

唐山三孚硅业股份有限公司  
5万吨/年三氯氢硅项目

可行性研究报告

第一册（共一册）

## 目 录

1 总论	1
1.1 概述	1
1.2 研究结论	3
2 市场预测分析	5
2.1 产品市场分析	6
2.2 产品的竞争力分析	7
2.3 营销策略	7
2.4 市场风险分析	8
3 生产规模和产品方案	10
3.1 生产规模	10
3.2 产品方案	10
4 工艺技术方案	11
4.1 工艺技术方案的选择	11
4.2 工艺流程和消耗定额	12
4.3 主要设备选择	22
4.4 自动控制	25
4.5 装置界区内公用工程设施	30
4.6 工艺装置“三废”排放与预处理	30
4.7 装置占地与建、构筑物面积及定员	30
4.8 工艺技术及设备风险分析	30
5 原材料、辅助材料、燃料和动力供应	31
5.1 主要原材料、辅助材料、燃料的种类、规格、年需用量	31
5.2 主要原辅材料市场分析	31
5.3 水、电、汽和其他动力供应	32
5.4 资源利用合理性分析	32
6 建厂条件和厂址选择	34
6.1 建厂条件	34

6.2 厂(场)址选择	40
7 总图运输、储运、土建、界区内外管网	41
7.1 总图运输	41
7.2 储运	45
7.3 厂区外管网	47
7.4 土建	48
8 公用工程方案和辅助生产设施	56
8.1 公用工程方案	56
8.2 辅助生产设施	79
9 服务性工程与生活福利设施以及厂外工程	81
9.1 服务性工程	81
9.2 生活福利工程	81
9.3 厂外工程	81
10 节能	82
10.1 编制依据	82
10.2 项目用能概况	82
10.3 能源供应状况	83
10.4 项目节能分析与措施	83
10.5 项目能耗指标	86
10.6 能耗分析	87
10.7 能源计量和管理	88
11 节水	89
11.1 编制依据	89
11.2 项目用水概况	89
11.3 水资源供应状况	89
11.4 项目节水技术应用与措施	90
11.5 水耗分析	90
11.6 用水计量和管理	90
12 消防	92
12.1 编制依据	92

12.2	消防环境现状和依托条件	92
12.3	工程的火灾危险性类别	92
12.4	采用的防火措施及配置的消防系统	93
12.5	消防设施费用及比例	97
13	环境保护	98
13.1	项目所在地区环境质量现状	98
13.2	执行的有关环境保护法律、法规和标准	99
13.3	主要污染源及主要污染物	101
13.4	环境保护治理措施及方案	103
13.5	环境管理及监测	106
13.6	环境保护投资	107
13.7	环境影响分析	108
13.8	存在的问题及建议	108
14	职业卫生	110
14.1	执行的法律法规、部门规章及标准规范	110
14.2	职业病危害因素和职业病分析	111
14.3	采取的职业卫生措施	113
14.4	职业卫生管理机构	114
14.5	专项投资估算	115
14.6	预期效果及建议	115
15	安全	116
15.1	采取的法律法规、部门规章和标准规范	116
15.2	生产过程中可能产生的危险有害因素分析	117
15.3	环境危害因素分析	121
15.4	采取的安全措施	121
15.5	安全管理机构及人员配置	128
15.6	安全专项投资估算	129
15.7	预期效果及建议	129
16	抗震	130
16.1	编制依据	130

16.2	工程地质地震灾害的概况	130
16.3	抗震设防主要参数	130
16.4	抗震设计原则及措施	131
17	组织机构与人力资源配置	133
17.1	企业管理体制及组织机构设置	133
17.2	生产班制与人力资源配置	133
17.3	人员培训与安置	134
18	项目实施计划	135
18.1	项目组织与管理	135
18.2	实施进度计划	135
18.3	项目招标内容	136
19	投资估算	138
19.1	工程概况	138
19.2	投资估算范围	138
19.3	编制依据	138
19.4	工程总投资	138
20	资金筹措	140
20.1	资金来源	140
20.2	资金使用计划	140
21	财务分析	141
21.1	产品成本和费用估算	141
21.2	销售收入和税金估算	141
21.3	财务分析	141
21.4	财务分析小结	143
22	社会效益分析	144
22.1	拟建项目的社会影响和社会效益分析	144
22.2	互适性分析	144
23	风险分析	145
23.1	风险因素的识别	145
23.2	风险程度的估计	145

23.3 研究提出风险对策	145
23.4 风险分析结果的反馈	147
23.5 风险与对策	148
24 研究结论	149
24.1 综合评价	149
24.2 研究报告的结论	149
24.3 存在的问题	150
24.4 建议及实施条件	150
附表目录	151
附图目录	151

# 1 总论

## 1.1 概述

### 1.1.1 项目概况

项目名称：唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目

建设单位：唐山三孚硅业股份有限公司

企业性质：其他股份有限公司（上市）

法定代表人：孙任靖

项目性质：新建

建设地点：唐山市曹妃甸区南堡经济开发区化工集中区

### 1.1.2 主办单位基本情况

唐山三孚硅业股份有限公司成立于 2006 年 10 月 20 日，地处唐山市曹妃甸区南堡经济开发区化工集中区，公司注册资金 19,521.658 万元，占地 300.35 余亩，总资产 15.28 亿元人民币，是一家以生产三氯氢硅、氢氧化钾、硫酸钾、高纯四氯化硅为主的民营股份制企业。公司于 2011 年 8 月正式完成股份制改造，并于 2017 年 6 月份在上海证券交易所成功上市。

唐山三孚硅业股份有限公司所在区域基础设施完善配套，交通网络便捷发达。75 公里范围内分布有天津新港、唐山港曹妃甸港区、唐山港京唐港区三大港口和天津、唐山两大机场。唐曹、沿海两条高速公路和丰碱线、唐柏线直达公司所在地。该公司目前年产三氯氢硅 6.5 万吨，氢氧化钾 5.6 万吨，硫酸钾 10 万吨，是国内较大的三氯氢硅生产基地。

目前公司产品除满足国内需求外，在日、韩地区均有销售，在质量和服务方面获得客户的一致好评。公司将依托三氯氢硅合成技术优势，积极拓展相关配套业务发展，依靠在品质和服务方面的优势，以客户需求为导向，以服务客户为己任，持续为客户提供满意的产品和服务。

### 1.1.3 项目提出的背景，投资的目的、意义和必要性

随着全球信息化时代的到来，半导体硅材料的用量剧增。同时绿色环保的太阳能发电技术越来越成熟、成本越来越低。太阳能发电成为全球新时尚。无论飞速发展的电子行业或太阳能发电都离不开多晶硅。近年来多晶硅市场出现严重的供不应求，价格飞涨。三氯氢硅作为生产多晶硅的必须原料亦日趋紧张。

四氯化硅是一种新型的化工基础原材料，广泛应用于多晶硅、光导纤维、气相白炭黑、石英玻璃、半导体器件和集成电路、有机氯硅烷等多种现代工业产品及原料的生产及制备。拥有广泛的用途。2014 年 6 月，公司上高纯四氯化硅提纯一期工程项目，可年产高纯度四氯化硅 1 万吨/年，填补了国内高纯四氯化硅使用大量依靠国外进口的空白。经厂家使用，该公司生产的高纯四氯化硅产品满足下游客户生产需求，且依托于运输及技术优势，价格低于国外进口的同类产品，获得了下游客户的一致好评。

#### **1.1.4 可行性研究报告编制的依据、指导思想和原则**

##### **1.1.4.1 编制依据**

- (1) 唐山三孚硅业股份有限公司与渤化工程有限公司签订的合同书。
- (2) 唐山三孚硅业股份有限公司提供的相关基础资料和基础数据。

##### **1.1.4.2 指导思想和原则**

(1) 本可行性研究报告编制的内容和深度按照（中石化联产发【2012】115 号文）颁布的《化工投资项目可行性研究报告编制办法》。

(2) 严格执行国家和各部委颁发的现行标准和规范。

(3) 本项目按照降低产品能耗、绿色环保、循环经济的设计原则，在稳妥可靠的前提下优化各项成本要素，尽可能节省项目建设投资，最大限度地降低项目的产品成本，提高项目的竞争力。

(4) 充分选用国内先进成熟、可靠适宜的工艺技术和设备。最大限度地降低项目的目标成本，节约能源，改善生产条件，提高企业的技术水平和经济效益。

(5) 结合企业的实际情况，按照一体化、轻型化、社会化、国产化原则，在采用先进的国外生产工艺技术、设备制造技术和现运行企业在生产和管理中积累的丰富经验的基础上，确定必须引进国外先进工艺技术及关键设备的范围。

(6) 认真贯彻执行国家及地方的环境保护、“三废”治理、综合利用、劳动保护、安全卫生、消防方面的法律、法规及其与主体工程建设实施“三同时”的原则。

#### **1.1.5 研究范围**

本项目以氯化氢、硅粉为主要原料，生产三氯氢硅与四氯化硅。本可行性研究报告对合成精馏装置、氯化氢干燥装置、变压吸附等生产装置、配套公用工程、配套服务性工程项目的工艺技术方案、辅助设施、经济效益和市场情况等方面进行研究，进而提出先进合理的工艺技术方案、公用工程方案及环境保护、劳动安全、消防等措施，并做出市场预测和投资估算，对企业的经济效益做出财务评价。

主要工程范围如下：

(1) 主要生产装置

表 1.1-1 主要生产装置一览表

序号	装置名称	备注
1	合成精馏装置	三氯氢硅 5 万吨/年、四氯化硅 2 万吨/年，土建考虑预留
2	氯化氢干燥装置	氯化氢自管网
3	变压吸附装置	
4	压缩机房	土建考虑预留

(2) 配套公用工程及辅助工程

四氯化硅罐区、三氯氢硅罐区、装卸栈台、硅粉库、变配电、冷冻站、循环水站、给排水管道、消防、电讯等。

(3) 生活办公区

依托钾肥项目设施。

## 1.2 研究结论

### 1.2.1 研究结论

本项目生产工艺技术，能耗低，产品质量高，并通过工程实践，在自动化操作、节能、环境保护方面均先进可靠。

本项目主要技术经济指标表明，工程项目建成投产后，利用当地资源优势，产品生产成本低，能尽快满足国内对三氯氢硅与四氯化硅的需求，经济效益较好，企业具有一定的抗风险能力和具有较强的市场竞争力。

本项目对于推动地区经济可持续发展，启动三氯氢硅、氯碱产业链的建设，调整地区产业结构，带动当地第三产业发展都具有重要意义。

本项目拟建设地点地处河北省唐山市曹妃甸区南堡工业区，资源丰富，硅粉、氯化氢等原辅材料供应可靠，价格低廉，成本优势明显。项目区地理位置优越，交通条件便捷，基础设施较为完善，建厂条件优越。

经过技术、经济综合论证，认为：唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目，技术方案先进合理，充分利用当地资源优势，实现了资源及能源的综合利用，保护了环境，同时建厂条件优越，项目建成投产后具有良好的经济效益和社会效益，项目合理、可行。项目的主要技术经济指标，见表 1.2-1。

### 1.2.2 存在的主要问题和建议

(1) 本项目消防设施、污水处理及事故水池依托老厂，必须确保原有设施能满足本项目的处理容量。

(2) 项目全部建成投产后，对解决当地就业问题将起到积极的作用，但此项目对技术人员、操作人员的要求较高，应根据项目实施计划，尽快组建项目筹建机构，及早制定人才招聘计划与培训或委培计划。

表 1.2-1 主要技术经济指标

序号	项目	单位	数量	备注
一	生产规模			
	合成精馏装置	t/a	70000	
二	产品方案			
	三氯氢硅	t/a	50000	
	四氯化硅	t/a	20000	
三	年操作时间	小时	8000	
四	主要原辅材料用量			
1	硅粉	t/a	14700	
2	氯化氢	t/a	57700	
3	Ca(OH) <sub>2</sub> 水溶液	t/a	3700	
4	98%硫酸	t/a	120	
五	动力消耗量			
1	一次水	10 <sup>4</sup> 吨	12	
2	循环水	10 <sup>4</sup> 吨	1440	
3	电力	10 <sup>4</sup> 度	2050	
4	0.8MPa 蒸汽	10 <sup>4</sup> 吨	2.6	
5	仪表空气	Nm <sup>3</sup>	4.4×10 <sup>6</sup>	
6	氮气	Nm <sup>3</sup>	3.2×10 <sup>6</sup>	
7	7℃水	10 <sup>4</sup> kcal	16	
8	-27℃水	10 <sup>4</sup> kcal	48	
六	运输量			
	运入量	t/a	76220	
	运出量	t/a	70000	
七	定员			
1	生产工人	人	45	
2	行政管理人员	人	5	
八	总占地面积	m <sup>2</sup>	14530.06	

九	总建筑面积	m <sup>2</sup>	9071.79	
十	综合能耗总量			
	当量值	t 标煤/a	4833.33	
	等价值	t 标煤/a	8648.38	
十一	工程项目总投资			
1	建设项目总投资	万元	14997.81	
1.1	建设投资	万元	14243.83	
1.2	建设期利息	万元	0.00	
1.3	铺底流动资金	万元	753.98	
2	产品销售收入	万元	38597.41	平均值
3	销售税金及附加	万元	131.75	平均值
4	总成本	万元	33791.11	平均值
5	利润总额	万元	4775.67	平均值
6	所得税	万元	716.35	平均值
7	净利润	万元	4059.32	平均值
8	总投资收益率	%	28.95%	平均值
9	项目资本金净利润率	%	27.07%	平均值
10	财务内部收益率:			
10.1	税前	%	31.58%	
10.2	税后	%	27.49%	
11	财务净现值:			
11.1	税前	万元	20360.39	( i=10% )
11.2	税后	万元	16113.37	( i=10% )
12	贷款偿还期			不含建设期
	银行借款	年	0	
13	静态投资回收期:			含建设期
13.1	税前	年	4.35	
13.2	税后	年	4.78	
14	资本金财务内部收益率:	%	29.33%	
15	资本金财务净现值:	万元	16626.60	( i=10% )
16	工业增加值:	万元	13242.21	
17	盈亏平衡点	%	31.72%	平均值

## 2 市场预测分析

## 2.1 产品市场分析

### 2.1.1 产品用途

三氯氢硅是合成有机硅的重要中间体，同时也是制备半导体级多晶硅和太阳能电池级多晶硅的主要原料。有机硅产品大致分为硅油、硅橡胶、硅树脂、硅烷偶联剂等四大类产品。其中，使用三氯氢硅为原料的硅烷偶联剂产品具备品种多、结构复杂、用量少而效果显著、用途广泛等特点。硅烷偶联剂几乎可用与任何一种材料交联，包括热固性材料、热塑性材料、密封剂、橡胶、亲水性聚合物以及无机材料等，在太阳能电池、玻璃纤维、增强树脂、精密陶瓷纤维和光纤保护膜等方面，偶联剂扮演一个重要角色，并在这些行业中发挥着不可替代的重要作用。

四氯化硅是一种新型的化工基础原材料，广泛应用于多晶硅、光导纤维、气相白炭黑、石英玻璃、半导体器件和集成电路、有机氯硅烷等多种现代工业产品及原料的生产及制备，拥有广泛的用途。

高纯四氯化硅主要用于光纤预制棒生产。光纤预制棒，又称光导纤维预制棒，简称光棒。光纤预制棒用于制造光纤。光纤预制棒作为制作光纤、光缆的重要基础材料，被誉为光通信产业“皇冠上的明珠”。对光纤光缆产业而言，光纤预制棒的技术水平具有决定性的作用。

我国在光纤预制棒生产、科研以及其生产原料领域起步较晚，光纤预制棒近 90% 依赖进口。为了突破光纤预制棒的技术瓶颈，打破长期严重依赖进口的局面，实现光纤级四氯化硅生产技术国有化，提高国内企业的竞争力，弥补市场的不足，建设四氯化硅生产企业显得尤为重要

### 2.1.2 国内市场预测分析

三氯氢硅是一个市场化程度较高，竞争较为充分的行业。行业产品价格容易受上游原材料及下游需求的影响。近年来，受欧债危机和欧美“反倾销、反补贴”的影响，多晶硅行业出现了较大的波动，导致不具备规模、成本优势的企业逐步退出了三氯氢硅行业，行业集中度逐步增强。

由于三氯氢硅产品及其主要原材料氯化氢的化学性质决定了其运输难度较大，运输成本较高，同时考虑市场因素，所以三氯氢硅企业大多靠近氯碱企业或多晶硅生产企业，行业分布具有一定的地域性特征，主要集中在华东、华北、中南和西北地区。

2017 年国内三氯氢硅总产能为 65 万吨，其中华东地区产能 28.8 万吨/年，约占全国

总产能的 44.35%；华北地区产能 17.3 万吨/年，占全国总产能的 26.61%；中南地区产能 14.7 万吨/年，占全国产能的 22.58%；西北地区产能 4.2 万吨/年，占全国总产能的 6.45%。

三氯氢硅行业产量逐渐进入稳定期，预计到 2023 年我国三氯氢硅行业产量达到 76 万吨左右。

## 2.2 产品的竞争力分析

唐山三孚硅业股份有限公司所在区域基础设施完善配套，交通网络便捷发达，该公司目前年产三氯氢硅 6.5 万吨，四氯化硅 4.631 万吨，是国内较大的三氯氢硅生产基地。

目前公司产品除满足国内需求外，在日、韩地区均有销售，在质量和服务方面获得客户的一致好评。公司将依托三氯氢硅合成技术优势，积极拓展相关配套业务发展，依靠在品质和服务方面的优势，以客户需求为导向，以服务客户为己任，持续为客户提供满意的产品和服务。

2014 年 6 月，公司新上高纯四氯化硅提纯一期工程项目，可年产高纯度四氯化硅 1 万吨/年，填补了国内高纯四氯化硅使用大量依靠国外进口的空白。经厂家使用，该公司生产的高纯四氯化硅产品满足下游客户生产需求，且依托于运输及技术优势，价格低于国外进口的同类产品，获得了国内外厂家的一致好评。

目前高纯四氯化硅二期项目已建设完成。为了保证高纯四氯化硅提纯的原料供应及满足日益增长的市场需求，整合现有精馏设备并增加四氯化硅精馏塔，提高四氯化硅产品的产量及质量，不但符合公司的整体经济利益，更可为企业带来可观的社会效益，为企业的生存与发展打下坚实的基础。

## 2.3 营销策略

由于三氯氢硅用途较为广泛，涉及较多下游产业，国内生产该类产品的企业较多，竞争较为激烈，因此有必要对本项目产品进行营销策略分析。

### 1) 树立全新的营销理念

品牌意识和培育市场的观念。品牌的价值是企业的重要标志，它能够为企业带来市场、带来信誉，提高企业的市场占有率以及利润率。

项目建设企业应建立和加强产品的品牌意识，通过实施品牌战略赢得市场整体营销战略的主动。在积极开拓市场的同时，加大产品宣传力度，扩大产品在国内、国际市场占有率。

### 2) 降本增效，培养高素质营销人才，提升竞争力

营销行业是一个对人综合素质有极高要求的行业，营销不但要掌握扎实的专业基础知识，还须具有深厚的社会知识和信息，以及具有获取这些知识和信息的能力和办法。项目建设企业应根据自身情况具体规划培养营销人才。

### 3) 建立长期的客户关系

三氯氢硅与四氯化硅行业市场针对国内和国际，销售模式有所不同。对于国内市场，主要采用直接销售模式；对于国外市场，大部分企业主要通过与国际经销商、代理建立经销关系进行产品的海外销售。

### 4) 合理的价格定位

项目建设企业应采取随行就市定价法为项目产品定价。随行就市定价法是指以当前市场的平均价格作为企业的定价标准，如果定价高于市场平均水平，产品就有可能滞销；如果定价低于市场平均水平，企业利润又会白白流失。因此，随行就市定价对企业来说是一种理性和合理的选择。

## 2.4 市场风险分析

### 2.4.1 风险因素的识别

本项目的市场风险有三种因素，即产品市场风险、原材料燃料动力及管理成本风险、产能过剩等。

### 2.4.2 风险程度估计

1) 产品市场风险是企业所面临的主要风险，主要表现为产品销路不畅，产品价格低迷等，以至产量和销售收入达不到预期目标。市场风险一般来自三个方面：一是市场供需实际情况与预测值发生偏离；二是项目产品市场竞争力或者竞争对手情况发生重大变化；三是项目产品和主要原材料的实际价格与预测价格发生较大偏离。

2) 原材料燃料动力风险主要包括购买价格上涨，运输包装费用增加，运输过程中损失及库存损失，以及供销费用上升等。一般来说，原材料及燃料动力进厂价格提高，以及库存费用上升，直接增加项目产品的生产成本，降低产品的市场竞争力，挤压了企业的利润空间。

3) 近年来，随着经济的快速发展和各地区项目投资拉动，新扩建三氯氢硅与四氯化硅项目增长较快，产能增幅明显。而与此同时，下游行业的消费虽保持了较为稳定的增长势头，但增速明显滞后于产能的增长，供需矛盾突出造成的产能过剩有所加剧，这将对企业的利润有一定的影响。

### 2.4.3 风险对策与反馈

- 1) 争取与项目产品买方签订长期购货合同，并做好项目产品的未来价格预测。
- 2) 加强项目在运营期内的非制造成本控制，提高管理效率，降低产品总成本，提升产品价格竞争力。
- 3) 争取与原材料燃料动力供货方签订长期购货合同，稳定原材料燃料动力成本。
- 4) 培育核心竞争力，提升服务质量，强化同业间的协调和沟通。完善三孚产业链，将三氯氢硅作为子公司三孚新材料生产的原料，降低市场销售风险。

### 3 生产规模和产品方案

#### 3.1 生产规模

表 3.1-1 主要生产装置一览表

序号	装置名称	备注
1	合成精馏装置	50000 吨/年三氯氢硅、20000 吨/年四氯化硅

#### 3.2 产品方案

表 3.2-1 建设项目产品方案

产品方案	装置名称	单位	产品产量
三氯氢硅	合成精馏装置	t/a	50000
四氯化硅	合成精馏装置	t/a	20000

## 4 工艺技术方案

### 4.1 工艺技术方案的选择

#### 4.1.1 原料路线确定的原则和依据

(1) 对于三氯氢硅与四氯化硅生产技术方案的选择，遵循“技术上先进可行，经济上合理有利，综合利用资源”的进步原则，采用先进的控制系统，由较高的自动化控制整个生产线的各工艺参数，使产品质量稳定在高水平上，同时可降低物料的消耗。严格按照行业规范要求组织生产经营活动，有效控制产品质量，为广大顾客提供优质的产品和良好的服务。本项目主要原料

(2) 在工艺设备的配置上，依据节能的原则，选用新型节能型设备，根据有利于环境保护的原则，优先选用环境保护型设备，满足本项目所制订的产品方案的要求。

(3) 根据本项目产品方案，确定所选用的工艺流程及定型设备能够满足三氯氢硅与四氯化硅产品的要求，同时加强员工技术培训，严格质量管理，严格按照工艺流程技术要求进行操作，减少三废排放量以提高产品合格率。

(4) 遵循“高起点、优质量、专业化、经济规模”的建设原则。积极采用新技术、新工艺和高效率专用设备，使用高质量的原辅材料，稳定和提高产品质量，制造高附加值的产品，以取得良好的经济效益。

项目建设贯彻“三同时”的原则，注重环境保护、职业安全卫生、消防及节能等各项措施的落实。

依据以上原则，本项目合成精馏装置利用唐山三孚新材料有限公司生产的氯化氢以及老厂区生产的氯化氢与硅粉在合成炉中反应生产三氯氢硅与四氯化硅产品。目前唐山三孚硅业股份有限公司拥有一套已在运行 5 万吨/年三氯氢硅项目，稳定运行多年，工艺路线成熟可靠。在运行项目采用合成炉直径为 DN800，容积 4m<sup>3</sup>。本项目拟进行合成炉的规模放大，采用直径 DN1200 合成炉，容积为 25m<sup>3</sup>。

本项目主要原料硅粉与氯化氢，其它辅助材料为硫酸等。采用以上原料路线，本项目能够利用老厂公用工程和园区其他企业生产的相关原辅材料，原料就近采购，节约成本，增加效益。

#### 4.1.2 工艺技术方案的选择

根据本项目工艺路线，本项目生产采用的工艺技术方案见表 4.1-1。

表 4.1-1 本项目各生产装置工艺技术方案

产品	装置名称	工艺技术方案	化学方程式
三氯氢硅/四氯化硅	合成精馏装置	取代反应	$\text{Si} + 3\text{HCl} \rightarrow \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ $\text{Si} + 4\text{HCl} \rightarrow \text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2$

本装置采用国内可靠、成熟的氯化合成三氯氢硅生产工艺技术。装置主要由氯化氢干燥处理、合成精馏装置、压缩机房、变压吸附装置等组成。

氯化氢干燥处理装置主要工艺流程为压力小于 50KPa 的常温氯化氢气体，经干燥脱水，含水量小于 100ppm 的氯化氢气体通过压缩机，加压至 120KPa 左右，进入三氯氢硅合成炉，与干燥后的硅粉进行反应。与现有流程区别为增加从唐山三孚新材料有限公司用管道送来的氯化氢气体，不含水分，经氯化氢缓冲罐，直接进入压缩机加压后加压至 120KPa 左右，进入三氯氢硅合成炉，与干燥后的硅粉进行反应。

合成装置流程沿用现有工艺流程技术方案，主反应装置“三氯氢硅合成炉”的工艺参数与现有控制参数一致，控制温度 300~550℃，炉内控制压差为 25~38KPa，炉内反应压力为 60~90KPa。其主要流程路线为在三氯氢硅合成炉内，氯化氢气体与硅粉在 300~550℃ 的反应条件下，生成压力 60~90KPa 左右的三氯氢硅、四氯化硅混合气体。而后通过除尘、降温、冷凝的方式，使混合气体在 -27℃ 左右的温度下冷凝成液体。而后通过压缩机，将低压、低温的不凝气加压至 500KPa 以上，在高压的工况条件下，再次降温至 -27℃ 进行冷凝。

三氯氢硅的提纯流程与现有工艺流程一致，充分考虑热耦合匹配原则，节能高效，合成液体通过精馏装置，将其分离，得到符合客户需求的三氯氢硅、四氯化硅产品并进行外售。

该套工艺技术简单、可靠、成熟、稳定，有很高的安全性和可操作性。并且通过现有生产工艺 15 年使用，已经建立起了一套切实可行的生产管理经验。

## 4.2 工艺流程和消耗定额

### 4.2.1 工艺流程概述

#### 4.2.1.1 装置规模和年操作时数

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目由以下生产岗位组成：

- (1) 合成精馏装置；
- (2) 氯化氢干燥装置；
- (3) 变压吸附装置；

- (4) 压缩机房；  
 (5) 三废处理；  
 (6) 公用工程用房；

装置年操作时间 8000 小时。

#### 4.2.1.2 装置组成

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目的生产装置组成范围见表 4.2-1。

表 4.2-1 本项目生产车间的组成

序号	项目名称	单位	装置规模	备注
1	合成精馏装置			本次合成装置区的土建将两期项目一次性完成，本项目为一期工程，相应设备包括：8 台合成炉，以及相应的后续处理设备。预留的相应设备包括：12 台合成炉以及后续处理设备。 精馏装置，本项目处理能力 15.5 万吨/年，基本将两期的合成产能覆盖。待本项目生产产品后，根据产品质量决定是否建设预留精馏装置。预留精馏区域在本项目规划时已考虑。
2	氯化氢干燥处理			本项目氯化氢干燥装置，可以处理唐山三孚新材料输送过来的氯化氢，也可以处理来自其他车间的湿氯化氢；装置区内的处理能力将该项目两期的处理能力同时考虑，同时建设安装。总处理量为 10000 Nm <sup>3</sup> /h，本项目需处理氯化氢 4500Nm <sup>3</sup> /h。
3	变压吸附装置			本项目变压吸附装置，设备的处理量为 3000Nm <sup>3</sup> /h，对应处理本项目合成装置的尾气量；本项目土建建设时考虑将二期的土建基础同时完工，二期项目开始时，设备设施增容，来达到满足二期合成装置尾气量的能力 6700 Nm <sup>3</sup> /h。
4	压缩机房			本项目土建将两期项目的土建一次性完成，本项目设置一台压缩机，可以处理合成装置的生产量，二期项目开始时增加 2 台压缩机，满足二期合成装置的生产能力。
5	三废处理			本项目建设将两期项目的土建以及设备设施一次性完成。二期项目开始时，可以满足生产处理量。 废渣处理能力 3000t/a,处理本项目废渣 1025.8t/a。废气 160t/a, 本项目废气 53.5t/a,废水 8300t/a, 本项目处理废水 3709.17t/a。
6	三氯氢硅罐区			本项目建设将两期项目的土建一次性完，本项目设置合成产品储罐 2 台，储量为 394 吨，三氯储罐 5 台，储量为 965 吨，预留 1 台储罐；四氯储罐 8 台，储量为 1704 吨。
7	四氯化硅罐区			

序号	项目名称	单位	装置规模	备注
8	硅粉库			本项目建设硅粉库房一次性建设完毕，建筑面积 1961.76m <sup>2</sup> 满足两期项目使用。
9	公用工程用房			本项目建设时将两期项目的用房一次性建设完毕。循环水设计能力 4000m <sup>3</sup> /h，本项目用水量为 1800 m <sup>3</sup> /h；7 度水设计能力 180 万大卡，本项目耗用 90 万大卡；-27 度水设计能力 215 万大卡，本项目耗用 60 万大卡。

#### 4.2.1.3 原材料、辅助材料、燃料和动力

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目主要原材料、燃料的规格、年消耗量及来源见表 4.2-2。

表 4.2-2 主要原材料、燃料的规格、年消耗量及来源表

序号	原料品种	单位	年消耗量	供应来源
1	硅粉	吨	14700	外购
2	氯化氢	吨	57700	三孚新材料及老厂

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目水、电、汽等动力的消耗及其来源见表 4.2-3。

表 4.2-3 水、电、汽等动力的消耗及其来源

序号	项目及规格	单位	年消耗量	输送方式	供应来源
1	一次水	吨	12×10 <sup>4</sup>	管道输送	老厂管网
2	循环水	吨	1440×10 <sup>4</sup>	管道输送	自建循环水站供应
3	电力	度	2050×10 <sup>4</sup>	架空电缆	供电局
4	0.8MPa 蒸汽	吨	2.6×10 <sup>4</sup>	管道输送	唐山三友热电
5	仪表空气	Nm <sup>3</sup>	4.4×10 <sup>6</sup>	管道输送	自管网
6	氮气	Nm <sup>3</sup>	3.2×10 <sup>6</sup>	管道输送	自管网
7	7℃水	kcal	16×10 <sup>4</sup>	管道输送	自建冷冻站供应
8	-27℃水	kcal	48×10 <sup>4</sup>	管道输送	自建冷冻站供应

#### 4.2.1.4 产品、副产品及主要的中间产品

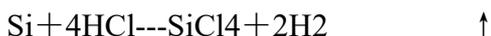
本项目主要产品为三氯氢硅，四氯化硅。

#### 4.2.1.5 工艺流程说明

本扩建装置拟采用国内可靠、成熟的氯化合成三氯氢硅生产工艺技术。该生产装置主要由氯化氢干燥、三氯氢硅合成、三氯氢硅提纯和分离工序等组成。其生产工艺流程简述如下：

从唐山三孚新材料有限公司用管道送来的氯化氢气体，经氯化氢缓冲罐，与变压吸附回收气一起进入压缩机加压后经氯化氢缓冲罐，再分别经流量调节阀、流量计、止逆阀进入三氯氢硅合成炉；来自其他车间的湿氯化氢用管道输送过来，经氯化氢缓冲罐、7 度冷却除水、-27℃石墨冷却器除水，酸雾脱水后，进入硫酸干燥塔，酸雾脱水后与变压吸附回收气一起进入压缩机加压，加压后的氯化氢气经氯化氢缓冲罐、再分别经流量调节阀、流量计、止逆阀进入三氯氢硅合成炉。外购袋装硅粉倒入硅粉池，利用斗提机，管链机将硅粉输送至硅粉干燥器，干燥后的硅粉经计量罐计量后加入三氯氢硅合成炉，与来自氯化氢缓冲罐氯化氢在合成炉反应生成三氯氢硅和四氯化硅。

合成反应温度为 300~550℃，主要化学反应按下式进行：



氯化氢与硅粉在三氯氢硅合成炉内反应生成三氯氢硅、四氯化硅、氢气等。混合气体经一级旋风分离器、二级旋风分离器，袋式过滤器、冷却塔系统，机前预冷器、机前深冷器，大部分三氯氢硅在机前先冷凝下来，进入机前计量罐中，未冷凝的少量三氯氢硅、氯化氢和氢气进入压缩机加压，再经机后预冷器、深冷器冷凝，液体经机后产品计量罐计量后进入中间产品贮罐或机前计量罐，不凝气送尾气变压吸附回收系统回收微量的三氯氢硅和氯化氢，氢气经变压吸附分离后送往后续工序使用。变压吸附装置吸附的三氯氢硅和氯化氢用干式真空泵抽真空解析、送往氯化氢压缩机前与新鲜的氯化氢混合加压后送至三氯氢硅合成炉参与反应。

中间产品经存储后，进入精馏塔系统，三氯氢硅经过 5 塔分离，精制出普通三氯氢硅与低纯三氯氢硅。四氯化硅经过 3 塔分离，精制出普通四氯化硅和低纯四氯化硅。以上产品通过装车岛进行对外销售。

#### 4.2.2 物料平衡说明

全厂总物料平衡见表 4.2-4。

表 4.2-4 全厂总物料平衡图

进出物料	名称	质量分数，%	t/h	t/a
------	----	--------	-----	-----

原料（进）	硅粉	19.29	1.84	14700
	氯化氢	75.7	7.21	57700
	98%硫酸	0.16	0.02	120
	Ca(OH) <sub>2</sub> 溶液	4.85	0.46	3700
	总计	100.00	9.53	76220
产品（出）	三氯氢硅	65.60	6.25	50000
	四氯化硅	26.23	2.5	20000
	93%硫酸	0.17	0.02	126.5
	31%盐酸	0.20	0.02	150.3
	H <sub>2</sub>	1.58	0.15	1208
	Si 粉尘	-	3.75x10 <sup>-6</sup>	0.03
	硅废渣	1.35	0.13	1025.8
	无组织排放 HCL	-	-	0.1
	废水（硅酸，氯化钙，Ca(OH) <sub>2</sub> 水溶液）	4.87	0.46	3709.17
	废气（SiHCl <sub>3</sub> , HCl）	-	-	0.1
	合计	100.00	9.53	76220

#### 4.2.3 主要工艺设备一览表

三氯氢硅生产装置所需工艺设备绝大部分为非标准设备，由国内设计、加工制造。工艺辅助及公用装置也多为非标设备，全部由国内加工供应。装置工艺主要设备有：氯化氢缓冲罐、硅粉干燥器、三氯氢硅合成炉、旋风分离器、袋式过滤器、往复压缩机、尾气淋洗塔、加压塔等

表 4.2-5 生产装置主要设备一览表

序号	设备名称	实际规格	材质	数量	备注
1	氯化氢缓冲罐	Ø3000*4700 V=30m <sup>3</sup>	PVC/FRP	2	
2	7 度水石墨换热器	Ø1320*4922 F=200m <sup>2</sup>	石墨	2	
3	盐水石墨换热器	Ø1320*5317 F=200m <sup>2</sup>	石墨	2	
4	盐酸酸雾捕集器	Ø2200*5905	钢衬四氟	1	
5	硫酸干燥塔	DN2400×16000 V=73m <sup>3</sup>	PVC/FRP	1	
6	硫酸酸雾捕集器	Ø2200*5905	碳钢	1	
7	透平压缩机	HYJ-3800/2	铸铁、不锈钢	2	
8	机后 HCL 缓冲罐	Ø2000*11185 V=27.7m <sup>3</sup>	碳钢	1	

