

唐山三孚电子材料有限公司  
年产500吨电子级二氯二氢硅  
及年产1000吨电子级三氯氢硅项目

# 可行性研究报告

赛鼎工程有限公司  
(原化学工业第二设计院)  
2017年8月



唐山三孚电子材料有限公司  
年产 500 吨电子级二氯二氢硅  
及年产 1000 吨电子级三氯氢硅项目

# 可行性研究报告

编号: N17088.4.300

设计经理: 张艾民

审 定: 王宇光

批 准: 孟启贵

张艾民  
王宇光  
孟启贵

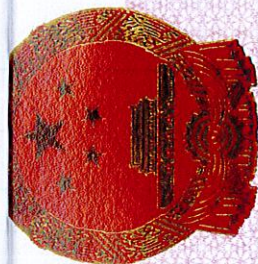


赛鼎工程有限公司

(原化学工业第二设计院)

2017 年 8 月





# 工程咨询单位资格证书

单位名称: 赛鼎工程有限公司

资格等级: 甲级

专 业

服务范围

化工、石化

规划咨询、编制项目建议书、编制项目可行性研究报告、项目申请报告、资金申请报告、评估咨询、工程设计\*、招标代理\*、工程监理\*

钢铁(焦化)

规划咨询、编制项目建议书、编制项目可行性研究报告、项目申请报告、资金申请报告、工程设计\*、招标代理\*、工程监理\*

火电、水文地质

编制项目可行性研究报告、项目申请报告、资金申请报告、工程设计\*、招标代理\*

以上各专业均涵盖了本专业相应的节能减排和环境治理内容。取得编制项目可行性研究报告、项目申请报告资格的单位,具备编制固定资产投资项目节能评估文件的能力;取得评估咨询资格的单位,具备对固定资产投资项目节能评估文件进行评审的能力。

证书编号: 工咨甲 20420070004

证书有效期至: 至 2019 年 08 月 13 日

带\*部分,以国务院有关主管部门颁发的资质证书为准



2014 年 08 月 14 日



项 目 名 称：唐山三孚电子材料有限公司年产 500 吨电子级二氯二氢硅及年产 1000 吨电子级三氯氢硅项目

建 设 单 位：唐山三孚电子材料有限公司

建设单位负责人：万柏峰

编制单位总经理：闫少伟

|      |    |     |     |     |     |     |     |
|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 储运   | 0  | 王珊珊 | 王珊珊 | 王 笛 | 王 笛 | 黄艺珠 | 黄艺珠 |
| 热工   | 0  | 张国富 | 张国富 | 祁欣炜 | 祁欣炜 | 朱 涛 | 朱 涛 |
| 暖通   | 0  | 刘 霞 | 刘 霞 | 胡春磊 | 胡春磊 | 张国富 | 张国富 |
| 设备   | 0  | 马秀艳 | 马秀艳 | 柴新刚 | 柴新刚 | 刘明亮 | 刘明亮 |
| 工程经济 | 0  | 崔金莉 | 崔金莉 | 于 滨 | 于 滨 | 洛 勇 | 洛 勇 |
| 给排水  | 0  | 朱晓慧 | 朱晓慧 | 梁海蓉 | 梁海蓉 | 徐 斌 | 徐 斌 |
| 建筑   | 0  | 张 敏 | 张 敏 | 郭震宇 | 郭震宇 | 张志明 | 张志明 |
| 结构   | 0  | 李红梅 | 李红梅 | 李劲腾 | 李劲腾 | 杨利军 | 杨利军 |
| 安全环保 | 0  | 刘轶冬 | 刘轶冬 | 沈洪飞 | 沈洪飞 | 刘 颖 | 刘 颖 |
| 电气   | 0  | 高巧丽 | 高巧丽 | 李国民 | 李国民 | 陈 俊 | 陈 俊 |
| 仪表   | 0  | 姚 聪 | 姚 聪 | 周 剑 | 周 剑 | 张 志 | 张 志 |
| 总图   | 0  | 王 彪 | 王 彪 | 张宇红 | 张宇红 | 金基松 | 金基松 |
| 工艺   | 0  | 张艾民 | 张艾民 | 袁小建 | 袁小建 | 梁 正 | 梁 正 |
| 专业名称 | 版次 | 编制  |     | 校对  |     | 审核  |     |

# 目 录

|     |                        |    |
|-----|------------------------|----|
| 1   | 总论.....                | 1  |
| 1.1 | 概述.....                | 1  |
| 1.2 | 编制依据和原则.....           | 1  |
| 1.3 | 建设单位基本情况.....          | 1  |
| 1.4 | 项目提出的背景、投资的必要性.....    | 2  |
| 1.5 | 行业准入分析.....            | 3  |
| 1.6 | 研究范围.....              | 3  |
| 1.7 | 研究结论.....              | 4  |
| 2   | 市场分析及价格预测.....         | 7  |
| 2.1 | 产品性质.....              | 7  |
| 2.2 | 产品用途.....              | 7  |
| 2.3 | 市场分析及价格预测.....         | 8  |
| 3   | 生产规模、原料规格及产品方案.....    | 9  |
| 3.1 | 生产规模.....              | 9  |
| 3.2 | 原料规格.....              | 9  |
| 3.3 | 产品方案及产品规格.....         | 9  |
| 4   | 工艺技术方案.....            | 11 |
| 4.1 | 工艺技术方案的选择.....         | 11 |
| 4.2 | 工艺流程说明.....            | 12 |
| 4.3 | 自控水平.....              | 13 |
| 4.4 | 设备概况.....              | 16 |
| 4.5 | 机泵.....                | 22 |
| 4.6 | 原材料、辅助材料及公用工程消耗指标..... | 22 |
| 4.7 | 全厂总物料平衡.....           | 23 |
| 5   | 建厂条件和厂址选择.....         | 25 |
| 5.1 | 地理位置.....              | 25 |
| 5.2 | 气象条件.....              | 25 |
| 5.3 | 工程地质条件.....            | 27 |
| 5.4 | 建厂地点的社会经济条件.....       | 27 |
| 5.5 | 用地条件.....              | 27 |
| 5.6 | 公用工程和辅助设施依托情况.....     | 28 |
| 6   | 总图运输、储运、土建、内外管网.....   | 30 |
| 6.1 | 总图运输.....              | 30 |
| 6.2 | 储运.....                | 32 |
| 6.3 | 厂区外管网.....             | 36 |
| 6.4 | 土建.....                | 37 |

|      |                    |    |
|------|--------------------|----|
| 7    | 公用工程设施.....        | 46 |
| 7.1  | 给水排水及消防.....       | 46 |
| 7.2  | 供电、电信.....         | 53 |
| 7.3  | 采暖通风及空气调节.....     | 58 |
| 7.4  | 公用工程站.....         | 61 |
| 8    | 辅助生产设施及分析化验.....   | 66 |
| 8.1  | 维修设施及仓库.....       | 66 |
| 8.2  | 分析化验.....          | 66 |
| 9    | 资源综合利用及节能减排措施..... | 68 |
| 9.1  | 编制依据.....          | 68 |
| 9.2  | 能耗现状.....          | 68 |
| 9.3  | 项目节能措施.....        | 69 |
| 10   | 环境保护.....          | 71 |
| 10.1 | 编制依据.....          | 71 |
| 10.2 | 环境质量标准.....        | 71 |
| 10.3 | 污染物排放标准.....       | 73 |
| 10.4 | 项目污染物排放及治理.....    | 74 |
| 10.5 | 绿化.....            | 76 |
| 10.6 | 环境管理及监测.....       | 76 |
| 10.7 | 环境保护投资.....        | 76 |
| 11   | 安全.....            | 78 |
| 11.1 | 编制依据.....          | 78 |
| 11.2 | 危险、危害因素分析.....     | 79 |
| 11.3 | 采用的安全防范措施.....     | 82 |
| 11.4 | 安全投资估算.....        | 84 |
| 12   | 职业病防护.....         | 85 |
| 12.1 | 编制依据.....          | 85 |
| 12.2 | 职业病危害因素分析.....     | 85 |
| 12.3 | 职业病危害防护措施.....     | 85 |
| 12.4 | 检测和监测.....         | 86 |
| 12.5 | 职业病防护投资估算.....     | 86 |
| 13   | 企业组织和定员.....       | 87 |
| 13.1 | 工厂组织.....          | 87 |
| 13.2 | 劳动定员.....          | 87 |
| 13.3 | 人员来源和培训.....       | 87 |
| 14   | 项目实施规划.....        | 89 |
| 14.1 | 项目实施规划内容.....      | 89 |
| 14.2 | 实施进度计划.....        | 89 |

15 投资估算及资金筹措.....91

15.1 投资估算..... 91

15.2 资金筹措..... 92

15.3 生产成本费用估算..... 96

16 财务评价.....101

16.1 财务评价的依据及主要数据、参数..... 101

16.2 效益及财务评价指标计算..... 102

16.3 评价小结..... 103

17 不确定性分析.....111

17.1 盈亏平衡分析..... 111

17.2 敏感性分析..... 111

18 综合评价.....113

18.1 工程技术、财务及国民经济综合评价..... 113

18.2 结论..... 113

附图 1：区域位置图

附图 2：总平面布置图

附图 3：全厂水平衡图

## 1 总论

### 1.1 概述

- 1.1.1 项目名称：唐山三孚电子材料有限公司年产 500 吨电子级二氯二氢硅及年产 1000 吨电子级三氯氢硅项目
- 1.1.2 建设单位：唐山三孚电子材料有限公司
- 1.1.3 建设地点：河北省唐山市南堡开发区化工集中区
- 1.1.4 建设性质：新建
- 1.1.5 法人代表：万柏峰

### 1.2 编制依据和原则

#### 1.2.1 编制依据

- 1.2.1.1 《产业结构调整指导目录（2013 年修正）》
- 1.2.1.1 《鼓励进口技术和产品目录（2016 年版）》发改产业【2016】1982 号
- 1.2.1.2 唐山三孚电子材料有限公司提供的气象、水文、地质、地形图。
- 1.2.1.3 唐山三孚电子材料有限公司提供的基础资料。

#### 1.2.2 编制原则

- 1.2.2.1 贯彻执行国家基本建设方针政策，采用先进的电子级二氯二氢硅和三氯氢硅生产技术。
- 1.2.2.2 工厂总平面布置充分考虑现有场地的情况，因地制宜、合理布置、留有发展余地。
- 1.2.2.3 在满足生产安全的前提下，采用经济、合理的工程设计方案，节约工程投资，节省占地。
- 1.2.2.4 坚持最大国产化原则，加快工程进度、减少工程投资。
- 1.2.2.5 严格执行国家和地方的消防、安全、职业卫生法律和法规。
- 1.2.2.6 严格遵守健康安全环境（HSE）规则的要求，控制对环境的污染。
- 1.2.2.7 “三废”排放满足环境保护法规的要求，建设节能环保的现代化工厂。

### 1.3 建设单位基本情况

唐山三孚硅业股份有限公司（简称：三孚硅业）位于河北省唐山市曹妃甸区南堡工业区，成立于2006年10月，公司注册资金11261万元，占地247亩，员工500余人，是一家以三氯氢硅、四氯化硅、氢氧化钾、硫酸钾制造销售为主营业务的沪市A股上市企业，是国内规模较大的三氯氢硅生产企业之一。2017年6月28日，三孚硅业正式登陆上海证券交易所主板挂牌上市，股票代码：603938。

三孚硅业目前三氯氢硅生产能力6.5万吨/年，氢氧化钾生产能力5.6万吨/年，硫酸钾



生产能力10万吨/年，光纤级高纯四氯化硅生产能力1万吨/年。产品均通过ISO9001:2008质量管理体系和ISO14001:2004环境质量体系认证。多年来，三孚硅业项目建设立足于延伸产业链条，坚持绿色环保的发展理念。三氯氢硅、氢氧化钾、硫酸钾三大生产系统协调联动生产，资源循环利用，产品互相支撑，初步形成了一个完整的循环产业链条。

三孚硅业地理位置优越，处于天津港、曹妃甸港、京唐港核心腹地，唐曹高速和沿海高速、唐曹铁路和蒙曹铁路均交汇于此。下辖全资专业危化品运输公司，有力保障了到货及时性。同时三孚硅业团队具有多年国际贸易经验，实时掌握国际市场的需求动态，主要产品远销亚洲、欧洲、美洲等20多个国家，为三孚硅业产品出口赢得国际市场先机。

近年来，三孚硅业坚持上下游产业链条延伸，围绕自身循环经济特色产业推进项目建设，加快转型升级，积极求变创新，获得“唐山市工业转型发展暨民营企业二次创业优秀企业”、“唐山市民营经济创新发展先进企业”、河北省首批“专精特新”中小企业等荣誉称号。未来五年，公司将以IPO为契机，以保效益、促发展为主题，以产业结构调整、产品结构优化为主线，全力提高研发水平，实施差异化精品战略，提高产品专业化、精品化、特色化水平，力争将公司打造成国内领先的精细化工研发和生产基地。

唐山三孚电子材料有限公司（简称：三孚电子）作为三孚硅业的全资子公司，成立于2016年12月9日，注册资本1000万元。主要经营范围为电子材料批发零售及商品的进出口业务。

## 1.4 项目提出的背景、投资的必要性

### 1.4.1 项目提出背景

电子级二氯二氢硅及三氯氢硅主要应用在硅外延片生产领域。

半导体制造商生产集成电路（IC）芯片用硅片分别采用硅抛光片（PW）和硅外延片以及非抛光片三种类型，用量最多的为前两种硅片。硅外延片即在一定条件下，在经过切、磨、抛等仔细加工的单晶硅衬底上生长一层合乎要求的单晶层。国际上自20世纪80年代早期开始使用外延片，它具有硅抛光片所不具有的某些电学特性并消除了许多在晶体生长和其后的晶片加工中所引入的表面/近表面缺陷。因此，硅外延片广泛应用于制作不可恢复器件，包括MPU、逻辑电路芯片、快闪存储器、DRAM等。

以电子级二氯二氢硅、三氯氢硅为反应气体，在一定的保护气氛下反应生成硅原子并沉积在加热的衬底上，最终生成满足半导体行业要求的硅外延片。可见电子级二氯二氢硅及三氯氢硅作为电子气体在硅外延片生产过程中的重要性。

在微电子、光电子元件生产过程中，从芯片的生长到最后元件的封装，几乎每一步，每一个环节都离不开电子气体。电子气体的纯度每提高一个数量级，都会极大地推动半导体元件质的飞跃。由于电子气体质量决定着半导体元件技术的发展水平，而半导体元

件广泛应用于民用和军工领域，因此有关特种电子气体的生产、净化、充装、分析等技术在国际上高度保密。

电子级二氯二氢硅和三氯氢硅作为微电子、光电子元件制造过程中不可或缺的重要材料，符合2016年国家商务部发布《鼓励进口技术和产品目录》，其中明确“半导体、光电子元件、新型电子元件等电子产品用材料制造”为国家鼓励发展的重点行业，行业序号C30。

目前，三孚硅业已经建有年产1万吨光纤级高纯四氯化硅装置。三孚电子作为三孚硅业的全资子公司，依靠自身在全国硅行业的技术优势，计划建设年产500吨电子级二氯二氢硅和1000吨电子级三氯氢硅项目。项目建成后，可提高国内电子气产业的整体技术水平，提高产业的整体竞争力，减少对国外产品的依赖程度，确保国家新兴信息产业安全健康发展，市场前景较好。

#### 1.4.2 项目投资必要性

随着我国经济结构调整，计算机、智能手机、通信等产业规模的持续增长，大大拉动了上游集成电路的需求。近几年我国从国家信息安全战略层面不断加大对集成电路产业的政策支持力度，国内近几年集成电路产业持续增长。近五年的复合增长率达到22.14%。2014年产值已经达到3000亿。据估算2017年国内半导体电子气体的市场规模超过20亿元人民币。

目前，我国仅有河南沁阳凌空特种气体有限公司可生产电子级二氯二氢硅，产能仅为150吨/年。国内电子级二氯二氢硅和电子级三氯氢硅仍然大量依赖进口。

全球电子级二氯二氢硅及三氯氢硅市场，日本占据了约80%市场份额。因此，为了打破国外市场及技术的垄断，本项目的建设势在必行。

### 1.5 行业准入分析

电子级二氯二氢硅及三氯氢硅广泛应用于半导体行业，是一种重要的辅助材料。但是由于生产技术主要掌握在国外生产商手里，国内市场基本依赖进口。河南沁阳凌空特种气体有限公司虽然采用类似技术建有年产150吨的二氯二氢硅装置，但因产能有限，难以满足国内需求。本项目所用技术为天津大学提供，三孚电子利用自身在高纯四氯化硅行业的生产经验对该技术进行了优化。本项目的建成投产，将确立三孚电子在国内电子级二氯二氢硅及三氯氢硅气体市场的地位，进一步降低国内半导体行业对国外生产商的依赖程度。电子级二氯二氢硅及三氯氢硅作为微电子、光电子元件制造过程中不可或缺的重要材料，属于国家鼓励发展的重点行业。

### 1.6 研究范围

本项目建设内容见表1-1。



本可行性研究报告对装置的工艺技术方案、配套公用工程和辅助设施、项目经济效益和产品市场等方面进行了研究，提出了先进合理的工艺技术和工程方案，作出投资估算，对企业的经济效益作出了财务评价。

表 1-1 主项表

| 序号 | 项目名称          | 主项（单元）名称     | 主项号 | 备注                                |
|----|---------------|--------------|-----|-----------------------------------|
| 1  | 生产单元          | DCS/TCS 生产装置 | 411 |                                   |
|    |               | 废气处理装置       | 412 |                                   |
| 2  | 公用工程设施        | 公用工程站        | 170 | 为 DCS/TCS 生产装置、原料及产品罐区提供冷源；全厂采暖换热 |
|    |               | 变配电站         | 200 | 全厂供电                              |
|    |               | 循环水站         | 260 |                                   |
|    |               | 事故应急池        | 295 |                                   |
| 3  | 装置区公用系统       | 总图运输         | 082 |                                   |
|    |               | 外管           | 083 |                                   |
|    |               | 厂区给排水        | 084 |                                   |
|    |               | 供电及照明        | 085 |                                   |
|    |               | 电讯及火灾报警系统    | 086 |                                   |
|    |               | 厂区消防         | 087 |                                   |
| 4  | 厂内生活设施及辅助生产设施 | 综合楼          | 140 | 含办公、化验室                           |
|    |               | 控制室          | 144 | 工艺生产的集中控制                         |
|    |               | 原料及产品罐区      | 176 |                                   |
|    |               | 灌装站          | 198 | 局部封闭洁净厂房                          |
|    |               | 地中衡          | 161 |                                   |
| 5  | 厂内行政生活设施      | 门卫           | 108 | 货运门卫和人流门卫                         |

## 1.7 研究结论

本项目所用技术为天津大学提供，三孚电子利用自身在高纯四氯化硅行业的生产经验对该技术进行了优化，本技术处于国内领先水平。

本项目所用设备、仪表和材料基本可以从国内获得。

本项目所用三氯氢硅以及部分公用工程可以依托三孚硅业提供。

本项目厂址选择合理，满足用地和运输的要求，适于建设本装置，总图布置能满足国家规范。环保、安全、消防能满足国家有关的规定和规范。

本项目总投资28724万元，年营业收入为24574万元，年均利润总额为12631万元，年均营业税金及附加为309万元，年均所得税为3158万元。从所分析的各项指标来看，本项目全投资内部收益率（税后）为28.77%，投资回收期（税后）为：5.18年（自建设之日起），说明该项目有良好的经济效益。

主要技术经济指标表详见表1-2。

表 1-2 主要技术经济指标表

| 序号 | 项目名称      | 单 位               | 数 量                    | 备 注                   |
|----|-----------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| 一  | 生产规模      |                   |                        |                       |
| 1  | 电子级二氯二氢硅  | t/a               | 500                    |                       |
| 2  | 电子级三氯氢硅   | t/a               | 1000                   |                       |
| 二  | 年操作小时     | h                 | 7920                   |                       |
| 三  | 主要原辅材料用量  |                   |                        |                       |
| 1  | 三氯氢硅      | t/a               | 10990                  |                       |
| 2  | 催化剂       | t/a               | 0.33                   | 年平均用量，间歇补充            |
| 四  | 公用工程及动力消耗 |                   |                        |                       |
| 1  | 电         | kW·h /a           | 1125.37 万              |                       |
| 2  | 蒸汽        | t/a               | 44352                  |                       |
| 3  | 新鲜水       | t/a               | 73497.6                |                       |
| 五  | “三废”排放量   |                   |                        |                       |
| 1  | 废水        | m <sup>3</sup> /h | 1.876（正常）<br>5.093（最大） |                       |
| 2  | 废气        | kg/h              | 6.8                    |                       |
| 3  | 废固        | t/a               | 0.33                   | 废催化剂                  |
| 六  | 运输量       |                   |                        |                       |
| 1  | 运入量       | t/a               | 10990                  | 原料三氯氢硅由三孚硅业经管廊送至罐区原料罐 |
| 2  | 运出量       | t/a               | 10910                  |                       |
| 七  | 全厂定员      | 人                 | 50                     |                       |
| 八  | 万元产值综合电耗  | kW·h              | 458                    |                       |
| 九  | 总占地面积     | m <sup>2</sup>    | 34693.45               | 折 52.04 亩             |





| 序号 | 项目名称     | 单 位 | 数 量   | 备 注      |
|----|----------|-----|-------|----------|
| 十  | 项目总投资    | 万元  | 28724 |          |
| 1  | 建设投资（静态） | 万元  | 27578 |          |
| 2  | 流动资金     | 万元  | 679   |          |
| 3  | 建设期利息    | 万元  | 466   |          |
| 十一 | 年营业收入    | 万元  | 24574 | 平均       |
| 十二 | 年总成本费用   | 万元  | 11635 | 平均       |
| 十三 | 年利润总额    | 万元  | 12631 | 平均       |
| 十四 | 财务评价指标   |     |       |          |
| 1  | 投资利润率    | %   | 43.97 | 平均       |
| 2  | 投资利税率    | %   | 54.00 | 平均       |
| 3  | 投资回收期    | 年   | 4.74  | （含建设期）税前 |
| 4  | 投资回收期    | 年   | 5.18  | （含建设期）税后 |
| 5  | 全投资内部收益率 | %   | 34.12 | 所得税前     |
| 6  | 全投资内部收益率 | %   | 28.77 | 所得税后     |
| 7  | 全投资净现值   | 万元  | 46455 | 所得税前     |
| 8  | 全投资净现值   | 万元  | 31444 | 所得税后     |
| 9  | 资产负债率    | %   | 16.17 | 计算期平均    |

## 2 市场分析及价格预测

### 2.1 产品性质

二氯二氢硅分子式为 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ，在常温常压下为具有刺激性窒息气味和腐蚀性的无色有毒气体。二氯二氢硅在室温下化学性质稳定，在空气中易燃， $44^\circ\text{C}$ 以上能自燃，燃烧氧化后生成氯化氢和二氧化硅。加热至 $100^\circ\text{C}$ 以上时会自行分解而生成氯化氢、氯、氢和无定形硅。在空气中的爆炸范围（体积）为 $4.1\%\sim 99\%$ ，与强氧化剂接触会发生爆炸。施以强烈撞击时也会自行分解。在湿空气中产生白色腐蚀性烟雾。遇水水解生成盐酸和聚硅氧烷。在催化剂存在下于 $80^\circ\text{C}$ 可歧化分解为 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{SiH}_3\text{Cl}$ 、 $\text{SiHCl}_3$ 和 $\text{SiCl}_4$ 的混合物。可溶于苯、醚和四氯化碳等有机溶剂，与碱、乙醇、丙酮起反应。即使接触少量卤素或其它氧化剂也会发生激烈反应。与三烷基胺、吡啶形成加成化合物，与三氯化铋反应生成氟硅烷。

三氯氢硅又称三氯硅烷、硅氯仿，分子式为 $\text{SiHCl}_3$ ，用于有机硅烷和烷基、芳基以及有机官能团氯硅烷的合成，是有机硅烷偶联剂中最基本的单体，也是生产半导体硅、单晶硅的原料。它是无色液体，易挥发，易潮解，在空气中发生反应产生白烟，遇水分解，溶于苯、醚等有机溶剂。属一级遇湿易燃物品，易燃易爆，遇水反应产生氯化氢气体。在空气中的爆炸范围（体积）为 $1.2\%\sim 90.5\%$ ，与氧化剂发生强烈反应，遇明火、高热时发生燃烧或爆炸。

### 2.2 产品用途

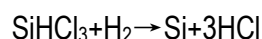
电子级二氯二氢硅及三氯氢硅主要应用在硅外延片生产领域。

半导体制造商生产集成电路（IC）芯片用硅片分别采用硅抛光片（PW）和硅外延片以及非抛光片三种类型，用量最多的为前两种硅片。硅外延片即在一定条件下，在经过切、磨、抛等仔细加工的单晶硅衬底上生长一层合乎要求的单晶层。20世纪80年代早期开始使用外延片，它具有硅抛光片所不具有的某些电学特性并消除了许多在晶体生长和其后的晶片加工中所引入的表面/近表面缺陷。因此，硅外延片广泛应用于制作不可恢复器件，包括MPU、逻辑电路芯片、快闪存储器、DRAM等。

目前硅外延生长的最主要方法就是采用化学气相沉积（CVD）的气相外延法。以二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅或硅烷为反应气体，在一定的保护气氛下反应生成硅原子并沉积在加热的衬底上，衬底材料一般选用Si、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 等。

电子级三氯氢硅作为硅源，外延生长速度快，使用安全，是较为通用的硅源。通常以氢气为还原气体，反应温度为 $1100\sim 1200^\circ\text{C}$ 。

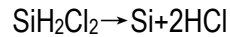
反应方程式如下：





电子级二氯二氢硅作为硅源，直接分解生成硅，反应温度较三氯氢硅低（约 1050~1150℃），使用方便，应用越来越广泛。

反应方程式如下：



## 2.3 市场分析 & 价格预测

目前，硅半导体材料仍是电子信息产业最主要的基础材料，95%以上的半导体器件和99%以上的集成电路（IC）是用硅材料制作的。根据国际半导体产业协会公布的硅晶圆产业分析报告显示，2016年全球硅晶圆出货总面积较2015年增加3%，达到10738百万平方英寸。预计2017年全球硅晶圆出货总面积将接近12000百万平方英寸。

**表2-1 2007~2017年全球半导体用硅晶圆出货面积**

| 年份               | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 出货面积<br>(百万平方英寸) | 8661 | 8137 | 6707 | 9370 | 9043 | 9031 | 9067 | 10098 | 10434 | 10738 | 12000 |

硅晶圆需求量的逐年增加，势必增加对电子级二氯二氢硅及三氯氢硅的需求。

随着我国经济结构调整，新兴产业、计算机、消费电子、通信等产业规模的持续增长，大大拉动了上游集成电路的需求，近几年我国从国家信息安全战略层面不断加大对集成电路产业的政策支持力度，同时伴随国内集成电路技术的积累，国内近几年集成电路产业持续增长，近五年的复合增长率达到22.14%。2014年产值已经达到3000亿。初步预测国内半导体电子气体的市场规模超过20亿元人民币。因此电子级二氯二氢硅和三氯氢硅潜在市场巨大。

当前，世界上只有美国、日本、德国等少数国家能够大规模生产电子级三氯氢硅，最大的生产商是德国的Wacher公司和美国的DowCorning公司。中国在20世纪90年代初建成一定规模的三氯氢硅生产装置，然而目前我国的三氯氢硅产品纯度只能满足中低端用户。

目前全球电子级二氯二氢硅的市场，日本占据了约80%市场份额。这百分之八十市场中，日本信越化学占据了80%左右的份额。我国仅有河南沁阳凌空特种气体有限公司可生产，产能仅为150吨/年。

国内电子级二氯二氢硅和电子级三氯氢硅仍然大量依赖进口。

电子级三氯氢硅国产价格约为每吨5~7.5万人民币，进口产品到终端客户价格约为每吨15~20万元，电子级二氯二氢硅进口产品价格约为每吨30~40万元。

### 3 生产规模、原料规格及产品方案

#### 3.1 生产规模

电子级二氯二氢硅(DCS) 500吨/年  
电子级三氯氢硅(TCS) 1000吨/年

#### 3.2 原料规格

表3-1 三氯氢硅规格

| 项 目  | 单 位 | 指标    |
|------|-----|-------|
| 三氯氢硅 | wt% | ≥99.8 |

#### 3.3 产品方案及产品规格

##### 3.3.1 产品方案

表3-2 产品方案

| 序号 | 产品名称     | 设计能力 (t/a) | 备注 |
|----|----------|------------|----|
| 1  | 电子级二氯二氢硅 | 500        | 产品 |
| 2  | 电子级三氯氢硅  | 1000       | 产品 |

##### 3.3.2 产品规格

表3-3 电子级二氯二氢硅产品规格

| 项目    | 单 位  | 指标     | 项目   | 单 位   | 指标    |
|-------|------|--------|------|-------|-------|
| 纯度    | wt%  | ≥99.98 | 铝    | ppbw  | ≤0.1  |
| 其他氯硅烷 | ppmw | ≤1000  | 钙    | ppbw  | ≤0.1  |
| 碳     | ppmw | ≤0.03  | 钴    | ppbw  | ≤0.1  |
| 磷+砷   | ppbw | ≤0.08  | 铜    | ppbw  | ≤0.1  |
| 硼     | ppba | ≤0.01  | 电阻率  | Ω .cm | ≥600  |
| 铁     | ppbw | ≤0.1   | 一氯氢硅 | vol%  | ≤0.02 |
| 镍     | ppbw | ≤0.1   | 三氯氢硅 | vol%  | ≤0.01 |
| 铬     | ppbw | ≤0.1   | 四氯化硅 | vol%  | ≤0.01 |

表3-4 电子级三氯氢硅产品规格

| 项目    | 单 位  | 指标           | 项目    | 单 位                      | 指标           |
|-------|------|--------------|-------|--------------------------|--------------|
| 纯度    | wt%  | $\geq 99.99$ | 铝     | ppbw                     | $\leq 0.1$   |
| 其他氯硅烷 | ppmw | $\leq 100$   | 钙     | ppbw                     | $\leq 0.1$   |
| 碳     | ppmw | $\leq 0.03$  | 钴     | ppbw                     | $\leq 0.1$   |
| 磷+砷   | ppba | $\leq 0.04$  | 铜     | ppbw                     | $\leq 0.1$   |
| 硼+铝   | ppba | $\leq 0.01$  | 电阻率   | $\Omega \cdot \text{cm}$ | $\geq 1000$  |
| 铁     | ppbw | $\leq 0.1$   | 一氯氢硅  | wt%                      | $\leq 0.001$ |
| 镍     | ppbw | $\leq 0.1$   | 二氯二氢硅 | wt%                      | $\leq 0.01$  |
| 铬     | ppbw | $\leq 0.1$   | 四氯化硅  | wt%                      | $\leq 0.01$  |

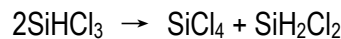


## 4 工艺技术方案

### 4.1 工艺技术方案的选择

#### 4.1.1 歧化法

该反应多在承载催化剂存在下进行。反应方程式如下：

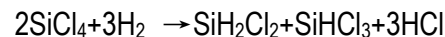


有专利曾报道了用表面带叔胺基的聚苯乙烯型离子交换树脂作催化剂使三氯氢硅歧化的工艺，反应温度 70℃，产物中二氯二氢硅的摩尔分数达 11.8%。

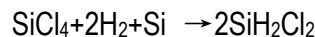
该方法优点为反应温度和压力均较低，能耗低，投资小。而且因为是液相反应，没有硅粉参与，因此固废很少，环保清洁。缺点是副产大量四氯化硅，需要考虑回收问题。

#### 4.1.2 氢化法

利用四氯化硅在 900~1200℃ 下氢化，可得到三氯氢硅和二氯二氢硅。反应方程式如下：



此外，日本三菱化工机械公司曾报道了在硅粉环境下使四氯化硅氢化制备二氯二氢硅的方法，反应方程式如下：

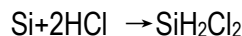


在反应塔中使四氯化硅和硅粉于 1100~1300℃ 下反应生成  $\text{SiCl}_2$  和  $\text{SiCl}_3$  的混合物，然后使其在氢化塔中用氢气急冷至 400~700℃，同时被还原为三氯氢硅和二氯二氢硅。最后使产品液化，精馏回收后获得高纯二氯二氢硅，四氯化硅和氢气循环使用。

