内蒙古东立光伏股份有限公司年产5万吨高纯多晶硅项目

环境影响报告书

（报批版）

内蒙古中昱环保咨询服务有限公司

二0二四年二月

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	内蒙古东立光伏股份有限公司年产5万吨高纯多晶硅项目
建设项目类别	36—081电子元件及电子专用材料制造
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	内蒙古东立光伏股份有限公司
统一社会信用代码	91150823399580122P
法定代表人（签章）	王连军
主要负责人（签字）	王连军
直接负责的主管人员（签字）	贺聪慧
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	内蒙古中昱环保咨询服务有限公司
统一社会信用代码	91150105MA0PT5AQ8J
三、编制人员情况	

1.编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
董文增	2014035130350000003511130039	BH024550	董文增

2.主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
董文增	概述、总则、现有项目工程概况及工程分析、扩建项目工程概况及工程分析、环境质量现状调查与评价、环境影响预测与评价、环境风险预测与评价、污染防治对策及环保措施可行性分析、环境影响经济损益分析、环境管理与环境监测计划、产业政策符合性及选址合理性分析、评价结论与建议	BH024550	董文增

建设项目环境影响报告书（表）
编制情况承诺书

本单位 内蒙古中昱环保咨询服务有限公司 （统一社会信用代码 91150105MA0PT5AQ8J ）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 内蒙古东立光伏股份有限公司年产5万吨高纯多晶硅项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 董文增 （环境影响评价工程师职业资格证书管理号 2014035130350000003511130039 ，信用编号 BH024550 ），主要编制人员包括 董文增 （信用编号 BH024550 ）（依次全部列出）等 1 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章)：内蒙古中昱环保咨询服务有限公司

2023 年 11 月 6 日

编 制 单 位 承 诺 书

本单位内蒙古中昱环保咨询服务有限公司（统一社会信用代码91150105MA0PT5AQ8J）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 2 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 单位名称、住所或者法定代表人（负责人）变更的
3. 出资人、举办单位、业务主管部门或者挂靠单位等变更的
4. 未发生第3项所列情形、与《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条规定的符合性发生变更的
5. 编制人员从业单位已变更或者已调离从业单位的
6. 编制人员未发生第5项所列情形，全职情况发生变更、不再属于本单位全职人员的
7. 补正基本情况信息

承诺单位(公章)：内蒙古中昱环保咨询服务有限公司

2023年 11月 6 日

目录

1 概述 1

1.1 建设项目的特点 1
1.2 环境影响评价的工作过程 5
1.3 分析判定相关情况 6
1.3.1 项目与国家产业政策及行业规范条件符合性分析 7
1.3.2 项目与地方政策符合性分析 14
1.3.3 项目与内蒙古乌拉特前旗工业园区规划符合性分析 15
1.3.4 项目与内蒙古乌拉特前旗工业园区规划环评的符合性分析 16
1.3.5 项目选址合理性分析 17
1.3.6 项目与“三线一单”符合性分析 17
1.4 关注的主要环境问题及环境影响 26
1.5 环境影响评价的主要结论 26

2 总则 27

2.1 编制依据 27
2.1.1 国家法律、法规 27
2.1.2 国务院行政法规及规范性文件 27
2.1.3 部门规章 28
2.1.4 地方发展规划及环境功能区划 29
2.1.5 技术导则及规范 30
2.1.6 环境影响有关文件 31
2.2 评价目的与评价原则 31
2.2.1 评价目的 31
2.2.2 评价原则 32
2.3 评价内容及评价重点 32
2.3.1 评价内容 32
2.3.2 评价重点及时段 32
2.4 环境影响因子的识别及评价因子的确定 32
2.4.1 环境影响因子识别 32
2.4.2 评价因子的确定 34
2.5 评价标准 36
2.5.1 环境质量标准 36
2.5.2 污染物排放标准 40
2.6 评价工作等级的确定 44
2.6.1 大气环境评价工作等级 44
2.6.2 水环境评价工作等级 54
2.6.3 声环境评价工作等级 56
2.6.4 土壤环境评价工作等级 56
2.6.5 环境风险评价工作等级 58
2.7 评价范围 65
2.7.1 环境空气评价范围 65
2.7.2 地下水环境评价范围 65

2.7.3 声环境评价范围 67
2.7.4 土壤环境评价范围 67
2.7.5 环境风险评价范围 68
2.8 环境功能区划及环境保护目标 70
2.8.1 环境功能区划 70
2.8.2 环境保护目标 70
3 现有项目工程概况及工程分析 78
3.1 现有项目工程基本情况 78
3.1.1 现有项目环境影响评价情况 78
3.1.2 现有项目名称、单位及建设地点 80
3.1.3 现有项目总投资、工作制度、劳动定员 80
3.1.4 现有项目建设规模及产品方案 80
3.1.5 现有工程平面布置及占地面积 81
3.1.6 现有项目组成 81
3.2 现有项目工程分析 89
3.2.1 现有项目原辅料消耗情况 89
3.2.2 现有项目工艺流程 89
3.3 现有项目污染源及污染物统计分析 100
3.3.1 现有工程废气排放情况 117
3.3.2 现有工程废水排放情况 117
3.3.3 现有工程噪声排放情况 117
3.3.4 现有工程固体废物排放情况 117
3.3.5 现有项目总量控制指标 117
3.4 现有项目存在的环境问题及整改措施 117
4 本项目工程概况及工程分析 119
4.1 建设项目概况 119
4.1.1 项目基本情况 119
4.1.2 项目建设地点 122
4.1.3 项目实施进度 124
4.1.4 项目工程组成 124
4.1.5 项目主要经济技术指标 140
4.1.6 生产规模与产品方案 141
4.1.7 主要原辅材料及能源消耗 142
4.1.8 主要生产设备 147
4.1.9 储运工程 155
4.1.10 公用工程 159
4.1.11 总图布置 173
4.2 生产工艺与产污环节分析 176
4.2.1 主体工艺方案 176
4.2.2 三氯氢硅合成工艺（装置代码 1） 176
4.2.3 三氯氢硅还原工艺（装置代码 2） 193
4.2.4 还原尾气回收工艺（装置代码 3） 203
4.2.5 精馏工艺（装置代码 4） 218
4.2.6 四氯化硅冷氢化工艺（装置代码 5） 233
4.2.7 整理车间工艺（装置代码 6） 248
4.2.8 渣浆回收工艺（装置代码 7） 264
4.2.9 电解水制氢工艺（装置代码 8） 264

4.2.10 公用工程产排污（装置代码 9）.....285
4.2.11 储运工程产污（装置代码 10）.....299
4.2.12 噪声产生及治理.....303
4.3 全厂污染源排放汇总.....305
4.4 全厂物料平衡.....314
4.5 非正常工况排放.....321
4.5.1 布袋除尘器达不到应有效率情况.....321
4.5.2 酸性废气处理单元达不到应有效率情况.....322
4.5.3 氯硅烷工艺废气处理单元达不到应有效率情况.....322
4.5.4 锅炉废气处理单元达不到应有效率情况.....323
4.5.5 废水非正常工况排放.....324
4.6 施工期工程分析.....326
4.7 清洁生产.....329
4.7.1 清洁生产概述.....329
4.7.2 清洁生产水平分析指标.....330
4.7.3 清洁生产结论与建议.....334
4.8 总量控制.....334
4.8.1 总量控制原则.....334
4.8.2 总量控制因子.....334
4.8.3 项目总量控制指标.....334
5 环境质量现状调查与评价.....338
5.1 环境概况.....338
5.1.1 自然环境概况.....338
5.1.2 内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区概况.....343
5.2 环境质量现状评价.....348
5.2.1 大气环境质量现状与评价.....348
5.2.2 地下水环境质量现状与评价.....358
5.2.3 地表水环境质量现状与评价.....365
5.2.4 声环境质量现状.....373
5.2.5 土壤环境质量现状.....374
6 环境影响预测与评价.....384
6.1 施工期环境影响分析.....384
6.1.1 施工期扬尘环境影响及防治措施.....384
6.1.2 施工期噪声环境影响及防治措施.....385
6.1.3 施工期水环境影响及防治措施.....386
6.1.4 施工期固体废物影响及防治措施.....386
6.2 大气环境影响预测与评价.....387
6.2.1 常规地面气象资料分析.....387
6.2.2 预测模型选取结果及选取依据.....397
6.2.3 气象数据.....398
6.2.4 地形数据.....399
6.2.5 土地利用.....399
6.2.6 模型参数主要设置.....400
6.2.7 环境空气敏感点.....400
6.2.8 预测范围.....401
6.2.9 预测内容及预测情景.....401
6.2.10 正常工况下新增污染源大气预测结果分析.....402

6.2.11 正常工况下叠加现状环境质量浓度预测结果分析 422
6.2.12 非正常工况下大气环境影响预测 449
6.2.13 大气环境防护距离 457
6.2.14 大气污染物排放量核算 458
6.2.15 大气环境影响评价结论 460
6.2.16 大气环境影响评价自查表 461
6.3 水环境影响分析 463
6.3.1 地面水环境影响分析 463
6.3.2 地下水环境影响预测与评价 466
6.4 噪声影响预测与评价 490
6.4.1 主要噪声源声学参数 490
6.4.2 预测方案 447
6.4.3 预测条件假设 499
6.4.4 预测模式与方法 499
6.4.5 预测结果及影响分析 499
6.4.6 环境影响评价自查表 499
6.5 土壤影响预测与评价 503
6.5.1 预测评价范围 503
6.5.2 影响途径识别 503
6.5.3 土壤理化特性 503
6.5.4 土壤预测与评价 504
6.6 固体废物影响分析 513
7 环境风险预测与评价 518
7.1 环境风险评价 518
7.2 评价原则和工作程序 518
7.3 风险调查 519
7.3.1 建设项目风险源调查 519
7.3.2 环境敏感目标调查 528
7.4 环境风险潜势初判 529
7.5 评价工作等级和评价范围 533
7.6 风险识别 534
7.6.1 物质危险性识别 534
7.6.2 生产系统危险性识别 535
7.6.3 公辅及环保设施风险性识别 538
7.6.4 环境风险类型及危害分析 539
7.7 风险事故情形分析 539
7.7.1 事故案例分析 539
7.7.2 风险事故情形设定 541
7.8 环境风险预测与评价 548
7.8.1 四氯化硅储罐泄漏大气环境风险预测与评价 548
7.8.2 三氯氢硅储罐泄漏大气环境风险预测与评价 559
7.8.3 氯化氢储罐大气环境风险预测与评价 569
7.8.4 地下水环境风险影响预测与评价 579
7.9 环境风险管理 579
7.9.1 环境风险防范措施 580
7.9.2 应急预案 597
7.10 结论与建议 598

8 污染防治对策及环保措施可行性分析 601

8.1 施工期污染防治措施及可行性分析 601
8.1.1 施工期废气污染防治措施 601
8.1.2 施工期废水污染防治措施 601
8.1.3 施工期噪声污染防治措施 602
8.1.4 施工期固废污染防治措施 602
8.1.5 施工期环境管理 602
8.2 运营期污染防治措施及可行性分析 603
8.2.1 废气污染防治措施及可行性分析 603
8.2.2 废水污染防治对策及可行性分析 617
8.2.3 噪声治理措施的可行性及达标分析 626
8.2.4 地下水污染防治措施 627
8.2.5 固体废弃物治理措施的可行性分析 633
8.2.6 土壤污染监控措施 637
8.2.7 厂区绿化 639

9 环境影响经济损益分析 640

9.1 经济效益简要分析 640
9.1.1 直接经济效益 640
9.1.2 间接经济效益 640
9.2 社会效益简要分析 640
9.3 环境效益简要分析 641
9.3.1 环保投资估算 641
9.3.2 环保设施运行费用 641
9.3.3 污染物减排节省费用 642
9.3.4 环保社会效益 642
9.4 环保设施、设备费用估算 642

10 环境管理与环境监测计划 647

10.1 环境管理 647
10.1.1 环境管理机构 647
10.1.2 环境管理计划 647
10.2 环境监测 656
10.2.1 监测机构 656
10.2.2 监测计划及内容 656
10.3 排污口规范化 659
10.3.1 排污口的技术要求 659
10.3.2 排污口立标管理 659
10.3.3 排污口设置及规范化管理 659
10.3.4 排污口建档管理 660
10.4“三同时”验收一览表 661

11 产业政策符合性及选址合理性分析 670

11.1 产业政策的符合性分析 670
11.2 规划符合性分析 670
11.3 与规划环评结论和规划环评批复的符合性分析 670
11.4 选址合理性分析 671
11.5 “三线一单”相符性分析 671

12 评价结论与建议 674
12.1 结论 674
12.1.1 产业政策符合性及选址合理性分析 674
12.1.2 选址及总图布置合理 674
12.1.3 环境现状评价 674
12.1.4 污染物产生、排放及治理措施的可行性 675
12.1.5 清洁生产 685
12.1.6 环境风险 685
12.1.7 总量控制 686
12.1.8 评价总结论 687
12.2 建议及要求 687

1 概述

1.1 建设项目的特点

内蒙古东立光伏股份有限公司（以下简称“公司”）于 2014 年 6 月注册成立，是一家专业从事光伏产业及半导体行业硅料、硅片及太阳能电池组件生产、销售的公司，由武汉东立光伏电子有限公司独家投资成立，公司主要从事光伏电子硅材料的生产及研发，厂址中心坐标为 E109°21′34″，N40°35′57″。

(1)《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目》环境影响评价情况

内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目由内蒙古东立光伏股份有限公司投资建设，位于内蒙古乌拉特前旗工业园区。

2015 年 7 月中冶东方控股有限公司完成《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目环境影响报告书》，2015 年 8 月 19 日，巴彦淖尔市环境保护局以巴环审发[2015]32 号文对建设项目环境影响报告书进行了批复，项目分二期进行建设，建设规模为一期单独建设硅料生产装置，生产规模 1.2 万 t/a；二期硅料生产规模 48000t/a，太阳能电池组件规模 7500MW/a。该项目于 2016 年 3 月开工建设，建设过程中，2017 年 4 月 6 日中冶东方控股有限公司递交《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目关于变更锅炉排放标准的申请及说明》于巴彦淖尔市环境保护局，2017 年 4 月 24 日巴彦淖尔市环境保护局以巴环函[2017]44 号发布《关于对“内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目一期工程锅炉及排放执行标准变更”的意见》，变更前执行《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）中新建锅炉标准。变更后，一期工程配套建设的 2×35t/h 循环流化床锅炉烟气脱硝由 SCR 变更为 SNCR，1 台 16500kw 导热油炉不再建设脱硝装置；烟气污染物排放符合《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 2 限值要求。

2018 年 5 月中冶东方控股有限公司完成《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目环境影响报告书变更说明》，主要内容如下：一期工程没有有机废气产生，不再建设有机废气处理装置；四氯化硅冷氢化车间产生的渣浆及经精馏车间产生的精馏重沸物作为中间物料回收；聚合物处理中和渣属于第 II 类一般固废，送往园区渣场进行填埋。还原尾气回收车间吸附产生的废活性炭按照危废管理。2018 年 6 月 6 日，巴彦淖尔市环保局发布《关于对“内蒙

古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳电池组件及配套项目环境影响报告书变更”的意见》，同意以上变更。

(2)《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目》环保验收情况

①一期工程验收情况

内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目（1.2 万吨硅料）（以下简称“一期工程”）于 2016 年 3 月开工建设，2018 年 8 月竣工，2018 年 9 月投入试生产。一期工程于 2019 年 1 月委托内蒙古新康达环境保护检测有限公司对项目进行竣工环境保护验收，于 2019 年 6 月 21 日取得（大气、水和噪声）验收意见内东电发[2019]33 号，于 2019 年 6 月 23 日取得（固废）验收意见巴环验[2019]19 号，验收内容如下：**1.**年产 1.2 万吨硅料装置一套（由 2 条年产 6000 吨硅料生产线组成），还原车间（18 台还原炉）、尾气车间（湿法除尘塔、吸收塔、解析塔）、精馏车间、冷氢化车间（冷氢化反应塔、淋洗塔、粗分塔）、制氢车间、整理车间、罐区等。及其他配套的废水、废气环保治理设施。**2.**2×35t/h 循环流化床锅炉，1×10600kW 导热油链条炉及配套的废水、废气环保治理设施。**3.** 污水处理系统：50m^3/h 回用水处理装置 1 套（处理循环产生的浓水）；800m^3/h 酸碱废水处理淋洗塔系统（处理脱硫废水、脱盐水浓水、整理排水、还原炉钟罩清洗水、锅炉排水）；100^3/h 淋洗水旁滤装置 1 套（降低循环水浊度）；200m^3/h 淋洗水水泵外移装置 1 套；25m^3/h 双效蒸发装置 1 套（处理高盐水）。

②二期工程验收情况

鉴于企业目前实际生产情况和市场发展需求，公司在现有厂区南侧继续建设二期工程年产4.8万吨硅料项目，二期工程暂时不建设7500MW太阳能电池组件，厂址中心坐标为N40°35′39.71″，E109°21′38.97″，目前现有二期工程已经建设完成，准备试生产，未进行环保验收。

(3)《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》环境影响评价及环保验收情况

2022 年 10 月，内蒙古生态环境科学研究院有限公司编制完成了《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》。2022 年 12 月 30 日，巴彦淖尔市生态环境局乌拉特前旗分局对《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目环境影响报告书》进行了审批，批复文号为

乌前环书审[2022]14 号。

内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目位于内蒙古乌拉特前旗工业园区内蒙古东立光伏电子有限公司现有厂区预留用地和厂区东侧新批用地。提质增效节能技改项目为一期工程技改，建设内容为新建 1 座冷氢化车间，配备 1 条 35 万 t/a 生产线及配套设备，原有 2*15 万 t/a 冷氢化生产线一开一备;在现有一车间(还原车间)东侧新建 1 技改还原厂房，配备 1 套还原炉 (3 台)，并对原有 18 台还原炉增高钟罩增加炉体单位面积产能;对尾气回收车间(二车间-CDI)(尾气车间)升级改造新建 1 套活性碳吸附塔，2 台氢气吸附装置，1 台旋风分离器和两台换热器等配套装置，对精馏车间进行升级改造，新增 1 套还原分离塔及配套设施、1 套氢化料液相吸附，1 套还原液相吸附 1 台 CPS 除杂装置和 2 台反歧化反应器。其余公辅设施全部依托现有 1.2 万吨多晶硅项目。形成 2 万 t/a 高纯多晶硅的产能规模。

目前项目已经建设完成，准备试生产，未进行验收。

(4)《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期年产 4.8 万吨硅料锅炉变更项目》环境影响评价及环保验收情况

2023年3月，内蒙古生态环境科学研究院有限公司编制完成了《内蒙古东立光伏股份有限公司年产7500MW太阳能电池组件及配套项目二期年产4.8万吨硅料锅炉变更项目》，变更内容如下：正常生产时二期工程需要1MPa蒸汽80.78t/h,基于优化工艺，还原炉内出现的大量闪蒸蒸汽可以高效回收，回收蒸汽量为35.98 t/h, 只需要2台燃煤锅炉补充蒸汽44. 8t/h。因此拟将原环评批复建设中 “2×130t/h循环流化床锅炉烟气分别采用SCR脱硝+电袋复合除尘器处理后，共用1台脱硫塔（石灰石-石膏）脱硫。3×21000kW导热油炉烟气分别采用SCR脱硝+袋式除尘器后，共用1台脱硫塔（石灰石-石膏）脱硫。脱硫后的锅炉烟气与导热油炉烟气合并通过1根120m高烟囱排放”变更为“2×60t/h燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR脱硝+布袋除尘器处理后，共用1台脱硫塔（电石渣-石膏法）处理后通过1根50m高烟囱排放，配备1套烟气在线监测系统；2×60t/h燃气锅炉烟气分别采用低氮燃烧脱硝处理后共用1根42m烟囱排放，配备1套烟气在线监测系统”。目前该项目环评报告表已经取得环评批复。目前已经建设完成，准备试生产，未进行验收。

(5)本项目建设情况

随着中国经济的快速增长，对能源的需求量越来越大，太阳能开发与利用作为新能源的一种，与煤炭、生物燃料等替代能源相比，有着成本低廉、用之不竭、环保经济等无可比拟的显著竞争优势，成为人类新能源利用的首要途径。因此，太阳能光伏产业作为一种新型的能源产业应运而生，越来越多的国家开始实行“阳光计划”，开发太阳能资源，寻求经济发展的新动力，而太阳能光伏产业也成为 21 世纪的宠儿。

多晶硅材料作为制造集成电路硅衬底、太阳能电池等产品的主要原料，是发展信息产业和新能源产业的重要基石。硅料深加工产品被广泛应用于半导体工业，是当代人工智能、自动控制、信息处理、光电转换等半导体器件和集成电路的基础材料，国际集成电路芯片及各类半导体器件 95%以上是用硅材料制造的，具有广阔的市场前景。

鉴于企业目前实际生产情况和市场发展需求，公司在现有厂区西侧和南侧预留用地内建设“内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目”(以下简称“本项目”)，厂址中心坐标为 N40°35′40.18″，E109°21′36.70″。本项目于 2023 年 4 月 21 日取得乌拉特前旗发展和改革委员会的备案文件说明。《内蒙古东立光伏电子有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目节能报告》于 2023 年 4 月编制完成，2023 年 7 月 31 日，已取得内蒙古自治区发展和改革委员会出具的批复文件，即内蒙古自治区发展和改革委员会关于内蒙古东立光伏电子有限公司年产 5 万高纯多晶硅项目节能报告的审查意见，文号为内发改环资字[2023]984 号。节能报告批复内容如下：项目建成投产后，年综合能源消费量为 372029.16 吨标准煤(当量值)、875389.34 吨标准煤 (等价值);年用电量 273411.05 万千瓦时，其中可再生能源电力消费 114832.64 万千瓦时。单位增加值能耗 0.70 吨标准煤/万元(当量值)、1.64 吨标准煤/万元(等价值);绿电核减后单位增加值能耗 0.36 吨标准煤/万元(当量值)、0.98 吨标准煤/万元(等价值)。多晶硅单位产品综合能耗 7.44 吨标准煤/(当量值)、17.54 吨标准煤/吨(等价值):绿电核减后多晶硅单位产品综合能耗 4.60 吨标准煤/吨 (当量值)、10.44 吨标准煤/吨 (等价值)。

该项目年产值 65.49 亿元，年增加值 53.38 亿元，核减绿电后单位增加值能耗为 0.98 吨标准煤/万元 (等价值)，低于自治区下达巴彦淖尔市的“十四五”新上项目能耗强度标杆值,有利于促进地方能耗强度降低，原则上不需落实能耗指标。

本项目建设1条年产5.0万吨高纯多晶硅生产线，所有主体工程生产设备全部新建，部分环保设备依托现有工程。部分厂房依托现有工程（在现有厂房预留设备位置增加设备），部分厂房新建。

本项目主要建设内容包括：1套三氯氢硅合成装置、1套三氯氢硅还原装置(新增22台还原炉，其中还原厂房二设置11台，还原厂房三设置11台，每炉生产周期为7天，一个生产周期每台还原炉产生47.35吨，每台还原炉每年生产48炉，综合产能为5万吨高纯多晶硅)、1套还原尾气回收装置、1套精馏装置、4套冷氢化装置、整理车间、1套渣浆回收装置和1套电解水制氢工艺装置。配套建设工艺废气处理系统、罐组、库房、配套建设2×60t/h燃煤循环流化床锅炉、地表水处理系统、脱盐水站和循环水站、中水回用处理系统、污水处理站等。最终将形成5.0万吨/年高纯多晶硅的产能规模。

本项目位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。项目占地面积为117038.76m^2（175.558亩）。项目总投资为300000万元，其中环保投资为11095.15万元，约占总投资的3.7%。企业定员为700人，其中生产工人及其他人员628人，管理和技术人72人。公司管理人员实行白班制，执行层的生产人员执行4班3运转。全年生产时间为7992小时（年工作日333天）。

1.2 环境影响评价的工作过程

本项目为扩建项目，年产5.0万吨高纯多晶硅，属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年1月1日）中“三十六、计算机、通信和其他电子设备制造业39，电子元件及电子专用材料制造398类别中的“半导体材料制造”，需要编制报告书。同时本项目生产过程具有化工工艺特点，因此也属于化工项目。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》的《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，该项目的建设需执行环境影响评价制度。2023年3月，内蒙古东立光伏股份有限公司委托内蒙古中昱环保咨询服务有限公司承担了该项目的环境影响评价工作。我公司在接受委托后对项目周边进行了认真的踏查，收集整理了当地环境的相关资料，在建设单位的配合下，于项目区域居民区发布公告和调查问卷征询公众意见，在此基础上编制完成了本项目的环境影响报告书。

评价单位接受项目委托后，首先研究国家和地方有关环境保护的法律法规、政策、标准及相关规划等文件，确定本项目编制环境影响报告书，通过现场调查和现状监测，掌握项目建设地区环境质量现状和目前存在的主要环境问题；通过

工程分析论证，核算各生产流程主要污染物排放量；分析论述污染防治措施的可行性、合理性、先进性以及污染物达标排放的可靠性；分析、评价本项目对当地环境可能造成的污染影响的范围和程度，从而制定进一步防治环境污染的对策，提出实现降低污染物排放总量的实施措施；从环保角度对工程项目建设的可行性做出明确结论，为上级主管部门和环境管理部门进行决策、建设单位进行环境管理以及设计单位优化其具体项目的设计提供科学依据。

本项目环境影响评价的工作程序见图 1.2-1。

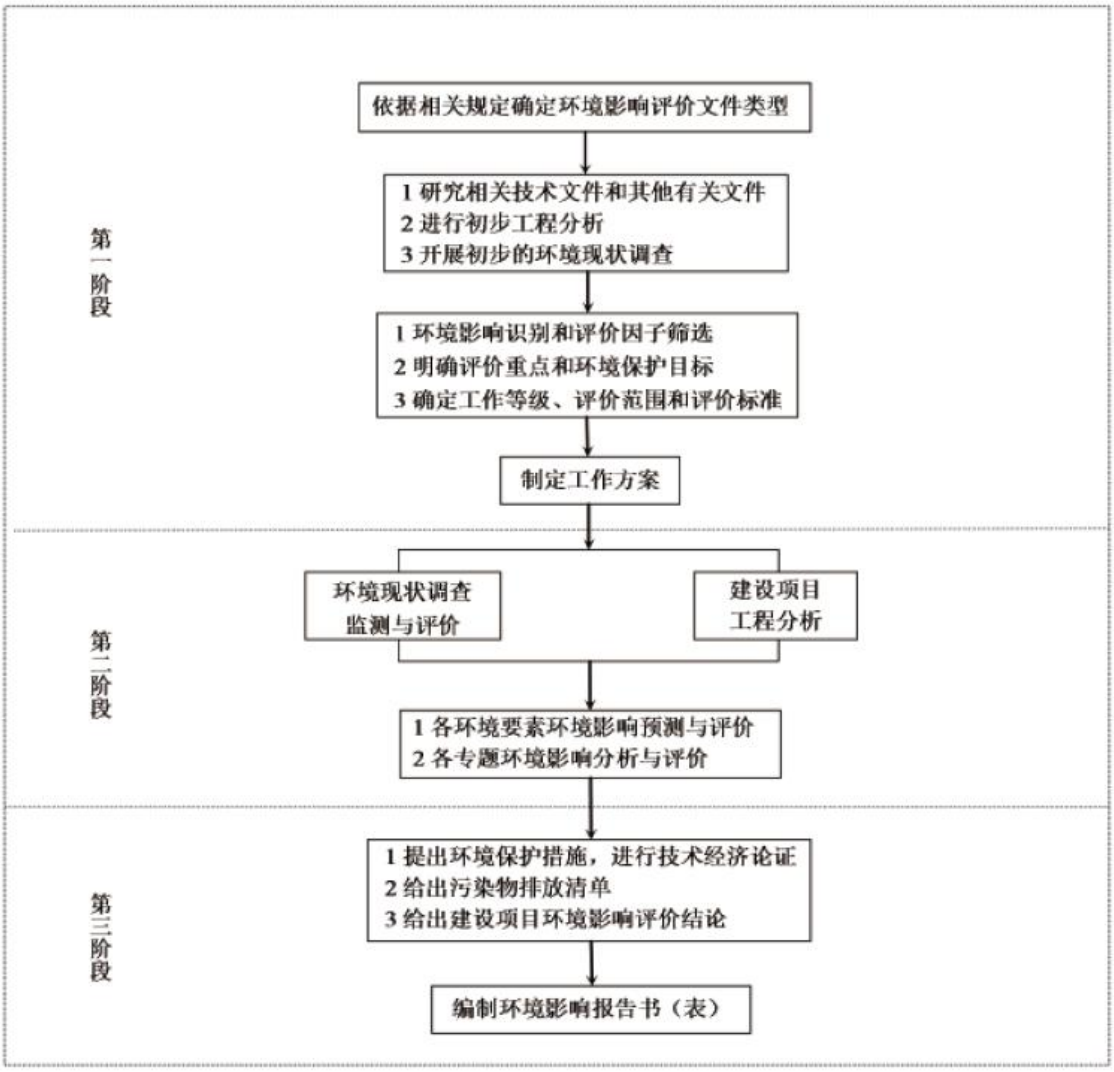


图 1.2-1　评价工作程序图

1.3 分析判定相关情况

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）3.3 的相关要求，分析判定建设项目选址选线、规模、性质和工艺路线等与国家和地方有关环境保护法律法规、标准、政策、规范、相关规划、规划环境影响评价结论及审查意见

的符合性，并与生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单进行对照，作为开展环境影响评价工作的前提和基础。

1.3.1 项目与国家产业政策及行业规范条件符合性分析

1.3.1.1 与《产业结构调整指导目录》（2024 年本）符合性分析

内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目为扩建工程，位于内蒙古乌拉特前旗工业园区，建设规模为 5.0 万 t/a。

根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本），2024 年 2 月 1 日执行，本项目属于“鼓励类”第二十八条信息产业第 6 款“先进的各类太阳能光伏电池及高纯晶体硅材料（多晶硅的综合电耗低于 65kWh/kg，单晶硅光伏电池的转换效率大于 22.5%，多晶硅电池的转化效率大于 21.5%，碲化镉电池的转化效率大于 17%，铜铟镓硒电池转化效率大于 18%）”。本项目还原电耗为 43.16kWh/kg，多晶硅的综合电耗为 54.68kWh/kg，属于鼓励类。

本项目于 2023 年 4 月 21 日在乌拉特前旗发展和改革委员会取得了项目备案文件。项目代码：2304-150823-04-01-995081。综上，本项目属于鼓励类项目，符合国家产业政策要求。

1.3.1.2 与《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》的符合性分析

根据《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》（国发〔2013〕24 号）：“加快技术创新和产业升级，提高多晶硅等原材料自给能力和光代电池制造技术水平，显著降低光伏发电成本，提高光代产业竞争力。光伏制造企业应拥有先进技术和较强的自主研发能力，新上光伏制造项目应满足单晶硅光伏电池转换效率不低于 20%、多晶硅光伏电池转换效率不低于 18%、薄膜光伏电池转换效率不低于 12%，多晶硅生产综合电耗不高于 100 千瓦时千克。加快淘汰能耗高、物料循环利用不完善、环保不达标的多晶硅产能，在电力净输入地区严格控制建设多晶硅项目..重点支持技术水平高、市场竞争力强的多晶硅和光伏电池制造企业发展，培育形成一批综合能耗低、物料消耗少、具有国际竞争力的多晶硅制造企业和技术研发能力强、具有自主知识产权和品牌优势的光伏电池制造企业。引导多晶硅产能向中西部能源资源优势地区聚集，降低综合电耗、提高副产品综合利用率。”

本项目产品多晶硅规模为 5.0 万 t/a，产品质量可促进国内光伏行业发展。项目采用国际先进的改良西门子法和冷氢化工艺技术，经测算多晶硅生产综合电耗为 54.68kWh/kg-Si。因此，本项目的实施符合《国务院关于促进光伏产业健康发展

的若干意见》相关要求。

1.3.1.3 与《部分产能严重过剩行业产能置换实施办法的通知》的符合性分析

工业和信息化部 2015 年 4 月 20 日印发了《部分产能严重过剩行业产能置换实施办法的通知》（工信部产业[2015]127 号），明确了该办法适用的部分产能严重过剩行业为：钢铁（炼钢、炼铁）、电解铝、水泥（熟料）、平板玻璃行业。光伏制造行业不属于产能严重过剩行业，因此，本项目实施符合工信部关于《部分产能严重过剩行业产能置换实施办法的通知》相关要求。

1.3.1.4 与《光伏制造行业规范条件》（2021 年本）符合性分析

为加强光伏行业管理，引导产业加快转型升级和结构调整，推动我国光伏产业持续健康发展，根据国家有关法律法规及《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》（国发 2013）24 号），按照优化布局、调整结构、控制总量、鼓励创新、支持应用的原则，制定了《光伏制造行业规范条件（2021 年本）》（中华人民共和国工业和信息化部公告 2021 年第 5 号）。

项目与《光伏制造行业规范条件》（2021 年本）符合性分析见表 1.3-1。

表 1.3-1 项目与《光伏制造行业规范条件》（2021 年本）符合性分析

内容	建设项目符合情况
一、生产布局与项目设立	
（一）光伏制造企业及项目应符合国家资源开发利用、环境保护、节能管理等法律法规要求，符合国家产业政策和相关产业规划及布局要求，符合当地土地利用总体规划、城市总体规划、环境功能区划和环境保护规划等要求。	本项目于 2023 年 4 月 21 日在乌拉特前旗发展和改革委员会取得了项目备案文件。本项目年产 5.0 万吨高纯多晶硅项目可依据前述备案文件建设。《内蒙古东立光伏电子有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目节能报告》于 2023 年 4 月编制完成，2023 年 7 月 31 日，已取得内蒙古自治区发展和改革委员会出具的批复文件，文号为内发改环资字[2023]984 号。
（二）在国家法律法规、规章及规划确定或省级以上人民政府批准的自然保护区、饮用水水源保护区、生态功能保护区，已划定的永久基本农田，以及法律、法规规定禁止建设工业企业的区域不得建设光伏制造项目。上述区域内的现有企业应按照法律法规要求拆除关闭，或严格控制规模、逐步迁出。	现有工程项目于 2022 年 3 月 28 日取得乌拉特前旗自然资源局《内蒙古自治区建设用地规划条件书》，规划用地性质为工业用地。 本项目拟建厂址位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司现有工程厂内。
（三）引导光伏企业减少单纯扩大产能的光伏制造项目，加强技术创新、提高产品质量、降低生产成本。新建和改扩建多晶硅制造项目，最低资本金比例为 30%，其他新建和改扩建光伏制造项目，最低资本金比例为 20%。	项目在充分调研、评估国内外多晶硅市场供需关系和国家光伏产业发展前景的基础上实施的，产品为高纯多晶硅，项目完成后多晶硅规模为 5.0 万 t/a。项目采用的生产工艺和各项消耗达到国际领先水平，并可降低项目生产成本，经测算项目生产综合电耗为 54.68kWh/kg-Si。本项目资本金为 100%。
二、工艺技术	

（一）光伏制造企业应采用工艺先进、安全可靠、节能环保、产品质量好、生产成本低的生产技术和设备，并实现高品质产品的批量化生产。	项目采用冷氢化配套改良西门子法，以及蒸汽压缩技术，实现高品质产品批量化生产。
（二）光伏制造企业应具备以下条件：在中华人民共和国境内依法注册成立，具有独立法人资格；具有太阳能光伏产品独立生产、供应和售后服务能力；每年用于研发及工艺改进的费用不低于总销售额的 3%且不少于 1000 万元人民币，鼓励企业取得省级以上独立研发机构、技术中心或高新技术企业资质；申报符合规范名单时上一年实际产量不低于上一年实际产能的 50%。	内蒙古东立光伏股份有限公司在中华人民共和国境内依法注册成立，具有独立法人资格；具有太阳能光伏产品独立生产、供应和售后服务能力；每年用于研发及工艺改进的费用不低于总销售额的 3%且不少于 1000 万元人民币，符合《光伏制造行业规范条件》的规定。
（三）现有光伏制造企业及项目产品应满足以下要求： 1.多晶硅满足《太阳能级多晶硅》（GB/T25074）或《流化床法颗粒硅》（GB/T35307）特级品的要求。 2.多晶硅片（含准单晶硅片）少子寿命不低于 2μs，碳、氧含量分别小于 10ppma 和 12ppma；P 型单晶硅片少子寿命不低于 50μs，N 型单晶硅片少子寿命不低于 500μs，碳、氧含量分别小于 1ppma 和 14ppma。 3.多晶硅电池和单晶硅电池（双面电池按正面效率计算）的平均光电转换效率分别不低于 19%和 22.5%。 4.多晶硅组件和单晶硅组件（双面组件按正面效率计算）的平均光电转换效率分别不低于 17%和 19.6%。 5.硅基、铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe）及其他薄膜组件的平均光电转换效率分别不低于 12%、15%、14%、14%。 6.含变压器型的光伏逆变器中国加权效率不得低于 96.5%，不含变压器型的光伏逆变器中国加权效率不得低于 98%（单相二级拓扑结构的光伏逆变器相关指标分别不低于 94.5%和 97.3%），微型逆变器相关指标分别不低于 95%和 95.5%。	/
（四）新建和改扩建企业及项目产品应满足以下要求：1.多晶硅满足《电子级多晶硅》（GB/T12963）3 级品以上要求或《流化床法颗粒硅》（GB/T35307）特级品的要求。 2.多晶硅片（含准单晶硅片）少子寿命不低于 2.5μs，碳、氧含量分别小于 6ppma 和 8ppma；P 型单晶硅片少子寿命不低于 80μs，N 型单晶硅片少子寿命不低于 700μs，碳、氧含量分别小于 1ppma 和 14ppma。 3.多晶硅电池和单晶硅电池（双面电池按正面效率计算）的平均光电转换效率分别不低于 20.5%和 23%。 4.多晶硅组件和单晶硅组件（双面组件按正	多晶硅产品质量满足《电子级多晶硅》（GB/T12963-2014）电子 3 级。

面效率计算）的平均光电转换效率分别不低于18.4%和 20%。 5.硅基、CIGS、CdTe 及其他薄膜组件的平均光电转换效率分别不低于 13%、16%、15%、15%。（五）晶硅组件衰减率首年不高于 2.5%，后续每年不高于 0.6%，25 年内不高于 17%；薄膜组件衰减率首年不高于 5%，后续每年不高于 0.4%，25 年内不高于 15%。	
三、资源综合利用及能耗	
（一）光伏制造企业和项目用地应符合国家已出台的土地使用标准，严格保护耕地，节约集约用地。	本项目属于计算机、通信和其他电子设备制造业-半导体材料制造项目，选址位于内蒙古东立光伏股份有限公司现有厂区西侧和南侧预留用地内。现有工程于 2022 年 3 月 28 日取得乌拉特前旗自然资源局《内蒙古自治区建设用地规划条件书》，规划用地性质为工业用地，本项目用地符合园区规划及内蒙古东立光伏股份有限公司厂区规划。
（二）光伏制造项目电耗应满足以下要求： 1.现有多晶硅项目还原电耗小于 60kWh/kg，综合电耗小于 80kWh/kg；新建和本项目还原电耗小于 50kWh/kg，综合电耗小于 70kWh/kg。 2.现有硅锭项目平均综合电耗小于 7.5kWh/kg，新建和本项目小于 6.5kWh/kg；如采用多晶铸锭炉生产准单晶或高效多晶产品，项目平均综合电耗的增加幅度不得超过 0.5kWh/kg。 3.现有硅棒项目平均综合电耗小于 30kWh/kg，新建和本项目小于 28kWh/kg。 4.现有多晶硅片项目平均综合电耗小于 25 万千瓦时/百万片，新建和本项目小于 20 万千瓦时/百万片；现有单晶硅片项目平均综合电耗小于 20 万千瓦时/百万片，新建和本项目小于 15 万千瓦时/百万片。 5.晶硅电池项目平均综合电耗小于 8 万千瓦时/MWp。 6.晶硅组件项目平均综合电耗小于 4.8 万千瓦时/MWp，薄膜组件项目平均电耗小于 50 万千瓦时/MWp。	本项目多晶硅规模为 5.0 万 t/a。 本项目还原电耗 43.16kWh/kg，综合电耗 54.68kWh/kg。还原电耗小于 50kWh/kg，综合电耗小于 70kWh/kg。
（三）光伏制造项目生产水耗应满足以下要求： 1.多晶硅项目水循环利用率不低于 95%； 2.硅片项目水耗低于 1300 吨/百万片； 3.P 型晶硅电池项目水耗低于 750 吨/MWp，N 型晶硅电池项目水耗低于 900 吨/MWp。	本项目生产水循环利用率 100%。生产废水经过处理后全部回用，不外排。
（四）其他生产单耗需满足国家相关标准。	符合
四、智能制造和绿色制造	
（一）鼓励企业将自动化、信息化及智能化等贯穿于设计、生产、管理和服务的各个环节，积极开展智能制造，提升本质安全水平，	符合

降低运营成本，缩短产品生产周期，提高生产效率，降低产品不良品率，提高能源利用率。	
（二）鼓励企业参与光伏行业绿色制造相关标准制修订工作。参照光伏行业绿色制造相关标准要求，建设绿色工厂，生产绿色设计产品，打造绿色供应链，并开展绿色设计产品、绿色工厂、绿色供应链等评价工作。鼓励企业在生产制造过程中优先使用绿色清洁电力，可采用购买绿色电力证书等方式满足绿色制造要求。	符合
（三）鼓励企业落实生产者责任延伸制度，建立废弃光伏产品回收与利用处理网络体系。	符合
五、环境保护	
（一）企业应依法进行环境影响评价，落实环境保护设施“三同时”制度要求，按规定进行竣工环境保护验收。京津冀、长三角、珠三角等区域新建项目禁止配套建设自备燃煤电站。	本项目依法开展环境影响评价。
（二）企业应有健全的企业环境管理机构，制定有效的企业环境管理制度。企业应按照《固定污染源排污许可分类管理名录》依法取得排污许可证，并按照排污许可证的规定排放污染物。企业应持续开展清洁生产审核工作。	企业已有健全的企业环境管理机构，并制定环境管理制度。
（三）废气、废水排放应符合国家和地方大气及水污染物排放标准和总量控制要求；恶臭污染物排放应符合《恶臭污染物排放标准》（GB14554），工业固体废物应依法分类贮存、转移、处置或综合利用，企业危险废物贮存应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）相关要求，一般工业固体废物贮存应符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18559）相关要求。产生危险废物的单位，应按照国家有关规定制定危险废物管理计划，建立危险废物管理台账，并委托有资质的单位依法处置。厂界噪声符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348）。新建和改扩建光伏制造项目污染物产生应符合《光伏电池行业清洁生产评价指标体系》中 I 级基准值要求，现有项目应满足 II 级基准值要求。	本项目废气、废水排放符合总量控制要求；本项目工艺废气有组织废气中颗粒物、氯化氢、氟化物和氮氧化物以及无组织排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级排放标准。 燃煤锅炉烟气中烟尘、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物、烟气黑度执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值，锅炉碎煤、转运站、原煤库、灰库、渣库、石灰石库等粉尘排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级排放标准。 锅炉氨逃逸，产生的氨气排放满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 恶臭污染物排放标准值。 根据生态环境部公告 2021 年第 24 号，即二污普调查，燃煤锅炉需统计非甲烷总烃，燃煤非甲烷总烃有组织排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级排放标准。厂区内无组织非甲烷总烃执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A 中表 A.1 排放限值要求。 本项目生产废水主要包括脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排

	水，质检室排污水，冲洗废水。全部排入处理能力为 360m³/h 中水处理系统，处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。 整理车间酸洗废水、碱洗废水和清洗废水，中水回用处理系统浓水和地表水处理系统浓水，酸雾闪蒸废水排入污水处理站处理，本项目设置污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。污水站蒸发结晶冷凝水用于锅炉系统(出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水)，脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水，全厂生产废水不外排。 生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。 一般工业固体废物贮存应符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)相关要求。危废按照有关规定暂存，并委托有资质的单位依法处置。厂界噪声符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准。 光伏制造项目污染物产生符合《光伏电池行业清洁生产评价指标体系》中 I 级基准值要求。
（四）鼓励企业通过 ISO14001 环境管理体系认证、ISO14064 温室气体核证、PAS2050/ISO/TS14067 碳足迹认证。	无
六、质量管理	
（一）光伏制造企业应建立完善的质量管理体系，配备质量检验机构和专职检验人员。电池及组件生产企业应配备 AAA 级太阳模拟器、高低温环境试验箱等关键检测设备。逆变器生产企业应配备环境测试、并网测试等关键检测设备。鼓励企业建设具备 CNAS 认可资质的实验室。	公司已建立完善的质量管理体系，配备质量检验机构和专职检验人员。
（二）光伏产品质量应符合国家相关标准，通过国家批准相关认证机构的认证。	产品质量符合国家标准《电子级多晶硅》（GB/T12963-2014）及《太阳能级多晶硅》（GB/T25074-2017）。
（三）鼓励企业通过 ISO9001 质量管理体系认证，组件功率质保期不低于 25 年，工艺及材料质保期不少于 10 年，逆变器质保期不少于 5 年。	公司已于 2017 年 9 月通过 ISO9001 质量管理体系认证。
（四）鼓励企业参与太阳能光伏领域国家/行业/团体标准制修订和国际标准化活动。	公司属于半导体材料标准化委员会成员单位。

（五）企业应建立相应的产品可追溯制度。	已建立产品可追溯管理制度。
七、安全生产和社会责任	
（一）企业应当遵守《安全生产法》、《职业病防治法》等法律法规，严格执行国家及行业保障安全生产、职业健康等方面的规范和标准，当年及上一年度未发生生产安全事故。光伏制造项目应当严格落实安全设施和职业病防护设施“三同时”制度要求。	公司将严格遵守《安全生产法》、《职业病防治法》等法律法规，并且严格执行国家及行业保障安全生产、职业健康等方面的规范和标准和落实安全“三同时”和职业病防护设施“三同时”制度要求。
（二）企业应当建立健全安全生产责任制，加强职工安全生产教育培训和隐患排查治理工作，开展安全生产标准化建设。企业应当依法落实职业病预防以及防治管理措施。	公司将建立健全安全生产责任制，定期对职工进行安全生产教育培训和隐患排查治理工作，开展安全生产标准化建设。并且依法落实职业病预防以及防治管理措施。
（三）企业应当遵守国家相关法律法规，依法参加养老、失业、医疗、工伤等各类保险，并为从业人员足额缴纳相关保险费用。	公司将依法参加养老、失业、医疗、工伤等各类保险，并为从业人员足额缴纳相关保险费用。

由上表可知，项目为高纯多晶硅建设工程，实施后规模为 5.0 万 t/a，采用最新改良西门子法生产，主要单元包括：采用先进的冷氢化技术、先进尾气各组分的回收技术；采用高效、综合回收的精馏系统及还原热能综合利用技术。

经分析，项目满足《光伏制造行业规范条件》（2021 年本）中的要求。

1.3.1.5 与《“十四五”现代能源体系规划》（发改能源〔2022〕210 号）符合性分析

国家发展改革委和国家能源局关于印发《“十四五”现代能源体系规划》的通知（发改能源〔2022〕210 号），根据《通知》：十、推动构建新型电力系统，引导大工业负荷参与辅助服务市场，鼓励电解铝、铁合金、多晶硅等电价敏感型高载能负荷改善生产工艺和流程，发挥可中断负荷、可控负荷等功能。

项目为多晶硅建设工程，本项目实施后内蒙古东立光伏股份有限公司高纯多晶硅生产规模达到 5.0 万 t/a。项目的实施可提高公司在国内多晶硅行业的竞争力，促进国内光伏产业做大做强，符合《“十四五”现代能源体系规划》（发改能源〔2022〕210 号）。

1.3.1.6 与《确保完成“十四五”能耗双控目标任务若干保障措施》(修订)符合性分析

2023 年 8 月 29 日，内蒙古自治区发展和改革委员会，内蒙古自治区工业和信息化厅，内蒙古自治区能源局发布关于修订《确保完成“十四五”能耗双控目标任务若干保障措施》的通知，文号为内发改环资字[2023]1081 号。修订有关事宜如下。

坚决遏制“两高一低”项目盲目发展。准确把握中央坚决遏制“两高一低”项目盲目发展工作要求，严格执行国家钢铁、水泥熟料、平板玻璃、电解铝产能置换政策，承接区外产能转移的钢铁、水泥熟料、平板玻璃、电解铝项目，按照“一事一议”方式由自治区行业主管部门进行评估论证。落实国家电石、聚氯乙烯、烧碱、

纯碱、尿素、磷铵、黄磷等行业产业政策要求。

本项目为高纯多晶硅建设项目，不属于《确保完成“十四五”能耗双控目标任务若干保障措施》(修订)中管控的行业。项目于2023年4月21日在乌拉特前旗发展和改革委员会取得了项目备案文件。

2022年8月1日，本项目与天津环睿电子科技有限公司签订了战略合作协议，在2023年至2025年期间，将产品多晶硅外售给天津环睿电子科技有限公司进行下游生产。

2023年5月5日，本项目与包头阿特斯阳光能源科技有限公司签订了战略合作协议，在2024年01月至2026年12月期间，将多晶硅外售给包头阿特斯阳光能源科技有限公司进行下游生产。

因此本项目符合《确保完成“十四五”能耗双控目标任务若干保障措施》(修订)中的要求。

1.3.1.7“两高”项目准入符合性分析

根据内蒙古自治区发展和改革委员会、生态环境厅《关于印发<内蒙古自治区坚决遏制“两高”项目低水平盲目发展管控目录>的通知》附件，内蒙古自治区对于化工项目电石、聚氯乙烯、纯碱、合成氨、尿素、甲醇、乙二醇设置有严格的准入条件。

本项目属于高纯多晶硅建设项目，不属于“两高”行业，因此本项目不在两高管理名录内，属于允许建设类。

1.3.2 项目与地方政策符合性分析

《内蒙古自治区黄河流域生态保护和高质量发展规划》2022年2月印发，项目与《内蒙古自治区黄河流域生态保护和高质量发展规划》符合性分析见下表。

表1.3-2 与《内蒙古自治区黄河流域生态保护和高质量发展规划》符合性分析

内容	建设项目符合情况
第四章强化环境污染系统治理	
坚持水中问题岸上治、岸上问题系统治，以水环境污染防治为重点，强化全口径污染源综合管控，统筹推进农业污染、工业污染、城乡污染防治和矿区生态环境综合整治，推动污染联防联控、系统治理和源头治理。	本项目生产废水主要包括脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水。全部排入处理能力为360m^3/h中水处理系统，处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水

	排至污水处理站。 整理车间酸洗废水、碱洗废水和清洗废水，中水回用处理系统浓水和地表水处理系统浓水，酸雾闪蒸废水排入污水处理站处理，本项目设置污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。污水站蒸发结晶冷凝水用于锅炉系统(出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水)，脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水，全厂生产废水不外排。 生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。
第二节强化工业污染协同治理	
加大工业园区污染防治。分类整治沿黄“散乱污”工业企业，黄河干流和主要支流岸线 1 公里内严禁新增化工园区，推动沿黄一定范围内高耗水、高污染企业迁入合规园区。严格落实排污许可制度，沿黄所有固定排污源要依法依规进行排污许可申请或登记。严禁在黄河干流及主要支流临岸一定范围内新建“两高一资”项目及相关产业园区。加快工业园区、开发区污水处理设施建设，确保稳定达标排放，严控工业废水未经处理或未有效处理直接排入城镇污水处理系统，依法严厉打击向河湖、沙漠、湿地等偷排、直排行为。 加强固体废弃物治理。加强工业固体废弃物风险管控和历史遗留重金属污染区域治理，完善危险废物收集处理设施管理，持续开展危险废物专项排查整治，依法严厉打击非法转移、倾倒、处置危险废物等违法犯罪行为。深入推进重金属污染防治。建设“无废城市”，促进固体废弃物减量化、资源化、无害化。鼓励固体废弃物综合利用，提高一般工业固体废弃物利用水平，因地制宜开展煤矸石、粉煤灰、脱硫石膏、炉渣、冶炼废渣等循环利用。	本项目区厂界南侧距黄河最近距离为 11.0km，正常工况下，项目各类生产废水经厂内污水处理设施处理后全部回用，无外排生产废水。 现有企业已取得排污许可证，本项目不属于“两高一资”项目，本项目于 2023 年 4 月 21 日在乌拉特前旗发展和改革委员会取得了项目备案文件。本项目年产 5.0 万吨高纯多晶硅项目可依据前述备案文件建设。 一般工业固体废物贮存应符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)相关要求。危废按照有关规定暂存，并委托有资质的单位依法处置。

1.3.3 项目与内蒙古乌拉特前旗工业园区规划符合性分析

(1)规划情况

本项目位于内蒙古乌拉特前旗工业园区内，该园区原规划文件名称为《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划（2013～2020 年）》；

原规划文件审批机关为：内蒙古自治区住房和城乡建设厅；原规划文件审查文件为：2013 年 6 月 26 日由内蒙古自治区住房和城乡建设厅出具的《关于内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划的批复》（内建规[2013]345 号）文件。

目前，原规划文件已过期。根据内蒙古自治区工业和信息化厅在2022年2月23日发布的《内蒙古自治区开发区审核公告目录》，拟将乌拉特前旗产业园（即乌拉特前旗工业园区）与甘其毛都口岸园合并为内蒙古巴彦淖尔进口资源加工开发区，合并后，乌拉特前旗工业园区的主导产业将设为冶金和化工两个行业，根据该文件的要求，“列入《公告目录》的开发区，如园区名称、区块设置、核准面积、主导产业等发生变化的，各盟市遵照“多规合一”要求，抓紧修编相关规划”，目前乌拉特前旗工业园区正在开展相关工作，尚未上报审批。

(2)与园区规划符合性分析

根据乌拉特前旗人民政府和乌拉特前旗工业园区管委会出具的相关文件，《乌拉特前旗人工业园区2020-2035总体规划（2020-2035年）》正在组织修编，按照修编后总规的功能区块划分，化工集中区分为东部片区、西部片区，内蒙古东立光伏股份有限公司场址位于化工集中区东部片区范围内，符合园区的发展定位。

本工程属于计算机、通信和其他电子设备制造业-半导体材料制造项目，同时具有化工工艺特点，因此也属于化工项目。本项目选址位于化工集中区东部片区范围内，符合园区的发展定位。

2024年2月20日，乌拉特前旗人民政府出具了《关于内蒙古东立光伏股份有限公司年产5万吨高纯多晶硅项目的相关说明》，文件中指出：内蒙古东立光伏股份有限公司拟在乌拉特前旗工业园区建设年产5万吨高纯多晶硅项目。因工业园区规划范围正在进行调整，导致规划环评规划范围相应出现调整，目前工业园区管委会已启动工业园区范围调整后的规划环评编制工作，并将上述项目已纳入范围调整后的规划环评中。项目符合相关政策要求、符合乌拉特前旗工业园区的产业定位和产业布局，同意入驻。

1.3.4 项目与内蒙古乌拉特前旗工业园区规划环评的符合性分析

内蒙古乌拉特前旗工业园区已开展规划环境影响评价；规划环境影响评价文件名称为：《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》；规划环境影响评价文件审查机关为：内蒙古自治区环境保护厅；规划环境影响评价文件审查文件为：《关于内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书的审查意见》（内环字〔2014〕74号）。

目前，乌拉特前旗工业园区管委会已开展新规划环境影响评价，规划环境影响评价文件名称为《乌拉特前旗工业园区总体规划（2021-2035）》，新规划环评

已正在编制中，尚未取得审查意见。

由于《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划》（2021-2035）刚完成初稿，《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》（2021-2035）正在编制，未送审，因此以下内容根据《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划》（2021-2035）、《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》（2010-2020）及自治区环保厅《关于内蒙古乌拉特前旗工业园区环境影响报告书审查意见》（内环字[2014]74号）编制。

根据《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划》（2021-2035）、《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》（2010-2020）及自治区环保厅《关于内蒙古乌拉特前旗工业园区环境影响报告书审查意见》（内环字[2014]74号），内蒙古东立光伏股份有限公司年产5万吨高纯多晶硅项目位于乌拉特前旗工业园区，该园区重点发展冶金产业和氯碱、煤焦化工两大主导产业，积极培育聚氯乙烯深加工、煤焦化（包钢焦化）副产品和利用等下游延伸产业。本项目主体工程属于计算机、通信和其他电子设备制造业-半导体材料制造，同时本项目有化工工艺特点，因此也属于化工项目。因此符合乌拉特前旗工业园区总体定位。

1.3.5 项目选址合理性分析

公司现有工程占地面积139867.76m^2，本次建设项目属于计算机、通信和其他电子设备制造业-半导体材料制造项目，选址位于内蒙古东立光伏股份有限公司现有厂区西侧和南侧预留用地内。现有工程于2022年3月28日取得乌拉特前旗自然资源局《内蒙古自治区建设用地规划条件书》，规划用地性质为工业用地。本项目位于现有项目厂区内，用地符合园区规划及内蒙古东立光伏股份有限公司厂区规划。

经现场踏勘，本项目厂区南侧距黄河最近距离为11.0km，正常工况下，项目各类生产废水经厂内污水处理设施处理后全部回用，不外排，项目选址对地表水体影响较小；从海拔高程角度来说，黄河的海拔高程为1011.9m，本项目区的海拔高程为1008.8m，属于南高北低，因此，项目选址对黄河流域无影响。

1.3.6 项目与“三线一单”符合性分析

1.3.6.1 生态保护红线

根据《巴彦淖尔市人民政府办公室关于巴彦淖尔市2023年生态环境分区管控成果动态更新的通知》(巴政办字[2023]106号)，巴彦淖尔市全市共划定环境管控

单元256个，包括优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类，实施分类管控。

（一）优先管控单元。面积占比68.60%，主要包括我市生态保护红线、自然保护地、集中式饮用水水源保护区等生态功能重要区和生态环境敏感区。该区域以生态环境保护优先为原则，依法禁止和限制大规模、高强度的工业开发和城镇建设，确保生态环境功能不降低。

（二）重点管控单元。面积占比为31.39%，主要包括工业园区、城市、矿区等开发强度高、污染排放量大、环境问题相对集中的区域，以及生态需水补给区等。该区域应不断提升资源利用效率，有针对性加强污染物排放控制和环境风险防控，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题。

（三）一般管控单元。面积占比为0.01%，优先保护单元、重点管控单元之外为一般管控单元。该区域主要落实生态环境保护基本要求。

本项目位于内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区，项目用地为工业用地，根据乌拉特前旗工业园区生态环境准入清单，项目环境管控单元名称为：乌拉特前旗工业园区，管控单元类别为：重点管控单元（编码ZH15082320001），管控要求如下表。

表1.3-3 本项目与管控要求符合性分析一览表

管控类别	管控重点	本项目情况
空间布局约束	1、严格执行环境准入门槛，依法落实园区规划环评。对不符合园区产业定位、规划环评等的项目一律不予批准。与园区规划不符的企业，应采取措施逐步退出。 2、科学规划建设工业园区，引导新材料、冶金、化工等行业的工业企业入驻工业园区。原则上不得引入与园区主导行业不相符的高污染高耗能高耗水行业。新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳达峰、碳中和目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。 3、国家明令淘汰的落后产能和不符合国家产业政策的项目，严禁向工业园区转移。 4、“十四五”时期沿黄重点地区拟建的工业项目，一律按要求进入合规工业园区，对现有已备案但尚未开工的拟建高污染、高耗水、高耗能项目一律重新进行评估。 5、对不符合产业政策、“三线一单”生态环境	1. 2022年3月23日，根据乌拉特前旗人民政府和乌拉特前旗工业园区管委会出具的相关文件，文件中均提到《乌拉特前旗人工业园区2020-2035总体规划（2020-2035年）》正在组织修编，按照修编后总规的功能区块划分，化工集中区分为东部片区、西部片区，内蒙古东立光伏股份有限公司现有项目选址位于化工集中区东部片区范围内，符合园区的发展定位。 本项目位于现有项目厂区内，符合园区的发展定位。 2.本项目综合能耗372029.16 tce（当量值），876860.34 tce（等价值）。本项目不属于“两高”项目。2023年7月31日，已取得内蒙古自治区发展和改革委员会出具的批复文件，文号为内发改环资字[2023]984号。

	分区管控方案、规划环评以及能耗、水耗等有关要求的工业项目，一律不得批准或备案。 6、对已建成的高污染、高耗水、高耗能项目，全面梳理形成台账，逐一排查评估，属于落后产能的项目要坚决淘汰。对违反产业政策、未落实环评及其批复、区域削减措施、产能置换或煤炭减量替代要求、违规审批和建设的项目，坚决从严查处，并责令限期整改，逾期未完成整改或整改无望的坚决关停。 7、加快淘汰化解落后和过剩产能。引导产能过剩行业限制类产能（装备）有序退出，实施产能置换升级改造。列入《国家产业政策指导目录》（2019 版）淘汰类和 2020 年连续停产 1 年以上的企业（装备）不得进行产能置换。 8、积极推进“两高项目环评开展试点工作，衔接落实有关区域和行业碳达峰、碳中和行动方案、清洁能源替代、清洁运输、煤炭消费总量控制等政策要求。 9、大气环境高排放重点管控区内，应强化达标监管，引导工业项目落地集聚发展，有序推进区域内行业企业提标升级改造。	3.根据《产业结构调整指导目录》（2019 本），本项目属于“鼓励类”第二十八条信息产业第 51 款“先进的各类太阳能光伏电池及高纯晶体硅材料。
污染物排放管控	1、新建“两高项目应按照《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》要求，依据区域环境质量改普目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量。现有“两高”项目应依法制定并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。推进水泥、焦化等行业超低排放改造。以电力、焦化、冶炼、钢铁等行业为重点，有序推进现有企业开展全流程智能化、清洁化、循环化、低碳化改造，促进传统产业绿色转型级，逐步淘汰落后产能。 2、加强对废气特别是有毒及恶臭气体的收集和处置，严格控制挥发性有机物（TVOC）排放。 3、禁止新建 20 蒸吨以下燃煤锅炉，现有和新建锅炉大气污染物排放要符合相关要求。 4、强化重点行业无组织排放管理。对物料（含废渣）运输、装卸、储存、转移和工艺过程等无组织排放实施深度治理。粉状物料堆场必须进行全封闭，块状物料必须安装抑尘设施。 5、以焦化制造、新材料、冶金等行业为重点，有序推进现有企业开展全流程智能化、清洁化、循环化、低碳化改造，促进传统产业绿色转型升级，逐步淘汰落后产能。推进焦化等行业超低排放改造。 6、化工园区必须建设集中式污水处理厂及配套管网，实现废水分类收集、分质预处理。 7、工业园区的工业企业排放的废水应当按照国家有关规定进行预处理（或者委托具备处理能力的第三方进行集中处理），未达到园区集	本项目废气、废水排放符合总量控制要求；本项目工艺废气有组织废气中颗粒物、氯化氢、氟化物和氮氧化物以及无组织排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级排放标准。 燃煤锅炉烟气中烟尘、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物、烟气黑度执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值，锅炉碎煤、转运站、原煤库、灰库、渣库、石灰石库等粉尘排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级排放标准。 锅炉氨逃逸，产生的氨气排放满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 恶臭污染物排放标准值。 根据生态环境部公告 2021 年第 24 号，即二污普调查，燃煤锅炉需统计非甲烷总烃，燃煤非甲烷总烃有组织排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级排放标准。厂区内无组织非甲烷总烃执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A 中表 A.1

	中处理设施（不含园区企业预处理一级集中处理设施）处理工艺要求的，不得排入工业园区污水集中处理设施。 8、固体废物产生量大的化工园区应配套建设固体废物处置设施 9、新建排放重金属污染物的建设项目全面执行重金属重点污染物特别排放限值。全市重点行业重点重金属污染物实行排放总量控制制度，新建、改建、扩建涉重金属重点行业建设项目必须遵循重点重金属污染物排放减量置换或“等量替换”的原则，严格把重金属污染物排放总量指标作为排放重金属污染物建设项目环境影响评价审批的前置条件，无明确具体总量来源的，不得批准相关环境影响评价文件。重点重金属污染物包括铅、汞、镉、和类金属砷铬。	排放限值要求。 本项目生产废水主要包括脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水。全部排入处理能力为360m^3/h中水处理系统，处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。 整理车间酸洗废水、碱洗废水和清洗废水，中水回用处理系统浓水和地表水处理系统浓水，酸雾闪蒸废水排入污水处理站处理，本项目设置污水处理站1座，设计规模为900m^3/h淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m^3/h一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m^3/h高盐废水蒸发装置1套（处理高盐水）。污水站蒸发结晶冷凝水用于锅炉系统(出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水)，脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水，全厂生产废水不外排。 生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。
环境风险防控	1、园区应建立突发环境事件应急防控体系，增强突发环境事件处置能力，定期更新园区突发事件环境风险应急预案。 2、实行排污许可重点管理的排污单位，应当依法安装、使用、维护污染物排放自动监测设备，并与生态环境主管部门的监控设备联网。 3、建立项目台账，依法依规预留安全防护距离，加强日常环境风险监管。	内蒙古东立光伏股份有限公司已发布《内蒙古东立光伏股份有限公司突发环境事件应急预案》，于2022年1月17日在巴彦淖尔市生态环境局乌拉特前旗分局备案。 本项目虽然新增储罐，但厂区经采取风险防范措施后，环境风险可防可控，因此符合要求。
资源利用效率要求	1、新建、改建、扩建的高耗水工业项目，禁止擅自使用地下水，优先配置利用中水等作为生产水源。 2、加强对已建成高污染、高耗水、高耗能项目的监管，有节能节水减排潜力的项目要升级改造，单位产品物耗、能耗、水耗等鼓励逐步达到清洁生产先进水平。	本项目单位产品水耗59.69m^3/t、还原电耗43.16kWh/kg、综合电耗54.68kWh/kg、煤耗1.15t/t。

	3、优先配置利用中水等作为生产水源；具备使用非常规水源条件的园区，限期关闭企业生产用地下水自备水井。 4、新建、扩建“两高”项目应采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平，依法制定并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。 5、除食品和制药行业外，禁止使用地下水建设高耗水工业项目：工业企业的设备冷却水、空调冷却水、锅炉冷凝水应当循环使用或者回收利用，不得直接排放。	

综上，本项目符合生态保护红线要求。

1.3.6.2 环境质量底线

本项目所在地巴彦淖尔市乌拉特前旗 2022 年大气环境中 6 项污染物中 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO 和 O_3 质量浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值，由此可判断乌拉特前旗为达标区。

本项目配套了先进的污染治理措施，可实现各类污染物的稳定达标排放。生产废水经处理后回用，无生产废水外排，因此不会影响项目周边地表水体环境功能。各类固废均得到妥善处置；根据预测，正常工况下排放的主要废气污染物对预测范围及各环境保护目标的影响均在达标范围内，不会造成区域环境功能下降，满足环境质量底线要求。

1.3.6.3 资源利用上线

①水资源利用上线

项目水资源利用产业准入管控要求对照情况如下：

表 1.3-4　水资源利用上线产业准入管控要求

序号	管控要求	符合性分析	是否符合
1	新增取用水项目单位产品水耗和复用水率应满足国家行业用水定额和《内蒙古自治区行业用水定额标准（DB15/T385-2020）》。	《内蒙古自治区行业用水定额标准（DB15/T385-2020）》中多晶硅生产：用水量定额领跑 60m^3/t，先进 120m^3/t，通用 170m^3/t。 本项目年产 50000 吨高纯多晶硅，总用水量 373.46m^3/h，则用水定额为 373.46×7992/50000=59.69 m^3/t。属于定额领跑。	是
2	新增取用水项目应优先使用再生水，工业生产、城市绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工以及生态景观等用水，要优先使用再生水。具备使用再生水条件但未充分利用的钢铁、火电、化工、制浆造纸、印染等项目，不得批准其新增取水许可。	本项目生产用水取自地表水，内蒙古东立光伏股份有限公司于 2021 年 6 月 15 日取得取水许可证。本项目用水量为 373.46m^3/h（298.77×$10^4$$m^3$/a）。	是

3	新增取用水项目污水排放率应满足国家和自治区“水十条”要求，工业集聚区应按规定建设污水集中处理设施，并安装自动在线监控装置，出水水质达到相应排放标准或再生利用要求。敏感区域（重点湖泊、重点水库汇水区域）污水处理设施应达到一级A排放标准。	本项目生产废水全部排入处理能力为360m³/h中水处理系统和污水处理站处理，处理后的水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，全部回用于生产，不外排。 生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。	是
4	对于生态用水补给区所属地区取水总量已超过控制指标的，禁止高耗水产业准入。	本项目所在园区不属于生态用水总量超标区，且项目不属于高耗水项目。	是

②土地资源利用上线

本项目位于内蒙古东立光伏股份有限公司现场厂区内，土地类型为国有建设用地，符合土地资源利用上线要求。

③能源资源上线

项目运营过程中消耗一定量的水资源、电资源和煤炭资源等，项目消耗量相对区域资源利用总量较小，符合资源利用上线不能突破的原则。

综上，本项目的建设运行不会突破的水资源利用上线、土地资源利用上线、能源资源上线。

1.3.6.4 生态环境准入清单

本项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年1月1日）中“三十六、计算机、通信和其他电子设备制造业39，电子元件及电子专用材料制造398类别中的“半导体材料制造”。同时本项目生产过程具有化工工艺特点，因此也属于化工项目。

项目位于乌拉特前旗工业园区，乌拉特前旗工业园区为自治区级工业园区，属于自治区重点开发区域。根据内蒙古自治区人民政府文件《内蒙古自治区人民政府关于印发自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）的通知》（内政发[2018]11号），乌拉特前旗无国家重点生态功能区产业准入负面清单，因此本工程不在负面清单管控范围内。

对照《内蒙古自治区生态环境准入清单》（2020年12月）中巴彦淖尔市总体准入要求，本项目符合性如下：

表1.3-5 巴彦淖尔市总体准入要求及本项目符合性

类别	准入要求	本项目情况	符合性
关于空间布	禁止农作物秸秆等生物质及其他废弃物违规露天焚烧。加大农业源氨的排放控制力度，减	本项目不涉及	符合

局约束的准入要求	少化肥农药使 用量，增加有机肥使用量，实现化肥农药使用量零增长。		
	禁止煤炭经营单位销售不符合规定标准的散煤或者固硫型煤。学校、医院、居民居住区等人口集中区域 和其他依法需要特殊保护的区域及其周边，禁止新建、改建、扩建排放恶臭污染物的建设项目，或者从事其 他产生恶臭气体的生产经营活动；已建成的，应当逐步搬迁或者升级改造。	本项目锅炉外购的燃料煤为精煤，满足《商品煤质量管理暂行办法》中的标准要求。	符合
	未经市人民政府林业或者农牧业行政主管部门批准，任何单位和个人禁止在巴彦淖尔市乌梁素海自治区级湿地水禽自然保护区范围内从事放生活动。	本项目不涉及	符合
	禁止任何单位和个人擅自在各级渠沟道上引水、阻水、拦截水或者以其他方式影响水利工程的正常运行。禁止在渠沟道旱台进行植树、种草以外的其他耕作行为。	本项目不涉及	符合
关于污染物排放管控的准入要求	电力、钢铁、水泥、焦化、有色金属冶炼、铁合金制造、热力供应等重点行业企业生产过程中排放大气污染物的，应当采用清洁生产工艺，配套建设除尘、脱硫、脱硝等治污装置，或者采取技术改造等其他措施控制大气污染物排放。	本项目锅炉配套建设了除尘、脱硫、脱硝设施及烟气在线监测装置，可减少大气污染物排放。	符合
	现有向大气排放恶臭污染物的化工、制药、制革、肥料加工、畜禽养殖、屠宰等行业的排污单位，应当按照大气环境质量改善要求采用先进的技术、工艺和设备，减少恶臭污染物排放，达到国家标准。	锅炉氨逃逸，产生的氨气排放满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 恶臭污染物排放标准值。	符合
关于资源开发效率的准入要求	到 2030 年，巴彦淖尔市用水总量控制目标为 52.46 亿立方米。	本项目年产 50000 吨高纯多晶硅，总用水量 373.46m^3/h，则用水定额 373.46×7992/50000 =59.69m^3/t。属于《内蒙古自治区行业用水定额标准（DB15/T385-2020）》中的定额领跑。不会突破水资源利用上线。	符合

根据《巴彦淖尔市人民政府办公室关于巴彦淖尔市2023年生态环境分区管控成果动态更新的通知》(巴政办字[2023]106号)，本项目属于乌拉特前旗工业园区环境管控单元，管控单元类别为重点管控单元，环境管控单元编码ZH15082320001，从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率要求等方面分析，本项目配套设置环保措施，环境影响及环境风险可控。

因此，本项目符合三线一单管控要求。

图1.3-1　本项目在管控单元中的位置图

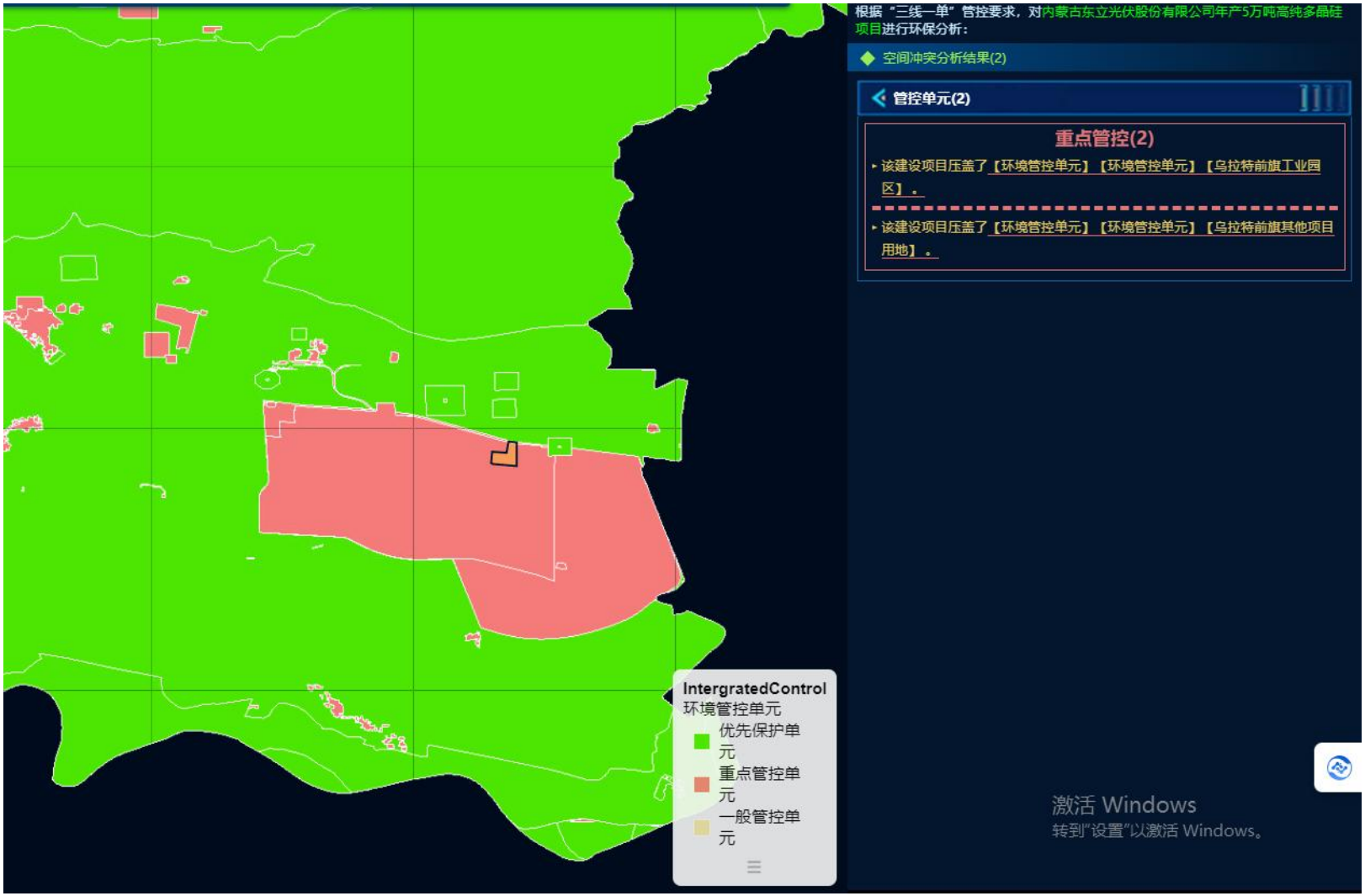


图1.3-2　本项目在“三线一单”管控单元中的详细位置图

1.4 关注的主要环境问题及环境影响

本次评价工作在对项目进行工程分析的基础上，对大气环境、水环境、土壤环境、声环境、固体废物和风险进行评价与分析。对大气环境、水环境、土壤环境、固体废物和风险环境做重点评价，对声环境做一般分析。同时对工程的合理性、污染防治设施的可行性进行综合分析论证。

根据项目特点、工程分析和现场调查结果，本项目需要关注的主要环境问题为：

1.项目建设与国家产业政策、光伏制造行业规范条件及乌拉特前旗工业园区总体规划及规划环评审查意见的符合性。

2.项目施工及运营过程中废气、废水、噪声、固体废物等对周围环境的影响。

3.重点关注项目运营期产生的废气、噪声、固体废物的达标排放情况；各类废水的处理及回用情况，拟采取的污染防治措施的可行性；危险废物处置方式及可行性。

4.重点关注项目运营期环境风险事故的发生概率以及环境风险应急预案。

5.厂内现有工程的依托可行性。

1.5 环境影响评价的主要结论

本工程的建设符合国家产业政策，项目选址环境可行，平面布局科学；通过对本工程施工期及运营期产生的污染源强及对环境的影响进行预测、分析，结果表明本工程所采用的生产工艺技术合理，符合行业环保政策要求。该项目拟采取的“三废”治理方案有效、合理，技术经济上可行，在切实落实本环评报告中提出的各项污染物防治措施以及生产设施正常运行状况下，各污染物排放不会改变周围环境质量现状水平，环境风险处可接受水平。

本次评价认为，在严格执行国家各项环保规章制度，全面贯彻清洁生产的原则，在按“三同时”要求严格落实各项污控措施对策条件下，并切实落实本报告书所提出的各项污染物防治措施，保证环保设施正常运转的前提下，从环境保护的角度上看，本工程的建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律、法规

(1)《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日实施);

(2)《中华人民共和国环境影响评价法(2018修正版)》(2018年12月29日实施);

(3)《中华人民共和国大气污染防治法(2018修正版)》(2018年10月26日实施);

(4)《中华人民共和国水污染防治法》(2018年1月1日实施);

(5)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年9月1日实施) ;

(6)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2022年6月5日) ;

(7)《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月1日实施);

(8)《中华人民共和国水土保持法》(2011年3月1日实施) ;

(9)《中华人民共和国清洁生产促进法(2012修订)》(2012年7月1日实施) ;

(10)《中华人民共和国水法(2016年修订)》(2016年7月2日实施) ;

(11)《中华人民共和国安全生产法(2021修正版)》(2021年7月16日实施)。

2.1.2 国务院行政法规及规范性文件

(1)国务院，令第645号《危险化学品安全管理条例 (2013年修正) 》(2013年12月7日);

(2)国务院，令第682号《建设项目环境保护管理条例》 (2017年10月1日) ;

(3)国务院，国发[2005]39号《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(2005年12月3日) ;

(4)国务院，国发[2011]35号《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(2011年10月17日);

(5)国务院，国发[2013]37号《大气污染防治行动计划》(2013年9月10日) ;

(6)国务院，国发[2015] 17号《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(2015年4月2日);

(7)国务院，国发[2016]31号《土壤污染防治行动计划》(2016年5月28日);

(8)中共中央委员会，中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》(2020年10月29日) ;

(9)国家发展和改革委员会，令第9号，国土资源部国家发展和改革委员会

关于发布实施《限制用地项目目录 (2012 年本) 》和《禁止用地项目目录(2012 年本) 》的通知，(2012 年 5 月 23 日) ；

(10)《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》(环办环评[2017]84 号) ；

(11)《建设项目危险废物环境影响评价指南》(环境保护部公告 2017 年第 43 号，2017 年 10 月 1 号) ；

(12)生态环境部，令第 4 号《环境影响评价公众参与办法》(2019 年 1 月 1 日) ；

(13)生态环境部，公告 2018 第 48 号，《关于发布环境影响评价公众参与办法配套文件的公告》(2019 年 1 月 1 日) ；

(14)生态环境部，令第 9 号《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(2019 年 11 月 1 日) ；

(15)生态环境部、国家发展改革委、公安部、交通运输部、卫生健康委员会，令第 15 号《国家危险废物名录 (2021 年版)》(2021 年 1 月 1 日) ；

(16)国务院、中共中央委员会《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》(2021 年 11 月 7 日) ；

(17)《排污许可管理条例》(2021 年 3 月 1 日) ；

(18)《关于提升危险废物环境监管能力、利用处置能力和环境风险防范能力的指导意见》，环固体〔2019〕92 号，2019 年 10 月 15 日；

(19)《国务院办公厅关于印发强化危险废物监管和利用处置能力改革实施方案的通知》，国办函〔2021〕47 号，2021 年 5 月 11 日；

(20)《生态环境部办公厅关于加强环境影响报告书 (表) 编制质量监管工作的通知》，环办环评函〔2020〕181 号，2020 年 4 月 19 日；

(21)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日；

(22)《光伏制造行业规范条件 (2021 年本) 》；

(23)《光伏制造行业规范公告管理暂行办法 (2021 年本) 》。

2.1.3 部门规章

(1)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年 1 月 1 日起施行)；

(2)《产业结构调整指导目录》(2024 年本)(2024 年 2 月 1 日施行)；

(3)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发[2012]77号，2012年7月3日)；

(4)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发[2012]98号，2012 年 8月8日)。

(5)《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》（中发[2010]11号，2010年8月）；

(6)《关于加强环境监管执法的通知》（国务院办公厅，国办发[2014]56号，2014年11月12日）；

(7)《国务院办公厅关于关于推行环境污染第三方治理的意见》（国务院办公厅，国办发[2014]69号，2014年12月27日）；

(8)《关于进一步加强危险化学品安全生产工作指导意见》（国务院安委会，安委办[2008]26号，2008年9月14日）。

(9)《关于进一步加强工业节水工作的意见》（工业和信息化部，工信部节[2010]218号，2010年5月4日）；

(10)《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录（2010年本）》（工业和信息化部，工产业[2010]第122号，2010年10月13日）；

(11)《关于加强化工园区环境保护工作的意见》（环境保护部，环发[2012]54号，2012年5月17日）；

(12)《危险化学品环境管理登记办法（试行）》（环境保护部，令[2012]第22号，2012年10月10日发布，2013年3月1日起施行）。

2.1.4 地方发展规划及环境功能区划

(1)《内蒙古自治区人民政府关于自治区主体功能区规划的实施意见》（内政发[2015]18号，2015年1月26日）；

(2)《内蒙古自治区人民政府关于印发自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）的通知》（内政发[2018]11号，2018年3月29日）；

(3)《内蒙古自治区环境保护条例》（2018年12月6日第五次修订）；

(4)《内蒙古自治区建设项目环境保护管理办法实施细则》（2012年5月31日）；

(5)《〈内蒙古自治区人民政府关于贯彻落实大气污染防治行动计划的意见〉重点工作部门分工方案》（内政办发〔2014〕46号），2014年5月20日）；

(6)《内蒙古自治区人民政府关于贯彻落实大气污染防治行动计划的意见》（内政发[2013]126号）；

(7)《内蒙古自治区人民政府关于加强地下水生态保护和治理的指导意见》（内政发[2018]52号，2018年12月24日）；

(8)《内蒙古自治区人民政府办公厅关于进一步加强全区自治区级及以上工业园区环境保护工作的通知》（内政办发[2018]88号，2018年12月12日）；

(9)《内蒙古自治区进一步规范化工行业项目建设若干规定的通知》（内工信原工[2019]269号，2019年5月30日）；

(10)《内蒙古自治区大气污染防治条例》（2019年3月1日起施行）；

(11)《内蒙古自治区土壤污染防治条例》（2021年1月1日起施行）；

(12)《关于加强高耗能排放项目准入管理的意见》（内发改环字[2021]262号，2021年3月19日）；

(13)《内蒙古自治区工业和信息化厅关于进一步严格高耗能高污染项目布局的通知》（内工信办字[2021]87号，2021年3月26日）；

(14)《内蒙古自治区水污染防治条例》（2019年11月28日内蒙古自治区第十三届人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，2019年12月24日）；

(15)《内蒙古自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（内政发[2020]24号）；

(16)《内蒙古自治区黄河流域生态保护和高质量发展规划》（内蒙古自治区党委和政府印发，2022年2月）。

(17)《内蒙古自治区坚决遏制“两高”项目低水平盲目发展管控目录的通知》(内蒙古自治区发展和改革委员会，生态环境厅，2022年7月14日)。

(18)《巴彦淖尔市人民政府关于印发巴彦淖尔市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（巴政发[2021]9号）。

2.1.5 技术导则及规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；

（2）《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；

（3）《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)；

（4）《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)；

（5）《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)；

（6）《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；

（7）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（8）《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)；

（9）《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；

（10）《危险废物处置工程技术导则》（HJ2042-2014）；

（11）《固体废物处理处置工程技术导则》(HJ2035-2013)；

（12）《污染源源强核算技术指南 准则》(HJ884-2018)；

（13）《排污单位自行监测技术指南总则》(HJ819-2017)。

2.1.6 环境影响有关文件

（1）委托书，内蒙古东立光伏股份有限公司，2022 年 3 月；

（2）《关于内蒙古东立光伏电子有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目环境影响报告书的批复》（巴彦淖尔市环境保护局巴环审发[2015]32 号）；

（3）《关于对“内蒙古东立光伏电子有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目一期工程锅炉及排放执行标准变更”的意见》（巴彦淖尔市环境保护局巴环函[2017]44 号）；

（4）《关于对“内蒙古东立光伏电子有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目环境影响报告书变更”的意见》(巴彦淖尔市环保局，2018 年 6 月 6 日)；

（5）《内蒙古东立光伏电子有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目（1.2 万吨硅料）竣工环境保护验收意见》（内东电发[2019]33 号）；

（6）《内蒙古东立光伏电子有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目备案文件的说明》（2021 年 6 月 21 日）；

（7）《内蒙古东立光伏电子有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目可行性研究报告》（山东鲁新设计工程有限公司，2022 年 3 月）；

（8）建设单位提供的其它设计资料和相关图纸。

2.2 评价目的与评价原则

2.2.1 评价目的

通过调查了解，掌握项目所在地区的环境质量现状，根据工程的特点及其污染特征，分析论述该工程所采用生产工艺的先进性、污染防治措施的可行性、污染物达标排放的可靠性，分析主要污染物排放量情况；预测工程投产后对当地环境可能造成污染影响的范围和程度，从而制定出进一步防治污染的对策措施；并

对项目进行环境风险评价。从经济发展和环境保护角度对该工程建设的可行性做出明确结论，为项目主管部门和环境管理部门进行决策、建设单位进行环境管理以及设计单位优化其设计提供科学依据。

2.2.2 评价原则

（1）充分利用评价区域已有的技术资料，避免重复工作，缩短评价周期。

（2）通过工程概况及工程分析，明确项目构成、原辅材料、水量消耗，分析项目的工艺流程及排污特点，论证环保措施的可行性，核算各项污染物的排放量。

（3）贯彻循环经济、节能减排、清洁生产、达标排放原则，将环境污染控制到最低程度，为企业可持续发展创造条件，确保工程建设与环境保护和社会发展相协调。

（4）坚持相对性、科学性和客观性原则。

2.3 评价内容及评价重点

2.3.1 评价内容

根据工程环境影响因素分析和评价因子筛选，本次评价工作的主要内容为：概述、总则、现有项目工程概况及工程分析、本项目工程概况及工程分析、环境质量现状调查与评价、环境影响预测与评价、环境风险预测与评价、污染防治对策及环保措施可行性分析、环境影响经济损益分析、环境管理与环境监测计划、产业政策符合性及选址合理性分析、评价结论与建议等。

2.3.2 评价重点及时段

评价重点：针对本工程主要环境污染特点，本次评价工作在对项目进行工程分析的基础上，对大气环境、水环境、土壤环境、声环境、固体废物和风险进行评价与分析。对大气环境、水环境、土壤环境、固体废物和风险环境做重点评价，对声环境做一般分析。同时对工程的合理性、污染防治设施的可行性进行综合分析论证。

评价时段：评价时段为施工期和运营期，运营期为本次评价重点。

2.4 环境影响因子的识别及评价因子的确定

2.4.1 环境影响因子识别

根据本项目的工程特征、污染物排放量、地区环境特征，采用矩阵法对可能受该工程影响的环境要素进行识别筛选，其结果见表2.4-1、2.4-2。

表 2.4-1　工程环境影响因素分析

影响分析		自然生态环境								
项目		地表水量	地表水水质	地下水水量	地下水水质	大气环境质量	环境噪声	土壤	植被	自然资源
营运期	有利影响									
	不利影响				-1	-1	-1	-1		-1
	综合影响				-1	-1	-1	-1		-1
施工期	有利影响									
	不利影响					-1	-1	-1		-1
	综合影响					-1	-1	-1		-1

注：+为正效应 –为负效应　　1 为轻度影响　　2 为中度影响　　3 为重大影响

表 2.4-2　评价因子筛选表

“三废”类别	污染因子	施工期	生产期
废气	烟/粉尘	●	●
	SO_2	○	●
	NO_x	○	●
	氯化氢	○	●
	氟化物	○	●
	非甲烷总烃	○	●
	汞及其化合物	○	●
	氨气	○	●
	硫化氢	○	●
废水	COD_{cr}	●	●
	BOD_5	●	●
	SS	●	●
	NH_3-N	●	●
	石油类	●	●
	氟化物	○	●
	无机盐类	○	●
噪声	——	●	●
固废	一般固废	●	●
	危险废物	○	●

注：●表示排放或存在影响；○表示不排放或不存在影响。

本项目位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。施工期主要为三氯氢硅合成车间、三氯氢硅还原车间、还原尾气回收车间、精馏工艺车间、四氯化硅冷氢化车间、整理车间、渣浆回收车间、电解水制氢车间、空压站、化验室、原料及成品库区、储罐区、化学品库、控制室、变配电室、管道的建设以及设备安装，施工期对人群健康、公共卫生、空气环境和声环境产生轻度的影响。营运期对空气环境和声环境有轻度影响，总体上该项目的建设可促进该地区经济的发展，增加就业机会，保障社会的安定发展。

2.4.2 评价因子的确定

根据工程环境污染特征和对周围环境的影响情况，筛选出各环境要素的评价因子。

(1)大气环境评价因子

环境空气质量现状评价因子：PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_X、CO、O_3、TSP、总挥发性有机物（TVOC）、氟化物、HCl、Cl_2、NH_3、H_2S、汞及其化合物、臭气浓度。

环境空气影响评价因子：TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、HCl、氟化物、总挥发性有机物(以非甲烷总烃计)、NH_3、汞及其化合物。

环境空气预测因子：TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、HCl、氟化物、总挥发性有机物(以非甲烷总烃计)、NH_3、汞及其化合物。

注：本项目产生挥发性有机物的工段主要是粘棒工段 AB 胶挥发的有机物、柴油储罐大小呼吸产生的挥发性有机物，胶类物质和柴油挥发产生的有机物主要是非甲烷总烃。所以本项目总挥发性有机物以非甲烷总烃计。

(2)地下水环境评价因子

现状评价因子：pH、耗氧量、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、氟化物、镉、铁、锰、铜、锌、铝、总大肠菌群、菌落总数、硫化物、石油类以及 K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}、Cl^-、CO_3^{2-}、HCO_3^-。

地下水环境影响预测因子：COD、氟化物。

(3)土壤环境评价因子

①建设用地土壤环境现状评价因子

重金属和无机物：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍；

挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯；

半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘。

特征因子：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、PH、总石油烃、氟化物、氯化物、硫化物。

②农用地土壤环境现状评价因子

基本项目：镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌。

其他项目：PH、总石油烃、全盐量。

③土壤环境影响预测因子：COD、氟化物。

(4)声环境评价因子

声环境质量现状评价因子：L_{Aeq}；

声环境影响评价因子：L_{Aeq}。

(5)固体废物评价因子

固体废物影响评价因子：一般固废为废硅粉、废石墨件、多晶硅磨锥机收集的粉尘、电解水制氢废分子筛、污水处理站中和渣、纯水制备废反渗透膜、锅炉灰渣、脱硫石膏、结晶盐及生活垃圾。危险废物有废包装袋（桶）、还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质、废活性炭、废催化剂、低沸吸附产生的废树脂、高沸吸附产生的废树脂、过滤杂质、废机油、废除尘器过滤袋、废吸附剂。

表 2.4-3　建设项目评价因子一览表

序号	项目	现状评价因子	影响分析因子	总量控制因子
1	环境空气	PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_X、CO、O_3、TSP、总挥发性有机物(以非甲烷总烃计)、氟化物、HCl、Cl_2、NH_3、H_2S、汞及其化合物、臭气浓度	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、HCl、氟化物、总挥发性有机物(以非甲烷总烃计)、NH_3、汞及其化合物	NO_x、TVOC
2	地下水环境	pH、耗氧量、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、氟化物、镉、铁、锰、铜、锌、铝、总大肠菌群、菌落总数、硫化物、石油类以及 K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}、Cl^-、CO_3^{2-}、HCO_3^-	COD、氟化物	COD、NH_3-N

3	土壤环境	砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘及 PH、总石油烃、硫化物、氟化物	COD、氟化物	---
4	声环境	厂界等效连续 A 声级（LAeq）	厂界噪声 LAeq	---
5	固体废物	—	废硅粉、废石墨件、多晶硅磨锥机收集的粉尘、电解水制氢废分子筛、污水处理站中和渣、纯水制备废反渗透膜、锅炉灰渣、脱硫石膏、结晶盐及生活垃圾。废包装袋（桶）、还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质、废活性炭、废催化剂、低沸吸附产生的废树脂、高沸吸附产生的废树脂、过滤杂质、废机油、废除尘器过滤袋、废吸附剂。	—

2.5 评价标准

2.5.1 环境质量标准

(1)环境空气常规六项因子执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准；特征因子 TSP、氟化物、汞及其化合物执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准；特征因子氯化氢、氨气按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 的浓度限值要求。非甲烷总烃参照执行《环境空气质量 非甲烷总烃限值》河北省地方标准（DB13/1577-2012）二级标准限值。

表 2.5-1 环境空气质量标准

污染物名称	取值时间	浓度限值（μg/m³）	标准
PM_{10}	年平均	70	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准
	24 小时平均	150	
$PM_{2.5}$	年平均	35	
	24 小时平均	75	
SO_2	年平均	60	
	24 小时平均	150	

	1 小时平均	500	
NO_X	年平均	50	
	24 小时平均	100	
	1 小时平均	250	
CO	24 小时平均	4000	
	1 小时平均	10000	
O_3	8 小时平均	160	
	1 小时平均	200	
TSP	年平均	200	
	24 小时平均	300	
氟化物	24 小时平均	7	
	1 小时平均	20	
汞及其化合物	年平均	0.05	
氯化氢	24 小时平均	15	《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D
	1 小时平均	50	
氨气	1 小时平均	200	
非甲烷总烃	1 小时平均	2000	参照执行河北省地方标准《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）中二级标

(2)地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的Ⅲ类标准。

表 2.5-2　地下水质量标准(摘录)

序号	监测项目	单位	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的Ⅲ类
1	pH(无纲量)	无量纲	6.5～8.5
2	总硬度	mg/L	≤450
3	氨氮	mg/L	≤0.2
4	高锰酸盐指数	mg/L	≤3.0
5	亚硝酸盐	mg/L	≤0.02
6	氟化物	mg/L	≤1.0
7	氯化物	mg/L	≤250
8	六价铬	mg/L	≤0.05
9	氰化物	mg/L	≤0.05
10	溶解性总固体	mg/L	≤1000
11	硫酸盐	mg/L	≤250
12	挥发酚	mg/L	≤0.002
13	硝酸盐	mg/L	≤20
14	砷	mg/L	≤0.05
15	汞	mg/L	≤0.001
16	镍	mg/L	≤0.05
17	铁	mg/L	≤0.3
18	锰	mg/L	≤0.1
19	铜	mg/L	≤1.0
20	锌	mg/L	≤1.0
21	铅	mg/L	≤0.05
22	镉	mg/L	≤0.01
23	总大肠菌群	(个/L)	≤3.0

(3)地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅲ类水水质标准。

表 2.5-3　地表水环境标准限值　　单位：mg/l

地表水分类	评价因子	单位	限值
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅲ类水水质标准	PH	无量纲	6-9
	溶解氧	mg/l	≥5
	高锰酸盐指数	mg/l	≤6
	化学需氧量（COD）	mg/l	20
	五日生化需氧量（BOD_5）	mg/l	4
	氨氮NH_3-N	mg/l	≤1.0
	总磷（以P计）	mg/l	≤0.2 （湖、库0.05）
	总氮（湖、库，以N计）	mg/l	≤1.0
	铜	mg/l	≤1.0
	锌	mg/l	≤1.0
	氟化物（以F^- 计）	mg/l	≤1.0
	硒	mg/l	≤0.01
	砷	mg/l	≤0.05
	汞	mg/l	≤0.0001
	镉	mg/l	≤0.005
	铬（六价）	mg/l	≤0.05
	铅	mg/l	≤0.05
	氰化物	mg/l	≤0.2
	挥发酚	mg/l	≤0.005
	石油类	mg/l	≤0.05
	阴离子表面活性剂	mg/l	≤0.2
	硫化物	mg/l	≤0.2
	粪大肠菌群（个/L）	mg/l	≤10000

(4)本项目厂址位于乌拉特前旗工业园区规划的工业用地内，其区域声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类区标准，具体见表 2.5-4。

表 2.5-4　声环境质量标准(摘录)

项　目	噪声限值〔等效声级 dB(A)〕		标准来源
环境噪声	昼间 65	夜间 55	《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 3 类标准

(5)本项目所在区域的工业用地执行土壤环境质量评价执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值的限值要求，周边耕地、牧草地等农用地执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值。具体标准限值见表 2.5-5、表 2.5-6 和表 2.5-7。

表 2.5-5 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）单位：mg/kg

序号	污染物项目	CAS编号	筛选值
			第二类用地
重金属和无机物			
1	砷	7440-38-2	60
2	镉	7440-43-9	65
3	铬（六价）	18540-29-9	5.7
4	铜	7440-50-8	18000
5	铅	7439-92-1	800
6	汞	7439-97-6	38
7	镍	7440-02-0	900
挥发性有机物			
8	四氯化碳	56-23-5	2.8
9	氯仿	67-66-3	0.9
10	氯甲烷	74-34-3	37
11	1,1-二氯乙烷	75-34-3	9
12	1,2-二氯乙烷	107-06-2	5
13	1,1-二氯乙烯	75-34-4	66
14	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	596
15	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	54
16	二氯甲烷	75-09-2	616
17	1,2-二氯丙烷	78-87-5	5
18	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	10
19	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	6.8
20	四氯乙烯	127-18-4	53
21	1，1,1-三氯乙烷	71-55-6	840
22	1，1,2-三氯乙烷	79-00-5	2.8
23	三氯乙烯	79-01-6	2.8
24	1，2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.5
25	氯乙烯	75-01-4	0.43
26	苯	71-43-2	4
27	氯苯	108-90-7	270
28	1,2-二氯苯	95-50-1	560
29	1,4-二氯苯	106-46-7	20
30	乙苯	100-41-4	28
31	苯乙烯	100-42-5	1290
32	甲苯	108-88-3	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3，106-42-3	570
34	邻二甲苯	95-47-6	640
半挥发性有机物			
35	硝基苯	98-95-3	76
36	苯胺	62-53-3	260
37	2-氯酚	95-57-8	2256
38	苯并[a]蒽	56-55-3	15
39	苯并[a]芘	50-32-8	1.5
40	苯并[b]荧蒽	205-99-2	15
41	苯并[k]荧蒽	207-08-9	151
42	䓛	218-01-9	1293

43	二苯并[a，h]蒽	53-70-3	1.5
44	茚并[1,2,3-cd]芘	193-39-5	15
45	萘	91-20-3	70

表 2.5-6　建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（其他项目）单位：mg/kg

序号	污染物项目	CAS编号	筛选值
			第二类用地
石油烃类			
40	石油烃（C_{10}-C_{10}）	---	60
---	PH	---	---
---	硫化物	---	---
---	氟化物	---	---

表 2.5-7 农用地土壤环境质量评价标准（单位:mg/kg）

序号	污染物项目①②		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5＜pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300
注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。						

2.5.2 污染物排放标准

(1)废气污染物排放标准

①根据《排污许可证申请与核发技术规范 石墨及其它非金属矿物制品制造》（HJ1119-2020），本项目生产工艺废气有组织废气中颗粒物、氯化氢、氟化物和氮氧化物以及无组织排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。

②2×60t/h 燃煤锅炉烟气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物、烟气黑度执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值。燃煤锅炉碎煤、转运站、原煤库、灰库、渣库、石灰石库等粉尘排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级排放限值。

根据生态环境部公告 2021 年第 24 号，即二污普调查，燃煤锅炉需统计非甲

烷总烃，燃煤非甲烷总烃有组织排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级排放标准。厂界无组织非甲烷总烃执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。厂区内无组织非甲烷总烃执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A 中表 A.1 排放限值要求。

③锅炉氨逃逸，产生的氨气执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 恶臭污染物排放标准值。

表 2.5-8 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)新污染源二级排放限值

编号	污染物名称	最高允许排放浓度（mg/m³）	最高允许排放速率（kg/h）		无组织排放监控浓度限值（mg/m³）
1	颗粒物	120	15m	3.5	1.0
			20m	5.9	
			30m	23	
			35m	31(内插法)	
			40m	39	
2	氯化氢	100	15m	0.26	0.2
			20m	0.43	
			30m	1.4	
			35m	2(内插法)	
			40m	2.6	
3	氟化物	9	15m	0.10	0.02
			20m	0.17	
			30m	0.59	
			35m	0.795(内插法)	
			40m	1.0	
4	氮氧化物	240	15m	0.77	0.12
			20m	1.3	
			30m	4.4	
			35m	5.95(内插法)	
			40m	7.5	
5	非甲烷总烃	120	15m	10	4.0
			20m	17	
			30m	53	
			35m	76.5(内插法)	
			40m	100	

表 2.5-9 《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)大气污染物特别排放限值

污染物项目	表 3 大气污染物特别排放限值	污染物排放监控位置
	燃煤锅炉	
颗粒物	30	烟囱或烟道
二氧化硫	200	
氮氧化物	200	
汞及其化合物	0.05	
烟气黑度（林格曼黑度，级）	≤1	烟囱排放口

表 2.5-10 《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）

污染物项目	排放限值	限值含义	无组织排放监控位置
NMHC	10mg/m³	监控点处 1h 平均浓度值	在厂房外设置监控点
	30mg/m³	监控点处任意一次浓度值	

表 2.5-11 《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）

序号	污染物	表 2 恶臭污染物排放标准值	
		排气筒高度	排放限值
1	氨气(逃逸氨)	50m	55kg/h
序号	污染物	恶臭污染物厂界标准值(二级)	
1	氨气	1.5mg/m³	
2	H_2S	0.06mg/m³	
3	臭气浓度	20 无量纲	

(2)废水污染物排放标准

①中水回用处理系统

本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360 m³/h，产水率 90%。用于处理脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。

②污水处理站

本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。

处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。

本项目配套建设 40m³/hMVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发装置 1 套（处理高盐水），氯化钙溶液采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发+单效蒸发，产生的盐溶液经过离

心机进行固液分离，分离后的清水回用，结晶盐二水氯化钙为一般 II 类固废，送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

处理后的废水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，全部回用于生产和循环水站，不外排。

③生活污水

生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。生活污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准。

表 2.5-12 《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）

序号	控制项目	冷却用水		洗涤用水	锅炉补给水	工艺与产品用水
		直流冷却水	敞开式循环冷却水系统补充水			
1	pH 值	6.5-9.0	6.5-8.5	6.5-9.0	6.5-8.5	6.5-8.5
2	悬浮物（SS）（mg/l） ≤	30	---	30	---	---
3	浊度（NTU） ≤	---	5	---	5	5
4	色度（度） ≤	30	30	30	30	30
5	生化需氧量（BOD_5）（mg/l） ≤	30	10	30	10	10
6	化学需氧量（CODcr）（mg/l）≤	---	60	---	60	60
7	铁（mg/l） ≤	---	0.3	0.3	0.3	0.3
8	锰（mg/l） ≤	---	0.1	0.1	0.1	0.1
9	氯离子（mg/l） ≤	250	250	250	250	250
10	二氧化硅（SiO_2） ≤	50	50	---	30	30
11	总硬度（以 $CaCO_3$ 计/mg/l） ≤	450	450	450	450	450
12	总碱度（以 $CaCO_3$ 计/mg/l） ≤	350	350	350	350	350
13	硫酸盐（mg/l） ≤	600	250	250	250	250
14	氨氮（以 N 计，mg/l） ≤	---	10	---	10	10
15	总磷（以 P 计，mg/l） ≤	---	1	---	1	1
16	溶解性总固体（mg/l） ≤	1000	1000	1000	1000	1000
17	石油类（mg/l） ≤	---	1	---	1	1
18	阴离子表面活性剂（mg/l） ≤	---	0.5	---	0.5	0.5
19	余氯（mg/l）（mg/l） ≧	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
20	粪大肠菌群（个/L） ≤	2000	2000	2000	2000	2000

表 2.5-13 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准（pH 无量纲）

项目	PH	SS	COD	BOD_5	NH_3-N	动植物油
《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准	6～9	400	500	300	--	100

(3)《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准。

表 2.5-14　工业企业厂界环境噪声排放标准(摘录)

项　目	噪声限值〔等效声级 dB(A)〕		标准来源
厂界噪声	昼间　65	夜间　55	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准

(4)《建筑施工厂界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

表 2.5-15　建筑施工场界环境噪声排放限值　　单位：dB(A)

昼间	夜间
70	55

(5)《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)。

(6)《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

2.6 评价工作等级的确定

根据《环境影响评价技术导则》中关于环境影响评价等级划分规定，本评价专题评价工作等级确定如下。

2.6.1 大气环境评价工作等级

本评价采用《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）推荐模式清单中的估算模式（AERSCREEN）分别计算每种污染物的下风向轴线浓度，并计算相应浓度占标率及 D10%，用以分析最大影响程度和最远影响范围。

2.6.1.1 评价因子和评价标准筛选

本项目区域环境空气功能区划为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二类区，具体评价因子和评价标准见表 2.6-1。

表 2.6-1　评价因子和评价标准表

污染物名称	取值时间	浓度限值	标准
PM_{10}	年平均	70	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准
	24 小时平均	150	
SO_2	年平均	60	
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
NO_X	年平均	50	
	24 小时平均	100	
	1 小时平均	250	
TSP	年平均	200	
	24 小时平均	300	
氟化物	24 小时平均	7	
	1 小时平均	20	
汞及其化合物	年平均	0.05	
氯化氢	24 小时平均	15	《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D
	1 小时平均	50	
氨气	1 小时平均	200	

非甲烷总烃	1 小时平均	2000	参照执行河北省地方标准《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）中二级标准

2.6.1.2 地形图

本项目地形参数数据表见表 2.6-2。本项目地形数据图见图 2.6-1。

表 2.6-2　地形参数数据表

序号	类型	内容
1	数据来源	生态环境部评估中心 GIS 平台
2	数据时间	2022 年
3	格式	DEM 文件
4	范围	覆盖整个厂区
5	分辨率	90m

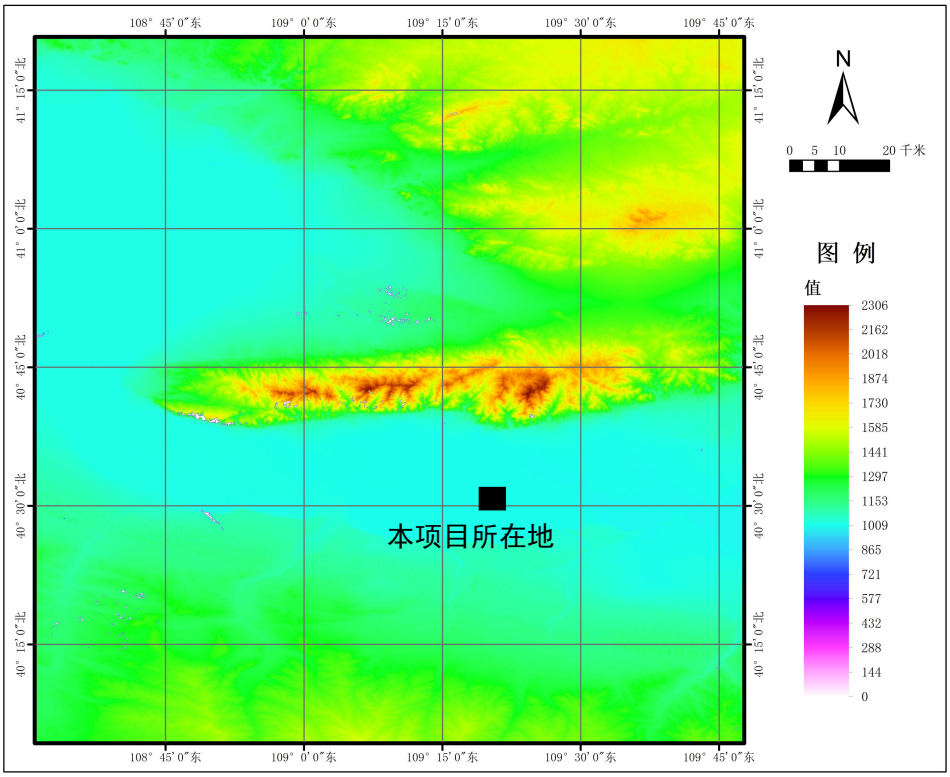


图2.6-1　本项目所在区域地形数据图

2.6.1.3 估算模型参数

根据拟建项目地区的地貌特征及气象条件，对大气环境影响预测工作进行分析，直接采用估算模式（AERSCREEN 模型）的计算结果作为预测与分析依据。估算模式参数见表。

表 2.6-3　估算模式所需参数选取一览表

参数		取值	取值来源
城市/农村选项	城市/农村	农村	3km范围内一半以上面积属于城市规划区

	人口数（城市选项时）	---	---
最高环境温度/℃		37.34	乌拉特前旗气象站常规气象项目统计（2003-2022）
最低环境温度/℃		-22.77	
土地利用类		耕地	3km范围内60%的面积为耕地
区域湿度条件		平均	中国干湿状况分布图
是否考虑地形	考虑地形	√是 否	报告书考虑地形
	地形数据分辨率/m	90m	环境评估中心GIS平台
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	是 √否	污染源附近3km范围内没有大型水体
	岸线距离/km		
	岸线方向/°		

2.6.1.4 大气污染源计算清单

根据对建设项目的工程分析，本项目三氯氢硅合成生产线、三氯氢硅还原生产线、还原尾气回收生产线、精馏工艺生产线、四氯化硅冷氢化生产线、整理车间、渣浆回收工艺生产线、电解水制氢生产线、公用工程等共设置 15 根排气筒(其中 5 根排气筒依托二期工程，新建 10 根排气筒)。各生产线排气筒的设置情况如下：

(1)DA001 排气筒：硅块破碎系统含尘废气：集气系统+布袋除尘器+1 根 15m 高，内径 0.6m 排气筒。

(2)DA002 排气筒：三氯氢硅合成工段硅粉加料系统废气：集气罩+硅粉过滤器+1 根 15m 高，内径 0.2m 排气筒。

(3)DA003 排气筒-DA008 排气筒：含氯硅烷工艺废气处理装置：三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+6 根 35m 高，内径 0.5m 排气筒(DA003 排气筒-DA005 排气筒新建，DA006 排气筒-DA008 排气筒依托二期工程)。

(4)DA009 排气筒：四氯化硅冷氢化工艺生产线硅粉接收罐废气：集气系统+陶瓷过滤器+1 根 40m 高，内径 0.2m 排气筒。

(5)DA010 排气筒：四氯化硅冷氢化工艺生产线硅粉计量罐废气：集气系统+陶瓷过滤器+1 根 40m 高，内径 0.2m 排气筒。

(6)DA011 排气筒：整理车间方硅芯酸洗和硅料酸洗废气处理装置：经酸洗槽上方的集气罩收集后，二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和 10%氢氧化钠溶液洗涤+1 根 35m 高，内径 0.8m 排气筒(依托二期工程排气筒)。

(7)DA012 排气筒：整理车间硅料破碎粉尘：集气罩+布袋除尘器+1 根 15m 高，内径 0.6m 排气筒(依托二期工程排气筒)。

(8)DA013 排气筒：电解水制氢车间分离出来的氧气：1 根 15m 高，内径 0.2m 排气筒。

(9)DA014 排气筒：燃煤锅炉废气：低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器处理+石灰石-石膏湿法脱硫工艺+1 根 50m 高，内径 2.8m 排气筒。

(10)DA015 排气筒：盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气：1 座尾气吸收塔（碱洗）+1 根 15m 高，内径 0.2m 排气筒。

其中 DA013 排气筒排放氧气，不属于污染物。本项目废气污染源排放清单见表 2.6-4、2.6-5。

表 2.6-4　本项目有组织废气污染源（点源）排放清单一览表

序号	污染源名称	排气筒底部中心坐标/UTM		排气筒编号	排气筒底海拔高度/m	排气筒高度/m	排气筒内径/m	烟气流量/m^3/h	烟气温度/℃	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率（kg/h）							
		X 方向	Y 方向									PM_{10}	SO_2	NO_X	氯化氢	氟化物	非甲烷总烃	NH_3	汞及其化合物
1	硅块破碎含尘废气	361523.1	4495155.5	DA001	1010.13	15	0.6	6000	25	7992	正常	0.01	---	---	---	---	---	---	---
2	三氯氢硅合成工段硅粉加料系统废气	361525.7	4495215.7	DA002	1010.03	15	0.2	2500	100	7992	正常	0.013	---	---	---	---	---	---	---
3	吹扫废气；氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气；高低沸回收工艺精馏不凝气；粘棒工段挥发的非甲烷总烃；两级冷凝器不凝气	361675	4495244.5	DA003	1010.8	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361680.2	4495244.6	DA004	1010.75	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361685	4495244.6	DA005	1010.7	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361690.2	4495244.6	DA006	1010.64	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361695	4495244.6	DA007	1010.59	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361699.1	4495244.6	DA008	1010.55	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
4	四氯化硅冷氢化工段硅粉接收罐废气	361668.7	4495166.8	DA009	1010.79	40	0.2	2500	100	7992	正常	0.007	---	---	---	---	---	---	---
5	四氯化硅冷氢化工段硅粉计量罐废气	361603.2	449598.4	DA010	1010.79	40	0.2	2500	100	7992	正常	0.007	---	---	---	---	---	---	---

6	方硅芯酸洗废气和硅料酸洗废气	361924.4	4495169.6	DA011	1012.02	35	0.8	10000	25	2400	正常	---	---	0.708	---	0.063	---	---	---
7	整理车间硅料破碎粉尘	361924.4	4495214.5	DA012	1011.2	15	0.6	8000	25	2400	正常	0.45	---	---	---	---	---	---	---
8	燃煤锅炉废气	362053.6	4495551.7	DA014	1008.21	50	2.8	188774	40	7992	正常	3.45	11.70	22.27	---	---	0.178	0.378	0.0029
9	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气	361744.5	4495265.1	DA015	1009.27	15	0.2	8000	25	7992	正常	---	---	---	0.038	---	---	---	---
注：1.三氯氢硅还原工段系统出现超压等事故状态时废气，还原尾气回收工段系统出现超压等事故状态时废气，四氯化硅冷氢化工艺系统出现超压等事故状态时废气，均为非正常工况。源强计入非正常工况。																			

表 2.6-5　　本项目无组织排放（面源）大气污染物源强参数一览表

序号	污染源名称	排气筒底部中心坐标/UTM		面源名称	面源海拔高度/m	面源长度/m	面源宽度/m	与正北向夹角/°	初始排放高度/m	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率（kg/h）				
		X 方向	Y 方向									TSP	非甲烷总烃	氯化氢	氟化物	NOx
1	硅粉库 1	361512.6	4495146.7	硅粉库无组织排放粉尘	1009.65	23.17	60	90	6	7992	正常	0.04	---	---	---	---
2	硅粉库 2	361512.6	4495119.8	硅粉库无组织排放粉尘	1009.36	23.17	60	90	6	7992	正常	0.04	---	---	---	---
3	硅粉库 3	361513.6	4495086.2	硅粉库无组织排放粉尘	1009.09	23.17	60	90	6	7992	正常	0.04	---	---	---	---
4	硅粉库 4	361511.7	4495048.7	硅粉库无组织排放粉尘	1010.67	23.17	60	90	6	7992	正常	0.04	---	---	---	---
5	三氯氢硅合成车间	361513.7	4495229.1	三氯氢硅合成车间硅粉无组织排放粉尘	1009.48	35	47.73	90	6	7992	正常	0.006	---	---	---	---
6	四氯化硅冷氢化车间	361659.0	4495221.9	四氯化硅冷氢化车间硅粉无组织排放粉尘	1010.98	35	64.56	90.5	6	7992	正常	0.006	---	---	---	---

7	生产车间氯化氢无组织排放	361658.7	4495223.2	三氯氢硅还原车间、精馏车间、渣浆回收车间	1010.95	100	80	90	6	7992	正常	---	---	0.0034	---	---
8	酸洗废气无组织排放	361924.4	4495169.6	方硅芯酸洗废气和硅料酸洗	1012.02	100	60	90	6	7992	正常	---	---	---	0.027	0.303
9	储煤库废气	362004.4	4495592.4	储煤库	1010.05	20	40	90	8	7992	正常	0.144	---	---	---	---
10	锅炉渣库废气	362005.8	4495616.2	锅炉渣库	1010.61	16	40	90	5	7992	正常	0.039	---	---	---	---
11	柴油储罐区	361711	4495336.9	柴油储罐大小呼吸废气	1011.57	16	7	0	5	7992	正常	---	0.0145	---	---	---

2.6.1.5 主要污染源估算模式计算结果

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的评价工作分级原则，结合项目的初步工程分析结果，本项目采用 AERSCREEN 估算模式计算各污染物的最大地面空气质量浓度占标率及地面空气质量浓度达到标准值的 10%时所对应的最远距离 $D_{10\%}$，然后按评价工作分级判据进行分级。计算公式为：

$$P_i = C_i / C_{0i} \times 100\%$$

式中：P_i—第 i 个污染物的最大地面空气质量浓度占标率，%；

C_i—采用估算模型计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面浓度，mg/m^3；

C_{0i}—第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准，mg/m^3。

本项目运营后各污染物最大浓度占标率估算结果汇总见表 2.6-6。

表 2.6-6　本项目算模式预测结果汇总

类别	序号	污染源	评价因子	最大落地浓度 (ug/m^3)	最大浓度落地点 (m)	评价标准 (ug/m^3)	占标率 (%)	D10% (m)	推荐评价等级
有组织排放	DA001	硅块破碎含尘废气	PM_{10}	0.50799	87	450	1.12887E-001	0	III
	DA002	三氯氢硅合成工段硅粉加料系统废气	PM_{10}	0.59389	94	450	1.31976E-001	0	III
	DA003	水冷冷凝器和深冷冷凝器不凝气；吹扫废气；氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气；高低沸回收工艺精馏不凝气；粘棒工段挥发的非甲烷总烃；两级冷凝器不凝气	PM_{10}	0.046719	109	450	1.03820E-002	0	III
			氯化氢	0.15849	109	50	3.16980E-001	0	III
			非甲烷总烃	0.224616	109	2000	1.12308E-002	0	III
	DA004		PM_{10}	0.046719	109	450	1.03820E-002	0	III
			氯化氢	0.15849	109	50	3.16980E-001	0	III
			非甲烷总烃	0.224616	109	2000	1.12308E-002	0	III
	DA005		PM_{10}	0.046719	109	450	1.03820E-002	0	III
			氯化氢	0.15849	109	50	3.16980E-001	0	III
			非甲烷总烃	0.224616	109	2000	1.12308E-002	0	III
	DA006		PM_{10}	0.046719	109	450	1.03820E-002	0	III
			氯化氢	0.15849	109	50	3.16980E-001	0	III
			非甲烷总烃	0.224616	109	2000	1.12308E-002	0	III
	DA007		PM_{10}	0.046719	109	450	1.03820E-002	0	III
			氯化氢	0.15849	109	50	3.16980E-001	0	III
			非甲烷总烃	0.224616	109	2000	1.12308E-002	0	III
	DA008		PM_{10}	0.046719	109	450	1.03820E-002	0	III
			氯化氢	0.15849	109	50	3.16980E-001	0	III
			非甲烷总烃	0.224616	109	2000	1.12308E-002	0	III
	DA009	四氯化硅冷氢化工段硅粉接收罐废气	PM_{10}	0.20689	122	450	4.59756E-002	0	III

	DA010	四氯化硅冷氢化工段硅粉计量罐罐废气	PM_{10}	0.20689	122	450	4.59756E-002	0	III
	DA011	方硅芯酸洗废气和硅料酸洗废气烘干机天然气燃烧废气	NO_X	21.416	125	250	8.56640E+000	0	II
			氟化物	1.90566	125	20	9.52830E+000	0	II
	DA012	整理车间硅料破碎粉尘	PM_{10}	19.956	95	450	4.43467E+000	0	II
	DA014	燃煤锅炉废气	PM_{10}	8.2719	52	450	1.83820E+000	0	II
			SO_2	28.0526	52	500	5.61052E+000	0	II
			NO_X	53.3959	52	250	2.13584E+001	1017.03	I
			非甲烷总烃	0.42678	52	2000	2.13390E-002	0	III
			汞及其化合物	0.0069536	52	0.3	2.31787E+000	0	II
		脱硝装置	氨(逃逸)	0.906316	52	200	4.53158E-001	0	III
	DA015	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气	氯化氢	1.7368	94	50	3.47360E+000	0	II
无组织排放	1#	硅粉库 1	TSP	24.317	48	900	2.70189E+000	0	II
	2#	硅粉库 2	TSP	24.317	48	900	2.70189E+000	0	II
	3#	硅粉库 3	TSP	24.317	48	900	2.70189E+000	0	II
	4#	硅粉库 4	TSP	24.317	48	900	2.70189E+000	0	II
	5#	三氯氢硅合成车间	TSP	3.4156	50	900	3.79511E-001	0	III
	6#	四氯化硅冷氢化车间	TSP	3.1142	65	900	3.46022E-001	0	III
	7#	生产车间氯化氢无组织排放	氯化氢	1.1303	136	50	2.26060E+000	0	II
	8#	酸洗废气无组织排放	NO_X	111.524	129	250	4.46096E+001	1030.12	I
			氟化物	9.9496	129	20	4.97480E+001	1101.21	I
	9#	储煤库废气	TSP	77.471	28	900	8.60789E+000	0	II
	10#	锅炉渣库废气	TSP	40.049	41	900	4.44989E+000	0	II
	11#	柴油储罐区	非甲烷总烃	27.226	13	2000	1.36130E+000	0	II

2.6.1.6 环境空气评价等级

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），评价工作等级按表 2.6-7 的分级判据进行确定。

表 2.6-7 大气评价工作等级判定表

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	Pmax≥10%
二级评价	1%≤Pmax＜10%
三级评价	Pmax<1%

由表 2.6-7 可知，本项目 P_{max}=49.74%，根据大气评价工作等级判定表，本项目大气环境影响评价工作等级为一级。

2.6.2 水环境评价工作等级

1、地表水评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），地表水环境影响评价工作等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目为水污染影响性建设项目，评价等级判定见表 2.6-8。

表 2.6-8 水污染影响性建设项目评价等级判定

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q/（m^3/d）； 水污染物当量数 W/（无量纲）
一级	直接排放	Q≥20000 或 W≥600000
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	Q＜200 或 W＜6000
三级 B	间接排放	-

(1)根据工程分析，本项目生产废水主要包括脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水。全部排入处理能力为 360m^3/h 中水处理系统，处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。

(2)整理车间酸洗废水、碱洗废水和清洗废水，中水回用处理系统浓水和地表水处理系统浓水，酸雾闪蒸废水排入污水处理站处理，本项目设置污水处理站 1 座，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故

状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。污水站蒸发结晶冷凝水用于锅炉系统(出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水)，脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水，全厂生产废水不外排。

(3)生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目为水污染影响性建设项目，参照间接排放，因此本项目地表水评价等级为三级 B。本次评价主要评述本项目废水处理设施的有效性、废水不外排的可行性进行分析。

2、地下水环境评价工作等级

（1）建设项目分类

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A 确定建设项目所属的地下水环境影响评价项目类别。

①本项目为内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目，高纯多晶硅属于半导体材料。按照产品属性进行判定，属于“K 机械、电子”中第 82 项“半导体材料、电子陶瓷、有机薄膜、荧光粉、贵金属粉等电子专用材料”，属于Ⅳ类。

②但由于本项目生产过程设置到三氯氢硅合成反应，三氯氢硅还原反应、四氯化硅冷氢化反应等，生产过程涉及到化学反应。按照生产过程进行判定，属于“L 石化、化工”中第 85 项“基本化学原料制造，除单纯混合和分装外的”，属于 I 类项目。

综上。本次评价从严判定，确定项目地下水为 I 类项目。

（2）敏感程度分级

本项目评价区范围内分布着 2 个集中式地下水型饮用水源地，分别为先锋镇三顶村地下水型水源地(厂界 NE1172m)和先锋镇三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地(厂界 N991m)。

评价区范围内存在集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区。项目场区周边存在分散式饮用水水源井。因此本次工作将本项目地下水环境敏感程度定为“敏感”。地下水环境敏感程度分级见下表 2.6-9。

表 2.6-9　地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区
不敏感	上述地区之外的其它地区。

（3）地下水评价工作等级确定

本项目地下水环境影响评价类别为“I 类”项目，建设项目地下水环境敏感程度定为“敏感”，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目地下水评价等级定为“一级”。

表 2.6-10　评价工作等级分级表

环境敏感程度	Ⅰ类项目	Ⅱ类项目	Ⅲ类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

2.6.3 声环境评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）声环境影响评价工作等级划分的原则，本项目厂址所在地位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 3 类标准适用区，项目位于工业园区内，建设前后噪声级增加很小（噪声级增高量在 3dB(A)以内），因此声环境影响评价工作等级确定为三级。

2.6.4 土壤环境评价工作等级

根据工程分析，本项目建设及营运过程中不会造成土壤的盐碱化、酸化及碱化，因此不属于生态影响型。建设及运营过程中可能会造成大气沉降及垂直下渗污染，因此本项目土壤环境影响为污染影响型。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），污染影响型项目环境影响评价工作等级根据土壤环境影响评价项目类别、占地规模和项目所在地周边的土壤环境敏感程度确定。

1.行业分类

根据根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A 确定建设项目所属的土壤环境影响评价项目类别。

①本项目为内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目，高纯多晶硅属于半导体材料。按照产品属性进行判定，属于制造业中“石油、化工”中的“半导体材料”，属于 II 类。

②但由于本项目生产过程设置到三氯氢硅合成反应，三氯氢硅还原反应、四氯化硅冷氢化反应等，生产过程涉及到化学反应。按照生产过程进行判定，属于制造业中“石油、化工”中的“化学原料和化学品制造”，属于 I 类项目。

综上。本次评价从严判定，确定项目土壤为 I 类项目。

2.占地规模

《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）中将建设项目占地规模分为大型（≥50hm^2）、中型（5~50hm^2）、小型（≤5hm^2），本项目总占地面积 117038.76m^2（175.558 亩），即 11.7038hm^2，属“中型”占地规模建设项目。

3.土壤环境敏感程度

参照《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）中表 3 污染影响型敏感程度分级表和项目基本情况确定土壤环境敏感程度。土壤环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级。

本项目位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。距离项目最近的居民点为项目北侧 770m 的堡子湾村，项目周边存在耕地，故本项目土壤环境敏感程度为敏感。判断依据见表 2.6-11。

表 2.6-11 土壤环境污染影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	其他情况

4.评价工作等级

综上可知，本项目属于 I 类项目，占地规模属中型，周围土壤环境敏感程度属“敏感”，因此，本项目土壤环境影响评价等级为一级。土壤环境影响评价等级判断见表 2.6-12。

表 2.6-12 污染影响型评价等级划分表

占地规模	I 类	II 类	III类

评价工作等级 敏感程度	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	二级	三级	三级	—
不敏感	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	—	—
注：“—”表示可不开展土壤环境影响评价工作									

2.6.5 环境风险评价工作等级

2.6.5.1 环境风险潜势划分

建设项目环境风险潜势划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ/Ⅳ+级。

根据建设项目涉及的物质物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表 2.6-13 确定环境风险潜势。

表 2.6-13　建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极高危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	IV^+	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II
环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I
注：IV^+为极高环境风险。				

（1）P 的分级确定

①危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 中表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量和表 B.2 其他危险物质临界量推荐值，当存在多种危险物质时。则按式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+\cdots\frac{q_n}{Q_N}$$

式中：q1，q2，...，qn——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q1，Q2，...，Qn——每种危险物质的临界量，t；

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B，《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）附录 A，确定危险物质的临界量，确定危险物质数量与临界量的比值 Q，见表 2.6-14。

经过计算，本项目储罐区Q=5556.022>100。综上所述，本项目Q>100。

表 2.6-14　本项目储罐区、化学品库重大危险源辨识一览表

序号	位置	危险物质名称	储罐类型	储罐容积（m^3）	储罐数量	状态（固/液/气）	CAS号	场区内最大储存量q_n（t）	临界量Q_n（t）	q_n/Q_n	Σ（q_n/Q_n）
1	罐区	三氯氢硅原料球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	3000m^3	1 个	液体	10025-78-2	3645t	5t	729.000	5556.022
2		冷氢化精制四氯化硅料球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	3000m^3	1 个	液体	10026-04-7	4004t	5t	800.800	
3		事故罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	3000m^3	1 个	液体	---	3800t	---	---	
4		四氯化硅球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	3000m^3	3 个	液体	10026-04-7	12012t	5t	2402.400	
5		三氯氢硅球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	1000 m^3	3 个	液体	10025-78-2	3645t	5t	729.000	
6		氯硅烷（三氯氢硅和四氯化硅）球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	1000 m^3	1 个	液体	---	1260t	5t	252.000	
7		轻沸物球罐（二氯二氢硅）	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	500 m^3	1 个	气体	4109-96-0	600t	5t	120.000	
8		重沸物球罐（三氯氢硅）	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	500 m^3	1 个	液体	10025-78-2	670t	5t	134.000	
9		残液球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	500 m^3	1 个	液体	---	660t	---	---	
10		三氯氢硅罐卸车罐	内浮顶罐	35m^3	2 个	液体	10025-78-2	85t	5t	17.000	
11		四氯氢硅罐卸车罐	内浮顶罐	35m^3	2 个	液体	10026-04-7	93t	5t	18.600	
12		氢气缓冲储罐	内浮顶罐	100m^3	2 个	气体	1331-74-0	0.02t	5t	0.004	
13		氢气缓冲储罐	内浮顶罐	40m^3	1 个	气体	1331-74-0	0.003t	5t	0.001	
14		盐酸缓冲储罐	内浮顶罐	100m^3	2 个	液体	7467-01-0	210.6t	2.5t	84.24	
15		柴油罐	固定顶罐	250m^3	2 个	液体	---	392.73t	2500t	0.157	
16		盐酸储罐	内浮顶罐	300m^3	2 个	液体	7467-01-0	631.8	2.5t	252.72	
17		次氯酸钠储罐	内浮顶罐	50m^3	2 个	液体	7681-52-9	80.5	5t	16.1	

18	化学品库	氢氧化钠储罐	内浮顶罐	50m^3	1 个	液体	---	106.5t	---	---	6.697
19		硝酸储存桶	---	5m^3	1 个	液体	7647-01-0	7.1t	7.5t	0.947	
20		氟化氢储存桶	---	5m^3	1 个	液体	7664-39-3	5.75t	1t	5.750	
注：原辅材料储罐区∑q/Q=5556.022>100。 本项目虽然部分储罐依托二期工程，但是场区内最大储存量q_n为本项目所使用的原辅材料的最大暂存量，所以重大危险源辨识使用本项目所使用的原辅材料的厂区最大暂存量。											

②行业及生产工艺（M）

分析项目所有行业及生产工艺特点，具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为（1）M＞20；（2）10＜M≤20；（3）5＜M≤10；（4）M=5，分别以 M1、M2、M3、M4 表示。

本项目生产高纯多晶硅，涉及到加氢工艺和裂解工艺，分值为 50。本项目设有储罐区和化学品库，分值为 10。本项目设有危废暂存间，分值为 5 分。

表 2.6-16　行业及生产工艺（M）

行业	评估依据	分值	本项目分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套	50（本项目生产高纯多晶硅，涉及到加氢工艺和裂解工艺）
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套	0
	其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程[a]、危险物质贮存罐区	5/套（罐区）	10（本项目设有储罐区和化学品库）
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10	0
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油库（不含加气站的油库）、油气管线[b]（不含城镇燃气管线）	10	0
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5	5(危废暂存间）
[a] 高温指工艺温度≥300℃，高压指压力容器的设计压力（P）≥10.0MPa； [b] 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价；			

根据本项目工程分析，对比表 2.6-16 评估依据中给出的进入评估依据的工艺及分值，建设项目 M 值确定如下表 2.6-17 所示。

表 2.6-17　建设项目 M 值确定表

工艺单元名称	生产工艺/设备台数	M 分值
裂解工艺	1（裂解工艺）	10
还原装置	1（加氢工艺）	10
冷氢化装置	3（加氢工艺）	30
储罐区	1	5
化学品库	1	5
危废暂存间	1	5
项目 M 值∑		65

根据上表，项目 M 值为 65，属于 M1。

③危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），按照下表 2.6-18 确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），分别以 P1、P2、P3、P4 所示。

表 2.6-18　危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
Q≥100	P1	P1	P2	P3
10≤Q≤100	P1	P2	P3	P4
1≤Q≤10	P2	P3	P4	P4

项目 Q 值属于 Q≥100，M 值为 M1，根据上表，项目危险物质及工艺系统危险性分级为 P1。

（2）E 的分级确定

①大气环境

依据环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 2.6-19。

表 2.6-19　评价工作等级划分

分级	大气环境敏感性
E1	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 200 人。
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人。
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人。

本项目位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。本工程 5km 范围内居人口总数小于 1 万人，且周边 500m 范围内人口总数小于 500 人，根据表 2.6-19，大气环境敏感程度分级为 E3。

②地表水环境

本项目全场生产废水全部回用，不外排。本项目生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。

表 2.6-20　地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2

S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

表 2.6-21　　地表水功能区敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为 II 类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为 III 类及以上，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

表 2.6-22　　环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍惜、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜区；或其它特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

根据表 2.6-21，本项目厂界北侧 340 米存在地表水体公济渠，本项目所在区域的地势为北高南地，地下水流向为西北到东南。发生事故时，危险物质向南侧或者东南侧泄露，泄漏到水体的可能性较小。所以地表水功能敏感性分区为“低敏感度 F3”；根据表 2.6-22，环境敏感目标分级为“S3”；根据表 2.6-20，地表水环境敏感程度分级为 E3，属于地表水环境低度敏感区。

③地下水环境

本项目建设地址位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区。本项目评价区范围内分布着 2 个集中式地下水型饮用水源地，分别为先锋镇三顶村地下水型水源地(厂界 NE1172m)和先锋镇三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地(厂界 N991m)。评价区范围内存在集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区。项目场区周边存在分散式饮用水水源井。因

此本次工作将本项目地下水环境敏感程度定为“敏感”。根据表 2.6-23，地下水功能敏感性分区为 G1。

根据本报告第 6 章第 6.3.2.3 节项目区水文地质条件，厂区包气带岩性以粉土夹粉砂，渗透系数为 9.22×10^{-6}~4.29×10^{-5}cm/s，厚度 1.1~3.6m，包气带防污性能分级为 D2，根据表 2.6-22，故地下水环境敏感程度为 E1。

表 2.6-22　　地下水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地下水功能敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
D2	E1	E2	E3
D3	E2	E3	E3

表 2.6-23　地下水功能区敏感性分区

敏感性	地下水环境敏感特征
敏感 G1	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源地，在建和规划的水源地）准保护区；除集中式饮用水水源地以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感 G2	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源地，在建和规划的水源地）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区。
不敏感 G3	上述地区之外的其它地区
注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。	

表 2.6-24　　包气带防污性能分级

分级	包气带岩土的渗透性能
D3	Mb≥1.0m，K≤1.0×10^{-6}cm/s，且分布连续、稳定
D2	0.5m≤Mb＜1.0m，K≤1.0×10^{-6}cm/s，且分布连续、稳定 Mb≥1.0m，1.0×10^{-6}cm/s≤K＜1.0×10^{-4}cm/s，且分布连续、稳定
D1	岩（土）层不满足上述“D2”和“D3”条件
Mb：岩土层单层厚度。K：渗透系数	

2.6.5.2 环境风险评价工作等级划分

《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 2.6-25 确定评价工作等级。风险潜势为Ⅳ及以上，进行一级评价；风险潜势为Ⅲ，进行二级评价；风险潜势为Ⅱ，进行三级评价；风险潜势为Ⅰ，可开展简单分析。

表 2.6-25　建设项目环境风险潜势划分

环境要素	环境敏感区	危险物质及工艺系统危险性	环境风险潜势
大气	E3	P1	III
地表水	E3	P1	III
地下水	E1	P1	IV^+

表 2.6-26　评价工作等级划分

环境风险潜势	Ⅳ、$Ⅳ^+$	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
评价工作等级	一	二	三	简单分析 [a]
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险废物、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录 A。				

表 2.6-27 项目各要素风险评价等级确定

环境要素	风险潜势	评价等级
大气	III	二
地表水	III	二
地下水	IV^+	一

根据表 2.6-27，本项目综合风险评价等级为一级，大气环境风险评价范围为距建设项目边界 5km；由于本项目生产废水不外排，因此不再设定地表水风险评价范围；地下水风险评价范围：北边界、东南边界平行于地下水等水位线，北边界（上游）距项目厂区约 1430m，东南边界（下游）距项目厂区约 3440m；西南边界、东边界垂直于地下水等水位线，西南边界距项目厂区约 3080m，东边界距项目厂区约 1870m，面积约 29.9km^2。

2.7 评价范围

2.7.1 环境空气评价范围

(1)评价范围

根据评价等级及本项目所在地的环境特征，确定大气评价范围为以项目厂址为中心区域，边长为 5km 的矩形区域，评价范围见图 2.7-2。

(2)确保评价区及居民区环境空气质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

2.7.2 地下水环境评价范围

(1)评价范围

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中 8.2 相关技术要求地下水调查评价范围的界定，重点考虑了建设项目污染源分布特征、地下水径流特征、地下水可能受到污染的区域等因素。所确定的调查评价区，应能说明项目建设区的地下水环境基本状况，并满足对地下水环境影响进行预测评价的需要。

本次工作具体在确定调查评价区范围时，选择以导则中的公式计算法，并结合自定义法，综合确定其评价范围。公式计算法具体计算公式如下：

$L=\alpha\times K\times I\times T/ne$

式中：L—下游迁移距离，m；

α—变化系数，取 2；

K—渗透系数，根据水文地质资料，渗透系数 K 取 5.0m/d；

I—水力坡度，根据水文地质资料，水力坡度取 0.0022；

T—质点迁移天数，取 5000d；

ne—有效孔隙度，根据含水层岩性特征，取 0.15。

计算得 L=733m，综合考虑公式法计算结果、水文地质单元的相对完整性以及地下水保护目标的分布，最终确定地下水调查评价范围：北边界、东南边界平行于地下水等水位线，北边界（上游）距项目厂区约 1430m，东南边界（下游）距项目厂区约 3440m；西南边界、东边界垂直于地下水等水位线，西南边界距项目厂区约 3080m，东南边界距项目厂区约 1870m，面积约 29.9km^2。

(2)保护目标

确保评价区地下水水质不因项目建设而恶化，地下水水质满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的Ⅲ类标准。

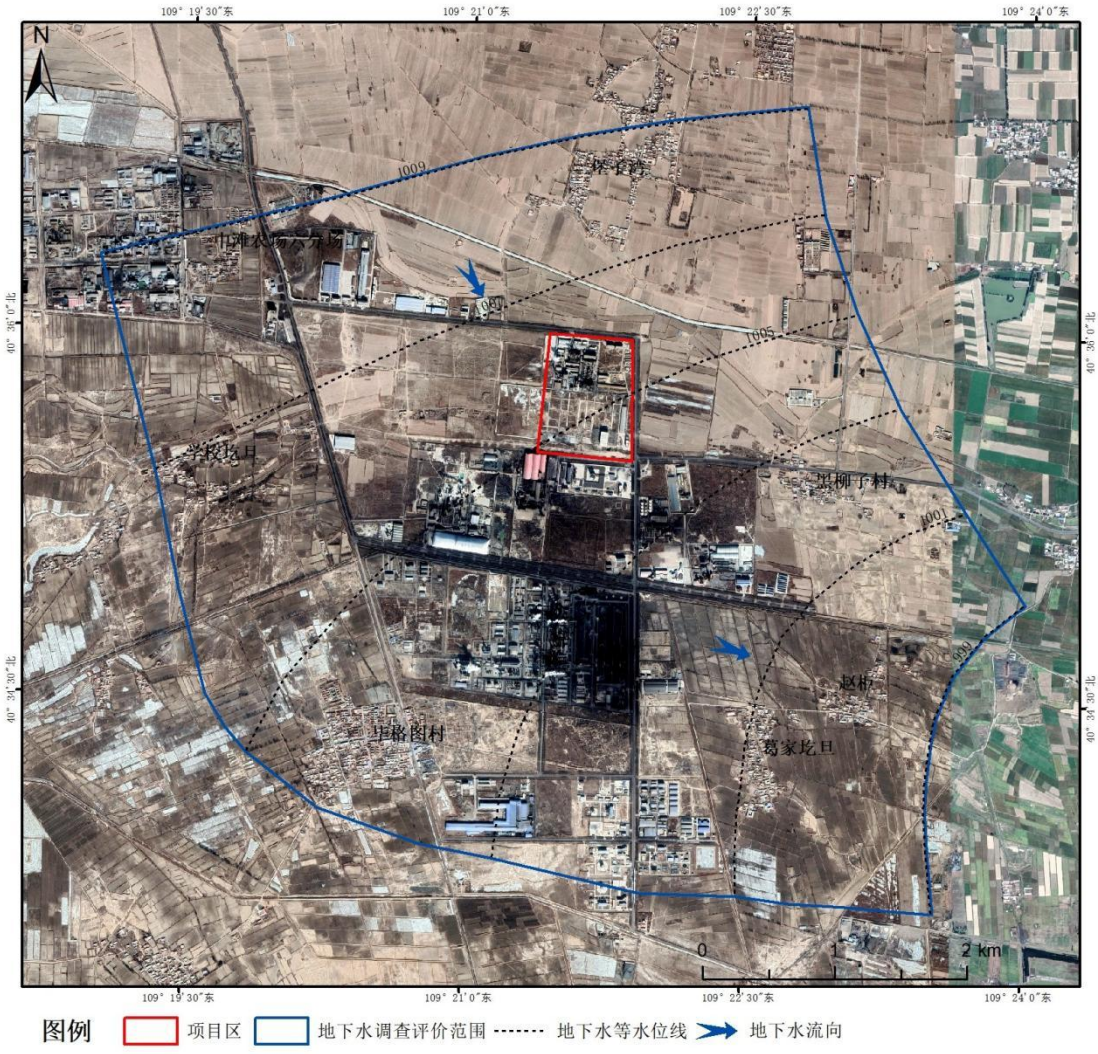


图 2.7-2　地下水调查评价范围示意图

2.7.3 声环境评价范围

(1)评价范围

根据评价等级及本项目所在地的环境特征，确定噪声评价范围为厂界外 200m。评价范围见图 2.7-2。

(2)保护目标

确保厂界声环境不因该工程造成影响，声环境质量按功能区划 3 类区控制。

2.7.4 土壤环境评价范围

(1)评价范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），本项目土壤环境影响评价等级为一级，评价范围为项目边界外扩 1.0km 范围。评价范围见图 2.7-2。

(2)保护目标

评价区范围内的土壤环境保护目标约有 207hm^2 耕地。保护要求为《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）筛选值。

2.7.5 环境风险评价范围

(1)大气环境风险评价范围

确定以本项目所在地为中心，距建设项目边界 5km 形成的矩形区域为评价范围，评价范围见图 2.7-2。

(2)地下水环境风险评价范围

北边界、东南边界平行于地下水等水位线，北边界（上游）距项目厂区约 1430m，东南边界（下游）距项目厂区约 3440m；西南边界、东边界垂直于地下水等水位线，西南边界距项目厂区约 3080m，东南边界距项目厂区约 1870m，面积约 29.9km^2。

(3)保护目标

确保评价区及居民区不因项目运行过程中三氯氢硅、四氯化硅、盐酸等泄漏影响周边环境及居民正常生活，将环境影响的风险降低到最低限度。

各环境要素评价范围见表 2.7-1。

表 2.7-1　各环境要素评价范围一览表

评价内容		评价范围
大气环境		以项目厂址为中心区域，边长为 5km 的矩形区域
地下水环境		北边界、东南边界平行于地下水等水位线，北边界（上游）距项目厂区约 1430m，东南边界（下游）距项目厂区约 3440m；西南边界、东边界垂直于地下水等水位线，西南边界距项目厂区约 3080m，东边界距项目厂区约 1870m，面积约 29.9km^2。
声环境		建设项目厂界外 200m 范围内。
土壤环境		项目占地范围内及项目厂界周边 1000m 范围
环境风险	大气	距建设项目边界 5km 形成的矩形区域。
	地表水	---
	地下水	北边界、东南边界平行于地下水等水位线，北边界（上游）距项目厂区约 1430m，东南边界（下游）距项目厂区约 3440m；西南边界、东边界垂直于地下水等水位线，西南边界距项目厂区约 3080m，东边界距项目厂区约 1870m，面积约 29.9km^2。

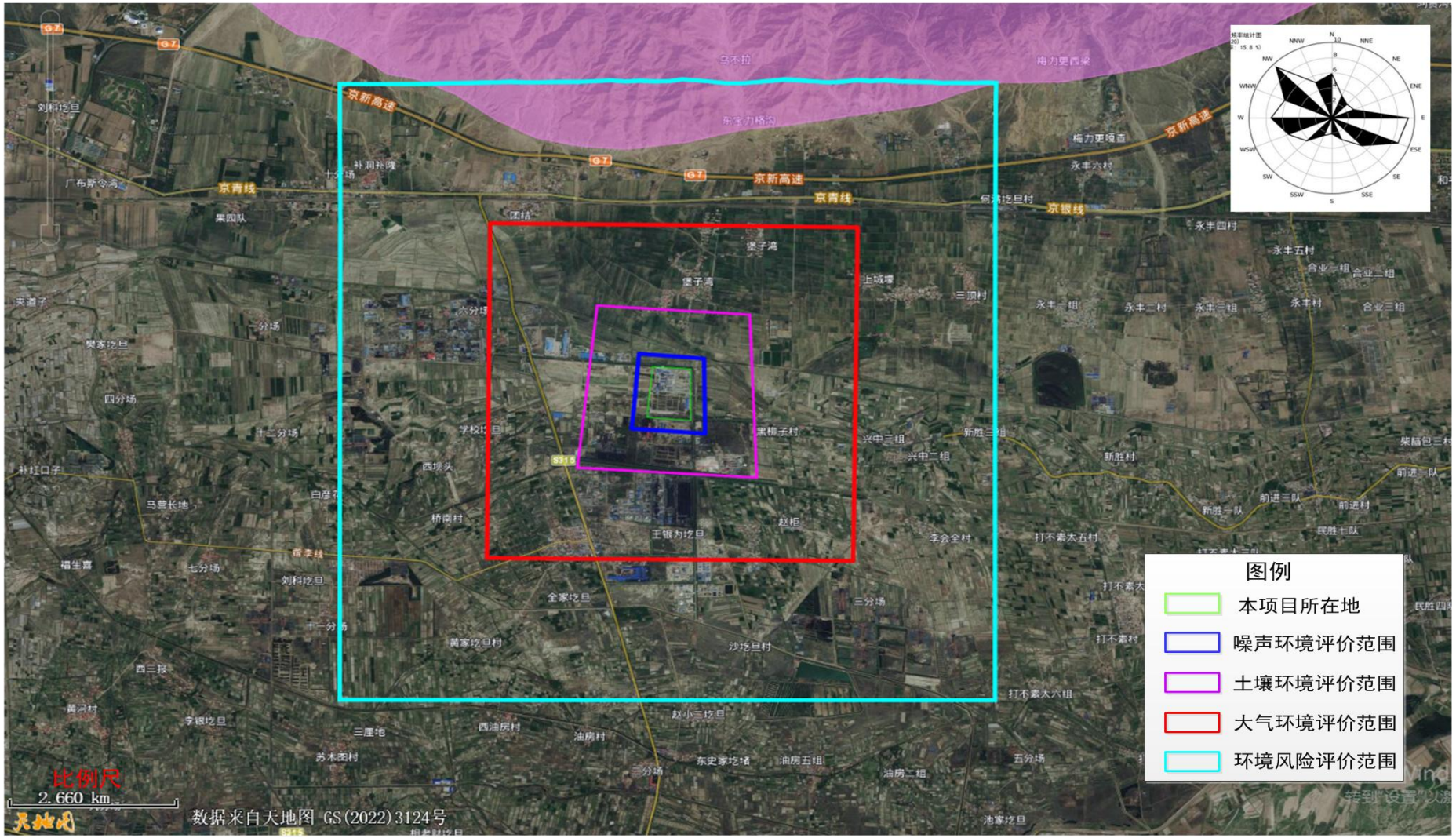


图 2.7-1　本项目噪声环境、土壤环境、大气环境、环境风险评价范围图

2.8 环境功能区划及环境保护目标

2.8.1 环境功能区划

项目位于位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。依据所在地的环境功能区及规划产业类型，确定评价区环境功能。

（1）环境空气质量功能区划

根据巴彦淖尔市环境空气质量功能区划，项目所在地属二类功能区，按照《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的规定，环境空气质量执行二级标准。

（2）地下水环境质量功能区划

项目所在地地下水质量为 III 类，执行《地下水质量标准》(GB/T14843-2017)Ⅲ类水质标准。

（3）声环境功能区划

根据噪声功能区划，项目所在地属噪声环境 3 类功能区。按《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的规定，噪声执行 3 类区标准。

（4）土壤环境质量功能区划

项目所在地场地执行《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中二类用地筛选值标准。项目所在地周边耕地执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）筛选值。

表 2.8-1　　项目所在地环境功能区划判定

分类	功能区划原则	拟建项目功能判定
大气功能区划	二类区为居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区	根据区域功能为工业区执行二级标准
地下水功能区划	Ⅲ类以人体健康基准值为依据，主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水	根据区域功能执行Ⅲ类标准
声功能区划	3 类区指以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域	根据区域功能执行 3 类标准
土壤环境质量分类	指建造建筑物、构筑物的土地，包括城乡住宅和公共设施用地、工矿用地、交通水利设施用地、旅游用地、军事设施用地等	执行《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中二类用地筛选值标准
	周边耕地	《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）筛选值

2.8.2 环境保护目标

本项目厂址区不涉及自然保护区、风景名胜区、文物古迹区、旅游度假区等环境敏感目标，主要环境保护目标为建设项目周围居民以及评价区域的大气、地

下水、土壤环境等。

本项目位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区。根据现场踏勘厂区范围内无人居住，厂区及其评价范围内无水源保护区、自然保护区、风景名胜区、文物古迹等需要特殊保护的环境敏感目标；亦无铁路，无省级以上公路，无常年地表水系、无水库和国家珍稀动植物。

本项目根据对厂址周边 5km 范围内进行环境敏感保护目标排查，厂址四邻以园区入驻企业为主，周边分布有部分村庄，距离项目厂址最近的敏感点为厂址北侧 0.77km 的堡子湾。

2.8.2.1 黄河的方位及与本项目的距离

根据现场踏勘，本项目厂区南侧距黄河最近距离为11.0km，正常工况下，项目各类生产废水经厂内污水处理设施处理后全部回用，无外排废水。项目选址对地表水体影响较小；黄河的海拔高程为1011.9m，本项目区的海拔高程为1008.8m，属于南高北低，故事故工况下溢出的废水不会根据地势流入黄河。

2.8.2.2 地下水环境保护目标

评价区范围内分布着 2 个集中式地下水型饮用水源地，分别为先锋镇三顶村地下水型水源地和先锋镇三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地，评价区范围之外的东部分布着 1 个集中式地下水型饮用水源地，为先锋镇黑柳子村地下水型水源地。其中，评价区范围内的乌拉特前旗工业园区内的企业饮用水由三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地供给，评价区范围内的黑柳子村、葛家圪旦村、兴中村、兴中三社居民生活用水由先锋镇黑柳子村地下水型水源地供给，上城壕、堡子湾村居民生活用水由先锋镇三顶村地下水型水源地供给。这三个水源地皆为评价区地下水环境保护目标。水源地开采层位为第四系上更新统-全新统松散岩类孔隙潜水含水层，因此，该含水层也是区内的地下水环境保护目标。区内的第四系中-下更新统含水层与上部的第四系潜水含水层之间有一层厚度大于 100m 的淤泥质黏土层分隔，承压含水层与上部的潜水含水层水力联系微弱，但承压含水层地下水可能通过混合开采井井筒发生串层污染，因此，本次也将第四系承压含水层列为保护目标。

表 2.8-1 地下水环境保护目标一览表

保护目标	方位距离	位于厂区	保护要求
先锋镇黑柳子村地下水型水源地	E2067m	地下水径流方向侧向	《地下水质量标准》（GB/T148482017）中的Ⅲ类

先锋镇三顶村地下水型水源地	NE1172m	地下水径流方向上游	标准，地下水质量标准中无标准的应满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准地下水水质不因项目建设而恶化。
先锋镇三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地	N991m	地下水径流方向上游	
评价区第四系松散岩类孔隙潜水含水层和承压含水层			

(1)先锋镇三顶村地下水型水源地简介

乌拉特前旗先锋镇三顶村地下水型水源地位于先锋镇三顶村堡子湾社，属于乌梁素海流域，有2口水源井，于1992年8月和2017年7月建成并投入使用，管井，井深80m，地下水埋藏条件为潜水，含水层介质为孔隙介质，设计取水量为43.8万m^3/a，实际取水量为9.85万m^3/a，其中饮用水取水量为4.38万m^3/a，服务人口为1600人，采用暗管方式输水，井水未经深度净化处理，通过汇水区沉淀后输送居民区供水，从水源井入户没有处理设施，入户水质可代表水源井水质，所以取水口为居民家，水质无影响。地下下水水质满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017代替GB/T14848-93）Ⅲ标准。

2020年，巴彦淖尔市人民政府以巴政字[2020]55号文件对水源地保护区划分进行了批复，该水源地划定一级保护区和二级保护区。其中，一级保护区范围：分别以2眼取水井为圆心，半径30m圆的外切2个正方形区域，面积0.0072km^2；二级保护区范围：以2眼取水井为圆心，半径330m的圆形结合周边实际环境所形成的外切1个正方形形区域（扣除一级保护区），面积0.864km^2。

(2)先锋镇黑柳子村地下水型水源地简介

乌拉特前旗先锋镇黑柳子村地下水型水源地位于先锋镇，属于乌梁素海流域，该水源地有1眼水源井，于2002年05月建成并投入使用，地下埋藏条件为潜水，含水层介质为细砂。水源井井深为120m，管井，设计取水量为43.8万m^3/a，实际取水量为20.08万m^3/a，其中饮用水取水量为4.66万m^3/a，服务居民约为1700人，地下水采用暗管方式输水，井水未经深度净化处理，通过汇水区沉淀后输送居民区供水，所以取水口为居民家，水质符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）。

2020年，巴彦淖尔市人民政府以巴政字[2020]55号文件对水源地保护区划分进行了批复，该水源地划定一级保护区和二级保护区。其中，一级保护区范围：以1眼取水井为圆心，半径30m圆的外切1个正方形区域，面积0.0036km^2；二级保护区范围：以1眼取水井为圆心，半径330m的圆形结合周边实际环境所形成的外切1个正方形形区域（扣除一级保护区），面积0.432km^2。

(3)先锋镇三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地简介

乌拉特前旗先锋镇黑柳子工业园区地下水型水源地位于先锋镇，属于乌梁素海流域，该水源地有 1 口水源井，于 2014 年 7 月建成并投入使用，地下水埋藏条件为潜水，含水层介质为孔隙介质，管井，井深为 100m，现为工业园区供水，设计取水量为 33 万 m^3/a，实际取水量为 28 万 m^3/a，实际饮用取水量为 3.3 万 m^3/a，服人口为 1200 人，地下水采用暗管方式输水，井水未经深度净化处理，通过汇水区沉淀后输送园区供水。水质符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ标准。

2020 年，巴彦淖尔市人民政府以巴政字[2020]55 号文件对水源地保护区划分进行了批复，该水源地划定一级保护区和二级保护区。其中，一级保护区范围：以 1 眼取水井为圆心，半径 50m 圆的外切 1 个正方形区域，面积 $0.01km^2$；二级保护区范围：以 1 眼取水井为圆心，半径 550m 的圆形结合周边实际环境所形成的外切 1 个正方形形区域（扣除一级保护区），面积 $1.20km^2$。

2.8.2.3 土壤环境保护目标

评价区范围内的土壤环境保护目标约有 $207hm^2$ 耕地。保护要求为《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）筛选值。

2.8.2.4 声环境和大气环境保护目标

本项目主要环境保护目标为距离生产附属设施较近的居民以及评价区域的大气、地下水、声环境、土壤环境、环境风险等。具体情况详见表 2.8-2 和图 2.8-1。

表 2.8-1　项目评价区内环境保护目标一览表

环境要素	环境保护目标名称	坐标		保护对象	保护内容	环境功能区	相对厂址方位	相对厂界距离
		E	*N*					
声环境	/	/	/	项目 200m 范围内无声环境保护目标		《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准限值		/
大气环境	堡子湾	40.615680	109.365411	居民	320 户、954 人	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准	N	0.77
	上城壕	40.613905	109.398592	居民	71 户、215 人		NE	3.1
	西黑柳子	40.590381	109.379934	居民	9 户、19 人		E	1.2（乌政办发[2012]124 号文进行搬迁）
	兴中三组	40.590110	109.400765	居民	14 户、42 人		SE	2.55
	赵柜	40.574501	109.384782	居民	69 户、210 人		SE	2.48（乌政办发[2012]124 号文进行搬迁）
	葛家圪旦	40.571939	109.376236	居民	92 户、277 人		SE	2.27
	毕格尔图村	40.574135	109.341255	居民	93 户、435 人		SW	2.31
	学校圪旦	40.589867	109.324617	居民	130 户、394 人		SW	2.23（根据乌拉特前旗工业园区规划环评报告书 2014 年底完成搬迁）
	中滩农场六分场	40.603304	109.326004	居民	780 户、2341 人		WN	2.72
土壤环境	建设用地占地范围内全部土壤					《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中二类用地筛选值标准		
	占地范围外周边 1.0km 范围内全部耕地，耕地面积约为 207hm^2。耕地主要分布于项目区的北侧和东侧，耕地与北侧厂界的最近距离约为 50m，与东侧厂界的最近距离约为 45m。占地范围外周边 1.0km 范围内居民区。					《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）筛选值		
地下水环境	保护目标	方位距离		与厂区上下游关系		保护要求		
	先锋镇黑柳子村地下水型水源地	E2067m		厂区下游		地下水水质满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类标准，水质不因项目建设而恶化		
	先锋镇三顶村地下水型水源地	NE1172m		厂区上游				

	先锋镇三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地	N991m	厂区上游	
	第四系松散岩类孔隙含水层	地下水调查评价范围内	--	

表 2.8-2　风险环境保护目标一览表

环境要素	环境保护目标名称	坐标		保护对象	保护内容	环境功能区	相对厂址方位	相对厂界距离
		E	*N*					
大气环境风险	堡子湾	40.615680	109.365411	居民	220 户、701 人	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，居民正常生产生活及生命财产安全不受到威胁	N	0.77
	梅力更西滩	40.635187	109.415079	居民	100 户、253 人		ENE	4.99
	上城壕	40.613905	109.398592	居民	71 户、215 人		NE	3.1
	下城壕	40.611805	109.406404	居民	79 户、238 人		ENE	3.7
	三顶村	40.613005	109.417643	居民	225 户、756 人		ENE	4.8
	西黑柳子	40.590381	109.379934	居民	9 户、19 人		E	1.2（乌政办发[2012]124 号文进行搬迁）
	兴中三组	40.590110	109.400765	居民	14 户、42 人		SE	2.55
	兴中二组	40.584240	109.406850	居民	12 户、28 人		SE	3.23
	新胜三组	40.591956	109.417451	居民	11 户、35 人		SE	4.32
	李会全村	40.573457	109.410478	居民	80 户、274 人		SE	4.49
	三分场	40.561486	109.395736	居民	31 户、98 人		SE	4.54
	赵柜	40.574501	109.384782	居民	69 户、210 人		SE	2.48（乌政办发[2012]124 号文进行搬迁）
	葛家圪旦	40.571939	109.376236	居民	92 户、277 人		SE	2.27
	沙圪旦	40.554481	109.376103	居民	41 户、121 人		SE	4.13
	二先生圪旦	40.547297	109.350191	居民	10 户、35 人		S	4.98
	赵二小圪旦	40.545237	109.365641	居民	8 户、27 人		S	4.98
	打不素太六组	40.549013	109.429499	居民	9 户、29 人		SE	4.99
	毕格尔图村	40.574135	109.341255	居民	93 户、435 人		SW	2.34
	黄家圪旦	40.558954	109.324024	居民	30 户、135 人		SW	4.78

	桥南村	40.574746	109.317402	居民	40 户、112 人		SW	3.79
	西坝头	40.584017	109.318445	居民	10 户、35 人		SW	3.18
	学校圪旦	40.589867	109.324617	居民	130 户、394 人		SW	2.23（根据乌拉特前旗工业园区规划环评报告书 2014 年底完成搬迁）
	中滩农场十一分场	109.301611	40.568068	居民	72 户、252 人		SW	4.99
	中滩农场六分场	40.603304	109.326004	居民	780 户、2007 人		WN	2.72
	中滩农场十分场	40.632784	109.305388	居民	23 户、82 人		WN	4.99
	团结村	40.626872	109.329989	居民	60 户、182 人		NW	3.12
	乌宝力格嘎查	40.628305	109.350760	居民	53 户、185 人		N	3.61
	补洞补隆	40.628348	109.340846	居民	28 户、106 人		NW	3.72
地下水环境风险	保护目标		方位距离		与厂区上下游关系	保护要求		
	先锋镇黑柳子村地下水型水源地		E2067m		厂区下游	地下水水质满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类标准，水质不因项目建设而恶化		
	先锋镇三顶村地下水型水源地		NE1172m		厂区上游			
	先锋镇三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地		N991m		厂区上游			
	第四系松散岩类孔隙含水层		地下水调查评价范围内		--			

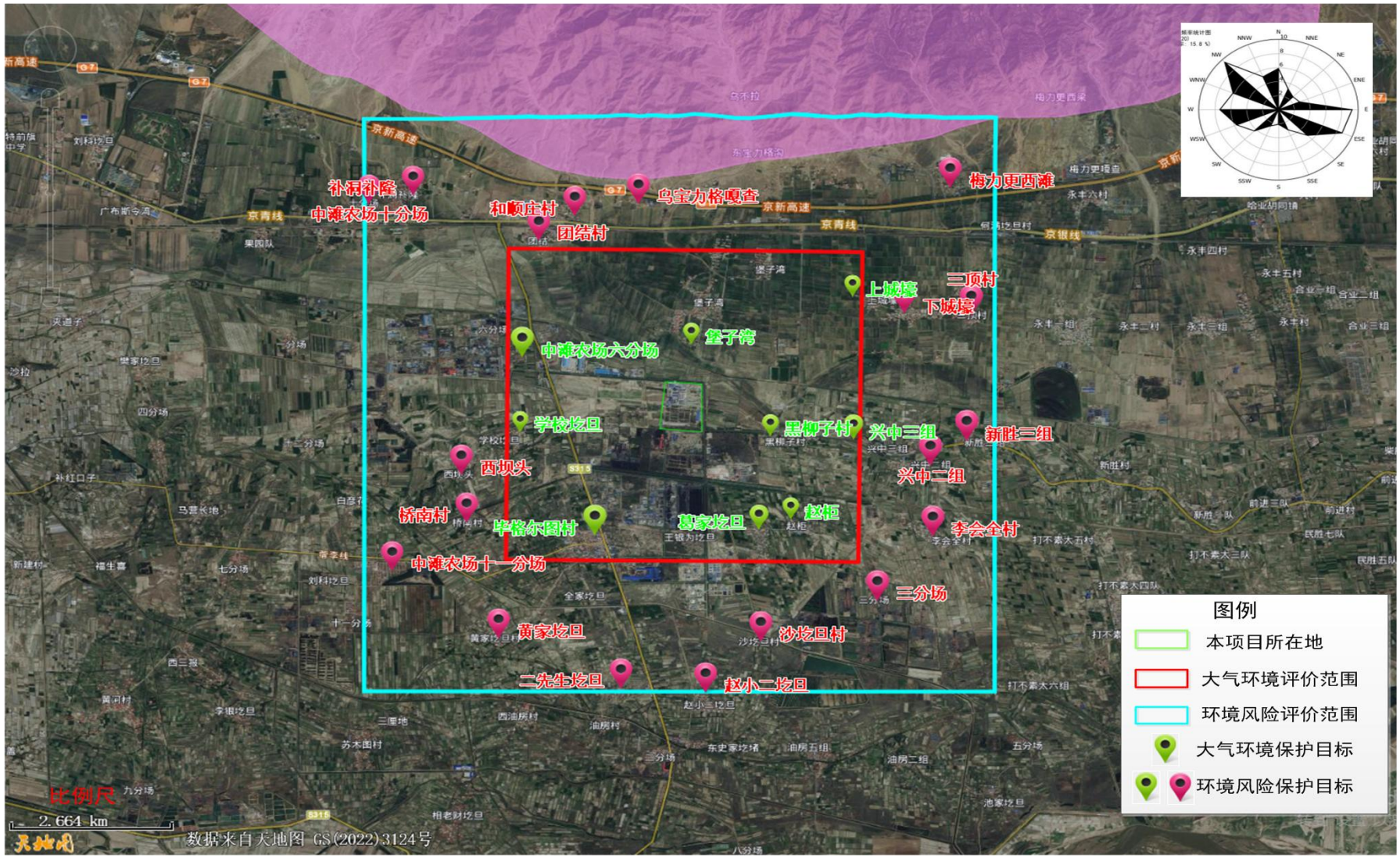


图 2.8-1　本项目环境保护目标图

3 现有项目工程概况及工程分析

3.1 现有项目工程基本情况

3.1.1 现有项目环境影响评价情况

内蒙古东立光伏股份有限公司于 2014 年 6 月注册成立，是一家专业从事光伏产业及半导体行业硅料、硅片及太阳能电池组件生产、销售的公司，由武汉东立光伏电子有限公司独家投资成立，公司主要从事光伏电子硅材料的生产及研发。

(1)《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目》环境影响评价情况

2015 年 7 月中冶东方控股有限公司完成《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目环境影响报告书》，2015 年 8 月 19 日，巴彦淖尔市环境保护局以巴环审发[2015]32 号文对建设项目环境影响报告书进行了批复，项目分二期进行建设，建设规模为一期单独建设硅料生产装置，生产规模 1.2 万 t/a；二期硅料生产规模 48000t/a，太阳能电池组件规模 7500MW/a。该项目于 2016 年 3 月开工建设，建设过程中，2017 年 4 月 6 日中冶东方控股有限公司递交《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目关于变更锅炉排放标准的申请及说明》于巴彦淖尔市环境保护局，2017 年 4 月 24 日巴彦淖尔市环境保护局以巴环函[2017]44 号发布《关于对“内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目一期工程锅炉及排放执行标准变更”的意见》，变更后，一期工程配套建设的 2×35t/h 循环流化床锅炉烟气脱硝由 SCR 变更为 SNCR，1 台 16500kw 导热油炉不再建设脱硝装置；烟气污染物排放符合《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 2 限值要求。

2018 年 5 月中冶东方控股有限公司完成《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目环境影响报告书变更说明》，2018 年 6 月 6 日，巴彦淖尔市环保局发布《关于对“内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳电池组件及配套项目环境影响报告书变更”的意见》，同意变更。

(2)《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目》环保验收情况

①一期验收情况

内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目（1.2 万吨硅料）（以下简称“一期工程”）于 2016 年 3 月开工建设，2018 年 8 月竣工，

2018 年 9 月投入试生产。一期工程于 2019 年 1 月委托内蒙古新康达环境保护检测有限公司对项目进行竣工环境保护验收，于 2019 年 6 月 21 日取得（大气、水和噪声）验收意见内东电发[2019]33 号，于 2019 年 6 月 23 日取得（固废）验收意见巴环验[2019]19 号。

②二期验收情况

鉴于企业目前实际生产情况和市场发展需求，公司在现有厂区南侧继续建设二期工程年产4.8万吨硅料项目，二期工程暂时不建设7500MW太阳能电池组件，厂址中心坐标为N40°35′39.71″，E109°21′38.97″，目前现有二期工程已经建设完成，准备试生产，未进行环保验收。

(3)《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》环境影响评价及环保验收情况

2022 年 10 月，内蒙古生态环境科学研究院有限公司编制完成了《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》。2022 年 12 月 30 日，巴彦淖尔市生态环境局乌拉特前旗分局对《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目环境影响报告书》进行了审批，批复文号为乌前环书审[2022]14 号。

内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目位于内蒙古乌拉特前旗工业园区内蒙古东立光伏电子有限公司现有厂区预留用地和厂区东侧新批用地。提质增效节能技改项目为一期工程技改，建设内容为新建 1 座冷氢化车间，配备 1 条 35 万 t/a 生产线及配套设备，原有 2*15 万 t/a 冷氢化生产线一开一备;在现有一车间(还原车间)东侧新建 1 技改还原厂房，配备 1 套还原炉 (3 台)，并对原有 18 台还原炉增高钟罩增加炉体单位面积产能;对尾气回收车间(二车间-CDI)(尾气车间)升级改造新建 1 套活性碳吸附塔，2 台氢气吸附装置，1 台旋风分离器和两台换热器等配套装置，对精馏车间进行升级改造，新增 1 套还原分离塔及配套设施、1 套氢化料液相吸附，1 套还原液相吸附 1 台 CPS 除杂装置和 2 台反歧化反应器。其余公辅设施全部依托现有 1.2 万吨多晶硅项目。形成 2 万 t/a 高纯多晶硅的产能规模。

目前项目已经建设完成，准备试生产，未进行验收。

(4)《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期年产 4.8 万吨硅料锅炉变更项目》环境影响评价及环保验收情况

2023年3月，内蒙古生态环境科学研究院有限公司编制完成了《内蒙古东立光伏股份有限公司年产7500MW太阳能电池组件及配套项目二期年产4.8万吨硅料锅炉变更项目》，变更内容如下：正常生产时二期工程需要1MPa蒸汽80.78t/h,基于优化工艺，还原炉内出现的大量闪蒸蒸汽可以高效回收，回收蒸汽量为35.98 t/h, 只需要2台燃煤锅炉补充蒸汽44. 8t/h。因此拟将原环评批复建设中 “2×130t/h循环流化床锅炉烟气分别采用SCR脱硝+电袋复合除尘器处理后，共用1台脱硫塔（石灰石-石膏）脱硫。3×21000kW导热油炉烟气分别采用SCR脱硝+袋式除尘器后，共用1台脱硫塔（石灰石-石膏）脱硫。脱硫后的锅炉烟气与导热油炉烟气合并通过1根120m高烟囱排放”变更为“2×60t/h燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR脱硝+布袋除尘器处理后，共用1台脱硫塔（电石渣-石膏法）处理后通过1根50m高烟囱排放，配备1套烟气在线监测系统；2×60t/h燃气锅炉烟气分别采用低氮燃烧脱硝处理后共用1根42m烟囱排放，配备1套烟气在线监测系统”。目前该项目环评报告表已经取得环评批复。目前项目已经建设完成，准备试生产，未进行验收。

3.1.2 现有项目名称、单位及建设地点

项目名称：内蒙古东立光伏电子有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目。

建设单位：内蒙古东立光伏电子有限公司

建设地点：现有项目建设地点位于巴彦淖尔市内蒙古乌拉特前旗工业园区。规划厂区北侧为纬二路、东侧为经六路、南侧、西侧均为园区工业用地（未利用）。

建设规模：项目分二期进行建设，一期单独建设硅料生产装置，生产规模 20000 t/a；二期硅料生产规模 48000t/a。

3.1.3 现有项目总投资、工作制度、劳动定员

项目总投资：现有项目总投资为 1165703 万元。

工作制度及劳动定员：现有项目的年工作日为 333 天，每天 3 班制，每班 8 小时，年工作时数为 7992 小时。劳动定员 2200 人，其中生产工人 1500 人，辅助生产工人 540 人，技术人员 60 人，管理人员 100 人。

3.1.4 现有项目建设规模及产品方案

现有项目为主要生产太阳能硅料及太阳能电池组件，具体的建设规模见表 3.1-1。

表 3.1-1　现有工程建设规模

序号	产品名称	建设规模	《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目》	《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》	《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期年产 4.8 万吨硅料锅炉变更项目》	实际生产规模
1	硅料	68000t/a	一期 12000t/a，二期 48000t/a	一期扩产至 20000t/a	二期 48000t/a	一期 20000t/a，二期 48000t/a
2	太阳能电池组件	7500MW	二期建设	---	暂时不再建设 7500MW 太阳能组件	暂时不再建设 7500MW 太阳能组件
（1）	单晶硅太阳能电池组件	3750MW		---		
（2）	多晶硅太阳能电池组件	3750MW		---		

3.1.5 现有工程平面布置及占地面积

全厂占地面积为 364827.19m^2（约 547.24 亩），厂区主要包括主要生产区和行政办公生活辅助区两大部分，其中主要生产区包布置在厂区北侧和西侧；行政办公生活辅助区主要包括办公楼及空压站、水泵房、变电站等配套辅助设施，位于厂区东侧和南侧。现有工程总平面布置见图 3.1-1。

3.1.6 现有项目组成

现有工程组成包括主体工程、公用工程、辅助工程、储运工程、环保工程等。现有项目组成一览表见表 3.1-2。

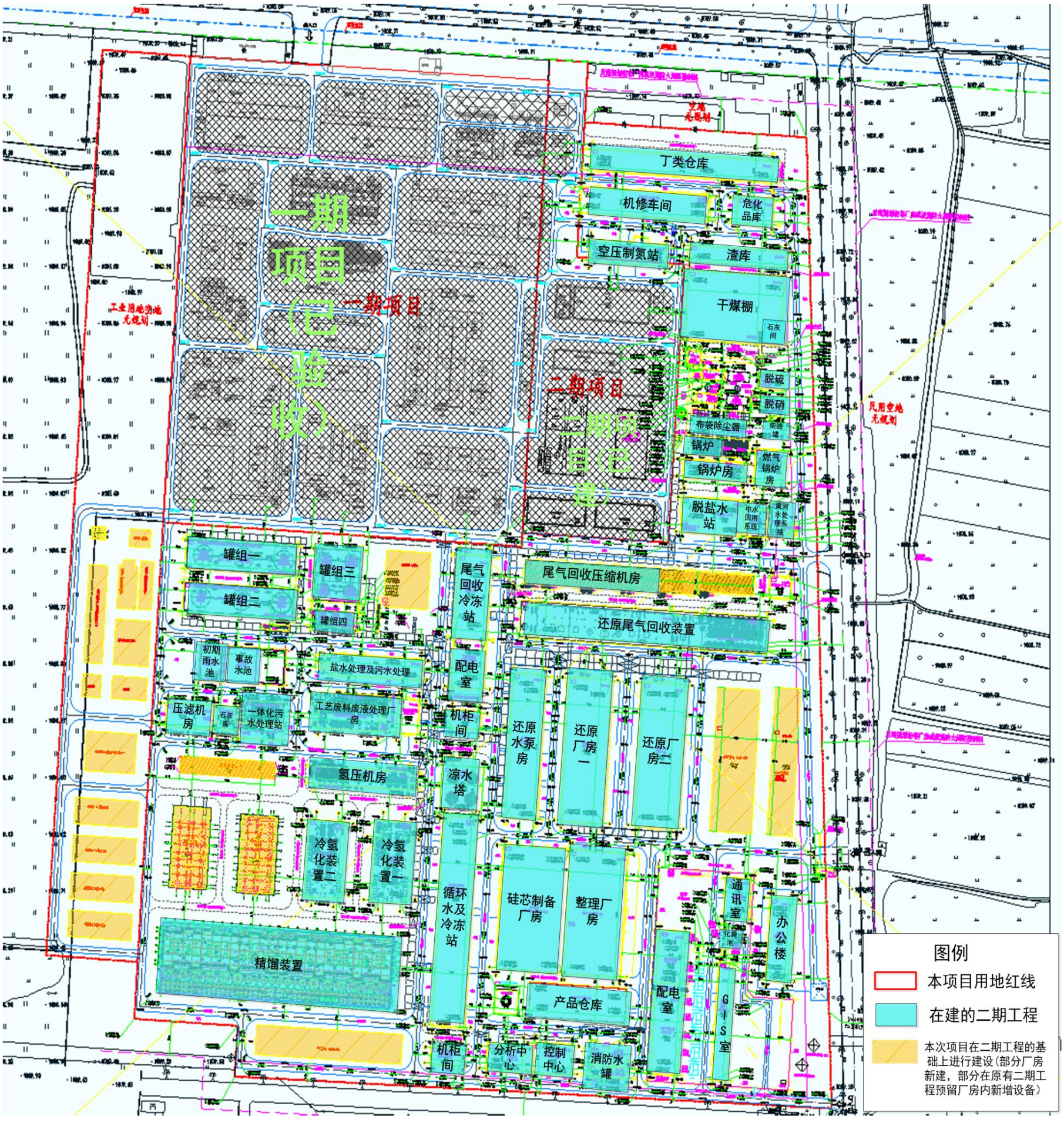


图 3.1-1　　现有工程总平面布置图

表 3.1-2　现有项目工程组成一览表

序号	项目名称	《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目》环评报告及环评批复的内容		《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目（1.2 万吨/年硅料）》竣工环境保护验收报告及验收批复的内容 (一期项目)	《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》	《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期年产 4.8 万吨硅料锅炉变更项目》环评报告的内容	现有工程实际建设情况		与环评/验收建设内容是否一致
							现有工程实际建设建设内容	建设进度	
一	生产设施								
1	硅料装置	年产 1.2 万吨硅料装置一套，包括四氯化硅氯氢化车间、三氯氢硅还原车间、还原尾气处理车间、精馏车间、制氢车间、整理车间、罐区等	一期	年产 1.2 万吨硅料装置一套(由 2 条年产 6000 吨硅料生产线组成)，还原车间(18 台还原炉)、尾气车间 (湿法除尘塔、吸收塔、解析塔)、精馏车间、冷氢化车间(冷氢化反应塔、洗涤塔、粗分塔)、制氢车间、整理车间、罐区等。	改良西门子法（闭环式三氯氢硅氢还原法）工艺流程不变，技改后形成 2 万 t/a 高纯多晶硅的产能规模。 新建 1 条 35 万 t/a 冷氢化生产线，车间占地面积为 1369.19m^2，五层设置。新建四车间氢压机厂房二，车间占地面积为 981.25m^2，一层设置，配备循环氢压缩机系统、补充氢压缩机系统等。原有 2*15 万 t/a 冷氢化生产线一开一备。 在现有一车间（还原车间）东侧新建 1 技改还原厂房，配备 1 套还原炉（3 台）；占地面积为 826.54m^2。新增 3 台新还原炉可提高硅棒的生长速度并增加炉体单位面积产能，并对原有 18 台还原炉增高钟罩，也可以增加炉体单位面积产能，提升还原炉运行初期沉积速度，提高产能。 厂区现有 1 套还原尾气干法分离装置，本次技改对其进行升级改造，新建 1 套活性塔，2 台氢气吸附装置，1 台旋风分离器和两台换热器、-90℃深冷装置及附属设备。 对三车间精馏车间进行升级改造，新增 1 套还原分离塔及配套设施、1 套氢化料液相吸附，1 套还原液相吸附、1 台 CPS 除杂装置和 2 台反歧化反应器。	---	一期工程形成 2 万 t/a 高纯多晶硅的产能规模。设有还原车间(21 台还原炉)、尾气车间(湿法除尘塔、吸收塔、解析塔)、精馏车间、冷氢化车间(冷氢化反应塔、洗涤塔、粗分塔)、制氢车间、整理车间、罐区等。 3 条冷氢化生产线，1 条 35 万 t/a 冷氢化生产线，2 条 15 万 t/a 冷氢化生产线(一开一备)。 2 间还原车间，还原车间内共计 21 台还原炉。 1 套还原尾气干法分离装置，1 套活性塔，2 台氢气吸附装置，1 台旋风分离器和两台换热器、-90℃深冷装置及附属设备。	已建	符合
		年产 4.8 万吨硅料装置一套，包括四氯化硅氯氢化车间、三氯氢硅还原车间、还原尾气处理车间、精馏车间、制氢车间、整理车间、罐区等	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
2	太阳能电池组件装置	生产车间 2 座，年产 7500MW 电池组件装置，包括单晶拉晶、多晶铸锭、切片及硅料清洗、电池组件组	二期	---	---	暂时不再建设 7500MW 太阳能组件。	暂时不再建设 7500MW 太阳能组件。	---	符合

		装、贮存仓库等							
二	**辅助设施**								
1	锅炉及导热油炉	2×35t/h 循环流化床锅炉，1×16500kW 导热油链条炉	一期	2×35t/h 循环流化床锅炉，1×10600kW导热油链条炉。 导热油炉改为1×10600kW，小于环评要求，足以满足生产需求。	2×35t/h循环流化床锅炉，1×10600kW导热油链条炉。	---	一期项目配套建设2×35t/h循环流化床锅炉，1×10600kW导热油链条炉。	已建	符合
		2×130t/h 循环流化床锅炉，3×21000kW 导热油炉	二期	---	---	变更锅炉吨位，不建设导热油炉。 二期项目配套建设2×60t/h循环流化床锅炉，锅炉型号为DHX60-1.25-AⅡ，燃煤锅炉房占地面积1360m^2，高33.1m，在燃煤锅炉房东侧建设一座燃气锅炉间，占地面积728m^2，高10m，配套2×60t/h燃气锅炉。锅炉年运行时间333天，三班制，每班8小时。	与锅炉变更环评一致，已经建设完成，正在试生产。 二期项目配套建设2×60t/h循环流化床锅炉，锅炉型号为DHX60-1.25-AⅡ，燃煤锅炉房占地面积1360m^2，高33.1m，在燃煤锅炉房东侧建设一座燃气锅炉间，占地面积728m^2，高10m，配套2×60t/h燃气锅炉。	已建	符合
2	制氮、空压	1000m^3/h 深冷空分制氮装置 3 套，无油螺杆空压机 5 台	一期	1000m^3/h 深冷空分制氮装置 1 套，2000m^3/h 深冷空分制氮装置 1 套，无油杆空压机 3 台。 减少 2 套 1000m^3/h 深冷空分制氮装置，增加 1 套 2000m^3/h 深冷空分制氮装置，总能力 3000m^3/h 不变；无油螺杆空压机减少 2 台；优化设备，满足生产需求。	1000m^3/h深冷空分制氮装置1套，2000m^3/h 深冷空分制氮装置 1套，无油杆空压机 3 台。	---	1000m^3/h 深冷空分制氮装置 1 套，2000m^3/h 深冷空分制氮装置 1 套，无油杆空压机 3 台。	已建	符合
		10000m^3/h 制氮装置 1 套，无油螺杆空压机 5 台	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
3	制冷站	冷冻机 20 台	一期	冷冻机 9 套。冷冻机数量减少 11 套，足以满足生产需求。	技改尾气回收车间制冷依托现有 CDI 深冷系统。 技改冷氢化配套新建动力车间一座，设置冷氢化制冷站制备7/12℃冷冻水。热水型溴化锂冷水机组是使用热水做为热源，水作为制冷剂，溴化锂作为吸收剂，利用水在高真空中蒸发吸热达到制冷的目的，从而制出 7℃冷水的节能型机组。	---	冷冻机9套。 技改冷氢化配套新建动力车间一座，设置冷氢化制冷站制备7/12℃冷冻水。热水型溴化锂冷水机组是使用热水做为热源，水作为制冷剂，溴化锂作为吸收剂，利用水在高真空中蒸发吸热达到制冷的目的，从而制出7℃冷水的节能型机组。	已建	符合
		冷冻机 12 台，26660kW/h	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
4	全厂给排水	包括循环水系统、脱盐水站、污水处理厂、给排水管网等	一期	包括循环水系统、脱盐水站、污水处理车 间、给排水管网等	包括循环水系统、脱盐水站、污水处理车 间、给排水管网等	---	包括循环水系统、脱盐水站、污水处理车间、给排水管网等	已建	符合
		包括循环水系统、脱盐水站、污水处理厂、给排水管网等	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
三	**储运设施**								
1	甲醇储罐	465m^3 浮顶罐 2 个	一期	465m^{3}浮顶罐 3 个。 新增 1 个浮顶罐，保证生产需求。	465m^{3}浮顶罐 3 个。	---	465m^{3}浮顶罐 3 个。	已建	符合
		700m^3 内浮顶罐 4 个	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合

2	盐酸储罐	500m³ 固定罐 8 个	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
3	三氯氢硅储罐	1000m³ 固定罐 3 个	一期	1000m³固定罐 3 个	1000m³固定罐 3 个	---	1000m³固定罐 3 个	已建	符合
		3000m³ 固定罐 5 个	二期	---	---	---	3000m³固定罐3个，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
4	四氯化硅储罐	3000m ³ 固定罐 3 个	一期	3000m³固定罐 3 个	3000m³固定罐 3 个	---	3000m³固定罐 3 个	已建	符合
		3000m³ 固定罐 2 个	二期	---	---	---	与一期共用，不在建设。	---	符合
5	氯硅烷储罐	1000m³ 固定罐 1 个	一期	1000m³固定罐 1 个	1000m³固定罐 1 个	---	1000m³固定罐 1 个	已建	符合
		3000m³ 固定罐 4 个	二期	---	---	---	与一期共用，不在建设。	---	符合
6	氢气储罐	100 m³ 缓冲罐 2 个，40m³ 缓冲罐 1 个	一期	100m³缓冲罐 2 个，40m³缓冲罐 1 个	100m³缓冲罐 2 个，40m³缓冲罐 1 个	---	100m³缓冲罐 2 个，40m³缓冲罐 1 个	已建	符合
		72 m³ 缓冲罐 1 个，20m³ 缓冲罐 1 个	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
7	导热油储罐	50m³ 固定罐 1 个	一期	135.2m³固定罐 1 个。固定罐容积增加，以保证生产需求	135.2m³固定罐 1 个	---	135.2m³固定罐 1 个	已建	符合
		100m³ 固定罐 1 个	二期	---	---	变更锅炉吨位，不建设导热油炉。	不建设导热油罐	---	符合
8	硝酸贮槽	50m³ 卧式槽罐 1 个，100m³ 卧式槽罐 2 个	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
9	氢氟酸贮槽	50m³ 卧式槽罐 1 个，100m³ 卧式槽罐 2 个	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
10	氢氧化钠溶液储罐	50m³ 卧式槽罐 3 个	一期	50m³立式槽罐 1 个将 50m³卧式槽罐改为 50m³立式槽罐，数量减少，可满足生产需求	50m³立式槽罐 1 个将 50m³卧式槽罐改为 50m³立式槽罐	---	50m³立式槽罐 1 个将 50m³卧式槽罐改为 50m³立式槽罐	已建	符合
		50m³ 卧式槽罐 3 个	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
11	液氨	10m³ 固定罐 2 个	一期	10m³固定罐 2 个	10m³固定罐 2 个	---	10m³固定罐 2 个	已建	符合
		30 m³ 固定罐 2 个	二期	---	---	脱硝用液氨变更为 20%氨水 1 个 15 m³20%氨水固定顶罐	二期项目脱硝使用尿素，使用 1 个 20m³ 的尿素储存罐。	已建	符合
12	封闭式煤棚	2304m² 煤棚 1 座	一期	2304m² 煤棚 1 座，上煤处多了台破碎机。上煤处多了台破碎机，全封闭煤棚抑制了颗粒物粉尘的扬逸及噪声的产生	2304 ㎡煤棚 1 座，上煤处多了台破碎机。	---	2304 ㎡煤棚 1 座，上煤处多了台破碎机。	已建	符合
		975m² 煤棚 1 座，4500m² 煤棚 1 座	二期	---	---	煤棚改为全封闭煤库新建全封闭原煤库房 1 座，建筑面积 5473.44m²	煤棚改为全封闭煤库新建全封闭原煤库房 1 座，建筑面积 5473.44m²	已建	符合
13	石灰石仓	25m³ 石灰石仓 1 座	一期	65m³石灰石仓 1 座。石灰石仓容积增大，保证生产需求存储量	65m³石灰石仓 1 座。	---	65m³石灰石仓 1 座。	已建	符合
		80 m³ 石灰石仓 1 座	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
14	粉煤灰仓	150 m³ 灰仓 1 座	一期	300m² 中和渣库 1 座、640m² 灰渣库 1 座渣仓容积增大	300m² 中和渣库 1 座、640m² 灰渣库 1 座	---	300m² 中和渣库 1 座、640m² 灰渣库 1 座	已建	符合
		600 m³ 灰仓 1 座	二	---	---	新建 1219.4m² 全封闭渣库 1	新建 1219.4m² 全封闭渣库	已建	符合

			期			座，用于炉渣的厂内暂存；新建 38.73m² 全封闭灰库 1 座，用于除尘灰的厂内暂存；新建 55m² 全封闭石膏库 1 座，用于脱硫石膏的厂内暂存，全部送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。	1 座，用于炉渣的厂内暂存；新建 38.73m² 全封闭灰库 1 座，用于除尘灰的厂内暂存；新建 55m² 全封闭石膏库 1 座，用于脱硫石膏的厂内暂存，全部送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。		
15	渣仓	70 m³ 渣仓 1 座	一期	300m² 中和渣库 1 座、640m² 灰渣库 1 座渣仓容积增大	300m² 中和渣库 1 座、640m² 灰渣库 1 座	---	300m² 中和渣库 1 座、640m² 灰渣库 1 座	已建	符合
		200 m³ 锅炉渣仓 1 座、100 m³ 导热油炉渣仓 1 座	二期	---	---	新建 1219.4m² 全封闭渣库 1 座，用于炉渣的厂内暂存；新建 38.73m² 全封闭灰库 1 座，用于除尘灰的厂内暂存；新建 55m² 全封闭石膏库 1 座，用于脱硫石膏的厂内暂存，全部送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。	新建 1219.4m² 全封闭渣库 1 座，用于炉渣的厂内暂存；新建 38.73m² 全封闭灰库 1 座，用于除尘灰的厂内暂存；新建 55m² 全封闭石膏库 1 座，用于脱硫石膏的厂内暂存，全部送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。	已建	符合
16	石膏库	20 m² 石膏库 1 座	一期	27 ㎡石膏库 1 座，石膏库面积增大	27 ㎡石膏库 1 座	---	27 ㎡石膏库 1 座	已建	符合
		90m² 石膏库 1 座	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
四	**行政福利设施**	办公楼 1 座	一期	办公楼 1 座	办公楼 1 座	---	办公楼 1 座	已建	符合
		办公楼 1 座、综合楼 1 座、14208m² 景观池 1 座	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
五	**环保工程**								
1	废气处理	含氯硅烷废气处理装置 1 套	一期	含氯硅烷废气处理装置 1 套	三线冷氢化工序中（吨包袋）硅粉通过电动葫芦吊装至硅粉接收罐，通氮气进行置换，置换合格后，将硅粉（通过位差）放到硅粉计量罐，硅粉再通过高压氢气压送至反应器，接收和计量过程中主要污染物为颗粒物，计量罐尾气经陶瓷过滤器处理后 40m 排气筒 DA016 排放，接收罐尾气经陶瓷过滤器处理后 40m 排气筒 DA017 排放。 多晶硅棒破碎过程产生的粉尘依托现有布袋除尘器处理后经 15m 排气筒 DA006、15m 排气筒 DA007 排放。 多晶硅棒表面酸洗产生的酸洗废气依托现有硅料酸性废气处理系统，采用二级喷淋（10%氢氧化钠和硫代硫酸钠混合溶液）洗涤处理，处理后的废气经 35m 排气筒 DA008 排放。 工艺废气经收集后三级冷凝通过风机输送至污水站喷淋洗涤塔吸	---	含氯硅烷废气处理装置 1 套	已建	符合
2		硅料系统酸性废气处理装置 1 套		硅料系统酸性废气处理装置 1 套		---	硅料系统酸性废气处理装置 1 套	已建	符合
3		事故废气处理装置 1 套		事故废气处理装置 1 套		---	事故废气处理装置 1 套	已建	符合
4		有机废气处理装置 1 套		---		---	---	---	符合
5		锅炉 SCR 脱硝+电袋复合除尘器+石灰石-石膏法脱硫装置 2 套		锅炉烟气处理设施改为布袋除尘器+双碱法脱硫		---	锅炉烟气处理设施改为布袋除尘器+双碱法脱硫	已建	符合
6		导热油炉 SCR 脱硝+袋式除尘器+石灰石-石膏法脱硫装置 1 套		导热油炉处理设施改为多管除尘器+双碱法脱硫、共用双碱法脱硫装置 1 套。蒸汽锅炉烟气经布袋除尘器+双碱法脱硫，导热油炉烟气经新型多管除尘器+双碱法脱硫处理后尾气均可达《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)中限值要求，且企业实际选用低硫氮优质煤，所以没有建设 SNCR 脱硝+电袋复合除尘器+石灰石-石膏法脱硫装置。		---	导热油炉处理设施改为多管除尘器+双碱法脱硫、共用双碱法脱硫装置 1 套。蒸汽锅炉烟气经布袋除尘器+双碱法脱硫，导热油炉烟气经新型多管除尘器+双碱法脱硫处理后尾气均可达《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014) 中限值要求，且企业实际选用低硫氮优质煤，所以没有建设 SNCR 脱硝+电袋复合除尘器+石灰石-石膏法脱硫装置。	已建	符合
7		---		---		---	接收和计量过程中主要污染物为颗粒物，计量罐尾气经陶瓷过滤器处理后 40m 排气筒	已建	符合

					收处理后经 35m 排气筒 DA009、DA010、DA011、DA012、DA013、DA014 排放。		DA016 排放，接收罐尾气经陶瓷过滤器处理后 40m 排气筒 DA017 排放。多晶硅棒破碎过程产生的粉尘依托现有布袋除尘器处理后经 15m 排气筒 DA006、15m 排气筒 DA007 排放。		
8		含氯硅烷废气处理装置 1 套		---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
9		硅料系统酸性废气处理装置 1 套		---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
10		电池组件车间酸性废气处理装置 1 套		---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
11		事故废气处理装置 1 套		---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
12		有机废气处理装置 1 套		---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
13		锅炉 SCR 脱硝+电袋复合除尘器+石灰石-石膏法脱硫装置 2 套	二期	---	---	SCR 脱硝变更为 SNCR，2×60t/h 燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器处理后，共用 1 台脱硫塔（电石渣-石膏法）处理后通过 1 根 50m 高烟囱 DA001 排放，配备 1 套烟气在线监测系统；2×60t/h 燃气锅炉烟气分别采用低氮燃烧脱硝处理后共用 1 根 42m 烟囱 DA002 排放，配备 1 套烟气在线监测系统。	---	已建	符合
14		导热油炉 SCR 脱硝+袋式除尘器+石灰石-石膏法脱硫装置 3 套		---	---	不建设导热油炉	不建设导热油炉	---	符合
15	水处理	5m³/h 硅料系统酸碱废水处理装置 1 套	一期	50m³/h 回用水处理装置 1 套 (处理循环产生的 浓水)；800m³/h 酸碱废水处理淋洗塔系统 (处 理脱硫废水、脱盐水浓水、整理排水、还原炉 钟罩清洗水、锅炉排水) ； 100m³/h 淋洗水旁滤装置 1 套 (降低循环水浊度)；200m³淋洗水水泵外移装置 1 套；25m³/h 双效蒸发装置 1 套(处理高盐水)回用水处理装置改为 50m³/h，新增淋洗水旁滤装置、淋洗水水泵外移装置和双效蒸发装置，项目生产废水不外排，优化细分了废水处理系统；煤棚外侧多了台石灰乳加料机(石灰乳加料机为污水车间提供碱液喷淋用料)增加设备置于全封闭电石渣库中，抑制了颗粒物粉尘的扬逸及噪声的产生。	依托现有一期污水处理站。	---	50m³/h 回用水处理装置 1 套 (处理循环产生的 浓水) ；800m³/h 酸碱废水处理淋洗塔系统 (处 理脱硫废水、脱盐水浓水、整理排水、还原炉 钟罩清洗水、锅炉排水) ；100m³/h 淋洗水旁 滤装置 1 套 (降低循环水浊度) ；200m³淋洗 水水泵外移装置 1 套；25m³/h 双效蒸发装置 1 套 (处理高盐水) 回用水处理装置改为 50m³/h ，新增淋洗水旁滤装置、淋洗水水泵外移装置和双效蒸发装置	已建	符合
16		脱硫废水处理 1 套							
17		15m³/h 回用水处理装置 1 套							符合
18		30m³/h 硅料系统酸碱废水处理装置 1 套	二期	---	---	二期工程配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂不凝性尾气），二期工程配套建设污水处	与锅炉变更环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
19		1500m³/h 电池组件车间酸碱废水			---				

		处理装置 1 套				400m³/h 一体化污水处理系统（处理原水处理系统浓水和中水回用处理系统浓水），40m³/h 高盐废水蒸发结晶装置 1 套。	理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂不凝性尾气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理原水处理系统浓水和中水回用处理系统浓水），40m³/h 高盐废水蒸发结晶装置 1 套。		
20		1000m³/h 有机废水处理装置 1 套			---				
21		140m³/h 切割废水处理装置 2 套			---				
22		脱硫废水处理 1 套			---				
23		3000m³/h 回用水处理装置 1 套			---				
24	事故及消防废水收集池	3000m³/h 事故及消防废水收集池 1 座	一期建设	废水中和调节池；锅炉车间西侧调节池；罐区事故池废水中和调节池；锅炉车间西侧调节池(用于二效蒸发前蓄水)；2 座 1700m³ 事故池。	依托现有一期事故应急池。	---	废水中和调节池；锅炉车间西侧调节池；罐区事故池废水中和调节池；锅炉车间西侧调节池(用于二效蒸发前蓄水)；2 座 1700m³ 事故池。	已建	符合
			二期	---	---	二期建设 9000m³（60m×30m×5m）事故及消防废水收集池 1 座。初期雨水池 3000m³（20m×30m×5m）	二期建设 9000m³（60m×30m×5m）事故及消防废水收集池 1 座。初期雨水池 3000m³（20m×30m×5m）	已建	符合
25	固体废物	中和渣存储干燥间 120m²,一般固体废物暂存间 300m²，危险废物暂存间 72m²	一期	中和渣存储干燥间 280 ㎡，一般固体废物暂存间 945 ㎡,危险废物暂存间 72 ㎡。中和渣和一般固废的存储间面积增大。	依托现有一期中和渣库储存中和渣； 依托现有一期一般固体废物暂存间。依托现有一期危废间储存危险废物。	---	中和渣存储干燥间 280 ㎡，一般固体废物暂存间 945 ㎡，危险废物暂存间 72 ㎡。中和渣和一般固废的存储间面积增大。	已建	符合
26		中和渣存储干燥间 600m²，一般固体废物暂存间 1000m²，危险废物暂存间 200m²	二期	---	---	中和渣存储干燥间600m²，一般固体废物暂存间1000m²，危险废物暂存间200m²	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
27	罐区防渗	防渗面积 11440m²	一期	防渗面积 11440 ㎡	防渗面积 11440 ㎡	---	防渗面积 11440 ㎡	已建	符合
28		防渗面积 21270m²	二期	---	---	---	与环评一致，已经建设完成，正在试生产。	已建	符合
29	水处理设施防渗	防渗面积 3619m²	一期	防渗面积 3700 ㎡，防渗面积增大	防渗面积 3700 ㎡，防渗面积增大	---	防渗面积 3700 ㎡	已建	符合
30		防渗面积 6460m²	二期	防渗面积 3700 ㎡	---	防渗面积 3700 ㎡	防渗面积 3700 ㎡	已建	符合

3.2 现有项目工程分析

3.2.1 现有项目原辅料消耗情况

现有项目的原辅材料消耗量见表 3.2-1。

表 3.2-1　现有项目原辅材料消耗量

序号	原材料名称	单位	年消耗量			来源	备　注
			一期	二期	合计		
一	**硅料生产系统**						
1	硅粉	t	13000	55892.2	68892.2	周边地区	纯度≥99.5%(wt)
2	盐酸	t	/	17200	17200	市场采购	32%(wt)
3	$CaCl_2$	t	/	13	13	市场采购	二水氯化钙
4	甲醇	t	4400	8448	12848	达拉特旗	纯度≥99.999%(wt)
5	氢氟酸	t	20	672	692	市场采购	40%氢氟酸
6	硝酸	t	24	2688	2712	市场采购	65%硝酸
7	石墨件	t	24	96	120	专业厂家	/
8	制氢催化剂	t	10(1 次装 10 吨可以使用 3-5 年)	20	30	市场采购	氧化铜、三氧化二铝、氧化锌
9	变压吸附剂	t	49(1 次装 49 吨可以使用 5-8 年)	16	65	市场采购	活性氧化铝、硅胶、活性炭、分子筛
10	冷氢化催化剂($CuCl_2$)	t	30	12	42	市场采购	氯化铜
二	**其他辅助原料**						
1	氢氧化钠	t	60	240	300	市场采购	32%浓度
2	生石灰	t	900	18000	27000	市场采购	85%浓度
3	石灰石	t	0	7800	7800	当地	$CaCO_3$ 含量>90%，粒度 2mm
4	尿素	t	0	656	656	当地	/

