

1 概述

1.1 项目建设特点

1.1.1 项目建设背景

内蒙古通威高纯晶硅有限公司（以下简称通威公司）成立于 2017 年，位于内蒙古包头金属深加工园区，注册资金 120000 万元，公司主要研究、开发、生产、销售多晶硅、单晶硅。

通威公司一期 2.5 万吨高纯晶硅项目包括两条年产 1.25 万吨多晶硅生产线，主要产品为：太阳能一级品多晶硅 2.32 万 t/a、太阳能二级品多晶硅 900t/a、碳头料 900t/a。该项目于 2018 年 1 月取得环评批复（包环管字[2018]5 号）；同年 12 月建成。2019 年 1 月开始调试，11 月取得竣工环境保护验收意见通过自主验收（水、气、声），2020 年 9 月取得竣工环境保护验收意见通过自主验收（固废），目前，该项目正常生产。

通威公司一期 2.5 万吨高纯晶硅项目自投产以来取得了良好的经济效益与社会效益，为实现规模化效益、降低生产成本，提高企业竞争力，通威公司拟投资 45×10^4 万元实施二期 5 万吨高纯晶硅项目。项目实施后，通威公司高纯晶硅的生产规模由 2.5 万吨/年提高至 7.5 万吨/年。

二期 5 万吨高纯晶硅项目符合国家产业政策要求，并于 2021 年 1 月取得包头市昆都仑区工业和信息化局项目备案告知书（项目代码：2101-150203-07-01-924863）。

1.1.2 本期项目建设特点

（1）本期项目采用改良西门子法，生产工艺较为成熟，提高了原料的综合利用率及产品质量，能够有效降低能耗水平。

（2）较一期工程，考虑液氯的安全风险和环境风险高，本期项目不建设液氯气化及氯化氢合成工段，企业生产所需粗三氯氢硅全部外购。

（3）较一期工程天然气制氢，本期项目采用电解制氢工艺，电解制氢不使用化石燃料，不产生有害气体，本期选用 2 套生产能力为 $1000\text{Nm}^3/\text{h}$ 电解制氢装置，能够满足年产 50000 吨多晶硅生产需求。

（4）考虑项目所在地冬季气温低，一期工程循环水冷却采用水冷效果差，本

期项目采用水冷+空冷方式，根据出水温度可调整水冷却的运行台数，以减少水耗。

1.2 环境影响评价过程

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，本期项目属于“三十六 计算机、通信和其他电子设备制造业”中“81 电子元件及电子专用材料制造”中半导体材料制造项目，应编制环境影响报告书。为此，内蒙古通威高纯晶硅有限公司委托中冶西北工程技术有限公司开展本期项目的环境影响评价工作。

环评单位接到任务后，即组成环评项目课题组，组织有关的环评技术人员赴现场进行踏勘、收集有关资料。在进行本期项目环评工作过程中，环评单位按照环评导则的要求委托有资质的单位对评价区域的环境现状进行了全面的监测，在此基础上，结合项目及厂址区域特点，按照环境影响评价的有关规范和技术要求进行了资料统计分析、数学模拟、预测计算，完成了环境影响报告书的编制工作。

1.3 分析判定相关情况

1.3.1 产业政策符合性分析

（1）与《产业结构调整指导目录（2019本）》符合性分析

本期项目为高纯晶硅扩建工程，位于内蒙古包头金属深加工园区，生产规模5万吨/年。根据《产业结构调整指导目录（2019本）》，本期项目属于“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%）”。本期项目是高纯晶硅材料制造项目，多晶硅综合电耗为60.5kWh/kg，因此，项目建设符合《产业结构调整指导目录（2019本）》要求。

本期项目已取得包头市昆都仑区工业和信息化局项目备案告知书（项目代码：2101-150203-07-01-924863）。

综上，本期项目建设符合产业政策要求。

（2）与《光伏制造行业规范条件（2018年本）》符合性分析

本期项目指标与《光伏制造行业规范条件（2018年本）》中指标对比分析见表1.3-1。

表 1.3-1 与《光伏制造行业规范条件（2018 年本）》符合性分析

光伏制造行业规范条件（2018 年本）要求		本期项目情况	符合性
生产布局与项目设立	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	本期项目位于内蒙古包头金属深加工园区新能源新材料产业板块，符合园区规划和产业定位	符合
	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永久基本农田保护区、饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、生态保护红线和生态环境敏感区、脆弱区等法律、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严格控制规模，对生态环境造成影响的应采取措施，逐步迁出	本期项目位于内蒙古包头金属深加工园区，不在法律、法规规定的禁止建设光伏制造项目的区域	符合
	严格控制新上单纯扩大产能的光伏制造项目,引导光伏企业加强技术创新、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%	本期项目已取得包头市昆都仑区工业和信息化局项目备案告知书；项目资金全部由企业自筹	符合
生产规模和工艺技术	光伏制造企业应采用工艺先进、节能环保、产品质量好、生产成本低的生产技术和设备	采用先进的冷氢化配套改良西门子技术，以及自有渣浆回收处理技术	符合
	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；具有省级以上独立研发机构、技术中心或高新技术企业资质，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；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%	内蒙古通威高纯晶硅有限公司成立于 2017 年，公司主要以研究、开发、生产、销售多晶硅为主；企业正在申请高新技术企业资质，每年用研发及工艺改进的费用不低于总销售额的 3%	符合
	光伏制造企业按产品类型应分别满足以下要求：多晶硅项目每期规模不低于 3000 吨/年；	本期项目生产多晶硅 5 万吨/年	符合
	新建和改扩建企业及项目产品应满足以下要求：多晶硅满足《硅多晶》（GB/T12963）2 级以上要求；	多晶硅满足《硅多晶》（GB/T12963）2 级以上要求	符合
资源综合利用及能耗	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	本期项目在工业园区内建设	符合
	光伏制造项目电耗应满足以下要求：现有多晶硅项目还原电耗小于 60 千瓦时/千克，综合电耗小于 100 千瓦时/千克；新建和改扩建项目还原电耗小于 50 千瓦时/千克，综合电耗小于 80 千瓦时/千克	本期项目为改扩建项目，还原电耗 50 千瓦时/千克，综合电耗 60.5 千瓦时/千克	符合
	光伏制造项目生产水耗应满足以下要求：多晶硅项目水循环利用率不低于 95%	本期项目水循环利用率高于 95%	符合
环境保护	新建和改扩建光伏制造项目应严格执行环境影响评价制度，未依法报批建设项目环境影响评价的项目不得开工建设。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。建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、	本期项目为改扩建项目，严格执行环境影响评价制度，企业建立有健全环境管理机构和管理制度，现有一期工程已取得排污许可证	符合

	同时投产使用，并按规定进行竣工环境保护验收及环境影响后评价工作。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，符合环保法律法规要求，依法依规在规定时间内申领并取得排污许可证，并严格按证排放污染物，定期开展清洁生产审核并通过评估验收		
	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，SiCl ₄ 等危险废物应委托具备相应处理能力的有资质单位进行妥善利用或处置。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	根据工程分析，本期项目污染物均能达标排放，危险固废和一般固废均能够得到合理处置或综合利用，相关贮存场所满足标准要求	符合
	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。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	目前，企业正在积极申请	符合
	光伏制造企业应严格按照排污许可证和相关技术规范要求，制定自行监测方案，开展自行监测工作，公开自行监测信息	本期项目按照相关规范制定了自行监测方案，企业根据方案自行监测并公开监测信息	符合
质量管理	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。电池及电池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，鼓励企业建设具备 CNAS 认可资质的实验室	企业现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	符合
	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	产品满足国家标准	符合
	企业应通过 ISO9001 质量管理体系认证，组件使用寿命不低于 25 年，质保期不少于 10 年，逆变器质保期不少于 5 年	本期项目建成后，企业拟开展 ISO9001 质量管理体系认证	符合
	企业应建立相应的产品可追溯制度	企业建立相应的产品可追溯制度	符合
安全、卫生和社会责任	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。企业应当遵守《安全生产法》、《职业病防治法》等法律法规，执行保障安全生产、职业健康的国家标准或行业标准，当年及上一年度未发生一般及以上生产安全事故	严格落实安全设施和职业病防护设施“三同时”制度要求	符合
	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并达到三级以上	本期项目安全生产标准化建设并达到三级以上	符合
	企业应当依法落实职业病预防以及防治管理措施	落实职业病预防以及防治管理措施	符合
	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	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	符合

由上表可知：本期项目各项指标能够满足《光伏制造行业规范条件（2018 年本）》要求。

1.3.2 区域规划符合性分析

（1）与《内蒙古自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》符合性分析

根据《内蒙古自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，十四五期间，内蒙古将立足于现有产业基础，加快形成多种能源协同互补、综合利用、集约高效的供能方式。坚持大规模外送和本地消纳、集中式和分布式开发并举，推进风光等可再生能源高比例发展，重点建设包头、鄂尔多斯、乌兰察布、巴彦淖尔、阿拉善等千万千瓦级新能源基地。依托大型光伏发电基地建设，吸引光伏产业龙头企业入驻，推动晶硅材料生产向切片、组件发展，引进薄膜、聚光光伏生产线，培育光伏制造全产业链。

本期项目实施后，通威公司高纯晶硅的生产规模由 2.5 万吨/年提高至 7.5 万吨/年，可以向下游企业提供大量原材料，项目建设符合《内蒙古自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

（2）与《内蒙古自治区主体功能区规划》符合性分析

《内蒙古自治区主体功能区规划》中重点开发区域明确指出：国家级重点开发区域—呼包鄂地区。该区域位于全国“两横三纵”城市化战略格局中包昆通道纵轴的北端，是国家级重点开发区域呼包鄂榆地区的主要组成部分，包括呼包鄂地区 21 个旗县市区和 14 个其它重点开发的城镇，国土面积 9.78 万平方公里，占全国国土总面积的 8.16%。

本期项目位于内蒙古包头金属深加工园区，属于《内蒙古自治区主体功能区规划》定位的国家级重点开发区域，符合《内蒙古自治区主体功能区规划》。

（3）与《包头市城市总体规划》的符合性分析

包头市人民政府编制的《包头市城市总体规划》（2011-2020），规划提出包头市城市性质是我国中西部地区重要的中心城市，内蒙古自治区的经济中心，国家重要钢铁、冶金基地和机械装备制造业基地，我国重要的沿边城市，稀土研发基地，综合性交通枢纽（公路、铁路），区域性服务中心，以草原风情旅游为特色的旅游基地。市域城镇发展规划：逐步形成以主城为核心，以 110 国道沿线为主发展轴的多层次、网络状、

一体化的城镇格局。规划包头市域城镇体系形成“中心城区—辅城—旗县城中心镇与工矿区—一般建制镇—乡集镇（苏木）”的五级等级体系。

工业用地发展方向：包头市城市空间布局目前已形成了昆都仑区、青山区、东河区相对独立的发展模式，新市区（昆都仑区、青山区）是大工业集中区，其生产规模大，设备较先进，技术力量雄厚，对全市经济发展起着决定性作用。城市布局比较合理，工业区分布于市区边缘，居民区集中于市区中间地带。市内基础设施比较完备，道路系统呈网格状，土地功能分区基本合理，是全市政治、经济文化中心。规划确定工业用地发展方向主要以西扩为主。即跨过昆河向西扩展，并以包钢为中心，逐步形成包头市新型的工业区。

布局结构：带状结构，即“一市、两城、多片区”。两城为昆青城区、九东城区。多片区包括昆都仑片区、青山片区、稀土高新区、希望铝业片区、包钢工业区、哈业脑包片区、新型工业区、九原片区、东河片区、万水泉片区、东兴工业区。总体布局：强化带状城市结构，形成“山、城、河、绿”的城市特色格局；中心城区形成“两主四副”多中心的结构，城市生活用地居中布置，适当向南北扩展；工业向东西两翼集中布置，强化城区和片区之间的隔离绿化，建立适当带状城市发展的快速交通体系。

本期项目是在现有一期工程东侧实施的扩建项目，选址位于内蒙古包头金属深加工园区，符合《包头市城市总体规划（2011-2020）》。

1.3.3 与园区规划及规划环评符合性分析

1.3.3.1 与园区规划符合性分析

（1）园区简介

内蒙古包头金属深加工园区始建于 2007 年，位于京藏高速公路南侧，包钢集团厂区及西水泉路西侧，哈德门沟东侧，包兰铁路北侧，规划建设用地为 37km²。内蒙古包头金属深加工园区（以下简称园区）是自治区人民政府于 2012 年批准的“自治区级工业园区”，也是自治区确定的西部盟市 19 个重点工业集中化区（园区）之一。先后被国家工信部命名为钢铁深加工新型工业化产业示范基地，被国家科技部命名为钢铁和稀土高新技术产业基地，并于 2012 年、2013 年连续被评为自治区优秀工业园区。园区总体规划环境影响报告书经内蒙古自治区环境保护厅以内环字[2013]63 号出具审查意见。内蒙古包头金属深加工园区管委会于 2017 年对园区总体规划进行了修编，修编后园区的产业定位是以金属深加工为基础，高新技术产业和先进适用性技术

为先导，集黑色金属冶金及深加工产业、有色金属原料及深加工产业、新材料等高分子材料研发为一体的新型工业体系，其规划环境影响报告书于 2017 年 12 月 4 日经内蒙古自治区环境保护厅以内环字[2017]119 号文出具了审查意见。

截止 2020 年 12 月，园区共入住企业 109 家，其中建成投产项目 65 家，在建项目 7 家，拟建及技术改造项目 32 家，停产企业 2 家，淘汰企业 3 家。

（2）与园区产业发展方向符合性分析

金属深加工园区产业区主要包括稀土、金属深加工功能区，循环经济功能区，钢铁物流功能区，新能源、新材料、高新技术产业功能区。园区本次重点规划产业及发展规模见表 1.3-1。

表 1.3-1 园区规划重点产业发展规模

行业	现状		远期（2021-2025年）		2025年末增减	
	规模	发展产业	规模	发展产业	规模变化	产业
钢铁冶炼	750万 t/a	包钢稀土钢材 550 万 t；20 万吨带钢、10 万吨冷轧带钢、30 万吨线材、20 万吨焊管；棒材，线材各 60 万 t	715 万 t/a	稀土钢材 550 万 t，135 万 t 粗钢，30 万 t 特殊钢	-35 万 t/a	减少大安棒材 60 万 t、线材 60 万 t，减少 30 万 t 特殊钢，吉宇升级改造增加 55 万 t
钢铁压延加工、金属制品制造及其配套产业	130.3 万 t/a, 50km	包括 22 万 t 无缝钢管，6 万 t 热轧管，10 万 t 型材，4.5 万 t 复合脱氧剂和球化剂；80 万 t 镀锌板、管；7 万吨/年热镀锌（铝）彩印复合板；50km 聚氨酯保温直埋管；钢结构；相关配套产业	360.5 万 t/a, 50km, 100 万只/a, 212 万 m ² /a	年产 22 万吨无缝钢管；6 万 t 热轧管；50 万 t 型钢、型材，4.5 万 t 复合脱氧剂和球化剂，80 万 t 镀锌板、管；7 万吨/年热镀锌（铝）彩印复合板；50km 聚氨酯保温直埋管；29 万 t 钢结构，20 万 t 螺旋焊管，5 万 t 银亮材，30 万 t 城市管廊，100 万只金属包装桶，212 万 m ² 彩钢板，110 万 t 稀土锌铝镁耐腐蚀板；相关配套产业	230.2 万 t/a, 100 万只/a, 212 万 m ² /a	40 万 t 型钢，28.2 万 t 钢结构，20 万 t 螺旋焊管，5 万 t 银亮材，30 万 t 城市管廊，100 万只金属包装桶，212 万 m ² 彩钢板，110 万 t 稀土锌铝镁耐腐蚀板；相关配套产业
机械加工		目前已具备汽车装备、工程机械装备、综采装备、机电装备、新能源装备等各类装备制造产业的生产能力		主要发展汽车装备、铁路装备、工程机械装备、综采装备、机电装备、新能源装备、环保装备等各类装备制造产业，以及各类高端装备制造等产业		
稀土冶炼及稀土合金	13.29 万 t/a	包括稀土冶炼 11.05 万 t（混合碳酸稀土、氧化稀土及氯化稀土，稀土氟盐）；稀土金属及合金 2.24 万 t（稀土金属及合金；稀土硅镁合金、稀土硅铁合金、金属钕，镨铁合金）	30.92 万 t/a	稀土冶炼 22.55 万 t（包括混合碳酸稀土、氧化稀土及氯化稀土，稀土氟盐）；稀土金属及合金 7.81 万 t（稀土硅镁合金、稀土硅铁合金，稀土中间合金；镨铁合金，镨钕合金，金属钕，镨钕钒合金，镨钕镨合金，金属镧，金属铈，镧铈合金，其他稀土金属及合金）；稀土废料综合利用生产氧化镨钕、氧	17.63 万 t/a	稀土冶炼增加 11.5 万 t。稀土金属及合金增加 5.57 万 t；增加稀土废料综合利用；

行业	现状		远期（2021-2025年）		2025年末增减	
	规模	发展产业	规模	发展产业	规模变化	产业
				化镒、氧化铽、氧化钆等；		
稀土深加工	1.654 万 t/a	稀土高铈化合物、硝酸铈铵、稀土抛光粉、碳酸铈、新型钕铁硼永磁材料、高纯稀土锂电池材料	2.054 万 t/a	稀土高铈化合物、硝酸铈铵、稀土抛光粉、碳酸铈、新型钕铁硼永磁材料、高纯稀土锂电池材料，稀土金属电解质	0.4 万 t/a	稀土抛光粉，稀土金属电解质
新能源、新材料、高新技术产业	3.52 万 t/a、3GW、2000 万 Wh	多晶硅 2.5 万 t/a、聚苯硫醚 1 万 t/a、3GW 单晶拉棒、0.02 万 t 新型陶瓷材料、2000 万 Wh/年动力电池	75 万 t/a、100GW、2000 万 Wh	30 万 t 高纯晶硅；40 万 t 有机硅；100GW 单晶拉棒；硅片、电池组件；5 万 t 高分子材料（聚苯硫醚（PPS）延伸产品及复合材料等）；2000 万 Wh/年动力电池；新型陶瓷材料；高性能碳纤维复合材料、石墨烯粉体、石英坩埚等其他新材料产业及配套产业	71.5 万 t/a、97GW	27.5 万 t 高纯晶硅；40 万 t 有机硅；97GW 单晶拉棒；硅片、电池组件；4 万 t 高分子材料（聚苯硫醚（PPS）延伸产品及复合材料等）；高性能碳纤维复合材料、石墨烯粉体、石英坩埚等其他新材料产业及配套产业
循环经济产业	2.5 万 t	2.5 万 t 无机矿物纤维节能材料	30 万 t/a	无机矿物纤维节能材料 30 万吨	27.5 万 t/a	无机矿物纤维节能材料 27.5 万吨
	110 万 t/a	废钢铁回收加工 110 万 t	755 万 t/a	废钢铁回收加工 435 万 t；钢铁渣综合利用 300 万 t；脱硫石膏综合利用生产 10 万 t 硫酸钙晶须；10 万 t 废旧耐材回收再利用；	645 万 t/a	废钢铁回收加工 325 万 t；钢铁渣综合利用 300 万 t；脱硫石膏综合利用生产 10 万 t 硫酸钙晶须；10 万 t 废旧耐材回收再利用；
		水泥粉磨站 400 万 t，微粉 180 万 t，商品混凝土 50 万 m ³ 、4000 万块新型环保砖	580 万 t/a，50 万 m ³ /a，1 亿块/a	水泥粉磨站 400 万 t，微粉 180 万 t，商品混凝土 50 万 m ³ ，环保砖 1 亿块	6000 万块/a	环保砖 6000 万块
		其他废弃资源综合利用业（拆解回收报废汽车，废油处置		其他废弃资源综合利用业（拆解回收报废汽车；废油、油泥、废油桶处置		

行业	现状		远期（2021-2025 年）		2025 年末增减	
	规模	发展产业	规模	发展产业	规模变化	产业
		等)		等)		
	—	—	52 万 t	30 万 t 焦油深加工，4 万 t 针状焦，10 万 t 苯精制，8 万 t 苯乙烯	52 万 t	增加 30 万 t 焦油深加工，4 万 t 针状焦，10 万 t 苯精制，8 万 t 苯乙烯
基础设施	600MW	包头第一热电厂（新厂）2×300MW	630MW	包头第一热电厂（新厂）2×300MW、生活垃圾焚烧发电 2×15MW、智能煤矸石发电 2×50MW	30MW	生活垃圾焚烧发电 2×15MW、智能煤矸石发电 2×50MW

本期项目建成后，园区高纯晶硅生产规模达到 7.5 万吨/年，符合园区高纯晶硅产业控制在 30 万吨/年的要求。

（3）与园区规划布局符合性分析

根据《内蒙古包头金属深加工园区总体规划（2017—2025）》（修编），内蒙古包头金属深加工园区主要分为四大产业板块：稀土及金属深加工功能区分为三个片区，分别位于园区北部、中部和南部片区，共计建设用地面积 13.51km²（北片区 1.87km²，中片区 5.71km²，南片区 5.93km²）；新能源、新材料高新技术产业功能区分为两个片区，分别位于园区东西两侧，共计建设用地面积 12.01km²（东片区 4.63km²，西片区 7.38km²）；钢铁物流功能区位于园区东北侧，建设用地面积 6.27 km²；循环经济功能区位于园区东南侧，建设用地面积 4.55km²。

本期项目生产高纯晶硅，属于电子专用材料制造，选址位于高新技术产业功能区，该区重点发展新能源、新材料及化工产业，项目建设符合园区规划布局。

本期项目在园区规划布局的位置见图 1.3-1。

1.3.3.2 园区规划环评符合性分析

本期项目与园区规划环评符合性分析见表 1.3-2。

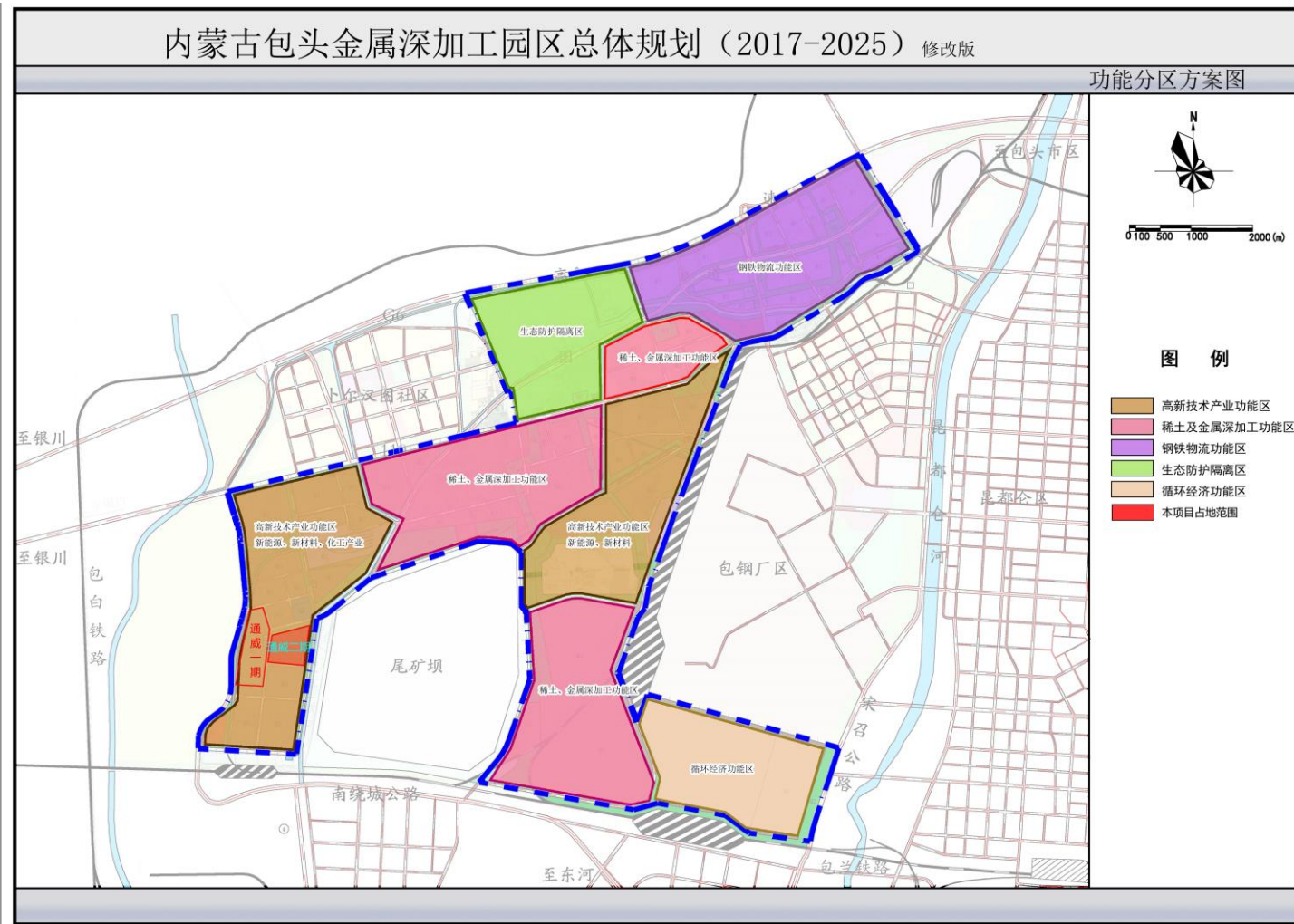


图 1.3-1 本期项目在园区规划布局的位置图

表 1.3-2 本期项目与园区规划环评符合性分析表

分类	规划环评要求			本期项目	符合性
	评价指标	项目类别	要求		
产业要求	产业类别	所有行业	符合《产业结构调整指导目录（2019 年本）》要求	本期项目是高纯晶硅材料制造项目，多晶硅综合电耗为 60.5kWh/kg，因此，项目建设符合《产业结构调整指导目录（2019 本）》	符合
			符合园区的产业定位	园区的产业定位是以钢铁及深加工、稀土及新材料等战略新兴产业为主导产业，同时以两大主体产业配套发展环保产业、循环经济、商贸及物流等产业。其中，稀土及新材料等战略新兴产业重点发展稀土永磁、催化、抛光、储氢、稀土发光、稀土结构性等材料； 多晶、单晶及其他硅基硅制品及下游产品 ；高分子材料及上、下游及平行产业。本期项目建成后，园区高纯晶硅生产规模达到 7.5 万吨/年，符合园区产业定位	符合
		光伏	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%。	本期项目全部资金由企业自筹	符合
	产业规模	精细化工产业及多晶硅	区域现状环境质量存在超标现象，禁止发展污染严重的精细化工产业及多晶硅上游配套产业	本期项目不属于多晶硅上游配套产业	符合
		多晶硅	≥0.3 万 t/a	本期项目生产规模为 5 万 t/a	符合
	资源利用效率	综合能耗	多晶硅	≤80 kWh/kg	本期项目综合电耗 60.5 kWh/kg
单位产品新鲜水耗		多晶硅/水循环利用率 (%)	≥95	本期项目水循环利用率高于 95%	符合
其它	环境风险	风险设施	制定风险应急预案及风险防治措施	本期项目制定风险应急预案及风险防治措施	符合

1.3.4 相关政策文件符合性分析

（1）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伏电池制造技术水平，显著降低光伏发电成本，提高光伏产业竞争力。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、环保不达标等多晶硅产能，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”。

本期项目产品为太阳能级多晶硅，规模 5 万吨/年，实施后产品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，并进行技术创新，渣浆采用先进技术进行回收处理，单位产品综合电耗为 60.5kW h/kg，因此，本期项目实施符合《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》。

（2）与《内蒙古自治区进一步规范化工行业项目建设的若干规定》符合性分析

根据《关于印发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》（内工信原工字[2019]269号），本期项目与《内蒙古自治区进一步规范化工行业项目建设的若干规定》中“严格产业准入、推动产业改造升级”等方面的要求，进行对比分析，具体分析结果见表 1.3-3。由表可以看出，本期项目符合上述通知的相关要求。

（3）与《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》符合性分析

本期项目与《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）的符合性分析见表

1.3-4。

表 1.3-3 本期项目与《内蒙古自治区进一步规范化工行业项目建设的若干规定》符合性分析

文件要求	本期项目情况	符合性
一、严格产业准入		
<p>1、严格政策规划约束。严格按照《内蒙古自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）》（内政发〔2018〕11号）有关规定核准、备案新（改、扩）建化工项目。严格控制焦炭、电石、PVC、烧碱（天然碱除外）、纯碱（天然碱除外）、尿素、磷铵、黄磷等行业新增产能，确有必要建设的项目实行等量或减量置换。</p>	<p>本期项目生产多晶硅，不涉及产能问题</p>	<p>符合</p>
<p>2、严格基础化工行业技术标准。焦炭：新（改、扩）建捣固焦炉碳化室高度不低于5.5米，项目建设规模不低于300万吨/年。电石：新建或技改电石生产装置单炉容量不低于4万千伏安，项目建设规模不低于30万吨/年。PVC、烧碱：新建PVC、烧碱项目产能均不低于30万吨/年，鼓励使用无汞触媒。新建煤制天然气、煤制甲醇、煤制烯烃、煤制乙二醇项目规模分别不低于20亿标立方米/年、100万吨/年、60万吨/年、20万吨/年，新建单系列合成氨规模不低于1000吨/日（综合利用和联产项目除外）。</p>		
<p>3、严格安全标准。新（改、扩）建危险化学品项目，严格按照《危险化学品建设项目安全监督管理办法》要求，履行建设项目安全审查，严禁未批先建。禁止建设达不到安全标准的落后生产工艺、未委托具有相应资质设计单位进行工艺设计、搬迁使用旧设备的新（改、扩）建项目。新（改、扩）建精细化工项目，必须完成反应安全风险评估，禁止反应工艺危险度5级、严格限制4级的项目。化工园区应当根据风险大小、企业数量、生产工艺要求等，优化园区内企业布局，建立健全与之配套的安全监管、隐患排查、风险评估、应急救援等机制，有效控制和降低整体安全风险。已建成的化工园区，原则上不得变更规划园区的性质及周边安全防护距离内的区域功能。</p>	<p>本期项目位于内蒙古包头金属深加工园区，项目建设未变更园区的性质及周边安全防护距离内的区域功能</p>	<p>符合</p>
<p>4、严格环保准入。新（改、扩）建化工项目必须符合规划环评及审查意见相关要求，必须与居民区或城市规划的居住用地保持足够的缓冲距离。要执行或参照执行特别排放限值，采取切实有效措施从严控制特征污染物的逸散与排放，生产废水严禁直接外排，产生的生化污泥或盐泥要按照危险废物进行处理，蒸发塘、晾晒池、氧化塘、暂存池等要按照危险废物填埋场标准进行建设。</p>	<p>本期项目符合规划环评及审查意见相关要求，距离最近的敏感点为二期项目厂址西侧1500m的乌兰计三村；项目建设不涉及蒸发塘、晾晒池、氧化塘；事故应急池防渗采用350mm抗渗混凝土及2mm厚聚氨酯防水材料防渗，满足危险废物填埋场标准防渗要求；根据大气预测，本项目不需设置大气环境防护距离，大气环境防护距离为0m</p>	<p>符合</p>
二、推动产业改造升级		

文件要求	本期项目情况	符合性
<p>1、加快现有化工企业技术改造。对不符合能耗、环保、安全、技术、质量标准或列入《产业结构调整指导目录》淘汰类范围的企业进行限期改造，整改仍不达标的依法实施关闭退出。支持利用清洁生产、智能控制等先进技术改造提升现有生产装置，支持在高温、高压、易燃、易爆、易中毒、有腐蚀性刺激性等化工高危生产工序和环节，实施“机器换人、自动化减人”。</p>	<p>本期项目为高纯晶硅扩建工程，位于内蒙古包头金属深加工园区，生产规模 5 万吨/年。根据《产业结构调整指导目录（2019 本）》，本项目属于“鼓励类”。</p>	<p>符合</p>
<p>2、加快危险化学品企业搬迁改造。对危险化学品生产企业进行逐一筛查，及时将存在重大安全隐患、不符合安全距离和卫生防护距离的企业列入搬迁改造名单。没有制定搬迁改造方案的盟市和企业必须于 2019 年 6 月底前完成方案制定，严格按照时间节点推进搬迁改造任务。各地要研究制定补偿方案，帮助企业通过土地置换等多种方式拓宽资金筹措渠道。</p>	<p>本期项目不涉及搬迁改造</p>	<p>符合</p>

表 1.3-4 本期项目与内政办发[2018]88 号的符合性分析表

文件要求	本期项目情况	符合性
<p>二、严格项目准入，促进绿色发展</p> <p>严格落实环评限批。未完成规划环评的园区，暂停受理除污染治理、生态恢复建设和循环经济类以外的入园项目环评。园区所在地区被生态环境部或自治区生态环境厅按照相关规定执行区域限批的，各级生态环境部门应暂停审批该园区新增排放重点污染物或对生态环境有较大影响的相关建设项目环评文件。</p>	<p>本期项目位于内蒙古包头金属深加工园区，园区已经完成规划环评；园区所在地区未被生态环境部或自治区生态环境厅纳入区域限批</p>	<p>符合</p>
<p>三、扎实推进大气污染防治</p> <p>扎实推进特征污染物治理。化工、医药等企业应建设有毒及恶臭气体收集、处理和应急处置设施。化工、石化、包装印刷、工业涂装等企业应尽快实施技术升级改造，减少挥发性有机污染物（VOCs）的泄漏排放。重点行业粉状物料堆场实现全封闭，块状物料安装抑尘设施。</p>	<p>本期项目将全部工艺废气集中收集至工艺废气集中处理装置，可有效减少污染物的排放</p>	<p>符合</p>
<p>四、强化水污染防治</p> <p>1、规范处理园区污水。强化企业污水预处理，确保满足间接排放标准和纳管要求。</p> <p>2、提高用水效率。新、改、扩建的高耗水工业项目，禁止擅自使用地下水。优先配置利用中水和疏干水等作为生产水源；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。积极推动钢铁、造纸、印染、化工等高耗水企业废水深度处理和回用。</p>	<p>本期项目新建废水处理装置，处理后回用于生产线，最大程度的提高水的重复利用率</p>	<p>符合</p>
<p>五、妥善处置工业固废</p> <p>1、规范处置一般固废。推进粉煤灰、有色冶炼渣等大宗固体废物综合利用，以及高铝粉煤灰等资源化利用。结合区域内工业固废产生情况，统筹建设固体废物贮存场所。加强固体废物分类处置和全流程监管。</p> <p>2、强化危险废物安全监管。鼓励有条件的地区利用水泥窑开展协同处置。园区相对集中的区域，鼓励尽快建设危废集中处置中心。危废产生量巨大、区域内不具备依托条件的园区或大型企业，可以单独建设危废处理处置设施（场地）。</p>	<p>本期项目工业固废得到妥善处置</p>	<p>符合</p>
<p>六、有效管控环境风险</p> <p>完善环境风险防控体系。全面落实园区、企业环境风险应急预案各项要求，增强突发环境事件处置能力。开展涉危涉化企业、有风险隐患的渣场等风险排查和整改工作，及时消除隐患。按要求建设园区隔离带、绿化防护带和风险事故水池等设施。</p>	<p>本期项目建立环境风险应急预案，不断增强突发环境事件处置能力</p>	<p>符合</p>

1.3.5 “三线一单”符合性分析

（1）生态保护红线

本期项目位于内蒙古包头金属深加工园区。评价区内无自然保护区、风景名胜區、饮用水水源地等特殊环境敏感区，项目不在特殊环境敏感区范围之内，不涉及生态保护红线。

②环境质量底线

根据《包头市环境质量报告书》(2019年)，项目所在区域城市基础污染物 PM_{10} 及 $PM_{2.5}$ 环境空气质量未达标。经委托监测，其他大气环境质量特征监测因子均未超出环境限值；声环境质量能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3类标准；本期项目建成后生产废水经厂内污水处理站处理后回用不外排，生活污水经厂内污水处理设施处理达标后排至西郊污水处理厂处理。在做好厂区防渗措施的前提下，不会加深项目所在区域地下水污染情况；土壤环境各因子监测值均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018) 第二类建设用地污染风险筛选值和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018) 中筛选值标准。

根据大气环境影响预测本项目新增污染源正常排放下各污染物短期浓度贡献值的最大浓度占标率均小于 100%；新增污染源正常排放下各污染物年均浓度贡献值的最大浓度占标率均小于 30%；项目环境影响符合环境功能区划和满足区域环境质量改善目标。 PM_{10} 叠加后染物的保证率日均质量浓度不符合环境质量标准要求、年均质量浓度符合环境质量标准要求，但污染物 PM_{10} 评价计算的预测范围内的年平均质量浓度变化率 $k \leq -20\%$ 。因此认为环境影响可以接受；本项目在污水正常排放、各种防渗措施齐备、各种设施正常运营的情况下，项目的建设生产对地下水环境的影响较小；土壤环境预测称范围内各时段预测结果均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018) 中的标准要求。同时本项目从源头控制措施、过程防控措施、跟踪监测等方面对本项目提出要求，保证最大程度的降低对土壤环境的影响。综上所述，从土壤环境影响的角度，本项目的建设可行。因此，本项目在严格采取环保措施和服从区域污染防治计划的前提下，满足环境质量底线的要求。

③资源利用上线

本期项目利用园区空地建设，主要原料三氯氢硅从国内企业购得，货源稳定可靠；各辅助材料均可以从当地市场上购买得到；项目运行中消耗一定量水、电等，均在园区规划供应范围内且消耗量相对区域资源总量较少，因此，本期项目不会突破资源能源利用上线。

④环境准入负面清单

本期项目拟建于内蒙古包头金属深加工园区，不属于国家重点生态功能区，未列入《内蒙古自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）》。本期项目属于符合环保法律法规、国家产业政策和包头市发展要求的项目；园区已完成规划环评，符合园区总体规划、产业布局、产业结构，可供本项目依托的园区环保基础设施建设齐全。因此，本期项目不属于环境准入负面清单中禁止的项目。

通过上述分析，本期项目建设符合产业政策、相关规划及标准等相关规定要求。

1.4 关注的主要环境问题

本期项目环评过程中关注的主要环境问题有：

- （1）重点关注区域环境质量情况（包括大气环境质量、地下水环境质量等）。
- （2）重点关注工程废气污染防治的可行性和可靠性论证。
- （3）本期项目生产装置区和罐区等都存在环境风险，环境风险需重点关注。

1.5 环境影响评价主要结论

内蒙古通威高纯晶硅有限公司光伏硅材料制造项目（二期 5 万吨高纯晶硅项目）建设符合国家产业政策、国家和地方发展规划，符合包头市城市总体规划和内蒙古包头金属深加工园区规划。项目采用清洁生产工艺、先进的污染防治措施，废气满足达标排放要求，全厂生产废水不外排，工业固体废物的处理处置符合“减量化、资源化、无害化”原则，污染物排放得到有效控制；经定量预测分析，本项目排放污染物对大气、声环境及水环境等的影响较小，环境风险可防控，同时通过实施区域削减措施有利于区域环境质量的改善。按国家信息公开的相关要求本项目主动开展了公众参与、信息主动公开等工作。因此，在建设和运营过程中严格执行“三同时”制度，落实本环境影响报告书中提出的各项环境保护措施和建议的前提下，从环境保护角度论证本期项目建设可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 环境影响评价任务委托书

内蒙古通威高纯晶硅有限公司光伏硅材料制造项目（二期 5 万吨高纯晶硅项目）环境影响评价任务委托书。

2.1.2 项目的设计文件

《内蒙古通威高纯晶硅有限公司光伏硅材料制造项目（二期 5 万吨高纯晶硅项目）可行性研究报告》（华陆工程科技有限责任公司，2021.1）。

2.1.3 国家环保法规及政策

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日施行）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日施行）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日起施行）；
- (5) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日起施行）；
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日起施行）；
- (8) 《中华人民共和国节约能源法》（2018 年 10 月 26 日起施行）；
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 7 月 1 日起施行）；
- (10) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013]37 号）；
- (11) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17 号）；
- (12) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31 号）；
- (13) 《有毒有害大气污染物名录（2018 年）》（中华人民共和国生态环境部、中华人民共和国国家卫生健康委员会公告 2019 年 第 4 号）；
- (14) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日起施行）；
- (15) 《国家危险废物名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日起施行）；
- (16) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
- (17) 《产业结构调整指导目录》（2019 年修订本）；
- (18) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（2017 年 10 月 1 日起施行）；

- (19)《环境影响评价公众参与办法》(2019年1月1日起施行);
- (20)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版);
- (21)《污染源源强核算技术指南准则》(HJ884-2018);
- (22)《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017);
- (23)《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T50934-2013);
- (24)《新材料产业发展指南》(工信部联规[2016]454号);

2.1.4 地方环保法规及政策

- (1)《内蒙古自治区环境保护条例》(2018年12月6日);
- (2)《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);
- (3)《内蒙古自治区人民政府关于水污染防治行动计划的实施意见》(内政发[2015]119号);
- (6)《内蒙古自治区人民政府关于贯彻落实土壤污染防治行动计划的实施意见》, (内政发[2016]127号);
- (7)《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);
- (8)《内蒙古自治区打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》(2018年9月29日);
- (9)《内蒙古自治区土壤污染防治三年攻坚计划》(内政办发[2018]97号);
- (10)《内蒙古自治区水污染防治三年攻坚计划》(2018年12月29日);
- (11)《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);
- (12)《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》(内工信原工字[2019]269号);
- (13)《内蒙古自治区大气污染防治条例》(2019年3月1日起施行)
- (14)《内蒙古自治区水污染防治条例》(2020年1月1日起施行);
- (15)《内蒙古自治区土壤污染防治条例》(2021年1月1日起施行);

2.1.5 与本项目相关规划

- (1)《内蒙古自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目

标纲要》（2021年2月）；

- (2) 《内蒙古自治区主体功能区规划》；
- (3) 《包头市城市总体规划（2011-2020）》；
- (4) 《内蒙古包头金属深加工园区总体规划（2017—2025）》（修编）。

2.1.6 技术导则

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

2.1.7 与本项目相关文件

- (1) 《内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨/年高纯晶硅项目环境影响报告书》（中冶东方控股有限公司，2018年1月）；
- (2) 《包头市环境保护局关于内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨/年高纯晶硅项目环境影响报告书的批复》（包环管字[2018]5号）；
- (3) 《内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨高纯晶硅项目竣工环境保护验收监测报告》（包头市环境科学学会，2019年11月）；
- (4) 《内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨高纯晶硅项目固体废物污染环境防治设施验收报告》（内蒙古通威高纯晶硅有限公司，2020年9月）；
- (5) 《内蒙古通威高纯晶硅有限公司年产2.5万t高纯晶硅配套建设天然气锅炉房项目环境影响报告表》（中冶东方控股有限公司，2018年5月）；
- (6) 《包头市环境保护局昆区分局关于内蒙古通威高纯晶硅有限公司年产2.5万t高纯晶硅配套建设天然气锅炉房项目环境影响报告表的批复》（包环昆审[2018]（表）013）；
- (7) 排污许可证（证书编号：91150203MA0NFKQ26T001V）。

2.2 采用标准

2.2.1 环境质量标准

（1）环境空气

项目所在区域为环境空气二类功能区。SO₂、NO₂、CO、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃ 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）表 1 中的二级标准；氯气、氯化氢参照执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 相关标准限值。

（2）地下水

地下水执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

（3）声环境质量标准

环境噪声执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准。

（4）土壤环境

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）第二类用地的筛选值；项目周边农用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中筛选值标准。

2.2.2 污染物排放标准

（1）运营期废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准；

（2）生活污水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

（3）厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准；

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

（5）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）（2013 年修订）；

（6）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

以上各类标准摘录见表 2.2-1 至 2.2-10。

表 2.2-1 环境空气质量评价标准

污染物名称	取值时间	浓度限值	浓度单位	执行标准
PM ₁₀	年平均	70	μg/m ³	GB3095-2012
	日平均	150	μg/m ³	
PM _{2.5}	年平均	35	μg/m ³	
	日平均	75	μg/m ³	

SO ₂	年平均	60	μg/m ³	《环境影响评价技术导则 大气环境》 HJ2.2-2018) 附录 D
	日平均	150	μg/m ³	
	1小时平均	500	μg/m ³	
NO ₂	年平均	40	μg/m ³	
	日平均	80	μg/m ³	
	1小时平均	200	μg/m ³	
CO	日平均	4	mg/m ³	
	1小时平均	10	mg/m ³	
O ₃	日最大8小时平均	160	μg/m ³	
	1小时平均	200	μg/m ³	
HCl	一次	0.05	mg/m ³	
	日平均	0.015	mg/m ³	
氯	一次	0.10	mg/m ³	
	日平均	0.03	mg/m ³	

表 2.2-2 地下水质量标准

序号	项 目	单 位	标准值（Ⅲ类）
1	pH	无量纲	6.5~8.5
2	总硬度(以 CaCO ₃ 计)	(mg/L)	≤450
3	溶解性总固体	(mg/L)	≤1000
4	硫酸盐	(mg/L)	≤250
5	氯化物	(mg/L)	≤250
6	铁(Fe)	(mg/L)	≤0.3
7	锰(Mn)	(mg/L)	≤0.1
8	铜(Cu)	(mg/L)	≤1.0
9	锌(Zn)	(mg/L)	≤1.0
10	挥发性酚类(以苯酚计)	(mg/L)	≤0.002
11	阴离子合成洗涤剂	(mg/L)	≤0.3
12	高锰酸盐指数	(mg/L)	≤3.0
13	硝酸盐(以 N 计)	(mg/L)	≤20
14	亚硝酸盐(以 N 计)	(mg/L)	≤0.02
15	氨氮 (NH ₄)	(mg/L)	≤0.2
16	氟化物	(mg/L)	≤1.0
17	氰化物	(mg/L)	≤0.05
18	汞(Hg)	(mg/L)	≤0.001
19	砷(As)	(mg/L)	≤0.05
20	镉(Cd)	(mg/L)	≤0.01
21	铬(六价)(Cr ⁶⁺)	(mg/L)	≤0.05
22	铅(Pb)	(mg/L)	≤0.05
23	碘化物	(mg/L)	≤0.2

序号	项 目	单 位	标准值（Ⅲ类）
24	钼	(mg/L)	≤0.1
25	总大肠菌群	(个/L)	≤3.0
26	细菌总数	(个/L)	≤100

表 2.2-3 声环境质量标准

类别	噪声限值 Leq [dB (A)]	
	昼 间	夜 间
3	65	55

表 2.2-4 建设用地土壤污染风险筛选值

单位：mg/kg

序号	污染物项目	筛选值 (第二类用地)	序号	污染物项目	筛选值 (第二类用地)
1	砷	60	25	氯乙烯	0.43
2	镉	65	26	苯	4
3	铬（六价）	5.7	27	氯苯	270
4	铜	18000	28	1,2-二氯苯	560
5	铅	800	29	1,4-二氯苯	20
6	汞	38	30	乙苯	28
7	镍	900	31	苯乙烯	1290
8	四氯化碳	2.8	32	甲苯	1200
9	氯仿	0.9	33	间二甲苯+对二甲苯	570
10	氯甲烷	37	34	邻二甲苯	640
11	1,1-二氯乙烷	9	35	硝基苯	76
12	1,2-二氯乙烷	5	36	苯胺	260
13	1,1-二氯乙烯	66	37	2-氯酚	2256
14	顺-1,2-二氯乙烯	596	38	苯并[a]蒽	15
15	反-1,2-二氯乙烯	54	39	苯并[a]芘	1.5
16	二氯甲烷	616	40	苯并[b]荧蒽	15
17	1,2-二氯丙烷	5	41	苯并[k]荧蒽	151
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	42	蒽	1293
19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	43	二苯并[a, h]蒽	1.5
20	四氯乙烯	53	44	茚并[1,2,3-cd]芘	15
21	1,1,1-三氯乙烷	840	45	萘	70
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	46	石油烃（C ₁₀ ~C ₄₀ ）	4500

23	三氯乙烯	2.8			
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5			

表 2.2-5 农用地土壤污染风险筛选值 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。

表 2.2-6 大气污染物综合排放标准（二级）

序号	污染物	排气筒 (m)	最高允许排放速率 (kg/h)	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	无组织排放监控 浓度限值 (mg/m ³)
1	颗粒物	15	3.5	120	1.0
		20	5.9		
		30	23		
		40	39		
		50	60		
		60	85		
2	氮氧化物	15	0.77	240	0.12
		20	1.3		
		30	4.4		
		40	7.5		
		50	12		
		60	16		
		70	23		
		80	31		
		90	40		
		100	52		
4	氯化氢	15	0.26	100	0.20
		20	0.43		

	30	1.4		
	40	2.6		
	50	3.8		
	60	5.4		
	70	7.7		
	80	10		

表 2.2-7 工业企业厂界环境噪声排放标准

类别	噪声限值 Leq [dB (A)]	
	昼间	夜间
3	65	55

表 2.2-8 建筑施工场界噪声限值

昼间	夜间
70	55

2.3 评价目的、评价内容及评价重点

2.3.1 评价目的

通过对工程的环境影响评价，了解项目周围地区的环境质量现状，核算污染物排放量，预测工程实施后对周围环境的影响程度和范围，论证工程污染治理措施的技术可行性和经济合理性，给出项目建设从环保角度是否可行的结论，并提出进一步防治污染的措施建议，为领导决策和环境管理提供科学依据。

2.3.2 评价内容

具体评价内容主要包括：环境现状调查与评价、工程分析、污染治理措施的技术经济论证与达标排放分析、环境影响分析与评价、环境风险评价、生态环境现状及影响分析、环境经济损益分析、环境管理与监控计划等。

2.3.3 评价重点

本评价在加强工程分析的基础上，确定评价重点为环境空气现状及影响评价、地下水环境现状及影响评价、污染治理措施的技术经济论证及达标排放分析、环境风险评价，对生态、噪声、固体废物对环境的影响及其它评价内容进行一般性分析。

2.4 评价工作等级

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，本评价各专题评价工作等级确定如下：

2.4.1 环境空气

采用《环境影响评价技术导则-大气环境》HJ/T2.2-2008 中附录 A 推荐模式清单中的估算模式分别计算各个污染源 5 种污染物（SO₂、PM₁₀、NO_x、HCl、TSP）的下风向轴线浓度，并计算相应的浓度占标率。

（1）等级确定方法

评价工作等级按照《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）中 5.3.2.3 的表 2 的分级判据进行划分，具体划分要求见表 2.4-1。

表 2.4-1 环境空气评价工作等级判据表

评价工作等级	评价工作分级判据
一级	$P_{\max} \geq 10\%$
二级	$1\% \leq P_{\max} < 10\%$
三级	$P_{\max} < 1\%$

根据导则规定，选取推荐模型中的估算模型（AERSCREEN 模型）对项目的环境空气评价工作进行分级。

按照污染源情况，分别计算各主要污染物最大地面浓度占标率 P_i 及其地面浓度达标准限值 10% 时所对应的最远距离 $D_{10\%}$ ，具体见公式 1 所示。

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \quad (\text{公式 1})$$

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（AERSCREEN 模型）计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

C_{0i} —第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。一般选用 GB3095 中 1h 平均质量浓度的二级浓度限值。

（2）估算模型参数

本期项目大气评价估算模型参数表如表 2.4-2 所示。

表 2.4-2 AERSCREEN 估算模型计算参数取值表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	城市
	人口数（城市选项时）	80 万
最高环境温度/°C		39.9
最低环境温度/°C		-27.9
土地利用类型		城市用地
区域湿度条件		干燥
是否考虑地形	考虑地形	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	地形数据分辨率/m	90m
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
	岸线距离/km	-
	岸线方向/°	-

（3）主要污染源估算模型计算结果

采用《环境影响评价技术导则-大气环境》HJ/T2.2-2018 中附录 A 推荐模型清单中的估算模型 AERSCREEN 计算污染源中污染物（TSP、PM₁₀、SO₂、NO_x、HCl）的下风向轴线浓度，并计算相应的浓度占标率。

本项目对相同污染源的仅取 1 个代表污染源进行估算，各代表污染源中各污染物的占标率估算模式计算结果见表 2.4-3 所示。

根据计算结果可知，本项目各污染源排放污染物中最大地面浓度占标率为燃气锅炉 NO_x 有组织排放 $P_{NO_x} = 8.52\% < 10\%$ ，D10% 为 0m。本期项目环境空气评价工作等级为二级，考虑本期项目具有化工工艺特点，评价等级上调一级，确定为一级。

表 2.4-3 本期项目各污染源中污染物估算模式计算结果表

车间（系统） 名称	污染源	SO ₂		PM ₁₀		NO _x		HCl		TSP		下风距离 (m)
		最大浓度 μg/m ³	最大占标 率%	最大浓度 μg/m ³	最大占标 率%	最大浓度 μg/m ³	最大占 标率%	最大浓度 μg/m ³	最大占 标率%	最大浓度 μg/m ³	最大占 标率%	
四氯化硅冷氢化 车间	上料废气 A、B、C	/	/	0.121	0.03	/	/	/	/	/	/	83
硅芯制备车间	酸洗废气	/	/	/	/	1.62	0.65	/	/	/	/	81
后处理车间	破碎废气	/	/	0.517	0.11	/	/	/	/	/	/	49
	酸洗废气	/	/	/	/	1.62	0.65	/	/	/	/	81
渣浆处理单元	不凝气及水洗废气	/	/	/	/	/	/	0.0994	0.20	/	/	76
工艺废气处理单 元	精馏不凝气、置换尾气、 还原尾气回收单元再生尾 气、渣浆回收不凝气	/	/	/	/	/	/	0.0764	0.15	/	/	75
燃气锅炉	锅炉烟气	0.716	0.14	0.02	0.004	21.3	8.52	/	/	/	/	131
后处理车间	无组织	/	/	/	/	/	/	/	/	5.26	0.58	94
生产装置区	无组织	/	/	/	/	/	/	0.15	0.30	/	/	194
污水处理站石灰 上料系统	无组织	/	/	/	/	/	/	/	/	4.59	0.51	29

经计算5种污染物中的最大地面浓度占标率产生于燃气锅炉的NO_x有组织排放。污染物最大地面浓度及占标率统计见表2.4-4。

表2.4-4 燃气锅炉有组织排放（NO_x）最大地面浓度及占标率统计表

距离(m)	浓度 (μg/m ³)	占标率 (%)
25	2.90E-06	0.00
100	1.66E+01	6.64
131	2.13E+01	8.52
200	1.75E+01	7.02
300	1.46E+01	5.85
400	1.22E+01	4.88
500	1.01E+01	4.03
600	8.31E+00	3.32
700	7.18E+00	2.87
800	6.58E+00	2.63
900	6.10E+00	2.44
1000	5.67E+00	2.27
1100	5.32E+00	2.13
1200	5.01E+00	2.01
1300	4.74E+00	1.90
1400	4.48E+00	1.79
1500	4.25E+00	1.70
1600	4.04E+00	1.62
1700	3.85E+00	1.54
1800	3.67E+00	1.47
1900	3.51E+00	1.40
2000	3.36E+00	1.34
2100	3.21E+00	1.29
2200	3.08E+00	1.23
2300	2.95E+00	1.18
2400	2.83E+00	1.13
2500	2.72E+00	1.09

2.4.2 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016），地下水环境评价工作等级划分依据为建设项目所属的地下水环境影响评价项目类别和建设项目的地下水环境敏感程度。

鉴于本项目产生的污水产生量大，产污环节及污水类型多，且工艺中有酸洗，建设内容有污水处理站等设施，部分工艺还有化工行业的特征；因此将本项目地下水环境影响评价类别确定为I类。

按照《环境影响评价技术导则-地下水环境》，地下水环境敏感程度分级依据见表 2.4-5。

表 2.4-5 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	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	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。

本期项目位于内蒙古包头金属深加工园区内，根据现场踏勘调查，项目拟建厂址周围未涉及河流、水源地、饮用水保护区、自然保护区等，也没有风景名胜区、文物古迹、旅游度假区等环境敏感目标，项目场地周边无饮用水水源地分布，项目场地下游有分散式水井，对照表 1.4-3，确定本项目地下水环境敏感程度为较敏感。

建设项目评价工作等级分级按照《环境影响评价技术导则-地下水环境》见表 2.4-6。

表 2.4-6 本期项目地下水评价工作等级分级表

项目类别 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

因此，按照《环境影响评价技术导则-地下水环境》，本期项目地下水环境影响评价等级确定为一级。

2.4.3 地表水环境

按照《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）中的有关规定，根据建设项目废水的影响类型、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建设项目地表水环境影响评价等级的确定。

本期项目生产废水经厂区污水处理站处理后回用不外排，生活污水经厂区生活污水处理设施处理达标后经管道排至西郊污水处理厂。根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）中的规定，不排放到外环境的按三级B评价，

2.4.4 声环境

本项目建设地点位于内蒙古包头金属深加工园区范围内，项目厂址周围200m内周围没有噪声敏感保护目标，因此对噪声环境影响评价等级确定为三级。

2.4.5 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）附录A，本项目行业类别为半导体材料制造，为土壤环境影响评价II类项目；本项目占地面积35.5hm²，占地规模为中型；项目占地周边有耕地，敏感程度为敏感；根据导则污染影响型评价工作等级划分，土壤评价为二级。土壤环境影响评价等级划分见表2.4-7。

表 2.4-7 土壤环境污染影响型评价工作等级划分表

类别	I类			II类			III类		
	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	三级	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

2.4.6 环境风险

（1）风险潜势初判

根据建设项目涉及的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影响途径，确定项目环境风险潜势见表2.4-8。

表 2.4-8 本期项目环境风险潜势划分一览表

环境敏感程度 (E)	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
拟建项目	物质及工艺系统危险性 P 值判定结果为 P1；大气环境敏感程度为 E2、地表水环境敏感程度均为 E3，地下水环境敏感程度为 E1；大气环境风险潜势为 IV、地表水环境风险潜势为 III，地下水环境风险潜势为 IV ⁺ ，则本期项目环境风险潜势综合等级确定为 IV ⁺ 。			

(2) 等级判定

根据环境风险潜势划分结果，拟建项目环境风险评价工作等级判定见表 2.4-9。

表 2.4-9 本期项目环境风险评价等级划分一览表

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析
拟建项目	大气环境风险潜势为 IV、地表水环境风险潜势为 III，地下水环境风险潜势为 IV ⁺ ，则拟建项目环境风险潜势综合等级确定为 IV ⁺ 。项目环境风险评价等级为一级			

根据上表可知：本期项目环境风险评价等级为一级。

2.5 评价范围及环境保护目标

2.5.1 环境空气

评价范围：确定为以厂区中心为中心，自厂界外延 3km 形成的矩形区域，考虑削减源的相对位置，确定大气评价范围为厂区中心为中心，南北自厂界外延 3km，东西自厂界外延 6km 形成的矩形区域。详见图 2.5-1。

保护目标：评价范围内的居住区。评价范围及环境空气保护目标见表 2.5-1 及图 2.5-1。

表 2.5-1 环境空气保护目标分布表

名称	坐标/m		保护对象 户数（户）/人数（口）	保护内容	环境功能区	相对厂址方位	相对厂界距离 /km
	X	Y					
背锅窑子村	386586.22	4502082.84	220 户，596 人	居民	二类区	N	2.01
乌兰计三村	384869.36	4499448.44	214 户，720 人	居民	二类区	W	1.52
头分子	384468.95	4499698.62	179 户，610 人	居民	二类区	W	1.90
乌兰计二村	383921.14	4500363.59	282 户，713 人	居民	二类区	NW	2.72
下四分子	382735.65	4500375.15	30 户，90 人	居民	二类区	WNW	3.61
五分子	382366.75	4500505.36	40 户，130 人	居民	二类区	WNW	4.20
乌兰计一村	383689.26	4501396.40	251 户，688 人	居民	二类区	NW	3.09
哈业脑包村	388318.34	4502232.39	467 户，1296 人	居民	二类区	NNE	2.37
六分子	380878.45	4501235.25	125 户，370 人	居民	二类区	WNW	5.87



图 2.5-1 环境空气评价范围及保护目标分布图

2.5.2 声环境

评价范围：声环境评价范围为项目厂界外扩 200m。

保护目标：评价范围内无声环境保护目标分布。

2.5.3 土壤环境

评价范围：土壤环境评价范围为项目厂界外扩 200m。

保护目标：评价范围内耕地。

2.5.4 地下水环境

评价范围：本期项目区域地下水径流方向为自北东向南西径流。本次地下水调查评价区范围的确定，一方面需包含项目所能影响到的所有地下水环境保护目标，另一方面便于地下水流数值模型的建立，评价区边界以及天然的或人工的水文地质边界为界，其中，北东部上游以 1030m 标高等水位线为界，南西部下游以 1010m 标高等水位线为界，西北侧和东南侧边界垂直地下水等水位线，以地下水流线为界，划定的地下水调查评价区面积 33.44km²。

保护目标：评价区范围内的含水层有第四系上更新统-全新统松散岩类孔隙潜水含水层和第四系中-下更新统松散岩类孔隙承压含水层。承压含水层虽与潜水含水层之间有一层连续稳定分布的隔水层分布，与潜水含水层水力联系微弱，但本次为保守起见，将上部的潜水含水层和下部的承压含水层皆作为地下水环境保护目标。评价区内及周边分布的村庄皆在本村范围内或附近开凿一眼水源井为整个村庄居民通过自来水管道的提供生活饮用水水源，这些水源井属分散式饮用水源井，其中，落在评价区范围内的水源井有 1 眼作为评价区地下水环境保护目标。

地下水评价范围及保护目标分布见图 2.5-2，地下水环境保护目标见表 2.5-2。

表 2.5-2 地下水环境保护目标分布表

一、分散式饮用水源井							保护要求
井号	Y	X	深度	开采层位	方位距离	供水人口	
CDW9 乌兰计 三村供 水井	4503447	638331	200 m	第四系中-下更新统松散岩类孔隙承压水	上游 NW2466 m	720	《地下水质量标准》(GB/T 14848 2017)中的III类标准,地下水水质不因项目建设而恶化
二、评价区范围内的含水层							
第四系松散岩类孔隙潜水和承压含水层。							

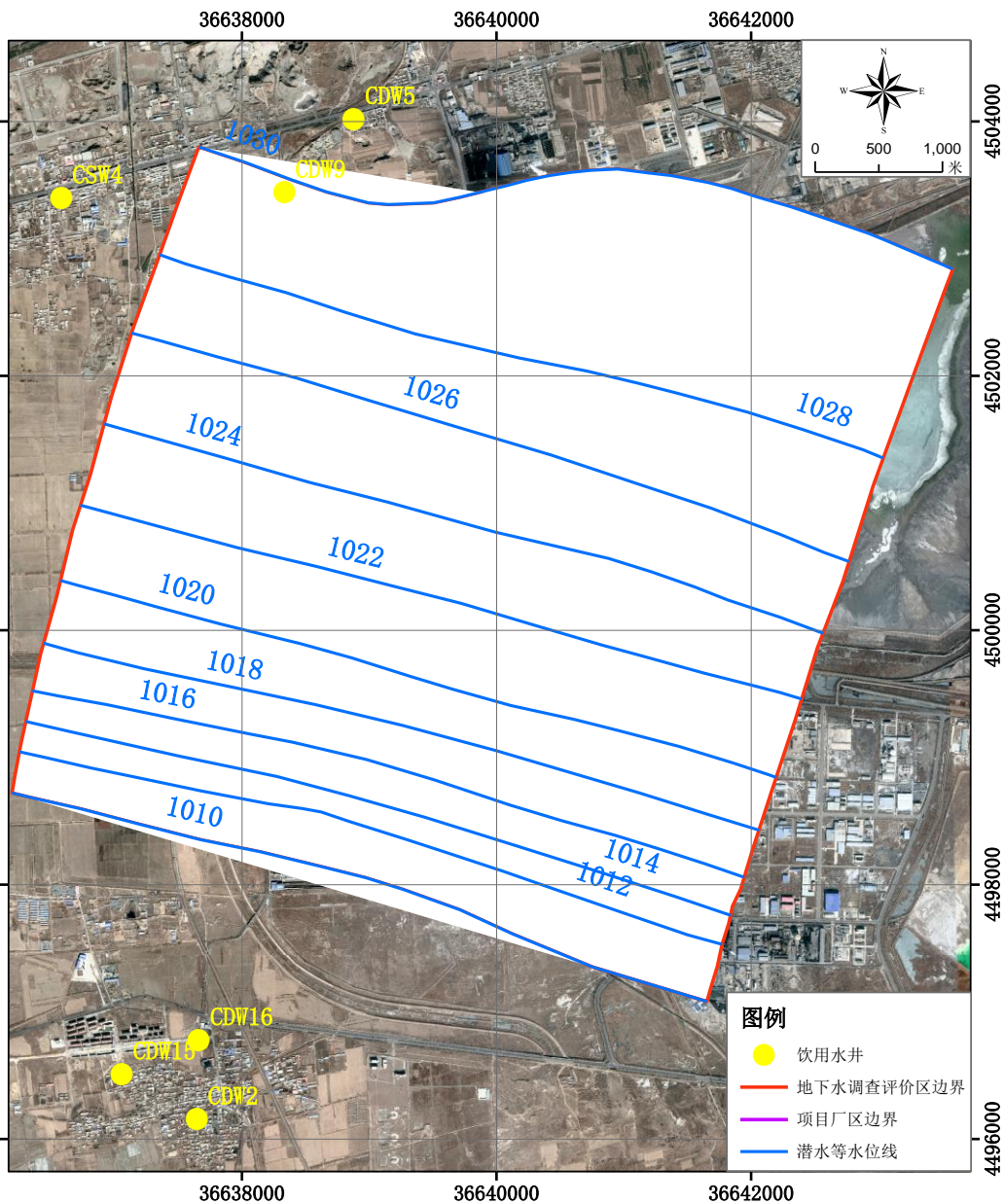


图 2.5-2 地下水评价范围及保护目标分布图

2.5.5 环境风险

以项目厂址为中心半径 5km 的圆形区域为环境风险评价范围，评价范围见图 2.5-3。本次评价中具体的环境保护目标、保护级别见表 2.5-3。

表 2.5-3 环境风险保护目标分布表

类别	环境敏感特征					
环境空气	厂址周边 5km 范围内					
	序号	敏感目标名称	相对方位	距离 (km)	属性	人口数
	1	哈业脑包村	NE	2.5	居民	1296 人
	2	背锅窑村	N	2.0	居民	596 人
	3	乌兰计二村	W	1.9	居民	713 人
	4	乌兰计三村	W	1.4	居民	720 人
	5	卜尔汉图镇（部分区域）	N	4.9	居民	约 336 人
	6	乌兰计一村	NW	3.6	居民	688 人
	7	五分子	NW	4.1	居民	130 人
	8	下四分子	NW	3.6	居民	90 人
	9	头分子	W	1.8	居民	610 人
	厂址周边 500m 范围内人口数小计					0
	厂址周边 5km 范围内人口数小计					5179
	大气环境敏感程度 E 值					E3
地表水	受纳水体					
	序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能	24h 内流经范围 (km)		
	/	无	/	/		
	内陆水体排放点下游 10km 范围内敏感目标					
	序号	敏感目标名称	环境敏感特征	水质目标	与排放点距离 (m)	
	/	无	/	/	/	
	地表水环境敏感程度 E 值				E3	
地下水	序号	环境敏感区名称	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)
	/	无	分散式饮用水水源地 G2	III 类	D1	/
	地下水环境敏感程度 E 值					E1

2.6 评价因子

根据工程环境特征污染因子和对周围环境的影响情况，筛选出各环境要素的评价因子如下：

2.6.1 环境空气评价因子

- (1) 现状评价因子：TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、HCl、Cl₂、CO、O₃。
- (2) 影响评价因子：PM₁₀、SO₂、NO₂、HCl。

2.6.2 水环境评价因子

(1) 现状评价因子： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ；pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁(Fe)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氟化物、碘化物、氰化物、汞(Hg)、砷(As)、镉(Cd)、铬(六价)、铅(Pb)、总大肠菌群、细菌总数。

(2) 影响评价因子：氯化物、氨氮。

2.6.3 噪声评价因子

(1) 现状评价因子：连续等效 A 声级。

(2) 影响评价因子：连续等效 A 声级。

2.6.4 土壤评价因子

(1) 现状评价因子：建设用地 45 项基本因子、pH、石油烃；农用地：pH、Hg、As、Cd、Pb、Cr、Zn、Cu、Ni。

(2) 影响评价因子：氯离子。

3 现有一期项目回顾性分析

3.1 现有一期概况

3.1.1 现有一期项目名称及建设地点

现有一期项目名称：内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨高纯晶硅项目。

现有一期项目建设地点及周围环境概况：位于内蒙古包头金属深加工园区范围内，上下打拉亥村原村庄所在地。现有工程厂址西距乌兰计三村1km、南绕城公路50m，北距昆仑电厂1.6km、背锅窑子村1.55km，东北距西郊污水处理厂500m、蒙西水泥厂1.2km、东宝物流1.7km，南距九原工业园区1.8km。

现有工程地理位置及周围环境概况见图3.1-1。

3.1.2 项目建设进度及运行情况

内蒙古通威高纯晶硅有限公司于2018年1月11日取得了包头市环境保护局《关于内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨高纯晶硅项目环境影响报告书的批复》（包环管字[2018]5号）；于2018年5月29日取得了包头市环境保护局昆区分局《关于内蒙古通威高纯晶硅有限公司年产2.5万t高纯晶硅配套建设天然气锅炉房项目环境影响报告的批复》（包环昆审[2018]（表）013）；于2018年1月19日取得了内蒙古自治区环境保护厅《关于内蒙古通威5万吨高纯晶硅项目220kV专用变电站工程环境影响报告表的批复》（内环表[018]4号）。

现有一期项目于2018年1月正式开工建设，2018年12月建设完成，2019年1月开始调试并进行试运行，在施工及及试运营过程中无环境投诉、违法或处罚记录等。

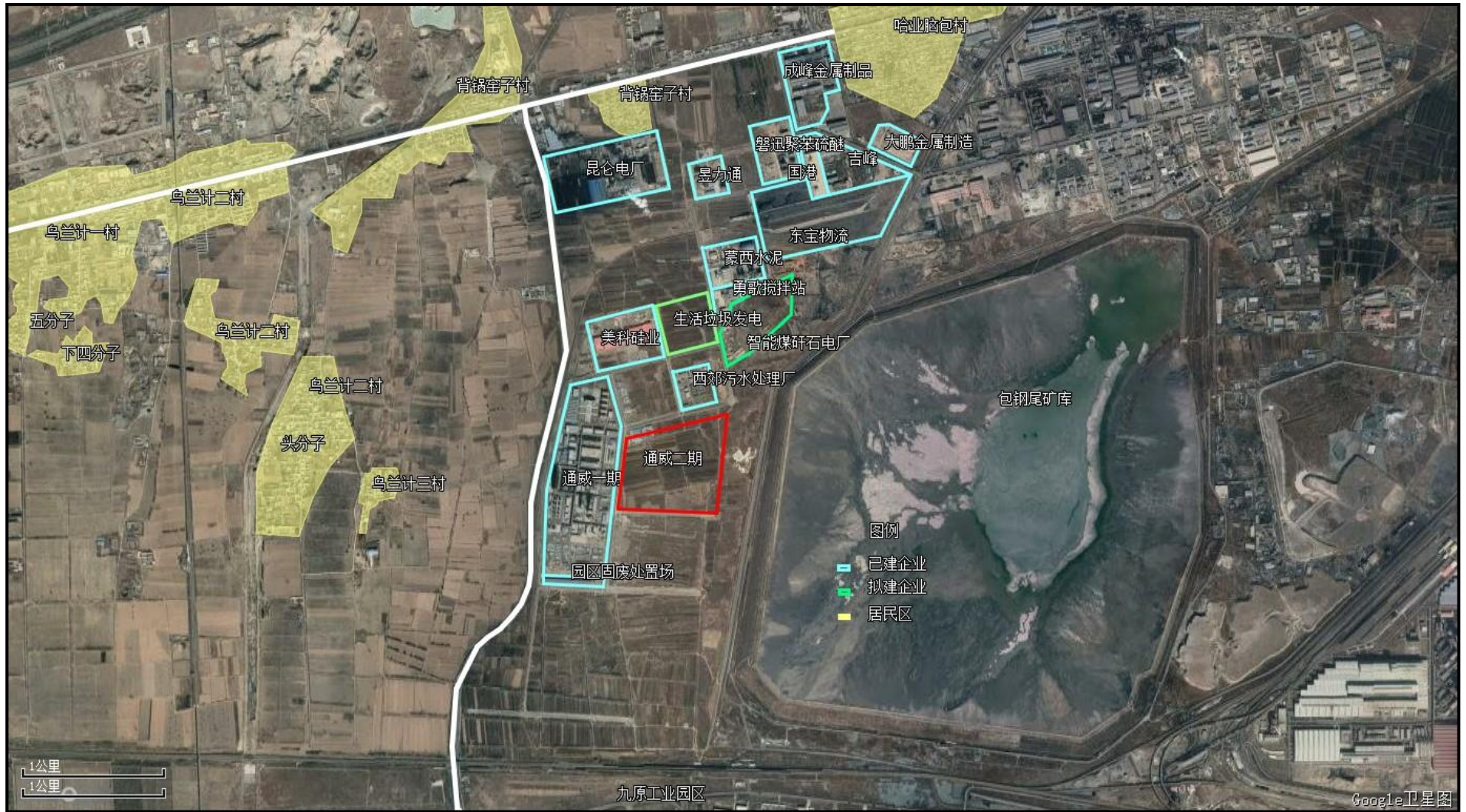


图 3.1-1 现有一期项目地理位置及周围环境示意图

3.1.3 现有工程主要建设内容

该项目的的主要建设内容包括：主体工程、公辅工程、储运工程、环保工程。其中主体工程包括：液氯气化及氯化氢合成工段（永久停用）、三氯氢硅合成工段、天然气制氢工段、冷氢化工段、精馏（合成、回收）及反歧化工段、还原车间、后处理车间、硅芯拉制车间、尾气回收工段、工艺废气处理工段、渣浆回收工段；公辅工程包括：循环水站、脱盐水处理站、高纯水处理站、空压站、220KV 变电站、消防站等等；环保工程包括：污水处理站、回用水处理站、高盐废水回收装置、事故应急池等废水处理措施、废气防治措施、噪声防治措施、固废暂存场所等；储运工程包括：配套的硅粉库、废渣库、球罐区、危化品库、成品库房、危废暂存库等。详见表 3.1-1。

表 3.1-1 现有工程建设内容一览表

工程分类	项目名称	现有工程实际建成内容
主体工程	液氯气化及氯化氢合成车间 (已建成、未投入使用)	液氯气化装置：包括液氯储槽、除雾器、液氯泵、次钠泵、风机 液氯气化器、废氯气吸收系统。 HCl 合成装置：包括氯气缓冲罐、氢气缓冲罐、氯化氢合成炉、氯化氢缓冲罐、闪蒸罐、氯化氢缓冲罐等
	三氯氢硅合成车间	包括氮气加热器、三氯氢硅合成炉、除尘设备、合成气增湿塔、氯硅烷液体输送泵、循环氯化氢缓冲罐、尾气压缩机等。4 台三氯氢硅合成运行方式现为两用两备。
	天然气转化制氢车间	两套 1500Nm ³ /h 天然气转化制氢装置（一用一备），主要包括 脱硫、转化、变换、变压吸附等步骤。
	冷氢化车间	四条四氯化硅处理能力 15 万吨/年的冷氢化生产线，分为 A 和 B 两个车间，各含两条线，主要包括混合、反应、过滤、洗涤、冷凝等步骤。
	合成精馏、回收精馏车间及反歧化车间	三氯氢硅合成精馏装置、回收精馏装置和反歧化装置，主要包括四氯化硅分离、二氯二氢硅分离、脱高、脱低等步骤。2020 年 5 月拆除原有树脂吸附塔。
	还原车间	两套还原装置，布置在 A 和 B 车间，每套还原装置设置 27 台 40 对棒还原炉，主要包括三氯氢硅汽化、混合、还原、尾气冷却等步骤。
	包装整理车间	建设一个后处理车间和一个硅芯拉制车间，后处理车间主要包括多晶硅块生产、水洗、干燥等步骤。硅芯拉直车间主要为硅芯的生产、水洗、干燥等步骤。
	还原尾气回收装置	一套还原尾气回收装置，主要包括过滤、冷却、氢气压缩、氯化氢吸收、氯化氢解析、氢气吸附等
	渣浆回收装置	2 套渣浆回收装置，1 套专门处理冷氢化残液、三氯氢硅合成湿法除尘泥浆，1 套处理合成精馏残液，包括四氯化硅脱高沸塔、搅拌冷却、沉降、高沸裂解、蒸发、水洗等步骤。
	工艺废气处理装置	一套工艺废气处理装置，主要包括一套深冷装置和 6 套并联的水洗装置，部分含氯硅烷工艺废气先经深冷回收氯硅烷，再采用双塔串联三级水洗工艺，其他废气直接水洗。
公辅工程	供水	园区供水管网，需约 370m ³ /h。
	蒸汽锅炉房	燃气锅炉房一座，内设两台 50t/h 蒸汽锅炉，一用一备，为生产供应蒸汽。两台锅炉一台满负荷生产，一台以最低功率运转备用。一台锅炉低负荷运行（备用）是为了满足其中一台故障时，另一台快速启用，保证蒸汽提供的连续性和稳定性。
	供气	需天然气约 600Nm ³ /h，园区天然气管网接入。
	220kV 变电站	一座 220kV 变电站，装机容量 32 万 kW·h。
	循环水站	3 座循环水站，总规模 21300m ³ /h。
	脱盐水处理站	脱盐水处理系统 2 套 50m ³ /h。

工程分类	项目名称	现有工程实际建成内容	
	高纯水站	一套 60m ³ /h 高纯水站。	
	空压站	一座空压站，1×2000Nm ³ /h。	
	制氮站	一座制氮站，1×5000Nm ³ /h。	
	制冷站	两个冷冻站，冷冻站 A 制备 7/12℃冷冻水，冷冻站 B 制备-10℃、-40℃、-70℃冷量。	
	厂污水处理站	污水处理站一座，总设计规模为 300m ³ /h，内设三套处理设施，2 套 120 m ³ /h、1 套 60m ³ /h。	
	回用水处理站	回用水处理站一座，设计规模为 220m ³ /h。	
	高盐废水回收装置	高盐废水站一座，内设回收装置 2 套，每套处理规模为 30m ³ /h。	
	事故水池	一个15000m ³ 事故水池。	
环保工程	废气	工艺废气处理系统	深冷+“两级水洗三段喷淋”水洗工艺。
		酸性废气处理系统	酸洗废气处理设施，主要为碱洗喷淋塔，碱洗喷淋塔停运，只有风机和排气筒运行。
			工艺废气处理车间排放废气经洗涤后（三级水洗）通过30m 排气筒达标排放。 渣浆回收车间水洗废气进入渣浆回收配套洗涤塔，洗涤（三级水洗）后经 30m 排气筒排放。
		粉尘收集系统	整理车间破碎工段含硅粉尘经 3 台布袋除尘器除尘后并入空调净化系统经净化后进入车间通风系统，不外排。
			三氯氢硅合成工序含硅废气经旋风除尘+过滤除尘+湿式除尘后，再进入工艺废气处理系统进行处理。
			三氯氢硅合成工序硅粉上料系统粉尘经金属烧结过滤器除尘后，经 30m 排气筒排放。
	四氯化硅冷氢化工序硅粉上料系统粉尘经金属烧结过滤器除尘后，经 35m 排气筒排放。		
			石灰装卸过程粉尘分别经 2 台布袋除尘器除尘后经 30m 排气筒排放。
	废水	厂污水处理站	一座污水处理站，设计规模为 300m ³ /h，处理全厂生产废水（酸性废水）。采用中和沉淀和过滤处理工艺。
		回用水处理站	一座回用水处理站，设计规模为 220m ³ /h，采用多介质过滤器+超滤+RO 系统处理工艺。
		高盐废水回收装置	一座高盐水回收站，设计规模为 2×30m ³ /h，采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发结晶工艺。
		事故水池	建设一个 15000m ³ 事故水池。
		噪声	选用低噪音设备，采取厂房隔声、减振基础，软连接等进行噪声防治。
	固废	废硅粉库一座，建筑面积约为 430m ² ，防渗等级不低于 10 ⁻⁷ cm/s。	
		废渣库一座，建筑面积约为 1850m ² ，专门用于存放污泥，防渗等级不低于 10 ⁻⁷ cm/s。	

工程分类	项目名称	现有工程实际建成内容
		结晶盐库一座，建筑面积为 210m ² ，专门用于存放高盐废水回收装置产生的氯化钙盐，防渗等级不低于 10 ⁻⁷ cm/s。 废石墨头储仓一座，建筑面积为 470m ² ，专门用于存放废石墨头。 危废暂存间一座，建筑面积 400m ² ，防渗等级不低于 10 ⁻¹⁰ cm/s。
储运工程	罐区	主要贮罐如下： 液氯储罐：50m ³ ×4（2 用 2 备，位于液氯气化车间内），未投入使用； 四氯化硅储罐：4×2000m ³ 尾气回收料储罐：2×1000m ³ 氢化料储罐：2×1000m ³ 精制 TCS 储罐：2×400m ³ 精制 TCS 中间罐：2×160m ³ 精制 TCS 中间罐：4×92m ³ 精制 DCS 中间罐：2×100m ³ 回收料储罐：2×160m ³ 。
	硅粉库房	硅粉库房 1 个 1367m ² ，密闭结构
	成品库房	成品库房 1 个 2945m ² ，密闭结构
	危化品库	危化品库 1 个 674m ² ，密闭结构
	废渣库	废渣库一座，建筑面积约为 1850m ² ，专门用于存放污泥，防渗等级不低于 10 ⁻⁷ cm/s。 结晶盐库一座，建筑面积为 210m ² ，专门用于存放高盐废水回收装置产生的氯化钙盐，防渗等级不低于 10 ⁻⁷ cm/s。 废石墨头储仓一座，建筑面积为 470m ² ，专门用于存放废石墨头。
	其他	备品备件库房、油库（柴油，机油，润滑油）、气体库、废弃材料堆场、露天堆场。

3.1.4 工厂组织、劳动定员

生产制度工人为四班三运转制，管理人员白班，技术人员值班制。项目年生产时间为 8000 小时，每天 24 小时。现有一期项目劳动定员 977 人，其中生产工人 880 人，管理人员 97 人。

3.1.5 占地面积与总图布置

现有一期项目厂区总占地面积 372528m²，企业道路全部进行了硬化，道路硬化面积为 63650m²，生产厂区硬化面积为 55453.7m²，生产区厂房周边及道路两侧铺了石子并进行了绿化，面积 122704m²。

现有一期项目厂区分为厂前区（生活办公区）、生产区（含公用工程和辅助生产设施区）、施工营地、一般固废渣场（园区一般固废渣场）。厂前区主要为办公楼、宿舍楼等生活、办公辅助设施、位于厂区北侧。

生产区在厂区中部，天然气制氢、冷氢化装置 A/B、尾气回收、尾气吸附、精馏、还原 A/B、还原水系统、后处理/包装按工艺流程从南至北依次布置。精馏及冷氢化 A/B 靠近厂区西部的球罐区。闭式循环水站靠近主要用户尾气回收及精馏和冷氢化 A/B。硅芯拉制和成品仓库分别在后处理/包装的东北和西侧，机修厂房、备品备件库房布置在成品库的北侧；中心控制室、分析检测中心及消防站在厂区的北部。装置变电所 A/B/C 及机柜间分区域在各自用户旁边。现有一期项目厂前区及生产区总平面布置见图 3.1-2。

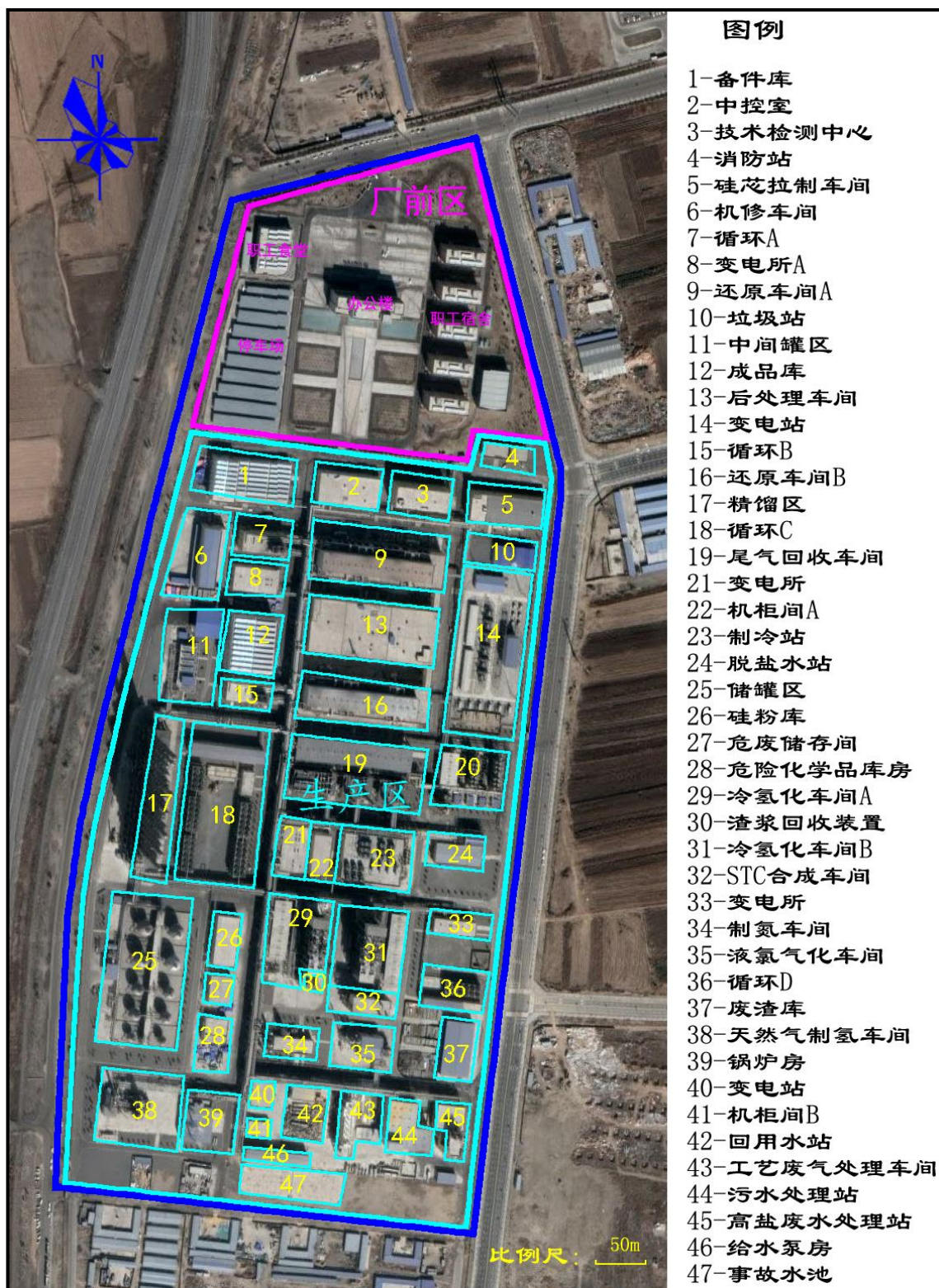


图 3.1-2 现有一期项目生产及厂前区总平面布置图

3.1.6 项目投资与环保投资比例

现有一期项目总投资为 331806.5 万元，实际环保投资为 15345 万元，占总投资的 4.62%。

3.2 现有生产设施及公辅设施现状

3.2.1 主要设备

现有一期项目主要生产设备组成见表 3.2-1，其他设备见表 3.2-2。

表 3.2-1 现有一期项目生产设备一览表

系统	序号	设备名称	规格型号	数量
液氯汽化部分 (已建成、未投入使用)	1	液氯储槽	V=50m ³	4
	2	除雾器	φ700×H0=4850	1
	3	液氯泵	最小0.6m ³ /h,正常1.6m ³ /h,最大3m ³ /h	2
	4	次钠泵	最大12m ³ /h, 最小5m ³ /h, 正常10m ³ /h	1
	5	风机	外形尺寸: 800×7002.4-3728	2
	6	液氯气化器	φ2000×H3500 H0=5354.5	2
	7	废氯气吸收系统	外形尺寸: 6500×7500	1
氯化氢合成部分 (已建成、未投入使用)	1	氢气缓冲罐	V=50m ³ , m=9783kg	1
	2	氢气缓冲罐	V=23.9m ³	2
	3	氢气阻火器	V=1.4m ³	2
	4	氯气缓冲罐	V=23.9m ³	2
	5	氯化氢合成炉	φ1398*φ1378	2
	6	蒸汽闪发罐	V=3.6m ³	1
	7	无离子水罐	φ 1400×2357, V=3.08m ³	1
	8	氯化氢缓冲罐	φ 2400×6352, V=23.9m ³	1
	9	氢气缓冲罐	V=50m ³ , m=9783kg	1
TCS 合成部分	1	闪蒸罐	DN1800*10*4470	1
	2	冷却水泵	HPK-LE040-200	3
	3	TCS 合成炉	DN700/DN1200*7670mm	4
	4	旋风分离器	XQ170-5M	4
	5	硅粉下料罐	φ 1400×4011, V=2.9m ³	4
	6	硅粉储存罐	φ 1100×3600, V=2.26m ³	4
	7	合成气过滤器	φ 1600×4553, V=6.8m ³	3
	8	硅粉放空过滤器	φ 2200×3945, V=10.4m ³	1
	9	洗涤塔	φ1200×9350, V=51m ³	3
	10	一级冷凝器	φ 800×4356, F=84m ²	4

	11	二级冷凝器	$\varnothing 800 \times 4356$, $F=108m^2$	4
	12	三级冷凝器	$\varnothing 800 \times 4193$, $F=108m^2$	4
	13	合成液储罐	$\varnothing 3200 \times 6508$, $V=43.2m^3$	4
	14	合成液输送泵	MBH40-25-200	2
	15	压缩机	200-2DF-A2-NL	2
	16	1 级排气缓冲罐	(2A24D)	2
	17	2 级排气缓冲罐	$V=0.136m^3$, $m=219kg$	2
还原工序	1	电压调控系统	组合件	54
	2	干式整流变压器	组合件	54
	3	多晶硅还原炉	组合件	54
	4	汽化器	非标	4
	5	混合器	非标	54
	6	换热器	非标	112
	7	炉筒清洗机	成套	4
	8	机械手	成套	4
	9	溴化锂机组	成套	3
	10	石墨煅烧炉	成套	4
	11	陶瓷清洗机	成套	3
	12	行车	成套	4
冷氢化	1	冷氢化氢气压 缩机	成套	10
	2	氢化反应器	非标	4
	3	电加热器	非标	4
	4	硅粉过过滤器	非标	8
	5	洗涤塔	非标	4
	6	汽化器	非标	4
	7	换热器	非标	100
	8	电动葫芦	成套	4
	9	行车	成套	2
	10	储罐	非标	25
	11	泵	成套	8
尾气回收、氢气吸 附	1	行车	成套	2
	2	再生气压缩机	非标	2
	3	吸附柱	非标	24
	4	尾气回收氢气压 缩机	非标	6
	5	氯化氢压缩机	非标	2
	6	HCl 吸收塔	非标	2
	7	HCl 解析塔	非标	2
	8	-10℃冷冻机组	成套	3

	9	-40°C冷冻机组	成套	4
	10	-70°C冷冻机组	成套	2
	11	硅粉过滤器	非标	6
	12	换热器	非标	24
	13	储罐	非标	69
	14	泵	成套	15
合成精馏、反歧化	1	精馏塔	非标	12
	2	再沸器	非标	18
	3	冷凝器	非标	6
	4	回流罐	非标	10
	5	树脂吸附柱	非标	16
	6	反歧化反应器	非标	8
	7	反歧化吸附器	非标	8
	8	泵	成套	20
回收精馏	1	精馏塔	非标	5
	2	再沸器	非标	7
	3	冷凝器	非标	5
	4	回流罐	非标	10
	5	树脂吸附柱	非标	8
	6	泵	成套	12
精馏渣浆处理	1	搅拌冷却罐	非标	2
	2	沉降罐	非标	2
	3	高沸裂解罐	非标	2
	4	树脂吸附柱	非标	3
	5	水洗罐	非标	2
	6	洗涤塔	非标	8
后处理及硅芯制备	1	变配电系统	非标	5
	2	硅芯烘箱	成套	4
	3	硅芯炉	成套	44
	4	硅芯清洗机	成套	2
	5	成品包装线	成套	2
	6	氮氧化物洗涤塔	成套	1
	7	供酸机	成套	1
	8	硅料清洗机	成套	4
天然气制氢车间	1	加氢反应器	15CrMoR	2
	2	脱硫槽	15CrMoR	2
	3	转化炉	HP-Nb,304、20G,20#,Q235A	2
	4	中温变换炉	15CrMoR	2
	5	PSA 吸附塔	Q345R	8

6	氢气缓冲罐	Q345R	1
7	氢气储罐	Q345R	1
8	废热锅炉	Incoloy800H,Q345R	2
9	锅炉给水预热器	304	2
10	脱盐水预热器	304	2
11	除氧器	20R	2
12	变换气水冷器	304	2
13	空气预热器	20#	2
14	天然气缓冲罐	Q345R	1
15	原料气缓冲罐	Q345R	2
16	燃料气缓冲罐	Q345R	2
17	汽包	Q345R	2
18	变换气分离器	304	2
19	蒸汽分液器	Q345R	2
20	汽提塔	304	1
21	烟囱	Q235	2

表 3.2-2 现有一期项目其他公辅设备表

装置	序号	名称	数量
全厂污水处理厂	1	酸水收集池	2
	2	中和反应池	12
	3	除沫水箱	3
	4	斜板沉降池	3
	5	旋流沉降池	3
	6	气浮池	3
	7	污泥池	1
	8	PH 调节池	1
	9	回用水池	2
	10	石灰储罐	2
	11	石灰乳制备罐	2
	12	溶气罐	1
	13	压榨水箱	1
	14	布袋除尘器	2
	15	PAM 加药箱	2
	16	应急池	1
	17	混合鼓风机	2
	18	酸性废水提升泵	4
	19	回用水泵	3
	20	污泥提升泵	4

装置	序号	名称	数量
	21	板框压滤机	4
	22	溶气泵	2
	23	石灰输送机	2
	24	石灰乳搅拌机	2
	25	石灰乳投加泵	2
	26	PAM 搅拌器	2
	27	PAM 输送泵	4
	28	应急池回抽泵	2
循环水系统	1	闭式冷却塔	28
	2	循环水泵	13
高盐废水回收装置	1	一效再沸器	1
	2	一效闪蒸分离器	1
	3	一效蒸发冷凝器	1
	4	单效再沸器	1
	5	单效闪蒸分离器	1
	6	清洗装置	1
	7	事故池	1
	8	单效出料泵	2
	9	一效出料泵	2
	10	强制循环泵	4
	11	真空冷凝水泵	1
	12	废水池泵	1
	13	单效轴流泵	2
	14	水环式真空泵	2
	15	刮片机	2
	16	蒸汽压缩机	2
	17	水箱	1
回用水处理站	1	多介质过滤器	2
	2	活性炭过冷器	2
	3	保安过滤器	2
	4	超滤	2
	5	超滤水箱	1
	6	RO 膜	1
	7	清水箱	1
	8	浓水箱	1
	9	浓缩内循环泵	1
	10	澄清水泵	1
	11	地池水泵	1

装置	序号	名称	数量
	12	反洗水泵	1
	13	化学清洗泵	1
	14	浓缩水泵	2
	15	高压泵	2
脱盐车站	1	原水罐	1
	2	盘式过滤器	3
	3	超滤	3
	4	超滤水箱	1
	5	一级保安过滤器	2
	6	一级反渗透	2
	7	中间水箱	1
	8	二级保安过滤器	2
	9	二级反渗透	2
	10	脱盐水箱	1
	11	化学清洗水箱	1
	12	浓水箱	1
	13	储气罐	1
	14	氧化剂计量箱	1
	15	还原剂计量箱	1
	16	阻垢剂计量箱	1
	17	碱计量箱	1
	18	酸计量箱	1
	19	原水泵	4
	20	一级增压泵	2
	21	超滤反洗泵	2
	22	一级高压泵	1
	23	中间水泵	3
	24	二级增压泵	2
	25	二级高压泵	1
	26	脱盐水泵	2
	27	化学清洗水泵	2
	28	原水氧化剂计量泵	2
	29	UF反洗氧化剂计量泵	2
	30	UF反洗酸计量泵	2
	31	UF反洗碱计量泵	2
	32	还原剂计量泵	2
	33	阻垢剂计量泵	2
	34	PH中和碱计量泵	2

装置	序号	名称	数量
高纯水站	1	EDI 保安过滤器	1
	2	TOC/UV 杀菌	2
	3	脱气膜	2
	4	EDI	1
	5	氮封水箱	1
	6	终端过滤器	1
	7	抛光混床	2
	8	清洗水箱	1
	9	超纯水泵	2
	10	EDI 增压泵	2
	11	清洗水泵	2
空压制氮车间	1	自洁式过滤器	2
	2	气液分离器	2
	3	纯化器	2
	4	冷箱（含主冷器、过冷器、主冷凝蒸发器、氮精馏塔）	1
	5	氮气缓冲罐	1
	6	仪表气缓冲罐	1
	7	液氮储罐	2
	8	水浴式汽化器	2
	9	消音器	3
	10	废液蒸发器	1
	11	仪表气高压储罐	1
	12	离心式空气压机	2
	13	预冷机	2
	14	膨胀机	2
	15	仪表气增压机	1
工艺废气处理车间	1	深冷装置	2
	2	洗涤塔	6
锅炉房	1	50t 燃气蒸汽锅炉	2

3.2.2 厂内、厂外基础设施依托情况

园区配套的供水、排水、供电与项目区周边道路均已建设完成。

由于园区蒸汽管网未建设，企业未按照原设计及环评使用一电厂蒸汽，目前采用厂内自建锅炉生产蒸汽，锅炉房已完成环评及环保验收。

3.2.3 供电

现有一期项目总用电容量由园区供电系统提供两回 220kV 电源。

3.2.3.1 供水

现有一期项目设独立的生活给水管网、生产给水管网，供水来源与园区供水管网。

（1）生活给水系统

现有一期项目设独立的生活给水管网，供水压力 0.45MPa。

（2）生产给水系统

现有一期项目设独立的生产给水管网，主要用于工艺装置生产用水、循环水补充水等，由园区给水管网直接供给。

3.2.3.2 循环水系统

现有一期项目循环水分 3 座循环水站。循环水站 A：设计供水量为 4660~5410m³/h，循环水站 B：设计供水量为 10850~12120 m³/h；循环水站 C1 系统设计供水量为 1920~2150m³/h；C2 系统设计供水量为 600~1100 m³/h；循环水站 A 设计规模为 5500m³/h，循环水站 B 设计规模 12500m³/h，循环水站 C1 设计规模 2200m³/h，循环水站 C2 设计规模 1100m³/h，水站设计供水压力 0.40MPa。

3.2.3.3 供汽

由于园区蒸汽管网尚未建设，企业自建两台 SZS50-1.6-Q 天然气锅炉生产 50t/h 饱和蒸汽（1.6MPa.G）；设计两台锅炉一用一备，生产蒸汽 50t/h，实际两台锅炉一台高负荷生产，一台低负荷备用，实际生产蒸汽 51t/h。

3.2.3.4 采暖

企业自建两台天然气锅炉输送的蒸汽在厂内换热后采暖。

3.2.3.5 脱盐车站

现有一期项目建设脱盐车站一座，脱盐水主要为高纯水站补充用水及循环水系统补充用水，项目脱盐水设计需要量为 80m³/h（64 万 m³/a），设置 2 套 50m³/h 脱盐水装置，采用两级反渗透水处理工艺，实际需要量 581236m³/a。

3.2.3.6 高纯水站

现有一期项目建设高纯水水处理系统 1 套。高纯水水质按 ASTM D5127-2013 E1.1 级的水质标准。用于产品多晶硅和硅芯的清洗。高纯水站设计出水能力 60m³/h。采用 EDI+抛光混床+超滤的处理工艺；一个 15m³ 脱盐水箱，作为系统原水箱。

高纯水系统原水为脱盐水，来自本项目脱盐车站，通过全厂脱盐水管网供给。

3.2.3.7 空压、制氮

现有一期项目仪表空气和装置空气，选用空压设备1套，处理量为2000Nm³/h，实际使用量441Nm³/a，可满足本项目要求。

项目氮气选用制氮设备1套，处理量为5000Nm³/h，实际使用量3441Nm³/a，可满足本项目要求。

3.2.3.8 制冷

现有一期项目根据冷负荷和用冷参数情况，生产装置设置两个冷冻站，冷冻站A制备7/12℃冷冻水，冷冻站B制备-10℃、-40℃、-70℃冷量。

-10℃、-40℃、-70℃冷负荷采用螺杆机组，制冷剂为R22；7/12℃冷负荷采用热水型溴化锂冷水机组，热水源来自还原炉底盘冷却水。制冷系统用循环水，由本项目循环水站供给。

3.2.3.9 天然气

现有一期项目所需天然气量约1874Nm³/h，由于取消了氯化氢合成工段，实际使用量5260760m³/a。来源于园区天然气管网，由园区调压站引入。

3.2.3.10 厂污水处理站

本项目设全厂污水处理站一座，设计规模300m³/h，分为3条处理线，包括2条120m³/h处理能力线和1条60m³/h处理能力线，主要采用中和沉淀和过滤处理工艺，负责处理全厂生产废水、工艺废气洗涤废水等，废水总处理量265m³/h，其中整理车间洗涤废水不含Cl⁻，属含少量硝酸根的酸性废水，废水量60m³/h，利用其中一条60m³/h废水处理线单独处理，其余废水混合后利用2条120m³/h废水处理线处理，废水量205m³/h，出水水质执行《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）洗涤用水标准，170m³/h回用于工艺废气洗涤、渣浆回收装置水洗，55m³/h送回用水处理站继续处理，35m³/h送蒸发结晶装置处理。

3.2.3.11 回用水处理站

脱盐车站排水及污水处理站处理后部分排水、循环水排水直接进入回用水处理站处理，设计规模为220m³/h，回用水处理站采用多介质过滤器+超滤+RO系统处理工艺，回用水处理站处理后淡水出水水质与脱盐水水质相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水、渣浆回收工艺补水。高盐水进入高盐废水回收装

置处理。

3.2.3.12 高盐废水回收装置

厂区高盐废水回收装置（针对项目回用水处理站及污水处理站的尾水）1 采用 MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶工艺，设计规模为 2 套 30 m³/h 装置，处理水量 55m³/h，浓水经蒸发得到的冷凝水 51m³/h，冷凝水出水水质与脱盐水水质相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水、渣浆回收工艺补水。

污水处理站及回用水处理站的尾水，进入高盐废水回收装置，采用 MVR 蒸发+三效逆流盐废水回收工艺流程：回用水处理站的高盐水首先进入 MVR（蒸汽机械再压缩技术）蒸发器进行蒸发，蒸发出来的水蒸气经过冷凝后回用；从 MVR 蒸发器出来的浓盐水进入三效蒸发器蒸发，三效蒸发器的加热介质为二效蒸发器蒸发出来的水蒸气，经过提浓后的盐水进入二效蒸发器，二效蒸发器的加热介质为一效蒸发器蒸发出来的水蒸气，经过提浓后的盐水进入一效蒸发器，二、三效蒸发器冷凝水回用。一效蒸发器的加热介质为外供高压蒸汽，蒸汽冷凝液返回生产系统作为循环水补水，经过一效蒸发器蒸发后高盐废水进入结晶器结晶，得到的结晶盐主要含氯化钙（CaCl₂·2H₂O）。

3.2.3.13 全厂事故池

现有一期项目在厂区设置一个 15000m³ 的事故池，用于全厂事故状态下的消防废水、事故废水、废液的收集和暂存。

3.3 原辅材料及能源消耗情况

现有一期项目原辅材料及能源消耗情况见表 3.3-1。

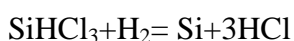
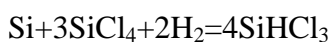
表 3.3-1 现有一期项目原辅材料及消耗情况表

序号	名称	规格	单位	实际消耗量	备注	
原料	1	硅粉	纯度≥99% (wt)	t/a	26570	外购
	2	粗三氯氢硅	/	t/a	4500	外购
	2	天然气	≥95%	Nm ³ /a	5260760	
	3	液氯	纯度≥99.999% (wt)	t/a	5471	外购
	4	生石灰	工业级	t/a	4620	外购
	5	氢氧化钠	30%氢氧化钠	t/a	1384	外购
	6	包装物	/	套/a	26316	外购
	7	石墨件	/	套/a	270015	外购

	8	陶瓷件	/	套/a	2204	外购
能源	1	蒸汽	3.82MPa (G), 450°C	t/a	414720	来源企业自建天然气 锅炉
	2	新鲜水	0.2MPa	t/a	2903226	园区供水
	3	脱盐水	电阻率 6×105Ω.cm	m ³ /a	581236	厂内脱盐车站
	4	高纯水	/	m ³ /a	480000	厂内高纯车站
	5	仪表、装置 压缩空气	0.7MPa (G), 露点-60°C	10 ⁴ Nm ³ /a	441	厂内空压站
	6	氮气	0.6MPa (G)	10 ⁴ Nm ³ /a	3441	厂内氮气站
	7	电		10 ⁴ kW h	157500	园区供电
	8	循环水	35°C (Δt=6°C)	m ³	1.59×10 ⁸	厂内循环车站

3.4 生产工艺与排污流程

现有一期项目多晶硅生产选用改良西门子法，主要化学反应式如下：



利用天然气制取氢气，外购粗三氯氢硅用分馏提纯的方法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。项目总体工艺流程见图 3.4-1。

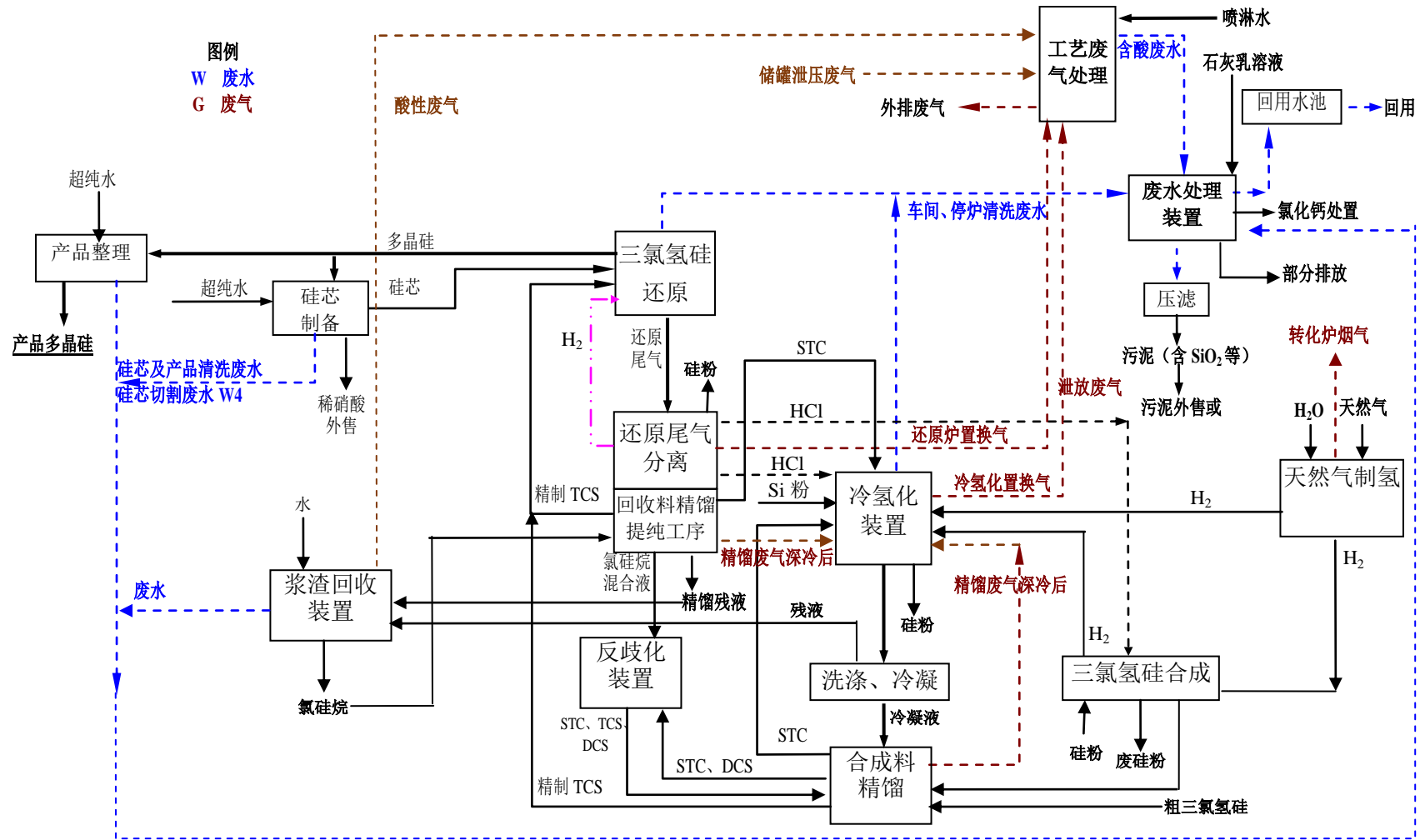


图 3.4-1 现有工程总工艺流程及产污环节示意图

3.4.1 天然气转化制氢车间

本工段以外购天然气为原料，脱硫后经与水蒸汽进行转化反应，再经变换反应，最后经换热冷却后制得氢气含量73%vol以上的富氢变换气。富氢变换气经变换、变压吸附（PSA）分离提纯即得到纯度为99.9995%vol以上的产品氢气。

（1）天然气压缩、脱硫工序

来自界外的原料天然气（约3MPa(G)）首先进入气体缓冲罐，再经天然气压缩机压缩至4.3MPa，在进入压缩机前与来自本车间冷却分离水份的变换气混合，使混合气氢含量达到约2%，用于有机硫加氢。压缩机出来的原料气送转化炉对流段盘管预热（与转化炉燃烧尾气换热）至350°C~400°C后进入脱硫罐。

原料气脱硫罐内部装有两层脱硫剂，其中上层铁锰脱硫剂加氢转化有机硫并吸收生成的H₂S，下层ZnO脱硫剂为脱硫把关。脱硫后的天然气中要求硫含量在0.2ppm以下。固体脱硫剂定期更换，更换掉的废脱硫剂送有危废资质单位处理。

（2）转化、余热回收、变换工序

预热、脱硫后的原料气与来自转化汽包的水蒸汽混合，进入转化炉进行蒸汽转化反应，转化炉采用镍系催化剂，并补充在转化炉对流段盘管预热后空气，后端PSA解析气与部分天然气混合后形成燃料气也进入转化炉。本单元采用一段蒸汽转化+中温变换的方案，以充分发挥天然气生产氢气的产率，同时减少副产水蒸汽的外供。

转化：一段蒸汽转化转化炉分为辐射段和对流段两部分。

①辐射段：

采用传统的顶烧式方箱型结构。转化管在辐射段方箱内成排直立布置，每排转化管之间设顶部烧嘴，通过天然气的燃烧以辐射传热方式为主为转化管内的反应物料提供烃类蒸汽转化所需的热量。经换热式预转化后，原料中的高烃类已基本得到分解，CH₄也部分得以转化。

②对流段：

转化炉的对流段是余热回收段，辐射段烟道气从辐射段下部侧面出来后即进入对流段。在对流段中，烟道气沿水平方向流动，换热盘管根据加热要求和传热特性按混合气预热器、原料气预热器、空气预热器II、燃料气预热器、空气预热器I顺序合理排列，以使烟道气热量得到充分的回收利用。烟道气（即转化炉燃烧

尾气，主要含 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、 O_2 以及 SO_2 、 NO_x ）经引风机送烟囱放空。

在转化炉的对流段，传热方式以对流传热为主。出转化炉的高温转化气达 830°C ，经转化蒸汽发生器换热后，转化气温度降至 $330^\circ\text{C}\sim 360^\circ\text{C}$ ，进入中温变换工序。

（2）余热回收：

来自脱盐站的脱盐水进入除氧器装置。除氧器所需的蒸汽由装置自产水蒸汽提供。除氧水经过中压锅炉给水泵升压后进入锅炉给水预热器预热、中温变换后换热器预热，再进入废锅汽包、转化炉对流段利用烟气废热锅炉加热后进入汽包。锅炉水通过自然循环的方式从汽包至转化废热锅炉、烟气锅炉，部分汽化后在密度差的推动下回到汽包闪蒸出 $\sim 2.5\text{Mpa}$ 压力的饱和蒸汽，作为生产蒸汽使用。

（3）转化气中温变换：

一段转化气中 CO 含量约 13%（干基）， CO 也是生产 H_2 的有效成份，一段转化气蒸汽发生器回收一段转化气的高端热量后，温度降至约 $330\sim 360^\circ\text{C}$ 后，一次性通过变换炉，在变换催化剂作用下经与转化气中富含的水蒸汽反应后即可将 CO 变换为 H_2 。变换气再经两段加热器回收热量后，最后经水冷器冷却到 40°C 以下，分离冷凝水后即送往 PSA 提氢系统。分离出的冷凝水回用。转化炉和变换炉定期更换的废催化剂送有危废资质单位处理。

（4）变压吸附（PSA）

经回收热量、分离水分的转化气进入变压吸附装置（PSA）。在 PSA 系统中，每台吸附器在不同时间依次经历吸附（A）、多级压力均衡降（EiD）、顺放（PP）、逆放（D）、冲洗（P）、多级压力均衡升（EiR）、最终升压（FR）。逆放（D）步骤排出吸附器中吸留的部分杂质组分，剩余的杂质通过冲洗（P）步骤进一步完全解吸，解析气主要成分 CO_2 、 H_2O 及少量 CO 、 CH_4 ，与部分天然气混合后返回转化炉，解析气 CO_2 含量很少，对转化率燃烧没有影响，充分利用解析气中的 CH_4 作为原料进行参与反应，而 PSA 装置定期更换的废吸附剂送有危废资质单位处理。经 PSA 装置分离提纯即得到纯度为 99.9995% vol 以上的氢气，去四氯化硅冷氢化、多晶硅还原车间做原料。

天然气转化制氢车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-2。

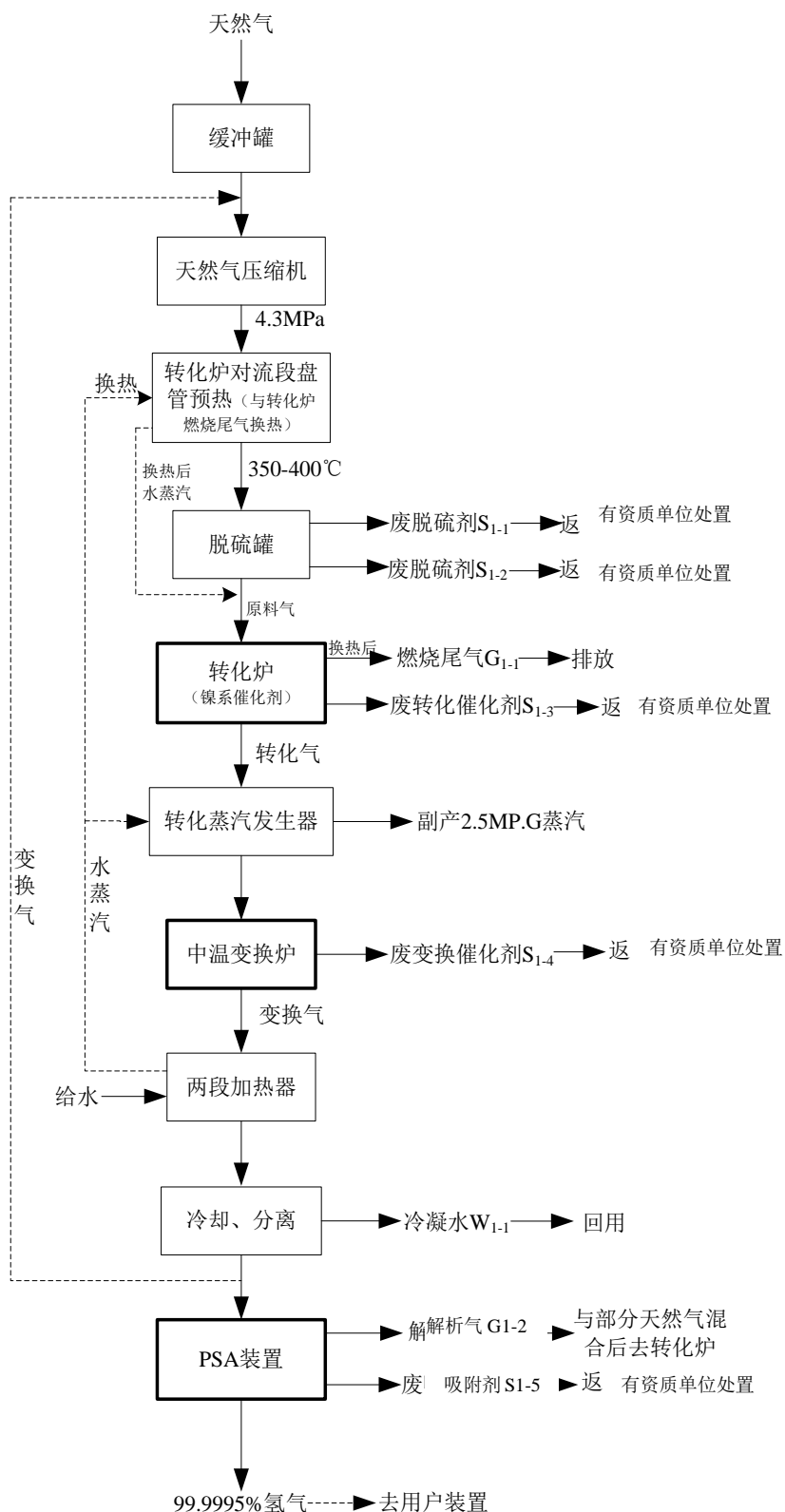


图 3.4-2 天然气转化制氢车间生产工艺流程及产污环节图

3.4.2 三氯氢硅合成工序

原料硅粉经吊运被卸入硅粉接收罐，硅粉接收罐通过氮气置换内部气体并升

压至比下方硅粉进料罐压力高 0.1MPaG 后，硅粉被放入下方的硅粉进料罐。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 $5\mu\text{m}$ 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。进料罐内的硅粉用通过阀门控制，根据合成炉运行的需要，定量送入三氯氢硅合成炉内。

从后续反应工序来的氯化氢气体，从底部进入三氯氢硅合成炉内，将合成炉内的硅粉挟带并输送流化，发生反应。

在三氯氢硅合成炉内，硅粉与氯化氢气体形成流化床并发生反应，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、氢气等产物，此混合气体被称作三氯氢硅合成气。反应大量放热。三氯氢硅合成氯化氢转化率为 90%。

合成炉顶部出口夹带含有硅粉的合成气，经旋风除尘器回收较大颗粒的硅粉，硅粉直接返回合成炉再次参加反应，再经布袋除尘器除去细硅粉后，送入湿法除尘系统，气体中的部分细小硅尘被洗下；洗涤后的气体进入冷凝装置，将氯硅烷冷凝深冷，再进入气液分离器将氯硅烷与氢气等分开，分离后的氯硅烷进入精馏系统，分离出来的氢气及少量氯硅烷经气体压缩机加压后再次进行冷凝深冷，将分离的氯硅烷送入精馏系统，氢气进入冷氢化系统。

工艺流程见图 3.4-3。

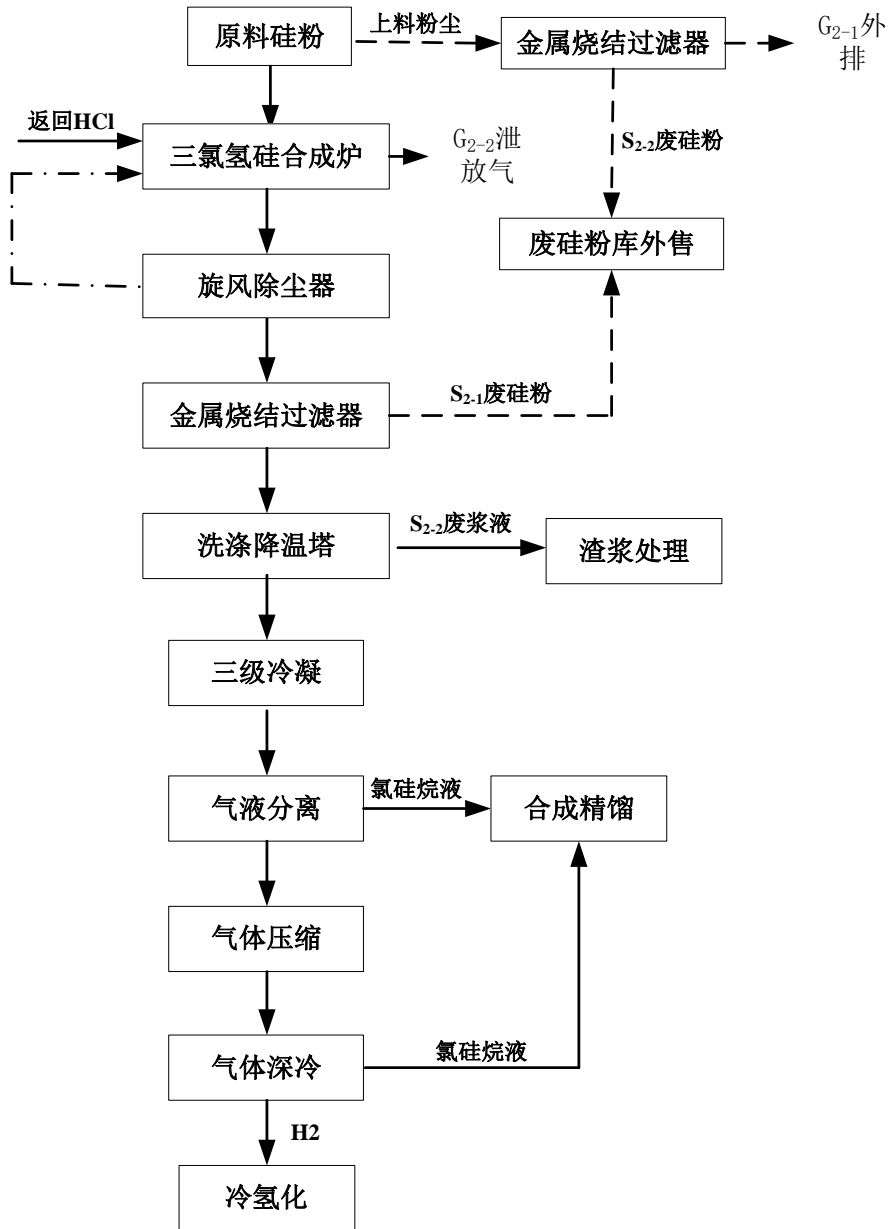


图 3.4-3 三氯氢硅合成工序工艺流程及产污位置图

3.4.3 四氯化硅冷氢化车间

四氯化硅冷氢化是利用四氯化硅在高温（450~500℃）、催化剂（金属氯化物）的作用下发生分解反应，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氯化氢也返回该系统，与硅粉进行反应。