该方法具有四氯化硅转化率高，二氯二氢硅收率大等特点。缺点是反应在高温高压下进行，能耗高，投资大。而且由于是气固反应，会产生大量的固体残渣。特别是含固废液的处理难度较大。

#### 4.1.3 氯化法

利用铜做催化剂，使用单质硅与氯化氢反应制备二氯二氢硅，反应方程式如下：



日本 Chisso 公司介绍了一种利用复合催化剂使单质硅和氯化氢反应制备二氯二氢硅的工艺。该复合催化剂由 Cu、一种 Pauling 电负性大于 1.9 的金属和一种含氮化合物构成。为提高反应速率，预先使硅与该催化剂充分混合，或制成合金，然后使氯化氢气体通过填充有该催化剂的固定床。反应温度 200~400℃，产物中二氯二氢硅和四氯化硅的摩尔比高于 30%。

该方法同氢化法一样存在含固废液的处理问题。同时反应物料因需要氯化氢，因此在一定程度上限制了投资环境。

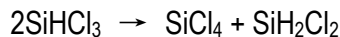
三孚硅业已建有年产 6.5 万吨三氯氢硅装置和年产 1 万吨光纤级四氯化硅装置，因此无论原料的获得还是副产四氯化硅的处理问题都得到了有效解决。

结合企业自身特点及技术来源的可靠性，综合比较以上工艺路线的优缺点后，决定采用三氯氢硅歧化法工艺方案。

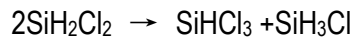
## 4.2 工艺流程说明

### 4.2.1 基本原理

三氯氢硅经过歧化反应制取二氯二氢硅：



同时发生如下副反应：



### 4.2.2 工艺流程描述

三氯氢硅原料自三孚硅业三氯氢硅合成车间经输送泵送至罐区的原料三氯氢硅储罐暂存，然后经罐区原料输送泵首先送入吸附装置除杂。吸附除杂后的三氯氢硅原料首先进入除尘塔除去可能存在的固体杂质，从该塔出来的原料再经过原料 TCS 脱低沸塔和原料 TCS 脱高沸塔以进一步除去原料中的高沸物和低沸物，提纯后的三氯氢硅原料进入歧化反应器进行歧化反应。

在设定温度和压力条件下，歧化反应器内的三氯氢硅在催化剂作用下发生歧化反应，生成目标产物二氯二氢硅，同时副产四氯化硅。部分未完全反应的三氯氢硅和产物一起进入氯硅烷缓冲罐准备进行下一步分离提纯。

氯硅烷混合物经冷却后首先进入除尘塔除去可能存在的固体杂质，然后依次进入氯硅烷分离 A 塔、氯硅烷分离 B 塔和氯硅烷分离 C 塔进行分离操作。四氯化硅从氯硅烷分离 C 塔塔釜采出，经管廊送回三孚硅业三氯氢硅合成车间。三氯氢硅从氯硅烷分离 C 塔塔顶采出，送入后续精馏分离系统。二氯二氢硅从氯硅烷分离 A 塔塔顶采出，送入后续精馏分离系统。

从氯硅烷分离 A 塔塔顶采出的二氯二氢硅依次进入 DCS 低沸 A 塔、DCS 低沸 B 塔、DCS 高沸 A 塔和 DCS 高沸 B 塔以除去其中的低沸物和高沸物，最终得到电子级二氯二氢硅，储存到原料及产品罐区的成品二氯二氢硅储罐。

从氯硅烷分离 C 塔塔顶采出的三氯氢硅依次进入 TCS 脱低沸塔和 TCS 脱高沸塔以除去其中的低沸物和高沸物，最终得到电子级三氯氢硅储存到原料及产品罐区的成品三氯氢硅储罐。

根据市场情况，未完全反应的三氯氢硅一部分进入原料提纯系统后再进歧化反应器进行歧化反应，一部分送回三孚硅业三氯氢硅合成车间。

精馏过程中形成的高沸物和低沸物收集后送回三孚硅业三氯氢硅合成车间进行处理。

### 4.3 自控水平

#### 4.3.1 生产自动化水平

自控设计范围包括生产装置、原料和产品罐区、辅助生产单元及配套公用工程设施的过程检测与控制。

#### 4.3.2 工艺装置对自动控制的要求

各装置的工艺控制要求保证工艺装置安全、稳定生产及优化操作，提高生产装置的稳定性，降低原料单耗。因此，除采用常规控制系统对流量、温度、液位、压力等工艺变量进行单回路闭环控制外，还对重要的工艺变量采用复杂回路控制、顺序控制等。另外根据专利商的技术要求，对于特殊的测量仪表应采用专利商指定的测量仪表，同时采用具有专利技术的工艺技术控制软件包进行优化控制。

#### 4.3.3 生产自动化水平及自控系统

本项目以集中控制为主，采用DCS集散控制系统对全厂的生产过程进行监视、控制，整个生产过程的操作及设备状态显示、操作均可在操作站上完成。生产过程中的主要工艺参数将在操作站中进行显示、记录、报警，并通过控制系统进行调节、联锁、计算。对不重要的或不需要经常监视的工艺参数采用就地仪表指示。

#### 4.3.4 安全仪表系统

本项目中生产装置、原料和产品罐区采用独立的安全仪表系统（Safety Instrumented System – SIS）实现整个装置的安全联锁停车。SIS系统的安全完整性等级应达到IEC61508中规定的SIL3级。在操作室设置SIS辅操台，报警灯及紧急停车按钮布置在SIS辅操台。SIS系统为故障安全型，独立于DCS系统，两者通过总线进行通讯。

#### 4.3.5 可燃和有毒气体检测系统

根据《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》（GB50493-2009），本项目单独设置可燃气体和有毒气体检测报警系统。在控制室设置独立的可燃、有毒气体报警器柜。现场可燃、有毒气体检测器自带声光报警器，提醒现场操作人员发生可燃、有毒气体泄漏，同时报警信号引至控制室内的可燃、有毒气体报警器柜。报警柜配有声光报警，以不同颜色和声音可区分可燃气体报警和有毒气体报警。此外同时可以实现消防联动和装置紧急停车，最大限度地保护人员和设备的安全。可燃气体报警信号可以通过通讯协议在火灾报警系统实现显示功能。

#### 4.3.6 仪表选型原则

（1）本项目内的介质特性多为易燃、易爆，属于爆炸危险区，故现场仪表选用本



安型仪表为主，部分仪表采用隔爆型。仪表选型本着技术先进、安全可靠、维修方便和经济合理的原则进行，现场仪表选用电子式智能型仪表。对特殊仪表和分析仪表将采用国外引进产品。特殊工况下的测量仪表根据具体情况和工艺包要求选用特殊测量仪表。

(2) 现场仪表原则上选用电子式，变送器和阀门定位器选用智能型。除脉冲信号和开关信号等特殊信号外，均采用 4~20mA DC 标准信号叠加 HART 协议。

(3) 现场安装的变送器带输出信号指示，现场安装的电子式仪表应至少满足 IEC60529 和 GB4208 标准规定的 IP65 的防护等级；其他现场仪表应至少满足 IP55 的防护等级。

(4) 现场安装的电子式仪表应根据危险区域的等级划分，选用符合 IEC60079 标准或 GB3836 标准，具有防爆合格证的产品。安装在 0 区内的电子式仪表应选用本安型仪表 (Exi)，安装在 1 区和 2 区的电子式仪表选用本安型 (Exi) 或隔爆型 (Exd)，优先选用本安型 (Exi)，无本安型时选用隔爆型 (Exd)，电磁阀选用 24VDC 本安型 (Exi)。选用本安型 (Exi) 仪表采用隔离型安全栅。安装在有爆炸危险区的仪表接线箱应采用隔爆型 (Exd)。

#### 4.3.7 主要仪表选型

(1) 流量仪表：流量测量优先选用涡街流量计、电磁流量计，也可采用差压式流量计、面积式流量计、容积式流量计，贸易交接或配料工况应选用质量流量计。

(2) 液位仪表：根据具体工况液位测量仪表可选用磁致伸缩液位计；易聚合、易结晶、强腐蚀性介质选用双法兰式差压液位变送器；大容量贮罐液位计选用雷达液位计；对于污水池等液位测量选用超声波液位计；液位开关优先选用音叉液位开关。

(3) 压力仪表：就地压力指示一般选用  $\Phi 100\text{mm}$  弹簧管不锈钢压力表，小量程的气体压力测量选用膜盒压力表，有腐蚀或易堵介质压力测量选用膜片式压力表或隔膜压力表。压力表精度最低要求为  $\pm 1.5\%$ 。压力远传选用压力变送器，测量压差或微压力选用差压变送器，测量腐蚀性或易堵介质的压力选用膜片密封式法兰压力变送器。

(4) 温度仪表：就地温度指示选用  $\Phi 100\text{mm}$  万向型双金属温度计。原则上，远传温度测量采用铠装热电阻 (Pt100) 和铠装热电偶，温度元件宜选用弹簧压着式结构 (带加强管)。所有温度元件有保护套管，保护套管采用锥形整体钻孔形式 (需进行防共振计算)。对小于 DN100 的管道，应采用扩大管。

(5) 调节阀：一般工况下采用 Globe 调节阀 (单/双座和套筒式)，大口径或低差压情况，采用蝶型阀或偏心旋转阀；对于介质中含有固体粉末或黏度较大的情况，采用 V 型球阀或偏心旋转阀；用于氢气、导热油及毒性介质，采用波纹管密封阀；对于高压差、闪蒸、空化、腐蚀、高噪声等情况，可选用多级降压的阀芯和阀体设计。所有调节阀应带智能型电/气阀门定位器 (带 HART 协议)。在调节阀无旁路时应提供手轮。参与安全联锁的阀门不得设置手轮。

(6) 切断阀：根据要求小口径选用快速切断 O 型球阀或者偏心旋转阀，大口径时采用蝶型阀，所有切断阀要求配备本安型电磁阀及接近式阀位开关。

(7) 分析仪表：在线分析仪表应首选在线式安装，如需取样系统，应设置快速回路，并包括取样单元、预处理单元、分析器单元、回收单元、带微处理器信息处理单元等。如需安装在现场分析小屋内，分析小屋由仪表制造厂成套供应，并配齐电源、空气源、载气、标准气及防爆空调等。

(8) 可燃、有毒气体检测器：在易燃、易爆及有毒气体容易泄漏处安装可燃、有毒气体检测器，根据气体比重，选择合适的安装位置。可燃气体检测器选用催化燃烧式，有毒气体检测器选用电化学式。在控制室内的可燃、有毒气体报警柜显示有声光报警。

#### 4.3.8 动力供应

##### (1) 仪表电源

仪表需要的双电源一路由正常母线段供电，另一路由事故母线段提供，直接送至 UPS 室的 UPS 电源输入端。UPS 采用 1:1 冗余配置，由 UPS 为仪表系统提供 220VAC，50Hz 及 24VDC 的不间断电源，要求 UPS 的后备时间为 30 分钟。

##### (2) 仪表气源

为了保证仪表供气的安全、可靠，进到本装置界区内的仪表净化压缩空气的压力不能低于 0.6MPa (G)；在供气装置发生故障时，需保证本装置气动仪表使用 30 分钟的气量，即仪表空气贮罐容量在停电后能确保不低于 30 分钟的容量。

仪表空气的质量要求如下：无油、无尘、不含有腐蚀及有毒气体。含油量<8 ppm(W)；含尘量<1mg/m<sup>3</sup>；灰尘颗粒直径<3μm；压力露点应比工作环境或历史上年（季）极端最低温度低 10℃。

#### 4.3.9 控制室

本项目新设控制室，控制室采用抗爆结构，抗爆控制室的设计满足《石油化工控制室抗爆设计规范》SH/T3160-2009，抗爆控制室设置隔离前室。控制室外门，隔离前室内门均选用抗爆防护门，抗爆门应满足以下要求：(1) 门扇应向外开启，设置自动闭门器，配备逃生门锁。(2) 耐火完整性不应小于 1.0h。(3) 隔离前室内、外门应具备不同时开启连锁功能。(4) 配备抗爆门锁。控制室电缆进入室内采用电缆沙井进线，电缆沙井内充沙，且不得在室内地面以上的墙体上开洞。

控制室内设置有操作室、机柜室、工程师站室、UPS 室及空调机室等功能房间。

#### 4.3.10 设计采用的标准及规范

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| 《石油化工企业设计防火规范》          | GB50160-2008 |
| 《爆炸危险环境电力装置设计规范》        | GB50058-2014 |
| 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》 | GB50493-2009 |

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 《自控安装图册》              | HG/T21581-2012       |
| 《钢制管法兰、垫片、紧固件》        | HG/T20592~20635-2009 |
| 《分散型控制系统工程设计规范》       | HG/T20573-2012       |
| 《过程测量和控制仪表的功能标志及图形符号》 | HG/T20505-2014       |
| 《自动化仪表选型设计规范》         | HG/T20507-2014       |
| 《控制室设计规范》             | HG/T20508-2014       |
| 《仪表供电设计规范》            | HG/T20509-2014       |
| 《仪表供气设计规范》            | HG/T20510-2014       |
| 《信号报警及联锁系统设计规范》       | HG/T20511-2014       |
| 《仪表配管配线设计规范》          | HG/T20512-2014       |
| 《仪表系统接地设计规范》          | HG/T20513-2014       |

## 4.4 设备概况

### 4.4.1 设备主要特点及概况

本项目使用的设备有塔器、换热器、反应器、储罐、泵等。

本项目工艺介质有二氯二氢硅、三氯氢硅、其他氯硅烷等，属易燃易爆介质，机械类和驱动类设备要求密封性能良好并采取防爆措施。

工艺装置设备汇总情况详见表 4-1 设备汇总表。

DCS/TCS 生产装置和废气处理装置设备具体情况见表 4-2 和表 4-3。

表 4-1 工艺装置设备汇总表

| 装置组成         | 塔  | 反应器 | 容器 | 换热器 | 机泵 | 其它 | 合计  |
|--------------|----|-----|----|-----|----|----|-----|
| DCS/TCS 生产装置 | 13 | 2   | 8  | 32  | 44 | 1  | 100 |
| 废气处理装置       | 4  |     | 2  | 1   | 6  | 3  | 16  |
| 合计           | 17 | 2   | 10 | 33  | 50 | 4  | 116 |

表 4-2 DCS/TCS 生产装置设备一览表

| 序号 | 名 称    | 单位 | 数量 | 材 料     | 备 注 |
|----|--------|----|----|---------|-----|
| 1  | 原料吸附装置 | 台  | 1  | 304L    |     |
| 2  | 原料除尘塔  | 台  | 1  | 304L    | 板式塔 |
| 3  | 除尘塔再沸器 | 台  | 1  | CS/304L |     |
| 4  | 除尘塔冷凝器 | 台  | 1  | CS/304L |     |





| 序号 | 名 称           | 单位 | 数量 | 材 料  | 备 注   |
|----|---------------|----|----|------|-------|
| 5  | 除尘塔循环泵        | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 6  | 原料脱低沸塔        | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 7  | 原料低沸塔再沸器      | 台  | 1  | 304L |       |
| 8  | 原料低沸塔塔底泵      | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 9  | 原料低沸塔冷凝器      | 台  | 1  | 304L |       |
| 10 | 原料低沸塔深冷器      | 台  | 1  | 304L |       |
| 11 | 原料低沸塔回流罐      | 台  | 1  | 304L |       |
| 12 | 原料低沸塔回流泵      | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 13 | 原料脱高沸塔        | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 14 | 原料高沸塔再沸器      | 台  | 1  | 304L |       |
| 15 | 原料高沸塔塔底泵      | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 16 | 原料高沸塔冷凝器      | 台  | 1  | 304L |       |
| 17 | 原料高沸塔深冷器      | 台  | 1  | 304L |       |
| 18 | 原料高沸塔塔底泵出口冷却器 | 台  | 1  | 304L |       |
| 19 | 歧化反应器         | 台  | 2  | 304L |       |
| 20 | 反应器后中间罐       | 台  | 1  | 304L |       |
| 21 | 中间罐回流泵        | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 22 | 计量泵           | 台  | 2  | 304L |       |
| 23 | 歧化后除尘塔        | 台  | 1  | 304L | 板式塔   |
| 24 | 歧化后除尘塔再沸器     | 台  | 1  | 304L |       |
| 25 | 歧化后除尘塔冷凝器     | 台  | 1  | 304L |       |
| 26 | 歧化后除尘塔循环泵     | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 27 | 氯硅烷分离 A 塔     | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 28 | A 塔再沸器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 29 | A 塔底部泵        | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |



| 序号 | 名 称           | 单位 | 数量 | 材 料  | 备 注   |
|----|---------------|----|----|------|-------|
| 30 | A 塔冷凝器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 31 | A 塔深冷器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 32 | A 塔回流罐        | 台  | 1  | 304L |       |
| 33 | A 塔回流泵        | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 34 | 氯硅烷分离 B 塔     | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 35 | B 塔再沸器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 36 | B 塔底部泵        | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 37 | B 塔冷凝器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 38 | B 塔深冷器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 39 | B 塔回流罐        | 台  | 1  | 304L |       |
| 40 | B 塔回流泵        | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 41 | 氯硅烷分离 C 塔     | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 42 | C 塔再沸器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 43 | C 塔底部泵        | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 44 | C 塔冷凝器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 45 | C 塔深冷器        | 台  | 1  | 304L |       |
| 46 | C 塔回流罐        | 台  | 1  | 304L |       |
| 47 | B 塔回流泵        | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 48 | DCS 低沸 A 塔    | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 49 | DCS 低沸 A 塔再沸器 | 台  | 1  | 304L |       |
| 50 | DCS 低沸 A 塔塔底泵 | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 51 | DCS 低沸 B 塔    | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 52 | DCS 低沸 B 塔冷凝器 | 台  | 1  | 304L |       |
| 53 | DCS 低沸 B 塔深冷器 | 台  | 1  | 304L |       |
| 54 | DCS 低沸 B 塔塔底泵 | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |



| 序号 | 名 称                 | 单位 | 数量 | 材 料  | 备 注   |
|----|---------------------|----|----|------|-------|
| 55 | DCS 高沸 A 塔          | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 56 | DCS 高沸 A 塔再沸器       | 台  | 1  | 304L |       |
| 57 | DCS 高沸 A 塔塔底泵       | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 58 | DCS 高沸 A 塔塔底泵出口冷却器  | 台  | 1  | 304L | 8 组   |
| 59 | DCS 高沸 B 塔          | 台  | 1  | 304L | 填料塔   |
| 60 | DCS 高沸 B 塔冷凝器       | 台  | 1  | 304L |       |
| 61 | DCS 高沸 B 塔深冷器       | 台  | 1  | 304L |       |
| 62 | DCS 高沸 B 塔冷凝液罐      | 台  | 1  | 304L |       |
| 63 | DCS 高沸 B 塔冷凝液泵      | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 64 | DCS 高沸 B 塔塔底泵       | 台  | 2  | 304L | 带冷却夹套 |
| 65 | DCS 高沸 B 塔冷凝液泵出口冷却器 | 台  | 1  | 304L | 8 组   |
| 66 | TCS 脱低沸塔            | 台  | 1  | 304L |       |
| 67 | TCS 脱低沸塔再沸器         | 台  | 1  | 304L |       |
| 68 | TCS 低沸塔冷凝器          | 台  | 1  | 304L |       |
| 69 | TCS 低沸塔塔底泵          | 台  | 2  | 304L |       |
| 70 | TCS 低沸塔回流泵          | 台  | 2  | 304L |       |
| 71 | TCS 低沸塔回流罐          | 台  | 1  | 304L |       |
| 72 | TCS 脱高沸塔            | 台  | 1  | 304L |       |
| 73 | TCS 高低沸塔再沸器         | 台  | 1  | 304L |       |
| 74 | TCS 高沸塔冷凝器          | 台  | 1  | 304L |       |
| 75 | TCS 高沸塔塔底泵          | 台  | 2  | 304L |       |
| 76 | TCS 高沸塔回流泵          | 台  | 2  | 304L |       |
| 77 | TCS 高沸塔回流罐          | 台  | 1  | 304L |       |
| 78 | 凝结水罐                | 台  | 1  | CS   |       |
| 79 | 凝结水泵                | 台  | 2  | CS   |       |



表 4-3 废气处理装置设备一览表

| 序号 | 名 称        | 单位 | 数量 | 材 料      | 备 注 |
|----|------------|----|----|----------|-----|
| 1  | 1 号淋洗塔 A/B | 台  | 2  | 增强 PVC   |     |
| 2  | 2 号淋洗塔 A/B | 台  | 2  | 增强 PVC   |     |
| 3  | 淋洗水冷却器     | 台  | 1  | 304      | 板式  |
| 4  | 淋洗泵        | 台  | 2  | 304      |     |
| 5  | 排水泵        | 台  | 2  | CS       | 耐磨  |
| 6  | 排泥泵        | 台  | 2  | CS       | 耐磨  |
| 7  | 清水罐        | 台  | 1  | CS       |     |
| 8  | 澄清桶        | 台  | 1  | CS 衬玻璃鳞片 |     |
| 9  | 搅拌器        | 台  | 1  | 304      |     |
| 10 | 淋洗池        |    | 2  | 混凝土衬玻璃钢  |     |
| 11 | 中和池        |    | 1  | 混凝土衬玻璃钢  |     |
| 12 | 中和池搅拌器     | 台  | 1  | 304      |     |

#### 4.4.2 非标设备材料选用原则

非标设备材料的选用依据《固定式压力容器安全技术监察规程》GB/T150.2-2011 以及《钢制化工容器材料选用规定》HG/T20581-2011 的规定进行，考虑设备的操作条件（如工作压力、工作温度及介质的特性等）、材料的焊接性能、冷热加工性能、热处理以及容器的结构，同时考虑其经济合理性，并在同一工程中尽可能减少用材种类和规格。为满足工艺要求和洁净要求，本项目大部分设备均采用不锈钢。

#### 4.4.3 设计参数的确定原则

##### 4.4.3.1 设备设计压力

采用工艺设备数据表中指定的设计压力，当工艺设备数据表中未给出设计压力时，按 HG/T20580-2011 中第 4 章《设计压力的确定》执行。

##### 4.4.3.2 设备设计温度

采用工艺设备数据表中指定的设计温度，当工艺设备数据表中未给出设计温度时，按 HG/T20580-2011 中第 5 章《设计温度的确定》执行。

##### 4.4.3.3 设备设计载荷

按 GB/T150.1-2011 中第 4 章第 4.3.2 款《载荷》执行。

#### 4.4.3.4 设备腐蚀裕量

采用工艺设备数据表中指定的腐蚀裕量，当工艺设备数据表中未给出腐蚀裕量时，按以下规定选取：

碳钢容器：取  $C_2=3\text{mm}$  (当采取内部防腐措施时取  $C_2=1\text{mm}$ )

不锈钢容器：取  $C_2=0\text{mm}$

#### 4.4.3.5 压力容器的划类

设备类别的划分按国家质量技术监督局《固定式压力容器安全技术监察规程》执行，其中设备内介质的特性按 HG20660-2000《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类》。

#### 4.4.4 结构规定

非标设备的结构型式按工艺设备设计条件进行设计，包括主体结构型式和尺寸、进料管结构、分布器型式等。

对工艺条件未作限制的结构按以下原则进行：

(1) 接管伸出长度按有无保温一般取 150~250mm。

(2) 防冲板、防涡流挡板以及气体出口挡板等内件结构型式按《钢制化工容器结构设计规定》HG/T20583-2011 进行设计，可选公司标准图，必要时可另行出图。

(3) 换热器的结构型式按工艺设备设计条件确定，凡与易燃、易爆、有毒介质及工艺物料接触的换热器均按 I 级设计。换热管与管板的连接一律采用“强度焊+贴胀”结构，焊接一律采用氩弧焊。

(4) 设备均设置接地板。

(5) 焊接结构按《钢制化工容器结构设计规定》HG/T20583-2011 中的规定。

#### 4.4.5 设计执行的标准和规范

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| 《固定式压力容器安全技术监察规程》 | TSG 21-2016          |
| 《压力容器》            | GB/T150.1~150.4-2011 |
| 《热交换器》            | GB/T151-2014         |
| 《塔式容器》            | NB/T47041-2014       |
| 《卧式容器》            | NB/T47042-2014       |
| 《钢制焊接常压容器》        | NB/T47003.1-2009     |
| 《钢制化工容器设计基础规定》    | HG/T20580-2011       |
| 《钢制化工容器材料选用规定》    | HG/T20581-2011       |
| 《钢制化工容器强度计算规定》    | HG/T20582-2011       |
| 《钢制化工容器结构设计规定》    | HG/T20583-2011       |
| 《钢制化工容器制造技术规定》    | HG/T20584-2011       |

## 4.5 机泵

### 4.5.1 机泵设计规定

本项目各生产单元大部分属于甲类生产类别，位于爆炸性气体环境 2 区。因此，装置所选用的机泵类设备应满足相应的防爆、防尘、无泄漏等要求。

装置内工艺介质输送泵主要为屏蔽泵或计量泵。

### 4.5.2 机泵选型原则

本项目机泵选型满足工艺要求，选用技术先进、性能安全可靠、效率高、密封性能好、操作维修方便的设备。设备与驱动器配套供应，还应包括安装材料。在满足工艺要求和产品质量的前提下，首选国内产品。

机泵设备的结构选型应满足节能和环保的要求。

离心泵、屏蔽泵的选型基本原则：

保证泵的  $NPSH_a$  比  $NPSH_r$  至少高 1.0m；

恒速驱动泵，不得选用最大叶轮的泵。

## 4.6 原材料、辅助材料及公用工程消耗指标

### 4.6.1 原材料及辅助材料消耗指标

表 4-4 原材料及辅助材料规格及消耗量

| 序号 | 项 目  | 规 格   | 单位 | 小时消耗  | 年消耗   | 备 注      |
|----|------|-------|----|-------|-------|----------|
| 1  | 三氯氢硅 | 99.8% | 吨  | 1.388 | 10990 |          |
| 2  | 催化剂  |       | 吨  |       | 0.33  | 首次添加量 1t |

### 4.6.2 公用工程消耗指标

表 4-5 公用工程规格及消耗量

| 序号 | 项 目 | 规 格 | 单位 | 小时消耗 | 年消耗 | 备 注 |
|----|-----|-----|----|------|-----|-----|
|----|-----|-----|----|------|-----|-----|

|    |      |                                                     |                 |                   |           |              |
|----|------|-----------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------|--------------|
| 1  | 新鲜水  | 常温                                                  | 吨               | 9.28              | 73497.6   |              |
| 2  | 纯水   | 常温                                                  | 吨               | 0.0014            | 11.088    | 分析化验         |
| 3  | 循环水  | 32/37℃<br>0.4/0.2MPa(G)                             | 吨               | 683               | 540.9 万   |              |
| 4  | 冷冻水  | 7/12℃<br>0.4/0.2MPa(G)                              | 吨               | 200               | 158.4 万   |              |
| 5  | 冷盐水  | -20/-15℃<br>0.4/0.2MPa(G)                           | 吨               | 20                | 15.84 万   |              |
| 6  | 仪表空气 | 常压露点≤-40℃<br>无油无尘<br>0.6MPa(G)                      | Nm <sup>3</sup> | 100               | 79.2 万    |              |
| 7  | 氮气   | 纯度：≥99.995%<br>0.3MPa(G)                            | Nm <sup>3</sup> | 200               | 158.4 万   |              |
| 8  | 高纯氮气 | 纯度：≥99.999%<br>0.3MPa(G)<br>O <sub>2</sub> 含量≤10ppm | Nm <sup>3</sup> | 150               | 118.8 万   |              |
| 9  | 高纯氢气 | 纯度：≥99.999%                                         | Nm <sup>3</sup> | 1.89              | 15000     |              |
| 10 | 蒸汽   | 0.25 MPa(G)                                         | 吨               | 5.6（正常）<br>10（最大） | 44352     | 最大量含<br>冬季采暖 |
| 11 | 电量   | 380V, 3 相, 50Hz                                     | kW·h            | 1420.92           | 1125.37 万 |              |

#### 4.7 全厂总物料平衡

本项目全厂总物料平衡见图 4-1。



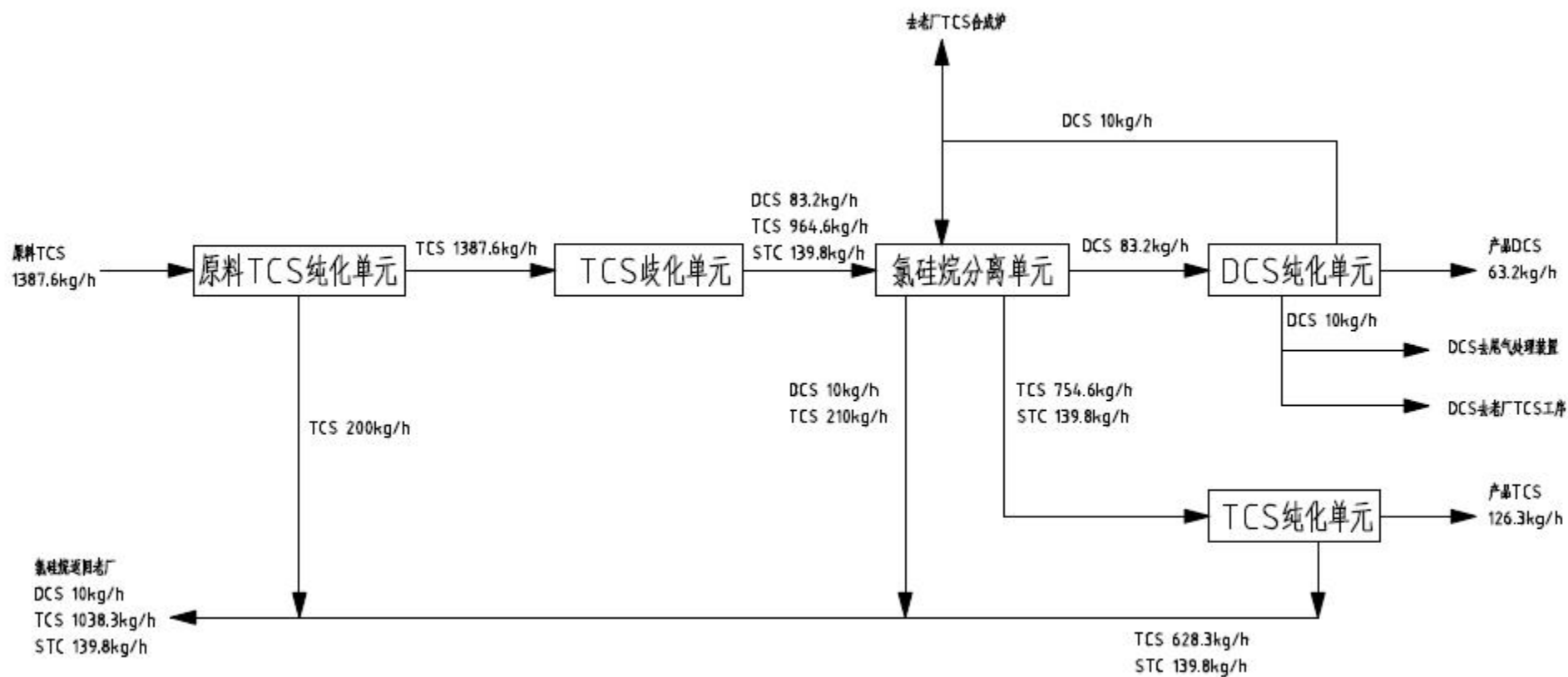


图 4-1 全厂物料平衡图

## 5 建厂条件和厂址选择

### 5.1 地理位置

本项目拟建场地位于唐山市南堡开发区境内，三孚硅业高纯四氯化硅车间北侧。工程建设地点位于征地范围内，厂址北距唐山市区约 50km，西距汉沽约 30km，南距渤海约 7km。

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，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、京唐港和即将建设的曹妃甸港，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。