3.2.2 现有项目工艺流程

3.2.2.1 多晶硅料生产

现有项目多晶硅料生产线的生产能力为 6.8 万 t/a（现有一期工程生产能力为 2 万 t/a，现有二期工程生产能力为 4.8 万 t/a）。

现有项目多晶硅生产线采用改良西门子工艺，其主要生产工艺是：工业硅粉、氢气与气态四氯化硅在流化床内反应，生成三氯氢硅及少量二氯氢硅、聚氯硅烷、金属氯化物等汽体混合物，将其冷凝得到液态混合物，用分馏提纯的方法从冷凝液中分离出高纯度的三氯氢硅；再将三氯氢硅、氢气按一定比例混合、汽化引入多晶硅还原炉，在置于还原炉内的 U 型棒状硅芯两端施加一定的电压、电流，控制工艺所需温度，三氯氢硅被氢气还原成元素硅，并沉积在硅芯表面，逐渐生成所需规格尺寸的多晶硅棒。还原反应生成的氯硅烷、氢气、氯化氢经过分离后分

别回用。

现有工程多晶硅生产选用改良西门子法生产多晶硅，主要化学反应式如下：

$Si+3SiCl_4+2H_2=4SiHCl_3$

$SiHCl_3+H_2=Si+3HCl$

其主要生产工艺是：工业硅粉、氢气与气态四氯化硅在流化床内反应，生成三氯氢硅及少量二氯氢硅、聚氯硅烷、金属氯化物等汽体混合物，将其冷凝得到液态混合物，用分馏提纯的方法从冷凝液中分离出高纯度的三氯氢硅；再将三氯氢硅、氢气按一定比例混合、汽化引入多晶硅还原炉，在置于还原炉内的 U 型棒状硅芯两端施加一定的电压、电流，控制工艺所需温度，三氯氢硅被氢气还原成元素硅，并沉积在硅芯表面，逐渐生成所需规格尺寸的多晶硅棒。还原反应生成的氯硅烷、氢气、氯化氢经过分离后分别回用。

3.2.2.2 四氯化硅冷氢化工艺流程

四氯化硅冷氢化反应的目的是为了消化多晶硅还原生产过程副产的 $SiCl_4$，使之与硅粉、氢气反应生成三氯硅烷而加以利用。是由传统西门子法过渡到改良西门子法的重要标志之一，使多晶硅厂的大部分物料实现封闭循环运转，并得到最有价值的利用。四氯化硅主要来源于还原反应单元。

1.冷氢化原理

利用四氯化硅在催化剂作用下发生高温热分解和加氢反应得到三氯硅烷。其产生的副产物氯化氢再与硅粉发生连锁反应，生成三氯硅烷和四氯化硅，同时还原尾气分离出的氯化氢也返回该系统，与硅粉进行反应。

主反应：$Si+3SiCl_4+2H_2\rightarrow4SiHCl_3$

2.冷氢化工艺流程

自罐区和冷氢化粗馏塔侧采来的四氯化硅进入缓冲罐，送至四氯化硅热交换器与净化后的粗三氯硅烷气体进行换热，再至四氯化硅预热器。冷氢化装置的循环氢气与来自冷氢化后续冷凝系统产生的不凝气（主要含氢气）经循环氢气压缩机加压至 3.6MPa.G 和来自甲醇制氢的氢气和还原尾气回收回收的氢气经补充氢压缩机加压至 3.6MPa.G 后混合，送至氢气预热器预热至约 170～185℃，预热后的氢气与预热后的四氯化硅液体充分混合，依次通过四氯化硅汽化器（采用蒸汽加热）、过热器、热交换器（与冷氢化反应后高温尾气换热）以及电加热器加热至约 600℃，送入流化床反应器。

外购硅粉与催化剂（金属氯化物）混合，由高压氢气推送进流化床反应器。在流化床反应器中，四氯化硅、氢气和硅粉在 450～600℃、3.0～3.6MPa 和催化剂作用下进行反应，生成三氯硅烷；同时氯化氢与硅粉反应生成三氯硅烷和四氯化硅。反应合成气为含有三氯硅烷、二氯二氢硅和未反应的四氯化硅、氢气、副反应产物及硅粉等的混合气体，与原料四氯化硅和氢气混合料换热后，先经过旋风分离器，后经过硅粉过滤器回收混合气中夹带的硅粉。反应合成气进入淋洗塔上部被回流液洗涤，粉尘随液体流入塔釜，塔釜液排到渣浆缓冲罐，缓存后送至渣浆处理系统。净化后的气体经冷凝系统冷凝后氯硅烷进入粗 TCS 缓冲罐，不凝气氢气循环使用。粗 TCS 缓冲罐中的氯硅烷，经计量通过压差连续送入粗馏塔进行精馏，塔顶粗 TCS 送至精馏装置，侧线采出的四氯化硅送至四氯化硅缓冲罐循环使用。

3.2.2.3 三氯氢硅还原车间工艺流程

三氯硅烷还原装置采用改良西门子工艺。还原装置主要包括还原炉、三氯硅烷汽化器、三氯硅烷过热器、尾气冷却器、氢气预热器热能利用系统、停炉冷却系统、钟罩冷却系统、底盘冷却系统、法兰冷却系统、电极调功冷却系统、配电系统等。

1.还原工艺原理

高纯 H_2 和精制 $SiHCl_3$ 进入还原炉，在 1050℃~1100℃的硅芯发热体表面上反应，生成晶体硅沉积在硅芯表面，定期更换硅棒，去整理车间得多晶硅成品。反应方程式如下：

主反应：$SiHCl_3+H_2\rightarrow Si+3HCl$

$2SiHCl_3\rightarrow Si+SiCl_4+2HCl$

2.还原工艺流程

该车间单套还原炉为间歇操作，整个还原系统为连续操作。三氯硅烷、氢气配比自动调节，设有硅棒温度红外监测，还原炉超压时自动切断三氯硅烷及氢气进料。来自精馏工段的高纯三氯硅烷同还原尾气回收氢气汽化器中进行混合，进入三氯硅烷汽化器，在操作压力为 1.0MPa.G 的压力下利用 0.4MPa.G 蒸汽汽化，再同还原尾气回收氢气汽化器中进行混合，通过汽化器温度调节三氯硅烷气体和氢气的进料摩尔比，混合气经过进气加热器被蒸汽加热至 150℃后进入还原炉，还原炉内安装有硅芯，在炉内通电的高温硅芯（硅棒）的表面，温度 1050～1100℃，

三氯硅烷被氢气还原成晶体硅沉积于硅芯（硅棒）表面，使硅棒直径不断长大，直至达到规定的尺寸。氢还原反应同时生成二氯二氢硅、四氯化硅、氯化氢和氢气，与未反应的三氯氢硅和氢气一起送出还原炉，正常生产下还原炉出来的尾气温度约 600～700℃，经还原尾气冷却器用循环冷却水冷却后约 100℃出还原装置进还原尾气回收车间。循环水去闪蒸器。当还原炉内硅棒达到规定尺寸，利用氢气和循环水对还原炉进行降温后，开炉卸出多晶硅棒，安装硅芯。多晶硅棒送去整理车间进行破碎、清洗、包装。

在还原炉正常生产过程中，向还原炉夹套通循环热水，移走辐射至炉壁的热量，以维持适宜的炉壁温度。进水温度 150℃，控制出水温度 170℃，此部分热水进入闪蒸槽进行一次闪蒸，产生的 0.4MPa.G 蒸汽进入蒸汽管网，用于精馏系统等装置。事故状况下（蒸汽管道发生泄漏，蒸汽用户出现异常状况不需要蒸汽等状况）炉体夹套水进入板式换热器利用循环水冷却到 150℃，返回闪蒸槽，正常生产过程闪蒸后的 150℃热水或事故状况下冷却后的 150℃热水，通过炉体冷却水泵输送至反应炉夹套进行循环降温。

同时，在还原炉正常生产过程中，向还原炉底盘通循环热水，移走辐射至底盘的热量，以维持适宜的底盘温度。进水温度 132℃，控制出水温度 150℃，此部分热水进入闪蒸槽进行一次闪蒸，产生的 0.2MPa.G 蒸汽进入蒸汽管网，用于精馏系统等装置。事故状况下（蒸汽管道发生泄漏，蒸汽用户出现异常状况不需要蒸汽等状况）底盘冷却水进入板式换热器利用循环水冷却到 132℃，返回闪蒸槽，正常生产过程闪蒸后的 132℃热水或事故状况下冷却后的 132℃热水，通过底盘冷却水泵输送至反应炉底盘进行循环降温。

为保护还原炉的电极，需往每个电极中通入冷却水（脱盐水），冷却水的进水温度 35℃，回水温度 50℃，再经过单独设置的闭式冷却塔冷却，将 50℃的脱盐水冷却到 35℃，返回电极冷却水槽，最后通过加压输送到每一个电极用点。

为保证还原炉的正常安全快速停炉，设计有还原炉的停炉冷却系统。在切断夹套脱盐热水上水的同时，切换为停炉冷却上水，停炉水上水温度初始为 40℃，进入夹套换热后经过板式换热器冷却进入常压操作的停炉水罐，通过停炉水泵输送至还原炉夹套进行循环换热。

项目三氯氢硅还原车间正常生产时产生的还原尾气送还原尾气回收车间，卸出的多晶硅棒送整理车间。在还原炉开停车时，采用氮气、氢气对炉内残余气体

进行吹扫置换，产生的置换气主要含氮气和氢气，以及少量氯硅烷和氯化氢等，送工艺废气处理车间，先经深冷回收氯硅烷后，经缓冲罐送工艺废气淋洗装置进行处理，回收的氯硅烷去精馏系统。

3.2.2.4 精馏车间工艺流程

精馏车间包括精馏和反歧化工序。三氯氢硅（TCS）提纯装置采用多塔加压连续精馏工艺，氯硅烷的分离和提纯是根据氯硅烷中不同组分相对挥发度的差别，采用精馏工艺进行分离。从而制备满足太阳能级要求的三氯氢硅产品。利用精馏装置分离出的四氯化硅和二氯二氢硅，进行反岐化反应生产三氯氢硅。

来自冷氢化、反歧化、三氯氢硅合成车间的粗三氯氢硅进入合成精馏装置进行精馏、提纯得到三氯氢硅，用于还原车间。在还原工序生成经还原尾气回收分离出来的氯硅烷液体和在四氯化硅氢化工序生成经冷凝分离出来的氯硅烷液体，分别送入氯硅烷分离提纯工序的不同精馏塔中，分离得到高纯度的三氯氢硅、四氯化硅，并返回系统用于硅料的生产。

1.精馏和反歧化原理

（1）三氯氢硅精馏原理

利用原料各种组分或成分在一定压力、温度下挥发度不同的特点，采用高效筛板塔或填料塔进行有效分离，最终得到产品纯度满足太阳能级要求的三氯氢硅产品。项目合成精馏和回收精馏均为常压精馏。

（2）反歧化原理

反歧化反应即归中反应，即同种元素的不同化合物发生氧化还原反应，那种元素的化合价向中间靠拢的反应。本项目利用精馏装置分离出的四氯化硅和二氯二氢硅，进行反歧化反应生成三氯氢硅。

反应方程式：

$SiCl_4+SiH_2Cl_2\rightarrow 2SiHCl_3-Q$

2.精馏工艺流程

精馏装置采用多塔加压耦合连续精馏工艺，分为 4 个单元：1 单元为冷氢化氯硅烷精馏单元，分离来自冷氢化反应单元的氯硅烷物料，去除 DCS、B、P、C 及各种金属杂质，得到高纯 TCS 产品；2 单元为还原尾气干法回收精馏单元，分离还原尾气回收单元氯硅烷，得到循环氯硅烷物料中的三氯氢硅进入还原反应单元，STC 物料进入冷氢化反应单元和反歧化固定床反应单元；还原尾气氯硅烷反歧化

反应作用为还原回收产物中以 DCS 为主的低沸点氯硅烷进入还原反岐化固定床反应器，和来自还原 1 级塔侧采的 STC 反应，反应产物转化为 TCS，进入 2 单元分离。3 单元为高低沸回收及除碳单元，回收全系统高低沸中的 TCS，并将排出富集杂质的高低沸残液进入高低沸吸附装置进行吸附回收利用。4 单元为氢化反歧化分离单元，分离来自氢化反岐化固定床反应的氯硅烷。

冷氢化氯硅烷精馏单元：来自冷氢化反应系统的氯硅烷首先进入 T1 塔，T1 塔为脱轻塔，塔顶脱除的 DCS 进入 T8 塔提纯，提纯的 DCS 进入反歧化装置。T1 塔釜采出物料 TCS 经过氯硅烷液相络合吸附后进入 T2 塔，吸附装置的目的是去除 TCS 中的部分 B、P、C、及各种金属杂质。T2 塔为脱重塔，塔底脱除的重杂进入高低沸回收单元 T10 塔。T2 塔顶采出物料经 CPS 系统气相吸附后进入 T3 塔，T3 塔为脱重塔，塔底脱除的重组分进入高低沸回收单元 T10 塔，塔顶 TCS 进入 T4 塔。T4 塔为脱轻塔，塔顶脱除的轻组分进入 T9 塔，塔底采出 TCS 物料进入 T5 塔。T5 塔为脱重塔，塔底脱除的重组分返回 T3 塔，塔顶采出高纯 TCS 物料作为还原反应系统的原料。

还原尾气回收精馏单元：还原氯硅烷还原回收单元中，T6、T7 塔为还原尾气回收塔，T6 塔进行四氯化硅分离，进料为还原尾气回收干法料和还原反岐化固定床产品混合氯硅烷，塔顶采出 TCS/DCS 混合物进 T7 塔，塔底采出带高沸 STC 出界区，侧线气相采出 STC。T7 塔为 DCS 分离塔，塔顶得到 DCS 去还原反岐化，塔中得到 TCS/DCS 产品去还原，塔釜采出含高沸 TCS 去 T3 塔。反歧化的反应产物进入 T6 塔。

冷氢化精馏单元的轻重杂物料进入高低沸回收单元。T8-T11 为高低沸回收塔。来自 T1 塔塔顶的 DCS/TCS 进入 T8 塔，T8 塔顶采出 DCS 去反歧化，T8 塔釜去 T9 塔，T9 塔顶采出含低沸杂质 TCS 出界区，T9 塔釜采出经低沸吸附后返回 T1 塔。来自 T2、T3 塔塔底的物料去 T10 塔，T10 塔塔釜采出含重杂质 TCS 去 T11 塔，T9 塔顶采出经高沸吸附后去 T2 塔。T11 塔为含碳料提浓塔，塔顶采出含碳 TCS 去 T12 塔，塔釜采出高沸出界区。T12 塔为脱碳塔，T12 塔釜采出含碳 STC 出界区去渣浆，T12 塔顶采出 TCS 返回 T10 塔。

冷氢化氯硅烷反歧化精馏单元包含 1 台塔。T13 塔为氢化反岐化产品分离塔，T13 塔顶得到氢化反岐化 TCS 产品去 T1 塔，T13 塔底含高沸 STC 出界区，侧线采出 STC 去反歧化固定床循环使用。

反歧化原理本项目利用精馏装置分离出的四氯化硅和二氯二氢硅，进行反歧化反应生成三氯硅烷。反应方程式：$SiCl_4+SiH_2Cl_2\rightarrow 2SiHCl_3$。

精馏装置分离出的 DCS 和 STC 进入反歧化原料罐。为了使 DCS 最大化转化为 TCS，反应器进料摩尔比控制为 4：1（STC：DCS）。将混合液进入反歧化反应器，该反应使用树脂催化剂。控制反应参数：温度 60℃、压力 0.6MPa.G、反应时间 2h，反应产物主要为 TCS，极少量未反应的 DCS 以及过量的 STC 等，回收至氯硅烷储罐后送合成精馏系统进行精馏提纯。

项目精馏系统各冷凝器产生的不凝气含氢气、氯化氢和少量氯硅烷，统一收集（与合成精馏不凝气、还原尾气回收车间来的氢气吸附塔再生尾气一起），送工艺废气回收装置区单独设置的深冷装置冷凝回收氯硅烷后，不凝气（主要含氢气、氯化氢）加压后送冷氢化装置使用，回收的氯硅烷送合成精馏系统。

3.2.2.5 整理车间工艺流程

该车间包含三部分内容：方硅芯制备、清洗和破碎。

①方硅芯制备：1) 领料：从库房内领出硅料，经清洗工序清洗合格后装箱；2) 装料：将清洗合格的硅料，按照装炉要求摆放在石英坩埚内。3) 拉制：将装 好的料的石英坩埚装入单晶炉内，按照操作规程进行硅棒拉制。4) 拆炉-切头尾: 将拉制完成的硅棒，从单晶炉拆卸下来，转运至硅加工数控带锯工序，按工艺要 求尺寸，切除硅棒头、尾部分。5) 粘棒-线切割：将硅棒转运至粘棒间，用 AB 胶将硅棒粘结在粘棒头上，恒温放置 8 小时，待胶粘合后，将硅棒使用装棒机构 装入线切割机上，按照规定工艺参数进行切割。6) 拆棒-脱胶：将切割好的硅芯 从设备内取出，使用热风枪将粘结的 AB 胶去除，使用清水、毛刷将硅芯表面泥 污清洗干净。7) 磨锥：将硅芯转至磨锥机工序进行硅芯磨锥作业。8) 横梁打孔： 将满足横梁尺寸 (250mm) 的硅芯残次品，使用数控带锯将其加工成长度为 250mm 的横梁，再将横梁转至打孔工序，进行横梁打孔操作。9) 入库：将加工 合格的硅芯和横梁称重、清点数量，同库管人员双方确认后，办理入库。10) 领 用-清洗：当需要使用硅芯时，将硅芯从库房内领出，转运至清洗工序，利用氢 氟酸、硝酸等清洗剂进行化学清洗。11) 使用：由拆装炉工序领至还原车间，进 行装炉。

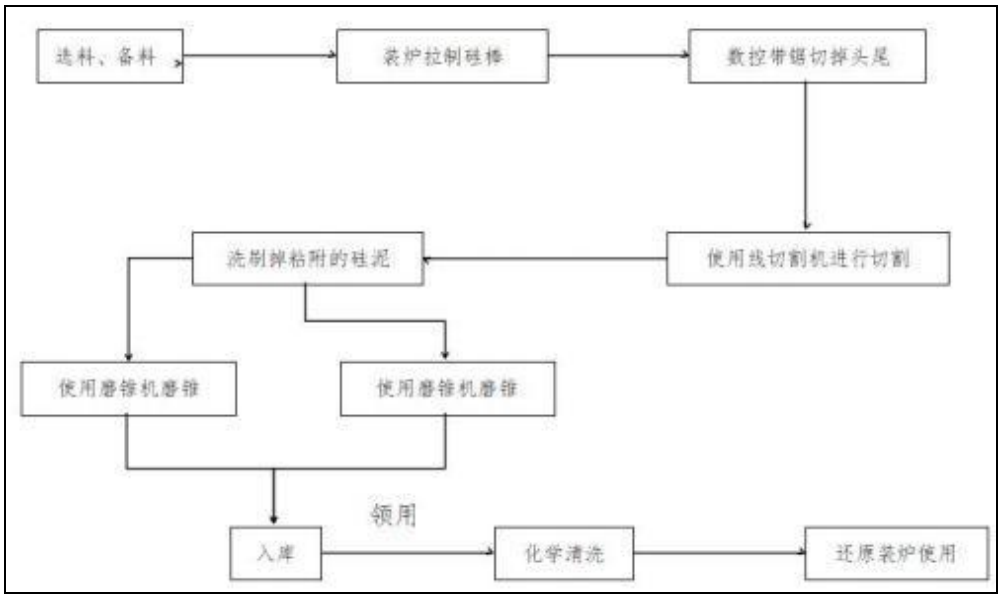


图 3.2-1 方硅芯制备工艺流程图

②清洗工艺

1) 从还原接收待清洗石墨、石英件、陶瓷件；从仓库领取硅芯、硅棒 (块) 料。2) 将待洗物料放入相应清洗槽内 (石墨、陶瓷件放入碱洗 槽，石英放入石墨酸洗机、硅芯放入硅芯清洗机、硅棒 (块) 放入硅块清洗槽) 。 3) 注入配制好的清洗剂 (碱洗时配比，碱液：水=4:5；酸洗时配比，氢氟酸： 硝酸=1:5) 。4) 待物料表面上的附着物腐蚀干净后，将酸回收待用。 (其中混 酸与硅料反应生成的氮氧化合物气体经风机抽至淋洗塔进行淋洗、中和处理；废 液排放至收集池经中和处理后，排放至污水车间淋洗池。5) 碱洗：碱洗槽注入超纯水，打开蒸汽，进行煮沸清洗，待 PH 值达到 7 时，停止煮沸排掉废水， 将物料捡出。酸洗：启动设备水洗程序，按预定时间进行清洗，待程序结束时， 取出物料。6) 将物料转运至烘干工序，装入烘箱进行烘干。7) 烘干后装入暂存箱内暂存，待还原工序领用。

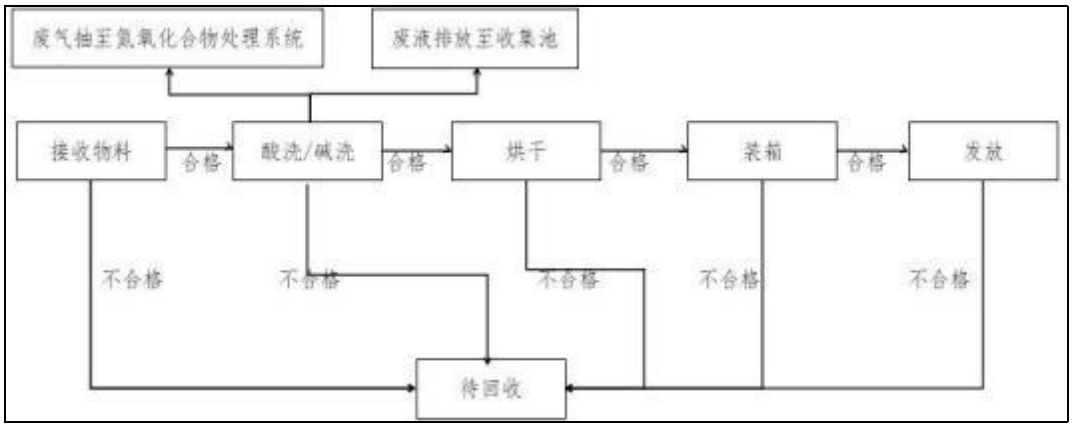


图 3.2-2 清洗工艺流程图

③破碎工艺：1) 还原拆炉后，将硅棒车送至整理车间，双方确认后办理交 接手续；2) 品保确定包装方案，同时质检车间取样并进行分析；3) 将硅料破碎 至要求尺寸，并按照包装方案将进行分选；4) 将硅料按照不同的外观分类，分 别装入对应的包装箱内；如需要进行清洗，需将物料转入清洗工序，进行清洗(详 见清洗工艺) 。5) 将包装好的硅料，与仓库双方确认重量、包装外观后，进行 办理入库手续。注：在破碎、分选过程中，产生些许硅粉尘，经除尘风机抽出并过滤后排空。

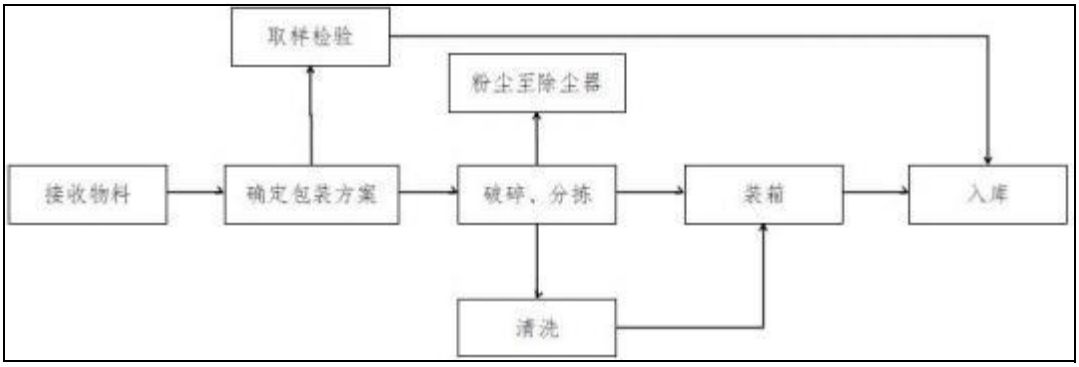


图 3.2-3　破碎工艺流程图

3.2.2.6 还原尾气回收车间（CDI）工艺流程

（1）还原尾气冷却

还原尾气首先进入旋风分离器、硅粉过滤器，收集的硅粉外售。三氯氢硅还原车间和还原尾气回收车间（CDI）排放废气为还原炉置换吹扫过程排放的废气，废气中主要含有氮气、少量氯硅烷、氯化氢和氢气，排入污水处理站喷淋淋洗塔处理。去除硅粉后的还原尾气依次经过水冷器、7℃水冷却器、气气换热器、-10℃冷却器冷却后进入氯硅烷分离罐，冷却下来的氯硅烷与氯化氢吸收塔塔底经过换热的氯硅烷（富液）混合后送入氯化氢解析塔。冷凝后从分离罐出来的不凝气主要含氢气以及氯化氢，压力 0.5MPa.G，与还原尾气换热、升温后送入氢气压缩机。

过滤下的硅粉定期排入过滤器下方的硅粉收集罐，利用氮气将硅粉收集罐置换干净，置换后的硅粉袋装外售，置换后的尾气进入废气淋洗装置。

（2）氢气压缩

还原尾气冷却分离出的不凝气，先进入氢气压缩机吸入罐，经缓冲后进入氢气压缩机压缩，压缩气压力 1.4MPa.G，经氢气压缩机排出罐，经过换热冷却后送至氯化氢吸收塔。

（3）氯化氢解析

被氢气压缩机压缩后的气体，依次经过物料换热器、水冷器、7℃水冷器、三级进气气冷却器和二级深冷器冷却后，温度降至约-60℃，进入氯化氢吸收塔底部。经氯化氢解析塔解析后的氯硅烷（贫液，组分：三氯硅烷 60%、四氯化硅 35%、二氯二氢硅 5%）经过冷却后作为吸收液进入氯化氢吸收塔塔顶。利用氯硅烷（贫液）吸收尾气中的氯化氢，得到的 99.9%氢气经氯化氢吸收塔塔顶进料冷却器，与压缩的进料尾气换热后，进入氢气吸附塔。来自塔底氯硅烷与还原尾气冷却工序冷凝下来的氯硅烷混合后一同进入氯化氢精馏工序。

（4）氯化氢精馏

来自氯化氢吸收塔釜的氯硅烷（富液）和来自还原尾气冷却工序的氯硅烷冷凝液混合后，与氯化氢解析塔塔釜的贫液换热后进入氯化氢解析塔。氯化氢解析塔塔顶气相经冷凝器冷却后送入塔顶气液分离罐气液分离，分离罐分离出的冷凝液回流到氯化氢解析塔，HCl 气体自塔顶气液分离罐出料进入汽提塔提气后经过水冷、7℃水冷、二级深冷后，经 HCl 压缩机压缩后送至冷氢化车间使用。

氯化氢解析塔塔底出来的氯硅烷（贫液）进入氯化氢解析塔换热器与氯硅烷（富液）换热，再经解析塔塔底冷却器循环水冷却和低温制冷剂冷却后，氯硅烷（贫液）部分作为吸收液去氯化氢吸收塔，剩余氯硅烷送至罐区氯硅烷还原料罐暂存，去回收精馏系统，作吸收液和去精馏系统的氯硅烷比例为 2:1。

（5）氢气吸附工序

来自氯化氢吸收塔的 99.9%氢气经换热后进入氢气吸附塔，经吸附后的氢气纯度达 99.9999%，其中一部分经过氢气加热器、利用蒸汽加热后作为再生气进入吸附塔，另一部分返回还原车间。再生尾气主要含 HCl、氯硅烷、氢气，经深冷回收氯硅烷后，返回冷氢化车间，回收氯硅烷送氢化精馏系统。

3.2.2.7 渣浆回收

（1）精馏回收氯硅烷

来自精馏装置四氯化硅分离塔产生的精馏残液、冷氢化合成气洗涤残液、冷氢化粗分塔塔釜的排渣，进入渣浆装置的闪蒸罐，通过蒸汽进行对闪蒸罐夹套进行加热，对渣浆中的氯硅烷进行初步回收，气相氯硅烷通过冷凝器进行冷凝至清液罐，通过清液泵将回收的氯硅烷进行清液蒸馏塔。

（2）冷却、沉降分离

闪蒸罐底部未被蒸发的（含高沸、硅粉、金属氯化物等）被送到冷却沉降罐，

在其夹套通入冷冻水（7℃冷水），加入洁净氯硅烷（不含硅粉及金属氯化物）进行搅拌、洗涤、冷却、沉降的方式，随着渣浆温度的降低，溶解在其中的金属氯化物杂质会大量的析出变成絮状物，冷却之后将渣浆进行沉降，利用自然沉降将氯硅烷和金属氯化物絮状物分开，沉降后的絮状物排至渣浆干燥机，上清液去高沸裂解工序。

（3）高沸裂解

高沸罐中的高沸通过泵送入净化釜Ⅰ，通入（除铝）络合剂 A，在加热的条件下，将高沸中的金属铝进行去除，气相物料进入净化Ⅰ塔，进行分离，冷凝下来的物料进入净化Ⅰ中间罐，在中间罐中通入（除钛）络合剂 B，将高沸中金属钛去除，除掉金属铝和钛的高沸被送入净化Ⅱ釜，再一次被净化，冷凝后在送入转化釜。加入催化剂，再通入氯化氢气体，通过加热搅拌的方式进行充分反应，裂解催化剂，聚氯硅烷（Si_2Cl_6）在催化剂的作用下，与氯化氢气反应生成三氯氢硅和四氯化硅，聚氯硅烷反应生成的三氯氢硅和四氯化硅后由于沸点降低，经裂解罐外的夹套加热将其气化，气化的氯硅烷气体转化液精馏塔进行回收。

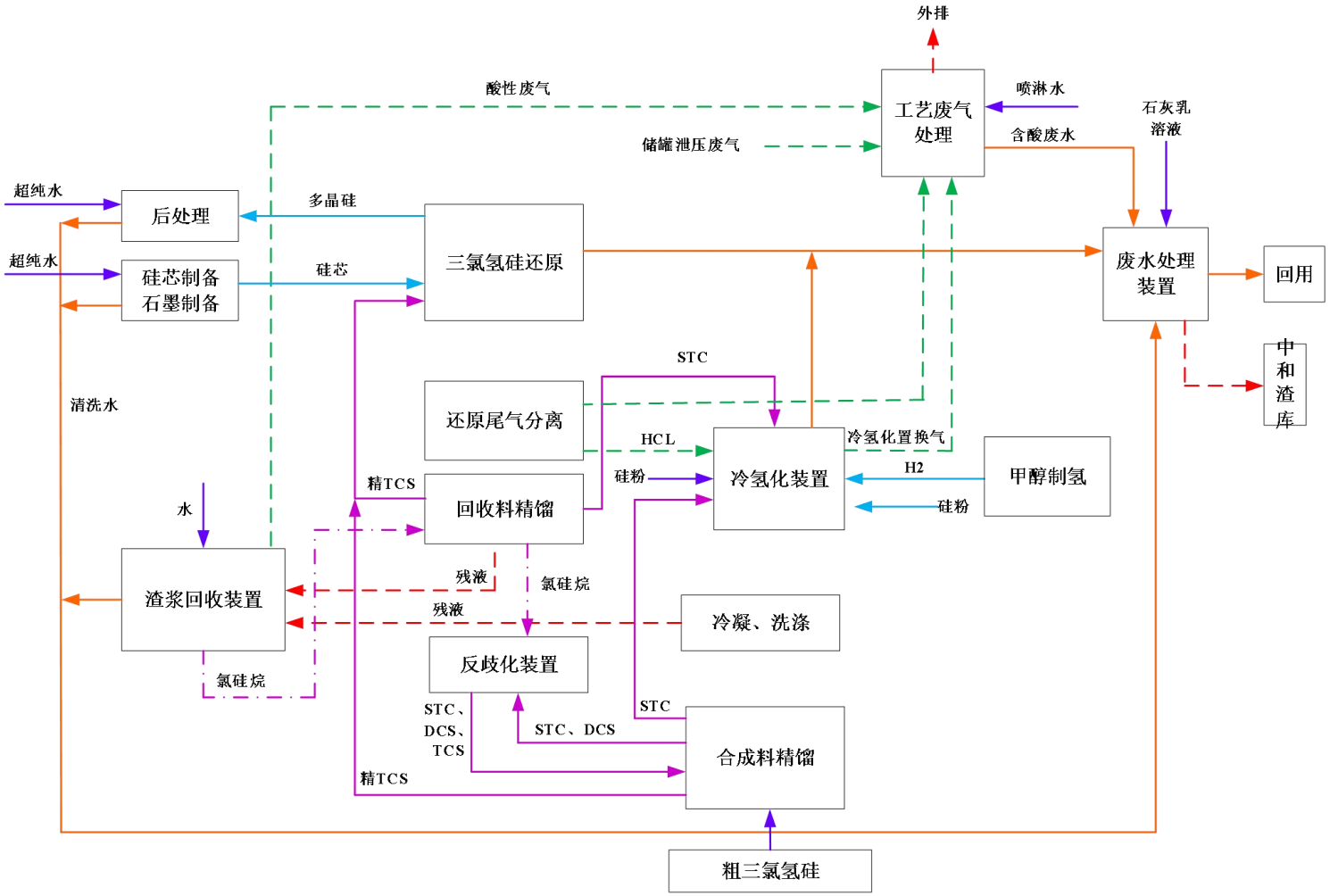


图 3.2-4　现有工程多晶硅总体工艺流程图

3.3 现有项目污染源及污染物统计分析

现有工程分为一期工程（年产1.2万吨多晶硅）、一期提质增效节能技改项目（一期产能增加至2.0万吨多晶硅）和二期工程（年产4.8万吨多晶硅）。其中一期工程（年产1.2万吨多晶硅）已经完成环保验收工作，目前正常运营。截止到本报告编制完成，一期提质增效节能技改项目（一期产能增加至2.0万吨多晶硅）和二期工程目前已经建设完成，正在试生产，未进行验收。

污染源及污染物统计数据主要来自《内蒙古东立光伏股份有限公司年产7500MW 太阳能电池组件及配套项目（1.2 万吨/年硅料）》竣工环境保护验收检测报告(一期项目验收监测报告)、《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目》环评报告及环评批复、《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》环评报告及环评批复。

3.3.1 现有工程废气排放情况

3.3.1.1 一期工程（年产 1.2 万吨多晶硅）

(1)有组织废气：验收监测期间，锅炉及导热油炉总排口烟气黑度＜1；颗粒物实测浓度为 33.5mg/m³、折算浓度为 38.6mg/m³、排放速率 3.9kg/h；二氧化硫实测浓度为 123mg/m³、折算浓度为 142mg/m³、排放速率为 14.5kg/h；氮氧化物实测浓度为 82mg/m³、折算浓度为 95mg/m³、排放速率为 9.7kg/h；汞及其化合物实测浓度为 0.017mg/m³、折算浓度为 0.020mg/m³、排放速率为 0.0020kg/h。

验收监测期间，冷氢化车间 8#一线烘粉除尘器出口颗粒物浓度 17.2mg/m³、速率为 2.12×10^{-3}kg/h；9#一线接收罐除尘器和计量罐除尘器共用出口颗粒物浓度 17.6mg/m³、速率为 8.6×10^{-4}kg/h；10#二线烘粉炉除尘器出口颗粒物浓度 17.2mg/m³、速率为 2.6×10^{-3}kg/h；11#二线接收罐除尘器出口颗粒物浓度 14.2mg/m³、速率为 6.2×10^{-4}kg/h；12#二线计量罐除尘器出口颗粒物浓度 15.1mg/m³、速率为 4.1×10^{-4}kg/h。验收监测期间，污水车间 13#污水车间淋洗塔出口氯化氢浓度 9.8mg/m³、速率为 3.4×10^{-3}kg/h；14#污水车间淋洗塔出口氯化氢浓度 9.92mg/m³、速率为 6.56×10^{-3}kg/h；15#污水车间淋洗塔出口氯化氢浓度 9.9mg/m³、速率为 3.31×10^{-3}kg/h；16#污水车间淋洗塔出口氯化氢浓度 9.4mg/m³、速率为 6.15×10^{-3}kg/h；17#污水车间淋洗塔出口氯化氢浓度 9.4mg/m³、速率为 2.5×10^{-3}kg/h；18#污水车间淋洗塔出口氯化氢浓度 9.42mg/m³、速率为 5.56×10^{-3}kg/h。

验收监测期间，整理车间 19#破碎粉尘进口处颗粒物浓度 87.2mg/m³ 、速率为 0.323kg/h；20#破碎粉尘出口处颗粒物浓度 18.55mg/m³、速率为 0.062kg/h；21#酸性废气处理系统出口处氟化物浓度 2.41mg/m³、速率为 0.0141kg/h；氮氧化物浓度 53mg/m³ 、速率为 0.308kg/h。

因此，验收监测期间，锅炉及导热油炉排放废气中的烟尘、SO_2、NO_X、烟气黑度、汞及其化合物监测结果满足《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)排放限值，冷氢化车间各除尘器出口处颗粒物、污水处理车间各淋洗塔出口处氯化氢、整理车间破碎粉尘进出口颗粒物、酸性废气处理系统出口处氟化物、氮氧化物监测结果满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)排放限值。

(2)无组织废气：验收监测期间，无组织排放中的甲醇未检出，颗粒物周界外浓度最高点为 0.392mg/m³，氮氧化物周界外浓度最高点为 0.060mg/m³，氯化氢周界外浓度最高点为 0. 191mg/m³，氟化物未检出。监测结果满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)及《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)中的限值要求。

3.3.1.2 一期提质增效节能技改项目（一期产能增加至 2.0 万吨多晶硅）

根据《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》环评报告，一期提质增效节能技改项目（年产 2.0 万吨多晶硅）废气排放情况：

（1）三线冷氢化硅粉废气

（吨包袋）硅粉通过电动葫芦吊装至硅粉接收罐，通氮气进行置换，置换合格后，将硅粉（通过位差）放到硅粉计量罐，硅粉再通过高压氢气压送至反应器，接收和计量过程中主要污染物为颗粒物，计量罐尾气经陶瓷过滤器处理后 40m 排气筒排放，接收罐尾气经陶瓷过滤器处理后 40m 排气筒排放。类比东立公司已验收冷氢化装置，气力输送硅粉产生量按照 0.1%计，硅粉用量为 20146t/a，则计量罐和接收罐硅粉产生量分别为 10.073t/a 和 10.073t/a，除尘效率 99%，风机风量分别为 500m³/h 和 500m³/h，二者硅粉排放量分别为 0.10t/a 和 0.10t/a，排放速率分别为 0.013kg/h 和 0.013kg/h，排放浓度分别为 25.18mg/m³ 和 25.18mg/m³。

（2）工艺废气

工艺废气依托现有一期污水站渣浆处理系统、工艺废气三级冷凝系统、淋洗装置处理。含氯硅烷的废气进入工艺废气三级冷凝系统，首先经过三级冷凝装置回收氯硅烷，绝大多数氯硅烷在三级冷凝的过程中被回收，最大程度的回收氯硅烷，并送入精馏车间重新利用，冷氢化装置反应产生的氯硅烷渣浆（主要为 $SiCl_4$、

SH_2C1_2、S $HC1_3$、聚氯硅烷）进入渣浆水解器，与其中配制好的电石渣碱液进行中和反应，为了保证充分反应进行搅拌。中和物经水解器底部循环泵打回水解器，在水解器中充分反应，冷却不凝气送入污水站淋洗装置处理，采用一 10%$Ca(OH)_2$ 溶液洗涤吸收处理后分别经 6 根 35m 排气筒排放。类比现有一期工程废气检测数据，淋洗装置 6 个排气筒废气中氯化氢排放量分别为 0.071t/a、0.12 t/a、0.06 t/a、0.069 t/a、0.053t/a、0.054 t/a。

（3）产品整理工序废气

产品整理工序废气主要包含多晶硅棒表面酸洗产生的酸洗废气和多晶硅棒破碎粉尘，具体分析如下：

类比现有一期工程废气检测数据，破碎工段 2 个排气筒废气中颗粒物排放量分别为 0.31t/a、0.16 t/a，因此本项目破碎工段 2 个排气筒废气中颗粒物排放量分别为 0.52t/a、0.27t/a。

使用硝酸和氢氟酸稀酸配制成浓酸，再与高纯水稀释制成稀酸，产生的废气氟化物和氮氧化物浓度较低。多晶硅棒表面酸洗产生的酸洗废气经酸洗槽上方的集气罩收集后，依托现有一期硅料酸性废气处理系统，采用二级喷淋（10%氢氧化钠和硫代硫酸钠混合溶液）洗涤处理，处理后的废气经 35m 排气筒排放。

类比东立公司目前已验收的 1.2 万 t 硅料产品整理装置运行数据，氮氧化物排放量 0.57t/a，氟化物排放量 0.04t/a，则 2 万 t 硅料产品整理氮氧化物排放量 0.94t/a，氟化物排放量 0.06t/a。

3.3.1.3 二期工程

截止到本报告编制完成，已经建设完成，正在试生产，未进行验收。

3.3.1.4 现有工程废气排放量

现有项目废气污染物产生、削减及排放量统计见表 3.3-1。

表 3.3-1　现有工程废气污染物产生、削减及排放量统计

序号	污染物	一期工程（年产 1.2 万吨多晶硅）				一期提质增效节能技改项目（一期产能增加至 2.0 万吨多晶硅）	二期工程			合计（一期提质增效节能技改项目+二期工程）
		环评期间(2×35 t/h 循环流化床锅炉，1×16500kW 导热油链条炉)			验收期间(2×35 t/h 循环流化床锅炉，1×10600 kW 导热油链条炉)	环评期间(2×35 t/h 循环流化床锅炉，1×10600kW 导热油链条炉)	环评期间(2×60t/h 燃煤锅炉和 2×60t/h 燃气锅炉)			
		产生量（t/a）	削减量（t/a）	排放量（t/a）	排放量（t/a）	排放量（t/a）	产生量（t/a）	削减量（t/a）	排放量（t/a）	排放量（t/a）
1	粉尘	0.39	0.00	0.39	0.35	0.82	13.56	12.20	2.75	3.57
2	烟尘	18183.65	18156.43	27.22	26.5	11	64331.04	64232.24	43.81	54.81
3	SO_2	1547.64	1470.26	77.38	72.45	28.64	5597.78	5317.89	96.47	125.11
4	NO_X	410.55	329.12	81.42	80.71	63.21	2063.33	1711.77	188.21	251.42
5	甲醇	0.02	0	0.02	0.01	0	0.06	0	0.06	0.06
6	HCl	8.00	7.92	0.08	2.45	0.42	19.80	17.82	1.98	2.4
7	氟化物	2.19	2.08	0.11	0.10	0.06	244.84	232.59	12.24	12.3
8	NMHC	-	-	-	-	0	144.00	136.80	7.20	7.2
9	Cl_2	-	-	-	-	0	19.24	17.32	1.92	1.92
10	氨	-	-	-	-	0	4.80	4.32	0.48	0.48
11	Hg	-	-	0.036	0.033	0.00047	-	-	0.0232	0.02367

注：根据已批复的一期提质增效节能技改项目环评报告，一期工程配套建设 2×35t/h 循环流化床锅炉，1×10600kW 导热油链条炉，蒸汽锅炉和导热油炉用煤（按原煤热值 4000kcal 计算）为 2.8t/h。2 台 35t/h 蒸汽锅炉一用一备，生产蒸汽加热物料，主要用于精馏车间再沸器热源，最大用汽量 95t/h，还原炉余热回收蒸汽 75t/h。

一期提质增效节能技改后全厂的蒸汽消耗总量为 105t/h，还原炉余热回收蒸汽 90t/h。因此技改项目消耗蒸汽增加 10t/h，余热回收蒸汽增加 15t/h，因此全厂蒸汽锅炉和导热油炉耗煤量（按原煤热值 4000kcal 计算）减少至 2.1t/h，减少 0.7t/h。

综上所述，一期提质增效节能技改项目 SO_2 和 NO_X 的排放量小于原一期工程项目验收期间 SO_2 和 NO_X 的排放量。

3.3.1.5 现有工程例行检测数据

内蒙古邦润迪测试技术有限责任公司 2023 年 09 月 23 日出具了对现有工程的例行检测数据，报告名称为《内蒙古东立光伏电子有限公司例行检测(3 季度)报告》。废气例行检测结果如下。

表 3.3-2　有组织废气检测结果表(1)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A1-01	WT/QW-2023-976-A1-02	WT/QW-2023-976-A1-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
锅炉烟气总排口 DA001	80m	2023-09-19	低浓度颗粒物	标干流量 (m^3/h)	111494	123561	130914	21990	
				烟气温度(℃)	36.7	37.1	36.4	36.7	
				含湿量(%)	7.6	7.5	7.7	7.6	
				平均流速(m/s)	2.57	2.85	3.02	2.81	
				含氧量(%)	13.3	13.9	13.5	13.6	
				实测浓度 (mg/m^3)	12.1	9.2	6.3	9.2	
				折算浓度 (mg/m^3)	18.9	15.5	10.1	14.8	50
				排放速率(kg/h)	1.3	1.1	8.2×10-1	1.1	
			检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A1-04	WT/QW-2023-976-A1-05	WT/QW-2023-976-A1-06	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
			二氧化硫	实测浓度 (mg/m^3)	42	48	94	61	
				折算浓度 (mg/m^3)	66	81	150	99	300
				排放速率(kg/h)	4.7	5.9	12.3	7.6	
				实测浓度	114	173	148	145	

			氮氧化物	(mg/m³)					
				折算浓度(mg/m³)	178	292	237	236	300
				排放速率(kg/h)	12.7	21.4	19.4	17.8	
结论	本次所检低浓度颗粒物、二氧化硫、氮氧化物符合《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)表 2 新建锅炉大气污染物排放浓度限值要求。								

表 3.3-3　有组织废气检测结果表(2)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A1-07	WT/QW-2023-976-A1-08	WT/QW-2023-976-A1-09	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
锅炉烟气总排口 DA001	80m	2023-09-18	汞及其化合物	标干流量(m³/h)	32371	127268	133984	31208	
				烟气温度(℃)	35.6	36.1	35.8	35.8	
				含湿量(%)	8.4	8.2	8.7	8.4	
				平均流速(m/s)	3.07	2.95	3.12	3.05	
				含氧量(%)	14.5	15.1	15.4	15.0	
				实测浓度(mg/m³)	ND	ND	ND	ND	0.05
				折算浓度(mg/m³)	ND	ND	ND	ND	
				排放速率(kg/h)	3.3×10^{-4}	3.2×10^{-4}	3.3×10^{-4}	3.3×10^{-4}	
结论	本次所检汞及其化合物符合《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)表 2 新建锅炉大气污染物排放浓度限值要求；“ND”表示检测结果低于检出限。								

表 3.3-4　有组织废气检测结果表(3)

检测点位	锅炉烟气总排口 DA001
烟气黑度测试周期(min)	30min

排放烟气黑度(林格曼级)	<1	≥1	≥2	≥3	≥4	5
累计排放时间(min)	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
检测结果	烟气黑度(林格曼级)<1 级		标准限值	≤1 级		
检测结论	本次所检烟气黑度结果符合《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)表 2 新建锅炉大气污染物排放浓度限值要求。					

表 3.3-5　　有组织废气检测结果表(4)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A2-01	WT/QW-2023-976-A2-02	WT/QW-2023-976-A2-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
生产总排放口 DA002	35m	2023-09-18	氯化氢	标干流量(m^3/h)	1328	1261	1244	1278	
				烟气温度(℃)	22.4	21.6	21.3	21.8	
				含湿量(%)	3.7	3.9	3.9	3.8	
				平均流速(m/s)	3.71	3.52	3.47	3.57	
				实测浓度(mg/m^3)	81.4	83.5	86.6	83.8	100
				排放速率(kg/h)	1.1×10^{-1}	1.1×10^{-1}	1.1×10^{-1}	1.1×10^{-1}	0.62
结论	本次所检氯化氢符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 大气污染物排放浓度限值要求；排放速率根据内插法计算而得。								

表 3.3-6　　有组织废气检测结果表(5)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A3-01	WT/QW-2023-976-A3-02	WT/QW-2023-976-A3-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
破碎除尘排放口	10m	2023-09-18	低浓度颗粒物	标干流量(m^2/h)	1875	1792	1844	1837	
				烟气温度(℃)	28.1	28.7	29.2	28.7	
				含湿量(%)	1.4	1.3	1.3	1.3	

DA003				平均流速(m/s)	13.31	12.73	13.12	13.05	
				实测浓度(mg/m)	12.4	13.7	12.8	13.0	120
				排放速率(kg/h)	2.3×10^{-2}	2.5×10^{-2}	2.4×10^{-2}	2.4×10^{-2}	0.8
检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A4-01	WT/QW-2023-976-A4-02	WT/QW-2023-976-A4-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
破碎除尘排放口 2	10m	2023-09-18	低浓度颗粒物	标干流量(m^3/h)	1580	1620	1606	1602	
				烟气温度(℃)	27.4	28.3	28.9	28.2	
				含湿量(%)	1.5	1.7	1.6	1.6	
				平均流速(m/s)	1.20	11.54	11.46	11.40	
				实测浓度(mg/m^3)	15.4	14.9	13.6	14.6	120
				排放速率(kg/h)	2.4×10^{-2}	2.4×10^{-2}	2.2×10^{-2}	2.3×10^{-2}	0.8
结论	本次所检低浓度颗粒物符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 大气污染物排放浓度限值要求；排放速率根据外推法计算而得，并严格 50%执行。								

表 3.3-7　有组织废气检测结果表(6)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A5-01	WT/QW-2023-976-A5-02	WT/QW-2023-976-A5-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
				标干流量(m^2/h)	6351	6147	6330	6276	
				烟气温度(℃)	29.0	29.6	29.2	29.3	
				含湿量 (%)	1.8	1.8	1.7	1.8	
				平均流速(m/s)	7.91	7.67	7.88	7.82	
			氮氧化物	实测浓度	28	26	21	25	240

整理酸洗塔排放口 DA004	15m	2023-09-18		(mg/m³)					
				排放速率(kg/h)	1.8×10^{-1}	0.6×10^{-1}	0.3×10^{-1}	1.6×10^{-1}	0.77
			检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A5-04	WT/QW-2023-976-A5-05	WT/QW-2023-976-A5-06	WT/QW-2023-976-A5-07	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次	第四次		
			氟化物	标干流量(m²/h)	6351	6147	6330	6466	6324	
				实测浓度 (mg/m³)	8.9×10^{-1}	8.9×10^{-1}	8.4×10^{-1}	1.0	0.90×10^{-1}	9.0
				排放速率(kg/h)	5.6×10^{-3}	5.5×10^{-3}	5.3×10^{-3}	6.4×10^{-3}	5.7×10^{-3}	0.10
结论	本次所检氮氧化物、氟化物符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 大气污染物排放浓度限值要求。									

表 3.3-8　有组织废气检测结果表(7)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A6-01	WT/QW-2023-976-A6-02	WT/QW-2023-976-A6-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
#酸洗塔排放口 DA005	35m	2023-09-18	氯化氢	标于流量 (m³/h)	992	1101	1046	1046	
				烟气温度(℃)	24.2	23.4	23.6	23.7	
				含湿量(%)	3.3	3.1	3.5	3.3	
				平均流速(m/s)	2.78	3.07	2.93	2.93	
				实测浓度 (mg/m³)	86.7	80.9	85.5	84.4	100
				排放速率(kg/h)	8.6×10^{-2}	8.9×10^{-2}	8.6×10^{-2}	8.8×10^{-2}	0.62
检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A7-01	WT/QW-2023-976-A7-02	WT/QW-2023-976-A7-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
1#酸洗	35m	2023-09-18	氯化氢	标干流量(m²/h)	1141	1171	1059	1124	
				烟气温度(℃)	22.5	23.2	21.8	22.5	

塔废气排放口 DA006				含湿量(%)	2.8	2.8	2.9	2.8	
				平均流速(m/s)	3.16	3.25	2.93	3.11	
				实测浓度 (mg/m³)	85.6	80.9	85.1	83.9	100
				排放速率(kg/h)	9.8×10^{-2}	9.4×10^{-2}	9.0×10^{-2}	0.4×10^{-2}	0.62
结论	本次所检氯化氢符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 大气污染物排放浓度限值要求；排放速率根据内插法计算而得。								

表 3.3-9　　有组织废气检测结果表(8)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A8-01 第一次	WT/QW-2023-976-A8-02 第二次	WT/QW-2023-976-A8-03 第三次	平均值	标准限值
一线烘粉炉除尘排口 DA007	15m	2023-09-17	低浓度颗粒物	标于流量 (m³/h)	451	500	473	475	
				烟气温度(℃)	31.2	29.5	30.7	30.5	
				含湿量(%)	2.1	2.3	2.3	2.2	
				平均流速(m/s)	5.13	5.67	5.39	5.40	
				实测浓度 (mg/m³)	3.4	3.5	3.1	3.3	120
				排放速率(kg/h)	0.5×10^{-3}	1.8×10^{-3}	0.5×10^{-3}	0.6×10^{-3}	3.5
检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A9-01 第一次	WT/QW-2023-976-A9-02 第二次	WT/QW-2023-976-A9-03 第三次	平均值	标准限值
二线计量罐除尘排□DA008	15m	2023-09-17	低浓度颗粒物	标干流量 (m³/h)	137	138	134	136	
				烟气温度(℃)	26.8	27.2	27.9	27.3	
				含湿量(%)	1.4	1.3	1.5	1.4	
				平均流速(m/s)	6.08	6.11	5.96	6.05	
				实测浓度 (mg/m³)	4.1	3.5	4.2	3.9	120

				排放速率(kg/h)	5.6×10^{-4}	4.8×10^{-4}	5.6×10^{-4}	5.4×10^{-4}	3.5
结论	本次所检低浓度颗粒物符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 大气污染物排放浓度限值要求。								

表 3.3-10　　有组织废气检测结果表(9)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A10-01	WT/QW-2023-976-A10-02	WT/QW-2023-976-A10-03	平均值	示准限值
					第一次	第二次	第三次		
二线接收罐除尘排 DA009	15m	2023-09-17	低浓度颗粒物	标于流量(m^3/h)	156	158	155	156	
				烟气温度(℃)	25.1	26.4	28.3	26.6	
				含湿量(%)	1.7	1.9	1.6	1.7	
				平均流速(m/s)	6.88	7.03	6.91	6.94	
				实测浓度(mg/m^3)	2.7	3.2	3.6	3.2	120
				排放速率(kg/h)	4.2×10^{-4}	5.1×10^{-4}	5.6×10^{-4}	4.9×10^{-4}	3.5
检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A11-01	WT/QW-2023-976-A11-02	WT/QW-2023-976-A11-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
一线接收罐除尘排口 DA010	15m	2023-09-17	低浓度颗粒物	标干流量(m^3/h)	148	152	144	148	
				烟气温度(℃)	27.1	25.9	24.3	25.8	
				含湿量(%)	1.8	1.8	2.1	1.9	
				平均流速(m/s)	6.58	6.75	6.36	6.56	
				实测浓度(mg/m^3)	3.6	4.0	3.8	3.8	120
				排放速率(kg/h)	5.3×10^{-4}	6.1×10^{-4}	5.5×10^{-4}	5.6×10^{-4}	3.5
结论	本次所检低浓度颗粒物符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 大气污染物排放浓度限值要求。								

表 3.3-11　有组织废气检测结果表(10)

检测点位	烟筒高度	采样日期	检测项目	检测因子及参数	WT/QW-2023-976-A12-01	WT/QW-2023-976-A12-02	WT/QW-2023-976-A12-03	平均值	标准限值
					第一次	第二次	第三次		
二线烘粉炉除尘排 DA011	15m	2023-09-17	低浓度颗粒物	标干流量(m^3/h)	624	622	649	632	
				烟气温度(℃)	35.2	33.4	31.7	33.4	
				含湿量(%)	2.2	2.0	2.3	2.2	
				平均流速(m/s)	7.21	7.12	7.41	7.25	
				实测浓度(mg/m^3)	4.2	3.8	3.6	3.9	120
				排放速率(kg/h)	2.6×10^{-3}	2.4×10^{-3}	2.3×10^{-3}	2.4×10^{-3}	3.5
结论	本次所检低浓度颗粒物符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 大气污染物排放浓度限值要求。								

3.3.2 现有工程废水排放情况

3.3.2.1 一期工程（年产 1.2 万吨多晶硅）

生产废水经处理后全部回用，不外排。

验收监测期间，生活污水总排口 pH 值范围在 7.33~7.51、化学需氧量范围在 47~68mg/L 、氨氮范围在 16.7~19.9mg/L、悬浮物范围在 39~51mg/L 、五日生化需养量范围在 18.8~26.5mg/L 、石油类范围在 1.01~1.39mg/L、动植物油范围在 0.604~0.802mg/L、阴离子表面活性剂范围在 0.475~0.938mg/L。由水质监测结果达标情况分析可知，验收监测期间，生活污水总排口监测因子均满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准，其中氨氮在上述标准中没有标准限值要求。

3.3.2.2 一期提质增效节能技改项目（一期产能增加至 2.0 万吨多晶硅）

技改后锅炉排污水、循环排污水和脱盐水排污水全部排入中水处理系统；中水处理系统浓水、质检室废水、整理车间废水、冲洗废水全部排入污水处理站收集池，污水车间压滤机过滤后的中性水长时间循环浓度达到一定指标后进双效蒸发装置，双效蒸发冷凝水送至循环水系统回用，结晶盐为一般 II 类固废，送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋，生产废水不外排。生活污水经化粪池处理后排入园区污水处理厂处理，其中 COD、氨氮总量已计入污水处理厂总量。

3.3.2.3 二期工程

截止到本报告编制完成，已经建设完成，正在试生产，未进行验收。

3.3.2.4 现有工程废水排放量

依照环评“本项目生活污水产生量为 7.4m^3/h，一期 1.7 m^3/h，二期 5.7 m^3/h，生活污水中 COD 排放浓度为 400mg/L，氨氮的排放浓度为 30mg/L。

本项目废水污染物产生量统计见表 3.3-2。

表 3.3-2　现有工程废水污染物排放量

序号	污染物	一期工程		二期工程	合计
		环评期间	验收期间	环评期间	
		排放量（t/a）	排放量（t/a）	排放量（t/a）	排放量（t/a）
1	废水量	13600	11508.48	45600	57108.48
2	COD	5.44	0.67	18.24	18.91
3	NH_3-N	0.41	0.209	1.37	1.579

3.3.3 现有工程噪声排放情况

一期工程验收监测期间，昼间厂界 8 个点噪声两天监测值为 44~50dB(A)，达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 3 类标准限值 65dB(A) 的要求；夜间厂界 8 个点噪声两天监测值为 38~49dB(A)，达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 3 类标准限值 55dB(A)的要求。

3.3.4 现有工程固体废物排放情况

(1)一期工程

本项目固体废物主要有制氢车间产生的废催化剂 (HW49) 由催化剂厂家回收、废吸附剂(第Ⅱ类一般固废) 由吸附剂厂家回收。尾气回收车间产生的废吸附剂(HW49)、全厂产生的废机油(HW08)直接由有资质的单位回收处置。装硅粉的废包装袋由硅粉厂家回收利用。整理车间产生的石墨废品(第Ⅰ类一般固废)由石墨件厂家回收。锅炉及导热油炉产生的炉渣、粉煤灰、脱硫石膏(均属第Ⅱ类一般固废)去往园区渣场。三废处理产生的中和渣(第Ⅱ类一般固废)去往园区渣场，产生的结晶盐为一般 II 类固废，送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。产生的生活垃圾由环卫部门清运。

(2)二期工程

截止到本报告编制完成，二期工程已经建设完成，正在试生产，未进行验收。

表 3.3-3　现有工程固体废物产生、综合利用与处置情况

序号	来源	产生工序	固体废物名称	产生量（t/a）					固体废物性质	主要成分	综合利用措施
				一期(环评)	一期(验收)	一期提质增效节能技改项目(环评)	二期(环评)	合计(一期提质增效节能技改项目+二期项目)			
1	制氢车间	反应器	废催化剂	5	0	2.6	20	22.6	HW49	氧化铜、三氧化二铝、氧化锌	催化剂厂家回收
2		变压吸附	废吸附剂	4	0	4	16	20	第 II 类一般固废	活性氧化铝、硅胶、活性炭、分子筛	吸附剂厂家回收
3	尾气回收车间	吸附塔	废吸附剂	600m³/ 10a	0	68t/3a	2000m³/ 10a	2068m³/ 10a	HW49	废活性炭	不落地，直接由有资质的单位回收处置
4	四氯化硅冷氢化车间	反应器洗涤	滤渣	1291.14	---	---	5164.56	5164.56	HW49	硅粉、$SiCl_4$	高废裂解
5	精馏车间	精馏塔	重沸物	116	---	---	464	464	HW11	聚氯硅烷、$SiCl_4$	高废裂解
6	整理车间	检测	石墨废品	24	24	2.8	96	98.8	第I类一般固废	硅、石墨	石墨件厂家回收
7	锅炉及导热油炉	锅炉及导热油炉	炉渣	21248	4088.16	3.2	84992	84995.2	第 II 类一般固废	SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、CaO、MgO	去园区渣场
8		除尘器	粉煤灰	18156.43	9539.04	370	64232.24	64602.24	第 II 类一般固废	SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、CaO、MgO	去园区渣场

9		脱硫装置	脱硫石膏	3681.98	1267	420	13318.02	13738.02	第 II 类一般固废	$CaSO_4$	去园区渣场
10		SNCR 脱硝装置	废催化剂	4.4	---	4.4	15.6	20	HW49	TiO_2，V_2O_5，WO_3 等	催化剂厂家回收
11	三废处理	含氯硅烷废气处 理聚合物处理 酸性废气处理 硅料事故废气 处理酸碱废水 处理	中和渣	7400	5556	680	29600	30280	第 II 类一般固废	CaF_2、SiO_2、Na_2SiO_3 等	中和渣送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
12		有机废气处理	废活性炭	---	---	28	220	248	危险废物	废活性炭	由有资质的单位回收处置
13		切割废水处理	硅粉	---	---	---	1680	1680	第I类一般固废	硅	外售工业硅厂家
14		脱硫废水处理	废渣	14	--	680	53	733	第 II 类一般固废	Pb、Hg 等	脱硫石膏属于第II类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。
15		回用水站	结晶盐	290	286	195	55710	55905	第 II 类一般固废	氯化钙、硝酸钙等	结晶盐属于第II类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。
16	其他	生活垃圾	生活垃圾	83	81	81	284	365	---	---	环卫部门清运
17		设备维修	废矿油	/	1	1	4	5	HW08	石油类	由有资质的单位回收处置
18		废包装袋	废包装袋	/	6.5	6.5	26	32.5	危险废物	---	原料厂家回收利用

3.3.5 现有项目总量控制指标

本项目现有工程的总量控制指标如下。

一期工程总量的数据来源于一期提质增效节能技改项目，一期产能增加至 2.0 万吨多晶硅，设有 2×35 t/h 循环流化床锅炉，1×10600kW 导热油链条炉。

二期工程总量的数据来源于《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目》环评报告中二期工程的数据和《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期年产 4.8 万吨硅料锅炉变更项目》，二期工程设有 2×60t/h 燃煤锅炉和 2×60t/h 燃气锅炉。

表 3.3-1　现有工程总量控制

序号	污染物	一期工程 (数据来源于一期提质增效节能技改项目，一期产能增加至 2.0 万吨多晶硅。2×35 t/h 循环流化床锅炉，1×10600kW 导热油链条炉)	二期工程 (2×60t/h 燃煤锅炉和 2×60t/h 燃气锅炉)	合计
		排放量（t/a）	排放量（t/a）	排放量（t/a）
废气	粉尘	0.82	2.75	3.57
	烟尘	11	43.81	54.81
	SO_2	28.64	96.47	125.11
	NO_X	63.21	188.21	251.42
	HCl	0.42	1.98	2.4
	NMHC	0	7.20	7.2
	Hg	0.00047	0.0232	0.02367
废水	废水量	13600	45600	57108.48
	COD	5.44	18.24	18.91
	NH_3-N	0.41	1.37	1.579

3.4 现有项目存在的环境问题及整改措施

现有工程分为一期工程（年产1.2万吨多晶硅）、一期提质增效节能技改项目（一期产能增加至2.0万吨多晶硅）和二期工程（年产4.8万吨多晶硅）。其中一期工程（年产1.2万吨多晶硅）已经完成环保验收工作，目前正常运营。截止到本报告编制完成，一期提质增效节能技改项目（一期产能增加至2.0万吨多晶硅）和二期工程目前已经建设完成，正在试生产，未进行环保验收。

(1)经现场勘查，现有项目对周围的环境影响可以接受，无环境问题。企业应加强环保管理工作，建立健全企业的环保管理制度，并建立专业的环保设施运行管理队伍，及时进行污染源和环境的日常监测，随时掌握工程投产后对环境的影响变化情况。

(2)因本项目（年产 5 万吨高纯多晶硅）在二期工程的基础上进行建设(部分厂房新建，部分在二期工程厂房内新增设备），公辅工程部分依托二期工程，所以二期工程试生产完成后应尽快进行环保验收工作，本项目在试生产之前完成二期工程的环保验收工作。

(3)结晶盐去向

①原环评中结晶盐去向

《内蒙古东立光伏电子有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期产 4.8 万吨硅料锅炉变更项目》中结晶盐属于第 II 类一般固废，结晶盐暂存结晶盐库房，委托内蒙古众辰环保科技有限公司作融雪剂。结晶盐的检测报告见附件。

②实际生产中结晶盐去向

鉴于实际运行过程中产生的结晶盐外售，运输路线较长，经济上耗资较大，建设单位对其去向进行变化，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

结晶盐为第 II 类一般固废，与厂区内的灰渣(第 II 类一般固废)、脱硫石膏(第 II 类一般固废)、污水处理站中和渣(第 II 类一般固废)一同运往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋，满足环保要求。

本次环评要求建设单位按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中的要求对结晶盐进行管理。

(4)锅炉排放标准

现有一期工程(2×35 t/h 循环流化床锅炉)和现有二期工程(2×60t/h 燃煤锅炉和 2×60t/h 燃气锅炉)锅炉大气污染物的排放执行《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)表 2 新建锅炉大气污染物排放浓度限值要求。

乌拉特前旗为大气污染防控区域，环境空气质量重点控制区域，本项目年产 5 万吨高纯多晶硅，配套的锅炉(2×60t/h 燃煤锅炉)执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值。本次环评建议建设单位对锅炉大气污染物排放实施以新代老的措施，采取有效的环保措施，将现有工程锅炉大气污染物排放同样执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值。

4 本项目工程概况及工程分析

4.1 建设项目概况

4.1.1 项目基本情况

（1）项目名称：内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目。

（2）项目性质：扩建(本项目的可研报告、设立评价、能评报告所提到 5 万吨项目性质为新建项目，根据《建设项目环境保护管理条例释义》，从环评角度，本项目按照扩建项目进行分析)。

（3）建设单位：内蒙古东立光伏股份有限公司。

（4）建设规模：建设 1 条年产 5.0 万吨高纯多晶硅生产线，主要包括 1 套三氯氢硅合成装置、1 套三氯氢硅还原装置(新增 22 台还原炉，还原厂房二设置 11 台，还原厂房三设置 11 台，每炉生产周期为 7 天，一个生产周期每台还原炉产生 47.35 吨，每台还原炉每年生产 48 炉，综合产能为 5 万吨高纯多晶硅)、1 套还原尾气回收装置、1 套精馏装置、4 套冷氢化装置、整理车间、1 套渣浆回收装置和 1 套电解水制氢工艺装置。

表 4.1-1　本项目建设规模一览表

装置代码	装置名称	工艺技术方案	生产能力	系列数	工艺来源
1	三氯氢硅合成	合成法	三氯氢硅最大合成能力为 5747kg/h(45930t/a)	1 系列	国内工艺
2	三氯氢硅还原	改良西门子工艺	多晶硅棒的生产能力为 51000t/a(6381.38kg/h)	1 系列	国内工艺
3	还原尾气回收	四级冷凝法	还原尾气最大处理能力为 2429003t/a(303929.3kg/h)	1 系列	国内工艺
4	氯硅烷精馏工艺	多塔加压耦合连续精馏	氯硅烷最大处理能力为 6220000t/a(778278.28kg/h)	1 系列	国内工艺
5	四氯化硅冷氢化	加氢反应	四氯化硅的最大处理能力为 3323500t/a(415853.35kg/h)	4 系列	国内工艺
6	整理车间	酸洗	多晶硅棒的处理能力为 51000t/a	1 系列	国内工艺
7	渣浆回收	冷却、沉降、蒸发、高沸物裂解	渣浆的最大处理能力为 365000t/a(45670.67kg/h)	1 系列	国内工艺
8	电解水制氢工艺	在充满氢氧化钾的电解槽中通入直流电	H_2 的最大生产能力为 750t/a(93.84kg/h)	1 系列	国内工艺

（6）建设内容：本次建设 1 条年产 5.0 万吨高纯多晶硅生产线，所有主体工程生产设备全部新建，部分环保设备依托现有二期工程。部分厂房依托现有二期工程（在现有厂房预留设备位置增加设备），部分厂房新建。

本项目建设用地为内蒙古东立光伏股份有限公司厂区内预留用地；新建建筑面积 24654.41m^2，新增设备及改造涉及厂房建筑面积 71452.74m^2。具体建设内容见表 4.1-2。

4.1-2　本项目建设内容一览表

序号	生产工段	项目名称	层数	占地面积（m^2）	建筑面积（m^2）
1	三氯氢硅合成	三氯氢硅合成车间（新建）	1	1670.56	1670.56
2	三氯氢硅还原	还原厂房三（新建）	3	5060.00	11943.37
		还原厂房二（在预留设备位置增加设备）	3	5060.00	11943.37
3	还原尾气回收	还原尾气干法回收装置（新建）	2	3404.8	6868.12
		还原尾气干法回收装置-碳塔（新建）	2	1673.08	2414.13
		尾气回收压缩机房（新建）	1	2023.8	4047.63
		尾气回收冷冻站（在预留设备位置增加设备）	1	2233.57	2233.57
4	氯硅烷精馏工艺	氯硅烷精馏装置（在预留设备位置增加设备）	2	6197.63	12847.64
5	四氯化硅冷氢化	冷氢化装置三（新建），新建 2 条生产线	5	2259.53	7316.92
		冷氢化装置四（新建），新建 2 条生产线	5	2259.53	6909.73
6	整理车间	整理厂房（在预留设备位置增加设备）	4	5988.44	23993.1
		硅芯制备厂房（在预留设备位置增加设备）	1	6815.79	6815.79
7	渣浆回收	工艺废料废液处理厂房（在预留设备位置增加设备）	4	1208.02	4832.08
8	制氢车间	制氢车间（新建）	1	1767.12	1767.12
9	储运工程（原材料）	硅粉库一（新建）	1	1390.79	1390.79
		硅粉库二（新建）	1	1390.79	1390.79
		硅粉库三（新建）	1	1390.79	1390.79
		硅粉库四（新建）	1	1390.79	1390.79
		硅块仓库（新建）	1	3200.00	3200.00
		石灰库（在预留设备位置增加设备）	1	309.65	309.65
		化学品库（在预留设备位置增加设备）	1	500	500
		酸碱罐区（新建）	/	1024.71	/
10	储运工程（产品）	产品仓库二（新建）	1	3626.51	3626.51
11	公辅工程	空压制氮站（在预留设备位置增加设备）	1	1405.40	1405.40
		氢压机房二（新建）	1	1484.29	1484.29

			脱盐水间二（新建）	2	1892.13	1892.13
			循环水及冷冻站（在预留设备位置增加设备）	2	5616.55	8589.3
			机柜间（新建）	1	660.00	660.00
			生产水池（新建）	1	14931.9	/
			水塔（新建）	1	153.82	153.82
			硅粉处理车间（新建）	1	3840.00	3840.00
			消防车库（新建）	1	294.81	294.81
			机修车间（依托）	1	3174.49	3174.49
			220KV 变电站	1	16660.20	/
			35KV 变电站	4	1310.64	4116.14
12	环保工程	废气处理	含氯硅烷废气处理装置 1 套，（新建）	1	300	300
			含事故废气处理装置 1 套，（新建）	1	100	100
			硅料系统酸性废气处理装置 1 套（新建）	1	200	200
			2 台 60t/h 燃煤蒸汽锅炉烟气处理设施（新建）	1	400	400
			布袋除尘器 2 套+排气筒（新建）	1	300	300
		废水处理	一体化污水处理水池（新建）	/	747.73	/
			一体化污水处理站（新建）	1	531.25	531.25
			盐水处理及污水处理厂房（新建）	4	1552.82	3118.95
			盐库房（新建）	1	860.08	860.08
		固体废物	一般固废暂存间（依托）	1	1000	1000
			危险废物暂存间（依托）	1	200	200
13	锅炉房		锅炉房（在预留设备位置增加设备）	1	886.4	3663.34
			脱硫水泵房（新建）	1	172.55	172.55
			吸收塔（新建）	/	61.96	/
			引风机房（新建）	1	146.25	146.25
			原煤库房+灰渣库+石膏库（依托）	1	1467	1467

（6）占地面积：本项目占地面积约 11.7 公顷，建构筑物基地占地面积 117038.76m^2，新建建筑面积 24654.41m^2，新增设备及改造涉及厂房建筑面积 71452.74m^2。

（7）总投资和环保投资：本项目总投资 300000 万元（建设投资 90150 万元，建设期利息 0 万元，铺底流动资金 209850 万元）。本项目环保投资为 11095.15 万元，约占总投资的 3.7%。

资金来源：本项目资金通过自筹。

（8）劳动定员：本项目工艺生产装置及其需同时运转的公用工程、辅助设施

连续生产，采取四班三运转劳动制度，维修及部分管理人员为一班制度。本项目总定员为 700 人，其中生产工人及其他人员 628 人，管理和技术人 72 人。

（9）工作制度：本项目劳动定员 700 人。生产装置为连续化生产车间，管理人员实行常白班，生产工人、辅助工人和技术人员实行四班三运转，实行四班三运转，年工作时间 333 天（7992h）。整理车间年生产时间 2400h，其余车间生产时间均为 7992h。燃煤蒸汽锅炉车间生产时间 7992h。

4.1.2 项目建设地点

本项目拟建厂址位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。

本项目建设用地为内蒙古东立光伏股份有限公司厂区内预留用地。厂址中心坐标为 N40°35′40.18″，E109°21′36.70″。项目地理位置图见图 4.1-1。

本项目位置
本项目建设地点
京新高速
京青线
京银线
G7
S316
2.396 km
数据来自天地图 GS(2022)3124号

图 4.1-1　地理位置图

4.1.3 项目实施进度

本项目各阶段实施进度规划如下：项目前期准备工作 2 个月。初步设计 3 个月。施工图设计 5 个月。土建施工 8 个月。设备、仪表安装 7 个月。人员培训 2 个月。试生产 2 个月。投产 1 个月。

本项目建设期计划 18 个月，从 2023 年 10 月开始组织实施，计划在 2025 年 4 月底完成。

本次建设1条年产5.0万吨高纯多晶硅生产线，所有主体工程生产设备全部新建。部分厂房依托现有二期工程（在现有厂房预留设备位置增加设备），部分厂房新建。根据现场勘察，目前现有二期工程已经建设完成，正在试生产，未进行环保验收。本项目的建设不会引起现有工程已批复内容的变化。

4.1.4 项目工程组成

本项目主要建设内容包括：新建 1 条年产 5.0 万吨多晶硅生产线，主要包括 1 套三氯氢硅合成装置、1 套三氯氢硅还原装置、1 套还原尾气回收装置、1 套精馏装置、4 套冷氢化装置、1 个整理车间、1 套渣浆回收装置和 1 套电解水制氢工艺装置。

配套建设罐组、库房、建设 2×60t/h 燃煤循环流化床蒸汽锅炉；配套建设工艺废气处理系统（含氯硅烷废气处理装置+含事故废气处理装置）、硅料系统酸性废气处理装置、集气罩+布袋除尘器；地表水处理系统、脱盐水站和循环水站、中水回用处理系统、污水处理站等。

本项目主要由主体工程、辅助工程、公用工程、储运工程、环保工程和依托工程组成。项目组成一览表见表 4.1-3。

表 4.1-3　本项目工程组成一览表

名称	序号	项目主要建设内容		备注
主体工程	1	主体装置和工艺	新建 1 条年产 5.0 万吨多晶硅生产线，主要包括 1 套三氯氢硅合成装置、1 套三氯氢硅还原装置、1 套还原尾气回收装置、1 套精馏装置、4 套冷氢化装置、1 个整理车间、1 套渣浆回收装置和 1 套电解水制氢工艺装置。 多晶硅采用改良西门子法（闭环式三氯氢硅还原法）工艺，硅粉与盐酸反应合成三氯氢硅（TCS），三氯氢硅在还原炉内进行 CVD 反应（化学气相沉积）生产高纯多晶硅。 三氯氢硅还原装置产生的还原尾气进入还原尾气回收装置，还原尾气回收得到的部分氢气送入冷氢化的流化床反应器，在 550℃、1.5-3MPa 操作条件下反应生成三氯氢硅为主的氯硅烷（冷氢化），然后对三氯氢硅进行分离精馏提纯，提纯后的三氯氢硅在还原炉内进行 CVD 反应（化学气相沉积）生产高纯多晶硅。	新建
	2	三氯氢硅合成车间	三氯氢硅合成车间（新建），三氯氢硅合成车间为混凝土框架结构，层数为 1 层建筑，占地面积为 1670.56m^2，建筑面积 1670.56m^2，车间进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。平面尺寸宽×长(m×m)=35×47.73，火灾危险类别为甲类，建筑耐火等级为一级。 三氯氢硅合成装置主要由三氯氢硅合成、除尘、洗涤、压缩冷凝四个工序组成。三氯氢硅合成炉共 4 台。 TCS 合成车间的主要设备有加热器、闪蒸罐、合成炉、分离器、过滤器、洗涤塔、冷却器、水泵、输送泵、压缩机等设备。	新建
	3	三氯氢硅还原车间	①在现有二期工程还原厂房二中增加部分设备（在预留设备位置增加设备）。还原厂房二建筑面积 11943.37m^2，为 3 层设置，高 24m，在预留设备位置增加 11 台还原炉。	厂房依托二期工程，设备新建
			②新建还原厂房三，新建的还原厂房三为混凝土框架结构，层数为三层建筑，占地面积为 5060.00m^2，建筑面积 11943.37 m^2。为 3 层设置，高 24m。平面尺寸宽×长(m×m)=55×92 ，车间进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。火灾危险类别为甲类，建筑耐火等级为一级。还原厂房三内新增 11 台还原炉。	新建
			本项目三氯氢硅还原工段共设置 22 台还原炉。还原装置采用改良西门子工艺。三氯氢硅还原主要为精馏工段精制的三氯氢硅，与还原尾气处理车间回收氢气在还原炉内发生还原反应，最终生成多晶硅棒。 还原装置主要包括还原炉、三氯氢硅汽化器、三氯氢硅过热器、尾气换热器、氢气预热器、停炉冷却系统、配电系统等。	新建
	4	还原尾气干法回收装置车间	新建还原尾气干法回收车间，还原尾气干法回收车间为混凝土框架结构，占地面积为 3404.8 m^2，建筑面积 6868.12m^2，2 层，高 16m。车间进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。火灾危险类别为甲类，建筑耐	新建

		（CDI）	火等级为二级。 还原尾气回收装置主要是将还原装置送来的含有四氯化硅、三氯氢硅、二氯二氢硅、氯化氢、氢气、硅粉的还原尾气进行分离、净化、回收。本项目还原尾气回收生产装置由还原尾气四级冷凝；氯化氢吸收、解析和汽提塔；氢气提纯吸附；活性炭再生；再生氢冷凝装置组成。 还原尾气回收装置的主要生产设备为旋风分离器、精密过滤器、湿法除尘塔、冷却器、氢气压缩机、氢气缓冲罐、氯化氢吸收塔、氯化氢解析塔、氢气吸收塔、活性碳吸附塔等。	
	5	氯硅烷分离提纯车间	现有二期项目设置 1 个氯硅烷分离提纯车间。氯硅烷分离提纯车间占地面积 13500m^2，建筑面积 27000m^2。平面尺寸宽×长(m×m)=720×18.75，层数为 2 层建筑，总高为 16 米，采用钢筋混凝土框架结构。生产类别为丁类，耐火等级为二级。在现有二期工程氯硅烷分离提纯车间中增加部分设备（在预留设备位置增加设备）。 本项目精馏装置采用多塔加压耦合连续精馏工艺。分为 3 个工序（14 座精馏塔），分别为冷氢化料和还原尾气回收料精馏工艺；高低费回收工艺；反歧化固定床工艺。	厂房依托二期工程，设备新建
	6	冷氢化装置车间	①冷氢化装置三（新建）车间为混凝土框架结构，五层，占地面积 2259.53 m^2，平面尺寸宽×长(m×m)=35×64.56，建筑面积 7316.92m^2。车间进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。火灾危险类别为甲类，建筑耐火等级为二级。 ②冷氢化装置四（新建）车间为混凝土框架结构，五层，占地面积 2259.53 m^2，平面尺寸宽×长(m×m)=35×64.56，建筑面积 6909.73m^2。车间进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。火灾危险类别为甲类，建筑耐火等级为二级。 利用四氯化硅在催化剂作用下发生高温热分解和加氢反应得到三氯硅烷。其产生的副产物氯化氢再与硅粉发生连锁反应，生成三氯硅烷和四氯化硅，同时还原尾气分离出的氢气也返回该系统，参与反应。 新建 4 条四氯化硅冷氢化生产线，2 个冷氢化车间均为 5 层设置，高 37m。冷氢化装置主要包括干燥器、流化床反应器、除尘器、洗涤塔、初分塔、热交换器、给料机、提升机、引风机设备噪声等。	新建
	7	整理车间	①现有二期工程整理厂房占地面积 5988.44m^2，建筑面积 23993.1m^2。4 层，高 24m。在现有工程整理厂房内新增设备，在预留设备位置增加设备。 ②现有二期工程硅芯制备厂房占地面积 6815.79m^2，建筑面积 6815.79m^2。1 层。在现有工程硅芯制备厂房内新增设备，在预留设备位置增加设备。 整理车间包括方硅芯制备工序、硅料清洗工序、破碎工序。 主要生产设备为方硅芯拉晶炉，磨锥机、拆棒机、切割机、酸洗机、碱洗机、清洗机、烘干机、破碎机等。	厂房依托二期工程，设备新建
	8	渣浆回收装置	现有二期工程工艺废料废液处理厂房占地面积 1208.02m^2，建筑面积 4832.08m^2。4 层，高 24m。在现有工程工艺废料废液处理厂房内新增设备，在预留设备位置增加设备。	厂房依托二期工程，设

			工艺废料废液处理厂房内建设 1 套渣浆回收装置，渣浆回收处理对象主要为还原副产的高沸物和冷氢化合成气洗涤残液，主要含四氯化硅，少量三氯硅烷、聚氯硅烷（主要为 Si_2Cl_6）、金属氯化物等。渣浆经搅拌冷却、沉降、蒸发、高沸物裂解等工序处理。 主要包括蒸发浓缩、高沸物分离塔、高沸物裂解分离塔、裂解反应器、干燥机等。	备新建
辅助工程	1	空压、制氮	在现有二期工程空压制氮站内增加设备（在预留设备位置增加设备）。现有工程空压制氮站占地面积 1405.40m^2，建筑面积 1405.40m^2。层数为 1 层建筑。 本项目仪表空气和装置空气正常需要量为 4000Nm^3/h，选用 3 台空气压缩机（2 用 1 备），单台流量 3600Nm^3/h；压力 0.8MPa，空气经过缓冲，过滤干燥后进入仪表气缓冲罐，再接至厂区各用气点；一套空气增压机，增压压力 2.5MPa，流量 600Nm^3/h，增压后进入高压仪表气罐储存备用，保证仪表气源的不间断供应。 本项目采用离心式空气压缩机带空气预冷机组、分子筛纯化系统、双塔精馏制氮、返流富氧气膨胀制冷的空分制氮，氮气：7500Nm^3/h；纯度 99.9995%；压力 0.85MPa；液氮：100Nm^3/h；纯度 99.9995%；压力 0.85MPa。氮气正常需求量为 7300Nm^3/h。	厂房依托二期工程，设备新建
	2	制冷	在现有二期尾气回收冷冻站内增加设备（在预留设备位置增加设备）。现有工程尾气回收冷冻站占地面积 2233.57m^2，建筑面积 2233.57m^2。层数为 1 层建筑。 还原尾气干法回收装置（CDI）冷冻站内设置 3 台-10℃冷冻机（载冷剂为 R22）、3 台-40℃冷冻机（载冷剂为 R22）、2 台-70℃冷冻机（载冷剂为 R23+R）、2 台-90℃冷冻机（载冷剂为 R22+乙烯），循环水及冷冻站内设置 3 台-40℃冷冻机组，CDI 冷冻站内总设计制冷量为 21385.4KW，CDI 及冷氢化装置实际使用量约为 14000KW。 本项目循环水及冷冻站内设置 7℃水冷冻机组 3 台，设计能力为 21385KW，实际用量约为 15100KW。	厂房依托二期工程，设备新建
	3	化验室	现有二期项目设置 1 个分析化验中心，分析化验中心占地面积 185m^2，建筑面积 576 m^2。平面尺寸宽×长(m×m)=12×12 ，层数为 4 层建筑，总高为 24 米，采用钢筋混凝土框架结构。耐火等级为二级。 分析化验中心负责各工艺装置的原材料分析；负责各工艺装置的中间控制分析；负责各工艺装置的产品、副产品的质量分析；负责各辅助设施的全部分析；负责配制化验室所用的标准溶液； 负责新的分析方法的开发及对化验员进行培训；负责分析仪器设备日常维护保养。	依托二期工程
	4	综合办公楼	现有工程设有办公楼 1 座，依托现有工程。	依托现有工程
	5	门卫	现有项目设置 1 座门卫，门卫占地面积 35m^2，建筑面积 19 m^2。	
	6	锅炉房	现有二期项目设置 1 座锅炉房，锅炉房占地面积 886.4m^2，建筑面积 3663.34 m^2。本项目在锅炉房内预留设备位置增加设备。 本项目配套建设 2×60t/h 循环流化床燃煤蒸汽锅炉，锅炉型号为 DHX60-1.25-AⅡ，单台锅炉额定蒸发量为 60t/h，额定蒸汽压力为 1.25MPa。生产的蒸汽供全厂生产单元及其采暖使用。	锅炉房依托现有二期工程，新增 2 台燃煤蒸汽

				锅炉
	7	脱硫水泵房	本项目设置 1 座脱硫水泵房，脱硫水泵房占地面积 172.55m^2，建筑面积 172.55 m^2。平面尺寸宽×长(m×m)=11.5×15 ，层数为 1 层建筑，总高为 4.2 米，采用砖混结构。生产类别为戊类，耐火等级为二级。	新建
	8	控制室	现有二期项目建设 1 个控制室，控制室占地面积 768m^2，建筑面积 768 m^2。采用钢筋混凝土框架结构。在现有二期控制室内增加设备（在预留设备位置增加设备）。 控制室内含机柜间、操作室（含消防控制室）、外操室、气防间、工程师室、UPS 室、交接班室、卫生间。	厂房依托二期工程，设备新建
	9	机修间	现有二期工程设置全封闭机修间 1 座，建筑面积 3174.49m^2。	依托二期工程
公用工程	1	供电	本项目用电由内蒙古东立光伏股份有限公司已建设的东立 220kV 变电站供电，变电站位于厂区东南侧，建设 2 回出线至梅力更 500kV 变电站 220kV 侧。220KV 母线采用的接线形式为双母线三分段的接线形式。 本项目二级以上负荷分别由 220KV 变电站 10KV 母线和 35KV 变电站 10KV 母线供电，在 220KV 变电站 10KV 侧装设母联备自投。由于 35KV 变电站负荷较大，10KV 侧不具备装设母联备自投条件，在 220kV 变电站 35kV 侧装设备自投装置。另由附近的吉祥 220kV 变电站引入一路 10kV 电源至本站，作为应急电源，供给一级负荷中特别重要负荷供电。	新建
	2	供热及蒸汽	在现有二期工程锅炉房内增加 2 台锅炉（在预留设备位置增加设备）。 本项目配套建设 2×60t/h 循环流化床燃煤蒸汽锅炉，锅炉型号为 DHX60-1.25-AⅡ，燃煤锅炉房占地面积 886.4 m^2，建筑面积 3663.34m^2，1 层建筑。锅炉年运行时间 333 天，三班制，每班 8 小时。锅炉生产蒸汽主要用于冷氢化车间、精馏车间再沸器、还原车间、还原尾气回收、污水处理、高盐废水蒸发的热源、生活供暖及辅助生产及其他。 燃煤锅炉用煤收到基低位发热量（$Q_{net.v.ar}$）4025.12kcal/kg，锅炉小时最大耗煤量约为 175504.32t/a，输煤系统采用单路带式输送机系统，系统采用 B=650mm，V=1.0m/s，Q=150t/h 的胶带机。	锅炉房依托现有二期工程，新增 2 台燃煤蒸汽锅炉
	3	生活用水、车间和设备冲洗用水	本项目生活用水、车间和设备冲洗用水等来源于乌拉特前旗工业园区，由园区综合泵房统一供应。生活用水量为 2.3m^3/h，车间和设备冲洗用水量为 0.7m^3/h，生活用水和冲洗用水总计 3.0m^3/h（2.4×10^{4}m^3/a）。	新建
		生产用水 1 循环水站用水（软水）	生产用水取自地表水，生产用水量为 370.46m^3/h。 本项目地表水处理系统产水用于各个循环水站，包括脱盐水站、闭式循环水站、开式循环水站、冷冻机蒸发冷和复合冷用水、质检室用水，用水量为 370.46m^3/h。	新建
		生产用水 1 地表水处理	地表水处理系统设计处理规模为 370.5m^3/h，产水率 95%。地表水处理系统采用“超滤+反渗透”工艺，产水用于各个循环水站及质检室用水，反渗透浓水排入污水处理站。	新建

		生产用水 2	脱盐水	生产用水（脱盐水）来自脱盐水站，脱盐水用水量为 23.153m^3/h。 脱盐水站产水提供脱盐水用于三氯氢硅合成车间 1.0m^3/h、还原车间 6.0m^3/h、锅炉 5.1m^3/h、整理车间 10m^3/h、电解水制氢 1.053m^3/h。	新建
			脱盐水站	本项目集中设置1座脱盐水站（新建），2层，占地面积1892.13m^2，建筑面积1892.13m^2。脱盐水站产水规模为23.153m^3/h，回收率≥90%，采用“机械过滤+二级反渗透”工艺。脱盐水站产水提供脱盐水用于三氯氢硅合成车间、还原车间、锅炉、整理车间、电解水制氢。浓水排入中水处理系统。	新建
	4	排水	生活排水	生活污水排放量为2.3m^3/h(1.84×$10^4$$m^3$/a)，生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。	依托二期工程
			生产废水	①生产废水主要包括脱盐水站浓水、闭式循环水站排污水、开式循环水站排污水、蒸发冷装置排污水、质检室排污水、冲洗水全部排入中水处理系统。 ②中水回用处理系统浓水、地表水处理系统浓水、整理车间产品整理酸洗废水、三氯氢硅合成车间酸雾捕集脱水废水，排入污水处理站。 ③污水处理站蒸发结晶冷凝水回用于锅炉系统，用于出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水。脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水，生产废水不外排。 本项目全场生产废水全部回用，不外排。	新建
	5	循环水站		循环水站占地面积5616.55m^2。 ①配套建设1座闭式循环水站，设计供水量为9000m^3/h。 ②配套建设1座有效容积为3000m^3循环水池，配套建设4座开式循环水站，循环水站A：设计供水量为11000m^3/h，循环水站B：设计供水量为660m^3/h，循环水站C：设计供水量为900m^3/h，循环水站D：设计供水量为600m^3/h。 循环水站用水来源于地表水处理系统产水和中水处理系统产水，循环水站产水提供循环水用于还原车间、还原尾气回收、精馏车间、冷氢化车间、污水处理站、三氯氢硅合成、溴化锂冷水机组、空压制氮、整理车间、高盐废水蒸发装置。	新建
	6	消防及给水泵站		现有二期工程消防及给水泵站占地面积为 837m^2，建筑面积为 837m^2，采用钢筋混凝土框架结构。在现有二期工程消防及给水泵站内增加设备（在预留设备位置增加设备）。 新增消防主泵 2 台（1 电 1 柴），1 用 1 备，单泵参数：Q=120L/s，H=80m；设稳压泵 2 台（电动泵），1 用 1 备，单泵参数：Q=5L/s，H=85m。	依托二期工程
储运工程	1		硅粉库	本项目设置 4 座硅粉库，每座硅粉库占地面积 1390.79m^2，建筑面积 1390.79 m^2。平面尺寸宽×长(m×m)=23.17×60，层数为 1 层建筑，总高为 6 米，采用门式钢架结构。车间进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。生产类别为丙类，耐火等级为二级。 硅粉库一（新建），1 层建筑，占地面积 1390.79 m^2，建筑面积 1390.79 m^2。	新建

		原辅材料储存		硅粉库二（新建），1 层建筑，占地面积 1390.79 m^2，建筑面积 1390.79 m^2。 硅粉库三（新建），1 层建筑，占地面积 1390.79 m^2，建筑面积 1390.79 m^2。 硅粉库四（新建），1 层建筑，占地面积 1390.79 m^2，建筑面积 1390.79 m^2。 原料硅粉年需要量约为 51917.23 吨，其贮存时间按 30 天考虑，贮存量约 4700 吨，贮存于硅粉仓库内。	
			硅块仓库	本项目设置 1 座硅块仓库，硅块仓库占地面积 3200m^2，建筑面积 3200 m^2。车间进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。平面尺寸宽×长(m×m)=80×40，层数为 1 层建筑，总高为 6 米，采用门式钢架结构。生产类别为丙类，耐火等级为二级。	新建
	2		石灰库	现有工程设置 1 座石灰库，石灰主要用于渣浆处理系统和含氯硅烷废气处理系统，石灰库占地面积 309.65m^2，建筑面积 309.65 m^2。平面尺寸宽×长(m×m)=15×20.6，层数为 1 层建筑，总高为 6 米，采用门式钢架结构。生产类别为丙类，耐火等级为二级。 石灰年需要量约为 22650 吨，其贮存时间按 30 天考虑，贮存量约 2000 吨，贮存于石灰库内。	厂房依托二期工程
	3		化学品库	现有二期工程设置 1 座化学品库，化学品库占地面积 500m^2，建筑面积 500 m^2。平面尺寸宽×长(m×m)=20×25，层数为 1 层建筑，总高为 6 米，采用排架结构。全封闭危化品甲类仓库，耐火等级为一级。原辅材料分区存放。 ①氢氧化钠储罐，Φ4.00×4m，容积 50m^3，50m^3立式槽罐 1 个，密度 2.13×10^3kg/m^3, 年需要量约为 569 吨，场内最大暂存量为 50m^3、106.5t，场内暂存天数约为 60d。 ②硝酸储存桶，φ1.2×4.5m，容积 5m^3，共 1 个，硝酸的密度为 1.42×10^3kg/m^3。年需要量约为 1201 吨，场内最大暂存量为 5m^3、7.1t，场内暂存天数约为 2d。 ③氟化氢储存桶，φ1.2×4.5m，容积 5m^3，共 1 个，氟化氢的密度为 1.15×10^3kg/m^3。年需要量约为 138 吨，场内暂存量为 5m^3、5.75t，场内暂存天数约为 13d。 ④活性炭、催化剂、AB 胶、络合除铝剂、络合除钛剂、硫代硫酸钠。暂存量分别为 40t、120t、27t、0.4t、1.4t、0.8t、1.0t。暂存天数均为 90d。 污水处理站沉淀剂、中和剂、絮凝剂、混凝剂的暂存量分别为 2.7t、3.2t、5.4t、5.4t，暂存天数均为 90d。	厂房依托二期工程，设备新建
	4		储罐区	罐组一占地面积2840.85m^2，围堰高度0.9m，1个3000$m^3$95%三氯氢硅原料球罐，1个3000$m^3$99%冷氢化精制TCS料球罐；1个3000m^3事故罐。 储罐区和围堰进行防渗，渗透系数≦10^{-10}cm/s。	依托二期工程
				罐组二占地面积2840.85m^2，围堰高度0.9m，3个3000$m^3$99%四氯化硅球罐。储罐区和围堰进行防渗，渗透系数≦10^{-10}cm/s。	
				罐组三占地面积2155.86m^2，围堰高度0.9m，3个1000m^3三氯氢硅球罐，1个1000m^3氯硅烷（三氯氢硅和四氯化硅）球罐。储罐区和围堰进行防渗，渗透系数≦10^{-10}cm/s。	

				罐组四占地面积648.50m^2，围堰高度0.9m，3个500m^{3}球罐，分别储存轻沸物（98%三氯氢硅和2%二氯二氢硅）、重沸物（80%四氯化硅和20%三氯氢硅）和残液（60%四氯化硅和40%三氯氢硅）。储罐区和围堰进行防渗，渗透系数≦10^{-10}cm/s。	
				罐组五占地面积361.80m^2，围堰高度0.9m，4个35m^{3}卧式罐，2个三氯氢硅罐卸车罐、2个四氯氢硅罐卸车罐。储罐区和围堰进行防渗，渗透系数≦10^{-10}cm/s。	新建
				氢气储罐 100m^{3}缓冲罐 2 个，40m^{3}缓冲罐 1 个。HCl 储罐 100m^{3}缓冲罐 2 个。储罐区和围堰进行防渗，渗透系数≦10^{-10}cm/s。	新建
				2座250m^{3}柴油罐（柴油），围堰高度0.5m。储罐区和围堰进行防渗，渗透系数≦10^{-10}cm/s。	依托二期
				2座300m^{3}盐酸储罐，围堰高度0.9m。2座50m^{3}次氯酸钠储罐，围堰高度0.9m。储罐区和围堰进行防渗，渗透系数≦10^{-10}cm/s。	新建
	5	产品储存	高纯多晶硅仓库	本项目新建 1 座产品仓库，产品仓库占地面积 3626.51m^2，建筑面积 3626.51 m^2。平面尺寸宽×长(m×m)=50×72 ，层数为 1 层建筑，总高为 6 米，采用门式钢架结构。车间进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。 生产类别为戊类，耐火等级为二级。 产品高纯多晶硅年产生量约为 50000 吨，其贮存时间按 30 天考虑，贮存量约 4500 吨，贮存于产品仓库内。	新建
	6	污水处理站中和渣库		二期工程设有占地面积 600m^2 全封闭中和渣库 1 座、用于污水处理站中和渣的厂内暂存。	依托二期工程
	7	污水处理站结晶盐库		新建占地面积 860.08m^2 全封闭结晶盐库 1 座、用于污水处理站结晶盐的厂内暂存。污水处理站结晶盐库进行防渗，渗透系数≦10^{-7}cm/s。	新建
	8	锅炉	原煤库房 1 座	二期工程设有全封闭原煤库房 1 座，建筑面积 5473.44m^2。	依托二期工程
			石灰石仓	二期工程设有容积为 80m^{3}石灰石仓 1 座。	
			灰渣库	二期工程设有 1219.4m^2 全封闭渣库 1 座，用于炉渣的厂内暂存；设有 38.73m^2 全封闭灰库 1 座，用于除尘灰的厂内暂存	
			石膏库	二期工程设有占地面积 55m^2 的全封闭石膏库 1 座。用于脱硫石膏厂内暂存。	
	9	厂内道路		厂内道路长度为 875m，道路宽度为 4m。厂内道路占地面积为 3500m。	新建
环保工程			硅块破碎废气 G1-1	粉尘经集气系统+1 套布袋除尘器（布袋除尘器的除尘效率为 98.9%）处理后经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA001)**排放。	新建
			硅粉加料系统废气	粉尘经 1 套集气罩+ 1 套硅粉过滤器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，硅粉过滤器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA002)**排放。	新建

	1 工艺废气	三氯氢硅合成	G1-2		
			冷凝系统不凝气 G1-3	不凝气直接进入冷氢化工段，不外排。	新建
			硅粉库装卸无组织粉尘 g1-1	硅粉库为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生。	新建
			未收集硅粉加料粉尘 g1-2	三氯氢硅合成车间为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生。	新建
		三氯氢硅还原	吹扫废气 G2-1	本项目工艺废气处理装置分为 2 部分，分别为含氯硅烷工艺废气处理装置和事故废气处理装置，部分处理设施共用。详见本报告 8.2.1 节。 排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，吹扫废气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号分别为：35m 排气筒**(DA003)**、35m 排气筒**(DA004)**、35m 排气筒**(DA005)**、35m 排气筒**(DA006)**、35m 排气筒**(DA007)**、35m 排气筒**(DA008)**分别排放。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	新建
			系统出现超压等事故状态时废气 G2-2	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。事故废气处理装置增设 2 个残液淋洗塔，排气筒与 6 个尾气淋洗塔共用。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	新建
		还原尾气回收	系统出现超压等事故状态时废气 G3-1	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗塔），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。事故废气处理装置增设 2 个残液淋洗塔，排气筒与 6 个尾气淋洗塔共用。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	新建
		精馏	氢化料和还原尾气	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，不凝气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，	新建

		工艺	回收料精馏工艺不凝气 G4-1	每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	
			高低沸回收工艺精馏不凝气 G4-2		新建
		四氯化硅冷氢化工艺	硅粉接收罐废气（G5-1）	粉尘经集气系统+2 套容积为 3.46m^3 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA009)**排放。	新建
			硅粉计量罐废气（G5-2）	粉尘经集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为2.83m^3的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA010)**排放。	新建
			系统出现超压等事故状态时废气（G5-3）	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。事故废气处理装置增设 2 个残液淋洗塔，排气筒与 6 个尾气淋洗塔共用。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	新建
			硅粉加料无组织排放粉尘（g5-1）	四氯化硅冷氢化生产车间为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生。	新建
		整理车间	粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃（G6-1）	排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，非甲烷总烃进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	新建
			方硅芯酸洗废气（G6-2）和硅料酸洗	排入本项目硅料系统酸性废气处理装置，经酸洗槽上方的集气罩收集后，二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和 10%氢氧化钠溶液洗涤后（酸性废气的净化效率 70%）经 35m 高、内径 0.8m 排气筒**(DA011)**排放。	新建

			废气（G6-3）		
			硅料破碎粉尘（G6-4）	粉尘经集气罩+布袋除尘器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA012)**排放。	新建
		渣浆回收	两级冷凝器不凝气（G7-1）	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，不凝气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	新建
		电解水	电解水制氢分离出来的 O_2（G8-1）	通过制氢车间新建的 1 根 15m 高的排气筒排放（内径 0.2m）。排气筒编号 **(DA013)**。	新建
		工艺废气处理车间		本项目工艺废气处理装置分为 2 部分，分别为含氯硅烷工艺废气处理装置和事故废气处理装置，部分处理设施共用。 淋洗系统总共包括 8 个淋洗塔（其中 1#-6#洗涤塔为尾气石灰乳喷淋淋洗塔、7#、8#塔淋洗处理残液）。 生产车间工艺废气（不凝气+三氯氢硅还原炉吹扫废气+整理车间粘胶工段非甲烷总烃）汇集到工艺废气主管，排入工艺废气处理车间含氯硅烷工艺废气处理装置；超压事故状态废气汇集到事故废气主管，排入工艺废气处理车间事故废气处理装置。 首先经过三级冷凝装置回收氯硅烷、经三级深冷吸附后不凝气主要含氢气、氮气和氯化氢，未冷凝的尾气送进石灰乳喷淋洗涤塔。事故尾气经石灰乳喷淋洗涤塔洗涤后进入残液淋洗。 本项目共设置 6 台尾气石灰乳喷淋淋洗塔，处理含氯硅烷废气进入 6 台淋洗塔并联处理，总共 6 个废气排放口。经淋洗后通过 35m 排气筒 DA003、35m 排气筒 DA004、35m 排气筒 DA005、35m 排气筒 DA006、35m 排气筒 DA007、35m 排气筒 DA008 分别排放。事故废气处理装置增设 2 个残液淋洗塔，排气筒与 6 个尾气淋洗塔共用。	新建
		2*60t/h 燃煤锅炉废气		锅炉废气：2×60t/h 燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器处理后，共用 1 台脱硫塔（石灰石-石膏法）处理后通过 1 根 50m 高，出口内径 2.8m 的烟囱**(DA014)**排放，配备 1 套烟气在线监测系统。	新建
				原料装卸、运输粉尘：	新建

				①本项目运输煤炭车辆采取密闭方式，防止物料遗撒造成煤尘污染； ②厂区内建 1 座全封闭的储煤库，运煤汽车进入储煤库内进行卸煤，为减少卸煤、储煤过程产生的粉尘，在储煤库顶部安装洒水抑尘装置，定期对煤堆进行洒水抑尘，控制堆煤表面湿度在 8%左右； ③循环流化床锅炉均室内布置，并严格对输送车辆车胎车体冲洗，保证煤料输运过程全封闭。	
				灰渣储存、装车粉尘： ①厂区内建设一座封闭锅炉渣库和一座封闭灰库，用于临时贮存炉灰渣； ②除尘灰出灰口处有软连接且位于渣库内，并在渣库内安装洒水抑尘设施。	新建
		盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气		盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气经尾气吸收塔（碱洗，处理效率可达 80%）处理后，通过 15 米高，出口内径 0.2m 的排气筒**(DA015)**排放。	新建
	2 生产废水	三氯氢硅合成	酸雾闪蒸废水 W1-1	排入本项目生产污水处理站，本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m^3/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。 处理工艺：淋洗系统（淋洗塔处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	新建
			循环冷却水排水 W1-2	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	新建
		三氯氢硅还原	冷却器循环冷却水排水 W2-1	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	新建
		还原尾气回收	冷却器循环冷却水排水 W3-1		新建
		精馏工艺	冷却器循环冷却水排水 W4-1		新建

		四氯化硅冷氢化	冷却器循环冷却水排水 W5-1		新建
		整理车间	方硅芯清洗废水 W6-1	整理车间酸洗/碱洗废水和清洗废水排入本项目污水处理站 400m³/h 一体化污水处理系统。 本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、整理车间废水、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发）。经处理后的蒸馏水，全部回用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	新建
			方硅芯酸洗废水 W6-2		新建
			硅料酸洗+石墨件碱洗废水 W6-3		新建
			硅料+石墨件清洗废水 W6-4		新建
		渣浆处理	冷却器循环冷却水排水 W7-1	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	新建
		电解水	冷却器循环冷却水排水 W8-1	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	新建
		其他生产排水	地面和设备冲洗废水	地面和设备冲洗废水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	新建
			化验废水	化验废水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	新建

			脱盐水站废水	脱盐水站废水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	新建
			地表水处理系统浓盐水、中水处理系统浓盐水	排入本项目生产污水处理站，本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水、整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。 处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	新建
		中水处理系统		本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m³/h，产水率 90%。用于处理脱盐水站废水、闭式循环水站排污水、开式循环水站排污水、尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排污水、循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排污水、还原水泵房蒸发冷排污水、精馏车间复合冷排污水、冷氢化复合冷排污水、质检室废水、冲洗废水。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。 处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。	新建
		污水处理站		本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统产生的浓盐水、整理车间废水、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。 处理工艺：淋洗系统（淋洗塔处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。 淋洗塔系统主要包括 6 个淋洗塔处理全厂工艺废气，720m³/h 作为淋洗塔的循环水，180m³/h 淋洗废水进入一体化净水装置（管道混合器+斜管沉淀），调节 pH 和去除浊度处理，一体化净水装置出水进入压滤机压滤处理，滤渣暂存于泥渣库，滤液进入除硫酸根装置，去除硫酸根后，出水进入压滤机压滤处理，滤渣暂存于泥渣库，滤液进入钛材蒸发冷装置，进行蒸发，再经过一体化净化处理，出水进入高盐废水蒸发结晶装置处理，采用 MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发结晶工艺。得到二水氯化钙，冷凝水回用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	新建

		高盐废水蒸发结晶系统		本项目配套建设 40m³/hMVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发装置 1 套（处理高盐水），氯化钙溶液采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发+单效蒸发，产生的盐溶液经过离心机进行固液分离，污水处理站蒸发结晶冷凝水回用于锅炉系统(用于出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水)。结晶盐二水氯化钙属于第 II 类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。 处理后的废水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，全部回用于锅炉系统(用于出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水)，不外排。	新建
	3 生活污水	生活污水		生活污水排放量为1.84m³/h（1.47×10⁴m³/a），生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。	依托二期工程
	4 其他废水	事故水池（含消防废水）		综合分析得出，本项目事故状态下至少会产生2362.76m³的事故水。本项目依托二期工程的事故水池，容积为9000m³。规格为30×60×5m。 事故池渗透系数≤10^{-10}cm/s，采用钢筋混凝土结构。用于二期工程和本项目事故状态下的消防废水、事故废水的收集和暂存。	依托二期工程
		初期雨水池		二期工程初期雨水池占地面积为600m²（30×20m），建筑面积为600m²，采用钢筋混凝土结构。 二期工程初期雨水池的容积为 3000m³(30×20×5m)，本项目依托二期工程的初期雨水池，位于厂区西侧，用于收集二期工程和本项目初期雨水。	依托二期工程
		消防水池		二期工程消防水罐和消防泵房位于厂区中间的东南侧，消防泵房建筑面积311.05m²，2座消防水罐有效容积均为4333m³。本项目依托二期工程的消防水池。	依托二期工程
	5	固体废物	生活垃圾	生产厂区内设置若干生活垃圾箱，由环卫部门定期清运。	新建
			一般固体废物	二期工程设有占地面积 600m² 全封闭中和渣库 1 座、用于污水处理站中和渣的厂内暂存。 二期工程设有 1219.4m² 全封闭渣库 1 座，用于炉渣的厂内暂存；设有 38.73m² 全封闭灰库 1 座，用于除尘灰的厂内暂存。 二期工程设有占地面积 55m² 的全封闭石膏库 1 座。用于脱硫石膏厂内暂存。 二期工程建设 1000m² 的一般固体废物暂存间，一般固体废物暂存间暂存场地防渗，渗透系数小于等于 10^{-7}cm/s，一般固体废物暂存库房建设指标执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。	依托二期工程，进行防渗，渗透系数小于等于 10^{-7}cm/s
			危险固废	二期工程建设危险废物暂存间 1 座，建筑面积为 200m²。 本项目依托二期工程的危险废物暂存间。用于流化床反应器废催化剂、反岐化反应器废催化剂、低沸吸附废树脂、高沸吸附废树脂、还原尾气吸附废活性炭、工艺废气吸附塔废活性炭、高沸裂解废催化剂、锅炉脱硫废水污泥、废机油的厂内暂存，危险固体废物暂存间暂存场地防渗，渗透系数小于等于 10^{-10}cm/s，具体建设指标参照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《危险废物贮存污染控制	依托二期工程，进行防渗，渗透系数小于等于 10^{-10}cm/s

				标准》(GB18597-2023)中有关规定严格执行。	
	6	噪声	噪声防治	设置声屏障、设备减振、厂房隔音声源处加隔音处理。	新建
	7	风险防范	防渗措施	生产区域、综合仓库区、储罐区、事故水池、初期雨水池、污水管网按要求进行防渗，生产区域、综合仓库区、储罐区符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。	新建
			防火防爆措施	危险源布置符合《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）要求。	新建
	8	绿化	植树种草	绿化面积 12347.59m^2，绿化率达到 10.55%。	新建

4.1.5 项目主要经济技术指标

本项目主要技术经济指标见表 4.1-4。

表 4.1-4　主要技术经济指标

序号	名　　称	单位	数据	备注
一	设计规模			
1	产品方案			
	电子级多晶硅	t/a	50000	
2	生产天数	天	333	整理车间年生产时间 2400h，其余车间生产时间为 7992h。
3	公用动力消耗量			
	年耗水量	m^3/a	298.77×10^4	生活用水和冲洗用水总计 $3.0m^3/h$（$2.4\times10^4m^3/a$）。生产用水量为 $370.46m^3/h$（$296.37\times10^4m^3/a$）。
	年耗电量	万 kWh	273411.05	
	年耗水蒸气量	万 t	60.68	
	年耗氮气量	10^3Nm^3	9600	
	年耗压缩空气量	10^3Nm^3	7000	
	年耗氩气	万 Nm^3	100.00	
4	运输量	t/a	219860.5	
	运入量	t/a	131072.92	
	运出量	t/a	88787.58	
5	项目定员	人	700	
	其中：生产工人	人	646	
	车间管理及技术	人	54	
二	经济数据			
	项目规模总投资	万元	300000	
1	流动资金	万元	8704.32	
2	项目建设总投资	万元	291295.68	
（1）	建设投资	万元	291295.68	
（2）	建设期利息	万元	0	
3	资金筹措	万元	300000	
	其中：借款	万元	0	
	项目资本金	万元	300000	
	资本金比例	%	100	
4	年平均营业收入	万元	330909.09	
5	年平均营业税金及附加	万元	2424.44	
6	年平均总成本费用	万元	249855.42	
7	年平均利润总额	万元	78629.22	
8	年平均所得税	万元	11794.38	
9	年平均净利润	万元	66834.84	
10	年平均息税前利润	万元	78629.22	

序号	名　　称	单位	数据	备注
11	年平均增值税	万元	20203.71	
三	财务评价指标			
1	总投资收益率	%	26.21	
2	资本金净利润率	%	22.28	
3	项目财务内部收益率(所得税前)	%	25.31	
4	项目财务净现值（所得税前）	万元	278523.23	
5	项目财务内部收益率(所得税后)	%	22.45	
6	项目财务净现值（所得税后）	万元	218079.05	
7	项目投资回收期	年	5.85	静态、税后
8	项目资本金内部收益率	%	22.45	
9	盈亏平衡点（生产能力利用率）	%	46.87	

4.1.6 生产规模与产品方案

本项目产品规模为 5 万吨/a 高纯多晶硅。根据光伏制造行业规范条件（2021 年本），产品质量执行《电子级多晶硅》（GB/T12963-2014）电子 3 级。产品高纯多晶硅暂存在产品库内，定期外售。

项目产品方案见表 4.1-5，多晶硅产品质量指标见表 4.1-6。

表 4.1-5 项目产品方案

序号	产品名称	产品量 t/a	形态	备注
1	多晶硅	50000	固体	产品

表 4.1-6 《电子级多晶硅》（GB/T12963-2014）

项目	电子级多晶硅等级指标（一）		
	电子 1 级	电子 2 级	电子 3 级
施主杂质浓度/10^{-9}（ppba）	≤0.15	≤0.25	≤0.30
受主杂质浓度/10^{-9}（ppba）	≤0.05	≤0.08	≤0.10
少数载流子寿命/μs	≥1000	≥1000	≥1000
碳浓度/（atoms/cm^2）	＜1.0×10^{16}	＜1.0×10^{16}	＜1.5×10^{16}
氧浓度/（atoms/cm^2）	≤1×10^{16}	≤1×10^{16}	≤1×10^{16}
基体金属杂质含量（ppbw）	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、NaTMI 总金属杂质含量：≤1.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、NaTMI 总金属杂质含量：≤1.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、NaTMI 总金属杂质含量：≤2.0
表面金属杂质含量/（ppbw）	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、NaTMI 总金属杂质含量：≤10.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、NaTMI 总金属杂质含量：≤10.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、NaTMI 总金属杂质含量：≤15
注：基体金属杂质和表面金属杂质的分析方法由供需双方协商解决。			

4.1.7 主要原辅材料及能源消耗

4.1.7.1 主要原辅材料消耗

本项目主要原材料为硅粉、氯化氢、活性炭、催化剂、外购补充三氯氢硅、氢气、HNO_3、HF、脱盐水、AB 胶、NaOH、石墨件+石英件+陶瓷件、络合除铝剂、络合除钛剂、N_2、氢氧化钙、硫代硫酸钠等，其中原材料氢气、氮气、脱盐水自制，剩余原材料外购，通过汽车运输进入厂区，能够满足生产要求。项目主要原辅材料消耗见表 4.1-7。

表 4.1-7　项目原辅材料消耗一览表

序号	车间	名称	单位	年消耗量	规格	来源	运输方式
1	三氯氢硅合成生产线	硅粉	t/a	11754.63	纯度≥99.5%（wt）	合盛硅业	汽运
2		氯化氢	t/a	46866.29	---	本项目 CDI 系统	管道
3	还原尾气回收	活性炭	t/a	150	---	外购	汽运
4	氯硅烷精馏工艺	催化剂（长碳链胺基树脂）	t/a	225	---	外购	汽运
5		外购补充三氯氢硅	t/a	10918	---	外购	汽运
6	四氯化硅冷氢化	硅粉	t/a	40162.6	纯度≥99.5%（wt）	合盛硅业	汽运
7		氢气	t/a	749.25	纯度≥99.999%（wt）	本项目电解水制氢车间	管道
8		催化剂（$CuCl_2$）	t/a	225	---	外购	汽运
9	整理车间（硅芯拉制）	HNO_3	t/a	11.7	68%硝酸	昆山日尔化工	汽运
10		HF	t/a	2	60%氢氟酸	昆山日尔化工	汽运
11		脱盐水	t/a	2100	---	自制	管道
12		AB 胶	t/a	1.5	---	---	汽运
13	整理车间（多晶硅料破碎、清洗）	HNO_3	t/a	29.97	68%硝酸	昆山日尔化工	汽运
14		HF	t/a	18.83	60%氢氟酸	昆山日尔化工	汽运
15		脱盐水	t/a	19500		自制	管道
16		NaOH	t/a	562	纯度≥99%（wt）	外购	汽运
17		石墨件+石英件+陶瓷件	t/a	1307.17	---	外购	汽运
18	渣浆处理系统	络合除铝剂	t/a	5	---	外购	汽运
19		络合除钛剂	t/a	3	---	外购	汽运
20		N_2	t/a	12	---	自制	管道
21		氢氧化钙	t/a	1050	---	外购	汽运
22	废气处理系统	NaOH	t/a	7	纯度≥99%（wt）	外购	汽运

23		硫代硫酸钠	t/a	4	纯度≥99%（wt）	外购	汽运
24		氢氧化钙	t/a	21600	氢氧化钙含量≥75%	外购	汽运
25	生产废水处理站	沉淀剂	t/a	10	---	外购	汽运
26		中和剂	t/a	12	---	外购	汽运
27		絮凝剂	t/a	20	---	外购	汽运
28		混凝剂	t/a	20	---	外购	汽运
29	其他	包装物	t/a	172.8	---	外购	汽运

4.1.7.2 主要原辅材料暂存情况

原辅料质量规格见表 4.1-8~4.1-11。

表 4.1-8 项目工业硅粉规格表

物料	粒度	Si	Fe	Al	Ca
工业硅粉	0.3~0.6mm	≥99%	≤0.4%	≤0.3%	≤0.3%
	H_2O	Ti	P	B	-
	≤0.01%	≤0.05%	≤0.002%	≤0.002%	-

表 4.1-9 《工业硝酸稀硝酸》质量标准（GB/T337.2-2002）单位：%

项目	指标			
	68酸	62酸	50酸	40酸
硝酸（HNO_3）的质量分≥	68.0	62.0	50.0	40.0
亚硝酸（HNO_2）的质量分数≥	0.20	0.20	0.20	0.20
灼烧残渣的质量分数≤	0.02	0.02	0.02	0.02

注：本项目使用硝酸为 68 酸，硝酸的质量分数≥68.0%。

本项目氟化氢质量指标参照工业无水氟化氢质量标准(GB 7746-2011)。

表 4.1-10 工业无水氟化氢质量标准(GB 7746-2011)

项　　目	指　　标/w(%)			
	I 类	优等品	一等品	合格品
氟 化 氢　　≥	99.98	99.96	99.92	99.8
水　　分　　≤	0.005	0.02	0.04	0.06
氟 硅 酸　　≤	0.005	0.008	0.015	0.050
二氧化硫　　≤	0.003	0.005	0.010	0.030
不挥发酸(以H_2SO_4 计)≤	0.005	0.005	0.010	0.050

其他目主要原辅材料成分见表 4.1-11。

表 4.1-11　原辅材料成分表

序号	项目	成份及规格
1	氢氧化钠	NaOH ≥96%，
2	生石灰	CaO≥ 85% ， MgO≤2% ， Pb (ppm) ≤3 ， As (ppm) ≤0 4
3	活性炭	粒度（目）：4-8 ；铁≤0.35% ，氯化物≤0.5%,重金属≤0.01% ，水 分≤3%
4	$CuCl_2$	氯化铜 $CuCl_2 \cdot 2H_2O$≥98% ，Cu≥36% ，Fe≤0.02% ，Zn≤0.02% ，硫 酸盐≤0.03% ， 水不溶物≤0.02%
5	吸附剂	主要成分为 Al_2O_3。

6	催化剂	主要成分为硅铝凝胶。为氧化硅-氧化铝催化剂，含 10%~25% 的氧化铝。

4.1.7.3 主要原辅材料暂存情况

本项目主要原辅材料暂存情况见表 4.1-12。

表 4.1-12　项目原辅材料消耗一览表

序号	物料名称	形态	年使用量（t/a）	储存方式	储存容器			储存天数	场区内最大暂存量	暂存地点	储运方式
					个数	容积	规格				
1	硅粉(三氯氢硅合成生产线+四氯化硅冷氢化生产线）	固态	51917.23	袋装	若干	---	---	30 天	4700t	4 个硅粉库库	汽运
2	氯化氢	液态	46866.29	缓冲罐	2	100m³共 2 个	Φ5.04×5m	4 天	236t	储罐区(新建储罐)	管道
3	活性炭	固态	150	袋装	若干	---	---	90 天	40t	化学品库	汽运
4	催化剂（长碳链胺基树脂）	固态	225	袋装	若干	---	---	90 天	60t	化学品库	汽运
5	外购补充三氯氢硅	液态	10918	储罐	1	1000m³ 共 1 个	Φ12400mm	90 天	2950t	储罐区(依托二期)	汽运
6	氢气	气态	749.25	缓冲罐	3	100m³ 共 2 个 40m³ 共 1 个	Φ5.04×5m Φ3.54×4m	1 天	13.8t	储罐区(新建储罐)	管道
7	催化剂（$CuCl_2$）	固态	225	袋装	若干	---	---	90 天	60t	化学品库	汽运
8	HNO_3(硅芯拉制+多晶硅料破碎、清洗）	液态	41.67	储罐	1	100m³共 1 个	Φ5.04×5m	40 天	5t	化学品库	汽运
9	HF(硅芯拉制+多晶硅料破碎、清洗）	液态	20.83	储罐	1	35m³共 1 个	Φ3.26×4m	100 天	6.3t	化学品库	输送管道
10	脱盐水(硅芯拉制+多晶硅料破碎、清洗）	液态	21600	管道	若干	---	---	1 天	110t	脱盐水站	管道
11	AB 胶	固态	1.5	袋装	若干	---	---	90 天	0.4t	化学品库	汽运
12	NaOH(多晶硅料破碎、清洗+废气处理系统)	固态	569	储罐	1	50m³共 1 个	Φ4.00×4m	60 天	106.5t	化学品库	汽运
13	石墨件+石英件+陶瓷	固态	1307.17	袋装	若干	---	---	10 天	186t	生产车间	汽运
14	络合除铝剂	固态	5	袋装	若干	---	---	90 天	1.4t	化学品库	汽运
15	络合除钛剂	固态	3	袋装	若干	---	---	90 天	0.8t	化学品库	汽运
16	N_2	气态	12	管道	若干	---	---	1 天	0.04t	制氮站	管道

17	氢氧化钙（渣浆处理系统+废气处理系统）	固态	22650	袋装	若干	---	---	30 天	2000t	石灰库	汽运
18	硫代硫酸钠	固态	4	袋装	若干	---	---	90 天	1.0 t	化学品库	汽运
19	沉淀剂	固态	10	袋装	若干	---	---	90 天	2.7t	化学品库	汽运
20	中和剂	固态	12	袋装	若干	---	---	90 天	3.2t	化学品库	汽运
21	絮凝剂	固态	20	袋装	若干	---	---	90 天	5.4t	化学品库	汽运
22	混凝剂	固态	20	袋装	若干	---	---	90 天	5.4t	化学品库	汽运
23	包装物	固态	172.8	袋装	若干	---	---	90 天	46.7t	产品库	汽运

4.1.7.4 主要能源消耗

项目生产所需主要能源为水、电、蒸汽、燃料气。项目能源消耗量见表 4.1-13。

表 4.1-13　项目主要能源消耗一览表

项目	公用介质	规格	单位	年消耗总量	供应来源
1	仪表空气和装置空气	0.8MPa（G）	10^3Nm^3	7000	自建空压系统
2	氮气	0.85MPa（G）	10^3Nm^3	9600	自建制氮系统
3	制冷	-10℃、-40℃、-70℃、-90℃	KW	14000	自建冷冻站
		7℃冷冻水	KW	15100	自建 7℃水冷冻机组
4	原煤	---	t/a	175504.32	周边购买
5	柴油	---	t/a	392.73	周边购买
6	电	---	万 kWh	273411.05	园区变电站
7	新鲜用水	---	万 m^3/a	298.77	地表水和乌拉特前旗工业园区供水
8	氩气	---	万 Nm^3	100.00	周边购买
9	蒸汽	1.0MPa（G）	t/h	94.7	还原车间和三氯氢硅合成车间副产蒸汽。2×60t/h 循环流化床锅炉提供蒸汽。
		0.4MPa（G）	t/h	285.26（冬季） 268.94（夏季）	

4.1.8 主要生产设备

本项目主要生产设备见表 4.1-14。

表 4.1-14　本项目主要设备一览表

序号	设备名称	功率（kW）	规格/型号	供电电压	装机数量	运行数量
一	**三氯氢硅合成**					
1	干燥机	30		380	2	2
2	合成炉	21000	DN=4800/5000 H=3800 炉筒：VN=83.96M3 夹套：VN=5.0M3 底盘夹套：VN=2.0M3	33000	4	4
3	输送泵	75	型式 ：离心泵　　卧式 Q=300m3/h， H=45m 功率：75KW	380	4	4
4	压缩机组	280	腿式 DN1800 H=3800 容积 $10m^3$	380	2	1
5	循环水泵	132	IHH300-250-400A/4	380	1	1
二	**三氯氢硅还原**					
6	还原炉	23000	DN=4800/5000 H=3800 炉筒：VN=83.96M3 夹套：VN=5.43M3 底盘夹	35000	22	22

			套：VN=2.2M3			
7	蒸汽凝液泵	37	DFZE100-50-315C/2 DFZE100-50-315C/2	380	3	2
8	钟罩水泵	630	DFOMS350-510 DFOMS400-510(工频 3 变频 1)	10000	4	3
9	底盘水泵	450	DFZE400-400-500 DFZE400-400-500（工频 1）	10000	1	1
10	电极水泵	160	DFCZ300-400 DFCZ300-400(变频 1 工频 2)	380	1	1
11	电极水蒸发冷风机系统	15*4	DLZF-22#	380	4	4
12	电极水蒸发冷循环水系统	11*2	LCF200/300-TC	380	4	4
三	**还原尾气回收**					
13	炭塔热水输送泵	75	型式 ：离心泵 卧式 Q=300m3/h， H=45m 功率：75KW	380	6	6
14	炭塔冷水输送泵	75	型式 ：离心泵 卧式，Q=300m3/h， H=50m 功率：75KW	380	6	6
15	还原尾气冷凝液输送泵	18.5	卧式，Q=55.6m3/h ，H=45m 功率：18.5KW	380	3	3
16	还原尾气冷凝液输送泵	55	卧式，Q=100.7m3/h ，H=78m 功率：55KW	380	3	3
17	吸收贫液输送泵	185	卧式，Q=213.8m3/h ，H=130m 功率：185KW	380	3	3
18	解析塔塔釜采出泵	50	卧式，Q=140.9m3/h ，H=52m 功率：50KW	380	3	3
19	解析塔顶回流泵	15	卧式，Q=34.6m3/h ，H=55m 功率：15KW	380	2	2
20	汽提塔回流泵	6.3	卧式，Q=10.5m3/h ，H=50m 功率：6.3KW	380	2	2
21	汽提塔塔釜采出泵	7.5	卧式，Q=9.5m3/h ，H=60m 功率：7.5KW	380	2	2
22	循环氢气压缩机组	3200		10000	4	4
23	氯化氢压缩机组	160		380	1	1
24	再生氢压缩机组	500		10000	2	2
25	-10 度冷冻机组	900		10000	2	2
26	-40 度冷冻机组	315/400		10000	2	2
27	-70 度冷冻机组	400/400		10000	2	2
28	-90 度冷冻机组	1250/1250		10000	2	2
四	**精馏提纯**					
29	粗馏 1 级塔空冷器（风机）	18.5	9000*3150*5460	380	48	48
30	精馏 1 级塔空冷器（风机）	18.5	9000*3150*5600	380	36	36
31	还原 2 级塔空冷器（风机）	18.5	9000*3150*5600	380	15	15

32	高低沸回收 1 级塔空冷器（风机）	18.5	7000*3150*5460	380	4	4
33	高低沸回收 2 级塔空冷器（风机）	18.5	9000*3150*5460	380	6	6
34	氢化反歧化分离塔空冷器（风机）	18.5	9000*3150*5460	380	9	9
35	粗馏 1 级塔空冷器(水泵）	5.5		380	24	24
36	精馏 1 级塔空冷器(水泵）	5.5		380	10	10
37	还原 2 级塔空冷器(水泵）	5.5		380	2	2
38	高低沸回收 1 级塔空冷器(水泵）	7.5		380	4	4
39	高低沸回收 2 级塔空冷器(水泵）	5.5		380	6	6
40	氢化反歧化分离塔空冷器(水泵）	5.5	1675×810×910	380	5	4
41	粗馏 1 级塔回流泵	120	1675×810×910	380	2	1
42	粗馏 1 级塔塔底泵	120	1680×1000×1265	380	5	4
43	粗馏 2 级塔回流泵	160	644×422×435	380	2	1
44	粗馏 2 级塔塔底泵	3	1680×1000×1265	380	5	4
45	粗馏 3 级塔回流泵	160	840×503×505	380	2	1
46	粗馏 3 级塔塔底泵	9	1675×810×910	380	4	3
47	精馏 1 级塔回流泵	120	1362×712×645	380	2	1
48	精馏 1 级塔塔底泵	65	1645×956×925	380	4	3
49	精馏 2 级塔回流泵	160	840×503×505	380	2	1
50	精馏 2 级塔塔釜泵	9	1654×910×910	380	5	4
51	还原 1 级塔回流泵	120	780×457×739	380	2	1
52	还原 1 级塔塔底泵	2.2	1408×806×870	380	2	1
53	还原 2 级塔回流泵	100	840×503×505	380	2	1
54	还原 2 级塔塔底泵	9	1414×806×1222	380	2	1
55	还原 1 级塔侧采泵	75	1048×572×590	380	2	1
56	高低沸回收 1 级塔回流泵	26	820×519×535	380	2	1
57	高低沸回收 1 级塔塔底泵	11	1280×821×910	380	2	1
58	高低沸回收 2 级塔回流泵	75	908×549×560	380	2	1
59	高低沸回收 2 级塔塔底泵	18.5	1680×1000×1265	380	2	1
60	高低沸回收 3 级塔回流泵	160	644×422×435	380	2	1
61	高低沸回收 3 级塔塔釜泵	2.2	855×535×535	380	2	1
62	高低沸回收 4 级塔回流泵	15	661×446×455	380	2	1
63	高低沸回收 4 级塔塔底泵	3	931×514×560	380	2	1
64	除碳塔回流泵	18.5	845×472×505	380	2	1
65	除碳塔循环泵	9	670×441×455	380	2	1
66	除碳塔塔底泵	3	1408×806×870	380	2	1
67	氢化反歧化分离塔回流泵	100	931×514×560	380	2	1
68	氢化反歧化分离塔侧采泵	18.5	670×441×455	380	2	1
69	氢化反歧化分离塔塔底泵	3	2755×1180	380	1	1

70	蒸汽凝液输送泵	160	1211×806×835	380	1	1
五	**四氯化硅冷氢化**					
冷氢化装置（三）						
71	硅粉接收罐	---	DN:3200 H:3000 VN:34m³	380	4	4
72	硅粉计量罐	---	⌀ 3200*3000 全容积：37.5m³	380	2	2
73	冷凝液中间储罐	---	DN:2000 H:6300 VN:32.5m³	380	2	2
74	四氯化硅缓冲罐	---	⌀ 3800*10000 全容积：128.68m³	380	2	2
75	渣浆缓冲罐	---	DN1500 H=2500 V≈5.5m³	380	2	2
76	洗涤塔	---	DN:2600 H:12500 VN:73 ㎡	380	2	2
77	地槽	---	⌀ 900*2800 全容积：2m³	380	1	1
78	废触体罐	---	DN3000X7476 全容积：34.4m³	380	2	2
79	过滤器硅粉收集罐	---	DN1400 H=2000	380	2	2
80	硅粉缓存罐	---	DN:1000 H:1500 容积：1.52m³	380	2	2
81	中压硅粉过滤器汽包	---	立式椭圆封头 DN1400 H=1800 支腿	380	4	4
82	闪蒸罐	---	DN2600 NV=18m³	380	2	2
83	冷却沉降罐	---	DN3000 NV=35m³	380	6	6
84	淋洗塔	---	DN900 H=3200 VN=2.3m³	380	3	3
85	渣浆回收料罐	---	DN2000 H=3200 VN=12m³	380	3	3
86	灰斗	---	DN1500 H=2000 VN=3m³	380	2	2
87	清液罐	---	DN3500 H=6000 VN=69m³	380	1	1
88	蒸汽冷凝液罐	---	DN1000 H=2000 VN=1.8m³	380	1	1
89	氮气缓冲罐	---	DN1300 H=2000 全容积：3.25m³	380	1	1
90	四氯化硅缓冲罐	---	DN3800 H=10000 全容积：128.68m³	380	1	1
91	STC 过滤氮气缓冲罐	---	DN1300 H=2000 全容积：3.25m³	380	2	2
92	气液分离罐Ⅰ	---	DN:1600X3795 全容积：6.2m³	380	2	2
93	气液分离罐Ⅱ	---	DN:600X2640 全容积：0.59m³	380	2	2
94	混合气加热蒸汽冷凝液罐	---	DN:800X2650 全容积：1.16m³	380	2	2
95	汽化蒸汽冷凝液罐	---	DN:800X2000 全容积：1.17m³	380	2	2
96	硅粉接收罐过滤器	---	容积：3.46m³	380	2	2
97	硅粉计量罐过滤器	---	⌀ 1200*2500 全容积：2.83m³	380	2	2

98	氢气回收精密过滤器	---	⌀ 1200*2000 全容积：2.61m³	380	2	2
99	中压硅粉过滤器	---	DN:2500 H:4200 VN:27m³	380	4	4
100	清液过滤器	---	DN1080*H2391 全容积：0.96m³	380	4	4
101	粗 TCS 过滤器	---	⌀ 2000*4100 全容积：8.6m³	380	6	6
102	四氯化硅过滤器	---	⌀ 2000*4050 全容积：8.65m³	380	2	2
103	四氯化硅汽化器Ⅰ	---	⌀ 3400*6400 全容积：62.9/7.2m³	380	2	2
104	四氯化硅汽化器Ⅱ	---	DN:1300 LN:6000 A:640 ㎡	380	2	2
105	氢气预热器	---	DN1200 LN=3000 A=214 ㎡	380	2	2
106	渣浆淋洗循环泵	3	Q=12m3/h，H=20m	380	6	6
107	变压吸附装置	---	成套设备(25.5mX6.3m)	380	1	1
108	干燥机	30	ZHG8000L 圆盘干燥机：8.5m*2.3m*2.6m 设计功率 30kw	380	2	2
109	反应气电加热器	132	ExCH-4800；17556*4160*4548 设计功率 4800kw	380	2	2
110	电动葫芦（主厂房）	7.5/0.8	提升重量 2t，提升高度 37 米，提升速度 8m/min，运行速度 15m/min	380	4	4
111	冷氢化反应器	---	DN:4500 H=26003.5 容积 334m³	380	2	2
冷氢化装置（四）						
112	硅粉接收罐	---	DN:3200 H:3000 VN:34m³	380	**4**	**4**
113	硅粉计量罐	---	⌀ 3200*3000 全容积：37.5m³	380	**2**	**2**
114	冷凝液中间储罐	---	DN:2000 H:6300 VN:32.5m³	380	**2**	**2**
115	四氯化硅缓冲罐	---	⌀ 3800*10000 全容积：128.68m³	380	**2**	**2**
116	渣浆缓冲罐	---	DN1500 H=2500 V≈5.5m³	380	**2**	**2**
117	洗涤塔	---	DN:2600 H:12500 VN:73 ㎡	380	**2**	**2**
118	地槽	---	⌀ 900*2800 全容积：2m³	380	**1**	**1**
119	废触体罐	---	DN3000X7476 全容积：34.4m³	380	**2**	**2**
120	过滤器硅粉收集罐	---	DN1400 H=2000	380	**2**	**2**
121	硅粉缓存罐	---	DN:1000 H:1500 容积：1.52m³	380	**2**	**2**
122	中压硅粉过滤器汽包	---	立式椭圆封头 DN1400 H=1800 支腿	380	4	4
123	闪蒸罐	---	DN2600 NV=18m³	380	**2**	**2**
124	氮气缓冲罐	---	DN1300 H=2000 全容	380	1	1

			积：3.25m³			
125	气液分离罐Ⅰ	---	DN:1600X3795 全容积：6.2m³	380	2	2
126	气液分离罐Ⅱ	---	DN:600X2640 全容积：0.59m³	380	**2**	**2**
127	初分塔 A 塔回流罐	---	DN2800 H=7200 VN=50m³	380	1	1
128	初分 B 塔回流罐	---	DN2800 H=7200 VN=50m³	380	1	1
129	混合气加热蒸汽冷凝液罐	---	DN:800X2650 全容积：1.16m³	380	2	2
130	汽化蒸汽冷凝液罐	---	DN:800X2000 全容积：1.17m³	380	2	2
131	硅粉接收罐过滤器	---	容积：3.46m³	380	2	2
132	硅粉计量罐过滤器	---	⌀ 1200*2500 全容积：2.83m³	380	2	2
133	氢气回收精密过滤器	---	⌀ 1200*2000 全容积：2.61m³	380	2	2
134	中压硅粉过滤器	---	DN:2500 H:4200 VN:27m³	380	4	4
135	四氯化硅汽化器Ⅰ	---	⌀ 3400*6400 全容积：62.9/7.2m³	380	2	2
136	四氯化硅汽化器Ⅱ	---	DN:1300 LN:6000 A:640 ㎡	380	2	2
137	氢气预热器	---	DN1200 LN=3000 A=214 ㎡	380	2	2
138	氢气加热器	---	⌀ 500*2479 全容积：0.34/0.25m³	380	2	2
139	1-3#一级冷却器	---	DN:900 LN:4000 A:150 ㎡	380	2	2
140	1-3#二级冷凝器	---	DN550 LN=3000 A=45 ㎡	380	2	2
141	一级冷却器	---	DN1400 LN=6000 A=604 ㎡	380	**2**	**2**
142	中间热交换器	---	DN:1000 LN:5000 A:330 ㎡	380	**2**	**2**
143	终端冷凝器	---	DN:1000 LN:4000 A=239 ㎡	380	**2**	**2**
144	四氯化硅预热器	---	DN:1000 LN:500 A:300 ㎡	380	**2**	**2**
145	混合器加热器	---	DN:900 LN:4000 A:180 ㎡	380	**2**	**2**
146	热水换热器	---	DN:1400 LN:6000 A:730 ㎡	380	**2**	**2**
147	初分塔 A 塔侧采泵	65	Q=92.6m3/h，H=60m	380	3	3
148	初分塔 B 塔回流泵	90	Q=106m3/h，H=95m	380	4	4
149	反应气电加热器	132	ExCH-4800；17556*4160*4548 设计功率 4800kw	380	2	2
150	初分 A 塔空冷器	90	长宽：9000*3000	380	6	6
151	电动葫芦（主厂房）	7.5/0.8	提升重量 2t，提升高度 37 米，提升速度 8m/min，运行速度 15m/min	380	4	4
152	冷氢化反应器	---	DN:4500 H=26003.5 容积 334m³	380	2	2

六	**整理车间**					
153	单晶炉	250	1400 型	380	16	16
154	卧式切割机	50	φ185mm＜d＜φ210mm*3600mm	380	2	2
155	立式切割机	20	φ185mm＜d＜φ210mm*3600mm	380	1	1
156	磨锥机	7	1900*1000*1550mm	380	1	1
157	横梁打孔机	7	1900*1000*1550mm	380	1	1
158	循环水泵	132	IHH300-250-400A/4	380	1	1
159	压滤机	5.3		380	1	1
160	硅芯清洗机	60	HW1Y-05C	380	1	1
161	石英环清洗机	30	HW2Y28-09C	380	1	1
162	破碎筛分	30	PEX2575	380	1	1
163	破碎除尘	110+45	25000m3/h 除尘器/HTLT160-4	380	1	1
164	封口机	10		380	3	3
七	**渣浆回收工艺**					
165	热水输送泵	18.5		380	1	1
166	冷水输送泵	15		380	1	1
167	淋洗塔循环泵	37	LC-B100/350;Q=156m3/h，H=45m	380	8	4
168	含氮尾气压缩机	220	2DW-34.4/0.3-8	380	2	1
169	清液蒸馏凝液泵	110	PN80-400/A63B;Q=62m3/h，H=141m	380	2	1
170	净化 I 釜搅拌器	7.5		380	2	1
171	络合残液下料釜搅拌器	11		380	2	1
172	络合残液水解釜搅拌器	11		380	2	1
173	净化 II 釜 搅拌器	11		380	1	1
174	净化 I 中间罐搅拌器	3		380	1	1
175	络合残液水解液泵	22	LC-B50/400;Q=35m³/h，H=51m	380	4	2
176	转化釜搅拌器	7.5		380	1	1
177	转化液精馏塔釜泵	3	PN25-160/A11B;Q=1.5m3/h，H=38m	380	2	1
178	导热油泵	15	40m3/h，55m	380	2	1
179	络合剂 A 电葫芦	1.7	起重量：1t，起升高度 28m	380	1	1
180	压滤机	22	200 ㎡/台	380	2	2
八	**锅炉房**					
181	给水泵	63	Q=72t/h，H=210m，63KW，380V	380	2	2
182	一次风机	160	Q=40000m³/h，P=13300Pa，变频	380	2	2
183	二次风机	150	Q=43000Nm³/h，P=12000Pa，变频	380	2	2
184	返料风机	11	Q=720Nm³/h，P=24KPa	380	2	2
185	引风机	335	Q=123000m³/h，P=9700Pa，变频	380	2	2

186	空压机		Q=32.7m³ P=0.8Mpa	380	1	1
187	冷渣机	5.5	出力：0~2t/h	380	4	4
188	磷酸盐加药泵		Q=15L/h P=3.0MPa	380	1	1
189	尿素加料泵		Q=20L/h P=1.0MPa	380	1	1
190	输渣皮带机	11	延长 28 米	380	1	1
191	电动双侧犁式卸料器	0.75	Ⅱ02F11,N=0.75kW	380	4	4
九	**空压制氮**					
192	空压机	1000	HM1000-H3-0.95-8000Nm³/h	10000	2	2
193	自洁式空气过滤器	0.3	ZKG-250	380	2	2
194	空压机油加热器	4		380	2	2
195	空压机辅助油泵	2.2		380	2	2
196	空压机 PLC 控制柜	0.6		380	2	2
197	预冷机组	90		380	1	1
198	电加热器	216		380	1	1
199	膨胀机油泵	4		380	2	2
200	膨胀机油箱加热器	5		380	1	1
201	液氮泵	7.5		380	2	2
202	控制系统	5		380	1	1
203	仪表空压机主电机	450	TRA-450kW-4000Nm³/h	10000	1	1
204	自洁式空气过滤器	0.3	IAC-8	380	1	1
205	油加热器	1.5		380	1	1
206	辅助油泵	1.5		380	1	1
207	PLC 控制柜	1		380	1	1
208	组合干燥机	41	ADZH-70F 75Nm3/min	380	1	1
209	1.73MPa 氮压机主电机	250	DW-12.6/4~8-18.5	10000	1	1
210	辅助油泵	3		380	1	1
211	油加热器	4		380	1	1
212	电机加热器	0.5		380	1	1
213	PLC 控制柜	1		380	1	1
214	空压制氮循环水泵	200		380	2	2
215	空压制氮凉水塔风机	55		380	1	1
216	冷水双吸循环泵	710	DFSS700-17/6-5200m³/h	10000	2	2
十	**循环水站**					
217	1#溴冷机组	50	RXZ(85/65)-540(28/34)(12/7)-290T/h-1747t/h-928t/h	380	2	2
218	2#溴冷机组	60	RXZ(104/60)-614(28/34)(12/7)-150t/h-1995t/h-1055t/h	380	1	1
219	3#溴冷机组	60	RXZ(125/80)-535(28/34)(12/7)-132t/h-1740t/h-920t/h	380	3	3
220	溴冷机热水循环泵	200	DFCZ250-500C/4-1000m³/h	380	1	1
221	1#开塔循环水水泵	1000	DFSS900-12/8A-6000m³/h	10000	2	2
222	2#开塔循环水水泵	560	3400m³/h	10000	3	3

223	1#闭塔循环水泵	450	ACC-12*3-370m³/h	10000	1	1
224	2#闭塔循环水泵	560	ACC-12*3-370m³/h	10000	1	1
225	3#闭塔循环水泵	315	ACC-12*3-370m³/h	10000	1	1
226	1#开式凉水塔风机	185		380	2	2
227	1#高纤旁通过滤器	30	250t/h	380	2	2
228	2#开式凉水塔风机	200		380	1	1
229	2#高纤旁通过滤器	30	250t/h	380	2	2
230	闭式凉水塔风机	11		380	120	120
231	闭式凉水塔循环泵	7.5	DFSS700-17/6C-4200m³/h	380	60	60
232	闭式凉水塔电加热器	4		380	120	120
233	负 40 度冷冻机组低压级主电机	450		10000	3	3
234	负 40 度冷冻机组高压级主电机	450		10000	3	3
235	负 40 度冷冻机组油泵	5.2		380	3	3
236	负 40 度冷冻机组电加热器	3		380	3	3
237	负 40 度冷冻机组蒸发冷水泵	4		380	6	6
238	负 40 度冷冻机组蒸发冷风机	15		380	6	6
239	负 40 度冷冻机组氟桶泵	21		380	4	4
十一	**脱盐水站**					
240	脱盐水系统	300	90m³/h	10000	1	1
241	地表水系统	1200	850m³/h	10000	1	1
242	中水系统	1400	360m³/h	10000	1	1
十二	**一体化污水处理装置**					
243	高盐废水蒸发结晶	1210	成套装置，用电总负荷	10000	1	1
244	高盐废水蒸发结晶	339	成套装置，用电总负荷	380	1	1
245	二水氯化钙流化床干燥	478	成套装置，用电总负荷	380	1	1
246	一体化	1140	成套装置，用电总负荷	380	2	2
247	循环水泵	250		10000	2	1
248	凉水塔	75	1500m³/h	380	1	1

4.1.9 储运工程

1、储运设施

本项目新建仓库和罐区，项目储存设施见表 4.1-16。

2、工厂运输

本项目年总运输量约为 219860.5 吨，其中运进约为 131072.92 吨/年，运出约为 88787.58 吨/年。

本项目购置六辆 50T 货车，其余货物运输工具依靠社会车辆解决。为了满足

生产运输和消防安全的需要，厂区内的新建道路以环状布置，道路的宽度及布置在满足生产运输需要的同时，还应满足消防安全的要求。道路宽度：主干道为 9 米，次干道为 6 米，道路转弯半径为 12 米。道路采用城市型混凝土路面。

3、储罐依托二期工程的可行性分析

根据建设单位提供的设计资料，本次建设 1 条年产 5.0 万吨高纯多晶硅生产线，所有主体工程生产设备全部新建，部分厂房依托现有二期工程，部分储罐依托二期工程。依托二期工程的储罐主要为三氯氢硅原料球罐、冷氢化精制 TCS 料球罐四氯化硅球罐、三氯氢硅球罐、氯硅烷球罐、轻沸物球罐、重沸物球罐等。

建设单位在建设二期工程（4.8 万 t/a 多晶硅）时，对生产厂房进行了预留，同样对储罐区储罐的容积也进行了预留，二期工程和本项目共设置一个储罐区，储罐区不分散设置。储罐的容积可以同时满足二期工程和本项目的原辅材料的最大暂存量。

综上所述，储罐依托二期工程的可行。

表 4.1-15　本项目储存设施一览表

序号	名称	规格	容量	设计压力	温度	类别	数量	储罐结构形式	储罐绝热情况	建设情况
1	三氯氢硅原料球罐	Φ18000mm mm	3000m^3	1.77MPa	-19℃-50℃	甲类	1	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
2	冷氢化精制 TCS 料球罐	Φ18000mm mm	3000m^3	1.77MPa	-19℃-50℃	甲类	1	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
3	事故罐	Φ18000mm mm	3000m^3	1.77MPa	-19℃-50℃	甲类	1	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
4	四氯化硅球罐	Φ18000mm mm	3000m^3	1.77MPa	-19℃-50℃	甲类	3	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
5	三氯氢硅球罐	Φ12400mm	1000 m^3	1.80MPa	-19℃-50℃	甲类	3	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
6	氯硅烷（三氯氢硅和四氯化硅）球罐	Φ12400mm	1000 m^3	1.80MPa	-19℃-50℃	甲类	1	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
7	轻沸物球罐	Φ9800mm	500 m^3	2.75MPa	-19℃-50℃	甲类	1	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
8	重沸物球罐	Φ9800mm	500 m^3	2.75MPa	-19℃-50℃	甲类	1	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
9	残液球罐	Φ9800mm	500 m^3	2.75MPa	-19℃-50℃	甲类	1	球罐，沸点低于 45℃的甲 $_B$ 类液体全压力储罐	隔热涂料	依托二期
10	三氯氢硅罐卸车罐	Φ3.26×4m	35m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲类	2	内浮顶罐	隔热涂料	依托一期
11	四氯氢硅罐卸车罐	Φ3.26×4m	35m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲类	2	内浮顶罐	隔热涂料	依托一期
12	氢气缓冲储罐	Φ5.04×5m	100m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲类	2	内浮顶罐	隔热涂料	依托二期
13	氢气缓冲储罐	Φ3.54×4m	40m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲类	1	内浮顶罐	隔热涂料	依托二期
14	盐酸缓冲储罐	Φ5.04×5m	100m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲类	2	内浮顶罐	隔热涂料	依托二期
15	柴油油罐	Φ16.00×7m	250m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲类	2	固定顶罐	隔热涂料	依托二期
16	盐酸储罐	Φ18.00×7m	300m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲	2	内浮顶罐	隔热涂料	新建
17	次氯酸钠储罐	Φ4.00×4m	50m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲	2	内浮顶罐	隔热涂料	新建
18	氢氧化钠储罐	Φ4.00×4m	50m^3	1.77MPa	-19℃-50	甲类	1	内浮顶罐	隔热涂料	新建

19	硝酸储存桶	Φ1.2×4.5m	5m^3	---	---	甲类	1	---	耐火等级为二级	依托二期
20	氟化氢储存桶	Φ1.2×4.5m	5m^3	---	---	甲类	1	---	耐火等级为二级	依托二期
21	硅粉库	27.8m×50m	1390.79m^2×4	---	---	丙类	4	---	耐火等级为二级	依托二期
22	石灰库	15m×20.6m	309.65m^2×1	---	---	丙类	1	---	耐火等级为二级	新建
23	化学品库	20m×25m	500m^2×1	---	---	甲类	1	---	耐火等级为一级	依托二期
24	高纯多晶硅成品库	50m×72m	3626.51m^2×1	---	---	戊类	1	---	耐火等级为二级	新建
25	污水处理站中和渣库	20m×20m	600m^2×1	---	---	戊类	1	---	耐火等级为二级	依托二期
26	污水处理站结晶盐库	28.7m×30m	860.08m^2×1	---	---	戊类	1	---	耐火等级为二级	新建
27	原煤库房 1 座	20m×40m	800m^2×1	---	---	戊类	1	---	耐火等级为二级	依托二期
28	石灰石仓	Φ4.00×5.2m	65m^3×1	---	---	戊类	1	---	耐火等级为二级	依托二期
29	灰渣库	16m×40m	640m^2×1	---	---	戊类	1	---	耐火等级为二级	依托二期
30	石膏库	4.5m×6m	27m^2×1	---	---	戊类	1	---	耐火等级为二级	依托二期

4.1.10 公用工程

4.1.10.1 给水工程

1.水源

本项目用水主要包括生活用水和生产用水。生活用水和生产用水总用水量为373.46m^3/h（298.77×$10^4$$m^3$/a）。

(1)本项目生活用水、车间和设备冲洗用水等来源于乌拉特前旗工业园区，由园区综合泵房统一供应。生活用水量为2.3m^3/h，车间和设备冲洗用水量为0.7m^3/h，生活用水和冲洗用水总计3.0m^3/h（2.4×$10^4$$m^3$/a）。

(2)本项目生产用水取自地表水，内蒙古东立光伏股份有限公司于2021年6月15日取得取水许可证。本项目生产用水量为370.46m^3/h（296.37×$10^4$$m^3$/a）。本项目地表水处理系统产水用于各个循环水站补充水。

2.地表水处理系统

地表水处理系统设计处理规模为370.5m^3/h，产水率95%，产水为352.02m^3/h。根据水平衡，产水为352.02m^3/h，全部用于本项目生产工序。

地表水处理系统采用“超滤+反渗透”工艺，地表水首先进入源水池暂存，经源水泵提升至初沉池，在此投加絮凝剂和杀菌剂，初步沉淀后经增压泵直接提升至陶瓷超滤膜装置，陶瓷超滤产水在产水箱暂存，产水排入反渗透装置，反渗透产水用于各个循环水站补充水。反渗透浓水排入污水处理站。

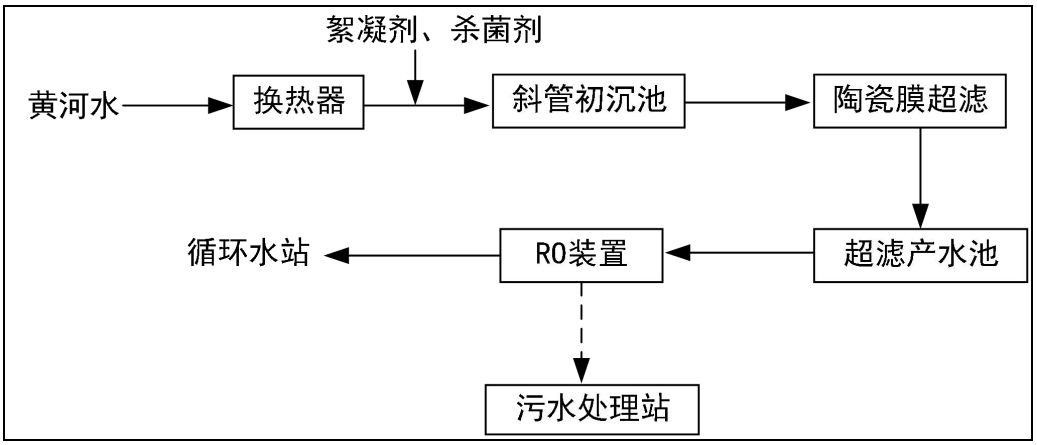


图4.1-2　地表水处理系统工艺流程

3.脱盐水站

本项目集中设置 1 座脱盐水站，脱盐水站产水规模为 23.153m^3/h，回收率≥90%。脱盐水站产水提供脱盐水用于三氯氢硅合成车间、还原车间、锅炉、整理

车间、电解水制氢装置。

脱盐水站采用“机械过滤+二级反渗透”工艺。处理后的地表水进入原水箱进行缓冲，经原水泵打入机械过滤器进行过滤，去除悬浮物，使悬浮物出水指标≤5mg/L，过滤掉大颗粒物，在管道内加入还原剂和阻垢剂与原水充分混合后进入 5 微米保安过滤器进行过滤，通过高压泵打入一级反渗透装置进行脱盐处理，一级反渗透浓水排入中水回用装置。85%的产水进入到中间水箱，出水经过加碱将 PH 调至 7.5-9，进入二级反渗透后，90%的产水进入脱盐水箱，经脱盐水泵送至用户，二级反渗透浓水排入原水箱。

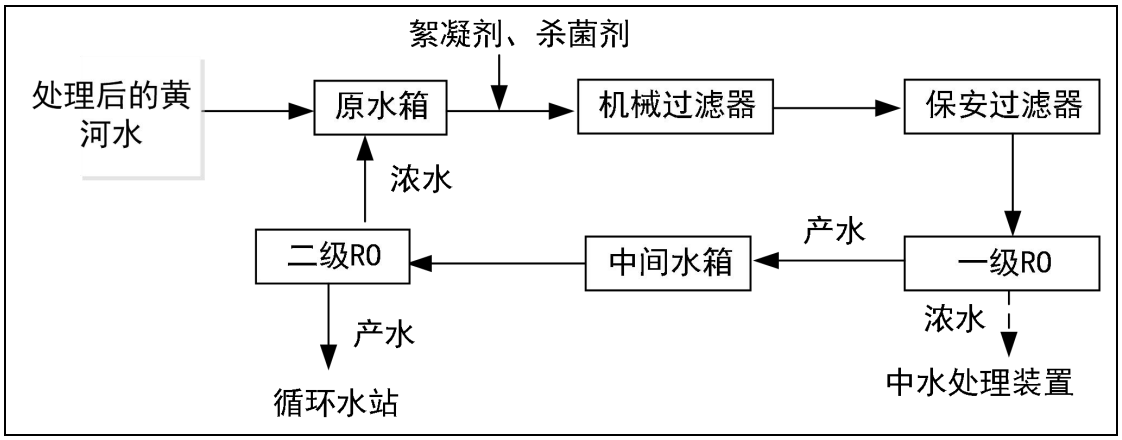


图4.1-3　　脱盐水站工艺流程

4.开式循环水系统

本项目集中设置 4 座开式循环水站，开式循环水站用水来源于地表水处理系统产水和中水处理系统产水，开式循环水站产水提供循环水，用于溴化锂冷水机组、空压制氮、整理车间、高盐废水蒸发装置。

本项目配套建设 4 座循环水站。循环水站 A：设计供水量为 11000m^3/h，循环水站 B：设计供水量为 660m^3/h，循环水站 C：设计供水量为 900m^3/h，循环水站 D：设计供水量为 600m^3/h。

湿球温度：τ=22℃

供水温度：t2=38℃

回水温度：t1=30℃

温差：Δt=8℃

(1)循环水站 A

拟建该循环水系统设计规模 11000m^3/h。使用开式循环冷却水。

开式循环冷却水

湿球温度：τ=22℃

供水温度：t2=34℃

回水温度：t1=28℃

温差：Δt=6℃

设计规模 11000m^3/h，设置水冷塔 2 座（单塔处理水量 5500m^3/h）。配套离心式供水泵 3 台（2 开 1 备），其中 1 台泵设置为变频泵；循环水回水采用余压上塔，循环水泵布置在循环水及冷冻站内。

(2)循环水站 B

湿球温度：τ=22℃

供水温度：t2=38℃

回水温度：t1=28℃

温差：Δt=10℃

设计规模 660m^3/h。采用开式循环冷却系统，设置水冷塔 1 座（单塔处理水量 330m^3/h）。配套离心式供水泵 2 台（1 开 1 备），单泵性能 Q=660m^3/h，H=30m，循环水回水采用余压上塔，循环水泵布置在空压制氮站。

(3)循环水站 C

湿球温度：τ=22℃

供水温度：t2=38℃

回水温度：t1=28℃

温差：Δt=10℃

设计规模 900m^3/h。采用开式循环冷却系统，设置水冷塔 1 座（单塔处理水量 900m^3/h）。配套离心式供水泵 2 台（1 开 1 备），单泵性能 Q=650m^3/h，H=30m，循环水回水采用余压上塔，循环水泵布置在整理车间。

(4)循环水站 D

湿球温度：τ=22℃

供水温度：t2=38℃

回水温度：t1=28℃

温差：Δt=10℃

设计规模 600m^3/h。采用开式循环冷却系统，设置水冷塔 1 座（单塔处理水量

600m³/h）。配套离心式供水泵 3 台（2 开 1 备），单泵性能 Q=500m³/h，H=30m，循环水回水采用余压上塔，循环水泵布置在三效蒸发车间。

5.闭式循环水系统

本项目集中设置 1 座闭式循环水站，闭式循环水站用水来源于地表水处理系统产水和中水处理系统产水，循环水站产水提供循环水用于还原车间、还原尾气回收车间、精馏车间、冷氢化车间、污水处理站、三氯氢硅合成车间。

闭式循环冷却水

湿球温度：τ=22℃

供水温度：t2=38℃

回水温度：t1=28℃

温差：Δt=10℃

设计规模 9000m³/h，设置水冷塔 25 座（单塔处理水量 360m³/h）。根据出水温度可调整水冷却的运行台数，以减小水耗。配套离心式供水泵 6 台（3 开 3 备），其中 3 台泵设置为变频泵；循环水回水采用余压上塔，循环水泵布置在循环水及冷冻站内。

6.企业用水情况

(1)生产用水（循环水站补水）

生产用水（循环水站补水）取自地表水，生产用水量为 370.46m³/h。

①本项目地表水处理系统产水用于各个循环水站，地表水处理系统用水 370.46 m³/h，产水率为 95%，则地表水处理系统处理后水量 352.02m³/h，用于脱盐水站、闭式循环水站、开式循环水站、冷冻机蒸发冷和复合冷的补充水、质检室用水。

②本项目地表水处理系统产水 18.44m³/h 排入本项目污水处理站，经污水处理站处理后进入盐水蒸发装置。

(2)生产用水（脱盐水）

生产用水（脱盐水）来自脱盐水站，脱盐水用水量为 23.153m³/h。

脱盐水站产水提供脱盐水用于三氯氢硅合成车间 1.0m³/h、还原车间 6.0m³/h、锅炉 5.1m³/h、整理车间 10.0m³/h、电解水制氢装置 1.053m³/h。

(3)循环冷却水补水

本项目集中设置 4 座开式循环水站和 1 座闭式循环水站，循环水站用水来源于地表水处理系统产水 352.02m³/h、中水处理系统产水 244.47m³/h，总计为 596.49

m^3/h。其中循环冷却水补水使用量为347m^3/h，冷冻机蒸发冷和复合冷的补充水249.29m^3/h，质检室用水为0.2m^3/h。

①循环冷却水补水

循环冷却水补水共计347 m^3/h，其中脱盐水站用水25.5m^3/h，闭式循环水系统补充水166.18 m^3/h，溴化锂冷水机组补水104.95 m^3/h，空压制氮补水15.5 m^3/h，整理车间补水21.96 m^3/h，高盐废水蒸发装置补水12.91 m^3/h。

闭式循环水系统补充水166.18 m^3/h，包括还原车间、还原尾气回收车间、精馏车间、冷氢化车间、污水处理站、三氯氢硅合成的闭式循环水系统补充水。

②冷冻机蒸发冷和复合冷的补充水

冷冻机蒸发冷和复合冷的补充水249.29m^3/h，其中尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷补水37.64 m^3/h，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷补水12.52 m^3/h，还原水泵房电极水蒸发冷补水83.69 m^3/h，精馏车间复合冷补水94.43 m^3/h，冷氢化复合冷补水21.01 m^3/h。

(4)生活用水

本项目劳动定员700人，评价参考《内蒙古自治区行业用水定额标准》（DB15/T385-2015）城镇居民用水定额，用水量为80L/人.d，生活用水量为2.3m^3/h(1.84×$10^4m^3/a$)。

(5)车间地面冲洗用水、设备冲洗用水

本项目车间地面需要冲洗，部分设备需要冲洗，根据建设单位提供的设计资料，冲洗用水量为0.7m^3/h(0.56×$10^4m^3/a$)。

(6)质检室用水

本项目设置质检室，质检室在运营过程中需要使用纯水，根据建设单位提供的设计资料，质检室用水量为0.2m^3/h(0.16×$10^4m^3/a$)。

(7)消防用水

消防总用水量为40L/s(室外用水量30 L/s，室内用水量10L/s)，用水延续时间按3小时计消防用水量432m^3。消防用水不计入水平衡。

4.1.10.2 排水工程

(1)生活污水

项目生活用水来源于乌拉特前旗工业园区，生活用水量为2.3m^3/h（1.84×$10^4m^3/a$），生活污水排放量为1.84m^3/h（1.47×$10^4m^3/a$），生活污水排入园

区污水管网，最终进入园区污水处理厂。

(2)生产废水

本项目生产废水主要包括脱盐水站排污水2.35 m^3/h，闭式循环水站排水79.6 m^3/h，开式循环水站排水67.92 m^3/h(其中溴化锂冷水机组排水49.95 m^3/h、空压制氮排水5.5 m^3/h、整理车间排水7.86 m^3/h、高盐废水蒸发装置排水4.61 m^3/h) ，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水16.54 m^3/h，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水4.77 m^3/h，还原水泵房电极水蒸发冷排水49.95 m^3/h，精馏车间复合冷排水42.79 m^3/h，冷氢化复合冷排水7.9 m^3/h，质检室废水0.18 m^3/h，冲洗水及其他废水0.6 m^3/h。

以上废水合计 272.6 m^3/h，全部排入中水回用处理系统，本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m^3/h，产水率 70%。用于处理脱盐水站废水、各个循环水站排污水、尾气回收冷冻机蒸发冷排污水、循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排污水、还原水泵房蒸发冷排污水、精馏车间复合冷排污水、冷氢化复合冷排污水、冲洗废水和质检室废水。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。

处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。

(3)浓水

产品整理车间清洗废水9.19 m^3/h，中水回用处理系统浓水28.13 m^3/h和地表水处理系统浓水18.44 m^3/h排入污水处理站处理，酸雾闪蒸废水0.032 m^3/h排入污水处理站处理。

本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m^3/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统、脱盐水站、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。

处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经蒸发处理后的氯化钙结晶盐属于第II类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋，蒸馏水用于出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水，脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水。

(4) 蒸发系统蒸馏水

蒸发系统（MVR蒸发+三效蒸发+单效蒸发）的蒸馏水产生量为30m^3/h，用于出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水，脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水，生产废水不外排。

本项目全场生产废水全部回用，不外排。项目营运期用排水情况见表4.1-16。

表 4.1-16　项目营运期用排水情况一览表

用水类别	项目	营运期								排放去向
		用水量				排放量		损失量(消耗量)		
		用水(中水/新鲜水/纯水)		循环用水						
		(m^3/d)	(m^3/h)	(m^3/d)	(m^3h)	(m^3/d)	(m^3/h)	(m^3/d)	（m^3/h)	
地表水	地表水处理系统	8891.04	370.46	8448.48	352.02	442.56	18.44	0	0	排入生产污水处理站，处理能力 900m^3/h。处理工艺：淋洗系统+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。
中水	脱盐水站	612	25.5	555.672	23.153	56.4	2.35	0	0	全部排入中水回用处理系统，本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m^3/h。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。中水进入循环水池作为补水重复使用。
	闭式循环水系统补充水	3988.32	166.18	196742.4	8197.60	1910.4	79.6	2077.92	86.58	
	溴化锂冷水机组	2518.8	104.95	244897.92	10204.08	1198.8	49.95	1320	55	
	空压制氮	372	15.5	14694	612.25	132	5.50	240	10	
	整理车间	527.04	21.96	20816.16	867.34	188.64	7.86	338.4	14.1	
	高盐废水蒸发装置	309.84	12.91	12245.04	510.21	110.64	4.61	199.2	8.3	
	尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷	903.36	37.64		0	396.96	16.54	506.4	21.1	
	循环水冷冻站冷冻机蒸发冷	300.48	12.52		0	114.48	4.77	186	7.75	
	还原水泵房电极水蒸发冷	2008.56	83.69		0	1198.8	49.95	818.4	34.10	

	精馏车间复合冷	2266.32	94.43		0	1026.96	42.79	1191.36	49.64	
	冷氢化复合冷	504.24	21.01		0	189.6	7.9	314.64	13.11	
	地面、设备冲洗用水	16.8	0.7		0	14.4	0.6	2.4	0.1	
	质检室用水	4.8	0.2		0	4.32	0.18	0.48	0.02	
脱盐水	三氯氢硅合成车间	24	1.0		0	0	0	24	1.0	生产过程中全部消耗，不外排。
	还原车间	144	6.0		0	0	0	144	6.0	
	锅炉	122.4	5.1		0	0	0	122.4	5.1	
	电解水制氢	25.272	1.053		0	0	0	25.272	1.053	
	整理车间	240	10		0	220.56	9.19	19.44	0.81	排入生产污水处理站，本项目设置 1 座污水处理站，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统，400m^3/h 一体化污水处理系统，40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套。 处理工艺：淋洗系统+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，用于出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水。
其他	中水处理站浓水	0	0		0	675.12	28.13	0	0	
	地表水处理系统浓水	0	0		0	442.56	18.44	0		
	酸雾闪蒸废水	0	0		0	0.768	0.032	0	0	
生活用水	人员生活	55.2	2.3		0	44.16	1.84	11.04	0.46	生活污水排入园区污水管网，最终进入园区污水处理厂

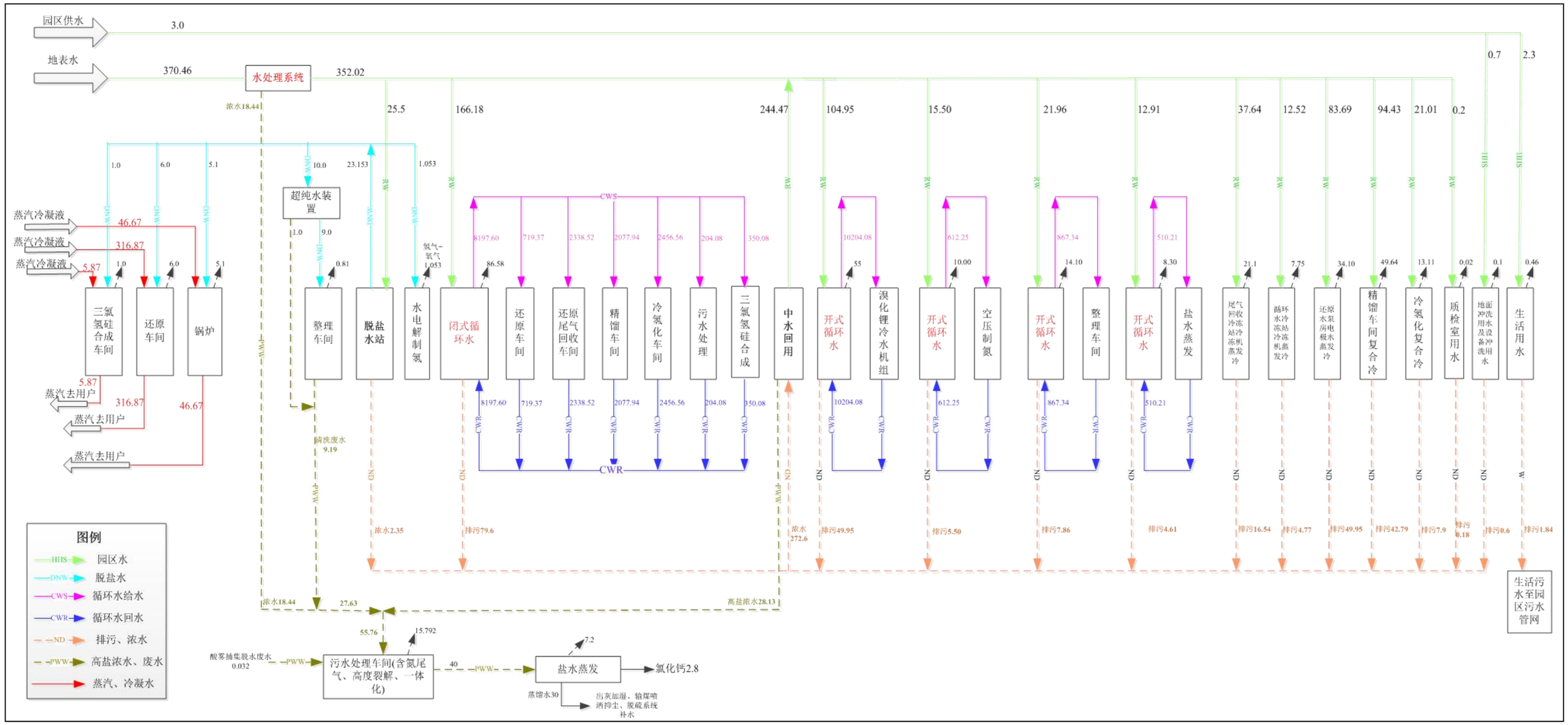


表 4.1-4　本项目水平衡图（单位：m^3/h）

4.1.10.3 供电工程

本项目用电由内蒙古东立光伏股份有限公司已建设的东立 220kV 变电站供电，变电站位于厂区东南侧，建设 2 回出线至梅力更 500kV 变电站 220kV 侧。220KV 母线采用的接线形式为双母线三分段的接线形式。

本项目二级以上负荷分别由 220KV 变电站 10KV 母线和 35KV 变电站 10KV 母线供电，在 220KV 变电站 10KV 侧装设母联备自投。由于 35KV 变电站负荷较大，10KV 侧不具备装设母联备自投条件，在 220kV 变电站 35kV 侧装设备自投装置。另由附近的吉祥 220kV 变电站引入一路 10kV 电源至本站，作为应急电源，供给一级负荷中特别重要负荷供电。本工程计划在 220KV 变电站设置 2 台 SZ18-150000-220/35/10 变压器、1 台 SZ18-150000-220/35 变压器；在 35KV 变电站设置 4 台 SCB14-2500 10/0.4KV 变压器、2 台 SCB14-2000 10/0.4KV 变压器；精馏配电室设置 4 台 SCB14-2500 10/0.4KV 变压器、2 台 SCB14-2000 10/0.4KV 变压器、8 台 SCB14-3150 10/0.66KV 变压器；整理配电室设置 4 台 SCB14-2500 10/0.4KV 变压器；氮站设置 1 台 SCB14-2000 10/0.4KV 变压器；锅炉设置 2 台 SCB14-2500 10/0.4KV 变压器。

本项目用电量为 273411.05 万 kWh/a。工业园区能够满足该项目供电需求，因此本项目供电可靠。

4.1.10.4 采暖工程

（1）锅炉选型

根据蒸汽消耗情况，本项目配套建设 2×60t/h 循环流化床锅炉，锅炉型号为 DHX60-1.25-AⅡ。锅炉额定蒸发量为 60t/h，额定蒸汽压力为 1.25MPa。生产的蒸汽供全厂生产单元及其采暖使用。夏季使用 2 台锅炉(正常工况使用 1 台锅炉，生产工艺系统副产蒸汽等出现非正常工况时使用 2 台锅炉)为全厂供汽，冬季用 2 台锅炉(正常工况使用 1 台锅炉，生产工艺系统副产蒸汽等出现非正常工况时使用 2 台锅炉)为全厂工艺装置及采暖供汽。

锅炉主要参数：

型号：DHX60-1.25-AⅡ

额定工作压力：1.25MPa

额定给水温度：104℃

主蒸汽额定温度：194℃

（2）软水

为防止或减少锅炉在运行期间的结垢和氧腐蚀，须对锅炉的给水进行软化和除氧。锅炉房用水水质按照锅炉用水水质标准设计(水质总硬度≤0.03mmol/L(当量)，溶解氧≤0.1mg/L)。

本项目集中设置 1 座脱盐水站，脱盐水站产水规模为 23.153m³/h，回收率≥90%。软化后的水进入软化水箱，经除氧水泵加压后进入低位热力除氧器进行热力除氧，除氧后的软水经锅炉给水泵送往锅炉。

锅炉排污系统设有一台连续排污扩容器 3.5m³，连续排污扩容器排出的蒸汽接入蒸汽平衡管，用于除氧器加热。锅炉生产出的蒸汽进入分汽缸后再分别输入到各用汽点。

软化水来自脱盐水站，经除氧器除氧后使水温升至 104℃，通过电动给水泵送入锅炉，电动给水泵与除氧水箱之间设有再循环管。主蒸汽、锅炉给水系统均采用集中母管制。

（3）管网铺设

蒸汽管网主管起点和支管起终点均设置手动操作阀，供检修使用。管道采用架空敷设；管道补偿采用补偿器和自然补偿结合方式，疏水采用连续疏水和启动疏水同时设置的方式排放。

蒸汽管、凝结水管、锅炉排污管及其相应的附件均需保温，管道在保温前，应在外表面除锈后刷耐热防锈漆两遍。热力管道及设备均采用容重为 64kg/m³ 的玻璃棉管壳保温。管道保护层为彩钢板，凡不能用彩钢板作为保护层的其他设备、阀门、水箱等附件，其保护层采用 20mm 厚石棉水泥。管道均沿厂房柱架空敷设，局部管段设地面独立支架。各用户单元自备减压装置和流量计量装置。

4.1.10.5 通风

本项目生产过程中使用的易燃易爆、有毒、腐蚀性物质，需加强作业场所的通风，既可降低易燃易爆、有毒有害物质的浓度，防止火灾、爆炸、中毒和窒息等恶性事故的发生，又可以改善工人作业卫生环境，防止职业病的发生。

甲、乙类生产厂房送风系统的送风机和电动机，当安装在爆炸危险区域内时，应采用防爆型；当安装在爆炸危险区域以外、若送风干管上设有止回阀且止回阀

安装在非防爆区时，可采用普通型的。

排除有腐蚀性气体或湿空气的通风设备应采用阻燃型玻璃钢材质的离心风机、轴流风机或斜流风机；有防爆要求的，其电机应采用防爆型，材质为防腐型金属材料。

排风温度超过 80℃时应采用耐高温风机。

4.1.10.6 生产蒸汽

根据本项目蒸汽消耗情况，选用 2 台 DHX60-1.25-AⅡ型燃气蒸汽锅炉。锅炉额定蒸发量为 60t/h，额定蒸汽压力为 1.25MPa。生产的蒸汽供全厂生产单元及其采暖使用。夏季使用 2 台锅炉(正常工况使用 1 台锅炉，生产工艺系统副产蒸汽等出现非正常工况时使用 2 台锅炉)为全厂供汽，冬季用 2 台锅炉(正常工况使用 1 台锅炉，生产工艺系统副产蒸汽等出现非正常工况时使用 2 台锅炉)为全厂工艺装置及采暖供汽。

本项目全厂蒸汽能源平衡之后，冬天需向全厂蒸汽管网供应压力为 1.0MPa 的饱和蒸汽 94.7t/h，0.4MPa 的饱和蒸汽 285.26t/h。夏天需向全厂蒸汽管网供应压力为 1.0MPa 的饱和蒸汽 94.7t/h，0.4MPa 的饱和蒸汽 268.94t/h。全年运行 7992h(333d)。根据工艺装置热负荷，本项目蒸汽热负荷见表 4.1-17。

表 4.1-17　蒸汽平衡表

序号	项目	蒸汽负荷					冷凝水
		参数		数量		备注	
		压 力 (MPa)	温 度 (℃)	冬季 t/h	夏季 t/h		
1	精馏	0.4	158.86	213.67	213.67		①316.87蒸汽冷凝液至还原；②5.87蒸汽冷凝液至三氯氢硅合成；③57.22（冬季），40.9（夏季）蒸汽至锅炉
2	还原	0.4	158.86	26.15	26.15		
		1.0	158.86	10.55	10.55		
3	还原尾气回收	0.4	158.86	13.7	13.7		
		1.0	158.86	9.79	9.79		
4	冷氢化	1.0	158.86	72.46	72.46		
5	污水处理	0.4	158.86	11.24	11.24		
		1.0	158.86	1.02	1.02		
6	盐水蒸发	0.4	158.86	3.16	3.16		
		1.0	158.86	0.88	0.88		
7	空调采暖	0.4	158.86	16.32	0	供暖180d	
8	辅助生产及其他	0.4	158.86	1.02	1.02		
9	合计	0.4	158.86	285.26	268.94		
		1.0	158.86	94.7	94.7		

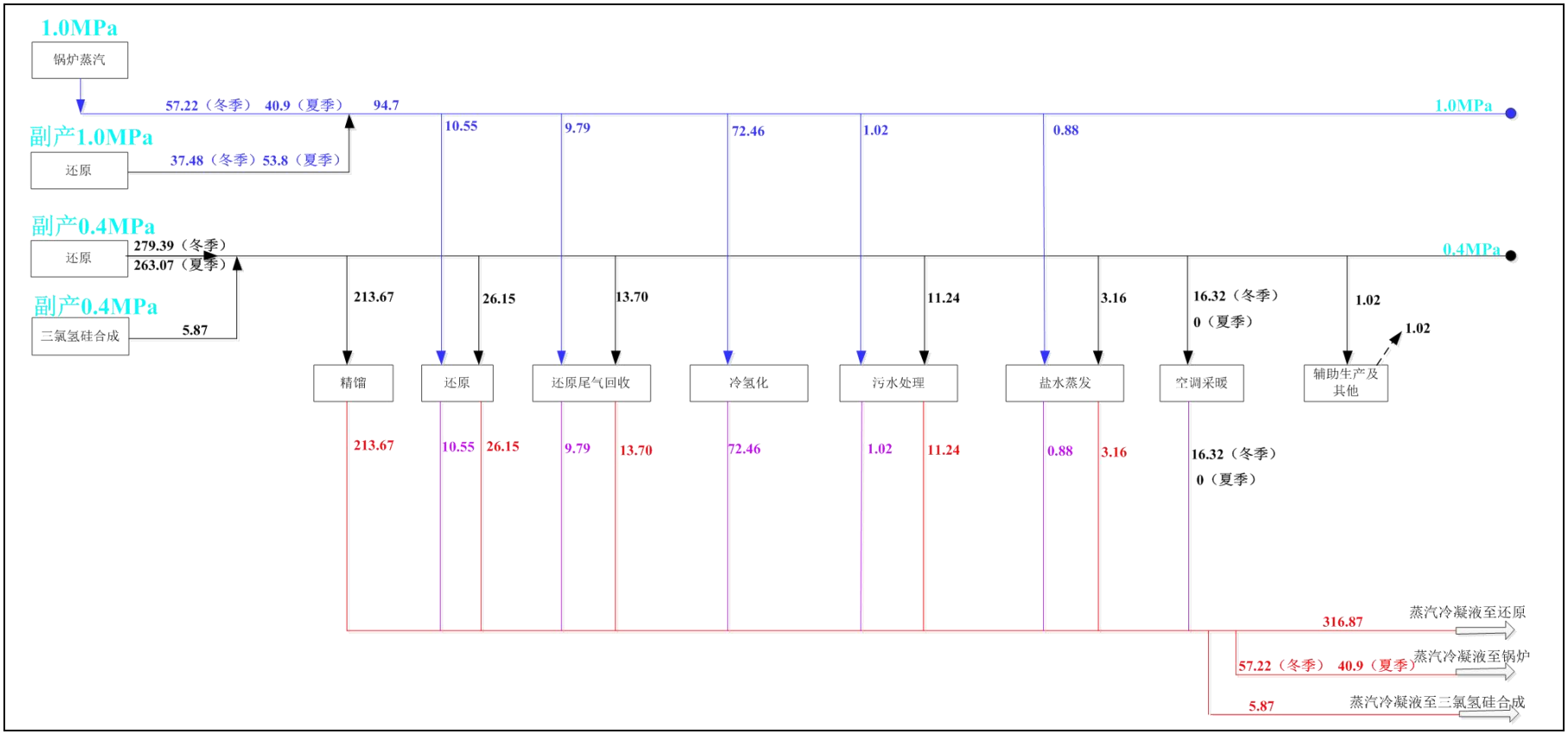


图 4.1-5　本项目蒸汽平衡图（单位：t/h）

4.1.11 总图布置

1、项目总图布置

根据生产工艺特点，结合厂区自然环境，在符合厂区总体规划、工艺流程顺畅、交通运输方便、满足安全防火间距要求、节约能耗、节省土地和方便生产管理等原则下，总平面布置力求做到功能分区明确，管线走向便捷，交通组织合理，环境卫生条件良好和厂容厂貌整齐美观以及有利于生产安全管理。

根据总图布置原则本项目方案如下：

①满足园区总体规划和化工企业总体规划要求。

②根据厂区周围的自然条件和交通运输条件进行总体设计，合理利用现有土地。

③厂区建设充分依托园区内现有的公用工程和辅助设施，在满足企业生产的前提下，合理预留现有土地，以保证企业的可持续发展。

④公用工程设施应集中或分区集中布置，尽量靠近负荷中心，节省能耗。

⑤在满足生产工艺流程条件下，做到布局合理，分区明确，管线便捷，物流运输顺畅，力求整体布置协调、美观。

⑥厂区实行人流和货流分离的原则，使人流和货流互不干扰，合理通畅。

⑦总平面设计严格按照现行的有关设计规范要求，满足防火、防爆及卫生要求。

2、总平面功能划分及总图布置

根据其使用功能和当地主导风向，总图布置充分考虑厂址的区域条件，力求做到合理利用已有条件，并使车间与办公、公用工程等设施相协调；合理布置厂区道路，使厂区交通通畅；做到生产工艺流程流畅、合理；厂区功能分区明确，注重厂区环境的美化。具体布置如下：

厂区总平面布置基本符合生产区、公用工程区、辅助工程区和办公区分区布置的原则。厂区西侧由南向北为四座硅粉库，三氯氢硅合成车间、机柜间和配电室，盐库房、一体化污水处理设施、石灰库。厂区中部由南向北产品仓库、精馏车间，冷氢化装置；氢压机房；氢压机房北侧为压滤厂房、废料废液处理厂房；尾气压缩及废料废液处理厂房的北侧为盐水处理及污水处理装置，污盐水处理及污水处理西侧为事故水池和初期雨水池；依次向北为罐组，泵区；中间位置由南向北依次为机柜间三，循环水及冷冻站、凉水塔、机柜间二、罐区和 CDI 配电室、

尾气回收冷冻站、厂区东侧由南向北依次为 110kV 变电中心；220kV 变电中心东侧为硅块库，220kV 变电中心北侧为整理车间；整理车间东侧为控制中心、消防水罐及消防泵房，控制中心、消防水罐及消防泵房东侧为办公楼；整理车间北侧为还原水泵房、还原厂房；依次向北为还原尾气干法回收装置；尾气回收压缩机房、专用机柜间；依次向北为处理量 400m^3/h 一体化处理装置（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）、脱盐水站及中水回用、调节、回用及脱盐水池、地表水初沉池、锅炉房、干煤棚、渣场、仓库和空压制氮站等。具体见总图。

厂区内设置环形道路，和厂外道路相连，有利于事故状态下人员疏散和抢救，可满足工厂的生产、安全需要。

表 4.1-18　总平面主要技术经济指标表

一、厂区主要经济指标（用地）		
1	总建筑面积 m^2	152524.53
2	建构筑物基地占地面积 m^2	117038.76
3	计容面积 m^2	185141.34
4	绿化率	10.55
5	建筑系数	39.20
6	建筑容积率	0.879
7	固资投资强度（万元每亩）	1358

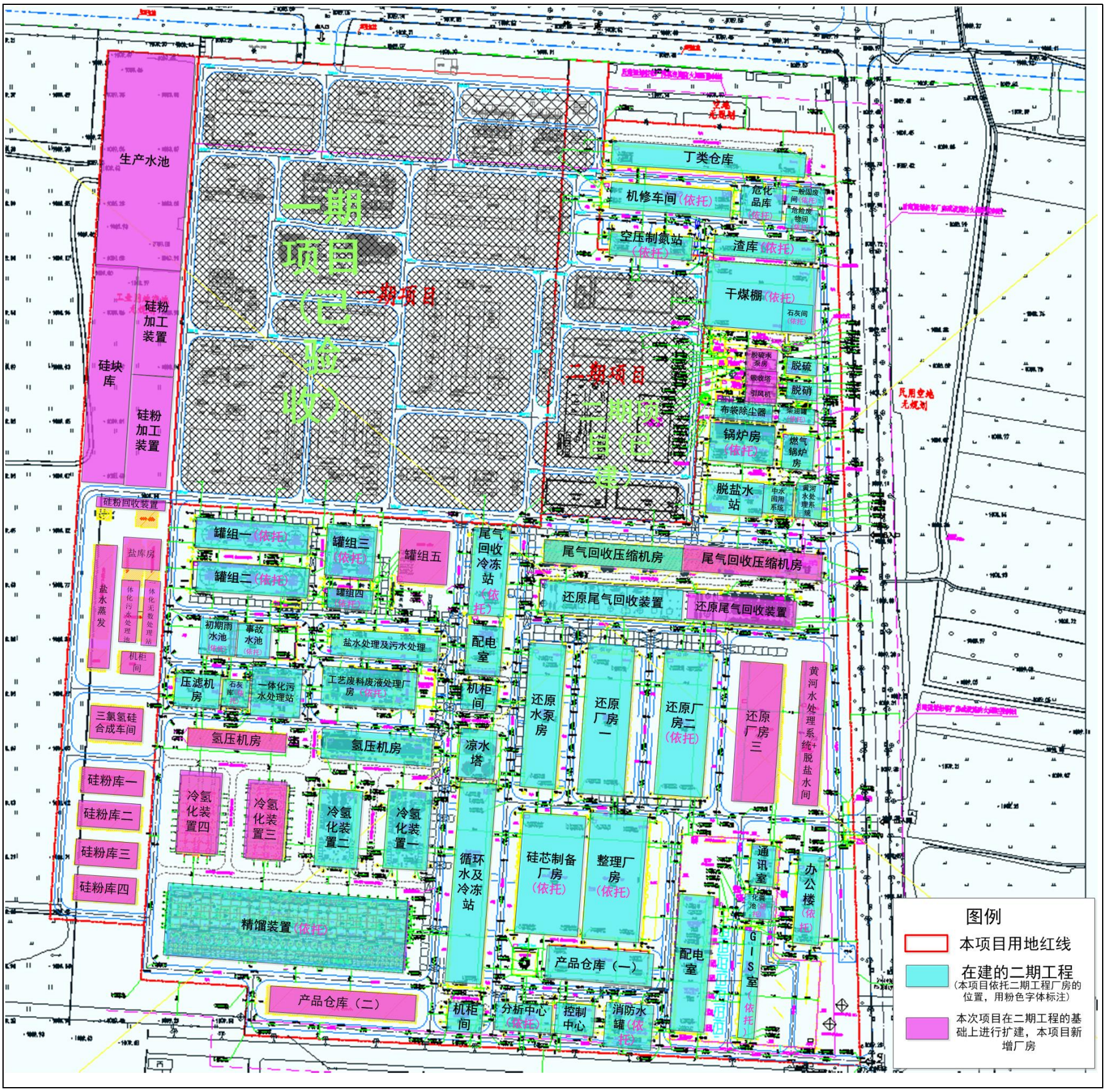


图 4.1-6　　本项目平面布置图

4.2 生产工艺与产污环节分析

4.2.1 主体工艺方案

内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目，年工作 333d，3 班制，每班 8 小时，年工作 7992 小时。

本项目主要生产工艺方案见表 4.2-1。

表 4.2-1　本项目主要生产工艺方案

装置代码	装置名称	工艺技术方案	生产能力	系列数	工艺来源	产品去向	
1	三氯氢硅合成	合成法	三氯氢硅最大合成能力为 5747kg/h (45930t/a)	1 系列	国内工艺	三氯氢硅	进入冷氢化车间
						四氯化硅	进入冷氢化车间
2	三氯氢硅还原	改良西门子工艺	多晶硅棒的生产能力为 51000t/a (6381.38kg/h)	1 系列	国内工艺	多晶硅棒 51000 t/a 进入整理车间，生产高纯多晶硅	
3	还原尾气回收	四级冷凝法	还原尾气最大处理能力为 2429003t/a(303929.3kg/h)	1 系列	国内工艺	回收 93969t/a H_2 进还原车间	
						回收 $H_2$5180t/a 进冷氢化车间	
						回收 46866.29 HCl 进入三氯氢硅合成车间	
4	氯硅烷精馏工艺	多塔加压耦合连续精馏	氯硅烷最大处理能力为 6220000t/a (778278.28kg/h)	1 系列	国内工艺	三氯氢硅	还原车间和四氯化硅冷氢化
						四氯化硅	四氯化硅冷氢化
5	四氯化硅冷氢化	加氢反应	四氯化硅的最大处理能力为 3323500t/a(415853.35kg/h)	4 系列	国内工艺	H_2 去还原车间，氯硅烷去精馏工段	
6	整理车间	酸洗	多晶硅棒的处理能力为 51000t/a，最终产品多晶硅块生产能力为 50000t/a	1 系列	国内工艺	硅芯 699t/a 去多晶硅还原车间，多晶硅块 50000t/a 为最终产品	
7	渣浆回收	冷却、沉降、蒸发、高沸物裂解	渣浆的最大处理能力为 365000t/a(45670.67kg/h)	1 系列	国内工艺	回收的氯硅烷（TCS、DCS、STC）全部去精馏工段提纯	
8	电解水制氢	水电解工艺	H_2 的最大生产能力为 750t/a(93.84kg/h)	1 系列	国内工艺	产生的氢气 749.25t/a 进入四氯化硅冷氢化工段，氧气直接排放	

4.2.2 三氯氢硅合成工艺（装置代码 1）

本项目拟采用合成法生产三氯氢硅，硅粉与 CDI 系统（本项目还原尾气回收系统）来的盐酸（质量分数约 99%）反应制取三氯氢硅（TCS）。三氯氢硅合成装置主要由三氯氢硅合成、除尘、洗涤、压缩冷凝四个工序组成。

合成法生产三氯氢硅，硅粉的年用量为 11754.63t/a，其中杂质的含量 0.3%，具体见表 4.2-2。

表 4.2-2　硅粉主要成分表

成分	含量(t/a)
Si，wt/%， 99.7%	11724.26
其他杂质，wt/%，0.3%	30.37
合计	11754.63

1、生产规模

三氯氢硅合成装置为 1 套，三氯氢硅合成炉共设置 4 台。合成反应炉三氯氢硅合成能力为 5747kg/h（45930t/a），三氯氢硅经净化后，得到的三氯氢硅量为 5746.32kg/h（45924.59t/a），合成的三氯氢硅和副产的四氯化硅全部进入冷氢化装置。

2、工艺技术路线

外购硅料为块状，首先在硅粉加工车间内进行破碎，破碎成硅粉后，给三氯氢硅合成工段提供硅粉。

破碎后的硅粉（纯度 99.7%）自硅粉储罐进入硅粉加料罐，硅粉储罐和硅粉加料罐产生的粉尘进入硅粉过滤器，过滤下来的粉尘返回至硅粉加料罐。从 CDI 系统（本项目还原尾气回收系统）来的氯化氢气体，含有少量水分，氯化氢气进入氯化氢缓冲罐，经闪蒸脱水后进入合成炉。硅粉和盐酸进入三氯氢硅合成炉，合成炉产生的三氯氢硅和副产的四氯化硅经除尘、洗涤、压缩冷凝后送至冷氢化装置。

3、反应原理

主要化学反应 ： $Si+3HCl \rightarrow SiHCl_3+H_2$

28　109.5　135.5　2　..... 分子量

硅粉转化率约：95.5%　　$SiHCl_3$ 生成率：100%

9965.04×0.997×0.955=9488.06　45924.59

$Si+4HCl \rightarrow SiCl_4+2H_2$

28　146　170　4　.....分子量

硅粉转化率约：95.5%　$SiCl_4$ 生成率：100%

1789.59×0.997×0.955=1703　10333.02

4、工艺流程

①硅粉备料

外购硅料为块状，首先在硅粉加工车间内进行破碎，本项目设置 2 套硅块破碎装置。硅块破碎过程中产生硅块破碎废气**(G1-1)**。

破碎后硅粉进入硅粉库。本项目设有 4 座硅粉库，硅粉库内设有硅粉储罐，三氯氢硅合成工序设有 4 座硅粉储罐，硅粉储罐外形尺寸：φ1600×H1800mm，容积 $V=5m^3$。

硅粉在硅粉储罐中暂存，硅粉卸至转动圆盘，通过管道用气体输送至硅粉加料罐。硅粉仓加料系统(硅粉储罐+硅粉加料罐)产生含尘废气**(G1-2)**，含尘废气(G1-2)进入硅粉过滤器，粉尘经过硅粉过滤器处理后排放。过滤下来的粉尘返回至硅粉加料罐。

②投酸系统

从 CDI 系统（本项目还原尾气回收系统）来的氯化氢气体，含有少量水分，氯化氢气体进入氯化氢缓冲罐，经闪蒸罐脱水(尺寸:φ1400×L4800，容积:$V=8.1m^3$)，操作温度：133℃；操作压力：0.2MPa(G)。脱水后的氯化氢送入三氯氢硅合成炉。氯化氢脱水过程产生闪蒸废水**(W1-1)**。

③三氯氢硅合成

在三氯氢硅合成炉内，温度控制在 280～310℃，使用电加热。硅粉和氯化氢发生反应，生成三氯氢硅和四氯化硅。

主要反应方程式:

$Si+3HCl \rightarrow SiHCl_3+H_2$

$Si+4HCl \rightarrow SiCl_4+2H_2$

氯化氢气体自合成反应器底部经分布器进入反应器，与反应器内的硅粉充分混合进行气固相合成反应，生成三氯氢硅，同时生成四氯化硅、二氯二氢硅、金属氯化物、聚氯硅烷等副产物。此反应气夹带少量硅粉自反应器顶部进入后续除尘系统。

合成反应为放热反应，反应器外部设有夹套，内部设有指型管，通过 152℃热水移走反应热，反应段设有两个温度控制点，与指型管及外夹套内的循环热水流量联锁，以准确控制反应温度。

④合成气除尘

合成气除尘系统由旋风分离器和金属烧结过滤器组成。出合成反应器夹带有硅粉的混合气进入旋风分离器，气体中大部分硅粉被分离下来，返回合成反应器循环使用；少量硅粉由合成气金属烧结过滤器捕集，废硅粉**(S1-1)**捕集至废硅粉罐，为防止硅粉结块，废硅粉罐夹套通入 1.0MPa(G)蒸汽保温，废硅粉为一般固废，外售至厂家进行回收利用。

⑤合成气洗涤

自合成气过滤器出来的气体进入文丘里洗涤器（湿法除尘洗涤塔）。气相自塔底上升，与塔顶冷凝回流的氯硅烷逆流接触，除去其中所含金属氯化物、聚氯硅烷以及少量的硅粉。塔顶气相进入合成气压缩、冷凝系统。塔底高沸物送至氯硅烷残液蒸发罐，残液蒸发罐夹套通入 0.4MPa(G)蒸汽加热至 85℃，压力控制在 0.2MPa(G)，气相经冷凝后与粗三氯氢硅一起送往合成储料罐，渣浆**(S1-2)**则送往渣浆处理系统。

⑥合成气压缩、冷凝

从洗涤塔塔顶出来的合成气先后经一、二、三级冷凝器分别以循环水、不凝气和氟利昂作为冷却介质冷凝后，进入气液分离罐，冷凝液(氯硅烷)送至冷凝液中间储罐，最终进入合成储料罐。

不凝气经二级冷凝器进行冷量利用后，送入合成气压缩机系统压缩至 1.35MPa(G)，再经气气换热器和氯硅烷冷凝器冷凝进一步回收氯硅烷，冷凝液(氯硅烷)送入冷凝液中间储罐，最终进入合成储料罐。