本工段的目的是为了消化多晶硅生产过程副产的 SiCl_4 ，使之与硅粉和氢气反应生成多晶硅生产原料三氯氢硅而加以利用。

自罐区来的四氯化硅由四氯化硅输送泵加压至 3.7MPa.G，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，再至四氯化硅预热器采用蒸汽预热，蒸汽由天然气锅炉提供。自冷凝系统来的不凝气（主要含氢气）经循环氢压缩机加压至 3.2MPa.G 后与来自天然气制氢装置及三氯氢硅合成装置提供的补充氢气混合，送至氢气预热器预热至约 170~185°C，预热后的氢气与预热后的四氯化硅液体经静态混合器充分混合，依次通过四氯化硅汽化器（采用蒸汽加热）、STC/H₂ 过热器、热交换器（与冷氢化反应后高温尾气换热）以及 STC/H₂ 电加热器加热至约 600°C，送入流化床反应器。

外购硅粉经硅粉干燥器干燥，采用氮气进行干燥，并与催化剂（金属氯化物）混合，由自氢气预热器来的氢气推送进流化床反应器。同时还原尾气回收车间盐酸解析塔得到的氯化氢气体，以及合成精馏及回收精馏系统不凝气、还原尾气回收装置氢气吸附塔再生尾气经深冷回收氯硅烷后的气体（主要含氢气）经加压后一并送入流化床反应器。

在流化床反应器中，四氯化硅、氢气和硅粉在 450~600°C、1.5~3MPa 和催化剂作用下进行反应，生成三氯氢硅，氯化氢与硅粉反应生成三氯氢硅和四氯化硅。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重新回到流化床内参加反应，再通过精密硅粉过滤器（过滤精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ）将尾气中的硅粉过滤，过滤的硅粉定期排入过滤器下方的硅粉放空槽过滤器，并用氮气将硅粉中夹带的少量氯硅烷和氢气置换干净，收集的硅粉外售。不含固体的反应气再进入洗涤塔，用后端的氯硅烷冷凝液对尾气进行洗涤降温，洗涤液后的残液主要含四氯化硅，以及少量副反应产物等，送渣浆回收车间。净化后的气体为粗三氯氢硅，含四氯化硅、二氯二氢硅，进入冷凝系统，首先与原料四氯化硅和循环氢气进行热交换，再用循环水降温，之后经深冷冷凝后液相进入粗 TCS 缓冲罐，通过压差连续送入中间罐区。冷凝不凝气主要含氢气，经循环氢压缩机加压后，再次返回流化床反应器循环使用。

项目冷氢化装置正常生产时无废气排出，开停车时采用氮气和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洗涤装置进行处理，回收的氯硅烷去合成精馏系统。废催化剂由有资质的单位进行回

收。

四氯化硅冷氢化车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-4。

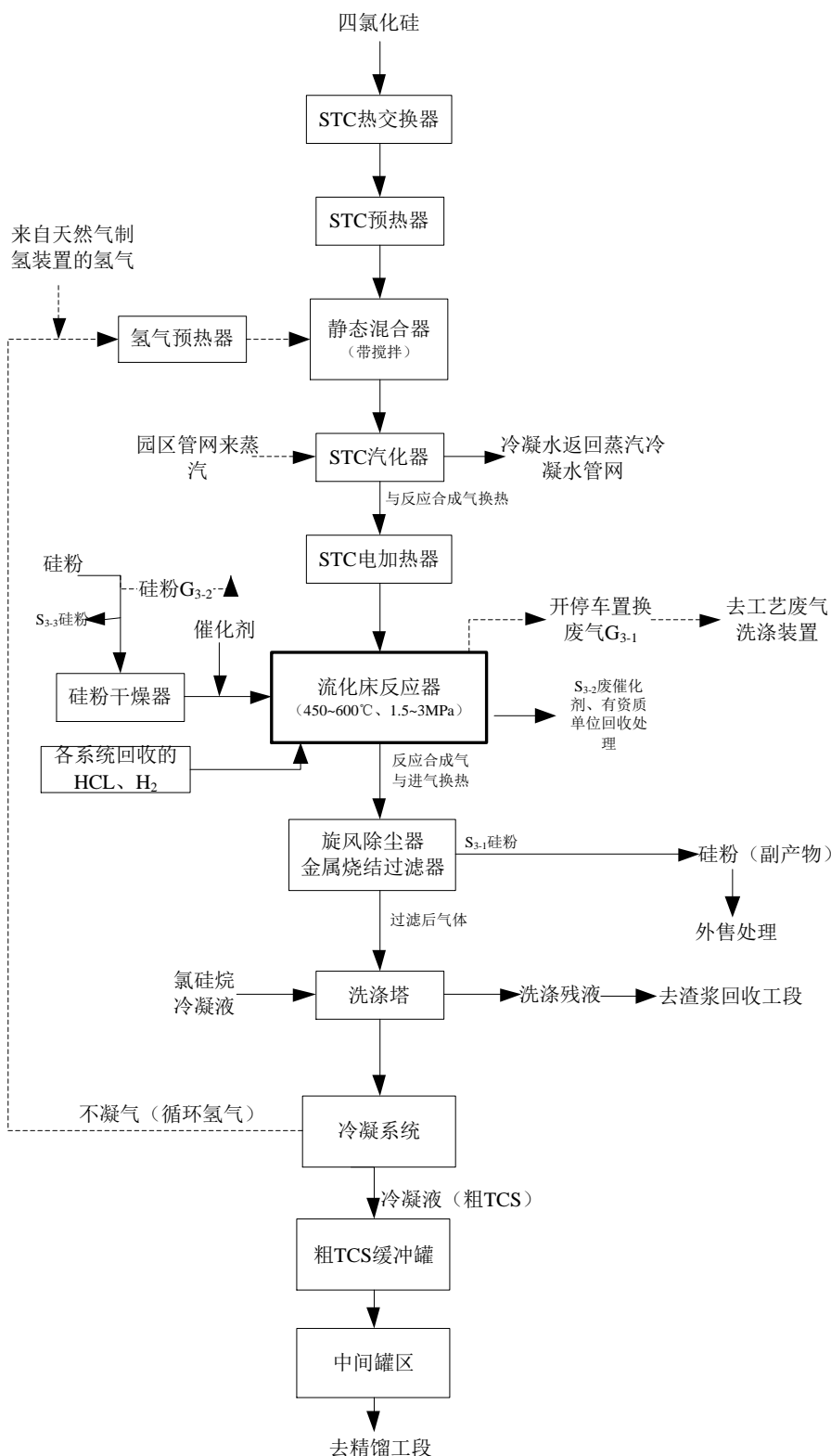


图 3.4-4 四氯化硅冷氢化车间生产工艺流程及产污环节图

3.4.4 三氯氢硅还原车间

项目三氯氢硅还原装置采用改良西门子工艺。三氯氢硅、氢气配比自动调节，设有硅棒温度红外监测，事故时自动切断三氯氢硅及氢气进料。利用高温硅芯（硅棒）作为载体，气化的三氯氢硅和氢气在硅芯表面、1050~1100°C下发生还原反应（气相沉积反应），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。

来自精馏工段的高纯三氯氢硅，在完成必要的分析和达到规定要求之后，将其送入三氯氢硅汽化器，在操作压力为 1.0MPa.G 的压力下利用 0.2MPa.G 蒸汽汽化，再进入过热器用 1.0MPa.G 蒸汽加热至 145~160°C，再同还原尾气回收装置来的 0.9MPa.G 高纯氢气在静态混合器中进行混合，通过流量计控制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°C后由喷嘴进入还原炉，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°C，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。正常生产下还原炉出来的尾气温度约 600~700°C，组成为：H₂60.81%、TCS20%、SiCl₄15.19%、SiH₂Cl₂23.8%、HCl0.2%以及少量的硅粉，经尾气换热器同部分循环水换热至约 150°C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。多晶硅棒送去后处理车间进行破碎、清洗、包装。

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，卸出的多晶硅棒送后处理车间。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洗涤装置进行处理，回收的氯硅烷去精馏系统。

项目三氯氢硅还原车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-5。

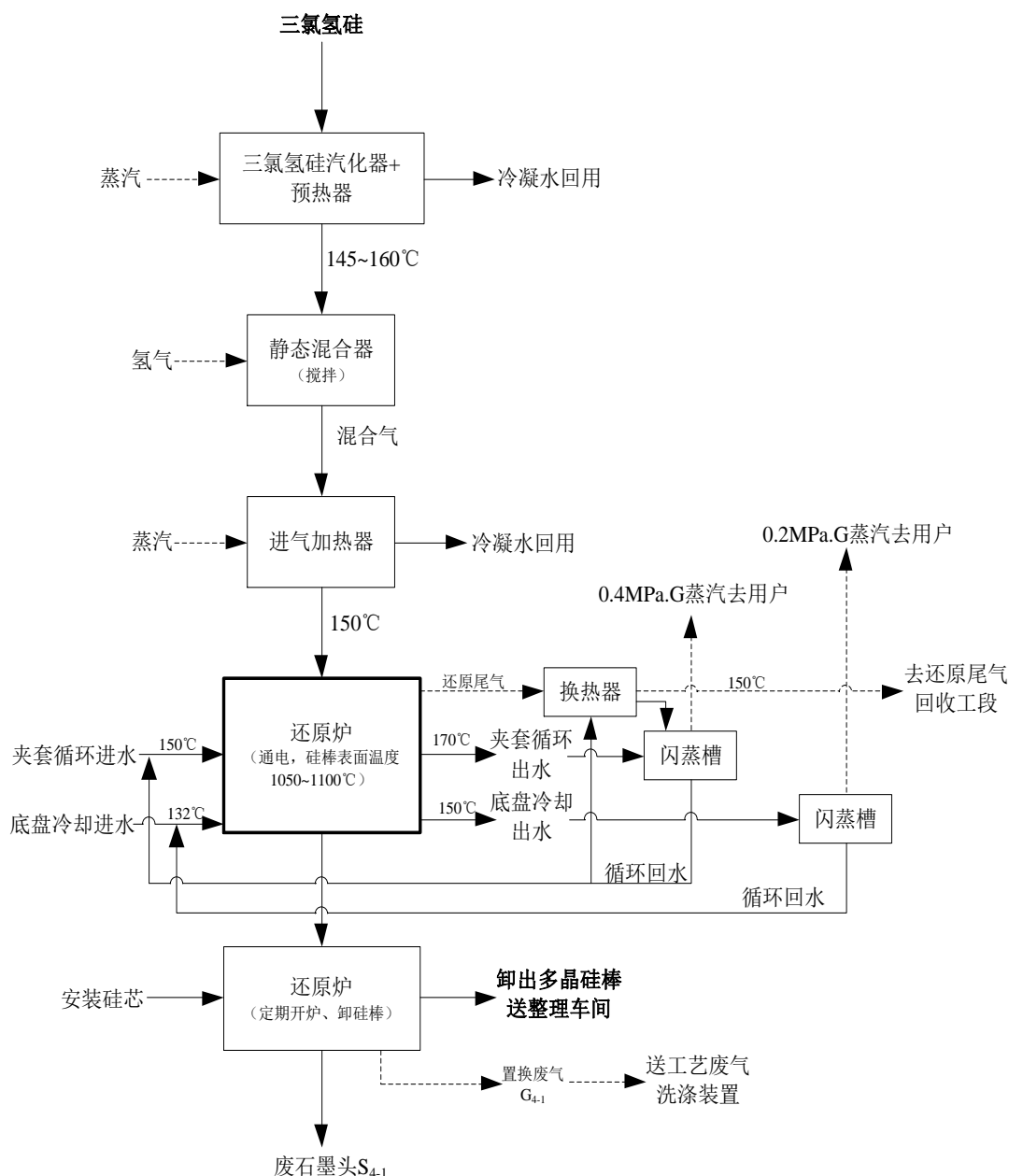


图 3.4-5 三氯氢硅还原车间生产工艺流程及产污环节图

3.4.5 合成精馏、回收精馏和反歧化车间

(1) 合成精馏

合成精馏系统主要包括四氯化硅分离、二氯二氢硅分离、脱高一塔、脱低塔和脱高二塔等工序，各精馏塔热源由还原车间副产蒸汽和锅炉房蒸汽提供。

①四氯化硅分离塔

三氯氢硅合成、冷氢化和反歧化的粗三氯氢硅首先进入四氯化硅分离塔，通

过塔分离后，四氯化硅从分离塔的下部侧线采出，作为冷氢化和反歧化原料，塔釜采出精馏残液送往渣浆回收装置，塔顶气经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态氯硅烷，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分作为产品采出，采出组分含约 98%三氯氢硅和 2%二氯二氢硅，去二氯二氢硅分离塔。

②二氯二氢硅分离塔

四氯化硅分离塔塔顶采出产品组分为三氯氢硅和二氯二氢硅，进入二氯二氢硅分离塔，经过塔分离后，塔顶气为二氯二氢硅，经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态二氯二氢硅，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分二氯二氢硅作为塔顶产品采出去反歧化装置。塔底采出组分为三氯氢硅，塔底产品经过加压至 1.3MPa.G 后送往脱高一塔进行进一步提纯。

③脱高一塔

二氯二氢硅分离塔塔底产品为三氯氢硅，进入脱高一塔，进行脱高处理，经过分离后，塔顶产品为脱高后的三氯氢硅，经循环水冷凝器冷凝后和塔底产品为含聚氯硅烷的三氯氢硅，返回四氯化硅分离塔循环利用。

④脱低一塔

脱高一塔采出的三氯氢硅产品进入脱低一塔，进行脱低处理，经过分离后，塔底产品为脱低后的三氯氢硅，经循环水冷凝器冷凝后送往脱高二塔进行进一步提纯。塔顶产品为含低沸物的三氯氢硅，返回四氯化硅分离塔循环利用。

⑤脱高二塔

脱低一塔塔底产品进入脱高二塔，进行脱高处理，经过分离后，塔顶产品为脱高后的三氯氢硅，经循环水冷凝器冷凝后作为合成精馏最终产品送至还原车间。塔底产品为含聚氯硅烷的三氯氢硅，返回四氯化硅分离塔循环利用。

各冷凝器产生的不凝气进入深冷装置，回收氯硅烷去合成精馏，不凝气主要含 H₂ 去冷氢化车间。项目合成精馏系统各冷凝含氢气、氯化氢和少量氯硅烷，统一收集（与回收精馏不凝气、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。

项目合成精馏车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-6。

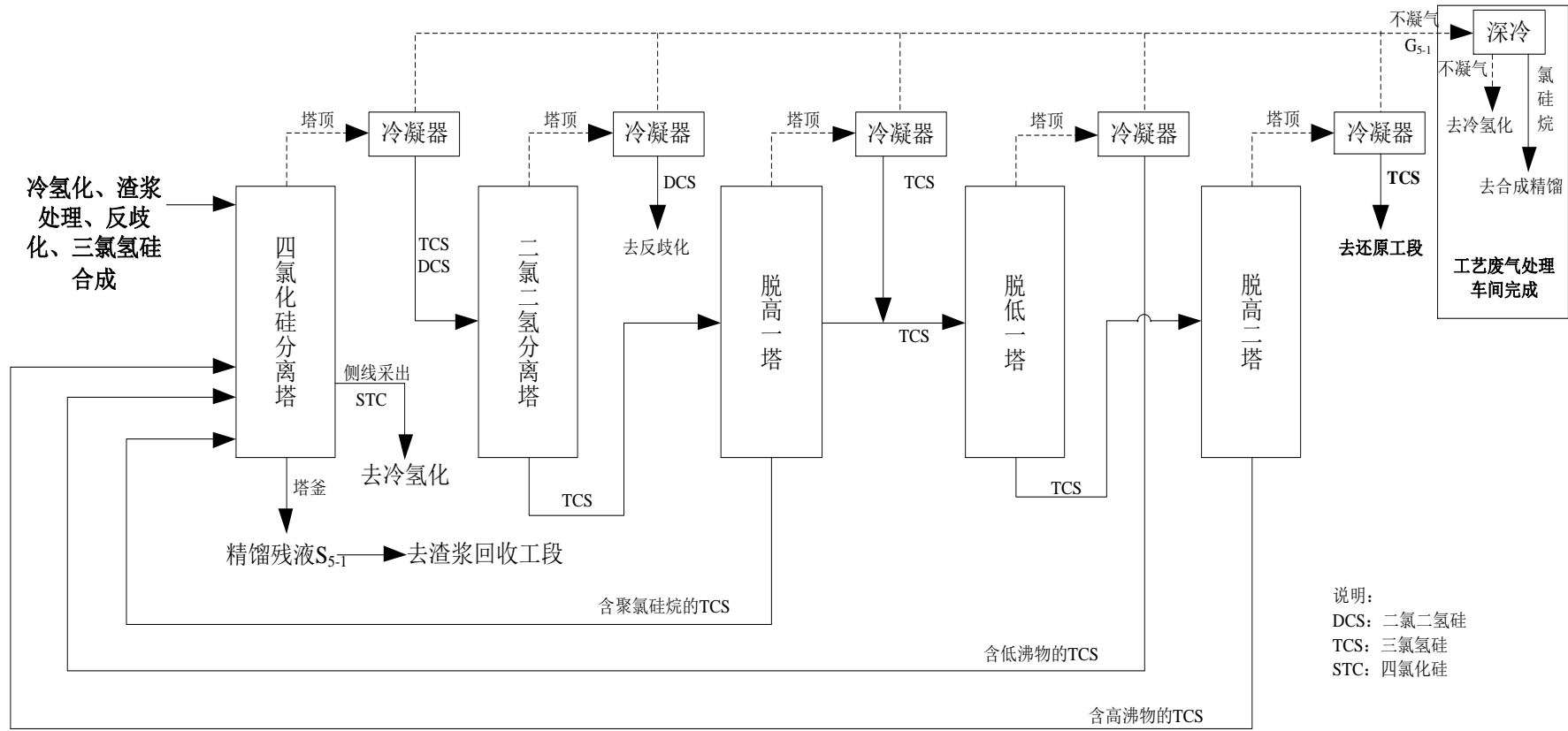


图 3.4-6 合成精馏车间生产工艺流程及产污环节图

（2）回收精馏系统工艺流程

回收精馏系统主要包括回收料四氯化硅、二氯二氢硅和三氯氢硅分离、树脂吸附等工序，具体描述如下。

①回收物料四氯化硅分离塔

回收料即通过还原尾气回收系统回收的氯硅烷，进入四氯化硅分离塔，通过塔分离后，塔底采出四氯化硅，作为冷氢化和反歧化的原料，塔顶气经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态氯硅烷，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分作为产品采出，采出组分主要为三氯氢硅和少量二氯二氢硅。

②回收料二氯二氢硅分离塔

采出液三氯氢硅进入二氯二氢硅分离塔，经过塔分离后，塔顶气经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态二氯二氢硅，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分二氯二氢硅作为塔顶产品采出去反歧化装置。塔底采出组分为三氯氢硅，经过加压后送往脱高塔进行进一步提纯。

③回收料三氯氢硅脱高塔

二氯二氢硅分离塔塔底采出的三氯氢硅进入三氯氢硅脱高塔，采用 2 塔并联，经过分离，塔顶气经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态三氯氢硅，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分作为产品三氯氢硅去还原车间。塔底采出组分为少量杂质的三氯氢硅，经过加压返回四氯化硅分离塔循环使用。

项目回收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。

项目回收精馏车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-7。

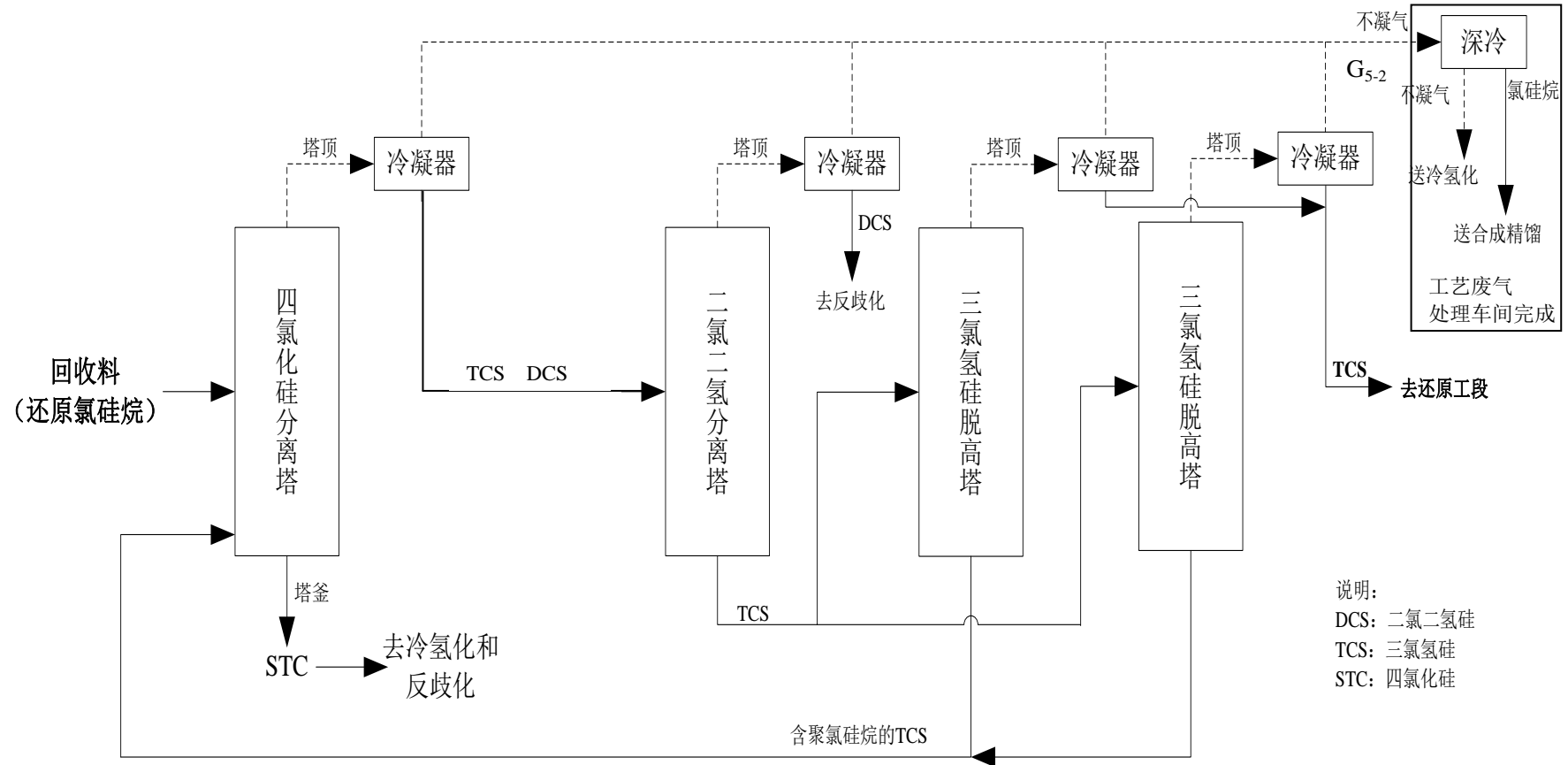


图 3.4-7 回收精馏车间生产工艺流程及产污环节图

（3）反歧化工艺流程

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。

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、催化剂加入反歧化反应器，该反应使用树脂催化剂 DOWEXM-43 以促进反应。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、STC 等，回收至氯硅烷储罐后送合成精馏系统进行精馏提纯。反歧化反应器定期排出的废催化剂在厂区暂存，外委有危废处理资质的单位处理。

项目反歧化车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-8。

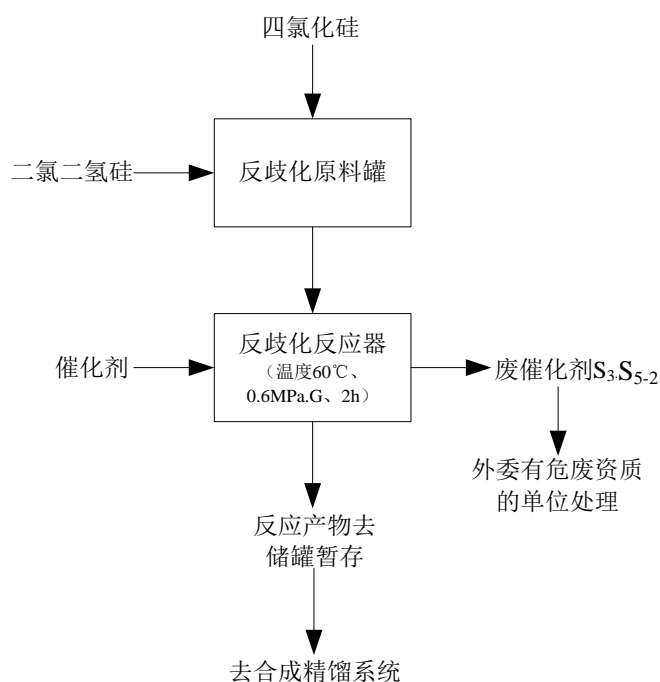


图 3.4-8 反歧化车间生产工艺流程及产污环节图

3.4.6 整理车间

硅芯料送至硅芯拉制工序，采用电加热，经硅芯炉拉制成 $\phi 10 \times 3000$ 的硅芯。拉制好的硅芯经切割、钻孔、打磨、喷砂、清洗等工序后测其电阻率，最后送至硅芯清洗间，对硅芯用超纯水洗净硅芯、烘干，得到的硅芯用洁净塑料袋密封包

装，存放于硅芯货架中备用。硅芯生产工艺流程及产污环节见图 3.4-9。

从还原工序送来的成品硅棒经专门的硅棒转运车运至破碎准备间，首先采用专用金属榔头去除石墨头，再将硅棒放至破碎间的抗冲击操作台上，其表面采用塑料板设防震措施，周边有 50~100mm 围堰，自带抽风除尘装置且一端设分选筛并有 10°的倾斜，以确保破碎的多晶硅块全部自重进入分选筛。采用榔头对硅棒进行破碎，完成破碎的硅块人工推入分选筛中，使硅块的线长在 6~100mm，不合格的硅块返回前端重新破碎。完成分选后的合格多晶硅块，根据下游客户需求进行清洗，项目按 50%多晶硅块需清洗计，硅块送入硅料清洗机，经超纯水洗涤、烘干处理，送至包装工序，清洗废水送厂污水处理站处理。破碎过程产生的粉尘经自带抽风除尘装置（布袋除尘器）处理后并入空调净化系统经净化后进入车间通风系统，不外排。

项目整理车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-10。

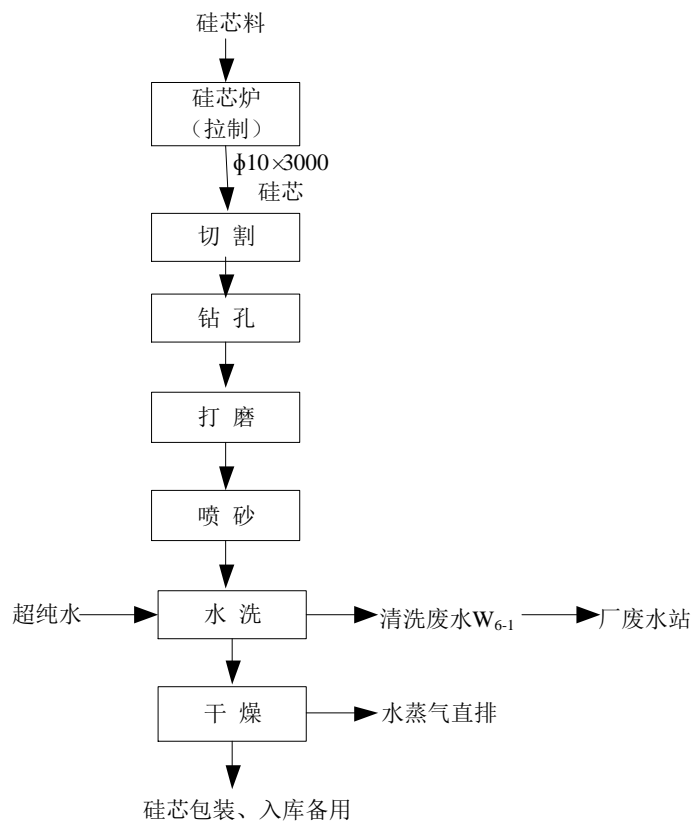


图 3.4-9 整理车间硅芯生产工艺流程及产污环节图

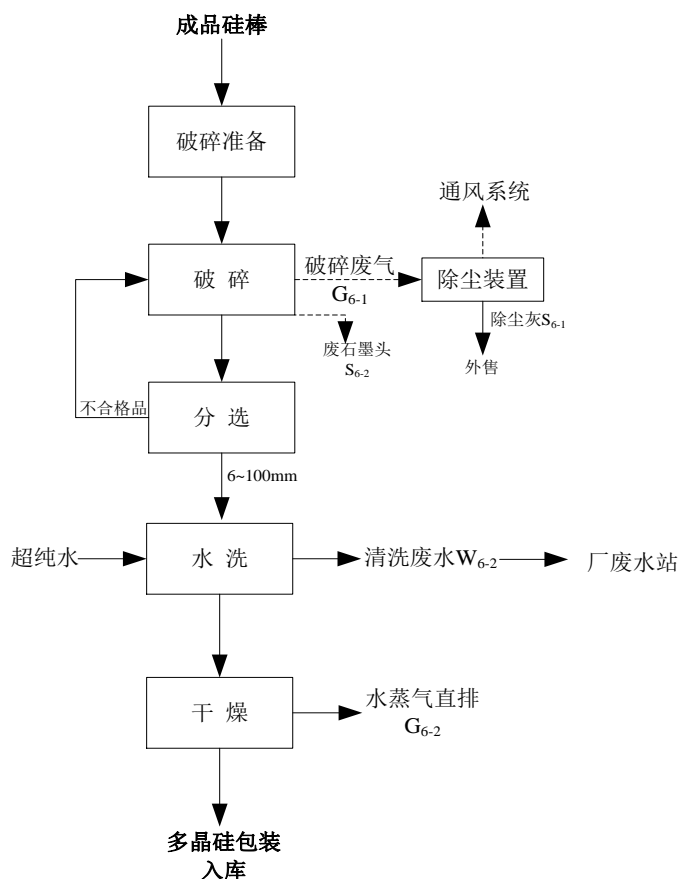


图 3.4-10 整理车间多晶硅块生产工艺流程及产污环节图

3.4.7 还原尾气回收车间

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、氯化氢、二氯二氢硅、氢气和少量硅粉的还原尾气进行分离、净化、回收，得到的高纯氢气返回还原车间，氯化氢送冷氢化，氯硅烷送回收精馏装置，过滤出的硅粉外售。

(1) 还原尾气冷却

还原尾气首先进入硅粉过滤器，硅粉过滤器内设置有高精度滤芯，过滤精度 $\leq 4\mu\text{m}$ ，可将还原尾气中夹带的硅粉全部过滤，去除硅粉后的还原尾气依次经过 7°C 冷却器、 -10°C 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出的氯硅烷（富液）混合后送入后续氯化氢解析塔，冷凝后的不凝气主要含氢气、以及氯化氢，压力 0.4MPa.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 0.9MPa.G、100°C，经氢气压缩机排出罐送至氯化氢吸收塔。

（3）氯化氢吸收

被氢气压缩机压缩后的气体，组分：H₂ 90%、SiHCl₃ 8%、SiH₂Cl₂ 2%、HCl 0.2%，依次经过氯化氢吸收塔塔顶进料冷却器和深冷器冷却后，温度降至约 -60°C，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：三氯氢硅 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 HCl，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（富液，组分：三氯氢硅 59.9%、四氯化硅 34.9%、二氯二氢硅 4.9%、氯化氢 0.3%）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，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、H₂，与精馏系统产生的不凝气一并经深冷回收氯硅烷后，返回冷氢化车间，回收氯硅烷送合成精馏系统。

项目还原尾气回收车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-11。

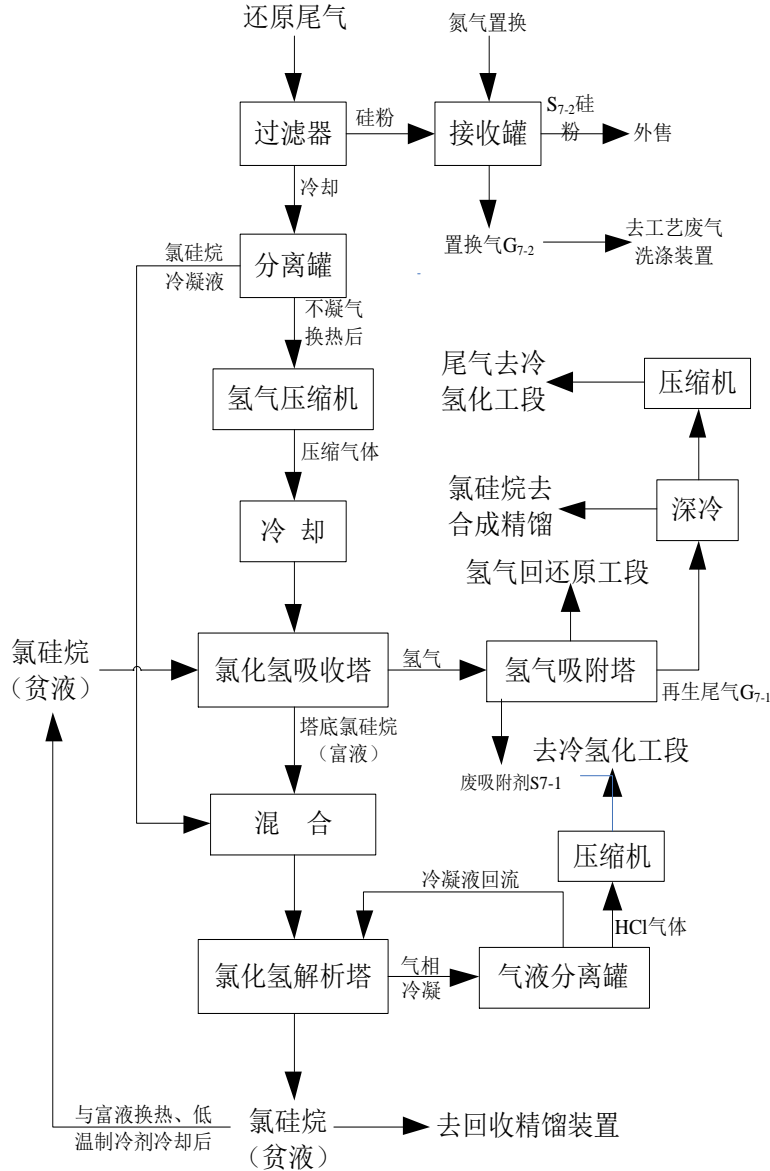


图 3.4-11 还原尾气回收车间工艺流程及产污环节图

3.4.8 工艺废气处理车间

项目在厂区设置统一的工艺废气处理装置，主要用于三氯氢硅合成车间安全

释放气、四氯化硅冷氢化车间开停车置换气、合成、精馏、反歧化车间不凝气、三氯氢硅还原车间置换废气、还原尾气回收车间硅粉收集罐置换气。采用双塔串联、回用水循环洗涤，确保废气达标排放，排出的酸性废液排至厂污水处理站进行处理，项目工艺废气洗涤水采用污水处理站处理的回用水。该装置主要由废气缓冲及紧急排空、废气洗涤组成。

此外，在工艺废气处理装置区还设置有深冷装置，需洗涤处理的工艺废气收集后经管道输送至深冷装置回收氯硅烷，再进入缓冲罐，去工艺废气洗涤装置。回收的氯硅烷送合成精馏系统。

在工艺废气处理装置区还设置有 1 套深冷装置，需洗涤处理的工艺废气收集后经管道输送至深冷装置回收氯硅烷，再进入缓冲罐，去工艺废气洗涤装置。精馏不凝气、还原尾气回收工段产生的再生尾气收集后经管道输送至深冷装置回收氯硅烷，经加压后送冷氢化装置。回收的氯硅烷送合成精馏系统。

含氯硅烷的气体经管道输送至相应的深冷回收装置，在深冷回收装置中氯硅烷冷凝成液体，在装置底部暂存，顶部气体再经管道送至废气洗涤装置或加压回用。深冷回收装置中的液体氯硅烷定期经底部泵输送至暂存罐中，返回生产系统使用。

来自各车间的废气经深冷回收氯硅烷后，送入废气缓冲罐。废气缓冲罐顶部设置爆破片，事故气可在紧急超压情况下引入带有阻火器的高空排放点。

废气依次进入一级洗涤塔和二级洗涤塔，循环喷淋洗涤吸收，废气中的氯硅烷与水发生反应而被除去。二级洗涤塔采用厂废水处理装置回用水洗涤喷淋，出塔底洗涤液经由泵输送至一级洗涤塔，作为一级洗涤塔的喷淋液。出一级洗涤塔的酸性废液送至精馏车间再利用。

洗涤后的废气主要含氢气、氮气和少量 HCl 等，引入液封槽，经 30m 排气筒达标排放。

项目工艺废气处理车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-12。

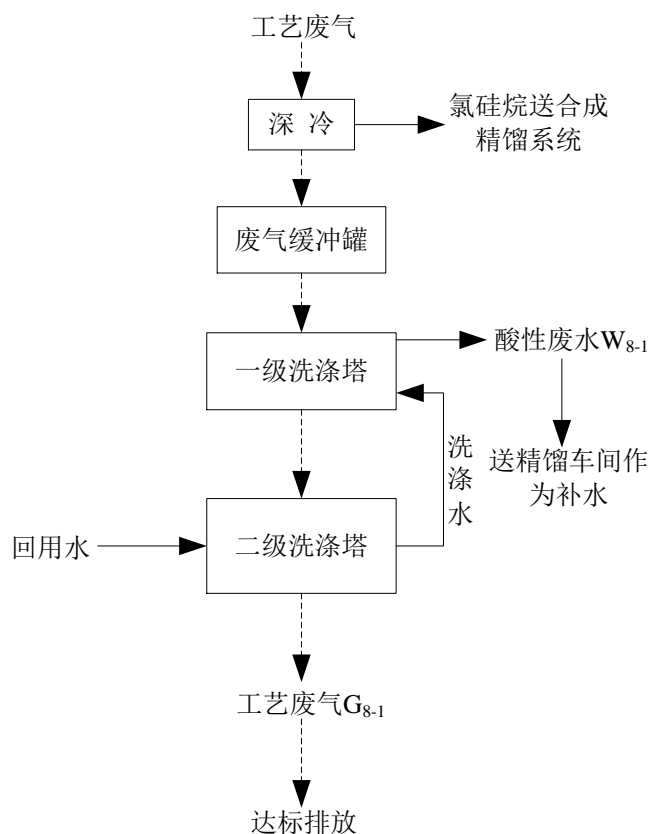


图 3.4-12 工艺废气处理车间工艺流程及产污环节图

3.4.9 渣浆回收车间

渣浆回收车间处理对象包括合成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、三氯氢硅合成及干湿法除尘过程产生的含硅粉的泥浆，这里统称“渣浆”，主要含四氯化硅，少量三氯氢硅、聚氯硅烷（主要为 Si_2Cl_6 ）、金属氯化物等。

项目建设两套渣浆处理系统，冷氢化合成气洗涤残液及三氯氢硅合成及干湿法除尘过程产生的含硅粉的泥浆利用一套处理系统，处理能力 1.8t/h，精馏残液利用一套处理系统，处理能力 1.2t/h。

（1）精馏回收氯硅烷

来自合成精馏车间的四氯化硅分离塔釜底液和冷氢化车间洗涤液，在各自车间已经硅粉过滤器过滤掉硅粉，主要含四氯化硅和少量三氯氢硅，聚氯硅烷和金属氯化物，进入四氯化硅脱高沸塔进行四氯化硅脱重，塔顶采出的四氯化硅和三氯氢硅经冷凝后送合成精馏车间，不凝气与精馏不凝气、还原尾气回收车间再

生尾气一起经深冷回收 氯硅烷后，加压返回冷氢化。塔釜剩余的四氯化硅、聚氯硅烷和金属氯化物等混合物 送入搅拌冷却罐。

（2）冷却、沉降分离

四氯化硅脱高沸塔塔釜液进入搅拌冷却罐，用循环水将其冷却至常温，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 浆输送至沉降罐，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 排至渣浆蒸发器，上清液去高沸裂解工序。

（3）渣浆蒸发回收氯硅烷、水洗

从沉降罐下部排出的沉降物进入渣浆蒸发器，用蒸汽将随着沉淀物带出来的氯硅烷完全蒸干，蒸发的氯硅烷气体经过冷凝后送至合成精馏装置，不凝气进入渣浆回收 装置单独配套的废气洗涤塔洗涤后经 25m 排气筒排放。蒸干后剩余的金属氯化物干粉（夹带由少量聚氯硅烷）则通过气力输送的方式送至水洗罐进行水洗，产生的酸性废 水送厂污水处理站处理，水洗中氯硅烷分解的氯化氢被水吸收，少量未吸收的氯化氢气体送废气洗涤塔。

（4）高沸裂解

从沉降罐上部采出的含有四氯化硅和高沸物的澄清液送至高沸裂解搅拌罐，从高沸裂解罐的底部通入来自还原尾气回收车间解析出的部分氯化氢气体，并定期向高沸 裂解罐中加入裂解催化剂，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，气化的氯硅烷气体返回四氯化硅脱高沸塔进行回收。高沸裂解催化剂失效后需定期更换，作为危废物外送处理。

渣浆回收车间生产工艺流程及产污环节见图 3.4-13。

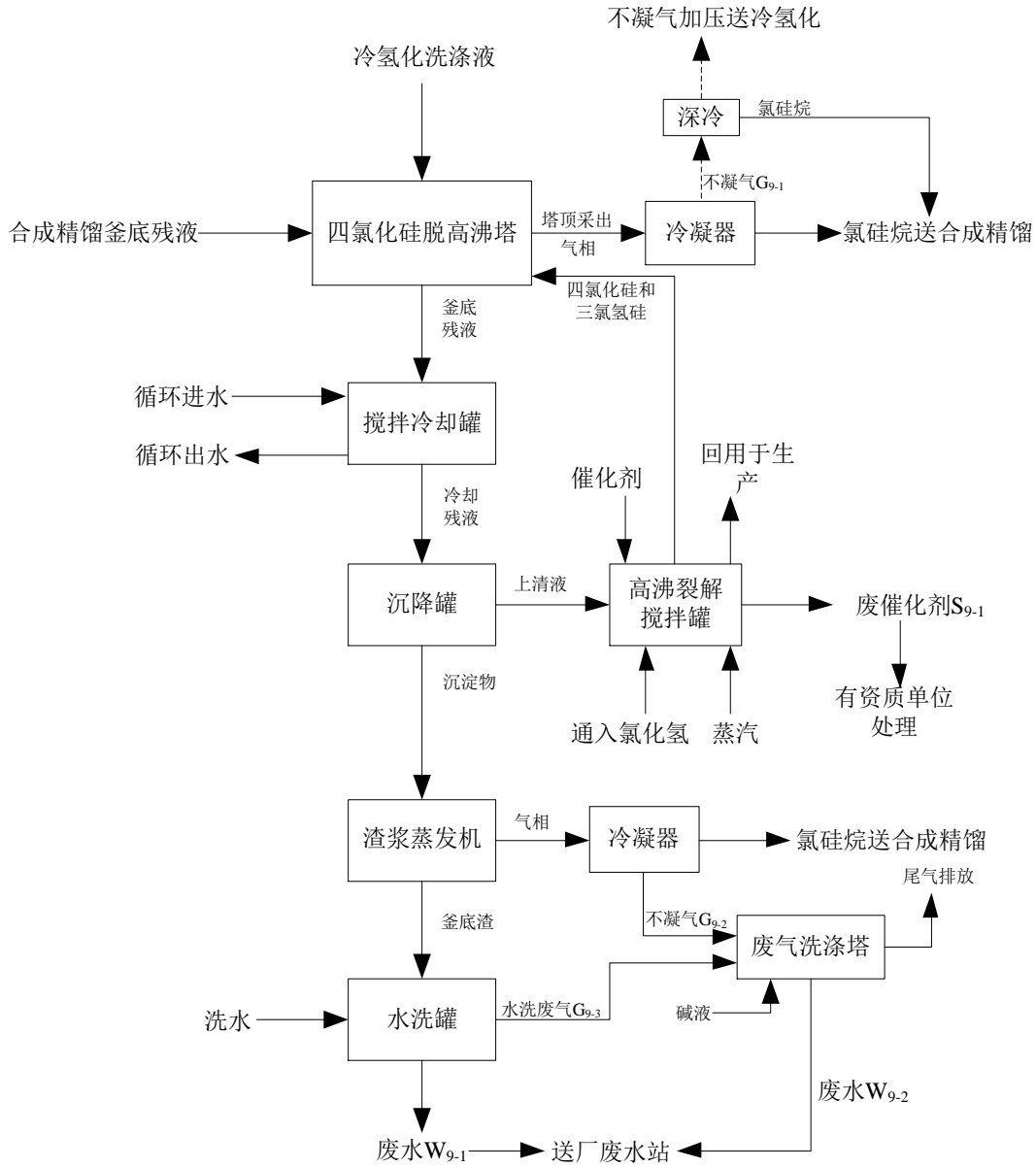


图 3.4-13 渣浆回收车间工艺流程及产污环节图

3.5 现有工程平衡

3.5.1 物料平衡

现有一期项目物料平衡见表 3.5-1。

表 3.5-1 现有一期项目物料平衡表

天然气制氢					
来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
外购天然气	CH ₄ 、H ₂ O	1525	三氯氢硅还原	H ₂	50
			冷氢化	H ₂	51
			弛放气	CO ₂ 、H ₂ 等	1424
合计		1525	合计		1525
三氯氢硅合成					
来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
外购硅粉	Si	280	外售硅粉	Si	17
尾气回收	H ₂	5	冷氢化	H ₂	23
	HCl	1032	合成精馏	三氯氢硅	1292
	三氯氢硅	15		二氯二氢硅	118
	二氯二氢硅	118			
合计		1450	合计		1450
四氯化硅冷氢化					
来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
天然气制氢	H ₂	51	外售硅粉	Si	124
三氯氢硅合成	H ₂	23	渣浆回收（氯硅烷回收）	四氯化硅	3301
还原尾气回收（氢气吸附）	H ₂	374		杂质	41
	三氯氢硅	162	合成精馏	高沸物	250
	二氯二氢硅	95		三氯氢硅	52542
	四氯化硅	40		二氯二氢硅	1283
	回收精馏	HCl	3	工艺废气处理	四氯化硅
四氯化硅		64724	H ₂		35
	高沸物	82	三氯氢硅		83
合成精馏	四氯化硅	158755	二氯二氢硅		25
外购硅粉	Si	3091	四氯化硅		142
合计		227400		合计	227400
合成精馏					
来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
四氯化硅冷氢化	高沸物	250	四氯化硅冷氢化	四氯化硅	158755
	三氯氢硅	52542	中间罐区	三氯氢硅	75393
	二氯二氢硅	1283	渣浆回收	四氯化硅	4811
	四氯化硅	169568		高沸物	250
渣浆回收	三氯氢硅	126	反歧化	二氯二氢硅	1283
	四氯化硅	8166		四氯化硅	44885
反歧化	三氯氢硅	19177			
	四氯化硅	32855			
三氯氢硅合成	三氯氢硅	1292			
	二氯二氢硅	118			
合计		285377			285377
回收精馏					
来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
还原尾气回收	三氯氢硅	82633	中间罐区	三氯氢硅	82633
	四氯化硅	64724		二氯二氢硅	4068

	二氯二氢硅	9932	冷氢化	四氯化硅	64724
	高沸物	82		高沸物	82
			反歧化	二氯二氢硅	5864
合计		157371	合计		157371

反歧化

来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
合成精馏	二氯二氢硅	1283	合成精馏	三氯氢硅	19177
	四氯化硅	44885		四氯化硅	32855
回收精馏	二氯二氢硅	5864			
合计		52032			52032

还原

来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
中间罐区	三氯氢硅	158646	整理车间	多晶硅棒	3125
	二氯二氢硅	4068		H ₂	7167
还原尾气回收	H ₂	6788	还原尾气回收	三氯氢硅	82810
天然气制氢	H ₂	50		二氯二氢硅	10145
				四氯化硅	64764
				HCl	1069
				高沸物	82
				硅粉	156
				工艺废气处理	H ₂
			三氯氢硅		83
			四氯化硅		50
			二氯二氢硅		17
合计		169552	合计		169552

还原尾气回收

来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
还原	H ₂	7167	回收精馏	三氯氢硅	82633
	三氯氢硅	82810		二氯二氢硅	9932
	二氯二氢硅	10145		四氯化硅	64724
	四氯化硅	64764		高沸物	82
	HCl	1069	三氯氢硅合成	H ₂	5
	高沸物	82		HCl	1032
	硅粉	156		三氯氢硅	15
			二氯二氢硅	118	
			外售硅粉	Si	156
			渣浆回收	HCl	34
			冷氢化	H ₂	374
				三氯氢硅	162
				二氯二氢硅	95
				四氯化硅	40
				HCl	3
			还原	H ₂	6788
合计		166193	合计		166193

渣浆回收

来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
冷氢化	四氯化硅	3301	合成精馏	三氯氢硅	126

	杂质	41		四氯化硅	8166
合成精馏	四氯化硅	4883	废水处理	杂质（金属氯化物等）	114
	高沸物	322		HCl	175
洗水	H ₂ O	50000		H ₂ O	50000
尾气回收	HCl	34			
合计		58581	合计		58581

工艺废气处理

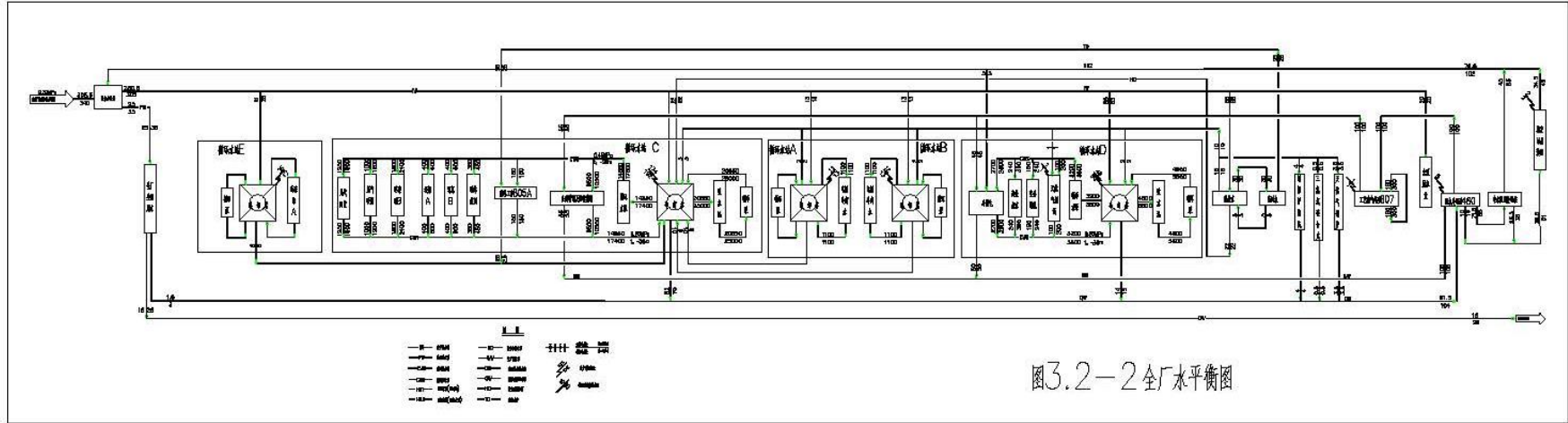
来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
冷氢化	H ₂	35	废水处理	SiO ₂	221
	三氯氢硅	83		HCl	431
	二氯二氢硅	25	废气	H ₂ 、HCl	19
	四氯化硅	142			
还原	H ₂	84			
	三氯氢硅	83			
	四氯化硅	50			
	二氯二氢硅	17			
洗水	H ₂ O	152			
合计		671			671

整理车间

来源	物料	进料 kg/h	去向	出料	流量 kg/h
还原车间	多晶硅棒	3125	产品	多晶硅块	3125
高纯水	H ₂ O	30	废气	粉尘	0.02
			清洗废水	H ₂ O	27.5
				杂质、挥发、损失	2.5
合计		3155	合计		3155

3.5.2 水平衡

现有一期项目总用水量 340m³/h，其中生产用水量 305m³/h，生活用水量 35m³/h。回用水量 411m³/h，循环水量 21080m³/h，循环利用率 98.1%，回用水率 50.5%。生产废水量 209m³/h，进入厂污水处理站，处理后达《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）洗涤水标准，100m³/h 回用于工艺废气处理及渣浆回收，剩余 16m³/h 排入回用水处理站、88m³/h 蒸发结晶装置。脱盐水处理站排水、污水处理站排水、循环水站排水共 211m³/h，经回用水处理站处理后与脱盐水处理站水质相当，回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水，处理过程中产生的浓盐水排入高盐废水处理装置。高盐废水处理装置主要接收回用水处理站所排高盐水及污水站部分排水，共计 51m³/h，处理后冷凝水回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水，项目生产废水不外排。生活污水产生量 31m³/h，生产区生活污水进污水处理站（3m³/h）处理后回用生产，生活区生活污水排入园区管网（28m³/h）可达标直接排入西郊污水处理厂。一期项目全厂水平衡见图 3.5-1。



3.5.3 蒸汽平衡

现有一期项目正常所用蒸汽 271.5（冬季 296.5）t/h，其中昆都仑热电厂园区蒸汽管网提供 55（冬季 80）t/h，还原装置副产 216t/h。蒸汽冷凝水厂内回用，项目蒸汽平衡见表 3.5-2 及图 3.5-2。

表 3.5-2 现有一期项目蒸汽平衡（正常生产）

蒸汽来源	蒸汽产生量 (t/h)	用汽装置	规格	蒸汽消耗量 (t/h)
厂内蒸汽锅炉	51.8 (74.1)	冷氢化装置	1.2MPa (G)	24
还原装置 (副产)	140	精馏装置	0.4MPa (G)	140
还原装置 (副产)	76		0.2MPa (G)	46
天然气制氢 (副产)	0.5	尾气回收装置	0.2MPa (G)	11
		还原装置	0.9MPa (G)	6
		尾气吸附	0.9MPa (G)	20
		高盐废水回收装置	0.9MPa (G)	8
		溴化锂装置	0.2 MPa (G)	13
		采暖		(20.1)
		损耗	-	1.3 (3.5)
合计	268.31 (290.6)	合计		268.3 (290.6)

注：（）内为冬季用量。

3.6 主要污染源及污染物

现有一期项目废气、废水、固体废物污染物产生情况见表 3.6-1。现有一期项目生产系统主要噪声设备为清洗机、过滤机、精馏塔、压滤机、破碎机、空压机以及各类风机、水泵等，噪声级为 80~100dB（A）。

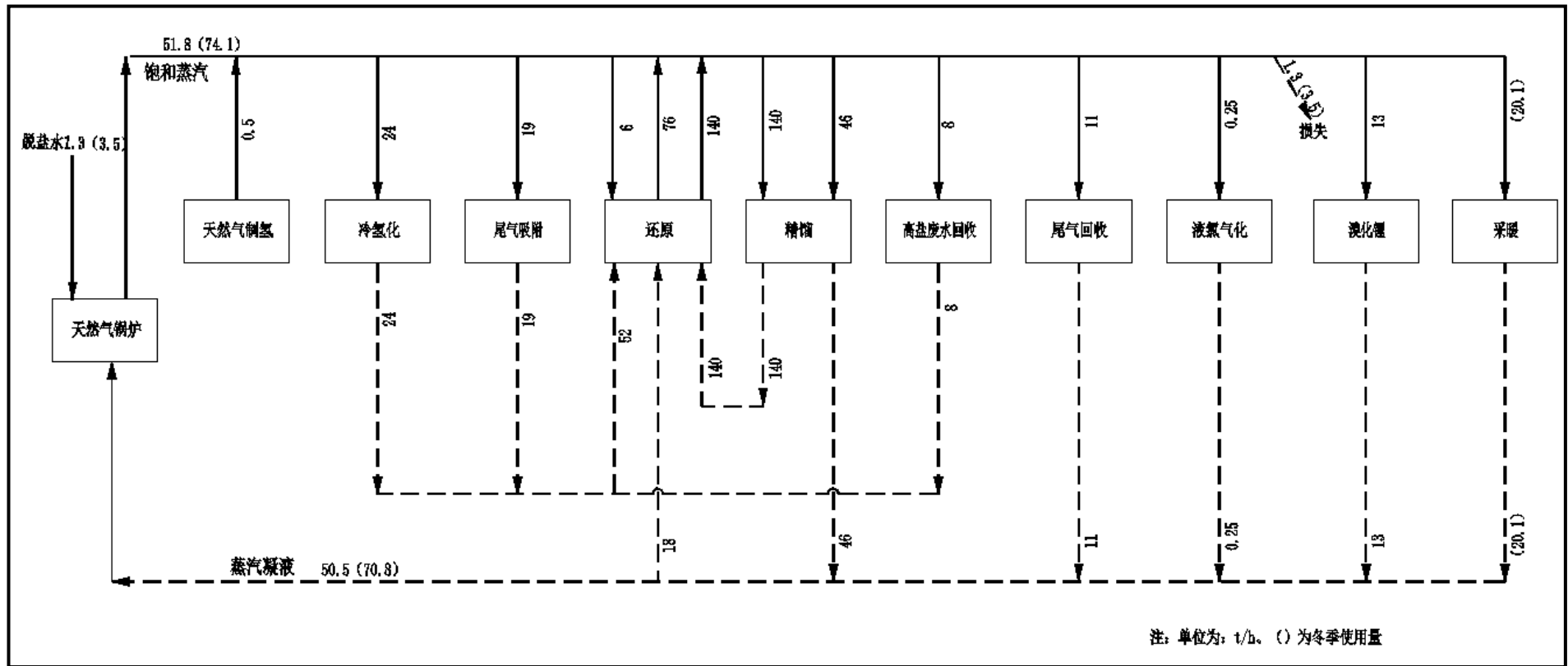


图 3.5-2 现有一期项目蒸汽平衡图

表 3.6-1 现有一期项目废气、废水、固体废物产生情况

工序	类别	序号	污染物名称	污染物来源	主要污染物组成	控制措施	控制效果
天然气转化制氢车间	废气	G ₁₋₁	转化炉	转化炉排出	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物。	清洁能源天然气燃烧产生，经转化炉对流段盘管间接换热后经 2 根 25m 排气筒排放	达标排放
			燃烧尾气				
		G ₁₋₂	解析气	PSA 解析排出	主要含 CO ₂ 、H ₂ O 及微量 CO、CH ₄	与部分天然气混合后返回转化路炉再利用	不外排
	固废	S ₁₋₁	废脱硫剂	脱硫罐	主要成分：MnS、Fe。	危险废物 HW49 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排
		S ₁₋₂	废脱硫剂	脱硫罐	主要成分：ZnS。	危险废物 HW49 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排
		S ₁₋₃	废转化催化剂	转化炉	主要成分：NiO，Al ₂ O ₃ 。	危险废物 HW50 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排
		S ₁₋₄	废变换催化剂	中温变换炉	主要成分：Fe ₃ O ₄ 。	危险废物 HW50 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排
		S ₁₋₅	废吸附剂	PSA 装置	主要成分：Al ₂ O ₃ 、硅胶、活性炭。	危险废物 HW49 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排
	废水	W ₁₋₁	转化气冷凝水	冷却分离排出	溶解有微量 CO ₂ 、H ₂ 、CO、N ₂ 等。	直接回用	不外排
	三氯氢硅合成车间	废气	G ₂₋₁	含硅粉尘废气	上料系统	Si	经金属烧结过滤器处理后，通过 1 根 30m 高排气筒排放
G ₂₋₂			泄放废气	储罐	氯硅烷	送工艺废气处理车间	不外排
固废		S ₂₋₁	硅粉尘	合成气净化系统	Si	一般固废 外售给内蒙古鑫盛翔工贸有限公司	不外排
		S ₂₋₂	氯硅烷浆液	SiHCl ₃ 合成及干湿法除尘	氯硅烷	去渣浆回收工段	不外排
		S ₂₋₃	硅粉尘	上料系统	Si	一般固废 外售给内蒙古鑫盛翔工贸有限公司	不外排
四氯化硅冷氯化车间	废气	G ₃₋₁	开停车置换气	开停车置换	主要含 N ₂ 和 H ₂ ，及少量 HCl、氯硅烷	送工艺废气处理车间（进入洗涤装置）	不外排
		G ₃₋₂	硅粉	上料系统	硅粉	经金属烧结过滤器处理后经排气筒排放经 2 根 35m 排气筒排放	达标排放
	废液	-	洗涤残液	合成气洗涤	主要含四氯化硅，以及副反应杂质	去渣浆回收工段	不外排

					等。		
	固废	S ₃₋₁	硅粉	放空槽过滤	硅粉、少量金属氯化物，副产品	一般固废 外售给内蒙古鑫盛翔工贸有限公司	不外排
		S ₃₋₂	废催化剂	硅粉干燥	氯化铜	危险废物 HW50 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排
		S ₃₋₃	硅粉	上料系统	硅粉	一般固废 外售给内蒙古鑫盛翔工贸有限公司	不外排
三氯氢硅还原车间	废气	G ₄₋₁	置换废气	还原炉开停车	主要含 N ₂ 和 H ₂ ，及少量 HCl、氯硅烷	送工艺废气处理车间处理	不外排
	废水	W ₄₋₁	还原炉清洗废水	还原炉清洗	主要含 SS	送厂污水处理站处理	不外排
	固废	S ₄₋₁	废石墨头	还原炉	石墨	一般固废 外售给河南省同豪光伏科技有限公司	不外排
合成精馏、回收精馏和反歧化车间	废气	G _{5-1-G5-2}	不凝气	冷凝系统	H ₂ : 77.35%、N ₂ : 11.33%、HCl: 8.15%、SiHCl ₃ : 2.53%、SiCl ₄ : 0.61%	送工艺废气处理车间处理	不外排
	固废	S ₅₋₁	渣浆	合成精馏高沸物	主要含四氯化硅，少量三氯氢硅，高沸物，金属氯化物等。	去渣浆回收工段	不外排
		S ₅₋₂	废催化剂	反歧化反应器	树脂催化剂	危险废物 HW50 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排
整理车间	废气	G ₆₋₁	破碎废气	破碎机	粉尘	破碎工序上方共设有 4 个集尘罩，收集后的气体进入三套布袋除尘系统，整理车间破碎工段含硅粉尘经 3 台脉冲除尘器除尘后并入空气净化系统经净化后进入车间通风系统	不外排
		G ₆₋₂	水洗废气	水洗系统	水蒸气	通过 1 根 25m 高排气筒排放	达标排放
	废水	W ₆₋₁	清洗废水	多晶硅清洗	SS	送厂污水处理站处理	不外排
		W ₆₋₂	清洗废水	硅芯清洗			不外排
	固废	S ₆₋₁	除尘灰	破碎废气除尘器	硅粉	一般固废 外售给内蒙古鑫盛翔工贸有限公司	不外排
S ₆₋₂		废石墨头	破碎前端	废石墨头	外售给河南省同豪光伏科技有限公司	不外排	
还原尾气回收车间	废气	G ₇₋₁	再生尾气	氢气吸附塔	含 HCl、氯硅烷、H ₂	经深冷回收氯硅烷后去冷氢化装置，回收的氯硅烷送合成精馏系统	不外排
		G ₇₋₂	置换气	硅粉收集罐	含氮气、氢气、氯硅烷	送工艺废气处理车间处理	不外排
	固废	S ₇₋₁	废吸附剂	氢气吸附塔	废活性炭	危险废物 HW49 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排

		S ₇₋₂	硅粉	硅粉收集罐	硅粉作为副产品外售	一般固废 外售给内蒙古鑫盛翔工贸有限公司	不外排
工艺废气处理车间	废气	G ₈₋₁	工艺废气	各生产装置	含 H ₂ 、N ₂ 、HCl	经深冷回收氯硅烷后，再经过双塔三段喷淋通过 6 根 30m 排气筒达标排放	达标排放
	废水	W ₈₋₁	酸性废水	洗涤废水	酸性废水，含氯化氢、二氧化硅	送精馏装置	不外排
渣浆回收车间	废气	G ₉₋₁	不凝气	氯硅烷冷凝器	主要含氯硅烷	经深冷回收氯硅烷后，加压送冷氢化装置	不外排
		G ₉₋₂	不凝气	蒸发冷凝器	主要含氯硅烷		
		G ₉₋₃	水洗废气	水洗罐	主要含 HCl	经 4 套双塔三段喷淋后经 4 根 30m 排气筒排放	达标排放
	废水	W ₉₋₁	水洗废水	水洗罐	酸性废水	送厂污水处理站处理	不外排
		W ₉₋₂	洗涤废水	废气洗涤	酸性废水	送厂污水处理站处理	不外排
固废	S ₉₋₁	废催化剂	高沸裂解	危险废物，长碳链胺基树脂催化剂	危险废物 HW50 委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置	不外排	
石灰装卸	废气		石灰装卸	石灰装卸含尘废气	石灰粉尘	2 套布袋除尘器，2 根 30m 排气筒排放	达标排放
球罐区及中间罐区	废气		球罐区及中间罐区	储罐大小呼吸	HCl	球罐、中间储罐产生的“大小呼吸”废气进行分别收集（各罐顶设置出气口），送工艺废气装置处理，另外会产生少部分无组织排放废气	/
生产装置区	废气		生产装置区	无组织废气	HCl	/	少量排放
污水处理站	固废		污泥	污水处理设备	含硅、二氧化硅、氢氧化铝、氢氧化铁、氢氧化钙等	一般固废 委托乌拉特前旗溢凯元给排水有限责任公司处置	不外排
	废水		废水		/	送回用水站、高盐水处理装置	不外排
维修车间	固废		废机油		废机油	危险废物 HW08 委托内蒙古昱立通环境科技有限公司处置	不外排
高盐水处理站	固废		结晶盐		氯化钙	一般固废 委托乌拉特前旗溢凯元给排水有限责任公司处理	不外排
	废水		冷凝水		TDS	回用于生产系统补水	不外排
循环水站	废水		循环排污水		TDS	送回用水处理站	不外排
脱盐水站	废水		反渗透浓水		TDS	送精馏工序水系统回用	不外排
回用水站	废水		浓水		TDS	送高盐水处理装置作为补水	不外排
生活污水	废水		生活污水		COD、BOD ₅ 、氨氮	经生活污水处理站处理后	达标排放

						放至西郊污水处理厂	
锅炉房	废气		天然气燃烧废气	锅炉燃烧	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物	/	达标排放
	废水		循环排污水	锅炉循环水系统	TDS	送厂污水处理站处理	不外排

3.7 污染治理措施及污染物排放

3.7.1 废气

3.7.1.1 废气污染物排放情况

（1）制氢车间

制氢车间变压吸附装置解析气与部分天然气混合后返回天然气制氢转化炉，天然气转化炉会产生转化废气，主要污染物为颗粒物、二氧化硫和氮氧化物。废气通过排气筒排放，本项目建有2套转化炉，设有2根排气筒，排气筒高度为25m。污染物排放浓度满足《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）表4工艺加热炉标准。

（3）三氯氢硅合成车间

三氯氢硅合成工段会产生合成废气，硅粉上料过程会产生粉尘，三氯氢硅合成工序含硅废气经旋风除尘+过滤除尘+湿式除尘后进行处理收集，再进入工艺废气处理设施，硅粉上料系统经金属烧结过滤器除尘后，经1根30m排气筒排放。粉尘排放浓度达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准。

氯硅烷储罐泄压废气主要含有氯硅烷，经深冷回收氯硅烷后，经缓冲罐送工艺废气洗涤装置处理。

（4）四氯化硅冷氢化车间

冷氢化车间开停车置换废气含 N_2 、 H_2 及少量HCL、氯硅烷，送工艺废气处理车间（进入洗涤装置）。

四氯化硅冷氢化工段硅粉上料过程将产生含硅粉尘，冷氢化工段分为A\B两条生产线，每条生产线的硅粉上料系统废气经金属烧结过滤器除尘后，均经1根30m排气筒排放，共2根排气筒。外排粉尘排放浓度达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准。

（5）合成、精馏、反歧化车间

精馏车间不凝气含 $SiHCl_3$ 、 $SiCl_4$ 、HCL、 N_2 、 H_2 等，送工艺废气处理车间处理。

（6）三氯氢硅还原车间

还原车间开停车置换废气主要含 N_2 和 H_2 ，及少量HCL、氯硅烷，送工艺废气

处理车间处理。

（7）整理车间

硅棒破碎过程产生的粉尘设置有集尘罩进行废气的收集，收集后的废气由引风机送至布袋除尘器进行处理。破碎工序上方共设有4个集尘罩，收集后的气体进入三套布袋除尘系统，整理车间破碎工段含硅粉尘经3台脉冲除尘器除尘后并入空调净化系统经净化后进入车间通风系统，不外排。后理工段取消了酸洗工序，只进行水洗，原酸性废气净化塔建成但停运，水洗过程的水汽直接原来设置的酸洗废气25m排气筒排放。

（8）还原尾气回收车间

再生尾气主要含HCl、氯硅烷、H₂，经深冷回收氯硅烷后去冷氢化装置，回收的氯硅烷送合成精馏系统。

硅粉收集罐置换气主要含氮气、氢气和氯硅烷，送工艺废气处理车间处理。

（9）工艺废气处理车间

来自各车间的废气经深冷回收氯硅烷后，送入废气缓冲罐。再经过双塔三段喷淋，废气依次进入一级洗涤塔和二级洗涤塔，循环喷淋洗涤吸收，废气中的氯硅烷与水发生反应而被除去。二级洗涤塔采用厂废水处理装置回用水洗涤喷淋，出塔底洗涤液经由泵输送至一级洗涤塔，作为一级洗涤塔的喷淋液。出一级洗涤塔的酸性废液直排至厂污水处理站进行处理。洗涤后的废气主要含氢气、氮气和少量HCl等，引入液封槽，经6根排气筒达标排放，HCl满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求。

（10）渣浆回收车间

企业建有2套渣浆回收装置，1套专门处理冷氢化残液及三氯氢硅合成湿法除尘泥浆，1套处理合成精馏残液。渣浆回收处理装置蒸发冷凝不凝气和水洗涤废气主要含有HCl，两套渣浆回收装置分别单独配套一套处理设备，处理工艺为两级洗涤塔，其中冷氢化渣浆水洗废气经两级洗涤处理后由2根30m排气筒排放，精馏渣浆水洗废气经两级洗涤处理后由2根30m排气筒排放。氯化氢排放浓度和速率均满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

（11）石灰装卸

在石灰上料过程中将产生大量的石灰粉尘，企业建有两套石灰上料系统，每套系统均设有一套布袋除尘器，产生的粉尘经布袋除尘器处理后分别经30m排气

筒排放，共 2 根，粉尘排放浓度和速率均达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

（12）储罐区

氯硅烷储罐区（包括球罐区和中间罐区）由于储罐大小呼吸、泄压等产生的物质遇水均已 HCl 表示，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，贮罐按大小呼吸气公式计算其无组织挥发量，废气进行分别收集（各罐顶设置出气口），送工艺废气洗涤装置处理，约可收集 90%，另外会产生少部分无组织排放废气。

（13）生产装置区

根据类比资料生产装置区主要考虑设备密封不严而产生的 HCl 气体。

（14）锅炉房

锅炉房天然气燃烧产生烟尘、SO₂、NO_x，通过 2 座 25m 高、1.2m 内径烟囱排放。

现有一期项目生产过程的废气污染排放情况见表 3.7-1。

表 3.7-1 现有一期项目废气污染物排放情况

装置	编号	企业污染源编号	污染源	污染物排放特征							排放方式	排气筒				数据来源	是否达标
				最大废气量 (m ³ /h)	污染物	最大排放浓度 (mg/m ³)	最大排放速率 (kg/h)	平均排放速率 (kg/h)	年排放量(t/a)	排放高度 (m)		直径 (m)	温度 (°C)	个数			
天然气制氢车间	G1-1	A	转化炉	5270	SO ₂	1.5L	0.007	0.007	0.056	连续	25	0.8	100	1	验收检测报告	达标	
					NO _x	55	0.22	0.207	1.656	连续						达标	
					颗粒物	10	0.041	0.031	0.248	连续						达标	
	B	4930	SO ₂	1.5L	0.007	0.007	0.056	连续	25	0.8	100	1	达标				
			NO _x	54	0.23	0.195	1.56	连续					达标				
			颗粒物	9.3	0.033	0.028	0.224	连续					达标				
三氯氢硅合成车间	G2-1	/	上料系统	126	颗粒物	10	0.0011	0.001	0.008	连续	30	0.15	20	1	达标		
四氯化硅冷氢化	G3-2	A	上料系统	46	颗粒物	11.7	0.0005	0.0004	0.0032	连续	35	0.15	20	1	达标		
		B		79	颗粒物	11.3	0.00089	0.0006	0.0048	连续	35	0.15	20	1	达标		
整理车间	G6-2	/	水洗系统	/	/	/	/	/	/	连续	25	0.8	20	1	达标		
工艺废气处理	G8-1	A	工艺废气处理系统	481	HCL	6.68	0.003	0.0026	0.0208	连续	30	0.6	80	1	达标		
		B		481		6.49	0.0029	0.0024	0.0192	连续	30	0.6	80	1	达标		
		C		481		6.7	0.003	0.0026	0.0208	连续	30	0.6	80	1	达标		
		D		272		7.22	0.002	0.0016	0.0128	连续	30	0.6	80	1	达标		
		E		455		7.34	0.0031	0.0023	0.0184	连续	30	0.6	80	1	达标		
		F		454		6.62	0.003	0.0023	0.0184	连续	30	0.6	80	1	达标		
渣浆回收装置	G9-1	802A1#	水洗罐	426	HCL	6.75	0.0028	0.0024	0.0192	连续	30	0.6	80	1	达标		
		802A2#	水洗罐	426	HCL	6.34	0.0027	0.0024	0.0192	连续	30	0.6	80	1	达标		
		807b1#	水洗罐	291	HCL	6.32	0.0018	0.0014	0.0112	连续	30	0.6	80	1	达标		
		807b2#	水洗罐	272	HCL	8.04	0.0019	0.00167	0.01336	连续	30	0.6	80	1	达标		
石灰装卸	G9-3	A	石灰储罐	310	颗粒物	14.6	0.0045	0.0042	0.0294	连续	30	0.1	20	1	达标		
		B		306	颗粒物	13.8	0.004	0.0036	0.0252	连续	30	0.1	20	1	达标		
锅炉	1#	1#	锅炉燃烧	21700	SO ₂	4	0.065	0.04	0.32	连续	25	1.2	80	1	达标		

			废气		NOx	63	0.99	0.94	7.5467	连续						达标						
					颗粒物	13.5	0.21	0.18	1.4267	连续						达标						
			2#	2#	锅炉燃烧 废气	21800	SO ₂	4	0.065	0.04						0.3200	连续	25	1.2	80	1	达标
							NOx	76	1.2	1.15						9.2000	连续					达标
					颗粒物	12.6	0.2	0.18	1.4267	连续					达标							
球罐区	/	/	储罐大小 呼吸	/	HCL	/	/	0.06	0.4800	间断	/	/	/	/	环评报告	/						
中间罐区	/	/	储罐大小 呼吸	/	HCL	/	/	0.04	0.3200	间断	/	/	/	/		/						
生产装置区	/	/	无组织废 气	/	HCL	/	/	0.01	0.0800	连续	/	/	/	/		/						

3.7.1.2 现有工程废气污染物排放情况统计

现有一期项目废气污染物排放量统计见表 3.7-2。

表 3.7-2 废气污染物排放量统计

序号	污染物	排放量 (t/a)
1	颗粒物	3.39
2	SO ₂	0.75
3	NO _x	19.96
4	HCl	1.05

3.7.2 废水

3.7.2.1 废水产生、处理及排放去向

天然气转化制氢车间转化气冷凝水 W₁₋₁；三氯氢硅还原车间还原炉清洗排水 W₄₋₁、整理车间清洗废水 W₆₋₁ 和 W₆₋₂、工艺废气处理车间酸性废水 W₈₋₁、渣浆回收车间水洗废水 W₉₋₁ 废气洗涤废水 W₉₋₂；此外公辅设施区脱盐水处理站出水、循环排污水、回用水处理站高盐水等。

项目废水产生、治理及排放情况见表 3.7-3。

3.7.2.2 水污染物排放量统计

现有一期项目生产废水及部分生活废水全部厂内处理后回用于生产，生活区污水排放至西郊污水处理厂处理，水量为 22.1 万 m³/a。排水水质及排放量见表 3.7-4。

表 3.7-4 现有一期项目外排水质及水量统计表

污染物种类	排放浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)	数据来源
COD	42	9.28	验收检测报告
BOD ₅	11.4	2.52	
SS	57	12.60	
氨氮	2.14	0.47	

表 3.7-3 现有一期项目废水产生、治理及排放情况一览表

序号	车间	废水名称	产生源点	废水性质	排放规律	产生量 (m ³ /h)	处理及排放
W ₁₋₁	天然气制氢	转化气冷凝水	冷却分离	溶解微量 CO ₂ 、H ₂ 、 CO、N ₂	连续	200	直接回用，不外排
W ₆₋₁	整理车间	清洗废水	硅芯清洗	SS: 100mg/L、 COD: 30mg/L 氨氮: 0.3mg/L	间歇	25	送厂污水处理站处理
W ₆₋₂		清洗废水	多晶硅清洗		间歇		
W ₈₋₁	工艺废气洗涤	酸性废水	工艺废气洗涤	Cl ⁻ 2200mg/L、 SS600mg/L、pH<2	连续	100	送厂污水处理站处理
W ₉₋₁	渣浆回收	水洗废水	蒸发釜底渣水洗	Cl ⁻ 2200mg/L、 SS600mg/L、pH<2	连续	55	送厂污水处理站处理
W ₉₋₂		废气洗涤排水	废气洗涤	Cl ⁻ 2200mg/L、 SS600mg/L、pH<2	连续		送厂污水处理站处理
	三氯氢硅还原 车间	还原炉清洗排水	还原炉	SS<1000	连续	4	送厂污水处理站处理
		未预见水				20	送厂污水处理站处理
	生活用水	生活污水	生活排污	COD: 350mg/L BOD5: 250mg/L SS: 150mg/L 氨氮: 35mg/L	连续	31	生产区生活污水进污水处理站 (3m ³ /h), 生活区生活污水排入园区 管网(28m ³ /h)
	循环水站	循环排污水	-	TDS>3000	连续	106	送回用水处理站
	脱盐水站	反渗透浓水	RO 截留液	TDS>4000	连续	50	送合成精馏系统作为补水
	高盐废水处理	冷凝水	蒸发冷凝产生	-	连续	49	回用于生产系统补水
	锅炉排污水	循环排污水	锅炉	TDS>3000	间断	3.5	送回用水处理站

3.7.2.3 废水治理措施

现有一期项目废水实行清污分流、分类治理、用污排清。

生产废水进入厂污水处理站，其中整理车间洗涤废水不含Cl⁻经单独处理，其他含Cl⁻废水单独处理，处理后达《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）洗涤水标准后回用于工艺废气处理及渣浆回收，剩余排入回用水处理站、蒸发结晶装置。污水处理站排水、循环水站排水经回用水处理站处理后与脱盐水水质相当，回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水，处理过程中产生的浓盐水排入高盐废水处理装置。高盐废水处理装置主要接收回用水处理站所排高盐水及污水站部分排水，处理后冷凝水回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水。项目生产废水不外排。

具体项目废水处理措施如下：

（1）厂污水处理站

本项目设全厂污水处理站一座，设计规模300m³/h，分为3条处理线，其中1#线的处理能力为120m³/h，主要用于处理后处理车间和硅芯拉制车间水洗过程产生的废水，2#线的处理能力为120m³/h，3#线的处理能力为60m³/h，主要用于处理渣浆回收工段废气洗涤塔和工艺废气处理工段洗涤塔产生的含Cl⁻废水，三条线均采用“四级Ca(OH)₂中和+旋流沉淀+斜板沉淀+气浮”工艺，出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）洗涤用水标准，部分回用于工艺废气洗涤、渣浆回收装置水洗，部分送回用水处理站继续处理。

污水处理产工艺流程为：废水经水泵加压送入中和反应池，中和反应水池，反应池中配有搅拌装置，将配置的氢氧化钙溶液投入第一格反应池中，水经过四级中和反应后由水泵加压送入旋流沉淀池，旋流沉淀后再进入斜板沉淀池，经沉淀后清水由水泵提升送入气浮装置，气浮处理后的清水进入回用水池暂存。沉淀池内的沉淀物排入污泥浓缩池。污泥经泥浆泵送至板框压滤机进行固液分离，清水回流调节池，泥饼主要含二氧化硅，在专门设置的封闭污泥渣库堆存，定期委托处置。回用水池的尾水部分用于工艺废气洗涤和渣浆回收装置水洗，剩余送入回用水处理站进一步处理。污水处理站工艺流程见图3.7-1。

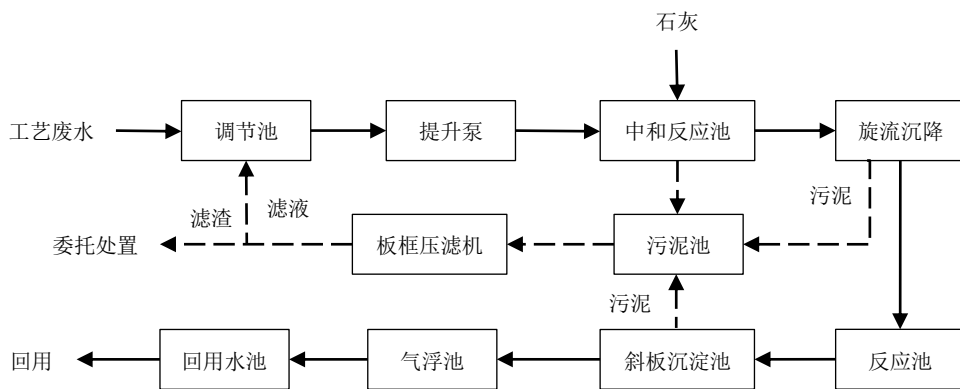


图 3.7-1 污水处理站工艺流程图

(2) 回用水处理站

企业建有一座回用水处理站，设计规模为 220m³/h，脱盐水处理站排水及污水处理站处理后部分排水、循环水排水直接进入回用水处理站处理，回用水处理站采用多介质过滤器+超滤+RO 系统处理工艺，回用水处理站处理后出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）洗涤用水标准，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水、渣浆回收工艺补水。高盐水进入高盐废水回收装置处理。回用水站超滤和 RO 系统的反冲洗水返回污水处理站进行处理。工艺流程见图 3.7-2。

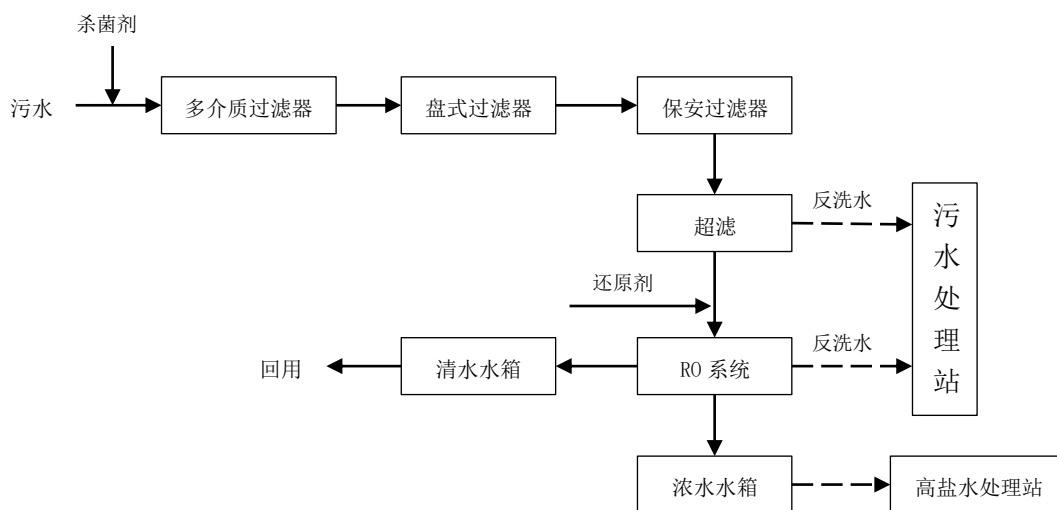


图 3.7-2 回用水处理站工艺流程图

（3）高盐废水回收装置

企业建有一座高盐水处理站，设有 2 套高盐水处理装置，规模均为 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发结晶，冷凝水出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）洗涤用水标准，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水、渣浆回收工艺补水。高盐水处理站的工艺流程为：回用水处理站的高盐水首先进入 MVR（蒸汽机械再压缩技术）蒸发器进行蒸发，蒸发出来的水蒸气经过冷凝后回用；从 MVR 蒸发器出来的浓盐水进入三效蒸发器蒸发，三效蒸发器的加热介质为二效蒸发器蒸发出来的水蒸气，经过提浓后的盐水进入二效蒸发器，二效蒸发器的加热介质为一效蒸发器蒸发出来的水蒸气，经过提浓后的盐水进入一效蒸发器，二、三效蒸发器冷凝水回用。一效蒸发器的加热介质为外供高压蒸汽，蒸汽冷凝液返回生产系统作为循环水补水，经过一效蒸发器蒸发后高盐废水进入结晶器结晶，得到的结晶盐主要含氯化钙（ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）。工艺流程见图 3.7-3。

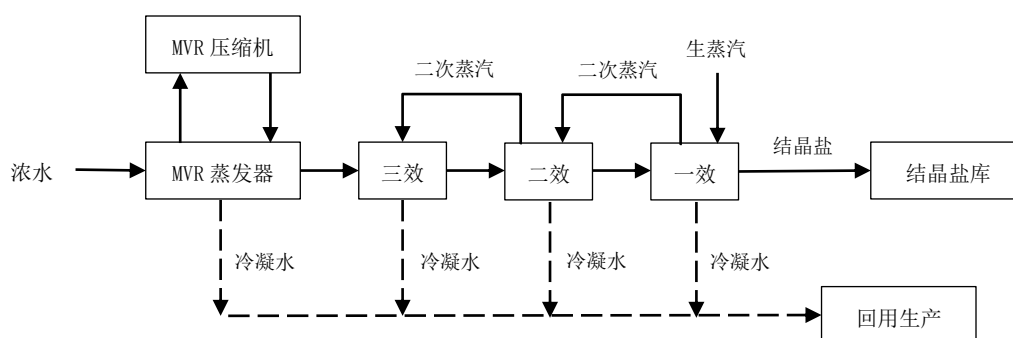


图 3.7-3 高盐水处理站工艺流程图

（4）生活污水

企业的生活污水来自在厂职工，内蒙古通威高纯晶硅有限公司现有员工约 977 人，管理技术人员为 97 人，运行人员实行四班三倒工作制，管理技术人员为一班工作制，生活污水产生量约为 $78\text{m}^3/\text{d}$ 。生产区内生活污水与厂前区生活污水进入公司生活污水处理站处理，公司生活污水处理站位于厂区最南侧，属于厂前区配套设施，生活污水处理站采用“调节池+活性污泥法+沉淀池”工艺，处理出水排入西郊污水处理厂。

3.7.2.4 项目地下水保护及防渗措施

为了防止对地下水产生污染，企业主要采取的地下水防治措施包括生产区地面防渗、废水处理站水池防渗、危险废物暂存间防渗等各项措施。根据企业提供的施工设计资料，通过地面抗渗，能够满足一般污染防渗区总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，重点污染防渗区总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 的要求。具体的区域防渗情况如下：

表 3.7-5 各装置抗渗地面做法

序号	装置名称	地面做法
1	191A（中间罐区）	1、耐酸砖地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；3、200厚 C30 P10（P8）钢筋砼
2	191B（球罐）	1、花岗岩环氧胶泥地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；3、200厚 C30 P10 钢筋砼
3	802A/B（冷氢化）	1、耐酸砖地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；3、200厚 C30 P10 钢筋砼
4	803（精馏）	1、耐酸砖地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；3、200厚 C30 P10 钢筋砼
5	805A（后处理）	1、花岗岩地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；
6	806（尾气回收）	1、耐酸砖地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；3、200厚 C30 P10 钢筋砼
7	807A（尾气处理）	1、耐酸砖地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；3、200厚 C30 P10 钢筋砼
8	809（三氯氢硅合成）	1、耐酸砖地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；3、200厚 C30 P10 钢筋砼
9	702A/B（还原水系统）	1、耐酸砖地面；2、1.5厚聚氨酯涂层
10	450C（循环水站 C）	1、150厚 C35 P8 砼地面（加药间），环氧砂浆面层；2、400（450）厚 C35 P8 钢筋砼
11	450D（循环水站 D）	1、150厚 C35 P8 砼地面（加药间），环氧砂浆面层；2、400（450）厚 C35 P8 钢筋砼
12	460（污水处理站）	1、1.5厚防腐环氧玻璃钢隔离层（酸水池）；2、100厚 P8 砼
13	482（消防事故水池）	1、350厚 C35 P8 F200 钢筋砼
14	470（回用水处理站）	1、环氧树脂面层；2、1.2厚聚合物乳液防水涂层；3、150厚 C25 P6 砼
15	165A（硅粉库）	1、150厚 C20 砼层
16	165D（油库）	1、150厚 C25 P8 砼；2、环氧地坪面层（新增）
17	165F（危化品库）	1、耐酸砖地面；2、1.5厚聚氨酯涂层；3、200厚 C30 P10 钢筋砼
18	165E（废渣）	1、150厚 C30 P8 砼

3.7.3 固废

现有一期项目运营过程中产生的固体废物主要包括废脱硫剂、各种废吸附剂和废催化剂、废石墨头、污水处理站污泥、结晶盐、废硅粉、除尘灰、废机油、生活垃圾等。现有一期项目固体废物产生量及去向汇总见表 3.7-6。企业目前仍存在部分工序未产生固废情况，此部分固废量根据企业目前设备实际运行情况预估排放量。

表 3.7-6 现有一期项目固体废物来源和处理情况统计表

序号	名称	产生工序	成分	产生量	产生频次	产生情况	固废类型	处置措施
S ₁₋₁	废脱硫剂	制氢	MnS、Fe	1.65 吨/次（预计）	2 年	尚未产生	危险废物 HW49	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
S ₁₋₂	废脱硫剂	制氢	ZnS	2.7 吨/次（预计）	3 年	尚未产生	危险废物 HW49	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
S ₁₋₅	废转化催化剂	制氢	Al ₂ O ₃ 、硅胶、活性炭	1.6 吨/次（预计）	3 年	尚未产生	危险废物 HW50	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
S ₁₋₃ 、 S ₁₋₄	废催化剂	制氢	NiO, Al ₂ O ₃ ;Fe ₃ O ₄	9 吨/次（预计）	4 年	尚未产生	危险废物 HW50	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
S ₁₋₅	废吸附剂	制氢	Al ₂ O ₃ 、硅胶、活性炭	1.24 吨/次（预计）	15 年	尚未产生	危险废物 HW49	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
S ₃₋₂	废催化剂	冷氢化	氯化铜	5 吨/次（预计）	5 年	尚未产生	危险废物 HW50	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
S ₆₋₂	废石墨头	后处理	石墨	160t/a	连续	已产生	一般工业固体废物	外售给河南省同豪光伏科技有限公司
S ₅₋₂	废催化剂	精馏、反歧化	树脂催化剂	60m ³ /次	2 年	尚未产生	危险废物 HW50	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
S ₇₋₁	废吸附剂	尾气回收	废活性炭	24 吨/次（预计）	10 年	尚未产生	危险废物 HW49	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
S ₉₋₁	废高沸裂解催化剂	渣浆回收	长碳链胺基树脂催化剂	60m ³ /次（预计）	2 年	尚未产生	危险废物 HW50	委托内蒙古熙泰再生资源处理有限责任公司处置
	污泥	污水处理	含硅、二氧化硅、氧化铝、氢氧化铁、氢氧化钙等	10200t/a		已产生	一般工业固体废物	委托乌拉特前旗溢凯元给排水有限责任公司处置
	废机油	维修	废机油	13.73t/a		已产生	危险废物 HW08	委托内蒙古昱立通环境科技有限公司处置
	结晶盐	高盐水处理	氯化钙	1000t/a		已产生	一般工业固体废物	委托乌拉特前旗溢凯元给排水有限责任公司处理
	生活垃圾	办公生活		322t/a		已产生	/	委托包头市富维环保有限公司处理

	废硅粉	三氯氢硅合成、冷氢化、还原尾气	硅粉	560t/a		已产生	一般工业固体废物	外售给内蒙古鑫盛翔工贸有限公司
--	-----	-----------------	----	--------	--	-----	----------	-----------------

3.7.4 噪声

现有一期项目生产系统主要噪声设备为清洗机、过滤机、精馏塔、压滤机、破碎机、空压机以及各类风机、水泵、污泥泵等。企业通过选用低噪声、高质量的设备，同时建设独立的减振基础、软连接等，通过车间设备的合理布局和建筑隔声等措施可达到降噪目的。验收检测报告显示厂界昼间、夜间最大噪声值分别为昼间 59.5dB(A)、夜间 54.6dB(A)，监测结果均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准要求。本项目各噪声源噪声级及治理措施见表 3.7-7。

表 3.7-7 本项目噪声排放特征表

序号	设备名称	台(套)数	声压级(dB)	排放方式	减噪措施	减噪后声压级(dB)	备注
1	干式整流变压器	50	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
2	多晶硅还原炉	50	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
3	汽化器	4	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
4	混合器	50	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
5	换热器	104	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
6	冷氢化氢气压缩机	10	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
7	硅粉过过滤器	8	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
8	洗涤塔	4	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
9	换热器	100	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
10	再生气压缩机	2	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
11	尾气回收氢气压缩机	6	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
12	氯化氢压缩机	2	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
13	-10℃冷冻机组	3	~85	连续	减振基础、厂房隔声	~75	室内

14	-40°C冷冻机组	4	~85	连续	减振基础、厂房隔声	~75	室内
15	-70°C冷冻机组	2	~85	连续	减振基础、厂房隔声	~75	室内
16	硅粉过滤器	4	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
17	换热器	24	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
18	泵	200	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
19	精馏塔	19	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
20	再沸器	36	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
21	冷凝器	20	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
22	反歧化反应器	8	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
23	反歧化吸附器	8	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
24	洗涤塔	8	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
25	变配电系统	5	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
26	硅芯烘箱	4	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
27	硅芯炉	44	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
28	天然气制氢装置	2	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
29	空分制氮	1	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
30	冷却塔	28	~90	连续		~90	

3.8 现有一期项目环保“三同时”及竣工验收情况

内蒙古通威高纯晶硅有限公司于2018年1月11日取得了包头市环境保护局《关于内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨高纯晶硅项目环境影响报告书的批复》（包环管字[2018]5号）；于2018年5月29日取得了包头市环境保护局昆区分局《关于内蒙古通威高纯晶硅有限公司年产2.5万t高纯晶硅配套建设天然气锅炉房项目环境影响报表的批复》（包环昆审[2018]（表）013）；于2018年1月19

日取得了内蒙古自治区环境保护厅《关于内蒙古通威 5 万吨高纯晶项目 220kV 专用变电站工程环境影响报告表的批复》（内环表[018]4 号）。

内蒙古通威高纯晶硅有限公司 2.5 万吨高纯晶硅项目于 2018 年 1 月项目正式开工建设，2018 年 12 月建设完成，2019 年 1 月开始调试。

2020 年 3 月自主验收上传平台《内蒙古通威高纯晶硅有限公司 2.5 万吨高纯晶硅项目竣工环境保护验收监测报告》、2019 年 12 月自主验收通过《内蒙古通威高纯晶硅有限公司年产 2.5 万 t 高纯晶硅配套建设天然气锅炉房项目》、2020 年 9 月自主验收通过《内蒙古通威高纯晶硅有限公司 2.5 万吨高纯晶硅项目固体废物污染环境防治设施验收报告》。

验收检测期间工况为 98%，天然气锅炉房单独验收，验收调试过程与“高纯晶硅项目”同步开展，其验收时的生产工况与高纯晶硅的主体工程相匹配，满足高纯晶硅项目正常生产的要求。

3.8.1 现有工程实际建设与原环评差异

本项目实际建设内容与环评及其批复文件中的内容相比存在不符，对照建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施均未发生重大变动，因此变动均不属于重大变动。存在的部分变更均能满足环保要求，具体情况见表 3.8-1。

3.8.2 企业环保“三同时”的落实情况

内蒙古通威高纯晶硅有限公司 2.5 万吨高纯晶硅项目自建设以来，经过不断的改进，环保工作取得了显著的成效。企业已基本落实了环评报告书及环评批复文件的要求，详细内容见表 3.8-2、3.8-3。

表 3.8-1 现有一期项目与原环评差异一览表

序号	环评或批复	建成情况
1	<p>建设液氯气化及氯化氢合成车间，主要包括液氯气化装置以及 HCl 合成装置，生产 HCl 用于粗三氯氢硅合成。</p> <p>液氯气化及氯化氢合成车间槽车泄料、储罐进料等泄漏废气送本系统废氯吸收器内，用氢氧化钠水溶液洗涤除去，通过 25m 排气筒排放。</p> <p>液氯气化及氯化氢合成车间负荷调整或紧急泄放而排出的氯化氢气体，送工艺废气处理车间处理。</p>	<p>取消了液氯气化及氯化氢合成工段，液氯气化及氯化氢合成车间虽建成，但不再使用。</p>
2	<p>建设两套还原装置，布置在 A 和 B 车间，每套还原装置设置 26 台 40 对棒还原炉，共 52 台还原炉。</p>	<p>A和B两个还原车间共设54台还原炉，增加了两台还原炉作为备用炉。</p>
3	<p>建设一个整理车间，主要包括多晶硅块生产、硅芯生产、酸洗、水洗、干燥等步骤。整理工序酸洗废气经废气吸收罩+氢氧化钠溶液喷淋塔+25m 排气筒排放。</p>	<p>多晶硅块及硅芯均由酸洗改为水洗。酸洗废气处理设施已停运，只有风机和排气筒运行。</p>
4	<p>利用昆仑热电厂蒸汽，通过园区蒸汽管网供给。</p>	<p>由于企业建成后园区蒸汽管网尚未建成，企业建设燃气锅炉房，内设两台 50t/h 蒸汽锅炉，为生产供应蒸汽。</p>
5	<p>整理车间含硅粉尘经布袋除尘器除尘后经 15m 排气筒排放。</p>	<p>整理车间破碎工段含硅粉尘经 3 台脉冲除尘器除尘后并入空调净化系统经净化后进入车间通风系统，不外排。</p>
6	<p>制氢车间设有两套转化炉，制氢车间转化炉废气经共用一根 15m 排气筒排放。</p>	<p>制氢车间设有两套转化炉，每套转化炉设有一根 25m 高排气筒，共 2 根，转化炉燃烧尾气经排气筒排放。</p>
7	<p>工艺废气处理车间排放废气经洗涤后（两级水洗）通过 25m 排气筒达标排放。</p>	<p>设一套工艺废气处理装置，主要包括一套深冷装置和 6 套并联的水洗装置，工艺废气经洗涤后（两级三段水洗）通过 30m 排气筒达标排放。环评中的两级水洗优化为两级三段喷淋水洗，且排气筒高度增加。</p>
8	<p>渣浆回收车间水洗废气进入渣浆回收配套洗涤塔，洗涤（两级水洗）后 25m 排气筒排放。</p>	<p>建设 2 套渣浆回收装置，1 套专门处理冷氢化残液及三氯氢硅合成湿法除尘泥浆，1 套处理合成精馏残液。两套渣浆回收装置水洗废气各进入 2 套（共 4 套）渣浆回收配套洗涤塔，洗涤（两级三段水洗）后 30m 排气筒排放（共 4 根）。环评中的两级水洗优化为两级</p>

		三段喷淋水洗，且排气筒高度增加。
9	三氯氢硅合成工序含硅废气经旋风除尘+过滤除尘+湿式除尘后，经 15m 排气筒排放。	三氯氢硅合成工序含硅废气经旋风除尘+过滤除尘+湿式除尘后，再进入工艺废气处理系统进行处理，此处不设排气筒。
10	三氯氢硅合成工序硅粉上料系统粉尘经布袋除尘器除尘后，经 20m 排气筒排放。	由于硅粉对布袋磨损大，三氯氢硅合成工序硅粉上料系统粉尘经金属烧结过滤器除尘后，经 30m 排气筒排放。
11	四氯化硅冷氢化工序硅粉上料系统粉尘经布袋除尘器除尘后，经 25m 排气筒排放。	由于硅粉对布袋磨损大，四氯化硅冷氢化工序硅粉上料系统粉尘经金属烧结过滤器除尘后，经 35m 排气筒排放。
12	石灰装卸过程粉尘经布袋除尘器除尘后经 15m 排气筒排放。	石灰装卸过程粉尘分别经 2 台布袋除尘器除尘后经 30m 排气筒排放。与环评相比布袋除尘器由 1 台增加为 2 台，且排气筒高度增加。
13	建一个 10000m ³ 事故水池。	事故水池为 15000m ³ 。
14	设废密闭结构渣库房 1 个 430m ² 。	废渣库一座，建筑面积约为 1850m ² ，专门用于存放污泥。 结晶盐库一座，建筑面积为 210m ² ，专门用于存放高盐废水回收装置产生的氯化钙盐。 废石墨头储仓一座，建筑面积为 470m ² ，专门用于存放废石墨头。
15	建设三氯氢硅合成精馏装置、回收精馏装置和反歧化装置，主要包括四氯化硅分离、树脂吸附、二氯二氢硅分离、脱高、脱低等步骤。	取消了合成精馏、回收精馏、反歧化的树脂吸附工序。设计之初为更好的、进一步提高原料三氯氢硅的纯度，使得多晶硅产品质量由太阳能特级（N 型单晶料）提升至电子级，但由于企业考虑到目前该树脂的效率和可能出现的不稳定性，故停止使用，也可满足生产和产品要求。 已建设的 2 座树脂吸附塔已拆除。
16	生活污水达标后直接排入西郊污水处理厂。	生活污水经厂前区配套生活污水处理站处理后进入西郊污水处理厂，少量生产区生活污水进入厂内污水处理站处理后回用。

表 3.8-2 环评要求与项目实际落实情况对比表

项目	环评中环境保护设施验收内容					实际情况	落实情况
	污染源	治理对象	环保设施和措施	数量	验收标准		
废气	制氢车间转化炉燃烧尾气	烟尘、SO ₂ 、NO _x	经 15m 排气筒排放	1 套	(GB31571-2015) 表 4 标准要求	制氢车间设有两套转化炉，每套转化炉设有一根 25m 高排气筒，共 2 根，转化炉燃烧尾气经排气筒排放，烟尘、SO ₂ 、NO _x 排放浓度均满足《石油化学工业污染物排放标准》(GB31571-2015) 表 4 标准要求。	已落实
	液氯气化及氯化氢合成车间槽车泄料、储罐进料等泄漏废气	Cl ₂	送废氯吸收器碱液吸收后，由塔顶风机抽出经 25m 排气筒排至大气，净化效率>99%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准	企业生产所需粗三氯氢硅外购，取消了液氯气化及氯化氢合成工段，无此酸性废气产生。	减少了产污环节，满足环保要求
	三氯氢硅合成工序含硅粉尘废气	粉尘	经旋风除尘+布袋过滤除尘+湿式除尘后，经 15m 排气筒排放，净化效率>99%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准	三氯氢硅合成工序含硅废气经旋风除尘+过滤除尘+湿式除尘后进行处理收集，再进入工艺废气处理设施后外排，此处不设排气筒。	满足环保要求
	三氯氢硅硅粉上料系统	粉尘	袋式除尘器，经 20m 排气筒排放，净化效率>99%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准	三氯氢硅合成工序硅粉上料系统粉尘经金属烧结过滤器除尘后，经 30m 排气筒排放。粉尘排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 新污染源二级标准要求。	已落实
	四氯化硅冷氢化车间硅粉上料系统	粉尘	袋式除尘器，经 25m 排气筒排放，净化效率>99%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准	设有 A/B 两条四氯化硅冷氢化生产线，每条冷氢化工序硅粉上料系统粉尘均经金属烧结过滤器除尘后，经 35m 排气筒排放，共 2 根。粉尘排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 新污染源二级标准要求。	已落实
	整理车间破碎粉尘	粉尘	集气罩+袋式除尘器，经 15m 排气筒排放，净化效率>99%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准	整理车间破碎工段含硅粉尘经 3 台脉冲除尘器除尘后并入空调净化系统经净化后进入车间通风系统，不外排。	满足环保要求
	整理车间酸洗废气	NO _x	通过碱洗塔处理系统处理，通过 25m 高排气筒	1 套	(GB16297-1996) 二级标准	整理工段取消了酸洗工序，只进行水洗，因此无酸洗废气产生，水洗过程的水汽直接经 25m 排气筒	减少了产污环节，

			排放，净化效率>60%			排放。	满足环保要求
工艺废气处理车间工艺废气	HCl	经两级洗涤后（水洗）通过 25m 排气筒达标排放，净化效率>99%	1 套深冷装置+6 套并联水洗装置	(GB16297-1996) 二级标准	设一套工艺废气处理装置，主要包括一套深冷装置和 6 套并联的水洗装置，部分含氯硅烷工艺废气先经深冷回收氯硅烷，再采用两级三段水洗工艺，其他废气直接水洗。HCl 排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准要求。		已落实
渣浆回收车间水洗废气	HCl	进入渣浆回收配套洗涤塔，洗涤后 25m 排气筒排放，净化效率>90%	6 套	(GB16297-1996) 二级标准	建设 2 套渣浆回收装置，1 套专门处理冷氢化残液及三氯氢硅合成湿法除尘泥浆，1 套处理合成精馏残液。两套渣浆回收装置水洗废气各进入 2 套（共 4 套）渣浆回收配套洗涤塔，洗涤（两级三段）后 30m 排气筒排放（共 4 根）。HCl 排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准要求。		已落实
石灰卸料粉尘	粉尘	集气罩+袋式除尘器，经 15m 排气筒排放，净化效率>99.4%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准	污水处理站设有两套石灰上料系统，石灰装卸过程粉尘分别经 2 台布袋除尘器除尘后分别经 2 根 30m 排气筒排放，粉尘排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准要求。		已落实
废气厂界无组织	粉尘、HCl	--	/	(GB16297-1996) 无组织厂界监控限值	厂界无组织粉尘、HCl 浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准要求。		已落实
废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	--	/	GB8978-1996 三级标准，设生活污水排污口 1 个。	厂区设生活污水排放口 1 个，生活污水经污水管网排入园区污水处理厂，生活污水污染物浓度满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准要求。	已落实
	污水处理站	PH、Cl ⁻	两级 Ca(OH) ₂ 中和+絮凝沉淀+气浮+多介质过滤+反渗透（部分）	2 套 130 m ³ /h、1 套 70 m ³ /h	全部回用不外排，污水处理站污水满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005	建设一座污水处理站，设有 3 套污水处理装置，其中 2 套规模为 120m ³ /h，1 套规模为 60m ³ /h，采用 4 级 Ca(OH) ₂ 中和+旋流沉淀+气浮工艺，出水 PH、Cl ⁻ 满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）洗涤用水标准。	已落实

	回用水处理站	TDS	介质过滤器+超滤+RO系统处理	1套 220m ³ /h	洗涤用水标准	建设一座回用水处理站，规模为 220m ³ /h，采用介质过滤器+超滤+RO 系统处理，出水 TDS 满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）洗涤用水标准。	已落实
	高盐水处理装置	TDS	MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶	2套 30m ³ /h		建设一座高盐水处理站，设有 2 套高盐水处理装置，规模均为 30m ³ /h，采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发结晶，出水 TDS 满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）洗涤用水标准。	已落实
	事故及消防废水收集	事故及消防废水收集池	--	1座 10000 ³	--	建设一个 15000m ³ 事故水池，用于事故及消防废水收集。	已落实
噪声	风机、水泵、电机、机械设备等	/	消声、隔声、屏蔽等	/	(GB12348-2008) 3类	选用低噪音设备，采取厂房隔声、减振基础，软连接等进行噪声防治。企业厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准要求。	已落实
固废	硅粉	/	硅粉储罐、废硅粉库	430m ²	GB18599-2001	设废硅粉库房 1 个 430m ² ，满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）要求。	已落实
	石墨头	/	废渣库	730m ²	GB18599-2001	建设有废石墨头储仓一座，建筑面积为 470m ² ，满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）要求。	已落实
	污水处理站污泥	/			GB18599-2001	建设有废渣库一座，建筑面积约为 1850m ² ，满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）要求。	已落实
	结晶盐	/			GB18599-2001	建设有结晶盐库一座，建筑面积为 210m ² ，满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）要求。	已落实
	废吸附剂、废树脂	/			危废暂存间	400m ²	GB18597-2001
防渗	污水处理站、高盐废水处理装置、生产装置区（天然气制氢及硅芯制备车间除外）、		装置内围堰边沟、地下管线、地坑等重点污染防渗区采用土工膜（厚度 1.5mm）+抗渗混凝土（厚度 100mm），抗渗等级不小于 P8，土工膜选用 HDPE 膜，总防渗系数		污水处理站、高盐废水处理装置、生产装置区（天然气制氢及硅芯制备车间除外）、球罐区和中间罐区（含围堰）、化学品库、危废暂存间等区域采用		已落实

	液氯储罐区、球罐区和中间罐区（含围堰）、化学品库、危废暂存间	$\leq 1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 。	200 厚抗渗混凝土进行防渗，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 。具体每个区域的防渗做法见 3.7.2.3 章节。	
	脱盐车站、高纯车站、空压站、循环水站、硅粉库、成品库、废渣库、天然气制氢车间、事故池、硅芯制备车间	一般污染防渗区采用抗渗混凝土，抗渗等级不小于 P6，厚度 100mm，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$	一般污染防渗区采用 200 厚抗渗混凝土，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。具体每个区域的防渗做法见 3.7.2.3 章节。	已落实
	其他区域	设计废物运转的地面、车辆清洗区均采用水泥硬化处理。	废物运转的地面、车辆清洗区均采用水泥硬化处理。	已落实
绿化		绿化面积 15%	企业已对厂区进行了绿化，绿化率达 15% 以上。	已落实

表 3.8-3 环评批复要求与项目实际落实情况对比表

序号	环评批复文件要求（包环管字[2018]5号文件）	实际情况	落实情况
1	<p>加强施工期间环境监督管理，按环评要求，采取污染防治措施减轻施工期间扬尘、废水、噪声和废渣等对周围环境造成的不利影响。严格控制施工时间，建筑施工单位对施工场地应当设置不透明围挡，运输车辆和施工场地均应采取喷淋、遮盖等指施，有效防止扬尘污染。施工过程中产生的废弃土方及时清运至指定场所，临时储存时做好防风抑尘工作。</p>	<p>企业在施工前期对施工人员进行施工期环境保护的宣传教育，施工期间在施工现场周围设置有硬质不透明围挡，运输车辆采取苫布遮盖，且定期洒水抑尘。施工场地设沉淀池一座，施工过程中产生的施工废水经沉淀后回用于施工生产。理安排施工作业时间，尽量避免在夜间施工，施工期间产生的废弃土方由施工单位定期清运至指定场所，运输过程采用苫布遮盖。通过以上污染防治措施减轻了施工期间扬尘、废水、噪声和废渣等对周围环境造成的不利影响。</p>	<p>已落实</p>
2	<p>严格按照环评落实和优化各项大气污染防治措施。制氢车间变压吸附装置解析气与部分天然气混合后返回天然气制氢转化炉，天然气转化炉废气通过排气筒排放，确保外排污染物达到参考标准《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）表4工艺加热炉标准。液氯气化及氯化氢合成车间含氯泄漏废气送废氯吸收器经碱液吸收后通过排气筒排放，确保氯气排放浓度及速率达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准，含氯化氢泄放废气进入工艺废气处理车间处理。三氯氢硅合成废气利用旋风过滤和湿式除尘去除硅粉，硅粉上料系统配套布袋除尘器处理，分别经排气筒排放，确保颗粒物排放浓度及速率达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准，氯硅烷储罐泄压废气主要含氯硅烷，经深冷回收氯硅烷后，经缓冲罐送工艺废气洗涤装置处理。精馏车间不凝气送工艺废气处理车间处理。三氯氢硅还原车间开停车置换废气送工艺废气处理车间处理。整理车间破碎粉尘经集气布袋除尘器处理，酸洗废气主要为氮氧化物，经碱洗塔处理系统处理，确保颗粒物和氮氧化物排放浓度及速率达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。还原尾气回收车间再生</p>	<p>（1）制氢车间变压吸附装置解析气与部分天然气混合后返回天然气制氢转化炉，天然气转化炉废气通过排气筒排放，本项目建有2套转化炉，设有2根排气筒，根据检测结果，外排污染物达到《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）表4工艺加热炉标准。</p> <p>（2）企业生产所需粗三氯氢硅外购，取消了液氯气化及氯化氢合成工段，本项目不产生液氯气化及氯化氢合成车间含氯泄漏废气以及含氯化氢泄放废气。</p> <p>（3）三氯氢硅合成工序含硅废气经旋风除尘+过滤除尘+湿式除尘后进行处理收集，再进入工艺废气处理设施，硅粉上料系统经金属烧结过滤器除尘后，经1根30m排气筒排放。根据检测结果，粉尘排放浓度达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准。</p> <p>（4）氯硅烷储罐泄压废气主要含氯硅烷，经深冷回收氯硅烷后，经缓冲罐送工艺废气洗涤装置处理。精馏车间不凝气送工艺废气处理车间处理。</p> <p>（5）三氯氢硅还原车间开停车置换废气送工艺废气处理车间处理。</p>	<p>已落实</p> <p>减少了产污环节，满足环保要求</p> <p>已落实</p> <p>已落实</p> <p>已落实</p>

	<p>尾气主要含氯化氢、氯硅烷和氢气，经深冷回收氯硅烷后进入冷氢化装置，回收的氯硅烷送合成精馏系统；硅粉收集罐置换气主要含氮气、氢气和氯硅烷，送工艺废气处理车间处理。工艺废气处理车间废气主要含氯化氢，经两级水洗涤处理后经排气筒排放，确保氯化氢排放浓度和速率达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。渣浆回收车间渣浆回收处理装置冷凝不凝气主要含氯烷、氢气，收集后经深冷回收氯硅烷，尾气送冷氢化装置；渣浆回收处理装置蒸发冷凝不凝气和水洗涤废气主要含氯硅烷和氯化氢，经车间单独设置的两级水洗涤塔处理后，经排气筒排放，确保氯化氢排放浓度和速率达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。石灰装卸过程产生的粉尘经布袋除尘器处理后经排气筒排放，确保颗粒物排放浓度和速率达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。氯硅烷储罐区储罐大小呼吸、泄压等产生的氯化氢分别经各罐顶设置的出气口收集送工艺废气车间处理。确保厂界颗粒物和氯化氢达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。</p>	<p>（6）整理车间破碎工段含硅粉尘经 3 台脉冲除尘器除尘后并入空调净化系统经净化后进入车间通风系统，不外排。整理工段取消了酸洗工序，只进行水洗，因此无酸洗废气产生，水洗过程的水汽直接经 25m 排气筒排放。</p>	<p>减少了产污环节，满足环保要求</p>
		<p>（7）还原尾气回收车间再生尾气主要含氯化氢、氯硅烷和氢气，经深冷回收氯硅烷后进入冷氢化装置，回收的氯硅烷送合成精馏系统；硅粉收集罐置换气主要含氮气、氢气和氯硅烷，送工艺废气处理车间处理。</p>	<p>已落实</p>
		<p>（8）设一套工艺废气处理装置，主要包括一套深冷装置和 6 套并联的水洗装置，部分含氯硅烷工艺废气先经深冷回收氯硅烷，再采用两级三段水洗工艺，其他废气直接水洗。根据检测结果，排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准要求。</p>	<p>已落实</p>
		<p>（9）建设 2 套渣浆回收装置，1 套专门处理冷氢化残液及三氯氢硅合成湿法除尘泥浆，1 套处理合成精馏残液。渣浆回收处理装置蒸发冷凝不凝气和水洗涤废气主要含氯硅烷和氯化氢，经单独设置的两级三段水洗涤塔处理后，经排气筒排放，根据检测结果，氯化氢排放浓度和速率均能够达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。</p>	<p>已落实</p>
		<p>（10）石灰装卸过程产生的粉尘经布袋除尘器处理后经排气筒排放，根据检测结果，颗粒物排放浓度和速率均达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。</p>	<p>已落实</p>
		<p>（11）氯硅烷储罐区储罐大小呼吸、泄压等产生的氯化氢分别经各罐顶设置的出气口收集送工艺废气车间处理。</p>	<p>已落实</p>
		<p>（12）根据检测结果，企业厂界颗粒物和氯化氢浓度均达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。</p>	<p>已落实</p>
<p>3</p>	<p>严格按照环评落实和优化各项水污染防治措施，提高水回用率。厂污水处理站设计规模 300 立方米/小时，分为 3 条处理线，其中，整理车间洗涤废水为含硝酸根的酸性废水，不含氯离子，由 1 条 60 立方米/小时处理线单独处理，其余全厂生产废水由 2 条 120 立方米/小时处理线处理，厂污水处理站废水出水</p>	<p>（1）建设一座污水处理站，设计规模 300 立方米/小时，分为 3 条处理线，其中 2 条规模为 120m³/h，1 条规模为 60m³/h，其中一条 120 立方米/小时处理线处理不含氯离子废水，其余一条 120 立方米/小时处理线和一条 60 立方米/小时处理线处理含氯离子废水。厂污水处理站废水出水水质达到《城市污水再生利用 工业</p>	<p>已落实</p>

	<p>水质达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）洗涤用水标准限值，出水大部分回用于工艺废气洗涤、渣浆回收装置水洗，部分送回污水处理站继续处理，部分送蒸发结晶装置处理。脱盐水处理站处理后部分排水和循环水排水进入回用水处理站处理，采用多介质过滤器加超滤加 RO 系统处理工艺，回用水处理站处理后出水水质与脱盐水处理站相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水和渣浆回收工艺补水，部分回用，部分送高盐废水回收装置处理。厂污水处理站和回用水处理站尾水进入高盐废水回收装置处理，设计规模为 2 套 30 立方米/小时装置，采用 MVR 蒸发和双效逆流蒸发结晶工艺，浓水经蒸发得到冷凝水，出水水质与脱盐水处理站相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水和渣浆回收工艺补水。全厂生产废水经处理后回用不外排。厂区生活污水满足《污水综合排放标准》三级，经园区管网排入西郊污水处理厂。</p>	<p>用水水质》（GB/T19923-2005）洗涤用水标准限值，出水大部分回用于工艺废气洗涤、渣浆回收装置水洗，部分送回污水处理站继续处理，部分送蒸发结晶装置处理。脱盐水处理站处理后部分排水和循环水排水进入回用水处理站处理，采用多介质过滤器加超滤加 RO 系统处理工艺，回用水处理站处理后出水水质与脱盐水处理站相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水和渣浆回收工艺补水，部分回用，部分送高盐废水回收装置处理。厂污水处理站和回用水处理站尾水进入高盐废水回收装置处理，设计规模为 2 套 30 立方米/小时装置，采用 MVR 蒸发和三效逆流蒸发结晶工艺，浓水经蒸发得到冷凝水，出水水质与脱盐水处理站相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水和渣浆回收工艺补水。全厂生产废水经处理后回用不外排。</p> <p>（2）经检测，厂前区生活污水进入厂前区配套的生活污水处理站后，满足《污水综合排放标准》三级，经园区管网排入西郊污水处理厂。</p>	<p>已落实</p>
<p>4</p>	<p>严格按环评要求分重点污染防渗区和一般污染防渗区进行防渗处理，重点防渗区车间设截流沟，储罐区域设置围堰和收集系统等，避免对地下水造成影响。</p>	<p>为了避免对区域地下水造成影响，企业按环评要求对重点污染防渗区和一般污染防渗区进行了防渗处理，重点防渗区车间设有截流沟，储罐区域设置有围堰和收集系统等。</p>	<p>已落实</p>
<p>5</p>	<p>选用低噪声设备，并采取隔声、减震措施，确保厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准。</p>	<p>企业通过选用低噪声、高质量的设备，同时建设独立的设备减振基础、通过车间设备的合理布局 and 建筑隔声等措施可达到降噪目的，经过监测可知，企业厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准要求。</p>	<p>已落实</p>
<p>6</p>	<p>按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求建设危险废物暂存库，废脱硫剂、废催化剂、废吸附剂和废机油等危险废物由专用容器置于暂存库内，定期委托有资质机构处置。厂污水处理站污泥和高盐废水蒸发结晶盐属于一般工业固体废物收集后综合利用或送至一般固体废物暂存场处置。</p>	<p>（1）企业按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求建设危险废物暂存库，位于罐区西侧，占地面积为 400m²，库内按区域划分了危险废物暂存区域，废催化剂、废吸附剂和废机油等危险废物由专用容器置于暂存库内，企业已与有危险废物处置资质机构签订了协议，定期委托处置（见附件 8、9、10、11）。</p> <p>（2）企业建有一座废渣库，专门用于储存污水处理站污泥，建筑面积约为 1850m²。建设有结晶盐库一座，用于储存高盐废水蒸发结晶盐，建筑面积为 210m²，定期外售，协议见附件 14。</p>	<p>已落实</p>
<p>7</p>	<p>严格按照环评要求完善各项环境风险防范措施。环评提出项</p>	<p>（1）本项目周边最近的居民区大于等于 1 公里，且项目周边均为</p>	<p>已落实</p>