地理位置如下图：



### 5.2 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%。

当地自然、气象条件见下表。

表 5-1 自然、气象条件表

| 序号 | 自然、气象要素   | 数值                        | 备注              |
|----|-----------|---------------------------|-----------------|
| 1  | 气温        |                           |                 |
|    | 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    | -16.8℃                    |                 |
| 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         |                           |                 |
|    | 年平均风速     | 4.8 m/s                   |                 |
|    | 最大风速      | 21 m/s                    |                 |
|    | 极大风速      | 33.6 m/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                     |                 |
| 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                         |                 |

### 5.3 工程地质条件

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。

### 5.4 建厂地点的社会经济条件

唐山南堡经济技术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 km，城区建设面积 20 平方 km，已建城区面积为 11 平方 km，还有 9 平方 km 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、年产 60 万吨粘胶短纤维的唐山三友集团化纤公司、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。

### 5.5 用地条件

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。

本选址满足项目建设要求。

## 5.6 公用工程和辅助设施依托情况

### 5.6.1 仪表空气和压缩空气

本项目仪表空气及压缩空气用量较小，三孚硅业空压制氮站的仪表空气和压缩空气富余量可以满足本项目要求，从三孚硅业空压制氮站引管道经管廊送至本项目界区。

### 5.6.2 蒸汽

本项目所用蒸汽量及参数为：5.6t/h，0.25MPa(G)。除工艺用汽量外，冬季还需要蒸汽用于采暖热水加热，约需蒸汽用量4~4.5t/h，所以本项目的最大蒸汽用量按照10t/h考虑。

三孚硅业厂区内已经建有蒸汽管网，蒸汽参数为0.70MPa(G)、174℃的微过热蒸汽。其蒸汽富余量可以满足本项目需要，从三孚硅业蒸汽管网引管道经管廊送至本项目界区。

### 5.6.3 氮气

三孚硅业已建有空压制氮站，氮气富余量为300Nm<sup>3</sup>/h，纯度99.995%，可以满足本项目氮气用量的需求，从三孚硅业空压制氮站引管道经管廊送至本项目界区。

### 5.6.4 纯水

纯水主要为分析化验使用，用量为0.0014t/h。因用量很少且为间断使用，故从三孚硅业厂区的纯水站经管廊送来，储存在容器内

### 5.6.5 生活用水和生产用水

本项目生活用水主要供生活、化验及洗眼器使用，供水量为0.32m<sup>3</sup>/h（最大9.0m<sup>3</sup>/h），每天平均用水量为5m<sup>3</sup>，由三孚硅业高纯四氯化硅厂区加压供水设备供给，供水压力为0.4MPa，本项目接入管管径DN50。

本项目生产用水主要供装置及罐区冲洗地面用水、浇洒道路及绿化用水、循环水站补水，生产水平均用水量为8.96m<sup>3</sup>/h，最大量为18.82m<sup>3</sup>/h。由三孚硅业生产水干管接入，供水压力0.20MPa，接入管管径DN100。

### 5.6.6 消防

三孚硅业现有稳压消防系统一套，包括消防泵房（含有效容积为 350m<sup>3</sup>的消防水池 1 座）及完善的消防环状管网系统。消防泵房内设置有电动消防泵 2 台，1 用 1 备，单

泵能力  $Q=160\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=50\text{m}$ ；稳压泵 2 台，1 用 1 备，单泵能力  $Q=18\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=50\text{m}$ 。正常时靠稳压泵维持系统压力，当发生火灾时，压力联锁自动启动消防泵。

本项目消防给水依托三孚硅业的消防给水系统（含消防泵组、消防水池及消防环状管网），自高纯四氯化硅厂区的消防环状管网内引出 2 根管线，与本项目界区的消防环状管网连接，可满足本项目的消防用水要求。

#### 5.6.7 供电

在本项目南侧三孚硅业高纯四氯化硅厂区综合楼内设置有 10kV 变电站，10kV 变电站目前为单母线，并且该变电站内预留有两个 10kV 开关柜备用位置。另外在该综合楼内设置有一台 200kW 的柴油发电机，在停电情况下带高纯四氯化硅厂区的关键设备负载 90KW 左右。该柴油发电机富余量满足本项目一级负荷或一级重要负荷的用电要求，可作为备用电源使用。

本项目拟新建 10kV 变配电站一座，其 10kV 进线电源引自上述变电站内的 10kV 母线段。

#### 5.6.8 废水处理

三孚硅业厂区设有污水中和处理装置一套，设计能力为  $60\text{m}^3/\text{h}$ （废水  $\text{pH}=2\sim 13$ ），现最大处理水量为  $13.1\text{m}^3/\text{h}$ ，尚有  $46.9\text{m}^3/\text{h}$  水量富余能力。本项目的污水经泵送到三孚硅业污水处理站处理。该污水处理站能接收本项目废水，确保经中和处理后  $\text{pH}=6\sim 9$ ，且 SS 也有所降低。

## 6 总图运输、储运、土建、内外管网

### 6.1 总图运输

#### 6.1.1 厂址概况

本项目拟建于唐山市南堡经济开发区内。项目南侧为三孚硅业高纯四氯化硅项目，项目用地其它三侧均为园区空地。

本项目用地红线面积 54612.76 m<sup>2</sup>，约 81.9 亩。其中本期用地面积为 34693.45 m<sup>2</sup>，约 52.04 亩。

详见区域位置图。

#### 6.1.2 总平面布置

##### 6.1.2.1 总平面布置原则

符合总体规划，满足生产工艺流程要求，遵循防火、防爆、环保和安全等有关规范，充分考虑生产操作、检修、消防等作业需求；充分利用地形、地质、气象等自然条件，因地制宜，节约用地。

##### 6.1.2.2 总平面布置简述

本项目主项分为三大功能区进行总平面布置，三大功能区划分如下：

- (1) 生产装置区：包括 DCS/TCS 生产装置、废气处理装置。
- (2) 储运设施区：包括原料和产品罐区、灌装站。
- (3) 公用工程设施区：包括循环水站、公用工程站、事故应急池、控制室、综合楼、变配电站、门卫。

总平面布置方案：

本项目用地位于三孚硅业高纯四氯化硅项目北侧。

考虑到风向、交通运输、安全性等因素，将原料和产品罐区布置在本项目用地的东北角；将灌装站布置在本项目用地的北侧、原料和产品罐区的西侧。

将废气处理装置和 DCS/TCS 生产装置东西并列布置在灌装站的南侧，其中废气处理装置布置在 DCS/TCS 生产装置的西侧。

公用工程设施集中布置在项目用地的东侧和南侧。将综合楼、事故应急池、控制室、变配电站由西向东依次布置在项目用地的最南侧、废气处理装置和 DCS/TCS 生产装置的南侧，其中综合楼布置在三孚硅业变电、控制及化验楼的北侧、事故应急池和控制室布置在三孚硅业高纯四氯化硅项目的北侧、变配电站布置在三孚硅业四氯化硅罐区的北侧。将公用工程站布置在 DCS/TCS 生产装置的东侧、原料和产品罐区的南侧。将循环水站布置在公用工程站的南侧、变配电站的东侧、三孚硅业淋洗装置的北侧。

本项目内设环形消防道路，道路路面宽度为 6.0m，道路转弯半径不小于 12.0m。

本项目共设置两个出入口，其中在厂区的西南角设置一个人流出入口，在厂区西北

角设置一个货运出入口。

详见附图 2：总平面布置图。

### 6.1.3 竖向设计原则

设计原则：在保证生产运输的条件下，确保装置内标高与装置外道路标高的连接；保证各界区的标高相互协调，并使地面雨水顺利排除，不受洪水威胁。

参考南侧三孚硅业高纯四氯化硅项目场地标高，本项目场地标高初定为 3.70m，竖向设计采用连续式平坡设计。

### 6.1.4 防护设施及绿化

#### 6.1.4.1 绿化设计原则

绿化能调节气候、提高湿度、减弱噪音、滞留尘埃，美化环境，改善劳动条件。绿化选材上要求在装置区种植多种抗酸碱性强、不产生飞花扬絮的行道树。种植树木不应妨碍消防操作，在道路交叉口处应满足行车视距的要求。

#### 6.1.4.2 绿化率

本项目中绿化面积为 6732.76m<sup>2</sup>，绿地率为 19.40%。

#### 6.1.4.3 罐区防火堤

罐区防火堤采用钢筋混凝土防火堤。

#### 6.1.4.4 防护设施

本项目除南侧已建有围墙外，其它三侧均新建高 2.1m 的砖砌实体围墙。

### 6.1.5 工厂运输

#### 6.1.5.1 运输量

表 6-1 运输量表

| 项目     | 货物名称                 | 运输量及运输方式 (t/a) |       | 物料形态 | 包装方式  | 备注 |
|--------|----------------------|----------------|-------|------|-------|----|
|        |                      | 公路             | 管道    |      |       |    |
| 运入     | 三氯氢硅                 |                | 10990 | 液    |       |    |
| 运入合计   |                      |                | 10990 |      |       |    |
| 运出     | 电子级三氯氢硅              | 1000           |       | 液    | 钢瓶、槽车 |    |
|        | 电子级二氯二氢硅             | 500            |       | 液    | 钢瓶    |    |
|        | 氯硅烷（四氯化硅、三氯氢硅、二氯二氢硅） |                | 9410  | 液    |       |    |
| 运出合计   |                      | 1500           | 9410  |      |       |    |
| 运入运出合计 |                      | 1500           | 20400 |      |       |    |

#### 6.1.5.2 运输方式



本项目运输主要为公路运输，采用取货制方式。

#### 6.1.5.3 运输设施和运输机具

厂外运输车辆租用社会车辆，厂内采用叉车运输。

#### 6.1.5.4 道路

新建道路宽度为 6.0m，使工艺装置周围形成环形消防通道，满足消防通道设置和宽度要求；工艺装置各交叉口内缘转弯半径均 $\geq 12.0\text{m}$ ，满足消防车转弯半径要求。

新建道路采用城市型水泥混凝土路面。

#### 6.1.6 总平面布置主要技术指标

表 6-2 主要经济技术指标表

| 序号 | 名称           | 单位             | 数量       | 备注       |
|----|--------------|----------------|----------|----------|
| 1  | 用地红线内面积      | m <sup>2</sup> | 54612.76 | 约 81.9 亩 |
| 2  | 本项目用地面积      | m <sup>2</sup> | 34693.45 |          |
| 3  | 建、构筑物占地面积    | m <sup>2</sup> | 9597.07  |          |
| 4  | 道路、广场及其它占地面积 | m <sup>2</sup> | 10513.77 |          |
| 5  | 绿化面积         | m <sup>2</sup> | 6732.76  |          |
| 6  | 建筑系数         | %              | 27.66    |          |
| 7  | 绿地率          | %              | 19.40    |          |

#### 6.1.7 设计采用的标准和规范

|                  |               |
|------------------|---------------|
| 《石油化工企业设计防火规范》   | GB50160-2008  |
| 《建筑设计防火规范》       | GB50016-2014  |
| 《工业企业总平面设计规范》    | GB50187-2012  |
| 《石油化工厂区竖向布置设计规范》 | SH/T3013-2000 |
| 《石油化工厂区绿化设计规范》   | SH3008-2000   |
| 《化工企业总图运输设计规范》   | GB50489-2009  |

### 6.2 储运

#### 6.2.1 设计任务

本项目储运设计内容包括原料、产品的储存和运输系统。

#### 6.2.2 设计范围

储运设计范围包括为生产主装置配套的原料、产品储运系统，包括原料及产品罐区和灌装站等 2 个主项。

### 6.2.2.1 原料及产品罐区

设置 47.5m<sup>3</sup> TCS 储罐 4 台，其中原料 TCS 储罐 1 台、产品 TCS 储罐 2 台、回收 TCS 储罐 1 台；设置 47.5m<sup>3</sup> DCS 储罐 3 台，其中产品 DCS 储罐 2 台、回收 DCS 储罐 1 台；设置 47.5m<sup>3</sup> 事故罐 1 台、尾气冷凝器 1 台、尾气深冷器 1 台；并配套相应输送泵。

### 6.2.2.2 灌装站

设置独立灌装间及空瓶、实瓶区，灌装介质包括 DCS 及 TCS。

### 6.2.3 原料及产品罐区

#### 6.2.3.1 液体产品储运情况

罐区物料的储存温度、压力见表 6-3。

表 6-3 物料储存温度、压力表

| 序号 | 物料名称        | 储存温度 (°C) | 储存压力 (MPa) |
|----|-------------|-----------|------------|
| 1  | DCS (二氯二氢硅) | 0         | 0.3        |
| 2  | TCS (三氯氢硅)  | 0         | 0.3        |

#### 6.2.3.2 储罐的容量、数量及型式

储罐的容量、数量及型式，见表 6-4。

表 6-4 储罐容量、数量表

| 序号 | 物料名称       | 储罐容积及台数 (m <sup>3</sup> ×台) | 储罐直径×高度 (m) (内/外罐) | 储罐结构型式 | 选用材质 (内/外罐) | 储罐保温情况 | 储存天数 |
|----|------------|-----------------------------|--------------------|--------|-------------|--------|------|
| 1  | 产品 DCS     | 47.5×2                      | 2.75×7.7/2.95×7.7  | 立式压力罐  | 316L/316L   | 保冷     | 60   |
| 2  | 回收 DCS     | 47.5×1                      | 2.75×7.7/2.95×7.7  | 立式压力罐  | 316L/316L   | 保冷     | 60   |
| 3  | 产品 TCS     | 47.5×2                      | 2.75×7.7/2.95×7.7  | 立式压力罐  | 316L/316L   | 保冷     | 60   |
| 4  | 原料 TCS     | 47.5×1                      | 2.75×7.7/2.95×7.7  | 立式压力罐  | 316L/316L   | 保冷     | 1    |
| 5  | 回收 TCS     | 47.5×1                      | 2.75×7.7/2.95×7.7  | 立式压力罐  | 316L/316L   | 保冷     | 60   |
| 6  | 事故罐<br>氯硅烷 | 47.5×1                      | 2.75×7.7           | 立式压力罐  | 304         | 保温     |      |

#### 6.2.3.3 机泵

原料及产品罐区输送泵及灌装泵采用屏蔽泵。详细配置见表 6-5。

表 6-5 机泵配置表

| 序号 | 名称         | 型式  | 流量<br>(m³/h) | 扬程<br>(m) | 功率<br>(kW) | 台数 |
|----|------------|-----|--------------|-----------|------------|----|
| 1  | 产品 TCS 循环泵 | 屏蔽泵 | 15           | 50        | 11         | 2  |
| 2  | 原料 TCS 输送泵 | 屏蔽泵 | 15           | 50        | 11         | 2  |
| 3  | 回收 TCS 输送泵 | 屏蔽泵 | 15           | 50        | 11         | 2  |
| 4  | TCS 灌装泵    | 屏蔽泵 | 5            | 20        | 5.5        | 2  |
| 5  | 产品 DCS 循环泵 | 屏蔽泵 | 15           | 50        | 11         | 2  |
| 6  | 回收 DCS 输送泵 | 屏蔽泵 | 15           | 50        | 11         | 2  |
| 7  | 事故泵        | 屏蔽泵 | 5            | 50        | 5.5        | 1  |

#### 6.2.3.4 换热器

原料及产品罐区事故罐设置有尾气冷凝器和尾气深冷器。详细配置见表 6-6。

表 6-6 换热器配置表

| 序号 | 名称    | 型号及规格                     | 单位 | 数量 | 材料   | 备注 |
|----|-------|---------------------------|----|----|------|----|
| 1  | 尾气冷凝器 | Φ1000×4000;<br>换热面积 285m² | 台  | 1  | 304L |    |
| 2  | 尾气深冷器 | Φ400×3000;<br>换热面积 23m²   | 台  | 1  | 304L |    |

#### 6.2.4 灌装站情况

在洁净厂房里，自原料及产品罐区泵送过来的液态电子级二氯二氢硅和三氯氢硅首先进入充装缓冲罐气化，该罐采用压力控制。气化后的二氯二氢硅和三氯氢硅进入充装排柜进行充装。充装排柜内设有低温冷风系统，以便将气态二氯二氢硅和三氯氢硅冷凝液化。电子级二氯二氢硅包装规格为 40L 钢瓶，电子级三氯氢硅包装规格为 210L、620L、800L、17.5m³ 等容积的钢瓶或槽车。充装排柜内设有可燃气体检测仪，联锁充装的进料阀。一旦发生物料泄露，可及时联锁关闭进料阀，确保生产安全。

#### 6.2.5 储运流程说明

DCS: 来自 DCS/TCS 生产装置的 DCS 产品进罐区的产品 DCS 储罐储存；需要时通过经泵输送至灌装站。灌装用户返回的 DCS 钢瓶中剩余的 DCS 送至罐区的回收 DCS 储罐，然后经泵输送至 DCS/TCS 生产装置提纯回收。

TCS: 自三孚硅业经管廊送来的 TCS 原料首先进入罐区的 TCS 原料罐缓存，然后经泵输送至 DCS/TCS 生产装置。来自 DCS/TCS 生产装置的 TCS 产品进罐区产品 TCS 储罐储存，需要时经 TCS 灌装泵加压，送至灌装站。灌装用户返回的 TCS 钢瓶中剩余的 TCS 送至罐区的回收 TCS 储罐，然后经泵送至 DCS/TCS 生产装置提纯回收。

所有 DCS 及 TCS 储罐均为罐壁外夹套储罐，夹套内介质为低温乙二醇水溶液。

事故罐顶部设有尾气冷凝器和尾气深冷器。本项目含氯硅烷安全阀排放尾气首先通过废气总管进入事故罐。当罐内压力达到设定值，罐顶的远传压力变送器联锁打开设在尾气冷凝器循环水管道上的开关阀，同时联锁打开尾气深冷器的乙二醇水溶液管道上的开关阀，将氯硅烷气体冷凝成液体并储存在事故罐内。少量未冷凝的气体进入废气处理装置淋洗塔处理。此外，当罐区内的 DCS 储罐和 TCS 储罐发生泄漏时，可以通过泵将罐内物料转移至事故罐内，避免事故扩大。

#### 6.2.6 安全卫生措施

由于本项目所储物料属易燃、易爆、有毒、腐蚀介质，且对人体有一定危害，所以在设计时充分考虑并采取相应的防范措施，防止事故的发生。

##### 6.2.6.1 设备、材料选用

所有物料储罐均采用立式压力罐，罐顶设置安全阀。

选用密封性能好的阀门，法兰连接处采用可靠的密封垫片，从而有效地防止危险物料的泄漏，减少爆炸混合气体聚集的机率，确保在正常工况下，危险物料得到安全控制。

##### 6.2.6.2 检测、报警设施

储罐设有液位检测报警装置及高高、低低液位联锁，操作人员可以随时了解液位高度，以防止储罐冒顶和输送泵抽空，及时发现事故隐患并采取相应措施；储罐设置温度检测报警设施；罐区、灌装站内均设可燃气体检测报警器。

##### 6.2.6.3 防雷、防静电接地措施

进出罐区踏步及装卸栈台扶梯处设置人体静电消除球；储罐、机泵和管道均设有可靠的防雷击、防静电接地设施，要求接地电阻不大于 10 欧姆。

##### 6.2.6.4 防滑、防坠落措施

罐体设置固定式钢梯，罐顶设置固定式防护栏杆，位置较高的操作阀组设置固定式平台和相应的防护栏杆。

##### 6.2.6.5 其他措施

罐区、灌装站设洗眼淋浴器；选用低噪音机泵。

#### 6.2.7 主要节能措施

所有储罐均设隔热保护层及温度检测报警设施，以减少能耗。

按经济流速合理选择管径以减少阻力损失。

泵选用高效率输送泵，并在高效区运行。

#### 6.2.8 设计采用的标准和规范

《石油化工企业设计防火规范》

GB50160-2008



|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| 《建筑设计防火规范》              | GB50016-2014  |
| 《爆炸危险环境电力装置设计规范》        | GB50058-2014  |
| 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》 | GB50493-2009  |
| 《石油化工全厂性仓库及堆场设计规范》      | GB50475-2008  |
| 《石油化工储运系统罐区设计规范》        | SH/T3007-2014 |
| 《石油化工储运系统泵区设计规范》        | SH/T3014-2012 |
| 《石油化工管道柔性设计规范》          | SH/T3041-2016 |
| 《石油化工静电接地设计规范》          | SH3097-2000   |

## 6.3 厂区外管网

### 6.3.1 设计范围和设计分工

本项目各装置建（构）筑物外 1m 以外的管道布置均属厂区外管设计范围。

### 6.3.2 管道输送介质

管道输送的介质分为工艺物料和公用工程物料两部分。工艺物料包括二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅等。公用工程物料包括蒸汽、压缩空气、仪表空气、氮气、乙二醇水溶液等。

### 6.3.3 敷设原则

管道敷设原则为确保安全生产，满足工艺流程要求，符合《石油化工金属管道布置设计规范》（SH3012-2011）的要求，管架布置、管道走向合理美观。

布置设计符合管道仪表流程图（PID）的设计要求，并做到安全可靠、经济合理，并满足施工、操作、维修等方面的要求。

管道布置遵守安全及环保的法规，对防火、防爆、安全防护、环保要求等条件进行检查，以便管道布置能满足安全生产的要求。

确定进出装置（单元）的管道的方位和敷设方式时，做到内外协调。

厂区内的全厂性管道的敷设，应与厂区内的装置（单元）、道路、建筑物、构筑物等协调，避免管道包围装置（单元），减少管道与铁路、道路的交叉，并且不影响装置设备的吊装。

管道布置满足热胀冷缩所需的柔性。优先采取自然补偿方法解决管道柔性问题，安装空间狭小而不具备自然补偿条件时方考虑采用金属膨胀节。

管道布置设计满足现行《石油化工非埋地管道抗震设计通则》（SH/T3039-2003）的要求。

管道架空或地上敷设；如确有需要，可埋地或敷设在管沟内。

全厂性管架或管墩上留有 10%~30%的空位，并考虑其荷重。

#### 6.3.4 敷设方式

根据各装置的总图布置和全厂性工艺流程的需要，外管设计考虑了厂内外各区域公用工程及工艺管道连接的合理性和经济性。

管廊的敷设考虑安装及维修方便，主要在厂区主干道的一侧采用架空敷设，主管架采取高走。主管廊采用钢结构双柱高管架。管架高度>5m、跨度以 9m 为主，跨越道路时设置桁架，既美观又考虑到通行的要求。在罐区和泵棚之间，根据工艺流程的需要设置管墩。

电气、仪表电缆槽盒与热管道布置在管架上层，腐蚀性介质管道布置在管廊下层；需热补偿的管线在固定管架上设置焊接型止推管托，在其余管架上根据补偿的要求分别设置焊接型滑动管托和导向管托。

#### 6.3.5 管道静电接地设计

可燃物料管线都设置静电接地，采用镀锌扁钢搭接后与接地装置可靠连接，接地装置干线埋深 0.8m。

#### 6.3.6 设计采用的标准和规范

|                  |                |
|------------------|----------------|
| 《石油化工企业设计防火规范》   | GB50160-2008   |
| 《石油化工厂区管线综合技术规范》 | GB50542-2009   |
| 《石油化工金属管道布置设计规范》 | SH3012-2011    |
| 《石油化工管道柔性设计规范》   | SH/T 3041-2016 |
| 《石油化工静电接地设计规范》   | SH3097-2000    |

### 6.4 土建

#### 6.4.1 建筑设计

##### 6.4.1.1 建筑设计原则

整个厂区建筑设计的基本原则应遵守国家规范、规定及标准，认真贯彻执行适用、安全、经济、节能、美观的设计方针。结合工程项目的具体情况，合理采用新技术、新材料，力求做到技术先进、经济合理、节约建设资金和劳动力，在满足生产使用要求的前提下，生产装置或厂房应尽量集中联合、露天化、开敞和轻型化。

根据生产特点，在建筑平面布置、立面设计、构造及结构方面综合考虑防火、防爆、防潮、防噪音、防腐蚀等要求，并采取相应的保护措施。

建筑设计使用年限：按《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068-2001 规定，建筑设计使用年限为 50 年。

##### 6.4.1.2 建筑防火、防爆、防腐蚀设计

本项目在建筑防火设计中从防止火灾发生和安全疏散两方面考虑。防火方面：所有

建筑均采用一、二级耐火等级，室内装修均采用不燃或难燃材料，使火灾不易发生，即使发生也不易迅速蔓延。防火分区面积满足建筑设计防火规范要求。疏散方面：建筑的平面布局、楼梯间距、楼梯宽度要求等均满足防火疏散的要求，楼梯间在首层均靠近直接对外出口，方便人员疏散。

厂区内有爆炸危险的甲类生产装置采用开敞式布置，结构形式采用钢筋混凝土框（排）架或钢结构框架；工艺要求局部需要封闭的，采用轻质墙板封闭，墙上设平开窗，以保证厂房泄压要求。

全厂性控制室采用抗爆控制室，控制室外墙采用钢筋混凝土抗爆墙，楼板采用钢筋混凝土抗爆楼板，抗爆墙及楼板厚度结构按爆炸力大小计算确定。抗爆控制室不设外窗，仅设两个不同方向的疏散门。如有必要，设备机房单设设备出入口，所有外门都为满足爆炸冲击力要求的抗爆门。人员疏散口处增设抗爆门斗，保护人员安全。

#### 6.4.1.3 建筑物其它方面

厂区内主要生产厂房、辅助用房采用钢筋混凝土框架或排架结构，煤矸石烧结多孔砖围护墙，外墙采用水泥砂浆抹面，喷丙烯酸外墙涂料。管廊、设备较多的操作平台为了施工和安装方便也可采用钢结构。封闭的有易燃易爆气体的生产装置及灌装站等，地面采用不发火细石混凝土面层。

#### 6.4.1.4 特殊建筑措施

对于钢构件，按防火规范规定的部位涂刷防火涂料。有爆炸危险的厂房，设置必要的泄压设施。根据不同情况，采用门窗泄压或轻质屋盖泄压设施。防腐根据腐蚀介质的种类及腐蚀性，确定防腐方案及选材。

灌装站为局部有洁净要求的厂房，需满足《洁净厂房设计规范》GB50073-2013 的相关规定。洁净区与非洁净区、洁净区与室外安全疏散门，应开向疏散方向，并加设闭门器。洁净厂房与洁净区同层外墙应设可供消防人员通往厂房洁净区的门窗，其洞口间距大于 80m 时，应在该段外墙的适当部位设置专用消防口，消防口应有明显标志。洁净厂房围护结构和室内装修应选用气密性良好且温度变化时变形小的材料。室内装修材料表面应平整、光滑、不起尘，避免眩光，便于除尘，并应减少凹凸面。洁净区设置外窗时，应采用双层玻璃固定窗。洁净室密闭门应朝空气洁净度较高的房间开启，并加闭门器，无窗洁净室的密闭门上设观察窗。

#### 6.4.1.5 建筑构造和装修

建筑做法尽量采用当地通用做法或习惯做法，做到简洁实用。屋面一般为有组织排水，在保证质量和造价可接受的前提下，优先采用新型防水材料，以改善施工条件，减少维修工作量，延长使用寿命。门窗一般采用塑钢或铝合金门窗。机柜间地面采用全钢防静电地板，轻钢龙骨纸面石膏板吊顶。办公室、维修室、值班室等地面采用地砖地面，有易燃易爆气体的灌装站及生产厂房地面(楼面)采用不发火细石混凝土面层，一般楼地

面为钢筋混凝土或混凝土楼地面，防腐区域可视介质情况作耐酸砖（板）或其它防腐混凝土，防腐砂浆面层。

厂房内可喷大白浆或内墙涂料，防腐区域可考虑防腐涂料。外墙装修采用水泥砂浆抹面，喷丙烯酸外墙涂料。

#### 6.4.1.6 建、构筑物一览表

本项目建构筑物一览表见表 6-6。

#### 6.4.1.7 建筑设计采用的标准和规范

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| 《建筑设计防火规范》      | GB50016-2014        |
| 《石油化工企业设计防火规范》  | GB50160-2008        |
| 《建筑抗震设计规范》      | GB50011-2010        |
| 《工业建筑防腐蚀设计规范》   | GB50046-2008        |
| 《建筑模数协调标准》      | GB50002-2013        |
| 《厂房建筑模数协调标准》    | GB50006-2010        |
| 《房屋建筑制图统一标准》    | GB50001-2010        |
| 《建筑采光设计标准》      | GB/T50033-2013      |
| 《屋面工程技术规范》      | GB50345-2012        |
| 《建筑地面设计规范》      | GB50037-2013        |
| 《地下工程防水技术规范》    | GB50108-2008        |
| 《工业企业设计卫生标准》    | GBZ1-2010           |
| 《工业企业噪声控制设计规范》  | GB50087-2013        |
| 《建筑内部装修设计防火规范》  | GB50222-95（2001 修订） |
| 《建筑结构可靠度设计统一标准》 | GB50068-2001        |
| 《洁净厂房设计规范》      | GB50073-2013        |





表 6-7 建、构筑物一览表

| 序号 | 装置名称         | 生产类别 | 耐火等级 | 构造做法    |           |               |                |                | 卫生等级 | 层数 | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (m <sup>2</sup> ) | 抗震设防类别    | 备注            |
|----|--------------|------|------|---------|-----------|---------------|----------------|----------------|------|----|------------------------|------------------------|-----------|---------------|
|    |              |      |      | 结构形式    | 围护结构      | 楼、地面          | 屋面             | 门窗             |      |    |                        |                        |           |               |
| 1  | DCS/TCS 生产装置 | 甲    | 一级   | 钢框架     |           | 不发火混凝土面层钢格栅板  |                |                | 三级   | 8  | 54X19.5                |                        | 乙 1       | 开敞            |
| 2  | 原料及产品罐区      | 甲    | 二级   |         | 钢筋混凝土围堰   | 不发火混凝土面层      |                |                | 三级   |    | 541                    |                        | 乙 1/<br>丙 | 储罐基础<br>乙 1 类 |
| 3  | 灌装站          | 甲    | 二级   | 钢筋砼排架结构 | 煤矸石多孔砖    | 不发火混凝土地面      | 彩钢夹芯板屋面        | 钢木大门、塑钢平开窗     | 三级   | 1  | 2622                   | 2622                   | 乙         | 含易燃/易爆品       |
| 4  | 综合楼          | 丙    | 二级   | 钢筋砼框架结构 | 蒸压加气混凝土砌块 | 地砖面层          | 钢筋砼屋面、SBS 防水卷材 | 防火门、木门塑钢平开窗    | 三级   | 3  | 720                    | 2160                   | 乙         | 含化验、办公        |
| 5  | 变配电站         | 丁    | 二级   | 钢筋砼框架结构 | 蒸压加气混凝土砌块 | 地砖面层          | 钢筋砼屋面、SBS 防水卷材 | 防火门、木门塑钢平开窗    | 三级   | 2  | 384                    | 768                    | 乙         |               |
| 6  | 控制室          | 戊    | 二级   | 钢筋砼框架结构 | 钢筋混凝土抗爆墙  | 全钢防静电架空地板     | 钢筋砼屋面、SBS 防水卷材 | 抗爆门、木门         | 三级   | 1  | 391                    | 391                    | 乙 1       | 抗爆            |
| 7  | 公用工程站        | 丁    | 二级   | 钢筋砼排架结构 | 煤矸石多孔砖    | 细石混凝土面层       | 彩钢夹芯板屋面        | 钢木大门、塑钢推拉窗     | 三级   | 1  | 720                    | 720                    | 乙 2       | 含冷冻站          |
| 8  | 循环水站         | 戊    | 二级   | 钢筋砼框架结构 | 煤矸石多孔砖    | 细石混凝土面层       | 钢筋砼屋面、SBS 防水卷材 | 钢木大门、塑钢推拉窗     | 三级   | 1  | 164.4                  | 164.4                  | 丙         |               |
| 9  | 废气处理装置       | 甲    | 一级   | 钢框架     |           | 不发火混凝土地面、钢格栅板 |                |                | 三级   | 1  | 24.5X14.4              |                        | 丙         | 开敞            |
| 10 | 门卫           |      | 二级   | 钢筋砼框架结构 | 煤矸石多孔砖    | 地砖面层、细石混凝土面层  | 钢筋砼屋面 SBS 防水卷材 | 电动推拉门、木门、塑钢推拉窗 | 三级   | 1  | 36                     | 36                     | 丙         |               |