不凝性气体**(G1-3)**，主要成份氢气，含有少量氯硅烷，进入吸附单元除去少量氯硅烷后氢气送往冷氢化。

合成的三氯氢硅产品和副产的四氯化硅进入冷氢化装置。

工艺流程图见图 4.2-1。

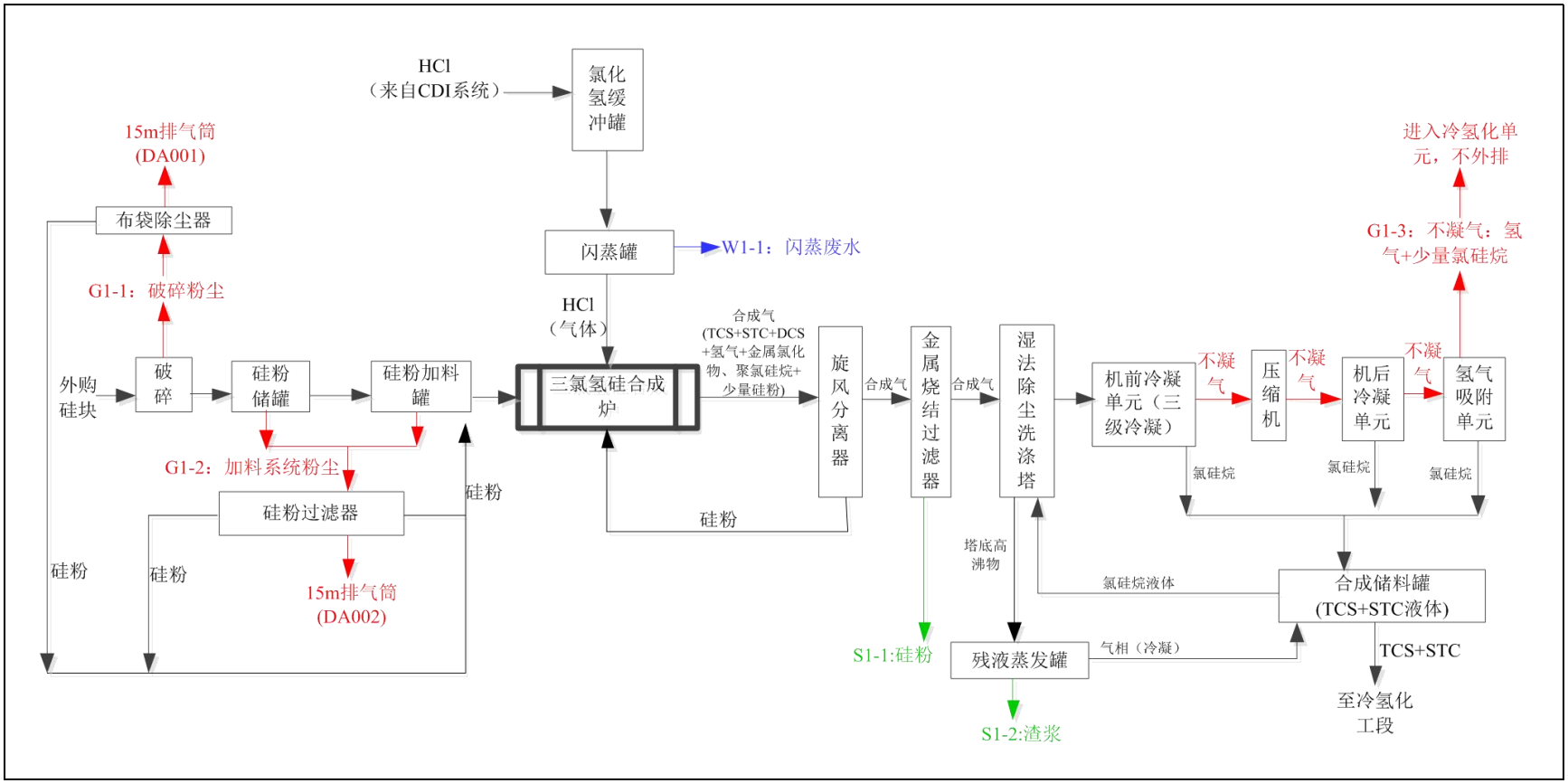


图 4.2-1　三氯氢硅生产工艺流程及产排污节点图

三氯氢硅生产过程产生的污染物主要为：

废气：

①硅块破碎废气（G1-1）；

②硅粉加料系统(硅粉储罐+硅粉加料罐)废气（G1-2）；

③冷凝系统不凝气（G1-3）；

④硅粉库装卸无组织排放粉尘（g1-1）；

⑤未收集的硅粉加料过程粉尘（g1-2）。

废水：

①闪蒸废水（W1-1）；

②循环冷却水排水（W1-2）。

噪声：

①加热器、闪蒸罐、合成炉、分离器、过滤器、洗涤塔、冷却器、水泵、输送泵、压缩机等设备噪声。

固体废物：

①金属烧结过滤器收集的粉尘（S1-1）；

②残液蒸发罐渣浆（S1-2）；

③废包装袋/桶（S1-3）。

由以上工艺流程分析可见，本项目三氯氢硅生产工艺的主要污染源及污染物见表 4.2-3。

表 4.2-3　三氯氢硅生产工艺污染源产生情况一览表

污染物种类		编号	污染源名称	主要成分	产生量（t/a）	处理方式
废气	有组织	G1-1	硅块破碎废气	含硅颗粒物	6.5	粉尘经集气系统+布袋除尘器（布袋除尘器的除尘效率为98.9%）处理后经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA001)**排放。
		G1-2	硅粉加料系统(硅粉储罐+硅粉加料罐)废气	含硅颗粒物	9.0	粉尘经集气罩+硅粉过滤器处理后（集气罩的废气捕集率95%，硅粉过滤器的净化效率98.9%）经 15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA002)**排放。
		G1-3	冷凝系统不凝气	H_2、TCS 及氯硅烷、 STC 及氯硅烷	1980.34	不凝气直接进入冷氢化工段，不外排。
	无组	g1-1	硅粉库无组织排放粉尘	含硅颗粒物	2.93	硅粉库为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生。

织	g1-2	未收集的硅粉加料过程粉尘	含硅颗粒物	0.45	生产车间为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生。
废水	W1-1	氯化氢闪蒸废水	COD、SS、氯化物	255.684	排入本项目生产污水处理站，污水处理站处理能力 900 m^3/h，处理工艺：淋洗系统+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。
	W1-2	循环冷却水排水	COD、SS、溶解性总固体	39960	排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。
固废	S1-1	金属烧结过滤器收集的粉尘	硅粉	30.8	废硅粉为一般固废，外售至厂家进行回收利用。
	S1-2	残液蒸发罐渣浆	氯化物、聚氯硅烷	65.5	残液蒸发罐渣浆送往渣浆处理系统。
	S1-3	废包装袋/桶	废包装袋/桶	0.47	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≤10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理
噪声	生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。				

5、物料平衡及元素平衡

（1）总物料平衡

三氯氢硅生产工段总物料平衡见表 4.2-4 和图 4.2-2。

表 4.2-4　三氯氢硅合成生产线物料平衡表

三氯氢硅合成							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
原料硅粉	Si	1467.00	11724.26	大气（排放）	Si	0.08	0.616
	杂质	3.80	30.37	不凝气进入四氯化硅冷氢化装置	H_2	116.18	928.51
氯化氢（来自 CDI 系统）	HCl	5864.15	46866.29		三氯氢硅及氯硅烷	105.29	841.46
					四氯化硅及氯硅烷	26.32	210.37
				四氯化硅冷氢化装置	三氯氢硅	5746.32	45924.59
					杂质	3.04	24.3
				四氯化硅冷	四氯化硅	1292.92	10333.02

				氢化装置	杂质	0.76	6.07
				废水处理站	废水(闪蒸废水)	31.99	255.684
				外售	废硅粉	3.85	30.8
				渣浆处理系统	渣浆	8.20	65.5
合计		7334.95	58620.92	**合计**		7334.95	58620.92

（2）硅元素平衡

三氯氢硅合成工段硅元素平衡见表 4.2-5。

表 4.2-5　三氯氢硅生产线硅平衡表

三氯氢硅合成									
来源	物料	进料(t/a)	含硅百分比(%)	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）
原料硅粉	Si	11724.26	100	11724.26	大气（排放）	Si	0.616	99.5	0.61
	杂质	30.37	---	0	四氯化硅冷氢化装置	H_2	928.51	---	0
氯化氢（来自 CDI 系统）	HCl	46866.29	---	0		三氯氢硅及氯硅烷	841.46	45.8	385.38
						四氯化硅及氯硅烷	210.37	34.84	73.29
					四氯化硅冷氢化装置	三氯氢硅	45924.59	20.66	9488.02
						杂质	24.3	---	0
					四氯化硅冷氢化装置	四氯化硅	10333.02	16.47	1701.85
						杂质	6.07	---	0
					废水处理站	废水	255.684	---	0
					外售	废硅粉	30.8	95	29.26
					渣浆处理系统	渣浆	65.5	70	45.85
合计		58620.92		11724.26	**合计**		58620.92		11724.26

（3）氯元素平衡

三氯氢硅生产工段氯元素平衡见表 4.2-6。

表 4.2-6　三氯氢硅生产线氯元素平衡表

三氯氢硅合成									
来源	物料	进料(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）
原料	Si	11724.26	---	0	大气（排放）	Si	0.616	---	0.00

硅粉	杂质	30.37	---	0	四氯化硅冷氢化装置	H_2	928.51	---	0.00
氯化氢（来自 CDI 系统）	HCl	46866.29	96.73	45333.60		三氯氢硅及氯硅烷	841.46	54	454.39
						四氯化硅及氯硅烷	210.37	65	136.74
					四氯化硅冷氢化装置	三氯氢硅	45924.59	78.60	36096.73
						杂质	24.3	---	0.00
					四氯化硅冷氢化装置	四氯化硅	10333.02	83	8576.41
						杂质	6.07	---	0.00
					废水处理站	废水	255.684	19.95	51.01
					外售	废硅粉	30.8	---	0.00
					渣浆处理系统	渣浆	65.5	28	18.34
合计		58620.92		45333.6	**合计**		58620.92		45333.6

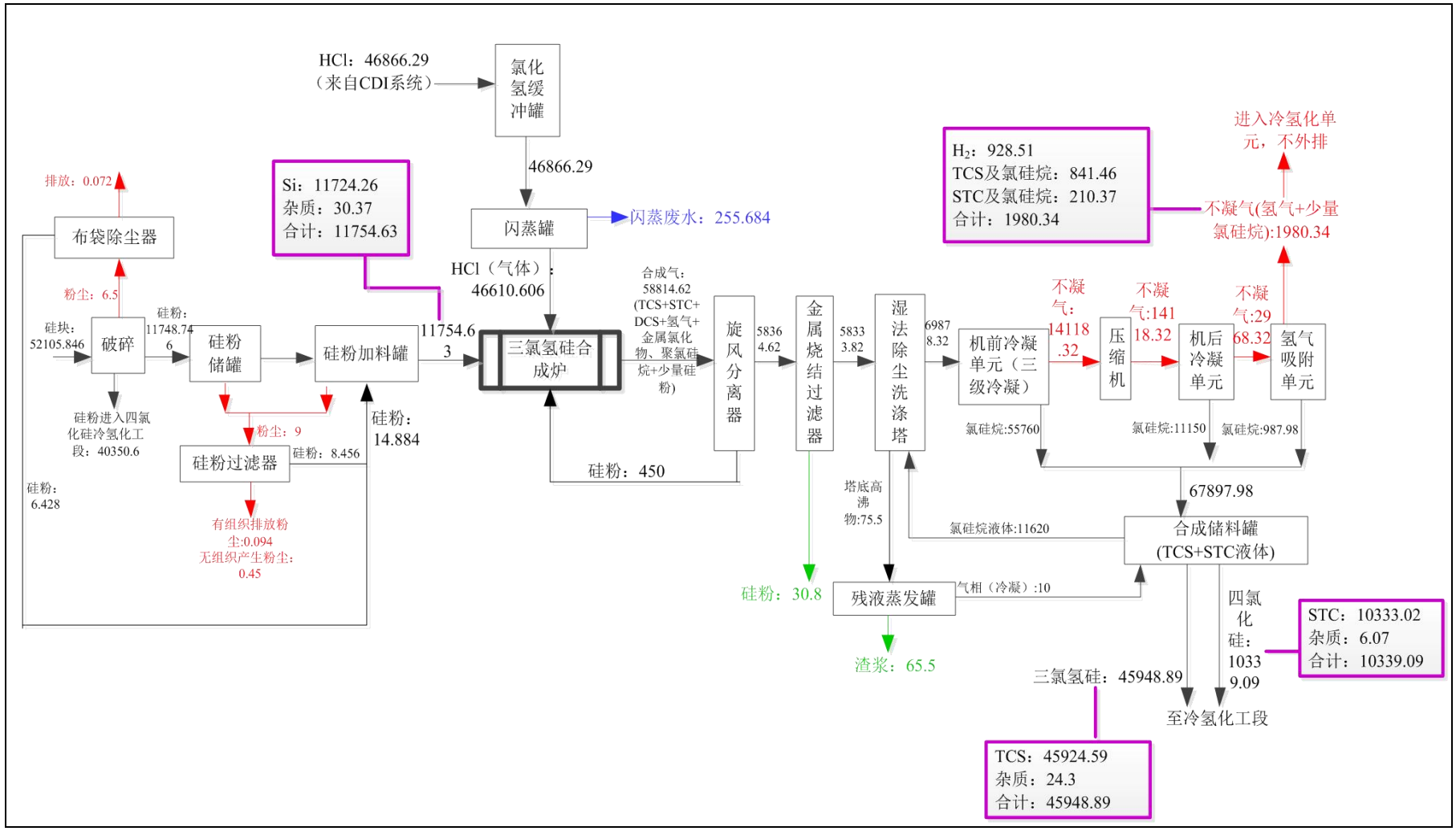


图 4.2-2　三氯氢硅合成生产线物料平衡图　单位：t/a

6、源强计算

（1）废气

①硅块破碎含尘废气（G1-1）

参照《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册（生态环境部公告 2021 年第 24 号》中 2614 有机化学原料制造行业系数手册，有机化学原料制造（有机硅单体）行业的颗粒物产污系数合计为 0.49 千克/吨-产品，其中硅块破碎的含尘废气产生系数为 0.13 千克/吨-产品，三氯氢硅合成工段硅粉加料系统含尘废气产生系数为 0.18 千克/吨-产品。四氯化硅冷氢化工段硅粉加料系统含尘废气产生系数为 0.18 千克/吨-产品（产排污在后面四氯化硅冷氢化工段详细介绍）。

表4.2-7　2614有机化学原料制造（有机硅单体）行业系数表

产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标		系数单位	产污系数	末端治理技术名称	末端治理技术效率（100%）
有机硅单体	氯甲烷、硅粉、甲基粗单体	有机硅单体合成	所有规模	废气	工业废气量	万标立方米/吨-产品	1.205×10^{-2}	---	---
					挥发性有机物	千克/吨-产品	2.523	直接燃烧法	82.83
								热力燃烧法	82.34
								催化燃烧	78.9
					HCl	千克/吨-产品	3.7	其他（焚烧+吸收处理）	99.26
					颗粒物	千克/吨-产品	0.49	袋式除尘	98.9

本项目有机硅单体的产能 50000t/a，则硅块破碎含尘废气的产生量为 $50000\times0.13\times10^{-3}=6.5$t/a（0.87kg/h），本项目硅块破碎上方设置 1 套集气系统和布袋除尘器，风机的风量为 6000m^3/h。

硅块破碎含尘废气量为 6000m^3/h，则粉尘产生浓度为 145mg/m^3，布袋除尘器的除尘效率为 98.9%，则粉尘的排放量为 0.072t/a（0.01kg/h），排放浓度为 1.6mg/m^3。收集下来的硅粉尘重新投入硅粉加料罐。

粉尘经布袋除尘器收集后经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA001)**排放。颗粒物的排放能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值中颗粒物排放浓度为 120mg/m^3，排放速率为 3.5kg/h(15m 高)的排放限值要求。

②硅粉加料系统含尘废气（G1-2）

硅粉加料过程中会产生含硅粉尘，硅粉加料过程配套建设 1 套硅粉过滤器，采用 1 套集气罩收集加料过程产尘点废气，汇集后经硅粉过滤器处理后经 15 米高排气筒排放。

参照《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册（生态环境部公告 2021 年第 24 号》中 2614 有机化学原料制造行业系数手册，有机化学原料制造（有机硅单体）行业的颗粒物产污系数合计为 0.49 千克/吨-产品，其中三氯氢硅合成工段硅粉加料过程废气产生系数为 0.18 千克/吨-产品。

本项目有机硅单体的产能 50000t/a，则硅粉加料过程中废气的产生量为 $50000\times0.18\times10^{-3}=9t/a$（1.2kg/h），除尘器处理风量 2500m³/h，则产生浓度为 480mg/m³。集气罩的废气捕集率 95%，硅粉过滤器的净化效率 98.9%，则硅粉加料过程颗粒物的排放量为 0.094t/a（0.013kg/h），排放浓度为 5.61mg/m³。

粉尘经硅粉过滤器处理后经 15 米高、内径 0.2m 的排气筒**(DA002)**排放。收集下来的硅粉尘重新投入加料。颗粒物的排放能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值中颗粒物排放浓度为 120mg/m³，排放速率为 3.5kg/h(15m 高)的排放限值要求。

③冷凝器不凝气（G1-3）

从洗涤塔塔顶出来的合成气先后经一、二、三级冷凝器分别以循环水、不凝气和氟利昂作为冷却介质冷凝后，进入气液分离罐，冷凝液最终进入合成储料罐。

不凝气经二级冷凝器进行冷量利用后，送入合成气压缩机系统压缩至 1.35MPa(G)，再经气气换热器和氯硅烷冷凝器冷凝进一步回收氯硅烷，冷凝液最终进入合成储料罐。

不凝性气体主要成份氢气，含有少量氯硅烷，进入吸附单元除去少量氯硅烷后氢气送往冷氢化。

根据物料平衡，进入机前冷凝单元的粗氯硅烷量为 69878.32t/a，冷凝效率约为 80%，约有 20%的气体未能冷凝，则机前冷凝单元产生的不凝气的量为 14118.32t/a，不凝气进入机后冷凝单元，冷凝效率约为 80%，约有 20%的气体未能冷凝，则机后冷凝单元产生的不凝气的量为 2968.32t/a，冷凝器进入吸附单元，吸附出氯硅烷，剩余不凝气约 1980.34t/a，主要含有 $H_2$928.51t/a、TCS 及氯硅烷

841.46t/a 和 STC 及氯硅烷 210.37 t/a，不凝气直接进入冷氢化工段，不外排。

④无组织排放废气

三氯化硅生产过程中无组织排放废气主要为硅粉库装卸无组织排放粉尘、硅粉加料过程中未经集气系统捕集的硅粉尘。

1）硅粉库装卸无组织排放粉尘（g1-1）

本项目硅粉库装卸无组织排放粉尘的计算参考秦皇岛码头装卸起尘量的计算公式，即：

$Q=1133.33\times U^{1.6}\times H^{1.23}\times e^{(-0.28w)}$

式中： Q—物料起尘量，mg/s；

U—风速，乌拉特前旗多年平均风速为 3.3m/s，考虑本项目硅粉库为封闭厂房，在封闭厂房内进行装卸，故本次取值为 0.5m/s；

H—物料落差，为 1m；

W—物料含水率，为 0.5%；

根据气象资料，并综合考虑含水量、粒度情况等因素，经计算，本项目硅粉库装卸起尘量为 2.93t/a（325mg/s，年工作 313d，装卸时间为 8h/d）。

为减少硅粉库装卸粉尘产生量，本项目硅粉库为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生，则本项目硅粉库装卸粉尘排放量约为 0.3t/a。

2）未收集的硅粉加料过程粉尘（g1-2）

本项目有机硅单体的产能 50000t/a，则硅粉加料过程中废气的产生量为 $50000\times0.18\times10^{-3}$=9t/a（1.2kg/h），除尘器处理风量 2500m^3/h，则产生浓度为 480mg/m^3。

集气罩的废气捕集率95%，硅粉加料过程过程中，另有5%的硅粉无组织排放，则无组织粉尘的产生量为0.45t/a。本项目生产车间为封闭厂房，可有效减少90%粉尘产生，则硅粉尘的排放量0.045t/a。

（2）废水

①氯化氢闪蒸废水（W1-1）

从 CDI 系统（本项目还原尾气回收系统）来的氯化氢气体，使用量为 46866.29 t/a，含有少量水分，氯化氢气体经闪蒸罐脱水后送入三氯氢硅合成炉，废水产生量为 255.684m^3/a，废水中的主要污染物为 COD、SS、氯化物，其中 COD 的产生

浓度为 350mg/L、SS 的产生浓度为 120mg/L、氯化物的产生浓度为 30mg/L，则 COD 的产生量为 0.089t/a、SS 的产生量为 0.031t/a、氯化物的产生量为 0.008t/a。

闪蒸废水排入本项目生产污水处理站，处理工艺：淋洗系统+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。

酸雾闪蒸废水水质及废水污染物产生量见表 4.2-8。

表 4.2-8　酸雾闪蒸脱水废水水质及污染物产生量

酸雾闪蒸脱水污水量	污染物	产生浓度	产生量	排放去向
255.684m³/a	氯化物	30	0.008	本项目污水处理站
	COD	350	0.089	
	SS	120	0.031	

②循环冷却水排水（W1-2）

氯硅烷冷却使用的循环冷却水来自本项目闭式循环水站。

循环冷却水排放量为 5m³/h，合计 39960t/a，循环水排放的废水中污染物为 COD、SS、溶解性总固体，排放浓度分别为 50mg/L、80mg/L、1500mg/L。

排放的循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。

（3）噪声

三氯氢硅合成生产工序的主要噪声源为加热器、闪蒸罐、合成炉、分离器、过滤器、洗涤塔、冷却器、水泵、输送泵、压缩机等。生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。

（4）固废

①金属烧结过滤器收集的粉尘（S1-1）

根据建设单位提供的设计资料，金属烧结过滤器收集的粉尘约为 30.8t/a，废硅粉为一般固废，外售至厂家进行回收利用。

②残液蒸发罐渣浆（S1-2）

湿法除尘洗涤塔塔顶气相进入合成气压缩、冷凝系统。塔底高沸物送至氯硅烷残液蒸发罐，残液蒸发罐产生渣浆，根据物料平衡，残液蒸发罐渣浆约为 65.5t/a。

残液蒸发罐渣浆送往渣浆处理系统。

③废包装物（S1-3）

本项目三氯氢硅合成装置桶装或袋装原料共计 11754.63t/a，按 50kg/袋（桶）计算，本项目共产生包装袋或桶共 235093 个/a。

按废包装桶/袋产生率 1%计算，共产生废包装桶 2351 个，包装袋/桶重量按 0.2kg/个计算，共计 0.47t，废物类别 HW49，废物代码 900-041-49。上述废包装袋或桶在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

表 4.2-9　三氯化硅合成生产工序废气污染物排放汇总

工序	装置	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	执行标准
						核算方法	废气量（m^3/h）	产生浓度（mg/m^3）	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量		排放浓度（mg/m^3）	排放参数	浓度（mg/m^3）	速率（kg/h）			
													kg/h	t/a		排气筒或者无组织					
三氯氢硅合成生产线	硅块破碎	G1-1	硅块破碎废气	点源	颗粒物	系数法	6000	145	6.5	集气系统+1 套布袋除尘器	布袋除尘器除尘效率 98.9%	连续	0.01	0.072	1.6	15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA001)**排放	120	3.5(15m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
	硅粉加料过程	G1-2	硅粉加料系统含尘废气	点源	颗粒物	系数法	2500	480	9	1 套集气罩+ 1 套硅粉过滤器	集气罩效率 95%、硅粉过滤器除尘效率 98.9%	连续	0.013	0.094	5.61	15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA002)**排放	120	3.5(15m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
	冷凝器	G1-3	冷凝系统不凝气	---	H_2	物料平衡法	5000	---	928.51	不凝气直接进入冷氢化工段，不外排。	---	连续	---	---	---	不凝气直接进入冷氢化工段，不外排。	---	---	直接进入冷氢化工段，不外排。	---	---
					TCS			---	841.46		---		---	---	---		---	---			---
					STC			---	210.37		---		---	---	---		---	---			---
	硅粉库	g1-1	无组织排放废气 硅粉库装卸无组织排放粉尘	面源	颗粒物	公式法	---	---	2.93	硅粉库为封闭厂房	有效减少 90%	连续	0.04	0.3	---	4 座硅粉库，每座占地面积 1390.79m^2，平面尺寸长×宽(m×m)=27.8×50，高 6m	1.0	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放无组织限值要求。
	硅粉加料过程	g1-2	未收集硅粉加料过程粉尘	面源	颗粒物	系数法	---	---	0.45	生产车间为封闭厂房	有效减少 90%	连续	0.006	0.045	---	平面尺寸宽×长(m×m)=35×47.73，高 5m	1.0	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放无组织限值要求。

表 4.2-10　三氯氢硅合成生产工序废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
三氯氢硅合成生产线	氯化氢闪蒸废水	W1-1	物料衡算	255.684	氯化物	30	0.008	排入本项目生产污水处理站，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统，400m^3/h 一体化污水处理系统，40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套。处理工艺：淋洗系统+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发）	90%	3	0.0008	连续	经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					COD	350	0.089		95%	17.5	0.0045			
					SS	120	0.031		95%	6	0.0015			

	循环冷却排水	W1-2	类比分析	39960	COD	50	2.00	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透	90%	5	0.20	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	
					SS	80	3.20		95%	4	0.16			
					溶解性总固废	1500	59.9		90%	150	6.0			

表 4.2-11　三氯氢硅合成生产工序固废污染物排放汇总

编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	最终去向
S1-1	金属烧结过滤器收集的粉尘	金属烧结过滤器	硅粉	一般固废	---	30.8	0	30.8	暂存在一般固废暂存间，占地面积 1000m²，渗透系数≦10^{-7}cm/s	废硅粉为一般固废，在厂区内暂存后，定期外售至厂家进行回收利用。
S1-2	残液蒸发罐渣浆	残液蒸发罐	氯化物、聚氯硅烷	一般固废	---	0.5	0.5	0	残液蒸发罐渣浆送往渣浆处理系统。	送往本项目渣浆处理系统，不外排。
S1-3	废包装物	原辅料桶装或袋装	包装桶、包装袋	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	0.47	0	0.47	在危险废物暂存间（占地面积 200m²，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	废包装袋或桶在厂区内暂存后，均交有资质单位处置。

4.2.3 三氯氢硅还原工艺（装置代码 2）

三氯氢硅还原装置采用改良西门子工艺。三氯氢硅还原主要为精馏工段精制的三氯氢硅，与还原尾气处理车间回收氢气在还原炉内发生还原反应，最终生成多晶硅棒。

1、生产规模

多晶硅棒的生产规模为 51000 吨/年（6381.38kg/h），年操作时间 7992 小时。51000 吨/年多晶硅棒部分生产硅芯料（用于还原工序），剩余全部进入整理车间，进行破碎和酸洗，最终生产产品 50000 吨/年高纯多晶硅。

2、工艺技术路线

改良西门子工艺：来自精馏工段的高纯三氯氢硅，进入三氯氢硅汽化器，再同还原尾气处理车间回收氢气汽化器中进行混合，通过汽化器温度调节三氯氢硅气体和氢气的进料摩尔比，混合气经过进气加热器被蒸汽加热至 150℃后进入还原炉，还原炉内安装有硅芯，三氯氢硅被氢气还原成晶体硅沉积于硅芯（硅棒）表面，使硅棒直径不断长大，生产多晶硅棒。

3、反应原理

三氯氢硅还原工艺原理：高纯 H_2 和精制 $SiHCl_3$ 进入还原炉，在 1050℃的硅芯发热体表面上反应，在原始硅芯棒上沉积硅料。反应方程式如下：

主反应：$SiHCl_3+H_2\rightarrow Si+3HCl$

副反应：$2SiHCl_3\rightarrow Si+SiCl_4+2HCl$

$2SiHCl_3\rightarrow SiCl_4+SiH_2Cl_2$

综合反应：$5SiHCl_3+H_2\rightarrow 2Si+2SiCl_4+5HCl+SiH_2Cl_2$

677.5　　56　　..... 分子量

三氯氢硅转化率约：91%　　多晶硅棒生成率：100%

(2385348-1716206-8.7)×0.91=608552.27　　51000-699=50301 .....　　年使用/产生量（t/a），数据来源于物料平衡表

4、工艺流程

本项目三氯氢硅还原装置采用改良西门子工艺生产多晶硅棒，本项目还原装置主要包括还原炉、三氯氢硅汽化器、三氯氢硅过热器、尾气冷却器、热能利用系统、停炉冷却系统、底盘冷却系统、电极调功冷却系统、配电系统等。

（1）三氯氢硅与氢气混合汽化

三氯氢硅、氢气配比自动调节，设有硅棒温度红外监测，还原炉超压时自动切断三氯氢硅及氢气进料。来自精馏工段的高纯三氯氢硅，进入三氯氢硅汽化器，在操作压力为 1.0MPa.G 的压力下利用 0.4MPa.G 蒸汽汽化，再同还原尾气处理车间回收氢气汽化器中进行混合，通过汽化器温度调节三氯氢硅气体和氢气的进料摩尔比。

（2）三氯氢硅还原

混合气经过进气加热器被蒸汽加热至 150℃后进入还原炉，还原炉内安装有硅芯，在炉内通电的高温硅芯（硅棒）的表面，温度 1050~1100℃，三氯氢硅被氢气还原成晶体硅沉积于硅芯（硅棒）表面，使硅棒直径不断长大，直至达到规定的尺寸。

当还原炉内硅棒达到规定尺寸，利用氢气和循环水对还原炉进行降温后，开炉卸出多晶硅棒，安装硅芯。开炉后使用氮气进行吹扫，吹扫过程中产生吹扫废气**(G2-1)**。多晶硅棒送整理车间进行破碎、清洗、包装。

三氯氢硅还原车间正常生产时产生的还原尾气送还原尾气回收车间，卸出的多晶硅棒送整理车间。

本项目三氯氢硅还原在 1 个 DN=4800/5000，H=3800 的还原炉内进行，反应釜内不断产生氯化氢，氯化氢不断的挥发出来，反应釜内压力随之增加，压力达到 0.94MPa，三氯氢硅还原系统出现超压等事故状态时，需要安全泄放部分废气**(G2-2)**。

（3）尾气处理

正常生产下还原炉出来的尾气温度约 600~700℃，经尾气换热器换热至约 150℃出还原装置进还原尾气回收车间。

三氯氢硅还原工艺流程图见图 4.2-3。

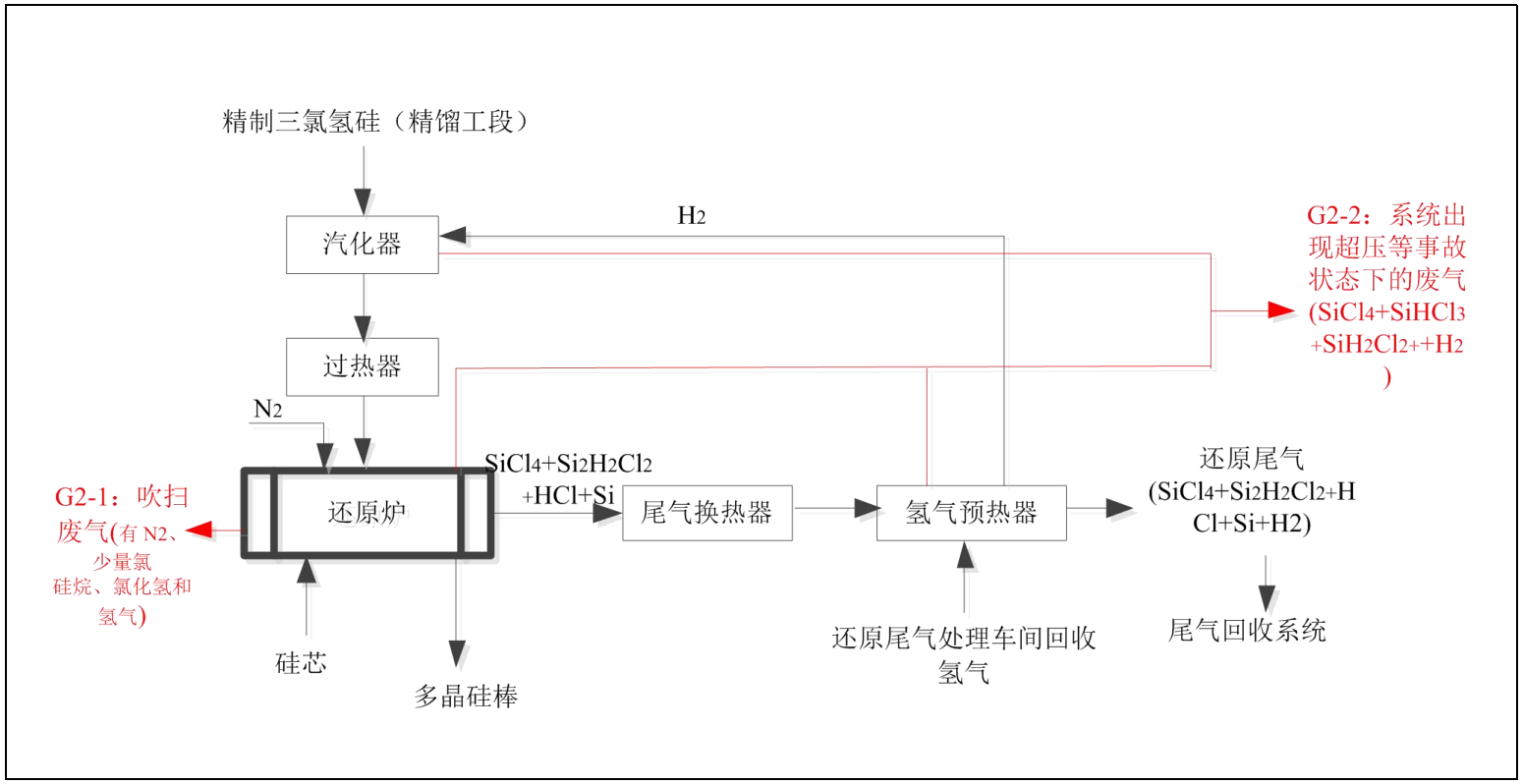


图 4.2-3　三氯氢硅还原工艺流程图

三氯氢硅还原工艺过程产生的污染物主要为：

废气：

①吹扫废气（G2-1）；

②系统出现超压等事故状态时废气（G2-2）；

废水：

①冷却器循环冷却水排水（W2-1）。

固体废物：

①还原车间废石墨件（S2-1）；

②废包装袋/桶（S2-2）。

噪声：

三氯氢硅还原车间设备噪声。

由以上工艺流程分析可见，本项目的主要污染源及污染物见表 4.2-12。

表 4.2-12　三氯氢硅还原工艺污染源产生情况一览表

污染物种类	编号		污染源名称	主要成分	产生量（t/a）	处理方式
废气	有组织	G2-1	吹扫废气	TCS	8.70	排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，不凝气进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号分别为：**(DA003)-(DA008)**。
				DCS	0.38	
				STC	1.65	
				HCl	0.90	
				H_2	0.75	
				Si	0.62	
		G2-2	系统出现超压等事故状态时废气	氯硅烷废气	2.73t/次	
废水	W2-1		冷却器循环冷却水排水	COD、含盐量、SS	455144.4	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。
固废	S2-1		废石墨件	石墨	100	属于第 I 类一般固废，暂存在一般固废暂存间，由石墨厂家回收。
	S2-2		废包装袋/桶	废包装袋/桶	2.26	在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理
噪声	生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。					

5、物料平衡及元素平衡

(1)总物料平衡

三氯氢硅还原车间总物料平衡表见表 4.2-13，三氯氢硅还原车间总物料平衡图见图 4.2-4。

表 4.2-13　三氯氢硅还原车间总物料平衡表

多晶硅还原							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
硅芯拉制	硅芯	87.46	699	整理车间	多晶硅棒	6381.38	51000
氯硅烷提纯	三氯氢硅	298466.97	2385348	还原尾气回收	三氯氢硅	214740.49	1716206
还原尾气回收	H_2	11757.89	93969		二氯二氢硅	10256.76	81972
					四氯化硅	42496.25	339630
					HCl	21872.50	174805
					H_2	14539.41	116199
					Si	23.90	191
				吹扫废气	三氯氢硅	1.09	8.70
					二氯二氢硅	0.05	0.38
					四氯化硅	0.21	1.65
					HCl	0.11	0.90
					H_2	0.09	0.75
					Si	0.08	0.62
合计		310312.31	2480016	**合计**		310312.31	2480016

(2)硅元素平衡

三氯氢硅还原车间硅平衡见表 4.2-14。

表 4.2-14　三氯氢硅还原车间硅平衡表

来源	物料	进料(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含硅百分比(%)	数量（t/a）
硅芯拉制	硅芯	699	100	699.00	整理车间	多晶硅棒	51000	100	51000
氯硅烷提纯	三氯氢硅	2385348	20.278	483722.65	还原尾气回收	三氯氢硅	1716206	20.66	354568.16
还原尾气回收	H_2	93969	---	0.00		二氯二氢硅	81972	27.72	22722.64
						四氯化硅	339630	16.47	55937.06
						HCl	174805	---	0
						H_2	116199	---	0
						Si	191	100	191

					吹扫废气	三氯氢硅	8.70	20.66	1.80
						二氯二氢硅	0.38	27.72	0.11
						四氯化硅	1.65	16.47	0.26
						HCl	0.90	---	0.00
						H_2	0.75	---	0.00
						Si	0.62	100	0.62
合计		2480016		484421.65	**合计**		2480016		484421.65

(3)氯元素平衡

三氯氢硅还原车间氯平衡见表 4.2-15。

表 4.2-15　三氯氢硅还原车间氯平衡表

来源	物料	进料(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）
硅芯拉制	硅芯	699	---	0	整理车间	多晶硅棒	51000	---	0.00
氯硅烷提纯	三氯氢硅	2385348	77.754	1858473.63	还原尾气回收	三氯氢硅	1716206	78.60	1348937.92
还原尾气回收	H_2	93969	---	0		二氯二氢硅	81972	70.29	57618.12
						四氯化硅	339630	83	281892.90
						HCl	174805	97.26	170015.34
						H_2	116199	---	0.00
						Si	191	---	0.00
					吹扫废气	三氯氢硅	8.70	78.60	6.84
						二氯二氢硅	0.38	70.29	0.27
						四氯化硅	1.65	83	1.36
						HCl	0.90	97.26	0.88
						H_2	0.75	---	0.00
						Si	0.62	---	0.00
合计		2480016		1858473.63	**合计**		2480016		1858473.63

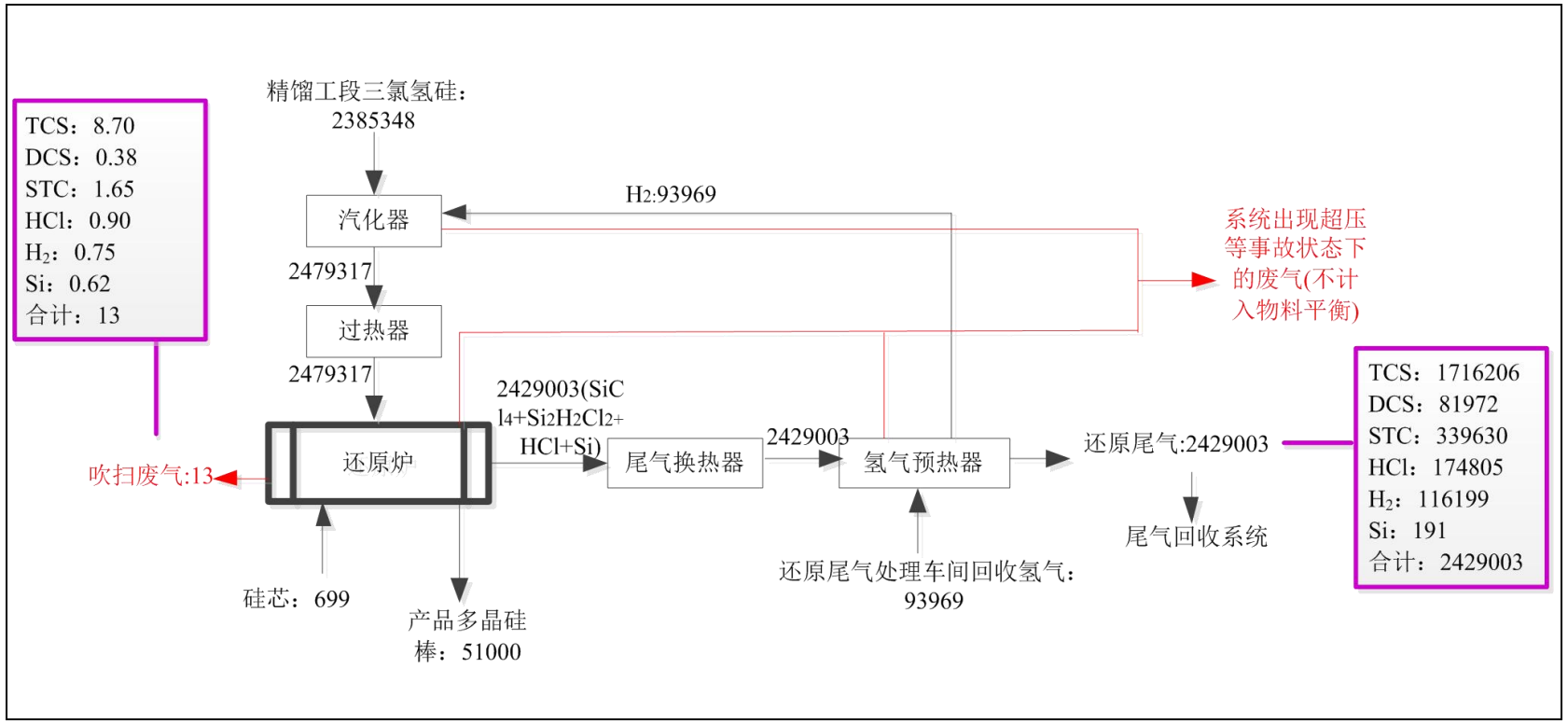


图 4.2-4　三氯氢硅还原车间生产车间物料平衡　单位：t/a

7、源强核算

（1）废气

①还原炉吹扫废气（G2-1）

三氯氢硅还原炉使用氮气进行吹扫，还原炉置换吹扫过程产生的含有氮气、和少量氯硅烷、氯化氢、氢气的混合气体排入含氯硅烷废气处理工序。废气通过含氯硅烷废气处理系统处理后，通过 35m 高排气筒排放。

类比《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目(1.2 万吨/年硅料)》竣工环境保护验收监测情况和建设单位提供的设计资料，本工程还原炉吹扫废气产生量约 13t/a（平均 3-4 天吹扫一次，100 次/a，每次 2h）。

②三氯氢硅还原系统出现超压等事故状态下的废气（G2-2）

本项目三氯氢硅还原在 1 个 DN=4800/5000，H=3800 的还原炉内进行，反应釜内不断产生氯化氢，氯化氢不断的挥发出来，反应釜内压力随之增加，压力达到 0.94MPa，在反应过程中需要安全泄放部分废气。

根据《压力容器第 1 部分：通用要求》（GB150.1-2011）中 B.7 容器安全泄放量的计算，因化学反应使气体体积增大的容器其安全泄放量应根据容器内化学反应可能生成的最大气量及反应时间来确定。

本项目三氯氢硅还原生产装置 6988.24kg/h 多晶硅棒生产工艺，三氯氢硅还原过程中产生的氯化氢总计约为 21872.50kg/h，产生的氢气总计约为 14539.41kg/h。安全泄放废气按可能生成的最大气量的 15%计算，安全泄放时间为 30min，安全泄放废气产生量为 2.73t/次，超压排放废气通过还原炉上方的呼吸阀导出，然后排入含氯硅烷废气处理工序，经处理后经过 35 米高排气筒达标排放。

（2）废水

①冷却器循环冷却水排水（W2-1）

还原车间使用闭式循环冷却水站的循环水。

还原车间闭式循环水排水量为 7m^3/h，还原车间水泵房电极水蒸发冷排放量为 49.95m^3/h，合计 56.95m^3/h(455144.4t/a)，排放的废水中污染物为 COD、SS、溶解性总固体，排放浓度分别为 50mg/L、80mg/L、1500mg/L。

循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO

反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。

（3）噪声

三氯氢硅还原工序主要噪声源为汽化器、过热器、还原炉、预热器、冷却器、包装机及机泵等。

（4）固废

①废石墨件（S2-1）

还原车间废石墨件，产生量为 100t/a，属于第 I 类一般固废，暂存在一般固废暂存间，定期由石墨厂家回收。

②废包装物（S2-2）

本项目三氯氢硅还原装置桶装或袋装原料共计 699t/a，按 50kg/袋（桶）计算，本项目共产生包装袋或桶共 13980 个/a；产品多晶硅棒共计 51000t/a，按 50kg/袋（桶）计算，共使用包装桶/袋 1117000 个。总计包装桶/袋 1130980 个/a。

按废包装桶/袋产生率 1%计算，共产生废包装桶 11310 个，包装袋/桶重量按 0.2kg/个计算，共计 2.26t，废物类别 HW49，废物代码 900-041-49。上述废包装袋或桶在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

表 4.2-16　三氯氢硅还原工序废气污染物排放汇总

工序	装置(排放点)	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	执行标准
						核算方法	废气量(m^3/h)	产生浓度(mg/m^3)	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量		排放浓度(mg/m^3)	排放参数	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）			
													kg/h	t/a		排气筒或者无组织					
三氯氢硅还原工序	还原炉	G2-1	还原炉吹扫废气	点源	TCS	类比分析法	1500	725.7	8.70	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，吹扫废气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	98%	连续	0.0218	0.174	14.5	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					DCS			31.7	0.38		98%		0.0010	0.008	0.7		---	---			
					STC			137.6	1.65		98%		0.0041	0.033	2.8		---	---			
					HCl			75.1	0.90		95%		0.0056	0.045	3.8		100	2(35m 高)			
					H_2			62.6	0.75		95%		0.0048	0.038	3.2		---	---			
					Si			51.7	0.62		90%		0.0078	0.062	5.2		120	31(35m 高)			
	还原系统出现超压等	G2-2	还原系统出现超压等事故状态下的废气	点源	氯硅烷	系数法	1500	---	2.73t/次	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗）	98%	间歇	---	0.055 t/次	---	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	---

表 4.2-17　三氯氢硅还原工艺废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
三氯氢硅还原工艺	循环水站	W2-1	类比分析	455144.4	COD	50	22.76	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透。	90%	5	2.28	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	36.41		95%	4	1.82			
					溶解性总固废	1500	682.72		90%	150	68.27			

表 4.2-18　三氯氢硅还原工艺固废污染物排放汇总

编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	**最终去向**
S2-1	废石墨件	还原炉	石墨	第 I 类一般固废	---	100	0	100	暂存在一般固废暂存间，占地面积 1000m^2，渗透系数≦10^{-7}cm/s	定期由石墨厂家回收。
S2-2	废包装物	原辅料桶装或袋装	包装桶、包装袋	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	2.26	0	2.26	在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	废包装袋或桶在厂区内暂存后，均交有资质单位处置

4.2.4 还原尾气回收工艺（装置代码 3）

本项目还原尾气回收生产装置由还原尾气四级冷凝；氯化氢吸收、解析和汽提塔；氢气提纯吸附；活性炭再生；再生氢冷凝装置组成。

1、生产规模

本项目设置 1 套还原尾气处理装置，最大处理能力为 2450000t/a。还原尾气 2429003t/a 经过还原尾气回收处理后，回收 $H_2$93969t/a 进入还原车间，回收 $H_2$5180t/a 进入冷氢化车间，回收 HCl 为 46866.29t/a 进入三氯氢硅合成工段。

氯硅烷产生量 2045423t/a 进入精馏单元。年操作时间 7992 小时。

2、工艺技术路线

还原尾气经过还原尾气旋风分离器，再经过还原尾气精密过滤器分离硅粉，然后进入湿法除尘塔，进一步去除硅粉。顶部还原尾气进入四级冷凝装置（水冷器、7 度水冷器、气冷器、深冷器）后进入氢气压缩机和氢气冷凝器（液冷器、水冷器、7 度水冷器），气体进入氯化氢吸收塔、氢气吸收塔和活性炭吸附塔，产生的氢气 93969t/a 进入还原车间，5180t/a 进入冷氢化车间。

还原尾气进入四级冷凝装置后冷凝下来的氯硅烷全部进入氯化氢解析塔，氢气冷凝器（液冷器、水冷器、7 度水冷器）冷凝下来的氯硅烷进入氯化氢吸收塔，然后回流至氯化氢解析塔，氯化氢解析塔里的物料经过冷凝后进入汽提塔，产生的氯化氢 46866.29t/a 进入三氯氢硅合成工段。

冷凝下来的氯硅烷产生量 2045423t/a 进入精馏单元。

3、工艺流程

(1)还原尾气四级冷凝

还原炉来的尾气经过还原尾气旋风分离器分离气体中的 10um 以上的硅粉**(产生固废 S3-1)**，再经过还原尾气精密过滤器分离气体中的 1~10um 的硅粉**(产生固废 S3-2)**，然后进入湿法除尘塔下部**(产生固废 S3-3)**和湿法除尘塔再沸器加热的气体一起经过还原尾气低压凝液罐循环泵液态氯硅烷洗涤，顶部气体进入还原尾气水冷器，经还原尾气水冷器(温度 45℃，压力 0.53MPa)，冷凝下来的氯硅烷液体进入还原尾气低压凝液罐，没有冷凝下来的尾气进入还原尾气 7 度水冷器，经还原尾气 7 度水冷器(温度 15℃，压力 0.52MPa)，冷凝下来的氯硅烷液体进入还原尾气低压凝液罐，没有冷凝下来的尾气进入还原尾气气冷器管程上封头与从还原尾气深

冷器气液分离器顶分离出来的冷尾气(温度-8℃，压力 0.5MPa)换热。壳程尾气从还原尾气气冷器上部壳程出来去氢压机前压缩机进气缓冲罐(温度 10℃，压力 0.5MPa)，管程冷凝下来的氯硅烷液体进入还原尾气低压凝液罐，没有冷凝下来的尾气进入还原尾气深冷器管程，经 R22 深冷后进入还原尾气深冷器气液分离器(温度-8℃，压力 0.5MPa)，液态氯硅烷进入还原尾气低压凝液罐，气态尾气去还原尾气气冷器壳程。还原尾气低压凝液罐内的气相尾气从罐顶平衡管出来和还原尾气气冷器顶部出来的尾气混合去还原尾气深冷器深冷。还原尾气低压凝液罐底部氯硅烷经过还原尾气冷凝液输送泵加压(压力 1.14MPa)去循环氢气液冷器管程升温后，一路进入湿法除尘塔顶部喷淋，另一路送入解析塔。解析塔底部出料先进解析塔进出料换热器管程，后进解吸塔釜采水冷器管程出口物料汇合至解析塔塔釜采出泵后管线进入三车间。湿法除尘塔下部物料经过湿法除尘塔再沸器加热，塔顶部经过还原尾气低压凝液罐的还原尾气冷凝液输送泵输送的液态氯硅烷洗涤气体去除硅粉，底部含硅粉物料去蒸发釜。

(2)氯化氢吸收、解析和汽提塔

经循环氢压缩机压缩后的氢气经过压缩机出气缓冲罐送至循环氢气液冷器（温度 61℃，压力 1.45MPa），冷却后的气体送至循环氢气水冷器（温度 40℃，压力1.44MPa)，冷却后的气体送至循环氢气 7 度水冷器(温度 15℃，压力 1.44MPa)，冷凝下来的氯硅烷液体进入吸收塔进气一级气冷器汽液分离器，没有冷凝下来的尾气进入吸收塔进气一级气冷器，经吸收塔进气一级气冷器（温度 2℃，压力 1.43MPa）冷却后进入吸收塔进气一级气冷器汽液分离器，分离出来的冷凝液进入贫富液换热器，未冷凝的气体进入吸收塔进气一级深冷器，经吸收塔进气一级深冷器（温度-8℃，压力 1.42MPa）冷却后冷凝液进入吸收塔二级气冷器汽液分离器，未冷凝的气体进入吸收塔进气二级气冷器，经过吸收塔进气二级气冷器（温度-28℃，压力 1.416MPa）冷却后的气体进入吸收塔二级气冷器汽液分离器，分离出的冷凝液进入贫富液换热器，分离出的气体进入吸收塔进气二级深冷器，经吸收塔进气二级深冷器（温度-38℃，压力 1.41MPa）冷却后的气体进入吸收塔二级气冷器汽液分离器，分离出的冷凝液进入贫富液换热器，分离出的气体进入吸收塔进气三级气冷器，经吸收塔进气三级气冷器（温度-60℃，压力 1.4MPa）冷却后的气体进入吸收塔进气三级气冷器气液分离器分离，分离出的冷凝液进入贫富液换

热器，分离出的气体进入吸收塔中部，与上部进来的氯硅烷冷液(温度-60℃，压力2.333MPa)逆向洗涤后，从塔顶出来进入吸收塔塔顶氢一级预冷器，经吸收塔塔顶氢一级预冷器(温度-67℃，压力 1.4MPa)换热后进入吸收塔塔顶氢一级深冷器，经吸收塔塔顶氢一级深冷器(温度-68℃，压力 1.34MPa)冷却后进入吸收塔顶一级深冷器气液分离罐分离，分离出的液体进入贫富液换热器，分离出的气体进入吸收塔塔顶氢二级预冷器，经吸收塔塔顶氢二级预冷器(温度-75℃，压力 1.34MPa)冷却后的冷凝液进入吸收塔塔顶氢二级深冷器气液分离罐，未冷却的气体进入吸收塔塔顶氢二级深冷器，经吸收塔塔顶氢二级深冷器(温度-83℃，压力 1.34MPa)冷却后的气体进入吸收塔塔顶氢二级深冷器气液分离罐分离，分离的出的液体进入贫富液换热器，分离出的气体进入低温吸附柱，经低温吸附柱吸附后的气体进入吸收塔塔顶氢二级预冷器，经吸收塔塔顶氢二级预冷器换热后进入吸收塔塔顶氢一级预冷器，经吸收塔塔顶氢一级预冷器换热后进入吸收塔进气三级气冷器，经吸收塔进气三级气冷器换热后进入吸收塔进气二级气冷器，经吸收塔进气二级气冷器换热后进入吸收塔进气一级气冷器，经吸收塔进气一级气冷器换热后进入活性炭吸附塔。

吸收塔的洗涤液经过底部出来(温度-57.74℃，压力 1.4MPa)进入贫富液换热器管程升温后(温度 30.1℃)通过调节阀调节吸收塔液位后进入解析塔进出料换热器壳程继续升温后(温度 104.25℃)进入解析塔进行解析氯化氢。

解析后的氯硅烷贫液小部分进入解析塔再沸器管程用蒸汽（走壳程）加热后(温度 100-120℃左右)回到解析塔，大部分氯硅烷贫液(温度 100-120℃左右)进入解析塔进出料换热器管程降温后(温度 58℃)再进入解析塔釜采水冷器用循环水继续冷却后(温度 40-45℃)分二路：一路通过吸收贫液输送泵进入贫富液换热器壳程降温后(温度-47.6℃)，再经过吸收贫液深冷器管程，用二氯甲烷深冷后(温度-60℃)进入吸收塔上部对吸收塔底部进来的尾气进行洗涤吸收氯化氢；另一路通过解析塔塔釜采出泵后管线送到精馏车间和罐区。

解析塔内解析出来的氯化氢气体从解析塔顶部出来经过解析塔冷凝器壳程和管程循环水冷却，冷却的液态氯硅烷进入解析塔回流罐，解析塔回流罐内的液态氯硅烷通过解析塔顶回流泵经过调节控制流量回流到解析塔顶。解析塔冷凝器壳程顶部气相送往汽提塔。汽提塔顶部气相进入汽提塔顶 7 度水冷却器管程用 7 度

水进行冷却后变成液态氯硅烷（温度 15℃，压力 0.52MPa)进入汽提塔回流罐。汽提塔顶 7 度水冷却器壳程顶部未冷凝气体进入汽提塔顶气气换热器，经汽提塔顶气气换热器冷却后，冷凝的液体进入汽提塔回流罐，未冷凝的气体进入汽提塔顶-10 换热器管程，用 R22 进行一级深冷后，冷凝的液体氯硅烷进入汽提塔回流罐，未冷凝的气体进入汽提塔顶-42 度冷凝器管程，用 R22 进行二级深冷后，冷凝的液体氯硅烷进入汽提塔回流罐，未冷凝的气体进入汽提塔顶气气换热器换热后进入氯化氢压缩机，经氯化氢压缩机压缩后送至精馏高沸裂解系统、冷氢化高沸裂解系统。

汽提塔回流罐的液体通过汽提塔回流泵进入汽堤塔顶部和气堤塔底部进来的气相进行洗涤吸收。汽提塔底部液态物料送至精馏车间反歧化或汇合至解析塔塔釜采出泵泵后管线送到精馏和罐区。系统出现超压等事故状态时产生废气**(G3-1)**。

(3)氢气提纯吸附

从吸收塔进气一级气冷器过来的氢气(含极少量的氯化氢、氯硅烷，温度 10℃左右，压力 1.4MPa)通过活性炭吸附塔底部，进入活性炭吸附塔的活性炭层，炭层吸附氢气中的极少量的氯化氢、氯硅烷后从顶部排出，进入末端除杂吸附塔，除去氢气中的硼磷杂质**(S3-4)**后分两路，一路送至冷氢化补充氢缓冲罐，另一路送至氢气缓冲罐，缓冲后送至还原车间。

(4)活性炭再生流程

活性炭吸附塔经过一段时间吸附后（8 小时），活性炭处于饱和状态（吸附性能变差），要进行再生。再生的程序首先让吸附饱和的塔退出系统，让备用的塔投入系统吸附，吸附饱和的塔进行泄压、加热（温度加热到 160℃），把塔的压力通过切断阀和调节阀慢慢地泄到 0.17MPa（泄压的过程是通过斜坡函数来实现）。

泄压完成后，切断阀打开进入到吹扫步骤，吹扫步骤用末端除杂吸附塔出口氢气经过吹扫气进出换热器管程碳塔吹扫出口热尾气加热至 134.8℃，再通过吹扫气加热器用蒸汽加热至 160℃后通过调节阀和流量计调节流量到 1286Nm^3/h 从活性炭吸附塔顶部通过进入塔内反吹。泄压的同时，打开热水切断阀，热水送入活性炭吸附塔盘管内对活性碳加热。脱附完成后，关闭吹扫氢，关闭活性炭吸附塔热水阀，打开活性炭吸附塔冷水阀，对活性碳进行冷却，充压备用。活性炭一年更换一次，产生废活性炭**(S3-5)**。

(5)再生氢冷凝

从活性炭吸附塔反吹出来的氢气（含氯硅烷、氯化氢、氢气，70℃）进入吹扫气水冷器用循环水进行冷却，冷却后的气体进入吹扫气低压气冷器，经吹扫气低压气冷器冷却后的气体进入吹扫气低压深冷器管程，经 R22 冷却后，进入吹扫气低压分相罐，分离出的液相通过吹扫气凝液输送泵输送至精馏。分离出气相送入吹扫压缩机进气缓冲罐缓冲后进入吹扫氢气压缩机压缩，压缩后的气体进入吹扫气压缩机水冷器冷却，冷却后的气体进入吹扫压缩机出气缓冲罐，缓冲后的气体进入吹扫气高压气冷器，经吹扫气高压气冷器冷却后进入吹扫气高压深冷器，经吹扫气高压深冷器冷却后，进入吹扫气高压分相罐，分离的液体进入吹扫气低压分相罐，分离出的气相送入冷氢化补充氢缓冲罐。

还原尾气回收工艺流程图见图 4.2-5。

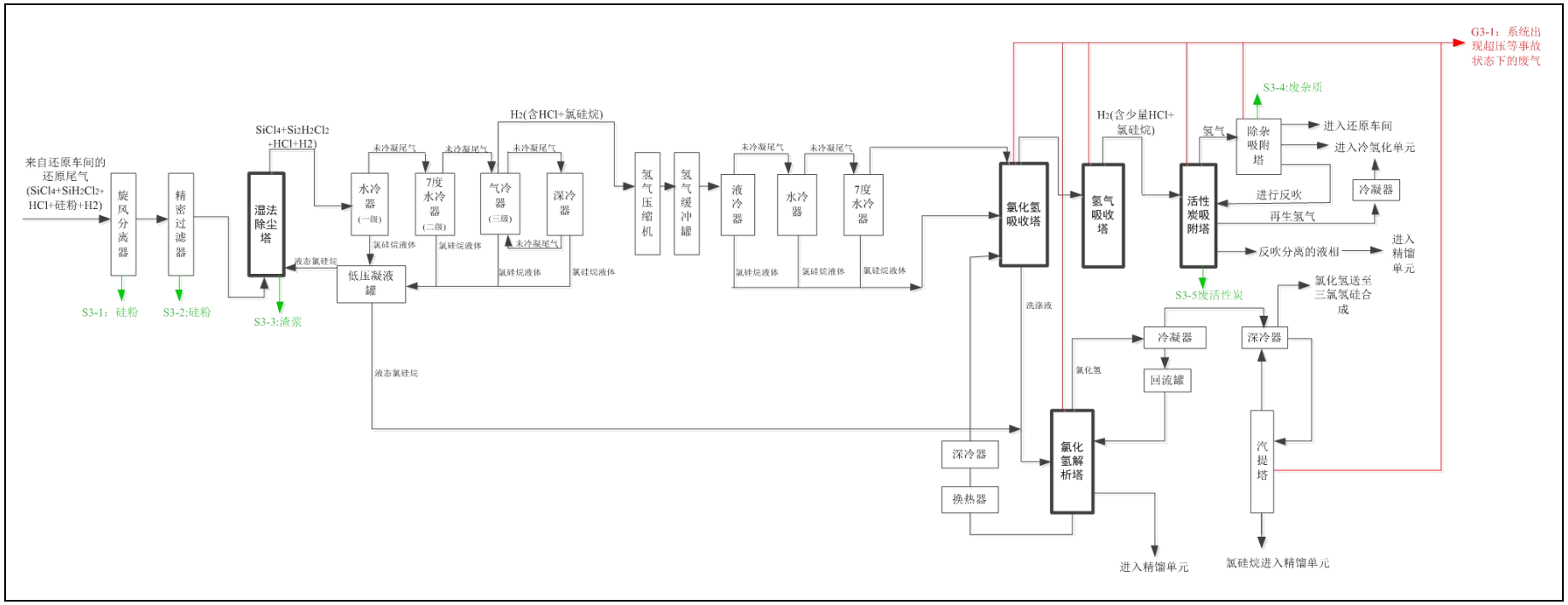


图 4.2-5　还原尾气回收工艺流程图

2、污染源及污染物

还原尾气回收装置生产过程产生的污染物主要为：

废气：

①系统出现超压等事故状态时废气（G3-1）。

废水：

①冷却器循环冷却水排水（W3-1）。

噪声：

①设备噪声。

固体废物：

①旋风分离器收集的粉尘（S3-1）；

②精密过滤器收集的粉尘（S3-2）；

③湿法除尘塔渣浆（S3-3）；

④废杂质（S3-4）；

⑤废活性炭（S3-5）。

表 4.2-19　还原尾气回收工艺污染源产生情况一览表

污染物种类	编号	污染源名称	主要成分	产生量（t/a）	处理方式
废气	G3-1	系统出现超压等事故状态时废气	氯化氢、氢气、氯硅烷废气	1.37t/次	排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，不凝气进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号分别为：**(DA003)-(DA008)**。
废水	W3-1	冷却器循环冷却水排水	COD、含盐量、SS	308011.7	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。
固废	S3-1	旋风分离器收集的粉尘	硅粉	73	返回冷氢化工段，不外排
	S3-2	精密过滤器收集的粉尘	硅粉	115	返回冷氢化工段，不外排
	S3-3	湿法除尘塔	TCS	174024	全部进入氯硅烷处理工段，不外排

		渣浆	DCS	9198	
			STC	54077	
			硅粉	3	
	S3-4	废杂质	硼磷杂质	36	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≤10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理
	S3-5	废活性炭	活性炭	188	
噪声	生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。				

3、还原尾气回收装置物料平衡及元素平衡

（1）还原尾气回收装置总物料平衡

还原尾气回收装置物料平衡见表 4.2-20 和图 4.2-6。

表 4.2-20　还原尾气回收装置物料平衡表

还原尾气回收							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
多晶硅还原尾气	三氯氢硅	214740.49	1716206	冷氢化	硅粉	23.52	188
	二氯二氢硅	10256.76	81972	三氯氢硅合成	HCl	5864.15	46866.29
	四氯化硅	42496.25	339630	冷氢化	H_2	648.175	5180
	HCl	21872.50	174805	还原车间	H_2	11757.89	93969
	H_2	14539.41	116199	氯硅烷提纯	三氯氢硅	142308.8	1137332
	Si	23.90	191		二氯二氢硅	8793.775	70280
外购	活性炭	18.77	150		四氯化硅	104831.25	837811
				渣浆处理系统	三氯氢硅	21774.77	174024
					二氯二氢硅	1150.90	9198
					四氯化硅	6766.45	54077
					硅粉	0.38	3
				危废暂存间	废杂质	4.50	36
				危废暂存间	废活性炭	23.52	188
合计		303948.08	2429153	**合计**		303948.08	2429153

（2）还原尾气回收装置硅元素平衡

还原尾气回收装置硅元素平衡见表 4.2-21。

表 4.2-21　还原尾气回收装置硅元素平衡

来源	物料	进料(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）
多晶硅还原尾气	三氯氢硅	1716206	20.66	354568.16	冷氢化	硅粉	188	100	188.00
	二氯二氢硅	81972	27.72	22722.64	三氯氢硅合成	HCl	46866.29	---	0.00
	四氯化硅	339630	16.47	55937.06	冷氢化	H_2	5180	---	0.00
	HCl	174805	---	0	还原车间	H_2	93969	---	0.00
	H_2	116199	---	0	氯硅烷提纯	三氯氢硅	1137332	20.66	234972.79
	Si	191	100	191		二氯二氢硅	70280	27.72	19481.62
外购	活性炭	150	---	0		四氯化硅	837811	16.47	137987.47
					渣浆处理系统	三氯氢硅	174024	17.4	30280.18
						二氯二氢硅	9198	24.26	2231.43
						四氯化硅	54077	15.3	8273.78
						硅粉	3	100	3.00
					固废暂存间	废杂质	36	---	0.00
					固废暂存间	废活性炭	188	---	0.00
合计		2429153		433418	**合计**		2429153		433418

（3）还原尾气回收装置氯元素平衡

还原尾气回收装置氯元素平衡见表 4.2-22。

表 4.2-22　还原尾气回收装置氯元素平衡

来源	物料	进料(t/a)	含氯百分比	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）

			（%）						
多晶硅还原尾气	三氯氢硅	1716206	78.60	1348937.92	冷氢化	硅粉	188	---	0.00
	二氯二氢硅	81972	70.29	57618.12	三氯氢硅合成	HCl	46866.29	97.26	45582.15
	四氯化硅	339630	83	281892.90	冷氢化	H_2	5180	---	0.00
	HCl	174805	97.26	170015.34	还原车间	H_2	93969	---	0.00
	H_2	116199	---	0.00	氯硅烷提纯	三氯氢硅	1137332	78.60	893942.95
	Si	191	---	0.00		二氯二氢硅	70280	70.29	49399.81
外购	活性炭	150	---	0		四氯化硅	837811	83	695383.13
					渣浆处理系统	三氯氢硅	174024	72.5	126167.40
						二氯二氢硅	9198	63.55	5845.33
						四氯化硅	54077	77.8	42071.91
						硅粉	3	---	0.00
					固废暂存间	废杂质	36	---	0.00
					固废暂存间	废活性炭	188	37.91	71.27
合计		2429153		1858464	**合计**		2429153		1858464

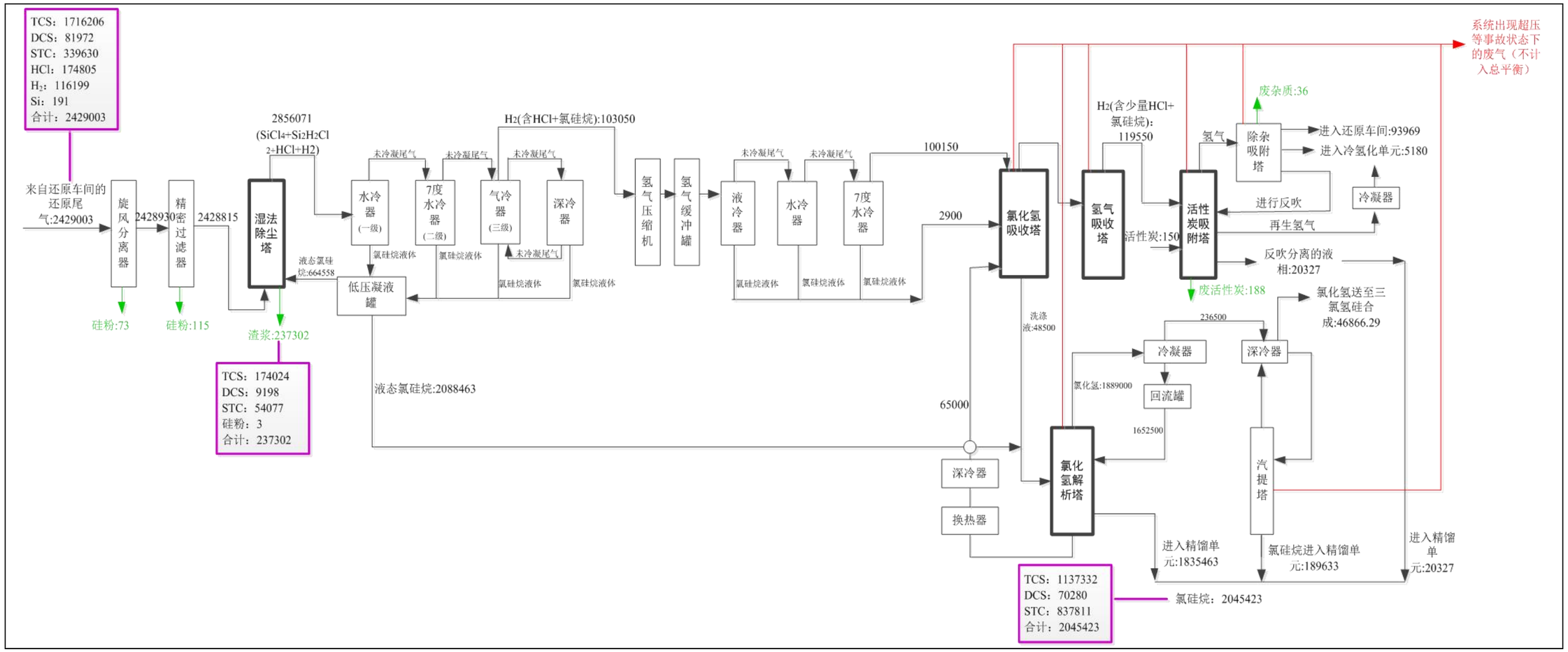


图 4.2-6　还原尾气回收装置物料平衡图　单位：t/a

4、还原尾气回收装置源强核算

（1）废气

①还原尾气回收系统出现超压等事故状态时废气（G3-1）

本项目还原尾气回收系统内不断产生氯化氢和氢气，系统内压力随之增加，压力达到 5MPa，在反应过程中需要安全泄放部分废气。

根据《压力容器第 1 部分：通用要求》（GB150.1-2011）中 B.7 容器安全泄放量的计算，因化学反应使气体体积增大的容器其安全泄放量应根据容器内化学反应可能生成的最大气量及反应时间来确定。

本项目还原尾气回收系统内氯化氢的产生量约为 5864.15kg/h。氢气的产生量约为 12406.065kg/h，安全泄放废气按可能生成的最大气量的 15%计算，安全泄放时间为 30min，安全泄放废气产生量为 1.37t/次，超压排放废气通过还原炉上方的呼吸阀导出，然后排入含氯硅烷废气处理工序，含氯硅烷废气处理工序设有专门的事故废气处理设施，经处理后经过 35 米高排气筒达标排放。

（2）废水

①冷却器循环冷却水排水（W3-1）

还原尾气回收车间使用闭式循环冷却水站的循环水。

还原尾气回收车间闭式循环水排水量为 22m^3/h，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排放量为 16.54m^3/h，合计 38.54m^3/h(308011.7t/a)。

循环冷却水排放的废水中污染物为 COD、SS、无机盐类，排放浓度分别为 50mg/L、80mg/L、1500mg/L。

循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。

冷却器循环冷却水水质及废水污染物产生量见表 4.2-23。

表 4.2-23　冷却器循环冷却水水质及污染物产生量

还原尾气回收生产装置污水量（m^3）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	排放去向
308011.7m^3/a	COD	50	15.42	排入本项目中水处理系统，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水
	SS	80	24.64	
	溶解性总固体	1500	462.02	

（3）噪声

还原尾气回收装置工序主要噪声源为旋风分离器、精密过滤器、湿法除尘塔、压缩机、引风机等。

（4）固废

①旋风分离器收集的粉尘（S3-1）

还原尾气携带的硅粉量约为 191t/a，经旋风分离器、精密过滤器除去粉尘，根据物料平衡，其中旋风分离器收集的粉尘量约为总粉尘量 40%，即 73t/a，返回至冷氢化工序，不外排。

②精密过滤器收集的粉尘（S3-2）

还原尾气携带的硅粉量约为 191t/a，经旋风分离器、精密过滤器除去粉尘，根据物料平衡，其中精密过滤器收集的粉尘量约为总粉尘量 60%，即 115t/a，返回至冷氢化工序，不外排。

③湿法除尘器渣浆（S3-3）

还原尾气经过还原尾气旋风分离器，再经过还原尾气精密过滤器分离硅粉，然后进入湿法除尘塔，进一步去除硅粉。根据物料平衡，湿法除尘器渣浆的排放量约为总物料的 9%，排放量约为 237302/a，渣浆全部进入渣浆处理系统，不外排。

④废杂质（S3-4）

活性炭吸附塔的活性炭层，炭层吸附氢气中的极少量的氯化氢、氯硅烷后从顶部排出，进入末端除杂吸附塔，除去氢气中的硼磷杂质，废杂质产生量为 36t/a。

废杂质的废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣，其他化工生产过程（不包括以生物质为主要原料的加工过程）中精馏、蒸馏和热解工艺产生的高沸点釜底残余物。非特定行业，废物代码为 900-013-11，危险特性为 T。

废杂质暂存在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

⑤废活性炭（S3-5）

活性炭吸附塔经过一段时间吸附后（8 小时），活性炭处于饱和状态（吸附性能变差），要进行再生。再生的程序首先让吸附饱和的塔退出系统，让备用的塔投入系统吸附，吸附饱和的塔进行泄压、加热（温度加热到 160℃），把塔的压力通过切断阀和调节阀慢慢地泄到 0.17MPa（泄压的过程是通过斜坡函数来实现）。

活性炭吸附塔内的活性炭一年更换一次，产生废活性炭 188t/a，废活性炭的废物类别为 HW49 其他废物，化学原料和化学制品脱色（不包括有机合成食品添加剂脱色）、除杂、净化过程产生的废活性炭。非特定行业，废物代码为 900-039-49，危险特性为 T。

废活性炭暂存在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

表 4.2-24　还原尾气回收装置废气污染物排放汇总

工序	装置（排放点）	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	执行标准
						核算方法	废气量(m^3/h)	产生浓度(mg/m^3)	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量		排放浓度(mg/m^3)	排放参数	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）			
													kg/h	t/a		排气筒或者无组织					
还原尾气回收装置	还原尾气回收系统	G3-1	系统出现超压等事故状态时废气	点源	氯硅烷	系数法	1500	---	1.37t/次	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗塔）	98%	间歇	---	0.027 t/次	---	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为**: (DA003) -(DA008)**	---	---	大气环境	达标	---

表 4.2-25　还原尾气回收装置废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
还原尾气回收装置	冷却器循环冷却水排水	W3-1	类比分析	308011.7	COD	50	15.42	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 $360m^3/h$，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透	90%	5	1.54	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	24.64		95%	4	1.23			
					溶解性总固体	1500	462.02		90%	150	46.20			

表 4.2-26　还原尾气回收装置固废污染物排放汇总

编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	最终去向
S3-1	旋风分离器收集的粉尘	旋风分离器	硅粉	一般固废	---	73	73	0	不暂存	返回冷氢化工段，不外排
S3-2	精密过滤器收集的粉尘	精密过滤器	硅粉	一般固废	---	115	115	0	不暂存	返回冷氢化工段，不外排
S3-3	湿法除尘器渣浆	湿法除尘器	TCS、DCS STC、硅粉	一般固废	---	237302	237302	0	不暂存	全部进入氯硅烷处理工段，不外排
S3-4	废杂质	除杂吸附塔	硼磷杂质	危险废物，废物类别 HW49	900-013-11	36	0	36	在危险废物暂存间（占地面积 $200m^2$，渗透系数≦$10^{-10}cm/s$）暂存后，由有资质单位处置处理	废杂质在厂区内暂存后，均交有资质单位处置
S3-5	废活性炭	活性炭吸附塔	活性炭	危险废物，废物类别 HW49	900-039-49	188	0	188	在危险废物暂存间（占地面积 $200m^2$，渗透系数≦$10^{-10}cm/s$）暂存后，由有资质单位处置处理	废活性炭在厂区内暂存后，均交有资质单位处置

4.2.5 精馏工艺（装置代码 4）

本项目精馏装置采用多塔加压耦合连续精馏工艺。主要包括三部分，分别为冷氢化料和还原尾气回收料精馏工艺；高低费回收工艺；反歧化固定床工艺。

1、工艺技术路线

精馏工艺主要处理四氯化硅冷氢化工段、还原尾气回收工段、反歧化工段和渣处理工段产生的氯硅烷物料，处理后的三氯氢硅返回至还原工序和冷氢化工序，处理后的四氯化硅返回至四氯化硅冷氢化工序。

2、工艺流程

(1)冷氢化料和还原尾气回收料精馏工艺

精馏装置采用多塔加压耦合连续精馏工艺，分为 8 个工序：第 1 工序粗馏工序，第 2 工序为精馏工序，1-2 工序处理来自冷氢化反应单元的 TCS 物料，去除 DCS、B、P、C 及各种金属杂质，得到高纯 TCS 产品；第 3 工序为还原精馏工序，分离还原回收氯硅烷，得到循环氯硅烷物料进入还原反应单元，STC 物料进入冷氢化反应单元；还原尾气氯硅烷反歧化反应为还原回收产物中以 DCS 为主的低沸点氯硅烷的反应产物转化为 TCS，进入第 3 工序分离。第 4 工序为高低沸回收单元，回收全系统高低沸甩出物料，回收 TCS 返回冷氢化氯硅烷精馏单元，并排出富集杂质的高低沸残液，同时结合吸附工艺，对部分残液进行回收，提高物料利用率。第 5 工序为脱碳工序，TCS 脱碳后返回第 4 工序。第 6 工序为反歧化固定床工序，第 7 工序为氢化反岐化分离工序，回收以 DCS 为主的低沸点氯硅烷。第 8 工序为公用设施工序。

冷氢化 TCS 原料来自冷氢化反应系统，进入冷氢化氯硅烷粗馏工序。冷氢化 TCS 原料、氢化反歧化分离塔 231T10701（96.3/66℃，0.21 MPa）塔顶产品、高低沸回收 2 级塔 231T10402（79.5/78℃，0.31 MPa）塔釜的物料首先进入粗馏 1 级塔 231T10101（72.4/58.2℃，0.24MPa），粗馏 1 级塔为脱轻塔，塔顶脱除的 DCS 进入高低沸回收 1 级塔 231T10401 提纯（88.3/60℃，0.31MPa），提纯的 DCS 进入氢化反歧化装置。粗馏 1 级塔塔釜采出物料 TCS 经过氯硅烷液相吸附后进入粗馏 2 级塔 231T10102（112.7/110.8℃，0.785MPa），吸附装置的目的是去除 TCS 中的部分 B、P、C、及各种金属杂质。粗馏 2 级塔为脱重塔，塔顶采出物料经 CPS 系统处理进入粗馏 3 级塔 231T10103（90.3/87.9℃，0.44MPa），粗馏 3 级塔为脱重

塔，塔顶 TCS 进入精馏 1 级塔 231T10201（62/60.6℃，0.16MPa）。精馏 1 级塔为脱轻塔，塔顶脱除的轻组分进入高低沸回收 2 级塔，塔底采出 TCS 物料进入精馏 2 级塔 231T10202（78.1/76.1℃，0.3 MPa）。精馏 2 级塔为脱重塔，塔底脱除的重组分返回粗馏 3 级塔，塔顶采出高纯 TCS 物料作为还原精馏工序的原料。

还原精馏工序中，还原 1 级塔 231T10301（126.8/93℃，0.52 MPa）、还原 2 级塔 231T10302（92.7/63.8℃，0.47 MPa）为还原尾气回收塔，还原 1 级塔塔进行四氯化硅分离，进料为还原尾气回收干法料和还原反岐化固定床产品 231R10602A~D 混合氯硅烷，塔顶采出 TCS/DCS 混合物进还原 2 级塔，塔底采出带高沸 STC 出界区**(固废 S4-1）**，侧线气相采出 STC。还原 2 级塔塔为 DCS 分离塔，塔顶得到 DCS 去还原反岐化，塔中得到 TCS/DCS 产品去还原，塔釜采出含高沸 TCS 去粗馏 3 级塔。反歧化的反应产物进入还原 1 级塔。

氢化反岐化分离工序，氢化反歧化分离塔 231T10701（96.3/66℃，0.21 MPa），塔顶得到氢化反岐化 TCS 产品去粗馏 1 级塔，侧线采出 STC 去氢化反歧化固定床。塔底残液**(S4-2)**去渣浆。

氢化料和还原尾气回收料工段的粗馏塔、精馏塔和还原塔在冷却过程中产生不凝气**(G4-1）**。不凝气主要成分为 TCS、DCS、STC、HCl。

(2)高低沸回收工艺

冷氢化精馏单元的轻重杂物料进入高低沸精馏工序。来自自尾气回收单元汽提塔塔釜和粗馏 1 级塔塔顶的 DCS/TCS 进入高低沸回收 1 级塔 231T10401（88.3/60℃，0.31 MPa），塔顶采出 DCS 去反歧化，塔釜去高低沸回收 2 级塔 231T10402（79.5/78℃，0.31 MPa），塔顶采出含低沸杂质 TCS 出界区**(S4-3)**，塔釜采出经低沸吸附后返回粗馏 1 级塔。来自粗馏 2 级塔和粗馏 3 级塔塔底、脱碳塔 231T10501（119.5/87.1℃，0.43 MPa）塔顶的物料去高低沸回收 3 级塔 231T10403（106.1/104.9℃，0.67 MPa），塔釜采出含重杂质 TCS 去高低沸回收 4 级塔 231T10404（68.3/67.1℃，0.21 MPa），高低沸回收 2 级塔塔顶采出经高沸吸附后去粗馏 2 级塔。高低沸回收 4 级塔为含碳料提浓塔，塔顶采出含碳 TCS 去脱碳塔 231T10501（119.5/87.1℃，0.43 MPa），塔釜采出高沸出界区**(S4-4)**。

脱碳塔塔釜采出含碳 STC 出界区去渣浆**(S4-5)**，塔顶采出 TCS 返回 231T10403 塔。脱碳塔产生废催化剂**(S4-6)**。

(3)反歧化固定床工艺

反歧化原理:本项目利用精馏装置分离出的四氯化硅和二氯二氢硅，进行反歧化反应生成三氯氢硅。催化剂采用树脂催化剂。

反应方程式：

$SiCl_4+SiH_2Cl_2 \rightarrow 2SiHCl_3+Q$(催化剂为树脂催化剂)

反歧化工艺流程：

精馏装置分离出的二氯二氢硅（DCS）和四氯化硅（STC）进入反歧化原料罐。为了使 DCS 最大化转化为三氯氢硅（TCS），反应器进料摩尔比控制为 4：1（STC：DCS）。将混合液进入反歧化反应器，该反应使用树脂催化剂。控制反应参数：温度 60℃、压力 0.6MPa.G、反应时间 2h，反应产物主要为 TCS，极少量未反应的 DCS 以及过量的 STC 等，回收至反歧化粗产品缓冲罐后送精馏系统进行精馏提纯。反歧化塔残液**(S4-7)**去渣浆处理系统。

氯硅烷精馏工艺流程图见图 4.2-7。

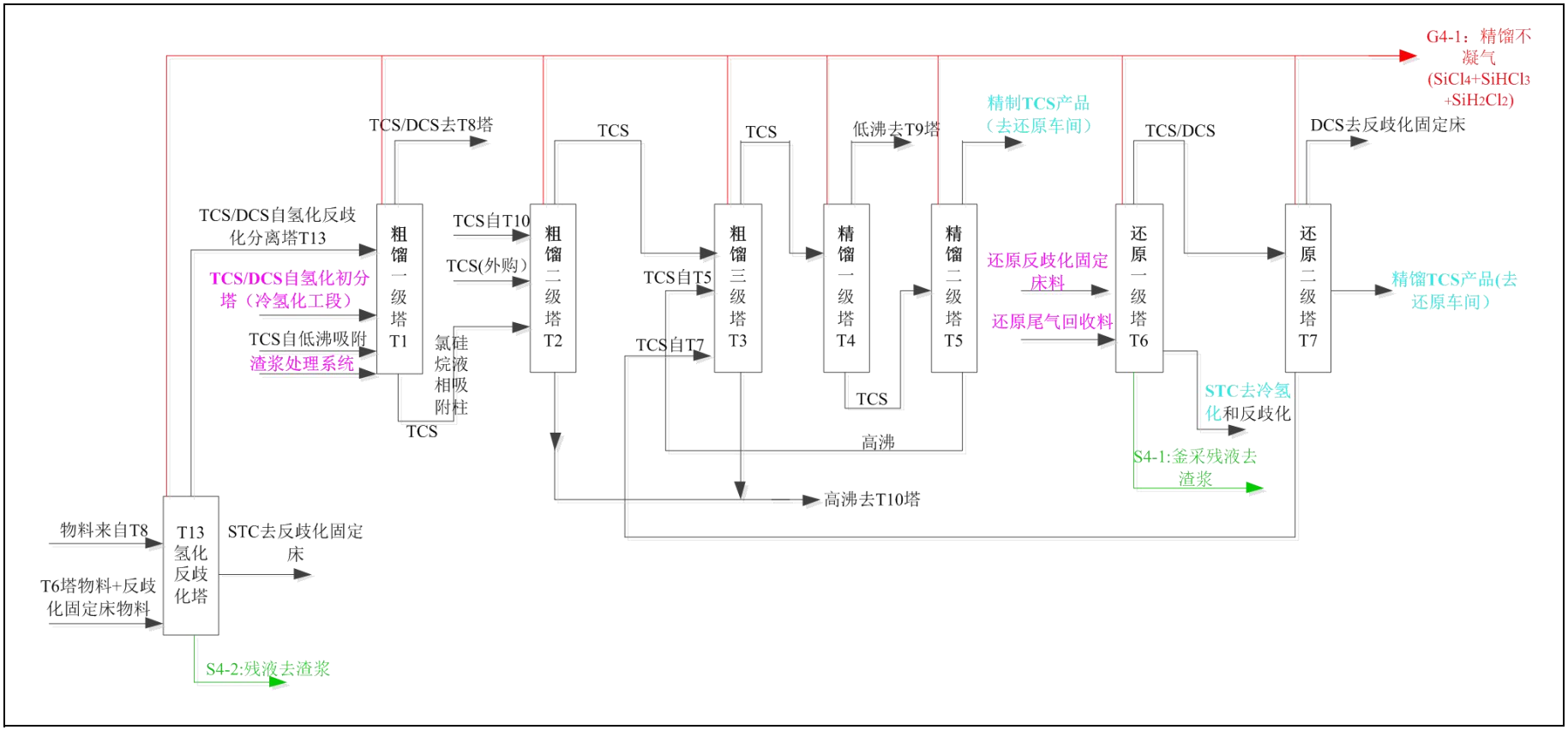


图 4.2-7　精馏工艺（1）氢化料和还原尾气回收料精馏工艺工艺流程及产排污节点图

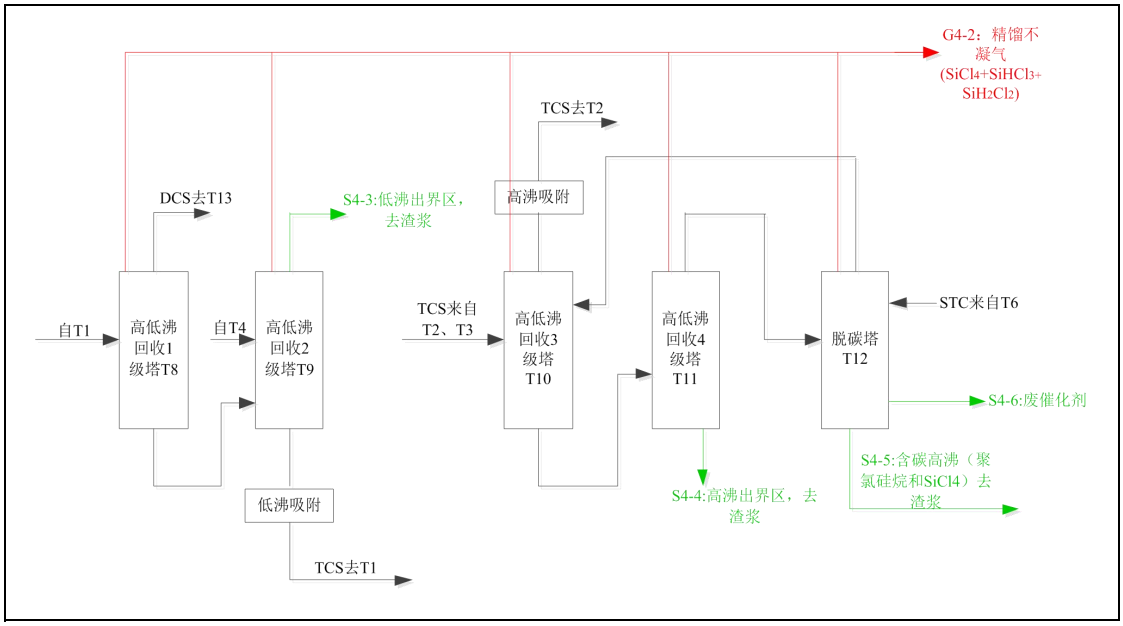


图 4.2-7 精馏工艺（2）　高低沸回收工艺

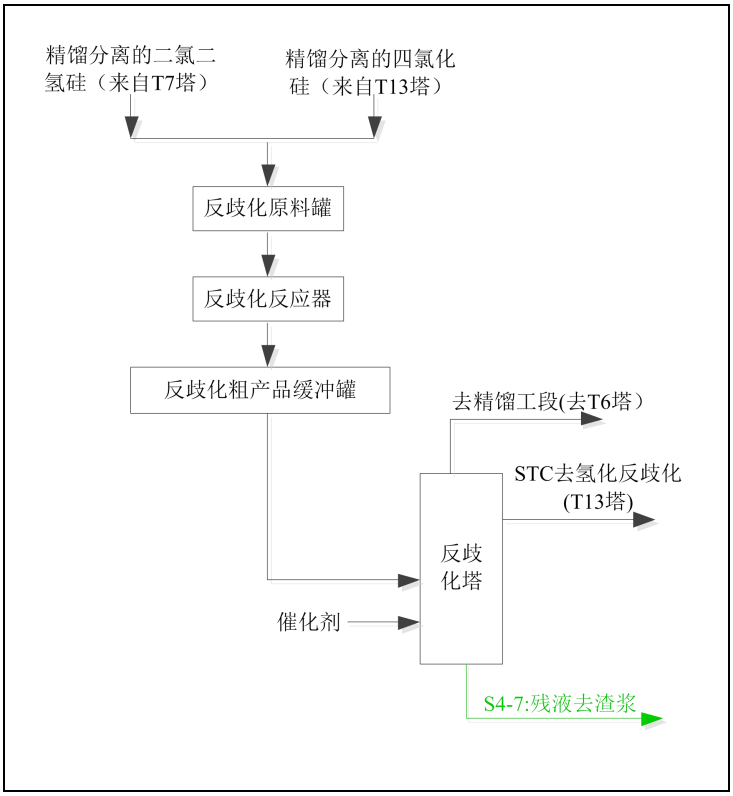


图 4.2-7 精馏工艺（3）　反歧化固定床工艺

2、污染源及污染物

氯硅烷精馏工艺过程产生的污染物主要为：

废气：

①氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气（G4-1）；

②高低沸回收工艺精馏不凝气（G4-2）。

废水：

①冷却器循环冷却水排水（W4-1）。

噪声：

①设备噪声。

固体废物：

①还原一级塔釜采残液（S4-1）；

②T13 氢化反歧化塔残液（S4-2）；

③高低沸回收 2 级塔低沸残液（S4-3）；

④高低沸回收 4 级塔高沸残液（S4-4）；

⑤脱碳塔含碳高沸（S4-5）；

⑥反岐化反应器产生废催化剂（S4-6）；

⑦反歧化塔残液（S4-7）；

⑧低沸吸附产生废树脂（S4-8）；

⑨高沸吸附产生废树脂（S4-9）。

表 4.2-27　精馏工序污染源及污染物

污染物种类	编号	污染源名称	主要成分	产生量（t/a）	处理方式
废气	G4-1	氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气	TCS	0.36	排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，不凝气进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**。
			DCS	0.54	
			STC	0.4	
			HCl	1.48	
	G4-2	高低沸回收工艺精馏不凝气	TCS	0.24	
			DCS	0.36	
			STC	0.28	
			HCl	1.0	

废水	W4-1	冷却器循环冷却水排水	溶解性总固体、COD、SS	501817.6	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。
固体废物	S4-1	还原一级塔釜采残液	氯硅烷等	5926.35	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-2	T13 氢化反歧化塔残液	氯硅烷等	6518.985	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-3	高低沸回收 2 级塔低沸残液	氯硅烷等	5333.715	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-4	高低沸回收 4 级塔高沸残液	氯硅烷等	4741.08	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-5	脱碳塔含碳高沸	氯硅烷等	4148.445	含碳高沸物全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-6	废催化剂	主要含有长碳链胺基树脂催化剂	225	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m²，渗透系数≤10^{-10}cm/s）暂存后，定期交由有资质单位处置。
	S4-7	反歧化塔残液	氯硅烷等	2963.175	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-8	低沸吸附产生废树脂	含金属、硼的废树脂	13t/3a	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m²，渗透系数≤10^{-10}cm/s）暂存后，定期交由有资质单位处置。
	S4-9	高沸吸附产生废树脂	含金属、硼的废树脂	15t/3a	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m²，渗透系数≤10^{-10}cm/s）暂存后，定期交由有资质单位处置。
噪声	生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。				

3、精馏工艺装置物料平衡及元素平衡

（1）精馏工艺装置总物料平衡

精馏工艺装置总物料平衡表见表 4.2-28。

表 4.2-28　精馏工艺装置总物料平衡表

氯硅烷提纯							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	104497	835140	四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	8054.18	64369
	二氯二氢硅	40.29	322		四氯化硅	394657.41	3154102
	四氯化硅	301658.16	2410852	还原车间	三氯氢硅	298466.97	2385348
	HCl	2951.58	23589	反歧化	二氯二氢硅	2578.83	20610
	杂质	54.43	435		四氯化硅	70135.01	560519
还原尾气回收	三氯氢硅	142308.8	1137332	渣浆处理系统	三氯氢硅	115.90	926.25
	二氯二氢硅	8793.775	70280		二氯二氢硅	3378.38	27000.00
	四氯化硅	104831.25	837811		四氯化硅	197.07	1575.00
反歧化(1)	三氯氢硅	11682.93	93370		杂质	16.33	130.50
	二氯二氢硅	242.74	1940	废气处理装置（氯硅烷处理装置）	三氯氢硅	0.08	0.60
	四氯化硅	16951.08	135473		二氯二氢硅	0.11	0.90
反歧化(2)	三氯氢硅	15561.69	124369		四氯化硅	0.09	0.68
	二氯二氢硅	283.41	2265		HCl	0.31	2.48
	四氯化硅	22580.71	180465	危险废物暂存间	废催化剂	28.15	225.00
渣浆处理系统	三氯氢硅	15230.36	121721				
	二氯二氢硅	14917.17	119218				
	四氯化硅	13649.27	109085				
外购补充	三氯氢硅	1366.1	10918				
催化剂	催化剂	28.15	225				
合计		777628.8	6214810	**合计**		777628.8	6214810

（2）精馏装置氟元素平衡

精馏工艺硅元素平衡见表 4.2-29。

表 4.2-29　精馏工艺装置硅平衡

来源	物料	进料(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）
四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	835140	20.66	172539.92	四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	64369	20.66	13298.64
	二氯二氢硅	322	27.72	89.26		四氯化硅	3154102	16.47	519480.60
	四氯化硅	2410852	16.47	397067.32	还原车间	三氯氢硅	2385348	20.278	483722.65
	HCl	23589	---	0.00	反歧化	二氯二氢硅	20610	27.72	5713.09
	杂质	435	---	0.00		四氯化硅	560519	16.47	92317.48
还原尾气回收	三氯氢硅	1137332	20.66	234972.79	渣浆处理系统	三氯氢硅	926.25	20.66	191.36
	二氯二氢硅	70280	27.72	19481.62		二氯二氢硅	27000.00	27.72	7484.40
	四氯化硅	837811	16.47	137987.47		四氯化硅	1575.00	16.47	259.40
反歧化(1)	三氯氢硅	93370	20.66	19290.24		杂质	130.50	---	0.00
	二氯二氢硅	1940	27.72	537.77	废气处理装置（氯硅烷处理装置）	三氯氢硅	0.60	20.66	0.12
	四氯化硅	135473	16.47	22312.40		二氯二氢硅	0.90	27.72	0.25
反歧化(2)	三氯氢硅	124369	20.66	25694.64		四氯化硅	0.68	16.47	0.11
	二氯二氢硅	2265	27.72	627.86		HCl	2.48	---	0.00
	四氯化硅	180465	16.47	29722.59	危废暂存间	废催化剂	225.00	---	0.00
渣浆处理系统	三氯氢硅	121721	10.7	13024.15					
	二氯二氢硅	119218	14.53	17322.38					
	四氯化硅	109085	10.687	11657.91					
外购补充	三氯氢硅	10918	20.66	2255.66					
催化剂	催化剂	225	---	0.00					
合计		6214810		1104583.98	**合计**		6214810		1104583.98

（3）精馏装置氯元素平衡

精馏工艺氯元素平衡见表 4.2-30。

表 4.2-30　精馏工艺装置氯平衡

来源	物料	进料(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）
四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	835140	78.60	656420.04	四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	64369	78.60	50594.03
	二氯二氢硅	322	70.29	226.33		四氯化硅	3154102	83	2617904.66
	四氯化硅	2410852	83	2001007.16	还原车间	三氯氢硅	2385348	77.754	1858473.63
	HCl	23589	97.26	22942.66	反歧化	二氯二氢硅	20610	70.29	14486.77
	杂质	435	---	0.00		四氯化硅	560519	83	465230.77
还原尾气回收	三氯氢硅	1137332	78.60	893942.95	渣浆处理系统	三氯氢硅	926.25	78.60	728.03
	二氯二氢硅	70280	70.29	49399.81		二氯二氢硅	27000.00	70.29	18978.30
	四氯化硅	837811	83	695383.13		四氯化硅	1575.00	83	1307.25
反歧化(1)	三氯氢硅	93370	78.60	73388.82		杂质	130.50	---	0.00
	二氯二氢硅	1940	70.29	1363.63	废气处理装置（氯硅烷处理装置）	三氯氢硅	0.60	78.60	0.47
	四氯化硅	135473	83	112442.59		二氯二氢硅	0.90	70.29	0.63
反歧化(2)	三氯氢硅	124369	78.60	97754.03		四氯化硅	0.68	83	0.56
	二氯二氢硅	2265	70.29	1592.07		HCl	2.48	97.26	2.41
	四氯化硅	180465	83	149785.95	危废暂存间	废催化剂	225.00	---	0.00
渣浆处理系统	三氯氢硅	121721	87.7	106749.32					
	二氯二氢硅	119218	85.2	101573.74					
	四氯化硅	109085	91.97	100325.47					
外购补充	三氯氢硅	10918	78.60	8581.55					
催化剂	催化剂	225	0	0.00					
合计		6214810		5072879.25	**合计**		6214810		5072879.25

4、精馏工艺装置源强核算

（1）废气

①氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气（G4-1）

氢化料和还原尾气回收料工段的粗馏塔、精馏塔和还原塔在冷却过程中产生不凝气。不凝气主要成分为 TCS、DCS、STC、HCl。根据物料平衡，TCS 的产生量为 0.36t/a、DCS 的产生量为 0.54t/a、STC 的产生量为 0.4 t/a、HCl 的产生量为 1.48 t/a。

氯硅烷排入本项目含氯硅烷废气处理装置，经处理后由 35 米高排气筒排放。

②高低沸回收工艺精馏不凝气（G4-2）

高低沸回收工段的粗馏塔、精馏塔和还原塔在冷却过程中产生不凝气。不凝气主要成分为 TCS、DCS、STC、HCl。根据物料平衡，TCS 的产生量为 0.24t/a、DCS 的产生量为 0.36t/a、STC 的产生量为 0.28 t/a、HCl 的产生量为 1.0 t/a。

氯硅烷排入本项目含氯硅烷废气处理装置，经处理后由 35 米高排气筒排放。

（2）废水

①冷却器循环冷却水排水（W4-1）

精馏车间使用闭式循环冷却水站的循环水。

精馏车间闭式循环水排水量为 20m^3/h，精馏车间复合冷排放量为 42.79m^3/h，合计 62.79m^3/h(501817.6t/a)。

循环冷却水排放量为 501817.6t/a，循环冷却水排放的废水中污染物为 COD、SS、无机盐类，排放浓度分别为 50mg/L、80mg/L、1500mg/L。

循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。

冷却器循环冷却水水质及废水污染物产生量见表 4.2-31。

表 4.2-31　冷却器循环冷却水水质及污染物产生量

精馏工艺生产装置污水量（m^3）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	排放去向
501817.6m^3/a	COD	50	25.09	排入本项目中水处理系统，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水
	SS	80	40.15	
	无机盐类	1500	752.73	

（3）噪声

精馏工段生产装置主要噪声源为吸收塔、循环泵、回流泵、进料泵、输送泵等。

（4）固废

①还原一级塔釜采残液（S4-1）

还原 1 级塔塔进行四氯化硅分离，进料为还原尾气回收干法料和还原反岐化固定床产品 231R10602A~D 混合氯硅烷，塔顶采出 TCS/DCS 混合物进还原 2 级塔，根据物料平衡，精馏系统氯硅烷残液排放总量为 29631.75t/a，还原一级塔底釜采残液排放量约占 20%，则还原一级塔底釜采残液排放量约 5926.35t/a。残液全部进入渣浆处理系统，不外排。

②T13 氢化反歧化塔残液（S4-2）

根据物料平衡，精馏系统氯硅烷残液排放总量为 29631.75t/a，T13 氢化反歧化塔残液排放量约占 22%，则 T13 氢化反歧化塔残液排放量约 6518.985t/a。残液全部进入渣浆处理系统，不外排。

③高低沸回收 2 级塔低沸残液（S4-3）

根据物料平衡，精馏系统氯硅烷残液排放总量为 29631.75t/a，高低沸回收 2 级塔低沸残液排放量约占 18%，则高低沸回收 2 级塔低沸残液排放量约 5333.715 t/a。残液全部进入渣浆处理系统，不外排。

④高低沸回收 4 级塔高沸残液（S4-4）

根据物料平衡，精馏系统氯硅烷残液排放总量为 29631.75t/a，高低沸回收 4 级塔低沸残液排放量约占 16%，则高低沸回收 4 级塔低沸残液排放量约 4741.08 t/a。残液全部进入渣浆处理系统，不外排。

⑤脱碳塔含碳高沸（S4-5）

根据物料平衡，精馏系统氯硅烷残液排放总量为 29631.75t/a，脱碳塔含碳高沸排放量约占 14%，则脱碳塔含碳高沸排放量约 4148.445t/a。含碳高沸物全部进入渣浆处理系统，不外排。

⑥废催化剂（S4-6）

反歧化反应器（氯硅烷的歧化）使用树脂类催化剂，产生废树脂类催化剂（主

要含有长碳链胺基树脂）。废催化剂的产生量为 225t/a。废催化剂的废物类别为 HW50 废催化剂。废物代码为 261-152-50，有机溶剂生产过程中产生的废催化剂，危险特性为 T。

废催化剂暂存在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

⑦反歧化塔残液（S4-7）

根据物料平衡，精馏系统氯硅烷残液排放总量为 29631.75t/a，反歧化塔残液排放量约占 10%，则反歧化塔残液排放量约 2963.175t/a。残液全部进入渣浆处理系统，不外排。

⑧低沸吸附产生的废树脂（S4-8）

低沸吸附产生的废树脂，3 年更换一次，产生量为 13t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理。

⑨高沸吸附产生的废树脂（S4-9）

高沸吸附产生的废树脂，3 年更换一次，产生量为 15t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理。

表 4.2-32　精馏工艺装置废气污染物排放汇总

工序	装置（排放点）	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	排放标准
						核算方法	废气量（m^3/h）	产生浓度（mg/m^3）	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量		排放浓度（mg/m^3）	排放参数	浓度（mg/m^3）	速率（kg/h）			
													kg/h	t/a		排气筒或者无组织					
精馏工艺	氢化料和还原尾气回收料精馏工艺	G4-1	不凝气	点源	TCS	物料平衡法	1500	30.0	0.36	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，不凝气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	98%	连续	0.00090	0.0072	0.6	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					DCS			45.0	0.54		98%		0.00135	0.0108	0.9		---	---			
					STC			33.4	0.4		98%		0.00100	0.008	0.7		---	---			
					HCl			123.5	1.48		95%		0.00926	0.074	6.2		100	2(35m 高)			
	高低沸回收工艺	G4-2	不凝气	点源	TCS	物料平衡法	1500	20.0	0.24	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，不凝气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	98%	连续	0.00060	0.0048	0.4	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					DCS			30.0	0.36		98%		0.00090	0.0072	0.6		---	---			
					STC			23.4	0.28		98%		0.00070	0.0056	0.5		---	---			
					HCl			83.4	1.0		95%		0.00626	0.05	4.2		100	2(35m 高)			

表 4.2-33　精馏工艺装置废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
氯硅烷精馏工艺装置	冷却器循环冷却水排水	W4-1	类比分析	501817.6	COD	50	25.09	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO反渗透	90%	5	2.51	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	40.15		95%	4	2.01			
					无机盐类	1500	752.73		90%	150	75.27			

表 4.2-34　精馏装置固废污染物排放汇总

编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	最终去向
S4-1	还原一级塔釜采残液	还原一级塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	5926.35	5926.35	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
S4-2	T13 氢化反歧化塔残液	T13 氢化反歧化塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	6518.985	6518.985	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
S4-3	高低沸回收 2 级塔低沸残液	高低沸回收 2 级塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	5333.715	5333.715	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。

S4-4	高低沸回收 4 级塔高沸残液	高低沸回收 4 级塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	4741.08	4741.08	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
S4-5	脱碳塔含碳高沸	脱碳塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	4148.445	4148.445	0	不暂存	含碳高沸物全部进入渣浆处理系统，不外排。
S4-6	废催化剂	脱碳塔	主要含有长碳链胺基树脂	危险废物，废物类别为 HW50 废催化剂	261-152-50	225	0	225	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区危险废物暂存间暂存后，定期交由有资质单位处置。
S4-7	反歧化塔残液	反歧化塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	2963.175	2963.175	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
S4-8	低沸吸附产生的废树脂	低沸吸附	含金属、硼的废树脂	危险废物，废物类别为 HW13 有机树脂类废物	900-015-13	13t/3a	0	13t/3a	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区危险废物暂存间暂存后，定期交由有资质单位处置。
S4-9	高沸吸附产生的废树脂	高沸吸附	含金属、硼的废树脂	危险废物，废物类别为 HW13 有机树脂类废物	900-015-13	15t/3a	0	15t/3a	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区危险废物暂存间暂存后，定期交由有资质单位处置。

4.2.6 四氯化硅冷氢化工艺（装置代码 5）

四氯化硅冷氢化生产工艺的目的是为了消化多晶硅合成生产过程产生的 $SiHCl_3$ 和 $SiCl_4$，使之与硅粉、氢气反应生成三氯氢硅而加以利用。本项目新建 4 条冷氢化生产线。

四氯化硅冷氢化生产三氯氢硅，硅粉的年用量为 40350.57t/a（其中外购硅粉 40162.6t/a，回用硅粉 187.97t/a），外购硅粉杂质的含量 0.3%，具体见表 4.2-35。

表 4.2-35　外购硅粉主要成分表

成分	含量(t/a)
Si，wt/%， 99.7%	40048.71
其他杂质，wt/%，0.3%	113.89
合计	40162.6

1、生产规模

四氯化硅冷氢化生产装置为 4 套(4 套设备最大的生产能力为 129.6t/h)，反应炉的型号为 DN4500mm×H26003.5mm，容积为 334m^3。四氯化硅冷氢化三氯氢硅正常生产能力为 105112.08kg/h（840055.68t/a），三氯氢硅经除尘、过滤后，得到的三氯氢硅送精馏工艺。

2、工艺技术路线

“冷氢化”工艺技术路线为：利用四氯化硅在催化剂作用下发生高温热分解和加氢反应得到三氯氢硅。其产生的副产物氯化氢再与硅粉发生连锁反应，生成三氯氢硅和四氯化硅，同时还原尾气分离出的氢气和渣浆处理系统回收的氢气也返回该系统，与硅粉进行反应。

3、反应原理

主反应：$SiCl_4+H_2 \rightarrow SiHCl_3+HCl$

$Si+3HCl \rightarrow SiHCl_3+H_2$

$Si+4HCl \rightarrow SiCl_4+2H_2$

4、工艺流程

①四氯化硅与氢气进料

四氯化硅主要来源于氯硅烷精馏工艺和三氯氢硅合成工段。自罐区和冷氢化粗馏塔（初分塔）来的四氯化硅进入缓冲罐，送至四氯化硅热交换器与净化后的粗三氯氢硅气体进行换热，再至四氯化硅汽化器。与来自还原尾气回收的氢气、渣浆处理系统回收的氢气、后续冷凝系统产生的不凝气（主要含氢气）经循环氢

气压缩机加压至 3.6MPa.G 后混合，送至氢气预热器预热至约 170~185℃，预热后的氢气与预热后的四氯化硅液体充分混合，依次通过四氯化硅汽化器（采用蒸汽加热）、过热器、热交换器（与冷氢化反应后高温尾气换热）以及电加热器加热至约 600℃，送入流化床反应器。

②硅粉备料

外购硅料为块状，首先在硅粉加工车间内进行破碎，破碎成硅粉后，供给四氯化硅冷氢化工段。硅粉在硅粉库中暂存，硅粉卸至转动圆盘，通过管道用气体输送至硅粉仓，再经储仓下定量秤、螺旋输送机将硅粉定量送入硅粉接收罐。

③硅粉加料

硅粉在硅粉仓中暂存，然后送入硅粉接收罐，进入硅粉加料器，经过圆盘给料机并计量后加入流化床反应器。硅粉在接收罐工段产生含尘废气**(G5-1)**，在计量罐工段产生含尘废气**(G5-2)**。粉尘分别经过陶瓷过滤器处理后排放，过滤器产生收集的硅粉**(S5-1)**。

④流化床反应系统

外购硅粉与催化剂（金属氯化物）混合，由高压氢气推送进流化床反应器。在流化床反应器中，四氯化硅、氢气和硅粉在 450~600℃、3.0~3.6MPa 和催化剂作用下进行反应，生成三氯氢硅；同时氯化氢与硅粉反应生成三氯氢硅和四氯化硅。

⑤净化系统

反应合成气为含有三氯氢硅、二氯二氢硅和未反应的四氯化硅、氢气、副反应产物及硅粉等的混合气体，与原料四氯化硅和氢气混合料换热后，先经过旋风分离器**(S5-2)**，回收混合气中夹带的硅粉。反应合成气经过滤器**(S5-3)**、文丘里洗涤器**(S5-4)**洗涤后，含大量固体颗粒的液相进入洗涤塔的底部，含少量固体颗粒的气相进入洗涤塔上部被回流液进一步洗涤，粉尘随液体流入塔釜，塔釜液经文丘里循环泵送入文丘里洗涤器。净化后的气体经冷凝系统冷凝后氯硅烷进入粗 TCS 缓冲罐，不凝气氢气循环使用。粗 TCS 缓冲罐中的氯硅烷，经计量通过压差连续送入粗馏塔**(S5-5)**进行精馏，塔顶粗 TCS 送至精馏装置，侧线采出的四氯化硅送至四氯化硅缓冲罐循环使用。

外购硅粉与催化剂（金属氯化物）混合，由高压氢气推送进流化床反应器。产生废催化剂**(S5-6)**。工艺流程图见图 4.2-8。

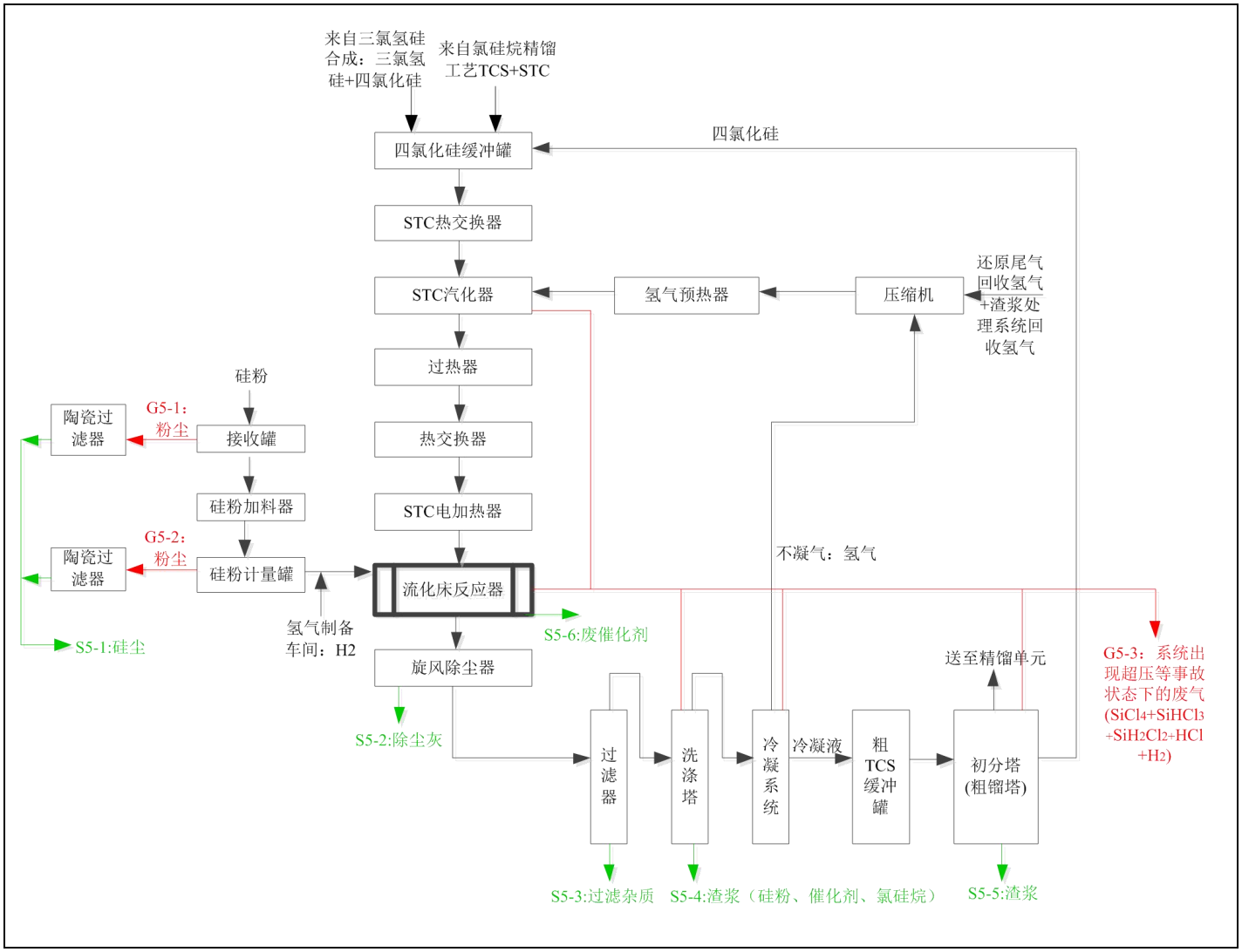


图 4.2-8　四氯化硅冷氢化生产工艺流程及产排污节点图

四氯化硅冷氢化生产过程产生的污染物主要为：

废气：

①硅粉接收罐工段废气（G5-1）；

②硅粉计量罐工段废气（G5-2）；

③系统出现超压等事故状态时废气（G5-3）；

④硅粉加料系统无组织排放粉尘（g1-1）。

废水：

冷却器循环冷却水排水（W1-1）。

噪声：

①洗涤塔、氢气加热器、冷凝器、中间热交换器、终端冷凝器、四氯化硅预热器、混合器加热器、热水换热器等设备噪声。

固体废物：

①硅粉陶瓷过滤器收集的粉尘（S5-1）；

②旋风除尘器收集的粉尘（S5-2）；

③过滤杂质（S5-3）；

④洗涤塔渣浆（S5-4）；

⑤初分塔渣浆（S5-5）；

⑥流化床废催化剂（S5-6）。

由以上工艺流程分析可见，本项目四氯化硅冷氢化生产工艺的主要污染源及污染物见表 4.2-36。

表 4.2-36　四氯化硅冷氢化生产工艺污染源产生情况一览表

污染物种类		编号	污染源名称	主要成分	产生量（t/a）	处理方式
废气	有组织	G5-1	硅粉接收罐废气	含硅颗粒物	4.5	粉尘经集气系统+2 套容积为 3.46m³ 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA009)**排放。
		G5-2	硅粉计量罐废气	含硅颗粒物	4.5	粉尘经集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m³ 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA010)**排放。

		G5-3	系统出现超压等事故状态时废气	氯硅烷等	1.1t/次	排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，不凝气进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号分别为：**(DA003)-(DA008)**。
	无组织	g5-1	硅粉加料无组织排放粉尘	含硅颗粒物	0.45	生产车间为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生。
废水		W5-1	循环冷却水排水	溶解性总固体、COD、SS	251748	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。
固废		S5-1	陶瓷过滤器收集的粉尘	硅粉	8.456	返回至硅粉仓回用，不外排。
		S5-2	旋风除尘器收集的粉尘	硅粉	1.13	返回至硅粉仓回用，不外排
		S5-3	过滤杂质	硅粉	202.5	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≤10^{-10}cm/s）暂存后，定期交由有资质单位处置。
		S5-4	洗涤塔渣浆	氯硅烷	52912.07	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
		S5-5	初分塔渣浆			残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
		S5-6	流化床废催化剂	废催化剂(含氯化铜)	225	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≤10^{-10}cm/s）暂存后，定期交由有资质单位处置。
噪声		生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。				

5、物料平衡及元素平衡

（1）总物料平衡

四氯化硅冷氢化生产工段总物料平衡见表 4.2-37 和图 4.2-2。

表 4.2-37　四氯化硅冷氢化生产线物料平衡表

四氯化硅冷氢化							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
三氯氢硅合成	H_2	116.18	928.51	硅粉加料废气	**Si**	1.13	9

	三氯氢硅及氯硅烷	105.29	841.46	旋风除尘器收集	**Si**	0.14	1.13
	四氯化硅及氯硅烷	26.32	210.37	氯硅烷提纯	三氯氢硅	104497.00	835140
三氯氢硅合成	三氯氢硅	5746.32	45924.59		二氯二氢硅	40.29	322
	杂质	3.04	24.3		四氯化硅	301658.16	2410852
三氯氢硅合成	四氯化硅	1292.92	10333.02		HCl	2951.58	23589
	杂质	0.76	6.07		杂质	54.43	435
还原尾气回收	H_2	648.175	5180	渣浆处理系统	三氯氢硅	615.08	4915.68
氯硅烷提纯	三氯氢硅	8054.18	64369		二氯二氢硅	229.35	1832.97
	四氯化硅	394657.41	3154102		四氯化硅	5283.78	42227.93
外购原料硅粉	**Si**	5011.1	40048.71		HCl	89.59	716.00
	杂质	14.25	113.89		**Si**	339.54	2713.6
回收硅粉	**Si**	23.52	187.97		H_2	63.3	505.89
现有工程氢气制备	H_2	93.75	749.25	危险废物暂存间	过滤杂质	25.34	202.5
渣浆处理系统回收氢	H_2	55.5	443.56				
合计		415848.71	3323462.7	**合计**		415848.71	3323462.7

（2）硅元素平衡

四氯化硅冷氢化生产工段硅元素平衡见表 4.2-38。

表 4.2-38　四氯化硅冷氢化生产线硅平衡表

来源	物料	进料(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）
三氯氢硅合成	H_2	928.51	---	0.00	硅粉加料废气	**Si**	9	100	9.00
	三氯氢硅及氯硅烷	841.46	45.8	385.38	旋风除尘器收集	**Si**	1.13	100	1.13
	四氯化硅及氯硅烷	210.37	34.84	73.29	氯硅烷提纯	三氯氢硅	835140	20.66	172539.92
三氯氢硅	三氯氢硅	45924.59	20.66	9488.02		二氯二氢硅	322	27.72	89.26

合成	杂质	24.3	---	0.00		四氯化硅	2410852	16.47	397067.32
三氯氢硅合成	四氯化硅	10333.02	16.47	1701.85		HCl	23589	---	0.00
	杂质	6.07	---	0.00		杂质	435	---	0.00
还原尾气回收	H_2	5180	---	0.00	渣浆处理系统	三氯氢硅	4915.68	28.38	1395.07
氯硅烷提纯	三氯氢硅	64369	20.66	13298.64		二氯二氢硅	1832.97	35.29	646.86
	四氯化硅	3154102	16.47	519480.60		四氯化硅	42227.93	23.51	9927.79
外购原料硅粉	**Si**	40048.71	100	40048.71		HCl	716.00	---	0.00
	杂质	113.89	---	0.00		**Si**	2713.6	100	2713.60
回收硅粉	**Si**	187.97	60	112	去多晶硅还原车间	H_2	505.89	---	0.00
现有工程氢气制备	H_2	749.25	---	0	固废暂存间	过滤杂质	202.5	98	198.54
渣浆处理系统回收氢	H_2	443.56	---	0					
合计		3323462.7		584588.49	**合计**		3323462.7		584588.49

（3）氯元素平衡

四氯化硅冷氢化生产工段氯元素平衡见表 4.2-39。

表 4.2-39　四氯化硅冷氢化生产线氯元素平衡表

来源	物料	进料(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）
三氯氢硅合成	H_2	928.51	---	0.00	硅粉加料废气	**Si**	9	---	0.00
	三氯氢硅及氯硅烷	841.46	54	454.39	旋风除尘器收集	**Si**	1.13	--	0.00
	四氯化硅及氯硅烷	210.37	65	136.74	氯硅烷提纯	三氯氢硅	835140	78.60	656420.04
三氯氢硅	三氯氢硅	45924.59	78.60	36096.73		二氯二氢硅	322	70.29	226.33

合成	杂质	24.3	---	0.00		四氯化硅	2410852	83	2001007.16
三氯氢硅合成	四氯化硅	10333.02	83	8576.41		HCl	23589	97.26	22942.66
	杂质	6.07	---	0.00		杂质	435	---	0.00
还原尾气回收	H_2	5180	---	0.00	渣浆处理系统	三氯氢硅	4915.68	62.79	3086.56
氯硅烷提纯	三氯氢硅	64369	78.60	50594.03		二氯二氢硅	1832.97	50.28	921.62
	四氯化硅	3154102	83	2617904.66		四氯化硅	42227.93	67.98	28462.21
外购原料硅粉	**Si**	40048.71	---	0		HCl	716.00	97.26	696.38
	杂质	113.89	---	0		**Si**	2713.6	---	0.00
回收硅粉	**Si**	187.97	---	0	去多晶硅还原车间	H_2	505.89	---	0.00
现有工程氢气制备	H_2	749.25	---	0	固废暂存间	过滤杂质	202.5	---	0.00
渣浆处理系统回收氢	H_2	443.56	---	0					
合计		3323462.7		2713763	**合计**		3323462.7		2713763

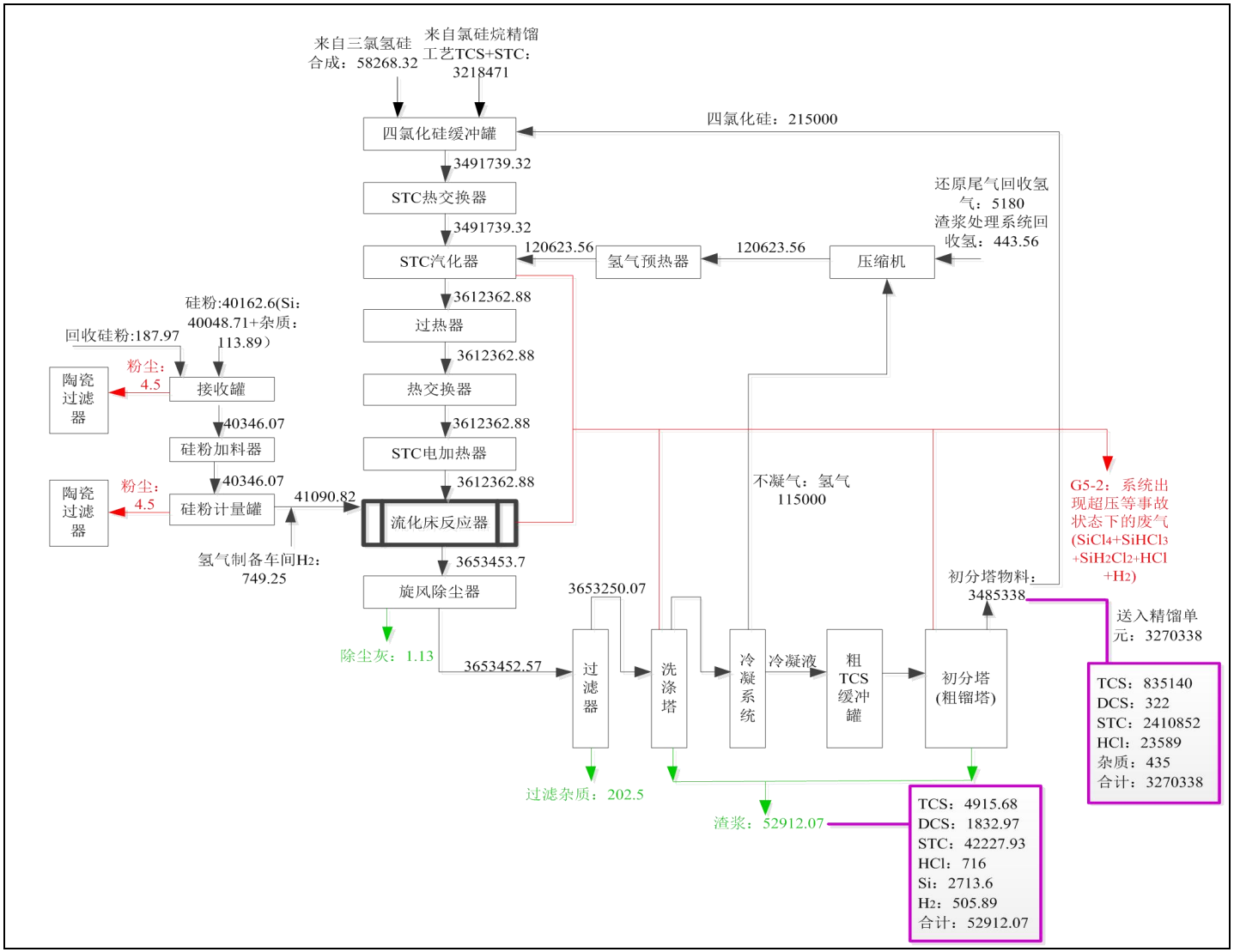


图 4.2-9　四氯化硅冷氢化生产线物料平衡图　单位：t/a

6、源强计算

（1）废气

①硅粉接收罐废气（G5-1）

参照《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册（生态环境部公告 2021 年第 24 号》中 2614 有机化学原料制造行业系数手册，有机化学原料制造（有机硅单体）行业的颗粒物产污系数合计为 0.49 千克/吨-产品，其中硅块破碎的含尘废气产生系数为 0.13 千克/吨-产品，三氯氢硅合成工段硅粉加料系统含尘废气产生系数为 0.18 千克/吨-产品。四氯化硅冷氢化工段硅粉加料系统（接收罐和计量罐）含尘废气产生系数为 0.18 千克/吨-产品。

四氯化硅冷氢化工段硅粉加料系统（接收罐和计量罐）废气产生系数为 0.18 千克/吨-产品。其中硅粉接收罐废气产生系数为 0.09 千克/吨-产品，硅粉计量罐废气产生系数为 0.09 千克/吨-产品。

硅粉接收罐工段会产生含硅粉尘，四氯化硅冷氢化生产线硅粉接收罐工段配套建设 2 套容积为 3.46m^3 的陶瓷过滤器。经集气系统+陶瓷过滤器处理后经 40 米高排气筒**(DA009)**排放。

本项目有机硅单体的产能 50000t/a，则硅粉接收罐工段废气的产生量为 50000×0.09×10^{-3}=4.5t/a（0.6kg/h），陶瓷过滤器风机风量 2500m^3/h，则产生浓度为 240mg/m^3。集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%，则硅粉接收罐工段颗粒物的排放量为 0.047t/a（0.007kg/h），排放浓度为 2.8mg/m^3。

粉尘经集气系统+陶瓷过滤器处理后经 40 米高、内径 0.2m 的排气筒**(DA009)**排放。收集下来的硅粉尘重新投入加料。颗粒物的排放能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值中颗粒物排放浓度为 120mg/m^3，排放速率为 39kg/h(40m 高)的排放限值要求。

②硅粉计量罐废气（G5-2）

硅粉计量罐工段会产生含硅粉尘，四氯化硅冷氢化生产线硅粉计量罐工段配套建设 2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m^3 的陶瓷过滤器。经集气系统+陶瓷过滤器处理后经 40 米高排气筒**(DA010)**排放。

本项目有机硅单体的产能 50000t/a，则硅粉计量罐工段废气的产生量为 50000×0.09×10^{-3}=4.5t/a（0.6kg/h），陶瓷过滤器风机风量 2500m^3/h，则产生浓度为

240mg/m^3。集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%，则硅粉计量罐工段颗粒物的排放量为 0.047t/a（0.007kg/h），排放浓度为 2.8mg/m^3。

粉尘经集气系统+陶瓷过滤器处理后经 40 米高、内径 0.2m 的排气筒**(DA010)**排放。收集下来的硅粉尘重新投入加料。颗粒物的排放能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值中颗粒物排放浓度为 120mg/m^3，排放速率为 39kg/h(40m 高)的排放限值要求。

③系统出现超压等事故状态时废气（G5-3）

本项目四氯化硅冷氢化系统内不断产生氯化氢和氢气，系统内压力随之增加，压力达到 5MPa，在反应过程中需要安全泄放部分废气。

根据《压力容器第 1 部分：通用要求》（GB150.1-2011）中 B.7 容器安全泄放量的计算，因化学反应使气体体积增大的容器其安全泄放量应根据容器内化学反应可能生成的最大气量及反应时间来确定。

本项目四氯化硅冷氢化系统内氯化氢的产生量约为 3041.17kg/h。氢气的产生量约为 11612.49kg/h，安全泄放废气按可能生成的最大气量的 15%计算，安全泄放时间为 30min，安全泄放废气产生量为 1.1t/次，超压排放废气通过还原炉上方的呼吸阀导出，然后排入含氯硅烷废气处理工序，经处理后经过 35 米高排气筒达标排放。

③无组织排放废气

四氯化硅冷氢化生产过程中无组织排放废气主要为硅粉加料过程中未经集气系统捕集的硅粉尘。

1）未收集硅粉加料工段粉尘（g5-1）

本项目有机硅单体的产能 50000t/a，则硅粉加料工段中废气的产生量总计为 9t/a（1.2kg/h），陶瓷过滤器处理风量 2500m^3/h，则产生浓度为 480mg/m^3。

集气系统的废气捕集率95%，硅粉加料过程中，另有5%的硅粉无组织排放，则无组织粉尘的产生量为0.45t/a。本项目生产车间为封闭厂房，可有效减少90%粉尘产生，则硅粉尘的无组织排放量0.045t/a。

（2）废水

①循环冷却水排水（W5-1）

冷氢化车间使用闭式循环冷却水站的循环水。

冷氢化车间闭式循环水排水量为 23.6m³/h，冷氢化复合冷废水排放量为 7 7.9m³/h，合计 31.5m³/h(251748t/a)。

根据水平衡分析，循环冷却水排放量为 251748t/a，循环冷却水排放的废水中污染物为 COD、SS、无机盐类，排放浓度分别为 50mg/L、80mg/L、1500mg/L。

循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。

冷却器循环冷却水水质及废水污染物产生量见表 4.2-40。

表 4.2-40　冷却器循环冷却水水质及污染物产生量

还原尾气回收生产装置污水量（m³）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	排放去向
251748m³/a	COD	50	12.59	本项目污水处理站
	SS	80	20.14	
	溶解性总固体	1500	377.62	

（3）噪声

四氯化硅冷氢化生产工序的主要噪声源为干燥器、流化床反应器、除尘器、洗涤塔、初分塔、热交换器、给料机、提升机、引风机等。生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。

（4）固废

①布袋除尘器收集的粉尘（S5-1）

本项目有机硅单体的产能 50000t/a，则硅粉加料中废气的产生量为 50000×0.18×10^{-3}=9t/a。集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%，则布袋除尘器收集的粉尘约为 8.456t/a，返回至硅粉仓回用，不外排。

②旋风除尘器收集的粉尘（S5-2）

反应合成气为含有三氯氢硅、二氯二氢硅和未反应的四氯化硅、氢气、副反应产物及硅粉等的混合气体经旋风除尘器除去粉尘，根据物料平衡，其中旋风除尘器收集的粉尘量约为 1.13t/a，返回至硅粉仓回用，不外排。

③过滤杂质（S5-3）

反应合成气为含有三氯氢硅、二氯二氢硅和未反应的四氯化硅、氢气、副反应产物及硅粉等的混合气体，与原料四氯化硅和氢气混合料换热后，先经过旋风

分离器，回收混合气中夹带的硅粉。然后进入过滤器进行过滤，根据物料平衡，过滤杂质的产生量约为 202.5t/a，为危险废物。废物类别为 HW49 废催化剂，含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质。废物代码为 900-041-49，危险特性为 T/In。

在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理。

④洗涤塔渣浆和初分塔渣浆（S5-4 和 S5-5）

经过滤器过滤后的反应合成气经文丘里洗涤器洗涤后，含大量固体颗粒的液相进入洗涤塔的底部。产生洗涤塔渣浆。

粗 TCS 缓冲罐中的氯硅烷，经计量通过压差连续送入粗馏塔（初分塔）进行精馏。产生初分塔渣浆。

根据物料平衡，洗涤塔渣浆和初分塔渣浆的产生量约为 52912.07t/a，其中 TCS：4915.68 t/a；DCS：1832.97 t/a；STC：42227.93 t/a；HCl：716 t/a；Si：2713.6 t/a，渣浆全部进入渣浆处理系统，不外排。

⑤流化床废催化剂（S5-6）

四氯化硅冷氢化使用含氯化铜催化剂，产生废催化剂（含氯化铜），废催化剂的产生量为 225t/a。

废催化剂的废物类别为 HW50 废催化剂，有机溶剂生产过程中产生的废催化剂。废物代码为 261-152-50，危险特性为 T。

废催化剂暂存在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

表 4.2-41　四氯化硅冷氢化生产工序废气污染物排放汇总

工序	装置	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	执行标准
						核算方法	废气量（m^3/h）	产生浓度（mg/m^3）	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量		排放浓度（mg/m^3）	排放参数	浓度（mg/m^3）	速率（kg/h）			
													kg/h	t/a		排气筒或者无组织					
四氯化硅冷氢化生产线	硅粉加料	G5-1	硅粉接收罐废气	点源	颗粒物	系数法	2500	240	4.5	集气系统+2 套容积为 3.46m^3 的陶瓷过滤器	集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%	连续	0.007	0.047	2.8	40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA009)**排放	120	39(40m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
		G5-2	硅粉计量罐废气	点源	颗粒物	系数法	2500	240	4.5	集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m^3 的陶瓷过滤器	集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%	连续	0.007	0.047	2.8	40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA010)**排放	120	39(40m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
	系统出现超压等事故状态时废气	G5-3	四氯化硅冷氢化装置	点源	氯硅烷	系数法	1500	---	1.1t/次	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗）	98%	间歇	---	0.022 t/次	---	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	---
	硅粉加料	g5-1	无组织排放废气	未收集硅粉加料粉尘	面源	颗粒物	系数法	---	---	0.45	生产车间为封闭厂房	有效减少 90%	连续	0.006	0.045	---	平面尺寸宽×长(m×m)=40×56.49	1.0	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放无组织限值要求。

表 4.2-42　四氯化硅冷氢化生产工序废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
四氯化硅冷氢化生产线	循环冷却排水	W5-1	类比分析	251748	COD	50	12.59	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO反渗透	90%	5	1.26	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	20.14		95%	4	1.01			
					溶解性总固体	1500	377.62		90%	150	37.76			

表 4.2-43　四氯化硅冷氢化生产工序固废污染物排放汇总

编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	最终去向
S5-1	布袋除尘器收集的粉尘	布袋除尘器	硅粉	一般固废	---	8.456	8.456	0	本项目设置 2 座硅粉库，硅粉库占地面积 8950m^2，平面尺寸宽×长(m×m)=72×120 。硅粉颗粒物返回硅粉库内硅粉仓	返回至硅粉仓回用，不外排。
S5-2	旋风除尘器收集的粉尘	旋风除尘器	硅粉	一般固废	---	1.13	1.13	0		
S5-3	过滤杂质	旋风分离器	硅粉、氯硅烷	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	202.5	0	202.5	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区内暂存后，均交有资质单位处置
S5-4	洗涤塔渣浆	洗涤塔	氯硅烷	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	52912.07	52912.07	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
S5-5	初分塔渣浆	初分塔	氯硅烷	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49					
S5-6	流化床废催化剂	流化床反应器	废催化剂(含氯化铜）	危险废物，废物类别 HW50	261-152-50	225	0	225	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区内暂存后，均交有资质单位处置

4.2.7 整理车间工艺（装置代码 6）

整理车间包含三部分内容：方硅芯制备、清洗和破碎。

1、方硅芯制备

1）领料：从库房内领出硅料，经合格后装箱；

2）装料：将清洗合格的硅料，按照装炉要求摆放在石英坩埚内。

3）拉制：将装好的料的石英坩埚装入单晶炉内，按照操作规程进行硅棒拉制。

4）拆炉-切头尾:将拉制完成的硅棒，从单晶炉拆卸下来，转运至硅加工数控带锯工序，按工艺要求尺寸，切除硅棒头、尾部分。

5）粘棒-线切割：将硅棒转运至粘棒间，用 AB 胶将硅棒粘结在粘棒头上，恒温放置 8 小时，待胶粘合后，将硅棒使用装棒机构装入线切割机上，按照规定工艺参数进行切割。

6）拆棒-脱胶：将切割好的硅芯从设备内取出，使用热风枪将粘结的 AB 胶去除，使用清水、毛刷将硅芯表面泥污清洗干净。

7）磨锥：将硅芯转至磨锥机工序进行硅芯磨锥作业。

8）横梁打孔：将满足横梁尺寸（250mm）的硅芯残次品，使用数控带锯将其加工成长度为 250mm 的横梁，再将横梁转至打孔工序，进行横梁打孔操作。

9）入库：将加工合格的硅芯和横梁称重、清点数量，同库管人员双方确认后，办理入库。

10）领用-清洗：当需要使用硅芯时，将硅芯从库房内领出，转运至清洗工序，利用氢氟酸、硝酸等清洗剂进行化学清洗。

11）使用：由拆装炉工序领至还原车间，进行装炉。

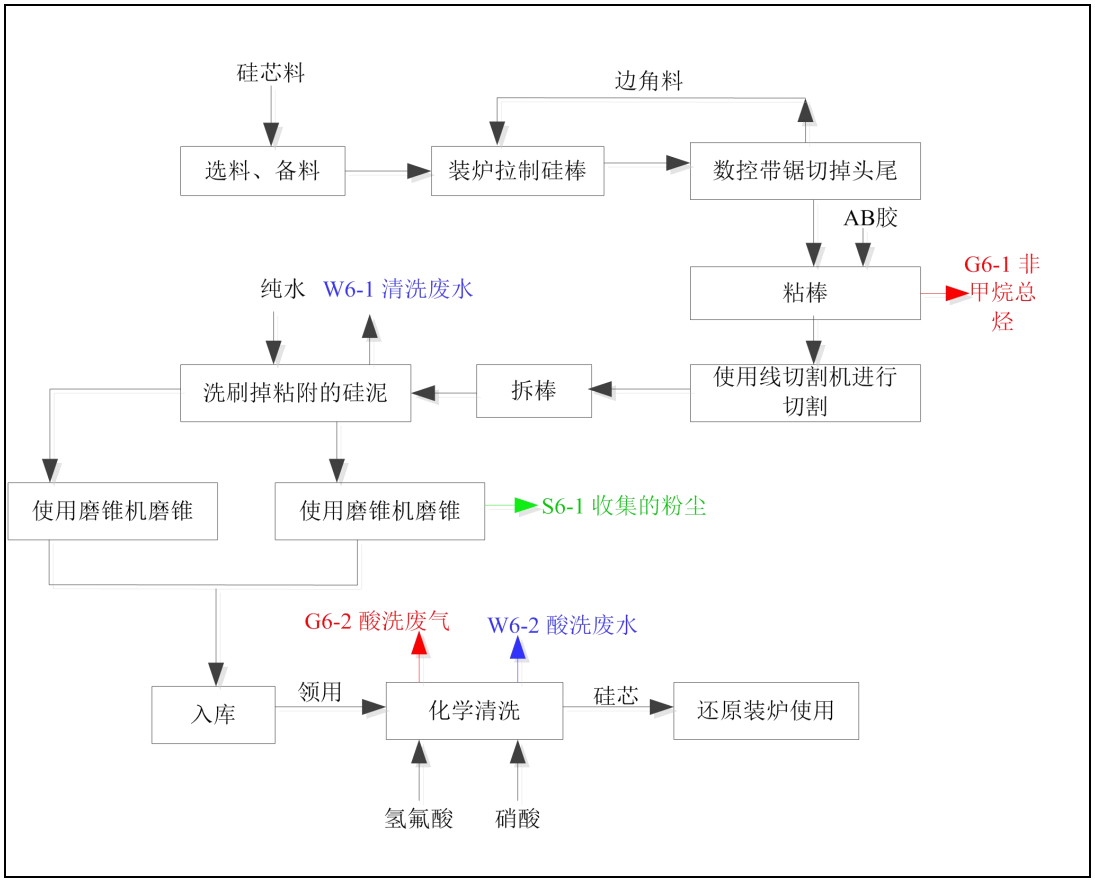


图 4.2-10　整理车间(方硅芯制备)工艺流程及产排污节点图

2、清洗工艺

1）从还原接收待清洗石墨、石英件、陶瓷件；从仓库领取硅芯、硅棒（块）料。

2）将待洗物料放入相应清洗槽内（石墨、陶瓷件放入碱洗槽，石英放入石墨酸洗机、硅芯放入硅芯清洗机、硅棒（块）放入硅块清洗槽）。

3）注入配制好的清洗剂（碱洗时配比，碱液：水=4:5；酸洗时配比，氢氟酸：硝酸=1:1.6）。

4）待物料表面上的附着物腐蚀干净后，将酸回收待用。（其中混酸与硅料反应生成的氮氧化合物气体经风机抽至淋洗塔进行淋洗、中和处理；废液排放至收集池经中和处理后，排放至污水处理车间淋洗池。）

5）碱洗：碱洗槽注入超纯水，打开蒸汽，进行煮沸清洗，待 PH 值达到 7 时，停止煮沸排掉废水，将物料捡出。酸洗：启动设备水洗程序，按预定时间进行清洗，待程序结束时，取出物料。

6）将物料转运至烘干工序，装入烘箱进行烘干。

7）烘干后装入暂存箱内暂存，待还原工序领用。

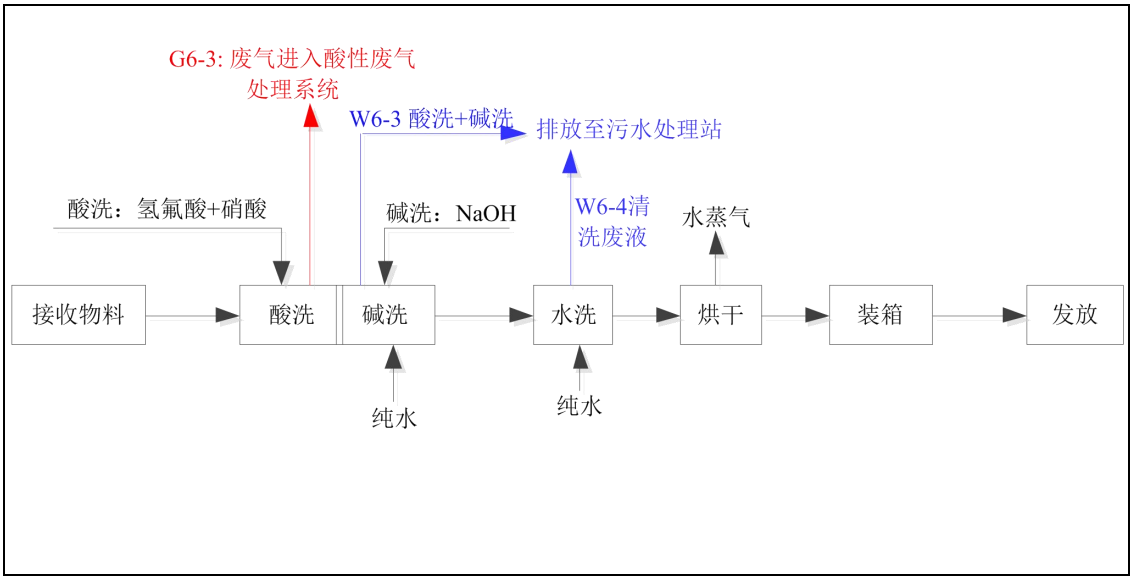


图 4.2-11　整理车间(清洗工序)工艺流程及产排污节点图

3、破碎工艺

1）还原拆炉后，将硅棒车送至整理车间，双方确认后办理交接手续；

2）物品保确定包装方案，同时质检车间取样并进行分析；

2）将硅料破碎至要求尺寸，并按照包装方案将进行分选；

3）将硅料按照不同的外观分类，分别装入对应的包装箱内；如需要进行清洗，需将物料转入清洗工序，进行清洗（详见清洗工艺）。

4）将包装好的硅料，与仓库双方确认重量、包装外观后，进行理入库手续。

注：在破碎、分选过程中，产生些许硅粉尘，经布袋除尘器处理达标后由 15 米高排气筒排放。

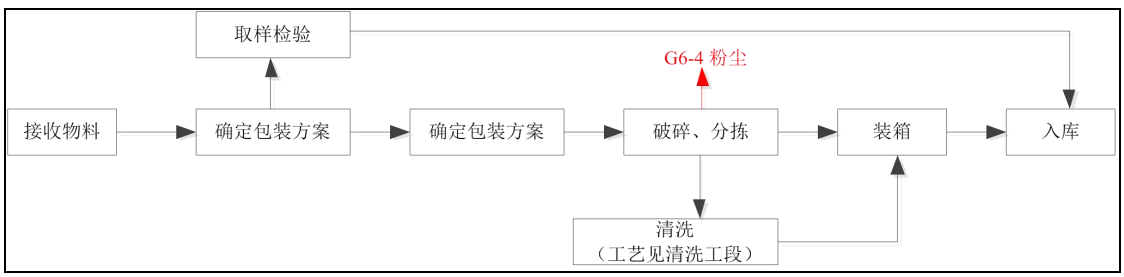


图 4.2-12　整理车间(破碎工序)工艺流程及产排污节点图

整理车间生产过程产生的污染物主要为：

废气：

①粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃（G6-1）；

②方硅芯酸洗废气（G6-2）；

③硅料酸洗废气（G6-3）；

④硅料破碎粉尘（G6-4）。

废水：

①方硅芯清洗废水（W6-1）。

②方硅芯酸洗废水（W6-2）。

③硅料酸洗废水（W6-3）。

④硅料清洗废水（W6-4）。

固体废物：

① 磨锥收集的粉尘（S6-1）。

②布袋除尘器收集的粉尘（S6-2）。

③废包装袋/桶（S6-3）。

噪声：

整理车间设备噪声。

由以上工艺流程分析可见，本项目的主要污染源及污染物见表 4.2-44。

表 4.2-44　整理车间污染源产生情况一览表

污染物种类	编号		污染源名称	主要成分	产生量（t/a）	处理方式
废气	有组织	G6-1	粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃	TVOC	0.3	排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，不凝气进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**。
		G6-2	方硅芯酸洗废气	酸性废气：HF 和 NO_X	HF:0.5 NO_X:5.67	经酸洗槽上方的集气罩收集后，排入本项目硅料系统酸性废气处理装置，经二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和 10%氢氧化钠溶液洗涤后经 35m 高、内径 0.8m 排气筒
		G6-3	硅料酸洗废气			

						(DA011)排放。
		G6-4	硅料破碎粉尘	含硅粉尘	152	粉尘经集气罩+布袋除尘器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA012)**排放。
废水	W6-1		方硅芯清洗废水	COD、SS	2040	本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、整理车间废水、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。 处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。 整理车间废水排入污水处理站中 400m³/h 一体化污水处理系统。
	W6-2		方硅芯酸洗废水	PH、COD、SS、NH_3-N、氟化物	185	
	W6-3		硅料酸洗+石墨件碱洗废水	PH、COD、SS、NH_3-N、氟化物	15400	
	W6-4		硅料+石墨件清洗废水	PH、COD、SS、NH_3-N、氟化物	2031	
固废	S6-1		磨锥收集的粉尘	硅粉	1.7	暂存在一般固废暂存间，占地面积 1000m²，渗透系数≦10^{-7}cm/s。定期拉运至一般固废填埋场处置。
	S6-2		布袋除尘器收集的粉尘	硅粉	142.8	整理车间破碎产生除尘灰属于第 I 类一般固废，主要成分为硅粉，返回本生产系统。
	S6-3		废包装袋/桶	废包装袋/桶	2.0	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m²，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理
噪声	生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。					

5、物料平衡及元素平衡

(1)总物料平衡

整理车间总物料平衡表见表 4.2-45，整理车间总物料平衡图见图 4.2-46。

表 4.2-45　整理车间总物料平衡表（年工作时间 2400h）

整理车间（硅芯拉制）							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
产品整理	硅芯料	338.333	812	多晶硅还原	硅芯	291.250	699
外购	HNO_3	4.875	11.7	酸洗废气处理系统	NOx	0.458	1.1
外购	HF	0.833	2		HF	0.042	0.1
脱盐水站	H_2O	875.000	2100	氯硅烷废气处理系统	非甲烷总烃	0.125	0.3
外购	AB 胶	0.625	1.5	废水处理系统	清洗废水	850.000	2040
				废水处理系统	酸洗废水	77.083	185
				一般固废暂存间	收集的粉尘	0.708	1.7
合计		1219.666	2927.2	**合计**		1219.666	2927.2
整理车间（多晶硅料破碎、清洗）							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
还原车间	多晶硅棒	21250	51000	产品	多晶硅块	20833.333	50000
外购	HNO_3	12.488	29.97	废气	粉尘	63.333	152
外购	HF	7.846	18.83	用品	石墨件、石英件、陶瓷件	541.667	1300
还原车间	石墨件、石英件、陶瓷件	544.654	1307.17	硅芯拉制	硅芯料	338.333	812
外购	NaOH	234.167	562	酸洗废气处理系统	NOx	1.904	4.57
脱盐水站	H_2O	8125.000	19500		HF	0.167	0.4
				废水处理系统	酸洗废液	3541.667	8500
					碱洗废液	2875.000	6900
				废水处理系统	清洗废水	846.250	2031
				水损耗	水损耗	1132.500	2718
合计		30174.154	72417.97	**合计**		30174.154	72417.97

(2)硅元素平衡

整理车间硅平衡见表 4.2-46。

表 4.2-46　整理车间硅平衡表（年工作时间 2400h）

整理车间（硅芯拉制）									
来源	物料	进料(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）
产品整理	硅芯料	812	100	812	多晶硅还原	硅芯	699	100	699
外购	HNO_3	11.7	---	0	酸洗废气处理系统	NOx	1.1	---	0
外购	HF	2	---	0		HF	0.1	---	0
脱盐站	H_2O	2100	---	0	氯硅烷废气处理系统	非甲烷总烃	0.3	---	0
外购	AB 胶	1.5	---	0	废水处理系统	清洗废水	2040	5.16	105.3
					废水处理系统	酸洗废水	185	3.24	6
					一般固废暂存间	收集的粉尘	1.7	100	1.7
合计		2927.2		812	**合计**		2927.2		812
整理车间（多晶硅料破碎、清洗）									
来源	物料	进料(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）
还原车间	多晶硅棒	51000	100	51000	产品	多晶硅块	50000	100	50000
外购	HNO_3	29.97	---	0	废气	粉尘	152	100	152
外购	HF	18.83	---	0	用品	石墨件、石英件、陶瓷件	1300	10	130
还原车间	石墨件、石英件、陶瓷件	1307.17	10	130.72	硅芯拉制	硅芯料	812	100	812
外购	NaOH	562	---	0	酸洗废气处理系统	NOx	4.57	---	0
脱盐水站	H_2O	19500	---	0		HF	0.4	---	0
					废水处理系统	酸洗废液	8500	0.301	25.6
						碱洗废液	6900	0.136	9.4

					废水处理系统	清洗废水	2031	0.085	1.72
					水蒸发损耗	水蒸发损耗	2718	---	0
合计		72417.97		51130.72	合计		72417.97		51130.72

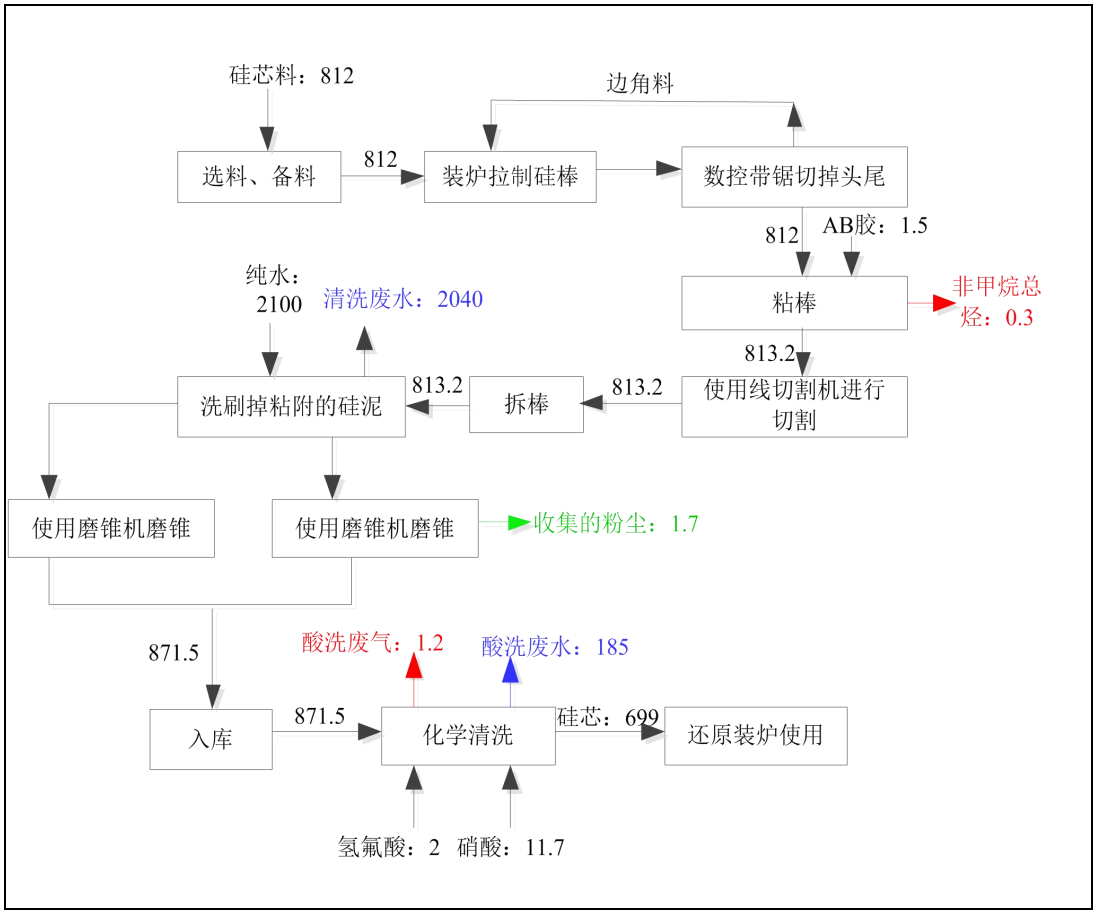


图 4.2-13　　整理车间(方硅芯制备)物料平衡　　单位：t/a

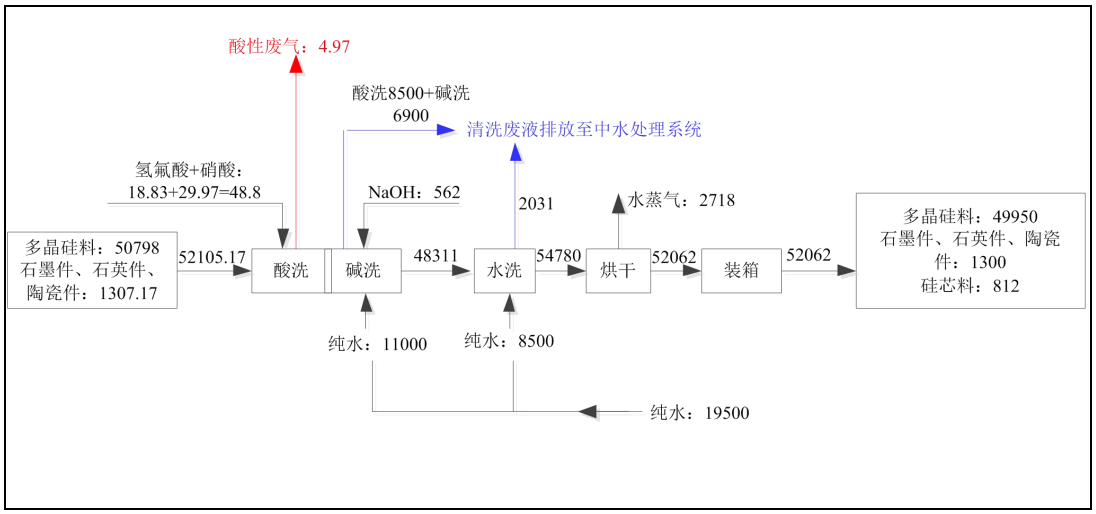


图 4.2-14　　整理车间(清洗工序)物料平衡　　单位：t/a

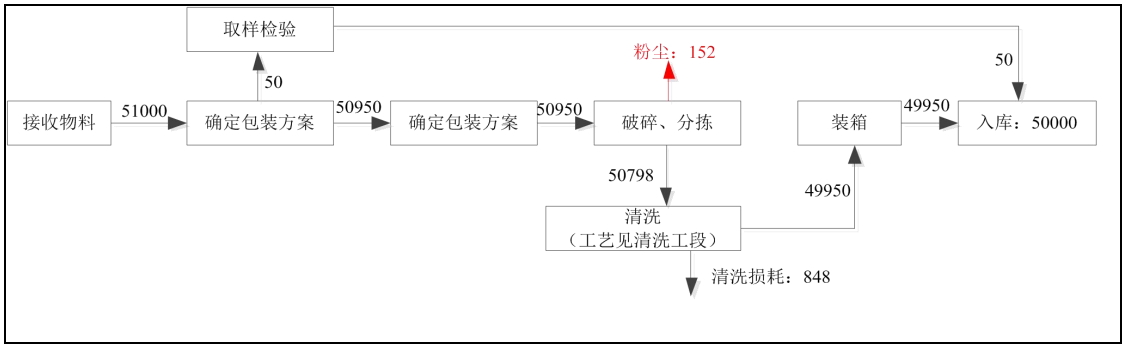


图 4.2-15　整理车间(破碎工序)物料平衡　单位：t/a

7、源强核算

（1）废气

①粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃（G6-1）

粘棒工段使用 AB 胶，AB 胶的使用量约为 1.5t/a，根据类比分析，非甲烷总烃的的挥发系数为 0.2，则非甲烷总烃的挥发量为 0.3t/a。

挥发出来的非甲烷总烃通过引风系统排入含氯硅烷废气处理工序，净化效率为 70%，则非甲烷总烃的排放量为 0.09t/a。风机风量为 1500m^3/h，则非甲烷总烃的排放浓度为 25mg/m^3。

非甲烷总烃的排放能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值中非甲烷总烃的排放浓度为 120mg/m^3，排放速率为 76.5kg/h(35m 高)的排放限值要求。

②方硅芯酸洗废气和硅料酸洗废气（G6-2 和 G6-3）

整理车间酸性废气的产生类比《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目（1.2 万吨硅料）》竣工环境保护验收监测报告中的监测数据。

根据验收监测报告，内蒙古新康达环境保护检测有限公司于 2019 年 3 月 11 日、12 日对现有工程的酸性废气进行了验收监测。验收监测结果如下图。

表 9-19　21#酸性废气处理系统出口废气监测结果统计表（整理车间）

项目		单位	2019.03.11			2019.03.12		
			1	2	3	1	2	3
排气筒名称		/	21#酸性废气处理系统出口					
排气筒高度		m	15					
烟道面积		m^2	0.2827					
标干风量		m^3/h	5543	5634	5901	6069	6010	5907
氮氧化物	实测浓度	mg/m^3	50	57	52	56	49	52
	排放速率	kg/h	0.277	0.321	0.307	0.340	0.294	0.307
	浓度限值	mg/m^3	240					
	速率限值	kg/h	0.77					
	评价结果		达标	达标	达标	达标	达标	达标
氟化物	实测浓度	mg/m^3	2.55	2.44	2.52	2.5	2.03	2.42
	排放速率	kg/h	0.0141	0.0137	0.0149	0.0152	0.0122	0.0143
	浓度限值	mg/m^3	9.0					
	速率限值	kg/h	0.10					
	评价结果		达标	达标	达标	达标	达标	达标

图 4.2-16　现有工程整理车间酸性废气验收监测结果

本项目类比 2019.3.12 日第一次监测数据（污染物排放量最大），NO_X 的排放速率为 0.340kg/h，氟化物的排放速率为 0.0152kg/h。

3 月 11、12 两天监测内容为酸洗车间废气，生产负荷以氢氟酸用量计，现有氢氟酸设计用量 66kg/d，3 月 12 日生产负荷为 75.76%。即氢氟酸的使用量为 66×0.7576=50kg/d。硝酸的使用量为 200kg/d。

本项目年产 5 万吨多晶硅，整理车间年工作时间为 2400h，氢氟酸的使用量为 208.3kg/d。硝酸的使用量为 416.7kg/d。则整理车间（G6-2 和 G6-3）排放的 NO_X 的排放速率为 0.708kg/h，氟化物的排放速率为 0.063kg/h；本项目整理车间设计的风机风量约为 10000m^3/h，则 NO_X 的排放浓度为 70.8mg/m^3，氟化物的排放浓度为 6.3mg/m^3。

NO_X 和氟化物的排放能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值中 NO_X 的排放浓度为 240mg/m^3，排放速率为 5.95kg/h(35m 高)的排放限值要求；氟化物的排放浓度为 9.0mg/m^3，排放速率为 0.795kg/h(35m 高)的排放限值要求。

③粉尘废气（G6-4）

整理车间粉尘废气的产生类比《内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目（1.2 万吨硅料）》竣工环境保护验收监测报告中的监

测数据。

根据验收监测报告，内蒙古新康达环境保护检测有限公司于 2019 年 1 月 21 日、22 日对现有工程整理车间的粉尘废气进行了验收监测。验收监测结果如下图。

表 9-18　20#破碎粉尘出口废气监测结果统计表（整理车间）

项目		单位	2019.01.21			2019.01.22		
			1	2	3	1	2	3
排气筒名称		/	20#破碎粉尘出口					
排气筒高度		m	15					
烟道面积		㎡	0.1575					
标干风量		m³/h	3198	3403	3112	3384	3515	3506
颗粒物	实测浓度	mg/m³	18.5	18.9	18.4	18.5	17.9	19.1
	排放速率	kg/h	0.0592	0.0643	0.0573	0.0626	0.0629	0.067
	浓度限值	mg/m³	120					
	速率限值	kg/h	3.5					
	评价结果		达标	达标	达标	达标	达标	达标

图 4.2-17　现有工程整理车间粉尘废气验收监测结果

本项目类比 2019.1.22 日第三次监测数据（污染物排放量最大），粉尘的排放速率为 0.067kg/h。现有项目设计生产力为 1.2 万吨/年硅料，2019 年 1 月 22 日项目生产负荷为 61.65%，即多晶硅产品的产量为 12000/333×0.6165=22.22t，所以吨产品粉尘的排放速率为 0.003kg/h。

本项目年产 5 万吨多晶硅，工作时间为 333 天，则整理车间（G6-4）排放的粉尘的排放速率为 0.45kg/h。本项目整理车间设计的风机风量约为 8000m^3/h（污染物排放量增大，风机风量相应提高），则粉尘的排放浓度为 56.3mg/m^3。

粉尘的排放能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值中粉尘的排放浓度为 120mg/m^3，排放速率为 3.5kg/h(15m 高)的排放限值要求。

（2）废水

①方硅芯清洗废水（W6-1）

将切割好的硅芯从设备内取出，使用热风枪将粘结的 AB 胶去除，使用清水将硅芯表面泥污清洗干净。纯水使用量约为 2100m^3/a，消耗系数为 3%，排污系数约为 97%，则清洗废水产生量为 2040m^3/a。

②方硅芯酸洗废水（W6-2）

方硅芯和硅料酸洗工序使用硝酸 11.7t/a，氢氟酸 2t/a，酸洗废液中含有大量的硅粉，酸洗废水的产生量为 185t/a。

③硅料酸洗+石墨件碱洗废水（W6-3）

将待洗物料放入相应清洗槽内（石墨、陶瓷件放入碱洗槽，石英放入石墨酸洗机、硅芯放入硅芯清洗机、硅棒（块）放入硅块清洗槽）。酸洗和碱洗过程中纯水的使用量为 19500m^3/a。

酸洗废液和碱洗废液的产生量为 8500t/a+6900t/a=15400t/a。

④硅料+石墨件清洗废水（W6-4）

硅料+石墨件清洗过程中纯水的使用量为 8500m^3/a，清洗废水的产生量为 2031m^3/a。

整理车间酸洗/碱洗废水和清洗废水排入本项目污水处理站中 400m^3/h 一体化污水处理系统。

本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m^3/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、整理车间废水、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。

（3）噪声

整理车间主要噪声源为破碎机、酸洗机、碱洗机、烘干机、包装机及机泵等。

（4）固废

①磨锥收集的粉尘（S6-1）

磨锥收集的粉尘量为 1.7t/a。属于第 I 类一般固废，暂存在一般固废暂存间（占地面积 1000m^2，渗透系数≦10^{-7}cm/s），定期拉运至一般固废填埋场处置。

②布袋除尘器收集的粉尘（S6-2）

本项目年产 5 万吨多晶硅，整理车间破碎工序粉尘的产生量为 152t/a。集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%，则布袋除尘器收集的粉尘量为 142.8t/a。

整理车间破碎产生除尘灰属于第 I 类一般固废，主要成分为硅粉，返回本生产系统。

③废包装物（S6-3）

本项目整理车间产品高纯多晶硅共计 50000t/a，按 50kg/袋（桶）计算，共使用包装桶/袋 1000000 个。按废包装桶/袋产生率 1%计算，共产生废包装桶/袋 10000 个，包装袋/桶重量按 0.2kg/个计算，共计 2t，废物类别 HW49，废物代码 900-041-49 含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质。危险特性为 T/In。

上述废包装袋或桶在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≤10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

表 4.2-47　整理车间废气污染物排放汇总（年工作时间 2400h）

工序	装置(排放点)	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	执行标准
						核算方法	废气量(m^3/h)	产生浓度(mg/m^3)	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量		排放浓度(mg/m^3)	排放参数	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）			
													kg/h	t/a		排气筒或者无组织					
整理车间	粘棒	G6-1	粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃	点源	TVOC	类比分析法	1500	83.2	0.3	排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，废气进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	70%	连续	0.0375	0.09	25	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	120	76.5(35m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
	酸洗	G6-2 和 G6-3	方硅芯酸洗废气和硅料酸洗废气	点源	NO_X	类比分析法	10000	236.25	5.67	经酸洗槽上方的集气罩收集后，排入本项目硅料系统酸性废气处理装置，经二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和 10%氢氧化钠溶液洗涤	70%	连续	0.708	1.7	70.8	35m 高、内径 0.8m 排气筒 **(DA011)**排放	240	5.95(35m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					HF			20.83	0.5		70%		0.063	0.15	6.3		9.0	0.795(35m 高)			
	破碎机	G6-4	硅料破碎粉尘	点源	含硅粉尘	类比分析法	8000	7916.67	152	粉尘经集气罩+布袋除尘器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）	废气捕集率 95%，去除率 98.9%	连续	0.45	1.08	56.3	经 15 米高、内径 0.6m 排气筒 **(DA012)**排放。	120	3.5(15m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

表 4.2-48　整理车间工艺废水污染物排放汇总（年工作时间 2400h）

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
整理车间	方硅芯清洗废水	W6-1	类比分析	2040	COD	70	0.1428	整理车间酸洗/碱洗废水和清洗废水排入本项目污水处理站 $400m^3/h$ 一体化污水处理系统。 本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 $900m^3/h$ 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），$400m^3/h$ 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、整理车间废水、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），$40m^3/h$ 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发）	90%	7	0.0143	间断	经处理后的蒸馏水，全部回用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	200	0.4080		95%	10	0.0204			
	方硅芯酸洗废水	W6-2	类比分析	185	PH	5-6	---		---	6.5-8.5	---	间断		
					COD	100	0.0185		90%	10	0.0019			
					SS	350	0.0648		95%	17.5	0.0032			
					NH_3-N	35	0.0065		92%	2.8	0.0005			
					氟化物	80	0.0148		92%	6.4	0.0012			

	硅料酸洗+石墨件碱洗废水	W6-3	类比分析	15400	PH	6-7	---	整理车间酸洗/碱洗废水和清洗废水排入本项目污水处理站 400m³/h 一体化污水处理系统。 本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、整理车间废水、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发）。	---	6.5-8.5	---	间断	经处理后的蒸馏水，全部回用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					COD	90	1.386		90%	9	0.139			
					SS	350	5.390		95%	17.5	0.270			
					NH_3-N	34	0.524		92%	2.72	0.042			
					氟化物	70	1.078		92%	5.6	0.086			
	硅料+石墨件清洗废水	W6-4	类比分析	2031	PH	7-8	---		---	6.5-8.5	---	间断		
					COD	70	0.142		90%	7	0.014			
					SS	200	0.406		95%	10	0.020			
					NH_3-N	30	0.061		92%	2.4	0.005			
					氟化物	50	0.102		92%	4	0.008			

表 4.2-49　整理车间固废污染物排放汇总

编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	最终去向
S6-1	磨锥收集的粉尘	多晶硅磨锥机	硅	第 I 类一般固废	---	1.7	0	1.7	暂存在一般固废暂存间，占地面积 1000m²，渗透系数≦10^{-7}cm/s	定期拉运至一般固废填埋场处置。
S6-2	布袋除尘器收集的粉尘	整理车间破碎机	硅	第 I 类一般固废	---	142.8	142.8	0	不暂存。	属于第 I 类一般固废，主要成分为硅粉，返回本生产系统。
S6-3	废包装物	整理车间产品高纯多晶硅桶装或袋装	包装桶、包装袋	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	2.0	0	2.0	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m²，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	废包装袋或桶在厂区内暂存后，均交有资质单位处置

4.2.8 渣浆回收工艺（装置代码 7）

1、反应原理

渣浆回收处理对象主要为还原副产的高沸物和冷氢化合成气洗涤残液，主要含四氯化硅，三氯氢硅、聚氯硅烷、金属氯化物等。

渣浆回收工艺原理：

渣浆经搅拌冷却、沉降、蒸发、高沸物裂解等工序处理。高沸物裂解反应方程式(在催化剂和加热条件下）：

$Si_2Cl_6+HCl \rightarrow SiHCl_3+SiCl_4$

高沸物裂解包括氯硅烷回收、络合除铝（含残液处理）、络合除钛、高沸提馏、高沸裂解、产品精馏、裂解残液浓缩、裂解残液无害化处理几大单元。

2、工艺流程

(1)氯硅回收

来自界区的含有高沸的氯硅烷进入氯硅烷塔的塔釜，进行氯硅烷的回收和高沸的提浓。在氯硅烷塔的塔顶得到氯硅烷，氯硅烷蒸汽经过冷凝器进入氯硅烷中间罐，物料经氯硅烷中间泵一部分用于氯硅烷塔的回流，另一部分送往吸附柱，出吸附柱后经吸附柱过滤器过滤后送出界区。

在氯硅烷塔的塔釜得到 85%左右的高沸物，该高沸物通过高差送入高沸罐。塔的回流采用自动控制，确保塔顶馏出的氯硅烷中高沸含量低于 0.5%。

(2)络合除铝

由人工方式向除铝络合剂加料器 A 加入除铝络合剂，然后抽真空，补氮气；重复两次，使氧气含量低于 1000ppm。

来自高沸罐的物料利用氮气压入络合除铝器，进行除铝操作。当雷达液位空高达到 2500mm 时开启搅拌器，通入导热油，同时加入除铝络合剂（固体粉末）。

除铝络合剂的加料方式为：将除铝络合剂由除铝络合加料器 A 通过管道转入除铝络合加料器 B，再将络合剂从除铝络合加料器 B 转入络合除铝器，转料过程可以适当通入氮气，利于络合剂的输送。

在导热油的升温下，络合除铝器中的物料气化进入络合除铝塔，塔顶蒸汽进入络合除铝塔顶冷凝器，冷凝得到的物料进入除铝中间罐。除铝中间泵将一部分物料送入络合除铝塔顶进行回流，另外一部分物料送入混合器，与来自除钛剂加

料装置的除钛络合剂混合后返回除铝中间罐；另外一股物料送往络合除钛釜。

络合除铝过程为半连续过程，在络合除铝器富集产生含氯化铝络合物的残液，残液经过自流或氮气加压被送往络合残液下料釜，然后再经过络合残液计量罐，将残液定量压入络合残液水解釜进行无害化处理。络合残液水解釜中需要加入石灰浆作为中和剂。完成中和后的物料经络合残液水解循环泵送出界区。

(3)络合除钛（如果钛含量低于 100ppm 可以不投入使用）

来自除铝中间泵的物料进入络合除钛釜。络合除钛釜使用蒸汽加热，气化后经过络合除钛塔后经络合除钛塔顶冷凝器冷凝后进入除钛中间罐，除钛中间罐的物料经除钛中间泵一部分用于络合除钛塔的回流，另一部分被送往高沸提馏塔。

该过程为半连续过程，通过控制浓缩比（通常在 0.95），络合除钛釜中产生的含金属氯化物杂质的残液定期送往络合残液下料釜。

(4)高沸提馏

来自除钛中间罐的物料经泵送入高沸提馏塔，进行高沸的提馏。塔顶气相经提馏塔顶冷凝器冷凝得到的液体氯硅烷进入提馏塔回流罐。提馏塔回流罐中的物料经提馏塔回流泵分别送往高沸提馏塔塔顶回流，以及氯硅烷中间罐。

高沸提馏塔再沸器中经过提浓的高沸物料进入提馏塔釜液罐，再经过提馏塔釜液泵送往裂解转化反应器。

(5)高沸裂解转化

来自提馏塔釜液泵的物料被送入裂解转化反应器。来自催化剂加料装置的催化剂间隙性加入裂解转化反应器，通常每 15-30 天补加一次。在催化剂的作用下来自界区的氯化氢与高沸物在裂解转化反应器中进行裂解反应，产生的气相物料进入裂解转化反应塔，在裂解转化反应塔中进一步反应。裂解转化反应塔顶气相物料进入串联的裂解塔顶冷凝器（I）以及裂解塔顶冷凝器（II），经冷凝后的液相进入裂解塔回流罐，未冷凝的气相去尾气总管。

裂解塔回流罐中的物料经过裂解塔回流泵分别送往裂解转化反应塔塔顶进行回流，以及送往裂解液精馏塔。

裂解过程随着时间的进行，会导致催化剂的失活以及氯硅烷氧烷的富集，此时必须将失效催化剂以及富集后的氯硅氧烷定期排出裂解转化反应器，送入裂解残液中间罐进行缓存。

(6)裂解液精馏

来自裂解塔回流泵的物料被送入裂解液精馏塔进行分离。在塔顶得到三氯氢硅、四氯化硅以及少量的二氯二氢硅的混合物，塔顶气相物料经裂解液精馏塔顶冷凝器冷凝后进入裂解液精馏回流罐，在经裂解液精馏塔回流泵分别送往裂解液精馏塔塔顶回流以及氯硅烷中间罐。

在裂解液精馏塔再沸器得到含氯硅氧烷高沸物料的釜液，这部分釜液被送往聚硅氧烷缓存罐（作为冲洗液使用）。

(7)失效催化剂分离

来自裂解转化反应器的失效催化剂以及氯硅氧烷定期送入裂解残液中间罐进行缓存。然后定期转入聚硅氧烷蒸馏釜进行蒸馏。塔顶气相物料经过聚硅氧烷塔的分离，在塔顶得到聚硅氧烷，经聚硅氧烷塔顶冷凝器的冷凝后进入聚硅氧烷缓存罐。

蒸馏后在聚硅氧烷蒸馏釜得到浓缩的失效催化剂，间隙性排入裂解残液下料釜，然后，再经裂解残液过滤器过滤后进入裂解残液中和釜。

(8)裂解残液处理

来自裂解残液过滤器的物料通过氮气加压送入裂解残液中和釜与来自碱液罐的碱液进行中和反应。反应完成后反应液经裂解残液中和釜泵转入失效催化剂萃取釜，达到设定液位后停止进进料。经自然分层后，失效催化剂冷却后装桶，由催化剂供货厂家回收利用。

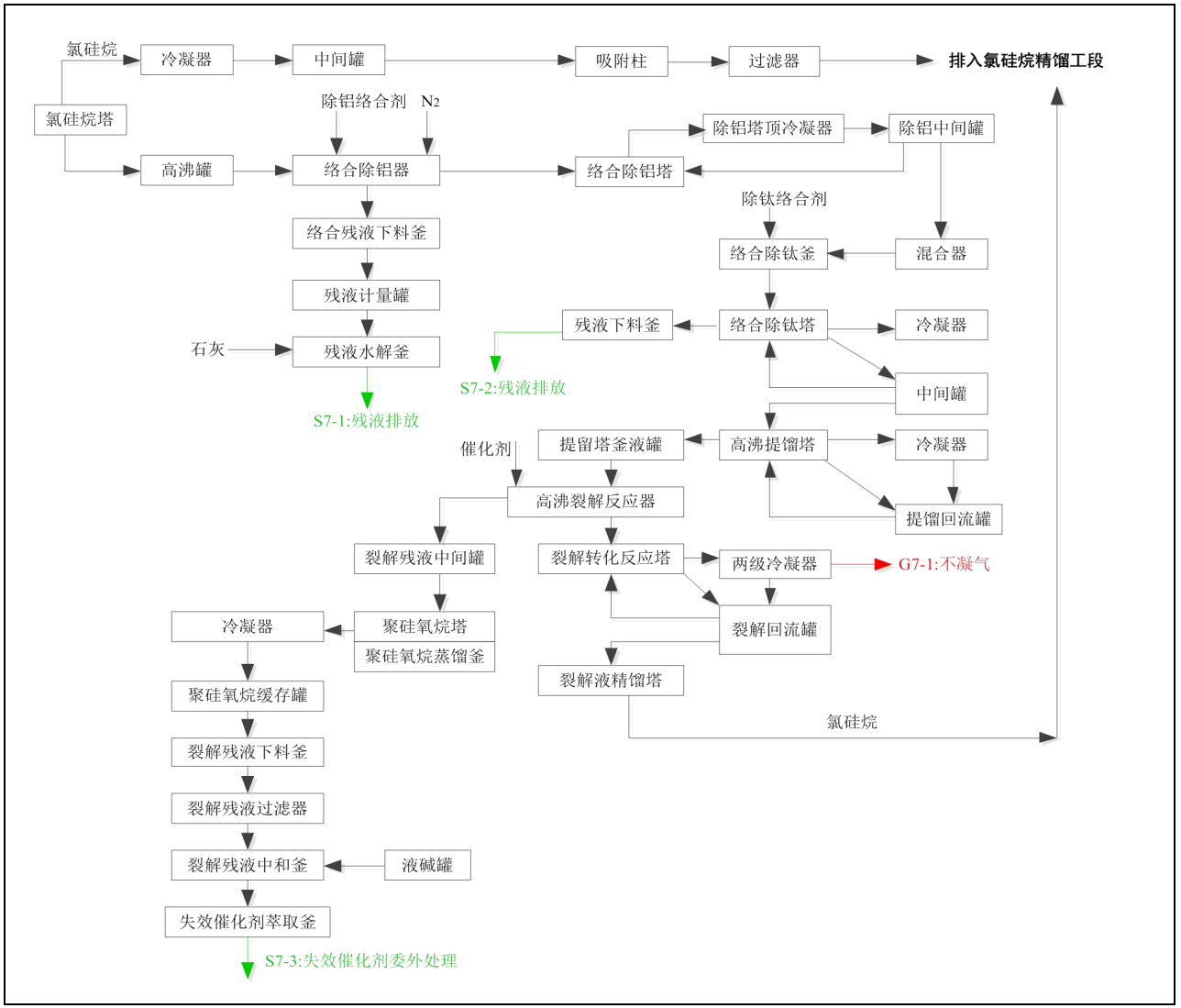


图 4.2-18　渣浆回收工艺流程及产排污节点图

渣浆回收工艺过程产生的污染物主要为：

废气：

①两级冷凝器不凝气（G7-1）；

废水：

①冷却器循环冷却水排水（W7-1）。

固体废物：

①络合除铝残液排放（S7-1）；

②络合除钛残液排放（S7-2）；

③失效催化剂（S7-3）。

噪声：

渣浆回收工艺车间设备噪声。

由以上工艺流程分析可见，本项目的主要污染源及污染物见表 4.2-50。

表 4.2-50　渣浆回收工艺污染源产生情况一览表

污染物种类	编号	污染源名称	主要成分	产生量（t/a）	处理方式
废气	G7-1	两级冷凝器不凝气	TCS	3.35	排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，不凝气进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**。
			DCS	0.86	
			STC	1.32	
			HCl	0.85	
废水	W7-1	冷却器循环冷却水排水	COD、含盐量、SS	26053.92	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水
固废	S7-1	络合除铝残液排放	氯硅烷、铝	12710.78	排入废水处理站，经废水处理站处理后，中水回用于生产，不外排。
	S7-2	络合除钛残液排放	氯硅烷、钛		
	S7-3	失效催化剂	氯化物	2	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理
噪声	生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对				

	厂界噪声的影响。

3、物料平衡及元素平衡

(1)总物料平衡

渣浆回收车间总物料平衡表见表 4.2-51。

表 4.2-51　渣浆回收车间总物料平衡表

渣浆处理系统							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
还原尾气回收	三氯氢硅	21774.77	174024	氯硅烷提纯	三氯氢硅	15230.36	121721
	二氯二氢硅	1150.90	9198		二氯二氢硅	14917.17	119218
	四氯化硅	6766.39	54077		四氯化硅	13649.27	109085
	硅粉	0.38	3	废水处理系统	三氯氢硅	236.77	1892.25
氯硅烷提纯	三氯氢硅	115.90	926.25		二氯二氢硅	511.14	4085
	二氯二氢硅	3378.38	27000.00		四氯化硅	553.26	4421.63
	四氯化硅	197.07	1575.00		其他氯硅烷	419.61	3353.5
	杂质	16.33	130.50		铝	0.19	1.5
反歧化	三氯氢硅	2119.99	16943		钛	0.06	0.5
	二氯二氢硅	40.79	326	废气处理装置（氯硅烷处理装置）	废气（氯硅烷、HCl）	0.80	6.38
	四氯化硅	3250.75	25980	危险废物暂存间	失效催化剂	0.25	2.0
四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	615.08	4915.68	四氯化硅冷氢化	H_2	55.5	443.56
	二氯二氢硅	229.35	1832.97				
	四氯化硅	5283.78	42227.93				
	HCl	89.59	716.00				
	Si	339.54	2713.6				
	H_2	63.3	505.89				
三氯氢硅合成工段渣浆	渣浆	8.20	65.5				

络合除铝剂	0.63	5				
络合除钛剂	0.38	3				
N_2	1.50	12				
石灰（碱液）	131.38	1050				
合计	45574.38	364230.32	**合计**		45574.38	364230.32

(2)硅元素平衡

渣浆回收车间硅平衡见表 4.2-52。

表 4.2-52　渣浆回收车间硅平衡表

来源	物料	进料(t/a)	含硅百分比(%)	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含硅百分比（%）	数量（t/a）
还原尾气回收	三氯氢硅	174024	17.4	30280.18	氯硅烷提纯	三氯氢硅	121721	10.7	13024.15
	二氯二氢硅	9198	24.26	2231.43		二氯二氢硅	119218	14.53	17322.38
	四氯化硅	54077	15.3	8273.78		四氯化硅	109085	10.687	11657.91
	硅粉	3	100	3.00	废水处理系统	三氯氢硅	1892.25	20.66	390.94
氯硅烷提纯	三氯氢硅	926.25	20.66	191.36		二氯二氢硅	4085	27.72	1132.36
	二氯二氢硅	27000.00	27.72	7484.40		四氯化硅	4421.63	16.47	728.24
	四氯化硅	1575.00	16.47	259.40		其他氯硅烷	3353.5	8.24	276.33
	杂质	130.50	---	0		铝	1.5	---	0.00
反歧化	三氯氢硅	16943	20.66	3500.42		钛	0.5	---	0.00
	二氯二氢硅	326	27.72	90.37	残液废气处理系统	废气（氯硅烷、HCl）	6.38	18.8	1.20
	四氯化硅	25980	16.47	4278.91	危险废物暂存间	失效催化剂	2.0	---	0
四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	4915.68	28.38	1395.07	四氯化硅冷氢化	H_2	443.56	---	0
	二氯二氢硅	1832.97	35.29	646.86					
	四氯化硅	42227.93	23.51	9927.79					

	HCl	716.00	---	0.00					
	Si	2713.6	100	2713.60					
	H_2	505.89	---	0.00					
三氯氢硅合成	渣浆	65.5	70	45.85					
络合除铝剂		5	---	0					
络合除钛剂		3	---	0					
N_2		12	---	0					
石灰（碱液）		1050	---	0					
合计		364230.32		71322.42	**合计**		364230.32		71322.42

(3)氯元素平衡

渣浆回收车间氯平衡见表 4.2-53。

表 4.2-53　渣浆回收车间氯平衡表

来源	物料	进料(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）	**去向**	出料	流量(t/a)	含氯百分比（%）	数量（t/a）
还原尾气回收	三氯氢硅	174024	72.5	126167.40	氯硅烷提纯	三氯氢硅	121721	87.7	106749.32
	二氯二氢硅	9198	63.55	5845.33		二氯二氢硅	119218	85.2	101573.74
	四氯化硅	54077	77.8	42071.91		四氯化硅	109085	91.97	100325.47
	硅粉	3	---	0	废水处理系统	三氯氢硅	1892.25	78.60	1487.31
氯硅烷提纯	三氯氢硅	926.25	78.60	728.03		二氯二氢硅	4085	70.29	2871.35
	二氯二氢硅	27000.00	70.29	18978.30		四氯化硅	4421.63	83	2802.10
	四氯化硅	1575.00	83	1307.25		其他氯硅烷	3353.5	73.46	2463.64
	杂质	130.50	---	0.00		铝	1.5	---	0
反歧化	三氯氢硅	16943	78.60	13317.20		钛	0.5	---	0
	二氯二氢硅	326	70.29	229.15	残液废气处理系统	废气（氯硅烷、HCl）	6.38	21.16	1.35
	四氯化硅	25980	83	21563.40	危险废物	失效催化	2.0	---	0

					暂存间	剂			
四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	4915.68	62.79	3086.56	四氯化硅冷氢化	H_2	443.56	---	0
	二氯二氢硅	1832.97	50.28	921.62					
	四氯化硅	42227.93	67.4	28462.21					
	HCl	716.00	97.26	696.38					
	Si	2713.6	---	0					
	H_2	505.89	---	0					
三氯氢硅合成	渣浆	65.5	28	18.34					
络合除铝剂		5	---	0					
络合除钛剂		3	---	0					
N_2		12	---	0					
石灰（碱液）		1050	---	0					
合计		364230.32		263393.08	**合计**		364230.32		263393.08

4、源强核算

（1）废气

①两级冷凝器不凝气（G7-1）

来自裂解塔回流泵的物料被送入裂解液精馏塔进行分离。在塔顶得到三氯氢硅、四氯化硅以及少量的二氯二氢硅的混合物，塔顶气相物料经裂解液精馏塔顶两级冷凝器冷凝后进入裂解液精馏回流罐

两级冷凝器冷凝过程产生不凝性气体，主要为氯化氢和氯硅烷，进入含氯硅烷废气处理装置，经处理达标后 35m 高空排放。

两级冷凝器冷凝效率约为 95%，约有 5%的气体未能冷凝，则两级冷凝器产生的不凝气的量为 6.38t/a，主要含有 HCl 0.85t/a、TCS3.35t/a 和 STC1.32t/a、DCS0.86t/a，直接进入含氯硅烷废气处理装置，经处理达标后 35m 高空排放。氯化氢的排放能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值中颗粒物排放浓度为 100mg/m^3，排放速率为 2kg/h(35m 高)的排放限值要求。

（2）废水

①冷却器循环冷却水排水（W7-1）

冷却器循环冷却水来自本项目循环水站，根据水平衡分析，循环冷却水排放量为 3.26m^3/h，即 26053.92t/a，循环冷却水排放的废水中污染物为 COD、SS、无机盐类，排放浓度分别为 50mg/L、80mg/L、1500mg/L。

循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。

（3）噪声

渣浆回收工序主要噪声源为冷凝器、除铝器、除钛釜、提馏塔、反应塔、精馏塔、蒸馏釜、下料釜等。

（3）固废

①络合除铝残液和络合除钛残液排放（S7-1 和 S7-2）

根据建设单位提供的设计资料，渣浆回收工艺产生的络合除铝残液和络合除钛残液量约为 12710.78t/a，排入废水处理站，经废水处理站处理后，中水回用于生产，不外排。

②失效催化剂（S7-3）

根据建设单位提供的设计资料，渣浆回收工艺产生失效催化剂。萃取釜产生的失效催化剂约为 2t/a，废物类别 HW49，废物代码 900-041-49。失效催化剂在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

表 4.2-54　渣浆回收工艺废气污染物排放汇总

工序	装置(排放点)	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	执行标准
						核算方法	废气量(m^3/h)	产生浓度(mg/m^3)	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量		排放浓度(mg/m^3)	排放参数	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）			
													kg/h	t/a		排气筒或者无组织					
渣浆回收工艺	冷凝器	G7-1	两级冷凝器不凝气	点源	TCS	类比分析法	1500	279.4	3.35	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，不凝气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	98%	连续	0.00838	0.067	5.6	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					DCS			71.7	0.86		98%		0.00215	0.0172	1.4		---	---			
					STC			110.1	1.32		98%		0.00330	0.0264	2.2		---	---			
					HCl			70.9	0.85		95%		0.00532	0.0425	3.5		100	2(35m 高)			

表 4.2-55　渣浆回收工艺废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
渣浆回收工艺	循环水站	W7-1	物料衡算	26053.92	COD	50	1.303	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透	90%	5	0.130	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	2.084		95%	4	0.104			
					无机盐类	150	3.908		90%	15	0.391			

表 4.2-56　渣浆回收工艺固废污染物排放汇总

编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	**最终去向**
S7-1	络合除铝残液排放	络合除铝残液水解釜	氯硅烷、铝	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	12710.78	0	12710.78	排入废水处理站，经废水处理站处理后，中水回用于生产，不外排。	排入废水处理站，经废水处理站处理后，中水回用于生产，不外排。
S7-2	络合除钛残液	络合除钛残液下料釜	氯硅烷、钛	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49					
S7-3	失效催化剂	萃取釜	长碳链胺基树脂催化剂	危险废物，废物类别 HW50	261-152-50	2	0	2	失效催化剂在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，交有资质单位处置。	暂存后，交有资质单位处置。

4.2.9 电解水制氢工艺（装置代码 8）

1、反应原理

本项目四氯化硅冷氢化工段补充加入的 H_2 由制氢车间制得，采用水电解工艺，为保证水电解制氢效率和对设备保护，采用本项目脱盐水站产出的纯水。

水电解制氢工艺原理：水电解制氢以水为原料，由水电解槽、氢（氧）气液分离器、氢（氧）气冷却器、氢气纯化和氢气干燥等设备组成。在充满氢氧化钾（配制氢氧化钾电解液时，氢氧化钾与水的质量比为 1:3）的电解槽中通入直流电，水分子在电极上发生电化学反应，分解成氢气和氧气。其化学反应式如下：

阴极：$4H_2O+4e^-=2H2\uparrow+4OH^-$

阳极：$4OH^--4e^-=2H_2O+O2\uparrow$

总反应式：$2H_2O=2H_2\uparrow+O_2\uparrow$

2、工艺流程

水电解制氢工艺 H_2 主要产生于阴极室，H_2 因其升力和电解液循环泵的作用进入氢液分离器溢出，电解液循环回用于电解槽。因水电解制氢工艺为放热反应，溢出的 H_2 需进行冷却降温，通过循环冷却水可将 H_2 温度冷却至 30℃~40℃，之后进入纯化模块，纯化模块主要为去除 H_2 溢出可能带出 O_2，通过电加热至 110℃，利用 H_2 的还原性，在催化剂的作用下将 O_2 进行还原，生成 H_2O，催化剂为金属钯铂。经纯化后的 H_2 进入干燥模块，即用水分子筛进行脱水处理之后即得到纯度较高（纯度可达 99.999%）且干燥的氢气，储存于氢气储罐用于四氯化硅冷氢化工段，分子筛 6-7A（nm），主要成分为 Al_2O_3 和硅酸盐混合物。

水电解制氢工艺 O_2 主要产生于阳极室，O_2 因其升力和电解液循环泵的作用进入氧液分离器溢出，电解液循环回用于电解槽，O_2 经冷却器降温后，进入补滴器捕获水分，最后通过制氢车间新建的 1 根 15m 排气筒（内径 0.2m）排放。

(1)氢气纯化模块

水电解制取的氢气进入氢气缓冲罐，经过阀门 BV301、流量计，送到脱氧器内（R301），脱氧器利用电加热管将催化剂加热到 110℃以便加速脱氧反应速度，在催化剂的作用下(催化剂为金属钯铂)氢气中含有的氧气杂质与氢气反应生成水。脱氧后的氢气进入冷凝器 E301，经气水分离器 R302 进入干燥系统。

(2)氢气干燥模块

干燥系统设有三台干燥器 R303A、R303B、R303C 和与三台干燥器相对应的

冷却器 E302A、E302B、E302C。现在以氢气纯化装置初始状态加以叙述。

①R303A 工作、R303B 再生、R303C 吸附再生气

自脱氧系统过来的氢气经过阀门 AV305 进入冷却器 E302A，氢气通过冷却器管程进入干燥塔 R303A，利用此塔内再生好的分子筛进行脱水吸附工作。脱水完成的大部分产品气经过阀门 AV311、氢气过滤器 F301 进入后续系统。同时，干燥塔 R303B 需要利用部分氢气进行分子筛再生，因此需要打开阀门 AV312，使一部分产品氢气进入正在利用电加热管加热的干燥塔 R303B 中来解析吸附饱和水的分子筛（再生气量通过操作阀门 SV304 进行控制），使分子筛中的水分被氢气带走。夹带着水的热氢气进入氢气冷却器 E302B 中，通过热交换时氢气的温度降低到常温，随着温度的降低氢气中的水不断析出并凝结到氢气冷却器的底部，冷凝水通过自动阀门定时进行排放。冷却过后的氢气通过阀门 AV309、AV310、氢气冷却器 E302C 进入干燥器 R303C 中，干燥器 R303C 中的分子筛将此部分氢气中携带的水分吸附，从而使再生后的氢气再次成为露点合格的产品气。这一部分产品气通过阀门 AV316、氢气过滤器 F301 进入后续系统（此过程大约持续 8 小时）。

上一过程进行完毕后，随即进入吹冷过程，吹冷过程与上一过程的氢气流程、阀门开关状态完全相同，唯一的区别在于此时的干燥塔 R303B 中的电加热管停止加热（此过程大约持续 4 小时，之后进行自冷 4 小时）。

②R303A 再生、R303B 吸附再生气、R303C 工作

自脱氧系统过来的氢气经过阀门 AV307 进入冷却器 E302C，氢气通过冷却器管程进入干燥塔 R303C，利用此塔内再生好的分子筛进行脱水吸附工作。脱水完成的大部分产品气经过阀门 AV313、氢气过滤器 F301 进入后续系统。同时，干燥塔 R303A 需要利用部分氢气进行分子筛再生，因此需要打开阀门 AV311，使一部分产品氢气进入正在利用电加热管加热的干燥塔 R303A 中来解析吸附饱和水的分子筛（再生气量通过操作阀门 SV304 进行控制），使分子筛中的水分被氢气带走。夹带着水的热氢气进入氢气冷却器 E302A 中，通过热交换时氢气的温度降低到常温，随着温度的降低氢气中的水不断析出并凝结到氢气冷却器的底部，冷凝水通过自动阀门定时进行排放。冷却过后的氢气通过阀门 AV308、AV309、氢气冷却器 E302B 进入干燥器 R303B 中，干燥器 R303B 中的分子筛将此部分氢气中携带的水分吸附，从而使再生后的氢气再次成为露点合格的产品气。这一部分产品气通过阀门 AV315、氢气过滤器 F301 进入后续系统（此过程大约持续 8 小时）。

上一过程进行完毕后，随即进入吹冷过程，吹冷过程与上一过程的氢气流程、阀门开关状态完全相同，唯一的区别在于此时的干燥塔 R303A 中的电加热管停止加热（此过程大约持续 4 小时）。

③R303A 吸附再生气、R303B 工作、R303C 再生

自脱氧系统过来的氢气经过阀门 AV306 进入冷却器 E302B，氢气通过冷却器管程进入干燥塔 R303B，利用此塔内再生好的分子筛进行脱水吸附工作。脱水完成的大部分产品气经过阀门 AV312、氢气过滤器 F301 进入后续系统。同时，干燥塔 R303C 需要利用部分氢气进行分子筛再生，因此需要打开阀门 AV313，使一部分产品氢气进入正在利用电加热管加热的干燥塔 R303C 中来解析吸附饱和水的分子筛（再生气量通过操作阀门 SV304 进行控制），使分子筛中的水分被氢气带走。夹带着水的热氢气进入氢气冷却器 E302C 中，通过热交换时氢气的温度降低到常温，随着温度的降低氢气中的水不断析出并凝结到氢气冷却器的底部，冷凝水通过自动阀门定时进行排放。冷却过后的氢气通过阀门 AV310、AV308、氢气冷却器 E302A 进入干燥器 R303A 中，干燥器 R303A 中的分子筛将此部分氢气中携带的水分吸附，从而使再生后的氢气再次成为露点合格的产品气。这一部分产品气通过阀门 AV314 氢气过滤器 F301 进入后续系统（此过程大约持续 8 小时）。

上一过程进行完毕后，随即进入吹冷过程，吹冷过程与上一过程的氢气流程、阀门开关状态完全相同，唯一的区别在于此时的干燥塔 R303C 中的电加热管停止加热（此过程大约持续 4 小时，之后进行自冷 4 小时）。

以上过程为一个运行周期，共 48 小时，氢气纯化装置运行时即按照此周期进行切换。

电解水制氢生产工艺流程及排污节点见图 4.2-2。

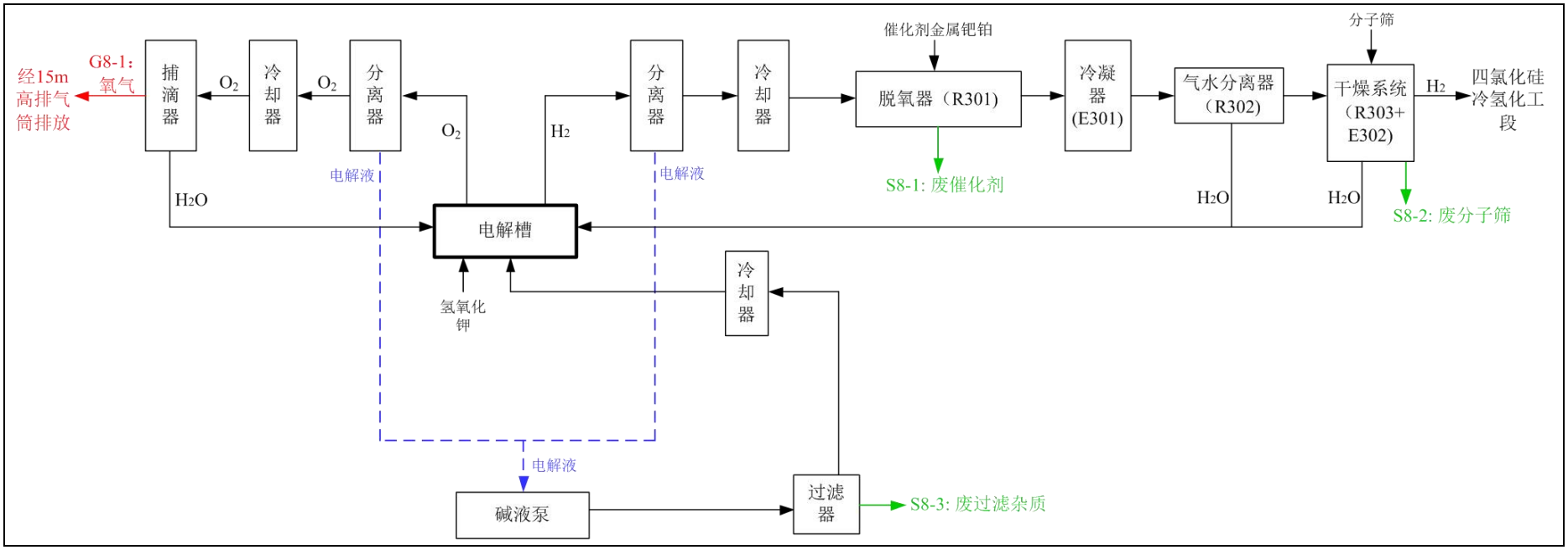


图 4.2-19　电解水制氢工艺流程及产排污节点图

电解水制氢工艺过程产生的污染物主要为：

废气：

①电解水制氢分离出来的 O_2（G8-1）；

废水：

①冷却器循环冷却水排水（W8-1）。

固体废物：

①废催化剂（S8-1）；

②废分子筛（S8-2）；

③废过滤杂质（S8-3）。

噪声：

电解水制氢工艺车间设备噪声。

由以上工艺流程分析可见，电解水制氢工艺的主要污染源及污染物见表 4.2-57。

表 4.2-57　电解水制氢工艺污染源产生情况一览表

污染物种类	编号	污染源名称	主要成分	产生量（t/a）	处理方式
废气	G8-1	电解水制氢分离出来的 O_2	O_2	6000	外排气体主要为 O_2，为非污染型气体，不会对区域大气环境产生影响。
废水	W8-1	冷却器循环冷却水排水	COD、含盐量、SS	23976	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。
固废	S8-1	废催化剂	金属钯铂	1.3	废催化剂为一般固废，供应商每 1 年更换一次，厂内不暂存，厂家回收。
	S8-2	废分子筛	Al_2O_3 和硅酸盐混合物	4	废分子筛为一般固废，供应商每 1 年更换一次，厂内不暂存，厂家回收。
	S8-3	废过滤杂质	过滤杂质	4	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理。
噪声	生产设备运转产生噪声，噪声源强 75～85 dB(A)之间，室内安装的设备经墙体等隔声后，室外安装的设备，需要给每个设备加装减震装置，加强周围绿化，可减轻对厂界噪声的影响。				

