

19289

工程号：23002

唐山三友精细化工有限公司
年产 4 万吨氯化亚砷、年产 5 万吨氯乙酸、
年产 9.8 万吨烧碱项目

可行性研究报告



地址：上海市虹口区塘沽路 390 号

电话：021--63246340（总机）

网址：<https://siec.scg.com.cn>

邮政编码：200080



二〇二三年四月

中国工程咨询协会
工程咨询单位甲级资信证书
甲 102022010144

工程号： 23002

唐山三友精细化工有限公司
年产 4 万吨氯化亚砷、年产 5 万吨氯乙酸、
年产 9.8 万吨烧碱项目

可行性研究报告

法定代表人： 黄 震
技术总负责人： 冯 强
项 目 经 理： 江月明

 **上海市安装工程集团有限公司**
SICG SHANGHAI INSTALLATION ENGINEERING GROUP CO., LTD.

二〇二三年四月

工程咨询单位甲级资信证书

单位名称： 上海市安装工程集团有限公司

住 所： 浦东新区浦东北路1430号

统一社会信用代码： 9131011513233079XG

法定代表人： 黄震

技术负责人： 熊飞

资信等级： 甲级

资信类别： 专业资信

业 务： 石化、化工、医药

证书编号： 甲102022010144

有效 期： 2022年12月31日至2025年12月30日

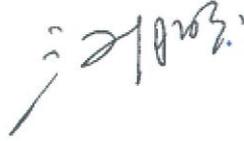


发证单位： 中国工程咨询协会



《可行性研究报告》编制人员名单

项目经理：江月明



主要编制：马颖杰



吴军



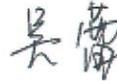
冯乐



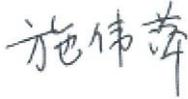
葛春花



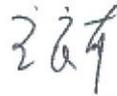
吴蕾



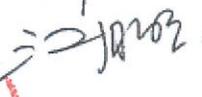
施伟萍



校核人：王良有



审核人：江月明



审定人：宗利国



目 录

1	总论	1
1.1	概述	1
1.2	研究结论	5
1.3	主要技术经济指标	7
2	市场预测分析	10
2.1	氯化亚砷	10
2.2	氯乙酸	18
2.3	烧碱	29
3	生产规模与产品方案	47
3.1	生产规模	47
3.2	产品方案	47
3.3	产品规格及质量标准	48
4	工艺技术方案	54
4.1	工艺技术方案的选择	54
4.2	工艺流程和消耗定额	70
4.3	主要设备选择	86
4.4	自动控制	100
5	原材料、辅助材料、燃料和动力供应	104
5.1	主要原材料、辅助材料、燃料的种类、规格、年需用量	104
5.2	水、电、汽和其他动力供应	105
6	建厂条件和厂址选择	107
6.1	建厂条件	107
6.2	厂址选择	119
7	总图运输、储运、外管网及土建	122
7.1	总图运输	122
7.2	储运	128
7.3	厂区外管网	130
7.4	土建	131
8	公用工程方案和辅助生产设施	157
8.1	公用工程方案	157

8.2	辅助生产设施.....	184
9	节能、节水.....	187
9.1	节能.....	187
9.2	节水.....	198
10	消防.....	201
10.1	编制依据.....	201
10.2	消防环境现状和依托条件.....	201
10.3	工程的火灾危险性类别.....	202
10.4	采用的防火措施及配置的消防系统.....	202
11	环境保护.....	207
11.1	环境质量现状.....	207
11.2	执行的有关环境保护法律、法规和标准.....	208
11.3	主要污染源和主要污染物.....	209
11.4	环境保护治理措施及方案.....	216
11.5	环境管理及监测.....	221
11.6	环境保护投资.....	223
11.7	环境影响分析.....	223
11.8	存在的问题及建议.....	223
12	职业卫生.....	224
12.1	执行的法律、法规、部门规章及标准规范.....	224
12.2	职业病危害因素和职业病分析.....	225
12.3	采取的职业卫生防护措施.....	233
12.4	职业卫生管理机构.....	234
12.5	专项投资估算.....	235
12.6	预期效果及建议.....	235
13	安全.....	237
13.1	执行的法律、法规、部门规章及标准规范.....	237
13.2	生产过程中可能产生的危险有害因素分析.....	239
13.3	环境危害因素分析.....	245
13.4	采取的安全措施.....	246
13.5	安全管理机构及人员配置.....	247
13.6	安全专项投资估算.....	248
13.7	预期效果及建议.....	249
14	组织机构与人力资源配置.....	250

14.1	企业管理体制及组织机构设置	250
14.2	生产班制与人力资源配置	250
14.3	人员来源及培训	251
15	项目实施计划及招标	252
15.1	项目实施计划	252
16	投资估算	254
16.1	项目概况	254
16.2	投资估算的范围	254
16.3	编制依据	254
16.4	投资组成	255
17	资金筹措	261
18	财务分析	262
18.1	财务评价依据、基础数据与参数	262
18.2	成本与费用估算	263
18.3	财务指标计算与效益分析	263
18.4	结论	265
18.5	财务分析的报表	266
附表 1	原辅材料、公用工程耗量	267
附表 2	销售收入、销售税金及附加和增值税估算表（单位:万元）	268
附表 3	固定资产折旧估算表（单位:万元）	271
附表 4	无形及其他资产摊销费估算表（单位：元）	272
附表 5	流动资金估算表（单位:万元）	273
附表 6	年总成本估算表（单位：万元）	274
附表 7	利润与利润分配表（单位:万元）	275
附表 8	借款还本付息计划表（单位:万元）	276
附表 9	项目投资现金流（单位:万元）	277
附表 10	项目资本金现金流量表（单位:万元）	279
附表 11	财务计划现金流量表（单位:万元）	280

附表 12	资产负债表 (单位:万元)	282
附表 13	财务评价指标汇总表	284
附图 1	总平面布置图	285

1 总论

1.1 概述

1.1.1 项目名称、建设单位、企业性质、法人及投资项目性质

项目名称： 年产 4 万吨氯化亚砷、年产 5 万吨氯乙酸、年产 9.8 万吨烧碱项目

建设单位： 唐山三友精细化工有限公司

法定代表人： 周金柱

企业性质： 有限责任公司

法定地址： 河北省唐山市曹妃甸区曹妃甸化工园区

1.1.2 主办单位基本情况

唐山三友精细化工有限公司成立于 2022 年 10 月，是唐山三友集团下属三友化工股份有限公司的全资子公司，注册资金 10 亿元。公司位于河北省曹妃甸工业区化学工业园区，规划占地约 499 亩。

唐山三友集团是全国纯碱和化纤行业的排头兵，省属国有重点骨干企业。下辖 27 个子分公司，唐山三友化工股份有限公司为上市公司，资产总额 270 亿元，年销售收入 240 亿元，员工两万名。主导产品为纯碱、粘胶短纤维、烧碱、PVC、有机硅。其中，纯碱、粘胶短纤维双双荣获中国名牌，三友商标为“中国驰名商标”。产品远销亚、非、欧、美、澳五大洲 120 多个国家和地区，年国际贸易额 7 亿美元以上。集团先后获得全国五一劳动奖状、全国优秀企业、全国质量管理先进企业、全国先进基层党组织、全国创建和谐劳动关系模范企业等多项荣誉称号。连续多年荣获省国资委经营业绩考核 A 级单位。

唐山三友集团深入贯彻落实省委省政府“加快发展特色海洋经济”的决策部署，按照“向海洋转身、向绿色转型、向高质量转变”发展战略，推进“三链一群”产业布局，结合自身化工基础优势、循环经济产业特色及曹妃甸工业区化学工业园区“海水淡化与盐化工耦合”发展环境，成立唐山三友精细化工有限公司，依托曹妃甸大港口、国家石化基地等优势，在曹妃甸工业区化学工业园区高标准建设以盐化工为上游配套支撑的氯下游、氢下游精细化工产业项目，集群发展甘氨酸、环氧丙烷、环氧氯丙烷等新材料。本项目建设烧碱、高纯氢、氯乙酸、氯化亚砷等精细化工新材料。广泛应用于建筑、工业、农业、医药、食品、电子、燃料电池等领域。公司秉承循环经济和绿色产业发展理念，为地

区经济发展贡献更大力量。

1.1.3 项目提出的背景、投资目的、意义和必要性

(1) 项目建设符合国家和地方的发展规划

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》指出：“坚持经济性和安全性相结合，补齐短板、锻造长板，分行业做好供应链战略设计和精准施策，形成具有更强创新力、更高附加值、更安全可靠的产业链供应链。推进制造业补链强链，强化资源、技术、装备支撑，加强国际产业安全合作，推动产业链供应链多元化。立足产业规模优势、配套优势和部分领域先发优势，巩固提升高铁、电力装备、新能源、船舶等领域全产业链竞争力，从符合未来产业变革方向的整机产品入手打造战略性全局性产业链。优化区域产业链布局，引导产业链关键环节留在国内，强化中西部和东北地区承接产业转移能力建设。实施应急产品生产能力储备工程，建设区域性应急物资生产保障基地。实施领航企业培育工程，培育一批具有生态主导力和核心竞争力的龙头企业。推动中小企业提升专业化优势，培育专精特新“小巨人”企业和制造业单项冠军企业。加强技术经济安全评估，实施产业竞争力调查和评价工程。”

《河北省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出要“石化产业。坚持完善链条、节约集聚、绿色安全，做优做强 石油化工，延伸煤化工产业链条，有序发展盐化工，大力发展精细化工，加快石化园区建设，开展合格园区认定，推动产业向沿海转移、向园区聚集，加快行业由原料型向材料型转变，重点建设曹妃甸石化、渤海新区合成材料、石家庄循环化工、邢台盐化工等产业基地，初步形成产业集约化、产品差异化、技术高端化、工艺绿色化、生产安全化的现代化工产业体系，打造世界一流的绿色石化产业链集群。”

本项目位处河北省曹妃甸地区，符合上述国家、地方国民经济和社会发展规划的相关内容。

(2) 扩大产能，满足市场需求，有利提高企业竞争力

随着氯碱下游精细化工化学品需求不断增加及产品品种更新速度加快，产量快速增长，近几年以高速的复合增长带动行业大规模扩产及技术革新，通过本项目的实施，唐山三友精细化工有限公司能够紧跟氯碱精细化工化学品市场，满足不断扩大的市场需求。

(3) 提高研发技术水平，推动企业发展

氯碱下游精细化工行业内企业立足市场的必要条件是：先进的装备、一流的技术、

一流的管理。拥有先进的装备和技术，才能生产出具有竞争力的产品。只有不断引进国内外一流的生产装备、检测装备和技术，加大对企业再研发的投入，紧跟精细化工行业的发展步伐，企业才能不断壮大。唐山三友精细化工有限公司为顺应时代需要和发展，通过引进先进的工艺技术，提高研发技术水平，使企业在激烈的竞争中立于不败之地。

本项目中，通过定制国内外先进设备，可以提高公司整体设备水平。高新技术设备可以降低能源消耗、减少污染物排放、减小噪音，提高劳动生产率、保障产品质量、通过上下游原料产品的联合，节约成本，最终实现扩大竞争优势，从根本上推动企业快速发展。

（4）推动产业升级，加速行业发展

过去我国氯碱行业产品品种单一、附加值不高、新产品开发速度慢、市场反应不够灵敏，目前这种状况已经有了很大改观，面对挑战，国内氯碱产业应积极主动地调整产品结构，大力丰富下游产品种类，加速引进氯碱下游精细化工品种。增加国内氯碱产业整体的竞争力。

（5）项目建设是当地经济发展战略的要求

城市的现代化以工业化为依托，没有工业化就没有现代化，没有工业经济的大发展，就不可能实现地区经济超常规、跨越式发展。在推进大发展的进程中，工业的地位越来越重要，作用越来越突出，任务越来越艰巨。现阶段曹妃甸地区经济规模的扩张，主要依靠工业经济的发展。从发展潜力来看，增加工业设备和技术的投入是经济可持续发展的前提和基础，工业项目是最可靠、最现实的经济增长点，工业的竞争力决定着地区经济的竞争力。

（6）项目产品市场前景广阔

本项目产品种类丰富，主要包括氯化亚砷、氯乙酸以及传统的烧碱等。本项目生产的产品围绕氯碱行业发展，在市场竞争中具有原料优势，各类精细化工产品均为各下游行业的原料，市场需求量增长迅速，产品应用范围逐年扩展，广泛用于医药、日常生活、工业农业等诸多行业，市场前景广阔。

本项目建设投产后，产品质量稳定，附加值高，利润率大，可为国内外客户提供优质的产品，具有良好的市场前景。

（7）项目建设可促进当地经济发展

该项目的实施定员 469 人，可为当地就业做出一定贡献，对于维护社会治安、稳定社会秩序、促进和谐社会的建设，具有极大的社会意义。同时也有利于企业为地方增加

税源，有利于促进地方社会经济的健康稳定发展。

(8) 项目符合曹妃甸工业区化学工业园区规划

本项目符合《曹妃甸石化产业基地总体发展规划》和 2022 年 6 月发布的《河北省加快推进石化化工产业高质量发展的若干措施》等有关政策，本项目符合文件中关于：“建设 55 万吨/年离子膜烧碱项目，下游延伸建设含氯精细化学品”、“支持发展海洋精细化工产业链，加快开发氯碱深加工产品，延伸生产环氧氯丙烷等高端新材料，做强氨基酸等精细化工”等相关内容描述。

综上所述，该项目的实施，符合国家及地方的发展规划和相关产业政策，有利于企业的发展壮大，促进技术进步，提高企业的市场竞争力；有利于促进地方经济发展和增加社会就业。该项目的实施，具有良好的经济效益和社会效益。

1.1.4 编制依据、原则

1.1.4.1 编制依据

(1) 唐山三友精细化工有限公司和上海市安装工程集团有限公司签订的可研咨询合同

(2) 唐山三友精细化工有限公司委托上海市安装工程集团有限公司编制“唐山三友精细化工有限公司年产 4 万吨氯化亚砷、年产 5 万吨氯乙酸配套年产 9.8 万吨离子膜烧碱”可研编制任务书。