## 6.4.2 结构设计

### 6.4.2.1 工程设计自然条件

基本风压： $W_0=0.40\text{kN/m}^2$ （ $R=50$ ），地面粗糙度：B 类

基本雪压： $S_0=0.35\text{kN/m}^2$ （ $R=50$ ）

极端最高温度： $36.4^\circ\text{C}$

极端最低温度： $-16.8^\circ\text{C}$

地基土最大冻结深度：室外自然地面下 0.80m

### 6.4.2.2 工程地质条件

#### （1）场地现状

本项目拟建场地位于唐山市南堡开发区境内，三孚硅业高纯四氯化硅项目北侧。工程建设地点位于征地范围内，厂址北距唐山市区约 50km，西距汉沽约 30km，南距渤海约 7km。

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，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、京唐港和即将建设的曹妃甸港，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）场地地基土特征

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。

#### （3）区域水文地质情况

本区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  $19.5-25^\circ\text{C}$ ，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。

#### （4）场区地震和液化

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。场地类别：III 类。

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。

### 6.4.2.3 结构设计原则

(1) 结构选型和空间处理等应严格执行国家颁布的有关规范，并应满足工艺、生产、安装、操作及检修的要求，根据生产的特点，采取必要措施，妥善处理防火、防爆、防腐、防振等问题。满足结构强度、刚度、变形和抗震的要求。

(2) 除生产上有特殊要求外，柱网及承重结构的布置应符合建筑模数的要求，构件的种类和类型应尽量统一。结构选型及构造处理必须满足生产和使用要求，保证足够的强度、刚度、稳定性和耐久性，力求技术先进、经济合理、施工方便、构造简单。

(3) 结构设计选材应首先满足使用要求，并优先选用新结构、新材料。充分利用当地材料、国家或地方标准构件，并考虑地方施工水平和能力，做到方便施工，缩短施工周期。

(4) 在保证适用、安全可靠的前提下力求经济。

(5) 承重结构尽可能的采用钢筋混凝土结构，以利于防火。

(6) 当采用钢结构时，应按《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）要求做耐火层。室外钢结构采用室外型并适合烃类火灾的防火涂料。

(7) 结构布置、结构选型及构造处理必须满足生产和使用要求，保证足够的强度、刚度、稳定性和耐久性，力求技术先进、经济合理、施工方便、构造简单，并考虑后期工程设计、施工的方便。

(8) 结构设计采用地方材料、国家或地方标准构件，并考虑地方施工水平和能力，做到方便施工，缩短施工周期。

(9) 大部分建、构筑物均采用钢结构、钢筋混凝土框、排架结构，做到满足生产、方便施工、节约投资，又能体现当代技术水平，具体详见建、构筑物一览表。

#### 6.4.2.4 基础方案确定原则

(1) 当地基承载力满足要求时，优先采用天然地基。

(2) 填土较浅和挖方区荷载较小时采用天然地基；天然地基承载力不能满足时需做地基处理，荷载较大或沉降要求较高时采用桩基。

(3) 当地面受限制，荷载大、设备多，采用独立柱基不能满足要求时，采用桩基或地基处理。

(4) 框架、排架柱基础采用钢筋混凝土独立基础，荷载特别大的结构采用桩基础；设备基础采用块式混凝土或钢筋混凝土基础，荷载较大的设备基础采用桩基础。

#### 6.4.2.5 特殊结构设计措施

(1) DCS/TCS 生产装置：该装置属无机化工原料生产装置，与三氯氢硅装置类似。根据《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB0914-2013）第 6 章内容规定及续表 6.0.4 划分，其抗震设防类别为乙 1 类。因此在抗震设计时地震作用应按本地区抗震设防烈度确定，且应当按照高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。

(2) 原料及产品罐区：该罐区储罐内储存介质均为易燃易爆介质，根据《化学工

业建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB0914-2013）第 12 章内容规定及续表 12.0.3 要求，储罐基础抗震设防类别为乙 1 类，其它结构设施抗震设防类别为丙类。抗震设防类别为乙 1 类时，地震作用应按本地区抗震设防烈度确定，且应按照高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。抗震设防类别为丙类时，应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用和抗震措施。

（3）灌装站：该灌装站灌装物品为易燃、易爆品，根据《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB 50453-2008）第 7 章内容规定及续表 7.0.2 划分，其抗震设防类别为乙类。其地震作用应按本地区抗震设防烈度确定，且应按照高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。此外，该建筑物内局部为洁净厂房，故结构设计时应按照《洁净厂房设计规范》（GB 50073-2001）4.5 章节要求考虑精密设备、精密仪表等设备基础的隔震措施。

（4）综合楼：该建筑物集办公、化验为一体，根据《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB 50453-2008）第 7 章内容规定及续表 7.0.2 划分，其抗震设防类别为乙类。其地震作用应按本地区抗震设防烈度确定，且应当按照高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。

（5）变配电站：该建筑物为全厂供电，根据《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB 50453-2008）第 7 章内容规定及续表 7.0.2 划分，其抗震设防类别为乙类。其地震作用应按本地区抗震设防烈度确定，且应当按照高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。

（6）控制室：该控制室为单层抗爆结构，根据《石油化工控制室抗爆设计规范》（GB 50779-2012）第 5 章相关内容规定选取钢筋混凝土为抗爆材料，使用钢筋混凝土抗爆墙、钢筋混凝土屋面板作为主要抗爆结构构件。所有结构设计均应满足《石油化工控制室抗爆设计规范》（GB 50779-2012）第 5 章节要求。控制室抗震设防类别为乙 1 类，地震作用按本地区抗震设防烈度确定，且应按照高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。

（7）公用工程站：该公用工程站包含有冷冻站，根据《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB0914-2013）第 12 章内容规定及续表 12.0.3 要求划分，其抗震设防类别为乙 2 类。地震作用应按本地区抗震设防烈度确定。结构设计时会采用抗震性能优良的结构体系及材料。

#### 6.4.2.6 结构设计采用的标准、规范和图集

##### （1）设计执行的标准和规范

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| 《建筑抗震设计规范》(2016 年版) | GB50011-2010 |
| 《建筑地基基础设计规范》        | GB50007-2011 |
| 《混凝土结构设计规范》         | GB50010-2010 |



|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| 《钢结构设计规范》            | GB50017-2003    |
| 《砌体结构设计规范》           | GB50003-2011    |
| 《建筑设计防火规范》           | GB50016-2014    |
| 《高耸结构设计规范》           | GB50135-2006    |
| 《建筑结构荷载规范》           | GB50009-2012    |
| 《中国地震动参数区划图》         | GB18306-2015    |
| 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》       | GB50018-2012    |
| 《烟囱设计规范》             | GB50051-2013    |
| 《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    |
| 《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》 | GB50914-2013    |
| 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》   | GB50202-2013    |
| 《砌体工程施工质量验收规范》       | GB50203-2011    |
| 《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》    | GB50224-2010    |
| 《混凝土结构工程施工规范》        | GB50666-2011    |
| 《钢结构工程施工规范》          | GB50755-2012    |
| 《动力机器基础设计规范》         | GB50040-96      |
| 《工业建筑防腐蚀设计规范》        | GB50046-2008    |
| 《石油化工企业设计防火规范》       | GB50160-2008    |
| 《地下工程防水技术规范》         | GB50108-2008    |
| 《钢制储罐地基基础设计规范》       | GB50473-2008    |
| 《储罐区防火堤设计规范》         | GB50351-2014    |
| 《热轧 H 型钢和部分 T 型钢》    | GB/T 11263-2010 |
| 《建筑制图标准》             | GB/T50104-2010  |
| 《建筑结构制图标准》           | GB/T50105-2010  |
| 《工程结构可靠性设计统一标准》      | GB50153-2008    |
| 《建筑桩基技术规范》           | JGJ94-2008      |
| 《建筑地基处理技术规范》         | JGJ79-2012      |
| 《建筑基桩检测技术规范》         | JGJ 106-2014    |
| 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》     | JGJ 82-2011     |
| 《构筑物抗震设计规范》          | GB50191-2012    |
| 《石油化工落地式离心泵基础设计规范》   | SH/T 3057-2007  |
| 《石油化工塔型设备基础设计规范》     | SH/ T3030-2009  |
| 《石油化工压缩机基础设计规范》      | SH3091-2012     |

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| 《石油化工钢储罐地基与基础设计规范》  | SH/T 3068-2007 |
| 《石油化工管架设计规范》        | SH/T 3055-2007 |
| 《石油化工钢结构防火保护技术规范》   | SH3137-2013    |
| 《石油化工冷换设备和容器基础设计规范》 | SH/T 3058-2005 |
| 《石油化工装置基础工程设计内容规定》  | SHSG-033-2008  |
| 《石油化工钢筋混凝土水池结构设计规范》 | SH/T 3132-2013 |
| 《石油化工控制室抗暴设计规范》     | GB50779-2012   |
| 《石油化工建（构）筑物结构荷载规范》  | GB51006-2014   |
| 《化工设备基础设计规定》        | HG/T20643-2012 |
| 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》   | GB 51022-2015  |
| 《建筑钢结构防火技术规范》       | CECS 200: 2006 |

## （2）设计采用的标准图集

所有预制构件及配件优先采用国家有关标准图。当不能满足时，可采用行业、省标或本院标准图。

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| 《地沟及盖板》                     | 02J331      |
| 《钢梯》                        | 15J401      |
| 《门式刚架轻型房屋钢结构》               | 02SG518-1   |
| 《柱间支撑》                      | 05G336      |
| 《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》 | 16G101-1~3  |
| 《建筑物抗震构造详图》                 | 11G329—1~3  |
| 《悬挂运输设备轨道》（2005 年合订本）       | G359—1~4    |
| 《钢筋混凝土结构预埋件》                | 16G362      |
| 《建筑防腐蚀构造》                   | 08J333      |
| 《6m 后张法预应力混凝土吊车梁》           | 04G426      |
| 《吊车轨道联结及车挡》（适用于混凝土结构）       | 04G325      |
| 《钢吊车梁》                      | 03SG520-1、2 |
| 《吊车轨道联结及车挡》（适用于钢吊车梁）        | 05G525      |
| 《预应力混凝土管桩》                  | 10G409      |
| 《桩基承台》                      | 06SG812     |
| 《梯形钢屋架》                     | 05G511      |
| 《轻型屋面梯形钢屋架》                 | 05G515      |
| 《轻型屋面钢天窗架》                  | 05G516      |
| 《窗井、设备吊装口、排水沟、集水坑图集》        | 07J306      |

## 7 公用工程设施

### 7.1 给水排水及消防

#### 7.1.1 设计范围

各单元室内生产、生活给水系统、消防给水系统、全厂地下管网等设计，以及配套的循环水站、事故应急池等的设计。污水处理站利旧。

#### 7.1.2 设计原则

(1) 按水质要求，厂区采用分质供水。

(2) 生活、生产污水以及初期雨水、清净水分别集中收集，排水按清污分流原则外排，防止污染。生活污水经化粪池处理后排入厂外市政污水管网。生产污水、初期雨水以及循环水站排污水排入厂区污水池，经泵提升到三孚硅业污水处理站处理。

#### 7.1.3 给排水设施情况

##### 7.1.3.1 供水水源

生产用水水源来自三孚硅业，供水压力为 0.20MPa，水质和水量满足本项目要求。

生活用水水源来自三孚硅业高纯四氯化硅厂区，在此厂区内设加压设备一套，供水压力为 0.4MPa，水质符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）。

##### 7.1.3.2 工程排水

三孚硅业的氢氧化钾项目区设置有污水中和处理装置一套，设计能力为 60m<sup>3</sup>/h（废水 pH2~13），现最大处理水量为 13.1m<sup>3</sup>/h，尚有 46.9m<sup>3</sup>/h 水量富裕能力。本项目的污水经泵送到三孚硅业污水处理站处理。该污水处理站能接收由本项目污水提升池内设置的污水提升泵送至的废水（包括不达标时的初期雨水及消防事故水），确保经中和处理后 pH=6~9，且 SS 也有所降低。

三孚硅业及本项目的排放标准，即排入厂外市政污水管网及开发区市政污水处理厂的接管标准见表 7-1。

表 7-1 污水排放标准

| PH 值 | COD<br>(mg/l) | BOD<br>(mg/l) | NH <sub>3</sub> -N<br>(mg/l) | SS<br>(mg/l) | Cl-<br>(mg/l) |
|------|---------------|---------------|------------------------------|--------------|---------------|
| 6-9  | 320           | 160           | 50                           | 150          | 350           |

#### 7.1.4 给水

##### 7.1.4.1 给水用水量

表 7-2 生产、生活用水量表

| 序号 | 名称          | 生产水<br>(m³/h) |       |           | 生活水<br>(m³/h) | 循环水<br>(m³/h) |      |           |
|----|-------------|---------------|-------|-----------|---------------|---------------|------|-----------|
|    |             | 平均            | 最大    | 间断<br>/连续 | 平均/最大         | 平均            | 最大   | 间断<br>/连续 |
| 1  | 工艺装置        |               |       |           |               | 400           | 600  | 连续        |
| 2  | 公用工程站       |               |       |           |               | 283           | 566  | 连续        |
| 3  | 循环水站        | 6.9           | 11.8  | 连续        |               |               |      |           |
| 4  | 装置及罐区冲洗地面用水 | 0.3           | 2     | 间断        |               |               |      |           |
| 5  | 浇洒道路及绿化水量   | 1.46          | 4.38  | 间断        |               |               |      |           |
| 6  | 未预见水量       | 0.32          | 0.64  | 间断        |               |               |      |           |
| 7  | 化验用水        |               |       | 间断        | 0.2/1.8       |               |      |           |
| 8  | 全厂生活用水      |               |       | 间断        | 0.12/7.2      |               |      |           |
| 9  | 合计          | 8.96          | 18.82 |           | 0.32/9.0      | 683           | 1166 |           |

#### 7.1.4.2 给水系统

给水系统包括生产给水系统、生活给水系统、消防给水系统和循环冷却水系统。

##### (1) 生活给水系统

主要供生活、化验及洗眼器用水，供水量为 0.32m³/h（最大 9.0m³/h），每天平均用水量为 5m³，由三孚硅业高纯四氯化硅厂区加压供水设备供给，供水压力为 0.4MPa，本项目接入管管径 DN50。

埋地生活给水干管采用钢骨架复合管。

##### (2) 生产给水系统

主要供装置及罐区冲洗地面用水、浇洒道路及绿化用水、循环水站补水，生产水平均用水量为 8.96m³/h，最大量为 18.82m³/h。由三孚硅业生产水干管接入，供水压力 0.20MPa，接入管管径 DN100。

生产给水管线采用无缝钢管，焊接。

##### (3) 循环水系统

本项目新建循环水站一座。



#### 1) 设计参数

水量：正常 683m<sup>3</sup>/h，最大 1166m<sup>3</sup>/h

设计规模：1500m<sup>3</sup>/h

干球温度 33℃

湿球温度 27.9℃

回水温度 37℃

给水温度 32℃

给水压力 0.45MPa（装置边界）

回水压力 0.25MPa（装置边界）

浓缩倍数  $N \geq 4$

旁滤流量 75m<sup>3</sup>/h

#### 2) 主要建、构筑物形式及设备选型

循环冷却水系统包括冷却塔、循环水泵、水稳设备等。

##### a) 冷却塔

选用钢筋混凝土机械通风冷却塔 2 座，单台处理水量 750m<sup>3</sup>/h，风机电机功率 30kW。

##### b) 循环水泵

循环水泵（双吸离心泵）3 台（2 用 1 备），单台流量 700m<sup>3</sup>/h，扬程 50m，电机功率 132kW，U=380V。

##### c) 水稳设备

旁滤装置设过滤罐 1 套，过滤水量 75m<sup>3</sup>/h，出水浊度  $\leq 3\text{mg/l}$ 。

杀菌灭藻：根据水质稳定实验结果确定采用的药剂，采用全自动加药装置，按比例自动投加缓蚀、阻垢药剂及杀菌剂。

##### d) 循环冷却水系统主要流程

装置循环水回水→冷却塔→塔下水池→吸水池→循环水泵加压→循环水管网→装置

##### e) 自动控制

循环给水、回水总管出口上设流量计、温度计、压力表，循环排污管及生产水补水管上设流量计。

##### f) 其它

厂区内新建循环水管网，供给装置等用户循环冷却水。循环水系统采用无缝钢管，焊接。

循环水系统主要设备表见表 7-3。

表 7-3 循环水系统设备表

| 序号 | 设备名称            | 技术参数                                | 单位 | 数量 | 备注      |
|----|-----------------|-------------------------------------|----|----|---------|
| 1  | 逆流式钢筋混凝土机械通风冷却塔 | 处理水量 750m³/h<br>风机电机功率 N=30kW       | 台  | 2  |         |
| 2  | 循环水泵            | Q=700m³/h, H=50m<br>N=132kW, U=380V | 台  | 3  | 2 用 1 备 |
| 3  | 过滤器             | 过滤水量 Q=75m³/h<br>出水浊度≤3mg/l         | 套  | 1  |         |
| 4  | 加药装置            |                                     | 套  | 1  |         |

#### (4) 消防水系统

消防水系统依托三孚硅业原有消防给水系统，详见第 7.1.6 小节。

### 7.1.5 排水

#### 7.1.5.1 排水量表

表 7-4 废水排放表

| 序号 | 来源          | 排放方式 | 排放量          |              | 污水成分                                                                                              | 处理方式及排放去向      |
|----|-------------|------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    |             |      | m³/h<br>(平均) | m³/h<br>(最大) |                                                                                                   |                |
| 一  | 生产污水        |      |              |              |                                                                                                   |                |
| 1  | 淋洗塔废水       | 间断   | 0.066        | 0.083        | CaCl <sub>2</sub> : ~10wt%                                                                        | 送到三孚硅业污水中和装置处理 |
| 2  | 化验排水        | 间断   | 0.2          | 0.6          | COD <sub>Cr</sub> : 250mg/l<br>BOD <sub>5</sub> : 110mg/l<br>SS: 100mg/l<br>氨氮: 3mg/l<br>PH: 5~10 |                |
| 3  | 装置及罐区冲洗地面排水 | 间断   | 0.3          | 2            | COD <sub>Cr</sub> : 150mg/l<br>BOD <sub>5</sub> : 10mg/l<br>SS: 400mg/l<br>氨氮: 3mg/l<br>PH: 5~10  |                |
| 4  | 工艺装置排水      | 间断   | 0.2          | 0.5          | COD <sub>Cr</sub> : 180mg/l<br>BOD <sub>5</sub> : 30mg/l<br>SS: 210mg/l<br>氨氮: 3mg/l<br>PH: 5~10  |                |
| 5  | 循环水装置排污     | 连续   | 1.0          | 1.8          | COD<60mg/l                                                                                        |                |
| 小计 |             |      | 1.766        | 4.983        |                                                                                                   |                |
| 二  | 生活污水        | 间断   | 0.11         | 2.7 m³/d     | COD <sub>Cr</sub> : 250mg/l<br>BOD <sub>5</sub> : 110mg/l<br>SS: 100mg/l<br>氨氮: 18mg/l<br>PH: 6~9 | 排入市政污水管网       |

#### 7.1.5.2 排水系统划分

### （1）划分原则

排水系统根据装置排出的污水性质和清污分流的原则，划分为生活污水系统、生产污水、初期雨水系统和清净雨水系统。

### （2）系统划分

#### 1) 生活污水系统

本项目生活污水经化粪池处理后排入厂区生活污水管网，重力流排入厂区外市政污水管网。

#### 2) 生产污水系统

本项目生产污水包括装置及罐区冲洗地面排水、循环水排污水，污水重力流排入厂区新建生产污水池，有效容积 20m<sup>3</sup>，提升后送至三孚硅业污水中和装置处理。废气处理装置产生的废水直接用泵送至三孚硅业高纯四氯化硅项目的废气淋洗装置，然后统一泵送至三孚硅业污水中和装置处理。

#### 3) 初期雨水系统

本项目初期污染雨水主要有罐区以及露天装置区的地面雨水，按 20mm 降水厚度计算，重力流排入厂区新建初期雨水池，有效容积 35m<sup>3</sup>，提升后送至三孚硅业污水中和装置处理。

#### 4) 清净雨水系统

本项目采用的暴雨强度公式：

$$q=935(1+0.87\lg P)/t^{0.6}$$

其中：q——暴雨强度（L/（s·ha））；

P——设计暴雨重现期（年），本项目 P 取 2 年；

t——降雨历时（min）

本系统用于收集全厂的清净雨水，重力流排入厂区新建雨水提升池，有效容积 100m<sup>3</sup>，设置 2 台雨水提升泵，提升后排入厂外市政雨水管网。

#### 5) 事故应急池

根据《水体污染防控紧急措施设计导则》第 7.2 条规定，事故应急池的总有效容积计算如下：

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3) \max + V_4 + V_5$$

V<sub>总</sub>：事故储存设施总有效容积，m<sup>3</sup>；

V<sub>1</sub>：收集系统范围内发生事故的一个罐组或装置的物料量，m<sup>3</sup>；

V<sub>2</sub>：发生事故的储罐或装置的消防水量，m<sup>3</sup>；

V<sub>3</sub>：发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量，m<sup>3</sup>；

V<sub>4</sub>：发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量，m<sup>3</sup>；

V<sub>5</sub>：发生事故时可能进入该收集系统的降雨量，m<sup>3</sup>；

$$V5=10qF=10qa/n \times F$$

qa: 年平均降雨量, mm;

n: 年平均降雨天数;

F: 必须进入系统的雨水汇水面积 ha。

本项目设计参数如下:

年平均降雨量: 574mm, 年平均降雨天数: 68 天;

必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积:  $5.04 \times 10^4 \text{m}^2$

本项目最大事故水量处为主装置

按主装置计算  $V1=0\text{m}^3$ ,  $V3=0\text{m}^3$ ;  $V4=0\text{m}^3$

发生事故时的消防水量(按 3 小时计),  $V2=324\text{m}^3$ ;

发生事故时可能进入该收集系统的降雨量,  $V5=10qF=10qa/n \times F=426\text{m}^3$ ;

消防废水池的有效容积:

$$V_{\text{总}}=0+324+426=750\text{m}^3;$$

新建一座有效容积为  $750\text{m}^3$  事故应急池, 作为发生事故时整个厂区消防污染水的排放地。事故时将外排的雨水管的阀门关闭, 打开事故应急池进水阀。事故后用泵提升至老厂区污水中和装置处理。

#### 7.1.6 消防

根据工艺专业提供的物料特性表, 本项目所需原材料及产品会与水反应, 不能通过水消防进行灭火, 故工艺装置不设室内消火栓, 仅设置室外消火栓。

##### 7.1.6.1 水消防系统

###### (1) 消防水量

本项目位于三孚硅业东侧, 距离三氯氢硅项目厂界约 200m。三孚硅业已有厂区以及本项目总占地面积约 16 公顷。依据《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2014) 的规定, 同一时间内火灾次数按照一次考虑。

本项目消防用水量最大一处为 DCS/TCS 生产装置, 室内外消防用水量为 30L/s, 火灾延续时间为 3 小时, 一次消防用水量为  $324\text{m}^3$ 。

###### (2) 消防水站

三孚硅业现有稳压消防系统一套, 包括消防泵房(含有效容积为  $350\text{m}^3$  的消防水池 1 座)及完善的消防环状管网系统。消防泵房内设置有电动消防泵 2 台, 1 用 1 备, 单泵能力  $Q=160\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=50\text{m}$ ; 稳压泵 2 台, 1 用 1 备, 单泵能力  $Q=18\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=50\text{m}$ 。正常时靠稳压泵维持系统压力, 当发生火灾时, 压力连锁自动启动消防泵。

本项目消防给水依托三孚硅业的消防给水系统(含消防泵组、消防水池及消防环状管网), 自高纯四氯化硅厂区的消防环状管网内引出 2 根管线, 与本项目界区的消防环状管网连接, 可满足本项目的消防用水要求。

### (3) 消防水布置

#### a. 消防水管网

厂区采用稳压消防系统供水，压力 0.5MPa，厂区铺设环状消防供水管网。新建消防干管管径为 DN150，采用无缝钢管。厂区设室外地上式消火栓，消火栓的间距为 50-60m。

#### b. 生产单元及罐区消防

根据工艺专业提供的物料特性表，本项目所需原材料及产品会与水反应，不能通过水消防进行灭火，故工艺装置及罐区仅设置室外消火栓。

#### 7.1.6.2 移动式灭火器

根据本项目各装置火灾危险等级的不同，配置了不同种类和数量的移动式灭火器，用以扑救小型初始火灾。

灭火器的设置原则：在生产装置区配置适量的 8kg 手提式干粉灭火器，危险性大的场所增设适量的 50kg 推车式干粉灭火器，在装置区四周、罐区、栈台配置干砂。装卸栈台上配置灭火毯。在机柜间配置适量的 30kg 推车式二氧化碳灭火器，手提式 7kg 二氧化碳灭火器；设有贵重仪器的化验室等处配置适量的手提式 7kg 二氧化碳灭火器；在普通的建筑物或房间内配置适量的 4kg 手提式 ABC 类干粉灭火器。

罐区设干粉炮车，用来扑救二氯二氢硅、三氯氢硅储罐可能发生的火灾。

由于本项目的危险物料中的二氯二氢硅、三氯氢硅遇水水解，因此，不能用水及含水的灭火剂来灭火，故本项目的消防灭火主要依托消防站及上述设备灭火。

#### 7.1.6.3 消防站

南堡消防队位于企业附近，消防队编制有 35 人，配备消防车 5 辆，管理完善，保障有利，到厂车程 5 分钟以内。

#### 7.1.7 设计采用的标准和规范

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 《建筑设计防火规范》        | GB50016-2014          |
| 《室外给水设计规范》        | GB50013-2006          |
| 《室外排水设计规范》        | GB50014-2006（2016 年版） |
| 《建筑给水排水设计规范》      | GB50015-2003（2009 年版） |
| 《污水综合排放标准》        | GB8978-1996           |
| 《无机化学工业污染物排放标准》   | GB31573-2015          |
| 《化学工业循环冷却水系统设计规范》 | GB50648-2011          |
| 《工业循环冷却水处理设计规范》   | GB50050-2017          |
| 《建筑灭火器配置设计规范》     | GB50140-2005          |
| 《消防给水及消火栓系统技术规范》  | GB50974-2014          |



## 7.2 供电、电信

### 7.2.1 供电

#### 7.2.1.1 设计范围

本项目电气设计范围包括一座 10kV 变配电站，以及界区内的变配电、照明、防雷、接地、供电外线及道路照明。

不包括 10kV 变电所由外电源引入的电源电缆设计。

设计分界点为 10kV 变电所 10kV 进线隔离柜（干式变压器 10kV 进线处）电缆搭接处。

#### 7.2.1.2 电源状况

厂区附近约 10km 处建有地区 220kV 变电站，电力供应充足。

三孚硅业已建设有 110/10kV 一座。总变电站 I 段一路 110kV 电源引自厂区附近的 220kV 变电站 110kV I 段母线，且预留有 II 段 110kV 配电装置备用位置。厂区 110kV 总变电所内设 10MVA 主变压器一台。110kV 电源为单回路架空进线，110kV 侧目前为单母线不分段接线；10kV 侧为单母线分段接线。

在本项目南侧三孚硅业高纯四氯化硅厂区综合楼内设置有 10kV 变电站，10kV 变电站目前为单母线，并且该变电站内预留有两个 10kV 开关柜备用位置。另外在该综合楼内设置有一台 200kW 的柴油发电机，在停电情况下带高纯四氯化硅厂区的关键设备负载 90KW 左右。

本项目拟新建 10kV 变配电站一座，其 10kV 进线电源引自上述变电站内的 10kV 母线段。

#### 7.2.1.3 用电负荷

本项目用电负荷总需要容量约 1420.92kW，其中 380V 用电负荷为 1420.92kW，各单元用电情况详见表 7-5。

表 7-5 用电负荷表

| 序 号 | 装置名称         | 需要容量 (kW) |         |    | 年用电量<br>10 <sup>4</sup> kW·h/a | 备 注             |
|-----|--------------|-----------|---------|----|--------------------------------|-----------------|
|     |              | 10kV 动力   | 380V 动力 | 其他 |                                |                 |
| 一   | 变配电站         |           |         |    |                                |                 |
| 1   | DCS/TCS 生产装置 |           | 121     |    |                                |                 |
| 2   | 废气处理装置       |           | 37.5    |    |                                | 7.5kW淋洗泵为一级重要负荷 |
| 3   | 公用工程站        |           | 463.8   |    |                                |                 |
| 4   | 原料及产品罐区      |           | 77      |    |                                |                 |
| 5   | 灌装站          |           | 59      |    |                                |                 |
| 6   | 循环水站         |           | 325.5   |    |                                |                 |

| 序 号 | 装置名称                   | 需要容量 (kW) |         |    | 年用电量<br>10 <sup>4</sup> kW·h/a | 备 注    |
|-----|------------------------|-----------|---------|----|--------------------------------|--------|
|     |                        | 10kV 动力   | 380V 动力 | 其他 |                                |        |
| 7   | 事故应急池                  |           | 5       |    |                                |        |
| 8   | 厂区给排水                  |           | 10      |    |                                |        |
| 9   | 综合楼空调通风                |           | 50      |    |                                |        |
| 10  | 控制室                    |           | 30      |    |                                |        |
| 11  | 综合楼、变配电站<br>其他用电       |           | 50      |    |                                |        |
| 12  | 全厂供电及照明                |           | 30      |    |                                |        |
| 13  | 公用工程站、控制室、<br>灌装站等暖通用电 |           | 220     |    |                                |        |
| 14  | 其他                     |           | 100     |    |                                |        |
|     | 合计                     |           | 1578.8  |    |                                |        |
|     | 同时系数取                  |           | 0.9     |    |                                |        |
|     | 需要容量                   |           | 1420.92 |    |                                |        |
|     | 变压器选择                  | 2000      | 1       | 台  |                                |        |
|     | 负载率                    | 75%       |         |    |                                |        |
| 二   | 全厂负荷总计                 |           | 1420.92 |    | 1125.37                        | 7920小时 |

本项目工艺用电设备中，除废气洗涤系统循环泵为一级重要负荷外，其他用电设备（如泵、冰机）均为三级负荷。DCS 系统、应急照明系统、火灾报警系统属一级重要负荷。应急照明系统采用 EPS 应急电源（集中）或灯具自带蓄电池（分散）作为备用电源，DCS 系统、火灾报警系统采用设备自带 UPS 作为备用电源。本项目内三级负荷由市电提供电源，一级重要负荷由原三孚硅业高纯四氯化硅厂区综合楼内的柴油发电机（200kW）和 EPS 提供备用电源。

#### 7.2.1.4 供电方案

在本项目界区内拟新建一座 10kV 变配电站。一路 10kV 进线电源由本项目南侧三孚硅业高纯四氯化硅厂区综合楼内的 10kV 母线段引来，可以满足本项目中三级负荷的供电要求。

在该变配电站内设置 1 台 10/0.4kV 2000kVA 干式变压器；设置一段 0.4kV 低压母线段和低压配电柜若干；设置一段事故母线段和一套 EPS 装置；另外设置辅助房间若干。

0.4kV 系统为单母线分段接线方式，并以放射式为本项目内用电设备供电。

#### 7.2.1.5 环境特征

本项目生产装置区属于 2 区爆炸危险环境，其中地坪下的沟、坑以及爆炸危险气体放空口周围为 1 区环境，主要介质为二氯二氢硅和三氯氢硅。其中二氯二氢硅的防爆等

级为 IICT6，三氯氢硅的防爆等级为 IICT4，其它场所属于一般环境和露天环境。

#### 7.2.1.6 设备选型

根据上述环境特征，在爆炸危险区内选择满足环境特征和危险等级的防爆设备；露天环境选用相应防护等级的设备。所有配电线路一律选用铜芯电线电缆，爆炸危险区内的线路截面将满足防爆规范要求，保护管采用镀锌钢管。