3、物料平衡及元素平衡

(1)总物料平衡

电解水制氢车间总物料平衡表见表 4.2-58。

表 4.2-58　电解水制氢车间总物料平衡表

电解水制氢车间							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
外购	氢氧化钾	211.46	1690	大气环境	氧气	750.75	6000
本项目脱盐水站	纯水	633.76	5065	四氯化硅冷氢化	氢气	93.84	750
外购	催化剂（金属钯铂）	0.16	1.3	厂家回收	废催化剂	0.16	1.3
外购	分子筛	0.38	3	厂家回收	废分子筛	0.50	4
				交由有资质单位处理	废过滤杂质	0.50	4
合计		845.76	6759.3	**合计**		845.76	6759.3

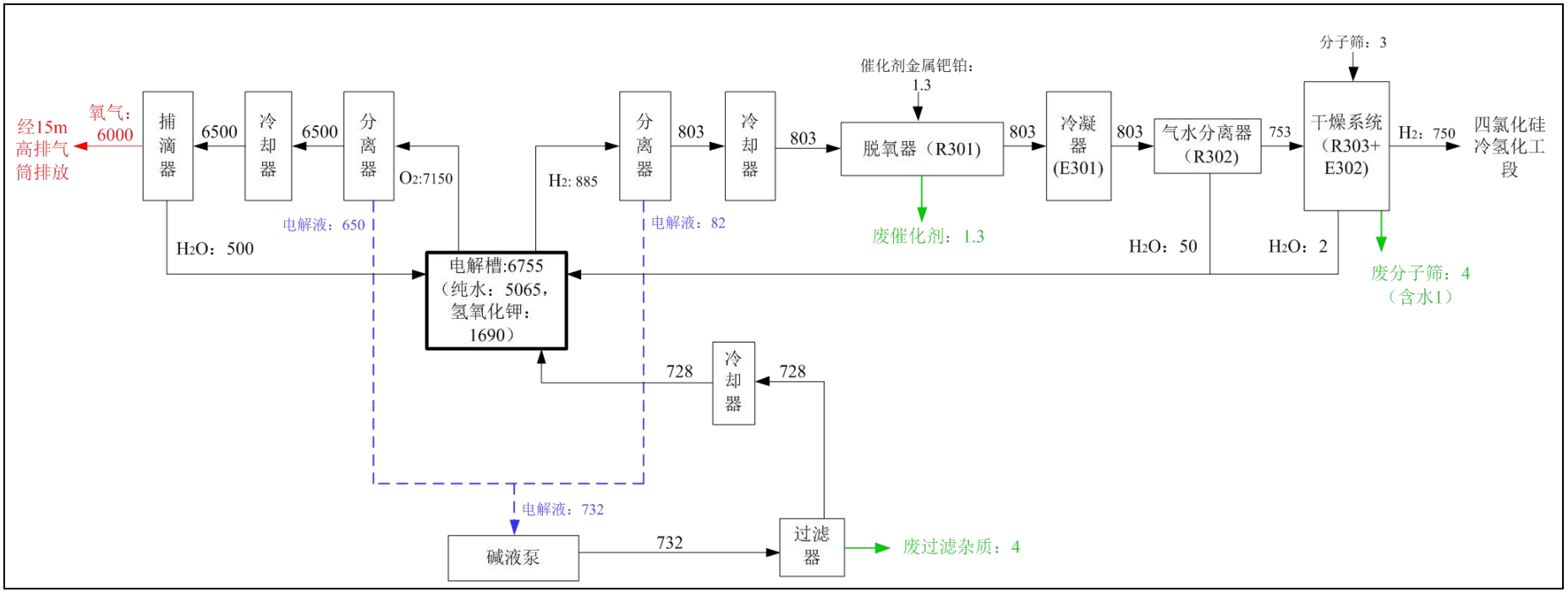


图4.2-20　电解水制氢工段物料平衡图

4、源强核算

（1）废气

①电解水制氢分离出来的 O_2（G8-1）

根据物料衡算，本项目电解水制氢使用氢氧化钾和纯水。根据电解水制氢的化学反应方程式：

阴极：$4H_2O+4e^-=2H_2\uparrow+4OH^-$

阳极：$4OH^--4e^-=2H_2O+O_2\uparrow$

总反应式：$2H_2O=2H_2\uparrow+O_2\uparrow$

根据化学反应式得出，本项目电解水制出氢气 750t/a，氧气 6000t/a，其中氢气进入四氯化硅冷氢化车间使用，氧气为非污染性气体，通过制氢车间新建的 1 根 15m 高的排气筒排放（内径 0.2m）。

（2）废水

①冷却器循环冷却水排水（W8-1）

冷却器循环冷却水来自本项目循环水站，根据水平衡分析，循环冷却水排放量为 3.0m^3/h，即 23976t/a，循环冷却水排放的废水中污染物为 COD、SS、无机盐类，排放浓度分别为 50mg/L、80mg/L、1500mg/L。

循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m^3/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透，经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。

（3）噪声

电解水制氢工序主要噪声源为分离器、冷却器、捕滴器、脱氧器、干燥器等。

（4）固废

①废催化剂（S8-1）

根据建设单位提供的设计资料，电解水制氢工艺中脱氧器产生废催化剂。脱氧器产生的废催化剂约为 1.3t/a。

本项目脱氧模块会产生的废催化剂，每 1 年更换一次，更换量为 1.3t/次，主要成分为金属钯、铂，厂区废催化剂产生总量为 1.3t/次，为一般固体废物，由厂家定期进行更换回收。

钯铂触媒催化剂主要成分为 Al_2O_3、金属钯、铂及水。废钯铂触媒催化剂不属于《国家危险废物名录》（2021 年 1 月 1 日）中所列的危险废物，因此不属于危

险废物，属于一般固体废物。根据《一般固体废物分类与代码》（GB/T39198-2020），废钯铂触媒催化剂分类代码为：一般固废（Ⅱ）398-005-99 。

②废 H_2O 分子筛（S8-2）

本项目产生废 H_2O 分子筛，孔隙率为 6-7Å（nm），每年更换一次，厂区更换量为 4t/a（含 2t/aH_2O），主要成分为 Al_2O_3 和硅酸盐混合物，厂区废 H_2O 分子筛产生总量为 4t/a，为一般固体废物，由厂家定期进行更换回收。

③废过滤杂质（S8-3）

过滤杂质的产生量约为 4t/a，为危险废物。废物类别为 HW49 废催化剂，含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质。废物代码为 900-041-49，危险特性为 T/In。

在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理。

表 4.2-59　电解水制氢工艺废气污染物排放汇总

工序	装置(排放点)	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	执行标准
						核算方法	废气量(m^3/h)	产生浓度(mg/m^3)	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量		排放浓度(mg/m^3)	排放参数	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）			
													kg/h	t/a		排气筒或者无组织					
电解水制氢工艺	脱氧器	G8-1	电解水制氢分离出来的 O_2	点源	O_2	物料衡算法	---	---	6000	通过制氢车间新建的 1 根 15m 高的排气筒排放（内径 0.2m）	---	连续	---	6000	---	由 15 米高，内径 0.2m 的 1 个排气筒排放。**(DA013)**	---	---	大气环境	达标	---

表 4.2-60　电解水制氢工艺废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
电解水制氢工艺	循环水站	W8-1	物料衡算	23976	COD	50	1.20	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 $360m^3/h$，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透	90%	5	0.12	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	1.92		95%	4	0.10			
					无机盐类	150	35.96		90%	15	3.60			

表 4.2-61　电解水制氢工艺固废污染物排放汇总

编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	**最终去向**
S8-1	废催化剂	脱氧器	金属钯铂	一般固废（Ⅱ）	---	1.3	0	1.3	厂内不暂存	废催化剂为一般固废，供应商每 1 年更换一次，厂内不暂存，厂家回收。
S8-2	废分子筛	干燥器	Al_2O_3 和硅酸盐混合物	一般固废（Ⅱ）	---	4.0	0	4.0	厂内不暂存	废分子筛为一般固废，供应商每 1 年更换一次，厂内不暂存，厂家回收。
S8-3	废过滤杂质	过滤器	过滤杂质	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	4.0	0	4.0	废催化剂在厂区危险废物暂存间（占地面积 $200m^2$，渗透系数≦$10^{-10}cm/s$）暂存后，交有资质单位处置。	暂存后，交有资质单位处置。

4.2.10 公用工程产排污（装置代码 9）

公用工程产生的废气污染物主要有：

1.燃煤蒸汽锅炉燃烧废气（G9-1）；

2.储煤库无组织废气（G9-2）；

3.燃煤灰渣库无组织废气（G9-3）；

4.逃逸氨无组织废气（G9-4）。

公用工程产生的废水污染物主要有：

1.质检室排污水（W9-1）；

2.地面冲洗废水和反应容器冲洗废水（W9-2）；

3.地表水处理系统排污水和中水回用处理系统排污水（W9-3）；

4.脱盐水站排污水（W9-4）；

5.初期雨水（W9-5）；

6.生活污水（W9-6）；

公用工程产生的固体废物主要有：

1.污水处理站中和渣（S9-1）；

2.检修间废油（S9-2）；

3.除尘器过滤袋（S9-3）；

4.工艺废气处理装置吸附塔产生废吸附剂（S9-4）；

5.纯水制备废反渗透膜（S9-5）；

6.锅炉灰渣（S9-6）

7.脱硫石膏（S9-7）。

8.结晶盐（S9-8）

9..生活垃圾（S9-9）。

1、燃煤蒸汽锅炉燃烧废气（G9-1）

本项目 2×60t/h 燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器处理后，共用 1 台脱硫塔（石灰石-石膏法）处理后通过 1 根 50m 高烟囱 DA014 排放，配备 1 套烟气在线监测系统。

2×60t/h 燃煤锅炉分别采用高效低氮燃烧技术，降低锅炉出口 NOx 初始浓度，并采用 SNCR 脱硝工艺，脱硝效率为 60%。

2×60t/h 燃煤锅炉分别采用布袋除尘器对锅炉烟气进行除尘，除尘效率为 99.8%；

根据《<火电厂大气污染物排放标准>编制说明》，2 台循环流化床锅炉烟气共用 1 台脱硫塔，脱硫工艺采用石灰石-石膏湿法脱硫工艺，脱硫效率为 95%；

2×60t/h 燃煤锅炉采用湿法脱硫+布袋除尘器进行烟气净化处理，平均脱汞脱除效率在 75%，若加上 SNCR 脱硝装置，总脱汞效率高于 75%。本项目 2×60t/h 燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器处理，同时对烟气中的汞也有较高的脱除效率，本项目锅炉烟气脱汞效率取 70%。

本项目锅炉烟气污染物排放量的计算方法采用《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ991-2018）中的相关公式进行计算，计算基础数据见表 4.2-62。

表 4.2-62 锅炉烟气污染物排放计算基数数据一览表

项目	单位	基础数据
耗煤量（B_g）	t/h	2×10.98
烟囱出口温度（T）	℃	80
收到基灰分（A_{ar}）	%	13.34
收到基碳（C_{ar}）	%	51.07
收到基氢（H_{ar}）	%	3.13
收到基氮（N_{ar}）	%	0.6
收到基氧（O_{ar}）	%	12.65
收到基汞（Hg）	%	0.4μg/g
收到基水分（M_t）	%	26.27
收到基硫（S_{ar}）	%	0.75
收到基低位发热量（$Q_{net.v.ar}$）	kJ/kg	18417.14
机械未完全燃烧热损失（q_4）	%	20
空气过剩系数（α）	-	1.75

①烟气量的计算

理论空气量（V_0）

$$V_0 = 0.0889(C_{ar} + 0.375S_{ar}) + 0.265H_{ar} - 0.0333O_{ar}$$

式中：V_0——理论空气量，m^3/kg；

C_{ar}——收到基碳的质量分数，%；

S_{ar}——收到基硫的质量分数，%；

H_{ar}——收到基氢的质量分数，%；

O_{ar}——收到基氧的质量分数，%；

经计算，本项目燃煤循环流化床锅炉燃煤需要理论空气量 V_0=3.92m^3/kg。

干烟气量

$$V_{RO_2}=V_{CO_2}+V_{SO_2}=1.866\times\frac{C_{ar}+0.375S_{ar}}{100}$$

$$V_{N_2}=0.79V_0+0.8\times\frac{N_{ar}}{100}$$

$$V_g=V_{RO_2}+V_{N_2}+(\alpha-1)V_0$$

式中：V_{RO2}-烟气中二氧化碳（V_{CO2}）和二氧化硫（V_{SO2}）容积之和，m^3/kg；

Car-收到基碳的质量分数，%；

Sar-收到基硫的质量分数，%；

V_{N2}-烟气中氮气量，m^3/kg；

Nar-收到基氮的质量分数，%；

V_0-理论空气量，m^3/kg；

Vg-干烟气排放量，m^3/kg；

α-过量空气系数，燃料燃烧时实际空气供给量与理论空气需要量之比值，燃煤锅炉、燃油锅炉及燃气锅炉的规定过量空气系数分别为1.75、1.2，对应基准氧含量分别为 9%、3.5%；

经计算，本项目燃煤循环流化床锅炉燃煤排放 V_{RO2}=0.96 m^3/kg、V_{N2}=3.92 m^3/kg，则 V_g= 8.60m^3/kg =52.43m^3/s（188774m^3/h）。

②烟尘排放量的计算

锅炉烟气中烟尘排放量按下式计算：

$$E_A=\frac{R\times\frac{A_{ar}}{100}\times\frac{d_{fh}}{100}\times\left(1-\frac{\eta_c}{100}\right)}{1-\frac{C_{fh}}{100}}$$

式中：E_A-核算时段内颗粒物（烟尘）排放量，t/a；

R-核算时段内锅炉燃料耗量，t/a；

A_{ar}-收到基灰分的质量分数，%；

d_{fh}-锅炉烟气带出的飞灰份额，%,根据《污染源源强核算技术指南锅炉》（HJ991-2018）附表 B.2，本次评价取 50%；

η_c-综合除尘效率，%,根据《污染源源强核算技术指南锅炉》（HJ991-2018）附表 B.6，本次评价取 99.8%；

C_{fh}-飞灰中的可燃物含量，%，根据《燃煤工业锅炉节能监测》（GB/T15317-2009）表 6，本次评价取 8%。

经计算，本项目循环流化床锅炉排放烟气中烟尘排放量 M_A=27.57t/a，3.45kg/h。

③二氧化硫排放量的计算

$$E_{SO_2}=2R\times\frac{S_{ar}}{100}\times\left(1-\frac{q_4}{100}\right)\times\left(1-\frac{\eta_s}{100}\right)\times K$$

式中：E_{SO_2}-核算时段内二氧化硫排放量，t/a；

R-核算时段内锅炉燃料耗量，t/a；

Sar-收到基硫的质量分数，%；

q4-锅炉机械不完全燃烧热损失，%；根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ991-2018）附表B.1，q4取20；

η_s-脱硫效率，%；根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ991-2018）附表 B.7，本次评价炉后石灰石-石膏湿法脱硫效率为 95%；

K-燃料中的硫燃烧后氧化成二氧化硫的份额，量纲一的量，根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ991-2018）附表 B.3，本次评价取 0.80。

经计算，本项目循环流化床锅炉排放烟气中二氧化硫排放量 M_{SO_2}=93.51t/a，11.70kg/h。

④氮氧化物排放量的计算

$$E_{NO_x}=\rho_{NOx}\times Q\times\left(1-\frac{\eta_{NO_x}}{100}\right)\times10^{-9}$$

式中：E_{NOx}-核算时段内氮氧化物排放量，t/a；

ρ_{NOx}-锅炉炉膛出口氮氧化物质量浓度，mg/m^3；根据《污染源源强核算技术指南锅炉》（HJ991-2018）附表 B.4，本项目为流化床炉，建设单位采用低氧燃烧技术，优化燃烧过程，调整燃烧温度和氧气浓度，减少氮氧化物的生成。锅炉炉膛出口 NOx 浓度可控制到 295mg/m^3。满足《污染源源强核算技术指南 锅炉》(HJ 991-2018)附表 B.4 中的质量浓度限值要求。本项目ρ_{NOx}的取值为 295mg/m^3。

表 4.2-63　　锅炉炉膛出口 NOx 浓度范围(附表 B.4)

炉型		质量浓度范围/(mg/m^3)	本项目取值
燃煤炉	层燃炉	100~600	
	流化床炉	100~300	295
	煤粉炉	100~600	
燃生物质炉		100~600	

燃油炉	100~800	
燃气炉	30~300	

Q-核算时段内标态干烟气排放量，m^3；

η_{NOx}-脱硝效率，%。根据《污染源源强核算技术指南锅炉》（HJ991-2018）附表 B.5，低氮燃烧技术+SNCR 脱硝工艺，脱硝效率为 60%。

经计算，本项目循环流化床锅炉排放烟气中氮氧化物排放量 $M_{NOx}=295mg/m^3\times188774m^3/h\times7992h\times0.4\times10^{-9}=178.02t/a$。

⑤汞及其化合物排放量的计算

$$E_{Hg}=R\times m_{Hgar}\times\left(1-\frac{\eta_{Hg}}{100}\right)\times10^{-6}$$

式中：E_{Hg}-核算时段内汞及其化合物排放量（以汞计），t/a；

R-核算时段内锅炉燃料耗量，t/a；

m_{Hga}-收到基汞的含量，μg/g；

η_{Hg}-汞的协同脱除效率，%，本项目采用布袋除尘器+SNCR 脱硝+炉后石灰石-石膏湿法脱硫对锅炉烟气进行净化，脱汞脱除效率为 70%。

经计算，本项目锅炉烟气中汞及其化合物排放量 $M_{Hg}=0.023t/a$，0.0029kg/h。

⑥锅炉燃烧烟气 TVOC 排放量

根据《工业源挥发性有机物通用源项产排污核算系数手册》（2021 年 6 月 9 日），根据锅炉类型、燃烧方式、燃料类型等选择系数，计算公式如下：

$$E=D=\sum\left(k_i\times Q_i\right)$$

式中：E——挥发性有机物年排放量，千克/年；

D——挥发性有机物年产生量，千克/年；

k_i——燃烧烟气源项挥发性有机物产污系数，千克/吨-燃料（或产品）或千克/万立方米-燃料；

Q_i——燃料年消耗量，吨/年或万立方米/年；或产品年产量，吨/年。

因为燃烧烟气源项不涉及末端治理措施，产生量即为排放量。

表 4.3-63　燃烧烟气锅炉挥发性有机物产污系数表

产品名称	锅炉类型	燃烧方式	燃料名称	规模等级	污染物指表	单位	产污系数
电能/电能+热能	燃煤锅炉	循环流化床锅炉	褐煤	所有规模	挥发性有机物	千克/吨-燃料	8.09×10^{-3}

本项目 2×60t/h 燃煤循环流化床锅炉，锅炉小时最大耗煤量约为 2×10.98t/h，

项目燃煤锅炉耗煤量为 175504.32t/a。本项目燃煤锅炉的 TVOC 排放量：175504.32×8.09×10^{-3}÷1000=1.42t/a。

本项目锅炉烟气中主要污染物的排放见表 4.2-64。

表 4.2-64　2×60t/h 燃煤锅炉烟气中主要污染物排放一览表

项目			符号	单位	排放数据
烟囱		烟囱方式			套筒式 钢筋混凝土
		数量	/	个	1
		几何高度	Hs	m	50
		出口内径	D	m	2.8
烟气排放状况		干烟气量	V_g	Nm^3/h	188774
		空气过剩系数	α	/	1.75
大气污染物	烟尘	排放浓度	/	mg/Nm^3	18.27
		标准限值	/	mg/Nm^3	30
		排放量	E_A	kg/h	3.45
	SO_2	排放浓度	/	mg/Nm^3	61.98
		标准限值	/	mg/Nm^3	200
		排放量	E_{SO2}	kg/h	11.70
	NO_x	排放浓度	/	mg/Nm^3	117.97
		标准限值	/	mg/Nm^3	200
		排放量	E_{NOx}	kg/h	22.27
	汞及其化合物	排放浓度	/	mg/Nm^3	0.0151
		标准限值	/	mg/Nm^3	0.05
		排放量	E_{Hg}	kg/h	0.0029
	TVOC	排放浓度	/	mg/Nm^3	0.943
		标准限值	/	mg/Nm^3	/
		排放量	E_{TVOC}	kg/h	0.178

2、储煤库无组织废气（G9-2）

本项目原料煤在储煤库进料、储存、运输等过程会产生粉尘，项目燃煤锅炉耗煤量为 175504.32t/a，粉尘产量为总量的 0.33‰，故产生量为 57.44t/a。项目储煤库为全封闭式，同时配置了喷淋洒水系统，输煤皮带机均室内布置，各条皮带机头部和导料槽处都配有喷雾装置，抑尘效率可达到 90%，仓库对粉尘受阻挡按 80%计，则储煤库粉尘排放量为 1.15t/a。

3、燃煤灰渣库无组织废气（G9-3）

燃煤灰渣在储存、装车等环节会产生粉尘，项目灰渣产生量为47885t/a，粉尘产量为总量的0.33‰，故产生量为15.67t/a。项目锅炉渣库为全封闭式，除尘灰出

灰口处有软连接且位于封闭库内，同时配置了喷淋洒水系统，抑尘效率可达到90%，仓库对粉尘受阻挡按80%计，则锅炉渣库粉尘排放量为0.31t/a。

4、逃逸氨无组织废气（G9-4）

本项目燃煤锅炉使用尿素进行SNCR脱硝，尿素在使用过程中会造成氨逃逸，根据经验值氨气逸散量为2mg/m^3，因此本项目氨气逸散量为2 mg/m^3×188774m^3/h×7992=3.02t/a。

可以通过调整尿素喷枪前的球阀控制，在平时操作中尽可能使旋转喷枪枪头朝下，增加反应时间，每只枪喷尿素分布均匀（其操作看压力降），NH_3 与 NO 充分反应，降低 NH_3 摩尔比。根据锅炉负荷和燃烧情况在满足的条件下维持烟气温度在最佳范围内，从而降低氨逃逸。

1、质检室废水（W9-1）

分析中心主要进行一下化学分析：

（1）气相色谱分析产品、中间产品等物质的含量；

（2）气相色谱分析气体等含量；

（3）电位滴定分析废水 pH 值；

（4）酸碱滴定分析废水酸碱含量。

其中前三项分析样品不添加外来试剂，分析完毕后返回生产系统，不产生废水，酸碱滴定时滴加 NaOH 溶液，且酸碱滴定产生的废水较少，约1440m^3/a(0.18m^3/h)，分析完毕后化验废水排入本项目 360m^3/h 的中水回用处理站处理，处理后回用于本项目生产，不外排。

2、地面冲洗水和反应容器冲洗废水（W9-2）

本项目需要地面冲洗的建筑物主要是生产车间，参照《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）冲洗水用量一般为 2L/m^2，本项目地面需要冲洗的建筑物面积为 17998m^2。按一周冲洗地面一次，则地面冲洗用水用量为 0.22m^3/h。部分反应容器需要定期进行冲洗，反应容器冲洗废水量约为 0.48m^3/h。

综上，冲洗用水合计为 0.7m^3/h，排放量约为 0.6m^3/h。废水排入本项目 360m^3/h 的中水回用处理站处理，处理后回用于本项目生产，不外排。

一般地面冲洗水和反应容器冲洗废水的主要污染物为COD、SS、氟化物、石油类，水质情况见表4.2-65，废水污染物产生量见表4.2-66。

表4.2-65　冲洗水水质

污染物	COD_{Cr}	SS	氟化物	石油类
浓度（mg/L）	350	200	20	10

表4.2-66　冲洗废水污染物产生量

阶段	污水量（m^3）	COD_{Cr}（t）	SS（t）	氟化物	石油类（t）
本项目	4800	1.68	0.96	0.096	0.048
合计	4800	1.68	0.96	0.096	0.048

3、地表水处理系统排污水和中水回用处理系统排污水（W9-3）

本项目地表水处理系统排污水量 18.44m^3/h，主要为高盐水，污染物为 COD、SS、含盐量，其中 COD 的排放浓度为 60mg/L、SS 的排放浓度为 350mg/L、含盐量约 2000mg/L，排入本项目生产污水处理站。

本项目中水回用处理系统排污水量 28.13m^3/h，主要为高盐水，污染物为 COD、SS、含盐类，其中 COD 的排放浓度为 60mg/L、SS 的排放浓度为 350mg/L、含量量约 2000mg/L，排入本项目生产污水处理站。

本项目设置 1 座污水处理站，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统，400m^3/h 一体化污水处理系统，40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套，处理工艺：淋洗系统+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。

4、脱盐水站排污水（W9-4）

本项目脱盐水站排污水量 2.35m^3/h，主要为高盐水，污染物为 COD、SS、含盐类，其中 COD 的排放浓度为 60mg/L、SS 的排放浓度为 350mg/L、含量量约 2000mg/L，排入本项目中水回用处理系统。

本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m^3/h。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。中水进入循环水池作为补水重复使用。

5、初期雨水（W9-5）

初期雨水可按下式计算：

$V_5=10qF$

q——降雨强度，mm；按平均日降雨量；3.44mm；

q=qa/n

qa——年平均降雨量，mm；（乌拉特前旗年平均降雨量取值 309.9mm）

n——年平均降雨日数。（乌拉特前旗年平均降雨日数取值 90 天）

F——必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积，ha；（面积为 179243m^2）。

由如上公式得：本地最大降雨量为 616.59m^3。

该部分雨水进入本项目污水处理站处理，处理后回用于本项目生产，不外排。初期雨水水质情况见表4.2-67，污染物产生量见表4.2-68。

表4.2-67　初期雨水水质

污染物	COD_{Cr}	SS	石油类
浓度（mg/L）	400	200	10

表4.2-68　初期雨水污染物产生量

污水量（m^3）	COD_{cr}（t）	SS（t）	石油类（t）
616.59	0.247	0.123	0.0062

6、生活污水（W9-6）

本项目劳动定员 700 人，评价参考《内蒙古自治区行业用水定额标准》（DB15/T385-2015）城镇居民用水定额，项目生活用水来源于乌拉特前旗工业园区，用水量为 80L/人.d，生活用水量为 2.3m^3/h(1.84×$10^4$$m^3$/a)。生活污水排放系数为 0.8，生活污水排放量为 1.84m^3/h（1.47×$10^4$$m^3$/a），生活污水排入园区污水处理厂。

生活污水经化粪池处理后，排入乌拉特前旗工业园区污水处理厂。据有关资料显示，我国北方典型城市生活污水水质见表 4.2-69，生活污水污染物产生量见表 4.2-70。

表 4.2-69　典型生活污水水质状况

污染物	COD_{cr}	BOD_5	SS	氨氮
排放浓度（mg/L）	400	240	143	33

表 4.2-70　生活废水污染物产生量

阶段	污水量（m^3）	COD_{cr}（t）	BOD_5（t）	SS（t）	氨氮（t）
本项目	14700	5.88	3.528	2.10	0.485
合计	14700	5.88	3.528	2.10	0.485

1、污水处理站中和渣（S9-1）

污水处理站处理的废水主要含有氯化物（氯化钙>98%，其余为氯化铁、氯化铝等金属氯化物）、SS（主要为二氧化硅和硅粉），因此污水处理站中和渣属于

第 II 类一般固废，含硅、二氧化硅、氢氧化铝、氢氧化铁、氢氧化钙等，产生量 4000t/a，在封闭中和渣库内堆存，送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区。

2、检修间废油（S9-2）

检修间废油产生量约 1t/a，废油废物类别 HW08，废物代码 900-249-08，设置 1 个 $2m^3$ 的有盖 PE 桶存储废油，暂存在危废暂存间，定期交有资质单位处置。

3、除尘器过滤袋（S9-3）

本项目布袋除尘器滤袋平均更换量 1.6t/a，废物类别 HW49，废物代码 900-041-49，暂存在危废暂存间，由有资质单位处置处理。

4、工艺废气处理装置吸附塔产生废吸附剂（S9-4）；

工艺废气处理装置产生的废吸附剂，3 年更换一次，产生量为 15t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 $200m^2$，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理。

5、纯水制备废反渗透膜（S9-5）

纯水制备过程中产生的废反渗透膜量约 1.2t/a，为一般固废，废反渗透膜定期更换，直接由厂家回收，不暂存，不外排。

6、锅炉灰渣（S9-6）和脱硫石膏（S9-7）

1.锅炉灰渣(S9-6)

根据《污染源源强核算技术指南锅炉》（HJ991-2018），燃煤锅炉灰渣产生量可根据灰渣平衡按下式计算。

$$E_{hz} = R \times \left(\frac{A_{ar}}{100} + \frac{q_4 \times Q_{net,ar}}{100 \times 33\,870} \right)$$

式中: E_{hz}-核算时段内灰渣产生量，t，根据飞灰份额 d_{fh} 可分别核算飞灰、炉渣产生量；

R-核算时段内锅炉燃料耗量，t；本项目 2×60t/h 燃煤循环流化床锅炉，燃煤锅炉耗煤量为 175504.32t/a。

Aar-收到基灰分的质量分数，%，流化床锅炉添加石灰石等脱硫剂时应采用式(3)折算灰分 Azs 代入式中；本项目燃煤收到基灰分的质量分数为 13.34%。

q_4-锅炉机械不完全燃烧热损失，%；流化床炉锅炉机械不完全燃烧热损

失在 5%-27%之间，本项目取平均值 16%。

Qnet,ar-收到基低位发热量，kJ/kg。本项目燃煤收到基低位发热量 18417.14kJ/kg。

综上所述，本项目的锅炉灰渣产生量为 23565t/a。

2.脱硫石膏（S9-7）

根据《污染源源强核算技术指南锅炉》（HJ991-2018），燃煤锅炉采用石灰石-石膏湿法等烟气脱硫工艺时，脱硫副产物采用下式计算。

$$E=\frac{M_F\times E_S}{64\times\left(1-\frac{C_s}{100}\right)\times\frac{C_g}{100}}$$

式中：E-核算时段内脱硫副产物产生量，t；

M_F-脱硫副产物摩尔质量；本项目脱硫石膏 $CaSO_4$ 的摩尔质量为 136。

Es-核算时段内二氧化硫脱除量，t；本项目二氧化硫脱除量为 1778.21t。

64-二氧化硫摩尔质量；

Cs-脱硫副产物含水率，%，副产物为石膏时含水率一般≤10%；本项目脱硫石膏含水率取值为 5%。

Cg--脱硫副产物纯度，%，副产物为石膏时纯度一般≥90%。本项目脱硫石膏纯度取值为 90%。

综上所述，本项目的脱硫石膏产生量为 4420t/a。

本项目营运期产生的固体废物主要为锅炉灰渣（S9-6）、脱硫石膏（S9-7），各类固废产生及处置情况见表 4.2-71 所示。

表 4.2-71　项目固体废物产生及处置情况

序号	固废名称	产生环节	产生量（t/a）	形态	主要成分	属性	环境危险特性	暂存设施/场所	处置措施及去向
S9-6	锅炉灰渣	煤炭燃烧过程	23565	固态	Al_2O_3、SiO_2、CaO、Fe_2O_3等	第 II 类一般固废	/	灰渣库	送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋
S9-7	脱硫石膏	脱硫过程	4420	固态	亚硫酸钠	第 II 类一般固废	/	石膏库	

本项目锅炉灰渣和脱硫石膏分别暂存于封闭库房内，全部送往乌拉特前旗工

业园区工业固废堆场填埋，乌拉特前旗溢凯元给排水有限公司固废堆场即乌拉特前旗工业园区工业固废堆场，建设地点位于乌拉特前旗白彦花站正南方王秃圪旦，地理坐标 E109°16'55.87"，N40°33'18.34。分为东区库区和西区库区，分期建设，为一般工业固体废物Ⅱ类贮存场。东区占地面积 66781.2m^2（100.2 亩）；西区占地面积 76497.8m^2（114.8 亩），东区库区废物年处理量 20 万 t，西区库区废物年处理量 63 万 t，填埋的固废主要来自内蒙古乌拉特前旗工业园区。东区固体废物为锅炉脱硫钢渣、炉灰渣、脱硫石膏；西区固体废物为锅炉脱硫钢渣、炉灰渣、脱硫石膏、中和渣、结晶盐、尾矿。该项目已于 2017 年 9 月 14 日取得巴彦淖尔市环境保护局批复（巴环审环审发[2017]20 号），该项目已建成运行。现有固废堆场剩余库容 30 万 t，因此项目灰渣、石膏、中和渣送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区，符合固废接纳范围，剩余库容可以接纳，所以灰渣、石膏、中和渣处置措施可行。

7、结晶盐（S9-8）

本项目污水处理站产生结晶盐，根据物料平衡，结晶盐的产生量为 2.8m^3/h，年产生量为 22377.6t/a，结晶盐的主要成分为二水氯化钙，为一般 II 类固废，送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

本项目新建占地面积 860.08m^2 全封闭结晶盐库 1 座、用于污水处理站结晶盐的厂内暂存。

2019 年 3 月 29 日，包头市智广环境技术服务有限公司对结晶盐进行了固废属性的鉴定，结晶盐的送检样品、监测平行样品、监测方法均满足《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)中的相关要求，根据固废检测结果汇总表，11 个因子(除 pH 无标准限值外)，其余均未超出《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)标准限值，结晶盐的为一般 II 类固废。

8、生活垃圾（S9-9）

本项目段劳动定员共 700 人。生活垃圾产生量按 0.5kg/人·d 计，生活垃圾产生量为 116.55t/a，集中收集后由环卫部门定期清运处置。

表 4.2-72　本项目公用工程废气污染物排放汇总

工序/生产线	排放点	编号	污染源	污染物	产生量（t/a）	治理措施	排放方式	排放情况			消减量（t/a）	排放标准		标准名称	达标情况	去向、排气筒参数、无组织排放参数
								排放量		排放浓度（mg/m^3）		浓度（mg/m^3）	速率（kg/h）			
								kg/h	t/a							
公用工程	燃煤锅炉房	G9-1	燃煤锅炉废气	颗粒物	13790	布袋除尘器，处理效率 99.8%	连续	3.45	27.57	18.27	13762.42	30	---	《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值。	达标	H=50m，D2.8m**(DA014)**
				SO_2	1871.8	1 台脱硫塔（石灰石-石膏法），处理效率 95%		11.70	93.51	61.98	1778.21	200	---			
				NOx	445.05	2 套低氮燃烧+2 套 SNCR 脱硝，处理效率 60%		22.27	178.02	117.97	267.03	200	---			
				汞及其化合物	0.0767	2 个布袋除尘器+1 套石灰石-石膏湿法脱硫协同除汞，处理效率 70%		0.0029	0.023	0.0151	0.0537	0.05	---			
				TVOC	1.42	---		0.178	1.42	0.943	---	6.0	---	有组织：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中排放限值要求。	---	---
	储煤库	G9-2	储煤库废气	颗粒物	57.44	储煤库为全封闭式，同时配置了喷淋洒水系统，输煤皮带机均室内布置，各条皮带机头部和导料槽处都配有喷雾装置，抑尘效率可达到 90%。仓库对粉尘受阻挡按 80%计	连续	0.144	1.15	---	56.29	1.0	---	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求	达标	无组织
	锅炉渣库	G9-3	锅炉渣库废气	颗粒物	15.67	项目锅炉渣库为全封闭式，除尘灰出灰口处有软连接且位于封闭库内，同时配置了喷淋洒水系统，抑尘效率可达到 90%。仓库对粉尘受阻挡按 80%计	连续	0.039	0.31	---	15.36	1.0	---	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求	达标	无组织
	脱硝装置	G9-4	SNCR 脱硝	逃逸氨	3.02	调整尿素喷枪前的球阀控制，根据锅炉负荷和燃烧情况在满足的条件下维持烟气温度在最佳范围内，从而降低氨逃逸。	连续	0.378	3.02	---	0	---	55	氨逃逸有组织执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表 2 恶臭污染物排放标准值	达标	有组织

表 4.2-73　本项目公用工程废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	污染物排放特征				排放方式	去向
			废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t）		
公用工程	分析化验中心化验废水	W9-1	1440	pH	7	---	间断	排入中水回用处理系统，本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 $360m^3/h$，产水率 90%。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。
	地面冲洗水	W9-2	4800	COD_{Cr}	350	1.68	间断	
				SS	200	0.96		
				氟化物	20	0.096		
				石油类	10	0.048		
	地表水处理系统排污水和中水回用处理系统排污水	W9-3	372560	COD_{Cr}	60	22.354	连续	本项目设置 1 座污水处理站，设计规模为 $900m^3/h$ 淋洗塔系统，$400m^3/h$ 一体化污水处理系统，$40m^3/h$ 高盐废水蒸发装置 1 套，处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。
				SS	350	130.396		
				含盐量	2000	745.12		

	脱盐水站排污水	W9-4	18800	COD_{Cr}	60	1.128	连续	排入中水回用处理系统，本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m³/h，产水率 90%。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。
				SS	350	6.58		
				含盐量	2000	37.6		
	初期雨水	W9-5	616.59	COD_{Cr}	400	0.247	间断	该部分雨水进入本项目污水处理站处理，本项目设置 1 座污水处理站，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统，400m³/h 一体化污水处理系统，40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套，处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。
				SS	200	0.123		
				石油类	10	0.0062		
	生活污水	W9-6	14700	COD_{Cr}	400	5.88	连续	生活污水经化粪池处理后，排入乌拉特前旗工业园区污水处理厂。
				BOD_5	240	3.528		
				SS	143	2.10		
				NH_3-N	33	0.485		

表 4.2-74 本项目公用工程固体废物污染物排放汇总

编号	名称	来源	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	分类	危废编号	暂存方式	治理措施
S9-1	污水处理站中和渣	污水处理站	4000	0	4000	第Ⅱ类一般固废	---	暂存在一般固废暂存间（占地面积 1000m²，渗透系数≦10^{-7}cm/s）	送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
S9-2	废油	检修间	1	0	1	危险废物	废物类别 HW08，废物代码 900-249-08	在检修间设置 1 个 2m³ 的有盖 PE 桶存储废油，暂存在危险废物暂存间（占地面积 200m²，渗透系数≦10^{-10}cm/s）	由有资质单位处置处理
S9-3	除尘器过滤袋	除尘器	1.6	0	1.6	危险废物	废物类别 HW49，废物代码 900-041-49	不暂存	更换布袋前提前通知有资质处置单位，更换后直接运走
S9-4	废吸附剂	工艺废气处理装置	15t/3a	0	15t/3a	危险废物	废物类别 HW13 有机树脂类废物，废物代码 900-015-13	暂存在危险废物暂存间（占地面积 200m²，渗透系数≦10^{-10}cm/s）	由有资质单位处置处理
S9-5	纯水制备废反渗透膜	纯水制备站	1.2	0	1.2	一般固废	---	不暂存	废反渗透膜定期更换，直接由厂家回收，不暂存，不外排
S9-6	锅炉灰渣	锅炉房	23565	0	23565	一般固废	---	依托二期工程。二期工程设有 1219.4m² 全封闭渣库 1 座，用于炉渣的厂内暂存；设有 38.73m² 全封闭灰库 1 座，用于除尘灰的厂内暂存。	送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
S9-7	脱硫石膏	锅炉房	4420	0	4420	一般固废	---	依托二期工程。二期工程设有占地面积 55m² 的全封闭石膏库 1 座。用于脱硫石膏厂内暂存。	送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
S9-8	结晶盐	污水处理站	22377.6	0	22377.6	一般固废	---	本项目新建占地面积 860.08m² 全封闭结晶盐库 1 座、用于污水处理站结晶盐的厂内暂存。	送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
S9-9	生活垃圾	日常生活	116.55	0	116.55	一般固废	---	在厂区内设置 20 个垃圾桶垃圾桶	集中收集后由环卫部门定期清运处置

4.2.11 储运工程产污（装置代码 10）

①柴油储罐大小呼吸废气；

②盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气；

③交通运输移动源废气。

1.柴油储罐大小呼吸废气（G10-1）

污染物排放主要为储罐的动态损失及静态损失，大呼吸是由于于人为的装料与卸料而产生的损失。因装料的结果，罐内压力超过释放压力时，蒸气从罐内压出；而卸料损失发生于液面排出，空气被抽入罐体内，因空气变成有机蒸气饱和的气体而膨胀，因而超过蒸气空间容纳的能力。小呼吸是由于温度和大气压力的变化引起蒸气的膨胀和收缩而产生的蒸气排出，它出现在罐内液面无任何变化的情况，是非人为干扰的自然排放方式。一般而言由于外界大气压变化导致的呼吸排放量很小，可忽略其影响，通常仅考虑温差变化导致的呼吸排放。

表 4.2-75　本项目储罐基础参数及排放量表

序号	罐区	物质名称	储罐类型	储罐容积（m^3）	储罐数量	是否属于《工业源挥发性有机物通用源项核算系数手册》中的挥发性有机物
1	储罐区	三氯氢硅原料球罐	球罐	3000m^3	1	否
2		冷氢化精制TCS料球罐	球罐	3000m^3	1	否
3		事故罐	球罐	3000m^3	1	否
4		四氯化硅球罐	球罐	3000m^3	3	否
5		三氯氢硅球罐	球罐	1000m^3	3	否
6		氯硅烷（三氯氢硅和四氯化硅）球罐	球罐	1000m^3	1	否
7		轻沸物（98%三氯氢硅和2%二氯二氢硅）	球罐	500m^3	1	否
8		重沸物（80%四氯化硅和20%三氯氢硅）	球罐	500m^3	1	否
9		残液（60%四氯化硅和40%三氯氢硅）	球罐	500m^3	1	否
10		三氯氢硅罐卸车罐	内浮顶罐	35m^3	2	否
11		四氯氢硅罐卸车罐	内浮顶罐	35m^3	2	否
12		氢气缓冲储罐	内浮顶罐	100m^3	2	否
13		氢气缓冲储罐	内浮顶罐	40m^3	1	否
14		盐酸缓冲储罐	内浮顶罐	100m^3	2	否
15		柴油油罐	固定顶罐	250m^3	2	是
16		盐酸储罐	内浮顶罐	300m^3	2	否
17		次氯酸钠储罐	内浮顶罐	50m^3	2	否
18	化学	HNO_3	---	5m^3	1	否
19		HF	---	5m^3	1	否

20		NaOH	内浮顶罐	50m³	1	否

⑴挥发性有机液体储存TVOC排放量

油区卸油时间一般集中在夜间，避开白天加油高峰期，大气污染源为油气挥发无组织排放源，项目储运的油品中，柴油中的易挥发份含量很少，油品饱和蒸汽压较低，储运过程产生的油气挥发很少，项目油气挥发主要来自汽油。主要为油罐车卸油、储油罐进发油、加油作业等过程造成燃料油以气态形式逸出进入大气环境，从而引起对大气环境的污染。

①卸油时产生的废气（大呼吸损失）

储油罐大呼吸损失是指油罐进油时所呼出的油蒸气而造成的油品蒸发损失。油罐进油时，由于油面逐渐升高，气体空间逐渐减小，罐内压力增大，当压力超过呼吸阀控制压力时，一定浓度的油蒸气开始从呼吸阀呼出，直到油罐停止收油。

②储罐呼吸废气（小呼吸损失）

油罐在没有收发油作业的情况下，随着外界气温、压力在一天内的升降周期变化，罐内气体空间温度、油品蒸发速度、油气浓度和蒸汽压力也随之变化。这种排出油蒸气和吸入空气的过程造成的油气损失，叫小呼吸损失。

根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(生态环境部公告 2021 年第 24 号）中附表 3 工业源挥发性有机物通用源项核算系数手册，根据物料、罐型、储罐容积、储存温度选择该源项系数，挥发性有机液体储存挥发性有机物产生量计算公式如下：

$$D=\sum\left(k_1\times Q_i+n\times k_2\right)$$

式中：D——挥发性有机物年产生量，千克/年；

k1——工作损失排放系数，千克/吨周转量；

k2——-静置损失排放系数，千克/年；

n——相同物料、储罐类型、储罐容积、储存温度下的储罐个数；

Qi——物料的年周转量，吨/年；

表 4.2-76　油品挥发性有机物产污系数表

物料名称	储罐类型	储罐容积 V(立方米）	储存温度 T（摄氏度）	污染物指标	工作损失排放系数（千克/吨-周转量）	静置损失排放系数
柴油	固定顶罐	200<V≦300	12.5<T≦17.5	TVOC	7.627×10^{-2}	43.211

本项目设置2个容积为250m³的柴油油罐，柴油的密度约为840kg/m³，储存系

数为0.935，则柴油的最大储存量为500×840÷10^3×0.935=392.73t，则柴油储罐油品挥发的TVOC排放量：（392.73×7.627×10^{-2}＋43.211×2）÷1000=0.116t/a。

2.盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气（G10-2）

本项目设有 2 台 300m^3 的盐酸储罐和 2 个 50m^3 的次氯酸钠储罐，在储存过程中由于大小呼吸的作用，盐酸储罐和次氯酸钠储罐会挥发出少量氯化氢气体，针对这 4 座储罐挥发出的氯化氢气体，本项目建设一座尾气吸收塔（碱洗）。

根据建设单位提供的设计资料，盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸排放的氯化氢约为 1.5t/a，尾气吸收塔（碱洗）的处理效率为 80%，则废气的排放量为 0.3t/a（0.038kg/h）。风机的风量为 2500m^3/h，则氯化氢气体的排放浓度为 15.2mg/m^3。废气经处理后通过 15 米高，内径为 0.2m 的排气筒（DA015）排放。

3.交通运输移动源废气

本次扩建项目原辅材料及产品主要采用汽运方式进行运输，根据本次扩建项目原辅材料及产品使用情况，本项目年总运输量约为 219860.5 吨，其中运进约为 131072.92 吨/年，运出约为 88787.58 吨/年。

本项目购置六辆 50T 货车，其余货物运输工具依靠社会车辆解决。按照重型柴油货车运输容量，约新增年运输流量 500 次，在项目评价范围区域内的增加的总运输距离约 10000km，本次技改项目交通运输移动源废气见表 4.2-77。

表 4.2-77　　项目交通运输移动源废气产生情况

项目	污染物排放速率（g/km）	污染物排放量（kg）
NO_X	5.554	55.54
CO	2.2	22
HC	0.129	1.29
颗粒物	0.6	6

表 4.2-78　本项目储运工程废气污染物汇总

工序	排放点	编号	污染源	污染物	产生量（t/a）	治理措施	排放方式	排放情况			处理效率（%）	排放标准		标准名称	达标情况	去向、排气筒参数、无组织排放参数
								排放量		排放浓度 (mg/m^3)		浓度 mg/m^3	速率 kg/h			
								kg/h	t/a							
储运工程	柴油储罐	G10-1	储罐大小呼吸	TVOC	0.116	罐体涂装成浅色	无组织	0.0145	0.116	---	---	---	0.0022	《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A 中表 A.1 厂区内 TVOC 无组织排放限值	达标	16m×7m×5m
	盐酸储罐和次氯酸钠储罐	G10-2	储罐大小呼吸	HCl	1.5	1 座尾气吸收塔（碱洗，处理效率 80%）	有组织	0.038	0.3	15.2	80%	100	0.26 (15m 高)	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。	达标	15 米高、内径 0.2m 排气筒 **(DA015)**排放

4.2.12 噪声产生及治理

本项目主要噪声源为各类压缩机以及各类泵体产生的噪声，工程设计对压缩机、泵类等振动较大的设备安装基础减振，并进行合理布置；室外声源采用混凝土支座，与地面间安装阻尼弹簧减振器，管路中安装橡胶软接头。项目主要噪声源及其声学参数见表 4.2-79。

表 4.2-79　项目主要噪声源及其声学参数　　单位：dB(A)

噪声源	数量（台）	源强 dB(A)	措施	削减后源强 dB(A)	排放规律
干燥机	2	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
合成炉	4	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
输送泵	4	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
压缩机组	1	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
还原炉	22	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
蒸汽凝液泵	2	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
钟罩水泵	3	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
底盘水泵	1	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
电极水泵	1	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
炭塔热水输送泵	6	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
炭塔冷水输送泵	6	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
还原尾气冷凝液输送泵	3	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
循环氢气压缩机组	4	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
吸收贫液输送泵	3	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
解析塔塔釜采出泵	3	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
解析塔顶回流泵	2	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
汽提塔回流泵	2	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
粗馏 1 级塔空冷器（风机）	48	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
精馏 1 级塔空冷器（风机）	36	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
还原 2 级塔空冷器（风机）	15	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
高低沸回收 1 级塔空冷器（风机）	4	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
高低沸回收 2 级塔空冷器（风机）	6	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
氢化反歧化分离塔空冷器（风机）	9	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续

粗馏 1 级塔空冷器(水泵）	24	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
精馏 1 级塔空冷器(水泵）	10	75-80	车间隔音、减振	55-60	连续
还原 2 级塔空冷器(水泵）	2	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
高低沸回收 1 级塔空冷器(水泵）	4	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
高低沸回收 2 级塔空冷器(水泵）	6	80-85	车间隔音、减振	60-65	连续
变压吸附压缩机组	1	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
补充氢压缩机组	2	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
循环氢压缩机	4	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
初分 A 塔空冷器	6	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
反应气电加热器	4	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
四氯化硅输送泵	4	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
洗涤塔循环泵	4	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
粗分塔 A 塔回流泵	2	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
粗分塔 A 塔塔釜泵	1	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
卧式切割机	2	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
立式切割机	1	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
磨锥机	1	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
淋洗塔循环泵	4	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
含氮尾气压缩机	1	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
清液蒸馏凝液泵	1	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
引风机	2	75-85	车间隔音、减振	55-60	连续
1#开塔循环水水泵	2	80-85	减振	60-65	连续
2#开塔循环水水泵	3	80-85	减振	60-65	连续
1#开式凉水塔风机	2	80-85	减振	60-65	连续
2#开式凉水塔风机	1	80-85	减振	60-65	连续

为减小各车间噪声对外界的影响，在满足工艺条件的前提下，尽量选用低噪声设备，通过车间墙壁隔声、设隔声门窗，设备基础减振等措施达到降噪目的。通过采取上述措施后，厂界噪声值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类区标准的要求。

4.3 全厂污染源排放汇总

4.3.1 本项目全厂污染源排放

本项目全场污染源排放见表 4.3-1。

表 4.3-1　本项目全厂废气污染物排放汇总

工序	装置	编号	污染源名称	污染源类型	污染物	污染物产生情况				治理措施		排放方式	污染物排放情况				排放标准		最终去向	达标情况	执行标准
						核算方法	废气量（m^3/h）	产生浓度（mg/m^3）	产生量（t/a）	治理工艺	效率		排放量 kg/h	排放量 t/a	排放浓度（mg/m^3）	排放参数 排气筒或者无组织	浓度（mg/m^3）	速率（kg/h）			
三氯氢硅合成生产线	硅块破碎	G1-1	硅块破碎废气	点源	颗粒物	系数法	6000	145	6.5	集气系统+1 套布袋除尘器	布袋除尘器除尘效率 98.9%	连续	0.01	0.072	1.6	15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA001)**排放	120	3.5(15m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
	硅粉加料过程	G1-2	硅粉加料系统含尘废气	点源	颗粒物	系数法	2500	480	9	1 套集气罩+ 1 套硅粉过滤器	集气罩效率 95%、硅粉过滤器除尘效率 98.9%	连续	0.013	0.094	5.61	15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA002)**排放	120	3.5(15m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
	冷凝器	G1-3	冷凝器不凝气	---	H_2	物料平衡法	5000	---	928.51	不凝气直接进入冷氢化工段，不外排。	---	连续	---	---	---	不凝气直接进入冷氢化工段，不外排。	---	---	直接进入冷氢化工段，不外排。	---	---
					TCS			---	841.46		---		---	---	---		---	---			
					STC			---	210.37		---		---	---	---		---	---			
	硅粉库	g1-1	无组织排放废气 硅粉库装卸无组织排放粉尘	面源	颗粒物	公式法	---	---	2.93	硅粉库为封闭厂房	有效减少 90%	连续	0.04	0.3	---	4 座硅粉库，每座占地面积 1390.79m^2，平面尺寸长×宽(m×m)=27.8×50，高 6m	1.0	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放无组织限值要求。
	硅粉加料过程	g1-2	无组织排放废气 未收集硅粉加料粉尘	面源	颗粒物	系数法	---	---	0.45	生产车间为封闭厂房	有效减少 90%	连续	0.006	0.045	---	平面尺寸宽×长(m×m)=35×47.73，高 5m	1.0	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放无组织限值要求。
三氯氢硅还原工序	还原炉	G2-1	还原炉吹扫废气	点源	TCS	类比分析法	1500	725.7	8.70	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，吹扫废气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	98%	连续	0.0218	0.174	14.5	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					DCS			31.7	0.38		98%		0.0010	0.008	0.7		---	---			
					STC			137.6	1.65		98%		0.0041	0.033	2.8		---	---			
					HCl			75.1	0.90		95%		0.0056	0.045	3.8		100	2(35m 高)			
					H_2			62.6	0.75		95%		0.0048	0.038	3.2		---	---			
					Si			51.7	0.62		90%		0.0078	0.062	5.2		120	31(35m 高)			

	还原系统出现超压等	G2-2	还原系统出现超压等事故状态下的废气	点源	氯硅烷	系数法	1500	---	2.73t/次	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗）	98%	间歇	---	0.055t/次	---	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	---
还原尾气回收	还原尾气回收系统	G3-1	系统出现超压等事故状态时废气	点源	氯硅烷	系数法	1500	---	1.37t/次	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗）	98%	间歇	---	0.027t/次	---	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	---
精馏工艺	氢化料和还原尾气回收料精馏工艺	G4-1	不凝气	点源	TCS	物料平衡法	1500	30.0	0.36	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，不凝气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	98%	连续	0.00090	0.0072	0.6	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					DCS			45.0	0.54		98%		0.00135	0.0108	0.9		---	---			
					STC			33.4	0.4		98%		0.00100	0.008	0.7		---	---			
					HCl			123.5	1.48		95%		0.00926	0.074	6.2		100	2(35m 高)			
	高低沸回收工艺	G4-2	不凝气	点源	TCS	物料平衡法	1500	20.0	0.24	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，不凝气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	98%	连续	0.00060	0.0048	0.4	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					DCS			30.0	0.36		98%		0.00090	0.0072	0.6		---	---			
					STC			23.4	0.28		98%		0.00070	0.0056	0.5		---	---			
					HCl			83.4	1.0		95%		0.00626	0.05	4.2		100	2(35m 高)			
四氯化硅冷氢化生产线	硅粉加料	G5-1	硅粉接收罐废气	点源	颗粒物	系数法	2500	240	4.5	集气系统+2 套容积为 3.46m³ 的陶瓷过滤器。	集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%	连续	0.007	0.047	2.8	40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA009)**排放	120	39(40m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
		G5-2	硅粉计量罐废气	点源	颗粒物	系数法	2500	240	4.5	集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m³ 的陶瓷过滤器。	集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%	连续	0.007	0.047	2.8	40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA010)**排放	120	39(40m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
	系统超压等事故状态时废气	G5-3	四氯化硅冷氢化装置	点源	氯硅烷	系数法	1500	---	1.1t/次	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗）	98%	间歇	---	0.022t/次	---	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	---

	硅粉加料	g5-1	无组织排放废气	未收集硅粉加料粉尘	面源	颗粒物	系数法	---	---	0.45	生产车间为封闭厂房	有效减少 90%	连续	0.006	0.045	---	平面尺寸宽×长(m×m)=40×56.49	1.0	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放无组织限值要求。
整理车间	粘棒	G6-1	粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃	点源	TVOC	类比分析法	1500	83.2	0.3	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，废气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	70%	连续	0.0375	0.09	25	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	120	76.5 (35m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
	酸洗	G6-2 和 G6-3	方硅芯酸洗废气和硅料酸洗废气	点源	NO_X	类比分析法	10000	236.25	5.67	经酸洗槽上方的集气罩收集后，排入本项目硅料系统酸性废气处理装置，经二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和 10%氢氧化钠溶液洗涤	70%	连续	0.708	1.7	70.8	35m 高、内径 0.8m 排气筒**(DA011)**排放	240	5.95 (35m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					HF			20.83	0.5		70%		0.063	0.15	6.3		9.0	0.795 (35m 高)			
	破碎机	G6-4	硅料破碎粉尘	点源	含硅粉尘	类比分析法	8000	7916.67	152	粉尘经集气罩+布袋除尘器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）	废气捕集率 95%，去除率 98.9%	连续	0.45	1.08	56.3	经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA012)**排放。	120	3.5(15m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
渣浆回收工艺	冷凝器	G7-1	两级冷凝器不凝气	点源	TCS	类比分析法	1500	279.4	3.35	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，不凝气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）	98%	连续	0.00838	0.067	5.6	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号为：**(DA003)-(DA008)**	---	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
					DCS			71.7	0.86		98%		0.00215	0.0172	1.4		---	---			
					STC			110.1	1.32		98%		0.00330	0.0264	2.2		---	---			
					HCl			70.9	0.85		95%		0.00532	0.0425	3.5		100	2(35m 高)			
电解水制氢工艺	脱氧器	G8-1	电解水制氢分离出来的 O_2	点源	O_2	物料衡算法	---	---	6000	通过制氢车间新建的 1 根 15m 高的排气筒排放（内径 0.2m）	---	连续	---	6000	---	由 15 米高，内径 0.2m 的 1 个排气筒排放。**(DA013)**	---	---	大气环境	达标	---
公用工程	燃煤锅炉房	G9-1	燃煤锅炉废气	点源	颗粒物	公式法	188774	9140.420	13790	布袋除尘器，处理效率 99.8%	99.8%	连续	3.45	27.57	18.27	H=50m，D2.8m**(DA014)**	30	---	大气环境	达标	《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特
					SO_2			1240.684	1871.8	1 台脱硫塔（石灰石-石膏法），处理效率 95%	95%		11.70	93.51	61.98		200	---			

					NOx			294.99	445.05	2 套低氮燃烧+2 套 SNCR 脱硝，处理效率 60%	60%		22.27	178.02	117.97		200	---			别排放限值。
					汞及其化合物			0.051	0.0767	2 个布袋除尘器+1 套石灰石-石膏湿法脱硫协同除汞，处理效率 70%	70%		0.0029	0.023	0.0151		0.05	---			
					TVOC			0.943	1.42	---	0		0.178	1.42	0.943		6.0	---			有组织：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中排放限值要求。
	储煤库	G9-2	储煤库废气	面源	颗粒物	类比法	---	---	57.44	全封闭式，配有喷雾，抑尘效率 90%。仓库对粉尘受阻挡按 80%	90%	连续	0.144	1.15	---	无组织	1.0	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求
	锅炉渣库	G9-3	锅炉渣库废气	面源	颗粒物	类比法	---	---	15.67	全封闭式，配置了喷淋洒水系统，抑尘效率 90%。仓库对粉尘受阻挡按 80%计	90%	连续	0.039	0.31	---	无组织	1.0	---	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求
	脱硝装置	G9-4	SNCR 脱硝	点源	氨	类比法	---	---	3.02	调整尿素喷枪前的球阀控制，根据锅炉负荷和燃烧情况维持烟气温度在最佳范围内	---	连续	0.378	3.02	---	有组织	---	55 (50m 高)	大气环境	达标	氨逃逸有组织执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表 2 恶臭污染物排放标准值
储运工程	柴油储罐	G 10-1	储罐大小呼吸	面源	TVOC	系数法	---	---	0.116	---	---	连续	0.0145	0.116	---	无组织	10	0.0022	大气环境	达标	《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A 中表 A.1 厂区内 TVOC 无组织排放限值
	盐酸储罐和次氯酸钠储罐	G 10-2	储罐大小呼吸	点源	HCl	类比法	8000	23.5	1.5	1 座尾气吸收塔（碱洗，处理效率 80%）	80%	连续	0.038	0.3	4.7	由 15 米高，内径 0.2m 的 1 个排气筒排放。**(DA015)**	100	0.26 (15m 高)	大气环境	达标	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

表 4.3-2 全厂废水污染物排放汇总

工程	排放源	编号	核算方法	污染物产生				治理措施		污染物排放		排放方式	最终去向	达标情况
				废水量（m^3/a）	污染物	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	治理效率	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）			
三氯氢硅合成生产线	酸雾闪蒸废水	W1-1	物料衡算	255.684	氯化物	30	0.008	排入本项目生产污水处理站，污水处理站设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统，400m^3/h 一体化污水处理系统，40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套，处理工艺：淋洗系统+旁滤系统+压	90%	3	0.0008	连续	经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					COD	350	0.089		95%	17.5	0.0045			
					SS	120	0.031		95%	6	0.0015			

	循环冷却排水	W1-2	类比分析	39960	COD	50	2.00	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透	90%	5	0.20	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	
					SS	80	3.20		95%	4	0.16			
					溶解性总固废	1500	59.9		90%	150	6.0			
三氯氢硅还原工艺	循环水站	W2-1	类比分析	455144.4	COD	50	22.76	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透。	90%	5	2.28	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	36.41		95%	4	1.82			
					溶解性总固废	1500	682.72		90%	150	68.27			
还原尾气回收装置	冷却器循环冷却水排水	W3-1	类比分析	308011.7	COD	50	15.42	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透	90%	5	1.54	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	24.64		95%	4	1.23			
					溶解性总固体	1500	462.02		90%	150	46.20			
氯硅烷精馏工艺装置	冷却器循环冷却水排水	W4-1	类比分析	501817.6	COD	50	25.09	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO反渗透	90%	5	2.51	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	40.15		95%	4	2.01			
					无机盐类	1500	752.73		90%	150	75.27			
四氯化硅冷氢化生产线	循环冷却排水	W5-1	类比分析	251748	COD	50	12.59	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO反渗透	90%	5	1.26	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	20.14		95%	4	1.01			
					溶解性总固体	1500	377.62		90%	150	37.76			
整理车间	方硅芯清洗废水	W6-1	类比分析	2040	COD	70	0.1428	整理车间酸洗/碱洗废水和清洗废水排入本项目污水处理站 400m³/h 一体化污水处理系统。 本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、整理车间废水、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发）	90%	7	0.0143	间断	经处理后的蒸馏水，全部回用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	200	0.4080		95%	10	0.0204			
	方硅芯酸洗废水	W6-2	类比分析	185	PH	5-6	---		---	6.5-8.5	---	间断		
					COD	100	0.0185		90%	10	0.0019			
					SS	350	0.0648		95%	17.5	0.0032			
					NH_3-N	35	0.0065		92%	2.8	0.0005			
					氟化物	80	0.0148		92%	6.4	0.0012			
	硅料酸洗+石墨件碱洗废水	W6-3	类比分析	15400	PH	6-7	---		---	6.5-8.5	---	间断		
					COD	90	1.386		90%	9	0.139			
					SS	350	5.390		95%	17.5	0.270			
					NH_3-N	34	0.524		92%	2.72	0.042			
					氟化物	70	1.078		92%	5.6	0.086			
	硅料+石墨件清洗废水	W6-4	类比分析	2031	PH	7-8	---		---	6.5-8.5	---	间断		
					COD	70	0.142		90%	7	0.014			
					SS	200	0.406		95%	10	0.020			
					NH_3-N	30	0.061		92%	2.4	0.005			
					氟化物	50	0.102		92%	4	0.008			
渣浆回收工艺	循环水站	W7-1	物料衡算	26053.92	COD	50	1.303	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透	90%	5	0.130	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	2.084		95%	4	0.104			
					无机盐类	150	3.908		90%	15	0.391			

电解水制氢工艺	循环水站	W8-1	物料衡算	23976	COD	50	1.20	循环冷却水排水排入本项目中水处理系统，中水处理系统处理能力 360m³/h，处理工艺：调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透	90%	5	0.12	连续	经中水处理系统处理后，中水作为全厂循环冷却水系统的补充水	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	80	1.92		95%	4	0.10			
					无机盐类	150	35.96		90%	15	3.60			
公用工程	分析化验中心化验废水	W9-1	类比分析	1440	pH	7	---	排入中水回用处理系统，本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m³/h，产水率 90%。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。	---	6.5-8.5	---	间断	处理后的中水达到标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
	地面冲洗水	W9-2	类比分析	4800	COD_{Cr}	350	1.68		90%	35	0.0433	间断		
					SS	200	0.96		95%	10	0.0124			
					氟化物	20	0.096		92%	1.6	0.0020			
					石油类	10	0.048		80%	2	0.0025			
	地表水处理系统排污水和中水回用处理系统排污水	W9-3	类比分析	372560	COD_{Cr}	60	22.354	本项目设置 1 座污水处理站，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统，400m³/h 一体化污水处理系统，40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套，处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发）。	90%	6	1.1595	连续	经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	350	130.396		95%	17.5	3.3818			
					含盐量	2000	745.12		90%	200	38.6493			
	脱盐水站排污水	W9-4	类比分析	18800	COD_{Cr}	60	1.128	排入中水回用处理系统，本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m³/h，产水率 90%。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。	90%	6	1.0501	连续	处理后的中水达到标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	350	6.58		95%	17.5	3.0629			
					含盐量	2000	37.6		90%	200	35.0050			
	初期雨水	W9-5	类比分析	616.59	COD_{Cr}	400	0.247	该部分雨水进入本项目污水处理站处理，本项目设置 1 座污水处理站，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统，400m³/h 一体化污水处理系统，40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套，处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发）	90%	40	0.0247	间断	经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准
					SS	200	0.123		95%	10	0.0062			
					石油类	10	0.0062		80%	2	0.0012			
	生活污水	W9-6	类比分析	14700	COD_{Cr}	400	5.88	生活污水经化粪池处理后，排入乌拉特前旗工业园区污水处理厂。	15%	340	21.3035	连续	排入乌拉特前旗工业园区污水处理厂	污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准。
					BOD_5	240	3.528		9%	218.4	13.6843			
					SS	143	2.10		30%	100.1	6.2720			
					NH_3-N	33	0.485		3%	32.01	2.0057			

表 4.3-3　全厂固废污染物排放汇总

工段	编号	名称	来源	主要成分	固废属性	危废编号	产生量（t/a）	利用量（t/a）	处置量（t/a）	暂存方式	最终去向
三氯氢硅	S1-1	金属烧结过滤器收集的粉尘	金属烧结过滤器	硅粉	一般固废	---	30.8	0	30.8	暂存在一般固废暂存间，占地面积 1000m²，渗透系数≦10^{-7}cm/s	废硅粉为一般固废，在厂区内暂存后，定期外售至厂家进行回收

合成										利用。
	S1-2	残液蒸发罐渣浆	残液蒸发罐	氯化物、聚氯硅烷	一般固废	---	0.5	0.5	0	残液蒸发罐渣浆送往渣浆处理系统。	送往本项目渣浆处理系统，不外排。
	S1-3	废包装物	原辅料桶装或袋装	包装桶、包装袋	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	0.47	0	0.47	在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	废包装袋或桶在厂区内暂存后，均交有资质单位处置。
三氯氢硅还原	S2-1	废石墨件	还原炉	石墨	第 I 类一般固废	---	100	0	100	暂存在一般固废暂存间，占地面积 1000m^2，渗透系数≦10^{-7}cm/s	定期由石墨厂家回收。
	S2-2	废包装物	原辅料桶装或袋装	包装桶、包装袋	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	2.26	0	2.26	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	废包装袋或桶在厂区内暂存后，均交有资质单位处置
还原尾气回收装置	S3-1	旋风分离器收集的粉尘	旋风分离器	硅粉	一般固废	---	73	73	0	不暂存	返回冷氢化工段，不外排
	S3-2	精密过滤器收集的粉尘	精密过滤器	硅粉	一般固废	---	115	115	0	不暂存	返回冷氢化工段，不外排
	S3-3	湿法除尘器渣浆	湿法除尘器	TCS、DCS STC、硅粉	一般固废	---	237302	237302	0	不暂存	全部进入氯硅烷处理工段，不外排
	S3-4	废杂质	除杂吸附塔	硼磷杂质	危险废物，废物类别 HW49	900-013-11	36	0	36	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	废杂质在厂区内暂存后，均交有资质单位处置
	S3-5	废活性炭	活性炭吸附塔	活性炭	危险废物，废物类别 HW49	900-039-49	188	0	188	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	废活性炭在厂区内暂存后，均交有资质单位处置
精馏装置	S4-1	还原一级塔釜采残液	还原一级塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	5926.35	5926.35	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-2	T13 氢化反歧化塔残液	T13 氢化反歧化塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	6518.985	6518.985	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-3	高低沸回收 2 级塔低沸残液	高低沸回收 2 级塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	5333.715	5333.715	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-4	高低沸回收 4 级塔高沸残液	高低沸回收 4 级塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	4741.08	4741.08	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-5	脱碳塔含碳高沸	脱碳塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	4148.445	4148.445	0	不暂存	含碳高沸物全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-6	废催化剂	脱碳塔	主要含有长碳链胺基树脂	危险废物，废物类别为 HW50 废催化剂	261-152-50	225	0	225	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区危险废物暂存间暂存后，定期交由有资质单位处置。
	S4-7	反歧化塔残液	反歧化塔	氯硅烷等	危险废物，废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣	900-013-11	2963.175	2963.175	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S4-8	低沸吸附产生的废树脂	低沸吸附	含金属、硼的废树脂	危险废物，废物类别为 HW13 有机树脂类废物	900-015-13	13t/3a	0	13t/3a	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区危险废物暂存间暂存后，定期交由有资质单位处置。
	S4-9	高沸吸附产生的废树脂	高沸吸附	含金属、硼的废树脂	危险废物，废物类别为 HW13 有机树脂类废物	900-015-13	15t/3a	0	15t/3a	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区危险废物暂存间暂存后，定期交由有资质单位处置。
四氯化硅冷氢化生产工序	S5-1	布袋除尘器收集的粉尘	布袋除尘器	硅粉	一般固废	---	8.456	8.456	0	本项目设置 2 座硅粉库，硅粉库占地面积 8950m^2，平面尺寸宽×长(m×m)=72×120 。硅粉颗粒物返回硅粉库内硅粉仓	返回至硅粉仓回用，不外排。
	S5-2	旋风除尘器收集的粉尘	旋风除尘器	硅粉	一般固废	---	1.13	1.13	0		
	S5-3	过滤杂质	旋风分离器	硅粉、氯硅烷	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	202.5	0	202.5	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	在厂区内暂存后，均交有资质单位处置
	S5-4	洗涤塔渣浆	洗涤塔	氯硅烷	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	52912.07	52912.07	0	不暂存	残液全部进入渣浆处理系统，不外排。
	S5-5	初分塔渣浆	初分塔	氯硅烷	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49					
	S5-6	流化床废催化剂	流化床反应器	废催化剂(含氯化铜)	危险废物，废物类别 HW50	261-152-50	225	0	225	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理。	在厂区内暂存后，均交有资质单位处置
整理	S6-1	磨锥收集的粉尘	多晶硅磨锥	硅	第 I 类一般固废	---	1.7	0	1.7	暂存在一般固废暂存间，占地面积 1000m^2，	定期拉运至一般固废填埋场处

车间			机							渗透系数≦10^{-7}cm/s	置。
	S6-2	布袋除尘器收集的粉尘	整理车间破碎机	硅	第 I 类一般固废	---	142.8	142.8	0	不暂存。	属于第 I 类一般固废，主要成分为硅粉，返回本生产系统。
	S6-3	废包装物	产品高纯多晶硅桶装或袋装	包装桶、包装袋	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	2.0	0	2.0	在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理	废包装袋或桶在厂区内暂存后，均交有资质单位处置
渣浆回收工艺	S7-1	络合除铝残液排放	络合除铝残液水解釜	氯硅烷、铝	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	12710.78	0	12710.78	排入废水处理站，经废水处理站处理后，中水回用于生产，不外排。	排入废水处理站，经废水处理站处理后，中水回用于生产，不外排。
	S7-2	络合除钛残液	络合除钛残液下料釜	氯硅烷、钛	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49					
	S7-3	失效催化剂	萃取釜	长碳链胺基树脂催化剂	危险废物，废物类别 HW50	261-152-50	2	0	2	失效催化剂在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，交有资质单位处置。	暂存后，交有资质单位处置。
电解水制氢工艺	S8-1	废催化剂	脱氧器	金属钯铂	一般固废（Ⅱ）	---	1.3	0	1.3	厂内不暂存	废催化剂为一般固废，供应商每 1 年更换一次，厂内不暂存，厂家回收。
	S8-2	废分子筛	干燥器	Al_2O_3 和硅酸盐混合物	一般固废（Ⅱ）	---	4.0	0	4.0	厂内不暂存	供应商每 1 年更换一次，厂内不暂存，厂家回收。
	S8-3	废过滤杂质	过滤器	过滤杂质	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	4.0	0	4.0	废催化剂在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，交有资质单位处置。	暂存后，交有资质单位处置。
公用工程固体废物	S9-1	污水处理站中和渣	污水处理站	中和渣	第 II 类一般固废	---	4000	0	4000	暂存在本项目一般固废暂存间（占地面积 1000m^2，渗透系数≦10^{-7}cm/s）	送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
	S9-2	废油	检修间	石油类	危险废物，废物类别 HW08	900-249-08	1	0	1	在检修间设置 1 个 2m^3 的有盖 PE 桶存储废油，暂存在危废间（面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）	由有资质单位处置处理
	S9-3	除尘器过滤袋	除尘器	过滤袋	危险废物，废物类别 HW49	900-041-49	1.6	0	1.6	不暂存	更换布袋前提前通知有资质处置单位，更换后直接运走
	S9-4	废吸附剂	工艺废气处理装置	树脂类	危险废物，废物类别 HW13 有机树脂类废物	900-015-13	15t/3a	0	15t/3a	暂存在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）	由有资质单位处置处理
	S9-5	纯水制备废反渗透膜	纯水制备站	渗透膜	一般固废	---	1.2	0	1.2	不暂存	废反渗透膜定期更换，直接由厂家回收，不暂存
	S9-6	锅炉灰渣	锅炉房	灰渣	一般固废	---	23565	0	23565	依托二期工程。二期工程设有 1219.4m^2 全封闭渣库 1 座，用于炉渣的厂内暂存；设有 38.73m^2 全封闭灰库 1 座，用于除尘灰的厂内暂存。	送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
	S9-7	脱硫石膏	锅炉房	石膏	一般固废	---	4420	0	4420	依托二期工程。二期工程设有占地面积 55m^2 的全封闭石膏库 1 座。用于脱硫石膏厂内暂存。	送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
	S9-8	结晶盐	污水处理站	氯化钙、硝酸钙等	一般固废	---	22377.6	0	22377.6	本项目新建占地面积 860.08m^2 全封闭结晶盐库 1 座、用于污水处理站结晶盐的厂内暂存。	送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场西区
	S9-9	生活垃圾	日常生活	生活垃圾	一般固废	---	116.55	0	116.55	在厂区内设置 20 个垃圾桶	集中收集后由环卫部门定期清运处置

4.3.2 全厂“三本账”分析

本项目建设完成后全厂“三本账”分析见表 4.3-4。

表 4.3-4　建设项目“三本帐”统计表（t/a）

类型	污染物	现有工程污染物排放量（一期提质增效节能技改项目+二期工程）	扩建工程污染物排放量(本项目 5 万吨高纯多晶硅)	以新带老削减量	扩建后全厂污染物排放量(一期提质增效节能技改项目+二期工程+5 万吨高纯多晶硅)	扩建前后污染物排放增减量
废气	粉尘	3.57	1.402	0	4.972	+1.402
	烟尘	54.81	27.57	0	82.38	+27.57
	SO_2	125.11	93.51	0	218.62	+93.51
	NO_X	251.42	179.72	0	431.14	+179.72
	甲醇	0.06	0	0	0.06	0
	HCl	2.4	0.5115	0	2.9115	+0.5115
	氟化物	12.3	0.15	0	12.45	+0.15
	NMHC	7.2	1.626	0	8.826	+1.626
	Cl_2	1.92	0	0	1.92	0
	氨	0.48	3.02	0	3.5	+3.02
	Hg	0.02367	0.023	0	0.04667	+0.023
废水	废水量	57108.48	14700	0	71808.48	+14700
	COD	18.91	5.88	0	24.79	+5.88
	NH_3-N	1.579	0.485	0	2.064	+0.485
固废	一般固废	252052.26	54618.15	0	306670.41	+54618.15
	危险固废	6163.46	13614.943	0	19778.403	+13614.943
	生活垃圾	365	116.55	0	481.55	+116.55

4.4 全厂物料平衡

本项目全厂设有三氯氢硅合成工艺、三氯氢硅还原工艺、还原尾气回收工艺、精馏工艺、四氯化硅冷氢化工艺、整理车间工艺、渣浆回收工艺，全厂物料平衡见表 4.4-1。

表 4.4-1　全厂物料平衡表

三氯氢硅合成							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
原料硅粉	Si	1467.00	11724.26	大气（排放）	Si	0.08	0.616
	杂质	3.80	30.37	不凝气进入四氯化硅冷氢化装置	H_2	116.18	928.51
氯化氢（来自 CDI 系统）	HCl	5864.15	46866.29		三氯氢硅及氯硅烷	105.29	841.46
					四氯化硅及氯硅烷	26.32	210.37
				四氯化硅冷氢化装置	三氯氢硅	5746.32	45924.59
					杂质	3.04	24.3
				四氯化硅冷氢化装置	四氯化硅	1292.92	10333.02
					杂质	0.76	6.07
				废水处理站	废水（闪蒸废水）	31.99	255.684
				外售	废硅粉	3.85	30.8
				渣浆处理系统	渣浆	8.20	65.5
合计		7334.95	58620.92	**合计**		7334.95	58620.92
多晶硅还原							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
硅芯拉制	硅芯	87.46	699	整理车间	多晶硅棒	6381.38	51000
氯硅烷提纯	三氯氢硅	298466.97	2385348	还原尾气回收	三氯氢硅	214740.49	1716206
还原尾气回收	H_2	11757.88	93969		二氯二氢硅	10256.76	81972
					四氯化硅	42496.25	339630

					HCl		21872.50	174805
					H_2		14539.41	116199
					Si		23.90	191
				废气处理装置（氯硅烷处理装置）	吹扫废气	三氯氢硅	1.09	8.70
						二氯二氢硅	0.05	0.38
						四氯化硅	0.21	1.65
						HCl	0.11	0.90
						H_2	0.09	0.75
						Si	0.08	0.62
合计		310312.31	2480016	**合计**			310312.31	2480016
还原尾气回收								
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料		流量(kg/h)	流量(t/a)
多晶硅还原尾气	三氯氢硅	214740.49	1716206	冷氢化	硅粉		23.52	188
	二氯二氢硅	10256.76	81972	三氯氢硅合成	HCl		5864.15	46866.29
	四氯化硅	42496.25	339630	冷氢化	H_2		648.175	5180
	HCl	21872.50	174805	还原车间	H_2		11757.89	93969
	H_2	14539.41	116199	氯硅烷提纯	三氯氢硅		142308.8	1137332
	Si	23.90	191		二氯二氢硅		8793.775	70280
外购	活性炭	18.77	150		四氯化硅		104831.25	837811
				渣浆处理系统	三氯氢硅		21774.77	174024
					二氯二氢硅		1150.90	9198
					四氯化硅		6766.45	54077
					硅粉		0.38	3
				危废暂存间	废杂质		4.50	36
				危废暂存间	废活性炭		23.52	188
合计		303948.08	2429153	**合计**			303948.08	2429153
氯硅烷提纯								
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料		流量(kg/h)	流量(t/a)
四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	104497	835140	四氯化硅冷氢化	三氯氢硅		8054.18	64369
	二氯二氢	40.29	322		四氯化硅		394657.41	3154102

	硅						
	四氯化硅	301658.16	2410852	还原车间	三氯氢硅	298466.97	2385348
	HCl	2951.58	23589	反歧化	二氯二氢硅	2578.83	20610
	杂质	54.43	435		四氯化硅	70135.01	560519
还原尾气回收	三氯氢硅	142308.8	1137332	渣浆处理系统	三氯氢硅	115.90	926.25
	二氯二氢硅	8793.775	70280		二氯二氢硅	3378.38	27000.00
	四氯化硅	104831.25	837811		四氯化硅	197.07	1575.00
反歧化(1)	三氯氢硅	11682.93	93370		杂质	16.33	130.50
	二氯二氢硅	242.74	1940	废气处理装置（氯硅烷处理装置）	三氯氢硅	0.08	0.60
	四氯化硅	16951.08	135473		二氯二氢硅	0.11	0.90
反歧化(2)	三氯氢硅	15561.69	124369		四氯化硅	0.09	0.68
	二氯二氢硅	283.41	2265		HCl	0.31	2.48
	四氯化硅	22580.71	180465	危险废物暂存间	废催化剂	28.15	225.00
渣浆处理系统	三氯氢硅	15230.36	121721				
	二氯二氢硅	14917.17	119218				
	四氯化硅	13649.27	109085				
外购补充	三氯氢硅	1366.1	10918				
催化剂	催化剂	28.15	225				
合计		777628.8	6214810	**合计**		777628.8	6214810
反歧化							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
氯硅烷提纯精馏分离	二氯二氢硅	2578.83	20610	氯硅烷提纯(T6塔)	三氯氢硅	11682.93	93370
	四氯化硅	70135.01	560519		二氯二氢硅	242.74	1940
					四氯化硅	16951.08	135473
				氯硅烷提纯(T13	三氯氢硅	15561.69	124369

				塔)	二氯二氢硅	283.41	2265
					四氯化硅	22580.71	180465
				渣浆处理系统	三氯氢硅	2119.99	16943
					二氯二氢硅	40.79	326
					四氯化硅	3250.75	25980
合计		72714	581129	**合计**		72714	581129
四氯化硅冷氢化							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
三氯氢硅合成	H_2	116.18	928.51	硅粉加料废气	**Si**	1.13	9
	三氯氢硅及氯硅烷	105.29	841.46	旋风除尘器收集	**Si**	0.14	1.13
	四氯化硅及氯硅烷	26.32	210.37	氯硅烷提纯	三氯氢硅	104497.00	835140
三氯氢硅合成	三氯氢硅	5746.32	45924.59		二氯二氢硅	40.29	322
	杂质	3.04	24.3		四氯化硅	301658.16	2410852
三氯氢硅合成	四氯化硅	1292.92	10333.02		HCl	2951.58	23589
	杂质	0.76	6.07		杂质	54.43	435
还原尾气回收	H_2	648.15	5180	渣浆处理系统	三氯氢硅	615.08	4915.68
氯硅烷提纯	三氯氢硅	8054.18	64369		二氯二氢硅	229.35	1832.97
	四氯化硅	394657.41	3154102		四氯化硅	5283.78	42227.93
外购原料硅粉	**Si**	5011.1	40048.71		HCl	89.59	716.00
	杂质	14.25	113.89		**Si**	339.54	2713.6
回收硅粉	**Si**	23.52	187.97		H_2	63.3	505.89
现有工程氢气制备	H_2	93.75	749.25	危险废物暂存间	过滤杂质	25.34	202.5
渣浆处理系统回收氢	H_2	55.5	443.56				
合计		415848.71	3323462.7	**合计**		415848.71	3323462.7
整理车间（硅芯拉制，年工作 2400h）							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)

产品整理	硅芯料	338.333	812	多晶硅还原	硅芯	291.250	699
外购	HNO_3	4.875	11.7	酸洗废气处理系统	NOx	0.458	1.1
外购	HF	0.833	2		HF	0.042	0.1
脱盐水站	H_2O	875.000	2100	废气处理装置（氯硅烷处理装置）	非甲烷总烃	0.125	0.3
外购	AB 胶	0.625	1.5	废水处理系统	清洗废水	850.000	2040
				废水处理系统	酸洗废水	77.083	185
				一般固废暂存间	收集的粉尘	0.708	1.7
合计		1219.666	2927.2	**合计**		1219.666	2927.2
整理车间（多晶硅料破碎、清洗，年工作 2400h）							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
还原车间	多晶硅棒	21250	51000	产品	多晶硅块	20833.333	50000
外购	HNO_3	12.488	29.97	废气	粉尘	63.333	152
外购	HF	7.846	18.83	用品	石墨件、石英件、陶瓷件	541.667	1300
外购	石墨件、石英件、陶瓷件	544.654	1307.17	硅芯拉制	硅芯料	338.333	812
外购	NaOH	234.167	562	酸洗废气处理系统	NOx	1.904	4.57
纯水站	H_2O	8125.000	19500		HF	0.167	0.4
				废水处理系统	酸洗废液	3541.667	8500
					碱洗废液	2875.000	6900
				废水处理系统	清洗废水	846.250	2031
				水损耗	水损耗	1132.500	2718
合计		30174.154	72417.97	**合计**		30174.154	72417.97
渣浆处理系统							
来源	物料	进料(kg/h)	进料(t/a)	**去向**	出料	流量(kg/h)	流量(t/a)
还原尾气回收	三氯氢硅	21774.77	174024	氯硅烷提纯	三氯氢硅	15230.36	121721
	二氯二氢硅	1150.90	9198		二氯二氢硅	14917.17	119218

	四氯化硅	6766.39	54077		四氯化硅	13649.27	109085
	硅粉	0.38	3	废水处理系统	三氯氢硅	236.77	1892.25
氯硅烷提纯	三氯氢硅	115.90	926.25		二氯二氢硅	511.14	4085
	二氯二氢硅	3378.38	27000.00		四氯化硅	553.26	4421.63
	四氯化硅	197.07	1575.00		其他氯硅烷	419.61	3353.5
	杂质	16.33	130.50		铝	0.19	1.5
反歧化	三氯氢硅	2119.99	16943		钛	0.06	0.5
	二氯二氢硅	40.79	326	废气处理装置（氯硅烷处理装置）	废气（氯硅烷、HCl）	0.80	6.38
	四氯化硅	3250.75	25980	危险废物暂存间	失效催化剂	0.25	2.0
四氯化硅冷氢化	三氯氢硅	615.08	4915.68	四氯化硅冷氢化	H_2	55.5	443.56
	二氯二氢硅	229.35	1832.97				
	四氯化硅	5283.78	42227.93				
	HCl	89.59	716.00				
	Si	339.54	2713.6				
	H_2	63.3	505.89				
三氯氢硅合成工段渣浆	渣浆	8.20	65.5				
外购	络合除铝剂	0.63	5				
外购	络合除钛剂	0.38	3				
制氮站	N_2	1.50	12				
外购	石灰（碱液）	131.38	1050				
合计		45574.38	364230.32	**合计**		45574.38	364230.32

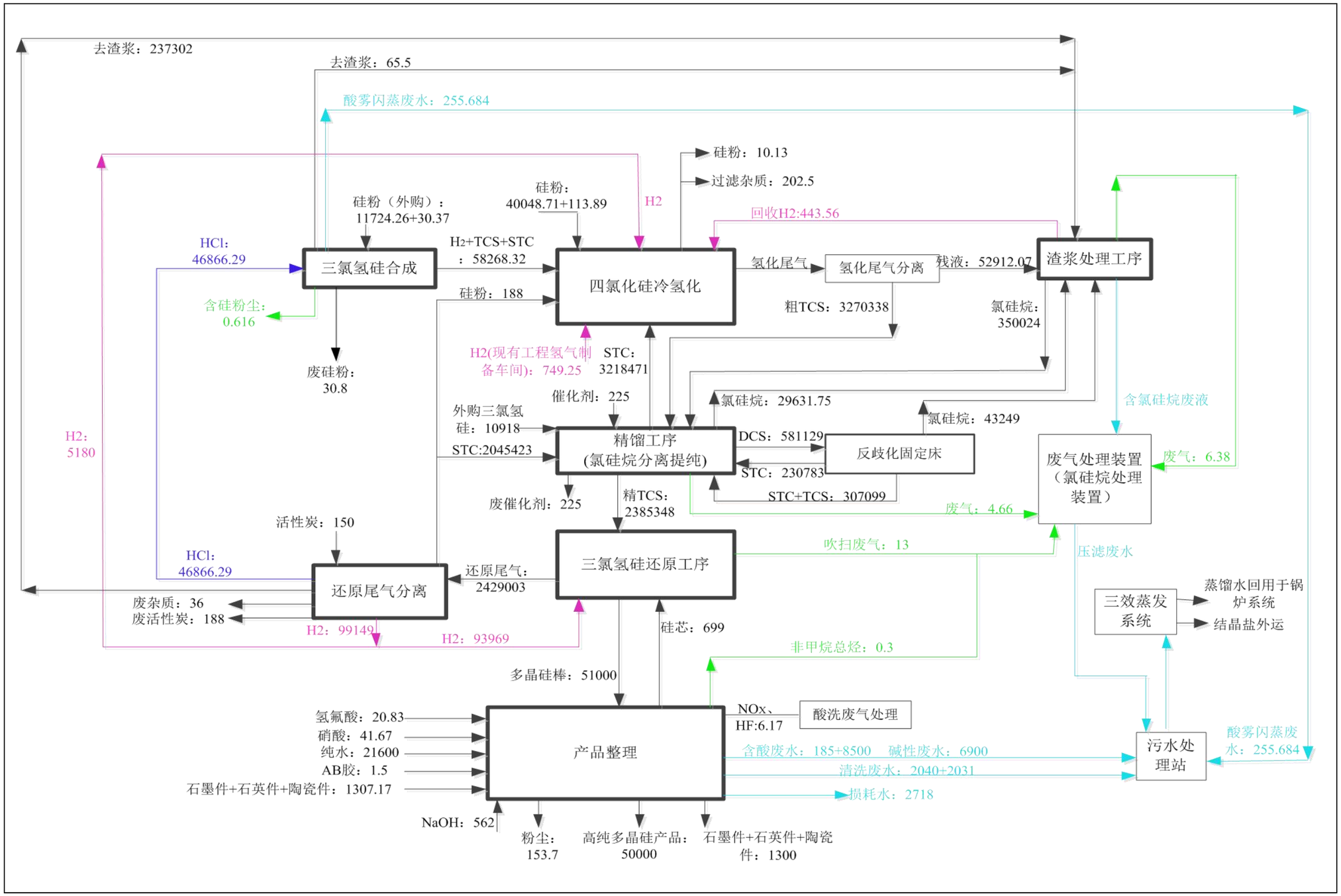


图 4.4-1　本项目全厂物料平衡图（单位：t/a）

4.5 非正常工况排放

4.5.1 布袋除尘器达不到应有效率情况

本项目硅块破碎系统含尘废气采用布袋除尘器进行处理,排气筒(DA001)；三氯氢硅合成工段硅粉加料废气采用集气罩+硅粉过滤器进行处理，排气筒(DA002)；四氯化硅冷氢化工艺生产线硅粉接收罐废气采用集气系统+陶瓷过滤器进行处理，排气筒(DA009)；四氯化硅冷氢化工艺生产线硅粉计量罐废气采用集气系统+陶瓷过滤器进行处理，排气筒(DA010)；整理车间硅料破碎粉尘采用集气罩+布袋除尘器进行处理，排气筒(DA012)。

本次评价取最不利情况，即集气罩(或集气系统)+布袋除尘器(硅粉过滤器或陶瓷过滤器)对废气的处理效率为 0。废气直接进入大气环境，颗粒物的产生浓度等于排放浓度。

表 4.5-1　集气系统+除尘系统废气污染源强一览表

种类	阶段	排气量 m^3/h	污染物名称	产生状况			排放状况		
				产生量 (t/a)	浓度 (mg/m^3)	速率（kg/h）	排放量 (t/a)	浓度 (mg/m^3)	速率（kg/h）
集气罩(或集气系统)+布袋除尘器(硅粉过滤器或陶瓷过滤器)无效	硅粉仓上料系统 **(DA001)**	6000	颗粒物	6.5	135.55	0.813	6.5	135.55	0.813
	硅粉加料废气 **(DA002)**	2500	颗粒物	9	450.45	1.126	9	450.45	1.126
	硅粉接收罐废气 **(DA009)**	2500	颗粒物	4.5	240	0.6	4.5	240	0.6
	硅粉计量罐废气 **(DA010)**	2500	颗粒物	4.5	240	0.6	4.5	240	0.6
	硅料破碎粉尘 **(DA012)**	8000	颗粒物	152	7916.67	19.02	152	7916.67	19.02

该工况下，即本项目颗粒物处理系统不能正常工作情况，系统对颗粒物处理效率为 0，此时颗粒物排放浓度，排放速率均超过《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。因此，在集气罩(或集气系统)+布袋除尘器(硅粉过滤器或陶瓷过滤器)同时不工作工况下，或者单个除尘器不工作情况下，应及时停止生产，待集气罩(或集气系统)+布袋除尘器(硅粉过滤器或陶瓷过滤器)系统修复后再恢复生产。在实际生产过程中企业应定期检查杜绝集气罩(或集气系统)+布袋除尘器(硅粉过滤器或陶瓷过滤器)系统不工作

的情况发生。

4.5.2 酸性废气处理单元达不到应有效率情况

整理车间酸性废气经酸洗槽上方的集气罩收集后，排入本项目硅料系统酸性废气处理装置，经二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和 10%氢氧化钠溶液洗涤后经 35m 高、内径 0.8m 排气筒(DA011)排放。

本次评价取最不利情况，即酸性废气处理装置对废气的处理效率为 0。废气直接进入大气环境，酸性废气的产生浓度等于排放浓度。

表 4.5-2　酸性废气处理装置处理系统废气污染源强一览表

种类	阶段	排气量 m^3/h	污染物名称	产生状况			排放状况		
				产生量(t/a)	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）	排放量(t/a)	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）
酸性废气处理装置无效	整理车间酸性废气**(DA011)**	10000	NO_X	5.67	236.25	0.709	5.67	236.25	0.709
			HF	0.5	20.83	0.063	0.5	20.83	0.063

4.5.3 氯硅烷工艺废气处理单元达不到应有效率情况

本次评价取最不利情况，即氯硅烷工艺废气处理单元对氟硅酸废气的处理效率为 0。尾气直接进入大气环境。

氟硅酸废气排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，不凝气进入工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号分别为：35m 排气筒(DA003)、35m 排气筒(DA004)、35m 排气筒(DA005)、35m 排气筒(DA006)、35m 排气筒(DA007)、35m 排气筒(DA008)分别排放。氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 0%，H_2、HCl 等处理效率为 0%。

本项目氯硅烷工艺废气处理单元尾气 TCS、DCS、STC、HCl 排放浓度分别为 6656.99mg/m^3，411.24mg/m^3，1740.07mg/m^3，904.24mg/m^3。排放速率分别为 9.985kg/h，0.617kg/h，2.610kg/h，1.356kg/h。尾气排放浓度和排放速率均超过《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

表 4.5-3　氯硅烷工艺废气处理单元废气污染源强一览表

种类	阶段	排气量 m^3/h	污染物名称	产生状况			排放状况		
				产生量(t/a)	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）	排放量(t/a)	浓度(mg/m^3)	速率（kg/h）
氯硅烷工艺废气处理单元	不凝气等	1500	TCS	79.804	6656.99	9.985	79.804	6656.99	9.985
			DCS	4.93	411.24	0.617	4.93	411.24	0.617
			STC	20.86	1740.07	2.610	20.86	1740.07	2.610
			HCl	10.84	904.24	1.356	10.84	904.24	1.356
			H_2	162.26	13535.20	20.303	162.26	13535.20	20.303
			Si	5.17	431.26	0.647	5.17	431.26	0.647
			TVOC	0.3	25.03	0.038	0.3	25.03	0.038
	超压废气	1500	氯硅烷	6.56	547.21	0.821	6.56	547.21	0.821

因此，在氯硅烷工艺废气处理单元不工作工况下，应及时停止生产，待氯硅烷工艺废气处理单元修复后再恢复生产。在实际生产过程中企业应定期检查杜绝中央废气处理设施系统不工作的情况发生。

4.5.4 锅炉废气处理单元达不到应有效率情况

本项目2×60t/h燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR脱硝+布袋除尘器处理后，共用1台脱硫塔（石灰石-石膏法）处理后通过1根50m高烟囱排放，非正常工况废气污染物主要发生在脱硝装置、脱硫装置出现故障时候，导致氮氧化物、二氧化硫在一段时间不能经过处理直接排放。同时经过一段时间的生产运行后，关键部件滤袋易发生破损，从而使除尘设备的净化效率降低。本环评选择脱硝装置、脱硫装置故障导致的处理效率为0，除尘滤袋破损导致净化降低至0，在发生故障60分钟内的废气排放源强具体见表4.5-4所示。

表 4.5-4　非正常工况下大气污染物排放源强

非正常排放类型	污染源	污染物	排气筒高度（m）	单次持续时间（h）	发生频次（次/年）	污染物排放量（kg/h）	排放浓度（mg/m^3）
脱硫、脱硝装置故障，导致处理效率为0；布袋除尘设施滤袋发生破损，导致去除效率均为0，汞及其	燃煤锅炉废气	颗粒物	50	1	1	1725.475	9140.430
		二氧化硫	50	1	1	234.209	1240.686
		氮氧化物	50	1	1	55.687	294.993
		汞及其化合物	50	1	1	0.010	0.051
		TVOC	50	1	1	0.178	0.943

化合物协同处理效率将为0							

由表4.5-4可知，当处理设施故障时，将导致二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、汞及其化合物超标排放，会对周边大气环境造成污染。废气处理系统如果出现事故，本工程有自动控制监控系统，60分钟内就可以采取有效措施，对设备进行修复或停产，可有效避免污染物非正常排放。此外，注意设备的日常维护和定期检修，可以大大减少非正常排放几率。

4.5.5 废水非正常工况排放

当污水处理站检修、故障等停止工作情况下，本项目废水排入事故池，不会对水环境造成影响。

4.5.5.1 事故水池

本工程发生事故时，溢流至外的物料及污染的消防水和雨水全部由事故污水收集系统收集后贮存于该水池内。保证事故时泄露的物料及被污染的排水全部进入事故水池，防止对周边水体环境造成污染及危害。而正常运行时及事故处置过程中未受污染的雨水不进入事故水池。

为防范和控制本工程罐区发生事故时及事故处理过程中产生的物料泄漏和污水对周边水体环境的污染及危害，降低环境风险，根据《水体污染防控紧急措施设计导则》(中国石化建标[2006]43 号)的规定，对于公司发生风险事故时，按中石化《水体污染防控紧急措施设计导则》规定的公式，计算本项目污水收集与储存池总有效容积。

根据《水体污染防控紧急措施设计导则》事故储存设施总有效容积计算公式如下：

$V_{总}=（V_1+V_2-V_3）_{max}+V_4+V_5$

注：$（V_1+V_2-V_3）_{max}$ 是指对收集系统范围内不同罐组或装置分别计算 $V_1+V_2-V_3$，取其中最大值。

V_1——收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量。本项目储罐区均设置大于储罐容积的围堰，因此取装置区最大存储设施，容积 3000m³。

注：储存相同物料的罐组按一个最大储罐计（单个 95%三氯氢硅原料球罐的最大容积为 3000m³），装置物料量按存留最大物料量的一台反应器或中间储罐计；

V_2——发生事故的储罐或装置的消防水量，m³；为 432m³；

$V_2=\sum Q_{消} t_{消}$

$Q_{消}$——发生事故的储罐或装置的同时使用的消防设施给水流量，m^3/h；

$t_{消}$——消防设施对应的设计消防历时，h；取 3h

本项目厂区同一时间内火灾次数为一次，灭火延续时间 3 小时，消火栓用水量 40L/s，消防时总用水量 432m^3。

V_3——发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量，m^3；储罐区设置 1 个容积为 3000m^3 的事故罐，做为事故状态原料泄露收集设施。

因此，V_3 取 3000m^3。

V_4——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量，m^3；设定在事故状态下，污水处理设施的应急反应时间为 24h，24h 后所有生产装置进入停产，不在产生污水。根据本项目环评报告，项目产生生产废水量为 47.19m^3/h，一小时产生的废水量为 47.19m^3。V_4 取 1132.56m^3。

V_5——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量，m^3；根据以下参数计算为 798.2m^3；

$V_5=10qF$

q——降雨强度，mm；

$q=qa/n$

qa——年平均降雨量，mm；（年平均降雨量取值 320mm）

n——年平均降雨日数。（年平均降雨日数取值 90 天）

F——必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积，ha；

本项目全厂生产装置区总占地约为 180067m^2，该地区年降水量为 179.6mm，降水主要集中在 6～8 月份，因此，V_5=798.2m^3。

$V_{总}=（V_1+V_2-V_3）_{max}+V_4+V_5$

$=（3000+432-3000）_{max}+1132.56+798.2$

$=2362.76m^3$

综合分析得出，本项目事故状态下至少会产生 2362.76m^3 的事故水。本项目依托厂区现有二期工程的事故池，容积为 9000m^3。规格为 30×60×5m。事故池渗透系数≦10^{-10}cm/s，采用钢筋混凝土结构。用于二期工程和本项目事故状态下的消防废水、事故废水的收集和暂存。因此，本项目事故池满足要求。在事故状态下排

出的废水排至事故池中，所以本项目废污水不向外环境排放，不会对厂址区域地表水环境产生影响。

发生事故时，溢流至储罐区围堰外的物料及污染的消防水和雨水全部由事故污水收集系统收集后贮存于该水池内。在雨水排水系统至事故水池的进水口处设置有切换设施，以保证事故时泄露的物料及被污染的排水全部进入事故水池，防止对周边水体环境造成污染及危害。而罐区正常运行时及事故处置过程中未受污染的雨水不进入事故水池。

4.6 施工期工程分析

施工过程的污染源主要为生产废水、建筑施工噪声、运输汽车尾气、燃油机械的尾气、施工粉尘，建筑垃圾以及施工人员排放的生活污水、生活垃圾等。施工期污染源产生环节见图 4.6-1。

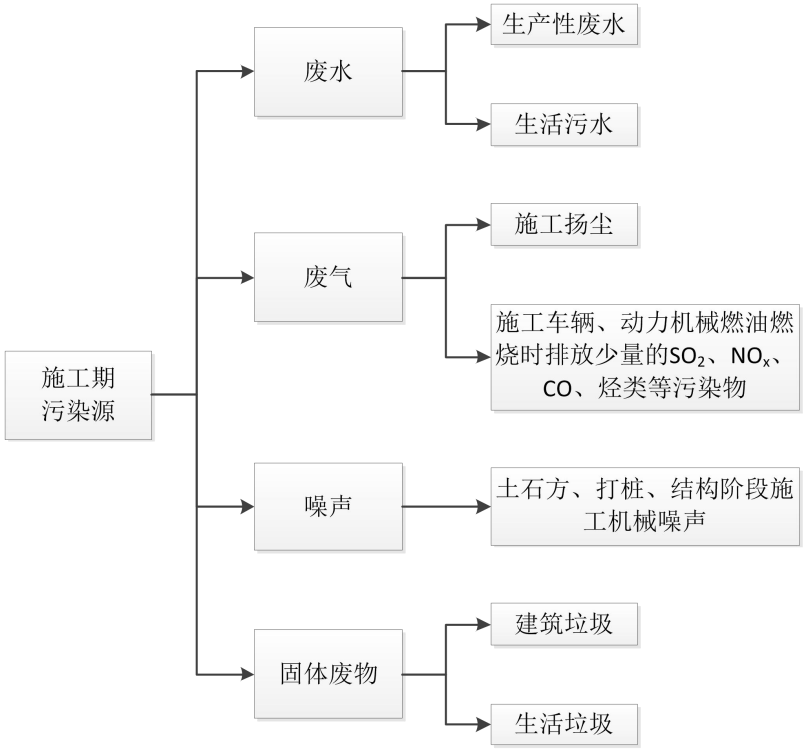


图 4.6-1　施工期污染源产生环节图

1、大气污染源

施工期大气污染源主要为土方开挖扬尘、施工扬尘和运输车辆汽车尾气等。

（1）施工扬尘

本项目的粉尘主要表现在工地附和近交通沿线，尤其是天气干燥及风速较大时影响更为明显，使该区块及周围近地区大气中总悬浮颗粒（TSP）浓度增大。具

体粉尘产生环节主要为土方开挖、土方运输、施工材料装卸和运输，项目采用商品混凝土，减少施工场地混凝土砂浆搅拌扬尘；运输采用封闭运输方式，减少运输扬尘；土方开挖阶段，施工场地四周布置抑尘网，减少土方开挖扬尘；在土方、砂石堆上覆盖苫布，减少风力扬尘。

（2）汽车尾气

尾气主要来自于施工机械和交通运输车辆，排放的主要污染物为 NOx、CO 和非甲烷总烃等。机动车辆污染物排放系数见表 4.6-1。

表 4.6-1　机动车辆污染物排放系数

污染物	汽油为燃料(g/L)	轻柴油为燃料(g/L)
	小汽车	载重车
CO	169.0	27.0
NOx	21.1	44.4
非甲烷总烃	33.1	4.44

以黄河重型车为例，其额定燃油量为 30.19L/100km，按上表机动车辆污染物排放系数测算，单车污染物平均排放量分别为：一氧化碳 815.13g/100km，氮氧化物 1340.44g/100km，非甲烷总烃 134.0g/100km。

2、水污染源

项目施工废水主要为施工人员生活污水和施工泥浆水，因不同阶段用水和排水差异均很大，其中较稳定部分为施工人员生活用水。

施工人员用水量参考《内蒙古自治区行业用水定额标准》（DB15/T385-2015）城镇居民用水定额 100-150L/人·d，评价取 150L/d 计算，本项目施工期施工人员 30 人，则生活用水量为 1350m^3/a。排水量按 80％计，则产生的生活废水量为 1080m^3/a。建设临时化粪池（1 个，容积 20m^3，渗透系数≦10^{-7}cm/s），经化粪池处理后，定期清运至工业园区的污水处理厂处理，不会对环境造成影响。

打桩、钻孔泥浆水等工程废水，排放水质 SS 浓度较高，据类比监测调查一般为 1000-3000mg/L。另有工程养护用水在使用时约有 70%的水将流失，流失时可将施工点上的泥沙、尘土、杂物带走，如处理不当将会对周围环境造成污染。本项目设置沉淀池（3 个，每个容积 50m^3，渗透系数≦10^{-7}cm/s）将施工废水收集沉淀后回用，不会对环境造成影响。

项目拟在施工场地出入口设置沉淀池及车辆冲洗设备，项目施工机械及车辆集中在出入口进行冲洗，冲洗废水经沉淀池（1 个，容积 20m^3，渗透系数≦10^{-7}cm/s）

处理后回用，不会对外环境造成影响。

3、噪声污染源

施工期噪声主要来自施工机械噪声、施工作业噪声和运输车辆噪声，其强度与施工设备的种类及施工队伍的管理等有关。建设期主要施工机械设备的噪声源强见表 4.6-2，物料运输车辆类型及其声级值见表 4.6-3。

表 4.6-2　施工期噪声源强汇总表

施工阶段	声　源	声源强度	施工阶段	声　源	声源强度
土石方阶段	挖土机	78~96	装修安装阶段	电钻	100~105
	空压机	75~85		电锤	100~105
	灌注式桩机	85~90		手工钻	100~105
	卷扬机	90~105		无齿锯	105
	压缩机	75~88		多功能木工刨	90~100
	推土机	85		云石机	100~110
底板与结构阶段	混凝土输送泵	90~100		角向磨光机	100~115
	振捣器	100~105			
	电锯	100~105			
	电焊机	90~95			
	空压机	75~85			

注：当多台机械设备同时作业时，产生噪声叠加，叠加后的噪声增加 3~8dB，一般不会超过 10dB。

表 4.6-3　交通运输车辆噪声

施工阶段	运输内容	车辆类型	声源强度 dB(A)
土方阶段	弃土外运	大型载重车	92~99
打桩阶段	打桩	灌注式桩机	87
结构阶段	钢筋	振捣棒、电锯、吊车等	95~115
装修阶段	各种装修材料及必备设备	汽车	85-90

4、固体废物污染源

施工期固体废物主要为施工人员的生活垃圾、建筑垃圾及施工弃土等。

施工人员生活垃圾按 0.5kg/人·d 计算，则生活垃圾产生量为 15kg/d，4.5t/a。两阶段施工期 14 个月共产生生活垃圾 6.3t，生活垃圾集中存放，委托当地环卫部门定期清运。

建筑废物包括平整场地和挖方弃土，施工过程中残余混凝土，断砖破瓦，破残的瓷片、玻璃、钢筋头、金属碎片、塑料碎片、抛弃在现场的破损工具、零件等。

本工程施工期间将产生的土方量约为 13848m^3，绝大部分用于回填，剩余的用封闭式废土运输车及时清运，并送到园区指定倾倒点处置。本项目土方平衡见表 4.5-4。

表 4.6-4　土方平衡　　单位：m^3

序号	名称	挖方	填方	调入方	调出方
1	本项目	13848	12540	0	1308

5、施工期污染物排放汇总

本项目施工期主要污染物排放情况，见表 4.6-5。

表 4.6-5　施工期主要污染物排放情况汇总表

种类	污染源	主要污染物	排放方式
废水	生活污水	COD、氨氮、SS	依托项目现有卫生间
	泥浆废水	SS	泥浆废水经沉淀处理后，上清液回用
	施工机械及车辆	SS、石油类	经沉淀处理后回用
废气	施工粉尘	TSP	自然排放
	汽车尾气	SO_2、NO_x、CO、烃类	自然排放
固废	建筑垃圾	施工建筑材料	送至指定地点填埋处理，不随意倾倒。
	生活垃圾	日常生活垃圾	由环卫部门统一处理。
	弃土	泥土、石块	部分回填、剩余的送到环卫指定倾倒点处置
噪音	施工机械	等效声级	自然排放

4.7 清洁生产

4.7.1 清洁生产概述

清洁生产是一种新的创造性的思想，该思想将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以增加生态效率和减少人类及环境的风险。对于生产过程，要求节约原材料和能源，淘汰有毒原材料，减降所有废弃物的数量和毒性；对产品，要求减少从原材料提炼到产品最终处置的全生命周期的不利影响；对服务，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。简言之，清洁生产就是使用更清洁的原料，采用更清洁的生产过程，生产更清洁的产品或提供更清洁的服务。

《建设项目环境保护管理条例》规定：“工业建设项目应当采用能耗小、污染物产生量小的清洁生产工艺，合理利用自然资源，防止环境污染和生态破坏”；国家环保局[环控（1997）232 号]《关于印发国家环保局关于推行清洁生产若干意见的通知》中，明确提出建设项目的环境影响评价应包括清洁生产的内容，具体要求：

（1）项目建议书阶段，要对工艺和产品是否符合清洁生产要求提出初评。

（2）项目可行性研究阶段，要对重点原料选用、生产工艺和技术改进、产品等方案进行评价，最大限度地减少技术和产品的环境风险。

（3）对于使用限期淘汰的落后工艺和设备，不符合清洁生产要求的建设项目，环境保护行政主管部门不得批准其项目环境影响报告书。

（4）所提出的清洁生产措施要与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

《中华人民共和国清洁生产促进法》第十八条明确规定：新建、改建和扩建项目应当进行环境影响评价，对原料使用、资源消耗、资源综合利用以及污染物产生与处置等进行分析论证，优先采用资源利用率高以及污染物产生量少的清洁生产技术、工艺和设备。

因此，清洁生产分析是基于对生产全过程废物减量化、资源化、无害化的技术、措施或方案分析。分析的基础是对工程物料平衡和水平衡分析。指标评价不仅要考虑污染物浓度，还要考虑携带污染物的介质形态和数量。其评价对象着重在生产过程，而非生产末端。

本项目工艺选用了先进、可靠、适用的生产工艺技术，设备选型合理，在工艺及设备选择的全过程中推行了清洁生产。选用原料及能源均较清洁，环境效益显著，有效地把资源优势转化为经济优势，从源头上控制了污染。同时，采取了相应的节能降耗措施，节能和节约资源效果明显。对产生污染的设施采取了高效、可靠的污染控制措施，可以确保本项目投产后的各类污染物实现达标排放。因此，从各项指标分析，本项目符合清洁生产的要求。

4.7.2 清洁生产水平分析指标

本评价将从总图布置、生产工艺与装备要求、资源与能源清洁性、产品指标、污染物排放指标、废物回用指标五个指标对该项目进行清洁生产评价，并与国内同类先进企业进行比较。

4.7.2.1 总图布置

通过合理的总图规划，优化工艺单元、罐区等之间的相对布局，理顺原料输入和产品输出的路线，缩短厂内原料气、主工艺气、蒸汽、中间产品、产品等主要介质的输送距离，降低生产过程中的物流运输能耗。

4.7.2.2 生产工艺和技术装备的先进性

本项目拟采用改良西门子工艺生产高纯多晶硅。整体工艺技术先进，流程配置合理，从源头上提升了全厂节能水平。

（1）采用先进的计量控制仪器。本项目三氯氢硅合成装置，四氯化硅冷氢化装置对硅粉、盐酸及成品都采用电子称加变频器控制，使投料量精度提高，投料误差小于

2%，物料转化率得到提高，产品消耗降低，年可节约原料成本 21.24 万元，硅粉干燥后的除尘系统年可减少硅粉尘排放 9600 吨。

（2）在反应炉前采用预反应器，大幅度降低了原料的消耗和能耗，提高了设备产能，解决了设备防腐问题。

（3）在原料上使用配比，减少原料携带进反应炉的水份，减少了设备的腐蚀。

（4）反应炉密封结构采用耐腐、耐磨材料制造，提高炉头、炉尾密封的可靠性。

4.7.2.3 原料、能源的清洁性及消耗指标

本项目主要原材料为硅粉、32%氯化氢、活性炭、催化剂、外购补充三氯氢硅、氢气、HNO_3、HF、脱盐水、AB 胶、NaOH、石墨件+石英件+陶瓷件、络合除铝剂、络合除钛剂、N_2、氢氧化钙、硫代硫酸钠等，其中原材料氢气、氮气、脱盐水自制，剩余原材料外购，大幅降低了产品的成本，因此符合清洁生产要求。

本项目涉及的能源实物有新鲜水、锅炉水、循环水、电力、蒸汽等。

1）合理用热

本项目综合考虑全厂供热和余热利用方案，确定全厂的蒸汽等级，充分利用生产过程中的余热、余压、余能，分级回收、梯级利用。

2）电气节能措施

确定优化电气技术方案；合理的采用新技术、提高自动化水平；主要电气设备材料的选型符合国家或国际 IEC 标准等，选用已经工程实践证实其性能可靠、技术先进的优质、高效、节能型产品；采用新型节能电气元件；提高工厂管理水平。

采用高效节能的用电设备，选用节能型低损耗电力变压器；选用发光效率高的节能光源；道路照明采用光电自动控制系统低压电器元件也选用节能的接触器等电气设备；部分负荷变动较大的电动机选用变频调速装置；采用高效节能型系列电动机。

降低线损，尽量将变电所布置在负荷中心，以减少线路的损耗，大电流的高压电缆按经济电流密度校核其缆芯截面，并设置 10kV 及 0.4kV 系统无功补偿，补偿后功率因数达到 0.95。

本项目及各装置能源消耗种类为新鲜水、蒸汽及电力。根据本项目生产工艺具体情况，将用电设备界定为本项目的主要用能设备。企业在生产经营管理活动中，针对性的采取有关措施，减少能耗，从而进一步降低成本，提高企业经济效

益。

《内蒙古东立光伏电子有限公司年产5万吨高纯多晶硅项目节能报告》于2023年4月编制完成，2023年7月31日，已取得内蒙古自治区发展和改革委员会出具的批复文件，即内蒙古自治区发展和改革委员会关于内蒙古东立光伏电子有限公司年产5万高纯多晶硅项目节能报告的审查意见，文号为内发改环资字[2023]984号。本项目资源能源利用指标及其清洁生产水平参见表4.7-1。

表 4.7-1　本项目资源能源利用指标表

<table>
<tr><td>项目</td><td>项目名称</td><td colspan="5">内蒙古东立光伏电子有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目</td></tr>
<tr><td rowspan="12">项目能效指标</td><td>指标名称</td><td>项目指标值</td><td>新建准入值</td><td>国内先进水平</td><td>国际先进水平值</td><td>对比结果</td></tr>
<tr><td>还原电耗</td><td>43.16kWh/kg</td><td>--</td><td>50kWh/kg</td><td>--</td><td rowspan="3">《光伏制造行业规范条件（2021年本）》（工信部〔2021〕5号）国内先进</td></tr>
<tr><td>综合电耗</td><td>54.68kWh/kg</td><td>--</td><td>70kWh/kg</td><td>--</td></tr>
<tr><td>水循环利用率</td><td>98.11%</td><td>--</td><td>95%</td><td>--</td></tr>
<tr><td rowspan="2">单位水耗</td><td rowspan="2">59.75m³/t</td><td>通用</td><td>先进</td><td>领跑</td><td rowspan="2">内蒙古自治区行业用水定额 DB15/T385-2020 领跑水平</td></tr>
<tr><td>170 m³/t</td><td>120m³/t</td><td>60m³/t</td></tr>
<tr><td rowspan="3">单位工业增加值能耗（42%绿电核减后）</td><td rowspan="2">项目指标值（tce/万元）</td><td colspan="3">《内蒙古自治区关于完善能耗双控制度保障“稳中求进”高质量发展的通知》</td><td rowspan="3">低于巴彦淖尔市标杆值</td></tr>
<tr><td colspan="2">巴彦淖尔市标杆值（tce/万元）</td><td>内蒙古标杆值（tce/万元）</td></tr>
<tr><td>0.98</td><td colspan="2">0.99</td><td>1.33</td></tr>
<tr><td>单位总产值能耗（绿电核减前）</td><td>当量值(tce/万元)</td><td>0.57</td><td>等价值(tce/万元)</td><td>1.34</td><td>--</td></tr>
<tr><td>单位总产值能耗（绿电核减后）</td><td>当量值(tce/万元)</td><td>0.35</td><td>等价值(tce/万元)</td><td>0.80</td><td>--</td></tr>
<tr><td rowspan="3">单位产量综合能耗（绿电核减前）</td><td>项目指标值(tce/t)</td><td colspan="3">弘元能源科技（包头）有限公司</td><td rowspan="3">优于行业</td></tr>
<tr><td colspan="3">单位产品综合能耗(tce/t)</td></tr>
<tr><td>当量值 7.44</td><td colspan="3">等价值 17.54</td></tr>
<tr><td>总线损率</td><td>4.42%</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td></tr>
</table>

对所在地能源消费影响	对所在地能源消费增量的影响	项目能源消费量占内蒙古自治区能耗增量控制目标的比例 m%=2.61%，1＜m≤3，因此，本项目对内蒙古自治区“十四五”能源消费增量有一定影响；项目能源消费量占所在地巴彦淖尔市“十四五”能源消费增量控制数比例 m%=59.42%，m＞20，因此，本项目能源消费量对所在巴彦淖尔市能源消费增量有决定性影响。
	对所在地完成节能目标的影响	项目增加值能耗影响所在地内蒙古自治区单位 GDP 能耗的比例 n%=-0.05%，n≤0.1，因此，本项目能耗强度对所在地内蒙古自治区完成节能目标影响较小；项目增加值能耗影响所在地巴彦淖尔市单位 GDP 能耗的比例为 n%=-0.73%，n≤0.1，因此，本项目能耗强度对所在地巴彦淖尔市完成节能目标影响较小。

4.7.2.4 产品指标

本项目的产品为高纯多晶硅。硅是信息产业和太阳能电池产业的重要原材料。高纯度硅料材料主要应用于电子行业和太阳能光伏发电行业。

硅材料是生产集成电路和分立器件，如二极管、三极管、大功率整流管（ZP）、晶闸管（KP）、电力半导体模块（GLRIPM）、功率集成电路（PGC）等的基础材料。

半导体硅具有一系列的优良性能，是集成电路、整流元件、功率晶体管、太阳能电池的理想材料，是重要的半导体材料，硅被称之为半导体之王，95％的器件都是半导体硅材料制作的。硅料是单晶硅及硅片产品的唯一原料，用硅料加工制成的硅片（硅抛光片、太阳能级硅片）主要用于制作集成电路、整流元件、功率晶体管、分立器件、探测器、太阳能电池等半导体器件。总之，硅料是人类社会进步、国民经济各部门及国防技术装备等领域不可缺少和替代的最重要的功能材料及基础材料。

综上所述，高纯多晶硅属于国家产业政策鼓励发展的产品。因此，本项目产品符合清洁生产要求。

4.7.2.5 污染物排放指标

本项目对生产过程中产生污染的设施均采取了高效、可靠的污染控制措施，最大限度的减少了污染物的排放。采取上述措施后，使得生产过程中排放的废气全部实现达标排放；生产废水和生活污水分别建设污水处理站，废水经处理后实现全部回用；产生的各类工业固体废物均得到了合理的处置及综合利用，生产固废实现了零排放。

4.7.2.6 废物回用指标

本项目运营期产生的固体废物包括一般固废和危险废物，项目营运期产生的

固体废物处置率达到100%，实现了固废的妥善处置，不排入外环境，满足清洁生产的要求。

4.7.3 清洁生产结论与建议

综上所述，本项目工艺选用了先进、可靠、适用的生产工艺技术，设备选型合理，在工艺及设备选择的全过程中推行了清洁生产。选用原料及能源均较清洁，减少了对环境的污染，环境效益显著，有效地把资源优势转化为经济优势，从源头上控制了污染。同时，采取了相应的节能降耗措施，节能和节约资源效果明显。对产生污染的设施采取了高效、可靠的污染控制措施，可以确保本项目投产后的各类污染物实现达标排放，固体废物实现了妥善处置，不外排。因此，从各项指标分析，本项目符合清洁生产的要求。

4.8 总量控制

4.8.1 总量控制原则

对污染物排放总量进行控制的原则是：将给定区域内污染源的污染物排放负荷控制在一定数量之内，使环境质量可以达到规定的环境目标。污染物总量控制方案的确定：在考虑污染物种类、污染源影响范围、区域环境质量、环境功能以及环境管理要求等因素的基础上，结合项目实际条件和控制措施的经济技术可行性进行。

4.8.2 总量控制因子

我国“十四五”期间对四项污染物排放实行总量控制，分别为NO_X、NMHC、COD和氨氮。按照《大气污染防治行动计划》国家将SO_2、NO_X、NMHC和颗粒物列入总量控制范畴，氟化物、HCl、二噁英、铅及其化合物、砷及其化合物、镉及其化合物及锡及其化合物作为考核指标。

根据本次环评核算，本项目废气产生SO_2、NO_X、颗粒物、NMHC、HCl，废水产生COD和氨氮。

4.8.3 项目总量控制指标

1、废气

本项目新建2台60t/h循环流化床燃煤蒸汽锅炉。

(1)二氧化硫

本工程采用石灰石-石膏湿法脱硫工艺，设计脱硫效率95%。

2台60t/h高压循环流化床锅炉二氧化硫的排放量为93.51t/a，本项目二氧化硫的

总量控制指标为93.51t/a。锅炉年利用时间（基于锅炉最大连续蒸发量）按7992小时计算。

(2)氮氧化物

本工程采用脱硝方式采用低氮燃烧+SNCR脱硝工艺，脱硝效率60%。

根据计算，本项目 2×60t/h 高压循环流化床锅炉氮氧化物排放量 178.02t/a，本项目氮氧化物总量控制指标为 178.02t/a。其中锅炉年利用时间（基于锅炉最大连续蒸发量）按 7992 小时计算。

方硅芯酸洗废气和硅料酸洗废气NO_X排放量1.7t/a。全厂NO_X排放量178.02t/a+1.7t/a=179.72t/a。

(3)颗粒物

本工程采用高效布袋除尘器，设计除尘效率99.8%。

2台60t/h高压循环流化床锅炉颗粒物的排放量为27.57t/a，锅炉颗粒物的总量控制指标为27.57t/a。

硅块破碎系统含尘废气、三氯氢硅合成工段硅粉加料废气、还原炉吹扫颗粒物，四氯化硅冷氢化工段硅粉加料废气、整理车间硅料破碎粉尘排放的颗粒物的量为0.072t/a+0.094t/a+0.062t/a+0.094t/a+1.08t/a=1.402t/a。

综上，本项目颗粒物的总量控制指标为27.57+1.402=28.972t/a。

(4)TVOC

①粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃排放量 0.09t/a。

②本项目 2×60t/h 燃煤循环流化床锅炉，锅炉小时最大耗煤量约为 2×10.98t/h，项目燃煤锅炉耗煤量为 175504.32t/a。本项目燃煤锅炉的 TVOC 排放量：$175504.32\times8.09\times10^{-3}\div1000=1.42$t/a。

③本项目设置2个容积为250m^3的柴油油罐，柴油的密度约为840kg/m^3，储存系数为0.935，则柴油的最大储存量为$500\times840\div10^3\times0.935=392.73$t，则柴油储罐油品挥发的TVOC排放量：（$392.73\times7.627\times10^{-2}$＋43.211×2）÷1000=0.116t/a。

综上所述本项目TVOC排放量为0.09+1.42t/a+0.116t/a=1.626t/a。

(5)HCl

本项目氯硅烷工艺废气处理单元尾气HCl排放浓度为90.424mg/m^3。排放速率为1.356kg/h，氟硅酸废气排入本项目含氯硅烷工艺废气处理装置，工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋）对HCl的处理效率为95%，

HCl的年排放量为0.2115t/a。

盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸HCl的年排放量为0.3t/a。

表 4.8-1　工程投产后废气排放总量情况表

项目	污染物	本项目排放总量	控制总量指标
废气污染指标	SO_2（t/a）	93.51	93.51
	NOx（t/a）	179.72	179.72
	颗粒物（t/a）	28.972	28.972
	TVOC（t/a）	1.626	1.626
	HCl（t/a）	0.5115	0.5115

2、废水

本项目生活污水产生量为1.84m^3/h（1.47×$10^4$$m^3$/a），经过化粪池预处理后排入乌拉特前旗工业园区污水处理厂。COD、NH_3-N排放浓度分别为400mg/L、33mg/L，则项目废水中COD、NH_3-N排放量分别为：5.88t/a、0.485t/a。

本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m^3/h，产水率 90%。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用。

本项目设置 1 座污水处理站，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统，400m^3/h 一体化污水处理系统，40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套。处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。

表 4.8-2　工程投产后废水污染物排放总量情况表

项目	污染物	本项目排放总量	控制总量指标
废水污染指标	COD（t/a）	5.88	5.88
	氨氮（t/a）	0.485	0.485

3、本项目总量控制指标

本项目控制总量指标见表4.8-3。

表 4.8-3　本项目污染物排放总量控制表

项目	污染物	本项目排放总量
大气污染指标	SO_2（t/a）	93.51
	NOx（t/a）	179.72
	颗粒物（t/a）	28.972
	TVOC（t/a）	1.626
	HCl（t/a）	0.5115

水污染指标	COD（t/a）	5.88
	氨氮（t/a）	0.485

5 环境质量现状调查与评价

5.1 环境概况

5.1.1 自然环境概况

1、地理位置

乌拉特前旗地处内蒙古自治区巴彦淖尔市东南部，东与包头市毗邻，南与鄂尔多斯市的达拉特旗和杭锦旗隔黄河相望，西邻五原县，北与乌拉特中旗接壤。旗所在地乌拉山镇距呼和浩特市 288km，距巴彦淖尔市政府所在地 142km。本项目位于乌拉特前旗工业园区内。项目地理位置见图 5.1-1 和项目在园区位置见图 5.1-2。

2、气候特征

乌拉特前旗旗境属于中温带大陆性季风气候，日照充足，积温较多，昼夜温差大，雨水集中，雨热同期。历年平均日照时数为 3202 小时，年平均气温为 3.5-7.2℃，无霜期 100-145 天，年降水量在 200-250mm，主要集中在 6-9 月份，占全年降水量的 78.9%；年蒸发量 1900-2300mm。最热的地方是白彦花中滩，最冷的地方是小佘太，南北相差 4℃左右，最高极端气温 38.8℃，最低极端气温-36.5℃。

乌拉特前旗是自然灾害容易发生地区之一，多数为干旱、大风、霜冻、干热风、冰雹、雨灾等。

3、地形地貌

地貌可概括为“三山两川一面海，千里平原两道滩”。

“三山”：乌拉山、查石太山、白音察汉山，山地占地面积 2303km²，约占总面积的 30.8%，最高山为乌拉山，主峰大桦背海拔 2322m。

“两川”：明安川、小佘太川，占地面积 889km²，占总面积的 11.3%。

“一面海”：乌梁素海，水域面积 44.8 万亩，是全国八大淡水湖之一。

“千里平原两道滩”：套内平原、蓿亥滩和中滩，占地面积 1811km²，占总面积的 24.2%。

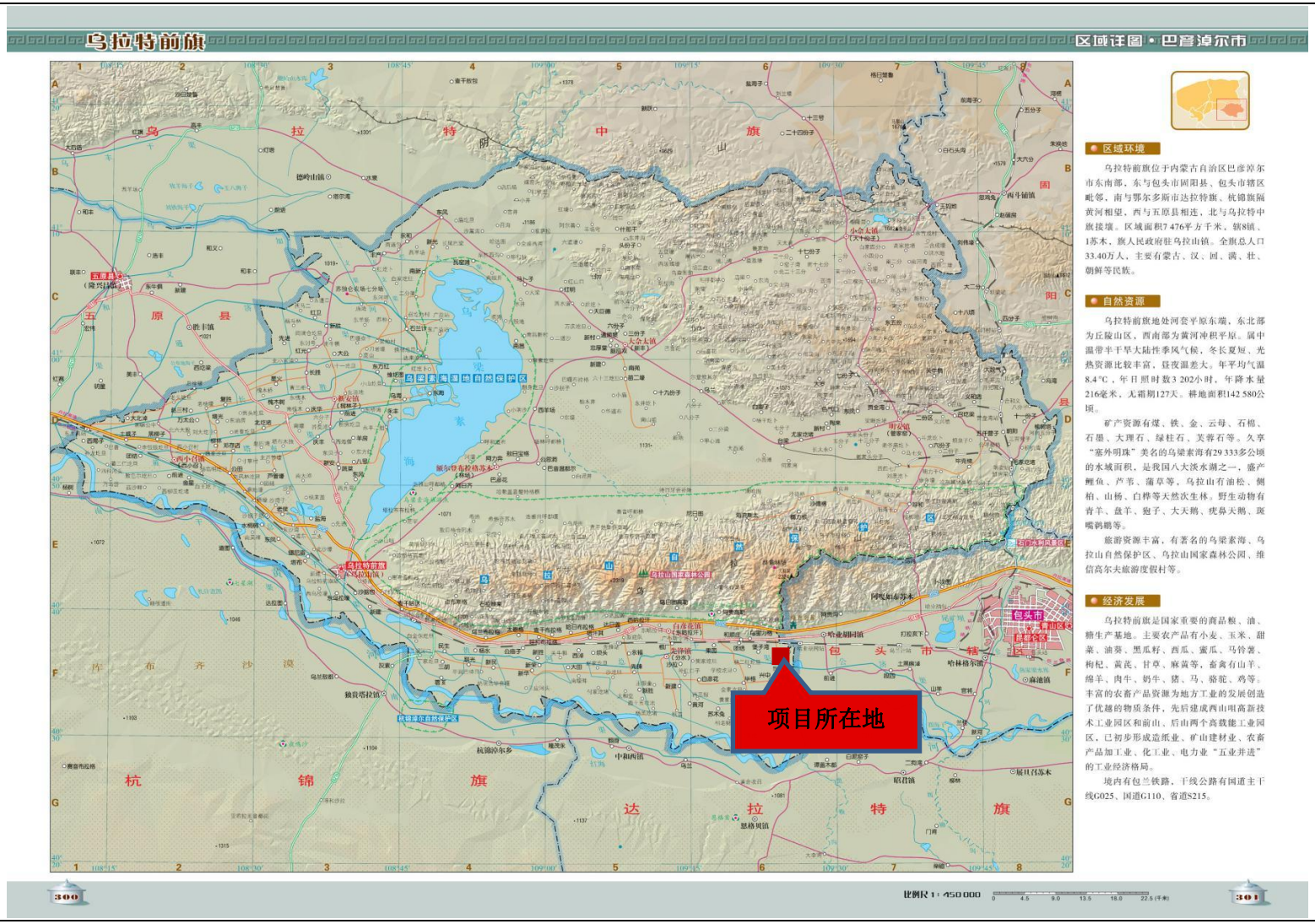


图 5.1-1　拟建项目地理位置

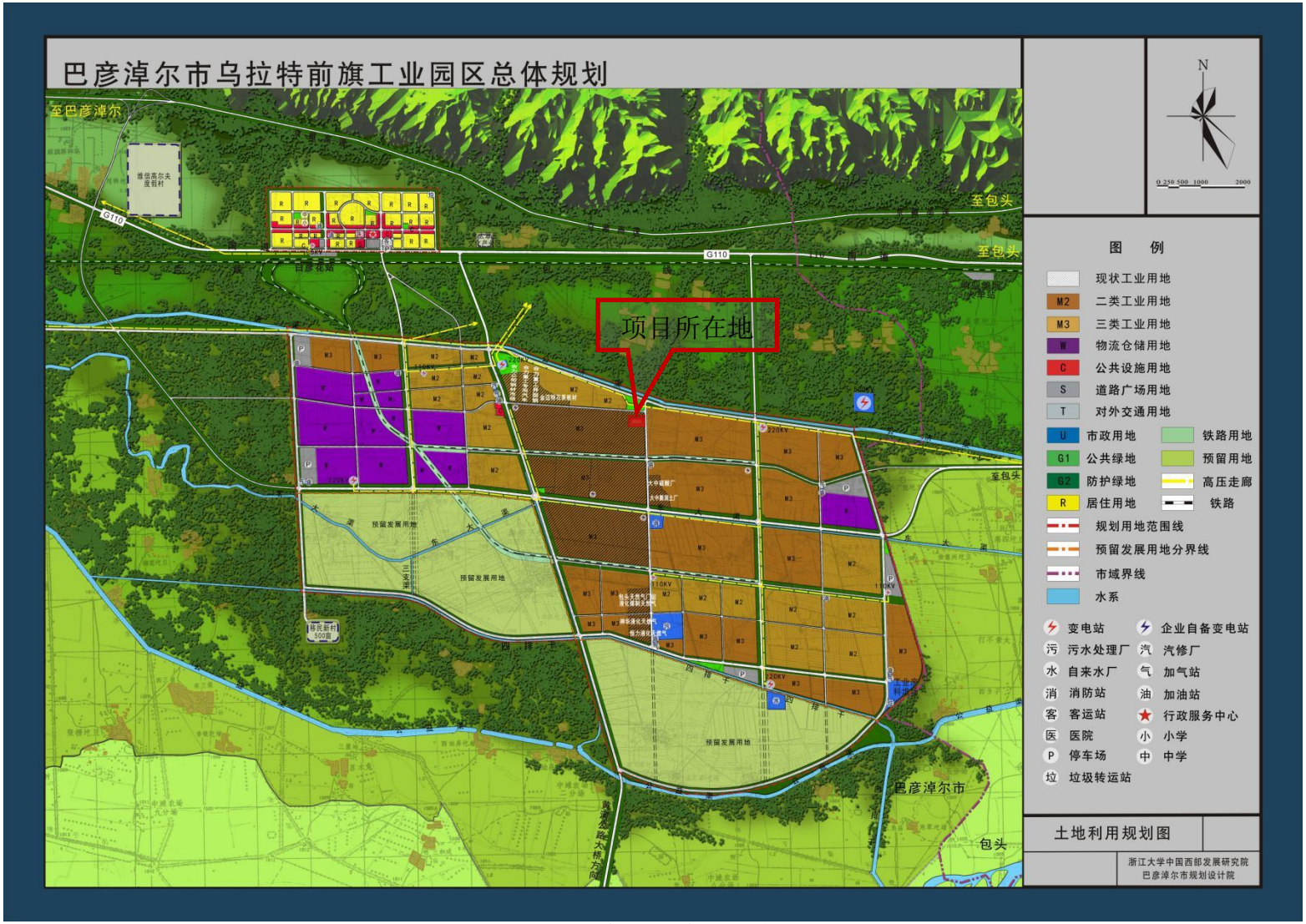


图 5.1-2 本项目在园区位置图

4、水文地质与特征

1.水文

乌拉特前旗境内的水体主要有乌梁素海、黄河以及连通乌梁素海与黄河的总排干（退水渠）。

乌梁素海：乌梁素海位于河套灌区东端，乌拉特前旗西山嘴镇北方，南窄北宽，海底由北向南缓缓下降，总面积 29333×$10^4$$m^2$，占乌拉特前旗水面积的 61.35%，是内蒙古西部最大的淡水湖，盛产鱼及芦苇，是乌拉特前旗造纸企业的原料基地，乌梁素海作为河套灌区排水工程的一部分，主要接纳农业排水、山洪泻水和上游部分工业排水，通过退水渠进入黄河。

总排干（退水渠）：总排干（退水渠）是连通乌梁素海和黄河的重要水利枢纽，不仅担负着河套农业排水、山洪泄水，还担负着沿线工业企业的排水。年平均流量 6.34m^3/s，平均流速为 0.37m/s，平均水深 1.41m。

黄河：黄河由西向东流经乌拉特前旗南部，在乌拉特前旗境内全长 160km，黄河是巴彦淖尔市与鄂尔多斯市的分界线，据三湖河口黄河水文站资料，黄河年平均流量为 830.9m^3/s，平均流速为 1.34m/s，平均含沙量为 5.26kg/m^3。

2.地质

该项目厂址位于乌拉特前旗工业园区，在大地构造上 I 级构造单元为华北地台、Ⅱ级构造单元为鄂尔多斯台坳、Ⅲ级构造单元为河套断陷。河套断陷自中生代开始接受了巨厚的中、新生代沉积。根据物探资料以及以往地质资料显示，近场区范围内无新的断裂构造分布。

厂址场地钻探揭露的地层除表层 0.5m 耕土外，40.0m 深度范围内所揭露地层均为第四系全新统冲积成因地层（Q4al）。拟建场地内天然地层依据其岩性、工程性质不同划分为六个单元层，分述如下：

第①层粉土（Q4al）：黄褐色，含云母，呈湿、稍密～中密状态。摇震反应中等，无光泽反应，干强度低，韧性低，层厚 0.8～1.8m；

第②层粉质粘土（Q4al）：棕红色，含云母和氧化铁，局部为粘土。由于勘察期间地下水位位于该层的中部，造成该层水位上下的含水量差距较大，因此液性指数变化较大，该层土的状态为硬塑～软塑状态。该层土无摇震反应，光泽反应一般，干强度中等，韧性中等。层厚 1.5～3.2m；

第③层粉土（Q4al）：黄褐色，含云母及少量氧化铁，呈湿、中密状态。局

部有粉质粘土夹层。摇震反应迅速，无光泽反应，干强度低，韧性低，层厚在 0.6～1.6m 之间；

第④层粉砂（Q4al）：黄褐色，含云母，长石、石英质，均粒结构，呈饱和、松散状态。层厚在 0.6～2.1m 之间；

第⑤层细砂（Q4al）：灰黑色，含云母，长石、石英质，均粒结构，呈饱和、松散～稍密状态。层厚在 3.2～5.4m 之间；

第⑥1 层粉质粘土（Q4al）：灰褐色，含云母，软塑状态，无摇震反应，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，层厚为 2.0m。该层土仅在№80 号钻孔揭露；

第⑥2 层细砂（Q4al）：灰黑色，长石、石英质，均粒结构，呈饱和、中密状态，局部有中砂薄夹层，本次钻探未揭穿该层该场地，场地地下水埋藏于自然地表下 2.1～2.6m 之间，属潜水。

5、生态环境

土地：乌拉特前旗地域辽阔，土地面积广大，但绝大部分土壤质地粗糙，含沙量大，土层薄，物理性结构不良，再加地处内陆半干旱气候区，降雨量少，风蚀沙化 严重，生态系统十分脆弱，可利用率很低。达茂旗土地划分为 3 个 1 级类、10 个 2 级类和 33 个 3 级类。

草场：乌拉特前旗的天然草场面积为 1642640 公顷，占可利用土地总面积的 92%，其中可利用草场面积为 1493183 公顷，占草场总面积的 91%。全旗草原从南向北依 次跨越干草原、荒漠草原和草原化荒漠 3 个自然植被带，在各带间零星分布着非地 带性的草甸草场。其中干草原占草场总面积的 33%，荒漠草原占 52%，草原化荒漠占 11.8%。荒漠草原是全旗的主体草场。

6、矿产资源

乌拉特前旗矿产资源丰富，点多面广，目前已发现金属、非金属等矿产资源 32 种，其中，稀土、褐煤、石灰石、磷、黄金、铜、铁、石英的储量尤为可观。截止 2010 年底，达茂旗褐煤保有储量 74×10^8 t，铁矿石保有储量 11.2×10^8 t，石灰岩矿估算储量 22×10^8 t，金矿石保有储量 66.7×10^8 t，铜矿石保有储量 170.9×10^8 t，磷矿石保有储量 4.08×10^8 t，珍珠岩保有储量 640×10^8 t，菱镁保有储量 280×10^4 t，石墨估算储量 1.9×10^8 t，萤石估算储量 200×10^4 t。

7、植被、土壤

乌拉特前旗土壤类型有栗钙土、棕钙土、灰褐土、草甸土、盐土和风沙土等。

栗钙土主要分布于固阳县、达茂旗；棕钙土主要分布于达茂旗境内；灰褐土主要分布于 大青山和乌拉山中低山地；草甸土主要分布于九原区、土右旗、固阳县山前冲积平 原及河漫地；盐土主要分布于九原区、土右旗山前冲积平原的低洼处；风沙土主要 分布于九原区南部。

5.1.2 内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区概况

由于《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划》（2021-2035）刚完成初稿，《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》（2021-2035）正在编制，未送审，因此以下内容根据《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划》（2021-2035）、《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》（2010-2020）及自治区环保厅《关于内蒙古乌拉特前旗工业园区环境影响报告书审查意见》（内环字[2014]74 号）编制。

5.1.2.1 园区产业发展的模式

⑴当地自然资源利用型产业发展模式

在充分利用当地的矿产资源和发挥当地水资源优势的同时，汇集周边资源菱形区内的丰富资源。

⑵辐射型产业发展模式

在扩大当地现有产业规模的同时，充分接受包头和鄂尔多斯黄河经济带产业龙头城市的辐射，发展与这些城市相关的产业，实现产业的多元化发展。

⑶大厂辐射型产业发展模式

内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区的东边有钢铁产量 600 多亿 t 的包钢，有新希望铝业、有一机、二机、北方重机，有规划中的大型煤化工企业神华煤制烯烃；基地的南边，有正在建设中的大型煤化工企业神华煤制油以及其他规划中的煤化工。因此，内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区既可以发展冶金和冶金下游产业，还可以发展煤化工及其下游的有机化工和精细化工产业。

⑷集聚经济型产业发展模式

延伸当地已初具规模的产业形成完整或者较长的产业链，打通与达拉特煤田的通道，建设高标准的工业园区，吸引周边和其他地区的企业前来投资，发挥集聚经济的竞争力。例如，电力与高载能产业链，石灰石、电石与 PVC 产业链。在充分激发产业发展内源动力的同时，创建引进外部资金的有效机制，实现产业发展内源和外源两个动力的有力推动。

5.1.2.2 园区战略定位

园区的战略定位是：

⑴西部地区冶化五金建材产业制造业和流通业基地。

⑵包头、鄂尔多斯产业的辐射基地。

⑶丹拉高速公路产业带、冶化五金建材产业核心集聚区。

⑷蒙古国资源冶化加工基地。

⑸西部冶化五金建材科技成果转化基地。

⑹集自然与历史于一体的独具魅力的西部风光旅游休闲地。

⑺生态保护与经济发展相互促进的循环经济区。

5.1.2.3 园区的产业链、产业集群

内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区发展以下七大产业链，形成七个产业园区，整个工业基地体现循环经济、节约资源的生态工业型的可持续发展思路。

⑴第一产业链——电力—高载能产业链。

积聚丰富的煤炭资源，依托乌拉山电厂，延伸基地的电力市场，并鼓励基地内利用余热、废热发电的自备电厂、小型热电厂。高载能产业链向高科技、高附加值的产品方向发展。

⑵第二产业链——钢铁冶炼—稀土产业链。

依托巴彦淖尔市丰富的铁矿石资源、包头的稀土资源，发展以钢铁冶炼为核心的采矿—选矿—钢铁冶炼—钢结构、五金—钢铁—稀土材料加工的钢铁冶炼—稀土产业链。主要产品为钢铁、金属制品、五金建材、稀土磁性材料等。

⑶第三产业链——冶金产业链。

以蒙古国铜、巴彦淖尔市的白云石和蓝晶石、高岭土质粉煤灰资源利用为核心的冶金产业链。

⑷第四产业链——煤化工产业链及有机化工与精细化工产业链。

以蒙古国煤炭和周边地区煤炭的综合利用为核心的焦炭、煤化工产业链及煤化工下游有机化工与精细化工产业链。

⑸第五产业链——玉石加工产业。

分布于乌拉特中旗和前旗交界处的长河玉，是珍贵的宝石，储量 273 万 m^3，也是内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区要发展的重点产业。长河玉可称是我国的第五大名玉。

⑹第六产业链——金属制品、五金、建筑材料产业链。

以上述产业链的产品以及生产中的废料为原料的金属制品、五金、建筑材料加工。充分体现循环经济、回收综合利用、节约资源的生态工业型产业链。

⑺第七产业链——商贸产业链。

以上述产业链为基地的商贸市场。聚集全国的产品和工业基地的产品，建立面向周边地区的钢铁、金属制品、五金制品、建材制品市场。以市场带动工业基地建设，以工业基地发展支持市场。

5.1.2.4 园区发展目标

⑴经济发展目标

内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区的产业以高科技为先导，以资源开发和综合利用为重点，依托铁路、公路、用地和用电等良好条件，发展运量大、产业链长、污染小、附加值高的循环型工业。同时加强商业、金融、交通、物流、通信业、特色农业，使各项产业协调发展。

短期目标（2006－2010 年）：至 2010 年，工业产值 165 亿元，工业增加值 50 亿元，税收 15 亿元，年增长率 30-50%。中期目标（2010－2015 年）：至 2015 年，工业产值 332 亿，工业增加值 100 亿，税收 30 亿元，年均增长率 15%左右。

长期目标（2016－2025 年）：2025 年，工业产值 800 亿左右，工业增加值 250 亿左右，税收 80 亿元，年增长率为 10%。

⑵城市基础设施建设目标

到 2010 年内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区规划面积的四分之三实现“七通一平”，各功能区基本形成。

到 2010 年内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区的供水和排水管网基本满足各园区使用要求。

到 2010 年内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区的供电和供热、供汽系统基本满足各园区使用要求。近期内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区内绿地覆盖率达到 20%，中期，内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区内绿地覆盖率增加到 30%，人均公共绿地 10m²以上。

⑶产业发展目标及产品

根据对内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区的产业发展环境、资源、条件，产业发展的优势和劣势以及发展模式的分析，工业基地的产业发展目标确定为“一个

基地，七大园区”。

七大园区分别是：

①电力产业园区。主要产品供热、供汽、供电。

②冶金－高载能－稀土产业园区。主要产品为钢铁、硅铝合金、氧化铝、电解铝、结晶硅、硅镁合金和其他镁合金、硅青铜、硅铁、稀土、磁性材料等。

③煤化工产业园区。主要产品有甲醇、二甲醚、煤制油、煤制烯烃等（化肥单独建立工业园区，焦炭做为未来一个可能的选项）。

④氯碱、有机、精细化工与生物化工园区。主要产品有：PVC、有机硅、煤化工的下游产品制成的化纤、合成树脂和塑料、合成橡胶、玉米深加工等（部分电石在后山工业园区）。

⑤五金建材产业园区。主要产品有：金属铸造压延产品、五金产品、钢结构、塑料制品、橡胶制品、水泥、陶瓷、砖瓦等。

⑥玉石加工园区。主要产品有：玉石制品、饰品及工艺品。以及利用长河玉尾矿及废渣生产日用玉瓷品和建筑用玉瓷品。

⑦商贸和物流产业园区。聚集全国的产品和内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区的产品建立面向周边地区的钢铁、金属制品、五金制品、建材制品市场。以市场、产品物流带动工业基地建设，以工业基地发展支持市场。

5.1.2.5 总体规划概述

⑴用地规模

①总体规划用地

工业基地位于乌拉山山前洪积平原和黄河冲积平原，分为生产区和生活区两部分，生产区用地基本呈方形，北至公济渠，南至公益渠，东接包头市边界，西至先锋镇现状机耕道路，规划用地面积 4138.4ha 合 41.384km²。生产区西北沿公济渠和四排干开辟 20km²的生活区用地。两区之间有 1.5km 的生态隔离带。

②按工业用地分类

一类工业用地主要布局无污染和高附加值工业；二类工业用地主要布局低污染的工业；三类工业用地主要布局重化工企业。

⑵供水

①生活用水

生活用水利用地下水，根据有关资料及实地饮用井情况分析，工业基地内现

有地下水源较丰富，可利用水量为 4729.6 万 m^3。

②工业用水

黄河南距内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区 3～4km，工业用水基本以黄河水为主。同时，利用中水作为市政用水。水源地应设在水量、水质有保证和易于实施水源环境保护的地段。在基地南侧浊度相对较低的黄河河段，或有条件设置避砂峰调蓄设施的黄河河段，设置取水口，并应符合国家现行标准《高浊度水给水设计规范》的规定。

⑶排水

采用雨污分流的排水体制，体现“污水分流、集中处理，雨水分区、就近排放”的原则。雨水管网的布置，要求使雨水能顺畅及时地排出去。根据分散、就近的原则布置雨水管道，就近排入附近的水体（四排干）。

污水排放要求：工业企业污水排放要求在厂内进行预处理，达到排放水质标准后方可排入污水管网。本项目生活污水经化粪池（渗透系数≤10^{-7}cm/s）处理后排入污水管网，进入园区污水处理厂，不直接向外排放。

⑷污水处理工程

乌拉特前旗工业园区污水处理厂由巴彦淖尔市河套水务公司投资建设，项目总投资 1.4 亿元，2011 年 5 月份开工建设，2014 年 10 月份建成。污水处理采用水解酸化 A^2/O 处理工艺，再生水处理采用二级生物处理+混凝、沉淀、过滤工艺，出水水质达到排放标准。污水处理厂设计规模为日处理污水 3 万 t、中水回用 2 万 t，实际平均处理量 3000m^3/d 左右，中水回用 3000m^3/d，中水回用率为 100%。工艺采用 cass 工艺（活性污泥法），并配套安装隔墙，推流器等设备，启用生物池，高密度澄清池和 V 型滤池。北线日处理 1000m^3/d，改造项目于 2018 年 12 月底完工，南线日处理 2000t，改造项目于 2019 年 5 月底完工，符合相关的标准和要求。

⑸供电

内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区用电量为 128 亿度/年，装机容量需要 5×60 万千瓦，近期 3×60 万千瓦由基地规划自备电厂解决，另外从基地外引入 1×60 万千瓦，基地西侧现有乌拉山电厂，东侧有西苑电厂。远期达到 5×60 万千瓦。

在钢铁冶金产业区的西南侧和基地的东南角分别建变电站，占地各 10ha。

⑹固废处置规划

①垃圾无害化处理厂及最终处置场规划建设一座垃圾生态处理厂，位于生活

污水处理厂东南，计划建设用地 500 亩。近期年处理生活垃圾 1×10^4t，远期年处理 4×10^4t。建成以后可使基地的生活垃圾处理率达到 100%。

②工业固废处置

在基地生产区的南侧设立一般工业固废临时堆场，同时采取三防措施，以满足固废的阶段性贮存，逐步实现基地各产业链之间固废的综合利用和循环经济。危废实行密封罐装，定期送入就近的危废处理中心。基地正常运营后，各产业链之间可以实现循环经济，产生的固废相互之间综合利用，只在厂区设立符合环保要求的临时渣场。

5.2 环境质量现状评价

5.2.1 大气环境质量现状与评价

5.2.1.1 项目所在区域达标判断

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中6.4.1.1中的内容“城市环境空气质量达标评价指标为SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO和O_3，六项污染物中全部达标即为城市环境空气质量达标”。

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），项目所在区域达标判定，优先采用国家或地方生态环境主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。其中评价基准年为近3年中数据相对完整的1个日历年作为评价基准年。

根据《巴彦淖尔市 2022 年环境质量状况公报》数据，2022 年巴彦淖尔市乌拉山镇有效监测天数 348 天，优良率为 91.4%。细颗粒物(PM2.5)年均值为 16 微克/立方米，可吸入颗粒物（PM10）年均值为 65 微克/立方米，二氧化硫年均值为 13 微克/立方米，二氧化氮年均值为 27 微克/立方米，一氧化碳 24 小时平均第 95 百分位数值为 1.0 毫克/立方米，臭氧日最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数值为 139 微克/立方米。六项监测指标均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）标准要求，由此可判断巴彦淖尔市乌拉特前旗为达标区。

本项目位于达标区，本项目废气均达标排放，不会给大气环境现状造成影响。

5.2.1.2 大气环境质量现状

为了掌握该项目所在地区的大气环境现状，并为影响评价提供基础资料和数据，本次评价委托内蒙古航峰检测技术有限公司于 2023 年 4 月 1 日至 4 月 7 日对项目所在区域的环境空气质量现状进行了监测。

1、监测点位

根据建设项目工程特点、所处的地理位置及周围环境特征等因素，考虑到评价区域内的大气环境保护目标、功能区划及主导风向（西北风）的作用，于本项目厂址和评价区域主导风向下风向共布设 2 个监测点位。监测点位分布见监测布点图。各监测点的详细情况见表 5.2-1 和图 5.2-1。

表 5.2-1　大气监测点位置表

监测点编号	监测点名称	监测点坐标
1#	厂址	E：109°22'0.01"，N：40°35'47.12"
2#	主导风向下风向 700m 处	E：109°22'24.94"，N：40°35'22.97"
备注：项目监测点位通过卫星地图得知，在现场监测时需进行核实并确定；同时观测风向、风速、气压、全云量等气象条件，对监测点位坐标定位。		

2、监测项目

TSP、总挥发性有机物（TVOC）、氟化物、HCl、Cl_2、NH_3、H_2S、汞及其化合物、臭气浓度。

3、监测频率及时段

(1)TSP 每日 24 小时的采样时间，连续采样 7 天。

(2)总挥发性有机物（TVOC）、氟化物、HCl、Cl_2、汞及其化合物每天获取 4 个 1 小时平均浓度，监测时段分别为北京时间 02:00、08:00、14:00、20:00 四个时段，连续采样 7 天。

(3)NH_3、H_2S、臭气浓度监测 1 小时平均浓度，监测时段为北京时间 14:00，一个时段。连续采样 7 天。

监测期间同步观测风速、风向、气温、气压等常规气象参数。

4、执行标准

HCl、Cl_2、NH_3、H_2S、执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值。

TSP、氟化物、汞及其化合物执行《环境空气质量标准》（DB3095-2012）及其修改单中表 1 环境空气污染物基本项目浓度限值。

TVOC（以非甲烷总烃计）执行《环境空气质量 非甲烷总烃限值》河北省地方标准（DB13/1577-2012）二级标准限值。

5、采样及监测分析方法

采样和分析方法按照国家环保局颁布的《环境监测技术规范》和《空气和废气监测分析方法》的有关要求和规定进行。各污染物分析方法见表 5.2-2。

表 5.2-2　空气监测分析方法

样品类别	检测项目	检测依据	检出限
环境空气	总悬浮颗粒物 TSP	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》 HJ 1263 -2022	0.007mg/m³
	氨气	《环境空气和废气氨的测定纳氏试剂分光光度法》 HJ 533-2009	0.01mg/m³
	硫化氢	《空气和废气监测分析方法》(第四版增补版)国家环境保护总局(2003 年)第三篇第一章十一 (二) 亚甲基蓝分光光度法(B)	0.001mg/m³
	臭气浓度	《环境空气和废气 臭气的测定 三点比较式臭袋法》 HJ 1262 -2022	/
	氯化氢	《环境空气和废气 氯化氢的测定 离子色谱法》HJ 549-2016	0.02mg/m³
	氯气	《空气和废气监测分析方法》(第四版增补版) 国家环境保护总局(2003 年)第三篇第一章十二 甲基橙分光光度法（A）	0.03mg/m³
	氟化物	《环境空气氟化物的测定滤膜采样/氟离子选择电极法》 HJ955-2018	0.5μg/m³
	汞及其化合物	《空气和废气监测分析方法》(第四版增补版) 国家环境保护总局(2003 年)第五篇第三章七（二）原子荧光分光光度法（B）	3×10^{-6} mg/m³
	总挥发性有机物 TVOC	《室内空气质量标准》（附录 C 室内空气中总挥发性有机物(TVOC)的检验方法 (热吸附/毛细管气相色谱法））GB/T 18883-2002	0.5μg/m³

6、检测期间气象条件

本项目检测期间气象条件见表 5.2-3。

表 5.2-3　检测期间气象条件统计表

测定日期	测定时间	大气压（kPa）	温度（℃）	湿度（%）	风向	风速（m/s）	总云量	低云量
2023.04.01	02:00-03:00	86.2	4.6	56.5	东北	2.4	5	4
	08:00-09:00	86.2	6.7	58.3	东	3.4		
	14:00-15:00	85.9	18.3	20.7	东北	2.5		
	20:00-21:00	85.7	16.8	34.2	东北	2.7		
2023.04.02	02:00-03:00	85.8	11.3	56.7	东北	1.5	7	5
	08:00-09:00	86.5	0.8	53.4	西	3.4		
	14:00-15:00	86.8	3.7	38.6	东	3.1		
	20:00-21:00	87.1	3.1	32.5	东北	2.6		
2023.04.03	02:00-03:00	87.3	-0.3	45.6	东	3.6	6	3
	08:00-09:00	87.4	-1.4	52.4	东	2.8		
	14:00-15:00	87.2	5.9	20.7	东	2.5		
	20:00-21:00	87.3	3.7	21.5	东北	2.7		
2023.04.04	02:00-03:00	87.2	0.2	56.1	东	3.2	6	4

	08:00-09:00	87.2	-1.2	40.6	西	3.6		
	14:00-15:00	87.2	2.9	43.5	东北	3.1		
	20:00-21:00	87.3	0.7	57.1	东北	3.7		
2023.04.05	02:00-03:00	87.2	2.1	40.6	东南	2.1	7	4
	08:00-09:00	87.2	-0.2	58.6	东南	2.6		
	14:00-15:00	87.2	2.5	30.2	东北	2.7		
	20:00-21:00	87.3	-0.1	57.4	东北	3.2		
2023.04.06	02:00-03:00	87.2	-1.5	51.4	东	2.5	5	2
	08:00-09:00	87.3	-1.6	55.6	东北	3.2		
	14:00-15:00	87.3	6.3	24.3	东北	3.5		
	20:00-21:00	87.4	3.2	27.2	东北	1.6		
2023.04.07	02:00-03:00	87.5	0.5	15.6	东北	1.4	4	3
	08:00-09:00	87.8	-1.9	33.8	东北	1.8		
	14:00-15:00	87.7	7.3	11.5	东北	2.1		
	20:00-21:00	87.6	4.7	23.4	东北	2.6		

6、监测结果

各监测点位监测结果详见表 5.2-4 至表 5.2-7。

表 5.2-4　1#厂址环境空气检测结果（1）

采样日期	样品编号 检测项 采样时间	MHF23033005-(0401~0407)Q02~05	MHF23033005-(0401~0407)Q06~09	MHF23033005-(0401~0407)Q15~18	MHF23033005-(0401~0407)Q19~22	MHF23033005-(0401~0407)Q23~26	MHF23033005-(0401~0407)Q27~30	MHF23033005-(0401~0407)Q31~46
		氟化物(μg/m³)	汞及其化合物(mg/m³)	氯化氢(mg/m³)	氯气(mg/m³)	氨气(mg/m³)	硫化氢(mg/m³)	臭气浓度(无量纲)
2023.04.01	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.02	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.03	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.04	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.05	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.06	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10

	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.07	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
注：ND 表示未检出								

表 5.2-5　1#厂址环境空气检测结果（2）

采样日期 / 样品编号	采样时间 / 检测项目	MHF23033005-(0401~0407)Q10	采样日期 / 样品编号	采样时间 / 检测项目	MHF23033005-(0401~0407)Q01
		总挥发性有机物 TVOC(μg/m³)			总悬浮颗粒物 TSP（μg/m³）
2023.04.01	08:00-16:00	499	08:00-08:00		151
2023.04.02	08:00-16:00	397	08:00-08:00		290
2023.04.03	08:00-16:00	439	08:00-08:00		164
2023.04.04	08:00-16:00	510	08:00-08:00		129
2023.04.05	08:00-16:00	547	08:00-08:00		110
2023.04.06	08:00-16:00	499	08:00-08:00		136
2023.04.07	08:00-16:00	438	08:00-08:00		119

表 5.2-6　2#主导风向下风向 700m 处环境空气检测结果

采样日期	样品编号 检测项目 采样时间	MHF23033005-(0401~0407)Q48~51	MHF23033005-(0401~0407)Q52~55	MHF23033005-(0401~0407)Q61~64	MHF23033005-(0401~0407)Q65~68	MHF23033005-(0401~0407)Q69~72	MHF23033005-(0401~0407)Q73~76	MHF23033005-(0401~0407)Q77~92
		氟化物(μg/m³)	汞及其化合物(mg/m³)	氯化氢(mg/m³)	氯气(mg/m³)	氨气(mg/m³)	硫化氢(mg/m³)	臭气浓度(无量纲)
2023.04.01	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.02	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.03	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.04	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.05	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.06	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10

	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
2023.04.07	02:00-03:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	08:00-09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
	20:00-21:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜10
注：ND 表示未检出								

表 5.2-7　2#主导风向下风向 700m 处环境空气检测结果

样品编号 / 采样日期 / 检测项目		MHF23033005-(0401~0407)Q56	样品编号 / 采样日期 / 检测项目	MHF23033005-(0401~0407)Q47
采样日期	采样时间	总挥发性有机物 TVOC(μg/m³)	采样时间	总悬浮颗粒物 TSP（μg/m³）
2023.04.01	08:00-16:00	486	08:00-08:00	163
2023.04.02	08:00-16:00	434	08:00-08:00	312
2023.04.03	08:00-16:00	475	08:00-08:00	174
2023.04.04	08:00-16:00	546	08:00-08:00	135
2023.04.05	08:00-16:00	583	08:00-08:00	123
2023.04.06	08:00-16:00	438	08:00-08:00	144
2023.04.07	08:00-16:00	450	08:00-08:00	122

6、 评价方法

单项评价指数：$I_i = C_i / C_{si}$

式中：

C_i——污染物 i 的不同取样时间监测浓度，mg/m^3；

C_{si}——污染物 I 的评价标准浓度限值， mg/m^3。

当 Ii≥1 时为超标， Ii＜1 时为未超标。

7、监测结果评价

由监测结果可知：各监测点 HCl、Cl_2、NH_3、H_2S 满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值。

TSP、氟化物、汞及其化合物满足《环境空气质量标准》（DB3095-2012）及其修改单中表 1 环境空气污染物基本项目浓度限值。

TVOC（以非甲烷总烃计）满足《环境空气质量 非甲烷总烃限值》河北省地方标准（DB13/1577-2012）二级标准限值。

均未出现超标现象，说明当地环境空气质量良好。

图 5.2-1　环境空气质量监测布点图

5.2.2 地下水环境质量现状与评价

5.2.2.1 地下水水质监测与评价

本次地下水环境质量现状委托内蒙古航峰检测技术有限公司进行监测，监测时间为 2023 年 4 月 1 日，共设置 7 个地下水水质监测井。

（1）监测点布设

地下水监测点位布设情况见表 5.2-1 和图 5.2-1，监测同时记录监测坐标、井深、水井用途、水位埋深。

（2）监测因子

pH、耗氧量、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、氟化物、镉、铁、锰、铜、锌、铝、总大肠菌群、菌落总数、硫化物、石油类以及 K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}、Cl^-、CO_3^{2-}、HCO_3^-。

（3）监测时间

2023 年 4 月 1 日，监测一天，每天取样一次。

表 5.2-8　　地下水水质监测布点一览表

编号	位置	坐标		井深（m）	用途
		北纬	东经		
D1	堡子湾	40°36′38.68″	109°21′55.94″	90	灌溉井
D2	黑柳子村	40°35′29.24″	109°23′10.27″	98	灌溉井
D3	厂区西	40°36′26.23″	109°21′16.47″	22	灌溉井
D4	赵柜	40°34′31.34″	109°23′22.53″	85	灌溉井
D5	毕格尔图村	40°34′25.77″	109°20′48.17″	83	灌溉井
D6	毕格尔图村 2 号水井	40°34'18.52"	109°20'16.49"	12	灌溉井
D7	赵柜 2 号水井	40°34′26.99"	109°23′05.01"	16	灌溉井

图 5.2-2　地下水水质监测布点图

（4）监测分析方法

监测分析方法见下表。

表 5.2-9　监测分析方法一览表

样品类别	检测项目	检测依据	检出限
地下水	pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ 1147-2020	/
	六价铬	《生活饮用水标准检验方法》金属指标（10.1 二苯碳酰二肼分光光度法）GB/T 5750.6-2006	0.004mg/L
	氰化物	《生活饮用水标准检验方法》无机非金属指标(4.1 异烟酸-吡唑啉酮分光光度法）GB/T 5750.5-2006	0.002mg/L
	砷	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》 HJ 694-2014	3×10^{-4}mg/L
	汞		4×10^{-5}mg/L
	氟化物	《水质无机阴离子的测定离子色谱法》 HJ 84-2016	0.006mg/L
	铅	《水和废水监测分析方法》 (第四版增补版)国家环境保护总局(2002 年) 第三篇 第四章 十六、铅（五）石墨炉原子吸收法（B）	1×10^{-3} mg/L

	镉	《水和废水监测分析方法》 (第四版增补版)国家环境保护总局(2002 年) 第三篇 第四章 七、镉（四）石墨炉原子吸收法测定镉、铜和铅（B）	1×10^{-4} mg/L
	耗氧量	《生活饮用水标准检验方法》有机物综合指标（1.1 酸性高锰酸钾滴定法）GB/T 5750.7-2006	0.05mg/L
	氯化物	《水质无机阴离子的测定离子色谱法》HJ 84-2016	0.007mg/L
	氨氮	《生活饮用水标准检验方法 》无机非金属指标（9.1 纳氏试剂分光光度法）GB/T 5750.5-2006	0.02mg/L
	硝酸盐氮	《水质无机阴离子的测定离子色谱法》 HJ 84-2016	0.016mg/L
	亚硝酸盐氮	《生活饮用水标准检验方法》无机非金属指标（10.1 重氮偶合分光光度法）GB/T 5750.5-2006	0.001mg/L
	挥发酚	《水质挥发酚的测定 4-氨基安替吡啉分光光度法》HJ 503-2009	0.0003 mg/L
	硫酸盐	《水质无机阴离子的测定离子色谱法》HJ 84-2016	0.018 mg/L
	总硬度	《生活饮用水标准检验方法》感官性状和物理指标（7.1 乙二胺四乙酸二钠滴定法）GB/T5750.4-2006	1.0mg/L
	溶解性总固体	《生活饮用水标准检验方法》感官性状和物理指标（8.1 称量法)GB/T5750.4-2006	/
	铁	《水质铁、锰的测定火焰原子吸收分光光度法》 GB 11911-89	0.03 mg/L
	锰		0.01mg/L
	钾	《水质钾和钠的测定火焰原子吸收分光光度法》 GB 11904-89	0.05mg/L
	钠		0.01mg/L
	钙	《水质钙和镁的测定原子吸收分光光度法》 GB 11905-89	0.02mg/L
	镁		0.002mg/L
	碳酸盐	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版)国家环境保护总局(2002 年)第三篇第一章十二（一）酸碱指示剂滴定法(B)	/
	重碳酸盐		/
	细菌总数	《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》GB/T 5750.12-2006 1.1 平皿计数法	/
	总大肠菌群	《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》 GB/T5750.12-2006 2.1 多管发酵法	/
	铜	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》 GB7475-87	0.05mg/L
	锌		0.05mg/L
	石油类	《水质 石油类的测定 紫外分光光度法（试行）》 HJ970-2018	0.01mg/L
	铝	《生活饮用水标准检验方法》 金属指标（1.3 无火焰原子吸收分光光度法）GB/T 5750.6-2006	0.01mg/L
	硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》 HJ 1226-2021	0.003mg/L

（5）评价方法

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610－2016），水质评价方法采用标准指数法。

①对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：P_i—第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

Ci—第 i 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

Csi—第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

②对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH 值），其标准指数计算公式：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \qquad pH \le 7\text{时}$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \qquad pH > 7\text{时}$$

P_{pH}—pH 的标准指数，无量纲；

pH—pH 监测值；

pH_{su}—标准中 pH 的上限值；

pH_{sd}—标准中 pH 的下限值。

标准指数 P>1 时，即表明该水质因子已经超过了规定的水质标准，且指数越大，超标越严重。

（6）评价标准

本项目地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准，石油类执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

（7）监测及评价结果

地下水水质监测结果见表 5.2-10，标准指数计算结果见 5.2-11。由监测及评价结果可知，氟化物、氯化物、硫酸盐、氨氮、总硬度、溶解性总固体、锰、钠存在超标现象，氯化物、硫酸盐、总硬度、溶解性总固体、钠超标原因为区内含水层介质多为细颗粒，介质中可溶盐含量高，加之地下水径流滞缓，水-岩相互作用时间长，介质中大量的溶质在长期的水-盐相互作用过程中溶解富集与地下水中，加之区内地下水埋深浅，蒸发强烈，强烈的蒸发作用加剧了浅层地下水盐分的富集，从而使得地下水中氯化物、硫酸盐、总硬度、溶解性总固体、钠等物质超标；氟化物、锰超标与原生地质环境有关；氨氮超标与农业生产活动有关；其余各监测点监测因子标准指数均小于 1，满足评价标准，没有超标现象。

表 5.2-10　　地下水水质监测结果

监测因子	单位	标准限值	D1 堡子湾	D2 黑柳子村	D3 厂区西	D4 赵柜	D5 毕格尔图村	D6 毕格尔图村 2 号水井	D7 赵柜 2 号水井
pH 值	无量纲	6.5~8.5	7.5	7.3	7.6	7.7	7.4	7.6	7.4
氰化物	mg/L	0.05	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L
氟化物	mg/L	1.0	1.06	1.32	0.924	1.73	1.69	1.57	1.70
氯化物	mg/L	250	48.6	333	310	326	65.5	64.3	356
硝酸盐氮	mg/L	20.0	7.69	2.90	0.016L	7.56	7.57	7.23	7.14
硫酸盐	mg/L	250	33.8	265	265	266	53.8	52.1	299
六价铬	mg/L	0.05	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L
耗氧量	mg/L	3.0	1.00	0.67	0.92	1.23	1.99	1.49	1.79
氨氮	mg/L	0.50	0.04	0.02L	0.07	0.61	0.26	0.22	0.85
亚硝酸盐氮	mg/L	1.00	0.006	0.001L	0.001L	0.044	0.042	0.041	0.045
挥发酚	mg/L	0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L
总硬度	mg/L	450	284	565	533	469	303	309	493
溶解性总固体	mg/L	1000	369	1122	1123	1169	388	393	1233
细菌总数	CFU/mL	100	20	15	52	56	81	84	58
总大肠菌群	MPN/100mL	3.0	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	mg/L	0.01	1.4×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.7×10^{-3}
汞	mg/L	0.001	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	6×10^{-5}	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	5×10^{-5}
铅	mg/L	0.01	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L
镉	mg/L	0.005	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L
铁	mg/L	0.3	0.03L	0.03L	0.19	0.04	0.07	0.04	0.07
锰	mg/L	0.10	0.01L	0.01L	0.01L	0.21	0.01L	0.01L	0.19
钾	mg/L	/	19.5	17.7	14.6	24.8	24.4	24.2	24.6
钠	mg/L	200	10.7	180	211	219	13.0	12.7	280
钙	mg/L	/	103	93.1	142	106	108	109	105
镁	mg/L	/	9.15	89.8	45.6	44.1	8.78	8.68	44.1
铜	mg/L	1.00	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
锌	mg/L	1.00	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
石油类	mg/L	0.05	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L
碳酸盐	mg/L	/	0	0	0	0	0	0	0
重碳酸	mg/L	/	268	263	262	164	161	157	171

盐									
铝	mg/L	0.20	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L
硫化物	mg/L	0.02	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L

表 5.2-11　地下水标准指数计算结果

监测因子	D1 堡子湾	D2 黑柳子村	D3 厂区西	D4 赵柜	D5 毕格尔图村	D6 毕格尔图村 2 号水井	D7 赵柜 2 号水井
pH 值	0.33	0.20	0.40	0.47	0.27	0.40	0.27
氰化物	----	----	----	----	----	----	----
氟化物	1.06	1.32	0.92	1.73	1.69	1.57	1.70
氯化物	0.19	1.33	1.24	1.30	0.26	0.26	1.42
硝酸盐氮	0.38	0.15	----	0.38	0.38	0.36	0.36
硫酸盐	0.14	1.06	1.06	1.06	0.22	0.21	1.20
六价铬	----	----	----	----	----	----	----
耗氧量	0.33	0.22	0.31	0.41	0.66	0.50	0.60
氨氮	0.08	----	0.14	1.22	0.52	0.44	1.70
亚硝酸盐氮	0.01	----	----	0.04	0.04	0.04	0.05
挥发酚	----	----	----	----	----	----	----
总硬度	0.63	1.26	1.18	1.04	0.67	0.69	1.10
溶解性总固体	0.37	1.12	1.12	1.17	0.39	0.39	1.23
细菌总数	0.20	0.15	0.52	0.56	0.81	0.84	0.58
总大肠菌群	----	----	----	----	----	----	----
砷	----	----	----	----	----	----	----
汞	----	----	----	----	----	----	----
铅	----	----	----	----	----	----	----
镉	----	----	----	----	----	----	----
铁	----	----	0.63	0.13	0.23	0.13	0.23
锰	----	----	----	2.10	----	----	1.90
钾	----	----	----	----	----	----	----
钠	0.05	0.90	1.06	1.10	0.07	0.06	1.40
钙	----	----	----	----	----	----	----
镁	----	----	----	----	----	----	----
铜	----	----	----	----	----	----	----
锌	----	----	----	----	----	----	----
石油类	----	----	----	----	----	----	----
碳酸盐	----	----	----	----	----	----	----
重碳酸盐	----	----	----	----	----	----	----

铝	----	----	----	----	----	----	----
硫化物	----	----	----	----	----	----	----

（8）地下水历史监测数据

《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目环境影响报告书》中地下水环境质量现状监测与评价现状监测点引用《内蒙古美锦新能源有限公司600万吨焦化及焦炉煤气综合利用配套项目环境质量现状检测报告》和《内蒙古三强新能源有限公司煤焦油深加工及新工艺湿法炭黑项目环境质量现状检测报告》，引用地下水水质监测点共8个。监测层位为潜水-微承压含水层，地下水环境质量现状数据监测时间为2020年11月26日，监测单位为内蒙古八思巴环保科技有限公司。

由监测数据可知：评价区溶解性总固体超标，钠离子超标，氯化物超标，锰超标，超标原因为区内含水层介质多为细颗粒，介质中可溶盐含量高，加之地下水径流滞缓，水-岩相互作用时间长，介质中大量的溶质在长期的水-盐相互作用过程中溶解富集与地下水中，加之区内地下水埋深浅，蒸发强烈，强烈的蒸发作用加剧了浅层地下水盐分的富集，从而使得地下水中溶解性总固体、氯化物、硫酸盐等物质超标，属天然的水文地质条件所致。

氨氮超标原因一方面为区内属农业区，农田广布，有机农药化肥的大量使用导致大量的含氮有机物下渗，加之地下水径流滞缓，潜水含水层之上有一层稳定分布的粉质粘土隔水层分布，使得地下水处于还原环境，有机物和氨氮自净能力弱，以至于超标，属农业面源污染所致；另一方面部分监测井属牲畜饮用水井，这两口井附近存在畜禽粪便散排现象，畜禽粪便产生的渗滤液下渗也可能导致浅层地下水氨氮超标。除此之外，其余各监测点和监测指标皆满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准限值和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准。

5.2.2.2 地下水水位调查与评价

为了充分掌握评价区地下水流场特征，本次工作于2023年4月、2023年9月进行了2期地下水水位调查，地下水水位调查结果见表5.2-12，地下水等水位线图见图5.2-3、5.2-4。由水位调查结果可知，地下水径流方向为由西北向东南，平均水力坡度约为0.0022。

表 5.2-12　地下水水位调查表

编号	坐标	地表高程（m）	井深（m）	2023 年 4 月		2023 年 9 月	
				水位埋深（m）	水位标高（m）	水位埋深（m）	水位标高（m）
D1	109°21′55.94″E 40°36′38.68″N	1016.88	90	8.55	1008.33	7.32	1009.56
D2	109°23′10.27″E 40°35′29.24″N	1007.65	98	5.40	1002.25	3.28	1004.37
D3	109°21′16.47″E 40°36′26.23″N	1010.20	22	2.15	1008.05	1.83	1008.37
D4	109°23′22.53″E 40°34′31.34″N	1008.06	85	8.75	999.31	8.22	999.84
D5	109°20′48.17″E 40°34′25.77″N	1009.01	83	5.23	1003.78	3.87	1005.14
D6	109°20′16.49″E 40°34′18.52″N	1009.26	12	4.64	1004.62	3.42	1005.84
D7	109°23′05.01″E 40°34′26.99″N	1008.43	16	8.60	999.82	6.31	1002.12
D8	109°19′45.74″E 40°35′27.99″N	1009.79	30	3.11	1006.68	2.5	1007.29
D9	109°19′43.11″E 40°35′13.66″N	1009.14	20	2.83	1006.31	2.27	1006.87
D10	109°19′43.34″E 40°36′15.30″N	1010.88	15	2.16	1008.72	1.6	1009.28
D11	109°22′41.48″E 40°34′03.33″N	1008.10	15	7.48	1000.62	6.16	1001.94
D12	109°22′43.79″E 40°35′30.06″N	1008.74	20	5.89	1002.85	4.66	1004.08
D13	109°22′20.93″E 40°34′21.63″N	1008.10	20	6.78	1001.32	4.68	1003.42
D14	109°23′18.17″E 40°35′09.37″N	1008.56	30	7.68	1000.88	6.43	1002.13

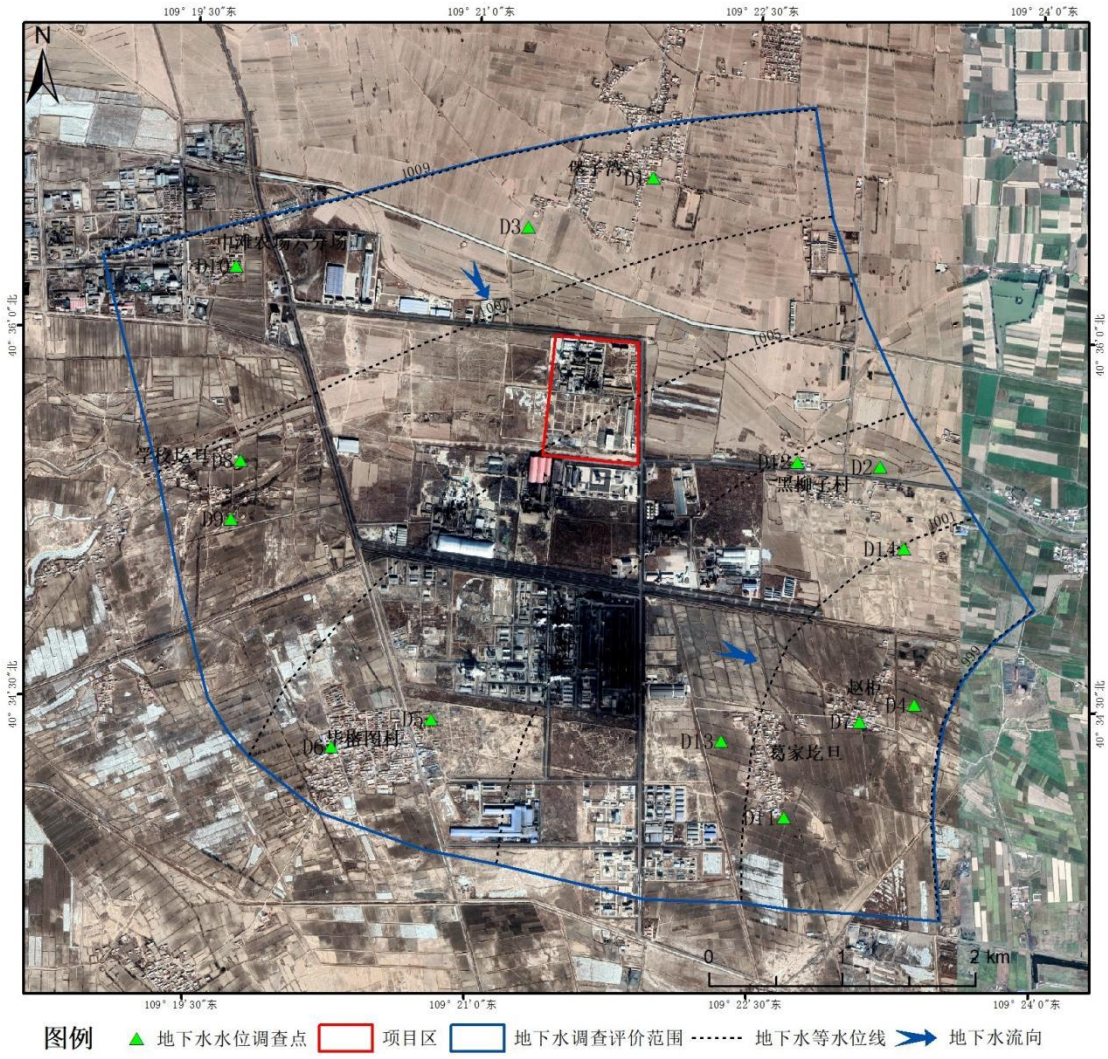


图 5.2-3　　地下水等水位线图（2023 年 4 月）

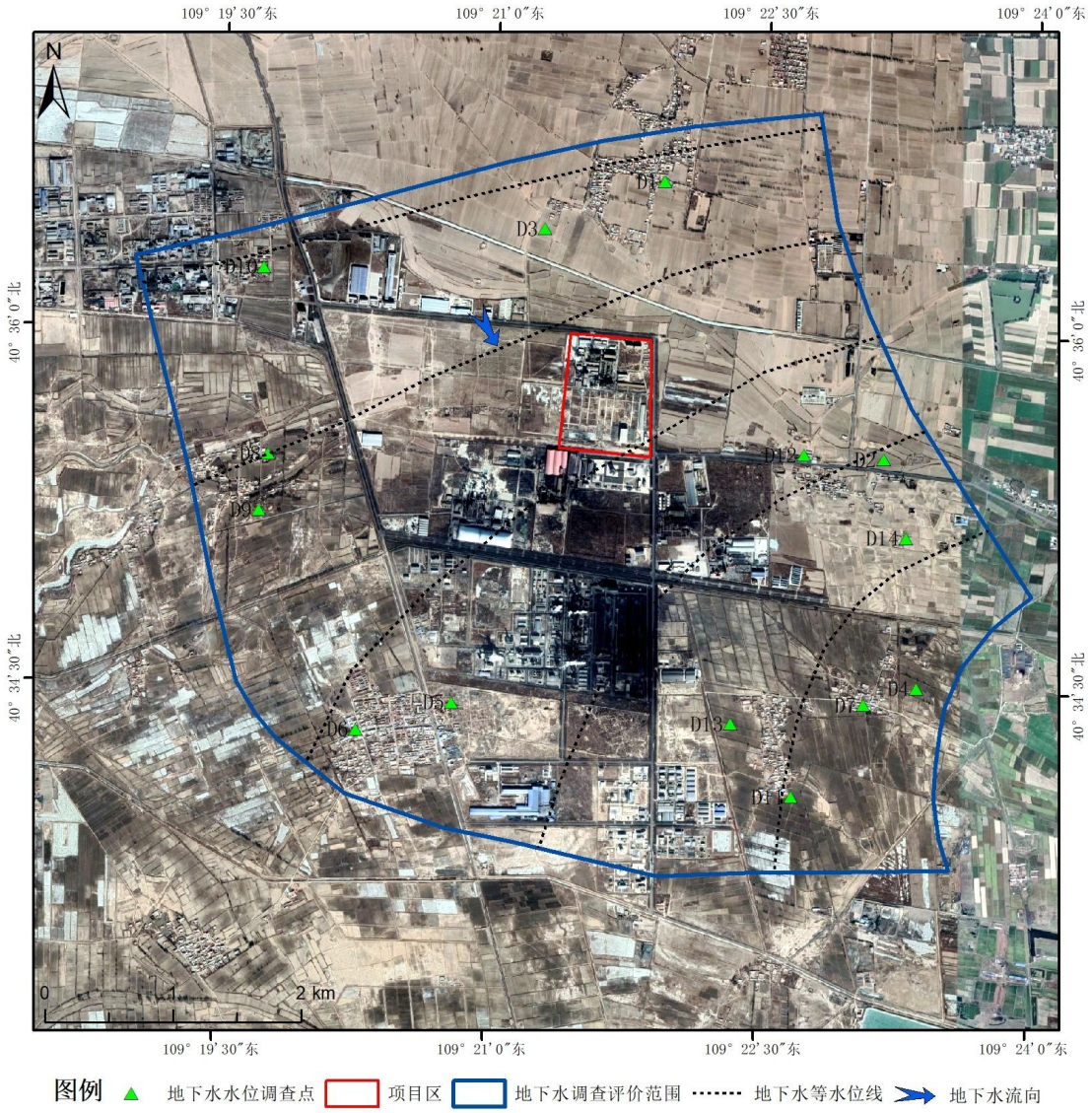


图 5.2-4　　地下水等水位线图（2023 年 9 月）

5.2.2.3 包气带环境现状调查与评价

本项目为扩建项目，为了解现有项目对包气带的污染现状，本次引用《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目环境影响报告书》中对厂区包气带进行的采样监测数据。现有厂区包气带现状委托内蒙古八思巴环保科技有限公司进行监测，监测时间为 2022 年 9 月 7 日-9 月 13 日。

1、监测点布设

现有厂区布设了 4 个包气带现状监测点，参照的 1#位于厂区以外的东南侧 270m 处未受本项目扰动的空地上，作为对照监测点，其余 3 个监测点位于现有厂区内的还原装置区、精馏装置区以及污水处理站，见图 5.2-5。监测点为每个监测

点分别在土壤裸露的空地地表以下 0~20cm 埋深范围内取 1 个土壤样品，对样品进行浸溶试验，测试分析浸溶液成分，监测特征因子。

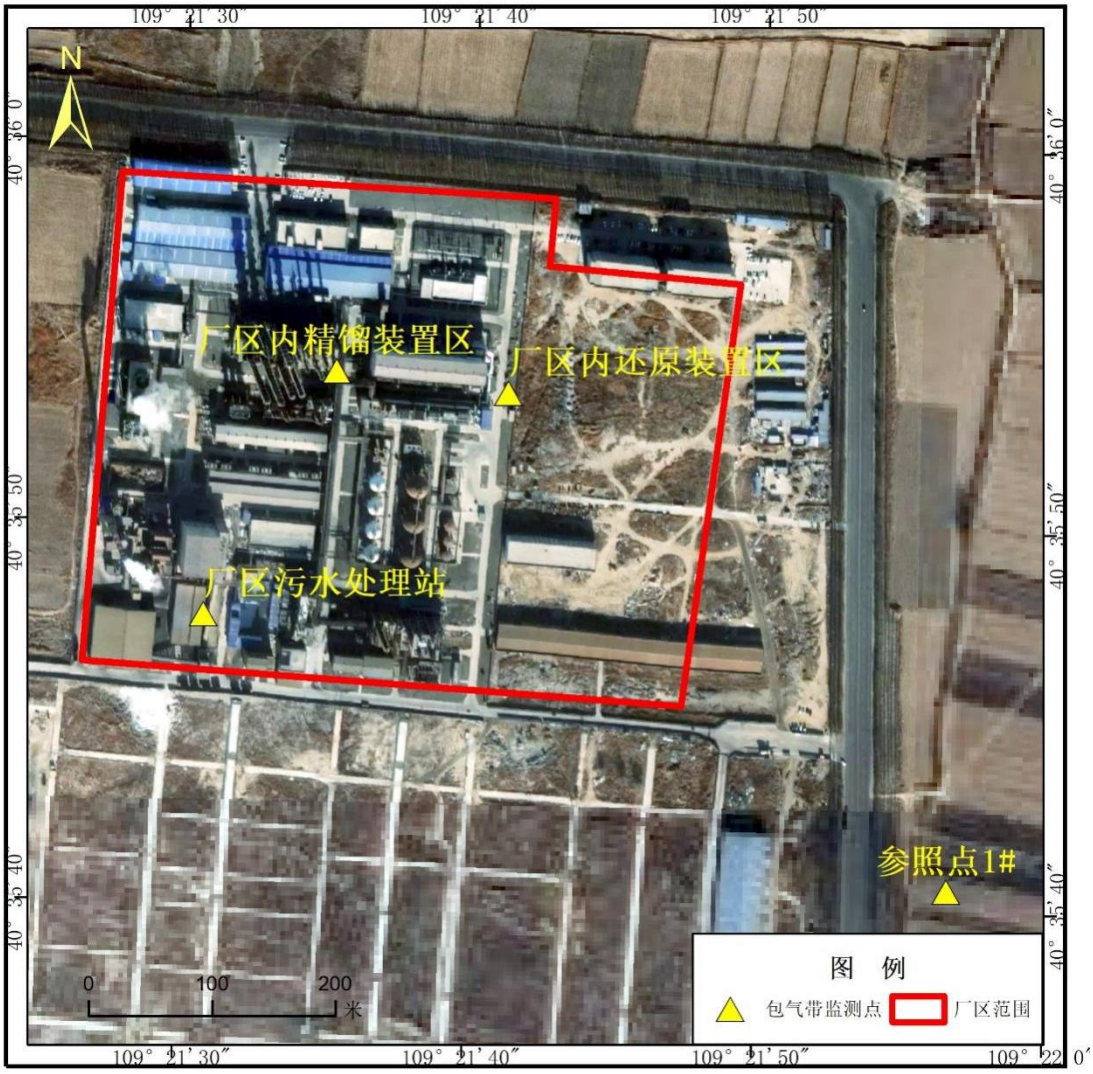


图 5.2-5　现有项目包气带监测点位置示意图

2、监测因子

根据工程分析确定本项目主要特征污染物，4 个包气带土壤样均监测如下因子：pH、高锰酸盐指数、氨氮、溶解性总固体、总硬度、氟化物、铜、硫酸根、氯化物、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮。

3、监测结果及现状评价

现有项目包气带现状监测结果如下表所示。

表 5.2-13　包气带现状监测结果（单位 mg/L）

检测项目	单位	标准值（Ⅲ类）	参照点1#/SD22461BQ010101	厂区内还原装置区/SD22461BQ020101	厂区内精馏装置区/SD22461BQ030101	厂区污水处理站/SD22461BQ040101
pH	/	6.5-8.5	8.7	8.8	8.8	8.9
溶解性总固体	mg/L	1000	122	138	179	145
总硬度	mg/L	450	35	31	51	48
氯化物	mg/L	250	1.17	4.43	27.5	4.62
硫酸根	mg/L	250	1.55	6.52	26.2	10.1
铜	mg/L	1	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L
高锰酸盐指数	mg/L	3	0.5	0.5	0.6	0.6
氨氮	mg/L	0.5	0.035	0.161	0.054	0.093
亚硝酸盐氮	mg/L	1	0.012	0.007	0.003	0.003L
硝酸盐氮	mg/L	20	0.08L	0.08	2.10	0.11
氟化物	mg/L	1	0.982	3.56	0.931	1.84
样品状态描述	/	/	黄色，团粒状，潮轻壤土，1%石砾含量，含少量植物根系	黄棕色，团粒状，干砂壤土，3%石砾含量，无植物根系	棕色，团粒状，潮砂壤土，6%石砾含量，无植物根系	黄棕色，团粒状，潮砂壤土，3%石砾含量，无植物根系

监测结果显示，现有项目厂区内3个污染监测点与项目厂区以外的参照点1#监测点硫酸根、硝酸盐氮、氯化物和氟化物检测值的结果差别较大，但硫酸盐、氯化物和硝酸盐氮浓度最大值尚优于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，三项指标对地下水环境无影响。还原装置区与污水处理站处的氟化物浓度均大于参照点的浓度，而且超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准限值，当污染物随着入渗进入含水层中受地下水稀释作用浓度会大幅稀释降低，现有监测结果显示未对周边敏感目标造成影响。经过现场核实目前该地块无废水外溢污染安全隐患，后期做好监督管理以及硬化防渗措施不会造成进一步的影响。下一阶段企业应严格按照环评要求做好污水处理站下游地下水水质跟踪监测工作，同时对目前还原装置区与污水处理站裸露的地面进行统一硬化，避免进一步对包气带及饱水带造成影响。

5.2.3 地表水环境质量现状与评价

1、监测布点

本项目厂界北侧340米存在地表水体公济渠，根据项目所处的地理位置和环境功能区要求，在厂界北侧距离地表水体最近的位置设置1个地表水监测点。地

表水监测点位置见表 5.2-14 和附图 5.2-6。

表 5.2-14　地表水现状监测布点一览表

序号	监测点分类	名称	经度	纬度	具体要求
1	厂界外地表水环境	1#公济渠	109°22′8.73″	40°36′13.89″	地表水环境执行《地表水环境质量标准》III类水水质标准
注：实际监测时，若表中坐标点不存在地表水，则沿河道提取附近存在的水体，提取时记录提取点的坐标					

2、监测因子

水温、PH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、氨氮 NH_3-N、总磷（以 P 计）、总氮（湖、库，以 N 计）、铜、锌、氟化物（以 F- 计）、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群（个/L）。

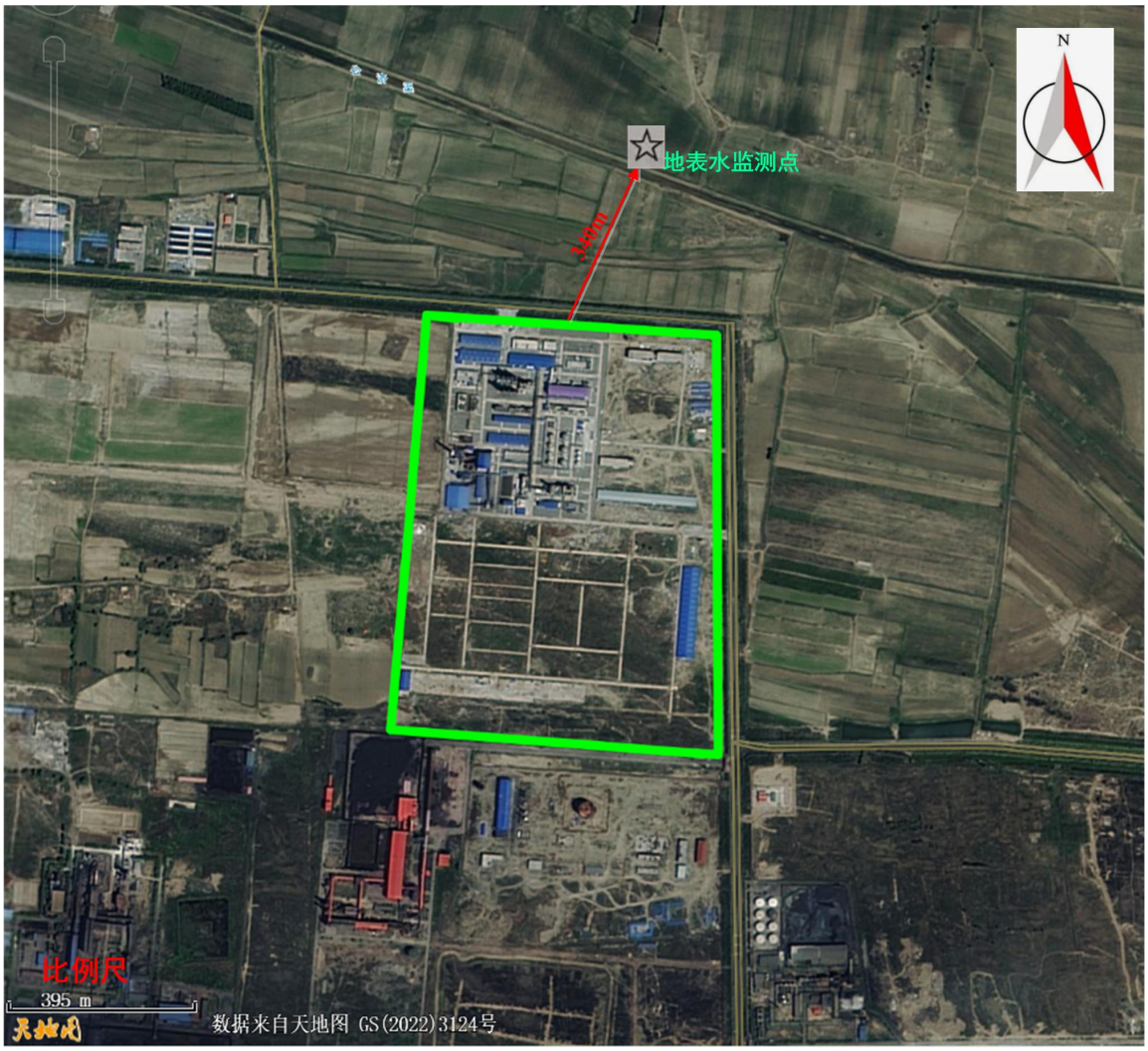


图 5.2-6　地表水环境质量监测布点图

3、监测频率

2023 年 4 月 1 日，监测一天，取样一次。

4、监测分析方法

监测分析方法见下表。

表 5.2-15　监测分析方法一览表

样品类别	检测项目	检测依据	检出限
地表水	pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ 1147-2020	/
	化学需氧量	《水质化学需氧量的测定重铬酸盐法》 HJ 828-2017	4mg/L
	五日生化需氧量	《水质五日生化需氧量的测定稀释与接种法》 HJ505-2009	0.5mg/L
	氨氮	《水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法》HJ 535-2009	0.025mg/L
	挥发酚	《水质挥发酚的测定 4-氨基安替吡啉分光光度法》 HJ 503-2009	0.0003mg/L
	铜	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》 GB 7475-87	0.05mg/L
	锌	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》 GB 7475-87	0.05mg/L
	铅	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》 GB7475-87	0.01mg/L
	镉	《水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法》 GB7475-87	0.001mg/L
	汞	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》 HJ 694-2014	4×10^{-5}mg/L
	砷	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》 HJ 694-2014	3×10^{-4}mg/L
	硒	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》 HJ 694-2014	4×10^{-4}mg/L
	总磷	《水质总磷的测定钼酸铵分光光度法》GB 11893-89	0.01mg/L
	总氮	《水质总氮的测定碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法》 HJ636-2012	0.05mg/L
	硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》 HJ 1226-2021	0.01mg/L
	石油类	《水质 石油类的测定 紫外分光光度法（试行）》 HJ970-2018	0.01mg/L
	阴离子表面活性剂	《水质阴离子表面活性剂的测定亚甲蓝分光光度法》 GB 7494-87	0.05mg/L
	六价铬	《水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法》 GB 7467-87	0.004mg/L
	氰化物	《水质氰化物的测定容量法和分光光度法(方法 2 异烟酸-吡唑啉酮分光光度法）》HJ 484-2009	0.004mg/L
	溶解氧	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版)国家环境保护总局(2002 年) 第三篇 第三章 一、（三）便携式溶解氧仪法（B）	/
	粪大肠菌群	《水质 粪大肠菌群的测定 多管发酵法》 HJ347.2-2018	20MPN/L
	高锰酸盐指	《水质高锰酸盐指数的测定》GB 11892-89	0.5mg/L

	数		
	氟化物	《水质无机阴离子的测定离子色谱法》 HJ 84-2016	0.006mg/L
	水温	《水质水温的测定温度计或颠倒温度计测定》 GB 13195-91	/

5、监测结果

本项目地表水监测结果见表 5.2-16。总氮出现超标，其余监测因子满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅲ类水水质标准。

本项目厂界外北侧和东侧为耕地，可能存在农业面源污染，主要是氮肥流失，通过地表径流汇入河流，会导致总氮超标。也可能是家禽养殖水进入河流，也会导致总氮超标。

表 5.2-16 地表水检测结果

样品编号 / 采样位 / 检测项目	MHF23033005-0401S01-1~19	
	22#公济渠	标准限值
pH 值（无量纲）	7.8	6-9
水温（℃）	10.3	人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升≤1周平均最大温降≤2
化学需氧量（mg/L）	14	≦20
氨氮（mg/L）	0.827	≦1.0
总磷（mg/L）	0.01L	≦0.2
总氮（mg/L）	2.29	≦1.0
汞（mg/L）	4×10^{-5}L	≦0.0001
砷（mg/L）	1.5×10^{-3}	≦0.05
铅（mg/L）	0.01L	≦0.05
镉（mg/L）	0.001L	≦0.005
六价铬（mg/L）	0.004L	≦0.05
氰化物（mg/L）	0.004L	≦0.2
高锰酸盐指数（mg/L）	4.1	≦6
硫化物（mg/L）	0.01L	≦0.2
石油类（mg/L）	0.01L	≦0.05
粪大肠菌群（MPN/L）	1.2×10^{3}	≦10000
铜（mg/L）	0.05L	≦1.0
锌（mg/L）	0.05L	≦1.0
氟化物（mg/L）	0.989	≦1.0
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	≦0.2
硒（mg/L）	4×10^{-4}L	≦0.01
五日生化需氧量（mg/L）	3.1	≦4
挥发酚（mg/L）	0.0003L	≦0.005
溶解氧（mg/L）	5.53	≧5
注：加注 L 表示未检出		