9	93%硫酸储罐	Ø2600*3800 V=20m3	PVC/FRP	1	
10	98%硫酸储槽	Ø2600*5031 V=20m3	碳钢	1	
11	98%硫酸地下罐	Ø1280*4000 V=5m3	碳钢	1	
12	31%盐酸储罐	Ø2600*3800 V=20m3	PVC/FRP	1	
13	93%硫酸循环板式换热器	1170*510*410 F=30.6	哈氏合金	1	
14	98%硫酸计量板式换热器	1150*510*150 F=5.27	哈氏合金	1	
15	93%硫酸循环泵	Q=180m3/h H=45M P=75KW	钢衬	2	
16	98%硫酸计量泵	Q=320L/h H=1.0MPa P=0.75KW	碳钢	2	
17	98%硫酸地下泵	Q=25m3/h H=25m P=7.5KW 深度=1400	碳钢	1	
18	31%盐酸装车泵	Q=50m3/h H=20M P=4KW	钢衬	1	
19	93%硫酸装车泵	Q=20m3/h H=50M P=4KW	钢衬	1	
20	水流喷射泵	Q=20m3/h H=50M P=4KW	钢衬	1	
21	正压水封	Ø650*1000 V=0.33m3	PVC	1	
22	负压水封	Ø650*1000 V=0.33m3	PVC	1	
23	合成炉	Ø12860*1200 V=25m3	15CrMo	8	
24	硅粉干燥器	Ø2500*4092 V=10m3	碳钢	4	
25	硅粉计量罐	Ø1000*1947 V=0.9m3	碳钢	4	
26	硅粉提升机	输送量 30t/h; P=7.5KW	碳钢	2	
27	硅粉管链机	输送量 30t/h; P=15KW	碳钢	2	
28	加料硅粉袋滤器	Ø1900*4411 V=6.8m3	碳钢	1	
29	干燥放空袋滤器	Ø1600*4050 V=4.7m3	碳钢	1	
30	一级旋风分离器	Ø680*1952	碳衬	8	
31	二级旋风分离器	Ø273*950	碳钢	1	
32	二级旋风收集器	Ø900*1700 V=0.56m3	碳钢	1	
33	合成硅粉袋滤器	Ø2500*5751 V=18m3	碳钢	6	
34	硅粉存渣器	Ø1700*4454 V=6m3	碳钢	1	
35	反吹硅粉袋滤器	Ø1900*4411 V=6.8m3	碳钢	1	
36	反吹缓冲罐	Ø3400*7600 V=51.5m3	碳钢	1	
37	冷却塔	Ø1500*18360 V=25m3	碳钢	1	
38	塔顶冷却器	Ø1100*4000 F=130m2	碳钢	1	
39	回流罐	Ø1500*3900 V=6m3	碳钢	1	
40	回流泵	Q=7.5m3/H, H=28m, 3KW	不锈钢	2	
41	蒸发罐	Ø2000*4765 V=7.3m3	碳钢	2	
42	机前预冷却器	Ø1100*4000 F=130m2	碳钢	2	
43	机前深冷却器	Ø1100*5500 F=250m2	低温碳钢	2	
44	机后预冷却器	Ø800*3800 F=60m2	碳钢	2	
45	机后深冷却器	Ø800*4500 F=100m2	低温碳钢	2	

46	机后计量罐	Ø1200*3930 V=4m3	低温碳钢	1	
47	机前计量罐	Ø1200*5300 V=15m3	低温碳钢	1	
48	往复式压缩机组	2D12-50/0.1-6	铸铁、碳钢	1	
49	打料泵	Q=15m3/h, H=45m, 11KW	不锈钢	2	
50	热水罐	Ø3000*6594 V=33.7m3	碳钢	2	
51	低压蒸汽稳压罐	Ø3000*10294 V=60m3	碳钢	1	
52	热水泵	Q=600m3/h H=32M P=75KW	碳钢	2	
53	1 号塔	Ø2000*49700 V=127m3	碳钢	1	
54	2 号塔	Ø2200*49700 V=180m3	碳钢	1	
55	3 号塔	Ø2400*57700 V=242m3	碳钢	1	
56	4 号塔	Ø2500*62700 V=263m3	碳钢	1	
57	5 号塔	Ø2000*73700 V=202m3	碳钢	1	
58	6 号塔	Ø1500*41700 V=66m3	碳钢	1	
59	7 号塔	Ø1500*50700 V=82m3	碳钢	1	
60	8 号塔	Ø2000*62700 V=184m3	碳钢	1	
61	9 号塔	Ø700*25800 V=9m3	碳钢	1	
62	10 号塔	Ø600*25800 V=6m3	碳钢	1	
63	热水回收泵	Q=20m3/h, H=20m, 15KW	不锈钢	2	
64	热水回收罐	Ø1700*3345 V=7m3	碳钢	1	
65	1 号塔回流泵	Q=30m3/h, H=50m, 25KW	不锈钢	2	
66	1 号塔冷凝料输送泵	Q=2m3/h, H=25m, 3KW	不锈钢	2	
67	1 号塔过料泵	Q=14m3/h, H=50m, 20KW	不锈钢	2	
68	2 号塔回流泵	Q=32m3/h, H=50m, 40KW	不锈钢	2	
69	2 号塔出料泵	Q=7m3/h, H=20m, 10KW	不锈钢	2	
70	3 号塔出料泵	Q=12m3/h, H=30m, 15KW	不锈钢	2	
71	3 号塔回流泵	Q=30m3/h, H=60m, 40KW	不锈钢	2	
72	4 号塔回流泵	Q=50m3/h, H=40m, 40KW	不锈钢	2	
73	4 号塔底出料泵	Q=2m3/h, H=20m, 10KW	不锈钢	2	
74	5 号塔回流泵	Q=50m3/h, H=70m, 55KW	不锈钢	2	
75	5 号塔底出料泵	Q=7.5m3/H, H=28m, 3KW	不锈钢	2	
76	6 号塔回流泵	Q=11m3/h, H=42m, 20KW	不锈钢	2	
77	6 号塔底出料泵	Q=2m3/h, H=20m, 3KW	不锈钢	2	
78	7 号塔回流泵	Q=12m3/h, H=50m, 20KW	不锈钢	2	
79	7 号塔底出料泵	Q=6m3/h, H=60m, 11KW	不锈钢	2	
80	8 号塔回流泵	Q=40m3/h, H=60m, 35KW	不锈钢	2	
81	8 号塔底出料泵	Q=2m3/h, H=20m, 3KW	不锈钢	2	
82	9 号塔回流泵	Q=2m3/h, H=25m, 5KW	不锈钢	2	
83	9 号塔底出料泵	Q=2m3/h, H=25m, 5KW	不锈钢	2	

84	10 号塔进料泵	Q=2m <sup>3</sup> /h, H=25m, 5KW	不锈钢	2	
85	10 号塔回流泵	Q=2m <sup>3</sup> /h, H=25m, 5KW	不锈钢	2	
86	10 号塔底出料泵	Q=2m <sup>3</sup> /h, H=25m, 5KW	不锈钢	2	
87	1 号塔再沸器	Ø1800*4500 F=502m <sup>2</sup>	碳钢	1	
88	1 号塔再沸器	Ø700*2400 F=35m <sup>2</sup>	碳钢	1	
89	1 号塔冷凝器	Ø900*7000 F=214m <sup>2</sup>	碳钢	2	
90	1 号塔深冷却器	Ø600*3700 F=35m <sup>2</sup>	低温钢	1	
91	2 号塔再沸器	Ø1800*4500 F=502m <sup>2</sup>	碳钢	1	
92	2 号塔冷凝器	Ø800*3600 F=70m <sup>2</sup>	碳钢	1	
93	2 号塔回流出料换热器	Ø500*3200 F=38m <sup>2</sup>	碳钢	1	
94	3 号塔再沸器	Ø1200*4500 F=132m <sup>2</sup>	碳钢	1	
95	3 号塔冷凝器	Ø800*3600 F=70m <sup>2</sup>	碳钢	1	
96	4 号塔再沸器	Ø1800*4500 F=502m <sup>2</sup>	碳钢	1	
97	4 号塔再沸器	Ø700*3700 F=42m <sup>2</sup>	碳钢	1	
98	4 号塔冷凝器	Ø1200*5500 F=282m <sup>2</sup>	碳钢	2	
99	4 号塔回流出料换热器	Ø600*2000 F=35m <sup>2</sup>	碳钢	1	
100	5 号塔再沸器	Ø1800*4000 F=402m <sup>2</sup>	碳钢	1	
101	5 号塔再沸器	Ø900*3100 F=72m <sup>2</sup>	碳钢	1	
102	5 号塔冷凝器	Ø900*6500 F=192m <sup>2</sup>	碳钢	2	
103	5 号塔出料换热器	Ø325*2800 F=11m <sup>2</sup>	碳钢	2	
104	6 号塔再沸器	Ø1300*2000 F=140m <sup>2</sup>	碳钢	2	
105	6 号塔冷凝器	Ø1000*4500 F=138m <sup>2</sup>	碳钢	1	
106	7 号塔再沸器	Ø800*3100 F=55m <sup>2</sup>	碳钢	1	
107	7 号塔冷凝器	Ø1000*4500 F=140m <sup>2</sup>	碳钢	1	
108	7 号塔回流出料换热器	Ø325*3300 F=7m <sup>2</sup>	碳钢	1	
109	7 号塔侧线出料换热器	Ø400*3300 F=11m <sup>2</sup>	碳钢	1	
110	8 号塔再沸器	Ø1200*3500 F=132m <sup>2</sup>	碳钢	1	
111	8 号塔冷凝器	Ø700*2500 F=60m <sup>2</sup>	316L	1	
112	8 号塔回流出料换热器	Ø600*2000 F=38m <sup>2</sup>	碳钢	1	
113	8 号塔底出料换热器	Ø325*2300 F=7m <sup>2</sup>	碳钢	1	
114	9 号塔再沸器	Ø500*2700 F=21m <sup>2</sup>	碳钢	2	
115	9 号塔冷凝器	Ø600*4600 F=52m <sup>2</sup>	316L	1	
116	9 号塔深冷却器	Ø400*2300 F=12m <sup>2</sup>	低温钢	1	
117	10 号塔再沸器	Ø400*2300 F=12m <sup>2</sup>	碳钢	1	

118	10 号塔冷凝器	Ø400*4300 F=26m <sup>2</sup>	316L	1	
119	1 号塔回流罐	Ø1800*4600, V=10m <sup>3</sup>	碳钢	1	
120	1 号塔冷凝液罐	Ø1400*3660, V=5m <sup>3</sup>	低温钢	1	
121	2 号塔回流罐	Ø1800*4600, V=10m <sup>3</sup>	碳钢	1	
122	3 号塔回流罐	Ø1800*4600, V=10m <sup>3</sup>	碳钢	1	
123	4 号塔回流罐	Ø1800*4600, V=10m <sup>3</sup>	碳钢	1	
124	5 号塔回流罐	Ø1800*4600, V=10m <sup>3</sup>	碳钢	1	
125	6 号塔回流罐	Ø1500*3900, V=6m <sup>3</sup>	碳钢	1	
126	7 号塔回流罐	Ø1800*4600, V=10m <sup>3</sup>	碳钢	1	
127	8 号塔回流罐	Ø1500*3900, V=6m <sup>3</sup>	碳钢	1	
128	9 号塔回流罐	Ø800*2500, V=1.1m <sup>3</sup>	碳钢	1	
129	10 号塔回流罐	Ø800*2500, V=1.1m <sup>3</sup>	碳钢	1	
130	物料缓冲罐	Ø800*2500, V=1.1m <sup>3</sup>	碳钢	1	
131	混合预热器	Ø259*2000, F=5.2m <sup>2</sup>	碳钢	1	
132	反应器	Ø500*3800, V=1.6m <sup>3</sup>	碳钢	2	
133	吸附塔	Ø2200*14000 V=48m <sup>3</sup>	碳钢	7	
134	均压罐	Ø3000*16000 V=60m <sup>3</sup>	碳钢	4	
135	换热器	Ø500*1500 F=15m <sup>2</sup>	碳钢	2	
136	真空泵	WL-600W, 55KW	碳钢	7	
137	无压回水泵	Q=60m <sup>3</sup> /h, H=35m, 15KW	碳钢	2	
138	无压回水罐	Ø1700*2150 V=5.6m <sup>3</sup>	碳钢	1	
139	搅拌	ZCX-3500/ Ø 125	不锈钢	4	
140	引风机	风量 12000-24000m <sup>3</sup> /H	玻璃钢	2	
141	压滤机	型号: FBXY-YZ110/1070-M	钢衬	3	
142	压滤机泥浆泵	Q=15m <sup>3</sup> /h, H=35m	钢衬	3	
143	小中和池泥浆泵	Q=30m <sup>3</sup> /h, H=50m	钢衬	2	
144	大中和池泥浆泵	Q=30m <sup>3</sup> /h, H=50m	钢衬	2	
145	泥浆泵虹吸桶	Ø650*1000 V=0.33m <sup>3</sup>	钢衬	4	
146	污水池泵	Q=30m <sup>3</sup> /h, H=50m	钢衬	2	
147	虹吸桶	Ø650*1000 V=0.33m <sup>3</sup>	钢衬	2	
148	尾气淋洗塔	Ø1000*13000 V=10m <sup>3</sup>	PVC/FRP	4	
149	淋洗泵	Q=70/h, H=30m, 18.5KW	碳钢衬塑	4	
150	虹吸桶	Ø650*1000 V=0.33m <sup>3</sup>	钢衬	4	
151	酸气吸收塔	Ø1000*13000 V=10m <sup>3</sup>	PVC/FRP	2	
152	合成产品储罐	Ø4000*14500 V=180m <sup>3</sup>	碳钢	2	
153	三氯氢硅储罐	Ø4000*14500 V=180m <sup>3</sup>	碳钢	5	
154	四氯化硅储罐	Ø6200*6100 V=180m <sup>3</sup>	碳钢	8	

155	装车泵	Q=25m <sup>3</sup> /h, H=30m, 11KW	不锈钢	8	
156	精馏进料泵	Q=15m <sup>3</sup> /h, H=50m, 15KW	不锈钢	2	
157	晾水塔	2000m <sup>3</sup> /h	PVC	1	
158	风机	YD315M-4/6	PVC	1	
159	重力无阀过滤器	GZWF-80 (II), 压头: 1700mm, 设计出力: Q=80t/h; 设备容量 17.8m <sup>3</sup>	碳钢	1	
160	循环水循环泵	KQSN500-M20S/390, 机械密封, Q=2000m <sup>3</sup> /h, H=30m, NPSHr=5.4m, 1483r/min, 电机: Y4502-4-250KW/10KV/IP23, P=250KW U=10KV 电机转速: 1450r/min	碳钢	2	
161	7 度水罐	Ø4000*4722 V=44m <sup>3</sup>	碳钢	1	
162	盐水罐	Ø4000*4722 V=44m <sup>4</sup>	碳钢	1	
163	7 度水机	LSBLG1025 半封闭式螺杆机; 单机制冷量 971KW	碳钢	2	
164	盐水循环泵	IH150-125-400A, Q=350m <sup>3</sup> /h, H=40m, 4 极-75KW, 380V	碳钢	2	
165	盐水冷冻机组	KF225-1; 10KV; 制冷量 707KW; 主机功率 45KW	碳钢	2	
166	7 度水循环泵	型号: IS250-150-400; 流量 350m <sup>3</sup> /h; 扬程 30m; 功率 55Kw	碳钢	2	

## 4.3 主要设备选择

### 4.3.1 概述

为适应各类三氯氢硅与四氯化硅生产和检验的需要，确保产品的质量，增强生产工艺的可操作手段，必须完整配置各种技术装备，项目生产设备和检测设备应选择较先进、成熟、可靠的设备，在主要设备选型上应遵循以下原则：

(1) 主要设备的配置应与产品的生产技术工艺及生产规模相适应，同时，能够达到节能和清洁生产各项参数要求。

(2) 项目所选设备需要性能可靠，达到目前国内较先进水平，经生产厂家使用证明运转稳定可靠，能够满足生产较高质量产品要求。

(3) 设备性能价格比合理，使投资方能够以合理的投资获得生产高质量产品的生产设备，对生产设备进行合理配置，充分发挥各类设备的最佳技术水平。

(4) 在满足生产工艺要求的前提下，力求经济合理。充分考虑设备的正常运转费用，以保证在生产本行业相同产品时，能够保持最低的生产成本。

### 4.3.2 采用的标准规范

设计执行的主要标准、规范

《特种设备目录》（质检总局 2014 年第 114 号）

《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）

《压力容器》（GB150.1~4-2011）

《热交换器》（GB/T151-2014）

《压力容器焊接规程》（NB/T47015-2011）

《塔式容器》（NB/T47041-2014）

《压力容器涂敷与运输包装》（JB/T4711-2003）

《钢制卧式容器》（JB/T4731-2005）

《钢制焊接常压容器固体料仓》（NB/T47003.1~47003.2-2009）

《钛制焊接容器》（JB/T4745-2002）

《镍及镍合金制压力容器》（JB/T4756-2006）

《钢制球形储罐》（GB/T 12337-2014）

《钢制低压湿式气柜》（HG/T20517-1992(2009)）

《化工粉体工程设计通用规范》（HG/T20518-2008（2017 年复审））

《压力容器法兰、垫片、紧固件》（NB/T47020~NB/T47027-2012）

《钢制管法兰、垫片、紧固件》（HG/T20592~20635-2009（2017 年复审））

《压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准》（HG/T 20660-2017）

《钢制人孔和手孔的类型与技术条件》（HG/T 21514~35-2014（2017 年复审））

《承压设备无损检测》（JB/T47013.1~6-2015）

#### 4.3.3 关键设备方案比选

##### （1）三氯氢硅合成炉

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目主反应装置为三氯氢硅合成炉。设备工作温度 300~550 度，炉内工作压力 80Kpa，炉内介质为氯化氢气体、金属硅粉、气相氯硅烷等。整体设备由下封头组件、炉筒、换热系统、上封头等部分组成。

合成炉下封头组件由炉体下封头、气体分布器、筛板、及气体风帽组成，其主要介质为干燥后的氯化氢气体，是整个合成炉设备的气体输入组件。它负责将干燥后的氯化氢气体均匀地输送进入炉体，与炉体内的硅粉进行充分接触，参与反应。组件全部采用 Q345R 制做，具有良好的综合力学性能和工艺性能，保证了组件的冲击韧性。合成炉的气体风帽，采用材质为 15CrMo 的铸造工艺制做，具有较高的耐热特性与抗压强度，并经过模拟计算合理设计布局气孔，充分满足了设备工况下氯化氢气体的供给。

合成炉炉筒是整台炉的主反应部件，干燥后的硅粉，在炉筒内堆积，与来自下封头的氯化氢气体，在炉筒内进行硫化反应，生成气相氯硅烷，同时放出大量的热，用于维持后续反应。炉筒内设有上、中、下三个热电偶温度控制监测点，远传至 DCS 控制室参与实时控制，用于实时监测炉内反应情况。炉筒外部设有换热盘管，用于保护炉筒并控制反应热，使整个反应过程在人为可控范围进行。炉筒采用 15CrMo 材质，被广泛地运用于炼油、化工等含氢装置和高温设备中，是压力容器常用的钢种之一。具有较高的耐热特性与抗压强度。

性能：

1. 淬火性好，可进行深度淬火，而不是市面上防锯齿形锁的表面淬火
2. 对回火脆性倾向少
3. 高温加工性好，加工后美观
4. 熔接性好
5. 冲击的吸收性能好，锤子砸上去会有反弹感，无法进行暴力破坏

优点：

- 1.加工性好
- 2.冲击的吸收性能好
- 3.焊接容易

用途:

由于其特殊的优质性能，常常被用于制造一些耐高温、耐高压的阀门和压力容器，如铬钼钢安全阀、铬钼钢闸阀、螺丝刀刀头、自行车等。

特性:

#### 1、耐热性

铬、铝、钒等元素的加入有效的提高了钢材抗高温氧化的性能和高温强度，其作用机理如下:铬主要存在于渗碳体 ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) 中，溶于渗碳体中的铬，提高了碳化物的分解温度，阻止了石墨化现象的发生，进而提高了钢材的耐热性。铝对铁素体有固溶强化作用，同时也能提高碳化物的稳定性，因此对提高钢的高温强度有利。适量钒的加入可使钢材在较高温度时保持细晶粒组织，提高了钢材的热稳定性和强度。

#### 2、抗氢腐蚀

铬、铝等元素提高了碳化物的稳定性，阻止了碳化物的分解，减少了碳化物及析出的碳和氢气反应生成甲烷的机会。钒的加入可使钢材在较高温度时保持细晶粒组织，大大增加了钢在高温高压下对氢的稳定性。

换热系统担负着整台合成炉反应的温度控制及调节，它与炉筒组合在一起，组成了整台合成炉反应系统的核心部件。其主要作用是控制炉筒内核心区域的反应温度，通过调节温度控制炉内硫化反应的速率，使反应过程保持在满足生产的合适温度范围内。同时，通过温度的控制，保护后续设备设施的安全稳定的运行。反应过程中产生的多余热量通过换热系统带走，稳定炉内温度，余热通过交换系统得到低压蒸汽，供生产系统再利用。炉体换热系统通过调节阀进行控制，与炉筒反应温度监测点投联锁自控，由 DCS 自动控制，保证了生产的安全、稳定、连续。合成炉的换热系统采用 Q345R 材质，它是屈服强度达到 345MPa 级的压力容器专用钢板，具有良好的综合力学性能和工艺性能，其抗拉强度、延伸率比 Q345(16Mn)钢有所提高，同时保证冲击韧性，是目前我国用途最广、用量最大的压力容器专用钢板。被广泛用于石油、化工、电站、锅炉等行业，一般用于制作反应器、热换器、分离器、导气管、液化气罐、锅炉气包及液化石油气瓶等。

合成炉上封头为一个直径空筒，其直径范围与炉筒成一定比例关系，主要作用为通过降低气体流速，沉降反应中硅粉细渣，达到净化反应生产物中固体杂质的目的。由

于体积大，它同时具备一定的缓冲作用，稳定了炉内的反应压力，降低压力波动，稳定了炉内反应条件，同时也稳定了后序设备进口的压力波动，保证后续设备的正常稳定运行。

## 4.4 自动控制

### 4.4.1 概述

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目的可行性研究自动控制部分，本项目为新建项目，主要研究对象：合成精馏装置、氯化氢干燥装置、变压吸附装置、压缩机房、三废处理、四氯化硅罐区、三氯氢硅罐区、泵棚、地中衡、硅粉库、装卸栈台、公用工程用房，以及控制室的自控设计。

装置为连续生产装置，工艺过程复杂，工艺介质多为易燃易爆特性，部分具有可燃有毒特性，对自动控制系统、现场检测仪表、现场执行器的稳定性、检测及控制精度均要求较高，同时要求自控设备的选型应严格符合防爆要求、防护要求及高可靠性、高安全性。根据本装置的流程特点、生产规模以及工艺装置对自动控制的总体要求，控制系统拟采用集散控制系统（DCS）完成全装置的生产过程自动控制。DCS 系统除了完成整个装置的基本过程控制、操作、监视、管理之外，同时还能完成顺序控制、批量控制、工艺连锁以及部分先进控制策略。

本项目罐区中涉及危险化学品三氯氢硅，构成重大危险源，本项目拟采用 SIS 系统（安全仪表系统）完成装置的安全连锁和紧急停车控制。当生产过程超出安全设定条件时，或安全仪表系统内部产生故障时，SIS 系统立即作出正确反应并给出相应的逻辑信号，使过程转入预定安全状态，对人员健康、装置设备及环境提供安全保护。参与安全连锁的信号引入 SIS 安全仪表系统报警及连锁。

为确保人员及财产安全，保证生产安全进行，在可能发生可燃或有毒气体泄漏的场所设可燃或有毒气体探测器，并设现场声光报警器。可燃气体和有毒气体检测信号引入单独的气体检测报警控制系统(GDS)，在控制室集中指示报警连锁。

变压吸附装置设置一套 PLC 系统，实现变压吸附装置生产设施的集中检测、显示、报警、控制、连锁及操作，并采用 MODBUS-RTU 协议与主装置 DCS 系统通讯。PLC 系统控制柜设置在中心控制室机柜间机柜间内，2 套操作站设置在在中央控制室操作室内。

## 4.4.2 控制系统的选择

控制系统能够对重要工艺参数完成连续自动检测、记录、报警及控制，保障装置的高效、安全、稳定的运行。

控制系统能够对重要工艺参数完成连续自动检测、记录、报警及控制，保障装置的高效、安全、稳定的运行。

集散控制系统（DCS）由操作站、打印机、大屏幕显示器、工业级 PC 机、控制站、I/O 单元、配线组件及网络设备等组成。全厂设 DCS 系统 1 套，置操作站 6 套，工程师站 1 套（兼操作员站），DCS 系统主站设置在制室机柜间内，操作站及工程师站设置在控制室操作室内。生产过程中主要的和重要的参数集中到控制室。由 DCS 系统进行显示和控制；不重要的参数采用就地显示或控制。

DCS 系统设置在控制室。DCS 系统设置必要的通信接口，可与其他系统、智能仪表及工厂管理网进行通讯。

安全仪表系统（SIS）独立于 DCS 系统和其它子系统单独设置。全厂设置 SIS 系统 1 套，设置工程师站 1 台（兼操作员站）。SIS 系统主站设置在控制室机柜间内，工程师站设置在控制室操作室内。安全仪表系统（SIS）所有的过程报警、紧急停车、旁路、复位等信号能在 DCS 操作站上显示、报警及打印，重要的状态指示、紧急停车按钮采用硬接线方式在辅助操作台独立设置。SIS 系统位于控制室内，负责各装置 SIS 系统的联锁。安全仪表系统的传感器宜采用 4~20mA 叠加 HART 信号传输的智能变送器，输出信号宜带故障模式输出。

可燃/有毒气体检测系统(GDS)独立于 DCS 系统单独设置。全厂设置 GDS 系统 1 套。该系统与 DCS 系统可实现实时数据通信，能在 DCS 系统操作站上显示、报警及打印，还应具有顺序事件记录(SER)功能。在操作室内设置可燃气体/毒性气体报警器。

成套设备采用 PLC 控制和联锁，PLC 系统通过通讯接口和主装置 DCS 进行信号传递。为了保证装置的安全可靠及长周期运行，DCS/PLC 均采取冗余措施。

## 4.4.3 仪表选型

### 4.4.3.1 选型原则

根据装置的操作要求和自动控制水平要求,选择技术先进、性能可靠、价格合理、售后服务和技术支持良好的自控设备和系统。选用的仪表必须是国家或国际技术监督部门认可,取得制造许可证的合格产品，在同等条件下，现场仪表优先选用国产仪表(包括采

用引进技术和合资企业国内生产的产品)。

防爆区域内的电动仪表根据区域划分可选用隔爆型仪表或本质安全型仪表，防爆等级：ExdIICT4。现场电动仪表防护等级不低于 IP65，就地指示仪表不低于 IP55。此项目含有部分具有腐蚀性的介质，仪表一次元件和调节阀接液部分材质均考虑防腐蚀要求，仪表外壳及其配套附件也应满足具有抗腐蚀性要求。

仪表型号及类型尽量减少，便于选用备件和日常维护。可采用智能型仪表。模拟量信号一般采用 4~20mA+HART 协议，气动信号为 20~100KPa。

测量单位：温度仪表的刻度单位,应采用摄氏度 $^{\circ}\text{C}$ 。压力仪表一律使用法定计量单位，即 Pa、kPa、MPa。流量仪表的刻度单位为：a.液体流量用  $\text{m}^3/\text{h}$ ； $\text{kg}/\text{h}$ 、b.蒸汽流量用  $\text{kg}/\text{h}$ 。液位仪表的刻度单位为 mm。

#### 4.4.3.2 仪表选型

##### (1) 温度仪表

集中检测的温度采用铂热电阻（Pt100， $0^{\circ}\text{C}$ 时）或热电偶（K 型），就地温度检测用双金属温度计。

##### (2) 压力仪表

远传压力测量采用智能型压力变送器。

微压、负压测量选用智能型差压变送器。

压力开关选用机械式压力开关。

现场压力检测选用不锈钢压力表、耐震压力表、隔膜式压力表、膜盒压力表。

##### (3) 流量仪表

流量远传检测仪表主要选用标准节流装置配差压变送器，整体式三阀组随变送器成套供货；

对洁净的气体要求较准确的流量测量可采用涡轮流量计、涡街流量计及质量流量计；

循环水、生活水测量选用电磁流量计；

粘度较大的液体采用楔式流量计；

进出装置的水的流量测量选用涡街流量计、电磁流量计。

小流量、微小流量的场合，采用金属转子流量计；远传信号采用内藏孔板式流量计。

##### (4) 物位仪表

远传液位测量选用智能双法兰差压变送器或差压变送器、超声波液位计，界位和液位测量，选用智能电动外浮筒液(界)位变送器；

料仓料位选用雷达料位计，储罐的液位测量选用雷达液位计；

液位开关选用音叉式液位开关；

就地液位、界位测量选用磁翻板液位计。

#### (5) 称重仪表

重量检测选用称重仪。

#### (6) 调节阀、切断阀

本场合主要选用气动单座、笼式双座调节阀、套筒调节阀、球芯调节阀、偏心旋转调节蝶阀，调节阀的执行机构均选用气动执行机构，配智能型电/气阀门定位器。

切断阀选用气动蝶阀和球阀。

#### (7) 分析仪表

可燃气体检测选用催化燃烧式可燃气体探测器；

有毒气体检测根据被测气体不同可选用电化学式、PID 式、泵吸式等有毒气体探测器；

工艺液体检测选用 PH 分析仪、ORP 分析仪、浊度仪、浓度分析仪。

### 4.4.4 控制室的设置

本项目设置 1 个控制室。控制室为二层抗爆结构，建筑尺寸 42 x 24 米（长 x 宽），位于厂区西北侧。

控制室完成全厂生产装置全部生产过程的集中操作、集中控制与集中管理，包含仪表机柜间、操作室、UPS 室、调度室、会议室、交接班室以及其他辅助性房间。

### 4.4.5 仪表的供电和供气

#### 4.4.5.1 仪表供电

仪表电源负荷属于一级负荷中特别重要的负荷，采用双路 UPS 供电，且后备电池的供电时间不小于 30 分钟。UPS 的主电源和旁路电源宜由不同母线供电，以保证可靠供电。电源系统的切换装置应能实现无扰动切换。

UPS 的技术指标应符合下列规定：

#### (1) 电源质量：

1) 交流电压：220V±11V；

2) 频率：50Hz±0.5Hz；

3) 波形失真率：小于 5% 。

(2) 过载能力不小于 150% (在 5s 之内)。

UPS 容量为：

DCS 、 PLC、 GDS 系统用 UPS： 220VAC， 50Hz， 40kVA (两套)。

SIS 系统用 UPS： 220VAC， 50Hz， 10kVA (两套)

#### 4.4.5.2 仪表供气

仪表空气源由老厂送至本项目空气缓冲罐供给，正常操作压力 0.5-0.7MPa。仪表空气气源操作（在线）压力下的露点，应比工作环境或历史上当地年（季）极端最低温度至少低 10℃，含尘粒径不应大于 3 μ m，含尘量应小于 1mg/m<sup>3</sup>，含油量应小于 1ppm。在空压机或其他设备故障的状态下，仪表空气储罐能持续稳定的为装置提供至少 15 分钟的供气时间，保证阀门能够安全工作，以便操作人员对紧急状况进行处理。

现场仪表空气耗气量：550Nm<sup>3</sup>/h。

#### 4.4.6 安全技术措施

项目中有重点监管的危险化学品、构成重大危险源。故根据相关规范规定，设置了安全仪表系统（SIS）。仪表及控制系统的设计考虑为故障安全型。电源和气源发生故障时不会对设备及人身安全产生影响。罐区装置内参与安全联锁的现场仪表，考虑防雷措施，在现场仪表及系统机柜内安装浪涌保护器，以保护现场仪表及安全仪表系统，确保系统正常运行。

为保障人身安全和生产安全，监测生产过程及储运设施中泄漏的可燃气体及有毒气体，并及时报警，预防人身伤害及火灾与爆炸事故的发生，项目中设置可燃气体和有毒气体检测器，并将信号引入单独的气体检测报警控制系统(GDS)。

#### 4.4.7 标准和规范

(1) 《过程测量与控制仪表的功能标志及图形符号》HG/T20505-2014（2017 年复审）

(2) 《自动化仪表选型设计规范》HG/T20507-2014（2017 年复审）

(3) 《控制室设计规范》HG/T20508-2014（2017 年复审）

(4) 《仪表供电设计规范》HG/T20509-2014（2017 年复审）

(5) 《仪表供气设计规范》HG/T20510-2014（2017 年复审）

(6) 《信号报警及联锁系统设计规范》HG/T20511-2014（2017 年复审）

- (7) 《仪表配管配线设计规范》 HG/T20512-2014 (2017 年复审)
- (8) 《仪表系统接地设计规范》 HG/T20513-2014 (2017 年复审)
- (9) 《分散型控制系统工程设计规范》 HG/T20573-2012 (2017 年复审)
- (10) 《可编程序控制器系统工程设计规范》 HG/T20700-2014 (2017 年复审)
- (11) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014
- (12) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》 GB/T50493-2019
- (13) 《石油化工安全仪表系统设计规范》 GB/T50770-2013
- (14) 《石油化工仪表系统防雷设计规范》 SH/T3164-2012
- (15) 化工投资项目可行性研究报告编制办法 (2012 年修订版)

#### 4.5 装置界区内公用工程设施

本项目配备循环水站，冷冻站。各公用工程设施具体配备情况见相关章节描述。

##### (1) 冷冻站

冷冻站由 7°C 水和 -27°C 水两个系统组成，各规格冷却水由管道输送至各用户。有关具体数据详见 8.1.6 章节内容。

##### (2) 循环水站

根据本项目各装置循环水用量，循环水由自建循环水站经管道输送至各用户，详见 8.1.1 节。

#### 4.6 工艺装置“三废”排放与预处理

本项目各装置废水、废气、废固排放情况表见 13.3 章节主要污染源及污染物，三废的处理措施见 13.4 章节环境保护治理措施及方案。

#### 4.7 装置占地与建、构筑物面积及定员

本项目装置占地及建、构筑物一览表见 7.4 章节建构筑物一览表。

本项目定员见 17.2 章节人员配置表。

#### 4.8 工艺技术及设备风险分析

本项目工艺技术及设备风险分析见 23 章风险分析内容。

## 5 原材料、辅助材料、燃料和动力供应

### 5.1 主要原材料、辅助材料、燃料的种类、规格、年需用量

本项目生产装置包括 50000 吨/年三氯氢硅及 20000 吨/年四氯化硅生产装置。本装置主要原料硅粉及氯化氢等，其它辅助材料为 98%硫酸等。

采用以上原料路线，本项目能够利用唐山三孚新材料有限公司的氯化氢资源，节约成本，增加效益。

各装置所需主要原材料、辅助材料、燃料的种类、规格及年需用量如下表所示：

表 5.1-1 主要原料、辅助材料、燃料来源表

序号	原料品种	数量（吨/年）	来源	包装要求	运输方式
1	硅粉	14700	外购	袋装	汽车运输
2	氯化氢	57700	外购	管道	管道运输
3	98%硫酸	120	外购	管道	汽车运输