表 7-6 主要设备材料表

| 序号 | 名 称        | 型 号 及 规 格              | 单位 | 数量 | 备 注 |
|----|------------|------------------------|----|----|-----|
| 1  | 干式变压器      | SCB11-2000kVA 10/0.4kV | 台  | 1  |     |
| 2  | 低压开关柜      | MSN, 0.4kV 4000A       | 面  | 25 |     |
| 3  | EPS(60 分钟) | 60kW                   | 台  | 1  |     |
| 4  | 钢材         |                        | 批  | 1  |     |
| 5  | 电缆桥架       |                        | 批  | 1  |     |
| 6  | 电力电缆       |                        | 批  | 1  |     |
| 7  | 防爆照明配电箱    |                        | 批  | 1  |     |
| 8  | 防爆照明灯具     |                        | 批  | 1  |     |
| 9  | 荧光灯具       |                        | 批  | 1  |     |
| 10 | 插座、开关      |                        | 批  | 1  |     |
| 11 | 照明配电箱      |                        | 批  | 1  |     |
| 12 | 动力配电箱      |                        | 批  | 1  |     |
| 13 | 防火封堵材料     |                        | 批  | 1  |     |
| 14 | 防爆操作柱      |                        | 批  | 1  |     |
| 15 | 三防操作柱      |                        | 批  | 1  |     |
| 16 | 防爆检修配电箱    |                        | 批  | 1  |     |
| 17 | 防爆插接装置     |                        | 批  | 1  |     |
| 18 | 接地材料       |                        | 批  | 1  |     |

#### 7.2.1.7 线路敷设方式

本项目的所有动力、控制电缆从变配电站引出后沿工艺管廊上电缆桥架或电缆沟敷设，至用电设备附近后改穿镀锌钢管架空敷设或直埋敷设。

#### 7.2.1.8 电气节能措施

- (1) 选用能耗低的高效节能光源；
- (2) 设置无功自动补偿，提高功率因数；
- (3) 选择最佳配电路径，缩短配电距离；
- (4) 尽量减少单相配电，降低三相不平衡度；
- (5) 选择节能型变压器。

### 7.2.1.9 建筑面积

本项目新建一座 10kV 变配电站，具体建筑面积见表 7-7。

表 7-7 变配电站建筑面积

| 序号 | 变电所名称 | 层数 | 建筑面积 长 (m) x 宽 (m) | 备注 |
|----|-------|----|--------------------|----|
| 1  | 变配电站  | 2  | 24×16              |    |

### 7.2.1.10 设计采用的标准和规范

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| 《石油化工企业设计防火规范》       | GB50160-2008    |
| 《建筑设计防火规范》           | 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    |
| 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 | GB50062-2008    |
| 《低压配电设计规范》           | GB50054-2011    |
| 《通用用电设备配电设计规范》       | GB50055-2011    |
| 《电能质量 公用电网谐波》        | GB/T24337-2009  |
| 《建筑照明设计标准》           | GB50034-2013    |
| 《建筑物防雷设计规范》          | GB50057-2010    |
| 《石油化工装置防雷设计规范》       | GB50650-2011    |
| 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》    | GB50343-2012    |
| 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》  | GB50058-2014    |
| 《电力工程电缆设计规范》         | GB50217-2007    |
| 《化工企业腐蚀环境电力设计规程》     | HG/T 20666-1999 |
| 《化工企业静电接地设计规程》       | HG/T20675-1990  |
| 《钢制电缆桥架工程设计规范》       | CECS 31:2006    |
| 《多晶硅工厂设计规范》          | GB51034-2014    |

## 7.2.2 电信

### 7.2.2.1 设计范围

电信部分的设计范围主要包括本项目装置界区内火灾自动报警系统、应急广播系统、工业电视系统、安防监控系统及综合布线系统的设计。不包括电话、网络外线设计。

### 7.2.2.2 火灾自动报警系统

本项目在 DCS 控制中心设置一套区域型火灾报警控制系统。所有火灾报警信号通过通讯的方式与原厂区已有的消防控制室（即本项目所依托消防水站所在厂区的消防控制室）进行通讯。当发生火灾时由原厂区已有消防控制室发出联动命令启动消防水泵。

在生产装置建构筑物，依据建构筑物所在的环境特征，安装普通或防爆型手动报警按钮及声光报警器；在变配电站、综合楼及控制室内，依据建构筑物所在的环境特征以及火灾危险类别，安装普通手动报警按钮及声光报警器，以及相应的火灾探测器。

手动报警按钮及火灾探测器等火灾报警设备的安装间距应满足《火灾自动报警设计规范》的要求。当火灾发生时，火灾报警设备可对界区内的火情及早发现和尽快报告。当火警确认后，火灾报警设备联锁的警报装置可发出警报，通知相关区域人员撤离。

本项目火灾自动报警控制器配有可充电备用电池组，平时由交流两路电源末端自动切换进行供电，当交流电源停电时自动切换为备用电池组供电。系统选用二总线地址编码系统，主要设备均为编码型设备。火警主机内备用电池容量按能正常工作 8 小时或持续报警 60 分钟考虑。

火警控制系统主机采用联合接地方式，接地电阻小于 1 欧姆。

#### 7.2.2.3 电话及网络信息系统

本项目拟利用厂区原有综合布线系统进行扩充设计，在各办公场所及需要通信的房间内适当位置安装电话及网络插孔，以满足日常办公的需要。

#### 7.2.2.4 消防应急广播系统

在综合楼、控制室等处设置消防应急广播，消防应急广播系统是逃生疏散和灭火指挥的重要设备。在发生火灾时，应急广播信号通过音源设备发出，经过功率放大后，由编码输出控制模块切换到广播指定区域的音箱实现应急广播。

#### 7.2.2.5 无线电通讯系统

需设置防爆对讲机，通话方式为脱网运行，工作频率由建设单位向当地无线电管理部门申请后确定。

#### 7.2.2.6 电视监控系统

为了便于生产管理、安全防范等，在控制中心设电视监控系统一套，主要监控工艺生产区、综合楼、道路和大门等重要部位。监控设备自带 UPS 电源，电视监控系统与火灾报警系统联动，当发生火灾时，自动联动控制相关的摄像机按预先设置的参数要求转向报警区域。

#### 7.2.2.7 电信线路敷设

本项目界区内的电话及网络电缆、火灾自动报警系统电缆均自成独立系统，单独敷设。火灾自动报警系统及消防应急广播系统线路必须埋地敷设，其它系统线路在界区内有工艺管架的地方，在工艺管架上安装专用的电信电缆桥架敷设电信电缆，无管架处，可穿镀锌钢管埋地敷设或明配。室内电信线路穿镀锌钢管暗敷（正常环境）/明敷（爆炸危险环境）。本界区内，在正常环境内的行政管理电话、市话直拨电话采用通讯系统网路进行传输。



火灾自动报警系统电缆选用阻燃耐火型电缆，电缆芯线截面按 1.0~2.5mm<sup>2</sup>考虑。

#### 7.2.2.8 设计原则和设备材料选用原则

根据爆炸危险区域的划分，对于安装在不同环境中的电信设备，应符合相应环境的特定要求。在爆炸危险环境的电信设备，选择满足危险等级要求的本安型、隔爆型设备。室外环境选择具有相应防护等级的设备，防护等级不低于 IP66。火灾报警电缆选用耐火型电缆，其他电信电缆选用阻燃型电缆。主要电信设备详见下表 7-8。

表 7-8 主要电信设备表

| 序号 | 名称         | 单位 | 数量 | 备注      |
|----|------------|----|----|---------|
| 1  | 防爆手动报警按钮   | 批  | 1  |         |
| 2  | 防爆声光报警器    | 批  | 1  |         |
| 3  | 编址手动报警按钮   | 批  | 1  |         |
| 4  | 编址声光报警器    | 批  | 1  |         |
| 5  | 火灾探测器      | 批  | 1  |         |
| 6  | 室外防雨罩      | 批  | 1  |         |
| 7  | 双孔超五类信息插座  | 批  | 1  |         |
| 8  | 阻燃耐火电缆、光缆等 | 批  | 1  |         |
| 9  | 应急广播系统     | 套  | 1  | 含防爆应急广播 |
| 10 | 视频监控系统     | 套  | 1  | 含防爆摄像机  |
| 11 | 防爆对讲机      | 批  | 1  |         |

#### 7.2.2.9 设计采用的标准和规范

|                |              |
|----------------|--------------|
| 《建筑设计防火规范》     | GB50016-2014 |
| 《石油化工企业设计防火规范》 | GB50160-2008 |
| 《火灾自动报警系统设计规范》 | GB50116-2013 |
| 《综合布线系统工程设计规范》 | GB50311-2007 |

### 7.3 采暖通风及空气调节

#### 7.3.1 气象条件

工厂建设地点位于唐山市南堡开发区，其气象参数以及暖通室外设计参数如下：

冬季采暖室外计算干球温度：-9.2℃

|               |        |
|---------------|--------|
| 冬季空调室外计算干球温度: | -11.6℃ |
| 夏季通风室外计算干球温度: | 29.2℃  |
| 夏季空调室外计算干球温度: | 32.9℃  |
| 冬季室外平均风速:     | 2.2m/s |
| 夏季室外平均风速:     | 2.3m/s |

### 7.3.2 设计参数

#### 7.3.2.1 冬季室内设计参数

|           |          |        |
|-----------|----------|--------|
| 冬季采暖设计温度: | 厂房       | 5~10℃  |
|           | 办公楼、门卫等  | 18℃    |
|           | 浴室       | 25℃    |
|           | 卫生间      | 14℃    |
| 冬季空调设计温度: | 控制室、机柜室等 | 20±2℃  |
|           | 其余空调房间   | 18~24℃ |
| 夏季空调设计温度: | 控制室、机柜室等 | 25±2℃  |
|           | 其余空调房间   | 25~28℃ |

#### 7.3.2.2 通风换气次数

|         |          |
|---------|----------|
| 封闭厂房    | 6~10 次/h |
| 卫生间、浴室等 | 10 次/h   |
| 变配电     | 6 次/h    |
| 制氮、空压站等 | 6 次/h    |

### 7.3.3 公用工程条件

供电: 380V/3/50Hz 或 220V/1/50Hz。

热水: 需要采暖的建筑物采用热水采暖, 接自室外管网。由位于公用工程站内的高效智能蒸汽换热机组提供热水供采暖使用。

### 7.3.4 设计方案

#### 7.3.4.1 通风

在需要通风的场所设置通风系统进行机械通风。防爆场所采用防爆风机, 普通场所采用普通风机。

#### 7.3.4.2 采暖

危险区内的甲、乙类厂(泵)房和生产工艺有特殊要求的厂(泵)房, 设置与全面送排风相结合的热风采暖, 并辅以散热器采暖; 其他建筑物仅设置散热器采暖系统。

热风采暖系统设备选用化工专用防爆新风机组; 散热器采暖系统热媒为热水, 取自

厂区热水管网，系统布置为上供下回、同程单管顺序式，散热器采用铸铁散热器，管材采用焊接钢管。采暖热水接自位于公用工程站内的高效智能蒸汽换热机组。

远离采暖管网的建筑物，诸如门卫等，采用辅助电加热空调或电暖气来满足冬季室内温度要求。

在公用工程站内设置一套高效智能蒸汽换热机组（包括两台换热器、两台循环水泵、两台补水泵以及其它配套附属设备）为整个厂区的采暖系统提供85/60℃采暖热水。换热机组加热热媒为0.7MPa（174℃）的蒸汽，蒸汽凝结水排入凝水总管。

#### 7.3.4.3 空调

##### （1）净化空调

在灌装站内设置净化空调，净化空调采用直流式送风系统。洁净室气流组织形式为单向流流型。送风口采用带高效过滤器的顶送风口。采用调节送排风量的方法保持室内正压。洁净室与非洁净室之间设置压差计，主要洁净室内设置温度计和湿度计。

在每个洁净空调系统的送、回风总管上设防火阀，防火阀与该系统的送风机连锁。净化空调空气处理过程为：新风→粗效过滤→新回风混合→表冷器→加热器→送风机→高中效过滤→高效过滤→室内。

##### （2）舒适空调

在办公室等夏季室内有温度要求的房间设置分体式空调机，满足室内温度要求。

##### （3）工业空调

控制室为抗爆控制室，根据《石油化工控制室抗爆设计规范》，所有房间均设置新风系统，并在控制室的空调机房内设置两台恒温恒湿机组（一开一备）以满足房间的温湿度要求。新风引入口以及排风的排出口均应加装与建筑围护结构相同抗爆等级的抗爆阀。同时新风引入口设置同生产装置相应的可燃、有毒气体探测报警器，且在进风与排风管上设置密闭性能良好的电动气密阀。当可燃、有毒气体探测器报警的同时连锁关闭密闭阀、新风机和排风机。

#### 7.3.5 设计采用的标准和规范

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| 《工业建筑供暖通风和空气调节设计规范》   | GB50019- 2015  |
| 《建筑设计防火规范》            | GB50016-2014   |
| 《石油化工企业采暖通风与空气调节设计规范》 | SH/T3004-2011  |
| 《化工采暖通风与空气调节设计规范》     | HG/T20698-2009 |
| 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》   | GB50736-2012   |
| 《石油化工控制室抗爆设计规范》       | GB50779-2012   |
| 《洁净厂房设计规范》            | GB50073-2013   |

## 7.4 公用工程站

新建公用工程站一座，站内布置本项目的全厂性制冷系统设备和采暖换热供热设备，两个系统分区布置，中间用墙隔断。

### 7.4.1 制冷系统

#### 7.4.1.1 制冷负荷和用量

制冷负荷包括 7℃ 低温水和 -20℃ 冷冻盐水两种冷负荷。7℃ 低温水供给 DCS/TCS 生产装置换热器使用；-20℃ 冷冻盐水主要供给 DCS/TCS 生产装置换热器换热，原料及产品罐区储罐作为低温隔热使用。具体如表 7-9。

表 7-9 低温水/冷冻盐水的参数及用量

| 装 置                     | 低温水     |          | 冷冻盐水    |          |
|-------------------------|---------|----------|---------|----------|
|                         | 用量(t/h) | 供/回温度(℃) | 用量(t/h) | 供/回温度(℃) |
| DCS/TCS 生产装置            | 200     | 7/12     |         |          |
| DCS/TCS 生产装置<br>原料及产品罐区 |         |          | 20      | -20/-15  |

经核算，各个系统所需的冷负荷如下：

7℃ 低温水系统： 约 1165kW

-20℃ 冷冻盐水系统： 约 120kW

#### 7.4.1.2 系统及设备选择

##### (1) 载冷剂选择

7℃ 低温水系统：采用脱盐水做载冷剂。系统损失的脱盐水补水由从原三孚硅业引来的纯水管道补给。

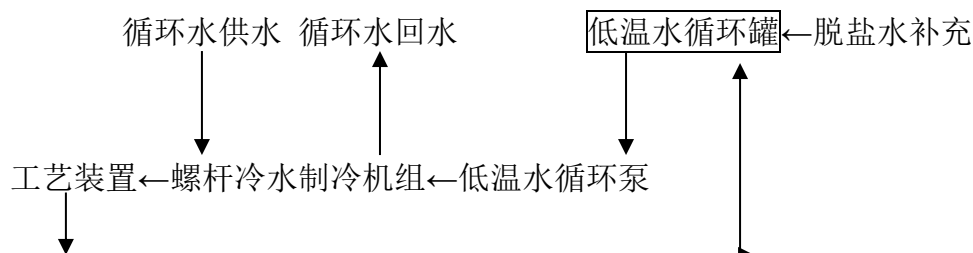
-20℃ 冷冻盐水系统：采用质量浓度为 38.8% 的乙二醇溶液做载冷剂。乙二醇溶液的补充由移动补液泵定期进行。

##### (2) 系统及流程

##### a. 低温水系统

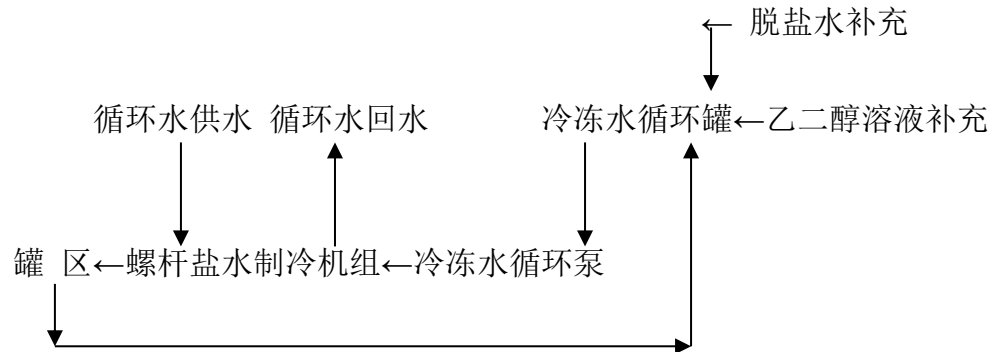
低温水系统采用开式系统，经螺杆冷水制冷机生产的 7℃ 低温水供给罐区和工艺装置，换热后的 12℃ 低温水返回至低温水循环罐，通过低温水循环泵加压后再送入螺杆冷水制冷机组，进入下一个制冷循环。

其流程如下：



## b. 冷冻盐水系统

冷冻盐水系统采用开式系统，经螺杆盐水制冷机生产的-20℃低温水供给罐区储罐，换热的-15℃冷冻盐水返回至冷冻水循环罐，通过冷冻盐水循环泵加压后再送入螺杆盐水制冷机组，进入下一个制冷循环。其流程如下：



## (3) 制冷机的选择

根据制冷负荷及温度参数，制冷机组分别选择如下：

低温水（供水温度7℃）制冷机组：

|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| 型 式   | 螺杆冷水机组                          |
| 制冷量：  | 1240 kW                         |
| 载冷剂   | 脱盐水                             |
| 载冷剂流量 | 210 m <sup>3</sup> /h           |
| 供/回温度 | 7/12 ℃                          |
| 制冷剂   | 环保型制冷剂                          |
| 压缩机功率 | 250 kW（380V 50HZ）               |
| 冷却水量： | 255 m <sup>3</sup> /h（进出水温差：5℃） |
| 数 量   | 2 台（1用1备）                       |

冷冻盐水（供水温度-20℃）制冷机组：

|       |                                |
|-------|--------------------------------|
| 型 式   | 螺杆盐水机组                         |
| 制冷量：  | 120 kW                         |
| 载冷剂   | 38.8%乙二醇溶液                     |
| 载冷剂流量 | 21 m <sup>3</sup> /h           |
| 供/回温度 | -20/-15 ℃                      |
| 制冷剂   | 环保型制冷剂                         |
| 压缩机功率 | 75 kW（380V 50HZ）               |
| 冷却水量： | 28 m <sup>3</sup> /h（进出水温差：5℃） |
| 数 量   | 2 台（1用1备）                      |



#### 7.4.1.3 设备及管道布置

低温水系统的2台螺杆冷水机组、2台低温水循环泵、1台60m<sup>3</sup>立式低温水循环罐以及冷冻盐水系统的2台螺杆盐水机组、2台冷冻盐水循环泵、1台40m<sup>3</sup>立式冷冻盐水循环罐均布置在站房内。循环水罐及供回水管道均需良好保冷，减少冷量损失。

站内除循环水管道埋地敷设进出外，其余管道均架空布置进出，供冷介质管道出站房界区后沿管廊布置。在供出总管上均设有压力、温度及流量计量远传监控仪表。

#### 7.4.1.4 技术经济指标

|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| 7℃低温水供给能力    | 1240X2 kW               |
| -20℃低温盐水供给能力 | 120X2 kW                |
| 用电量（安装容量）    | 909.9 kW（380V/3PH/50Hz） |
| 循环水耗量（额定）    | 283 t/h                 |

#### 7.4.1.5 主要设备一览表

表 7-10 主要设备一览表

| 序号 | 设备名称及型号 | 性能参数                                                                                                                                                | 单位 | 数量 | 备注   |
|----|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|
| 1  | 螺杆冷水机组  | 制冷量：1240kW<br>载冷剂：脱盐水<br>载冷剂流量：210m <sup>3</sup> /h<br>载冷剂进/出口温度：12/7℃<br>冷却水流量：255m <sup>3</sup> /h<br>冷却水进/出口温度差：5℃<br>压缩机功率：250kW（380V）          | 台  | 2  | 1用1台 |
| 2  | 螺杆盐水机组  | 制冷量：120kW<br>载冷剂：38.8%乙二醇溶液<br>载冷剂流量：21 m <sup>3</sup> /h<br>载冷剂进/出口温度：-20/-15℃<br>冷却水流量：28 m <sup>3</sup> /h<br>冷却水进/出口温度差：5℃<br>压缩机功率：75 kW（380V） | 台  | 2  | 1用1台 |
| 3  | 低温水循环泵  | 流量：225 m <sup>3</sup> /h 扬程：66 m<br>电机功率：110kW（380V）                                                                                                | 台  | 2  | 1用1台 |
| 4  | 冷冻盐水循环泵 | 流量：25 m <sup>3</sup> /h 扬程：80 m<br>电机功率：15kW（380V）                                                                                                  | 台  | 2  | 1用1台 |
| 5  | 低温水循环罐  | 有效容积：60 m <sup>3</sup>                                                                                                                              | 台  | 1  |      |
| 6  | 冷冻盐水循环罐 | 有效容积：40 m <sup>3</sup>                                                                                                                              | 台  | 1  |      |

| 序号 | 设备名称及型号           | 性能参数                                       | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|-------------------|--------------------------------------------|----|----|----|
| 7  | LD 型电动单梁起重机（地面操纵） | 起重量 5 吨<br>电机电量：运行 2X0.8+0.8kW<br>起重：7.5kW | 台  | 1  |    |

## 7.4.2 蒸汽供给及冷凝液回收

### 7.4.2.1 蒸汽用量及供给

工艺装置所用蒸汽量及参数为：5.6t/h，0.25MPa(G)。除工艺用汽量外，冬季还需要蒸汽用于采暖热水加热，约需蒸汽用量4~4.5t/h，所以本项目的最大蒸汽用量按照10t/h考虑。

本项目所用蒸汽由三孚硅业经管道供来，参数为0.70MPa(G)、174℃的微过热蒸汽。

工艺用蒸汽由管廊进入工艺装置后经减压阀减压至0.25MPa(G)直接供给，冬季采暖热水加热用蒸汽从管廊上直接取用0.70 MPa(G)、174℃的蒸汽。

### 7.4.2.2 蒸汽冷凝液的回收

为减少损失和运行成本，在工艺装置内设置1台蒸汽冷凝液回收罐及2台凝结水泵（1用1备），用来回收工艺装置换热后的蒸汽冷凝液。回收后的冷凝液温度约有95--100℃，在送出本项目界区前凝结水先经过灌装站及歧化反应器，对设备进行加热，回收部分热量，将凝结水温度降至60℃后再送回至三孚硅业。

## 7.4.3 仪表空气、压缩空气及氮气的供给

### 7.4.3.1 各种气体的用量及参数

表7-11 公用工程消耗工质量

| 序号 | 工质名称 | 参 数                             | 单位                 | 小时消耗量 | 备注    |
|----|------|---------------------------------|--------------------|-------|-------|
| 1  | 仪表空气 | 0.6MPa(G)                       | Nm <sup>3</sup> /h | 100   |       |
| 2  | 压缩空气 | 0.7MPa(G)                       | Nm <sup>3</sup> /h | 650   | 吹扫/间断 |
| 3  | 氮气   | 0.3MPa(G) 99.995%               | Nm <sup>3</sup> /h | 200   |       |
| 4  | 高纯氮气 | 0.3MPa(G) O <sub>2</sub> ≤10ppm | Nm <sup>3</sup> /h | 150   |       |

### 7.4.3.2 各气体工质的供给

a. 氮气：三孚硅业已建有空压制氮站，氮气富余量为 300Nm<sup>3</sup>/h，纯度 99.995%，原空压制氮站的氮气生产量除供给原用户外尚有富余，可以满足本项目氮气用量的需求。

b. 高纯氮气：本项目的高纯氮气从三孚硅业高纯四氯化硅厂区的氮气纯化站引管道供给，该氮气纯化站富裕量为 200Nm<sup>3</sup>/h，其处理能力除满足原用户外尚可以满足本项目的要求。

c. 仪表空气和压缩空气：从三孚硅业空压制氮站引管道供给。本项目仪表空气及压缩空气用量较小，原空压制氮站的系统容量可以满足要求。

d. 气体的稳压：在公用工程站外设置 1 台 10m<sup>3</sup>仪表空气稳压罐，2 台 20m<sup>3</sup>氮气和高纯氮气稳压罐，仪表空气、氮气、高纯氮气经各自的稳压罐稳压后再供给各用气点。压缩空气为间断吹扫用气，直接从三孚硅业厂区引管道供给各用气点。

表 7-12 稳压罐设备一览表

| 序号 | 设备名称及型号 | 性能参数                  | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|---------|-----------------------|----|----|----|
| 1  | 仪表空气稳压罐 | 有效容积：10m <sup>3</sup> | 台  | 1  |    |
| 2  | 氮气稳压罐   | 有效容积：20m <sup>3</sup> | 台  | 1  |    |
| 3  | 高纯氮气稳压罐 | 有效容积：10m <sup>3</sup> | 台  | 1  |    |

## 8 辅助生产设施及分析化验

### 8.1 维修设施及仓库

全厂机、电、仪的维修，日常维修工作由项目各工段的维修人员负责，大修可依托三孚硅业进行。

### 8.2 分析化验

#### 8.2.1 分析化验室任务

在综合楼设置分析化验室，负责对装置的原料、产品、生产过程控制及环保进行非在线分析。

#### 8.2.2 功能室设置及要求

为实现上述的任务，分析化验室应设置以下功能室：

- (1) 色谱室：布置气相色谱仪，应设置局部排风并防止潮湿和振动。
- (2) 化学分析室：进行化学分析，应设置上、下水和局部排风。
- (3) 试剂库：存放试剂、配置和存放标准溶液，应设置上、下水和局部排风。
- (4) 气瓶间：放置分析用气体钢瓶。

根据各功能室的特点和使用要求，设计采暖通风及空调，并引入给排水、电、气等公用工程设施。

#### 8.2.3 主要分析项目

分析项目主要包括二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅及其混合物的质量检验和组分分析，另外还包括循环水、污水排放指标的检测。

#### 8.2.4 主要分析化验仪器

主要分析化验仪器见表8-1。

表8-1 本项目分析设备一览表

| 序号 | 仪器名称    | 数量 | 序号 | 仪器名称   | 数量 |
|----|---------|----|----|--------|----|
| 1  | 气相色谱仪   | 4套 | 10 | 干燥箱    | 2台 |
| 2  | 分光光度计   | 2台 | 11 | 恒温水浴锅  | 3台 |
| 3  | 卡尔费休仪   | 2台 | 12 | 防爆电冰箱  | 1台 |
| 4  | 精密电子PH计 | 2台 | 13 | 磁力搅拌器  | 3台 |
| 5  | 自动电位滴定仪 | 2台 | 14 | 电导率仪   | 1台 |
| 6  | 微库仑仪    | 3台 | 15 | 密度计    | 1台 |
| 7  | 沸程测定仪   | 2台 | 16 | 溶氧仪    | 1台 |
| 8  | 分析天平    | 1台 | 17 | COD测定仪 | 1台 |
| 9  | 马弗炉     | 1台 | 18 | 实验室易耗品 | 若干 |



## 9 资源综合利用及节能减排措施

### 9.1 编制依据

#### 9.1.1 国家或地方节能法律法规

《中华人民共和国节约能源法》（中华人民共和国主席令第七十七号）

《国务院关于加强节能工作的决定》国发〔2006〕28 号

《关于印发千家企业节能行动实施方案的通知》国家发改委等五部门

《国家发展改革委关于加强固定资产投资项目的节能评估和审查工作的通知》发改投资〔2006〕2787 号

《国家发展改革委关于印发固定资产投资项目的节能评估和审查指南（2006）的通知》发改环资〔2007〕21 号

《中国节能技术政策大纲》（2006 年）（发改环资〔2007〕199 号）

《中国节水技术政策大纲》（国家发改委公告 2005 年第 17 号）

《河北省节约能源条例》（2006 年）（河北省第十届人民代表大会常务委员会公告第 57 号）

《唐山市节约用水条例》（唐山市人民代表大会常务委员会公告 2008 年第 1 号）

#### 9.1.2 设计采用的标准规范

|                |                |
|----------------|----------------|
| 《综合能耗计算通则》     | GB/T2589-2008  |
| 《企业能源审计技术通则》   | GB/T17166-1997 |
| 《节能监测技术通则》     | GB/T15316-2009 |
| 《设备热效率计算通则》    | GB/T2588-2000  |
| 《用能设备能量测试导则》   | GB/T6422-2009  |
| 《企业节能量计算方法》    | GB/T13234-2009 |
| 《工业企业能源管理导则》   | GB/T15587-2008 |
| 《评价企业合理用热技术导则》 | GB/T3486-1993  |
| 《评价企业合理用电技术导则》 | GB/T3485-1998  |
| 《企业能量平衡统计方法》   | GB/T16614-1996 |
| 《企业能量平衡表编制方法》  | GB/T16615-1996 |
| 《企业能源网络图绘制方法》  | GB/T16616-1996 |

### 9.2 能耗现状

本项目能源使用主要为新鲜水、工业电及蒸汽。

能耗现状见下表。

表 9-1 能耗现状表

| 序号 | 项目   | 单位              | 年总消耗量               | 能源折算值<br>(折标准煤)       |        | 年总能耗指标<br>(折标煤 kg)  | 比例<br>% |
|----|------|-----------------|---------------------|-----------------------|--------|---------------------|---------|
|    |      |                 |                     | 单位                    | 数量     |                     |         |
| 1  | 电    | 万 kW·h          | 1125.37             | kgce/kW·h             | 0.1229 | $1.383 \times 10^6$ | 14.72   |
| 2  | 蒸汽   | t               | 44352               | kgce/t                | 128.6  | $5.703 \times 10^6$ | 60.72   |
| 3  | 新鲜水  | t               | 73497.6             | kgce/t                | 0.0857 | 6298.7              | 0.067   |
| 4  | 仪表空气 | Nm <sup>3</sup> | $7.92 \times 10^5$  | kgce/ Nm <sup>3</sup> | 0.04   | 31680               | 0.34    |
| 5  | 氮气   | Nm <sup>3</sup> | $1.584 \times 10^6$ | kgce/ Nm <sup>3</sup> | 0.671  | $1.063 \times 10^6$ | 11.32   |
| 6  | 高纯氮气 | Nm <sup>3</sup> | $1.188 \times 10^6$ | kgce/ Nm <sup>3</sup> | 1.007  | $1.196 \times 10^6$ | 12.73   |
| 7  | 高纯氢气 | Nm <sup>3</sup> | 15000               | kgce/ Nm <sup>3</sup> | 0.574  | 8610                | 0.103   |
|    | 合计   |                 |                     |                       |        | $9.392 \times 10^6$ |         |

从上表可以看出,本项目总能耗折标准煤 9392 吨/年。本项目二氯二氢硅产量为 500 吨/年,三氯氢硅产量为 1000 吨/年,每吨产品能耗为 6.261 吨标煤,每公斤产品电耗为 7.5 度,万元工业增加值能耗为 0.456 吨标煤。2016 年河北省万元工业增加值能耗为 1.745 吨标煤。可见,本项目的单位工业增加值能耗远低于全省的综合水平,说明本项目能耗较低。

### 9.3 项目节能措施

#### 9.3.1 工艺节能措施

- (1) 设计中的节能原则为在满足工艺要求条件下,最大限度回收热能。
- (2) 工艺物料按照流程顺序,压力由高向低递减。
- (3) 蒸汽冷凝水汇总收集后先经过灌装站及歧化反应器,对设备进行加热,回收部分热量,将冷凝水温度降至 60℃ 后再送回三孚硅业。
- (4) 采用节能环保型工艺流程和技术,利用 DCS 控制优化工艺参数。
- (5) 加强管道及设备保温或保冷措施,减少能量损失。
- (6) 制冷机组尽量靠近用户,减少冷损。

#### 9.3.2 建筑节能措施

- (1) 在满足工艺流程、通风、泄爆等生产要求的前提下,充分考虑建筑物节能。
- (2) 生活辅助建筑结合当地的气候条件采取相应的保温节能措施。包括墙体、屋面、门窗、楼地面、细部构造等。