	<p>目氯气管道泄漏的环境风险最大，出现事故时半致死浓度出现距离为 798.4 米，评价将氯重度危害最大距离 800 米设定为安全防护距离，距离本项目周边最近的居民区大于等于 1 公里，且项目周边均为工业区，因此本项目的泄漏事故不会对周边居民产生半致死浓度影响。项目最大环境风险值为 6.95×10^{-5} 人/年，小于化工行业风险统计值 8.33×10^{-5} 人/年，因此在采取有效的、可靠的风险防范措施和应急预案前提下，项目风险值可以接受。按规范设置可燃气体、有毒气体检测报警系统、紧急切断及紧急停车等事故处理系统，确保事故状态下在规定时间内实现紧急停车。设置围堰和防火堤，设置 1 座 10000 立方米事故应急池，确保泄漏物和未经处理事故污水不外排。加强对各项环保设施的运行管理及维护，杜绝发生泄漏污染事故。加强对危化品储运和使用全过程的环境风险管控，构建与当地政府和相关部门以及园区周边企业相衔接的区域环境风险联防联控机制，一旦发生事故，及时对可能影响范围内的人群实施紧急疏散。编制环境风险事故应急预案，并报环境保护主管部门备案。加强环境风险事故防范，发生事故时及时启动环境风险事故应急预案，定期进行突发环境事应急演练，确保环境安全。在安全防护距离内不得新规划建设环境敏感保护目标。</p>	<p>工业区，在安全防护距离内未新规划建设环境敏感保护目标。</p>	
		<p>(2) 企业按规范设置有可燃气体、有毒气体检测报警系统、紧急切断及紧急停车等事故处理系统，能够实现事故状态下在规定时间内紧急停车。</p>	已落实
		<p>(3) 在罐区及生产装置区均设置了围堰和防火堤，全厂设置 1 座 15000 立方米事故应急池，确保泄漏物、未经处理事故污水、消防废水等不外排。</p>	已落实
		<p>(4) 企业建立了有关环保设施运行管理及维护的环境管理制度，以及对危化品储运和使用全过程的环境风险防范制度，在突发环境应急预案中明确了与当地政府和相关部门以及园区周边企业相衔接的区域环境风险联防联控机制，以及对可能影响范围内的人群实施紧急疏散。</p>	已落实
		<p>(5) 企业编制了环境风险事故应急预案，并在包头市环境保护局昆区分局进行了备案，备案编号为 150230-2019-008-H（见附件 6）。加强环境风险事故防范，发生事故时及时启动环境风险事故应急预案，按照应急预案及备案要求定期进行突发环境事应急演练。</p>	已落实
8	<p>本项目配套建设的 220KV 变电站等涉及辐射部分需另行委托环评。</p>	<p>本项目配套建设的 220KV 变电站按照要求进行了环境影响评价，2018 年 1 月 19 日内蒙古自治区环境保护厅以文件内环表 [2018] 4 号进行了批复，2019 年 5 月 11 日进行了竣工环境保护验收。</p>	已落实

3.9 现有一期项目污染物排放总量

根据原包头市环境保护局关于分配给内蒙古通威高纯晶硅有限公司 2.5 万吨高纯晶硅项目主要污染物排放总量的批复（包环管字[2017]177 号）及锅炉项目主要污染物排放总量的批复（包环管字[2018] 46 号）对本项目中二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮的总量控制指标做出了要求。

根据现有工程验收检测报告对排放的 SO₂、NO_x、COD、NH₃-N 总量进行了核算，见表 3.9-1。

表 3.9-1 本项目污染物排放总量汇总表 单位：t/a

种类	污染物名称	现有工程全厂验收核算	现有工程环评要求值			总量控制值（总量批文）			排污许可
			2.5 万高纯晶硅	锅炉	合计	2.5 万高纯晶硅	锅炉	合计	
废气	SO ₂	0.75	0.099	1.36	1.459	0.099	1.36	1.459	0.099
	NO _x	19.96	6.54	67.36	73.9	6.54	67.36	73.9	72.688
废水	COD	9.28	89.6	0	89.6	89.6	0	89.6	/
	NH ₃ -N	0.47	6.72	0	6.72	6.72	0	6.72	/

由上表可知：现有工程实际排放量满足总量控制指标及排污许可要求。

3.10 现有工程存在的环保问题

现有工程已完成竣工验收，在竣工验收过程中，未发现现有工程存在环境问题。

4 本期项目工程概况

4.1 本期项目基本情况

(1) 项目名称：内蒙古通威高纯晶硅有限公司光伏硅材料制造项目（二期 5 万吨高纯晶硅项目）。

(2) 建设性质：改扩建。

(3) 建设规模：本期建设规模为年产 5 万吨高纯晶硅。

(4) 建设地点：内蒙古包头金属深加工园区通威公司现有一期工程东侧。

(5) 投资：项目总投资约 450000 万元。

(6) 建设期：建设期 19 个月。

(7) 年操作时数：8000 小时。

(8) 生产制度与定员：企业的行政管理人员、高级生产管理人员和后勤人员按白班考虑，根据生产特点和生产运行的要求，生产部门四班三运转制。

(9) 生产定员：550 人，全部为新增员工。

4.2 建设地点及周边环境关系

本期项目建设地点位于内蒙古包头金属深加工园区现有工程东侧，项目厂址东距包钢尾矿库 480m、西距乌兰计三村 1.5km、南距包兰铁路 1.7km、北距西郊污水处理厂 80m，本期项目周围环境概况见图 3.1-1 及照片（附后）。

4.3 生产规模及产品方案

4.3.1 建设规模

本期项目最终形成 5 万吨/年多晶硅生产规模，产品包括：太阳能特级品多晶硅 3.265 万吨/年、太阳能一级品多晶硅 1.1 万吨/年、太阳能二级品多晶硅 5000 吨/年和碳头料 1350 吨/年。项目主要产品方案见表 4.3-1。



二期工程西部



二期工程用地



二期工程南部园区道路（东侧）



二期工程南部园区道路（西侧）



二期工程南侧



二期工程北侧



二期工程占地（西部）



二期工程占地（东部）

表 4.3-1 项目产品方案

单位：t/a

序号	产品名称	产品量	商品量	备注	产品去向	形态
1	太阳能特级品多晶硅	32650	32650	产品	外售	固体
2	太阳能 1 级品多晶硅	11000	11000	产品	外售	固体
3	太阳能 2 级品多晶硅	5000	5000	产品	外售	固体
4	碳头料	1350	1350	产品	外售	固体
合计		50000	50000	产品	外售	固体

4.3.2 产品指标

本期项目产品多晶硅执行《太阳能多晶硅》（GB/T25074-2017）中相关标准要求，产品质量标准见表 4.3-2。

表 4.3-2 太阳能级多晶硅质量标准

项目	太阳能级多晶硅等级指标			备注	
	特级品	一级品	二级品		
导电类型	磷检成 N 型 硼检成 P 型				
电阻率	N 型	$\geq 200\Omega\cdot\text{cm}$	$\geq 100\Omega\cdot\text{cm}$	$\geq 50\Omega\cdot\text{cm}$	
	P 型	$\geq 1000\Omega\cdot\text{cm}$	$\geq 500\Omega\cdot\text{cm}$	$\geq 300\Omega\cdot\text{cm}$	
施主杂质浓度 ppba	≤ 0.68	≤ 1.4	≤ 2.61		
受主杂质浓度 ppba	≤ 0.26	≤ 0.54	≤ 0.88		
氧浓度 (atoms/cm^3)	$\leq 0.2\times 10^{17}$	$\leq 0.5\times 10^{17}$	$\leq 1.0\times 10^{17}$		
碳浓度 (atoms/cm^3)	$\leq 2.0\times 10^{16}$	$\leq 2.5\times 10^{16}$	$\leq 3.0\times 10^{16}$		
少数载流子寿命	$\geq 300\mu\text{s}$	$\geq 200\mu\text{s}$	$\geq 100\mu\text{s}$		
基体金属杂质 ng/g Fe,Cr,Ni,Cu,Zn	≤ 15	≤ 50	≤ 100		
表面金属杂质 ng/g Fe,Cr,Ni,Cu,Zn,Na	≤ 30	≤ 100	≤ 100		

4.4 本期项目建设内容

本期项目主要建设内容包括：电解制氢车间、冷氢化车间、精馏（合成、回收）及反歧化车间、还原车间、后处理/包装车间、硅芯制备车间、尾气回收车间、工艺废气处理车间、渣浆回收车间以及配套的硅粉库、废渣库、罐区、成品库房等储存工程，循环水站、脱盐水处理站、高纯水处理站、空压站、220KV 变电站、消防水站等公用工程，污水处理站、回用水处理站、高盐废水回收装置、事故应急池等环保工程，配套的变电所及机柜间、中央控制室等。本期项目建设组成见表 4.4-1。

表 4.4-1 本期项目建设组成表

工程分类	项目名称	建设内容	备注
主体工程	制氢车间	新建 1 座制氢车间，设置 2 套生产能力为 1000Nm ³ /h 电解制氢装置	
	冷氢化车间 A/B/C	新建 3 座冷氢化车间，每个车间设置 2 条四氯化硅处理能力 20 万吨/年的冷氢化生产线，主要包括混合、反应、过滤、洗涤、冷凝等	
	精馏及反歧化车间	新建 1 座精馏车间（含合成精馏、回收精馏）和 1 座反歧化车间，主要包括：四氯化硅分离、二氯二氢硅分离、脱高、脱低等步骤	
	还原车间 A/B/C	新建 3 座还原车间，分别为还原 A\B\C，每套还原装置设置 30 台 40 对棒还原炉，主要包括三氯氢硅汽化、混合、还原、尾气冷却等步骤。	
	整理车间	新建 1 个整理车间，主要包括多晶硅块生产、酸洗、水洗、干燥等步骤。	
	还原尾气回收装置	新建 1 套还原尾气回收装置，主要包括过滤、冷却、氢气压缩、氯化氢吸收、氯化氢解析、氢气吸附等步骤。	
	渣浆回收装置	建设 2 套渣浆回收装置，1 套专门处理冷氢化残液、三氯氢硅合成湿法除尘泥浆；1 套处理合成精馏残液，包括四氯化硅脱高沸塔、搅拌冷却、沉降、高沸裂解、蒸发、水洗等步骤。	
	工艺废气处理装置	新建 1 套工艺废气处理装置，部分含氯硅烷工艺废气先经深冷回收氯硅烷，再采用双塔串联两级水洗工艺，其他废气直接水洗。	
	硅芯制备车间	新建 1 座硅芯制备车间，设置 62 台 7 芯硅芯炉	
公辅工程	供水	园区供水管网，需约 438m ³ /h	
	蒸汽	本期项目正常用汽量 128t/h，蒸汽来源由一期配套建设的 2×50t/h 燃气蒸汽锅炉、本期项目新增 1 台 50t/h 电锅炉及本期项目副产蒸汽提供	
	供气	需天然气约 1874Nm ³ /h，园区天然气管网接入。	
	220kV 变电站	新建一座 220kV 变电站（不在本次评价范围）	
	循环水站	本期项目新建 1 套循环水系统，设计规模 20000m ³ /h。采用空冷串接闭式循环冷却系统，设置空冷塔 18 座（单塔处理水量 1200m ³ /h），水冷塔 20 座（单塔处理水量 1000m ³ /h）	
	脱盐车站	本期项目新建 1 座脱盐车站，设计规模 60m ³ /h，采用两级反渗透水处理工艺	
	高纯水站	本期项目新建 1 座高纯水站，设计规模 30.0m ³ /h，采用 EDI+抛光混床+超滤的处理工艺	

环保工程	空压站	本期项目新建 1 座空压站，选用螺杆式空压机设备 1 套，处理量为 2500Nm ³ /h		
	制氮站	本期项目新建 1 座制氮站，处理量为 8000Nm ³ /h		
	制冷站	本期项目新建 2 个冷冻站，冷冻站 A 制备 7/12℃冷冻水，冷冻站 B 制备-10℃、-40℃、-70℃冷量		
	生产污水处理站	本期项目新建 1 座生产污水处理站，设计规模为 120m ³ /h		
	回用水处理站	本期项目新建 1 座回用水处理站，设计规模为 100m ³ /h		
	高盐废水回收装置	本期项目新建 1 座高盐废水回收装置，设计规模为 40m ³ /h		
	事故水池	本期项目新建 1 座 10000m ³ 事故水池		
	废气	工艺废气处理系统	深冷+“两级水洗”处理工艺。	
		酸性废气处理系统	整理工序酸洗废气经废气吸收罩+氢氧化钠溶液喷淋塔+25m 排气筒排放。	
			工艺废气处理车间排放废气经洗涤后（两级水洗）通过 25m 排气筒达标排放。	
			渣浆回收车间水洗废气进入渣浆回收配套洗涤塔，洗涤（两级水洗）后 25m 排气筒排放。	
		粉尘收集系统	整理车间含硅粉尘经布袋除尘器除尘后经 15m 排气筒排放	
			三氯氢硅合成工序含硅废气经旋风除尘+过滤除尘+湿式除尘后，经 15m 排气筒排放	
	四氯化硅冷氢化工序硅粉上料系统粉尘经金属烧结过滤器除尘后，经 25m 排气筒排放			
	石灰石装卸过程粉尘经布袋除尘器除尘后经 15m 排气筒排放			
废水	厂污水处理站	设计规模为 300m ³ /h，处理全厂生产废水（酸性废水）。采用中和沉淀和过滤处理工艺。		
	回用水处理站	设计规模为 220m ³ /h，采用多介质过滤器+超滤+RO 系统处理工艺。		
	高盐废水回收装置	设计规模为 2×30m ³ /h，采用 MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶工艺。		
	事故水池	建一个 10000m ³ 事故水池。		
	噪声	各类生产设施隔声减噪措施		
	固废	废硅粉库，建筑面积约为 430m ² ，防渗等级 10 ⁻⁷ cm/s。		
		废渣库，建筑面积约为 730m ² ，防渗等级 10 ⁻⁷ cm/s。		
		危废暂存间，建筑面积 400m ² ，防渗等级 10 ⁻¹⁰ cm/s。		

储运工程	罐区	原料 TCS 储罐：1×2000m ³ 氢化 STC 缓冲罐：1×2000m ³ 回收 STC 缓冲罐：1×1000m ³ 氢化高纯 TCS 储罐：2×650m ³ 回收高纯 TCS 储罐：2×650m ³ 氢化应急储罐：1×2000m ³ 回收应急储罐：1×2000m ³ 反歧化粗产品缓冲罐：1×1000m ³	
	硅粉库房	设硅粉库房 1 个 60×24m ² ，密闭结构	
	成品库房	设成品库房 1 个 3100m ² ，密闭结构	
	危化品库	设危化品库 1 个 360m ² ，密闭结构	
	废渣库	设废渣库房 1 个 430m ² ，密闭结构	
	其他	备品备件库房	

4.5 主要生产设备

本期项目主要生产设备见表 4.5-1。

表 4.5-1 本期项目主要生产设备表

序号	设备名称	技术规格	台（套）数
1	电压调控系统	组合件	90
2	干式整流变压器	组合件	90
3	多晶硅还原炉	组合件	90
4	汽化器	非标	6
5	混合器	非标	90
6	换热器	非标	156
7	炉筒清洗机	成套	6
8	机械手	成套	6
9	溴化锂机组	成套	4
10	石墨煅烧炉	成套	4
11	陶瓷清洗机	成套	3
12	行车	成套	6
13	氯硅烷储罐	非标	1
14	一级冷凝器	非标	1
15	二级冷凝器	非标	1
16	三级冷凝器	非标	1
17	冷氢化氢气压缩机	成套	14
18	氢化反应器	非标	6
19	电加热器	非标	6
20	硅粉过滤器	非标	10
21	洗涤塔	非标	6
22	换热器	非标	120
23	再生气压缩机	非标	3
24	吸附柱	非标	24
25	尾气回收氢气压缩机	非标	7
26	氯化氢压缩机	非标	2
27	HCl 吸收塔	非标	2
28	HCl 解析塔	非标	2
29	-10℃冷冻机组	成套	4

序号	设备名称	技术规格	台（套）数
30	-40°C冷冻机组	成套	4
31	-70°C冷冻机组	成套	2
32	硅粉过滤器	非标	8
33	换热器	非标	24
34	储罐	非标	100
35	泵	成套	200
36	精馏塔	非标	19
37	再沸器	非标	36
38	冷凝器	非标	24
39	回流罐	非标	18
40	反歧化反应器	非标	8
41	反歧化吸附器	非标	16
42	搅拌冷却罐	非标	10
43	沉降罐	非标	4
44	高沸裂解罐	非标	2
45	水洗罐	非标	2
46	洗涤塔	非标	8
47	变配电系统	非标	5
48	硅芯烘箱	成套	4
49	硅芯炉	成套	62
50	阀门	非标	
51	DCS 控制系统	成套	1
52	空分制氮	成套	1
53	脱盐水	成套	1
54	纯水	成套	1

4.6 公辅工程

4.6.1 给水工程

本期项目水源由大青山生态应急水源、二水厂以及中水联合供给。本期项目用水量为 500m³/h。根据工艺装置对水温、水质及水压要求，给水系统拟设源水给水系统、生活给水系统，生产给水系统，稳高压消防给水系统，循环冷却水系统，回用水给水系统。

（1）源水给水系统

本期项目设独立的源水给水管网，主要负责本期项目生产、生活用水，平均用水量为 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，供水压力 0.20MPa 。由给水管网拟采用支状管网，管材拟采用孔网钢带塑料（PP）复合管，电热熔连接或法兰连接。市政取水管供给。

净水站设置 1 套一体化净水处理设施，处理后水质指标达到满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006），处理后达标水送至生产、消防储水池及生活水储水池。

（2）生活给水系统

本期项目设独立的生活给水管网，主要负责本期及后期项目生活区，本期厂区内生活、淋浴、安全淋浴、洗眼器及化验分析等用水，平均用水量为 $12\sim 15\text{m}^3/\text{h}$ 供水压力 0.45MPa 。系统采用自动变频加压供水设备一套，配压三台变频加泵（两用一备）。

生活水泵布置在生产、生活加压泵房内，水泵为自灌式启动。项目设钢筋混凝土生活水池一座，有效容积为 120m^3 ，并在池内设二氧化氯投加管和余氯监测装置，以保证水质满足生活饮用水水质要求。生活给水管网拟采用环状与支状相结合，并以环状管网为主的管道布置形式。

（3）生产给水系统

本期项目设独立的生产给水管网，主要用于工艺装置生产用水、地面冲洗、循环水补充水等，用水量为 $488\text{m}^3/\text{h}$ 。

系统采用自动变频供水设备一套，配加压泵 3 台，两用一备。生产水泵布置在生产、生活水加压泵房内，水泵为自灌式启动。并设 2 座生产水池，水池总有效容积为 3200m^3 。每座水池分别设有独立的溢流、排污、补水等设施，以保证每座水池能够独立使用。生产给水管网布置拟采用环状与支状相结合，并以环状管网为主的管道布置形式。

（4）回用水给水系统

①污水处理站回用水系统

污水处理回用水量为 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，回用水主要用于渣浆处理装置。回用水给水管网布置拟采用支状管网管道布置形式。管材拟采用焊接钢管，焊接接口。

②回用水站及蒸发结晶装置出水

回用水量为 $112\text{m}^3/\text{h}$ ，其中蒸发结晶装置量为 $47\text{m}^3/\text{h}$ 、回用水装置量为

65m³/h。回用水主要用于循环水站补充水。回用水给水管网布置拟采用支状管网管道布置形式。管材拟采用焊接钢管，焊接接口。

（5）稳高压消防给水系统

本期项目厂区同一时间内火灾次数为一次，消防用水量为 340L/S，一次消防用水量为 4900m³，供水压力为 1.0MPa。

一期已建消防设施情况如下：设 2 座钢筋混凝土消防一生产贮水池，总有效容积为 9100m³，其中，消防容积为 4900m³，并能保证两座水池能够独立使用。消防泵：设消防电动主泵 2 台，柴油消防泵 2 台（与电泵互为备用），柴油消防泵储油量不小于 6 小时。单台消防主泵的性能 Q=170L/s，H=1.1MPa；柴油泵消的性能 Q=170L/s，H=1.1Mpa；防稳压装置一套，含稳压泵为两台，一用一备，稳压罐一个，直径 φ2000mm，容积为 7.5m³。消防管网平时由稳压装置维持管网系统的压力，当发生火灾时，消防主泵根据管网压力变化逐个自动开启向系统加压供水。但为了提高消防系统的运行可靠性，本设计在消防控制中心和消防泵房内均设有可以手动开启消防泵的按钮。

消防管网布置：本设计设独立的稳高压消防给水管网，管网布置为环状，与已有消防管网分两处连接，连接处单根管道管径按 100%消防水量计算。

各装置区接管点在装置界区外 1 米处，给水管线进入各装置界区时设阀门，由各装置设置。

室外消火栓布置：室外消火栓拟采用地上式防撞、防冻调压稳压消火栓，型号为 MKS-100-16，在工艺装置区、罐区四周消火栓的间距不大于 60 米，辅助装置、厂前区等四周消火栓的保护半径，不超过 120 米，并在每个室外消火栓旁设室外消火栓箱一个，内设 DN65 的衬胶水龙带两条，长度为 25 米，Φ19mm 直流-水雾水枪两只，专用扳手一个。

固定消防水炮布置：在工艺装置区、罐区四周设手动高压水泡保护，水炮出水量为 40~60L/S，喷嘴采用直流-水雾两用型喷嘴。

（6）循环冷却水系统

本期项目循环水系统设计规模 20000m³/h。采用空冷串接闭式循环冷却系统，设置空冷塔 18 座（单塔处理水量 1200m³/h），水冷塔 20 座（单塔处理水量 1000m³/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 3 台（2 开 1 备），单泵性能 Q=6000m³/h；H=25m，其中 1 台泵设置为变频泵。

配套外喷淋离心式供水泵3台（2开1备），单泵性能 $Q=10000\text{m}^3/\text{h}$ ； $H=20\text{m}$ 。为保持外喷淋水质稳定，外喷淋设置过滤器2套，单台处理能力 $Q=800\text{m}^3/\text{h}$ ；设置阻垢剂及缓蚀剂加药装置2套；循环水回水采用余压上塔，循环水泵露天布置。

4.6.2 排水工程

（1）生活污水排水系统

本系统主要用于收集各装置区及建筑物内卫生间、厕所、浴室等设施的生活污水，系统排水量为 $10.2\sim 12.8\text{m}^3/\text{h}$ 。在装置区内，生活污水应先经装置区内的化粪池预处理后，重力流排入一体化污水处理设备内处理，经一体化地埋污水处理装置处理后达到《污水综合排放标准》GB8978-1996中的一级排放标准，最终送至厂外排洪沟。

（2）清净下水排水系统

本系统主要用于收集循环水系统排污水、还原、后处理排水等，系统排水量为 $105\text{m}^3/\text{h}$ 。排水系统采用压力输送，埋地敷设，去三废处理及渣浆处理回用。

管材拟采用焊接钢管，焊接接口。

（3）生产废水及初期雨水排水系统

本系统主要用于收集和排放各工艺装置、辅助设施内排出的生产废水及装置区、罐区有污染的初期雨水等，系统排水量为 $112\text{m}^3/\text{h}$ 。各装置区收集后，送污水处理站处理。生产废水排水系统采用重力流，埋地敷设。

罐区及生产装置的初期雨水通过切换阀切换初期雨水进入生产废水排水系统（WW），未污染的雨水进入雨水排水系统（RW#）。

初期雨水量按装置或单元内围堰区的面积乘降雨量（20毫米）的乘积确定。

（4）含盐污水排水系统

本系统主要用于收集脱盐水处理站、后处理装置排污水，系统排水量为 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。排水系统采用压力输送，埋地敷设，最终送至厂内循环水站做外喷淋补水。管材拟采用焊接钢管，焊接接口。

（5）浓盐水排水系统

本系统主要用于收集污水处理站排污水，系统排水量为 $49\text{m}^3/\text{h}$ 。排水系统采用压力输送，最终送至蒸发结晶装置处理。管材拟采用焊接钢管（内防腐），法兰连接。

（6）高含盐污水排水系统

本系统主要用于收集三废处理站排污水，系统排水量为 85m³/h。排水系统采用压力输送，最终送至回用水站处理。管材拟采用焊接钢管（内防腐），法兰连接。

（7）消防事故系统

本期项目在雨水排水系统的末端设消防事故应急措施和消防事故收集池，当出现事故时应时，切断外排排水通道，将所有事故排水均送至事故水池内，待事故完成后，再用泵提升至污水处理站处理后排放，事故收集池为钢筋混凝土池，事故容积为 10000m³。

4.6.3 供热工程

本期项目供热由一期已建锅炉房供给，主要向多晶硅装置提供生产热负荷。热负荷见表 4.6-1。

表 4.6-1 本期项目热负荷汇总表

序号	装置名称	蒸汽用量						备注
		1.2MPa (G)		0.6MPa (G)		0.4MPa (G)		
1	冷氢化	80	/	33.5	/	/	/	
2	精馏	/	/	/	/	236	/	
3	尾气吸附	20	/	/	/	/	/	
4	尾气回收	/	/	/	/	9.5	/	
5	还原	38	/	6	-100	20	-260	
6	后处理	/	/	/	/	10	/	
7	高盐废水回收	10	/	/	/	/	/	
8	升压压缩机	/	-20	20	/	/	/	
9	空冷器	/	/	/	/	20	/	
10	渣浆处理	/	/	5	/	/	/	
11	小计	148	-20	64.5	-100	295.5	-260	总 128

本期项目用蒸汽由一期配套建设的 2×50t/h 燃气蒸汽锅炉和电锅炉以及系统富余蒸汽共同供给，目前一期锅炉正常运行为 30%。

界区接点为 1.2MPa (G) 饱和蒸汽，开车期间减压至 0.6MPa (G)、0.4MPa (G)，分别通过室外管网送至各用户。其中 0.6MPa (G)、0.4MPa (G) 饱和蒸汽大部分由还原车间副产获得，不足部分由室外管网供给，开车时由 1.2MPa (G) 饱和蒸汽减温减压供给。全厂蒸汽冷凝水集中回收后返回锅炉房。

4.6.4 制冷系统

本项目根据冷负荷和用冷参数情况，生产装置设置2个冷冻站，冷冻站A制备7/12℃冷冻水，冷冻站B提供-10℃、-40℃和-70℃氟利昂冷剂。

7/12℃冷负荷采用蒸汽型溴化锂冷水机组，热源采用还原车间0.2MPaG饱和蒸汽，设置在还原水系统；-10℃冷负荷采用电制冷氟利昂螺杆机组，制冷剂为R22，靠近尾气回收装置设置；-40℃冷负荷采用电制冷氟利昂螺杆机组，制冷剂R22，就近负荷中心设置；-70℃冷负荷采用电制冷氟利昂复叠式螺杆机组，制冷剂R23，就近负荷中心设置。

4.6.5 空压、制氮

（1）空气压缩

本期项目仪表空气和装置空气正常需求用量为2000Nm³/h，最大需要量为2400Nm³/h，选用螺杆式空压机设备一套，其处理量为2500Nm³/h，可满足本项目要求。

（2）制氮

本期项目氮气正常需求用量为6750Nm³/h，最大需要量7500Nm³/h。选用制氮设备一套，其处理量为8000Nm³/h，可满足本项目要求。

4.6.6 脱盐水处理站

本期项目脱盐水正常需要量为55m³/h，最大需要量为60m³/h，由拟建脱盐水处理站供给。脱盐水处理站设置脱盐水处理系统一套，制水能力为60m³/h；采用两级反渗透水处理工艺。脱盐水主要为工艺装置、高纯水处理站、7℃冷冻水系统和循环水处理站补充用水。项目脱盐水处理站水质要求如下：温度常温、出口压力0.4MPaG、pH 6.5~8.5、电导率≤5.0 μs/cm、SiO₂<0.1mg/L。脱盐水处理站用量汇总见表4.6-2。

表 4.6-2 本期项目脱盐水处理站用量汇总表

序号	工艺装置名称	脱盐水处理站用量 (t/h)	
		正常	最大
1	还原	4	6
2	后处理	36	36
3	精馏	0	0
4	循环水处理站	14	16
5	7℃冷冻水系统	1	2

序号	工艺装置名称	脱盐水量 (t/h)	
		正常	最大
6	小 计	55	60

4.6.7 高纯水处理站

本期项目配套一套高纯水处理系统。高纯水处理能力 30.0m³/h。采用 EDI+抛光混床+超滤的处理工艺；设置 15.0m³ 脱盐水箱一个，作为系统原水箱。高纯水系统原水为脱盐水，来自本项目新建脱盐水处理站，通过全厂脱盐水管网供给。高纯水水质要求按 ASTM D5127-2013 E1.1 级的水质标准。

4.6.8 污水处理站

本期项目设污水处理站 1 座，污水处理站处理能力 120m³/h。设计进出水质见表 4.6-3。

表 4.6-3 本期项目污水处理站设计水质一览表

项 目	酸性废水	出水
温度 T (°C)	25	25~35
PH	1~5	6~9
二氧化硅含量 w/w	0.35%	<0.01%
氯离子 ppmw	25000	25000

注：出水水质采用《污水综合排放标准》GB8978-1996 中的一级排放标准。

由于渣浆废水洗涤废气的水量需求量较大，该工艺对其水质要求不高，本着节约用水的原则，本设计将渣浆处理与全厂污水处理站布置在同一界区内，使该装置排出的污水经污水处理站处理，主要去除水中的二氧化硅并将该水质调至到中性后再送入装置循环使用。

(2) 工艺流程

渣浆排出的废水进入中和反应水池（水池分为 8 格，每格池配有搅拌装置），将配置好的石灰乳投入第一格反应池中，水经过四级中和反应后由水泵加压送入斜板沉淀池，经沉淀后清水由水泵提升送入过滤装置，经过滤后的清水进入回用水池，该水再经加压水泵送到渣浆装置循环使用。沉淀池内的沉淀物排入污泥浓缩池。污泥经泥浆泵送至固液分离装置，清水回流调节池，泥饼外运。

其它生产装置的生产污水排入厂内生产污水排水管网，后进入设在污水处理站内的污水调节水池，该水经水泵加压按比例送入中和反应池。经处理出水合格后循环使用。

污水处理站工艺流程见图 4.6-1。

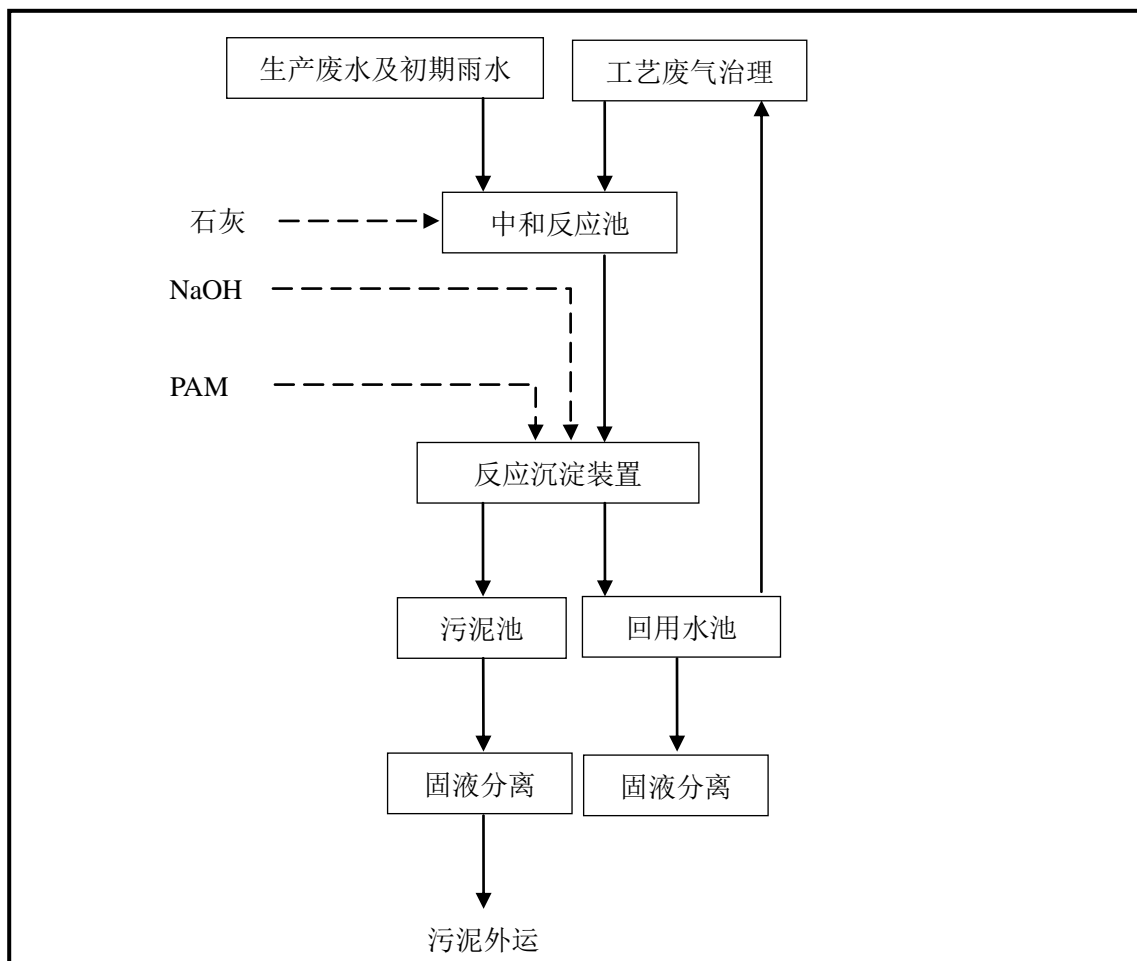


图 4.6-1 污水处理站工艺流程图

4.6.9 回用水处理站

本期项目设置 1 座回用水处理站，设计规模为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，采用电絮凝+UF+RO 双膜工艺。

回用水处理站主要是处理三废处理装置排水，经泵加压提升至电絮凝沉淀过滤装置，去除了水中大部分碱度和暂硬，可以大大降低双膜系统的阻垢剂的使用量，降低了膜系统的运行成本。经过电絮凝沉淀过滤装置的回用水，水体中的浊度、有机物、氨氮及微生物等均得到有效控制。回用水处理装置工艺流程见图 4.6-2。

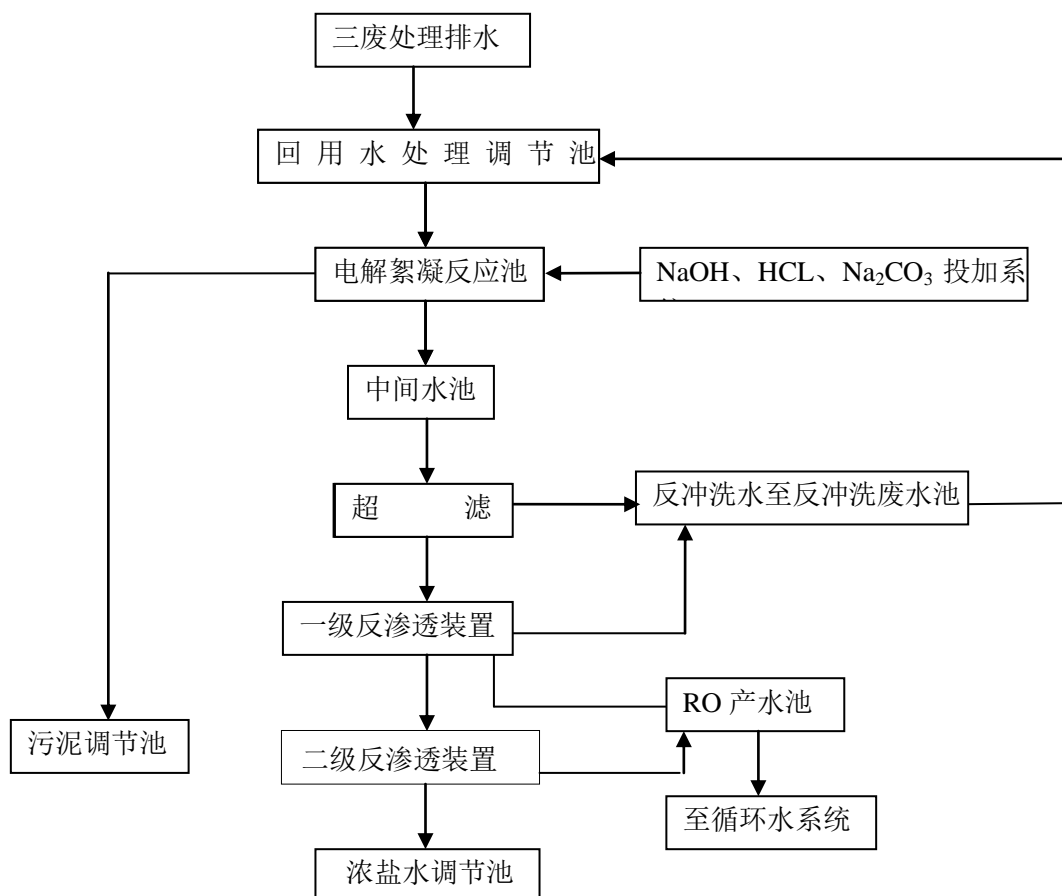


图 4.6-2 回用水处理站工艺流程图

回用水的预处理系统已经对水体中生化指标及悬浮物等进行了有效的去除，大部分水质指标已满足了循环冷却水的用水指标，只是硬度、含盐量等还不能满足循环冷却水的要求，所以后续处理主要是对来水的硬度及含盐量的降低，而目前可以同时降低两个指标经济有效的工艺是反渗透系统，所以后续处理工艺反渗透系统是必不可少的，然而反渗透系统的进水对有机物及悬浮物的含量要求控制很严，所以为了保障反渗透系统能够安全稳定的运行，必须要求预处理系统出水水质要比较稳定，所以在反渗透系统前配置了运行安全可靠的超滤系统，考虑本系统的水源为污水，水质成份比较复杂，为了减少污染物对超滤系统的污堵，本系统采用了对进水水质要求不高的浸没式超滤系统。

电絮凝沉淀过滤装置出水经过 UF+RO 双膜进行脱盐处理，产水进入回用水池，用泵加压提升回用至冷氢化和工艺废气处理。反渗透系统产生的浓盐水进入蒸结晶装置进一步进行脱盐处理。

4.6.10 高盐废水回收装置

本期项目设置 1 套高盐废水回收装置，设计规模为 $40\text{m}^3/\text{h}$ ，采用 RO 膜过滤+MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶工艺。

高盐废水首先进入 RO 膜过滤系统，将废水中盐浓度进一步提高，经过提浓的盐水进入蒸发结晶系统，另一部分不含盐的清水则返回其他工序重复利用；在蒸发结晶系统中，高盐废水首先进入 MVR 蒸发器进行蒸发，蒸发出来的水蒸气经过冷凝后返回系统重复利用；从 MVR 蒸发器出来的浓盐水进入二效蒸发器蒸发，二效蒸发器的加热介质为一效蒸发器蒸发出来的水蒸气，经过提浓后的盐水进入一效蒸发器，一效蒸发器的加热介质为外供高压蒸汽，蒸汽冷凝液返回锅炉房，经过一效蒸发器蒸发后高盐废水进入结晶器结晶，结晶出来的杂盐暂存于一期危废暂存库。

本期项目高盐废水处理工艺流程见图 4.6-3。

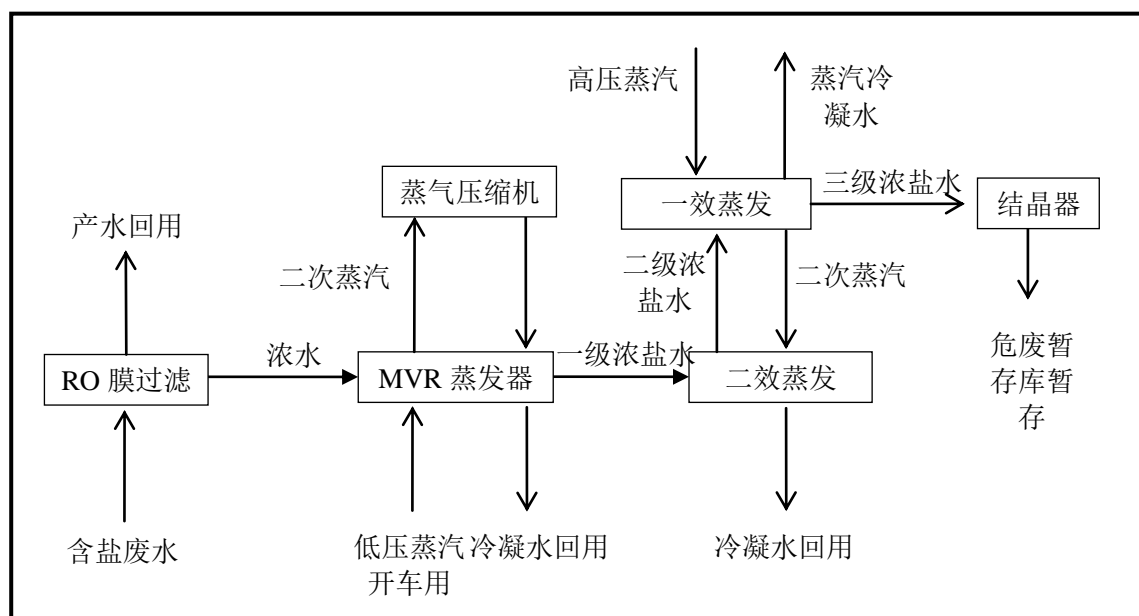


图 4.6-3 高盐废水处理工艺流程图

4.7 储运工程

(1) 原料硅

本期项目新建硅粉库 1 座，本期项目原料硅粉年需要量约为 55000 吨，其贮存时间按 16 天考虑，贮存量约 2650 吨。中间产品氯硅烷、三氯氢硅、四氯化硅贮存时间为 3~5 天，原料及中间产品贮罐设置见表 4.7-1。

（2）综合仓库

本期项目新建综合仓库 1 座，占地面积 1700m²，少量金属材料、备品备件、维修原材料、劳保行政用品、杂品等，可存储于新建综合仓库中。

（3）化学品库

本期项目化学品存储于一期已建化学品库。

（4）成品库

本期项目新建成品库 1 座，面积约为 3000 m²。

项目原辅料、中间品、产品贮存情况见表 4.7-1。

表 4.7-1 本期项目贮运设施一览表

序号	类别	名称	规格	形态	贮存	储存量	贮存位置	备注
					天数	(吨)		
1	原料	硅粉	袋装, 1t/袋	固体	15 天	2650	本期硅粉库	/
2	原料	TCS 罐	1×2000m ³	液体	10 天	2160	本期罐区	球罐
3	中间品	氢化 STC 缓冲罐	1×2000m ³	液体	7.5 天	2368	本期罐区	球罐
4	中间品	回收 STC 缓冲罐	1×1000m ³	液体	3.75 天	1184	本期罐区	球罐
5	中间品	氢化高纯 TCS 罐	2×650m ³	液体	6.5 天	1404	本期罐区	球罐
6	中间品	回收高纯 TCS 罐	2×650m ³	液体	6.5 天	1404	本期罐区	球罐
7	/	氢化应急罐	1×2000m ³	液体	/	2368	本期罐区	球罐
8	/	回收应急罐	1×2000m ³	液体	/	2368	本期罐区	球罐
9	中间品	反歧化粗产品缓冲罐	1×1000m ³	液体	21	1080	本期罐区	球罐
10	辅料	生石灰	罐装	固体	10 天	200	本期污水处理站	/
11	辅料	70%硝酸	25L 桶装	液体	5 天	50	一期危化品库	360m ²
12	辅料	液氩	1×90m ³	液体	10 天	50	一期气体库	立式固定顶罐
13	辅料	包装物	箱	固体	30 天	2	本期整理车间	/
14	产品	高纯晶硅	/	固体	30 天	3780	本期整理车间	成品库

注：TCS 三氯氢硅、STC 四氯化硅；

4.8 占地及总平面布置

4.8.1.1 占地

本期项目新增用地面积 354589m²，新增占地均为内蒙古包头金属深加工园区规划的工业用地，新增土地利用技术经济指标见表 4.8-1。

表 4.8-1 本期项目新增土地利用技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	本项目总用地面积	m ²	354589	
2	建构筑物用地面积	m ²	109923	
3	道路及广场用地面积	m ²	63826	
4	管线及管架估计用地	m ²	39005	
5	建筑系数	%	31	
6	厂区利用系数	%	60	
7	绿地率	%	15	
8	工厂容积率		0.71	

4.8.1.2 总平面布置

根据厂区外围环境和用地条件、当地主导风向及总平面布置原则，厂区分为生产区、公用工程及辅助生产设施区和储运区三个功能区。

生产区布置在厂区中部，冷氢化装置 A/B/C、压缩机棚、尾气回收、尾气处理、精馏、还原 A/B/C、还原水系统、后处理/包装按工艺流程从南至北依次布置。使总变电所靠近西侧的主要用电负荷还原 A/B/C 及还原水系统，方便供电。精馏及冷氢化 A/B/C 分别布置在还原装置的西南侧和南侧，方便原料供应。罐区位于精馏车间南侧，方便运输。硅粉库布置在厂区西南部，便于硅粉二次转运。给水及加压站、脱盐水处理站、空分制氮集中布置在厂区北部，空气较洁净的区域，并靠近厂区西北部的人流大门；冷冻厂房 A/B 靠近尾气回收和冷氢化 A/B/C，分别布置在其南侧及东侧；装置变电所 A/B/C/D 及机柜间 A/B 分区域就近布置在各自用户旁边以缩短电缆长度；消防事故水池、污水处理站、中水回用、蒸发浓缩集中布置在厂区东南部，便于废水的回收。

本期项目工程竖向布置采用平坡式布置形式。厂区内不做大挖填，力求土方就地平衡，只需沿现有场地趋势进行平整，适当降低场地纵向坡度，以适应大型工艺装置和超大型辅助设施的竖向设置。

本期项目厂区平面总图布置见附图1。

4.9 项目建设进度

本期项目总建设周期为12个月，从2021年4月~2022年4月，目前项目处于前期工作阶段，正在进行项目报批及现场勘测等工作，未开工建设。

4.10 工厂组织、劳动定员

生产制度工人为四班三运转制，管理人员白班，技术人员值班制。项目年生产时间为8000小时，每天24小时。本项目劳动定员550人。

4.11 主要技术经济指标

本期项目主要技术经济指标见表4.11-1。

表4.11-1 本期项目主要技术经济指标

序号	项目名称	单位	数量	备注
一	产品方案			
1	太阳能级致密单晶料	t/a	32650	
2	太阳能级疏松单晶料	t/a	11000	
3	太阳能级多晶硅	t/a	5000	
4	碳头料	t/a	1350	
二	原料消耗			
1	硅粉	t/a	55000	主要原料
2	三氯氢硅	t/a	7500	主要原料
3	氢气	Nm ³ /a	11250000	
4	液氩	t/a	5000	
5	生石灰	t/a	7500	
6	包装物	套/a	120000	
7	石墨件	套/a	500000	
8	陶瓷件	套/a	60000	
三	公用工程消耗量			
1	1.2 MPa(G)饱和蒸汽	t/a	1025000	
2	新鲜水	t/a	4000000	
3	电	106kW h/a	3025	
4	仪表、装置空气（正常）	Nm ³ /h	2500	
5	氮气（正常）	Nm ³ /h	6000	
五	三废排放量			
1	废气	Nm ³ /h	4732	主要为空气、N ₂ 、H ₂
2	废固	t/a	11142.5	

序号	项目名称	单位	数量	备注
六	运输量			
1	运入量	t/a	68226	
2	运出量	t/a	56142.5	
3	总运输量	t/a	124368.5	
七	全厂定员	人	550	
八	占地面积	m ²	354589	
1	建构筑物用地面积	m ²	91800	
2	投资强度	万元/公顷	10878	
九	工程项目总投资 (报批总投资)	万元	385905	含全额流动资金
1	建设投资	万元	359079	不含建设期利息
2	固定资产投资	万元	337009	
十	财务评价指标			
1	年均销售收入	万元	350829	
2	年平均利润总额	万元	93875	
3	内部收益率			
	税前	%	29.63	
	税后	%	38.66	
4	投资回收期			
	税前	年	4.78	
	税后	年	5.34	
5	总投资收益率	%	30.58	

5 工程分析

5.1 原辅材料消耗、燃料、能源消耗及供应

5.1.1 原辅材料及能源消耗量

本期项目各原辅材料及能源消耗量见表 5.1-1。

表 5.1-1 本期项目原辅材料及能源消耗表

序号	名称	规格	单位	消耗定额 (每吨多晶硅产品)	平均消耗量 (每小时)	年消耗量	来源
一	原料及辅助原料						
1	硅粉	纯度≥99% (wt)	t	1.1	6.875	55000	外购
2	三氯氢硅	纯度≥99% (wt)	t	0.15	0.844	6750	外购
3	氢气	纯度≥99.999% (wt)	Nm ³	225	1406.25	11250000	自产
4	液氯	纯度≥99.999% (wt)	t	0.1	0.625	5000	外购
5	生石灰	工业级	t	0.15	0.9375	7500	外购
6	包装物	/	套	3	15.00	120000	外购
7	石墨件	/	套	10	62.5	500000	外购
8	陶瓷件	/	套	1.33	7.50	60000	外购
二	公用工程						
1	蒸汽	1.2MPa (G), 180°C	t	20.5	128.125	1025000	自产
2	新鲜水	0.4MPa	t	80	500.00	4000000	园区提供
3	脱盐水	电阻率 6x10 ⁵ Ω.cm	m ³	15	93.75	750000	自产
4	仪表用气	0.7MPa (G),	10 ³ Nm ³	0.4	2.50	16750	自产
5	氮气	0.6MPa (G)	10 ³ Nm ³	1.07	6.00	48000	自产
6	电	/	10 ³ kW h	60.5	378.125	3025000	园区提供
7	循环水	29°C (Δt=10°C)	m ³	1000	6250	50000000	/

5.1.2 原辅材料性质

本期项目原辅料和产品主要涉及硅粉、三氯硅烷、四氯化硅、氢氧化钠、硝酸、生石灰、多晶硅等，物化性质见表 5.1-2。

表 5.1-2 本期项目涉及的原辅材料理化性质及作用

序号	物料名称	理化性质	危险特征
1	硅粉	硅粉是黑褐色无定形非金属粉末或硬而有光泽的晶体。高浓度吸入本品引起呼吸道轻度刺激，进入眼内作为异物有刺激性。	大鼠经口的 LD50 为 3160mg/kg。工作场所有害因素职业接触限值：时间加权平均容许浓度为 5mg/m ³ 。
2	三氯硅烷	三氯硅烷是无色极易挥发的液体。	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。并可伴有头晕、头痛、乏力、恶心、呕吐、心慌等症状。溅在皮肤上，可引起坏死，溃疡长期不愈。小鼠吸入的 LC50 为 1.5g/m ³ （2 小时）。大鼠经口的 LD50 为 1030mg/kg。工作场所有害因素职业接触限值：最高容许浓度为 3mg/m ³ 。职业性接触毒物危害程度分级：III 级（中度危害）。
3	四氯化硅	四氯化硅是无色或淡黄色发烟液体。	对眼睛和上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。
4	烧碱（氢氧化钠）	氢氧化钠具有强碱性和有很强的吸湿性。易溶于水，溶解时放热，水溶液呈碱性，有滑腻感；腐蚀性极强，对纤维、皮肤、玻璃、陶瓷等有腐蚀作用。与金属铝和锌、非金属硼和硅等反应放出氢；与氯、溴、碘等卤素发生歧化反应；与酸类起中和作用而生成盐和水	烧碱对眼睛、皮肤和呼吸道有强腐蚀性。食入会引起口、喉和胃灼烧感和呕吐腹泻。吸入该物质气溶胶可能引起肺水肿。反复或长期与皮肤接触可能引起皮炎。工作场所有害因素职业接触限值：最高容许浓度为 2mg/m ³ 。职业性接触毒物危害程度分级：IV 级（轻度危害）。
5	生石灰	氧化钙，俗称生石灰或石灰，化学式 CaO，是常见的无机化合物。氧化钙通常从石灰石或贝壳获取，将含有碳酸钙的物质加热至 500–600°C，使它分解成氧化钙和二氧化碳。外形为白色（或灰色、棕白），无定形，在空气中吸收水和二氧化碳。氧化钙与水作用生成氢氧化钙，并放出热量。溶于酸水，不溶于醇。	系属无机碱性蚀物品。用于钢铁、农药、医药、干燥剂、制革及醇的脱水等。生石灰中一般都含有过火石灰，过火石灰熟化慢，若在石灰浆体硬化后再发生熟化，会因熟化产生的膨胀而引起隆起和开裂。

5.1.3 原辅材料执行相关标准

本期项目原辅料三氯硅烷、硝酸、硅粉执行标准见表 5.1-3~5.1-5。

表 5.1-3 《工业三氯氢硅》（GB/T28654-2018）

项目	指标					
	I类			II类		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
三氯氢硅 W/% ≥	99.8	99.5	99.0	99.5	99.0	98.5
二氯二氢硅 W/% ≤	0.05	0.20	0.30	0.10	0.20	0.50
四氯化硅 W/% ≤	0.15	0.20	0.50	0.20	0.50	0.70
氯硅烷聚合物 W/% ≤	0.50	0.10	0.30	0.05	0.10	0.30
铝 (Al) / (ng/g) ≤	50	100	200	/	/	/
磷 (P) / (ng/g) ≤	20	30	50	/	/	/
铁 (Fe)、铬 (Cr)、铜 (Cu)、 锌 (Zn) 总量 (ng/g) ≤	200	300	500	/	/	/
硼 (B)、镓 (Ga)、铟 (In) (ng/g) ≤	50	100	200	/	/	/
总碳 (以 C 计) / (μg/g) ≤	200			/	/	/

表 5.1-4 《工业硝酸 稀硝酸》（GB/T337.2-2014）

项目	指标				
	68 酸	60 酸	55 酸	50 酸	40 酸
硝酸 (HNO ₃) 的质量分数 ≥	68.0	62.0	55.0	50.0	40.0
亚硝酸 (HNO ₂) 的质量分数 ≤	0.1				
灼烧残渣的质量分数 ≤	0.01				

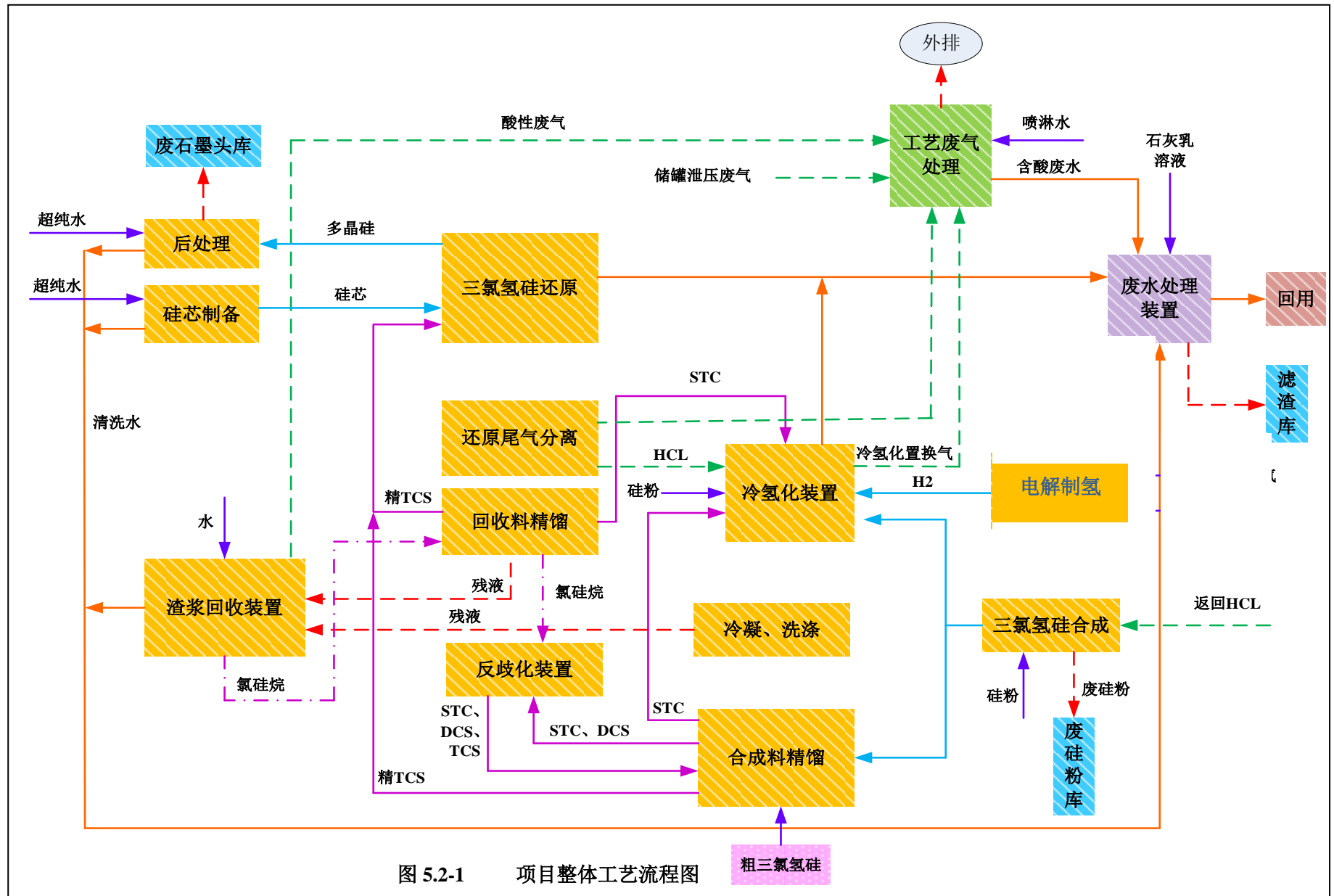
表 5.1-5 工业硅粉规格表

物料	粒度 (wt)	Si	Fe	Al	Ca
工业硅粉	0.3~0.6mm	≥99.1%	≤0.4%	≤0.4%	≤0.1%
	H ₂ O	Ti	P	B	/
	≤0.01%	≤0.05%	≤0.006%	≤0.006%	/

5.2 工艺流程及产污环节分析

5.2.1 总体生产工艺流程

本期项目年产多晶硅 50000t，其主要生产工艺是：利用水电解制取氢气，用分馏提纯的方法将外购的粗三氯氢硅、冷氢化和反歧化生成的粗三氯氢硅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。精馏分离出的四氯化硅、二氯二氢硅等再经反歧化、冷氢化反应进一步生成三氯化硅回用。还原反应生成的氯硅烷、氢气、氯化氢经过分离后分别回用。项目总体工艺流程见图 5.2-1。



5.2.2 氢化料精馏工艺及产污环节

5.2.2.1 氢化料精馏生产原理

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。精馏是保障多晶硅产品质量的最重要环节，只有在此环节对三氯氢硅中的杂质进行有效、彻底的分离，才能保证还原多晶硅的内在质量。氢化料精馏系统涉及的物料物化性质见表 5.2-1。

表 5.2-1 氢化料精馏涉及的主要物料物化性质表

序号	名称	分子量	沸点(101.3kPa)	相对密度
1	三氯氢硅	135	33	1.34
2	四氯化硅	170	57.6	1.48
3	二氯二氢硅	101	8.2	1.22

5.2.2.2 氢化料精馏生产工艺

氢化料精馏系统主要包括四氯化硅分离、二氯二氢硅分离、脱高一塔、脱低塔和脱高二塔等工序。

(1) 四氯化硅分离塔

外购的三氯氢硅、冷氢化和反歧化的粗三氯氢硅首先进入四氯化硅分离塔，通过塔分离后，四氯化硅从分离塔的下部侧线采出，作为冷氢化原料，塔釜采出精馏残液送往渣浆回收装置，塔顶气经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态氯硅烷，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分作为产品采出，采出组分含约 98%三氯氢硅和 2%二氯二氢硅，去二氯二氢硅分离塔。

(2) 二氯二氢硅分离塔

四氯化硅分离塔塔顶采出产品组分为三氯氢硅和二氯二氢硅，进入二氯二氢硅分离塔，经过塔分离后，塔顶气为二氯二氢硅，经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态二氯二氢硅，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分二氯二氢硅作为塔顶产品采出去反歧化装置。塔底采出组分为三氯氢硅，塔底产品经过加压至 1.3MPa.G 后送往脱高一塔进行进一步提纯。

(3) 脱高一塔

二氯二氢硅分离塔塔底产品进入脱高一塔，进行脱高处理，经过分离后，脱

高一塔塔顶产品为脱高后的三氯氢硅，送往脱低一塔进行进一步提纯。塔底产品为含高沸物的三氯氢硅，这部分三氯氢硅送至渣浆回收装置。

（4）脱低一塔

脱高一塔塔顶产品进入脱低一塔，进行脱低处理，经过分离后，塔底产品为脱低后的三氯氢硅，送往脱高二塔进行进一步提纯。塔顶产品为含低沸物的三氯氢硅，这部分三氯氢硅返回四氯化硅分离塔循环利用。

（5）脱高二塔

脱低一塔塔底产品进入脱高二塔，进行脱高处理，经过分离后，塔顶产品为脱高后的三氯氢硅，作为合成精馏最终产品送至还原工段。塔底产品为含高沸物的三氯氢硅，这部分三氯氢硅返回脱高1塔塔循环利用。

本期项目氢化料精馏生产工艺流程及产污环节见图 5.2-2。

5.2.2.3 氢化料精馏产污环节

（1）废气

各塔顶不凝气 $G_{1-1} \sim G_{1-5}$ ，四氯化硅分离塔、二氯二氢硅分离塔、脱高一塔、脱低一塔及脱高二塔塔顶冷凝器会产生不凝气，主要成分为 $SiHCl_3$ 、 $SiCl_4$ 、 HCl 、 N_2 、 H_2 等，送工艺废气处理装置区与其他废气统一进行处理。

（2）固废

①四氯化硅分离塔塔釜精馏残液：四氯化硅分离塔塔釜排出的渣浆（高沸物）主要含四氯化硅，送渣浆回收车间。

②脱高一塔塔釜精馏残液：脱高一塔塔釜排出的渣浆（高沸物）主要含四氯化硅，送渣浆回收车间。

（3）噪声

该工段生产线主要噪声源包括蒸馏塔、冷凝器及泵类等。

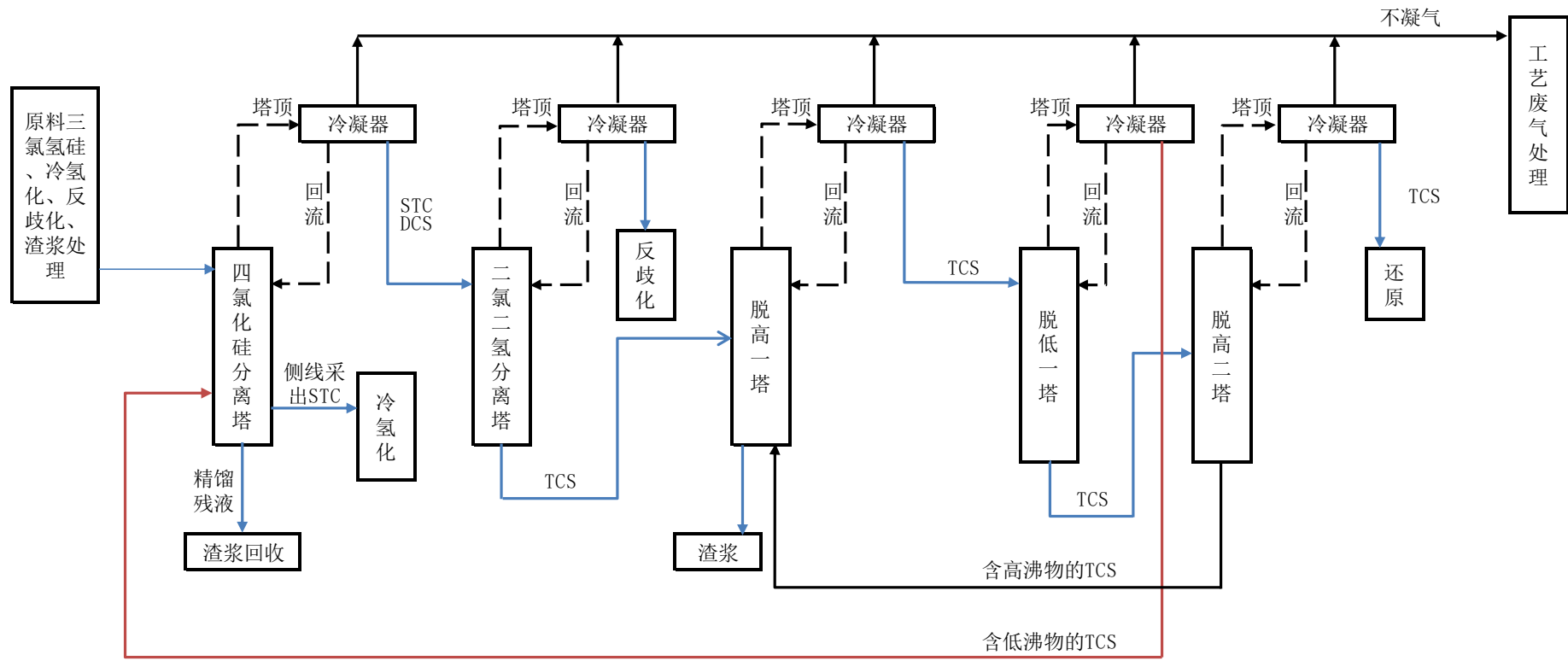


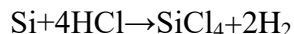
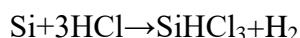
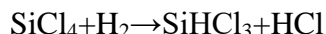
图 5.2-2 氢化料精馏工艺流程及产排污图

5.2.3 四氯化硅冷氢化工艺及产污环节

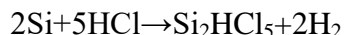
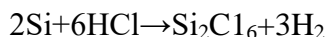
5.2.3.1 四氯化硅冷氢化生产工艺原理

四氯化硅冷氢化是相对热氢化（1250℃）而言的，利用四氯化硅在高温（450~500℃）、催化剂（金属氯化物）作用下发生热分解、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氯化氢也返回该系统，与硅粉进行反应。

主反应：



副反应：



5.2.3.2 四氯化硅冷氢化生产工艺

本工段的目的是为了消化多晶硅生产过程副产的 SiCl_4 ，使之与硅粉、氢气反应生成三氯氢硅而加以利用。本期项目新建 6 条 STC 处理能力为 20 万吨/年的冷氢化生产线。

自罐区来的四氯化硅由四氯化硅输送泵加压至 3.7MPa.G，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，再至四氯化硅预热器。

自冷凝系统来的不凝气（主要含氢气）经循环氢气压缩机加压至 3.2MPa.G 后与来自电解水制氢装置及三氯氢硅合成装置提供的补充氢气混合，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经静态混合器充分混合，依次通过四氯化硅汽化器（采用蒸汽加热）、STC/H₂ 过热器、热交换器（与冷氢化反应后高温尾气换热）以及 STC/H₂ 电加热器加热至约 600℃，送入流化床反应器。

外购硅粉经硅粉干燥器干燥，采用氮气进行干燥，并与催化剂（金属氯化物）混合，由自氢气预热器来的氢气推送进流化床反应器。同时还原尾气回收车间盐酸解析塔得到的氯化氢气体，以及合成精馏及回收精馏系统不凝气、还原尾气回

收装置氢气吸附塔再生尾气经深冷回收氯硅烷后的气体（主要含氢气）经加压后一并送入流化床反应器。

在流化床反应器中，四氯化硅、氢气和硅粉在 450~600°C、1.5~3MPa 和催化剂作用下进行反应，生成三氯氢硅，氯化氢与硅粉反应生成三氯氢硅和四氯化硅。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重新回到流化床内参加反应，再通过精密硅粉过滤器（过滤精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ）将尾气中的硅粉过滤，过滤的硅粉定期排入过滤器下方的硅粉放空槽过滤器，并用氮气将硅粉中夹带的少量氯硅烷和氢气置换干净，收集的硅粉外售。不含固体的反应气再进入洗涤塔，用后端的氯硅烷冷凝液对尾气进行洗涤降温，洗涤液后的残液主要含四氯化硅，以及少量副反应产物等，送渣浆回收车间。

净化后的气体为粗三氯氢硅，含四氯化硅、二氯二氢硅，进入冷凝系统，首先与原料四氯化硅和循环氢气进行热交换，再用循环水降温，之后经深冷冷凝液相进入粗 TCS 缓冲罐，通过压差连续送入中间罐区。冷凝不凝气主要含氢气，经循环氢压缩机加压后，再次返回流化床反应器循环使用。

项目冷氢化装置正常生产时无废气排出，开停车时采用氮气和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洗涤装置进行处理，回收的氯硅烷去合成精馏系统。废催化剂由有资质的单位进行回收。

四氯化硅冷氢化生产工艺流程及产污环节见图 5.2-3。

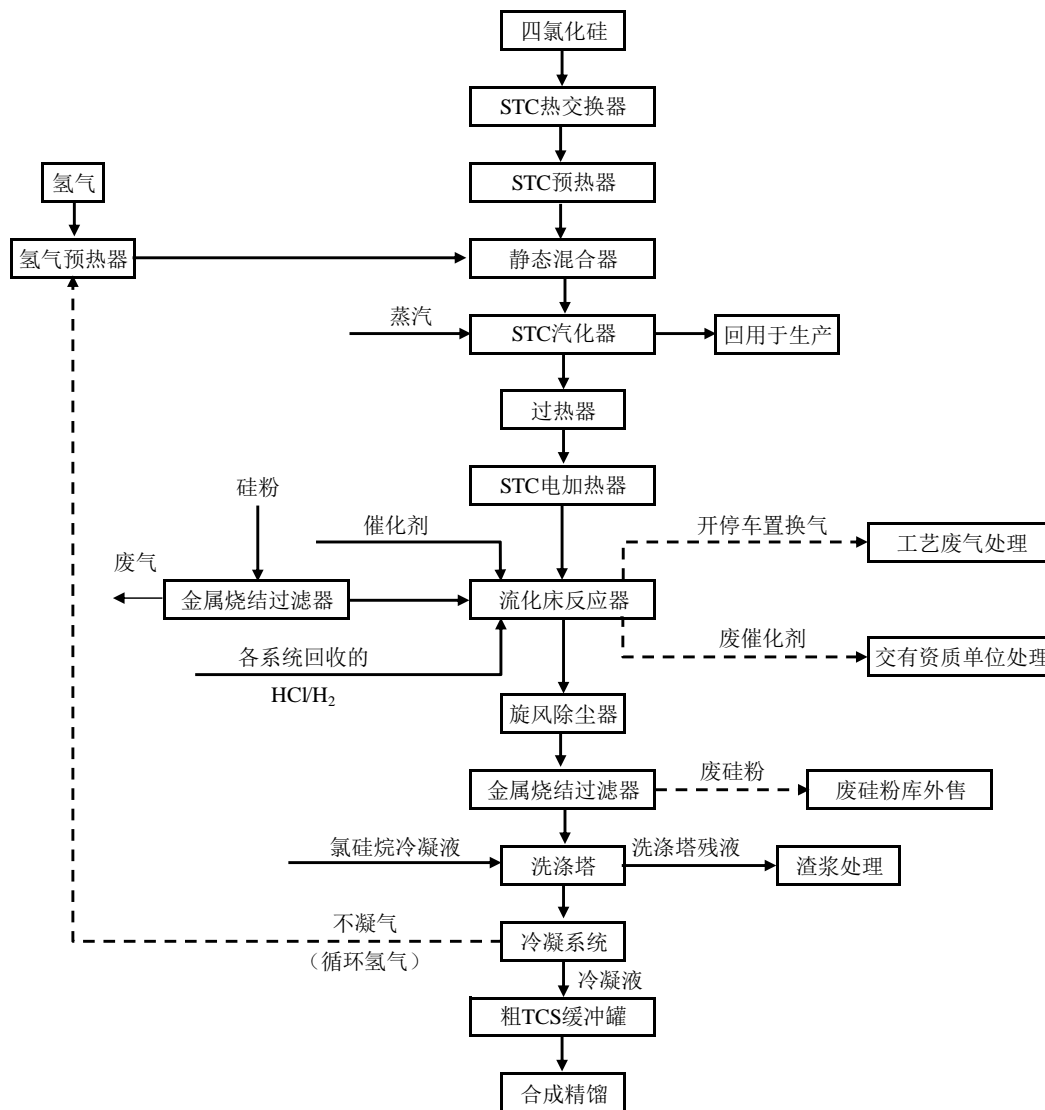


图 5.2-3 四氯化硅冷氢化生产工艺流程及产污环节图

5.2.3.3 四氯化硅冷氢化生产产污环节

(1) 废气

①开停车置换气，主要含 N_2 和 H_2 及少量 HCl 、氯硅烷，送工艺废气处理车间处理。

②硅粉上料系统粉尘，污染物主要为硅粉，经布袋除尘器净化后排放。

(2) 固废

①洗涤残液：冷氢化产生的洗涤残液主要含四氯化硅，以及少量副反应产物等，送渣浆处理工段处理。

（3）噪声

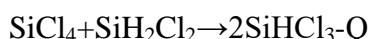
该工段产生噪声的设备包括预热器、风机及泵类等，噪声级为 75~95dB (A)。

5.2.4 反歧化工艺流程及产污环节

5.2.4.1 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。本期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：



5.2.4.2 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、催化剂加入反歧化反应器，该反应使用树脂催化剂 DOWEXM-43 以促进反应。控制反应参数：温度 60°C、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、STC 等，回收至氯硅烷储罐后送氯化料精馏系统进行精馏提纯。反歧化反应器定期排出的废催化剂在厂区暂存，外委有危废处理资质的单位处理。反歧化车间生产工艺流程及产污环节见图 5.2-4。

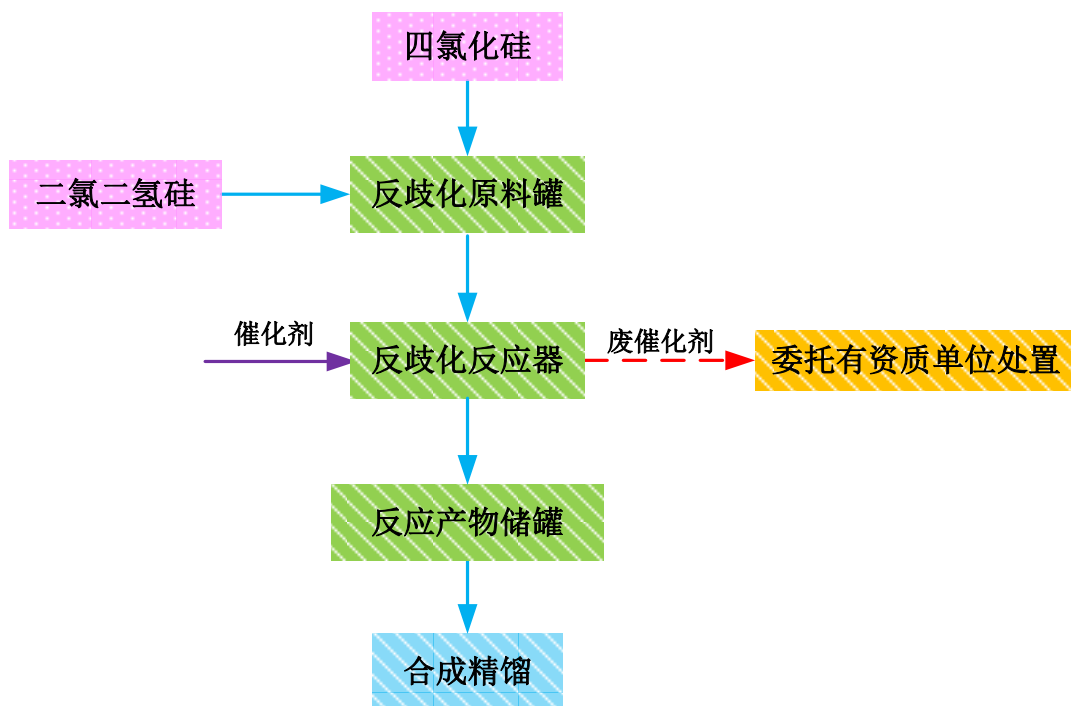


图 5.2-4 反歧化工艺流程及产排污图

5.2.4.3 反歧化生产产污环节

(1) 固废

反歧化过程中产生的废催化剂，属于危险废物，外委危废处理资质单位处理。

(2) 噪声

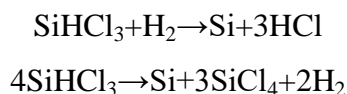
该工段产生噪声的设备包括各类泵等，噪声级为 75~95dB (A)。

5.2.5 三氯氢硅还原工艺及产污环节

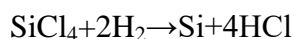
5.2.5.1 三氯氢硅还原生产工艺原理

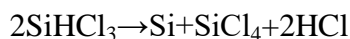
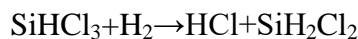
利用高温硅芯（硅棒）作为载体，气化的三氯氢硅和氢气在硅芯表面、1050~1100℃下发生还原反应（气相沉积反应），生成晶体硅沉积在硅芯表面，定期更换硅棒，去整理车间得多晶硅成品。

主反应：



副反应：





5.2.5.2 三氯氢硅还原生产工艺

本期项目还原装置主要包括三氯氢硅汽化器、三氯氢硅过热器、进气加热器、尾气换热器、还原炉、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。

三氯氢硅还原装置采用改良西门子工艺。三氯氢硅、氢气配比自动调节，设有硅棒温度红外监测，事故时自动切断三氯氢硅及氢气进料。利用高温硅芯（硅棒）作为载体，气化的三氯氢硅和氢气在硅芯表面、1050~1100℃下发生还原反应（气相沉积反应），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。

来自精馏工段的高纯三氯氢硅，在完成必要的分析和达到规定要求之后，将其送入三氯氢硅汽化器，在操作压力为1.0MPa.G的压力下利用0.2MPa.G蒸汽汽化，再进入过热器用1.0MPa.G蒸汽加热至145~160℃，再同还原尾气回收装置来的0.9MPa.G高纯氢气在静态混合器中进行混合，通过流量计控制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℃后由喷嘴进入还原炉，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。正常生产下还原炉出来的尾气温度约600~700℃，组成为： H_2 60.81%、TCS 20%、 SiCl_4 15.19%、 SiH_2Cl_2 3.8%、HCl 0.2%以及少量的硅粉，经尾气换热器同部分循环水换热至约150℃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。多晶硅棒送去后处理车间进行破碎、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，卸出的多晶硅棒送后处理车间。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洗涤装置进行处理，回收的氯硅烷去精馏系统。

三氯氢硅还原车间生产工艺流程及产污环节见图5.2-5。

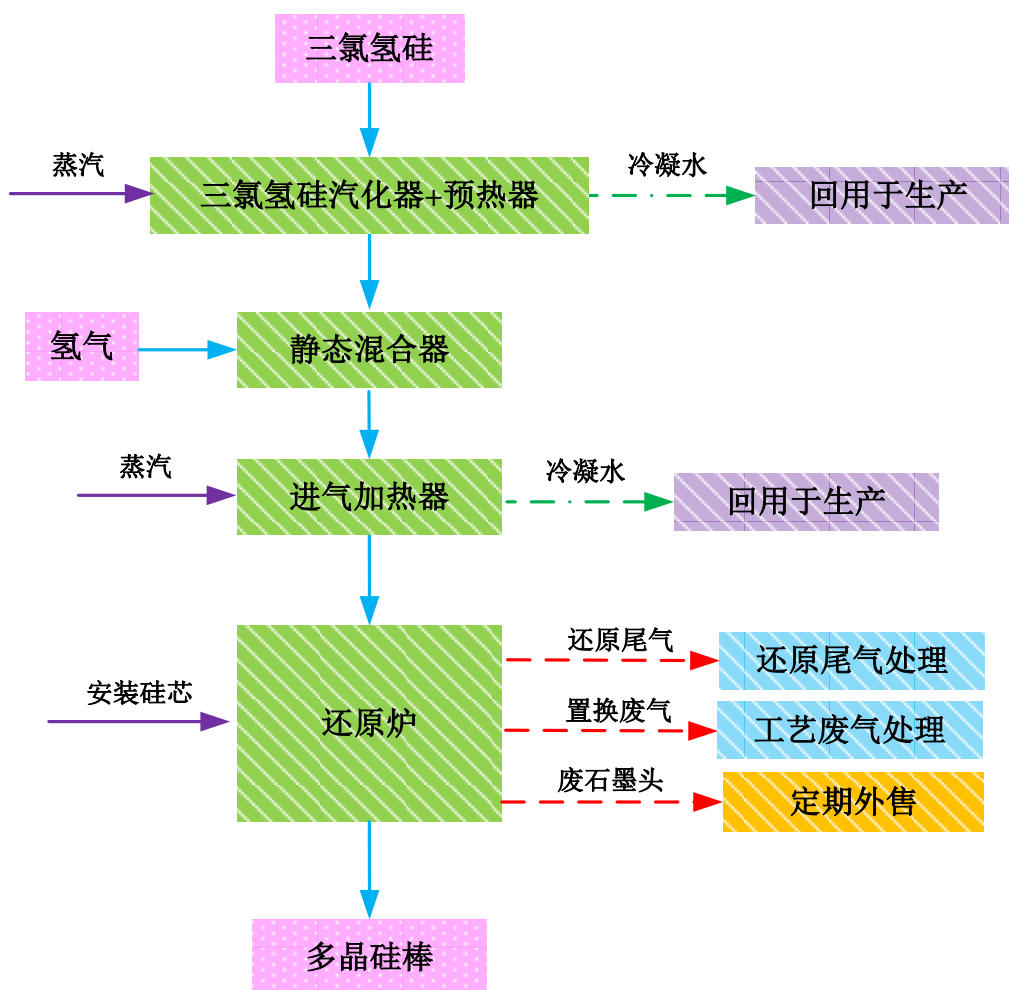


图 5.2-5 三氯氢硅还原工艺流程及产排污图

5.2.5.3 三氯氢硅还原产污环节

(1) 废气

①还原尾气：还原炉正常生产排出的还原尾气主要成分为： H_2 60.81%、TCS 20%、 $SiCl_4$ 15.19%、 SiH_2Cl_2 3.8%、HCl 0.2%以及少量的硅粉，经尾气换热器同部分循环水换热至约 $150^{\circ}C$ 出还原装置进还原尾气回收车间进行处理；

②置换尾气：主要含 N_2 和 H_2 ，及少量 HCl、氯硅烷，送工艺废气处理车间处理；

(2) 废水

该工段废水主要为还原炉清洗产生排水。

(3) 固废

该工段固废主要为废石墨头，外售处理。

（4）噪声

该工段产生噪声的设备包括预热器、汽化器、还原炉风机及泵类等，噪声级为75~95dB（A）。

5.2.6 还原尾气回收工艺及产污环节

5.2.6.1 还原尾气回收工艺

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、氯化氢、二氯二氢硅、氢气和少量硅粉的还原尾气进行分离、净化、回收，得到的高纯氢气返回还原车间，氯化氢送冷氢化，氯硅烷送回收精馏装置，过滤出的硅粉外售。

（1）还原尾气冷却

还原尾气首先进入硅粉过滤器，硅粉过滤器内设置有高精度滤芯，过滤精度 $\leq 4\mu\text{m}$ ，可将还原尾气中夹带的硅粉全部过滤，去除硅粉后的还原尾气依次经过7℃冷却器、-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出的氯硅烷（富液）混合后送入后续氯化氢解析塔，冷凝后的不凝气主要含氢气以及氯化氢，压力0.4MPa.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0.9MPa.G、100℃，经氢气压缩机排出罐送至氯化氢吸收塔。

（3）氯化氢吸收

被氢气压缩机压缩后的气体，组分： H_2 90%、 SiHCl_3 8%、 SiH_2Cl_2 2%、 HCl 0.2%，依次经过氯化氢吸收塔塔顶进料冷却器和深冷器冷却后，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：三氯氢硅 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HCl，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（富液，组分：三氯氢硅 59.9%、四氯化硅 34.9%、二氯二氢硅 4.9%、氯化氢 0.3%）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，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、H₂，与精馏系统产生的不凝气一并经深冷回收氯硅烷后，返回冷氢化车间，回收氯硅烷送氢化料精馏系统。

还原尾气回收车间生产工艺流程及产污环节见图 5.2-6。

5.2.6.2 还原尾气回收产污环节

（1）废气

①再生尾气，主要含 HCl、氯硅烷、H₂，经深冷回收氯硅烷后去冷氢化，回收氯硅烷送氢化料精馏系统；

②硅粉收集罐置换气，主要含氮气、氢气和氯硅烷，送至工艺废气处理装置。

（2）固废

废吸附剂，氢气吸附塔排出，10 年/次，1200m³/次，为废活性炭，外委危废处理资质单位处理。

（3）噪声

该工段产生噪声的设备包括冷却器、分离器及泵类等，噪声级为 75~95dB(A)。

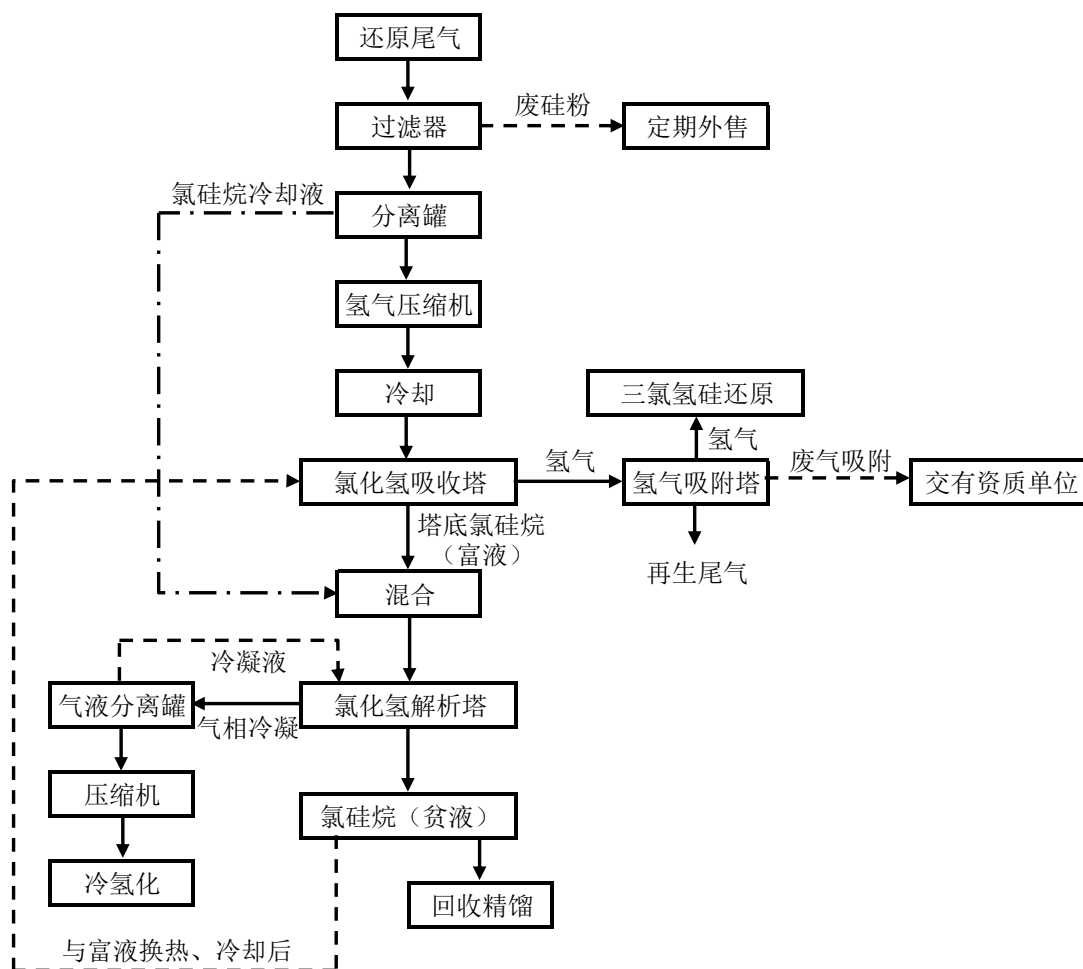


图 5.2-6 还原尾气回收工艺流程及产排污图

5.2.7 回收精馏工艺流程及产污环节

5.2.7.1 回收精馏原理

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。项目氯化料精馏和回收精馏均为常压精馏。

5.2.7.2 回收精馏生产工艺

回收精馏系统主要包括回收料四氯化硅、二氯二氢硅和三氯氢硅分离等工序，具体描述如下。

①回收物料四氯化硅分离塔

回收料即通过还原尾气回收系统回收的氯硅烷，进入四氯化硅分离塔，通过

塔分离后，塔底采出四氯化硅，作为冷氢化和反歧化的原料，塔顶气经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态氯硅烷，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分作为产品采出，采出组分主要为三氯氢硅和少量二氯二氢硅。

②回收料二氯二氢硅分离塔

采出液三氯氢硅进入二氯二氢硅分离塔，经过塔分离后，塔顶气经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态二氯二氢硅，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分二氯二氢硅作为塔顶产品采出去反歧化装置。塔底采出组分为三氯氢硅，经过加压后送往脱高塔进行进一步提纯。

③回收料三氯氢硅脱高塔

二氯二氢硅分离塔塔底采出的三氯氢硅进入三氯氢硅脱高塔，采用 2 塔并联，经过分离，塔顶气经过循环水冷凝器冷凝后，变成液态三氯氢硅，进入高位回流罐，再通过回流泵输送，一部分作为塔顶回流，一部分作为产品三氯氢硅去还原车间。塔底采出组分为少量杂质的三氯氢硅，经过加压返回四氯化硅分离塔循环使用。

项目回收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（与氢化料精馏不凝气、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，回收的氯硅烷送氢化料精馏系统。

回收精馏车间生产工艺流程及产污环节见图 5.2-7。

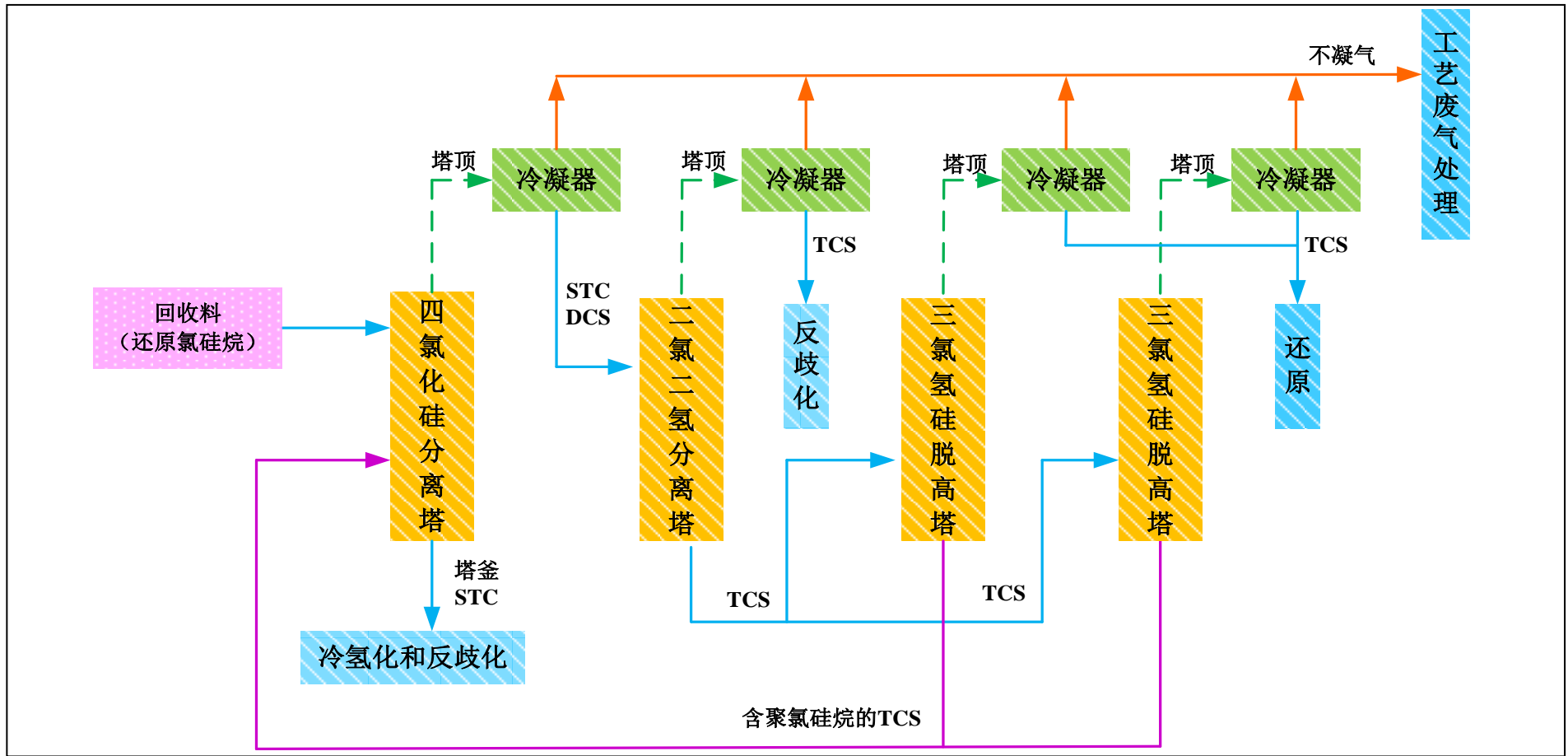


图 5.2-7 回收精馏工艺流程及产排污图

5.2.7.3 回收精馏产污环节

(1) 废气

各塔顶不凝气 $G_{1-1}\sim G_{1-5}$ ，四氯化硅分离塔、二氯二氢硅分离塔、三氯氢硅脱高塔（两台并联）塔顶冷凝器会产生不凝气，主要成分为 $SiHCl_3$ 、 $SiCl_4$ 、 HCl 、 N_2 、 H_2 等，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，回收的氯硅烷送氢化料精馏系统；

(2) 噪声

该工段生产线产生噪声的设备包括蒸馏塔、冷凝器及泵类等，噪声级为 75~95dB (A)。

5.2.8 硅芯生产工艺流程及产污环节

5.2.8.1 硅芯生产工艺

在硅芯制备车间设硅芯生产装置，硅芯料经拉制、切割、钻孔、打磨、喷砂、清洗、酸洗、干燥、密封包装等过程得到硅芯，用于还原炉备用。

硅芯料送至硅芯拉制工序，采用电加热，经硅芯炉拉制成 $\phi 10\times 3000$ 的硅芯。拉制好的硅芯经切割、钻孔、打磨、喷砂、清洗等工序后测其电阻率，最后送至硅芯清洗间，对硅芯用超纯水洗净硅芯、烘干，得到的硅芯用洁净塑料袋密封包装，存放于硅芯货架中备用。

5.2.8.2 硅芯生产产污环节

硅芯生产工艺流程及产污环节见图 5.2-8。

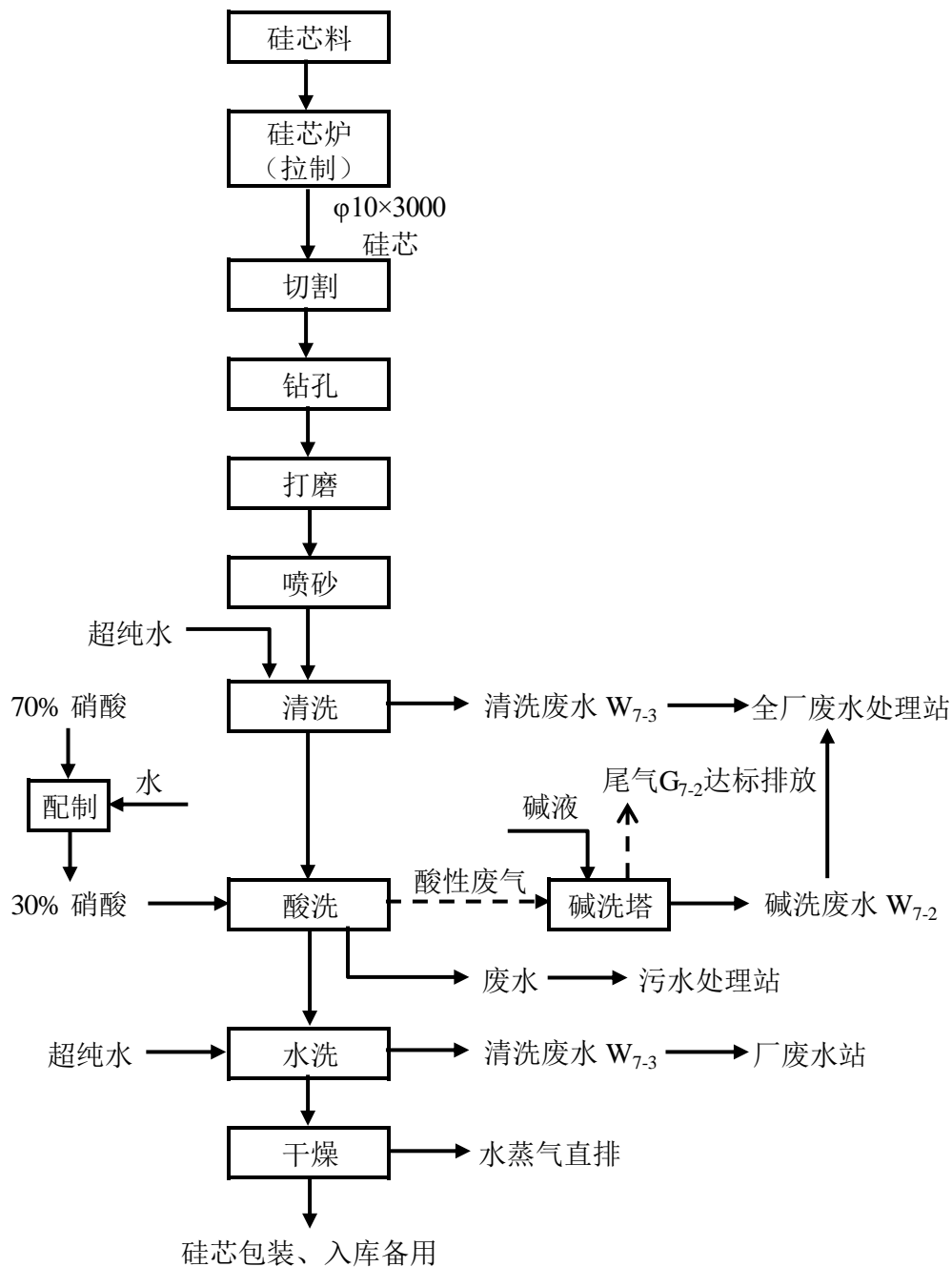


图 5.2-8 硅芯生产工艺流程及产排污图

5.2.9 后处理工艺及产污环节

5.2.9.1 后处理工艺流程

从还原炉卸出的多晶硅棒，在整理车间内经破碎、分选、清洗、包装等过程，得到合格的多晶硅产品。具体生产工艺如下：

从还原工序送来的成品硅棒经专门的硅棒转运车运至破碎准备间，首先采用专用金属榔头去除石墨头，再将硅棒放至破碎间的抗冲击操作台上，其表面采用

塑料板设防震措施，周边有 50~100mm 围堰，自带抽风除尘装置且一端设分选筛并有 10°的倾斜，以确保破碎的多晶硅块全部自重进入分选筛。采用榔头对硅棒进行破碎，完成破碎的硅块人工推入分选筛中，使硅块的线长在 6~100mm，不合格的硅块返回前端重新破碎。完成分选后的合格多晶硅块，根据下游客户需求进行清洗，项目按 50%多晶硅块需清洗计，硅块送入硅料清洗机，经超纯水洗涤、烘干处理，送至包装工序，清洗废水送厂污水处理站处理。破碎过程产生的粉尘经自带抽风除尘装置（布袋除尘器）处理后并入空调净化系统经净化后进入车间通风系统，不外排。

5.2.9.2 后处理工艺产污环节

（1）废气

破碎废气，主要含粉尘，布袋除尘处理；

（2）废水

多晶硅清洗废水，送废水处理站处理。

（3）固废

除尘灰：为硅粉，外售

（4）噪声

该工段生产线产生噪声的设备包括破碎机、引风机及泵类等，噪声级为 75~95dB（A）。

后处理车间生产工艺流程及产污环节见图 5.2-9。

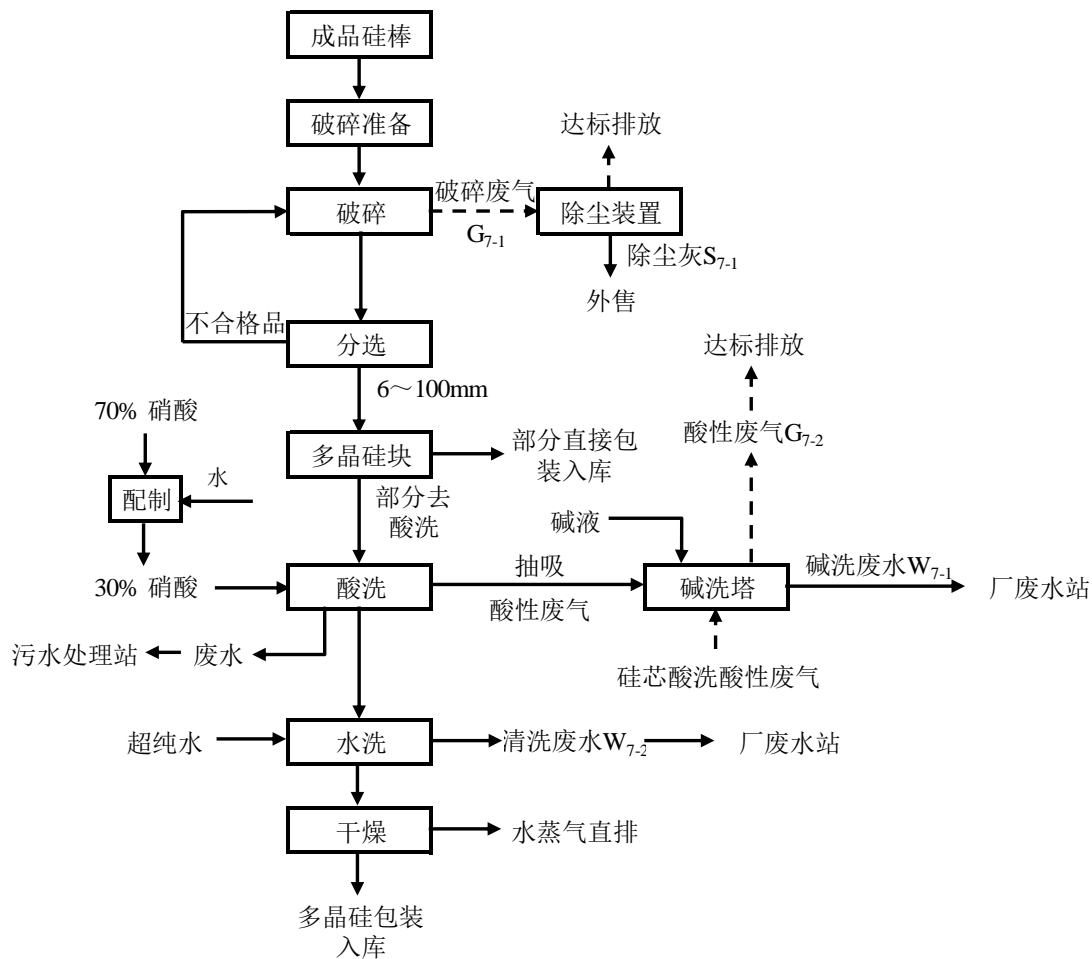


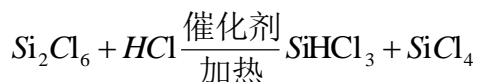
图 5.2-9 后处理工艺流程及产排污图

5.2.10 渣浆回收工艺流程及产污环节

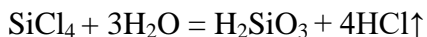
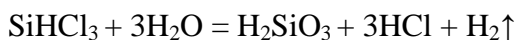
5.2.10.1 渣浆回收工艺原理

在冷氢化和还原尾气回收车间分别设置硅粉过滤器，将硅粉过滤，使得多晶硅生产系统产生的渣浆基本不含硅粉，避免了因硅粉夹带造成渣浆堵管、不易输送的问题，也将渣浆产生量由传统的 1.5~2 吨/吨产品将至 0.8~1 吨/吨产品。渣浆主要含四氯化硅和少量三氯氢硅，采用精馏回收四氯化硅和少量三氯氢硅，釜底残液再经搅拌冷却、沉降、蒸发、高沸物裂解、蒸发残渣水洗等工序处理，可实现渣浆中氯硅烷绝大部分的回收利用，最终仅少量含聚氯硅烷、金属氯化物的残渣经水洗处理，产生的废水主要含少量二氧化硅、氯化氢和金属氯化物，送厂污水处理站处理，少量酸性废气送工艺废气处理装置。

高沸物裂解反应方程式：



水洗反应方程式：



5.2.10.2 渣浆回收工艺流程

渣浆回收车间处理对象包括氢化料精馏装置四氯化硅分离塔和脱高一塔塔釜产生的精馏残液、冷氢化合成气洗涤残液及干湿法除尘过程产生的含硅粉的泥浆，这里统称“渣浆”，主要含四氯化硅，少量三氯氢硅、聚氯硅烷（主要为 Si_2Cl_6 ）、金属氯化物等。

项目建设两套渣浆处理系统，冷氢化合成气洗涤残液及三氯氢硅合成及干湿法除尘过程产生的含硅粉的泥浆利用一套处理系统，处理能力 1.8t/h，精馏残液利用一套处理系统，处理能力 1.2t/h。

（1）精馏回收氯硅烷

来自氢化料精馏车间的四氯化硅分离塔釜底液和冷氢化车间洗涤液，在各自车间已经硅粉过滤器过滤掉硅粉，主要含四氯化硅和少量三氯氢硅，聚氯硅烷和金属氯化物，进入四氯化硅脱高沸塔进行四氯化硅脱重，塔顶采出的四氯化硅和三氯氢硅经冷凝后送氢化料精馏车间，不凝气与精馏不凝气、还原尾气回收车间再生尾气一起经深冷回收氯硅烷后，加压返回冷氢化。塔釜剩余的四氯化硅、聚氯硅烷和金属氯化物等混合物送入搅拌冷却罐。

（2）冷却、沉降分离

四氯化硅脱高沸塔塔釜液进入搅拌冷却罐，用循环水将其冷却至常温，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。冷却之后将渣浆输送至沉降罐，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蒸发器，上清液去高沸裂解工序。

（3）渣浆蒸发回收氯硅烷、水洗

从沉降罐下部排出的沉降物进入渣浆蒸发器，用蒸汽将随着沉淀物带出来的氯硅烷完全蒸干，蒸发的氯硅烷气体经过冷凝后送至氢化料精馏装置，不凝气进入渣浆回收装置单独配套的废气洗涤塔洗涤后经 25m 排气筒排放。蒸干后剩余

的金属氯化物干粉（夹带由少量聚氯硅烷）则通过气力输送的方式送至水洗罐进行水洗，产生的酸性废水送厂污水处理站处理，水洗中氯硅烷分解的氯化氢被水吸收，少量未吸收的氯化氢气体送废气洗涤塔。

（4）高沸裂解

从沉降罐上部采出的含有四氯化硅和高沸物的澄清液送至高沸裂解搅拌罐，从高沸裂解罐的底部通入来自还原尾气回收车间解析出的部分氯化氢气体，并定期向高沸裂解罐中加入裂解催化剂，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，气化的氯硅烷气体返回四氯化硅脱高沸塔进行回收。高沸裂解催化剂失效后需定期更换，作为危废物外送处理。本项目四氯化硅回收利用率可做到近 100%。

5.2.10.3 渣浆回收产污环节

（1）废气

①不凝气 G_{10-1} 、主要含氯硅烷，经深冷回收氯硅烷后，加压送冷氢化装置；

②水洗废气 G_{10-2} 、不凝气 G_{10-3} 、主要含氮气、氯硅烷，进入渣浆回收配套洗涤塔，洗涤后 25m 排气筒排放。

（2）废水

①水洗废水 W_{10-1} ，酸性废水，含氯化物和二氧化硅，送厂污水处理站；

②废气洗涤废水 W_{10-2} ，酸性废水，含氯化物和二氧化硅，送厂污水处理站。

（3）固废

废高沸裂解催化剂 S_{10-1} ，失效后需定期更换，作为危废物外送处理。

（4）噪声

本生产线产生噪声的设备包括搅拌罐、冷凝器及泵类等，噪声级为 75~95dB (A)。

渣浆回收车间生产工艺流程及产污环节见图 5.2-10。

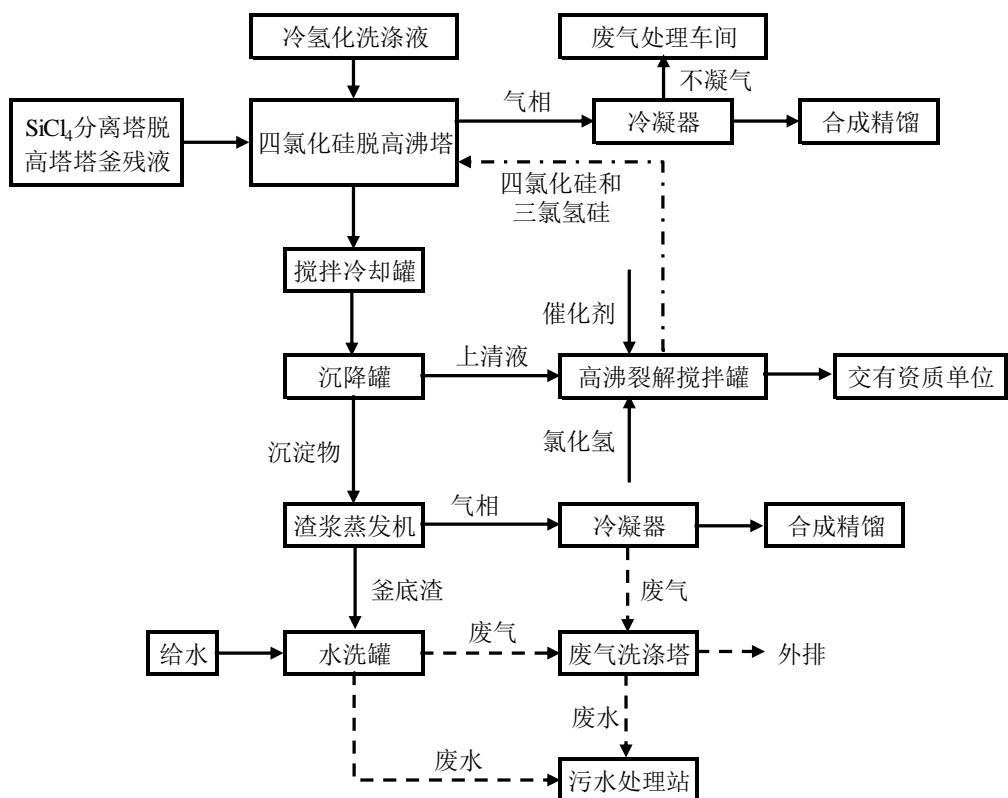


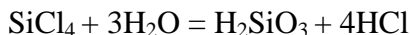
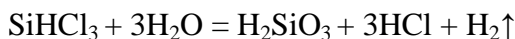
图 5.2-10 渣浆回收工艺流程及产排污图

5.2.11 工艺废气处理工艺及产污环节

5.2.11.1 工艺废气处理原理

采用两级水洗处理方式。利用水与氯硅烷反应生成二氧化硅和氯化氢，氯化氢再被水吸收成酸性废水，送往厂污水处理站进行处理。

反应方程式：



5.2.11.2 工艺废气处理工艺

项目在厂区设置统一的工艺废气处理装置，主要用于冷氢化装置、还原炉开停车置换气、硅粉接受罐置换气、氯硅烷储罐泄压废气以及事故排气。采用三塔串联洗涤保证洗涤效果，做到洗涤废气达标排放，同时考虑到项目实施地水源的缺乏，采用自循环洗涤，即回用水先进入三级洗涤塔，作为洗涤喷淋液，出塔底

洗涤液通过自流方式到二级洗涤塔，作为二级洗涤塔的置换液，二级洗涤塔通过自流形式到一级洗涤塔，作为一级洗涤塔的置换液；出一级洗涤塔的酸性废液直排至污水处理单元进行后处理。对应年产能 50000 吨太阳能级多晶硅，设置一套废气处理装置。全厂正常排放的废气量约 3000Nm³/h。该装置主要由废气缓冲及紧急排空、废气洗涤组成。

在工艺废气处理装置区还设置有深冷装置，需洗涤处理的工艺废气收集后经管道输送至深冷装置回收氯硅烷，再进入缓冲罐，去工艺废气洗涤装置。精馏不凝气、还原尾气回收工段产生的再生尾气收集后经管道输送至深冷装置回收氯硅烷，经加压后送冷氢化装置。回收的氯硅烷送氯化料精馏系统。

含氯硅烷的气体经管道输送至相应的深冷回收装置，在深冷回收装置中氯硅烷冷凝成液体，在装置底部暂存，顶部气体再经管道送至废气洗涤装置或加压回用。深冷回收装置中的液体氯硅烷定期经底部泵输送至暂存罐中，返回生产系统使用。

来自各车间的废气经深冷回收氯硅烷后，送入废气缓冲罐。废气缓冲罐顶部设置爆破片，事故气可在紧急超压情况下引入带有阻火器的高空排放点。

洗涤后的废气主要含氢气、氮气和少量 HCl 等，引入液封槽，经 25m 排气筒达标排放。

工艺废气处理车间生产工艺流程及产污环节见图 5.2-11。

5.2.11.3 工艺废气处理产污环节

（1）废气

工艺废气主要含 H₂、N₂、HCl，经两级水洗涤后 25m 排气筒达标排放。

（2）废水

酸性废水送厂污水处理站处理。

（3）噪声

本生产线产生噪声的设备包括洗涤塔及泵类等，噪声级为 75~95dB（A）。

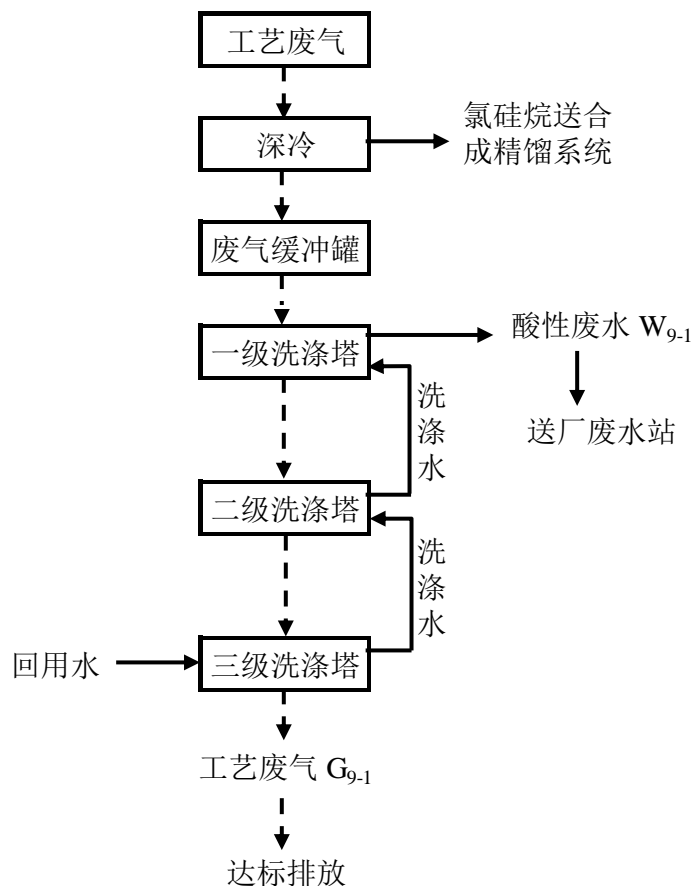
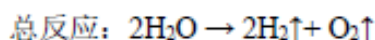
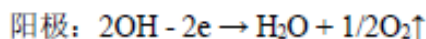
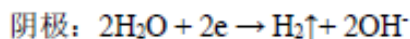


图 5.2-11 工艺废气处理车间工艺流程及产污环节图

5.2.12 电解制氢工艺及产污环节

5.2.12.1 电解制氢生产原理

由浸没在电解液中的一对电极、中间设置防止气体渗透的隔膜而构成水电解池，当通以一定的直流电时，水发生分解，阴极析出氢气，阳极析出氧气。反应式如下：



5.2.12.2 电解制氢生产工艺

年产 50000 吨多晶硅装置正常氢气消耗量约 1250Nm³/h。选用 2 套生产能力为

1000Nm³/h 电解制氢装置，满足年产 50000 吨多晶硅生产需求。

去离子水从水箱通过加水泵注入气液处理器与电解液混合；气液处理器与电解槽相连接；电解液在电解槽内直流电的作用下分解，在电极表面析出氢气与氧气，从电解槽出来的氢气和碱液混合物一起通过极框上阴极侧的出气孔流过氢气道，从两端负极框流出，原料氢气经气水分离器滤除游离水后进入脱氧器，游离水经排水阀排出系统；脱氧器内装有常温即可催化反应进行的高效催化剂，氧和氢经催化剂作用生成水，氧气被去除，生成的水被氢气带出脱氧器，进入冷却器，经冷却器冷凝后随氢气进入气水分离器，游离水在气水分离器内被滤除并经排水阀排出系统，含有饱和水蒸气的氢气则进入干燥器，水蒸气在干燥器被分子筛吸附，高纯度的氢气流出干燥器，再经过滤器滤尘后流出纯化装置。氢、氧分离器中的电解液经连通管汇集，经碱液过滤器除去机械杂质后由循环泵打入电解槽，形成闭环系统。

对高纯氢气再经过二次纯化装置，使得氢气纯度进一步提高，达到 8N 水平，通过内抛光管线送至高纯多晶硅还原生产车间。

5.2.12.3 电解制氢产污环节

（1）废气

①电解阳极产生的氧气，含氧气，直接 15m 放空处理。

（2）废水

①水箱产生的废水，含少量氢氧化钾，送厂废水站处理；

②氢气纯化产生的废水，含少量氢氧化钾，送厂废水站处理；

（3）固废

该工段固废主要为电解槽定期更换的废隔膜，外委处理。

（4）噪声

该工段产生噪声的设备包括电解槽、泵类等，噪声级为 75~90dB（A）。

5.2.13 公辅工程生产工艺流程及产污环节

5.2.13.1 脱盐水处理

（1）生产工艺

本期项目脱盐水正常需要量为 55m³/h，最大需要量为 60m³/h，由拟建脱盐水处理站供给。脱盐水处理站设置脱盐水处理系统一套，制水能力为 60m³/h；采用两级反渗透水

处理工艺。脱盐水主要为工艺装置、高纯水站、7°C冷冻水系统和循环水站补充用水。

（2）产污环节

脱盐水处理站会产生脱盐废水，进高盐废水处理站处理。

5.2.13.2 高纯水站

（1）生产工艺

本期项目配套一套高纯水处理系统。高纯水站水处理能力 30.0m³/h。采用 EDI+抛光混床+超滤的处理工艺；设置 15.0m³ 脱盐水箱一个，作为系统原水箱。高纯水系统原水为脱盐水，来自本项目新建脱盐水处理站，通过全厂脱盐水管网供给。

（2）产污环节

高纯水站会产生高纯站排水，进高盐废水处理站处理。

5.2.13.3 循环冷却水系统

（1）生产工艺

本期项目循环水系统设计规模 20000m³/h。采用空冷串联闭式循环冷却系统，设置空冷塔 18 座（单塔处理水量 1200m³/h），水冷塔 20 座（单塔处理水量 1000m³/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 3 台（2 开 1 备），单泵性能 Q=6000m³/h；H=25m，其中 1 台泵设置为变频泵。配套外喷淋离心式供水泵 3 台（2 开 1 备），单泵性能 Q=10000m³/h；H=20m。为保持外喷淋水质稳定，外喷淋设置过滤器 2 套，单台处理能力 Q=800m³/h；设置阻垢剂及缓蚀剂加药装置 2 套；循环水回水采用余压上塔，循环水泵露天布置。冷却水循环系统循环到一定频次后，需要排水，会产生废水。

（2）产污节点

废水：循环冷却水排水水质除盐度略高外，其他指标浓度较低，属于清净水，回用于生产线。

噪声：冷却塔运行产生噪声。

5.2.13.4 高纯氮制备

（1）工艺简介

本期项目氮气正常需求用量为 6750Nm³/h，最大需要量 7500Nm³/h。选用制氮设备一套，其处理量为 8000Nm³/h，可满足本项目要求。制氮装置使用碳分子筛，

磨损后需定期更换，会产生废碳分子筛。

（2）产污节点

固废（S₃、S₄）：废碳分子筛，废机油。

噪声：空压机等设备运行产生噪声。

5.2.13.5 空压机房

（1）工艺简介

本期项目仪表空气和装置空气正常需求用量为 2000Nm³/h，最大需要量为 2400Nm³/h，选用螺杆式空压机设备一套，其处理量为 2500Nm³/h，可满足本项目要求。主要供给自动控制、仪表等环节。