(3) 唐山三友精细化工有限公司提供的产品方案。

(4) 唐山三友精细化工有限公司提供的建设地环境、水文、公用工程等方面资料。

(5) 中国石油和化学工业协会文件中石化协产发（2012）115 号文关于印发《化工投资项目可行性研究报告编制办法》。

1.1.4.2 编制原则

(1) 贯彻可持续发展战略，坚持安全生产与环境保护并重的原则；

(2) 严格执行国家有关法律、法规，以及强制性设计标准与规范，保证工程设计质量；

(3) 工艺路线选择本着：成熟、可靠的原则。即结合实际，做到适合国情、厂情，在进行充分经济比较论证的基础上，选择工艺上成熟可靠、操作稳定、运行安全的技术和装备；

(4) 贯彻国家和地方的安全生产和工业卫生的各项法规、执行“预防为主、安全第

一”的方针，加强消防、抗震、职业卫生与劳动安全方面的设计，保障劳动人员在劳动过程中的安全与健康，建设一个生产安全、环境卫生良好的生产企业；

(5) 综合利用合理，“三废”经过治理符合国家允许的排放标准后排放；

(6) 贯彻节约用水原则，尽可能地进行水循环利用，减少生产废水排放；

(7) 在设计中贯彻一体化、露天化的原则，在总平面布置中做到流程顺畅，布局紧凑，按功能进行分区布置，节约土地；

1.1.5 项目研究范围

唐山三友精细化工有限公司年产4万吨氯化亚砷、年产5万吨氯乙酸、年产9.8万吨烧碱项目研究范围包括，新建年产4万吨氯化亚砷生产工艺装置、年产5万吨氯乙酸生产工艺装置、年产9.8万吨离子膜烧碱生产工艺装置，并配套公用工程及辅助设施，同时对市场、环保、消防、安全、职业卫生、社会评价等方面进行研究，做出市场预测、投资估算和项目效益的财务评价等。

1.2 研究结论

1.2.1 研究结论

(1) 本项目建设符合国家和地方的产业发展规划。

建设方具有管理体制与经营机制的优势，唐山三友化工有限公司通过多年发展，企业积累、拥有了适应企业发展的经营、管理经验。

《河北省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出要“石化产业。坚持完善链条、节约集聚、绿色安全，做优做强石油化工，延伸煤化工产业链条，有序发展盐化工，大力发展精细化工，加快石化园区建设，开展合格园区认定，推动产业向沿海转移、向园区聚集，加快行业由原料型向材料型转变，重点建设曹妃甸石化、渤海新区合成材料、石家庄循环化工、邢台盐化工等产业基地，初步形成产业集聚化、产品差异化、技术高端化、工艺绿色化、生产安全化的现代化工产业体系，打造世界一流的绿色石化产业链集群。”

本项目位处河北省曹妃甸地区，符合上述国家、地方国民经济和社会发展规划的相关内容。

(2) 项目建设是实现该公司发展战略的重大举措。

曹妃甸区域化工企业较多，可以为项目提供充足的化工原料。且上下游各装置围绕

烧碱装置建立可以保证氯、氢原料供应充足。

(3) 厂址建厂条件优越

园区方便的运输条件和园区建有的公用工程设施、辅助设施，具有优越的建厂条件。

(4) 经济效益

本项目三废排放量，其中废水排放量3540.72 m³/d，废气排放量38717.7Nm³/h，固废排放量10691.8 t/a。均得到妥善处置。

项目资本金内部收益率为13.94%。年利润总额 18525 万元。

1.2.2 建议

(1) 建议业主尽快落实新工艺技术实施细节，掌握新技术并跟踪国内外先进生产技术进展情况。

(2) 建设单位需高度重视本项目的生产安全问题，依托现有设施及管理体系，从源头上有针对性采取安全对策措施，提高项目的本质安全度。

(3) 项目建设过程中，应注重提高项目的科技含量，突出环境效益，防止产生二次污染，把环境风险降到最低的同时，降低处置成本，提高竞争能力，实现经济效益和环境效益的最佳统一。

(4) 在项目建设和生产过程中，建议加强项目的安全管理，按照《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国环境保护法》和《危险化学品管理条例》的相关要求，落实安全对策措施，严格执行项目“三同时”，保证安全设施、环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，为项目安全生产提供保障。同时加强从业人员的安全教育，建立“三级”安全培训制度，特种作业人员应持证上岗，健全各项安全管理制度，加强日常安全管理工作，提高项目建设的本质安全度。

(5) 本项目的环境保护问题，建议在报批可行性研究报告同时，请具有专业咨询资质的单位进行项目的环境影响评估。

(6) 本项目的安全问题，建议在报批可行性研究报告同时请具有专业咨询资质的单位进行项目的安全评估。

(7) 本项目的劳动安全、职业卫生问题，建议在报批可行性研究报告同时，请具有专业咨询资质的单位进行项目劳动安全和职业卫生评估。

(8) 建议企业要充分利用自身优势和特点，尽快组建项目筹建小组，进一步做好项目前期工作。

1.3 主要技术经济指标

序号	项目名称	单位	指标	备注
一	建设规模			
1	氯化亚砷	万吨/年	4	销售
2	氯乙酸	万吨/年	5	销售
3	(废盐综合利用)烧碱装置	万吨/年	9.8	销售
二	操作时间	h/a	8000	
三	主要原材料			
1	醋酸 (99.5%)	10 ⁴ t/a	3	
2	酸酐 (98%)	10 ⁴ t/a	0.325	
3	硫磺	10 ⁴ t/a	0.54	
4	二氧化硫	10 ⁴ t/a	1.214	
5	原盐	10 ⁴ t/a	14.7	
6	纯碱 (98%Na ₂ CO ₃)	10 ⁴ t/a	0.1176	
7	硫酸	10 ⁴ t/a	0.196	
8	螯合树脂	L/a	1568	
9	亚硫酸钠	10 ⁴ t/a	0.0441	
10	离子膜	m ² /a	656.6	
四	水、电、汽及动力消耗			
1	电	10 ⁶ kWh/a	361.19	
2	蒸汽 P=1.0 MPa(G)	10 ⁴ t/a	10.992	
3	工业水	10 ⁴ t/a	14.58	
4	仪表空气	10 ⁴ Nm ³ /a	1313.8	
5	压缩空气	10 ⁴ Nm ³ /a	764	
6	氮气	10 ⁴ Nm ³ /a	734.2	
7	冷冻量 (10℃)	kW	8005	
五	三废排放量			
1	废水	m ³ /d	3540.72	
2	废气	Nm ³ /h	38717.7	

序号	项目名称	单位	指标	备注
3	废渣/废液	t/a	10691.8	
六	全年增加运输量	t/a	520914	
1	其中：运入	t/a	203597	公路运输
2	运出	t/a	317317	公路运输
七	占地面积	m ²	332749.89	
八	建筑面积	m ²	121497	
九	定员	人	469	
十	主要经济数据与评价指标			
I	经济数据			
1	项目总投资	万元	200235.10	
2	建设投资	万元	189435.66	
3	固定资产投资方向税	万元		
4	建设期利息	万元	5067.05	
5	流动资金	万元	5732.39	
6	资金筹措			
	其中：借款	万元	113661.6	
	资本金	万元	78067	
	资本金比例	%	40	
7	年平均销售收入	万元	75004	
8	年平均销售税金及附加	万元	437	
9	年平均总成本费用	万元	52398	
10	年平均利润总额	万元	18525	
11	年平均所得税	万元	4631	
11	年平均税后利润	万元	13894	
13	年平均增值税	万元	3643	
II	财务评价指标			
1	总投资收益率		10.26%	
2	资本金净利润率		17.80%	
3	项目投资内部收益率（所得税前）		13.05%	

序号	项目名称	单位	指标	备注
4	项目投资投资回收期（所得税前）	年	7.92	
5	项目投资内部收益率（所得税后）		10.03%	
6	项目投资投资回收期（所得税后）	年	9.10	
7	项目资本金内部收益率		13.94%	
8	借款偿还期（建设期起）（人民币）	年	8.84	

从以上各项经济指标可看出，项目经济效益良好，各项指标均高于行业基准值。因此，该项目可行。

2 市场预测分析

2.1 氯化亚砷

2.1.1 产品性能和用途

2.1.1.1 产品基本性质

氯化亚砷又名亚硫酸二氯、氧氯化硫，外观为无色或淡黄色透明液体，有强烈的刺激性气味，分子式为 SOCl_2 ，分子量为118.97，熔点 -105°C ，沸点 78.8°C ，相对密度 $1.676\text{g}/\text{m}^3(20^\circ\text{C})$ 。氯化亚砷溶于苯、氯仿和四氯化碳，在水中分解生成亚硫酸和氯化氢，加热至 140°C 分解生成氯气、二氧化硫和一氯化硫。氯化亚砷的氯原子取代羟基和巯基的能力很强，有时也可取代二氧化硫、氧或氢，能与有羟基的酚或醇等有机化合物反应生成相应的氯化物，与磺酸反应生成磺酰氯，与格利雅试剂反应生成相应的亚砷化合物等。

2.1.1.2 产品主要用途

氯化亚砷用途应用于农药、医药、染料、颜料、食品添加剂等行业，下游产品多达70余种，消费结构为农药行业占50%，医药行业占25%，染料行业占5%，其它行业占20%。

(1) 农药行业是我国氯化亚砷目前最主要的消费领域，约占50%，主要用于生产抗倒胺、戊菊酯、氰戊菊酯、灭蚊菊酯、氟氰戊菊酯、灭幼脲、水胺硫磷、甲氰菊酯、硫丹、速灭杀丁、克螨特驱虫净、溴氰菊酯、甲(乙)基毒死蜱、噁唑烷酮、啶嗪灵以及杀鼠灵、氟氯灵除草剂等。

(2) 医药行业的氯化亚砷市场约占25%，用于制造医药中间体环丙胺等，以及生产驱虫净、消炎痛、维生素A、脑复新、扑炎痛、氯洁霉素、无味氯霉素等。

(3) 染料行业的氯化亚砷市场约占5%，在生产活性染料(α -氨基苯并噻唑、活性翠兰K-GL和KM-GB等)中被用作氯化剂。

(4) 在其他行业中，氯化亚砷可用于三氯蔗糖的制备等食品添加剂行业、生产锂电池等新能源行业和生产光导纤维等新材料行业，以及作为氯化剂(如醇类羟基的氯化、羧酸的氯化、酸酐的氯化、有机磺酸或硝基化合物的氯置换)和酰氯化剂(氯化亚砷具有很强的酰氯化能力)，显著地提高一些昂贵原料的利用率。

此外，氯化亚砷还用作：

(1) 脱水剂：用于催化分子内脱水等消除反应，特别是在大分子合成领域中,氯化亚砷被广泛应用于分子内关环等一系列反应；

(2) 溶剂：与一级、二级和三级醇反应生成特定的氯磺酸酯；

(3) 分析试剂：测定芳香族胺和脂肪族胺；

(4) 催化剂：用于制备药物中间体、有机酸酐、染料中间体等，以催化分子内脱水等消除反应；

(5) 氧化剂：在有机合成中应用，如制备有机酸酐等；

(6) 氯酰化剂：促进闭环反应中噻唑啉、吡咯烷、酰胺等的合成；

(7) 新型锂盐：如双氟磺酰亚胺锂；

(8) 镀膜颜料添加剂：近年来，随着人们对氯化亚砷应用的拓展上，电子产品、门窗五金、厨卫五金、灯具、海上用品、首饰、工艺品，及其它装饰性制品的加工制造中的镀膜技术支持与服务上，涉及产品如眼镜、高尔夫球头、开关面板、手机外观配件、门锁、餐具等，作为添加剂，也闪烁着氯化亚砷的身影。

2.1.2 氯化亚砷产能格局

全球范围内，氯化亚砷产能主要集中在中国、印度以及欧洲等国家和地区，以上地区也是全球氯化亚砷主要消费市场。欧洲，印度和中国三个地区分别占据全球氯化亚砷市场约 18%、24%和 55%的份额。2022年，全球氯化亚砷市场规模接近17亿元。就国外情况而言，德国朗盛、瑞士的SF-Chem和印度的Transpek公司也具备较高氯化亚砷产能。



图 2.1-1 全球氯化亚砷消费市场份额占比

从全球氯化亚砷现状来看，氯化亚砷供给以国内为主，呈现一超格局。海外仅朗盛、SF-chem、Transpek公司有部分产能，国外产量在全球占比较小。氯化亚砷国内产能约

57 万吨/年，凯盛新材公司产能 15 万吨/年，占比 26.3%，为最大厂商，其余主要厂商有世龙实业、江西理文、和合化工、金禾实业等，其中金禾实业主要自产自销。

表 2.1-1 氯化亚砷国内产能分布情况

省份	企业	产能 (万吨)	国内占比	备注
山东	凯盛新材	15	26.3%	暂无扩产计划
安徽	金禾实业	8	14%	暂无扩产计划
江西	世龙实业	5	8.8%	暂无扩产计划
河北	和合化工	5	8.8%	暂无扩产计划
江西	江西理文	8	14%	暂无扩产计划
宁夏	丰华生物科技	4	7%	暂无扩产计划
河南	开封东大化工	3	5.3%	暂无扩产计划
山东	莒南国泰化工	2	3.5%	暂无扩产计划
山东	新龙科技	2	3.5%	二期项目新增 2 万吨产能 处于环评阶段
河南	济源恒通高新材料	2	3.5%	暂无扩产计划
山东	东明万海氯碱化工	2	3.5%	暂无扩产计划
山东	新泰兰和化工	1	1.7%	暂无扩产计划
合计		57	100%	
内蒙古	中和新材料	4 (拟建)		处于环评阶段

图 24：公司氯化亚砷国内产能占比

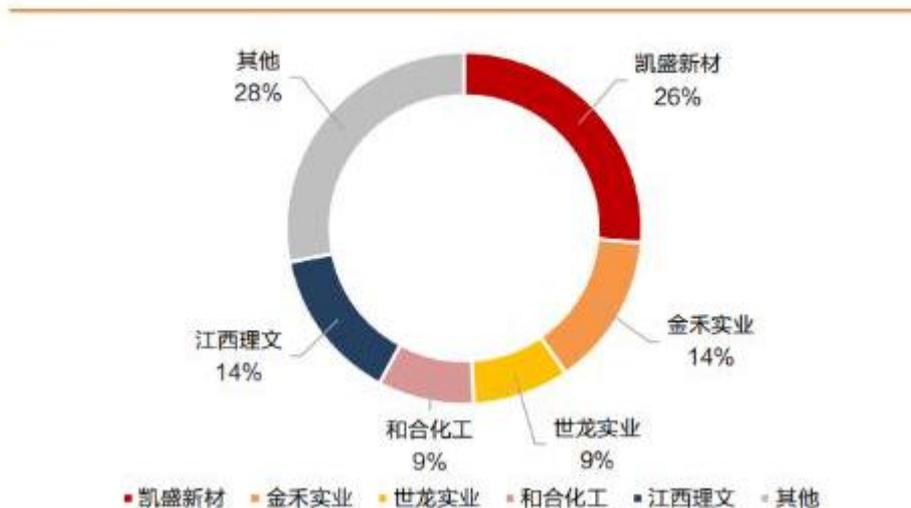


图 2.1-2 公司氯化亚砷国内产能占比

2.1.3 下游市场预测分析

氯化亚砷下游主要用于生产染料（活性翠K-GL等）、食品添加剂（三氯蔗糖）、医药中间体（脑复新等）、农药（抗倒胺等）、新型锂盐（LIFSI）等产品，其中农药、医

药、染料领域属于氯化亚砷传统应用领域，未来增速有限；而LIFSI和三氯蔗糖属于新兴应用领域，未来有望保持高速增长。

(1) 下游食品添加剂市场分析

在氯化亚砷下游产品中，三氯蔗糖作为一种高质量、高安全性、非营养型高效甜味剂，是肥胖症、心血管疾病和糖尿病患者食品的最佳理想甜味替代品。当前无糖之风愈演愈烈，糖尿病、肥胖引起的健康生活需求和代糖的低成本优势共同快速推动着甜味剂行业的快速发展，三氯蔗糖作为甜味剂代表性产品已有供不应求之势。