#### 9.3.3 电气节能措施

- (1) 选用节能型变压器。
- (2) 厂区、道路、室内均选用高效节能光源。
- (3) 设置无功自动补偿，提高功率因数。
- (4) 变电所尽量靠近负荷中心，选择最佳配电路径，缩短配电距离。
- (5) 单相负荷均匀安装，降低不平衡度。
- (6) 道路照明和户外装置照明采用智能节能照明控制器。

#### 9.3.4 总图布置节能措施

- (1) 在满足工艺生产要求的基础上合理利用地形、分区明确、布置紧凑、减少用地。
- (2) 从节能的角度出发，力求工艺流程顺畅紧凑，减少生产环节，避免物料往返运输，最大限度地缩减生产过程中的物料运距与高差，节省大量的物料输送能耗。

#### 9.3.5 能源管理措施

- (1) 能源计量设施的设置等级达到三级计量合格的要求。能源计量器具的配备管理符合国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB17167 的有关规定。
- (2) 能源计量设施满足生产各装置单独考核计量的要求。大型电表、大型水表等能源计量设施具备自动记录和集中、统计功能，并采取保证能源计量数据正确使用的措施。
- (3) 工业水、生活水、蒸汽等动力介质设置计量仪表。
- (4) 生产和生活、厂内和厂外的用水分别计量。各生产车间和辅助部门设置用水计量器具。各车间和公用建筑生活用水独立计量。循环冷却水系统计量仪表的设置符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》(GB50050)的有关规定。

## 10 环境保护

### 10.1 编制依据

#### 10.1.1 国家、地方、行业法律、法规及条例

《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 11 日施行  
《中华人民共和国水污染防治法》2008 年 6 月 11 日施行  
《中华人民共和国大气污染防治法》2016 年 1 月 1 日施行  
《中华人民共和国环境噪声污染防治法》1997 年 3 月 1 日施行  
《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2016 年 11 月 7 日修订  
《中华人民共和国清洁生产促进法》2012 年 7 月 1 日施行  
《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号）  
《国家危险废物名录》2016 年 8 月 1 日施行

#### 10.1.2 设计采用的标准和规范

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 《环境空气质量标准》                  | GB3095-2012  |
| 《地表水环境质量标准》                 | GB3838-2002  |
| 《地下水环境质量标准》                 | GB/T14848-93 |
| 《声环境质量标准》                   | GB3096-2008  |
| 《无机化学工业污染物排放标准》             | GB31573-2015 |
| 《工业企业厂界环境噪声排放标准》            | GB12348-2008 |
| 《建筑施工场界环境噪声排放标准》            | GB12523-2011 |
| 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》及其修改单 | GB18599-2001 |
| 《危险废物贮存污染控制标准》及其修改单         | GB18597-2001 |

### 10.2 环境质量标准

#### 10.2.1 空气质量标准

唐山市南堡经济开发区环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，具体见表 10-1。

表 10-1 环境空气质量标准一览表

| 序号 | 污染物               | 取值时间 | 标准限值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 标准来源                           |
|----|-------------------|------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1  | PM <sub>10</sub>  | 日平均  | 150                           | 《环境空气质量标准》<br>(GB3095-2012) 二级 |
|    |                   | 年    | 70                            |                                |
| 2  | PM <sub>2.5</sub> | 日平均  | 75                            |                                |
|    |                   | 年    | 35                            |                                |

| 序号 | 污染物           | 取值时间   | 标准限值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 标准来源 |
|----|---------------|--------|-------------------------------|------|
| 3  | $\text{SO}_2$ | 1 小时平均 | 500                           |      |
|    |               | 日平均    | 150                           |      |
|    |               | 年      | 60                            |      |
| 4  | $\text{NO}_2$ | 1 小时平均 | 200                           |      |
|    |               | 日平均    | 80                            |      |
|    |               | 年      | 40                            |      |
| 5  | $\text{CO}$   | 日平均    | 4                             |      |
|    |               | 1 小时平均 | 10                            |      |
| 6  | TSP           | 日平均    | 300                           |      |
|    |               | 年      | 200                           |      |
| 7  | $\text{NO}_x$ | 1 小时平均 | 250                           |      |
|    |               | 日平均    | 100                           |      |
|    |               | 年      | 50                            |      |
|    |               | 日均值    | 0.015                         |      |

### 10.2.2 地表水环境质量标准

唐山市全境水域均执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，地表水环境质量标准见表 10-2。

表 10-2 地表水环境质量标准一览表（单位：mg/L）

| 序号 | 项目                             | I 类                                                  | II 类 | III 类 | IV 类 | V 类 |
|----|--------------------------------|------------------------------------------------------|------|-------|------|-----|
| 1  | 水温                             | 人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升 $\leq 1$ ；周平均最大温降 $\leq 2$ 。 |      |       |      |     |
| 2  | PH 值                           | 6~9                                                  |      |       |      |     |
| 3  | 溶解氧 $\geq$                     | 饱和率 90%                                              | 6    | 5     | 3    | 2   |
| 4  | 高锰酸盐指数 $\leq$                  | 2                                                    | 4    | 6     | 10   | 15  |
| 5  | 化学需氧量 COD $\leq$               | 15                                                   | 15   | 20    | 30   | 40  |
| 6  | 五日生化需氧量 $\text{BOD}_5 \leq$    | 3                                                    | 3    | 4     | 6    | 10  |
| 7  | 氨氮 $\text{NH}_3\text{-N} \leq$ | 0.15                                                 | 0.5  | 1.0   | 1.5  | 2.0 |
| 8  | 总磷 $\leq$                      | 0.02                                                 | 0.1  | 0.2   | 0.3  | 0.4 |
| 9  | 石油类 $\leq$                     | 0.05                                                 | 0.05 | 0.05  | 0.5  | 1.0 |
| 10 | 总锌 $\leq$                      | 0.05                                                 | 1.0  | 1.0   | 2.0  | 2.0 |
| 11 | 总铜 $\leq$                      | 0.01                                                 | 1.0  | 1.0   | 1.0  | 1.0 |

### 10.2.3 地下水环境质量标准

地下水水质执行《地下水质量标准》（GB/T14848-93）III类标准，详见表 10-3。



表 10-3 地下水水质标准一览表（单位：mg/L）

| 序号 | 项目     | 指标      | 标准来源                              |
|----|--------|---------|-----------------------------------|
| 1  | pH     | 6.5~8.5 | 《地下水质量标准》<br>(GB/T14848-93) 中Ⅲ类标准 |
| 2  | 高锰酸盐指数 | 3.0     |                                   |
| 3  | 溶解性总固体 | 1000    |                                   |
| 4  | 硝酸盐    | 20      |                                   |
| 5  | 亚硝酸盐   | 0.02    |                                   |
| 6  | 氨氮     | 0.2     |                                   |
| 7  | 氯化物    | 250     |                                   |
| 8  | 总硬度    | 450     |                                   |
| 9  | 硫酸盐    | 250     |                                   |

#### 10.2.4 环境噪声质量标准

本项目厂区周边声环境执行《环境噪声质量标准》（GB3096-2008）中 3 类标准，具体见表 10-4。

表10-4 声环境质量标准一览表

| 类别  | 适用区域       | 环境噪声标准值 dB(A) |    | 采用标准        |
|-----|------------|---------------|----|-------------|
|     |            | 昼间            | 夜间 |             |
| 3 类 | 工业生产、仓储物流区 | 65            | 55 | GB3096-2008 |

#### 10.3 污染物排放标准

##### 10.3.1 废气排放标准

本项目废气排放执行《无机化学工业污染物排放标准》（GB31573-2015）的要求。

表 10-5 废气排放标准

| 污染物名称 | 最高允许排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ） | 标准来源                                              |
|-------|------------------------------|---------------------------------------------------|
| 氯硅烷   | 20                           | 参照《无机化学工业污染物排放标准》<br>(GB31573-2015) 表 4 中氯化氢的排放限值 |

##### 10.3.2 废水排放标准

本项目生活污水排入厂区外市政污水管网，需满足市政污水管网接管标准；生产污水送至三孚硅业污水中和装置处理，无排放限值要求。

##### 10.3.3 噪声控制标准

厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准。详见表10-6。

表 10-6 厂界噪声标准一览表

| 类别    | 标准值 dB (A) |    | 标准来源               |
|-------|------------|----|--------------------|
|       | 昼间         | 夜间 |                    |
| 3 类标准 | 65         | 55 | (GB12348-2008) 3 类 |

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），见表10-7。

表 10-7 建筑施工场界噪声标准

| 施工阶段                                                           | 噪声限值 dB(A) |      |
|----------------------------------------------------------------|------------|------|
|                                                                | 昼间         | 夜间   |
| 土石方                                                            | 75         | 55   |
| 打 桩                                                            | 85         | 禁止施工 |
| 结 构                                                            | 70         | 55   |
| 装 修                                                            | 65         | 55   |
| 注：表中所列噪声值是指与敏感区域相应的建筑施工场地边界线处的限值；<br>如有几个施工阶段同时进行，以高噪声阶段的限值为准。 |            |      |

#### 10.3.4 固体废物排放标准

固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单。

### 10.4 项目污染物排放及治理

#### 10.4.1 废气

废气包含各精馏塔排气吹扫，储罐顶部氮气密封气排放以及充装废气。含氯硅烷的废气经收集进入尾气洗涤塔，废气被氢氧化钙溶液充分吸收，去除其中的氯硅烷。废气经氢氧化钙淋洗后组成主要为氮气和氢气，经高点排入大气。

表 10-8 废气排放及治理一览表

| 污染源                                 | 排放量及组分                                       | 排放方式 | 处理方式                                        |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|------|---------------------------------------------|
| 原料缓冲罐                               | 正常生产时无排放，开停车时极微量                             | 间断   | 送尾气洗涤系统淋洗，氯硅烷含量低于 20mg/m <sup>3</sup> 后达标排放 |
| 原料脱低沸塔                              | 生产时少量排放，含三氯氢硅约 0.8kg/h                       | 连续   |                                             |
| 氯硅烷分离 A 塔<br>氯硅烷分离 B 塔<br>氯硅烷分离 C 塔 | 正常生产时无排放，开停车时极微量                             | 间断   |                                             |
| DCS 低沸 A 塔                          | 低沸气体进尾气系统洗涤，约 3kg/h，主要组分为二氯二氢硅               | 连续   |                                             |
| DCS 高沸 A 塔                          | 高沸加热后进尾气系统洗涤，约 3kg/h，主要组分为二氯二氢硅              | 连续   |                                             |
| DCS 原料成品罐                           | 正常生产时无排放，开停车时极微量                             | 间断   |                                             |
| TCS 原料成品罐                           | 正常生产时无排放，开停车时极微量                             | 间断   |                                             |
| DCS 回收罐                             | 正常生产时无排放，开停车时极微量                             | 间断   |                                             |
| TCS 回收罐                             | 正常生产时无排放，开停车时极微量                             | 间断   |                                             |
| 充装系统尾气                              | 最大量为 2m <sup>3</sup> /h，主要组分为氢气、微量二氯二氢硅、惰性气体 | 间断   |                                             |

## 10.4.2 废水

本项目的污水主要包括生产污水（地面冲洗水）、生活污水。

表 10-9 废水排放及治理一览表

| 序号 | 来源          | 排放方式 | 排放量                       |                           | 污水成分                                                                                               | 处理方式及排放去向      |
|----|-------------|------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    |             |      | m <sup>3</sup> /h<br>(平均) | m <sup>3</sup> /h<br>(最大) |                                                                                                    |                |
| 一  | 生产污水        |      |                           |                           |                                                                                                    |                |
| 1  | 淋洗塔废水       | 间断   | 0.066                     | 0.083                     | CaCl <sub>2</sub> : ~10wt%                                                                         | 送到三孚硅业污水中和装置处理 |
| 2  | 化验排水        | 间断   | 0.2                       | 0.6                       | COD <sub>Cr</sub> : 250mg/l<br>BOD <sub>5</sub> : 110 mg/l<br>SS: 100mg/l<br>氨氮: 3mg/l<br>PH: 5~10 |                |
| 3  | 装置及罐区冲洗地面排水 | 间断   | 0.3                       | 2                         | COD <sub>Cr</sub> : 150mg/l<br>BOD <sub>5</sub> : 10mg/l<br>SS: 400mg/l<br>氨氮: 3mg/l<br>PH: 5~10   |                |
| 4  | 工艺装置排水      | 间断   | 0.2                       | 0.5                       | COD <sub>Cr</sub> : 180mg/l<br>BOD <sub>5</sub> : 30mg/l<br>SS: 210mg/l<br>氨氮: 3mg/l<br>PH: 5~10   |                |
| 5  | 循环水装置排污     | 连续   | 1.0                       | 1.8                       | COD<60 mg/l                                                                                        |                |
| 小计 |             |      | 1.766                     | 4.983                     |                                                                                                    |                |
| 二  | 生活污水        | 间断   | 0.11                      | 2.7m <sup>3</sup> /d      | COD <sub>Cr</sub> : 250mg/l<br>BOD <sub>5</sub> : 110mg/l<br>SS: 100mg/l<br>氨氮: 18mg/l<br>PH: 6~9  | 排入市政污水管网       |

排水系统根据排出的污水性质和清污分流的原则，划分为生活污水系统、生产污水、初期雨水系统和清净雨水系统。

### 1) 生活污水系统

生活污水经化粪池处理后排入厂区生活污水管网，重力流排入厂区外市政污水管网。

### 2) 生产污水系统

生产污水排入厂区新建生产污水池，有效容积 20m<sup>3</sup>，提升后送至三孚硅业污水中和装置处理。

### 3) 初期雨水系统

厂区新建初期雨水池，有效容积 35m<sup>3</sup>，提升后送至三孚硅业污水中和装置处理。

#### 4) 清净雨水系统

本系统用于收集全厂的清净雨水，重力流排入厂区新建雨水提升池，有效容积 100m<sup>3</sup>，设置 2 台雨水提升泵，提升后排入厂外市政雨水管网。

#### 5) 事故应急池

新建一座有效容积为 750m<sup>3</sup> 事故应急池，作为发生事故时整个厂区消防污染水的排放地。厂区最大一次消防水量为 324m<sup>3</sup>，污染区域的平均降雨量 426 m<sup>3</sup>，事故应急池有效容积为 750m<sup>3</sup>，可以满足事故水收容的要求。

### 10.4.3 废固

本项目固废包括催化剂和生活垃圾。

废催化剂由催化剂厂家回收，生活垃圾交由当地环卫部门进行统一收集处理。

### 10.4.4 噪声

本项目的噪声来源主要为各类机泵，运行噪声值一般在 85~95dB(A)。厂区采用减振基座、隔声罩、厂房隔声等措施降噪，降噪效果可达 15~20dB(A)。同时需加强管理，经常保养和维护设备以避免其在不良状态下运行，从而降低噪声污染。

## 10.5 绿化

绿化能调节气候、提高湿度、减弱噪音、滞留尘埃，美化环境，改善劳动条件。本项目在道路两侧、物流中心四周种植不产生飞花扬絮的行道树和草皮，装置四周敷设石子，全厂无裸露泥地，使厂区具有清洁美观的生产环境。

## 10.6 环境管理及监测

### 10.6.1 环境监测机构

企业应设置环保管理机构并配备监测分析人员，配合当地环保部门的环境监测。

### 10.6.2 环境监测方法

监测方法按照《环境监测技术规范》及国家统一方法进行。

### 10.6.3 监测设备

环境监测仪器依托当地环境监测机构。

## 10.7 环境保护投资

表 10-10 本项目环保投资一览表

| 污染源   | 环保设施名称             | 环保投资（万元） |
|-------|--------------------|----------|
| 废气    | 废气处理装置             | 325      |
| 废水    | 污水管网               | 56       |
|       | 装置区、罐区防渗           | 45       |
|       | 装置区、罐区防火堤、围堰等      | 52       |
|       | 事故应急池              | 100      |
| 噪声及其它 | 消音器、减震垫等，排污口规范化整治等 | 15       |
| 总计    |                    | 593      |



## 11 安全

### 11.1 编制依据

#### 11.1.1 国家、地方、行业法律、法规及条例

- 《中华人民共和国安全生产法》(2014 年 12 月 1 日施行)  
《中华人民共和国消防法》(国家主席令[2008]第 6 号)  
《危险化学品安全管理条例》(国务院令 第 645 号)  
《危险化学品建设项目安全监督管理办法》(国家安全生产监督管理总局令 第 45 号)  
《危险化学品名录 (2015 版) 》  
《重点监管化工工艺目录 (2013 年完整版)》  
《重点监管的危险化学品名录 (2013 年完整版)》  
《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(国家安监总局第 40 号令)

#### 11.1.2 设计采用的标准和规范

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| 《工业企业设计卫生标准》                   | GBZ1-2010      |
| 《生产过程安全卫生要求总则》                 | GB/T12801-2008 |
| 《石油化工企业设计防火规范》                 | GB50160-2008   |
| 《建筑设计防火规范》                     | GB50016-2014   |
| 《石油化工生产建筑设计规范》                 | SH/T3017-2013  |
| 《石油化工钢结构防火保护技术规范》              | SH/T3137-2013  |
| 《建筑物防雷设计规范》                    | GB50057-2010   |
| 《建筑抗震设计规范 (附条文说明) 》            | GB50011-2010   |
| 《工业建筑防腐蚀设计规范》                  | GB50046-2008   |
| 《建筑灭火器配置设计规范》                  | GB50140-2005   |
| 《建筑照明设计标准》                     | GB50034-2013   |
| 《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》       | GB4053.1-2009  |
| 《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜体》       | GB4053.2-2009  |
| 《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及平台》 | GB4053.3-2009  |
| 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》            | GB50019-2015   |
| 《爆炸危险环境电力装置设计规范》               | GB50058-2014   |
| 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》        | GB50493-2009   |
| 《工作场所所有毒气体检测报警装置设计规范》          | GBZ223-2009    |
| 《火灾自动报警系统设计规范》                 | GB50116-2013   |
| 《石油化工静电接地设计规程》                 | SH3097-2000    |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 《防止静电事故通用导则》                  | GB12158-2006 |
| 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》 | GBZ2.1-2007  |
| 《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  |
| 《个体防护装备选用规范》                  | GB11651-2008 |
| 《化学品分类和危险性公示通则》               | GB13690-2009 |
| 《危险货物品名表》                     | GB12268-2012 |
| 《危险化学品重大危险源辨识》                | GB18218-2009 |
| 《安全色》                         | GB2893-2008  |
| 《安全标志及使用导则》                   | GB2894-2008  |
| 《工业管路的基本识别色、识别符号和安全标识》        | GB7231-2003  |

## 11.2 危险、危害因素分析

### 11.2.1 主要物料的危险危害特性

#### (1) 氮（压缩的）

无色无臭气体，微溶于水、乙醇。

危险特性：若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

侵入途径：吸入。

健康危害：空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时，患者最初感胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度时，患者可迅速出现昏迷、呼吸心跳停止而致死亡。皮肤接触液氮可致冻伤。

#### (2) 二氯二氢硅

外观与性状：无色气体。

危险特性：易燃，其蒸气能与空气形成爆炸性混合物。遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与卤素及其它氧化剂剧烈反应。遇水或水蒸气剧烈反应，生成盐酸烟雾。

燃烧(分解)产物：氯化氢、氧化硅。

健康危害：对上下呼吸道、皮肤和眼睛有腐蚀性和刺激性。本品遇水或空气中的水分迅速水解形成氯化氢(盐酸)。盐酸可致皮肤灼伤和粘膜刺激。接触后表现有流泪、咳嗽、咳痰、呼吸困难、流涎等。可引起肺炎或肺水肿。眼接触可致灼伤，导致失明。

侵入途径：吸入。

#### (3) 三氯氢硅

外观与性状：无色液体，极易挥发，溶于苯、醚等多数有机溶剂。遇湿易燃物品。

危险特性：遇明火强烈燃烧。受高热分解产生有毒的氯化物气体。与氧化剂发生反

应，有燃烧危险。极易挥发，在空气中发烟，遇水或水蒸气能产生热和有毒的腐蚀性烟雾。

燃烧(分解)产物：氯化氢、氧化硅

侵入途径：吸入、食入

健康危害：对眼和呼吸道粘膜有强烈刺激作用。高浓度下，引起角膜混浊、呼吸道炎症，甚至肺水肿。并可伴有头昏、头痛、乏力、恶心、呕吐、心慌等症状。油在皮肤上，可引起坏死，溃疡长期不愈。

毒性：LD<sub>50</sub>=1030mg/kg (大鼠经口)；LC<sub>50</sub>=1500mg/m<sup>3</sup>，2 小时(小鼠吸入)。

#### (4) 四氯化硅

外观与性状：无色或淡黄色发烟液体，有刺激性气味，易潮解，可混溶于苯、氯仿、石油醚等多数有机溶剂。酸性腐蚀品。

危险特性：受热或遇水分解放热，放出有毒的腐蚀性烟气。

燃烧(分解)产物：氯化氢、氧化硅。

侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。

健康危害：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。

急性毒性：LC<sub>50</sub>=8000ppm，4 小时(大鼠吸入)。

表 11-1 主要物料特性表

| 序号 | 名称    | 相态 | 沸点<br>℃ | 闪点<br>℃ | 引燃点<br>℃ | 相对密度           |                 | 爆炸极限<br>(vol) |     | 火灾<br>类别 | 毒性危<br>害程度 | 溶<br>水性 | 职业接触限值<br>mg/m <sup>3</sup> |        |         |
|----|-------|----|---------|---------|----------|----------------|-----------------|---------------|-----|----------|------------|---------|-----------------------------|--------|---------|
|    |       |    |         |         |          | 液<br>(水<br>=1) | 气<br>(空气<br>=1) | 上限            | 下限  |          |            |         | MAC                         | PC-TWA | PC-STEL |
| 1  | 二氯二氢硅 | 液  | 8.3     | -28     | 58       | 1.26           | 3.5             | 99            | 4.1 | 甲 A      | 中度         | 反应      |                             |        |         |
| 2  | 三氯氢硅  | 液  | 31.8    | -27     | 185      | 1.34           | 4.7             | 90.5          | 1.2 | 甲 B      | 中度         | 反应      | 3                           |        |         |
| 3  | 四氯化硅  | 液  | 57.6    |         |          | 1.48           | 5.68            |               |     | 不燃       | 中度         | 反应      |                             |        |         |
| 4  | 氮气    | 气  | -195.6  |         |          | 0.81           | 2.8             |               |     | 不燃       | 窒息         | 不溶      |                             |        |         |

#### 11.2.2 生产中危险危害形式

##### (1) 火灾爆炸危险危害

存在二氯二氢硅、三氯氢硅等易燃易爆物料的设备、管道及其附件因密封不严、破裂而引起的物料泄漏可能引起火灾；检修、抢修时，罐、阀门、管道中的有害物料在没有彻底清除干净的情况下，可能引起燃烧或爆炸。

##### (2) 中毒危害

存在二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅的设备、管道、阀门等一旦发生泄漏，有造成人员中毒的危险。

(3) 腐蚀和灼伤危害部位

存在二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅及液碱的设备、管道发生泄漏，有造成人员灼伤的危险。

(4) 车辆起重伤害

本项目有车辆设施和起重设备，存在撞人、轧人的危险。

(5) 窒息

氮气输送氮管道、氮封等部位如发生泄漏，现场工作人员有窒息危险存在。

(6) 高温灼烫

输送和贮存高温物料的贮罐、管道及其附件、设备在破裂时或设备和管道的隔热层遭到破坏时，可能造成人员烫伤。

(7) 机械伤害

转动设备和吊车等在作业时，可能对人员造成被割、被碰、被戳、被砸，甚至绞住人员衣服、头发等，对人员造成伤害或危及生命安全。本项目中装卸车栈台、机泵设备等都属于此类有害部位。

(8) 噪声

机泵类等会产生噪声，对人体造成噪声伤害。

(9) 触电

各种电气设备在防护不当时会出现触电伤人事故。

(10) 自然条件

本项目所在地区存在雷击、暴雨、大风、地震等有害因素影响。

### 11.2.3 “两重点、一重大”辨识

根据国家安监总局发布的《重点监管的危险化工工艺目录》，本项目不涉及重点监管的危险化工工艺。

根据《危险化学品重大危险源辨识》规定，本项目列入其中的危险化学品主要有二氯二氢硅、三氯氢硅。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）和《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》。重大危险源辨识如下：

罐组内二氯二氢硅、三氯氢硅存在量约 412t，临界量为 10t。

装置内存在量较少，不辨识。

综上，本项目构成危险化学品重大危险源。

## 11.3 采用的安全防范措施

### 11.3.1 工艺及系统

(1) 根据工艺及安全的要求, 设置了压力、温度、液位、流量及组分等检测仪表点, 主要仪表点信号引入控制室, 重点工艺参数设置报警、联锁。

(2) 压力容器和压力管道设置安全阀、爆破片等卸压保护设施。

(3) 按照《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》的要求设置可燃/有毒气体检测报警器, 实现有毒有害、易燃、易爆气体的安全自动检测。

(4) 设备、管道等按规定进行静电接地。

### 11.3.2 总图布置

(1) 总图布置按《石油化工企业设计防火规范》要求确定建构筑物间的防火距离, 符合防火及通风、采光有关规定。设备布置尽量露天化, 保证有毒和易燃、易爆介质的扩散。

(2) 各功能区、装置之间设环形通道, 并与厂外道路相连, 保证消防车和急救车顺利通往事故场所。

(3) 罐区设围堰, 收集少量泄漏物料和冲洗水。

(4) 排水、排洪设施均按相关规范进行设计, 减轻暴雨、洪水带来的影响。

### 11.3.3 设备布置

(1) 设备布置考虑安全距离、疏散、急救通道等方面。每个操作区至少有两个安全出口, 通道上无任何障碍物, 以利于人员紧急疏散。

(2) 装置区的有腐蚀和毒害岗位区域设安全喷淋洗眼器, 并加以明显标记, 供事故时临时急救用。

(3) 凡高度超过 1m 的平台、人行通道、升降口等到有跌落危险的场所, 在其敞开的边缘处均装有防护栏杆。

### 11.3.4 配管工程

(1) 合理设计管道等级、选择材料, 管道尽量采用焊接方式连接, 法兰连接处采用可靠的密封垫片, 选用密封性能好的阀门, 从而有效地防止危险物料的泄漏。

(2) 凡表面温度超过 60℃ 以上的设备和管道, 均采用绝热措施以防人身烫伤。低温设备和管道设置保冷。

(3) 根据《工业管路的基本识别色、识别符号及安全标识》的要求, 在设计中规定对有毒、高压、易燃等设备、管道的明显部位用文字标出, 设备、管道上标注物料色环及物料流向。



### 11.3.5 自控

- (1) 设置抗爆控制室，采用分散控制系统（DCS）进行自动控制。
- (2) 仪表系统备用电源和备用气源应满足规范要求。
- (3) 本项目 DCS/TCS 生产装置、原料和产品罐区等采用独立的安全仪表系统（Safety Instrumented System – SIS），从而实现整个装置的安全联锁停车。

### 11.3.6 电气、电信工程

- (1) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》的要求进行严格的爆炸危险区域划分。
- (2) 在爆炸性危险环境中，采用满足环境特征和危险等级的防爆设备，包括隔爆型、增安型等，电缆选用阻燃型，其允许载流量符合规范要求。其他用电设备按环境特征进行选型。
- (3) 在爆炸和火灾危险场所的电力装置设计防止误操作的设施。
- (4) 设置防雷及防静电接地设施并符合有关规定。
- (5) 按规范要求设置应急照明。
- (6) 设置火灾自动报警及消防应急广播系统。

### 11.3.7 建构筑物

- (1) 按《建筑抗震设计规范》、《建筑抗震设防分类标准》进行抗震设防类别的划分和进行抗震设计。
- (2) 建构筑物和设备等均在设计中考考虑风载荷。
- (3) 安全疏散通道的设置安全出口数目按照《建筑设计防火规范》要求设置。
- (4) 承重钢框架、支架、群座、管架均覆盖耐火层，覆盖耐火层的具体部位按《石油化工企业设计防火规范》规定执行。

### 11.3.8 通风及空调

为防止火灾及爆炸事故的发生，危险区内的甲、乙类厂（泵）房均设置全面送排风的机械通风系统，通风量按规范要求的换气次数计算。机械排风设备采用防爆风机。排风量除考虑正常通风量外，还包括事故排风量。

其他建筑物采用自然通风或局部机械排风以排除余热和余湿。机械排风设备采用轴流风机或斜流式管道风机。

### 11.3.9 其他

- (1) 在生产区域安装风向标，用来指引事故状态下人员的安全疏散方向。
- (2) 按《安全标志及使用导则》的规定，在易发生事故区域设置安全标志。按《安全色》的规定，在建构筑物或设备、管道上涂安全警示色。

- (3) 为员工配备符合要求的劳动保护用品。
- (4) 配备种类和数量符合要求的应急救援装备。

#### 11.4 安全投资估算

本项目所需职业安全卫生专用投资共 872 万元，主要包括下列方面：仪表检测报警、联锁、防雷防静电接地、防爆电气、安全泄压和紧急处理设施、消防设施、作业现场防护设施、劳动保护用品、应急救援装备等，详见表 11-2。

表 11-2 安全设施专用投资一览表

| 序号 | 项目           | 投资（万元） | 备注 |
|----|--------------|--------|----|
| 1  | 仪表安全联锁       | 200    |    |
| 2  | 火灾自动报警系统     | 60     |    |
| 3  | 可燃气体检测报警系统   | 70     |    |
| 4  | 防雷防静电设施      | 45     |    |
| 5  | 防烫、护栏等现场防护设施 | 21     |    |
| 6  | 安全泄压、止逆阀     | 16     |    |
| 7  | 消防设施         | 300    |    |
| 8  | 防火堤、事故应急池    | 152    |    |
| 9  | 劳动保护和应急救援装备  | 18     |    |
| 10 | 合计           | 872    |    |

## 12 职业病防护

### 12.1 编制依据

#### 12.1.1 国家、地方、行业法律、法规及条例

《中华人民共和国职业病防治法》（国家主席令（2016）第 48 号）

《职业病分类和目录》（国疾卫控发[2013]48 号）

《职业病危害因素分类目录》（国疾卫控发[2015]92 号）

《高毒物品目录》（卫生部卫法监发[2003]第 142 号）

#### 12.1.2 设计采用的标准和规范

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 《工业企业设计卫生标准》                  | GBZ1-2010    |
| 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》 | GBZ2.1-2007  |
| 《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  |
| 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》       | GB50493-2009 |
| 《工作场所有毒气体检测报警装置设计规范》          | GB2223-2009  |
| 《工作场所职业病危害警示标识》               | GB2158-2003  |
| 《个体防护装备选用规范》                  | GB11651-2008 |
| 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》           | GB30077-2013 |
| 《化工企业安全卫生设计规范》                | HG20571-2014 |

### 12.2 职业病危害因素分析

本项目职业病危害因素包括二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅、液碱、高温、噪声。

生产装置主要涉及的物料为二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅、液碱，一旦发生泄漏，人员接触后可能造成中毒、刺激、腐蚀等伤害。可能导致的职业病为职业性化学中毒、化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤等。

各类机泵在运行时会产生噪声危害。

存在高温介质的设备、管道热辐射，可能导致现场环境温度较高。

### 12.3 职业病危害防护措施

#### 12.3.1 防毒

装置的设备、管道均为密闭系统、采用 DCS 自动控制，现场仅为巡检作业，降低人员接触职业病危害因素的机率。

合理确定管道等级、选择材料，管道尽量采用焊接方式连接，法兰连接处采用可靠的密封垫片，选用密封性能好的阀门，从而有效地防止危险物料的泄漏。

现场作业人员应穿戴个体防护用品：防毒面具、防化学眼镜、耐酸碱手套等。

### 12.3.2 防噪声

选用低噪声的机械设备，并采用土建隔声、安装消声器等隔声降噪措施。

### 12.3.3 防寒暑

高温设备、管道设置隔热保温，减少热辐射。

操作室、休息室均设置空调、采暖。

### 12.3.4 个体防护和应急措施

为职工配备个体防护用品，包括防毒面具、防化学眼镜、耐酸碱手套、耳塞等。

装置和罐区设置围堰防止污水外溢。

设置淋浴洗眼器用于应急处置。

配备相应的应急救援装备。

### 12.3.5 职业卫生标志

按照规范《工作场所职业病危害警示标识》的规定，在相关作业点及紧急通道和出入口设置醒目的职业病危害警示标识。

### 12.3.6 其他

应根据《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010 的要求，设置符合要求的浴室、餐厅、更衣室、休息室等辅助卫生用室和卫生设施。