### 5.2 主要原辅材料市场分析

#### 5.2.1 供需状况分析

本项目主要原料硅粉与氯化氢，其它辅助材料为硫酸等。

##### （1）氯化氢供需状况分析

本项目氯化氢由三孚新材料以及老厂提供，能够满足本项目所需，三孚新材料距离本项目厂址 300m，可以通过管道输送至本项目界区。

##### （2）硅粉、硫酸等供需状况分析

本项目硅粉、硫酸等均可以在国内采购，通过详细调查，主要原料供应商都可以在项目所在地 300 公里范围内找到，且产能完全能够满足本项目所需，因此能够保证本项目主要原料供应。

##### （3）蒸汽供需状况分析

本项目所需蒸汽来自唐山三友热电公司，能够满足本项目需求。

#### 5.2.2 供应可靠性分析

本项目的建设地点位于唐山市曹妃甸区南堡工业区，周围区域工业体系发达，化工产品众多，硅粉等主要原料都能够就近采购，保证本项目主要原料供应。

本项目需求量较小，供应距离较远的原辅材料，可以通过签订供应协议，保证本项目原辅材料的供应。

### 5.3 水、电、汽和其他动力供应

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目中各装置水、电、汽等动力的消耗见表 5.3-1。

表 5.3-1 项目公用工程消耗一览表

序号	项目及规格	单位	消耗		说明
			小时消耗	年消耗	
1	一次水	吨	15	12×10 <sup>4</sup>	老厂管网
2	循环水	吨	1800	1440×10 <sup>4</sup>	自建循环水站供应
3	电力	度	2562	2050×10 <sup>4</sup>	供电局供应
4	0.8MPa 蒸汽	吨	3.25	2.6×10 <sup>4</sup>	老厂管网供应
5	仪表空气	Nm <sup>3</sup>	550	4.4×10 <sup>6</sup>	老厂管网供应
6	氮气	Nm <sup>3</sup>	400	3.2×10 <sup>6</sup>	老厂管网供应
7	7℃水	10 <sup>4</sup> kcal	20	16×10 <sup>4</sup>	自建冷冻站供应
10	-27℃水	10 <sup>4</sup> kcal	60	48×10 <sup>4</sup>	自建冷冻站供应

本项目用电、供水、供气等均由南堡工业园区供应，满足本项目各公用工程需求。园区供水供电能力详见 6.1.4 节。

### 5.4 资源利用合理性分析

本项目采用了许多节能新技术，保证资源合理化应用：

#### (1) 生产装置

本项目采用工艺优化与 DCS 控制技术，进入合成炉的物料均采用完全密闭式入料，减少了生产强度和环境污染。提高自动化水平，为优质、高产、低消耗和长周期安全运行创造了有利条件。产品精馏为连续精馏，采用热耦合技术，大大降低蒸汽消耗；合成系统采用多级旋分，充分回收利用硅粉再次参与合成反应，既节约物料消耗，又保护了环境。

#### (2) 设备选型

机电设备的选型对节能降耗具有十分重要的意义。本装置中所选用的机电设备一律

不用国家已颁布淘汰的机电产品。选用技术先进，材料优良，结构合理，机械强度高，使用寿命长的节能型机电产品。

根据管道输送物料特性进行绝热，进一步的降低了热量的损耗，实现了节省能源的目标。

通过以上先进的节能工艺，为企业节约了成本，保护了环境，并且符合国家大力推行可循环经济产业的号召，为企业增收的同时，为保护环境尽一份力。

## 6 建厂条件和厂址选择

### 6.1 建厂条件

#### 6.1.1 建厂地点的自然条件

##### (1) 厂址位置

本项目拟建场地位于唐山市曹妃甸区南堡经济开发区境内。工程建设地点位于征地范围内，厂址北距唐山市区约45km，西距汉沽约30km，南距渤海约7km。

南堡经济开发区地处环渤海地区中心地带，北依燕山，南临渤海，位于唐山市南部，距市区45km，天津80km，北京200km。开发区交通发达，通讯方便，各类设施齐全，周边有天津新港、秦皇岛港、唐山港和曹妃甸港，环渤海公路和将要建设的环渤海铁路都从本区通过，有正在修建的直达唐山连接京唐的快速路，有直达天津的铁路，有功能完备的水、电、气、讯、污水处理等配套设施。

##### (2) 地质条件

厂址位于陡河下游低洼平原，该地区地貌属“滨海低平原”，地势平坦，地形坡度约5/1000。地面海拔高度在1.8~2.7m。抗震设防烈度为8度，设计基本地震加速度为0.20g，设计地震分组第一组。场地类型：III类。

本地区地质构造属第四纪全部世及晚新世构成，地层基本上呈水平分布，参照唐山碱厂工程地质勘探资料，在钻探80m深度内，自上而下分为十层。表层为粘土，中为亚粘土，深层为轻亚粘土。上部的耐力为90kPa，下卧层的耐力为220-230kPa。

水文地质属滨海冲洪积、海湖积平原水文地质区。地下含水层主要由冲洪积、海积和湖积等沉积作用形成的中砂、中细砂层构成。地下水分布较广，一般为低矿化度（0.4-0.6g/L）饮水，水温19.5-25℃，目前水位16-20m，据水利局1975-1988年统计，水位年降速1.1m，地下水不能作为城市工厂用水主要水源。主要河流有沙河、双龙河及陡河。

根据国家地震局地质大队1976年11月编印的《京津唐地区地震烈度区划图》，该地区为七度和八度交界区，1976年唐山发生大地震，沿河道出现喷砂冒水现象和土壤液化现象。

本区位于华北断块区的东部，在长期复杂的构造演化中，大致经历了三个阶段：①太古代至元古代地台结晶基底的形成、形变和固结阶段；②中、晚元古代至古生代稳定地台盖层发育阶段；③中、新生代地台解体，陆相盆地盖层形成阶段。在区域地质构造

上,评价区位于黄骅拗陷北段南部及与埕宁隆起交接的地区,而且是北西西向张家口~北京~蓬莱断裂带延经的地区。黄骅拗陷和埕宁隆起分别是渤海湾盆地中的一级负向和正向构造单元。本区以宁河—昌黎断裂为界,北部为燕山沉降带,南部为华北拗陷区。Ⅲ级构造单元有蓟县拗陷、山海关隆起、黄骅拗陷、渤海中部隆起。新生代以前,隆起与拗陷有着共同的发展历史,基底为太古界和下元古界变质岩系,褶皱、断裂、岩浆活动强烈。盖层由中上元古界、古生界地层组成,其中包含多个不整合面。中生代的燕山运动,使本区地壳活动进入了高潮,以断裂活动和岩浆活动为主,伴有强烈的挤压褶皱。新生代开始发生断裂分异运动,昌黎—宁河断裂以北燕山地区强烈上升,形成隆起,以南地区强烈下沉,形成拗陷,隆起与拗陷之间的高差达 10000m 以上。黄骅拗陷地处渤海湾盆地的中部、西、北北东向沧东断裂与沧县隆起相邻,东、北北东~北东向埕西断裂和埕宁隆起相接,北部、北东向宁河~昌黎断裂同燕山隆起区相毗邻,总体呈北东向分布,具有由一系列北东~北东东向断裂左阶斜列往西南聚敛而向东北撕开的帚状结构。

埕宁隆起北东向分布于渤海湾盆地的中部,陆地部分主要由埕小口凸起和宁津凸起组成,分隔了黄骅拗陷和济阳拗陷,它向北延伸入海到沙垒田凸起,分隔了黄骅拗陷和渤中拗陷。埕宁隆起在早第三纪时,南部基本隆起剥蚀而缺失沉积,北部被北西向埕北断裂和沙南断裂横切形成规模不大的埕北和沙南凹陷,堆积有厚 2000m 左右的下第三系,沙垒田凸起覆盖有较薄的东营组地层,自晚第三纪以来,埕宁隆起和两侧的拗陷一起同渤海湾盆地整体下沉,沉积了厚 1000~1500m 的上第三系和第四系地层。

### (3) 气象条件

该区域海洋气候明显,空气湿润,历年平均相对湿度 6.5%,四季差异不大。湿度偏低,采暖期较长,年平均风速较大,大风日数比内地平原偏多。风向季节性强,三月份后气温回升,以西南风为主。进入冬季后,主导风向以西北风为主。

该区域降水量较充沛,年平均降水量 574mm,最大年降水量 1029mm,最小年降水量 300mm 以上,降水多集中在 6~8 月,占年降水量的 70%。

本项目所在地自然、气象条件,见表 6.1-1。

表 6.1-1 自然、气象条件表

序号	自然、气象要素	数值	备注
1	气温		

序号	自然、气象要素	数值	备注
	年平均温度	11.9℃	
	年平均最高温度	26℃	7 月
	年平均最低温度	-4.2℃	1 月
	极端最高温度	36.4℃	1972 年 6 月 16 日
	极端最低温度	-22.7℃	
2	相对湿度		
	年平均相对湿度	65%	
	最热月平均相对湿度	79%	
	最冷月平均相对湿度	58%	
3	大气压		
	年平均	1.0171×10 <sup>5</sup> Pa	
	月平均最大	1.0326×10 <sup>5</sup> Pa	
	月平均最小	1.0014×10 <sup>5</sup> Pa	
4	风		
	年最多风向	NW	
	年平均风速	4.8m/s	
	最大风速	21m/s	
	极大风速	33.6m/s	
5	降雨量		
	年平均降雨量	574mm	
	年最大降雨量	1029mm	1964 年
	月平均最大降雨量	211.2mm	
	月平均最小降雨量	4.1mm	
	年平均雷暴日	35 天	
	年最大雷暴日	53 天	
	年最小雷暴日	25 天	
6	雪		
	最大积雪厚度	190mm	
	雪荷载	300Pa	

序号	自然、气象要素	数值	备注
7	冻土		
	最大冻土深度	0.8m	
8	地震烈度	8	
	地震水平加速度	1	

### 6.1.2 建厂地点的社会经济条件

本项目拟建地位于唐山市曹妃甸区南堡经济开发区，南堡经济开发区成立于 1991 年，1995 年被河北省政府批准为省级开发区，2012 年 7 月纳入曹妃甸区。全区规划控制面积 393.74 平方公里，城区规划面积 26 平方公里。下辖一个镇 10 个行政村，一个街道办事处 6 个居委会，总人口 5.4 万。

南堡经济开发区位于环渤海经济圈中心地带，西邻天津滨海新区，背靠唐山市主城区，面向曹妃甸大港，汉南铁路、张唐铁路、唐曹铁路以及谋划的蒙曹铁路贯穿全境，沿海高速、唐曹高速交汇贯通，是津唐曹半小时经济圈的核心区域，是环渤海地区最具发展潜力的开发区之一。区内道路、管网、供水、供热、供电、供气、污水处理、垃圾处理等基础配套设施完善，学校、医院、银行、网络通讯、保险事业等社会职能健全，各项民生事业协调发展，基本形成了以海洋化工循环产业为特色的城市雏形。

建区二十多年来，南堡开发区充分发挥自身资源优势，围绕延长盐碱化工产业链条发展壮大产业，已经形成了上游海盐生产，中游“两碱一化”（纯碱、氯碱、化纤），下游氯气利用的“三大板块”，基本构筑了海洋化工循环产业体系，初步建立了“盐—碱—氯气—四氯化钛—海绵钛”、“盐-烧碱-粘胶短纤维”、“氢氧化钾—三氯氢硅—气相白炭黑”、“氯气—有机硅—有机硅下游产品”等 4 条主导产品链，海洋化工循环产业经济总量占工业总产值的 80%以上。目前，全区拥有各类工业企业 75 家，其中，大型国有企业 2 家，外资企业 7 家，民营企业 66 家，主要涉及盐碱、化纤、钛材料、硅材料、陶瓷、装备制造等行业，化工企业 30 余家，初步形成了以国有大型企业为主导，民营企业、外资企业等中小企业为补充的产业发展格局。2017 年，全区完成地区生产总值 115.5 亿元,实现主营业务收入 306.6 亿元，完成固定资产投资 32.8 亿元，实现全部财政收入 20.5 亿元，公共预算收入 9.03 亿元。

### 6.1.3 外部交通运输状况

南堡经济开发区地处环渤海经济圈中心地带，南临渤海，有海岸线 4 公里，北依燕

山，东与秦皇岛接壤，西与北京、天津毗邻，西北距北京 200 公里、西南距天津滨海新区 20 公里、天津港 75 公里，北距唐山市区 45 公里，东至秦皇岛 120 公里，距正在建设的“北方大港”---曹妃甸港 20 公里。

京山铁路汉一南（汉沽至南堡）支线直达区内，港口运输和铁路运输方便快捷。沿海高速公路与唐曹高速公路、南曹沿海铁路联成网络,将南堡经济开发区与天津港、曹妃甸港连成整体，使其成为京、津、秦乃至整个“三北”地区到达曹妃甸港口的必经之路。

#### 6.1.4 公用工程条件

##### （1）供水

开发区内生活用水及部分工业用水由南堡供水公司供水系统统一供给，水源为地下水，供水能力 2 万  $m^3/d$ （730 万  $m^3/a$ ）。园区部分企业水源引自陡河水库地表水及草泊水库地下水，陡河水库供水能力 4.1 万  $m^3/d$ （1500 万  $m^3/a$ ），草泊水库 38 眼水井，供水能力 5.5 万  $m^3/d$ （2000 万  $m^3/a$ ）。

开发区于 6 号路北侧、8 号路东侧建设净水厂一座，以陡河水库为水源，从曹妃甸陡河输水管线十一农场孙家东灶南堡开发区预留口至南堡开发区建设 19km 输水管线，预留口坐标为东经 118°22'38.3255"，北纬 39°16'05.562869"，引水量 6.9 万  $m^3/d$ ；(2500 万  $m^3/a$ )。该水厂建成后，关闭自备水井，南堡开发区总供水能力 11 万  $m^3/d$ （4000 万  $m^3/a$ ）。

##### （2）排水

南堡经济开发区污水处理厂位于城西工业区，现状处理能力 8 万  $m^3/d$ ，再生水规模 2 万  $m^3/d$ 。规划升级改造现状污水处理厂，并扩建处理规模为 7.5 万  $m^3/d$  的污水处理设施、处理规模为 7.5 万  $m^3/d$  的再生水系统，污水总处理能力达到 14 万  $m^3/d$ ，总再生水处理能力达 8 万  $m^3/d$ ，污水处理厂出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）》的一级 A 标准。到规划期末，开发区内污水处理率应达到 100%。

污水管网布置:污水管道采用枝状管网布置，尽可能在管线较短和埋深较小的情况下，让最大区域上的污水自流排水。污水管网结合污水厂的建设、道路和竖向规划进行铺设。污水管道按高日高时污水量设计，管材采用钢筋混凝土圆管。

本项目所有的生活、生产污水经厂区内污水处理站处理达标后进行回用，其余排水经收集后统一排至园区已有的污水排放管网。

##### （3）供电

南堡经济开发区内有南化 220kV 变电站 1 座，供电能力 18 万 KVA；京津唐电网 110KV 变电站 1 座，供电能力 8 万 KVA；能够为开发区的发展提供坚实的电力保障。

#### (4) 供热

热力管网已覆盖全区，根据开发区供热规划，开发区城西工业区供热由园区内相关热电企业负担。本项目供热由三孚股份公司低压蒸汽管网供应。

#### (5) 消防

厂区消防设计采用消防给水灭火系统及灭火器联合灭火方式。本项目为新建项目，厂区内消防依托老厂消防系统，厂区外部消防依托南堡经济开发区消防大队。

南堡经济开发区消防大队距离厂区 1km，现有大型消防车 5 辆，消防队员 47 人，发生火灾后可在 10 分钟内到达本厂区。

### 6.1.5 用地条件

本项目建设用地在河北省唐山市南堡经济开发区，用地属性属于工业用地，用地范围内无需要拆迁的民居及人员。

### 6.1.6 环境保护条件

本项目所在地区燃料燃烧对大气环境质量影响较小，规划区及周围区域 PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 日均浓度均满足《环境空气质量》（GB3095-2012）中的二级标准，H<sub>2</sub>S、HCl、甲醇、二甲苯小时平均浓度满足《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）居住区大气有害物质的最高允许浓度。

浅层地下水各评价因子除 pH 值和氨氮、高锰酸盐指数的标准指数小于 1，满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准外，溶解性总固体、总硬度、硫酸盐、氯化物的标准指数均大于 1，水质不能满足标准要求。其超标原因是由于南堡经济开发区地处唐山南部沿海，其原生地质为河流冲积及海湖积而形成，导致该区域地下水矿化度和硬度相对较高。深层地下水监测点各项监测因子标准指数为均小于 1，满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中III类标准的要求。监测结果表明，该区域深层地下水质量较好。

本项目生产污水、生活污水经污水处理系统处理后排至园区污水处理站。经过本项目污水系统处理后的污水能够满足园区污水处理站对污水水质的要求。项目主要固体废物包括污泥滤饼及职工生活垃圾等。建设单位拟采用减量化、资源化、无害化的处理原则，对固废进行分类处理、处置。职工生活垃圾由环卫部门收集后统一处理。

本项目均采用国内先进工艺生产技术和设备，生产能耗低，三废排放少，同时各排

放源做到了有组织达标排放，该区域有较大的环境容量，因此，本项目建成投产后，预计对周围环境质量影响不大。

规划区所在区域噪声值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准。

## 6.2 厂(场)址选择

拟建厂位于唐山市曹妃甸区南堡经济开发区化工集中区内，本工程厂区东南侧为已建唐山三友化纤厂，北侧为四氯化硅提纯装置，南侧为硫酸钾装置。厂区周围交通比较方便，地形平坦，原料供应有保障，该厂址合理，可行。

该厂址方案选择优点如下：

### （1）靠近原料供应区

氯化氢原料由老厂与三孚新材料分布供应。三孚新材料距离厂址 300 米，可以供应氯化氢原料，附近有三友热电厂，为本工程提供可靠的蒸汽供应。厂址靠近原料产区，可就近获得原料，减少原料的运输费用。

### （2）有丰富的水资源

化工企业是用水大户，供水不足，非但不能保证企业的正常生产，甚至会危及安全生产。项目区域内水源丰富，生产用水目前有市政供水和地下水两个水源，可满足本工程需要。

### （3）有较好的运输环境

京山铁路汉一南（汉沽至南堡）支线直达区内，港口运输和铁路运输方便快捷。沿海高速公路与唐曹高速公路、南曹沿海铁路联成网络，将南堡经济开发区与天津港、曹妃甸港连成整体，使其成为京、津、秦乃至整个“三北”地区到达曹妃甸港口的必经之路，因此本项目厂址，满足本项目运输要求，同时，可有效降低运输成本。

### （4）与居民密集区保持适当距离

项目厂址区域内无村庄、无居民区，完全符合化工生产企业建设所要求的安全防护距离规定。同时与北侧厂区铁路线满足 1 公里距离要求。

## 7 总图运输、储运、土建、界区内外管网

### 7.1 总图运输

#### 7.1.1 全厂总图

本项目拟建场地位于唐山市曹妃甸区南堡经济开发区化工集中区唐山三孚硅业股份有限公司内。

本项目布置在该公司征用地内预留空地上,用地面积为 36862.66 平方米,合计 55.29 亩地。项目北侧是唐山三孚硅业股份有限公司的 3 万吨/年高纯四氯化硅提纯项目;南侧是唐山三友兴达化纤股份有限公司;东侧是开发区预留用地,西侧是排洪渠。具体情况见表 7.1-1。

表 7.1-1 周边环境情况表(依据石化规 4.1.9 条)

序号	方位	周边设施名称	设计值(m)	规范值(m)	是否合格	备注
1	东侧	唐山三孚硅业股份有限公司	35.80	35.00	是	氯化氢干燥装置(丁类)至液氮气化装置(丁类、二类重要设施)
		唐山三孚硅业股份有限公司	51.40	35.00	是	合成精馏装置(甲类)至锅炉房(丁类、二类重要设施)
		唐山三友兴达化纤股份有限公司	24	10	是	硅粉库(乙类)至唐山三友兴达化纤股份有限公司浆粕堆放(丁类)
		开发区预留用地		—	是	
2	西侧	排洪渠		—	是	
3	南侧	唐山三友兴达化纤股份有限公司	169.39	—	是	合成精馏装置(甲类)至唐山三友兴达化纤股份有限公司露天堆场(丁类)
4	北侧	唐山三孚硅业股份有限公司 3 万吨/年高纯四氯化硅提纯项目	27.31	20	是	氯化氢干燥装置(丁类)至三氯氢硅罐区(甲类)

本项目外部条件见表 7.1-2

表 7.1-2 外部居民区条件情况表

保护目标	相对方位	相对距离 (m)	人口
老王庄	NE	2200	8000
碱厂生活区	SW	3000	6800
海月花园	S	1420	4000
百旺家苑	S	1350	1000
滨海镇政府	SW	2000	1000
南堡开发区政府	SW	2000	300

本次总图专业设计范围如下：

- (1) 生产装置：合成精馏装置、氯化氢干燥装置、变压吸附装置、压缩机房、三废处理。
- (2) 仓储设施：四氯化硅罐区、三氯氢硅罐区、硅粉库、装卸栈台、地中衡。
- (3) 公用工程：公用工程用房（变配电站、控制室、冷冻站、循环水站、循环水塔）
- (4) 以及满足以上生产的管廊

#### 7.1.1.1 总平面布置

(1) 工厂主要组成

工厂主要组成及用地面积见表 7.1-3。

表 7.1-3 工厂主要组成及用地面积表(m<sup>2</sup>)

序号	名称	生产类别	占地面积 m <sup>2</sup>	建筑面积 m <sup>2</sup>	层数	备注
700	总图					
701	合成精馏装置	甲类	2587.85		4	
702	氯化氢干燥装置	丁类	484.56	339.36	2	
703	变压吸附装置	甲类	1089			
704	压缩机房	甲类	698.25	698.25	单层	
705	三废处理	甲类	1215	56.16		
711	四氯化硅罐区	戊类	1109.06			
712	三氯氢硅罐区	甲类	1364.92	692.26	单层	

序号	名称	生产类别	占地面积 m <sup>2</sup>	建筑面积 m <sup>2</sup>	层数	备注
714	地中衡	丁类	48			
715	硅粉库	乙类	1961.75	1961.75	单层	
716	装卸栈台	甲类	88	44	单层	
721	循环水站	戊类	677.25	242.25	单层	
722	冷冻站	丁类	1352.81	1352.81	单层	
723	变配电站	丁类	821.61	1620.95	2 层	
724	中央控制室	丁类	1032	2064	2 层	抗爆结构
合计			14530.06	9071.79		

## (2) 总平面布置原则

总平面布置原则：

1) 结合厂区内现有土地使用情况，在满足工艺流程顺畅和管线布置短捷要求的前提下，力求工艺平面分区明确合理，流线清晰通畅，布局紧凑，整个厂区协调统一。本项目公用工程及地上地下管线基本依托在建部分，节约投资。

2) 道路布置合理，既要方便运输，又要满足消防要求。

3) 在满足生产工艺流程和生产经营管理的同时，满足国家有关防火、防爆、安全、卫生、环保的要求。

4) 按规范要求布置，力求布置紧凑，减少管道及输送线路。

5) 平面布置力求紧凑，以利于节约用地。

6) 满足开发区要求。

7) 根据本项目生产特点，满足生产、防火、防爆、工业卫生、运输、施工安装和检修等要求，并力求总平面布置紧凑合理。

8) 结合场地现状条件，联合集中布置，以节约用地、缩短管线、便于管理并减少

投资。

### (3) 总平面布置方案

根据厂区现状情况，本着用地紧凑，缩短工程管线，节约投资的原则，并结合当地风玫瑰图，将本项目装置区布置在厂区中部的预留用地上；公用工程设施布置在厂区东侧预留用地上；仓储设施布置在厂区西南部的预留用地上。

本项目整个厂区功能分区明确，并按生产的火灾危险性分别自成一区，便于管理，避免人流和车流交叉，同时减小了防火间距，节约了用地。

本项目沿主要生产和储运装置四周均设置环形消防通道，路宽不小于 6 米，道路净高不小于 5 米。综合在建和本项目工程，人流入口与物流入口均利用原有人流物流入口，方便运输和管理。

本项目总图运输主要技术经济指标表见表 7.1-4。

表 7.1-4 总图运输主要参数指标表

序号	项目	单位	数量	备注
1	厂区总用地面积	m <sup>2</sup>	36862.66	
2	建、构筑物占地面积	m <sup>2</sup>	14530.06	
3	建、构筑物建筑面积	m <sup>2</sup>	9071.79	
4	计容建筑面积	m <sup>2</sup>	16350.79	
5	容积率		0.44	
6	建筑密度	%	39.41	

### (4) 工厂绿化

绿化设计根据生产特点、环境污染情况和当地土壤、气候等自然条件进行绿化布置和选择绿化植物，同时，考虑与周围建筑物、构筑物相协调，与管线综合设计相配合，储罐区、生产车间及仓库四周为硬化地面。道路两侧的绿化不妨碍行车安全。

### (5) 拆迁

本项目无拆迁。

#### 7.1.1.2 竖向布置

竖向布置原则：合理确定场地设计标高和排水方式，确保场地不受洪水及地区积水的威胁。尽量节省土石方工程量。

竖向布置方式：本项目建设场地平坦，总体采用平坡式设计。

雨水由建筑物四周坡向道路，经道路雨水口收集，建场地排水坡度为 2‰~5‰。

道路高程基本顺应地形落差，道路坡度小于 5%，绝大多数路段坡度小于 2%，以方便非机动车行驶。同时道路坡度至少大 3‰，以达到污水管的排水最小坡度。

### 7.1.2 全厂运输

#### (1) 厂内运输

本项目硅粉通过叉车运输的方式从硅粉库房输送至合成精馏装置。

#### (2) 厂外运输

根据本项目的运输条件和物料特性，本项目运输宜采用汽车运输方式。

汽车运输的车辆依托公司现有运输公司的运力和地方专业运输队伍。

表 7.1-5 全厂运输量表

序号	货物名称	年运输量(吨)	形态	包装形式	备注
一	运入量				
1	氯化氢	57700	气体	管道	
2	硅粉	14700	粉体	袋装	
3	Ca(OH) <sub>2</sub> 溶液	3700	液体	槽车	
4	98%硫酸	120	液体	槽车	
	小计	76220			
二	运出量				
1	三氯氢硅	50000	液体	槽车	
2	四氯化硅	20000	液体	槽车	
	小计	70000			
合计		146220			

## 7.2 储运

### 7.2.1 储运介质及储运量

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目的原料及产品按形态可分为固体和液体两大类，原料及产品的运输量、形态、包装及运输形式见表 7.1-4 所示。

### 7.2.2 固体储运

(1) 硅粉：硅粉采用汽车运输方式，将硅粉输送至硅粉库。

本项目固体原料的品种、储存量和周转能力见表 7.2-1。

表 7.2-1 项目固体原料品种、储存量和周转能力表

序号	项目	储运能力	周转天数	输送方式	装卸方式
1	硅粉库房	1000 吨	21	汽运	叉车、码垛

### 7.2.3 液体储运

本项目液体储运设施包括：三氯氢硅罐区与四氯化硅罐区。

#### 7.2.3.1 储运介质及储运量

简述储运介质的形态、储存方式及储运方式参见表 7.2-2。

表 7.2-2 物料储运方式表

序号	物料名称	形态	储存方式	储运方式	备注
1	三氯氢硅	液态	卧式储罐	汽车运输	
2	四氯化硅	液态	立式储罐	汽车运输	

#### 7.2.3.2 储运方案

##### (1) 储存系统

##### 1) 三氯氢硅罐区

本项目三氯氢硅罐区是三氯氢硅产品的临时储存处。由于大部分三氯氢硅产品可通过管廊输送到钾肥厂区使用，因此实际储存天数较短。本项目新建储罐见表 7.2-3。

表 7.2-3 本项目三氯氢硅罐区储罐规格及储存周期

设备名称	储罐容量及台数 (m <sup>3</sup> ×台)	储罐规格 m	储罐 结构形式	储罐绝热 情况	实际储 存天数 d
合成料储罐	180×2	Φ4.0×14.5	卧式储罐	隔热防腐漆	4
三氯氢硅储罐	180×5	Φ4.0×14.5	卧式储罐	隔热防腐漆	4

##### 2) 四氯化硅罐区

本项目四氯化硅罐区是四氯化硅产品的临时储存处，接受来自合成精馏装置的四氯化硅。本项目新建储罐见表 7.2-4。

表 7.2-4 本项目四氯化硅罐区储罐规格及储存周期

设备名称	储罐容量及台数 (m <sup>3</sup> ×台)	储罐规格 m	储罐 结构形式	储罐绝热 情况	实际储存 天数 d
------	--------------------------------	--------	------------	------------	--------------

四氯化硅储罐	180×8	Φ6.2×6.1	立式储罐	隔热防腐漆	14
--------	-------	----------	------	-------	----

### 7.2.3.3 装卸系统

汽车装卸站的任务是装车外售产品储罐的产成品。通过管道输送到唐山三孚新材料，或通过管道输送至罐区储存或通过管道输将产品输送至运输罐车。汽车装卸站需要装车的物料有：三氯氢硅与四氯化硅。

## 7.3 厂区外管网

### 7.3.1 外管设计范围和要求

本项目工艺及热力外管输送的管线主要有硫酸、氯化氢、蒸汽、仪表空气、氮气、-27℃/-22℃氯化钙水溶液、7℃/12℃冷冻水、尾气等各种工艺物料管线。部分公用工程管道接自老厂外线总管三通甩头。

设计采用的规范、标准

《化工管路设计手册》	(化学工业出版社 2011 年)
《动力管道设计手册》	(机械工业出版社 2006 年)
《石油化工管架设计规范》	(SH/T3055-2017)
《工业企业设计卫生标准》	(GBZ 1-2010)
《工业企业噪声控制设计规范》	(GB/T50087-2013)
《建筑设计防火规范》	(GB50016-2014) (2018 年版)
《工业金属管道设计规范》	(GB50316-2000) (2008 年版)
《工业企业总平面设计规范》	(GB50187-2012)
《石油化工管道支吊架设计规范》	(SH/T3073-2016)

### 7.3.2 管道敷设原则及敷设方式

(1) 外管线流程力求简捷合理，满足全厂工艺及热力流程需要。工艺及热力外管采用架空敷设。管架布置做到保护环境，节约能源，降低能耗，节约土地；与厂区内的装置、道路、建筑物、构筑物等协调；并且满足消防要求。管线的布置应做到统筹规划，做到安全可靠、经济合理、满足施工操作、维修等方面的要求，并力求整齐美观。

(2) 热力管线热补偿优先采用自然补偿，当自然补偿器不能满足要求时设补偿器补偿。

(3) 蒸汽管线、-27℃/-22℃氯化钙水溶液、7℃/12℃冷冻水、氮气管线、仪表空气、

尾气管线采用无缝钢管（20#）；氯化氢采用钢骨架聚乙烯管道；硫酸采用衬里无缝钢管（20#+PE）。无缝钢管采用焊接连接；钢骨架聚乙烯管道、衬里无缝钢管采用法兰连接。

（4）架空敷设的蒸汽管线需保温，管线保温材料为硅酸铝保温管壳，铝合金薄板为保护层。

（5）-27℃/-22℃氯化钙水溶液、7℃/12℃冷冻水管线需保冷，保冷材料为聚氨酯管壳，防潮层为沥青玻璃布，铝合金薄板为保护层。

### 7.3.3 管廊设计的一般原则

1.管架线路布置时，宜平行于厂区道路或装置区的红线，并宜与排水沟、地下管线、电缆沟等相协调。沿建（构）筑物附近布置时，结构专业应合理设计管架柱基础。

2.在行人与交通频繁的地段宜采用中管架，结构最下缘至地面的净距不宜小于 2.2m。

3. 在装置区内宜采用高管架，结构梁底至地面的净距应满足工艺操作、运输、检修、消防等要求。

4.管架的支撑系统应保证地震时结构的稳定性和操作时水平力的可靠传递。

5.管架跨越道路、铁路的净空和管架外缘距路边的限值，应符合下列要求：

(1).厂区内应计及通过该道路最大设备的通行净空。厂区外应符合交通主管部门的要求。

(2)跨越道路时，路面中心至管架结构下缘的最小净空应符合下列要求：

1) 厂区道路不应小于 5.0m。

2) 装置内的检修道路和消防道路不应小于 4.5m。

## 7.4 土建

### 7.4.1 工程地质概况

厂址位于陡河下游低洼平原，该地区地貌属“滨海低平原”，地势平坦，地形坡度约 5/1000。地面海拔高度在 1.8~2.7m。

本地区地质构造属第四纪全部世及晚新世构成，地层基本上呈水平分布，参照唐山碱厂工程地质勘探资料，在钻探 80m 深度内，自上而下分为十层。表层为粘土，中为亚粘土，深层为轻亚粘土。上部的耐力为 90kPa，下卧层的耐力为 220-230kPa。

本项目所在地抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度为 0.20g，地震分组为第

一组。

## 7.4.2 建筑设计

### 7.4.2.1 建筑设计基本原则

(1) 建筑设计应遵守国家现行标准、规范和规程，精心设计，确保工程安全可靠、经济合理、技术先进、美观适用。

(2) 建筑设计应充分考虑当地的准入条件，因地制宜，积极结合当地的材料、构件供应和施工条件，采用新技术、新材料、新结构。建筑风格力求统一协调。

(3) 根据本专业要求及有关专业所提的设计条件，建筑设计在平面布置、空间处理、结构造型、构造措施及材料选择等方面，应根据工程特点满足防火防爆、防尘洁净、采光通风、保温隔热、抗震设防、防腐蚀、防噪声、防潮、防水、防渗等技术要求。

(4) 结合生产使用要求，简化结构和构件种类以节约投资，加快施工进度。

(5) 建筑设计在满足工艺流程、便于安装、检修、生产操作与管理的条件下，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，使整个建筑设计平面布置紧凑、空间组织合理、建筑造型简洁明快、整个厂区风格协调一致。