2009-2021年，全球三氯蔗糖需求自2500吨增长至15000吨，CAGR 达14.35%。氯化亚砷是三氯蔗糖主要原材料之一，生产1吨三氯蔗糖需要消耗7吨氯化亚砷，即21年三氯蔗糖市场产生10.5万吨的氯化亚砷需求。保守预计市场以10%的增长率成长，2025年全球三氯蔗糖需求量将达到近22000吨，较21年增加7000吨，进一步产生4.9万吨氯化亚砷市场需求，总计15.4万吨需求，成长前景可观。

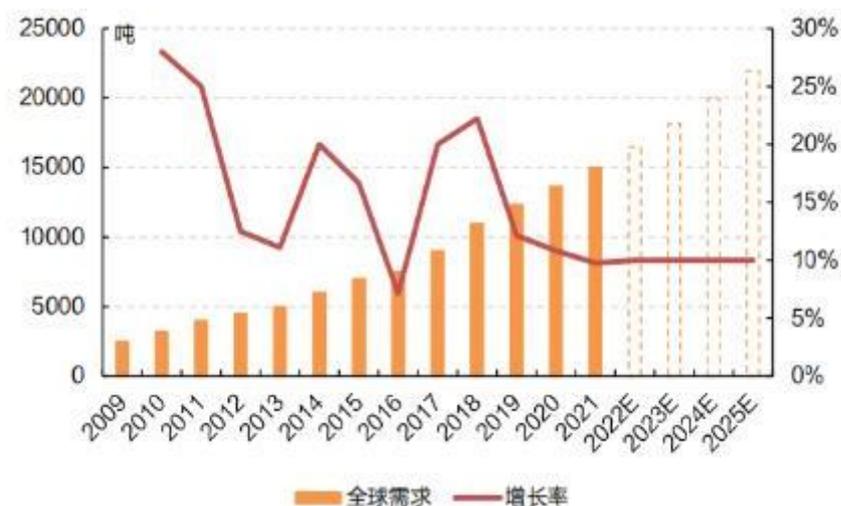


图 2.1-3 全球三氯蔗糖需求情况与增长预测

此外，中国是全球最大的三氯蔗糖生产国与出口国，2021年三氯蔗糖产量13000吨，满足全球86.7%的需求。21年三氯蔗糖出口8364.4吨，同比增长20.6%，出口占产量比重达64.3%。综上，中国企业将成为三氯蔗糖市场成长的主要受益者。

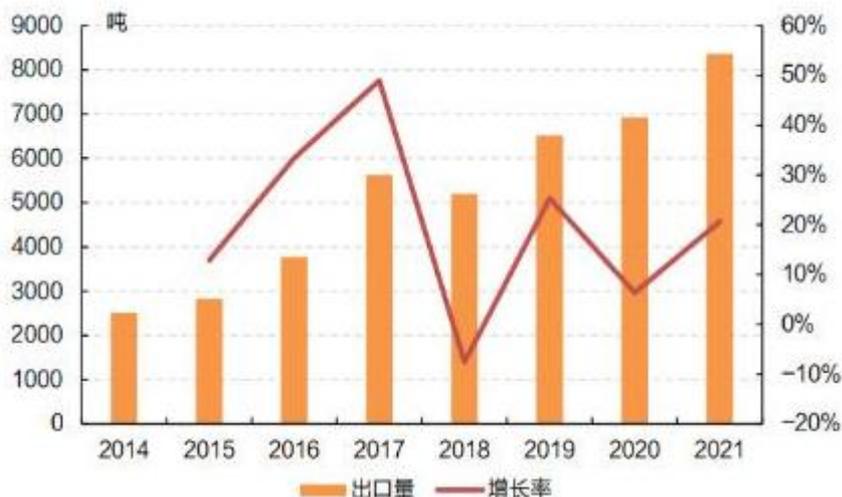


图 2.1-4 中国三氯蔗糖出口情况

(2) 下游双氟磺酰亚胺锂 LiFSI 市场分析

最近几年，锂电池领域已成为氯化亚砷主要的增量市场。氯化亚砷可以用以生产双氟磺酰亚胺锂 LiFSI，双氟磺酰亚胺锂 LiFSI 是新型电解液溶质锂盐，相比以前的 LiPF₆ 具有远强于后者的物理特性：更高的热稳定性、更好的导电率、更优的热力学稳定性。LiFSI 弥补了 LiPF₆ 的不足，进而能使锂电池拥有更强的性能，已成功在比亚迪、宁德时代等企业的锂电池产品中得到使用。LiFSI 有多种合成路线，其中核心中间体双氟磺酰亚胺均需采用氯化亚砷作为氯化剂。因此，氯化亚砷是 LiFSI 生产的核心原材料。

天赐材料、多氟多、永太科技等国内电解质核心企业纷纷上马 LiFSI 产能。2021-2025 年 LiFSI 产能有望从万吨规模，达到 15 万吨体量，按达到正常生产状态 12 万吨计算，年复合增长率达 79%。据 2.0 单耗计算，对氯化亚砷需求增加预计达到 24 万吨。

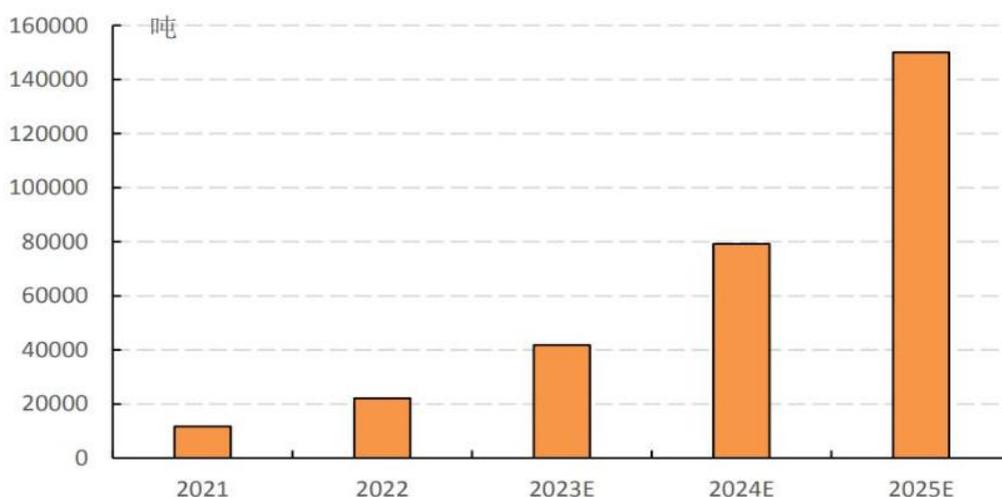


图 2.1-5 LiFSI 产能预测

（3）下游农药领域的市场分析

农药行业是我国氯化亚砷目前主要应用领域之一，主要用于生产甲氰菊酯、溴氰菊酯、毒死蜱、恶唑烷酮、啶禾灵、杀鼠灵、戊菊酯、氰戊菊酯、灭蚊菊酯、氟氰戊菊酯等农药产品。

自 2019 年来，受到国际形势的变化影响，粮食安全问题成为世界各国关注的重点，为解决有限的耕地面积和日益增长的粮食需求之间的矛盾，农药作为重要解决手段之一，其市场规模也在近两年迅速扩张，全球农药市场自 2019 年至 2021 年复合增长率达到 2.69%，行业规模稳定增长。



图 2.1-6 全球农药市场规模

近年来，随着国家环保政策趋严，我国农药工业体系向着更加环保、工艺更加优化、集原药生产、制剂加工、原材料及中间体等配套产业更加全面完整的方向发展。鉴于农药行业的必需性及不可或缺性，其稳定发展将有利保障了上游原材料如氯化亚砷等精细化工行业的稳定需求。

（4）下游医药领域的市场分析

医药行业是氯化亚砷大规模应用的另一个领域。国家统计局数据显示，全国医药制造业的营业收入与利润总额近几年整体呈现向好发展态势，其中利润总额增长表现尤为突出，2019 至 2021 年复合增长率高达 26.21%。



图 2.1-7 全国医药制造业经营情况

氯化亚砷可用于生产多种药物中间体，如 2-氨基噻唑啉、2-咪喃甲酰氯、新戊酰氯，2-氧代-2-咪喃基乙酸等。氯化亚砷也是多种药物的重要原料，如抗癌药物泼尼莫司汀/泼尼芥，抗寄生虫药物四咪唑盐酸盐，降压降脂药物降压嗪、巯甲丙脯酸、维生素 E 烟酸酯，祛痰镇咳平喘药物福尔可定、吗啉吡咯酮，抗抑郁药物三甲氧咪，抗精神病药物氟奋乃静庚酸酯、氟痛新，镇痛药物强痛定、平痛新、菲诺哌啉，麻醉药物氯胺酮盐酸盐、布比卡因盐酸盐，解痉药物红古豆醇酯，消炎药物环丙沙星、扑炎痛，以及羟氨苄青霉素、脑复新、布洛芬、盐酸异丙嗪、灭虫灵等。

根据国家统计局数据，2021 年度我国医药制造业收入增速 17.83%、利润增速 78.84%，显示医药行业整体情况向好。医药行业增速的稳步上升为氯化亚砷作为医药行业上游原材料的发展提供了有力保障。

(5) 下游染料行业的市场分析

氯化亚砷可以作为氯化剂、氯酰化剂，用作生产活性染料中的对位酯产品，以及活性翠兰系列染料、硫化染料中的硫化艳绿和染料助剂等染料产品。

作为精细化学品行业的一个重要分支，染料工业参与了国民经济 90% 以上的行业领域，在纺织印染、塑料、汽车、轨道交通、建筑、航空、电子信息、医疗卫生以及军工装备等行业的发展中，染料行业都扮演着不可或缺的重要角色。

随着我国印染工业及纺织产业的不断壮大，带动了染料制造业的发展。我国作为全球领先的纺织大国，同时也是全球最大的染料生产国，在国际供应市场上有着举足轻重的地位，目前中国染料的总产量已占据全球染料产量的近 70%。

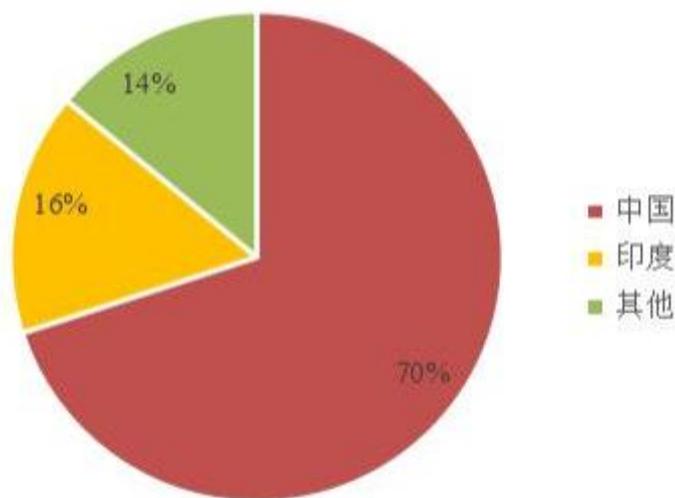


图 2.1-8 全球染料分布格局

近年来，我国染颜料、中间体、印染助剂等行业持续保持了稳定的增长态势，总产值由 2013 年的 477.7 亿元持续增长至 2019 年的 709.8 亿元。受疫情影响，2020 年染料行业总产值有所回落，但仍旧达到了 670.5 亿元，2021 年行业开始恢复，行业总产值达到 689.27 亿元。



图 2.1-9 中国染料产业情况

氯化亚砷应用领域广泛，市场需求量庞大，近年来，随着我国经济发展，氯化亚砷市场需求持续增长。经过不断发展与积累，我国已成为全球最大的氯化亚砷生产国和消费国，近几年我国氯化亚砷市场需求年均复合增长率达到 8.0% 以上。结合上述对氯化亚砷下游的需求预测及原料单耗计算，综合预测氯化亚砷到 2025 年总需求有望达 70 万吨，预计氯化亚砷未来将供应偏紧。



图 2.1-10 氯化亚砷需求量及增速预测 (单位: 万吨)

2.1.4 氯化亚砷发展趋势

我国氯化亚砷市场已进入成熟时期，生产工艺日趋成熟，同时随着供给侧结构改革深入，规模小、技术落后的生产企业已逐步退出市场，氯化亚砷市场相对集中。

氯化亚砷，作为生产三氯蔗糖的原料，将会受益于三氯蔗糖需求的增长。在全球减糖、低糖的趋势下，三氯蔗糖作为优质的人工甜味剂，预计未来5年的市场需求仍可保持10%-15%的增速。除此之外，随着新能源汽车需求持续增长，我国锂电池新型电解质锂盐有望降本并渗透率推进，预计氯化亚砷在锂电池新型电解质和人工甜味剂三氯蔗糖方面的应用，为其未来需求增量的主要来源。

2.2 氯乙酸

2.2.1 产品性能和用途

氯乙酸装置的主要化工产品为：氯乙酸

分子式： ClCH_2COOH

性状：白色结晶薄片，酸味，带刺激性，潮解性。 $M=94.49$ ，沸点 189°C ，熔点 62°C ，闪点 126°C ，蒸气压力 0.014kPa (25°C)，密度 1424kg/m^3 ($@25^\circ\text{C}$)，气相比重 3.3 。

用途：氯乙酸是一种重要的有机精细化工原料，在医药、染料、日化、表面活性剂、化学试剂以及造纸化学品、油田化学、纺织助剂、橡胶助剂、电镀、香料香精等方面具有广泛的应用。

氯乙酸的下游产品主要有：羧甲基纤维素（CMC）、甘氨酸、甜菜碱等。

(1) 羧甲基纤维素（CMC）用途：

1) 用于牛奶、冰淇淋、罐头、速煮面的增稠剂；

- 2) 用于啤酒的泡沫稳定剂;
- 3) 可加入洗涤剂中, 作为污垢吸附剂;
- 4) 可与甘油混合, 作为牙膏的胶基;
- 5) 用于石油、天然气的钻井、掘井等工程;
- 6) 用于印染、纺织工业, 作为棉、丝毛、化学纤维等的上浆剂;
- 7) 用于造纸工业, 作为纸面平滑剂、施胶剂。

(2) 甘氨酸用途:

- 1) 苦用做调味剂、甜味剂, 食品酿造、肉食加工和清凉饮料的配方及糖精钠的去剂;
- 2) 用作鱼糜制品、花生酱等的防腐剂;
- 3) 用作奶油、干酪、人造奶油、速食面、小麦粉和猪油等的稳定剂;
- 4) 用于制作味精;
- 5) 用作饲料的诱食剂、添加剂;
- 6) 用于电镀液添加剂;
- 7) 用作化妆品原料。