## 12.4 检测和监测

按规定对工作场所的职业卫生危害因素做定期检测。

对工作过程中可能产生的职业病危害及其后果、应采取的职业病防护措施等向劳动者如实告知。

建立劳动者健康监护计划，其中包括：全厂接触职业病危害人员数量、接触情况、检查周期、检查费用、检查项目、异常结果处置等内容。

制定上岗前、在岗期间、离岗时、应急时职业健康检查制度。

## 12.5 职业病防护投资估算

本项目职业卫生设施投资估算约为 265 万元，包括有毒有害气体检测报警器、采暖、通风、空调、警示标识、淋浴洗眼器、个体防护、应急救援装备等费用。

## 13 企业组织和定员

### 13.1 工厂组织

- (1) 三孚电子将按公司法和现代化企业体制，负责建设、运行该项目。
- (2) 本项目为新建项目，工厂的管理体制及组织机构设置按现代化企业体制运作。
- (3) 应根据生产经营管理工作的实际需要，力求精简机构和提高工作效率，实行公司（工厂）、部门、车间三级管理。
- (4) 本项目只设置与生产有关的部门，相应职工的生活及其它与生产无直接关系的机构尽量依托社会。

### 13.2 劳动定员

本项目各装置的定员按现代企业管理原则进行编制，工厂管理及生产定员初步建议如表 13-1，总定员 50 人。

表 13-1 全厂倒班制划分及定员表

| 岗位                | 人数 | 班次 | 合计 | 备注 |
|-------------------|----|----|----|----|
| 操作工人              |    |    |    |    |
| 工艺操作工人            | 5  | 4  | 20 |    |
| 中控操作工人            | 3  | 4  | 12 |    |
| 分析化验人员            | 2  | 4  | 8  |    |
| 电气值班人员            | 1  | 4  | 4  |    |
| 操作工人合计            | 11 |    | 44 |    |
| 管理人员              |    |    |    |    |
| 技术人员(工艺、设备、自控、其他) | 6  | 1  | 6  |    |
| 管理人员合计            | 6  |    | 6  |    |
| 最大班人数             | 17 |    |    |    |
| 总人数               |    |    | 50 |    |

### 13.3 人员来源和培训

#### 13.3.1 人员来源

本项目对管理人员、技术人员及操作人员的文化水平要求较高，因此必须高度重视对各类人员的招聘和培训工作。工厂技术人员和管理人员必须为大学本科以上学历人员，主要生产装置操作人员必须具备大专以上学历。



对于特殊设备（含电气、仪表）由供应商现场提供培训和操作指导。

企业可根据各生产单元的实际情况组织相关内容的学习培训和岗位练兵。

本项目技术、管理和操作人员拟通过国内公开招聘的方式解决，高级管理人员由公司董事会（或集体公司）委派。

公司主要高级管理人员由投资者委派或招聘，其中主要生产管理可面向全国招聘。

### 13.3.2 人员培训

本项目全部操作和维修人员在工厂运转前都要在现场进行培训，并参与单机试车、系统吹扫、试压、联动试车和验收，并需经考核合格后上岗操作。

由于工艺装置操作参数要求严格，控制采用集散型（DCS）控制系统，因此对装置操作人员要求如下：

对领班要求，能根据生产方针制定并执行计划，能够处理紧急事故且能考虑对其它相关部门的影响，对操作有充分了解，能够处理工艺和设备事故，能对操作提出改进意见。应具有化工院校的学历，至少有 5 年石化装置工作经验。

对控制室主操作工要求，对其主管部分有充分了解，并能独立操作，能辅助领班进行操作，能指导无经验操作工，应具有化工技校以上的学历，至少有 5 年石化装置工作经验。

## 14 项目实施规划

### 14.1 项目实施规划内容

本项目实施规划内容主要包括项目的前期准备阶段、设计及采购阶段、施工建设阶段和试车及验收四个阶段。工程建设周期从前期准备阶段开始计算到装置性能考核结束共 17 个月。

项目的前期准备阶段主要内容包括可行性研究报告、环境评价报告及安全评价报告等的编制及必要的审批程序。

设计及采购阶段主要内容包括基础工程设计、详细工程设计、设备采购（制造）和关键安装材料采购。

施工建设阶段主要内容有：地下工程施工、土建施工和安装施工。

试车及验收阶段主要内容有：吹扫、单机试车、联动试车、投料试车及考核验收。

### 14.2 实施进度计划

本项目实施和计划进度见下表。

表 14-1 项目实施进度计划表

|               | 2017 |   |    |    |    | 2018 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------|------|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|               | 8    | 9 | 10 | 11 | 12 | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 可行性研究报告       | ▲    |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 环境评价报告和安全评价报告 |      | ▲ | ▲  | ▲  |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 基础工程设计        |      | ▲ | ▲  |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 详细工程设计        |      |   |    | ▲  | ▲  | ▲    | ▲ | ▲ | ▲ |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 设备、管道、仪表材料采购  |      |   |    |    | ▲  | ▲    | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ |   |   |   |   |    |    |    |
| 土建施工          |      |   |    |    | ▲  | ▲    | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ |   |   |   |    |    |    |
| 设备安装          |      |   |    |    |    |      |   |   |   | ▲ | ▲ | ▲ |   |   |    |    |    |
| 管道、仪表安装       |      |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   | ▲ | ▲ | ▲ | ▲  |    |    |
| 吹扫、单机试车       |      |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    | ▲  |    |
| 投料试车          |      |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | ▲  |

## 15 投资估算及资金筹措

### 15.1 投资估算

#### 15.1.1 建设投资

##### 15.1.1.1 工程概况

本项目主要包括：工艺生产装置以及配套系统工程。

项目总投资估算为 28724 万元（以此作为评价该项目经济效益依据）。

##### 15.1.1.2 建设投资估算

建设投资为：27578 万元

固定资产费用为：25163 万元

其中：工程费：22950 万元

    固定资产其他费：2213 万元

    无形资产费用为：707 万元

    其他资产费用为：148 万元

    预备费为：1561 万元

注：如果本评价中个别数值在末尾数上的小数点若有误差，是因电脑取整所致，不影响评价结果。

##### 15.1.1.3 编制依据

- （1）本项目可研报告编制委托书；
- （2）国家发展改革委及建设部发布《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）；
- （3）中国石油化工集团公司暨股份公司《石油化工项目可行性研究报告编制规定》（中国石化咨[2005]154 号文）；
- （4）中国石油化工集团公司暨股份公司《石油化工项目可行性研究投资估算编制办法》（中国石化咨[2005]154 号文）；
- （5）中国石油化工项目可行性研究技术经济《参数与数据》（2016 年版）；
- （6）中国石油化工集团公司设计概预算技术中心站文件“关于发布《石油化工安装工程概算编制应用数据库》（2014 版）”的通知（中国石化概站字[2014]011 号文）；
- （7）中国石油化工集团“关于发布《石油化工工程建设设计概算编制办法》（2007 版）”的通知（中国石化建[2008]82 号文）；
- （8）中国石油化工集团“关于发布《石油化工工程建设费用定额》（2007 版）”的通知（中国石化建[2008]81 号文）；
- （9）中国石油化工集团“关于发布《石油化工安装工程费用定额》（2007 版）”的通知（中国石化建[2007]620 号文）；
- （10）中国石油化工集团公司文件《关于“营改增”实施后调整石油化工工程建设

计价依据的通知》（中国石化建[2016]307 号文）；

（11）中国石油化工集团公司设计概算技术中心站 2009 年版《石油化工安装工程主材费》（上、下册），以及主材调整系数；

（12）地方预算定额及其配套的费用定额,并根据当地造价部门公布的最新建筑安装材料信息价进行调差；

（13）非标设备及部分材料价格依据中国石油化工集团公司设计概算技术中心站《工程经济信息》非标设备价格信息进行计列；

（14）设计工程量；

（15）其他有关费用指标及资料；

（16）其他类似工程的相关指标；

（17）项目已签订费用的合同价。

### 15.1.2 建设期贷款利息

本项目债务资金拟使用银行贷款，长期贷款额为 19631 万元，借款年利率按照 2015 年 10 月 24 日中国人民银行的规定，贷款名义年利率 4.75%，建设期贷款利息为：466 万元。

本项目固定资产投资为：28045 万元，其中，建设投资为 27578 万元，建设期贷款利息为：466 万元。

### 15.1.3 流动资金估算

本项目流动资金估算采用分项详细估算法，正常年份需流动资金 679 万元。铺底流动资金为 204 万元。

详见流动资金估算表。

### 15.1.4 项目总投资

本项目总投资为 28724 万元，其中，固定资产投资为 28045 万元，流动资金为 679 万元。以此作为评价该项目经济效益依据。

详见总投资估算表。

## 15.2 资金筹措

### 15.2.1 资金来源

#### 15.2.1.1 项目资本金

本项目企业自筹 30%资金作为项目资本金，其余 70%资金拟申请银行贷款。满足《国务院关于固定资产投资项目试行资本金制度的通知》（国发[1996]35 号）的要求。

本项目资本金为：8617 万元，其中用于建设投资 7947 万元，用于建设期利息为 466 万元，用于流动资金 204 万元。



### 15.2.1.2 债务资金

本项目债务资金拟使用银行贷款，债务资金总额为：20107 万元。

#### (1) 长期贷款渠道和贷款条件

本项目固定资产投资需贷款 19631 万元，借款年利率按照 2015 年 10 月 24 日中国人民银行的規定，贷款名义年利率为 4.75%。

#### (2) 流动资金贷款渠道和贷款条件

本项目流动资金需贷款 475 万元，借款年利率按照 2015 年 10 月 24 日中国人民银行的規定，贷款名义年利率为 4.35%。

### 15.2.2 资金筹措计划

本项目财务评价建设期按 1 年计算。建设投资分年投入计划为：第一年 100%，流动资金在生产期初依生产负荷投入使用。

详见投资计划与资金筹措表。

投资估算表

单位：万元

| 序号    | 工程或费用名称       | 估算价值     |         |         |         | 价值合计     |         |
|-------|---------------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|
|       |               | 设备购置费    | 安装工程费   | 建筑工程费   | 其他费用    | 合计       | 占项目总投资% |
|       | 项目总投资（含增值税）   | 18974.00 | 1495.00 | 2481.00 | 5773.85 | 28723.85 | 100.00% |
|       | 报批项目总投资（含增值税） | 18974.00 | 1495.00 | 2481.00 | 5298.44 | 28248.44 |         |
| 一     | 建设投资（含增值税）    | 18974.00 | 1495.00 | 2481.00 | 4628.45 | 27578.45 | 96.01%  |
|       | 占建设投资比例%      | 68.80%   | 5.42%   | 9.00%   | 16.78%  | 100.00%  |         |
| (一)   | 固定资产费用        | 18974.00 | 1495.00 | 2481.00 | 2212.82 | 25162.82 | 87.60%  |
| 1     | 工程费           | 18974.00 | 1495.00 | 2481.00 |         | 22950.00 | 79.90%  |
| 1.1   | 生产单元          | 1750.00  | 210.00  | 375.00  |         | 2335.00  |         |
| 1.1.1 | 生产主装置         | 1500.00  | 180.00  | 330.00  |         | 2010.00  |         |
| 1.1.2 | 废气处理装置        | 250.00   | 30.00   | 45.00   |         | 325.00   |         |
| 1.2   | 公用工程设施        | 651.00   | 235.00  | 421.00  |         | 1307.00  |         |
| 1.2.1 | 公用工程站         | 306.00   | 60.00   | 116.00  |         | 482.00   |         |
| 1.2.2 | 变配电站          | 270.00   | 80.00   | 135.00  |         | 485.00   |         |
| 1.2.3 | 循环水站          | 70.00    | 80.00   | 90.00   |         | 240.00   |         |
| 1.2.4 | 事故应急池         | 5.00     | 15.00   | 80.00   |         | 100.00   |         |
| 1.3   | 装置区公用系统       | 65.00    | 815.00  | 590.00  |         | 1470.00  |         |
| 1.3.1 | 总图运输          |          |         | 285.00  |         | 285.00   |         |
| 1.3.2 | 外管            |          | 250.00  | 200.00  |         | 450.00   |         |
| 1.3.3 | 厂区给排水         | 25.00    | 175.00  | 85.00   |         | 285.00   |         |
| 1.3.4 | 供电及照明         | 30.00    | 320.00  | 20.00   |         | 370.00   |         |
| 1.3.5 | 电讯及火灾报警系统     | 10.00    | 70.00   |         |         | 80.00    |         |
| 1.4   | 厂内生活设施及辅助生产设施 | 16500.00 | 235.00  | 1095.00 |         | 17830.00 |         |
| 1.4.1 | 控制室           | 280.00   | 35.00   | 150.00  |         | 465.00   |         |
| 1.4.2 | 综合楼           | 800.00   | 20.00   | 450.00  |         | 1270.00  |         |
| 1.4.3 | 原料及产品罐区       | 220.00   | 80.00   | 100.00  |         | 400.00   |         |
| 1.4.4 | 灌装站           | 15200.00 | 100.00  | 395.00  |         | 15695.00 |         |



| 序号   | 工程或费用名称     | 估算价值    |        |        |         | 价值合计    |         |
|------|-------------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
|      |             | 设备购置费   | 安装工程费  | 建筑工程费  | 其他费用    | 合计      | 占项目总投资% |
| 1.5  | 工器具及生产用具购置费 | 8.00    |        |        |         | 8.00    |         |
| 2    | 固定资产其他费     |         |        |        | 2212.82 | 2212.82 | 7.70%   |
| 2.1  | 工程建设管理费     |         |        |        | 779.70  | 779.70  |         |
| 2.2  | 临时设施费       |         |        |        | 114.75  | 114.75  |         |
| 2.3  | 前期准备费       |         |        |        | 10.00   | 10.00   |         |
| 2.4  | 环境影响咨询费     |         |        |        | 27.89   | 27.89   |         |
| 2.5  | 劳动安全卫生评价费   |         |        |        | 25.00   | 25.00   |         |
| 2.6  | 可行性研究报告编制费  |         |        |        | 54.84   | 54.84   |         |
| 2.7  | 勘察费         |         |        |        | 20.00   | 20.00   |         |
| 2.8  | 工程设计费       |         |        |        | 638.66  | 638.66  |         |
| 2.9  | 工程建设监理费     |         |        |        | 245.97  | 245.97  |         |
| 2.10 | 特种设备安全监督检验费 |         |        |        | 50.00   | 50.00   |         |
| 2.11 | 设备采购技术服务费   |         |        |        | 38.32   | 38.32   |         |
| 2.12 | 超限设备运输特殊措施费 |         |        |        | 20.00   | 20.00   |         |
| 2.13 | 设备监造费       |         |        |        | 50.00   | 50.00   |         |
| 2.14 | 工程保险费       |         |        |        | 68.85   | 68.85   |         |
| 2.15 | 联合试运转费      |         |        |        | 68.85   | 68.85   |         |
| (二)  | 无形资产投资      |         |        |        | 706.58  | 706.58  | 2.46%   |
| 1    | 土地使用权出让金及契税 |         |        |        | 706.58  | 706.58  |         |
| 2    | 特许权使用费      |         |        |        |         | 0.00    |         |
| (三)  | 其他资产投资      |         |        |        | 148.00  | 148.00  | 0.52%   |
| 1    | 生产人员准备费     |         |        |        | 148.00  | 148.00  |         |
| (四)  | 预备费         |         |        |        | 1561.04 | 1561.04 | 5.43%   |
| 1    | 国内基本预备费     |         |        |        | 1561.04 | 1561.04 |         |
| (五)  | 增值税抵扣额      | 2668.26 | 148.15 | 245.86 | 86.28   | 3148.56 |         |
| 二    | 建设期利息       |         |        |        | 466.24  | 466.24  | 1.62%   |
| 三    | 流动资金        |         |        |        | 679.16  | 679.16  |         |
| 四    | 铺底流动资金      |         |        |        | 203.75  | 203.75  |         |
|      |             |         |        |        |         |         |         |

## 投资计划及资金筹措表

单位：万元

| 序号  | 项目/年限   | 合计    | 1     | 2   | 3  | 4  |
|-----|---------|-------|-------|-----|----|----|
| 1   | 总投资     | 28724 | 28045 | 298 | 95 | 95 |
| 1.1 | 建设投资    | 27578 | 27578 |     |    |    |
| 1.2 | 建设期利息   | 466   | 466   |     |    |    |
| 1.3 | 流动资金    | 679   |       | 298 | 95 | 95 |
| 2   | 资金筹措    | 28724 | 28045 | 298 | 95 | 95 |
| 2.1 | 资本金     | 8617  | 8413  | 89  | 29 | 29 |
| 其中： | 用于建设投资  | 7947  | 7947  |     |    |    |
|     | 用于建设期利息 | 466   | 466   |     |    |    |
|     | 用于流动资金  | 204   |       | 89  | 29 | 29 |
| 2.2 | 债务资金    | 20107 | 19631 | 208 | 67 | 67 |
|     | 用于建设投资  | 19631 | 19631 |     |    |    |
|     | 用于建设期利息 |       |       |     |    |    |
|     | 用于流动资金  | 475   |       | 208 | 67 | 67 |

## 流动资金估算表

单位：万元

| 序号    | 年份      | 最低周转天数 | 周转次数 | 2   | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8~16 |
|-------|---------|--------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 1     | 流动资产    |        |      | 487 | 772 | 1057 | 1342 | 1627 | 1627 | 1627 |
| 1.1   | 应收账款    | 35     | 10   | 342 | 568 | 795  | 1022 | 1249 | 1249 | 1249 |
| 1.2   | 存货      |        |      | 116 | 171 | 227  | 282  | 337  | 337  | 337  |
| 1.2.1 | 原料      |        |      | 3   | 7   | 10   | 14   | 17   | 17   | 17   |
| 1.2.2 | 燃料      |        |      |     |     |      |      |      |      |      |
| 1.2.3 | 在产品     | 1      | 360  | 9   | 16  | 22   | 28   | 35   | 35   | 35   |
| 1.2.4 | 产成品     | 7      | 51   | 68  | 114 | 159  | 204  | 250  | 250  | 250  |
| 1.2.5 | 备品备件    | 180    | 2    | 35  | 35  | 35   | 35   | 35   | 35   | 35   |
| 1.3   | 现金      | 20     | 18   | 29  | 33  | 36   | 39   | 42   | 42   | 42   |
| 1.4   | 预付账款    | 30     | 12   |     |     |      |      |      |      |      |
| 2     | 流动负债    |        |      | 190 | 379 | 569  | 759  | 948  | 948  | 948  |
| 2.1   | 应付账款    | 30     | 12   | 190 | 379 | 569  | 759  | 948  | 948  | 948  |
| 2.2   | 预收账款    | 10     | 36   |     |     |      |      |      |      |      |
| 3     | 流动资金    |        |      | 298 | 393 | 488  | 584  | 679  | 679  | 679  |
| 4     | 流动资金增加额 |        |      | 298 | 95  | 95   | 95   | 95   |      |      |

## 15.3 生产成本费用估算

### 15.3.1 成本费用估算的依据

#### 15.3.1.1 固定资产折旧年限及折旧方式

本项目采用平均年限法计算折旧，具体年限如下：

房屋、建筑物      20 年      机器设备      10 年

#### 15.3.1.2 预计净残值率

本项目预计净残值率按固定资产原值的 5% 计列。

#### 15.3.1.3 修理费费率

本项目修理费率按固定资产原值（扣除建设期利息）的 3% 计算。

#### 15.3.1.4 主要原材料及燃料价格

| 序号 | 名 称  | 价格（不含增值税价格）             | 备注 |
|----|------|-------------------------|----|
| 1  | 三氯氢硅 | 4786.32 元/吨             |    |
| 2  | 纯水   | 8.55 元/吨                |    |
| 3  | 氮气   | 0.60 元/Nm <sup>3</sup>  |    |
| 4  | 高纯氮气 | 1.20 元/Nm <sup>3</sup>  |    |
| 5  | 高纯氢气 | 17.09 元/Nm <sup>3</sup> |    |

#### 15.3.1.5 公用工程价格

| 序号 | 名 称  | 价格（不含增值税价格）            | 备注 |
|----|------|------------------------|----|
| 1  | 新鲜水  | 3.51 元/吨               |    |
| 2  | 仪表空气 | 0.13 元/Nm <sup>3</sup> |    |
| 3  | 蒸汽   | 180.18 元/吨             |    |
| 4  | 电    | 0.48 元/ kW·h           |    |

#### 15.3.1.6 工资及福利费

本项目定员 50 人，人工工资及职工福利费按 60000 元/人·年计算。

#### 15.3.1.7 无形及其他资产摊销年限

无形资产及其他资产长期待摊销费用按规定期限平均摊销。具体如下：

无形资产      10 年

其他资产      5 年

### 15.3.2 其它费用内容和计取方法

本项目产品其它销售费用按营业收入的 1% 计算，其它制造费用定额按 12600 元/人·年计取，其它管理费用定额按 22000 元/人·年计取。

### 15.3.3 成本费用估算及分析



随着企业成本费用变化，年总成本也是变化的。本项目正常年总成本为 13484 万元，年经营成本为 11232 万元，固定成本为 3716 万元，可变成本为 9768 万元(以第八年为例)。本项目经营成本所占比例较高，基本符合本行业特点。

详见折旧与摊销计算表、制造成本估算、总成本费用估算表。





折旧和摊销估算表

单位：万元

| 序号  | 项目     | 原值    | 折旧<br>摊销年限 | 折旧<br>摊销率 | 合计    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   |
|-----|--------|-------|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1   | 固定资产   |       |            |           |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1 | 机器设备   | 21443 | 10         | 9.50%     |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     | 折旧     |       |            |           | 20370 | 2037  | 2037  | 2037  | 2037  | 2037  | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 |      |      |      |      |      |
|     | 净值     |       |            |           |       | 19406 | 17368 | 15331 | 13294 | 11257 | 9220 | 7183 | 5146 | 3109 | 1072 | 1072 | 1072 | 1072 | 1072 | 1072 |
| 1.2 | 房屋建筑   | 2599  | 20         | 4.75%     |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     | 折旧     |       |            |           | 1852  | 123   | 123   | 123   | 123   | 123   | 123  | 123  | 123  | 123  | 123  | 123  | 123  | 123  | 123  | 123  |
|     | 净值     |       |            |           |       | 2476  | 2352  | 2229  | 2105  | 1982  | 1858 | 1735 | 1611 | 1488 | 1364 | 1241 | 1118 | 994  | 871  | 747  |
| 2   | 无形资产   | 707   |            |           | 707   | 71    | 71    | 71    | 71    | 71    | 71   | 71   | 71   | 71   | 71   |      |      |      |      |      |
| 2.1 | 专有技术   |       | 10         | 10.00%    | 0     |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.2 | 土地     | 707   | 10         | 10.00%    | 707   | 71    | 71    | 71    | 71    | 71    | 71   | 71   | 71   | 71   | 71   |      |      |      |      |      |
| 3   | 长期待摊费用 |       | 5          |           |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3.1 | 摊销额    | 148   |            | 20.00%    | 148   | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3.2 | 净值     |       |            |           |       | 118   | 89    | 59    | 30    |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |



制造成本估算表

单位：万元

| 序号  | 项目\年份<br>生产负荷            | 单位  | 年耗量<br>(万) | 单价(元)   | 2     | 3     | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    |
|-----|--------------------------|-----|------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     |                          |     |            |         | 20%   | 40%   | 60%  | 80%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| 1   | 原料                       |     |            |         | 1679  | 3358  | 5037 | 6716  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  |
| 1.1 | 三氯氢硅                     | t   | 1.0990     | 4786.32 | 1052  | 2104  | 3156 | 4208  | 5260  | 5260  | 5260  | 5260  | 5260  | 5260  | 5260  | 5260  | 5260  | 5260  | 5260  |
| 1.2 | 纯水                       | t   | 0.0011     | 8.55    | 0.002 | 0.004 | 0.01 | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| 1.3 | 氮气                       | Nm3 | 158.4000   | 0.60    | 19    | 38    | 57   | 76    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95    |
| 1.4 | 高纯氮气                     | Nm3 | 118.8000   | 1.20    | 28    | 57    | 85   | 114   | 142   | 142   | 142   | 142   | 142   | 142   | 142   | 142   | 142   | 142   | 142   |
| 1.5 | 高纯氢气                     | Nm3 | 1.5000     | 17.09   | 5     | 10    | 15   | 21    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    |
| 1.6 | 电子级三氯氢硅<br>(TCS) 代理商运营费  | 年   |            |         | 164   | 328   | 492  | 656   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   |
| 1.7 | 电子级二氯二氢硅<br>(DCS) 代理商运营费 | 年   |            |         | 410   | 821   | 1231 | 1641  | 2051  | 2051  | 2051  | 2051  | 2051  | 2051  | 2051  | 2051  | 2051  | 2051  | 2051  |
| 2   | 燃料动力                     |     |            |         | 275   | 550   | 824  | 1099  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  |
| 2.1 | 新鲜水                      | t   | 7.35       | 3.51    | 5     | 10    | 15   | 21    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    |
| 2.2 | 仪表空气                     | Nm3 | 79.20      | 0.13    | 2     | 4     | 6    | 8     | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| 2.3 | 蒸汽                       | t   | 4.44       | 180.18  | 160   | 320   | 479  | 639   | 799   | 799   | 799   | 799   | 799   | 799   | 799   | 799   | 799   | 799   | 799   |
| 2.4 | 电                        | Kwh | 1,125.37   | 0.48    | 108   | 215   | 323  | 431   | 539   | 539   | 539   | 539   | 539   | 539   | 539   | 539   | 539   | 539   | 539   |
| 3   | 工资及福利                    |     |            |         | 300   | 300   | 300  | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   |
| 4   | 制造费用                     |     |            |         | 2931  | 2931  | 2931 | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 894   | 894   | 894   | 894   | 894   |
| 4.1 | 折旧费                      |     |            |         | 2160  | 2160  | 2160 | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 123   | 123   | 123   | 123   | 123   |
| 4.2 | 修理费                      |     |            |         | 707   | 707   | 707  | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   |
| 4.3 | 其他制造费用                   |     |            |         | 63    | 63    | 63   | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    |
|     | 制造成本                     |     |            |         | 5184  | 7138  | 9092 | 11045 | 12999 | 12999 | 12999 | 12999 | 12999 | 12999 | 10962 | 10962 | 10962 | 10962 | 10962 |

## 总成本费用估算表

单位：万元

| 序号    | 项目\年份    | 合计     | 2      | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    |
|-------|----------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 生产负荷     |        | 20%    | 40%   | 60%   | 80%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| 1     | 制造成本     | 165264 | 5184   | 7138  | 9092  | 11045 | 12999 | 12999 | 12999 | 12999 | 12999 | 12999 | 10962 | 10962 | 10962 | 10962 | 10962 |
| 1.1   | 原料       | 109129 | 1679   | 3358  | 5037  | 6716  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  | 8395  |
| 1.2   | 燃料及动力    | 17859  | 275    | 550   | 824   | 1099  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  | 1374  |
| 1.3   | 副产品      |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1.4   | 工资及福利    | 4500   | 300    | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   |
| 1.5   | 制造费用     | 33776  | 2931   | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 2931  | 894   | 894   | 894   | 894   | 894   |
| 1.5.1 | 折旧       | 22222  | 2160   | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  | 123   | 123   | 123   | 123   | 123   |
| 1.5.2 | 修理费      | 10609  | 707    | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   | 707   |
| 1.5.3 | 其他制造费用   | 945    | 63     | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    |
| 2     | 管理费用     | 2505   | 210    | 210   | 210   | 210   | 210   | 181   | 181   | 181   | 181   | 181   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   |
| 2.1   | 无形资产摊销   | 707    | 71     | 71    | 71    | 71    | 71    | 71    | 71    | 71    | 71    | 71    |       |       |       |       |       |
| 2.2   | 其他资产摊销   | 148    | 30     | 30    | 30    | 30    | 30    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2.3   | 其他管理费用   | 1650   | 110    | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   |
| 3     | 财务费用     | 3067   | 942    | 871   | 668   | 358   | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    |
| 3.1   | 固定资产贷款利息 | 2786   | 932    | 859   | 654   | 341   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 3.2   | 流动资金利息   | 281    | 9      | 12    | 15    | 18    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    |
| 3.3   | 其他财务费用   |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 4     | 营业费用     | 3686   | 57     | 113   | 170   | 227   | 284   | 284   | 284   | 284   | 284   | 284   | 284   | 284   | 284   | 284   | 284   |
| 5     | 总成本费用    | 174522 | 6393   | 8333  | 10141 | 11841 | 13514 | 13484 | 13484 | 13484 | 13484 | 13484 | 11376 | 11376 | 11376 | 11376 | 11376 |
| 6     | 固定成本     | 47534  | 4439   | 4426  | 4280  | 4026  | 3745  | 3716  | 3716  | 3716  | 3716  | 3716  | 1608  | 1608  | 1608  | 1608  | 1608  |
| 7     | 可变成本     | 126988 | 1954   | 3907  | 5861  | 7815  | 9768  | 9768  | 9768  | 9768  | 9768  | 9768  | 9768  | 9768  | 9768  | 9768  | 9768  |
| 8     | 经营成本     | 148378 | 3191   | 5201  | 7211  | 9222  | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 |
| 9     | 盈亏平衡点    | %      | 119.42 | 59.53 | 38.67 | 27.65 | 20.58 | 20.41 | 20.41 | 20.41 | 20.41 | 20.41 | 8.83  | 8.83  | 8.83  | 8.83  | 8.83  |

## 16 财务评价

### 16.1 财务评价的依据及主要数据、参数

#### 16.1.1 财务评价的编制依据

国家发展改革委、建设部发布《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）。

中华人民共和国增值税暂行条例及实施细则。

中华人民共和国企业所得税暂行条例及实施细则。

#### 16.1.2 主要数据、参数

##### 16.1.2.1 生产规模

本项目为 500 吨/年电子级二氯二氢硅及 1000 吨/年电子级三氯氢硅。

##### 16.1.2.2 实施进度及生产年限

本项目计算期为 16 年，其中建设期为 1 年，生产期为 15 年。

##### 16.1.2.3 生产负荷

本项目投产后的第一年为 20%，第二年为 40%，第三年为 60%，第四年为 80%，从投产后第五年以及以后每年开始达到 100%设计能力。

##### 16.1.2.4 主要产品销售价格

| 序号 | 名称            | 价格（不含增值税价格）   | 备注 |
|----|---------------|---------------|----|
| 1  | 电子级三氯氢硅（TCS）  | 68376.07 元/吨  |    |
| 2  | 电子级二氯二氢硅（DCS） | 341880.34 元/吨 |    |
| 3  | 三氯四氯混合物       | 4700.85 元/吨   |    |