(6) 建筑设计遵照国家颁布的现行设计规范进行。

### 7.4.2.2 建筑装修标准

#### (1) 屋面

1) 参考当地通常屋面做法，根据防水等级确定构造做法及防水材料。

2) 低矮屋面排水优先采用外排水，对特殊建筑综合考虑屋面结构形式、气候条件、使用特点等因素确定排水方式。

3) 一般建、构筑物的屋面，防水等级要求不低于II级，特殊房间（如控制室等）防水等级要求不低于I级

4) 高低跨厂房高檐处采用无组织排水时，低跨屋面受滴水部位设置混凝土防护板。

5) 屋面雨水排水区的划分，一般按 150~200m<sup>2</sup>屋面（水平投影）设一个雨水口排水。

6) 天沟和檐沟若采用钢筋混凝土结构，沟内纵向坡度为 1%。

7) 门式钢架或混凝土排架等结构形式房屋采用镀锌夹芯彩钢板或复合彩板屋面时，厚度不小于 100mm。

8) 用钢骨架外附泄爆板并刮腻子做屋面时，作为泄压设施的轻质屋面单位质量不超过 60kg/m<sup>2</sup>。

9) 当为钢筋混凝土屋面板, 无节能要求房屋屋面做 100 厚隔热层, 有节能要求房屋按照节能要求厚度设置保温层。

#### (2) 墙体

1) 钢筋混凝土框架结构的填充墙采用加气混凝土砌块, 外墙厚不低于 250 厚, 内墙厚不低于 200 厚。

2) 根据规范要求需做节能的建筑, 外墙做保温并进行节能设计。

3) 门式刚架或混凝土排架等结构形式房屋采用彩钢板墙面的房屋, 墙面采用 100mm 厚镀锌彩钢板复合墙面, 地面以上做 900mm 高页岩砖墙体。

用钢骨架外附泄爆板并刮腻子做墙面时, 作为泄压设施的轻质墙面单位质量不超过  $60\text{kg/m}^2$ 。

#### (3) 楼地面

1) 地面类型的选择, 应根据生产特征、工艺使用要求和技术经济比较综合考虑确定。

2) 一般工业厂房、库房楼地面可采用细石砼楼地面。

3) 有防腐要求的地面为防腐地面, 防腐区域内的地沟、地坪混凝土强度不低于 C20, 混凝土厚度不低于 120mm。

4) 对罐区地坪等有防渗要求的地面采用防渗地面做法, 根据污染程度不同, 采用不同防渗做法, 防渗区域地沟防渗做法抗渗等级不低于地坪。

5) 有车辆进出及有堆载的厂房地面根据荷载大小按照重载地面设计。

6) 办公房间铺地砖, 有防水要求的卫生间加设一道防水。

7) 室外露天设备操作区域, 设置混凝土地坪, 现浇混凝土厚度不小于 100mm。

8) 对于可能产生液体流动的面层, 地面应按不小于 1% 坡度找坡, 楼面应按不小于 0.5% 的坡度找坡并坡向地漏或地沟。

9) 散发较空气重的可燃气体、可燃蒸汽的甲类厂房和具有粉尘、纤维爆炸危险的乙类厂房, 采用不发火花地面。并采用绝缘材料做整体面层时, 应采取防静电措施。

#### (4) 门窗

1) 一般工业厂房、库房及生活辅助用房根据不同的使用要求为钢门、钢木门、防火门、木门、铝合金卷闸门等; 窗框材质要求为塑钢窗。有一定洁净度要求的辅助用房加设纱窗。

外门采用钢门或钢木门，内门采用成品木门。

楼梯间、重要房间采用防火门，耐火等级根据建筑生产类别及防火要求。

2) 以自然通风为主的厂房、库房侧窗，上部采用中悬窗、固定窗、下部采用平开窗或推拉窗。

3) 设在防火墙上的门窗，根据相应防火等级采用防火门窗，防火门向疏散方向开启。

4) 有爆炸危险的厂房、库房窗采用向外开启的单玻平开窗，窗框材质选用金属窗框，且窗框以 $\Phi 10$  钢筋与梁柱钢筋可靠连接。窗户布置尽量靠近有爆炸危险的部位，门窗玻璃需采用安全玻璃。

5) 工业建筑外窗抗风压性能不小于 6 级，气密性不小于 4 级，水密性不小于 3 级，保温性能不小于 5 级。门窗单块玻璃面积大于  $1.5\text{m}^2$  时均采用安全玻璃，落地窗及大块幕墙采用安全玻璃。

#### (5) 室内外装修要求

1) 工业构筑物室内外墙面及顶棚做法均采用砂浆抹面；外墙面选用涂料墙面，颜色采用企业建筑色。

2) 所有建筑内部装修做法均应满足《建筑内部装修设计防火规范》的要求，选用合格的建筑装修耐火材料。

#### (6) 防火防爆

1) 防火：建筑防火，必须遵循国家的有关规范标准，采用行之有效的防火措施，做到促进生产、保障安全、方便使用、经济合理，建筑方案严格按照《建筑设计防火规范》和《石油化工企业设计防火标准》进行设计。对有防火要求的钢结构构筑物构件，按照建筑防火等级确定构件耐火时间，防火涂料选用时，无论室内外构件均选用厚涂型防火涂料。

各单体安全出口的布置满足相应规范安全出口的设置要求。

各单体中构件的燃烧性能和耐火极限应满足相应规范的要求。

所有室内装修材料的选用应满足《建筑内部装修设计防火规范》的要求。

2) 有爆炸危险的厂房、库房，严格按照各规范有关防爆泄爆的要求设计。泄压设施优先采用轻质屋面泄压，其次是轻质外墙泄压，作为泄压设施的轻质屋面板和轻质墙体质量不超过  $60\text{kg}/\text{m}^2$ 。散发较空气重的可燃气体、可燃蒸汽的甲类厂房和具有粉尘、

纤维爆炸危险的乙类厂房，采用不发火花地面。采用绝缘材料做整体面层时，应采取防静电措施。有爆炸危险的甲、乙类生产部位，宜设置在单层厂房靠外墙的泄压设施或多层厂房顶层靠外墙的泄压设施附近，并避开厂房的梁、柱等主要承重构件。使用和生产甲、乙、丙类液体厂房的管、沟不应和相邻厂房的管、沟相通，下水道应设置隔油设施。甲、乙、丙类液体仓库应设置防止液体流散的设施，遇湿会发生燃烧爆炸的物品仓库应设置防止水浸渍的措施。

### 7.4.3 结构设计

#### 7.4.3.1 设计原则

(1) 严格遵守国家和行业规范、标准，精心设计，做到安全可靠、技术先进、经济合理、施工方便。

(2) 积极采用新技术、新材料、因地制宜结合当地情况优先考虑采用当地材料、构件等。

(3) 地基处理根据当地的地质条件，结合上部结构要求确定安全、合理的处理方案。

(4) 对于地震区域，根据抗震设防要求，确定合理的抗震结构形式和措施。

(5) 结构设计需遵循国家现行规范、标准、规程和规定，符合我国有关法律和法规。

(6) 结构设计优先采用国家现行标准图及地方图集；结构设计计量单位统一采用我国法定计量单位。

#### 7.4.3.2 地基基础处理

根据拟建工程特点及附近场地地勘报告《唐山三孚硅业股份有限公司年产 10 万吨硫酸钾工程岩土工程勘察报告》（工程编号：kc2014-005），拟建工程可选地基基础方案为：1. 桩基方案，可选用第⑤层粉砂作为桩端持力层。桩型可选混凝土预制桩、钻孔灌注桩，且桩端进入持力层以不小于 1.5 倍桩径为宜。桩基施工应先进行试桩，根据试桩检测结果调整桩基设计。2. 复合地基方案：可采用水泥土搅拌桩（湿法），可以选择第③层粉土、第④层粉质黏土或第⑤层粉砂作为桩端持力层。

#### 7.4.3.3 结构方案

合成精馏装置、氯化氢干燥装置拟采用钢筋混凝土框架结构，桩基础。

公用厂房、拟采用钢筋混凝土框架结构，桩基础。

硅粉库、装卸栈台拟采用门式刚架结构，桩基础；

压缩机厂房拟采用混凝土排架结构，桩基础；

变压吸附装置、三废处理、四氯化硅罐区、三氯氢硅罐区等构筑物均采用钢筋混凝土结构，基础采用桩基。

#### 7.4.3.4 建筑结构设计遵循的设计标准和规范

- (1) 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB50068-2018
- (2) 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB50223-2008
- (3) 《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》 GB50453-2008
- (4) 《建筑抗震设计规范》 GB50011-2010（2016 年版）
- (5) 《建筑结构荷载规范》 GB50009-2012
- (6) 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010（2015 年版）
- (7) 《钢结构设计标准》 GB50017-2017
- (8) 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》 GB51022-2015
- (9) 《建筑地基基础设计规范》 GB50007-2011
- (10) 《建筑地基处理技术规范》 JGJ79-2012
- (11) 《建筑桩基技术规范》 JGJ94-2008
- (12) 《岩土工程勘察规范》 GB50021-2001（2009 年修订版）
- (13) 《地下工程防水技术规范》 GB50108-2008
- (14) 《砌体结构设计规范》 GB50003-2011
- (15) 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB50018-2002
- (16) 《钢结构焊接规范》 GB 50661-2011
- (17) 《构筑物抗震设计规范》 GB50191-2012
- (18) 《储罐区防火堤设计规范》 GB50351-2014
- (19) 《石油化工钢储罐地基与基础设计规范》 SH/T3068-2007
- (20) 《化工工程管架、管墩设计规范》 GB 51019-2014

#### 7.4.4 全厂建、构筑物的情况

见表 7.4-1

表 7.4-1 本项目建、构筑物一览表

序号	名称	生产类别	耐火等级	占地面积 m <sup>2</sup>	建筑面积 m <sup>2</sup>	层数	高度 (m)	结构形式	备注
700	总图								
701	合成精馏装置	甲类	二级	2587.85		4	18.40	钢筋混凝土框架	建筑物
702	氯化氢干燥装置	丁类	二级	484.56	339.36	2	10.90	钢筋混凝土框架	建筑物
703	变压吸附装置	甲类	---	1089	---	2	10.90	钢筋混凝土基础	构筑物
704	压缩机房	甲类	二级	698.25	698.25	1	6.90	钢筋混凝土排架	建筑物
705	三废处理	甲类	二级	1215	56.16	---	---	---	
711	四氯化硅罐区	戊类	---	1109.06	---	---	---	---	构筑物
712	三氯氢硅罐区	甲类	二级	1364.92	692.26	1	8	门式钢架	构筑物带罩棚
714	地中衡	丁类		48	48				
715	硅粉库	乙类	二级	1961.75	1961.75	1	7	门式刚架	建筑物
716	装卸栈台	甲类	二级	88	44	1	5.00	门式刚架	

序号	名称	生产类别	耐火等级	占地面积 m <sup>2</sup>	建筑面积 m <sup>2</sup>	层数	高度 (m)	结构形式	备注
721	循环水站	戊类	二级	677.25	242.25	1	7.8	钢筋混凝土框架	
722	冷冻站	丁类	二级	1352.81	1352.81	1	9.30	钢筋混凝土框架	
723	变配电站	丁类	二级	821.61	1620.95	2	7.5	钢筋混凝土框架	
724	中央控制室	丁类	一级	1032	2064	2	9.3	钢筋混凝土框架	抗爆结构
合计				14530.06	9071.79				

## 8 公用工程方案和辅助生产设施

### 8.1 公用工程方案

#### 8.1.1 给排水

##### 8.1.1.1 概述

##### 1) 设计依据:

- (1) 唐山三孚三氯氢硅项目可行性研究开工报告
- (2) 唐山三孚三氯氢硅项目项目交流会议纪要
- (3) 业主提供的可行性资料
- (4) 工艺专业提供的项目基本资料及条件
- (5) 设计规范:

序号	标准编号	标准名称
1	GB5749-2006	生活饮用水卫生标准
2	GB/T50106-2010	给水排水制图标准
3	GB50013-2018	室外给水设计标准
4	GB50014-2006 (2016 年版)	室外排水设计规范 (2016 年版)
5	GB50265-2010	泵站设计规范
6	GB50016-2014 (2018 年版)	建筑设计防火规范
7	GB4452-2011	室外消火栓
8	GB50015-2019	建筑给水排水设计标准
9	GB50050-2017	工业循环冷却水处理设计规范
10	GB/T50102-2014	工业循环水冷却设计规范
11	CJJ/T29-2010	建筑排水塑料管道工程技术规程
12	S1~S3 (2009 年版)	全国通用给水排水标准图集
13	HG/T21629-1999	管架标准图
14	GB50974-2014	消防给水及消火栓系统技术规范
15	GB50084-2017	自动喷水灭火系统设计规范
16	GB50219-2014	水喷雾灭火系统设计规范
17	GB31573-2015	无机化学工业污染物排放标准

## 2) 设计范围

本工程设计范围为唐山三孚三氯氢硅项目区域内给排水系统设计，设计范围包括：

- (1) 生活给水系统设计
- (2) 生产给水系统设计
- (3) 生活污水系统设计
- (4) 生产废水系统设计
- (5) 雨水系统设计
- (6) 消防系统设计
- (7) 冷却循环水系统设计

## 3) 设计原则

- (1) 给水系统：按分质、分压的原则进行系统的划分，并遵照节约用水的原则做到一水多用、循环用水。
- (2) 排水系统：采用雨污分流制，排至现有管网。
- (3) 循环水水质执行《工业循环冷却水处理规范》标准；
- (4) 采用高效节能的系统及设备做到技术先进可靠、经济合理。
- (5) 严格按照国家有关设计标准、规范的规定进行设计。

## 4) 可依托情况

本项目水源来自市政给水管网，市政给水供水压力为 0.20MPa，水质符合生活饮用水标准。

本项目区域内给水系统包括生活给水、生产给水、循环冷却水等。主车间及公用工程区域生活生产给水系统拟从建成的 3 万吨/年高纯四氯化硅提纯项目一期工程厂区生产生活给水管网引入一根 DN100 的给水管。储罐区域生活生产给水系统拟从建成的硫酸钾项目厂区生产生活给水管网引入一根 DN50 的给水管。

本项目区域排水拟分为两个部分，储罐区生产污水经重力流排入硫酸钾项目生产污水管，储罐区初期雨水经重力流接入硫酸钾项目初期雨水管网，洁净雨水接入硫酸钾项目雨水管网。主车间及公用工程区域所有的生活、生产污水及雨水经新建管网分别接入 3 万吨/年高纯四氯化硅提纯项目一期工程厂区原有管网，最终排入原污水处理站处理达标后统一排至园区管网。

本项目消防供水系统采用临时高压给水系统，厂区总用地面积约为 36862.66 m<sup>2</sup>。根据《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）工厂同一时间火灾次数为一次，最大

消防用水点为硅粉库，高 8.90m，体积约 14525m<sup>3</sup>，室内消防用水量 10L/s，室外消防用水量为 25L/s，火灾延续时间为 3 小时，一次灭火用水量为 378m<sup>3</sup>。经与业主沟通，厂区原有消防泵房能够满足本项目消防用水量的要求；本项目新建消防水箱，水箱有效容积为 12m<sup>3</sup>，水箱设置于合成厂房屋顶。

#### 8.1.1.2 用水量和排水量

##### ① 生活用水量

本项目劳动定员最大班 20 人/班，其中车间工人 15 人，管理人员 5 人，生活用水定额 40L/人·班，小时变化数为 2.0，用水时间为 8h；淋浴用水定额 50L/人·次，用水时间为 1h，最大时用水量 1.20m<sup>3</sup>/h，最高日用水量为 4.90m<sup>3</sup>/d。

8.1-1 生活用水统计表

用水部位	用水标准	单位	数量	用水时间	变化系数	用水量		
						最大日 (m <sup>3</sup> /d)	最大时 (m <sup>3</sup> /h)	平均时 (m <sup>3</sup> /h)
车间工人生活用水	40.00	L/人·班	15	8.0	2.00	1.80	0.15	0.075
工业企业建筑生活用水	40.00	L/人·班	5	8.0	2.00	0.60	0.05	0.025
淋浴用水	50.00	L/人·次	20	1.0	-	2.50	1.00	0.834
合计						4.90	1.20	0.934

##### ② 生产用水量

生产用水主要是各装置生产用水、设备和地面的冲洗水、循环水，用水量见表 8.1-2。

表 8.1-2 生产给水/排水统计表(单位：m<sup>3</sup>/h)

序号	装置名称	生产给水		循环给水		生产废水	
		正常	最大	正常	最大	正常	最大
1	合成精馏装置	1.50	9.60	1150.0	1150.0	1.20	7.68
2	氯化氢干燥装置	0.50	1.80	100.0	100.0	0.40	1.44
3	变压吸附装置	0.20	2.00	50.0	50.0	0.16	1.60
4	压缩机房	0.20	1.60	-	-	0.16	1.28
5	三废处理	0.20	2.40	10.0	10.0	0.16	1.92
6	四氯化硅罐区	-	-	-	-	-	-

7	三氯氢硅罐区	-	-	5	5	-	-
8	硅粉库	-	-	-	-	-	-
9	装卸栈台	-	-	-	-	-	-
10	公用厂房	39.00	45.00	520.0	520.0	10.00	11.00
	合计	41.60	62.40	1835.0	1835.0	12.08	24.92

### 8.1.1.3 给水工程

#### (1) 水源及输水工程

本项目水源来自市政给水管网，供水压力为 0.20MPa，水质符合生活饮用水标准。

本项目区域内给水系统包括生活给水、生产给水、循环冷却水等。主车间及公用工程区域生活生产给水系统拟从建成的 3 万吨/年高纯四氯化硅提纯项目一期工程厂区生产生活给水管网引入一根 DN100 的给水管。储罐区域生活生产给水系统拟从建成的硫酸钾项目厂区生产生活给水管网引入一根 DN50 的给水管。

#### (2) 给水处理系统(包括加压泵站)

不涉及。

#### (3) 消防水系统

本项目消防水系统为原有消防系统供水，原有系统为临时高压消防系统，其供水能力为：流量 45L/S，至界区供水压力 0.45MPa，厂区采用消防管网压力连锁控制稳压泵启闭维持管网压力，火灾自动连锁控制消防泵启动，向消防系统供水。本项目室外消防给水干管沿道路成环状布置，并沿线布置室外消火栓，室外消火栓考虑防冻措施。工艺装置区及罐区消火栓间距不大于 60 米，其他区域室外消火栓间距不大于 120 米。

#### (4) 循环水系统

本项目拟建循环水站一座，设计循环水量为 4000 m<sup>3</sup>/h，其中本项目 2000 m<sup>3</sup>/h，二期增加 2000m<sup>3</sup>/h，循环水站给水温度为 32℃，回水温度 42℃。供水压力 0.40MPa，回水压力 0.20~0.25MPa。本项目设 Q=2000m<sup>3</sup>/h 冷却塔一台，预留一台 Q=2000m<sup>3</sup>/h 冷却塔位置，同时设有有效容积为 1000m<sup>3</sup> 循环水池一座，本项目设循环水泵共计 2 台，一开一备，单台能力为 Q=2000m<sup>3</sup>/h，二期增加 1 台循环水泵，变为二开一备用。循环水系统设重力无阀过滤器一台，旁滤水量为 200m<sup>3</sup>/h，占总循环水量 5.0%，系统中不设水质稳定剂投配装置，后期由甲方自行实验并人工投加。

#### (5) 软化水（脱盐水）系统

不涉及。

#### (6) 厂区给水管网系统

根据本项目用水特点，给水系统分为：生产、生活给水系统、循环冷却水系统、消防给水系统：

生产生活给水管网系统：系统水源为厂区原有给水管网，给水管道主干管采用枝状布置，埋地敷设，管径为 DN100，水压 0.2MPa，选用给水用 PE100+PPR 给水管，热熔连接。

循环冷却水管网系统：循环冷却水给（回）水主管呈枝状布置，循环水管道  $DN \leq 300$  采用采用无缝钢管， $DN \geq 350$  采用焊接钢管，焊接，阀门处法兰连接，循环给（回）水主干管管径为 DN700，循环给水管上设有流量计、压力表等测量仪表。

消防给水管网系统：消防水源来自厂区原有消防水站，消防水管道采用无缝钢管，环状布置，埋地敷设，加强级防腐，主干管管径为 DN250。本项目拟设计为 DN250 环状管网，在环状管网上设置 SS150/80-1.6 型地上防冻消火栓，装置区室外消火栓间距不大于 60m，其他区域室外消火栓间距不大于 120m，室外消火栓管网切换阀门控制的消火栓数量不多于 5 个。

#### 8.1.1.4 排水工程

##### (1) 厂区排水系统

本项目排水系统按照清污分流的原则设置，划分为：生产废水系统、生活污水系统、雨水及消防事故水系统。

生产污水系统：本项目生产废水系统主要收集生产污水、设备清洗间断排污水、洗眼器排水、地面冲洗水，采用重力流排水系统，正常排水量为  $12.08\text{m}^3/\text{h}$ ，最大排水量为  $24.92\text{m}^3/\text{h}$ 。管材选用无缝钢管，埋地敷设，其排水检查井采用内衬玻璃钢钢筋混凝土检查井。

生活污水系统：本系统收集的生活污水主要来自本项目建筑物内卫生设施的生活污水。生活污水经化粪池、隔油池等预处理，重力流排入厂区原有生活污水管网，室内排水管道选用 UPVC 塑料排水管，承插粘接；室外排水管选用 HDPE 排水管，埋地敷设，其排水检查井采用玻璃钢检查井，最大排水量为  $0.96\text{m}^3/\text{h}$ 。

雨水及消防事故水系统：本项目区域雨排水拟分为两个部分，储罐区初期雨水经重力流接入硫酸钾项目初期雨水管网，洁净雨水接入硫酸钾项目雨水管网。主车间及公用工程区域所有雨水经新建管网分别接入 3 万吨/年高纯四氯化硅提纯项目一期工程厂区原

有管网，最终排入原污水处理站处理达标后统一排至园区管网。

系统雨水水量计算采用唐山地区的暴雨强度公式，设计重现期为 2 年，径流系数 0.65，雨水排放量 475L/s。

屋面雨水采用重力流排水系统，经雨水斗收集后排至散水，雨水管材为 UPVC 塑料排水管，承插粘接。

室外雨水（含初期雨水）及消防事故水由设置在道路两旁的雨水口收集，最后汇集到雨水管网，围堰内雨水及消防事故水则通过集水坑排到室外雨水管中。在雨水系统末端，设置清污分流切换井，通过对该切换井的控制来实现污染的初期雨水、消防事故水与无污染雨水的切换。室外管材选用玻璃钢夹砂管，埋地敷设，其排水检查井采用内衬玻璃钢钢筋混凝土检查井。

室外雨水系统共设 2 个清污分流切换阀门（井），雨水总排口阀门、事故水池阀门。通往初期雨水及消防事故水池的阀门为常开状态，通往雨水提升池的雨水系统总阀门为常闭状态。收集初期雨水时，关闭雨水提升池进口阀门，打开事故水池阀门，10 分钟后关闭通往初期雨水池阀门，打开通往雨水提升池的阀门，通过雨水提升泵，让无污染雨水排至市政管网。

发生消防事故时，关闭雨水提升池阀门，打开事故水池阀门，消防事故水收集于消防事故水池，经处理后达标排放。

## （2）污水处理系统

本项目依托厂区内原有污水处理站，接收经各装置界区内预处理后的生产废水及生活污水。污水处理站规模为 600m<sup>3</sup>/d，尚有 274 m<sup>3</sup>/d 余量，可以满足本项目排水处理要求。

根据以上论述和污水出水水质要求，本项目工艺方案具体如下：

进水——一级处理——二级处理——深度处理

## （3）防止事故废水外排的控制措施

若装置出现事故或消防时，污染水通过雨水管网进入厂区原有的事故池以及本项目新建的事故池。工艺装置开车调试时的污染水、事故排水及循环水系统清洗预膜排污水等非正常情况下的污染水也利用雨水管线送至各事故池。事故池内污染水再送回污水处理装置处理。

### 8.1.2 供电

#### 8.1.2 供电

##### 8.1.2.1 设计范围及编制依据

a.本工程电气设计包括:

(1) 新建合成精馏装置、氯化氢干燥装置、变压吸附装置、压缩机房、三废处理、甲类灌装车间、四氯化硅罐区、三氯氢硅罐区、硅粉库、装卸栈台的配电、照明、防雷防静电及接地的设计;

(2) 公用厂房(变配电室、控制室、冷冻站、循环水站)的配电、照明、防雷防静电及接地的设计;

(3) 厂区电气管线和厂区照明、接地的设计。

b.编制依据:根据各专业提供的条件以及本项目所在地唐山市南堡经济开发区提供的有关资料和要求、国家标准及规范编制本可行性报告。

采用的标准主要有:

《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版)	GB50160-2008
《建筑设计防火规范》(2018 年版)	GB50016-2014
《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
《20kV 及以下变电所设计规范》	GB50053-2013
《低压配电设计规范》	GB50054-2011
《通用用电设备配电设计规范》	GB50055-2011
《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
《并联电容器装置设计规范》	GB 50227-2017
《建筑照明设计标准》	GB50034-2013
《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》	GB51309-2018
《火灾自动报警系统设计规范》	GB50116-2013
《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058-2014
《电力工程电缆设计标准》	GB50217-2018
《石油化工静电接地设计规范》	SH/T3097-2017

8.1.2.2 环境特征

本项目合成精馏装置、氯化氢干燥装置、变压吸附装置、压缩机房、三氯氢硅罐区、硅粉库、装卸栈台等属爆炸危险区域,其他属正常环境区域。

合成精馏装置、氯化氢干燥装置、变压吸附装置、压缩机房、三氯氢硅罐区、装卸栈台按气体爆炸危险环境设计,主要释放介质为三氯氢硅与氢气,电气设备及灯具采用

隔爆型，防爆等级不低于 dIICT4Gb，防护等级不低于 IP55。。

硅粉库按爆炸性粉尘环境设计，主要释放介质为硅粉，电气设备及灯具采用外壳保护型防爆设备，防爆等级不低于 dIICT4Db，防护等级不低于 IP55。

其它在爆炸危险区域外的区域，按一般生产环境设计。

#### 8.1.2.3 电力供应和资源状况

南堡经济开发区内有南化 220KV 变电站 1 座，供电能力 18 万 KVA；京津唐电网 110KV 变电站 1 座，供电能力 8 万 KVA；能够为开发区的发展提供坚实的电力保障。

#### 8.1.2.4 用电计算负荷及负荷等级

##### (1) 负荷等级

本项目工艺装置属于化工装置，存在爆炸危险环境和有毒有害气体，中断供电将在经济上造成损失，根据工艺生产特性及规范要求，本项目工艺负荷等级大部分属于三级用电负荷，一期循环水泵（单台 250KW）和淋洗泵（四台共 44KW）为二级负荷，消防泵依托原有。仪表用电电源、消防应急疏散指示照明、火灾报警系统等用电负荷属一级负荷。

其它用电负荷，如机、电、仪修及辅助生活设施等属于三级用电负荷。

二级用电负荷最低要求采用双回路电源供电，当其中一回路发生电力变压器故障或线路常见故障时另外一路投入使用。一级用电负荷中的特别重要负荷应除由上述两个电源供电外，还应增设应急电源(UPS 和 EPS)。三级用电负荷对供电无特殊要求。根据装置、设施特点、类别、重要程度等要求确定用电负荷等级。

##### (2) 负荷计算

本项目一期低压 380V 用电设备：安装容量约 4505kW，常用容量约 3369kW，计算负荷约 2749kVA。接入本项目一期新增 2 台 2000KVA 变压器。

本项目一期高压 10kV 用电设备：安装容量约 1715kW，常用容量约 1465kW，计算负荷 1178kVA。

本项目平均自然功率因数为 0.8，采用高供高补、低供低补的方式进行补偿，补偿后 0.4kV 侧功率因数 0.92 以上，10kV 侧功率因数 0.95 以上。

一期电容补偿后所有用电负荷归算到 10kV 侧总计计算容量为 3896kVA。

综上，本工程一期申请两路 10kV 电源正常时供电能力分别约为 5000kVA，当一路电源故障，另一路电源能满足全部一级、二级负荷供电。

本项目二期低压 380V 用电设备：安装容量约 1565kW，常用容量约 1315kW，计算负荷约 1078kVA。接入本项目二期新增 2 台 1000KVA 变压器。

本项目二期高压 10kV 用电设备：安装容量约 2350kW，常用容量约 2350kW，计算负荷 1924kVA。

一期和二期总安装容量约 10135kW，总常用容量约 8500kW，电容补偿后所有用电负荷归算到 10kV 侧总计计算容量为 6946kVA。

综上，本工程一期申请两路 10kV 电源正常时供电能力分别约为 5000kVA，当一路电源故障，另一路电源能满足全部一级、二级负荷供电。本项目二期工程不需要电力增容能满足一期和二期全部用电的需求。

详见《用电负荷计算表》。

表 8.1-3 用电负荷计算表

序号	设备位号	设备名称	数量	设备容量 (KW)		功率因数	需要系数	计算负荷		
				工作	备用			kW	kvar	kVA
	<b>一期</b>	<b>氢化处理</b>								
1		透平机	2	370.00		0.8	0.8	296.00	222.00	
2		透平机油泵	2	3.00		0.8	0.8	2.40	1.80	
3		93%硫酸循环泵	2	75.00	75.00	0.8	0.8	60.00	45.00	
4		98%硫酸计量泵	2	0.75	0.75	0.8	0.8	0.60	0.45	
5		93%硫酸罐装车泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	
6		31%盐酸罐装车泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	
7		水流喷射泵	1	5.50		0.8	0.8	4.40	3.30	
8		98%硫酸液下泵	1	7.50		0.8	0.8	6.00	4.50	
		小计	18	486	100	0.80		389	291	486
	<b>一期</b>	<b>合成</b>								
1		机前计量打料泵	2	11.00	11.00	0.8	0.8	8.80	6.60	
2		冷却塔回流泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	

3		硅粉提升	2	7.50	7.50	0.8	0.8	6.00	4.50	
4		硅粉管链	2	7.50	7.50	0.8	0.8	6.00	4.50	
5		冷却塔搅拌	2	11.00		0.8	0.8	8.80	6.60	
6		合成炉电感加热	5	550.00		0.8	0.8	440.00	330.00	
7		热水泵	2	75.00	75.00	0.8	0.8	60.00	45.00	
		小计	17	668	107	0.80		534	401	668
	<b>一期</b>	<b>精馏</b>								
1		1号塔回流泵	2	30.00	30.00	0.8	0.8	24.00	18.00	
2		1号塔过料泵	2	22.00	22.00	0.8	0.8	17.60	13.20	
3		2号塔回流泵	2	45.00	45.00	0.8	0.8	36.00	27.00	
4		2号塔出料泵	2	11.00	11.00	0.8	0.8	8.80	6.60	
5		3号塔出料泵	2	11.00	11.00	0.8	0.8	8.80	6.60	
6		3号塔回流泵	2	30.00	30.00	0.8	0.8	24.00	18.00	
7		4号塔回流泵	2	45.00	45.00	0.8	0.8	36.00	27.00	
8		4号塔底出料泵	2	11.00	11.00	0.8	0.8	8.80	6.60	
9		5号塔回流泵	2	30.00	30.00	0.8	0.8	24.00	18.00	
10		5号塔底出料泵	2	11.00	11.00	0.8	0.8	8.80	6.60	
11		6号塔回流泵	2	22.00	22.00	0.8	0.8	17.60	13.20	
12		6号塔底出料泵	2	3.00	3.00	0.8	0.8	2.40	1.80	
13		7号塔回流泵	2	22.00	22.00	0.8	0.8	17.60	13.20	
14		7号塔底泵	2	11.00	11.00	0.8	0.8	8.80	6.60	
15		8号塔回流泵	2	37.00	37.00	0.8	0.8	29.60	22.20	
16		8号塔底出料泵	2	11.00	11.00	0.8	0.8	8.80	6.60	
17		1号塔冷凝	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	

		料输送泵								
18		9号塔回流泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	
19		9号塔出料泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	
20		10号塔进料泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	
21		10号塔回流泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	
22		10号塔底出料泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30	
23		热水回收泵	2	15.00	15.00	0.8	0.8	12.00	9.00	
		小计	46	400	400	0.80		320	240	400
	<b>一期</b>	<b>变压吸附</b>								
1		真空泵	7	275	110	0.8	0.8	220.00	165.00	
2		无压回水泵	2	15	15	0.8	0.8	12.00	9.00	
		小计	9	290	125	0.80		232	174	290
	<b>一期</b>	<b>三废处理</b>								
1		淋洗泵（二级负荷）	4	44	44	0.8	0.8	35.20	26.40	
2		吸收池搅拌	2	90		0.8	0.8	72.00	54.00	
3		1号池搅拌	1	37		0.8	0.8	29.60	22.20	
4		2号池搅拌	1	37		0.8	0.8	29.60	22.20	
5		1压滤机	1	6		0.8	0.8	4.40	3.30	
6		2压滤机	1	6		0.8	0.8	4.40	3.30	
7		3压滤机	1	6		0.8	0.8	4.40	3.30	
8		1号压滤输送泵	1	15		0.8	0.8	12.00	9.00	
9		2号压滤输送泵	1	15		0.8	0.8	12.00	9.00	
10		3号压滤输送泵	1	15		0.8	0.8	12.00	9.00	
11		中和池输送泵	2	30		0.8	0.8	24.00	18.00	
12		污水泵	2	30		0.8	0.8	24.00	18.00	

13		吸收池输送泵	2	60		0.8	0.8	48.00	36.00	
14		风机	4	30		0.8	0.8	24.00	18.00	
		小计	24	420	44	0.80		336	252	420
	<b>一期</b>	<b>公用工程</b>								
1		盐水泵	2	75	75	0.8	0.8	60.00	45.00	
2		电制冷机组	2	230	230	0.8	0.8	184.00	138.00	
3		冷冻机油泵	2	11		0.8	0.8	8.80	6.60	
4		冷却风机	1	90		0.8	0.8	72.00	54.00	
5		化盐水泵	1	15		0.8	0.8	12.00	9.00	
6		7 度水泵	2	55	55	0.8	0.8	44.00	33.00	
		小计	10	476	360	0.80		381	286	476
	<b>一期</b>	<b>罐区</b>								
1		合成料输送泵	1	15		0.8	0.8	12.00	9.00	
2		单晶硅输送泵	1	11		0.8	0.8	8.80	6.60	
3		多晶硅输送泵	1	11		0.8	0.8	8.80	6.60	
4		普通三氯输送泵	1	11		0.8	0.8	8.80	6.60	
5		光纤四氯输送泵	1	11		0.8	0.8	8.80	6.60	
6		普通四氯输送泵	1	11		0.8	0.8	8.80	6.60	
7		低端四氯输送泵	1	11		0.8	0.8	8.80	6.60	
		小计	7	81	0	0.80		65	49	81
	<b>一期</b>	<b>照明风机空调等</b>								
1		全厂照明	1	150.00		0.9	0.8	120.00	58.12	
2		全厂轴流风机	1	50.00		0.8	0.8	40.00	30.00	
3		全厂空调	1	50.00		0.8	0.8	40.00	30.00	
4		仪表用电	1	100.00		0.8	0.8	80.00	60.00	

5		其它	1	200.00		0.8	0.8	160.00	120.00		
		小计	5	550	0	0.83		440	298	531	
	<b>一期</b>	<b>380V 用 电设备</b>	合计	141	3369.8	1135.3	0.80		2696	1990	3350.72
		同时系数				0.95		2561	1890	3183	
		380V 电容 器							(1200)		
		变压器损耗						40	200		
		变压器高压 侧						2601	890	2749	
								选 2 台 2000kV 变压器 负载率 69%			
	<b>一期</b>	<b>10KV 负荷</b>									
1		往复机	1	315.00		0.8	0.8	252.00	189.00		
2		循环水泵(二 级负荷)	2	250.00	250	0.8	0.8	200.00	150.00		
3		冷冻机	2	900.00		0.8	0.8	720.00	540.00		
4		10KV 电容 器	2						(800.00)		
		小计	7	1465	250	1.00		1172	79	1175	
	<b>一期</b>	全厂用电负 荷总计		4834.75	1385			3773.01	969.47	3896	
								10KV 侧功率因数 0.96			
	<b>二期</b>	<b>合成</b>									
1		机前计量打 料泵	2	15.00	15.00	0.8	0.8	12.00	9.00		
2		冷却塔回流 泵	2	5.50	5.50	0.8	0.8	4.40	3.30		
5		冷却塔搅拌	2	11.00		0.8	0.8	8.80	6.60		
6		合成炉电感 加热	6	660.00		0.8	0.8	528.00	396.00		
8		热水泵	1	75.00		0.8	0.8	60.00	45.00		
		小计	13	767	21	0.80		613	460	767	
	<b>二期</b>	<b>变压吸附</b>									
1		真空泵	7	275.00	55.00	0.8	0.8	220.00	165.00		