（2）产污节点

噪声：空气压缩机运行产生噪声。

固废（S₄）：空气压缩机产生废机械油。

5.2.13.6 污水处理站

（1）工艺简介

本期项目新建 1 座 120t/d 污水处理站，处理工艺为中和+沉淀+固液分离，需添加石灰，石灰上料过程会产生粉尘。

（2）产污节点

废气：石灰上料过程产生粉尘，经布袋除尘器处理；

噪声：泵等运行产生噪声。

固废：污泥。

5.3 产污节点汇总

本期项目建成后，产污环节汇总见表 5.3-1 所示。

表 3.2-1 本期项目产污环节一览表

类别	生产工段	编号	工序	污染源	污染物	治理措施
废气	氢化料精馏	G ₁	氢化料精馏各塔塔顶不凝气	四氯化硅分离塔、二氯二氢硅分离塔、脱高一塔、脱低一塔及脱高二塔塔顶冷凝器	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、HCl、N ₂ 、H ₂	送工艺废气处理单元处理
	四氯化硅冷氢化	G ₂	硅粉上料系统粉尘	硅粉上料	粉尘	经金属烧结过滤器净化后排放
		G ₃	置换尾气	流化床反应器	N ₂ 、H ₂ 、少量HCl、氯硅烷	送工艺废气处理单元处理
	三氯化硅还原	G ₄	三氯硅烷还原尾气	还原炉	H ₂ 、TCS、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、HCl及少量的硅粉	送还原尾气回收单元进行处理
		G ₅	置换尾气	还原炉等装置	N ₂ 、H ₂ 、少量HCl、氯硅烷	送工艺废气处理单元处理
	还原尾气回收	G ₆	再生尾气	氢气吸附塔	HCl、氯硅烷、H ₂	送工艺废气处理单元处理
	回收精馏	G ₇	回收精馏各塔塔顶不凝气	四氯化硅分离塔、二氯二氢硅分离塔、三氯氢硅脱高塔（两台并联）塔顶冷凝器	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、HCl、N ₂ 、H ₂ 等	送工艺废气处理单元处理
	硅芯制备	G ₈	酸洗废气	酸洗	NO _x	经碱洗塔处理后，由排气筒外排
	后处理	G ₉	破碎废气	破碎机	粉尘	经布袋除尘器处理后，由排气筒外排
		G ₁₀	酸洗废气	酸洗	NO _x	经碱洗塔处理后，由排气筒外排
	渣浆回收处理	G ₁₁	四氯化硅脱高沸塔塔顶不凝气	四氯化硅脱高沸塔塔顶冷凝器	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 等	送工艺废气处理单元处理（加压送冷氢化装置）
		G ₁₂	不凝气及水洗罐废气	冷凝器、水洗罐	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、HCl等	进入渣浆回收配套洗涤塔，洗涤后25m排气筒排放
	工艺废气处理单元	G ₁₃	工艺废气	/	氯化氢	经深冷加三级水洗处理后，由25m高排气筒外排
	电解制氢	G ₁₄	阳极废气	电解槽	氧气	直接放空

类别	生产工段	编号	工序	污染源	污染物	治理措施
	燃气锅炉	G ₁₅	锅炉废气	锅炉	二氧化硫、氮氧化物、颗粒物	经低氮燃烧处理后，经排气筒外排
	污水处理站	G ₁₅	石灰上料废气	石灰筒仓	粉尘	经布袋除尘器处理后，直接外排
废水	硅芯生产	W ₁	酸洗废水	酸洗槽	pH、全盐量	送厂污水处理站处理
		W ₂	废气碱洗废水	碱洗塔	COD、全盐量	送厂污水处理站处理
		W ₃	水洗工段	水洗槽	COD、全盐量	送厂污水处理站处理
	后处理单元	W ₄	酸洗废水	酸洗槽	pH、全盐量	送厂污水处理站处理
		W ₅	废气碱洗废水	碱洗塔	COD、全盐量	送厂污水处理站处理
		W ₆	水洗工段	水洗槽	COD、全盐量	送厂污水处理站处理
	渣浆回收单元	W ₇	水洗罐废水	水洗罐	pH、SS、全盐量	送厂污水处理站处理
		W ₈	废气洗涤塔废水	废气洗涤塔	pH、SS、全盐量	送厂污水处理站处理
	工艺废气处理单元	W ₉	水洗塔废水	水洗塔	pH、SS、全盐量	送厂污水处理站处理
	电解制氢单元	W ₁₀	电解水箱废水	电解水箱	pH、SS、全盐量	送厂污水处理站处理
		W ₁₁	氢气纯化废水	电解水箱	pH、SS、全盐量	送厂污水处理站处理
	各单元设备及地坪清洗废水	W ₁₂	生产设备及生产车间	生产设备及生产车间	pH、SS、全盐量	送厂污水处理站处理
	循环冷却水排水	W ₁₃	循环冷却水系统	循环冷却水系统	pH、SS、全盐量	进回用水处理站
	锅炉	W ₁₄	锅炉循环排污水	锅炉循环排污水	SS、全盐量	进回用水处理站
	脱盐水处理站排水	W ₁₅	脱盐水处理站	脱盐水处理站	SS、全盐量	进高盐废水处理站
	高纯水处理站排水	W ₁₆	高纯水处理站	高纯水处理站	SS、全盐量	进高盐废水处理站
固废	冷氢化	S ₁	硅粉上料除尘器	硅粉上料除尘器	废硅粉	外售综合利用

类别	生产工段	编号	工序	污染源	污染物	治理措施
		S ₂	硅粉过滤器	硅粉过滤器	废硅粉	外售综合利用
		S ₃	流化床反应器	流化床反应器	废冷氢化催化剂	委托有资质单位处理
	反歧化	S ₄	反歧化反应器	反歧化反应器	废反歧化催化剂	委托有资质单位处理
	还原车间	S ₅	还原炉	还原炉	废石墨头	外售综合利用
	还原尾气回收单元	S ₆	氢气吸附塔	氢气吸附塔	废吸附剂	委托有资质单位处理
		S ₇	过滤器	过滤器	废硅粉	外售综合利用
	后处理单元	S ₈	布袋除尘器	布袋除尘器	废硅粉	外售综合利用
	渣浆回收单元	S ₉	高沸裂解搅拌罐	高沸裂解搅拌罐	废高沸裂解催化剂	委托有资质单位处理
	电解制氢	S ₁₀	电解槽	电解槽	废电解隔膜	外售综合利用
	空分制氮	S ₁₁	制氮装置	制氮装置	废制氮分子筛	外售综合利用
	空压机	S ₁₂	空压机	空压机	废机油	委托有资质单位处理
	高盐废水处理站	S ₁₃	三效蒸发	三效蒸发	结晶盐	按照危险废物管理，按照鉴定结果进行相应处理
	污水处理站	S ₁₄	污水池	污水池	污泥	按照危险废物管理，按照鉴定结果进行相应处理
		S ₁₅	石灰筒仓布袋除尘器	石灰筒仓布袋除尘器	除尘灰	回用于生产线
	办公生活		职工生活	职工生活	生活垃圾	由环卫部门清理
噪声	各生产单元	-	生产过程	冷凝器、空压机、风机、水泵等设备	噪声	隔声、减震

5.4 物料平衡

5.4.1 物料平衡

本期项目以三氯硅烷、硅粉等为主要原料，年生产 5 万吨多晶硅，。根据建设单位提供的数据，物料平衡见图 5.4-1。

5.4.2 水平衡

根据建设单位提供资料，本期项目水平衡见图 5.4-2。

5.4.3 蒸汽平衡

根据建设单位提供资料，本期项目蒸汽平衡见图 5.4-3。

5.5 本期项目污染源源强核算

5.5.1 废气

(1) 四氯化硅冷氢化上料废气

四氯化硅冷氢化车间需要原料硅粉，硅粉上料系统会产生上料废气，主要污染物为颗粒物，经金属烧结过滤器处理后外排。本期项目设 3 套冷氢化车间，分别为 A、B、C，因此设 3 套金属烧结过滤器和 3 个排气筒。

根据建设单位提供的物料平衡，并根据《内蒙古通威高纯晶硅有限公司 2.5 万吨高纯晶硅项目竣工环境保护验收监测报告》（报批版），企业现有硅粉上料废气同样采用金属烧结过滤器治理措施，与本期项目有可类比性，详见表 5.5-1。

表 5.5-1 本期项目与类比工程可比性分析一览表

序号	对比项	现有工程	本工程
1	生产工艺	硅粉采用上料机上料	硅粉采用上料机上料
2	硅粉上料量	26570t/a（共计 2 条上料系统）	55000t/a（共计 3 条上料系统）
3	运行工况	98%	100%
4	废气处理	金属烧结过滤器	金属烧结过滤器

本期项目 3 条硅粉上料线规模完全一致，类比现有硅粉上料废气监测结果，单条上料线硅粉产生量为 16.85t/a，经金属烧结过滤器处理后（处理效率为 99.5%），排放量为 0084t/a，排放浓度为 11.7mg/m³，排放速率 0.011kg/h，经 25m 高排气筒排放，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求。

（2）硅芯制备车间酸洗废气

硅芯制备车间酸洗工序采用硝酸，在使用过程会产生酸洗废气，主要污染物为 NO_x ，通过碱洗塔处理。根据硝酸用量， NO_x 产生量为 1.5t/a，经碱洗塔处理后（处理效率为 60%），排放浓度 $15\text{mg}/\text{m}^3$ ，排放速率 $0.075\text{kg}/\text{h}$ ，通过 25m 高排气筒排放，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求。

（3）后处理车间破碎废气

根据建设单位提供的物料平衡，后处理车间破碎过程粉尘产生量为 37.9t/a，经集气罩收集后，通过布袋除尘器进行处理，集气罩收集效率为 95%，废气处理效率 99.5%，因此粉尘有组织排放量为 0.18t/a，排放浓度为 $15\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求。无组织产生量为 1.9t/a，经车间自然沉降后（车间密闭，沉降处理效率 80%），无组织排放量为 0.38t/a。

（4）后处理车间酸洗废气

后处理车间酸洗工序采用硝酸，在使用过程会产生酸洗废气，主要污染物为 NO_x ，通过碱洗塔处理。根据硝酸用量， NO_x 产生量为 1.5t/a，经碱洗塔处理后（处理效率为 60%），排放浓度 $15\text{mg}/\text{m}^3$ ，排放速率 $0.075\text{kg}/\text{h}$ ，通过 25m 高排气筒排放，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求。

（5）渣浆处理单元不凝气及水洗废气

渣浆蒸发器后的冷凝器产生的不凝气同渣浆处理单元水洗罐产生的水洗废气一并进入二级水洗塔处理，处理后主要污染物为氯化氢。本期项目设置 2 套渣浆处理系统，每套渣浆处理系统设置 2 套废气处理设施，因此共设 4 套二级水洗塔和排气筒。

类比现有工程废气检测数据，单套废气中氯化氢产生量为 0.643t/a，经二级水洗塔处理后（处理效率为 90%），氯化氢排放浓度 $8.04\text{mg}/\text{m}^3$ ，排放速率 $0.008\text{kg}/\text{h}$ ，通过 25m 高排气筒排放，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求。

（6）工艺废气处理车间废气

本期项目氯化料精馏各塔不凝气、冷氢化装置置换废气、三氯化硅还原置换尾气、还原尾气回收再生尾气、回收精馏各塔不凝气、渣浆回收单元四氯化硅脱高沸塔塔顶不凝气经收集后统一进入工艺废气回收单元进行处理，采用“深冷+三级洗涤”工艺。共设置 12 套“深冷+三级洗涤”处理装置+12 个排气筒。

类比现有工程检测结果，单套工艺处理车间废气中氯化氢排放浓度为 $7.34\text{mg}/\text{m}^3$ 。排放速率 $0.006\text{kg}/\text{h}$ ，通过 25m 高排气筒排放，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求。

（7）污水处理站石灰装卸废气

污水处理站石灰装卸过程中产生的石灰粉尘通过布袋除尘器处理后，以无组织形式外排。类比现有工程石灰装卸废气检测结果，本期项目粉尘产生量为 $24.8\text{t}/\text{a}$ ，经布袋除尘器处理（处理效率 99.5%），粉尘排放量为 $0.124\text{t}/\text{a}$ 。

（8）燃气锅炉废气

厂区现有 2 台 $50\text{t}/\text{h}$ 燃气蒸汽锅炉，根据企业提供资料，目前有 1 台备用，改扩建项目建成后，启用备用锅炉，依托备用锅炉产蒸汽，对 1 台 $50\text{t}/\text{h}$ 燃气蒸汽锅炉排污量进行核算。

（9）生产装置区废气

根据类比资料生产装置区主要考虑设备密封不严而产生的 HCl 气体，产生量为 $0.02\text{kg}/\text{h}$ 。

（10）食堂油烟

本期项目新增劳动定员 550 人，根据有关资料人均食用油日用量为 $20\text{g}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，一般油烟挥发量占总耗油量的 2~4%，平均为 2.83%，则项目产生油烟量为 $311.3\text{g}/\text{d}$ ，年产生油烟量为 $102.73\text{kg}/\text{a}$ ，产生浓度为 $8\text{mg}/\text{m}^3$ 。安装油烟净化设施，净化效率 80%，净化后油烟排放浓度为 $1.60\text{mg}/\text{m}^3$ ，低于 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，符合国家《饮食业油烟排放标准》GB18483-2001 的要求。通过油烟净化器后的烟气通过专用烟道排出。

本期项目有组织废气污染物产生及排放统计表 5.5-2，无组织废气排放统计表见表 5.5-3。

表 5.5-2 本期项目有组织废气污染物产生及排放统计表

排放口 编号	生产 工段	污染源 名称	污染物	废气量 (Nm ³ /h)	污染物产生			治理措施	去除 效率	污染物排放			年排放 时间 (h)	排放 形式	排放参数			数据来源
					产生量 t/a	产生速率 kg/h	产生浓度 mg/m ³			排放量 t/a	排放速率 kg/h	排放浓度 mg/m ³			高度 m	内径 m	温度 °C	
DA001~ DA003	四氯化 硅冷氢 化车间	上料废 气 A、B、 C	颗粒物	900×3	16.85×3	2.11×3	2340	金属烧结过 滤器	99.5%	0.084×3	0.011×3	11.7	8000	间歇	25×3	0.15	25	类比 现有工程
DA004	硅芯制 备车间	酸洗 废气	NOx	5000	1.5	0.1875	37.5	碱洗塔	60%	0.6	0.075	15	8000	间歇	15	0.5	25	类比
DA005	后处理 车间	破碎 废气	颗粒物	1500	36	4.5	3000	集气罩+袋 式除尘器	99.50%	0.18	0.0225	15	8000	连续	15	0.2	25	类比
DA006		酸洗 废气	NOx	5000	1.5	0.1875	37.5	碱洗塔	60%	0.6	0.075	15	8000	间歇	15	0.5	25	类比
DA007~ DA010	渣浆处 理单元	不凝气 及水洗 废气	氯化氢	1000×4	0.643	0.080	80.4	二级水洗塔	90%	0.064	0.008	8.04	8000	连续	25×4	0.6	80	类比 现有工程
DA011~ DA022	工艺废 气处理 单元	精馏不 凝气、置 换尾气、 还原尾 气回收 单元再 生尾气、 渣浆回 收不凝 气	氯化氢	800×12	11.744	1.468	1835	三级水洗塔	99.60%	0.047	0.006	7.34	8000	连续	25×12	0.6	80	类比 现有工程
DA023~ DA024	燃气 锅炉	锅炉 烟气	SO ₂	60000	1.36	0.17	3	采用低氮燃 烧技术	/	1.36	0.17	3	8000	连续	25	1.2	80	锅炉环评
	NO _x		67.36		8.42	140	40%		40.416	5.052	84							
	颗粒物		0.038		0.00475	0.08	/		0.038	0.00475	0.08							
DA025	生活	食堂 油烟	油烟	5000	0.103	0.013	8	油烟净化器	80%	0.0206	0.0026	1.6	8000	间歇	25	0.3	45	类比

表 5.5-3 本期项目无组织废气污染物排放统计表

序号	污染源	污染物	排放时间	排放情况		排放参数	
				排放量 t/a	排放速率 kg/h	高度 m	长×宽m
1	后处理车间	颗粒物	8000	0.38	0.0475	6	186×63
2	生产装置区	氯化氢	8000	0.16	0.02	25	250×250
3	污水处理站石灰上料系统	颗粒物	7000	0.124	0.016	5	75×50

5.5.2 废水

5.5.2.1 废水产生情况

本期项目废水主要包括：硅芯生产酸洗废水、水洗废水、酸性废气碱洗废水；后处理单元酸洗废水、水洗废水、酸性废气碱洗废水；渣浆回收单元水洗废水、废气洗涤塔废水；工艺废气处理单元水洗塔废水；电解制氢单元电解水箱废水、氢气纯化废水；各车间设备清洗及地坪冲洗水；循环冷却水排水、脱盐水处理站排水、高纯水处理站排水及生活污水等废水。

本期项目废水产生情况见表 5.5-4。

表 5.5-4 本期项目废水产生情况一览表

序号	车间	废水名称	产生源点	废水性质	排放规律	产生量 (m ³ /h)	处理及排放
W ₁	硅芯生产	酸洗废水	硅芯酸洗槽	NO ₃ ⁻ : 20mg/L、 SS: 100mg/L、 COD: 30mg/L 氨氮: 0.3mg/L	间歇	2	送至本期项目污水处理站处理
W ₂		废气碱洗废水	酸性废气处理碱洗塔		间歇	5	
W ₃		水洗工段	硅芯清洗		间歇	2	
W ₄	后处理单元	酸洗废水	多晶硅酸洗槽	NO ₃ ⁻ : 20mg/L、 SS: 100mg/L、 COD: 30mg/L 氨氮: 0.3mg/L	间歇	4	送至本期项目污水处理站处理
W ₅		废气碱洗废水	酸性废气处理碱洗塔		间歇	10	
W ₆		水洗工段	多晶硅清洗		间歇	4	
W ₇	渣浆回收	水洗废水	蒸发釜底渣水洗	Cl ⁻ 2200mg/L、 SS600mg/L、pH<2	连续	50	送至本期项目污水处理站处理
W ₈		废气洗涤排水	废气洗涤	Cl ⁻ 2200mg/L、 SS600mg/L、pH<2	连续	4	送至本期项目污水处理站处理
W ₉	工艺废气处理单元	水洗塔废水	工艺废气洗涤	Cl ⁻ 2200mg/L、 SS600mg/L、pH<2	连续	26	送至本期项目污水处理站处理
W ₁₀	电解制氢单元	电解水箱废水	电解水箱	SS<1000	连续	1	送至本期项目回用水处理站
W ₁₁		氢气纯化废水	电解水箱	SS<1000	连续	0.5	送至本期项目回用水处理站
W ₁₂	各单元设备及地坪清洗废水	设备及地坪清洗排水	各生产设备	SS<1000	连续	5	送至本期项目污水处理站处理
W ₁₃	循环冷却水排水	循环冷却水系统	循环冷却水系统	TDS>3000	连续	53	送至本期项目回用水处理站
W ₁₄	锅炉循环排污水	锅炉循环排污水	锅炉循环排污水	TDS>3000	间断	3.5	送至本期项目回用水处理站
W ₁₅	脱盐车站排水	脱盐车站	脱盐车站	TDS>4000	连续	30	送至本期项目回用水处理站
W ₁₆	高纯水站排水	高纯水站	高纯水站	TDS>2000	连续	5	送脱盐水处理装置作为补水
W ₁₇	高盐废水处理	冷凝水	蒸发冷凝产生	-	连续	50	回用于生产系统补水
W ₁₈	生活用水	生活污水	生活排污	COD:350mg/L	连续	1.83	经本期项目生活污水处理站处理后

序号	车间	废水名称	产生源点	废水性质	排放规律	产生量 (m ³ /h)	处理及排放
				BOD ₅ :250mg/L SS:150mg/L 氨氮: 35mg/L			排入西郊污水处理厂
小计	生产工艺废水		硅芯生产、后处理、渣浆回收、工艺废气处理、设备及地坪清洗	COD20mg/L、 氨氮 0.2mg/L、 SS500mg/L、 Cl ⁻ 2400mg/L、 pH<2	连续	112	送至本期项目污水处理站处理
			电解制氢、循环冷却、脱盐水处理站	TDS>5000	连续	88	送至本期项目回用水处理站处理
			高纯水处理站	TDS>30000	连续	38	送至本期项目高盐水处理装置
	生活污水	办公生活	COD 380mg/L、 BOD ₅ 250mg/L、 SS 150mg/L、 动植物油 80mg/L NH ₃ -N 35mg/L、	连续	1.83	经本期项目生活污水处理站处理后 排入西郊污水处理厂	

5.5.2.2 废水处理情况

本期项目废水实行清污分流、分类治理、用污排清。

生产废水进入厂污水处理站，其中整理车间洗涤废水不含 Cl⁻经单独处理，其他含 Cl⁻废水单独处理，处理后达《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）洗涤水标准回用于工艺废气处理及渣浆回收，剩余排入回用水处理站、蒸发结晶装置。脱盐水处理站排水、污水处理站排水、循环水处理站排水经回用水处理站处理后与脱盐水处理站排水水质相当，回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水，处理过程中产生的浓盐水排入高盐废水处理装置。高盐废水处理装置主要接收回用水处理站所排高盐水及污水处理站部分排水，处理后冷凝水回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水。项目生产废水不外排。

具体项目废水处理措施如下：

（1）厂污水处理站

本期项目新建污水处理站一座，设计规模 120m³/h，负责处理改扩建项目生产废水、工艺废气洗涤废水等，生产废水量 112m³/h，进入厂污水处理站，处理后达《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）洗涤水标准 170m³/h，回用于工艺废气处理及渣浆回收，剩余部分排入回用水处理站、部分进蒸发结晶装置。

（2）回用水处理站

本期项目设置 1 座回用水处理站，设计规模为 100m³/h，采用电絮凝+UF+RO 双膜工艺。

回用水处理站主要是处理脱盐水处理站排水、污水处理站处理后部分排水及循环水排水，经泵加压提升至电絮凝沉淀过滤装置，去除了水中大部分碱度和暂硬，可以大大降低双膜系统的阻垢剂的使用量，降低了膜系统的运行成本。经过电絮凝沉淀过滤装置的回用水，水体中的浊度、有机物、氨氮及微生物等均得到有效控制。出水水质与脱盐水处理站排水水质相当，作为工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水。其余高盐水进入高盐废水回收装置处理。

（3）高盐废水回收装置

本期项目设置 1 套高盐废水回收装置，设计规模为 40m³/h，采用 RO 膜过滤+MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶工艺。主要处理本项目污水处理站及回用水处理站的尾水，浓水经蒸发得到的冷凝水回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系

统。

（4）生活污水

工作人员产生的生活污水水质为 COD350mg/L、BOD₅250mg/L、SS150mg/L、氨氮 35mg/L，满足《污水综合排放标准》三级标准要求，通过园区污水管网进入西郊污水处理厂处理。

5.5.2.3 废水排放情况

本期项目生产废水全部回用，不外排；生活污水经一期现有生活污水处理站预处理后通过园区污水管网进入西郊污水处理厂进一步处理。类比现有工程外排生活废水水质检测数据，本期项目建成后，废水排放情况见表 5.5-5。

表 5.5-5 本期项目废水排放情况

序号	废水量 (m ³ /a)	污染因子	排放量 (t/a)	排放浓度 (mg/L)	标准值 (mg/L)	是否达标
1	14520 m ³ /a (44 m ³ /d)	COD	0.61	42	500	达标
2		BOD ₅	0.17	11.4	300	达标
3		SS	0.83	57	400	达标
4		氨氮	0.03	2.14	/	达标

由表可知：本期项目生活废水排放满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准要求。

5.5.3 固废

本期项目产生的固体废物主要有废硅粉、废冷氢化催化剂、废反歧化催化剂、废石墨头、废吸附剂、废高沸裂解催化剂、废电解隔膜、废制氮分子筛、废机油、废反渗透膜、杂盐、污泥和生活垃圾等。

（1）废硅粉

冷氢化车间硅粉上料过程采用金属烧结过滤器除尘、合成气硅粉采用金属烧结过滤器除尘，还原尾气回收工段采用金属烧结过滤器除尘、后处理破碎工序采用脉冲布袋除尘，该四处会产生废硅粉，类比现有工程，改扩建项目产生量 1120t/a，属于一般工业固废，外售综合利用；

（2）废冷氢化催化剂

冷氢化生产过程定期会产生废催化剂，主要成分为氯化铜，类比现有工程，改扩建项目产生量 200t/a，属于危险废物，暂存于一期现有危险废物暂存

间，后交由有资质单位进行处理；

（3）废反歧化催化剂

反歧化生产过程定期会产生废催化剂，主要成分为长碳链胺基树脂，类比现有工程，改扩建项目产生量 30t/a，属于危险废物，暂存于一期现有危险废物暂存间，后交由有资质单位进行处理；

（4）废石墨头

三氯氢硅还原车间还原炉和后处理车间破碎工序会产生废石墨头，属于一般工业固废。类比现有工程，改扩建项目产生量为 240t/a，依托企业建有废石墨头存放处，定期外售综合利用；

（5）废吸附剂

还原尾气回收工段会废活性炭吸附剂，主要为废活性炭，属于危险废物。类比现有工程，改扩建项目产生量为 4.8t/a，暂存于一期现有危险废物暂存间，后交由有资质单位进行处理；

（6）废高沸裂解催化剂

渣浆回收单元高沸物裂解搅拌罐定期会产生废催化剂，主要成分为长碳链胺基树脂，类比现有工程，改扩建项目产生量 60t/a，属于危险废物，暂存于一期现有危险废物暂存间，后交由有资质单位进行处理；

（7）废电解隔膜

电解制氢过程水解槽会定期产生废电解隔膜，属于一般工业固废，产生量为 1.0t/a，外售综合利用。

（8）废制氮分子筛

制氮装置使用碳分子筛，磨损后需定期更换，会产生废碳分子筛，产生量为 1.5t/a，属于一般工业固废，交由原厂家回收。

（9）废机油

企业设备检修过程、空压机等会产生的废机油，属于危险废物，类比现有工程，产生量为 20t/a，用桶装收集暂存于危废库，定期委托具有单位处理。

（10）废反渗透膜

纯水制备工段会产生废反渗透膜，属于一般工业固废，产生量 2.0t/a，外售综合利用。

（11）结晶盐

本期项目在厂区设有高盐废水回收装置，采用 MVR 蒸发+三效逆流蒸发结晶工艺，处理过程中产生结晶盐，主要含氯化钙，类比现有工程，改扩建项目产生量为 10000t/a，企业需进行鉴定，根据鉴定结果进行相应处理。

（12）污泥

本期项目新建污水处理站采用中和沉淀工艺处理污水，处理过程产生的污泥经板框压滤机压滤后产生滤渣，主要含二氧化硅、氢氧化钙等，产生量为 24000t/a，企业需进行鉴定，根据鉴定结果进行相应处理。

（13）生活垃圾

本期项目新增员工 550 人，全部在厂区食宿，生活垃圾产生量按 1Kg/(人·d)，年工作 330 天，生活垃圾新增产生量为 550kg/d(181.5t/a)，生活垃圾经垃圾桶收集后定期统一送入园区的环卫部门处置。

本期项目建成后运营期固体废物产生及处置情况表 5.5-6。

5.5.4 噪声

本期项目建成后全厂噪声如表 5.5-7 所示。

表 5.5-6 本期项目运营期固体废物产生及处置情况表

序号	名称	产生环节	属性判定	主要成分	危废类别	废物代码	产生量 (t/a)	综合利用及处置方式
1	废硅粉	冷氢化上料废气过滤、合成气过滤、还原尾气过滤、后处理破碎废气收尘	一般工业固废	硅	/	/	1120	外售综合利用
2	废冷氢化催化剂	冷氢化反应器	危险废物	氯化铜	HW50	900-048-50	200	交由有资质单位处理
3	废反歧化催化剂	反歧化反应器	危险废物	长碳链胺基树脂	HW50	900-048-50	30	交由有资质单位处理
4	废石墨头	还原车间还原炉、后处理车间	一般工业固废	石墨	/	/	240	外售综合利用
5	废吸附剂	还原尾气回收	危险废物	活性炭	HW49	900-041-49	4.8	交由有资质单位处理
6	废高沸裂解催化剂	渣浆回收单元高沸物裂解搅拌罐	危险废物	长碳链胺基树脂	HW50	900-048-50	60	交由有资质单位处
7	废电解隔膜	电解制氢水槽	一般工业固废	膜	/	/	1.0	外售综合利用
8	废制氮分子筛	制氮装置	一般工业固废	碳	/	/	1.5	交由原厂家回收
9	废机油	设备检修、空气压缩机等设备	危险废物	废矿物油等油类物质	HW08	900-249-08	20	交由有资质单位处理
10	废反渗透膜	纯水制备	一般工业固废	膜	/	/	2.0	交由有资质单位处理
11	结晶盐	高盐废水处理站	/	氯化钠等盐类	/	/	10000	根据鉴定结果，进行相应处理
12	污泥	污水处理站	/	硅、有机质等	/	/	24000	根据鉴定结果，进行相应处理
13	生活垃圾	办公、生活	/	废纸屑等	/	/	181.5	定期统一送入园区的环卫部门处置

表 5.5-7 本期项目噪声源强一览表

序号	设备名称	台（套）数	声压级(dB)	排放方式	减噪措施	减噪后声压级(dB)	备注
1	干式整流变压器	90	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
2	多晶硅还原炉	90	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
3	汽化器	6	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
4	混合器	90	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
5	换热器	156	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
6	冷氢化氢气压缩机	14	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
7	硅粉过滤器	10	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
8	洗涤塔	6	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
9	换热器	120	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
10	再生气压缩机	3	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
11	尾气回收氢气压缩机	7	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
12	氯化氢压缩机	2	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
13	-10℃冷冻机组	4	~85	连续	减振基础、厂房隔声	~75	室内
14	-40℃冷冻机组	4	~85	连续	减振基础、厂房隔声	~75	室内
15	-70℃冷冻机组	2	~85	连续	减振基础、厂房隔声	~75	室内
16	硅粉过滤器	8	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
17	换热器	24	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
18	泵	200	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
19	精馏塔	19	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
20	再沸器	36	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
21	冷凝器	24	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
22	反歧化反应器	8	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
23	反歧化吸附器	16	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内

序号	设备名称	台（套）数	声压级(dB)	排放方式	减噪措施	减噪后声压级(dB)	备注
24	洗涤塔	8	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
25	变配电系统	5	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
26	硅芯烘箱	4	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
27	硅芯炉	62	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
28	电解制氢装置	2	~80	连续	减振基础、厂房隔声	~70	室内
29	空分制氮	1	~90	连续	减振基础、厂房隔声	~80	室内
30	冷却塔	28	~90	连续		~90	

5.6 本期项目“三废”统计

本期项目建成后全厂三废排放统计，见表 5.6-1。

表 5.6-1 本期项目污染物产生及排放统计表 单位：t/a

类别	污染物名称	产生量 (t/a)	削减量(t/a)	排放量(t/a)	备注	
废气	有组织排放	废气量(万Nm ³ /a)	81292.8	0	81292.8	/
		颗粒物	86.588	86.118	0.47	/
		SO ₂	1.36	0	1.36	
		NO _x	70.36	28.744	41.616	
		氯化氢	12.387	12.276	0.111	
		油烟	0.103	0.0824	0.0206	
	无组织排放	颗粒物	26.7	26.196	0.504	/
		氯化氢	0.16	0	0.16	
	改扩建合计	颗粒物	113.288	112.314	0.974	/
		SO ₂	1.36	0	1.36	
		NO _x	70.36	28.744	41.616	
		氯化氢	12.547	12.276	0.271	
		油烟	0.103	0.0824	0.0206	
	废水	废水量 (m ³ /a)	14520	0	14520	送园区西郊污水处理厂进一步处理后排放
COD		5.08	4.47	0.61		
BOD ₅		3.63	3.46	0.17		
SS		2.18	1.35	0.83		
氨氮		0.51	0.48	0.03		
固废	一般工业固废	1364.5	1364.5	0	/	
	结晶盐	10000	10000	0	/	
	污泥	24000	24000	0	/	
	危险废物	314.8	314.8	0	交由有资质单位处理	
	生活垃圾	181.5	181.5	0	定期统一送入园区的环卫部门处置	

5.7 非正常工况污染物排放分析

工业企业在开停车（特别是非正常开停车）、事故状态时是污染物排放强度最大的时候，通常其污染物排放浓度比正常排放时的浓度高出较多。根据项目生产装置的功能和特点不同，项目的事故状态主要体现为某操作单位发生事故

导致的事故排气，项目针对事故废气的处理设计有针对性操作方案，具体为：

（1）常开状态自循环，事故联锁启动工况：

如有操作单元发生事故导致安全阀起跳，事故排放气首先送至工艺废气处理车间的正常废气缓冲罐后，按正常废气洗涤程序进行吸收。如事故排放气量大会导致废气缓冲罐上的集中压力表报警，然后顶部爆破片旁路联锁开，废气进入事故废气缓冲罐及相联的事故洗涤塔进行循环喷淋洗涤吸收，出塔顶反应气体引入液封槽，再经阻火器放空，最大限度的保证事故气中的氯硅烷和氯化氢与水发生反应而被除去。如事故气量特别巨大，为保护设备，废气缓冲罐顶部爆破片超压，气体经阻火器至高空安全处放空。事故状态后，经塔顶的取样点分析无酸性气体后，事故洗涤废液排往污水处理单元。

（2）用作备用洗涤塔状态：

在正常废气缓冲罐顶部的爆破片管线上置设旁路，当处理正常排放气的洗涤塔需要停车检修时，打开旁路上的遥控阀，事故废气缓冲罐即可替代任意一路正常废气缓冲罐，按照正常喷淋洗涤操作使用二次回用水进行吸收。

同时，环评要求项目各生产装置严格按开停车的设备顺序操作。开车时，先开启后端环保设施，再由后端向前端依次开启生产设备；停车时，先关停生产设备，最后关停环保设施。在上游原料加入停止后、而下游反应未结束前不得开启反应器阀门，必须在系统内的物料反应完毕、并导入可靠的储存罐及处理系统后，再开启系统进行检修。

总之，本期项目通过控制开停设备的顺序及完备的污染物排放预防措施可基本消除其污染物超标排放问题。

5.8 全厂“三废”三本帐统计

本期项目建成投产后，全厂“三废”排放情况汇总见表 5.8-1。

表 5.8-1 项目运营后全厂污染物排放量汇总表

单位: t/a

项目	污染物	现有工程污染物排放量	本项目污染物排放量	“以新带老”污染物削减量	项目建成后全厂污染物排放量	增减量变化情况
废气	颗粒物	3.39	0.974	0	4.364	+0.974
	SO ₂	0.75	1.36	0	2.11	+1.36
	NO _x	19.96	41.616	0	61.576	+41.616
	HCl	1.05	0.271	0	1.321	+0.271
废水*	外排废水量 (m ³ /d)	78	44	0	122	+44
	COD	9.28	0.61	0	9.89	+0.61
	BOD ₅	2.52	0.17	0	2.69	+0.17
	SS	12.60	0.83	0	13.43	+0.83
	氨氮	0.47	0.03	0	0.5	+0.03
固废*	一般工业固废	682.25	1364.5	0	2046.75	+1364.5
	结晶盐	5000	10000	0	15000	+10000
	污泥	12000	24000	0	36000	+24000
	危险废物	157.4	314.8	0	472.2	+314.8
	生活垃圾	322	181.5	0	503.5	+181.5

*固废以产生量进行计算

6 环境现状调查与评价

6.1 自然环境现状调查与评价

6.1.1 地理位置

包头市地处祖国北疆，位于内蒙古自治区中西部，其地理坐标为东经 $109^{\circ}16' \sim 111^{\circ}26'$ ，北纬 $40^{\circ}40' \sim 42^{\circ}44'$ 。东邻呼和浩特市，北与蒙古人民共和国接壤，西靠巴彦淖尔市，南与鄂尔多斯市隔河相望。东西宽约182km，南北长约270km，总面积 27768km^2 。昆都仑区位于内蒙古自治区包头市中西部，因昆都仑河而得名（“昆都仑”系蒙古语译音，意为“横亘”），位于呼包银榆经济区和呼包鄂金三角腹地，是包头市经济、文化和科教中心。昆都仑区东与包头市青山区毗邻，南与九原区、稀土高新区接壤，西与九原区相连，北依大青山、乌拉山与包头市固阳县和巴彦淖尔市交界。现辖城区昆河镇和卜尔汉图镇，地理座标为：东经 $109^{\circ}36' \sim 109^{\circ}51'$ ，北纬 $40^{\circ}35' \sim 40^{\circ}47'$ ，区域总面积 301km^2 ，其中建成区面积 72km^2 。

内蒙古包头金属深加工园区位于京藏高速公路南侧，包钢集团厂区及西水泉路西侧，哈德门沟东侧，包兰铁路北侧。园区建设用地 37km^2 。本期项目建设地点位于内蒙古包头金属深加工园区现有工程东侧，项目厂址东距包钢尾矿库480m、西距乌兰计三村1.5km、南距包兰铁路1.7km、北距西郊污水处理厂80m。

6.1.2 地形地貌

昆都仑区地处大青山、乌拉山山前平原，昆都仑河下游的冲击扇。地形总体呈北高南低地势，昆都仑河以西地势由西北向东南倾斜，昆都仑河以东地势由东北向西南倾斜，主要地貌为山地、沟谷丘陵和平原3个地质单元。

园区地势地貌属山前堆积平原，地势较平坦，总体地形北高南低，场地地貌类型简单。

6.1.3 水文地质与特征

包头市属于半干旱水文地质地区，地表水主要由黄河、昆都仑河和四道沙河等十多条河沟组成。黄河位于园区的南缘，自西向东流流经包头，是过境河流，河面最宽458m，水深1.4~9.3m，平均流速为1.4m/s，最大流速为3.13m/s。平均流量为 $824\text{m}^3/\text{s}$ ，最大流量为 $5500\text{m}^3/\text{s}$ 。8~9月份为黄河高水位期，最高水位

1007m，最低水位 1001m。河水含砂量大，河道冲刷辐度在 3~7km 之间摆动，唯昆区昭君坟段为石质河床，河道稳定。黄河于每年 11 月 20 日左右封河，次年 3 月份开河解冻，冰层厚度为 0.5~1.17m。黄河是包头市工农业生产和城市用水的主要水源。

昆都仑河古名石门水，为时令河。发源于固阳县的春坤山，流经固阳，从两山石门（古称石门障）穿行而过，入昆都仑区，园区位于昆都仑河下游的西侧，全长 115km。昆都仑水库，坐落在距沟口 10 余里处的石门，建于 1959 年 11 月。水库两面环山，石坝栏横跨于两山之间，拦截于昆都仑河，是包头市最大的水库，是青山区和昆区的补充水源。由于上游水库的控制，除洪水季节外，常年地表径流量很小，下游接纳包钢、一化工业废水和生活污水，排入黄河。

包头市地下水分为潜水和承压水两类，主要靠大气降水补给。山区是平原区地下水补给区。其山沟水均为黄河支流，属于黄河水系，由于各沟受降水年际变化影响，来水主要由暴雨形成，而且本地区的暴雨强度大、历时短，流域及河道的比降又较陡，因此形成的洪水具有峰高量小、陡涨陡落、来势比较凶猛的特点。由于洪水多发生在汛期 6~9 月，其中历年最大洪峰流量主要发生在 7、8 两个月内，故称 7、8 月份为本地区的主汛期。潜水主要赋存于 Q_3 沉积的砂砾卵石组地层中，水位埋深 3~50m。承压水赋存于 Q_{1-2} 沉积的砂砾卵石层中，埋深一般为 50~120m，在天然条件下与上层潜水无水力联系。近年来由于开采量大于补给量，地下水位有所下降。地下水潜水的区域流向为 NE~SW 方向。

由于园区地处山前平原，园区内大小沟谷众多，除哈德门沟、昆都仑河常年有少量径流外，其余均为季节性时令河，峰大量小，历时短，危害大，开发利用程度低，但对本地区地下水的形成及补给起着重要的作用。

6.1.4 土壤及植被

包头地区土壤共有栗钙土、灰褐土、草甸土 3 个土类，分为栗钙土、草甸栗钙土、粗骨灰褐土、石碳酸盐灰褐土、淋溶灰褐土、生草灰褐土、灰色草甸土 7 个亚类。昆都仑区植被从北向南由山地干旱草原逐步过渡为低山丘陵干旱灌丛草原和草甸草原。海拔 1300-1500m 的阴坡生长有山榆、柞树、椴树等，部分有中生性灌丛伴生，层次明显，生长繁茂。平原地区属草甸草原植被，主要树种有杨、柳、榆、槭树、苹果树等，灌木有红柳、柠条、枸杞等。

6.1.5 气候气象

包头市远离海洋，深居内陆，属于典型的中温带大陆性季风气候。总的特点是冬长而寒，夏短而热，气温日年较差大，降水少而集中，年际变化大，春季少雨多风，日照长，无霜期短。该地区年平均气温为 7.6℃，极端最高气温为 39.9℃，极端最低气温为-27.9℃；年平均气压为 895.9hPa；年平均相对湿度为 51%；年降水量为 303.4mm；年蒸发量为 2125.8mm；年日照时数 2889.8h；年平均风速为 2.1m/s；该地区年主导风向为 NNW 风，全年以 WNW 方向的风平均风速最大，为 3.1m/s。

6.1.6 矿产资源

包头有得天独厚的自然资源，不仅矿产资源种类繁多，而且蕴藏量十分丰富，目前已发现 72 种之多，主要有铁、煤、黄金、稀土、铅、莹石、石灰岩、高岭土等，举世闻名的白云鄂博被称为“聚宝盆”，其中铁矿分布最广，储量最多，目前已探明储量 $13 \times 10^8 \text{t}$ ；稀土资源位居全国和世界首位，已探明工业储量 $3300 \times 10^4 \text{t}$ ，占世界稀土已探明工业储量的 52.4%，占全国稀土已探明工业储量的 90% 以上。煤炭是包头的另一优势矿产资源，已探明储量 $90 \times 10^8 \text{t}$ ；此外锰、铜、钛、银、云母、珍珠岩、水晶等矿物储量也十分丰富，具有重要的开采价值。

6.2 区域环境功能划分

6.2.1 包头市环境空气质量功能区划分

包头市一类区包括大青山自然保护区、梅力更自然保护区、巴音杭盖自然保护区、春坤山自然保护区、红花敖包自然保护区和南海子湿地自然保护区六个自然保护区，总面积 1900.36 平方公里；南海子湿地自然保护区范围外延 300 米范围为缓冲区，总面积 2.82 平方公里；二类区包括中心城区除一类区、缓冲区以外的区域和石拐区、白云区、土右旗萨拉齐镇、固阳县金山镇、达茂旗百灵庙镇城镇建设用地范围，总面积 557.84 平方公里。包头市环境空气质量功能区划分见表 6.2-1。

表 6.2-1 包头市环境空气质量功能区划分一览表

划分单元	功能区类别	范围	面积 (km ²)	经纬度	备注
需特殊	一类区	大青山自然保护区	1079.54	N:40°37′40″S:110°52′	土右旗、固阳县、

划分单元	功能区类别	范围	面积(km ²)	经纬度	备注
保护的 区域				E:109°47′-110°48′	石拐区、青山区、昆区
		梅力更自然保护区	152.68	N:40°43′34"-40°58′34" E:109°23′24"-109°48′53"	九原区、昆区
		巴音杭盖自然保护区	496.50	N:41°42′13"-41°55′36" E:109°15′00"-109°33′12"	达茂旗
		春坤山自然保护区	95.00	N:40°59′28"-40°01′44" E:110°36′14"-110°38′34"	固阳县
		红花敖包自然保护区	60.00	N:41°28′41" E:109°39′43"	固阳县
中心城 区	一类区	南海子湿地自然保护区范围	16.64	N:40°30′8"-40°33′32" E:109°59′2"-110°2′26"	东河区
	缓冲区	南海子湿地自然保护区范围外延300m	2.82	/	东河区
	二类区	中心城区除一类区、缓冲区以外的区域	492.44	/	/
外五区	二类区	石拐区城镇建设用地范围	12.4	/	/
		白云区城镇建设用地范围	5	/	/
		土右旗萨拉齐镇城镇建设用地范围	5	/	/
		固阳县金山镇城镇建设用地范围	7	/	/
		达茂旗百灵庙镇城镇建设用地范围	36	/	/

本期项目位于金属深加工园区工业用地内，执行环境空气二级标准。

6.2.2 包头市城市区域环境噪声标准适用区域划分

根据《包头市人民政府关于印发包头市市区声环境功能区调整方案的通知》（包府发[2019]5号），包头市市区声环境功能区划分面积约为679.9平方公里，包括1、2、3、4类声环境功能区，其中1类声环境功能区16个，面积约为163.6平方公里，占总面积的24.1%；2类声环境功能区11个，面积约为169.6平方公里，占总面积的24.9%；3类声环境功能区13个，面积约为346.7平方公里，占总面积的51.0%。

本期项目位于金属深加工园区，属于3类区，执行3类声环境标准。

6.2.3 水功能区划

6.2.3.1 地表水功能区划

根据包头市人民政府办公厅文件（包府办发〔2014〕260号）印发的水环境功能区划表，包头市城区地表水划为饮用水源保护区、农业用水区、娱乐用水和景观用水。包头市城区地表水饮用水源保护区分为一级保护区、二级保护区和准保护区，一级保护区包括昆都仑水库取水口和黄河包头段的三个水源地共4个，总面积约18平方公里；二级保护区包括昆都仑水库除取水口以外部分和黄河包头段一级保护区以外部分共4个，总面积约51平方公里；准保护区包括水库上游的昆都仑河段，总面积约为611平方公里。

6.2.3.2 地下水功能区划

包头市地下水饮用水源保护区划分为一级保护区、二级保护区和准保护区，集中式地下水饮用水源地一级保护区共5个，面积大约1.6平方公里；二级保护区包括阿尔丁水厂水井以外部分、昆河水库下游至丹拉公路段，面积为2.1平方公里；准保护区包括承压水水源地补给区，山前断裂带以南至大青山南麓及相应沟谷的区域，面积大约91平方公里。

城区地下水划分具体如下：

（1）阿尔丁水厂水源地一、二级保护区

对于阿尔丁水厂饮用水源地，即昆都仑河的水库下游至丹拉公路段的饮用水水井为收集潜水的井，划定取水井半径200米区域为一级保护区的同时划定了至两侧山脉为二级保护区，地下水饮用水源二级保护区的面积为2.14km²。同时二级保护区与城区地下水准保护区衔接。

（2）其他市区地下水饮用水源地的一级保护区

其他市区地下水井均为承压水，因此划定以地下井为半径50米的一级保护区。本次划分对市区在用地下井进行了重新调查和确认，并新纳入了九原区新水源8口地下井。

（3）包头市城区地下水准保护区

保护区划依据两条山前断裂带的具体位置，结合山前区域的海拔高度，汇水区域情况，划定了两片地下水饮用水源准保护区，其中：

①青山、昆区、九原部分：西起昆都仑河西岸，东至东边墙，包头市昆都仑区、青山区北部乌拉山山前断裂带以南200米至大青山南麓1-3km的地区及相应沟谷，与昆都仑水库准保护区衔接（除去阿尔丁水厂饮用水源地二级保护区），面积为62.2平方公里。

②东河部分：西起东河槽，东至磴口，东河区转龙藏-臭水井-磴口一线大青山山前断裂带以南 100 米至北部大青山麓的 1~2km 地区及相应沟谷，面积为 29.0 平方公里。

本期项目不在饮用水水源保护规划区内。

6.3 城市总体规划和环保规划

6.3.1 城市总体规划

包头市人民政府编制的《包头市城市总体规划》，将包头市城市性质确定为以冶金、机械为主的综合性工业城市，成为内蒙古自治区中西部的经济中心。

（1）市域城镇发展规划

逐步形成以主城为核心，以 110 国道沿线为主发展轴的多层次、网络状、一体化的城镇格局。

（2）城市用地发展方向和总体布局

包头市城市空间布局目前已形成了昆都仑区、青山区、东河区相对独立的发展模式，新市区（昆都仑区、青山区）是大工业集中区，其生产规模大，设备较先进，技术力量雄厚，对全市经济发展起着决定性作用。城市布局比较合理，工业区分布于市区边缘，居民区集中于市区中间地带。市内基础设施比较完备，道路系统呈网格状，土地功能分区基本合理，是全市政治、经济文化中心。根据新市区现状和用地条件，城区的主要发展方向为新市区（昆都仑区、青山区）与旧市区（东河区）之间中北部。工业主要向昆河以西、包钢西、南部发展。

（3）城市环境与生态规划

加强绿化，加强水资源保护，改造污水处理设施，提高固体废物的综合利用率，调整产业结构，优化工业布局。

6.3.2 环保规划

根据包头市环境保护局编制的《包头市“十三五”城乡环境保护规划总报告》，规划的总体目标是到 2020 年主要污染物排放达到国家和自治区总量控制要求，主要污染因子环境质量实现稳定达标，生态环境总体恶化趋势得到基本遏制，环境安全得到基本保障，环境管理能力得到显著加强，建成国家环境保护模范城市，推进生态宜居城市建设，为全面建设小康社会奠定良好的环境基础。

包头市环境保护“十三五”主要的指标规划具体如下：

（1）总体目标

到2020年，主要污染物排放总量显著减少，环境质量明显改善，生态系统稳定性逐步增强，环境风险得到有效管控，生态管治、环境监管和行政执法体制机制、环境资源审计、环境责任考核等法规制度建设取得突破，生态文明制度体系基本建立，生态文明水平与全面小康社会相适应。

（2）总量控制指标

二氧化硫、氮氧化物、VOCs、化学耗氧量、氨氮排放总量达到国家和自治区总量控制要求。

（3）环境质量

①集中式饮用水源地水质达标率100%。

②城市辖区地表水环境质量达到相应功能水体要求，市辖区范围内未划定功能水体消除黑臭现象。

③环境空气质量全年优良天数 ≥ 292 d。

④环境空气污染物基本项目： SO_2 、 NO_2 年日均值、CO日均值、 O_3 日最大8小时平均达到二级标准， PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 年日均值较2015年下降10%。

⑤区域环境噪声平均值 ≤ 60 dB（A）；交通干线噪声平均值 ≤ 70 dB（A）。

（3）环境建设

①城镇生活污水集中处理率 $\geq 95\%$ 。

②污水再生利用率 $\geq 30\%$ 。

③生活垃圾无害化处理率 $\geq 99\%$ ；工业固废处置利用率 $\geq 90\%$ ；危险废物处置利用率100%；放射性废物安全收储率100%。

④机动车环保定期检测率 $\geq 90\%$ 。

（4）环境管理

①环境目标责任制度落实到位。

②建立、推行排污许可证制度。

③建设项目依法执行环评、“三同时”，依法开展规划环境影响评价。

④环境保护能力建设。

⑤重特大突发环境事件数量显著下降。。

6.4 金属深加工园区规划

6.4.1 规划基本情况

6.4.1.1 位置

内蒙古包头金属深加工园区位于京藏高速公路南侧，包钢集团厂区及西水泉路西侧，哈德门沟东侧，包兰铁路北侧。

6.4.1.2 规划期限与范围

（1）规划期限

2017-2025年；

（2）规划范围

规划建设用地为37.0km²。金属深加工园区从产业方面看，主要分为七大产业板块：金属深加工功能区位于园区中部地块北侧与南侧，用地面积约16.10公顷；稀土功能区位于园区中部，用地面积约2.52公顷；循环经济功能区位于园区东南侧，用地面积约4.69公顷；钢铁物流功能区位于园区东北侧，地面积约7.46公顷；新能源、新材料高新技术产业功能区位于园区西南侧，地面积约7.84公顷；生态防护隔离区位于园区西北侧，地面积约4.60公顷；发展备用地位于园区东侧，规划面积1.81公顷。

6.4.1.3 规划目标、性质与定位

（1）规划目标

塑造特色产业，打造优势产业集中、配套产业完善、具备互动产业链条的新型特色工业园区；利用对内、对外均具备高效率的交通网络，形成设施齐全、环境优美、职住关系良好、高效繁荣的产业集聚区域；完善城市基础设施及公共服务设施，创造经济活动高效、资源利用集约的工业园区；增加地方经济收入，促进区域快速协调发展。

（2）性质与定位

内蒙古包头金属深加工园区是自治区级工业园区，是包头市打造世界级稀土产业基地，国家钢铁和能源及的重要组成部分；是自治区级沿黄河沿交通干线产业发展带上的重要支撑点。

园区的产业定位是以金属深加工为基础，高新技术产业和先进适用性技术为先导，集黑色金属冶金及深加工产业、有色金属原料及深加工产业、新材料等高分子材料研发为一体的新型工业体系。

6.4.1.4 重点产业发展规划

金属深加工园区主要包括金属深加工功能区，稀土功能区，循环经济功能区，钢铁物流功能区，新能源、新材料高新技术产业功能区，生态防护隔离区和发展备用地。

表 4.1-1 园区重点产业发展体系构成

序号	产品类型	产业发展方向	产业发展重点
1	有色金属生产及加工	彩色不锈钢	不锈钢新材料深加工
		稀土	稀土精矿、稀土深加工产品、稀土新材料生产
2	黑色金属生产及加工	钢铁初级产品加工、钢铁产品	钢材、铸造基地
		钢渣及粉煤灰废料进行再利用	钢渣粉煤灰制砖、钢渣制纤维网、微粉水泥
3	新能源、新材料	复合材料加工	多晶硅、单晶硅、高效硅片
		新型高性能材料	聚苯硫醚、聚苯硫醚砜、聚苯硫醚酮、
4	公共设施	办公及写字楼、市政设施	第三产业、公共服务业
5	商贸物流业	商贸物流业区	运输、包装、储存保管、配送、流通

6.4.2 总体布局规划

金属深加工园区用地主要包括钢铁深加工发展区用地（一期和二期）、不锈钢产业发展区用地、钢铁稀土发展区用地（原九原工业园区北区）、包钢三体系及循环经济规划发展区用地、钢铁物流发展区用地以及生态隔离绿地。钢铁深加工发展区用地（一期）的范围是东起包钢 7 号桥、西至张家营子变电站，北起新 110 国道、南至西哈公路，规划面积为 2.03km²。钢铁深加工发展区用地（二期）四至范围是东起包钢西界墙、西至稀土三厂，北起西哈公路、南至包钢储灰池，规划面积为 9.31km²。不锈钢产业发展区用地是包钢尾矿坝以西的产业用地（上下打拉亥村）为华业特钢厂区，规划总用地为 4.5km²；钢铁稀土发展区用地（原九原工业园区用地）为稀土三厂、大安、吉宇等现状企业用地，规划总用地为 9.43km²；包钢尾矿坝以东，包兰铁路以北，储灰池以南用地为现状包钢三体系及循环经济发展工业用地，占地约 3.49km²。乌拉山防洪沟以北、京藏高速公路以南的用地，基于到其交通的优越性，以及处于城市生活用地的上风向等因素，规划布局为以钢铁产品交易为主的物流区，规划总用地为 4.8km²。园区与卜尔汉图社区之间的生态隔离绿地占地面积约为 3.44 km²。

6.4.2.1 功能区布局

金属深加工园区从产业方面看，主要分为七大产业板块，包括金属深加工功能区，稀土功能区，循环经济功能区，钢铁物流功能区，新能源、新材料高新技术产业功能区，生态防护隔离区，发展备用地。

新能源、新材料高新技术产业功能区位于园区西南侧，地面积约 7.84km²。以通威 5 万吨多晶硅、2000MW 高效硅片、聚贤公司 5 万吨聚苯硫醚、中基华材 60 万吨彩色不锈钢和昱力通 10 万吨废矿物油、废乳化液、工业废渣提炼项目为龙头的新能源、新材料高新技术产业功能区。重点发展以多晶硅、硅片、太阳能电池片及光伏、光热、光电为主的新能源产业，和新材料生产及化工产业。

6.4.2.2 土地利用规划

园区规划建设用地 37 km²，建设用地按照国家分类标准分为：工业用地、商业服务业设施用地、物流仓储用地、公用设施用地、公园绿地、防护绿地、生态绿地、尾矿坝、水域。

6.4.3 道路交通规划

6.4.3.1 对外交通

G6 高速公路：位于园区的北侧，西至银川市，东至北京市。

110 国道：位于园区北侧，西至银川市，东至北京市。

包白铁路：位于园区西侧，北至白云鄂博矿区，南到包头市。

包兰铁路：位于园区南侧，西侧兰州市，东到包头市。

110 国道：110 国道从园区北侧穿过，是包头市东西方向的发展轴线，西至银川市，东至北京市，园区内兴华大街、哈业脑包六街、经一路、经三路、七号桥路、新经七路、西水泉路等相接。

规划范围北侧有良好的对外交通出入口，分别为北侧的 G6 高速公路和北侧的 110 国道，110 国道红线宽度 70 米。

6.4.3.2 道路规划

南绕城公路、七号桥路与 G6 高速公路相交采用全互通式立交；

规划新经七路、永福路、西水泉路与 G6 高速公路为分离式立交，均下穿通过高速公路。

6.4.4 市政基础设施规划

6.4.4.1 给水工程规划

规划园区水源由大青山生态应急水源、二水厂及中水联合供给。

园区内规划配水厂一座，位于纬一路与经四路交叉口西南角，占地面积为1.56ha。

6.4.4.2 排水工程规划

昆仑电厂南侧西郊污水处理厂，近期处理能力为3000m³/d，远期处理能力为3万m³/d。

综合园区道路的兴建，逐步建立雨水排放系统，新建主干路必须同时建设雨水管沟。仓储物流区雨水就近排入乌拉山防洪沟，雨水管径为DN500-DN600；雨水由东向西沿包钢西路东延段和创业路主干管排入哈德门防洪沟。

6.4.4.3 供电工程规划

规划500KV高压线路沿哈德门沟与南绕城公路之间绿化带铺设，链接高新变、包西变以及德岭变。规划220KV高压线路沿规划500KV高压线东侧铺设，连接华业特钢变与张家营变。规划110KV高压线路沿现状高压线走廊铺设，为提高土地使用效率，将从张家营子变电站至包钢71号变电站的110KV线路改至沿现有高压线走廊和导流渠北侧架设。

6.4.4.4 通讯工程规划

园区设邮政所2处。规划园区通信线路由西哈公路现状通信线路接入，现状为架杆线路，规划随园区建设逐步形成环网系统。

6.4.4.5 燃气工程规划

现在沿110国道铺设DN400燃气高压管，气源为鄂尔多斯长庆气田，金属深加工园区的天然气由此接出。规划园区设高中压调压站两处。

现状高压燃气管沿南绕城公路、110国道铺设，管径为DN400。

中压燃气管线由规划调压站出线，沿包钢西路、经三路铺设管径为DN300-DN400的中压燃气管，沿园区主次干路铺设管径为DN150-DN200的中压燃气管。

6.4.4.6 供热工程规划

西源电厂为规划热源，不足部分由燃气采暖补充。规划热负荷为796.61MW。规划供热管网采用直埋方式敷设。

规划供热管网采用直埋方式铺设。管网分布见图4-8。

现状主干管沿110国道、西哈公路向东铺设至昆都仑区，管径为DN1200，沿

途预留 DN600 管口两处，分别位于经二路、经三路。

华业特钢新址直接由电厂出线，分别铺设 DN600 热水管与 DN600 蒸汽管，主干管沿拓业路、荣华大街铺设。

6.4.4.7 环境卫生设施规划

规划生活垃圾全部送入包头市青昆垃圾填埋场处理，规划垃圾转运站两座，工业垃圾和建筑垃圾采取谁生产谁处理的原则，无处理能力的可由环卫部门有服务，建筑垃圾要与生活垃圾分开收运、单独处理。

6.4.4.8 环境保护规划

金属深加工园区全部为二类大气环境功能区，总体空气质量应达到国家二级标准。工业区按昼间 65dB、夜间 55dB 控制，交通干线两侧按昼间 70dB、夜间 55dB 控制。

6.5 环境质量现状调查及评价

6.5.1 环境空气现状监测与评价

6.5.1.1 项目所在区域达标区判定

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} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 CO 和 O_3 ，六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标”。

根据《2019 年内蒙古自治区包头市生态环境质量报告书》，2019 年， SO_2 、 NO_2 、 CO 和 O_3 四项污染物年均值达标， PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 两项不达标。 SO_2 和 CO 两项日均值无超标现象， NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 和 O_3 四项日均值有超标现象。项目所在区域为不达标区。

6.5.1.2 基本污染物环境质量现状

根据《2019 年内蒙古自治区包头市生态环境质量报告书》，包头市 2019 年 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度分别为 $22\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $39\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $74\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $38\mu\text{g}/\text{m}^3$ ； CO 24 小时平均第 95 百分位数为 $2.6\text{mg}/\text{m}^3$ ， O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 $143\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值的污染物为 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ ，具体见表 6.5-1。

表 6.5-1 2019 年包头市基本污染物环境质量一览表

因子	平均时段	现状浓度 / ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值 / ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 / (%)	达标情况
SO ₂	年平均	22	60	36.67	达标
NO ₂	年平均	39	40	97.50	达标
PM ₁₀	年平均	74	70	105.71	不达标
PM _{2.5}	年平均	38	35	108.57	不达标
O ₃	日最大 8 小时平均第 90 百分位数	143	160	89.38	达标
CO	24 小时平均第 95 百分位数	2.6 (mg/m^3)	4 (mg/m^3)	65.00	达标

6.5.1.3 其他污染物环境质量现状

为了掌握评价区环境空气质量现状，本评价特委托内蒙古京诚检测技术有限公司在项目所在地进行环境空气现状监测。

(1) 监测布点

根据项目的污染特征、当地的气象条件、地形分布的要求，在项目厂址所在区域布设 3 个监测点位，分别是乌兰计三村、本期项目拟建厂址、本期项目拟建厂址东南 0.5km，监测点分布见表 6.5-2 及图 6.5-1。

表 6.5-2 环境空气现状监测点位一览表

序号	点位	监测点坐标		相对本期项目	
		北纬	东经	方位	距离(km)
1#	乌兰计三村	40°43'40.00"	111°31'54.74"	西	1.5
2#	项目拟建厂址	40°42'22.01"	111°32'6.79"	/	/
3#	拟建厂址东南	40°41'21.63"	111°31'9.93"	东南	0.5

(2) 监测项目及监测时间

监测项目：① 1 小时浓度监测项目：氯化氢、氯气、非甲烷总烃；② 日均浓度监测项目：氯化氢、氯气、TSP；③ 8 小时浓度均值监测项目：TVOC。

监测时间：监测时间为 2020 年 11 月 4 日~10 日，有效天数共 7 天（连续监测 7 天有效数据）。

监测期间同步观测风向、风速、气温、气压和云量等气象要素。

(3) 监测分析方法

监测及分析按《环境监测技术规范》中的规定，采样分析方法见表 6.5-3。



图 6.5-1 环境空气、土壤、包气带及声环境监测点分布图

表 6.5-3 环境空气质量现状监测仪器及分析方法

检测项目	检测仪器及型号	分析方法及来源	检出限
氯气	722S 可见分光光度计	《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/m ³
氯化氢	CIC-200 离子色谱仪	《环境空气和废气氯化氢的测定 离子色谱法》HJ 549-2016	0.02mg/m ³
非甲烷总烃	GC-2014 气相色谱仪	《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》HJ 604-2017	0.07mg/m ³
TSP	BSA124S 万分之一天平	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》GB/T 15432-1995	0.001 mg/m ³
TVOC	GC-2014 气相色谱仪	《室内空气中总挥发性有机物的检验方法》GB/T 18883-2002	0.0005mg/m ³

（4）监测结果分析

TSP、氯化氢、非甲烷总烃、氯气、TVOC 现状监测结果统计见表 6.5-4。

①TSP

监测期间 3 个监测点 TSP 日均浓度值范围为 0.11~0.135 mg/m³，满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准要求。

②TVOC

监测期间 3 个监测点 TVOC 8 小时平均浓度值范围为 0.006~0.019 mg/m³，均小于 0.6mg/m³，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)附录 D 相关标准限值要求。

③氯化氢

监测期间 3 个监测点氯化氢均未检出，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)附录 D 相关标准限值要求。

④氯气

监测期间 3 个监测点氯气均未检出，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)附录 D 相关标准限值要求。

⑤非甲烷总烃、

监测期间 3 个监测点非甲烷总烃均未检出，满足《环境空气质量 非甲烷总烃限值》(DB13/1577-2012)二级标准要求。

表 6.5-4 环境空气现状监测结果表

监测点位	污染物	平均时间	评价标准 mg/m ³	监测浓度范围 mg/m ³	最大浓度占标率（%）	超标率（%）	达标情况
乌兰计三村	氯化氢	1 小时平均	0.05	未检出	-	0	达标
		24 小时平均	0.015	未检出	-	0	达标
	氯气	1 小时平均	0.1	未检出	-	0	达标
		24 小时平均	0.03	未检出	-	0	达标
	非甲烷总烃	1 小时平均	2	未检出	-	0	达标
	TSP	24 小时平均	0.3	0.114-0.135	45	0	达标
	TVOC	8 小时平均	0.6	0.006-0.013	2.17	0	达标
项目拟建厂址	氯化氢	1 小时平均	0.05	未检出	-	0	达标
		24 小时平均	0.015	未检出	-	0	达标
	氯气	1 小时平均	0.1	未检出	-	0	达标
		24 小时平均	0.03	未检出	-	0	达标
	非甲烷总烃	1 小时平均	2	未检出	-	0	达标
	TSP	24 小时平均	0.3	0.11-0.133	44.3	0	达标
	TVOC	8 小时平均	0.6	0.009-0.016	2.67	0	达标
拟建厂址东南 0.5km	氯化氢	1 小时平均	0.05	未检出	-	0	达标
		24 小时平均	0.015	未检出	-	0	达标
	氯气	1 小时平均	0.1	未检出	-	0	达标
		24 小时平均	0.03	未检出	-	0	达标
	非甲烷总烃	1 小时平均	2	未检出	-	0	达标
	TSP	24 小时平均	0.3	0.112-0.130	43.3	0	达标
	TVOC	8 小时平均	0.6	0.010-0.019	3.17	0	达标

6.5.2 地下水环境质量现状监测与评价

为了解评价区地下水环境质量现状，本次评价委托内蒙古京诚检测技术有限公司对评价区域地下水环境进行现状监测。

(1) 监测点位及因子

根据建设项目所在区域地下水流向及地下水导则要求，在评价区域内共设置7个地下水水质现状监测点，地下水监测点位及监测因子见表6.5-5，位置见图6.5-2。

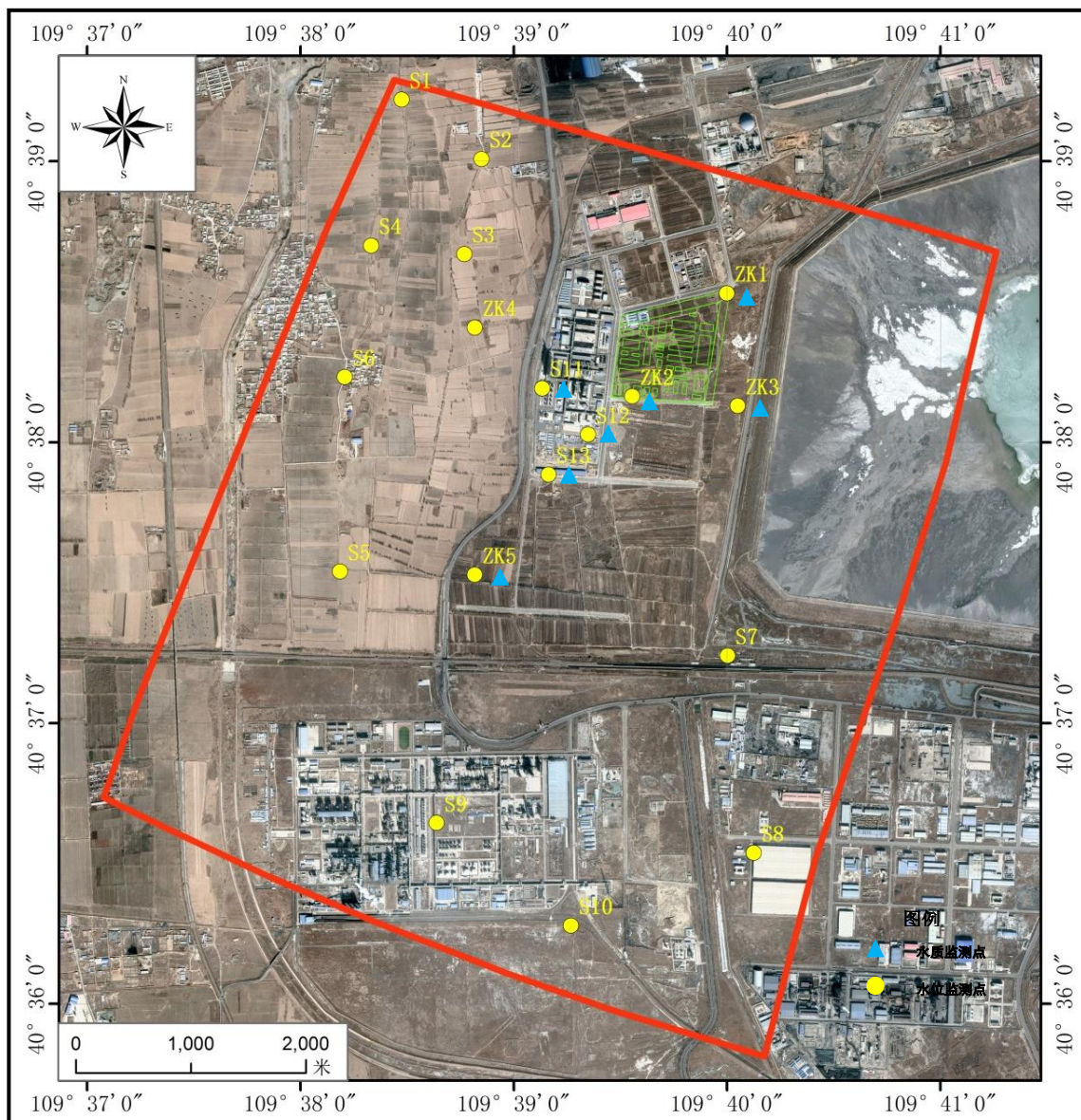


图 6.5-2 地下水水质、水位监测布点图

表 6.5-5 地下水水质监测点位及监测因子一览表

监测点	纬度	经度	监测因子
ZK1	40°38'30.13"N	109°40'17.22"E	pH 值、耗氧量、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、总硬度、溶解性总固体、碘化物、硫酸盐、氟化物、氯化物、铁、锰、铜、锌、汞、砷、铅、镉、钾、钠、钙、镁、挥发酚、氰化物、六价铬、阴离子表面活性剂、碳酸根、重碳酸根、总大肠菌群、菌落总数。
ZK2	40°38'14.01"N	109°39'53.58"E	
ZK3	40°38'11.67"N	109°40'16.60"E	
ZK5	40°37'34.20"N	109°39'4.30"E	
S12	40°38'6.83"N	109°39'48.95"E	
S13	40°37'54.15"N	109°39'27.55"E	
S11	40°38'7.39"N	109°39'19.44"E	

(2) 监测时段及频率

监测时间为 2020 年 11 月 26 日。监测频率按照国家有关规范为 1 次/天。

(3) 监测及分析方法

各监测因子的分析方法及其检出限见表 6.5-6。

(4) 监测及评价结果

①评价方法

采用单因子标准指数法进行评价，其计算公式为：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中： $S_{i,j}$ ——单项水质项目 i 在第 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$ ——单项水质项目 i 在第 j 点的水质浓度 (mg/L)；

C_{si} ——单项水质项目 i 的水质标准 (mg/L)。

其中，pH 单因子指数值计算公式为：

$$S_{pH,j} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad pH_j > 7.0$$

$$S_{pH,j} = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad pH_j \leq 7.0$$

表 6.5-6 地下水检测项目及分析方法一览表

序号	监测项目	分析方法及来源	仪器设备及型号	检出限
1	pH 值	《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）第三篇第一章六（二）便携式 pH 计法（B）	DZB-718 水质多参数测定仪	——
2	耗氧量	《生活饮用水标准检验方法有机物综合指标》GB/T 5750.7-2006 （1.1 酸性高锰酸钾滴定法）	10mL 滴定管	0.05mg/L
3	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》 HJ 535-2009	722 可见分光光度计	0.025mg/L
4	硝酸盐氮	《水质 无机阴离子的测定 离子色谱法》HJ 84-2016	CIC-D100 离子色谱仪	0.004mg/L
5	亚硝酸盐氮	《水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法》 GB 7493-87	722S 可见分光光度计	0.001mg/L
6	总硬度	《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》GB 7477-1987	——	5.0mg/L
7	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》GB/T 5750.4-2006	BSA124S 万分之一天平	——
8	碘化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 GB/T 5750.5-2006（11.1 硫酸铈催化分光光度法）	722S 可见分光光度计	0.001mg/L
9	硫酸盐	《水质 无机阴离子的测定 离子色谱法》HJ 84-2016	CIC-D100 离子色谱仪	0.018mg/L
10	氟化物	《水质 无机阴离子的测定 离子色谱法》HJ 84-2016	CIC-D100 离子色谱仪	0.006mg/L
11	氯化物	《水质 无机阴离子的测定 离子色谱法》HJ 84-2016	CIC-D100 离子色谱仪	0.007mg/L
12	铁	《水质铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB 11911-89	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.03mg/L
13	锰	《水质铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB 11911-89	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.01mg/L
14	铜	《水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法》GB 7475-87	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.05mg/L
15	锌	《水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法》GB 7475-87	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.05mg/L
16	汞	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	PF3-2 原子荧光光度计	0.04μg/L
17	砷	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	PF3-2 原子荧光光度计	0.3μg/L
18	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（五）石墨炉原子吸收法（B）	TAS-990G 原子吸收分光光度计	1μg/L

序号	监测项目	分析方法及来源	仪器设备及型号	检出限
19	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（四）石墨炉原子吸收法测定镉、铜和铅（B）	TAS-990G 原子吸收分光光度计	0.1μg/L
20	钾	《水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB 11904-1989	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.05mg/L
21	钠	《水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB 11904-1989	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.01mg/L
22	钙	《水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法》GB 11905-89	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.02mg/L
23	镁	《水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法》GB 11905-89	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.002mg/L
24	挥发酚	《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》HJ 503-2009	T6 新世纪紫外可见分光光度计	0.0003mg/L
25	氰化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》GB/T 5750.5-2006	T6 新世纪紫外可见分光光度计	0.002mg/L
26	六价铬	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 GB/T 5750.6-2006（10.1 二苯碳酰二肼分光光度法）	722 可见分光光度计	0.004mg/L
27	阴离子表面活性剂	《水质 阴离子表面活性剂 亚甲蓝分光光度法》GB 7494-1987	T6 新世纪紫外可见分光光度计	0.05mg/L
28	碳酸根	《地下水水质检验方法滴定法测定碳酸根、重碳酸根和氢氧根》 DZ/T 0064.49-93	50mL 滴定管	5mg/L
29	重碳酸根	《地下水水质检验方法滴定法测定碳酸根、重碳酸根和氢氧根》DZ/T 0064.49-93	50mL 滴定管	5mg/L
30	总大肠菌群	《生活饮用水标准检验方法微生物指标》 GB/T 5750.12-2006（2.1 多管发酵法）	150A 生化培养箱	——
31	菌落总数	《水质 细菌总数的测定 平皿计数法》 HJ 1000-2018	150A 生化培养箱	——

式中： $S_{pH, j}$ ——pH 的标准指数；

pH_j ——pH 实测值；

pH_{su} ——水质标准中规定的 pH 值上限，一般取 8.5；

pH_{sd} ——水质标准中规定的 pH 值下限，一般取 6.5。

②评价标准

评价标准：执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准。

③地下水质量现状监测与评价

监测期间该区域地下水水质各监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准要求。地下水质量现状监测与评价结果见表 6.5-7，地下水离子检测结果见表 6.5-8。

本项目评价范围内部分监测井总硬度、硫酸盐、氯化物、氨氮出现超标现象；可能由于当地环境地质背景值较高造成，区内地下水流动速度缓慢、水位埋深较浅，黄河灌溉退水长期的蒸发浓缩使得含水层中含盐量较高。评价范围内地下水环境质量一般。

6.5.3 包气带污染现状监测与评价

（1）监测布点

为掌握项目所在地的包气带污染现状，本次委托内蒙古京诚检测技术有限公司进行包气带污染现状调查，调查时间为 2020 年 11 月 4 日，设置 1#现有厂区污水处理站附近、2#现有厂区罐区附近、3#背景点三个点位，点位分布见图 6.5-1，见表 6.5-9。

表 6.5-9 包气带监测点位统计表

点位名称		坐标	样品状态描述
现有厂区污水处理站附近	0~20cm	40°37'55" N 109°39'23" E	棕色、干、砂壤土、少量植物根系
	20~80cm	40°37'55" N 109°39'23" E	棕色、干、砂壤土、少量植物根系
现有厂区罐区附近	0~20cm	40°38'08" N 109°39'06" E	棕色、潮、壤土、少量植物根系
	20~80cm	40°38'08" N 109°39'06" E	棕色、潮、壤土、少量植物根系
背景点	0~20cm	40°37'52" N 109°39'39" E	深棕色、潮、壤土、少量植物根系
	20~80cm	40°37'52" N 109°39'39" E	深棕色、潮、壤土、少量植物根系

（2）监测项目

pH 值、总硬度、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发酚、氰化物、砷、汞、铁、锰、铅、镉、六价铬、硫酸盐、硫化物、氯化物、耗氧量、石油类。

（3）监测分析方法

包气带浸溶监测项目分析方法见表 6.5-10。

（4）监测结果

包气带浸溶监测结果见表 6.5-11。

表 6.5-10 包气带监测项目及分析方法一览表

序号	监测项目	分析及来源	仪器设备及型号	检出限
1	pH 值	《水质 pH 的测定 玻璃电极》GB/T 6920-86	实验室用 pH 计	——
2	总硬度	《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》GB 7477-1987	——	5.0mg/L
3	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》GB/T 5750.4-2006	BSA124S 万分之一天平	——
4	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度》HJ 535-2009	722 可见分光光度计	0.025mg/L
5	硝酸盐氮	《水质 无机阴离子的测定 离子色谱法》HJ 84-2016	CIC-D100 离子色谱仪	0.004mg/L
6	亚硝酸盐氮	《水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法》GB 7493-87	722S 可见分光光度计	0.001mg/L
7	挥发酚	《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》HJ 503-2009	T6 新世纪 紫外可见分光光度计	0.0003mg/L
8	氰化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》GB/T 5750.5-2006	T6 新世纪 紫外可见分光光度计	0.002mg/L
9	砷	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	PF3-2 原子荧光光度计	0.3μg/L
10	汞	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	PF3-2 原子荧光光度计	0.04μg/L
11	铁	《水质铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB 11911-89	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.03mg/L
12	锰	《水质铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB 11911-89	TAS-990F 原子吸收分光光度计	0.01mg/L
13	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（五）石墨炉原子吸收法（B）	TAS-990G 原子吸收分光光度计	1μg/L
14	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（四）石墨炉原子吸收法测定镉、铜和铅（B）	TAS-990G 原子吸收分光光度计	0.1μg/L
15	六价铬	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 GB/T 5750.6-2006（10.1 二苯碳酰二肼分光光度法）	722 可见分光光度计	0.004mg/L
16	硫酸盐	《水质 无机阴离子的测定 离子色谱法》 HJ 84-2016	CIC-D100 离子色谱仪	0.018mg/L

17	硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》GB/T 16489-1996	722 可见分光光度计	0.005mg/L
18	氯化物	《水质 无机阴离子的测定 离子色谱法》HJ 84-2016	CIC-D100 离子色谱仪	0.007mg/L
19	耗氧量	《生活饮用水标准检验方法有机物综合指标 酸性高锰酸钾滴定法》 GB/T 5750.7-2006(1.1)	10mL 滴定管	0.05mg/L
20	石油类	《生活饮用水标准检验方法有机物综合指标》GB/T 5750.7-2006 (3.5 非分散红外光度法)	OIL 460 型红外测油仪	0.05mg/L

表 6.5-11 包气带现状监测结果一览表

项目	单位	厂区污水处理站		厂区罐区		背景点	
		0~0.2m	0.2~0.8m	0~0.2m	0.2~0.8m	0~0.2m	0.2~0.8m
pH 值	/	8.57	8.59	8.43	8.67	8.34	8.19
总硬度	mg/L	51.5	51.9	69.9	79.4	230	317
溶解性总固体	mg/L	240	165	208	442	322	533
氨氮	mg/L	0.025L	0.942	0.368	0.025L	0.510	0.402
硝酸盐氮	mg/L	0.546	2.42	0.631	1.37	2.33	3.45
亚硝酸盐氮	mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L
挥发酚	mg/L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L
氰化物	mg/L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L
砷	μg/L	4.8	5.5	4.6	9.2	0.3L	0.3L
汞	μg/L	0.04L	0.04L	0.12	0.04L	0.04L	0.04L
铁	mg/L	2.95	2.50	1.56	4.63	0.03L	0.03L
锰	mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L
铅	μg/L	1L	1L	1L	1L	1L	1L
镉	μg/L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L
六价铬	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L
硫酸盐	mg/L	30.7	20.7	22.6	40.0	128	249
硫化物	mg/L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L
氯化物	mg/L	11.1	8.34	6.78	8.54	9.28	17.9
耗氧量	mg/L	1.69	2.60	1.33	1.12	2.16	1.60
石油类	mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L

由上表可知：包气带土壤的各项指标浸出量与背景点基本处于同一水平。

6.5.4 声环境现状监测与评价

本次声环境现状监测委托内蒙古京诚检测技术有限公司开展。

(1) 监测布点

本次声环境现状监测共设置 10 个监测点，其中，一期项目厂界四周设置 6 个点，本期项目厂界四周设置 4 个点。监测布点见图 6.5-1。

(2) 监测因子

等效连续 A 声级（Leq）。

(3) 监测时间及频率

监测时间为 2020 年 11 月 8 日，监测 1 天，分昼夜进行监测，昼间监测时段为 6:00~22:00，夜间监测时段为 22:00~次日 6:00。

（4）监测方法

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的规定进行。

（5）监测结果

各噪声监测点声环境质量现状监测及评价结果见表 6.5-12。

表 6.5-12 声环境质量现状监测及评价结果表 单位：dB（A）

监测点位置	昼间			夜间		
	监测值	标准值	评价结果	监测值	标准值	评价结果
一期厂界 1#点	58	65	达标	54	55	达标
一期厂界 2#点	60	65	达标	53	55	达标
一期厂界 3#点	57	65	达标	54	55	达标
一期厂界 4#点	59	65	达标	54	55	达标
一期厂界 5#点	60	65	达标	52	55	达标
一期厂界 6#点	58	65	达标	51	55	达标
二期厂界 1#点	59	65	达标	52	55	达标
二期厂界 2#点	58	65	达标	54	55	达标
二期厂界 3#点	60	65	达标	51	55	达标
二期厂界 4#点	60	65	达标	54	55	达标

由上表可知：一期厂界噪声监测值昼间在 57~60 dB（A）之间，夜间在 51~54 dB（A）之间；本期工程厂界噪声监测值昼间在 58~60 dB（A）之间，夜间在 51~54 dB（A）之间，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准要求。

6.5.5 土壤环境现状监测与评价

本次土壤现状调查及监测委托内蒙古京诚检测技术有限公司开展。

6.5.5.1 土壤环境现状监测

（1）监测点位

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）布点要求，本项目用地范围内设置 5 个柱状样点，2 个表层样点，厂区外环境设置 4 个表层样点，分布点见图 6.5-1。

（2）监测因子

各监测点主要监测因子：pH、氯离子、汞、砷、铅、镉、铜、镍、铬(六价)、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、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、蒽、萘、硝基苯、苯胺、锌、总铬等。

土壤监测点坐标及监测因子见表 6.5-13。

（3）监测时间及频次

监测时间为 2020 年 11 月 5 日。

（4）监测及分析方法

土壤监测方法参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《场地环境调查技术导则》（HJ25.1）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2）要求进行。分析方法参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）及《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中有关要求进行。

监测分析及检出限见表 6.5-14。

表 6.5-13 土壤监测点坐标及监测因子一览表

名称	序号	点位坐标	采样深度	监测因子
厂内 柱状样	1	40°38'24" N 109°39'31" E	0~0.5m、0.5~1.5m、 1.5~3m	氧化还原电位、pH、汞、砷、铅、镉、铜、镍、铬(六价)、氯离子、阳离子交换量、饱和导水率、容重、孔隙度、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、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、萘、硝基苯、苯胺
	2	40°38'33" N 109°39'51" E	0~0.5m、0.5~1.5m、 1.5~3m	氯离子
	3	40°38'10" N 109°39'30" E	0~0.5m、0.5~1.5m、 1.5~3m	氯离子
	4	40°38'09" N 109°39'39" E	0~0.5m、0.5~1.5m、 1.5~3m	氯离子
	5	40°38'10" N 109°39'40" E	0~0.5m、0.5~1.5m、 1.5~3m	氯离子
厂内 表层样	6	40°38'26" N 109°39'39" E	0~0.2m	氯离子
	7	40°38'09" N 109°38'00" E	0~0.2m	氯离子
厂外 表层样	8	40°38'20" N 109°38'60" E	0~0.2m	pH、氯离子、汞、砷、铅、镉、铜、锌、镍、总铬
	9	40°38'00" N 109°39'25" E	0~0.2m	pH、氯离子、汞、砷、铅、镉、铜、锌、镍、总铬
	10	40°37'54" N 109°39'35" E	0~0.2m	pH、氯离子、汞、砷、铅、镉、铜、锌、镍、总铬
	11	40°37'50" N 109°39'28" E	0~0.2m	pH、氯离子、汞、砷、铅、镉、铜、锌、镍、总铬

表 6.5-14 土壤监测项目及分析方法表

序号	检测项目	分析方法及来源	仪器设备及型号	检出限
1	pH	《土壤 pH 值的测定电位法》HJ 962-2018	pH 计雷磁 PHSJ-3F	——
2	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	50mL 酸式滴定管	——
3	阳离子交换量	《中性土壤阳离子交换量和交换性盐基的测定》NY/T 295—1995	——	0.2cmol/kg
4	容重	《土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定》NY/T 1121.4-2006	DT1001 电子天平	——
5	氧化还原电位	《土壤 氧化还原电位的测定 电位法》HJ 746-2015	土壤 ORP 计 TR-901	——
6	孔隙度	《森林土壤水分-物理性质的测定》LY/T 1215-1999	DT1001 电子天平	——
7	饱和导水率	《森林土壤水分-物理性质的测定》LY/T 1215-1999	——	——
8	汞	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法》 GB/T 22105.1-2008	原子荧光分光光度计 PF3-2	0.002mg/kg
9	砷	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法》 GB/T 22105.2-2008	原子荧光分光光度计 PF3-2	0.01mg/kg
10	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	TAS-990G 原子吸收分光光度计	0.1mg/kg
11	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	TAS-990G 原子吸收分光光度计	0.01mg/kg
12	铜	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度计》HJ491-2019	TAS-990F 原子吸收分光光度计	1mg/kg
13	镍	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度计》HJ491-2019	TAS-990F 原子吸收分光光度计	3mg/kg
14	铬(六价)	EPA METHOD 3060A ALKALINE DIGESTION FOR HEXAVALENT CHROMIUM 美国国家环保局 3060A-碱溶消解六价铬方法 USA EPA METHOD 7196A CHROMIUM, HEXAVALENT(COLORIMETRIC)六价 铬的测定分光光度法	722 可见分光光度计	0.2mg/kg
15	四氯化碳	《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》 HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.3 μg/kg
16	氯仿	《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》	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.1 μg/kg

序号	检测项目	分析方法及来源	仪器设备及型号	检出限
		HJ 605-2011		
17	氯甲烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.0 µg/kg
18	1.1-二氯乙烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
19	1.2-二氯乙烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.3 µg/kg
20	1.1-二氯乙烯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.0 µg/kg
21	顺-1.2-二氯乙烯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.3 µg/kg
22	反-1.2-二氯乙烯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.4 µg/kg
23	二氯甲烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.5 µg/kg
24	1.2-二氯丙烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.1 µg/kg
25	1.1.1.2-四氯乙烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
26	1.1.2.2-四氯乙烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
27	四氯乙烯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.4 µg/kg
28	1.1.1-三氯乙烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.3 µg/kg
29	1.1.2-三氯乙烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
30	三氯乙烯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
31	1.2.3-三氯丙烷	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
32	氯乙烯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B	1.2 µg/kg

序号	检测项目	分析方法及来源	仪器设备及型号	检出限
			气相色谱-质谱联用仪	
33	苯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.9 µg/kg
34	氯苯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
35	1,2-二氯苯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.5 µg/kg
36	1,4-二氯苯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.5 µg/kg
37	乙苯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
38	苯乙烯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.1 µg/kg
39	甲苯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.3 µg/kg
40	间二甲苯+对二甲苯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
41	邻二甲苯	《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》HJ 605-2011	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	1.2 µg/kg
42	2-氯酚	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.06mg/kg
43	苯并(a)蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.1mg/kg
44	苯并(a)芘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.1mg/kg
45	苯并(b)荧蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.2mg/kg
46	苯并(k)荧蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.1mg/kg
47	茚并(1,2,3-cd)芘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.1mg/kg
48	二苯并(a,h)蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	8890-5977B	0.1mg/kg

序号	检测项目	分析方法及来源	仪器设备及型号	检出限
			气相色谱-质谱联用仪	
49	蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.1mg/kg
50	萘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.09mg/kg
51	硝基苯	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.09mg/kg
52	苯胺	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	8890-5977B 气相色谱-质谱联用仪	0.02mg/kg
53	锌	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度计》 HJ491-2019	TAS-990F 原子吸收分光光度计	1mg/kg
54	总铬	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度计》 HJ491-2019	TAS-990F 原子吸收分光光度计	4mg/kg

(5) 土壤环境现状监测结果与评价

土壤环境现状监测结果见表 6.5-15~表 6.5-17。

表 6.5-15 厂内土壤柱状样 1#监测结果表

监测因子	监测点位	单位	厂内柱状样 1#			GB36600—2018 第二类用地筛选值
			0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m	
pH		—	7.95	7.61	7.69	/
汞		mg/kg	0.074	0.027	0.016	38
砷		mg/kg	8.78	8.04	6.49	60
铅		mg/kg	15.2	14.2	15.7	800
镉		mg/kg	0.34	0.30	0.43	65
铜		mg/kg	18	19	22	18000
镍		mg/kg	32	45	43	900
铬(六价)		mg/kg	ND	ND	ND	5.7
氯离子		g/kg	0.16	0.03	0.47	/
四氯化碳		μg/kg	ND	ND	ND	2.8
氯仿		μg/kg	ND	ND	ND	0.9
氯甲烷		μg/kg	ND	ND	ND	37
1,1-二氯乙烷		μg/kg	ND	ND	ND	9
1,2-二氯乙烷		μg/kg	ND	ND	ND	5
1,1-二氯乙烯		μg/kg	ND	ND	ND	66
顺-1,2-二氯乙烯		μg/kg	ND	ND	ND	596
反-1,2-二氯乙烯		μg/kg	ND	ND	ND	54
二氯甲烷		μg/kg	ND	ND	ND	616
1,2-二氯丙烷		μg/kg	ND	ND	ND	5
1,1,1,2-四氯乙烷		μg/kg	ND	ND	ND	10
1,1,1,2,2-四氯乙烷		μg/kg	ND	ND	ND	6.8
四氯乙烯		μg/kg	ND	ND	ND	53
1,1,1-三氯乙烷		μg/kg	ND	ND	ND	840
1,1,2-三氯乙烷		μg/kg	ND	ND	ND	2.8
三氯乙烯		μg/kg	ND	ND	ND	2.8
1,2,3-三氯丙烷		μg/kg	ND	ND	ND	0.5
氯乙烯		μg/kg	ND	ND	ND	0.43
苯		μg/kg	ND	ND	ND	4
氯苯		μg/kg	ND	ND	ND	270
1,2-二氯苯		μg/kg	ND	ND	ND	560
1,4-二氯苯		μg/kg	ND	ND	ND	20
乙苯		μg/kg	ND	ND	ND	28
苯乙烯		μg/kg	ND	ND	ND	1290
甲苯		μg/kg	ND	ND	ND	1290
间二甲苯+对二甲苯		μg/kg	ND	ND	ND	570
邻二甲苯		μg/kg	ND	ND	ND	640
2-氯酚		mg/kg	ND	ND	ND	2256
苯并(a)蒽		mg/kg	ND	ND	ND	15
苯并(a)芘		mg/kg	ND	ND	ND	1.5
苯并(b)荧蒽		mg/kg	ND	ND	ND	15

监测因子 \ 监测点位	单位	厂内柱状样 1#			GB36600—2018 第二类用地筛选值
		0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m	
苯并(k)荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	151
茚并(1,2,3-cd)芘	mg/kg	ND	ND	ND	15
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	ND	ND	ND	1.5
蒽	mg/kg	ND	ND	ND	1293
萘	mg/kg	ND	ND	ND	70
硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	76
苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	260

表 6.5-16 厂内其他土壤监测结果表

采样点	采样深度	氯离子 (g/kg)
厂内柱状样 2#	0~0.5m	0.03
	0.5~1.5m	0.01
	1.5~3m	0.26
厂内柱状样 3#	0~0.5m	0.01
	0.5~1.5m	0.02
	1.5~3m	0.04
厂内柱状样 4#	0~0.5m	0.07
	0.5~1.5m	0.04
	1.5~3m	0.05
厂内柱状样 5#	0~0.5m	0.01
	0.5~1.5m	0.02
	1.5~3m	0.03
厂内表层样 6#	0~0.5m	0.11
厂内表层样 6#	0~0.5m	0.02

表 6.5-17 厂外土壤监测结果表

监测因子 \ 点位	单位	厂外表层样 8#	厂外表层样 9#	厂外表层样 10#	厂外表层样 11#	GB15618-2018 筛选值
		0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	
pH	/	7.89	7.66	7.75	7.81	pH>7.5
氯离子	g/kg	0.55	0.10	0.08	0.01	/
汞	mg/kg	0.021	0.016	0.007	0.011	≤3.4
砷	mg/kg	8.92	6.82	6.29	6.43	≤25
铅	mg/kg	14.5	15.7	12.9	12.9	≤170
镉	mg/kg	0.36	0.40	0.36	0.39	≤0.6
铜	mg/kg	18	12	8	11	≤100
锌	mg/kg	65	44	43	52	≤300
镍	mg/kg	30	40	29	60	≤190
总铬	mg/kg	59	53	48	47	≤350

根据监测结果可知：各项因子均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准，氯离子最大浓度0.47g/kg；厂外土壤满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值标准，氯离子最大浓度0.55g/kg；总体而言，厂址及周边土壤环境质量良好。

6.5.5.2 土壤理化性质调查

本次环评工作选取拟建厂区 1 号点开展土壤理化性质调查，调查结果见表 6.5-18。

表 6.5-18 土壤理化性质调查表

	点号	厂内柱状样 1#	时间	2020.11.05
	经度	109°39'31"E	纬度	40°38'24" N
	层次	0~0.5m		
现场记录	颜色	黄棕		
	结构	/		
	质地	砂土		
	砂砾含量	<10%		
	其他异物	无		
实验室测定	pH 值	7.95		
	阳离子交换量 (cmol (+) /kg)	10.1		
	氧化还原电位 (mV)	196		
	饱和导水率/ (cm/s)	0.011		
	土壤容重/ (kg/m ³)	0.93		
	孔隙度	45		

7 环境影响预测与评价

7.1 环境空气影响预测与评价

7.1.1 常规地面气象资料分析

7.1.1.1 气象站 20 年地面气象历史资料

本次评价项目采用的是包头市气象站（53446）资料，气象站位于内蒙古自治区包头市，地理坐标为东经 109.8808 度，北纬 40.5294 度，海拔高度 1004.7 米。气象站始建于 1954 年，1954 年正式进行气象观测。包头市气象站距项目 21.701km，是距项目最近的国家气象站，拥有长期的气象观测资料，以下资料根据 2000-2019 年气象数据统计分析。

包头市气象站常规气象统计见表 7.1-1。

表 7.1-1 包头市气象站常规气象统计表

统计项目		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温(°C)		8.15	--	--
累年极端最高气温(°C)		35.76	2005-06-22	40.4
累年极端最低气温(°C)		-24.20	2002-01-22	-27.60
多年平均气压(hPa)		897.92	--	--
多年平均水汽压(hPa)		6.87	--	--
多年平均相对湿度(%)		51.06	--	--
多年平均降雨量(mm)		303.20	1998-07-05	77.0
灾害天气统计	多年平均沙暴日数(d)	2.30	--	--
	多年平均雷暴日数(d)	22.12	--	--
	多年平均冰雹日数(d)	1.40	--	--
	多年平均大风日数(d)	9.40	--	--
多年实测极大风速(m/s)、相应风向		20.05	2014-05-18	27.5 WSW
多年平均风速(m/s)		1.96	--	--
多年主导风向、风向频率(%)		NW9.17	--	--
多年静风频率(风速<0.2m/s)(%)		14.85	--	--

7.1.1.2 20 年风速观测数据统计

包头市气象站月平均风速如表 7.1-2，04 月平均风速最大（2.50 米/秒），10 月风最小（1.66 米/秒）。

表 7.1-2 包头市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	1.70	1.86	2.14	2.50	2.47	2.17	2.03	1.80	1.77	1.66	1.74	1.67

7.1.1.3 20年风向、风频观测数据统计

包头市气象站主要风向为 C（14.36%）、ESE（9.17%）、NW（9.17%）、E（8.88%），占41.58%，连续两个最大风频风向角为E-ESE，风频之和为18.05%，小于30%，包头地区主导风向不明显，其中以NW、ESE为主风向，均占到全年9.17%左右，近20年资料分析的风向玫瑰图如图7.1-1，包头市月风向玫瑰见图7.1-2。

7.1.1.4 20年风速观测数据统计

根据近20年资料分析，包头市气象站风速呈现上升趋势，每年上升0.096米/秒，2015年年平均风速最大（3.09米/秒），2007年年平均风速最小（1.16米/秒），无明显周期。包头2000~2019年平均风速月变化情况见图7.1-3。

7.1.1.5 温度分析

包头市气象站07月气温最高（24.25℃），01月气温最低（-10.52℃），近20年极端最高气温出现在2005-06-22（40.4），近20年极端最低气温出现在2002-01-22（-27.60）。包头市气象站近20年气温无明显变化趋势，2007年年平均气温最高（8.79），2012年年平均气温最低（7.20），周期为6年。包头市月平均气温见图7.1-4，包头市（2000-2019）年平均气温见图7.1-5。

7.1.1.6 降水分析

包头市气象站08月降水量最大（70.51毫米），01月降水量最小（1.76毫米），近20年极端最大日降水出现在1998-07-05（77.0毫米）。包头市气象站近20年年降水总量无明显变化趋势，2003年年总降水量最大（465.20毫米），2000年年总降水量最小（161.20毫米），周期为2-3年。包头市月平均降水量见图7.1-6。

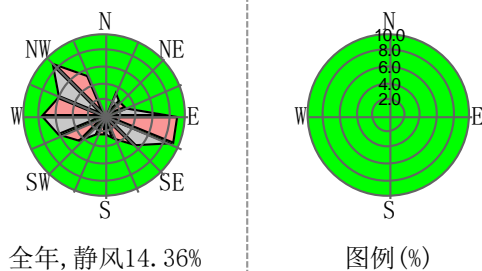


图 7.1-1 包头市 2000 年~2019 年风向玫瑰图（静风频率 17.1%）

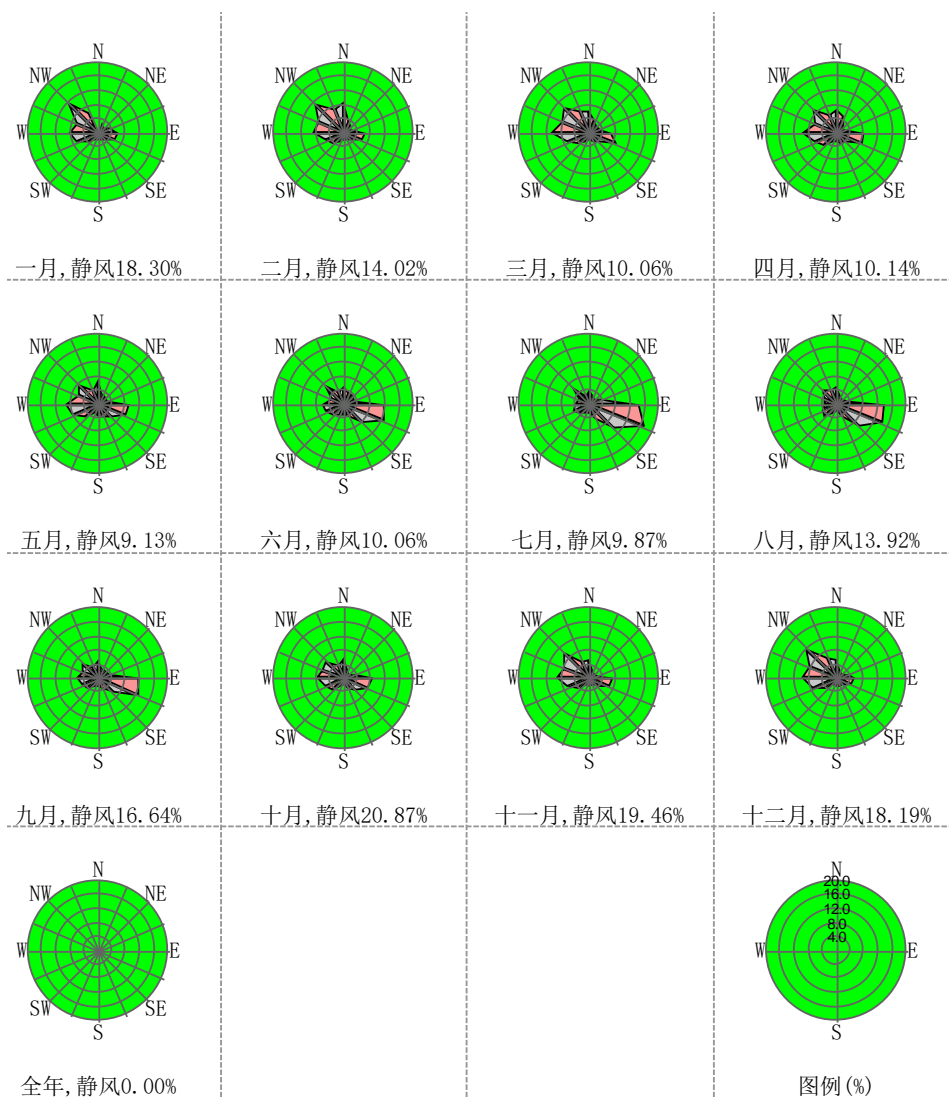


图 7.1-2 包头市 2000 年~2019 年月风向玫瑰图

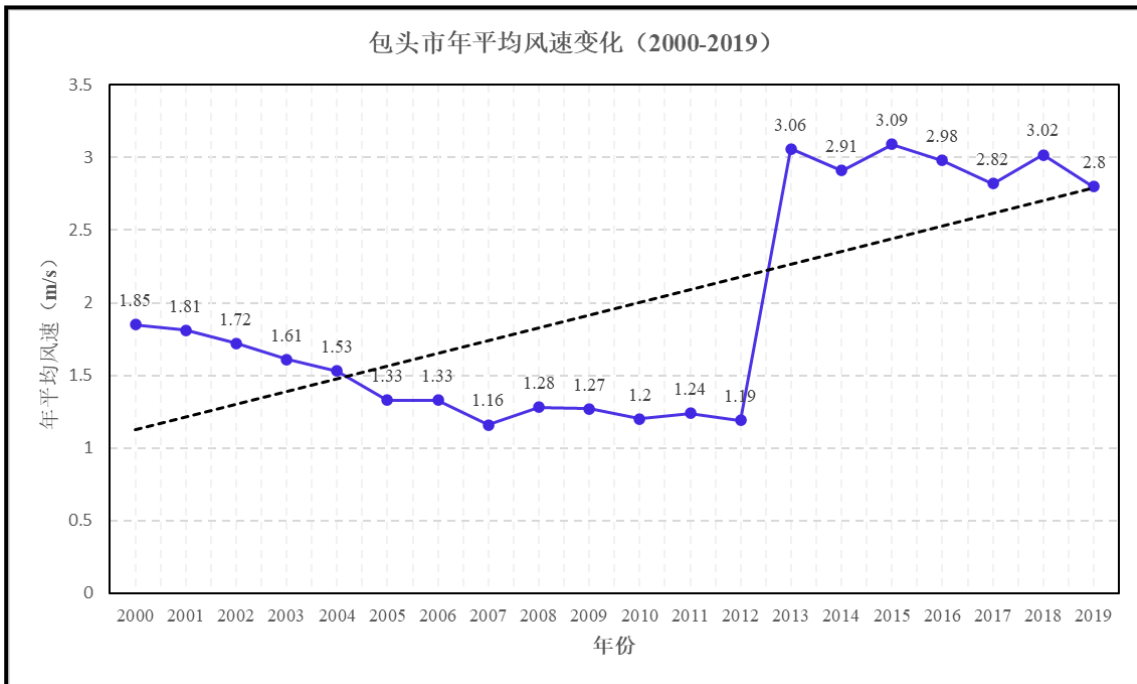


图 7.1-3 包头市 (2000~2019 年) 年平均风速 (单位: m/s)

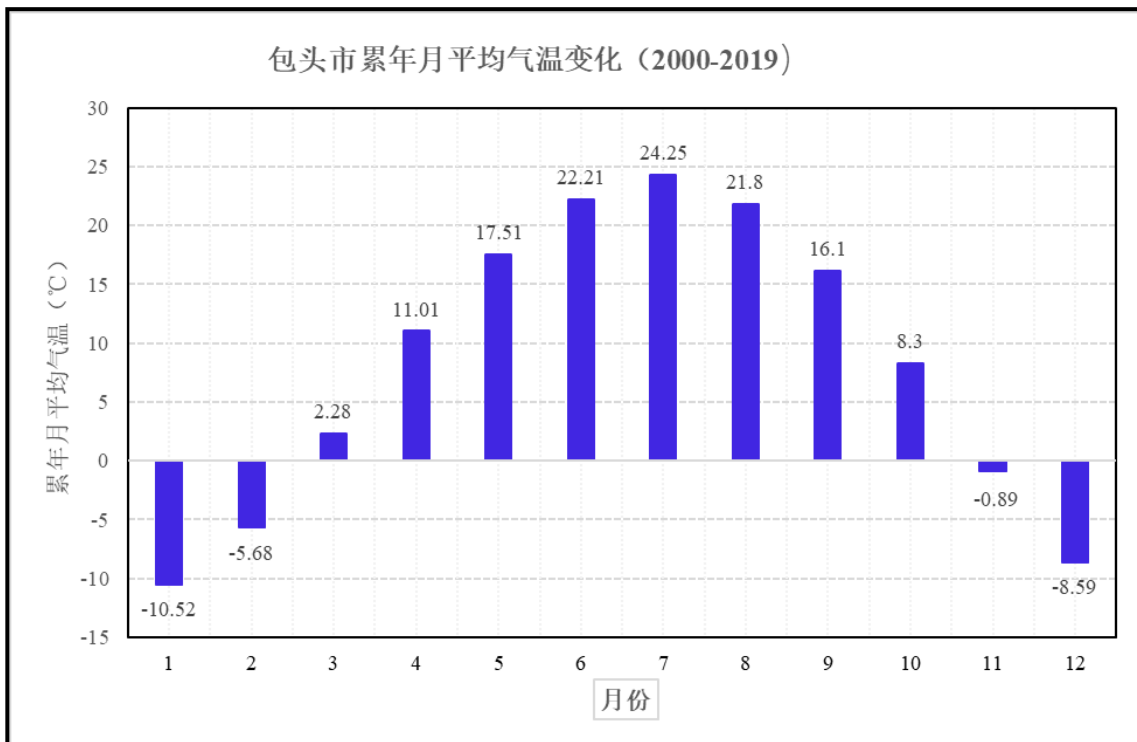


图 7.1-4 包头市月平均气温 (单位: °C)

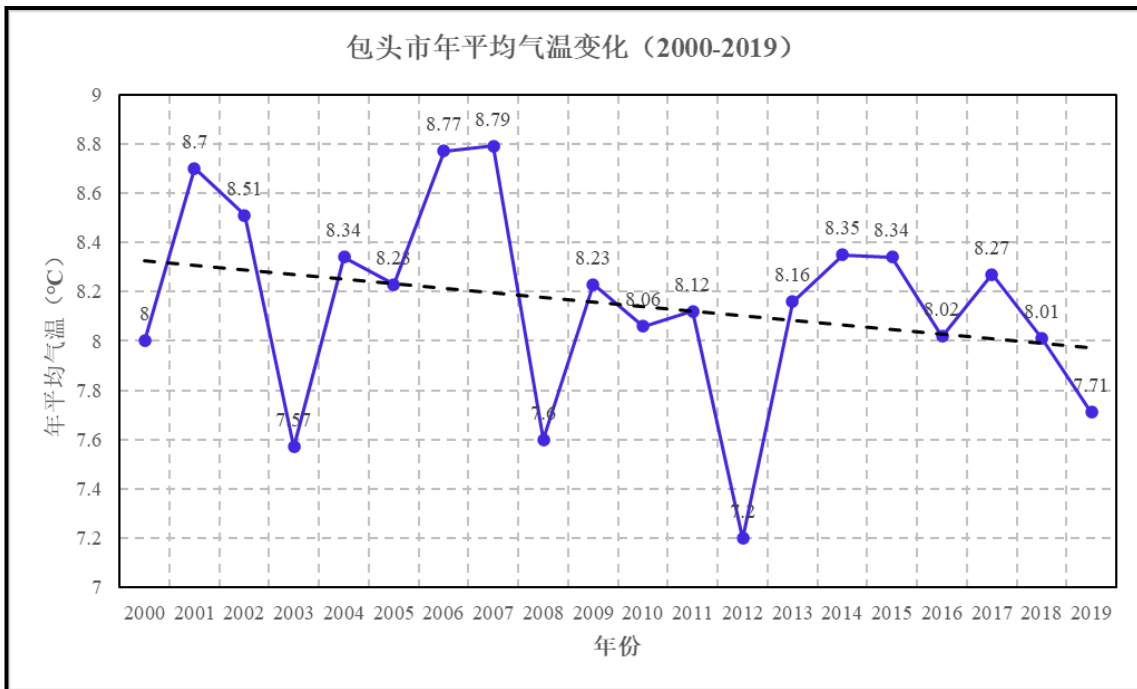


图 7.1-5 包头市（2000-2019）年平均气温（单位：°C）

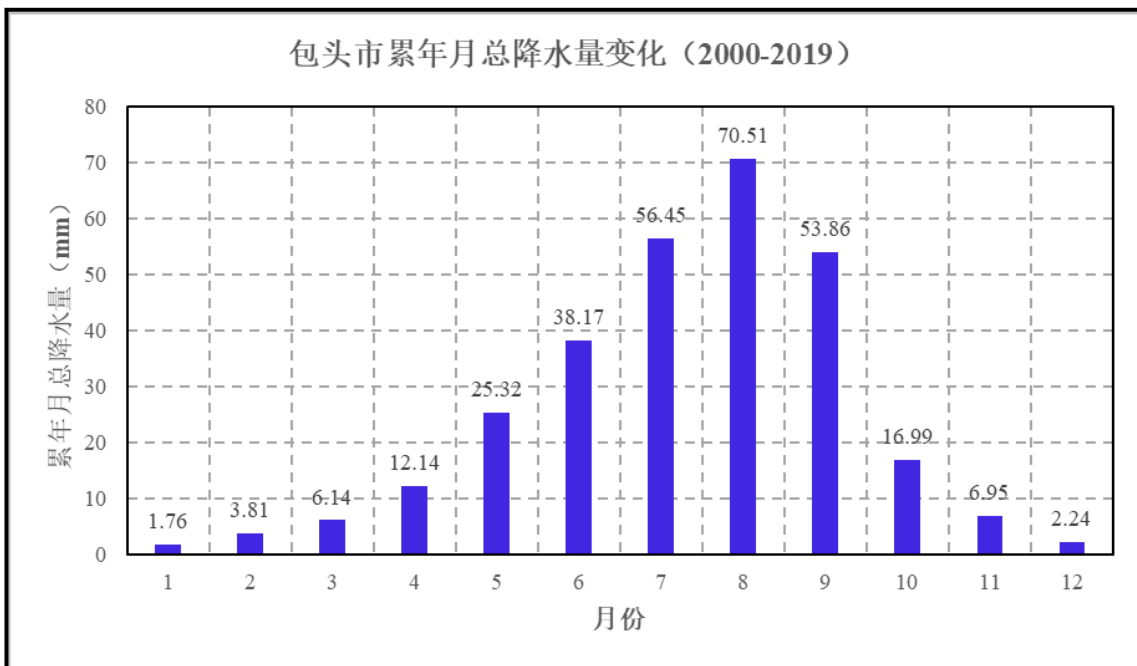


图 7.1-6 包头市月平均降水量（单位：毫米）

7.1.2 环境空气影响预测

7.1.2.1 预测模式

本次采用 HJ2.2-2018 推荐模式清单中的 AERMOD 模式进行预测计算。

7.1.2.2 预测参数

(1) 气象参数

本次评价地面气象观测资料采用包头市气象站 2019 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 7.1-13。

表 7.1-3 观测气象数据信息

名称	气象站编号	气象站等级	气象站坐标	相对距离/km	海拔高度/m	数据年份	气象要素
包头市气象站	53446	市级站	N: 40°93' E: 109°88'	20.9	1006	2019年	风向、风速、总云、干球温度

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 2019 年 1 月至 12 月。模拟高空气象数据基本信息见表 7.1-4。

表 7.1-4 模拟气象数据信息

模拟点坐标/°		相对距离/m	数据年份	模拟气象要素	模拟方式
N	E				
40.71	109.81	8800	2019	气压、温度、露点温度、风速、风向	WRF

(2) 地形特征参数

地形数据范围同预测范围，海拔高度有计算区域的遥感图像及数字高程 DEM（“SRTM 90m Digital Elevation Data”）数据提取，分辨率 90m×90m，符合《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）要求。评价范围等高线见图 7.1-7。

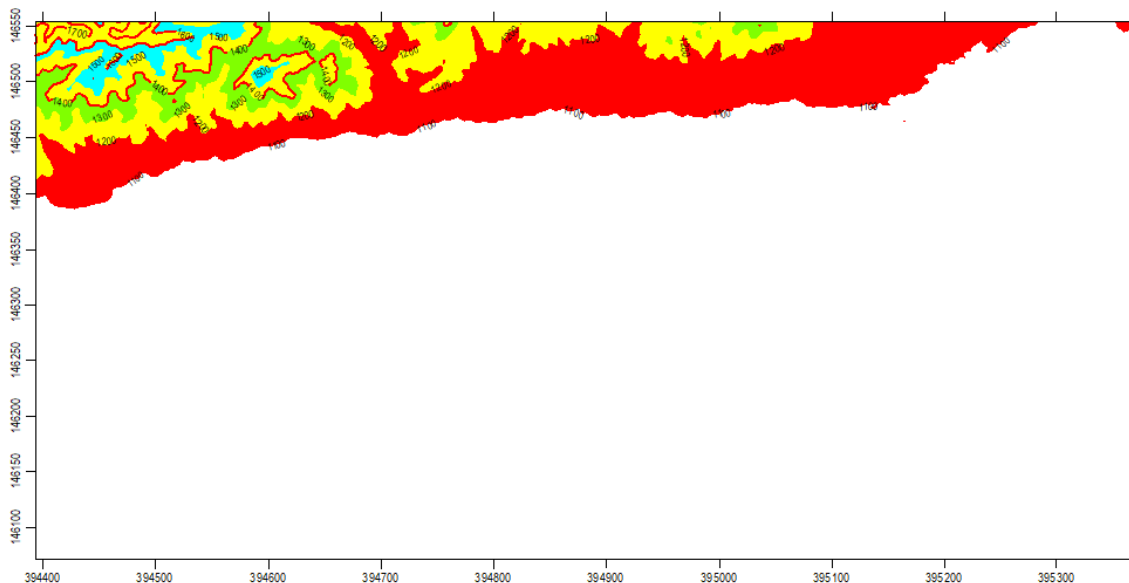


图 7.1-7 本次评价范围地形等高线图

(3) 模型主要参数设置

1) 预测范围

预测采用直角坐标系，以评价范围左下角为坐标原点，正东为 X 轴正方向，正北为 Y 轴正方向，13km×7km 矩形范围。AERMOD 预测气象参数

2) 预测网格

①气象网格

项目所在地地面分扇区数为 1，地面时间周期按季划分，评价区域内的地表类型为城市，地表湿度为干燥气候。预测区域的地表参数见表 7.1-5。

表 7.1-5 预测区域的土地利用类型及地表参数

序号	扇区	时段	正午反照	BOWEN	粗糙度
1	0-360	冬季（12、1、2 月）	0.35	2	1
2	0-360	春季（3、4、5 月）	0.14	2	1
3	0-360	夏季（6、7、8 月）	0.16	4	1
4	0-360	秋季（9、10、11 月）	0.18	4	1

②预测网格

按导则要求采取近密远疏的设置方式，距离源中心 5km 范围内的网格间距为 100m，共布设 5028 个网格点。

③环境空气敏感点

环境空气敏感点为评价范围内的村庄相对坐标见表 7.1-6。

表 7.1-6 环境空气点相对坐标

序号	环境空气敏感点	X(m)	Y(m)	海拔高度(m)
1	背锅窑子村	6404	6031	1056.86
2	哈业脑包村	8485	6391	1058.36
3	乌兰计三村	4642	3276	1034
4	头分子	4148	3725	1034.11
5	乌兰计二村	3696	4369	1040.66
6	乌兰计一村	2749	5237	1042.92
7	下四分子	2585	4264	1037.41
8	五分子	2166	4489	1036.04
9	六分子	873	5193	1034.32

④其它参数设置

本项目 AERMOD 模型不考虑建筑物下洗，不考虑颗粒物干湿沉降和化学转化。

7.1.2.3 预测内容

(1) 项目正常排放条件下，预测环境空气保护目标和网格点主要污染物的短期浓度和长期浓度贡献值，评价其最大浓度占标率。

(2) 本区域目前没有制定规划目标，项目正常排放条件下，计算实施削减方案后预测范围的年平均质量浓度变化率 k。

(3) 项目非正常排放条件下，预测网格点主要污染物的 1h 最大浓度贡献值及占标率。

(4) 预测无组织排放污染物厂界浓度。

(5) 预测大气防护距离。

根据本期项目排放的污染物的特点及大气导则的要求，结合该区域的污染气象特征，预测内容及因子见表 7.1-7。

表 7.1-7 环境空气影响评价预测内容表

评价对象	污染源	污染源排放形式	预测内容	评价内容
不达标区评价项目	新增污染源	正常排放	短期浓度 长期浓度	最大浓度占标率
	新增污染源-区域 削减污染源	正常排放	短期浓度 长期浓度	叠加环境质量现状浓度后的日平均浓度和年平均质量浓度的达标情况
	新增污染源	非正常工况	1h 平均质量浓度	最大浓度占标率

7.1.2.4 废气污染源

（1）正常工况

根据工程分析，本期项目正常工况下废气污染源主要点源排放参数见**错误！未找到引用源。**5.5-2，面源排放参数见 5.5-3。

（2）区域削减污染源统计

根据《昆都仑区 2020 年污染防治攻坚战实施方案》、《昆都仑区燃煤散烧综合整治工作方案》相关资料，减排措施可分为工业污染防治工程、集中供热及清洁能源替代、扬尘治理工程。减排措施如表 7.1-8 所示。

表 7.1-8 本期项目大气环境区域削减源统计一览表

序号	项目名称		源项名称	面源起点坐标/m		面源海拔 高度/m	面源长 度/m	面源宽 度/m	面源有效排 放高度/m	年排放小 时数/h	排放 工况	污染物排放速率/ (t/a)		
				X	Y							SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
1	工业企业	吉宇、 吉鑫钢 铁厂	对高炉出铁场、矿槽、上料系统除尘设施进行改造，对高炉热风炉使用低硫燃料或增设脱硫脱硝设施，对转炉烟气除尘系统进行改造	9004	5819	1054	490	400	15	8000	连续	46.55	/	30.8
2		一电厂 新厂	卸煤沟封闭	6252	5559	1050	371	422	15	8000	连续	/	/	10.8
3		大安钢 铁厂	整体搬迁	9810	6195	1061	735	811	25	8000	连续	/	677.43	1870.6
4		稀土钢 板材厂	对不能达到标准的除尘器进行改造，加热炉及退火炉使用低硫燃料或增设脱硫设施	11874	1985	1043	930	340	20	8000	连续	/	/	1.04
5		稀土钢 炼铁厂	对烧结机机头及球团除尘、脱硫及脱硝装置进行改造，对其他未达到超低排放标准的除尘器进行改造	12336	2151	1050	50	80	35	8000	连续	/	3913.26	564.41
6	道路运 输结构 调整	一电厂 公转铁 运输	电厂现有公路运输转为铁路运输	6620	5480	1050	760	100	5	8760	连续	/	4.59	0.16
7	集中供 热及清 洁能源 替代	禁燃区 外	上明家营子、宋家壕、卜尔汉图村、哈业脑包村，共计5800户燃煤采暖改为清洁能源采暖	9090	6628	1067	830	830	8	8760	连续	/	29.05	322.47

7.1.2.5 项目环境影响评价预测结果

(1) 正常工况下（新增源）对环境空气影响情况

①SO₂

本期项目对各预测点及网格点 SO₂ 日平均及年均最大浓度贡献值及占标率统计情况见表 7.1-9。

表 7.1-9 本期项目 SO₂ 贡献值浓度预测结果表

污染物	预测点	平均时段	最大贡献值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
SO ₂	背锅窑子村	日平均	0.0158	190422	150	0.01	达标
		年平均	0.0009	平均值	60	0.002	达标
	哈业脑包村	日平均	0.0233	191001	150	0.02	达标
		年平均	0.0018	平均值	60	0.003	达标
	乌兰计三村	日平均	0.0374	190418	150	0.02	达标
		年平均	0.0031	平均值	60	0.005	达标
	头分子	日平均	0.0342	190420	150	0.02	达标
		年平均	0.0037	平均值	60	0.006	达标
	乌兰计二村	日平均	0.0412	190427	150	0.03	达标
		年平均	0.0037	平均值	60	0.006	达标
	乌兰计一村	日平均	0.0257	190714	150	0.02	达标
		年平均	0.0026	平均值	60	0.004	达标
	下四分子	日平均	0.0275	190503	150	0.02	达标
		年平均	0.0025	平均值	60	0.004	达标
	五分子	日平均	0.0254	190503	150	0.02	达标
		年平均	0.0023	平均值	60	0.004	达标
	六分子	日平均	0.0226	190717	150	0.02	达标
		年平均	0.0018	平均值	60	0.003	达标
网格	日平均	0.6463	190911	150	0.43	达标	
	年平均	0.1191	平均值	60	0.20	达标	