##### 16.1.2.5 税金

本项目增值税税率按 17% 计算，其中水、天然气、蒸汽按 11% 计算。

本项目教育费附加及地方教育费附加按流转税的 5% 计算，城市维护建设税按流转的 7% 计算。

本项目建设投资增值税进项税抵扣按中石化建[2016]307 号文件的规定计算。

##### 16.1.2.6 所得税

所得税税率 25%。

##### 16.1.2.7 盈余公积金与公益金

本项目盈余公积金按所得税后利润的 10% 计，公益金按所得税后利润的 5% 计。

##### 16.1.2.8 财务基准收益率

参照国家和行业有关规定，并考虑业主的盈利性要求，项目财务基准收益率取 13%。

## 16.2 效益及财务评价指标计算

### 16.2.1 利润与利润分配表

本项目年均营业收入为 24574 万元，年均利润总额为 12631 万元，年均营业税金及附加为 309 万元，年均所得税为 3158 万元。

详见营业收入及税金估算表和利润与利润分配表。

### 16.2.2 资产负债表

经过本项目各年末的资产、负债和资本的的增减变化计算，项目的净资产能够抵补负债。详见资产负债计算表。

### 16.2.3 财务现金流量分析

本项目对投资现金流量进行计算，全投资税前投资财务内部收益率为 34.12%，税后全投资财务内部收益率为 28.77%。

本项目对资本金财务现金流量进行计算，资本金财务内部收益率为 42.40%。

详见全投资财务现金流量表和资本金财务现金流量表。

### 16.2.4 项目清偿能力分析

本项目贷款采用最大能力还款，借款偿还期自建设之日起 4.80 年(含基建期)。

### 16.2.5 利息备付率

从借款还本付息表中可知利息备付率在 0.23~803.39 范围内，除第一年其余的利息备付率均大于 1，表明企业有足够的能用息税前利润保障利息的偿付。

### 16.2.6 偿债备付率

从借款还本付息表中可知偿债备付率在 1.00~634.60 范围内，偿债备付率均大于 1，表明偿付债务有资金保障。

### 16.2.7 财务盈利能力分析

#### 16.2.7.1 主要静态指标

平均投资利润率：43.97%

平均投资利税率：54.00%

投资回收期（税前）：4.74 年（自建设之日起）

投资回收期（税后）：5.18 年（自建设之日起）

#### 16.2.7.2 主要动态指标

全投资财务收益率（所得税前）：34.12%。

全投资财务收益率（所得税后）：28.77%。

全投资财务净现值（所得税前）：46455 万元

全投资财务净现值（所得税后）：31444 万元

详见全投资现金流量表。

### 16.3 评价小结

经过上述分析，本项目从企业利润情况看，年均利润总额为 12631 万元，年均营业税金及附加为 309 万元，年均所得税为 3158 万元。从所分析的各项指标来看，本项目投资财务内部收益率（税后）为 28.77%，投资财务净现值（税后）：31444 万元，说明该项目财务评价满足要求。

详见综合技术经济指标表。

#### 营业收入和税金估算表

单位：万元

| 序号  | 项目/年份     | 单位 | 单价        | 年销量(万) | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7~16  |
|-----|-----------|----|-----------|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | 生产负荷      |    |           |        | 20%  | 40%   | 60%   | 80%   | 100%  | 100%  |
|     | 产品名称      |    |           |        |      |       |       |       |       |       |
| 1   | 营业收入      |    |           |        |      |       |       |       |       |       |
| 1.1 | 电子级三氯氢硅   | t  | 68376.07  | 0.1000 | 1368 | 2735  | 4103  | 5470  | 6838  | 6838  |
| 1.2 | 电子级二氯二氢硅  | t  | 341880.34 | 0.0500 | 3419 | 6838  | 10256 | 13675 | 17094 | 17094 |
| 1.3 | 三氯四氯混合物   | t  | 4700.85   | 0.9410 | 885  | 1769  | 2654  | 3539  | 4701  | 4424  |
|     | 合计        |    |           |        | 5671 | 11342 | 17013 | 22684 | 28355 | 28355 |
| 2   | 营业税金及附加   |    |           |        |      |       |       |       |       |       |
| 2.1 | 营业税       |    |           |        | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 2.2 | 城市维护建设税   |    |           |        | 0    | 0     | 49    | 180   | 225   | 225   |
| 2.3 | 教育费附加     |    |           |        | 0    | 0     | 35    | 128   | 160   | 160   |
|     | 合计        |    |           |        |      |       | 84    | 308   | 385   | 385   |
| 3   | 增值税       |    |           |        | 0    | 0     | 703   | 2567  | 3209  | 3209  |
|     | 销项税       |    |           |        | 964  | 1928  | 2892  | 3856  | 4820  | 4820  |
|     | 原料燃料动力进项税 |    |           |        | 322  | 644   | 967   | 1289  | 1611  | 1611  |
|     | 建设投资抵扣进项税 |    |           |        | 642  | 1284  | 1223  | 0     | 0     | 0     |





## 利润与利润分配表

单位：万元

| 序号 | 项目/年份     | 合计     | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14     | 15     | 16     |
|----|-----------|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|    | 生产负荷      |        | 20%  | 40%   | 60%   | 80%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%   | 100%   | 100%   |
| 1  | 营业收入      | 368617 | 5671 | 11342 | 17013 | 22684 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355  | 28355  | 28355  |
| 2  | 补贴收入      |        |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 3  | 营业税金及附加   | 4629   |      |       | 84    | 308   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385    | 385    | 385    |
| 4  | 总成本费用     | 174522 | 6393 | 8333  | 10141 | 11841 | 13514 | 13484 | 13484 | 13484 | 13484 | 13484 | 11376 | 11376 | 11376  | 11376  | 11376  |
| 5  | 利润总额      | 189466 | -722 | 3009  | 6788  | 10535 | 14456 | 14486 | 14486 | 14486 | 14486 | 14486 | 16594 | 16594 | 16594  | 16594  | 16594  |
| 6  | 弥补前年亏损    |        |      | 722   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 7  | 应计税所得额    |        | -722 | 2287  | 6788  | 10535 | 14456 | 14486 | 14486 | 14486 | 14486 | 14486 | 16594 | 16594 | 16594  | 16594  | 16594  |
| 8  | 所得税       | 47367  |      | 572   | 1697  | 2634  | 3614  | 3622  | 3622  | 3622  | 3622  | 3622  | 4148  | 4148  | 4148   | 4148   | 4148   |
| 9  | 净利润       | 142100 | -722 | 2437  | 5091  | 7901  | 10842 | 10865 | 10865 | 10865 | 10865 | 10865 | 12445 | 12445 | 12445  | 12445  | 12445  |
| 10 | 盈余公积金     | 4309   |      | 244   | 509   | 790   | 1084  | 1086  | 595   |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 11 | 公益金       | 7141   |      | 122   | 255   | 395   | 542   | 543   | 543   | 543   | 543   | 543   | 622   | 622   | 622    | 622    | 622    |
| 12 | 应付利润      |        |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 13 | 未分配利润     | 130650 | -722 | 2072  | 4327  | 6716  | 9216  | 9235  | 9726  | 10321 | 10321 | 10321 | 11823 | 11823 | 11823  | 11823  | 11823  |
| 14 | 累计未分配利润   |        | -722 | 1350  | 5677  | 12393 | 21609 | 30844 | 40571 | 50892 | 61213 | 71535 | 83358 | 95181 | 107004 | 118827 | 130650 |
| 15 | 息税前利润     | 192533 | 220  | 3880  | 7457  | 10894 | 14477 | 14507 | 14507 | 14507 | 14507 | 14507 | 16614 | 16614 | 16614  | 16614  | 16614  |
| 16 | 息税折旧摊销前利润 | 215610 | 2480 | 6141  | 9717  | 13154 | 16738 | 16738 | 16738 | 16738 | 16738 | 16738 | 16738 | 16738 | 16738  | 16738  | 16738  |



## 财务计划现金流量表

单位：万元

| 序号    | 项目        | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13     | 14     | 15     | 16     |
|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1     | 经营活动净现金流量 |        | 3122  | 6853  | 9243  | 10521 | 13124 | 13116 | 13116 | 13116 | 13116 | 13116 | 12589 | 12589  | 12589  | 12589  | 12589  |
| 1.1   | 现金流入      |        | 6635  | 13270 | 19905 | 26540 | 33176 | 33176 | 33176 | 33176 | 33176 | 33176 | 33176 | 33176  | 33176  | 33176  | 33176  |
| 1.1.1 | 营业收入      |        | 5671  | 11342 | 17013 | 22684 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355  | 28355  | 28355  | 28355  |
| 1.1.2 | 增值税销项税额   |        | 964   | 1928  | 2892  | 3856  | 4820  | 4820  | 4820  | 4820  | 4820  | 4820  | 4820  | 4820   | 4820   | 4820   | 4820   |
| 1.1.3 | 补贴收入      |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 1.2   | 现金流出      |        | 3513  | 6417  | 10662 | 16020 | 20052 | 20059 | 20059 | 20059 | 20059 | 20059 | 20586 | 20586  | 20586  | 20586  | 20586  |
| 1.2.1 | 经营成本      |        | 3191  | 5201  | 7211  | 9222  | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232  | 11232  | 11232  | 11232  |
| 1.2.2 | 增值税进项税额   |        | 322   | 644   | 967   | 1289  | 1611  | 1611  | 1611  | 1611  | 1611  | 1611  | 1611  | 1611   | 1611   | 1611   | 1611   |
| 1.2.3 | 营业税金及附加   |        |       |       | 84    | 308   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385    | 385    | 385    | 385    |
| 1.2.4 | 销售增值税     |        |       |       | 703   | 2567  | 3209  | 3209  | 3209  | 3209  | 3209  | 3209  | 3209  | 3209   | 3209   | 3209   | 3209   |
| 1.2.5 | 所得税       |        |       | 572   | 1697  | 2634  | 3614  | 3622  | 3622  | 3622  | 3622  | 3622  | 4148  | 4148   | 4148   | 4148   | 4148   |
| 2     | 投资活动净现金流量 | -28045 | -298  | -95   | -95   | -95   | -95   |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 2.1   | 现金流入      |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 2.2   | 现金流出      | 28045  | 298   | 95    | 95    | 95    | 95    |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 2.2.1 | 建设投资      | 28045  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 2.2.2 | 维持运营投资    |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 2.2.3 | 流动资金      |        | 298   | 95    | 95    | 95    | 95    |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 3     | 筹资活动净现金流量 | 28045  | -2183 | -5108 | -7161 | -7435 | 75    | -21   | -21   | -21   | -21   | -21   | -21   | -21    | -21    | -21    | -21    |
| 3.1   | 现金流入      | 28045  | 298   | 95    | 95    | 95    | 95    |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 3.1.1 | 项目资本金投入   | 8413   | 89    | 29    | 29    | 29    | 29    |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 3.1.2 | 建设投资借款    | 19631  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 3.1.3 | 流动资金借款    |        | 208   | 67    | 67    | 67    | 67    |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 3.1.4 | 债券        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 3.1.5 | 短期借款      |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 3.2   | 现金流出      |        | 2480  | 5204  | 7257  | 7530  | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21     | 21     | 21     | 21     |
| 3.2.1 | 各种利息支出    |        | 942   | 871   | 668   | 358   | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21     | 21     | 21     | 21     |
| 3.2.2 | 偿还债务本金    |        | 1539  | 4332  | 6588  | 7172  |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 3.2.3 | 应付利润      |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| 4     | 净现金流量     |        | 642   | 1649  | 1987  | 2990  | 13103 | 13096 | 13096 | 13096 | 13096 | 13096 | 12569 | 12569  | 12569  | 12569  | 12569  |
| 5     | 累计盈余资金    |        | 642   | 2291  | 4278  | 7268  | 20371 | 33467 | 46563 | 59658 | 72754 | 85850 | 98418 | 110987 | 123556 | 136125 | 148694 |



## 资产负债表

单位：万元

| 序号    | 项目\年份       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     |
|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1     | 资 产         | 28045 | 26271 | 24661 | 23449 | 24464 | 35591 | 46456 | 57320 | 68185 | 79049 | 89914 | 102359 | 114804 | 127250 | 139695 | 152140 |
| 1.1   | 流动资产总额      |       | 1129  | 3063  | 5335  | 8610  | 21999 | 35094 | 48190 | 61286 | 74381 | 87477 | 100046 | 112615 | 125184 | 137752 | 150321 |
| 1.1.1 | 货币资金        |       | 671   | 2324  | 4314  | 7307  | 20413 | 33509 | 46605 | 59700 | 72796 | 85892 | 98461  | 111029 | 123598 | 136167 | 148736 |
| 1.1.2 | 应收帐款        |       | 342   | 568   | 795   | 1022  | 1249  | 1249  | 1249  | 1249  | 1249  | 1249  | 1249   | 1249   | 1249   | 1249   | 1249   |
| 1.1.3 | 预付帐款        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| 1.1.4 | 存货          |       | 116   | 171   | 227   | 282   | 337   | 337   | 337   | 337   | 337   | 337   | 337    | 337    | 337    | 337    | 337    |
| 1.2   | 在建工程        | 28045 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        | 0      |
| 1.3   | 待抵扣固定资产进项税  |       | 2507  | 1223  |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        | 0      |
| 1.4   | 固定资产净值      |       | 21881 | 19721 | 17560 | 15400 | 13239 | 11079 | 8918  | 6758  | 4597  | 2437  | 2313   | 2190   | 2066   | 1943   | 1819   |
| 1.5   | 无形资产及其他资产净值 |       | 754   | 654   | 554   | 454   | 353   | 283   | 212   | 141   | 71    | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 2     | 负债及所有者权益    | 28045 | 26271 | 24661 | 23449 | 24464 | 35591 | 46456 | 57320 | 68185 | 79049 | 89914 | 102359 | 114804 | 127250 | 139695 | 152140 |
| 2.1   | 流动负债总额      |       | 190   | 379   | 569   | 759   | 948   | 948   | 948   | 948   | 948   | 948   | 948    | 948    | 948    | 948    | 948    |
| 2.1.1 | 短期借款        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| 2.1.2 | 应付帐款        |       | 190   | 379   | 569   | 759   | 948   | 948   | 948   | 948   | 948   | 948   | 948    | 948    | 948    | 948    | 948    |
| 2.1.3 | 预收帐款        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| 2.2   | 建设投资借款      | 19631 | 18092 | 13760 | 7172  |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| 2.3   | 流动资金借款      |       | 208   | 275   | 342   | 409   | 475   | 475   | 475   | 475   | 475   | 475   | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    |
|       | 负债合计        | 19631 | 18490 | 14415 | 8083  | 1167  | 1424  | 1424  | 1424  | 1424  | 1424  | 1424  | 1424   | 1424   | 1424   | 1424   | 1424   |
| 2.4   | 所有者权益       | 8413  | 7781  | 10247 | 15366 | 23296 | 34167 | 45032 | 55896 | 66761 | 77625 | 88490 | 100935 | 113381 | 125826 | 138271 | 150717 |
| 2.4.1 | 资本金         | 8413  | 8503  | 8531  | 8560  | 8589  | 8617  | 8617  | 8617  | 8617  | 8617  | 8617  | 8617   | 8617   | 8617   | 8617   | 8617   |
| 2.4.2 | 资本公积        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| 2.4.3 | 累计盈余公积金     |       |       | 244   | 753   | 1543  | 2627  | 3714  | 4309  | 4309  | 4309  | 4309  | 4309   | 4309   | 4309   | 4309   | 4309   |
| 2.4.4 | 累计公益金       |       |       | 122   | 376   | 771   | 1314  | 1857  | 2400  | 2943  | 3487  | 4030  | 4652   | 5274   | 5897   | 6519   | 7141   |
| 2.4.5 | 累计未分配利润     |       | -722  | 1350  | 5677  | 12393 | 21609 | 30844 | 40571 | 50892 | 61213 | 71535 | 83358  | 95181  | 107004 | 118827 | 130650 |
|       | 资产负债率：      | 70    | 70    | 58    | 34    | 5     | 4     | 3     | 2     | 2     | 2     | 2     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
|       | 流动比率        |       | 595   | 808   | 938   | 1135  | 2320  | 3701  | 5082  | 6463  | 7844  | 9225  | 10550  | 11876  | 13201  | 14526  | 15852  |
|       | 速动比率        |       | 534   | 762   | 898   | 1098  | 2284  | 3665  | 5046  | 6427  | 7808  | 9189  | 10515  | 11840  | 13166  | 14491  | 15816  |



## 项目投资现金流量表

单位：万元

| 序号                        | 年份          | 合计     | 1      | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     |
|---------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                           | 生产负荷        |        |        | 20%    | 40%    | 60%    | 80%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| 1                         | 现金流入        | 371115 |        | 5671   | 11342  | 17013  | 22684 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355  | 28355  | 28355  | 28355  | 28355  | 30854  |
| 1.1                       | 营业收入        | 368617 |        | 5671   | 11342  | 17013  | 22684 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355  | 28355  | 28355  | 28355  | 28355  | 28355  |
| 1.2                       | 补贴收入        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 1.3                       | 回收固定资产余     | 1819   |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        | 1819   |
| 1.4                       | 回收流动资金      | 679    |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        | 679    |
| 2                         | 现金流出        | 229397 | 27578  | 3543   | 6266   | 9255   | 12349 | 15332 | 15244 | 15244 | 15244 | 15244 | 15244  | 15771  | 15771  | 15771  | 15771  | 15771  |
| 2.1                       | 建设投资        | 27578  | 27578  |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 2.2                       | 流动资金        | 679    |        | 298    | 95     | 95     | 95    | 95    |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 2.3                       | 经营成本        | 148378 |        | 3191   | 5201   | 7211   | 9222  | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232  | 11232  | 11232  | 11232  | 11232  | 11232  |
| 2.4                       | 营业税金及附加     | 4629   |        |        |        | 84     | 308   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385    | 385    | 385    | 385    | 385    | 385    |
| 2.5                       | 维持运营投资      |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 2.6                       | 调整所得税       | 48133  |        | 55     | 970    | 1864   | 2723  | 3619  | 3627  | 3627  | 3627  | 3627  | 3627   | 4154   | 4154   | 4154   | 4154   | 4154   |
| 3                         | 所得税后净现金流量   | 141718 | -27578 | 2128   | 5076   | 7758   | 10336 | 13023 | 13111 | 13111 | 13111 | 13111 | 13111  | 12584  | 12584  | 12584  | 12584  | 15083  |
| 4                         | 累计所得税后净现金流量 |        | -27578 | -25451 | -20375 | -12617 | -2282 | 10742 | 23853 | 36964 | 50075 | 63187 | 76298  | 88882  | 101466 | 114051 | 126635 | 141718 |
| 5                         | 所得税前净现金流量   | 189851 | -27578 | 2183   | 6046   | 9622   | 13059 | 16643 | 16738 | 16738 | 16738 | 16738 | 16738  | 16738  | 16738  | 16738  | 16738  | 19236  |
| 6                         | 累计所得税前净现金流量 |        | -27578 | -25396 | -19350 | -9728  | 3331  | 19973 | 36711 | 53449 | 70187 | 86925 | 103663 | 120401 | 137139 | 153877 | 170615 | 189851 |
| 所得税后                      |             |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 计算指标: 财务内部收益率: 28.77%     |             |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 财务净现值 (I=13%) : 31,444 万元 |             |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 投资回收期: 5.18 年             |             |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 所得税前                      |             |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 财务内部收益率: 34.12%           |             |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 财务净现值 (I=13%) : 46,455 万元 |             |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |
| 投资回收期: 4.74 年             |             |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |



## 项目资本金现金流量表

单位：万元

| 序号                                              | 年份        | 合计     | 1     | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    |
|-------------------------------------------------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 生产负荷      |        |       | 20%  | 60%   | 80%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| 1                                               | 现金流入      | 371115 |       | 5671 | 11342 | 17013 | 22684 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 30854 |
| 1.1                                             | 营业收入      | 368617 |       | 5671 | 11342 | 17013 | 22684 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 | 28355 |
| 1.2                                             | 补贴收入      |        |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1.3                                             | 回收固定资产余值  | 1819   |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1819  |
| 1.4                                             | 回收流动资金    | 679    |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 679   |
| 1.5                                             | 其他        |        |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2                                               | 现金流出      | 232164 | 8413  | 5760 | 11005 | 16278 | 19723 | 15281 | 15259 | 15259 | 15259 | 15259 | 15259 | 15786 | 15786 | 15786 | 15786 | 16262 |
| 2.1                                             | 项目资本金     | 8413   | 8413  |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2.2                                             | 流动资金      | 204    |       | 89   | 29    | 29    | 29    | 29    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2.3                                             | 经营成本      | 148378 |       | 3191 | 5201  | 7211  | 9222  | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 | 11232 |
| 2.4                                             | 建设投资借款本金偿 | 19631  |       | 1539 | 4332  | 6588  | 7172  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2.5                                             | 流动资金借款本金偿 | 475    |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 475   |
| 2.6                                             | 借款利息支付    | 3067   |       | 942  | 871   | 668   | 358   | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    |
| 2.7                                             | 销售税金及附加   | 4629   |       |      |       | 84    | 308   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   | 385   |
| 2.8                                             | 所得税       | 47367  |       |      | 572   | 1697  | 2634  | 3614  | 3622  | 3622  | 3622  | 3622  | 3622  | 4148  | 4148  | 4148  | 4148  | 4148  |
| 2.9                                             | 其他        |        |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 3                                               | 净现金流量     | 138951 | -8413 | -89  | 337   | 735   | 2962  | 13075 | 13096 | 13096 | 13096 | 13096 | 13096 | 12569 | 12569 | 12569 | 12569 | 14592 |
| 计算指标: 财务内部收益率: 42.40%<br>财务净现值: 34991 万元 I= 13% |           |        |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |



## 借款还本付息表

单位：万元

| 序号  | 贷款名称 | 项目\年份  | 贷款偿还期(年) | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     |
|-----|------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1   |      | 长期借款   |          |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1.1 | 银行贷款 | 期初借款余额 | 4.80     | 19631 | 18092 | 13760 | 7172  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|     |      | 当期还款付息 |          | 2471  | 5192  | 7242  | 7513  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|     |      | 其中：本金  |          | 1539  | 4332  | 6588  | 7172  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|     |      | 利息     |          | 932   | 859   | 654   | 341   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|     |      | 期末借款余额 |          | 18092 | 13760 | 7172  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2   |      | 流动资金   |          |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.1 |      | 期初借款余额 |          | 208   | 275   | 342   | 409   | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    |
| 2.2 |      | 本年借款   |          | 208   | 67    | 67    | 67    | 67     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.3 |      | 本年还本   |          |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 475    |
| 2.4 |      | 流动资金利息 |          | 9     | 12    | 15    | 18    | 21     | 21     | 21     | 21     | 21     | 21     | 21     | 21     | 21     | 21     | 21     |
| 2.5 |      | 期末借款余额 |          | 208   | 275   | 342   | 409   | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    | 475    |
|     |      | 利息备付率  |          | 0.23  | 4.45  | 11.15 | 30.39 | 700.04 | 701.47 | 701.47 | 701.47 | 701.47 | 701.47 | 803.39 | 803.39 | 803.39 | 803.39 | 803.39 |
|     |      | 偿债备付率  |          | 1.00  | 1.07  | 1.11  | 1.40  | 634.60 | 634.24 | 634.24 | 634.24 | 634.24 | 634.24 | 608.76 | 608.76 | 608.76 | 608.76 | 608.76 |



## 综合指标表

| 序号  | 项目          | 单位 | 指标       | 备注    |
|-----|-------------|----|----------|-------|
| 1   | 项目总投资       | 万元 | 28724    |       |
| 1.1 | 基建投资        | 万元 | 27578    |       |
| 1.2 | 固定资产方向调节税   | 万元 |          |       |
| 1.3 | 流动资金        | 万元 | 679      |       |
|     | 其中：铺底流动资金   | 万元 | 204      |       |
| 1.4 | 基建期利息       | 万元 | 466      |       |
| 2   | 项目固定资产投资    | 万元 | 28045    |       |
| 3   | 资本金         | 万元 | 8617     |       |
| 4   | 基建贷款        | 万元 | 19631    |       |
| 5   | 年营业收入       | 万元 | 24574    | 平均    |
| 6   | 年营业税金及附加    | 万元 | 309      | 平均    |
| 7   | 年总成本费用      | 万元 | 11635    | 平均    |
| 8   | 年利润总额       | 万元 | 12631    | 平均    |
| 9   | 年所得税        | 万元 | 3158     | 平均    |
| 10  | 投资利润率       | %  | 43.97    | 平均    |
| 11  | 投资利税率       | %  | 54.00    | 平均    |
| 12  | 成本费用利润率     | %  | 108.56   | 平均    |
| 13  | 投资收益率       | %  | 49.33    | 平均    |
| 14  | 资本净利润率      | %  | 109.94   |       |
| 15  | 社会贡献率       | %  | 46.76    |       |
| 14  | 外汇贷款偿还期     | 年  |          | 含基建期  |
| 15  | 国内贷款偿还期     | 年  | 4.80     | 含基建期  |
| 16  | 投资回收期(所得税后) | 年  | 5.18     | 含基建期  |
| 17  | 投资回收期(所得税前) | 年  | 4.74     | 含基建期  |
| 18  | 全投资内部收益率    | %  | 28.77    | 所得税后  |
| 19  | 全投资净现值      | 万元 | 31444    | 所得税后  |
| 20  | 全投资内部收益率    | %  | 34.12    | 所得税前  |
| 21  | 全投资净现值      | 万元 | 46455    | 所得税前  |
| 22  | 资产负债率       | %  | 16.17    | 计算期平均 |
| 23  | 盈亏平衡点       | %  | 20.41    |       |
| 24  | 流动比率        | %  | 6,940.99 | 生产期平均 |
| 25  | 速动比率        | %  | 6,902.72 | 生产期平均 |

注： 贴现率I= 13% 项目基建期 1 年

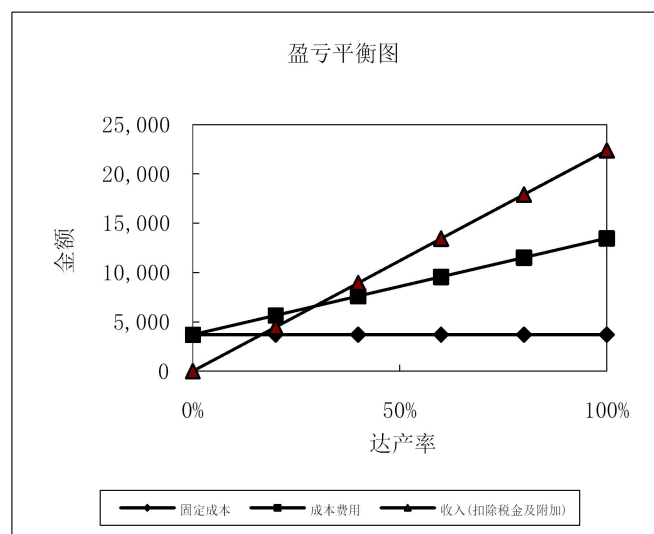
## 17 不确定性分析

### 17.1 盈亏平衡分析

根据产品成本、销售价格、产量、流转税金对项目盈亏的影响，以投产后第八年为例，计算生产能力利用率的盈亏平衡点：

盈亏平衡开工率(%)=正常年固定成本÷(正常年营业收入—正常年营业税金及附加—正常年可变成本)×100%=20.41%

结果表明，当生产能力达到设计能力的 20.41%时项目可以保本，可见该项目抗经营风险能力尚好。详见盈亏平衡图：



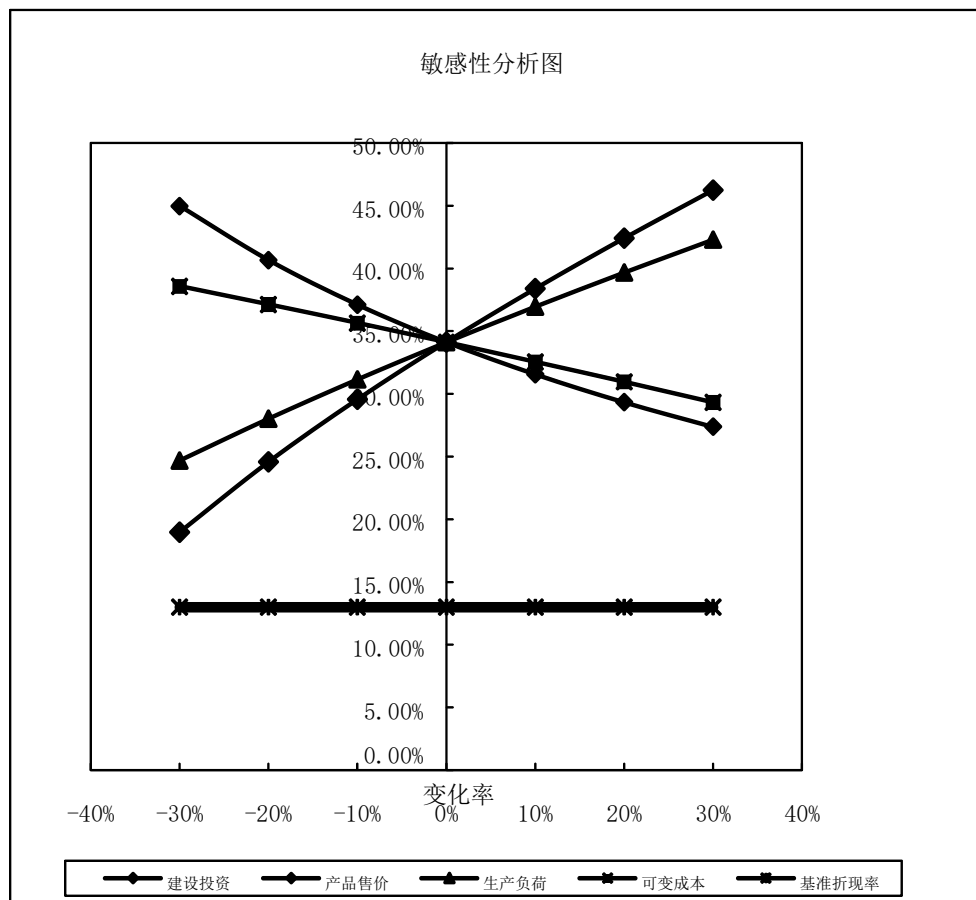
### 17.2 敏感性分析

本分析评价对项目在建设投资、产品价格、可变成本、和生产负荷几个方面分别进行敏感性分析，详见敏感性分析表。

从表中可以看出：以上四个因素对本项目影响的敏感程度由大到小依次是销售价格、生产负荷、建设投资、可变成本，特别是产品售价和生产负荷非常敏感，应注意控制。详见敏感性分析表及敏感性分析图。

## 敏感性分析表

| 序号 | 项目       | 不确定因素<br>变化率(%) | 全投资内部<br>收益率(税前) | 敏感度系数 | 临界点    |
|----|----------|-----------------|------------------|-------|--------|
|    | 基本情况     |                 | 34.12%           |       |        |
| 1  | 建设投资投资增加 | 10              | 31.56%           | 0.26  | 82.54  |
| 2  | 建设投资投资减少 | 10              | 37.11%           | 0.30  |        |
| 3  | 销售价格提高   | 10              | 38.38%           | 0.43  |        |
| 4  | 销售价格降低   | 10              | 29.56%           | 0.46  | 46.28  |
| 5  | 生产负荷提高   | 10              | 36.96%           | 0.28  |        |
| 6  | 生产负荷降低   | 10              | 31.15%           | 0.30  | 71.16  |
| 7  | 可变成本增加   | 10              | 32.55%           | 0.16  | 134.72 |
| 8  | 可变成本降低   | 10              | 35.65%           | 0.15  |        |



## 18 综合评价

### 18.1 工程技术、财务及国民经济综合评价

#### 18.1.1 工程技术评价

本项目所用技术为天津大学提供，三孚电子利用自身在高纯四氯化硅行业的生产经验对该技术进行了优化，达到国内领先水平。原料三氯氢硅及部分公用工程依托三孚硅业，产品竞争力强，项目建设技术方案可行。

#### 18.1.2 财务评价

本项目总投资为 28724 万元，年均利润总额 12631 万元，投资利润率 43.97%，投资利税率 54.00%，税后全投资财务净现值 31444 万元，税后全投资财务内部收益率 28.77%，年上缴税收 3158 万元，同时可以在一定程度上解决当地的就业问题。因此，项目具有良好的经济效益和社会效益。

### 18.2 结论

综合上述分析，三孚电子年产 500 吨电子级二氯二氢硅和 1000 吨电子级三氯氢硅项目具有工艺技术可靠、投资合理、生产成本低、抗风险能力强、经济效益和社会效益好等特点。

因此，该项目应尽快立项实施。

唐山三孚电子材料有限公司  
年产 500 吨电子级二氯二氢硅及年产 1000 吨电子级三氯氢硅项目  
可行性研究报告  
赛鼎工程有限公司

中国浙江省宁波市高新区光华路 300 号赛鼎大厦

邮政编码：315048

电话：0574-87918708

Email：SEDINNB@SEDINNB.COM

传真：0574-87918787

16 开本

2017 年 8 月