5.2.4 声环境质量现状

1、现状监测

为了解项目周围声环境质量现状，本次评价共布设 4 个噪声监测点，分别位于项目东厂界、南厂界、西厂界、北厂界。

2、现状评价

（1）评价标准

评价标准采用《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准中各功能区相应的类别标准，即 3 类区昼间 65dB(A)，夜间 55dB(A)。

（2）评价方法

评价方法采用环境噪声监测数据统计的等效连续 A 声级 Leq 与所执行的环境标准相比较，确定项目所在区域声环境质量的好坏，为今后项目建设营运过程中对声环境质量的影响分析提供依据。

（3）监测时间和频率

监测时间选择昼间（6：00-22：00）和夜间（22：00-6：00）两个时段，连续监测 2 天（2023 年 4 月 2 日、3 日），每次测量 1 分钟的连续等效 A 声级。

（4）结果与评价

监测统计结果见表 5.2-17。

表 5.2-17　项目厂界声环境监测统计结果　　单位：dB（A）

2023 年 4 月 2 日				
检测点位名称	时间	Leq dB(A)	时间	Leq dB(A)
1#南厂界内 1m 处 109°22'00.16"；40°35'34.08"	昼间 (6：00-22：00)	49	夜间 (22：00-6：00)	45
2#东厂界外 1m 处 109°22'14.72"；40°35'44.32"		47		45
3#北厂界外 1m 处 109°22'09.30"；40°36'03.44"		48		44
4#西厂界外 1m 处 109°21'44.36"；40°35'44.97"		48		45
2023 年 4 月 3 日				
检测点位名称	时间	Leq dB(A)	时间	Leq dB(A)
1#南厂界内 1m 处 109°22'00.16"；40°35'34.08"	昼间 (6：00-22：00)	48	夜间 (22：00-6：00)	46
2#东厂界外 1m 处 109°22'14.72"；40°35'44.32"		50		46

3#北厂界外 1m 处 109°22'09.30"；40°36'03.44"		49		47
4#西厂界外 1m 处 109°21'44.36"；40°35'44.97"		49		46

由监测结果可知：拟建项目厂界噪声现状测量值昼间在 47.0～50.0dB（A）之间，夜间在 44.0～47.0dB（A）之间，厂界昼夜间噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 3 类区标准要求。说明项目区总体声环境质量较好。

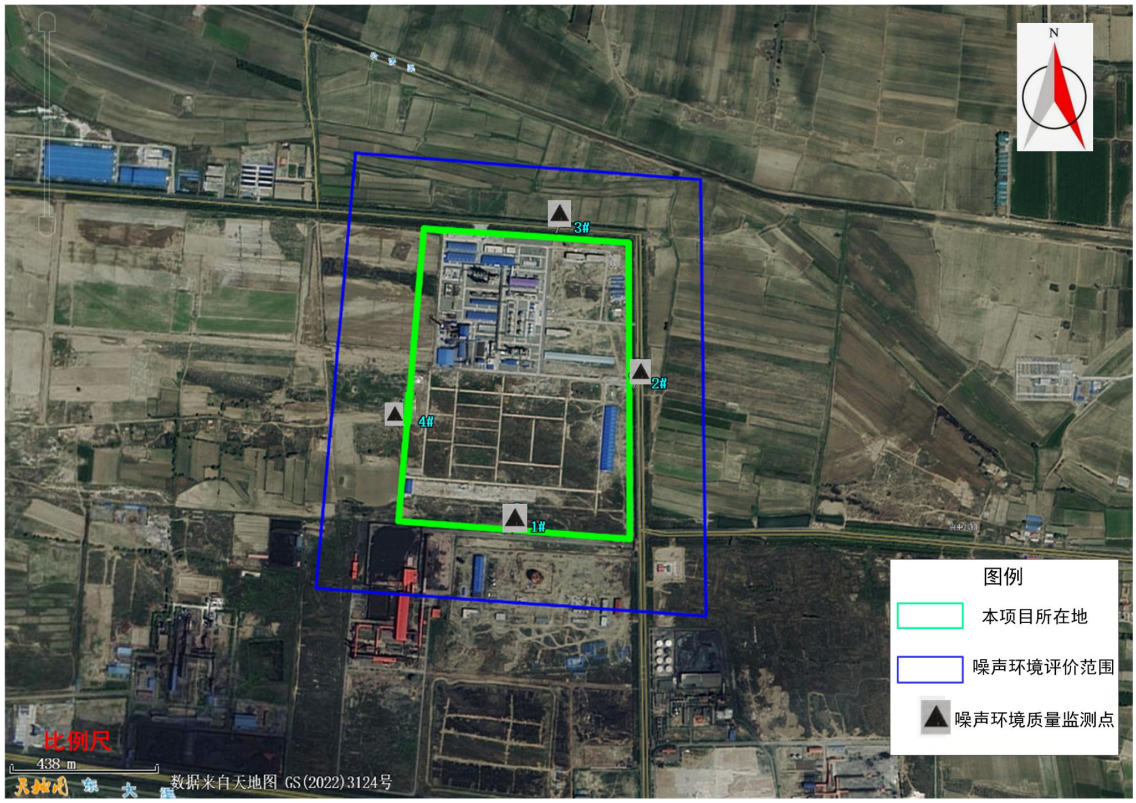


图 5.2-7　本项目噪声监测布点图

5.2.5 土壤环境质量现状

1、监测点位

本项目土壤属于污染影响型，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），本次土壤质量现状监测共布设 11 个监测点，其中占地范围内布设 5 个柱状样和 2 个表层样，占地范围外布设 4 个表层样，各监测点位布设见表 5.2-18。各监测点位布设见表 5.2-16 和图 5.2-6。

表 5.2-18　土壤质量现状监测点位

编号	位置	监测点位	监测点位坐标	土样类型	监测因子	执行标准
1#	厂区	现有项目还原车间附近	109°22'00.24" 40°35'58.56"	表层样	表层：基本因子+特征因子	《土壤环境质量 建设用地土壤污

	内					染风险管控标准》（试行）(GB36600-2018)第二类用地筛选值标准
2#		现有项目精馏车间附近	109°21'54.28" 40°35'59.08"	柱状样	表层：特征因子 中层：特征因子 底层：特征因子	
3#		现有项目污水处理车间附近	109°21'58.57" 40°35'51.75"	柱状样	表层：基本因子+特征因子 中层：特征因子 底层：特征因子	
4#		本项目还原车间	109°22'09.57" 40°35'43.78"	表层样	表层：基本因子+特征因子	
5#		本项目冷氢化车间	109°21'49.82" 40°35'44.98"	柱状样	表层：特征因子 中层：特征因子 底层：特征因子	
6#		本项目精馏车间	109°21'51.29" 40°35'41.52"	柱状样	表层：特征因子 中层：特征因子 底层：特征因子	
7#		本项目污水处理车间	109°21'54.24" 40°35'47.10"	柱状样	表层：基本因子+特征因子 中层：特征因子 底层：特征因子	
8#	厂区外	厂界外东侧50m	109°22'14.45"40°35'50.65"	表层样	表层：特征因子	
9#		厂界外南侧50m	109°22'02.99" 40°35'33.03"	表层样	表层：基本因子+特征因子	
10#		厂界外西侧50m	109°21'44.63" 40°35'53.02"	表层样	表层：基本因子+特征因子	
11#		厂界外北侧50m	109°21'55.56" 40°36'07.12"	表层样	表层：基本项目+其他项目	《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）风险筛选值（其他）

2、监测项目

2.1 建设用地监测项目

（1）基本因子

重金属和无机物：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍；

挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯；

半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧

蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘。

（2）特征因子

砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、PH、总石油烃、氟化物、氯化物、硫化物。

2.2 农用地土壤监测项目

①基本项目：镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌。

②其他项目：PH、总石油烃、全盐量。

3、监测频次

监测 1 天（2023 年 4 月 1 日），每天监测一次。

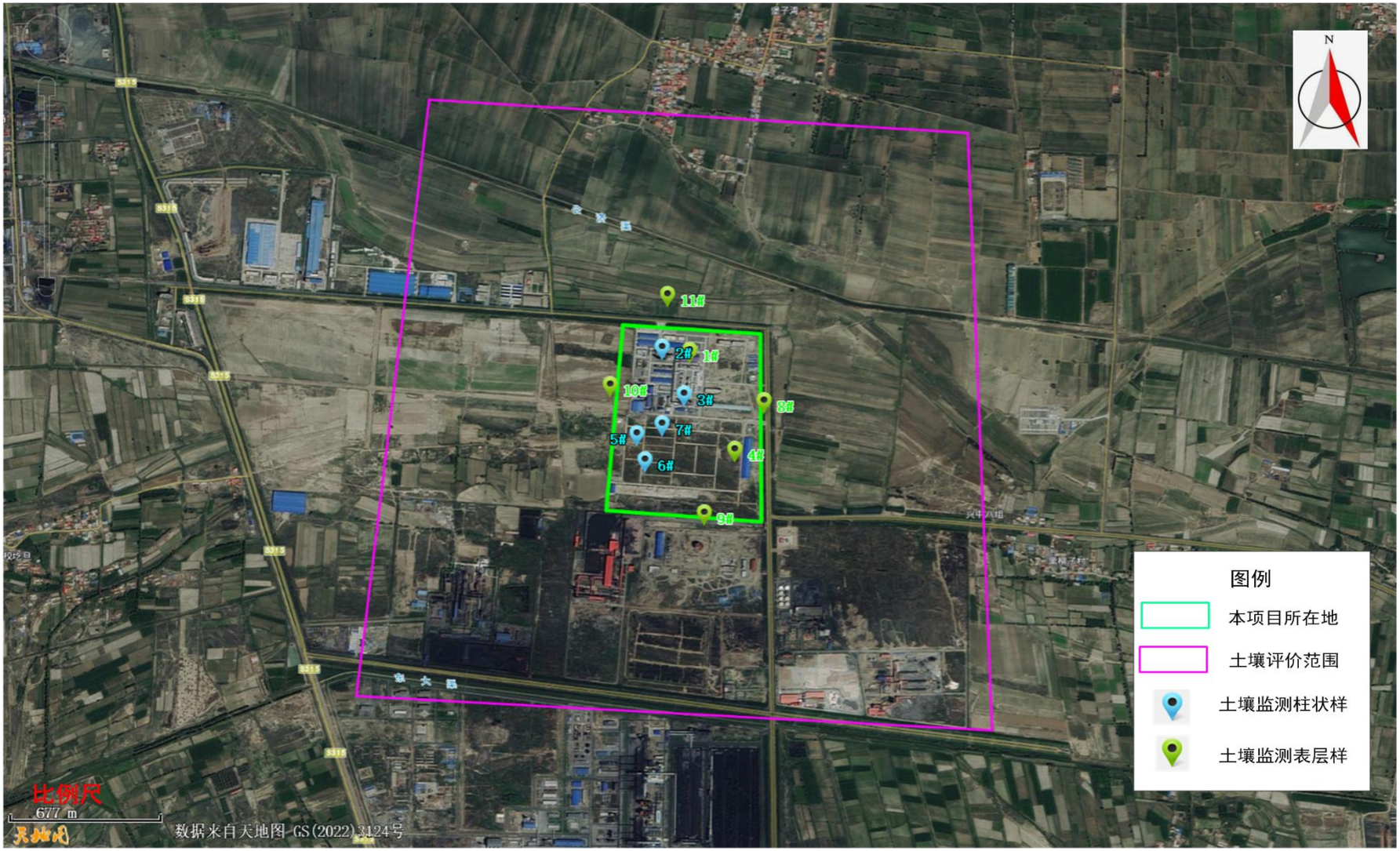


图 5.2-8　土壤监测布点图

4、监测分析方法

土壤监测分析方法按照原国家环保总局颁发的《环境监测分析方法》、《土壤元素的近代分析方法》（中国环境监测总站编）、《土壤理化分析》和《土壤环境质量标准》执行。按照《土壤环境监测技术规范》（HJ_T 166-2004）规定进行。分析方法见表 5.2-19 土壤环境质量监测分析方法表。

表 5.2-19 土壤环境质量监测分析方法

样品类别	检测项目	检测依据	检出限
土壤	六价铬	《土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》HJ 1082-2019	0.5mg/kg
	pH 值	《土壤检测 第2部分:土壤pH的测定》NY/T 1121.2-2006	/
	总汞	《土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法》GB/T 22105.1-2008 第 1 部分：土壤中总汞的测定	0.002mg/kg
	总砷	《土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法》GB/T 22105.2-2008 第 2 部分：土壤中总砷的测定	0.01mg/kg
	铅	《土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法》GB/T 17141-1997	0.1mg/kg
	镉	《土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法》GB/T 17141-1997	0.01mg/kg
	铬	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》 HJ491-2019	4mg/kg
	铜		1mg/kg
	锌		1mg/kg
	镍		3mg/kg
土壤	水溶性总盐量	《土壤检测 第 16 部分：水溶性盐总量的测定重量法》NY/T 1121.16-2006	/
	氯离子	《土壤检测 第 17 部分：土壤氯离子含量的测定》NY/T 1121.17-2006	/
	硫酸根离子	《土壤检测 第 18 部分：土壤硫酸根离子含量的测定》NY/T 1121.18-2006	0.5mg
	氟化物	《土壤质量氟化物的测定离子选择电极法》GB/T 22104-2008	2.5μg
	*苯胺	GLLS-3-H009-2018 半挥发性有机物的测定 气相色谱/质谱法	0.1mg/kg
	*硝基苯	HJ 834-2017 土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法	0.09mg/kg
	*2-氯酚		0.06mg/kg
	*苯并[a]蒽		0.1mg/kg
	*苯并[a]芘		0.1mg/kg
	*苯并[b]荧蒽		0.2mg/kg
	*苯并[k]荧蒽		0.1mg/kg
	*䓛		0.1mg/kg
	*二苯并[a,h]蒽		0.1mg/kg
	*茚并[1,2,3-cd]芘		0.1mg/kg

	*萘		0.09mg/kg
	*四氯化碳	HJ 605-2011 土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法	1.3μg/kg
	*氯仿		1.1μg/kg
	*氯甲烷		1.0μg/kg
	*1,1-二氯乙烷		1.2μg/kg
	*1,2-二氯乙烷		1.3μg/kg
	*1,1-二氯乙烯		1.0μg/kg
	*顺-1,2-二氯乙烯		1.3μg/kg
	*反-1,2-二氯乙烯		1.4μg/kg
土壤	*二氯甲烷	HJ 605-2011 土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法	1.5μg/kg
	*1,2-二氯丙烷		1.1μg/kg
	*1,1,1,2-四氯乙烷		1.2μg/kg
	*1,1,2,2-四氯乙烷		1.2μg/kg
	*四氯乙烯		1.4μg/kg
	*1,1,1-三氯乙烷		1.3μg/kg
	*1,1,2-三氯乙烷		1.2μg/kg
	*三氯乙烯		1.2μg/kg
	*1,2,3-三氯丙烷		1.2μg/kg
	*氯乙烯		1.0μg/kg
	*苯		1.9μg/kg
	*氯苯		1.2μg/kg
	*1,2-二氯苯		1.5μg/kg
	*1,4-二氯苯		1.5μg/kg
	*乙苯		1.2μg/kg
	*苯乙烯		1.1μg/kg
	*甲苯		1.3μg/kg
	*间二甲苯+对二甲苯		1.2μg/kg
	*邻二甲苯		1.2μg/kg
	*石油烃（C_{10}-C_{40}）	HJ 1021-2019 土壤和沉积物 石油烃(C_{10}~C_{40})的测定气相色谱法	6mg/kg

5、执行标准

1#-10#点位执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）第二类用地筛选值标准。11#点位位于耕地内，执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值（其他）。

6、监测结果评价

监测结果统计表见表 5.2-20。

表 5.2-20　土壤检测结果（一）

样品编号 / 检测项目 / 采样位置及深度	MHF23033005-0401T01-1~5	MHF23033005-0401T05-1~5	MHF23033005-0401T08-1~5	MHF23033005-0401T16-1~5	MHF23033005-0401T17-1~5
	1#现有项目还原车间附近(0-20cm)	3#现有项目污水处理车间附近(0-50cm)	4#本项目还原车间(0-20cm)	9#厂界外南侧50m(0-20cm)	10#厂界外西侧 50m(0-20cm)
pH 值（无量纲）	8.06	8.53	8.11	7.85	8.02
氯离子(g/kg)	0.45	0.44	0.37	0.37	0.45
硫酸根离子(g/kg)	0.42	0.56	0.42	0.54	0.48
氟化物(mg/kg)	260	201	342	346	296
总砷(mg/kg)	2.11	10.3	2.19	2.17	2.53
镉(mg/kg)	1.52	1.13	1.94	1.93	1.53
铜(mg/kg)	56	40	109	36	44
铅(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
总汞(mg/kg)	0.081	0.038	0.086	0.022	0.031
镍(mg/kg)	12	71	88	96	104
六价铬(mg/kg)	未检出	1.81	2.42	1.21	1.21
苯胺(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
硝基苯(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
2-氯酚(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
苯并[a]蒽(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
苯并[a]芘(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
苯并[b]荧蒽(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
苯并[k]荧蒽(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
䓛(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
二苯并[a,h]蒽(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
茚并[1,2,3-cd]芘(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
萘(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
四氯化碳(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氯仿(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氯甲烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,1-二氯乙烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,2-二氯乙烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,1-二氯乙烯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
顺-1,2-二氯乙烯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
反-1,2-二氯乙烯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

二氯甲烷(μg/kg)	65.7	96.6	37.9	64.6	58.3
1,2-二氯丙烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,1,1,2-四氯乙烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,1,2,2-四氯乙烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
四氯乙烯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,1,1-三氯乙烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,1,2-三氯乙烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
三氯乙烯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,2,3-三氯丙烷(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氯乙烯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
苯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氯苯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,2-二氯苯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,4-二氯苯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
乙苯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
苯乙烯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
甲苯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
间二甲苯+对二甲苯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
邻二甲苯(μg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
石油烃（C_{10}-C_{40}）(mg/kg)	22	49	17	58	16

表 5.2-19　土壤检测结果（二）

检测项目 \ 采样位置及深度 / 样品编号	MHF23033005-0401T02-1~3	MHF23033005-0401T03-1~3	MHF23033005-0401T04-1~3	MHF23033005-0401T06-1~3	MHF23033005-0401T07-1~3	MHF23033005-0401T15-1~3
	6#本项目精馏车间附近(0-50cm)	6#本项目精馏车间附近(50-150cm)	6#本项目精馏车间附近(150-300cm)	3#现有项目污水处理车间附近(50-150cm)	3#现有项目污水处理车间附近(150-300cm)	8#厂界外东侧50m(0-20cm)
pH 值（无量纲）	8.26	8.13	8.20	8.59	8.63	7.96
氯离子(g/kg)	0.59	0.65	0.78	0.45	0.46	0.45
硫酸根离子(g/kg)	0.43	0.35	0.29	0.52	0.62	0.59
氟化物(mg/kg)	315	309	277	277	235	262
总砷(mg/kg)	2.29	2.30	2.30	10.4	10.2	3.98
镉(mg/kg)	1.53	1.55	1.53	1.13	1.14	1.95
铜(mg/kg)	56	57	56	40	48	118
铅(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
总汞(mg/kg)	0.082	0.083	0.083	0.037	0.039	0.029

镍(mg/kg)	96	97	96	71	71	114
六价铬(mg/kg)	2.46	2.43	2.42	1.82	2.43	1.21
石油烃（C_{10}-C_{40}）(mg/kg)	12	15	10	36	26	12

表 5.2-20　土壤检测结果（三）

检测项目 \ 样品编号 / 采样位置及深度	MHF23033005-0401T09-1~3	MHF23033005-0401T10-1~3	MHF23033005-0401T11-1~3	MHF23033005-0401T12-1~3	MHF23033005-0401T13-1~3	MHF23033005-0401T14-1~3
	5#本项目冷氢化车间(0-50cm)	5#本项目冷氢化车间(50-150cm)	5#本项目冷氢化车间(150-300cm)	6#本项目精馏车间(0-50cm)	6#本项目精馏车间(50-150cm)	6#本项目精馏车间(150-300cm)
pH 值（无量纲）	7.95	7.86	7.99	8.12	8.16	8.10
氯离子(g/kg)	0.51	0.52	0.50	0.53	0.56	0.52
硫酸根离子(g/kg)	0.43	0.34	0.42	0.55	0.62	0.55
氟化物(mg/kg)	628	612	626	511	551	617
总砷(mg/kg)	6.43	6.43	6.30	2.22	2.22	2.24
镉(mg/kg)	1.13	1.13	0.73	1.96	1.96	1.95
铜(mg/kg)	28	32	32	110	114	109
铅(mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
总汞(mg/kg)	0.075	0.074	0.075	0.071	0.073	0.072
镍(mg/kg)	54	62	55	114	114	113
六价铬(mg/kg)	1.81	1.82	1.84	1.84	1.83	1.82
石油烃（C_{10}-C_{40}）(mg/kg)	7	9	6	41	8	56

表 5.2-21　土壤检测结果（四）

检测项目 \ 样品编号 / 采样位置及深度	MHF23033005-0401T18-1~3
	11#厂界外北侧 50m(0-20cm)
pH 值（无量纲）	8.13
水溶性总盐量(g/kg)	8.3
总砷(mg/kg)	2.12
镉(mg/kg)	0.52
铜(mg/kg)	44
铅(mg/kg)	未检出
总汞(mg/kg)	0.043
镍(mg/kg)	112
锌(mg/kg)	130
铬(mg/kg)	未检出
石油烃（C_{10}-C_{40}）(mg/kg)	57

由监测结果可知，1#-10#监测点位土壤环境质量满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表 1 筛选值的第二类用地标准，

无超标现象，11#监测点位满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值（其他），表明该区土壤环境现状良好。

6 环境影响预测与评价

6.1 施工期环境影响分析

内蒙古东立光伏股份有限公司在内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内建设本项目。内蒙古东立光伏股份有限公司建设 1 条年产 5.0 万吨高纯多晶硅生产线，主要包括 1 套三氯氢硅合成装置、1 套三氯氢硅还原装置、1 套还原尾气回收装置、1 套精馏装置、4 套冷氢化装置、整理车间、1 套渣浆回收装置和 1 套电解水制氢装置。

以土建施工和设备安装为主。建设期为 18 个月，对周围环境造成的不利影响主要包括：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

6.1.1 施工期扬尘环境影响及防治措施

1、扬尘污染特征

（1）扬尘来源

工地道路扬尘和搅拌混凝土扬尘是建筑施工工地扬尘的两项主要来源，占全部工地扬尘的 86%。其中道路扬尘占 62%，搅拌混凝土扬尘占 24%。其它工地扬尘，如材料的搬运、土方和砂石的堆放扬尘等只占 14%。

（2）影响范围

工地道路扬尘视其路面质量不同相差较大，但其影响范围均为道路两侧各 50m 的区域；搅拌混凝土时，搅拌棚前扬尘污染严重，可达 27mg/m^3，随着距离的增加。TSP 浓度迅速下降，影响范围主要搅拌棚周围 50m 内；建筑工地扬尘的影响范围主要在工地围墙外 100m 以内。

2、影响分析及防治措施

通过以上分析可知，施工期扬尘影响的范围较小，重污染带位于厂区内，不会对外环境的空气质量造成明显的污染影响。采取以下措施减轻其影响：

1）施工场地每天定期洒水，防止浮尘产生，有风日加大洒水量及洒水次数。

2）运输车辆进入厂区应低速或限速行驶，减少产尘量。现厂区内道路都已硬化，运输通道应及时清扫、冲洗，以减少汽车行驶扬尘。

3）运输干水泥等易起尘的原材料时应使用密闭车辆，所有来往施工场地的多尘物料应用苫布覆盖，避免露天堆放。

经以上措施，可有效的减缓施工扬尘对周围空气环境的影响，使扬尘浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中颗粒物无组织排放标准，周

界外浓度最高点 1.0mg/m^3 要求，不会对厂区内及周围环境造成明显影响。

6.1.2 施工期噪声环境影响及防治措施

1、噪声污染特征

施工期噪声主要指建筑施工噪声和交通噪声两类。

建筑施工通常分为 4 个阶段，即土方阶段、基础阶段、结构阶段和设备安装阶段等，每一阶段采用的施工机械不同，对外界环境造成的施工噪声污染水平也不同。

土方阶段的主要噪声源是挖掘机、推土机、装载机和各种运输车辆，其噪声级范围在 78-96dB（A）之间，其中以推土机的噪声值为最高。

基础阶段的主要噪声源有平地机、移动式空压机等，其噪声级范围均在 100dB（A）以上。

结构阶段的主要噪声源为各种运输车辆、各式吊车、混凝土搅拌机、振捣棒、电锯等。其噪声级范围在 75-100dB（A）之间，其中振捣棒和混凝土搅拌机是此阶段最主要的噪声源。

设备安装阶段的活动基本上是在厂房内进行，声源数量较少，强声源数量也少。该阶段的主要噪声源包括吊车、电动卷扬机等，其噪声级在 85-90dB（A）之间。

项目施工机械噪声属中低频噪声，因此只考虑扩散衰减，预测模式如下：

$$L_2 = L_1 - 20\lg(r_2 / r_1)$$

式中：L_1、L_2—距离声源 r_1、r_2 处的噪声值，dB（A）；

r_1、r_2—预测点距噪声源的距离。

$$L_{pt} = 10\lg(\sum^{n} 10^{0.1L_{pi}})$$

式中：n—声源总数；

L_{pt}—对于某点的总声压级。

现场施工噪声随距离衰减后的值见表 6.1-1。

表 6.1-1　设备在不同距离处的噪声级

预测点	不同距离处的噪声值[dB（A）]							
	10m	20m	30m	40m	50m	100m	200m	300m
预测值	80	74	70	68	66	60	54	50

根据以上分析可知，建筑施工的设备较多，但对环境产生影响较大的噪声源

主要是土方阶段的推土机和挖掘机（包括施工运输期的大型运输设备）、基础阶段的打桩机等。昼间在距离声源 30m 处、夜间在距离声源 200m 处噪声可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，且施工机械使用时间较短，对环境影响不大。

2、影响分析及防治措施

由于施工场地噪声对环境的影响较大，因此建议建设和施工单位采取噪声防治措施，对施工阶段的噪声进行控制，满足建筑施工场界噪声限值的要求，以最大限度地减少噪声对环境的影响。具体措施有以下几点：

1）合理安排施工时间：制定施工计划时，应尽可能避免大量高噪声设备同时施工。除此之外，高噪声施工时间尽量安排在昼间，减少夜间施工量。

2）降低设备声级：设备选用上尽量采用低噪声设备，如以液压机械代替燃油机械，振捣器采用高频振捣器等；固定机械设备与挖土、运土机械，如挖土机、推土机等，可通过排气管消音器和隔离发动机振动部件的方法降低噪声；对动力机械设备和运输车辆进行定期的维修、养护。

6.1.3 施工期水环境影响及防治措施

1、施工期水环境影响分析

本工程施工期废水主要来自施工废水及施工人员的生活污水。其中：施工废水包括泥浆水、机械设备运转的冷却水、车辆和机械设备洗涤水等。生活污水主要是施工人员生活污水。施工污水处置不当会对施工场地周围环境产生短时间的不利影响。

2、影响分析及防治措施

本项目施工期间，严格执行《建设工程施工场地文明施工及环境管理暂行规定》，对地面水的排放进行组织设计，严禁乱排、乱流污染道路和周边的环境或淹没市政设施。生活设施依托厂区内现有一期工程的生活基础设施。混凝土及砂浆搅拌和沙石料冲洗、构筑件养护、施工车辆冲洗等产生的污水，设置沉淀池（2个，容积个 50m^3，渗透系数≦10^{-7}cm/s）并作好地面硬化措施，含泥沙污水经沉淀后回用，用于场地洒水和厂区绿化。经以上措措施，不会对厂区内及周围环境造成明显影响。

6.1.4 施工期固体废物影响及防治措施

1、施工期固体废物影响分析

施工期产生的固体废物主要有挖掘土方、建筑施工和设备安装过程中产生的废物及生活垃圾。如不及时清理和妥善处理，都将对厂容卫生、公众健康、道路交通及周围环境产生不利影响。

2、施工期固体废物处置方法

为了减少固体废物对环境产生不良影响，在施工期应严格采取如下控制措施：

①施工期产生的生活垃圾由垃圾箱收集定期交由环卫部门清运，建筑垃圾经建设方收集后，外售给回收单位回收利用，土建过程产生的弃土运送至环卫部门指定地点，避免产生二次污染。

②加强施工管理，合理安排施工进度，做到随挖、随埋、随填。施工道路尽可能利用永久道路，尽量减少临时施工土路，减少风沙扬尘和水土流失的影响；

③企业在施工期间对其产生的施工废物及时收集、清运，避免产生二次污染。车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得沿途漏撒； 运载土方的车辆必须在规定时间内，按指定路段行驶。

④在工程竣工以后，施工单位应立即拆除各种临时施工设施，并负责将工地的剩余建筑垃圾、工程渣土处理干净。

综上所述，合理采取以上措施后，施工期产生的固体废物对周围环境影响较小。

6.2 大气环境影响预测与评价

6.2.1 常规地面气象资料分析

(1)乌拉特前旗气象站 20 年地面气象历史资料

乌拉特前旗气象站距厂址距离为62.9km，平均海拔高度1021m，站点编号53433，站点类型为一般站，经度108.6419度，纬度40.7283度。本次预测选择乌拉特前旗气象站的气象资料。

乌拉特前旗气象站拥有长期的气象观测资料，以下资料根据 2003-2022 年气象数据统计分析。

乌拉特前旗气象站气象资料整编表如表 6.2-1。

表 6.2-1　乌拉特前旗气象站常规气象项目统计（2003-2022）

统计项目	统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温(℃)	9.47	--	--
多年平均最低气温统计值(℃)	-22.77	20080124	-30.5
多年平均最高气温统计值	37.34	20100729	40

多年平均气压（hPa）		900.17	--	--
多年平均水汽压（hPa）		6.6	--	--
多年平均相对湿度(%)		45.68	--	--
多年平均年降雨量(mm)		227.05	--	--
多年平均最大日降水量(mm)		38.26	20180719	64.1
灾害天气统计	多年平均沙尘暴日数(d)	1.1	--	--
	多年平均雷暴日数(d)	18.2	--	--
	多年平均冰雹日数(d)	0.5	--	--
	多年平均大风日数(d)	7.6	--	--
多年实测极大风速统计值（m/s）		20.16	20190611	25.5
多年平均风速（m/s）		2.24	--	--
多年主导风向(单位：度)		164	--	--
多年平均静风出现频率(风速≤0.2m/s)(%)		6.89	--	--

(2)乌拉特前旗气象站近 20 年月平均风速观测数据统计

乌拉特前旗气象站月平均风速如表 6.2-2，05 月平均风速最大（2.74m/s），1 月风最小（1.79m/s）。

表 6.2-2　乌拉特前旗气象站月平均风速统计（单位 m/s）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均风速	1.79	2.09	2.37	2.61	2.74	2.49	2.41	2.23	2.18	2.02	2.09	1.86

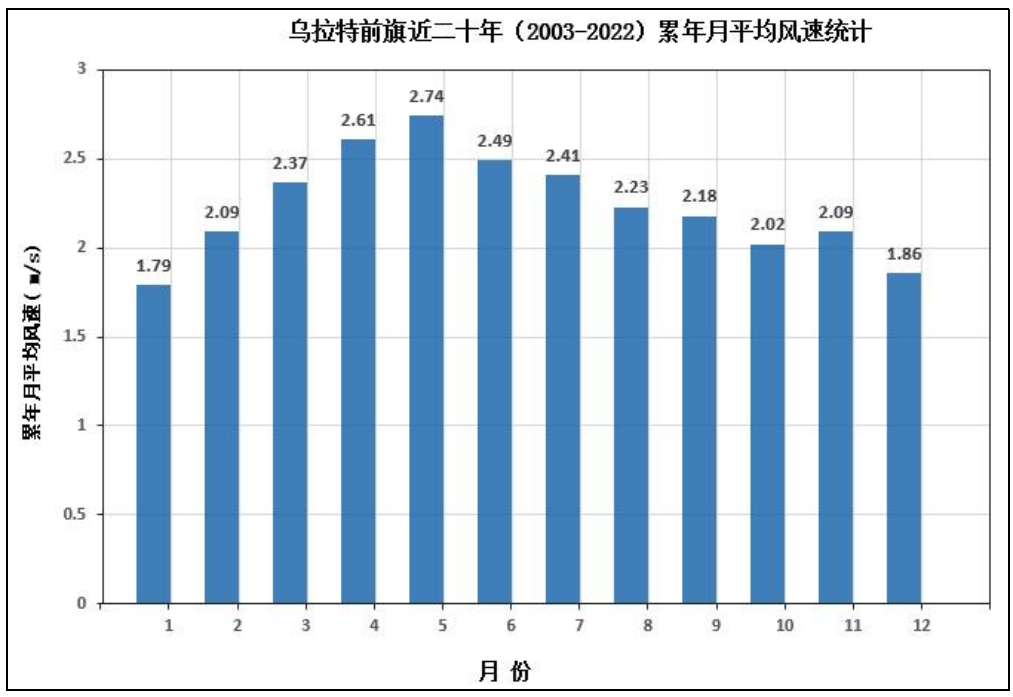


图 6.2-1　乌拉特前旗 2003 年-2022 年月平均风速统计图

(3)乌拉特前旗气象站 20 年风向、风频观测数据统计

乌拉特前旗气象站主要风向为 SSE 和 SE，SSE 占到全年 17.7%左右，SE 占到全年 17.3%左右，其中以 SSE 为主风向。近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 6.2-2，乌拉特前旗季风向玫瑰见图 6.2-3，乌拉特前旗月风向玫瑰见图 6.2-4。

表 6.2-3 乌拉特前旗气象站年风向频率统计（单位%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
风频 1 月	7.82	8.54	8.35	5.38	2.33	2.6	10.14	11.68	7.3	2.68	1.83	1.83	6.25	5.81	4.26	5.63	7.68
风频 2 月	7.92	7.22	8.11	5.48	2.02	2.64	10.13	11.96	8.03	3.01	1.9	2.15	5.7	6.15	4.67	6.38	6.65
风频 3 月	6.99	5.91	6.48	4.46	1.77	2.64	11.07	13.22	8.48	3.39	2.08	2.13	6.56	7.53	5.02	5.63	6.78
风频 4 月	7.07	5.66	6.69	4.23	1.78	2.65	10.36	13.02	8.79	3.48	2.14	2.4	6.46	7.19	5.8	6	6.46
风频 5 月	6.7	5.35	5.87	3.67	1.59	2.39	11.06	14.23	9.35	3.59	2.3	2.11	6.67	7.66	5.93	5.72	5.86
风频 6 月	6.98	5.84	6.62	4.44	1.59	3.09	14	15.27	9.02	3.32	2.14	1.66	4.3	5.46	5.06	5.72	5.72
风频 7 月	5.81	4.92	5.3	3.56	1.93	3.65	17.31	19.04	9.58	3.08	1.78	1.37	3.7	4.33	4.24	5.08	5.52
风频 8 月	6.57	5.64	6.21	4.13	2.18	3.71	15.25	17.27	9.11	3.22	1.81	1.43	3.55	4.28	4.24	5.27	6.26
风频 9 月	5.89	5.23	5.83	3.5	1.87	3.57	16.43	17.69	9.52	3.05	1.66	1.5	4.19	4.38	3.99	5.07	6.84
风频 10 月	5.85	5.39	6.23	4.23	1.9	2.97	13.31	15.23	8.82	2.94	1.81	1.99	5.69	6.36	4.31	4.67	8.44
风频 11 月	6.25	5.53	6.09	4.01	1.82	2.65	11.75	14.82	8.92	3.43	2.01	2.04	7.15	6.54	4.1	5.12	7.9
风频 12 月	6.61	6.37	6.29	4.57	1.96	2.54	9.74	12.05	8.75	3.51	1.98	2.25	7.89	7.26	5	5.23	8.01

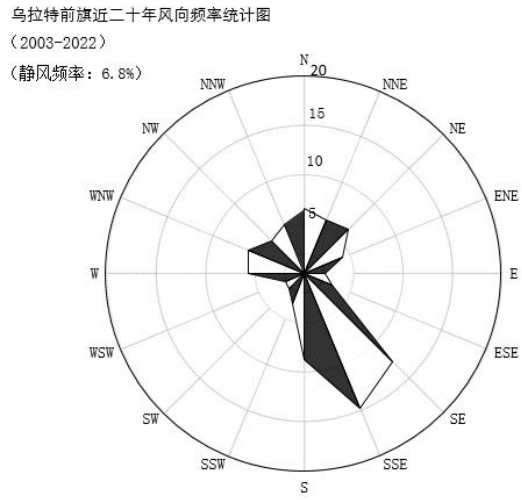


图 6.2-2　乌拉特前旗 2003 年-2022 年风向玫瑰图（静风频率 6.8%）

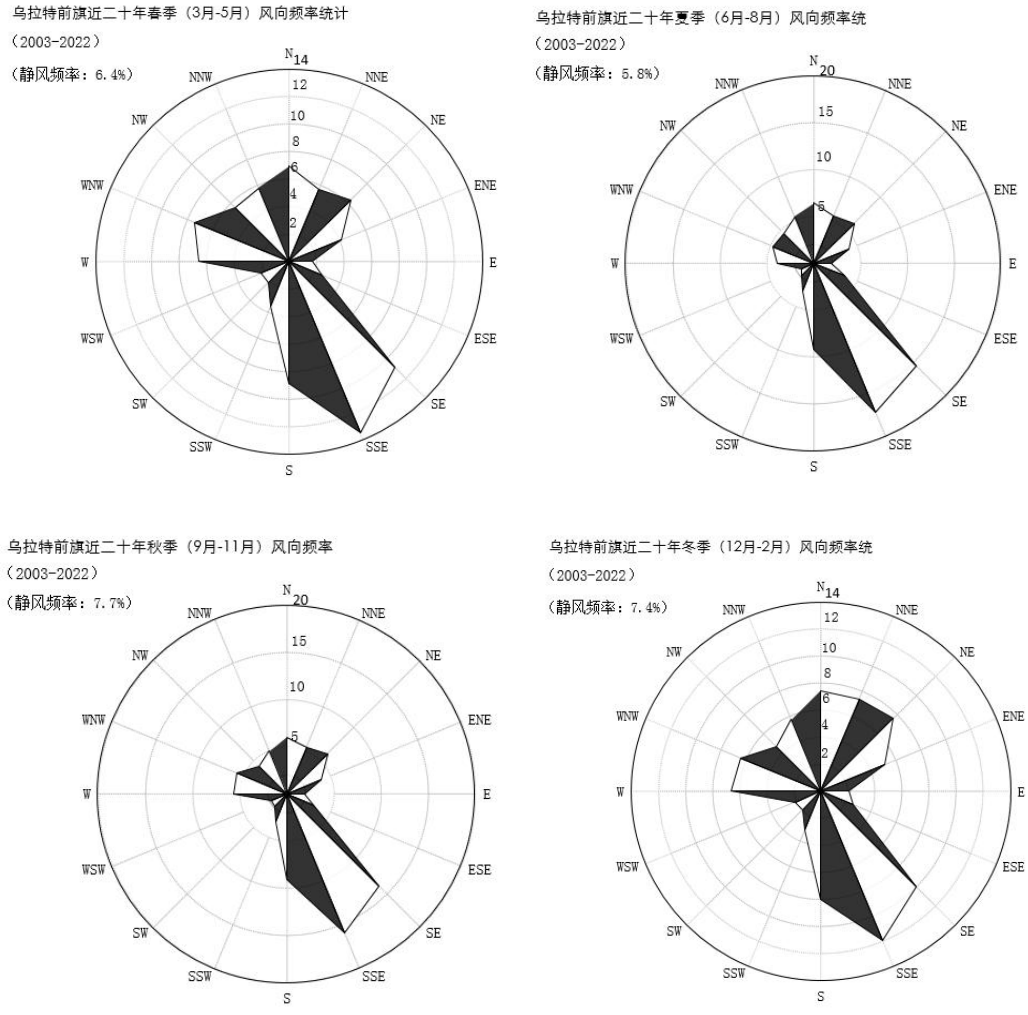
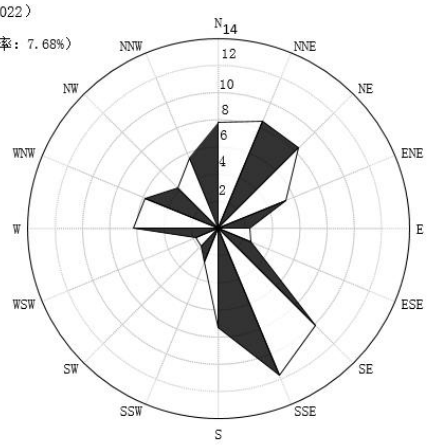
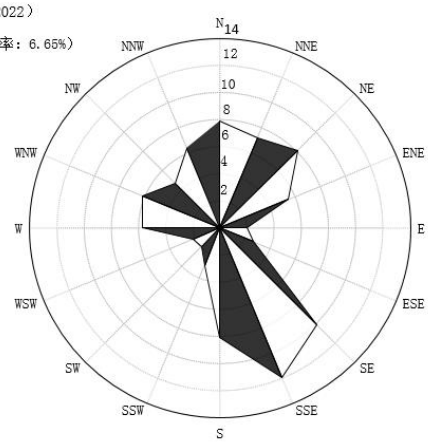


图 6.2-3　乌拉特前旗 2003 年-2022 季风向玫瑰图

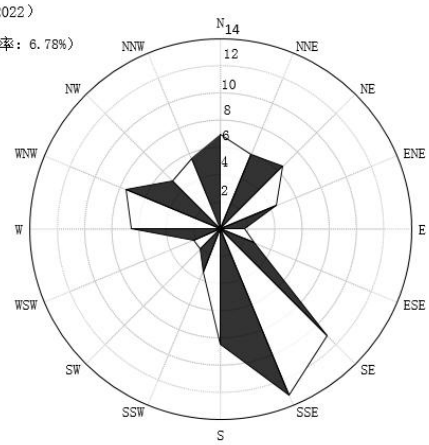
乌拉特前旗近二十年累年1月风向频率统
（2003-2022）
（静风频率：7.68%）



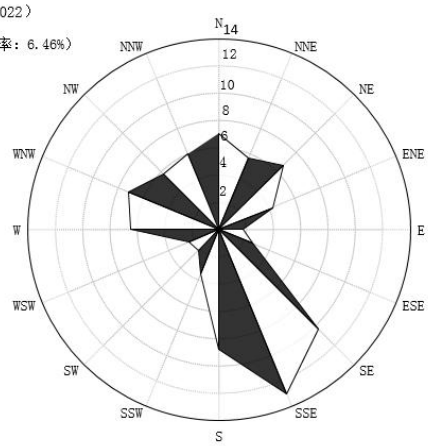
乌拉特前旗近二十年累年2月风向频率统
（2003-2022）
（静风频率：6.65%）



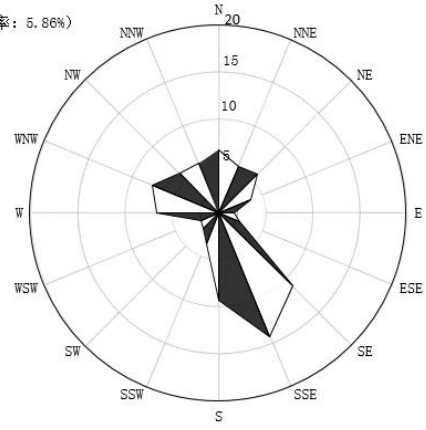
乌拉特前旗近二十年累年3月风向频率统
（2003-2022）
（静风频率：6.78%）



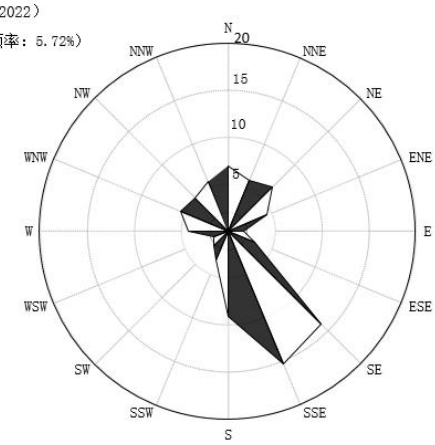
乌拉特前旗近二十年累年4月风向频率统
（2003-2022）
（静风频率：6.46%）



乌拉特前旗近二十年累年5月风向频率统计
（2003-2022）
（静风频率：5.86%）



乌拉特前旗近二十年累年6月风向频率统计
（2003-2022）
（静风频率：5.72%）



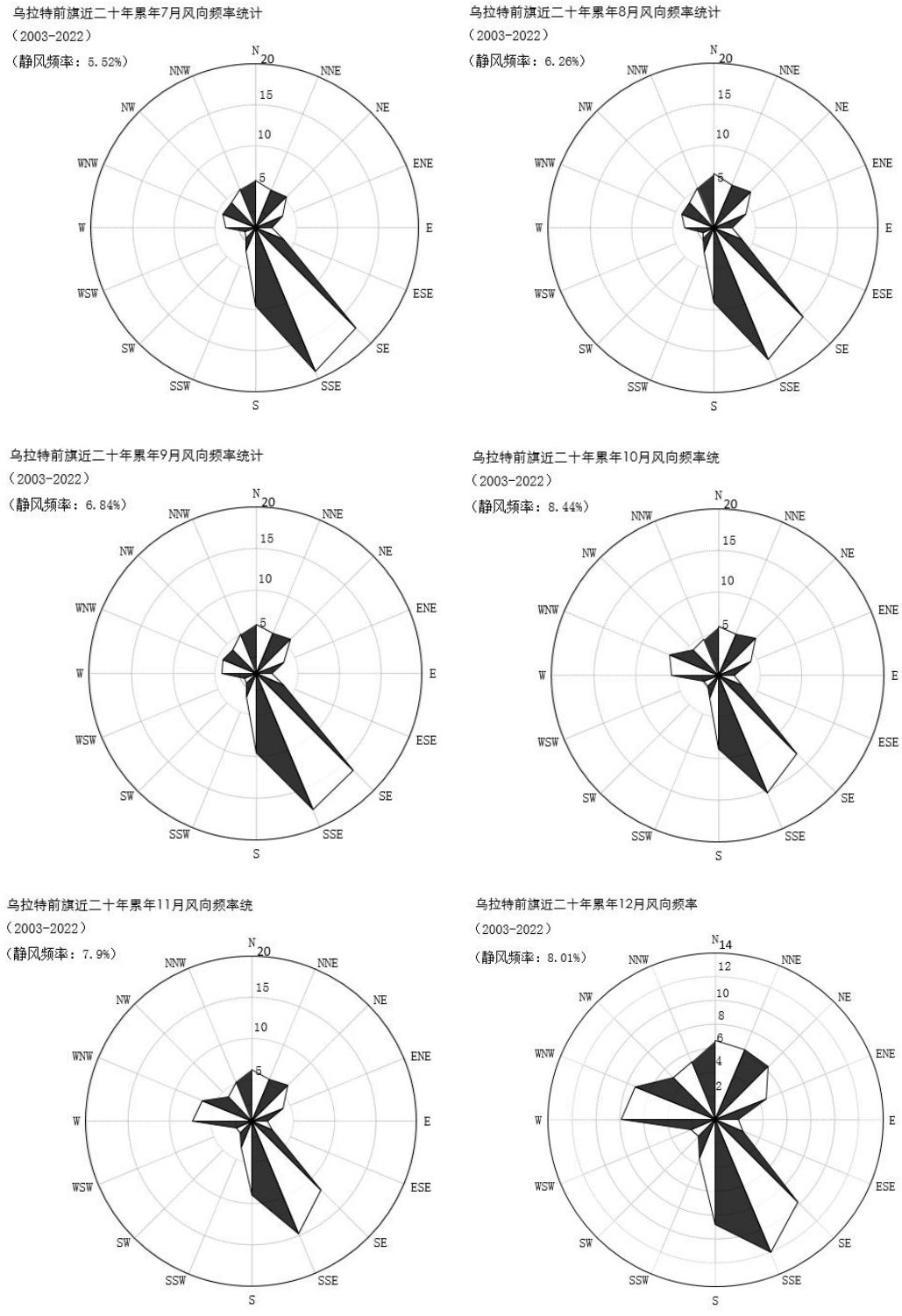


图 6.2-4　乌拉特前旗 2003 年-2022 年月风向玫瑰图

(4)乌拉特前旗气象站 20 年年际风速观测数据统计

根据近 20 年资料分析，乌拉特前旗气象站风速 2003 年年平均风速最大（2.93m/s），2014 年和 2015 年的年平均风速最小（1.9m/s），无明显周期。该地区 2003～2022 年平均风速月变化情况见图 6.2-5。

图 6.2-5　乌拉特前旗(2003～2022 年)年平均风速(单位：m/s，虚线为趋势线)

(5)乌拉特前旗气象站温度分析

乌拉特前旗气象站 07 月气温最高（25.59℃），01 月气温最低（-9.47℃），近 20 年极端最高气温出现在 2010-07-29（40），近 20 年极端最低气温出现在 2008-01-24（-22.77）。

乌拉特前旗气象站近 20 年气温无明显变化趋势，2007 年年平均气温最高（9.92℃），2003 年年平均气温最低（8.32℃），周期为 5 年。乌拉特前旗月平均气温见图 6.2-6，乌拉特前旗（2003-2022）年平均气温见图 6.2-7。

表 6.2-4　乌拉特前旗气象站月平均气温变化（单位℃）

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
平均气温	8.32	8.97	8.84	9.86	9.92	8.88	9.32	9.10	9.30	8.80
年份	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
平均气温	9.80	10	9.70	9.70	10.16	9.68	9.74	9.24	10.42	9.85

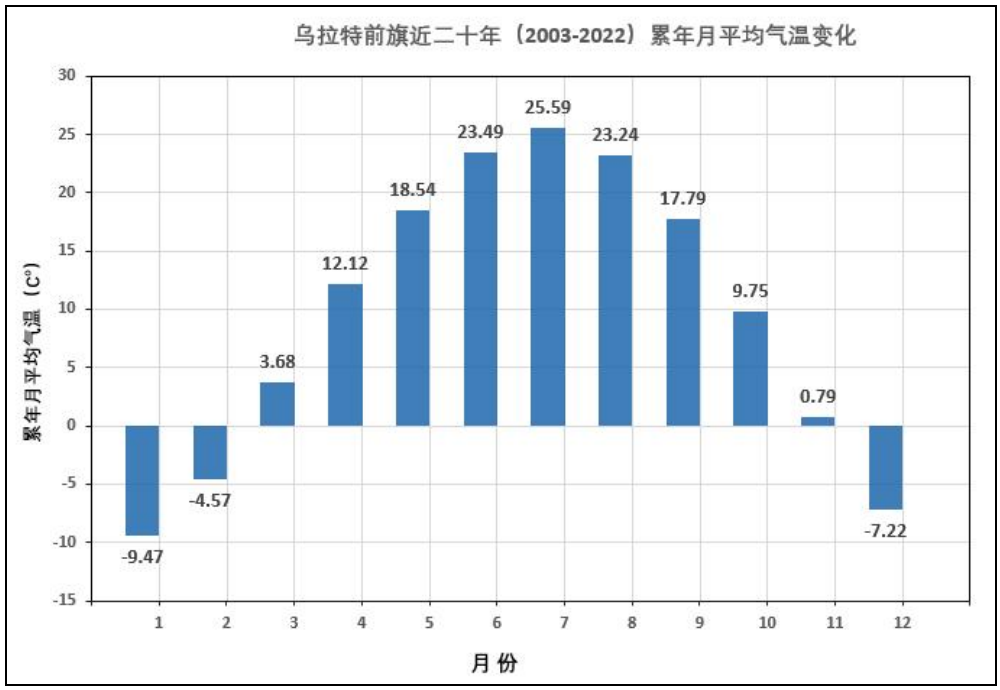


图 6.2-6　乌拉特前旗月平均气温（单位：℃）

图 6.2-7　乌拉特前旗（2003-2022）年平均气温（单位：℃，虚线为趋势线）

(6)乌拉特前旗气象站降水分析

乌拉特前旗气象站 07 月降水量最大（56.43mm），12 月降水量最小（1.22mm），近 20 年极端最大日降水出现在 2018-07-19（64.1mm）。乌拉特前旗气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2020 年年总降水量最大（388.8mm），2005 年年总降水量最小（73mm），周期为 7-8 年。乌拉特前旗月平均降水量见图 6.2-8，

乌拉特前旗（2003-2022）年总降水量见图 6.2-9。

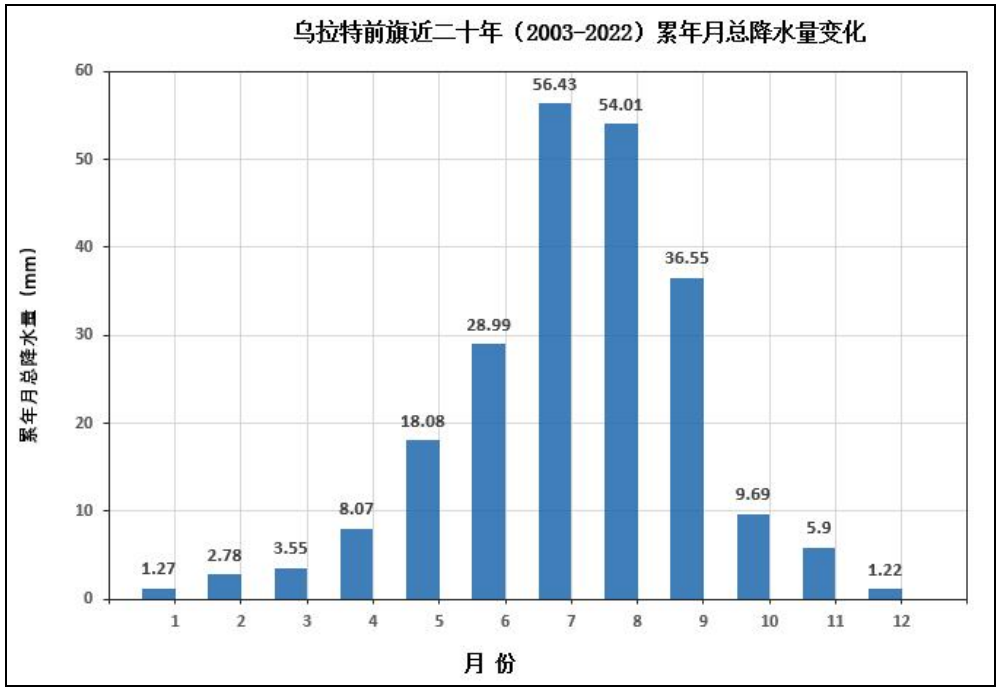


图 6.2-8　乌拉特前旗月平均降水量（单位：mm）

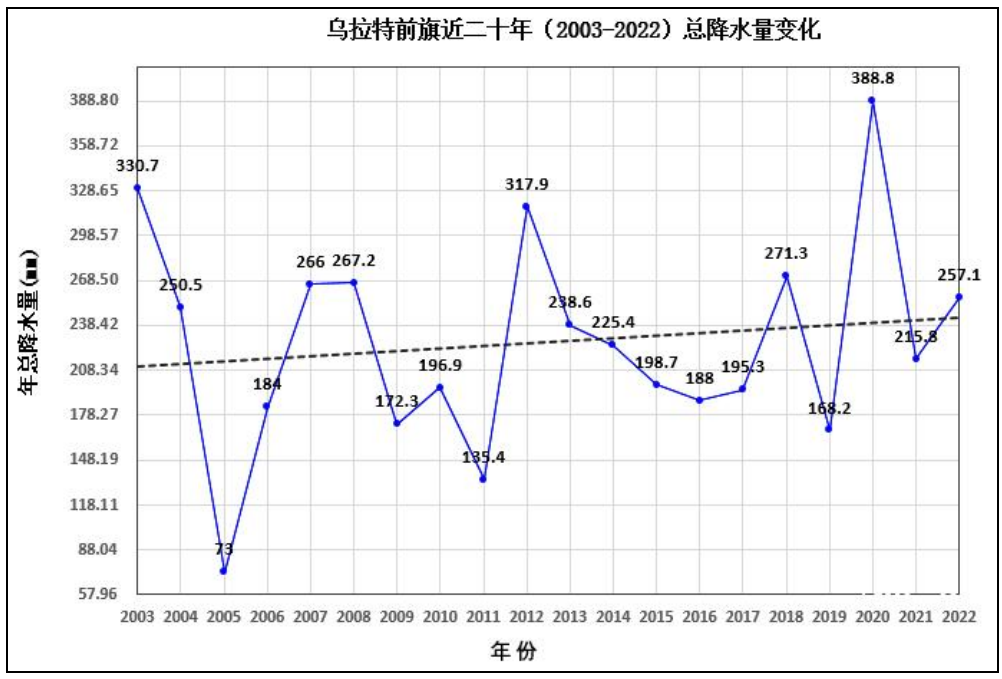


图 6.2-9 乌拉特前旗(2003～2022)年总降水量(单位：mm，虚线为趋势线)

(7)乌拉特前旗气象站日照分析

乌拉特前旗气象站 05 月日照最长（314.85h），12 月日照最短（206.16h）。乌拉特前旗气象站近 20 年年日照时数无明显变化趋势，2005 年年日照时数最长（3285.2h），2003 年年日照时数最短（2966.8h），周期为 3~4 年。乌拉特前旗

月日照时数见图 6.2-10，乌拉特前旗（2003-2022）年日照时长见图 6.2-11。

图 6.2-10　乌拉特前旗月日照时数（单位：h）

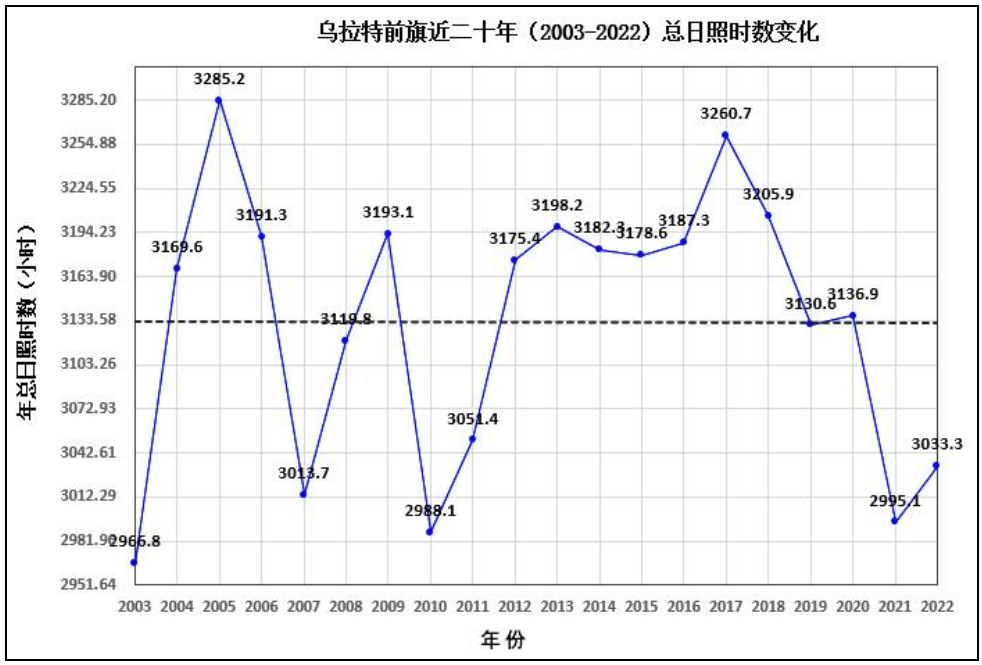


图 6.2-11　乌拉特前旗（2002-2021）年日照时长（单位：h，虚线为趋势线）

(8)乌拉特前旗气象站相对湿度分析

乌拉特前旗气象站 01 月平均相对湿度最大（54.08%），05 月平均相对湿度最小（32.03%）。乌拉特前旗气象站近 20 年年平均相对湿度 2003 年年平均相对湿度最大（53.17%），2010 年、2011 年、2013 年年平均相对湿度最小（43.0%），周期为 7~8 年。乌拉特前旗月平均相对湿度见图 6.2-12，乌拉特前旗（2003-2022）

年平均相对湿度见图 6.2-13。

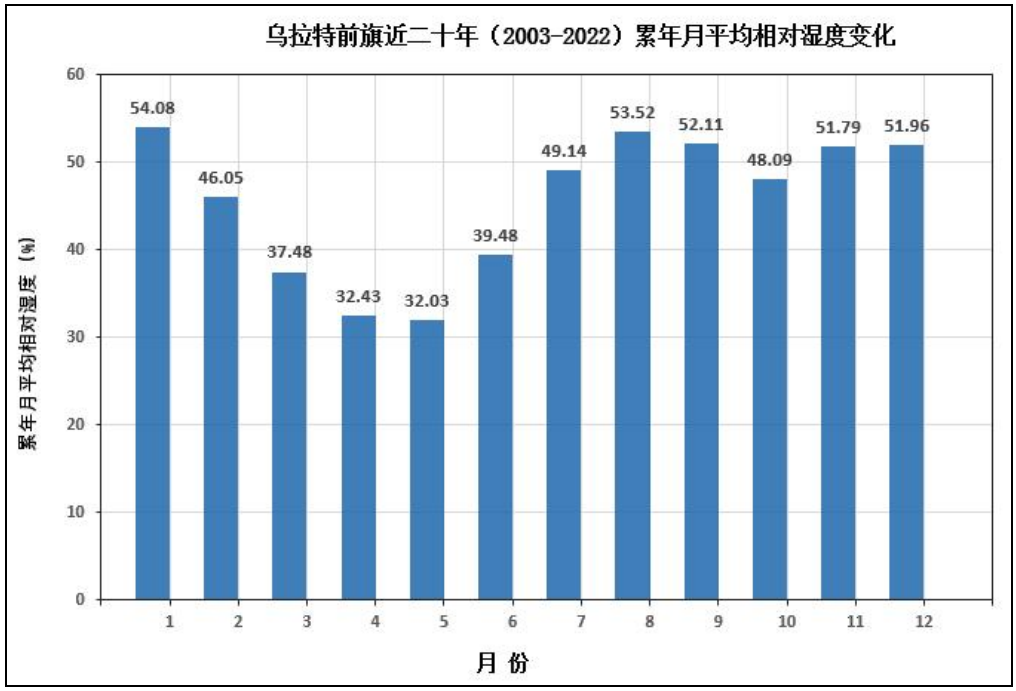


图 6.2-12　　乌拉特前旗月平均相对湿度（纵轴为百分比）

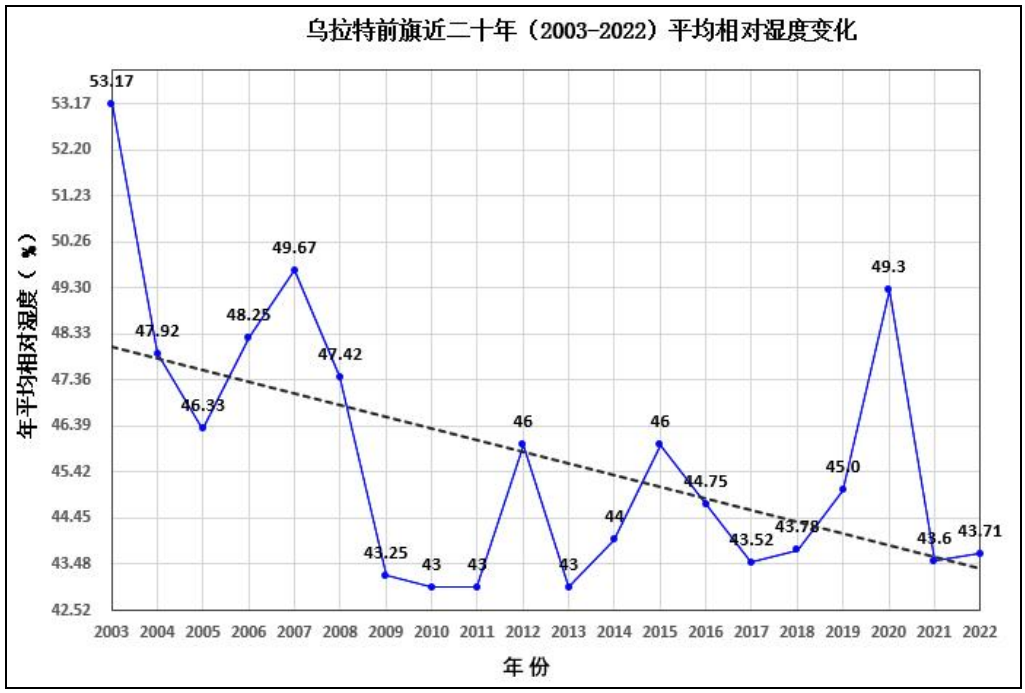


图 6.2-13 乌拉特前旗(2002-2021)年平均相对湿度(纵轴为百分比，虚线为趋势线)

6.2.2 预测模型选取结果及选取依据

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），项目评价等级的确定采用 AERSCREEN 估算模式进行预测，预测结果见 2.6.6.4 环境空气中的内容，预测结果为大气一级评价。

进一步预测采用 AERMOD 预测模式，AERMOD 由美国国家环保局联合美国

气象学会组建法规模式改善委员会（AERMIC）开发。AERMIC 的目标是开发一个能完全替代 ISC3 的法规模型，新的法规模型将采用 ISC3 的输入与输出结构、应用最新的扩散理论和计算机技术更新 ISC3 计算机程序、必须保证能够模拟目前 ISC3 能模拟的大气过程与排放源。20 世纪 90 年代中后期，法规模式改善委员会在美国国家环保局的财政支持下，成功开发出 AERMOD 扩散模型， 该系统以扩散统计理论为出发点，假设污染物的浓度分布在一定程度上服从高斯分布。模式系统可用于多种排放源（包括点源、面源和体源）的排放，也适用于乡村环境和城市环境、平坦地形和复杂地形、地面源和高架源等多种排放扩散情形的模拟和预测。

6.2.3 气象数据

1、地面气象数据

本次评价地面气象观测资料采用乌拉特前旗气象站 2022 年 1 月至 12 月全年逐时风向、风速、干球温度观测资料以及 02、08、14、20 时每天观测 4 次的总云和低云资料进行统计分析。地面观测气象数据基本内容见表 6.2-5。

表 6.2-5　　地面观测气象数据信息

气象站名称	编号	气象站等级	气象站坐标/m		相对距离/m	海拔高度/m	数据年份	气象要素
			X	Y				
乌拉特前旗	53433	一般站	108.6419	40.7283	62900	1021	2022	风向、风速、干球温度、总云量、低云量

2、高空气象数据

由于本项目 50km 范围内没有常规高空气象探测站，因此本次环评高空气象探测资料采用中尺度气象模式模拟的 50km 内的网格点气象资料，时间为 2022 年 1 月至 12 月。

本项目高空气象数据由中国气象局国家气象信息中心基于国际上前沿的模式与同化方案(GFS/GSI)，建成全球大气再分析系统(CRAS)，通过多层次循环同化试验，不断强化中国特有观测资料的同化应用。时间分辨率为 6 小时，水平分辨率为 34 公里，垂直层次 64 层。提取 37 个层次的高空模拟气象数据，层次为 1000～100hPa 每间隔 25hPa 为一个层次。高空气象因子包括气压、离地高度、干球温度、露点温度、风向和风速。模拟高空气象数据基本信息见表 6.2-6。

表 6.2-6　　高空模拟气象数据信息

模拟点坐标		相对距离/m	海拔高度/m	数据年份	模拟气象要素	模拟方式
X	Y					
108.6419	40.7283	31164	1021	2022	气压、温度、露点温度、风速、风向	WRF

6.2.4 地形数据

本项目地形数据分辨率为 90m，数据时间为 2022 年，地形数据格式为 DEM。范围为覆盖整个厂区。

本项目地形数据详见表 6.2-7，本项目所在区域地形图见图 6.2-12。

表 6.2-7　　地形数据参数表

序号	项目	内容
1	数据来源	生态环境部评估中心 GIS 服务平台
2	数据时间	2022 年
3	格式	DEM 文件
4	范围	覆盖整个厂区
5	分辨率	90m

6.2.5 土地利用

本项目位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。项目厂址周围地表利用类型主要是耕地、城市用地，将地表利用类型分为 2 个扇区。地表特征基本参数选自《AERMET USER GUIDE》，如表 6.2-8 及图 6.2-14 所示。

表 6.2-8　　选用的地表利用类别和地表基本参数表

序号	扇区	时段	正午反照率	BOWEN	粗糙度
1	300°~90°	冬季（12、1、2 月）	0.20	1.5	1
	300°~90°	春季（3、4、5 月）	0.12	0.1	1
	300°~90°	夏季（6、7、8 月）	0.10	0.1	1
	300°~90°	秋季（9、10、11 月）	0.14	0.1	1
2	90°~300°	冬季（12、1、2 月）	0.20	1.5	0.01
	90°~300°	春季（3、4、5 月）	0.12	0.1	0.03
	90°~300°	夏季（6、7、8 月）	0.10	0.1	0.2
	90°~300°	秋季（9、10、11 月）	0.14	0.1	0.05

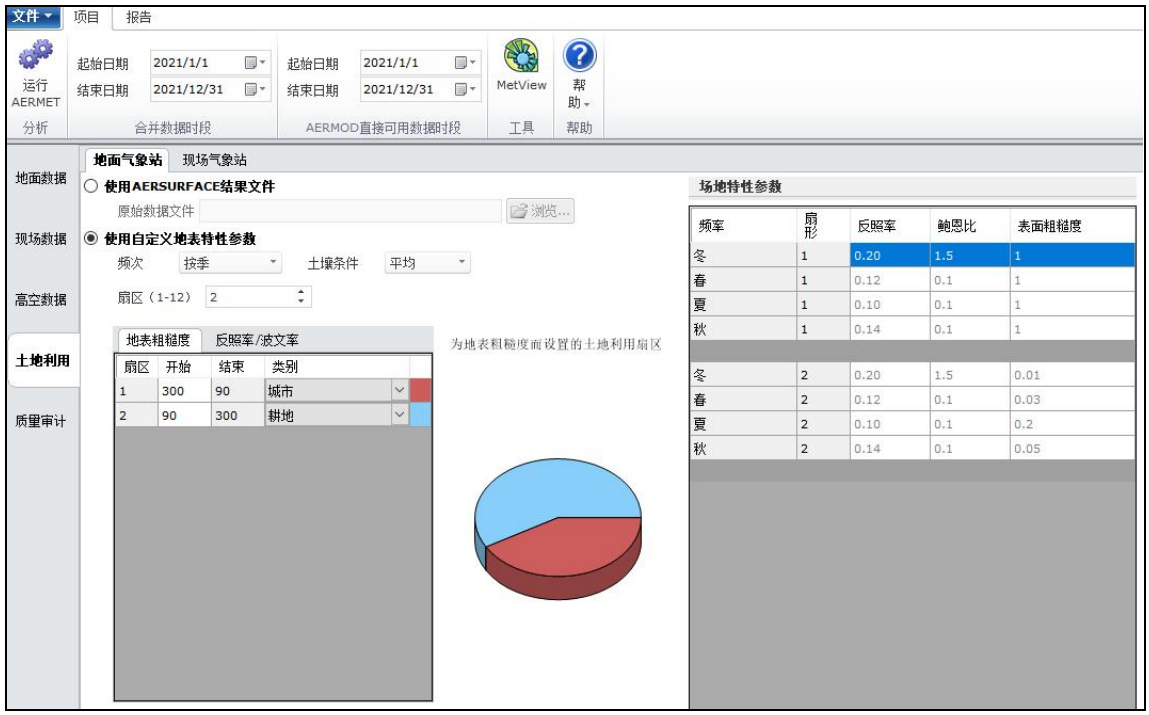


图 6.2-14　地表利用类别和地表基本参数图

6.2.6 模型参数主要设置

1、根据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018），距离源中心 5km 的网格间距不超过 100m，本项目预测网格设置为 100m*100m。

2、本项目 AERMOD 模型不考虑建筑物下洗。

3、本项目 AERMOD 模型不考虑颗粒物干湿沉降和化学转化及相关参数设置。

4、本项目不涉及光化学网格模式参数化方案，嵌套方案。

6.2.7 环境空气敏感点

环境空气敏感点为评价范围内的村庄。环境空气敏感点方位及相对坐标见表 6.2-9。

表 6.2-9　环境空气关心点一览表

序号	环境保护目标	坐标		相对厂址方位	相对厂址距离 km	保护对象(人)
		纬度	经度			
1	堡子湾	40.615680	109.365411	N	0.77	954
2	上城壕	40.613905	109.398592	NE	3.1	215
3	黑柳子村	40.590381	109.379934	E	1.2	19
4	兴中三组	40.590110	109.400765	SE	2.55	42
5	赵柜	40.574501	109.384782	SE	2.48	210

序号	环境保护目标	坐标		相对厂址方位	相对厂址距离 km	保护对象(人)
		纬度	经度			
6	葛家圪旦	40.571939	109.376236	SE	2.27	277
7	毕格尔图村	40.574135	109.341255	SW	2.31	435
8	学校圪旦	40.589867	109.324617	SW	2.23	394
9	中滩农场六分场	40.603304	109.326004	WN	2.72	2341

6.2.8 预测范围

本次预测的预测范围为以项目厂址为中心区域，自厂界外延 D10%的矩形区域为大气评价范围。本项目 D10%=2368.88m，小于 2.5km，大气预测范围以厂址为中心区域，边长为 5km 的矩形范围。

6.2.9 预测内容及预测情景

本项目进行预测的内容如下：

（1）2022 年逐次气象条件下，正常工况下，环境空气保护目标，评价范围内的最大地面小时浓度，并绘制最大地面小时浓度分布图。

（2）2022 年逐日气象条件下，正常工况下，环境空气保护好目标，评价范围内的最大地面日均浓度，并绘制最大地面日平均浓度分布图。

（3）2022 年全年气象条件下，正常工况下，环境空气保护好目标，评价范围内的最大地面年均浓度，并绘制最大地面年平均浓度分布图。

（4）叠加环境质量现状浓度后的保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度的占标率，或短期浓度的达标情况。

（5）项目非正常排放条件下，预测评价环境空气保护目标污染源的 1h 最大浓度贡献值及占标率。

具体预测内容见表 6.2-10。

表 6.2-10　大气环境影响预测一览表

评价对象	污染源	污染源排放方式	预测内容	评价内容	污染物
达标区评价项目	新增污染源	正常排放	短期浓度 长期浓度	最大浓度占标率	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_x、HCl、氟化物、非甲烷总烃、氨气、汞及其化合物

	新增污染源 - 以新带老污染源(无) - 区域削减污染源(有)+ 其他在建、拟建污染源(有)	正常排放	短期浓度 长期浓度	叠加环境质量现状浓度后的保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度的占标率，或短期浓度的达标情况。	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_x、HCl、氟化物、非甲烷总烃、氨气、汞及其化合物
	新增污染源	非正常工况排放	1h 平均质量浓度	最大浓度占标率	SO_2、NO_x、HCl、氟化物、非甲烷总烃、氨气、汞及其化合物
大气环境防护距离	新增污染源 - 以新带老污染源(无) + 项目全厂现有污染源	正常排放	短期浓度	大气环境防护距离	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_x、HCl、氟化物、非甲烷总烃、氨气、汞及其化合物

6.2.10 正常工况下新增污染源大气预测结果分析

在2022年全年逐日逐时气象条件下，预测了本项目正常工况下排放的TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、NH_3、汞及其化合物对环境保护目标以及评价范围内的环境影响。

本项目正常工况排放的 SO_2、NO_X、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、NH_3 在评价范围内的地面小时浓度贡献值均未超标；TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、氯化氢、氟化物在评价范围内的地面日均浓度贡献值均未超标；TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、汞及其化合物在评价范围内的地面年均浓度贡献值均未超标。

TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、氟化物、汞及其化合物符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准浓度限值；氯化氢、NH_3 符合《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 表 D.1 其他污染物空气质量浓度参考限值中的限值。非甲烷总烃符合《环境空气质量 非甲烷总烃限值》河北省地方标准（DB13/1577-2012）二级标准限值。

6.2.10.1 本项目新增污染源预测模型参数的选取

本次建设项目（年产 5 万吨高纯多晶硅）新增污染源污染物源强和模型中参数见表 6.2-11、6.2-12。

表 6.2-11　本项目新增污染源有组织废气排放（点源）源强参数一览表

序号	污染源名称	排气筒底部中心坐标/UTM		排气筒编号	排气筒底海拔高度/m	排气筒高度/m	排气筒内径/m	烟气流量/m^3/h	烟气温度/℃	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率（kg/h）							
		X 方向	Y 方向									PM_{10}	SO_2	NO_X	氯化氢	氟化物	非甲烷总烃	NH_3	汞及其化合物
1	硅块破碎含尘废气	361523.1	4495155.5	DA001	1010.13	15	0.6	6000	25	7992	正常	0.01	---	---	---	---	---	---	---
2	三氯氢硅合成工段硅粉加料系统废气	361525.7	4495215.7	DA002	1010.03	15	0.2	2500	25	7992	正常	0.013	---	---	---	---	---	---	---
3	吹扫废气；氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气；高低沸回收工艺精馏不凝气；粘棒工段挥发的非甲烷总烃；两级冷凝器不凝气	361675	4495244.5	DA003	1010.8	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361680.2	4495244.6	DA004	1010.75	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361685	4495244.6	DA005	1010.7	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361690.2	4495244.6	DA006	1010.64	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361695	4495244.6	DA007	1010.59	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
		361699.1	4495244.6	DA008	1010.55	35	0.5	1500	25	7992	正常	0.0013	---	---	0.00441	---	0.00625	---	---
4	四氯化硅冷氢化工段硅粉接	361668.7	4495166.8	DA009	1010.79	40	0.2	2500	25	7992	正常	0.007	---	---	---	---	---	---	---

	收罐废气																		
5	四氯化硅冷氢化工段硅粉计量罐废气	361704.8	4495167.0	DA010	1010.79	40	0.2	2500	25	7992	正常	0.007	---	---	---	---	---	---	---
6	方硅芯酸洗废气和硅料酸洗废气	361924.4	4495169.6	DA011	1012.02	35	0.8	10000	25	2400	正常	---	---	0.708	---	0.063	---	---	---
7	整理车间硅料破碎粉尘	361924.4	4495214.5	DA012	1011.2	15	0.6	8000	25	2400	正常	0.45	---	---	---	---	---	---	---
8	燃煤锅炉废气	362053.6	4495551.7	DA014	1008.21	50	2.8	188774	40	7992	正常	3.45	11.70	22.27	---	---	0.178	0.378	0.0029
9	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气	361744.5	4495265.1	DA015	1009.27	15	0.2	2500	25	7992	正常	---	---	---	0.038	---	---	---	---
注：1.三氯氢硅还原工段系统出现超压等事故状态时废气，还原尾气回收工段系统出现超压等事故状态时废气，四氯化硅冷氢化工艺系统出现超压等事故状态时废气，均为非正常工况。源强计入非正常工况。																			

表 6.2-12　本项目新增污染源无组织废气排放（面源）源强参数一览表

序号	污染源名称	排气筒底部中心坐标/UTM		面源名称	面源海拔高度/m	面源长度/m	面源宽度/m	与正北向夹角/°	初始排放高度/m	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率（kg/h）				
		X 方向	Y 方向									TSP	非甲烷总烃	氯化氢	氟化物	NOx
1	硅粉库 1	361512.6	4495146.7	硅粉库无组织排放粉尘	1009.65	23.17	60	90	6	7992	正常	0.04	---	---	---	---
2	硅粉库 2	361512.6	4495119.8	硅粉库无组织排放粉尘	1009.36	23.17	60	90	6	7992	正常	0.04	---	---	---	---
3	硅粉库 3	361513.6	4495086.2	硅粉库无组织排放粉尘	1009.09	23.17	60	90	6	7992	正常	0.04	---	---	---	---
4	硅粉库 4	361511.7	4495048.7	硅粉库无组织排放粉尘	1010.67	23.17	60	90	6	7992	正常	0.04	---	---	---	---

5	三氯氢硅合成车间	361513.7	4495229.1	三氯氢硅合成车间硅粉无组织排放粉尘	1009.48	35	47.73	90	6	7992	正常	0.006	---	---	---	---
6	四氯化硅冷氢化车间	361659.0	4495221.9	四氯化硅冷氢化车间硅粉无组织排放粉尘	1010.98	35	64.56	90.5	6	7992	正常	0.006	---	---	---	---
7	生产车间氯化氢无组织排放	361658.7	4495223.2	三氯氢硅还原车间、精馏车间、渣浆回收车间	1010.95	100	80	90	6	7992	正常	---	---	0.0034	---	---
8	酸洗废气无组织排放	361924.4	4495169.6	方硅芯酸洗废气和硅料酸洗	1012.02	100	60	90	6	7992	正常	---	---	---	0.027	0.303
9	储煤库废气	362004.4	4495592.4	储煤库	1010.05	20	40	90	8	7992	正常	0.144	---	---	---	---
10	锅炉渣库废气	362005.8	4495616.2	锅炉渣库	1010.61	16	40	90	5	7992	正常	0.039	---	---	---	---
11	柴油储罐区	361711	4495336.9	柴油储罐大小呼吸废气	1011.57	16	7	0	5	7992	正常	---	0.0145	---	---	---

6.2.10.2 本项目新增污染源预测结果分析

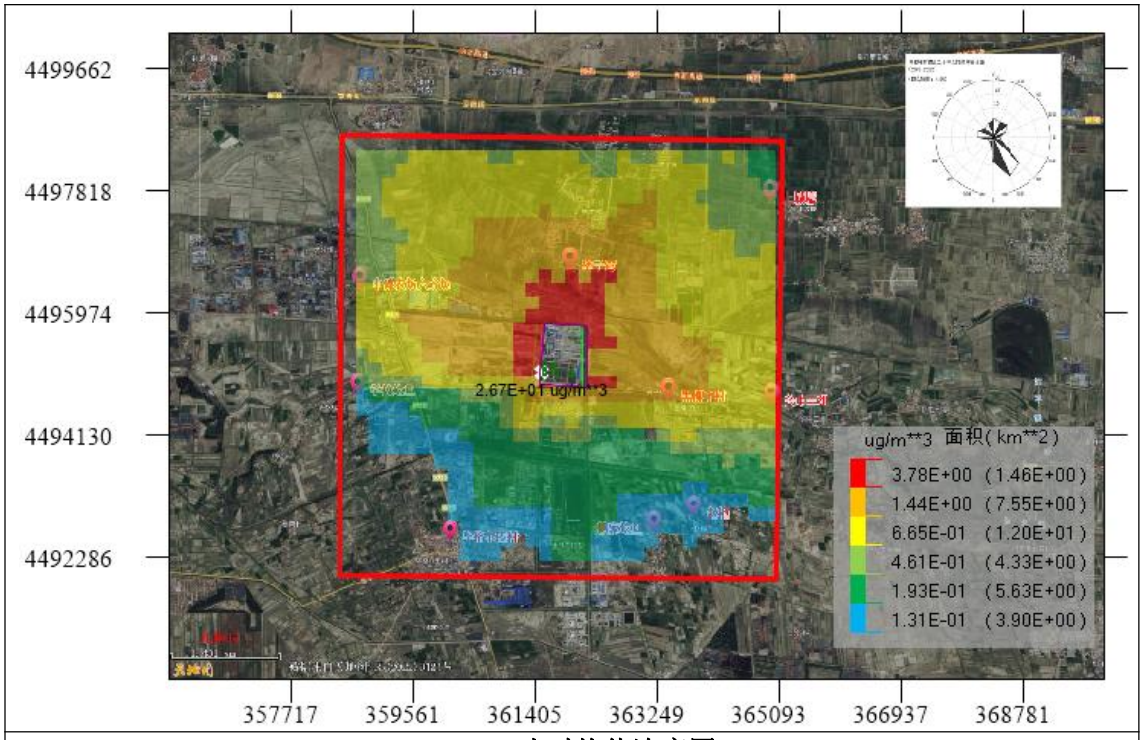
本次建设项目（年产 5 万吨高纯多晶硅）新增污染源大气预测结果分析如下。

1、TSP 大气预测结果分析

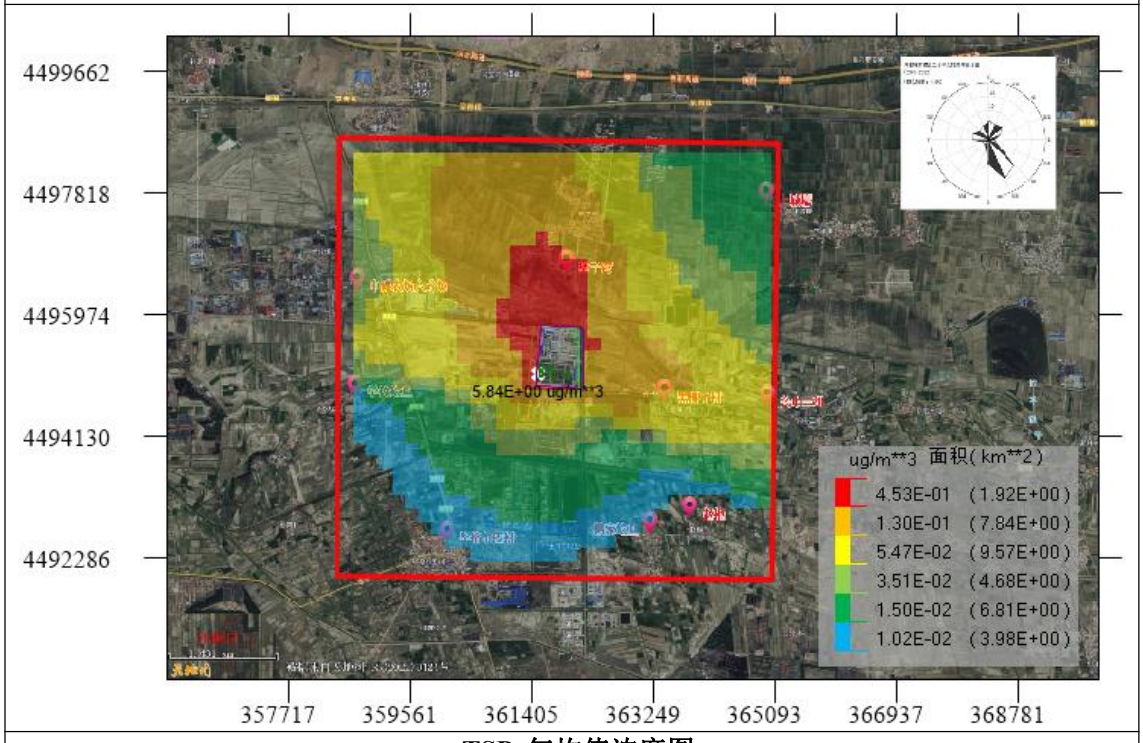
TSP 污染物 24 小时均值最大浓度及占标率、年均值最大浓度及占标率见下表 6.2-13，浓度分布图见图 6.2-15。

表 6.2-13　TSP 各时段排放浓度及占标率

TSP 24 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
TSP	堡子湾	24 小时均值	3.3279	22111524	300	1.109	达标
	上城壕	24 小时均值	0.47495	22051524	300	0.158	达标
	黑柳子村	24 小时均值	2.13921	22122524	300	0.713	达标
	兴中三组	24 小时均值	1.02202	22121224	300	0.341	达标
	赵柜	24 小时均值	0.18674	22010324	300	0.062	达标
	葛家圪旦	24 小时均值	0.18795	22010324	300	0.063	达标
	毕格尔图村	24 小时均值	0.15405	22083124	300	0.051	达标
	学校圪旦	24 小时均值	0.64836	22120424	300	0.216	达标
	中滩农场六分场	24 小时均值	0.6688	22070124	300	0.223	达标
	最大落地点浓度	24 小时均值	26.69332	22083124	300	8.898	达标
TSP 年均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
TSP	堡子湾	年均值	0.62074	2022	200	0.310	达标
	上城壕	年均值	0.02299	2022	200	0.011	达标
	黑柳子村	年均值	0.16697	2022	200	0.083	达标
	兴中三组	年均值	0.07549	2022	200	0.038	达标
	赵柜	年均值	0.01088	2022	200	0.005	达标
	葛家圪旦	年均值	0.01168	2022	200	0.006	达标
	毕格尔图村	年均值	0.01402	2022	200	0.007	达标
	学校圪旦	年均值	0.03661	2022	200	0.018	达标
	中滩农场六分场	年均值	0.0488	2022	200	0.024	达标
	最大落地点浓度	年均值	5.84161	2022	200	2.921	达标



TSP 24 小时均值浓度图



TSP 年均值浓度图

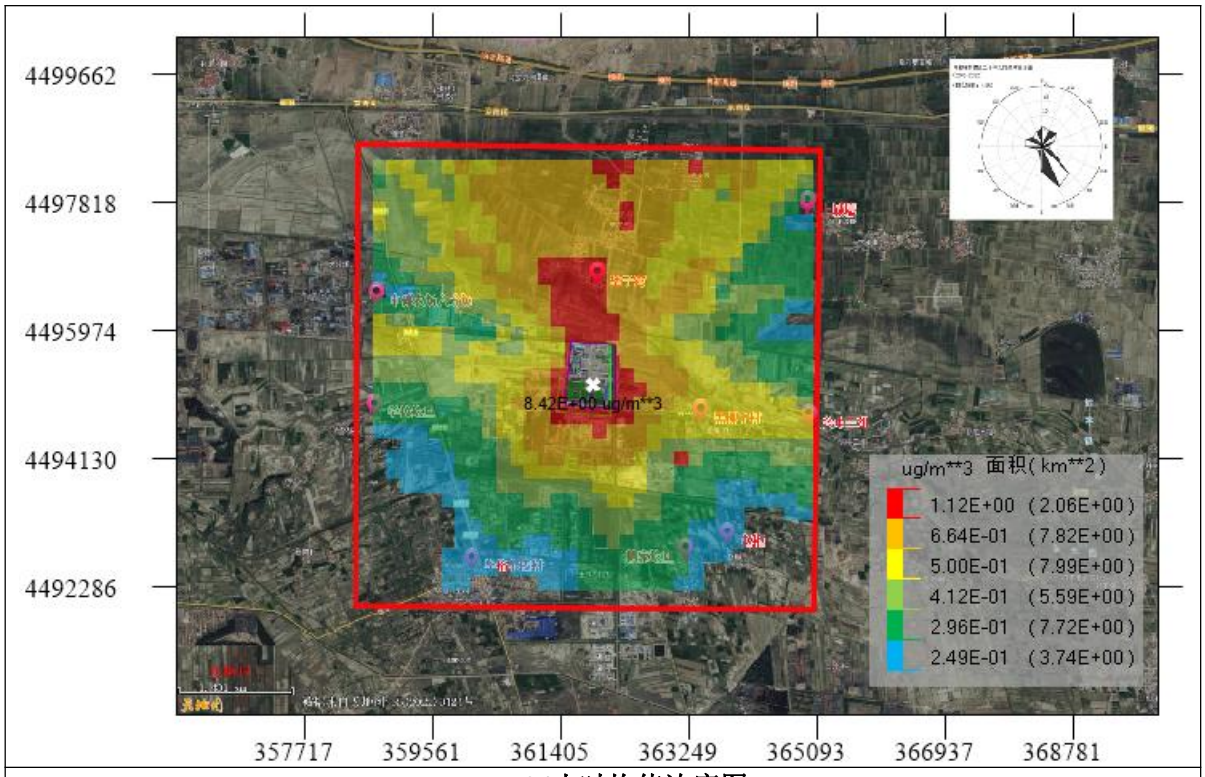
图 6.2-15 TSP 各时段排放浓度分布图

2、PM_{10} 大气预测结果分析

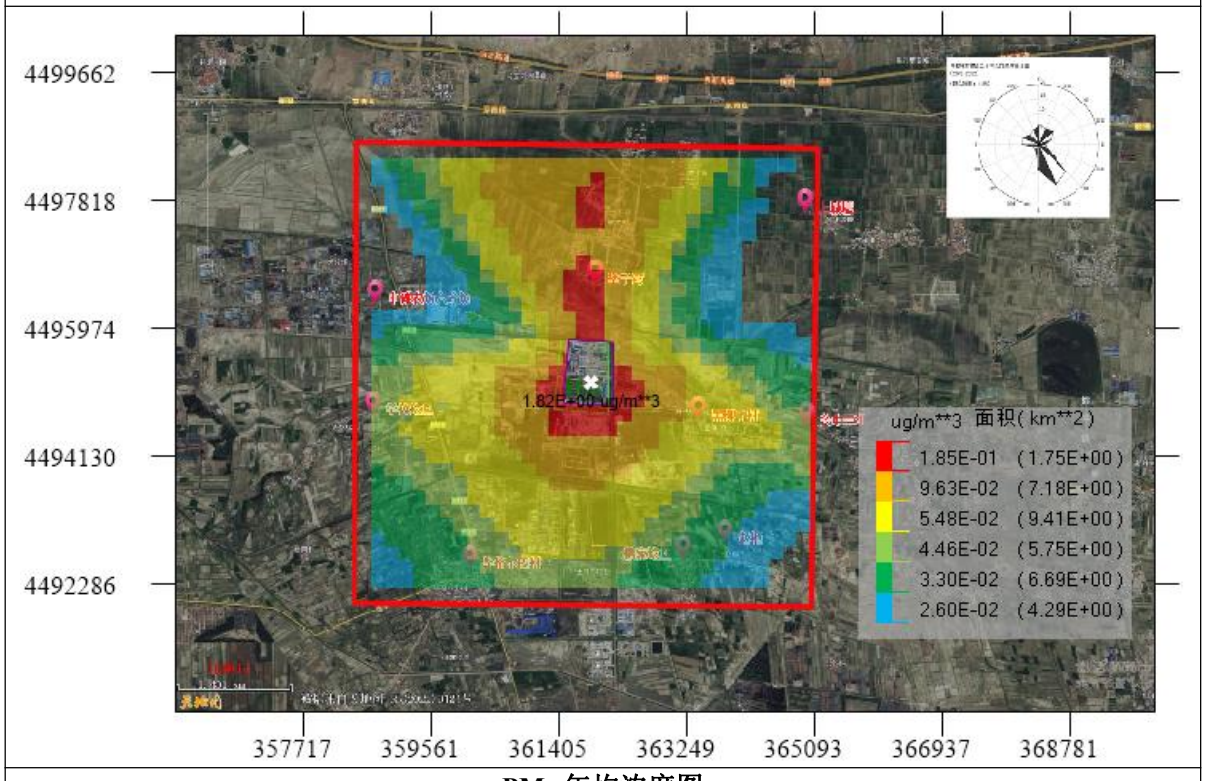
PM_{10} 污染物 24 小时均值最大浓度及占标率、年均值最大浓度及占标率见下表 6.2-14，浓度分布图见图 6.2-16。

表 6.2-14 PM_{10} 各时段排放浓度及占标率

PM_{10} 24 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
PM_{10}	堡子湾	24 小时均值	1.19524	22072124	150	0.797	达标
	上城壕	24 小时均值	0.24811	22060224	150	0.165	达标
	黑柳子村	24 小时均值	0.608	22042424	150	0.405	达标
	兴中三组	24 小时均值	0.54934	22042424	150	0.366	达标
	赵柜	24 小时均值	0.29723	22010324	150	0.198	达标
	葛家圪旦	24 小时均值	0.30332	22091724	150	0.202	达标
	毕格尔图村	24 小时均值	0.30165	22110224	150	0.201	达标
	学校圪旦	24 小时均值	0.34694	22022224	150	0.231	达标
	中滩农场六分场	24 小时均值	0.2557	22091824	150	0.170	达标
	最大落地点浓度	24 小时均值	8.41945	22071324	150	5.613	达标
PM_{10} 年均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
PM_{10}	堡子湾	年均值	0.18435	2022	70	0.263	达标
	上城壕	年均值	0.01997	2022	70	0.029	达标
	黑柳子村	年均值	0.0891	2022	70	0.127	达标
	兴中三组	年均值	0.04484	2022	70	0.064	达标
	赵柜	年均值	0.03967	2022	70	0.057	达标
	葛家圪旦	年均值	0.04556	2022	70	0.065	达标
	毕格尔图村	年均值	0.05172	2022	70	0.074	达标
	学校圪旦	年均值	0.05295	2022	70	0.076	达标
	中滩农场六分场	年均值	0.0234	2022	70	0.033	达标
	最大落地点浓度	年均值	1.81569	2022	70	2.594	达标



PM_{10} 24小时均值浓度图



PM_{10}年均浓度图

图 6.2-16　PM_{10} 各时段排放浓度分布图

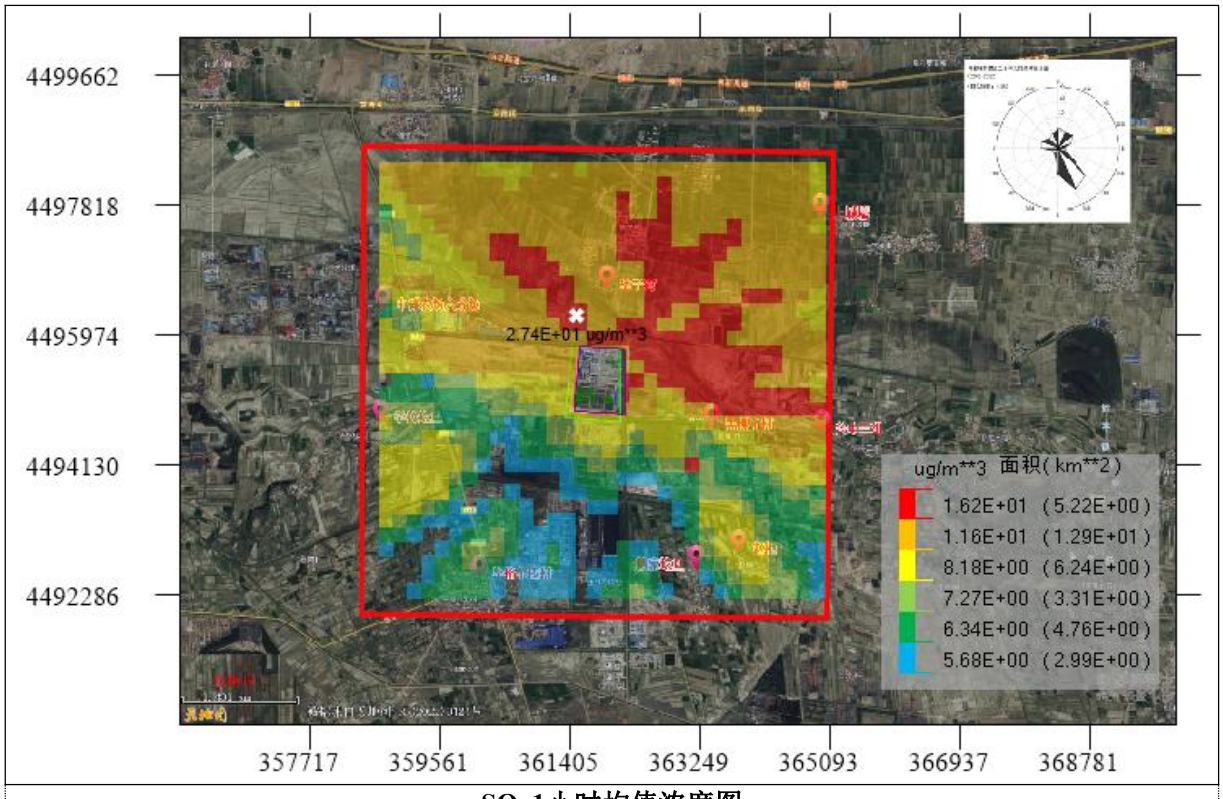
3、SO_2 大气预测结果分析

SO_2 污染物 1 小时均值最大浓度及占标率、24 小时均值最大浓度及占标率、年均值最大浓度及占标率见下表 6.2-15，浓度分布图见图 6.2-17。

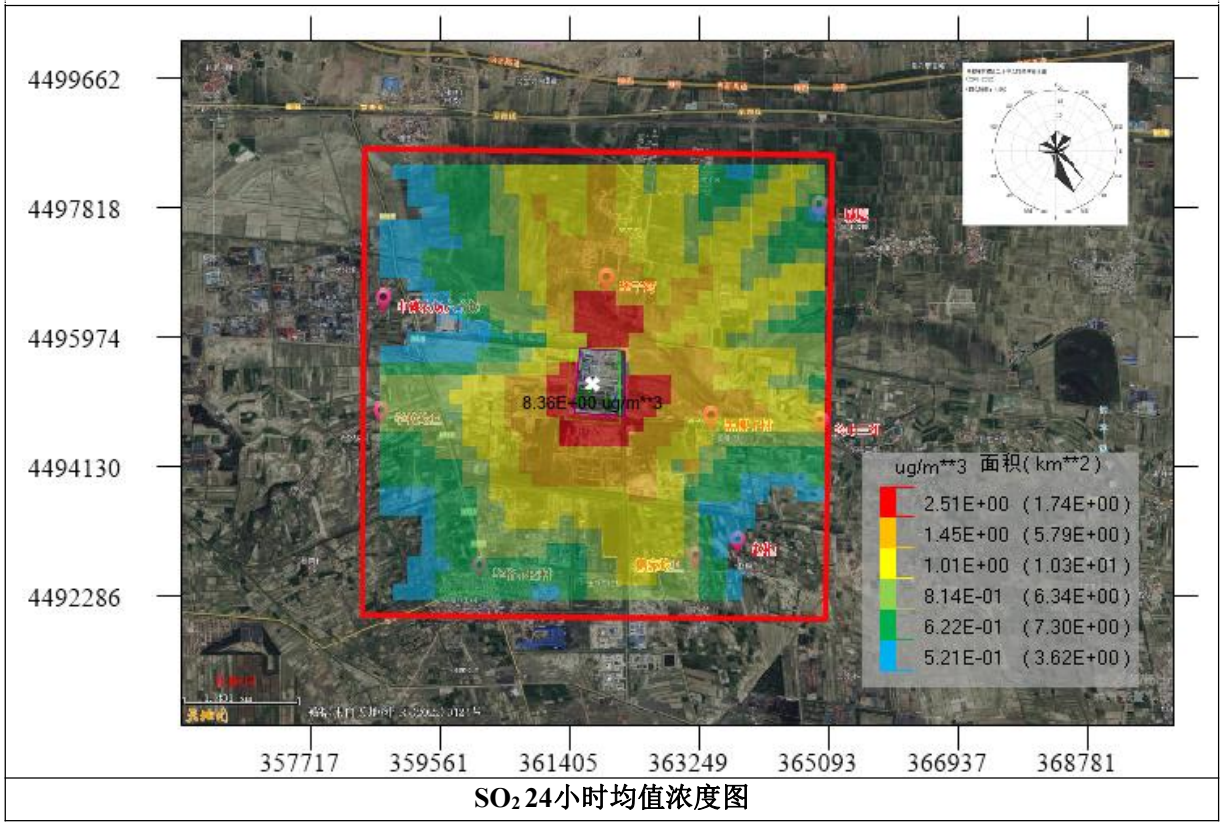
表 6.2-15　SO_2 各时段排放浓度及占标率

SO_2 1 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
SO_2	堡子湾	1 小时均值	11.08403	22062409	500	2.217	达标
	上城壕	1 小时均值	12.58739	22120410	500	2.517	达标
	黑柳子村	1 小时均值	13.0934	22051508	500	2.619	达标
	兴中三组	1 小时均值	16.90765	22042408	500	3.382	达标
	赵柜	1 小时均值	9.32803	22091008	500	1.866	达标
	葛家圪旦	1 小时均值	6.56403	22091008	500	1.313	达标
	毕格尔图村	1 小时均值	7.4471	22062607	500	1.489	达标
	学校圪旦	1 小时均值	7.32613	22071007	500	1.465	达标
	中滩农场六分场	1 小时均值	9.50994	22110910	500	1.902	达标
	最大落地点浓度	1 小时均值	27.44240	22052408	500	5.488	达标
SO_2 24 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
SO_2	堡子湾	24 小时均值	2.33102	22072124	150	1.554	达标
	上城壕	24 小时均值	0.56658	22060324	150	0.378	达标
	黑柳子村	24 小时均值	1.58487	22040824	150	1.057	达标
	兴中三组	24 小时均值	1.37319	22042424	150	0.915	达标
	赵柜	24 小时均值	0.55307	22100624	150	0.369	达标
	葛家圪旦	24 小时均值	0.90029	22091724	150	0.600	达标
	毕格尔图村	24 小时均值	0.8749	22110224	150	0.583	达标
	学校圪旦	24 小时均值	0.9736	22022224	150	0.649	达标
	中滩农场六分场	24 小时均值	0.39828	22110924	150	0.266	达标
	最大落地点浓度	24 小时均值	8.36272	22042624	150	5.575	达标
SO_2 年均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
SO_2	堡子湾	年均值	0.30082	2022	60	0.501	达标
	上城壕	年均值	0.03305	2022	60	0.055	达标
	黑柳子村	年均值	0.20556	2022	60	0.343	达标
	兴中三组	年均值	0.09399	2022	60	0.157	达标
	赵柜	年均值	0.08631	2022	60	0.144	达标
	葛家圪旦	年均值	0.09994	2022	60	0.167	达标
	毕格尔图村	年均值	0.12033	2022	60	0.201	达标
	学校圪旦	年均值	0.12471	2022	60	0.208	达标
	中滩农场六	年均值	0.02907	2022	60	0.048	达标

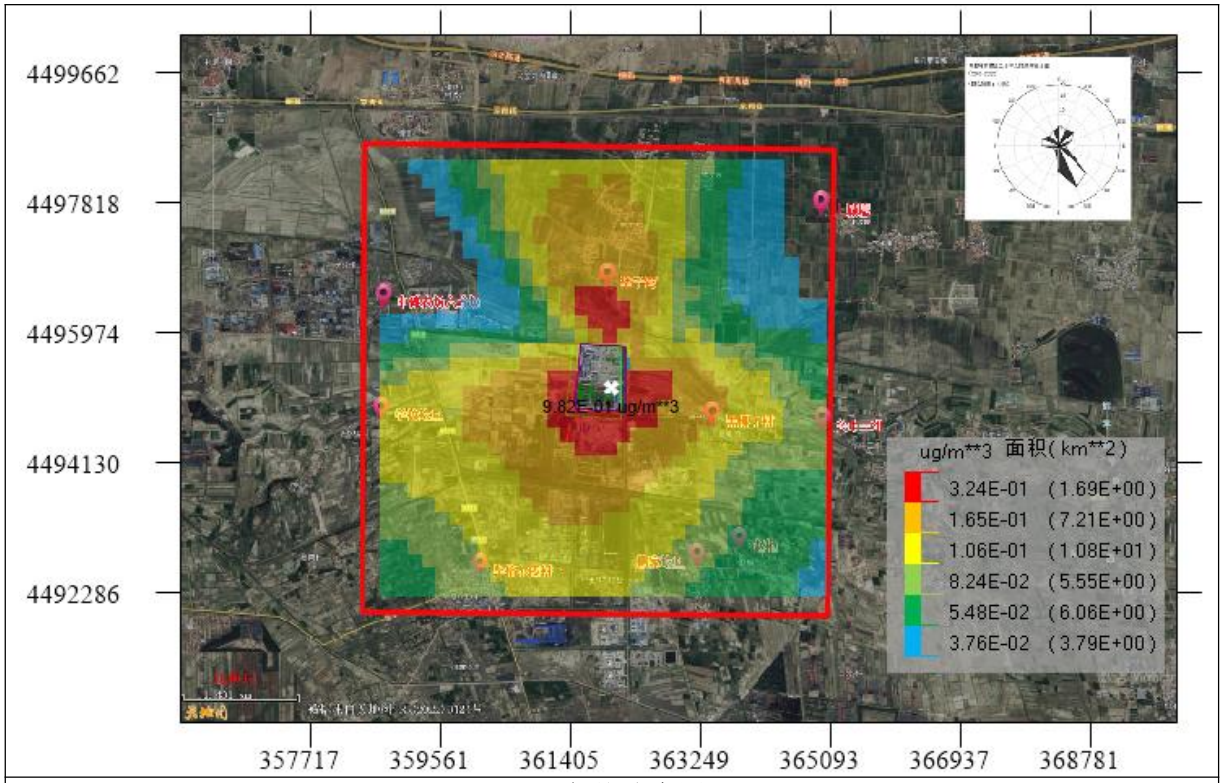
	分场						
	最大落地点浓度	年均值	0.98247	2022	60	1.637	达标



SO_2 1小时均值浓度图



SO_2 24小时均值浓度图



SO_2年均浓度图

图 6.2-17　SO_2 各时段排放浓度分布图

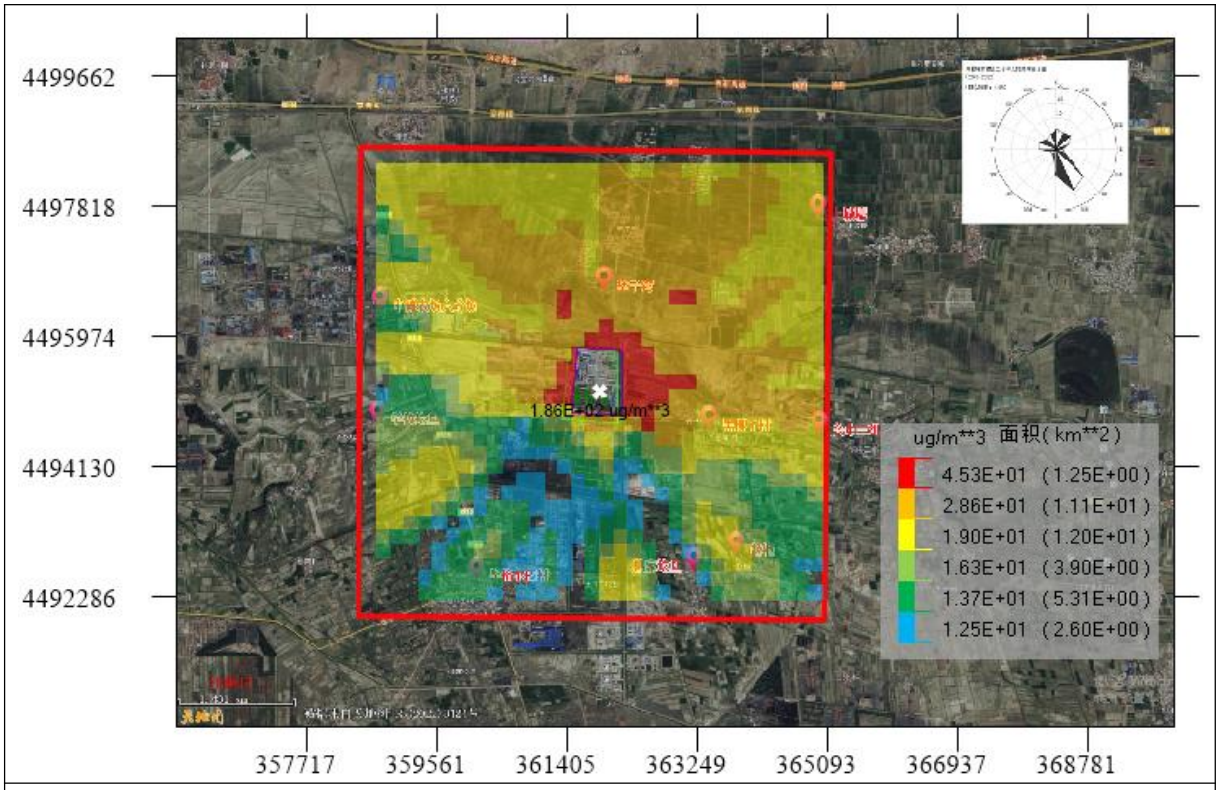
4、NO_X 大气预测结果分析

NO_X 污染物 1 小时均值最大浓度及占标率、24 小时均值最大浓度及占标率、年均值最大浓度及占标率见下表 6.2-16，浓度分布图见图 6.2-18。

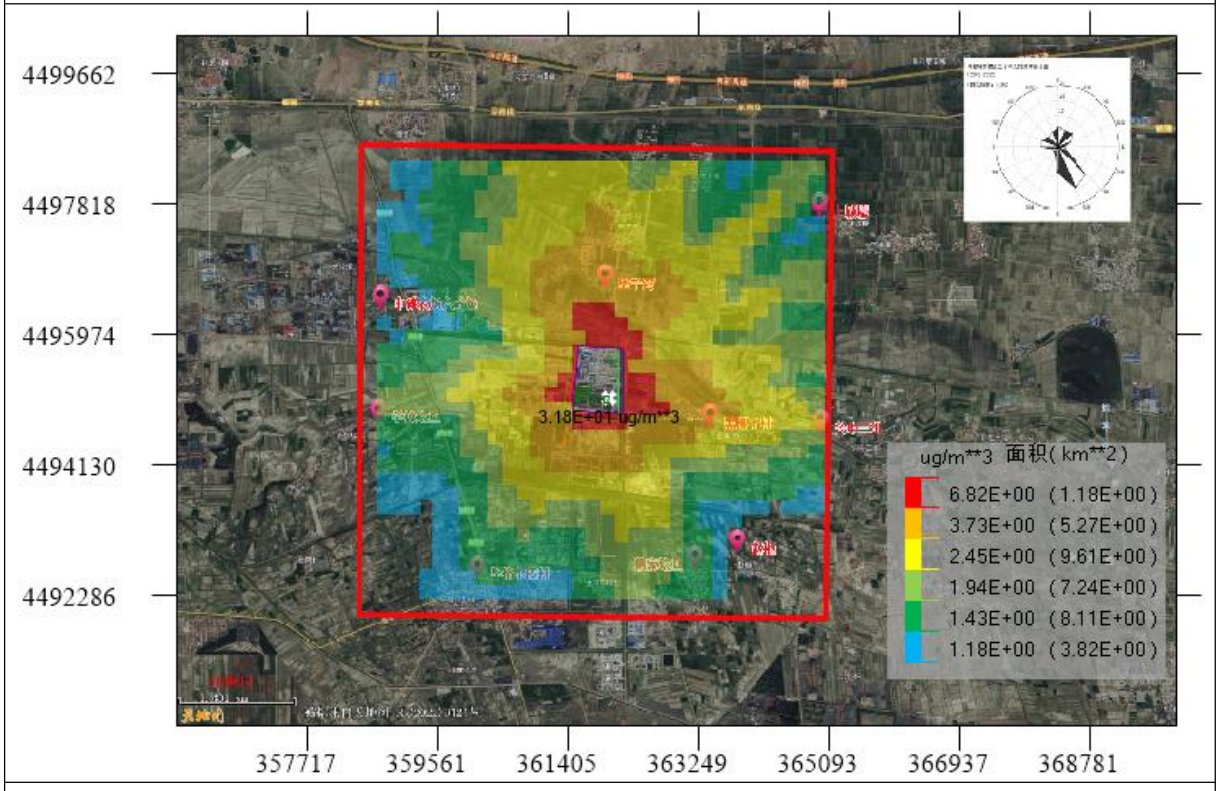
表 6.2-16　NO_X 各时段排放浓度及占标率

NO_X 1 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
NOx	堡子湾	1 小时均值	35.88827	22051507	250	14.355	达标
	上城壕	1 小时均值	26.36457	22120410	250	10.546	达标
	黑柳子村	1 小时均值	26.8248	22030810	250	10.730	达标
	兴中三组	1 小时均值	34.24002	22042408	250	13.696	达标
	赵柜	1 小时均值	19.71286	22091008	250	7.885	达标
	葛家圪旦	1 小时均值	16.86978	22091008	250	6.748	达标
	毕格尔图村	1 小时均值	16.63192	22062607	250	6.653	达标
	学校圪旦	1 小时均值	14.73085	22071007	250	5.892	达标
	中滩农场六分场	1 小时均值	20.21035	22110910	250	8.084	达标
	最大落地点浓度	1 小时均值	185.54826	22022421	250	74.219	达标
NO_X 24 小时均值最大浓度及占标率							
污染	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况

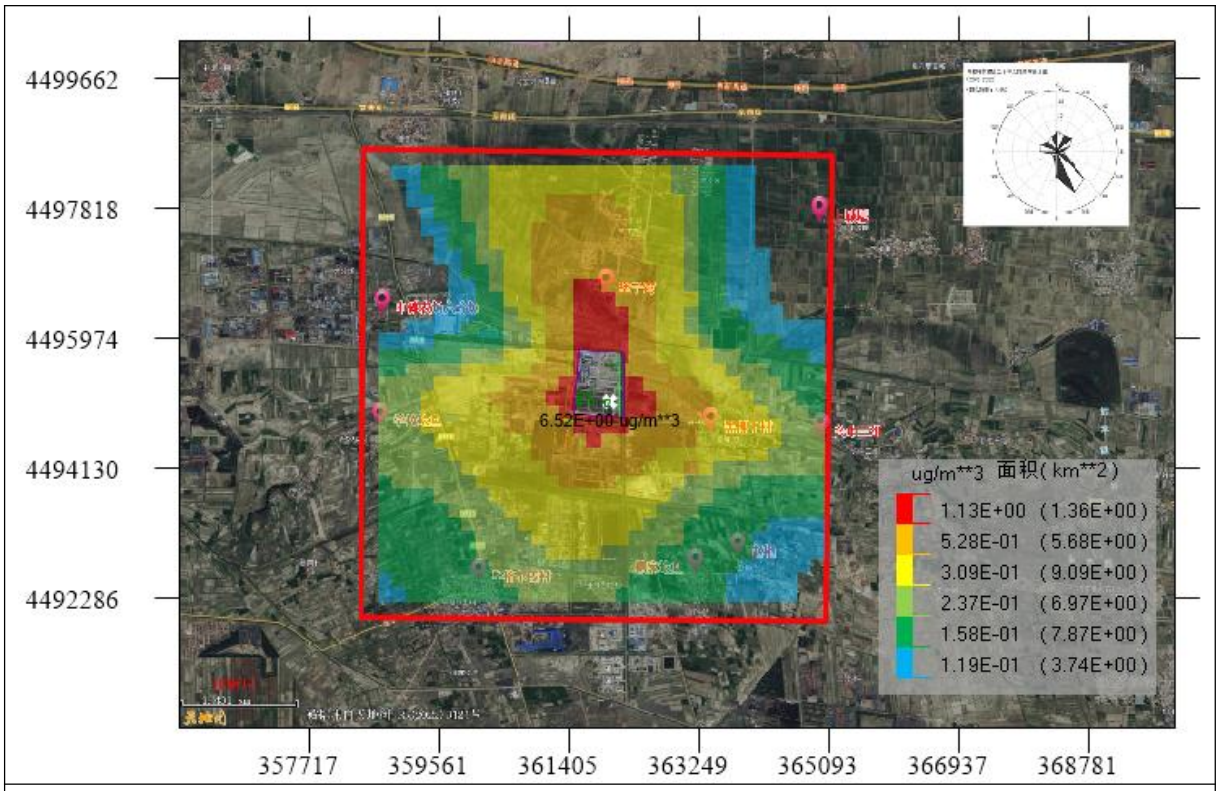
物							
NOx	堡子湾	24 小时均值	6.11641	22072124	100	6.116	达标
	上城壕	24 小时均值	1.24784	22060324	100	1.248	达标
	黑柳子村	24 小时均值	5.64669	22121224	100	5.647	达标
	兴中三组	24 小时均值	2.89289	22042424	100	2.893	达标
	赵柜	24 小时均值	1.19962	22100624	100	1.200	达标
	葛家圪旦	24 小时均值	1.81439	22091724	100	1.814	达标
	毕格尔图村	24 小时均值	1.78771	22110224	100	1.788	达标
	学校圪旦	24 小时均值	2.20312	22022224	100	2.203	达标
	中滩农场六分场	24 小时均值	1.01071	22062024	100	1.011	达标
	最大落地点浓度	24 小时均值	31.77478	22010324	100	31.775	达标
NO_X 年均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
NOx	堡子湾	年均值	1.15578	2022	50	2.312	达标
	上城壕	年均值	0.09065	2022	50	0.181	达标
	黑柳子村	年均值	0.57839	2022	50	1.157	达标
	兴中三组	年均值	0.24732	2022	50	0.495	达标
	赵柜	年均值	0.19073	2022	50	0.381	达标
	葛家圪旦	年均值	0.22098	2022	50	0.442	达标
	毕格尔图村	年均值	0.26274	2022	50	0.525	达标
	学校圪旦	年均值	0.29933	2022	50	0.599	达标
	中滩农场六分场	年均值	0.09746	2022	50	0.195	达标
	最大落地点浓度	年均值	6.51548	2022	50	13.031	达标



NO_X 1小时均值浓度图



NO_X 24小时均值浓度图



NO_X年均浓度图

图6.2-18　NO_X各时段排放浓度分布图

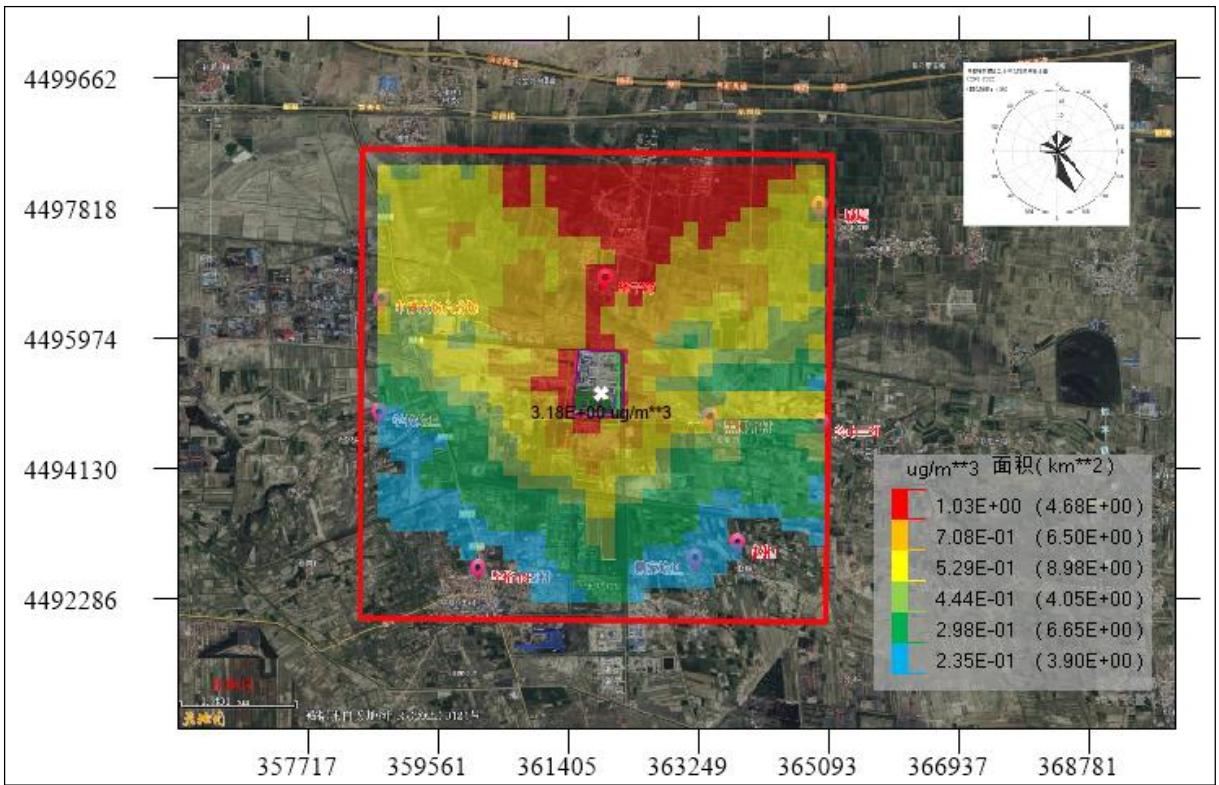
5、氯化氢大气预测结果分析

氯化氢污染物 1 小时均值最大浓度及占标率、24 小时均值最大浓度及占标率表 6.2-17，浓度分布图见图 6.2-19。

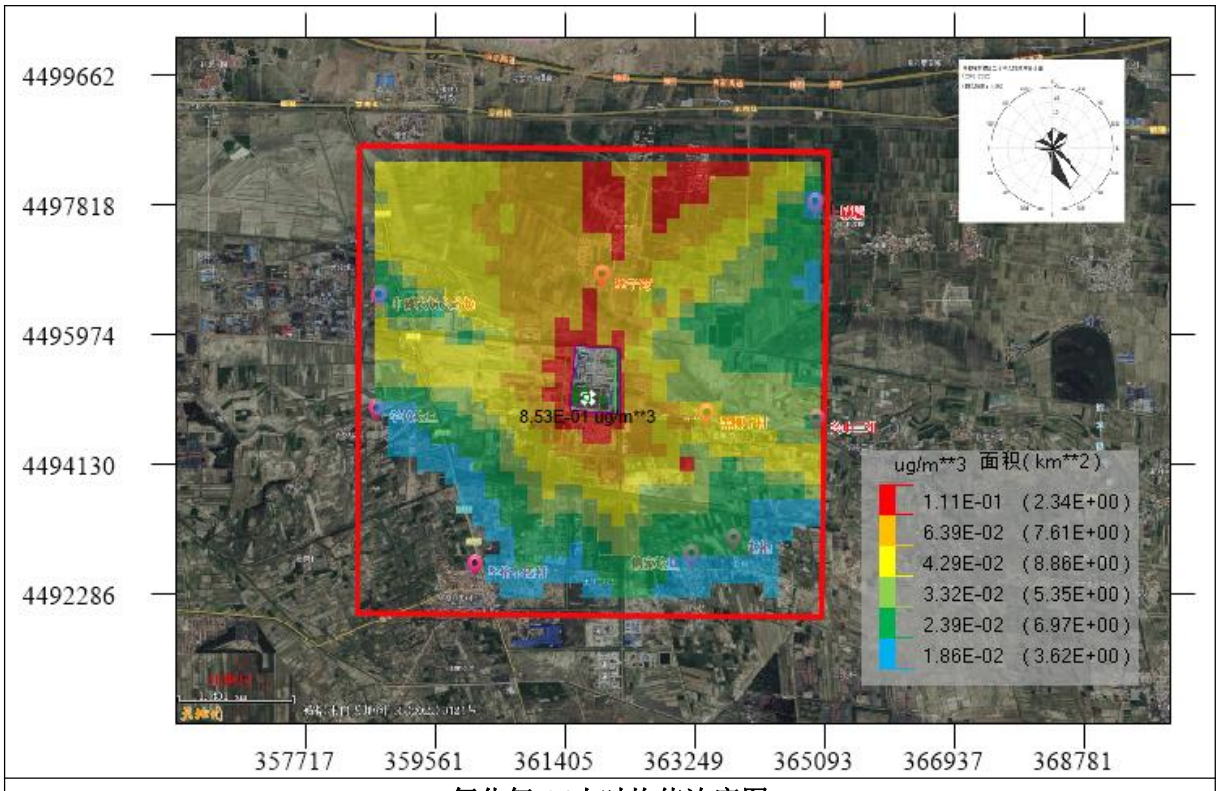
表 6.2-17　氯化氢各时段排放浓度及占标率

氯化氢 1 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
氯化氢	堡子湾	1 小时均值	1.32024	22080521	50	2.640	达标
	上城壕	1 小时均值	0.55295	22051821	50	1.106	达标
	黑柳子村	1 小时均值	0.46333	22042408	50	0.927	达标
	兴中三组	1 小时均值	0.60033	22060224	50	1.201	达标
	赵柜	1 小时均值	0.23639	22010303	50	0.473	达标
	葛家圪旦	1 小时均值	0.29878	22102304	50	0.598	达标
	毕格尔图村	1 小时均值	0.24818	22110518	50	0.496	达标
	学校圪旦	1 小时均值	0.29192	22033103	50	0.584	达标
	中滩农场六分场	1 小时均值	0.50882	22063024	50	1.018	达标
	最大落地点浓度	1 小时均值	3.17854	22061602	50	6.357	达标
氯化氢 24 小时均值最大浓度及占标率							
污染	预测点	平均时段	最大贡献	出现时间	标准值	占标	达标情

物			值/(μg/m³)		/(μg/m³)	率（%）	况
氯化氢	堡子湾	24 小时均值	0.10877	22080524	15	0.725	达标
	上城壕	24 小时均值	0.02324	22051824	15	0.155	达标
	黑柳子村	24 小时均值	0.04406	22121224	15	0.294	达标
	兴中三组	24 小时均值	0.03446	22121224	15	0.230	达标
	赵柜	24 小时均值	0.03019	22010324	15	0.201	达标
	葛家圪旦	24 小时均值	0.02773	22010324	15	0.185	达标
	毕格尔图村	24 小时均值	0.01889	22083124	15	0.126	达标
	学校圪旦	24 小时均值	0.02214	22020724	15	0.148	达标
	中滩农场六分场	24 小时均值	0.02498	22091824	15	0.167	达标
	最大落地点浓度	24 小时均值	0.85270	22010324	15	5.685	达标



氯化氢 1小时均值浓度图



氯化氢 24小时均值浓度图

图6.2-19　氯化氢各时段排放浓度分布图

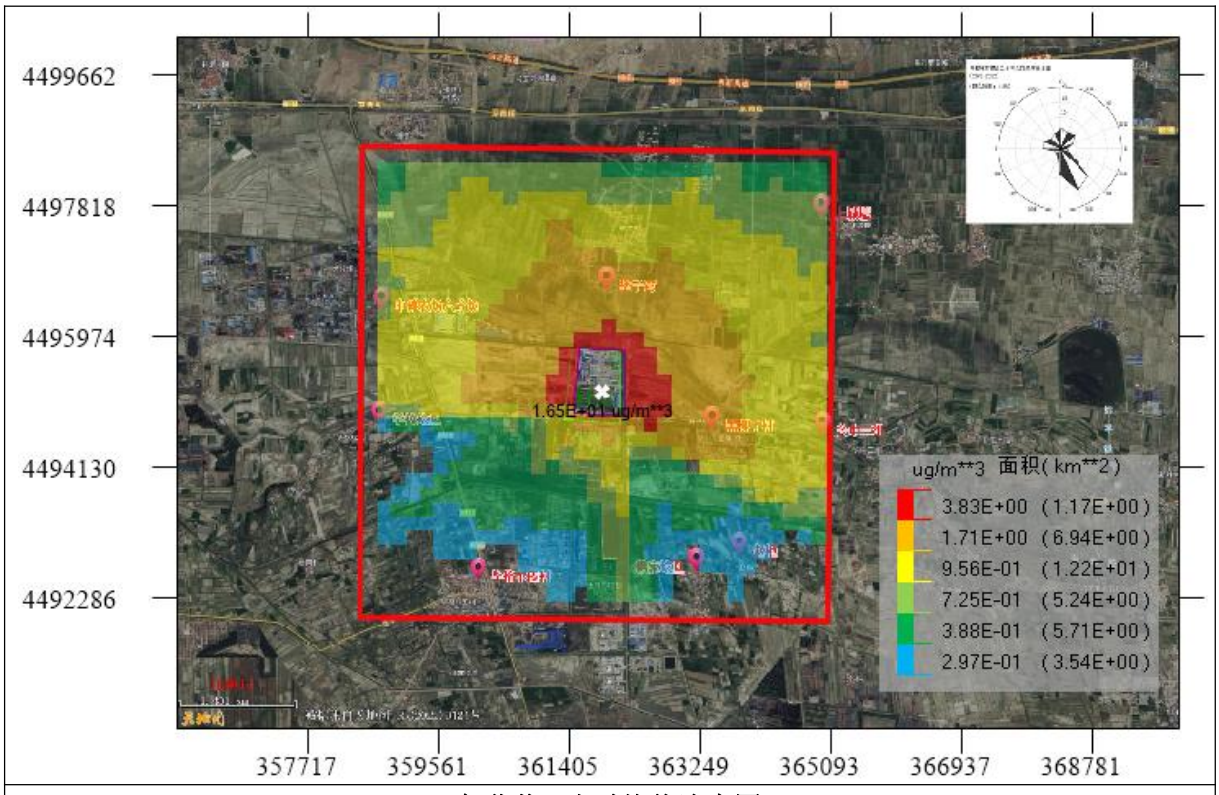
6、氟化物大气预测结果分析

氟化物污染物 1 小时均值最大浓度及占标率、24 小时均值最大浓度及占标率表 6.2-18，浓度分布图见图 6.2-20。

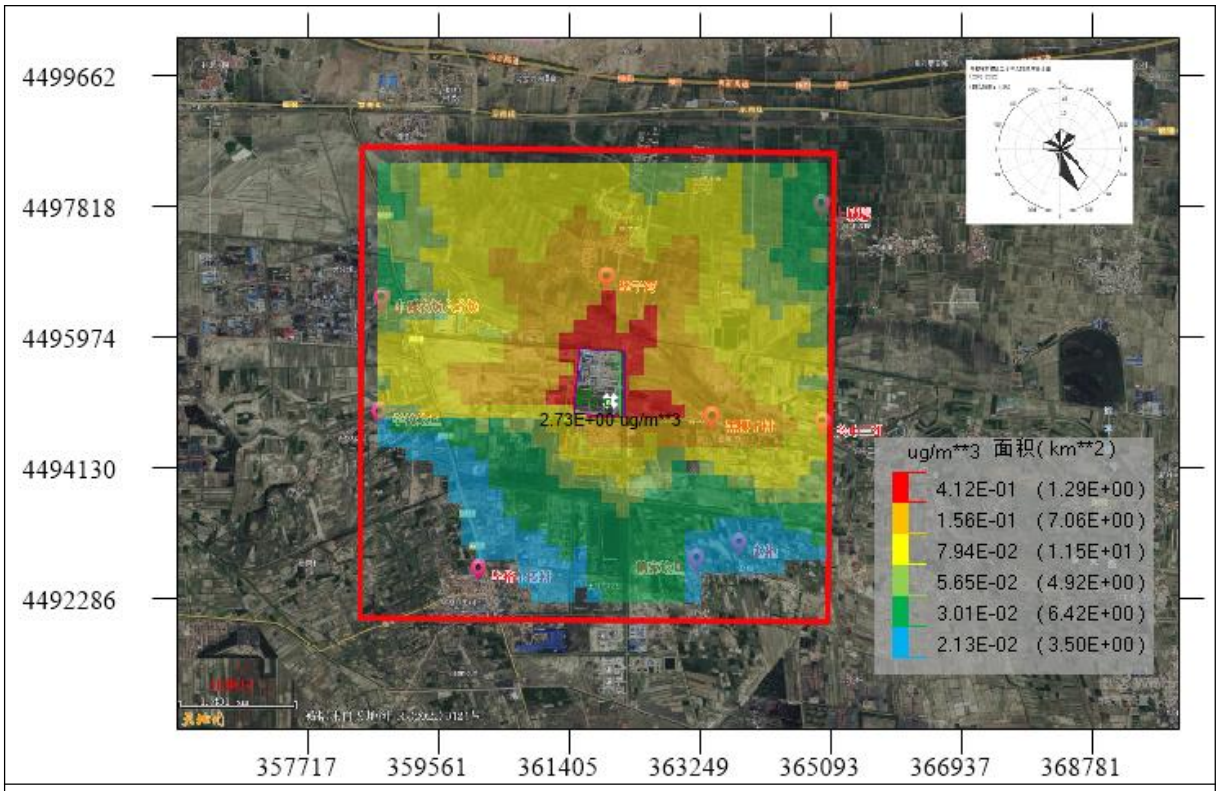
表 6.2-18　　氟化物各时段排放浓度及占标率

氟化物 1 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
氟化物	堡子湾	1 小时均值	3.19792	22051507	20	15.990	达标
	上城壕	1 小时均值	0.82268	22031721	20	4.113	达标
	黑柳子村	1 小时均值	2.38305	22060224	20	11.915	达标
	兴中三组	1 小时均值	1.12704	22022619	20	5.635	达标
	赵柜	1 小时均值	0.3834	22061323	20	1.917	达标
	葛家圪旦	1 小时均值	0.38967	22091008	20	1.948	达标
	毕格尔图村	1 小时均值	0.28842	22110518	20	1.442	达标
	学校圪旦	1 小时均值	1.11623	22120420	20	5.581	达标
	中滩农场六分场	1 小时均值	1.01166	22061621	20	5.058	达标
	最大落地点浓度	1 小时均值	16.53409	22022421	20	82.670	达标
氟化物 24 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况

					)		
氟化物	堡子湾	24 小时均值	0.40683	22050324	7	5.812	达标
	上城壕	24 小时均值	0.04933	22031724	7	0.705	达标
	黑柳子村	24 小时均值	0.30824	22121224	7	4.403	达标
	兴中三组	24 小时均值	0.14519	22121224	7	2.074	达标
	赵柜	24 小时均值	0.02956	22010324	7	0.422	达标
	葛家圪旦	24 小时均值	0.02795	22010324	7	0.399	达标
	毕格尔图村	24 小时均值	0.02484	22110324	7	0.355	达标
	学校圪旦	24 小时均值	0.09814	22120424	7	1.402	达标
	中滩农场六分场	24 小时均值	0.0521	22071024	7	0.744	达标
	最大落地点浓度	24 小时均值	2.73033	22010324	7	39.005	达标



氟化物 1小时均值浓度图



氟化物 24小时均值浓度图

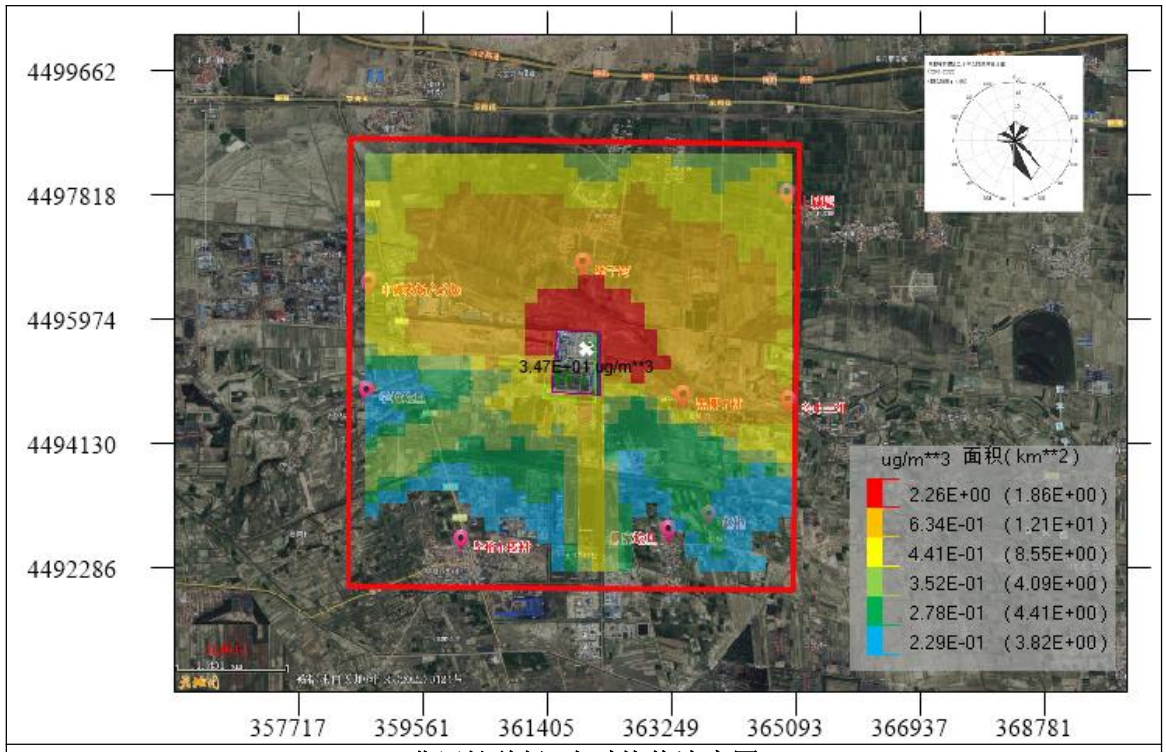
图6.2-20　氟化物各时段排放浓度分布图

7、非甲烷总烃大气预测结果分析

非甲烷总烃污染物 1 小时均值最大浓度及占标率见下表 6.2-19，浓度分布图见图 6.2-21。

表 6.2-19　非甲烷总烃污染物 1 小时均值浓度及占标率

非甲烷总烃污染物 1 小时均值最大浓度及占标率							
污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
非甲烷总烃	堡子湾	1 小时均值	2.14232	22051507	2000	0.107	达标
	上城壕	1 小时均值	0.48304	22051506	2000	0.024	达标
	黑柳子村	1 小时均值	1.4369	22022006	2000	0.072	达标
	兴中三组	1 小时均值	0.66301	22031806	2000	0.033	达标
	赵柜	1 小时均值	0.30366	22091008	2000	0.015	达标
	葛家圪旦	1 小时均值	0.24714	22091008	2000	0.012	达标
	毕格尔图村	1 小时均值	0.22869	22062607	2000	0.011	达标
	学校圪旦	1 小时均值	0.22569	22101403	2000	0.011	达标
	中滩农场六分场	1 小时均值	0.59202	22070101	2000	0.030	达标
	最大落地点浓度	1 小时均值	34.66015	22022721	2000	1.733	达标



非甲烷总烃1小时均值浓度图

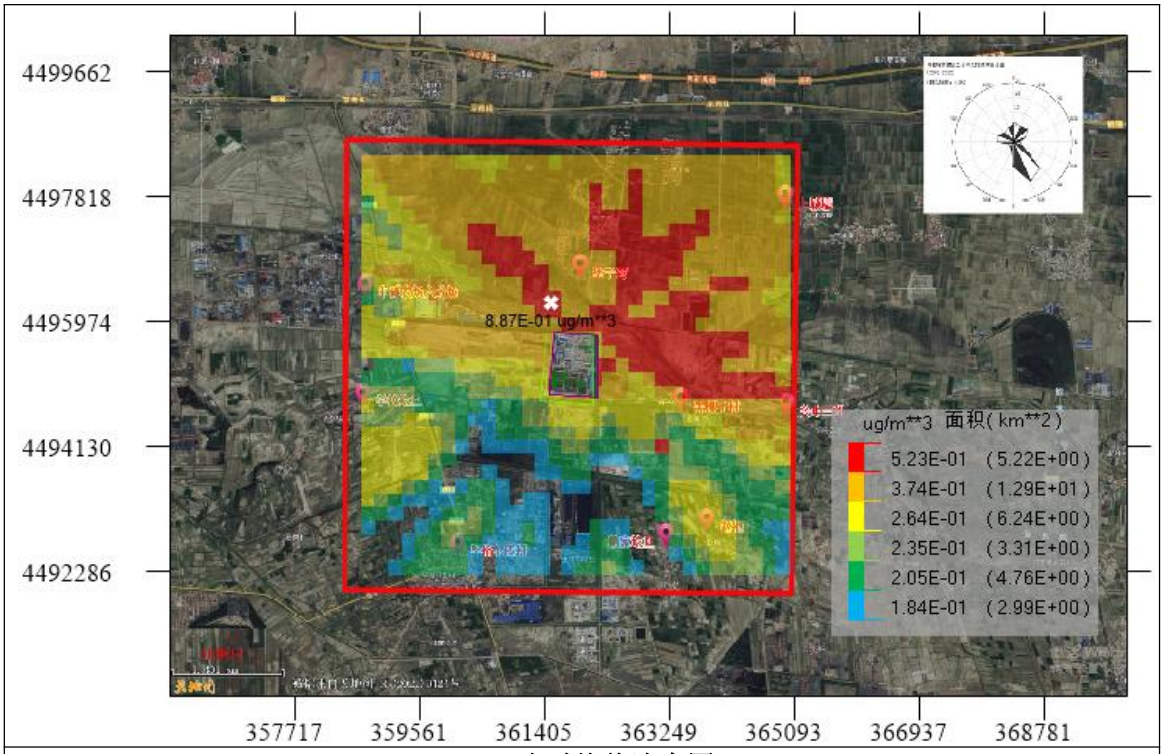
图 6.2-21　非甲烷总烃 1 小时均值排放浓度分布图

8、NH_3 大气预测结果分析

NH_3 污染物 1 小时均值最大浓度及占标率见下表 6.2-20，浓度分布图见图 6.2-22。

表 6.2-20　　NH_3 小时均值最大浓度及占标率

污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
NH_3	堡子湾	1 小时均值	0.3581	22062409	200	0.179	达标
	上城壕	1 小时均值	0.40667	22120410	200	0.203	达标
	黑柳子村	1 小时均值	0.42302	22051508	200	0.212	达标
	兴中三组	1 小时均值	0.54625	22042408	200	0.273	达标
	赵柜	1 小时均值	0.30137	22091008	200	0.151	达标
	葛家圪旦	1 小时均值	0.21207	22091008	200	0.106	达标
	毕格尔图村	1 小时均值	0.2406	22062607	200	0.120	达标
	学校圪旦	1 小时均值	0.23669	22071007	200	0.118	达标
	中滩农场六分场	1 小时均值	0.30724	22110910	200	0.154	达标
	最大落地点浓度	1 小时均值	0.88660	22052408	200	0.443	达标



NH_3 1小时均值浓度图

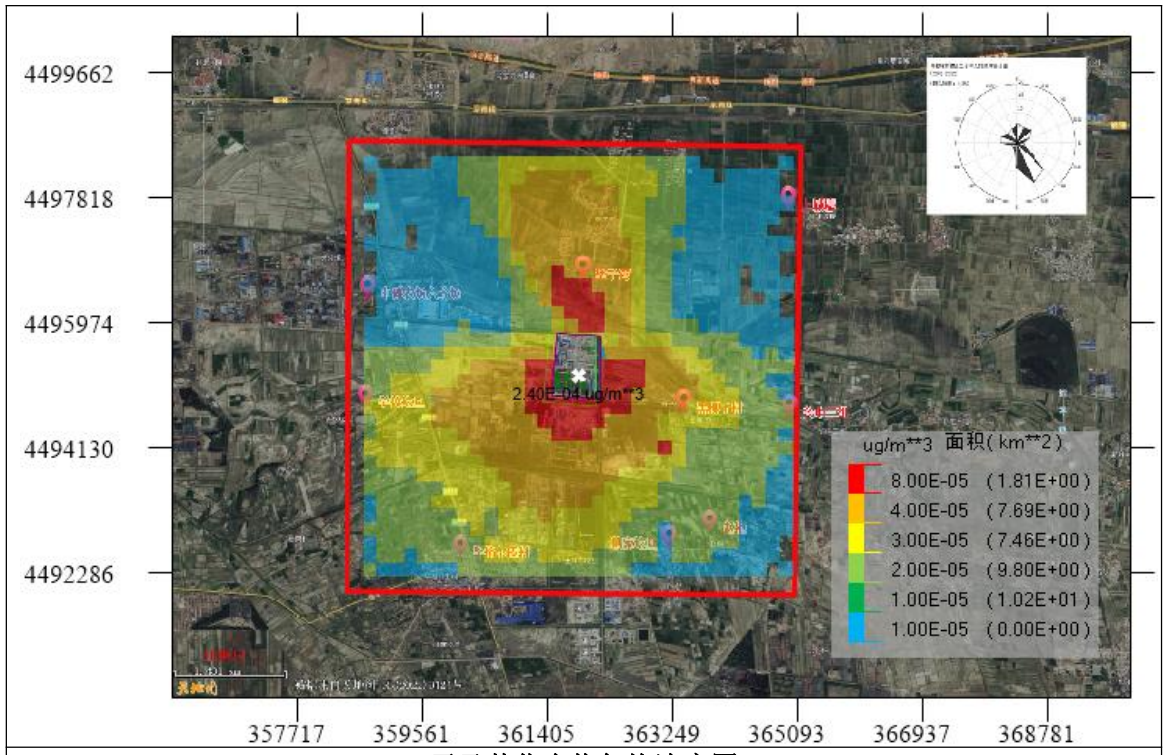
图6.2-22　NH_3 1小时均值浓度图

9、汞及其化合物大气预测结果分析

汞及其化合物年均值最大浓度及占标率见下表 6.2-21，浓度分布图见图 6.2-23。

表 6.2-21　汞及其化合物年均值最大浓度及占标率

污染物	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率（%）	达标情况
汞及其化合物	堡子湾	年均值	0.00007	2022	0.05	0.140	达标
	上城壕	年均值	0.00001	2022	0.05	0.020	达标
	黑柳子村	年均值	0.00005	2022	0.05	0.100	达标
	兴中三组	年均值	0.00002	2022	0.05	0.040	达标
	赵柜	年均值	0.00002	2022	0.05	0.040	达标
	葛家圪旦	年均值	0.00002	2022	0.05	0.040	达标
	毕格尔图村	年均值	0.00003	2022	0.05	0.060	达标
	学校圪旦	年均值	0.00003	2022	0.05	0.060	达标
	中滩农场六分场	年均值	0.00001	2022	0.05	0.020	达标
	最大落地点浓度	年均值	0.00024	2022	0.05	0.480	达标



汞及其化合物年均浓度图

图6.2-23　　汞及其化合物年平均浓度图

6.2.11 正常工况下叠加现状环境质量浓度预测结果分析

叠加现状环境质量浓度及拟建、在建污染源影响后，各环境保护目标处的 TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、氟化物、汞及其化合物的年平均浓度、24 小时平均百分位数浓度、24 小时平均浓度、地面小时浓度符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准及附录 A 要求；各环境保护目标处的的氯化氢、NH_3 的年平均浓度、24 小时平均浓度、地面小时浓度符合《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值要求；各环境保护目标处的非甲烷总烃地面小时浓度符合《环境空气质量 非甲烷总烃限值》河北省地方标准（DB13/1577-2012）二级标准限值要求。

本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后，各污染物在环境保护目标处的地面小时浓度、日均浓度、年均浓度均未超标。

6.2.11.1 污染源预测模式中参数的选取

评价区域内拟建污染源源强见表 6.2-22、表 6.2-23、表 6.2-24。评价区域内削减污染源源强见表 6.2-25。

表 6.2-22　评价区域内拟建污染源源强（拟建、点源）

项目名称	污染源名称	X	Y	海拔高度/m	点源 H(m)	点源 D(m)	点源 T℃	烟气量 (m^3/h)	TSP (kg/h)	PM_{10} (kg/h)	NMHC (kg/h)	SO_2 (kg/h）	NO_X (kg/h)	汞及其化合物 (kg/h)
内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期年产 4.8 万吨硅料锅炉变更项目	2 台 60t/h 燃煤	362066.7	4495576.5	1008.62	50	2.8	40	188774	--	3.45	0.178	11.7	15.1	0.0029
	2 台 60t/h 燃气	362067.8	4495600.3	1009.31	42	1.2	80	100070	--	2.03	---	0.36	8.43	/

表 6.2-23　评价区域内拟建污染源源强（拟建、点源）

编号	名称	排气筒底部中心坐标/m		排气筒底部海拔高度/m	排气筒高度/m	排气筒内径/m	烟气流速/（m/s）	烟气温度/℃	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率/（kg/h）			
		X	Y								PM_{10}	氯化氢	氟化物	氮氧化物
内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期年产 4.8 万吨硅料	冷氢化硅粉接收罐	361789	4495102.9	1008.82	40	0.08	12.1	5	8000	正常	0.0054	/	/	/
	冷氢化硅粉计量罐	361804.4	4495104.5	1009.11	40	0.08	12.1	5	8000	正常	0.0054	/	/	/
	渣浆废气	361801.4	4495197.1	1007.98	35	0.25	13.0	25	8000	正常	/	0.0094	/	/
	产品整理破碎粉尘	361972.7	4495095.2	1011.32	15	0.22	13.9	20	8000	正常	0.076	/	/	/
	产品整理酸洗废气	361995.8	4495093.7	1010.4	35	0.22	14.5	10	8000	正常	/	/	0.02	/
	产品整理酸洗废气									正常	/	/	/	0.40

表 6.2-24　评价区域内拟建污染源源强（拟建、面源）

编号	名称	面源起点坐标/m	面源海拔	面源长	面源宽	与正北	面源有效	年排放小	排放工	污染物排放速率/（kg/h）

		X	Y	高度/m	度/m	度/m	向夹角/°	排放高度/m	时数/h	况	PM_{10}	氯化氢	氟化物	氮氧化物
内蒙古东立光伏股份有限公司年产 7500MW 太阳能电池组件及配套项目二期年产 4.8 万吨硅料	冷氢化车间	361772	4495140	1008.99	61	22	35	37	8000	正常	0.0003			
	渣浆装置	361772	4495217.2	1008.58	42	12	30	21	8000	正常		0.0004		
	整理车间	361957.2	4495116.8	1011.8	100	31	30	9	8000	正常	0.027		0.008	0.13

表 6.2-25　评价区域内削减污染源源强（削减源、点源）

项目名称	污染源名称	X	Y	海拔高度/m	点源 H(m)	点源 D(m)	点源 T℃	烟气量 (m^3/h)	TSP (kg/h)	PM_{10} (kg/h)	SO_2 (kg/h）	NO_X (kg/h)	氯化氢 (kg/h)	氟化物 (kg/h)
《内蒙古东立光伏电子有限公司多晶硅生产系统提质增效节能技改项目》	2×35 t/h 循环流化床锅炉	362066.7	4495576.5	1008.62	80	2.23	40	93736.28	---	1.88	5.48	2.19	---	---
	工艺废气	---	---	---	35	0.25	60	500	---	---	---	---	0.25	---
	产品整理酸洗废气	---	---	---	35	0.22	25	8200	---	---	---	---	---	0.005

6.2.11.2 叠加后 SO_2 大气预测结果分析

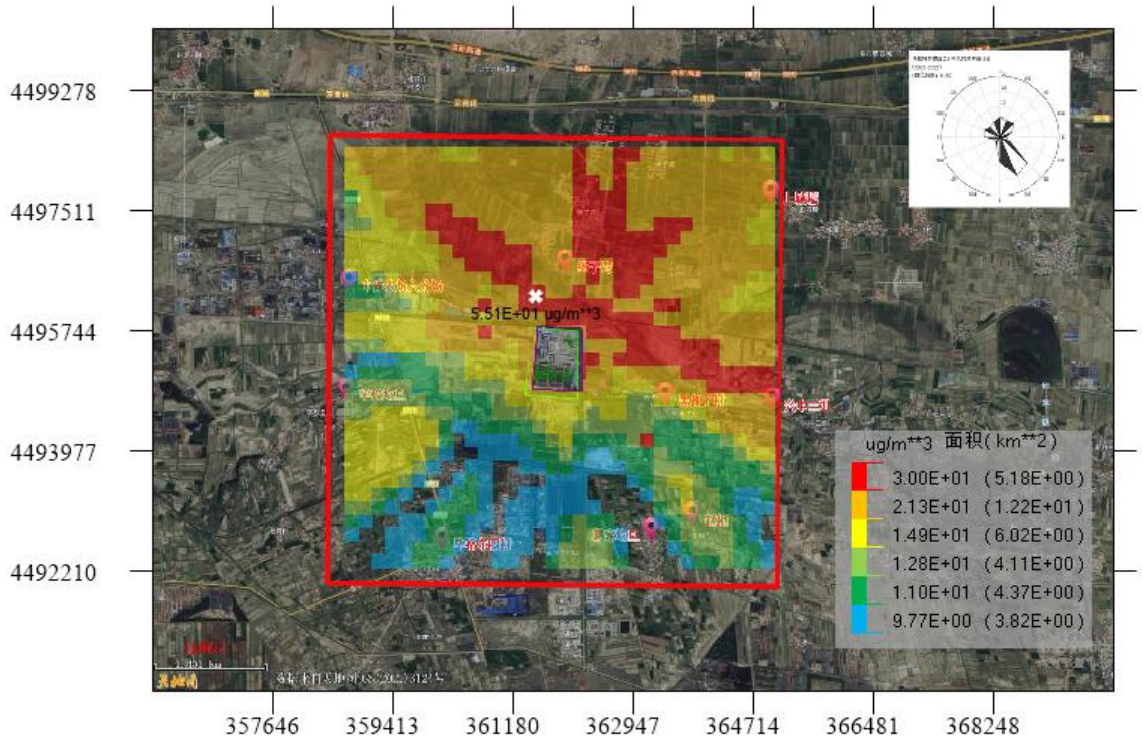
本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后 SO_2 各时段排放浓度及占标率见下表 6.2-26 及图 6.2-24。

表 6.2-26　本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后 SO_2 各时段预测结果分析

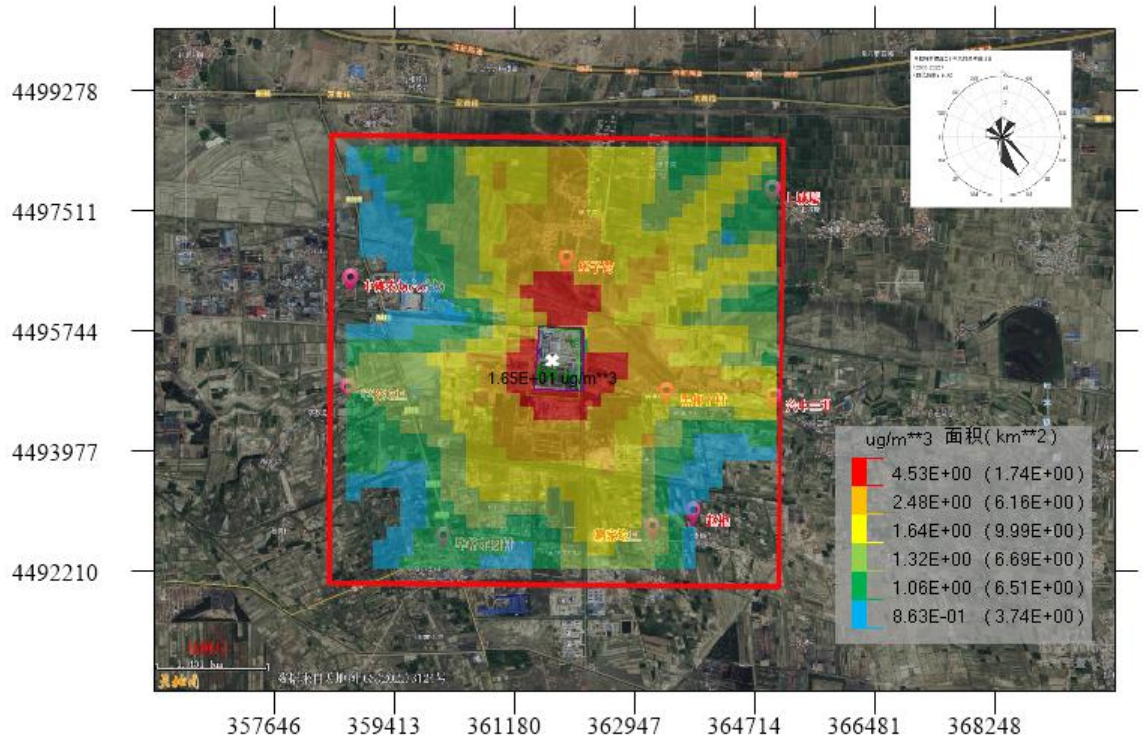
序号	敏感点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m^3	出现时间	背景浓度 μg/m^3	叠加结果 μg/m^3	评价标准 μg/m^3	占标率%	是否超标
1	堡子湾	年平均	0.51317	2022	13	13.513	60	22.522	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.150215	2022-01-21	38	38.150	150	25.433	达标

		24 小时平均	4.36929	22072124	26	30.369	150	20.246	达标
		1 小时平均	22.34052	22062409	78	100.341	500	20.068	达标
2	上城壕	年平均	0.05372	2022	13	13.054	60	21.756	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.236301	2022-01-21	38	38.236	150	25.491	达标
		24 小时平均	1.14078	22120424	26	27.141	150	18.094	达标
		1 小时平均	25.56037	22120410	78	103.560	500	20.712	达标
3	黑柳子村	年平均	0.34006	2022	13	13.340	60	22.233	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.544348	2022-01-17	38	38.544	150	25.696	达标
		24 小时平均	2.83593	22040824	26	28.836	150	19.224	达标
		1 小时平均	24.61872	22051508	78	102.619	500	20.524	达标
4	兴中三组	年平均	0.15516	2022	13	13.155	60	21.925	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.470269	2022-01-17	38	38.470	150	25.647	达标
		24 小时平均	2.61934	22042424	26	28.619	150	19.080	达标
		1 小时平均	33.63959	22042408	78	111.640	500	22.328	达标
5	赵柜	年平均	0.14191	2022	13	13.142	60	21.903	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.283883	2022-01-01	38	38.284	150	25.523	达标
		24 小时平均	0.90409	22100624	26	26.904	150	17.936	达标
		1 小时平均	15.72199	22091008	78	93.722	500	18.744	达标
6	葛家圪旦	年平均	0.16378	2022	13	13.164	60	21.940	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.234554	2022-01-01	38	38.235	150	25.490	达标
		24 小时平均	1.60727	22091724	26	27.607	150	18.405	达标
		1 小时平均	9.33762	22091008	78	87.338	500	17.468	达标
7	毕格尔图村	年平均	0.18302	2022	13	13.183	60	21.972	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.180484	2022-01-01	38	38.180	150	25.454	达标
		24 小时平均	1.36752	22110224	26	27.368	150	18.245	达标

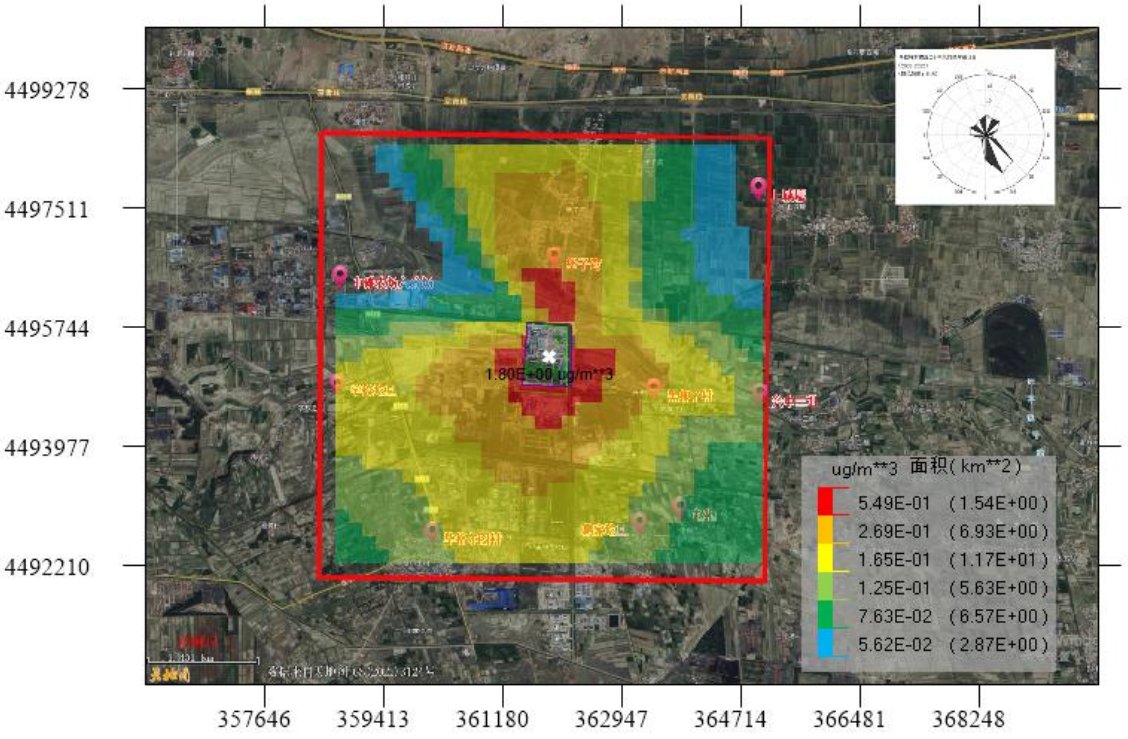
		1 小时平均	12.25948	22062607	78	90.259	500	18.052	达标
8	学校圪旦	年平均	0.19429	2022	13	13.194	60	21.990	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.550184	2022-01-01	38	38.550	150	25.700	达标
		24 小时平均	1.51836	22022224	26	27.518	150	18.346	达标
		1 小时平均	12.69734	22071007	78	90.697	500	18.139	达标
9	中滩农场六分场	年平均	0.04625	2022	13	13.046	60	21.744	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.36983	2022-01-01	38	38.370	150	25.580	达标
		24 小时平均	0.57278	22062024	26	26.573	150	17.715	达标
		1 小时平均	12.25163	22110910	78	90.252	500	18.050	达标
10	网格点最大落地浓度	年平均	1.80048	2022	13	14.800	60	24.667	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.57071	2022-11-25	40	40.571	150	27.047	达标
		24 小时平均	16.51939	22042624	26	42.519	150	28.346	达标
		1 小时平均	55.08104	22052408	78	133.081	500	26.616	达标



SO_2 1小时浓度值图



SO_2 24 小时浓度值图



SO_2 年均浓度值图

图 6.2-24　叠加拟建、在建、削减污染源后 SO_2 各时段排放浓度分布图

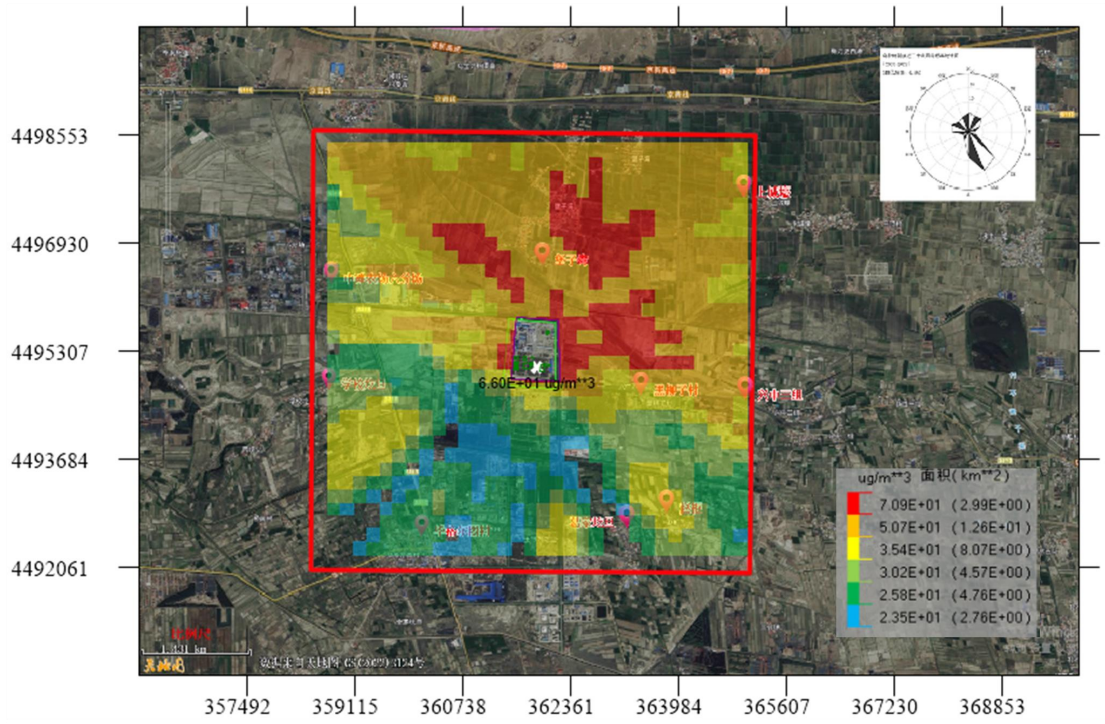
6.2.11.3 叠加后 NO_X 大气预测结果分析

本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后 NO_X 各时段排放浓度及占标率见下表 6.2-27 及图 6.2-25。

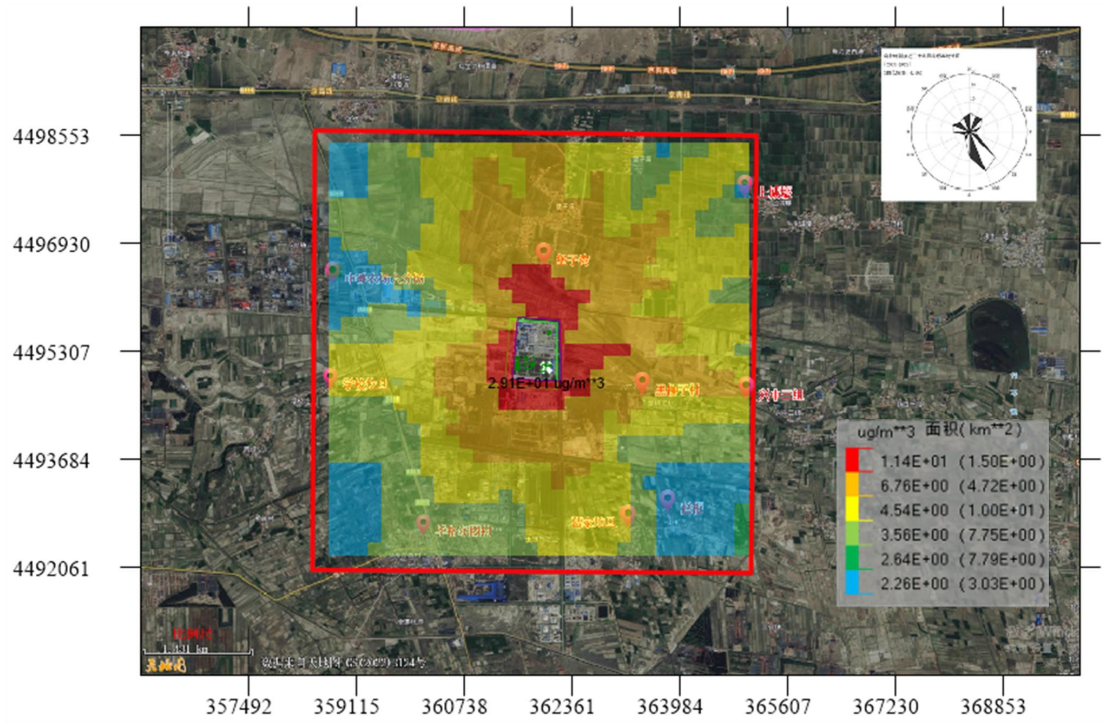
表 6.2-27　本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后 NOx 各时段排放浓度及占标率

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m³	出现时间	背景浓度 μg/m³	叠加结果 μg/m³	评价标准 μg/m³	占标率 %	是否超标
1	堡子湾	年平均	1.9414	2022	27	28.941	50	57.883	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.56745	2022-02-09	63	63.567	100	63.567	达标
		24 小时平均	10.83108	22072124	54	64.831	100	64.831	达标
		1 小时平均	48.99222	22051507	162	210.992	250	84.397	达标
2	上城壕	年平均	0.16567	2022	27	27.166	50	54.331	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.463122	2022-02-09	63	63.463	100	63.463	达标
		24 小时平均	2.43646	22120424	54	56.436	100	56.436	达标
		1 小时平均	54.15748	22120410	162	216.157	250	86.463	达标
3	黑柳子村	年平均	1.03295	2022	27	28.033	50	56.066	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.276648	2022-02-09	63	63.277	100	63.277	达标
		24 小时平均	8.60303	22121224	54	62.603	100	62.603	达标
		1 小时平均	50.91984	22051508	162	212.920	250	85.168	达标
4	兴中三组	年平均	0.45619	2022	27	27.456	50	54.912	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.36681	2022-02-09	63	63.367	100	63.367	达标
		24 小时平均	5.72127	22042424	54	59.721	100	59.721	达标
		1 小时平均	67.56349	22042408	162	229.563	250	91.825	达标
5	赵柜	年平均	0.36944	2022	27	27.369	50	54.739	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.124176	2022-01-23	63	63.124	100	63.124	达标

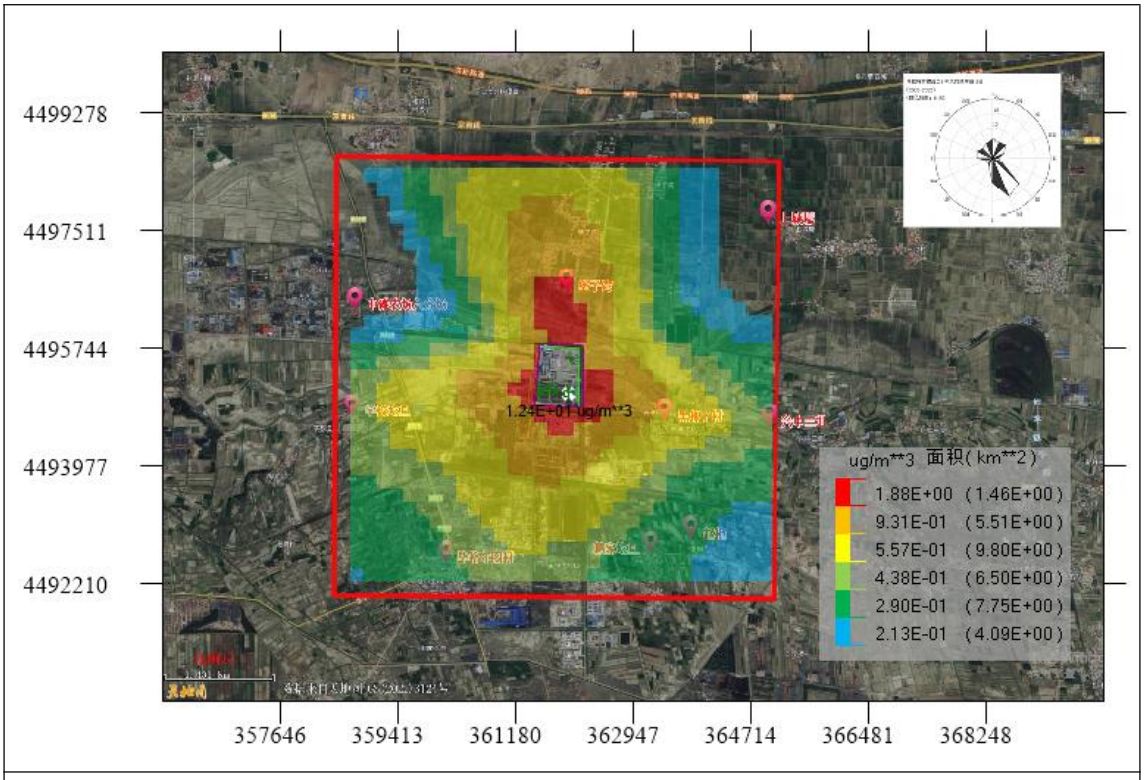
		24 小时平均	2.34571	22100624	54	56.346	100	56.346	达标
		1 小时平均	38.56449	22091008	162	200.564	250	80.226	达标
6	葛家圪旦	年平均	0.4289	2022	27	27.429	50	54.858	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.386102	2022-01-23	63	63.386	100	63.386	达标
		24 小时平均	3.61954	22091724	54	57.620	100	57.620	达标
		1 小时平均	30.19686	22091008	162	192.197	250	76.879	达标
7	毕格尔图村	年平均	0.50208	2022	27	27.502	50	55.004	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.412431	2022-02-09	63	63.412	100	63.412	达标
		24 小时平均	3.46442	22110224	54	57.464	100	57.464	达标
		1 小时平均	30.30644	22062607	162	192.306	250	76.923	达标
8	学校圪旦	年平均	0.56219	2022	27	27.562	50	55.124	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	0.563216	2022-12-20	64	64.563	100	64.563	达标
		24 小时平均	4.23636	22022224	54	58.236	100	58.236	达标
		1 小时平均	28.85135	22071007	162	190.851	250	76.341	达标
9	中滩农场六分场	年平均	0.1711	2022	27	27.171	50	54.342	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	1.45584	2022-12-21	62	63.456	100	63.456	达标
		24 小时平均	1.72472	22062024	54	55.725	100	55.725	达标
		1 小时平均	36.41894	22110910	162	198.419	250	79.368	达标
10	网格点最大落地浓度	年平均	12.41213	2022	27	39.412	50	78.824	达标
		24 小时平均第 98 百分位数	8.90306	2022-12-31	60	68.903	100	68.903	达标
		24 小时平均	29.06723	22010324	54	83.067	100	83.067	达标
		1 小时平均	66.02643	22091306	162	228.026	250	91.211	达标



NOx 1小时浓度值图



NOx24 小时浓度值图



NOx 年均浓度值图

图 6.2-25 叠加拟建、在建、削减污染源后 NOx 浓度值图

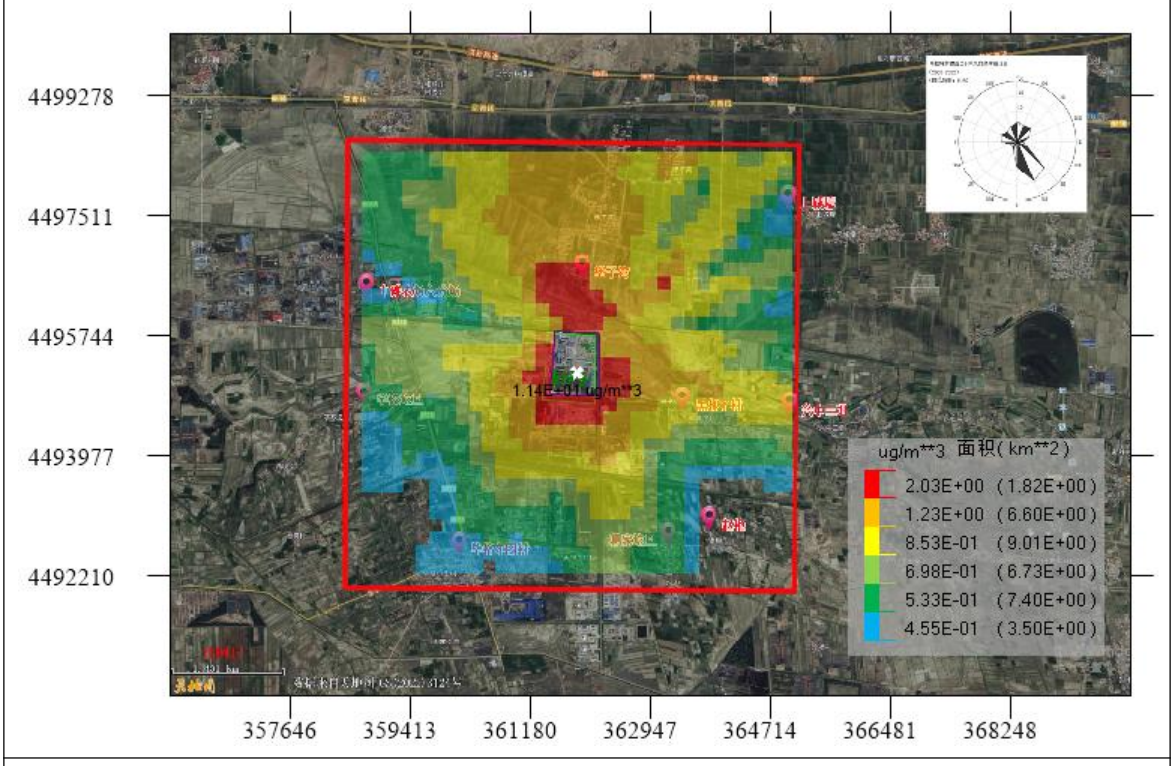
6.2.11.4 叠加后 PM_{10} 大气预测结果分析

本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后 PM_{10} 各时段排放浓度及占标率见下表 6.2-28 及图 6.2-26。

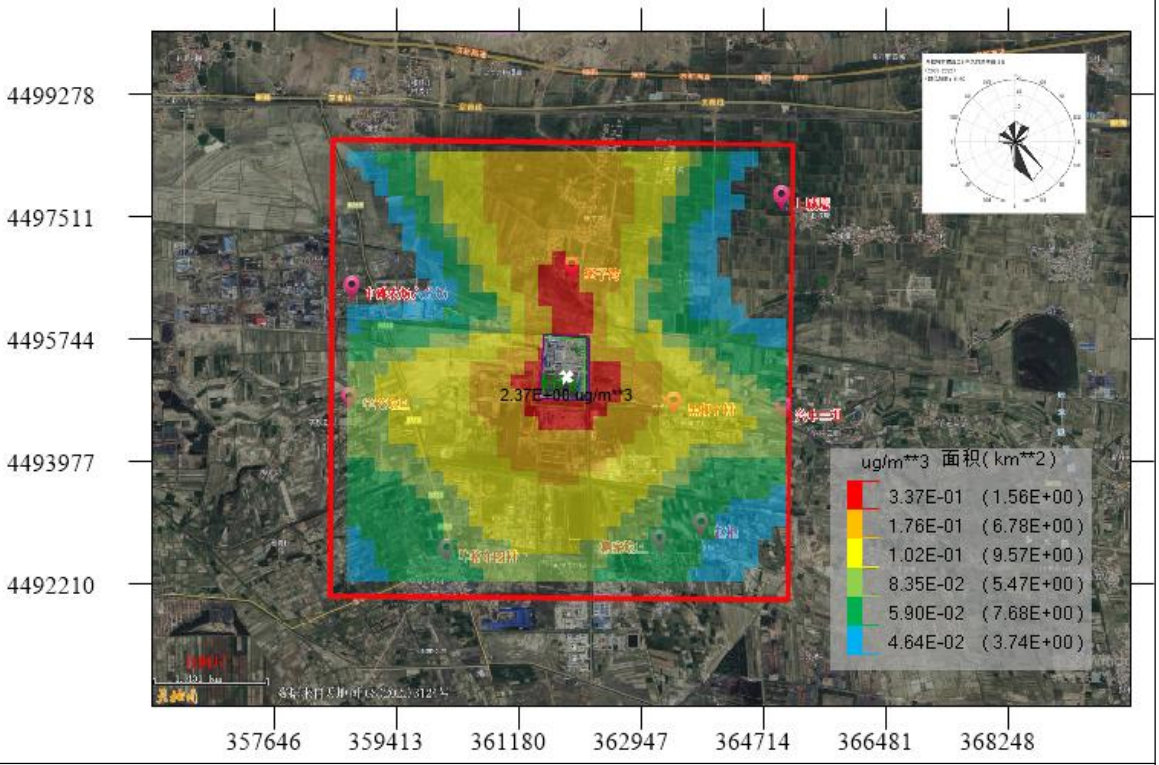
表 6.2-28　本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后 PM_{10} 各时段排放浓度及占标率

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m³	出现时间	背景浓度 μg/m³	叠加结果 μg/m³	评价标准 μg/m³	占标率%	是否超标
1	堡子湾	年平均	0.11228	2022	65	65.112	70	93.018	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.0235975	2022-03-19	130	130.024	150	86.682	达标
		24 小时平均	2.23311	22072124	130	132.233	150	88.155	达标
2	上城壕	年平均	0.07363	2022	65	65.074	70	92.962	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.032402	2022-01-27	130	130.032	150	86.688	达标
		24 小时平均	0.53083	22120424	130	130.531	150	87.021	达标
3	黑柳子村	年平均	0.25895	2022	65	65.259	70	93.227	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.407947	2022-01-27	130	130.408	150	86.939	达标
		24 小时平均	1.20851	22040824	130	131.209	150	87.472	达标
4	兴中三组	年平均	0.13359	2022	65	65.134	70	93.048	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.132842	2022-03-19	130	130.133	150	86.755	达标
		24 小时平均	1.17763	22042424	130	131.178	150	87.452	达标
5	赵柜	年平均	0.09874	2022	65	65.099	70	92.998	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.0325808	2022-01-27	130	130.033	150	86.688	达标
		24 小时平均	0.45717	22010324	130	130.457	150	86.971	达标
6	葛家圪旦	年平均	0.11465	2022	65	65.115	70	93.021	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.064786	2022-01-27	130	130.065	150	86.710	达标
		24 小时平均	0.66093	22091724	130	130.661	150	87.107	达标

7	毕格尔图村	年平均	0.07126	2022	65	65.071	70	92.959	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.0346178	2022-01-27	130	130.035	150	86.690	达标
		24 小时平均	0.58845	22110224	130	130.588	150	87.059	达标
8	学校圪旦	年平均	0.11432	2022	65	65.114	70	93.020	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.016373	2022-01-27	130	130.016	150	86.678	达标
		24 小时平均	0.71217	22022224	130	130.712	150	87.141	达标
9	中滩农场六分场	年平均	0.22358	2022	65	65.224	70	93.177	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	0.0825268	2022-01-27	130	130.083	150	86.722	达标
		24 小时平均	0.38441	22091824	130	130.384	150	86.923	达标
10	网格点最大落地浓度	年平均	2.37289	2022	65	67.373	70	96.247	达标
		24 小时平均第 95 百分位数	1.45771	2022-01-27	130	131.458	150	87.638	达标
		24 小时平均	11.41964	22071324	130	141.420	150	94.280	达标



PM_{10}24 小时浓度值图



PM_{10} 年均浓度值图

图 6.2-26　叠加拟建、在建、削减污染源后 PM_{10} 浓度值图

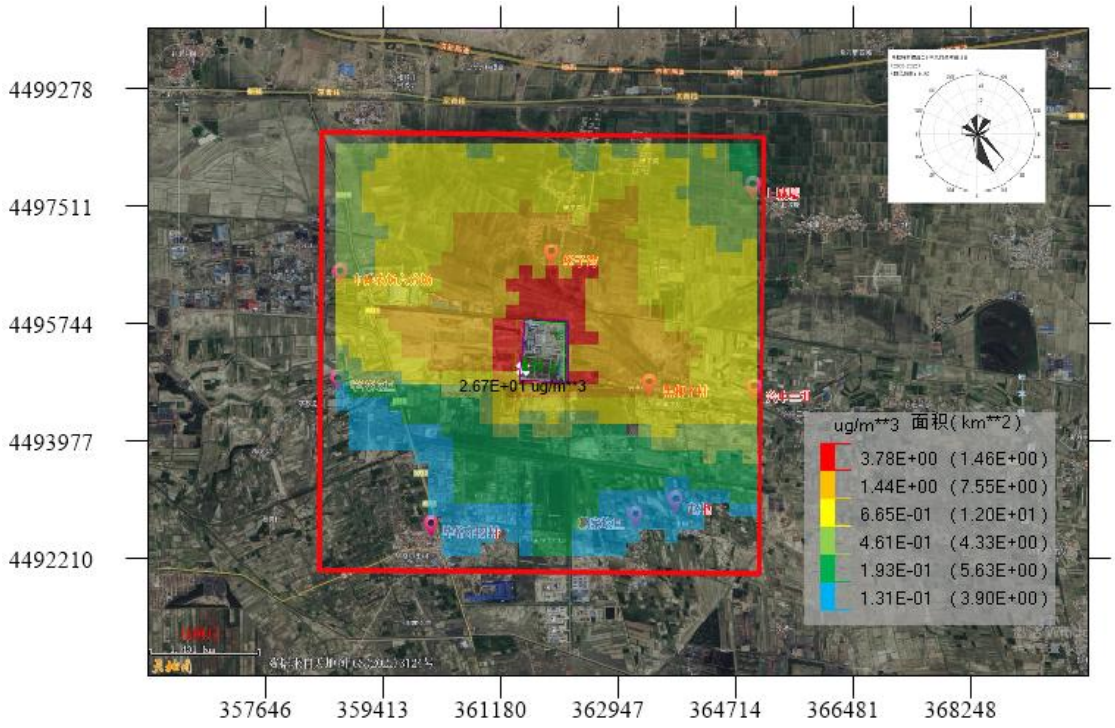
6.2.11.5 叠加后 TSP 大气预测结果分析

本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后 TSP 各时段排放浓度及占标率见下表 6.2-29 及图 6.2-30。

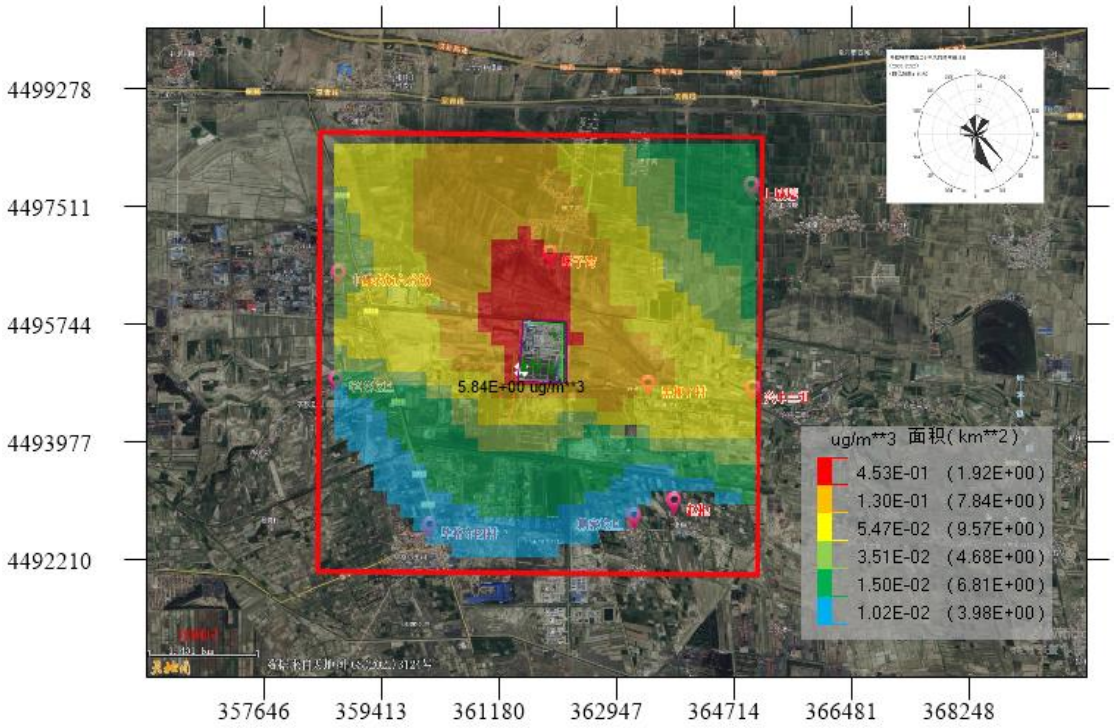
表 6.2-29　本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后 TSP 各时段排放浓度及占标率

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m³	出现时间	背景浓度 μg/m³	叠加结果 μg/m³	评价标准 μg/m³	占标率%	是否超标
1	堡子湾	年平均	0.62074	2022	84	84.621	200	42.310	达标
		24 小时平均	3.3279	22111524	168	171.328	300	57.109	达标
2	上城壕	年平均	0.02299	2022	84	84.023	200	42.011	达标
		24 小时平均	0.47495	22051524	168	168.475	300	56.158	达标
3	黑柳子村	年平均	0.16697	2022	84	84.167	200	42.083	达标
		24 小时平均	2.13921	22122524	168	170.139	300	56.713	达标
4	兴中三组	年平均	0.07549	2022	84	84.075	200	42.038	达标
		24 小时平均	1.02202	22121224	168	169.022	300	56.341	达标
5	赵柜	年平均	0.01088	2022	84	84.011	200	42.005	达标
		24 小时平均	0.18674	22010324	168	168.187	300	56.062	达标
6	葛家圪旦	年平均	0.01168	2022	84	84.012	200	42.006	达标
		24 小时平均	0.18795	22010324	168	168.188	300	56.063	达标
7	毕格尔图村	年平均	0.01402	2022	84	84.014	200	42.007	达标
		24 小时平均	0.15405	22083124	168	168.154	300	56.051	达标
8	学校圪旦	年平均	0.03661	2022	84	84.037	200	42.018	达标
		24 小时平均	0.64836	22120424	168	168.648	300	56.216	达标
9	中滩农场六分场	年平均	0.0488	2022	84	84.049	200	42.024	达标

		24 小时平均	0.6688	22070124	168	168.669	300	56.223	达标
10	网格点最大落地浓度	年平均	5.84161	2022	84	89.842	200	44.921	达标
		24 小时平均	26.69332	22083124	168	194.693	300	64.898	达标
注：TSP 使用现状监测值的均值进行叠加。									



TSP24 小时浓度值图



TSP 年均浓度值图

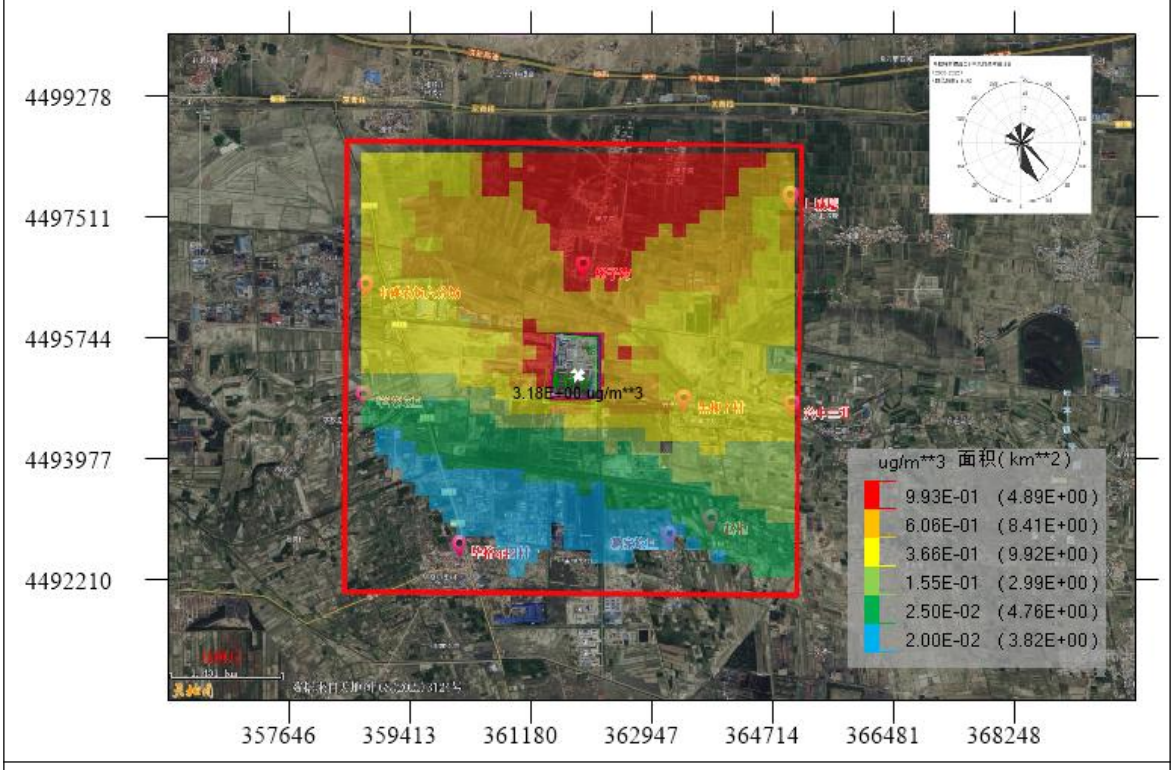
图 6.2-30　叠加拟建、在建污染源后 TSP 浓度值图

6.2.11.6 叠加后氯化氢大气预测结果分析

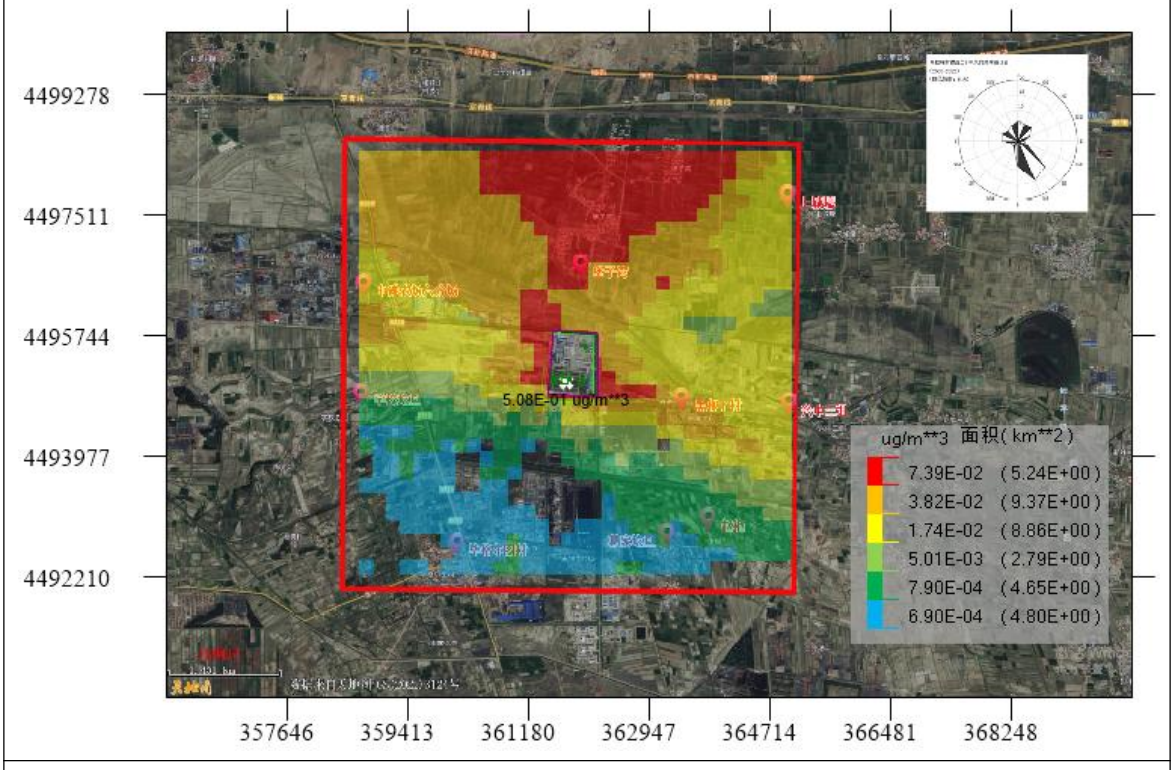
本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后氯化氢各时段排放浓度及占标率见下表 6.2-30 及图 6.2-32。

表 6.2-30　本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后氯化氢各时段排放浓度及占标率

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m³	出现时间	背景浓度 μg/m³	叠加结果 μg/m³	评价标准 μg/m³	占标率 %	是否超标
1	堡子湾	小时均值	1.3203	22080521	未检出	1.3203	50	2.641	达标
		24 小时平均	0.10389	22080524	未检出	0.10389	15	0.693	达标
2	上城壕	小时均值	0.55557	22051821	未检出	0.55557	50	1.111	达标
		24 小时平均	0.02288	22051824	未检出	0.02288	15	0.153	达标
3	黑柳子村	小时均值	0.44669	22060224	未检出	0.44669	50	0.893	达标
		24 小时平均	0.02888	22022024	未检出	0.02888	15	0.193	达标
4	兴中三组	小时均值	0.60033	22060224	未检出	0.60033	50	1.201	达标
		24 小时平均	0.02719	22121224	未检出	0.02719	15	0.181	达标
5	赵柜	小时均值	0.09132	22062603	未检出	0.09132	50	0.183	达标
		24 小时平均	0.00288	22062624	未检出	0.00288	15	0.019	达标
6	葛家圪旦	小时均值	0.02121	22102224	未检出	0.02121	50	0.042	达标
		24 小时平均	0.00078	22080524	未检出	0.00078	15	0.005	达标
7	毕格尔图村	小时均值	0.01996	22102224	未检出	0.01996	50	0.040	达标
		24 小时平均	0.00072	22080524	未检出	0.00072	15	0.005	达标
8	学校圪旦	小时均值	0.24097	22111423	未检出	0.24097	50	0.482	达标
		24 小时平均	0.00981	22111424	未检出	0.00981	15	0.065	达标
9	中滩农场六分场	小时均值	0.50947	22063024	未检出	0.50947	50	1.019	达标
		24 小时平均	0.02174	22063024	未检出	0.02174	15	0.145	达标
10	网格点最大落地浓度	小时均值	3.17661	22061602	未检出	3.17661	50	6.353	达标
		24 小时平均	0.50845	22010324	未检出	0.50845	15	3.390	达标