		小计	7	275.00	55.00	0.80		220	165	275
	<b>二期</b>	<b>澄清桶</b>								
1		搅拌	1	4.00		0.8	0.8	3.20	2.40	
2		桶底输送泵	2	30.00	30.00	0.8	0.8	24.00	18.00	
		小计	3	34	30	0.80		27	20	34
	<b>二期</b>	<b>公用工程</b>								
1		盐水泵	1	75.00		0.8	0.8	60.00	45.00	
2		电制冷机组	1	0.00	144.00	0.8	0.8	0.00		
3		冷冻机油泵	4	22.00		0.8	0.8	17.60	13.20	
4		冷却风机	1	90.00		0.8	0.8	72.00	54.00	
5		空气干燥器	5	50.00		0.8	0.8	40.00	30.00	
		小计	15	240	144	0.80		192	144	240
	<b>二期 380V 用 电设备</b>	合计	38.00	1315.5	250	0.80		1052	789	1315.50
		同时系数				0.95		1000	750	1250
		380V 电容器							(500)	
		变压器损耗						20	100	
		变压器高压侧						1020	350	1078
								选 2 台 1000kV 变压器 负载率 54%		
	<b>二期</b>	<b>10KV 负荷</b>								
1		往复机	1	280.00		0.8	0.8	224.00	168.00	
2		往复机	1	220.00		0.8	0.8	176.00	132.00	
3		循环水泵	1	250.00		0.8	0.8	200.00	150.00	
4		冷冻机	4	1600.00		0.8	0.8	1280.00	960.00	
5		10KV 电容器	2						(800.00)	
		小计	9	2350	0	0.95		1880	610	1976
	<b>一期和 二期</b>	全厂用电负荷总计		8500.25	<b>1635</b>			6672.79	1929.31	6946

							10KV 侧功率因数 0.96
--	--	--	--	--	--	--	-----------------

### 8.1.2.5 供电电源及供电方案

#### (1) 供电电源

本项目南堡经济开发区内有南化 220KV 变电站 1 座，供电能力 18 万 KVA；京津唐电网 110KV 变电站 1 座，供电能力 8 万 KVA；能够为开发区的发展提供坚实的电力保障。；本工程两路电源分别引自开发区不同变电站的不同变压器的 10kV 母线侧。由开发区变电站至本项目高压进线柜的电力线路由业主另行委托设计，本设计提供厂区内 10KV 进线电缆线路路由。

(2) 本项目新建变配电站一座，共两层，一层为电缆夹层，二层为设备层（预留二期设备的位置）。设备层内设置高压柜为变压器及高压电动机供电；高压电容器进行高压侧电容补偿，补偿后的功率因素不小于 0.95；2 台干式 2000kVA 电力变压器、低压开关柜为本项目工艺装置和部分附属设施低压负荷配电，备用回路不小于 20%，低压侧为单母线分段接线方式，每两段低压之间设联络开关，自动投入，低压配电室内设置集中无功补偿，补偿后的功率因素不小于 0.95；设电气监控系统一套。

#### (3) 微机保护系统

10kV 配电装置采用微机保护，微机保护系统的设计满足国标 GB50062-2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》及 GB/T14285-2006《继电保护和安全自动装置技术规程》的要求。

- a. 高压柜根据用途采用相应的微机综合保护器。
- b. 低压进线柜设置多功能计量装置。
- c. 低压用电设备的保护采用断路器，热继电器、马达保护器等相应的组合作为短路、过负荷及断相等保护。

#### d. 变压器出线

电流速断保护、作用于跳闸；

变压器突发温度报警、作用于跳闸；

过电流保护，作用于跳闸；

接地保护动作于信号；

三相有功电度表及电流表。装多功能表。

纵联差动保护、作用于跳闸；

#### e.高压电动机出线

电流速断保护、作用于跳闸；

过电流保护，作用于跳闸；

接地保护动作于信号；

三相有功电度表及电流表。装多功能表。

#### (4) 动力用电的操作和保护

低压用电设备采用断路器、热继电器作为短路、过负荷及断相保护，用接触器作为操作电器，除随机成套设备外，所有保护和控制设备均装于变电所或配电室，现场设就地起停装置，关键用电设备在仪表控制室可进行停车及指标运行状态。

(5) 本装置采用放射式供电，电缆均采用阻燃型交联聚乙烯铜芯电缆，在电缆比较集中的地方用电缆桥架敷设，中压电缆、低压电缆及控制电缆分层敷设，或在桥架内设分隔板。在电缆比较分散的地方采用穿钢管或埋地敷设方式。

#### 8.1.2.6 节电措施

(1) 照明灯具采用 LED 光源，工艺装置和户外照明箱内设节能光电控制装置。

(2) 采用 SCB13 节能型电力变压器。

(3) 为减少电力输送距离过长引起的电能损耗，根据各场所用电负荷分布情况，以总图布置划分，以用电负荷为中心，合理布局变电所尽可能减少线路损耗。

(4) 电缆规格选择考虑线路损耗和压降。

(5) 为减少无功损耗，在各级变电所的 10kV 母线和 0.4kV 母线处，设置自动分组投切的电容器补偿装置。

(6) 根据负荷特性合理选择电动机，并选用高效率电动机，根据工艺需要采用变频器。

(7) 优化设计，合理布局，降低线损。

#### 8.1.2.7 防雷及防静电措施

(1) 厂区内生产类别为甲乙类生产类别的工艺装置及其建、构筑物按第二类防雷设计，丙类及以下生产类别的建构筑物经防雷计算后决定设防雷措施。

(2) 罐区储罐均按二类防雷构筑物进行防雷设计，金属罐壁厚度大于 4mm，利用罐体作接闪器引下，罐区设环形接地网，每个罐接地点不少于两点，两接地点之间周长不大于 18m。在爆炸危险区域内的泵站、防火堤跨梯处设消除人体静电设施。

(3) 采用等电位连接与保护接地措施，电气和电子设备的金属外壳、机柜、机架、

金属管、槽、屏蔽线缆外层、信息设备防静电接地、安全保护接地、浪涌保护器接地端等均应以最短的距离与等电位连接网络的接地端子相连。

(4) 低压配电系统采用 TN-S 接地系统，电源进户处做总等电位连接，电气设备正常不带电金属部分均应可靠接地。防雷、防静电接地、工作接地、保护接地共用接地系统，联合接地电阻不大于 1 欧姆。

#### 8.1.2.8 电气设备选型原则

(1) 高压开关柜选用采用金属铠装中置式开关柜，国产优质品牌真空断路器，分断能力按 31.5kA/4s，高压负荷开关柜选用国产优质品牌。

(2) 低压开关柜选用国产优质品牌抽屉结合固定分隔式柜体，内部元器件为国产优质品牌。

(3) 低压综保为国内优质品牌。

(4) 电容器为国产优质品牌，一、二级浪涌保护器为国内优质品牌。

(5) 变频器为国产优质品牌。

(6) 软启动为国产优质品牌。

(7) 电抗器为国内优质品牌。

(8) UPS 为国产优质品牌。

(9) EPS 为国产优质品牌。

(10) 接地选线装置为国内优质品牌。

(11) 变压器国产全国产优质品牌干式变压器。

(12) 电力电缆、导线、电缆桥架

中压（10kV）选用 ZR-YJV 型电力电缆。

低压选用 ZR-YJV22 或 ZR-YJV 电力电缆。

控制电缆选用 ZR-KYJV 或 ZR-KYJVP 控制电缆。

电线选用铜芯塑料绝缘导线或软电线。

(13) 电缆桥架选用钢制电缆桥架。

(14) 电气设备与照明灯具选型原则

爆炸危险环境的电气装置一般选用隔爆型，防爆等级不低于 IICT4 或 IICT4；

火灾危险场所电气设备与照明灯具的防护等级为 IP55；

#### 8.1.2.9 主要电气设备一览表

表 8.1-4 主要电气设备一览表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	干式电力变压器	SCB13-2000/10	套	2
2	中置式开关柜	KYN28-12A	台	25
3	低压开关柜	GGD	台	60
4	直流屏		套	1
5	UPS		套	3
6	电气监控系统		套	1
7	EPS		套	1
8	应急照明系统		套	1
9	操作柱		台	300
10	检修箱		台	20
11	动力箱		台	30
12	照明箱		台	30
13	电缆		批	1

### 8.1.3 电信

#### 8.1.3.1 设计依据的主要规范

《石油化工企业电信设计规范》	SH/T3153-2007
《石油化工装置电信设计规范》	SH/T3028-2007
《火灾自动报警系统设计规范》	GB50116-2013
《视频安防监控系统工程设计规范》	GB50395-2007
《工业电视系统工程设计规范》	GB50115-2019
《综合布线系统工程设计规范》	GB50311-2016

#### 8.1.3.2 设计范围

本工程通信系统由工业电视系统、火灾自动报警联动控制系统、行政及调度电话系统、综合布线系统组成

#### 8.1.3.3 工业电视系统

为保证产品质量，提高生产效率，实时监察关键设备运行情况和生产过程，确保人身和设备安全，本工程在各装置主要生产部分及关键生产点设置（防爆型）工业监控摄像机。本设计采用数字彩色摄像机和 42 寸液晶显示器，主机设置在控制室。所有摄像机均配置不锈钢保护罩或风冷型防护罩，半固定云台、安装支架。摄像机信号在各个操作

室内监视，同时，所有信号也传送至控制室监视。为避免电磁干扰，保证监视器画面图像稳定、清晰，配置净化稳压电源，线路传输采用交换机，线缆采用六类线或光缆，摄像机及监视器电源均从相应操作室工业电视机配电箱引接。

#### 8.1.3.4 火灾自动报警系统

本工程为集中型火灾报警系统，火灾报警控制器及联动设备等设在控制室内，各单体火灾报警信号引至该处。系统分为火灾自动报警系统、消防联动控制系统及消防电源监控系统。该消防系统主要设备为火灾报警控制器、（防爆）火灾探测器、（防爆）声光报警器、（防爆）消防广播、（防爆）手动报警按钮、（防爆）消火栓报警按钮、消防电话、消防电源监控设备等。

火灾自动报警系统联动设计应满足《火灾自动报警系统设计规范》的要求。

火灾自动报警系统传输线路的线芯截面选择，除应满足自动报警装置技术条件的要求外，还应满足机械强度的要求。

火灾自动报警系统的供电线路和传输线路设置在室外时，应埋地敷设。

#### 8.1.3.5 行政及调度电话系统

为满足生产业务上联系的需要，设置全厂行政电话系统。主要设置在辅助和管理区域内重要的办公、中控、操作、管理场所。控制内设置综合布线机柜，内设 1 套电话分线箱，在各建装置区内根据需要设电话插座。电话信号由当地电信部门接入。本工程同时配置了全厂调度电话系统。全厂调度电话系统与行政电话系统共用外线电缆和电话配线架。

#### 8.1.3.6 综合布线系统

本项目在控制室等场所均采用综合布线系统，综合布线机柜设置在控制室内。综合布线系统线缆均采用 8 芯单模光纤，信号由当地电信系统接入。

#### 8.1.3.7 主要电信设备一览表

表 8.1-5 主要电信设备一览表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	工业电视系统		套	1
2	火灾报警系统		套	1
3	行政及调度电话系统		套	1
4	综合布线系统		套	1

#### 8.1.4 供热

所用蒸汽规格为 0.09MPa，由三友热电 0.8MPa 饱和蒸汽引入，减压到 0.09MPa。

#### 8.1.4.1 全厂热负荷，规格及依托情况

全厂工艺装置及建筑物热负荷统计见表 8.1-6。

表 8.1-6 全厂工艺装置及热负荷统计表

序号	车间（工段）名称	蒸汽用途	蒸汽压力(MPa)	蒸汽温度(°C)	蒸汽需用量(t/h)		备注
					平均	最大	
1	合成精馏装置	精馏等	0.09	饱和	8		
5	三废处理		0.09	饱和	0.2		
	合计		0.09	饱和	8.2		

#### 8.1.4.2 供热方案比选及确定

蒸汽规格为 0.09MPa。不足时由三友热电 0.8MPa 饱和蒸汽管网引入，减压到 0.09MPa 补充到车间管网。

### 8.1.5 空压、制氮站

#### 8.1.5.1 仪表空气、氮气的规格和用量

本项目不单独设置空压制氮站。根据本项目各装置用气的要求，仪表空气、氮气经管网输送至仪表空气缓冲罐及氮气缓冲罐，再由管道自缓冲罐输送至各用户。本项目各工序的用气量参见表 8.1-7。

表 8.1-7 全厂氮气、仪表气、压缩空气规格和用量表

序号	项目	规格	正常量(Nm <sup>3</sup> /h)	备注
1	氮气	0.6MPaG	400	
2	仪表气	0.8MPaG	550	

#### 8.1.5.2 设计规模

本项目氮气、仪表气来自老厂空压制氮站。

仪表空气质量如下：压力：0.8MPaG

露点：-40°C(操作压力)

温度：常温

质量：无油，无水

氮气工艺指标：压力：≥0.6MPaG；

纯度>99.5%；

氧含量<0.5%;

水含量<20ppm;

### 8.1.6 冷冻站

#### 8.1.6.1 全厂用冷负荷及参数

根据本项目各工序用冷量的要求，本项目所需的 7 冷冻水和-27℃氯化钙水溶液均经在建项目冷冻站由管道输送至各用户。本项目各工序的用冷量参见表 8.1-11。

表 8.1-8 冷冻负荷表

序号	项目	冷媒进装置	冷媒出装置	装置需冷量 (kW)	备注
		温度(°C)	温度(°C)		
1	各生产装置	7	12	950	
		-27	-22	640	

#### 8.1.6.2 制冷系统

(1) 为满足工艺用冷量，在冷冻站内设有一台制冷量为 1051kW 的 7~12℃电制冷机组两台，一开一备，制冷机组冷冻水循环量为 180.3m<sup>3</sup>/h，冷却水循环量 217.3m<sup>3</sup>/h，冷却水供/回水温差 5℃，耗电量 366kW。

另设置制冷量 708kW 的-27℃~-22℃螺杆式冷冻机组两台，一开一备。制冷机组冷冻水循环量为 151m<sup>3</sup>/h，冷却水循环量 185m<sup>3</sup>/h，冷却水供/回水温差 5℃，耗电量 450kW。

(2) 冷冻站的冷冻水、冷冻盐水管采用无缝钢管，弯头为冲压无缝弯头。

(3) 冷冻站内的冷冻水、冷冻盐水管线、冷冻水储罐均需保冷，保冷材料为聚氨酯保冷管壳（板），玻璃布油毡为防潮层、铝合金薄板为保护层。

(4) 螺杆式冷水盐水机组，配套高效的管壳式热交换器，具有能效比高、运行平稳等优点。机组设有自动能量调节及安全保护装置，操作简便，运行安全可靠。

#### 8.1.6.3 消耗定额

表 8.1-9 冷冻系统消耗量表

序号	项目	冷却水用量	冷媒循环量	耗电量	备注
		m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	(kW)	
1	7/12℃冷冻水系统	217.3	180.3	366	
2	-27/-22℃氯化钙溶液系统	185	151	450	

#### 8.1.6.4 主要设备表

表 8.1-10 冷冻站主要设备一览表

序号	设备名称	设备参数	数量
1	7/12℃冷冻水螺杆制冷机组	制冷量：1051kW 功率：366kW 380kV	2 台（一用一备）
	7/12℃冷冻水循环泵	流量：220 m <sup>3</sup> /h 扬程：60m 功率：55kW 380kV	2 台（一用一备）
	7/12℃冷冻水缓冲罐	Φ 4*4 (H)	1 台
2	-27/-22℃氯化钙溶液螺杆制冷机组	制冷量：700kW 功率：450kW 10kV	2 台（一用一备）
	-27/-22℃氯化钙溶液循环泵	流量：180 m <sup>3</sup> /h 扬程：60m 功率：55kW 380kV	2 台（一用一备）
	-27/-22℃冷冻水缓冲罐	Φ 4*4 (H)	1 台

### 8.1.7 采暖、通风和空气调节

#### 8.1.7.1 设计采用的标准、规范

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》	GB50019-2015
《化工采暖通风与空气调节设计规范》	HG/T20698-2009
《建筑设计防火规范》（2018 年版）	GB50016-2014
《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058-2014
《暖通空调制图标准》	GB/T50114-2010
《通风与空调工程施工质量验收规范》	GB50243-2016
《建筑防烟排烟系统技术标准》	GB51251-2017
《建筑机电工程抗震设计规范》	GB50981-2014
《工业企业设计卫生标准》	GBZ 1-2010

#### 8.1.7.2 气象资料

##### a) 冬季室外计算干球温度

冬季通风室外计算干球温度	-5.1℃
冬季空调室外计算干球温度	-11.6℃
采暖室外计算温度	-9.2℃

##### b) 夏季室外计算干球温度

夏季通风室外计算干球温度 29.2 °C

夏季空气调节室外计算干球温度 32.9 °C

夏季空气调节室外计算湿球温度 26.3 °C

c)室外计算相对湿度:

冬季空调室外计算相对湿度 55%

夏季通风室外计算相对湿度 63%

d)室外风速:

冬季最多风向平均 2.9m/s

冬季室外平均风速 2.2m/s

夏季室外平均风速 2.8m/s

e)最多风向及其频率:

冬季风向	风向	C	WNW	频率	22%	11%
------	----	---	-----	----	-----	-----

夏季风向	风向	C	ESE	频率	14%	11%
------	----	---	-----	----	-----	-----

f) 大气压力(夏季) 1002.4hPa

g) 大气压力(冬季) 1023.6hPa

#### 8.1.7.3 通风、空气调节设计范围:

本工程需要通风的建筑物为氯化氢干燥装置、压缩机房、硅粉库、循环水泵房、变配电站及冷冻站。

变配电站设置分体空调满足电气设备对室内温度的要求,控制室采用风冷型精密恒温恒湿空调机满足室内温湿度要求。

控制室抗暴结构,需设置机械排烟和补风系统。

#### 8.1.7.4 通风

压缩机房为甲类车间,硅粉库为乙类仓库或车间,均设有事故排风系统,采用换气次数法确定通风量,设置防爆边墙排风机全面通风换气,事故通风换气次数 $\geq 12$ 次/小时。

氯化氢干燥装置为丁类车间,采用换气次数法确定通风量,设置边墙排风机全面通风换气,通风换气次数 $\geq 5$ 次/小时。

变配电站、循环水站设置边墙排风机全面通风换气,通风换气次数 $\geq 6$ 次/小时。

卫生间设置天花板式换气扇全面通风换气,通风换气次数 $\geq 10$ 次/小时。

冷冻站设置边墙排风机全面通风换气,平时换气次数 $\geq 6$ 次/小时,事故时换气次数

≥12 次/小时。

#### 8.1.7.5 空调

控制室为抗爆结构，为满足机柜间夏季室内温度  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，冬季室内温度  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，夏季/冬季室内湿度  $55\% \pm 10\%$  的要求，在空调机房内设置风冷型精密恒温恒湿空调机两台（一用一备）、新风化学过滤机组一台，夏季向室内送入冷风，冬季向室内送入热风。空调系统送、回风管道采用镀锌钢板制作，法兰连接，空调系统送、回风管道均需保温，保温材料为超细玻璃棉保温板外包金属铝箔。新风经化学过滤机组处理后与回风混合进入空调机组处理。所有风管式室内机全部设置在空调机房内。所有风管穿外墙处均在墙外侧设置抗爆阀。新风管道上设置密闭阀，当新风进风口处检测到有毒气体时，关闭密闭阀，并关闭空调系统。

变配电站设置分体空调满足电气设备对室内温度的要求。

#### 8.1.7.6 防排烟系统

控制室为抗爆建筑，没有可开启外窗，根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）第 8.5.4 条规定，对控制室设置排烟系统。设有排烟风机、 $280^{\circ}\text{C}$  排烟防火阀、排烟口和排烟补风机，在火灾事故发生时，手动或电动打开排烟口， $280^{\circ}\text{C}$  排烟防火阀打开，通过排烟口、排烟管道、排烟风机排出室内烟气。同时补风系统的  $70^{\circ}\text{C}$  防火阀打开，排烟补风机运行，室外新风通过排烟补风机、送风管道、送风口向室内送新风。当室内温度达到  $70^{\circ}\text{C}$  时， $70^{\circ}\text{C}$  防火阀熔断，排烟补风机停止运行。当室内温度达到  $280^{\circ}\text{C}$  时， $280^{\circ}\text{C}$  排烟防火阀熔断，排烟风机停止运行。

## 8.2 辅助生产设施

### 8.2.1 维修设施

本项目机修规模及能力只考虑日常维修及保养的设计，配备必要的小型机加工及焊接设备，承担小型零部件的维修及制造工作，所有标准零部件均外购，大、中型维修所需非标件由外协解决（超出本加工能力的）。

厂内电修仅承担全厂电气设备的正常维护、保养和中小型修理工作，负责中小型电气设备零部件的配套、安装、调试、校检和易损备品备件的更换，保证电气设备稳定、安全、可靠地运转。大型电气设备的检修任务由外协解决。

厂内建修可承担设备基础，中小型建、构筑物的维护与修缮工作，大型建、构筑物的施工和维修任务将依托具有资质的专业性建筑工程公司完成。

维修岗位原则上实行白班制，当生产系统出现紧急维修任务，由公司管理部门进行

工作班制的调整。

维修设备全部依托老厂。

## 8.2.2 仓库及堆场

### 8.2.2.1 规模及用途

本项目的原料及产品按形态可分为固体和液体两类，根据公司的运输条件和本项目原料与产品运输特点，本工程采用汽车运输为主的方式，汽车运输车辆依托物流公司现有车辆和本地区专业运输队伍。本项目原料及产品储存形式为库房及储罐两大类，本项目新建设施主要为硅粉库。本项目库房储存量和周转能力参见表 8.2-2。

表 8.2-2 原料、产品储存方案表

序号	名称	储存方式	储存时间(天)	储存量 (吨)	备注
1	硅粉	库房	21	1000	

### 8.2.3 中心化验室

本项目原材料、成品的检验、标准溶液配置由老厂的中心化验室完成。分析仪器的校验及标定由委托给厂外专业公司负责。

## 9 服务性工程与生活福利设施以及厂外工程

### 9.1 服务性工程

本项目的建设地点位于唐山南堡经济开发区内，本项目的服务性工程和生活服务设施依托老厂的办公楼、食堂、浴室及配套，不进行新建。

办公楼主要为企业管理者和技术人员提供必要的场所，可按照一般的企业办公场所进行设置、布置。

浴室的规模可以满足正常生产过程中倒班工人的需求，浴室里设置了热水房、卫生间及洗浴间，尽量让企业职工在工厂的生活方便舒适。

热水房内配蒸汽加热烧水水箱，可以保证职工随时可以用到热水；洗浴间内配备共用洗衣机，洗漱器具等，可以让企业职工随时保证自己个人卫生整洁。

食堂内可按照标准餐厅进行设置，设置相应的食品生产区域和堂食区域，按员工数量设置必要数量的生产器具和桌椅。

### 9.2 生活福利工程

本项目的的生活福利工程，如医疗站等都依托社会或由南部经济开发区统筹规划建设，本项目不进行新建。

### 9.3 厂外工程

本项目的厂外工程主要有厂外供水、供电、供汽等，依托南堡经济开发区设施。

## 10 节能

### 10.1 编制依据

本项目节能设计遵循下列国家和地方节能法律法规：

- 《中华人民共和国节约能源法》（2008 年 4 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国可再生能源法》（2010 年 4 月 1 日施行）
- 《节能减排综合性工作方案》（2007 年 5 月 23 日）
- 《中华人民共和国循环经济促进法》（2009 年 1 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 7 月 1 日起施行）
- 《工业企业能源管理导则》GB/T15587-2008
- 《固定资产投资项目节能审查办法》（国家发改委 2016 年第 44 号令）；
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB50264-2013
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015
- 《建筑照明设计标准》GB50034-2013
- 《建筑采光设计标准》GB50033-2013
- 《综合能耗计算通则》GB/T2589-2008
- 《设备及管道绝热技术通则》GB/T4272-2008
- 《设备及管道绝热设计导则》GB/T8175-2008
- 《节水型企业评价导则》GB/T7119-2018
- 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015
- 《河北省固定资产投资项目节能审查办法》（冀政办字〔2017〕37 号）

### 10.2 项目用能概况

能源是所有工业建设项目乃至国民经济最重要的物质基础，对工程设计不论现在和将来都必须贯彻国家有关节约能源和合理利用能源的政策法规。同时贯彻节能设计必须与综合利用资源、保护生态环境、提高经济效益统筹兼顾的原则。

本项目所需能源为：

项目用水量为：全年需要用水 120000m<sup>3</sup>；

项目用电量为：全年用电量为 2050 万 kW·h；

项目用 0.8MPaG 饱和蒸汽量为：全年用蒸汽 26000t。

主要能源品种及其折标状况见表 10.2-1。

表 10.2-1 项目消耗能源折标系数一览表

序号	能源形式	折标系数				备注
		当量值		等价值		
		数量	单位	数量	单位	
1	电力	0.1229	kgce/kW·h	0.309	kgce/kW·h	GB/T2589-2008
2	0.8MPaG 饱和蒸汽	0.1029	kgce/kg	0.1029	kgce/kg	GB/T50441-2016
3	新鲜水	—	—	0.0857	kgce/t	GB/T2589-2008

### 10.3 能源供应状况

本项目所消耗的能源物质为新鲜水、电力、0.8MPaG 饱和蒸汽。项目能源供应状况见 5.4 节。

### 10.4 项目节能分析与措施

#### 10.4.1 全厂综合性节能技术和措施

能源是人类社会发展的重要物质基础，节约与合理利用能源，是实现国民经济可持续发展的重要条件。本项目生产过程中会消耗大量的热能和电能，节约与合理利用能源，既符合我国的基本国策，又是企业降低成本、增加效益的重要手段。为此，本项目在设备选型、方案布置上力争达到高效、节能、经济，从而可使企业在今后的生产中降低成本，增强竞争力。

为保证项目建成投产后生产装置长周期、稳定、低耗及安全生产，工艺技术选用国内成熟、先进、可靠的生产工艺，以期达到国内同类行业的先进水平，增强产品在国内外市场的竞争力。所选择的设备材料经济实用、安全可靠，尽可能国产化。严格贯彻国家关于环境保护，劳动安全的法规和要求，符合国家的技术标准。提高自动化控制水平和机械化生产水平，优化操作指标，以保证安全、稳定、长周期生产。充分注意能源的综合利用，降低能源消耗，降低生产成本，提高经济效益。严格控制建设投资，合理使用资金，遵守国家和地方有关基本建设的各项政策，有效控制基建费用。产品规模和技术方案进行多方案比较，选择最优方案，提高项目的经济效益和抗风险能力。

#### 10.4.2 装置节能技术和措施

##### (1) 工艺技术节能

##### 1) 合成炉工艺优化与控制

合成炉采用工艺优化与 DCS 控制技术，进入合成炉的各类原料及助剂采用密闭式入料，提高了生产强度、减少污染。

2) 多级旋分设备，回收利用反应过程中带出的粉尘，降低消耗，保护环境。

3) 尾气介质回收，充分利用原料性质，采用变压吸附和逐级冷却，节约能耗。

4) 部分装置产品精馏采用连续精馏，精馏采用热耦合技术，降低蒸汽消耗，减少介质升温 and 降温过程，节约能源消耗。

### (2) 公用工程、辅助生产设施节能措施

1) 新鲜水、循环水、冷冻水系统选用高效水泵，优化水泵运行曲线，提高水泵的运行效率，以达到节能的目的。

2) 项目按装置对各用水系统，均安装计量水表，车间用水计量率达到 100%，设备用水计量率不低于 90%，杜绝跑、冒、滴、漏。

3) 项目设计中，新鲜水不允许作为冷却水源的直流冷却方式，采用循环冷却方式，减少新鲜水使用量。提高冷却用水装置或其他循环用水装置的效率，减少水的损失。

4) 采用加药和过滤方式稳定循环用水水质，合理控制循环水的浓缩倍数。

5) 纯水和循环水的排污水与生产废水分系统收集，经污水处理厂二次处理后作中水使用。

6) 逐级利用蒸汽热能，回收蒸汽凝结水，优化全厂热力系统，以达到节能的目的。

7) 系统中蒸汽输送管路采用超细玻璃棉和复合硅酸盐双层保温材料，降低蒸汽在输送过程中的热损失。

### (3) 设备、材料节能

1) 机电设备的选型对节能降耗具有十分重要的意义。本装置中所选用的机电设备一律不用国家已颁布淘汰的机电产品。选用技术先进，材料优良，结构合理，机械强度高，使用寿命长的节能型机电产品。

2) 选用高效流体输送泵和压缩机，优化运行曲线，提高泵和压缩机的运行效率，确定合理的电机功率，以达到节能的目的。

3) 选用传热效率高的板式换热器，提高耗能工质的利用率和换热效果。

4) 本项目蒸汽管道及物料管道需根据其输送物料的特性进行保温处理，水系统管道为了冬季防冻也需进行保温处理。管道保温采用复合硅酸盐保温管壳。

5) 本项目低温系统管道进行保冷处理，为减少冷量损失，该系统保冷材料采用自熄型聚苯乙烯管壳，管道支撑采用隔冷型节能管托。

#### （4）电气方案节能

- 1) 根据用电性质、用电容量，选择合理供电电压和供电方式。
- 2) 分区变配电所的位置接近用电负荷中心，减少变压级数，缩短供电半径，按经济电流密度选择导线截面。
- 3) 优化用电设备的工作状态，合理分配与平衡负荷，使系统用电均衡化，提高项目负荷率。
- 4) 合理、均衡分配变压器所带负载，使变压器负载率控制在经济、合理范围内，降低变压器损耗，以达到节能目的
- 5) 合理设计供电系统和电压等级，200kW 以上大功率电机使用 10kV 等级，以减少线路损失。
- 6) 提高功率因数，全厂总功率因数补偿到 0.9 以上；功率因素补偿采用就地补偿，以减少无功电流所带来的有功损失。
- 7) 在保证照明质量的前提下，优先选用光效高、显色性好的光源及配光合理、安全高效的灯具。
- 8) 各种工作场所的照度标准值应符合《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）的规定。
- 9) 充分利用天然光，建筑物的开窗面积及室内表面反射系数符合《建筑采光设计标准》（GB50033-2013）的规定。

#### （5）总体布置、装置布置和管道布置方案节能

本项目蒸汽管道、热油管道及物料管道需根据其输送物料的特性进行保温处理，水系统管道为了冬季防冻也需进行保温处理。管道保温采用复合硅酸盐保温管壳。低温系统管道进行保冷处理，为减少冷量损失，该系统保冷材料采用自熄型聚苯乙烯管壳，管道支撑采用隔冷型节能管托。本项目需要伴热的化工流体输送外管，设计中考虑蒸汽冷凝水伴热或电伴热，避免冬季输送过程中出现凝固现象。

#### （6）采暖通风方案节能

空调送、回风管道、冷凝水管道需要保温，保温采用超细玻璃棉保温材料，减少热（冷）量损失，节约能源。

冷冻站内冷冻水管线、管线采用聚氨酯保冷管壳保冷，减少冷损失，根据各系统用冷负荷变化调控制冷机的负荷，节约能源。

#### （7）建筑方案节能

单体设计时，朝向应有利于冬季日照和夏季自然通风，朝向采用南北或接近南北，主要房间避开采暖期主要风向和夏季最大日射朝向（西向）。

建筑的体型系数应小于等于 0.40，当不能满足时，需进行权衡判断，最终达到维护结构的总体热工性能符合节能要求。维护结构的热工性能应符合《工业建筑节能设计统一标准》的要求。

建筑的外门设门斗或其他减少冷风渗透到有效措施，建筑外窗采用节能窗，气密性不小于 4 级，窗可开启面积不应小于窗面积的 30%。

外墙首选外保温体系，墙主体结构部件及出挑构件、附墙部件、窗口外侧四周墙面需进行详细构造设计，隔断热桥。门、窗框与墙体之间的缝隙，应采用软质保温材料封堵，不得采用普通水泥砂浆补缝。

工程具体设计时，屋面采用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS），墙面采用岩棉保温板。以上保温材料的厚度根据节能要求计算确定。

#### （8）其他节能措施

①建立能源计量管理体系，形成书面文件，并保持改进其有效性。

②建立、保持和使用文件化的程序规范能源计量人员行为、能源计量器具管理和能源计量数据的采集、处理和汇兑。

③设专人负责能源计量器具的管理，负责能源器具的配备、使用、检定、维修、报废等管理工作。

④设专人负责主要用能单元和主要用能设备能源计量器具的管理。

⑤能源计量管理人员应通过相关部门的培训考核，持证上岗用能单位应建立和保存能源计量管理人员和技术档案。

⑥能源计量器具检定、校准和维修人员，应具有相应的资质。

## 10.5 项目能耗指标

唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目购买能源参见表 10.5-1。

表 10.5-1 实物消耗量及综合能耗量表

序号	能耗项目	耗能单位	年耗量	折标系数	折算能耗 (tce)	备注
1	新鲜水	万 t	12	0.0857kgce/t	10.28	等价值
2	电力	万 kW·h	2050	0.1229kgce/kW·h	2519.45	当量值
				0.309kgce/kW·h	6334.5	等价值
3	0.8MPa 饱和蒸汽	万 t	2.6	0.0886tce/t	2303.6	当量值=等价值
4	小计				4833.33	当量值
					8648.38	等价值

项目万元产值=项目综合能耗（等价值）/项目营业收入=8648.38/50223.04=0.1722tce/万元。

项目工业增加值=工业总产值+本年应交增值税-工业中间投入=50223.04+0-23883.12=26399.92 万元。

项目的工业万元增加值能耗=项目综合能耗（等价值）/项目工业增加值=8648.38tce÷26399.92 万元=0.328ce/万元。

单位产品能耗=项目综合能耗（等价值）/产品年产值=8648.38tce÷50000 吨=0.173tce/吨。

## 10.6 能耗分析

根据 10.5 节项目能耗指标分析项目能耗构成，项目能耗构成分析以等价值为基准，分析如下：

表 10.6-1 项目能耗分析表

序号	能耗项目	耗能单位	年耗量	折算能耗 (tce)	占比 (%)
1	新鲜水	万 t	12	10.28	0.12
2	电力	万 kW·h	2050	6334.5	73.24
3	0.8MPa 饱和蒸汽	万 t	2.6	2303.6	26.64
	合计			8648.38	100.00

本项目消耗最多的能源物质为电力，其次为蒸汽。因而在项目设计以及设备选型过程中，需要重视对节约电力、节约蒸汽的措施的设计和采用，从而降低项目整体能耗，节约能源，提高经济效益。

## 10.7 能源计量和管理

### 10.7.1 能源计量仪表配置

本项目生产过程的能源计量系统由煤炭、电力和水等组成，其中原煤消耗量最大。企业应根据能源计量器具管理系统要求，制定生产工序和产品能耗定额有依据，考核用能状况有标准，为制订节能的操作制度创造条件，同时为合理开展节能技术改造提供可靠依据，有利于采用新技术，提高监测、控制水平。

能源计量器具配置按照《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167-2006）的要求，配备能源计量器具。叙述项目能源计量仪表配置原则、能源计量配置情况。