由表可以看出，本期项目污染源对各预测关心点 SO₂ 日平均及年均最大浓度贡献值占标率分别为 0.01%~0.03%、0.002%~0.006%，区域网格点日平均及年均最大浓度占标率分别为 0.43%、0.20%，均未超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中相应标准限值。

(2) NO_x

本期项目对各预测点及网格点 NO_x 日平均及年均最大浓度贡献值及占标率

统计情况见表 7.1-10。

表 7.1-10 本期项目 NO_x 贡献值浓度预测结果表

污染物	预测点	平均时段	最大贡献值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
NO _x	背锅窑子村	日平均	0.4966	190422	100	0.50	达标
		年平均	0.0303	平均值	50	0.06	达标
	哈业脑包村	日平均	0.7027	191001	100	0.70	达标
		年平均	0.0615	平均值	50	0.12	达标
	乌兰计三村	日平均	1.1440	190418	100	1.14	达标
		年平均	0.1016	平均值	50	0.20	达标
	头分子	日平均	1.0497	190420	100	1.05	达标
		年平均	0.1189	平均值	50	0.24	达标
	乌兰计二村	日平均	1.2471	190427	100	1.25	达标
		年平均	0.1170	平均值	50	0.23	达标
	乌兰计一村	日平均	0.7872	190714	100	0.79	达标
		年平均	0.0811	平均值	50	0.16	达标
	下四分子	日平均	0.8622	190503	100	0.86	达标
		年平均	0.0788	平均值	50	0.16	达标
	五分子	日平均	0.7907	190503	100	0.79	达标
		年平均	0.0719	平均值	50	0.14	达标
	六分子	日平均	0.6844	190717	100	0.68	达标
		年平均	0.0556	平均值	50	0.11	达标
网格	日平均	19.3043	190911	100	19.30	达标	
	年平均	3.6310	平均值	50	7.26	达标	

由表可以看出，本期项目污染源对各预测关心点 NO_x 日平均及年均最大浓度贡献值占标率分别为 0.50%~1.25%、0.06%~0.24%，区域网格点日平均及年均最大浓度占标率分别为 19.30%、7.26%，均未超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中相应标准限值。

(3) PM₁₀

本期项目对各预测点及网格点 PM₁₀ 日平均及年均最大浓度贡献值及占标率统计情况见表 7.1-11。

表 7.1-11 本期项目 PM₁₀ 贡献值浓度预测结果表

污染物	预测点	平均时段	最大贡献值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
PM ₁₀	背锅窑子村	日平均	0.0303	190123	150	0.02	达标
		年平均	0.0012	平均值	70	0.002	达标
	哈业脑包村	日平均	0.0439	190116	150	0.03	达标
		年平均	0.0026	平均值	70	0.004	达标
	乌兰计三村	日平均	0.0367	190218	150	0.02	达标
		年平均	0.0032	平均值	70	0.005	达标
	头分子	日平均	0.0500	190105	150	0.03	达标
		年平均	0.0033	平均值	70	0.005	达标
	乌兰计二村	日平均	0.0302	190123	150	0.02	达标
		年平均	0.0023	平均值	70	0.003	达标
	乌兰计一村	日平均	0.0221	190109	150	0.01	达标
		年平均	0.0013	平均值	70	0.002	达标
	下四分子	日平均	0.0282	190703	150	0.02	达标
		年平均	0.0020	平均值	70	0.003	达标
	五分子	日平均	0.0252	190703	150	0.02	达标
		年平均	0.0017	平均值	70	0.002	达标
	六分子	日平均	0.0172	190703	150	0.01	达标
		年平均	0.0011	平均值	70	0.002	达标
网格	日平均	0.5523	191228	150	0.37	达标	
	年平均	0.1477	平均值	70	0.21	达标	

由表可以看出，本期项目污染源对各预测关心点 PM₁₀ 日平均及年均最大浓度贡献值占标率分别为 0.01%~0.03%、0.002%~0.005%，区域网格点日平均及年均最大浓度占标率分别为 37%、0.21%，均未超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中相应标准限值。

(4) HCl

本期项目对各预测点及网格点 HCl 日平均最大浓度贡献值及占标率统计情况见表 7.1-12。

表 7.1-12 本期项目 HCl 贡献值浓度预测结果表

污染物	预测点	平均时段	最大贡献值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
HCl	背锅窑子村	日平均	0.0568	190123	15	0.38	达标
	哈业脑包村	日平均	0.0902	190116	15	0.60	达标
	乌兰计三村	日平均	0.0733	190218	15	0.49	达标
	头分子	日平均	0.1031	190105	15	0.69	达标

乌兰计二村	日平均	0.0650	190301	15	0.43	达标
乌兰计一村	日平均	0.0526	190109	15	0.35	达标
下四分子	日平均	0.0571	190105	15	0.38	达标
五分子	日平均	0.0534	190703	15	0.36	达标
六分子	日平均	0.0409	190703	15	0.27	达标
网格	日平均	0.5192	191228	15	3.46	达标

由表可以看出，本期项目污染源对各预测关心点 HCl 日平均最大浓度贡献值占标率分别为 0.27%~0.69%，区域网格点日平均最大浓度占标率为 3.46%，均未超过《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中附录 D 相应标准限值。

(5) TSP

本期项目对各预测点及网格点 TSP 日平均最大浓度贡献值及占标率统计情况见表 7.1-13。

表 7.1-13 本期项目 TSP 贡献值浓度预测结果表

污染物	预测点	平均时段	最大贡献值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
TSP	背锅窑子村	日平均	0.0882	190123	300	0.03	达标
	哈业脑包村	日平均	0.0836	190116	300	0.03	达标
	乌兰计三村	日平均	0.1775	190122	300	0.06	达标
	头分子	日平均	0.0872	190225	300	0.03	达标
	乌兰计二村	日平均	0.0922	190714	300	0.03	达标
	乌兰计一村	日平均	0.0307	190714	300	0.01	达标
	下四分子	日平均	0.0406	190703	300	0.01	达标
	五分子	日平均	0.0373	190714	300	0.01	达标
	六分子	日平均	0.0359	190714	300	0.01	达标
	网格	日平均	8.8393	191222	300	2.95	达标

由表可以看出，本期项目污染源对各预测关心点 TSP 日平均最大浓度贡献值占标率分别为 0.01%~0.06%，区域网格点日平均最大浓度占标率为 2.95%，均未超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中相应标准限值。

7.1.2.6 正常工况下浓度叠加影响（新增源-削减源+监测值）

本期项目实施后全厂新增源、削减源及监测值叠加后对各关心点及网格点叠加环境质量现状浓度后的各污染物日平均质量浓度和年平均质量浓度情况见表 7.1-14。各污染物网格浓度分布图见图 5.2-11~5.2-19。

表 7.1-14 叠加后各污染物环境质量浓度预测结果表

污染物	预测点	平均时段	贡献值-削减值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加后浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
TSP	背锅窑子村	日平均	0.0882	0.03	132.6667	132.7549	44.25	达标
	哈业脑包村	日平均	0.0836	0.03	132.6667	132.7503	44.25	达标
	乌兰计三村	日平均	0.1775	0.06	132.6667	132.8441	44.28	达标
	头分子	日平均	0.0872	0.03	132.6667	132.7539	44.25	达标
	乌兰计二村	日平均	0.0922	0.03	132.6667	132.7589	44.25	达标
	乌兰计一村	日平均	0.0307	0.01	132.6667	132.6974	44.23	达标
	下四分子	日平均	0.0406	0.01	132.6667	132.7073	44.24	达标
	五分子	日平均	0.0373	0.01	132.6667	132.7040	44.23	达标
	六分子	日平均	0.0359	0.01	132.6667	132.7026	44.23	达标
	网格	日平均	8.8393	2.95	132.6667	141.5060	47.17	达标
HCl	背锅窑子村	日平均	0.0568	0.38	10	10.0568	48.60	达标
	哈业脑包村	日平均	0.0902	0.60	10	10.0902	36.69	达标
	乌兰计三村	日平均	0.0733	0.49	10	10.0733	48.65	达标
	头分子	日平均	0.1031	0.69	10	10.1031	34.96	达标
	乌兰计二村	日平均	0.0650	0.43	10	10.0650	48.65	达标
	乌兰计一村	日平均	0.0526	0.35	10	10.0526	37.18	达标
	下四分子	日平均	0.0571	0.38	10	10.0571	48.67	达标
	五分子	日平均	0.0534	0.36	10	10.0534	37.16	达标
	六分子	日平均	0.0409	0.27	10	10.0409	48.67	达标
	网格	日平均	0.5192	3.46	10	10.5192	37.15	达标
SO ₂	背锅窑子村	日平均	0.0125	0.01	73.0000	72.8962	48.66	达标
		年平均质量	-0.3820	-0.64	22.3945	22.0126	37.19	达标

	哈业脑包村	日平均	0.0207	0.01	73.0000	72.9728	48.67	达标	
		年平均质量	-1.4206	-2.37	22.3945	20.9739	37.19	达标	
	乌兰计三村	日平均	0.0179	0.01	73.0000	72.9816	48.67	达标	
		年平均质量	-0.0848	-0.14	22.3945	22.3097	37.21	达标	
	头分子	日平均	0.0304	0.02	73.0000	73.0033	48.66	达标	
		年平均质量	-0.0996	-0.17	22.3945	22.2949	37.23	达标	
	乌兰计二村	日平均	0.0341	0.02	73.0000	73.0019	48.60	达标	
		年平均质量	-0.1056	-0.18	22.3945	22.2889	36.69	达标	
	乌兰计一村	日平均	0.0125	0.01	73.0000	72.9885	48.65	达标	
		年平均质量	-0.0823	-0.14	22.3945	22.3122	34.96	达标	
	下四分子	日平均	0.0209	0.01	73.0000	73.0014	48.65	达标	
		年平均质量	-0.0789	-0.13	22.3945	22.3156	37.18	达标	
	五分子	日平均	0.0215	0.01	73.0000	73.0000	48.67	达标	
		年平均质量	-0.0704	-0.12	22.3945	22.3241	37.16	达标	
	六分子	日平均	0.0105	0.01	73.0000	72.9913	48.67	达标	
		年平均质量	-0.0535	-0.09	22.3945	22.3410	37.15	达标	
	网格	日平均	0.6463	0.43	73.0000	73.0164	48.68	达标	
		年平均质量	-0.0206	-0.03	22.3945	22.3740	37.29	达标	
	NO _x	背锅窑子村	日平均	0.0810	0.08	94.0000	93.8027	93.80	达标
			年平均质量	-6.0592	-12.12	38.7425	32.6833	65.37	达标
哈业脑包村		日平均	0.6601	0.66	94.0000	93.3283	93.33	达标	
		年平均质量	-12.7470	-25.49	38.7425	25.9955	51.99	达标	
乌兰计三村		日平均	0.0083	0.01	94.0000	94.0000	94.00	达标	
		年平均质量	-4.9357	-9.87	38.7425	33.8068	67.61	达标	
头分子		日平均	0.0076	0.01	94.0000	94.0000	94.00	达标	

	年平均质量	-5.0997	-10.20	38.7425	33.6427	67.29	达标
乌兰计二村	日平均	0.0100	0.01	94.0000	94.0000	94.00	达标
	年平均质量	-5.0607	-10.12	38.7425	33.6818	67.36	达标
乌兰计一村	日平均	0.0090	0.01	94.0000	94.0000	94.00	达标
	年平均质量	-3.8156	-7.63	38.7425	34.9269	69.85	达标
下四分子	日平均	0.0059	0.01	94.0000	94.0000	94.00	达标
	年平均质量	-4.3886	-8.78	38.7425	34.3539	68.71	达标
五分子	日平均	0.0059	0.01	94.0000	94.0000	94.00	达标
	年平均质量	-4.0941	-8.19	38.7425	34.6484	69.30	达标
六分子	日平均	0.0055	0.01	94.0000	94.0000	94.00	达标
	年平均质量	-3.3847	-6.77	38.7425	35.3577	70.72	达标
网格	日平均	19.3043	19.30	94.0000	97.2860	97.29	达标
	年平均质量	-1.2273	-2.45	38.7425	37.5152	75.03	达标

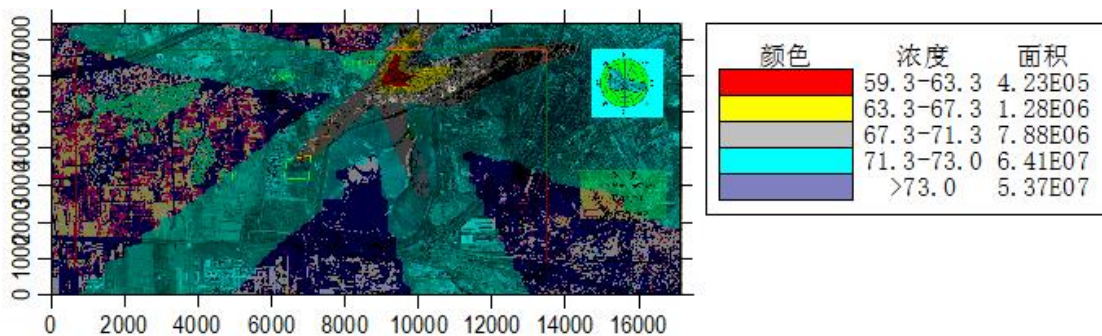


图 7.1-8 叠加现状浓度后 SO₂ 日平均质量浓度分布图 (μg/m³)

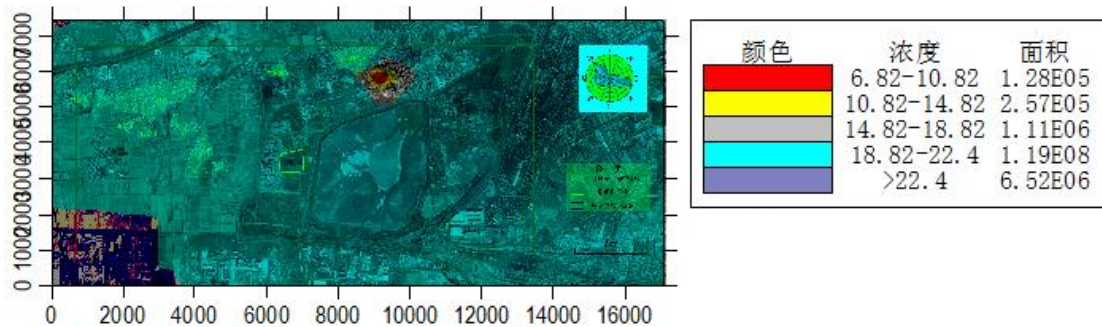


图 7.1-9 叠加现状浓度后 SO₂ 年平均质量浓度分布图 (μg/m³)

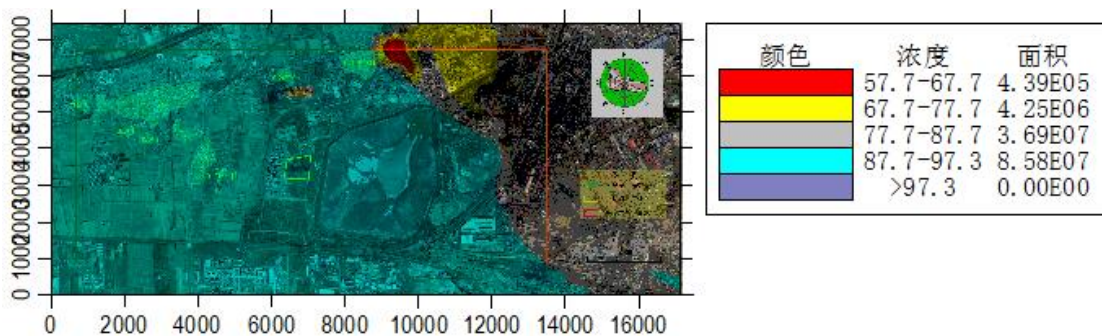


图 7.1-10 叠加现状浓度后 NO_x 日平均质量浓度分布图 (μg/m³)

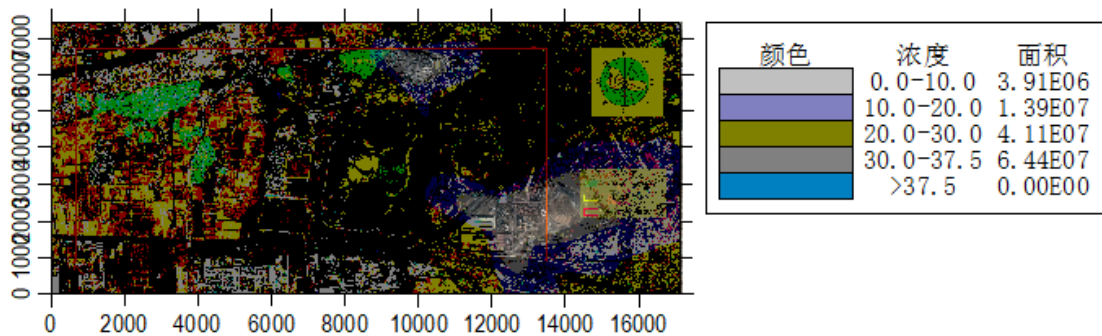


图 7.1-11 叠加现状浓度后 NO_x 年平均质量浓度分布图 (μg/m³)

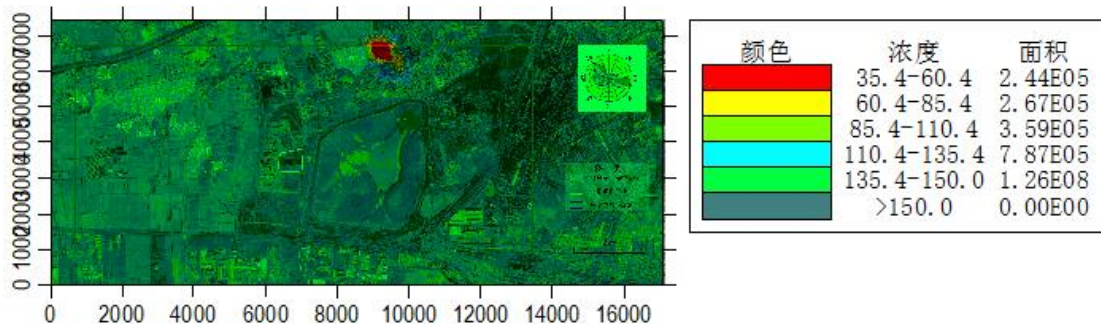


图 7.1-11 叠加现状浓度后 PM₁₀ 日平均质量浓度分布图 (μg/m³)

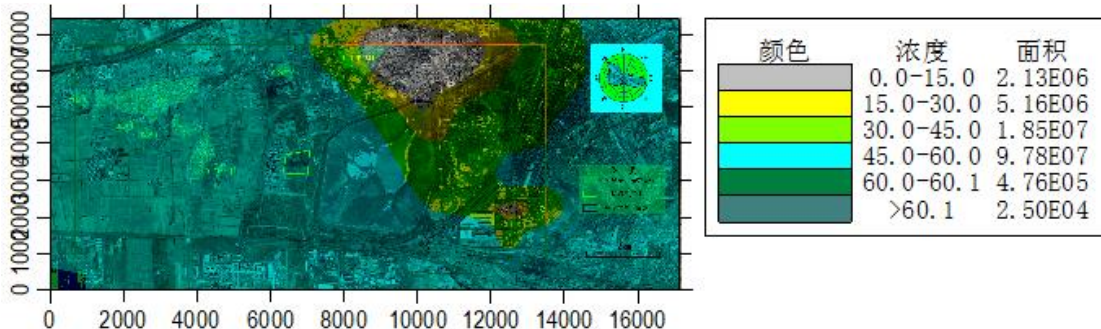


图 7.1-11 叠加现状浓度后 PM₁₀ 年平均质量浓度分布图 (μg/m³)

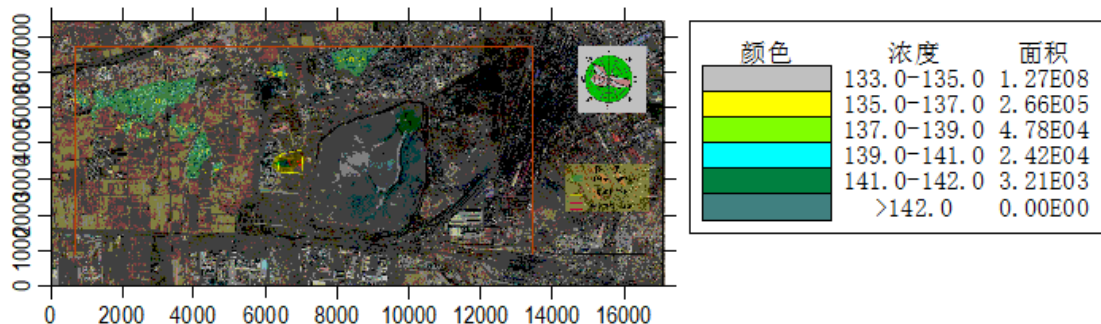


图 7.1-11 叠加现状浓度后 TSP 日平均质量浓度分布图 (μg/m³)

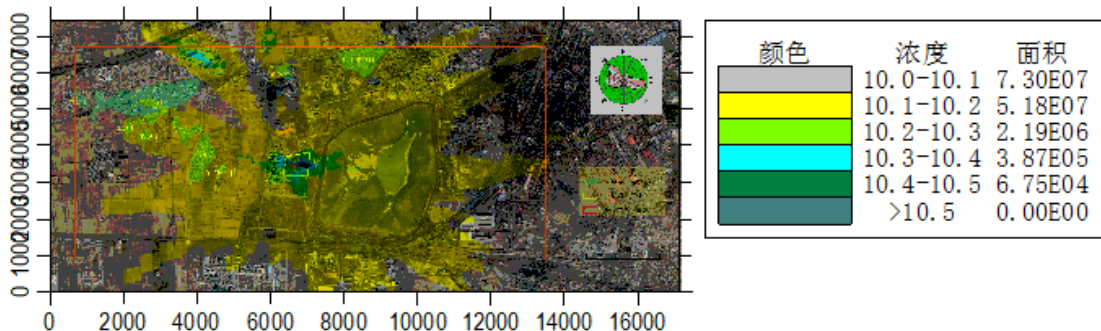


图 7.1-11 叠加现状浓度后 HCl 日平均质量浓度分布图 (μg/m³)

由表可知：各预测关心点叠加环境质量现状浓度后 HCl 日平均质量浓度未超过《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)附录 D 其他污染物空气

质量浓度参考限值要求；TSP 日平均质量浓度、SO₂、NO₂ 日平均和年平均质量浓度均未超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值。

7.1.2.7 区域环境质量变化评价

因项目所在区域为不达标区，需要评价区域环境质量的整体变化情况，按以下公式计算实施区域削减方案后预测范围的年平均质量浓度变化率 k。当 k≤-20%时，可判定项目建设后区域环境质量得到整体改善。

$$k = \left[\bar{C}_{\text{本项目}(a)} - \bar{C}_{\text{区域削减}(a)} \right] / \bar{C}_{\text{区域削减}(a)} \times 100\%$$

式中：k-预测范围年平均质量浓度变化率，%；

$\bar{C}_{\text{本项目}(a)}$ -本项目对所有网格点的年平均质量浓度贡献值的算术平均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$\bar{C}_{\text{区域削减}(a)}$ -区域削减污染源对所有网格点的年平均质量浓度贡献值的算术平均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

经过计算，预测范围年平均质量浓度变化率统计结果见表 7.1-15。

表 7.1-15 年平均质量浓度变化率统计结果表

污染物	k
PM ₁₀	-99.98%

本项目源在所有网格点上的 PM₁₀ 年平均贡献浓度的算术平均值 = 3.1752E-03 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，区域削减源在所有网格点上的年平均贡献浓度的算术平均值 = 1.5840E+01 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，实施削减后预测范围的年平均浓度变化率 k = -99.98%，浓度变化率 k ≤ -20%。

由表可知：PM₁₀ 的预测范围年平均质量浓度变化率均小于-20%，因此可判定项目建设后区域环境质量得到整体改善。

7.1.2.8 厂界大气污染物排放浓度达标分析

在 100%保证率下，本项目对厂界排放控制点最大小时浓度值贡献值见表 7.1-16。

表 7.1-16 厂界控制点各污染物小时最大浓度预测结果

预测因子	排放控制点	最大浓度贡献值
HCl	计算值(mg/m^3)	1.85E-03

	标准(mg/m ³)	0.2
	占标准比例(%)	0.925
NO _x	计算值(mg/m ³)	3.79E-02
	标准(mg/m ³)	0.12
颗粒物	占标准比例(%)	31.58
	计算值(mg/m ³)	3.69E-02
	标准(mg/m ³)	1.0
	占标准比例(%)	3.69

由上表可见：厂界排放控制点 HCl、NO_x、颗粒物最大小时排放浓度低于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源二级标准厂界浓度限值要求。

7.1.2.9 大气环境保护距离

采用 AERMOD 模型模拟评价本期项目全厂所有污染源对厂界外主要污染物的短期贡献浓度分布，根据预测结果可知本期项目厂界外各污染物贡献值均不存在超标现象，大气环境保护距离为 0m，因此，确定本期项目无大气环境保护距离。

7.1.2.10 小结

- （1）本期项目不属于达标规划包含的新增污染源建设项目；
- （2）本期项目新增污染源正常排放下各污染物日均短期浓度贡献值的最大浓度占标率均小于 100%；
- （3）本期项目新增污染源正常排放下各污染物年均浓度贡献值的最大浓度占标率均小于 30%；
- （4）本期项目环境影响符合环境功能区划和满足区域环境质量改善目标。PM₁₀ 叠加后染物的保证率日均质量浓度符合环境质量标准要求、年均质量浓度符合环境质量标准要求，污染物 PM₁₀ 评价计算的预测范围内的年平均质量浓度变化率 k≤-20%。

本期项目位于环境空气质量不达标区，但同时满足以上四个条件，因此认为环境影响可以接受。

7.1.2.11 污染物排放量核算

（1）有组织排放量核算

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），将本期项目排污口划分主要排污口和一般排污口，并对其

进行核算，大气污染物有组织排放量核算表见表 7.1-17。

表 7.1-17 大气污染物有组织排放量核算表

序号	排放口编号	污染物	核算排放浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	核算排放速率 (kg/h)	核算年排放量 (t/a)
主要排放口					
1	DA011 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
2	DA012 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
3	DA013 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
4	DA014 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
5	DA015 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
6	DA016 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
7	DA017 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
8	DA018 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
9	DA019 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
10	DA020 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
11	DA021 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
12	DA022 工艺处理单元废气	氯化氢	7340	0.006	0.047
13	DA023 锅炉烟气排气筒	烟尘	80	0.00475	0.038
		SO ₂	3000	0.17	1.36
		NO _x	84000	5.052	40.416
主要排放口合计		颗粒物			0.038
		SO ₂			1.36
		NO _x			40.416
		氯化氢			0.564
一般排污口					
1	DA001 冷氢化上料废气 A	颗粒物	11700	0.011	0.084
2	DA002 冷氢化上料废气 B	颗粒物	11700	0.011	0.084

3	DA003 冷氢化上料废气 C	颗粒物	11700	0.011	0.084
4	DA004 硅芯制备酸洗废气	NO _x	15000	0.075	0.6
5	DA005 后处理破碎废气	颗粒物	15000	0.0225	0.18
6	DA006 后处理酸洗废气	NO _x	15000	0.075	0.6
7	DA007 渣浆处理废气 1	氯化氢	8040	0.008	0.064
8	DA008 渣浆处理废气 2	氯化氢	8040	0.008	0.064
9	DA009 渣浆处理废气 3	氯化氢	8040	0.008	0.064
10	DA010 渣浆处理废气 4	氯化氢	8040	0.008	0.064
11	DA025 食堂油烟废气 排气筒	油烟	1600	0.0026	0.0206
一般排放口合计		颗粒物			0.432
		NO _x			1.2
		氯化氢			0.256
		油烟			0.0206
有组织排放总计					
有组织排放总计		颗粒物			0.47
		SO ₂			1.36
		NO _x			41.616
		氯化氢			0.82
		油烟			0.0206

（2）无组织排放量核算

大气污染物无组织排放量核算表见表 7.1-18。

（3）项目大气污染物年排放量核算

大气污染物年排放量核算表见表 7.1-19。

7.1.2.12 大气环境影响评价自查表

本期项目大气环境影响评价自查表见表 7.1-20。

表 7.1-18 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 t/a
				标准名称	浓度限值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1	后处理车间	颗粒物	加强管理，设备定期检修	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）	1000	0.38
2	生产装置区	氯化氢	加强管理，设备定期检修	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）	200	0.16
3	污水处理站石灰上料系统	颗粒物	加强管理，设备定期检修	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）	1000	0.124
无组织排放						
无组织排放总计				颗粒物		0.504
				氯化氢		0.16

表 7.1-19 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	0.974
2	SO ₂	1.36
3	NO _x	41.616
4	氯化氢	0.98
5	油烟	0.0206

表 7.1-20 本期项目大气环境影响评价自查表

工作内容	评价范围	自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级 <input checked="" type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input checked="" type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>		500~2000t/a <input type="checkbox"/>		<500t/a <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价因子	基本污染物 (SO ₂ 、NO _x 、PM ₁₀) 其他污染物 (TSP、HCl)				包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>		
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录 D <input checked="" type="checkbox"/>		
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input type="checkbox"/>		
	评价基准年	(2019) 年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input checked="" type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>		现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input type="checkbox"/>			不达标区 <input checked="" type="checkbox"/>			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input checked="" type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>	区域污染源 <input type="checkbox"/>	
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input checked="" type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	DEMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网络模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>
	预测范围	边长≥50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input checked="" type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>		
	预测因子	预测因子 (PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO _x 、TSP、HCl)				包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>		
	正常排放短期浓度贡献值	C _{本项目} 最大占标率≤100% <input checked="" type="checkbox"/>			C _{本项目} 最大占标率>100% <input type="checkbox"/>			
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C _{本项目} 最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>			C _{本项目} 最大占标率>10% <input type="checkbox"/>		
		二类区	C _{本项目} 最大占标率≤30% <input checked="" type="checkbox"/>			C _{本项目} 最大占标率>30% <input type="checkbox"/>		
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 (1) h		C _{非正常} 最大占标率≤100% <input checked="" type="checkbox"/>		C _{非正常} 最大占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标 <input checked="" type="checkbox"/>			C _{叠加} 不达标 <input type="checkbox"/>			
区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% <input checked="" type="checkbox"/>			k>-20% <input type="checkbox"/>				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: (HCl、TSP、SO ₂ 、NO _x 、PM ₁₀)			有组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/>		无监测 <input type="checkbox"/>	

评价结论	环境空气质量监测				无组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/>	无监测 <input type="checkbox"/>
	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/>			不可以接受 <input type="checkbox"/>	
	大气环境保护距离	距厂界最远 (0) m				
	污染源年排放量	SO ₂ : (1.36) t/a	NO _x : (41.616) t/a	颗粒物: (0.974) t/a	VOCs: () t/a	
注：“□”为勾选项，填“√”；“（ ）”为内容填写项						

7.2 地下水影响预测与评价

7.2.1 水文地质条件

7.2.1.1 区域水文地质条件

(1) 区域地下水系统特征

本期项目位于呼包平原西部地下水系统(D)，区域地下水系统分区见图 7.2-1。该地下水系统包括大青山山前冲洪积平原地下水系统(D01)、黄河冲湖积平原地下水系统(D02)和呼包平原西部断块区地下水系统(D03)。本项目位于大青山山前冲洪积平原地下水系统(D01)，地下水径流方向下游为黄河冲湖积平原地下水系统(D02)，分述如下：

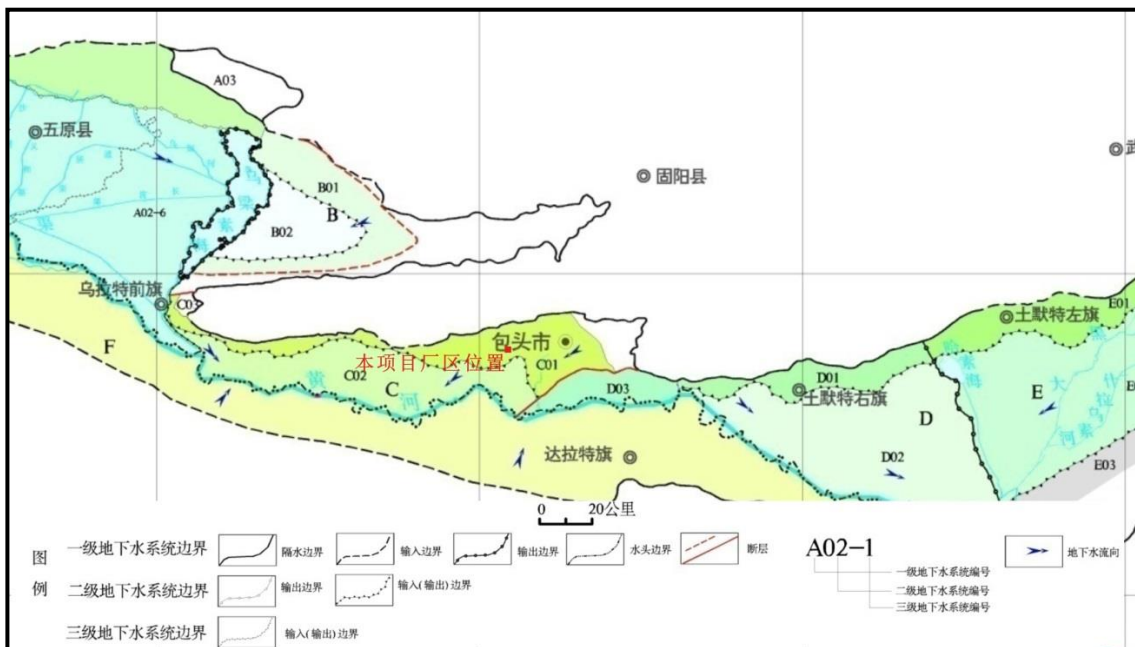


图 7.2-1 区域地下水系统分区图

1) 大青山山前冲洪积平原地下水系统(D01)

①边界条件

该系统主要由包头九原区镫口村以东至哈素海以西的大青山山前冲洪积扇及扇前倾斜平原组成，面积 337.45km²。系统东边界在哈素海附近；北边界为大青山山前断裂，主体为隔水边界，地下水在阿善沟、五当沟、水涧沟、枣儿沟、美岱沟、白石头沟等较大沟口接受沟口潜流和地表洪流入渗补给；西边界在镫口一线，基本为隔水边界；南边界为大青山山前冲洪积平原与黄河冲湖积平原的地貌分界，

为侧向排泄边界。

②含水层特征

主要由阿善沟、五当沟、水涧沟、枣儿沟、美岱沟、白石头沟等几个较大冲洪积扇和扇前倾斜平原组成。整体来看，中西部含水层厚度较大，一般 80~120m，东部含水层厚度相对较小，一般 50~90m。从冲洪积扇顶部向前缘至倾斜平原，含水层颗粒由粗变细，厚度有所减小，含水层厚度在冲洪积扇顶部一般 70~120m，主要由全新统和上更新统的砂卵砾石组成，为单一结构，到扇前缘和山前倾斜平原地带，含水层厚度有所减小，一般 40~90m，岩性渐变为全新统、上更新统以及中更新统下段的中细砂、粉细砂，隔水层发育，一般有 2~4 个粘性土层，厚度 4~20m 不等。水位埋深由扇顶部的 30~50m 渐变为前缘 5~10m，富水性明显减小。另外在几个较大冲洪积扇的扇间地带，含水层较冲洪积扇轴部明显变细，在山前即出现中细砂层，含水层厚度较冲洪积扇轴部明显减小，且发育着厚度不大的粘性土层。

③地下水补给、径流、排泄

地下水主要接受阿善沟、五当沟、水涧沟、枣儿沟、美岱沟、白石头沟沟谷潜流和地表洪流入渗补给，另外还接受大气降水和灌溉入渗补给，由冲洪积扇的顶部向前缘径流，通过开采和侧向流出排泄，部分水位埋深较浅的地区存在蒸发排泄。

2) 黄河冲湖积平原地下水系统 (D02)

①边界条件

该系统主体为包头九原区磴口村以东至哈素海退水渠以西的黄河冲湖积平原，面积 1759.40km²。系统北边界为大青山山前冲洪积平原与黄河冲湖积平原的地貌分界，为侧向流入边界；东边界在哈素海退水渠一线，为侧向排泄边界；南边界和西南边界为黄河，为侧向排泄边界。

②含水层结构

含水层主要由全新统和上更新统的中细砂、粉细砂组成，为潜水—微承压含水层，在中部地区隔水层层数较少，一般 2~3 层，单层厚度较大，最厚可达 40m 左右，其他地区一般发育 3~5 层粘性土隔水层，层厚一般 5~20m，近黄河沿岸，隔水层层数多，单层厚度变小。总体来看，该系统西北部含水层厚较大，一般 80~100m，中部含水层厚度 40~80m，东部含水层厚较小，一般 20~40m。由近山前平原向黄河沿岸，含水层岩性由中细砂向细砂、粉砂渐变，黄河沿岸除局部为

颗粒较粗的中细砂外，大部分地区为粉砂、粉细砂。水位埋深在近山前为 5~10m，在黄河沿线及系统东部较浅，一般 2~5m。

③地下水补给、径流、排泄

主要接受大青山山前平原的地下水的侧向补给和灌溉入渗、降水入渗补给，基本呈北西-南东向由山前倾斜平原前缘向哈素海退水渠一线和黄河径流，哈素海、善岱乡、大岱乡、沙海于乡一带为浅层地下水汇聚中心，通过开采、蒸发以及向哈素海退水渠、黄河侧向排泄。

(2) 含水层系统特征

本项目所在的大青山山前冲洪积平原地下水系统（D01）以及其下游的黄河冲湖积平原地下水系统（D02）属双层结构含水层。上部为浅层潜水—半承压含水层，下部为承压含水层。分述如下：

1) 浅层潜水—半承压含水层

浅层潜水—半承压含水层广泛分布，为上更新统至全新统含水组。由于古地理环境的差异，不同地段含水组的成因、岩性、埋藏条件、水力特征、水位、水量和水质也不尽相同，并大致具有与古地理环境分带相似的变化规律。就含水组的成因、岩性、水力特征而言，总的规律是由边缘的冲洪积、冲积砂砾卵石、砂砾石向湖盆内渐变为冲湖积砾砂、中粗砂、中细砂、细粉砂。山前扇裙带冲洪积砂砾卵石由扇顶部至前缘，由扇轴至扇间逐渐变细，且粘性土夹层增多。平原内部沉积规律由湖滨相向浅湖相—湖心相逐渐过渡，其含水组成因均可归属冲湖积的混合类型，岩性由砾砂、中粗砂逐渐变为细中砂—中粗砂至粉细砂—细粉砂—粉砂，多为半承压水，仅在局部古河道附近零星可见潜水—微承压水。在湖盆内部含水层多夹于泥质和粘土质地层中，呈不等厚互层状，在湖心带含水层常以薄层状和透镜体出现。

该含水层底板埋深由北向南、由西向东逐渐变小，在北部大青山山前地带最大达 190m，至黄河沿岸最小仅为 10.2m 左右，由西部土右旗大城西附近的 167.6m 减小至东部湖盆中心的 10m 左右。含水层厚度变化也表现出由北向南、由西向东逐渐变小的变化规律。靠近黄河及湖盆中心一带，厚度最小仅 9.8m，而至西部的大城西可达 101m。水位埋深也受地形影响十分明显。山前扇群带上部多大于 60m。扇群前缘 5~20m。平原内部地下水位多在 6~10m。含水层水量与含水层岩性、厚度及径流条件密切相互。一般在山前冲洪积扇和河谷径流条件好、颗粒粗、厚度

大地带水量丰富，而在湖盆内部，特别是湖心带，径流条件差，颗粒细，水量小。大青山前地带属于水量丰富和较丰富地带。山前扇群中段单位涌水量多大于 $1000\text{ m}^3/\text{d}$ ，最大值可达 $3028\sim 5594\text{ m}^3/\text{d}$ 。其他地带单位涌水量多在 $500\sim 1000\text{ m}^3/\text{d}$ 。平原区内由西向东，单位涌水量由 $100\sim 500\text{ m}^3/\text{d}$ 递减至 $50\sim 100\text{ m}^3/\text{d}$ ，局部地带甚至小于 $50\text{ m}^3/\text{d}$ 。水质总体较差。由北向东南方向至哈素海附近，矿化度由 0.23g/L 增至 18.4g/L 。大致在在民生渠—跃进渠一带，上部小于 3g/L ，下部大于 3g/L ，属于上淡下咸的双层水质结构；属于上淡下咸的双层水质结构。

2) 承压含水层

区内承压含水层为第四系中更新统下段 (Q_2^1) 含水层，该含水层在平原内分布广泛。对于第四系中更新统下段 (Q_2^1) 含水层，北部大青山山前冲洪积带岩性为砂卵石夹砂砾石、砾砂，向南部泥质含量逐渐增多，颗粒变细。近黄河为湖盆沉积，岩性由中粗砂渐变为细砂、粉细砂，厚度逐渐减小，泥质含量增大。

含水层顶板埋深和厚度与古地理位置联系密切。顶板埋深总趋势由东向西、由南向北逐渐加深，最深处在土右旗西部深达 350m ，北部受大青山隆起的影响，为一宽阔的浅埋带，顶板埋深 $54\sim 75\text{m}$ 之间。该含水层在该含水系统内揭露较少，最大揭露厚度仅 50m 。

含水层水量在山前湖滨带可达 $1000\text{m}^3/\text{d}$ 以上，向南至湖滨前缘带在 $500\sim 1000\text{m}^3/\text{d}$ ，至湖盆内部递减为 $100\sim 500\text{m}^3/\text{d}$ ，西南部、黄河北岸边及湖积台地前缘多小于 $50\text{m}^3/\text{d}$ ，最小值在 $10\text{m}^3/\text{d}$ 以下。含水层水质总体上优良，除哈素海南部、西南部和黄河北岸局部地区矿化度大于 3g/L 外，大部分地区矿化度均在 $0.3\sim 1\text{g/L}$ 。

3) 隔水层及含水层之间水力联系

本期项目所在的地下水系统存在一层中更新统上段淤泥质粘土层。该层以淤泥质、粉砂质为主的湖相堆积，分布连续稳定，淤泥质粘土层中具有明显的水平细纹层理。该层在黄河冲湖积平原地下水系统 (D02) 沉积中心处厚度最大，最大厚度达 140m 以上，向北部逐渐变小，至地下水系统北部边缘附近厚度减小为 70m 左右，而南部靠近黄河沿岸附近，受晚更新世以来黄河冲刷作用的影响，厚度减小至 20m 左右。根据《河套平原地下水资源及其环境问题调查评价报告》，该地下水系统内，上部的潜水-微承压含水层与下部的承压含水层之间无水力联系。

淤泥质粘土层厚度等值线见图 7.2-2。

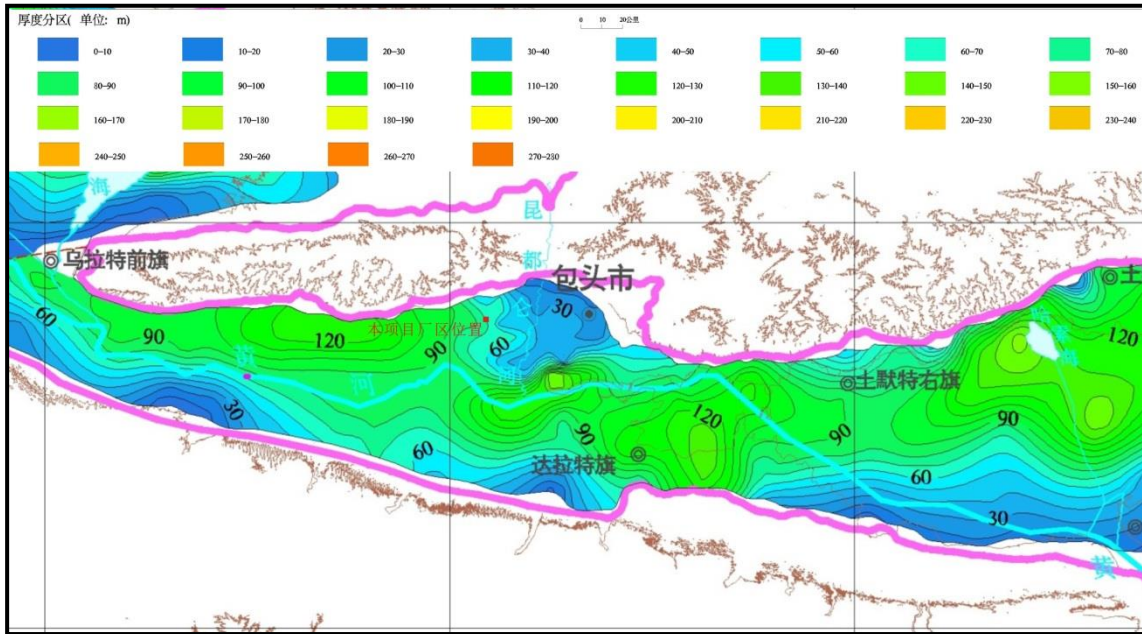


图 7.2-2 淤泥质粘土层厚度等值线图

7.2.1.2 评价区水文地质条件

(1) 含水层类型及特征

根据地下水赋存条件和水力特征，将评价区范围内的含水层划分为第四系上更新统-全系统松散岩类孔隙潜水-微承压含水层和第四系下更系统-中更系统下段承压含水层。其中，与本项目关系密切的含水层仅为上部的孔隙潜水-微承压含水层。潜水-微承压水和承压水之间有一层致密连续稳定分布的厚层淤泥质粘土层分布，使得二者不存在水力联系，下部承压含水层几乎不受本项目的影 响，因此，本次重点介绍上部的潜水-微承压含水层，对下部的承压含水层简要叙述之。

1) 第四系松散岩类孔隙潜水-微承压含水层

分布在 整个评价区。主要赋存于第四系上更新统和全新统冲积和冲湖积粉砂、细砂和细中砂层。评价区第四系上更新统-全新统地层厚度整体由评价区东南部向评价区西北部逐渐增厚。在评价区东南部，第四系上更新统-全新统最薄处为 110.65m，砂层厚度最薄处仅为 86.54m，至评价区西北部，最厚处增大至 117.68m，砂层厚度增大至 111.79m。含水层的厚度取决于地层厚度，由图 3.4-2 可知：区内潜水含水层最薄处也出现在评价区东南部，仅为 86.54m，最厚处出现在评价区西北部，为 111.79m。评价区地表覆盖一层厚度 3.25~11.95m 的粉质粘土相对弱透水层，

使得评价区绝大部分区域地下水水头略高于含水层顶板，使得区内含水层略显承压型，属潜水-微承压含水层。含水层水位埋深和水位标高受控于评价区地形，由于评价区位于黄河冲湖积平原，区内水位埋深和水位标高变化不明显，评价区西北部水位标高略高于评价区东南部。西北部最大水位标高为991m，东南部最大水位标高为989.5m，水位高差仅1.5m。区内压力水头皆位于地表以下，水位埋深受控于水位标高和地表粉质粘土覆盖层厚度，总体上水位标高越小，粉质粘土覆盖层越厚，水位埋深越大。由水位监测结果可知，评价区水位埋深为1.66m~2.79m。评价区含水层富水性较强。根据区内4个已知孔身结构的钻孔（Z1、ZK1、S1和S2钻孔）单个落程的简易抽水试验结果可知：在评价区西北部，由于含水层岩性颗粒较粗，厚度略大，富水性较强，Z1和ZK1钻孔水位降深为8.28m~10.25m时，涌水量为2818.32m³/d~3852.28m³/d，换算为5m降深，10寸口径涌水量为3435.77m³/d~4076.36m³/d，即评价区西北部富水性能达3000~5000m³/d。而评价区东南部大部分区域岩性颗粒细，含水砂层厚度相对较薄，富水性相对较弱，S1和S2钻孔水位降深为9.23m~9.46m时，涌水量为1635.65m³/d~2015.83m³/d，换算为5m降深，10寸口径涌水量为1821.06m³/d~2010.34m³/d，即评价区东南部富水性仅为1000~3000m³/d。含水层渗透系数大小也受岩性颗粒及粘粒含量的制约，评价区西北部，含水层介质颗粒粗，粘土夹层少，渗透系数相对较大，根据Z1和ZK1钻孔抽水试验结果，由潜水裘布依公式计算可知：潜水含水层渗透系数为8.37m/d~9.38m/d；东南部，含水层介质颗粒细，粘土夹层多，渗透系数相对较小，根据S1和S2钻孔抽水试验结果，由潜水裘布依公式计算可知：潜水含水层渗透系数为4.41m/d~4.93m/d。根据《河套平原地下水资源及其环境问题调查评价报告》可知，潜水含水层给水度西北部细中砂层为0.10~0.12，东南部粉细砂层为0.07~0.10。评价区地表为一层粉质粘土弱透水层，使得含水层大气降水入渗系数和灌溉入渗系数较小，大气降水入渗系数仅为0.06，灌溉入渗系数仅为0.08。

评价区潜水-微承压含水层矿化度为1.079~2.872g/l，地下水化学类型为Cl·HCO₃-Na、Cl·Na和SO₄·Cl-Na·Mg型。

2) 第四系松散岩类孔隙承压水

下伏于第四系松散岩类孔隙潜水含水层。赋存地层为第四系中更新统下段冲湖积粉细砂以及第四系下更新统冲湖积粉细砂层。本区钻孔未揭露该含水层，根据区域水文地质资料可知，该含水层富水性中等-强，单井涌水量1000~2000m³/d。

3) 隔水层

本区第四系潜水含水层与第四系承压含水层之间有一层厚度75~85m的致密的连续分布的淤泥质粘土层分布，淤泥质粘土层为黄河冲湖积相，结构致密，透水性微弱，使得潜水含水层与承压含水层之间的水力联系变得极为微弱，二者几乎无水量交换，进而使得本项目建设仅仅对上部的潜水含水层可能造成影响，对下部承压含水层影响甚微。

评价区潜水水文地质见图7.2-3，潜水-微承压水水文地质剖面见图7.2-4。

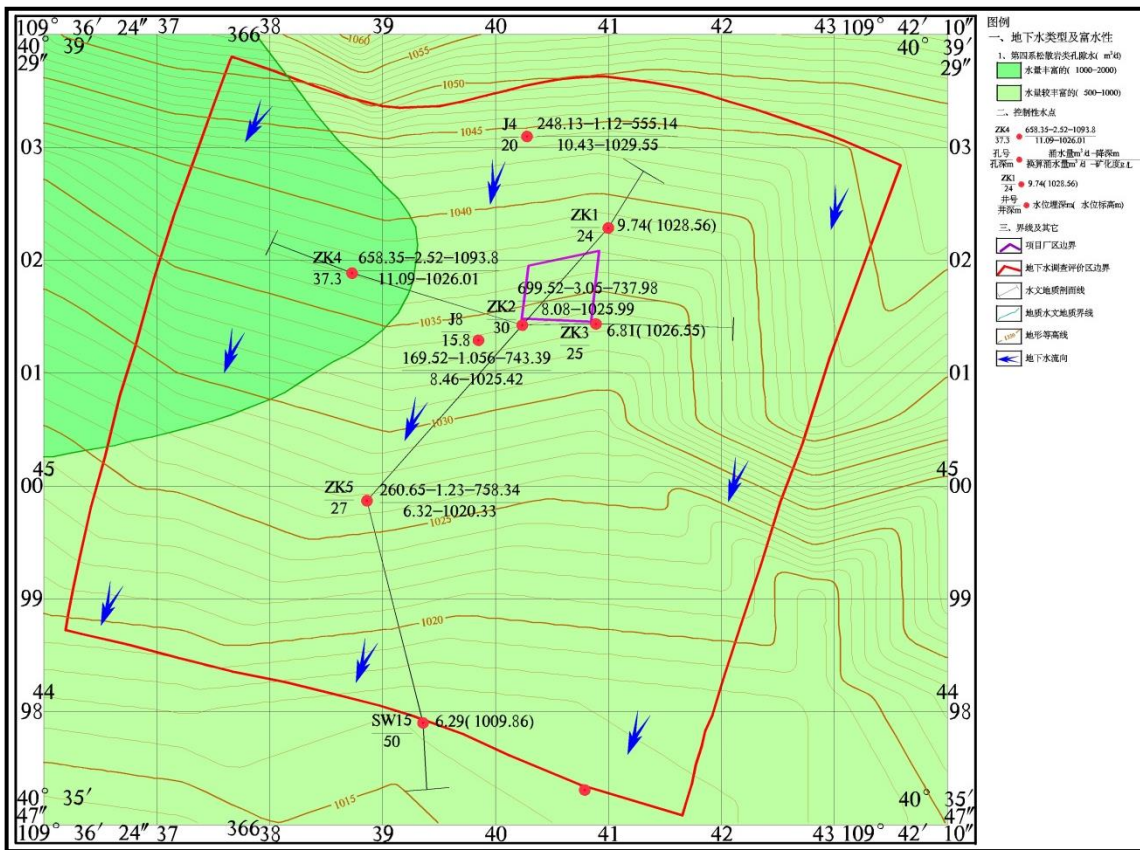


图7.2-3 评价区潜水水文地质图

(3) 地下水补径排特征

评价区包气带地层岩性多为透水性较弱的粉质粘土层，但由于评价区地势平坦，平坦的地势利于大气降水下渗，因此潜水可直接接受大气降水垂直入渗补给；此外，区域地下水径流方向为由西北向东南，评价区潜水含水层在西北部边界附近还接受西北部邻区地下水的侧向径流补给；区内大范围分布的农田引黄河地表水体灌溉，灌溉回渗也是地下水的主要补给方式之一。区内潜水含水层总体由西

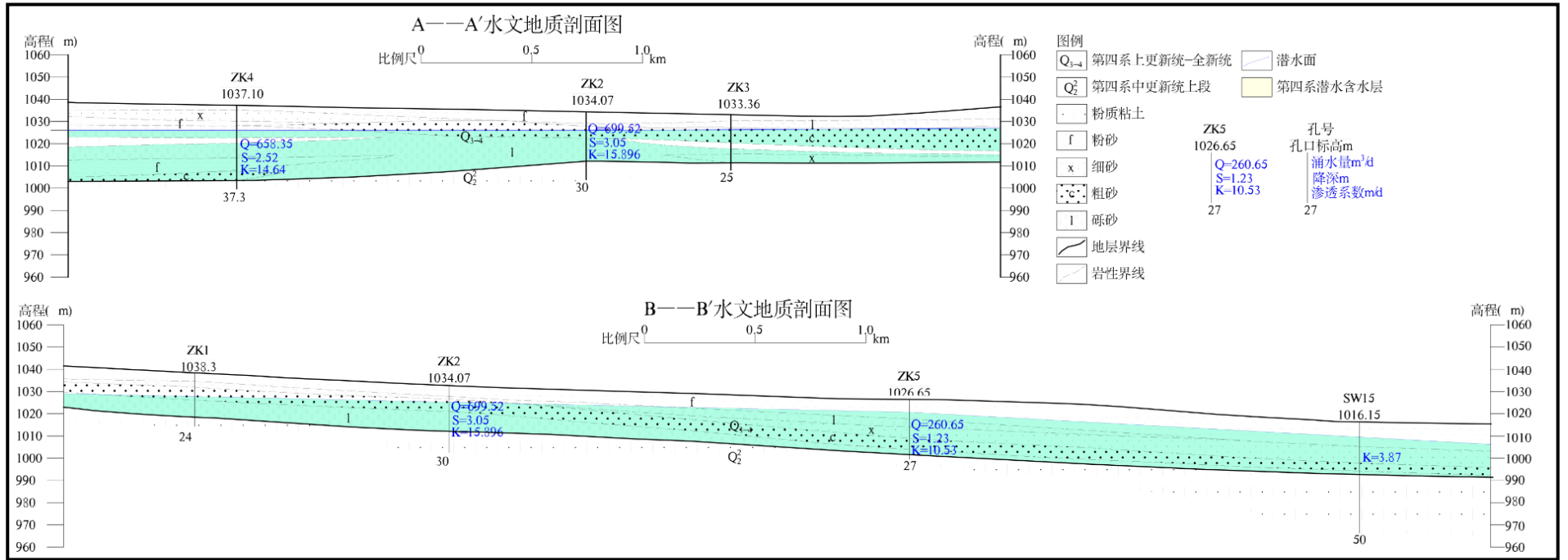


图7.2-4 评价区潜水-微承压水水文地质剖面图

北向东南径流，径流的水力梯度约为0.45%；地下水最终由东南部边界以侧向径流的方式排入黄河，评价区绝大部分区域压力水位埋深小于3m，在这些区域存在一定的毛细蒸发作用，地下水通过蒸发排泄。此外，区内居民牲畜饮水、居民农业灌溉用水以及工业园区绿化灌溉用水皆开采该含水层，因此，人工开采也是潜水含水层的主要排泄方式之一。

7.2.1.3 厂区水文地质条件

（1）厂区包气带防污性能

由本项目岩土工程勘探结果可知，项目厂区包气带为表层的杂填土层和下部的粉质粘土层，杂填土层厚度为0.5~3.1m，下部的粉质粘土层厚度为5.1~10.1m之间，渗透系数为 $4.25 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ~ $8.48 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，因此，厂区包气带防污性能等级为“中”。厂区包气带粉质粘土层构成厂区地下水良好的防护层，因此，建议企业在进行施工时，尤其是针对地下半地下物料和废水池、管线及储罐等施工时，能够保持这一层天然保护层的完整性，充分利用这一层的发防护性能，降低地下水的污染风险。

（2）厂区含水层特征

项目场地地下水类型为第四系上更新统-全新统松散岩类孔隙潜水-微承压水，勘察期间场区地下水压力水头埋深在1.7~4.5m之间，绝对高程在990.1~991.1m之间，含水层顶板埋深在5.6~13.2m之间。该地下水主要为赋存于粉砂和细砂层中，主要为大气降水补给，总体流向由西北向东南，随季节变化，水位有小幅波动，据区域水文地质资料，年变化幅度小于0.5m。

7.2.2 水文地质概念模型

水文地质概念模型是对评价区水文地质条件的简化，使得水文地质条件尽可能简单明了，但是要准确充分地反映地下水系统的主要功能和特征。水文地质概念模型是对地下水系统的科学概化，其核心为边界条件、内部结构、地下水流态三大要素，根据研究区的岩性构造、水动力场、水化学场的分析，可确定概念模型的要素。

7.2.2.1 模型范围的确定

根据评价区的地质、水文地质条件及地下水水位统测情况及项目周边敏感目标分布情况，确定本次数值模拟范围与地下水调查范围一致，为：东北侧边界平

行于地下水水位等值线，为侧向流入边界；西南侧边界平行于地下水水位等值线，为侧向流出边界；西北界和东南界平行于地下水流场方向，划定为零流量边界；面积约 40km²。

（1）含水层结构

根据前文地下水开发利用现状可知，评价区内的第一含水层为潜水层，厂区直接影响的含水层即为潜水含水层，在保证潜水含水层不受影响的前提下，承压水含水层正常情况下不受影响。根据评价区内的水文地质剖面图，模拟区的地层主要为砂砾层，下部为粘土隔水层。

根据地下水污染特征和当地的水文地质条件，本次数值模拟将模型概化为一层，即第四系松散岩类孔隙潜水含水层。

（2）边界条件的确定与概化

1) 侧向边界

模型的东北侧和西南侧边界平行于地下水水位等值线，为侧向流入和流出边界，由于模拟区地下水年内变化幅度较小，因此概化为定水头边界；东南侧边界和西北侧边界垂直于地下水水位等值线，概化为零通量边界。

2) 垂向边界

垂向边界：在垂向上，潜水含水层自由水面作为模型上边界，通过该边界潜水与系统外发生垂向上的水量交换，如大气降水入渗补给、蒸发排泄。

在模拟区的潜水含水层底部为粘土隔水层，将其概化为隔水底板。

7.2.2.2 数学模型

（1）地下水水流数学模型

根据本次项目对地下水动态的掌握，地下水系统的内部结构、外部环境、边界条件、水文地质参数等进行分析研究，将本评价区的地下水流概化为：非均质各向异性、单层结构的二维稳定的地下水流系统。

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial x} (K_x \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_y \frac{\partial h}{\partial y}) + \varepsilon = 0 & x, y \in \Omega \\ h(x, y) = h_0 & x, y \in \Omega \\ H(x, y)|_{\Gamma_1} = \varphi(x, y) & x, y \in \Gamma_1 \\ K_n \frac{\partial h}{\partial n}|_{\Gamma_2} = q(x, y) & x, y \in \Gamma_2 \end{cases}$$

式中： Ω —渗流区域；

h —含水体的水位标高（m）；

K 为渗透系数（m/d）；

K_n —边界法向方向的渗透系数（m/d）；

ε —源汇项（1/d）；

h_0 —含水体的初始水位分布（m）；

Γ_1 —含水体的一类边界；

Γ_2 —渗流区域的侧向边界；

\vec{n} —边界的法线方向；

$\varphi(x, y)$ —一类边界水头（m）；

$H(x, y)$ —含水体的水头（m）；

$q(x, y)$ —二类边界的单宽流量（m³/d/m），流入为正，流出为负，隔水边界为零。

（2）地下水水质数学模型

本次污染物模拟预测过程不考虑污染物在含水层中的吸附、挥发、生物化学反应，模型中各项参数予以保守性考虑。这样选择的理由是：（1）有机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物总量减少，运移扩散速度减慢。目前国际上对这些作用参数的准确获取还存在着困难；（2）从保守性角度考虑，假设污染质在运移中不与含水层介质发生反应，可以被认为是保守型污染质，只按保守型污染质来计算，即只考虑运移过程中的对流、弥散作用。在国际上有很多用保守型污染物作为模拟因子的环境质量评价的成功实例；（3）保守型考虑符合环境影响评价风险最大的原则。

地下水中溶质运移的数学模型可表示为：

$$n_e \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} (nD_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j}) - \frac{\partial}{\partial x_i} (nCv_i) \pm C'W$$

式中：

$$D_{ij} = \alpha_{ijmn} \frac{V_m V_n}{|V|}$$

α_{ijmn} —含水层的弥散度；

V_m, V_n - 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）；

n_e - 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；

V_i - 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。

（3）地下水数值模型

1）模拟软件的选取

在建立水文地质概念模型、数学模型的基础上，运用基于有限差分法的 MODFLOW 软件包建立了评价区的地下水流数值模型，经参数识别与模型检验后，对评价区地下水流系统进行模拟分析，作为地下水溶质运移模拟的基础。

本次评价工作采用加拿大 Waterloo Hydrogeologic Inc.在美国地质调查局 MODFLOW 软件（1984 年）的基础上应用可视化技术开发研制的 Visual MODFLOW 软件。该软件是目前世界上应用最广泛的三维地下水流和溶质运移模拟的标准可视化专业软件系统。该软件主要由下列软件包组成：MODFLOW-水流模拟；Zone Budget-水均衡分析；MODPATH-流线示踪分析；MT3D-溶质运移模拟；WinPEST-参数自动识别；3D-Explorer-模拟结果的三维显示。

2）模型网格剖分

地下水流数值模型区面积约 40km^2 ，使用模拟软件中的 Modflow 模块对水流进行模拟，采用有限差分法，利用现有的工程钻孔对评价区模型进行了剖分。平面上进行矩形剖分，剖分的单元大小为 $100\text{m}\times 100\text{m}$ 。

3）源汇项及边界条件处理

模拟区主要的含水层为第四系松散岩类孔隙水，根据边界条件概化，本次地下水模拟各源汇项均通过 Visual Modflow 各子程序包赋到模型里。

➤ 源汇项处理

大气降水是模拟区地下水的主要补给源，模型中通过 Recharge (RCH) 模块给入；模拟区的蒸发量通过 EvapotranspirationEVT 模块输入模型，蒸发量通过蒸发强度、含水层水位和蒸发极限埋深，通过模型自行计算给入。

① 大气降水入渗补给量

降雨入渗量是研究区地下水系统最主要的补给来源。降雨入渗量主要受降雨量、地表岩性、水位埋深、地形地貌等条件影响。根据包头气象站观测资料，评价区多年平均降水量为 301.1mm，由于评价区地下水埋藏较深，降雨入渗系数取经验值 0.15，因此，研究区大气降水入渗补给地下水量为：

$$Q = \alpha PF10^{-3} / 365$$

式中：Q-降雨入渗补给量，m³/d， α -降雨入渗系数；P-降雨量，mm/a；F-计算区面积，m²。

② 地下水侧向径流补给量、排泄量

根据评价区水位等值线图，侧向补给量、排泄量根据含水层渗透系数、厚度和水力梯度通过达西定律计算得到。

③ 蒸发量

根据水文地质调查结果，低山丘陵区水位埋藏深度相对较深，平原区水位埋藏深度较浅；地下水蒸发作用的极限深度为 4 米，多年平均蒸发量为 2125.8mm（蒸发主要发生在每年的 4~8 月）。利用阿维扬诺夫的线性公式计算地下水蒸散发量：

$$E_g = \begin{cases} 0 & h_s - h \geq 4\text{m} \\ E_0 \left(1 - \frac{h_s - h}{\Delta} \right)^\alpha & 0 < h_s - h \leq 4\text{m} \\ E_0 & h_s - h \leq 0\text{m} \end{cases}$$

式中：E_g-地下水蒸散发强度（mm/d）；

E₀-水面蒸发潜力（mm/d）；

h_s-地面标高；

h-潜水位标高；

Δ -地下水蒸发极限深度。

➤ 边界条件处理

西南部、东北部为定水头边界，采用 Constant Head（CHB）子程序包赋到模型中；东南部、西北部边界垂直等水位线为零流量边界，模型里默认赋值为隔水边界。

➤ 水文地质参数的处理

为了较准确地刻画评价区水文地质条件，模型中参数的确定主要依据评价区野外抽水试验结果，结合常用各种参数的经验值，得到初步含水层参数。含水层渗透系数分区见表 7.2-1。

表 7.2-1 渗透系数分区表

分区	渗透系数 K(m/d)
I	16
II	17
III	15
IV	14
V	12

（4）地下水溶质运移模型参数

通常空隙介质中的弥散度随着溶质运移距离的增加而加大，这种现象称之为水动力弥散尺度效应。其具体表现为：野外弥散试验所求出的弥散度远远大于在实验室所测出的值，相差可达 4~5 个数量级；即使是同一含水层，溶质运移距离越大，所计算出的弥散度也越大。因此，即使是进行野外或室内弥散试验也难以获得准确的弥散系数。本次评价的弥散度在此结果基础上按照偏保守的评价原则，取纵向弥散度值为 10m，横向弥散度值为 1m。

7.2.3 地下水污染数值模拟预测

7.2.3.1 泄漏点的设定

防止地下水污染的被动控制措施即为地面防渗工程。包括两部分内容：一是全厂污染区参照相应标准要求铺设防渗层，以阻止泄漏到地面的污染物进入地下水中；二是全厂污染区防渗层内设置渗漏污染物收集系统，将滞留在地面的污染物收集起来，送回工艺中。项目对包括生产装置区（包括冷氢化、合成精馏和回收精馏、合成精馏和反歧化、还原、工艺废气洗涤、渣浆回收、整理、还原尾气回收、制氢车间）、球罐区（含围堰）、硅粉库、化学品库、成品库、公辅设施区、水处理站、高盐废水处理装置等进行地面防渗处理。项目防渗区按重点污染

防渗区（包括污水处理站、回用水处理站、高盐废水处理装置、事故池、生产装置区（电解制氢、硅芯制备车间除外）、罐区（含围堰）、化学品库和一般污染防渗区（脱盐水处理站、高纯水处理站、空压站、循环水处理站、废渣库、硅粉库、成品库、制氢车间、事故池、硅芯制备车间）分区设置，其余部分为简单防渗区。

对简单防渗区、一般防渗区、重点防渗区分别采取不同等级的防渗措施，防渗层在地表铺设，按照污染防治分区采取不同设计方案，具体如下：

①一般防渗区。一般污染防渗区采用抗渗混凝土，抗渗等级不小于 P6，厚度 100mm，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7}$ cm/s。

②重点污染防渗区。重点污染防渗区采用土工膜（厚度 1.5mm）+抗渗混凝土（厚度 100mm），抗渗等级不小于 P8，土工膜选用 HDPE 膜，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$ cm/s。

正常状况下建设项目废水不会对地下水环境造成影响。综合考虑行业物料及废水的特性、装置设施的装备情况以及厂区所在区的水文地质条件，本次评价非正常状况泄漏点设定为蒸发釜底渣水洗工序和生活污水产生的废水渗漏对地下水环境的影响。污染物经地面水冲刷逐步渗入土壤并可能进入地下潜水含水层。

7.2.3.2 非正常状况、无防渗情景下源强设定

本次模拟通过对污水处理站接纳各工序产生的废水各污染物浓度进行单因子筛选，选取污染物浓度和污染物含量较大的蒸发釜底渣水洗工序和生活污水产生的废水中氯化物、氨氮作为特征因子。在防渗措施发生事故的情况下，此时污废水更容易经包气带进入地下水，生产污水处理站工程防渗措施均按照设计要求进行，废水池用水泥硬化，四周壁用砖砌再用水泥硬化防渗，按照《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB50141-2008）中钢筋混凝土结构污水池单位面积允许渗漏量 $Q_0=2L/m^2 \cdot d$ 进行计算，污水处理站池体面积约为 $A=9000m^2$ ，则污水池总渗漏量 $Q=Q_0 \times A=18m^3/d$ ，设定预测污染源强为正常状况的 10 倍；生活污水管道面积约为 $A=100m^2$ ，生活废水泄露量按照 $Q=0.2m^3/d$ ，生活污水管道为地埋式，一旦发生污染，较为隐蔽，设定预测污染源强为正常状况的 50 倍；污染源特征为最不利条件条件下的点源连续污染。由于设置废水进出流量计及检漏装置，污染能被及时监测。假设防渗措施发生非正常情况，一般情况下污染发生几天后即可被监测到，随即采取应急补救措施。因此，非正常状况一般运行时间为几天，本次模拟非正常状况最不利条件下长时间内污染物自然迁移情况。

7.2.3.3 地下水污染预测

本次污染物模拟预测过程不考虑污染物在含水层中的吸附、挥发、生物化学反应，模型中各项参数予以保守性考虑。这样选择的理由是：（1）有机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物总量减少，运移扩散速度减慢。目前国际上对这些作用参数的准确获取还存在着困难；（2）从保守性角度考虑，假设污染质在运移中不与含水层介质发生反应，可以被认为是保守型污染质，只按保守型污染质来计算，即只考虑运移过程中的对流、弥散作用。在国际上有很多用保守型污染物作为模拟因子的环境质量评价的成功实例；（3）保守型考虑符合环境影响评价风险最大的原则。

根据评价区内地下水水质现状以及项目污染源的分布和类型，对废水中的污染因子采用标准指数法进行排序，选取氯化物、氨氮作为本次模拟计算的代表性污染物进行预测。根据《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III类水质要求，氯化物评价标准为 250mg/L，氨氮评价标准为 0.2mg/L，并将标准的十分之一作为其影响范围。各预测因子确定超标范围和影响范围的贡献浓度设定如下表 7.2-2。

表 7.2-2 预测因子超标范围和影响范围贡献浓度值 （单位：mg/L）

污染源	预测因子	超标范围贡献浓度值	影响范围贡献浓度值
污水处理站	氯化物	250	25
生活废水	氨氮	0.2	0.02

（1）氯化物预测结果及分析

将含水层参数、初始条件和边界条件带入水质模型，泄漏点设为连续源的定浓度边界，浓度设为 2200mg/L，模拟期为 7300 天。利用 MODFLOW 和 MT3D 软件，联合运行水流和水质模型，得到污染物在地下水防渗层出现破裂非正常状况情形下泄漏发生 100 天、1000 天、2000 天、3000 天、5000 天和 7300 天后氯化物在地下水中的污染预测结果，见表 7.2-3。

表 7.2-3 废水中氯化物泄露在含水层中运移情况预测表

运移时间	超标面积 (km ²)	下游最大超标距离 (m)	影响面积 (km ²)	下游最大影响距离 (m)
100d	0.002	21	0.005	51
1000d	0.004	61	0.121	412
2000d	0.015	102	0.25	585

3000d	0.022	167	0.382	776
5000d	0.042	302	0.678	1087
7300d	0.045	328	1.07	1498

由表可知：废水非正常状况下泄露过程中，连续渗漏的污染物在地下水对流和弥散作用的影响下，随着时间的推移，污染物超标和影响范围逐渐增大。污染羽范围主要集中在泄露处地下水径流的下游方向。在预测的时间内，第7300天时，污染物超标范围和影响范围分别为0.045km²和1.07km²。

（2）氨氮预测结果及分析

将含水层参数、初始条件和边界条件带入水质模型，泄漏点设为连续源的定浓度边界，浓度设为35mg/L，模拟期为7300天。利用MODFLOW和MT3D软件，联合运行水流和水质模型，得到污染物在地下水防渗层出现破裂非正常状况情形下泄漏发生100天、1000天、2000天、3000天、5000天和7300天后氨氮在地下水中的污染预测结果，见表7.2-4。

表 7.2-4 废水中氨氮泄露在含水层中运移情况预测表

运移时间	超标面积 (km ²)	下游最大超标距离 (m)	影响面积 (km ²)	下游最大影响距离 (m)
100d	0.003	31	0.008	97
1000d	0.051	274	0.203	495
2000d	0.13	495	0.414	773
3000d	0.208	644	0.63	994
5000d	0.371	935	1.113	1447
7300d	0.570	1259	1.755	1939

由表可知：废水非正常状况下泄露过程中，连续渗漏的污染物在地下水对流和弥散作用的影响下，随着时间的推移，污染物超标和影响范围逐渐增大。污染羽范围主要集中在泄露处地下水径流的下游方向。在预测的时间内，第7300天时，污染物超标范围和影响范围分别为0.57km²和1.755km²。

7.3 地表水环境影响预测与评价

7.3.1 废水产生及治理措施

7.3.1.1 废水排放情况

项目废水主要为工艺废水，包括硅芯生产酸洗废水、水洗废水、酸性废气碱

洗废水；后处理单元酸洗废水、水洗废水、酸性废气碱洗废水；渣浆回收单元水洗废水、废气洗涤塔废水；工艺废气处理单元水洗塔废水；电解制氢单元电解水箱废水、氢气纯化废水；各车间设备清洗及地坪冲洗水；循环冷却水排水、脱盐水处理站排水、高纯水处理站排水及生活污水等废水。

项目废水实行清污分流、分类治理、用污排清。

整理车间洗涤废水处理后排入回用于工艺废气处理及渣浆回收，剩余排入回用水处理站、蒸发结晶装置。脱盐水处理站排水、污水处理站排水、循环水处理站排水经回用水处理站处理后回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水，处理过程中产生的浓盐水排入高盐废水处理装置。高盐废水处理装置主要接收回用水处理站所排高盐水及污水站部分排水，处理后冷凝水回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水。项目生产废水不外排。

项目外排废水仅为生活污水，排入西郊污水处理厂处理。

7.3.1.2 污水厂接收生活污水可行性

西郊污水处理厂位于金属深加工园区西南部，拓业路南侧、通威公司东侧，占地面积 103 亩，服务范围为卜尔汉图中心集镇附近居民生活污水和包头金属深加工园区部分企业排放废水。包头西郊污水处理厂环境影响报告表经内蒙古自治区环境保护厅审查通过（内环字[2013]63 号）。西郊污水处理厂于 2012 年开始建设，2015 年按环评批复中的污水处理规模、工艺及设备建成，污水处理能力为 3 万 m^3/d ，采用“粗格栅+细格栅+旋流沉砂+水解酸化+TU 氧化沟+深度处理”工艺。但由于西郊污水处理厂接纳的废水总量不足 1500 m^3/d ，存在“大马拉小车”现象，污水处理厂于 2015 年 11 月进行综合改造，改造后污水处理规模为 3000 m^3/d ，工艺调整为：将原污水处理厂水解酸化池改造为 SBR 反应池，即：粗格栅+细格栅+旋流沉砂+SBR 反应池+二沉池+接触消毒池+混凝沉淀池+D 型滤池+中水池；不改变原有污水厂处理规模及整体处理流程，通过间歇运行处理使污水达标排放。西郊污水处理厂主要处理包头金属深加工园区管辖区域及中心集镇的达标污水。2019 年 9 月，内蒙古自治区第一生态环保督导组在现场督导提出的问题“主工艺生产线由于老化和缺少部分设备配置的原因，没有全部启动工艺存在缺陷等，建议尽快整改”。为达到自治区第一生态环保督导组整改要求，针对主工艺没有全部启动和工艺存在缺陷的问题，于 2020 年 5 月进行整改，具体整改内容为：调试旋流沉砂池、启用二沉池，SBR 池新增滗水器、更换潜水搅拌器等，

整改后设备运行正常。西郊污水处理厂于2019年10月新建提质增效项目，中水处理规模为 $1500\text{m}^3/\text{d}$ ，采用“A/O+MBR”膜反应器处理工艺，于2020年6月完工并进行试运行。提质增效后，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级A标准，满足工业企业中水水质回用要求。目前已铺设完成污水管网30.13km，基本覆盖已建成区，中水管网18km。西郊污水处理厂目前实际平均收水量约为 $1600\text{m}^3/\text{d}$ 。

本项目属于西郊污水处理厂的纳水范围，生活污水产生量 $44\text{m}^3/\text{d}$ ，在西郊污水处理厂的处理能力范围内，以上分析污水厂可接受本项目新增生活污水。

7.3.1.3 非正常情况影响分析

本项目对生产过程中非正常排放的环境污染控制，是从两个方面采取措施，一是设置必要处理设施，如吸收装置、废水回收池、回收罐等进行处理或回收，最大限度地消除或减轻非正常排放的环境污染，如在可能因操作泄漏造成渗漏污染的地区，铺设较大面积的整体地坪；车间充分利用空罐、并设置车间废水应急池；罐区设置围堰和备用贮罐。另一方面是从全面加强管理着手，避免和减少非正常排放的可能性，达到控制污染的目的。

从安全角度考虑，环评要求在项目厂区建一个 10000m^3 的废水事故应急池，并要求对厂内各贮槽、废水产生、收集、排放管道及池体均严格防渗处理。

综上，非正常排放情况下项目废水治理措施可行。

7.3.1.4 初期雨水分析

工程所用原料在贮存、转运过程中存在散落于厂区地面的可能，降雨时若不收集将会伴随雨水进入环境，对环境造成一定影响。参照《石油化工企业给水排水系统设计规范》（SH 3015-2003），一次降雨污染雨水总量宜按污染区面积与其 $15\text{mm}\sim 30\text{mm}$ 降水深度的乘积计算。因此，本次环评初期雨水储存池容积为 2000m^3 ，考虑与事故水池合建，分格控制。

项目区初期雨水进入初期雨水池，后期雨水进入厂内现有雨水管网。

7.3.2 地表水环境影响分析

结合项目废水特点，类比国内同行业的废水处理经验，确定采用以物化法为主的废水处理工艺，经分析可知该废水处理工艺可确保项目废水的有效处理、回用和稳定达标外排。项目废水处理方案可行。项目按“源头控制、末端防治、污

染监控、应急响应”相结合的原则进行厂区地下水污染防治，进行了分区防渗措施，并将项目防渗工程纳入施工期环境监理范围；环评要求项目在厂区设置一个10000m³的废水事故应急池，与初期雨水池合建，分隔操作，用于事故状态下厂区事故废水、消防废水等的收集。

本项目生活污水依托厂内现有设施处理后排入园区污水处理厂，污水厂处理能力及接纳范围均满足要求。综上，本项目对地表水不会造成影响。

本项目建设项目地表水环境影响评价自查表见表 7.3-1。

表 7.3-1 本期项目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 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文要素影响型 <input type="checkbox"/>	
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input type="checkbox"/> ；饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ；涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ；重要湿地 <input type="checkbox"/> ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ；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 <input type="checkbox"/> ；涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放 <input type="checkbox"/> ；间接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ；径流 <input type="checkbox"/> ；水域面积 <input type="checkbox"/>
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ；非持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；pH 值 <input type="checkbox"/> ；热污染 <input type="checkbox"/> ；富营养化 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ；水位（水深） <input type="checkbox"/> ；流速 <input type="checkbox"/> ；流量 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
评价等级		水污染影响型	水文要素影响型
		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 A <input type="checkbox"/> ；三级 B <input checked="" type="checkbox"/>	一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>
现状调查	区域污染源	调查项目	数据来源
		已建 <input type="checkbox"/> ；在建 <input type="checkbox"/> ；拟建 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> ；拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input type="checkbox"/> ；环评 <input type="checkbox"/> ；环保验收 <input type="checkbox"/> ；既有实测 <input type="checkbox"/> ；现场监测 <input type="checkbox"/> ；入河排放口数据 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	受影响水体水环境质量	调查时期	数据来源
		丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> ；春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	生态环境保护主管部门 <input type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	区域水资源开发利用情况	未开发 <input type="checkbox"/> ；开发量 40% 以下 <input type="checkbox"/> ；开发量 40% 以上 <input type="checkbox"/>	
	水文情势调查	调查时期	数据来源
丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> ；春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位
	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> ；春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	()	监测断面或点位个数 () 个
现状评价	评价范围	河流，长度 () km；湖库、河口及近岸海域；面积 () km	
	评价因子	()	
	评价标准	河流、湖库、河口：I 类 <input type="checkbox"/> ；II 类 <input type="checkbox"/> ；III 类 <input type="checkbox"/> ；IV 类 <input type="checkbox"/> ；V 类 <input type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准 ()	
	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 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/>	达标区 <input type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>

		水环境控制单元或断面水质达标状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/>				
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 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 、春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input checked="" type="checkbox"/> 设计水文条件 <input type="checkbox"/>				
	预测情景	建设期 <input type="checkbox"/> ；生产运行期 <input type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input type="checkbox"/> ；非正常工况 污染 <input type="checkbox"/> 控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> 区（流）域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>				
	预测方法	数值解 <input type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>				
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）域环境质量改善目标 <input type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>				
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制标准要求，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 <input type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目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 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/>				
	污染源排放核算	污染物名称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）		
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）
	生态流量确定	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				
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ；依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>				
	监测计划		环境质量	污染源		
		监测方式	手动 <input type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	手动 <input type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>		
		监测点位	（）			
		监测因子	（）			
污染物排放清单	<input type="checkbox"/>					
评价结论	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>					

注：“□”为都选项，可√；“（）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容

7.4 声环境影响预测与评价

7.4.1 主要噪声源声学参数

本工程产生的噪声是由于机械的撞击、磨擦、转动等运动而引起的机械噪声以及由于气流的起伏运动或气动力引起的空气动力性噪声。设计尽量选用低噪声设备，并考虑一定的消声、隔声及减震等措施，以降低噪声的传播。

主要噪声源及其声学参数见表 5.5-7。

7.4.2 预测模式

在进行噪声预测时，只考虑各噪声源所在厂房围护结构的屏蔽效应、初声源至受声点的距离衰减以及空气吸收等主要衰减因素，各噪声源强只考虑常规降噪措施。预测模式如下：

(1) 室外声源

a. 计算某个声源在预测点的倍频带声压级：

$$L_{oct}(r) = L_{oct}(r_0) - 20\lg(r/r_0) - \Delta L_{oct}$$

式中： $L_{oct}(r)$ - 点声源在预测点产生的倍频带声压级；

$L_{oct}(r_0)$ - 参考位置 r_0 处的倍频带声压级；

r - 预测点距声源的距离（m）；

r_0 - 参考位置距声源的距离（m）；

ΔL_{oct} - 各种因素引起的衰减量（包括声屏障、遮挡物、空气吸收、地面效应引起的衰减量）。

如果已知声源的倍频带声功率级 $L_{w_{oct}}$ ，且声源可看作是位于地面上的，则：

$$L_{oct}(r_0) = L_{w_{oct}} - 20\lg r_0 - 8$$

b. 由各倍频带声压级合成计算出该声源产生的 A 声级 L_A 。

(2) 室内声源

a. 首先计算出某个室内靠近围护结构处的倍频带声压级：

$$L_{oct,1} = L_{w_{oct}} + 10\lg\left(\frac{Q}{4\pi r_1^2} + \frac{4}{R}\right)$$

式中： $L_{oct,1}$ - 某个室内声源在靠近围护结构处产生的倍频带声压级；

$L_{w_{oct}}$ - 某个声源的倍频带声功率级；

r_1 -室内某个声源与靠近结构围护处的距离（m）；

R-房间常数；

Q-方向性因子。

b. 计算出所有室内声源在靠近围护结构处产生的总倍频带声压级：

$$L_{Oct,1}(T) = 10\lg\left[\sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{Oct,1(i)}}\right]$$

c. 计算出室外靠近围护结构处的声压级：

$$L_{Oct,2}(T) = L_{Oct,1}(T) - (TL_{Oct} + 6)$$

d. 将室外声级 $L_{Oct,2}(T)$ 和透声面积换算成等效的室外声源，计算出等效声源第 i 个倍频带的声功率级 L_{wOct} ：

$$L_{Oct} = L_{Oct,2}(T) + 10\lg S$$

式中：S-透声面积（ m^2 ）。

e. 等效室外声源的位置为围护结构的位置，其倍频带声功率级为 L_{wOct} ，由此按室外声源方法计算等效室外声源在预测点产生的声级。

(3) 计算总声压级

设第 i 个室外声源在预测点产生的 A 声级为 $L_{Ain,i}$ ，在 T 时间内该声源工作时间为 $t_{in,i}$ ；第 j 个等效室外声源在预测点产生的 A 声级为 $L_{Aout,i}$ ，在 T 时间内该声源工作时间为 $t_{out,i}$ ，则预测点的总等效声级为：

$$Leq(T) = 10\lg\left(\frac{1}{T}\left[\sum_{i=1}^N t_{in,i} 10^{0.1L_{Ain,i}} + \sum_{j=1}^M t_{out,j} 10^{0.1L_{Aout,j}}\right]\right)$$

式中：T-计算等效声级的时间；

N-室外声源个数；

M-等效室外声源个数。

根据该项目主要噪声源声学参数、声源分布及噪声本底情况，利用计算机进行模式计算，预测计算点与现状测量点相同。

7.4.3 预测结果

厂界噪声预测结果见表 7.4-2。

表 7.4-2 厂界噪声预测结果

单位: Leq (dBA)

测点序号	预测值
二期厂界 1#点	46.0
二期厂界 2#点	46.7
二期厂界 3#点	46.1
二期厂界 4#点	46.9

由表可见，本期项目投产后，项目厂界 1~4 号监测点噪声贡献值分布范围为 46.0~46.9dB（A）。昼间、夜间噪声预测值均分别满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

7.5 土壤环境影响预测与评价

本期项目位于内蒙古包头金属深加工园区，项目不取用地下水，不会导致土壤环境发生生态功能的变化，不属于生态影响型项目。本期项目类别为II类，结合周边土壤环境敏感程度及占地规模，本项目土壤环境影响评级等级为二级。

本期项目生产废水全部回用，不外排；生活污水经生活污水处理站预处理后通过园区污水管网进入西郊污水处理厂进一步处理且项目原辅材料及固体废物均不露天堆放，因此项目实施后，不会出现地面漫流污染。本项目对土壤环境影响源及影响因子主要为：污水处理站的水池在事故泄露工况下污染物下渗将会对土壤造成影响。

根据本期项目建设内容、工程分析等，本项目土壤环境影响识别情况见表 7.5-1 及 7.5-2。

表 7.5-1 本期项目土壤环境影响类型与影响途径表

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	—	—	√	—
服务期满后	—	—	—	—

表 7.5-2 本期项目土壤环境影响源及影响因子识别表

工序	污染源	污染途径	全部污染物指标	特征因子	备注
污水处理	污水处理池	非正常状况下底部防渗层损坏，底部出现裂缝导致废水发生泄露，泄漏的废水以点源形式垂直进入土壤	pH、SS、COD、氨氮、TDS、NO ₃ ⁻ 、Cl ⁻	TDS、Cl ⁻	非正常状况

7.5.1 土壤环境影响预测与评价

(1) 垂直入渗土壤污染影响情景分析

本期项目实施后，严格按照要求采取防渗措施，在正常状况下不会发生物料及废水渗漏进入土壤的情况。因此，垂直入渗造成土壤污染主要为非正常工况下，物料及污水泄漏垂直入渗造成地下水影响。由于地面水池、生产设施、废水管道等设施发生泄漏后在车间地面漫流，车间地面及厂区已采取防渗措施，不会直接进入土壤。非正常状况下废水发生泄漏污染物垂直入渗进入土壤，主要污染源为TDS、Cl⁻。本次选取TDS、Cl⁻进行预测。

(2) 垂直入渗土壤预测模型

本期项目土壤环境影响类型为“污染影响型”，影响途径主要为运营期项目场地污染物以垂直入渗方式进入土壤，因此，采用一维非饱和溶质运移模型进行土壤污染预测。根据《环境影响评价技术导则土壤环境》（HJ964-2018）附录E中预测方法对项目垂直入渗对区域土壤环境影响进行预测，预测公式如下：

①一维非饱和溶质垂向运移控制方程：

$$\frac{\partial(\theta c)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\theta D \frac{\partial c}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (qc)$$

式中： c —污染物介质中的浓度，mg/L；

D —弥散系数，m²/d；

q —渗流速度，m/d；

z —沿轴的距离，m；

t —时间变量，d；

θ —土壤含水率，%。

②初始条件

$$c(z, t) = 0 \quad t = 0, L \leq z < 0$$

③边界条件

第一类 Dirichlet 边界条件；

连续点源：

$$c(z, t) = c_0 \quad t > 0, z = 0$$

非连续点源：

$$c(z,t) = \begin{cases} c_0 & 0 < t \leq t_0 \\ 0 & t > t_0 \end{cases}$$

第二类 Neumann 零梯度边界条件：

$$-\theta D \frac{\partial c}{\partial z} = 0 \quad t > 0, z = L$$

(3) 预测参数选取

根据现场土壤采样及水文地质调查结果，预测模型参数取值见表 7.5-3。

表 7.5-3 垂直入渗预测模型参数一览表

土壤质地	厚度 (m)	渗透系数 (m/d)	孔隙度	土壤含水量 (%)	弥散系数 (m ² /d)	土壤容重 (kg/m ³)
粉质壤土	5.5	0.26	44.2	0.45	0.8	1450
壤质砂土	25	8.64	40	0.41	1.5	1400
砂土	2	7.58	28.57	0.43	2	1517
粉土	7.5	0.11	45	0.46	0.8	1500
砂土	2	7.58	28.57	0.43	2	1517

根据工程分析，结合项目特点，项目生产区均按照要求进行了基础防渗，正常情况下不会发生污染物渗漏，生产区内设置事故水池，生产废水不外排，不会对周边土壤造成污染影响。

在非正常状况下，防渗层可能发生破损，各生产区储存的各类污水可能会透过防渗层进入土壤层，造成包气带和含水层的污染。潜在的渗漏源为各类污水储存池体（池底和池壁）、固废堆放场所地面，以及管道区域，本次评价结合地下水环境影响评价，选取有代表性的非正常极端状况下，本评价选取污水处理站废水池泄漏对土壤环境的影响。污染物源强表见表 7.5-4。

表 7.5-4 土壤预测源强一览表

渗漏点	污染物	浓度 (mg/L)	渗漏特征
污水池	Cl ⁻	2400	连续
	TDS	30000	连续

(4) 模型概化

①模拟软件选取：在本次评价中应用 HYDRUS 软件求解非饱和带中的水分与溶质运移方程。

②建立模型：厂区污水处理站污水池废水出现泄露：对渗滤液在包气带中的运移进行模拟。地下水埋深 9.3m，参照调查地层资料，模型选择自地表向下 9.3m

范围进行模拟。自地表向下 9.3m 分为 5 层，分别为粉质壤土层、壤质砂土层、砂土层、粉土层、砂土层。剖分节点为 100 个。在预测目标层布置 7 个监测点，从上到下依次为 N1~N7。

土壤剖面概化图及剖面观测点分布见图 7.5-1 和图 7.5-2。

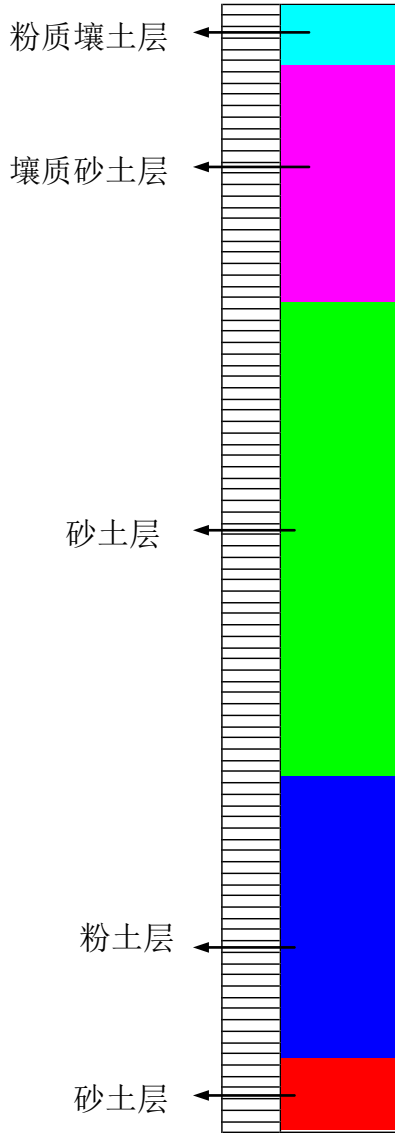


图 7.5-1 土壤剖面概化图

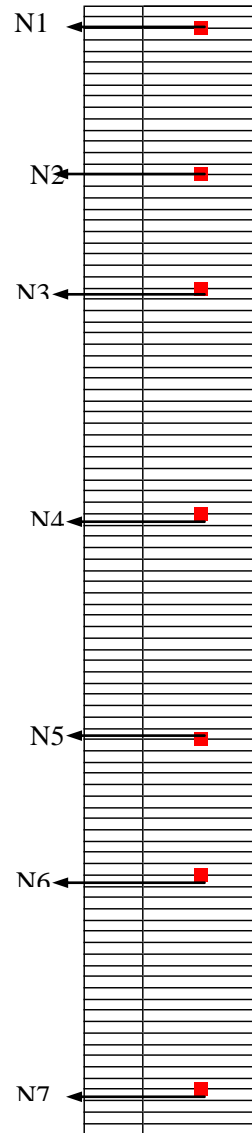


图 7.5-2 剖面观测点分布图

(5) 土壤污染预测结果

本次模型中没有考虑污染物自身降解、滞留作用。

①Cl⁻预测结果

污水池池破裂废水中 Cl⁻持续渗入土壤并逐渐向下运移。初始浓度为 2400000mg/m³，土壤剖面各观测点 Cl⁻浓度值结果如图 7.5-3 所示，剖面不同时间

Cl⁻浓度分布图如图 7.5-4 所示。

由图 7.5-3 可知，废水进入土壤后，N1 观测点浓度逐渐增大，到 8 天时，Cl⁻浓度为 24000000mg/m³。N2 观测点浓度增加滞后于 N1 观测点，到 10 天时 Cl⁻浓度为 24000000mg/m³。N3 观测点浓度增加滞后于 N2 观测点，到 12 天时 Cl⁻浓度为 24000000mg/m³。N4 观测点浓度增加滞后于 N3 观测点，到 40 天时 Cl⁻浓度为 24000000mg/m³。N5 观测点浓度增加滞后于 N4 观测点，到 48 天时 Cl⁻浓度为 24000000mg/m³。N6 观测点浓度增加滞后于 N5 观测点，到 50 天时 Cl⁻浓度为 24000000mg/m³。N7 观测点浓度增加滞后于 N6 观测点，到 55 天时 Cl⁻浓度为 24000000mg/m³。

由图 7.5-4 可知，污染物渗漏 20 天时，污染物下渗深度达 7m；渗漏 40、60、80、100 天时下渗深度达 9.3m。随着时间的推移，污染羽逐渐扩大，扩大方向沿地表垂直向下。污染物浓度在地表为 24000000mg/m³，随着时间的推移地表以下土壤中 Cl⁻浓度逐渐增大。

②TDS 预测结果

污水池池破裂废水中 TDS 持续渗入土壤并逐渐向下运移。初始浓度为 30000000mg/m³，土壤剖面各观测点 TDS 浓度值结果如图 7.5-5 所示，剖面不同时间 TDS 浓度分布图如图 7.5-6 所示。

由图 7.5-5 可知，废水进入土壤后，N1 观测点浓度逐渐增大，到 8 天时，TDS 浓度为 30000000mg/m³。N2 观测点浓度增加滞后于 N1 观测点，到 10 天时 TDS 浓度为 30000000mg/m³。N3 观测点浓度增加滞后于 N2 观测点，到 12 天时 TDS 浓度为 30000000mg/m³。N4 观测点浓度增加滞后于 N3 观测点，到 40 天时 TDS 浓度为 30000000mg/m³。N5 观测点浓度增加滞后于 N4 观测点，到 48 天时 TDS 浓度为 30000000mg/m³。N6 观测点浓度增加滞后于 N5 观测点，到 50 天时 TDS 浓度为 30000000mg/m³。N7 观测点浓度增加滞后于 N6 观测点，到 55 天时 TDS 浓度为 30000000mg/m³。

由图 7.5-6 可知，污染物渗漏 20 天时，污染物下渗深度达 7m；渗漏 40、60、80、100 天时下渗深度达 9.3m。随着时间的推移，污染羽逐渐扩大，扩大方向沿地表垂直向下。污染物浓度在地表为 30000000mg/m³，随着时间的推移地表以下土壤中 TDS 浓度逐渐增大。

综合以上分析，非正常状况下，污水处理站污水通过污水池裂缝进入土壤，

将会造成土壤污染，需采取土壤污染防治措施按照“源头控制、过程防控、跟踪监测、应急响应”相结合的原则，并定期开展土壤跟踪监测，在严格按照土壤污染防治防护措施后，项目土壤环境影响可接受。

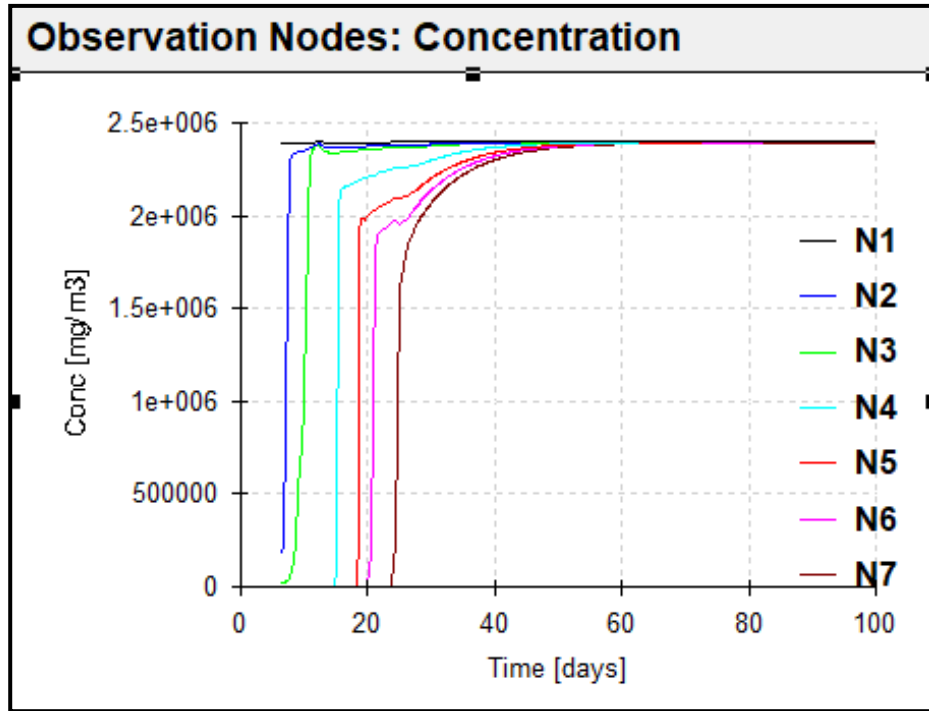


图 7.5-3 剖面各观测点 Cl⁻浓度值分布图

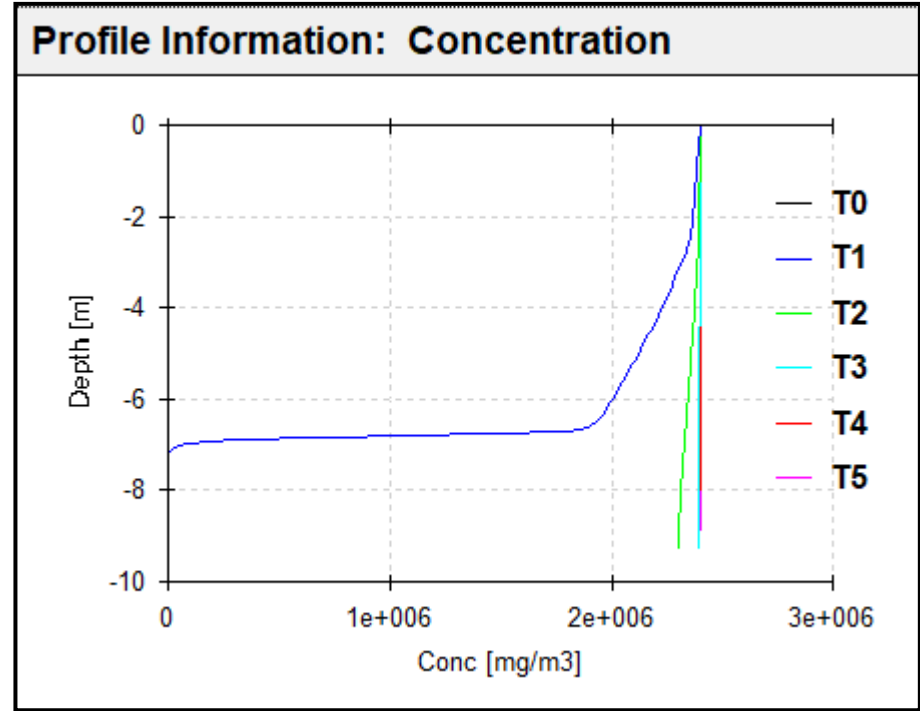


图 7.5-4 剖面不同时间 Cl⁻浓度分布图

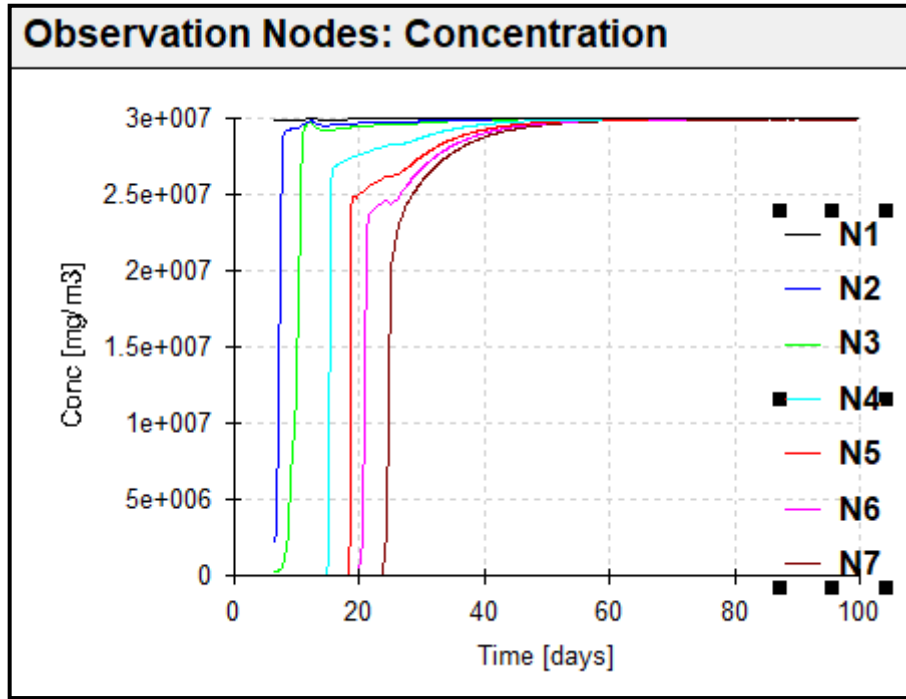


图 7.5-5 剖面各观测点 TDS 浓度值分布图

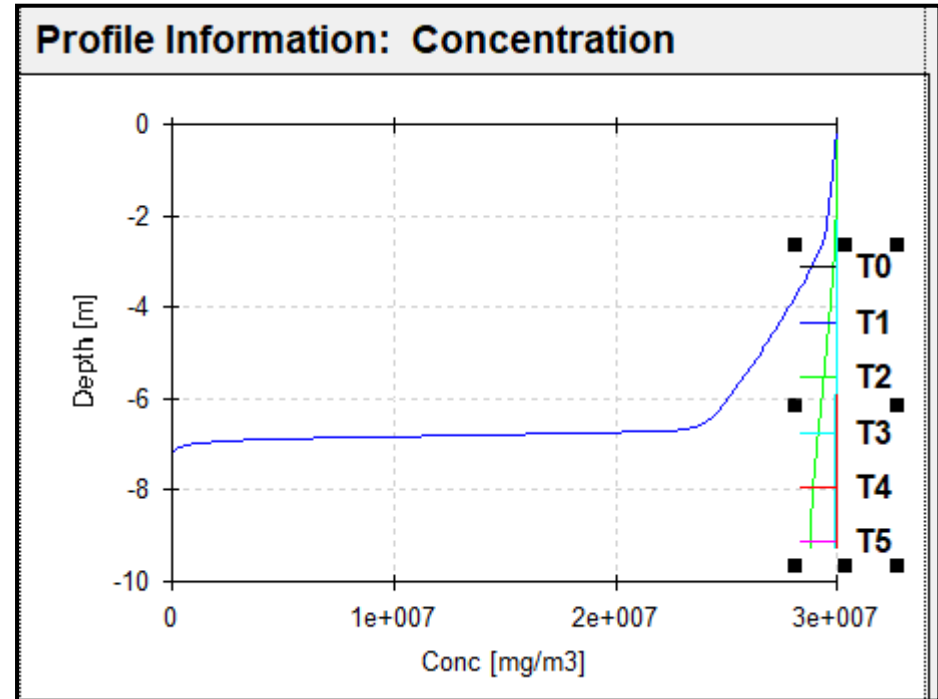


图 7.5-6 剖面不同时间 TDS 浓度分布图

7.5.2 土壤环境保护措施与对策

7.5.2.1 源头控制措施

项目运营过程中，对土壤污染的主要途径为污染物垂直入渗进入土壤环境。营运期大气沉降的影响可接受，企业应加强对废气污染物治理措施的管理；对产生的废水应进行处理后回用，从源头上减少污染物产生；严格按照国家相关规范要求，对厂区采取相应的防渗措施，且满足防渗等级要求，以防止和降低可能污染物的跑、冒、滴、漏，将水污染物泄漏的环境风险事故降低到最低程度。

7.5.2.2 源头控制措施

为避免入渗途径的影响，对设备设施采取相应的防渗措施，具体防渗措施见地下水章节。

7.5.2.3 跟踪监测

为掌握项目运营后土壤环境质量状况和土壤中污染物的动态变化，对土壤进行跟踪监测。根据土壤导则要求，本次评价建议建设单位参照导则要求，布置2处垂直入渗土壤跟踪监测点。各土壤跟踪监测布置情况见表7.5-5。

表 7.5-5 土壤跟踪监测点布置一览表

点号	监测点位置	监测点类型	采样深度	监测频率	监测因子	执行标准
1	厂址内罐区范围内	垂直入渗影响监测点	分层采样，采样深度分别为0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m	每5年监测一次	Cl ⁻	GB36600
2	厂址厂界东南侧					

上述监测结果应由企业环保部门负责，按项目有关规定及时建立档案并定期向社会公开监测信息。如发现异常或发生事故，需加密监测频次，确定影响源位置，分析影响结果，并及时采取应急措施。

7.5.3 土壤环境影响预测评价结论

由上述预测结果可知：在非正常状况污水泄露垂直入渗污染途径下，本期项目影响源最大可能影响深度可至潜水面，因此，评价要求本期项目运行期间严格执行各项环境保护管理制度、落实土壤跟踪监测措施和应急措施，发现异常及时采取措施。

综上所述，在严格落实各项环保措施、环境保护管理制度、跟踪监测和应急

措施的情况下，本期项目对土壤环境的影响可接受。

表 7.5-6 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 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态影响型 <input type="checkbox"/> ；两种兼有 <input type="checkbox"/>				
	土地利用类型	建设用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；农用地 <input type="checkbox"/> ；未利用地 <input type="checkbox"/>				
	占地规模	(35.5) hm ²				
	敏感目标信息	场地周边的农用地				
	影响途径	大气沉降 <input checked="" type="checkbox"/> ；地面漫流 <input type="checkbox"/> ；垂直入渗 <input checked="" type="checkbox"/> ；地下水位 <input type="checkbox"/> ；其他（）				
	全部污染物	pH、SS、COD、氨氮、TDS、NO ₃ ⁻ 、Cl ⁻				
	特征因子	Cl ⁻ 、TDS				
	所属污染环境影响评价项目类别	I类 <input type="checkbox"/> ；II类 <input checked="" type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/>				
	敏感程度	敏感 <input checked="" type="checkbox"/> ；较敏感 <input type="checkbox"/> ；不敏感 <input type="checkbox"/>				
评价工作等级	一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input checked="" type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>					
现状调查内容	资料收集	a) <input checked="" type="checkbox"/> ；b) <input checked="" type="checkbox"/> ；c) <input checked="" type="checkbox"/> ；d) <input checked="" type="checkbox"/>				
	理化性质	土壤理化性质见表 6.5-18			同附录 C	
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	点位布置图
		表层样点数	2	4	0~20cm	
现状监测因子	pH、氯离子、汞、砷、铅、镉、铜、镍、铬(六价)、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、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、蒽、萘、硝基苯、苯胺、锌、总铬					
现状评价	pH、氯离子、汞、砷、铅、镉、铜、镍、铬(六价)、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、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、蒽、萘、硝基苯、苯胺、锌、总铬					

	评价标准	GB15618□; GB36600☑; 表D.1□; 表D.2□; 其他（）		
	现状评价结论	建设用地各监测因子满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）二类用地筛选值标准要求。		
影响预测	预测因子	Cl ⁻ 、TDS		
	预测方法	附录E☑; 附录F□; 其他（）		
	预测分析内容	影响范围（1.0km ² ） 影响程度（较小）		
	预测结论	达标结论：a）□; b）□; c）☑ 不达标结论：a）□; b）□		
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障□; 源头控制☑; 过程防控☑; 其他（）		
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次
		2个	Cl ⁻	5年一次
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。

7.6 固体废物影响分析

7.6.1 固体废物的种类、产生量及类别

本项目产生的固体废物见表 7.6-1。

表 7.6-1 本期项目固体废物的种类、产生量及类别

序号	名称	产生环节	属性判定	主要成分	危废类别	废物代码	产生量 (t/a)	综合利用及处置方式
1	废硅粉	冷氢化上料废气过滤、合成气过滤、还原尾气过滤、后处理破碎废气收尘	一般工业固废	硅	/	/	1120	外售综合利用
2	废冷氢化催化剂	冷氢化反应器	危险废物	氯化铜	HW50	900-048-50	200	交由有资质单位处理
3	废反歧化催化剂	反歧化反应器	危险废物	长碳链胺基树脂	HW50	900-048-50	30	交由有资质单位处理
4	废石墨头	还原车间还原炉、后处理车间	一般工业固废	石墨	/	/	240	外售综合利用
5	废吸附剂	还原尾气回收	危险废物	活性炭	HW49	900-041-49	4.8	交由有资质单位处理
6	废高沸裂解催化剂	渣浆回收单元高沸物裂解搅拌罐	危险废物	长碳链胺基树脂	HW50	900-048-50	60	交由有资质单位处
7	废电解隔膜	电解制氢水槽	一般工业固废	膜	/	/	1.0	外售综合利用
8	废制氮分子筛	制氮装置	一般工业固废	碳	/	/	1.5	交由原厂家回收
9	废机油	设备检修、空气压缩机等设备	危险废物	废矿物油等油类物质	HW08	900-249-08	20	交由有资质单位处理
10	废反渗透膜	纯水制备	一般工业固废	膜	/	/	2.0	交由有资质单位处理
11	结晶盐	高盐废水处理站	/	氯化钠等盐类	/	/	10000	根据鉴定结果，进行相应处理
12	污泥	污水处理站	/	硅、有机质等	/	/	24000	根据鉴定结果，进行相应处理
13	生活垃圾	办公、生活	/	废纸屑等	/	/	181.5	定期统一送入园区的环卫部门处置

7.6.2 固体废物储存、运输的防护措施

7.6.2.1 一般工业固体废物

本项目产生的一般工业固体废物包括第Ⅰ类一般工业固体废物和第Ⅱ类一般工业固体废物。所有工业固体废物的暂存全部采用袋装运至封闭式的存储间。

7.6.2.2 危险废物

本项目综合利用的危险废物从包装、运输及暂存均严格执行《危险废物转移联单管理办法》和《危险废物贮存污染控制标准》的规定。

（1）危险废物的包装

由于项目生产的原料均为危险废物，其包装运输需满足危险废物相关的规范要求。各原料均需使用符合标准的容器盛装，转载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求，容器必须完好无损，且材质和衬里要与危险废物不相互反应。

在容器上需粘贴符合危险废物污染控制技术规范的标签，储罐的外形、尺寸大小要根据实际需要配置，并便于检查渗漏或溢出等事故的发生。同时，不同的危险废物不得混装运输。

（2）危险废物的运输

根据本项目运输物料形态及当地较为方便的运输方式，外部运输方式为道路汽车运输，并执行危险废物转移联单制度。运输时需配置专用运输车和专职人员，并制定合理的收运计划和应急预案，统筹安排废物收运车辆，优化车辆的运行线路。本项目危险废物的运输，应严格按照危险废物运输的有关规定进行，基本原则如下：

各危险废物的运输转移应按《道路危险货物运输管理规定》的规定执行；

严格按照《危险废物转移联单管理办法》等相关危险废物转移的法律法规，实行危险废物转移联单管理制度；

转运前应检查危险废物转移联单，核对品名、数量和标志等；

转运前应检查转运设备和盛装容器的稳定性、严密性，确保运输途中不会破裂、倾倒和溢流；

直接从事危险废物收集、运输的人员，应接受专门的培训并经考核合格后方可上岗，危险废物转运过程中应设专人看护；

（3）危险废物的贮存措施

本项目产生的危险废物按照各类不同性质的物料进行分别贮存，在贮存时不会混装。固体废物储存设施情况见表 7.6-2。

表 7.6-2 固体废物的种类、产生量及类别

固废名称	产生工序	性质	储存设施	储存位置	防渗等级
废脱硫剂	制氢	危险废物（HW49），MnS、Fe	直接更换不暂存	--	--
硅粉	冷氢化硅粉上料	硅粉	袋装	废硅粉库	10 ⁻¹⁰ cm/s
废石墨头	还原	第 I 类一般固废，硅、石墨	仓库专用区域	废渣库	10 ⁻⁷ cm/s
废催化剂	精馏和反歧化	危险废物（HW50），长碳链胺基树脂催化剂	直接更换不暂存	--	--
废吸附剂	合成精馏吸附除杂	危险废物（HW49），含金属、硼的废树脂			
废吸附剂	回收精馏吸附除杂	危险废物（HW49），含金属、硼的废树脂			
除尘灰	整理	第 I 类一般固废，硅粉	袋装	废硅粉库	10 ⁻¹⁰ cm/s
稀硝酸	整理	25% 稀酸	储罐	危废暂存间	10 ⁻¹⁰ cm/s
废吸附剂	还原尾气回收车间-氢气吸附塔	危险废物（HW49），废活性炭	直接更换不暂存	--	--
硅粉	还原尾气回收	超细硅粉	袋装	废硅粉库	10 ⁻⁷ cm/s
废催化剂	高沸裂解	危险废物（HW50），长碳链胺基树脂催化剂	直接更换不暂存	--	--
生活垃圾	-	一般固废	垃圾箱	--	--
污泥	厂污水处理站	含二氧化硅、氢氧化钙等	储槽	废渣库	10 ⁻⁷ cm/s
废机油	维修等	危险废物（HW08）	储罐	危废暂存间	10 ⁻¹⁰ cm/s
结晶盐	高盐废水蒸发	主要含氯化钙	袋装	危废暂存间	10 ⁻¹⁰ cm/s

7.6.3 固体废物影响分析

本期项目危险废物包装、运输及暂存均严格执行《危险废物转移联单管理办法》和《危险废物贮存污染控制标准》的规定，一般工业固体废物暂存执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的规定，消除固体废物暂存过程的二次污染，本工程固体废物经采取有效的综合利用处理或安全处置措施后，无固体废物直接对外环境排放，因此，本工程固体废物对周围环境不会产生污染影响。

8 施工期环境影响分析

8.1 施工场地及其周围环境

根据施工建设工程内容特点分析，施工期对环境的影响属短期的、可恢复的和局地的环境影响。在项目的施工期，对周围环境可能造成不利影响的因素主要包括：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

8.2 扬尘污染影响及防治措施

8.2.1 扬尘污染特征

根据经验分析，施工期扬尘污染具有以下特点：

（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 $27\text{mg}/\text{m}^3$ ，随着距离的增加，TSP浓度迅速下降，影响范围主要在搅拌棚周围50m内；建筑工地扬尘的影响范围主要在工地围墙外100m以内。

8.2.2 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，重污染带位于厂内，不会对外环境的空气质量造成明显的污染影响。建议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）运输车辆进入施工场地应低速或限速行驶，减少产尘量。施工场地内运输通道及时清扫、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，并通过封闭系统运送到车库，避免露天堆放；所有来往施工场地的多尘物料应用帆布覆盖。

8.3 噪声污染影响及防治措施

8.3.1 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99.0~115.7 dB(A)之间，其中以推土机的噪声为最高。

基础阶段的主要噪声源有打桩机、平地机、移动式空压机等，其噪声级范围在100dB以上。其中打桩机是基础阶段最典型和最大的噪声源，要求本工程打桩作业采用静压式压桩的方式，可控制噪声及在85 dB(A)左右。

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96.0~111.0 dB(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85.0~90.0 dB(A)之间。

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。

8.3.2 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。

(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) 合理布局施工场地：避免在同一地点安排大量动力机械设备，以避免局部声级过高。

(3) 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。

(4) 适当限制大型载重车的车速，运输途中路过居民区、学校和医院等声敏感区时，减少或杜绝鸣笛。

8.4 废水污染影响及防治措施

8.4.1 废水污染特征

施工期外排污水主要为施工活动自身产生的污水和少量生活污水。施工活动产生的污水中主要污染物为泥沙悬浮颗粒和矿物油，生活污水中含有大量的有机物和悬浮物。

8.4.2 影响分析及防治措施

(1) 施工期的生活污水在施工场地建设临时生活污水收集装置，定期拉运排至工业园区的污水管网，最终进入园区污水处理厂统一处理。

(2) 施工期路面、地坪清洗水、设备清洗水中 SS 和矿物油含量较高，采取沉淀池和隔油池进行处理后排放。

由于该工程施工废水成分不复杂，经采取适当措施后，施工期废水不会对当地水环境造成污染影响。

8.5 固体废物影响及处置方法

8.5.1 施工期产生的固体废物及其影响

施工期产生的固体废物主要有挖掘土方、拆除建构物及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。

8.5.2 处置方法

(1) 施工场地内应设临时收集施工垃圾的垃圾站。

(2) 将施工期生活垃圾收集后送到指定的垃圾处理站统一处理。

(3) 建设单位在施工期间对其产生的施工废物及时收集、清运，避免产生污染。

8.6 生态环境影响及防治措施

在施工期间挖掘地基、土地平整等将导致泥土裸露，原有地表植被遭到破坏。

生态恢复措施为：对施工开挖的土壤有计划的分层回填，尽量将表土回填表层。对于因取土破坏的植被，待施工完成后尽快按厂区绿化方案恢复。

通过严格采取上述污染防治措施，可有效降低施工期对周围环境的影响。

9 环境风险评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）要求，对于涉及有毒有害和易燃易爆危险物质的生产、使用、储存（包括使用管线运输）的建设项目可能发生的突发性事故（不包括人为破坏及自然灾害引发的事故）应进行环境风险评价。环境风险评价应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，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

9.1 现有一期项目环境风险回顾分析

9.1.1 风险识别

风险识别范围包括生产过程所涉及的物质危险性识别、生产设施风险识别和危险物质向环境的转移途径等。

9.1.1.1 物质危险性识别

对厂区所涉及的原料、辅料、产品及废物等物质，凡属于有毒有害、易燃易爆物质的，均需列表说明其物理化学和毒理学性质、危险性类别、加工量、贮量及运输量等，并按其危险性或毒性结合相应的评价阈值进行分类排队，筛选风险评价因子。