HCl 小时浓度值图



HCl24 小时浓度值图

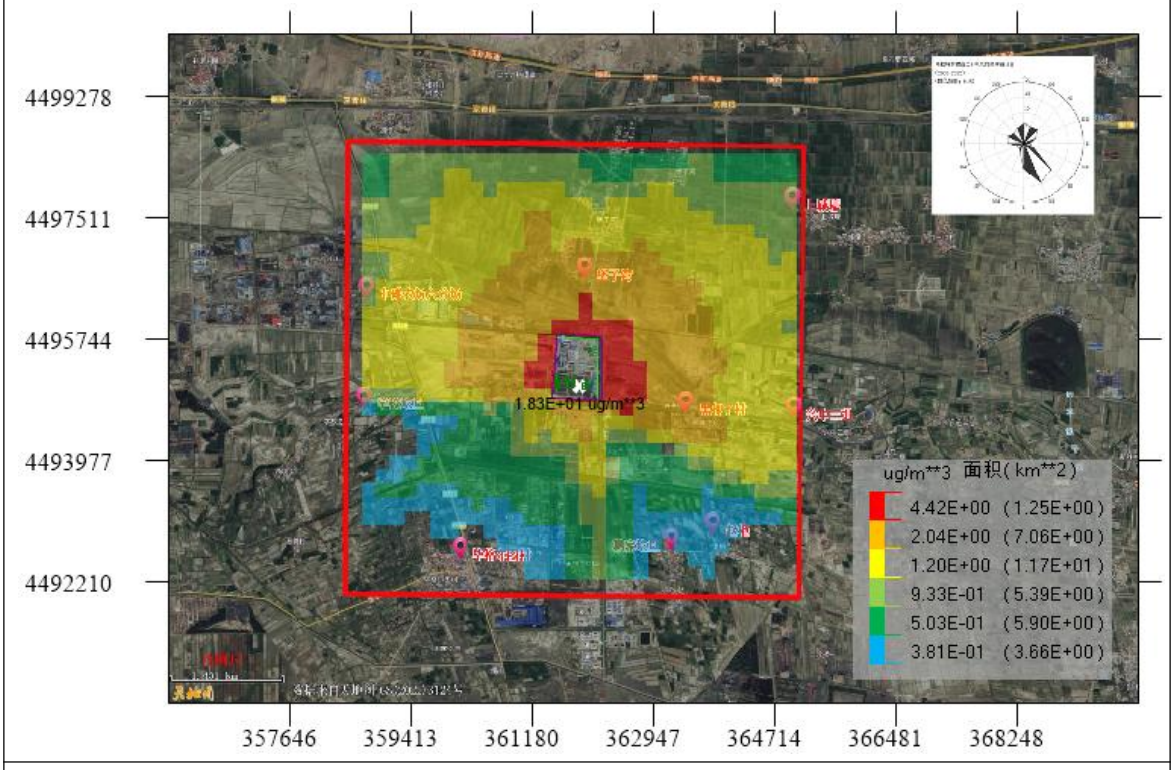
图6.2-32　叠加拟建、在建、削减污染源后 HCl 浓度值图

6.2.11.7 叠加后氟化物大气预测结果分析

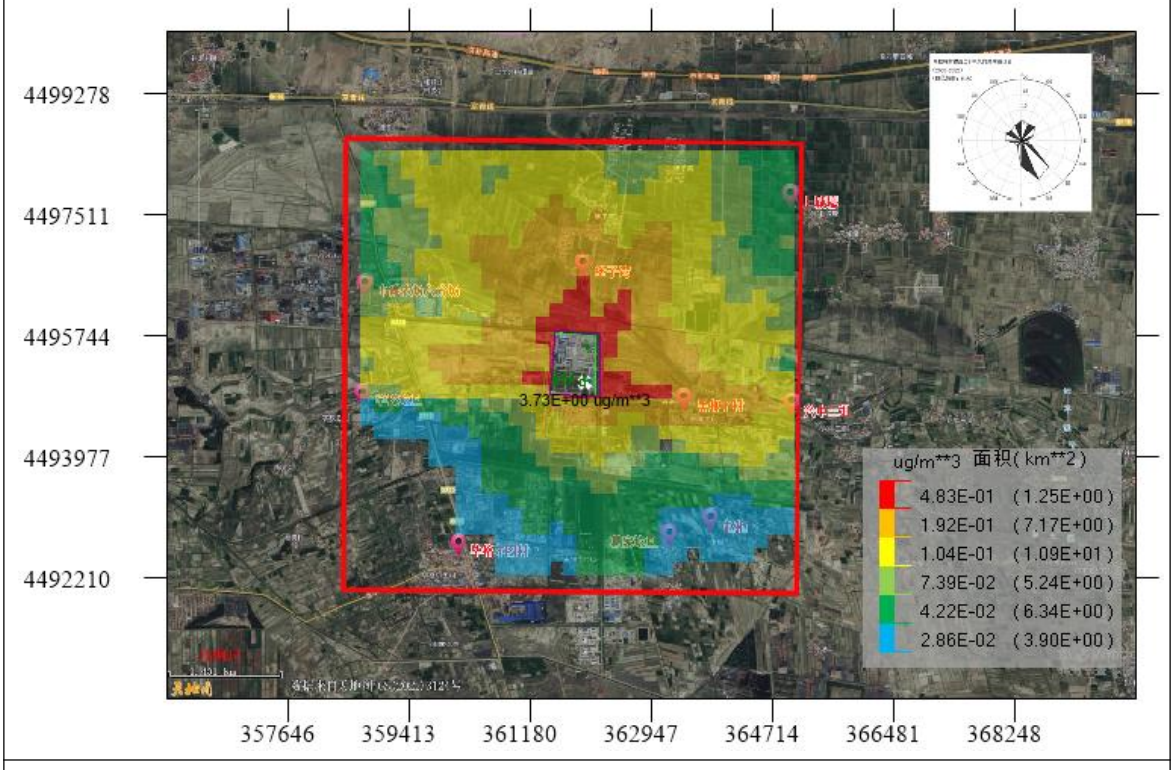
本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后氟化物各时段排放浓度及占标率见下表 6.2-31 及图 6.2-31。

表 6.2-31　本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建、削减污染源影响后氟化物各时段排放浓度及占标率

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m³	出现时间	背景浓度 μg/m³	叠加结果 μg/m³	评价标准 μg/m³	占标率 %	是否超标
1	堡子湾	小时均值	4.00423	22051507	未检出	4.00423	20	20.021	达标
		24 小时平均	0.48619	22050324	未检出	0.48619	7	6.946	达标
2	上城壕	小时均值	1.03169	22031721	未检出	1.03169	20	5.158	达标
		24 小时平均	0.06392	22031724	未检出	0.06392	7	0.913	达标
3	黑柳子村	小时均值	2.98395	22060224	未检出	2.98395	20	14.920	达标
		24 小时平均	0.36392	22121224	未检出	0.36392	7	5.199	达标
4	兴中三组	小时均值	1.40103	22022619	未检出	1.40103	20	7.005	达标
		24 小时平均	0.18093	22121224	未检出	0.18093	7	2.585	达标
5	赵柜	小时均值	0.50237	22061323	未检出	0.50237	20	2.512	达标
		24 小时平均	0.04347	22010324	未检出	0.04347	7	0.621	达标
6	葛家圪旦	小时均值	0.49433	22091008	未检出	0.49433	20	2.472	达标
		24 小时平均	0.04015	22010324	未检出	0.04015	7	0.574	达标
7	毕格尔图村	小时均值	0.36986	22110518	未检出	0.36986	20	1.849	达标
		24 小时平均	0.03205	22110324	未检出	0.03205	7	0.458	达标
8	学校圪旦	小时均值	1.37965	22120420	未检出	1.37965	20	6.898	达标
		24 小时平均	0.12114	22120424	未检出	0.12114	7	1.731	达标
9	中滩农场六分场	小时均值	1.2213	22061621	未检出	1.2213	20	6.107	达标
		24 小时平均	0.07001	22071024	未检出	0.07001	7	1.000	达标
10	网格点最大落地浓度	小时均值	18.29324	22091306	未检出	18.29324	20	91.466	达标
		24 小时平均	3.73038	22010324	未检出	3.73038	7	53.291	达标



氟化物小时浓度值图



氟化物 24 小时浓度值图

图 6.2-31　　叠加拟建、在建、削减污染源后氟化物浓度值图

6.2.11.8 叠加后非甲烷总烃大气预测结果分析

本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后非甲烷总烃小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-32 及图 6.2-34。

表 6.2-32　本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后非甲烷总烃小时均值排放浓度及占标率

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m³	出现时间	背景浓度 μg/m³	叠加结果 μg/m³	评价标准 μg/m³	占标率%	是否超标
1	堡子湾	小时均值	2.14232	22051507	487	489.142	2000	24.457	达标
2	上城壕	小时均值	0.59348	22120410	487	487.593	2000	24.380	达标
3	黑柳子村	小时均值	1.4369	22022006	487	488.437	2000	24.422	达标
4	兴中三组	小时均值	0.72064	22042408	487	487.721	2000	24.386	达标
5	赵柜	小时均值	0.44628	22091008	487	487.446	2000	24.372	达标
6	葛家圪旦	小时均值	0.34361	22091008	487	487.344	2000	24.367	达标
7	毕格尔图村	小时均值	0.34212	22062607	487	487.342	2000	24.367	达标
8	学校圪旦	小时均值	0.33531	22071007	487	487.335	2000	24.367	达标
9	中滩农场六分场	小时均值	0.59202	22070101	487	487.592	2000	24.380	达标
10	网格点最大落地浓度	小时均值	34.66015	22022721	487	521.660	2000	26.083	达标
注：使用现状监测值的均值进行叠加。									

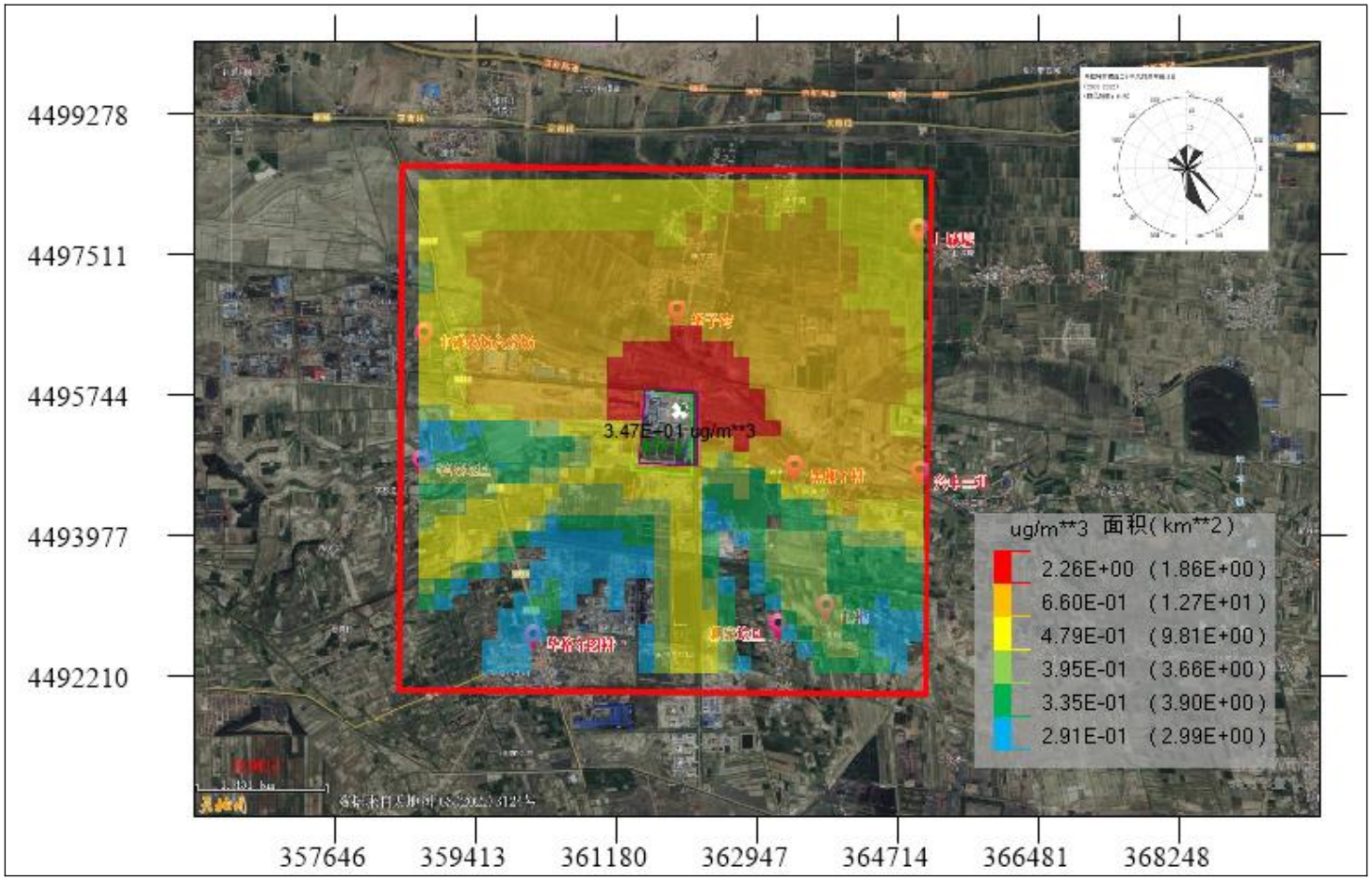


图 6.2-39　叠加拟建、在建污染源影响后 NMHC 小时浓度值图

6.2.11.9 叠加后 NH_3 大气预测结果分析

本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后 **NH_3** 小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-33 及图 6.2-34。

表 6.2-33　　本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后 NH_3 小时均值排放浓度及占标率

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m³	出现时间	背景浓度 μg/m³	叠加结果 μg/m³	评价标准 μg/m³	占标率%	是否超标
1	堡子湾	小时均值	0.3581	22062409	未检出	0.3581	200	0.179	达标
2	上城壕	小时均值	0.40667	22120410	未检出	0.40667	200	0.203	达标
3	黑柳子村	小时均值	0.42302	22051508	未检出	0.42302	200	0.212	达标
4	兴中三组	小时均值	0.54625	22042408	未检出	0.54625	200	0.273	达标
5	赵柜	小时均值	0.30137	22091008	未检出	0.30137	200	0.151	达标
6	葛家圪旦	小时均值	0.21207	22091008	未检出	0.21207	200	0.106	达标
7	毕格尔图村	小时均值	0.2406	22062607	未检出	0.2406	200	0.120	达标
8	学校圪旦	小时均值	0.23669	22071007	未检出	0.23669	200	0.118	达标
9	中滩农场六分场	小时均值	0.30724	22110910	未检出	0.30724	200	0.154	达标
10	网格点最大落地浓度	小时均值	0.8866	22052408	未检出	0.8866	200	0.443	达标

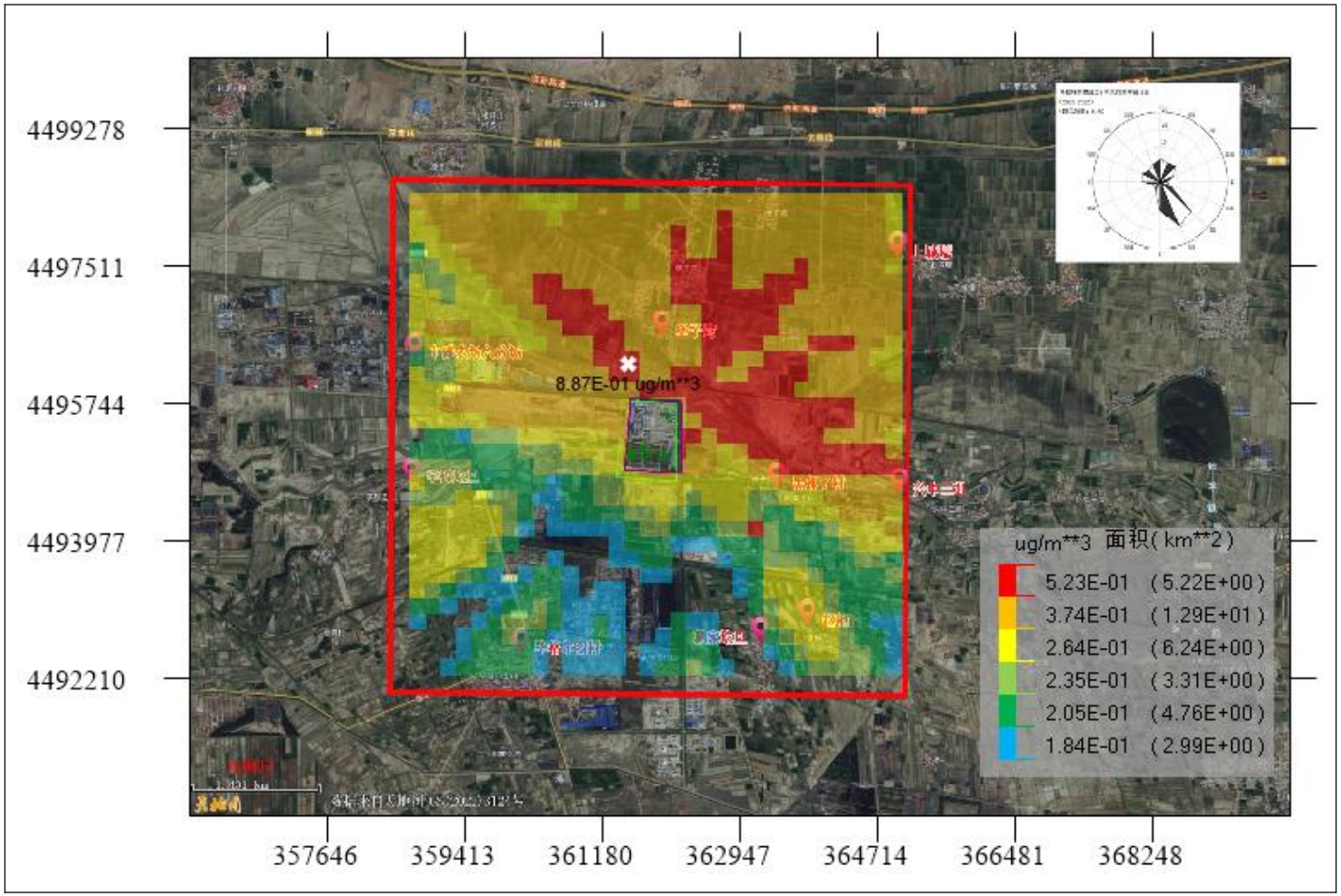


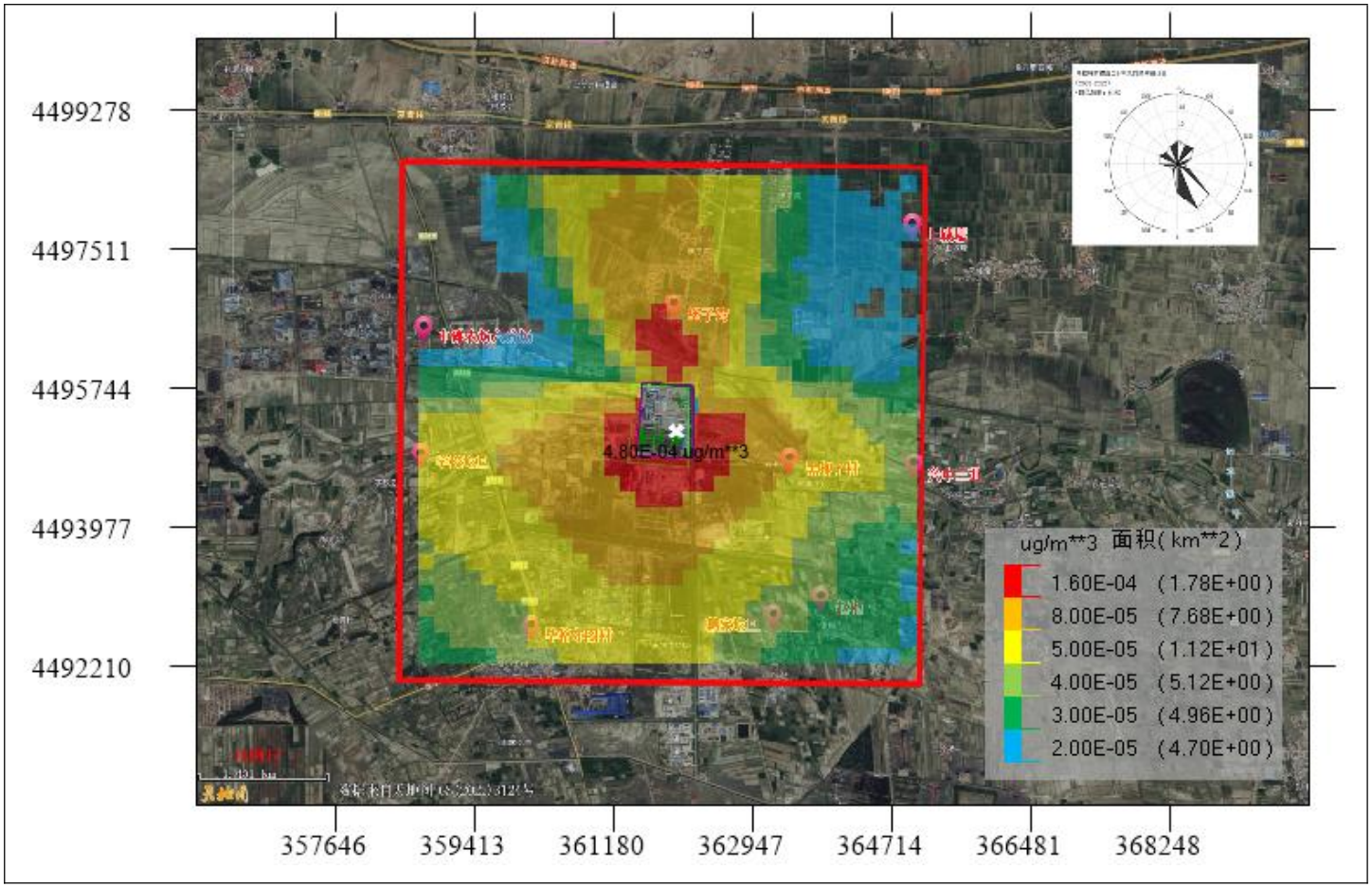
图 6.2-39　叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后 NH_3 小时浓度值图

6.2.11.10 叠加后汞及其化合物大气预测结果分析

本项目污染源（新增）叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后汞及其化合物各时段排放浓度及占标率见下表 6.2-34。

表 6.2-34　　本项目污染源（新增）叠加背景浓度后汞及其化合物各时段排放浓度及占标率

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 μg/m³	出现时间	背景浓度 μg/m³	叠加结果 μg/m³	评价标准 μg/m³	占标率 %	是否超标
1	堡子湾	年平均	0.00015	2022	未检出	0.00015	0.3	0.050	达标
2	上城壕	年平均	0.00002	2022	未检出	0.00002	0.3	0.007	达标
3	黑柳子村	年平均	0.0001	2022	未检出	0.0001	0.3	0.033	达标
4	兴中三组	年平均	0.00005	2022	未检出	0.00005	0.3	0.017	达标
5	赵柜	年平均	0.00004	2022	未检出	0.00004	0.3	0.013	达标
6	葛家圪旦	年平均	0.00005	2022	未检出	0.00005	0.3	0.017	达标
7	毕格尔图村	年平均	0.00006	2022	未检出	0.00006	0.3	0.020	达标
8	学校圪旦	年平均	0.00006	2022	未检出	0.00006	0.3	0.020	达标
9	中滩农场六分场	年平均	0.00001	2022	未检出	0.00001	0.3	0.003	达标
10	网格点最大落地浓度	年平均	0.00048	2022	未检出	0.00048	0.3	0.160	达标



汞及其化合物年均浓度值图

图 6.2-33　叠加背景浓度及拟建、在建污染源影响后汞及其化合物年均浓度值图

6.2.12 非正常工况下大气环境影响预测

6.2.12.1 非正常工况下模式中参数的选取

本项目运行期间，在废气处理系统出现故障，即不能正常工作的情况下，废气处理装置的处理效率为0，废气污染物产生量=排放量。

本项目硅块破碎系统含尘废气采用布袋除尘器进行处理,排气筒(DA001)；三氯氢硅合成工段硅粉加料废气采用集气罩+硅粉过滤器进行处理，排气筒(DA002)；四氯化硅冷氢化工段硅粉接收罐废气采用集气系统+陶瓷过滤器进行处理，排气筒(DA009)；四氯化硅冷氢化工段硅粉计量罐废气采用集气系统+陶瓷过滤器进行处理，排气筒(DA010)；整理车间硅料破碎粉尘采用集气罩+布袋除尘器进行处理，排气筒(DA012)。本次评价取最不利情况，即集气罩+硅粉过滤器、集气系统+陶瓷过滤器、集气罩+布袋除尘器对废气的处理效率为 0。废气直接进入大气环境，颗粒物的产生浓度等于排放浓度。

整理车间酸性废气排入本项目硅料系统酸性废气处理装置，经二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和烧碱溶液洗涤后经 35m 高、内径 0.8m 排气筒(DA011)排放。本次评价取最不利情况，即酸性废气处理装置对废气的处理效率为 0。废气直接进入大气环境，酸性废气的产生浓度等于排放浓度。

本次评价取最不利情况，即氯硅烷工艺废气处理单元对氟硅酸废气的处理效率为 0。尾气直接进入大气环境。

本项目2×60t/h燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR脱硝+布袋除尘器处理后，共用1台脱硫塔（石灰石-石膏法）处理后通过1根50m高烟囱排放，非正常工况废气污染物主要发生在脱硝装置、脱硫装置出现故障时候，导致氮氧化物、二氧化硫在一段时间不能经过处理直接排放。同时经过一段时间的生产运行后，关键部件滤袋易发生破损，从而使除尘设备的净化效率降低。本环评选择脱硝装置、脱硫装置故障导致的处理效率为0，除尘滤袋破损导致净化降低至0。

根据污染物的产生情况及危害程度，本项目非正常工况下废气污染物源强和模式中参数见表6.2-35。

表 6.2-35　非正常工况下废气环境影响预测参数一览表（点源）

预测情景	排气筒	污染源参数	污染物参数	
硅块破碎系统事故（布袋除尘器无效）	**DA001**	排气筒高度：15m 排气筒内径：0.6m 排气温度：25℃ 烟气量：6000m³/h	颗粒物	0.813kg/h
三氯氢硅合成工段硅粉加料系统事故（集气罩+布袋除尘器无效）	**DA002**	排气筒高度：15m 排气筒内径：0.2m 排气温度：25℃ 烟气量：2500m³/h	颗粒物	1.126kg/h
工艺废气处理系统事故（氯硅烷工艺废气处理单元）+生产系统超压状态废气	**DA003-DA008**	排气筒高度：35m 排气筒内径：0.5m 排气温度：25℃ 烟气量：1500m³/h	HCl	1.356kg/h
			颗粒物（硅粉）	0.647kg/h
			TVOC	0.038kg/h
四氯化硅冷氢化工段硅粉接收罐废气系统事故（集气系统+陶瓷过滤器）	**(DA009)**	排气筒高度：40m 排气筒内径：0.2m 排气温度：25℃ 烟气量：2500m³/h	颗粒物	0.563kg/h
四氯化硅冷氢化工段硅粉计量罐废气系统事故（集气系统+陶瓷过滤器）	**(DA010)**	排气筒高度：40m 排气筒内径：0.2m 排气温度：25℃ 烟气量：2500m³/h	颗粒物	0.563kg/h
整理车间酸性废气处理装置无效	**(DA011)**	排气筒高度：35m 排气筒内径：0.8m 排气温度：25℃ 烟气量：10000m³/h	NO_X	1.0114kg/h
			HF	0.09kg/h
整理车间硅料破碎系统事故（集气罩+布袋除尘器无效）	**(DA012)**	排气筒高度：15m 排气筒内径：0.6m 排气温度：25℃ 烟气量：8000m³/h	颗粒物	19.02kg/h
燃煤锅炉系统：脱硫、脱硝装置故障，导致处理效率为 0；布袋除尘设施滤袋发生破损，导致去除效率均降低至 0，汞及其化合物协同处理效率将为 0	**(DA014)**	排气筒高度：50m 排气筒内径：2.8m 排气温度：40℃ 烟气量：188774m³/h	颗粒物	1725.475kg/h
			二氧化硫	234.209kg/h
			氮氧化物	55.687kg/h
			汞及其化合物	0.0096kg/h
			TVOC	0.178kg/h
			氨（逃逸）	0.378kg/h
盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气处理系统事故（尾气吸收塔无效）	**(DA015)**	排气筒高度：15m 排气筒内径：0.2m 排气温度：25℃ 烟气量：2500m³/h	HCl	0.18kg/h

6.2.12.2 非正常工况下 SO_2 大气预测结果分析

非正常工况下 SO_2 小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-36 及图 6.2-40。

表 6.2-36　　非正常工况下 SO_2 小时均值排放浓度及占标率

污染物	序号	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率(%)	达标情况
SO_2	1	堡子湾	小时均值	221.87861	22062409	500	44.376	达标
	2	上城壕	小时均值	251.97274	22120410	500	50.395	达标
	3	黑柳子村	小时均值	262.10197	22051508	500	52.420	达标
	4	兴中三组	小时均值	338.45505	22042408	500	67.691	达标
	5	赵柜	小时均值	186.72728	22091008	500	37.345	达标
	6	葛家圪旦	小时均值	131.39785	22091008	500	26.280	达标
	7	毕格尔图村	小时均值	149.07501	22062607	500	29.815	达标
	8	学校圪旦	小时均值	146.65352	22071007	500	29.331	达标
	9	中滩农场六分场	小时均值	190.36878	22110910	500	38.074	达标
	10	网格点最大落地浓度		549.33823	22052408	500	109.868	超标

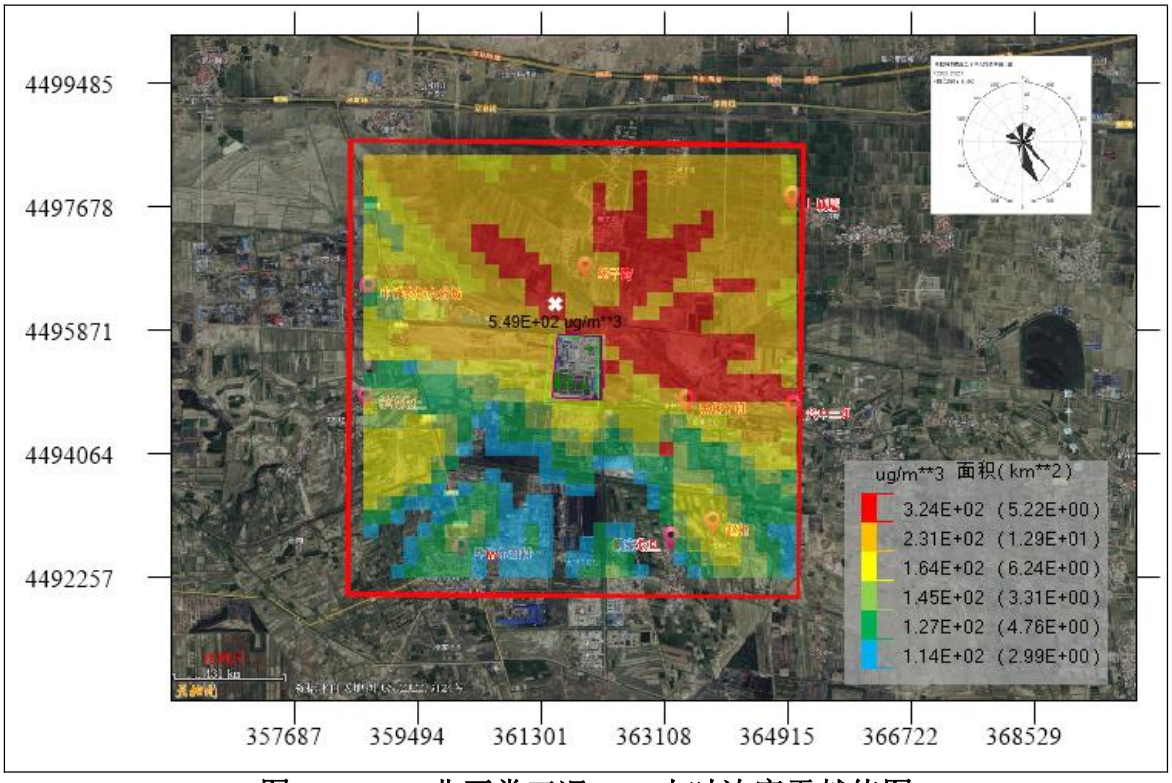


图 6.2-40　　非正常工况 SO_2 小时浓度贡献值图

6.2.12.3 非正常工况下 NO_X 大气预测结果分析

非正常工况下 NO_X 小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-37 及图 6.2-41。

表 6.2-37　非正常工况下 NOx 小时均值排放浓度及占标率

污染物	序号	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率(%)	达标情况
NOx	1	堡子湾	小时均值	54.27583	22062509	250	21.710	达标
	2	上城壕	小时均值	62.99112	22120410	250	25.196	达标
	3	黑柳子村	小时均值	64.19005	22030810	250	25.676	达标
	4	兴中三组	小时均值	83.26577	22042408	250	33.306	达标
	5	赵柜	小时均值	46.9413	22091008	250	18.777	达标
	6	葛家圪旦	小时均值	36.44957	22091008	250	14.580	达标
	7	毕格尔图村	小时均值	38.46109	22062607	250	15.384	达标
	8	学校圪旦	小时均值	35.96444	22071007	250	14.386	达标
	9	中滩农场六分场	小时均值	48.02281	22110910	250	19.209	达标
	10	网格点最大落地浓度		185.54826	22022421	250	74.219	达标

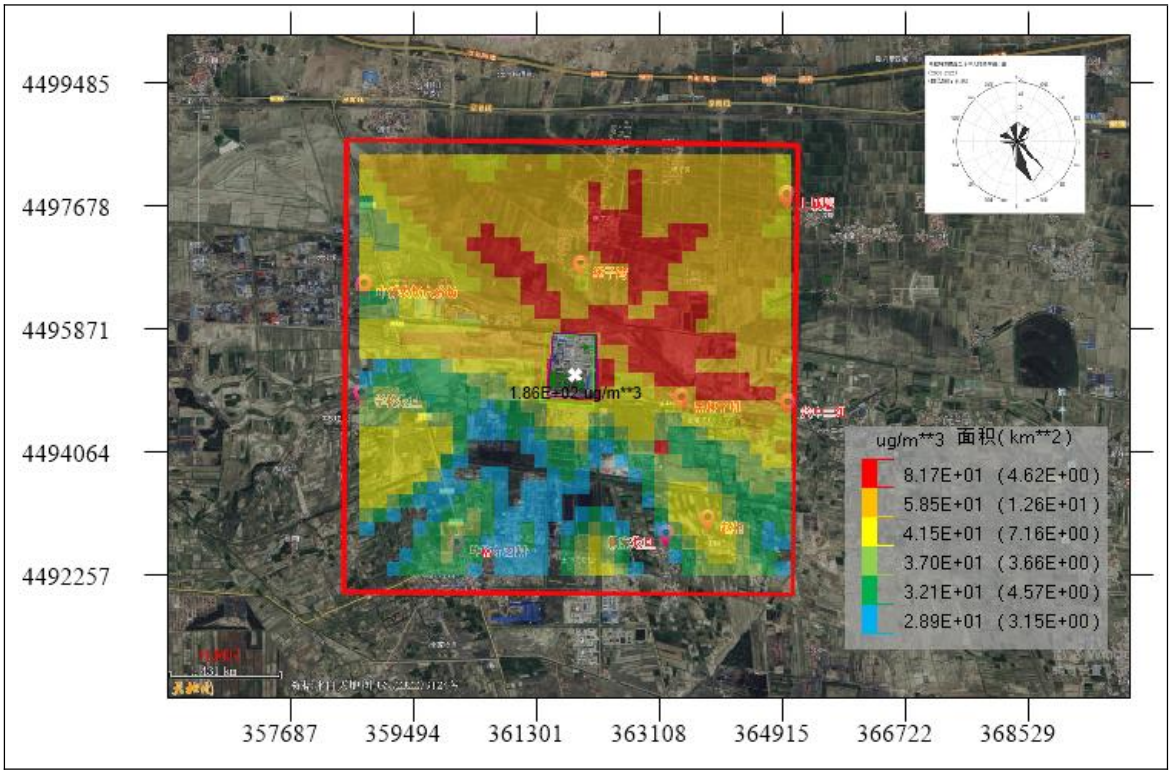


图 6.2-41　非正常工况 NOx 小时浓度贡献值图

6.2.12.4 非正常工况下 HCL 大气预测结果分析

非正常工况下氯化氢小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-38 及图 6.2-42。

表 6.2-38　非正常工况下 HCL 小时均值排放浓度及占标率

污染物	序号	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率(%)	达标情况

氯化氢	1	堡子湾	小时均值	56.91858	22122610	50	113.837	超标
	2	上城壕	小时均值	26.2389	22120410	50	52.478	达标
	3	黑柳子村	小时均值	49.8318	22042408	50	99.664	达标
	4	兴中三组	小时均值	25.05372	22042408	50	50.107	达标
	5	赵柜	小时均值	29.70013	22061323	50	59.400	达标
	6	葛家圪旦	小时均值	34.91611	22102304	50	69.832	达标
	7	毕格尔图村	小时均值	31.03345	22083105	50	62.067	达标
	8	学校圪旦	小时均值	35.39722	22033103	50	70.794	达标
	9	中滩农场六分场	小时均值	20.50054	22110910	50	41.001	达标
	10	网格点最大落地浓度		211.04637	22062607	50	422.093	超标

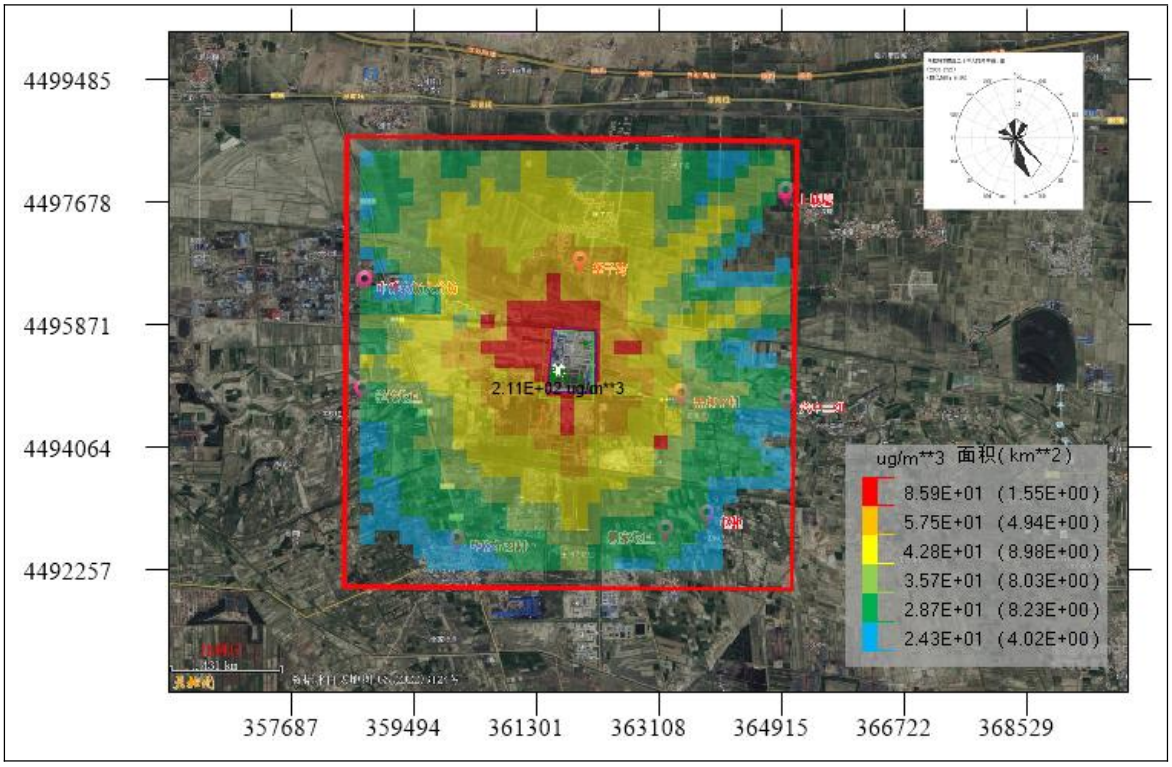


图 6.2-42　　非正常工况氯化氢小时浓度贡献值图

6.2.12.5 非正常工况下氟化物大气预测结果分析

非正常工况下氟化物小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-39 及图 6.2-43。

表 6.2-39　　非正常工况下氟化物小时均值排放浓度及占标率

污染物	序号	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率(%)	达标情况
氟化物	1	堡子湾	小时均值	3.19792	22051507	20	15.990	达标
	2	上城壕	小时均值	0.82268	22031721	20	4.113	达标
	3	黑柳子村	小时均值	2.38305	22060224	20	11.915	达标

	4	兴中三组	小时均值	1.12704	22022619	20	5.635	达标
	5	赵柜	小时均值	0.47953	22061323	20	2.398	达标
	6	葛家圪旦	小时均值	0.4637	22091008	20	2.319	达标
	7	毕格尔图村	小时均值	0.36801	22110518	20	1.840	达标
	8	学校圪旦	小时均值	1.11623	22120420	20	5.581	达标
	9	中滩农场六分场	小时均值	1.01166	22061621	20	5.058	达标
	17	网格点最大落地浓度		16.53409	22022421	20	82.670	达标

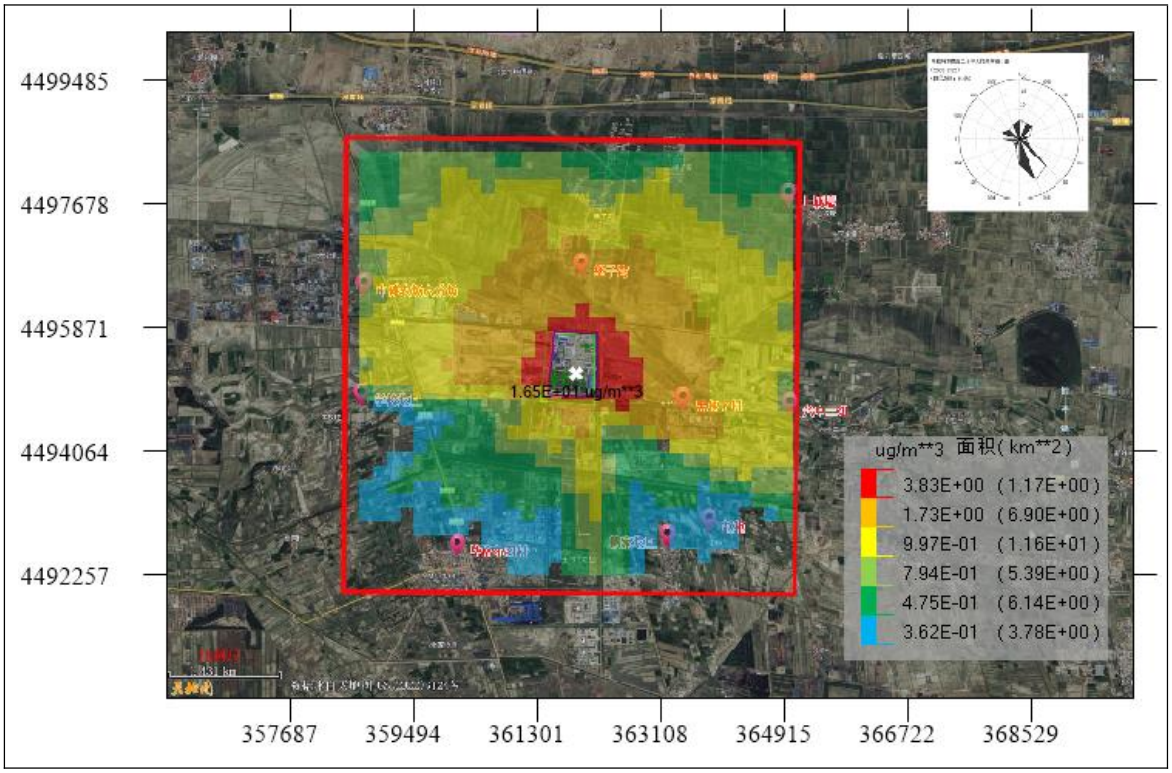


图 6.2-43　非正常工况氟化物小时浓度贡献值图

6.2.12.6 非正常工况下非甲烷总烃大气预测结果分析

非正常工况下非甲烷总烃小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-40 及图 6.2-44。

表 6.2-40　非正常工况下非甲烷总烃小时均值排放浓度及占标率

污染物	序号	预测点	平均时段	最大贡献值/(μg/m³)	出现时间	标准值/(μg/m³)	占标率(%)	达标情况
非甲烷总烃	1	堡子湾	小时均值	2.14232	22051507	2000	0.107	达标
	2	上城壕	小时均值	0.99977	22120410	2000	0.050	达标
	3	黑柳子村	小时均值	1.4369	22022006	2000	0.072	达标
	4	兴中三组	小时均值	1.0447	22042408	2000	0.052	达标
	5	赵柜	小时均值	0.88202	22061323	2000	0.044	达标
	6	葛家圪旦	小时均值	1.0172	22102304	2000	0.051	达标

	7	毕格尔图村	小时均值	0.92607	22083105	2000	0.046	达标
	8	学校圪旦	小时均值	1.03546	22033103	2000	0.052	达标
	9	中滩农场六分场	小时均值	0.76135	22052407	2000	0.038	达标
	10	网格点最大落地浓度		34.66016	22022721	2000	1.733	达标

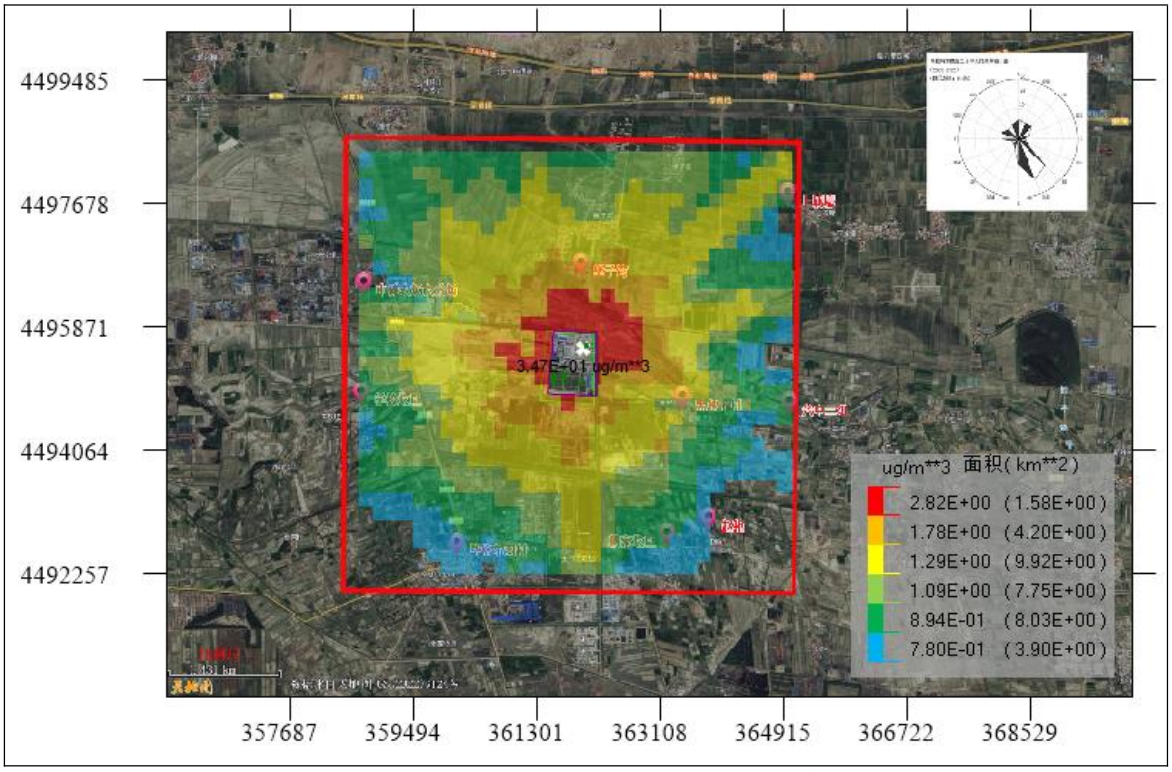


图 6.2-44　　非正常工况非甲烷总烃小时浓度贡献值图

6.2.12.7 非正常工况下 NH_3 大气预测结果分析

非正常工况下 **NH_3** 小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-41 及图 6.2-45。

表 6.2-41　　非正常工况下 NH_3 小时均值排放浓度及占标率

污染物	序号	预测点	平均时段	最大贡献值 /(μg/m³)	出现时间	标准值 /(μg/m³)	占标率 (%)	达标情况
NH_3	1	堡子湾	小时均值	0.3581	22062409	200	0.179	达标
	2	上城壕	小时均值	0.40667	22120410	200	0.203	达标
	3	黑柳子村	小时均值	0.42302	22051508	200	0.212	达标
	4	兴中三组	小时均值	0.54625	22042408	200	0.273	达标
	5	赵柜	小时均值	0.30137	22091008	200	0.151	达标
	6	葛家圪旦	小时均值	0.21207	22091008	200	0.106	达标
	7	毕格尔图村	小时均值	0.2406	22062607	200	0.120	达标

	8	学校圪旦	小时均值	0.23669	22071007	200	0.118	达标
	9	中滩农场六分场	小时均值	0.30724	22110910	200	0.154	达标
	10	网格点最大落地浓度		0.8866	22052408	200	0.443	达标

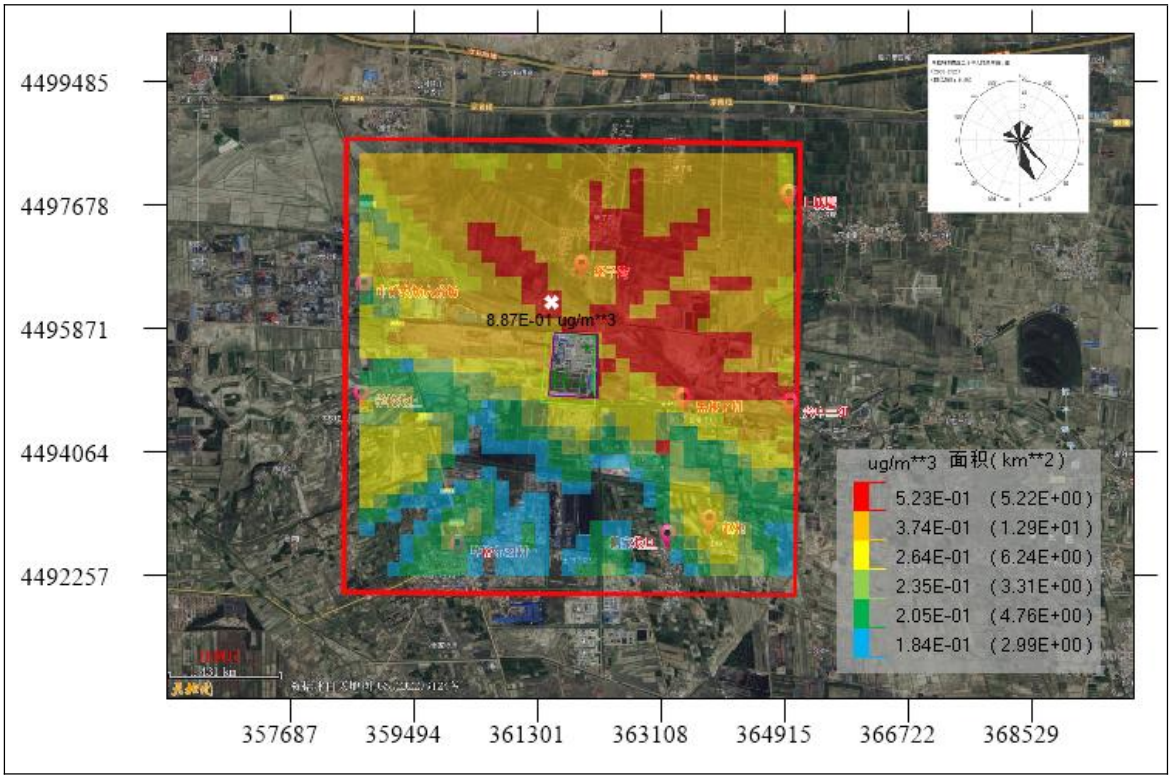


图 6.2-45　非正常工况 NH_3 小时浓度贡献值图

6.2.12.8 非正常工况下汞及其化合物大气预测结果分析

非正常工况下汞及其化合物小时均值排放浓度及占标率见下表 6.2-42 及图 6.2-46。

表 6.2-42　非正常工况下汞及其化合物小时均值排放浓度及占标率

污染物	序号	预测点	平均时段	最大贡献值 /(μg/m³)	出现时间	标准值 /(μg/m³)	占标率 (%)	达标情况
Hg	1	堡子湾	小时均值	0.0091	22062409	0.3	3.033	达标
	2	上城壕	小时均值	0.01033	22120410	0.3	3.443	达标
	3	黑柳子村	小时均值	0.01074	22051508	0.3	3.580	达标
	4	兴中三组	小时均值	0.01387	22042408	0.3	4.623	达标
	5	赵柜	小时均值	0.00765	22091008	0.3	2.550	达标
	6	葛家圪旦	小时均值	0.00539	22091008	0.3	1.797	达标
	7	毕格尔图村	小时均值	0.00611	22062607	0.3	2.037	达标
	8	学校圪旦	小时均值	0.00601	22071007	0.3	2.003	达标
	9	中滩农场	小时均值	0.0078	22110910	0.3	2.600	达标

		六分场						
	10	网格点最大落地浓度		0.02252	22052408	0.3	7.507	达标

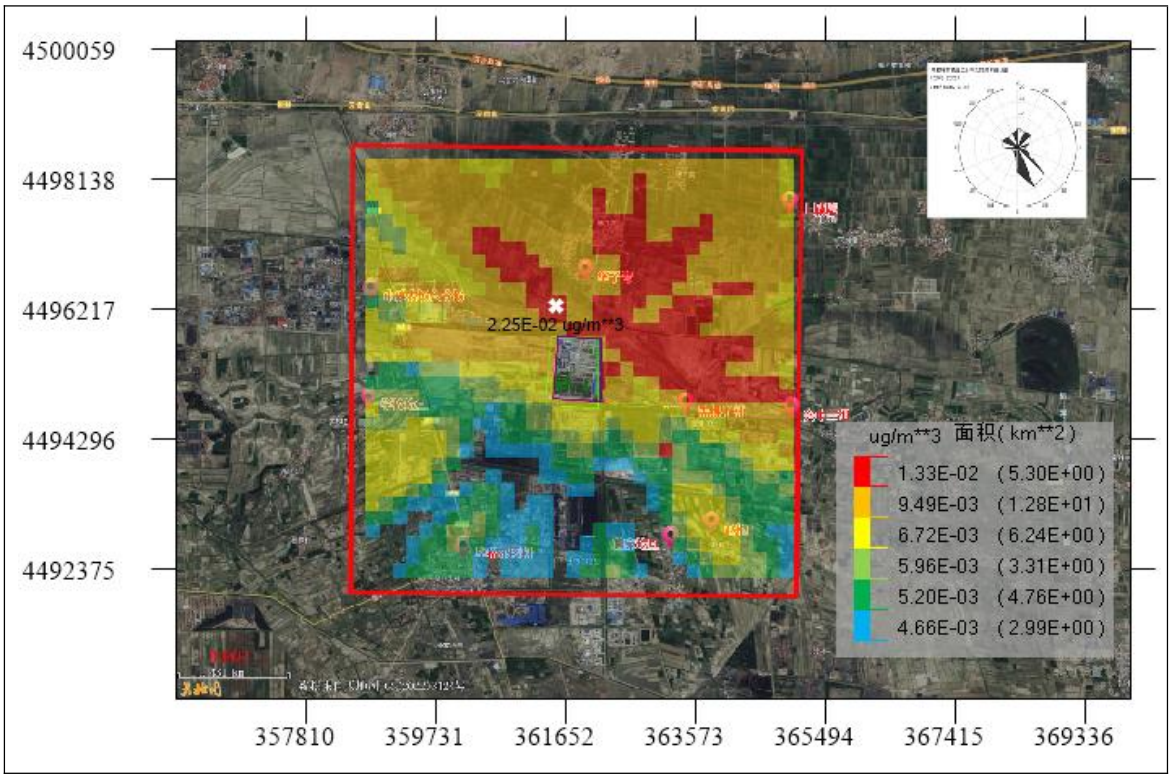


图 6.2-46　非正常工况汞及其化合物小时浓度贡献值图

在 2022 年全年逐日逐时气象条件下，预测了本项目非正常工况下排放的 SO_2、NO_X、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、NH_3、汞及其化合物对环境保护目标的环境影响，各环境保护目标处各污染物的地面小时浓度最大值见表 6.2-30 到 6.2-32，各污染物的最大地面小时浓度等值线图见图 6.2-15～6.2-17。

根据预测结果，本项目非正常工况排放的 NO_X 以及氟化物在环境保护目标处的小时地面浓度贡献值均超标。SO_2、氯化氢、非甲烷总烃、NH_3、汞及其化合物在环境保护目标处的小时地面浓度贡献值未超标。

6.2.13 大气环境防护距离

通过AERMOD预测结果，项目厂界浓度满足大气污染物厂界浓度限值，厂界外大气污染物（TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、NH_3、汞及其化合物）短期贡献浓度未超过环境质量浓度限值。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目各污染物短期贡献浓度均无超标点，无须设置大气环境防护距离。

6.2.14 大气污染物排放量核算

（1）有组织排放量核算

本项目大气污染物有组织排放量核算见表 6.2-43。

表 6.2-43　　大气污染物有组织排放量核算表

生产线	序号	排放口编号	污染物	核算排放浓度/(mg/m³)	核算排放速率/(kg/h)	核算年排放量/(t/a)
三氯氢硅合成生产线	1	硅块破碎废气	颗粒物	1.6	0.01	0.072
	2	硅粉加料废气	颗粒物	5.61	0.013	0.094
	3	冷凝器不凝气	H_2	0	0	0
			TCS	0	0	0
			STC	0	0	0
三氯氢硅还原生产线	1	还原炉吹扫废气	TCS	14.5	0.0218	0.174
			DCS	0.7	0.0010	0.008
			STC	2.8	0.0041	0.033
			HCl	3.8	0.0056	0.045
			H_2	3.2	0.0048	0.038
			颗粒物	5.2	0.0078	0.062
精馏工艺生产线	1	氢化料和还原尾气回收料精馏工艺	TCS	0.6	0.00090	0.0072
			DCS	0.9	0.00135	0.0108
			STC	0.7	0.00100	0.008
			HCl	6.2	0.00926	0.074
	2	高低沸回收工艺	TCS	0.4	0.00060	0.0048
			DCS	0.6	0.00090	0.0072
			STC	0.5	0.00070	0.0056
			HCl	4.2	0.00626	0.05
四氯化硅冷氢化	1	硅粉接收罐废气	颗粒物	2.8	0.007	0.047
	2	硅粉计量罐废气	颗粒物	2.8	0.007	0.047
整理车间	1	粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃	非甲烷总烃	25	0.0375	0.09
	2	方硅芯酸洗废气和硅料酸洗废气	NO_X	70.8	0.708	1.7
			HF	6.3	0.063	0.15
	3	硅料破碎粉尘	颗粒物	56.3	0.45	1.08
渣浆回收工艺	1	两级冷凝器不凝气	TCS	5.6	0.00838	0.067
			DCS	1.4	0.00215	0.0172
			STC	2.2	0.00330	0.0264
			HCl	3.5	0.00532	0.0425
燃煤锅炉房	1	燃煤锅炉废气	颗粒物	18.27	3.45	27.57
			SO_2	61.98	11.70	93.51
			NOx	117.97	22.27	178.02
			汞及其化合物	0.0151	0.0029	0.023
			TVOC	0.943	0.178	1.42

	2	SNCR 脱硝	逃逸氨	2.0	0.378	3.02
盐酸储罐和次氯酸钠储罐	1	储罐大小呼吸	HCl	4.7	0.038	0.3
1	主要排放口合计		颗粒物			28.972
2			H_2			0.038
3			TCS			0.253
4			STC			0.073
5			DCS			0.0432
6			HCL			0.5115
7			氟化物			0.15
8			非甲烷总烃			1.51
9			SO_2			93.51
10			NO_X			179.72
11			汞及其化合物			0.023
12			氨气			3.20
	有组织排放合计					
1	有组织排放合计		颗粒物			28.972
2			H_2			0.038
3			TCS			0.253
4			STC			0.073
5			DCS			0.0432
6			HCL			0.5115
7			氟化物			0.15
8			非甲烷总烃			1.51
9			SO_2			93.51
10			NO_X			179.72
11			汞及其化合物			0.023
12			氨气			3.20

②无组织排放量核算

本项目大气污染物无组织排放量核算见表 6.2-44。

表 6.2-44　　大气污染物无组织排放量核算表

序号	产污环节	污染物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		年排放量/（t/a）
				标准名称	浓度限值/（mg/m^3）	
1-4	硅粉库	颗粒物	封闭厂房	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 无组织排放限值要求	1.0	1.2 (0.3×4)
5	三氯氢硅合成硅粉加料	颗粒物	封闭厂房		1.0	0.045
6	四氯化硅冷氢	颗粒物	封闭厂房		1.0	0.045

	化硅粉加料					
7	储煤库废气	颗粒物	全封闭+水喷雾	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求	1.0	3.3
8	锅炉渣库废气	颗粒物	全封闭+水喷雾	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求	1.0	0.96
9	柴油储罐	TVOC	---	《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A 中表 A.1 厂区内 TVOC 无组织排放限值	10	0.116
无组织排放						
无组织排放总计			颗粒物			5.5
			TVOC			0.116

③项目大气污染物年排放量核算

本项目大气污染物年排放量核算见表 6.2-45。

表 6.2-45　大气污染物年排放量核算表

序号	污染物	年排放量/（t/a）
1	颗粒物(有组织)	28.972
2	颗粒物(无组织)	5.5
3	H_2	0.038
4	TCS	0.253
5	STC	0.073
6	DCS	0.0432
7	HCL	0.5115
8	氟化物	0.15
9	TVOC（非甲烷总烃）	1.626
10	SO_2	93.51
11	NO_X	179.72
12	汞及其化合物	0.023
13	NH_3	3.02

6.2.15 大气环境影响评价结论

a）新增污染源正常排放下污染物短期浓度贡献值的最大浓度占标率≤100%；

b）新增污染源正常排放下污染物年均浓度贡献值的最大浓度占标率≤10%；

c）项目环境影响符合环境功能区划或满足区域环境质量改善目标。对于现状达标的污染物评价，叠加后污染物浓度符合环境质量标准；对于项目排放的主要污染物仅有短期浓度限值的，叠加后的短期浓度符合环境质量标准。

根据进一步预测采用 AERMOD 预测模式的计算结果，本项目正常工况排放的 SO_2、NO_X、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、NH_3 在评价范围内的地面小时浓度贡献值均未超标；TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、氯化氢、氟化物在评价范围内的地面日

均浓度贡献值均未超标；TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、汞及其化合物在评价范围内的地面年均浓度贡献值均未超标。

TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、氟化物、汞及其化合物符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准浓度限值；氯化氢、NH_3 符合《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 表 D.1 其他污染物空气质量浓度参考限值中的限值。非甲烷总烃符合《环境空气质量 非甲烷总烃限值》河北省地方标准（DB13/1577-2012）二级标准限值。

叠加现状环境质量浓度及拟建、在建污染源影响后，各环境保护目标处的 TSP、PM_{10}、SO_2、NO_X、氟化物、汞及其化合物的年平均浓度、24 小时平均百分位数浓度、24 小时平均浓度、地面小时浓度符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准及附录 A 要求；各环境保护目标处的的氯化氢、NH_3 的年平均浓度、24 小时平均浓度、地面小时浓度符合《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值要求；各环境保护目标处的非甲烷总烃地面小时浓度符合《环境空气质量 非甲烷总烃限值》河北省地方标准（DB13/1577-2012）二级标准限值要求。

本项目实施后，废气均经过环保设施处理后达标排放，项目大气污染物排放在正常工况下对环境空气质量的贡献比较小，不会改变当地大气环境功能，对当地大气环境影响不大。综上所述，本评价认为建设项目的环境影响可以接受。

6.2.16 大气环境影响评价自查表

建设项目大气环境影响评价自查表内容见表5.2-46。

表5.2-46　　建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
评价等级与范围	评价等级	一级☑	二级□	三级□	
	评价范围	边长=50km□	边长5～50km□	边长=5km☑	
评价因子	SO_2+NOx排放量	≥2000t/a□	500～2000t/a□	＜500t/a☑	
	评价因子	基本污染物（SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO和O_3）其他污染物（TSP、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、汞及其化合物、NH_3、H_2S）		包括二次$PM_{2.5}$□ 不包括二次$PM_{2.5}$☑	
评价标准	评价标准	国家标准☑	地方标准☑	附录D☑	其他标准□
现状评价	环境功能区	一类区□	二类区☑	一类区和二类区□	

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>评价基准年</td><td colspan="6">（2021）年</td></tr>
<tr><td>环境空气质量现状调查数据来源</td><td colspan="2">长期例行监测数据□</td><td colspan="2">主管部门发布的数据☑</td><td colspan="2">现状补充监测□</td></tr>
<tr><td>现状评价</td><td colspan="4">达标区☑</td><td colspan="2">不达标区□</td></tr>
<tr><td>污染源调查</td><td>调查内容</td><td colspan="2">本项目正常排放源☑
本项目非正常排放源□
现有排放源□</td><td colspan="2">拟替代的污染源□</td><td>其他在建、拟建项目污染源☑</td><td>区域污染源□</td></tr>
<tr><td rowspan="9">大气环境影响预测与评价</td><td>预测模型</td><td>AERMOD
☑</td><td>ADMS
□</td><td>AUSTAL2000
□</td><td>EDMS/AEDT
□</td><td>CALPUFF
□</td><td>网络模型
□</td><td>其他
☑</td></tr>
<tr><td>预测范围</td><td colspan="2">边长≥50km□</td><td colspan="2">边长5～50km□</td><td colspan="3">边长=5km☑</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="2">SO_2、NO_2、PM_{10}、TSP、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、汞、NH_3</td><td colspan="5">包括二次$PM_{2.5}$□
不包括二次$PM_{2.5}$☑</td></tr>
<tr><td>正常排放短期浓度贡献值</td><td colspan="4">$C_{本项目}$最大占标率≤100%☑</td><td colspan="3">$C_{本项目}$最大占标率＞100%□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">正常排放年均浓度贡献值</td><td colspan="2">一类区</td><td colspan="2">$C_{本项目}$最大占标率≤10%□</td><td colspan="3">$C_{本项目}$最大占标率＞10%□</td></tr>
<tr><td colspan="2">二类区</td><td colspan="2">$C_{本项目}$最大占标率≤30%☑</td><td colspan="3">$C_{本项目}$最大占标率＞30%□</td></tr>
<tr><td>非正常排放1h浓度贡献值</td><td colspan="2">非正常持续时长（1）h</td><td colspan="2">$C_{非正常}$占标率≤100%☑</td><td colspan="3">$C_{非正常}$占标率＞100%□</td></tr>
<tr><td>保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值</td><td colspan="4">$C_{叠加}$达标☑</td><td colspan="3">$C_{叠加}$不达标□</td></tr>
<tr><td>区域环境质量的整体变化情况</td><td colspan="4">k≤-20%□</td><td colspan="3">k＞-20%□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环境监测计划</td><td>污染源监测</td><td colspan="2">TSP、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、汞、NH_3</td><td colspan="2">有组织废气监测☑
无组织废气监测☑</td><td colspan="3">无监测□</td></tr>
<tr><td>环境质量监测</td><td colspan="2">TSP、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃、汞、NH_3</td><td colspan="2">监测点位数（2）</td><td colspan="3">无监测□</td></tr>
<tr><td rowspan="3">评价结论</td><td>环境影响</td><td colspan="7">可以接受☑　　不可以接受□</td></tr>
<tr><td>大气环境防护距离</td><td colspan="7">距（）厂界最远（）m</td></tr>
<tr><td>污染源年排放量</td><td>SO_2：（93.51）t/a</td><td>NOx：（179.72）t/a</td><td>TVOC：（1.626）t/a</td><td colspan="2">颗粒物：（28.972）t/a</td><td colspan="2">HCl：（0.5115）t/a</td></tr>
<tr><td colspan="8">□　　注：“”为勾选项，填“√”；“（）”为内容填写项。</td></tr>
</table>

6.3 水环境影响分析

6.3.1 地表水环境影响分析

6.3.3.1 地表水环境影响

(1)生活污水

项目生活用水来源于乌拉特前旗工业园区，生活用水量为2.3m^3/h（1.84×$10^4$$m^3$/a），生活污水排放量为1.84$m^3$/h（1.47×$10^4$$m^3$/a），生活污水排入园区污水管网，最终进入园区污水处理厂。

(2)生产废水

本项目生产废水主要包括脱盐水站排污水2.35 m^3/h，闭式循环水站排水79.6 m^3/h，开式循环水站排水67.92 m^3/h(其中溴化锂冷水机组排水49.95 m^3/h、空压制氮排水5.5 m^3/h、整理车间排水7.86 m^3/h、高盐废水蒸发装置排水4.61 m^3/h) ，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水16.54 m^3/h，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水4.77 m^3/h，还原水泵房电极水蒸发冷排水49.95 m^3/h，精馏车间复合冷排水42.79 m^3/h，冷氢化复合冷排水7.9 m^3/h，质检室废水0.18 m^3/h，冲洗水及其他废水0.6 m^3/h。

以上废水合计 272.6 m^3/h，全部排入中水回用处理系统，本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m^3/h，产水率 70%。用于处理脱盐水站废水、各个循环水站排污水、尾气回收冷冻机蒸发冷排污水、循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排污水、还原水泵房蒸发冷排污水、精馏车间复合冷排污水、冷氢化复合冷排污水、冲洗废水和质检室废水。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。

处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。

(3)浓水

产品整理车间清洗废水9.19 m^3/h，中水回用处理系统浓水28.13 m^3/h和地表水处理系统浓水18.44 m^3/h排入污水处理站处理，酸雾闪蒸废水0.032 m^3/h排入污水处理站处理。

本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m^3/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统、脱盐水站、中水处理系统产生的浓盐水，三氯氢硅合成车间

酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。

处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经蒸发处理后的氯化钙结晶盐属于第II类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋，蒸馏水用于出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水，脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水。

(4)蒸发系统蒸馏水

蒸发系统（MVR蒸发+三效蒸发+单效蒸发）的蒸馏水产生量为30m³/h，用于出灰加湿、输煤系统喷洒抑尘、湿法脱硫系统补水，脱硫废水用于灰库除尘灰搅拌用水，生产废水不外排。

本项目全场生产废水全部回用，不外排。

6.3.3.2 地表水环境影响评价自查表

本项目地表水环境影响评价自查表见表6.3-1。

表 6.3-1　地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	水污染影响型 ☑；水文要素影响型 ☐		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 ☐；饮用水取水口 ☐；涉水的自然保护区 ☐；重要湿地 ☐；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 ☐； 重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 ☐；涉水的风景名胜区 ☐；其他 ☑		
	影响途径	水污染影响型		水文要素影响型
		直接排放 ☐；间接排放 ☐；其他 ☑		水温 ☐；径流 ☐；水域面积 ☐
	影响因子	持久性污染物 ☐；有毒有害污染物 ☐；非持久性污染物 ☐； pH值 ☐；热污染 ☐；富营养化 ☐；其他 ☐		水温 ☐；水位（水深） ☐；流速 ☐；流量 ☐；其他 ☐
评价等级		水污染影响型		水文要素影响型
		一级 ☐；二级 ☐；三级A ☐；三级B ☑		一级 ☐；二级 ☐；三级 ☐
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源
		已建 ☐；在建 ☐；拟建 ☐；	拟替代的污染源 ☐ 其他 ☐	排污许可证 ☐；环评 ☐；环保验收 ☐；既有实测 ☐；现场 监测 ☐；入河排放口数据 ☐；其他 ☐
受影响水体水环境质量		调查时期		数据来源
		丰水期 ☐；平水期 ☐；枯水期 ☐；冰封期 ☐ 春季 ☐；夏季 ☐；秋季 ☐；冬季 ☐		生态环境保护主管部门 ☐；补充监测 ☐；其他 ☐
区域水资源开发利		未开发 ☐；开发量40%以下 ☑；开发量40%以上 ☐		

用状况				
水文情势调查		调查时期	数据来源	
		丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □ 春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □	水行政主管部门 □；补充监测 □；其他 □	
补充监测		监测时期	监测因子	监测断面或点位
		丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □ 春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □		
现状评价	评价范围	河流：长度（）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km2		
	评价因子	（ ）		
	评价标准	河流、湖库、河口：Ⅰ类 □；Ⅱ类 □；Ⅲ类 ☑；Ⅳ类 □；Ⅴ类 □ 近岸海域：第一类 □；第二类 □；第三类 □；第四类 □ 规划年评价标准（ ）		
	评价时期	丰水期 □；平水期 □；枯水期 ☑；冰封期 □ 春季 ☑；夏季 □；秋季 □；冬季 □		
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标 □；不达标 □ 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 □；不达标 □ 水环境保护目标质量状况：达标 □；不达标 □ 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 □；不达标 □ 底泥污染评价 □ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 □ 水环境质量回顾评价 □ 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 □	达标区 □ 不达标区□	
影响预测	预测范围	河流：长度（ ）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km^2		
	预测因子	（ ）		
	预测时期	丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □ 春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □ 设计水文条件 □		
	预测情景	建设期 □；生产运行期 □；服务期满后 □ 正常工况 □；非正常工况 □ 污染控制和减缓措施方案 □ 区（流）域环境质量改善目标要求情景 □		
	预测方法	数值解 □：解析解 □；其他 □ 导则推荐模式 □：其他 □		
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 □；替代削减源 □		
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 □ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 □		

<table>
<tr><td rowspan="7"></td><td></td><td colspan="5">满足水环境保护目标水域水环境质量要求 ☐
水环境控制单元或断面水质达标 ☐
满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 ☐
满足区（流）域水环境质量改善目标要求 ☐
水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 ☐
对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 ☐
满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 ☐</td></tr>
<tr><td rowspan="3">污染源排放量核算</td><td>污染物名称</td><td colspan="2">排放量/（t/a）</td><td colspan="2">排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td>（COD ）</td><td colspan="2">（5.88t/a ）</td><td colspan="2">（ 400mg/L ）</td></tr>
<tr><td>（NH_3-N ）</td><td colspan="2">（0.485 t/a ）</td><td colspan="2">（ 33mg/L ）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">替代源排放情况</td><td>污染源名称</td><td>排污许可证编号</td><td>污染物名称</td><td>排放量/（t/a）</td><td>排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td></tr>
<tr><td>生态流量确定</td><td colspan="5">生态流量：一般水期（ ）m^3/s；鱼类繁殖期（ ）m^3/s；其他（ ）m^3/s
生态水位：一般水期（ ）m；鱼类繁殖期（ ）m；其他（ ）m</td></tr>
<tr><td rowspan="6">防治措施</td><td>环保措施</td><td colspan="5">污水处理设施 ☑；水文减缓设施 ☐；生态流量保障设施 ☐；区域削减 ☐；依托其他工程措施 ☐；其他 ☐</td></tr>
<tr><td rowspan="4">监测计划</td><td></td><td colspan="2">环境质量</td><td colspan="2">污染源</td></tr>
<tr><td>监测方式</td><td colspan="2">手动 ☐；自动 ☐；无监测 ☐</td><td colspan="2">手动 ☑；自动 ☐；无监测 ☐</td></tr>
<tr><td>监测点位</td><td colspan="2">（ ）</td><td colspan="2">（1）</td></tr>
<tr><td>监测因子</td><td colspan="2">（ ）</td><td colspan="2">（pH、COD、NH_3-N、TP、总余氯、粪大肠菌群）</td></tr>
<tr><td>污染物排放清单</td><td colspan="5">☐</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论</td><td colspan="5">可以接受 ☑；不可以接受 ☐</td></tr>
<tr><td colspan="7">注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。</td></tr>
</table>

6.3.2 地下水环境影响预测与评价

6.3.2.1 区域水文地质条件

1.区域地形地貌

本项目位于鄂尔多斯地台北部的三湖地区，北依乌拉山。南临黄河，中部为东西狭长、地势平坦的冲积平原，地势上由北向南缓倾斜，乌拉山山脉呈东西向耸立于评价区北。根据地貌成因和形态，该区域可划分为 4 个地貌分区：即构造剥蚀类型基岩山区、剥蚀堆积山前台地区、山麓斜坡堆积类型冲洪积倾斜平原区、河流堆积类型黄河冲积平原区。

(1)构造剥蚀类型中低山区（I）：海拔标高 1250~2200m，相对高差 100~900m。

山势陡峻，走向基本与构造线一致。沟谷发育，且多呈“V”形谷，切割深度 200 米左右。岩性以中太古代条带状混合质斜长角闪岩为主，夹斜长角闪片麻岩、透辉斜长角闪变粒岩，另有印支期岩浆岩在工作区东北部山区大面积侵入。

(2)剥蚀堆积类型山前台地区（II）：该区呈条带状展布于北部山前，形状似小山包或丘陵，第四系覆盖于基岩之上，岩性由 Q_{l-2} 冲洪积砂砾石、块石、漂石和粘性土组成，胶结和板结。地面高程一般在 1050~1100m，地形受冲刷侵蚀明显。

(3)山麓斜坡堆积类型冲洪积倾斜平原区（III）：由多个冲洪积扇组成的冲洪积扇裙，属堆积地形，地势平缓，略有起伏，自北向南倾斜，地面坡度 0.6~2.0%，海拔标高 1020~1080m，高出黄河冲积平原 20~80m，扇形地段东部宽 10km，向西逐渐变窄为 4~5m。在冲积扇边缘有积水洼地和沼泽。岩性主要为近代冲洪积的砂砾卵石、中细砂和少量粘性土。

(4)河流堆积类型黄河冲积平原区（IV）：属黄河冲洪积地形，地势平缓，微向东倾斜，地面坡度 0.015~0.045%，海拔标高 1006~1020m。岩性主要为第四系冲积物、洪积物、湖积物和风积物组成。地表分布第四系全新统（Q_4）粉质粘土和粉土，下伏为第四系全新统（Q_4）粉细砂、细砂及等，是本区主要淡水含水层之一。全新统地层之下为第四系中更新统（Q_2）和上更新统（Q_3）地层。

本次评价工作区处于河流堆积类型黄河冲积平原区（IV）地貌单元，位于黄河北侧三湖河古河道一带，宽度 3~8km，地形平坦，地表岩性粉砂、粉土和粉质粘土，其中在郜兴发疙瘩-石林疙瘩-果园队一线以北为粉砂、粉土，在中滩农场一带的三湖河古河道及其以南，表面分布黄褐色或灰黑色粉质粘土、下部为粉土、粉细砂和粉质粘土互层，且不同程度含有淤泥质成分。

2.区域地质条件

(1)地层岩性

区域内主要地层为中太古代乌拉山群、第三系上统和第四系。

①中太古代乌拉山群第二岩组（Ar^2WI^2）

主要分布于北部山区，为一套铁铝榴石角闪岩相区域变质岩系，并遭受强烈混合岩化作用，主要岩性为黑云斜长片麻岩，含榴石黑云斜长片麻岩、硅线榴石黑云斜长片麻岩，夹斜长角闪岩、透辉大理岩、磁铁石英岩，出露厚度 2982m。

②第三系上统（N_2）

上部为紫红色砂质泥岩，含钙质粉砂岩团块；中部为砾岩夹粉砂岩，下部系

土红色砾岩，埋深在 80 以下，厚度约 27m，仅分布于评价区西哈拉汗以西一带。

③第四系（Q）

在山前平原区广泛分布，沉积厚度大于 500m，可分为上、中、下三个不同岩性段：

中下更新统（Q_{1-2}）：岩性为冲洪积土黄、土红色粘性土及 2~4 层砂砾石层组成，板结和胶结明显。呈条带状分布于北部山前的山麓台地区，厚度大于 145m，哈业胡同一一和顺庄一带出露较好。厚度为 55—116m。

中上更新统（Q_{2-3}）：岩性为黄绿、灰绿色粉砂质粘土夹灰蓝色淤泥层，下部夹透镜体状钙质结核层，为湖相沉积地层，分布于全区，北部埋深在 70~100m 以下，南部为 30~50m 以下，厚度在 80~120m。

全新统（Q_4）：为风成砂土，冲积灰黄色-浅绿色细中砂土，砂砾石层，粘土层夹砂层。从山麓斜地大于 150m 至黄河幔滩减薄为 3~10m，其岩性颗粒亦由砂砾卵石相变为粉细砂和粘性土。按成因类型可分为冲洪积层 Q_4^{al+pl}，分布于山前冲洪积扇区和扇间地块的中上部；冲积层（Q_4^{al}），分布于山前冲洪积扇的下部到前缘；湖积冲积层（Q_4^{al+l}），分布于广大的黄河冲积平原区。

(2)区域地质构造

本区地处河套平原东部，就大地构造而言，位于鄂尔多斯台向斜北部边缘的黄河地堑范围内，北面与内蒙古地轴的乌拉山脉相邻。黄河地堑形成于喜马拉雅运动期末，由断陷下降而成，之后接受巨厚的第四纪沉积。乌拉山与山前平原界限明显，由乌拉特前旗~呼和浩特深大断裂通过。该断裂走向近东西，倾向南，断层面倾角陡峻，断裂性质经历了张一压一张多次转换，北盘上升，形成乌拉山山地，由太古界桑干群组成，南盘下降，形成 冲洪积平原，沉积了巨厚的第四系松散堆积物。

区内新构造运动活跃，白垩纪末期，燕山运动应力由南向北挤压，使北部小区隆起中部沉陷成湖泊，上新世以后，三河凹陷下陷剧烈，早更新世末期，三河凹陷经历了一次强烈的压剪经动，中下更新世地层断裂、变形，形成鄂尔多斯地台一一大青山、乌拉山之间凹陷盆地，中上更新世黄河新凹陷相对下降，接受中上更新世巨厚沉积，出现小规模东西向、北东向、北西向短裂与褶皱构造，晚更新世，本区急剧下降，河水东流，后套一三河一呼包三个湖泊连成一体，为黄河雏形，晚更新世末期一一全新世以来，本区持续上升。由于新构造运动，黄河河

道变迁、冲积扇退缩，形成多级阶地，受其控制，第四系在不同地貌单元及不同地质时期，其成因、岩相和岩性，具有不同特征。

3.区域含水岩组划分

区域地下水受气候、地貌、地层岩性、地质构造、地表水体、新构造运动及人类活动等因素的影响。根据区内地层，含水介质及地下水类型，可划分基岩裂隙含水层和第四系松散岩类孔隙含水层。

(1)基岩裂隙水含水岩层

分布北部山区，由中粗粒斜长黑云片麻岩、石英角闪石片麻岩和云母片麻岩和中生代火成岩组成，为基岩裂隙潜水。贮存风化裂隙和构造裂隙十分发育，水位埋深一般为 5~15m。多为下降泉，流量 0.30~12.2L/s。水化学类型为低矿化度的 HCO_3~Ca 型水，矿化度小于 0.40g/L。

(2)第四系松散岩类孔隙含水层

该含水岩组主要位于山前冲洪积扇裙（山前倾斜平原）和黄河冲积平原区，根据含水层岩性、时代、颗粒大小和透水性分述如下：

①下更新统孔隙含水层（Q_1）

为一套湖湘沉积层，根据岩相特点，可分为上下两组；上组为灰黄色、棕黄色砂粘土与细砂互层，具不明显的水平层理；下组为黄色、棕褐色中细砂与砂粘土互层，底部有粗砂细砂层及钙质砂砾岩，局部有矽质胶结。

②中更新统孔隙含水层（Q_2）

为一套还原环境下的深灰色的湖湘沉积。在山麓地带为冲积一湖积交互沉积的湖滨相堆积物，主要岩性为灰色含淤泥质及粘土质砂砾石。该含水层组埋藏深，富水性、透水性较差，补给条件较差。

③上更新统含水层(Q_3）

为一套冲洪积、湖积相，山前地带为冲洪积一湖积相为主，黄河冲积平原主要为湖积相，一般下部较细，上部较粗，自成一沉积旋回。受区域内构造控制，由东向西，自南而北逐渐加深，厚度相应增大，一般厚度 30~60m。顶板埋深在 30~100m，含水层数 3~5 层，单层最大厚度 15m，总厚度 20~30m，岩性主要是淤泥质细砂或粉细砂。

④全新统孔隙含水层（Q_4）

山前冲洪积扇和黄河冲积平原在二级阶地一带，地层叠加明显。大致呈现以下规

律：山前冲洪积物多在上部，层数较少，厚度较大，物质成分较复杂，颗粒较粗；而黄河冲积物多在下部，穿插于山前冲洪积物之间，厚度较薄，物质成分相对简单，颗粒细，层数较多，可达数十层，层位坡度平缓。含水层层数增加，由 2~5 层变为 3~6 层，单层厚度变薄。含水层厚度逐渐变薄，从北到南厚度 52~30~18m。地下水埋深受地形起伏、河谷切割深度等因素的控制，水位埋深由数十米至 3.5m，沿冲洪积扇纵轴方向，大体由深到浅的变化，在山前冲积扇上部，水位达到 35m，而在洼地和三湖河古河道一带，水位埋深一般小于 5m，地下水主要以潜水蒸发形式排泄。

4.区域地下水补径排及动态特征

区域地下水补给、径流、排泄主要受气候、地貌、水文地质条件和人为灌溉活动影响，本区位于乌拉山与黄河之间狭长地区，北部为乌拉特山区，南部为三湖河灌域，地势北高南低，地貌分带性明显，自北向南依次为山麓洪积平原、山前冲积洪积平原、黄河冲积平原及黄河河漫滩。地下水接受山区侧向补给后，依地势自北向南径流，至黄河冲积平原二级阶地交界部位时径流运动受阻，形成泉水或沼泽地，大量地下水以潜水蒸发形式排泄。

地下水的主要补给方式为大气降水入渗补给、河床与冲沟地表水渗漏、渠道水渗漏补给以及农田灌溉水入渗补给。地下水的径流与排泄，北部山区地下水接受大气降水入渗补给后，自北向南径流，沿途在接受大气降水入渗补给、河床与冲沟地表水渗漏、渠道水渗漏补给以及农田灌溉水入渗补给的同时，部分地下水人工开采，部分地下水向南径流，至南部黄河冲积平原后，由于含水层颗粒变细，地下水径流受阻，在三湖河古河道的马营长地、补红口子、中滩农场及下城壕一线以南，地下水位埋藏变浅，形成沼泽地、盐碱地和湿地，大部分地下水以潜水蒸发形式排泄。

总体来看，区域内地下水位多年变化不大，年内变化较大。地下水动态变化规律主要受气象、灌溉、人工开采等因素影响，但在不同地段，这些因素影响程度有很大差异。

黄河冲积平原地下水受降水、春融、冻结、蒸发等多种气象因素和农田灌溉的影响，地下水动态变化特征为灌溉蒸发型，表现为明显的季节性动态变化。

6.3.2.2 评价区水文地质条件

1.评价区地质条件

评价区位于乌拉山南部三湖河古道地区，地势平坦，地形起伏小，相对高差 1~3m，为黄河堆积平原区，湖积、冲积成因，地面高程 1008~1011m。地表岩性为粉土、粉质粘土。评价区地层较简单，主要为第四系全新统、上更新统和中更新统地层。全新统地层又分为冲洪积和湖冲积成因类型。岩性特征如下：

中更新统（Q_2）：岩性为冲洪积土黄、土红色粘性土及 2~4 层砂砾石层组成，厚度为 55~116m。

上更新统（Q_3）：岩性为黄绿、灰绿色粉砂质粘土夹灰蓝色淤泥层，下部为砂砾石、粗砂、中砂和粉细砂层与粉质粘土互层，分布于全区，北部埋深在 70~100m 以下，南部为 30~50m 以下，厚度在 80~120m 间，其中在黑柳子乡和中滩农场一带，其厚度达 150m。

全新统（Q_4）：湖积、冲积层，上部为灰黄色—浅灰粉质粘土、粉土，下部为细中砂，砂砾石层，并有粉质粘土、粉土夹层，松散，分选性差，具水平层理。

2.含水岩组的划分与隔水层特征

(1)含水岩组

根据地层岩性、含水介质及地下水类型，评价区可划分为第四系松散岩类孔隙承压含水岩组，可细分为 2 个含水层。

①中更新统孔隙含水层

主要岩性为灰色含淤泥质及粘土质砂砾石，有 2~3 层含水层。在垂直方向上，可分为上下两组；一般下组较粗，厚度较大，含盐量较低，上组颗粒较细，厚度较小。该含水层组顶板埋深 70~80m，埋藏深，富水性、透水性较差，补给条件较差。

②全新统孔隙含水层

覆盖于上更新统 Q_3 地层之上，岩性为粉砂、细砂、粗砂等。从北到南岩性由粗颗粒的砂砾卵石逐渐相变为细颗粒的细砂、粉砂，颗粒的分选性和磨圆度逐渐变好。含水层层数增加，由 2~5 层变为 3~8 层，单层厚度变薄。含水层厚度逐渐变薄，从北到南厚度 52~30~18m。由西向东含水层厚度也由厚变薄，含水层由 2~5 层变为 3~8 层等。含水层渗透系数也有一定的变化，区北部、西部 k=4.1~5.0m/d，南东部 k=1.5~2.2m/d。

(2)隔水层特征

评价区相对隔水层主要分为表层隔水层和层间隔水层。表层主要为第一含水

层浅层承压水的顶板，岩性主要为粉质粘土、粉土，为相对弱含水层，厚度一般4~12m，承压含水层顶板埋深较浅，且北部深，南部浅。各含水层间隔水层主要为粉砂夹粉土、粉土和粉质粘土等，下部隔水层厚度变化较大。

3.含水层富水性分区

富水性分区的原则，是按单井降深 5.0m 时出水量的大小、出水管内径 4 寸、含水层的厚度、含水介质的性质，并结合地下水流场形态确定的。在评价区范围，含水层的富水性由北向南逐渐变弱，水量减少，由丰富逐渐变为弱丰富。根据区域内各含水层的岩性特征，地下水类型和富水程度，调查区分布有松散岩类孔隙潜水和承压水，将其划分为富水性丰富区、富水性中等区、富水性较弱区 3 个区。但评价区仅存在松散岩类孔隙承压含水层，富水性分别为富水性中等区、富水性较弱区。

(1)富水区

主要分布在堡子湾以北的洪积扇中上部，面积近 30km^2。钻孔揭露的深度为第一含水层组，顶板埋深 0~20.0m，以上更新统顶部的淤泥质粉质粘土为底板，砂砾卵石含水层有 1~4 层，总厚 32.0~52.0m。含水介质颗粒粗大，分选性和磨圆度良好。含水层广泛出露地表，易于接受大气降水与侧向周边地下水的补给，含水介质颗粒粗，厚度大，透水性极强，单井降深 5.0m 时的出水量大于 3000m^3/d。

(2)中等富水区

主要分布于山前冲积扇中下部和黄河冲积平原交接地带，具体为中滩农场到盛源水厂至东黑柳子以北地段，含水层组为全新统第一含水岩组，以上更新统顶部的淤泥质粉质粘土或粉土为底板，含水层为全新统 Q_4 的中细砂和砂砾卵石层，厚 22.0~41.0m。岩性颗粒比极强富水区变细，分选性和磨圆度略变差。水量1000~3000m^3/d。

中等富水区地下水除接受大气降水补给外，还接受地下水侧向径流补给。含水层厚度大、分布广、透水性及富水性较强。

(3)较弱富水区

主要分布于三湖河古河道以南黄河冲积平原区，评价区地层以第四系全新湖积、冲积和冲洪积物为主。岩性为上部粉土、粉质粘土、粉砂夹粉土，为相对隔水层，弱含水层，厚度 4~12m。下部含水层为粉细砂、细砂夹粉土和砾砂等，含水层总厚度 30~50m。单井降深 5.0m 时的出水量为 100~1000m^3/d，下部各含水层

的相对隔水层为粉质粘土、粉土夹粉砂等，该区主要接受北西侧地下水的侧向补给，其次接受渠系地表水和大气降水的入渗补给。地下水位埋深较浅，在 3.6~5m，蒸发、向南部径流排泄是地下水消耗的主要方式。

4.地下水补给、径流、排泄条件

评价区地下水补给、径流、排泄主要受气候、地貌、水文地质条件和灌溉活动影响。

(1)地下水的补给

地下水的主要补给方式为大气降水入渗补给、渠道水渗漏补给以及农田灌溉水入渗补给。

①大气降水入渗补给

大气降水入渗补给主要是取决于入渗条件和降水量大小及其性质。

本区地处干旱半干旱地区，历年平均降水量 217.6mm，降水量年内分配不均匀，降水多集中于 6~9 月，占全年降水量的 85%以上，为大气降水入渗补给提供了一定的物质来源。区内地形平坦，地表岩性主要为粉质粘土、粉土，为弱透水层，渗透系数小，地下水位埋藏较浅，虽然降水入渗可直接补给地下水，但补给量小，同时，部分于饱气带中蒸发返回大气中。

②灌渠渗漏补给

本区属黄河灌区三湖河灌域，区内共有三条贯穿东西的主干渠：公济渠、东大渠、公益渠，区内渠道总长度达 60km。评价区内有公济渠和东大渠两条干渠。由于渠系设施较差，渠系基本为毛渠，干渠河化、渠系输配水量损失大，渠系水的利用系数仅有 0.459，部分黄河灌溉水入渗补给灌区浅部潜水。

③农田灌溉水入渗补给

本评价区农田灌溉水入渗补给主要为渠灌水入渗补给，而井灌主要为评价区北部二级阶地区。

区内多年平均引黄河水农田灌溉 $1098.18\times10^4m^3$，田间地表岩性主要为粉质粘土、粉砂、粉土，农业灌溉会有部分水入渗补给地下水。

(2)地下水的径流与排泄

评价区地形较平坦，总体北、西高，南东低，地下水自北向南、西向东径流，沿途在接受大气降水入渗补给渠道水渗漏补给以及农田灌溉水入渗补给的同时，部分地下水人工开采，部分地下水向南径流。黄河冲积平原地下水以垂向交替运

动为主，地下水主要排泄方式为人工开采和蒸发，少量地下水向南侧向径流排泄。

5.地下水动态变化规律

地下水埋深受地形起伏、河谷切割深度等因素的控制，由北向南水位埋深由十几米~3.5m，而在洼地和三湖河古河道一带，水位埋深一般小于 5m，由西向东地下水位埋深变化较小。

区内地下水动态变化受气象因素、地表水灌溉和地下水开采的综合影响，区内地下水位动表现出明显的季节性动态变化特征。

黄河冲积平原地下水受降水、春融、冻结、蒸发等多种气象因素和农田灌溉的影响，地下水动态变化特征为灌溉蒸发型，表现为明显的季节性动态变化。

多年变化规律：由于黄河冲积平原位于区域地下水排泄区，地下水位埋藏浅，年际变化不大，根据灌区多年动态观测，年平均水位埋深 1.8~3.5m，低水位期 2.5~4.0m，高水位期 1.5~2.8m。

年内变化规律：年水位变化一般有两个高峰，一个在融冻后的五月份，主要影响因素为融冻水和夏灌水，另一个在秋灌后十月份至十一月份，由秋浇水形成。每年的 12 月—次年的 3 月为低水位期，年水位变幅一般 1~2m，大者达 2~3m。

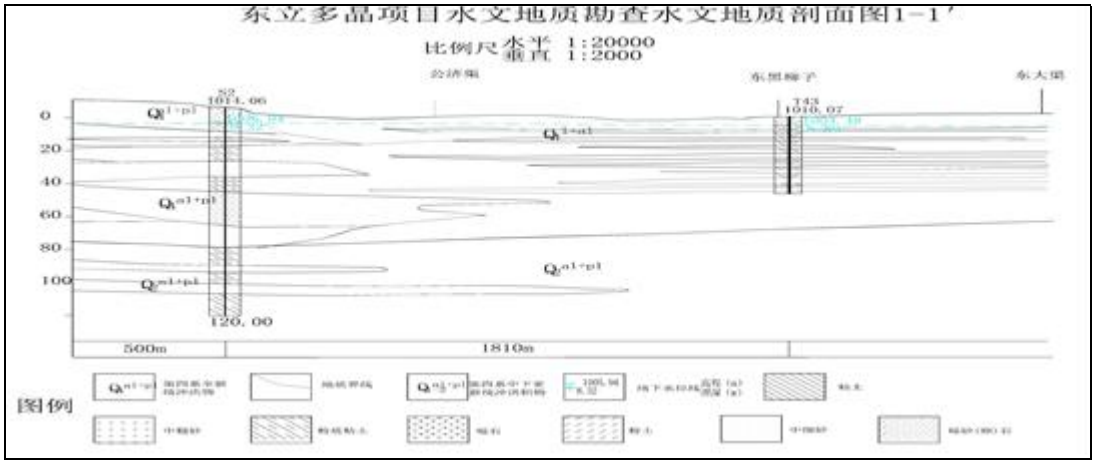


图 6.3-1　　评价区水文地质剖面图 1—1'

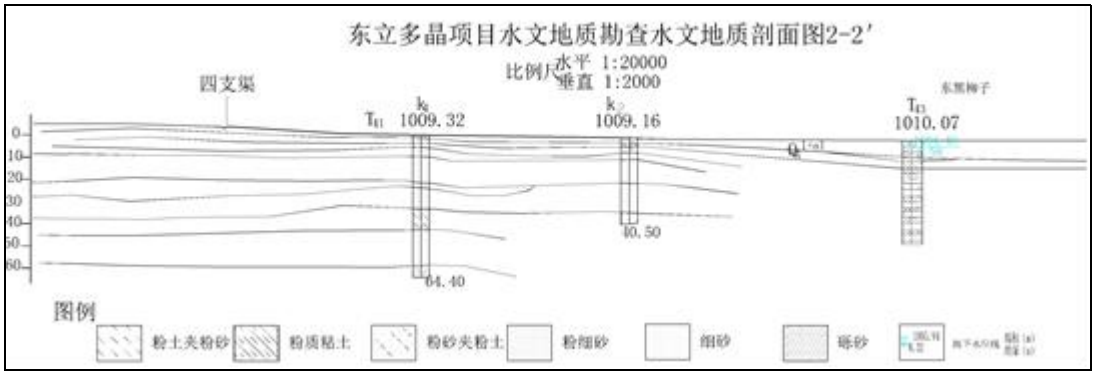


图 6.3-2　　评价区水文地质剖面图 2—2'

6.3.2.3 项目区水文地质条件

1.项目区地层岩性特征

厂址区地层为第四系全新统（Q_4）冲-洪积、湖冲积相地层，地面标高在1008.48~1009.89m 之间。根据工程地质钻探和本次水文地质钻探资料，在勘探深度范围内，区内土层可细分为 13 层，各层的基本特详见表 6.3-2，各地层的分布不同，有的全区有分布，有的土层仅部分地段有分布，第 13 层仅抽水试验孔揭露。

表 6.3-2　　土层结构及其特征表

地层编号	名称	年代成因	层顶埋深(m)	层厚(m)	颜色	状态	压缩性	岩性特征
1	粉土夹粉砂	Q_4^{al+pl}	0	1.1~3.6	黄褐	稍密	中	粉土，局部夹薄层粉砂，层厚 20~40cm，全区分布。
2	粉质粘土	Q_4^{al+pl}	1.1~3.6	1.3~4.9	褐黄	可塑	中	粉质粘土为主，局部夹薄层粉土，厚约 5~10cm，全区分布。
3	粉砂夹粉土	Q_4^{al+pl}	2.4~7.1	1.1~3.7	黄褐	松散	中偏低	粉砂含薄层粉土，场地局部缺失。
4	粉质粘土夹粉土	Q_4^{al+pl}	6.2~10.10	0.8~2.0	深灰	可塑	中	粉质粘土，夹薄层粉土，层厚约 10~20cm，仅局部分布。
5	粉细砂	Q_4^{al+pl}	4.6~10.1	1.3~6.3	黑褐	稍密	低	局部夹少量薄层粉土，全区分布。
6	细砂	Q_4^{al+pl}	7.3~12.7	6.9~13.0	黑褐	中密	低	局部夹薄层粉土，该层分布于全区。
7	粉土夹粉砂	Q_4^{al+pl}	17.9~22.0	2.1~5.3	灰褐	稍密	中	粉土含薄层粉砂，层厚 20~40cm。该层分布于全区。
8	细砂	Q_4^{al+pl}	21.8~26.1	5.6~15.8	黑褐	中密	低	分布于全区。
9	粉质粘土	Q_4^{al+pl}	31.3~36.4	1.0~3.4	灰褐	硬塑	中	粉质粘土，局部夹薄层状粉土，层厚约 5~10cm，该层在场地局部缺失。
10	粉土夹粉砂	Q_4^{al+pl}	29.5~34.7	3.6~14.8	灰褐	稍密	中	粉土，局部夹薄层粉砂，该层在场地局部缺失。
11	细砂	Q_4^{al+pl}	36.2~49.1	1.1~19.4	黑褐	中密	低	以细砂为主，夹少量粉砂。
12	砾砂	Q_4^{al+pl}	53.9~64.4	1.5~10.5	灰黑	中密	低	以砾砂为主，夹薄层细砂，该层在场地局部分布。

13	细砂	Q_4^{al+pl}	86.2~99.1	10.7~29.6	黑褐	中密	低	仅 1 孔揭露。

2.含水岩组及其基本特征

根据钻探资料以及地质剖面图，场地土层深度在 100m 以内的主要含水岩组为第四系松散岩类孔隙承压水含水岩组，可分为 3 层，为第四纪（Q_4）黄河冲-洪、湖-冲积相成因，具体特征如下：

（1）第一含水层：本厂址区的第 5、6 层土层，岩性为粉细砂、细砂，局部夹薄层粉土，颗粒较细，含水层顶板埋深 4.6~10.1m，厚度 6.9~13.3m，分布于全场区。渗透性较差，富水性较差。

（2）第二含水层：本场地地层的第 8 层，颗粒成份以细砂为主，夹少量粉砂，含水层顶板埋深 21.8~26.1m，厚度约 5.6~15.8m，分布于全场区。

（3）第三含水层：本场地地层的第 11 层，颗粒成份以细砂为主，夹少量粉砂。中密状，成份主要为云母、石英、长石、燧石等，包含白螺壳。含水层顶板埋深 36.2~49.1m，含水层厚度约 1.1~19.4m，该层在场地局部缺失，富水性较好。

（4）第四含水层：为本场地的第 12 层，以砾砂为主，夹薄层细砂，局部为粉细砂。中密状，分布不均，砾径为 10~60mm，分选性差，园状-次园状。成份主要为石英砂岩、石英岩、燧石等坚硬质岩类。含水层顶板埋深 59.3~64.4m，厚度约 1.5~10.5m，透水性好，富水性较好。该层在场地局部缺失。

（5）第五含水层：本场地的第 13 层土体，细砂，中密状，分选性差，成份主要为石英砂岩、石英岩、燧石等。该层埋深较大，顶板埋深 86.2~99.1m，厚度约 10.7~29.6m，厚度相对较大，本次勘察未揭穿该含水层，富水性较好。

厂址区含水层的渗透性一般，试验所得的综合含水层的渗透系数 1.8~2.2m/d。

3.非含水岩组的水文地质特征

场区的非含水层主要为场区土层的第 1、2、7、9 层的粉土、粉质粘土等，属相对隔水层。

（1）第 1 层中的粉土夹粉砂厚度 1.1~3.6m，第 2 层的粉质粘土，埋深 1.3~3.6m，厚度 1.3~4.9m，透水性差，全场区都有分布，为相对隔水层。据内蒙古国土资源勘查开发院进行室内试验和本次现场渗水试验的结果统计分析，在场地的北部第 1 层素填土中的粉质粘土垂直向渗透系数为 9.22×10^{-6}~4.29×10^{-5}cm/s，水平向渗透系数为 1.39×10^{-5}~3.79×10^{-5}cm/s；第 2 层粉质粘土，垂直向渗透系数为 8.97×10^{-6}~1.82×10^{-5}cm/s，水平向渗透系数为 2.25×10^{-5}~2.89×10^{-5}cm/s，为相对隔水

层，对地下含水层具有较好的保护性能。

（2）第4层在场地中局部出现，埋深6.2~10.1m，厚度0.8~2.0m，厚度不均一，变化较大。该相对隔水层水量较贫乏，透水性差。

（3）第7层为粉土夹粉砂，参照本次野外渗水试验成果，该层粉土的垂直向渗透系数为6.8×10^{-5}~9.3×10^{-5}cm/s，具有较好的隔水性，为相对弱透水层，相邻含水层仅能通过该层进行越流补给，该层在场区全部有分布。

（4）第3层土为粉砂夹粉土，埋深2.4~4.7m，厚度1.1~3.7m，透水性弱，不属于含水层，分布不均匀，局部缺失该层。

（5）第9层为粉质粘土，隔水层相对较好，该层在场大部分地段有分布，仅局部缺失。

4.地下水补给、径流和排泄

场地区处于黄河冲积平原后缘与山前洪积扇过渡地段，含水层结构较复杂，地下水类型主要为松散岩类孔隙水，为浅层承压水。

本场地地下水主要分布在第5、6、8、11~13层砂性土层。承压含水层的隔水顶板自北向南渐深，由西向东，顶板埋深增大，深度4~10m左右，含水层岩性以粉细砂和细砂为主，局部夹有砂砾，水质淡，矿化度较低。

地下水主要接受部侧向径流、降水入渗补给。地下水位埋深3.6~4.40m，北、西浅，南、东深，地下水由北向南、由西向东径流，但水力坡度小，水力坡度I=0.000144~0.000969，径流缓慢。地下水排泄主要为向南东方向的径流和蒸发。

5.地下水动态变化

由于本次工作虽然布置了地下水长期动态观测孔，但因工作周期较短未进行连续的地下水长期动态监测工作，仅利用前人在该地区开展水文地质工作时进行的监测资料，场地区有1个孔（CG20）为当时的长观孔，进行了近两年的监测工作，基本能反映其动态特征。地下水变化受大气降水、灌溉的影响，与其有较好的相关性。7~9月为降水量较大的时间段，灌溉时间分为夏灌和秋灌，夏灌5月份开始，秋灌为10~11月的中旬（10~15日）。一般每年的12~3月份为最低水位时间，高水位一般为9~10月份，地下水位变幅1~2m。

6.水文地质参数

水文地质参数是计算地下水侧向补给量和侧向排泄量的主要基础参数，本次

水文地质参数实测与资料相结合获取。

（1）渗透系数（K）和影响半径（R）

为获取场地地下水含水层的渗透系数和影响半径，结合收集的水文地质资料评价主要类型的地下水富水性、涌水量与水位下降关系、上下层水力联系，为地下水富水性分区、渗透系数分区提供基础资料。针对场地情况在拟建场地内及场区北部（上游）2710m 处各施工抽水井 1 口(其编号为：C1 和 C2)，其成井深度分别为 83.0m 和 78.0m。水位观测井各 1 口（其编号为：G1 和 G2），水位观测井其成井深度分别为 45.0m 和 42.0m，观测井与抽水井井间距分别为 51.87m 和 49.85m。

本次抽水试验采用稳定流三次降深的抽水方式，抽水试验及水位恢复试验数据准确，为求取该场地承压水含水层的水文地质参数提供了可靠的资料。

抽水试验井均位于黄河冲积平原后缘，地势平坦且较开阔，井口高程分别为 1009.19m 和 1005.21m。含水层为第四系粉细砂、细砂和砾砂层，为承压水。根据地质钻探资料，含水层厚度大于 80m（按 100m 计算）。抽水实验成果见表 6.3-3。

表 6.3-3　抽水试验成果总表

项目 / 井号	降深（m）			涌水量（m^3/d）			渗透系数 k（m/d）				影响半径 R（m）		
	S1	S2	S3	Q1	Q2	Q3	K1	K2	K3	Kcp	R1	R2	R3
抽水 C1	3.21	6.23	13.35	624	1080	1560	2.2	1.9	1.9	1.8	77.3	77.2	75.4
观测井 G1	0.22	0.42	0.82										
抽水 C2	3.02	6.15	12.26	720	1200	1680	2.9	2.3	1.6	2.2	73.0	72.2	102.0
观测井 G2	0.20	0.39	1.38										

根据抽水试验成果，场地区北部含水层的渗透系数为 2.2m/d，影响半径（R）77m；南部含层渗透系数为 1.8m/d，影响半径为 100m。

（2）降水入渗系数

降水入渗系数的确定，是根据计算区地形地貌、包气带岩性及地下水位埋深情况，主要参照与本区条件基本相同的工业园区水源地论证试验区研究成果及相关研究资料，并参考附近地区及其它研究成果综合确定。场地绝大部分地段草地的入渗系数为 0.1205，未利用土地的渗透系数为 0.1040，仅东北角一小部分为草地入渗系数 0.1177，未利用地入渗系数 0.1014。

6.3.2.4 地下水环境影响预测与评价

6.3.2.4.1 地下水流数值模型

地下水数值模型是地下水资源评价和预测地下水系统状态及其变化趋势的有效工具。本章在水文地质条件概化的基础上，运用地下水流模型软件

VisualMODFLOW4.2 建立地下水流数值模拟模型，并通过流场和水位过程线的拟合，对模型进行识别和验证，完成模型识别和地下水系统均衡分析。VisualModflow 是基于美国地质调查局的地下水流有限差分计算程序 MODFLOW，由加拿大滑铁卢大学水资源研究所开发的地下水模拟软件。VisualModflow 继承了地下水流计算程序 MODFLOW 的优点，具有模块化特点，处理不同的边界和源汇项都有专门独立的模块，便于整理输入数据和修改调试模型。作为一款可视化水流模拟软件，它的界面十分友好，条理清晰，菜单与模块化的程序相对应，更为可取的是它提供了比较好的模型数据前处理和后处理的接口，原始数据不用过多处理就可以从软件界面输入，模型计算完成后可以可视化显示流场、水位过程线以及降深等，并且可以输出图形和数据。另一方面，VisualModflow 包含与 MODFLOW 地下水流模拟配套的地下水溶质运移模块 MT3DMS，便于下一步建立本项目溶质运移模型。

1.水文地质概念模型

水文地质概念模型是把含水层实际的边界性质、内部地层结构、渗透性能、水力特征和补给排泄等条件概化为便于进行数学与物理模拟的基本模式。建立评价区水文地质概念模型是进行预测评价的第一步。

（1）含水层概化

根据评价区水文地质条件，评价区含水层为第四系松散岩类孔隙水含水层，根据不同地质时代沉积环境、岩性特征、埋藏条件，自上而下划分为 2 个含水层，上部为全系统孔隙含水层，下部为中更新统孔隙含水层。全新统孔隙含水层与中更新统孔隙含水层之间为相对稳定的弱透水层，其岩性主要为粉质粘土、粉土，为相对弱含水层，厚度一般 4~12m，故全新统孔隙含水层与下伏中更新统孔隙含水层之间的水力联系较差。考虑到上部含水层埋深最浅，渗透性能较大，属于最可能受地表污染的敏感对象，同时与下伏含水层水力联系较差，因此本次工作将全新统孔隙含水层作为模拟预测对象。

（2）边界条件概化

由于评价范围不是一个完整的水文地质单元，模型边界为人为划定边界，主要根据地下水流场特征及模型预测需要进行划定。模拟区北边界和东南边界平行于地下水等水位线，按一类边界处理；模拟区西南边界和东边界垂直于地下水等

水位线，按隔水边界处理，见图 6.3-3。

在垂向上，含水层自由水面为系统的上边界，通过该边界，含水层系统与外发生垂向交换，如大气降水入渗补给；以全系统孔隙含水层底板作为模型的下边界。

（3）地下水流态

根据评价区地下水流动特征，评价区地下水流三维流特征明显，地下水流场相对稳定，本次工作将地下水流模型概化为三维稳定流数值模型。

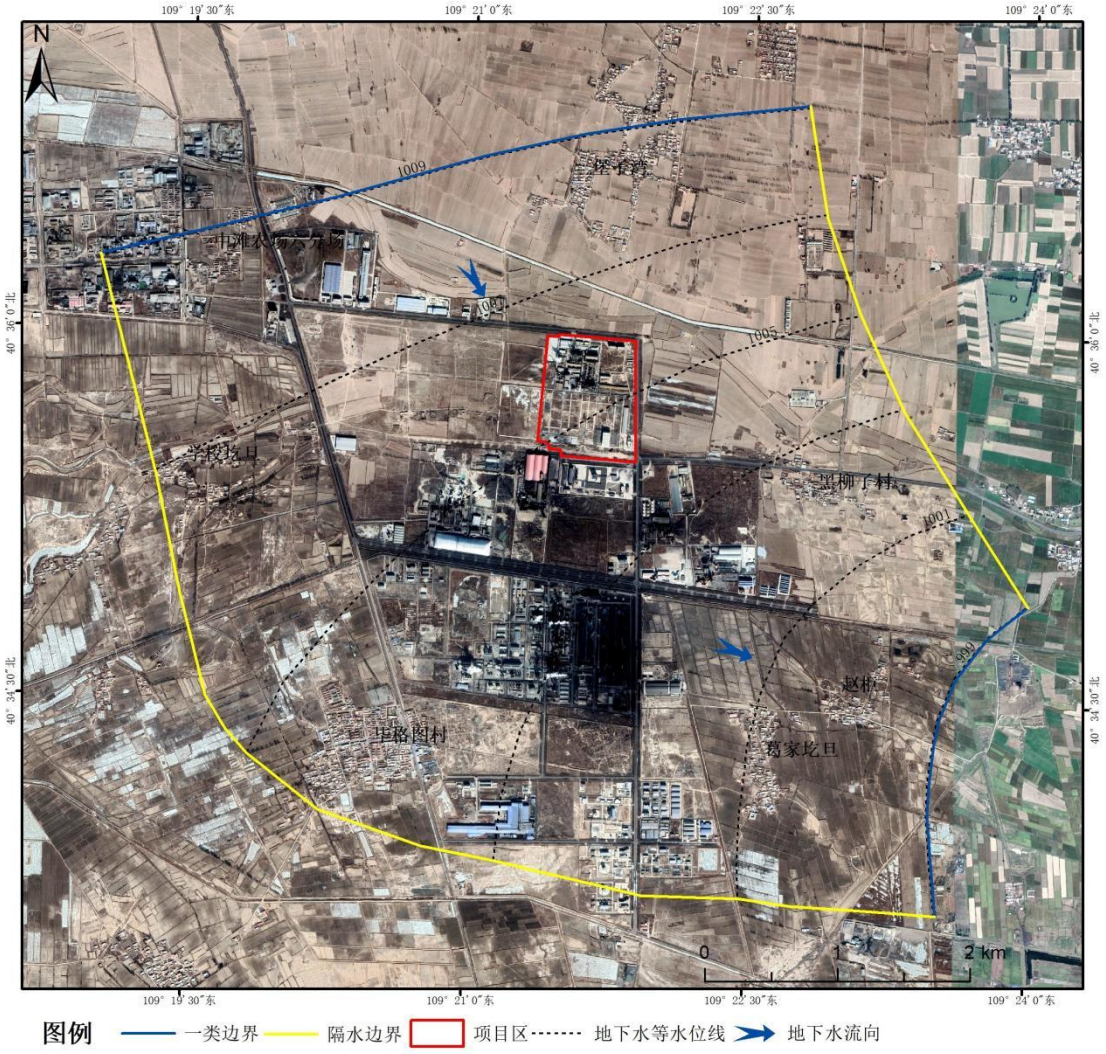


图 6.3-3　　模拟区边界条件示意图

2.数学模型

本次工作将地下水流模型概化为三维稳定流数值模型，可用如下微分方程的定解问题来描述：

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\left(k_{xx}(h-z)\dfrac{\partial h}{\partial x}\right)+\dfrac{\partial}{\partial y}\left(k_{yy}(h-z)\dfrac{\partial h}{\partial y}\right)+\dfrac{\partial}{\partial z}\left(k_{zz}(h-z)\dfrac{\partial h}{\partial z}\right)+W=0\ (x,y,z)\in\Omega \\ h(x,y,z)_{t=0}=h_0(x,y,z)\cdots\cdots(x,y,z)\in\Omega \\ h(x,y,z)\,|_{\Gamma 1}=h(x,y,z)\cdots\cdots(x,y,z)\in\Gamma_1 \\ K_n\dfrac{\partial H}{\partial n}\,|\,_{\Gamma 2}=q(x,y,z)\cdots\cdots(x,y,z)\in\Gamma_2 \end{cases}$$

式中，

Ω为渗流区域；

h 为地下水水位标高（m）；

z 为含水层底板标高；

Kxx，Kyy，Kzz 分别为 x，y，z 方向的渗透系数（m/d）；

W 为含水层的源汇项；

Γ_1 为渗流区域的第一类边界；

Γ_2 为渗流区域的第二类边界；

q（x,y,z）为第二类边界单位面积流量函数。

3.网格剖分

模拟区面积约为 29.9km^2，网格剖分在水平方向上用正交网格剖分法，将模型剖分成个大小为 50m×50m 的单元格，为提高模拟精度，在重点模拟区域进行了进一步细化剖分，见图 6.3-4。

图 6.3-4　　模拟区网格剖分示意图

4.模型参数的确定

模型中参数的确定主要依据评价区内水文地质钻孔信息，确定了含水层岩性为第四系松散岩类孔隙含水层，参考《地下水污染预测模拟预测评估工作指南》中相关经验值参数，确定了本次模拟含水层参数值。参数分区情况见 6.3-4。

表 6.3-4　　模型水文地质参数一览表

含水层	K（m/d）	给水度（无量纲）
全系统孔隙含水层	2.2	0.15

5.源汇项处理

（1）大气降水入渗补给量

降水入渗补给量是指大气降水渗入到土壤并在重力作用下渗透补给地下水的水量。年降水入渗补给量的计算公式为：

$Pr=P\cdot a\cdot F$

式中：

Pr—年降水入渗补给量；

P—年降水量；

a—年降水入渗补给系数；

F—计算区面积。

（2）侧向补给

侧向补给量用达西公式计算，公式如下：

Q=K×D×M×I

式中：Q—侧向补给量（m^3/d）；

K—渗透系数（m/d）；

D—剖面宽度（m）；

M—含水层厚度（m）；

I—垂直于剖面的水力坡度。

（3）灌溉回归入渗

灌溉入渗补给系数β（包括渠灌田间入渗补给系数β渠和井灌回归系数β井），是指田间灌溉水入渗补给地下水的水量 hr 与灌溉水深 h 灌的比值。

（4）人工开采量

人工开采量为野外实地调查的评价区开采量。将调查的开采量以区的形式直接赋予模型中的“recharge”模块。

（5）侧向排泄量

侧向排泄量用达西公式计算，公式如下：

Q=K×D×M×I

式中：Q—侧向排泄量（m^3/d）；

K—渗透系数（m/d）；D—剖面宽度（m）；

M—含水层厚度（m）；

I—垂直于剖面的水力坡度。

6.模型的识别及验证

模型的识别与验证过程是整个模拟中极为重要的一步工作，通常要在反复修改参数和调整某些源汇项输入的基础上，才能达到较为理想的拟合结果。此模型的识别与检验过程采用的方法称为试估—校正法，属于反求参数的间接方法之一。

稳定流模型识别和验证主要遵循以下原则：

（1）模拟的地下水流场要与实际地下水流场基本一致，即要求地下水模拟等值线与实测地下水位等值线形状相似；

（2）识别的水文地质参数要符合实际水文地质条件。

模型地下水流场拟合图见图 6.3-6，经识别后实测流场（虚线）和模拟流场（实线）拟合较好。通过上述拟合分析，可以看到本次模拟建立的地下水模型基本符合研究区水文地质条件，基本反映了地下水系统的流场特征，故利用该模型对评价区地下水环境影响进行预测评价是合理可信的。

图 6.3-5　　模型流场拟合图

6.3.2.4.2 地下水溶质运移模型

1.预测原则

本次地下水污染预测评价遵循如下原则：

（1）选择《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中有标准的污染因子进行预测，地下水质量标准中没有的因子参照《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）。

（2）由于污染物在地下水中的运移非常复杂，影响因素除对流、弥散作用以外，还存在物理、化学、微生物等作用，这些作用常常会使污染浓度衰减。目前国际上对这些作用参数的准确获取还存在着困难，因此，从最不利角度考虑，预测时只考虑污染物在地下水中的对流和弥散作用，不考虑吸附、生物降解、挥发、沉淀等其他的物理化学和生物化学作用；选择预测因子时，将各项因子采用标准指数法进行排序，取所有因子中的标准指数最大的因子作为预测因子，选择标准指数最大的因子进行预测，其结果能代表同等泄漏强度下所有污染因子在地下水中迁移和污染的最大范围；

（3）为了考虑最不利状况，模型预测时将不考虑包气带对污染物的截留作用，假设污染物可以直接通过包气带进入地下水体，最大限度地考虑污染物对评价区水体的影响。

2.数学模型

地下水中溶质运移的数学模型可表示为：

$$D_{ij} = \alpha_{ijmn} \frac{V_m V_n}{|V|}$$

$$n_e \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i}(nD_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j}) - \frac{\partial}{\partial x_i}(nCV_i) \pm C^{'}W$$

其中：αijmn—含水层的弥散度；

Vm，Vn—分别为 m 和 n 方向上的速度分量；

｜v｜—速度模；

C —模拟污染质的浓度（mg/L）；

ne —有效孔隙度；

C′—模拟污染质的源汇浓度（mg/L）；

W —源汇单位面积上的通量；

Vi —渗流速度（m/d）；

C′ —源汇的污染质浓度（mg/L）。

联合求解水流方程和溶质运移方程就可得到污染质的空间分布。

6.3.2.4.3 地下水污染影响预测

1、地下水污染风险识别和预测情景设定

（1）正常状况下厂区地下水影响分析

根据工程分析，正常工况下，本项目主要污废水和固废经收集后均进行了妥善处理，同时生产区均按照《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T50934-2013)进行了分区防渗，并设计有初期雨水、事故废水收集系统。正常工况下场区发生污水泄漏进入含水层的可能性较小，根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）9.4.2 条的规定，本项目可不进行正常状况情景下预测。

（2）非正常状况下厂区地下水影响分析

非正常状况指建设项目的工艺设备或地下水环境保护措施因系统老化、腐蚀等原因不能正常运行或保护效果达不到设计要求时的运行状况，包括建设项目生产运行阶段的开车、停车、检修等阶段产生的污染物泄漏，以及各装置区、罐区等发生污染物“跑、冒、滴、漏”等。考虑到本项目生产工艺特性，产生和接触污染物的区域特性，在设计可能出现的地下水污染情景时，重点考虑发生污染物泄漏可能性相对较大、特征污染因子超标倍数相对较高的区域进行地下水污染预测。

本项目生产废水主要包括脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水全部排入中水处理系统。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T19923-2005)标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。

非正常状况主要考虑生产水池发生废水泄漏对地下水环境的影响。

2、非正常状况污染源强设定

泄漏源强类型：间断性源强

泄漏时间：非正常状况废水泄漏时间按10h计算

泄漏量：生产废水产生量约为272.6 m^3/h，非正常状况下泄漏量按产生量的10%计算，即27.26m^3/h。

预测因子：生产废水中主要污染因子包括COD、氯化物、SS、溶解性总固体、氨氮、氟化物等。依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)中情景设定相关要求，应对每一类别中的各项因子采用标准指数法进行排序，分别取

标准指数最大的因子作为预测因子。通过污染因子标准指数法对比，选取COD、氟化物作为预测因子，见下表。

表6.3-5　　污染因子标准指数对比结果

污染因子	COD	氯化物	溶解性总固体	氨氮	氟化物
浓度（mg/L）	350	30	1500	35	80
标准值（mg/L）	3.0	250	1000	0.50	1.0
标准指数	116.7	0.12	1.5	70	80

3、预测结果

本次模拟预测根据污染风险分析的情景设计，主要针对非正常状况的情景进行预测，在选定优先控制污染物的基础上，进一步分析污染物影响范围和对地下水敏感目标的影响情况。

（1）COD预测结果

非正常状况COD运移预测结果见图6.3-6~6.3-8及表6.3-6。预测结果表明，1000d内污染物最大影响范围为47977m^2，最大影响距离203m，污染物不会影响到周围地下水敏感目标。

表6.3-6　　非正常状况COD预测结果

预测时间	污染物影响范围（m^2）	污染物影响距离（m）	是否影响到敏感目标
100d	16926	101	否
500d	35837	154	否
1000d	47977	203	否

图 6.3-6　　非正常状况 COD 100d 预测结果

图 6.3-7　　非正常状况 COD 500d 预测结果

图 6.3-8　　非正常状况 COD 1000d 预测结果

（2）氟化物预测结果

非正常状况氟化物运移预测结果见图6.3-9~6.3-11及表6.3-7。预测结果表明，1000d内污染物最大影响范围为71925m^2，最大影响距离238m，污染物不会影响到周围地下水敏感目标。

表6.3-7　　非正常状况氟化物预测结果

预测时间	污染物影响范围（m^2）	污染物影响距离（m）	是否影响到敏感目标

100d	23704	119	否
500d	46599	179	否
1000d	71925	238	否

图 6.3-9　　非正常状况氟化物 100d 预测结果

图 6.3-10　　非正常状况氟化物 500d 预测结果

图 6.3-11　　非正常状况氟化物 1000d 预测结果

4、地下水影响预测评价结论

本次预测主要针对非正常状况生产废水发生泄漏进行影响预测，选取 COD、氟化物作为预测因子。在项目采取报告中提出的防渗、监控等地下水环境保护措施后，本项目对地下水环境的影响程度较小，在强化管理、切实落实各项环保措施，确保全部污染物达标排放的前提下，本项目建设从地下水环境保护角度而言是可行的。

6.4 噪声影响预测与评价

本工程声环境影响评价是在现场踏勘、了解周围环境状况、搜集并详细分析工程资料的基础上进行的，力求科学、实际。

6.4.1 主要噪声源声学参数

本项目噪声主要来源于生产车间的干燥机、输送泵、加热器、回流泵、循环泵、压缩机、底盘水泵、切割机、引风机、空冷器等所产生的机械噪声和空气动力性噪声等，根据类比资料，其噪声强度在75～80dB(A)的范围内。针对不同噪声源采用隔声、减震、合理布局等治理措施后，声源在60dB(A)-65dB(A)。

本项目主要噪声源为各类压缩机以及各类泵体产生的噪声，工程设计对压缩机、泵类等振动较大的设备安装基础减振，并进行合理布置；室外声源采用混凝土支座，与地面间安装阻尼弹簧减振器，管路中安装橡胶软接头。项目主要噪声源及其声学参数见表 6.4-1。

表 6.4-1　本项目主要噪声源强调查清单（室内声源）一览表

序号	建筑物名称	声源名称	型号	声功率级/dB(A	声源控制措施	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
						X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	三氯氢硅合成	干燥机	/	75	厂房隔声,基础降噪	95.6	295.32	1	14.65	66.06	昼夜	20	40.06	1
2		合成炉	/	80	厂房隔声,基础降噪	111.46	294.15	1	30.55	71.05	昼夜	20	45.05	1
3		输送泵	/	75	厂房隔声,基础降噪	94.42	283.57	1	14.43	66.06	昼夜	20	40.06	1
4		压缩机组	/	80	厂房隔声,基础降噪	107.94	281.22	1	28.10	71.05	昼夜	20	45.05	1
5	三氯氢硅还原	还原炉	/	75	厂房隔声,基础降噪	613.51	298.37	1	7.96	60.48	昼夜	20	34.48	1
6		蒸汽凝液泵	/	80	厂房隔声,基础降噪	627.42	295.19	1	22.09	65.34	昼夜	20	39.34	1
7		钟罩水泵	/	80	厂房隔声,基础降噪	613.12	270.32	1	9.97	65.42	昼夜	20	39.42	1
8		底盘水泵		80	厂房隔声,基础降噪	629.56	269.08	1	26.46	65.34	昼夜	20	39.34	1
9		电极水泵	/	80	厂房隔声,基础降噪	617.47	237.99	1	17.07	65.36	昼夜	20	39.36	1
10	还原尾气回收	炭塔热水输送泵	/	75	厂房隔声,基础降噪	575.2	374.15	1	8.28	63.75	昼夜	20	37.75	1
11		炭塔冷水输送泵	/	75	厂房隔声,基础降噪	591.36	372.28	1	24.52	63.69	昼夜	20	37.69	1
12		还原尾气冷凝液输送泵	/	75	厂房隔声,基础降噪	605.04	370.42	1	38.29	63.68	昼夜	20	37.68	1
13		吸收贫液输送泵	/	75	厂房隔声,基础降噪	615.61	368.55	1	48.95	63.68	昼夜	20	37.68	1
14		解析塔塔釜采出泵	/	75	厂房隔声,基础降噪	626.8	367.31	1	60.19	63.68	昼夜	20	37.68	1
15		解析塔顶回流泵	/	80	厂房隔声,基础降噪	637.37	367.31	1	70.74	68.68	昼夜	20	42.68	1
16		汽提塔回流泵	/	80	厂房隔声,基础降噪	582.66	364.2	1	16.30	68.70	昼夜	20	42.70	1
17		循环氢气压缩机组	/	75	厂房隔声,基础降噪	603.8	413.32	1	39.54	62.31	昼夜	20	36.31	1
18	精馏工艺	粗馏 1 级塔空冷器（风机）	/	80	厂房隔声,基础降噪	148.07	117.96	1	11.84	61.68	昼夜	20	35.68	1

19		精馏 1 级塔空冷器（风机）	/	80	厂房隔声,基础降噪	162.85	117.04	1	26.64	61.54	昼夜	20	35.54	1
20		还原 2 级塔空冷器（风机）	/	75	厂房隔声,基础降噪	176.69	125.35	1	39.62	56.52	昼夜	20	30.52	1
21		高低沸回收 1 级塔空冷器（风机）	/	75	厂房隔声,基础降噪	192.39	125.35	1	55.25	56.51	昼夜	20	30.51	1
22		高低沸回收 2 级塔空冷器（风机）	/	75	厂房隔声,基础降噪	204.39	125.35	1	67.19	56.51	昼夜	20	30.51	1
23		氢化反歧化分离塔空冷器	/	75	厂房隔声,基础降噪	219.16	124.42	1	81.98	56.51	昼夜	20	30.51	1
24		粗馏 1 级塔空冷器（水泵）	/	75	厂房隔声,基础降噪	239.47	123.5	1	102.29	56.51	昼夜	20	30.51	1
25		精馏 1 级塔空冷器（水泵）	/	75	厂房隔声,基础降噪	257.94	120.73	1	120.94	56.51	昼夜	20	30.51	1
26		还原 2 级塔空冷器(水泵）	/	80	厂房隔声,基础降噪	276.4	118.89	1	139.49	61.51	昼夜	20	35.51	1
27		高低沸回收 1 级塔空冷器(水泵）	/	80	厂房隔声,基础降噪	293.02	114.27	1	156.48	61.51	昼夜	20	35.51	1
28		高低沸回收 2 级塔空冷器(水泵）	/	80	厂房隔声,基础降噪	294.87	98.57	1	159.83	61.51	昼夜	20	35.51	1
29	四氯化硅冷氢化	洗涤塔	/	75	厂房隔声,基础降噪	162.85	225.06	1	12.15	61.66	昼夜	20	35.66	1
30		氢气加热器	/	75	厂房隔声,基础降噪	174.85	222.29	1	24.38	61.62	昼夜	20	35.62	1
31		1-3#二级冷凝器	/	75	厂房隔声,基础降噪	160.08	207.52	1	11.30	61.67	昼夜	20	35.67	1
32		一级冷却器	/	70	厂房隔声,基础降噪	172.08	204.75	1	23.53	56.63	昼夜	20	30.63	1
33		中间热交换器	/	75	厂房隔声,基础降噪	155.46	191.82	1	8.42	61.72	昼夜	20	35.72	1
34		终端冷凝器	/	75	厂房隔声,基础降噪	170.23	189.97	1	23.30	61.63	昼夜	20	35.63	1
35		四氯化硅预热器	/	75	厂房隔声,基础降噪	214.55	207.52	1	9.86	62.16	昼夜	20	36.16	1
36		混合器加热器	/	75	厂房隔声,基础降噪	215.47	191.82	1	12.64	62.14	昼夜	20	36.14	1
37		热水换热器	/	75	厂房隔声,基础降噪	226.55	200.13	1	22.65	62.11	昼夜	20	36.11	1

38	整理车间	卧式切割机	/	75	厂房隔声,基础降噪	490.6	154.89	1	12.59	59.41	昼夜	20	33.41	1
39		立式切割机	/	75	厂房隔声,基础降噪	509.06	158.58	1	30.54	59.35	昼夜	20	33.35	1
40		磨锥机	/	75	厂房隔声,基础降噪	496.14	129.04	1	20.91	59.36	昼夜	20	33.36	1
41	渣浆处理	淋洗塔循环泵	/	75	厂房隔声,基础降噪	293.96	310.19	1	24.20	61.74	昼夜	20	35.74	1
42		含氮尾气压缩机	/	75	厂房隔声,基础降噪	314.16	306.41	1	44.67	61.73	昼夜	20	35.73	1
43		清液蒸馏凝液泵	/	75	厂房隔声,基础降噪	305.32	320.29	1	34.57	61.73	昼夜	20	35.73	1
44	锅炉房	引风机	/	75	厂房隔声,基础降噪	636.05	519.74	1	14.55	69.78	昼夜	20	43.78	1
注：以厂界左下角为（0，0）点														

表 6.4-2　本项目主要噪声源强调查清单（室外声源）一览表

序号	声源名称	型号	空间相对位置/m			声功率级/dB(A	声源控制措施	运行时段
			X	Y	Z			
1	1#开塔循环水水泵	/	378.54	165.03	1	70	基础降噪	昼夜
2	2#开塔循环水水泵	/	377.28	135.99	1	70	基础降噪	昼夜
3	1#开式凉水塔风机	/	392.42	262.23	1	70	基础降噪	昼夜
4	2#开式凉水塔风机	/	389.9	242.03	1	70	基础降噪	昼夜

6.4.2 预测方案

预测内容：拟建项目对厂界噪声影响贡献值，包括昼间和夜间厂界噪声影响值预测及评价。

预测范围：厂界。

预测因子：等效连续 A 声级（贡献值）。

6.4.3 预测条件假设

（1）所有产噪设备均在正常工况条件下运行；

（2）各噪声源考虑声源所在厂房围护结构处的声屏蔽作用；

（3）考虑声源至预测点的距离衰减，忽略空气吸收，雨、温度等对噪声衰减的影响。

表 6.4-3　本项目噪声预测基础环境气象资料

序号	项目	数值
1	年平均温度	8.1℃
2	年平均湿度	51.6%
3	年平均气压	89830Pa
4	预测高度	1.2m
5	预测步长	5m

6.4.4 预测模式与方法

根据项目噪声源分布及源强参数，采用模式计算，预测厂界的噪声级。预测模式采用《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ2.4-2021)所推荐的模式进行预测计算。在进行声环境影响预测时，一般采用声源的倍频带声功率级、A 声功率级或靠近声源某一位置的倍频带声压级、A 声级来预测计算距声源不同距离的声级，分别计算室外和室内两种工业源。

（1）室内声源等效室外声源声功率级计算方法

如图 6.4-1 所示，声源位于室内，室内声源可采用等效室外声源声功率级法进行计算。设靠近开口处（或窗外）室内、室外某倍频带的声压级分别为 Lp1 和 Lp2。若声源所在室内声场为近似扩散声场，则室外的倍频带声压级可按下式计算某一室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级。

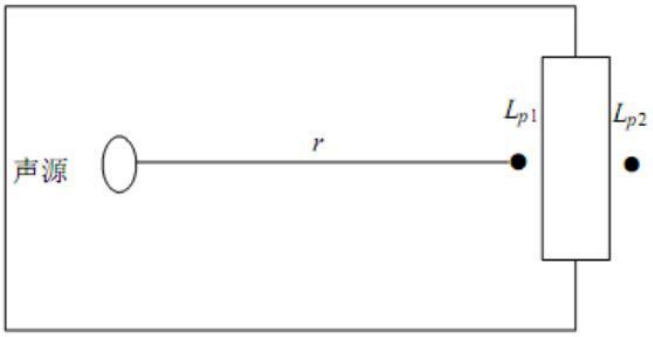


图 6.4-1　室内声源等效为室外声源图例

$$L_{p1} = L_w + 10\lg(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R})$$

式中：Q-指向性因数；对无指向性声源，当声源放在房间中心时，Q=1；当放在一面墙的中心时，Q=2；当放在两面墙夹角处时，Q=4；当放在三面墙夹角处时，Q=8。

R-房间常数；R=Sα/(1−α)，S 为房间内表面面积，m^2；α为平均吸声系数。

r-声源到靠近围护结构某点处的距离，m。

然后计算出所有室内声源在围护结构处产生的 i 倍频带声压级：

$$L_{p1i}(T) = 10\ \lg[\sum_{i=1}^{N} 10^{0.1L_{p1ij}}]$$

Lpli（T）-靠近围护结构处室内 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级，dB；

Lplij-室内 j 声源 i 倍频带的声压级，dB；

N-室内声源总数；

在室内近似为扩散声场时，按下式计算靠近室外围护结构处的声压级：

$$L_{p2i}(T) = L_{p1i}(T) - (TL_i + 6)$$

L_{p2i}（T）-靠近围护结构处室外 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级，dB；

TL_i-围护结构 i 倍频带的厂房隔声量，dB；

然后将室外声源的声压级和投过面积换算成等效的室外声源，计算出中心位置位于透声面积（S）处的等效声源的倍频带声功率级，计算公式如下：

$$L_w = L_{p2}(T) + 10\ \lg\ S$$

然后按室外声源预测方法计算预测点处的 A 声级。

（2）室外的点声源在预测点产生的声级计算基本方法

户外声传播衰减包括几何发散(Adiv)、大气吸收(Aatm)、屏障屏蔽(Abar)、地

面效应(Agr)、其他多方面效应(Amisc)引起的衰减。

在已知距离无指向性点声源参考点 r0 处的倍频带（用 63 Hz 到 8 KHz 的 8 个标称倍频带中心频率）声压级 Lp(r0) 和计算出参考点(r0)和预测点(r)处之间的户外声传播衰减后，预测点 8 个倍频带声压级可用下列公式计算。

$$L_p(r)=L_p(r_0)-(A_{div}+A_{atm}+A_{bar}+A_{gr}+A_{misc})$$

预测点的 A 声级 LA(r)可按如下公式计算，即将 8 个倍频带声压级合成，计算出预测点的 A 声级 LA (r)。

$$L_A(r)=10\lg[\sum_{i=1}^{8}10^{0.1(L_{pi}(r)-\Delta L_i)}]$$

式中： LPi (r)-预测点（r）处，第 i 倍频带声压级，dB；

ΔLi -第 I 倍频带的 A 计权网络修正值（见表 6.4-4），dB。

表 6.4-4 A 计权网络修正值

频率（Hz）	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
ΔLi（dB）	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1.0	-1.1	-6.6

在只考虑几何发散衰减时，可用如下公式计算：

LA(r)=LA(r0)-Adiv

①点声源的几何发散衰减（Adiv）

无指向性点声源几何发散衰减的基本公式是：

Lp(r) = Lp(r0)－20 lg(r/r0)

以上公式中第二项表示了点声源的几何发散衰减：

Adiv = 20 lg(r/r0)

如果已知点声源的倍频带声功率级 Lw 或 A 声功率级（LAw），且声源处于自由声场，则无指向性点声源几何发散衰减的基本公式等效为：

Lp(r) = Lw-20 lg(r)-11

LA(r) = LAw-20 lg(r)-11

如声源处于半自由声场，则无指向性点声源几何发散衰减的基本公式等效为：

Lp(r) = Lw-20 lg(r)-8

LA(r) = LAw-20 lg(r)-8

具有指向性点声源几何发散衰减的计算公式：

声源在自由空间中辐射声波时，其强度分布的一个主要特性是指向性。例如，喇叭发声，其喇叭正前方声音大，而侧面或背面就小。

对于自由空间的点声源，其在某一θ方向上距离 r 处的倍频带声压级(LP (r)θ)：

$$L_P(r)_\theta = L_w - 20\lg r + D_{I\theta} - 11$$

式中：$D_{I\theta}$-θ方向上的指向性指数，$D_{I\theta}$ ＝10lgR_θ；

R_θ：指向性因数，$R_\theta = I_\theta / I$；

I：所有方向上的平均声强，W/m^2；

I_θ：某一θ方向上的声强，W/m^2。

按公式计算具有指向性点声源几何发散衰减时，公式中的 Lp(r) 与 Lp(r0)必须是在同一方向上的倍频带声压级。

②空气吸收引起的衰减（Aatm）

空气吸收引起的衰减按如下公式计算：

$$A_{atm} = \frac{a(r - r_0)}{1000}$$

式中：a 为温度、湿度和声波频率的函数，预测计算中一般根据建设项目所处区域常年平均气温和湿度选择相应的空气吸收系数，见表 6.4-5。

表 6.4-5　倍频带噪声的大气吸收衰减系数α

温度℃	相对湿度%	大气吸收衰减系数α ，dB/km							
		倍频带中心频率 Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	28.8	202.0
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

③地面效应衰减（Agr）

地面类型可分为：

坚实地面，包括铺筑过的路面、水面、冰面以及夯实地面。

疏松地面，包括被草或其他植物覆盖的地面，以及农田等适合于植物生长的地面。

混合地面，由坚实地面和疏松地面组成。

声波越过疏松地面传播时，或大部分为疏松地面的混合地面，在预测点仅计算 A 声级前提下，地面效应引起的倍频带衰减可用如下公式计算。

$$A_{gr} = 4.8 - \left(\frac{2h_m}{r}\right)\left[17 + \left(\frac{300}{r}\right)\right]$$

式中：r - 声源到预测点的距离，m；

hm - 传播路径的平均离地高度，m；hm= F/r；F：面积，m2；r，m；

若 Agr 计算出负值，则 Agr 可用“0”代替。

④屏障引起的衰减（Abar）

位于声源和预测点之间的实体障碍物，如围墙、建筑物、土坡或地堑等起声屏障作用，从而引起声能量的较大衰减。在环境影响评价中，可将各种形式的屏障简化为具有一定高度的薄屏障。

S、O、P 三点在同一平面内且垂直于地面。

定义δ=SO＋OP－SP 为声程差，N=2δ/λ为菲涅尔数，其中λ为声波波长。

在噪声预测中，声屏障插入损失的计算方法应需要根据实际情况作简化处理。

有限长薄屏障在点声源声场中引起的衰减计算

首先计算声音绕过声屏障三个边的传播途径的声程差δ1，δ2，δ3 和相应的菲涅尔数 N1、N2、N3。 声屏障引起的衰减按如下公式计算：

$$A_{bar} = -10\lg\left[\frac{1}{3+20N_1}+\frac{1}{3+20N_2}+\frac{1}{3+20N_3}\right]$$

当屏障很长（作无限长处理）时，则

$$A_{bar} = -10\lg\left[\frac{1}{3+20N_1}\right]$$

⑤绿化林带噪声衰减计算

绿化林带的附加衰减与树种、林带结构和密度等因素有关。在声源附近的绿化林带，或在预测点附近的绿化林带，或两者均有的情况都可以使声波衰减。

通过树叶传播造成的噪声衰减随通过树叶传播距离 df 的增长而增加。表 5.3-4 中的第一行给出了通过总长度为 10 m 到 20 m 之间的密叶时，由密叶引起的衰减；第二行为通过总长度 20 m 到 200 m 之间密叶时的衰减系数；当通过密叶的路径长度大于 200 m 时，可使用 200 m 的衰减值。

拟建项目未建设厂界绿化带，在厂界噪声预测计算时不考虑绿化林带噪声衰减。

表 6.4-6　　倍频带噪声通过密叶传播时产生的衰减

项目	传播距离 df（m）	倍频带中心频率（Hz）							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
衰减 （dB）	10≤df＜20	0	0	1	1	1	1	2	3
衰减系数 （dB/m）	20≤df＜200	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

⑤其他多方面原因引起的衰减（Amisc）

其他衰减包括通过工业场所的衰减；通过房屋群的衰减等。在声环境影响评价中，一般情况下，不考虑自然条件（如风、温度梯度、雾）变化引起的附加修正。

工业场所的衰减、房屋群的衰减等可参照《户外声传播衰减》(GB/T17247.2)进行计算

（3）噪声贡献值计算

建设项目声源在预测点产生的等效声级贡献值（Leqg）计算公式：

$$L_{eqg} = 10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_i t_i 10^{0.1L_{Ai}}\right)$$

式中：Leqg-建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

LAi-i 声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

T-预测计算的时间段，s；

ti -I 声源在 T 时段内的运行时间，s。

（4）预测点的预测等效声级(Leq)计算公式：

$$L_{eq} = 10\lg\left(10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}}\right)$$

式中：Leqg-建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

Leqb-预测点的背景值，dB(A)。

6.4.5 预测结果及影响分析

⑴本项目区域声环境质量良好，厂界监测点噪声监测值均达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 3 类标准要求。

⑵噪声主要来源于生产车间的干燥机、输送泵、加热器、回流泵、循环泵、压缩机、底盘水泵、切割机、引风机、空冷器等所产生的机械噪声和空气动力性噪声等运转设备。

⑶拟建项目机组建成运行后，昼间和夜间各厂界均能满足排放标准限值要求，因此本工程正常运行情况下不会对厂址周围声环境新增影响。

根据《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ2.4-2021)推荐的公式进行计算，在预测过程中，根据实际情况把各复杂的噪声源简化为点声源进行计算，得到厂界贡献值，见表 6.4-7。

表 6.4-7　设备噪声预测结果　单位：dB(A)

序号	名称	X(m)	Y(m)	地面高程(m)	离地高度(m)	昼间/夜间			场界标准			功能区类型	标准值	是否达标	与标准差值
						贡献值(dB)	背景值(dB)	叠加值(dB)	场界标准值	是否达标	与标准差值				
昼间	西侧厂界	3.79	273.90	0.00	1.20	30.31	49.05	49.10	65	是	-15.9	3 类	65	是	-15.9
	南侧厂界	226.77	-31.91	0.00	1.20	28.55	49.03	49.06	65	是	-15.94	3 类	65	是	-15.94
	东侧厂界	720.29	320.62	0.00	1.20	34.39	49.88	50.00	65	是	-15	3 类	65	是	-15
	北侧厂界	246.94	889.29	0.00	1.20	19.76	49.04	49.05	65	是	-15.95	3 类	65	是	-15.95
夜间	西侧厂界	3.79	273.9	0	1.2	30.31	46.05	46.16	55	是	-8.84	3 类	55	是	-8.84
	南侧厂界	226.77	-31.91	0	1.2	28.55	46.01	46.09	55	是	-8.91	3 类	55	是	-8.91
	东侧厂界	720.29	320.62	0	1.2	34.39	46.04	46.32	55	是	-8.68	3 类	55	是	-8.68
	北侧厂界	246.94	889.29	0	1.2	19.76	46.87	46.88	55	是	-8.12	3 类	55	是	-8.12

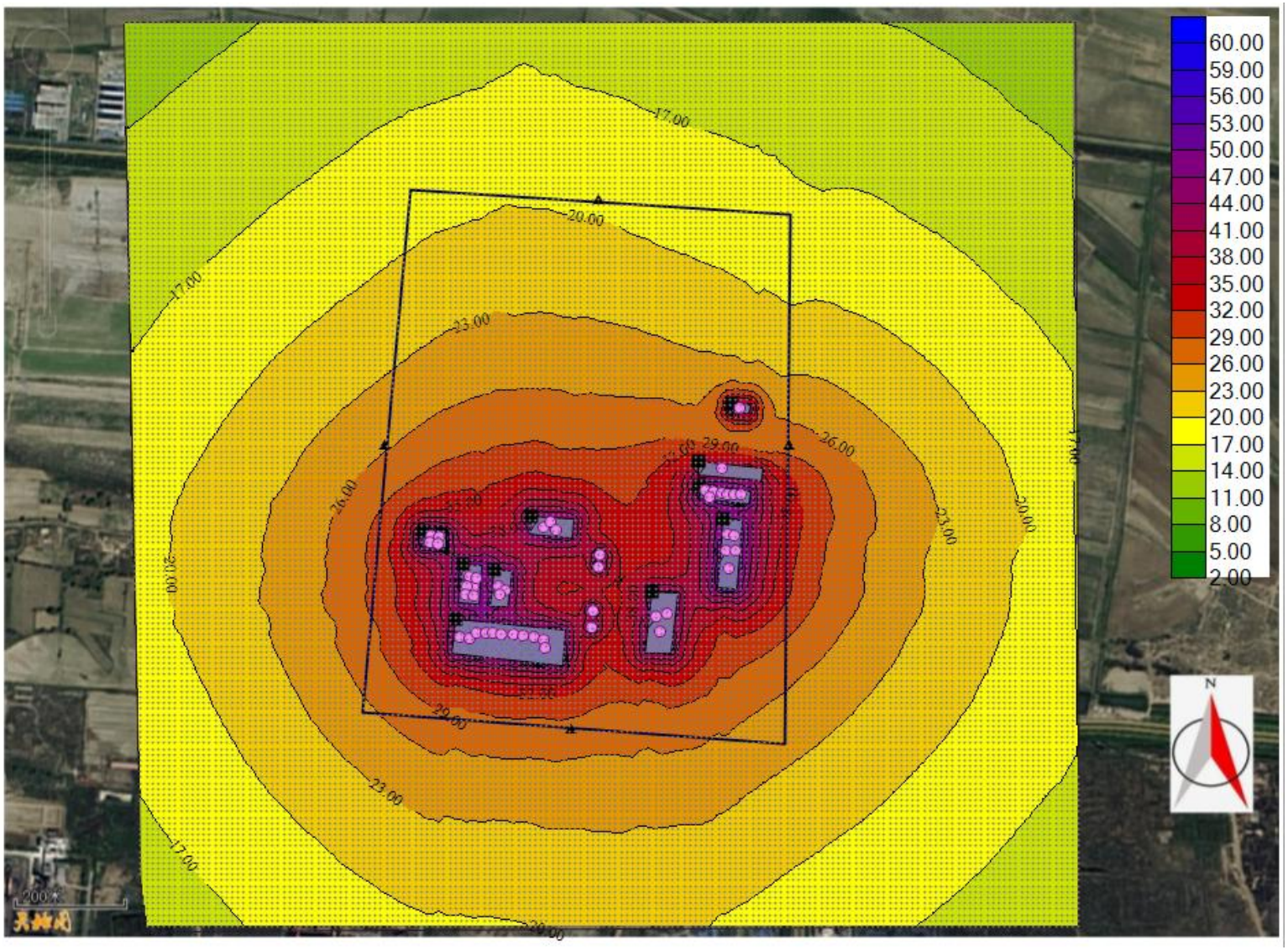


图 6.4-2　本项目噪声等声级线图

由预测结果可知，项目投产后，厂界昼夜噪声贡献值均满足《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准要求。

企业应积极采取噪声控制措施，做到厂界噪声达标排放。首先要选择低噪型设备、合理布局、将高噪声设备置于室内并尽可能远离厂界；工程设计对压缩机机、水泵、风机等振动较大的设备安装基础减振，并进行合理布置；压缩机设计独立机房，并加装减振基础；室外声源冷却塔采用混凝土支座，与地面间安装阻尼弹簧减振器，管路中安装橡胶软接头。通过采取以上一系列措施，可以进一步减小项目噪声对周围环境的影响。

6.4.6 环境影响评价自查表

本项目声环境影响评价自查表见表 6.4-8。

表 6.4-8　建设项目声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级□		二级□		三级☑	
	评价范围	200m☑		大于 200m□		小于 200m□	
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级☑		最大 A 声级□		计权等效连续感觉噪声级□	
评价标准	评价标准	国家标准☑		地方标准		国外标准□	
现状评价	环境功能区	0 类区□	1 类区□	2 类区□	3 类区☑	4a 类区☐	4b 类区□
	评价年度	初期□		近期□	中期□	远期☐	
	现状调查方法	现场实测法☑		现场实测加模型计算法□		收集资料□	
	现状评价	达标百分比		100%			
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测□		已有资料☑		研究成果□	
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型☑		其他□			
	预测范围	200m☑		大于 200m□		小于 200m□	
	预测因子	等效连续 A 声级☑		最大 A 声级□		计权等效连续感觉噪声级□	
	厂界噪声贡献值	达标☑		不达标□			
	声环境保护目标处噪声值	达标□		不达标□			
环境监测计划	排放监测	厂界监测☑	固定位置监测□	自动监测□	手动监测□	无监测□	
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（　　）		监测点位数（　　）		无监测□	
评价结论	环境影响	可行☑		不可行□			
注：“□”为勾选项 ，可 √ ；“（　）” 为内容填写项。							

6.5 土壤影响预测与评价

6.5.1 预测评价范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）有关规定，本项目土壤环境评价工作等级为一级，现状调查评价范围为占地范围内全部土壤和占地范围外临近的 1.0km 范围内全部土壤。根据导则要求，预测评价范围一般与现状调查评价范围一致，本次预测评价范围为现状调查评价范围内的土壤。

6.5.2 影响途径识别

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）有关规定，结合工程分析内容和本项目土壤环境敏感目标以及建设项目建设期、运营期二个阶段的具体特征，识别土壤环境影响类型与影响途径。土壤环境影响类型与影响途径识别情况见表 6.5-1，土壤环境影响源及影响因子识别情况见表 6.5-2。

表 6.5-1　　土壤环境影响类型与影响途径识别表

不同时段	污染影响型			
	大气沉降	地面漫流	垂直入渗	其他
建设期				
运营期			√	
备注	建设期对土壤的影响主要是土层的扰动和土壤的物理性改变，无外来污染物质的进入。			

表 6.5-2　　土壤环境影响源及影响因子识别情况表

污染源	工艺流程/节点	污染途径	污染物	污染因子	备注
生产废水处理站	防渗层破损后污染物泄露	垂直入渗	生产废水	COD、氟化物	非正常工况下对土壤环境的影响

根据工程分析，在正常工况下，各装置位置严格按照防渗要求进行防渗，并且防渗层状况良好，可以有效阻隔污染物进入土壤环境中，本项目正常生产过程中不会对土壤环境造成明显影响。

按照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）要求，已依据防渗要求设计土壤污染防渗措施的建设项目，正常生产过程中不会对土壤造成明显影响。因此，本次模型污染预测主要针对非正常工况污染物进入土壤环境中的影响，并对其进行预测。

6.5.3 土壤理化特性

本项目区的土壤理化特性进行调查，调查范围内土壤理化特性调查表见表 6.5-3。

表 6.5-3　　土壤理化性质监测结果一览表

检测项目 / 样品编号 / 位置及深度 / 坐标		
		MHF23033005-0401T08-6
		6#还原车间(0-20cm)
		40°35′44.62″N 109°22′12.44″E
现场记录	颜色	暗棕
	结构	团粒
	质地	砂壤
	砂砾含量	中量
	其他异物	无
	氧化还原电位（mV）	423
实验室测定	pH 值（无量纲）	8.11
	阳离子交换量（cmol/kg）	30.3
	渗滤率（mm/min)	1.15
	容重（g/cm^3)	1.09
	总孔隙度（%）	38.1

6.5.4 土壤预测与评价

6.5.4.1 土壤污染预测源设定

（1）土壤污染预测情景设定

本项目土壤污染防渗措施正常状况下对土壤环境造成影响的可能性很小，依据《环境影响评价导则 土壤环境(试行)》（HJ 964-2018），可不进行正常状况情景下的预测。因此本次预测主要针对非正常状况进行预测，主要考虑生产废水处理站发生泄漏事故对土壤环境的影响。

①生产废水处理站源强设定

生产废水处理站主要考虑生产废水处理站防渗发生破损造成废水泄漏对土壤环境的影响。

预测点：生产废水处理站

泄漏时间：非正常状况废水泄漏时间按10h计算。

泄漏量：生产废水产生量约为272.6m^3/h，非正常状况下泄漏量按产生量的10%计算，即27.26m^3/h。

非正常状况短时泄漏时，假设污水处理构筑物底部基础防渗层破损，裂隙尺寸为 20cm×20cm，破损面积 S=0.04m^2。

②预测因子

生产废水中主要污染因子包括 COD、氯化物、SS、溶解性总固体、氨氮、氟化物等。依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610－2016）中情景设定相关要求，应对每一类别中的各项因子采用标准指数法进行排序，分别取标准指数最大的因子作为预测因子。通过污染因子标准指数法对比，选取 COD、氟化物作为预测因子，其浓度分别为 350mg/L、80mg/L。

（2）泄漏源强的设定

本项目土壤预测源强见表 6.5-4。

表 6.5-4　非正常工况下污染物源强情况一览表

泄漏位置	情景设定	泄露时间	预测因子	污染物泄漏量	泄露面积	泄露速率	泄露浓度
生产废水处理站	非正常状况	10h	COD	27.26m^3/d	0.04m^2	734950cm/d	350mg/L
			氟化物				80mg/L

6.5.4.2 数学模型的建立与参数的确定

（1）模型选择

在研究包气带中污染物运移时，环境学、水文地质学等领域的普遍方法是采用 Hydrus-1D 软件建立水文地质模型，模拟污染物进入包气带后的迁移转化过程。在进行数值模拟的过程中，计算参数的取值选择，直接影响数值模型的模拟经度。

Hydrus-1D 软件是由美国农业部、美国盐碱实验室等机构创建，是模拟宏观及微观尺度饱和及非饱和介质中一维水流、溶质、热和二氧化碳运移和反应的软件，广泛应用于水利、环境学等领域。

（2）土壤研究区概况

本项目土壤研究区所处地貌单元为丘陵区，研究区分布砂土、壤质砂土、砂壤土，包气带层对污染物入渗具有一定阻隔作用，污染物必须入渗穿过包气带层才能到达下部含水层。

（3）溶质运移模型

Hydrus-1D 中使用经典对流-弥散方程描述一维溶质运移：

$$\frac{\partial \theta c}{\partial t}+\rho \frac{\partial s}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\theta D \frac{\partial c}{\partial x}\right)-\frac{\partial qc}{\partial x}-\Phi$$

式中：C--为溶质液相浓度（g/m^3）

S--为溶质固相浓度（g/g）

D--为弥散系数（代表分子扩散及水动力弥散，m^2/g）

q--为体积流动通量密度（m/a）

Φ--为源汇项（代表溶质发生的各种零级、一级及其他反应，g/（m^3.a）。

（4）空间离散

研究区粉砂、粉质粘土地层厚度约为 400cm，厚度适中。因此模拟考虑粉砂、粉质粘土各 200cm 厚度的包气带，将研究区包气带概化为 2 层，由上到下分别为粉砂层 200cm，粉质粘土层 200cm。将包气带概化为一维非均质各向同性介质，模型空间离散情况见图 6.6-1 岩性分布图。

本项目土壤剖面从地面算起的深度为 400cm。设置四个观测点，从上到下分别为 100cm，200cm，300cm，400cm。

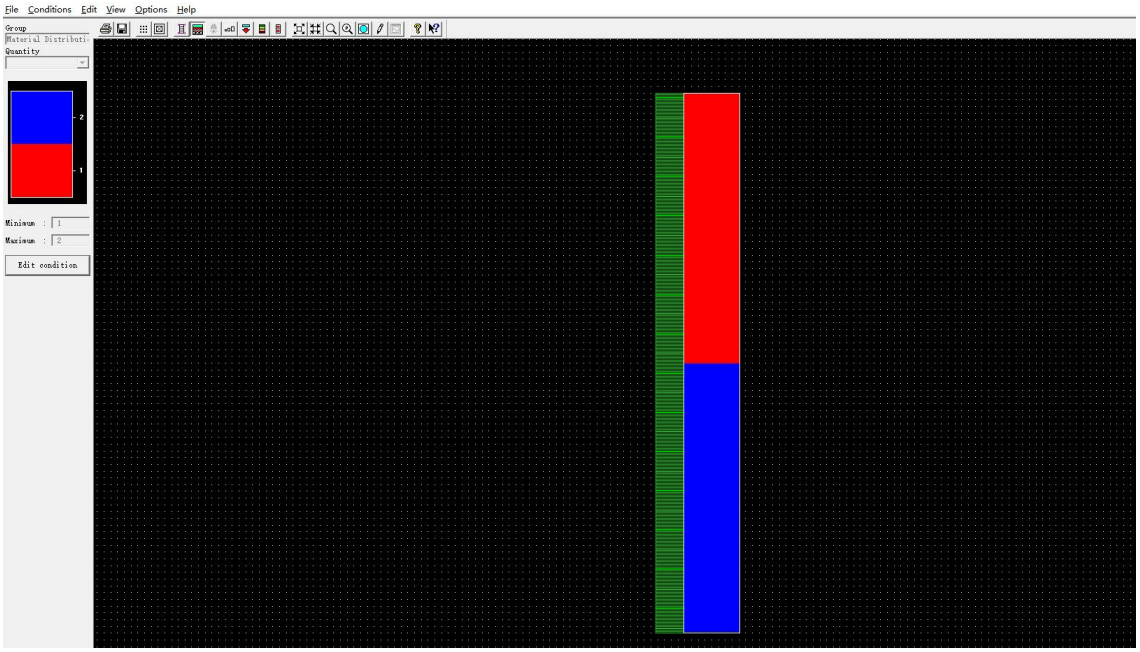


图 6.5-1　岩性分布图

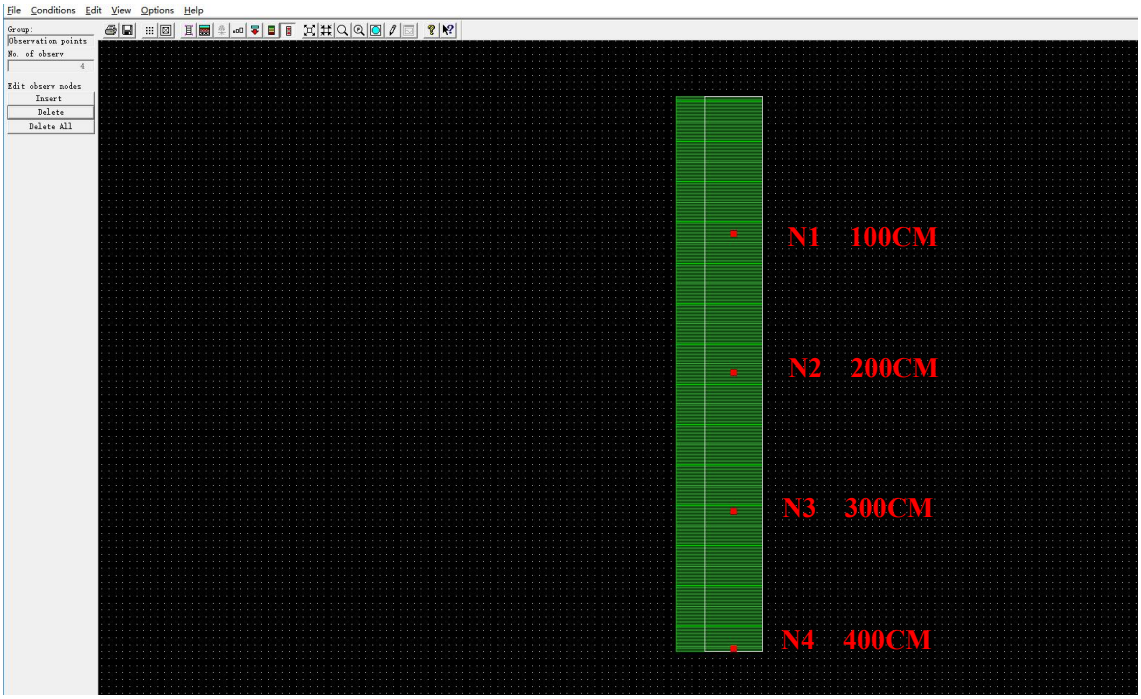


图 6.5-2　观测点分布图

（5）水文地质参数

①水分特征曲线参数

综合已有的预测参数以及实测参数，将本项目各岩层土壤水分特征曲线参数赋值见表 6.5-5。

表 6.5-5　土壤水分特征曲线参数值

岩层	残余含水率 Qr/(m^3/m^3)	饱和含水率 Qs/(m^3/m^3)	经验拟合参数 a/(m-1)(冒泡压力)	经验拟合参数 n(孔隙大小分配指数，孔隙比）	饱和渗透系数（饱和导水率）Ks/(m/d)	孔隙连通性系数 l
粉砂	0.034	0.46	0.016	1.37	6	0.5
粉质粘土	0.07	0.36	0.005	1.09	4.08	0.5

②土壤容重、纵向弥散度

依据土壤室内分析数据，经验参数以及前人研究成果，得到土壤容重及纵向弥散度见表 6.5-6。

表 6.5-6　土壤容重及纵向弥散度参数值

岩层	Bulk.d/(g/m^3)	Disp/(m)	自由水中扩散系数	空气中扩散系数
粉砂	1090	0.1	4.08	0
粉质粘土	1600	0.1	4.08	0

③反应参数

根据文献资料给出溶质运移参数值：分配系数 Kd，等温吸附系数 Nu、吸附系数 Beta、液相与气象分配系数 Henry、降解速率，具体见表 6.5-7。

表 6.5-7　溶质运移和反应参数

溶质	Kd/(m^3/g)	Nu/(m^3/g)	Beta	Henry	Sinkwater(d-)
粉砂	1E-006	0	1	0	0
粉质粘土	1E-006	0	1	0	0

④初始条件及边界条件

溶质运移模型上部边界根据实际情况，定义为浓度边界条件，下边界定义为零浓度梯度边界，并以液相浓度作为模型的初始条件。

6.5.4.3 数学模型的建立与参数的确定

本次模拟计算根据评价区内土壤环境的现状、以及项目污染源的分布及类型，非正常情况下，污染因子选取对土壤环境质量影响负荷较大的 COD、氟化物指标作为污染因子进行模拟预测。参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地（筛选值）标准限值。

6.5.4.4 预测结果分析

（1）生产废水处理站非正常工况泄露

①生产废水处理站 COD 泄露

本项目生产废水处理站非正常工况泄露，污染物 COD 的预测结果见图 6.5-3 和图 6.5-4。

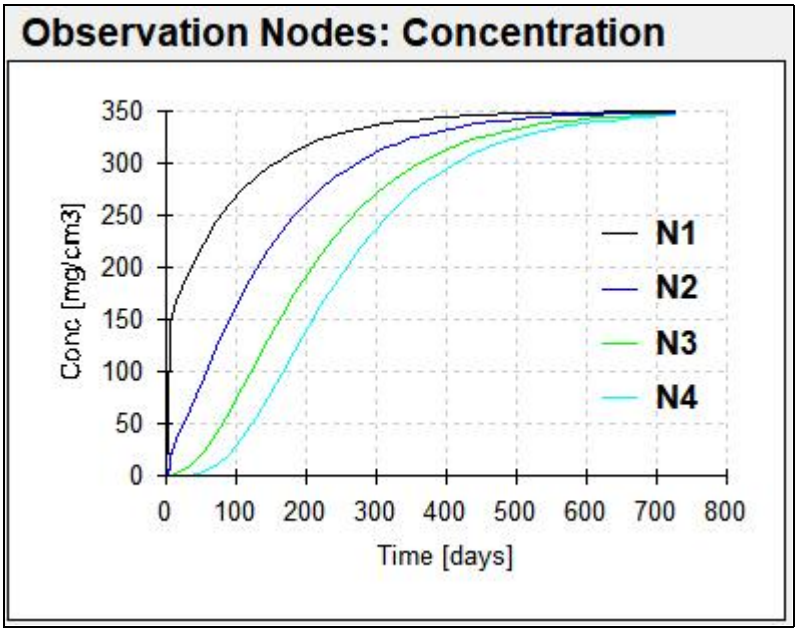


图 6.5-3　生产废水处理站 COD 在 4 个观测点的浓度随时间变化图

生产废水处理站 COD 在 4 个观测点的浓度随时间变化见图 6.5-3，COD 进入包气带之后，距离地表以下 100cm 处（N1 观测点）在泄露后 2d 开始监测到 COD，到第 700d，最终恒定浓度为 350mg/L，换算为土壤单位质量的污染物质量浓度为 147.7mg/kg（350×0.46/1.09=147.7mg/kg）。

地表以下 200cm 处（N2 观测点）在泄露后 5d 开始监测到 COD，到第 700d，最终恒定浓度为 350mg/L，换算为土壤单位质量的污染物质量浓度为 147.7mg/kg（350×0.46/1.09=147.7mg/kg）。

地表以下 300cm 处（N3 观测点）在泄露后 12d 开始监测到 COD，到第 700d，最终恒定浓度为 350mg/L，换算为土壤单位质量的污染物质量浓度为 78.75mg/kg（350×0.36/1.6=78.75mg/kg）。

地表以下 400cm 处（N4 观测点）在泄露后 40d 开始监测到 COD，到第 700d，最终恒定浓度为 350mg/L，换算为土壤单位质量的污染物质量浓度为 78.75mg/kg（350×0.36/1.6=78.75mg/kg）。

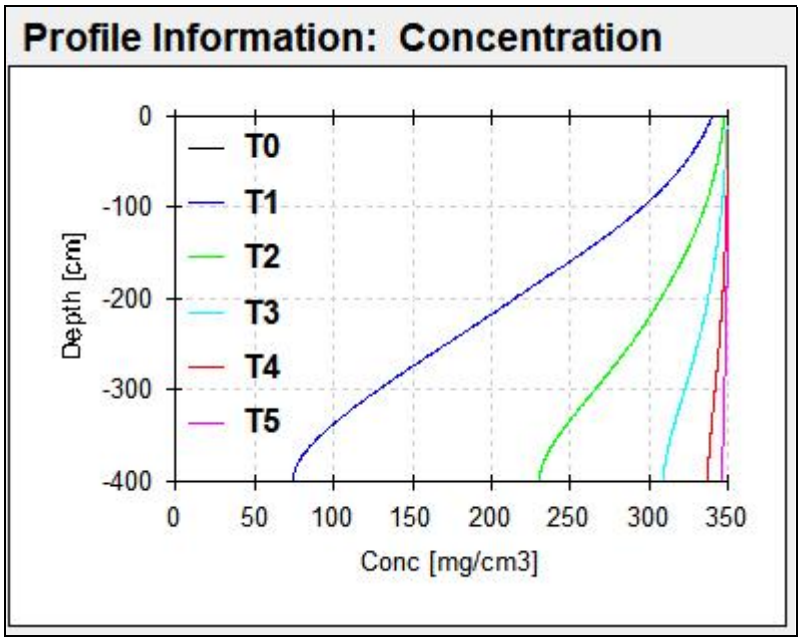


图 6.5-4　生产废水处理站不同时间和不同深度土壤中 COD 的含量统计图

不同时间土壤中 COD 浓度分布曲线见图 6.5-4（其中 T1=146d，T2=292d，T3=438d，T4=584d，T5=730d）。584d, 730d 时的浓度曲线基本重合，说明 730d 以后土壤中 COD 的含量趋于稳定。

②生产废水处理站氟化物泄露

本项目生产废水处理站非正常工况泄露，污染物氟化物的预测结果见图 6.5-5 和图 6.5-6。

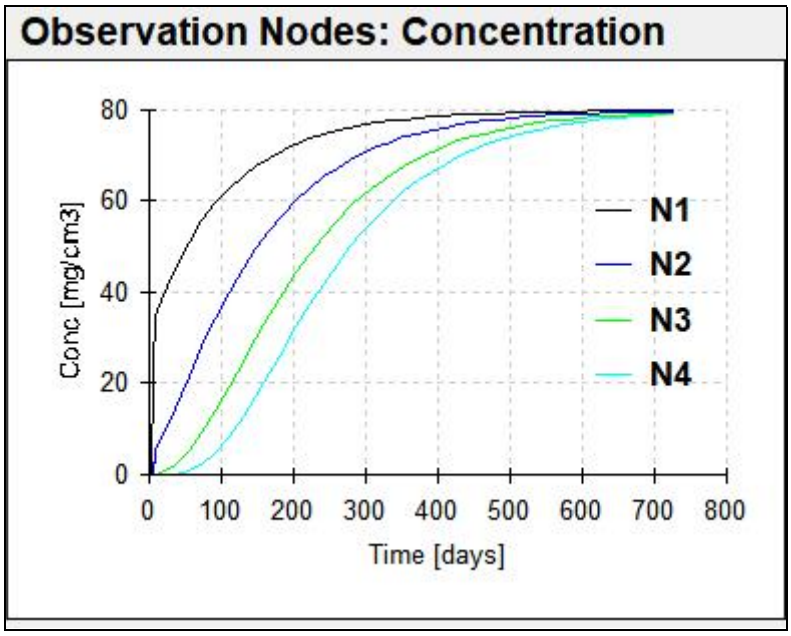


图 6.5-5　生产废水处理站氟化物在 4 个观测点的浓度随时间变化图

生产废水处理站氟化物在 4 个观测点的浓度随时间变化见图 6.6-5，氟化物进入包气带之后，距离地表以下 100cm 处（N1 观测点）在泄露后 2d 开始监测到氟化物，到第 700d，最终恒定浓度为 80mg/L，换算为土壤单位质量的污染物质量浓度为 33.76mg/kg（80×0.46/1.09=33.76mg/kg）。

地表以下 200cm 处（N2 观测点）在泄露后 5d 开始监测到氟化物，到第 700d，最终恒定浓度为 80mg/L，换算为土壤单位质量的污染物质量浓度为 33.76mg/kg（80×0.46/1.09=33.76mg/kg）。

地表以下 300cm 处（N3 观测点）在泄露后 12d 开始监测到氟化物，到第 700d，最终恒定浓度为 80mg/L，换算为土壤单位质量的污染物质量浓度为 18mg/kg（80×0.36/1.6=18mg/kg）。

地表以下 400cm 处（N4 观测点）在泄露后 40d 开始监测到氟化物，到第 700d，最终恒定浓度为 80mg/L，换算为土壤单位质量的污染物质量浓度为 18mg/kg（80×0.36/1.6=18mg/kg）。

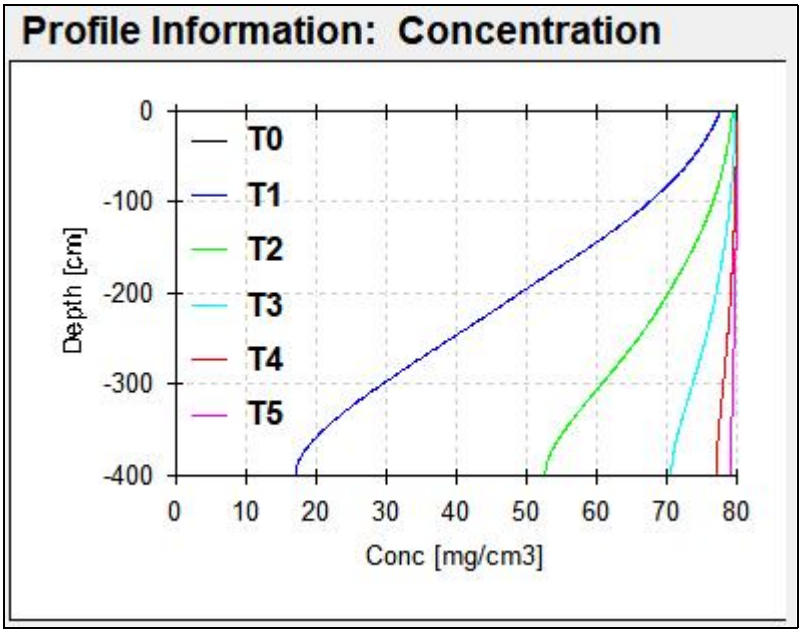


图 6.5-6　生产废水处理站不同时间和不同深度土壤中氟化物的含量统计图

不同时间土壤中氟化物浓度分布曲线见图 6.5-6（其中 T1=146d，T2=292d，T3=438d，T4=584d，T5=730d）。584d, 730d 时的浓度曲线重合，说明 730d 以后土壤中氟化物的含量趋于稳定。

6.5.5 大气沉降对农作物的影响

大气沉降对植物有一定的危害。大气污染对植物的危害表现为三种情况：(1)在高浓度污染物影响下产生急性危害，使植物叶表面产生伤斑(或称坏死斑)，或者直接使植物叶片枯萎脱落；(2)在低浓度污染物长期影响下产生慢性危害，使植物叶片褪绿；(3)在低浓度污染物影响下产生所谓不可见伤害，即植物外表不出现受害症状，但生理机能受到影响，造成产量下降，品质变坏。大气污染除对植物外形和生长发育产生上述直接影响外，还通过减弱植物生长势，降低对病虫害的抵抗能力，使植物病虫害危害加重，从而间接引起危害。

6.5.6 土壤环境影响评价自查表

本项目土壤环境影响评价自查调查表见表 6.5-8。

表 6.5-8　土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况	备注
影响识别	影响类型	污染影响型☑；生态影响型□；两种兼有	
	土地利用类型	建设用地☑；农用地□；未利用地□	
	占地规模	（142995.43）m^2	
	敏感目标信息	周围1000m范围内耕地（非基本农田）	
	影响途径	大气沉降□；地面漫流□；垂直入渗☑；地下水位□；其他（）	

<table>
<tr><td rowspan="5"></td><td>全部污染物</td><td colspan="4">COD、氟化物</td><td></td></tr>
<tr><td>特征因子</td><td colspan="4">COD、氟化物</td><td></td></tr>
<tr><td>所属污染环境影响评价项目类别</td><td colspan="4">Ⅰ类☑；II类☐；Ⅲ类□；IV类□</td><td></td></tr>
<tr><td>敏感程度</td><td colspan="4">敏感☑；较敏感□；不敏感□</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">评价工作等级</td><td colspan="4">一级☑；二级☐；三级□</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">现状调查内容</td><td>资料收集</td><td colspan="4">a）√；b）√；c）√；d）√</td><td></td></tr>
<tr><td>理化性质</td><td colspan="4">/</td><td>同附录C</td></tr>
<tr><td rowspan="3">现状监测点位</td><td></td><td>占地范围内</td><td>占地范围外</td><td>深度</td><td></td></tr>
<tr><td>表层样点数</td><td>2</td><td>4</td><td>0-20cm</td><td></td></tr>
<tr><td>柱状样点数</td><td>5</td><td>0</td><td>300cm，取三个土样：表层样0-50cm，中层样50-150cm，深层样150-300cm</td><td></td></tr>
<tr><td>现状监测因子</td><td colspan="4">农用地：pH值、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌，总石油烃、全盐量。
建设用地：重金属和无机物：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍；挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯；半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a, h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘；石油烃类：石油烃（C_{10}-C_{40}）；PH、氟化物、氯化物、硫化物。</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">现状评价</td><td>评价因子</td><td colspan="4">同现状监测因子</td><td></td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="4">GB15618√；GB36600√；表D.1□；表D.2□；其他（）</td><td></td></tr>
<tr><td>现状评价结论</td><td colspan="4">厂区内各项监测指标均未出现超标现象，能够满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地要求。评价区内土壤各项监测指标均未出现超标现象，能够满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中其他用地要求。</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">影响预测</td><td>预测因子</td><td colspan="4">COD、氟化物</td><td></td></tr>
<tr><td>预测方法</td><td colspan="4">附录E□；附录F□；其他（√）</td><td></td></tr>
<tr><td>预测分析内容</td><td colspan="4">影响范围（边界外扩1000m范围）
影响程度（较小）</td><td></td></tr>
<tr><td>预测结论</td><td colspan="4">达标结论：a）√；b）□；c）；R 不达标结论：a）□；b）□</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">防治措施</td><td>防控措施</td><td colspan="4">土壤环境质量现状保障√；源头控制√；过程防控√；其他（）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">跟踪监测</td><td>监测点数</td><td colspan="2">监测指标</td><td>监测频次</td><td></td></tr>
<tr><td>3个</td><td colspan="2">pH、铜、铅、锌、砷、镉、铬、六价铬、汞、镍、石油烃、氟化物、氯化物、硫化物、全盐量。</td><td>每五年一次</td><td></td></tr>
</table>

	信息公开指标	监测点位信息、监测项目、监测结果	
评价结论		采取环评提出的措施，影响可接受	
注1：“□”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。 注 2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。			

6.6 固体废物影响分析

本项目产生的一般固废为生活垃圾、废硅粉、废石墨件、多晶硅磨锥机收集的粉尘、电解水制氢废分子筛、污水处理站中和渣、纯水制备废反渗透膜、锅炉灰渣、脱硫石膏、结晶盐。本项目产生的危险废物有废包装袋（桶）、还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质、废活性炭、废催化剂、低沸吸附产生的废树脂、高沸吸附产生的废树脂、过滤杂质、废机油、废除尘器过滤袋、废吸附剂。

1、一般固体废物

根据《国家危险废物名录（2021）》，本项目产生的一般固废为生活垃圾、废硅粉、废石墨件、多晶硅磨锥机收集的粉尘、电解水制氢废分子筛、污水处理站中和渣、纯水制备废反渗透膜、锅炉灰渣、脱硫石膏、结晶盐。

（1）本项目劳动定员共 700 人。生活垃圾产生量按 0.5kg/人·d 计，生活垃圾产生量为 116.55t/a，集中收集后由环卫部门定期清运处置。

（2）三氯氢硅合成生产工序金属烧结过滤器收集的粉尘约为 30.8t/a，废硅粉为一般固废，外售至厂家进行回收利用。

（3）还原车间废石墨件，产生量为 100t/a，属于第 I 类一般固废，暂存在一般固废暂存间，定期由石墨厂家回收。

（4）磨锥收集的粉尘量为 1.7t/a。属于第 I 类一般固废，暂存在一般固废暂存间（占地面积 1000m^2，渗透系数≦10^{-7}cm/s），定期拉运至一般固废填埋场处置。

（5）电解水制氢产生废 H_2O 分子筛，孔隙率为 6-7Å（nm），每年更换一次，厂区更换量为 4t/a（含 2t/aH_2O），主要成分为 Al_2O_3 和硅酸盐混合物，厂区废 H_2O 分子筛产生总量为 4t/a，为一般固体废物，由厂家定期进行更换回收。

（6）污水处理站处理的废水主要含有氯化物（氯化钙>98%，其余为氯化铁、氯化铝等金属氯化物）、SS（主要为二氧化硅和硅粉），因此污水处理站污泥属于第 II 类一般固废，含硅、二氧化硅、氢氧化铝、氢氧化铁、氢氧化钙等，产生量 4000t/a，在封闭中和渣库内堆存，送水泥厂综合利用或送一般固废贮存场处置。

（7）纯水制备过程中产生的废反渗透膜量约 1.2t/a，为一般固废，废反渗透膜定期更换，直接由厂家回收，不暂存，不外排。

（8）本项目营运期锅炉房产生的固体废物主要为锅炉灰渣 8800t/a、脱硫石膏 2553t/a。全部送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

（9）本项目污水处理站产生结晶盐，结晶盐的年产生量为 22377.6t/a，结晶盐的主要成分为二水氯化钙，为一般 II 类固废，送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

2、危险废物

本项目产生的危险废物包括废包装袋（桶）、还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质、废活性炭、废催化剂、低沸吸附产生的废树脂、高沸吸附产生的废树脂、过滤杂质、废机油、废除尘器过滤袋、废吸附剂。

(1) 废包装袋（桶）

生产过程中产生的废包装袋（桶）在生产车间设置包装袋（桶）暂存点，危险废物类别 HW49，危废编号 900-041-49，在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，交由有资质单位处置处理。

(2)还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质

活性炭吸附塔的活性炭层，炭层吸附氢气中的极少量的氯化氢、氯硅烷后从顶部排出，进入末端除杂吸附塔，除去氢气中的硼磷杂质，废杂质产生量为 36t/a。

废杂质的废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣，其他化工生产过程（不包括以生物质为主要原料的加工过程）中精馏、蒸馏和热解工艺产生的高沸点釜底残余物。非特定行业，废物代码为 900-013-11，危险特性为 T。废杂质暂存在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

(3)废活性炭

活性炭吸附塔经过一段时间吸附后（8 小时），活性炭处于饱和状态（吸附性能变差），要进行再生。再生的程序首先让吸附饱和的塔退出系统，让备用的塔投入系统吸附，吸附饱和的塔进行泄压、加热（温度加热到 160℃），把塔的压力通过切断阀和调节阀慢慢地泄到 0.17MPa（泄压的过程是通过斜坡函数来实现）。

活性炭吸附塔内的活性炭一年更换一次，产生废活性炭 188t/a，废活性炭的废物类别为 HW49 其他废物，化学原料和化学制品脱色（不包括有机合成食品添加剂脱色）、除杂、净化过程产生的废活性炭。非特定行业，废物代码为 900-039-49，危险特性为 T。废活性炭暂存在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数

≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置

(4)废催化剂

反歧化反应器（氯硅烷的歧化）使用树脂类催化剂，产生废树脂类催化剂（主要含有长碳链胺基树脂）。废催化剂的产生量为 225t/a。废催化剂的废物类别为 HW50 废催化剂。废物代码为 261-152-50，有机溶剂生产过程中产生的废催化剂，危险特性为 T。

废催化剂暂存在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

(5)低沸吸附产生的废树脂

低沸吸附产生的废树脂，3 年更换一次，产生量为 13t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理。

(6)高沸吸附产生的废树脂

高沸吸附产生的废树脂，3 年更换一次，产生量为 15t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理

(7)过滤杂质

反应合成气为含有三氯氢硅、二氯二氢硅和未反应的四氯化硅、氢气、副反应产物及硅粉等的混合气体，与原料四氯化硅和氢气混合料换热后，先经过旋风分离器，回收混合气中夹带的硅粉。然后进入过滤器进行过滤，根据物料平衡，过滤杂质的产生量约为 202.5t/a，为危险废物。废物类别为 HW49 废催化剂，含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质。废物代码为 900-041-49，危险特性为 T/In。

在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理。

(8)检修间废油

检修间废油产生量约 1t/a，废油废物类别 HW08，废物代码 900-249-08，在检修间设置 1 个 2m^3 的有盖 PE 桶存储废油，交有资质单位处置。

(9)除尘器过滤袋

本项目布袋除尘器滤袋平均更换量 1.6t/a，废物类别 HW49，废物代码 900-041-49，由有资质单位处置处理。

(10)工艺废气处理装置吸附塔产生废吸附剂

工艺废气处理装置产生的废吸附剂，3 年更换一次，产生量为 15t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理。

固体废物应分类处理、处置。根据《危险废物贮存污染控制标准》不得将不相容的废物混合或合并存放，不相容危险废物要分别存放或存放在不渗透间隔分开的区域内，每个部分都应有防漏裙脚或储漏盘，防漏裙脚或储漏盘的材料要与危险废物相容。

3、其他要求

生产过程中企业应做好上述一般固废的贮存、管理、清运、处置工作，一般固体废物暂存应严格执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的相关规定。做到及时清运、妥善处理，清运过程应遵守严格的卫生安全程序，避免沿途遗洒和飘散造成环境污染。生产过程中企业应做好危险废物的暂存、管理工作，危险废物暂存应严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的相关规定。做到妥善处理，避免造成环境污染。

通过以上分析可知，项目营运期产生的固体废物可实现合理处置。由于危险废物定期交由有资质的单位处理，运输过程中应注意以下问题。

1.运输时应当采取密闭、遮盖、捆扎、喷淋等措施防止扬散；

2.对运输危险废物的设施和设备应加强管理和维护，保证其正常运行和使用；

3.不能混合运输性质不相容而又未经安全性处置的危险废物；

4.转移危险废物时，必须按照规定填危险废物转移联单，并向危险废物移出地和接受地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门报告；

5.禁止将危险废物与旅客在同一运输工具上载运；

6.运输危险废物的设施和设备在转作他用时，必须经过消除污染的处理，方可使用；

7.运输危险废物的人员，应当接受专业培训；经考核合格后，方可从事运输危险废物的工作；

8.运输危险废物的单位应制定在发生意外事故时采取的应急措施和防范措施；

9.运输时，发生突发性事故必须立即采取措施消除或者减轻对环境的污染危害，及时通报给附近的单位和居民，并向事故发生地县级以上人民政府环境保护行政主管部门和有关部门报告，接受调查处理。

综上所述，本工程固体废物不会对周围环境产生影响。

7 环境风险预测与评价

7.1 环境风险评价

事故风险是指由自然活动或人类活动的叠加引起的，通过环境介质传播的，对人类与环境产生破坏、损失乃至毁灭性作用等不利后果的事件发生的概率。事故风险具有不确定性和危害性。不确定性是指人们对事件发生的概率、发生的时间、地点、强度等事先难以准确预见；危害性是指风险事件对其承受者所造成的损失或危害，包括人身健康、经济财产、社会福利和生态系统带来的损失或危害。

《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)要求，对于涉及有毒有害和易燃易爆物质的生产、使用、贮存等新建、改建和技术改造项目进行环境风险评价。

本项目环境风险评价的目的是分析和预测项目存在的潜在危险，有害因素，项目运行期间可能发生的突发性事件(一般不包括人为破坏及自然灾害)，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施。以使建设项目事故率达到可接受水平、损失和环境影响达到最小。

环境风险评价基本内容包括风险调查、环境风险潜势初判、风险识别、风险事故情形分析、风险预测与评价、环境风险管理等，为建设项目的风险管理决策提供科学依据，以期达到降低危险、减少公害的目的。

7.2 评价原则和工作程序

本次风险评价以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急建议要求，为减少项目环境风险防控提供科学依据。评价工作程序如下图 7.2-1 所示。

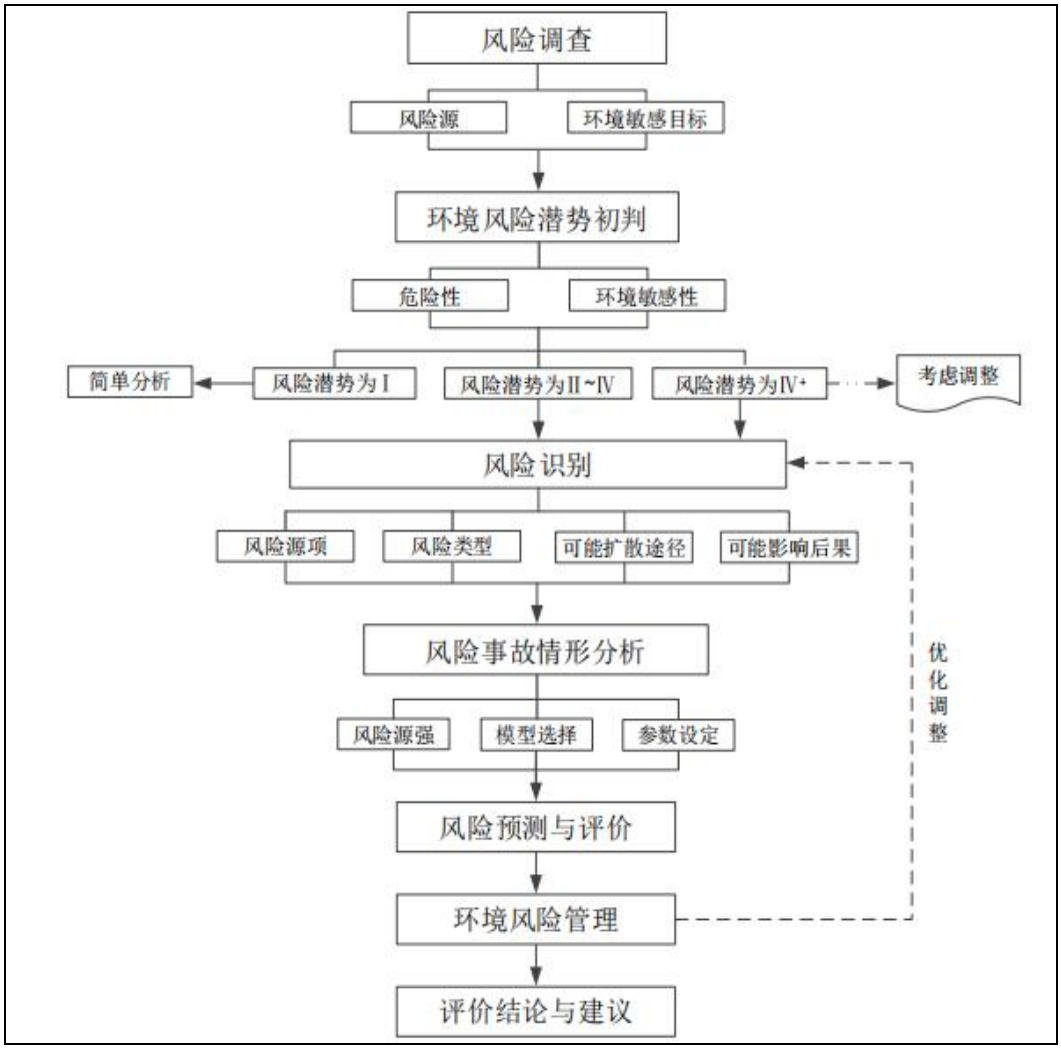


图 7.2-1　评价工作程序图

7.3 风险调查

7.3.1 建设项目风险源调查

本项目使用的原料为工业硅粉、32%氯化氢、活性炭、催化剂、外购补充三氯氢硅、氢气、HNO_3、HF、脱盐水、AB 胶、NaOH、石墨件+石英件+陶瓷件、络合除铝剂、络合除钛剂、N_2、氢氧化钙、硫代硫酸钠等。生产过程、贮运系统的中间和最终产品有氯化氢、三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅、氟化氢、硝酸和高纯多晶硅料。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(H169-2018)附录 B，本工程涉及的原辅材料、贮运系统、中间产品和最终产品主要有 7 种环境风险物质，为二氯二氢硅、三氯硅烷、四氯化硅、氢气、氯化氢、氟化氢、硝酸。

三氯氢硅、二氯二氢硅均是易燃易爆物质，与空气接触一旦遇上火源、静电

火花、局部高温等就有可能发生燃烧，甚至引发爆炸，对企业生产造成重大影响，同时燃烧产生有毒物质；氯化氢，有引发重大污染事故可能，严重时会危及职工及周边群众的生命健康；按毒理性分析，氯化氢、二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯氢硅都属于毒性物质，发生泄漏、火灾等异常情况大量外排时会造成人员的急性中毒和环境污染事故，严重时会危及人的生命。

建设项目风险源调查内容主要包括：调查建设项目危险物质数量和分布情况、生产工艺特点，收集危险物质安全技术说明书（MSDS）等基础资料。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B“重点关注的危险物质及临界量”中列出的危险物质确定本项目中危险物质数量、分布情况，具体如下表所示。

表 7.3-1　　项目危险物质数量、分布情况一览表

原辅材料名称	CAS 号	状态（固/液/气）	1 个储罐的最大储存量（t）	临界量（t）	具体储存位置
二氯二氢硅	4109-96-0	气体	600t	5	储罐区
三氯硅烷	10025-78-2	液体	3645t	5	储罐区
四氯化硅	10026-04-7	液体	4004t	5	储罐区
氢气	1331-74-0	气体	0.02t	5	储罐区
氯化氢	7467-01-0	液体	210.6t	2.5	储罐区
氟化氢	7664-39-3	液体	40.25t	1	化学品库
硝酸	7647-01-0	液体	142t	7.5	化学品库

本项目风险物质危险特性如下各表所示。

表 7.3-2　二氯二氢硅理化性质一览表

标识	中文名：二氯硅烷			危险货物编号：/
	英文名：Dichlorosilane			UN 编号：/
	分子式：Cl_2H_2Si	分子量：101.01		CAS 号：4109-96-0
理化性质	外观与性状	具有刺激性窒息气味和腐蚀性的无色有毒气体		
	熔点（℃）	-122	相对密度（空气=1）	3.52
	沸点（℃）	8.2	饱和蒸气压（kPa）	31.4（-20）℃
	溶解性	可溶于苯、醚和四氯化碳。与碱、乙醇、丙酮起反应。		
毒性及健康危害	侵入途径	吸入。		
	毒性	有毒气体范围：>0.25ppm 嗅觉浓度：～1ppm 刺激性浓度：～10ppm 最高容许浓度：0.5ppm（2mg/m）		
	健康危害	二氯硅烷的毒作用主要是由它在湿空气中的水解产物氯化氢引起的。因此，人吸入后激烈刺激呼吸道，引起呛咳、呼吸道发炎、喉痉挛和肺水肿。触到眼睛可引起流泪并导致眼灼伤。接触皮肤可引起化学烧伤。液态二氯硅烷也可引起冷烧伤。		

	急救方法	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。		
燃烧爆炸危险性	燃烧性	易燃	燃烧分解物	二氧化碳和水
	闪点（℃）	/	爆炸上限（v%）	4.1
	引燃温度（℃）	/	爆炸下限（v%）	98.8
	危险特性	可把二氯硅烷看作火源，禁止在任何火灾危险区存放钢瓶或敷设二氯硅烷的管道。气体用钢瓶贮装，钢瓶要存放在阴凉干燥通风的室外或强制通风的室内，要远离氧化剂、火源和热源。设备管道等使用前须脱水和密封。可用氦探漏器、氨或本身的窒息性气味来检漏。所有设备管道要接地。设备或装置暂时不用或延长停产时间时，应把二氯硅烷放出来，充入干燥的惰性气体。		
	禁忌物	与碱、乙醇、丙酮起反应。即使接触小量卤素或其它氧化剂也会发生激烈反应。与三烷基胺、吡啶形成加成化合物。与三氟化锑反应生成氟硅烷。		
	泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。当发生火灾时，首先要关闭气瓶阀，断绝气源。灭火时，如果用水，则产生大量氯化氢，如果用碱性粉末，则产生氢气，因此这两者都不可用。可以用二氧化碳和砂子。 废气可用水或苛性钾等碱液吸收，可以用相应的吸附剂吸附，也可以在严格控制下燃烧。		
	灭火方法	尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。灭火剂：二氧化碳、砂土。		

表 7.3-3 三氯硅烷理化性质一览表

标识	中文名：三氯硅烷			危险货物编号：/
	英文名：trichlo 反渗透 silane;Silicochlo 反渗透 form			UN 编号：1295
	分子式：HCl3Si		分子量：135.42	CAS 号：10025-78-2
理化性质	外观与性状	为无色液体		
	熔点（℃）	-134	密度	1.37
	沸点（℃）	31.8	饱和蒸气压（kPa）	9.75（20）℃
	溶解性	极易挥发，溶于苯、醚等多数有机溶剂，性质稳定。		
毒性及健康危害	侵入途径	吸入、食入。		
	毒性	急性毒性：LD501030mg/kg（大鼠经口）；LC501500mg/m^3，2 小时（小鼠吸入） 刺激性：家兔经眼：5mg/m^3，引起刺激。对皮肤、粘膜有强烈的刺激和腐蚀作用。 亚急性和慢性毒性：可见卡他性气管炎、支气管炎及时期肺硬化表现。		
	健康危害	健康危害：对眼和呼吸道粘膜有强烈刺激作用。高浓度下，引起角膜混浊、呼吸道炎症，甚至肺水肿。并可伴有头昏、头痛、乏力、恶心、呕吐、心慌等症状。沾在皮肤上，可引起坏死，溃疡长期不愈。		
	急救方法	皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗，至少 15 分钟。就医。 眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 食入：误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。		
燃	燃烧性	/	燃烧分解物	氯化氢、氧化硅

烧爆炸危险性	闪点（℃）	/	爆炸上限（v%）	/
	引燃温度（℃）	/	爆炸下限（v%）	/
	危险特性	遇明火强烈燃烧。受高热分解产生有毒的氯化物气体。与氧化剂发生反应，有燃烧危险。极易挥发，在空气中发烟，遇水或水蒸气能产生热和有毒的腐蚀性烟雾。		
	禁忌物	与氧化剂、酸类分开存放。		
	储存条件	库房通风低温干燥,与氧化剂、酸类分开存放。		
	泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。从上风处进入现场。尽可能切断泄漏源，防止进入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用砂土或其它不燃材料吸附或吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容；用泡沫覆盖，降低蒸汽灾害。在专家指导下清除。		
	灭火方法	消防人员必须佩戴过滤式防毒面具（全面罩）或隔离式呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风处灭火。灭火剂：干粉、干砂。切忌使用水、泡沫、二氧化碳、酸碱灭火剂。		

表 7.3-4　四氯化硅理化性质一览表

标识	中文名：四氯化硅；四氯化矽		英文名：silicontetrachloride	
	分子式：$SiCl_4$	分子量：169.90	CAS 号：10026-04-7	化学类别：非金属卤化物
	危险性类别：第 8.1 类酸性腐蚀品		危规号：81043	UN 编号：1818
理化性质	性状与用途：无色或淡黄色发烟液体，有刺激性气味，易潮解。用于制取纯硅、硅酸乙酯等，也用于制取烟幕剂。			
	熔点（℃）：-70 沸点（℃）：57.6 相对密度（水=1）：1.48 相对密度（空气=1）：5.86 饱和蒸气压（kpa）：55.99（37.8℃） 辛醇/水分配系数的对数值		燃烧热（kJ.mol）：--- 临界温度（℃）：--- 临界压力（Mpa）：--- 溶解性：可混溶于苯、氯仿、石油醚等多数有机溶剂。 最小点火能（mJ）：---	
燃爆特性与消防	燃烧性：不燃闪点：---		稳定性：稳定聚合危害：不聚合	
	爆炸极限极限：---		避免接触条件：潮湿空气	
	引燃温度：---		禁忌物：强碱、水、醇类、强氧化剂。	
	最大爆炸压力：---		燃烧分解产物：氯化氢、氧化硅	
	危险特性：受热或遇水分解放热，放出有毒的腐蚀性烟气，对很多金属尤其是潮湿空气存在下具有腐蚀性。			
	灭火方法：消防人员必须穿全身耐酸碱消防服。灭火剂：干燥砂土。禁止用水。			
毒性	急性毒性：LC_{50}54640mg/m^3（大鼠经口）			
健康危害	侵入途径：吸入。 健康危害：对眼睛及上下呼吸道有强烈刺激作用。高浓度可引起角膜混浊、呼吸道炎症，甚至肺水肿。眼直接接触可致角膜及眼睑严重灼伤。皮肤接触后可引起组织坏死。本品可引起溶血反应而导致贫血。			
急救	眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。 皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗，至少 15 分钟。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道畅通。如呼吸困难时给输氧。如呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。 食入：误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。			
防护	车间卫生标准：中国 MAC（mg/m^3）：---美国 TVL-TWA：--- 苏联 MAC（mg/m^3）：---美国 TLV-STEL:---			

措施	工程控制：密闭操作。注意通风。尽可能机械化、自动化。提供安全淋浴和洗眼设备 呼吸系统防护：可能接触其蒸气时，必须佩戴自吸过滤式防毒（全面罩）或隔离式呼吸器。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器。 眼睛防护：呼吸系统防护中已作防护。 身体防护：穿橡胶耐酸碱服。 手防护：戴橡胶耐酸碱手套。 其它：工作现场禁止吸烟、进食和饮水，工作毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防酸碱工作服。从上风处进入现场。尽可能切断泄漏源。防止进入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：将地面洒上苏打灰，然后用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容；在专家的指导下清除。
储运包装	储运注意事项 储存于干燥清洁的仓库内。远离火种、热源。包装必须密封。切勿受潮。应与食用化学品、碱类等分开存放。不可混储混运。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。运输按规定路线行驶，中途不得停留。雨天不宜运输。