(3) 甜菜碱用途:

- 1) 无水甜菜碱是一种高效、优质的营养添加剂;
- 2) 用于食品添加剂, 调节渗透压, 增进食欲;
- 3) 用于清洁类护肤品;
- 4) 应用于美容化妆品, 能为肌肤提供大量水分, 促进新陈代谢, 缓和应激;
- 5) 水产动物饲料中用作诱食剂;
- 6) 用于饲料添加剂, 提高饲料利用功效(预防球虫病)。

2.2.2 国外市场预测分析

2.2.2.1 市场供应现状及预测

海外主要的生产企业包括诺力昂、德国凯本(CABB)以及美国陶氏。

其中诺力昂(原阿克苏)在荷兰、瑞典、美国、中国、日本和印度设有生产基地, 总产能约27.5万吨; CABB的生产基地分布在德国、中国和印度, 总产能约17万吨; 美国陶氏近几年有几套装置停车, 现仅在美国有生产基地, 产能2.5万吨, 产品基本自用。

除三大国际公司外, 印度、日本、土耳其、墨西哥等国仍有部分小规模氯乙酸生产

企业。

表2.2-1 全球氯乙酸主要生产企业统计

国家	企业	产能：万吨	生产基地
美国	诺力昂	23	荷兰、美国、中国（日本单独计算）
德国	CABB	14.5	德国、中国（印度单独计算）
美国	陶氏化学	2.5	美国
土耳其	Dinox Handels	1	土耳其
俄罗斯	JSC Chimprom	1	
日本	Daicel Chemical Industries	1.5	日本
日本	Denak Co.Ltd.	2	日本诺力昂公司
日本	Nippon Paper Chemical	0.5	日本
印度	Meridian Chem-Bond Ltd	2	印度
印度	Karnavati Chemicals	2.5	印度诺力昂公司
中国	12 家企业	52	诺力昂、CABB 中国工厂产能除外
合计		102.5	

其中，Denak Co.Ltd.为美国诺力昂与日本电气化学合资工厂，产能已计算在诺力昂公司；Karnavati Chemicals为CABB在印度的生产基地，产能已计算在CABB公司。此外，美国诺力昂与印度Atul公司将以合资的形式在印度古吉拉特邦的Atul原厂建立新工厂，目前项目正在建设之中。

除中国外，世界氯乙酸装置开工负荷在75%-80%之间，整体开工率相对较高，2019年全球氯乙酸的总体产量约在90万吨左右。

从全球氯乙酸产能分布占比来看，中国氯乙酸产能最大，占据全球51%份额，其次为美国和德国，分别占据25%和14%。

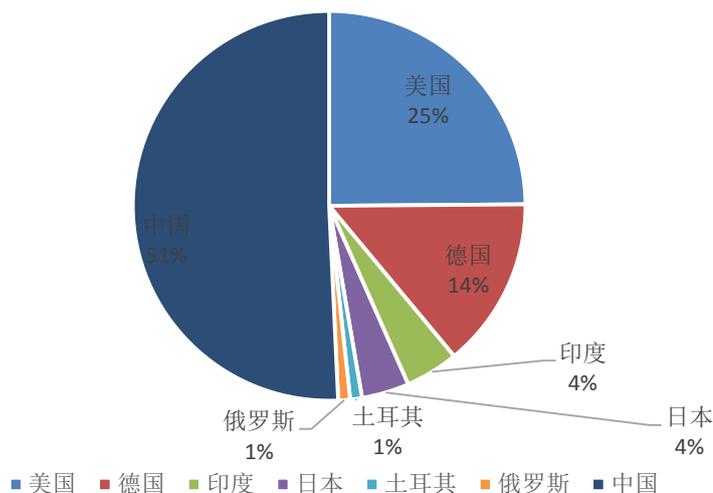


图 2.2-1 全球氯乙酸产能分布区域占比

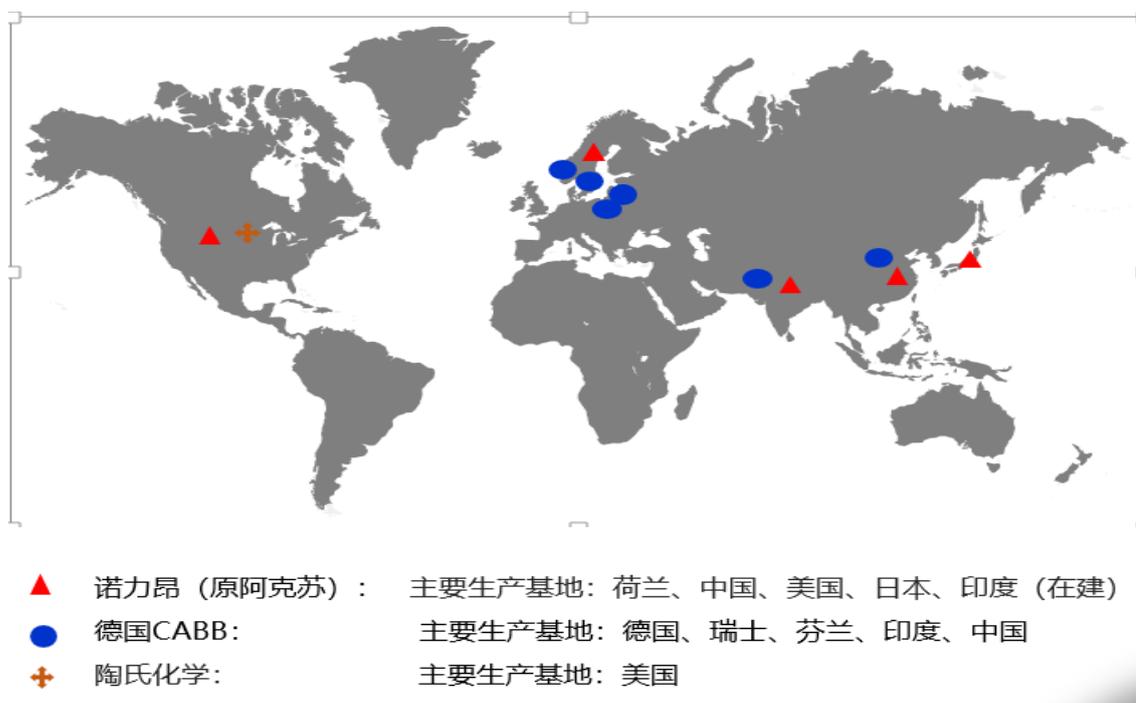


图 2.2-2 全球氯乙酸供应商及分布

2.2.2.2 市场需求现状及预测

全球氯乙酸主要用于生产羧甲基纤维素（CMC）、PVC热稳定剂巯基乙酸、2，4-二氯苯氧基乙酸（2，4-D）等。羧甲基纤维素消耗氯乙酸约占总消费量的三成多；巯基乙酸和2，4-D等也接近三成；医药、农药等其它领域约占四成。

近年来全球氯乙酸生产与消费基本保持平衡，西欧的需求增长在不断放缓，大洋洲和中美需求保持稳定增长的态势，中南美洲需求增长较快，美国国内需求也增长较快。美国、东欧和中美成为全球氯乙酸重要的进口地区。

2.2.3 国内市场预测分析

2.2.3.1 市场供应现状及预测

2008年以前，国内氯乙酸产业发展速度较快，生产企业众多，高峰时期曾有近百家生产厂家，但企业规模普遍偏小，技术水平和装备水平较为落后，大部分企业采用硫磺间歇法工艺生产，污染较为严重，产品质量也低于国际水平。2008年，国家加强了环保督察，江苏盐城工业园、尉氏黄河工业园、泸州北方工业园大量氯乙酸企业被迫停工，国内氯乙酸行业经过连续高速发展后进入第一段洗牌期。

2010年开始，随着小型硫磺间歇法企业的逐渐清退，国内氯乙酸行业供需关系得到改善，氯碱企业对氯乙酸的投资热情提高。外资企业的进驻让国内厂家看到了工艺和质量上的差距，国内大中型氯乙酸企业在技术研发和工艺改进方面的投资明显增大。

随着氯乙酸行业无序的高速扩张，在短短的几年内使得氯乙酸重归供过于求的状态。特别是氯碱配套装置的投产，企业为了消耗烧碱副产的氯气，氯乙酸装置往往保持较高的负荷，更是加剧了市场供需矛盾。2014年，国内氯乙酸产能规模达到93万吨，为近十年的最高点。

供需矛盾的加剧使市场价格连续下跌，2014年下半年开始，国内主流市场售价已跌破大部分生产企业的成本线，但为防止液氯胀库影响氯碱装置的开工，配套型氯乙酸生产线仍保持在较高的负荷，导致大量外购液氯的氯乙酸厂家被迫停车且难以恢复，行业进入第二段洗牌期。

2015-2019年，国内氯乙酸行业进入有序发展的新阶段，中小型企业基本退出市场，而大型企业同样不再专注于扩大生产规模，而是通过加大科研投入，改进生产工艺从而提高产品的质量，提升企业的综合竞争力。中国氯乙酸行业进入新的阶段，绿色高质量发展使行业重新焕发活力。

表 2.2-2 2021 年中国氯乙酸主要生产企业统计

省份	企业	产能（万吨）	工艺
河南	开封东大	8	醋酐连续法/醋酐间歇法
河南	河南联创	5	醋酐间歇法
河北	河北邦隆	8	醋酐间歇法
山东	山东民基	12	醋酐连续法
山东	凯本金威	4.5	醋酐连续法/醋酐间歇法
山东	莘县华祥	5	醋酐连续法
湖北	湖北民腾	6	醋酐连续法
江苏	诺力昂	10	醋酐连续法
合计		58.5	

数据来源：隆众资讯

从装置分布来看，由于国内氯乙酸生产全部采用乙酸催化氯化法工艺，冰醋酸和液氯是主要原料，受到液氯运输半径的限制，国内氯乙酸产能主要分布在原料采购较为便利的河北、河南、山东以及江苏地区，而湖北民腾则是山东民基在湖北的子公司，计划建设三条6万吨生产线，目前已经建成1条，另一条生产线在建中。

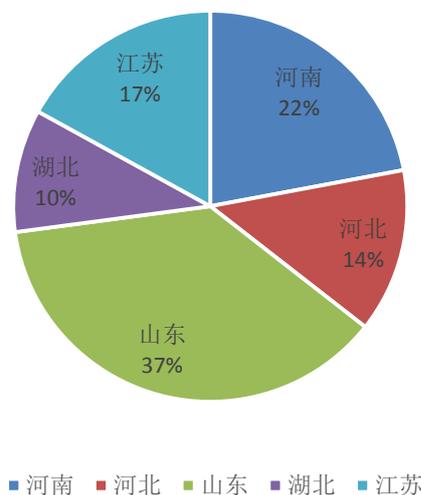


图2.2-3 2020年中国氯乙酸产能区域分布占比

2020年，我国主要的氯乙酸生产装置多集中于山东、河南及河北地区，其中山东地区占全国地区37%，为全国产能最集中地区。其中全国最大的氯乙酸生产企业民基化工也位于山东省内。随着湖北民腾在湖北的第二条生产线投产，湖北地区的氯乙酸产能占

比有所上升。



图2.2-4 2013-2022年我国氯乙酸行业产能产量开工率变化趋势（单位：万吨）

通过上图对比发现，相对于产能，国内氯乙酸的产量波动并不明显，主要原因是下游需求相对固定，新建的甘氨酸、草甘膦企业多选择自配套氯乙酸，因此商品氯乙酸市场供需相对较为平稳。在发展的前期，国内商品氯乙酸多为片状，随着工艺技术的不断改进，醋酐连续法逐渐占据主流，氯乙酸水溶液、氯乙酸乙醇溶液以及熔融状的纯氯乙酸产量比例大幅增加，对扩展下游领域起到了积极的推动作用。

在产品形态来看，在硫磺间歇法和醋酐间歇法作为主要生产工艺的阶段，国内大部分厂家只能生产片状固体氯乙酸。随着工艺技术的不断改进，醋酐连续法逐渐占据主流，氯乙酸水溶液、氯乙酸乙醇溶液以及熔融状的纯氯乙酸产量比例大幅增加，对扩展下游领域起到了积极的推动作用。

在产品质量方面，现行的氯乙酸行业标准（HG/T 3271-2000）规定一氯乙酸含量 $\geq 96\%$ 为合格品，一氯乙酸含量 $\geq 97.5\%$ 为一等品，一氯乙酸含量 $\geq 99\%$ 为优等品。近几年，随着厂家工艺和管理水平的不断提升，国内绝大部分厂家能够将一氯乙酸含量提高至99%以上，部分企业产品纯的高达99.5%以上，企业在销售中多采用各自的企业标准。为规范行业产品质量标准，中国氯碱工业协会在2020年4月成立起草小组，并于2020年9月开始进行氯乙酸团体标准的编制工作。

自2018年开始，我国氯乙酸产量保持相对稳定状态，基本维持在50万吨/年附近。2019年底，河南东大装置搬迁，整体开工不足，虽然年内有湖北民腾6万吨新装置投产，但投产时间在在2020年7月份，对年内的产量提升有限。同时，2020年上半年，受疫情因素影响，业内整体开工率也有所降低，因此预计2020年整体产量约在48万吨。到2021年，

随着湖北民腾装置全面运行，河南东大完成搬迁，我国氯乙酸产能将进一步释放，产量将有所回升。

从生产企业类型来看，氯碱配套型氯乙酸企业和外购液氯生产的氯乙酸企业基本持平，但外采液氯的氯乙酸厂家多选择与周边的氯碱企业签订长单，如民基-山铝、诺力昂-新浦、民腾-沙隆达等。

从生产工艺来看，更为先进和稳定的醋酐连续法工艺已占据绝对的主流，国内连续法产能占比已超过85%，且根据统计，后期新建的装置全部计划采用连续法生产工艺，部分间歇法工艺装置也有改造计划。

从区域分布来看，国内氯乙酸基本分布在液氯和冰醋酸资源充足的华北、华中以及华东地区，其中，由于山东省最先提出液氯就地转化率的要求，近几年山东地区耗氯产品产能增长较为迅速。

从生产企业规模分析，超过10万吨的氯乙酸企业共有3家，产能占比50.9%；5-10万吨的氯乙酸企业6家，产能占比38.8%，不足5万吨的企业4家，产能占比仅有10.3%。