通过对企业的现场调研和资料整理，识别出企业各系统主要涉及的原辅材料，分析出化学品的理化性质和危险特征等。各化学品理化性质及危险特征见表 9.1-1。

9.1.1.2 生产装置危险性识别

厂区现有生产设施产生重大事故的装置主要有四氯化硅氢化炉、天然气制氢装置、多晶硅还原炉等，生产装置风险识别见表 9.1-2。

表 9.1-1 现有一期项目主要原辅材料理化性质一览表

名称	分子式	危规号	理化特性	燃烧爆炸性	毒理毒性
氢	H ₂	第 2.1 类 易燃气体	无色无臭气体。熔点(°C): -259, 沸点(°C): -252.8, 对相对密度(水=1): 0.07。不溶于水, 不溶于乙醇、乙醚	爆炸上/下限(V%): 74.2/4.1。与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇热或明火即爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应	-
氯化氢	HCl	第 8.1 类 酸性腐蚀品	无色有刺激性气味的气体。不燃, 具强刺激性。易溶于水。 相对密度(水=1): 1.19, 相对蒸气密度(空气=1): 1.27, 饱和蒸气压 (kPa): 4225.6(20°C)	本品不燃	氯化氢吸入后大部分被上呼吸道粘膜所滞留, 并被中和一部分, 对局部粘膜有刺激和烧灼作用, 盐酸属强酸, 可使蛋白质凝固, 造成凝固性坏死。其病理变化是局部组织充血、水肿、坏死和溃疡。严重时可引起受损器官的穿孔、瘢痕形成、狭窄及畸形。 LD ₅₀ : 400mg/kg(兔经口); LC ₅₀ : 4600mg/m ³ , 1 小时(大鼠吸入)
四氯化硅	SiCl ₄	第 6.1 类 毒害品	无色或淡黄色发烟液体, 有刺激性气味, 易潮解。熔点(°C): -70, 沸点(°C): 57.6, 对相对密度(水=1): 1.48。可混溶于苯、氯仿、石油醚等多数有机溶剂	受热或遇水分解放热, 放出有毒的腐蚀性烟气	LC ₅₀ : 8000ppm, 4 小时(大鼠吸入)
三氯氢硅	SiHCl ₃	第 2.3 类 有毒气体	无色液体, 极易挥发。熔点(°C): -134, 沸点(°C): 31.8, 闪点(°C): -13.9, 对相对密度(水=1): 1.37。溶于苯、醚等多数有机物	遇明火、高热易燃, 与氧化剂能发生强烈反应。发生火灾时, 喷水雾可减少蒸发。不可直接喷水	LD ₅₀ : 1030mg/kg(大鼠经口); LC ₅₀ : 1500mg/m ³ , 2 小时(大鼠吸入)
二氯氢硅	SiH ₂ Cl ₂	第 2.3 类 有毒气体	无色气体。熔点(°C): -122, 沸点(°C): 8.3, 闪点(°C): -13.9, 对相对密度(水=1): 1.37。溶于苯、醚等多数有机物	爆炸上/下限(V%): 99.0/4.1。与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇明火、高热极易燃烧爆炸	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
氢氧化钠	NaOH	第 8.2 类 碱性腐蚀品	白色不透明固体, 易潮解。熔点 318.4°C, 沸点 1390°C, 相对密度 (水=1) 2.12, 易溶于水、乙醇、甘油, 不溶于丙酮	本品不燃, 具强腐蚀性、强刺激性, 可致人体灼伤。与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌	本品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘刺激眼和呼吸道, 腐蚀鼻中隔; 皮肤和眼直接接触可引起灼伤; 误服可造成消化道灼伤, 粘膜糜烂、出血和休克。

				和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气	家兔经眼 1% 重度刺激。家兔经皮 50mg/24 小时，重度刺激
氩气	Ar	-	惰性气体。熔点-189.35℃，沸点 185.87℃	高浓度时有窒息作用。当空气中氩气浓度高于 33% 时就有窒息的危险	-
硅烷	SiH ₄	21050	无色气体，有恶臭。熔点(°C): -185；溶于苯、四氯化碳	爆炸极限：1.0 ~100%，遇明火、高温极易燃烧，暴漏在空气中自燃	LC ₅₀ : 9600ppm, 4 小时(大鼠吸入)；吸入甲硅烷蒸气后，引起头痛、头晕、等；严重者脉搏微弱、昏迷
天然气	-	第 2.1 类易燃气体	天然气不溶于水，密度为 0.7174kg/Nm ³ ，相对密度（水）为 0.45(液化)在标准状况下，甲烷至丁烷以气体状态存在，戊烷以上为液体。甲烷是最短和最轻的烃分子	燃点(°C)为 650，爆炸极限(V%) 为 5-15	-

表 9.1-2 现有一期项目主要生产装置风险识别一览表

序号	生产装置名称	装置温度	压力	装置内危险物料名称及形态	风险识别
1	制氢转化炉	约 400°C	约 4.3MPa	天然气（气体）、氢气（气体）	泄漏、燃爆、火灾
2	冷氢化反应器	450~500°C	1.5~2MPa	四氯化硅（气体）、三氯氢硅（气体）	泄漏、燃爆、火灾
3	反应精馏塔	/	常压	四氯化硅（液体）、三氯氢硅（液体）	泄漏、燃爆、火灾
4	回收精馏塔	/	常压	四氯化硅（液体）、三氯氢硅（液体）	泄漏、燃爆、火灾
5	反歧化装置	/	常压	四氯化硅（液体）、三氯氢硅（液体）、二氯二氢硅（气体）	泄漏、燃爆、火灾
6	还原炉	1050~1100°C	1.0MPa	三氯氢硅（气体）	泄漏、燃爆、火灾
7	工艺废气洗涤塔	/	常压	氯化氢（气体）	泄漏

多晶硅生产具有流程长、技术复杂，以及高温高压、低温深冷等苛刻的操作条件，生产过程中主要物料中均具有易燃易爆或者有毒有害有腐蚀的特性，如三氯氢硅、氯化氢、四氯化硅等，尤其是三氯氢硅，三氯氢硅属遇湿自燃性物品，且毒性和腐蚀性也很强，因而整个生产过程潜在危险性较大。由于生产过程的连续化，使整个生产过程对各类设备和管件，特别是关键设备（冷氢化反应器、三氯氢硅精馏塔、多晶硅还原炉、各换热器和冷凝器等）的可靠性要求很高。设计中考虑不周，施工中把关不严或者运行中的管理松懈、操作不当，都可能诱发火灾、爆炸、中毒、腐蚀、化学灼伤等事故。

9.1.1.3 储运设施危险性识别

现有一期项目工程原辅料、中间品及产品贮存情况见表 9.1-3。

表 9.1-3 现有一期项目贮运设施一览表

序号	类别	名称	规格	形态	贮存天数	储存量（吨）	贮存位置	备注
1	原料	硅粉	袋装，1t/袋	固体	16天	1500	硅粉库房	-
3	中间品	四氯化硅储罐	4×2000m ³	液体	5天	9000	球罐区	球罐
4	中间品	尾气回收料储罐	2×1000m ³	液体	5天	2250	球罐区	球罐
5	中间品	氢化料储罐	2×1000m ³	液体	5天	2250	球罐区	球罐
6	中间品	精制 TCS 储罐	2×400m ³	液体	5天	900	球罐区	球罐

7	中间品	精制 TCS 中间罐	2×160m ³	液体	3 天	360	中间罐区	卧式储罐
8	中间品	精制 TCS 中间罐	4×92m ³	液体	3 天	360	中间罐区	卧式储罐
9	中间品	精制 DCS 中间罐	2×100m ³	液体	3 天	225	中间罐区	卧式储罐
10	中间品	回收料储罐	2×160m ³	液体	3 天	360	中间罐区	卧式储罐
11	辅料	生石灰	袋装	固体	10 天	140	危化品库	
12	辅料	液氩	-	液体	-	-	气体库	360m ²

由上表可见，项目物料主要采用贮罐储存，贮存过程中的风险主要是不按规定进行装卸、输送，贮存设备不符合设计技术要求、设备损坏而引起的物料泄漏事故，造成腐蚀和伤害。尤其是厂区三氯氢硅贮罐如果发生泄漏，其危险性远远大于工艺管道泄漏的危险性。三氯氢硅贮量大且属易燃液体、遇水发生剧烈反应，一旦发生泄漏，三氯氢硅遇水发生反应产生大量的热，很容易达到其自燃点而引起燃烧爆炸，同时产生的有毒氯化氢气体，向四周扩散，对周围环境和人居带来较大的环境风险隐患。

现有一期项目涉及的危险物料为液体及气体，项目三氯氢硅的输送方式主要为储罐、泵、管道等。在输送过程中应注意输送设备关键部位（如阀门、法兰、三通等）定期检查，不得发生泄漏事故。若发生输送液体或气体泄漏则可能带来燃烧、爆炸、毒害等风险。现有一期项目储运事故危险分析见表 9.1-4。

表 9.1-4 现有一期项目储运环节事故危险（风险）分析

储运环节	可能发生的危险			
	原因	特点	风险	后果
装卸	连接管破损	物料泄漏	环境危害	环境危害：大气污染、水体污染、土壤污染、生态污染 健康危害：致死、致伤、致癌、致突、致畸
	操作不当	物料喷射	健康危害	
	电泵损坏	物料泄漏	环境危害	
仓储	罐体破损(腐蚀)	物料大量泄漏	环境危害	
	罐体控制阀损坏	物料泄漏	环境危害	
运输	覆车、碰撞	物料大量泄漏	环境危害	

9.1.2 现有工程的环境风险防范措施

1、建立健全的各种生产规章制度，操作规程和工艺规程，认真落实安全生产责任。

2、对爆炸危险岗位全部采用防爆电器，并定期开展隐患排查；防静电接地检

查；防避雷接地装置检查；特种设备检查，特种设备每年按规定经相关部门检测，确保安全有效；对 DSC 自动控制系统和连锁设施系统，必须经常进行检查、维护、保养，确保安全、灵活、有效使用。

3、储罐区、装车台、库房等区域安装可燃气体检测报警仪和防静电接地自动报警；并经常进行检查，即时发现空气中废气超标或泄露，即时采取措施控制事故的发生。

4、储罐储存量不得超过储罐容积的 80%。三氯化硅、四氯化硅、二氯二氢硅储罐安装有高、低液位报警仪，确保物质的安全液位，现场设置有液位计、温度表，设有 24 小时职守人员间断性监测贮槽液位高度、温度；能够及时发现液位、温度的变化，避免因液位超高或超低和温度过高引发的事故。

5、罐区设置防腐防渗围堰，有效容积足以容纳单个储罐全部泄漏后的液体。脱盐水处理站、高纯水处理站、空压站、循环水处理站、硅粉库、成品库、天然气制氢工段、事故池等采用抗渗混凝土，抗渗等级不小于 P6，厚度 100mm，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。污水处理站、回用水处理站、高盐废水处理装置、生产装置区（天然气制氢、硅芯制备工段工段除外）、球罐区和中间罐区（含围堰）、化学品库、危废暂存间采用土工膜（厚度 1.5mm）+抗渗混凝土（厚度 100mm），抗渗等级不小于 P8，土工膜选用 HDPE 膜，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 。

6、如有操作单元发生事故导致安全阀起跳，事故排放气首先送至工艺废气处理的正常废气缓冲罐后，按正常废气洗涤程序进行吸收。如事故排放气量大会导致废气缓冲罐上的集中压力表报警，然后顶部爆破片旁路联锁开，废气进入事故废气缓冲罐及相联的事故洗涤塔进行循环喷淋洗涤吸收，出塔顶反应气体引入液封槽，再经阻火器放空，最大限度的保证事故气中的氯硅烷和氯化氢与水发生反应而被除去。如事故气量特别巨大，为保护设备，废气缓冲罐顶部爆破片超压，气体经阻火器至高空安全处放空。事故状态后，经塔顶的取样点分析无酸性气体后，事故洗涤废液排往污水处理单元。

用作备用洗涤塔状态：缓冲罐顶部的爆破片管线上设置了旁路系统，当处理正常排放气的洗涤塔需要停车检修时，打开旁路上的遥控阀，事故废气缓冲罐即可替代任意一路正常废气缓冲罐，按照正常喷淋洗涤操作使用二次回用水进行吸收。开车时，先开启后端环保设施，再由后端向前端依次开启生产设备；停车时，先关停生产设备，最后关停环保设施。在上游原料加入停止后、而下游反应未结

束前不得开启反应器阀门，必须在系统内的物料反应完毕、并导入可靠的储存罐及处理系统后，再开启系统进行检修。

7、本项目污水处理站、循环水站、脱盐水站等如操作不当或处理设施失灵，或池体防渗层破坏，污水渗漏，可以充分利用其他污水处理设施、备用设施及管网容积储水；主要设备均设有备用设备，确保有泄漏、设备非正常运行时污水处理系统仍然可以有序进行。本项目建设事故水池、消防水池各 1 座，容积均为 15000m^3 ，可保证非正常状态废水不外排。厂内备有自吸泵和水带，厂区火灾扑灭后立即铺设水带，及时将消防水吸入消防池中暂存，避免流入外环境。本项目消防水中主要污染物为 COD、SS、氨氮、石油类等，在不影响污水站正常运行情况下逐步排入污水站，处理后回用于生产。

本项目对污水处理站、回用水处理站、高盐废水处理装置、事故池等，采用土工膜（厚度 1.5mm ）+抗渗混凝土（厚度 100mm ），抗渗等级不小于 P8，土工膜选用 HDPE 膜，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}\text{cm/s}$ 。本项目厂区处绿化带外均做硬化处理，避免物料泄漏后对地下水产生污染风险。

8、各储罐区、生产工段均设置泡沫灭火系统和消防水系统，并配备有足量的手提式和推车式灭火器。

9、定期对易发生逸散性泄漏的部位（如管道、设备、机泵等密封点）进行泄漏检测，要根据泄漏风险程度制定相应的周期性测漏和泄漏检测计划，并定期将检测记录的统计结果上报给生产、设备和安全管理部门，所有记录数据要真实、完整、准确。排查出发生泄漏的设备要及时维修或更换。实施泄漏检测及维修全过程管理，对维修后的密封进行验证，达到减少或消除泄漏的目的。

10、各岗位根据所使用的物料危险性和泄漏量，对可能发生严重泄漏的设备，要采取第一时间能切断泄漏源的技术手段和防护性措施。实施源设备泄漏事件处置的全过程管理，加强对生产现场的泄漏检查，努力降低各类泄漏事件发生率。

11、规范工艺操作行为，降低泄漏几率。操作人员要严格按操作规程进行操作，避免工艺参数大的波动。装置开车过程中，对高温设备要严格按升温曲线要求控制温升速度，按操作规程要求对法兰、封头等部件的螺栓进行逐级热紧；对低温设备要严格按降温曲线要求控制降温速度，按操作规程要求对法兰、封头等部件的螺栓进行逐级冷紧。要加强开停车和设备检修过程中泄漏检测监控工作。

12、本项目设立风险事故污水三级防控机制

① 一级防线

一级防护为罐区、生产工段的防护。罐区四周设置排水沟、围堰、围堤，罐区防火堤的高度不得低于 1.5m。生产装置区也要按照相关要求设置防火堤，防火堤高度不低于 30cm。排水沟应有与厂废水站和事故池连通通道，并设置转换阀门，罐区围堰有效容积应不小于罐区最大罐体的容积，罐体应设置与之相连的备用贮罐；生产工段四周设置排水沟，应有与厂废水站和事故池连通通道，并设置转换阀门，并充分利用空罐收集事故废水，空罐应有与厂区事故应急池相连的通道。

② 二级防线

在发生火灾、爆炸、泄漏事故时，除了对周围环境空气产生影响外，事故污水也会对周围的环境水体造成风险影响，可引发一系列的次生水环境风险事故。本工程在火灾爆炸事故状态下，会有大量消防水产生，项目消防用水由大青山应急供水 2#泵站供给，供水管道由本公司负责修建，送至本项目界区。本项目建设事故池和消防水池各 1 座，主要用来收集事故状态下的排污水和消防时的污染水；事故池有效容积为 15000m³。事故池位于全厂最低处，确保所有事故排放或泄漏的液体能自流至事故池。事故水池容积同时考虑污水处理站不能正常生产运行 3 小时的污水量，一次消防需水量，灌区泄露外泄物料量，以及发生事故时可能进入该收集池的降雨量，因此其容积能够收集事故情况产生的废水总量，以达到发生火灾事故时消防污水的应急储存能力，保证项目废水不外排。

③ 三级防线

三级防护为厂废水处理装置，配备有应急潜水泵、应急水带，遇到地下管网堵塞或水量较大的情况使得废水不能完全通过地下管网进入事故水池时，采用水带和潜水泵辅助抽排，在必要情况下厂废水处理站各反应池可作为全厂事故废水的收集、暂存应急池使用，确保事故状态下废水不出厂。

13、生产区、各罐区、油库、危废库、固废库等区域有防中毒窒息及防火防爆的警示标志、中文警示说明及液氨中毒的应急救治措施。其他工段、库房均设有安全告知卡、相应警示标志、危险物质说明、应急处置方案、应急疏散图等。

14、本项目各建构筑物之间的防火距离均满足《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)要求。根据本厂生产、运输及厂区消防要求，在本厂各主要功能区四周设置环形消防车通道，以保证消防车畅通无阻。

15、依据国家相关要求、行业标准及企业自主情况，定期开展对各设备、管

道、阀门等设施的检维修及维护保养工作，确保装置安全平稳运行。

16、定期开展安全、环保隐患排查工作，并汇总记录成册，实行闭环式管理，将发现的隐患立即消除。

9.1.3 现有应急物资与装备、救援队伍情况

现有一期项目设置有应急救援物资，所有应急救援设备设施和物资实行专人管理，定点定量存放，消防设施、消防器材和泄漏应急处置器材由应急组长负责监督管理（副组长等各部门协助管理），每年初制定严格的检查保养计划，按月、季、年不同周期分类对所有应急设施器材进行检查，及时补充和维修维护，确保各处应急器材物资的数量和性能满足随时使用的需要。本项目有完善的应急管理体系及应急救援队伍，突发环境事件应急组织体系由应急领导小组统一领导，下设10个应急救援分组，应急救援指挥小组由总经理袁中华担任组长，由副总经理游书华担任副组长，成员由张习松、刘端、胡瑾、殷万朋、何鹏、武永斌、黄毅、闫一夫、周林、黄仕建、苗雨青、李俊和郭祥组成，办公室设在调度室，为公司日常应急管理机构；按职能不同下设工艺处置组、应急抢险组、消防救援组、医疗救护组、物资供应组、环境监测组、人员疏散组、通信联络组、洗消去污组、现场保卫组，共10个应急救援分组。

9.1.3.1 应急物资和装备

物资和装备的准备是应急救援工作的重要保障，本项目根据潜在突发环境事件的性质和后果分析，合理配备应急救援的各种救援机械和设备、监测仪器、交通工具、个体防护设备、医疗设备和药品及其他保障物资，并定期检查、维护与更新，保证处于完好状态。本项目自建消防站，主要包括大型消防车1辆、应急救援车1辆，消防队员10人，各消防器材等应急物资设施，厂内布置7座小型消防站，内存有应急物资等。厂内所有消防器材均定期检查，确保在有效期内。

由物资保障组负责应急物资的采购、调用、供应与运输。各部门应根据有关法律、法规以及应急预案的规定和职责分工，做好专项应急物资储备工作。现有一期项目应急物资及应急装备储存及分布情况见表9.1-5，厂内应急物资见表9.1-6，监控摄像头分布见表9.1-7。

表 9.1-5 应急物资及应急装备储存及分布情况（消防站）

类别	物资名称	数量	存放地点	保管人	备注
气防器材	空气呼吸器（套）	6	消防站	各班消防员	-
	防毒面具（全面罩）	4	消防站	各班消防员	-
	滤毒盒（个）	2	消防站	各班消防员	-
	防化服（重型 套）	2	消防站	各班消防员	-
	防化服（轻型 套）	4	消防站	各班消防员	-
	防火服（套）	6	消防站	各班消防员	-
	防火头盔（顶）	6	消防站	各班消防员	-
	防火手套（双）	6	消防站	各班消防员	-
	防火鞋（双）	6	消防站	各班消防员	-
消防器材	二氧化碳灭火器（个）	3	消防站	各班消防员	-
	消防锹（把）	1	消防站	各班消防员	-
	消防斧（把）	1	消防站	各班消防员	-
	消防扳手（把）	4	消防站	各班消防员	-
	消防水枪（套）	6	消防站	各班消防员	-
	消防水带（盘）	10	消防站	各班消防员	-
其他	警戒带（盘）	3	消防站	各班消防员	-
	应急头灯（个）	6	消防站	各班消防员	-
	消防车	1	消防站外	各班消防员	--

表 9.1-6 厂内应急物资一览表

储存物资	存放地点	联系人及联系方式
中和物料的消防沙约 300 吨。	精馏（803）南侧	张杰 18081320208
中和酸性废水的生石灰约 150 吨。	公辅污水处理站内	秦文 17648183688
消防水池贮存消防用水 12000m ³ 。	公辅消防水池	秦文 17648183688
全厂共配置应急物资：1000 个紧急逃生器（每位员工应急包内均配备），60 具应急正压式空气呼吸器，防毒面具（全面罩）100 个，防毒面具（半面罩）100 个，轻型防化服 100 套，重型防化服 10 套，医疗箱 30 个，便携式可燃有毒检测报警仪器 50 个，耐酸碱手套 200 副。	各生产装置巡检室等室内外布置	殷万朋 17637928768
全厂共配置了消防总站 1 座，厂内分布小型消防站 9 座，消防车 1 辆（大型），应急救援车 1 辆，现场轻型消防站 9 座，推车式灭火器 150 个，手提式灭火器 2200 个，干粉炮 19 个，消防沙池 3 个，消防沙箱 160 个，消防锹 100 个，消防斧 50 把。	消防站内及各工段布置	芦金波 14794922270
设消防应急柴油水泵，以防断电后消防水泵停运	公辅消防泵站内	秦文 17648183688
设大型柴油发电机 1 台，以防全厂断电后生产设施停运可能会造成环境污染	公辅柴油发电机房	罗立军 15164861767

表 9.1-7 监控摄像头设置情况表

工序	摄像头			
	防爆枪机	防爆球机	枪机	半球
技术/检测中心	-	-	5	18
中心控制室	-	-	-	6
硅粉库	4	-	-	-
成品库	-	-	6	-
备品备件库	-	-	6	-
油库	4	-	-	-
废渣棚	-	-	2	-
危化品库	3	-	5	-
中间罐区	1	1	-	-
球罐区	4	5	-	-
冷冻厂房	4	-	-	-
装置变配电所	-	-	7	-
装置变电所 A	-	-	7	-
装置变电所 B	-	-	5	-
装置变电所 C	-	-	4	-
机柜间 A	-	-	-	2
机柜间 B	-	-	-	2
机修厂房	-	-	4	-
还原水系统 A/B	-	-	4	-
冷氢化 A/B	17	2	-	-
冷氢化 A/B	15	2	-	-
精馏	17	2	-	-
还原 B	29	-	9	-
还原 B	29	-	9	-
后处理/包装	-	-	65	-
硅芯制备	-	-	9	-
尾气回收	15	-	-	-
尾气吸附	6	-	-	-
废气处理	5	-	-	-
三氯氢硅合成	8	-	-	-
总计	161	12	147	28

9.1.3.2 应急救援队伍

通威公司应急组织体系设立了突发环境事件应急指挥机构。公司成立了“应急

领导小组”，包括组长、副组长等，办公室设在调度室，为公司日常应急管理机构；按职能不同下设工艺处置组、应急抢险组、消防救援组、医疗救护组、物资供应组、环境监测组、人员疏散组、通信联络组、洗消去污组、现场保卫组，共10个应急救援分组。当厂内救援力量不足时，可以请求地方政府或其它单位给予支援。通威公司应急救援队伍成员及其联系方式见表9.1-8。

表 9.1-8 应急救援队伍成员及其联系方式

序号	姓名	职务	所属部门	联系方式
1	袁中华	组长	总经理	3155300
2	游书华	副组长	总经办	18981369558
3	张习松	副组长	总经办	18180720926
4	刘端	副组长	总经办	15540117823
5	胡瑾	通信联络组	总经办	18990665665
6	殷万朋	工艺处置组	生产部	15661320057
7	何鹏	工艺处置组	技术部	17378908200
8	武永斌	应急抢险组	设备动力部	15661320237
9	黄毅	消防救援组	安环部	15661320130
10	闫一夫	医疗救护组	人事行政部	17760957366
11	周林	物资供应组	采购部	18981360011
12	黄仕建	现场监测组	品管部	15884355129
13	苗雨青	人员疏散组	调度中心	18647881001
14	郭祥	洗消去污组	安环部消防队	18081320182
15	李俊	现场保卫组	通宇物业部	13551205119

应急指挥部由公司领导，各生产工段安全环保第一责任人组成，应急救援指挥部成员及各应急小组职责如下：

- (1) 组长：公司总经理袁中华，组长职责如下：
- 1) 研究制定、修订公司应对安全生产事故的政策措施和指导意见；
 - 2) 负责指挥安全生产事故的具体应对工作；
 - 3) 分析总结公司安全生产突发事故应对工作，制定工作规划和年度工作计划；
 - 4) 负责本指挥部所属应急抢险救援队伍的建设和管理；
 - 5) 检查、督促做好突发环境事件的预防措施和应急救援的各项准备工作；
 - 6) 负责组织预案的审批与更新；
 - 7) 负责组织外部评审；
 - 8) 批准本预案的启动与终止；

- 9) 确定现场指挥人员;
- 10) 协调事件现场有关工作;
- 11) 负责应急队伍的调动和资源配置;
- 12) 突发环境事件信息上报及可能受影响区域的通报工作;
- 13) 负责应急状态下请求外部救援力量的决策;
- 14) 接受上级应急救援指挥机构的指令和调动, 协助事件的处理; 配合有关部门对环境进行修复、事件调查、经验教训总结;
- 15) 负责保护事件现场及相关数据;
- 16) 有计划地组织实施突发环境事件应急救援的培训, 根据应急预案进行演练。

(2) 副组长: 游书华、张习松、刘端, 副组长职责如下:

在各自的专业范围内协助组长及副组长协调各项工作。

(3) 成员: 胡瑾 殷万朋 何鹏 武永斌 黄毅 闫一夫 周林 黄仕建 苗雨青 李俊 郭祥。

公司应急救援办公室是公司日常应急管理机构, 设在公司调度中心。主要职责如下:

- 1) 组织并参与应急演练;
- 2) 及时向公司应急救援指挥部组长报告、汇报、请示并落实指令;
- 3) 及时向当地政府及相关管理机构报告、汇报、请示并传达指令;
- 4) 负责监督、检查、督促应急救援处置专业组的应急救援处置工作;
- 5) 负责组织信息发布会和其它会议的召集, 具体协调、综合管理、综合报告等工作。

成立 10 个专业组协助处理突发环境事故, 各应急救援分组在指挥部统一指挥下, 听从指挥、服从安排、快速反应、全力做好事故现场抢救、安全保卫、医疗救护、善后处理、事故调查、后勤保障、应急监测、技术支持等应急处置工作。

① 工艺处置组

组长: 殷万朋 何鹏

成员: 云永利 尧鸿斌 郭蔡民 王建彬 生产部和技术部人员

职责: 接通知后, 迅速集合队伍奔赴现场, 根据事故情形正确配戴个人防护用具, 迅速切断事故源和排除现场的易燃易爆物质; 迅速根据生产工艺控制事故;

查明有无中毒人员及操作者被困，及时使严重中毒者、被困者脱离危险区域；现场指导抢救人员，消除危险物品，开启现场固定消防装置进行灭火；负责现场灭火过程的通讯联络，视火灾情况及时向指挥部报告，请求联防力量救援。

②应急抢险组

组长：武永斌

成员：周洪富 华晓东 罗立军 设备动力部成员

职责：接通知后，迅速集合队伍奔赴现场，根据事故情形正确配戴个人防护用具及可能用到的所有修复工具，配合现场工艺处置组成员对事故源进行设备、装置、管线等的判断检修及修复。

③消防救援组

组长：黄毅

成员：安环部成员 消防队员

职责：负责组织对事故源及周边进行消防救援，包括灭火等具体救援措施的实施。

④医疗救护组

组长：闫一夫

成员：人事行政部成员

职责：负责在现场附近的安全区域内设立临时医疗救护点，对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院进一步治疗；指导和协助开展受污染人员的去污洗消工作；提出保护公众健康的措施建议；防范因突发环境事件造成集体中毒等。

⑤物资供应组

组长：周林

成员：王晓丹 采购部成员

职责：针对突发事故提出物资保障方案，并随应急工作的进展保障物资供应与发放。平时应建立健全应急物资的储备、配送程序，加强储备物资的动态管理。

⑥环境监测组

组长：黄仕建

成员：品管部成员

职责：根据突发环境事件的污染物种类、性质以及当地气象、自然、社会环境状况等，明确相应的应急监测方案及监测方法；确定污染物扩散范围，明确监

测的布点和频次，做好大气、水体、土壤等应急监测，为突发环境事件应急决策提供依据；协调外部力量参与应急监测。

⑦人员疏散组

组长：苗雨青

成员：调度中心成员

职责：确定受威胁人员疏散的方式和途径，疏散转移受威胁人员及周围物资转移至安全紧急避险场所。

⑧通信联络组

组长：胡瑾

成员：闫一夫 人事行政部成员

职责：迅速通知应急指挥部、各救援专业队及有关部门、部门，查明事故源外泄部位及原因，采取紧急措施，防止事故扩大，下达按应急预案处置的指令；接受指挥部指令对外信息发布。

⑨洗消去污组

组长：郭祥

成员：消防队员

职责：负责灭火、抢险后事故现场的洗消去污，泄漏物防化、防毒处理，为恢复生产做好准备；保护事故现场及相关数据，等待事故调查人员取证。

⑩现场保卫组

组长：李俊

成员：通宇物业成员

职责：组织建立现场警戒区和交通管制区域，确定重点防护区域；制定、发布治安保卫方案，维护应急运作，加强重点部位的保卫。

9.2 本期项目风险调查

9.2.1 本期项目风险源调查

根据工程分析，本期项目运行过程中投入、产出及生产过程中涉及的物料（物质）主要包括：①原料：三氯氢硅、硅粉、液氩、生石灰、70%硝酸、石墨件等；②中间产物：氢气、氯化氢、二氯二氢硅、四氯化硅等；③产品：多晶硅。上述物质主要分布于罐区、生产装置区（包括回流罐）及输送管道。

“三废”涉及的物质主要包括：①废气：上料废气（颗粒物）、酸洗废气（氮氧化物）、破碎废气（颗粒物）、渣浆处理单元废气（氯化氢）、工艺废气治理尾气（氯化氢）、锅炉烟气（二氧化硫、氮氧化物、颗粒物）、生产装置区无组织废气（颗粒物、氯化氢）；②废水：生产废水、生活废水；③固废：废硅粉、废冷氢化催化剂、废反歧化催化剂、废石墨头、废吸附剂、废高沸裂解催化剂、废电解隔膜、废制氮分子筛、废机油、废反渗透膜、结晶盐、污泥和生活垃圾等。

根据上述调查，结合《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录B、GB3000.18、GB30000.28，拟建项目涉及的危险物质主要包括三氯氢硅、生石灰、70%硝酸、氢气、氯化氢、二氯二氢硅、四氯化硅等。各危险物质的存在量包括生产线在线量和储罐区的储存量。因此本期项目危险物质数量及分布具体详见表 9.2-1。

表 9.2-1 本期项目危险物质数量及分布一览表

序号	单元	物质名称	系统中的质量 (q1, t)	临界量 (Q1, t)
1	电解制氢单元	氢气	0.356	/
2	冷氢化 A/B 装置单元	三氯氢硅	137	5
		氢气	3.7	/
		氯化氢	2.6	2.5
		四氯化硅	752	5
		二氯二氢硅	1.5	5
3	精馏装置单元	三氯氢硅	4074	5
		氢气	0.156	/
		四氯化硅	240	5
		二氯二氢硅	206	5
4	还原装置单元	三氯氢硅	22.28	5
		氢气	0.6796	/
		氯化氢	0.11306	2.5
		四氯化硅	5.708	5
		二氯二氢硅	0.62	5
5	尾气回收及处理单元	三氯氢硅	256.75	5
		氢气	5.12	/
		氯化氢	12.15	2.5
		二氯二氢硅	24.65	5
6	罐区单元	三氯氢硅	6048	5
		四氯化硅	8288	5
7	危险化学品库	70%硝酸	166.7	7.5

9.2.2 环境敏感目标调查

本评价主要采用资料收集及现场调查的方法对评价区域内的环境状况进行调查，重点对厂址周围 5km 范围内的环境敏感点进行了现场调查，该范围内的环境敏感点调查结果见表 2.6-1，环境敏感目标分布图见图 2.5-1。

9.3 本期项目环境风险潜势初判

9.3.1 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

9.3.1.1 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 C，当存在多种危险物质时，按下式计算物质总量与其临界量的比值（Q）：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质的最大存在量，t；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

本期项目危险物质数量与临界量比值（Q）计算结果见表 9.3-1。

表 9.3-1 本期项目 Q 值确定表

序号	物质名称	CAS 号	最大存在总量 (t)	临界量 (t)	该种危险物质 Q 值
1	三氯氢硅	10025-78-2	10538.03	5	2107.61
2	四氯化硅	10026-04-7	9285.71	5	1857.14
3	二氯二氢硅	4109-96-0	232.77	5	46.55
4	氯化氢	7647-01-0	14.86	2.5	5.94
5	70%硝酸	7647-01-0	166.70	7.5	22.23
6	氢气	/	10.01	/	/
7	生石灰	/	625	/	/
项目 Q 值Σ					4039.5

由表可知：Q=4039.5，应划分为 $Q \geq 100$ 。

9.3.1.2 行业及生产工艺（M）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C 表 C.1，本期项目行业及生产工艺 M 值评分结果见表 9.3-2。

表 9.3-2 本期项目 M 值确定表

序号	行业	工艺单元名称	生产工艺	数量（套）	M 分值
1	化工	冷氢化生产装置	加氢工艺	3	30
2		还原装置	涉及高温及危险物质	3	15
3		渣浆回收单元	裂解工艺	2	20
4		罐区	危险物质贮存罐区	1	5
项目 M 值Σ					70

由表可知：M=70，属于 M>20，以 M1 表示。

9.3.1.3 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《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C 表 C.2 确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），具体见表 9.3-3。

表 9.3-3 拟建项目 P 值判定表

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
本期项目	10≤Q<100，M1，则危险性为 P1			

由表可知：本期项目 Q≥100，行业及生产工艺 M 值评分结果为 M1，因此项目 P 值判定结果为 P1。

9.3.2 环境敏感程度（E）

根据危险物质在事故情形下的环境影响途径，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 D 确定本期项目各要素环境敏感程度（E）分级见表 9.3-4。

表 9.3-4 本期项目环境敏感特征一览表

类别	环境敏感特征					
环境空气	厂址周边 5km 范围内					
	序号	敏感目标名称	相对方位	距离（km）	属性	人口数
	1	哈业脑包村	NE	2.5	居民	1296 人
	2	背锅窑村	N	2.0	居民	596 人

	3	乌兰计二村	W	1.9	居民	713人	
	4	乌兰计三村	W	1.4	居民	720人	
	5	卜尔汉图镇（部分区域）	N	4.9	居民	约336人	
	6	乌兰计一村	NW	3.6	居民	688人	
	7	五分子	NW	4.1	居民	130人	
	8	下四分子	NW	3.6	居民	90人	
	9	头分子	W	1.8	居民	610人	
	厂址周边500m范围内人口数小计						0
	厂址周边5km范围内人口数小计						5179
	大气环境敏感程度E值						E3
地表水	受纳水体						
	序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能		24h内流经范围(km)		
	/	无	/		/		
	内陆水体排放点下游10km范围内敏感目标						
	序号	敏感目标名称	环境敏感特征	水质目标	与排放点距离(m)		
	/	无	/	/	/		
地表水环境敏感程度E值					E3		
地下水	序号	环境敏感区名称	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)	
	/	无	分散式饮用水水源地G2	III类	D1	/	
	地下水环境敏感程度E值					E1	

9.3.3 本期项目环境风险潜势判断

根据本期项目涉及的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影响途径，确定项目环境风险潜势见表9.3-5。

表 9.3-5 本期项目环境风险潜势划分一览表

环境敏感程度 (E)	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
拟建项目	物质及工艺系统危险性P值判定结果为P1；大气环境敏感程度为E2、地表水环境敏感程度均为E3，地下水环境敏感程度为E1；大气环境风险潜势为IV、地表水环境风险潜势为III，地下水环境风险潜势为IV ⁺ ，则本期项目环境风险潜势综合等级确定为IV ⁺ 。			

9.3.4 风险评价等级及评价范围

9.3.4.1 风险评价等级

根据环境风险潜势划分结果，本期项目环境风险评价工作等级判定见表 9.3-6。

表 9.3-6 本期项目环境风险评价等级划分一览表

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析
本期项目	大气环境风险潜势为 IV、地表水环境风险潜势为 III，地下水环境风险潜势为 IV ⁺ ，则本期项目环境风险潜势综合等级确定为 IV ⁺ 。项目环境风险评价等级为一级			

根据表可知：本期项目环境风险评价等级为一级。

9.3.4.2 风险评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）、《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）、《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）及项目工程分析，本期项目各要素风险评价范围见表 9.3-7。

表 9.3-7 本期项目环境风险评价范围一览表

环境要素	大气环境	地表水	地下水
评价工作等级	一	二	一
评价范围	项目厂址边界外 5km 范围	重点对污水处理设施依托可行性进行分析	调查评价范围 33.44km ²

9.4 风险识别

9.4.1 资料收集和准备

9.4.1.1 同类行业突发环境事件分析

（1）事故资料

尽管同类或类似行业的发展为世界创造了巨大的财富，但同时也存在着潜在事故风险。据 1969-1987 年间国外发生的损失在 1000 万美元的特大型火灾爆炸事故统计分析表明，罐区事故率最高，达 16.8%，乙烯及其加工、天然气输送、加氢、烷基化的事故率均较高。国外 100 起特重大事故按装置分布见表 9.4-1；国外 100 起特重大事故按发生事故原因分类列于表 9.4-2。其中阀门管线泄漏占首位，达 35.1%，其次是泵设备故障，分别达 18.2% 和 15.6%。

表 9.4-1 国外 100 起特大事故按装置分布图

装置类别	罐区	乙烯加工	天然气输送	乙烯	加氢	催化空分	烷基化	油船
比率 (%)	16.8	8.7	8.4	7.3	7.3	7.3	6.3	6.3
装置类别	焦化	蒸馏	溶剂脱沥青	橡胶	合成氨	电厂	-	-
比率 (%)	4.2	3.16	3.16	1.1	1.1	1.1		

表 9.4-2 国外 100 起特大事故原因分类分布图

序号	事故原因分类	分布比例 %
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

在化工储运系统的事故中，其后果及起因分布列于表 9.4-3。

表 9.4-3 化工储运系统事故后果及起因分布

分类		全国各系统 (%)	化工系统 (%)
后果	火灾爆炸事故	30.8	28.5
	人身伤亡事故	/	20.8
	设备损坏事故	9.8	24.0
	跑、冒	59.4	15.7
	其他	/	11
原因	明火	49.2	66
	电气及设备	34.6	13
	静电	10.6	8
	雷击	3.4	4
	其他	2.2	9

贮罐系统典型事故是火灾爆炸，而且由于贮罐区中贮量大且集中，一旦发生事故，往往易出现多米诺效应，扑救困难，不仅造成工厂损失，而且对环境造成风险。

9.4.1.2 近期国内同类别行业事故分析，经验教训

(1) 2019年4月24日2时34分，位于乌兰察布市卓资县旗下营工业园区的内蒙古伊东集团东兴化工有限责任公司氯乙烯气柜泄漏扩散至电石冷却车间，遇火源发生燃爆，造成4人死亡、3人重伤、33人轻伤，截至2019年8月20日，直接经济损失4154万元，5人被建议立案侦查。事故直接原因：根据气象分析报告，事故发生当晚，当地风力达到7级，由于事故现场无气象监测资料，受地形影响，狭管效应可能导致事故现场产生8级以上大风，由于强大的风力，以及未按照《气柜维护检修规程》(SHS01036-2004)第2.1条、第2.2.2条规定内容进行全面检修，事发前氯乙烯气柜卡顿、倾斜，开始泄漏，压缩机入口压力降低，操作人员没有及时发现气柜卡顿，仍然按照常规操作方式调大压缩机回流，进入气柜的气量加大，加之调大过快，氯乙烯冲破环形水封泄漏，向低洼处扩散，遇火源发生燃爆。同时，报告指出，涉事企业吸取本企业、本行业事故教训不到位，安全设备的安装、使用不符合相关法律法规的规定，安全教育培训不到位，安全风险辨识防控能力不足，隐患排查治理不彻底，应急处置不到位。重大危险源等关键部位的安全控制设备缺失，未在氯乙烯气柜设置紧急切断装置。有毒可燃气体报警习以为常，未及时处置，未分析根本原因进行彻底整改。至事故发生时，氯乙烯气柜投用6年未进行全面检修。同时，承担项目工程设计的中国天辰工程有限公司违反规定，将氯乙烯气柜、氯乙烯球罐布置在厂区地面标高较高位置，氯乙烯气柜一旦发生泄漏，氯乙烯将向低洼地势蔓延，波及整个生产区域，产生严重安全隐患。针对该事故，调查组从切实加强危险化学品建设项目源头管控、全面开展危险化学品企业安全评估等8个方面，给出事故防范措施及建议，具体包括：①企业要切实加强危险化学品建设项目源头管控。②企业全面开展危险化学品企业安全评估。③积极推进危险化学品重点企业化工、安全专家指导服务工作。④进一步严格接受检查，深刻认识到执法安全执法严肃事故责任追究的决心。⑤企业加强化工过程安全管控，确保落实企业安全生产主体责任。⑥企业强化安全教育培训。⑦继续提升危险化学品事故应急处置能力，并积极完善企业安全生产事故应急预案体系建设，增强预案的可操作性和实用性，充实应急专家队伍，配备充足的应急物资，加强应急救援队伍建设，强化政企联动，加强应急演练和现场处置演练。⑧强化危险化学品安全监管能力建设等。

(2) 2018年11月28日零时40分左右，位于河北省张家口市望山循环经济园区的盛华公司附近发生重大爆燃事故，导致23人死亡、22人受伤。并造成该公

司南侧毗邻的310省道上的38辆货车和12辆小汽车被烧毁。经初步调查，事故直接原因是：中国化工集团所属盛华公司氯乙烯气柜发生泄漏，泄漏的氯乙烯扩散到厂区外公路上，遇明火发生爆燃，酿成事故。该起事故至少暴露出以下突出问题：①企业主体责任落实严重不到位。企业长期亏损，去年开始盈利后沾沾自喜，企业领导人重生产轻安全，各项基础工作没有跟上，企业工艺管理、设备管理、仪表管理、现场管理和安全生产管理都十分混乱。②企业风险意识差，管控能力严重不足。盛华公司共有3个氯乙烯气柜、2个氯乙烯球罐，构成了重大危险源，属于高度危险部位，紧邻310省道、高于出310省道2米左右布设，氯乙烯易爆有毒，泄漏后空气中浓度达到3.6%遇点火源即发生爆炸。氯乙烯比空气重（相对空气密度为2.15），泄漏后沿地面向低洼处扩散，非常不容易消散。由于事故气柜紧靠310省道，发生泄漏后很快就扩散到省道上，造成厂外人员大量伤亡。据初步了解，厂区建设早于310省道，但省道建成后，盛华公司没有意识到厂区布局发生了重大变化，氯乙烯气柜、球罐毗邻交通要道存在巨大风险，氯乙烯气柜附近省道上晚间停放大量车辆、滞留大量人员存在巨大隐患，没有采取任何防止氯乙烯泄漏后扩散到310省道上的措施。从发生事故的情况来看，企业没有相应的应急预案响应。③企业安全生产管理混乱。一是劳动纪律管理失控，工人在上班后，玩手机、脱岗等情况非常普遍，“三违”问题长期得不到关注和解决。二是工艺管理形同虚设，操作记录流于形式，装置参数仅在交接班时记录几个数据。DCS中把操作记录保存设置为0天，无法查询过去的操作情况，给事故分析造成很大困难。三是控制仪表、安全仪表管理不规范，气柜附近的控制回路全部解除自动控制；中控室经常关闭可燃、有毒气体报警声音，对各项报警习以为常，没有及时应对；可燃、有毒气体报警系统设置不规范，仪表人员对DCS控制系统一些功能不了解，不能有效发挥DCS各项功能。四是培训不到位，操作人员专业技能差，对岗位风险一知半解，不能及时发现处理异常。五是现场管理凌乱不堪，盛华公司该厂区于2012年建成，仅6年时间，但装置现场设备腐蚀严重，设备异响，办公楼、中控室凌乱不堪。④下水管网安全管理缺失。盛华公司氯乙烯气柜属于湿式气柜，用水密封，含有饱和氯乙烯的废水在未经处理的情况下，通过私拉排水管线，直接排入当地市政管网，严重威胁市政管网安全。此次事故就充分暴露出该问题，310省道两侧市政管网多个井盖被炸翻。⑤化工厂区外车辆乱停乱放问题严重突出。未设计规划危险货物运输车辆专用停车场，为企业供应原料的运输车

辆夜间长期停靠在靠近氯乙烯气柜的企业外310省道上，事发当晚31辆煤炭运输车辆和7辆空载车辆停靠，等待天亮进入厂区，此问题长期存在，事故企业和当地地方政府有关部门和对却视而不见，未加管理。同时，部分运输人员安全意识淡薄，部分车辆使用液化天然气做动力，司机和押运员在车上休息，在路边点火取暖，风险极大。⑥企业应急处置能力低下。操作人员对装置异常工况处置不及时、不科学，泄漏发生后，应对不及时，当班外操人员在接到内操人员通知后，打开外操工作室门后，事故即已发生，并且事故发生后，当班操作人员仅对气柜东面的球罐附近进行了简单的灭火操作后就进入中控室，企业也未积极组织应急救援。事故总结：深刻吸取事故教训，防范和遏制同类事故再次发生，部署具体工作，认真地抓好落实。同时在此基础上，第一，充分认识氯乙烯的高度危险性，氯乙烯气体爆炸极限低，比空气重，一旦泄露会沿地面向低洼处扩散，泄露的气体不易消散，处理困难。各地要把氯乙烯的生产储存企业作为重点企业来管控，立即组织专业力量开展全面检查，特别是对氯乙烯气柜的安全风险进行全面评估，发现问题及时处理。存在重大隐患一时难以消除的，必须立即停产。第二，针对“11·28”事故目前发现的问题，认为气柜的安全保障措施不足，有关设计部门提出增加氯乙烯气柜安全保护的具体措施，落实整改。第三，全面排查涉及有毒、密度大于空气其他危险化学品带有气柜设施的风险。第四，充分发挥社会力量助力化工危化品安全监管工作，组织有关协会、中介组织、企业互助等，加强化工危化品企业的隐患排查，迅速扭转化工危化品安全被动局面。第五，强化应急管理，严格执行值班值守制度，完善应急预案，加强演练，提高应急处置能力。

9.4.1.3 本公司发生事件分析、整改总结

2019年4月13日凌晨1时40分许，内蒙古通威高纯晶硅有限公司803装置一台吸附柱（位号：X08A04b）进行活化过程时发生四氯化硅超压泄漏着火并蔓延导致精馏塔附属设备及管线着火的火灾事故。

原因分析：

事故调查组对事故现场进行了认真勘察，对有关人员进行仔细询问，对收集的各种证据进行了认真的分析研究后认定：

（1）直接原因：

吸附柱（位号：X08A04b）在活化过程中由于活化用树脂官能团与四氯化硅发生反应导致树脂颗粒内部热量聚集，诱发树脂自身分解反应，瞬间释放大量气

体导致吸附柱超压泄漏引起火灾事故。

（2）间接原因：

① 公司品管部、技术部对采买的原材料把关不严，未按采购合同核实，也未送第三方机构检验，致使不符合要求的原料投入生产造成事故。

② 供货商在投标文件、技术协议签订、投用前售后服务三个关键节点均未告知之其树脂产品具有高活性的安全风险，同时在事故后提供化学品安全说明书也未告知相应风险。

事故处理：

事故发生后市、区两级政府高度重视，及时组织应急管理局、公安局、生态环境局、园区管委会、卜尔汉图镇、消防救援等部门立即赶赴现场进行火灾扑救和事后处理工作。火灾发生后公司第一时间启动应急预案，及时疏散无关人员，拨打 119 消防火灾应急救援电话，及时上报应急管理部门。

为了防止氯硅烷等物料再次起火，内蒙古通威高纯晶硅有限公司的救援队在明火扑灭后第一时间将精馏塔内氯硅烷等物料转移至球罐区，然后向塔内冲氮气隔绝空气，在确定塔的风险降低后，立即排查精馏塔附属设备情况，并将回流罐液排走，进行了氮气置换，在泄漏的精馏塔残余物料排放完毕后，利用沙土混合废弃料的安全处置规程进行了科学处理，火灾事故隐患已经排除，各级相关救援人员分批撤离。

（3）事故总结和经验教训：

1.火灾发生后公司第一时间启动应急预案，及时疏散无关人员，拨打 119 消防火灾应急救援电话，及时上报应急管理部门。为了防止氯硅烷等物料再次起火，公司的救援队在明火扑灭后第一时间将精馏塔内氯硅烷等物料转移至球罐区，然后向塔内冲氮气隔绝空气，在确定塔的风险降低后，立即排查精馏塔附属设备情况，并将回流罐液排走，进行了氮气置换，在泄漏的精馏塔残余物料排放完毕后，利用沙土混合废弃料的安全处置规程进行了科学处理。

2.公司认真开展事故调查，会同工程设计、施工、监理单位，共同查清事故发生和事故过程中安全设施未有效启动的技术原因并形成会议纪要，制定并落实整改方案和防范措施，同时按照“四不放过”原则，在全公司开展事故警示教育认真总结事故教训。

3.公司认真学习《安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》等有关法律、法

规，修订完善了安全生产责任制、安全生产管理制度和操作标准，并严抓落实，提高了员工安全防范事故意识和处理能力，加强事故应急演练提高员工现场处置能力。

4.公司进一步完善检测标准。特别是对出入库、投料前鉴定、检验制度、流程，绘制流程图并培训、公示。

5.公司修订了相关标准，对供应商的选择严格把关，并要求供应商提供详细的原料品种和原料使用范围的详细说明，并对入厂原料进行原料小试，严格入厂质量管控。

6.公司要与供应商签订完善的技术协议，明确到厂后的技术检测和提供其产品在本工况下安全使用的证明文件和进行实地考察，并按照要求提供安全承诺。

7.公司已报告永祥股份公司，由股份公司负责优化树脂活化工艺，提高风险管理，设备完善自动化控制系统。

8.公司以本次事故教训为宣传教育契机，在全公司范围内全员宣贯，教育，并加强员工安全培训、作业标准完善和考核，防止类似事故发生，达到提高安全技能和意识的目的。

9.公司对本次事故波及的建筑物、构筑物要进行安全检测鉴定，确保后期生产过程中的安全稳定。

10.邀请杜邦专家对公司的安全管理进行了开车前系统性检查、评估和整改。

11.公司这次事故波及的所有建筑、设备设施一完成验收，对工艺设计中安装的所有安全仪表系统已重新进行工艺确认，并对精馏工段所有仪表进行重新检测，并取得合格的检测检验报告。

12.公司针对精馏装置工艺流程进行变更后出具了安全设施说明，对变更设计安全性进行确认，并在市行政审批大厅完成备案。

13.公司已按照《国家安全监管总局关于加强化工过程安全管理的指导意见》（安监总管三[2013]88号）的要求，建立了《风险识别管理制度》和《安全风险研判和承诺公告制度》，对生产全过程进行风险辨识分析、管控，并对合成、冷氢化、精馏工段工艺的重要装置、重要部位开展危险与可操作性分析（HAZOP），依据分析结果进行了安全整改。

14.公司已结合此次事故，针对各装置、生产工段修订完善了安全生产职责及岗位操作规程（标准），并增加完善了安全管理制度，开展事故警示教育及对修改

后安全管理制度及操作标准的全员培训教育，并针对性的开展公司级和工段级的应急演练，同时按照自治区政府有关要求有针对性的组织开展安全管理评估工作。

15.公司对各个工段进行了开车前隐患排查和安全确认并对开车条件进行审查确认。

16.公司聘请有资质的技术服务公司出具了《试生产前安全评估报告》并通过专家评审。

17.由公司的总公司永祥股份组织事故调查并完成的《事故调查报告》通过了昆区应急管理局组织专家进行的审查。

18.公司现场安全管理通过市应急管理局组织专家进行的试生产前现场安全条件审查。

9.4.2 物质危险性识别

根据上述调查，结合《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录B、GB3000.18、GB30000.28，本期项目涉及的危险物质主要包括三氯氢硅、生石灰、氢氧化钠、70%硝酸、氢气、氯化氢、二氯二氢硅、四氯化硅等、火灾爆炸生成的氯化氢气体等，主要分布于生产装置区、罐区。危险物质的理化特性一览表见表 9.4-4~9.4-。

表 9.4-4 三氯氢硅理化性质和危险特性表

标识	中文名：三氯硅烷、硅烷仿		分子式：SiHCl ₃	
理化特性	沸点/°C	31.8°C	相对气体密度	4.7
	比重	1.35	闪点	-13.9°C
	饱和蒸气压 (kPa)	53.33 (14.5°C)	自燃温度	175°C
	爆炸下限	6.9%	爆炸上限	70%
	溶解性	溶于苯、醚等有机溶剂		
合成的火灾危险性	三氯氢硅的合成是在 280°C~300°C 的温度下进行，已经超过了三氯氢硅的自燃温度 175°C，在合成过程中如果三氯氢硅发生泄漏，或者空气进入反应器，极易引起燃烧、爆炸或中毒事故。三氯氢硅有毒、遇水燃烧。			
储罐的火灾危险性	储罐如果发生泄漏远大于工艺管道泄漏的危险性，因其贮存量，一旦发生泄漏，若不及时堵漏，遇水发生反应，产生有毒的氯化氢。			
储存措施	低温储存，储罐设置低温保护装置和降温措施，储罐与生产装置设有一定的防火间距，并且设防火堤，降温水的排水管道经过防火堤处要设闸阀。储罐区设静电接地装置和避雷装置。储罐内的气相要与氮气系统相连进行保护，储罐的气相与外部连通的平衡管（放空管）应与尾气回收系统相连，不能直接排空，并设止回阀和阻火器。储罐区应设一个备用罐，紧急情况下应将泄漏的储罐内的物料转移			

	至备用罐，防止大量泄漏。
泄漏处理和火灾扑救	生产和储存中如果发生泄漏，设警戒范围，禁止无关人员和车辆进入警戒区，切断警戒区的所有火源，迅速撤离泄漏区的人员至安全地带。如果储罐发生泄漏，又不能及时排除泄漏，就应将发生泄漏的储罐内的三氯氢硅物料用氮气压入备用罐内。如果生产中的设备和管道发生泄漏，应立即停产，并迅速关闭有关阀门切断物料运送。泄漏地带有水源时，应用于干砂土围成隔离带。抢险人员进入危险区域时应佩戴自给式呼吸器或防毒面具。三氯氢硅泄漏后发生燃烧时，应采用干砂、二氧化碳、干粉、水泥灭火，禁止直接用水和泡沫扑救。

表 9.4-5 四氯化硅理化性质和危险特性表

标识	中文名：四氯化硅；四氯硅烷；氯化硅		英文名：silicon tetrachloride	
	分子式：SiCl ₄		相对分子量：169.89	危规号：81043
理化特性	外观与性状：无色或淡黄色发烟液体，有刺激性气味，易潮解。			
	熔点/°C-70	溶解性：可混溶于苯、氯仿、石油醚、乙醚等大多数有机溶剂。		
	饱和蒸气压（kPa） 55.99（37.8°C）	比重（水=1）1.48 蒸气密度（空气=1）5.86		
	主要用途：用于制取纯硅、硅酸乙酯等，也用于制取烟幕剂。			
火灾爆炸危险性	闪电	无意义	爆炸极限	无意义
	灭火剂	干燥砂土		
	包装类别 II	禁忌物 碱类、胺类、碱金属、易燃或可燃物。		
	灭火方法	消防人员必须佩戴空气呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。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。禁止用水和泡沫灭火。		
	危险特性	受热或遇水分解放热，放出有毒的腐蚀性烟气。对很多金属尤其潮湿空气存在下有腐蚀性。		
反应活性特性	稳定性	稳定	避免条件	潮湿空气
	聚合危险性	不存在	避免条件	/
	禁忌物	强氧化剂、醇类、水、强碱	燃烧（分解）产物	氯化物
健康危险特性	侵入途径	吸入、皮肤接触		
	急性毒性	LD ₅₀	54640mg/kg（大鼠经口）	LC ₅₀ 8000ppm（大鼠吸入，4h）
	对眼睛及上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。眼睛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。			
泄漏处理	根据液体流动和蒸气扩散的影响区域划分警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急人员戴正压自给式呼吸器，穿防酸碱服，戴橡胶耐碱手套。作业时实用的所有设备应接地。穿上适当的防护服前禁止接触破裂的容器和泄漏物，勿使水进入包装容器内。尽可能切断泄露源，防止泄漏物进入水体、下水道、地下室或限制性			

	空间。小量泄漏：用干燥的砂土或其他不燃材料覆盖泄漏物。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用碎石灰石、苏打灰、石灰中和。用耐腐蚀泵转移至槽车或专用收集器内。
急救	[皮肤接触]：立即用水冲洗至少15分钟。或用2%碳酸氢钠溶液冲洗。若有灼伤，就医治疗。 [眼睛接触]：立即提起眼睑，用流动清水冲洗10分钟或用2%碳酸氢钠溶液冲洗。 [吸入]：迅速脱离现场至空气新鲜处。呼吸困难时输氧。给予2~4%碳酸氢钠溶液雾化吸入。 [食入]：误服者立即漱口，给牛奶、蛋清、植物油等口服，不可催吐。立即就医。
防护	[工程控制]：密闭操作，注意通风。尽可能机械化、自动化。 [呼吸系统防护]：可能接触其蒸气或烟雾时，必须佩带防毒面具或空气呼吸器。紧急事态抢救或逃生时，建议佩带自给式呼吸器。 [眼睛防护]：戴化学安全防护眼镜。 [防护服]：穿橡胶耐酸碱服。 [手防护]：戴橡或耐酸碱手套。
储运	储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。应与氧化剂、碱类、醇类等分开存放。不可混储混运。储区应备有泄漏应急处理和合适的收容材料。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。公路运输时要按照规定路线行驶，勿在居民区和人口密集处停留。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。分装和搬运作业要注意个人防护。
其他	工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。

表 9.4-5 二氯二氢硅理化性质和危险特性表

标识	中文名：二氯硅烷		英文名：dichlorosilane	
	分子量：101.01		分子式：H ₂ Cl ₂ Si	CAS 号：4109-96-0
理化特性	外观与性状：无色气味			
	熔点/°C	-122°C	相对密度（空气=1）	3.59
	沸点/°C	8.3°C	相对密度（水=1）	1.26
	饱和蒸气压（kPa）	167.16（20°C）	比热容（25°C，气体）	611.27J/（kg/K）
	临界温度	176°C	临界压力	4647kpa
	临界密度	463kg/m ³	自燃点	44°C
	溶解性	溶于苯、乙醚等多数有机溶剂		
毒性及健康危害	侵入途径	吸入		
	有毒气体范围	>0.25ppm	嗅觉浓度	1ppm
	健康危害	对上下呼吸道、皮肤和眼睛有腐蚀性和刺激性，本品遇水或空气中的水分迅速水解形成氯化氢（盐酸）。盐酸可致皮肤灼伤和粘膜刺激。接触后表现有流泪、咳嗽、咳痰、呼吸困难、流涎等。可引起肺炎或肺水肿。眼接触可致灼伤，导致失明。		
燃	稳定性	稳定		

烧 爆 炸 危 险 性	危险特性	易燃，其蒸气能与空气形成范围广阔的爆炸性混合物。遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与卤素及其它氧化剂剧烈反应。遇水或水蒸气剧烈反应，生成盐酸烟雾。
	泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离150米，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴正压式呼吸器，穿防毒服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至水洗塔或塔相连的通风橱内。漏气容器要妥善处理，修复、检查后再用。
	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、干粉、二氧化碳。

表 9.4-6 氢气理化性质和危险特性表

标识	中文名：氢气			
	英文名：Hydrogen			
	分子式：H ₂	分子量：2.0157	CAS 号：133-74-0	
	危险货物编号：21001	UN 编号：1049		
	危险性类别：第 2.1 类易燃气体			
理化性质	外观与性状：无色无味的气体			
	熔点（℃）：-259.2	沸点（℃）：-252.77		
	饱和蒸气压（kPa）：119.99(4.7℃)	相对密度（空气=1）：0.0899		
	溶解性：不溶于水，不溶于乙醇、乙醚	燃烧热（kJ/mol）：241.0		
燃烧爆炸危险性	燃烧性：本品易燃。	燃烧分解物：水		
	引燃温度（℃）：400	闪点（℃）：无意义		
	爆炸下限（%）：4.1	爆炸上限（%）：74.1		
	最小点火能（mJ）：0.019	最大爆炸压力(MPa)：0.720		
	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。		
	消防措施	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。		
毒性	急性毒性	LD ₅₀ ：无资料；LC ₅₀ ：无资料		
	侵入途径	吸入、食入、经皮肤吸收		
健康危害	吸入、食入或经皮肤吸收后对身体有害。可引起灼伤。对眼睛、皮肤、粘膜和上呼吸道具有强烈刺激作用。吸入后，可引起喉、支气管的炎症、水肿、痉挛，化学性肺炎或肺水肿。接触后可引起烧灼感、咳嗽、喘息、气短、头痛、恶心和呕吐等。			
贮运	运输注意事项：采用钢瓶运输时必须戴好瓶帽和防震橡皮圈，钢瓶一般平放，并应			

条件	<p>将瓶口朝向同一方向，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。</p> <p>储存注意事项：储存于阴凉、通风、地面不易产生火花的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与氧气、压缩空气、氟、氯等隔离存放，与其他化学药剂分别贮存。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。</p>
泄漏应急处理	<p>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。呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。</p>

表 9.4-7 氯化氢理化性质和危险特性表

标识	中文名：盐酸		英文名：Hydrochloric acid; Chlorohydric acid	
	危险性类别：第 8. 1 类 酸性腐蚀品		危规号：81013	包装标志：20
	CAS 号：7647-01-0		UN 编号：1789	RTECS 号：MW4025000
理化特性	外观与性状：无色或微黄色发烟液体，有刺鼻的酸味。			
	熔点/°C-114. 8(纯)	溶解性：与水混溶，溶于碱液。		
	沸点/°C 108. 6(20%)	相对密度（水=1）：1.20	相对密度(空气=1)：1.26	
	侵入途径：吸入 食入		饱和蒸汽压(kPa)：30. 66/21°C	
燃烧爆炸危险性	燃烧性 不燃	燃烧分解产物 氯化氢。		
	稳定性 稳定	聚合危害 不能出现		
	包装类别 II	禁忌物 碱类、胺类、碱金属、易燃或可燃物。		
	危险特性 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。与碱发生中合反应，并放出大量的热。具有较强的腐蚀性。			
毒性	灭火方法：雾状水、砂土。			
	接触限值中国 MAC：15mg/m ³ 苏联 MAC：5mg/m ³ 美国 TLV-STEL：未制订标准 美国 TWA：OSHA 5ppm, 7.5[上限值]ACGIH 5ppm, 7.5mg/m ³ [上限值]			
对人体危害	接触其蒸气或烟雾，引起眼结膜炎，鼻及口腔粘膜有烧灼感，鼻衄、齿龈出血、气管炎；刺激皮肤发生皮炎，慢性支气管炎等病变。误服盐酸中毒，可引起消化道灼伤、溃疡形成，有可能胃穿孔、腹膜炎等。			
急救	[皮肤接触]：立即用水冲洗至少 15 分钟。或用 2%碳酸氢钠溶液冲洗。若有灼伤，就医治疗。[眼睛接触]：立即提起眼睑，用流动清水冲洗 10 分钟或用 2%碳酸氢钠溶液冲洗。 [吸入]：迅速脱离现场至空气新鲜处。呼吸困难时输氧。给予 2~4%碳酸氢钠溶液雾			

	化吸入。 [食入]: 误服者立即漱口, 给牛奶、蛋清、植物油等口服, 不可催吐。立即就医。
防护	[工程控制]: 密闭操作, 注意通风。尽可能机械化、自动化。 [呼吸系统防护]: 可能接触其蒸气或烟雾时, 必须佩带防毒面具或供气式头盔。紧急事态抢救或逃生时, 建议佩带自给式呼吸器。 [眼睛防护]: 戴化学安全防护眼镜。 [防护服]: 穿工作服(防腐材料制作)。 [手防护]: 戴橡皮手套。
泄漏处理	疏散泄漏污染区人员至安全区, 禁止无关人员进入污染区, 建议应急处理人员戴好防毒面具, 穿化学防护服。不要直接接触泄漏物, 禁止向泄漏物直接喷水, 更不要让水进入包装容器内。用沙土、干燥石灰或苏打灰混合, 然后收集运至废物处理场所处置。也可以用大量水冲洗, 经稀释的洗水放入废水系统。如大量泄漏, 利用围堤收容, 然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。
储运	储存于阴凉、干燥、通风处。应与碱类、金属粉末、卤素(氟、氯、溴)、易燃、可燃物等分开存放。不可混储混运。搬运时要轻装轻卸, 防止包装及容器损坏。分装和搬运作业要注意个人防护。运输按规定路线行驶。

表 9.4-8 氢氧化钠理化性质一览表

标识	中文名: 氢氧化钠		
	英文名: sodium hydroxide		
	分子式: NaOH	分子量: 40.01	CAS 号: 1310-73-2
	危险性类别	第 8.2 类 碱性腐蚀品	
理化性质	外观与性状	白色半透明, 结晶状固体, 极易溶于水, 对人体有烧伤作用	
	主要用途	用于肥皂、石油精炼、造纸、染色、制革、医药、有机合成等。	
	相对密度 (水=1)	2.12	
	饱和蒸汽压	0.13KP (739 ℃)	
危险特性	燃烧性	不燃	
	危险特性	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。	
	稳定性	稳定	
	灭火方法	用水、砂土扑救, 但须防止物品遇水产生飞溅, 造成灼伤。	
	包装分类	II	
	储运措施	储存于阴凉、干燥、通风良好的不燃库房。避免阳光直射。远离火种、热源。切忌接触 H 发泡剂、氰化物、金属粉末、碱类等。工作人员必须穿戴用聚氯乙烯或聚丁橡胶制的防护用品。并备有淋浴和洗眼睛设备供工作人员工作后清洗。	
毒性	急性毒性	LD ₅₀ : 无资料; LC ₅₀ : 无资料	
	毒性	无资料	
	最高容许浓	中国 MAC (mg/m ³): 0.5 前苏联 MAC (mg/m ³): 0.5	

	度	TLVTN: OSHA 2 mg/m ³ ; TLVWN: ACGIH2mg/m ³
健康危害	本品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘刺激眼睛和呼吸道，腐蚀鼻中隔；皮肤和眼直接接触可引起灼伤；误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血和休克。	
防护	工程控制：密闭操作。提供安全淋浴和洗眼设备。呼吸系统防护：可能接触其粉尘时，必须佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。防护服：穿橡胶耐酸碱服。手防护：戴橡胶耐酸碱手套。	
急救	急救措施	皮肤接触：脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。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：用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。
泄露处置	迅速搞通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。不要直接接触泄漏物。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、蛭石或其它惰性材料吸收。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容：用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。	

表 9.4-9 硝酸理化性质

标识	中文名：硝酸；硝酸氢；硝强水		危险货物编号：81002		
	英文名：Nitric acid		UN 编号：2031		
	分子式：HNO ₃	分子量：63.01	CAS 号：7697-37-2		
理化性质	外观与性状	纯品为无色透明发烟液体，有酸味。			
	熔点（℃）	-42	相对密度(水=1)	1.5	相对密度(空气=1) 2.17
	沸点（℃）	86	饱和蒸气压（kPa）		4.4/20℃
	溶解性	与水混溶。			
毒性及健康危害	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收			
	毒性	LD ₅₀ :	LC ₅₀ :		
	健康危害	其蒸气有刺激作用，引起粘膜和上呼吸道的刺激症状。如流泪、咽喉刺激感、呛咳、并伴有头痛、头晕、胸闷等。长期接触可引起牙齿酸蚀症，皮肤接触引起灼伤。口服硝酸，引起上消化道剧痛、烧灼伤以至形成溃疡；严重者可能有胃穿孔、腹膜炎、喉痉挛、肾损害、休克以至窒息等。			
	急救方法	皮肤接触：立即用水冲洗至少 15 分钟。或用 2%碳酸氢钠溶液冲洗。若有灼伤，就医治疗。眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟。就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。呼吸困难时给输氧。给予 2-4%碳酸氢钠溶液雾化吸入。就医。食入：误服者给牛奶、蛋清、植物油等口服，不可催吐。立即就医。			
燃	燃烧性	不燃	燃烧分解物		氧化氮

烧 爆 炸 危 险 性	闪点(°C)	/	爆炸上限 (v%)	/	
	引燃温度(°C)	/	爆炸下限 (v%)	/	
	危险特性	强氧化剂。能与多种物质如金属粉末、电石、硫化氢、松节油等猛烈反应，甚至发生爆炸。与还原剂、可燃物如糖、纤维素、木屑、棉花、稻草或废纱头等接触，引起燃烧并散发出剧毒的棕色烟雾。具有强腐蚀性。			
	建规火险分级	乙	稳定性	稳定	聚合危害 不聚合
	禁忌物	还原剂、碱类、醇类、碱金属、铜、胺类。			
	储运条件与泄漏处理	<p>储运条件： 储存于阴凉、干燥、通风处。应与易燃、可燃物，碱类、金属粉末等分开存放。不可混储混运。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。分装和搬运作业要注意个人防护。运输按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。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。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。不要直接接触泄漏物，勿使泄漏物与可燃物质(木材、纸、油等)接触，在确保安全情况下堵漏。喷水雾能减少蒸发但不要使水进入储存容器内。少量泄漏：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。喷雾状水冷却和稀释蒸汽、保护现场人员、把泄漏物稀释成不燃物。用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。</p>			
灭火方法	用二氧化碳、砂土、雾状水、火场周围可用的灭火介质灭火。				

9.4.3 生产系统危险性识别

本期项目涉及的危险单元主要为冷氢化生产装置区、还原生产装置区、氢化料精馏生产装置区、回收精馏生产装置区、反歧化生产装置区、尾气回收生产装置区、工艺废气处理装置区、渣浆回收装置、罐区及废水收集系统。各单元风险性分述见表 9.4-10。

表 9.4-10 本期项目生产过程中危险有害因素分布情况

序号	生产装置名称	危险区域风险识别	装置内危险物料名称及形态	风险识别
电解制氢				
1	电解槽	罐体、管道、装置、泵、阀门	天然气（气）	泄漏、火灾、爆炸
2	纯化装置	管道、装置、泵、阀门	天然气（气）	泄漏、火灾、爆炸
冷氢化				
1	STC 热交换器	管道、装置、泵、阀门	SiCl ₄ （液）	中毒
2	STC 预热器	管道、装置、泵、阀门	SiCl ₄ （液）	中毒
3	静态混合器	管道、装置、泵、阀门	H ₂ （气）、SiCl ₄ （液）	泄漏、火灾、爆炸、中毒
4	氢气预热器	管道、装置、阀门	H ₂ （气）	泄漏、火灾、爆炸
5	STC 汽化器	管道、装置、泵、阀门	H ₂ （气）、SiCl ₄ （液）	泄漏、火灾、爆炸、中毒
6	流化床反应器	管道、装置、泵、阀门	HCl（气）、SiHCl ₃ （气）、H ₂ （气）、SiCl ₄ （气）、SiH ₂ Cl ₂ （气）	泄漏、火灾、爆炸、中毒
7	硅粉过滤器	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ （气）、H ₂ （气）、SiCl ₄ （气）、SiH ₂ Cl ₂ （气）	泄漏、火灾、爆炸、中毒
8	洗涤塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ （气）、H ₂ （气）、SiCl ₄ （气）、SiH ₂ Cl ₂ （气）	泄漏、火灾、爆炸、中毒
9	冷凝系统	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ （气/液）、H ₂ 、SiCl ₄ （气/液）、SiH ₂ Cl ₂ （气/液）	泄漏、火灾、爆炸、中毒
10	粗 TCS 缓冲罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ （液）、SiCl ₄ （液）、SiH ₂ Cl ₂ （液）	泄漏、火灾、爆炸、中毒
11	电加热器	管道、装置、阀门	H ₂ （气）、SiCl ₄ （液）	泄漏、火灾、爆炸、中毒
12	氢气压缩机	管道、装置、阀门	H ₂ （气）	泄漏、火灾、爆炸、

还原					
1	三氯氢硅汽化器+预热器+过热器	管道、装置、阀门		SiHCl ₃ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
2	静态混合器	管道、装置、阀门		SiHCl ₃ (气)、H ₂ (气)、SiH ₂ Cl ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
3	进气加热器	管道、装置、阀门		SiHCl ₃ (气)、H ₂ (气)、SiH ₂ Cl ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
4	还原炉	管道、装置、阀门		HCL (气)、SiHCl ₃ (气)、H ₂ (气)、SiH ₂ Cl ₂ (气)、SiCl ₄ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
5	尾气冷却器	管道、装置、阀门		HCL (气)、SiHCl ₃ (气)、H ₂ (气)、SiH ₂ Cl ₂ (气)、SiCl ₄ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
精馏					
1	氢化料精馏装置	四氯化硅分离塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
		二氯二氢硅分离塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
		脱高一塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
		脱低一塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
		脱高二塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
2	回收精馏装置	四氯化硅分离塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
		二氯二氢硅分离塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
		三氯氢硅脱高塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒

3	反歧化装置	反歧化原料罐	管道、装置、泵、阀门	SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
		反歧化反应器	管道、装置、泵、阀门	SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)、SiHCl ₃ (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
		氯硅烷储罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)、SiHCl ₃ (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
尾气回收					
1	过滤器	管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、SiHCl ₃ (气)、H ₂ (气)、SiCl ₄ (气)、SiH ₂ Cl ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
2	分离罐	管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、SiHCl ₃ (气)、H ₂ (气)、SiCl ₄ (气)、SiH ₂ Cl ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
3	氢气压缩机	管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、SiHCl ₃ (气)、H ₂ (气)、SiCl ₄ (气)、SiH ₂ Cl ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
4	冷凝器	管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、SiHCl ₃ (气/液)、H ₂ (气)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
5	氯化氢吸收塔	管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、SiHCl ₃ (液)、H ₂ (气)、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
6	氢气吸附塔	管道、装置、泵、阀门	H ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
7	混合器	管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、SiHCl ₃ (液)、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
8	氯化氢解吸塔	管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、SiHCl ₃ (液)、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
9	气液分离罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、SiHCl ₃ (液)、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
10	解析气压缩机	管道、装置、泵、阀门	HCL (气)、H ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒	
11	冷凝罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (液)、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)	泄漏、火灾、爆炸、中	

				毒
12	冰机	管道、装置、泵、阀门	氟利昂、二氯甲烷	中毒
工艺废气处理				
1	深冷装置	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、HCL (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
2	废气缓冲罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气)、SiCl ₄ (气)、HCL (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
3	洗涤塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (液)、酸水	泄漏、火灾、爆炸、腐蚀
渣浆回收				
1	四氯化硅高沸塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
2	冷凝器	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
3	氟利昂换热器	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
4	搅拌冷却罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (液)、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
5	沉降罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (液)、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
6	高沸裂解搅拌罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (气/液)、HCL (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
7	渣浆蒸发器	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
8	冷凝器	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气/液)、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (气/液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
9	水洗罐	罐体、管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (液)、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆) (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒

10	废气洗涤塔	管道、装置、泵、阀门	SiHCl ₃ (气)、SiCl ₄ (气)、SiH ₂ Cl ₂ (气)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
罐区				
1	三氯氢硅储罐 (1×2000m ³)	罐体、管道、装置、泵、阀门	三氯氢硅 (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
2	氯化料四氯化硅缓冲罐 (1×2000m ³)	罐体、管道、装置、泵、阀门	四氯化硅 (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
3	回收 STC 缓冲罐 (1×1000m ³)	罐体、管道、装置、泵、阀门	四氯化硅 (液)	泄漏、中毒
4	氯化高纯 TCS 罐 (2×650m ³)	罐体、管道、装置、泵、阀门	精制三氯氢硅 (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
5	回收高纯 TCS 罐 (2×650m ³)	罐体、管道、装置、泵、阀门	四氯化硅 (液)	泄漏、火灾、爆炸、中毒
6	氯化应急罐 (1×2000m ³)	罐体、管道、装置、泵、阀门	四氯化硅	泄漏、火灾、爆炸、中毒
7	回收应急罐 (1×2000m ³)	-	/	-
8	反歧化粗产品缓冲罐 (1×1000m ³)		三氯化硅	
危化品库				
1	氢氧化钠 (包)	包体	氢氧化钠	腐蚀
废水				
1	污水处理站、回用水处理站、高盐废水回收装置	管道、装置、泵、阀门	生产废水 (COD、氨氮、氯化物、pH<2, 二氧化硅等杂质)	周边土壤、地下水污染事故
2	厂区	管道、装置、泵、阀门	消防水	周边土壤、地下水污染事故

9.4.3.1 生产装置区

本期项目生产装置区主要包括冷氢化生产装置区、还原生产装置区、精馏装置区（包括氢化料精馏、回收精馏、反歧化生产）、尾气回收生产装置区、工艺废气处理装置区、渣浆回收装置。各单元生产装置存在以下潜在环境风险：

（1）冷氢化

自罐区来的四氯化硅在高温（450~500℃）、催化剂（金属氯化物）作用下发生热分解、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氯化氢也返回该系统，与硅粉进行反应。

预热后的氢气与四氯化硅液体混合后，通过四氯化硅汽化器（采用蒸汽加热）、STC/H₂ 过热器、热交换器（与冷氢化反应后高温尾气换热）以及 STC/H₂ 电加热器加热至约 600℃，送入流化床反应器。在流化床反应器中，四氯化硅、氢气和硅粉在 450~600℃、1.5~3MPa 和催化剂作用下进行反应，生成三氯氢硅，氯化氢与硅粉反应生成三氯氢硅和四氯化硅。

冷氢化工段主要涉及的危险物质见表 9.4-11，危险装置识别见表 9.4-12。

表 9.4-11 冷氢化工段危险物质识别

危险物质	状态	危险性类别
HCL	气态	有毒、腐蚀性
SiHCl ₃	气态/液态	易燃易爆、有毒
H ₂	气态	易燃易爆
SiCl ₄	气态/液态	易燃易爆、有毒
SiH ₂ Cl ₂	气态/液态	易燃易爆、有毒
氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ 、Si ₂ HCl ₅ ）	气态/液态	易燃易爆、有毒

表 9.4-12 冷氢化工段危险装置识别

生产装置危险识别	危险物质	危险区域识别
STC 热交换器	SiCl ₄ （液态）	管道、装置、泵、阀门
STC 预热器	SiCl ₄ （液态）	管道、装置、泵、阀门
静态混合器	H ₂ 、SiCl ₄ （液态）	管道、装置、泵、阀门
氢气预热器	H ₂	管道、装置、阀门
STC 汽化器	H ₂ 、SiCl ₄	管道、装置、泵、阀门
流化床反应器	HCL、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、 氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ 、Si ₂ HCl ₅ ）	管道、装置、泵、阀门

硅粉过滤器	SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、泵、阀门
洗涤塔	SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、氯硅烷	管道、装置、泵、阀门
冷凝系统	SiHCl ₃ （气态/液态）、H ₂ 、SiCl ₄ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气态/液态）	管道、装置、泵、阀门
粗 TCS 缓冲罐	SiHCl ₃ （液态）、SiCl ₄ （液态）、SiH ₂ Cl ₂ （液态）	罐体、管道、装置、泵、阀门
电加热器	H ₂ 、SiCl ₄ （液态）	管道、装置、阀门
氢气压缩机	H ₂	管道、装置、阀门

注：未标注物质均为气态。

（2）还原工段

来自精馏的高纯三氯氢硅送入三氯氢硅汽化器，同还原尾气回收装置来的0.9MPa.G 高纯氢气进行混合，经过进气加热器被蒸汽加热至 150°C后由喷嘴进入还原炉，还原炉内安装有硅芯，高温硅芯（硅棒）温度 1050~1100°C，三氯氢硅被氢气还原成晶体硅沉积于硅芯（硅棒）表面。还原炉出来的尾气温度约 600~700°C，组成为：H₂60.81%、TCS20%、SiCl₄15.19%、SiH₂Cl₂3.8%、HCl0.2%以及少量的硅粉，经尾气换热器同部分循环水换热至约 150°C出还原装置进还原尾气回收工段，循环水去闪蒸器。

还原工段主要涉及的危险物质见表 9.4-13，危险装置识别见表 9.4-14。

表 9.4-13 还原工段危险物质识别

危险物质	状态	危险性类别
SiHCl ₃	气态/液态	易燃易爆、有毒
H ₂	气态	易燃易爆
SiCl ₄	气态	易燃易爆、有毒
SiH ₂ Cl ₂	气态	易燃易爆、有毒
HCL	气态	有毒、腐蚀性

表 9.4-14 还原工段危险装置识别

生产装置危险识别	危险物质	危险区域识别
三氯氢硅汽化器+预热器+过热器	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、阀门
静态混合器	SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、阀门
进气加热器	SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、阀门
还原炉	HCL、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、阀门
尾气冷却器	HCL、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、阀门

注：未标注物质均为气态。

（3）精馏工段

氢化料精馏装置主要包括四氯化硅分离、二氯二氢硅分离、脱高一塔、脱低塔和脱高二塔等工序，各精馏塔热源由还原工段副产蒸汽和园区蒸汽提供。三氯氢硅合成、冷氢化和反歧化的粗三氯氢硅首先进入四氯化硅分离塔，四氯化硅从分离塔的下部产出。四氯化硅分离塔塔顶产出产品组分为三氯氢硅和二氯二氢硅，进入二氯二氢硅分离塔，变成液态二氯二氢硅。二氯二氢硅分离塔塔底产品为三氯氢硅，进入脱高一塔，塔顶产品为脱高后的三氯氢硅。塔底产品为含聚氯硅烷的三氯氢硅，返回四氯化硅分离塔循环利用。三氯氢硅产品进入脱低一塔，塔底产品为脱低后的三氯氢硅，经循环水冷凝器冷凝后送往脱高二塔进行进一步提纯。塔顶产品为含低沸物的三氯氢硅，返回四氯化硅分离塔循环利用。脱低一塔塔底产品进入脱高二塔，进行脱高处理，经过分离后，塔顶产品为脱高后的三氯氢硅，经循环水冷凝器冷凝后作为氢化料精馏最终产品送至还原工段。塔底产品为含聚氯硅烷的三氯氢硅，返回四氯化硅分离塔循环利用。

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。反应产物主要为 TCS，极少量未反应的 DCS、STC 等，回收至氯硅烷储罐后送氢化料精馏系统进行精馏提纯。反歧化反应器定期排出的废催化剂在厂区暂存，外委有危废处理资质的单位处理。

精馏工段主要涉及的危险物质见表 9.4-15，危险装置识别见表 9.4-16。

表 9.4-15 精馏工段危险物质识别

危险物质	状态	危险性类别
SiHCl ₃	气态/液态	易燃易爆、有毒
H ₂	气态	易燃易爆
SiCl ₄	气态/液态	有毒
SiH ₂ Cl ₂	气态/液态	易燃易爆、有毒
HCL	气态	有毒、腐蚀性

表 9.4-16 精馏工段危险装置识别

生产装置危险识别		危险物质	危险区域识别
氢化料精馏装	四氯化硅分离塔	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiCl ₄ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气态/液态）	管道、装置、泵、阀门
	二氯二氢硅分离塔	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气态/	管道、装置、泵、阀门

置		液态)	
	脱高一塔	SiHCl ₃ (气态/液态)	管道、装置、泵、阀门
	脱低一塔	SiHCl ₃ (气态/液态)、SiCl ₄ (气态/液态)、SiH ₂ Cl ₂ (气态/液态)	管道、装置、泵、阀门
	脱高二塔	SiHCl ₃ (气态/液态)	管道、装置、泵、阀门
回收精馏装置	四氯化硅分离塔	SiHCl ₃ (气态/液态)、SiCl ₄ (气态/液态)、SiH ₂ Cl ₂ (气态/液态)	管道、装置、泵、阀门
	二氯二氢硅分离塔	SiHCl ₃ (气态/液态)、SiH ₂ Cl ₂ (气态/液态)	管道、装置、泵、阀门
	三氯氢硅脱高塔	SiHCl ₃ (气态/液态)	管道、装置、泵、阀门
反歧化装置	反歧化原料罐	SiCl ₄ (液态)、SiH ₂ Cl ₂ (液态)	管道、装置、泵、阀门
	反歧化反应器	SiCl ₄ (液态)、SiH ₂ Cl ₂ (液态)、SiHCl ₃ (液态)	管道、装置、泵、阀门
	氯硅烷储罐	SiCl ₄ (液态)、SiH ₂ Cl ₂ (液态)、SiHCl ₃ (液态)	罐体、管道、装置、泵、阀门

注：本工序气态物质主要为产生的不凝气。

(4) 尾气回收工段

本期项目建设了一套还原尾气回收装置，主要包括过滤、冷却、氢气压缩、氯化氢吸收、氯化氢解析、氢气吸附等步骤。

还原尾气回收工段主要涉及的危险物质见表 9.4-17，危险装置识别见表 9.4-18。

表 9.4-17 尾气回收工段危险物质识别

危险物质	状态	危险性类别
SiHCl ₃	气态/液	易燃易爆、有毒
H ₂	气态	易燃易爆
SiCl ₄	气态/液	有毒
SiH ₂ Cl ₂	气态/液	易燃易爆、有毒
HCL	气态	有毒、腐蚀性

表 9.4-18 工段危险装置识别

生产装置危险识别	危险物质	危险区域识别
过滤器	HCL、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、泵、阀门
分离罐	HCL、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、泵、阀门
氢气压缩机	HCL、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂	管道、装置、泵、阀门
冷凝器	HCL、SiHCl ₃ (气/液)、H ₂ 、SiCl ₄ (气/液)、SiH ₂ Cl ₂ (气/液)	管道、装置、泵、阀门
氯化氢吸收塔	HCL、SiHCl ₃ (液)、H ₂ 、SiCl ₄ (液)、SiH ₂ Cl ₂ (液)	管道、装置、泵、阀门

氢气吸附塔	H ₂	管道、装置、泵、阀门
混合器	HCL、SiHCl ₃ （液）、SiCl ₄ （液）、 SiH ₂ Cl ₂ （液）	管道、装置、泵、阀门
氯化氢解吸塔	HCL、SiHCl ₃ （液）、SiCl ₄ （液）、 SiH ₂ Cl ₂ （液）	管道、装置、泵、阀门
气液分离罐	HCL、SiHCl ₃ （液）、SiCl ₄ （液）、 SiH ₂ Cl ₂ （液）	罐体、管道、装置、泵、阀门
解析气压缩机	HCL、H ₂ 、	管道、装置、泵、阀门
冷凝罐	SiHCl ₃ （液）、SiCl ₄ （液）、SiH ₂ Cl ₂ （液）	罐体、管道、装置、泵、阀门
冰机	氟利昂、二氯甲烷	管道、装置、泵、阀门

（5）工艺废气处理

在工艺废气处理装置区还设置有两套深冷装置，需洗涤处理的工艺废气收集后经管道输送至深冷装置回收氯硅烷，再进入缓冲罐，去工艺废气洗涤装置。精馏不凝气、还原尾气回收工段产生的再生尾气收集后经管道输送至深冷装置回收氯硅烷，经加压后送冷氢化装置。回收的氯硅烷送氢化料精馏系统。

含氯硅烷的气体经管道输送至深冷回收装置，氯硅烷冷凝成液体，在装置底部暂存，顶部气体再经管道送至废气洗涤装置或加压回用。来自各工段的废气经深冷回收氯硅烷后，送入废气缓冲罐。废气依次进入一级洗涤塔和二级洗涤塔，循环喷淋洗涤吸收，废气中的氯硅烷与水发生反应而被除去。二级洗涤塔采用厂废水处理装置回用水洗涤喷淋，出塔底洗涤液经由泵输送至一级洗涤塔，作为一级洗涤塔的喷淋液。出一级洗涤塔的酸性废液直排至厂污水处理站进行处理。洗涤后的废气主要含氢气、氮气和少量 HCl 等，引入液封槽，经 25m 排气筒达标排放。

工艺废气处理主要涉及的危险物质见表 9.4-19，危险装置识别见表 9.4-20。

表 9.4-19 工艺废气处理危险物质识别

危险物质	状态	危险性类别
SiHCl ₃	气态	易燃易爆、有毒
SiCl ₄	气态	易燃易爆、有毒
HCL	气态	有毒、腐蚀性

表 9.4-20 工艺废气处理危险装置识别

生产装置危险识别	危险物质	危险区域识别
深冷装置	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiCl ₄ （气态/液态）、HCL	管道、装置、泵、阀门
废气缓冲罐	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、HCL	罐体、管道、装置、泵、阀门
洗涤塔	SiHCl ₃ 、酸水	管道、装置、泵、阀门

(6) 渣浆回收

本项目渣浆回收建设了 2 套渣浆回收装置，包括四氯化硅脱高沸塔、搅拌冷却、沉降、高沸裂解、蒸发、水洗等步骤。

渣浆回收主要涉及的危险物质见表 9.4-21，危险装置识别见表 9.4-22。

表 9.4-21 渣浆回收危险物质识别

危险物质	状态	危险性类别
SiHCl ₃	气态/液态	易燃易爆、有毒
SiCl ₄	气态/液态	有毒
SiH ₂ Cl ₂	气态/液态	易燃易爆、有毒
聚氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）	气态/液态	易燃易爆、有毒
HCL	气态	有毒、腐蚀性

表 9.4-22 渣浆回收危险装置识别

生产装置危险识别	危险物质	危险区域识别
四氯化硅高沸塔	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiCl ₄ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气态/液态）、氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）（气态/液态）	管道、装置、泵、阀门
冷凝器	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiCl ₄ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气态/液态）、氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）（气态/液态）	管道、装置、泵、阀门
氟利昂换热器	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiCl ₄ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气态/液态）、氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）（气态/液态）	管道、装置、泵、阀门
搅拌冷却罐	SiHCl ₃ （液态）、SiCl ₄ （液态）、SiH ₂ Cl ₂ （液态）、氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）（液态）	罐体、管道、装置、泵、阀门
沉降罐	SiHCl ₃ （液态）、SiCl ₄ （液态）、SiH ₂ Cl ₂ （液态）、氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）（液态）	罐体、管道、装置、泵、阀门
高沸裂解搅拌罐	SiHCl ₃ （气/液态）、SiCl ₄ （气/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气/液态）、氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）（气/液态）、HCL	罐体、管道、装置、泵、阀门
渣浆蒸发器	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiCl ₄ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气态/液态）、氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）（气态/液态）	管道、装置、泵、阀门
冷凝器	SiHCl ₃ （气态/液态）、SiCl ₄ （气态/液态）、SiH ₂ Cl ₂ （气态/液态）、氯硅烷（Si ₂ Cl ₆ ）（气态/液态）	管道、装置、泵、阀门
水洗罐	SiHCl ₃ （液态）、SiCl ₄ （液态）、SiH ₂ Cl ₂ （液态）、	罐体、管道、装置、

	氯硅烷 (Si ₂ Cl ₆) (液态)	泵、阀门
废气洗涤塔	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、氯硅烷 (Si ₂ Cl ₆)	管道、装置、泵、阀门

9.4.3.2 罐区

罐区主要涉及的危险物质见表 9.4-23，危险装置识别见表 9.4-24。

表 9.4-23 罐区危险物质识别

危险物质	状态	危险性类别
SiHCl ₃	液态	易燃易爆、有毒
SiCl ₄	液态	有毒
SiH ₂ Cl ₂	液态	易燃易爆、有毒

表 9.4-24 罐区危险装置识别

	生产装置危险识别	危险物质	危险区域识别
罐区	三氯氢硅储罐 (1×2000m ³)	三氯氢硅 (液)	管道、装置、泵、阀门
	氯化料四氯化硅缓冲罐 (1×2000m ³)	四氯化硅 (液)	管道、装置、泵、阀门
	回收 STC 缓冲罐 (1×1000m ³)	四氯化硅 (液)	管道、装置、泵、阀门
	氯化高纯 TCS 罐 (2×650m ³)	精制三氯氢硅 (液)	管道、装置、泵、阀门
	回收高纯 TCS 罐 (2×650m ³)	四氯化硅 (液)	管道、装置、泵、阀门
	氯化应急罐 (1×2000m ³)	四氯化硅	管道、装置、泵、阀门
	回收应急罐 (1×2000m ³)	/	管道、装置、泵、阀门
	反歧化粗产品缓冲罐 (1×1000m ³)	三氯化硅	管道、装置、泵、阀门

9.4.3.3 污水处理站、回用水处理站、高盐废水回收装置

本项目废水主要包括：天然气转化制氢工段转化气冷凝水 W₁₋₁；还原工段还原项目废水主要为工艺废水，包括硅芯生产酸洗废水、水洗废水、酸性废气碱洗废水；后处理单元酸洗废水、水洗废水、酸性废气碱洗废水；渣浆回收单元水洗废水、废气洗涤塔废水；工艺废气处理单元水洗塔废水；电解制氢单元电解水箱废水、氢气纯化废水；各车间设备清洗及地坪冲洗水；循环冷却水排水、脱盐水处理站排水、高纯水处理站排水及生活污水等废水。

项目废水实行清污分流、分类治理、用污排清。

整理车间洗涤废水处理后回用于工艺废气处理及渣浆回收，剩余排入回用水处理站、蒸发结晶装置。脱盐水处理站排水、污水处理站排水、循环水处理站排水经回用

水处理站处理后回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水，处理过程中产生的浓盐水排入高盐废水处理装置。高盐废水处理装置主要接收回用水处理站所排高盐水及污水站部分排水，处理后冷凝水回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水。项目生产废水不外排。

项目外排废水仅为生活污水，排入西郊污水处理厂处理。

危险源：生活、生产废水、生化污泥。

可能造成的环境风险：周边土壤、地下水污染事故。

9.4.4 环境风险类型及危害分析

9.4.4.1 事故类型

由前述分析可以看出，厂区主要危险物质为三氯氢硅、生石灰、氢氧化钠、70%硝酸、氢气、氯化氢、二氯二氢硅、四氯化硅及泄漏火灾爆炸产生的次生污染物氯化氢等气体。确定电解制氢装置、冷氢化生产装置、还原装置、氢化料精馏装置、回收精馏装置、反歧化反应装置、尾气回收装置、工艺废气处理装置、渣浆回收装置、罐区及废水收集系统作为风险源，存在泄漏和火灾爆炸风险。

本期项目事故类型汇总见表 9.4-25。

表 9.4-25 本期项目事故类型汇总表

风险源		主要事故类型	主要危险物质
生产区	电解制氢	泄漏	氢气
		火灾、爆炸	氢气
	冷氢化生产装置区	泄漏	SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂
		火灾、爆炸	HCl、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
	还原生产装置	泄漏	HCl、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
		火灾、爆炸	HCl、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
	氢化料精馏装置	泄漏	SiHCl ₃ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
		火灾、爆炸	HCl、SiHCl ₃ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
	回收精馏装置	泄漏	SiHCl ₃ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
		火灾、爆炸	HCl、SiHCl ₃ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
	反歧化装置	泄漏	SiHCl ₃ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
		火灾、爆炸	HCl、SiHCl ₃ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
	尾气回收装置	泄漏	HCl、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
		火灾、爆炸	HCl、SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄
	工艺废气处理装置	泄漏	HCl、SiHCl ₃ 、SiCl ₄
		火灾、爆炸	HCl、SiHCl ₃ 、SiCl ₄
	渣浆回收装置	泄漏	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、氯硅

			烷 (Si ₂ C ₁₆)、HCl
		火灾、爆炸	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、氯硅烷 (Si ₂ C ₁₆)、HCl
罐区	三氯化硅储罐区	泄漏	SiHCl ₃
		火灾、爆炸	SiHCl ₃ 、HCl
	四氯化硅储罐区	泄漏	SiCl ₄
		火灾、爆炸	SiCl ₄ 、HCl
危化品库	硝酸桶	泄漏	HNO ₃ 、NO _x
废水处理	废水收集系统	生产废水泄漏	COD、氨氮等

9.4.4.2 环境影响途径

(1) 三氯氢硅在卸料、加料工段不良操作引起物料泄漏进入环境，或者三氯氢硅储罐、还原反应装置、精馏塔等发生破损导致 TCS 泄漏，若无任何措施，会对土壤、地表水地下水及大气环境造成污染。若泄漏遇热，在闪点以上温度可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸；遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物（氯化氢）排放，会造成环境空气、地表水、土壤及地下水的污染，并对厂区周围人群健康造成影响。

(2) 四氯化硅在加料工段不良操作引起物料泄漏进入环境，或者四氯化硅储罐、冷氢化反应装置、反歧化反应装置、精馏塔等发生破损导致 STC 泄漏，若无任何措施，会对土壤、地表水地下水及大气环境造成污染。若泄漏遇热，在闪点以上温度可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸；遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物（氯化氢、氯气）排放，会造成环境空气、地表水、土壤及地下水的污染，并对厂区周围人群健康造成影响。

(3) 二氯二氢硅在加料工段不良操作引起物料泄漏进入环境，或者反歧化反应装置、精馏塔等发生破损导致 DCS 泄漏，若无任何措施，会对土壤、地表水地下水及大气环境造成污染。若泄漏遇热，在闪点以上温度可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸；遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物（氯化氢、氯气）排放，会造成环境空气、地表水、土壤及地下水的污染，并对厂区周围人群健康造成影响。

(4) 氯化氢在冷氢化、还原生产、尾气回收、工艺废气治理等工段设备发生破损导致氯化氢泄漏，若无任何措施，会对土壤、地表水地下水及大气环境造

成污染，并对厂区周围人群健康造成影响。

(5) 硝酸在加料工段不良操作引起硝酸泄漏进入环境，或者酸液配置釜、酸洗槽等发生破损导致硝酸泄漏，若无任何措施，产生的硝酸会对土壤、地表水地下水及大气环境造成污染，并对厂区周围人群健康造成影响。

(6) 生产废水收集池防渗层破损或者废水管道发生跑冒滴漏现象，生产废水、通过包气带下渗到地下水。

另外，扑救火灾时产生的消防污水、伴生泄漏物料以及污染雨水沿地面漫流，可能会对土壤、地表水及地下水产生污染。

9.4.4.3 移途径识别

本项目毒害物质扩散途径主要有大气扩散、水环境扩散、土壤扩散三种，具体外泄途径分析见下图 9.4-1。

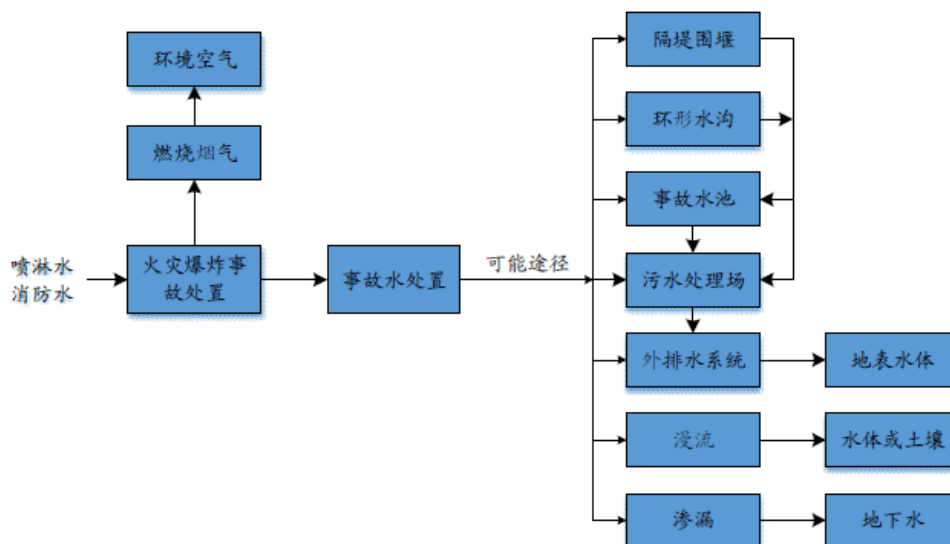


图 9.4-1 有毒有害物质扩散途径分析

9.4.5 风险识别结果

风险源环境风险类型、转化为事故的出发因素以及可能的环境影响途径见表 9.4-26。

表 9.4-26 本期项目环境风险识别一览表

危险单元	主要风险源	主要危险物质	环境风险类型	触发因素	可能环境影响途径	
生产单元	电解制氢生产装置区	脱氧器、干燥器、过滤器等	氢气	H ₂ 泄漏可能会与空气形成爆炸混合物引起爆炸；	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏，遇明火等引发火灾爆炸	/
	冷氢化生产装置区	预热器、混合器、汽化器、反应器、洗涤塔等	SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、HCl	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 遇高温受热可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸，遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物排放；H ₂ 泄漏可能会与空气形成爆炸混合物引起爆炸；HCl 泄漏，导致腐蚀、中毒；	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏，遇明火等引发火灾爆炸	污染物进入环境空气、泄漏物质及事故废水进入土壤、地表水、地下水
	还原生产装置区	汽化器、过热器、加热器、还原炉等	SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、HCl	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 遇高温受热可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸，遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物排放；H ₂ 泄漏可能会与空气形成爆炸混合物引起爆炸；HCl 泄漏，导致腐蚀、中毒；	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏，遇明火等引发火灾爆炸	污染物进入环境空气、泄漏物质及事故废水进入土壤、地表水、地下水
	精馏（氢化料、回收精馏、反歧化）生产装置区	四氯化硅分离塔、二氯二氢硅分离塔、脱高一塔、反歧化反应器等	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 遇高温受热可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸，遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物排放	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏，遇明火等引发火灾爆炸	污染物进入环境空气、泄漏物质及事故废水进入土壤、地表水、地下水
	还原尾气回收装置	过滤器、冷凝器、吸收塔、解析塔、压缩机	SiHCl ₃ 、H ₂ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、HCl	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 遇高温受热可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸，遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物排放；H ₂ 泄漏可能会与空气形	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏，遇明火等引发火灾爆炸	污染物进入环境空气、泄漏物质及事故废水进入土壤、地表水、地下水

危险单元	主要风险源	主要危险物质	环境风险类型	触发因素	可能环境影响途径	
			成爆炸混合物引起爆炸；HCl 泄漏，导致腐蚀、中毒；			
工艺尾气处理单元	深冷装置、缓冲罐、洗涤塔等	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、HCl	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 遇高温受热可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸，遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物排放；HCl 泄漏，导致腐蚀、中毒；	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏，遇明火等引发火灾爆炸	污染物进入环境空气、泄漏物质及事故废水进入土壤、地表水、地下水	
渣浆回收装置	四氯化硅高沸塔、冷凝器、换热器、搅拌罐、蒸发器、水洗罐、洗涤塔等	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、Si ₂ C16 等	SiHCl ₃ 、SiCl ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 遇高温受热可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸，遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物排放；	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏，遇明火等引发火灾爆炸	污染物进入环境空气、泄漏物质及事故废水进入土壤、地表水、地下水	
储存区	罐区	三氯氢硅储罐	三氯氢硅	SiHCl ₃ 遇高温受热可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸，遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物排放；	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏；遇明火等引发火灾爆炸	污染物进入环境空气、泄漏物质及事故废水进入土壤、地表水、地下水
		四氯化硅储罐	四氯化硅	SiCl ₄ 遇高温受热可能会与空气反应形成爆炸混合物引起爆炸，遇明火燃烧，火灾爆炸引发次生/伴生污染物排放；	设备腐蚀、材质缺陷、操作失误等引发泄漏；遇明火等引发火灾爆炸	污染物进入环境空气、泄漏物质及事故废水进入土壤、地表水、地下水
废水	生产废水处理池、废水管网	COD、氨氮	泄漏	防渗层破损、管道腐蚀	废水进入土壤、地下水	

9.5 风险事故情形分析

9.5.1 风险事故情形设定内容

根据风险识别结果可知，结合相同行业及危险物质风险事故资料收集及统计结果，同时按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 E 泄漏频率推荐值以及 8.1.2.3 最大可信事故设定参考值。因此，最终确定 8 种事故情形。本项目设定环境风险事故情形发生频率见表 9.5-1。

表 9.5-1 本项目设定环境风险事故情形发生频率表

序号	事故装置	环境风险事故情形	事故类型	发生概率	数据来源
1	2000m ³ 三氯氢硅 储罐	泄漏孔径为 10mm 孔径， 并发生火灾爆炸事故	泄漏并发生 火灾	6.5×10 ⁻⁶ /a	《建设项目环境风险 评价技术导则》 （HJ169-2018）附录 E 及 TNO 紫皮书
2		泄漏孔径为 10mm 孔径	泄漏	1×10 ⁻⁴ /a	
3		储罐全破裂	泄漏	5×10 ⁻⁶ /a	
4	2000m ³ 三氯氢硅 储罐输送管道	储罐进出口管道 10%孔 径泄漏	泄漏	2×10 ⁻⁶ /a	
5	2000m ³ 氢化四氯 化硅储罐	泄漏孔径为 10mm 孔径， 并发生火灾爆炸事故	泄漏并发生 火灾	6.5×10 ⁻⁶ /a	
6		泄漏孔径为 10mm 孔径	泄漏	1×10 ⁻⁴ /a	
7		储罐全破裂	泄漏	5×10 ⁻⁶ /a	
8	2000m ³ 氢化四氯 化硅储罐输送管 道	储罐进出口管道 10%孔 径泄漏	泄漏	2×10 ⁻⁶ /a	

注：泄漏并发生火灾爆炸的概率计算为：0.065×泄漏频率

（1）情形一：1 座 2000m³ 三氯氢硅储罐发生 10mm 孔径泄漏并发生火灾爆炸风险事故情形设定

假设 1 座 2000m³ 三氯氢硅储罐破损孔径为 10mm，三氯氢硅泄漏至大气环境，遇明火发生火灾，产生三氯氢硅及次生污染物氯化氢，对环境空气产生影响。泄漏时间按 10min 考虑（本项目设置紧急隔离系统），假设泄漏量全部参与燃烧。

（2）情形二：1 座 2000m³ 四氯化硅储罐发生 10mm 孔径泄漏并发生火灾爆炸风险事故情形设定

假设 1 座 2000m³ 四氯化硅储罐破损孔径为 10mm，四氯化硅泄漏至大气环境，遇明火发生火灾，产生四氯化硅及次生污染物氯化氢，对环境空气产生

影响。泄漏时间按 10min 考虑（本项目设置紧急隔离系统），假设泄漏量全部参与燃烧。

9.5.2 源项分析

9.5.2.1 源项分析方法

本次环境风险评价在风险事故情形设定的基础上，参考导则附录 E 推荐的方法确定事故频率，按照导则附录 F 推荐的方法计算物质泄漏量。

(1) 气体泄漏速度

气体泄漏速度 Q_G 按下式计算：

$$Q_G = Y C_d A P \sqrt{\frac{M \kappa}{R T_G} \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa + 1}{\kappa - 1}}}$$

式中：

Q_G -气体泄漏速度，kg/s；

P-容器压力，Pa；

C_d -气体泄漏系数；当裂口形状为圆形时取 1.00，三角形时取 0.95，长方形时取 0.90；

式中：A-面积，m²；

P_0 -环境压力，Pa；

K-气体的绝热指数（热容比），即定压热容 C_p 与定容热容 C_v 之比；

M-分子量；

R-气体常数，J/(mol K)；

T_G -气体温度，K；

Y-流出系数，对于临界流 Y=1.0。对于次临界流按下式计算：

$$Y = \left[\frac{P_0}{P} \right]^{\frac{1}{\kappa}} \times \left\{ 1 - \left[\frac{P_0}{P} \right]^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} \right\}^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \left[\frac{2}{\kappa - 1} \right] \times \left[\frac{\kappa + 1}{2} \right]^{\frac{\kappa + 1}{\kappa - 1}} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

临界流判断公式：

$$\frac{P_0}{P} \leq \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}}$$

次临界流判断公式：

$$\frac{P_0}{P} > \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k+1}}$$

式中：P—器内介质压力，Pa；

P_0 —环境压力，Pa；

K—体的绝热指数（热容比），即定压热容 C_p 与定容热容 C_v 之比。

（2）液体泄漏

液体泄漏速率 Q_L 用柏努利方程计算：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中： Q_L ——液体泄漏速度，kg/s；

P ——容器内介质压力，Pa；

P_0 ——环境压力，Pa；

ρ ——泄漏液体密度，kg/m³；

g ——重力加速度；

h ——裂口之上液位高度，m；

C_d ——液体泄漏系数，按导则附录 F 表 F.1 选取；

A ——裂口面积，m²。

（3）泄漏液体蒸发速率

泄漏液体会发生闪蒸蒸发、热量蒸发和质量蒸发，蒸发量为这三种蒸发的蒸发量总和。

①闪蒸蒸发按下式计算：

液体中闪蒸部分：

$$F_v = \frac{C_p(T_T - T_b)}{H_v}$$

过热液体闪蒸蒸发速率可按下式估算：

$$Q_1 = Q_L \times F_v$$

式中： F_v ——泄漏液体的闪蒸比例；

T_T ——储存温度 K；

T_b ——泄漏液体的沸点，K；

H_v ——泄漏液体的蒸发热，J/kg。

C_p ——液体的定压比热，KJ/（kg °C）；

Q_1 ——过热液体闪蒸蒸发速率，kg/s；

Q_L ——物质泄漏速率，kg/s

②热量蒸发按下式计算：

当液体闪蒸不完全，有一部分液体在地面形成液池，并吸收地面热量而气化称为热量蒸发。热量蒸发的蒸发速度按照下式计算：

$$Q_2 = \frac{\lambda S \times (T_0 - T_b)}{H \sqrt{\pi \alpha t}}$$

式中： Q_2 ——热量蒸发速度，kg/s；

T_0 ——环境温度，K；

T_b ——沸点温度，K；

S ——液池面积， m^2 ；

H ——液体汽化热，J/kg；

λ ——表面热导系数，W/（m K）；

α ——表面热扩散系数， m^2/s ；

t ——蒸发时间，s。

λ 、 α 按照 HJ/T169-2018 中表 F.2 取值。

③质量蒸发按下式计算：

当热量蒸发结束，转由液池表面气流运动使液体蒸发，称之为质量蒸发。质量蒸发速度按下式计算：

$$Q_3 = a \times p \times \frac{M}{RT_0} \times u^{\left(\frac{2-n}{2+n}\right)} \times r^{\left(\frac{4+n}{2+n}\right)}$$

式中： Q_3 ——质量蒸发速度，kg/s；

P ——液体表面蒸汽压，Pa；

R ——气体常数，J/mol K；

T_0 ——环境温度，K；

M ——物质的相对分子量， kg/mol；

u ——风速，m/s；

r ——液池半径，m；

a 、 n ——大气稳定度系数，无量纲。按照 HJ/T169-2018 中表 F.3 中中度稳定度取值。

④蒸发总量按下式计算：

$$W_P = Q_1 t_1 + Q_2 t_2 + Q_3 t_3$$

式中： W_P ——液体蒸发总量，kg；

Q_1 ——闪蒸蒸发液体量，kg/s；

Q_2 ——热量蒸发速率，kg/s；

t_1 ——闪蒸蒸发时间，s；

t_2 ——热量蒸发时间，s；

Q_3 ——质量蒸发速率，kg/s；

t_3 ——从液体泄漏到液体全部处理完毕时间。

(4) 火灾伴生/次生污染物产生量估算

①二氧化硫产生量

油品火灾伴生/次生二氧化硫产生量按下式计算：

$$G_{\text{二氧化硫}} = 2BS$$

式中： $G_{\text{二氧化硫}}$ ——二氧化硫排放速率，kg/h；

B ——物质燃烧量，kg/h；

S ——物质中硫的含量，%。

②一氧化碳产生量

油品火灾伴生/次生一氧化碳产生量按下式计算：

$$G_{\text{一氧化碳}} = 2330qCQ$$

式中： $G_{\text{一氧化碳}}$ ——一氧化碳的产生量，kg/s；

C ——物质中的碳含量，取 85%；

q ——化学不完全燃烧值，取 1.5%~6.0%。

Q ——参与燃烧的物质质量，t/s。

9.5.2.2 事故泄漏时间确定

目前国内石化企业事故反应时间一般在 10~30min 之间，最迟在 30min 内

都能作出应急响应措施，包括切断通往事故源的物料管线、利用泵等进行事故源物料转移等。针对本项目涉及物料多且具有较高毒性的特点，设计中在必要部位均设有毒气体（氯硅烷、氯化氢、氮氧化物等气体）检测报警器，生产装置的监视、控制和联锁等由分散控制系统（DCS）和安全仪表系统（SIS）完成。一旦发生泄漏，通常在 1min 之内即可启动自动截断设施，防止进一步泄漏。若自动切断系统发生故障时，工作人员赶赴现场可在 10min 之内关闭截断阀。

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169—2018），物质泄漏量泄漏时间应结合建设项目探测和隔离系统的设计原则确定。本项目对氯硅烷、氯化氢、氮氧化物等气体监控严格，在必要部位均安装有有毒气体监测报警器，并与自动切断设施联动，由 DCS 控制，一旦发生泄漏，通常在 30s 内可迅速启动自动截断设施，防止进一步泄漏。因此，本评价度重视其风险的防范和应急对策，三氯化硅储罐、四氯化硅储罐等通过电动远传等紧急隔离系统可满足导则设置紧急隔离系统的要求，储罐泄漏的应急响应时间假定为 10min。

9.5.2.3 源强估算

(1) 1 座 2000m³ 三氯氢硅储罐 10mm 孔径泄漏并发生火灾爆炸事故

①1 座 2000m³ 三氯氢硅储罐泄漏量

根据可研，本期项目设 1 座 2000m³ 三氯氢硅储罐，操作温度为 25°C，假设发生 10mm 孔径泄漏，泄漏时间按 10min 考虑，三氯氢硅泄漏量计算结果见表 9.5-2。

表 9.5-2 三氯氢硅泄漏量计算结果一览表

事故发生点	泄漏面积	操作条件	泄漏速度	泄漏时间	事故工况
三氯氢硅储罐	0.785cm ²	25°C 0.1MPa	27kg/s	10min	泄漏

②三氯氢硅泄漏并发生火灾次生/伴生污染物产生量估算

假设泄漏的三氯氢硅全部参与燃烧，三氯氢硅燃烧分解产物：氯化氢、氯气、二氧化硅，本次考虑次生污染物 HCl、氯气。根据导则附录 F.3 及其他资料，计算得次生/伴生污染物产生量见表 9.5-3。

表 9.5-3 三氯氢硅泄漏发生火灾产生次生污染物源强表

事故	参与燃烧的物质质量	释放时间	污染物产生量		
			三氯氢硅	HCl	氯气
三氯氢硅泄漏并发生火灾	0.027t/s	10min	0.505 kg/s	0.408 kg/s	0.265 kg/s

(2) 1 座 2000m³ 四氯化硅储罐 10mm 孔径泄漏并发生火灾爆炸事故

①1 座 2000m³ 四氯化硅储罐泄漏量

根据可研，本期项目设 1 座 2000m³ 四氯化硅储罐，操作温度为 25℃，假设发生 10mm 孔径泄漏，泄漏时间按 10min 考虑，四氯化硅泄漏量计算结果见表 9.5-4。

表 9.5-4 四氯化硅泄漏量计算结果一览表

事故发生点	泄漏面积	操作条件	泄漏速度	泄漏时间	事故工况
四氯化硅储罐	0.785cm ²	25℃ 0.1MPa	27kg/s	10min	泄漏

②四氯化硅泄漏并发生火灾次生/伴生污染物产生量估算

假设泄漏的四氯化硅全部参与燃烧，四氯化硅燃烧分解产物：氯化氢、氯气、二氧化硅，本次考虑次生污染物 HCl、氯气。根据导则附录 F.3 及其他资料，计算得次生/伴生污染物产生量见表 9.5-5。

表 9.5-5 三氯氢硅泄漏发生火灾产生次生污染物源强表

事故	参与燃烧的物质质量	释放时间	污染物产生量		
			四氯化硅	HCl	氯气
四氯化硅泄漏并发生火灾	0.027t/s	10min	0.312 kg/s	0.68 kg/s	0.37kg/s

本期项目环境风险源强汇总见表 9.5-6。

表 9.5-6 本期项目环境风险源强一览表

序号	风险事故情形描述	危险单元	危险物质	影响途径	其他事故源参数
1	三氯硅烷储罐 10mm 孔径泄漏并发生火灾	三氯硅烷储罐区	三氯硅烷	大气、土壤、地表水、地下水	发生火灾次生/伴生污染物 三氯氢硅: 0.505kg/s HCl:0.408kg/s 氯气 F:0.265kg/s
2	四氯化硅储罐 10mm 孔径泄漏并发生火灾	四氯化硅储罐区	四氯化硅	大气、土壤、地表水、地下水	发生火灾次生/伴生污染物 四氯化硅: 0.312kg/s HCl:0.68kg/s 氯气 F:0.37kg/s

9.6 风险预测与分析

9.6.1 大气环境风险预测与评价

9.6.1.1 预测模型筛选

根据源项分析结果，采用附录 G 中 G.2 中理查德森数定义及计算公式，判断烟团/烟羽重质气体、轻质气体。

本次风险评价最近的受体点距离泄漏点为 10m，风速为 2.7m/s，对于三氯化硅储罐泄漏并发生火灾、氢化料储罐泄漏并发生火灾风险事故， $T=7.4s$ ， $T_d>T$ ，事故源为连续排放。其理查德森数连续排放计算公式为：

$$R_i = \frac{\left[\frac{g(Q/\rho_{rel})}{D_{rel}} \times \left(\frac{\rho_{rel} - \rho_a}{\rho_a} \right) \right]^{\frac{1}{3}}}{U_r}$$

式中： ρ_{rel} —排放物质进入大气的初始密度， kg/m^3 ；

ρ_a —环境空气密度， kg/m^3 ；

Q —连续排放烟羽的排放速率， kg/s ；

D_{rel} —初始的烟团宽度，即源直径， m ；

Q_t —瞬时排放的物质质量， kg ；

U_r —10m 高处风速， m/s 。

各风险事故释放物质理查德森数计算结果见表 9.6-1。

表 9.6-1 理查德森数计算结果一览表

事故情形	物质	排放物质进入大气的初始密度	环境空气密度	连续排放烟羽的排放速率	10m 高处风速	初始的烟团宽度，即源直径	瞬时排放的物质质量	理查德森数
		ρ_{rel}	ρ_a	Q	U_r	D_{rel}	Q_t	R_i
		kg/m^3	kg/m^3	kg/s	m/s	m	kg	/
三氯化硅储罐 10mm 孔径破裂 泄漏并发生 火灾	三氯 氢硅	4.7	1.03	0.9	2.7	0.01	/	3.24
	HCl	1.26	1.03	0.98	2.7	0.01	/	2.05
	氯气	2.56	1.03	0.405	2.7	0.01		2.27
氢化料储罐 10mm 孔径破裂 泄漏并发生 火灾	四氯 化硅	5.86	1.03	0.9	2.7	0.01	/	3.30
	HCl	1.26	1.03	0.98	2.7	0.01	/	2.05
	氯气	2.56	1.03	0.405	2.7	0.01		2.27

由表 9.6-1 计算结果可以看出，连续排放源中，三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢、

氯气的理查德森数均 $\geq 1/6$ ，为重质气体，采用 SLAB 模型开展进一步预测。

9.6.1.2 预测范围与计算点

(1) 预测范围

根据风险识别及源项分析结果，结合拟建项目周围环境特征及敏感目标分布情况，同时按照各风险源危险物质超过预测最大影响范围的预测结果，确定预测范围为 5km。

(2) 计算点

本次风险评价三氯氢硅储罐泄漏、氯化料储罐泄漏距离最近的大气环境敏感目标（乌兰计三村）约 1500m，距离较远。因此，本次预测不设特殊计算点。一般计算点按照近密远疏的方式进行布置，距离风险源 500m 范围内网格点的间距为 10m，500m 以外间距为 50m。

9.6.1.3 大气毒性终点浓度值选取

根据导则附录 H 大气毒性终点浓度值选取，具体表 9.6-2。

表 9.6-2 大气毒性终点浓度值一览表

化学物质		毒性终点浓度-1	毒性终点浓度-2
名称	CAS	mg/m ³	mg/m ³
三氯氢硅（TCS）	10025-78-2	180	40
二氯二氢硅（DCS）	4109-96-0	210	45
四氯化硅（STC）	10026-04-7	170	38
氯气	7782-50-5	58	5.8
氯化氢	7647-01-0	150	33

9.6.1.4 气体扩散浓度计算结果

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）要求，对于大气环境风险预测，一级评价需选取最不利气象条件及事故发生地最常见气象条件进行后果预测。因此本项目分别对最不利气象条件及事故发生地最常见气象条件进行后果预测。

(1) 三氯氢硅储罐 10mm 孔径破裂泄漏并发生火灾事故计算结果

1) 下风向最远距离

采用 SLAB 模型进行进一步预测计算，三氯氢硅储罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的三氯氢硅毒性终点浓度-1（180mg/m³）、毒性终点浓度-2（40mg/m³）；HCl 毒性终点浓度-1（150mg/m³）、毒性终点浓度-2（33mg/m³）；氯气毒性终点浓

度-1 ($58\text{mg}/\text{m}^3$)、毒性终点浓度-2 ($5.8\text{mg}/\text{m}^3$)；对应的下风向最远距离具体见表 9.6-3。

表 9.6-3 三氯氢硅储罐泄漏并发生火灾事故下风向最远距离计算结果一览表

气象条件	风险类型	事故类型	物质	评价指标	下风向最远距离 m
最不利气象条件	火灾	三氯氢硅储罐泄漏	三氯氢硅	毒性终点浓度-1 ($180\text{mg}/\text{m}^3$)	510
				毒性终点浓度-2 ($40\text{mg}/\text{m}^3$)	1610
			HCl	毒性终点浓度-1 ($150\text{mg}/\text{m}^3$)	310
				毒性终点浓度-2 ($33\text{mg}/\text{m}^3$)	1010
			氯气	毒性终点浓度-1 ($58\text{mg}/\text{m}^3$)	910
				毒性终点浓度-2 ($5.8\text{mg}/\text{m}^3$)	3410
最常见气象条件	火灾	三氯氢硅储罐泄漏	三氯氢硅	毒性终点浓度-1 ($180\text{mg}/\text{m}^3$)	510
				毒性终点浓度-2 ($40\text{mg}/\text{m}^3$)	1510
			HCl	毒性终点浓度-1 ($150\text{mg}/\text{m}^3$)	310
				毒性终点浓度-2 ($33\text{mg}/\text{m}^3$)	910
			氯气	毒性终点浓度-1 ($58\text{mg}/\text{m}^3$)	910
				毒性终点浓度-2 ($5.8\text{mg}/\text{m}^3$)	3410

2) 风险事故后果预测结果汇总

三氯氢硅 10mm 孔径泄漏并发生火灾事故情况下，产生的三氯氢硅、次生氯化氢、氯气的最大影响预测结果如下。

①三氯氢硅影响分析

在三氯氢硅储罐发生泄漏导致火灾爆炸事故的情况下，根据三氯氢硅达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图，可以看出，在最不利气象条件下，三氯氢硅大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 510m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 1610m。在此范围内，无超大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2 的敏感点。