### 10.7.2 能源管理

（1）建立能源计量管理体系，形成书面文件，并保持改进其有效性。

（2）建立、保持和使用文件化的程序规范能源计量人员行为、能源计量器具管理和能源计量数据的采集、处理和汇兑。

（3）设专人负责能源计量器具的管理，负责能源器具的配备、使用、检定、维修、报废等管理工作。

（4）设专人负责主要用能单元和主要用能设备能源计量器具的管理。

（5）能源计量管理人员应通过相关部门的培训考核，持证上岗用能单位应建立和保存能源计量管理人员和技术档案。

（6）能源计量器具检定、校准和维修人员，应具有相应的资质。

## 11 节水

### 11.1 编制依据

- 《中华人民共和国节约能源法（修正）》（2008 年 4 月 1 日）；
- 《中华人民共和国计量法》（2018 年 10 月 26 日修订）；
- 《国务院关于加强节能工作的决定》（国发〔2006〕28 号）；
- 《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》（国发〔2007〕15 号）；
- 《能源计量监督管理办法》（2010 年 11 月 1 日）；
- 《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2008）；
- 《工业企业能源管理导则》（GB/T15587-2008）；
- 《单位产品能源消耗限额编制通则》（GB/T12723-2013）；

### 11.2 项目用水概况

本项目劳动定员最大班 20 人/班，其中车间工人 15 人，管理人员 5 人，生活用水定额 40L/人·班，小时变化数为 2.0，用水时间为 8h；淋浴用水定额 50L/人·次，用水时间为 1h，最大时用水量 1.20m<sup>3</sup>/h，最高日用水量为 4.90m<sup>3</sup>/d。

项目各工段用水具体情况详见 8.1.1 给水排水。

### 11.3 水资源供应状况

开发区内生活用水及部分工业用水由南堡供水公司供水系统统一供给，水源为地下水，供水能力 2 万 m<sup>3</sup>/d（730 万 m<sup>3</sup>/a）。园区部分企业自备供水系统，水源引自陡河水库地表水及草泊水库地下水，陡河水库供水能力 4.1 万 m<sup>3</sup>/d（1500 万 m<sup>3</sup>/a），草泊水库 38 眼水井，供水能力 5.5 万 m<sup>3</sup>/d（2000 万 m<sup>3</sup>/a）。

开发区于 6 号路北侧、8 号路东侧建设净水厂一座，以陡河水库为水源，从曹妃甸陡河输水管线十一农场孙家东灶南堡开发区预留口至南堡开发区建设 19km 输水管线，预留口坐标为东经 118°22'38.3255"，北纬 39°16'05.562869"，引水量 6.9 万 m<sup>3</sup>/d；（2500 万 m<sup>3</sup>/a）。该水厂建成后，关闭自备水井，南堡开发区总供水能力 11 万 m<sup>3</sup>/d（4000 万 m<sup>3</sup>/a）。

本项目生产、生活水源取自园区的供水管网，供水水质、水量能满足本项目用水需求。为保证生产供水稳定，厂区内新建生产生活二次加压供水装置，生产生活水池与消防水罐合建。

## 11.4 项目节水技术应用与措施

为了降低新鲜水消耗量，本项目中采用了节水性的工艺和设备，提高水资源利用率，降低水资源无效消耗，具体措施如下：

(1) 生产设备尽量采用低耗水设备或不耗水设备。

(2) 所选管材、设备、阀门要安全可靠质量高，避免管道漏损，造成水的浪费。

(3) 对工艺各工段蒸汽冷凝液加以回收利用，减少了冷却水的用量。

(4) 采用先进的循环冷却水水质稳定处理技术，冷却塔装设高效率除水器，降低风吹损失水量，同时提高循环冷却水的浓缩倍数，这样可以减少补充水量，节约新鲜水，这也是降低循环冷却水综合能耗的有效措施。

(5) 为确保循环冷却水系统的稳定，任何生产装置和辅助生产装置不得随意排泄循环水，减少循环水和水质稳定药剂的损失。

(6) 对厂区的排水经污水处理站处理后进行回用，作为循环水的补充水，从而减少了一次水用量。

(7) 加强对生活用水的管理，做到用水有计量，对卫生间等场所采用节水型龙头和器具。

## 11.5 水耗分析

本项目建设节水是工艺路线选择中一个十分重要的因素。在设计过程中，根据各工艺系统对水量和水质的要求，合理安排全厂用水、排水，建立合理的水量平衡系统，做到一水多用，废水回用，减少全厂耗水量。主要的节水措施如下：

生产装置采用先进的工艺路线，其冷却循环水的消耗定额较少，使单位产品的水耗下降达国内外较为先进水平。

当然，技术选择对节水有十分重要的影响，但实际节约用水的关键还在于管理。今后不仅在工程设计中将设置控制用水的仪表，加强节水管理，制定各种节约用水的规章制度，更重要的是要树立节约用水的观念，人人重视节约用水，自觉节约用水。

本项目总用新鲜水 15m<sup>3</sup>/h，与同类项目相比，属于国内较为先进水平。

## 11.6 用水计量和管理

所有用水器具都应选用节水型产品，严格控制各用水点的水压和水量安装计量仪表，以免管网跑、冒、滴、漏和流速过大或静压过高而造成水资源浪费。

对接园区供水主管的取水量、各生产环节新水用量、循环补充水量以及生活用水均

安装水量计量装置，做到随时监控。生产和生活、厂内和厂外的用水分别计量；生产车间和辅助生产及厂前区各单体均设置用水计量器具。

## 12 消防

### 12.1 编制依据

- 《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008（2018 版）
- 《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014
- 《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005
- 《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
- 《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309-2018
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014

### 12.2 消防环境现状和依托条件

厂区消防设计采用消防给水灭火系统及灭火器联合灭火方式。本项目厂区内设有消防泵房、消防水池，厂区外部消防依托南堡经济开发区消防大队。

南堡经济开发区消防大队距离厂区 1km，现有大型消防车 5 辆，消防队员 47 人，发生火灾后可在 10 分钟内到达本厂区。

### 12.3 工程的火灾危险性类别

#### 12.3.1 项目原料、中间产品、产品危险物特性

本项目生产过程中的危险化学品主要包括三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢、浓硫酸等，各物料的危害特性如下。

1) 三氯氢硅：无色透明液体。在空气中容易自身燃烧,有引发火灾的危险。会引起皮肤烧伤，有严重损害眼睛的危险。对呼吸道有刺激作用。

2) 四氯化硅：无色或淡黄色冒烟的液体。受热或遇水分解放热，放出有毒的腐蚀性烟气。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。皮肤接触后可引起组织坏死。

3) 氯化氢：无色有刺激性气味的气体。具有强腐蚀性。能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。对眼睛和呼吸道粘膜有强烈的刺激性。

4) 浓硫酸：纯品为无色透明油状液体,无臭。遇水大量放热，可发生沸溅。具有腐蚀性。对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。

5) 盐酸：无色或微黄色发烟液体，有刺鼻的酸味。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。与碱发生中和反应，并放出大量的热。具有较强的腐蚀性。

### 12.3.2 主要建筑物及火灾危险性分类

项目主要建筑物及火灾危险性分类见表 12.3-1。

表 12.3-1 本项目各单项的火灾危险性类别

序号	单项名称	火灾危险性类别	占地面积 m <sup>2</sup>	建筑面积 m <sup>2</sup>	层数	总高度 m	耐火等级	备注
701	合成精馏装置	甲类	2587.85		4	18.40	二级	建筑物
702	氯化氢干燥装置	丁类	484.56	339.36	2	10.90	二级	建筑物
703	变压吸附装置	甲类	1089	—		10.90	—	构筑物
704	压缩机房	甲类	698.25	698.25	1	6.90	二级	建筑物
705	三废处理	甲类	1215	56.16	—	—	二级	池子
711	四氯化硅罐区	戊类	1109.06	—	—	—	—	构筑物
712	三氯氢硅罐区	甲类	1364.92	692.26	1	7	二级	构筑物带罩棚
714	地中衡	丁类	48					
715	硅粉库	乙类	1961.75	1961.75	1	7.00	二级	建筑物
716	装卸栈台	甲类	88	44	1	5.00	二级	
721	循环水站	戊类	677.25	242.25	1	15.90	二级	
722	冷冻站	丁类	1352.81	1352.81	1	9.30	二级	
723	变配电站	丁类	821.61	1620.95	2	7.50	二级	
724	主控室	丁类	1032	2064	2	9.30	一级	抗爆结构
合计			14530.06	9071.79				

## 12.4 采用的防火措施及配置的消防系统

### 12.4.1 各专业防火措施

#### (1) 工艺过程

##### 1) 生产装置区

生产火灾危险性分类：甲类。

主要易燃、易爆危险物料：三氯氢硅、氢气。

防范措施：工艺操作采用 DCS 系统，联锁控制；在厂房内设可燃气体报警器，所有设备及管道静电接地处理，厂房内设计良好的通风设施。

## 2) 罐区

生产火灾危险性分类：甲类、戊类。

主要易燃、易爆危险物料：三氯氢硅。

防范措施：设置防火堤、储罐设置高低液面报警和联锁进料、设置防静电接地。

## 3) 库房区

生产火灾危险性分类：乙类

主要易燃、易爆、有毒危险性物料：硅粉。

防范措施：通风良好，硅粉库不设置水采暖。

## (2) 总图

### 1) 总平面布置

本项目布置在该公司征用地内预留空地上，用地面积为 36862.66 平方米，合计 55.29 亩。本项目北侧是空地；南侧是兴达道；东南侧是唐山三友兴达化纤股份有限公司污水处理站，西侧是排洪渠；东侧是世纪路。

本次总图专业设计范围如下：

- (1) 生产装置：合成精馏装置、氯化氢干燥装置、变压吸附装置、压缩机房、三废处理。
- (2) 仓储设施：四氯化硅罐区、三氯氢硅罐区、硅粉库、装卸栈台、地中衡。
- (3) 公用工程：公用工程用房（含变配电站、控制室、冷冻站、循环水站、循环水塔）。
- (4) 满足以上生产的管廊

### 2) 竖向布置

本项目建设场地平坦，根据场地自然标高，总体采用平坡式设计。雨水由建筑物四周坡向道路，经道路雨水口收集，建场地排水坡度为 2‰~5‰。

### 3) 安全间距

本项目建构筑物与厂区内外建、构筑物之间防火间距满足《石油化工企业设计防火规范》GB50160-2008（2018 年版）、《建筑设计防火规范》GB500160-2014（2018 年版）等规范的要求。

### 4) 消防通道

沿厂区和主要生产和储运装置四周均设置环形消防通道，本项目路宽不小于 6 米，

道路净高不小于 5 米，道路内缘转弯半径为 12 米，均满足《石化规》第 4.3.4 条、第 4.3.5 条规定。

#### 5) 厂区疏散出口

本项目布置在厂区预留用地范围内，综合原有和本项目，人流入口与物流入口均利用原有人流物流入口，方便运输和管理，满足《石化规》第 4.3.1 条规定。

以上具体位置详见总平面布置图。

#### (3) 建筑

本项目共有建、构筑物 13 个。

1) 防爆措施：对于有爆炸危险甲乙类厂房及库房一般采用开敞式，若封闭则考虑采用轻质屋顶、轻质墙体、泄爆门窗泄压，泄压面积按《建筑设计防火规范》(GB50016-2014 (2018 年版)) 第 3.6.4 条的相关计算公式确定。轻质墙体、轻质屋面板的单位质量不超过 60kg/m<sup>2</sup>，地面采用不发生火花面层，门窗玻璃采用安全玻璃等在爆炸时不产生尖锐碎片材料。

2) 防火分区、安全疏散：项目中各建筑物的防火分区、安全疏散距离、安全出口数目等均符合《建筑设计防火规范》(GB50016-2014 (2018 年版)) 3.3.1、3.3.2、3.7、3.8 等条款的有关要求。

3) 建筑内装修：本项目所有车间地面采用混凝土地面；库房地面根据载荷情况考虑重载地面。顶棚采用混合砂浆顶棚。内墙面采用混合砂浆墙面。燃烧性能等级均为 A 级，满足《建筑内部装修设计防火规范》的要求。

#### (4) 暖通专业

① 空调系统送回风管道、排烟管道均采用镀锌钢板制作，法兰连接，为非燃烧材料，符合《建筑设计防火规范》GB50016-2014 第 9.3.14 条规定。

② 空调系统送回风管道均需保温，保温材料采用超细玻璃棉保温管壳，外包金属铝箔，为非燃烧材料，符合《建筑设计防火规范》GB50016-2014 第 9.3.15 条规定。

③ 空调系统送回风管道穿越防火墙处均设有防火调节阀，符合《建筑设计防火规范》GB50016-2014 第 9.3.11 条规定。

④ 控制室为抗爆建筑，设有可开启外窗，根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) 第 8.5.4 条规定，对控制室设置排烟系统。设有排烟风机、280℃排烟防火阀、排烟口和排烟补风机，在火灾事故发生时，手动或电动打开排烟口，280℃排烟防火阀打开，通过排烟口、排烟管道、排烟风机排出室内烟气。同时补风系统的 70℃防火阀打开，排烟补

风机运行，室外新风通过排烟补风机、送风管道、送风口向室内送新风。当室内温度达到 70℃时，70℃防火阀熔断，排烟补风机停止运行。当室内温度达到 280℃时，280℃排烟防火阀熔断，排烟风机停止运行。

## 12.4.2 消防系统

### 12.4.2.1 水消防系统

本项目消防给水系统为临时高压消防给水系统（FW）。

（1）室内外消防用水总量的计算及依据。

本项目消防供水系统采用临时高压给水系统，厂区总占地面积约为 36862.66 m<sup>2</sup>。根据《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）工厂同一时间火灾次数为一次，最大消防用水点为硅粉库，高 8.90m，体积约 14525m<sup>3</sup>，室内消防用水量 10L/s，室外消防用水量为 25L/s，火灾延续时间为 3 小时，一次灭火用水量为 378m<sup>3</sup>。

（2）泡沫灭火系统：

不涉及

（3）原有消防水源及消防泵房

1) 系统控制

临时高压消防给水系统平时由消防稳压泵和气压罐维持管网压力，发生火灾时由压力降信号自动启动消防水泵加压供水，同时，消防水泵可在高位消防水箱流量开关动作时启动，也可人工强制启动；本项目新建消防水箱，水箱有效容积为 12m<sup>3</sup>，水箱设置于合成厂房屋顶。

2) 消防泵房

原有消防泵房设置消防水泵、增压稳压装置等，泵房为地上式。泵房耐火等级二级，单层，泵房内设置：

消防泵房内设置有电动消防泵 2 台，1 用 1 备，单泵能力 Q=160m<sup>3</sup>/h，H=50m；稳压泵 2 台，1 用 1 备，单泵能力 Q=18m<sup>3</sup>/h，H=50m。正常时靠稳压泵维持系统压力，当火灾发生时，与压力连锁自动启动消防泵，管网压力 0.50MPa 供水灭火。

（4）室内外消火栓、灭火器等的配置情况。

1) 室、内外消火栓及管网设置：

室内消火栓系统：在建筑物内设置室内消火栓，室内消火栓布置间距保证有 2 支水枪的充实水柱同时到达同一防火分区的任何部位。室内消火栓选用减压稳压单出口 SNZ65 型，消火栓箱选用薄型单栓室内消火栓箱或带灭火器组合式消防柜，箱（柜）内

配置 25m 长 DN65 衬胶水带和 19mm 直流-水雾水枪；消火栓栓口距该层地面为 1.1m。室内消防管道为镀锌钢管，卡箍或法兰连接。

室外消防管网为环状布置，设置 SS150/80-1.6 型地上消火栓，布置间距不大于 60m，全厂所有建、构筑物均处于消火栓有效保护范围内，管网管径 DN250，采用阀门分成若干独立段，每段室外消火栓数量不超过 5 个，室外消防管采用无缝钢管焊接连接。

## 2) 灭火器配置

为了扑灭初起火灾和小型火灾，本项目各单体按照《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)相关要求设置手提式灭火器、推车式灭火器等，手提式灭火器放置于专用灭火器箱或落地式消防柜内，灭火器箱放置于地面，灭火器放置位置不影响通行。

对建筑物内备用的消防器材设施由专人负责，平时各单位对消防、急救器材、设施、工具、物品必须由专人负责保管、维护、检验、更换等，做到常备不懈，齐全好用。

### 12.4.2.3 消防排水

本项目消防排水由设置在道路两旁的雨水口收集到雨水管网，围堰内污染雨水及消防事故水则通过集水坑排到室外雨水管排入厂区原有雨水管网，原有雨水管网设置 2 个清污分流切换阀门（井），雨水总排口阀门、事故水池阀门。通往初期雨水及消防事故水池的阀门为常开状态，通往厂区外道路上的雨水系统总阀门为常闭状态。收集消防排水时，关闭雨水总排口阀门，打开事故水池阀门，将消防事故水收集于事故水池，经处理后达标排放。

## 12.5 消防设施费用及比例

消防设施总投资费用为 150 万元，占建设投资的 1%。

## 13 环境保护

### 13.1 项目所在地区环境质量现状

项目所在开发区地处环渤海地区中心地带，北依燕山，南临渤海，位于唐山市南部，距市区 45km，天津 80km，北京 200km。开发区交通发达，通讯方便，各类设施齐全，周边有天津新港、秦皇岛港、唐山港和曹妃甸港，环渤海公路和将要建设的环渤海铁路都从本区通过，有正在修建的直达唐山连接京唐的快速路，有直达天津的铁路，有功能完备的水、电、气、讯、污水处理等配套设施。

该地区地貌属“滨海低平原”，地势平坦，地形坡度约 5/1000。地面海拔高度在 1.8~2.7m。抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度为 0.20g，设计地震分组第一组。场地类型：IV 类。

本地区地质构造属第四纪全部世及晚新世构成，地层基本上呈水平分布，参照唐山碱厂工程地质勘探资料，在钻探 80m 深度内，自上而下分为十层。表层为粘土，中为亚粘土，深层为轻亚粘土。上部的耐力为 90kPa，下卧层的耐力为 220-230kPa。

水文地质属滨海冲洪积、海湖积平原水文地质区。地下含水层主要由冲洪积、海积和湖积等沉积作用形成的中砂、中细砂层构成。地下水分布较广，一般为低矿化度（0.4-0.6g/L）饮水，水温 19.5-25℃，目前水位 16-20m，据水利局 1975-1988 年统计，水位年降速 1.1m，地下水不能作为城市工厂用水主要水源。主要河流有沙河、双龙河及陡河。

根据国家地震局地质大队 1976 年 11 月编印的《京津唐地区地震烈度区划图》，该地区为七度和八度交界区，1976 年唐山发生大地震，沿河道出现喷砂冒水现象和土壤液化现象。

本项目拟建场地位于唐山市南堡开发区境内。唐山市南堡开发区是经省政府批准成立的省级开发区。开发区规划控制面积 381 平方公里，城区建设面积 20 平方公里，已建城区面积为 11 平方公里，还有 9 平方公里的面积有待开发。全区现有 5 万人口，城区人口规划在 15 万-20 万。已有相应的商业服务网点、文化、邮政、银行、教育、医疗、交通和农业，已形成初具规模的城镇格局。区内现有购物商场多个，农贸、集贸市场各一个，“二甲”医院两座，中小学校 4 所，体育场 3 个，全区社会服务设施完善。充分利用社会的基础设施和地方工业的协作条件，不但可以方便职工生活，节约建设投资，加快建设进度，同时也可促进地方经济的发展。

开发区内现有年产 200 万吨纯碱的唐山化工股份有限公司、年产 40 万吨烧碱及 50

万吨聚氯乙烯树脂的唐山氯碱有限责任公司、年产 200 万吨原盐的南堡盐场、年运输量 30 万吨原油的冀东油田储运站及南堡化工厂、塑编厂等一大批大中小型企业。现有综合机电仪维修公司三个，具备大中小机、电、仪的维修能力；并有热电厂两座、110KV 变电站二座，区内输电线路完善。目前，开发区有年供水能力 1500 万吨的“引陡入堡”管线一条、供水能力 1500 万吨/年。

唐山南堡经济技术开发区远离居民区，周边无水源保护区、名胜古迹游览区、自然保护区等，符合相关发展规划要求。本项目位于唐山南堡经济技术开发区内，符合当地政府的整体规划。本项目厂址方案可行，符合开发区总体规划，满足各项法律法规及当地政府部门的专项要求；厂址所在场地地基稳定，适宜建设；有利于原料及动力供应，节省成本，降低投资；本项目的建设不会造成当地植被破坏、山体失稳及大面积水土流失等环境地质问题。厂址所在规划工业区，依托工业区基础生活建设、且离城市比较近，有利于人员工作及生活。

根据现状调查，项目所在区域内 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 均浓度均无超标现象，均达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准，且占标率较低；H<sub>2</sub>S、HCl、甲醇、二甲苯小时平均浓度满足《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010)居住区大气有害物质的最高允许浓度。

浅层地下水各评价因子除 pH 值和氨氮、高锰酸盐指数的标准指数小于 1，满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III 类标准外，溶解性总固体、总硬度、硫酸盐、氯化物的标准指数均大于 1，水质不能满足标准要求。其超标原因是由于南堡经济开发区地处唐山南部沿海，其原生地质为河流冲积及海湖积而形成，导致该区域地下水矿化度和硬度相对较高。深层地下水监测点各项监测因子标准指数为均小于 1，满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中 III 类标准的要求。监测结果表明，该区域深层地下水质量较好。

区域昼间、夜间噪声监测值均小于《声环境质量标准》(GB3096—2008) 3 类标准限值，均达标，区域的声环境质量现状较好。

## 13.2 执行的有关环境保护法律、法规和标准

### 13.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003.9.1（根据 2018 年 12 月 29 日第十

三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订)；

(3) 《中华人民共和国大气污染防治法》，1988.6.1（根据 2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订)；

(4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2008.6.1（根据 2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国水污染防治法〉的决定》第二次修正)；

(5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，1996.4.1（2020 年 4 月 29 日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议修订)；

(6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，1997.3.1（根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订)；

(7) 《产业结构调整指导目录(2019 年版)》，国家发展和改革委员会第 29 号令，2020.1.1 实施；

(8) 《河北省环境保护条例》，河北省第十届人民代表大会常务委员会第十四次会议 2005.3.25；

(9) 《关于印发河北省大气污染防治行动计划实施方案的通知》，中共河北省委河北省人民政府，2013.9.6；

(10) 《河北省大气污染防治条例》，河北省第十二届人民代表大会第四次会议 2016.3.1

(11) 《河北省固体废物污染环境防治条例》，河北省第十二届人民代表大会常务委员会常务委员会第十四次会议 2015.6.1

(12) 《河北省水污染防治条例》，河北省第十三届人民代表大会常务委员会第三次会议，2018 年 5 月 31 日修订，2018 年 9 月 1 日实施

### 13.2.2 环境功能区划

大气环境：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；

地表水环境：黑沿子排干要求达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准；

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

声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

《唐山市环境功能区划》并没有对曹妃甸湿地的环境功能进行划分，根据相应环境质量标准适用范围，曹妃甸湿地和鸟类自然保护区的环境空气执行《环境空气质量标准》

(GB3095-2012) 一级标准。

### 13.2.3 环境标准及污染物排放标准

(1) 环境空气：常规因子执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准；氯化氢、甲醇、二甲苯、硫化氢浓度参照执行《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010) 居住区最高容许浓度；非甲烷总烃执行《环境空气质量非甲烷总烃限值》(DB13/1577—2012) 二级标准。

(2) 声环境：执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 3 类标准；

(3) 地下水：执行《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中的 III 类标准；

(4) 废水：《无机化学工业污染物排放标准》 GB31573-2015；

《污水综合排放标准》 GB8978-1996；

《污水排入城镇下水道水质标准》 GB/T 31962-2015；

(5) 废气：《无机化学工业污染物排放标准》 GB31573-2015

## 13.3 主要污染源及主要污染物

### 13.3.1 废水

合成精馏装置的生产废水、循环水排污、生活废水等，间歇排放，引向污水生化处理池，经处理后达标排放。

废水排放状况见表 13.3-1 及 13.3-2。

表 13.3-1 废水排放一览表

序号	车间名称	排放源	废水名称	排放量, t/h	污染物名称及浓度	处理方法及排放去向
1	生产区域	洗眼器、地面冲洗	生产废水	12.08	源头成分，处理之前成分： 酸性水、氯化物	经过“中和+沉淀+压滤”工艺进行处理，达标后排入城市排水管网，送入园区污水处理厂
2	三废处理	压滤机	生产废水	0.16		
3	公用工程	循环冷却水排水	清净废水	10	只含循环水药剂的清净下水	经老厂雨水池送开发区污水管网
4	生活污水	卫生清理	生活废水	0.934		借用东厂区原有管网；达标后排放至开发区污水管网

表 13.3-2 废水排放浓度及标准限值

序号	检测项目	单位	检测结果(平均值)	标准限值
1	pH 值	无量纲	7.34	6-9
2	氨氮	mg/L	0.598	40
3	化学需氧量	mg/L	44	200
4	悬浮物	mg/L	13	100
5	总氮	mg/L	6.12	60
6	五日生化需氧量	mg/L	10.4	300
7	动植物油	mg/L	1.64	100
8	氯化物	mg/L	205	500

### 13.3.2 废气

(1) 正常开车时，硅粉卸料、提升、干燥过程中的含尘废气经袋式除尘后，经排气筒排放的尾气。

(2) 淋洗装置的中和池产生的空气（含微量氯化氢），经排气筒排放的尾气。

废气排放状况见表 13.3-2。废气排放状况见表 13.3-2。

表 13.3-2 废气排放一览表

序号	装置名称	排放源	废气名称	排放规律	排放量(Nm <sup>3</sup> /h)	污染物名称及浓度(mg/Nm <sup>3</sup> )	排气筒高度(m)	排放物浓度 mg/m <sup>3</sup>	排放限值 mg/m <sup>3</sup>	处理方法	排放去向
1	合成精馏装置	硅粉卸料、提升、干燥	含尘废气	间歇	风机最大风量 3000	粉尘	15	6.3	10	含尘废气经袋式除尘后，经排气筒排放	三废风机出口至大气
2	淋洗装置	固废装置中和池	空气（微量氯化氢）	间歇	4000	氯化氢	15	4.12	20	送至尾气淋洗系统淋洗达标	大气

### 13.3.3 固体废物

(1) 合成炉反应后的废渣、袋式除尘器过滤掉的硅渣；

(2) 动态设备更换的润滑油；

(3) 盐泥；

(4) 生活垃圾。

固体废物排放状况见表 13.3-3。

表 13.3-3 固体废物排放一览表

序号	装置名称	排放源	固体废物名称	排放规律	排放量(t/a)	固体废物组成	固体废物类别	处理方法及排放去向
1	合成系统	合成炉、袋式过滤器	硅渣	间歇	1025.8	合成炉反应后的硅渣、袋式除尘器过滤掉的硅渣	一般固废	水洗中和、压滤后外售
2	动态设备	压缩机、透平机等动态设备	废油	间歇	1	动态设备更换的润滑油	危废	有资质单位回收处置
3	盐泥				7	盐泥	一般固废	填埋
4	生活垃圾	——	——	——	1	——	一般固废	环卫部门统一处理

### 13.3.4 噪声

本工程连续噪声的来源主要为压缩机、风机、泵等。

噪声产生状况见表 13.3-4。

表 13.3-4 噪声排放一览表

序号	装置名称	噪声源	数量	减(防)噪措施	降噪后噪声值 dB(A)
1	主厂房	加料泵 塔釜过料泵 出料泵 真空泵 尾气压缩机 酸水泵	--	厂房减振基础	65

## 13.4 环境保护治理措施及方案

### 13.4.1 废水治理

(1) 本项目排水系统实行清污分流，高浓度废水先进行高浓度的预处理，然后与低浓度废水合并生化，以减轻生化负荷，确保处理出水达标。利用混凝沉淀等辅助办法降

低废水的色度、COD、SS 等。厂内污水处理站处理达到标准后排入园区排水管网，清净水经厂区清净水管排入园区排水管网。

(2) 本项目的生活污水、地面冲洗水经厂区污水收集渠道收集汇入污水处理站，厂区初期雨水经事故应急池收集后汇入污水处理站，污水渠道都经过水泥硬化，具有很好的防渗能力；厂区设置了事故应急池，发生事故时，污水会流入地势低处的事故应急池，事故解决后，事故应急池中的废水应排入污水处理站处理达标排放，不可直接外排。

(3) 为贯彻一水多用和重复利用的原则，减少废水排放量。

#### 13.4.2 废气治理

硅粉输送在卸料过程会产生含尘废气，硅粉干燥器也会产生含尘废气，经配置的袋式除尘器净化处理后，由排气筒排放。

精馏不凝气：产品精馏冷凝过程中产生不凝气，主要成份为氯化氢和氮气，微量氯硅烷。精馏不凝气送尾气淋洗装置处理，淋洗塔主要处理不凝气中的氯化氢，微量氯硅烷与水发生中和反应，生成  $H_2SiO_3$  及  $HCl$ ， $HCl$  经  $Ca(OH)_2$  碱洗处理后达标排放。

合成不凝气：主要成份为氯化氢和氯硅烷，送变压吸附装置，该装置采用分子筛吸附原理，由干式真空泵进行解析，解析废气返回生产工序循环利用。

储罐区废气：储罐区氮气置换废气送入淋洗塔装置处理后，同精馏不凝气处理措施。

袋滤器、合成炉排出来的残渣，通过密闭罐放入水洗池，水洗，微量的酸气随引风机进入淋洗塔处理。

#### 13.4.3 固体废弃物(废液)治理

三氯氢硅生产装置产生的固体废物主要有生产废渣、变压吸附塔废弃吸附剂、生活垃圾、废油。

生产废渣为三氯氢硅合成炉的反应废渣、袋式除尘器除掉的废渣，属一般工业固废，外售做建筑材料。

变压吸附塔废弃吸附剂由有资质单位回收，生活垃圾交由环卫部门统一处置。

废油在厂区危废暂存间暂存，定期交由有资质公司处置。①公司制定了危废管理制度，建立了危废管理台账，危险废物警示标志齐全，实行双人双锁管理。②危废间内地面及裙脚采取防腐防渗措施，防渗系数  $K \leq 1 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 。③对装有危废的容器定期检查，容器泄漏损坏时立即处理，并将危废装入完好容器内，盛装废油的油桶下设有储漏盘，废油一旦泄漏可有效收集。

#### 13.4.4 噪声治理

本项目的噪声源主要为压缩机、风机和泵类，为减少噪声污染，设计中采取如下措施。

(1) 风机进气口安装消声器，对低频和脉动的噪声特性，采用抗性消声器，对中高频特性采用微孔抗性复合型消声器；

(2) 采取隔声罩降低噪声；

(3) 设置机、泵房，对机泵房进行吸声、隔声处理；操作室或控制室独立设置。

(4) 管道和阀门采用噪声隔声包扎；

(5) 压缩机组联网隔振、减振，管道采取柔性连接，并在管道中加设孔板降低管道中的气流脉冲而减振。

(6) 泵的进出口管径、结构设计合理，避免流速过高产生气蚀而引起强烈噪声。

(7) 设计选用低噪声设备；订货采购时，要求高噪声设备带有配套的消声器。

#### 13.4.5 环境风险防范措施

拟建项目在生产运行中，涉及到多种危险化学品，在工程设计施工及生产运营中应严格执行我国《安全生产法》、《中华人民共和国消防法》和企业安全卫生设计规定、化学工业环境保护管理规定，并建议采取如下措施：

(1) 项目选址应充分考虑本项目对周边的影响以及周边环境、相邻厂房对本项目的影

(2) 项目所有化学品、原料产品仓库需按照《建筑设计防火规范》、《常用化学危险品储存通则》等国家安全标准的要求，保持库房内干燥通风、密封避光，安装通风设施。

(3) 配置自动控制程序，在现场火灾事故超过允许温度值时能自动及时声光报警，并联锁关闭传输阀门，降低事故发生的可能性。

(4) 建立健全各种有关消防与安全生产的规章制度，建立岗位责任制。贮存场所、生产车间严禁烟火。

(5) 火灾事故的防止是生产和储运过程中最重要的环节，发生火灾事故可能引起毒气扩散等一系列重大事故。因此，选用较好的设备、精心设计、严格管理和强化操作人员的责任心是减少火灾事故的关键。

(6) 配备齐全的消防设施，并定期检查，确保能够在发生火灾时及时将事故处理，不造成人员、财产损失。

#### 13.4.6 其它措施

- (1) 对可能进入地下水环境的有毒有害原辅材料进行分区防渗。
- (2) 加强厂区内的绿化及生态建设，因地制宜的选取植被类型，净化厂区空气。

### 13.5 环境管理及监测

环境管理是企业管理的一项重要内容，在企业环境保护工作中起着举足轻重的作用。环境管理是监督企业环保设施正常运行，确保污染物达标排放的机构保证，加强环境监督管理，是实现环境、生产、经济协调发展和走可持续发展道路的重要措施。环境监测是工业污染防治的依据和环境监督管理工作的耳目，加强环境监测工作。

#### 13.5.1 环境管理

企业应对环境保护实行严格管理，厂区设环境保护管理机构，配有专职环保管理人员，负责组织、落实、监督企业的环境保护工作，每个生产车间有专职或兼职环保员，负责本车间的环境保护工作。企业负责生产的领导主管环境保护工作。从企业领导到基层班组，形成比较完善的环境管理网络。

环境保护管理机构负责企业的环境保护规划、计划、环境管理及污染防治、环境监测、统计、考核等相关的环保业务。根据项目生产的特点制订详细的环境管理制度，确保其正常管理工作的顺利开展，每月至少要召开一次环保例会，必要时临时召开。每半年应进行一次环保大检查，及时发现问题立即整改。平时应抓紧环保教育，不断提高全体员工的环保意识。

#### 13.5.2 环境监测

为确保“三废”达标排放，设置环保监测站点，制定专人负责定期监测各装置所排放的污染物，分析其变化规律，为指导生产和制定污染物控制对策提供依据。

##### (1) 废水污染源监测

废水污染源监测，监测方案见表 13.5-1。

表 13.5-1 废水污染源监测方案

分析项目	采样地点
pH	各排水口，污水处理池水处理站进、出水口
COD	各排水口，污水处理池水处理站进、出水口
BOD <sub>5</sub>	各排水口、污水处理池水处理站进、出水口
SS	各排水口
Hg	装置区排水口，除汞装置进、出水口
总硬度	污水处理池水处理站出水口
浊度	污水处理池水处理站出水口

分析项目	采样地点
氨氮	污水处理池水处理站出水口
溶解性总固体	污水处理池水处理站出水口

## (2) 环境现状监测

监测方案见表 13.5-3。

表 13.5-3 环境质量监测方案

环境要素	监测对象	监测项目	监测方式
环境空气	敏感点（根据环评确定）	HCl、PM <sub>10</sub>	委托监测
	厂界及无组织排放监控点	HCl、H <sub>2</sub> S、NH <sub>3</sub>	委托监测
噪声	厂界	噪声（等效声级）	委托监测
地下水	厂址下游水井，厂址水井	总硬度、Cl <sup>-</sup> 、砷、F、汞、VCM	委托监测

## 13.6 环境保护投资

本项目主要环保设施及装置投资见表 13.6-1

表 13.6-1 环保投资估算表

序号	项目	单位	投资估算	备注
1	污水处理	万元	0	依托老厂
2	车间防渗、防腐、地下水监控井、新增储罐区	万元	275	已计入工艺装置
3	干燥尾气处理系统	万元	325	已计入工艺装置
4	消声、隔声板等噪声处理	万元	1.7	已计入给排水系统
5	绿化	万元	13.4	已计入项目其它投资
6	其它环保投资	万元	50	已计入项目其它投资
7	VOC 处理系统	万元	200	已计入项目其它投资
	合计		865.1	

本项目环保投资 865.1 万元。建设单位应保证环保资金到位，确保治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