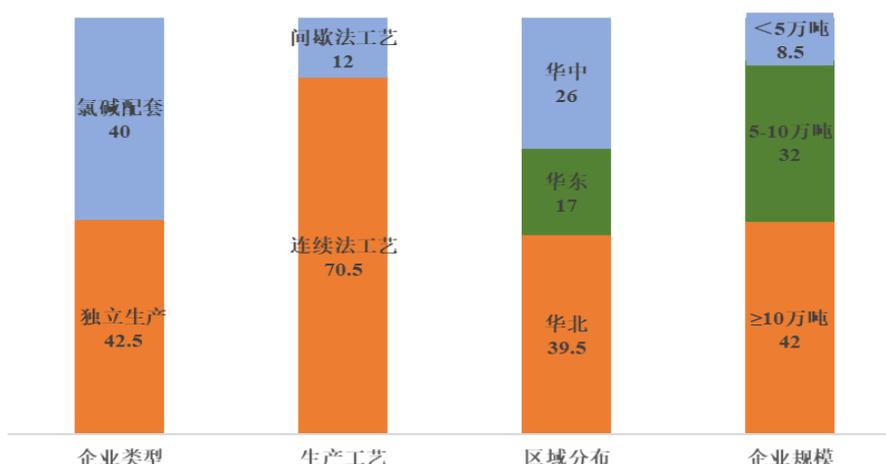


图2.2-5 我国氯乙酸行业现状概况图

2.2.3.2 市场需求现状及预测

氯乙酸主要以国内销售为主，出口占比不大。氯乙酸市场出口方向以土耳其、俄罗斯联邦、哥伦比亚、美国以及韩国为主；受国内价格处于高位的影响，近几年出口量呈现下降趋势。主要出口企业是山东民基化工和开封东大化工，合计出口量占比在4成左右，由于2017年8月开始青岛海关暂停了氯乙酸的出口业务，目前南京为出口的主要关口。

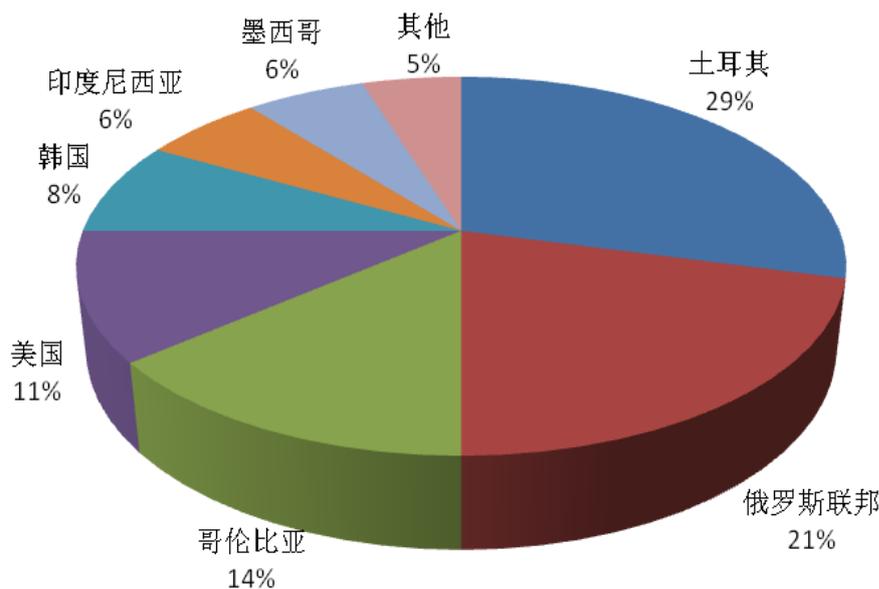


图 2.2-6 出口氯乙酸销售分布

自2018年开始，我国氯乙酸消费量呈现下降趋势，主要原因为受到国内环保政策影响，羟甲基纤维素和甘氨酸-草甘膦行业整体开工率下降，对氯乙酸的需求量有所降低，国内氯乙酸生产企业为解决下游萎缩的问题，也在积极开拓出口市场，近三年出口量增长迅速。

2020年，受到新冠肺炎疫情影响，国内氯乙酸生产企业积极向海外市场寻求突破，整体消费量进一步降低，但考虑到2020年，河南东大搬迁，国内供应量偏低，预计2021年，国内消费量将会有一定程度的回升。

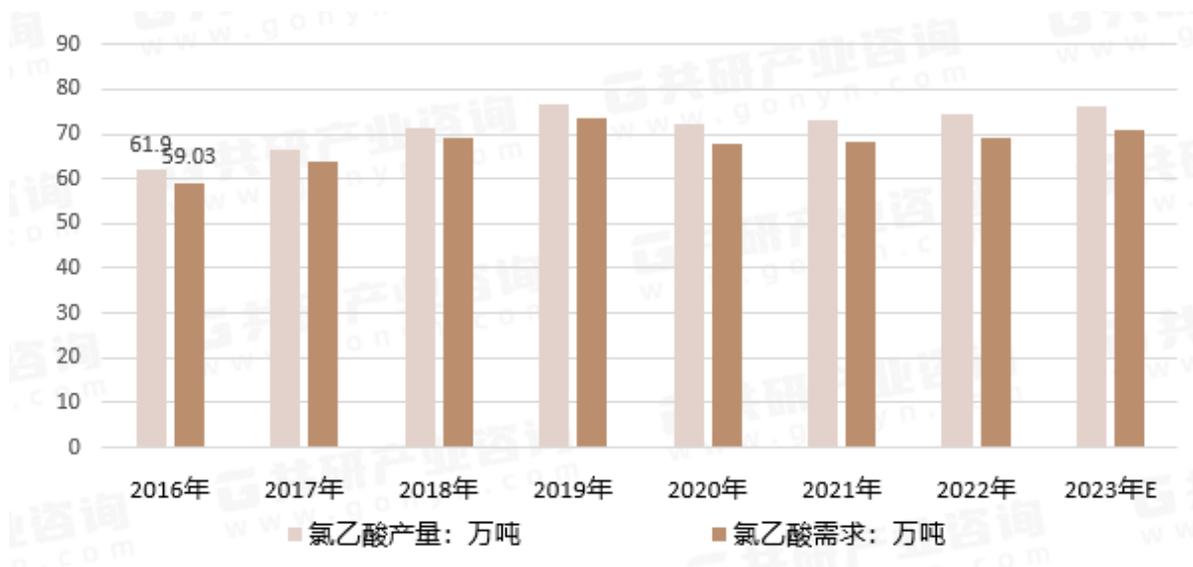


图2.2-7 2016-2022年中国氯乙酸产量及需求量情况

2.2.3.3 市场供需平衡分析

国内氯乙酸行业发展基本可分为三个阶段：1) 快速扩张期：产能快速扩张，市场进入无序竞争，价格水平长期处于成本线以下；2) 优胜劣汰期：在严酷的市场环境下，产业结构发生巨大变化，更具成本和质量优势的企业得以发展；3) 高质量发展期：市场供需结构得到优化，行业集中度不断提高，绿色高质量发展成为重点。

目前市场存在氯乙酸生产企业多为醋酐间歇法和硫磺法厂家，因安全环保、产品质量等因素开工率较低，因不具备成本和质量优势而逐渐退出市场。本项目采用醋酐连续法工艺，生产高品位的氯乙酸，预计开工率可达80%以上。

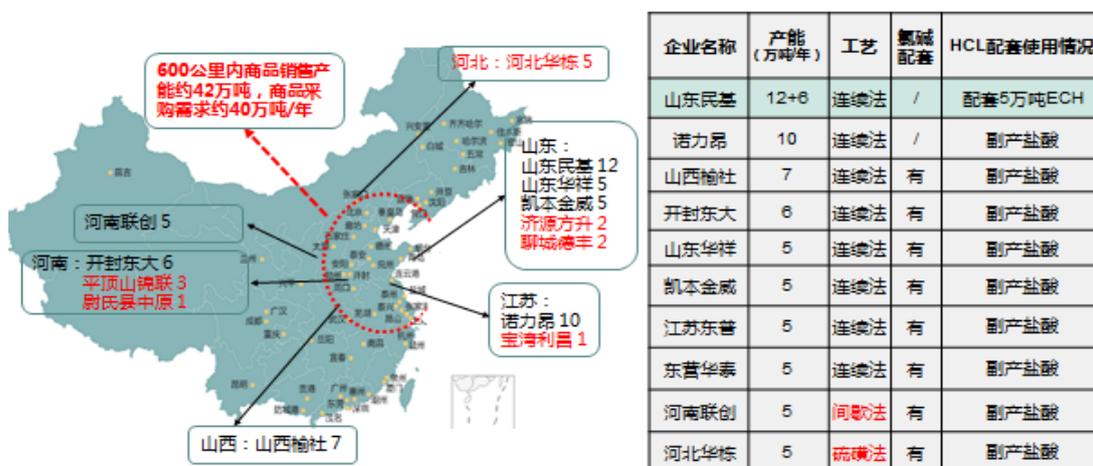


图 2.2-8 国内氯乙酸供应企业分布概况

氯乙酸产品销售去向，主要围绕本项目周边600km销售半径。主要目标市场为羧甲基纤维素、甜菜碱、出口等。主要目标客户如下：

表2.2-3 部分羧甲基纤维素（CMC）生产企业

CMC 生产企业名称	氯乙酸需求 (万吨)
山东御龙纤维素科技	1
安丘市雄鹰纤维素	0.8
徐州力源化工有限公司	0.6
鱼台奥伦特原野化工	0.7
济宁峰润生物科技有限公司	0.5
淄博鲁硕化工有限公司	0.3
淄博联技化工有限公司	2.5
东营临广化工有限公司	0.9

表2.2-4 部分甘氨酸生产企业

甘氨酸生产企业	氯乙酸需求（万吨）
石家庄东华金龙化工	14
东华冀衡化工	6
冀州市华恒生物科技	2.2
山东临沂鸿泰化工	5
山东振兴化工	1
河南红东方化工（原许昌东方）	2

表2.2-5 部分甜菜碱生产企业

甜菜碱生产企业	氯乙酸需求（万吨）
山东祥维斯生物科技	3
泰安汉威集团有限公司	0.3
山东巨佳生物科技有限公司	0.6
山东奥克特化工有限公司	1.2
山东一飞药业股份有限公司	0.6
山东瑞弘生物科技有限公司	0.9
海尔希畜牧科技有限公司	11

近几年，国内氯乙酸行业产能总数保持在较为平稳的水平，但在生产技术、装置水平和产品质量上取得了长足的进步。2012年中国氯乙酸产量为45.3万吨，2019年产量达到76.6万吨，2020年国内产量下滑至72.0万吨，2021年中国氯乙酸产量有所回升，年度产量达到73.1万吨。氯乙酸在化工、农药、染料等领域拥有广泛应用，预计2023年氯乙酸需求量有望达到70.69万吨，产量约为76.3万吨。

国内氯乙酸经过多年的发展，已经处于相对平稳的行业状态。在市场经济和政策导向的双重作用下，小散乱污的企业基本退出市场，行业发展环境得到进一步的优化。近三年来，中国氯乙酸的出口量逐年增加，国内产量保持相对稳定，国内整体消费量呈现部分萎缩趋势。考虑到未来国内氯乙酸尚有新增产能，但国内部分醋酐间歇法工艺和硫磺法工艺也面临关停淘汰，整体考虑下，预计未来氯乙酸行业供应量还将会持续增加，2023年开始国内产品价格有望逐步回落，但产业价格呈有望维持在高景气区间。预计

2023年中国氯乙酸市场规模市场均价约为7012元/吨，氯乙酸市场规模约49.57亿元。

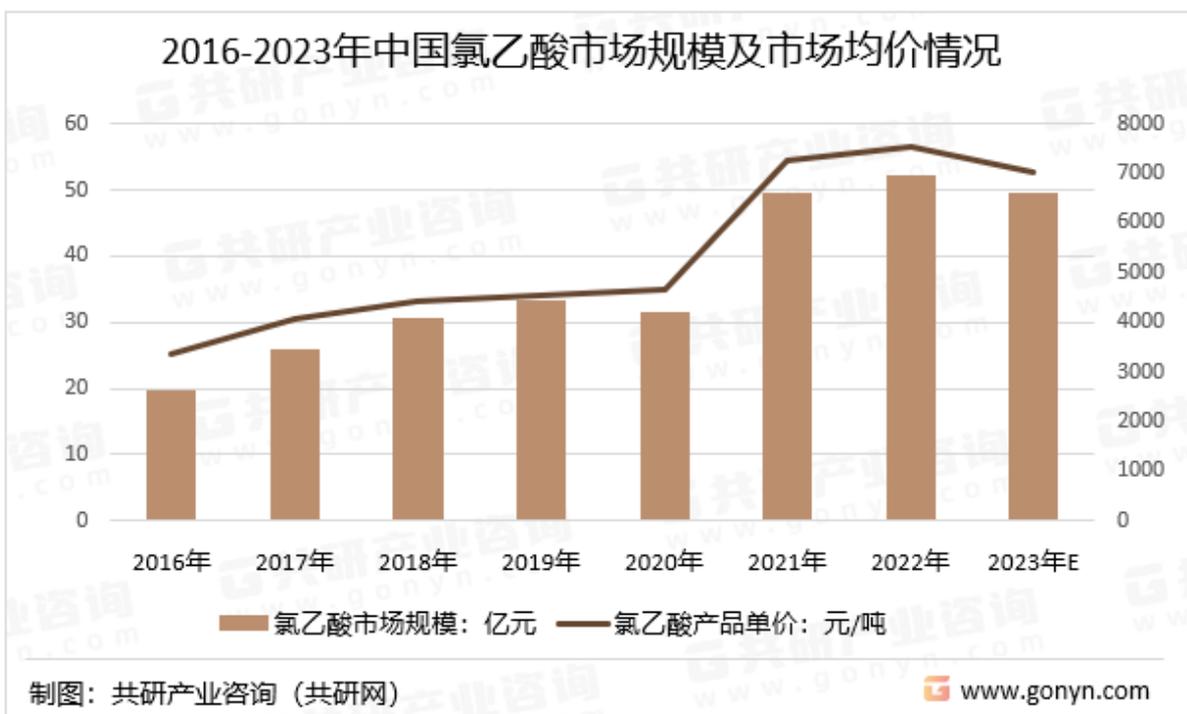


图2.2-9 2016-2022年中国氯乙酸市场规模及市场均价情况

2.3 烧碱

2.3.1 产品性能和用途

2.3.1.1 产品基本性质

烧碱又称苛性钠，氢氧化钠。

纯净的产品为无色透明晶体，相对密度 2.130；熔点 318.4℃；沸点 1390℃。商品烧碱有固态和液态两种：纯固体烧碱呈白色，有块状、片状、棒状和颗粒状，质脆。纯液体烧碱为无色透明液体。固体烧碱有很强的吸湿性，易溶解于水；溶解时释放出热量，水溶液呈强碱性，又滑腻感。能溶解于乙醇和甘油中，不溶解于丙酮、乙醚。烧碱腐蚀性极强，对纤维、皮肤、玻璃、陶瓷等均有一定的腐蚀作用。与金属铝和锌、非金属硼和硅等反应放出氢气；与氯、溴、碘等卤族元素发生歧化反应；与酸类起中和作用生成盐与水。