表 7.3-5　氢气理化性质一览表

标识	中文名：氢[压缩的]；氢气				危险货物编号：21001	
	英文名：hyd 反渗透 gen				UN 编号：1049	
	分子式：H_2	分子量：2.01			CAS 号：1333-74-0	
理化性质	外观与性状	无色无臭气体。				
	熔点（℃）	-259.2	相对密度（水=1）	0.07	相对密度（空气=1）	0.07
	沸点（℃）	-252.8	饱和蒸气压（kPa）		13.33/-257.9℃	
	溶解性	不溶于水，不溶于乙醇、乙醚。				
毒性及健康危害	侵入途径	吸入。				
	毒性	LD_{50}：　　LC_{50}：				
	健康危害	本品在生理学上是惰性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。				
	急救方法	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。				
燃烧爆炸危险性	燃烧性	易燃	燃烧分解物	水		
	闪点（℃）	＜-50	爆炸上限（v%）	74.1		
	引燃温度（℃）	400	爆炸下限（v%）	4.1		
	危险特性	与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即会发生爆炸。气体比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。				
	建规火险分级	甲	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	禁忌物	强氧化剂、卤素。				

	储运条件与泄漏处理	**储运条件**：储存在阴凉、通风仓间内。远离火种、热源，防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）、氧化剂等分开存放。切忌混储混运。搬运时应轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。**泄漏处理**：迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉，漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
	灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。

表 7.3-6 氯化氢理化性质一览表

标识	中文名：氯化氢；盐酸		英文名：Hydchloricacid；chlohydricacid	
	分子式：HCl	分子量：36.46	CAS 号：7647-01-0	化学类别：非金属氢化物
	危险性类别：第 2.2 类不燃气体		危规号：22022	UN 编号：1050
理化性质	性状与用途：无色有刺激性气味的气体。			
	熔点（℃）：-114.2 沸点（℃）：-85.0 相对密度（水=1）：1.19 相对密度（空气=1）：1.27 饱和蒸气压（kpa）：4225.6（20℃） 辛醇/水分配系数的对数值		燃烧热（kJ.mol）：--- 临界温度（℃）：51.4 临界压力（Mpa）：8.26 溶解性：易溶于水。 最小点火能（mJ）：	
燃爆特性与消防	燃烧性：不燃闪点：---		稳定性：稳定聚合危害：不聚合	
	爆炸极限：--		避免接触条件：	
	引燃温度：---		禁忌物：碱类、活性金属粉末。	
	最大爆炸压力：---		燃烧分解产物：	
	危险特性：无水氯化氢无腐蚀性，但遇水时有强腐蚀性。能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。遇氰化物能产生剧毒的氰化氢气体。			
	灭火方法：本品不燃。但与其它物品接触引起火灾时消防人员须穿戴全身防护服，关闭火场中钢瓶的阀门，减弱火势，并用水喷淋保护去关闭阀门的人员。喷水冷却容器。可能的话将容器从火场移至空旷处。			
毒性	急性毒性：LC_{50}4600mg/m^3,1 小时（大鼠吸入）			
健康危害	侵入途径：吸入。 健康危害：本品对眼和呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。急性中毒：出现头痛、头昏、恶心、眼痛、咳嗽、痰中带血、声音嘶哑、呼吸困难、胸闷、胸痛等。重者发生肺炎、肺水肿、肺不张。眼角膜可见溃疡或混浊。皮肤直接接触可出现大量粟粒样红色小丘疹而呈潮红痛热。慢性影响：长期较高浓度接触，可引起慢性支气管炎、胃肠功能障碍及牙齿酸蚀症。			
急救	眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。 皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道畅通。如呼吸困难时给输氧。如呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。			
防护	车间卫生标准：中国 MAC（mg/m^3）：15 美国 TVL-TWA：OSHA5ppm,7.5[上限值] 苏联 MAC（mg/m^3）：美国 TLV-STEL:ACGIH5ppm,7.5mg/m^3			

措施	工程控制：严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。 呼吸系统防护：空气中浓度超标时，佩戴自吸式过滤式防毒面具（半面罩）紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器。 眼睛防护：必要时可戴化学安全防护镜。 身体防护：穿化学防护服。 手防护：戴橡胶手套。 其它：工作毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即进行隔离，小泄漏时隔离 150m，大量泄漏时隔离 300m，严格限制出入。切断火源，建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服。从上风处进入现场。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷尿素或其它稀碱液中和。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至水洗塔或与塔相连的通风橱内。漏气的容器妥善处理，修复、检验后使用。
储运包装	储运注意事项 不燃有毒压缩气体。储存于阴凉、通风仓内。仓内温度不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与碱类、金属粉末、易燃或可燃物等分开存放。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。运输按规定的路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。

本项目其他主要危险化学品氟化氢、硝酸、氢氧化钠（无临界量）的理化性质表7.3-7，包装、储存、运输技术要求见表7.3-8。

表 7.3-7　项目其他危险化学品理化性能指标表

序号	物质	CAS 号	物理性质	化学性质	危险性类别	数据来源
1	氟化氢	7664-39-3	无色气体，熔点-83.7℃，沸点 19.5℃。	不燃，高毒，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。	急性毒性-经口,类别 3；急性毒性-经皮,类别 3；急性毒性-吸入,类别 3；酸性腐蚀品第 8.1 类	MSDS
2	硝酸	7697-37-2	硝酸是一种具有强氧化性、腐蚀性的强酸。化学式:HNO_3。熔点:-42℃，沸点:78℃，易溶于水，常温下纯硝酸溶液无色透明。	硝酸不稳定，遇光或热会分解而放出二氧化氮，分解产生的二氧化氮溶于硝酸，从而使外观带有浅黄色，应在棕色瓶中于阴暗处避光保存，也可保存在磨砂外层塑料瓶中(不太建议)，严禁与还原剂接触。	皮肤腐蚀/刺激，类别 1A；眼损伤/眼刺激，类别 1。金属腐蚀物 (类别 1)。急性毒性, 经口(类别 5)。	MSDS
4	氢氧化钠（无临界量）	1310-73-2	无色液体，沸点 1390℃，易溶于水、乙醇、甘油，不溶于丙酮。	与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气。本品不会燃烧,遇水和水蒸气大量放热,形成腐蚀性溶液。具有强腐蚀性。		MSDS

表 7.3-8　项目其他危险化学品包装、储存、运输技术要求

名称	技术要求	
氟化氢	包装方法	钢质气瓶。
	储存要求	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与易（可）燃物、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。应严格执行极毒物品“五双”管理制度。
	运输要求	铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。
硝酸	包装方法	安瓿瓶外普通木箱。螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱。螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花格箱、纤维板箱或胶合板箱等。磨砂口玻璃瓶或螺纹口玻璃瓶外普通木箱。
	储存要求	保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。
	运输要求	运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。运输前应先检查包装容器是否完整、密封。运输工具上应根据相关运输要求张贴危险标志、公告。
氢氧	包装方法	螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花

名称	技术要求	
化钠（无临界量）		格箱、纤维板箱或胶合板箱；镀锡薄钢板桶（罐）、金属桶（罐）、塑料瓶或金属软管外瓦楞纸箱。
	储存要求	储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 35℃，相对湿度不超过 80%。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、酸类等分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物。
	运输要求	铁路运输时，钢桶包装的可用敞车运输。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、酸类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。

本项目主要危险物质分布情况见表 7.3-9。

表 7.3-9　　本项目危险物质分布一览表

序号	场所名称	涉及主要风险物质
1	三氯氢硅合成工序	三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅、氯化氢
2	三氯氢硅还原工序	三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅、氯化氢
3	尾气回收工序	三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅、氯化氢
4	精馏提纯工序	三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅、氯化氢
5	冷氢化工序	三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅、氯化氢
6	整理车间	硝酸、氟化氢
7	渣浆回收	三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅
8	污水处理站污水处理池	氯化氢、氢氧化钠
9	储罐区和化学品库	三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅、氯化氢、硝酸、氟化氢
10	废气处理设施	氯化氢

7.3.2 环境敏感目标调查

根据对项目厂界周边 5km 范围内进行人口集中区和社会关注区排查，敏感点分布情况见表 7.3-10。

表 7.3-10　　环境风险敏感目标保护表

类别	敏感目标名称	相对厂址方位	相对厂界距离/m	属性	人口数
大气环境风险	堡子湾	EN	0.77	居民	220 户、701 人
	梅力更西滩	ENE	4.99	居民	100 户、253 人
	上城壕	ENE	3.5	居民	71 户、215 人
	下城壕	ENE	3.7	居民	79 户、238 人
	三顶村	ENE	4.8	居民	225 户、756 人
	西黑柳子	E	1.2（乌政办发[2012]124 号文进行搬迁）	居民	9 户、19 人
	兴中三组	SE	2.78	居民	14 户、42 人
	兴中二组	SE	3.23	居民	12 户、28 人
	新胜三组	SE	4.32	居民	11 户、35 人
	李会全村	SE	4.49	居民	80 户、274 人
	三分场	SE	4.54	居民	31 户、98 人
	赵柜	SE	2.48（乌政办发[2012]124 号文进行搬迁）	居民	69 户、210 人
	葛家圪旦	SE	2.27	居民	92 户、277 人
	沙圪旦	SE	4.13	居民	41 户、121 人
	二先生圪旦	S	4.98	居民	10 户、35 人
	赵二小圪旦	S	4.98	居民	8 户、27 人
	打不素太六组	SE	4.99	居民	9 户、29 人
	毕格尔图村	SW	2.34	居民	93 户、435 人
	黄家圪旦	SW	4.78	居民	30 户、135 人

	桥南村	SW	3.79	居民	40 户、112 人
	西坝头	SW	3.18	居民	10 户、35 人
	学校圪旦	SW	2.23（根据乌拉特前旗工业园区规划环评报告书 2014 年底完成搬迁）	居民	130 户、394 人
	中滩农场十一分场	SW	4.99	居民	72 户、252 人
	中滩农场六分场	WN	2.72	居民	780 户、2007 人
	中滩农场十分场	WN	4.99	居民	23 户、82 人
	团结村	NW	3.12	居民	60 户、182 人
	乌宝力格嘎查	N	3.61	居民	53 户、185 人
	和顺庄	NW	3.72	居民	28 户、106 人
	厂址周边 500m 范围内人口数小计				0 人
	厂址周边 5km 范围内人口数小计				7283 人
	大气环境敏感程度 E 值				E3

地表水	受纳水体	距项目边界距离	排放点水域环境功能	24h 内流经范围
	项目评价区域没有地表水体			
	地表水环境敏感程度 E 值			E3

地下水	环境敏感区名	环境敏感特征	水质目标	包气带防污性能	与下游厂界距离/m
	先锋镇黑柳子村地下水型水源地	较敏感 G2	《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类标准	D2	2067m
	先锋镇三顶村地下水型水源地	较敏感 G2		D2	1172m
	先锋镇三顶村乌拉特工业园区地下水型水源地	较敏感 G2		D2	991m
	地下水环境敏感程度 E 值				E2

7.4 环境风险潜势初判

1、划分依据

根据建设项目涉及的物质和工艺系统危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，确定项目的环境风险潜势。

2、危险物质及工艺系统危险性等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》《HJ169-2018》附录 B 的规定，结合本项目实际情况，确定本项目危险物质数量与临界量比值 Q 值见表 7.4-1。

表 7.4-1　本项目储罐区、化学品库重大危险源辨识一览表

序号	位置	危险物质名称	储罐类型	储罐容积（m^3）	储罐数量	状态（固/液/气）	CAS号	场区内最大储存量q_n（t）	临界量Q_n（t）	q_n/Q_n	Σ（q_n/Q_n）
1	罐区	三氯氢硅原料球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	3000m^3	1 个	液体	10025-78-2	3645t	5t	729.000	5556.022
2		冷氢化精制四氯化硅料球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	3000m^3	1 个	液体	10026-04-7	4004t	5t	800.800	
3		事故罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	3000m^3	1 个	液体	---	3800t	---	---	
4		四氯化硅球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	3000m^3	3 个	液体	10026-04-7	12012t	5t	2402.400	
5		三氯氢硅球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	1000 m^3	3 个	液体	10025-78-2	3645t	5t	729.000	
6		氯硅烷（三氯氢硅和四氯化硅）球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	1000 m^3	1 个	液体	---	1260t	5t	252.000	
7		轻沸物球罐（二氯二氢硅）	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	500 m^3	1 个	气体	4109-96-0	600t	5t	120.000	
8		重沸物球罐（三氯氢硅）	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	500 m^3	1 个	液体	10025-78-2	670t	5t	134.000	
9		残液球罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	500 m^3	1 个	液体	---	660t	---	---	
10		三氯氢硅罐卸车罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	35m^3	2 个	液体	10025-78-2	85t	5t	17.000	
11		四氯氢硅罐卸车罐	球罐，沸点低于 45℃的甲 B 类液体全压力储罐	35m^3	2 个	液体	10026-04-7	93t	5t	18.600	
12		氢气缓冲储罐	内浮顶罐	100m^3	2 个	气体	1331-74-0	0.02t	5t	0.004	
13		氢气缓冲储罐	内浮顶罐	40m^3	1 个	气体	1331-74-0	0.003t	5t	0.001	
14		盐酸缓冲储罐	内浮顶罐	100m^3	2 个	液体	7467-01-0	210.6t	2.5t	84.24	
15		柴油罐	固定顶罐	250m^3	2 个	液体	---	392.73t	2500t	0.157	
16		盐酸储罐	内浮顶罐	300m^3	2 个	液体	7467-01-0	631.8	2.5t	252.72	

17		次氯酸钠储罐	内浮顶罐	50m³	2 个	液体	7681-52-9	80.5	5t	16.1	
18	化学品库	氢氧化钠储罐	内浮顶罐	50m³	1 个	液体	---	106.5t	---	---	6.697
19		硝酸储存桶	---	5m³	1 个	液体	7647-01-0	7.1t	7.5t	0.947	
20		氟化氢储存桶	---	5m³	1 个	液体	7664-39-3	5.75t	1t	5.750	
注：原辅材料储罐区∑q/Q=5556.022>100。											

经过计算，本项目储罐区Q=5556.022>100。综上所述，本项目Q>100。

根据项目所属行业及生产工艺特点，按照表 7.4-2 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。

表 7.4-2　行业及生产工艺（M）

行业	评分依据	分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气机光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、氨基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压、其设计危险物质的工艺过程[a]、危险物质贮存罐区	5/套（罐区）
管道、港口/码头等	设计危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油库（不含加气站的油库）、油气管线[b]（不含城镇燃气管线）	10
其他	设计危险物质的使用、贮存的项目	5
[a]高温指工艺温度≥300℃，高压指压力容器的设计压力（P）≥10.0MPa； [b]长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。		

根据项目所属行业及生产工艺特点，M 值确定见表 7.4-3。

表 7.4-3　本项目 M 值确定表

工艺单元名称	生产工艺/设备台数	M 分值
裂解工艺	1（裂解工艺）	10
还原装置	1（加氢工艺）	10
冷氢化装置	3（加氢工艺）	30
储罐区	1	5
化学品库	1	5
危废暂存间	1	5
项目 M 值∑		65

根据上表，本项目 M 值为 65，以 M1（M＞20）表示。

综上，本项目危险物质数量与临界量比值 Q＞100，行业及生产工艺以 M1 表示，按照 7.4-4 确定危险物质及工艺系统危险性等级为 P1。

表 7.4-4　本项目 M 值确定表

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺			
	M1	M2	M3	M4
Q≥100	P1	P1	P2	P3
10≤Q＜100	P1	P2	P3	P4
1≤Q＜10	P2	P3	P4	P4

3、环境敏感程度分级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》《HJ169-2018》附录 D 中的有关规

定，本项目所在区域环境敏感特征判定见表 7.4-5。

表 7.4-5　本项目环境敏感特征表

类别	环境敏感特征表	
环境空气	周边 5km 范围内人口总数	小于 1 万人
	周边 500m 范围内人口总数	小于 500 人
	大气环境敏感程度 E 值	E3
地表水	本项目废水不外排，地表水功能敏感分区	F3
	无地表水环境敏感目标，环境敏感目标分级	S3
	地表水环境敏感程度 E 值	E3
地下水	地下水功能敏感性分区	G2
	厂区包气带岩性以粉土夹粉砂，渗透系数为 9.22×10^{-6}~4.29×10^{-5}cm/s，厚度 1.1~3.6m，包气带防污性能分级	D2
	地下水环境敏感程度 E 值	E2

4、环境风险潜势

按照表 7.4-6 确定环境风险潜势。

表 7.4-6　建设项目环境风险潜势划分

环境敏感区（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极度危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	IV^+	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II
环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I
注：IV^+为极高环境风险				

本项目各环境要素环境风险潜势见表 7.4-7，环境风险潜势综合等级为 IV 级。

表 7.4-7　建设项目环境风险潜势划分

环境要素	环境敏感区	危险物质及工艺系统危险性	环境风险潜势
大气	E3	P1	III
地表水	E3	P1	III
地下水	E2	P1	IV

7.5 评价工作等级和评价范围

评价工作等级划分见表 7.5-1。

表 7.5-1　评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV^+	III	III	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 [a]
[a] 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

综合表 7.4-4 和表 7.4-5，各环境要素风险评价等级见表 7.5-1。本项目环境风险潜势综合等级为Ⅳ，环境风险综合评价等级为一级评价。

表 7.5-2　本项目环境风险评价工作等级划分

环境要素	环境敏感区	评价工作等级
大气	III	二级
地表水	III	二级
地下水	IV	一级
本项目综合	IV	一级

根据建设项目环境风险评价技术导则并结合后续预测结果综合分析，本次大气环境风险评价范围以项目区为中心，边长为 5km 的矩形区域。地下水风险评价范围：北边界、东南边界平行于地下水等水位线，北边界（上游）距项目厂区约 1430m，东南边界（下游）距项目厂区约 3440m；西南边界、东边界垂直于地下水等水位线，西南边界距项目厂区约 3080m，东边界距项目厂区约 1870m，面积约 29.9km^2。

7.6 风险识别

7.6.1 物质危险性识别

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三[2011]95号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（ 安监总管三〔2013〕12号）的规定，本项目涉及的三氯氢硅、四氯化硅、氢氟酸、硝酸、氯化氢、氢氧化钠属于重点监管的危险化学品；依据《危险化学品名录（2017版）》，本项目危险化学品中不涉及剧毒化学品；依据《高毒物品目录（2003版）》，本项目危险化学品中氟化氢属于高毒物品；依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令第445号，2014修订），本项目危险化学品易制毒化学品为硝酸、氯化氢；依据《易制爆危险化学品名录（2017年版）》（公安部公告），项目危险化学品中不涉及易制爆危险化学品。本项目危险化学品辨识情况见表7.6-1。

表 7.6-1　化学品辨识情况一览表

序号	类别	该项目涉及的危险化学品	辨识依据
1	危险化学品	三氯氢硅、四氯化硅、氢氟酸、硝酸、氯化氢、氢氧化钠	《危险化学品目录》(2015 版)
2	重点监管危化品	氢氟酸	《重点监管的危险化学品名录》（2013 版）
3	易制毒化学品	硝酸、氯化氢	《易制毒化学品管理条例（2014 修订）》
4	高毒物品	氢氟酸	《高毒物品目录（2003 版）》
5	易制爆危险化学品	无	《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）
6	剧毒化学品	无	剧毒化学品目录（2012 版）

7.6.2 生产系统危险性识别

1.罐区

三氯硅烷、四氯化硅储存在罐区，可能由于损坏、腐蚀等原因引起有毒有害物质泄漏，影响环境空气，对人员健康产生影响。

①储罐区地质不稳定，不均匀沉降，可能导致储罐倾覆；

②储罐及其附件设计、安装、操作不当，材质缺陷，缺少相应的报警、连锁装置或其他安全措施，超期、超负荷使用等可能会引发泄漏和储罐抽瘪事故；

③储罐及其附件设计、安装、材质缺陷；储罐、工艺管道、阀门等发生泄漏，储罐间距不符合规范要求，储罐平面布置缺陷；

④储罐区发生泄漏；未设置检测报警仪；储存物料在低洼处集聚；作业人员未穿戴有效的劳动防护用品；作业人员缺乏安全知识等可能会引发危险；

⑤储罐顶部作业处未设置防护栏或高度、强度不符合规范要求；储罐无防护栏、防滑踏步或失效；有高处作业禁忌者从事高处作业；盘梯斜度、高处不符合规范要求；未执行“高处作业安全规程”；作业人员缺乏安全知识等可能会引发高处坠落危险；

⑥储罐及其附件设计、安装、施工、质量缺陷。

2.化学品工业管道

本装置的管道主要用于输送、分离、混合、排放、计量和控制或制止流体的流动，由于生产的连续性，生产过程除常温常压外，许多是在高温高压、低温高真空条件下进行的，而且许多介质还具有易燃易爆、有腐蚀、有毒性的特点。管线泄漏遇空气自燃或容器超温超压爆炸。管道因液体冲击、化学腐蚀和高温下积炭自燃等均有可能导致管道破裂、爆炸事故。发生管道劈裂与爆炸的原因主要有：

管道设计不合理，材料缺陷、制造质量低劣，维护不周，压力表、安全阀失灵，致使管道、设备超压时不能准确反映压力波动情况，超压时不能及时卸载等。如装置泄漏起火对本车间有一定影响，对外部周边环境影响较小。

①管道敷设不规范；设计、安装、施工缺陷；管道未进行防腐蚀处理；检修、安装作业时未及时清除管道中的物料；作业人员未执行安全操作规程；作业人员缺乏安全知识等可能会引发危险；

②未定期对管道进行维护、保养；穿越道路处的管道表面覆土厚度不足；未及时更换老化或损坏的管道；管道与储罐等设施及设备连接处密封垫失效、

损坏；作业人员缺乏安全知识；作业人员未执行安全操作规程等可能会引发泄漏危险。

3.三氯氢硅合成装置

三氯氢硅合成装置如发生仪表失效、指示错误，造成人员误判断、联锁控制误动作等，易导致物料组分失控，压力、温度失控，而引发火灾、爆炸事故。

氯化氢、三氯硅烷均为中度危害物质，若合成设备、管线发生泄漏，易发生中毒、窒息事故。

氯化氢和四氯化硅等还具有腐蚀性，人员防护不当接触可造成化学灼伤事故。

4.三氯氢硅还原装置

此工艺主要是将精馏后的三氯氢硅和氢气送入还原炉，在给定的方形硅芯棒上沉积高纯晶硅的过程。此工艺主要包括三氯氢硅的汽化和三氯氢硅还原生成高纯晶硅的两个过程，其可能发生的风险事故如下：

①还原气体氢气的泄露：此工艺过程的还原气体主要来自电解过程的产品气和合成气分离的氢气，此过程中发生泄漏事故后会导致气体泄漏，可能会发生燃爆事故，对装置和周围的构筑物产生一定损伤，对外环境空气的影响相对较小。

②三氯氢硅汽化：来自原料罐的三氯氢硅液体被送入三氯氢硅汽化器，加热汽化后送入还原炉，此过程由于三氯氢硅处于气态状态，其处于相对高的温度，在发生泄漏事故后，三氯氢硅迅速进入外环境空气，对外环境产生一定影响。

③三氯氢硅还原：还原炉内存在的物质主要包括三氯氢硅气体、氢气和高纯晶硅，还有还原反应生成的二氯二硅烷、四氯化硅、氯化氢和氢气，还原炉发生泄漏事故后，其泄漏物料包括上述各种原料和副产品，由于其炉内的量较小，对外环境空气的影响也相对较小。

5.还原尾气回收装置

还原护中未反应完全的三氯氢硅、氢气和还原产生的二氯二硅烷、四氯化硅、氯化氢和氢气一并送入干法分离器中，选用类似于合成气分离工序的技术，对尾气进行分离处理。

通过变压吸附后得到高纯度的氢气，大部分送入三氯氢硅还原，其余部分送入四氮化硅氢化：再经过氯化氢解析塔除去尾气中的氯化氢，送往用于三氯氢硅合成的缓冲罐中：余下的氯硅烷液体送入氯硅烷贮存工序的还原氯硅烷贮槽。此

工艺过程中处理的尾气有毒有害物质含量相对较低，远远小于上述工艺过程，发生事故对外环境要素产生的影响也相对较小。

6.精馏装置

精馏工艺过程中所涉及的危险物质主要有三氯氢硅，主要通过多级精馏塔对原料三氯氢硅进行精馏处理，除去其中的低沸点、高沸点杂质。可能发生风险的类型主要为以下方面：

从储罐送来的三氯氢硅原料以液态形式存在，多级精馏塔具有基本相同的工艺特点，其依靠自身的位差来促进精馏后的液体逐级流动。其中主要馏出的物质主要为三氯氢硅。由于工艺的采用的精馏塔较多，其潜在的危险系数就较大，在精馏塔与管线、管线与精馏塔之间的连接、控制阀门发生渗漏、开裂、断裂乃至爆裂的事故后，均会引起三氯氢硅精馏液的溢出，并且会引起其中少量的四氯化硅溢出，此两种物质的急速挥发会对外环境空气产生一定影响，同时也会产生救援所采用的吸附剂和灭火剂，处理不当也会对外环境产生影响。

7.冷氢化装置

主要工艺过程是利用四氯化硅高温并在催化剂作用下发生加氢反应得到三氯氢硅，其产生的副产物氯化氢再与硅粉发生连锁反应，并由于大量四氯化硅的抑制作用，从而全部生成三氯氢硅。

此工艺可能发生的风险事故如下：

①氢气的泄漏：此工艺过程的还原气体主要来自电解过程的产品气和合成气分离的氢气，此过程中发生泄漏事故后会导致气体进漏，可能会发生燃爆事故，对装置和周围的构筑物产生一定损伤，对外环境空气的影响相对较小：

②三氯氢硅泄露：此过程由于三氯氢硅处于气态状态，其处于相对高的温度，在发生泄漏事故后，三氯氢硅迅速进入外环境空气，对外环境产生一定影响。

8.整理车间

从还原炉卸出的多晶硅棒，在整理装置内经破碎、分选、采用硝酸和氢氟酸清洗、包装等过程，得到合格的多晶硅产品。在发生泄漏事故后，硝酸和氢氟酸迅速进入外环境空气，对外环境产生一定影响。

整个拟建项目生产过程中的环境风险事故主要体现在物料泄漏所引起的毒性泄漏、火灾及爆炸事故等方面，涉及的各生产过程危险性见表 7.6-2。

表 7.6-2　本项目生产装置风险识别表

序号	危险单元	主要风险源	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
1	罐区	储罐	三氯硅烷、四氯化硅、氯化氢	泄漏、火灾爆炸、消防废水排放	大气、土壤、地下水	周边企业办公生活区
2	化学品工业管道	化学品管道	三氯硅烷、二氯二氢硅、氢气、四氯化硅	泄漏中毒、火灾爆炸、消防废水排放	大气、土壤、地下水	周边企业办公生活区
3	合成装置	合成炉	氯化氢、硅、三氯氢硅、四氯化硅	泄漏中毒、火灾爆炸、消防废水排放	大气、土壤、地下水	周边企业办公生活区
4	还原装置	反应器	三氯硅烷、二氯二氢硅、氢气、四氯化硅	泄漏中毒、火灾爆炸、消防废水排放	大气、土壤、地下水	周边企业办公生活区
5	还原尾气回收装置	压缩机	氯化氢、氢气、四氯化硅二氯二氢硅、	泄漏中毒、火灾爆炸、消防废水排放	大气、土壤、地下水	周边企业办公生活区
6	精馏装置	精馏塔	三氯硅烷、四氯化硅二氯二氢硅、	泄漏中毒、火灾爆炸、消防废水排放	大气、土壤、地下水	周边企业办公生活区
7	冷氢化装置	还原炉	三氯硅烷、二氯二氢硅、氢气	泄漏中毒、火灾爆炸、消防废水排放	大气、土壤、地下水	周边企业办公生活区
8	整理车间	整理装置	硝酸、氢氟酸	泄漏、消防废水排放	大气、土壤、地下水	周边企业办公生活区

7.6.3 公辅及环保设施风险性识别

本项目厂内工艺及公用工程外管均架空铺设，输送工艺物料的管线多为压力管道，且输送的介质具有燃爆性、毒害性及腐蚀性。在耐压强度、密封性和耐腐蚀性等方面设计不合理可能造成管道穿孔、破裂，从而导致有毒有害物料泄漏。

本项目废气、废水处理系统的各类排水收集池（罐）、暂存池（罐）发生破裂、未采取防渗措施或防渗膜破损，可能导致含有有毒有害物质等污染物的废水排放至地表水体，或渗入土壤污染地下水。

本项目公辅及环保设施风险识别如下表所示。

表 7.6-3　本项目公辅及环保设施风险识别表

序号	危险单元	主要风险源	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
1	工艺外管网	物料输送管线	二氯二氢硅、三氯硅烷、四氯化硅、	泄漏/火灾爆炸引发有毒气体释放，消防废水排放	大气、土壤	周边企业办公生活区
2	工艺废气处理系统、污水	各类排水收集池（罐）、	含有毒有害物质等污染	有毒有害废水排放	土壤、地下水	厂区地下水环境

	处理站	暂存池（罐）	物废水			

7.6.4 环境风险类型及危害分析

根据物质及生产系统危险性识别结果，本项目环境风险类型包括危险物质泄漏以及火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放，不考虑自然灾害引起的风险事故。

（1）泄漏事故危险性分析

储罐、装置区设备或管道发生泄漏时，挥发性物质释放到大气中，随风向下风向转移，对下风向人员造成影响，并可能影响居民区和村庄等大气环境敏感保护目标。泄漏物料应确保控制在厂内，当控制不及时，可能通过雨水管网对周边水体造成影响。

（2）火灾爆炸事故中的伴生/次生危险性分析

本项目生产装置或贮罐区等发生火灾事故的过程中引发的伴生/次生污染主要包括燃烧产生的烟气、扑灭火灾产生的消防水以及泄漏产生的挥发性气体。消防污水如没有得到有效控制，可能会进入雨水系统，造成附近的水体污染。烟气及挥发性物质释放到大气中，随风向下风向转移，对下风向人员造成影响，并可能影响大气环境敏感保护目标。另外，火灾爆炸后破坏地表覆盖物，可能会有部分受污染消防水进入土壤，甚至污染地下水。

7.7 风险事故情形分析

7.7.1 事故案例分析

7.7.1.1 部分风险事故举例

（1）氟化氢泄漏事故

2013 年 6 月 1 日上午 9 时 35 分，位于商洛市商州区的陕西延长石油集团氟硅化工有限公司无水氟化氢车间因反应炉气相负压突然增大，发生氟化氢气体泄露。事故未造成人员伤亡。目击者称，气体泄漏后，该公司周围弥漫着模糊的灰色气体，有明显呛鼻的感觉。事故发生后，市、区政府相关负责人迅速赶赴现场，组织企业及环保、安监、消防等部门紧急启动应急预案。采取拉闸关机，停止生产，截断污染源，紧急疏散周边群众和相关人员等措施，尽最大努力控制事故进一步扩大。 事故处理现场，调集的六台消防车辆已对事故泄露点进行喷淋，稀释泄漏气体。并对厂区所有污水、雨水排污口进行了封堵，防止消防废水外流。事故原因是因为物料堵塞气相管道，造成反应炉系统无负压，炉内气相氟化氢从炉头冒

出。

（2）三氯氢硅泄露事故

2011年10月15日，东营河口开发区文兴科技化工有限公司发生三氯氢硅气体泄漏，东营消防支队接到报警后，迅速前往处置，有效控制了泄露，保住了周边两个三氯氢硅储罐、4个车间、两个储罐储存能力为30吨的卧室圆柱形储罐，避免了人员伤亡和次生灾害，将损失和影响降到了最低程度。

罐体发生破损，并且有大量气体泄漏，随时可能发生爆炸。通过现场侦察发现，罐体法兰处发生泄漏，并且厂房内部存有大量积水，与泄漏的三氯氢硅气体发生反应后产生易燃气体氢气与具有强腐蚀性的氯化氢气体，氢气积聚于厂房顶棚，一旦遇明火将会发生爆炸，对厂区周围人民群众的生命财产安全造成了极大的威胁。

成员携带无火花破拆工具对厂房进行全面破拆使其自然通风，冲淡厂房内的氢气与氯化氢气体浓度；对周围罐体进行关停、保护，防止发生连环事故；携带工具及高弹力密封胶条对泄漏点进行密封堵漏。由于封堵罐体余压较大，高弹力密封胶条极有可能发生崩裂，指挥部再次研究决定使用事先准备好的三吨水泥，准备对罐体法兰进行水泥浇灌。

7.7.1.2 事故调查及统计分析

（1）化工装置事故统计资料

依据国家安监总局公布的我国（除港、澳、台地区）2001年~2008年化工事故统计资料，统计结果为：事故类型包括物体打击、火灾、物理爆炸、化学爆炸、中毒和窒息、其他伤害等17类；在统计的事故中，火灾占1.94%、爆炸占7.86%、中毒和窒息占3.76%、灼烫占6.16%。按事故原因分类，阀门管线泄漏占首位，达35.1%，其次是泵设备故障。事故原因分析见表7.7-1。

表7.7-1　事故原因分类分布一览表

序号	事故原因分类	比例（%）
1	阀门管线泄漏	35.1
2	泵设备故障	18.2
3	操作失误	15.6
4	仪表、电器失灵	12.4
5	突沸、反应失控	10.4
6	雷击、自然灾害	8.2

（2）输送管线事故统计资料

输送管线在运行过程中，存在着因误操作、管道腐蚀或自然灾害等因数引发

事故的可能。本工程在生产过程中可能发生的管线破裂，造成原料和产品的大量泄漏，遇明火发生燃烧和爆炸。根据调查分析，事故泄漏尺寸分为三类：

针孔/裂纹：损坏处的直径≤20mm；

穿孔：损坏处的直径≥20mm，但小于管道的半径；

断裂：损坏处的直径＞管道的半径。

管道事故中各种事故原因发生的频率统计资料详见表 7.7-2。

表 7.7-2　管道事故中各种事故原因发生的频率分布一览表

事故原因	针孔/裂纹（10^{-3}/km•a）	穿孔（10^{-3}/km•a）	断裂（10^{-3}/km•a）
外部影响	0.073	0.168	0.095
带压开孔	0.02	0.02	
腐蚀	0.088	0.01	
施工缺陷和材料缺陷	0.073	0.044	0.01
地层位移	0.01	0.02	0.02
其他原因	0.044	0.01	0.01

7.7.2 风险事故情形设定

7.7.2.1 事故发生概率

本项目环境风险主要来自危险源的事故性泄漏。项目最大可信事故的确定是依据事故源大小和物质特性对环境的影响程度确定。本次评价确定本项目最大可信事故及类型为：

（1）四氯化硅储罐破裂泄露：泄漏后四氯化硅溶液下渗至地下水含水层对土壤和地下水的影响、随雨水管线漫流对周围地表水的影响。四氯化硅气化并扩散引起大气环境污染及风险伤害。

（2）三氯氢硅储罐破裂泄露：泄漏后三氯氢硅溶液下渗至地下水含水层对土壤和地下水的影响、随雨水管线漫流对周围地表水的影响。三氯氢硅气化并扩散引起大气环境污染及风险伤害。

（3）氯化氢储罐破裂泄露：泄漏后氯化氢气化并扩散引起大气环境污染及风险伤害。

事故概率确定见表 7.7-3。

表 7.7-3　事故概率确定表

部件类型	泄漏模式	泄漏频率
反应器/工艺储罐/气体储罐/塔器	泄漏孔径为 10mm 孔径 10min 内储罐泄漏完 储罐全破裂	1.00×10^{-4}/a 5.00×10^{-6}/a 5.00×10^{-6}/a
常压单包容储罐	泄漏孔径为 10mm 孔径 10min 内储罐泄漏完	1.00×10^{-4}/a 5.00×10^{-6}/a

	储罐全破裂	5.00×10^{-6}/a
常压双包容储罐	泄漏孔径为 10m 孔径 10min 内储罐泄漏完 储罐全破裂	1.00×10^{-4}/a 1.25×10^{-8}/a 1.25×10^{-8}/a
常压全包容储罐	储罐全破裂	1.00×10^{-8}/a
内径≤75mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径 全管径泄漏	5.00×10^{-6}/（m·a） 1.00×10^{-6}/（m·a）
75mm＜内径≤150mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径 全管径泄漏	2.00×10^{-6}/（m·a） 3.00×10^{-7}/（m·a）
内径＞150mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径（最大 50mm） 全管径泄漏	2.40×10^{-6}/（m·a） 1.00×10^{-7}/（m·a）
泵体和压缩机	泵体和压缩机最大连接管泄漏孔径为 10%孔径（最大 50mm） 泵体和压缩机最大连接管全管径泄漏	5.00×10^{-4}/（m·a） 1.00×10^{-4}/（m·a）
装卸臂	装卸臂连接管泄漏孔径为 10%孔径（最大 50mm） 装卸臂全管径泄漏	3.00×10^{-7}/（m·a） 3.00×10^{-8}/（m·a）
装卸软管	装卸臂连接管泄漏孔径为10%孔径（最大50mm） 装卸臂全管径泄漏	4.00×10^{-5}/（m·a） 4.00×10^{-6}/（m·a）
注：以上数据来源于荷兰 TNO 紫皮书（Guidelines for Quantitative）以及 Reference Manual Bevi Risk Assessments；*来源于国际油气协会（International Association of Oil &Gas Producers）发布的 Risk Assessment Data Directory(2010,3)。		

综合考虑物质环境风险评价指标及本项目环境风险特点，本项目风险评价的事故设定见表 7.7-4。

表 7.7-4 风险评价事故设定

事故发生位置	容器设计参数			危险因子	事故设定	泄漏概率
	高度 m	内部压力 Mpa	内部温度 ℃			
四氯化硅球罐（储罐区）	9	1.77	40	四氯化硅	储罐阀门接管口破裂，泄漏孔径为 10mm，四氯化硅泄漏	1.00×10^{-4}/a
三氯氢硅球罐（储罐区）	9	1.77	30	三氯氢硅	钢瓶阀门接管口破裂，泄漏孔面积为 10mm，三氯氢硅泄漏	1.00×10^{-4}/a
氯化氢储罐（储罐区）	4	1.77	常温	氯化氢	储罐阀门接管口破裂，泄漏孔径为 10mm，氯化氢泄漏	1.00×10^{-4}/a

7.7.2.2 事故源强的确定

1、事故预测模拟情景

本项目的最大可信事故是四氯化硅储罐泄漏、三氯氢硅储罐泄露、氯化氢溶液储罐泄漏，因此本次评价重点分析：

①四氯化硅储罐泄露后，四氯化硅挥发到大气环境中，对大气环境的影响，下渗至土壤、地下水含水层对土壤环境、地下水环境的影响。

②三氯氢硅储罐泄露后，三氯氢硅挥发到大气环境中，对大气环境的影响，

三氯氢硅下渗至土壤、地下水含水层对土壤环境、地下水环境的影响。

③氯化氢储罐泄露后，氯化氢挥发到大气环境中，对大气环境的影响，氯化氢下渗至土壤、地下水含水层对土壤环境、地下水环境的影响。

本项目在建设过程中设置足够容积的事故水池和三级防控体系，本项目事故废水可以做到控制在本厂界内。

2、源强估算

（1）四氯化硅储罐泄漏事故源强

本次评价设定四氯化硅储罐破损程度为 10mm 孔径破裂，即设定物料泄漏孔面积为 0.785cm^2，事故发生后安全系统报警，在 15min 内泄漏得到控制，液体泄漏量计算公式如下：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P-P_0)}{\rho}+2gh}$$

式中，Q_L——液体泄漏速率，kg/s；

C_d——液体泄漏系数，按 0.65 选取；

A——裂口面积，m^2；取值为 0.785cm^2；

ρ——泄漏液体密度；

P——容器内介质压力，Pa；

P_0——环境压力或大气压，Pa；

g——重力加速度，9.8m/s^2；

h——裂口之上液位高度，四氯化硅储罐取值为 8m。

根据计算四氯化硅泄漏速率为 3.5414kg/s，则 15 分钟四氯化硅泄漏量约为 3187.26kg。

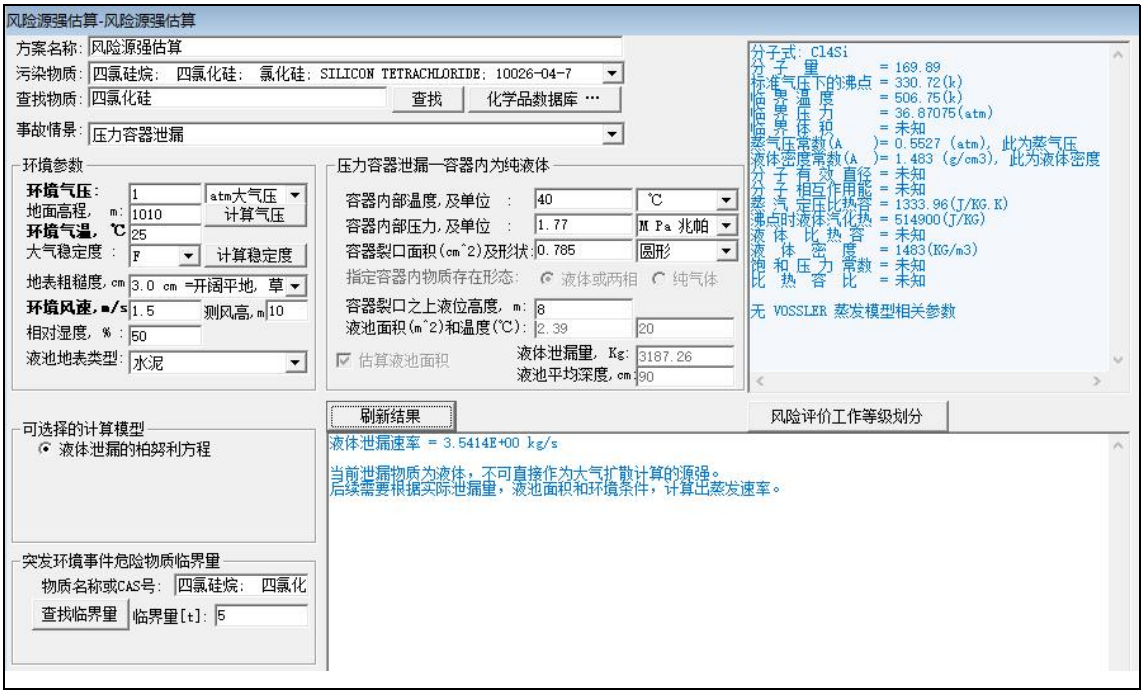


图 7.1-1　四氯化硅储罐泄漏事故源强计算图

泄漏液体的蒸发分为闪蒸蒸发、热量蒸发和质量蒸发三种，本次评价主要考虑泄漏质量蒸发。

质量蒸发速度 Q_3 按下式中：

$$Q_3=\alpha p\frac{M}{RT_0}u^{\frac{(2-n)}{(2+n)}}r^{\frac{(4+n)}{(2+n)}}$$

Q_3——质量蒸发速度，kg/s；

a,n——大气稳定度系数，见表 7.7-5；

p——液体表面蒸气压，Pa；

R——气体常数；J/mol·k；

T_0——环境温度，k；

u——风速，m/s；

r——液池半径，m。

表 7.7-5　液池蒸发模式参数

稳定度条件	n	α
不稳定(A,B)	0.2	3.846×10^{-3}
中性(D)	0.25	4.685×10^{-3}
稳定(E,F)	0.3	5.285×10^{-3}

液池最大直径取决于泄漏点附近的地域构型、泄漏的连续性或瞬时性。有围

堰时，以围堰最大等效半径为液池半径；无围堰时，设定液体瞬间扩散到最小厚度时，推算液池等效半径。围堰内每个四氯化硅储罐周围设置隔堤，单个储罐发生泄漏形成液池的有效面积约为 2.39m^2。四氯化硅泄漏后在形成的液池表面添加泡沫抑雾剂，抑制四氯化硅的挥发，并及时采用泵进行回收，尽最大可能减轻挥发。

贮罐泄漏量按全部泄漏进入围堰来考虑，假定在 15min 内液体蒸发得到控制，则可计算蒸发量。设定泄漏事故状态下源强见表 7.7-6。

表 7.7-6　设定四氯化硅储罐泄漏事故状态下四氯化硅泄漏蒸发速率

预测气象条件	稳定度条件	风速条件	液池面积（m^2）	液池中物质总量（kg）
最不利气象条件	F	1.5m/s	2.39	3187.26

（2）三氯氢硅储罐泄漏事故源强

本次评价设定三氯氢硅储罐破损程度为 10mm 孔径破裂，即设定物料泄漏孔面积为 0.785cm^2，事故发生后安全系统报警，在 15min 内泄漏得到控制，液体泄漏量计算公式如下：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P-P_0)}{\rho}+2gh}$$

式中，Q_L——液体泄漏速率，kg/s；

C_d——液体泄漏系数，按 0.65 选取；

A——裂口面积，m^2；取值为 0.785cm^2；

ρ——泄漏液体密度；

P——容器内介质压力，Pa；

P_0——环境压力或大气压，Pa；

g——重力加速度，9.8m/s^2；

h——裂口之上液位高度，三氯氢硅储罐取值为 9m。

据计算三氯氢硅储罐泄漏速率为 3.369kg/s，则 15 分钟三氯氢硅储罐溶液泄漏量约为 3032.1kg。

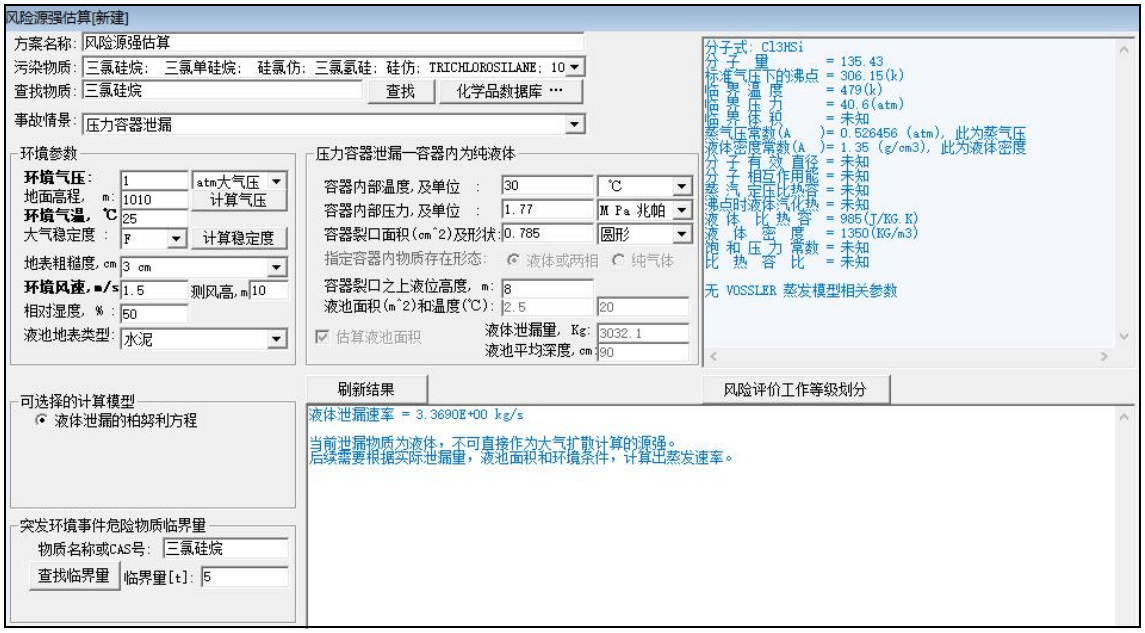


图 7.7-2　三氯氢硅储罐泄漏事故源强计算图

泄漏液体的蒸发分为闪蒸蒸发、热量蒸发和质量蒸发三种，本次评价主要考虑泄漏质量蒸发。

质量蒸发速度 Q_3 按下式中：

$$Q_3=\alpha p\frac{M}{RT_0}u^{\frac{(2-n)}{(2+n)}}r^{\frac{(4+n)}{(2+n)}}$$

Q_3——质量蒸发速度，kg/s；

a,n——大气稳定度系数，见表 7.7-7；

p——液体表面蒸气压，Pa；

R——气体常数；J/mol·k；

T_0——环境温度，k；

u——风速，m/s；

r——液池半径，m。

表 7.7-7　液池蒸发模式参数

稳定度条件	n	α
不稳定(A,B)	0.2	3.846×10^{-3}
中性(D)	0.25	4.685×10^{-3}
稳定(E,F)	0.3	5.285×10^{-3}

液池最大直径取决于泄漏点附近的地域构型、泄漏的连续性或瞬时性。有围堰时，以围堰最大等效半径为液池半径；无围堰时，设定液体瞬间扩散到最小厚

度时，推算液池等效半径。围堰内每个三氯氢硅储罐周围设置隔堤，单个储罐发生泄漏形成液池的有效面积约为 2.5m²。三氯氢硅泄漏后在形成的液池表面添加泡沫抑雾剂，抑制三氯氢硅的挥发，并及时采用泵进行回收，尽最大可能减轻挥发。

贮罐泄漏量按全部泄漏进入围堰来考虑，假定在 15min 内液体蒸发得到控制，则可计算蒸发量。设定泄漏事故状态下源强见表 7.7-8。

表 7.7-8　设定三氯氢硅储罐泄漏事故状态下三氯氢硅泄漏蒸发速率

预测气象条件	稳定度条件	风速条件	液池面积（m²）	液池中物质总量（kg）
最不利气象条件	F	1.5m/s	2.5	3032.1

（3）氯化氢储罐泄漏事故源强

本次评价设定氯化氢储罐破损程度为 10mm 孔径破裂，即设定物料泄漏孔面积为 0.785cm²，事故发生后安全系统报警，在 15min 内泄漏得到控制。假定液相和气相是均匀的，且互相平衡，两相流泄漏速率 Q_{LG} 按下式计算：

$$Q_{LG} = C_d A\sqrt{2\rho_m(P - P_C)}$$

$$\rho_m = \frac{1}{\frac{F_V}{\rho_1} + \frac{1 - F_V}{\rho_2}}$$

$$F_V = \frac{C_p(T_{LG} - T_C)}{H}$$

式中，Q_{LG}——两相流泄漏速率，kg/s；

C_d——两相流泄漏系数，取 0.8；

Pc——临界压力，Pa；

P——操作压力或容器压力，Pa；

A——裂口面积，cm²；取值为 0.785cm²；

ρ_m——两相混合物的平均密度；kg/m³；

ρ_1——液体蒸发的蒸汽密度；kg/m³；

ρ_2——液体密度；kg/m³；

Fv——蒸发的液体占液体总量的比例；

Cp——两相混合物的定压比热容，J/(kg·K)；

T_{LG}——两相混合物的温度，K;

Tc——液体在临界压力下的沸点，K;

H——液体的汽化热，J/kg。

据计算氯化氢两相混合物泄露速率为 0.8518kg/s，其中纯气体速率为 0kg/s，液态比例=1，则 15 分钟两相混合物泄漏量约为 766.62kg。

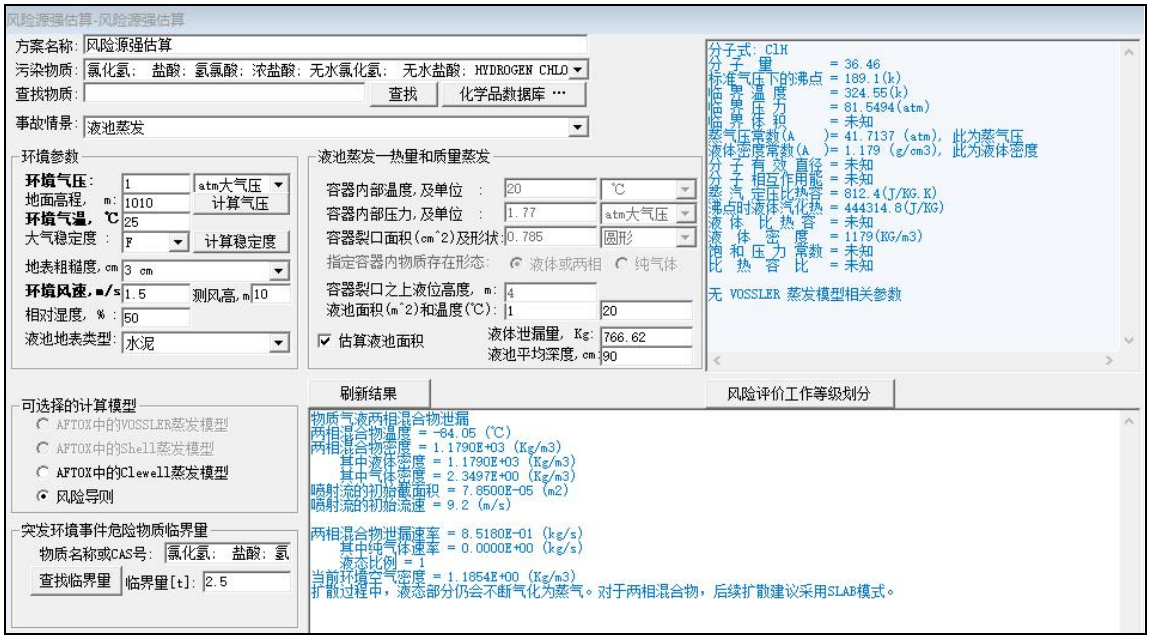


图 7.7-3　氯化氢储罐泄漏事故源强计算图

综上，事故源强汇总表见 7.7-9。

表 7.7-9　　建设项目源强一览表

序号	风险事故形描述	危险单元	危险物质	影响途径	释放或泄漏速率/(kg/s）	释放或泄漏时间/min	最大释放或泄漏量/kg
1	四氯化硅储罐泄漏	储罐区	四氯化硅	大气环境、地下水环境、土壤环境	3.5414kg/s	15	3187.26kg
2	三氯氢硅储罐泄漏	储罐区	三氯氢硅	大气环境、地下水环境、土壤环境	3.369kg/s	15	3032.1kg
3	氯化氢泄露	储罐区	氯化氢	大气环境、地下水环境、土壤环境	0.8518kg/s	15	766.62kg

7.8 环境风险预测与评价

7.8.1 四氯化硅储罐泄漏大气环境风险预测与评价

本节内容主要对生产区四氯化硅储罐泄漏后的四氯化硅在大气中的扩散情况进行预测评价。

7.8.1.1 预测模型筛选

四氯化硅泄漏蒸发气体理查德森数 Ri=0.2795531，Ri≧1/6，属于重质气体；所以本项目选取《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018）附录 G 中推荐的

SLAB 模型，具体见图 7.8-1。

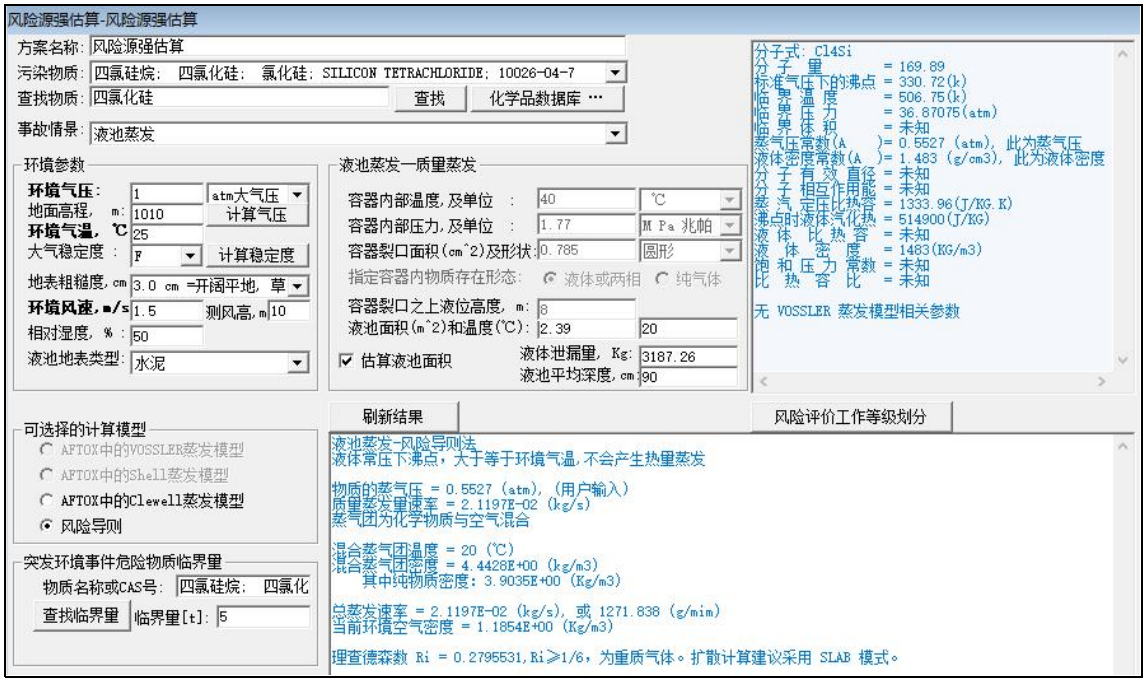


图 7.8-1　四氯化硅预测模型选择

7.8.1.2 预测范围与计算点

本次环境风险预测采用环保部重点实验室推荐的 EIAPro2018 大气预测软件进行模拟，预测范围根据软件计算结果选取，即预测四氯化硅达到大气毒性终点浓度值（导则中四氯化硅的 1 级和 2 级大气毒性终点浓度值分别为 170mg/m^3、38mg/m^3）的最大影响范围。计算点网格间距为 100m，厂界 5km 范围内设置 28 个环境敏感点。

7.8.1.3 气象参数选取

本次大气环境风险潜势等级为 III 级，按照二级评价工作内容进行评价，选取最不利气象条件进行预测，即 F 稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%。

7.8.1.4 大气毒性终点浓度值选取

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 H，选择四氯化硅大气毒性终点浓度值作为预测评价标准，四氯化硅 1 级和 2 级大气毒性终点浓度值分别为 170mg/m^3、38mg/m^3。

7.8.1.5 四氯化硅储罐泄露大气环境风险影响预测与评价

(1)四氯化硅储罐泄露大气环境风险预测参数

本项目四氯化硅储罐泄露大气环境风险预测参数的选取见图 7.8-2。

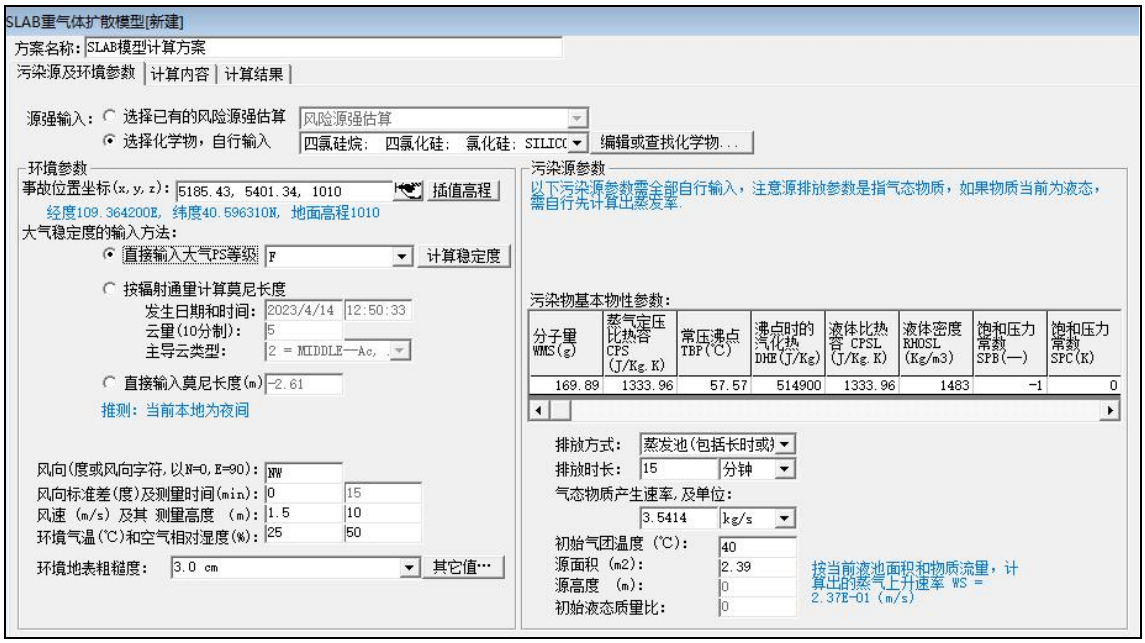


图 7.8-2　四氯化硅储罐泄露大气环境风险预测参数的选取

(2)四氯化硅储罐泄露有毒有害物质最大影响浓度

①四氯化硅储罐泄露下风向有毒有害物质最大影响浓度

本次评价预测四氯化硅下风向不同距离处最大浓度及最大影响范围。四氯化硅储罐泄漏后四氯化硅扩散下风向不同距离处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-1，轴线最大浓度曲线图见图 7.8-3。

表 7.8-1　最不利气象条件下四氯化硅事故排放下风向不同距离处预测结果

距离 (m)	浓度出现时间 (min)	高峰浓度 (mg/m^3)	质心高度(m)	出现时间 (min)	质心浓度 (mg/m^3)
1.0000E+01	7.7235E+00	5.6597E+03	0.0000E+00	7.7235E+00	1.0474E+05
6.0000E+01	8.8411E+00	1.7971E+03	0.0000E+00	8.8411E+00	4.0390E+04
1.1000E+02	9.9586E+00	3.4704E+03	0.0000E+00	9.9586E+00	1.9857E+04
1.6000E+02	1.1076E+01	4.0421E+03	0.0000E+00	1.1076E+01	1.2474E+04
2.1000E+02	1.2194E+01	3.9674E+03	0.0000E+00	1.2194E+01	8.8826E+03
2.6000E+02	1.3312E+01	3.6618E+03	0.0000E+00	1.3312E+01	6.8037E+03
3.1000E+02	1.4442E+01	3.3141E+03	0.0000E+00	1.4442E+01	5.4755E+03
3.6000E+02	1.5448E+01	2.9853E+03	0.0000E+00	1.5448E+01	4.3964E+03
4.1000E+02	1.5271E+01	2.8679E+03	0.0000E+00	1.6271E+01	3.4464E+03
4.6000E+02	1.5078E+01	2.6606E+03	0.0000E+00	1.7078E+01	2.8886E+03
5.1000E+02	1.5858E+01	2.4753E+03	0.0000E+00	1.7858E+01	2.4888E+03
5.6000E+02	1.8615E+01	2.1775E+03	0.0000E+00	1.8615E+01	2.1775E+03
6.1000E+02	1.9352E+01	1.9290E+03	0.0000E+00	1.9352E+01	1.9290E+03
6.6000E+02	2.0071E+01	1.7262E+03	0.0000E+00	2.0071E+01	1.7262E+03
7.1000E+02	2.0775E+01	1.5620E+03	0.0000E+00	2.0775E+01	1.5620E+03
7.6000E+02	2.1465E+01	1.4184E+03	0.0000E+00	2.1465E+01	1.4184E+03

8.1000E+02	2.2142E+01	1.2980E+03	0.0000E+00	2.2142E+01	1.2980E+03
8.6000E+02	2.2807E+01	1.1965E+03	0.0000E+00	2.2807E+01	1.1965E+03
9.1000E+02	2.3463E+01	1.1043E+03	0.0000E+00	2.3463E+01	1.1043E+03
9.6000E+02	2.4109E+01	1.0238E+03	0.0000E+00	2.4109E+01	1.0238E+03
1.0100E+03	2.4747E+01	9.5386E+02	0.0000E+00	2.4747E+01	9.5386E+02
1.0600E+03	2.5375E+01	8.9262E+02	0.0000E+00	2.5375E+01	8.9262E+02
1.1100E+03	2.5997E+01	8.3518E+02	0.0000E+00	2.5997E+01	8.3518E+02
1.1600E+03	2.6612E+01	7.8375E+02	0.0000E+00	2.6612E+01	7.8375E+02
1.2100E+03	2.7220E+01	7.3777E+02	0.0000E+00	2.7220E+01	7.3777E+02
1.2600E+03	2.7821E+01	6.9657E+02	0.0000E+00	2.7821E+01	6.9657E+02
1.3100E+03	2.8416E+01	6.5950E+02	0.0000E+00	2.8416E+01	6.5950E+02
1.3600E+03	2.9006E+01	6.2389E+02	0.0000E+00	2.9006E+01	6.2389E+02
1.4100E+03	2.9591E+01	5.9131E+02	0.0000E+00	2.9591E+01	5.9131E+02
1.4600E+03	3.0171E+01	5.6155E+02	0.0000E+00	3.0171E+01	5.6155E+02
1.5100E+03	3.0745E+01	5.3435E+02	0.0000E+00	3.0745E+01	5.3435E+02
1.5600E+03	3.1315E+01	5.0945E+02	0.0000E+00	3.1315E+01	5.0945E+02
1.6100E+03	3.1880E+01	4.8660E+02	0.0000E+00	3.1880E+01	4.8660E+02
1.6600E+03	3.2441E+01	4.6462E+02	0.0000E+00	3.2441E+01	4.6462E+02
1.7100E+03	3.2999E+01	4.4388E+02	0.0000E+00	3.2999E+01	4.4388E+02
1.7600E+03	3.3552E+01	4.2461E+02	0.0000E+00	3.3552E+01	4.2461E+02
1.8100E+03	3.4102E+01	4.0672E+02	0.0000E+00	3.4102E+01	4.0672E+02
1.8600E+03	3.4647E+01	3.9009E+02	0.0000E+00	3.4647E+01	3.9009E+02
1.9100E+03	3.5190E+01	3.7463E+02	0.0000E+00	3.5190E+01	3.7463E+02
1.9600E+03	3.5729E+01	3.6024E+02	0.0000E+00	3.5729E+01	3.6024E+02
2.0100E+03	3.6264E+01	3.4681E+02	0.0000E+00	3.6264E+01	3.4681E+02
2.0600E+03	3.6797E+01	3.3354E+02	0.0000E+00	3.6797E+01	3.3354E+02
2.1100E+03	3.7327E+01	3.2097E+02	0.0000E+00	3.7327E+01	3.2097E+02
2.1600E+03	3.7854E+01	3.0914E+02	0.0000E+00	3.7854E+01	3.0914E+02
2.2100E+03	3.8378E+01	2.9800E+02	0.0000E+00	3.8378E+01	2.9800E+02
2.2600E+03	3.8899E+01	2.8752E+02	0.0000E+00	3.8899E+01	2.8752E+02
2.3100E+03	3.9418E+01	2.7766E+02	0.0000E+00	3.9418E+01	2.7766E+02
2.3600E+03	3.9933E+01	2.6837E+02	0.0000E+00	3.9933E+01	2.6837E+02
2.4100E+03	4.0447E+01	2.5962E+02	0.0000E+00	4.0447E+01	2.5962E+02
2.4600E+03	4.0957E+01	2.5137E+02	0.0000E+00	4.0957E+01	2.5137E+02
2.5100E+03	4.1466E+01	2.4353E+02	0.0000E+00	4.1466E+01	2.4353E+02
2.5600E+03	4.1972E+01	2.3565E+02	0.0000E+00	4.1972E+01	2.3565E+02
2.6100E+03	4.2477E+01	2.2816E+02	0.0000E+00	4.2477E+01	2.2816E+02
2.6600E+03	4.2979E+01	2.2103E+02	0.0000E+00	4.2979E+01	2.2103E+02
2.7100E+03	4.3479E+01	2.1425E+02	0.0000E+00	4.3479E+01	2.1425E+02
2.7600E+03	4.3977E+01	2.0781E+02	0.0000E+00	4.3977E+01	2.0781E+02
2.8100E+03	4.4473E+01	2.0168E+02	0.0000E+00	4.4473E+01	2.0168E+02
2.8600E+03	4.4967E+01	1.9585E+02	0.0000E+00	4.4967E+01	1.9585E+02
2.9100E+03	4.5458E+01	1.9031E+02	0.0000E+00	4.5458E+01	1.9031E+02
2.9600E+03	4.5948E+01	1.8504E+02	0.0000E+00	4.5948E+01	1.8504E+02
3.0100E+03	4.6436E+01	1.8002E+02	0.0000E+00	4.6436E+01	1.8002E+02
3.0600E+03	4.6922E+01	1.7524E+02	0.0000E+00	4.6922E+01	1.7524E+02
3.1100E+03	4.7406E+01	1.7068E+02	0.0000E+00	4.7406E+01	1.7068E+02

3.1600E+03	4.7889E+01	1.6607E+02	0.0000E+00	4.7889E+01	1.6607E+02
3.2100E+03	4.8370E+01	1.6160E+02	0.0000E+00	4.8370E+01	1.6160E+02
3.2600E+03	4.8850E+01	1.5731E+02	0.0000E+00	4.8850E+01	1.5731E+02
3.3100E+03	4.9328E+01	1.5319E+02	0.0000E+00	4.9328E+01	1.5319E+02
3.3600E+03	4.9804E+01	1.4924E+02	0.0000E+00	4.9804E+01	1.4924E+02
3.4100E+03	5.0279E+01	1.4546E+02	0.0000E+00	5.0279E+01	1.4546E+02
3.4600E+03	5.0752E+01	1.4183E+02	0.0000E+00	5.0752E+01	1.4183E+02
3.5100E+03	5.1223E+01	1.3835E+02	0.0000E+00	5.1223E+01	1.3835E+02
3.5600E+03	5.1693E+01	1.3501E+02	0.0000E+00	5.1693E+01	1.3501E+02
3.6100E+03	5.2161E+01	1.3181E+02	0.0000E+00	5.2161E+01	1.3181E+02
3.6600E+03	5.2628E+01	1.2874E+02	0.0000E+00	5.2628E+01	1.2874E+02
3.7100E+03	5.3094E+01	1.2580E+02	0.0000E+00	5.3094E+01	1.2580E+02
3.7600E+03	5.3558E+01	1.2297E+02	0.0000E+00	5.3558E+01	1.2297E+02
3.8100E+03	5.4021E+01	1.2026E+02	0.0000E+00	5.4021E+01	1.2026E+02
3.8600E+03	5.4482E+01	1.1765E+02	0.0000E+00	5.4482E+01	1.1765E+02
3.9100E+03	5.4943E+01	1.1503E+02	0.0000E+00	5.4943E+01	1.1503E+02
3.9600E+03	5.5402E+01	1.1242E+02	0.0000E+00	5.5402E+01	1.1242E+02
4.0100E+03	5.5861E+01	1.0990E+02	0.0000E+00	5.5861E+01	1.0990E+02
4.0600E+03	5.6318E+01	1.0746E+02	0.0000E+00	5.6318E+01	1.0746E+02
4.1100E+03	5.6773E+01	1.0511E+02	0.0000E+00	5.6773E+01	1.0511E+02
4.1600E+03	5.7228E+01	1.0284E+02	0.0000E+00	5.7228E+01	1.0284E+02
4.2100E+03	5.7681E+01	1.0064E+02	0.0000E+00	5.7681E+01	1.0064E+02
4.2600E+03	5.8133E+01	9.8524E+01	0.0000E+00	5.8133E+01	9.8524E+01
4.3100E+03	5.8584E+01	9.6477E+01	0.0000E+00	5.8584E+01	9.6477E+01
4.3600E+03	5.9034E+01	9.4501E+01	0.0000E+00	5.9034E+01	9.4501E+01
4.4100E+03	5.9483E+01	9.2593E+01	0.0000E+00	5.9483E+01	9.2593E+01
4.4600E+03	5.9931E+01	9.0750E+01	0.0000E+00	5.9931E+01	9.0750E+01
4.5100E+03	6.0377E+01	8.8971E+01	0.0000E+00	6.0377E+01	8.8971E+01
4.5600E+03	6.0823E+01	8.7253E+01	0.0000E+00	6.0823E+01	8.7253E+01
4.6100E+03	6.1267E+01	8.5593E+01	0.0000E+00	6.1267E+01	8.5593E+01
4.6600E+03	6.1711E+01	8.3988E+01	0.0000E+00	6.1711E+01	8.3988E+01
4.7100E+03	6.2153E+01	8.2437E+01	0.0000E+00	6.2153E+01	8.2437E+01
4.7600E+03	6.2594E+01	8.0937E+01	0.0000E+00	6.2594E+01	8.0937E+01
4.8100E+03	6.3035E+01	7.9486E+01	0.0000E+00	6.3035E+01	7.9486E+01
4.8600E+03	6.3474E+01	7.8022E+01	0.0000E+00	6.3474E+01	7.8022E+01
4.9100E+03	6.3913E+01	7.6544E+01	0.0000E+00	6.3913E+01	7.6544E+01
4.9600E+03	6.4351E+01	7.5108E+01	0.0000E+00	6.4351E+01	7.5108E+01
5.0100E+03	6.4788E+01	7.3712E+01	0.0000E+00	6.4788E+01	7.3712E+01
5.0600E+03	6.5225E+01	7.2355E+01	0.0000E+00	6.5225E+01	7.2355E+01
5.1100E+03	6.5660E+01	7.1037E+01	0.0000E+00	6.5660E+01	7.1037E+01
5.1600E+03	6.6094E+01	6.9756E+01	0.0000E+00	6.6094E+01	6.9756E+01
5.2100E+03	6.6528E+01	6.8512E+01	0.0000E+00	6.6528E+01	6.8512E+01
5.2600E+03	6.6960E+01	6.7303E+01	0.0000E+00	6.6960E+01	6.7303E+01
5.3100E+03	6.7392E+01	6.6128E+01	0.0000E+00	6.7392E+01	6.6128E+01
5.3600E+03	6.7823E+01	6.4988E+01	0.0000E+00	6.7823E+01	6.4988E+01
5.4100E+03	6.8253E+01	6.3880E+01	0.0000E+00	6.8253E+01	6.3880E+01
5.4600E+03	6.8682E+01	6.2804E+01	0.0000E+00	6.8682E+01	6.2804E+01

5.5100E+03	6.9110E+01	6.1759E+01	0.0000E+00	6.9110E+01	6.1759E+01
5.5600E+03	6.9538E+01	6.0744E+01	0.0000E+00	6.9538E+01	6.0744E+01
5.6100E+03	6.9964E+01	5.9758E+01	0.0000E+00	6.9964E+01	5.9758E+01
5.6600E+03	7.0390E+01	5.8800E+01	0.0000E+00	7.0390E+01	5.8800E+01
5.7100E+03	7.0815E+01	5.7870E+01	0.0000E+00	7.0815E+01	5.7870E+01
5.7600E+03	7.1239E+01	5.6965E+01	0.0000E+00	7.1239E+01	5.6965E+01
5.8100E+03	7.1663E+01	5.6086E+01	0.0000E+00	7.1663E+01	5.6086E+01
5.8600E+03	7.2086E+01	5.5232E+01	0.0000E+00	7.2086E+01	5.5232E+01
5.9100E+03	7.2508E+01	5.4401E+01	0.0000E+00	7.2508E+01	5.4401E+01
5.9600E+03	7.2929E+01	5.3592E+01	0.0000E+00	7.2929E+01	5.3592E+01
6.0100E+03	7.3349E+01	5.2805E+01	0.0000E+00	7.3349E+01	5.2805E+01
6.0600E+03	7.3769E+01	5.1984E+01	0.0000E+00	7.3769E+01	5.1984E+01
6.1100E+03	7.4189E+01	5.1169E+01	0.0000E+00	7.4189E+01	5.1169E+01
6.1600E+03	7.4608E+01	5.0372E+01	0.0000E+00	7.4608E+01	5.0372E+01
6.2100E+03	7.5026E+01	4.9594E+01	0.0000E+00	7.5026E+01	4.9594E+01
6.2600E+03	7.5443E+01	4.8835E+01	0.0000E+00	7.5443E+01	4.8835E+01
6.3100E+03	7.5860E+01	4.8092E+01	0.0000E+00	7.5860E+01	4.8092E+01
6.3600E+03	7.6276E+01	4.7368E+01	0.0000E+00	7.6276E+01	4.7368E+01
6.4100E+03	7.6691E+01	4.6660E+01	0.0000E+00	7.6691E+01	4.6660E+01
6.4600E+03	7.7106E+01	4.5969E+01	0.0000E+00	7.7106E+01	4.5969E+01
6.5100E+03	7.7520E+01	4.5295E+01	0.0000E+00	7.7520E+01	4.5295E+01
6.5600E+03	7.7933E+01	4.4636E+01	0.0000E+00	7.7933E+01	4.4636E+01
6.6100E+03	7.8346E+01	4.3994E+01	0.0000E+00	7.8346E+01	4.3994E+01
6.6600E+03	7.8758E+01	4.3366E+01	0.0000E+00	7.8758E+01	4.3366E+01
6.7100E+03	7.9169E+01	4.2754E+01	0.0000E+00	7.9169E+01	4.2754E+01
6.7600E+03	7.9580E+01	4.2156E+01	0.0000E+00	7.9580E+01	4.2156E+01
6.8100E+03	7.9990E+01	4.1572E+01	0.0000E+00	7.9990E+01	4.1572E+01
6.8600E+03	8.0399E+01	4.1002E+01	0.0000E+00	8.0399E+01	4.1002E+01
6.9100E+03	8.0808E+01	4.0446E+01	0.0000E+00	8.0808E+01	4.0446E+01
6.9600E+03	8.1216E+01	3.9904E+01	0.0000E+00	8.1216E+01	3.9904E+01
7.0100E+03	8.1624E+01	3.9374E+01	0.0000E+00	8.1624E+01	3.9374E+01
7.0600E+03	8.2031E+01	3.8856E+01	0.0000E+00	8.2031E+01	3.8856E+01
7.1100E+03	8.2438E+01	3.8351E+01	0.0000E+00	8.2438E+01	3.8351E+01
7.1600E+03	8.2844E+01	3.7858E+01	0.0000E+00	8.2844E+01	3.7858E+01
7.2100E+03	8.3249E+01	3.7376E+01	0.0000E+00	8.3249E+01	3.7376E+01
7.2600E+03	8.3654E+01	3.6906E+01	0.0000E+00	8.3654E+01	3.6906E+01
7.3100E+03	8.4058E+01	3.6446E+01	0.0000E+00	8.4058E+01	3.6446E+01
7.3600E+03	8.4461E+01	3.5997E+01	0.0000E+00	8.4461E+01	3.5997E+01
7.4100E+03	8.4864E+01	3.5558E+01	0.0000E+00	8.4864E+01	3.5558E+01
7.4600E+03	8.5267E+01	3.5128E+01	0.0000E+00	8.5267E+01	3.5128E+01
7.5100E+03	8.5669E+01	3.4695E+01	0.0000E+00	8.5669E+01	3.4695E+01
7.5600E+03	8.6071E+01	3.4244E+01	0.0000E+00	8.6071E+01	3.4244E+01
7.6100E+03	8.6472E+01	3.3802E+01	0.0000E+00	8.6472E+01	3.3802E+01
7.6600E+03	8.6873E+01	3.3368E+01	0.0000E+00	8.6873E+01	3.3368E+01
7.7100E+03	8.7274E+01	3.2943E+01	0.0000E+00	8.7274E+01	3.2943E+01
7.7600E+03	8.7673E+01	3.2526E+01	0.0000E+00	8.7673E+01	3.2526E+01
7.8100E+03	8.8073E+01	3.2117E+01	0.0000E+00	8.8073E+01	3.2117E+01

7.8600E+03	8.8471E+01	3.1716E+01	0.0000E+00	8.8471E+01	3.1716E+01
7.9100E+03	8.8870E+01	3.1322E+01	0.0000E+00	8.8870E+01	3.1322E+01
7.9600E+03	8.9268E+01	3.0936E+01	0.0000E+00	8.9268E+01	3.0936E+01
8.0100E+03	8.9665E+01	3.0558E+01	0.0000E+00	8.9665E+01	3.0558E+01
8.0600E+03	9.0062E+01	3.0187E+01	0.0000E+00	9.0062E+01	3.0187E+01
8.1100E+03	9.0458E+01	2.9823E+01	0.0000E+00	9.0458E+01	2.9823E+01
8.1600E+03	9.0854E+01	2.9467E+01	0.0000E+00	9.0854E+01	2.9467E+01
8.2100E+03	9.1249E+01	2.9118E+01	0.0000E+00	9.1249E+01	2.9118E+01
8.2600E+03	9.1644E+01	2.8775E+01	0.0000E+00	9.1644E+01	2.8775E+01
8.3100E+03	9.2038E+01	2.8439E+01	0.0000E+00	9.2038E+01	2.8439E+01
8.3600E+03	9.2432E+01	2.8110E+01	0.0000E+00	9.2432E+01	2.8110E+01
8.4100E+03	9.2826E+01	2.7787E+01	0.0000E+00	9.2826E+01	2.7787E+01
8.4600E+03	9.3219E+01	2.7471E+01	0.0000E+00	9.3219E+01	2.7471E+01
8.5100E+03	9.3611E+01	2.7161E+01	0.0000E+00	9.3611E+01	2.7161E+01
8.5600E+03	9.4003E+01	2.6857E+01	0.0000E+00	9.4003E+01	2.6857E+01

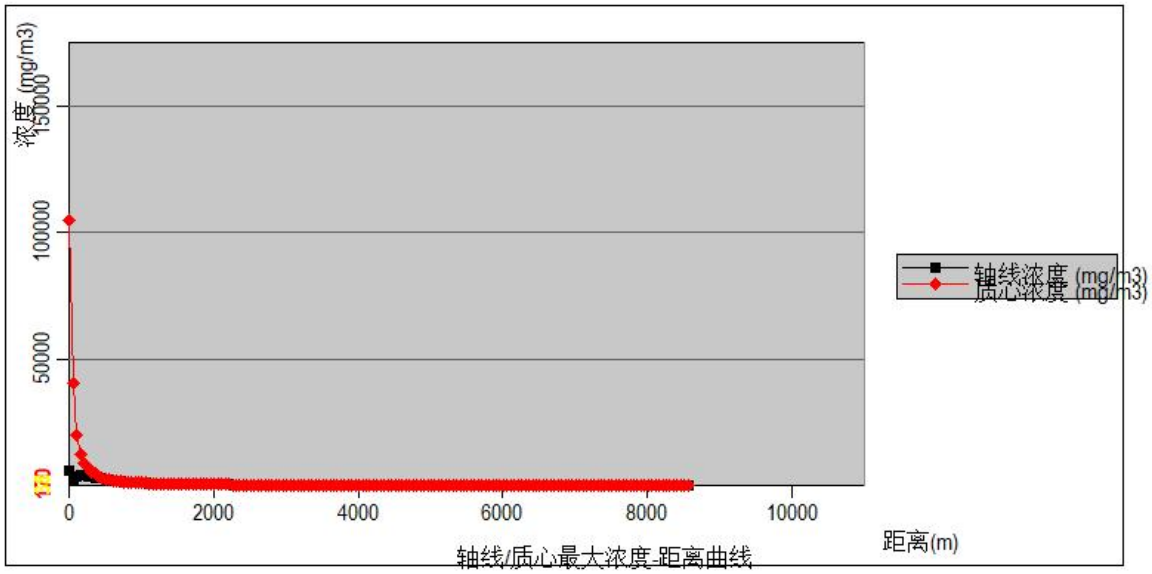


图 7.8-3　四氯化硅下风向轴线最大浓度曲线图

由表 7.8-1 和图 7.8-3 可知，四氯化硅储罐泄露后，距离 10m 处， 浓度出现时间 7.7235min，最大高峰浓度值为 5659.7mg/m^3。

②四氯化硅储罐泄露网格点有毒有害物质最大浓度

四氯化硅储罐泄漏后四氯化硅扩散不同网格点处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-2，网格点最大浓度预测图见图 7.8-4。

表 7.8-2　四氯化硅储罐泄漏后四氯化硅扩散不同网格点处有毒有害物质最大浓度预测结果

y\x	-263	-163	-63	37	137	237	337	437	637	837	1037	1237	1437	1637	1837	2037	2237	2437	2637	2837
172	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
72	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.55E-09	5.03E-09	9.86E-10	5.09E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-28	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.47E-01	1.22E+00	1.56E-01	9.45E-03	4.49E-04	6.97E-07	7.60E-10	7.29E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-128	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+03	2.34E+03	7.53E+02	1.06E+02	9.66E+00	6.96E-01	1.91E-03	3.44E-06	4.67E-09	5.99E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-228	0.00E+00	3.19E-01	2.51E+03	4.04E+03	2.93E+03	1.18E+03	2.86E+02	4.33E+01	3.95E-01	1.61E-03	4.04E-06	9.27E-09	1.82E-11	4.86E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-328	0.00E+00	1.92E+00	8.71E+02	3.03E+03	3.19E+03	2.46E+03	1.25E+03	4.04E+02	1.35E+01	1.44E-01	8.11E-04	3.40E-06	1.02E-08	2.80E-11	8.81E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-428	3.85E-09	2.39E-01	1.30E+02	1.28E+03	2.52E+03	2.62E+03	2.06E+03	1.18E+03	1.22E+02	3.49E+00	4.92E-02	3.81E-04	1.87E-06	8.79E-09	3.31E-11	1.03E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-528	1.04E-08	1.44E-02	1.23E+01	3.25E+02	1.33E+03	2.10E+03	1.92E+03	1.65E+03	4.46E+02	3.40E+01	1.09E+00	1.59E-02	1.52E-04	1.11E-06	6.05E-09	2.63E-11	9.14E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-628	1.89E-09	6.86E-04	9.15E-01	5.13E+01	4.44E+02	1.23E+03	1.65E+03	1.44E+03	8.33E+02	1.59E+02	1.06E+01	2.94E-01	5.53E-03	6.42E-05	5.16E-07	3.11E-09	1.49E-11	6.41E-14	0.00E+00	0.00E+00
-728	1.58E-10	2.95E-05	5.31E-02	5.74E+00	9.93E+01	5.02E+02	1.07E+03	1.27E+03	1.02E+03	4.10E+02	5.29E+01	3.10E+00	1.01E-01	1.87E-03	2.25E-05	1.91E-07	1.23E-09	6.35E-12	2.40E-14	0.00E+00
-828	9.16E-12	1.07E-06	2.63E-03	4.98E-01	1.59E+01	1.36E+02	4.75E+02	8.61E+02	9.21E+02	6.75E+02	1.54E+02	1.84E+01	1.01E+00	3.01E-02	5.43E-04	6.58E-06	5.76E-08	3.86E-10	2.05E-12	9.25E-15
-928	4.60E-13	3.63E-08	1.17E-04	3.57E-02	1.86E+00	2.72E+01	1.49E+02	4.36E+02	8.39E+02	7.06E+02	3.34E+02	6.72E+01	6.13E+00	2.86E-01	7.76E-03	1.34E-04	1.61E-06	1.41E-08	9.51E-11	5.12E-13
-1028	0.00E+00	1.18E-09	4.88E-06	2.11E-03	1.77E-01	4.08E+00	3.80E+01	1.72E+02	6.93E+02	6.53E+02	5.21E+02	1.65E+02	2.39E+01	1.73E+00	6.95E-02	1.71E-03	2.80E-05	3.24E-07	2.79E-09	0.00E+00
-1128	0.00E+00	3.81E-11	1.83E-07	1.14E-04	1.39E-02	5.31E-01	7.79E+00	5.14E+01	3.80E+02	6.04E+02	5.24E+02	2.90E+02	6.38E+01	6.97E+00	4.11E-01	1.43E-02	3.20E-04	4.89E-06	5.38E-08	0.00E+00
-1228	0.00E+00	1.15E-12	6.75E-09	5.46E-06	1.04E-03	5.98E-02	1.27E+00	1.19E+01	1.64E+02	5.33E+02	4.90E+02	3.93E+02	1.24E+02	1.98E+01	1.68E+00	8.22E-02	2.49E-03	5.01E-05	0.00E+00	0.00E+00
-1328	0.00E+00	0.00E+00	2.36E-10	2.67E-07	7.14E-05	5.72E-03	1.70E-01	2.22E+00	6.40E+01	3.35E+02	4.59E+02	4.05E+02	1.85E+02	4.15E+01	4.95E+00	3.34E-01	1.37E-02	3.60E-04	0.00E+00	0.00E+00
-1428	0.00E+00	0.00E+00	8.84E-12	1.28E-08	4.46E-06	4.77E-04	1.92E-02	3.42E-01	2.02E+01	1.73E+02	4.01E+02	3.82E+02	2.22E+02	6.67E+01	1.09E+01	1.00E+00	5.45E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1528	0.00E+00	0.00E+00	3.59E-13	5.84E-10	2.56E-07	3.55E-05	1.89E-03	5.10E-02	5.24E+00	7.33E+01	2.48E+02	3.25E+02	2.22E+02	8.57E+01	1.86E+01	2.27E+00	1.63E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1628	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.55E-11	1.37E-08	2.40E-06	1.88E-04	6.61E-03	1.15E+00	2.58E+01	1.30E+02	2.26E+02	1.90E+02	9.11E+01	2.52E+01	4.01E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1728	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-12	6.91E-10	1.72E-07	1.70E-05	7.60E-04	2.14E-01	7.61E+00	5.69E+01	1.35E+02	1.42E+02	8.24E+01	2.82E+01	5.68E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1828	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.86E-14	3.81E-11	1.15E-08	1.41E-06	7.86E-05	3.48E-02	1.91E+00	2.12E+01	6.92E+01	9.25E+01	6.47E+01	2.67E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1928	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.04E-12	7.29E-10	1.08E-07	7.41E-06	5.00E-03	4.15E-01	6.71E+00	3.05E+01	5.27E+01	4.46E+01	2.17E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2028	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.81E-14	4.40E-11	7.77E-09	6.43E-07	6.43E-04	7.87E-02	1.84E+00	1.15E+01	2.61E+01	2.71E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2128	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.55E-12	5.29E-10	5.20E-08	7.47E-05	1.32E-02	4.37E-01	3.78E+00	1.12E+01	1.45E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2228	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.37E-13	3.42E-11	3.94E-09	7.93E-06	1.98E-03	9.15E-02	1.08E+00	4.22E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2328	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.11E-12	2.82E-10	7.76E-07	2.67E-04	1.70E-02	2.70E-01	1.38E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2428	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.37E-13	1.91E-11	7.05E-08	3.29E-05	2.82E-03	5.99E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2528	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.24E-12	5.99E-09	3.71E-06	4.23E-04	1.18E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2628	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.69E-14	4.78E-10	3.86E-07	5.76E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2728	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.60E-11	3.73E-08	7.18E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2828	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.57E-12	3.37E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2928	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.75E-13	2.85E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-3028	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.16E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-3128	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

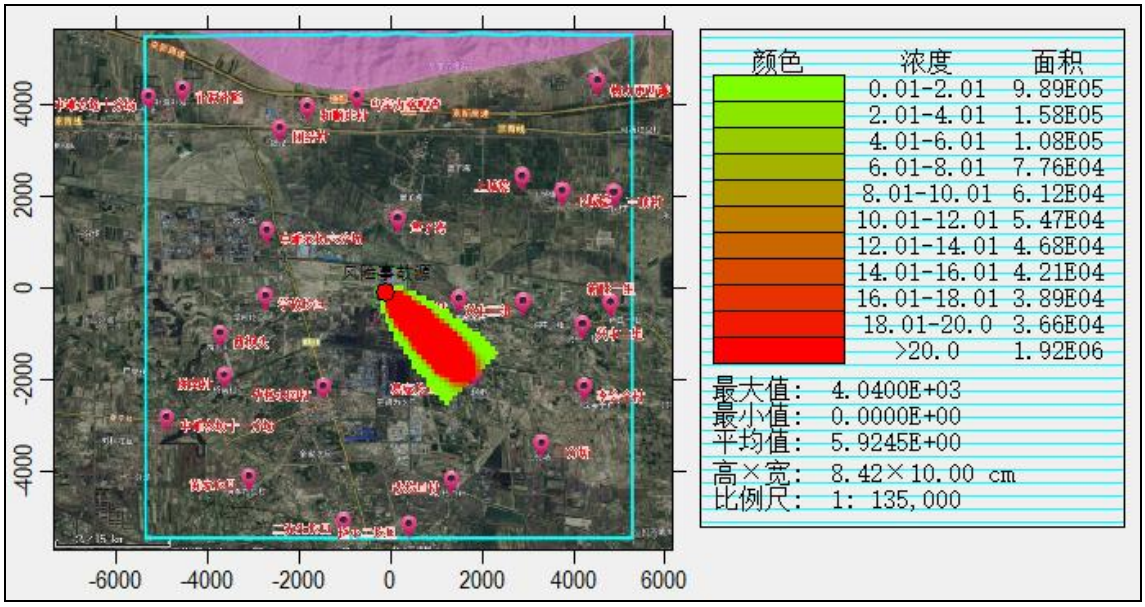


图 7.8-4　四氯化硅储罐泄露网格点最大浓度预测图

(3)四氯化硅储罐泄露有毒有害物质最大影响距离

四氯化硅扩散大气毒性终点浓度对应范围见表 7.8-3。

表 7.8-3　下风向地面浓度评价结果

指标	X 起点（m）	X 终点（m）	最大半径（m）	最大半径对应 X（m）
大气毒性终点浓度-1 170mg/m^3	10	3110	284	1310
大气毒性终点浓度-2 38 mg/m^3	10	7110	424	2910
注：取值来源于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 H 中四氯化硅毒性终点浓度值				

由预测结果可以看出，四氯化硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（170mg/m^3）的最大影响范围 284m；四氯化硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（38mg/m^3）的最大影响范围 424m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。

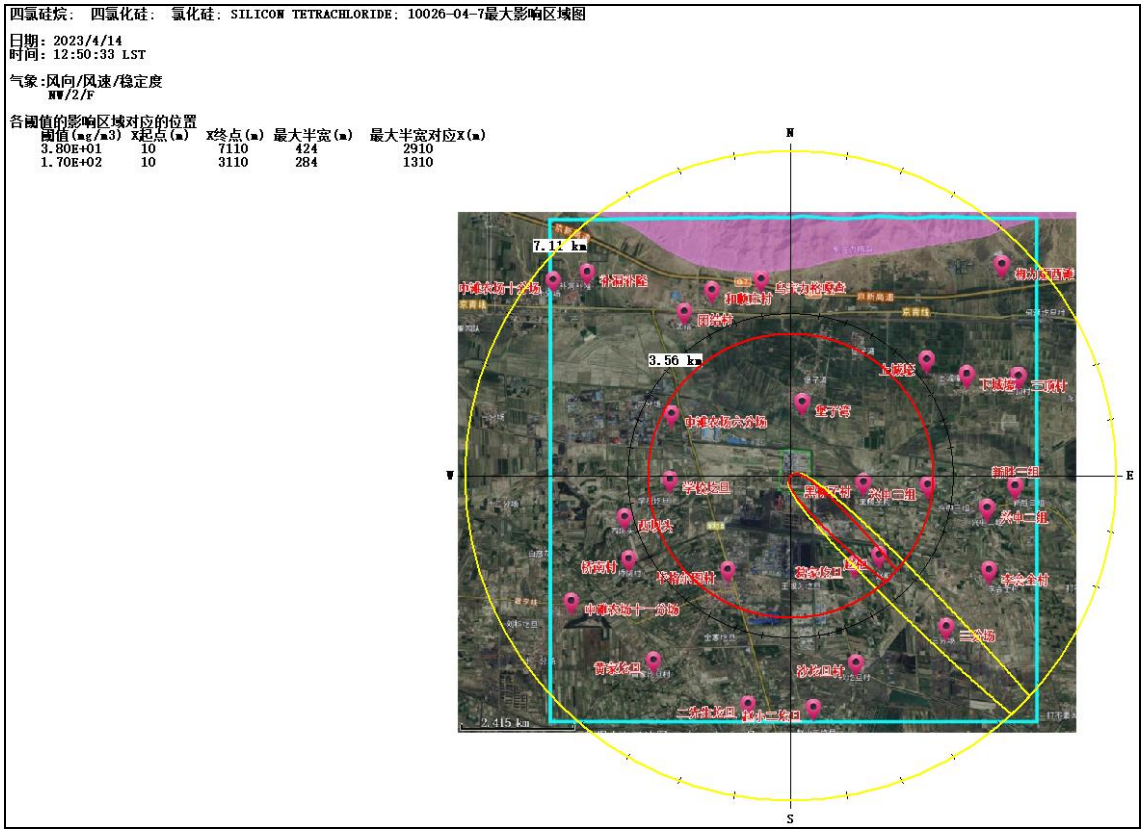


图 7.8-5　四氯化硅储罐泄露最大影响半径图

(4)四氯化硅储罐泄露有毒有害物质对敏感点的影响

四氯化硅储罐泄漏后四氯化硅扩散不同敏感点处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-4。由表 7.8-4 可知，四氯化硅储罐泄漏 30min 后，葛家圪旦村有毒有害物质浓度达到最大值 0.642mg/m^3。

表 7.8-4　四氯化硅储罐泄漏后四氯化硅扩散不同敏感点处有毒有害物质最大浓度预测结果

序号	名称	X	Y	离地高度	最大浓度时间(min)	5min	10min	15min	20min	25min	30min
1	堡子湾	162	1197	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	梅力更西滩	4531	4240	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	上城壕	2880	2136	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	下城壕	3754	1796	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	三顶村	4887	1764	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	西黑柳子	1505	-534	0	4.04E-05|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.38E-06	3.09E-05	4.04E-05
7	兴中三组	2896	-599	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8	兴中二组	4223	-1117	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9	新胜三组	4838	-647	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	李会全村	4272	-2492	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11	三分场	3301	-3722	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
12	赵柜	1861	-2185	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	葛家圪旦	1327	-2330	0	6.42E-01|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.42E-01
14	沙圪旦	1359	-4499	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	二先生圪旦	-1003	-5356	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16	赵二小圪旦	404	-5405	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
17	毕格尔图村	-1456	-2444	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18	黄家圪旦	-3091	-4418	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19	桥南村	-3625	-2233	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	西坝头	-3706	-1343	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
21	学校圪旦	-2719	-486	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
22	中滩农场十一分场	-4887	-3107	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
23	中滩农场六分场	-2686	955	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
24	中滩农场十分场	-5243	3900	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
25	团结村	-2411	3220	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
26	乌宝力格嘎查	-728	3932	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
27	和顺庄	-1812	3689	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
28	补洞补隆	-4547	4045	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

7.8.2 三氯氢硅储罐泄漏大气环境风险预测与评价

本节内容主要对储罐区三氯氢硅储罐泄漏后的三氯氢硅在大气中的扩散情况进行预测评价。

7.8.2.1 预测模型筛选

三氯氢硅储罐泄漏蒸发气体理查德森数 Ri=0.2484458，Ri≧1/6，属于重质气体；所以本项目选取《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018）附录 G 中推荐的 SLAB 模型。具体见图 7.8-6。

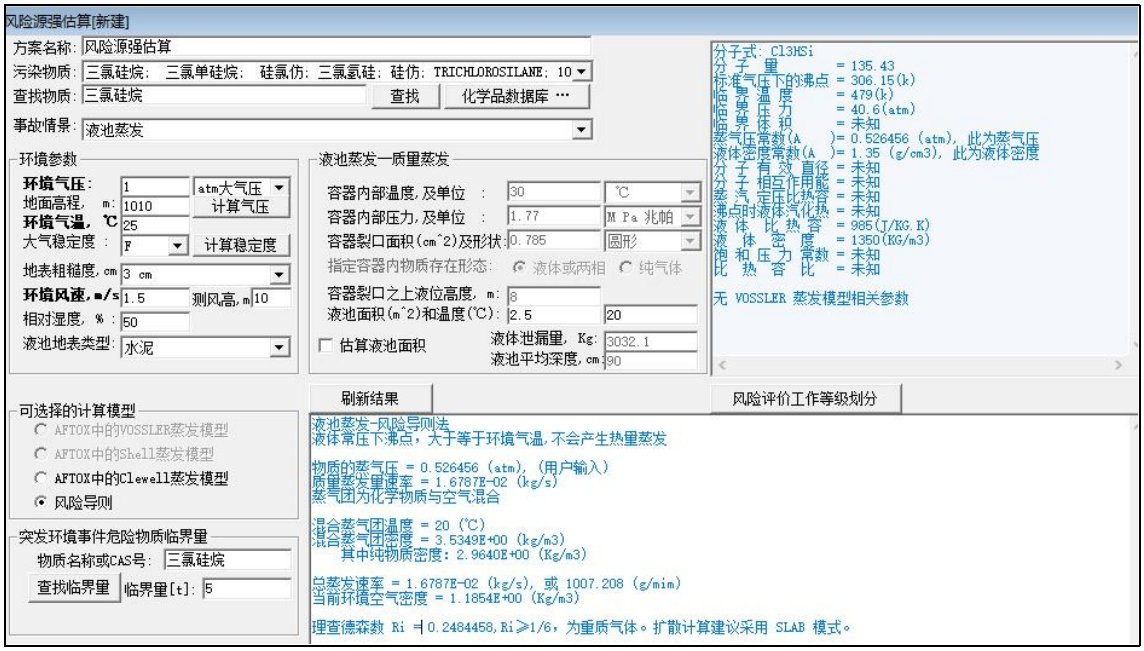


图7.8-6　三氯氢硅储罐泄漏预测模型筛选

7.8.2.2 预测范围与计算点

本次环境风险预测采用环保部重点实验室推荐的 EIAPro2018 大气预测软件进行模拟，预测范围根据软件计算结果选取，即预测三氯氢硅(三氯硅烷)达到大气毒性终点浓度值（导则中三氯氢硅的 1 级和 2 级大气毒性终点浓度值分别为 180mg/m^3、40mg/m^3）的最大影响范围。计算点网格间距为 100m，厂界 5km 范围内设置 28 个环境敏感点。

7.8.2.3 气象参数选取

本次大气环境风险潜势等级为 III 级，按照二级评价工作内容进行评价，选取最不利气象条件进行预测，即 F 稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%。

7.8.2.4 大气毒性终点浓度值选取

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 H，选择三氯

氢硅(三氯硅烷)大气毒性终点浓度值作为预测评价标准，三氯氢硅(三氯硅烷)1 级和 2 级大气毒性终点浓度值分别为 180mg/m^3、40mg/m^3。

7.8.2.5 三氯氢硅储罐泄漏大气环境风险影响预测与评价

(1) 三氯氢硅储罐泄漏大气环境风险预测参数

本项目三氯氢硅储罐泄漏大气环境风险预测参数的选取见图 7.8-7。

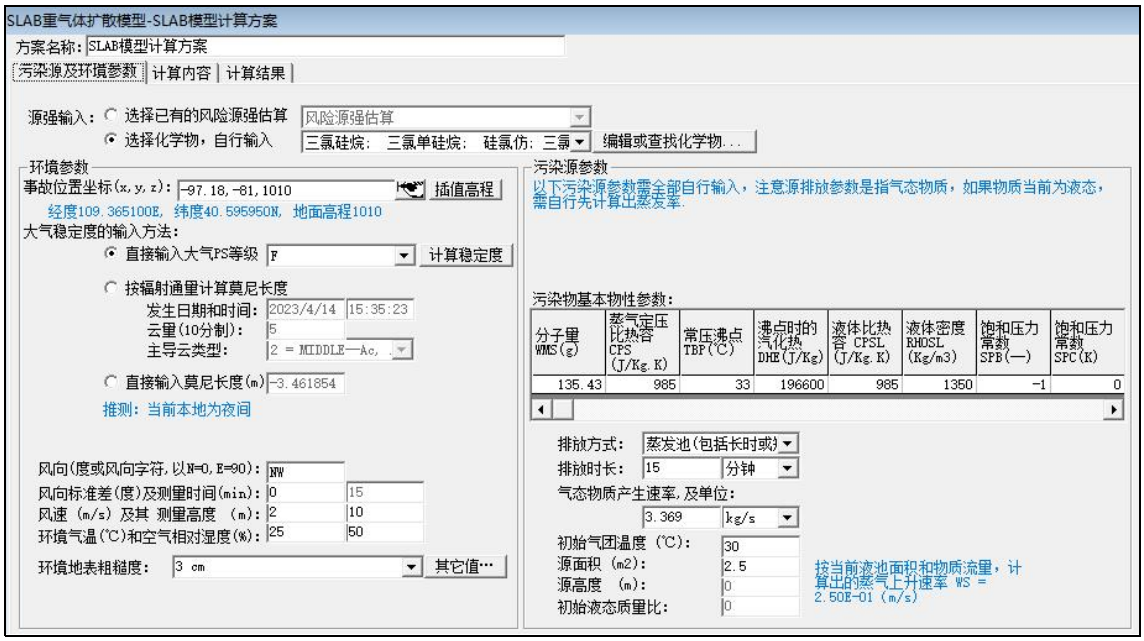


图 7.8-7　三氯氢硅储罐泄漏大气环境风险预测参数的选取

(2) 三氯氢硅储罐泄漏有毒有害物质最大影响浓度

①三氯氢硅储罐泄漏下风向有毒有害物质最大影响浓度

本次评价预测三氯氢硅下风向不同距离处最大浓度及最大影响范围。三氯氢硅泄漏后三氯氢硅扩散下风向不同距离处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-5，轴线最大浓度曲线图见图 7.8-8。

表 7.8-5 最不利气象条件下三氯氢硅事故排放下风向不同距离处预测结果

距离 (m)	浓度出现时间 (min)	高峰浓度 (mg/m)	质心高度(m)	出现时间 (min)	质心浓度 (mg/m^3)
1.0000E+01	7.7254E+00	5.2170E+03	0.0000E+00	7.7254E+00	9.7798E+04
6.0000E+01	8.8520E+00	1.8261E+03	0.0000E+00	8.8520E+00	3.7931E+04
1.1000E+02	9.9787E+00	3.4278E+03	0.0000E+00	9.9787E+00	1.8635E+04
1.6000E+02	1.1105E+01	3.9324E+03	0.0000E+00	1.1105E+01	1.1714E+04
2.1000E+02	1.2232E+01	3.8252E+03	0.0000E+00	1.2232E+01	8.3513E+03
2.6000E+02	1.3359E+01	3.5202E+03	0.0000E+00	1.3359E+01	6.4068E+03
3.1000E+02	1.4499E+01	3.1783E+03	0.0000E+00	1.4499E+01	5.1637E+03
3.6000E+02	1.5494E+01	2.8551E+03	0.0000E+00	1.5494E+01	4.1334E+03
4.1000E+02	1.5308E+01	2.7448E+03	0.0000E+00	1.6308E+01	3.2494E+03

4.6000E+02	1.5111E+01	2.5462E+03	0.0000E+00	1.7111E+01	2.7335E+03
5.1000E+02	1.7885E+01	2.3561E+03	0.0000E+00	1.7885E+01	2.3561E+03
5.6000E+02	1.8637E+01	2.0652E+03	0.0000E+00	1.8637E+01	2.0652E+03
6.1000E+02	1.9369E+01	1.8306E+03	0.0000E+00	1.9369E+01	1.8306E+03
6.6000E+02	2.0084E+01	1.6404E+03	0.0000E+00	2.0084E+01	1.6404E+03
7.1000E+02	2.0783E+01	1.4849E+03	0.0000E+00	2.0783E+01	1.4849E+03
7.6000E+02	2.1468E+01	1.3497E+03	0.0000E+00	2.1468E+01	1.3497E+03
8.1000E+02	2.2141E+01	1.2365E+03	0.0000E+00	2.2141E+01	1.2365E+03
8.6000E+02	2.2803E+01	1.1402E+03	0.0000E+00	2.2803E+01	1.1402E+03
9.1000E+02	2.3455E+01	1.0528E+03	0.0000E+00	2.3455E+01	1.0528E+03
9.6000E+02	2.4099E+01	9.7695E+02	0.0000E+00	2.4099E+01	9.7695E+02
1.0100E+03	2.4733E+01	9.1089E+02	0.0000E+00	2.4733E+01	9.1089E+02
1.0600E+03	2.5359E+01	8.5236E+02	0.0000E+00	2.5359E+01	8.5236E+02
1.1100E+03	2.5978E+01	7.9787E+02	0.0000E+00	2.5978E+01	7.9787E+02
1.1600E+03	2.6590E+01	7.4917E+02	0.0000E+00	2.6590E+01	7.4917E+02
1.2100E+03	2.7194E+01	7.0561E+02	0.0000E+00	2.7194E+01	7.0561E+02
1.2600E+03	2.7792E+01	6.6656E+02	0.0000E+00	2.7792E+01	6.6656E+02
1.3100E+03	2.8385E+01	6.3084E+02	0.0000E+00	2.8385E+01	6.3084E+02
1.3600E+03	2.8973E+01	5.9696E+02	0.0000E+00	2.8973E+01	5.9696E+02
1.4100E+03	2.9555E+01	5.6601E+02	0.0000E+00	2.9555E+01	5.6601E+02
1.4600E+03	3.0132E+01	5.3774E+02	0.0000E+00	3.0132E+01	5.3774E+02
1.5100E+03	3.0705E+01	5.1190E+02	0.0000E+00	3.0705E+01	5.1190E+02
1.5600E+03	3.1272E+01	4.8824E+02	0.0000E+00	3.1272E+01	4.8824E+02
1.6100E+03	3.1836E+01	4.6637E+02	0.0000E+00	3.1836E+01	4.6637E+02
1.6600E+03	3.2395E+01	4.4510E+02	0.0000E+00	3.2395E+01	4.4510E+02
1.7100E+03	3.2950E+01	4.2534E+02	0.0000E+00	3.2950E+01	4.2534E+02
1.7600E+03	3.3502E+01	4.0699E+02	0.0000E+00	3.3502E+01	4.0699E+02
1.8100E+03	3.4049E+01	3.8996E+02	0.0000E+00	3.4049E+01	3.8996E+02
1.8600E+03	3.4593E+01	3.7413E+02	0.0000E+00	3.4593E+01	3.7413E+02
1.9100E+03	3.5133E+01	3.5941E+02	0.0000E+00	3.5133E+01	3.5941E+02
1.9600E+03	3.5670E+01	3.4570E+02	0.0000E+00	3.5670E+01	3.4570E+02
2.0100E+03	3.6204E+01	3.3260E+02	0.0000E+00	3.6204E+01	3.3260E+02
2.0600E+03	3.6735E+01	3.1985E+02	0.0000E+00	3.6735E+01	3.1985E+02
2.1100E+03	3.7263E+01	3.0785E+02	0.0000E+00	3.7263E+01	3.0785E+02
2.1600E+03	3.7788E+01	2.9655E+02	0.0000E+00	3.7788E+01	2.9655E+02
2.2100E+03	3.8311E+01	2.8593E+02	0.0000E+00	3.8311E+01	2.8593E+02
2.2600E+03	3.8830E+01	2.7594E+02	0.0000E+00	3.8830E+01	2.7594E+02
2.3100E+03	3.9347E+01	2.6653E+02	0.0000E+00	3.9347E+01	2.6653E+02
2.3600E+03	3.9861E+01	2.5768E+02	0.0000E+00	3.9861E+01	2.5768E+02
2.4100E+03	4.0373E+01	2.4933E+02	0.0000E+00	4.0373E+01	2.4933E+02
2.4600E+03	4.0882E+01	2.4145E+02	0.0000E+00	4.0882E+01	2.4145E+02
2.5100E+03	4.1389E+01	2.3365E+02	0.0000E+00	4.1389E+01	2.3365E+02
2.5600E+03	4.1894E+01	2.2612E+02	0.0000E+00	4.1894E+01	2.2612E+02
2.6100E+03	4.2397E+01	2.1895E+02	0.0000E+00	4.2397E+01	2.1895E+02
2.6600E+03	4.2898E+01	2.1214E+02	0.0000E+00	4.2898E+01	2.1214E+02
2.7100E+03	4.3396E+01	2.0566E+02	0.0000E+00	4.3396E+01	2.0566E+02
2.7600E+03	4.3892E+01	1.9950E+02	0.0000E+00	4.3892E+01	1.9950E+02

2.8100E+03	4.4387E+01	1.9365E+02	0.0000E+00	4.4387E+01	1.9365E+02
2.8600E+03	4.4879E+01	1.8809E+02	0.0000E+00	4.4879E+01	1.8809E+02
2.9100E+03	4.5369E+01	1.8280E+02	0.0000E+00	4.5369E+01	1.8280E+02
2.9600E+03	4.5857E+01	1.7777E+02	0.0000E+00	4.5857E+01	1.7777E+02
3.0100E+03	4.6344E+01	1.7298E+02	0.0000E+00	4.6344E+01	1.7298E+02
3.0600E+03	4.6828E+01	1.6841E+02	0.0000E+00	4.6828E+01	1.6841E+02
3.1100E+03	4.7312E+01	1.6384E+02	0.0000E+00	4.7312E+01	1.6384E+02
3.1600E+03	4.7793E+01	1.5938E+02	0.0000E+00	4.7793E+01	1.5938E+02
3.2100E+03	4.8273E+01	1.5509E+02	0.0000E+00	4.8273E+01	1.5509E+02
3.2600E+03	4.8752E+01	1.5098E+02	0.0000E+00	4.8752E+01	1.5098E+02
3.3100E+03	4.9228E+01	1.4705E+02	0.0000E+00	4.9228E+01	1.4705E+02
3.3600E+03	4.9703E+01	1.4327E+02	0.0000E+00	4.9703E+01	1.4327E+02
3.4100E+03	5.0177E+01	1.3965E+02	0.0000E+00	5.0177E+01	1.3965E+02
3.4600E+03	5.0648E+01	1.3618E+02	0.0000E+00	5.0648E+01	1.3618E+02
3.5100E+03	5.1119E+01	1.3286E+02	0.0000E+00	5.1119E+01	1.3286E+02
3.5600E+03	5.1588E+01	1.2967E+02	0.0000E+00	5.1588E+01	1.2967E+02
3.6100E+03	5.2055E+01	1.2662E+02	0.0000E+00	5.2055E+01	1.2662E+02
3.6600E+03	5.2521E+01	1.2369E+02	0.0000E+00	5.2521E+01	1.2369E+02
3.7100E+03	5.2985E+01	1.2088E+02	0.0000E+00	5.2985E+01	1.2088E+02
3.7600E+03	5.3448E+01	1.1818E+02	0.0000E+00	5.3448E+01	1.1818E+02
3.8100E+03	5.3910E+01	1.1558E+02	0.0000E+00	5.3910E+01	1.1558E+02
3.8600E+03	5.4371E+01	1.1296E+02	0.0000E+00	5.4371E+01	1.1296E+02
3.9100E+03	5.4831E+01	1.1037E+02	0.0000E+00	5.4831E+01	1.1037E+02
3.9600E+03	5.5289E+01	1.0787E+02	0.0000E+00	5.5289E+01	1.0787E+02
4.0100E+03	5.5746E+01	1.0546E+02	0.0000E+00	5.5746E+01	1.0546E+02
4.0600E+03	5.6202E+01	1.0312E+02	0.0000E+00	5.6202E+01	1.0312E+02
4.1100E+03	5.6657E+01	1.0087E+02	0.0000E+00	5.6657E+01	1.0087E+02
4.1600E+03	5.7110E+01	9.8696E+01	0.0000E+00	5.7110E+01	9.8696E+01
4.2100E+03	5.7562E+01	9.6598E+01	0.0000E+00	5.7562E+01	9.6598E+01
4.2600E+03	5.8013E+01	9.4572E+01	0.0000E+00	5.8013E+01	9.4572E+01
4.3100E+03	5.8463E+01	9.2617E+01	0.0000E+00	5.8463E+01	9.2617E+01
4.3600E+03	5.8912E+01	9.0729E+01	0.0000E+00	5.8912E+01	9.0729E+01
4.4100E+03	5.9360E+01	8.8908E+01	0.0000E+00	5.9360E+01	8.8908E+01
4.4600E+03	5.9806E+01	8.7149E+01	0.0000E+00	5.9806E+01	8.7149E+01
4.5100E+03	6.0252E+01	8.5451E+01	0.0000E+00	6.0252E+01	8.5451E+01
4.5600E+03	6.0696E+01	8.3810E+01	0.0000E+00	6.0696E+01	8.3810E+01
4.6100E+03	6.1140E+01	8.2226E+01	0.0000E+00	6.1140E+01	8.2226E+01
4.6600E+03	6.1582E+01	8.0694E+01	0.0000E+00	6.1582E+01	8.0694E+01
4.7100E+03	6.2023E+01	7.9213E+01	0.0000E+00	6.2023E+01	7.9213E+01
4.7600E+03	6.2464E+01	7.7780E+01	0.0000E+00	6.2464E+01	7.7780E+01
4.8100E+03	6.2904E+01	7.6285E+01	0.0000E+00	6.2904E+01	7.6285E+01
4.8600E+03	6.3343E+01	7.4827E+01	0.0000E+00	6.3343E+01	7.4827E+01
4.9100E+03	6.3781E+01	7.3410E+01	0.0000E+00	6.3781E+01	7.3410E+01
4.9600E+03	6.4218E+01	7.2033E+01	0.0000E+00	6.4218E+01	7.2033E+01
5.0100E+03	6.4654E+01	7.0695E+01	0.0000E+00	6.4654E+01	7.0695E+01
5.0600E+03	6.5089E+01	6.9396E+01	0.0000E+00	6.5089E+01	6.9396E+01
5.1100E+03	6.5523E+01	6.8134E+01	0.0000E+00	6.5523E+01	6.8134E+01

5.1600E+03	6.5956E+01	6.6908E+01	0.0000E+00	6.5956E+01	6.6908E+01
5.2100E+03	6.6389E+01	6.5718E+01	0.0000E+00	6.6389E+01	6.5718E+01
5.2600E+03	6.6821E+01	6.4563E+01	0.0000E+00	6.6821E+01	6.4563E+01
5.3100E+03	6.7251E+01	6.3441E+01	0.0000E+00	6.7251E+01	6.3441E+01
5.3600E+03	6.7681E+01	6.2352E+01	0.0000E+00	6.7681E+01	6.2352E+01
5.4100E+03	6.8110E+01	6.1294E+01	0.0000E+00	6.8110E+01	6.1294E+01
5.4600E+03	6.8538E+01	6.0267E+01	0.0000E+00	6.8538E+01	6.0267E+01
5.5100E+03	6.8966E+01	5.9270E+01	0.0000E+00	6.8966E+01	5.9270E+01
5.5600E+03	6.9392E+01	5.8302E+01	0.0000E+00	6.9392E+01	5.8302E+01
5.6100E+03	6.9818E+01	5.7362E+01	0.0000E+00	6.9818E+01	5.7362E+01
5.6600E+03	7.0243E+01	5.6448E+01	0.0000E+00	7.0243E+01	5.6448E+01
5.7100E+03	7.0667E+01	5.5561E+01	0.0000E+00	7.0667E+01	5.5561E+01
5.7600E+03	7.1091E+01	5.4698E+01	0.0000E+00	7.1091E+01	5.4698E+01
5.8100E+03	7.1513E+01	5.3859E+01	0.0000E+00	7.1513E+01	5.3860E+01
5.8600E+03	7.1935E+01	5.3044E+01	0.0000E+00	7.1935E+01	5.3044E+01
5.9100E+03	7.2356E+01	5.2251E+01	0.0000E+00	7.2356E+01	5.2251E+01
5.9600E+03	7.2777E+01	5.1434E+01	0.0000E+00	7.2777E+01	5.1434E+01
6.0100E+03	7.3197E+01	5.0614E+01	0.0000E+00	7.3197E+01	5.0614E+01
6.0600E+03	7.3616E+01	4.9814E+01	0.0000E+00	7.3616E+01	4.9814E+01
6.1100E+03	7.4035E+01	4.9032E+01	0.0000E+00	7.4035E+01	4.9032E+01
6.1600E+03	7.4453E+01	4.8269E+01	0.0000E+00	7.4453E+01	4.8269E+01
6.2100E+03	7.4870E+01	4.7524E+01	0.0000E+00	7.4870E+01	4.7524E+01
6.2600E+03	7.5287E+01	4.6797E+01	0.0000E+00	7.5287E+01	4.6797E+01
6.3100E+03	7.5703E+01	4.6087E+01	0.0000E+00	7.5703E+01	4.6087E+01
6.3600E+03	7.6118E+01	4.5394E+01	0.0000E+00	7.6118E+01	4.5394E+01
6.4100E+03	7.6533E+01	4.4717E+01	0.0000E+00	7.6533E+01	4.4717E+01
6.4600E+03	7.6947E+01	4.4057E+01	0.0000E+00	7.6947E+01	4.4057E+01
6.5100E+03	7.7360E+01	4.3413E+01	0.0000E+00	7.7360E+01	4.3413E+01
6.5600E+03	7.7773E+01	4.2785E+01	0.0000E+00	7.7773E+01	4.2785E+01
6.6100E+03	7.8184E+01	4.2171E+01	0.0000E+00	7.8184E+01	4.2171E+01
6.6600E+03	7.8596E+01	4.1573E+01	0.0000E+00	7.8596E+01	4.1573E+01
6.7100E+03	7.9006E+01	4.0989E+01	0.0000E+00	7.9006E+01	4.0989E+01
6.7600E+03	7.9417E+01	4.0419E+01	0.0000E+00	7.9417E+01	4.0419E+01
6.8100E+03	7.9826E+01	3.9863E+01	0.0000E+00	7.9826E+01	3.9863E+01
6.8600E+03	8.0235E+01	3.9320E+01	0.0000E+00	8.0235E+01	3.9320E+01
6.9100E+03	8.0643E+01	3.8791E+01	0.0000E+00	8.0643E+01	3.8791E+01
6.9600E+03	8.1051E+01	3.8274E+01	0.0000E+00	8.1051E+01	3.8274E+01
7.0100E+03	8.1458E+01	3.7770E+01	0.0000E+00	8.1458E+01	3.7770E+01
7.0600E+03	8.1864E+01	3.7277E+01	0.0000E+00	8.1864E+01	3.7277E+01
7.1100E+03	8.2270E+01	3.6796E+01	0.0000E+00	8.2270E+01	3.6796E+01
7.1600E+03	8.2675E+01	3.6327E+01	0.0000E+00	8.2675E+01	3.6327E+01
7.2100E+03	8.3080E+01	3.5868E+01	0.0000E+00	8.3080E+01	3.5868E+01
7.2600E+03	8.3484E+01	3.5420E+01	0.0000E+00	8.3484E+01	3.5420E+01
7.3100E+03	8.3887E+01	3.4982E+01	0.0000E+00	8.3887E+01	3.4982E+01
7.3600E+03	8.4290E+01	3.4554E+01	0.0000E+00	8.4290E+01	3.4554E+01
7.4100E+03	8.4693E+01	3.4107E+01	0.0000E+00	8.4693E+01	3.4107E+01
7.4600E+03	8.5095E+01	3.3658E+01	0.0000E+00	8.5095E+01	3.3658E+01

7.5100E+03	8.5497E+01	3.3217E+01	0.0000E+00	8.5497E+01	3.3217E+01
7.5600E+03	8.5898E+01	3.2786E+01	0.0000E+00	8.5898E+01	3.2786E+01
7.6100E+03	8.6299E+01	3.2362E+01	0.0000E+00	8.6299E+01	3.2362E+01
7.6600E+03	8.6699E+01	3.1947E+01	0.0000E+00	8.6699E+01	3.1947E+01
7.7100E+03	8.7099E+01	3.1540E+01	0.0000E+00	8.7099E+01	3.1540E+01
7.7600E+03	8.7498E+01	3.1141E+01	0.0000E+00	8.7498E+01	3.1141E+01
7.8100E+03	8.7897E+01	3.0750E+01	0.0000E+00	8.7897E+01	3.0750E+01
7.8600E+03	8.8295E+01	3.0366E+01	0.0000E+00	8.8295E+01	3.0366E+01
7.9100E+03	8.8692E+01	2.9990E+01	0.0000E+00	8.8692E+01	2.9990E+01
7.9600E+03	8.9090E+01	2.9622E+01	0.0000E+00	8.9090E+01	2.9622E+01
8.0100E+03	8.9486E+01	2.9261E+01	0.0000E+00	8.9486E+01	2.9261E+01
8.0600E+03	8.9882E+01	2.8907E+01	0.0000E+00	8.9882E+01	2.8907E+01
8.1100E+03	9.0278E+01	2.8560E+01	0.0000E+00	9.0278E+01	2.8560E+01
8.1600E+03	9.0673E+01	2.8221E+01	0.0000E+00	9.0673E+01	2.8221E+01
8.2100E+03	9.1068E+01	2.7888E+01	0.0000E+00	9.1068E+01	2.7888E+01
8.2600E+03	9.1462E+01	2.7561E+01	0.0000E+00	9.1462E+01	2.7561E+01
8.3100E+03	9.1856E+01	2.7241E+01	0.0000E+00	9.1856E+01	2.7241E+01
8.3600E+03	9.2249E+01	2.6928E+01	0.0000E+00	9.2249E+01	2.6928E+01
8.4100E+03	9.2642E+01	2.6621E+01	0.0000E+00	9.2642E+01	2.6621E+01
8.4600E+03	9.3034E+01	2.6320E+01	0.0000E+00	9.3034E+01	2.6320E+01

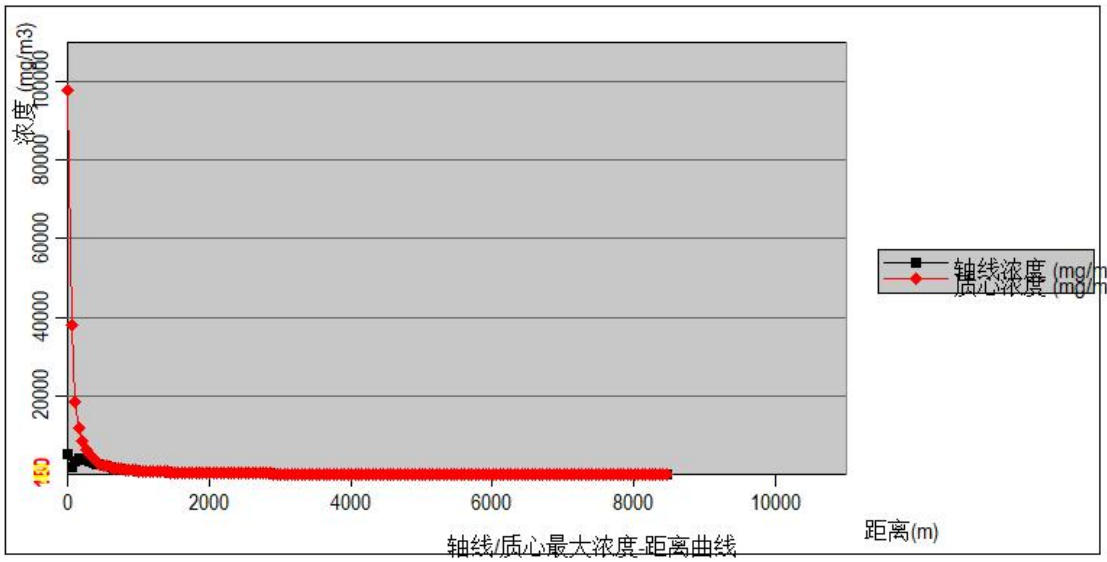


图 7.8-8　三氯氢硅储罐泄漏下风向轴线最大浓度曲线图

由表 7.8-5 和图 7.8-8 可知，三氯氢硅储罐泄漏后，距离 10m 处， 浓度出现时间 7.7254min，最大高峰浓度值为 5217mg/m^3。

② 三氯氢硅储罐泄漏网格点有毒有害物质最大浓度

三氯氢硅储罐泄漏后三氯氢硅扩散不同网格点处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-6，网格点最大浓度预测图见图 7.8-9。

表 7.8-6　三氯氢硅储罐泄漏后三氯氢硅扩散不同网格点处有毒有害物质最大浓度预测结果

y\x	-263	-163	-63	37	137	237	337	437	637	837	1037	1237	1437	1637	1837	2037	2237	2437	2637	2837
172	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
72	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.17E-12	8.81E-08	5.79E-08	5.95E-09	1.52E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-28	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.63E+00	6.05E+00	5.34E-01	2.73E-02	1.14E-03	1.38E-06	1.21E-09	9.83E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-128	0.00E+00	0.00E+00	1.72E+03	2.87E+03	1.04E+03	1.64E+02	1.58E+01	1.15E+00	3.01E-03	4.86E-06	5.71E-09	6.45E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-228	0.00E+00	8.15E-01	2.23E+03	3.86E+03	2.97E+03	1.32E+03	3.53E+02	5.68E+01	5.37E-01	2.09E-03	4.77E-06	1.00E-08	1.73E-11	4.67E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-328	0.00E+00	1.21E+00	6.10E+02	2.62E+03	2.98E+03	2.44E+03	1.33E+03	4.58E+02	1.66E+01	1.75E-01	9.55E-04	3.68E-06	1.00E-08	2.51E-11	4.22E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-428	3.45E-09	1.11E-01	7.68E+01	9.66E+02	2.22E+03	2.46E+03	2.02E+03	1.22E+03	1.37E+02	4.00E+00	5.64E-02	4.13E-04	1.91E-06	8.20E-09	2.80E-11	6.56E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-528	3.92E-09	5.57E-03	6.25E+00	2.15E+02	1.06E+03	1.87E+03	1.78E+03	1.53E+03	4.68E+02	3.80E+01	1.22E+00	1.72E-02	1.58E-04	1.07E-06	5.36E-09	2.13E-11	6.53E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-628	5.09E-10	2.26E-04	4.03E-01	2.95E+01	3.15E+02	1.02E+03	1.53E+03	1.34E+03	8.27E+02	1.71E+02	1.15E+01	3.20E-01	5.78E-03	6.34E-05	4.75E-07	2.65E-09	1.17E-11	4.87E-14	0.00E+00	0.00E+00
-728	3.39E-11	8.29E-06	2.02E-02	2.88E+00	6.23E+01	3.75E+02	8.96E+02	1.19E+03	9.54E+02	4.22E+02	5.60E+01	3.34E+00	1.06E-01	1.88E-03	2.14E-05	1.70E-07	1.02E-09	4.85E-12	1.71E-14	0.00E+00
-828	1.60E-12	2.59E-07	8.75E-04	2.19E-01	8.85E+00	9.07E+01	3.64E+02	7.24E+02	8.67E+02	6.70E+02	1.62E+02	1.95E+01	1.06E+00	3.05E-02	5.27E-04	6.04E-06	4.97E-08	3.10E-10	1.53E-12	6.57E-15
-928	0.00E+00	7.60E-09	3.42E-05	1.39E-02	9.12E-01	1.62E+01	1.04E+02	3.48E+02	7.90E+02	6.67E+02	3.41E+02	7.00E+01	6.38E+00	2.93E-01	7.66E-03	1.27E-04	1.43E-06	1.18E-08	7.46E-11	3.75E-13
-1028	0.00E+00	2.17E-10	1.25E-06	7.24E-04	7.73E-02	2.17E+00	2.44E+01	1.26E+02	6.03E+02	6.17E+02	5.19E+02	1.68E+02	2.46E+01	1.77E+00	6.94E-02	1.65E-03	2.57E-05	2.82E-07	2.29E-09	0.00E+00
-1128	0.00E+00	6.17E-12	4.16E-08	3.44E-05	5.39E-03	2.59E-01	4.53E+00	3.44E+01	3.11E+02	5.71E+02	4.96E+02	2.91E+02	6.51E+01	7.11E+00	4.13E-01	1.40E-02	3.01E-04	4.38E-06	4.57E-08	0.00E+00
-1228	0.00E+00	1.97E-13	1.36E-09	1.47E-06	3.67E-04	2.62E-02	6.66E-01	7.28E+00	1.27E+02	4.74E+02	4.65E+02	3.87E+02	1.25E+02	2.01E+01	1.69E+00	8.10E-02	2.38E-03	4.60E-05	0.00E+00	0.00E+00
-1328	0.00E+00	0.00E+00	4.22E-11	6.57E-08	2.27E-05	2.26E-03	8.08E-02	1.24E+00	4.62E+01	2.84E+02	4.36E+02	3.85E+02	1.83E+02	4.17E+01	4.97E+00	3.32E-01	1.32E-02	3.38E-04	0.00E+00	0.00E+00
-1428	0.00E+00	0.00E+00	1.43E-12	2.83E-09	1.28E-06	1.71E-04	8.30E-03	1.77E-01	1.35E+01	1.38E+02	3.58E+02	3.63E+02	2.16E+02	6.63E+01	1.09E+01	9.94E-01	5.33E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1528	0.00E+00	0.00E+00	6.85E-14	1.17E-10	6.61E-08	1.15E-05	7.56E-04	2.41E-02	3.25E+00	5.51E+01	2.12E+02	3.00E+02	2.13E+02	8.41E+01	1.84E+01	2.25E+00	1.60E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1628	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.62E-12	3.20E-09	7.20E-07	6.88E-05	2.87E-03	6.58E-01	1.82E+01	1.06E+02	2.02E+02	1.79E+02	8.83E+01	2.49E+01	3.97E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1728	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-13	1.50E-10	4.69E-08	5.67E-06	3.03E-04	1.14E-01	5.03E+00	4.41E+01	1.16E+02	1.31E+02	7.87E+01	2.75E+01	5.59E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1828	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.57E-12	2.87E-09	4.30E-07	2.88E-05	1.72E-02	1.18E+00	1.55E+01	5.73E+01	8.29E+01	6.07E+01	2.57E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1928	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.55E-13	1.67E-10	3.03E-08	2.50E-06	2.29E-03	2.40E-01	4.65E+00	2.41E+01	4.57E+01	4.10E+01	2.07E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2028	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.25E-12	2.01E-09	2.00E-07	2.73E-04	4.26E-02	1.20E+00	8.71E+00	2.18E+01	2.43E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2128	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.09E-13	1.26E-10	1.50E-08	2.95E-05	6.69E-03	2.70E-01	2.72E+00	9.05E+00	1.26E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2228	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.28E-14	7.58E-12	1.05E-09	2.92E-06	9.39E-04	5.32E-02	7.37E-01	3.26E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2328	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.32E-13	7.00E-11	2.66E-07	1.19E-04	9.32E-03	1.75E-01	1.02E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2428	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.18E-14	4.43E-12	2.26E-08	1.37E-05	1.46E-03	3.69E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2528	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.71E-13	1.79E-09	1.45E-06	2.07E-04	6.90E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2628	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E-14	1.34E-10	1.42E-07	2.66E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2728	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.46E-12	1.29E-08	3.13E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2828	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.34E-13	1.10E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2928	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-14	8.75E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-3028	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.19E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-3128	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

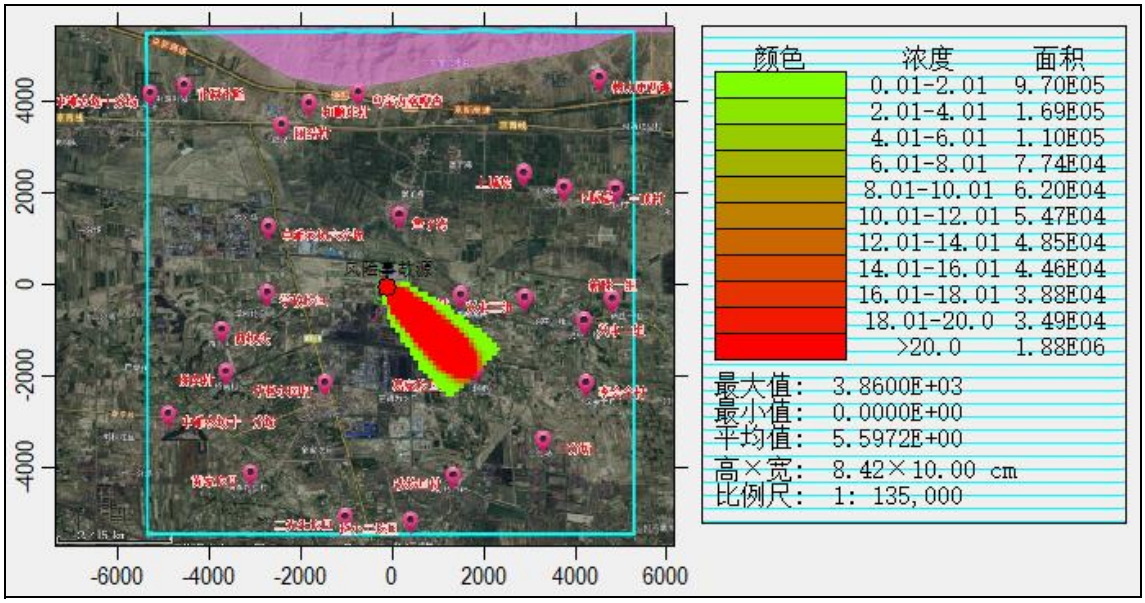


图 7.8-9　三氯氢硅储罐泄露网格点最大浓度预测图

(3)三氯氢硅储罐泄露有毒有害物质最大影响距离

三氯氢硅扩散大气毒性终点浓度对应范围见表 7.8-7。

表 7.8-7　下风向地面浓度评价结果

指标	X 起点（m）	X 终点（m）	最大半径（m）	最大半径对应 X（m）
大气毒性终点浓度-1 180mg/m^3	10	2910	270	1060
大气毒性终点浓度-2 40 mg/m^3	10	6760	408	2960
注：取值来源于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 H 中三氯氢硅毒性终点浓度值				

由预测结果可以看出，三氯氢硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（180mg/m^3）的最大影响范围 270m；三氯氢硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（40mg/m^3）的最大影响范围 408m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。

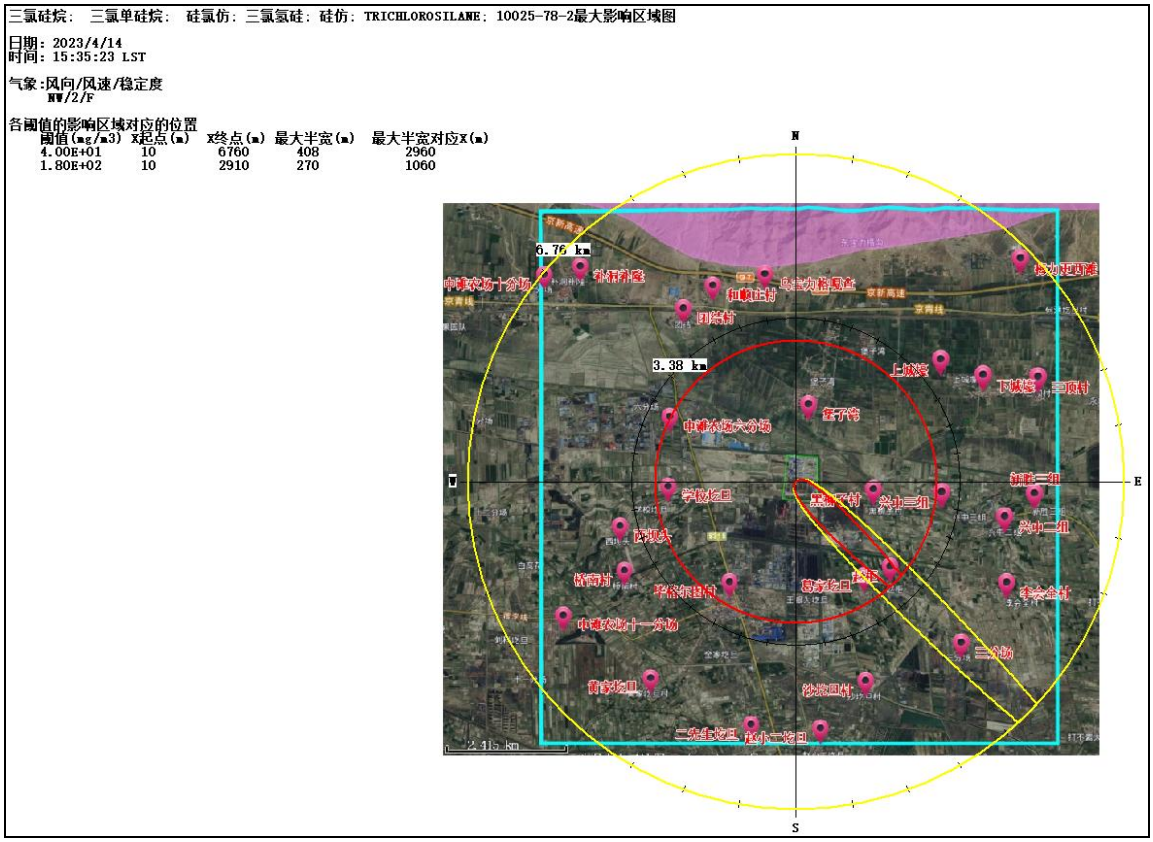


图 7.8-10　三氯氢硅储罐泄漏最大影响半径图

(4) 三氯氢硅储罐泄漏有毒有害物质对敏感点的影响

三氯氢硅储罐泄漏后三氯氢硅扩散不同敏感点处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-8。由表 7.8-8 可知，三氯氢硅储罐泄漏 30min 后，葛家圪旦村有毒有害物质浓度达到最大值 0.442mg/m^3。

表 7.8-8　三氯氢硅储罐泄漏后三氯氢硅扩散不同敏感点处有毒有害物质最大浓度预测结果

序号	名称	X	Y	离地高度	最大浓度时间(min)	5min	10min	15min	20min	25min	30min
1	堡子湾	162	1197	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	梅力更西滩	4531	4240	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	上城壕	2880	2136	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	下城壕	3754	1796	**0**	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	三顶村	4887	1764	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	西黑柳子	1505	-534	0	4.09E-05|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.18E-06	3.07E-05	4.09E-05
7	兴中三组	2896	-599	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8	兴中二组	4223	-1117	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9	新胜三组	4838	-647	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	李会全村	4272	-2492	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11	三分场	3301	-3722	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
12	赵柜	1861	-2185	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	葛家圪旦	1327	-2330	0	4.42E-01|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.42E-01
14	沙圪旦	1359	-4499	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	二先生圪旦	-1003	-5356	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16	赵二小圪旦	404	-5405	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
17	毕格尔图村	-1456	-2444	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18	黄家圪旦	-3091	-4418	**0**	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19	桥南村	-3625	-2233	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	西坝头	-3706	-1343	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
21	学校圪旦	-2719	-486	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
22	中滩农场十一分场	-4887	-3107	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
23	中滩农场六分场	-2686	955	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
24	中滩农场十分场	-5243	3900	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
25	团结村	-2411	3220	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
26	乌宝力格嘎查	-728	3932	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
27	和顺庄	-1812	3689	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
28	补洞补隆	-4547	4045	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

7.8.3 氯化氢储罐大气环境风险预测与评价

本节内容主要对储罐区氯化氢储罐泄漏后的氯化氢在大气中的扩散情况进行预测评价。

7.8.3.1 预测模型筛选

氯化氢储罐两相泄露后，扩散过程中液态部分仍会不断气化为蒸汽，对于两相混合物，后续扩散采用 SLAB 模式；本项目氯化氢两相泄露后扩散模型选取《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018）附录 G 中推荐的 SLAB 模型。

7.8.3.2 预测范围与计算点

本次环境风险预测采用环保部重点实验室推荐的 EIAPro2018 大气预测软件进行模拟，预测范围根据软件计算结果选取，即预测氯化氢达到大气毒性终点浓度值（导则中氯化氢的 1 级和 2 级大气毒性终点浓度值分别为 150mg/m^3、33mg/m^3）的最大影响范围。计算点网格间距为 100m，厂界 5km 范围内设置 28 个环境敏感点。

7.8.3.3 气象参数选取

本次大气环境风险潜势等级为 III 级，按照二级评价工作内容进行评价，选取最不利气象条件进行预测，即 F 稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%。

7.8.3.4 大气毒性终点浓度值选取

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 H，选择氯化氢大气毒性终点浓度值作为预测评价标准，氯化氢的 1 级和 2 级大气毒性终点浓度值分别为 150mg/m^3、33mg/m^3。

7.8.3.5 氯化氢储罐泄漏大气环境风险影响预测与评价

(1)氯化氢储罐泄漏大气环境风险预测参数

本项目氯化氢储罐泄漏大气环境风险预测参数的选取见图 7.8-11。

图 7.8-11　氯化氢储罐泄漏大气环境风险预测参数的选取

(2)氯化氢储罐泄漏有毒有害物质最大影响浓度

①氯化氢储罐泄漏下风向有毒有害物质最大影响浓度

本次评价预测氯化氢下风向不同距离处最大浓度及最大影响范围。氯化氢储罐泄漏后氯化氢扩散下风向不同距离处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-9，轴线最大浓度曲线图见图 7.8-12。

表 7.8-9　最不利气象条件下氯化氢事故排放下风向不同距离处预测结果

距离 (m)	浓度出现时间 (min)	高峰 浓度 (mg/m^3)	质心高度(m)	出现时间 (min)	质心浓度 (mg/m^3)
1.0000E+01	7.6704E+00	3.6450E+01	0.0000E+00	7.6704E+00	1.3429E+05
6.0000E+01	8.6162E+00	3.1544E+03	0.0000E+00	8.6162E+00	1.5880E+04
1.1000E+02	9.5620E+00	3.3685E+03	0.0000E+00	9.5620E+00	7.7933E+03
1.6000E+02	1.0508E+01	2.8631E+03	0.0000E+00	1.0508E+01	5.0535E+03
2.1000E+02	1.1454E+01	2.3921E+03	0.0000E+00	1.1454E+01	3.6807E+03
2.6000E+02	1.2400E+01	2.0299E+03	0.0000E+00	1.2400E+01	2.8615E+03
3.1000E+02	1.3346E+01	1.7419E+03	0.0000E+00	1.3346E+01	2.3179E+03
3.6000E+02	1.4304E+01	1.5107E+03	0.0000E+00	1.4304E+01	1.9350E+03
4.1000E+02	1.7205E+01	1.4664E+03	0.0000E+00	1.5205E+01	1.6254E+03
4.6000E+02	1.6957E+01	1.3214E+03	0.0000E+00	1.5957E+01	1.3214E+03
5.1000E+02	1.6667E+01	1.0901E+03	0.0000E+00	1.6667E+01	1.0901E+03
5.6000E+02	1.7371E+01	9.3978E+02	0.0000E+00	1.7371E+01	9.3978E+02
6.1000E+02	1.8058E+01	8.2916E+02	0.0000E+00	1.8058E+01	8.2916E+02
6.6000E+02	1.8730E+01	7.3250E+02	0.0000E+00	1.8730E+01	7.3250E+02
7.1000E+02	1.9388E+01	6.5574E+02	0.0000E+00	1.9388E+01	6.5574E+02
7.6000E+02	2.0034E+01	5.9153E+02	0.0000E+00	2.0034E+01	5.9153E+02
8.1000E+02	2.0669E+01	5.3513E+02	0.0000E+00	2.0669E+01	5.3513E+02

8.6000E+02	2.1295E+01	4.8787E+02	0.0000E+00	2.1295E+01	4.8787E+02
9.1000E+02	2.1911E+01	4.4813E+02	0.0000E+00	2.1911E+01	4.4813E+02
9.6000E+02	2.2520E+01	4.1192E+02	0.0000E+00	2.2520E+01	4.1192E+02
1.0100E+03	2.3121E+01	3.7979E+02	0.0000E+00	2.3121E+01	3.7979E+02
1.0600E+03	2.3715E+01	3.5184E+02	0.0000E+00	2.3715E+01	3.5184E+02
1.1100E+03	2.4302E+01	3.2749E+02	0.0000E+00	2.4302E+01	3.2749E+02
1.1600E+03	2.4882E+01	3.0600E+02	0.0000E+00	2.4882E+01	3.0600E+02
1.2100E+03	2.5458E+01	2.8543E+02	0.0000E+00	2.5458E+01	2.8543E+02
1.2600E+03	2.6028E+01	2.6700E+02	0.0000E+00	2.6028E+01	2.6700E+02
1.3100E+03	2.6592E+01	2.5050E+02	0.0000E+00	2.6592E+01	2.5050E+02
1.3600E+03	2.7151E+01	2.3574E+02	0.0000E+00	2.7151E+01	2.3574E+02
1.4100E+03	2.7706E+01	2.2251E+02	0.0000E+00	2.7706E+01	2.2251E+02
1.4600E+03	2.8255E+01	2.1049E+02	0.0000E+00	2.8255E+01	2.1049E+02
1.5100E+03	2.8801E+01	1.9870E+02	0.0000E+00	2.8801E+01	1.9870E+02
1.5600E+03	2.9343E+01	1.8791E+02	0.0000E+00	2.9343E+01	1.8791E+02
1.6100E+03	2.9881E+01	1.7803E+02	0.0000E+00	2.9881E+01	1.7803E+02
1.6600E+03	3.0415E+01	1.6901E+02	0.0000E+00	3.0415E+01	1.6901E+02
1.7100E+03	3.0945E+01	1.6076E+02	0.0000E+00	3.0945E+01	1.6076E+02
1.7600E+03	3.1472E+01	1.5321E+02	0.0000E+00	3.1472E+01	1.5321E+02
1.8100E+03	3.1995E+01	1.4629E+02	0.0000E+00	3.1995E+01	1.4629E+02
1.8600E+03	3.2515E+01	1.3966E+02	0.0000E+00	3.2515E+01	1.3966E+02
1.9100E+03	3.3033E+01	1.3319E+02	0.0000E+00	3.3033E+01	1.3319E+02
1.9600E+03	3.3547E+01	1.2717E+02	0.0000E+00	3.3547E+01	1.2717E+02
2.0100E+03	3.4059E+01	1.2157E+02	0.0000E+00	3.4059E+01	1.2157E+02
2.0600E+03	3.4568E+01	1.1637E+02	0.0000E+00	3.4568E+01	1.1637E+02
2.1100E+03	3.5074E+01	1.1153E+02	0.0000E+00	3.5074E+01	1.1153E+02
2.1600E+03	3.5578E+01	1.0704E+02	0.0000E+00	3.5578E+01	1.0704E+02
2.2100E+03	3.6078E+01	1.0286E+02	0.0000E+00	3.6078E+01	1.0286E+02
2.2600E+03	3.6577E+01	9.8975E+01	0.0000E+00	3.6577E+01	9.8975E+01
2.3100E+03	3.7072E+01	9.5352E+01	0.0000E+00	3.7072E+01	9.5352E+01
2.3600E+03	3.7566E+01	9.1720E+01	0.0000E+00	3.7566E+01	9.1720E+01
2.4100E+03	3.8058E+01	8.8201E+01	0.0000E+00	3.8058E+01	8.8201E+01
2.4600E+03	3.8547E+01	8.4883E+01	0.0000E+00	3.8547E+01	8.4883E+01
2.5100E+03	3.9034E+01	8.1754E+01	0.0000E+00	3.9034E+01	8.1754E+01
2.5600E+03	3.9519E+01	7.8807E+01	0.0000E+00	3.9519E+01	7.8807E+01
2.6100E+03	4.0002E+01	7.6031E+01	0.0000E+00	4.0002E+01	7.6031E+01
2.6600E+03	4.0483E+01	7.3418E+01	0.0000E+00	4.0483E+01	7.3418E+01
2.7100E+03	4.0962E+01	7.0958E+01	0.0000E+00	4.0962E+01	7.0958E+01
2.7600E+03	4.1439E+01	6.8643E+01	0.0000E+00	4.1439E+01	6.8643E+01
2.8100E+03	4.1914E+01	6.6462E+01	0.0000E+00	4.1914E+01	6.6462E+01
2.8600E+03	4.2387E+01	6.4406E+01	0.0000E+00	4.2387E+01	6.4406E+01
2.9100E+03	4.2858E+01	6.2467E+01	0.0000E+00	4.2858E+01	6.2467E+01
2.9600E+03	4.3328E+01	6.0578E+01	0.0000E+00	4.3328E+01	6.0578E+01
3.0100E+03	4.3796E+01	5.8641E+01	0.0000E+00	4.3796E+01	5.8641E+01
3.0600E+03	4.4263E+01	5.6794E+01	0.0000E+00	4.4263E+01	5.6794E+01
3.1100E+03	4.4728E+01	5.5033E+01	0.0000E+00	4.4728E+01	5.5033E+01
3.1600E+03	4.5192E+01	5.3355E+01	0.0000E+00	4.5192E+01	5.3355E+01

3.2100E+03	4.5654E+01	5.1756E+01	0.0000E+00	4.5654E+01	5.1756E+01
3.2600E+03	4.6114E+01	5.0234E+01	0.0000E+00	4.6114E+01	5.0234E+01
3.3100E+03	4.6573E+01	4.8785E+01	0.0000E+00	4.6573E+01	4.8785E+01
3.3600E+03	4.7030E+01	4.7407E+01	0.0000E+00	4.7030E+01	4.7407E+01
3.4100E+03	4.7486E+01	4.6095E+01	0.0000E+00	4.7486E+01	4.6095E+01
3.4600E+03	4.7941E+01	4.4847E+01	0.0000E+00	4.7941E+01	4.4847E+01
3.5100E+03	4.8394E+01	4.3659E+01	0.0000E+00	4.8394E+01	4.3659E+01
3.5600E+03	4.8846E+01	4.2528E+01	0.0000E+00	4.8846E+01	4.2528E+01
3.6100E+03	4.9296E+01	4.1452E+01	0.0000E+00	4.9296E+01	4.1452E+01
3.6600E+03	4.9745E+01	4.0426E+01	0.0000E+00	4.9745E+01	4.0426E+01
3.7100E+03	5.0193E+01	3.9448E+01	0.0000E+00	5.0193E+01	3.9448E+01
3.7600E+03	5.0640E+01	3.8462E+01	0.0000E+00	5.0640E+01	3.8462E+01
3.8100E+03	5.1085E+01	3.7455E+01	0.0000E+00	5.1085E+01	3.7455E+01
3.8600E+03	5.1530E+01	3.6485E+01	0.0000E+00	5.1530E+01	3.6485E+01
3.9100E+03	5.1974E+01	3.5552E+01	0.0000E+00	5.1974E+01	3.5552E+01
3.9600E+03	5.2416E+01	3.4655E+01	0.0000E+00	5.2416E+01	3.4655E+01
4.0100E+03	5.2857E+01	3.3793E+01	0.0000E+00	5.2857E+01	3.3793E+01
4.0600E+03	5.3297E+01	3.2964E+01	0.0000E+00	5.3297E+01	3.2964E+01
4.1100E+03	5.3736E+01	3.2168E+01	0.0000E+00	5.3736E+01	3.2168E+01
4.1600E+03	5.4174E+01	3.1404E+01	0.0000E+00	5.4174E+01	3.1404E+01
4.2100E+03	5.4610E+01	3.0669E+01	0.0000E+00	5.4610E+01	3.0669E+01
4.2600E+03	5.5046E+01	2.9964E+01	0.0000E+00	5.5046E+01	2.9964E+01
4.3100E+03	5.5480E+01	2.9287E+01	0.0000E+00	5.5480E+01	2.9287E+01
4.3600E+03	5.5914E+01	2.8637E+01	0.0000E+00	5.5914E+01	2.8637E+01
4.4100E+03	5.6346E+01	2.8013E+01	0.0000E+00	5.6346E+01	2.8013E+01
4.4600E+03	5.6778E+01	2.7414E+01	0.0000E+00	5.6778E+01	2.7414E+01
4.5100E+03	5.7208E+01	2.6839E+01	0.0000E+00	5.7208E+01	2.6839E+01
4.5600E+03	5.7637E+01	2.6287E+01	0.0000E+00	5.7637E+01	2.6287E+01
4.6100E+03	5.8066E+01	2.5756E+01	0.0000E+00	5.8066E+01	2.5756E+01
4.6600E+03	5.8493E+01	2.5246E+01	0.0000E+00	5.8493E+01	2.5246E+01
4.7100E+03	5.8920E+01	2.4755E+01	0.0000E+00	5.8920E+01	2.4755E+01
4.7600E+03	5.9345E+01	2.4263E+01	0.0000E+00	5.9345E+01	2.4263E+01
4.8100E+03	5.9770E+01	2.3744E+01	0.0000E+00	5.9770E+01	2.3744E+01
4.8600E+03	6.0195E+01	2.3241E+01	0.0000E+00	6.0195E+01	2.3241E+01
4.9100E+03	6.0618E+01	2.2754E+01	0.0000E+00	6.0618E+01	2.2754E+01
4.9600E+03	6.1041E+01	2.2282E+01	0.0000E+00	6.1041E+01	2.2282E+01
5.0100E+03	6.1462E+01	2.1824E+01	0.0000E+00	6.1462E+01	2.1824E+01
5.0600E+03	6.1883E+01	2.1381E+01	0.0000E+00	6.1883E+01	2.1381E+01
5.1100E+03	6.2303E+01	2.0952E+01	0.0000E+00	6.2303E+01	2.0952E+01
5.1600E+03	6.2722E+01	2.0536E+01	0.0000E+00	6.2722E+01	2.0536E+01
5.2100E+03	6.3140E+01	2.0134E+01	0.0000E+00	6.3140E+01	2.0134E+01
5.2600E+03	6.3557E+01	1.9745E+01	0.0000E+00	6.3557E+01	1.9745E+01
5.3100E+03	6.3974E+01	1.9369E+01	0.0000E+00	6.3974E+01	1.9369E+01
5.3600E+03	6.4390E+01	1.9004E+01	0.0000E+00	6.4390E+01	1.9004E+01
5.4100E+03	6.4805E+01	1.8652E+01	0.0000E+00	6.4805E+01	1.8652E+01
5.4600E+03	6.5219E+01	1.8311E+01	0.0000E+00	6.5219E+01	1.8311E+01
5.5100E+03	6.5632E+01	1.7981E+01	0.0000E+00	6.5632E+01	1.7981E+01

5.5600E+03	6.6045E+01	1.7662E+01	0.0000E+00	6.6045E+01	1.7662E+01
5.6100E+03	6.6457E+01	1.7354E+01	0.0000E+00	6.6457E+01	1.7354E+01
5.6600E+03	6.6868E+01	1.7055E+01	0.0000E+00	6.6868E+01	1.7055E+01
5.7100E+03	6.7278E+01	1.6767E+01	0.0000E+00	6.7278E+01	1.6767E+01
5.7600E+03	6.7688E+01	1.6487E+01	0.0000E+00	6.7688E+01	1.6487E+01
5.8100E+03	6.8097E+01	1.6217E+01	0.0000E+00	6.8097E+01	1.6217E+01
5.8600E+03	6.8505E+01	1.5955E+01	0.0000E+00	6.8505E+01	1.5955E+01
5.9100E+03	6.8913E+01	1.5702E+01	0.0000E+00	6.8913E+01	1.5702E+01
5.9600E+03	6.9319E+01	1.5457E+01	0.0000E+00	6.9319E+01	1.5457E+01
6.0100E+03	6.9726E+01	1.5219E+01	0.0000E+00	6.9726E+01	1.5219E+01
6.0600E+03	7.0131E+01	1.4964E+01	0.0000E+00	7.0131E+01	1.4964E+01
6.1100E+03	7.0537E+01	1.4706E+01	0.0000E+00	7.0537E+01	1.4706E+01
6.1600E+03	7.0942E+01	1.4454E+01	0.0000E+00	7.0942E+01	1.4454E+01
6.2100E+03	7.1346E+01	1.4209E+01	0.0000E+00	7.1346E+01	1.4209E+01
6.2600E+03	7.1749E+01	1.3970E+01	0.0000E+00	7.1749E+01	1.3970E+01
6.3100E+03	7.2152E+01	1.3737E+01	0.0000E+00	7.2152E+01	1.3737E+01
6.3600E+03	7.2554E+01	1.3510E+01	0.0000E+00	7.2554E+01	1.3510E+01
6.4100E+03	7.2956E+01	1.3288E+01	0.0000E+00	7.2956E+01	1.3288E+01
6.4600E+03	7.3357E+01	1.3073E+01	0.0000E+00	7.3357E+01	1.3073E+01
6.5100E+03	7.3757E+01	1.2862E+01	0.0000E+00	7.3757E+01	1.2862E+01
6.5600E+03	7.4157E+01	1.2658E+01	0.0000E+00	7.4157E+01	1.2658E+01
6.6100E+03	7.4556E+01	1.2458E+01	0.0000E+00	7.4556E+01	1.2458E+01
6.6600E+03	7.4954E+01	1.2264E+01	0.0000E+00	7.4954E+01	1.2264E+01
6.7100E+03	7.5352E+01	1.2075E+01	0.0000E+00	7.5352E+01	1.2075E+01
6.7600E+03	7.5750E+01	1.1891E+01	0.0000E+00	7.5750E+01	1.1891E+01
6.8100E+03	7.6146E+01	1.1711E+01	0.0000E+00	7.6146E+01	1.1711E+01
6.8600E+03	7.6543E+01	1.1537E+01	0.0000E+00	7.6543E+01	1.1537E+01
6.9100E+03	7.6938E+01	1.1367E+01	0.0000E+00	7.6938E+01	1.1367E+01
6.9600E+03	7.7333E+01	1.1202E+01	0.0000E+00	7.7333E+01	1.1202E+01
7.0100E+03	7.7728E+01	1.1041E+01	0.0000E+00	7.7728E+01	1.1041E+01
7.0600E+03	7.8122E+01	1.0884E+01	0.0000E+00	7.8122E+01	1.0884E+01
7.1100E+03	7.8515E+01	1.0732E+01	0.0000E+00	7.8515E+01	1.0732E+01
7.1600E+03	7.8908E+01	1.0583E+01	0.0000E+00	7.8908E+01	1.0583E+01
7.2100E+03	7.9300E+01	1.0439E+01	0.0000E+00	7.9300E+01	1.0439E+01
7.2600E+03	7.9692E+01	1.0298E+01	0.0000E+00	7.9692E+01	1.0298E+01
7.3100E+03	8.0083E+01	1.0161E+01	0.0000E+00	8.0083E+01	1.0161E+01
7.3600E+03	8.0474E+01	1.0028E+01	0.0000E+00	8.0474E+01	1.0028E+01
7.4100E+03	8.0864E+01	9.8982E+00	0.0000E+00	8.0864E+01	9.8982E+00
7.4600E+03	8.1253E+01	9.7718E+00	0.0000E+00	8.1253E+01	9.7718E+00
7.5100E+03	8.1642E+01	9.6486E+00	0.0000E+00	8.1642E+01	9.6486E+00
7.5600E+03	8.2031E+01	9.5285E+00	0.0000E+00	8.2031E+01	9.5285E+00
7.6100E+03	8.2419E+01	9.4115E+00	0.0000E+00	8.2419E+01	9.4115E+00
7.6600E+03	8.2807E+01	9.2930E+00	0.0000E+00	8.2807E+01	9.2930E+00
7.7100E+03	8.3195E+01	9.1640E+00	0.0000E+00	8.3195E+01	9.1640E+00
7.7600E+03	8.3582E+01	9.0375E+00	0.0000E+00	8.3582E+01	9.0375E+00
7.8100E+03	8.3968E+01	8.9135E+00	0.0000E+00	8.3968E+01	8.9135E+00
7.8600E+03	8.4355E+01	8.7920E+00	0.0000E+00	8.4355E+01	8.7920E+00

7.9100E+03	8.4740E+01	8.6729E+00	0.0000E+00	8.4740E+01	8.6729E+00
7.9600E+03	8.5125E+01	8.5563E+00	0.0000E+00	8.5125E+01	8.5563E+00
8.0100E+03	8.5510E+01	8.4420E+00	0.0000E+00	8.5510E+01	8.4420E+00
8.0600E+03	8.5895E+01	8.3300E+00	0.0000E+00	8.5895E+01	8.3300E+00
8.1100E+03	8.6278E+01	8.2204E+00	0.0000E+00	8.6278E+01	8.2204E+00
8.1600E+03	8.6662E+01	8.1129E+00	0.0000E+00	8.6662E+01	8.1129E+00
8.2100E+03	8.7045E+01	8.0078E+00	0.0000E+00	8.7045E+01	8.0078E+00
8.2600E+03	8.7427E+01	7.9048E+00	0.0000E+00	8.7427E+01	7.9048E+00
8.3100E+03	8.7809E+01	7.8039E+00	0.0000E+00	8.7809E+01	7.8039E+00
8.3600E+03	8.8191E+01	7.7052E+00	0.0000E+00	8.8191E+01	7.7052E+00
8.4100E+03	8.8572E+01	7.6086E+00	0.0000E+00	8.8572E+01	7.6086E+00
8.4600E+03	8.8953E+01	7.5139E+00	0.0000E+00	8.8953E+01	7.5139E+00

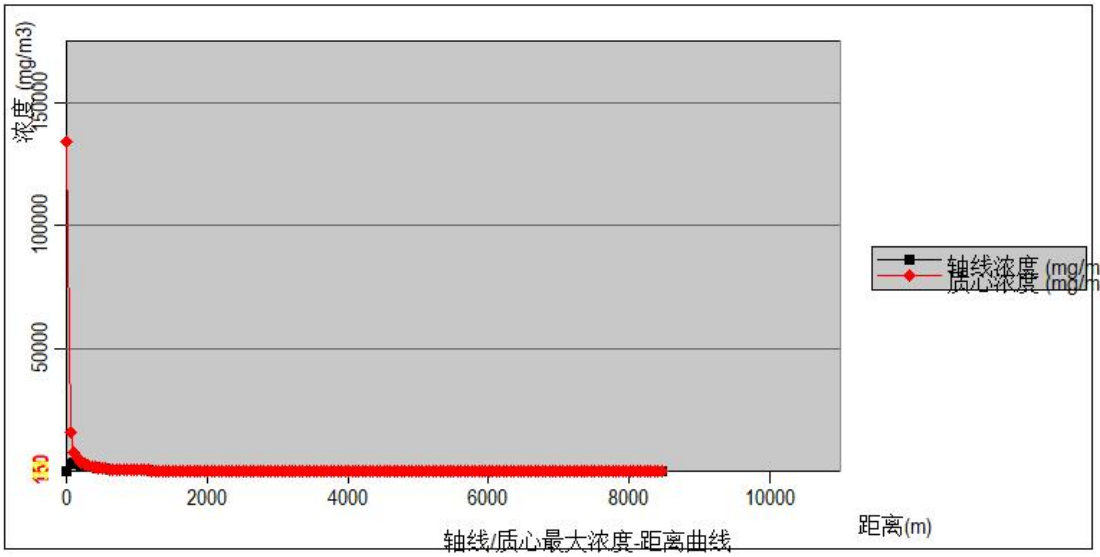


图 7.8-12 氯化氢储槽泄露下风向轴线最大浓度曲线图

由表 7.8-9 和图 7.8-12 可知，氯化氢储罐泄漏后，距离 60m 处， 浓度出现时间 8.6162min，最大高峰浓度值为 3154.4mg/m^3。

②氯化氢储罐泄漏网格点有毒有害物质最大浓度

氯化氢储罐泄漏后氯化氢扩散不同网格点处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-10，网格点最大浓度预测图见图 7.8-13。

表 7.8-10　氯化氢储罐泄漏后氯化氢扩散不同网格点处有毒有害物质最大浓度预测结果

y\x	-263	-163	-63	37	137	237	337	437	637	837	1037	1237	1437	1637	1837	2037	2237	2437	2637	2837
172	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
72	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-28	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-128	0.00E+00	1.30E+02	3.29E+02	2.18E-02	3.85E-07	1.17E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-228	0.00E+00	1.51E-02	2.22E+03	8.25E+02	6.09E+00	5.93E-03	3.22E-06	1.38E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-328	0.00E+00	4.63E-08	2.61E+01	1.51E+03	7.74E+02	3.74E+01	3.12E-01	1.02E-03	3.47E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-428	0.00E+00	4.19E-13	1.47E-02	1.08E+02	1.22E+03	7.61E+02	7.91E+01	2.13E+00	1.62E-04	3.00E-09	4.76E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-528	0.00E+00	0.00E+00	3.45E-06	9.69E-01	1.97E+02	8.79E+02	6.59E+02	1.14E+02	1.76E-01	2.69E-05	1.70E-09	8.51E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-628	0.00E+00	0.00E+00	8.59E-10	2.46E-03	6.17E+00	2.37E+02	6.32E+02	5.47E+02	1.30E+01	1.72E-02	5.65E-06	8.08E-10	6.68E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-728	0.00E+00	0.00E+00	2.67E-13	3.54E-06	6.44E-02	1.65E+01	2.61E+02	4.80E+02	1.42E+02	1.52E+00	2.41E-03	1.17E-06	3.42E-10	6.27E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-828	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.05E-09	3.60E-04	4.51E-01	2.98E+01	2.56E+02	3.41E+02	2.78E+01	2.01E-01	3.48E-04	2.99E-07	1.47E-10	5.17E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-928	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.64E-12	1.39E-06	6.44E-03	1.50E+00	3.98E+01	3.09E+02	1.52E+02	4.48E+00	2.93E-02	6.85E-05	7.69E-08	5.34E-11	1.86E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1028	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.37E-09	5.93E-05	4.08E-02	3.22E+00	2.33E+02	2.34E+02	3.63E+01	8.13E-01	5.09E-03	1.31E-05	1.83E-08	1.66E-11	1.16E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-1128	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.26E-11	4.09E-07	7.57E-04	1.61E-01	6.04E+01	2.16E+02	1.36E+02	8.97E+00	1.46E-01	8.52E-04	2.39E-06	3.93E-09	4.40E-12	6.17E-15	0.00E+00	0.00E+00
-1228	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.11E-14	2.49E-09	1.10E-05	5.26E-03	9.01E+00	1.84E+02	1.71E+02	4.59E+01	1.84E+00	2.40E-02	1.35E-04	4.04E-07	7.57E-10	9.95E-13	0.00E+00	0.00E+00
-1328	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.48E-11	1.29E-07	1.25E-04	8.49E-01	6.64E+01	1.59E+02	1.23E+02	1.17E+01	3.28E-01	3.63E-03	1.98E-05	6.22E-08	1.28E-10	1.91E-13	0.00E+00
-1428	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.00E-14	1.29E-09	2.33E-06	5.73E-02	1.54E+01	1.49E+02	1.31E+02	4.07E+01	2.39E+00	5.12E-02	5.00E-04	2.64E-06	8.57E-09	1.89E-11	3.08E-14
-1528	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.17E-11	3.64E-08	3.11E-03	2.44E+00	6.93E+01	1.23E+02	8.49E+01	1.00E+01	4.07E-01	7.04E-03	6.18E-05	3.16E-07	1.04E-09	2.42E-12
-1628	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.08E-13	5.17E-10	1.33E-04	2.81E-01	1.97E+01	1.15E+02	1.03E+02	2.61E+01	1.95E+00	5.87E-02	8.50E-04	6.79E-06	3.35E-08	1.11E-10
-1728	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.29E-12	4.65E-06	2.46E-02	4.06E+00	5.27E+01	9.72E+01	4.43E+01	5.94E+00	3.06E-01	7.22E-03	8.97E-05	6.57E-07	0.00E+00
-1828	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.74E-14	1.39E-07	1.71E-03	6.29E-01	1.71E+01	6.40E+01	5.15E+01	1.21E+01	1.05E+00	3.97E-02	7.60E-04	8.22E-06	0.00E+00
-1928	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.68E-09	9.75E-05	7.61E-02	4.16E+00	2.96E+01	4.28E+01	1.73E+01	2.46E+00	1.47E-01	4.29E-03	0.00E+00	0.00E+00
-2028	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.81E-11	4.73E-06	7.43E-03	7.87E-01	1.03E+01	2.62E+01	1.78E+01	4.08E+00	3.81E-01	1.67E-02	0.00E+00	0.00E+00
-2128	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.95E-12	2.00E-07	6.02E-04	1.19E-01	2.80E+00	1.22E+01	1.36E+01	4.97E+00	7.13E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2228	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.21E-14	7.49E-09	4.14E-05	1.48E-02	6.06E-01	4.42E+00	7.98E+00	4.55E+00	9.87E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2328	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.54E-10	2.47E-06	1.53E-03	1.07E-01	1.28E+00	3.67E+00	3.21E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2428	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.95E-12	1.30E-07	1.36E-04	1.56E-02	3.01E-01	1.35E+00	1.78E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2528	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.29E-13	6.13E-09	1.04E-05	1.94E-03	5.88E-02	4.02E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2628	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.74E-15	2.63E-10	7.08E-07	2.06E-04	9.65E-03	9.95E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2728	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.04E-11	4.29E-08	1.91E-05	1.35E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2828	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.78E-13	2.35E-09	1.57E-06	1.64E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-2928	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.24E-14	1.17E-10	1.15E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-3028	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.41E-12	7.57E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
-3128	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.32E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

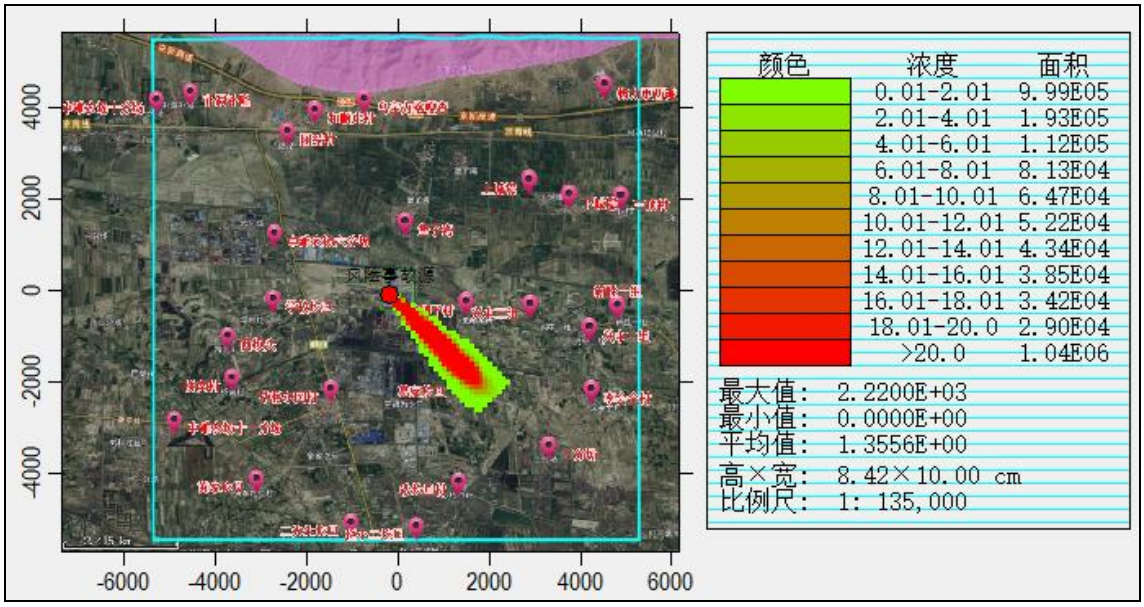


图 7.8-13　氯化氢储罐泄漏最大影响半径图

(3)氯化氢储罐泄露有毒有害物质最大影响距离

氯化氢扩散大气毒性终点浓度对应范围见表 7.8-11。

表 7.8-11　　下风向地面浓度评价结果

指标	X 起点（m）	X 终点（m）	最大半径（m）	最大半径对应 X（m）
大气毒性终点浓度-1 150mg/m^3	20	1775	118	1010
大气毒性终点浓度-2 33 mg/m^3	10	4010	220	2660
注：取值来源于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 H 中氯化氢毒性终点浓度值				

由预测结果可以看出，氯化氢扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（150mg/m^3）的最大影响范围 118m；氯化氢扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（33mg/m^3）的最大影响范围 220m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。

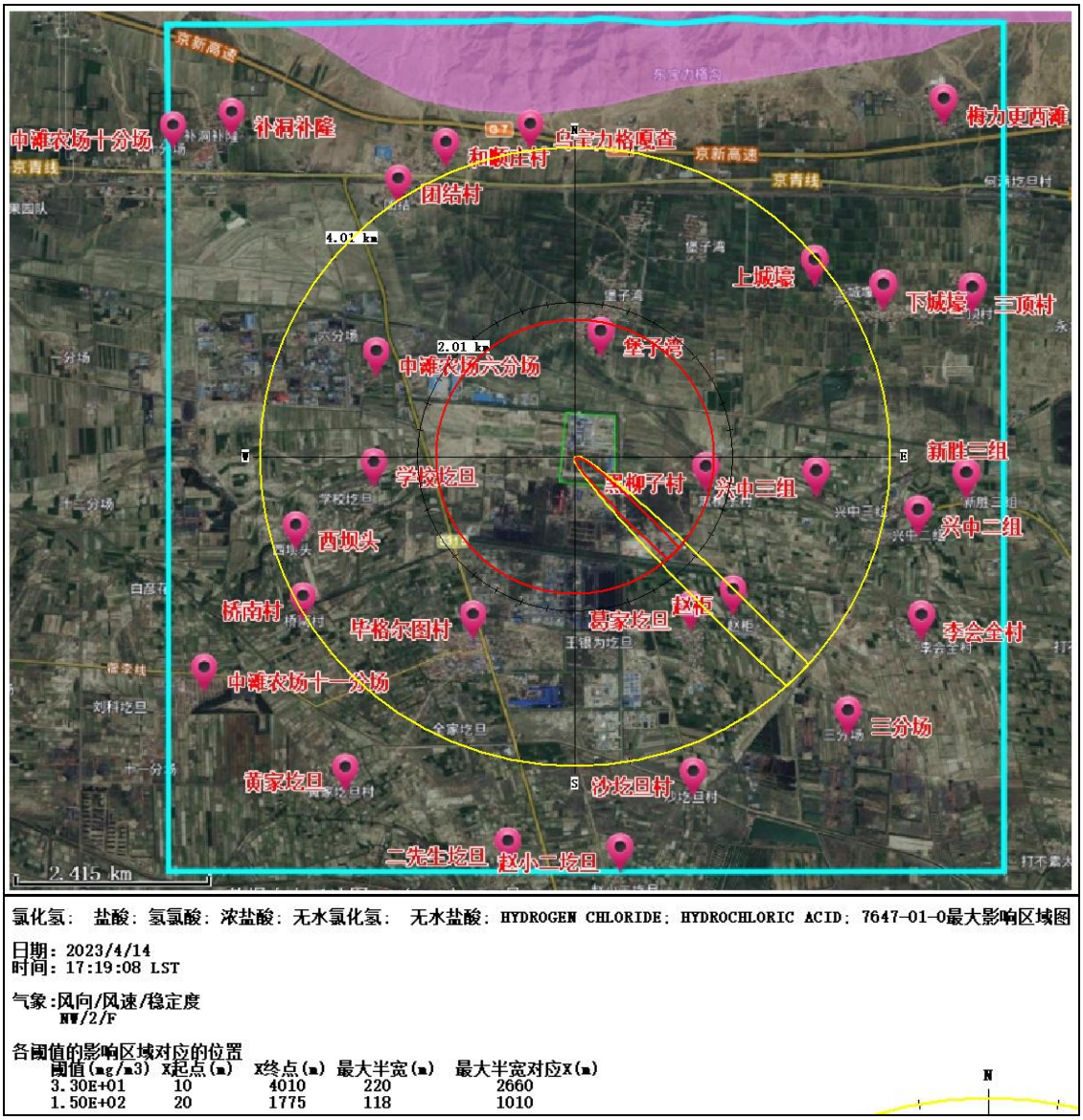


图 7.8-14　　氯化氢储罐泄漏有毒有害物质最大影响距离图

(4)氯化氢储罐泄漏有毒有害物质对敏感点的影响

氯化氢储罐泄漏后氯化氢扩散不同敏感点处有毒有害物质最大浓度预测结果见表 7.8-12。由表 7.8-12 可知，氯化氢储罐泄漏 30min 后，毕格尔图村有毒有害物质浓度达到最大值 10.23mg/m^3。

表 7.8-12　氯化氢储罐泄漏后氯化氢扩散不同敏感点处有毒有害物质最大浓度预测结果

序号	名称	X	Y	离地高度	最大浓度时间(min)	5min	10min	15min	20min	25min	30min
1	堡子湾	162	1197	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	梅力更西滩	4531	4240	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	上城壕	2880	2136	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	下城壕	3754	1796	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	三顶村	4887	1764	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	西黑柳子	1505	-534	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7	兴中三组	2896	-599	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8	兴中二组	4223	-1117	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9	新胜三组	4838	-647	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	李会全村	4272	-2492	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11	三分场	3301	-3722	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
12	赵柜	1861	-2185	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	葛家圪旦	1327	-2330	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
14	沙圪旦	1359	-4499	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	二先生圪旦	-1003	-5356	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16	赵二小圪旦	404	-5405	0	0.00E+00|5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
17	毕格尔图村	-1456	-2444	0	1.02E+01|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.02E+01
18	黄家圪旦	-3091	-4418	0	1.29E-02|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.29E-02
19	桥南村	-3625	-2233	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	西坝头	-3706	-1343	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
21	学校圪旦	-2719	-486	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
22	中滩农场十一分场	-4887	-3107	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
23	中滩农场六分场	-2686	955	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
24	中滩农场十分场	-5243	3900	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
25	团结村	-2411	3220	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
26	乌宝力格嘎查	-728	3932	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
27	和顺庄	-1812	3689	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
28	补洞补隆	-4547	4045	0	0.00E+00|30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

7.8.4 地下水环境风险影响预测与评价

（1）地下水风险源分析

本项目设置柴油油罐，容积为 250m^3，一旦发生泄漏，对地下水环境影响较大，本次预测主要针对柴油油罐进行地下水影响预测，选取石油类作为预测因子。假设其渗漏量为单个储罐的 1%，即 2.5m^3。

（2）预测结果及评价

本次模拟预测根据污染风险分析的情景设计，针对柴油油罐进行预测，在选定优先控制污染物的基础上，进一步分析污染物影响范围和对地下水敏感目标的影响情况。柴油油罐石油类运移预测结果见图7.8-15~7.8-17及表7.8-13。预测结果表明，3000d内污染物最大影响范围为36540m^2，最大影响距离为241m，3000d时污染物超标范围已大幅度减小，超标范围基本消失；污染物不会影响到周围地下水敏感目标。

表 7.8-13　　石油类预测结果

预测时间	污染物影响范围（m^2）	污染物影响距离距离（m）	是否影响到敏感目标
100d	11649	77	否
1000d	36540	198	否
3000d	27255	241	否

图 7.8-15　　非正常状况柴油油罐泄漏石油类 100d 预测结果

图 7.8-16　　非正常状况柴油油罐泄漏石油类 1000d 预测结果

图 7.8-17　　非正常状况柴油油罐泄漏石油类 3000d 预测结果

7.9 环境风险管理

7.9.1 环境风险防范措施

7.9.1.1 大气环境风险事故防范措施

经梳理，建设项目大气环境风险防范基本体系见表 7.9-1。

图 7.9-1　大气环境风险防范措施体系

本项目防止大气环境风险事故所采取的措施见表 7.9-1。

表 7.9-1　防止大气环境风险事故的措施

选址	项目建设地址位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。项目用地属于规划的工业用地，场地无地质灾害，该地区主导风向为NW，远离居民居住区。
总图布置	功能区划分明确，布置合理经济。生产装置区适合工艺流程布置邻近的需要；储罐区、仓库设施邻近生产装置区，物流线短。厂区道路宽度按主次干道划分为9m、6m宽度。次干道沿装置区呈环行布置，道路转弯半径为12m~9m，满足厂区运输和安全消防的需要。
建筑安全	建(构)筑物的平面布置，严格按照《建筑设计防火规范》和《石油化工企业设计防火规范》的规定，设置环形消防通道。 所有建构筑物按火灾危险性和耐火等级严格进行防火分区，设置必须的防火门窗、防爆墙等设施。根据爆炸和火灾危险性不同，各类厂房采用相应耐火等级的建筑材料，建筑物内设有便利的疏散通道。 为防止布置在厂房内的生产装置产生的易燃、易爆、有毒有害物质的积累，厂房内设置可靠的通风系统。
生产装置安全	1）应严格按照《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三[2009]116号）的规定设置相应的安全设施、措施、自控和安全联锁系统。应重点重视以下措施： （1）应重点监控氟化反应釜内温度、压力、搅拌速率、物料流量、反应物质的配料比、气相氧含量等参数。 （2）将反应釜内温度、压力与釜内搅拌、物料流量、反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系，设置紧急停车系统。 （3）反应釜应有安全设施，包括安全阀、紧急放空阀、液位计、单向阀及紧急切断装置等。

	2）各生产装置应根据其内部物料的火灾危险性和操作条件，设置相应的仪表（包括温度、压力、流量、液位等）、报警讯号（包括超温、超压、高低液位、浓度监测等）的集中显示和远程控制，相关自动联锁保护系统。 3）该项目涉及的物料三氯氢硅、四氯化硅、氢氟酸、硝酸、氯化氢、氢氧化钠属于重点监管的危险化学品。对以上重点监管的危险化学品的管理应严格按照《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》（安监总厅管三[2011]142号）的规定采取相应的安全和应急处置措施。 4）化学品管线上应设置止逆装置防止工艺发生波动时气体之间相互倒灌而引发泄漏事故。 5）该项目应在生产装置区（管线法兰处、反应炉、三氯氢硅、四氯化硅、氢氟酸、硝酸、氯化氢、氢氧化钠储罐等处）设置可燃气、有毒气体（氟化氢）报警系统；可燃/有毒报警探测器的安装高度、保护半径、报警器选型和报警值设置，应符合《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》（GB50493-2009）的规定。 6）该项目主装置均涉及有毒物质，应设有良好的通风设施，以防止有易燃、毒害危险气体的积聚。生产装置尽可能采用露天、半露天布置，布置在室内应有足够的通风量。 7）氢氟酸储槽应设置安全阀、压力表、温度计，并设置远传显示和越限报警功能；罐体上设置喷淋环管；氢氟酸进出口管线上应设置可远程控制的紧急切断阀；储罐区应设置洗眼器，其服务半径小于15m，并根据作业特点的防护要求，配置事故柜、急救箱和个人防护用品。 8）对氢氧化钠储存设施、三氯氢硅储罐、四氯化硅储罐、氯化氢储罐等液体物料的储罐均应设液位计，并宜设置储罐液位的高位报警装置，防止冒顶。 9）企业在设备选型方面根据工艺条件充分考虑设备的设计参数（温度、压力），使之能够达到实际操作的要求并留有余量。 10）企业在购买反应釜、储罐等压力容器时，严格要求容器制造单位在设计时依据GB150及三类压力容器的要求，规范设计。
危险化学品储运设施安全	危险品应严格按照《危险化学品安全管理条例》及《常用化学品贮存通则》的要求进行储存。 罐区配备专业技术人员负责管理，设置有毒气体在线检测与报警系统、火灾检测与报警系统、手动报警按钮以及针对储存物料的应急处置设施和消防设施，并配备个人防护用品。为减少溢料风险，储罐设置高液位报警器，避免冲装过量引起溢料或增加储罐爆炸泄漏的风险。罐区设置醒目的安全标志。 罐区设置消防栓和消防炮，及消防冷却系统。 罐区设置围堰收集系统。
有毒物质防护紧急救援措施	为进入可能存在高浓度有毒气体区域的操作工人，配置便携式可燃和有毒气体检测仪。在所有人身可能接触到有害物质而引起烧伤、刺激或伤害皮肤的区域内，均设紧急淋浴器和洗眼器；除防护眼镜、手套、洗眼淋浴器等一般防护外，还应设有专用的防毒面具；对关键操作强制使用人员配备防护设备，例如空气呼吸面具、全身聚氯乙烯防护服、手套和防护镜等。
事故气态污染物向大气环境转移的防范措施	1）风险监控信息平台 在突发事件情况下，通过监控信息平台与应急管理系统，辅助应急指挥人员全面掌握事故现场的整体态势，快速获取企业周边人口、道路、救援资源等信息，快速匹配应急资源、应急预案，分配救援任务，控制事件进一步恶化，提高应急指挥的效果效率，为应急抢险救援赢取宝贵时间。 （1）模型建立 建立厂区气体扩散模型，环境风险评价模型和环境风险预警模型、模型库。 （2）风险分析 应用环境统计、地理统计、数据挖掘、回归分析、相关性分析等手段进行环境风险的分析。

	（3）防真模拟 在突发事件时应用污染源扩散模型进行仿真模拟，在专家知识支持的基础上，应用环境应急联动方案选择和指挥调度功能进行最优化处置。 （4）平台建设 建设厂区环境监测与评价平台、业务管理平台、辅助决策支持平台、数据发布与宣传平台等。 2）风险预警 建立信息收集、传输、反馈、区域安全监控、事故和灾害预警、协调指挥、处置于一综合信息处理系统。系统在GIS 地理信息的基础上，融合了信息采集系统，包括大气、水环境监测、环境污染事件应急监测、火灾自动报警和区域图像监控，利用有害气体扩散数学分析软件模型，预测在事故状态下有害气体的扩散区域，及时发布预警信息，为污染事故应急决策提供依据。 在装置、储罐或管道发生火灾爆炸或泄漏事故情况下，有毒有害气态污染物或易燃易爆物质可能外溢、扩散到环境。为了防止这种转移，首先要切断泄漏源、火源，并在堵漏、灭火的同时，对临近的设备及空间必须采用水幕、喷淋措施进行冷却保护，对某些可通过物理、化学反应中和或吸收的泄漏气体，可喷相关雾状水幕进行中和或吸收降低其浓度等，采用这些措施切断气态污染物向环境转移的途径。装置防止有毒有害物质泄漏进入大气环境的防范措施主要为： （1）积极响应迅速切断事故源； （2）建立移动式水幕喷淋系统，配备对毒物的消除剂，事故时进行喷淋，减少进入大气系统毒物； （3）在火灾爆炸和泄漏事故情况下，均可能出现气态污染物向环境转移，可根据物料性质，选择采取以下措施：发生物料泄漏时，用工业覆盖层或吸附/吸收剂盖住泄漏点附近的下水道等地方，防止气体进入。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释，构筑围堤，切换废水至收集池。如有可能，可将漏出气用排风机送到空旷地方或装设适当喷头烧掉。 小量泄漏：用砂土或其它不燃材料吸附或吸收。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。 大量泄漏：围堤收集，切换至收集池，用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。 对某些可通过物理、化学反应中和或吸收的气体发生泄漏，可喷相关雾状液进行中和。
事故状态疏散及安置	见7.9.1.5章节。

7.9.1.2 水环境风险防范措施

根据梳理，建设项目水环境风险防范体系见图 7.9-2。

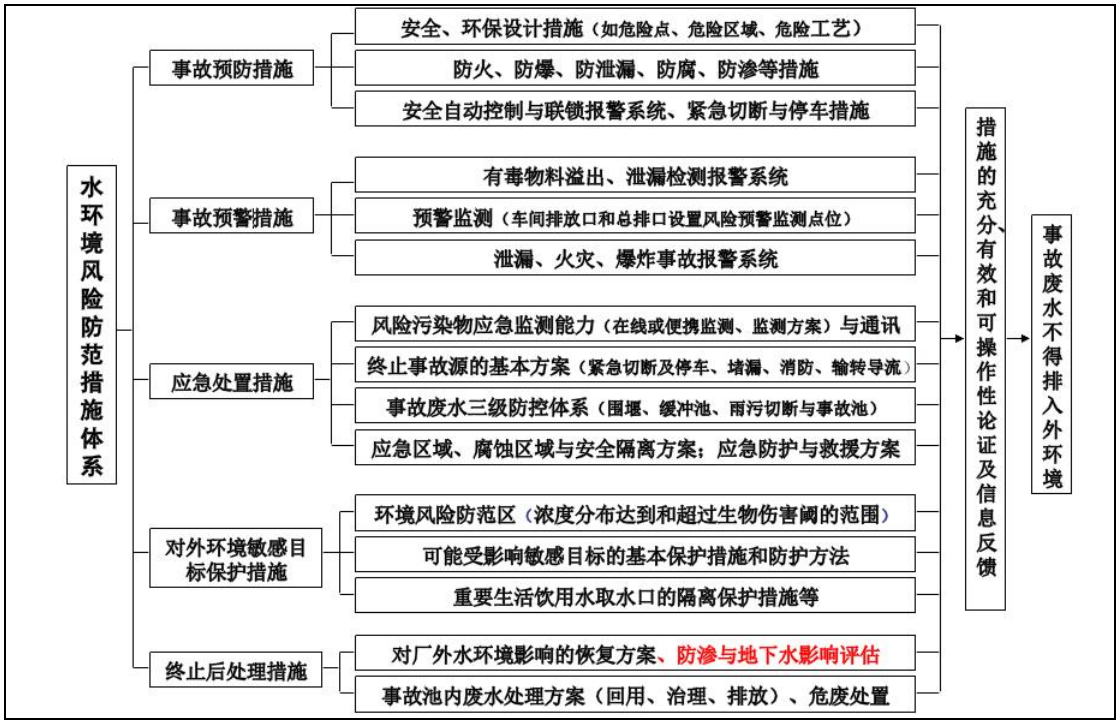


图 7.9-2　水环境风险防范措施体系

1、事故废水环境风险防范措施

拟建项目事故废水环境风险防范应建立“单元-厂区-园区”的防控体系，即厂内建立完善的风险防控措施并与园区防控措施及管理有效联动。厂内防止废水污染事故采取收集、处理和应急三级防治措施，收集系统收集废水，处理系统处理废水，废水处理系统出现事故时有事故水池作为应急防范措施，可确保正常及事故状态下废水不会对环境造成危害。

表 7.9-2　事故废水污染事故防控措施

围堰及防火堤	装置和罐区按规范设围堰及防火堤，对事故情况泄漏物料及消防废水进行收集控制，防火堤采用钢筋混凝土结构，罐组地面全部硬化，采用混凝土铺砌，罐组内设混凝土排水沟。装置和罐区均分别设置污水及雨水排放的切换闸门，正常及事故情况下针对不同物质实施分流排放控制。
污水处理站	厂区新建900m^3/h污水处理站，事故废水经暂存后可分批打入上述污水处理站处理达标后外排。
雨排水系统和事故水收集系统	设置雨水排水系统和事故水收集系统，收集初期雨水和事故状态下的部分事故水；雨排水系统排水口设置集中控制阀，可防止初期雨水和事故水通过雨排系统进入外环境
事故水池	本项目事故状态下至少会产生2362.76m^{3}的事故水。本项目依托二期工程的事故水池，容积为9000m^3。规格为30×60×5m。事故池渗透系数≦10^{-10}cm/s，采用钢筋混凝土结构。用于二期工程和本项目事故状态下的消防废水、事故废水的收集和暂存。符合GB50483-2009的规定，确保事故废水不外排。
联动机制	厂内风险防控措施与园区防控措施及管理有效联动，若发生大规模废水污染事故，建议及时启动园区突发环境事件应急预案

（1）事故池容积计算

《化工建设项目环境保护设计规范》（GB50483-2009）规定：“化工建设项目应设置应急事故水池”。

拟建项目风险事故排水包括物料泄漏量、消防水量、雨水量等，能够储存事故排水的储存设施包括事故水池、防火堤内或围堰内有效容积、导排水管有效容积等。因此，为确保环境风险事故废水不排入外环境，应急事故水池容积的确定必须基于事故废水最大产生量和事故排水系统储存设施最大有效容积来确定。

根据本报告 4.4.3 章节的计算，本项目事故状态下至少会产生 2362.76m^3 的事故水。本项目依托二期工程的事故水池，容积为 9000m^3。规格为 30×60×5m。事故池渗透系数≦10^{-10}cm/s，采用钢筋混凝土结构。用于二期工程和本项目事故状态下的消防废水、事故废水的收集和暂存。因此，本项目事故池满足要求。

（2）三级防控体系

A、一级防控措施：

①装置区及生产车间内部建设环形沟等导流设施，装置区外部设置围堤；

②储罐区建设不低于 1.0m 的围堰；

③根据车间和罐区泄漏液体的特性设置集水沟槽、排水口，并在下游设置水封井；

④围堰外设闸阀切换井，正常情况下雨排水系统阀门关闭，下雨初期和事故状态下打开与污水收集暗沟连接阀门，受污染水排入事故水系统，清净雨水切入雨排系统，切换阀设在地面操作；

⑤在巡检通道经过的围堰处应设置指示标志和警示标识；

⑥在围堰内应设置混凝土地坪，并要求防渗达到 10^{-10}cm/s。

B、二级防控措施：

当罐区围堤不能控制物料和消防废水时，关闭雨排水系统的阀门和拦污坝上闸板，将事故废水排入事故水池。本项目依托厂区现有二期工程的事故池，事故池容积 9000m^3，事故池渗透系数≦10^{-10}cm/s。一级防控措施不能满足要求时，将物料及消防废水等引入事故水池储存。

C、三级防控措施：

对厂区污水及雨水总排口设置切断措施，防止事故情况下物料经雨水及污水管线进入地表水水体。

2、地下水环境风险防范措施

针对项目可能发生的地下水环境风险事故，防范措施按照“源头控制、分区防治、风险监控、应急响应”相结合的原则，从风险事故污染物的产生、入渗、扩散、应急响应全阶段进行控制。

源头控制：主要包括在工艺、管道、设备、污水产生及储存构筑物采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度；

分区防治：结合建设场区生产设备、管道、污染物储存等布局，实行重点污染防治区、一般污染防治区和非污染区防渗措施有区别的防渗原则。主要包括生产区地面和设备的防渗措施和泄漏、渗漏污染物收集措施，分区防渗措施具体地下水污染防治措施章节内容；

风险监控体系：实施覆盖生产区的地下水污染监控系统，包括建立完善的监测制度、配备先进的检测仪器和设备、科学、合理设置地下水污染监控井，及时发现污染事故并及时控制；

应急响应及事故减缓措施：公司制定地下水监测管理措施，并制定地下水应急预案，当发生地下水异常情况时，按照定制的地下水应急预案采取应急措施。

组织专业队伍对事故现场进行调查、监测，查找环境事故发生地点、分析事原因，尽量将紧急事件局部化，如可能应予以消除，采取包括切断生产装置或设施等措施，防止事故的扩散、蔓延及连锁反应，尽量缩小地下水污染事故对人和财产的影响。项目区水力梯度平缓，当发生污染事故时，污染物的运移速度较慢，污染范围较小，因此建议采取如下污染治理措施：

（1）探明地下水污染深度、范围和污染程度。

（2）根据地下水污染程度，随时化验各井水质，根据水质情况实时调整。

（3）将抽取的地下水进行集中收集处理，做好污水接收工作。

（4）当地下水中的特征污染物浓度满足地下水功能区划标准后，逐步停止井点抽水，并进行善后工作。

在采取严格地下水风险防范措施后，项目事故状态下污染物泄露下渗对地下水环境影响不大。

3、事故水池(含消防废水收集池)依托二期工程的可行性分析

2015年7月中冶东方控股有限公司完成《内蒙古东立光伏股份有限公司年产

7500MW 太阳能电池组件及配套项目环境影响报告书》，2015 年 8 月 19 日，巴彦淖尔市环境保护局以巴环审发[2015]32 号文对建设项目环境影响报告书进行了批复，项目分二期进行建设，建设规模为一期硅料生产规模 1.2 万 t/a；二期硅料生产规模 4.8 万 t/a，环评中要求建设容积为 3000m^3 的事故水池，用于事故状态下的消防废水、事故废水的收集和暂存。

建设单位在实际建设过程中，事故水池的建设容积为 9000m^3，规格为 30×60×5m，事故池渗透系数≦10^{-10}cm/s，采用钢筋混凝土结构，用于全场事故状态下的消防废水、事故废水的收集和暂存。

综上所述，事故水池剩余可使用容积为 6000m^3，本项目(年产 5 万吨高纯多晶硅项目)事故状态下至少会产生 2362.76m^3 的事故水，依托二期工程的事故水池可行。

7.9.1.3 消防及火灾报警系统

本项目消防及火灾报警系统的建设情况见表 7.9-4。

表 7.9-4 消防及火灾报警系统

消防给水	消防管网环型布置，设计消防水量为 40L/s
消防水池	本项目消防水罐和消防泵房位于厂区中间的东南侧，消防泵房建筑面积 311.05m^2，2 座消防水罐有效容积均为 4333 m^3。
消防栓	室外消防管网在项目厂区沿主装置、仓库拟敷设成环状。全厂范围内环状管网上拟布置室外地下式消火栓，消火栓间距不超60m。拟在各生产车间设置室内消火栓，消火栓间距不超30m。
可燃气体探头	在存在可燃气体的厂房内设置可燃气体检测探头，对新建装置区按照相关要求安装可燃气体报警和检测仪。
消防车	依托园区
火灾报警系统	设火灾自动和手动报警装置，在重要的建筑物、场所设置火灾探测器、火灾报警按钮

7.9.1.4 风险监控及应急监测

1、环境风险源监控

环境风险源监控信息获取途径及分析研判方法见表 7.9-5。

表 7.9-5 监控信息获取及分析研判

监控区域	监控信息获取途径	研判方法
生产装置区监控制	生产车间生产作业采用 DCS控制系统进行自动控制	出现异常情况时控制系统会立即发出警报，现场核实根据自身应急能力做出预警
仓库、罐区监控	采用监控摄像头，监控室位于生产部， 24小时实时视频监控，并设置专业巡检人员，定时对仓库、罐区等进行巡检	监视人员通过视频发现突发环境事件，根据事件发生程度大小，确定预警级别
车间内部	生产车间内部设置摄像头，进行实时	当可燃或有毒气体在空气中的浓度达到

监控	视频监控，同时设置可燃气体和有毒气体报警仪	警戒值时，便发出声音信号报警
极端天气监控	企业由专人负责收集天气等信息，通过关注天气预报、政府预警等方式	当存在极端天气可能时，立即发出预警，公司应急指挥中心通知各应急小组做好防范工作

2、预警分级

根据环境事故分类和公司可控情况将预警级别分为三级，见表 7.9-6。

表 7.9-6 预警分级及发布

预警等级	预警条件Ⅰ	预警条件Ⅱ	上报流程	发布人
三级预警（岗位级蓝色预警）	①报警器报警，现场人员发现报警信号。②机械设备配件（阀门、垫片）、电气装置老化，可燃、有毒气体或液体等发生轻微泄漏时；③控制室人员接到现场报警器信号时	①发现人或岗位操作人员可第一时间解决；②影响范围只限于本装置	现场操作员→班长→车间主任	车间主任
二级预警（车间级黄色预警）	①初期火灾或闪爆（险情未消除）；②政府部门已经发布的预警信息或要求公司启动应急预警行动时；③安全检查发现的其他可导致泄漏、火灾的重大安全隐患，如压力、温度、液位等安全控制指标严重超出正常工作范围；④周边企业事故信息通报或未及时通报但已发生有毒气体泄漏、火灾或爆炸事故时；⑤风险评价发现新的不可控风险	①影响范围限制在厂区内或现场周边地区；②对相邻装置产生影响；③通过工艺调整、紧急停车、抢修等可以在公司控制范围内短时间解决	现场操作员→班长→车间主任→公司应急指挥中心	公司应急指挥中心总指挥
一级预警（厂级红色预警）	①初期火灾或闪爆（险情未消除）；②政府部门已经发布的预警信息或要求公司启动应急预警行动时；③安全检查发现的其他可导致泄漏、火灾的重大安全隐患，如压力、温度、液位等安全控制指标严重超出正常工作范围；④周边企业事故信息通报或未及时通报但已发生有毒气体泄漏、火灾或爆炸事故时；⑤风险评价发现新的不可控风险	①影响范围超出厂区，产生连锁反应，对周边影响程度较大；②对相邻厂家及环境保护目标构成极端威胁，需要大范围撤离；③需要政府部门及相关单位进行支援；④需要一段时间消除环境影响	现场操作员→班长→车间主任→公司应急指挥中心→公安、消防、安监、环保等部门	开发区政府