在最常见气象条件下，三氯氢硅大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 510m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 1510m。在此范围内，无超大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2 的敏感点。

最不利气象条件，下风向不同距离处三氯氢硅的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-1 和 9.6-2；最常见气象条件，下风向不同距离处三氯氢硅的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-3 和 9.6-4。

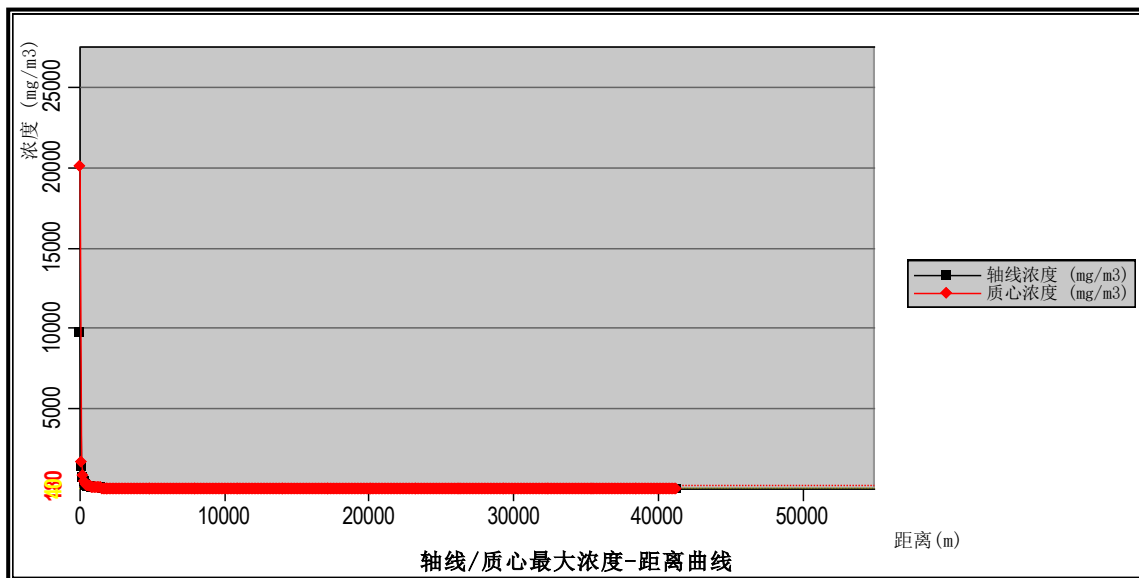


图 9.6-1 下风向不同距离处三氯氢硅的轴线浓度图（最不利气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

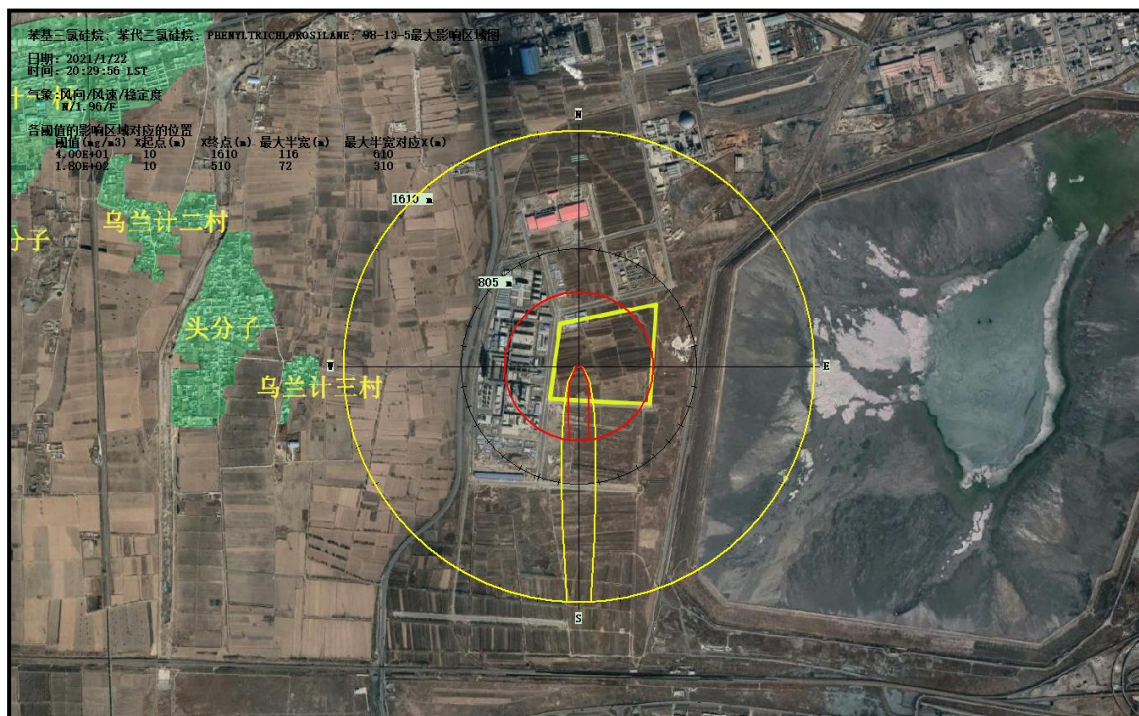


图 9.6-2 三氯氢硅达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

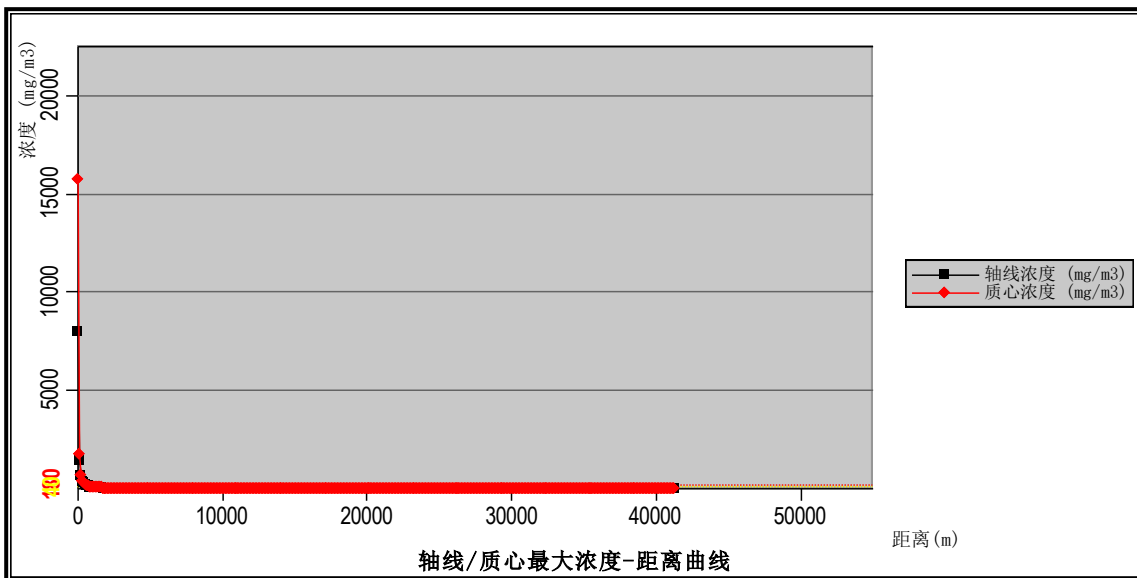


图 9.6-3 下风向不同距离处三氯氢硅的轴线浓度图（最常见气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

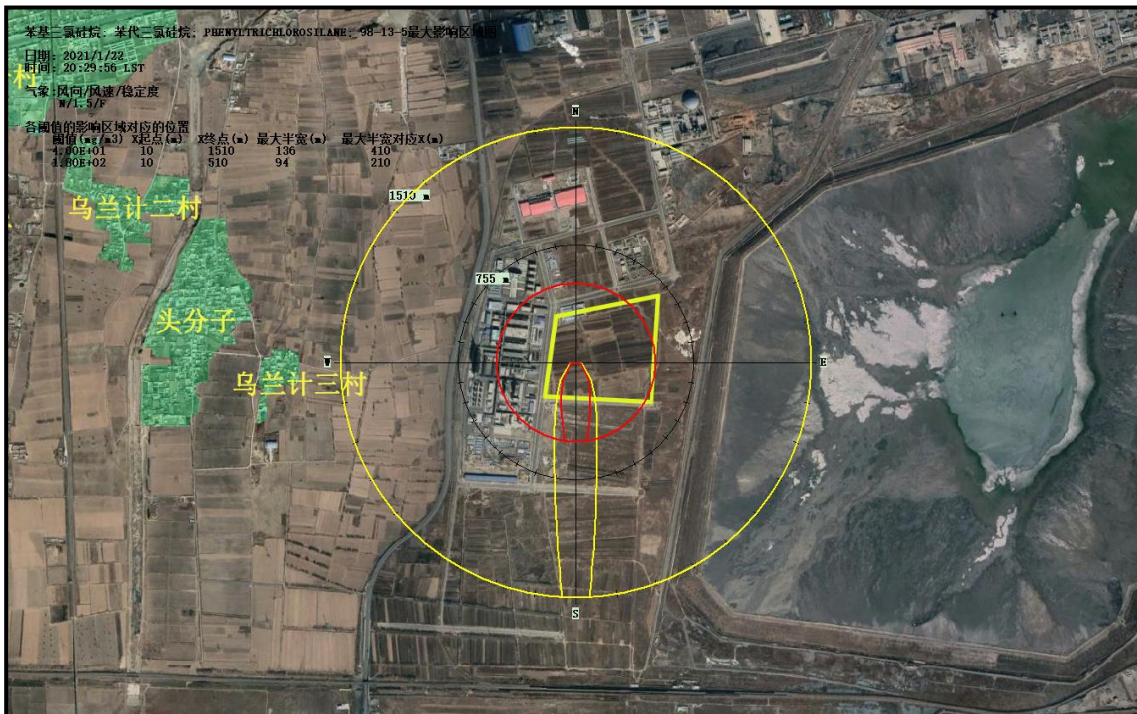


图 9.6-4 三氯氢硅达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）

（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

②HCl 影响分析

在三氯氢硅储罐发生泄漏导致火灾爆炸事故的情况下，根据 HCl 达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图，可以看出，在最不利气象条件下，HCl 大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 310m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 1010m。在此范围内，无超大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2 的敏感点。

在最常见气象条件下，HCl 大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 310m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 910m。在此范围内，无超大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2 的敏感点。

最不利气象条件，下风向不同距离处 HCl 的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-5 和 9.6-6；最常见气象条件，下风向不同距离处 HCl 的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-7 和 9.6-8。

③氯气影响分析

在三氯氢硅储罐发生泄漏导致火灾爆炸事故的情况下，根据氯气达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图，可以看出，在最不利气象条件下，氯气大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 910m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 3410m。在此范围内，无超过大气毒性终点浓度-1 的敏感点。超过大气毒性终点浓度-2 的敏感点有乌兰计一村、头分子、乌兰计三村、背锅窑子村、哈业脑包村等，影响人数大约 3910 人。

在最常见气象条件下，氯气大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 910m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 3410m。在此范围内，无超过大气毒性终点浓度-1 的敏感点。超过大气毒性终点浓度-2 的敏感点有乌兰计一村、头分子、乌兰计三村、背锅窑子村、哈业脑包村等，影响人数大约 3910 人。

最不利气象条件，下风向不同距离处氯气的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-9 和 9.6-10；最常见气象条件，下风向不同距离处氯气的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-11 和 9.6-12。

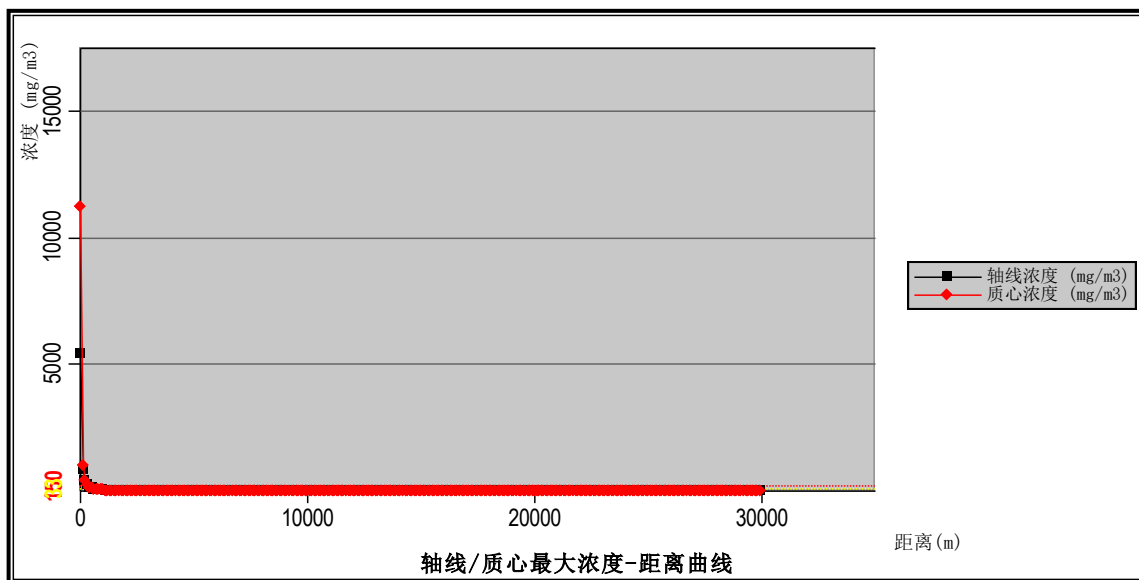


图 9.6-5 氯化氢不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）



图 9.6-6 氯化氢达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
 （三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

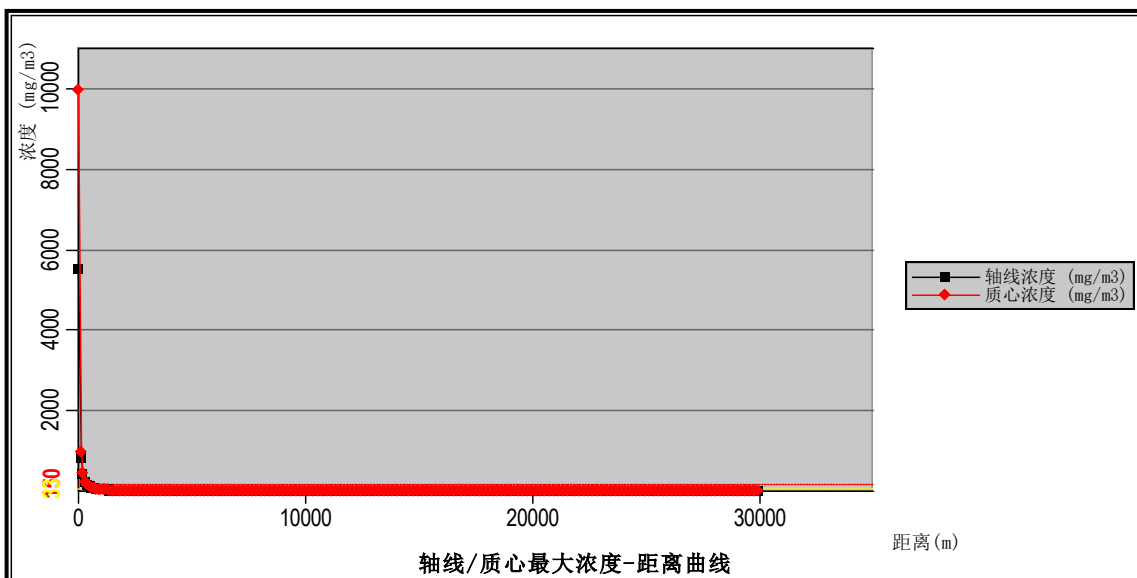


图 9.6-7 氯化氢不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
 （三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）



图 9.6-8 氯化氢达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

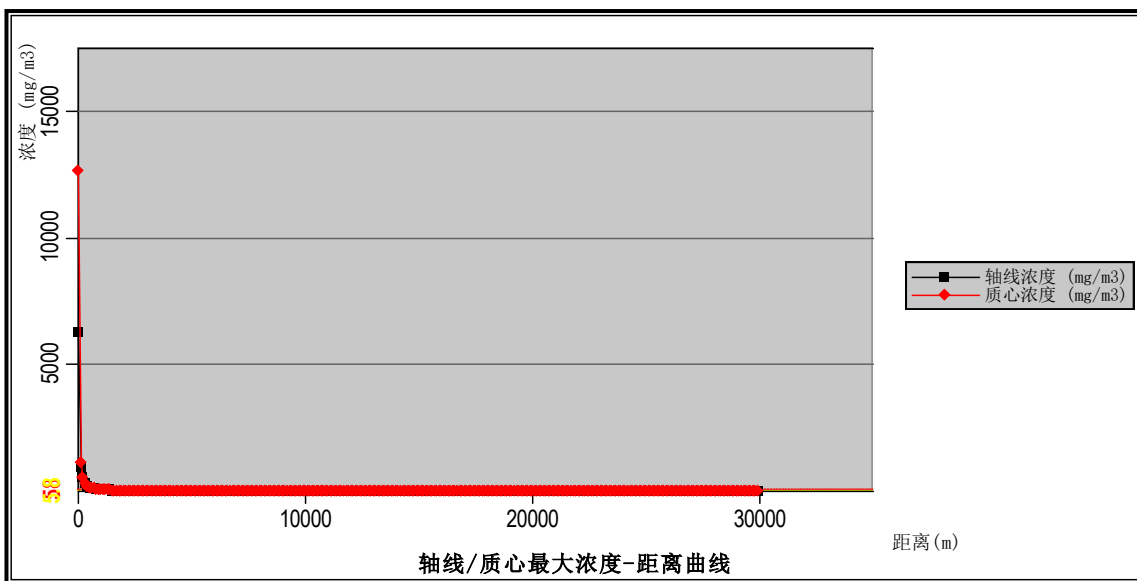


图 9.6-9 氯气不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

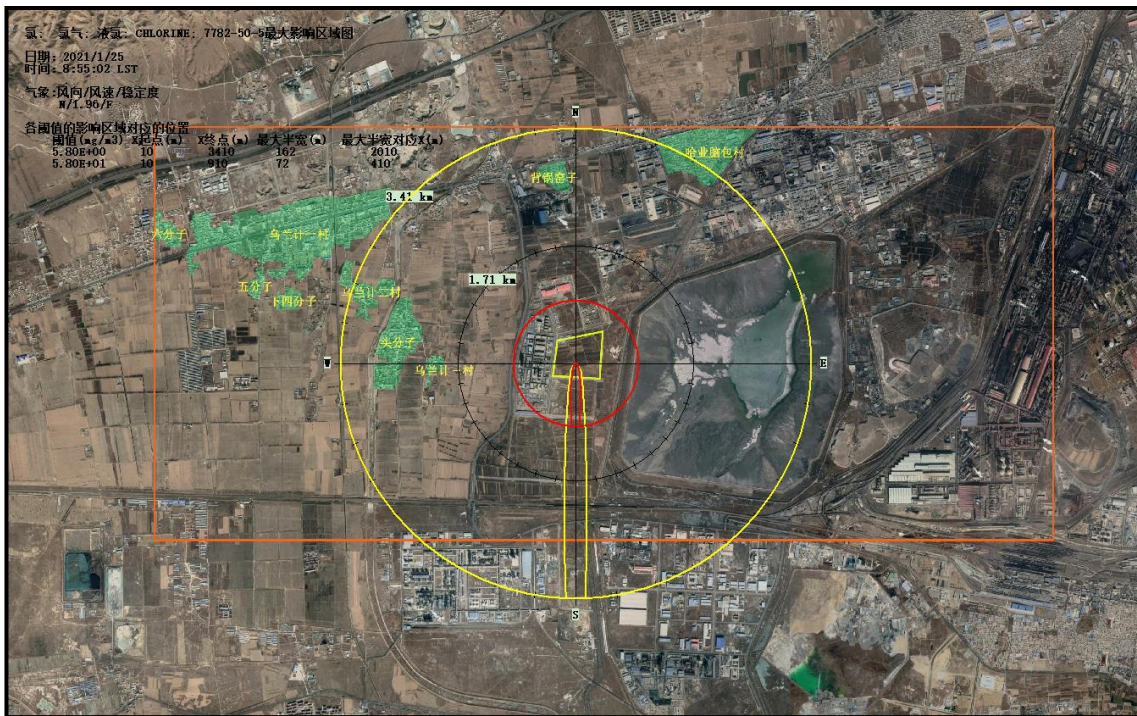


图 9.6-10 氯气不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

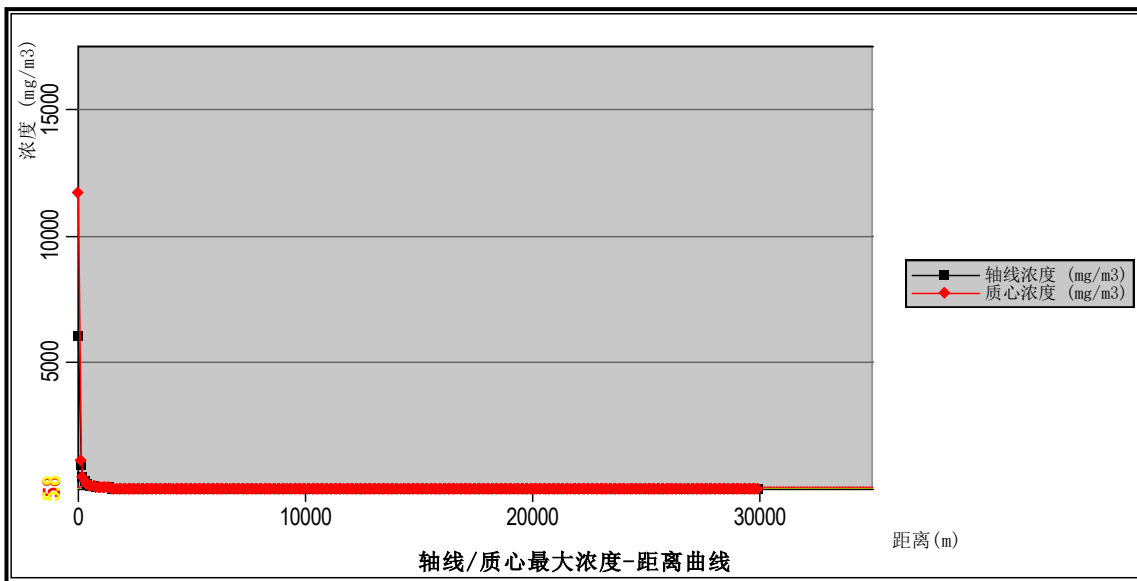


图 9.6-11 氯气不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

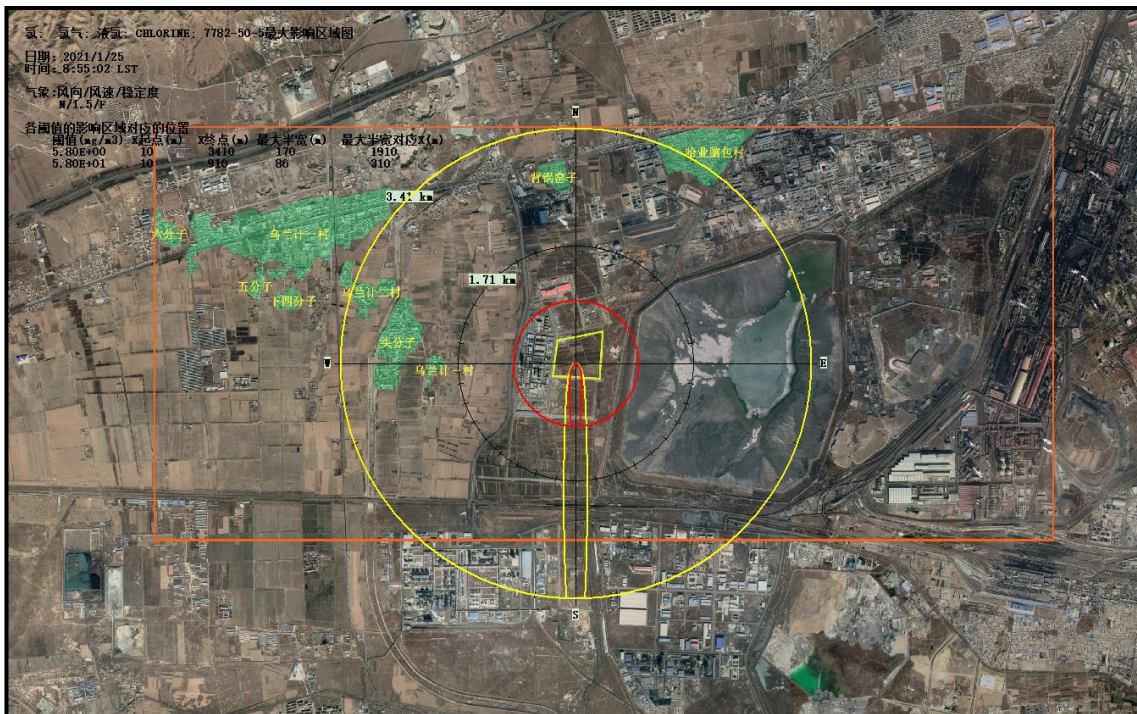


图 9.6-12 氯气不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（三氯氢硅储罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

3) 氢化料储罐 10mm 孔径破裂泄漏并发生火灾事故计算结果

1) 下风向最远距离

采用 SLAB 模型进行进一步预测计算，氢化料储罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的四氯化硅毒性终点浓度-1 (170mg/m³)、毒性终点浓度-2 (38mg/m³)；HCl 毒性终点浓度-1 (150mg/m³)、毒性终点浓度-2 (33mg/m³)；氯气毒性终点浓度-1 (58mg/m³)、毒性终点浓度-2 (5.8mg/m³)；对应的下风向最远距离具体见表 9.6-4。

表 9.6-4 氢化料储罐泄漏并发生火灾事故下风向最远距离计算结果一览表

气象条件	风险类型	事故类型	物质	评价指标	下风向最远距离 m
最不利气象条件	火灾	氢化料储罐泄漏	四氯化硅	毒性终点浓度-1 (170mg/m ³)	510
				毒性终点浓度-2 (38mg/m ³)	1610
			氯化氢	毒性终点浓度-1 (150mg/m ³)	310
				毒性终点浓度-2 (33mg/m ³)	1010

气象条件	风险类型	事故类型	物质	评价指标	下风向最远距离 m
最常见气象条件	火灾	氢化料 储罐泄 漏	氯气	毒性终点浓度-1 (58mg/m ³)	910
				毒性终点浓度-2 (5.8mg/m ³)	3410
			四氯化硅	毒性终点浓度-1 (170mg/m ³)	510
				毒性终点浓度-2 (38mg/m ³)	1510
			氯化氢	毒性终点浓度-1 (150mg/m ³)	310
				毒性终点浓度-2 (33mg/m ³)	910
氯气	毒性终点浓度-1 (58mg/m ³)	910			
	毒性终点浓度-2 (5.8mg/m ³)	3410			

2) 风险事故后果预测结果汇总

氢化料缓冲罐 10mm 孔径泄漏并发生火灾事故情况下，产生的四氯化硅、次生氯化氢、氯气的影响预测如下。

①四氯化硅影响分析

在氢化料缓冲罐发生泄漏导致火灾爆炸事故的情况下，根据四氯化硅达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图，可以看出，在最不利气象条件下，四氯化硅大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 510m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 1610m。在此范围内，无超大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2 的敏感点。

在最常见气象条件下，四氯化硅大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 510m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 1510m。在此范围内，无超大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2 的敏感点。

最不利气象条件，下风向不同距离处四氯化硅的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-13 和 9.6-14；最常见气象条件，下风向不同距离处四氯化硅的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-15 和 9.6-16。

②氯化氢影响分析

在氢化料缓冲罐发生泄漏导致火灾爆炸事故的情况下，根据氯化氢达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图，可以看出，在最不利气象条件下，氯化氢大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 310m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 1010m。在此范围内，无超大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2 的敏感点。

在最常见气象条件下，氯化氢大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 310m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 910m。在此范围内，无超大气毒性终点浓度-1 和

气毒性终点浓度-2 的敏感点。

最不利气象条件，下风向不同距离处四氯化硅的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-17 和 9.6-18；最常见气象条件，下风向不同距离处四氯化硅的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-19 和 9.6-20。

③氯气影响分析

在氢化料缓冲罐发生泄漏导致火灾爆炸事故的情况下，根据氯气达到不同毒性终点浓度的最大影响区域图，可以看出，在最不利气象条件下，氯气大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 910m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 3410m。在此范围内，无超过大气毒性终点浓度-1 的敏感点。超过大气毒性终点浓度-2 的敏感点有乌兰计一村、头分子、乌兰计三村、背锅窑子村、哈业脑包村等，影响人数大约 3910 人。

在最常见气象条件下，氯气大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 910m；大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 3410m。在此范围内，无超过大气毒性终点浓度-1 的敏感点。超过大气毒性终点浓度-2 的敏感点有乌兰计一村、头分子、乌兰计三村、背锅窑子村、哈业脑包村等，影响人数大约 3910 人。

最不利气象条件，下风向不同距离处氯气的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-21 和 9.6-22；最常见气象条件，下风向不同距离处四氯化硅的轴线浓度及最大影响区域见图 9.6-23 和 9.6-24。

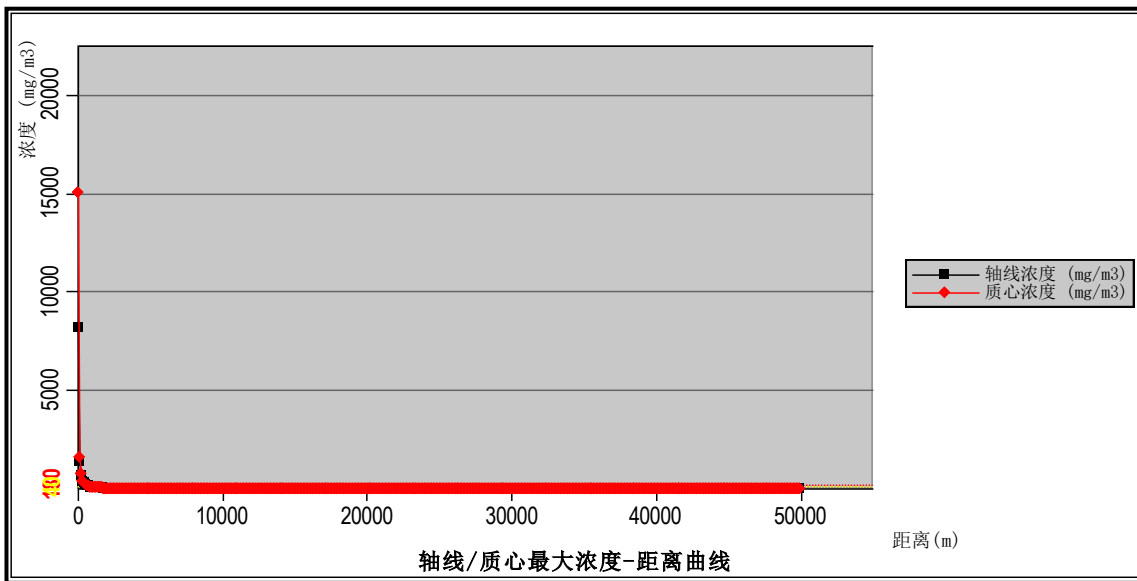


图 9.6-13 四氯化硅不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利见气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）



图 9.6-14 四氯化硅不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

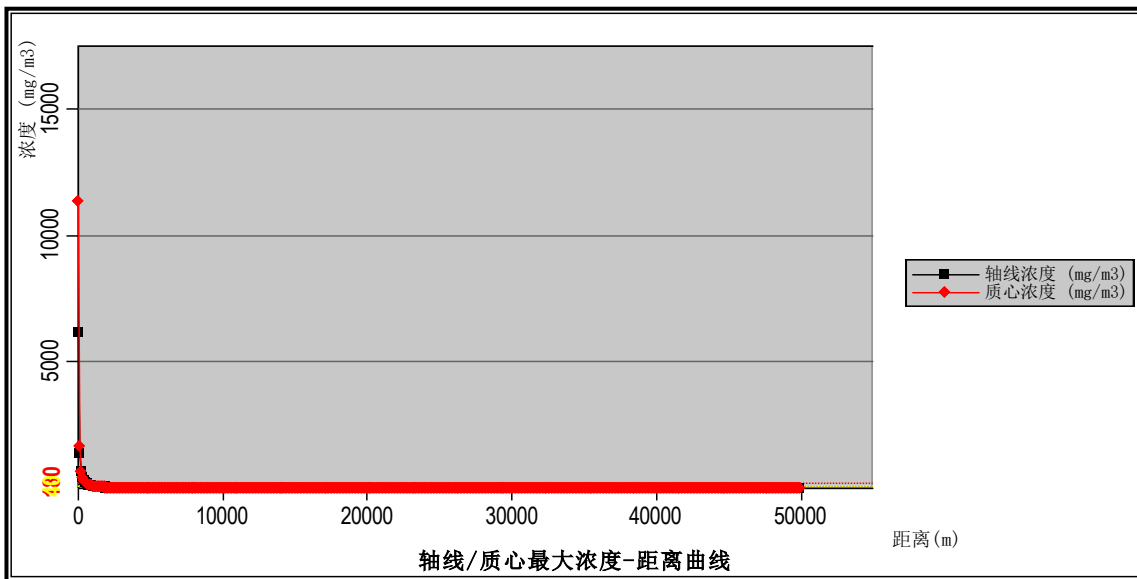


图 9.6-15 四氯化硅不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）



图 9.6-16 四氯化硅不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

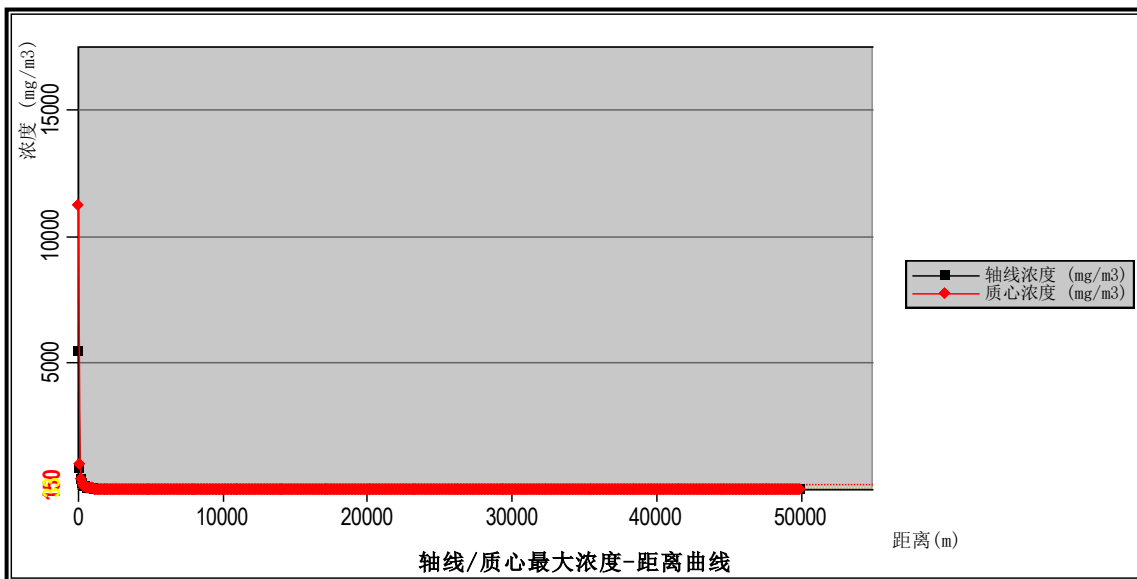


图 9.6-17 氯化氢不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利见气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）



图 9.6-18 氯化氢不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

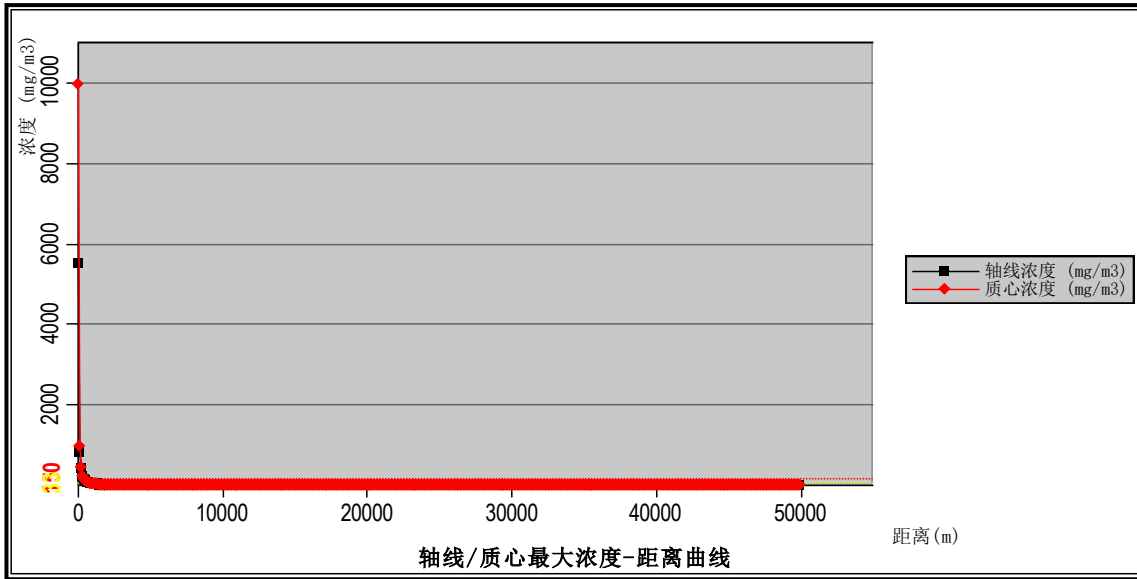


图 9.6-19 氯化氢不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）



图 9.6-20 氯化氢不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

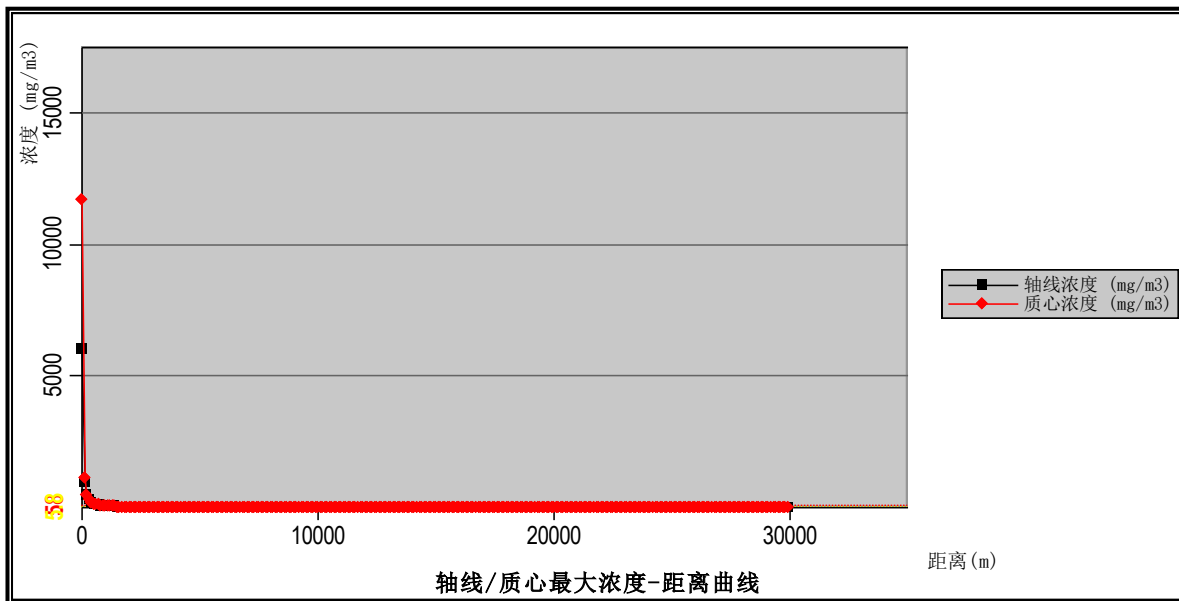


图 9.6-21 氯气不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

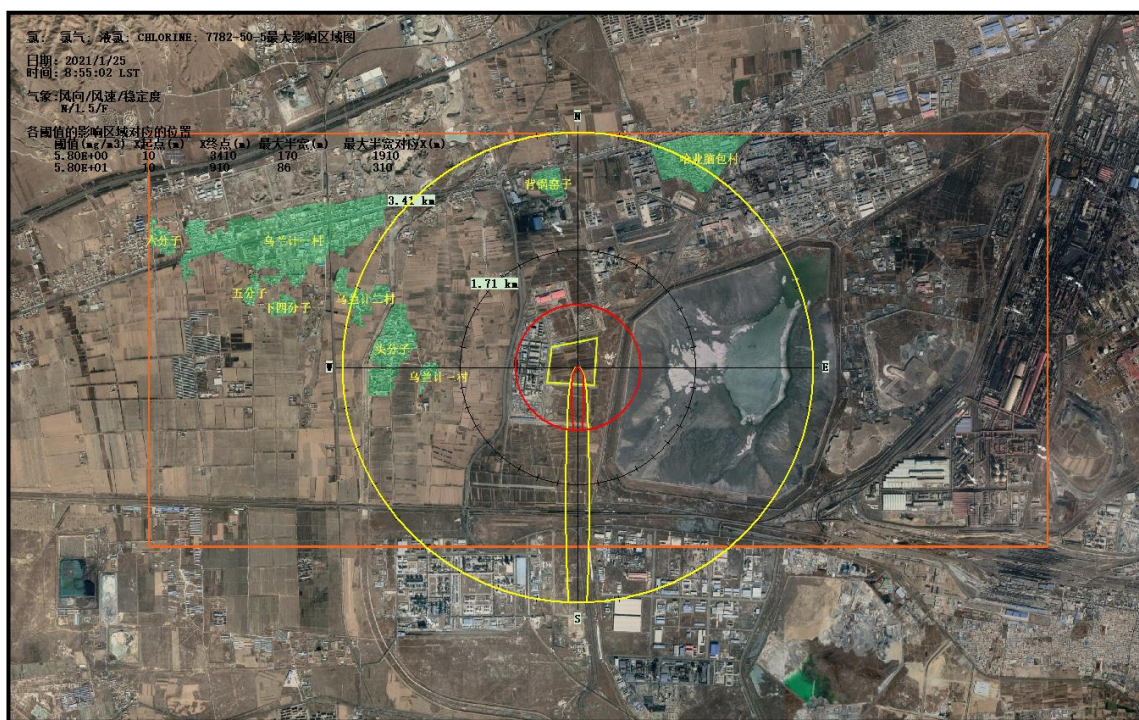


图 9.6-22 氯气不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最不利气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

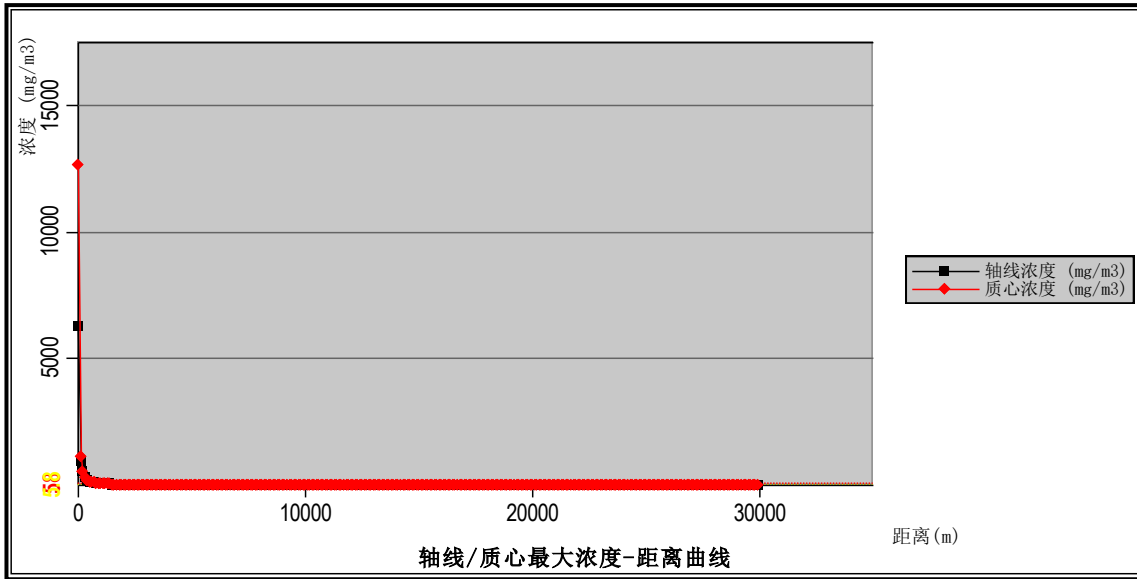


图 9.6-23 氯气不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

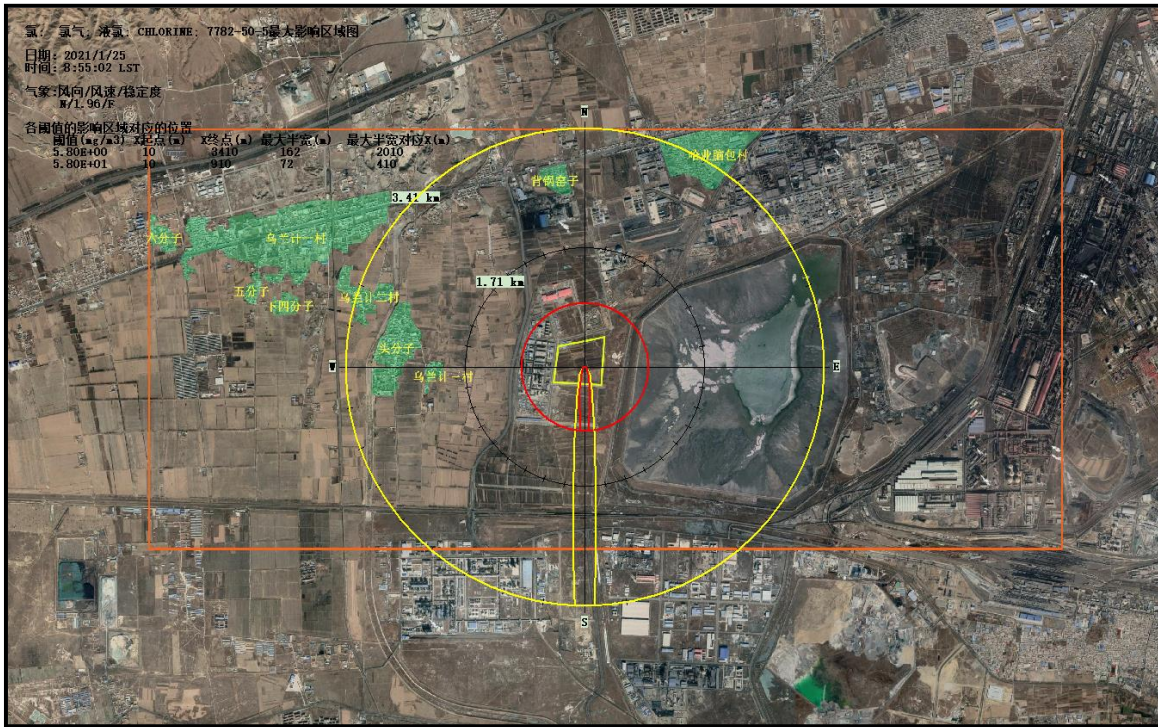


图 9.6-24 氯气不同毒性终点浓度的最大影响区域图（最常见气象条件）
（氢化料缓冲罐 10mm 破裂泄漏导致的火灾爆炸事故）

9.6.2 地表水环境风险评价

事故情况下一旦含有有毒有害的污染物不经处理泻入外界水体，将不可避免的对外界水体造成污染，甚至造成严重的超标。因此企业污水排放应设置严格的厂区排水管网，以防止其事故情况下有毒有害的污染物直接外排，并应制定相应的污水排放事故应急预案，以减轻因污水事故排放对附近水体造成的污染。

9.6.2.1 事故假定

本项目可能对水体环境造成影响事故主要有：

- (1) 储罐区事故（包括泄漏、火灾及爆炸事故）；
- (2) 生产装置区事故（主要包括泄漏、火灾及爆炸事故）。

9.6.2.2 事故影响分析

以上两种事故对外界水环境的影响程度均有大小之分。小的事故主要指泄漏并不发生火灾、爆炸的事故；大事故主要指由于可燃物泄漏并遇火源而引起火灾、爆炸从而造成更大规模的火灾、爆炸等恶性事故，从而造成对外环境更大的影响。

(1) 小型事故

小型事故对外环境的影响主要是由于泄漏造成对厂区范围内环境的污染，污染物首先汇入厂区/污水处理站的事故池，不会流入地面水系统。

(2) 大型事故

大型事故主要指是由于可燃物泄漏后遇火源而引起火灾、爆炸造成的更大规模的火灾、爆炸等恶性事故。发生火灾事故的情况下同时会有消防水的汇入。

本项目根据《石油化工企业防火设计规范》（GB50160-2008）的规定，本项目按同一时间发生一处火灾考虑，消防采用以水消防为主，泡沫消防次之，其它消防为辅的消防方案。火灾延续供水时间：2h。消防最大用水量为210L/s，一次消防用水量为1512m³。

为防治本项目储罐区和生产装置区域出现消防事故时有毒有害介质及消防废水排出项目界区外对外界产生污染，项目应设置事故池，用于收集事故状态下的废水，防止事故废水进入水体（含地下水）和土壤，而造成污染。事故池有效容积的计算按公式法计算，具体计算方法如下：

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}} + V_4 + V_5$$

注： $(V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}}$ 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。

注：储存相同物料的罐组按一个最大储罐计，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；（共设 1 个罐区，最大的为 2000m^3 。本次评价假定 1 座 2000m^3 的三氯氢硅储罐发生事故，储罐全部泄漏，可能泄漏的物质量为 2000m^3 ）

V_2 ——发生事故的储罐或装置的消防水量， m^3 ；

$$V_2 = \sum Q_{\text{消}} t_{\text{消}}$$

$Q_{\text{消}}$ ——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 ；（本项目一次消防用水量约为 210L/s 即为 $756\text{m}^3/\text{h}$ ）

$t_{\text{消}}$ ——消防设施对应的设计消防历时， h ；（本项目消防持续时间按 2h ）

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 ；

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 ；（本项目事故情况下假定没有必须进入该收集系统的生产废水量，即 0m^3 ）

V_5 ——发生事故时可能进入该收集池的降雨量， m^3 ；按《水体污染防控紧急措施设计导则》中规定，降雨强度按一年内降雨天数内的平均日降雨强度计；

$$V_5 = (qa/n) F$$

qa ——年平均降雨量；（包头市年平均降雨量约为 465.2mm ）；

n ——年平均降雨日数；（包头市年平均降雨日数取 60d ）；

F ——必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积，（按照全厂占地面积计算，共 355000m^2 ）；

通过以上基础数据，可计算得出本项目的事故池容积约为：

$$\begin{aligned} V_{\text{总}} &= (V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}} + V_4 + V_5 \\ &= (2000 + 756 \times 2) + 0 + (465.2 \times 10^{-3} / 60) \times 355000 \\ &= 6264.4\text{m}^3 \end{aligned}$$

通过计算，项目设置的事故池有效容积不能小于 6264.4m^3 ，因此本期项目建设 10000m^3 的事故水池，有效容积满足事故状态下事故废水的收集要求。厂区设置的事故水收集系统可将厂区初期雨水、事故消防废水、污水处理装置事故状态下生产排水等全部事故废水切入事故池和水处理系统，进行处理后达标外排园区污水处理厂。

9.6.3 地下水环境风险评价

本期项目可能对地下水产生影响事故状态主要包括储罐区泄漏、事故废水

泄漏、生产装置泄漏等。

（1）罐区储罐泄漏

三氯氢硅储罐、氯化料缓冲罐等发生泄漏后，采取挖、筑拦沟渠，采用消防沙围堵等措施，防止对地下水造成影响。本项目预测了储罐泄露对地下水的环境影响，详见地下水预测章节。

（2）事故水

生产装置区发生泄漏并发生火灾等事故状态下，应急处置产生的消防废水进入厂区事故水池，分批分次进入厂区污水处理站处理后排放。事故水池均采取相应的分区防渗措施，事故状态下不会对地下水产生影响。

（3）废水发生泄漏

根据污染因子、污废水收集特点，本报告地下水环境影响分析章节选取了废水污染较大废水进行预测，详见地下水预测章节。

对项目场地采取分区防渗措施，主要分为重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区。通过采取严格有效的防渗措施，可以有效降低非正常状况发生的污染物泄漏事故；在发生泄漏情况下，采取有效的应急措施，可以将污染物进入地下水环境的风险降到最低。总体来讲，建设项目地下水环境影响可接受。

9.7 环境风险管理

9.7.1 园区环境风险管理

9.7.1.1 环境风险防范措施和体系

（1）大气环境风险防范对策

1) 管理对策

大气环境风险防范的管理对策主要是对入园区的环境风险筛选、项目风险的前置审批管理以及加强控制规划确保大气环境风险安全防护距离等方面。

①入园项目风险筛选

在制定进入园区建设项目的准入条件及三线一单要求中，增加大气环境风险方面的限制条件，避免引进涉及剧毒类物料的建设项目，从源头防范风险。

②项目风险的前置审批管理

目前国内对建设项目环境风险的前置审批管理主要为环境影响评价审批、安全评价审批、安全验收审批等，它们是控制风险的重要行政管理手段。例如，通

过建设项目“环评审批”选择毒性小或毒性物料量少的“清洁、安全”生产工艺，可大大减少环境风险事故的发生；又如对新建设项目于建设前进行安全预评价审批，可确保从工程、系统设计、建设、运行等过程对事故和事故隐患进行科学分析，针对事故和事故隐患发生的各种可能原因和条件，提出消除危险的最佳措施，特别是从设计上采取相应措施，实现生产过程的安全化，做到即使发生问题，也不会因此导致重大事故发生。

③实施大气风险安全防护距离控制

在园区周围设立一定的大气风险安全防护距离是防范事故减低大气风险危害的有效措施之一，特别是通过政府的城镇总体发展规划，确立园区及周围地区的非居住功能，工业区不设置生活居住用地也是防范事故环境风险较佳的管理对策。园区应确保今后防护距离内不建新的居民集中点、医院等环境敏感点，现有居民点应尽早完成搬迁工作，发生风险事故时应及时安全撤离。

（2）工程对策

工程对策包括项目总图布置、建设项目的安全设计等。

①项目总图布置

对于属于环境风险大的建设项目，除了在项目选址方面进行风险防护外，还可以通过优化总图布置来提高风险防范能力，如在园区中满足安全防护距离的适当位置建立供整个园区内企业使用的有毒、有害物料灌区，还可将功能相容、环境风险高的生产装置集中布置，也可到达同样的效果。

②建设项目的安全设计

建设项目的安全设计是确保生产装置的安全性，减少环境风险的关键措施，由于总体规划中涉及建设项目非常多，本次评价有重点地推荐一些防护措施，见表 9.7-1。

表 9.7-1 企业相关防护措施

序号	措施	具体内容
1	防撞设施设置	重要的设备、管道、装卸料粘剂消防设备，与可能遭撞击出，设置防撞设施。
2	双重控制系统	重要设备的温度、压力、液位等，均设双重控制系统，以提升操作安全可信赖度。
3	报警、连锁控制系统	有独立二重化 DCS 控制器构成的 ESD 系统实现生产装置的连锁动作。自控系统采用 UPS 供电，在停电 10 分钟内能提供连续的电力供应。

序号	措施	具体内容
4	紧急停车/跳电	设双回路供电，还有独立的 ESD 系统，遇紧急情况时能自动停车，并有 UPS 系统维持控制仪器及排气处理系统正常工作。各危险装置设置紧急排气系统，于异常排放时先以缓冲槽收集，再依废气特性分别经吸收、焚烧或燃烧塔处理后排放。
5	闭路监控系统	重要设备、重要操作点及车间制高点设置录像监视系统，以确认及监控车间正常操作。
6	泄漏防范	除空气、工业水管道外，焊接时一律要求 X-射线检查，重要设备及管道定期施作无损检查，并实施预知保养及预防保养。
7	气体泄漏侦测系统	车间装设报警及气体探测器，连续监测。每一监测点所检测的结果均与控制室监控盘面联机，可供操作人员随时监控
8	防止蒸气云爆炸	对危险车间依企业安全设计原则进行设计/检查和运行
9	其他措施	如设置照明应急灯、电机、变压器、进线装置等均设可靠的继电保护装置等一系列相关措施

2) 水污染防治措施

(1) 布局防范

考虑总体布置的安全性，在企业生产过程中，各生产和辅助装置应按功能分别布置、并应充分考虑安全防护距离、消防和疏散通道等问题，有利于安全生产。同时，重要生活用水水源避免设置在园区地下水流向下游，即使在下游，也要设置在卫生安全防护距离之外。

(2) 源头防范

采用先进、成熟、可靠的工艺技术和设备，严防“跑、冒、滴、漏”，实现全过程密闭化自动控制生产；每年投入足够的资金用于设备修理、更新和维护；建立一套严密科学的检修规程、操作规程和规章制度、实施严格的设备管理、工艺管理、安全环保管理、质量管理和现场管理；加强能力建设，配备一支工种齐全、素质较高的管理队伍，坚持不懈地对操作人员和检修人员进行风险防范技术培训和岗位练兵。

(3) 工程防范

从园区总体出发，建立完善的生产废水、雨水（初、后期）、事故消防废水等切换、排放系统，分级把关，防止事故污水向环境转移。确保周边水域不受影响。

企业层面上，建立健全环境风险三级防控体系，加强企业内部环境风险三级防控措施，对涉风险的生产和储存设施设置围堰防护，企业内设置自流式初期雨水收集池和事故废水收集池，并输送至企业污水处理设施处理，与园区的事故废水收集池、污水处理设施连通。在主体工程和环保工程“三同时”建设的基础上，企

业实现风险防控工程与主体工程和环保工程的“四同时”建设。

①一级防控体系

一级防控系统是将生产装置或罐区事故泄漏污染物或受污染的雨水控制在围堰、或防火堤内，防止轻微事故泄漏及受污染雨水造成的环境污染。对于微量危险化学品泄漏，切断泄漏源，用惰性材料吸收或采用临时容器收集，吸收材料运至危险废物贮存场所。

可燃液体储罐设置防火堤，防火堤有效容积不小于罐组内一个最大储罐的容积。非可燃液体，但对水体环境有危害物质的储罐设置围堰，围堰有效容积不小于罐组内一个最大储罐的容积。生产装置区根据污染物性质进行污染区划分，污染区设置不低于 30cm 的围堰和集水沟槽、排水口或排水闸板等导流设施收集污染排水。

当围堰内的装置或储罐发生大量泄漏，先利用围堰收集，当围堰不足以容纳或者发生火灾爆炸事故，产生大量消防污水时，通过防火堤、围堰外设置的切换阀，将所有泄漏的物料、污染的消防水以及事故期间可能发生的雨水，经厂区管网收集到初期雨水收集池或事故废水收集池，然后分时段分级送厂区污水处理系

②二级防控体系

第二级防控体系主要包括事故废水收集池、管网、输水泵等，将事故污染控制在企业的风险防控区内。

初期污染雨水池和事故废水收集池应根据企业的地形地势特点设置，要求地基良好，处于厂区地势较低处，并设计相应的切换装置，一旦厂区内发生突发性事故，产生大量泄漏和消防废水时，立即启动切换装置，将雨水和污水引入事故池。

事故污水首先经装置区或罐区内的自流式收集管网重力排入各区内的初期污染雨水池。水池前设置溢流井，初期污染雨水在初期雨水池内收集，经溢流井排入潜在污染雨水系统管线，并通过开启事故池前入口阀门进入事故池，受到污染的废水由污水泵提升排入厂区污水处理设施。

事故水池容量的确定需考虑围堰容积、消防水量和初期雨水等因素，按照围堰容积和最大消防水量情况下的事故收集池容积计算，初期雨水按照一年一遇的暴雨计算得出。

③三级防控体系

第三级防控体系包括企业污水总排口之前的全厂事故废水收集池、收集管网等，将事故污染控制在企业内，同时防止事故发生时厂区总排放口的雨污水未能及时切换至厂区事故池而冲击污水处理系统。污水处理系统设置连接污水进水口的切换装置，一旦发生污染事故，进入污水处理系统前切换进入全厂事故废水收集池。

在降雨及较大事故同时发生时，利用全厂雨水管网作为事故排污管道，通过事故污水连通管上的闸门切换，将事故过程中产生的消防废水、泄漏物料及事故过程中可能受污染的雨水等导入全厂事故废水收集池，收集后的事故废水逐步排入全厂污水处理系统进行处理，确保事故废水不外排。

事故水池容积根据《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求（Q/SY 1190）》设计。由于容积通常较大，设置为无盖水池，内设隔油池，并分为容积相等、独立运行的3格，以减少事故污水的污染，并设置回抽泵房和回抽管线，便于事故污水的后续处理。

④四级防控体系

园区目前未设置事故池，建议园区在地形低洼区设置3万m³事故水池，能够有效保障用水系统事故、检修等非正常状况下的事故排水，进而保障园区内新材料及其下游产业事故废水不外排。

⑤辅助设施建设

应确保污水处理设施运行良好，并注意与水环境风险防控体系的能力匹配，确保有能力接收事故废水。企业的地表水环境风险防范设施应做到单独供电，并配备一定的应急电源，在事故状态下，如遇大面积的停电等，能确保事故污水的及时输送。在进事故废水收集设施之前的管网上应设置在线监测、自动报警和切断系统，并纳入到企业的自动控制系统内，做到污水不外排、清净水不进事故污水收集系统。

（4）建立健全园区的水污染环境风险防控体系

在发生企业外部公共管廊泄漏、装卸与运输事故、诱发多处事故、应急池收集系统容量不足或闸阀故障等情形下，单个企业的风险防控体系无法控制事故污水时，公共应急设施的缺失可能导致区域水环境污染，必须建立健全园区的环境风险防控体系。

根据园区地形特点、园区涉及的西郊污水处理厂的位置及对地表水域的影响，设置设计容积为3万 m^3 的事故应急池。充分利用园区的低洼地区设置事故水池，事故废水利用管网重力收集，并设置回抽泵房和回抽管线，与园区污水处理设施连通，便于事故污水的后续处理。污水厂设置单独的事故水池，不得利用园区事故水池存储污水厂非正常工况下的污水。

另外，园区内配套管道沿道路布置，在配水管道和中水或污水管线重叠段，加强防渗及施工管理，防止排水管道泄漏现象发生。

3) 园区环境风险管理体系

为了及时发现和减少事故的潜在危害，确保生命财产和人身安全，必要建立风险事故管理体系，包括决策支持系统、风险应急监测系统。

(1) 建立园区安全应急监控中心

园区应建设消防站、成立消防队，但还需要设置安全卫生和紧急事故监控中心，其任务为：

①对入园各项目从设计阶段开始就依据国家的规定和标准，并参考国内外同类案例经验从安全角度进行审查。

②园区内的各生产装置应在现场必要部位设置火灾、可燃气体、有毒气体的报警、探测及电视监控器，其信号除传送至各装置控制室外必须同时传送至园区监控中心。

③监控中心设有专线通信与消防、救护、公安的联络。

(2) 制定园区防范环境风险规划

园区防范环境风险规划包括各专业规划，在不同的建设期分别实施。

(3) 园区层面应每年委托环境管理专业机构，编制园区环境风险状况评估报告，评估园区环境风险管理水平，找出园区环境风险应急设施和环境风险管理中存在的不足，提出改进意见和建议，持续提高开发区整体的环境风险设施和环境风险管理水平。

(4) 园区层面编制工业区环境风险应急预案，每年至少进行一次突发环境事件应急演练。

9.7.1.2 环境风险应急救援体系及预案要求

1) 环境风险应急救援体系

园区突发环境事件应急救援体系以工业园区突发环境事件应急救援中心为核

心，与昆都仑区政府（上级）和工业园区企业（下级）应急救援中心形成联动机制，构成三级应急救援管理体系。救援队伍的组建整合昆区环保局、昆区安监局、昆区公安局、昆区消防大队、昆区卫生局、交警大队、气象局等救援力量，在应急响应时，根据事件实际情况，成立相应的应急救援队伍。三级应急系统其主要关系、辖管范围和联动关系见表 9.7-2。

表 9.7-2 三级应急系统关系、辖管内容和联动

应急系统	级别	辖管范围	启动-联动关系
装置级	一	装置区	一
园区级	二	园区	一 → 二
昆区政府	三	昆都仑区	二 → 三

2) 环境风险应急预案原则和内容

为减少突发事故危害，昆都仑区和工业园区均需建立应急预案，应急预案包括应急状态分类、应急计划区、应急救援等，见表 9.7-3。

表 9.7-3 环境风险应急预案原则内容及要求

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	危险源概况	详述危险源类型、数量及其分布
3	应急计划区	装置区、贮罐区、邻区
4	应急组织	一级-园区内各企业： 企业指挥部-负责事故现场全面指挥； 企业专业救援队伍-负责事故现场控制、监测、救援、善后处理 二级-园区： 园区应急中心-负责园区现场全面指挥； 园区救援队伍-负责园区事故控制、监测、救援、善后处理。 三级—昆都仑区： 昆都仑区社会应急中心-负责园区附近地区全面指挥、救援、管制、疏散； 昆都仑区专业救援队伍-负责对园区专业救援队伍的支援。 联动关系：一级-二级-三级
5	应急状态分类机 急相应程序	规定事故的级别及相应的应急分类响应程序； 根据入区企业各装置的事故分析，定出事故级别报告和相应的响应级别。
6	应急设备、设施及材 料	(1) 防火灾、爆炸事故应急设施、设备与材料，主要为消防器材； (2) 防有毒有害物质外溢、扩散，主要是消防冷却灭火设备等。
7	应急通讯、通知和交 通	规定应急状态下的通讯方式、通知方式和交通保障、管制。
8	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查监测，对事故性质、参数及后果进行评估，为指挥部门提供决策依据。
9	应急防护措施、清除	事故现场：控制事故、防止扩大、蔓延及连锁反应。清除现场泄

序号	项目	内容及要求
	泄漏措施方法和器材	漏物，降低危害，响应的设施器材配备； 邻近区域：控制防火区域，控制和清除污染措施及相应设备配置。
10	应急剂量控制、撤离组织计划、医疗救护与公众健康	事故现场：事故处理人员对毒物的应急剂量控制制定，现场及邻近装置人员撤离组织计划及救护。 邻近区：受事故影响的邻近区域人员及公众对毒物应急剂量控制规定，撤离组织计划及救护。
11	应急状态终止与恢复措施	规定应急状态终止程序； 事故现场善后处理，恢复措施； 邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。
12	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。
13	公众教育和信息	邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息。
14	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。
15	附件	与应急事故有关的多种附件材料的准备和形成。

园区事故对可能对周边水域造成污染影响，在此也对园区提出如下要求：

- （1）必须确保三级防范体系的落实，列入“三同时”检查内容；
- （2）必须确保防洪体系措施的落实，列入“三同时”检查内容；
- （3）必须确保园区应急预案的落实，列入“三同时”检查内容；
- （4）园区和所在地社会共建事故应急监测体系，建立消除事故污染物对水体污染的应急物资救援体系，列入“三同时”检查内容。

同时，园区应建立流域干流及支流保护联动工作机制。为预防事故风险及事故排放对干流及支流的影响，建立跨区域的联动机制，综合调控各区域的应急救援和应急设施，协调处理影响水质安全、生态安全的突发事件，必要时关闭下游坝的闸门，采取拦截、导流、降污等有效措施应急治理污染，防止污染带进一步扩散。

3) 具体应急措施

应急对策包括事故现场处理、建立事故决策支持系统、实施应急监测等内容。

（1）事故现场处置

现场事故发生后，应按照应急预案的要求，启动应急程序，进行有效的事故处置，如堵住泄漏源，收集、覆盖泄漏物质，对于进入空气中有毒污染物的高污染区喷洒解毒剂，采取有效措施防止伴生、次生事故发生，控制或避免事故蔓延。

（2）建立事故决策支持系统

为了及时发现和减少事故的潜在危害，确保生命财产和人身安全，园区有必

要建立风险事故决策支持系统。该系统主要包括：事故源查询系统、事故实时仿真系统和应急系统等，见图 9.7-1。

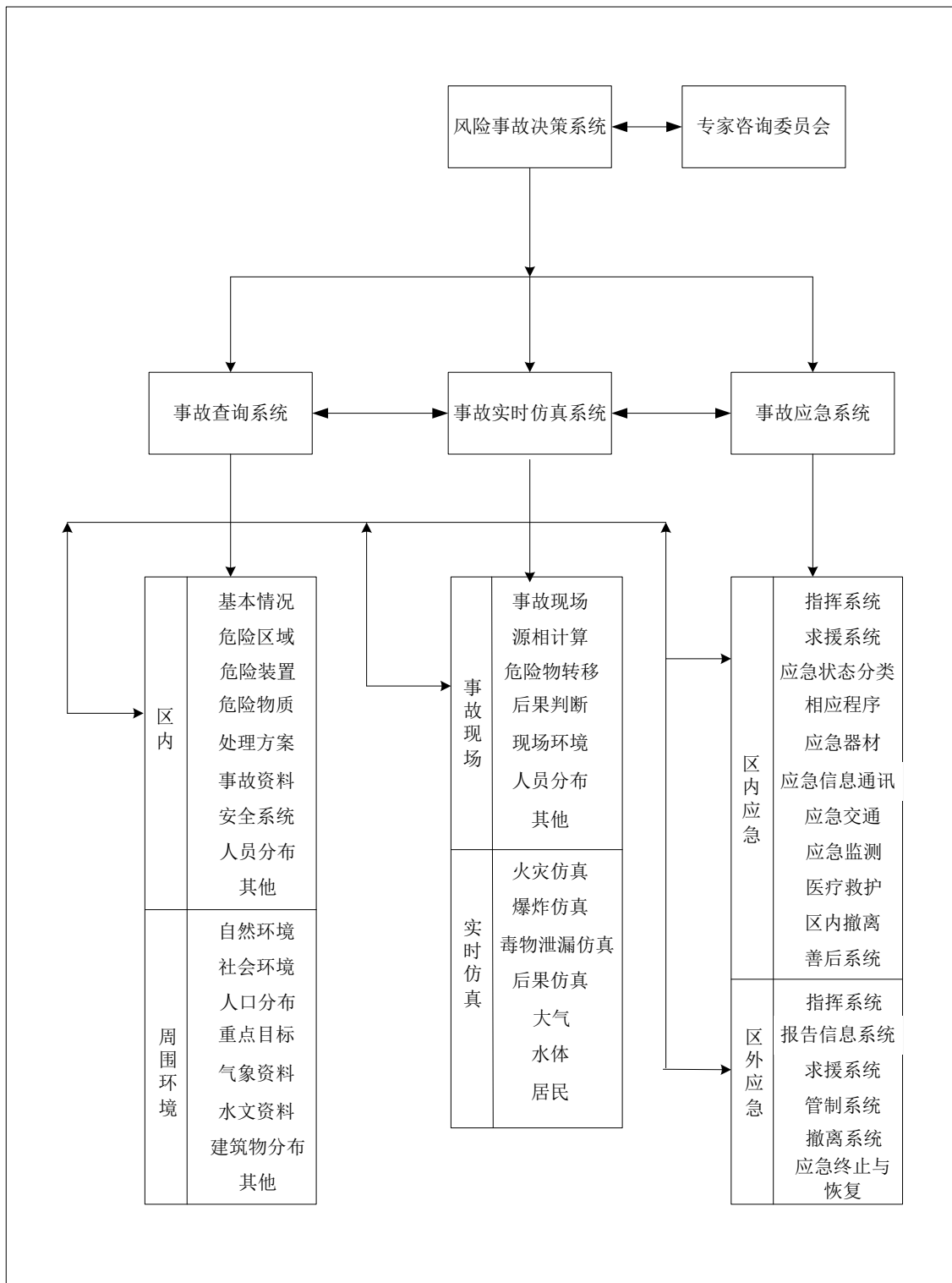


图 9.7-1 风险事故决策支持系统

(3) 实施应急监测

园区应建立完整的环境监测系统，检测因子包括环境风险识别的特征因子如 CO、Cl₂、HCl、三氯氢硅等。通过监测，可以起到发现事故，及早报警的作用；其次园区还应建立事故应急监测技术支持系统，为正确决策事故处理、处置和善后等提供科学依据，具体包括组织机构、仪器设备、方法技术等，见图 9.7-2。

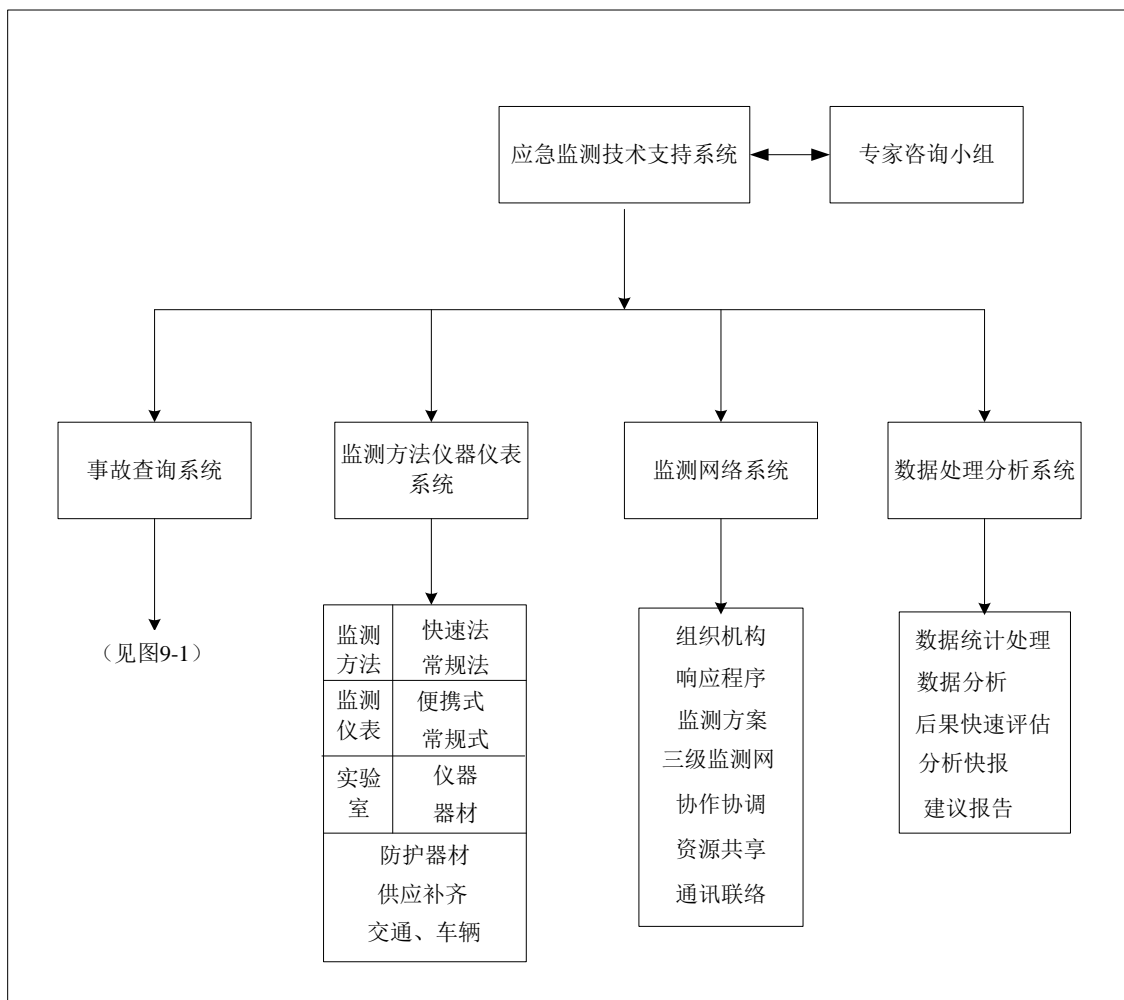


图 9.7-2 事故应急监测技术支持系统

9.7.2 本项目环境风险防范措施

本次评价按照《建设项目环境风险评价技术导则》、环发[2012]77号《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》、《化学品环境风险防控“十二五”规划》（环〔2013〕20）、《企业突发环境事件风险评估指南（试行）》和《突发环境事件应急管理办法》（环）部令第34号等相关要求，提出风险防范措施

9.7.2.1 选址、总图布置和建筑安全防范措施

(1) 厂址选择

本项目总占地面积 355000m²，厂址位于：内蒙古包头金属深加工园区通威公司现有一期工程东侧，产业定位和功能布局均符合金属深加工园区规划及规划环境影响评价。本期项目拟建地一带地形平坦、开阔，主要生产装置区距下风向居住人群较远（距离最近的敏感点乌兰计三村为 1500m），有利于减轻废气、噪声等对人群的影响。项目选址不压覆矿产资源、不占用基本农田，不占用重要通信和军事设施，所在地内水、电、气等基础设施完善，交通便捷，公辅及环保工程、所需能源和给排水等由园区统一规划配套，具备良好建设条件。

（2）总图布置方案

本项目总图严格按照《工业企业总平面设计规范》（G）50186-2012）、《电力设施保护条例》（中）人民共和国国务院令第 239 号）、《建筑设计防火规范》（G）50016-2012）、《石油化工企业设计防火标准》（G）50160-2008）等要求进行设计。项目总图布置本着满足生产工艺要求，各功能区独立布置，在工艺装置、液氯仓库、公辅区等总图布置中合理考虑敏感区、气象条件、防火间距、应急救援通道等安全条件。

根据厂区外围环境和用地条件、当地主导风向及总平面布置原则，厂区分为生产区、公用工程及辅助生产设施区和储运区三个功能区。

生产区布置在厂区中部，冷氢化装置 A/B/C、压缩机棚、尾气回收、尾气处理、精馏、还原 A/B/C、还原水系统、后处理/包装按工艺流程从南至北依次布置。使总变电所靠近西侧的主要用电负荷还原 A/B/C 及还原水系统，方便供电。精馏及冷氢化 A/B/C 分别布置在还原装置的西南侧和南侧，方便原料供应。罐区位于精馏车间南侧，方便运输。硅粉库布置在厂区西南部，便于硅粉二次转运。给水及加压站、脱盐水处理站、空分制氮集中布置在厂区北部，空气较洁净的区域，并靠近厂区西北部的人流大门；冷冻厂房 A/B 靠近尾气回收和冷氢化 A/B/C，分别布置在其南侧及东侧；装置变电所 A/B/C/D 及机柜间 A/B 分区域就近布置在各自用户旁边以缩短电缆长度；消防事故水池、污水处理站、中水回用、蒸发浓缩集中布置在厂区东南部，便于废水的回收。

本期项目工程竖向布置采用平坡式布置形式。厂区内不做大挖填，力求土方就地平衡，只需沿现有场地趋势进行平整，适当降低场地纵向坡度，以适应大型工艺装置和超大型辅助设施的竖向设置。

（3）建筑安全防范措施

本项目主要装置、设备、设施的布局要求如下：

①管道及其桁架跨越厂内道路的净空高度，不应小于 5m。

②在产生有毒气体的生产装置和储运设施的区域内，设置有有毒气体监测器。有毒气体的监测系统采用两级报警，且报警信号发送至有人值守的控制室进行声光报警。一旦有毒气体发生泄漏，信号将送至控制室，立即报警，及时处理。

③厂房建筑设计中，采取防爆泄压和通风措施，个别地方设防爆机械通风设施，避免火灾爆炸危险物质和有毒物质积聚。

④按照《国家安全监管总局关于进一步加强化学品罐区安全管理的通知》（安监总管三[2014]68 号）的要求：可燃液体储罐要按单罐单堤的要求设置防火堤或防火隔堤。

9.7.2.2 罐区风险防范措施

对液氯储罐等区域采取下列环境风险防范措施：

（1）防渗、防腐技术处理的围堰，在物料泄漏时起到集中收容处理的作用；发生火灾爆炸事故时，对火灾起到隔离的作用，还对爆炸波起到一定的延缓作用。

（2）储罐与储罐之间保持 0.8 米的防护间距同时留有 1 米的作业距离，相邻两台储罐之间有 2 米的距离符合防护要求及检维修等作业的活动要求。

（3）每台储罐都设有安全阀、压力表、温度计、液位计等安全附件，起到对储罐本体的保护。

（4）连锁装置的运用，在发生意外时对整个运行系统起到保护作用，误操作时对设备起到保护。

（5）泡沫系统、消防栓、消防水泡、消防砂、灭火器等灭火设施的配备，在发生火灾时能够及时的扑救并对泄漏物料进行稀释。发生火灾时可用消防砂箱中的干砂和灭火器进行扑救，泄漏时，根据泄漏物质属性可采取相关措施。

（6）空气中有毒气体探测器，能够及时的检测到罐区有害物质的浓度，并对关键部位有无泄漏情况进行监控。

（7）火灾自动报警按钮、消防水泵远程启动按钮能够及时的通知到公司和第一时间启动消防设施。

（8）防爆电话和工业广播能够及时的与公司取得联系，确保突发事件第一时间通报。

（9）防雷接地设施、防静电接地和消除设施，能够疏导雷击电流和罐体、管

道物料流动时产生的静电，扼制了火灾及爆炸火源点的产生。

(10) 设置重大危险源警示牌、告知牌、安全标识，对重大危险源区域的危害、防范措施以及进入该区域的注意事项进行说明。

(11) 工艺反应过程的远程控制和手段控制相结合。

9.7.2.3 重点生产区域风险防范措施

对冷氢化生产装置区、还原生产装置区、氢化料精馏生产装置区、回收精馏生产装置区、反歧化生产装置区、尾气回收生产装置区、工艺废气处理装置区、渣浆回收装置内布设的装置采取下列环境风险防范措施。

(1) 结构设计为钢结构敞开式，满足防爆泄压和通风的要求。

(2) 塔与塔之间保持有 2m 的防火间距外加 1m 的作业操作距离符合防火规范的要求。

(3) 所有电气设施为防爆设施，防爆型号符合设计要求。

(4) 钢结构全部粉刷了防火涂料，耐火等级符合设计规范要求并经过消防部门的检测。

(5) 配置氯硅烷、氯化氢、氯气、氢气、氮氧化物等探测器对作业过程中产生的有害、有毒气体进行监测。

(6) 消防栓、消防水炮、灭火器以及火灾自动报警按钮、消防水泵远程启动按钮等设施的配备可在第一时间告知火灾事故和启动扑救设施。

(7) 防爆电话、工业广播能够在最快的时间报告事故和通知作业人员疏散。

(8) 主要生产装置聚合反应釜、精馏塔等设备均设有安全阀等附件，其中加热器安装有爆破片。

(9) 防雷、防静电、静电消除设施齐全，并全部检测合格。

(10) 氯化反应、裂解反应、聚合反应等反应过程的控制和监测，工艺过程实行远程控制和手动控制相结合的方式，当其中一项控制失效时可启用另一项控制手段。

(11) 连锁装置的设置，可以杜绝突发意外时对系统的损害和误操作时对设备的损害。

(12) 设有警告、禁止、指示等安全标识牌，职业危害告知牌对场所存在的危害及应急处置措施等有明确的说明，同时将定期检测的危害浓度在告知牌上予以告知。

9.7.2.4 危险化学品贮运安全防范措施

(1) 厂区储存安全防范措施

危险化学品产品储存区，增加储罐安全系数，并将储罐集中在罐区内布置。罐区外围设防火堤，内部设分隔堤，按石化系统围堰建筑规范构筑防泄漏围堰，其容积应能容纳储罐破裂流出的最大液体，并开设地下沟槽、配置空罐与泄漏回收防爆泵，以便将泄漏出的液体截留收集返回系统，避免可燃液体流失或火灾的蔓延，造成环境空气污染事故。同时设置事故池与事故污水收集管线。保证紧急事故时产生的地面清洗水收集至事故水池内，不致影响外部水环境。

液态产品储罐是储运系统的关键设备，也是事故多发部位，如罐体选材、制造、安装不当可能导致罐体变形、腐蚀穿孔、焊缝开裂，引发物料泄露或燃爆事故，进而污染环境。

①储罐材料的物理特性应适应在常温（ $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ）、带压（ $0.1\sim 0.3\text{MPa}$ ）条件下工作，如压力条件下下的抗拉抗压强度、冲击韧性、热胀系数等；

②储罐的充注管路设计应考虑在顶部和底部均能充灌，防止及消除分层现象；

③绝热材料必须是不可燃，并有足够的强度，能承受消防水的冲击，当火蔓延到容器外壳时，绝热层不应出现熔化或沉降，绝热效果不应迅速下降；

④储罐应设双套带高液位报警和记录的液位计、显示和记录罐内不同液相高度的温度计、带高低压力报警和记录的压力计、安全阀和真空泄放设施、储罐必须配备一套与高液位报警联锁的进罐流体切断装置。液位计应能在储罐运行情况下进行维修或更换，选型时必须考虑密度变化因素，必要时增加密度计，监视罐内液化分层，避免罐内“翻混”现象发生。

项目主要罐区防治对策及应急措施见表 9.7-4，原料储存要求及相应防范措施见表 9.7-5。

表 9.7-4 项目贮罐区事故防治对策及应急措施措施

事故类别	工程防治对策		应急措施
贮料 溢出	溢出 监测	1、与储存条件相适应的贮罐结构和材料，并采取防腐措施，进行整体试验。	1、紧急切断进料阀门。
		2、贮罐高液位报警器、停泵设施与检查制度。	2、紧急关闭防火堤内排水等有可能泄漏的阀门。
		3、设置截止阀、流量检测和检漏设备。	3、防火措施。
		4、设置仪器探头及外观检查等监测手段。	
	防止 溢出 扩散	1、建设防火堤，并应有足够的容量和干舷，严格按设计规范设置排水阀和排水道。	
		2、贮罐地表铺设防渗及防扩散的材料。	
3、在装置区和罐区的围堰和隔堤周围设置排水沟，在排口设立正常排放和事故排放切换闸门，将含有污染物的事故污水打入事故池，确保事故污水不进入地表水。设置专门的空储罐与泄漏回收机械泵。			
火灾爆炸	设备 安全 管理	1、根据规定对设备进行分级。	1、报告上级管理部门，向消防系统报警。
		2、按分级检查频率要求，保存记录以备查。	
		3、建立完善的消防系统。	2、采取紧急工程措施，防止火灾及其扩大。
	火源 管理	1、防止机械着火源（如撞击、摩擦等）。	
		2、控制高温物体着火源、电器着火源及化学着火源。	
		3、设置消防事故储池，一旦发生火灾进行消防时，利用闸板将消防水转存入地下事故储池中。	3、消防救火。
	贮料管 理	1、了解熟悉各种物料的性能，将其控制在安全条件内。	4、紧急疏散、救护。
		2、采取通风手段，并加强监测，使物料控制在爆炸下限。	
	防爆	1、贮罐顶设安全膜等防爆装置。	
		2、设立防爆检测和报警系统。	
	抗静电	1、贮罐设备设置永久性接地装置。	
		2、在装罐、输入时防静电，限制流速，禁止高速输送。禁止在有静电时进行检测作业。	
3、贮罐内不安装金属性突出物。			
4、作业人员穿戴抗静电性能的工作服和具有导电性能的工作鞋。			
安全自 动管理	1、使用计算机进行物料储运的自动监测。		
	2、使用计算机控制装卸等作业，实现自动化和程序化。		

表 9.7-5 原料储存要求及相应防范措施

序号	物料名称		形态	贮存位置	储罐区事故具体处理措施
1	原料	三氯氢硅	液	罐区	①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 25℃。包装必须密封，切勿受潮。应与氧化剂、酸类、碱类等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。②配备干粉、二氧化碳灭火器；③在车间内配备负压风机，引风管线连接还原尾气处理系统；④在装置边界、车间边界设置独立的防溢墙、液体引流渠道，渠道连接到厂区自备污水处理站或事故池，并设置双动阀门。
2		四氯化硅	液	罐区	①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 25℃。包装必须密封，切勿受潮。应与氧化剂、酸类、碱类等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。②配备干粉、二氧化碳灭火器；③在车间内配备负压风机，引风管线连接还原尾气处理系统；④在装置边界、车间边界设置独立的防溢墙、液体引流渠道，渠道连接到厂区自备污水处理站或事故池，并设置双动阀门。
3		硝酸	液	桶装、化学品库	①储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。②保持容器密封。③应与还原剂、碱类、醇类、碱金属等分开存放，切忌混储。④储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。

（2）原料运输安全防范措施

本工程外购三氯化硅、生石灰、氢氧化钠、硝酸等原辅材料均采用汽车运输，这些危险化学品的运输均存在环境风险问题，易在桥梁路段和经过人群工作、生活密集区等发生泄漏污染事故。运输过程中主要是发生碰撞、翻车事故导致储罐口径破裂泄漏，泄漏事故对距离公路较近村庄村民有较大影响。

公路运输一旦遇到险情或发生事故，应采取相应的安全消防措施，在最短时间内报警，通知厂内风险应急救援部门与有关公安消防等机关启动应急机制，采取堵漏等措施，有效控制事故的发生和发展。

9.7.2.5 运输环境风险防范与应急预案：

（1）本项目三氯化硅、生石灰、氢氧化钠、硝酸等危险化学品的运输严格按照《危险化学品安全管理条例》相关规定进行。

（2）拟建项目不设运输危险化学品的车队，该项目危险化学品的运输任务拟外委具有运输危险化学品专门资质的社会运输机构承担，运输机构应具有危险化学品运输许可证，司机、押运员有上岗证。

（3）运输容器由定点单位生产、经检测、检验合格后方可使用。

（4）运输危险化学品的车辆后部安装告示牌，告示牌上表明危险化学品的名称、种类、罐体容积、最大载质量、施救方法、企业联系电话等。

（5）危险化学品的公路运输通行证由公安部门核发，并对危险化学品道路运输安全实施监督。

（6）运输危险化学品途中需要停车住宿或者遇有无法正常运输的情况时，应向当地公安机关报告。

（7）运输车辆配备足够的堵漏、灭火等事故应急处理器材。

（8）控制运输风险源：汽车运输泄漏风险为安全阀非运输事故打开，是运输事故泄漏频率的 2 倍以上；因此，加强安全阀的维护、改进其质量，严格按照规定加盖阀门盖，能有效降低汽车运输三氯化硅、生石灰、氢氧化钠、硝酸的频率。撞击使气阀破裂是第二高频率风险，因此，在运输泄漏事故发生时须迅速、正确地采取应急行动，可有效降低安全阀非运输事故打开和气阀撞击破裂等产生的事故风险。

（9）运输风险应急预案：公路运输一旦遇到险情或发生事故，应采取相应的防泄漏等安全消防措施，在最短时间内向 110 等部门报警，通知沿途公安消防等

机关、厂内风险应急救援部门，启动应急机制，实现与当地政府环境风险事故应急救援预案的对接与联动；并采取堵漏、喷淋等措施，可有效地控制事故的发生和发展。

（10）运输车辆驾驶员须熟知运输沿途各地公安机关和 110 紧急电话以及三氯化硅、生石灰、氢氧化钠、硝酸泄漏的应急救援方法。阀门泄漏等风险事故一旦发生，首先通告当地公安部门和 110 紧急电话，在公安部门的统一安排指挥下，根据车载风向仪确定的风向，紧急告知并引导下风向敏感点居民紧急疏散，以湿毛巾掩鼻防护，并引导或组织人员迅速向侧风向转移撤离。

项目外购三氯化硅、生石灰、氢氧化钠、硝酸运输路线避开人口集中区，采取限速等措施可有效避免事故发生。同时，环评提出：项目业主应高度重视原料三氯化硅、生石灰、氢氧化钠、硝酸的运输环境风险防控，选择专业、服务质量高的运输单位，贮运使用专门运送危险化学品的车辆，汽车与装车泵房，设置装车鹤管与阻火装置，防火防爆。制定运输的环境风险防范措施，并按《道路运输条例》的规定，配备 2 辆以上经检测合格的危险货物运输专用罐式车辆，车辆配备通讯设备，安装行驶记录仪或定位系统，并配备押运员，配备相应的安全防护和消防设施设备；驾驶员、装卸管理员、押运员需经市级交管部门考试合格，取得上岗资格证，具备危险化学品安全防护等知识。运输车辆不能存有安全隐患，严禁超载；整个行驶过程都应受到严密的防范监控，安装 GPS 卫星定位系统的终端设备及电子地图系统，以便随时对运输状况进行全程监控，使沿途公安消防机关、路政部门掌握它的各种信息，并向目的地公安机关备案，备案信息实现联网共享，明确标示为何种危险化学品。一旦遇到险情或发生事故，使监控终端能够在最短时间内获取信息，通知有关部门启动应急机制，有效控制事故风险的发生和发展。确保项目原料三氯化硅、生石灰、氢氧化钠、硝酸等的运输环境风险可控。

综上，在落实上述运输环境风险防范后，本项目危险化学品的运输风险可降低至最低。

9.7.2.6 工艺设计安全防范措施

（1）事故求援指挥决策系统

事故求援指挥系统是应付紧急事故发生后进行事故求援处理的体系，该系统对事故发生后作出迅速反应，及时处理事故，果断决策，减少事故损失是十分必

要的。它包括组织体系、通讯联络、人员救护等方面的内容。因此应着手制订这方面预案。

①组织体系

公司成立事故应急救援指挥部，由厂长任总指挥，安环科长为协调副总指挥，事故辖区单位课长为事故指挥官，成员由制造科、工务科、行政科、购运科等部门主管组成。若厂部领导外出时，由应变组织内职务最高者为总指挥和协调副总指挥，全权负责救援工作。指挥部日常工作由安环科负责。专人负责防护器材的配给和现场求援。各职能部门对危险品管理、事故急救，各负其责。

②通讯联络

应保证通讯信息畅通无阻。在制订的预案中应明确负责人及联络电话。对外联络中枢以及社会上各求援机构联系电话，如救护总站、消防队电话等。通讯联络决定事故发生时的快速反应能力。

通讯联络要做到白天和正常工作日及深夜和节假日快速畅通，迅速联络。

③安全管理

公司保卫部门负责做好厂区内日常消防安全管理工作。贯彻执行消防法规，制定公司消防管理及厂区车辆交通管理制度。做好对火源的控制。并负责消防安全教育。组织培训公司内消防人员。

④夜间紧急指挥系统

由公司值夜主管负责组成临时指挥系统，在公司指挥系统人员未到之前行使指挥系统职责、权力，并负责向厂指挥系统汇报事故、抢险有关情况。指挥部负责通知各应变人员的召回，担负临时电讯联络工作，负责将事故信息通报应急救援系统有关人员及有关部门。各救援小组在临时指挥系统的组织指挥下，按常规运行，直到应变人员赶到。

⑤指挥部职责

发布和解除应急救援命令信号；全盘组织指挥应急救援队伍开展事故应急救援行动、善后处理，生产复原；负责及时向上级有关部门（公安消防、安监、环保、质检、卫监）报告发生的事故；及时通报友邻单位，告知灾情程度、风向等事故情况，必要时向有关单位发出支援请求；负责组织或协调上级主管部门对事故的调查处理，事故整改。

（2）事故应急处理措施

事故的应急计划是根据工程风险源风险分析，制定的防止事故发生和减少事故发生的损失的计划。因此制定项目的事故应急计划是十分必要的。

① 对火灾、爆炸等事故，由于其危险性、危害性，平时必须加强管理，消除各种隐患，同时也应建立一套事故发生应急救援行动计划，配备精良的灭火器材。为最大限度地保护周围人员和环境，建设单位必须做如下预案。

A 报警设施：本工程设置有毒有害物质易燃易爆物质泄漏报警装置，在全厂各区设有应急对讲广播器和手动火灾报警器。报警系统连通各区火灾报警区域控制器和设在大门警卫室的集中式火灾报警控制器。一旦公司人员、操作人员发现紧急情况，经现场确认泄漏或火灾危险事故，要立即使用所有通讯手段报告指挥部，指挥部接警人员立即向全厂发布应急救援报警，通知各应变单位主管，同时向指挥部成员报告，启动紧急应变响应系统。指挥部应根据应急类型、发生事件和严重程度，依照法律、法规和相关规定及时向上级主管部门通报事故情况。大门警卫接到指挥部命令后立即向消防、环保部门报警，并在公司路口派人引导消防车辆进入事故现场。

B 事故发生后，在场人员立即采取措施，采用灭火剂或消防沙灭火，并把产生的流质引入事故池。并切断泄漏源，防止进入下水道等限制性空间。事故处理产生的流体物质通过地沟进入事故池暂存，严禁排入厂外，在对事故池的废水进行处理达到接管标准后方可排入污水处理厂。同时通知环保部门进行应急监测。

C 将周边人群迅速撤离，远离厂址区域或到厂址的上风向，并进行隔离，严格限制出入，避免伤亡事故。

D 通知消防单位，立即切断火源，最大程度上避免火势蔓延到其它装置，避免发生连环爆炸，减少对环境的冲击。同时切断泄漏源，防止进入下水道等限制性空间。

E 应急处理人员戴自给式呼吸器，穿消防防护服。

F 对皮肤接触人员应脱去被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤；眼睛接触人员应提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗、就医；吸入人员迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。

G 事故发生后应立即通知当地环境保护局、自来水公司等市政部门，协同事故救援与监控，最大限度地减轻事故对环境的危害。

H 通知公路管理部门，做好封闭道路的准备。并在电子标牌上提醒司机注意

前方有害气体，紧闭车窗，避免有害气体进入车厢内，危及乘坐人员。

I 建立一整套风险防范制度。包括风险预防制度(生产安全制度、财务安全制度)、风险控制制度(各种灾害事故应急预案)、风险转移制度(规定某些事项必须办理风险转移，包括保险转移和非保险转移)等。其中风险预防制度的作用是预防损失发生；风险控制制度的作用是发生事故后有一套办法可以把损失控制在最小范围内，防止事故漫延扩大。

②管线泄漏事故

发现跑、冒、滴、漏等现象，应即时通知停泵，并即时采取消除的措施，严格防止污染事故扩大。

当贮罐、管线泄漏时，报警设备发出报警信号后，工作人员应立即进入现场查找原因，第一时间通知环保部门，以便采取环境污染防治措施。

在各贮罐周围建围堰，并通向事故池，确保污染物不会泄漏至外围环境中。贮罐区按照要求进行防渗，防止化学品外溢和污染土壤及地下水。

迅速撤离泄露污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。

第一时间切断泄漏源，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。

漏气容器要妥善处理、修复、检验后再用。

吸入人员迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。

当污水输送管道发生破裂时，会影响周围环境，污染周围土壤和地下水等。此时，应立即停止污水输送，积极抢修，并把废水暂存于污水事故池，若管道修复时间较长，应立即停止生产，待排污管道修复后重新生产。

此外，停产检修期间需进行试压检查，日常应加强巡查，管道系统均安装压力表，日常记录、发现压力异常进行检查，发现泄漏立即修复。在污水管线沿线树立标志和联系电话，一旦周围群众发现泄漏现象可以及时汇报。

自动控制设计安全防范措施

- ① 对操作人员进行严格的培训；
- ② 选用质量合格管线、钢材等，并请专业施工单位精心安装；
- ③ 合理选用防腐材料，保证焊缝质量及连接密封性。

9.7.2.7 消防及火灾报警系统

(1) 控制与消除火源

- ①严禁吸烟、火种、穿带钉皮鞋和化纤服装；
- ②严格执行动火证制度，并加强防范措施；
- ③易燃易爆场所一律使用防爆性电气设备；
- ④按标准装置避雷设施，并定期检查；
- ⑤严格执行防静电措施。
- ⑥本期工程配备 DCS 自动监控泄漏预警系统，及时发现泄漏。

(2) 严格控制设备及其安装质量

- ①贮罐、管线、阀门、法兰必须严格把好质量关，并定期检验、检测；
- ②对设备、管线、泵、阀、报警器监测仪表定期检、保、修；
- ③设备及电气按规范和标准安装，定期检修，保证完好状态；
- ④本期新建 1 座 10000m³ 事故池，发生火灾事故时，作为灭火产生的流质液体的临时储存池，以免直接排放出厂外。

(3) 安全设施保持齐全、完好

- ①安全设施（包括消防实施、遥控装置等）保持齐全完好；
- ②储罐安装高、低液位报警器。

本工程配备化学消防设备和人员，火灾报警系统，防火防爆防中毒等事故处理系统，紧急救援站或有毒气体防护站，与当地有关化学事故应急救援部门建立正常的定期联系，将有关消防站的电话贴在醒目处，一旦有火情，及时与当地一级消防站联系灭火。

9.7.2.8 自动控制设计安全防范措施

项目采用先进、成熟、可靠的技术路线，采用 DCS 控制系统，从根本上提高装置的安全性。

(1) 设置有毒、可燃气体报警系统和自动联锁系统；一旦工艺参数出现异常，系统将自动报警或自动关闭；确保出现泄漏时在短时间内完全停止反应，可有效的保证物料泄漏量在可控制范围内。

(2) 提高处理易燃易爆或有毒物料的工艺设备、管线上的法兰与焊接等连接处和设备动密封处的密封性能，防止危险物料泄漏。

(3) 对开停车有顺序要求的生产过程应设联锁控制装置。自动控制的气源、电源发生停气、停电故障时，安全联锁系统的最终状态，必须保证使工艺操作和运转设备处于安全状态。

(4) 自动控制系统的选择和设计，应使组成的自动控制系统在突然停电或停气时，能满足安全的要求。用电的自动控制设备，在生产过程中因电源突然中断有可能引起事故时，应采用自动切换互为备用的电源供电。凡根据工艺特点及操作要求所采用的信号报警、安全联锁系统、调节系统和重要的记录指示系统，均应设有自动备用电源供电装置。

(5) 控制室应远离振动源和具有强电磁干扰的场所，无关的管线不得通过控制室。

9.7.2.9 电气安全防范措施

(1) 按规范划分防爆区，在区内用防爆型电气设备和仪表，对建筑物、设备管线加设防雷、防静电接地装置。

(2) 制订完善的电气设备使用、保管、维修、检验、更新等管理制度并严格执行。

(3) 在适当的场所或地点装设应急照明灯，应急时间不少于 30min。主要用电设备应设有警示标牌。

(4) 具有燃爆危险的工艺装置、贮罐、管线等应配备惰性介质系统，以备在发生危险时使用，可燃气体的排放系统尾部用氮封。

(5) 采用先进的全密闭自动加料和控制技术，减少人为因素干扰。

(6) 企业必须配置双回路电源及备用电源，以保证正常生产和事故应急用电。

9.7.3 大气环境风险防范措施

1、事故废气入工艺废气处理装置

当某一装置出现风险事故造成停车或局部停车时，装置自动连锁系统可自动切断进料系统，装置进行放空，事故停车造成的装置及连带上、下游装置无法回收的气体全部排入厂区工艺废气处理装置，以确保事故废气不外排，保护人身和设备安全。

2、物料泄漏应急、救援及减缓措施

当发生易燃易爆或有毒物料泄漏时，可根据物料性质，选择采取以下措施，防止事态进一步发展：

(1) 根据事故级别启动应急预案；

(2) 根据装置各高点设置的风向标，将无关人员迅速疏散到上风向安全区，对危险区域进行隔离，并严格控制出入，切断火源；根据需要疏散周围人群。

(3) 比空气重的易挥发易燃液体泄漏时，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。

(4) 喷雾状水稀释，构筑临时围堤收容产生的大量废水。

(5) 如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。

(6) 小量液体泄漏：用砂土或其它不燃材料吸附或吸收。也可以用大量水冲洗，稀释水排入废水系统。大量液体泄漏：构筑临时围堤收容。用泡沫覆盖，降低挥发蒸气灾害。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。

(7) 喷雾吸收或中和：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或吸收。

(8) 本期项目涉及的各危险物质发生泄漏风险事故需采取的防范措施，见表9.7-6。

2、火灾、爆炸应急、减缓措施

当装置或储罐发生火灾或爆炸时：

(1) 根据事故级别启动应急预案；

(2) 根据需要，切断着火设施上、下游物料，尽可能倒空着火设施附近装置或贮罐物料，防止发生连锁效应；

(3) 在救火的同时，采用水幕或喷淋的方法，防止引发继发事故；

(4) 根据事故级别疏散周围人群。

(5) 根据可研，本项目生产区和储存区均设置干粉灭火器，仓库设置泡沫灭火器。在管道上按照规范要求配置消防栓。

(6) 本期项目新建消防系统，可满足项目需求。

本期项目应急疏散通道位置示意图见图9.7-3。

表 9.7-6 本期项目产生各泄漏气体应急防范措施

序号	危险物质	形态	危险源	应急防范措施
1	氯硅烷	气	罐区	<p>①贮罐区禁止明火，生产中动火要严格执行有关安全管理制度，氢气、氯硅烷的贮罐必须彻底进行氮气置换并办理动火证。②常备干砂的量最好不少于一个贮罐的容积，厂内仓库存放一定的水泥作应急之用。氯硅烷的贮罐设置低温保护装置和降温措施。贮罐与生产装置要有一定的防火间距，并且要设防火堤，降温水的排放管道经过防火堤处要设闸阀。贮罐应设静电接地装置和避雷装置。贮罐内的气相要与氮气系统相连进行保护，贮罐的气相与外部连通的平衡管(放空管)应与尾气回收系统相连，不能直接排空，并应设止回阀和阻火器。贮罐区应设个备用罐，紧急情况下应将泄漏的贮罐内的物料转移至备用罐，防止大量泄漏。③储罐不应完全装满，对于氯硅烷储罐，不应超过总容积的 90%，且储罐内的氧气含量应低于 2%。④只允许有资格，有经验并经过全面培训的员工才能给储罐及槽车取样、连接、装载或断开。⑤在取样、连接、装载或断开操作中，应穿着防护服，在装载或卸载区域 8 到 15m 的范围内，应设置淋浴装置和洗眼喷泉，连接并准备好紧急情况下使用的消洗软管，在操作前应测试相关的设施是否完好。⑥三氯氢硅泄漏后发生燃烧时，应采用干砂、二氧化碳、干粉、水泥灭火，禁止直接用水和泡沫扑救。⑦当处理泄漏的储罐时，应穿上全套防护设备，并戴上防毒面具和空气呼吸器，把非抢险人员和材料从相邻区域转移出去，如果泄漏情况严重，应戴上防酸罩和空气呼吸器，如果准备有特大型“应急储罐”，可将泄漏的储罐放入这种储罐内。通常情况下，应将泄漏的储罐搬运到一个通风良好的区域或室外，并避免将其暴露在潮湿空气或雨天中。当三氯氢硅少量泄漏（不超过 4L）时，用大量的碳酸氢钠覆盖溢出物，将混合物铲入桶水中，静置几分钟，用水溶解混合物，中和并用水稀释混合物液，将符合环保要求的混合液排入废水沟中。⑧当氯硅烷大量泄漏（超过 4L）时，大量泄漏产生的盐酸雾可用开花水枪直接作用于雾云进行控制，绝不能将消防水柱直接指向一处未的溢出物。对酸性废水进行中和后，才能排放至地表水或城市污水系统。高倍数泡沫（100: 1）也是控制三氯氢硅泄漏产生酸雾的首选方法，但作用前应事先经过与三氯氢硅化合物兼容性测试后进行选择，因某些泡沫和三氯氢硅发生化学反应。⑨如果是贮罐发生泄漏，又不能及时排除泄漏，就应该将发生泄漏的贮罐内的三氯氢硅用氮气压入备用罐内。如果是生产中的设备和管道发生泄漏，应立即停止生产，并迅速关闭有关阀门切断物料输送。</p> <p>生产和储存中如果发生氯硅烷泄漏，应根据泄漏量的大小划出一定的警戒范围，禁止无关人员和车辆进入警戒区，切断警戒区内的所有火源，迅速撤离泄漏污染区内的人员至安全地带。如果是贮罐发生泄漏，又不能及时排除泄漏，就应该将发生泄漏的贮罐内的三氯氢硅用氮气压入备用罐内。如果是生产中的设备和管道发生泄漏，应立即停止生产，并迅速关闭有关阀门切断物料输送。泄漏地带有水源时，应用干砂土围</p>

				成隔离带，将泄漏的氯硅烷与水隔离开来。抢险人员进入危险区域时应佩戴自给式呼吸器或防毒面具。应先查明泄漏部位的泄漏状况。由于贮存氯硅烷的容器为常压容器，应针对不同的泄漏部位采取不同的堵漏措施，切断泄漏源，用砂土、水泥吸收残留液。
2	氯化氢	气	冷氯化、还原、尾气回收等生产装置区	①操作人员应配备防毒面具；②厂房内设置自动监测、报警装置。当空气中氯化氢浓度超过 15mg/m ³ 时，报警装置自动报警，系统将自动切断气源；检修人员应立即检修，迅速查处泄漏部位，及时更换损坏的部件；③发现氯化氢缓冲罐严重泄漏时，应立即打开通向尾气淋洗系统的阀门，使炉体泄压并使炉体的气体进入尾气淋洗系统；④在发生氯化氢泄漏时，立即用碱液喷淋装置对泄漏区域进行喷淋，减少并控制进入外环境空气的氯化氢气体；⑤将防溢墙内的液体收集于防溢墙内，并开动手动阀门，将救援废水送往污水处理站缓慢处理；⑥处理事故时间控制在 30min 内；⑦设置警戒标志，严禁无关人员进入警戒区域。

9.7.4 事故废水风险防范措施

根据风险识别结果，拟建项目事故废水风险源主要为生产装置区发生泄漏或火灾爆炸事故产生的泄漏物料及消防废水等，事故废水风险防范措施包括：

（1）生产装置区

对该区域地面按要求进行防渗，周围设立导流沟，并与事故应急池管道连通，当发生物料泄漏事故时，封堵装置区围堰雨水阀，打开装置区围堰与事故应急池的控制阀门，同时关闭事故应急池排水阀门，收集泄漏物至事故应急池。

（2）污水处理站防护措施

污水处理站装置设置监控取样管，并在排放池设置监测，以便于系统运行过程中对不同区域的水质进行分析观察，根据分析观察情况随即调整排泥或加药量，保证出水达标。当分析检测发现水质不能满足排放标准要求时，及时调整出水阀门将处理后的废水导入污水调节池重新处理，保证外排废水达标。

（3）全厂污水风险防控

①一级防护

一级防护为罐区、生产车间的防护。罐区四周设置排水沟、围堰、围堤，罐区防火堤的高度不得低于 1.5m。生产装置区也要按照相关要求设置防火堤，防火堤高度不低于 30cm。排水沟应有与厂废水站和事故池连通通道，并设置转换阀门，罐区围堰有效容积应不小于罐区最大罐体的容积，罐体应设置与之相连的备用贮罐；生产车间四周设置排水沟，应有与厂废水站和事故池连通通道，并设置转换阀门，并充分利用空罐收集事故废水，空罐应有与厂区事故应急池相连的通道。

②二级防护

二级防护为厂区防护、即全厂事故废水池。

厂区现有 15000m³ 的事故水池（兼做初期雨水池），本期项目新增 1 座 10000 m³ 的事故水池（兼做初期雨水池），确保所有事故排放或泄漏的液体能自流至事故池。事故水池容积同时考虑一次消防需水量，灌区泄露外泄物料量，以及发生事故时可能进入该收集池的降雨量，因此其容积能够收集事故情况产生的废水总量，可保证项目废水不外排。

③三级防护

三级防护为厂废水处理装置，在必要情况下厂废水处理站各反应池可作为全厂事故废水的收集、暂存应急池使用，确保事故状态下废水不出厂。

通过设置事故废水三级防控体系，生产装置区风险源发生泄漏及火灾爆炸事故时，泄漏物以及消防废水首先进入围堰，经围堰进入厂区事故应急池，再分批进入污水处理站处理，确保事故废水控制在厂区范围内，保证达标外排。

（4）尽一切力量将事故情况下的消防水暂时存储起来，严禁消防污水不经过处理直接排放。

（5）项目对地下水产生污染可能通过流入地表水体或流入地下水体或者通过土壤下渗这几种方式。为防止泄漏物料对地下水产生污染，罐区、生产装置区及管廊道路应进行地面水泥硬化、防渗，设置排水沟等。

通过以上防范措施，可以确保事故消防污水不外排，从而避免对地面水体的污染。

9.7.5 地下水环境风险防范措施

1、源头控制措施

加强生产装置区、储罐区及废水收集系统隐患排查和管理，降低环境风险。

2、分区防渗措施

本期项目各危险单元中，装置区、槽罐区围堰或防火堤、污水收集池、厂区事故水池以及各危险单元至事故池的沟渠应按照地下水污染防治措施要求进行防渗处理。

3、跟踪监测

根据地下水跟踪监测要求，本项目共布设3眼地下水水质监测井，厂区上游、厂址、下游分别布设地下水监测井，定期对地下水进行跟踪监测，降低环境风险，减轻事故状态对地下水的影响。

9.7.6 土壤污染事故应急处置措施

土壤污染情况主要有：液体或固体物料运输过程因翻车、泄漏等原因导致土壤污染。不仅造成土壤污染，也可能造成地下水污染。对土壤污染事故应急措施包括：

①对固体物料（或气体）污染的土壤，用工具收集至容器中，视情况决定是否将表层土剥离作焚烧处理；

②液体物料污染土壤，应迅速设法制止其流动，包括筑堤、挖坑等，以防止污染面扩大或进一步污染水体。并对污染土壤收集处理；

③机械清除被污染土壤并在安全区处置。

④用物理、化学和生物方法消除污染，对污染的土壤可用采用地下水抽灌、回灌等措施，将地下水位高的地方采用注水法使水位上升，收集从地表溢出的水，送到污水处理站进行处理。

9.7.7 风险监控及应急监测措施

1、环境风险应急监测

本项目企业将实施环境风险事故值班制度，配备应急监测设备及人员，随时接受来自公司总调度室、各部门室的污染事故信息，及时采取应急监测方案，出动监测人员及分析人员，配合公司环保部进行环境事故污染源的调查与处置。

发生紧急污染事故时，监测人员应在有必要的防护措施和保证安全的情况下携带大气和水质等监测必要的监测设施及时进入处理现场采样，随时监控污染状况，为应急指挥提供依据。此外，监测方案应根据事故的具体情况由指挥部作调整 and 安排。评价仅提出原则要求。

（1）大气监测

原则上在事故现场及下风向一定范围内设置监测点，大型事故在下风向居民点增设监测点；事故初期，采样 1 次/30min；随后根据空气中有害物浓度降低监测频率，按 1h、2h 等采样进行紧急高频次监测，根据事故发生情况选择监测项目。

拟建项目一旦发生事故，应立即停产，并关闭生产废水和雨水外排闸门，并迅速启动应急预案，通知环境监测部门进驻事故现场，按照当时气象条件在现场周围监测布点，掌握事故情况下空气环境恶化情况，有效组织人员疏散。

监测项目：环境空气监测因子：三氯氢硅、二氯二氢硅、四氯化硅、氯气、氯化氢、氮氧化物等泄露物质。

监测频次：事故发生后 1 小时、2 小时、4 小时、8 小时、24 小时各监测一次。

监测布点：根据事故严重程度和泄漏量大小，在上风向村庄布 1 各监测点，下风向的村庄布置 1-3 个监测点。

依据监测结果对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供依据。

（2）地下水监测

地下水监测点事故状态下应连续监测，监测周期需要从事故发生至其后的半年~一年的时间内。事故监测因子根据事故泄漏的物料决定。本项目共布设 3 眼地下水水质监测井，厂区上游、厂址、下游分别布设地下水监测井，事后依据监测结果对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供依据。

（3）土壤监测

由于土壤的污染表现相比行程较为漫长，因此，事故发生后，在厂址周围土壤设监测点，监测项目根据事故泄漏的物料决定。监测周期需要从事事故发生至其后的半年~一年的时间内，定期监测土壤中相关污染物含量，了解事故对土壤的污染情况。根据污染情况，及时委托专业部门制定治理措施，防止污染的扩散。

2、应急监测措施

（1）在可燃、有毒气体可能泄漏的场所设置可燃及有毒气体检测仪，以利及时发现和处理气体泄漏事故，确保装置安全。

（2）装置区、储罐区等可能发生泄漏的风险源，设置液位计等风险监控设施；

（3）建立三级监控机制，每半年应对容易引发突发环境事件的危险源和危险区域至少进行一次检查和风险评估，发现问题及时处理，消除事故隐患。

（4）加强对重点危险源的监控管理，把储罐、脱溶塔、减压精馏塔、精制塔以及管道、泵站和阀门组等事故高发区域，实施重点监控和管理。

（5）严格落实 24h 值班制度，确保应急信息畅通，及时报送处理突发事件信息；

（6）落实“三防四则”制度，坚持做好各级应急预警系统的监控。

（7）针对各潜在风险源的危险特性，配备应急物资。

（8）设立风险防范及应急组织机构，明确人员组成及相应职责。当装置或储罐发生火灾或爆炸时，根据事故级别启动应急预案。

9.8 突发环境事件应急预案

9.8.1 应急预案总体纲要

为了进一步加强企业应急管理工作，提升企业应对突发、异常状态下的应急处理能力，迅速、有效的开展应急救援工作，最大程度的减少突发异常状态下的人员伤亡和财产损失，切实保障人民生命和公共财产安全，根据环保部发布的《突发环境事件应急预案管理暂行办法》、《企事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发[2015]4 号）和《突发环境事件应急管理办法》（环保部令第 34 号）要求，企业在投产前，应制定详细的防止重大环境污染事故发生应急预案、消除事故隐患的措施及应急处理办法。因此，本次评价要求企业针对本项目可能发生的重大环境风险事故，严格按照《石油化工企业环境应急预案编制指南》编

制应急预案，并经过专家评审，审查合格后实施运行。

企业现有工程已编制完成突发环境事件应急预案，并已开会评审。本期项目环境风险防控系统应纳入企业及园区环境风险防控体系，风险防控设施和管理应与企业、园区合理衔接。极端事故风险防控及应急处置应结合企业、园区环境风险防控系统统筹考虑，按分级响应要求及时启动企业、园区环境风险防范措施，实现本项目与企业、园区环境风险防控设施及管理有效联动，有效防控环境风险。

本期项目的应急预案纲要求见表 9.8-1。

表 9.8-1 本期项目应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	概况	项目单位基本概况、环境污染事故危险源基本情况、周边环境状况及环境保护目标调查结果。
2	风险评价	企业（或事业）单位存在的危险源及环境风险评价结果，以及可能发生事故的后果和波及范围。
3	组织机构和职责	1.明确应急组织形式，构成单位或人员，并尽可能以结构图的形式表示出来。 2.明确应急救援指挥机构总指挥、副总指挥、各成员单位及相应职责。应急救援指挥机构根据事故类型和应急工作需要，可以设置相应的应急救援工作小组，并明确各小组的工作任务及职责。
4	预防预警	1.明确本企业（或事业）单位对危险源监测监控的方式、方法，以及采取的预防措施。 2.明确事故预警的条件、方式、方法。
5	信息报告和通报	1.明确24小时应急值守电话、事故信息接收和通报程序。确定报警系统及程序；确定现场报警方式，如电话、警报器等；明确相互认可的通告、报警形式和内容；明确应急反应人员向外求援的方式 2.明确事故发生后向上级主管部门和地方人民政府报告事故信息的流程、内容和时限。确定24小时与相关部门的通讯、联络方式。 3.明确可能受影响的区域的通报方式、联络方式、内容及防护措施。
6	应急响应和救援措施	1.针对环境污染事故危害程度、影响范围、企业（或事业）单位内部控制事态的能力以及可以调动的应急资源，将环境污染事故应急行动分为不同的等级。按照分级响应的原则，确定不同级别的现场负责人，指挥调度应急救援工作和开展事故应急响应。 2.根据污染物的性质及事故类型，事故可控性、严重程度和影响范围，需确定以下内容： (1) 明确切断污染源的基本方案； (2) 明确防止污染物向外部扩散的设施与措施及启动程序；特别是为防止消防废水和事故废水进入外环境而设立的事故应急池的启用程序，包括污水排放口和雨（清）水排放口的应急阀门开合和事故应急排污泵启动的相应程序； (3) 明确减轻与消除污染物的技术方案； (4) 明确事故处理过程中产生的伴生/次生污染（如消防水、事故废水、固态液态废物等，尤其是危险废物）的消除措施； (5) 应急过程中使用的药剂及工具（可获得性说明）； (6) 应急过程中采用的工程技术说明； (7) 应急过程中，在生产环节所采用应急方案及操作程序；生产过程中可能出现问题的解决方案；应急时紧急停车停产的基本程序；控险、排险、堵漏、输转的基本方法； (8) 污染治理设施的应急方案； (9) 危险区、安全区的设定；事故现场隔离区的划定方式、方法；事故现场隔离方法； (10) 明确事故现场人员清点，撤离的方式、方法、及安置地点； (11) 明确应急人员进入与撤离事故现场的条件、方式；