2.3.1.2 产品主要用途

烧碱是重要的基本化工原料，广泛用于化工、轻工、纺织、印染、医药、冶金、玻璃、搪瓷以及石油等工业，在国民经济中占有重要的地位。烧碱在纺织印染工业中可用作棉布退浆剂、煮炼剂和丝光剂，在化学工业中可用于生产硼砂、氰化钠、甲酸、草酸、苯酚等，在石油工业中可用于精炼石油制品，并可用于油田钻井泥浆中。烧碱还可用于造纸、纤维素浆粕、肥皂、合成洗涤剂、合成脂肪酸的生产以及动植物油脂的精炼，也可用于生产氧化铝、金属锌和金属铜的表面处理以及农药方面。食品级烧碱产品在食品工业上用作酸中和剂，可作柑桔、桃子等的去皮剂，以及脱色剂和脱臭剂。

氯碱工业产品烧碱、氯气、氢气的下游产品多达 900 多种，每万吨氯碱可带动 10 个亿的产值，在国民经济中占有重要的地位。

2.3.2 烧碱市场分析

2.3.2.1 国际市场分析

1. 世界烧碱供应现状

2022 年，全球烧碱产能持续小幅增长走势，总产能达 10245 万吨，总产量约 8500 万吨，开工率由 2021 年 81% 提升至 83%，新增产能主要分布在中国和印度等地区。中国是全球烧碱产能最大的国家，占全球总产能 45%。



图 2.3-1 2021 年世界烧碱产能分布(单位：万吨)

表2.3-1 2022年世界烧碱产能统计(单位:万吨)

地区	2020年	2021年	2022年	2022年产能占比
东北亚	5360	5398	5548	54%
东南亚	284	295	295	3%
印度次大陆	547	560	638	6%
北美	1650	1605	1632	16%
南美	270	270	255	2%
欧洲	1206	1216	1220	12%
独联体及波罗的海	200	200	200	2%
非洲	118	118	118	1%
中东	339	339	339	3%
合计	9974	10001	10245	100%

2. 全球烧碱需求现状

2022年,全球烧碱下游消费领域无明显变化,主要集中在有机化学、无机化学、纸浆及造纸、氧化铝、纺织/人造丝、皂业及洗涤剂等,需求地域主要集中在亚洲、欧洲和北美洲等地区。亚洲地区烧碱需求量最大,也是需求增速最快的区域。其中,东北亚烧碱产能较为集中,同时也是需求较为集中的区域,东南亚地区烧碱处于净进口状态,进口主要来自东北亚地区。欧洲地区烧碱需求量仅次于亚洲,下游消费增长点主要集中在化工、纸浆、食品、皂业和水处理等方面。北美地区烧碱下游需求主要集中在美国,主要应用于无机化学、造纸和有机化学,分别占总消耗量26%、18%和14%,也是将来其烧碱需求的主要增长领域。

3. 全球烧碱贸易流向分析

由于各地区烧碱供应与需求不平衡以及价差的存在,全球烧碱国际贸易比较活跃。2022年,受新冠疫情影响的海运运输受阻情况有所缓解,区域间烧碱贸易流通节奏加快,贸易量有所增加,目前全球烧碱贸易量约占产量15%以上,主要为液碱产品,固碱产品由于产量相对较低,流通量相对较少。

(1) 全球液碱贸易分析

美国是全球液碱出口量最大的国家,年出口量占全球液碱贸易量35%。中国作为全

球烧碱产量最大的国家，出口量位于第二位。全球液碱主要进口地区为澳大利亚、巴西、芬兰、加拿大、美国、瑞典、法国、荷兰、西班牙等。其中，澳大利亚液碱进口量占全球液碱贸易量 1/5 以上，主要来源地为中国和美国。印度地区烧碱产品于 2021 年出口量首次超过进口量，其贸易流向发生变化，当地 2022 年烧碱出口量持续增加。

(2) 全球固碱贸易分析

全球固碱除中国出口外，印度、俄罗斯、波兰、泰国、比利时和沙特也均有少量出口。其中，中国固碱出口量最大，占全球固碱贸易量 40% 以上。印度、泰国和沙特固碱出口量也有所增长。全球固碱主要进口地区为越南、尼日利亚、印度尼西亚、乌兹别克斯坦、坦桑尼亚、哈萨克斯坦等。

4. 部分地区烧碱发展现状

北美地区。北美地区烧碱产能为 1632 万吨，占全球烧碱产能 16%。其中美国烧碱产能占北美地区烧碱产能 90% 以上，其他产能分布在墨西哥和加拿大。当地烧碱产品出口数量较大，为烧碱净出口地区，未来烧碱出口数量或将保持增长趋势，预计到 2025 年出口量将达到 370 万吨。北美地区主要消费领域集中在无机化学品、造纸和有机化学品等领域，占比分别为 26%、18% 和 14%。

欧洲地区。欧洲地区烧碱产能主要分布在西欧和中欧两个区域，西欧烧碱产能在水俣公约管控下，于 2018 年底水银法烧碱装置全部关停，近几年产能持续恢复，新投装置基本为离子膜工艺，现离子膜工艺产能占比达到约 85%，剩余 15% 为隔膜工艺和其他工艺。

印度次大陆地区。印度次大陆地区烧碱生产装置主要分布在印度，产能占约 90%，其余装置分布在巴基斯坦和孟加拉。随着印度次大陆区域内国民经济的持续发展和城市化进程不断加快，烧碱人均消费能力存在一定上涨空间，下游主要应用于纺织，皂业/洗涤和氧化铝行业，此外当地政府对水处理行业的监管趋于严格，水处理行业对烧碱的需求也将保持相对较高增速。

2.3.2.2 国内市场分析

1. 我国烧碱产能稳中小幅提升

2022 年，我国新增 5 家烧碱生产企业，无退出企业，企业数量增至 163 家，分布于除北京市、海南省、贵州省和西藏自治区外的省、自治区和直辖市。我国烧碱总产能 4658 万吨，较 2021 年增加 150 万吨。

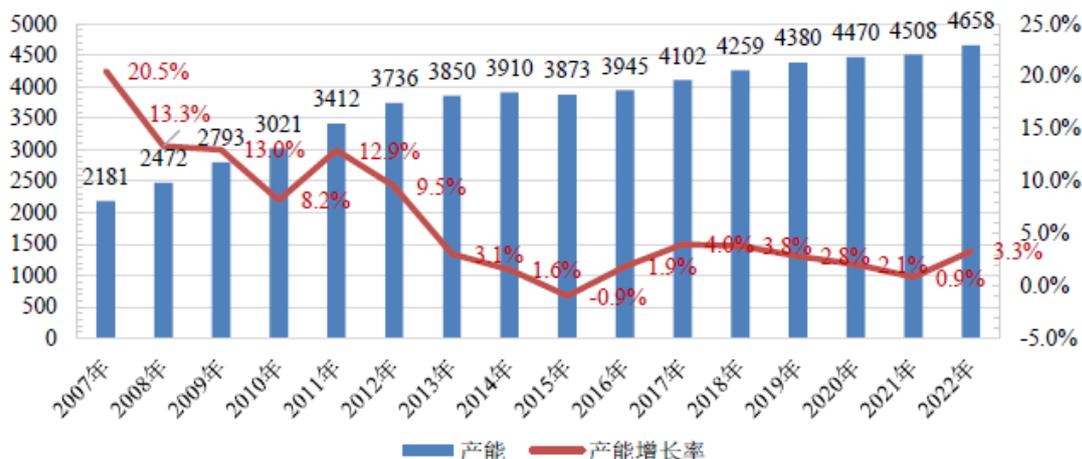


图2.3-2 2007-2022年中国烧碱行业产能统计(单位：万吨)

近些年，我国烧碱产能呈现四个不同发展阶段：

一、快速增长阶段：2007年之前为我国烧碱产能增长高峰期，随着经济持续增长，带动烧碱产能规模不断提升，烧碱产能年均增长率达到20%以上。

二、稳定发展阶段：经济危机严重影响全球经济与我国经济的发展，与国民经济息息相关的烧碱产品产能增长速度也由迅猛逐渐过渡到放缓趋势。2008-2013年，产能增长率稳定在10%左右。

三、增速下降阶段：失去了高额利润的吸引，烧碱产能新增及扩建更加理性，另外按市场规律进行优胜劣汰、落后产能退出速度加快，烧碱产能净增长呈现快速下降态势，2015年烧碱产能首次出现负增长。

四、相对平稳阶段：2016年三季度起，我国烧碱市场处于相对高位运行，企业盈利状况好转，前期滞留的规划新增产能加速投产，尽管仍有部分烧碱产能退出，但整体仍出现小幅正增长。近几年，在国办发〔2016〕57号《关于石化产业调结构促转型增效益的指导意见》和发改委令第29号《产业结构调整指导目录（2019年本）》以及地方相关政策的指导下，我国烧碱新增产能主要集中在利用废盐综合利用生产烧碱的项目和前期存有审批指标的烧碱企业。退出产能主要集中在长期停车的老旧烧碱装置和不在化工园区的烧碱企业。

2. 烧碱行业产能布局

我国烧碱行业产能分布逐渐清晰，产能主要集中在华北、西北和华东三个地区，上述三个区域烧碱产能占全国总产能的80%。西南、华南及东北地区烧碱产能相对较低，

每个区域产能占总产能 5% 及以下水平。

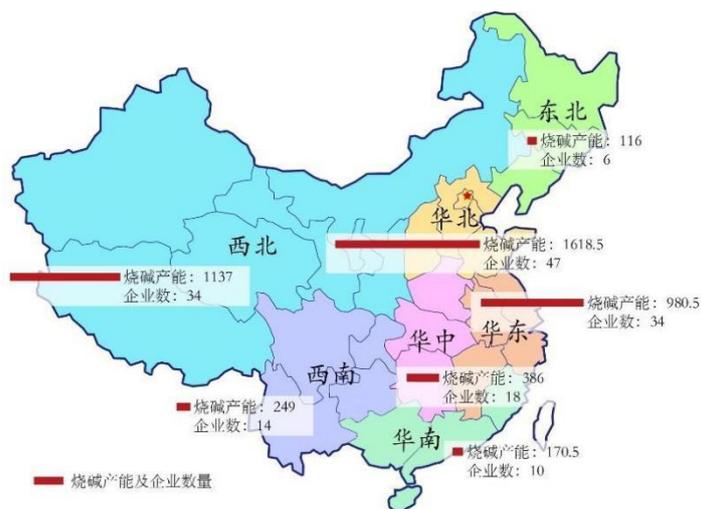


图 2.3-3 2022 年我国烧碱行业产能分布(单位：万吨)

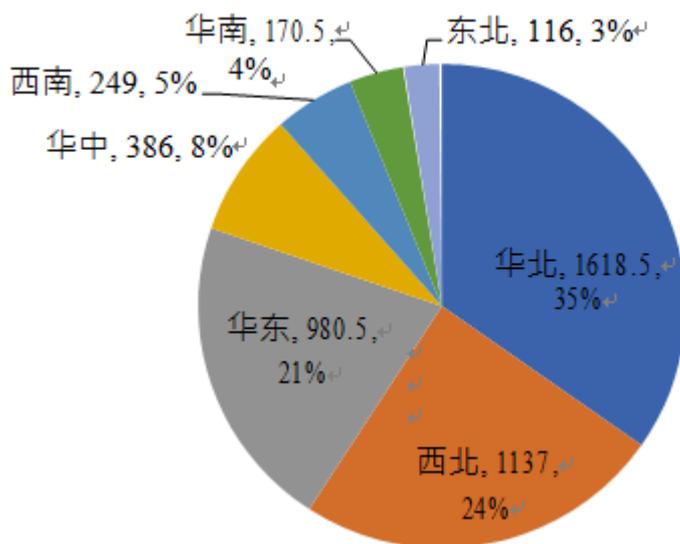


图 2.3-4 2022 年我国烧碱各区域产能占比(单位：万吨)

我国华东、华北等东部地区烧碱发展历史悠久，也是下游消费的主要市场。并且当地氯碱企业配套耗氯产品品种较多，其具有较好消耗氯气能力，以解决碱氯平衡问题，此外地理位置的条件使得出口外销方面有一定优势。西北地区主要依托资源优势，配套发展 PVC 产品，烧碱生产成本优势较为明显。

表 2.3-2 2022 年我国各省份烧碱产能及企业数统计(单位：万吨)

序号	省份	产能	企业数	序号	省份	产能	企业数
1	山东	1181.5	31	15	天津	88	2
2	江苏	406.5	14	16	广西	82.5	4
3	内蒙	394	12	17	辽宁	76	4
4	新疆	353	7	18	甘肃	74	5
5	浙江	224.5	6	19	上海	72	1
6	河南	203.5	8	20	湖南	62	3
7	山西	194	6	21	福建	60	4
8	四川	160	8	22	云南	56	4
9	河北	155	8	23	青海	55	3
10	宁夏	148	5	24	重庆	33	2
11	安徽	148	6	25	黑龙江	30	1
12	江西	129.5	7	26	广东	28	2
13	湖北	120.5	7	27	吉林	10	1
14	陕西	113	2	合计		4657.5	163

从各省产能分布来看，2022 年我国烧碱产能排名前十位省份基本保持稳定，仅第二位和第三位省份发生变化，江苏地区新增加 30 万吨烧碱装置后，产能排名升至第二位，内蒙地区产能回落至第三位。山东地区烧碱产能依旧保持首位，当地烧碱产能占全国总产能四分之一以上。

2022 年我国烧碱生产企业 163 家，总产能 4657.5 万吨，单个企业平均产能 28.6 万吨。其中，产能规模在 30-50 万吨之间的生产企业较 2021 年增加 3 家至 35 家，产能占比升至 30%。产能规模在 10-30 万吨的企业及低于 10 万吨的企业家数各增加 1 家，均为处理本企业或本地废盐的烧碱项目。

表 2.3-3 2012 及 2021 年国内烧碱企业产能规模对比(单位：万吨)

规模	2012 年			2022 年		
	企业数	合计产能	占比%	企业数	合计产能	占比%
规模≥100	2	210	6%	4	481	10%
100>规模≥50	12	784	21%	20	1277	27%
50>规模≥30	31	1078.5	29%	38	1402.5	30%
30>规模≥10	84	1395.8	37%	79	1371.5	29%
规模<10	56	267.3	7%	22	125.5	3%
合计	185	3735.6	100%	163	4657.5	100%