3、应急监测方案

根据《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ5812-2010）确定监测方案，监测人员应在必要的防护措施和保证安全的情况下进入处理现场采样。

监测时间和频次：按照事故持续时间决定监测时间，根据事故严重性决定监测频次。

7.9.1.5 有毒有害化学品泄漏的应急疏散与隔离

一、泄漏时的紧急措施

通过分析，本项目主要风险源来自三氯氢硅罐区、四氯化硅罐区、氯化氢罐区，易挥发扩散且毒性较大的主要为三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢。一旦出现事故，将对人们的人身安全带来极大的威胁。所以一旦出现风险事故，导致危险化学品泄漏或爆炸等情况，要及时做好人员的疏散和防护等措施。

（1）报警

发生三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢泄漏，如果可能发展成为危险化学品事故时，公司主要负责人应当立即按照本单位危险化学品应急预案组织救援，并向当地安全生产监督管理部门和环境保护、公安、卫生主管部门报告；道路运输过程中发生危险化学品事故的，驾驶人员或者押运人员还应当向事故发生地交通运输管理部门报告。

报警的内容应包括：事故发生的时间、地点，危险化学品的种类和数量，已采取的措施，联络电话、联络人姓名等，如果有人员中毒或伤亡应拨打 120 急救电话。

（2）防护、隔离区的设置

救险人员未到达前，应疏散无关人员撤离事故区域，禁止车辆通行，泄漏现场严禁烟火，当事人（或单位）应采取相应的措施进行自救。

救险人员到达现场后，应尽快设立防护、隔离区。防护、隔离区的设置应参照图 7.9-4，并根据三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢的泄漏量、现场的气候条件（风向、风力大小）、地理位置进行设置。

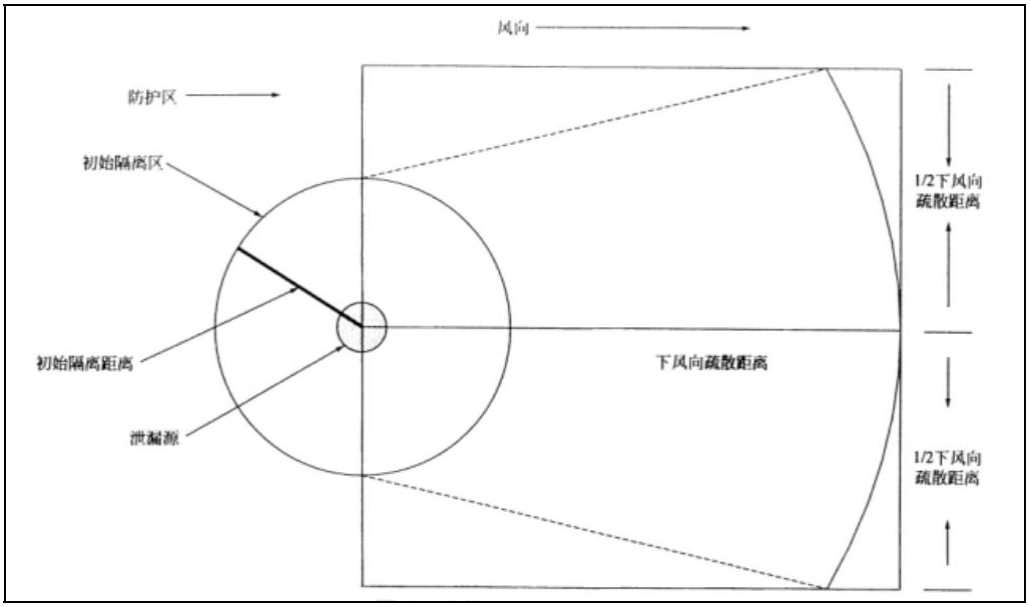


图 7.9-4 危化品泄漏紧急疏散、隔离示意图

一般分为初始隔离区、防护区和安全区。防护、隔离区的设置可参照表 7.9-7 给出的数据，并根据事故现场的具体情况做出适当的调整。防护、隔离区应设置警示标识牌，并设立警戒人员，禁止车辆及与事故处置无关人员进入。

三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢泄漏初始疏散、隔离距离及涉及的需要撤离的目标见表 7.9-7；相关撤离人员可通过厂区道路进入园区道路、进入避难场所，三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢泄避难场所建议设置在直线距离 3.2km 外企业空旷处，位置详见图 7.9-5。

表 7.9-7 三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢泄漏初始疏散、隔离距离及撤离目标

类型			距离	涉及敏感目标
小泄漏	首次隔离距离（m）		30	公司在班员工
	下风向撤离范围（m）	白天	100	公司在班员工
		夜晚	500	园区企业
大泄漏	首次隔离距离（m）		300	
	下风向撤离范围（m）	白天	1500	
		夜晚	3200	

二、事故现场的安全控制

根据确定的初始安全距离，可以疏散现场的人员，禁止人员进入隔离区。然则，应急处置人员到达现场后，应进一步细化安全区域，确定应急处置人员、洗消人员和指挥人员分别所处的区域。在该区域明确应急处置人员的工作，应有利于应急行动和有效控制设备进出，并能够统计进出事故现场的人员。典型的应急事故现场的 3 个区域划分，见下图所示：

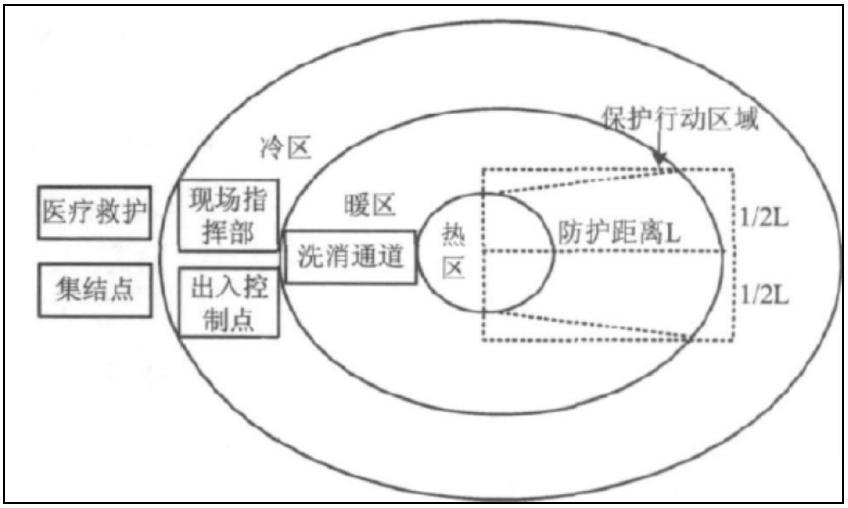


图 7.9-5 化学品泄漏事故现场管制示意图

（1）热区（红区，限制区）：该区域是直接接近危险化学品现场的区域，其范围应足以防止危险化学品泄漏对该区域以外人员造成不利的影响。只有受过正

规训练和有特殊装备的应急处置人员才能够在热区作业。所有进入这个区域的人员必须在安全人员和指挥者的控制下工作，还应设定一个可以在紧急情况下得到后援人员帮助的紧急入口。

（2）暖区（黄区，除污区）：是进行人员和设备洗消及对热区实施支援的区域。该区域设有进入热区的通道入口控制点，其功能是减少污染物的传播扩散。只有受过训练的净化人员和安全人员才可以在该区工作。净化工作非常重要，排除污染的方法必须与所污染的物质相匹配。

（3）冷区（绿区，支援区）：冷区内设有指挥所，并具有一些必要的控制事故的功能。该区域是安全的，只有应急人员和必要的专家才能在这个区域。该区在其他文件中也称为清洁区或者支持区。

三、避难场所设置

设置室内和室外两类避难场所。室内避难场所主要躲避暴雨、危险化学品泄漏等灾害；室外避难场所主要结合广场、公园、绿地等。

室外避难场所划分为紧急避难场所、固定避难场所和中心避难场所三类。结合项目周边环境特点，建议在园区设置一个固定避难场所。

四、疏散通道设置

发生突发环境事件后，根据有毒气体泄漏类型发布疏散命令后，厂区员工可沿厂区道路就近进入园区道进入避难点。

五、 疏散组织

疏散组织为现场工作组，由公司环境突发事件应急指挥部指派，有关部门、相关单位有关人员及专家组成。

六、指挥机构

指挥机构为环境突发事件应急指挥部。

七、疏散范围

根据不同化学的理化特性和毒性，结合气象条件，由现场紧急会议确定疏散距离。

八、疏散方式

人员疏散，包括撤离和就地保护两种。撤离是指把所有可能受到威胁的人员从危险区域转移到安全区域。在有足够的时间向群众报警，进行准备的情况下，撤离是最佳的保护措施。一般是从上风向侧离开，必须有组织、有秩序地进行。

应地保护是指人进入建筑物或其他设施内，直至危险过去。当撤离比就地保护更危险或撤离无法进行时，采取此项措施。指挥建筑物内的人，关闭所有门窗，并关闭所有通风、加热、冷却系统。

应急人员的安全防护。根据危险化学品事故的特点及其引发物质的不同以及应急人员的职责，采取不同的防护措施；应急救援指挥人员、医务人员和其他不进入污染区域的应急人员一般配备防护服、防毒手套、防毒靴等；工程抢除、消防和侦检等进入污染区域的应急人员应配备密闭型防毒面罩、防酸碱型防护服等；同时做好现场毒物的洗消工作（包括人员、设备、设施和场所等）。群众的安全防护。根据不同危险化学品事故特点，组织和指挥群众应地取材（如毛巾、湿布、口罩等），采用简易有效的防护措施保护自己。

九、疏散路线

组织人员撤离危险区域，选择安全的撤离路线，避免横穿危险区域。进入安全区域后，应尽快去除受污染的衣物，防止懊继发性伤害。人员疏散方向以危险源为圆心，其下风向扇形区域内人员向扇形应近边缘垂直方向撤离，其上风向人员沿风向的逆向撤离。撤离区域范围根据灾害性质和严重程度由现场紧急会议确定。

十、疏散人员照顾

有毒有害物质容易对人体造成大面积伤害。采取现场救治措施对现场及时、有效的急救，挽救患者生命，防止并发症及后遗症。医务人员要根据患者病情，迅速将病者进行分类，作出相应的标志，以保证医护人员对危重伤员的救治；同时要加强对一般伤员的观察，定期给予必要的检查和处理，以免贻误救治时间。医务人员在进行现场救治时，要根据实际情况佩戴适当的个体防护装置。在现场要严格按照区域划分进行工作，不要到污染区域。

十一、疏散注意事项

（1）事故现场人员的撤离

当发生重大事故时，由指挥部实施紧急疏散、撤离计划。事故区域所有人员必须执行紧急疏散、撤离命令。指挥部治安保卫组应立即到达事故现场，设立警戒区域，指导警戒区内的人员有序离开。警戒区域内负责人员应清点撤离人员，检查确认区域内确无任何人员滞留后，向治安保卫组汇报撤离人数，进行最后撤离。当操作人员在接到紧急撤离命令后，如情况允许，应对生产装置进行紧急车，

进行安全处置无危险后，方可撤离岗位到指定地点集合。操作工作人员在撤离过程中，应戴好岗位上所配备的防毒面具，在无防毒面具的情况下，应憋住呼吸，用湿毛巾捂住口、鼻部位，朝指定的集中地点撤离。疏散集中点应急指挥部根据当时气象情况确定。总的原则是撤离安全点处于当时的上风向。人员在安全地点集合，清点人数后，向应急救援指挥部报告人员情况。发现缺员，应报告所缺人员的姓名和事故前所处位置等。

（2）非事故现场人员紧急疏散

当污染事故影响区域扩大时，事故应急指挥部负责报警，发出撤离命令，接命令后，各单位有序组织人员收散，接到通知后，自行撤离到上风口处最先进安置场所。疏散顺序从最危险地段人员先开始，相互兼顾照应。人员在安全地点集合后，负责人清点人数后，向总指挥汇报。发现缺员，应报告所缺人员的姓名和事故前所处位置等。

（3）周边区域的单位、社区人员疏散的方式、方法

当事故危急周边单位、村庄时，由应急指挥部向周边单位发送警报。事故严重紧急时，由应急指挥部指挥、联系周边相关单位负责人，有序组织撤离或者请求援助。在发布消息时，必须发布事态的缓急程度，提出步行或者使用车辆运输等疏散方式。

（4）抢救人员在撤离前、撤离后的报告

负责抢险和救护的人员在接到指挥部通知后，立即带上救护和防护装备赶赴出场，等待调令。同现场工作组组织分工，分批进入事发点进行抢险或救护。在进入事故点前，必须向指挥部报告每批参加抢修（或救护）人员数量和名单并登记。抢险（或救护）队完成任务后，应向现场工作组报告任务执行情况以及抢险（或救护）人员安全状况，现场工作组根据事故控制情况，做出撤离或继续抢险（或救护）的决定。

（5）隔离事故现场，建立警戒区

事故发生后，启动预案，根据化学品泄露的扩散情况和所涉及的范围建立警戒区，并在通往事故现场的主要干道上实行交通管制。

（6）现场控制

针对不同事故，开展现场控制工作。应急人员应根据事故特点和事故引发物质的不同，采取不同的防护措施。

（7）接警

接警时就明确发生事故单位的名称、地址、危险化学品种类、事故简要情况、人员伤亡情况。必要时请部队和武警参加应急救援。

7.9.1.6 生产管理风险防范措施

（1）建立和完善各级安全生产责任制，并切实落到实处。各级领导和生产管理人员必须重视安全生产，积极推广科学安全管理方法，强化安全操作制度和劳动纪律。

（2）对职工要加强职业培训和安全教育。培养职工要有高度的安全生产责任心，并且要熟悉相应的业务，有熟练的操作技能，具备有关物料、设备、设施、工艺参数变动及泄漏等的危险、危害知识，在紧急情况下能采取正确的应急方法。

（3）加强对新职工和转岗职工的专业培训、安全教育和考核。新进人员必须经过专业培训和三级安全教育，并经考试合格后方可持证上岗。对转岗、复工职工应参照新进职工的办法进行培训和考试。

（4）制定出尽可能完善的各项安全生产规章制度并贯彻执行。（如建立并严格执行现场动火制度，现场动火前必须办理书面申请手续和批准手续；建立对设备定期保养等维修制度，规定定期检修的周期、程序和批准手续，规定定期安全检查和整改的制度等）。设备检修前，应进行彻底置换，需要进入容器内进行维修工作时，应严格执行进入容器作业的各项安全管理规定，严禁违章作业。

（5）建立健全各工种安全操作规程并坚持执行。

（6）应针对事故发生情况制定详细的事故应急救援预案，并定期进行演练和检查救援设施器具的良好度。

（7）建立安全技术档案，包括各种技术图纸、安全操作规程、安全规章制度、设备运行档案、特种设备档案、电气设施检测数据、安全部件检测记录等，为安全生产管理提供依据。

（8）加强对电工及电气设备的管理，并对职工进行各种电气事故案例的教育，不乱拉临时线、防止各类电气事故的发生。应规定作业场所要严禁手机等个人电子设备的使用，以避免自动控制系统、报警系统受到干扰而引发事故。

（9）建立健全安全检查制度，定期进行安全检查，及时整改安全隐患，防止事故发生。

（10）制定完善各项安全管理制度、岗位操作规程、作业安全规程以指导公

司今后的安全生产工作。

（11）根据—管生产必须管安全—的原则，企业法人代表是安全生产的第一责任人，各级领导负有相应的安全生产责任，应进一步细化安全责任制，明确每个员工的安全职责，做到有岗必有责，并应持证上岗。

（12）进一步健全安全管理制度和台帐。

（13）切实加强对工艺操作的安全管理，确保工艺操作规程和安全操作规程的贯彻执行。尤其要加强对工艺过程指标控制，操作人员的劳动保护用品的穿戴加强管理，确保安全作业。

（14）根据《特种作业人员安全技术考核管理规则》（GB5306-85），《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》（国家经贸委[1999]第 13 号令）从事特种作业的人员必须经培训考核合格后持证上岗，并保持生产装置特种作业人员的相对稳定性。

（15）特别要重视生产过程中、检抢修及抢险时、异常天气情况下等紧急情况的作业，事前要有完备的方案，作业时要遵守各项规定（如高处作业、动火等规定），确保万无一失。

（16）严格执行各种安全装置、安全附件管理制度，并按有关规定严格管理，定期进行检测及校验工作，使之处于可靠状态，并积累有关记录台帐。对应急预案不断进行修订和完善，并及时报当地安全生产监督部门备案。同时定期组织演练，使每个职工都会使用消防器材，有效地扑救初期火灾，防止事故的发生。

7.9.1.7 工艺技术设计风险防范措施

（1）工艺、设备安全措施

a.工艺设计可靠，在过程中设置必要的温度、压力、液位、流量检测和报警，以保证生产在正常条件下运行。尽可能提高系统自动化程度，提高系统的安全性。管道流速设计在安全流速以内；易燃、易爆介质容器的放空管设置阻火器；对生产原料的储存、输送及生产过程，尽可能采取密闭的方式。

b.在管道设计中尽量减少可能的泄漏点，管道采用流体输送用无缝钢管和流体输送用不锈钢无缝钢管，焊接连接。输送易燃易爆介质的阀门、管件均按不低于 1.6MPa 压力设计。

c.液体原料的投料采用流量计控制，最大程度上降低易燃易爆介质在车间的存量，减少事故隐患。

d.在设备设计、选择方面，根据项目的特点进行可靠设计，增加安全性，设备材质按规定选用。设备上的爬梯平台护栏按规范要求设计，泵等运转设备设护罩等设施，以减少可能的伤害事故。定型设备选用有相应资质企业生产的产品。

e.各设备之间、管线之间，以及设备、管线与厂房、建构筑物的墙壁之间的距离，都按相关的规范要求进行设计。便于检修、人员疏散，做到安全可靠。在可能超压的容器等设备上设置安全阀，以消除设备超压爆炸隐患。

（2）加强监管

使用、储存化学品的部门，应加强生产现场、储存设施的日常管理；应加强对员工安全意识、风险识别、个体防护用品正确使用和突发事故应急处置的安全培训；

生产、储存化学品的部门，建立、健全化学品的生产、储存和使用台帐，完善交接手续，做到实物与账目数量一致；

生产、储存部门对所管辖区的生产、储存设备的管道、人孔、手孔、取样口等，应加强人员的巡视检查，并加装视频监控系统，防止该产品跑、冒、滴、漏和非法盗取，并保存相关巡检记录；

生产、储存部门应建立该产品的生产量和使用量的原始记录，上下工序的物料流转量，上下岗位人员必须确认签字；

7.9.1.8 自动控制设计风险防范措施

（1）在界区内设置火灾自动报警及消防联动系统一套，用于对控制室、变配电所的火灾情况进行监控，系统选用二总线地址编码系统，主要设备均为编码型设备。系统主机设置在控制室内。

（2）在生产装置区内设置有毒及易燃气体检测器及报警装置。

7.9.1.9 电气、电讯设计风险防范措施

（1）根据车间的不同环境特性，选用防腐、防水、防尘的电气设备，并设置防雷、防静电设施和接地保护，确保工程建成后电气安全符合要求。供电设计方面均考虑采取防止侵入过电压，操作过电压的各类措施，设置阀式避雷器，过电压保护等。

（2）供电变压器、配电箱开关等设施外壳，除接零外还应设置可靠的触电保护接地装置及安全围栏，并在现场挂警示标志。配电室必须设置挡鼠板及金属网，以防飞行物、小动物进入室内。地下电缆沟应设支撑架，用沙填埋；电缆使用带

钢甲电缆。沿地面或低支架敷设的管道，不应环绕工艺装置或罐组四周布置。

（3）在爆炸危险区域内选用防爆型电气、仪表及通信设备；所有可能产生爆炸危险和产生静电的设备及管道均设有防静电接地设施；装置区内建、构筑物的防雷保护按《建筑物防雷设计规范》设计；不同区域的照明设施将根据不同环境特点，选用防爆、防水、防尘或普通型灯具。

（4）生产装置的临时电缆、仪表线应加强管理，生产现场不应使用临时线，并结合检修对不符合要求的电缆、仪表线及时进行更新，电缆、仪表线等进行更新排布时，定期进行维护保养。

（5）供电变压器、配电箱开关等设施外壳，除接零外还应设置可靠的触电保护接地装置及安全围栏，并在现场挂警示标志。

（6）配电室必须设置挡鼠板及金属网，以防飞行物、小动物进入室内。

（7）地下电缆沟应设支撑架，用沙填埋；电缆使用带钢甲电缆。

（8）车间内各电源插座均单独从各箱内引出，供电端设漏电保护器。

（9）车间内各用电设备的外壳、基座等均作保护接地，开关整定值能保证一旦火线与其接触，即自动断开电源，使其外露金属部分总不带电。

（10）电力电缆不应与输送甲类液体管道敷设在同一管道内。

7.9.2 应急预案

建设单位应在本项目投入试生产前，编制企业突发环境事件应急预案，并将其报环境保护主管部门备案。

表 7.9-9　突发事故应急预案纲要一览表

序号	项目	内容及要求
1	危险源概况	详述危险源类型、数量及其分布
2	应急计划区	装置区、储罐区、邻区
3	应急组织	厂指挥部负责现场全面指挥；专业救援队伍负责事故控制、救援、善后处理
4	应急状态分类及应急响应程序	规定事故的级别及相应的应急分类响应程序
5	应急设施、设备与材料	防火灾、爆炸事故应急设施、设备及材料，主要为消防器材；防有毒有害物质外溢、扩散设备
6	应急通讯、通知和交通	应急状态下的通讯方式、通知方式和交通保障、管制
7	应急环境监测及事故后评估	由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据
8	应急防范措施、清除泄漏措施方法和器材	事故现场：控制事故、防止扩大、蔓延及链锁反应；清除现场泄漏物，降低危害，相应的设施器材配备邻近区域：控制和清除污染措施及相应设备配备
9	应急状态终止与	规定应急状态终止程序；事故现场善后处理，恢复措施；临近区域

	恢复措施	解除事故警戒及善后恢复措施
10	人员培训与演练	应急计划制定后，平时安排人员培训与演练
11	公众教育和信息	对工厂邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
12	记录和报告	设置应急事故专门记录，建档案和专门报告制度，设专门部门和负责管理
13	附件	与应急事故有关的多种附件材料的准备和形成

7.10 结论与建议

（1）项目危险因素

本项目涉及的主要危险物质包括二氯二氢硅、三氯硅烷、四氯化硅、氢气、氯化氢、氟化氢、硝酸等，主要涉及危险单元包括储罐区、装置区、输送管道等。项目潜在危险因素主要是泄漏、火灾或爆炸事故。

项目总平面布置和设计应充分考虑环境风险，施工建设中应严格执行国家有关部门现行的设计规范、规定及标准。根据车间（工序）生产过程中火灾、爆炸危险等级及毒物危害程度分级进行分类、分区布置。合理划分管理区、生产区、辅助生产区及储运设施区，各区按其危害程度采取相应的安全防范措施进行管理。

（2）环境敏感性及事故环境影响

项目地址位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内，四氯化硅储罐泄露后，距离 10m 处， 浓度出现时间 7.7235min，最大高峰浓度值为 5659.7mg/m^3。四氯化硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（170mg/m^3）的最大影响范围 284m；四氯化硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（38mg/m^3）的最大影响范围 424m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。

生产区三氯氢硅储罐泄漏后，距离 10m 处， 浓度出现时间 7.7254min，最大高峰浓度值为 5217mg/m^3。三氯氢硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（180mg/m^3）的最大影响范围 270m；三氯氢硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（40mg/m^3）的最大影响范围 408m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。

氯化氢储罐泄漏后，距离 60m 处， 浓度出现时间 8.6162min，最大高峰浓度值为 3154.4mg/m^3。氯化氢扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（150mg/m^3）的最大影响范围 118m；氯化氢扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（33mg/m^3）的最大影响范围 220m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。。

（3）环境风险防范措施和应急预案

本项目针对危险单元建立有效的监控和预警机制，能够确保及时发现事故，

并快速做出应急救援措施，厂区建立完善的三级防控体系，本项目事故状态下至少会产生 2362.76m^3 的事故水。本项目依托厂区现有二期工程的事故池，事故池容积 9000m^3。用以事故状态下全厂消防、事故废水收集，确保事故水不直接排入附近地表水体。

企业应在投产前制定应急预案并进行了备案，企业还应按照本次评价提出的要求完善厂区应急监测设备和应急预案内容。

本项目生产装置具有潜在的事故风险，尽管最大可信事故概率较小，但还应从建设、生产、贮运、消防等各方面积极采取措施，杜绝环境风险事故发生。当出现事故时，要采取紧急的工程应对措施，如有必要，要采取社会应急措施，并根据实时情况和事故种类确定人群疏散范围，以控制事故和减少对环境造成的危害。事故发生后要积极开展灾后危险化学品及消防废水的处理，防止二次污染发生。

（4）环境风险评价结论与建议

综上所述，企业在严格落实本次评价提出的各项环境风险防控措施的情况下，发生风险事故概率较小，项目环境风险可防可控。本次评价建议项目运营过程应加强危险物料管理、完善

安全生产制度、系统排查工程存在的环境风险，杜绝环境风险事故发生。当出现事故时，要采取紧急的工程应对措施，如有必要，应采取社会应急措施，并根据实时情况和事故种类确定人群疏散范围，以控制事故和减少对环境造成的危害。

环境风险评价自查表见 7.10-1。

表 7.10-1　环境风险评价自查表

工作内容		完成情况									
风险调查	危险物质	名称	二氯二氢硅	三氯硅烷	四氯化硅	氢气	氯化氢	氟化氢	硝酸		
		1 个储罐的最大储存量（t）	600	3645	4004	0.02	210.6	40.25	142		
	环境敏感性	大气	500m 范围人口数 0 人					5km 范围人口数 7283 人			
			每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）								/人
		地表水	地表水功能敏感性			F1□		F2□			F3☑
			环境敏感目标分级			S1□		S2□			S3☑
		地下水	地下水功能敏感性			G1□		G2□			G3☑

			包气带防污性能	D1☑	D2☐	D3☐
物质及工艺系统危险性		Q 值	Q＜1□	1≤Q＜10□	10≤Q＜100□	Q＞100☑
		M 值	M1☑	M2□	M3□	M4□
		P 值	P1☑	P2□	P3□	P4□
环境敏感程度		大气	E1□	E2□		E3☑
		地表水	E1□	E2□		E3☑
		地下水	E1□	E2☑		E3□
环境风险潜势		Ⅳ+☐	Ⅳ☐	Ⅲ☑	Ⅱ☐	Ⅰ☐
评价等级		一级☐	二级☑	三级☐	简单分析☐	
风险识别	物质危险性	有毒有害☑		易燃易爆☐		
	环境风险类型	泄漏☑		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放☑		
	影响途径	大气☑	地表水☐	地下水☑		
事故情形分析		源强设定方法	计算法☑	经验估算法□	其他估算法□	
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB☑	AFTOX☐	其他□	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 910m			
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 2180m			
	地表水	最近环境敏感目标，到达时间 h				
	地下水	下游厂区边界到达时间 d				
		最近环境敏感目标，到达时间 d				
重点风险防范措施		对设备、容器、管道采取安全设计，采取防火、防爆、防泄漏、溢出措施；在工艺过程中采取事故自诊断和连锁保护；对危险源进行规划布局；对危险物质和危险装置进行监控；建立环境风险事故决策支撑系统和事故应急监测技术支持系统。建立环境风向事故响应和报警系统；设置可燃气体和有毒气体泄漏监测和报警系统、危险物料溢出报警系统、污染物排放监测系统、火灾爆炸报警系统、通讯监控系统和应急信息管理系统等，起到事故预警的作用。 发生有毒气体或可燃气体的泄漏事故，为了控制事故污染物向大气扩散，本项目设置了喷淋系统，可喷淋含有消解剂的消防水，切断泄漏气体向大气环境的转移途径。发生液体泄漏事故，本项目设置和事故液态污染物向水环境转移的控制措施。在罐区设置了围堰，本项目事故状态下至少会产生 2362.76m^3 的事故水。本项目依托厂区现有二期工程的事故池，容积 9000m^3。可有效收集事故时产生的各种废水。				
评价结论与建议		企业在严格落实本次评价提出的各项环境风险防控措施的情况下，发生风险事故概率较小，项目环境风险可防可控。本次评价建议项目运营过程应加强危险物料管理、完善安全生产制度、系统排查工程存在的环境风险，杜绝环境风险事故发生。当出现事故时，要采取紧急的工程应对措施，如有必要，应采取社会应急措施，并根据实时情况和事故种类确定人群疏散范围，以控制事故和减少对环境造成的危害。				
注：“□”为勾选项，“”为填写项。						

8 污染防治对策及环保措施可行性分析

8.1 施工期污染防治措施及可行性分析

8.1.1 施工期废气污染防治措施

本项目施工期对大气造成污染的主要是粉尘，控制施工期粉尘的主要措施如下：

（1）加强施工机械的使用管理和保养维修，合理降低使用次数，提高机械使用效率，降低废气排放，减轻燃油施工机械排放的废气对环境空气的影响。

（2）运土车辆需加篷布遮盖，严禁超重、超高装载，运输车辆进入施工场地应低速、限速行驶，以减少产尘量；使用商品混凝土或散装水泥，对产生扬尘的施工作业点设洒水装置，抑制粉尘散发和运输中的二次扬尘。

（3）减少砂石等材料在施工现场的堆放数量。及时清理多余土方、每天及时清扫掉落地面的尘土等措施，减少扬尘污染。

（4）在运输车辆进出厂区时及时清扫车身、轮胎上的泥土，防止造成运输过程中的二次污染。

（5）对厂区运输路面进行硬化处理，对厂区内定期洒水，减少扬尘污染。

（6）合理安排工程进度，交叉作业，缩短施工时间。

本项目在施工过程只要采取切实可行的污染防治措施及科学的管理办法，可使施工扬尘影响降低至较低水平。施工期对大气环境影响只是局部的、短暂的，属可接受程度。

8.1.2 施工期废水污染防治措施

施工期废水主要来自工程施工人员的生活污水、施工过程中混凝土搅拌机用水和砖瓦、土方等建筑物料喷洒水，以及少量的机械泥土清洗废水，施工期废水主要防治措施如下：

（1）加强施工期管理，针对施工期污水产生过程不连续、废水种类较单一等特点，可采取相应措施有效控制污水中污染物的产生量。

（2）水泥、黄沙、石灰类的建筑材料需集中堆放，并采取一定的防雨淋措施，及时清扫施工运输工程中抛洒的上述建筑材料，以免这些物质随雨水冲刷污染附近水体。

（3）对施工期废水进行收集后，可以用作厂内洒扫用水，以降低厂内起尘量。

（4）施工人员生活污水收集后拉运到内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区污水处理厂。

8.1.3 施工期噪声污染防治措施

本项目施工作业噪声不可避免，本项目位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内。周围500m没有居民区及其他噪声敏感保护目标，只要施工单位做好防噪减振工作，对周围环境影响轻微。为减轻施工噪声的环境影响，建议采取的措施如下：

（1）合理安排施工作业时间，严禁在夜间进行高噪声施工作业。

（2）尽量选用低噪声机械设备或带隔声的设备。

（3）做好施工机械的维护和保养，有效降低机械设备运转的噪声源强，控制汽车鸣笛。

（4）理安排强噪声施工机械的工作频次，合理调配车辆来往行车密度。

（5）做好劳动保护工作，为强噪声源施工机械操作人员配备必要的防护耳塞或耳罩。

8.1.4 施工期固废污染防治措施

本项目施工期产生的固体废物，主要来源于开挖土方、建筑施工中的废物如砂石、石灰、混凝土、废砖及装修废料和员工生活垃圾等。为减轻施工固废对的环境影响，建议采取的措施如下：

（1）施工人员生活垃圾定点存放，收集后统一清运。

（2）尽量减少建筑材料在运输、装卸、施工过程中的漏撒。

（3）本项目建设过程中，建筑垃圾尽量做到随产随清，若因特殊情况，需要在厂内堆存的，应该采取相应措施，减小因建筑垃圾堆存产生的扬尘等二次污染。建筑垃圾尽量做到回收利用。

（4）外运的弃土及运输车辆必须采取遮蔽、防抛撒等措施，向有关的渣土排放管理处提出申请，按规定办理好渣土排放的手续，获得批准后方可在指定的受纳地点弃土。

8.1.5 施工期环境管理

根据施工期间环境管理的需要，提出如下建议：

（1）成立由建设单位与施工单位有关领导组成的建设项目施工建设临时环境

管理小组，统一指挥、协调监督、检查环境管理的各项工作。

（2）施工单位应制定严格的施工计划，施工边界应做好污染防治工作。

（3）施工单位应定期对运输车辆和燃油机械检修，防止漏油而污染土壤和水体。

（4）施工单位应对施工区的生活垃圾及时收集交由环卫部门统一处理。

（5）施工单位应对生活污水作统一处理后达标排放。

（6）建设单位应委托有监测资质的单位承担施工期的环境监测。

综上所述，施工期的噪声、废气、废水和固体废物将会对环境产生一定影响，但施工期不太长、施工期污染是临时性的，在施工结束后此类污染源即可消除。只要建设单位认真搞好组织工作，文明施工，切实落实上述各项环保措施，施工期间对周边环境影响较小。

8.2 运营期污染防治措施及可行性分析

8.2.1 废气污染防治措施及可行性分析

根据工程分析，本项目有组织废气主要污染因子为颗粒物、氯化氢、氮氧化物、氟化物。根据建设单位对废气治理措施的经验，对建设工程中产生的废气采取了技术可行、经济合理及可操作性较强的治理方案。

8.2.1.1 有组织废气污染防治措施

(1) 硅块破碎粉尘、硅粉加料废气和产品破碎废气

项目产生的粉尘主要来自硅块破碎粉尘、三氯氢硅合成车间硅粉加料系统粉尘；冷氢化车间硅粉加料系统粉尘（硅粉接收罐废气+硅粉计量罐废气）；整理车间多晶硅料破碎等过程。

①硅块破碎粉尘废气经集气系统+布袋除尘器（布袋除尘器的除尘效率为98.9%）收集后经15米高、内径0.6m排气筒(DA001)排放。废气排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

②三氯氢硅合成车间硅粉加料废气经集气罩+硅粉过滤器处理后（集气罩的废气捕集率95%，布袋除尘器的净化效率98.9%）经15米高、内径0.2m排气筒(DA002)排放。废气排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

③冷氢化车间硅粉接收罐废气经集气系统+2套容积为3.46m^3的陶瓷过滤器处

理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒(DA009)排放。冷氢化车间硅粉计量罐废气经集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m^3 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒(DA010)排放。废气排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

④硅料破碎粉尘经集气罩+布袋除尘器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.6m 排气筒(DA012)排放。废气排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

粉尘颗粒大小的分布亦广，直径有的大至 100m 以上，也有小至 1um 以下。

本项目硅粉除尘采用布袋除尘器处理，布袋除尘是目前除尘中去除效率最高的工艺，可确保废气除尘效率＞98%，该工艺应用广泛、运行稳定，在水泥、化工、轻工等各行业均应用广泛，可确保外排粉尘浓度控制在 100mg/m^3 以下。因此本项目粉尘治理措施完全可行。同时本项目硅粉上料系统还采取了以下工艺保证措施，确保粉尘产生量减少，粉尘达标排放。措施如下：硅粉吨袋采用内衬塑料形式，避免硅粉透过编织袋缝隙漏出造成污染。在硅粉进料罐的硅粉加料口，设置大口径漏斗，收集加料过程中散落的硅粉。在硅粉进料罐放空口设置硅粉过滤器，过滤器出口连接风机，使硅粉进料罐和过滤器始终处于微负压的状态，避免硅粉在加料过程中溢出飘散在大气中。硅粉过滤器的过滤精度达到 5μm 以下，收集的硅粉定期排放重新返回到硅粉接收罐内进入系统参与反应。

(2)不凝气、吹扫废气、粘棒工段挥发的非甲烷总烃

三氯氢硅合成车间水冷冷凝器和深冷冷凝器不凝气、三氯氢硅还原车间吹扫废气、精馏不凝气（氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气、高低沸回收工艺精馏不凝气）、粘棒工段挥发的非甲烷总烃、渣浆回收两级冷凝器不凝气，主要含 $SiHCl_3$、$SiCl_4$、HCl、N_2、H_2 等，全部排入工艺废气处理车间处理(含氯硅烷工艺废气处理装置)。

工艺废气首先经过低压冷凝+高压冷凝装置回收氯硅烷回用于精馏工艺，深冷回收是多晶硅行业普遍采用的回收氯硅烷方法，三氯硅烷沸点 33℃、四氯硅烷沸点 57.6℃，均属沸点较高的物质，经过深冷装置可较易冷凝形成液体氯硅烷，并

返回生产系统进行利用，项目设置氯硅烷深冷系统，可减少氯硅烷损耗， 降低生产成本，同时也可减少二水氯化钙产生量。

尾气采用活性炭吸附后排入工艺废气淋洗系统，淋洗系统由 6 个淋洗塔并联组成，采用 10%氢氧化钙溶液洗涤吸收后废气分别经各自淋洗塔排气筒排放。淋洗塔中氯硅烷与水分解，最终生成二氧化硅、HCl、H_2、HCl 被水洗涤形成酸性废水，定期排入污水处理站处理。

废气中的氯硅烷被水解中和，其反应原理如下：

$$SiHCl_3+（n+2）H_2O=SiO_2\cdot nH_2O+3HCl+H_2$$

$$2SiHCl_3+5Ca(OH)_2=2CaSiO_3+3CaCl_2+4H_2O+2H_2$$

$$SiCl_4+（n+2）H_2O=SiO_2\cdot nH_2O+4HCl$$

$$SiCl_4+3Ca(OH)_2=CaSiO_3+2CaCl_2+3H_2O$$

$$SiH_2Cl_2+（n+2）H_2O=SiO_2\cdot nH_2O+2HCl+2H_2$$

$$SiH_2Cl_2+2Ca(OH)_2=CaSiO_3+CaCl_2+2H_2+H_2O$$

氯硅烷与水反应产生氯化氢，氯化氢与 $Ca(OH)_2$ 水溶液反应生成氯化钙溶液，反应原理如下：

$$Ca(OH)_2+2HCl=CaCl_2+2H_2O$$

氯化氢极易溶于水，经过喷淋洗涤、水解和中和反应后，尾气中主要含有氮气和氢气，以及残留的少量 HCl。氯化氢易与氢氧化钙反应，根据《环境工程技术手册废气处理工程技术手册》（化学工业出版社）中采用碱洗法处理氯化氢，其中处理效率分别可达 97%以上，因此本项目中碱吸收处理氯化氢效率选取 95%合理。废气排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

(3) 开停车置换气、系统出现超压等事故状态时废气

本项目四氯化硅冷氢化车间开停车置换气、三氯氢硅还原车间置换废气;三氯氢硅还原系统出现超压等事故状态时废气，还原尾气回收系统出现超压等事故状态时废气，冷氢化系统系统出现超压等事故状态时废气进入事故废气处理系统，首先经过三级冷凝装置回收氯硅烷，绝大多数氯硅烷在三级冷凝的过程中被回收，最大程度的回收氯硅烷，并送入精馏车间重新利用，未冷凝的尾气送进石灰乳喷淋洗涤塔，用 10%石灰水洗涤，废气中的氯硅烷和氯化氢与石灰水中的 $Ca(OH)_2$

发生反应而被除去。

上述装置为多晶硅行业最常用的含氯硅烷废气处理装置，方法成熟可靠，采用该方法后，保证含氯硅烷废气排放中的氯硅烷转化为 HCl，且 HCl 达标排放。

本项目工艺废气处理装置分为 2 部分，分别为含氯硅烷工艺废气处理装置和事故废气处理装置，部分处理设施共用。淋洗系统总共包括 8 个淋洗塔（其中1#-6#洗涤塔为尾气石灰乳喷淋淋洗塔、7#、8#塔淋洗处理残液）。

生产车间工艺废气（不凝气+三氯氢硅还原炉吹扫废气+整理车间粘胶工段非甲烷总烃）汇集到工艺废气主管，排入工艺废气处理车间含氯硅烷工艺废气处理装置；超压事故状态废气汇集到事故废气主管，排入工艺废气处理车间事故废气处理装置。

首先经过三级冷凝装置回收氯硅烷、经三级深冷吸附后不凝气主要含氢气、氮气和氯化氢，未冷凝的尾气送进石灰乳喷淋洗涤塔。事故尾气经石灰乳喷淋洗涤塔洗涤后进入残液淋洗。

本项目共设置6台尾气石灰乳喷淋淋洗塔，处理含氯硅烷废气进入6台淋洗塔并联处理，总共6个废气排放口。经淋洗后通过35m排气筒DA003、35m排气筒DA004、35m排气筒DA005、35m排气筒DA006依托、35m排气筒DA007、35m排气筒DA008分别排放。事故废气处理装置增设2个残液淋洗塔，排气筒与6个尾气淋洗塔共用。废气排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

表8.2-1　尾气处理装置处理效率

类别	污染物	废气量	进入浓度 (mg/m^3)	处理效率	排放浓度 (mg/m^3)	最终去向	排放标准
含氯硅烷废气处理装置	HCl	1500m^3/h	352.85	95%	17.64	大气环境（6个废气排放口）	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。
事故废气处理装置	HCl	1500m^3/h	217.88	95%	10.89		

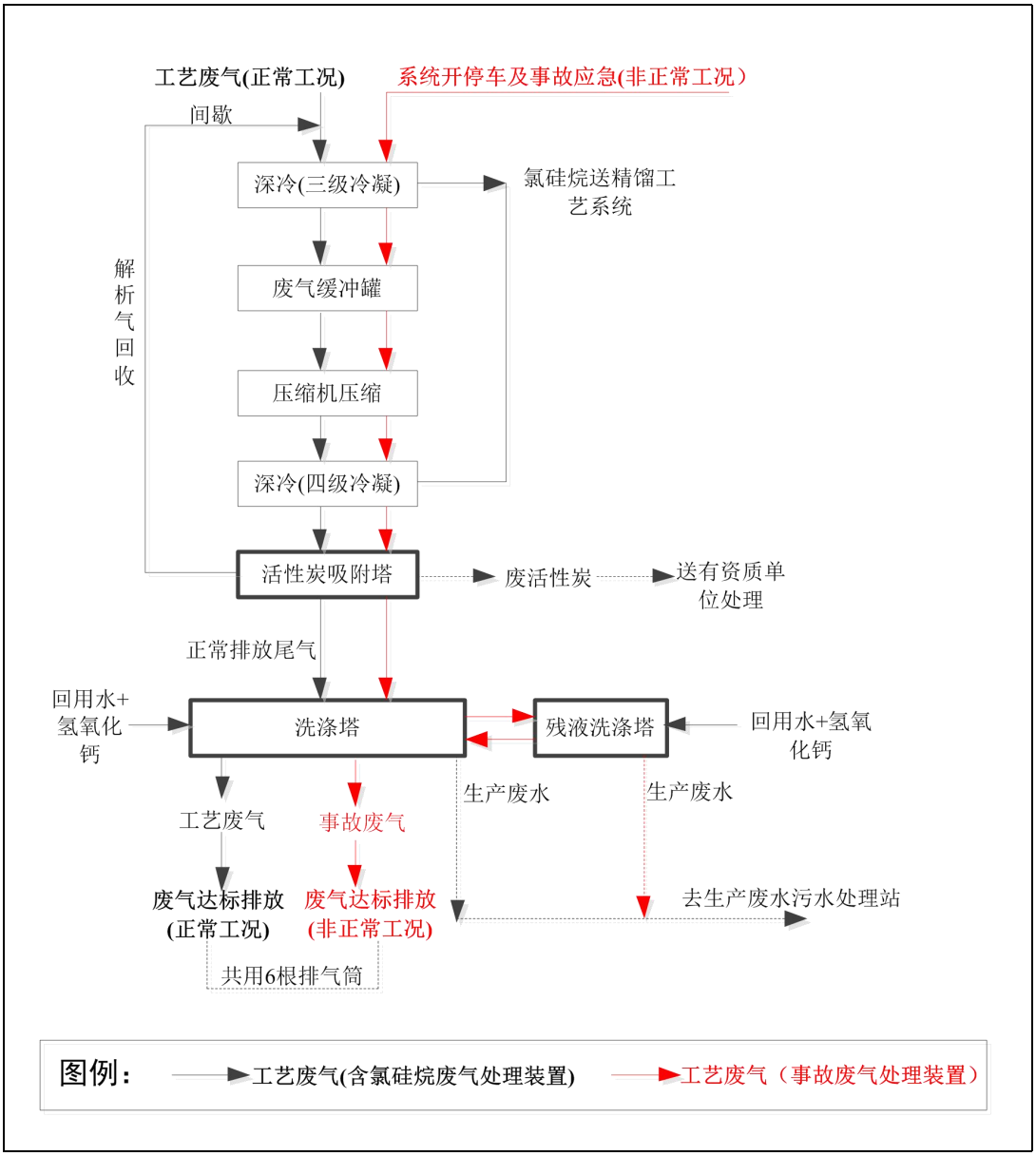


图8.2-1　工艺废气处理装置原理图

(4)整理车间酸洗废气

多晶硅产品整理工序，产品表面腐蚀处理需要用氢氟酸、硝酸进行弱腐蚀，产生含氟化物和氮氧化物的酸性废气，经酸洗槽上方的集气罩收集后，采用酸性废气处理系统（二级喷淋塔-10%氢氧化钠和硫代硫酸钠混合溶液）35m 排气筒排放。

填料吸收塔是以塔内的填料作为气液两相间接触构件的传质设备。填料吸收塔的塔身是一直立式圆筒，底部装有填料支承板，填料以乱堆或整砌的方式放置在板上，填料为 DN38 鲍尔环，材质为不锈钢，填料与吸收塔寿命一致，报废后更换。填料的上方安装填料压板，以防被上升气流吹动。液体从塔顶喷淋系统喷

淋到填料上，并沿填料表面流下。气体从塔底送入，与液体呈逆流连续通过填料层的空隙，在填料表面上，气液两相密切接触进行传质。填料吸收塔属于连续接触式气液传质设备，两相组成沿塔高连续变化，在正常操作状态下，气相为连续相，液相威分散相。

当液体沿填料层向下流动时，有逐渐向塔壁集中的趋势，使得塔壁附近的液流量逐渐增大，这种现象称为壁流。壁流效应造成气液两相在填料层中分布不均，从而使传质效率下降。因此，当填料层较高时，需要进行分段，中间设置再分布设置。液体再分布装置，包括液体收集器和液体再分布器两部分，上层填料流下的液体经液体收集后，送到液体再分布器，经重新分布后喷淋到下层填料上。

本项目使用的酸主要为氢氟酸、硝酸，均为易溶于水的强酸，遇水喷淋很容易溶解，与氢氧化钠的反应速度更快。

硫代硫酸钠在碱性溶液中是较强的还原剂，可将 NO_2 还原为 N_2，含 NO_x 的废气进入吸收塔，与吸收液逆流接触，发生还原反应，净化后直接排空。

主要化学反应包括：

$4NO_2+2Na_2S_2O_3+4NaOH=2N_2\uparrow+4Na_2SO_4+2H_2O$

$2Na_2S+2O_2+H_2O=Na_2S_2O_3+2NaOH$

$4NO_2+2Na_2S_2O_3+4NaOH=2N_2\uparrow+4Na_2SO_4+2H_2O$

$NO+NO_2+2NaOH=2NaNO_2+H_2OHF+NaOH=NaF+H_2O$

氢氟酸易与液碱反应，与吸收液逆流接触，发生酸碱中和反应，净化后直接排空。

$HF+NaOH=NaF+H_2O$

根据《环境工程技术手册废气处理工程技术手册》（化学工业出版社）中采用硫代硫酸钠处理氮氧化物，处理效率可达 70%以上，因此本项目中二级硫代硫酸钠处理氮氧化物处理效率选取 70%。氢氟酸易与液碱反应，本项目氢氟酸处理效率选取 70%。废气排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求。

(5)燃煤锅炉烟气

锅炉烟气污染防治首先要通过治理措施优化，使锅炉向外环境排放的大气污染物排放指标满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）的要求及当地

大气污染物总量控制目标的要求，并使其通过大气输送与扩散后满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的要求；其次，考虑到环境质量标准的要求，在经济合理的条件下，尽可能地减少锅炉排放的大气污染物对环境的影响程度并提出行之有效的治理措施。锅炉炉膛内采用平衡通风，压力平衡点位于炉膛出口。炉膛出口的高温烟气采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器+石灰石-石膏法脱硫工艺处理后 50m 高烟囱排放。

1.循环流化床锅炉燃烧

循环流化床燃烧系属成熟的洁净燃烧技术，从环境保护角度对循环流化床锅炉及其它炉型进行对比，前者具有燃烧效率高、灰渣活性好，易于综合利用、燃烧污染物排放量少等优点。

2.高烟囱排放

本项目新建 2×60t/h 循环流化床锅炉(2 用)，其烟气采用 50m 高、内径 2.8m 的烟囱排放。高烟囱排放是利用其热力抬升和机械抬升，把烟气送到高空，通过稀释扩散，降低所排放大气污染物的落地浓度。

3.烟尘防治措施

本项目锅炉烟气中的烟尘净化采用布袋除尘器，根据《污染源源强核算技术指南锅炉》（HJ991-2018）附表 B.6，布袋除尘器除尘效率为 99. 8%。

滤袋是决定布袋除尘器出口排放值最关键的部件，直接关系到烟尘排放值。要保证布袋出口长期稳定＜10mg/Nm^3，滤袋的过滤精度至关重要，本项目采用高精度过滤滤料。

高过滤精度滤料结合了耐强滤料技术，提升滤袋抗化学性能，防止烟气侵蚀破袋。“高过滤精度滤袋”应采用特殊的处理方式以保证排放性能。由于滤袋线缝工艺中针孔易造成粉尘颗粒渗透逃逸，并随着运行时间处长，部分针孔受粉尘冲刷而加大粉尘泄漏量，增加净化烟气含尘浓度，影响排放性能，所以，高精度过滤滤袋，在完成缝制后，需增加涂胶工艺，使用耐温的密封胶封堵针孔，杜绝烟尘的渗透、逃逸。能够保证滤袋寿命在 5 年以上。

滤袋的工作阻力是布袋除尘器运行阻力主要来源，是粉尘层、滤袋表面残余粉尘层、袋身的阻力总和。粉尘层在清灰时会剥离，使滤袋阻力迅速下降。表面粉尘层随使用时间的延长而厚度增加，剥离难度提高，形成的残余阻力逐渐加大。

衡量滤袋阻力性能通常用透气量来表示。滤袋随使用时间的延长，透气量下降是必然趋势。滤料技术如 PTFE 覆膜和加大过滤面积可以有效降低设备中长期的运行阻力。超微孔覆膜滤料初始阻力虽然高于其它滤料，但中长期阻力更低更平稳。由于覆膜滤料的 PTFE 膜表面光滑，具有良好的疏油疏水特性，抗粘附能力优，清灰时粉尘层剥离较彻底，长期使用后的表面残余粉尘层厚度薄，并有效阻挡细颗粒粉尘进入滤袋深层。

所以，本项目选择超细纤维梯度滤料和选择 1.0m/min 较低的过滤风速值，既满足超清洁排放要求，又确保长期阻力≤1100Pa 的有效措施。

袋式除尘器的优点有以下几个方面：

①除尘效率高，可达 99％以上；

②附属设备少，投资省，技术要求没有电除尘器那样高；

③能捕集比电阻高，电除尘难以回收的粉尘；

④袋式除尘器性能稳定可靠，对负荷变化适应性好，运行管理简便，特别适宜捕⑤集细微而干燥的粉尘，所收的干尘便于处理和回收利用；

⑥能适合生产全过程除尘新理论，降低总量排放；

⑦袋式除尘器适于净化含有爆炸危险或带有火花的含尘气体等。

目前，布袋除尘均为国内火电、水泥、钢铁等行业最常用的粉尘处理方案，且稳定运行多年，故本项目采用布袋除尘器除尘方案可行。

4.二氧化硫防治措施

本项目循环流化床锅炉采用炉后石灰石-石膏法湿法脱硫工艺，根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ991-2018）附表 B.7，炉后石灰石-石膏法法脱硫效率为 95%。

本项目拟采用单塔脱硫技术。采用石灰石-石膏法湿式烟气脱硫工艺，两炉一塔。脱硫系统不设置烟气旁路。

石灰石湿磨制浆，两台机组设一套吸收剂制备系统。

石膏浆采用真空皮带脱水，石膏脱水后含湿量不大于 10%。两台机组设一套石膏制备系统。

石灰石-石膏湿法脱硫工艺主要由脱硫剂石灰石粉储存及制浆系统、SO_2 吸收系统、烟气系统、石膏处理系统、废水处理系统等组成。

本项目脱硫用石灰石考虑在当地采购粒径不大于 20mm 成品石灰石块。脱硫剂制备及浆液制备系统主要是由石灰石卸料斗、电磁振动给料机、斗式提升机、石灰石皮带输送机、石灰石储仓、皮带称重给料机、湿磨系统、石灰石浆液箱、石灰石浆液泵、搅拌器等设备组成。

石灰石由汽车运输至锅炉房脱硫岛内的石灰石卸料间，通过斗式提升机将石灰石送至石灰石贮仓内贮存，贮仓内的石灰石经皮带称重给料机均匀地送至球磨机，同时按一定比例加水并研磨，研磨出的石灰石浆液通过磨机旋流器制成合格浓度的石灰石浆液，排入石灰石浆液箱内，经石灰石浆液泵送入脱硫吸收塔内。

本系统主要由吸收塔(包括喷淋层、除雾器)、循环浆液泵、吸收塔搅拌器及氧化风机等设备及管道系统组成。

本技术实际上是采用两级吸收塔串联使用，两级循环分别设有独立的循环浆池，喷淋层，根据不同的功能，每个循环具有不同的运行参数：

烟气首先经过一级循环，此级循环的脱硫效率根据入口烟气 SO_2 浓度可控制在 40～75%，循环浆液 pH 值控制在 4.5～5.0，浆液停留时间在 4～6 分钟。此级循环的主要功能是保证优异的亚硫酸钙氧化效果和石灰石的充分溶解，以及保证石膏结晶时间。

经过一级循环的烟气直接进入二级循环，此级循环实现主要的脱硫洗涤过程，达到最终的脱硫效率。由于把石膏氧化和脱硫分开，所以 pH 值可以控制在较高水平，达到 5.6~6.0，这样可以大大降低循环浆液量，节省电耗。

经吸收剂洗涤脱硫后的清洁烟气，通过除雾器除去雾滴后进入烟囱排入大气。为充分、迅速氧化吸收塔浆池内的亚硫酸钙，设置氧化空气系统。

考虑检修和脱硫系统快速启动，两台机组设置一台事故浆罐，保留一定数量的晶体颗粒，为启动后在吸收塔浆池内石膏晶体的生长提供晶核。

吸收塔排出浆液由石膏($CaSO_4·2H_2O$)，盐类混合物($MgSO_4$、$CaCl_2$)，石灰石($CaCO_3$)，氟化钙(CaF_2)和灰粒组成。排出浆液通过石膏浆排出泵送入石膏浆液旋流分离器，通过旋流器溢流分离出浆液中较细的固体颗粒(细石膏颗粒，未溶解的石灰石和飞灰等)，这些细小的固体颗粒在重力的作用下返回吸收塔。浓缩的大石膏颗粒石膏浆液从旋流器的下流口排出输送至真空脱水皮带机脱水。

本工程石膏脱水系统为两台机组共用，设有 2 台真空皮带脱水机，浓度为 50%

的石膏浆液被输送至真空皮带脱水机脱水，脱水后的石膏含水量为 10%，真空皮带脱水机的过滤水经过回收水泵返回制浆系统供制浆用。每台真空皮带脱水机容量为两台机组在设计工况下脱硫时的 100%的石膏量。

脱硫废水经废水旋流器处理后进入脱硫废水处理系统，经计算本项目 2 台机组产生的废水量为 4.0m^3/h。本项目 2 台机组设置 1 套脱硫废水处理系统，该部分废水经脱硫岛内脱硫废水处理系统处理后作为干渣搅拌用水综合利用。

5.氮氧化物防治措施

本项目锅炉烟气中 NO_x 采用 2 套低氮燃烧+2 套 SNCR 脱硝，脱硝效率为 60%。

低氮燃烧技术对 NO_x 的形成起决定作用的是燃烧区域的温度和过量空气量，低 NO_x 燃烧技术就是通过控制燃烧区域的温度和空气量，以达到阻止 NO_x 生成及降低其排放的目的。对低 NO_x 燃烧技术的要求是，在降低 NO_x 的同时，使锅炉燃烧稳定，且飞灰含碳量不能超标。目前常用的低 NO_x 燃烧技术主要有：a.燃烧优化技术；b.空气分级燃烧技术；c.燃料分级燃烧技术；d.烟气再循环技术；e.低 NO_x 燃烧器技术等。

本项目采用循环流化床锅炉，循环流化床的分级燃烧方式可减少 NO_x 的排放。在循环流化床中，一次风与总风量的比率及二次风送入位置对脱硫率有重要影响。进入炉膛低部的风量较低，使得没有足够的氧气和进入炉体内的燃料中的氮生成氮氧化物。二次风在还原区的上部给入，燃料中的氮已经被还原成 N_2，故在相对较低温度下 N_2 和 O_2 的反应速度很慢。低的一次风比率及高二次风喷入点可有效减少 NO_x 排放。

在循环流化床中，一次风量和一次风喷入点均可改变，因此，循环流化床对分级燃烧的应用更灵活。

由于循环流化床燃烧温度较低，空气又分阶段进入炉膛，因而 NO_x 排放量较低。

SNCR 脱硝系统：

SNCR 脱硝技术是一种成熟的 NOx 控制处理技术，是利用还原剂在不需要催化的情况下有选择性地与烟气中的氮氧化物发生化学反应，生成氮气和水的方法。该技术以炉膛为反应器，将尿素喷入炉膛高温区域 850～1050℃区间，还原剂迅速与烟气中的 NOx 发生反应，生成氮气和水，而烟气中的氧气却极少与还原剂反应，

从而达到对 NOx 选择性还原的效果。

SNCR 装置的工艺系统组成主要包括尿素储存及供应系统、尿素喷射系统等。

a. 尿素储存及供应系统：SNCR 系统设尿素储存及卸载系统。

b. 尿素喷射系统：还原剂喷入锅炉折焰角上方水平烟道，尿素喷射系统采用单元制，每台锅炉一套，每套系统拟设置尿素喷射枪。尿素经喷射枪喷入锅炉炉膛与烟气进行混合反应。

锅炉废气排放满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值。选择性非催化还原法(SNCR)脱硝工艺流程见图 8.2-2。

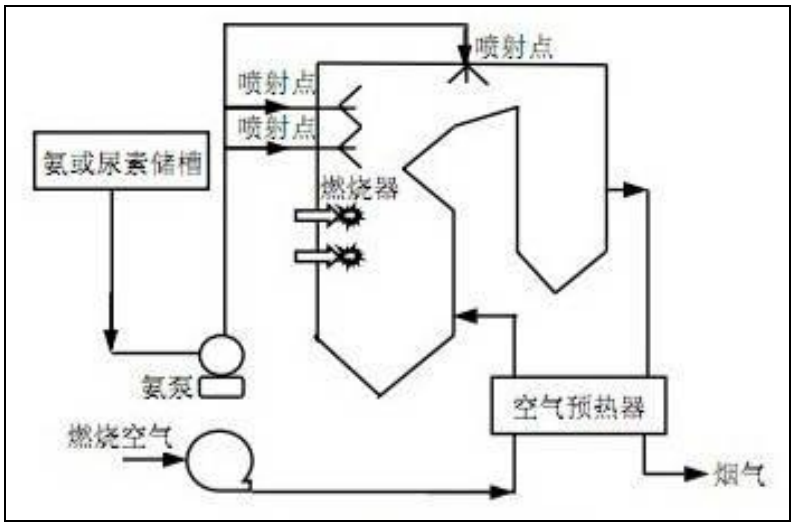


图 8.2-2　锅炉烟气 SNCR 脱硝系统流程图

(6)废气处理可行性分析

根据《排污许可证申请与核发技术规范-石墨及其他非金属矿物制品制造》（HJ1119-2020）和《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》（HJ953-2018）中可行技术，本项目废气治理措施见表 8.2-2 和表 8.2-3。

表 8.2-2　排污单位生产单元或设施废气治理可行技术参照表

生产单元或设施废气	主要控制污染物	可行技术	本项目采取治理措施
废气处理系统	氯化氢	冷凝、淋洗、其他	冷凝+碱洗
产品整理清洗	氮氧化物、氟化物	碱液、淋洗、其他	硫代硫酸钠+碱液淋洗
硅粉干燥器、输送系统	颗粒物	袋式除尘法、其他	集气罩+布袋除尘器+硅粉过滤器+陶瓷过滤器
燃煤锅炉烟气	颗粒物	湿式除尘器、电除尘器、袋式除尘器、电袋复合除尘器、湿式电除尘器、其他	袋式除尘器
	二氧化硫	石灰石/石灰-石膏法、钠碱法、双碱法、氨法、氧化镁法、烟气循环流化床法、喷雾干燥法、炉内喷钙法、密相干塔法、其他	石灰石/石灰-石膏法
	氮氧化物	低氮燃烧、SNCR 法、SNCR-SCR 联合脱硝、SCR 法、低氮燃烧+SNCR 法、低氮燃烧+（SNCR-SCR 联合）脱硝、低氮燃烧+SCR 法、臭氧氧化结合碱液吸收法、其他	低氮燃烧+SNCR 法
	汞及其化合物	协同控制、其他	协同控制
燃煤锅炉储运和制备单元	颗粒物	袋式除尘器、机械式除尘器、其他	洒水抑尘

表 8.2-3　废气有组织污染物治理措施一览表

序号	装置名称	废气名称	排放量(m^3/h)	主要污染物排放	治理方案	是否可行
1	颗粒物	硅块破碎系统含尘废气	6000	颗粒物:1.6mg/m^3	集气系统+1 套布袋除尘器。1 根 15 米高、内径 0.6m 的排气筒（DA001）排放。	可行
		三氯氢硅合成车间硅粉加料系统废气粉尘	2500	颗粒物:5.61mg/m^3	1 套集气罩+1 套硅粉过滤器。1 根 15 米高、内径 0.2m 的排气筒（DA002）排放。	可行
		冷氢化车间硅粉接收罐废气	2500	颗粒物:2.8mg/m^3	1 套集气系统+2 套容积为 3.46m^3 的陶瓷过滤器。1 根 40 米高、内径 0.2m 的排气筒（DA009）排放。	可行
		冷氢化车间硅粉计量罐废气	2500	颗粒物:2.8mg/m^3	1 套集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m^3 的陶瓷过滤器。1 根 40 米高、内径 0.2m 的排气筒（DA010）排放。	可行
		硅料破碎粉尘	8000	颗粒物:56.3mg/m^3	1 套集气罩+1 套布袋除尘器。1 根 15 米高、内径 0.6m 的排气筒（DA012）排放。	可行

2	含氯硅烷废气(正常工况）	不凝气 吹扫废气 粘棒工段挥发的非甲烷总烃	1500	HCl:17.64mg/m^3	本项目工艺废气处理装置分为 2 部分，分别为含氯硅烷工艺废气处理装置和事故废气处理装置，部分处理设施共用。淋洗系统总共包括 8 个淋洗塔（其中 1#-6#洗涤塔为尾气石灰乳喷淋淋洗塔、7#、8#塔淋洗处理残液）。 首先经过三级冷凝装置回收氯硅烷、经三级深冷吸附后不凝气主要含氢气、氮气和氯化氢，未冷凝的尾气送进石灰乳喷淋洗涤塔。事故尾气经石灰乳喷淋洗涤塔洗涤后进入残液淋洗。 本项目共设置6台尾气石灰乳喷淋淋洗塔，处理含氯硅烷废气进入6台淋洗塔并联处理，总共6个废气排放口。经淋洗后通过35m排气筒DA003、35m排气筒DA004、35m排气筒DA005、35m排气筒DA006依托、35m排气筒DA007、35m排气筒DA008分别排放。事故废气处理装置增设2个残液淋洗塔，排气筒与6个尾气淋洗塔共用。	可行
3	系统出现超压等事故状态时废气(非正常工况）	系统出现超压等事故状态时废气+开停车置换气	1500	HCl:10.89mg/m^3		可行
4	酸性废气	整理车间酸性废气	10000	HF:6.3mg/m^3 NO_X:70.8mg/m^3	二级喷淋塔-10%氢氧化钠和硫代硫酸钠混合溶液，1根高35m、内径0.8m排气筒（DA011）排放。	可行
5	电解水制氢车间	电解水制氢车间分离出来的氧气	---	氧气：6000t/a	1 根 15m 高，内径 0.2m 排气筒（DA013）排放。	可行
6	锅炉房	燃煤锅炉废气	188774	PM_{10}:18.27mg/m^3 SO_2:61.98mg/m^3 NO_X:117.97mg/m^3 Hg: 0.0151mg/m^3 TVOC: 0.943mg/m^3	炉膛出口的高温烟气采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器+石灰石-石膏法脱硫工艺处理后 50m 高烟囱排放。 1 根高 50m，内径 2.8m（DA014）排放。	可行
7	盐酸储罐和次氯酸钠储罐区	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气	8000	HCl:4.7 mg/m^3	1 座尾气吸收塔（碱洗，处理效率 80%）+1 根高 15m，内径 0.2m（DA015）排放。	可行

8.2.1.2 无组织废气污染防治措施

(1)生产车间无组织排放的废气

①固体物料加料时，尽量缓慢加入，减少粉尘产生量；

②加强管线、接口、法兰、阀门的检查和维修保养减少生产过程的跑、冒、滴、漏，减少废气的无组织排放；

③生产过程尽量采用密封工艺，减少废气的挥发，进而减少无组织排放。

(2)储罐大小呼吸排放的废气

本项目储罐大小呼吸排气主要为：非甲烷总烃。本项目拟采用气压平衡控制储罐呼吸废气排放量，通过自然通风可实现废气的稀释及扩散，对周围环境影响较小。

化工生产中无组织排放贯穿于生产始终，包括物料运输、存贮、投料、反应、出料以及产品的精制等过程。通过对同类企业的调查可知，在不重视预防的情况下，无组织排放的废气对环境的影响比有组织排放的废气对环境的影响大，因此，为减少废气污染物的排放量，特别是无组织废气的排放量，本项目应特别注意无组织废气的防治。

本项目投产后，在废气正常排放情况下，近距离厂界周围浓度由无组织排放源强控制。为控制无组织废气的排放量，必须以清洁生产的指导思想，对物料的运输、贮存、投料、出料、产品的存储及尾气吸收等全过程进行分析，调查废气无组织排放的各个环节，并针对各主要排放环节提出相应改进措施，以减少废气无组织排放量。

建设单位拟采取如下措施，以减少生产区和储罐的无组织挥发量：

①选用高质量的管件，提高安装质量，并经常对设备检修维护，将化学品在输送过程中的跑、冒、滴、漏减至最小；

②储罐进料口由平衡压力管与运输罐车连通，尽可能在密闭系统内完成装卸作业，减少无组织排放量；

③加强设备的维护，定期储罐进行检查检验，减少装置的跑、冒、滴、漏；

④对输送管道定期检修，加强管道接口处的密封；

⑤加强人员培训，增强事故防范意识；

⑥物料从槽罐车向储罐装料时，气相管与液相管分别与储罐相连，输液时形成闭路循环。

8.2.1.3 非正常工况废气污染防治措施

生产装置在开工运营期，无组织排放是不可避免的。本项目的无组织排放气主要来自罐区、生产装置区等逸散的无组织废气。针对这些无组织废气，采用以下防护措施，尽量减少无组织废气逸散和对周围大气环境的影响。

1.氯硅烷贮罐均采用固定顶罐或卧式罐，均为密封储罐，减少无组织逸散气体；气温高时对罐区进行喷淋，降低贮罐温度。同时针对贮罐产生的泄压废气，收集去深 冷装置回收氯硅烷，深冷后废气经缓冲罐送工艺废气处理装置进行处理。

2.生产装置以及易发生泄漏的泵、法兰和阀门等设备，优先选用国内密封性能良好的设备和管件；在设置安装方面必须严格控制装置动、静密封点泄漏率，必须达到 “无泄漏工厂”的规定。

3.在日常生产中须加强对输料泵、管道、阀门的经常性检查及更换，以保持良好 工况，以尽量消除物料的跑、冒、滴、漏现象发生，同时建立必要的各项管理制度，加强岗位巡逻检查制度。

本项目生产工艺废气颗粒物、氯化氢、氟化物和氮氧化物无组织排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。厂界无组织非甲烷总烃执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。厂区内无组织非甲烷总烃执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A 中表 A.1 排放限值要求。经分析项目废气无组织排放的控制措施可行。 综上所述，项目主要排放废气的治理措施可行。

8.2.2 废水污染防治对策及可行性分析

8.2.2.1中水回用处理系统

本项目生产废水主要包括脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水排入中水处理系统。

本项目设置1座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为360m^3/h，产水率90%。中水回用处理系统产水用于循环水站，浓水排入污水处理站。

中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO反渗透”工艺，混合均匀后的高浓盐水及循环排污水进入一

体化高速反应沉淀池中的反应区通过投加氢氧化钠和纯碱，调节水中的PH值后进入斜管沉淀区进行沉淀，其中上清液进入清水池，污泥进入泥水调节池；沉淀池的高PH值出水进入清水池暂存，经提升泵直接进入陶瓷膜装置进行过滤，超滤产水经加酸PH调解到8-8.6后进入超滤产水箱，超滤产水经反渗透增压泵提升至反渗透装置进行脱盐处理，产水回用到锅炉、整理车间等，反渗透浓水排入高盐废水蒸发装置。

处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。

污泥主要来自于一体化沉淀池排污，成分主要为碳酸钙盐及氢氧化镁盐；污泥经污泥输送泵输送至压滤机，系统采用板框压滤机，污泥经板框压滤机脱水后滤液回流至缓冲池，泥饼主要含二氧化硅，属于第 II 类一般固废，在封闭污泥库内堆存，定期委托处置。

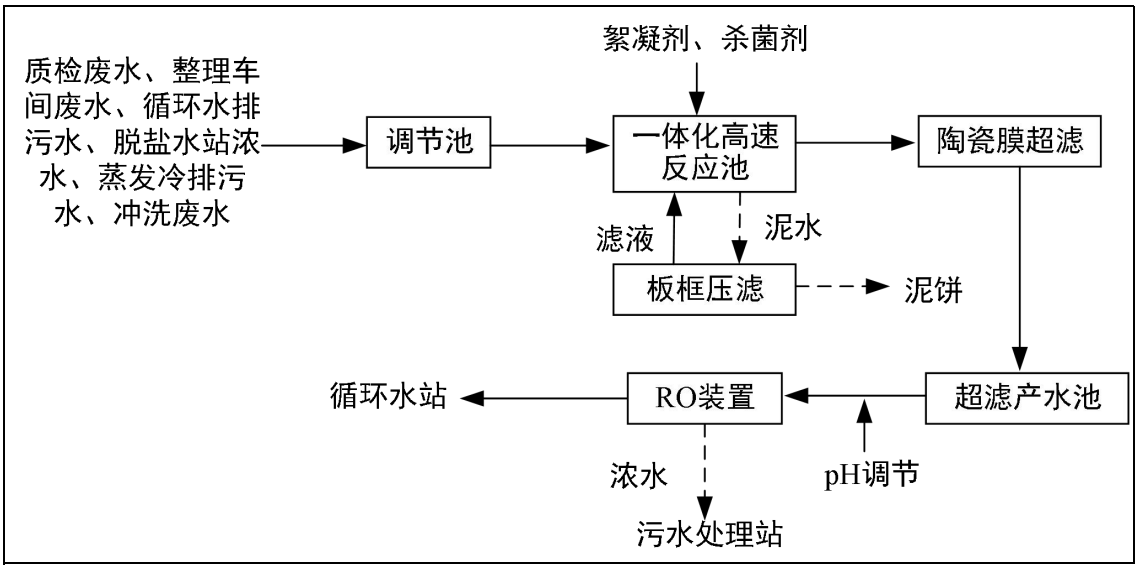


图8.2-3　中水回用处理系统工艺流程

表 8.2-4　中水处理系统处理工艺效果一览表

处理单元	指标	PH	COD_{cr}(mg/L)	SS(mg/L)	氟化物(mg/L)	氯化物(mg/L)	BOD_5	NH_3-N	石油类	无机盐类
调节池	混合废水进水	6-7	490	450	38	38	90	90	9	9500
	出水	6-7	416.5	450	38	38	90	90	9	9500
	去除率（%）	---	15%	0	0	0	0	0	0	0
一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）	出水	6-7	240	150	15	15	45	45	4	4800
	去除率（%）	---	42.4%	66.7%	60.5%	60.5%	50%	50%	55.6%	49.5%
陶瓷膜超滤	出水	6-7	100	55	5.5	5.5	20	16	2	1900
	去除率（%）	---	58.3%	63.3%	63.3%	63.3%	55.6%	64.4%	50%	60.4%
PH调整池	出水	6.5-8.5	100	55	5.5	5.5	20	16	2	1900
	去除率（%）	---	0	0	0	0	0	0	0	0
RO装置	出水	6.5-8.5	49	22.5	1.9	1.9	9	9	0.9	950
	去除率（%）	---	51%	59%	65.5%	65.5%	55%	43.7%	55%	50%
总去除效率（%）		---	90%	95%	95%	95%	90%	90%	90%	90%
污染物排放量（t/a）		---	0.0102	0.0047	0.000396	0.000396	0.00188	0.00188	0.000188	0.198
排放浓度值（mg/L）		6.5-8.5	49	22.5	1.9	1.9	9	9	0.9	950
《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）		6.5-8.5	60	30	---	---	10	10	1	1000
是否达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m³/h，产水率 90%。用于处理脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+RO 反渗透”工艺。处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。

根据以上分析可知，本项目中水处理系统治理方案是可行的。经济技术上分析也是适宜的。

8.2.2.2污水处理站

本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。

污水处理系统由淋洗系统、旁滤系统、压滤系统及双效蒸发系统组成。主要包括污水缓冲池、污水处理池、循环泵、压滤机装置。废水首先进入污水池，投 加石灰或碱液将其中和后作为尾气淋洗水通过循环泵打入淋洗塔淋洗尾气，淋洗后反应 气主要为氮气及微量 HCl 通过塔顶对空排放；淋洗水一部分输送至旁滤系统除杂提高水 质，旁滤处理后的水循环使用；其他淋洗水送至板框压滤机压滤出中和渣，清水循环使 用，以此保证水质。压滤出的清水至一定浓度后送至双效蒸发系统处理。

(1)淋洗系统

淋洗系统总共包括 8 个淋洗塔（其中 1#-6#洗涤塔为尾气石灰乳喷淋淋洗塔、7#、8#塔淋洗处理残液）。

淋洗塔系统主要包括 6 个淋洗塔处理全厂工艺废气，720m³/h 作为淋洗塔的循环水，180m³/h 淋洗废水进入一体化净水装置（管道混合器+斜管沉淀），调节 pH 和去除浊度处理，一体化净水装置出水进入压滤机压滤处理，滤渣暂存于泥渣库，滤液进入除硫酸根装置，去除硫酸根后，出水进入压滤机压滤处理，滤渣

暂存于泥渣库，滤液进入钛材蒸发冷装置，进行蒸发，再经过一体化净化处理，出水进入高盐废水蒸发结晶单元处理，得到二水氯化钙结晶盐，冷凝水回用于循环水系统。

(2)旁滤系统+压滤系统

12%淋洗水输送至旁滤系统，经过平流汽浮、pH 调节、高密沉淀，分离出固含量高的渣浆，输送至压滤机出中和渣，上清液返回淋洗系统循环淋洗。

(3)双效蒸发系统

当板框压滤出的淋洗水循环使用到一定浓度时，高盐水进入双效蒸发系统，该系统主要处理压滤机泥水分离后中性水，经一效分离、二效分离、离心机将中性水进行盐水分离，其中 95％蒸馏水进入循环水系统回收利用。

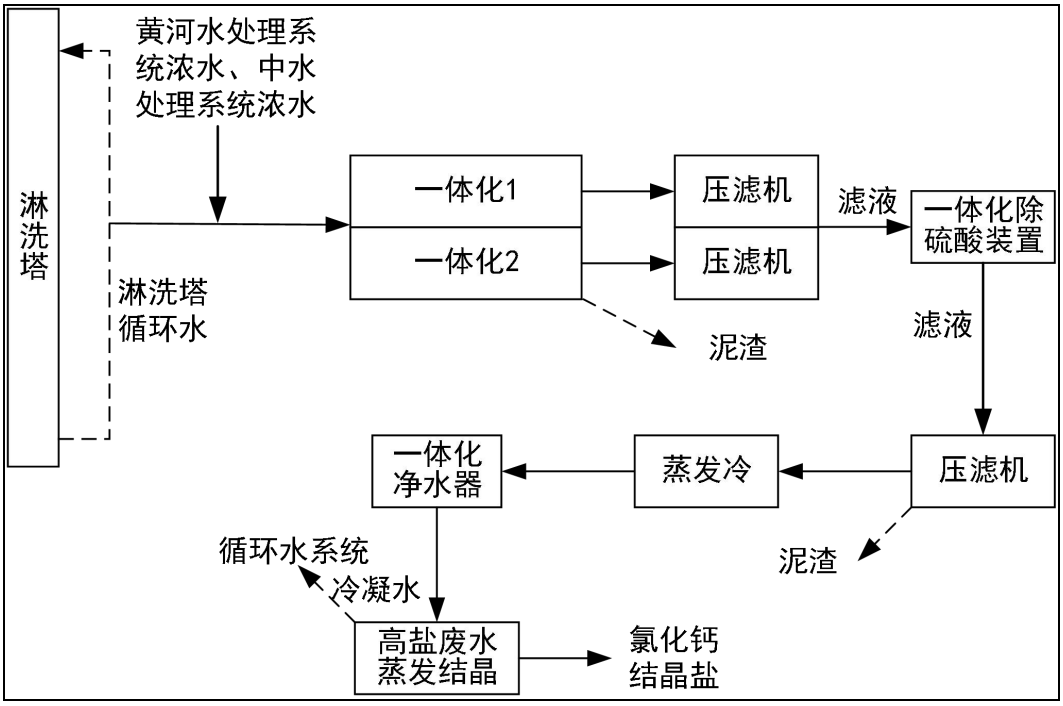


图 8.2-4　污水处理车间工艺流程图

8.2.2.3高盐废水蒸发结晶系统

针对污水处理站的废水，在厂区设 1 套高盐废水蒸发结晶系统，采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发+单效蒸发+冷冻切片+干燥工艺，处理水量 50m^3/h，浓水经蒸发得到的冷凝水 22.19m^3/h，冷凝水作为循环水系统补充水。干燥得到二水氯化钙（$CaCl_2 \cdot 2H_2O$），属于第 II 类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

(1)MVR 蒸发系统

工艺废气处理系统淋洗塔氯化钙溶液经原料泵打入布袋过滤器进入蒸馏水换热器、冷凝水换热器和新鲜蒸汽换热器使物料温度加热至 95℃后进入 MVR 一段分离器底部，与 1.0MAP 新鲜蒸汽进行热交换后，经循环泵打入一段换热器顶部，同时一段分离器二次蒸汽进入一段压缩机加温加压使其热晗增加至 112℃与物料进行蒸发换热，使物料浓度浓缩至 22％后，经一段转料泵送至 MVR 二段分离器与 1.0MAP 新鲜蒸汽进行热交换后.经二段循环泵打入二段换热器顶部，同时分离器顶部二次蒸汽进入二段压缩机使二次蒸汽加温加压至 120℃后，送入加热器与物料进行蒸发换热，使物料浓缩至 33％的浓度，同时一二段二次蒸汽冷凝水，也称蒸馏水进入蒸馏水罐经蒸馏水泵打入蒸馏水换热器与原料进行预换热，

(2)三效逆流蒸发系统

33%的浓缩液经二段转料泵打入三效分离器底部，通过循环泵打入三效降膜蒸发器与二效顶部二次蒸汽进行蒸发换热，使物料浓度浓缩至 38%，经三效转料泵打入二效分离器，通过二效循环泵打入二效降膜蒸发器与一效分离器二次蒸汽进行蒸发换热，使浓缩液浓度提升至 45%，经二效转料泵打入一效分离器，通过一效强制循环泵打入一效蒸发器底部与 1.0map 新鲜蒸汽进行蒸发换热使物料浓度浓缩至 50%，同时三效蒸发器顶部不凝气经冷凝器冷凝成蒸馏水进入蒸馏水罐，三效底部蒸馏水进入也进入蒸馏水罐做热量回收，一效新鲜蒸汽冷凝液进入冷凝水罐，经冷凝液泵送入冷凝水预热器进行热回收。因一效物料度过高，怕引起加热管杂盐结垢，所以一效采用强制循环蒸发，基于三效是主要蒸发段，采用的是三效逆流蒸发工艺。

(3)单效蒸发与冷冻切片系统

50%浓缩液经单效转料泵打入单效分离器，通过强制循环泵打入单效蒸发器与新鲜蒸汽进行蒸发换热，使浓缩液温度提升至 165℃浓缩至≥68%，新鲜蒸汽冷凝液进入冷凝水罐，通过冷凝水泵打入冷凝液预热器与原料换热，而 68%浓缩液经单效转料泵打入滚筒式冷冻切片机通过 28℃循环水冷却至 80℃形成切片经过刮刀刮下氯化钙至下料仓经输送机送至给料机经给料机均匀送至干燥机内，通过 185℃1.0MAP 蒸汽热风把氯化钙中水分带走进入旋风分离器，截留被热风带走的氯化钙颗粒，颗粒进入氯化钙储仓，含有小部分氯化钙的热风排入工艺废气处理

系统，干燥后的氯化钙浓度≥74%，经过斗提机送入氯化钙储仓通过打包机进行吨包，结晶盐属于第 II 类一般固废，全部送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

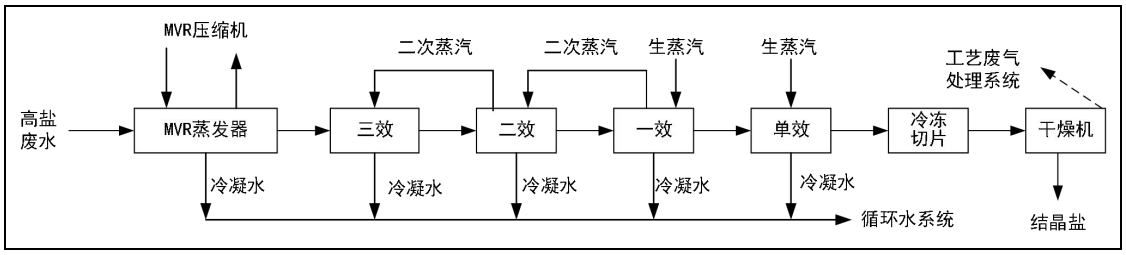


图 8.2-5 高盐废水蒸发结晶工艺流程图

(4)进出水水量及水质

原水处理前技术参数如下：

表 8.2-5 三效蒸发装置原水处理前技术参数一览表

项目	处理量 m^3/h	排放 COD mg/l	排放 PH	排放 SS mg/l	电导 us/cm	TDS mg/l	Cl^- mg/l	Si 元素 mg/l	F^- mg/l	Ca^{2+} mg/l
排放值	50	≤150	5-10	≤500	18 万	12 万	~10 万	~3000	0	~6 万

三效蒸发装置产水技术参数要求如下：

表 8.2-6 三效蒸发装置产水技术参数一览表

项目	电导 us/cm	PH	排放 SS mg/l	浊度 NTU	COD mg/l	Cl- mg/l	总硬度 mmol/l	总碱度 mmol/l
产水平均参数	≤ 150	6-9	≤20	≤5	≤50	≤35	≤0.625	≤0.3
最大值	250	9	20	5	50	50	1.0	0.5
最小值	-	6	-	-	-	-	-	-
回用标准	/	6.5~9.0	30	/	/	250	450	350

(5)主要技术参数

三效蒸发系统主要技术参数如下：

表 8.2-7 三效蒸发系统物料平衡表

进料浓度	%	15	蒸发量	Kg/h	22190
原液处理量	Kg/h	47190	出料量	Kg/h	25000

表 8.2-8 三效蒸发系统整体参数表

项目	单效	Ⅰ效	Ⅱ效	III 效

设计蒸发量 (T/h)	8.8			
生蒸汽压力 (MPa)	0.8 MPa			
生蒸汽耗量 (T/h)	4.5			
各效加热面积 (m2)	100	160	160	160
装机总功率(kw)	365 5kw (蒸发：352 5kw ，切片机：13kw)			
冷凝器面积 (m2)	单效：50			
	末效：140			
循环冷却水量 (t/h)	500			
循环冷却水进出温度(℃)	28/33			
循环冷却水压力 (Mpa)	≥0.3			

表 8.2-9　　三效蒸发系统物料运行参数

项目	单效	Ⅰ效	Ⅱ效	**III** 效
设计蒸发量 (T/h)	8 8			
各效二次蒸汽温度 (℃)	102	82	64	50
各效料液温度 (℃)	162±2 液相	102±2 液相	73±2 液相	55±2 液相
各效料液沸点实际温升 (℃)	~6 0	~25	~9	~5
各效有效传热温差 (℃)	~ 9	~ 9	~ 9	~ 9
各效蒸发器循环类型	立式强制循环	立式强制循环	立式强制循环	立式强制循环
各效蒸发量 (T/h)	1.0	2.6	2.6	2.6

根据工程分析，地表水处理系统、脱盐水站、中水处理系统产生的浓盐水，锅炉排水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水主要污染物为 pH 、悬浮物 (硅) 、氟化物、氯化物，通过采用三效蒸发结晶的方式，将悬浮物、氟化钙、氯化钙结晶析出，从而达到分离水中污染物，实现水资源综合利用的目的。三效蒸发产生的产水回用于生产，作为补水。因此，本项目采用三效蒸发法处理工艺是可行的。

8.2.2.4其他废水处理排放方案

1.初期雨水池

现有二期工程在厂区西侧设置一个3000m^{3}的初期雨水池(30×20×5m)，用于收集初期雨水。本项目依托二期工程的初期雨水池。

由于项目初期雨水中会含有一定量的污染物，本项目设置初期雨水切换装置一套，将初期雨水导入厂区内事故水池。根据污水处理站运行负荷余量，再导入污水处理站处理。

2.事故水池

本项目事故状态下至少会产生2362.76m^{3}的事故水。本项目依托厂区现有二期工程的事故池，容积9000m^3，用于现有二期工程和本项目的事故状态下的消防废

水、事故废水的收集和暂存。

3.消防水

本项目消防水罐和消防泵房位于厂区中间的东南侧，厂区内设2座有效容积均为4333 m^3的消防水罐，并设有消防取水口。消防水罐人孔设锁闭装置。紧挨水池设消防泵房，泵房内设消防给水泵3台（柴油机泵和2台电动水泵互为备用）。所有消防水泵均应保证在接到火警后30s内启动，消防水泵与动力机械应直接连接，并保证消防水泵采用双电源供电。消防总管管径为DN500，消防水罐补水由厂区室外给水管网引两根管径为DN150补水管进行补给，设计供水压力0.95MPa，供水时间为6h。

4.生活污水

生活污水排放量为 1.84m^3/h（1.47×$10^4$$m^3$/a），生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。

8.2.2.5乌拉特前旗工业园区污水处理厂接纳生活废水的可行性

园区的污水统一集中排放到污水处理厂，污水处理厂位于园区的南部，具有两大功能，一是对园区的污水进行集中处理，二是对园区工业用水的供应。

污水处理：污水处理系统采用 A^2/O 工艺，处理规模 3.0 万 m^3/d，主要处理园区内各企业的生产废水及少量生活污水；再生水回用系统采用高密度澄清池配合 V 型滤池的“混凝—沉淀—过滤”工艺，再生水主要回用到各工业企业进行循环使用，也可用于人工湖、园林绿化和农田灌溉等方面。目前，污水处理厂仅小流量运行。

现场调查时，由于部分企业处于停产状态，生产企业包括包钢焦化在内的七家企业，生产量也有很大的减少，污水处理厂每天接受这些企业的生产废水以及很少量的生活污水，约 12000m^3/d，工业区污水处理厂完全有能力接纳处理本项目生活排放废水量；经处理后的废水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准后排入园区供水管网。污水处理经达标后全部作为再生水回用到各企业，没有向外排放。因此，本项目排放废水排入污水处理厂是完全可行的。

再生水取水质经取样化验，结果表明（表 8.2-10 污水处理厂水质分析报告表），水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的排放要求。

表 8.2-10　污水处理厂水质分析报告

批号：201474371		
化验号：910	孔号：污水厂	取样地点：乌拉特前旗工业园区配源污水处理厂

分析项目	ρ (mg·L^{-1})	C (m mol·L^{-1})	X (%)	分析项目	(mg·L^{-1})
K^+ Na^+	12.5	0.54	10.46	游离 CO_2	24.1
				侵蚀性 CO_2	0.0
Ca^{2+}	62.6	3.13	60.00	可溶性 SiO_2	
Mg^{2+}	18.7	1.54	29.54	偏硅酸	
NH_4^+	0.0	0.00	0.00	三价铁 Fe^{3+}	
合计	93.8	5.21	100.00	亚铁 Fe^{2+}	
Cl^-	26.3	0.74	14.23	硫化氢 HS	
SO_4^{2-}	17.5	0.35	6.72	悬浮物	
HCO_3^-	251.2	4.12	79.05	PH	7.25
CO_3^{2-}	0.0	0.00	0.00	矿化度	263.2
OH^-	0.0	0.00	0.00	耗氧量	
NO_3^-					
NO_2^-					
F^-					
$H_2PO_4^-$					
合计	295.0	5.21	100.00		
分析项目	总硬度	总碱度	暂时硬度	永久硬度	负硬度
ρ($CaCO_3$) mg·L^{-1}	242.7	208.0	208.0	34.7	0.0
备注	Na^+、K^+为计算法，试验结果仅对来样负责。 依据（GB50021-2001）(2009)版判定地下水对砼及砼中钢筋具微腐蚀性				

8.2.3 噪声治理措施的可行性及达标分析

本项目主要噪声源有各类压缩机以及各类泵体，其噪声值在 75-85dB（A）之间。

为使厂界噪声能稳定达标，确保项目投产减轻对周围环境的影响，项目拟采用以下切实有效的治理措施：

（1）从声源上降噪

在设计和设备采购阶段，优先选用低噪声设备，如低噪的设备、泵等，从而从声源上降低设备本身的噪声。设备购置时尽可能选用先进的低噪声的设备；对部分高声功率设备，购置专用的减振、消噪设备。

（2）从传播途径上降噪

①制冷机组噪声

项目制冷机设置在冷冻站，噪声源强较高，通过加装减震措施和厂房隔声，可使其噪声源强降低 10dB(A)左右。

②泵类噪声

泵工作时因压力的波动与脉动、流体的不稳固流动与阀半开引起的涡流影响、气蚀、水锤、转动部件不平衡、安装缺点引起的偏心转动、油膜的影响等因素，

都会发生振动与噪声。特别是气蚀产生的振动与噪声尤其突出。泵除因水泵安装高度不符合要求而造成振动和噪声外，还有多方面的因素。在进行水泵机组的安装设计时应采用如下隔振办法：

泵机组底座下设置橡胶隔振器、金属弹簧隔振器或弹性衬垫材料，可降噪 5dB（A）；保证吸水口吞没深度和吸水管衔接的严厉密封，防止水流带进空气引起气蚀噪声及水泵振动；由采取以上措施总计降噪 15dB（A）。

③风机噪声

风机噪声源强较高，通过基础固定、加装减震措施，可使其噪声源强降低 15dB(A)左右。

（3）提高厂房结构的隔声能力，车间墙壁安装吸声材料。

（4）合理布局，高噪声源尽量远离厂界。

（5）保证设备处于良好的运行状态，并对主要噪声设备进一步采取隔音、降噪措施，确保噪声达标排放。

（6）切实做好绿化，在厂界周围种植高大植物，消减厂界噪声排放，减轻噪声对周围环境的影响。

此外，采用“闹静分开”和合理布局的设施原则，尽量将高噪声源远离噪声敏感区域或厂界。在车间、厂区周围建设一定高度的隔声屏障，如围墙，减少对车间外或厂区外声环境的影响，种植适合当地生长的树种，亦有利于减少噪声污染。

加强设备维护，确保设备处于良好的运转状态，杜绝因设备不正常运转时产生的高噪声现象。

对各类噪声源采取上述噪声防治措施后，可降低噪声源强 10～15dB(A)，使厂界达标，能满足环境保护的要求。

从预测得知，采取降噪措施后，各厂界噪声均能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准限值要求，声环境敏感点噪声均不超标。

综上所述，本工程产生的噪声对外界的影响较小。采用了上述噪声治理措施后，能有效地降低项目噪声，减少对周围环境的影响。项目建成后，不会发生噪声扰民现象，项目噪声治理措施可行。

8.2.4 地下水污染防治措施

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）关于地下水环境

保护措施与对策基本要求，地下水环境保护措施与对策应当符合《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国环境影响评价法》的相关规定，按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”，重点突出饮用水水质安全的规定。

8.2.4.1 源头控制措施

①各车间必须加强管理，严格控制跑冒滴漏现象发生；

②各车间发现跑冒滴漏现象时，必须及时采取措施，控制跑冒滴漏进一步扩大，并及时汇报当班调度员，调度员接到报告后，必须马上将浓度高的污水切入事故池；

③各车间发现管线、阀门、槽体等泄漏时，必须及时联系维修中心抢修

④对管道、阀门严格检查，有质量问题的及时更换，管道、阀门都应采用优质耐腐蚀材料制成的产品。

⑤对工艺要求必须地下走管的管道、阀门设专用防渗管沟，管沟上设活动观察顶盖，以便出现渗漏问题及时观察、解决，管沟与集水池相连，并设计合理的排水坡度，便于污水排入集水池，便于发现污染物的跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降至最低限度。

⑥对所有储罐装置要设立围堰，围堰区要修筑地坪，地坪要做好防渗处理。

⑦各围堰区要设有泄漏回收和排放系统，有利用价值泄漏物要进行回收，地坪冲刷水及雨水等通过排水系统，进入污水处理系统进行处理。

8.2.4.2 分区防渗措施

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中关于地下水污染分区防渗的要求，对这些区域的地面采用相应的措施进行防渗处理，以达到各防渗区的防渗技术要求，防止污染物下渗造成地下水污染。具体的防渗措施参照（GB/T50934）《石油化工工程防渗技术规范》。项目工程具体的防渗技术最终应以“项目工程设计”为主，但不应低于本次环评的防渗等级要求。

表 8.2-11　项目分区防渗措施一览表

防渗分区	区域或构筑物名称	防渗技术要求
重点防渗区	三氯氢硅合成车间、三氯氢硅还原车间、渣浆回收装置、脱硫水泵房、中水回用处理系统、化学品库、储罐区	防渗层的防渗性能不应低于 6.0m 厚渗透系数为 1.0×10-7 cm/s 的粘土层的防渗性能。
一般防渗区	还原尾气干法回收装置车间、氯硅烷分离提纯车间、冷氢化装置车间、整理车间、空压、	防渗层的防渗性能不应低于 1.5m 厚渗透系数为 1.0×10-7 cm/s 的粘土层的防渗性能。

	制氮区、化验室、循环水站用水、脱盐水站、石灰库	
简单防渗区	综合办公楼、门卫室、锅炉房、控制室、机修间	全部水泥硬化处理

8.2.4.3 地下水跟踪监测计划

为了及时准确的掌握项目所在地周围地下水环境质量状况和地下水体中污染物的动态变化情况，应对项目区所在区域地下水环境质量进行定期的监测，防止或最大限度的减轻项目对地下水的污染。

（1）地下水监测井布设原则：

①重点污染区监测原则；

②以地下水下游区为主，地下水上游区设置背景点；

③在线监测与例行监测相结合原则。

（2）监测点布设方案

①监测井数

结合评价区地下水流向，根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)的要求及地下水监测点布设原则，共布设 3 口监测井，监测井布设情况见表 8.2-12 及图 8.2-1。

表 8.2-12　　监测井情况一览表

编号	监测点位	监测点位坐标	井深	监测含水层	功能
J1	厂区北	109°21'52.34" 40°36'06.56"	揭露地下水水面以下 5m	第四系全新统孔隙含水层	背景值监测井
J2	工艺废料废液处理厂东南 30m	109°21'56.06" 40°35'46.93"			污染控制监测井
J3	罐区东南 30m	109°21'58.30" 40°35'43.06"			污染控制监测井

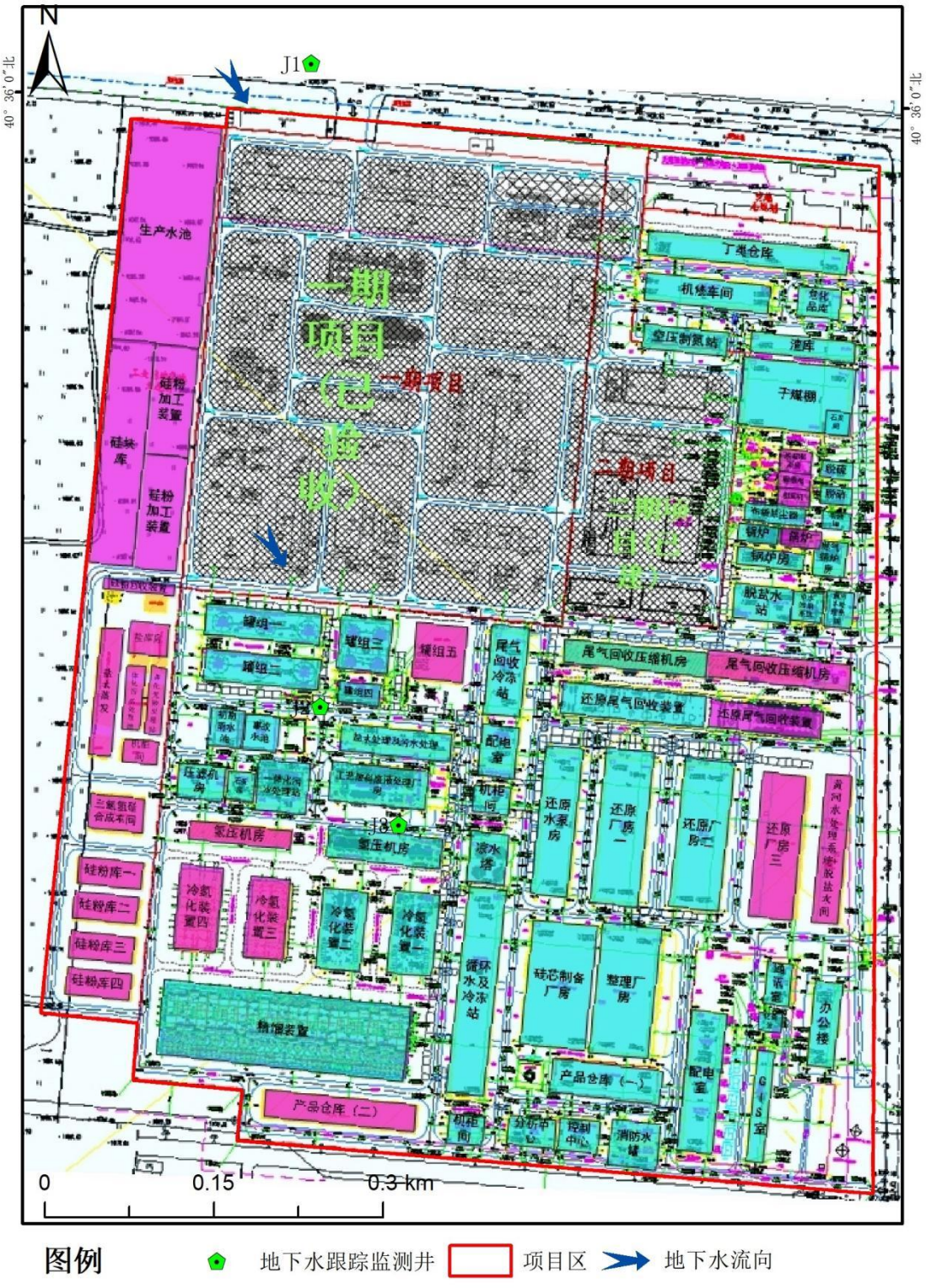


图 8.2-6　　地下水监控井布设示意图

②监测频率及监测因子

监测频率：每半年 1 次。

监测因子：pH、耗氧量（COD_{Mn} 法，以 O_2 计）、总硬度、溶解性总固体、

硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、挥发性酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、氟、镉、铁、锰、铝、总大肠菌群、菌落总数、石油类、硫化物，K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}、Cl^-、CO_3^{2-}、HCO_3^-。

（3）监测数据管理

上述监测结果应按项目有关规定及时建立档案，并抄送环境保护行政主管部门，对于常规检测数据应该进行公开，特别是对项目所在区域的居民公开，满足法律中关于知情权的要求。发现污染和水质恶化时，要及时进行处理，开展系统调查，并上报有关部门。

8.2.4.4 应急响应

在制定建设项目安全管理制度的基础上，制定专门针对地下水污染风险事故的应急预案，并应与其他应急措施相协调。

（1）制定预案目的

为有序开展地下水污染事故处理，有效控制地下水环境污染范围和程度，降低污染事故所引起的社会恐慌程度，保障周边居民供水安全，科学修复地下水环境。结合本项目特点，参照有关技术导则，制定地下水污染事故处理程序见图8.2-2。

（2）地下水应急预案的内容：

①应急预案的日常协调和指挥机构；

②相关部门在应急预案中的职责和分工；

③地下水环境保护目标的确定，采取的紧急处置措施和潜在污染源评估；

④特大事故应急救援组织状况和人员、装备情况，平常的训练和演习；

⑤特大事故的社会支持和援助，应急救援的经费保障。污染事故发生后，应及时进行现场污染控制和处理，包括阻断污染源、清理污染物等措施；必要时及时向各级政府承报。同时对污染事故风险及时做出初步评估，影响到周边居民和企业供水安全时，及时采取应对措施。

⑥对事故的起因及采取措施的有效性进行评估，总结经验和教训，并在应急预案中做相应修订，防止类似事件的发生。

此外，污染事故发生后要进行地下水环境风险评估。应急处理结束，在调查监测基础上，对事故所引起的地下水环境风险做出精确综合评价，包括对地下水环境短期影响、长期影响；对现有供水井供水安全的影响等。

随后，要进行地下水环境修复治理。当发生事故造成地下水环境污染时，建

设单位要提出地下水环境修复治理方案，经地下水环境监管部门审查通过后，组织实施地下水环境污染的修复治理工程，并由地下水环境监管部门进行工程进验收。

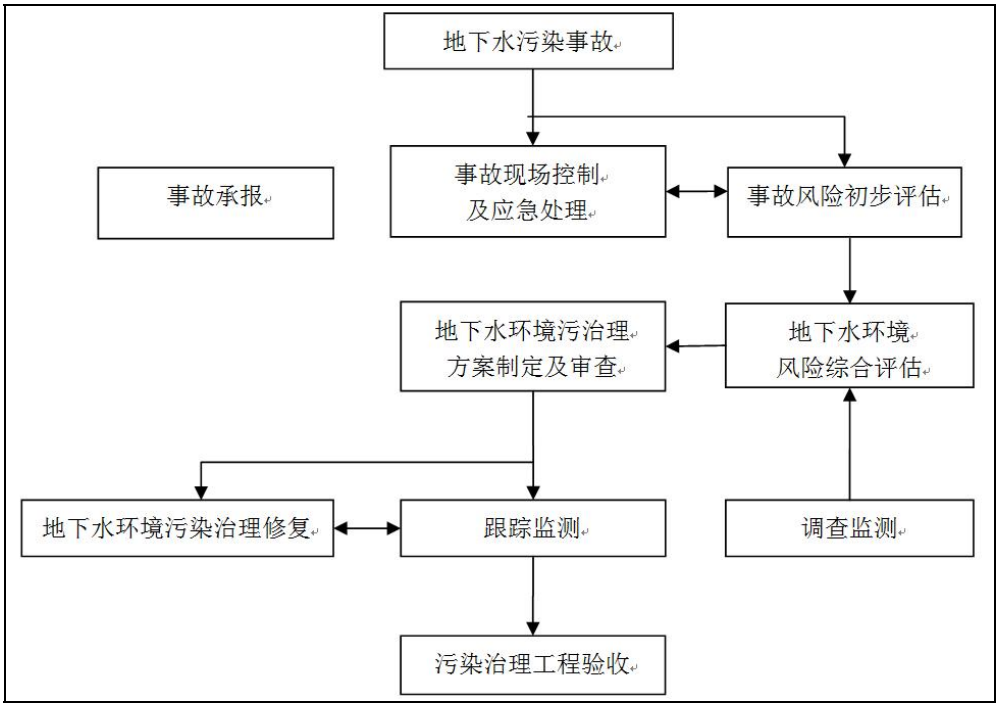


图 8.2-7　地下水污染应急治理程序框图

（3）地下水污染应急措施

一旦发现储液设备或管道破裂、防渗层腐蚀或老化等异常情况，或者地下水环境监测结果显示地下水中与本项目特征污染物一致的项目有所增加，企业即按照应急预案确定的工程技术方案开展工作。

①立即启动应急预案；

②查明并切断污染源；

③查明地下水污染深度、范围和程度；

④依据查明的地下水污染情况，合理布置浅井，并进行试抽水工作；

⑤依据抽水设计方案进行施工，抽出被污染的地下水体；

⑥将抽出的地下水进行集中收集处理，并送实验室进行化验分析；

⑦监测孔中的主要污染物浓度满足《地下水质量标准（GB/T14848-2017》相关级别标准后，逐步停止抽水，并进行土壤修复治理工作。

（4）应急管理建议

①由于地下水污染具有不易发现和一旦污染很难治理的特点，因此地下水污

染防控应遵循源头控制、防止渗漏、污染监测和事故应急处理的主动和被动防渗相结合的原则进行。

②地下水污染状况勘察是一项专业性很强的工作，一旦发生污染事故，应委托具有水文地质勘察资质的单位以水文地质工作为基础开展地下水污染勘察工作。

③在具体的地下水污染治理中，往往需要多种技术结合使用。一般在治理初期，先使用物理法或水动力控制法将污染区封闭，然后尽量收集污水，最后再使用抽出处理法或原位法进行治理。

④地下水污染修复的同时还须进行受污染岩土的修复。地下水接受包气带的入渗补给，赋存与含水层岩土的孔隙中，地下水中的物质受岩土的控制，因此避免地下水与岩土的交叉污染，使地下水的治理行之有效，需要进行污染岩土的修复。

8.2.5 固体废弃物治理措施的可行性分析

1、固体废物处厂内临时储存方案

（1）一般固体废物

根据对本项目各类固体废物处置分析可以看出，本项目的固体废物都有相应的处置方案，为了减少固废在临时储存和运输中对环境产生的不利影响，建议在临时储存和运输过程中应严禁跑、冒、滴、漏现象的发生，并在厂区内设 1000m^2 一般固体废物贮存间。一般固体废物临时堆放场按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中的各项要求和措施建设，以免造成对环境的影响。

（2）机修间废油暂存点

本项目拟在机修间设置一个 1 个 2m^3 的加盖 PE 桶，用于储存废油，采用防渗、防腐蚀、材质与固废相容的桶装收集，固废之间不存在不相容物质。

本项目车间设有效容积 200m^2 危废暂存间。危废暂存点采取全封闭设计，地面水泥硬化，具有防渗、防雨、防盗、防风、防晒功能，具体设计指标应按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)中有关规定严格执行。

本次评价参考《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)中相关条款，对本项目生产车间危废暂存点和危险品库的建设提出如下要求。

表 8.2-13　危废暂存点建设要求

序号	本项目环评要求	参考标准条款号	条款内容
1	一般要求		
1.1	厂内依托二期工程 1 座占地面积为 200m² 的危废暂存间用于暂存危险废物。	GB18597-2023 中 4.1 条款	4.1 产生、收集、贮存、利用、处置危险废物的单位应建造危险废物贮存设施或设置贮存场所，并根 据需要选择贮存设施类型。
2	场址择选要求		
2.1	危废暂存间选址满足生态环境保护法律法规、规划和“三线一单”生态环境分区管控的要求，本次环境影响评价包含危废暂存间。	GB18597-2023 中 5.1 条款	5.1 贮存设施选址应满足生态环境保护法律法规、规划和“三线一单”生态环境分区管控的要求，建设项目应依法进行环境影响评价。
2.2	危废暂存间不在生态保护红线区域、永久基本农田和其他需要特别保护的区域内，不建在溶洞区或易遭受洪水、滑坡、泥石流、潮汐等严重自然灾害影响的地区。	GB18597-2023 中 5.2 条款	5.2 集中贮存设施不应选在生态保护红线区域、永久基本农田和其他需要特别保护的区域内，不应建在溶洞区或易遭受洪水、滑坡、泥石流、潮汐等严重自然灾害影响的地区。
2.3	危废暂存间不选在江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡，以及法律法规规定禁止贮存危险废物的其他地点。	GB18597-2023 中 5.3 条款	5.3 贮存设施不应选在江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡，以及法律法规规定禁止贮存危险废物的其他地点。
2.4	危险废物暂存间位于本项目厂区内，远离居民点。	GB18597-2023 中 5.4 条款	5.4 贮存设施场址的位置以及其与周围环境敏感目标的距离应依据环境影响评价文件确定。
3	库房设计原则		
3.1	危险废物暂存间分区设置，不同贮存分区之间应采取隔离措施。隔离措施可根据危险废物特性采用过道、隔板或隔墙等方式。	GB18597-2023 中 6.2.1 条款	6.2.1 贮存库内不同贮存分区之间应采取隔离措施。隔离措施可根据危险废物特性采用过道、隔板或隔墙等方式。
3.2	危险废物暂存间分区设置，具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不应低于对应贮存区域最大液态废物容器容积或液态废物总储量 1/10(二者取较大者)。	GB18597-2023 中 6.2.2 条款	6.2.2 在贮存库内或通过贮存分区方式贮存液态危险废物的，应具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不应低于对应贮存区域最大液态废物容器容积或液态废物总储量 1/10(二者取较大者):用于贮存可能产生渗滤液的危险废物的贮存库或贮存分区应设计渗滤液收集设施，收集设施容积应满足渗滤液的收集要求。
3.3	危险废物暂存间挥发的 TVOC 量较少，使用排风扇排放。	GB18597-2023 中 6.2.3 条款	6.2.3 贮存易产生粉尘、TVOC、酸雾、有毒有害大气污染物和刺激性气味气体的危险废物贮存库，应设置气体收集装置和气体净化设施:气体净化设施的排气

			筒高度应符合 GB 16297 要求。

此外，本项目固废暂存点和为非库房的设计应满足安全设计要求，具有防渗、防雨、防盗、防风、防晒功能，建设单位应制定包括废物入库登记、委派专人看管、按照具体需要设置警示标志等完善的保障制度。

2、危险废物转移管理

本项目拟将危险固废送有资质的危险废物处置公司处理，在危废转移过程中，建设单位应严格按照《危险废物转移联单管理办法》的规定规范执行，具体转移流程及要求如下：

（1）建设单位在转移危险废物前，须按照国家有关规定报批危险废物转移计划；经批准后，建设单位应当向巴彦淖尔乌拉特前旗环境保护行政主管部门申请领取联单。

（2）建设单位应在危险废物转移前三日内报告巴彦淖尔乌拉特前旗环境保护行政主管部门，并同时将预期到达时间报告危险废物处理单位所在地环境保护行政主管部门。

（3）建设单位每转移一车(次)同类危险废物，应当填写一份联单；每车(次)有多类危险废物的，应当按每一类危险废物填写一份联单。

（4）建设单位应当如实填写联单中产生单位栏目，并加盖公章，经交付危险废物运输单位核实验收签字后，将联单第一联副联自留存档，将联单第二联交巴彦淖尔乌拉特前旗环境保护行政主管部门，联单第一联正联及其余各联交付运输单位随危险废物转移运行。

（5）危险废物运输单位应当如实填写联单的运输单位栏目，按照国家有关危险物品运输的规定，将危险废物安全运抵联单载明的接受地点，并将联单第一联、第二联副联、第三联、第四联、第五联随转移的危险废物交付有资质的危废处理单位。

（6）有资质的危废处理单位应当按照联单填写的内容对危险废物核实验收，如实填写联单中接受单位栏目、加盖公章，并将联单第一联、第二联副联自接受危险废物之日起十日内交付建设单位，联单第一联由建设单位自留存档，联单第二联副联由建设单位在二日内报送巴彦淖尔乌拉特前旗环境保护行政主管部门。有资质的危废处理单位作为接受单位应将联单第三联交付运输单位存档；将联单第四联自留存档；将联单第五联自接受危险废物之日起二日内报送危险废物处理

单位所在地环境保护行政主管部门。

（7）联单保存期限为五年；贮存危险废物的，其联单保存期限与危险废物贮存期限相同。环境保护行政主管部门认为有必要延长联单保存期限的，建设单位、运输单位和危废接受单位应当按照要求延期保存联单。

（8）省辖市级以上人民政府环境保护行政主管部门有权检查联单运行的情况，也可以委托县级人民政府环境保护行政主管部门检查联单运行的情况。被检查单位应当接受检查，如实汇报情况。

综上所述，本项目固体废物均得到了合理、安全、有效的处置，污染防治措施可行。

3、一般固废暂存依托现有工程的可行性分析

二期工程设有占地面积600m^{2}全封闭中和渣库1座、用于污水处理站中和渣的厂内暂存。二期工程设有1219.4m^{2}全封闭渣库1座，用于炉渣的厂内暂存。设有38.73m^{2}全封闭灰库1座，用于除尘灰的厂内暂存。二期工程设有占地面积55m^{2}的全封闭石膏库1座。用于脱硫石膏厂内暂存。

二期工程建设1000m^{2}的一般固体废物暂存间，一般固体废物暂存间暂存场地防渗，渗透系数小于等于10^{-7}cm/s，一般固体废物暂存库房的建设满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

本项目(年产5万吨高纯多晶硅项目)污水处理站中和渣库、全封闭锅炉渣库、全封闭锅炉灰库、全封闭石膏库全部依托二期工程，根据现场调查，建设单位在进行二期工程的建设时，已经对暂存场地进行了预留，可以满足本项目的暂存要求。

本项目(年产5万吨高纯多晶硅项目)一般固体废物暂存间依托二期工程，根据现场调查，建设单位再进行二期工程的建设时，已经对一般固废暂存场地进行了预留，现有二期工程一般固废暂存间的使用面积约为400m^2，剩余600m^{2}的暂存面积可以满足本项目的暂存要求。

4、危险废物暂存依托现有工程的可行性分析

二期工程建设危险废物暂存间1座，建筑面积为200m^2。危险固体废物暂存间暂存场地防渗，渗透系数小于等于10^{-10}cm/s，具体建设指标满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)中有关规定。

本项目依托二期工程的危险废物暂存间。用于流化床反应器废催化剂、反歧化反应器废催化剂、低沸吸附废树脂、高沸吸附废树脂、还原尾气吸附废活性炭、工艺废气吸附塔废活性炭、高沸裂解废催化剂、锅炉脱硫废水污泥、废机油的厂内暂存，根据现场调查，建设单位再进行二期工程的建设时，已经对危险废物暂存场地进行了预留，现有二期工程一般固废暂存间的使用面积约为80m^2，剩余120m^{2}的暂存面积可以满足本项目的暂存要求。

8.2.6 土壤污染监控措施

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HP964-2018）的要求，土壤污染防治措施主要包括源头控制措施、过程控制措施以及跟踪监测计划。

8.2.6.1 源头控制措施

本项目土壤污染源头控制措施主要是减少项目废气、废水、固废等污染物的产生及排放量。本环评报告主要提出如下措施：

①企业应加强对废气治理措施的管理和维护，确保各污染物达标排放，有效减少废气污染物通过沉降或降水进入土壤的量。

②企业应采用先进的工艺技术，减少生产废水的产生量；若发生泄漏事故时，应马上将泄漏的污水切换至事故池，避免或减少地面漫流量，对产生的地面漫流量应及时清理，若漫流处已发生地面破损，应尽快将破损处的土壤挖除并找有资质单位处置，避免污染更深的土壤；若发生污水池底部发生垂直下渗，在修复破损的防渗层之前，应将垂直下渗污染的土壤挖除找有资质单位处置，避免污染更深的土壤。

③企业应采用先进的工艺技术，减少固废的产生量，并提高固废的综合利用率，减少固废的堆存量，固废堆存应入库，库房内设置防渗，避免露天堆放。

④加强对厂区机械设备的日常管理，减小“跑、冒、滴、漏”，减小下渗量。

⑤严格按照国家相关规范要求，对工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应的措施并对运输车辆实行密闭措施，以防止和降低可能污染物的“跑、冒、滴、漏”，将污染物泄漏的环境风险事故降低到最低程度。

8.2.6.2 过程控制措施

本项目针对土壤污染的途径提出相应的过程控制措施：

（1）应对厂区土壤裸露区进行硬化，未硬化区进行绿化，绿化区以种植具有较强吸附能力的植物为主，加大对废气污染物的吸附量，减少最终进入土壤的污

染物量，从而减小对土壤的污染。在硬化区非硬化区之间设置阻水带，防止泄漏的废水通过裸露区土壤下渗。

（2）企业应在可能发生泄漏的区域进行地面硬化，并设置围堰，把泄漏液体尽量控制在小范围内，并及时导入事故池，减少液体在地面的漫流面积及时间，以防止土壤环境污染。

（3）为了防止污染物下渗污染土壤，企业应根据相关标准规范要求，对厂区采取分区防渗措施，分区防渗措施参照地下水污染防渗措施。厂区包气带防污性能弱，刚性防渗层一旦破损，污染物很容易穿透包气带，因此，要求企业在存放有液体的半地下水池底部和侧面采用“刚性+柔性”的复合防渗结构进行防渗，以增加刚性防渗结构破损后企业的应急反应时间。

8.2.6.3 跟踪监测计划

(1)监测点位

本次跟踪监测在项目生产区以及厂区下风向 100m 处共设置两个监测点位。

(2)监测指标

监测指标选择建设项目特征因子：pH、Hg、As、Cd、Pb、Cr^{6+}、Cu、Ni

(3)监测频次

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）的要求，每 1 年内开展 1 次监测工作。

(4)执行标准

项目所在区土壤环境质量执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）筛选值第二类用地标准的要求。项目下风向农用地执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值。

8.2.6.4 大气污染对农作物危害的主要防治措施

(1)结合检测情况进行综合防治

大气中的污染物成分是复杂多样的，不同地区污染类型和排放污染物种类又各不相同。在进行大气污染对农作物防治时，应根据当地的实际情况来进行监测，以确定大气污染物中数量、成分、性质，再依据当地主要农作物类型、用途，以及危害情况而进行综合防治。

(2)根据污染源、污染物种类，合理布局农业结构、种植制度和种植方式，选

育优良抗污染作物品种，开展植树造林等综合防治措施

在防治大气污染对农作物的危害时，应从整体考虑，从污染源产生的源头采取措施，改用清洁能源，改革生产工艺，减少废气排放；其次是全面规划、合理布局，根据污染源、污染物种类，合理布局农业结构、种植制度和种植方式，选育优良抗污染作物品种，开展植树造林等综合防治措施；再次是对已有污染物进行必要的末端控制治理技术。具体治理措施如下。

①选育栽培抗污染优良作物品种，做好作物布局、配种搭配，以减轻或避免大气污染对农作物的危害。

②绿化造林，利用树木的吸附扬尘功能，大量植树造林可吸收二氧化硫、氨氧化物等污染物，也可吸滞尘埃，从而起到净化作用。如 1 公顷柳松林每年可吸收二氧化硫 2720 公斤；云松、松树能降尘达几十吨之多。

③对污染物进行处理以及安装脱硫除尘设施，并提高燃烧效率，以减少烟尘和二氧化硫的排放。

④运用新能源技术，可采用页岩气、天然气作为清洁新能源而代替工业生产使用燃煤、燃油，这就减少了大量的二氧化硫等污染源，就能减少对农作物的破坏。

⑤用法律和行政手段保护和改善农作物的生长环境。建立农村环境保护的地方性法规，制定农村农作物保护的规范性文件，抓好落实，规范影响农村农作物的各种行为，特别是制定农村农作物大气污染治理相关规章制度。

8.2.7 厂区绿化

为了美化环境，创造良好的生产条件，在厂前区种植大面积的草坪和灌木；在生产区四周，道路两旁及其它闲散空地上种植树木、花草，绿化率达 10.55% 以上，绿化面积达 12347.59m^2，对净化空气，减少噪声污染，改善和美化环境极为有利。

9 环境影响经济损益分析

任何项目的建设除了它本身取得的经济效益和带来的社会效益外，项目对环境总会带来一定的影响。因此，权衡环境损益与经济发展之间的平衡就十分重要，分析和判断环境经济损益是建设项目进行决策的重要依据之一。

环境经济损益分析的主要任务就是衡量建设项目需要投入的环保投资及所能收到的环境保护效果，通过对环境保护措施经济合理性分析及评价，更合理地选择环保措施，从而促进建设项目更好地实现环境效益、经济效益与社会效益的统一。但就目前的技术水平而言，要将环境的损益具体定量化是十分困难的，因此本章采用定性与定量相结合的方法对该项目的环境经济损益进行简要分析。

9.1 经济效益简要分析

9.1.1 直接经济效益

本项目建设投资 300000 万元，其中设备及工具购置费用 158000.00 万元，安装工程费用 54800.00 万元，建筑工程费用 9458.65 万元，其他费用 22105.01 万元，无形资产 0 万元，其它资产 1228.00 万元，预备费 54408.34 万元。

项目建成投产后，多晶硅年均营业收入（含税）330909.09 万元。年均增值税 20203.71 万元，年均营业税金及附加 2424.44 万元。项目年均利润总额 78629.22 万元；年均净利润 66834.84 万元；总投资收益率 26.21%；资本金净利润率 22.28%。

因此，该项目经济效益较好，各项指标均高于行业基准值。

9.1.2 间接经济效益

本项目主要原料硅粉来自周边企业，打造园区循环产业链，也有利于减轻企业生产成本。

9.2 社会效益简要分析

本项目建成后，产生的社会效益主要表现为：

本项目为化工项目，有利于产业的多元化发展和深加工能力的提升，有利于增加地方财政收入，增强地方经济实力和产业技术水平，增加地区经济发展的活力，对带动区域经济发展有着重要的作用。此外，企业稳定的发展及财政收入的增加，对地区就业和社会稳定有着积极的作用。本项目的建设可为企业带来较大的经济收入。本项目劳动定员 700 人，并有一定数量的间接就业人员，可解决当地一部分人员就业，增加当地居民收入，对提高当地居民生活水平有积极作用。

（1）目前市场上对项目产品的需求量日益增加，并且项目生产高科技、高附

加值、环保节能的产品，延长了园区产业链，一方面大幅降低了原材料的成本，另一方面又可缓解市场压力，带来很好的社会经济效益。

（2）本项目用地为内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区规划工业用地，对完善园区建设，提高产业区的土地利用有重大的意义。

（3）项目采用先进工艺与设备，该工艺技术成熟，设备运行稳定，产品质量好，收率高，生产成本低，有利于市场竞争。

（4）本项目的建设能为用户提供品质好、价格低的产品，提高我国的国际竞争力。

（5）项目建成后，可提供一定数量的劳动就业机会，为国家和地方增加相当数量的税收。本项目劳动定员700人，可通过向本地招工招聘的方式进行，增加了就业，促进了当地经济的发展。同时项目在当地的建设也在一定程度上增强地方经济实力，带动地方特色工业的发展。

综合上述分析可知，本项目的建设有一定的社会效益。

9.3 环境效益简要分析

虽然本项目在很大程度上也采取了严格的资源综合利用、节约原材料、防治污染的项目措施，但不能排除在项目的生产运营期仍会产生新的污染。

为了使项目建设产生的污染降到最低点，真正做到项目建设对环境影响较小，本评价在生产工艺的各个环节均要求采用必要和有效的污染控制措施，同时加强了对生产末端污染物排放的治理。在采取的环保措施中，有回收利用装置，有污染治理设备，有生产工艺必需的，有辅助性设备，还有环境保护项目设施，并制定了严格的环境保护规章制度。在这些环境保护措施充分实施后，生产过程的污染物排放将会减少，将大量的污染消化在生产过程中，外排废物的环境污染风险也将会大大地降低。

9.3.1 环保投资估算

由表 9.4-1 可知，本项目环保投资 11095.15 万元，占总投资的 3.7%，符合本项目生产工艺特点。根据本项目的环境影响评价及污染防治措施分析，上述环保设施的建成与投入运行，可以满足本项目废气、废水、噪声等达标排放的要求，并可以保证企业有良好的生产环境，减轻对周围环境的影响。

9.3.2 环保设施运行费用

建设工程的环保运行费用主要为废水处理站，厂区中央废气处理系统碱洗吸

收和布袋除尘运行费用。各环保设备运行费用包括设备折旧费、运行电费、检修维护费和药剂费。

①设备折旧费：设备折旧以 15 年计，则年设备折旧费 100.7 万元。

②运行电费：设备年运转率平均以 100%、电费平均以 1 元/kwh 计算，则年运行电费约 35 万元。

③检修维护费：检修维护费主要是环保设施的易损件的更换及所涉及的材料费用。以设备投资的 5%计算，则全年合计 33.6 万元。

④药剂费：废水处理药剂，年花费约 1 万元；

本项目环保设施总运行费用为 170.3 万元/年。

9.3.3 污染物减排节省费用

本项目采取除尘和废气吸收等措施后，年减少氟化物、产品及中间产品粉尘排放，减少排污税的同时回收了大量的物料，综合节省费用远大于环保设施运行费用。

9.3.4 环保社会效益

建设项目通过安装环保设施，使污染物均可做到达标排放，减轻对周围环境影响，具有较大的环境效益。

9.4 环保设施、设备费用估算

本项目总投资 300000 万元，环保设施投资约为 11095.15 万元，约占总投资的 3.7%，本项目环保投资见表 9.4-1。

据估算，本项目三废处理的年运行总费用约为873万元，主要是能耗费、维修费、折旧费、药剂费及人员工资。从项目盈利的经济角度分析，项目有能力保证环保设施的正常运行。

综上所述，本项目如认真落实环评中提出的各项环境保护措施，保证项目的环境可行性，将具有较为良好的社会效益、经济效益及环境效益。项目的建设运行，有利于增强地方经济实力、财力，增加就业机会，有利于地方产业结构的调整。因此，在社会效益、经济效益和环境效益三个方面都是可行的。此外，应当注意在生产过程中加强设备的管理、职工培训、严格操作规程，保证生产设备和环保设施的正常运行，确保环境保护要求的防治措施得到实施。这样本项目的环境经济效益才能达到预期的效果。

表 9.4-1　本项目环保投资一览表

项目	名称			主要环保措施	数量	环保投资（万元）
废气	三氯氢硅合成生产线	1	硅块破碎系统废气	粉尘经集气系统+布袋除尘器（布袋除尘器的除尘效率为 98.9%）收集后经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA001)**排放。	1 套	20
		2	硅粉加料废气	粉尘经集气罩+硅粉过滤器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，硅粉过滤器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA002)**排放。	1 套	31
		3	水冷冷凝器和深冷冷凝器不凝气	本项目工艺废气处理装置分为 2 部分，分别为含氯硅烷工艺废气处理装置和事故废气处理装置，部分处理设施共用。 不凝气和吹扫废气排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，废气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号分别为：35m 排气筒**(DA003)**、35m 排气筒**(DA004)**、35m 排气筒**(DA005)**、35m 排气筒**(DA006)**、35m 排气筒**(DA007)**、35m 排气筒**(DA008)**分别排放。	含氯硅烷工艺废气处理装置 1 套（全场共用）	450
	三氯氢硅还原生产线	1	吹扫废气、			
		2	系统出现超压等事故状态时废气	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。事故废气处理装置增设 2 个残液淋洗塔，排气筒与 6 个尾气淋洗塔共用。	事故废气处理装置 1 套（全场共用）	300
	还原尾气回收系统生产线	1	系统出现超压等事故状态时废气			
	精馏工艺生产线	1	氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)。	---	---
		2	高低沸回收工艺精馏不凝气			
	四氯化硅冷氢化生产线	1	硅粉接收罐废气	粉尘经集气系统+2 套容积为 3.46m^3 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA009)**排放。	1 套	10
		2	硅粉计量罐废气	粉尘经集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m^3 的陶瓷过滤器处理后（集	1 套	10

				气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA010)**排放。		
		3	系统出现超压等事故状态时废气	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)。	---	---
	整理车间	1	粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)。	---	---
		2	酸洗废气	排入本项目硅料系统酸性废气处理装置，经二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和 10%氢氧化钠溶液洗涤后经 35m 高、内径 0.8m 排气筒**(DA011)**排放。	1 套	120
		3	硅料破碎粉尘	粉尘经集气罩+布袋除尘器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA012)**排放。	1 套	76
	渣浆回收生产线	1	两级冷凝器不凝气	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)。	---	---
	电解水制氢	1	脱氧器产生的氧气	经 1 根 15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA013)**排放。	1 套	10
	公辅工程	1	2*60t/h 燃煤锅炉废气	2×60t/h 燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器处理后	1 套	51.22
				共用 1 台脱硫塔（石灰石-石膏法）。处理后通过 1 根 50m 高，出口内径 2.8m 的烟囱**(DA014)**排放，配备 1 套烟气在线监测系统。		480
		2	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气经 1 座尾气吸收塔（碱洗，处理效率 80%）处理后，通过 15 米高，出口内径 0.2m 的排气筒**(DA015)**排放。	1 套	20
废水	生产废水		中水处理系统	本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m^3/h，产水率 90%。用于处理脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水。中水回用处理系统工艺采用“软化反应+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+反渗透”工艺。 处理后的中水达到标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。	---	3408
			污水处理站	本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m^3/h 一体化污水处理系统（处	---	327.14

			理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。 处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。		
		高盐废水蒸发结晶系统	本项目配套建设 40m³/hMVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发装置 1 套（处理高盐水），氯化钙溶液采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发+单效蒸发，产生的盐溶液经过离心机进行固液分离，分离后的清水回用，结晶盐二水氯化钙属于第 II 类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。 处理后的废水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，全部回用于生产和循环水站，不外排。	---	2842
		生产水池	本项目新建一座占地面积为 14931.9m² 的生产水池。		2239.79
	生活污水		生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。	---	依托（0）
	清污分流，管网建设		污水管道	---	46
噪声治理	设备噪声		防声围封、设备减振、厂房隔音	---	60
固体废物	生活垃圾		垃圾收集箱垃圾，由环卫部门定期清运处置	20 个	5
	一般固废		依托二期工程建设的 1000m² 的一般固体废物暂存间，一般固体废物暂存间暂存场地防渗，渗透系数小于等于 10^{-7}cm/s。	1 个	依托（0）
	危险废物		依托二期工程建设的 200m² 的危废暂存间，可防风、防雨、防晒，地面与裙脚要用坚固、防渗材料建造，建筑材料必须与危险废物相容，基础防渗的防渗层为 2mm 厚高密度聚乙烯材料，渗透系数≤10^{-10}cm/s	1 个	依托（0）
绿化			各种树木花草，绿化面积 12347.59m²，绿化率达到 10.55%	---	65
排污口			污水管采用 PE 或 PP 管道、废气处理装置设置排气筒	---	80
风险防范措施		事故池	本项目事故状态下至少会产生2362.76m³的事故水。本项目依托二期工程的事故水池，容积为9000m³。规格为30×60×5m。 事故池渗透系数≦10^{-10}cm/s，采用钢筋混凝土结构。	1 个	依托（0）
		初期雨水池	二期工程初期雨水池占地面积为600m²（30×20m），建筑面积为600m²，采用钢筋混凝土结构。 二期工程初期雨水池的容积为 3000m³(30×20×5m)，本项目依托二	1 个	依托（0）

		期工程的初期雨水池，位于厂区西侧，用于收集二期工程和本项目初期雨水。		
	消防废水池	二期工程消防水罐和消防泵房位于厂区中间的东南侧，消防泵房建筑面积 311.05m^2，2 座消防水罐有效容积均为 4333 m^3。本项目依托二期工程的消防水池。	1 个	依托（0）
	防渗措施	生产区域、综合仓库区、储罐区、事故水池、初期雨水池、污水管网按要求进行防渗，生产区域、综合仓库区、储罐区符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。	---	126
	物料泄漏防范措施		---	38
	火灾、爆炸防范措施		---	42
	急救措施		---	25
风险应急预案	装置、罐区事故应急预案		---	15
	厂级事故应急预案		---	20
	区域事故应急预案		---	178
合计				11095.15

10 环境管理与环境监测计划

环境管理是企业生产管理的一个重要组成部分，企业的环境管理应贯穿到整个生产建设的全过程，环境管理指标应纳入企业发展规划中，并作为企业整体形象的一个考核指标，以真正做到经济效益、环境效益和社会效益三者的统一。实施环境管理可加强对本项目的环境管理，对建设项目各阶段的环保措施实施监督。

环境监测计划是环境管理工作的重要组成部分，环境监测数据是环境管理方面的重要基础资料。

10.1 环境管理

10.1.1 环境管理机构

建立以总经理为组长的环保领导小组，并建立管理网络。根据公司的实际情况应建立环保科，配备专职环保管理干部，主要负责督促、检查、贯彻执行国家及上级制定的各项环境保护方针、政策和法规，对违反者有权制止和向上级或越级报告；监督检查“三同时”执行情况；协同各装置开展三废治理工作，搞好综合利用；制订污染物排放分级控制标准，按照污染物排放标准，管好环保治理设施，控制污染水平；调查处理污染事故；根据国家、省、市环保的有关政策、法规及公司的生产发展规划，依照生产和环保协调发展的原则，制定本企业环保的长远规划、年度计划和限期治理项目。

10.1.2 环境管理计划

10.1.2.1 制定有关的管理制度

本项目环保科需制定本企业环境保护管理规章制度。通过对各项环境管理制度的建立和执行，形成目标管理与监督反馈紧密配合的环保工作管理体系，可有效地防止污染产生和突发事故造成的危害。应针对本企业生产特点和具体情况，制定下列规章制度、条例和规定：

①环境保护管理条例，环境监测管理条例；

②环境管理岗位责任制，环境保护考核制度；

③环境保护设施管理规定，环境污染事故管理规定；

④内部环境审核制度；

⑤清洁生产教育和培训制度；

⑥建立环境目标和确定指标制度等。

10.1.2.2 建设工程各阶段环境管理工作计划

本项目针对不同工作阶段制定了环境管理工作计划，详见表 10.1-1。

表 10.1-1 环境管理工作计划

阶段	环境管理工作主要内容
管理机构职能	根据国家建设项目环境管理规定，认真落实各项环保手续，完成各级主管部门对本企业提出的环境管理要求，对本企业内部各项管理计划的执行及完成情况进行监督、控制，确保环境管理工作真正发挥作用。
项目建设前期	1.与项目可行性研究同期，委托评价单位进行项目的环境影响评价工作； 2.积极配合可研及环评单位所需进行现场调研； 3.针对项目的具体情况，建立企业内部必要的环境管理与监测制度； 4.对全厂职工进行岗位宣传和培训。
设计阶段	1.委托设计单位对项目的环保工程进行设计，与主体工程同步进行； 2.协助设计单位弄清楚现阶段的环境问题； 3.对污染大的设备应严格按照环保规范布置在厂区主导风向的下风向； 4.在设计中落实环境影响报告书提出的环保对策措施。
施工阶段	1.严格执行“三同时”制度； 2.按照环评报告中提出的要求，制定出建设项目施工环保措施实施计划表，并与当地环保部门签定落实计划内的目标责任书； 3.认真监督主体工程与环保设施的同步建设；建立环保设施施工进度档案，确保环保工作的正常实施运行； 4.施工噪声与振动要符合《中华人民共和国环境噪声污染防治法》有关规定，不得干扰周围群众的正常生活和工作； 5.制定施工期环境监理制度，监督环保工程的实施情况，施工阶段的环保工程进展情况和环保投资落实情况定期（每季度）向环保主管部门汇报一次。
生产运行期	1.严格执行各项生产及环境管理制度，保证生产的正常进行； 2.设立环保设施运行卡，对环保设施定期进行检查、维护，做到勤查、勤记、勤养护，按照监测计划定期组织进行全厂内的污染源监测，对不达标环保设施及时处理； 3.加强技术培训，组织企业内部之间技术交流，提高业务水平， 4.重视群众监督作用，提高企业职工环境意识，鼓励职工及外部人员对生产状况提出意见，并通过积极吸收宝贵意见，提高企业环境管理水平； 5.及时组织验收，积极配合环保部门的检查、

本项目建成投产后，其环境管理工作应纳入全公司环境管理工作体系，并按新项目要求的原则，在搞好生产管理的同时，搞好环境管理。建立健全的环境管理制度负责对环保设施的操作维护保养和污染物排放情况进行监督检查，同时要做好记录，建立排污档案。主要职责如下：

（1）贯彻执行环保法规和有关标准；

（2）组织制定和修改公司的环境保护管理规章制度并监督执行；

（3）制定并组织实施公司的环境保护规划和计划；

（4）领导和组织公司的环境监测；

（5）检查公司环境保护设施的运行情况；

（6）推广和应用环境保护先进技术和经验；

（7）组织开展公司环境保护专业的技术培训，以提高环保人员的技术素质和业务水平；

（8）组织和开展公司的环境保护科研和学术交流。

要建立健全环保制度，设立全公司和车间的三级环境管理网，把环境管理工作纳入公司、车间的日常生产管理中，实行岗位责任制，建立一支具有专业知识的环保队伍。

项目运营期污染物排放管理要求详见表10.1-2。

表 10.1-2　运营期污染物排放管理要求

序号	工程组成	原辅材料组分	拟采取的环境保护措施、风险防范措施及主要运行参数	污染物排放			排污口设置	执行的环境标准	环境监测计划	向社会公开的内容
				排放的污染物种类	排放的污染物浓度及总量	排放的污染物分时段排放要求				
1	**废气**									
1.1	三氯氢硅合成生产线	硅块破碎废气	集气系统+布袋除尘器（布袋除尘器的除尘效率为 98.9%）	颗粒物	1.6mg/m^3 0.072t/a	全时段	1 根 15 米高、内径 0.6m 排气筒(DA001)	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	监测点位：DA001 排气筒 监测污染物：颗粒物 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
1.2	三氯氢硅合成生产线	硅粉加料废气	集气罩+硅粉过滤器处理后（废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）	颗粒物	5.61mg/m^3 0.094t/a	全时段	1 根 15 米高、内径 0.2m 排气筒(DA002)	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	监测点位：DA002 排气筒 监测污染物：颗粒物 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
1.3	工艺废气处理系统	含氯硅烷工艺废气+超压事故状态废气	含氯硅烷工艺废气（氯化氢净化效率 95%）	HCl	3mg/m^3 0.0228t/a	全时段	经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号分别为：35m 排气筒**(DA003)**、35m 排气筒**(DA004)**、35m 排气筒	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	监测点位：DA003-DA008 监测污染物：HCl 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
			含氯硅烷工艺废气（氯化氢净化效率 95%）	HCl	1.7mg/m^3 0.0128t/a					

							(DA005)、35m 排气筒**(DA006)**、35m 排气筒**(DA007)**、35m 排气筒**(DA008)**分别排放。			
1.4	四氯化硅冷氢化生产线	硅粉接收罐废气	集气系统+2 套容积为 3.46m³ 的陶瓷过滤器处理（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）	颗粒物	2.8mg/m³ 0.047t/a	全时段	1 根 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA009)**排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	监测点位：DA009 监测污染物：颗粒物 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
		硅粉计量罐废气	集气系统+2 套 Φ1200×2500，容积为 2.83m³ 的陶瓷过滤器处理（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）	颗粒物	2.8mg/m³ 0.047t/a	全时段	1 根 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA010)**排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	监测点位：DA010 监测污染物：颗粒物 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
1.5	整理车间	酸洗废气	经二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和烧碱溶液洗涤后	NO_X	70.8mg/m³ 1.7t/a	全时段	1 根 35m 高、内径 0.8m 排气筒**(DA011)**	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	监测点位：DA011 监测污染物：NO_X、氟化物 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
				氟化物	6.3mg/m³ 0.15t/a					
1.6	整理车间	硅料破碎粉尘	集气罩+布袋除尘器处理后（集	颗粒物	56.3mg/m³ 1.08t/a	全时段	1 根 15 米高、内径 0.6m 排	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)	监测点位：DA012 监测污染物：颗粒物	向社会公开

			气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）				气筒**(DA012)**	表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	监测频次：每季度 1 次	
1.7	电解水制氢车间	电解水制氢车间氧气	---	氧气	6000t/a	全时段	1 根 15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA013)**	---	监测点位：DA013 监测污染物：氧气 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
1.8	锅炉房	燃煤锅炉废气	烟气分别采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器处理后，共用 1 台脱硫塔（石灰石-石膏法）处理	SO_2	61.98 mg/m^3 93.51t/a	全时段	1 根 50m 高，出口内径 2.8m 的烟囱**(DA014)**	《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值。	监测点位：DA014 监测污染物：颗粒物、SO_2、NO_X 监测频次：自动监测	向社会公开
				颗粒物	18.27 mg/m^3 27.57 t/a					
				NO_X	117.97mg/m^3 178.02t/a					
				汞及其化合物	0.0151mg/m^3 0.023t/a				监测点位：DA014 监测污染物：汞及其化合物、TVOC、烟气黑度、氨气 监测频次：每季度 1 次	
				TVOC	0.943mg/m^3 1.42t/a					
				烟气黑度（林格曼黑度，级）	≤1					
		脱硝装置	---	氨气(逃逸）	2mg/m^3 3.02t/a			《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 恶臭污染物排放标准值。		
1.9	盐酸储罐和次氯酸钠储罐区	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气	1 座尾气吸收塔（碱洗，处理效率 80%）	HCl	4.7mg/m^3 0.3t/a	全时段	1 根 15 米高，出口内径 0.2m 的排气筒**(DA015)**	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要	监测点位：DA015 监测污染物：HCl 监测频次：每季度 1 次	向社会公开

								求。		
1.10	全场无组织废气监测	硅粉库、三氯氢硅合成车间四氯化硅冷氢化车间、储煤库废气、锅炉渣库废气、SNCR脱硝逃逸氨、柴油储罐区	全密闭硅粉库、硅粉库、储煤库、锅炉渣库	颗粒物、氯化氢 TVOC	---	全时段	无组织排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物无组织排放限值要求。《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A 中表 A.1 排放限值要求。	监测点位：厂界 监测污染物：颗粒物、氯化氢、NH_3、TVOC 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
2	**废水**									
2.1	生产废水	中水处理系统	本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m^3/h，产水率 90%。处理后的中水达到标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用	PH COD SS 氟化物 BOD_5 氨氮 石油烃 无机盐类	6.5-8.5 49mg/L 22.5mg/L 1.9mg/L 9mg/L 9mg/L 0.9mg/L 950mg/L	全时段	---	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）中的水质控制指标	监测点位：生产废水处理站排口 监测污染物：COD、SS、氟化物、BOD_5、氨氮 石油烃、无机盐类 监测频次：每季度 1 次	向社会公开
2.2	生产废水	污水处理站	本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统，	PH COD SS 氟化物 BOD_5	6.5-8.5 49mg/L 22.5mg/L 1.9mg/L 9mg/L	全时段	---	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）中的水质控制	监测点位：生产废水处理站排口 监测污染物：COD、	向社会公开

			400m³/h 一体化污水处理系统，40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套处理后的蒸馏水，作为全厂循环水系统的补充水。	氨氮	9mg/L			指标	SS、氟化物、BOD_5、氨氮 石油烃、无机盐类 监测频次：每季度 1 次	
				石油烃	0.9mg/L					
				无机盐类	950mg/L					
2.2	生活污水	生活污水	生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。	COD	49mg/L	全时段	---	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 中三级标准	监测点位：生活废水处理站排口 监测污染物：COD、BOD、SS、氨氮 监测频次：每月 1 次	向社会公开
				BOD_5	9mg/L					
				氨氮	9mg/L					
				SS	22.5mg/L					
3	**固体废物**									
3.1	一般工业固废	废硅粉	1 间，一般固废暂存间，全封闭，占地面积约 1000m²，地面防渗层等效黏土防渗层 Mb≥1.5m，$K \leq 1\times10^{-7}$cm/s	硅粉	30.8t/a	全时段	---	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）	---	向社会公开
3.2		废石墨件		氟石膏	25t/a					
3.3		多晶硅磨锥机收集的粉尘		氟化铝	25.5t/a					
3.4		电解水制氢废 H_2O 分子筛		分子筛	4t/a					
3.5		污水处理站中和渣		废反渗透膜	1.2t/a					
3.6		纯水制备废反渗透膜		污泥	2.8t/a					
3.7		锅炉房锅炉灰渣，脱硫石膏		灰渣，石膏	灰渣 8800 t/a，脱硫石膏 2553t/a					
3.8		结晶盐	新建占地面积	氯化钙、	22377.6t/a					

			860.08m^2 全封闭结晶盐库 1 座。地面防渗层等效黏土防渗层 Mb≥1.5m，K≤1×10^{-7}cm/s	硝酸钙等						
3.9	危险废物	废包装袋（桶）	1 间危废暂存间，占地面积约 200m^2，可防风、防雨、防晒，地面与裙脚要用坚固、防渗材料建造，建筑材料必须与危险废物相容，基础防渗的防渗层为 2mm 厚高密度聚乙烯材料，渗透系数≤10^{-10}cm/s	废包装袋（桶）	---	全时段	---	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）	---	向社会公开
3.10		还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质		还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质	80t/a					
3.11		废活性炭		活性炭	1t/a					
3.12		废催化剂		催化剂	1.6t/a					
3.13		低沸吸附产生的废树脂		废树脂	0.8t/a					
3.14		高沸吸附产生的废树脂		废树脂	1t/a					
3.15		过滤杂质		过滤杂质	1.6t/a					
3.16		废机油		废机油	0.8t/a					
3.17		废除尘器过滤袋		废除尘器过滤袋	1t/a					
3.17	生活垃圾	---	---	生活垃圾	116.55t/a	全时段	---	---	---	向社会公开

10.2 环境监测

10.2.1 监测机构

本项目建成投产后，考虑其污染因素和实际情况，不必成立专门的环境监测机构，为减少设备投资，保障监测数据的权威性，可委托具有监测资格的环境监测部门监测。

10.2.2 监测计划及内容

建设工程的监测计划应包括两部分：一为竣工验收监测，二为营运期的常规监测计划。

竣工验收监测：建设工程投入试生产后，公司应及时和环保主管部门指定的环保监测站取得联系，要求对建设工程环保“三同时”设施组织竣工验收监测。

营运期的常规监测：为掌握建设工程环保设施的运行状况，对建设工程主要污染源进行监测。具体监测项目及监测频次见表 10.2-4。环境保护监测部门可随时对以上监测项目进行监督、监测。

环境监测应按国家和地方的环保要求进行，应采用国家规定的标准监测方法，并应按照规定，定期向有关环境保护主管部门上报监测结果。

（1）监测机构

根据不同监测内容，参与监测、监控的机构分别为环保科、安全科、当地环保部门。

（2）监测项目

监测制度详细内容见表 10.2-3 及表 10.2-4。

表 10.2-3　施工期主要监测计划一览表

影响因素	监测位置	监测项目	频次
废气	施工场界	TSP	随机抽查
噪声	施工场界	Leq(A)	随机抽查

表 10.2-4　运营期主要监测计划一览表

影响因素	监测位置		监测项目	监测频次	监测标准	备注
废气	硅块破碎废气	1 根 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA001)**	废气参数、颗粒物	正常情况下 1 次/季，非正常情况随时监测	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	排气筒预留监测孔
	三氯氢硅合成工段硅粉加料系统废气	1 根 15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA002)**	废气参数、颗粒物		《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	
	含氯硅烷工艺废气+超压事故状态废气	6根35米高、内径0.5m排气筒**(DA003-DA008)**	废气参数、氯化氢		《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	
	四氯化硅冷氢化生产线硅粉接收罐废气	1 根 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA009)**排放	废气参数、颗粒物		《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	
	四氯化硅冷氢化生产线硅粉计量罐废气	1根40米高，内径0.2m排气筒**(DA010)**排放	废气参数、颗粒物		《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	
	酸洗废气	1 根 35m 高、内径 0.8m 排气筒**(DA011)**	烟气参数、氮氧化物、氟化物		《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	
	硅料破碎粉尘	1 根 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA012)**	烟气参数、颗粒物		《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	
	燃煤锅炉废气	1 根 50m 高，出口内径 2.8m 的烟囱**(DA014)**	废气参数、颗粒物、SO_2、NOx	自动监测	《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值。	
			汞及其化合物、烟气黑度（林格曼黑度，级）、TVOC	正常情况下 1 次/季，非正常情况随时监测		
			氨气（逃逸）		《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 恶臭污染物排放标准值。	

	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气	1 根 15 米高，出口内径 0.2m 的排气筒**(DA015)**	废气参数、氯化氢	正常情况下 1 次/季，非正常情况随时监测	《大气污染物综合排放标准》(GB16297- 1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求	
	厂界	---	颗粒物、氯化氢、NH_3、TVOC		---	---
废水	生产污水总排口	1#生产废水排放口	COD、SS、氟化物、BOD_5、氨氮、石油烃、无机盐类	1 次/季	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）中的水质控制指标	
	生活污水总排口	2#生活废水排放口	COD、SS、BOD_5、氨氮	1 次/月	《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 中三级标准	---
噪声	厂界外 1m 处	厂界噪声	L_{Aeq}	1 次/季，2 天/次	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准	---
废渣	全厂各类固废量	全厂各类固废量	统计种类、产生量、处理方式、去向	1 次/年	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）	---
地下水	J1 厂区北	坐标 109°21'52.34" 40°36'06.56"	pH、耗氧量（COD_{Mn}法，以 O_2 计）、总硬度、溶解性总固体、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、挥发性酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、氟、镉、铁、锰、铝、总大肠菌群、菌落总数、石油类、硫化物，K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}、Cl^-、CO_3^{2-}、HCO_3^-。	1 次/半年	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的Ⅲ类标准	---
	J2 工艺废料废液处理厂东南 30m	坐标 109°21'56.06" 40°35'46.93"		1 次/半年		
	J3 罐区东南 30m	坐标 109°21'58.30" 40°35'43.06"		1 次/半年		
土壤	厂区内及厂区下游土壤质量监控点	厂区内及厂区下游土壤质量监控点	PH、总石油烃、硫化物、氟化物、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍。	1 次/年	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表 1 筛选值的第二类用地标准；《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值	---

10.3 排污口规范化

按照国家生态环境部、内蒙生态环境厅关于对排放口规范化整治的统一要求，规范废气采样平台，便于环境管理及监测部门的日常监督、检查和监测。

首先排污口要立标管理,设立国家标准规定的标志牌,根据排污口污染物的排放特点，设置提示性标志牌（一般污染源）或警告性环境保护图形标志牌（毒性污染物）；本项目应按要求设立提示性标志牌。

其次废气排放口应按照国家有关规定，规范排气筒数量、高度。此外按照《污染源监测技术规范》要求，对现场监测条件按规范要求搭设采样监测平台，除尘器前、后预留监测孔，便于环境管理及监测部门的日常监督、检查及监测。

为了使环境管理有条不紊地进行，应对各排污口实行规范化管理，同时要在厂区“三废”及噪声排放点设置明显标志。标志的设置应执行《环境保护图形标志－排放口（源）》（GB15562.1-1995）中的有关规定。

10.3.1 排污口的技术要求

（1）排污口应便于采样与计量监测，便于日常现场监督检查；

（2）排污口的位置必须合理确定，按《排污口规范化整治技术要求（试行）》（环监[1996]470 号）要求进行规范化管理；

（3）排放的采样点设置应按《污染源监测技术规范》要求，设置在企业污染物总排口等处。

10.3.2 排污口立标管理

（1）各污染物排放口，应按国家《环境保护图形标志》（15562.1-1995）与（GB15562.2-1995）的规定，设置国家环保部统一制作的环境保护图形标志牌；

（2）污染物排放口的环保图形标志牌应设置在靠近采样点的醒目处，标志牌设置高度为其上缘距地面 2m。

10.3.3 排污口设置及规范化管理

在厂区“三废”排放口及噪声源处设置明显标志。标志的设置应执行《环境保护图形标志排放口(源) 》(GB15562.1-1995)及《环境保护图形固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2-1995)中的有关规定。排污口规范化整治，应符合国家、省、市有关规定，并通过主管环保部门认证和验收。

排污口具体管理原则如下：

①如实向环保管理部门申报排污口数量、位置及所排放的主要污染物的种类、数量、排放去向等情况。

②列入总量控制的污染物排污口以及行业特征污染物排放口列为管理重点。

③废气排气筒应设置便于采样、监测的采样孔和采样平台，设置应符合《污染源监测技术规范》。

④工程固废堆存时，特别是危险废物应设置专用堆放场地，并有防扬散、防流失、防渗漏措施。

⑤排污口应便于采样与计量监测，便于日常现场监督检查。

⑥按照排污口规范管理及排放口环境保护图形标志管理有关规定，在排污口附近设置环境保护图形标志牌，根据《环境保护图形标志》实施细则，填写本工程的主要污染物；标志牌必须保持清晰、完整，发现形象损坏、颜色污染或有变化、退色等不符合图形标志标准的情况，应及时修复或更换，检查时间至少每年一次。排放口图形标志详见图10.3-1。

⑦环境保护图形标志牌设置位置应距污染物排放口及固体废物堆放场或采样点较近且醒目处，设置高度一般为标志牌上缘距离地面约2m。

图 10.3-1　排放口图形标志

10.3.4 排污口建档管理

（1）要求使用国家环保部统一印刷的《中华人民共和国规范化排污口标志登记证》，并按要求填写有关内容；

（2）根据排污口管理档案内容要求，项目建成后，应将主要污染物种类、数

量、浓度、排放去向、达标情况及设施运行情况记录于档案。

本工程排污口使用国家环保局统一印制的《中华人民共和国规范化排污口标志登记证》，并按要求填写有关内容。

根据排污口管理内容要求，本工程建成投产后，应将主要污染物种类、数量、排放去向，立标情况及设施运行情况记录于档案。

排污口是企业排放污染物进入环境的通道，强化排污口的管理是实施污染物总量控制的基础工作之一，也是区域环境管理逐步实现污染物排放科学化、定量化的重要手段。

10.4“三同时”验收一览表

本项目所涉及到的各项环保措施必须按照“三同时”的要求落实到位，各项环保措施“三同时”验收项目见表 10.4-1。

表 10.4-1　环保措施“三同时”验收一览表

项目	名称			主要环保措施	数量	排放方式	验收因子	监测点位	监测频次	预期效果	环保验收标准
废气(有组织)	三氯氢硅合成生产线	1	硅块破碎废气	粉尘经集气系统+布袋除尘器（布袋除尘器的除尘效率为 98.9%）收集后经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA001)**排放。	1 套	有组织	颗粒物	排气筒(DA001)	2 天；3 个样品/天	达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
		2	硅粉加料系统废气	粉尘经集气罩+硅粉过滤器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，硅粉过滤器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA002)**排放。	1 套	有组织	颗粒物	排气筒(DA002)	2 天；3 个样品/天	达标排放	
		3	水冷冷凝器和深冷冷凝器不凝气	本项目工艺废气处理装置分为 2 部分，分别为含氯硅烷工艺废气处理装置和事故废气处理装置，部分处理设施共用。 不凝气和吹扫废气排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)，废气进入含氯硅烷工艺废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排气筒排放。排气筒编号分别为：35m 排气筒**(DA003)**、35m 排气筒**(DA004)**、35m 排气筒**(DA005)**、35m 排气筒**(DA006)**、35m 排气筒**(DA007)**、35m 排气筒**(DA008)**分别排放。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	含氯硅烷工艺废气处理装置 1 套（全场共用）	有组织	氯化氢	排气筒(DA003-DA008)	2 天；3 个样品/天	达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
	三氯氢硅还原生产线	1	吹扫废气								
		2	系统出现超压等事故状态时废气	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)，超压废气进入事故废气处理装置（三级冷凝装置+压缩+四级冷凝装置+石灰乳喷淋+残液淋洗），尾气石灰乳喷淋淋洗系统主要包括 6 个淋洗塔，每个淋洗塔分别设置一个废气排放口，总共 6 个废气排放口。经处理后由 35 米高，内径 0.5m 的 6 个排	事故废气处理装置 1 套（全	有组织	氯化氢			达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
	还原尾	1	系统出现超压等事故状态时废气								

	气回收系统生产线			气筒排放。事故废气处理装置增设 2 个残液淋洗塔，排气筒与 6 个尾气淋洗塔共用。 氯硅烷(TCS、STC 等)处理效率为 98%，H_2、HCl 等处理效率为 95%。	场共用）						
	精馏工艺生产线	1	氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)。	---	---	---	---	---	---	---
		2	高低沸回收工艺精馏不凝气								
	四氯化硅冷氢化生产线	1	四氯化硅冷氢化生产线硅粉接收罐废气	粉尘经集气系统+2 套容积为 3.46m^3 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA009)**排放。	2 套	有组织	颗粒物	排气筒(DA009)	2 天；3 个样品/天	达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
		2	四氯化硅冷氢化生产线硅粉计量罐废气	粉尘经集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m^3 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒**(DA010)**排放。	2 套	有组织	颗粒物	排气筒(DA010)	2 天；3 个样品/天	达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
		3	系统出现超压等事故状态时废气	排入本项目工艺废气处理装置(事故废气处理装置)。	---	---	---	---	---	---	---
	整理车	1	粘棒工段 AB 胶挥发的非甲烷总烃	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)。	---	---	---	---	---	---	---

	间	2	酸洗废气	排入本项目硅料系统酸性废气处理装置，经二级三层喷淋塔用硫代硫酸钠和 10%氢氧化钠溶液洗涤后经 35m 高、内径 0.8m 排气筒**(DA011)**排放。	1 套	有组织	氟化物 NO_X	排气筒(DA011)	2 天；3 个样品/天	达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
		3	硅料破碎粉尘	粉尘经集气罩+布袋除尘器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.6m 排气筒**(DA012)**排放。	1 套	有组织	颗粒物	排气筒(DA012)	2 天；3 个样品/天	达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
	渣浆回收生产线	1	两级冷凝器不凝气	排入本项目工艺废气处理装置(含氯硅烷工艺废气处理装置)。	---	---	---	---	---	---	---
	电解水制氢	1	脱氧器产生的氧气	经 1 根 15 米高、内径 0.2m 排气筒**(DA013)**排放。	1 套	有组织	---	---	---	---	---
	公辅工程	1	2*60t/h 燃煤锅炉废气	2×60t/h 燃煤锅炉烟气分别采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器处理后，共用 1 台脱硫塔（石灰石-石膏法）处理后通过 1 根 50m 高，出口内径 2.8m 的烟囱**(DA014)**排放，配备 1 套烟气在线监测系统。	1 套	有组织	颗粒物 SO_2 NO_X Hg	排气筒(DA014)	2 天；3 个样品/天	达标排放	《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 大气污染物特别排放限值。
							TVOC				《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）排放限值
							氨气(逃逸)				《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 恶

										臭污染物排放标准值。
		2	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气	盐酸储罐和次氯酸钠储罐大小呼吸废气经活 1 座尾气吸收塔（碱洗，处理效率 80%）处理后，通过 15 米高，出口内径 0.2m 的排气筒**(DA015)**排放。	1 套	有组织	氯化氢	排气筒(DA015)	2 天；3 个样品/天	达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
废气(无组织)	硅粉库无组织排放粉尘		硅粉库为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生。 三氯氢硅合成车间为封闭厂房，有效减少 90%粉尘产生。 冷氢化生产车间为封闭厂房，可有效减少 90%粉尘产生。	---	无组织	颗粒物	厂界	2 天；4 次/天	达标排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源大气污染物排放二级标准限值要求
	生产车间工艺废气		三氯氢硅合成车间为封闭厂房，冷氢化生产车间为封闭厂房，	---	无组织	氯化氢	厂界	2 天；4 次/天		
	储罐呼吸废气		气压平衡技术	---	无组织	TVOC	厂界	2 天	达标排放	《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）排放限值
废水	生产废水	中水处理系统	本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360m^3/h，产水率 90%。用于处理脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水。中水回用处理系统工艺采用“软化反应+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+反渗透”工艺。 处理后的中水达到标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。	---	连续	COD、SS、氟化物、氯化物 BOD_5、氨氮、石油烃、无机盐类	中水处理系统排放口	2 天；4 次/天	满足回用水水质要求	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）中的水质控制指标
		污水处理	本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为	---	连续	COD、	污水处理	2 天；	满足回用	《城市污水再生利用 工

		站	900m³/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m³/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m³/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。 处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。			SS、氟化物、氯化物 BOD_5、氨氮、石油烃、无机盐类	站处理系统排放口	4 次/天	水水质要求	业用水水质》（GB/T19923-2005）中的水质控制指标
		高盐废水蒸发结晶系统	本项目配套建设 40m³/hMVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发装置 1 套（处理高盐水），氯化钙溶液采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发+单效蒸发，产生的盐溶液经过离心机进行固液分离，分离后的清水回用，结晶盐二水氯化钙属于第 II 类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。 处理后的废水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，全部回用于生产和循环水站，不外排。	---	连续	COD、SS、氟化物、氯化物 BOD_5、氨氮、无机盐类	高盐废水蒸发结晶系统排放口	2 天；4 次/天	满足回用水水质要求	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）中的水质控制指标
	生活污水		生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。	---	连续	COD、SS、BOD_5、氨氮	化粪池处理后的排放口	2 天；4 次/天	满足回用水水质要求	《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 中三级标准
	清污分流，管网建设		污水管道	---	---	---	---	---	满足厂区清污分流	---
噪声治理	设备噪声		提高厂房结构的隔声能力，车间墙壁安装吸声材料；设备购置时尽可能选用先进的低噪声的设备；对部分高声功率设备，购置专用的减振、消噪设备；合理布局，高噪声源尽量远离厂界； 保证设备处于良好的运行状态，并对主要噪声设	---	连续等效 A 声级	---	厂界	2 天；昼间、夜间各一次/天	削减 20～25dB(A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准

			备进一步采取隔音、降噪措施，确保噪声达标排放；切实做好绿化，在厂界周围种植高大植物，消减厂界噪声排放，减轻噪声对周围环境的影响。							
固体废物	一般固废	生活垃圾	垃圾收集箱垃圾，由环卫部门定期清运处置	20 个	定期清运	生活垃圾	---	---	垃圾收集箱	20 个
		废石墨件	依托二期工程建设的 1000m^2 的一般固体废物暂存间，一般固体废物暂存间暂存场地防渗，渗透系数小于等于 10^{-7}cm/s。	1 个	分类存放、收集输送	石墨件	---	---	---	一般固体废物暂存间的建设符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）
		多晶硅磨锥机收集的粉尘				粉尘	---	---	---	
		污水处理站中和渣、结晶盐				中和渣结晶盐	---	---	---	
		纯水制备废反渗透膜				废反渗透膜	---	---	---	
	危险废物	废包装袋（桶）	依托二期工程建设的 200m^2 的危废暂存间，可防风、防雨、防晒，地面与裙脚要用坚固、防渗材料建造，建筑材料必须与危险废物相容，基础防渗的防渗层为 2mm 厚高密度聚乙烯材料，渗透系数≤10^{-10}cm/s	1 个	分类存放、收集输送	废包装	---	---	---	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）
		还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质				过滤杂质	---	---	---	
		废活性炭				废活性炭	---	---	---	
		废催化剂				废催化剂	---	---	---	
		低沸吸附废树脂				废树脂	---	---	---	
		高沸吸附废树脂				废树脂	---	---	---	
		过滤杂质				过滤杂质	---	---	---	
		废机油				废机油	---	---		
		废除尘器过滤袋				废过滤袋	---	---	---	
		废吸附剂				废吸附剂	---	---	---	

绿化	各种树木花草，绿化面积 12347.59m^2，绿化率达到 10.55%		---	---	---	---	---	绿化率达到 12%	---
排污口	污水管采用 PE 或 PP 管道、废气处理装置设置排气筒		---	---	---	---	---	满足排放要求	---
风险防范措施	事故池	本项目事故状态下至少会产生 2362.76m^{3}的事故水。本项目依托二期工程的事故水池，容积为9000m^3。规格为 30×60×5m。 事故池渗透系数≦10^{-10}cm/s，采用钢筋混凝土结构。	1 个	---	---	---	---	---	满足风险防范需要
	初期雨水池	二期工程初期雨水池占地面积为 600m^2（30×20m），建筑面积为600m^2，采用钢筋混凝土结构。 二期工程初期雨水池的容积为 3000m^3(30×20×5m)，本项目依托二期工程的初期雨水池，位于厂区西侧，用于收集二期工程和本项目初期雨水。	1 个	---	---	---	---	---	满足风险防范需要
	消防废水池	二期工程消防水罐和消防泵房位于厂区中间的东南侧，消防泵房建筑面积 311.05m^2，2 座消防水罐有效容积均为 4333 m^3。本项目依托二期工程的消防水池。	1 个	---	---	---	---	---	满足风险防范需要
	防渗措施	生产区域、综合仓库区、储罐区、事故水池、初期雨水池、污水管网按要求进行防渗，生产区域、综合仓库区、储罐区符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。	---	---	---	---	---	---	满足风险防范需要
	物料泄漏防范措施		---	---	---	---	---	满足风险防范需要	---
	火灾、爆炸防范措施		---	---	---	---	---		---
	急救措施		---	---	---	---	---		---
风险应急预案	装置、罐区事故应急预案		---	---	---	---	---	满足应急	---

	厂级事故应急预案	---	---	---	---	---	措施需要	---
	区域事故应急预案	---	---	---	---	---		---

11 产业政策符合性及选址合理性分析

11.1 产业政策的符合性分析

内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目为扩建工程，位于内蒙古乌拉特前旗工业园区，建设规模为 5.0 万 t/a，根据《产业结构调整指导目录》（2019 本），本项目属于“鼓励类”第二十八条信息产业第 51 款“先进的各类太阳能光伏电池及高纯晶体硅材料（多晶硅的综合电耗低于 65kWh/kg，单晶硅光伏电池的转换效率大于 22.5%，多晶硅电池的转化效率大于 21.5%，碲化镉电池的转化效率大于 17%，铜铟镓硒电池转化效率大于 18%）”。本项目还原电耗为 43.16kWh/kg，多晶硅的综合电耗为 54.68kWh/kg，属于鼓励类。

本项目于 2023 年 4 月 21 日在乌拉特前旗发展和改革委员会取得了项目备案文件。项目代码：2304-150823-04-01-995081。综上，本项目属于鼓励类项目，符合国家产业政策要求。

11.2 规划符合性分析

根据乌拉特前旗人民政府和乌拉特前旗工业园区管委会出具的相关文件，《乌拉特前旗人工业园区 2020-2035 总体规划（2020-2035 年）》正在组织修编，按照修编后总规的功能区块划分，化工集中区分为东部片区、西部片区，内蒙古东立光伏股份有限公司场址位于化工集中区东部片区范围内，符合园区的发展定位。

本工程属于计算机、通信和其他电子设备制造业-半导体材料制造项目，同时具有化工工艺特点，因此也属于化工项目。本项目选址位于化工集中区东部片区范围内，符合园区的发展定位。

11.3 与规划环评结论和规划环评批复的符合性分析

内蒙古乌拉特前旗工业园区已开展规划环境影响评价；规划环境影响评价文件名称为：《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》；规划环境影响评价文件审查机关为：内蒙古自治区环境保护厅；规划环境影响评价文件审查文件为：《关于内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书的审查意见》（内环字〔2014〕74 号）。

目前，乌拉特前旗工业园区管委会已开展新规划环境影响评价，规划环境影响评价文件名称为《乌拉特前旗工业园区总体规划（2021-2035）》，新规划环评已正在编制中，尚未取得审查意见。

由于《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划》（2021-2035）刚完成初稿，《内

蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》（2021-2035）正在编制，未送审，因此以下内容根据《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划》（2021-2035）、《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》（2010-2020）及自治区环保厅《关于内蒙古乌拉特前旗工业园区环境影响报告书审查意见》（内环字[2014]74 号）编制。

根据《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划》（2021-2035）、《内蒙古乌拉特前旗工业园区总体规划环境影响报告书》（2010-2020）及自治区环保厅《关于内蒙古乌拉特前旗工业园区环境影响报告书审查意见》（内环字[2014]74 号），内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目位于乌拉特前旗工业园区，该园区重点发展冶金产业和氯碱、煤焦化工两大主导产业，积极培育聚氯乙烯深加工、煤焦化（包钢焦化）副产品和利用等下游延伸产业。本项目主体工程属于计算机、通信和其他电子设备制造业-半导体材料制造，同时本项目有化工工艺特点，因此也属于化工项目。因此符合乌拉特前旗工业园区总体定位。

11.4 选址合理性分析

公司现有工程占地面积 139867.76m^2，本次建设项目属于计算机、通信和其他电子设备制造业-半导体材料制造项目，选址位于内蒙古东立光伏股份有限公司现有厂区东侧和南侧预留用地内。现有工程于 2022 年 3 月 28 日取得乌拉特前旗自然资源局《内蒙古自治区建设用地规划条件书》，规划用地性质为工业用地。本项目位于现有项目厂区内，用地符合园区规划及内蒙古东立光伏股份有限公司厂区规划。

经现场踏勘，本项目厂区南侧距黄河最近距离为 11.0km，且厂区 5km 范围内无黄河支流，正常工况下，项目各类生产废水经厂内污水处理设施处理后全部回用，不外排，项目选址对地表水体影响较小；从海拔高程角度来说，黄河的海拔高程为 1011.9m，本项目区的海拔高程为 1008.8m，属于南高北低，因此，项目选址对黄河流域无影响。

11.5 “三线一单”相符性分析

①生态保护红线相符性

本项目位于内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区，项目用地为工业用地，根据乌拉特前旗工业园区生态环境准入清单，项目环境管控单元名称为：乌拉特前旗工业园区，管控单元类别为：重点管控单元（编码 ZH15082320001）。

本项目主要占用土地性质为建设用地，不占用基本农田，项目不在名胜古迹、风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区范围内。依据生态保护红线规划分区，项目不在生态红线区范围内，因此，项目的建设符合生态保护红线要求。

②环境质量底线相符性

本项目所在地巴彦淖尔市乌拉特前旗2022年大气环境中6项污染物中SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO和O_3质量浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值，由此可判断乌拉特前旗为达标区。

本项目配套了先进的污染治理措施，可实现各类污染物的稳定达标排放。生产废水经处理后回用，无废水外排，因此不会影响项目周边地表水体环境功能。锅炉灰渣和石膏等各类固废均得到妥善处置；根据预测，正常工况下排放的主要废气污染物对预测范围及各环境保护目标的影响均在达标范围内，不会造成区域环境功能下降，满足环境质量底线要求。

③资源利用上线

本项目建设地址位于内蒙古自治区乌拉特前旗工业园区，主要占用土地性质为建设用地，项目占地面积不大，对乌拉特前旗土地利用影响较小。项目新鲜用水量为373.46m^3/h，用水量较小，对乌拉特前旗水资源影响较小。

项目建成运行后通过内部管理、设备选择、资源及原辅材料的选用和管理、污染治理等多方面采取可行的防治措施，以“节能、降耗、减污”为目标，有效控制污染，项目的水、电等资源消耗不会突破区域的资源利用上线。

④环境准入负面清单

本项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年1月1日）中“三十六、计算机、通信和其他电子设备制造业39，电子元件及电子专用材料制造398类别中的“半导体材料制造”。同时本项目生产过程具有化工工艺特点，因此也属于化工项目。

项目位于乌拉特前旗工业园区，乌拉特前旗工业园区为自治区级工业园区，属于自治区重点开发区域。根据内蒙古自治区人民政府文件《内蒙古自治区人民政府关于印发自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）的通知》（内政发[2018]11号），乌拉特前旗无国家重点生态功能区产业准入负面清单，因此本工程不在负面清单管控范围内。

综上所述，本项目主要占用土地性质为工业园区建设用地，不占用基本农田，

不属于自然保护区、世界文化自然遗产、风景名胜区、森林公园、地质公园等，环境空气、地下水环境、土壤环境均在可接受范围内，建设满足当地环境质量底线要求。因此，本项目符合“三线一单”的要求。

12 评价结论与建议

12.1 结论

12.1.1 产业政策符合性及选址合理性分析

内蒙古东立光伏股份有限公司年产 5 万吨高纯多晶硅项目为扩建工程，位于内蒙古乌拉特前旗工业园区，建设规模为 5.0 万 t/a，根据《产业结构调整指导目录》（2019 本），本项目属于“鼓励类”第二十八条信息产业第 51 款“先进的各类太阳能光伏电池及高纯晶体硅材料（多晶硅的综合电耗低于 65kWh/kg，单晶硅光伏电池的转换效率大于 22.5%，多晶硅电池的转化效率大于 21.5%，碲化镉电池的转化效率大于 17%，铜铟镓硒电池转化效率大于 18%）”。本项目还原电耗为 43.16kWh/kg，多晶硅的综合电耗为 54.68kWh/kg，属于鼓励类。

本项目于 2023 年 4 月 21 日在乌拉特前旗发展和改革委员会取得了项目备案文件。项目代码：2304-150823-04-01-995081。综上，本项目属于鼓励类项目，符合国家产业政策要求。

公司现有工程占地面积 139867.76m^2，本次建设项目属于计算机、通信和其他电子设备制造业-半导体材料制造项目，选址位于内蒙古东立光伏股份有限公司现有厂区东侧和南侧预留用地内。现有工程于 2022 年 3 月 28 日取得乌拉特前旗自然资源局《内蒙古自治区建设用地规划条件书》，规划用地性质为工业用地。本项目位于现有项目厂区内，用地符合园区规划及内蒙古东立光伏股份有限公司厂区规划。

经现场踏勘，本项目厂区南侧距黄河最近距离为 11.0km，正常工况下，项目各类生产废水经厂内污水处理设施处理后全部回用，不外排，项目选址对地表水体影响较小；从海拔高程角度来说，黄河的海拔高程为 1011.9m，本项目区的海拔高程为 1008.8m，属于南高北低，因此，项目选址对黄河流域无影响。

12.1.2 选址及总图布置合理

本项目厂区内布置功能区分明确，生产区整体布局紧凑，生产车间和仓库的安排便于工艺流程的进行和成品的存放，使得物流通畅，运输便捷。各区域间设有厂区干道，为满足安装、检修、运输要求，厂内道路组成了环状道路网，原料及成品仓库靠近厂区出口布置，方便运输，布置较为合理。

12.1.3 环境现状评价

（1）环境空气

由监测结果可知：各监测点 HCl、Cl_2、NH_3、H_2S 满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值。

TSP、氟化物、汞及其化合物满足《环境空气质量标准》（DB3095-2012）及其修改单中表 1 环境空气污染物基本项目浓度限值。

TVOC（以非甲烷总烃计）满足《环境空气质量 非甲烷总烃限值》河北省地方标准（DB13/1577-2012）二级标准限值。

均未出现超标现象，说明当地环境空气质量良好。

（2）地下水环境

根据评价方法及评价标准，对现状监测结果进行评价，并对评价结果进行分析。地下水监测结果及评价结果列于下表。由评价结果可知，监测点氨氮、亚硝酸盐氮超标，超标原因可能是当地面源污染造成的。氟化物超标，可能是原生地质结构的原因。除此之外，其它监测点其它监测指标皆满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类标准值。

评价区地下水化学类型为 HCO_3-Na·Ca、HCO_3·Cl-Na·Ca、HCO_3·Cl-Ca 等。。

（3）地表水

由监测结果可知：总氮出现超标，其余监测因子满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅲ类水水质标准。

（4）声环境

由监测结果可知：拟建项目厂界噪声现状测量值昼间在 47.0～50.0dB（A）之间，夜间在 44.0～47.0dB（A）之间，厂界昼夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类区标准要求。说明项目区总体声环境质量较好。

（5）土壤环境

由监测结果可知，1#-10#监测点位土壤环境质量满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表 1 筛选值的第二类用地标准，无超标现象，11#监测点位满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值（其他），表明该区土壤环境现状良好。

12.1.4 污染物产生、排放及治理措施的可行性

12.1.4.1 废气

(1) 硅块破碎粉尘、硅粉加料废气和产品破碎废气

项目产生的粉尘主要来自硅块破碎粉尘、三氯氢硅合成车间硅粉加料系统粉

尘；冷氢化车间硅粉加料系统粉尘（硅粉接收罐废气+硅粉计量罐废气）；整理车间多晶硅料破碎等过程。

①硅块破碎粉尘废气经集气系统+布袋除尘器（布袋除尘器的除尘效率为98.9%）收集后经 15 米高、内径 0.6m 排气筒(DA001)排放。

②三氯氢硅合成车间硅粉加料废气经集气罩+硅粉过滤器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.2m 排气筒(DA002)排放。

③冷氢化车间硅粉接收罐废气经集气系统+2 套容积为 3.46m^3 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒(DA009)排放。冷氢化车间硅粉计量罐废气经集气系统+2 套Φ1200×2500，容积为 2.83m^3 的陶瓷过滤器处理后（集气系统的废气捕集率 95%，陶瓷过滤器的净化效率 98.9%）经 40 米高，内径 0.2m 排气筒(DA010)排放。

④硅料破碎粉尘经集气罩+布袋除尘器处理后（集气罩的废气捕集率 95%，布袋除尘器的净化效率 98.9%）经 15 米高、内径 0.6m 排气筒(DA012)排放。

(2)不凝气、吹扫废气、粘棒工段挥发的非甲烷总烃

三氯氢硅合成车间水冷冷凝器和深冷冷凝器不凝气、三氯氢硅还原车间吹扫废气、精馏不凝气（氢化料和还原尾气回收料精馏工艺不凝气、高低沸回收工艺精馏不凝气）、粘棒工段挥发的非甲烷总烃、渣浆回收两级冷凝器不凝气，主要含 $SiHCl_3$、$SiCl_4$、HCl、N_2、H_2 等，全部排入工艺废气处理车间处理(含氯硅烷工艺废气处理装置)。

工艺废气首先经过低压冷凝+高压冷凝装置回收氯硅烷回用于精馏工艺，深冷回收是多晶硅行业普遍采用的回收氯硅烷方法，三氯硅烷沸点 33℃、四氯硅烷沸点 57.6℃，均属沸点较高的物质，经过深冷装置可较易冷凝形成液体氯硅烷，并返回生产系统进行利用，项目设置氯硅烷深冷系统，可减少氯硅烷损耗， 降低生产成本，同时也可减少二水氯化钙产生量。

尾气采用活性炭吸附后排入工艺废气淋洗系统，淋洗系统由 6 个淋洗塔并联组成，采用 10%氢氧化钙溶液洗涤吸收后废气分别经各自淋洗塔排气筒排放。淋洗塔中氯硅烷与水分解，最终生成二氧化硅、HCl、H_2、HCl 被水洗涤形成酸性废水，定期排入污水处理站处理。

(3) 开停车置换气、系统出现超压等事故状态时废气

本项目四氯化硅冷氢化车间开停车置换气、三氯氢硅还原车间置换废气;三氯氢硅还原系统出现超压等事故状态时废气，还原尾气回收系统出现超压等事故状态时废气，冷氢化系统系统出现超压等事故状态时废气进入事故废气处理系统，首先经过三级冷凝装置回收氯硅烷，绝大多数氯硅烷在三级冷凝的过程中被回收，最大程度的回收氯硅烷，并送入精馏车间重新利用，未冷凝的尾气送进石灰乳喷淋洗涤塔，用 10%石灰水洗涤，废气中的氯硅烷和氯化氢与石灰水中的 $Ca(OH)_2$ 发生反应而被除去。

上述装置为多晶硅行业最常用的含氯硅烷废气处理装置，方法成熟可靠，采用该方法后，保证含氯硅烷废气排放中的氯硅烷转化为 HCl，且 HCl 达标排放。

本项目工艺废气处理装置分为 2 部分，分别为含氯硅烷工艺废气处理装置和事故废气处理装置，部分处理设施共用。淋洗系统总共包括 8 个淋洗塔（其中 1#-6#洗涤塔为尾气石灰乳喷淋淋洗塔、7#、8#塔淋洗处理残液）。

生产车间工艺废气（不凝气+三氯氢硅还原炉吹扫废气+整理车间粘胶工段非甲烷总烃）汇集到工艺废气主管，排入工艺废气处理车间含氯硅烷工艺废气处理装置；超压事故状态废气汇集到事故废气主管，排入工艺废气处理车间事故废气处理装置。

首先经过三级冷凝装置回收氯硅烷、经三级深冷吸附后不凝气主要含氢气、氮气和氯化氢，未冷凝的尾气送进石灰乳喷淋洗涤塔。事故尾气经石灰乳喷淋洗涤塔洗涤后进入残液淋洗。

本项目共设置6台尾气石灰乳喷淋淋洗塔，处理含氯硅烷废气进入6台淋洗塔并联处理，总共6个废气排放口。经淋洗后通过35m排气筒DA003、35m排气筒DA004、35m排气筒DA005、35m排气筒DA006依托、35m排气筒DA007、35m排气筒DA008分别排放。事故废气处理装置增设2个残液淋洗塔，排气筒与6个尾气淋洗塔共用。

(4)整理车间酸洗废气

多晶硅产品整理工序，产品表面腐蚀处理需要用氢氟酸、硝酸进行弱腐蚀，产生含氟化物和氮氧化物的酸性废气，经酸洗槽上方的集气罩收集后，采用酸性废气处理系统（二级喷淋塔-10%氢氧化钠和硫代硫酸钠混合溶液）35m 排气筒排放。

(5)燃煤锅炉烟气

锅炉烟气污染防治首先要通过治理措施优化，使锅炉向外环境排放的大气污染物排放指标满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）的要求及当地大气污染物总量控制目标的要求，并使其通过大气输送与扩散后满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的要求；其次，考虑到环境质量标准的要求，在经济合理的条件下，尽可能地减少锅炉排放的大气污染物对环境的影响程度并提出行之有效的治理措施。锅炉炉膛内采用平衡通风，压力平衡点位于炉膛出口。炉膛出口的高温烟气采用低氮燃烧+SNCR 脱硝+布袋除尘器+石灰石-石膏法脱硫工艺处理后 50m 高烟囱排放。

(6)无组织排放废气

①生产车间无组织排放的废气

①固体物料加料时，尽量缓慢加入，减少粉尘产生量；

②加强管线、接口、法兰、阀门的检查和维修保养减少生产过程的跑、冒、滴、漏，减少废气的无组织排放；

③生产过程尽量采用密封工艺，减少废气的挥发，进而减少无组织排放。

②储罐大小呼吸排放的废气

本项目储罐大小呼吸排气主要为：非甲烷总烃。本项目拟采用气压平衡控制储罐呼吸废气排放量，通过自然通风可实现废气的稀释及扩散，对周围环境影响较小。

化工生产中无组织排放贯穿于生产始终，包括物料运输、存贮、投料、反应、出料以及产品的精制等过程。通过对同类企业的调查可知，在不重视预防的情况下，无组织排放的废气对环境的影响比有组织排放的废气对环境的影响大，因此，为减少废气污染物的排放量，特别是无组织废气的排放量，本项目应特别注意无组织废气的防治。

本项目投产后，在废气正常排放情况下，近距离厂界周围浓度由无组织排放源强控制。为控制无组织废气的排放量，必须以清洁生产的指导思想，对物料的运输、贮存、投料、出料、产品的存储及尾气吸收等全过程进行分析，调查废气无组织排放的各个环节，并针对各主要排放环节提出相应改进措施，以减少废气无组织排放量。

建设单位拟采取如下措施，以减少生产区和储罐的无组织挥发量：

①选用高质量的管件，提高安装质量，并经常对设备检修维护，将化学品在

输送过程中的跑、冒、滴、漏减至最小；

②储罐进料口由平衡压力管与运输罐车连通，尽可能在密闭系统内完成装卸作业，减少无组织排放量；

③加强设备的维护，定期储罐进行检查检验，减少装置的跑、冒、滴、漏；

④对输送管道定期检修，加强管道接口处的密封；

⑤加强人员培训，增强事故防范意识；

⑥物料从槽罐车向储罐装料时，气相管与液相管分别与储罐相连，输液时形成闭路循环。

2、废水

①中水回用处理系统

本项目设置 1 座中水回用处理系统，中水回用处理系统设计处理规模为 360 m^3/h，产水率 90%。用于处理脱盐水站废水，闭式循环水站排水，开式循环水站排水，尾气回收冷冻站冷冻机蒸发冷排水，循环水冷冻站冷冻机蒸发冷排水，还原水泵房电极水蒸发冷排水，精馏车间复合冷排水，冷氢化复合冷排水，质检室排污水，冲洗废水。中水回用处理系统工艺采用“调节池+一体化处理器（絮凝剂+助凝剂+氢氧化钠）+陶瓷膜超滤+反渗透”工艺。

处理后的中水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，中水进入循环水池作为补水重复使用，处理过程中产生的浓水排至污水处理站。

②污水处理站

本项目配套建设污水处理站 1 座，设计规模为 900m^3/h 淋洗塔系统（处理全厂含氯硅烷废气+超压等系统事故状态废气），400m^3/h 一体化污水处理系统（处理地表水处理系统浓盐水、中水处理系统产生的浓盐水，整理车间废水，三氯氢硅合成车间酸雾闪蒸废水），40m^3/h 高盐废水蒸发装置 1 套（处理高盐水）。

处理工艺：淋洗系统（淋洗塔系统处理全厂氯硅烷废气）+旁滤系统+压滤系统+蒸发系统（MVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发），经处理后的蒸馏水，全部用于锅炉系统(出灰加湿、输煤喷洒抑尘、脱硫系统补水)。

本项目配套建设 40m^3/hMVR 蒸发+三效蒸发+单效蒸发装置 1 套（处理高盐水），氯化钙溶液采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发+单效蒸发，产生的盐溶液经过离

心机进行固液分离，分离后的清水回用，结晶盐二水氯化钙属于第 II 类一般固废，送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

处理后的废水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，全部回用于生产和循环水站，不外排。

③生活污水

生活污水经过化粪池预处理后排入园区污水处理厂。生活污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准。

3、噪声

本项目主要噪声源有各类压缩机以及各类泵体，其噪声值在 75-85dB（A）之间。

为使厂界噪声能稳定达标，确保项目投产减轻对周围环境的影响，项目拟采用以下切实有效的治理措施：

（1）提高厂房结构的隔声能力，车间墙壁安装吸声材料；

（2）设备购置时尽可能选用先进的低噪声的设备；对部分高声功率设备，购置专用的减振、消噪设备；

（3）合理布局，高噪声源尽量远离厂界；

（4）保证设备处于良好的运行状态，并对主要噪声设备进一步采取隔音、降噪措施，确保噪声达标排放；

（5）切实做好绿化，在厂界周围种植高大植物，消减厂界噪声排放，减轻噪声对周围环境的影响。

本项目对其噪声源所采取的控制措施，均为目前国内普遍采用的经济、实用、有效手段，实践表明其控制效果明显。经采取上述控制措施后，项目厂区边界昼夜噪声贡献值均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准限值要求。因此，本工程对其噪声源所采取的控制措施是可行有效的。

4、固体废物

根据《国家危险废物名录（2021）》，本项目产生的一般固废为生活垃圾、废硅粉、废石墨件、多晶硅磨锥机收集的粉尘、电解水制氢废分子筛、污水处理站中和渣、纯水制备废反渗透膜、锅炉灰渣、脱硫石膏、结晶盐。本项目产生的危险废物有废包装袋（桶）、还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质、废活性炭、废催化剂、低沸吸附产生的废树脂、高沸吸附产生的废树脂、过滤杂质、废机油、

废除尘器过滤袋、废吸附剂。

1、一般固体废物

根据《国家危险废物名录（2021）》，本项目产生的一般固废为生活垃圾、废硅粉、废石墨件、多晶硅磨锥机收集的粉尘、电解水制氢废分子筛、污水处理站中和渣、纯水制备废反渗透膜、锅炉灰渣、脱硫石膏、结晶盐。

（1）本项目劳动定员共700人。生活垃圾产生量按0.5kg/人·d计，生活垃圾产生量为116.55t/a，集中收集后由环卫部门定期清运处置。

（2）三氯氢硅合成生产工序金属烧结过滤器收集的粉尘约为30.8t/a，废硅粉为一般固废，外售至厂家进行回收利用。

（3）还原车间废石墨件，产生量为100t/a，属于第I类一般固废，暂存在一般固废暂存间，定期由石墨厂家回收。

（4）磨锥收集的粉尘量为1.7t/a。属于第I类一般固废，暂存在一般固废暂存间（占地面积1000m^2，渗透系数≦10^{-7}cm/s），定期拉运至一般固废填埋场处置。

（5）电解水制氢产生废H_2O分子筛，孔隙率为6-7Å（nm），每年更换一次，厂区更换量为4t/a（含2t/aH_2O），主要成分为Al_2O_3和硅酸盐混合物，厂区废H_2O分子筛产生总量为4t/a，为一般固体废物，由厂家定期进行更换回收。

（6）污水处理站处理的废水主要含有氯化物（氯化钙>98%，其余为氯化铁、氯化铝等金属氯化物）、SS（主要为二氧化硅和硅粉），因此污水处理站污泥属于第II类一般固废，含硅、二氧化硅、氢氧化铝、氢氧化铁、氢氧化钙等，产生量4000t/a，在封闭中和渣库内堆存，送水泥厂综合利用或送一般固废贮存场处置。

（7）纯水制备过程中产生的废反渗透膜量约1.2t/a，为一般固废，废反渗透膜定期更换，直接由厂家回收，不暂存，不外排。

（8）本项目营运期锅炉房产生的固体废物主要为锅炉灰渣8800t/a、脱硫石膏2553t/a。全部送往乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

（9）本项目污水处理站产生结晶盐，结晶盐的产生量为22377.6t/a，结晶盐的主要成分为二水氯化钙，为一般II类固废，送入乌拉特前旗工业园区工业固废堆场填埋。

2、危险废物

本项目产生的危险废物包括废包装袋（桶）、还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质、废活性炭、废催化剂、低沸吸附产生的废树脂、高沸吸附产生的废树脂、

过滤杂质、废机油、废除尘器过滤袋、废吸附剂。

(2) 废包装袋（桶）

生产过程中产生的废包装袋（桶）在生产车间设置包装袋（桶）暂存点，危险废物类别 HW49，危废编号 900-041-49，在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，交由有资质单位处置处理。

(2)还原尾气回收工段除杂吸附塔废杂质

活性炭吸附塔的活性炭层，炭层吸附氢气中的极少量的氯化氢、氯硅烷后从顶部排出，进入末端除杂吸附塔，除去氢气中的硼磷杂质，废杂质产生量为 36t/a。

废杂质的废物类别为 HW11 精（蒸）馏残渣，其他化工生产过程（不包括以生物质为主要原料的加工过程）中精馏、蒸馏和热解工艺产生的高沸点釜底残余物。非特定行业，废物代码为 900-013-11，危险特性为 T。废杂质暂存在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

(3)废活性炭

活性炭吸附塔经过一段时间吸附后（8 小时），活性炭处于饱和状态（吸附性能变差），要进行再生。再生的程序首先让吸附饱和的塔退出系统，让备用的塔投入系统吸附，吸附饱和的塔进行泄压、加热（温度加热到 160℃），把塔的压力通过切断阀和调节阀慢慢地泄到 0.17MPa（泄压的过程是通过斜坡函数来实现）。

活性炭吸附塔内的活性炭一年更换一次，产生废活性炭 188t/a，废活性炭的废物类别为 HW49 其他废物，化学原料和化学制品脱色（不包括有机合成食品添加剂脱色）、除杂、净化过程产生的废活性炭。非特定行业，废物代码为 900-039-49，危险特性为 T。废活性炭暂存在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置

(4)废催化剂

反歧化反应器（氯硅烷的歧化）使用树脂类催化剂，产生废树脂类催化剂（主要含有长碳链胺基树脂）。废催化剂的产生量为 225t/a。废催化剂的废物类别为 HW50 废催化剂。废物代码为 261-152-50，有机溶剂生产过程中产生的废催化剂，危险特性为 T。

废催化剂暂存在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，均交有资质单位处置。

(5)低沸吸附产生的废树脂

低沸吸附产生的废树脂，3 年更换一次，产生量为 13t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理。

(6)高沸吸附产生的废树脂

高沸吸附产生的废树脂，3 年更换一次，产生量为 15t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理

(7)过滤杂质

反应合成气为含有三氯氢硅、二氯二氢硅和未反应的四氯化硅、氢气、副反应产物及硅粉等的混合气体，与原料四氯化硅和氢气混合料换热后，先经过旋风分离器，回收混合气中夹带的硅粉。然后进入过滤器进行过滤，根据物料平衡，过滤杂质的产生量约为 202.5t/a，为危险废物。废物类别为 HW49 废催化剂，含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质。废物代码为 900-041-49，危险特性为 T/In。

在危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，由有资质单位处置处理。

(8)检修间废油

检修间废油产生量约 1t/a，废油废物类别 HW08，废物代码 900-249-08，在检修间设置 1 个 2m^3 的有盖 PE 桶存储废油，交有资质单位处置。

(9)除尘器过滤袋

本项目布袋除尘器滤袋平均更换量 1.6t/a，废物类别 HW49，废物代码 900-041-49，由有资质单位处置处理。

(10)工艺废气处理装置吸附塔产生废吸附剂

工艺废气处理装置产生的废吸附剂，3 年更换一次，产生量为 15t/3a，主要为含金属、硼的废树脂，属于危险废物。废树脂的废物类别为 HW13 有机树脂类废物。废物代码为 900-015-13，危险特性为 T。

在厂区危险废物暂存间（占地面积 200m^2，渗透系数≦10^{-10}cm/s）暂存后，委托有资质单位处理。

固体废物应分类处理、处置。根据《危险废物贮存污染控制标准》不得将不相容的废物混合或合并存放，不相容危险废物要分别存放或存放在不渗透间隔分开的区域内，每个部分都应有防漏裙脚或储漏盘，防漏裙脚或储漏盘的材料要与危险废物相容。

固体废物应分类处理、处置。根据《危险废物贮存污染控制标准》不得将不相容的废物混合或合并存放，不相容危险废物要分别存放或存放在不渗透间隔分开的区域内，每个部分都应有防漏裙脚或储漏盘，防漏裙脚或储漏盘的材料要与危险废物相容。

5、地下水污染防治措施

（1）分区防渗措施

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的相关要求，对厂址区域进行防渗分区。

（2）环境管理措施

为了缓解项目生产运行对地下水环境构成的影响，建设单位必须制定全面、长期的环境管理计划。有关管理部门按照“三同时”的原则，加强对项目地下水各项污染防治措施建设及运行的监督。地下水环境管理应纳入正规化和规范化的管理体制，建立和健全长效环境管理机制。在企业设置环保专职或兼职人员，同时制定各种规范制度和工作条例，对各种污染治理措施进行例行检查，在运营开始就同步全面开展工作。遇到突发污染事件时，应及时向单位主管领导汇报，同时采取相应方式措施，主管领导部门应及时向环境保护主管部门及人民政府汇报。
建立暂存台账制度，严格控制物料去向。

（3）风险应急措施

若发生突然泄漏事故可能对地下水造成污染时，应及时采取收集、去除措施，防止污染物下渗，对地下水造成严重影响。若污染处的污染物已经发生了渗漏进入含水层，则在地下水下游跟踪监测井加强监测，采集地下水样，对特征因子氟

化物、耗氧量、氨氮等进行监测，采样间隔为 1 次/天，直至水质符合要求。期间如有必要，可对下游水井采取抽水的方式将污染的地下水抽出处理。

（4）污染监控措施

拟布 3 个点，分别为 D1、D2、D3。其中 D1 位于厂区上游，用于监测厂区地下水天然背景浓度，用于和下游监测点进行对比，D2 位于污水处理构筑物下游，用于控制构筑物下游渗漏情况；D3 位于厂区下游，用于控制整改厂区下游渗漏情况。

6 、治理措施可行性

本项目废气、废水、噪声及固体废物采取的治理措施，工艺先进、成熟，经济可靠，均能达到预期的效率和效果，并有成功的运行经验参考。项目投产后，所有的废气、废水、噪声污染源经治理后，各项排污指标均能达标到国家相应标准的要求，固体废物可实现综合利用及合理处置。

12.1.5 清洁生产

本项目工艺选用了先进、可靠、适用的生产工艺技术，设备选型合理，在工艺及设备选择的全过程中推行了清洁生产。选用原料及能源均较清洁，减少了对环境的污染，环境效益显著，有效地把资源优势转化为经济优势，从源头上控制了污染。同时，采取了相应的节能降耗措施，节能和节约资源效果明显。对产生污染的设施采取了高效、可靠的污染控制措施，可以确保本项目投产后的各类污染物实现达标排放，固体废物实现了妥善处置，不外排。因此，从各项指标分析，本项目符合清洁生产的要求。

12.1.6 环境风险

（1）项目危险因素

本项目涉及的主要危险物质包括二氯二氢硅、三氯硅烷、四氯化硅、氢气、氯化氢、氟化氢、硝酸等，主要涉及危险单元包括储罐区、装置区、输送管道等。项目潜在危险因素主要是泄漏、火灾或爆炸事故。

项目总平面布置和设计应充分考虑环境风险，施工建设中应严格执行国家有关部门现行的设计规范、规定及标准。根据车间（工序）生产过程中火灾、爆炸危险等级及毒物危害程度分级进行分类、分区布置。合理划分管理区、生产区、辅助生产区及储运设施区，各区按其危害程度采取相应的安全防范措施进行管理。

（2）环境敏感性及事故环境影响

项目地址位于内蒙古巴彦淖尔乌拉特前旗工业园区，内蒙古东立光伏股份有限公司厂内，四氯化硅储罐泄露后，距离 10m 处，浓度出现时间 7.7235min，最大高峰浓度值为 5659.7mg/m^3。四氯化硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（170mg/m^3）的最大影响范围 284m；四氯化硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（38mg/m^3）的最大影响范围 424m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。

生产区三氯氢硅储罐泄漏后，距离 10m 处， 浓度出现时间 7.7254min，最大高峰浓度值为 5217mg/m^3。三氯氢硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（180mg/m^3）的最大影响范围 270m；三氯氢硅扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（40mg/m^3）的最大影响范围 408m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。

氯化氢储罐泄漏后，距离 60m 处， 浓度出现时间 8.6162min，最大高峰浓度值为 3154.4mg/m^3。氯化氢扩散预测浓度达到毒性终点浓度-1（150mg/m^3）的最大影响范围 118m；氯化氢扩散预测浓度达到毒性终点浓度-2（33mg/m^3）的最大影响范围 220m。到上述范围内均无村庄等敏感点，对周围居民点影响较小。。

（3）环境风险防范措施和应急预案

本项目针对危险单元建立有效的监控和预警机制，能够确保及时发现事故，并快速做出应急救援措施，厂区建立完善的三级防控体系，本项目事故状态下至少会产生 2362.76m^3 的事故水。本项目依托厂区现有二期工程的事故池，事故池容积 9000m^3。用以事故状态下二期工程和本项目的消防、事故废水收集，确保事故水不直接排入附近地表水体。

企业应在投产前制定应急预案并进行了备案，企业还应按照本次评价提出的要求完善厂区应急监测设备和应急预案内容。

本项目生产装置具有潜在的事故风险，尽管最大可信事故概率较小，但还应从建设、生产、贮运、消防等各方面积极采取措施，杜绝环境风险事故发生。当出现事故时，要采取紧急的工程应对措施，如有必要，要采取社会应急措施，并根据实时情况和事故种类确定人群疏散范围，以控制事故和减少对环境造成的危害。事故发生后要积极开展灾后危险化学品及消防废水的处理，防止二次污染发生。

12.1.7 总量控制

本项目生产废水全部排入生产废水处理站。本项目生活污水经过化粪池预处

理后排入乌拉特前旗工业园区污水处理厂。生产废水经处理后达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）标准后，全部回用于生产和循环水站，不外排。

根据本项目特点以及项目所在地区的相关规定，确定 NO_x、TVOC 为总量控制因子，总量控制指标确定为：NO_x 量为 179.72t/a，TVOC 量为 1.626t/a。COD 量为 5.88t/a，氨氮量为 0.485t/a。

12.1.8 评价总结论

本项目符合国家产业政策，厂址选择合理，在落实本评价报告提出的各项环保措施后，各项污染物均能达标排放，对环境的影响较小。同时，项目符合清洁生产要求，建立了各类风险防治措施和应急预案，可有效控制各类风险事故的发生。项目的建设具有良好的经济、环境和社会效益。

企业在严格执行“三同时”制度，落实本报告中提出的各项防治措施的前提下，从环保角度分析，该项目建设可行。

12.2 建议及要求

（1）严格按照设计及环评提出的污染治理措施进行落实和完善，在环保措施没有建成前，不得进行生产。在生产使用过程中加强管理，确保各项治污设施正常运转。

（2）为改善生态环境，减少拟建工程对周围环境的污染，建设单位应做好绿化工作。

（3）项目在满足验收的条件下，及时与有关环保部门联系，申请项目环保设施竣工验收。

（4）加强管理，合理安排生产工序，实现各工序生产原辅材料及能源利用的合理化和节约化。

（5）评价要求企业应委托有资质单位编制项目《安全评价报告》，同时应编制环境监理及环境风险应急预案，要求企业落实好项目工程设计及各项环保、安全、消防风险防范措施、项目应急预案，将项目环境风险降至最低。

（6）在工程建设时，应按照规范在相应部位预留采样点。