## 13.7 环境影响分析

### 13.7.1 大气环境影响分析

本项目均采用国内先进工艺生产技术和设备，生产能耗、物耗低，三废污染物排放量少，同时配套切实可行的环保措施，各污染源做到了有组织达标排放，另外，由于该区域有较大的环境容量，因此，本项目建成投产后，预计对周围大气环境质量影响不大。

### 13.7.2 水环境影响分析

本项目生产污水经污水处理系统处理后大部分回用于生产系统，小部分排入园区排水管网。生活污水利用厂区生活污水处理系统，处理达标后，排入园区排水管网。经过本项目污水系统处理后的污水能够满足园区污水处理站对污水水质的要求，不会对区域水环境造成较大影响。

### 13.7.3 声环境影响分析

本项目的噪声源主要为压缩机、鼓风机、离心机、风机和泵类，由于项目所处周边为工业区，故项目噪声源经一定的处理后不会对外界产生较大的影响。这些噪声声源的声级大多在 70~85dB(A) 范围，本设计采用消音器、厂房屏蔽及其它方式减弱噪声向外传播。车间内的噪声防治主要以保护操作工人的身心健康为目的，减少工人接触高音噪声的时间。在根治噪声方面，本设计采用控制集散控制系统，各生产单元均设巡检工。另外，对噪声控制也从工艺方面着手加以辅助解决。

采用以上措施后，可使工人接触噪声污染强度时间满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的要求。

### 13.7.4 固体废弃物环境影响分析

项目主要固体废物包括废渣、盐泥及职工生活垃圾等。建设单位拟采用减量化、资源化、无害化的处理原则，对固废进行分类贮存、处理、处置。建议项目中的滤饼、电石干渣送至水泥厂制水泥；职工生活垃圾由环卫部门收集后统一处理。所有固废在厂内暂存期间，按照固废性质分类贮存，贮存场所应按照相应类别固废的贮存场所进行建设。

项目产生固废均能得到合理妥善的处理处置，不影响外环境，不会造成二次污染。

## 13.8 存在的问题及建议

工程建成投产后对周围环境的具体影响，需进行环境影响评价方可说明。按照国家建设项目环境保护的有关规定，项目在可行性研究阶段应开展环境影响评价工作，编制完成环境影响报告书。因此，建设单位应尽快委托有资格的单位开展此项工作，以便在设计中充分贯彻、落实环评审批后所确定的各项环境保护措施。

建议建设单位引进和培养清洁生产相关技术管理人员，保证项目的环保措施能够正常运行，减轻对环境的影响。

建议委托专业技术机构编制本项目风险应急预案，将本项目环境风险控制在可接受的范围之内。

## 14 职业卫生

### 14.1 执行的法律法规、部门规章及标准规范

(一) 国家和相关部门的法律法规和部门规章：

- (1) 《中华人民共和国职业病防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）
- (2) 《中华人民共和国劳动法》（2018 年 12 月 29 日修订）
- (3) 《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令 352 号）
- (4) 《中华人民共和国尘肺病防治条例》（国发[1987]105 号）
- (5) 《建设项目职业病危害分类管理办法》（卫生部令第 49 号）
- (6) 《高毒物品目录》（卫法监发[2003]142 号）
- (7) 《职业病危害因素分类目录》（国卫疾控发[2015]92 号）
- (8) 《突发公共卫生事件应急条例》（国务院令第 376 号，国务院令第 588 号修订）
- (9) 《职业健康检查管理办法》（国家卫生健康委员会令 2 号）
- (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号）
- (11) 《工业企业职工听力保护规范》（卫法监发[1999]620 号）
- (12) 《女职工禁忌劳动范围的规定》（劳安字[1990]2 号）
- (13) 《建建设项目职业病防护设施“三同时”监督管理办法》（安监总局 90 号令）
- (14) 《工作场所职业卫生监督管理规定》（国家安监总局第 47 号令）
- (15) 《用人单位职业健康监护监督管理办法》（国家安监总局第 49 号令）
- (16) 《严防企业粉尘爆炸五条规定》（国家安监总局第 68 号令）

(二) 职业卫生相关标准规范：

- (1) 《建设项目职业病防护设施设计专篇编制导则》AQ/T4233-2013
- (2) 《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010
- (3) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》GBZ2.1-2019
- (4) 《工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分：物理因素》GBZ2.2-2007
- (5) 《工作场所职业病危害警示标识》GBZ158-2003
- (6) 《职业健康监护技术规范》GBZ188-2014
- (7) 《工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范》GBZ/T194-2007
- (8) 《工作场所职业病危害作业分级第 2 部分：化学物》GBZ/T229.2-2010
- (9) 《工作场所职业病危害作业分级第 3 部分：高温》GBZ/T229.3-2010
- (10) 《职业性接触毒物危害程度分级》GBZ230-2010

- (11) 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087-2013
- (12) 《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009
- (13) 《生产过程安全卫生要求总则》GB12801-2008
- (14) 《高温作业分级》GB/T4200-2008
- (15) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB50493-2019
- (16) 《建筑采光设计标准》GB50033-2013
- (17) 《建筑照明设计标准》GB50034-2013
- (18) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015
- (19) 《生产设备安全卫生设计总则》GB5083-1999
- (20) 《工作场所有毒气体检测报警装置设置规范》GBZ/T 223-2009
- (21) 《化工企业安全卫生设计规范》HG20571-2014
- (22) 《石油化工企业卫生防护距离》SH3093-1999（2017 年复审）

## 14.2 职业病危害因素和职业病分析

### 14.2.1 周边环境职业危害因素分析

本项目所在开发区地处环渤海地区中心地带，北依燕山，南临渤海，位于唐山市南部，属于地势平坦的滨海平原地貌，大陆性温带半湿润气候，年平均降雨量 573 毫米，最高年降雨量 1030 毫米，最低年降雨量 261 毫米。年平均气温 11.9℃，最好气温 35.4℃，最低气温 16.3℃，年最大冻土深度 0.7 米。年主导风向为西南风，夏季是西南风，冬季是西北风，当地自然环境不存在职业危害因素。

### 14.2.2 项目生产过程中可能产生的职业病危害因素和职业病分析

根据《职业病危害因素分类目录》和《职业病目录》的规定，本项目生产过程中可能产生的职业病危害因素和职业病见表 14-1。

表 14-1 主要职业病危害因素

序号	装置名称	化学因素	物理因素所致职业病	职业性皮肤病	职业性眼病	职业性耳鼻喉口腔疾病	职业性化学中毒
1	合成精馏装置	三氯氢硅、四氯化硅等中毒	中暑	化学性皮肤病灼伤	化学性眼部灼伤	噪声聋	/
2	氯化氢干燥装置	氯化氢中毒	中暑	化学性皮肤病灼伤	化学性眼部灼伤	噪声聋	/
3	变压吸	三氯氢硅等	中暑	化学性皮肤病	化学性眼部	噪声聋	/

	附装置	中毒		灼伤	灼伤		
4	压缩机房	三氯氢硅、四氯化硅等中毒	中暑	化学性皮肤灼伤	化学性眼部灼伤	噪声聋	/

### 14.2.3 可能接触职业病危害因素的部位和人员分析

#### (1) 合成精馏装置

合成精馏装置的主要职业病危害因素有三氯氢硅、四氯化硅中毒；高温中暑；化学性皮肤灼伤；化学性眼部灼伤及噪声聋等。

三氯氢硅：对眼和呼吸道粘膜有强烈刺激作用。高浓度下，引起角膜混浊、呼吸道炎症，甚至肺水肿。并可伴有头昏、头痛、乏力、恶心、呕吐、心慌等症状。溅在皮肤上，可引起坏死，溃疡长期不愈。动物慢性中毒见慢性卡他性气管炎、支气管炎及早期肺硬化。

四氯化硅：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。皮肤接触后可引起组织坏死。

噪声源主要包括压缩机、风机、泵等所产生的机械振动噪声。

#### (2) 氯化氢干燥装置

氯化氢干燥装置的主要职业病危害因素有氯化氢中毒；高温中暑；化学性皮肤灼伤；化学性眼部灼伤及噪声聋等。

氯化氢：无色有刺激性气味的气体。具有强腐蚀性。能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。对眼和呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。长期接触较高浓度，可造成慢性支气管炎、胃肠功能障碍及牙齿损害。

噪声源主要包括压缩机、风机、泵等所产生的机械振动噪声。

#### (3) 变压吸附装置

变压吸附装置的主要职业病危害因素有三氯氢硅；化学性皮肤灼伤；化学性眼部灼伤及噪声聋等。

三氯氢硅：对眼和呼吸道粘膜有强烈刺激作用。高浓度下，引起角膜混浊、呼吸道炎症，甚至肺水肿。并可伴有头昏、头痛、乏力、恶心、呕吐、心慌等症状。溅在皮肤上，可引起坏死，溃疡长期不愈。动物慢性中毒见慢性卡他性气管炎、支气管炎及早期肺硬化

噪声源主要包括压缩机、风机、泵等所产生的机械振动噪声。

#### (4) 压缩机房

压缩机房的主要职业病危害因素有三氯氢硅、四氯化硅中毒；高温中暑；化学性皮肤灼伤；化学性眼部灼伤及噪声聋等。

三氯氢硅：对眼和呼吸道粘膜有强烈刺激作用。高浓度下，引起角膜混浊、呼吸道炎症，甚至肺水肿。并可伴有头昏、头痛、乏力、恶心、呕吐、心慌等症状。溅在皮肤上，可引起坏死，溃疡长期不愈。动物慢性中毒见慢性卡他性气管炎、支气管炎及早期肺硬化。

四氯化硅：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。皮肤接触后可引起组织坏死。

噪声源主要包括压缩机、风机、泵等所产生的机械振动噪声。

### 14.3 采取的职业卫生措施

(1) 在工艺和设备设计中，对“三废”采取治理措施，减少环境危害。各工序采用密闭化生产，杜绝生产过程中的“跑、冒、滴、漏”现象，以有利于节能、降耗、环保、安全和职业卫生等各个方面。

(2) 各主要工艺装置采用集中控制，操作人员只是定期到现场巡检，可有效地减少操作人员暴露现场、接触有毒、有害物料的机会。

(3) 采用机械化和自动化操作，可有效地减轻工人的劳动强度。

(4) 在操作人员可能接触三氯氢硅、氯化氢等有毒和腐蚀性物料的地点，就近设置事故淋浴和洗眼器，以便操作人员接触时可及时冲洗，以最大限度地减少有毒物料对人体的伤害。根据事故淋浴洗眼器布置场所环境温度情况，本项目设置的事事故淋浴洗眼器分为防冻型及热水伴热型。室外的事事故淋浴洗眼器均采用热水伴热型，在冬季考虑伴热，保证热温度控制在 25° C。洗眼器定期维护确保其能正常使用，事故淋浴洗眼器的服务半径不大于 15m，且 10m 以上平台处的洗眼器选用移动式。

(5) 尽量选用低噪声、少振动的设备，对噪声较大的设备，如压缩机、风机、泵等采取消声、隔声措施。对蒸汽放空、气体放空均设置消音器。值班室、操作室独立设置，将车间噪声控制在 85dB 以下，符合国家《工业企业噪声卫生标准》的规定。在高噪声场所不设固定岗位，只进行巡回检测，同时给巡检工人配备隔声耳罩等个人防护用品，以减轻噪声对工人的影响。

(6) 根据各装置物料的危害特性，为各装置的操作人员配置适量个人防护用具及急救药物，如过滤式防毒面具、防护手套、护目镜、空气呼吸器、防护服、防噪声耳塞、急救药箱等。

(7) 机械传动装置配有防护罩。车间内外的坑洞、沟道均设有与地面齐平的盖板，料仓和管道的检查孔、取样点等部位，按需要设置平台和安全防护设施。

(8) 根据各装置物料的卫生特征分级，各装置根据需要配置符合卫生标准要求的卫生辅助用室（包括更衣室、休息室、盥洗室、浴室、厕所等）。

(9) 防尘防毒设施：压缩机房为甲类车间，硅粉库为乙类仓库或车间，均设有事故排风系统，采用换气次数法确定通风量，设置防爆边墙排风机全面通风换气，事故通风换气次数 $\geq 12$  次/小时。

氯化氢干燥装置为丁类车间，采用换气次数法确定通风量，设置边墙排风机全面通风换气，通风换气次数 $\geq 5$  次/小时。

变配电站、循环水站设置边墙排风机全面通风换气，通风换气次数 $\geq 6$  次/小时。

卫生间设置天花板式换气扇全面通风换气，通风换气次数 $\geq 10$  次/小时。

冷冻站设置边墙排风机全面通风换气，平时换气次数 $\geq 6$  次/小时，事故时换气次数 $\geq 12$  次/小时。

防寒防暑措施：控制室为抗爆结构，为满足机柜间夏季室内温度  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，冬季室内温度  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，夏季/冬季室内湿度  $55\% \pm 10\%$  的要求，在空调机房内设置风冷型精密恒温恒湿空调机两台（一用一备）、新风化学过滤机组一台，夏季向室内送入冷风，冬季向室内送入热风。空调系统送、回风管道采用镀锌钢板制作，法兰连接，空调系统送、回风管道均需保温，保温材料为超细玻璃棉保温板外包金属铝箔。新风经化学过滤机组处理后与回风混合进入空调机组处理。所有风管式室内机全部设置在空调机房内。所有风管穿外墙处均在墙外侧设置抗爆阀。新风管道上设置密闭阀，当新风进风口处检测到有毒气体时，关闭密闭阀，并关闭空调系统。

变配电站设置分体空调满足电气设备对室内温度的要求，值班室设置分体空调满足人员对室内温度的要求。

## 14.4 职业卫生管理机构

### (1) 应急库

本项目依托老厂在办公楼设置的应急库，设专职防护人员、配备空气呼吸器、防毒面具、担架、防毒服等抢险救援设备，负责厂区的气体防护和抢险救援工作。

### (2) 医疗急救

依托距厂区附近的南堡开发区医院，该医院距厂区 3.0 公里，8 分钟车程，该医院有医疗人员和医疗设备，可进行医疗救护工作。

### （3）安全卫生监测

本项目的安全卫生监测主要依托公司环境监测站及中央化验室等机构和设施，以及当地的安全卫生监测机构和设施，定期对操作环境中的有害气体的浓度、噪声、湿度等进行检测。

### （4）职业病防治

工厂应根据国家及地方的有关防治职业病的规章制度、条例及本项目的实际情况建立完善的职业病防治制度。操作人员就业前应进行健康检查，建立员工定期职业健康检查制度，预防、控制和消除职业危害。

本项目的职业病防治工作主要依托当地的医疗卫生机构，本项目不单独设置职业病防治机构及设施。

根据《中华人民共和国职业病防治法》第十五条的规定，在可研阶段，业主应委托具有评价资格的单位对本项目进行职业病危害预评价，对本项目可能产生的职业病危害因素及其对工作场所和劳动者健康的影响作出评价，确定危害类别和职业病防护措施，并上报当地卫生行政部门予以审批。

## 14.5 专项投资估算

本项目主要职业卫生防护设施投资估算见表 14-2。

表 14-2 职业卫生防护设施投资估算表

序号	项目	单位	投资估算	备注
1	可燃气体检测系统	万元	42.2	已计入工艺装置
2	通风系统	万元	69.4	已计入工艺装置
3	除尘	万元	100	已计入工艺装置
4	尾气处理	万元	150	已计入工艺装置
5	安全操作防护系统	万元	17.6	已计入给排水系统
6	其它劳动保护投资	万元	40	已计入项目其它投资
	合计	万元	419.2	

## 14.6 预期效果及建议

本项目所采取的职业卫生防护措施以及安全管理机构符合职业健康相关法律法规、标准规范的要求，能够有效保护职工的职业健康、防止职业病发生的作用。

## 15 安全

### 15.1 采取的法律法规、部门规章和标准规范

(1) 国家和相关部门的法律法规和部门规章：

《中华人民共和国安全生产法》(2014 年 8 月 31 日修正)

《中华人民共和国消防法》(2019 年 4 月 23 日修正)

《危险化学品安全管理条例》(2013 国务院第 645 号令)

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》(2002 国务院令第 352 号)

《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG 21-2016)

《压力管道安全技术监察规程》(TSGD0001-2009)

《关于加强建设项目安全设施“三同时”工作的通知》(发改投资[2003]1346 号)

《安全生产许可证条例》(2014 国务院令第 653 号)

《公安部关于修改〈建设工程消防监督管理规定〉的决定》(公安部令第 119 号)

《危险化学品建设项目安全许可实施办法》(国家安全生产监督管理总局令第 8 号)

(2) 安全相关标准规范：

《工程建设标准强制性条文》(石油和化工建设工程部分)

《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010)

《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2-2007)

《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)

《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008)

《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ/T 230-2010)

《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T50087-2013)

《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》(GB50493-2019)

《防止静电事故通用导则》(GB12158-2006)

《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010(2016 年版))

《石油化工企业设计防火标准》(GB50160-2008)(2018)

《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)(2018 年版)

《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)

《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)

《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》(GB51309-2018)

《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309-2019

《石油化工静电接地设计规范》（SH3097-2017）

《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）

《危险化学品目录(2015 版)》（国家安监总局 2015 年第 5 号文）

《第二批重点监管的危险化学品名录（2013 完整版）》（安监总管三〔2013〕12 号）

《首批重点监管的危险化工工艺目录》、《首批重点监管的危险化工工艺安全控制要求、重点监控参数及推荐的控制方案》（安监总局 2009 年 116 号文）

## 15.2 生产过程中可能产生的危险有害因素分析

### （1）危险化学品的特性分析

本项目生产过程中的危险化学品主要包括三氯氢硅、四氯化硅、氯化氢、31%盐酸、氢氧化钙水溶液等，各物料的危害特性如下。

1) 三氯氢硅：无色透明液体。在空气中容易自身燃烧,有引发火灾的危险。会引起皮肤烧伤，有严重损害眼睛的危险。对呼吸道有刺激作用。

2) 四氯化硅：无色或淡黄色冒烟的液体。受热或遇水分解放热，放出有毒的腐蚀性烟气。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。皮肤接触后可引起组织坏死。

3) 氯化氢：无色有刺激性气味的气体。具有强腐蚀性。能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。对眼和呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。长期接触较高浓度，可造成慢性支气管炎、胃肠功能障碍及牙齿损害。

4) 31%盐酸：无色或微黄色发烟液体，有刺鼻的酸味。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。与碱发生中和反应，并放出大量的热。具有较强的腐蚀性。

5) 98%硫酸与 93%硫酸：遇水放热，具有强腐蚀性。对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。

表 15.2-1 主要物料的危害特性及控制指标

序号	物料名称	危害特性	闪点℃	空气中爆炸极限 V%	火灾危险 分类
1	三氯氢硅	自燃液体	-27.8	1.2-90.5	甲 B

序号	物料名称	危害特性	闪点℃	空气中爆炸极限 V%	火灾危险 分类
2	四氯化硅	受热或遇水分解放热，放出有毒的腐蚀性烟气	无意义	/	戊类
3	氯化氢	强腐蚀性	无意义	无意义	/
4	31%盐酸	酸性腐蚀品	无意义	无意义	/
5	98%硫酸与 93% 硫酸	强腐蚀性	无意义	无意义	/
6	氢氧化钙	腐蚀性	无意义	无意义	丁

### (2) 首批重点监管的危险化学品

根据《国家安监总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三[2011]95号）、《国家安监总局关于公布第二批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三[2013]12号），本项目涉及的氢气，氯化氢与三氯氢硅为重点监管的危险化学品。

### (3) 首批重点监管的危险化工工艺

本项目无危险化工工艺。

### (4) 重大危险源分析

本项目生产工艺中使用的物料以及产品被列为《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）规定的自燃液体三氯氢硅（W8）；易燃气体：氢气；毒性气体：氯化氢。其生产及储存量见表 15.2-2。

表 15.2-2 辨识范围中的危险化学品列表

物料名称	临界值（Q）吨	在线量（q）吨	所在位置
氢气	5	0.02	合成精馏装置
氯化氢	20	0.33	
三氯氢硅	50	190	
三氯氢硅	50	965	三氯氢硅罐区

上述危险化学品分别与《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218）中规定的临界量比值之和若大于等于 1，则定为重大危险源。计算方法如下式：

$$\left( \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \right) \geq 1$$

式中：

$q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险化学品实际存在（在线）量（单位：吨）；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —与各危险化学品相对应的临界量（单位：吨）

本工程列入辨识范围中的危险化学品在线量分别与《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218）中规定的临界量进行计算，计算过程如下：

#### ① 合成精馏装置

将合成精馏装置中存在的氢气，氯化氢，三氯氢硅的实际存在量代入公式：

$$q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + q_3/Q_3 = 0.02/5 + 0.33/20 + 190/50 = 3.82 > 1$$

经辨识，合成精馏装置危险化学品存量超过了临界量，构成危险化学品重大危险源。

#### ② 三氯氢硅罐区

$$q=965/50=19.30 > 1$$

经辨识，三氯氢硅罐区危险化学品（三氯氢硅）存量超过临界量，构成危险化学品重大危险源。

### （5）重大危险源分级

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全生产监督管理总局令第 40 号）、《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）进行分级。

#### 1) 分级原则

采用单元内各种危险化学品实际存在（在线）量与其在《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 中的临界量比值，经校正系数校正后的值 R 之和作为分级指标。

#### 2) R 值的计算方法

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

式中：

$q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险化学品实际存在（在线）量（单位：吨）；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —与各危险化学品相对应的临界量（单位：吨）；

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ —与各危险化学品相对应的校正系数；

$\alpha$ —该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

#### 3) 校正系数 $\beta$ 的取值

根据单元内危险化学品的类别不同，设定校正系数  $\beta$  值，见表 15.2-3：

表 15.2-3 校正系数  $\beta$  取值表

表 15.2-3 校正系数  $\beta$  取值表

物料名称	类别	符号	校正系 $\beta$
氢气	易燃气体	W2	1.5
氯化氢	毒性气体	W5	3
三氯氢硅	自燃液体	W8, 类别 1	1

4) 校正系数  $\alpha$  的取值

根据重大危险源的厂区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量，设定厂外暴露人员校正系数  $\alpha$  值，见下表。

表 15.2-4 校正系数  $\alpha$  取值表

厂外可能暴露人员数量	$\alpha$
100 人以上	2.0
50 人~99 人	1.5
30 人~49 人	1.2
1~29 人	1.0
0 人	0.5

唐山三孚硅业股份有限公司厂区边界向外扩展 500m 范围内设计常驻人口 100 人以上，故单元外暴露人员校正系数  $\alpha$  取值为 2。

## 5) 分级标准

根据计算出来的 R 值，按表 15.2-6 确定危险化学品重大危险源的级别。

表 15.2-5 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

危险化学品重大危险源级别	R 值
一级	$R \geq 100$
二级	$100 > R \geq 50$
三级	$50 > R \geq 10$
四级	$R < 10$

## 6) 危险化学品重大危险源分级评定结果

## ① 合成精馏装置

$$R = \alpha (\beta_1 q_1/Q_1 + \beta_2 q_2/Q_2 + \beta_3 q_3/Q_3) = 2 \times (1.5 \times 0.02/5 + 3 \times 0.33/20 + 1 \times 190/50) = 7.71$$

由于 R 值为 7.71， $R < 10$ ，因此合成精馏装置危险化学品重大危险源等级为四级。

## ②三氯氢硅罐区

$$R = \alpha \beta q_1 / Q_1 = 2 \times 1 \times 965 / 50 = 38.6$$

由于  $50 > R \geq 10$ ，三氯氢硅罐区危险化学品重大危险源等级为三级。

### (6) 生产过程中可能产生的危险有害因素分析

本项目生产过程中的主要危险有害因素包括火灾、爆炸、中毒、窒息、化学灼伤等；次要危害因素有触电、机械伤害、噪声及烫伤等。

#### (a) 火灾/爆炸危险

生产中的物料如三氯氢硅、氢气等属易燃易爆物质，这些物质泄漏与空气均能形成爆炸性混合物，若遇火源，易发生火灾/爆炸等事故。

#### (b) 中毒、窒息

生产中的物料如氯化氢为有毒物质，当这些物质泄漏到操作环境中，易造成中毒、窒息等危害。

#### (c) 化学灼伤

生产过程中的一些物料具有强烈的腐蚀性，如盐酸、硫酸等。当这些物料泄漏时，人体接触或吸入，都将对人体产生危害。

#### (d) 粉尘危害

投料过程中的硅粉，若防护不当，能造成火灾爆炸。

#### (e) 触电、机械伤害

生产过程中使用了大量的转动设备和电气设备，存在触电、机械伤害。

#### (f) 噪声危害

本项目的噪声源主要包括压缩机、风机、泵等所产生的机械振动噪声。

## 15.3 环境危害因素分析

本项目所在开发区地处环渤海地区中心地带，北依燕山，南临渤海，位于唐山市南部，属于地势平坦的滨海平原地貌，大陆性温带半湿润气候，年平均降雨量 573 毫米，最高年降雨量 1030 毫米，最低年降雨量 261 毫米。年平均气温 11.9℃，最高气温 35.4℃，最低气温 16.3℃，年最大冻土深度 0.7 米。年主导风向为西南风，夏季是西南风，冬季是西北风，当地自然环境对本项目不构成安全危害因素。

## 15.4 采取的安全措施

### 15.4.1 工艺装置中的安全、监控、检测措施

(1) 本项目依托老厂制氮系统，配备储气罐，用于开停车及生产过程中的氮气置换和事故状态的氮气用量。

(2) 本项目依托老厂空气压缩系统，采用螺杆式空气压缩机，装置设仪表干燥空气系统，且配备储气罐，保证在事故状态，仪表空气的供应。

(3) 所有工艺系统的设备及管道安装完毕，根据施工验收规范的要求进行水压试验，合格后方可交付使用。压力试验应以液体为试验介质。当管道的设计压力小于或等于 0.6MPa 时，也可采用气体为试验介质，但应采取有效的安全措施。

(4) 装置内压力容器、反应釜、塔器等设备的设计、制造必须符合相应的国家标准及《压力容器安全监察规程》的相关规定。

(5) 压缩机、合成炉、离心机、泵和其它机器设备的转动轴均采取有效的机械密封措施。

(6) 根据介质盐酸的温度及腐蚀性设备选择了石墨或玻璃钢材质，管道选择了钢衬聚四氟或钢衬聚丙烯。

(7) 设计中对合成炉等设备的出料气体采用压缩冷凝回收工艺。

(8) 储存或输送腐蚀物料的设备、管道及其接触的仪表等，根据介质特殊性已采取防腐、防泄漏措施。输送腐蚀性和有毒物料的管道架空敷设。

(9) 储存、输送酸、碱等强腐蚀性化学物料的储罐、泵、管道等按其特性选材，其周围地面、排水管道及基础做防腐处理。

(10) 可燃气体压缩机、可燃液体输送泵的出口管道上安装止回阀，避免在停车或操作不正常情况下介质倒流而造成事故。

(11) 有突然超压爆炸危险物料的反应设备，如各类压缩机系统中，设安全阀及防爆膜或爆破片、导爆管口朝向无火源的安全方向；并采取了防止二次爆炸、火灾的措施。

(12) 在跨越道路的工艺管道上，不设法兰或螺纹连接接口、阀门、波纹管或套筒补偿器。

(13) 接触强酸、强碱和易经皮肤吸收的毒物的生产场所，在现场设置冲洗设施和洗眼器。以防备物料溅入眼睛和人体时，及时进行冲洗。

(14) 装置内取样口的高度离操作人员站立的地面与平台小于 1.3m。高温物料的取样设冷却装置。

(15) 热水泵房易产生大量湿气，厂房采取强制通风措施，屋面采取保温措施，防止顶棚滴水，地面设排水沟排除积水。

(16) 可燃气体排空系统的设计, 按照《石油化工企业燃料气系统和可燃气体排放系统规范》的要求。

(17) 输送酸、碱等强腐蚀性化学物料泵的填料密封或机械密封周围, 设置了安全护罩。

(18) 极度危害(I级)或高度危害(II级)的职业性接触毒物的取样, 采用密闭循环系统。

(19) 极度危害(I级)、高度危害(II级)的职业性接触毒和高温及强腐蚀性物料的液面指示, 采用磁翻转液面计。

(20) 可燃气体、可燃液体的金属管道除采用法兰连接外, 均采用焊接连接。公称直径等于或小于 25mm 的管道和阀门采用锥管螺纹连接。

(21) 可燃气体、液化烃液体的管道, 均不穿过与其无关的建筑物。

(22) 本项目中的各类压力容器、储罐、气柜及反应器等均委托具有压力容器设计、制造资质的单位进行设计、制造和安装。

(23) 本项目的防尘设计符合《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010)有关规定。硅粉输送系统均设有除尘装置, 避免粉尘造成的环境污染及爆炸的危险。

(24) 项目设计中先用振动小、噪声低的设备, 对噪声较大的设备在设计、安装时采取减振措施。对噪声较大的转动机械, 订货时向厂商提出噪声性能保证值。按劳动保护要求控制转动机械噪声等级。

(25) 机械设备的传动装置和可能危机人身安全的部位采取安全措施, 各种设备的传动装置, 如皮带传动部分和各种泵的连轴器均有安全保护罩。

#### 15.4.2 建、构筑物安全措施

(1) 建筑结构的设计按照《建筑抗震设计规范》、《建筑地基基础设计规范》、《混凝土结构设计规范》、《砌体结构设计规范》、《建筑结构荷载规范》、《建筑设计防火规范》等最新有关规范执行。

(2) 根据《河北省地震安全性评价管理条例》, 按建设场地基本烈度VIII度(0.2g), 设计地震分组为第一组, 进行项目建构筑物的设计及结构选型, 建筑抗震设防类别为乙类或丙类, 框架抗震等级为二、三级, 安全等级为二级, 建筑场地类别为III类。

(3) 建筑设计年限: 混凝土结构为 50 年、钢结构为 25 年。

(4) 易燃、易爆介质的厂房及库房, 根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014

(2018 年版)) 的规定, 保证有足够的泄压面积和通风换气量。

对于甲、乙类厂房除考虑自然通风外, 还设置了强制通风系统, 按规范要求保证足够的通风换气次数。

(5) 甲、乙类厂房的地面, 采用不发生火花的地面; 甲乙类库房地面采用不发生火花、耐磨、无粉尘涂料处理。

(6) 有防腐要求的地面为防腐地面, 防腐区域内的地沟、地坪混凝土强度不低于 C20, 混凝土厚度不低于 120mm。

(7) 对罐区地坪等有防渗要求的地面采用防渗地面做法, 根据污染程度不同, 采用不同防渗做法, 防渗区域地沟防渗做法抗渗等级不低于地坪。

(8) 装置区框架四周及距地面高差超过 2m 的平台均设有高度超过 1.1m 的安全护栏, 走梯、钢平台均按 GB4053-1.2.3.4 标准制造安装, 吊装孔设有护栏或加盖, 确保现场工作人员不出现坠落事故。

#### 15.4.3 电气设计安全措施

(1) 消防应急疏散指示照明、仪表设备用电、火灾报警控制器等按照一级用电负荷供电, 供电方式采用市电电源加不间断电源 UPS 或 EPS, 双重电源进行供电, 保证一级负荷供电要求。生产装置区部分用电负荷按二级负荷考虑, 全部采用双回路供电, 两路进线互为备用。

(2) 全厂设置变配电室一座, 详细情况见全厂系统图。电缆敷设: 在变电所内沿电缆夹层桥架敷设, 厂区内沿电缆桥架敷设, 到设备附近穿保护管埋地或明敷设再经防爆(腐)挠性管与用电设备连接。

(3) 电气设备选型按满足所在区域防爆要求及防护要求进行选择。

(4) 厂区内生产类别为甲乙类生产类别的工艺装置及其建、构筑物按第二类防雷设计, 丙类及以下生产类别的建构筑物经防雷计算后决定设防雷措施。

(5) 重要设施的用电负荷考虑保安电源及 UPS 系统, 以保证生产装置的安全、正常运行。

全部 PLC, DCS, GDS 及 SIS 系统均采用 UPS 系统供电, 延时供电时间大于 30 分钟。

(6) 装置内各类建、构筑物、露天装置、储罐按照《建筑防雷设计规范》的规定对厂房、设备及管道设置防雷、避雷系统及防静电接地系统, 防雷、避雷装置根据建筑物的形式及工艺要求, 采用避雷针或避雷带。

(7) 工艺生产装置和储运系统防静电设施的设计, 按照《石油化工企业设计防火规

范》等规范执行。

(8) 甲、乙类火灾危险环境的用电设备的设计符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》的要求。其电机的防爆等级根据火灾危险介质的物化性质确定氢气系统电机防爆等级为 dIICT4。

(9) 甲、乙类装置的厂房照明均选用防爆灯具及防爆开关，其防爆等级根据规范要求，按照相应的介质分类选取。

(10) 动力电缆选用阻燃聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，在配电室和室外管架上沿电缆桥架敷设。

(11) 爆炸危险区域厂房选用防爆电气设备；硅粉库选用粉尘防爆电气设备；含腐蚀性气体厂房选用防腐电气设备，公用厂房选用防护用电设备。

(12) 消防应急疏散指示照明满足规范《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》的要求。

#### 15.4.4 自动化及控制设计安全措施

(1) 重要装置的控制、联锁方式为 DCS 和 PLC 系统，装置自动化程度高，操作集中控制与监视，对与安全生产密切相关的参数进行自动分析、自动调节、自动报警和联锁。关键岗位设置工业电视，提高了操作人员的安全保障。

(2) 反应系统控制、联锁及安全排放

①反应釜温度、压力控制与循环水系统调节阀联锁，自动调节水量、控制反应温度及反应压力；

②装置断电（反应釜搅拌失效、循环水系统断水），由系统报警，同时，开启氮气管，将紧急终止剂从釜底搅拌注水口加入，终止反应；

③当反应超温、超压时，由系统报警，加入紧急终止剂，终止反应；

④反应助剂的加入根据程序的设定，全部采用流量自动控制；

⑤反应釜设双安全阀，当反应过程中出现紧急情况时，根据安全阀设定压力开启泄压，达到回座压力时安全阀自动关闭；

⑥仪表空气超压联锁报警（低于 0.4MPa）；

⑦反应及出料系统尾气去单体压缩冷凝回收系统，无外排；

⑧反应系统设有可燃气体监测器，用于监测、报警；

⑨系统中设备均采用静电接地处理，静电接地与防雷接地共用同一接地系统，接地电阻小于 4 欧姆；

⑩反应厂房采用轻型屋面结构，满足泄爆要求。

(3) 设备和工艺系统根据其内部物料的火灾危险性和操作条件，设置相应的仪表、报警讯号、自动联锁保护系统及紧急停车措施。

(4) 装置中所有压力容器、储罐，均装有压力表、液位计、温度计等指示装置，关键部位的参数远传至控制室的 DCS 系统。

(5) 压缩空气、氮气储罐、反应釜等压力容器装有安全阀、压力表、使用两个测压点定期校验；液位计使用板式液位计。反应釜装设超温、超压信号报警装置，与 DCS 控制系统相连，实现自动控制和联锁报警。

(6) 按照《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）要求，装置内属于甲、乙类火灾危险环境的仪表优先选用本质安全型仪表或隔爆型仪表。