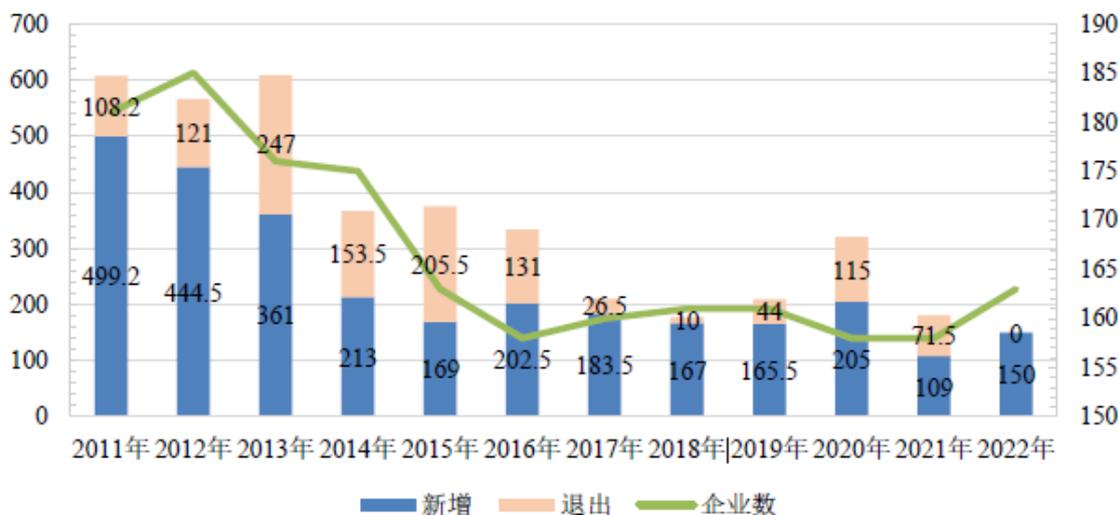


图 2.3-5 2011-2022 年我国烧碱行业新增和退出产能统计(单位：万吨)

2011-2015 年，我国烧碱产能净增量持续走低，甚至 2015 年产能出现负增长。退出主要集中在隔膜碱、使用时间较长的老旧装置以及长期停车的离子膜碱装置，市场竞争加剧是导致企业主动淘汰落后产能或技术升级改造的主要动力。

2021-2022 年，在国家退城入园政策要求下，部分不在化工园区的烧碱企业关停。并且，由于烧碱市场表现温和，前期长期停车的企业装置拆卸处理，陆续退出烧碱行业，均为近两年烧碱行业产能退出较为集中的主要原因。新增产能方面，2022 年，国内新增产能主要为在产烧碱企业的二期项目及前期停产搬迁投产的装置，随着国内对高耗能行业管控力度加强，国内烧碱新增产能逐年下降。

3. 烧碱行业开工率

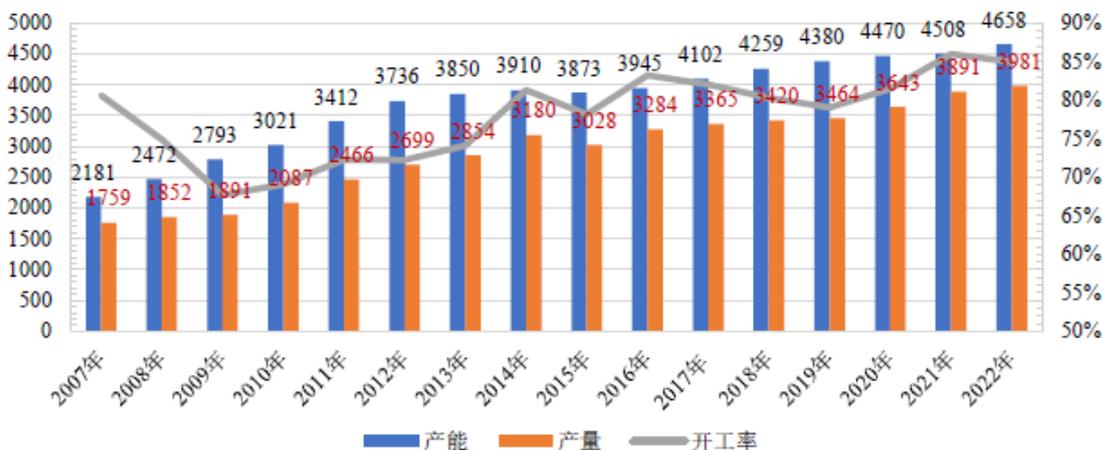


图 2.3-6 2007-2022 年我国烧碱行业开工率统计(单位：万吨)

2008-2010年，我国烧碱装置开工率明显下降。受经济危机及产能持续过剩影响，烧碱装置开工率降低，2009年和2010年装置利用率均低至70%以下。

2011-2013年，我国烧碱开工负荷有所恢复，但开工率仍相对不足。烧碱市场持续低位运行，企业生产积极性不高，装置整体开工负荷位于70-75%之间。

2014-2020年，我国烧碱装置开工率提升。在供给侧改革的推动下，我国烧碱产能增速趋缓，加上盈利状况好转，企业开工积极性提升，整体开工率保持在

80-83%。2019年部分烧碱企业停工，涉及总产能达152.5万吨，当年我国烧碱装置理论开工率小幅下降至79%。2020年，前期停车的企业陆续恢复生产或设备拆卸退出行业，烧碱装置有效利用率提升，尽管受疫情影响一季度开工负荷不足，但我国烧碱全年整体开工负荷恢复至相对较高水平。

2021-2022年，我国烧碱装置开工率达到近年高位水平。随着国家“双碳”政策持续推进，对于烧碱等产品新增产能有明确要求，为装置开工负荷较高的主要原因之一。随着国内疫情防控常态化，除局部地区受疫情影响灵活调整开工，短时装置负荷下调外，其他时间装置开工负荷较足，烧碱企业生产整体正常，近两年行业开工负荷保持在85-86%。

4. 烧碱行业产量稳中小幅增长

我国烧碱产量变化主要受经济形势、新增产能数量及其投产时间、市场景气程度、“碱氯平衡”、新冠疫情和相关政策等多方面因素影响，每年产量增长速度呈现一定差异，但近年整体呈现正增长态势。2022年，我国烧碱产量持续提升，总产量达到3981万吨。

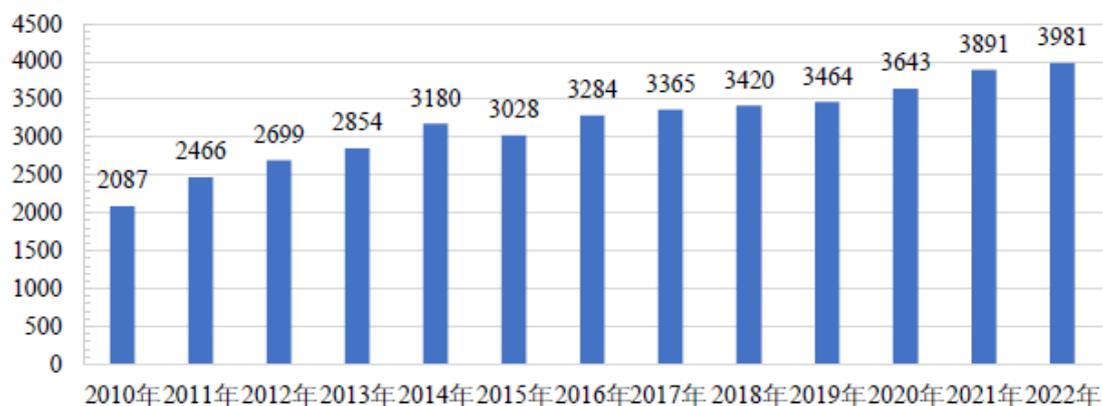


图 2.3-7 2007-2022 年我国烧碱产量统计(单位：万吨)

表 2.3-4 2022 年国内烧碱月产量统计(单位: 万吨, %)

指标	12月	11月	10月	9月	8月	7月	6月	5月	4月	3月	2月
产量当期值	344.3	331.1	335.5	338.3	321.5	333.3	333.5	340.7	322.6	324.6	—
产量累计值	3980.5	3634.4	3306.2	2972	2634	2309	1965	1630.4	1286.8	954.8	622.8
产量同比增长	1.1	-1.7	4.5	7.2	-0.6	6.3	2.6	5.4	-0.9	-0.9	—
产量累计增长	1.4	2.5	3.3	2.8	1.9	2.1	0.8	0.9	-0.5	-0.2	-1.5

注：以上均为国家统计局当期发布数据。

2022年，我国烧碱月产量保持相对较高水平，仅个别月份产量降低。1-2月，受春节假期影响，部分耗氯企业提前放假，液氯需求下降，商品氯市场持续低迷。且假期液氯公路运输受阻，部分企业液氯滞销，局部地区烧碱装置开工负荷下调，1-2月烧碱产量相对略低。8月份南方持续高温，部分省份保障民生用电，工业电供应减量，个别烧碱企业开工负荷下调，当月烧碱产量相对较低，其他时间我国烧碱产量相对稳定，每月产量基本保持在330-340万吨。

5. 烧碱区域市场供应格局稳定

2022年，我国省份烧碱产量排名无明显调整，仅个别省份产量排名出现小幅变化，产量排名前5位省份烧碱产量占全国总产量近60%。

表 2.3-5 2022 年我国烧碱按省份产量统计（单位：万吨）

排序	省份	产量	占比	排序	省份	产量	占比
1	山东	1082	27.2%	15	安徽	81	2.0%
2	内蒙	358	9.0%	16	宁夏	80	2.0%
3	江苏	325	8.2%	17	辽宁	75	1.9%
4	新疆	303	7.6%	18	上海	75	1.9%
5	浙江	240	6.0%	19	湖南	66	1.6%
6	河南	186	4.7%	20	甘肃	47	1.2%
7	河北	143	3.6%	21	重庆	37	0.9%
8	四川	136	3.4%	22	广东	34	0.9%
9	江西	116	2.9%	23	青海	34	0.8%
10	陕西	113	2.8%	24	福建	26	0.7%
11	湖北	96	2.4%	25	黑龙江	24	0.6%
12	山西	95	2.4%	26	云南	23	0.6%
13	广西	90	2.3%	27	吉林	12	0.3%
14	天津	84	2.1%	合计		3981	100.0%

6. 我国烧碱下游行业需求分析

我国烧碱主要应用于氧化铝、造纸、纺织、化工、洗涤剂、医药、水处理和食品加工等方面，消费领域基本涵盖国民生活的“衣食住行”各个领域。近几年，随着国民经济的持续增长，烧碱下游行业需求持续提升。2022 年，受疫情等多重因素影响，我国经济增长相对缓慢，部分烧碱下游行业开工负荷不足，对烧碱需求有所下降。受国内部分下游需求相对温和及烧碱出口量明显增加的双重因素影响，2022 年国内烧碱表观消费量较上年下滑 2%至 3657 万吨。

表 2.3-6 我国烧碱行业表观消费量统计(单位：万吨)

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
产能	3736	3850	3910	3873	3945	4102	4259	4380	4470	4508	4658
产量	2699	2854	3180	3028	3284	3365	3420	3464	3643	3891	3981
进口量	1	1	1	1	1	1	4	7	4	5	1
出口量	208	207	201	177	191	152	148	114	115	148	325
表观消费量	2492	2648	2980	2852	3094	3214	3276	3357	3532	3748	3657

2022 年，我国烧碱下游消费结构基本稳定，纺织印染行业开工负荷不足，对烧碱消化能力减弱，消费占比由上年 10%下降至 9%。随着我国新能源领域不断发展，磷酸铁锂电池和三元电池需求明显增长，磷酸铁锂和氢氧化锂等相关化工品耗碱量持续提升，并且部分耗碱化工产品产量增加，多重因素支撑当年化工领域消化烧碱占比有所提升，其他下游领域消费占比没有明显变化。。

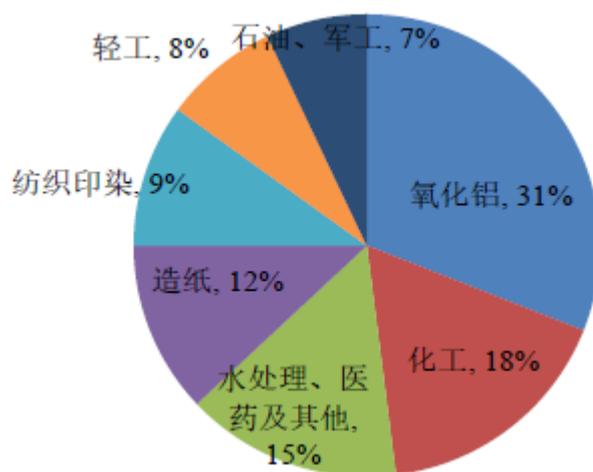


图 2.3-8 2022 年中国烧碱年表观消费下游比例

表 2.3-7 2021 年烧碱下游消费量统计(单位: 万吨)

月份	氧化铝	机制纸及纸板 (外购原纸加工除外)	布 (亿米)
1-2 月	1264.3	2069.8	49.9
3 月	653.7	1196.9	34.3
4 月	649	1135.5	33.8
5 月	659.6	1161.4	34.1
6 月	680.4	1190.2	36
7 月	650.3	1135	34.4
8 月	646.6	1148.2	33.5
9 月	654.8	1073.6	33.7
10 月	629.1	1101.2	34.1
11 月	605	1158.1	37.1
12 月	624.3	1234.4	39.2
累计	7747.5	13583.9	396.1
累计同比	5.0%	6.8%	7.5%

氧化铝行业烧碱在氧化铝生产中起到助剂作用，能将矿石中的有效成份转变成可溶性的钠盐，以便除去其中不溶性的杂质。

造纸行业烧碱用于分解纤维(利用烧碱不能跟纤维素反应而能将非纤维素成分腐蚀溶解的特点，制出以纤维素为主要成分的纸浆)，主要用于煮和漂白纸张。

纺织印染行业在纺织印染工业中，烧碱主要用作棉布退浆剂、煮炼剂和丝光剂。

化工领域在化工方面，烧碱的应用主要以有机化工(环氧丙烷、草酸、甲酸、水合肼/ADC 发泡剂、甲烷氯化物、甲基纤维素等)和无机化工(次氯酸钠、漂粉精、保险粉、磷酸三钠、硼砂等)为主，另外无机盐、染料、涂料、化学助剂、橡胶、精细化工、合成纤维、塑料、添加剂、化工环保等均有广泛用途。此外，在锂电池正极材料原料碳酸锂和氢氧化锂生产过程中消耗一定量烧碱，随着新能源领域的快速发展，其产业链相关化工品对烧碱需求将持续增长。