序号	项目	内容及要求
		(2) 明确人员的救援方式、方法及安全保护措施； (3) 明确应急救援队伍的调度及物质保障供应程序。 3.依据事故分类、分级，附近疾病控制与医疗救治机构的设置和处理能力，制订具有可操作性的处置方案，应包括以下内容： (1) 可用的急救资源列表，如急救中心、医院、疾控中心、救护车和急救人员； (2) 应急抢救中心、毒物控制中心的列表； (3) 抢救药品、医疗器械和消毒、解毒药品等的区域内和区域外的供给情况； (4) 根据化学品特性和污染方式，明确伤员的分类； (5) 现场救护基本程序，如何建立现场急救站； (6) 伤员转运及转运中的救治方案； (7) 针对污染物，确定伤员治疗方案； (8) 根据伤员的分类，明确不同类型伤员的医院救治机构。
7	应急监测	企业（或事业）单位应根据在事故时可能产生污染物种类和性质，配置必要的监测设备、器材和环境监测人员。 (1) 明确应急监测方案； (2) 明确污染物现场、实验室应急监测方法和标准； (3) 明确现场监测与实验室监测所采用的仪器、药剂等； (4) 明确可能受影响区域的监测布点和频次； (5) 明确根据监测结果对污染物变化趋势进行分析和对污染扩散范围进行预测的方法，适时调整监测方案； (6) 明确监测人员的安全防护措施； (7) 明确内部、外部应急监测分工； (8) 明确应急监测仪器、防护器材、耗材、试剂等日常管理要求。
8	现场保护与现场洗消	明确现场保护、清洁净化等工作需要的设备工具和物资，事故后对现场中暴露的工作人员、应急行动人员和受污染设备的清洁净化方法和程序。包括： (1)明确事故现场的保护措施； (2) 明确现场净化方式、方法； (3) 明确事故现场洗消工作的负责人和专业队伍； (4) 明确洗消后二次污染的防治方案。
9	应急终止	(1)明确应急终止的条件； (2) 明确应急终止的程序； (3) 明确应急状态终止后，继续进行跟踪环境监测和评估方案。
10	应急终止后的行动	(1)通知本单位相关部门、周边社区及人员事故危险已解除； (2) 维护、保养应急仪器设备； (3) 应急过程评价； (4) 事故原因调查； (5) 环境应急总结报告的编制； (6) 环境污染事故应急预案修订； (7) 事故损失调查与责任认定。
11	善后处置	受灾人员的安置及损失赔偿。组织专家对环境污染事故中长期环境影响进行评估，提出补偿和对遭受污染的生态环境进行恢复的建议。
12	应急培训和演习	1.据对企业（或事业）单位员工能力的评估结果和周边工厂企业、社区和村落人员素质分析结果，制定培训计划，应明确以下内容： (1) 应急救援人员的专业培训内容和方法； (2) 本单位员工环境应急基本知识培训的内容和方法； (3) 应急指挥人员、运输司机、监测人员等特别培训内容和方法； (4) 外部公众环境应急基本知识的宣传和培训的内容和方法； (5) 应急培训内容、方式、考核、记录表。 2.应明确企业（或事业）单位环境污染应急预案的演习和训练的内容、范围、频次等。 (1) 演习准备； (2) 演习方式、范围与频次； (3) 演习实施过程纪录； (4) 应急演习的评价、总结与追踪。
13	奖惩	明确事故应急救援工作中奖励和处罚的条件和内容。

序号	项目	内容及要求
14	保障措施	(1)明确与应急工作相关联的单位或人员的通信联系方式和方法,并提供备用方案。建立信息通信系统及维护方案,确保应急期间信息通畅。 91 (2)明确各类应急响应的人力资源,包括专业应急队伍、兼职应急队伍的组织与保障方案。 (3)明确应急救援需要使用的应急物资和装备的类型、数量、性能、存放位置、管理责任人及其联系方式等内容。 (4)明确应急专项经费来源、使用范围、数量和监督管理措施,保障应急状态时应急经费的及时到位。 (5)根据本单位应急工作需求而确定的其他相关保障措施(如:技术保障、交通运输保障、治安保障、医疗保障、后勤保障等)。
15	预案实施和生效的时间	要列出预案实施和生效的具体时间。
16	附件	(1)环境风险评价文件; 91 (2)危险废物登记文件; (3)内部应急人员的职责、姓名、电话清单; (4)外部(政府有关部门、救援单位、专家、环境保护目标等)联系单位、人员、电话; (5)单位所处位置图、区域位置及周围环境保护目标分布、位置关系图; (6)单位重大危险源(生产及储存装置等)分布位置图; (7)应急设施(备)布置图; (8)本单位及周边区域人员撤离路线; (9)危险物质运输(输送)路线及环境保护目标位置图; (10)企业(或事业)单位雨水、清净下水和污水收集、排放管网图; (11)各种制度、程序、方案等; (12)其他。

9.8.2 应急指挥组织机构

公司应急指挥组织机构见图 9.8-1。

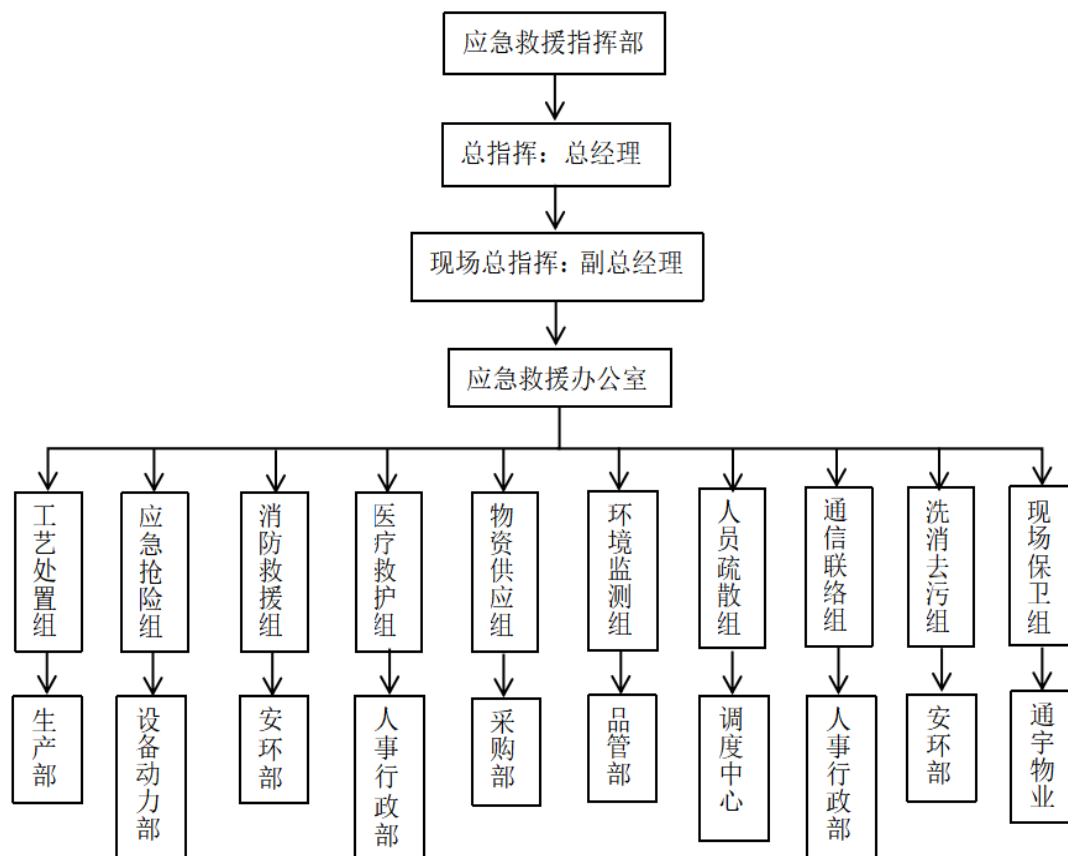


图 9.8-1 公司应急指挥组织机构图

9.8.3 本项目应急预案的主要内容

本项目应急预案应纳入全厂统一管理。对本项目潜在的环境风险进行分级预警，分别制定“公司级”和“装置级”两级应急预案。《环境风险公司级应急预案》及次级《各车间环境风险装置级应急预案》的制定原则和总体要求见表 9.8-2。

表 9.8-2 项目各级应急预案的主要内容

序号	制定原则	内 容	公司级应急预案要求	装置级应急预案要求
1	总则	①编制目的； ②适用范围； ③编制依据； ④环境风险事故定义分级。	√	√
2	重大危险源辨识、事故影响分析	①划分单元、评价，确定重大危险源； ②分析、明确潜在的环境风险事故。 ③将潜在环境风险事故分类、分级。		√
	危险区划分	按各装置区、装卸站台涉及的物料危险特性、潜在环境风险事故特性、区域位	√	

序号	制定原则	内 容	公司级应急预案要求	装置级应急预案要求
		置，划分危险区域，以便分区防控。		
3	组织机构与职责	①确立应急组织机构； ②明确各机构、岗位职责； ③应急值班人员守则。	√	√
4	应急管理运行机制、程序	①对可能发生的环境风险事故预测与预警； ②对可能发生的环境风险事故应急准备； ③对发生的环境风险事故应急响应； ④根据不同级别的环境风险事故启动相应级别的应急预案，做好与上一级别预案的衔接； ⑤主要应急启动管理程序： 一接警、核实情况； 一第一时间报告单位第一管理者，由单位第一管理者决定并正式发布启动应急预案的命令； 一应急组织机构启动； 一领导和相关人员赴现场协调指挥； 一联系协调应急专家技术援助； 一向主管部门初步报告； 一应急事件信息发布、告知相关公众； 一应急响应后勤保障管理程序； 一应急状态终止和后期处置管理程序。	√	√
5	应急措施	①工厂级预案：制定工厂潜在各类环境风险事故应急救援措施； ②车间级预案：制定车间潜在各种环境风险事故应急救援规程和措施；	√	√
6	应急监测即事后评估	制定各类环境风险事故跟踪监测计划； 对事故性质、影响后果进行评估	√	√
7	应急资源保障	建立健全、明确各种资源保障 一应急队伍保障 一通信保障 一资金保障 一物资和装备保障 一医疗救护 一技术保障	√	√
8	应急培训、演练	制定应急救援培训、演练计划并实施	√	√
9	公众教育和信息	宣传安全知识、教育公众提高自我安全保障意识，协调上级部门及时分布各类	√	

序号	制定原则	内 容	公司级应急预案要求	装置级应急预案要求
		安全预警、防范信息		
10	记录和报告	对应急预案各程序启动过程如实记录；对重大环境风险事故的发生、调查、处理，及时、如实、准确向上级报告	√	√

9.8.4 预警分级

(1) 当符合下列条件之一时发布 I 级（社会级）预警

① 发生不可抗力的自然灾害时，如雷电红色预警、暴雨红色预警或 6 级及以上地震预警等特殊情况下，可能危及危险化学品大量泄漏；

② 氢气、四氯化硅、三氯氢硅、二氯二氢硅、氢氧化钠、天然气等危险化学品发生大量泄漏事故、引起一定范围的火灾、爆炸事故，现场有人员较重伤亡、有毒有害废气大量排入外环境；

③ 罐区、危化品库、各工段设备、管道、阀门、泵等设备、设施严重故障造成大量的泄漏，项目已无能力进行控制的事故或事件。

(2) 当符合下列条件之一时发布 II 级（公司级）预警：

① 发生不可抗力的自然灾害时，如雷电橙色预警、暴雨橙色预警或 6 级以下地震预警等特殊情况下，可能危及危险化学品泄漏；

② 氢气、四氯化硅、三氯氢硅、二氯二氢硅、氢氧化钠、管道氯化氢等危险化学品发生部分泄漏，现场有人员受伤、中毒等情况；

③ 球罐区、中间罐区、危化品库、各工段设备、管道、阀门、泵等生产设备、泄漏检测设备发生了可控范围内的故障；

④ 不在生产防火防爆区域内发生的小范围内火灾、爆炸事故，现场消防设施完好，容易控制和扑救的；

⑤ 废气处理设施出现较严重故障，可能造成含氯废气、H₂、NO_x、氯化氢、氯硅烷等污染物长时间超标排放。污水处理站废水发生故障，但未溢流至外环境；

⑥ 锅炉房、变电站、危化品库、原料库、危废暂存库等发生大量泄漏、火灾、爆炸事故，事故在可控范围内。

(3) 当符合下列条件之一时发布 III 级（工段级）预警：

① 生产系统管线、危险化学品、危险废物少量泄漏事故及废气处理设施、污

水处理站废水发生轻微故障，当班人员及时发现并妥善处置，未对周边环境产生影响的事故；

② 气体检测仪、液位仪、在线监控装置、报警装置显示监测气体浓度异常，当班人员及时发现并妥善处置，未对周边环境产生影响的事故；

③ 锅炉房、变电站小范围火灾事故，危化品库、原料库、危废暂存库等发生少量泄漏，未对周边环境产生影响的事故。

若收集到的有关信息证明突发环境污染事件即将发生或发生的可能性增大，应急指挥部讨论后确定环境污染事件的预警级别后，及时向公司领导、工段负责人通报相关情况，提出启动相应突发环境事件应急预案的建议，采取相应的预警措施，并视情况发布事故预警信息。

9.8.5 预警程序

在厂区各处设有监控摄像头，实行 24h 监控。各生产工段安装有实时监测报警器，能够及时感应监测生产过程中的异常并发出蜂鸣警报。

事故发生时，事故发生事件第一人对事故现场确认及时报告工段负责人或调度中心，由工段负责人或调度报告应急救援副组长，同时并立即采取现场处置措施，以控制事态发展。

副组长接到报告后应记录报告的详细内容；立即报告组长，判定是否启动公司应急预案，组织现场处置进行应急救援处置；根据现场事故状态以及事态控制状况，通知应急救援各分组采取必要的应急响应措施。

应急救援各分组接到报告后，立即组织本部门人员启动应急响应，分工协作，对现场事故进行处置；需要时，由相关部门向当地消防大队、急救部门报警；对环境造成污染，立即报告监测部门，对环境污染进行监测和评估。

应急救援组长全面负责对发生的突发环境事件进行处置和救援；组织对事故造成的后果进行评估；判定是否是 I 级事件，如是应提请包头市昆区人民政府相关的应急预案。

(1) 现场已出现事故，或即将出现事故，则马上启动三级预警；

(2) 一旦启动三级预警，应急指挥部应当立即派人赶赴现场，了解事故情况，及时向应急指挥部报告情况，并做好启动二级预警的准备；

(3) 一旦启动二级预警，事故情况将立即上报公司应急指挥部，并根据事故的发展态势，请求是否启动一级预警。

（4）一旦启动一级预警，公司应急指挥部应将事故情况上报政府相关部门，并根据事故的发展态势，请求支援。

9.8.6 预警发布方法

本厂区内部设有 24 小时有效报警联系电话：0472-5886232/13664741597。

采用消防广播、火灾警铃、喇叭、对讲机及内部电话（包括座机、手机等）进行报警，由指挥部根据事态情况通过向公司内部发布环境应急消息，发出紧急疏散和撤离等警报。

9.8.7 预警信息发布流程

事故现场第一发现人员，应立即向现场负责人报告，情况紧急时可直接向应急指挥部组长报告。应急指挥部接到报警后，通知应急指挥部成员赶往现场立即启动相应级别的应急救援。

报告应包括以下内容：

事故发生时间、类别、位置、发生事故的物质、受影响或可能受影响的人群和区域范围；联系人姓名和电话等。

预警信息发布程序图如下：

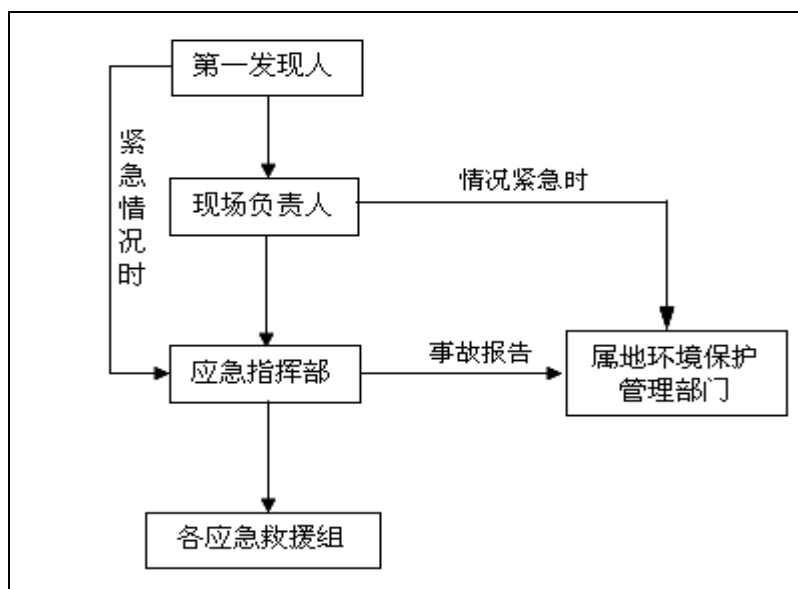


图 9.8-2 预警信息发布程序图

9.8.8 预警行动

在确认进入预警状态之后，根据预警相应级别环境应急小组按照相关程序可采取以下措施：

① 根据监控、泄漏检测仪反馈等信息第一时间锁定事故位置及程度，立即启动相应事件的应急预案；

② 按照环境污染事故发布预警的等级，向项目厂区及附近企业或居民发布预警等级；

I级（社会级）预警：项目生产工段因设备失灵或操作失误等原因可能造成氢气、补充四氯化硅、三氯氢硅、二氯二氢硅、氢氧化钠、天然气等危险化学品发生大量泄漏事故，锅炉房、变电站、球罐区、中间罐区、各工段设备、管道、阀门、泵等设备、设施因操作不当可能发生严重故障造成的泄漏，引起一定范围的泄漏、火灾、爆炸等事故，现场有较重人员伤亡、有毒有害废气大量排入外环境，需停止生产运行后立即处理事故，现场人员应立即报告直属负责人，应急指挥机构依据现场情况决定是否通知相关机构协助应急救援。若可能发生的环境污染事件严重，应急组长应当及时向园区管委会、区应急管理局和区生态环境局等部门汇报，由应急管理或生态环境部门负责上报事故情况，由区、市领导决定后发布预警等级。

II级（公司级）预警：若危险化学品发生部分泄漏，可能发生小范围内火灾，容易控制和扑救的；若锅炉房、变电站发生大范围火灾事故的；原料库、危废暂存库、危化品库若发生泄漏，能够控制在厂区内的或发生动力（停电、停水、停气）、设备事故造成含 H_2 、 NO_x 、氯硅烷等污染物短时间超标排放的，现场有一般人员受伤、中毒等，造成人员伤害及经济损失。现场人员或值班人员依据现场情况及时报告应急指挥中心组长和有关人员，项目应急指挥机构宣布启动预案。

III级（工段级）预警：若生产系统管线、危险化学品、危险废物少量泄漏事故及废气处理设施、污水处理站发生轻微故障、设备泄漏探头、报警装置显示监测气体浓度异常的，当班人员及时发现并妥善处置，未对周边环境产生影响事故。可以通过工艺调整和其他临时措施处理而不对生产运行造成影响事故。现场人员或值班人员依据现场情况及时报告应急指挥中心和有关人员，项目应急指挥机构宣布启动预案。

③ 根据预警级别准备转移、撤离或者疏散可能受到危害的人员，并进行妥善安置；

④ 指令各应急专业队伍进入应急状态，环境监测人员立即开展应急监测，随时掌握并报告事态进展情况；

⑤ 针对突发事件可能造成的危害，封闭、隔离或者限制有关场所，中止可能导致危害扩大的行为和活动；

⑥ 调集应急处置所需物资和设备，做好其他应急保障工作。

9.8.9 预警解除

应急组长根据现场情况宣布预警解除，通知现场应急组长，由现场应急组长通知相关部门。

9.8.10 可能受影响区域的联系方式

对于可能受到污染的区域，要提前通知被报告人知道所发生事故的性质、发生频率以及发生后的应急措施。厂区最有可能受影响的区域为周边居民与企业。应急指挥部根据发生事故的性质、事故当天的风向、风速及影响范围，要及时通知可能受影响的区域，做好应对环境风险的措施或进行紧急疏散。可能受影响区域的联系方式见表 9.8-3，相关部门联系方式见表 9.8-4。

表 9.8-3 可能受影响区域的联系方式表

类别	名称	相对本厂区位置	负责人	联系电话
周边居民区	哈达门沟村	N, 5km	吴根柱	13644726699
	卜尔汉图镇	N, 4.8km	董占云	18647228899
	背锅窑子村	N, 2.5km	史喜栓	13284706770
	哈业脑包村	NE, 3.7km	白雪峰	0472-2692951
	乌兰计三村	W, 1.4km	王喜清	13015258914
	头分子	W, 1.9km	贾金豹	15924424636
	乌兰计二村	W, 2.5km	高四锁	13474999276
	乌兰计一村	NW, 3.6km	郭贵生	13789620871
	下四分子	W, 3.6km	王云	15047232486
	五分子	W, 3.6km	杜永刚	15847283096
	乌兰计五村	NW, 4.8km	杨志成	13664073862
	七分子	NW, 5km	村委会	13847212626
	哈业脑包中学	N, 2.8km	孙六喜	0472-2692233
周边企业	包头美科硅能源有限公司	N, 0.54km	陈正龙	0472-5230891
	神华包头煤化工有限责任公司	S, 1.9km	贾润安	0472-5332489
	九原工业园区管委会	SW, 3.5km	/	0472-2627819

表 9.8-4 相关部门联系方式

单位	部门	电话
包头市昆区政府	办公室	0472-5912345
包头市生态环境局昆都仑区分局	办公室	0472-5196111
包头市昆都仑区应急管理局	办公室	0472-6959961
包头市环境监测站	办公室	0472-3134656
公安报警	-	110
消防报警	-	119
医疗急救	急救中心	120
包头市气象局	气象监测	0472-5153927
包头市生态环境局	-	12369
金属深加工园区管委会	-	0472-2627819
包头美科硅能源有限公司	应急指挥中心	0472-5230891

9.8.11 应急联动

9.8.11.1 对外求援

应急救援小组向应急指挥救援组长、副组长报告后（I级社会级），相应启动应急联动：

（1）通信联络组：向包头市急救中心请求提供医疗急救联动；向包头市消防支队、包头市美科硅能源有限公司等协作企业请求提供消防联动；向昆都仑区公安局请求提供安全保卫联动；与应急救援专家联络，协调来现场提供救援技术支持。

（2）对外求援采用电话联络或其它方式。

（3）有关对外求援的联络和协调情况，各应急救援小组及时向组长、副组长报告。

（4）应急联动结束后，应急救援组领导和相关专业小组应做好联动单位人员离厂及致谢等工作。

9.8.11.2 内部支援

（1）若昆都仑区及包头市应急指挥中心等向公司应急救援指挥部发出应急联动指令，公司应急救援组长应立即组织救援小组参加和配合当地突发事件的应急救援处置工作。

（2）如周边企业发出应急联动指令或要求，公司应急救援组长应立即组织救援组参加和配合相关单位突发事件的应急救援处置工作。

(3) 对外支援时，公司应急救援组长应指定一名或多名人员带队参与应急联动工作。应急联动期间，应急救援办公室、消防队、安保值班室应加强应急值班工作，并保留适当的应急人员、物资装备，避免对外支援期间公司缺乏应急力量。

9.8.11.3 周边村庄及企业应急联动

建立与周边企业、居民区的应急联动机制，事故发生时，根据事故发生时的风向、风速等气象条件，报请园区管委会或昆区人民政府做出通知周边企业以及村庄的先后顺序，应优先通知下风向村庄及企业，要求各村庄及企业组织人员进行紧急的撤离及疏散，按照风向标的指示正确撤离，应向侧风向撤离，而后绕到事故源的上风向。

9.8.12 应急培训与演练

9.8.12.1 培训

按照环境保护部《突发环境事件应急预案管理暂行办法》第二十一条规定县级以上人民政府环境保护主管部门或者企业事业单位，应当每年至少组织一次预案培训工作，通过各种形式，使有关人员了解环境应急预案的内容，熟悉应急职责、应急程序和岗位应急处置预案。因此要求企业每年至少举行一次应急培训和演练活动，并将培训和演练的图片、视频等影像资料内容整理归档，以备环保部门检查。

9.8.12.2 应急培训的目的

为做到事故突发时能准确、及时地采用应急处理程序和方法，快速反应、处理事故或将事故消灭在萌芽状态，必须对事故应急预案进行培训，使应急机构的指挥人员、应急工作小组、企业职工了解和熟悉事故应急的要求和自己的职责，能在紧急状况时采用预案中制定的抢险和救援方式，及时、有效、正确地实施现场抢险和救援措施，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。

9.8.12.3 应急培训的对象、计划、内容、方式

应急培训对象、培训计划、培训内容见表 9.8-5。

表 9.8-5 应急培训对象、培训计划、培训内容

培训对象	培训方式	培训计划	培训内容
管理部门	集中授课、讲座形式（必	每年培训一次	1、了解有关危险化学品安全储存、使用、应急管理等方面的法律法规、规章、标准和政策； 2、熟悉、掌握危险化学品应急救援的理论、技术和方法；

	要时，聘请外部专家培训)、观看视频资料		3、了解重大危险化学品事故应急救援典型案例的经验与教训。
应急组织领导及各抢险人员	每半年培训一次（尽量安排在生产淡季）		1、项目所涉及的危险化学品的物理化学性质、存在位置、危险特性等基础知识及日常生产操作注意事项； 2、各储罐、污水处理设施、事故水池、消防水池、管路阀门的关闭及切换； 3、危险化学品储存位置及日常管理注意事项； 4、废气处理设施（除尘器、废气处理塔、废气淋洗塔等）日常管理及维护； 5、消防灭火器材等应急装备、器材的使用； 6、个体防护措施的佩戴知识培训及练习； 7、事故发生时的报警方式及信息上报； 8、隔离区设置及人员疏散隔离注意事项； 9、各应急小队在应急过程中的协调配合； 10、加强安全教育，了解一旦发生事故，可能产生的事故和引发的次生灾害。

备注：还要加强环境保护及应急科普宣传教育工作，在企业宣传栏等醒目处进行宣传，扩大应急管理科普宣教工作覆盖面，普及环境污染事件的预防常识，增强职工的防范意识和相关心理准备，提高公众对事故的防范意识。

9.8.12.4 应急培训记录和考核

厂区每次组织应急培训，都应该形成相应的培训记录，应急培训记录包括培训的对象、方法、培训的内容。

应急培训考核主要是针对应急小组的各抢险人员，应急考核包括基础知识考核（主要包括应急管理、化学品危险性基础知识、危险化学品应急处置、危险化学品应急防护与装备、典型危险化学品应急处置、各部门生产设备的管理与操作规范等内容）和实际应用能力考核（主要包括正确使用灭火器、事故的现场处置措施、开展应急救援工作等）。

9.8.12.5 应急演练的目的及应急演练中应该注意的问题

突发环境事件应急演练是一项经常性、定期性工作。正确运用可发挥如下作用：

（1）评估公司整体及各应急小组成员的应急准备状态，发现并及时修改应急预案及执行程序中的缺陷和不足；

（2）评估公司环境事件应急能力，了解资源需求，澄清相关机构、组织和人员的职责，改善不同机构、组织和人员之间的协调关系；

（3）检验应急响应人员对应急预案、执行程序的了解程度和实际操作技能，评估应急培训效果，分析培训需求。同时，作为一种培训手段，通过调整演练难

度，进一步提高应急响应人员的应急素质和能力；

（4）促进公司领导和员工对应急预案的理解，争取他们对事故应急救援工作的支持。

应急演练中应特别注意以下几个主要问题：

（1）演练过程尽可能模仿可能事故的真实情况，但不能采用真正的危险状态进行演练，以避免不必要的伤亡；

（2）演练之前对演练情况进行周密的方案策划。编写场景说明书是方案策划的重要内容；

（3）演练前对有关人员进行必要培训，但不应将演练的场景介绍给应急响应人员；

（4）演练过程中形成的视频资料和照片，进行存档；

（5）演练结束后认真总结经验教训和整改。

9.8.12.6 应急演练准备

（1）制定演练计划

在开展演练准备工作前应先制定演练计划。演练计划是有关演练的基本构想和对演练活动的详细安排，一般包括演练的目的、方式、时间、地点、内容、参与演练的机构和人员、演练的宣传报道、日程安排和保障措施等。

演练计划一般由公司安全管理人员负责编制，由领导小组批准。在制定演练计划过程中需要确定演练目的、分析演练需求、确定演练范围、安排演练准备与实施的日程等。

（2）设计演练方案

演练方案一般由安环部编写，通过评审后由领导小组批准，必要时还需报有关主管单位同意并备案。主要内容包括：确定演练目标、设计演练情景与实施步骤、设计评估标准及方法、编写演练方案文件等。

（3）演练动员与培训

在演练开始前要进行演练动员和培训，确保所有演练参与人员掌握演练规则、演练情景和各自在演练中的任务。

所有演练参与人员都要经过应急基本知识、演练基本概念、演练现场规则等方面的培训。对应急工作小组人员要进行岗位职责、演练过程控制和管理等方面的培训；对参演人员要进行应急预案、应急技能及个体防护装备使用等方面的培

训。

（4）应急演练的保障

做好应急演练的保障工作，包括人员保障、场地保障、经费保障、物资和器材保障、通信保障、安全保障。

9.8.12.7 应急演练的范围和频次

演练以多个应急小组之间或某些外部应急组织之间相互协调进行的演练，与项目预案全部或部分功能的综合演练，演练频次每半年一次。

9.8.12.8 应急演练方式

应急演练按参与人员不同分为公司集体演练和工段演练，根据演练规模不同，总的可以分为桌面演练、功能演练和全面演练。下面以公司集体演练为例具体介绍：

（1）桌面演练（口头演练）

桌面演练的特点是对演练情景进行口头演练，一般可在会议室内举行。指由应急组织的代表或关键岗位人员参加的，按照应急预案及其标准工作程序，讨论紧急情况时采取行动的演练活动。其主要目的是锻炼参演人员解决问题的能力，以及解决应急组织相互协作和职责划分的问题。

具体到本公司，可以由公司应急指挥部发起组织，应急办公室主任具体负责，并制定口头演练计划，编写桌面演练方案和演练内容，指定演练参加人员、演练时间。安全员要将含有上述内容的计划方案报告公司应急部门，经批准后组织实施。演练结束后，汇总所有参加人员为口头演练所作的书面报告，总结口头演练活动的经验和实效，对活动提出新的改进建议。并以书面形式报告公司应急部门，为功能演练和全面演练做准备。

（2）功能演练

功能演练主要目的是针对应急响应功能，检验应急人员以及应急体系的策划和响应能力为主。功能演练比桌面演练规模要大，需动员更多的应急人员、机构和更多组织的参与。

（3）全面演练

全面演练是针对应急预案中全部或大部分应急响应功能开展的检验、评价，是对应急组织应急运行能力的演练活动。全面演练一般要求持续几个小时，采取交流互动方式进行。演练过程要求尽量真实，辐射的内容要尽可能全面，调用的

应急人员和资源尽可能多。同时要对人员、设备、行动及其他相关方面开展实战性演练，以检验各部门间相互协调的应急响应能力。全面演练完成后，除采取口头评论、报告外，提交正式的书面报告。

厂区组成的以总经理为组长的应急预案指挥部在组织筹划本企业的应急演练活动，确定采取哪种类型的演练方法时，首先重视的主要因素有以下6个方面：

- ① 国家及地方政府主管部门颁布的有关应急演练的规定；
- ② 预先筹划的“应急预案和响应程序工作”的进展情况；
- ③ 本公司面临突发环境事件的性质和大小，突出重点；
- ④ 本公司目前的应急响应能力；
- ⑤ 应急演练成本及资金筹措情况；
- ⑥ 应急救援所需的外部资源情况。

公司集体每半年1次的演练应以功能演练和全面演练为主，桌面演练为辅。各工段根据生产实际可增加演练频次，演练前将演练方案递交相关部门，批准后通知相关人员参加。

根据《国家突发公共事件总体应急预案》要求，对突发事故可能造成的危害程度、紧急程度、发展态势，可控性和影响范围进行分级预警，及时上报各级管理部门（I级或II级突发事件4小时内报至国务院），并在第一时间通过广播、电视、报刊、通信、信息网络、警报器、宣传车或组织人员逐户通知等方式进行预警公告，向公众告知突发事件的类别、预警级别、起始时间、可能影响范围、警示事项、应采取的措施与发布机关等。针对不同的伤害等级，提出切实可行的分级应急预案，并明确相应的响应级别。

9.9 环境风险三级防控响应机制及应对方案

园区于2020年12月编制完成了《内蒙古包头金属深加工园区突发环境事件应急预案》。本方案要求企业的突发事件应急预案体系必须充分考虑与区域预案的联动，以《包头市昆都仑区突发环境事件应急预案》和《内蒙古包头金属深加工园区突发环境事件应急预案》作为联动预案，建立本单位的应急预案体系。

应急联动是政府协调指挥各相关部门，向公众提供社会紧急救助服务的联合行动。应急系统需要多个部门的配合，其中包括：公安110、交通122、消防119、急救120、供水、供电、供气、供暖、市政、防汛以及抗震等单位。

企业应急预案应与园区级、昆都仑区级应急预案相衔接，充分利用区域现有应急救援物资，与园区和昆都仑区保持联动。若环境事件发生后，首先启动本公

司应急预案，并及时将事故情况向园区和昆都仑区有关部门报告。同时，公司的应急响应行动与园区和昆都仑区应急响应保持联动，确保信息传递和人员的救助以及事故处理的及时和准确无误，做到最快、最好的处理突发事故。

9.9.1 三级防控联动响应机制

当本企业发生重大伤亡事故或重大突发事件，工业园区应急指挥中心向昆都仑区人民政府应急联动指挥部请示，启动应急联动机制，调动各方力量进行救助。

昆都仑区人民政府应急指挥部建立一个统一的指挥系统和统一的指挥平台，由昆都仑区人民政府应急办按照整合现有电子政务资源、提高效率、节约行政成本的要求具体组织实施，与各专项应急指挥系统和各地应急指挥部位实现互联互通，应急资源共享。在突发事件预警、应急处置和善后处置中，负责统一组织和调配有关单位、驻地部队、武警部队等单位的人力、物资、装备、技术等资源，指挥部与有关单位、驻地部队、武警部队等协调联系，实施应急联动、远程指挥调度和协助现场应急指挥。

现场指挥系统设在事发地，由相关单位提供现场指挥系统，与昆都仑区应急办指挥系统互联互通，在第一时间报告现场情况，并将上级指示及时、准确传达到应急处置实施主体。各类专项应急指挥部建立专项应急指挥系统，要充分发挥系统的专业功能，对各类突发公共事件进行实时监测，及时收集并向应急办上报有关信息，提出相关工作建议。按照指挥部的应急行动方案，调动系统专业资源和力量开展应急处置工作。联动响应机构图见下图 9.9-1，应急响应程序见下图 9.9-2。

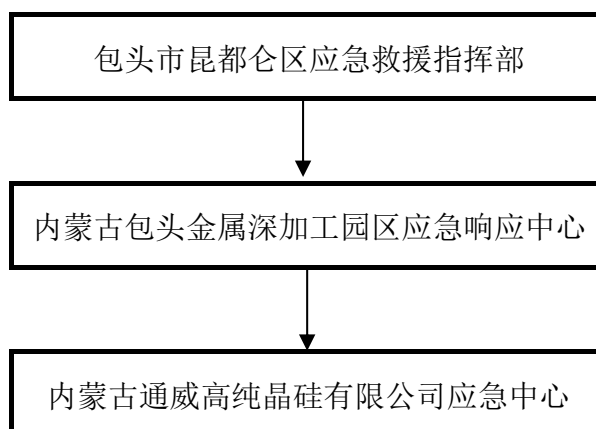


图 9.9-1 应急响应机构图

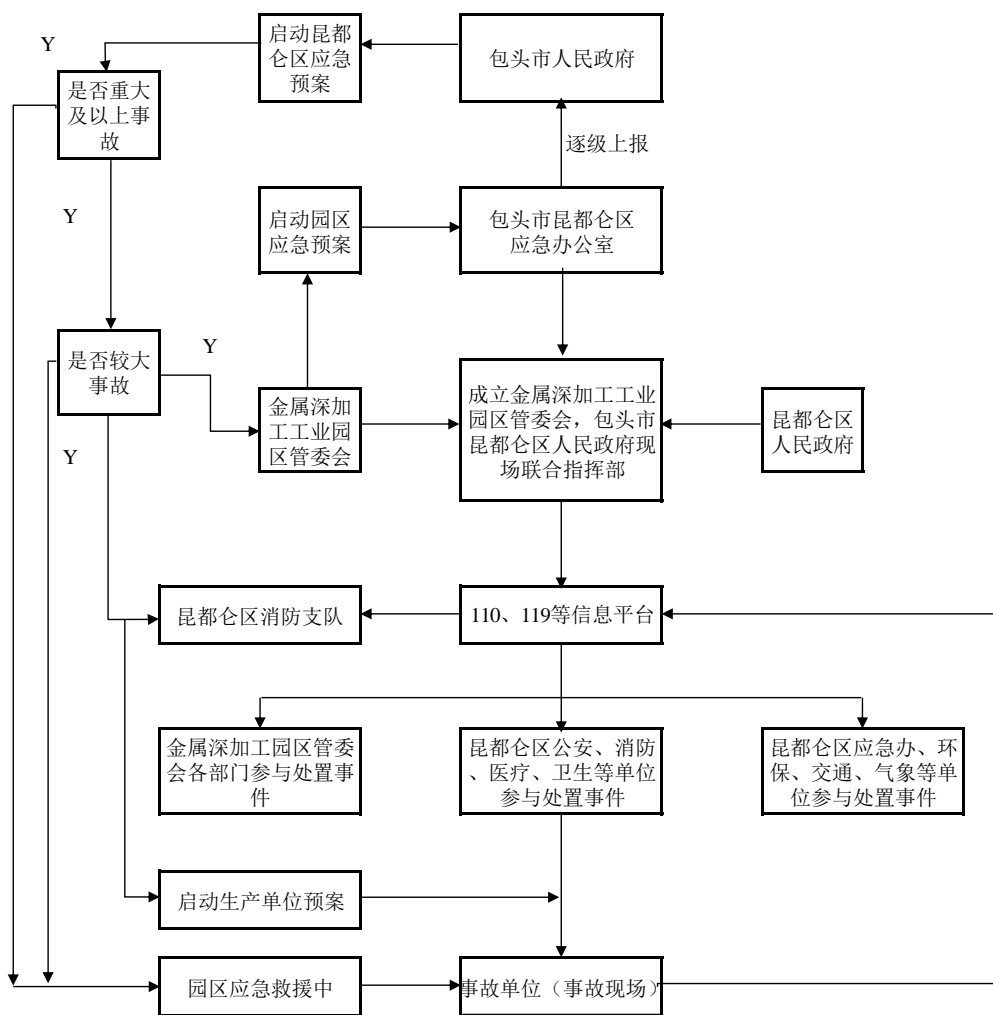


图 9.9-2 应急响应程序图

9.9.2 三级防控应对方案

(1) 企业应对方案

当企业在生产过程发生风险事故，首先启动公司级应急预案。对事故现场划定警戒区域，采取必要的管控措施；调集本单位的应急救援队伍和应急物资，迅速采取堵漏、灭火、围堵、覆盖等措施优先控制污染源，尽可能控制和缩小已排出污染物的扩散、蔓延范围，将突发环境事件危害降低到最小程度。同时向园区、昆都仑区人民政府及时报告突发事件、救援进展、现场情况等准确信息。当事故已超出企业处置能力时，及时向园区和昆都仑区人民政府请求支援。

(2) 园区应对方案

园区在接收到企业紧急求援后，立即启动园区级应急预案。根据事故严重程

度和影响范围向周边企业（北侧西郊污水处理厂、美科硅业、蒙西水泥厂、东北侧磐迅科技等企业）、村庄（乌兰计三村、乌兰计二村、头分子等）发出危险或避险警告；调集园区的应急救援队伍和应急物资，协助企业开展事故现场封堵、灭火、覆盖等措施；协助事故企业及时疏导消防废液，视情况及时启动企业与园区事故水池联通管道阀门，及时将事故废水输送至园区污水处理厂；负责协调园区内其他有余力的企业，如美科硅业、磐迅科技有限公司等参加和配合突发事件的应急救援处置工作。

（3）昆都仑区人民政府应对方案

昆都仑区人民政府在接收到企业紧急求援后，立即启动昆都仑区级应急预案，并成立应急指挥中心，负责“企业-园区-昆都仑区”三级防控联动方案的总指挥；核实突发环境事件准确信息及现场处置相关情况，组织相关专业部门和专家对事态发展趋势进行研判，研究制定处置方案；根据现场实际情况，采取制定好的科学处理措施对现场进行处置，根据现场需求，调度社会资源和物资，指挥和派遣相关部门专业应急队伍赶赴现场，果断控制污染源，控制事件态势，严防二次污染和次生、衍生事件发生。

成立：a、医疗救护组：向包医一附院请求提供医疗急救联动；b、消防气防组：调动包头市昆都仑区消防支队、美科硅业、磐迅科技有限公司等周边企业提供消防联动；c、治安交通警戒组：调动昆都仑区公安局提供安全保卫联动；d、技术保障组：与应急救援专家联络，协调来现场提供救援技术支持。

疏散隔离转移安置人员，根据突发环境事件影响及事发当地的气象、地理环境、人员密集度等，建立现场警戒区、交通管制区域和重点防护区域，确定受威胁人员疏散的方式和途径，有组织、有秩序地及时疏散转移受威胁人员和可能受影响地区居民，确保生命安全。妥善做好转移人员安置工作，确保有饭吃、有水喝、有衣穿、有住处和必要医疗条件。具体撤离详见撤离方案。

负责委托包头市环境监测站对环境质量进行监测；组织制订综合治污方案，采用监测和模拟等手段追踪污染气体扩散途径和范围；采取拦截、导流、疏浚等形式防止水体污染扩大；必要时，要求周边其他排污单位停产、限产、限排，减轻环境污染负荷。实施社会信息发布及舆情管理工作。

9.9.3 撤离方案

（1）应急指挥

①当突发事件需要组织人员疏散安置时，昆都仑区政府负责向园区和企业下达人员疏散安置的指令，内容主要包括：突发事件发生的时间、区域、范围与程度，人员疏散安置的范围、对象、编组及时间，转移方向、路线与方式，转移集结的地点和时间，避难场所的启用、安置地域运行保障及有关注意事项等。

②人员疏散安置指令下达的同时或稍后，现场指挥部要及时向周边村庄发布实施人员疏散安置的通告。通告内容应当简明扼要，主要包括：人员疏散安置的原因与范围、对象，集结地点与时间，避难场所位置、安置地域、行动路线及注意事项等。

（2）疏散撤离

①昆都仑区政府要立即通知所属乡镇（街道）并组织有关人员向预定地点或指定区域转移。其程序包括：

- 1) 发布人员疏散撤离通告与行动信号；
- 2) 组织疏散撤离人员集中和编队；
- 3) 组织疏散撤离人员向预定地点或指定区域转移。

②人员疏散撤离行动，通常以居委会、行政村等为基本单元，编成疏散撤离梯队，人数较多的居委会、行政村可编为 2 个以上梯队。事发地区要尽可能安排多条路线组织疏散撤离，在一条路线上疏散撤离的，各梯队按时间先后顺序相继疏散撤离。

③人员疏散撤离后，事发地区昆都仑区政府要组织乡镇、街道、居委会（村委会）及有关单位指派专人逐户检查，以防遗漏而造成不必要的人员伤亡和财产损失。

（3）避难场所启用

①事发地昆都仑区政府要立即组织实施启用避难场所、接收安置受灾人员。其程序包括：

- 1) 发布启用避难场所、接收安置受灾人员的通告；
- 2) 确定需要启用的避难场所，启动避难场所应急设施设备；
- 3) 引导受灾人员有序进入避难场所；
- 4) 妥善安置进场受灾人员、提供必要的基本生活保障。

②昆都仑区政府及有关单位负责组织实施辖区内避难场所的启用、运行，保障受灾人员的接收安置。

（4）疏散撤离时间安排

①应急响应：在企业发生重大伤亡事故或重大突发事件时，需启动风险三级防控方案，应急响应时间为 10min；

②召集车辆：昆都仑区政府迅速成立人员疏散安置应急指挥机构，负责周边人员撤离。交通、公安等部门按照各自职责，优先安排和调度保障人员疏散安置的交通工具与交通线路，需要全面协调召集车辆数，并对车辆进行编号，对应编号的去指定地点进行人员撤离。指挥中心根据每个村庄人数，统筹规划好所需车辆数；

③组织转移：组织转移过程，指挥中心与园区、附近村委会形成联动，村委会提前将人员召集起来，等候转移车辆到来，并及时将人员有序撤离。必要时，对现场及相关道路实施交通管制，开设应急专用通道，确保人员疏散安置安全、快速。按照先疏散泄漏源中心区域人员，再疏散可能波及范围内人员；先老、弱、病、残、妇女等人员，再行动能力较好人员；保证在事故发生后 1h 内将受影响人群疏散转移至避难场所。

9.9.4 三级防控响应职责划分

风险三级防控职责划分见表 9.9-1。

9.9.5 环境风险三级防控及应急措施

风险三级防控及应急措施见表 9.9-2。

表 9.9-1 风险三级防控职责划分一览表

三级防控主体	主要职责
企业	<ol style="list-style-type: none"> 1、承担环境安全主体责任； 2、负责迅速切断事故源和排出现场的易燃易爆物质； 3、负责迅速抢修设备、管道、控制事故，以防扩大；对现场人员进行初步救助； 4、负责事故现场的抢险救援，控制易燃易爆有毒物质泄漏和污染蔓延，以及实施救援后的洗消工作； 5、对事故产生的污染物进行收集处理，对受污染和破坏的生态环境进行恢复工作； 6、负责发生事故后向所在园区及昆都仑区政府及时上报。
园区	<ol style="list-style-type: none"> 1、负责园区事故水池的建设、企业事故水池与园区事故水池的联通； 2、负责事故废水的及时疏导，及时将企业事故水池与园区事故水池联通管道打开，保证事故废水不出厂； 3、负责协助昆都仑区政府对周边居民进行撤离； 4、负责协调园区企业对本企业进行救助； 5、负责事故情况下，消防水水源的及时供给，电源的及时供给；
昆都仑区政府	<ol style="list-style-type: none"> 1、负责风险事故下应急总指挥； 2、负责协助企业事故现场的抢险救援，控制易燃易爆有毒物质泄漏和污染蔓延，以及实施救援后的洗消工作； 3、负责风险事故下在规定的时间内对周边居民进行紧急撤离和安置； 4、负责抢险消解物资及设备工具的及时运送供给； 5、负责伤病人员的救治工作； 6、负责组织突发环境事件的新闻报道； 7、负责组织制定受污染水体疏导或截留方案，保障饮用水源的供应； 8、负责开展环境应急监测，并对环境事件进行调查处理； 9、负责应急避难场所的建设。

表 9.9-2 风险三级防控及应急措施一览表

三级防控主体		企业	园区	昆都仑区政府
防控措施		设 1 座消防泵房,并配备相应的消防、稳压系统,以及 2 座有效容积均为 1000m ³ 的消防水池。设置室外消火栓、灭火器、可燃气体报警系统、火灾报警系统等。新建 1 座 1000m ³ 的初期雨水池和 1 座 2500m ³ 事故水池。	设置容积为 3 万 m ³ 的事故应急池,与园区污水处理设施连通,便于事故污水的后续处理;在本项目建设完成前,建立本项目事故水池与园区 3 万立方米事故水池的联通管道。	设置并建立安置场所
应急措施	先期处置	1、划定警戒区域;2、采取堵漏、围堵、覆盖、灭火等措施优先控制污染源	1、根据事故严重程度和影响范围发出危险或避险警告;2、协助企业开展事故现场封堵、灭火、覆盖等措施;3、调集救援物资进行救援;	1、核实环境事件信息,初步判定;2、组织部门和专家进行研判,制定方案;4、采取有效措施对现场进行处置;4、发布社会信息
	应急监测	设手持式气体检测仪,第一时间对突发环境进行监测	/	委托包头市环境监测站进行监测
	现场处置	1、向上级报告事故情况;2、开展人员救护和现场保护工作	1、采取灭火措施及防治消防废液排出厂外的措施; 2、视情况及时启动企业与园区事故水池联通之间的管网,将事故废水输送至事故水池; 3、内部支援,征调园区其他有余力企业参与救援	1、组织制定综合治污方案;2、发生事故确需转移周边群众的情况下,负责对周边群众进行紧急撤离转移,保证事故废气对周边居民的影响降至最低;3、组织医疗资源对伤病员进行诊断治疗
	应急保障	1、制定应急保障计划;2、配置应急和救护设备;3、建立交通运输、医疗卫生、治安、技术储备等保障	1、经费保障;2、应急物资装备保障;3、应急队伍保障;4、治安警戒保障、医疗保障、交通运输等保障	1、队伍保障;2、物资与资金保障;3、通信保障;4、交通运输保障;5、技术保障

9.9.6 环境风险三级防控及应急措施可行性分析

本项目在事故情况下事故废水和事故废气的防控及应急措施可行性分析如下。

（1）事故废水

事故废水主要来源于消防废水和泄漏废液。针对本项目厂区，企业通过设置事故废水三级防控体系和废水集排系统，建设储罐区和装置区围堰、1座10000m³的事故水池、污水处理站。当三氯氢硅储罐、氢化料缓冲罐、装置区发生泄漏及火灾爆炸事故时，泄漏物以及消防废水首先进入围堰，经围堰进入厂区事故水池，再分批进入污水处理站处理，确保事故废水控制在厂区范围内。

园区通过设置1座总容积3万m³公用事故水池，并实现本项目事故水池与园区事故水池、园区污水处理厂事故水池的有效联通，当本项目消防事故水池水位达到60%报警液位，存在消防水溢出风险的情况下，园区立即开启连接园区公共事故水池的管网，事故废水经园区事故水联通管道压力泵进入园区公共事故应急池，疏导消防水。事故结束后，事故废水回输至企业污水处理站处理，不长期滞留在园区公共应急池中。

在企业、园区的有效联动下以及防控措施落实的情况下，本项目事故废水不会溢流出厂，可得到有效处理，风险可控。

（2）事故废气

事故废气主要为泄漏物产生的蒸汽、以及火灾爆炸产生的次生污染物，根据本项目所使用原料，本项目事故废气主要为氯硅烷、氯化氢、氯气、氮氧化物等。企业通过及时采取堵漏、灭火、围堵、覆盖等措施优先控制污染源、并采用检测仪进行监测，实时掌握环境空气质量，为昆都仑区人民政府决策转移周边居民提供依据。确需转移时，昆都仑区政府开始实施转移，企业、园区协助政府进行转移，并按照防控方案在60min内将周边受影响居民转移至安置场所，不会对周边居民身体健康或生命安全造成影响。

在企业、园区、昆都仑区政府的有效联动下以及防控措施落实的情况下，本项目事故废气不会对周围居民产生影响，风险可控。

因此，本项目风险防控措施可行。

9.10 小结

9.10.1 项目危险因素

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），拟建项目涉及的危险物质主要包括三氯氢硅、生石灰、氢氧化钠、70%硝酸、氢气、氯化氢、二氯二氢硅、四氯化硅等、火灾爆炸生成的氯化氢气体等，主要分布于生产装置区、罐区。

9.10.2 环境敏感性及事故环境影响

（1）环境敏感性

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录D判断，大气环境敏感程度为E2环境中度敏感区、地表水环境敏感程度为E3环境低度敏感区，地下水环境敏感程度为E1环境高度敏感区。

（2）事故环境影响

①大气环境

在假定事故条件下，根据大气环境风险预测结果，在最不利气象条件下，三氯氢硅储罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的三氯氢硅毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为510m、1610m；释放的HCl毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为310m、1010m；释放的氯气毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为910m、3410m；氯化料缓冲罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的四氯化硅毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为510m、1610m；释放的HCl毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为310m、1010m；释放的氯气毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为910m、3410m；

在最常见气象条件下，在假定事故条件下，根据大气环境风险预测结果，在最不利气象条件下，三氯氢硅储罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的三氯氢硅毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为510m、1510m；释放的HCl毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为310m、910m；释放的氯气毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为910m、3410m；氯化料缓冲罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的四氯化硅毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为510m、1510m；释放的HCl毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别为310m、910m；释放的氯气毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2对应的下风向最远距离分别

为 910m、3410m；

②地表水

本期项目新建事故废水 10000m³，采用三级防控措施，可将事故废水控制在厂区内，不会对地表水造成影响。

③地下水

地下水采取源头控制，分区防渗，风险监控措施，可有效预防泄漏事故对地下水的影

9.10.3 环境风险防范措施和应急预案

事故废气排入工艺废气回收装置处理。少量泄漏物料用砂土或其它不燃材料吸附或吸收，也可以用大量水冲洗，稀释水排入废水系统。大量液体泄漏，构筑临时围堤收容，用泡沫覆盖，降低挥发蒸气灾害；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；当装置或储罐发生火灾或爆炸时，根据事故级别启动应急预案。事故废水三级防控，禁止未经达标处理出厂。地下水采取源头控制，分区防渗，风险监控措施，可有效预防泄漏事故对地下水的影

建设单位应严格按照《石油化工企业环境应急预案编制指南》修编应急预案，同时，厂区环境风险防控系统应纳入园区环境风险防控体系，风险防控设施和管理应与园区合理衔接。

9.10.4 环境风险评价结论与建议

环评分析认为，在采取工程设计、安全评价以及环评建议措施的基础上，项目环境风险可控，并在可接受的范围内。本次评价提出几点建议：

（1）企业应落实环境风险事故应急防范系统，建立应急救援队伍，储备应急救援物资和装备。

（2）企业新建事故水池，要求将事故状态下产生的消防废水集中收集至厂区事故池内分批送往污水处理站处理或委外处理，不得随意外排。

本项目环境风险评价自查表见表 9.10-1。

表 9.10-1 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	TCS	STC	DCS	氯化氢	硝酸
		存在总量/t	10538.03	9285.71	232.77	14.86	166.70
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数_0_人			5km 范围内人口数_38210_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 <input type="checkbox"/>	F2 <input type="checkbox"/>	F3 <input checked="" type="checkbox"/>
			环境敏感目标分级		S1 <input type="checkbox"/>	S2 <input type="checkbox"/>	S3 <input checked="" type="checkbox"/>
地下水	地下水功能敏感性		G1 <input type="checkbox"/>	G2 <input checked="" type="checkbox"/>	G3 <input type="checkbox"/>		
	包气带防污性能		D1 <input checked="" type="checkbox"/>	D2 <input type="checkbox"/>	D3 <input type="checkbox"/>		
物质及工艺系统危险性	Q 值	Q<1 <input type="checkbox"/>		1≤Q<10 <input type="checkbox"/>	10≤Q<100 <input type="checkbox"/>	Q>100 <input checked="" type="checkbox"/>	
	M 值	M1 <input checked="" type="checkbox"/>		M2 <input type="checkbox"/>	M3 <input type="checkbox"/>	M4 <input type="checkbox"/>	
	P 值	P1 <input checked="" type="checkbox"/>		P2 <input type="checkbox"/>	P3 <input type="checkbox"/>	P4 <input type="checkbox"/>	
环境敏感程度	大气		E1 <input checked="" type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>	
	地表水		E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input checked="" type="checkbox"/>	
	地下水		E1 <input checked="" type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>	
环境风险势	IV ⁺ <input checked="" type="checkbox"/>		IV <input type="checkbox"/>		III <input type="checkbox"/>	II <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>
评价等级	一级 <input checked="" type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>	简单分析 <input type="checkbox"/>	
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input checked="" type="checkbox"/>			易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>		
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>			火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>		
	影响途径	大气 <input checked="" type="checkbox"/>		地表水 <input checked="" type="checkbox"/>		地下水 <input checked="" type="checkbox"/>	
事故情形分析	源强设定方法			计算法 <input checked="" type="checkbox"/>	经验估算法 <input checked="" type="checkbox"/>	其他估算法 <input type="checkbox"/>	
风险预测与评价	大气（最不利气象条件）	预测模型		SLAB <input checked="" type="checkbox"/>	AFTOX <input checked="" type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>	
		三氯氢硅泄漏火灾事故产生三氯氢硅预测结果		大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_510_m			
				大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_1610_m			
		三氯氢硅泄漏火灾事故产生次生氯化氢预测结果		大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_310_m			
				大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_1010_m			
		三氯氢硅泄漏火灾事故产生次生氯气预测结果		大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_910_m			
				大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_3410_m			
		四氯化硅泄漏火灾事故产生四氯氢硅预测结果		大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_510m			
大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_1610_m							
四氯化硅泄漏火灾事故产生次生氯化氢预测结果		大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_310_m					
		大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_1010_m					
四氯化硅泄漏火灾事故产		大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_910_m					

	次生氯气预测结果	大气毒性终点浓度-2 最大影响范围__3410_m
大气 (最常见气象条件)	三氯氢硅泄漏火灾事故产生三氯氢硅预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_510_m
		大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_1510_m
	三氯氢硅泄漏火灾事故产生次生氯化氢预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_310_m
		大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_910_m
	三氯氢硅泄漏火灾事故产生次生氯气预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_910_m
		大气毒性终点浓度-2 最大影响范围__3410_m
	四氯化硅泄漏火灾事故产生四氯氢硅预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_510m
		大气毒性终点浓度-2 最大影响范围__1510_m
四氯化硅泄漏火灾事故产生次生氯化氢预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_310_m	
	大气毒性终点浓度-2 最大影响范围__910_m	
四氯化硅泄漏火灾事故产生次生氯气预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_910_m	
	大气毒性终点浓度-2 最大影响范围__3410_m	
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	<p>拟建项目通过事故风险隐患排查, 设置液位报警、有毒气体监测, 建设围堰、防火堤、同时在厂区针对潜在环境风险配备相应的应急物资储备来降低环境风险。</p> <p>建设单位应根据《企事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)》(环发[2015]4号)等相关要求, 编制企业突发环境事件应急预案并定期演练, 明确本项目预案的适用范围、突发环境事件的分类与分级、应急组织机构与职责、环境风险应急监控与预警、事故状态下的应急响应、各突发环境事件的风险防范与应急处置措施、善后处置、预案管理与演练以及预案修编要求等内容。同时, 厂区环境风险防控系统应纳入园区环境风险防控体系, 风险防控设施和管理应与园区合理衔接。</p>	
评价结论与建议	<p>本项目涉及的危险物质主要包括三氯氢硅、生石灰、氢氧化钠、70%硝酸、氢气、氯化氢、二氯二氢硅、四氯化硅等、火灾爆炸生成的氯化氢气体等, 主要分布于生产装置区、罐区。环境风险事故主要为三氯氢硅、四氯化硅物质储罐发生泄漏并发生火灾等。在采取工程设计、安全评价以及环评建议的措施基础上, 项目环境风险可控, 并在可接受的范围内。</p>	

注: “□”为勾选项; “___”为填写项

10 污染防治对策及达标排放分析

10.1 废气防治措施与达标排放

项目生产过程需处理废气主要包括工艺废气、酸性废气以及含尘废气等治理措施论证如下。

10.1.1 工艺废气处理车间治理措施论证

10.1.1.1 精馏不凝气、再生尾气治理措施可行性论证

项目精馏工段不凝气、再生尾气、渣浆回收处理装置精馏不凝气属可回收废气，含氯硅烷、 H_2 ，集中收集经工艺废气处理车间深冷工序回收氯硅烷后，尾气加压送冷氢化装置。仅在事故状态下经废气送入工艺废气处理车间后续工艺废气洗涤装置。

以上废气经深冷回收氯硅烷后，主要含 H_2 ，直接返回冷氢化装置可实现 H_2 的回用，减少 H_2 损失。

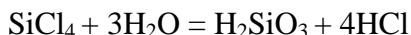
10.1.1.2 开停车置换气、储罐泄压废气治理措施可行性论证

四氯化硅冷氢化车间开停车置换气、合成精馏车间不凝气、三氯氢硅还原车间置换废气、还原尾气回收车间硅粉收集罐置换气含 $SiHCl_3$ 、 $SiCl_4$ 、 HCl 、 N_2 、 H_2 等，进入工艺废气处理车间处理。

工艺废气处理车间主要采用深冷回收硅烷，氯硅烷可达 100% 回收，回收氯硅烷后的废气再进入缓冲罐去水洗洗涤塔洗涤，采用三塔串联洗涤保证洗涤效果，做到洗涤废气达标排放，同时考虑到项目实施地水源的缺乏，采用自循环洗涤，即回用水先进入三级洗涤塔，作为洗涤喷淋液，出塔底洗涤液通过自流方式到二级洗涤塔，作为二级洗涤塔的置换液，二级洗涤塔通过自流形式到一级洗涤塔，作为一级洗涤塔的置换液；出一级洗涤塔的酸性废液直排至污水处理单元进行后处理。

洗涤用水采用污水处理站回用水，循环利用，氯硅烷与水分解，最终生成二氧化硅和 HCl 、 H_2 ， HCl 被水洗涤形成酸性废水，定期排出送厂污水处理站处理。洗涤主要去除率氯化氢，氯化氢易溶于水，经洗涤去除效率可达 99% 以上， HCl 排放浓度及排放速率满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求，通过 25m 排气筒达标排放。

工艺废气处理涉及到的反应方程式如下：



项目工艺废气处理工艺流程见图 10.1-1。

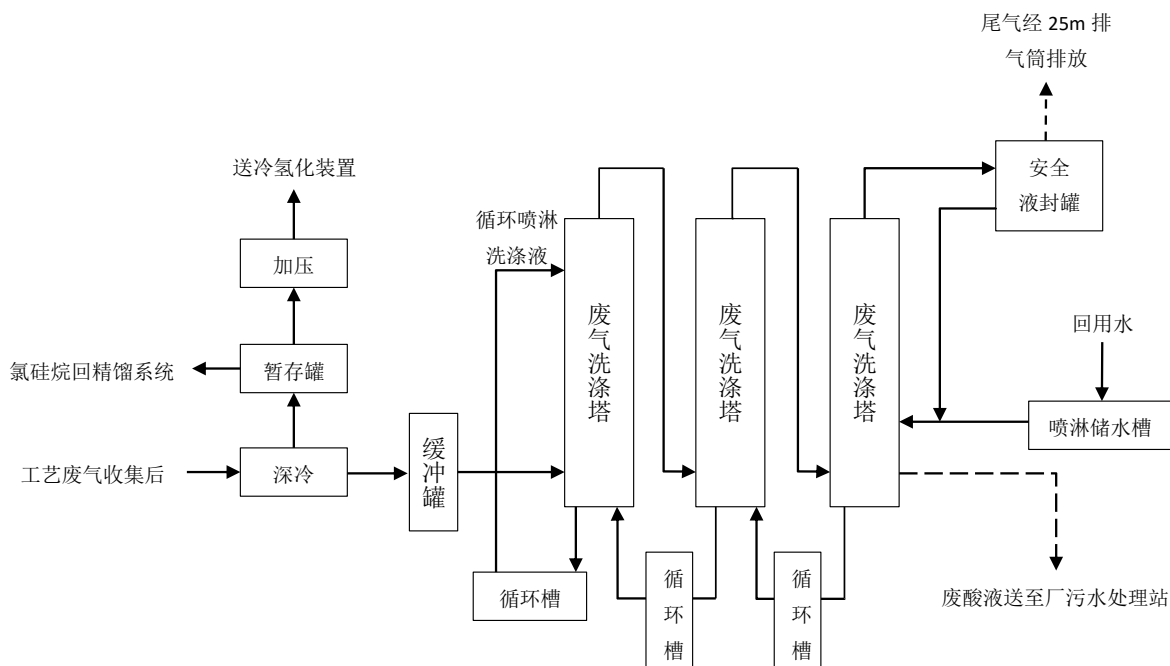


图 10.1-1 工艺废气处理工艺流程图

一期项目生产装置工艺废气处理装置采用“两塔两级水洗”处理工艺的验收监测报告显示：工艺尾气经两级水洗处理后 HCl 排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》表 2 中二级标准限值。因此，本项目工艺废气处理装置采用“三塔三级水洗”处理工艺，较一期工程处理效率高，处理后废气污染物可以满足标准要求。

10.1.1.3 深冷回收氯硅烷的技术经济可行性论证

项目产生的含氯硅烷废气（包括精馏不凝气、再生尾气、开停车置换气、储罐泄压废气等），均首先采用深冷回收氯硅烷，然后再根据气体成分返回冷氢化利用或去废气洗涤装置。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。四川

永祥多晶硅有限公及本项目一期工程现有多晶硅生产装置针对含氯硅烷废气一直采用深冷装置进行回收氯硅烷，运行效果好、且可降低公司生产成本，凸显市场竞争优势。因此，项目含氯硅烷废气采用深冷回收氯硅烷从技术、经济角度具可行性。

因此，经以上分析和类比可知，本项目工艺废气处理可行。

10.1.2 酸洗废气治理措施论证

项目在后处理车间多晶硅酸洗、硅芯酸洗均采用硝酸，在洗涤过程中硝酸在受热时会分解出少量 NO_x 气体。废气中 NO_x 的主要净化方法包括催化还原法、液体吸收法和吸附法，其技术要点见表 10.1-1。

表 10.1-1 废气中 NO_x 的主要净化方法

净化方法		要点
催化还原法	非选择性催化还原法	用 CH_4 、 H_2 、 CO 及其他燃料气做还原剂与 NO_x 进行催化还原反应。废气中的氧参加反应，放热量大。
	选择性催化还原法	用 NH_3 作还原剂将 NO_x 催化还原为 N_2 。废气中的氧很少与 NH_3 反应，放热量小。
液体吸收法	水吸收法	用水作吸收剂对 NO_x 进行吸收，吸收效率低，仅可用于气量较小、净化要求不高的场合，不能净化含 NO 为主的 NO_x 。
	稀硝酸吸收法	用稀硝酸作吸收剂对 NO_x 进行物理吸收与化学吸收。可回收 NO_x ，消耗动力较大。
	碱性溶液吸收法	用 NaOH 、 Na_2CO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 NH_4OH 等碱溶液作吸收剂对 NO_x 进行化学吸收，对于含 NO 较多的 NO_x 废气，净化效率低。
	氧化-吸收法	对于含 NO 较多的 NO_x 废气，用浓 HNO_3 、 O_3 、 NaClO 、 KMnO_4 等作氧化剂先将 NO_x 中的 NO 部分氧化为 NO_2 ，然后再用碱溶液吸收，使净化效率提高。
	吸收-还原法	将 NO_x 吸收到溶液中，与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 、 NH_4HSO_3 、 Na_2SO_4 等还原剂反应， NO_x 被还原为 N_2 ，其净化效果比碱溶液吸收法好。
吸附法	吸附法	用丝光沸石分子筛、泥煤、风化煤等吸附废气中的 NO_x ，将废气净化。

本项目针对含 NO_x 酸性废气采用碱洗方式处理，工艺流程：通过在酸洗槽上方安装废气吸收罩，采用负压吸收方法，将收集后的废气引入酸气处理系统，酸性废气经喷淋塔用10%氢氧化钠溶液除去气体中的 NO_x ，然后经15m排气筒排放，出塔底洗涤液用泵送入污水处理站。

经类比，四川永祥多晶硅有限公司现有多晶硅生产装置产生的酸洗废气含 HF 和 NO_x，采用 10% 氢氧化钠溶液喷淋洗涤，目前运行正常、外排酸性废气稳定达标。又因本项目在酸洗过程中改进工艺，不再使用氢氟酸，仅使用硝酸做洗涤液，因此，本项目酸性废气仅含 NO_x，净化效率从保守角度取 60%，外排 NO_x 控制在 15mg/m³ 以下，满足《大气污染物综合排放标准》表 2 中二级标准限值。

因此，本项目酸洗废气处理措施完全可行。

10.1.3 粉尘处理措施论证

项目产生的粉尘主要来自整理车间硅棒破碎、石灰石装卸、硅粉上料等过程。粉尘颗粒大小的分布亦广，直径有的大至 100μm 以上，也有小至 1μm 以下。目前，除尘设备常用的包括旋风处理、静电除尘、布袋除尘以及湿式除尘器等，以上除尘器的原理及优缺点如下表所示。

表 10.1-2 常用除尘处理工艺比较

类型	旋风洗涤器	文丘里洗涤器	旋风除尘器	静电除尘器	布袋除尘器	金属烧结过滤器
原理	吸收水以环形喷射方式进入除尘器中吸收尘粒	利用文丘里管气流变化除尘	利用旋转气流的离心力实现尘粒与气流分离	利用尘粒荷电作用除尘	利用过滤作用实施除尘	利用过滤材料过滤颗粒物，同时过滤材料表面形成滤饼，形成双重过滤层
压力损失	700~1200Pa	4000~10000Pa	700~1500Pa	50~130Pa	1000~1500Pa	/
适用粒径范围	>5 μm	0.5~1 μm	5~30 μm	0.5~1 μm	0.5~1 μm	3~5μm
除尘率	95~99%	90~99%	60~70%	90~99.9%	90~99.9%	99~99.9%
优点	适用于烟气体量大和含尘浓度高的场合。设备费中，运行费中。	文丘里洗涤器可以有效的去除直径小于 2μm 的粉尘，适合于 70-90℃。设备费少。	工艺成熟，原理简单，操作稳定，设备费少，运行费中。	可以有效的去除直径为 0.25μm 的尘粒。除尘率高。	可以有效的去除直径为 0.25μm 的尘粒。除尘率高	过滤精度高、化学性能稳定、耐腐蚀；抗压强度高，可反吹再生，使用寿命长
缺点	无法有效去除直径为 5-10μm 的粉尘，只能视为	压差较大，抽风机的能源消耗高，并且需要处理大量的	压力损失大 700~1500Pa，无法有效去除直径为	设备费大，运行费中。	设备费中，运行费大。	冬季水汽大易结冰

除尘的前处理设备。	废水。运行费大。	5-10 μm 的粉尘，只能视为除尘的前处理设备。			
-----------	----------	--------------------------------------	--	--	--

本项目破碎粉尘除尘采用布袋除尘器，布袋除尘是目前除尘中去除效率最高的工艺，可确保外排废气粉尘浓度低于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 甚至更低，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 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，净化效率 99.5% 以上。

硅粉上料系统粉尘采用金属烧结过滤器进行净化后排放，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 $5\mu\text{m}$ 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。极高的净化效率—对于 $0.2\mu\text{m}$ 以上的粉尘，效率高达 99.99% 以上，排放浓度可达到 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

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：

- (1) 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。
- (2) 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。

10.1.4 其他有组织污染源治理措施

渣浆回收车间水洗废气主要含 HCl，不凝气进入渣浆回收装置单独配套的废气洗涤塔洗涤，洗涤塔分为一级洗涤塔和二级洗涤塔，洗涤主要去除率氯化氢，氯化氢易溶于水，但本工艺产生的氯化氢浓度较低，保守按洗涤去除效率 90% 考虑，HCl 排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求，通过 25m 排气筒达标排放。

10.1.5 无组织排放废气控制措施及论证

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。

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。

10.2 废水污染防治处理措施及可行性分析

项目废水主要为工艺废水，包括硅芯生产酸洗废水、水洗废水、酸性废气碱洗废水；后处理单元酸洗废水、水洗废水、酸性废气碱洗废水；渣浆回收单元水洗废水、废气洗涤塔废水；工艺废气处理单元水洗塔废水；电解制氢单元电解水箱废水、氢气纯化废水；各车间设备清洗及地坪冲洗水；循环冷却水排水、脱盐水站排水、高纯水站排水及生活污水等废水。

项目废水实行清污分流、分类治理、用污排清。

整理车间洗涤废水处理后排入回用于工艺废气处理及渣浆回收，剩余排入回用水处理站、蒸发结晶装置。脱盐水站排水、污水处理站排水、循环水站排水经回用水处理站处理后回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水，处理过程中产生的浓盐水排入高盐废水处理装置。高盐废水处理装置主要接收回用水处理站所排高盐水及污水站部分排水，处理后冷凝水回用于工艺废气处理、渣浆回收、循环水系统补水。项目生产废水不外排。

10.2.1 废水处理措施

项目产生的废水可分类三大类：酸性废水、含盐水和生活污水，其中酸性废水属多晶硅行业主要、典型废水，单建厂污水处理站进行处理，后续设有高盐废水处理装置，以最大化的实现废水循环利用、节能和减少外排废水量，而生活污

水达标排放，含盐水排入回用水处理站处理后回用。

（1）酸性废水--厂污水处理站

本项目设全厂污水处理站一座，处理能力 $120\text{m}^3/\text{h}$ ，酸性污水处理站处理流程：工艺废气洗涤废水、其他生产废水进入污水调节池，综合废水经水泵加压送入中和反应池。中和反应水池每格池配有搅拌装置，将配置的 60%氢氧化钙溶液投入第一格反应池中，水经过四级中和反应后由水泵加压送入斜板沉淀池，经沉淀后清水由水泵提升送入过滤装置，经过滤后的清水进入回用水池暂存。沉淀池内的沉淀物排入污泥浓缩池。污泥经泥浆泵送至固液分离装置（即板框压滤机），清水回流调节池回用与生产，满足回用水相应标准要求，泥饼主要含二氧化硅，经鉴定后，按照危险废物类别进行处置。

厂污水处理站设计规模 $120\text{m}^3/\text{h}$ ，废水总处理量 $112\text{m}^3/\text{h}$ 。故厂内污水处理站规模可满足项目生产废水的处理要求。

根据类比四川永祥多晶硅有限公司酸性废水原水水质，项目进厂污水处理站的综合废水水质为：COD 20mg/L 、氨氮 0.2mg/L 、氯化物 2400mg/L 、 $\text{pH}<2$ ，含二氧化硅等杂质，处理出水满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）标准回用，剩余尾水送回用水处理站继续处理。

（2）含盐水--回用水处理站

脱盐水站排水及污水处理站处理后部分排水、循环水排水直接进入回用水处理站处理，设计规模为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，处理水量 $88\text{m}^3/\text{h}$ ，回用水处理站采用电絮凝+UF+RO 双膜工艺处理，回用水处理站处理后淡水出水水质与脱盐水水质相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水、渣浆回收工艺补水。高盐水出水进入高盐废水回收装置处理。

（3）高盐废水回收装置

针对项目回用水处理站及污水处理站的尾水，在厂区设高盐废水回收装置，采用 RO 膜过滤+MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶工艺，设计规模为 $40\text{m}^3/\text{h}$ （1套 $40\text{m}^3/\text{h}$ 处理装置），处理水量 $38\text{m}^3/\text{h}$ ，冷凝水出水水质与脱盐水水质相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水、渣浆回收工艺补水。

（4）生活污水

厂内生活污水产生量 $1.83\text{m}^3/\text{h}$ ，处理后水质《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准经污水管网排入园区污水处理厂。生活污水处理站采用

“调节池+活性污泥法+沉淀池”工艺。

项目生活污水处理设施及工艺与一期相同，根据一期实际运行及验收数据表明，出水水质达 GB8978-1996 三级标准限值经园区污水管网排入西郊污水处理厂可行。

项目废水处理工艺具类比性，且在酸性废水处理车间处理后部分回用，部分去高盐废水处理装置，实现酸性废水的分类处理。在处理高盐水放面采用回用水处理站及高盐废水处理装置，回用水处理站采用“采用电絮凝+UF+RO 双膜工艺”，高盐废水处理装置采用“MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶工艺”，相比类比工程的处理工艺更完善、可确保项目废水的有效处理、回用。

结合项目废水特点，类比国内同行业的废水处理经验，确定采用以物化法为主的废水处理工艺，经分析可知该废水处理工艺可确保项目废水的有效处理、回用和稳定达标外排。故项目废水处理工艺可行。

综上，项目废水处理方案可保证项目废水达到回用水要求，全部回用，措施可行。

10.2.2 地下水污染防治措施

（1）防止地下水污染控制措施的原则

地下水污染防治措施坚持“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应相结合”的原则，即采取主动控制和被动控制相结合的措施。

①主动控制即从源头控制措施，主要包括在工艺、管道、设备、污水储存及处理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；

②被动控制即末端控制措施，主要包括厂内污染区地面的防渗措施和泄漏、渗漏污染物收集措施，即在污染区地面进行防渗处理，防止洒落地面的污染物渗入地下，并把滞留在地面的污染物收集起来，集中送回工艺中；

③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、配备检测仪器和设备，设置地下水污染监控井，及时发现污染、及时控制；

④应急响应措施，包括一旦发现地下水污染事故，立即启动应急预案、采取应急措施控制地下水污染，并使污染得到治理。

（2）防止地下水污染的主动控制措施

为了最大限度降低生产过程中有毒有害物料的跑冒滴漏，防止地下水污染，项目在生产工艺、设备、建筑结构、总图等方面均在设计中考虑了相应的控制措施，具体措施如下：

①整个反应装置所在的区域均为重点防护区域，生产装置区各单元四周设截流沟。

②除车间地基采取相应的防渗处理外，车间内地面采用不渗透的材料铺砌，杜绝车间内地下水污染渗漏情况发生。

③车间内易产生泄漏的设备点及环节尽可能按其物料的物性分类集中布置，对于暂存不同性质物料的储罐区域，分别设置围堰，围堰内设置有地漏，分类收集围堰内的排水，围堰地面采用不渗透的材料铺砌，并按物料性质采取防酸或防碱的防腐蚀措施。

④车间外四周设置双层防水防雨沟，内层以收集车间内跑冒滴漏的工艺水及地坪洗水为主；外层以收集室外雨水、杜绝雨水与地坪洗水相混杂的功能为主。既可有效杜绝车间内地坪洗水等溢漏到区外，有可控制在暴雨季节多余雨水进入废水处理系统。

⑤溶液储存、输送设备的管线排液阀门设为双阀，分别设置各类液物料的备用收集系统，并设置在装置区界区内，以便及时将泄漏的物料及时送回工艺体系中。

（3）防止地下水污染的被动控制措施

防止地下水污染的被动控制措施即为地面防渗工程。包括两部分内容：一是全厂污染区参照相应标准要求铺设防渗层，以阻止泄漏到地面的污染物进入地下水中；二是全厂污染区防渗层内设置渗漏污染物收集系统，将滞留在地面的污染物收集起来，送回工艺中。项目对包括生产装置区（包括冷氢化、合成精馏和回收精馏、合成精馏和反歧化、还原、工艺废气洗涤、渣浆回收、整理、还原尾气回收）、球罐区和中间罐区（含围堰）、硅粉库、化学品库、成品库、公辅设施区、污水处理站、高盐废水处理装置、事故池等进行地面防渗处理。项目防渗区按重点污染防渗区（包括污水处理站、回用水处理站、高盐废水处理装置、生产装置区（硅芯制备车间除外）、球罐区和中间罐区（含围堰）、化学品库）和一般污染防渗区（脱盐水处理站、高纯水处理站、空压站、循环水处理站、硅粉库、成品库、废渣库、事故池、硅芯制备车间）分区设置，其余部分为简单防渗区。

对简单防渗区、一般防渗区、重点防渗区分别采取不同等级的防渗措施，防渗层在地表铺设，按照污染防治分区采取不同设计方案，具体如下：

①一般防渗区。一般污染防渗区采用抗渗混凝土，抗渗等级不小于 P6，厚度 100mm，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7}$ cm/s。

②重点污染防渗区。重点污染防渗区采用土工膜（厚度 1.5mm）+抗渗混凝土（厚度 100mm），抗渗等级不小于 P8，土工膜选用 HDPE 膜，总防渗系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$ cm/s。

综上，项目强化施工期防渗工程的环境监理；厂内采取分区防渗措施。项目的地下水保护措施可行。

10.2.3 非正常排放污染控制措施

本项目对生产过程中非正常排放的环境污染控制，是从两个方面采取措施，一是设置必要处理设施，如吸收装置、废水回收池、回收罐等进行处理或回收，最大限度地消除或减轻非正常排放的环境污染，如在可能因操作泄漏造成渗漏污染的地区，铺设较大面积的整体地坪；车间充分利用空罐、并设置车间废水应急池；罐区设置围堰和备用贮罐。另一方面是从全面加强管理着手，避免和减少非正常排放的可能性，达到控制污染的目的。

从安全角度考虑，环评要求在项目厂区建一个 10000m³ 的废水事故应急池，并要求对厂内各贮槽、废水产生、收集、排放管道及池体均严格防渗处理。

综上，项目废水治理措施可行。

10.2.4 废水治理措施综合结论

结合项目废水特点，类比国内同行业的废水处理经验，确定采用以物化法为主的废水处理工艺，经分析可知该废水处理工艺可确保项目废水的有效处理、回用和稳定达标外排。项目废水处理方案可行。项目按“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应”相结合的原则进行厂区地下水污染防治，进行了分区防渗措施，并将项目防渗工程纳入施工期环境监理范围；环评要求项目在厂区设置一个 10000m³ 的废水事故应急池，用于事故状态下厂区事故废水、消防废水等的收集。

综上，项目采取的废水治理措施从环保、技术和经济角度可行。

10.3 噪声防治措施

在满足工艺设计的前提下，设计时对高噪音设备风机、空气压缩机、水泵等运转设备尽量选用低噪声的产品。

风机、空气压缩机等气动性噪声设备上设置相应的消声装置。

切割机、清洗机、过滤机等设备均设置外壳或外罩，且均为自动化设备，高噪声工序均在机壳内，不能采用设备封闭的设置隔声操作室。

机械设备产生的噪声不仅能以空气为媒介向外传播，还能直接激发固体构件振动以弹性波的形式在基础、地板、墙壁、管道中传播，并在传播过程中向外辐射噪声。为了防止振动产生的噪声污染，采取相应的减振措施进行控制：

空压机、泵类等设单独减振基础；风机设减振台座、风机进出口采取软连接，并且风机及前后管道采取隔声措施；球磨机、振动筛、水泵等高噪声设备置于室内隔音，防止振动产生噪声向外传播。

在建设厂房时，通过选择吸声效果好的墙体材料，可大大降低噪声对环境的影响；在总平面布置时利用地形、厂房、声源方向性及绿化植物吸收噪声的作用等因素进行合理布局，充分考虑综合治理的作用来降低噪声污染。

经采取上述措施后，厂区边界昼夜噪声值可分别低于65dB(A)和55dB(A)，符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准。因此，本工程对其噪声源所采取的控制措施是可行有效的。

10.4 固体废物综合利用及处置措施

本项目各生产系统的各种固体废物综合利用方式见表7.1-1。

本项目废吸附剂、脱硫剂、催化剂、废树脂等危险废物送有资质的单位处理；硅粉、石墨头、废电解隔膜、稀酸外售进行综合利用；污水处理站污泥及结晶盐根据鉴定结果，进行相应处理。

项目整理工段洗涤产生的稀硝酸，仅含微量的金属杂质，收集后可外售硝酸厂或选矿厂使用。

过滤的硅粉纯度达99.96%以上，作为副产物外售，可用于耐火材料生产等领域。

包头金属深加工园区一般工业固废贮存场项目，位于尾矿库西侧，守业路北侧，荣华大街西侧，外环东侧。园区的工业固废贮存场仅考虑贮存以多晶硅行业废渣为主的一般固体废弃物，废渣主要成分为氯化钙、一般固废污泥、二氧化

硅、煤渣、石墨和陶瓷等，属于I、II类一般工业固体废物。这些固体废弃物在贮存场中临时贮存、中转后，可供水泥生产企业作为生产水泥的原料进行综合利用。设计氯化钙占地 9300m²，污泥占地 5000m²，可满足园区多晶硅企业堆存约 10 年要求。待园区一般工业固废贮存场建设完成，本项目一般固废即可就近进入此贮存场贮存。

通过以上分析本项目所有固体废物均得到了合理有效的处置。

10.5 项目重金属污染防治分析

项目生产装置在正常运行条件下，各污染源均不产生和排放含重金属污染物，项目不存在重金属污染隐患。项目部分反应需用催化剂，如天然气制氢车间使用的催化剂含镍，在催化剂更换时存在重金属污染隐患。催化剂更换严格遵守操作规程，废催化剂密封暂存，催化剂取出立即置于密封容器，送有危废资质单位处理。整个过程中不会产生含重金属废水、废气和固体废物的污染影响。因此，项目的重金属污染隐患可排除。

10.6 其它污染防治措施

本工程投产后，应加强生产管理，尤其是加强环保设施的管理对防治环境污染起着至关重要的作用。为此应设立完善的环保管理机构，加强人员培训，严格执行操作制度，使各项工艺操作指标达到设计要求，确保环保设施正常运行，发挥其最大的环境污染控制效益，使本工程所产生的污染降至最低限度。为此，应着重做到以下几点：

（1）厂内环保管理部门应对部分的环保设施的性能参数、控制效率，隔一定时间要进行一次标定，使之形成制度；

（2）厂部对各车间的环保设施状态要定期进行综合评价，并将其作为对各车间工作的一项考核指标；

（3）加强对厂内大气、水体等污染物排放的监测工作，以便及时发现问题，及时调整生产及环保设施的操作参数，确保无污染事故发生。

10.7 环保设施竣工验收内容

项目进入试生产后一定时期，应进行建设项目环境保护设施竣工验收，本工程环境保护设施验收内容见表 10.7-1。

表 11.7-1 环境保护设施验收内容

项目	污染源	治理对象	环保设施和措施	数量	验收标准
废气	四氯化硅冷氢化车间硅粉上料系统	粉尘	金属烧结过滤器+25m 排气筒排放, 净化效率>99%	3 套	(GB16297-1996) 二级标准
	硅芯制备车间酸洗废气	NO _x	通过 1 座碱洗塔处理系统处理, 通过 15m 高排气筒排放, 净化效率>60%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准
	后处理车间破碎粉尘	粉尘	集气罩+袋式除尘器, 经 15m 排气筒排放, 净化效率>99%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准
	后处理车间间酸洗废气	NO _x	通过 1 座碱洗塔处理系统处理, 通过 15m 高排气筒排放, 净化效率>60%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准
	渣浆回收车间水洗废气	HCl	进入渣浆回收配套 2 级洗涤塔, 洗涤后 25m 排气筒排放, 净化效率>90%	4 套	(GB16297-1996) 二级标准
	工艺废气处理车间工艺废气	HCl	经三级洗涤后(水洗)通过 25m 排气筒达标排放, 净化效率>99%	12 套	(GB16297-1996) 二级标准
	石灰卸料粉尘	颗粒物	集气罩+袋式除尘器, 经 15m 排气筒排放, 净化效率>99.4%	1 套	(GB16297-1996) 二级标准
	锅炉烟气	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	低氮燃烧	2 套	(GB13271-2014) 燃气
	废气厂界无组织	颗粒物、HCl	--	/	(GB16297-1996) 无组织厂界监控限值
废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	--	/	GB8978-1996 三级标准, 设生活污水排污口 1 个。
	污水处理站	PH、Cl ⁻	两级 Ca(OH) ₂ 中和+絮凝沉淀+气浮+多介质过滤+反渗透(部分)	1 套 120m ³ /h	全部回用不外排。污水处理站出水满足出水水质执行《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2005) 洗涤用水标准
	回用水处理站	TDS	采用电絮凝+UF+RO 双膜工艺	1 套 100m ³ /h	
	高盐水处理装置	TDS	MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶	1 套 40m ³ /h	
	事故废水收集	事故废水收集池		1 座 10000m ³	
噪声	风机、水泵、电机、机械设备等	/	消声、隔声、屏蔽等	/	(GB12348-2008) 3 类
固废	硅粉	/	硅粉储罐、废硅粉库	430m ²	GB18599-2001

	石墨头	/	废渣库	730m ²	GB18599-2001
	污水处理站污泥	/			GB18599-2001
	结晶盐	/			GB18599-2001
	废吸附剂、废树脂	/	危废暂存间	400m ²	GB18597-2001
防渗	污水处理站、高盐废水处理装置、生产装置区（硅芯制备车间除外）、球罐区和中间罐区（含围堰）、化学品库		装置内围堰边沟、地下管线、地坑等重点污染防渗区采用土工膜（厚度 1.5mm）+抗渗混凝土（厚度 100mm），抗渗等级不小于 P8，土工膜选用 HDPE 膜，总防渗系数≤1.0×10 ⁻¹⁰ cm/s。		
	脱盐水处理站、高纯水处理站、空压站、循环水处理站、硅粉库、成品库、废渣库、事故池、硅芯制备车间		一般污染防渗区采用抗渗混凝土，抗渗等级不小于 P6，厚度 100mm，总防渗系数≤1.0×10 ⁻⁷ cm/s		
	其他区域		设计废物运转的地面、车辆清洗区均采用水泥硬化处理。		
绿化			绿化面积 15%		

11 污染物总量控制

本项目实施排放总量控制的污染物为二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、化学需氧量（COD）和氨氮（NH₃-N）的排放量。

（1）废气

① SO₂

本期项目 SO₂ 来源于燃气锅炉。根据企业提供资料，厂区现有工程设有 2 台 50t/h 燃气蒸汽锅炉，目前 1 台备用，本期项目建成后，启用备用锅炉，依托备用锅炉产蒸汽，对 1 台 50t/h 燃气蒸汽锅炉排放的 SO₂ 进行核算。

1 台 50t/h 燃气平均消耗量 4500Nm³/h，天然气消耗量 3600 万 m³/a（4500m³/h×8000h/a）。管道天然气 H₂S 含量 20mg/m³。

$$\text{SO}_2 \text{ 排放总量} = 3600 \text{ 万 m}^3/\text{a} \times 64 \times 20 \text{ mg/m}^3 / 34 = 1.36\text{t/a}$$

②NO_x

本期项目 NO_x 来源于 1 台燃气锅炉和硅芯制备及后处理工段酸洗产生的氮氧化物。根据工程分析，硅芯制备及后处理工段酸洗产生的氮氧化物量为 1.2t/a；1 台 50t/h 燃气平均消耗量 4500Nm³/h，天然气消耗量 3600 万 m³/a（4500m³/h×8000h/a），NO_x 产生系数为 18.71kg/万 m³，采取低氮燃烧技术进行处理。因此总的 NO_x 排放量如下：

$$\text{NO}_x \text{ 排放量} = 3600 \text{ 万 m}^3/\text{a} \times 18.71\text{kg}/\text{万 m}^3 \times (1-40\%) + 1.2 = 41.62\text{t/a}$$

因此，本期项目建成后，废气排放氮氧化物 41.62t/a、二氧化硫 1.36t/a 作为总量控制指标。

（2）废水

①COD、NH₃-N

本期项目排水量为 14520m³/a，COD 排放浓度为 42mg/L，氨氮排放浓度为 2.14mg/L，则本项目废水中 COD、氨氮排放总量分别为：

$$\text{COD 年排放量} = (14520 \times 42) / 10^6 = 0.61\text{t/a};$$

$$\text{NH}_3\text{-N 年排放量} = (14520 \times 2.14) / 10^6 = 0.03\text{t/a}$$

因此，本期项目废水排放 COD 0.61t/a，NH₃-N 0.03t/a 作为总量控制指标。

本期项目的主要污染物排放总量控制建议指标见表 11.1-1。

表 11.1-1 总量控制建议指标（单位：t/a）

污染物类型	污染物	排放总量
废气	SO ₂	1.36
	NO _x	41.62
废水	COD	0.61
	NH ₃ -N	0.03

12 环保投资估算与效益分析

12.1 经济效益分析

12.1.1 投资估算

本期项目总投资为 45 亿元。

12.1.2 经济效益分析

本期项目建成投产后，年均销售收入为 350829 万元，年平均利润总额为 93875 万元，内部收益率税后 38.66%，投资回收期税后 5.34 年，项目经济效益较好。

12.2 社会效益分析

（1）本期项目的建设可促进该地区基础产业的发展，因而建设该项目的意义重大。将资源优势转换为产业优势是实现当地经济增长的重要途径，也是贯彻落实中央战略部署，实施地区优势资源转换战略，推进新型工业化进程的重要举措。

（2）以硅料为主要原料的多晶硅产业，是现代科学一个重要的领域，它的发展及其在各个领域中的广泛应用，极大地推动了科学技术进步和经济增长，对现代工业、农业、国防和人类生活的影响日益深入，在近代技术和国民经济中占有极其重要的地位。

（3）本期项目实施后，将直接提供 550 人的就业机会，间接拉动近万人的就业机会。

12.3 环境效益

12.3.1 环保投资估算

本期项目环保投资为 6035 万元，占项目总投资的 1.3%。具体情况见表 12.3-1。

表 12.3-1 环保投资一览表

项目	污染源	环保设施和措施	数量	投资估算（万元）
废气	四氯化硅冷氢化车间硅粉上料系统粉尘	袋式除尘器，经 25m 排气筒排放，净化效率>99%	3 套	20
	硅芯制备车间酸洗废气	通过碱洗塔处理系统处理，通过 15m 高排气筒排放，净化效率>60%	1 套	80
	后处理车间破碎粉尘	集气罩+袋式除尘器，经 15m 排气筒排放，净化效率>99%	1 套	40
	渣浆回收车间水洗废气	进入渣浆回收配套 2 级洗涤塔，洗涤后 25m 排气筒排放，净化效率>90%	4 套	80
	工艺废气处理车间工艺废气	经三级洗涤后（水洗）通过 25m 排气筒达标排放，净化效率>99%	12 套	1000
	石灰卸料粉尘	集气罩+袋式除尘器，经 15m 排气筒排放，净化效率>99.4%	1 套	15
废水	污水处理站	两级 Ca(OH) ₂ 中和+絮凝沉淀+气浮+多介质过滤+反渗透（部分）	1 套 120 m ³ /h	900
	回用水处理站	采用电絮凝+UF+RO 双膜工艺	1 套 100m ³ /h	500
	高盐水处理装置	MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶	1 套 40m ³ /h	2000
	事故废水收集	/	1 座 10000m ³	200
噪声	风机、水泵、电机、机械设备等	消声、隔声、屏蔽等	/	100
固废	硅粉	硅粉储罐、废硅粉库	430m ²	20
	石墨头	废渣库	730m ²	30
	污水处理站污泥、结晶盐、废吸附剂、废树脂等	危废暂存间	400m ²	20
防渗	污水处理站、高盐废水处理装置、事故池、生产装置区（硅芯制备车间除外）、球罐区和中间罐区（含围堰）、化学品库	装置内围堰边沟、地下管线、地坑等重点污染防渗区采用土工膜（厚度 1.5mm）+抗渗混凝土（厚度 100mm），抗渗等级不小于 P8，土工膜选用 HDPE 膜，总防渗系数≤1.0×10 ⁻¹⁰ cm/s。	/	300
	脱盐水站、高纯水站、空压站、循环水站、硅粉库、成品库、废渣库、硅芯制备车间	一般污染防渗区采用抗渗混凝土，抗渗等级不小于 P6，厚度 100mm，总防渗系数≤1.0×10 ⁻⁷ cm/s	/	180
	其他区域	设计废物运转的地面、车辆清洗区均采用水泥硬化处理。	/	50

绿化		绿化面积 15%	/	500
合计				6035

12.3.2 环境效益分析

本项目从项目本身来看没有环境正效益，但由于采取了先进、全面、可靠的环保治理措施，致使项目排放的废气污染物全部达标排放，项目的建设在大气环境方面对环境的影响已降至最低；项目产生的生产废水零排放，生活污水通过污水管网最终排入园区污水处理厂，没有废水外排，对外环境不造成污染影响；噪声在项目投产以后影响不大，厂界噪声没有出现超标现象，噪声主要局限于车间内环境，对于部分影响大的设备噪声安装吸声结果、隔音墙或消音罩；固体废弃物采用了综合利用的途径，危险废物也得到了妥善的存放和处理。通过采取有力、切实、可行的预防保护措施，有效地保护了环境，同时项目先进的生产工艺不仅增加了资源的利用效率，还减少了污染物的产生。

综上所述，本项目实施后，该项目具有明显的经济效益和积极的社会效益。

13 环境管理与监测计划

建设项目环境管理与监测计划，其目的是从保护环境出发，根据建设项目的特点，尤其是所存在的不利的环境问题，以及相应的环保措施，制定环保措施实施的环境监测计划，付诸行动，并应用监测得到的反馈信息，比较项目建设前估计产生的环境影响，及时修正原设计中的环保措施的不足，以防止环境质量下降，保障经济、环境的可持续发展。

公司设置专门的环保机构，从事日常的环境管理和监测工作。厂内的环境管理、监督和监测工作显得尤为重要。为了企业投产后能切实有效的做好环境管理和监测工作，需要充实和加强环境管理和监测机构，根据公司的实际情况，提出如下监控计划。

本工程的环保管理工作由公司环保管理科负责，二期工程设 2 名专职环保管理人员。

13.1 环境管理计划

13.1.1 环境管理机构职能

- (1) 贯彻执行国家和自治区的环境保护方针、政策、法律、法规和有关环境标准的实施。
- (2) 制订和修改全厂环保管理的规章制度，并监督和检查执行情况。
- (3) 制订并组织实施全厂的环境保护规划和年度计划以及科研与监测计划。
- (4) 监督并定期检查各车间环保设施的管理和运行情况，发现问题及时会同有关部门解决，保证全厂环保设施处于完好状态。
- (5) 负责组织环保事故的及时处理工作。
- (6) 检查指导环保监测站的监测工作。
- (7) 推广应用环保先进技术与经验。
- (8) 组织和推广实施清洁生产工作。
- (9) 组织全厂环保工作人员和环保岗位工人的日常业务技术学习、专业进修和业务技术培训。
- (10) 组织对全体职工进行环保宣传教育工作，提高全体职工的环保意识。
- (11) 组织全厂的环保评比考核，严格执行环保奖惩制度。

（12）负责环保技术资料的日常管理和归档工作。

13.1.2 施工期环境管理

拟定施工期环境保护计划，对工程建设中产生的建筑垃圾、扬尘等应进行有效的处理，对施工期噪声应尽可能控制，对工程外造成的绿地破坏应尽快恢复，对基础资料进行收集、整理、存档。

13.1.3 投产期环境管理

（1）向上级环保部门上报投产运行报告，经确认后方可投产试运行。

（2）制定污染治理操作规程，记录污染治理设施运行及检修情况，确保治理设施常年正常运行。

（3）编制环保设施竣工验收方案报告，向上级部门申报，进行竣工验收监测。

（4）组织有关人员进行污染源和环境管理监测，建立监测数据档案。

（5）为确保污染治理措施执行“三同时”，企业应使环保投资落实到位，使各项治理措施达到设计要求。

13.2 环境监测计划

环境监测的目的是为了准确、及时、全面地反映环境质量现状及发展趋势，为环境管理、污染源控制、环境规划等提供科学依据，由此可见，环境监测是环境管理中必不可少的基础性工作，是实现企业科学管理环保工作的必要手段。通过监测可以及时发现问题、及时解决问题和总结经验，可以判断运行数据是否达到要求，并以此来完善环境管理。

13.2.1 监测能力与技术水平

本工程环境污染监测工作近期委托有监测资质的单位负责在监测过程中对所有数据实行三级审核，对采样、输送、实验室分析过程实行全面监控，确保监测结果准确无误。

13.2.2 规范污染源排放口

（1）根据《环境保护图形标志-排放口（源）》（GB15562.1-1995）标准要求，分别在废气、废水、噪声排放源、固体废物临时堆放场所等设置环境保护图形标

志，便于污染源的监督管理和常规监测。

（2）污染监控应严格按照国家有关标准和技术规范进行。

13.2.3 运营期监测计划

建设项目在运营期须对生产中产生的废气、废水、噪声等进行监测，并同时
对周围环境质量进行跟踪监测，根据工程具体排污情况，监测计划列于表 13.1-1
中，监测分析方法按照国家有关技术标准和规范进行。

（1）污染源监测

污染源监测采样、样品保存分析方法应严格按照国家环保总局编制的《空气
和废气监测分析方法》、《水和废水监测分析方法》、《工业企业厂界噪声测量方法》
等有关规范要求执行。根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）环
境监测计划“一级评价项目提出项目在生产运行阶段的污染源监测计划”，同时根
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）、《地下水环境监测技术规范\地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020），
制定本项目污染源监测计划。

（2）环境质量监测

①环境空气

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中“9.3.2 环境质
量监测点位一般在项目厂界或大气环境防护距离（如有）外侧设置 1~2 个监测点”，特
制定环境质量监测计划。

②土壤

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）“9.3.2 监
测点位应布设在重点影响区和土壤环境敏感点目标附近，评价工作等级为二级的建
设项目一般每 5 年内开展 1 次监测工作”。

③地下水

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），制定出地下水环
境质量监测计划。

表 13.1-1 二期项目监测计划

监测要素	监测点位	监测项目	监测频次	备注	
污染源	废气	四氯化硅冷氢化车间硅粉上料系统	废气量、颗粒物净化后浓度	正常情况每年 1 次，非正常随时监测	排气筒预留平台、监测孔
		后处理车间破碎粉尘处理系统排气筒	废气量、颗粒物净化后浓度	正常情况每年 1 次，非正常随时监测	排气筒预留平台、监测孔
		硅芯制备车间酸洗废气处理系统排气筒	废气量、NO _x 净化后浓度	正常情况每半年 1 次，非正常随时监测	排气筒预留平台、监测孔
		工艺废气处理系统排气筒	废气量、HCl 净化后浓度	正常情况每季度 1 次，非正常随时监测	排气筒预留平台、监测孔
		渣浆回收车间不凝气及水洗废气处理系统排气筒	废气量、HCl 净化后浓度	正常情况每年 4 次，非正常随时监测	排气筒预留平台及监测孔
		石灰卸料粉尘排气筒	废气量、颗粒物净化后浓度	正常情况每年 1 次，非正常随时监测	排气筒预留平台、监测孔
		厂界无组织，厂界外 1m	HCl、颗粒物	正常情况每半年 1 次，非正常随时监测	/
废水	生活污水排放口	废水量、SS、COD、BOD、氨氮	每半年 1 次	排污口进行规范化处理	
噪声	厂界噪声测点	连续等效 A 声级	每季度 1 次	/	
固废	统计各类固废量	种类、产生量、处理方式、去向	每月 1 次	/	
环境质量	地下水	厂区上游、厂址、下游分别布设地下水监测井，共 3 口 K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ ；pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁(Fe)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氟化物、氰化物、汞(Hg)、砷(As)、镉(Cd)、铬(六价)、铅(Pb)、总大肠菌群、细菌总数	上游每年 1 次，其它每半年 1 次	/	
	环境空气	本期项目厂址东南	氯化氢、氯气、非甲烷总烃、TSP、TVOC	每半年一次	/
	土壤	厂址内罐区范围内、厂址厂界东南侧	氯离子	每 5 年一次	

14 评价结论与建议

14.1 本期项目概况

(1) 项目名称：内蒙古通威高纯晶硅有限公司光伏硅材料制造项目（二期 5 万吨高纯晶硅项目）。

(2) 建设性质：改扩建。

(3) 建设规模：本期建设规模为年产 5 万吨高纯晶硅。

(4) 建设地点：内蒙古包头金属深加工园区通威公司现有一期工程东侧。

(5) 投资：项目总投资约 450000 万元。

(6) 建设期：建设期 19 个月。

(7) 年操作时数：8000 小时。

(8) 生产制度与定员：企业的行政管理人员、高级生产管理人员和后勤人员按白班考虑，根据生产特点和生产运行的要求，生产部门四班三运转制。

(9) 生产定员：550 人，全部为新增员工。

(10) 主要建设内容包括：电解制氢车间、冷氢化车间、精馏（合成、回收）及反歧化车间、还原车间、后处理/包装车间、硅芯制备车间、尾气回收车间、工艺废气处理车间、渣浆回收车间以及配套的硅粉库、废渣库、罐区、成品库房等储存工程，循环水站、脱盐水处理站、高纯水处理站、空压站、220KV 变电站、消防水站等公用工程，污水处理站、回用水处理站、高盐废水回收装置、事故应急池等环保工程，配套的变电所及机柜间、中央控制室等。

14.2 产业政策及相关规划的符合性与选址合理性

本期项目为高纯晶硅扩建工程，位于内蒙古包头金属深加工园区，生产规模 5 万吨/年。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%）”。本期项目是高纯晶硅材料制造项目，多晶硅综合电耗为 60.5kWh/kg，因此，项目建设符合《产业结构调整指导目录（2019 本）》要求。

本期项目已取得包头市昆都仑区工业和信息化局项目备案告知书（项目代码：

2101-150203-07-01-924863)。

项目建设符合《光伏制造行业规范条件（2018年本）》、《内蒙古自治区国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》、《内蒙古自治区主体功能区规划》、《包头市城市总体规划》的有关要求。

本期项目生产高纯晶硅，属于电子专用材料制造，选址位于高新技术产业功能区，该区重点发展新能源、新材料及化工产业，项目建设符合园区规划布局；本期项目规模为5万t/a高纯晶硅项目，生产规模符合园区产业规模要求。因此，本期项目符合园区规划。园区管委会同意本期项目入驻园区，并提供水、电、天然气及道路等基础设施的支持。

本期项目选址位于内蒙古包头市金属深加工园区，选址不涉及基本农田保护区、饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区和其它需要特殊保护地区。本期项目选址周围1km内没有集中居民区，距离项目最近的居民区乌兰计三村位于项目选址的西侧1.5km，为主导风向侧风向，因此项目建设对居民居民区环境影响较小。因此，本期项目选址合理。

14.3 环境质量现状

14.3.1 环境空气

(1) TSP

监测期间3个监测点TSP日均浓度值范围为0.11~0.135 mg/m³，满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准要求。

(2) TVOC

监测期间3个监测点TVOC 8小时平均浓度值范围为0.006~0.019 mg/m³，均小于0.6mg/m³，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)附录D相关标准限值要求。

(3) 氯化氢

监测期间3个监测点氯化氢均未检出，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)附录D相关标准限值要求。

(4) 氯气

监测期间3个监测点氯气均未检出，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)附录D相关标准限值要求。

（5）非甲烷总烃、

监测期间3个监测点非甲烷总烃均未检出，满足《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）二级标准要求。

14.3.2 地下水环境

本期项目评价范围内部分监测井总硬度、硫酸盐、氯化物、氨氮出现超标现象；可能由于当地环境地质背景值较高造成，区内地下水流动速度缓慢、水位埋深较浅，黄河灌溉退水长期的蒸发浓缩使得含水层中含盐量较高。评价范围内地下水环境质量一般。

14.3.3 环境噪声

一期厂界噪声监测值昼间在57~60 dB(A)之间，夜间在51~54 dB(A)之间；本期工程厂界噪声监测值昼间在58~60 dB(A)之间，夜间在51~54 dB(A)之间，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准要求。

14.3.4 土壤环境

监测结果表明，项目所在地土壤中所监测项目均不超标。

14.4 现有工程建设情况

内蒙古通威高纯晶硅有限公司于2018年1月11日取得了包头市环境保护局《关于内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨高纯晶硅项目环境影响报告书的批复》（包环管字[2018]5号）；于2018年5月29日取得了包头市环境保护局昆区分局《关于内蒙古通威高纯晶硅有限公司年产2.5万t高纯晶硅配套建设天然气锅炉房项目环境影响报表的批复》（包环昆审[2018]（表）013）；于2018年1月19日取得了内蒙古自治区环境保护厅《关于内蒙古通威5万吨高纯晶项目220kV专用变电站工程环境影响报告表的批复》（内环表[018]4号）。

内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨高纯晶硅项目于2018年1月项目正式开工建设，2018年12月建设完成，2019年1月开始调试。

验收检测期间工况为98%，天然气锅炉房单独验收，验收调试过程与“高纯晶硅项目”同步开展，其验收时的生产工况与高纯晶硅的主体工程相匹配，满足高纯晶硅项目正常生产的要求。

2020年3月自主验收上传平台《内蒙古通威高纯晶硅有限公司2.5万吨高纯

晶硅项目竣工环境保护验收监测报告》、2019 年 12 月自主验收通过《内蒙古通威高纯晶硅有限公司年产 2.5 万 t 高纯晶硅配套建设天然气锅炉房项目》、2020 年 9 月自主验收通过《内蒙古通威高纯晶硅有限公司 2.5 万吨高纯晶硅项目固体废物污染环境防治设施验收报告》。

现有工程已完成竣工验收，在竣工验收过程中，未发现现有工程存在环境问题。

14.5 污染防治措施与达标排放

14.5.1 废气

（1）工艺废气处理系统

项目精馏工段不凝气、再生尾气、渣浆回收处理装置精馏不凝气属可回收废气，含氯硅烷、 H_2 ，集中收集经深冷回收氯硅烷后，尾气加压送冷氢化装置。仅在事故状态下经废气送入工艺废气洗涤装置。以上废气经深冷回收氯硅烷后，主要含 H_2 ，直接返回冷氢化装置可实现 H_2 的回用，减少 H_2 损失。

四氯化硅冷氢化车间开停车置换气、合成精馏反歧化车间不凝气、三氯氢硅还原车间置换废气、还原尾气回收车间硅粉收集罐置换气含 $SiHCl_3$ 、 $SiCl_4$ 、 HCl 、 N_2 、 H_2 等，进入工艺废气处理车间处理，工艺废气处理车间主要采用深冷回收硅烷，氯硅烷可达 100% 回收，回收氯硅烷后的废气再进入缓冲罐去水洗洗涤塔洗涤，洗涤用水采用污水处理站回用水，循环利用，氯硅烷与水分解，最终生成二氧化硅和 HCl 、 H_2 ， HCl 被水洗涤形成酸性废水，定期排出送厂污水处理站处理。洗涤主要去除率氯化氢，氯化氢易溶于水，经洗涤去除效率可达 99% 以上， HCl 排放浓度及排放速率均满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求，通过 25m 排气筒达标排放。

（2）酸洗废气处理系统

酸洗废气处理系统处理硅料生产整理车间产生的含 NO_x 废气，通过在酸洗槽上方安装废气吸收罩，采用负压吸收方法，将收集后的废气引入酸气处理系统，酸性废气经喷淋塔用 10% 氢氧化钠溶液除去气体中的 NO_x ，净化效率从保守角度取 60%，外排 NO_x 排放浓度及排放速率满足《大气污染物综合排放标准》表 2 中二级标准限值，经 25m 排气筒排放。

（3）粉尘处理系统

粉尘主要来自整理车间硅棒破碎、石灰石装卸、硅粉上料等过程，均采用布袋除尘器净化，净化效率 99% 以上，可确保外排废气粉尘浓度低于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 甚至更低，排放浓度及排放速率满足《大气污染物综合排放标准》表 2 中二级标准限值。

（4）其他废气处理系统

渣浆回收车间水洗废气主要含 HCl，不凝气进入渣浆回收装置单独配套的废气洗涤塔洗涤，洗涤塔分为一级洗涤塔和二级洗涤塔，洗涤主要去除率氯化氢，氯化氢易溶于水，但本工艺产生的氯化氢浓度较低，保守按洗涤去除效率 90% 考虑，HCl 排放浓度排放速率分别满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准要求，通过 25m 排气筒达标排放。

上述废气处理措施均为国内先进，经实践验证能够可靠运行的废气污染治理措施。

14.5.2 废水

本期项目生产过程涉及的废水全部处理后回用或重复利用，全厂无生产废水排放。生活污水排入工业园区污水管网，最终进入园区污水处理厂。厂区内所有物料存储设施地坪设置防渗，对当地地下水环境不造成影响。

（1）酸性废水--厂污水处理站

本期项目设全厂污水处理站一座，处理能力 $120\text{m}^3/\text{h}$ ，：工艺废气洗涤废水、其他生产废水进入污水调节池，综合废水经水泵加压送入中和反应池。中和反应水池每格池配有搅拌装置，将配置的 60% 氢氧化钙溶液投入第一格反应池中，水经过四级中和反应后由水泵加压送入斜板沉淀池，经沉淀后清水由水泵提升送入过滤装置，经过滤后的清水进入回用水池暂存。沉淀池内的沉淀物排入污泥浓缩池。污泥经泥浆泵送至固液分离装置（即板框压滤机），清水回流调节池回用与生产，满足回用水相应标准要求，泥饼主要含二氧化硅，经鉴定后，按照危险废物类别进行处置。

厂污水处理站设计规模 $120\text{m}^3/\text{h}$ ，废水总处理量 $112\text{m}^3/\text{h}$ 。故厂内污水处理站规模可满足项目生产废水的处理要求。

（2）含盐水--回用水处理站

脱盐车站排水及污水处理站处理后部分排水、循环水排水直接进入回用水处

理站处理，设计规模为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，处理水量 $88\text{m}^3/\text{h}$ ，回用水处理站采用电絮凝+UF+RO 双膜工艺处理，回用水处理站处理后淡水出水水质与脱盐水水质相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水、渣浆回收工艺补水。高盐水出水进入高盐废水回收装置处理。

（3）高盐废水回收装置

针对项目回用水处理站及污水处理站的尾水，在厂区设高盐废水回收装置，采用 RO 膜过滤+MVR 蒸发+双效逆流蒸发结晶工艺，设计规模为 $40\text{m}^3/\text{h}$ （1套 $40\text{m}^3/\text{h}$ 处理装置），处理水量 $38\text{m}^3/\text{h}$ ，冷凝水出水水质与脱盐水水质相当，作为循环水系统补充水、工艺废气处理补水、渣浆回收工艺补水。

（4）生活污水

全厂生活污水送至生活污水处理站处理，生活污水处理站采用“调节池+活性污泥法+沉淀池”工艺。处理后水质《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准经污水管网排入园区污水处理厂。

14.5.3 噪声

本期项目主要噪声源为研磨机、切割机、清洗机、过滤机、精馏塔、压滤机、破碎机、空压机、破碎机以及各风机、泵等，噪声级为 $80\sim 100\text{dB}(\text{A})$ ，经设备降噪措施后噪声级一般为 $70\sim 80\text{dB}(\text{A})$ 。噪声源产生的噪声经优化设计、隔声降噪处理、厂房墙体屏障、空气吸收、距离衰减后，对厂界的影响满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》的3类限值要求。

14.5.4 固体废物

（1）一般废物

本期项目产生的一般工业固体废物包括第 I 类一般工业固体废物和第 II 类一般工业固体废物，全部综合利用或送至一般固废贮存场。所有工业固体废物的暂存全部采用封闭式的储罐、储槽、或封闭式的存储间。本期项目设置一般工业固体废物储存库房，统一设置防渗层 $<10^{-7}\text{cm/s}$ 的防渗层。

（2）危险废物

本期项目综合利用的危险废物从包装、运输及暂存均严格执行《危险废物转移联单管理办法》和《危险废物贮存污染控制标准》的规定。本期项目设置危险废物暂存间，暂存间地坪采用混凝土打夯基 30cm ，垫层 10cm ， 2mm HDPE 或等效

其他防渗材料，缝隙是用环氧树脂灌注，防渗层渗透系数 $<10^{-10}$ cm/s。危险废物暂存间面积400m²。

本期项目生产过程产生的工业固体废物全部综合利用或安全处置，生活垃圾由当地环卫部门统一清运，项目无固体废物排放。

14.5.5 生态

种植花草、树木不仅可以美化环境，还有助于改善工作环境，起到过滤灰尘、降低噪声、吸收有害物质的作用，项目在厂区周围、主要道路两侧设置绿地。

14.6 环境影响评价及分析结论

14.6.1 环境空气

(1) 本期项目不属于达标规划包含的新增污染源建设项目；

(2) 本期项目新增污染源正常排放下各污染物日均短期浓度贡献值的最大浓度占标率均小于100%；

(3) 本期项目新增污染源正常排放下各污染物年均浓度贡献值的最大浓度占标率均小于30%；

(4) 本期项目环境影响符合环境功能区划和满足区域环境质量改善目标。
PM₁₀ 叠加后染物的保证率日均质量浓度符合环境质量标准要求、年均质量浓度符合环境质量标准要求，污染物PM₁₀评价计算的预测范围内的年平均质量浓度变化率 $k \leq 20\%$ 。

本期项目位于环境空气质量不达标区，但同时满足以上四个条件，因此认为环境影响可以接受。

14.6.2 地下水

本期项目生产废水经处理后全部回用于生产系统，生活污水排入园区污水处理厂进一步处理。因此正常状况下，污水排放不会直接对地下水环境造成影响。

根据预测结果，非正常状况废水产生及处理系统发生瞬时泄露时对下游地下水环境影响较大；污染沿着地下水流方向随着时间逐渐推移，影响范围逐渐增大。如事故发生早，处理方法得当，处理及时，污染物影响的范围将会减小，对地下水水质影响也将减小。污水管网的破裂及时发现，也不会造成长时间的连续泄露。

所以在本期项目投产后，对场区污水处理设施和污水管道仍必须采取可靠的防渗防漏措施，防止重大事故或者事故处理不及时污水泄漏对地下水环境造成污染。

通过采取严格有效的防渗措施，可以有效降低非正常状况发生的污染物泄露事故；在发生泄露情况下，采取有效的应急措施，可以污染物进入地下水环境的风险降到最低。

14.6.3 固体废物

本期项目危险废物包装、运输及暂存均严格执行《危险废物转移联单管理办法》和《危险废物贮存污染控制标准》的规定，一般工业固体废物暂存执行《一般工业固体废物贮存处置标准》的规定，消除固体废物暂存过程的二次污染，本工程固体废物经采取有效的综合利用处理或安全处置措施后，无固体废物直接对外环境排放，因此本工程固体废物对周围环境不会产生污染影响。

14.6.4 噪声

项目投产后，项目厂界 1~4 号监测点噪声贡献值分布范围为 48.0~49.9dB(A)。昼间、夜间噪声预测值均分别满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 3 类标准。

14.7 环境风险

(1) 大气环境

在假定事故条件下，根据大气环境风险预测结果，在最不利气象条件下，三氯氢硅储罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的三氯氢硅毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 510m、1610m；释放的 HCl 毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 310m、1010m；释放的氯气毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 910m、3410m；氯化料缓冲罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的四氯化硅毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 510m、1610m；释放的 HCl 毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 310m、1010m；释放的氯气毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 910m、3410m；

在最常见气象条件下，在假定事故条件下，根据大气环境风险预测结果，在最不利气象条件下，三氯氢硅储罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的三氯氢硅

毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 510m、1510m；释放的 HCl 毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 310m、910m；释放的氯气毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 910m、3410m；氢化料缓冲罐泄漏并发生火灾事故情况下，释放的四氯化硅毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 510m、1510m；释放的 HCl 毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 310m、910m；释放的氯气毒性终点浓度-1、毒性终点浓度-2 对应的下风向最远距离分别为 910m、3410m；

（2）地表水

本期项目新建事故废水 10000m³，采用三级防控措施，可将事故废水控制在厂区内，不会对地表水造成影响。

（3）地下水

地下水采取源头控制，分区防渗，风险监控措施，可有效预防泄漏事故对地下水的影

14.8 污染物排放总量

本期项目废气污染物排放量为 SO₂: 1.36t/a, NO_x: 41.62t/a。

本期项目排放生活污水中 COD 排放总量为 0.61t/a, 氨氮排放总量为 0.03t/a, 全部排入西郊污水处理厂。

14.9 评价结论

内蒙古通威高纯晶硅有限公司光伏硅材料制造项目（二期 5 万吨高纯晶硅项目）建设符合国家产业政策、国家和地方发展规划，符合包头市城市总体规划和内蒙古包头金属深加工园区规划。项目采用清洁生产工艺、先进的污染防治措施，废气满足达标排放要求，全厂生产废水不外排，工业固体废物的处理处置符合“减量化、资源化、无害化”原则，污染物排放得到有效控制；经定量预测分析，本期项目排放污染物对大气、声环境及水环境等的影响较小，环境风险可防控，同时通过实施区域削减措施有利于区域环境质量的改善。按国家信息公开的相关要求本期项目主动开展了公众参与、信息主动公开等工作。因此，在建设和运营过程中严格执行“三同时”制度，落实本环境影响报告书中提出的各项环境保护措施和建议的前提下，从环境保护角度论证本期项目建设可行。

目 录

1 概述	1
1.1 项目建设特点	1
1.2 环境影响评价过程	2
1.3 分析判定相关情况	2
1.4 关注的主要环境问题	20
1.5 环境影响评价主要结论	20
2 总则	21
2.1 编制依据	21
2.2 采用标准	23
2.3 评价目的、评价内容及评价重点	28
2.4 评价工作等级	28
2.5 评价范围及环境保护目标	35
2.6 评价因子	40
3 现有一期项目回顾性分析	42
3.1 现有一期概况	42
3.2 现有生产设施及公辅设施现状	50
3.3 原辅材料及能源消耗情况	59
3.4 生产工艺与排污流程	60
3.5 现有工程平衡	83
3.6 主要污染源及污染物	88
3.7 污染治理措施及污染物排放	94
3.8 现有一期项目环保“三同时”及竣工验收情况	109
3.9 现有一期项目污染物排放总量	121
3.10 现有工程存在的环保问题	121
4 本期项目工程概况	122
4.1 本期项目基本情况	122
4.2 建设地点及周边环境关系	122
4.3 生产规模及产品方案	122
4.4 本期项目建设内容	124
4.5 主要生产设备	128
4.6 公辅工程	129
4.7 储运工程	138
4.8 占地及总平面布置	141
4.9 项目建设进度	142
4.10 工厂组织、劳动定员	142
4.11 主要技术经济指标	142
5 工程分析	144

5.1	原辅材料消耗、燃料、能源消耗及供应	144
5.2	工艺流程及产污环节分析	147
5.3	产污节点汇总	175
5.4	物料平衡	179
5.5	本期项目污染源源强核算	179
5.6	本期项目“三废”统计	194
5.7	非正常工况污染物排放分析	194
5.8	全厂“三废”三本帐统计	195
6	环境现状调查与评价	197
6.1	自然环境现状调查与评价	197
6.2	区域环境功能划分	199
6.3	城市总体规划和环保规划	202
6.4	金属深加工园区规划	203
6.5	环境质量现状调查及评价	208
7	环境影响预测与评价	232
7.1	环境空气影响预测与评价	232
7.2	地下水影响预测与评价	258
7.3	地表水环境影响预测与评价	274
7.4	声环境影响预测与评价	279
7.5	土壤环境影响预测与评价	281
7.6	固体废物影响分析	291
8	施工期环境影响分析	295
8.1	施工场地及其周围环境	295
8.2	扬尘污染影响及防治措施	295
8.3	噪声污染影响及防治措施	295
8.4	废水污染影响及防治措施	297
8.5	固体废物影响及处置方法	297
8.6	生态环境影响及防治措施	298
9	环境风险评价	299
9.1	现有一期项目环境风险回顾分析	299
9.2	本期项目风险调查	313
9.3	本期项目环境风险潜势初判	315
9.4	风险识别	318
9.5	风险事故情形分析	350
9.6	风险预测与分析	358
9.7	环境风险管理	379
9.8	突发环境事件应急预案	408
9.9	环境风险三级防控响应机制及应对方案	424

9.10 小结	432
10 污染防治对策及达标排放分析	437
10.1 废气防治措施与达标排放	437
10.2 废水污染防治处理措施及可行性分析	442
10.3 噪声防治措施	446
10.4 固体废物综合利用及处置措施	447
10.5 项目重金属污染防治分析	448
10.6 其它污染防治措施	448
10.7 环保设施竣工验收内容	448
11 污染物总量控制	451
12 环保投资估算与效益分析	453
12.1 经济效益分析	453
12.2 社会效益分析	453
12.3 环境效益	453
13 环境管理与监测计划	457
13.1 环境管理计划	457
13.2 环境监测计划	458
14 评价结论与建议	461
14.1 本期项目概况	461
14.2 产业政策及相关规划的符合性与选址合理性	461
14.3 环境质量现状	462
14.4 现有工程建设情况	463
14.5 污染防治措施与达标排放	464
14.6 环境影响评价及分析结论	467
14.7 环境风险	468
14.8 污染物排放总量	469
14.9 评价总结论	469

内蒙古通威高纯晶硅有限公司

光伏硅材料制造项目

(二期5万吨高纯晶硅项目)

环境影响报告书

(征求意见稿)

中冶西北工程技术公司

二〇二一年二月