(7) 为保障仪表的正常工作，延长仪表的使用寿命，装置中户外安装的仪表选用全天候型，户外安装的电子式仪表防护等级不低于 IP65，就地指示仪表不低于 IP54。

(8) 生产装置区设事故报警系统和操作联锁，控制室和现场均可进行报警操作。

装置区内分区域设置火灾报警系统，装置区内在操作巡查通道的明显位置设有手动报警按钮，控制室、变配电室设有自动感温感烟报警探头，报警信号传至控制室报警控制器。

(9) 在可燃气体、有毒气体可能泄漏的场所，设置可燃气体及有毒气体探头，以便及时发现和处理气体泄漏事故，确保装置和人身安全。

(10) 系统集成商提供了 DCS 和 PLC 的具体配置,并保证了其安全性。

(11) 各个控制室的设计均遵循 HG20508-2014（2017 年复审）《控制室设计规范》，且都设计了紧急照明。

(12) 爆炸危险场所，现场仪表为本安型的，一律采用本安电缆。火灾危险场所的选用阻燃型电缆。

(13) 仪表接地见接地系统图，其中保护接地包括：仪表盘、仪表柜、仪表箱、PLC、DCS 机柜、操作站及辅助设备，供电盘、供电箱、用电仪表外壳、接线盒、电缆槽、电缆托盘、穿线管、铠装电缆的铠装保护层等。

#### 15.4.5 事故预防及应急救援措施

本项目可能发生的严重事故是危险化学品泄漏、火灾、爆炸、中毒、化学灼伤等，

事故通常并非以单一形式发生，很可能连锁发生，后果严重，因此应急救援措施应既包括单项事故的应急措施，又有事态升级情况下的应急措施。措施分为组织管理措施、

技术措施和现场处置措施。在项目设计过程中，开车运转之前，与当地公安消防、企业消防队及安全卫生管理部门、医疗机构密切配合，制定完善的重大事故应急措施计划，并报当地公安、消防、劳动安全、卫生、环保等部门审查批准、备案。适当时候应组织重大事故演习，以检验重大事故应急措施计划的可操作性及可行性。

(1) 组织管理措施

- (a) 从生产单元到全厂分级制定事故应急救援预案，培训从业人员掌握相应知识；
- (b) 组建抢险、救护、治安、消防、通讯、监测、后勤保障等应急组织；
- (c) 建立外部救援、求助机制；
- (d) 制定完善作业指导规程（包括紧急情况）；
- (e) 编写安全技术说明书；
- (f) 原料、产品的储运雇用有资质的运输单位、车辆及人员。

(2) 技术措施

- (a) 厂区布置和建筑防火符合技术规范；
- (b) 工艺、设备符合技术规范；
- (c) 重要装置采用 DCS 控制，实现自动化操作；
- (d) 安装可燃气体、有毒气体在线监测仪器，安装火灾报警仪器；
- (e) 防雷、防静电、通风、泄露防护围堤、风向标、防爆等安全设施齐全有效；
- (f) 配备呼吸器、防化服等个体防护救援器材；
- (g) 配备消防栓、消防水炮、灭火器等消防器材；
- (h) 在操作现场装设紧急喷淋洗眼器；
- (i) 配备堵漏器材。

(3) 现场处置措施

(a) 危险化学品泄漏事故及处置措施

①进入泄漏现场进行处理时，应注意安全防护，进入现场的救援人员必须配备必要的个人防护器具。如果泄漏物属易燃、易爆介质，事故中心区应严禁火种、切断电源、禁止车辆进入、立即在边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。

如果泄漏物为有毒介质，使用专用防护服、隔绝式空气面具，立即在事故中心区边界设置警戒线，根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。为了在现场上能正确使用和适应，平时应进行严格的适应性训练。

应急处理时严禁单独行动，要有监护人，必要时用水枪掩护。

#### ②泄漏源控制

关闭阀门、停止作业或改变工艺流程、物料走副线、局部停车、打循环、减负荷运行等。堵漏，采用合适的材料和技术手段堵住泄漏处。

#### ③泄漏物处理

围堤堵截：筑堤堵截泄漏液体或者引流到安全地点。储罐区发生液体泄漏时，要及时关闭雨水阀，防止物料沿明沟外流。

稀释与覆盖：向有害物蒸汽云喷射雾状水，加速气体向高空扩散。对于可燃物，也可以在现场施放大量水蒸气或氮气，破坏燃烧条件。对于液体泄漏，为降低物料向大气中的蒸发速度，可用泡沫或其他覆盖物品覆盖外泄的物料，在其表面形成覆盖层，抑制其蒸发。

收集：对于大型泄漏，可选择用隔膜泵将泄漏出的物料抽入容器内或槽车内；当泄漏量小时，可用砂子、吸附材料、中和材料等吸收中和。

废弃：将收集的泄漏物运至废物处理场所处置，用消防水冲洗剩下的少量物料，冲洗水排入污水系统处理。

### (b) 危险化学品火灾事故及处置措施

①先控制，后消灭。针对危险化学品火灾的火势发展蔓延快和燃烧面积大的特点，积极采取统一指挥、以快制快；堵截火势、防止蔓延；重点突破、排除险情；分割包围、速战速决的灭火战术。

②扑救人员应占领上风或侧风等有利地形。

③进行火情侦察、火灾扑救、火场疏散人员应有针对性地采取自我防护措施。如佩戴防护面具，穿戴专用防护服等。

④应迅速查明燃烧范围、燃烧物品及其周围物品的品名和主要危险特性、火势蔓延的主要途径，燃烧的危险化学品及燃烧产物是否有毒。

⑤正确选择最适合的灭火剂和灭火方法。火势较大时，应先堵截火势蔓延，控制燃烧范围，然后逐步扑灭火势。

⑥对有可能发生爆炸、爆裂、喷溅等特别危险需紧急撤退的情况，按照统一的撤退信号和撤退方法及时撤退。

⑦火灾扑灭后，派人监护现场，消灭余火。

## 15.5 安全管理机构及人员配置

### （1）安全卫生管理机构

本项目设置安全管理部，设专职安全管理人员，负责生产装置的安全管理工作。各装置根据需要配备专职或兼职安全管理人员。

### （2）安全教育培训及管理制度

安全教育由安全管理部负责，教育场地及设施设置在办公楼。

生产技术部门制定安全操作规程和管理制度。操作人员在培训合格之后，必须持有上岗证才能上岗。定期对员工进行安全教育。

特种作业人员必须经国家认证的机构培训且取得特种作业人员上岗资格证后方可上岗。

## 15.6 安全专项投资估算

安全和职业卫生很多部分投资时重复的，根据 14.5 章节的投资估算，安全专项投资与职业卫生专项投资合并在一起为 377.4 万元，占建设投资的 2.65%。

## 15.7 预期效果及建议

本项目所采取的安全措施以及安全管理机构符合安全相关法律法规、标准规范的要求，能够有效保护职工的安全、防止安全事故发生的作用。

## 16 抗震

### 16.1 编制依据

1. 建设单位提供的设计任务书及相关批文。
2. 工艺、建筑等相关专业图纸。
3. 国家现行的主要法律法规：
  - (1) 《中华人民共和国防震减灾法（修订）》（中华人民共和国主席令第 7 号）
  - (2) 《建筑工程质量管理条例》（国务院令第 714 号）
  - (3) 《建设工程勘察设计管理条例》（国务院令第 662 号）
  - (4) 《房屋建筑工程抗震设防管理规定》（建设部令第 148 号）
4. 国家现行的主要规范、规程和标准：
  - (1) 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB50153-2008
  - (2) 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB50068-2018
  - (3) 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB50223-2008
  - (4) 《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》 GB50453-2008
  - (5) 《建筑抗震设计规范》 GB50011-2010（2016 年版）
  - (6) 《建筑桩基技术规范》 JGJ94-2008
  - (7) 《构筑物抗震设计规范》 GB50191-2012

### 16.2 工程地质地震灾害的概况

该建筑场地地形平坦。地貌单元为海陆交互相冲积形成的滨海平原。场地地基土由粉质黏土、细砂等地基土属第四纪全新统沉积物。场地不存在液化土层，无滑坡、泥石流、采空区及其他等不良地质作用存在，存在软土震陷的可能性，属建筑抗震不利地段，本场地采取一定措施后，适宜该拟建建筑群的兴建。

### 16.3 抗震设防主要参数

- (1) 抗震设防烈度：8 度
- (2) 工程场地类别：IV 类
- (3) 设计地震分组：第一组
- (4) 设计基本地震加速度：0.2g
- (5) 工程场地水平地震影响系数（最大值）：0.16
- (6) 地震特征周期值。0.65s

## 16.4 抗震设计原则及措施

### 16.4.1 厂址选择和总图布置（要求见总图）

本项目拟建场地位于唐山市曹妃甸区南堡经济开发区境内。工程建设地点位于征地范围内，厂址北距唐山市区约 45km，西距汉沽约 30km，南距渤海约 7km。

本地区地质构造属第四纪全部世及晚新世构成，地层基本上呈水平分布，参照在建项目地质勘探资料，在钻探 40m 深度内，自上而下分为九个工程地质主层，四个工程地质亚层，场区存在②层粉质黏土及②<sub>1</sub>层淤泥质粉质黏土为软弱土层，故该场区在 8 度地震烈度下，为建筑抗震不利地段，总平面布置应符合抗震要求，并应采取有效措施。

### 16.4.2 建构筑物设计

本工程具体单体设计应依据规范《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008、《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》GB50453-2008、《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版），正确划分各建筑单体的抗震设防类别及抗震等级。

根据各子项具体情况采取以下结构抗震技术措施：

（1）为了保证结构的抗震安全，根据具体情况，结构单元之间应遵守牢固连接或有效分离的原则。

（2）尽可能设置多道抗震防线，防止首次破坏后再遭余震，建筑物因损伤累计而导致倒塌。适当处理结构构件间的强弱关系，使其在强震作用下形成多道防线，考虑内力重分布的影响，以提高结构抗震性能。

（3）同一楼层内宜使主要耗能构件屈服后，其它抗侧力构件仍处于弹性阶段，使“有约束屈服”保持较长阶段，保证结构的延性和抗倒塌能力。

（4）合理的布置抗侧力构件，减少地震作用下的扭转效应。结构刚度、承载力沿房屋高度宜均匀、连续分布，避免造成结构的软弱和薄弱部位。

（5）结构构件应具有必要的承载力、刚度、稳定性、延性、及耗能等方面的性能。主要耗能构件应有较高的延性和适当的刚度，承受竖向荷载的主要构件不宜作为主要耗能构件。在抗震设计中某一部分结构设计超强，可能造成结构的相对薄弱部位，因此在设计中不合理的加强以及在施工中以大代小，改变抗侧力构件的配筋，都需要慎重考虑。

（6）合理控制结构的非弹性部位（塑性铰区），掌握结构的屈服过程，实现合理的屈服机制。

（7）框架结构抗震设计应遵守“强柱、弱梁、更强节点”的原则，当构件屈服、刚度退化时，节点应能保持承载力和刚度不变。

(8) 采取有效措施，防止钢筋滑移、混凝土过早的剪切破坏和压碎等脆性破坏。

#### **16.4.3 主要设备、储罐、管道、电气等防范应符合抗震要求，采取的主要措施（要求见相关专业）**

(1) 电缆桥架的支撑按抗震的要求执行，仪表设备桥架的安装材料采用轻型、稳固的抗震材料，其安装、固定、支撑要可靠符合抗震设计要求。

(2) 变压器及其连接件按抗震要求，与地基固定连接，与其他设备接口采用柔性接口。断路器、避雷器采用低位布置。

(3) 管道穿墙处采用加套管方式设计。靠近储罐根部处管道采用软连接以避免沉降造成管道破裂。对储罐与泵之间长距离管道进行抗震应力核算。

## 17 组织机构与人力资源配置

### 17.1 企业管理体制及组织机构设置

唐山三孚硅业股份有限公司股东大会是公司的权利机构。负责决定公司的经营方针和投资计划公司董事会对股东大会负责。

董事会将聘任总经理、副总经理等高级管理人员。总经理全面负责企业的生产经营活动，并对董事会负责。副总经理负责总经理委派的主管部门的工作，并对总经理负责。

工厂组织机构按车间二级管理。

公司将由生产车间、销售部、供应部、财务部、生产技术部、机电仪车间、质量监督部、安全管理部、环境管理部以及行政后勤部等部门组成。

### 17.2 生产班制与人力资源配置

生产班制：生产装置按四班制，实行三班运转。管理干部、技术管理人员、后勤、安全消防等部门实行白班制。

本项目劳动定员 50 人，生产人员 45 人，管理及行政人员 5 人依托老厂。本项目定员在合理安排企业现有富余人员的基础上，需从当地人才市场新招部分员工，员工素质按照装置操作运行的要求，除招募一定数量的大中专毕业生外，其余以高中及职业培训学校毕业生为宜。本项目各装置定员见表 17.2-1。

表 17.2-1 全厂岗位定员表

序号	部门	总定员 (人)	生产人员 (人)		备注
			生产工人	技术人员	
1	合成精馏	16	16		
	氯化氢干燥+公用工程	4	4		
	罐区	8	8		
	变压吸附及三废	4	4		
	中控	8	8		
	维修	5	5		
2	行政办公	5			
	全厂总计	50	45		

### 17.3 人员培训与安置

本工程技术、管理和操作人员拟通过国内招聘、培训的方式解决，高级管理人员由业主委派。

工厂技术人员、管理人员和主生产装置操作工必须为大专以上学历人员。凡引进技术的装置，必须派遣技术、管理人员以及操作工在国内外类似装置进行一定时间的技术、管理和操作培训，全面掌握装置全过程的生产技能。对国外进口的 DCS 控制系统、大型机泵设备、关键容器设备，也必须在制造厂进行技术培训，掌握这些设备的开车、维修方法。属国内设计的装置，要选择国内同类型的生产厂对操作人员进行培训，以保证顺利开车，正常安全生产。

## 18 项目实施计划

### 18.1 项目组织与管理

应按照现代企业制度，确定本项目的组织和管理体系。建议实行项目法人负责制，对设计、监理、大型设备、土建工程等所有应列入招标范围的工程实施招标。

本项目建设 50000 吨/年三氯氢硅、20000 吨/年四氯化硅合成精馏生产装置、公用工程及辅助生产装置。

### 18.2 实施进度计划

本着快建设、早收益的原则，待项目批准确立后，将尽快组织实施，建设期 1 年 6 个月。

#### 18.2.1 项目确立阶段

在此阶段主要进行项目确定，初步落实现场条件。2021 年 5 月开始编制项目可行性研究报告，随后进行项目报批及评估，计划在 2021 年 7 月完成，在此阶段应全面落实各项建设条件、厂址的选择、确定资金筹措渠道，原材料来源及产品销售渠道，对国内外技术进行调研，初步确定技术来源。

#### 18.2.2 工程进度

##### (1) 勘察、设计阶段

1) 可行性研究报告批准后，立即开展方案设计工作、评审、审批，计划到 2021 年 7 月底前完成。在此阶段应落实资金来源，对国内技术进行全面考察和关键设备国外技术考察，确定技术来源及工艺方案，完成投资概算，对项目作出财务分析，为项目的最后决策提供依据。

2) 根据批准文件，开展本项目施工图设计。为使设计工作顺利进行，应同时开展场地测量和工程地质详勘工作。根据批准的初步设计开展主要大型设备定货。工程全部设计工作按计划到 2021 年 12 月底前完成。

##### (2) 施工前期准备阶段

在此阶段首先进行施工招标，设备、主要材料订货，非标设备制造，通过招标确定主体施工单位，组织施工队伍进入现场，完成施工基地临时设施的建设，开展三通一平，提前完成全厂系统工程的施工准备及实施。该阶段工作可在 2021 年 6 月开始。

##### (3) 土建、安装阶段

1) 建筑工程施工阶段：各单项工程进入全面施工，包括厂内外的地下工程、土建工

程的建设，以确保与厂区同步建设，并在试车前投入运行。计划至 2022 年 6 月前全部完成。

2) 安装工程施工阶段：设备安装、管道及电气、仪表的安装、管道吹扫、调试、单机试车等，计划从 2022 年 7 月~2022 年 10 月底前全部完成。

#### (4) 试车考核阶段

1) 试车阶段：编制和优化试车总体方案，争取一次开车成功，计划到 2022 年 12 月初前完成项目的试车工作。

2) 考核阶段：连续生产进行指标考核 72 小时，计划到 2022 年 12 月底完成，至此，本项目建设工作完成。

### 18.3 项目招标内容

#### 18.3.1 建设工程招标依据

根据《中华人民共和国招标投标法》、《河北工程建设项目招标范围和规模标准规定》确定招标方案。

#### 18.3.2 招标范围

根据有关规定：工程勘察、设计、监理等服务的采购，单项合同估算额在 50 万元以下时，可以不进行招标；单项合同估算额在 50 万元以上时，必须进行招标；建筑及安装工程单项合同估算额在 200 万元以上的，要进行招标；设备及材料采购，单项合同估算额在 100 万元以上的，要进行招标。

项目勘察设计、监理、建筑、设备购置等投资均超出上述招标最低额规定，故达到了招标规模标准规定，必须进行招标。

#### 18.3.3 招标组织形式

项目招标形式以采用公开招标形式为宜。

#### 18.3.4 招标时间安排

根据项目建设进度建议安排进行招标时间安排，保证项目设计和施工进度的进行。

#### 18.3.5 招标基本情况表

表 18.3-1 招标基本情况表

分类 项目	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方式	招标估算 金额 (万元)	备注
	全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标			
勘察	√		√		√				
设计	√		√		√				
建筑工程	√			√	√				
安装工程	√	√		√	√				
监理	√	√	√		√				
设备	√	√		√	√				
其他									

## 19 投资估算

### 19.1 工程概况

本概算为唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目投资概算。

### 19.2 投资估算范围

本投资估算内容包括工艺设备、工艺管道、电气、自控、给排水及消防、暖通工程、建筑工程各专业费用及其他工程费用。

### 19.3 编制依据

《化工投资项目可行性研究报告编制办法》、《建设项目经济评价方法与参数》。

按《化工建设概算定额》（2015 版）编制并按中价化发[2016]14 号文《化工建设安装工程费用计算方法及费率表》取费。

设备及材料价格来源为生产厂家询价、工程造价信息及相关市场信息价格；建筑工程费参照同类建筑技术经济指标，并根据当地材料价格进行调整。

其他基建费用参照《化工工程建设其他费用编制规定》及本工程具体情况进行编制。

根据国家财税字（1999）299 号文，自 2000 年 1 月 1 日起新发生的投资额，暂停征收固定资产投资方向调节税。

根据计投资[1999]1340 号文，基本建设投资中暂停计列价差预备费。

### 19.4 工程总投资

总投资包括建设投资、建设期利息及流动资金。

#### 19.4.1 建设投资

本项目建设投资估算为 14243.83 万元，其中：

设备购置费：5531.62 万元

主要材料费：1319.54 万元

安装工程费：1233.95 万元

建筑工程费：3967.36 万元

其他费用：2191.37 万元

#### 19.4.2 建设期利息

本项目建设投资全部由企业自筹取得。

#### 19.4.3 流动资金

本项目流动资金估算按照详细估算法进行，其中铺底流动资金 753.98 万元为企业自

有资金，占流动资金的 30%；其余 70%为银行短期借款，借款利率为 4.35%。

#### **19.4.4 总投资估算**

本建设项目总投资估算为 14997.81 万元

其中：

建设投资：14243.83 万元

建设期利息：0 万元

铺底流动资金：753.98 万元

详见总投资估算表。

## 20 资金筹措

### 20.1 资金来源

#### 20.1.1 权益资本

权益资本是指项目投资中由投资者认缴的出资额，是非债务资金，项目法人不承担这部分资金的任何利息和债务。

本项目建设投资全部为企业自筹取得；铺底流动资金也为企业自筹取得，占流动资金总额的 30%。

#### 20.1.2 债务资金

债务资金是以负债方式从金融机构、证券市场等资本市场取得的资金。

本项目流动资金 70%为银行短期借款，借款利率为 4.35%。

### 20.2 资金使用计划

本项目建设期 1 年半，投产 2 个月，负荷达到 50%，投产 4 个月，负荷达到 100%。固定资产投资在建设期内分年按 40%、60%比例投入使用，流动资金按生产负荷分年投入使用，详情请见附表 2 资金筹措与运用表。

## 21 财务分析

### 21.1 产品成本和费用估算

#### 21.1.1 成本和费用估算的依据及说明

- (1)国家有关法律、法规和文件
- (2)企业有关规定和文件
- (3)甲方提供的基础数据

#### 21.1.2 成本和费用估算

原材料及包装物达产年费用为 26018.94 万元/年；

燃料及动力达产年费用为 4639.48 万元/年。

项目定员 50 人，人均工资及福利按 6541.43 元/月计取。

修理费按固定资产原值（不含建设期利息）的 3%估算，其它制造费用按 5 万元/人年估算，其它管理费用按 6 万元/人年估算，销售费用按销售收入的 3%估算。

#### 21.1.3 固定资产折旧费与无形递延资产摊销费

按有关规定，建设投资（减去固定资产进项税）中扣除无形资产和其它资产后加上建设期贷款利息为项目形成的固定资产原值，本项目形成固定资产按分类计提折旧的方法计提折旧费，房屋及建筑物采用直线法按 20 年计提折旧、机器设备采用直线法按 10 年计提折旧，预计净残值率 5%；土地费按 50 年摊销，递延资产按 5 年摊销，不计残值。

### 21.2 销售收入和税金估算

#### 21.2.1 销售收入估算

本项目年均产品销售收入为 38597.41 万元。

#### 21.2.2 税金估算

产品及原料动力的增值税率均按 13%计取。（除水、蒸汽按 9%计取外）

本项目所得税取 15%，附加税率取 12%。

### 21.3 财务分析

#### 21.3.1 财务分析的依据及说明

- (1)国家有关法律、法规和文件
- (2)《建设项目经济评价方法与参数》第三版

#### 21.3.2 财务分析指标（注：本财务评价采用不含税价计算）

序号	项目	单位	数量	备注
1	建设项目总投资	万元	14997.81	
1.1	建设投资	万元	14243.83	
1.2	建设期利息	万元	0	
1.3	铺底流动资金	万元	753.98	
2	产品销售收入	万元	38597.41	平均值
3	销售税金及附加	万元	131.75	平均值
4	总成本	万元	33791.11	平均值
5	利润总额	万元	4775.67	平均值
6	所得税	万元	716.35	平均值
7	净利润	万元	4059.32	平均值
8	总投资收益率	%	28.95%	平均值
9	项目资本金净利润率	%	27.07%	平均值
10	财务内部收益率:			
10.1	税前	%	31.58%	
10.2	税后	%	27.49%	
11	财务净现值:			
11.1	税前	万元	20360.39	( i=10% )
11.2	税后	万元	16113.37	( i=10% )
12	贷款偿还期			不含建设期
	银行借款	年	0	
13	静态投资回收期:			含建设期
13.1	税前	年	4.35	
13.2	税后	年	4.78	
14	资本金财务内部收益率:	%	29.33%	
15	资本金财务净现值:	万元	16626.60	( i=10% )
16	工业增加值:	万元	13242.21	
17	盈亏平衡点	%	31.72%	平均值

### 21.3.3 不确定性分析

#### 21.3.3.1 敏感性分析

为了考查本项目的抗风险能力，特对一些影响项目经济效益的主要因素做敏感性分析。

关于产品销售价格、建设投资及年经营成本变化时影响企业经济效益的敏感性分析可参考附表 12。

从敏感性分析表可以看出，产品销售价格的变化对项目经济效益的影响最为敏感。

#### 21.3.3.2 盈亏平衡分析

本项目达产后第一年的盈亏平衡点 34.04%，达产年最后一年的盈亏平衡点为 23.39%。以上数据表明，项目对产品数量的变化有一定的适应能力和抗风险能力。

### 21.4 财务分析小结

本项目财务评价主要指标表见附表 1。

从上面的财务分析看，本项目投产后财务内部收益率税后为 27.49%，大于税后行业基准收益率 10%，表明项目的财务经济效益能够满足投资者的要求，从敏感性分析可以看出，项目具有较强的抗风险能力。因此，本项目在财务上是可行的。

## 22 社会效益分析

### 22.1 拟建项目的社会影响和社会效益分析

(1) 本项目的建设，不但可能增加地方财政收入，调整产业结构，也可安置一定数量人口就业，提高工人纯收入。因此，有良好的社会影响和较显著的社会效益。

(2) 本项目的建设，无论是施工期间大量施工人员进场或是建成后工厂职工及招收“外包工”的进驻，食品需求和日常生活用品的消耗均将从当地购买，为当地居民增加了服务容量，既可增加当地服务网点和三产就业人员，也会提高当地消费生活指数。

(3) 本项目实施过程中，巨大的固定资产投资和土建工程建设，会带动当地运输业，服务业，建筑建材业等相关产业的发展。

(4) 本项目实施后，通过先进技术及管理经营人才的引进，技术培训，对当地的文化、教育、科技等事业的发展产业积极影响，也会促进当地的石油化工业、运输业、仓储物流业等相关产业的发展。

### 22.2 互适性分析

#### 22.2.1 利益群体对项目的态度及参与程度

本项目的建设涉及当地的利益群体主要有：建筑业、运输业、制造业、服务业等。根据建设规模及技术分析，项目建设所需的大量原材料、建筑材料将取自当地，给当地的建筑、运输、制造产业及服务业等带来发展机遇，根据初步调研情况，相关行业对本项目抱有积极参与的态度。

本项目的建设也会给当地的居民生活带来影响和改变，但因当地居民数量很少，且大多从事服务行业，着眼于项目建设给服务业带来的发展机遇，当地居民对项目建设总体上是抱着支持的态度。

#### 22.2.2 各级组织对本项目的态度

由于项目的建设对当地经济所产生的积极影响，拟建项目的所在地各级地方组织对本项目的建设和运营原则上抱着积极支持的态度，并密切关注着项目各项工作的进展。项目建设涉及的各主要部门，如：发改委、经信委、国土资源、交通、环保、消防、安监、质检、文保等职能部门，在政府统一协调下，对本项目的实施给予了大力支持，要求项目建设在遵守国家相关法律法规和产业政策的前提下积极推进。

## 23 风险分析

### 23.1 风险因素的识别

本项目对于三氯氢硅下游产品的研发，延长产品链，增加企业效益具有积极的作用，可能的主要风险因素包括：

(1) 市场风险。主要指因宏观经济波动等原因引起的产品需求量减少，库存增加、价格下降等风险。

(2) 技术风险。主要指生产过程中由于工艺技术的成熟度、先进性、工人技能、生产经验等方面原因引起的技术问题造成的损失。

(3) 工程风险。指工程地质条件、水文地质条件和工程设计本身发生重大变化，导致工程量增加、投资增加、工期拖长所造成的损失。

(4) 资金风险。主要指资金来源中断或供应不足，导致融资成本提高，给建设和生产运营造成的损失。

(5) 外部协作风险。指投资项目所需要的供水排水、供电供气、通讯、交通等主要外部协作配套条件发生重大变化，给建设和生产运营带来困难。

### 23.2 风险程度的估计

本项目采用专家评估法帮助识别风险因素和估计风险程度。经专家就项目可能涉及的风险因素及其风险程度进行判断，对结果的整理与分析见下表。

表 22.2-1 风险因素和风险程度分析表

序号	风险因素名称	风险程度				说明
		灾难性	严重	较大	一般	
1	市场风险		√			
2	原料风险				√	
3	技术风险			√		
4	资金风险			√		
5	工程风险			√		
6	外部协作风险			√		

### 23.3 研究提出风险对策

(1) 风险控制

预防风险是指采取预防措施，以减少损失发生的可能性及损失程度。

预防风险涉及到一个现实成本与潜在损失比较的问题：若潜在损失远大于采取措施所支出的成本，就应采用预防风险手段。

## （2）风险转移

风险管理是人们对潜在的意外损失进行辨识、评估、预防和控制的过程。建筑工程由于其规模大、周期长、生产的单件性和复杂性等特点，在实施过程中存在着施工不确定的因素，比一般产品生产具有更大的风险，进行风险管理尤为重要。

风险管理是对项目目标的主动控制。首先对项目的风险进行识别，然后将这些风险定量化，对风险进行控制。国际上把风险管理看作是项目管理的组成部分。风险管理和目标控制是项目管理的两大基础。在工业发达国家和地区，风险转移是工程风险管理对策中采用最多的措施，工程保险和工程担保是风险转移的两种常用方法。

本项目拟采用以下两种方法：

### 1) 工程保险

工程保险是指业主和承包商为了工程项目的顺利实施，向保险人（公司）支付保险费，保险人根据合同约定对在工程建设中可能产生的财产和人身伤害承担赔偿责任。

工程保险一般分为强制性保险和自愿保险两类。

在工业发达国家和地区，强制性的工程保险主要有以下几种：建筑工程一切险（附加第三者责任险）、安装工程一切险（附加第三者责任险）、社会保险（如人身意外险、雇主责任险和其他国家法令规定的强制保险）、机动车辆险、10 年责任险和 5 年责任险、专业责任险等等。

在工业发达国家和地区，建筑师、结构工程师等设计、咨询专业人均要购买专业责任险，对由于他们的设计失误或工作疏忽给业主或承包商造成的损失，将由保险公司赔偿。

国际上工程涉及的自愿保险有以下几种：国际货物运输险、境内货物运输险、财产险、责任险、政治风险保险、汇率保险等等。

国际上工程保险的通行做法和特点是：保险经纪人在保险业务中充当重要角色、健全的法律体系为工程保险发展提供了保障，投保人与保险商通力合作是控制意外损失的有效途径，保险公司返赔率高且利润率低。

### 2) 工程担保

工程担保是指担保人（一般为银行、担保公司、保险公司、其他金融机构、商业团体或个人）应工程合同一方（申请人）的要求向另一方（债权人）作出的书面承诺。工程担保是工程风险转移措施的又一重要手段，它能有效地保障工程建设的顺利进行。许多国家政府都在法规中规定要求进行工程担保，在标准合同中也含有关于工程担保的条款。

在工业发达国家和地区，常见的工程担保种类如下：一为投标担保，指投标人在投标报价之前或同时，向业主提交投标保证金（俗称抵押金）或投标保函；二为履约担保，为保障承包商履行承包合同所作的一种承诺。

由于工程在建设过程中存在着越来越多的不确定性因素，风险管理正成为工程项目管理日益重要的一个组成部分，所以为了提高本项目的风险抵抗力，应采取合理的风险管理措施。

### （3）风险回避

回避风险是指主动避开损失发生的可能性。它适用于对付那些损失发生率高且损失程度大的风险，如考虑到游泳时有溺水的危险就不去游泳。

虽然回避风险能从根本上消除隐患，但这种方法明显具有很大的局限性。其局限性表现在，并不是所有的风险都可以回避或应该进行回避。如人身意外伤害，无论如何小心翼翼，这类风险总是无法彻底消除；再如，因害怕出车祸就拒绝乘车，车祸这类风险虽可由此而完全避免，但将给日常生活带来极大的不便，实际上是不可行的。因此本项目中一些风险性很大，甚至无法避免的事件，在保证正常施工和生产的前提下，尽量避免。

### （4）风险自担

自留风险即自己非理性或理性地主动承担风险。“非理性”是指对损失发生存在侥幸心理或对潜在的损失程度估计不足从而暴露于风险中；“理性”是指经正确分析，认为潜在损失在承受范围之内，而且自己承担全部或部分风险比购买保险更经济合算。所以，在作出“理性”选择时，自留风险一般适用于对付发生概率小，且损失程度低的风险。因此本项目中一些风险程度不高的事件中，可以采用风险自担的措施。

## 23.4 风险分析结果的反馈

### （1）资源风险分析

公司主要的生产资源是生产原辅材料及燃料、公用工程的水、电等，其价格波动对生产有直接影响，而目为节能降耗技术改造项目，本身即可降低资源消耗风险。

## （2）建设规模与产品方案风险分析

本项目产品规模和方案是在现有市场需求的情况下作出的，加上近年来该产品在国内外市场份额持续上升，公司技术先进，产品质量可靠，故在建设规模与产品方案上风险不大。

## （3）工艺技术、设备及自动化风险及规避

本项目计划选用国产成熟的设备，项目部分产品的生产技术目前还不是很成熟，引进技术方面具有一定的风险，其他装置的工艺技术及设备先进且成熟可靠，在工艺和技术方面风险不大。

## （4）投资与融资风险分析

公司资金实力雄厚，在国内各大银行的信誉度较高，故本项目投资和融资方面风险性不大。

## 23.5 风险与对策

本项目针对主要风险的风险对策如下：

- （1）加强资金筹措，争取国家投资支持。
- （2）引进技术人才，加强技术培训。
- （3）加强市场分析与预测，合理安排企业生产和库存。

（4）工程建设方面：加强与规划单位联系，降低因双方沟通不及时或不力造成的设计频繁变更；对规划设计方案进行专家评审，及时发现问题；加强项目管理，健全招投标制度，优中选优，精心组织承包方施工；加强与施工承包方的协调沟通，帮助其提高工作效率；加强监理工作，健全工程监督机制与责任机制，杜绝因责任心不强或谋私动机引起的材料不合格现象。

## 24 研究结论

### 24.1 综合评价

本项目以硅粉、氯化氢为主要原料，生产三氯氢硅与四氯化硅等产品，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）（2020 年修正）（中华人民共和国发展和改革委员会令第 29 号），本项目产品属于鼓励类中十一、石化化工第 17 条“四氯化碳、四氯化硅、甲基三氯硅烷、三甲基氯硅烷等副产物的综合利用”。本项目既符合国家的产业政策，而且符合地方产品规划，同时又符合公司经营发展宗旨，本项目生产的产品具有广阔的销售市场和良好的发展前景。

经过对建厂条件、原材料供应的分析和比较，工艺路线选择，对市场预测情况分析，对成本和经济效益的估算分析，认为在唐山南堡经济开发区建设唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目是可行的。

### 24.2 研究报告的结论

通过对唐山三孚硅业股份有限公司 5 万吨/年三氯氢硅项目技术全面研究和论证，得出以下结论：

（1）项目具有良好的市场和稳定的原料来源，并可通过实施该项目实现资源综合利用和环境保护的双重效益。

（2）项目技术工艺较为成熟，生产装置选用国内外先进设备，保证了生产过程得以连续稳定进行并使产品的质量达到相应的产品标准。

（3）项目选址交通条件、供水条件、供电条件良好，具备开工条件。

（4）项目的财务分析表明项目具有良好的经济效益。

（5）项目的设计和建设，充分考虑了环境保护和工厂的三废治理措施。工厂建成投产后，对周围环境和生态平衡无不良影响。

（6）项目新增定员为 45 人，可解决唐山当地部分人员就业，缓解社会压力。

（7）项目的产值、利税很高，是对地方经济的贡献，同时形成产业，可带动与之相关的原辅料及燃料产业发展，促进地方经济。

（8）项目财务分析结果表明，项目具有较强的盈利能力。经济效益良好，项目的抗风险性良好。

（9）从国家政策要求来看，本项目符合行业及产业结构调整目录相关要求。

本项目不论从市场和企业发展的需要来看，还是从经济效益和社会效益来看，都是必

要的、可能的和可行的。

综上所述，该项目在技术上可行，经济上合理。

### 24.3 存在的问题

本项目的建设具有较强的可操作性。但是由于项目规模较大，时间较紧，项目实施中各方面工作协调难度较大。通过项目的实施，能够促进生产工艺更加成熟，形成产业链，从而带来更好的经济效益。

### 24.4 建议及实施条件

建议强化项目进程中的投资、质量、进度计划，注重对可能发生的不利条件及项目变化因素的预测与防范对策，以保证项目按期完成。

(1) 实行速度管理，加强项目运作进度，以避免市场可能的由高峰期向下降期转折的风险。

(2) 公司各部门紧密配合，以加快项目运作进度。

(3) 项目成本须合理控制，以保留市场波动时的降价应对空间。

(4) 注意严格按照既定方案去做每一件事，统一调配资金、物资和各项工作。特别要准备好抗风险资金，不可挪用。