轻工领域在轻工行业中，烧碱主要用于生产纤维素浆，也用于生产肥皂、合成洗涤剂、合成脂肪酸及精炼动植物油脂等，用途覆盖面比较广。

石油、军工等烧碱在石油工业用于精炼石油制品及油田钻井泥浆中；还用于玻璃、

搪瓷、制革、医药、水处理等方面。食品级烧碱在食品工业中用作酸中和剂、去皮剂、脱色剂及除臭剂等。

2.3.3 我国烧碱市场走势分析

2.3.3.1 我国烧碱市场持续震荡波动

1. 2007-2021 年国内烧碱市场走势分析

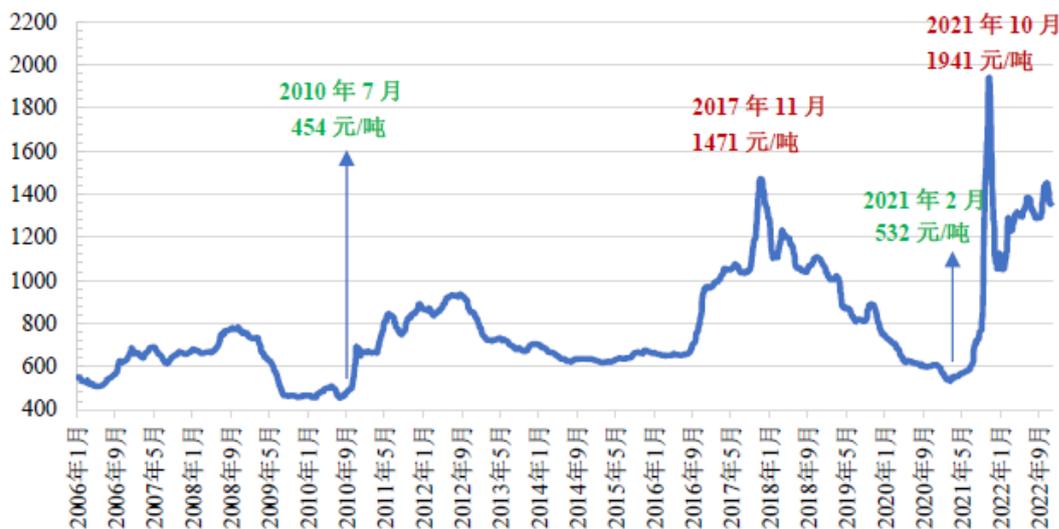


图2.3-9 2007-2022年32%液碱全国价格走势(单位：元/吨)

2006-2022年，我国烧碱市场持续震荡运行，价格呈现一定周期特点。2016年四季度起烧碱价格开始上涨，2017年末成交价格出现回落，之后持续处于下滑通道，2020年国内烧碱市场下滑幅度收窄。2022年市场受多重因素影响，成交价格升至历史新高，具体呈现以下几个阶段：

第一阶段 2006-2010年：受经济危机影响，我国烧碱市场在2008年之后持续走低，2009年达到谷底，32%离子膜碱全国均价最低降至454元/吨。

第二阶段 2011-2012年：上半年随着经济危机影响减弱，并且日本地震带动我国烧碱出口量明显增长，我国烧碱内贸市场持续回暖。

第三阶段 2013-2015年：国内烧碱市场供需矛盾持续，2012年下半年起市场价格开始出现下滑，烧碱市场持续相对低位水平盘整。

第四阶段 2016-2017年：随着供给侧改革深入，我国烧碱市场于2016年下半年起不断上涨，此外下游氧化铝及化纤等行业持续向好也从一定程度上推动烧碱价格持续上行，2017年11月上旬我国烧碱价格达到近几年新高。临近年底，北方地区取暖季期间氧化铝

行业开工下调，对烧碱需求量下降，成交价格回落。

第五阶段 2018-2020 年：我国烧碱市场持续震荡下滑，尽管期间存在短暂小幅拉涨，但市场供应相对过剩的矛盾持续存在，下行走势基本贯穿本阶段。随着中美贸易摩擦不断升级，国内铝制品、纸制品、服装等终端消费品出口量下降，行业企业盈利状况不佳，运营压力逐渐传导至上游烧碱产品，对烧碱需求萎缩，且压价操作较为明显。

第六阶段 2021-2022 年：受能耗“双控”影响，局部地区烧碱企业生产负荷下调，区域性产量下降，且原料电和原盐价格上涨，烧碱生产成本明显增加，烧碱企业上调价格向下游转嫁增加的成本，2021 年下半年我国烧碱市场出现一轮较明显上涨，价格于当年 10 月末达到近年新高，之后市场持续走低。2022 年，受生产成本处于高位，外贸出口量价均升，部分下游需求相对较好等多重利好因素支撑，当年我国液碱市场呈现持续震荡小幅上涨走势，11 月份受需求下降影响，成交价格略有回落，全年我国液碱市场整体保持在相对高位水平运行。

2. 2021 年国内烧碱市场出现短期明显上行



图 2.3-10 2022 年我国 32% 液碱全国均价走势(单位: 元/吨)

2022 年国内烧碱市场整体保持相对较高水平运行，10 月中下旬价格达到全年高位，成交价格涨至 1453 元/吨，11 月份液碱市场略有回落。12 月底国内 32% 液碱均价 1344 元/吨，同比上涨 19.4%。

生产方面，国内烧碱装置生产正常，产量保持相对稳定，除局部地区受疫情影响及企业安排常规停车检修等情况外，其他企业生产负荷较高，市场货源供应充足。

下游方面，随着下游氧化铝企业新增产能陆续投产释放，带动局部地区烧碱需求量增加，2022 年国内氧化铝企业采购液碱订单价格整体出现上涨，对当地及周边地区烧碱市场形成明显利好支撑。造纸、印染、化纤等行业较为温和，装置开工负荷不足，对烧碱

需求有所减少，采购积极性不高，大多以随用随采为主。外贸方面，澳大利亚和印尼地区氧化铝新增产能陆续投产，采购烧碱数量明显增加，中国烧碱出口企业加大外贸供应量，出口价格在9-10月份上涨较为明显，也为支撑内贸市场上行的主要原因之一。

进入11月份，随着“金九银十”传统消费旺季结束，我国液碱市场观望气氛浓厚，加上外贸出口价格下降，我国液碱市场供需双方博弈气氛有所加重，成交价格持续震荡下滑。

2.3.3.2 我国烧碱市场主要影响因素

1. 政策因素

《关于石化产业调结构促转型增效益的指导意见》和《产业结构调整指导目录（2019年本）》为现阶段指导我国烧碱发展的主要产业政策，对于烧碱产品新增产能有明确要求。此外，《关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》、《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南(2022年版)》、《工业能效提升行动计划》和《工业领域碳达峰实施方案》等双碳相关政策也为促进我国烧碱节能减碳的重要政策，烧碱企业节能降碳工作与烧碱生产成本紧密相关。

2. 市场供应

2022年，我国烧碱产能新增150万吨，无退出产能，新增产能主要集中在华东、华南及西北地区，四季度试车投产的产能相对较多，我国烧碱产量呈现小幅增长态势，全年烧碱产量达到3981万吨。

3. 上游原料

生产烧碱的主要原料为电和工业盐，烧碱企业用电价格基本处于2021年涨后状态，个别省份电价在2022年初补涨，烧碱企业用电成本压力较大。2022年国内原盐市场整体呈现窄幅下滑走势。12月末国内主要产区工业盐主流出厂价格388元/吨，同比下调76元/吨，跌幅16.4%，主要消费地工业盐送到价格433元/吨，同比下调122元/吨，跌幅22.0%。国内井矿盐企业节能降耗改造力度加大，装置产能增减互现，总产能呈现净减少态势。海盐春扒期间汛期提前和秋扒期间多地出现海潮侵袭，均为全年海盐产量出现减少的主要原因。湖盐市场供需格局稳定，产销运行平稳。

4. 下游需求

我国烧碱主要应用于氧化铝、造纸、纺织、洗涤剂、医药、水处理和食品加工等方面，从下游消费领域来看，氧化铝行业产量同比有所增加，其他主要下游产量均出现不同程度走低。此外，2022年我国进口铝土矿同比上年同期增长17%，氧化铝消耗烧碱单

耗下降，因此尽管氧化铝产量同比增加，但氧化铝消耗烧碱数量较上年基本持平。另一方面，随着我国新能源领域不断发展，磷酸铁锂电池和三元电池需求明显增长，磷酸铁锂和氢氧化锂等相关化工品耗碱量持续提升。

5. 国际环境

受澳大利亚和印度尼西亚等地区烧碱下游需求持续增长，以及海外液碱货源供应不足等多重利好因素推动，我国液碱出口数量明显增加。此外，2022年欧洲能源危机，当地部分烧碱装置开工负荷下调，进口液碱量有所增多，也为我国液碱出口量增加的主要原因之一。我国烧碱企业外贸出口较为积极，从一定程度上利好我国烧碱内贸市场。

6. 其他

2022年，我国新冠疫情防控常态化，烧碱企业生产和销售基本保持相对稳定，局部地区由于疫情出现短期公路运输节奏减缓及装置生产负荷下调的情况，未对烧碱整体产销形成明显影响。此外，企业春秋两季停车检修、企业库存量变化、贸易商囤货操作、“碱氯平衡”因素、运输费用变化、南方地区高温季、北方地区取暖季等均为影响国内烧碱市场波动的因素。

2.3.4 中国烧碱行业未来发展趋势

2.3.4.1 国内外宏观经济环境分析

2022年10月16日，习近平总书记在二十大报告中指出，我们要坚持以推动高质量发展为主题，把实施扩大内需战略同深化供给侧结构性改革有机结合起来，增强国内大循环内生动力和可靠性，提升国际循环质量和水平，加快建设现代化经济体系，着力提高全要素生产率，着力提升产业链供应链韧性和安全水平，着力推进城乡融合和区域协调发展，推动经济实现质的有效提升和量的合理增长。

衔接“十四五”和2035远景目标，2023年是“十四五”规划承前启后的一年，2023年全年将呈现各季度增速逐渐加快的态势，我国经济将进一步进入到新发展格局加速落地期。我国烧碱产品广泛应用于工业生产的各个领域，与国民经济的发展密切相关，历年烧碱产量增长与GDP增长保持高度关联性，我国经济的健康发展将从终端需求支撑烧碱供需格局的稳定。

2.3.4.2 相关政策环境分析

我国经济由高速发展进入高质量发展阶段，国内产业政策对行业发展的调控和限制措施日益严格，以供给侧结构性改革为核心，以化解过剩产能为重点，以节能减碳为先导，

包括落后产能淘汰、清洁生产、安全、环保等一系列政策调整，将对我国烧碱市场产生重要影响。国内产业政策对行业发展的调控和限制措施日益严格，2020 年 9 月份以来，“碳达峰碳中和”政策及节能降碳、电价调整等重点政策对行业产生了重要影响。

未来，我国政策将紧密围绕高质量发展而调整，我国氯碱行业发展将进入从规模增长向质量提升的重要窗口期。国务院 2007 年发布的《关于石化产业调结构促转型增效益的指导意见》和《产业结构调整指导目录（2019 年本）》仍将作为我国烧碱行业供应紧密相连的重要产业政策，我国烧碱新增产能依旧受到严控。

此外，在我国积极稳妥推进碳达峰碳中和的过程中，将进一步完善能源消耗总量和强度调控，重点控制化石能源消费，逐步转向碳排放总量和强度“双控”制度，近两年国家发布的相关“双碳”政策仍将处于重要地位，烧碱企业节能降碳工作将与烧碱生产成本紧密相关。

2.3.4.3 我国烧碱行业计划新增产能统计

据统计，2023 年我国十余家烧碱生产企业计划新建或扩建，主要分布在华南、华北和西北地区，计划扩能 365 万吨，计划退出产能 20 万吨。按行业常规经验估算，预计 2023 年我国烧碱产能净增长将在 170 万吨左右，装置产能整体呈现稳中小幅增长态势。

表 2.3-8 2023 年我国烧碱行业扩产计划(单位：万吨)

序号	区域	省份	新增产能	占比
1	华南	福建	84	23%
2	西北	陕西	60	16%
3	西北	内蒙	47	13%
4	华北	河北	45	12%
5	华北	山东	40	11%
6	华南	广西	33	9%
7	华东	江西	19	5%
8	华东	安徽	15	4%
9	西北	新疆	15	4%
10	华东	浙江	7	2%
11	华东	江苏	-20	—
净增长			345	—

2.3.4.4 下游行业需求趋势分析

我国在加快构建新发展格局，着力推动高质量发展的进程中，我国加快构建以国内

大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。把实施扩大内需 战略同深化供给侧结构性改革有机结合起来，增强国内大循环内生动力和可靠性， 提升国际循环质量和水平，着力提升产业链供应链韧性和安全水平，着力推进城 乡融合和区域协调发展，推动经济实现质的有效提升和量的合理增长。

在稳步推进新型城镇化战略，加强城市基础设施建设等需求的拉动下，建材、家电、服装及日用品等需求将会有所增加，进而带动烧碱产品需求持续增加。此外，在我国处于共建“一带一路”高质量发展阶段，参与国际化业务仍将为我国部 分烧碱企业重点战略方向之一。

3 生产规模与产品方案

3.1 生产规模

3.1.1 生产规模、产品方案确定的原则

本项目生产规模、产品方案的确定主要遵循以下原则：

- (1) 符合国家工业产业发展政策和经济发展的要求；
- (2) 符合当地产业政策、产业规划等发展策略；
- (3) 符合可持续发展的原则；
- (4) 坚持高起点、新技术、高水平的原则；
- (5) 符合国家相关环保法规、规范的要求；
- (6) 遵循循环经济和生态化发展理念；
- (7) 采用成熟可靠的生产技术、节能和节水等先进技术，重视环境保护；
- (8) 满足企业自身发展的需要。

3.1.2 生产规模

结合目前国内外的消费量和增长预期，本项目拟建在河北省曹妃甸工业区化学工业园区，含三套生产装置，生产规模确定如下：

氯化亚砷装置： 4 万吨/年

氯乙酸装置： 5 万吨/年

烧碱装置（废盐综合利用）： 9.8 万吨/年

3.1.3 操作时间

本项目年生产时间 8000 小时，连续性生产。

3.2 产品方案

本项目建设的年产 4 万吨氯化亚砷装置、年产 5 万吨氯乙酸装置、年产 9.8 万吨烧碱装置的产品方案分别确定如下：

表 3.2-1 年产4万吨 氯化亚砷产品方案及设计规模

序号	产品名称	公称规模 (t/a)	实际产量 (t/a)	自用量 (t/a)	商品量 (t/a)	备注
1	氯化亚砷	40000	40000	-	40000	
2	25% 亚硫酸钠	配套	11174	-	11174	副产品
3	20% 盐酸	配套	687.7	-	687.7	副产品

表 3.2-2 年产5万吨氯乙酸产品方案及设计规模

序号	产品名称	公称规模 (t/a)	实际产量 (t/a)	自用量 (t/a)	商品量 (t/a)	备注
1	氯乙酸切片	25000	25000	-	25000	按市场需求 灵活调整产 能
2	80%氯乙酸水溶液	31250	31250	-	31250	
3	31%盐酸	69750	69750	-	69750	副产品
4	10%次氯酸钠溶液	4000	4000	-	4000	副产品

表 3.2-3 年产9.8万吨烧碱装置产品方案及设计规模

序号	产品名称	公称规模 (t/a)	实际产量 (t/a)	自用量 (t/a)	商品量 (t/a)	备注
1	32%烧碱（折百）	98000	98000	5188	92912	按市场需求 灵活调整产 能及商品量
2	氢气	2450	2450	478	1972	
3	液氯	87000	87000	72900	11410	
4	31%高纯盐酸	63500	34210	14210	20000	
5	10%次氯酸钠溶液	20000	6600	-	6600	
6	75%稀硫酸	配套	2561	-	2561	

3.3 产品规格及质量标准

3.3.1 主要产品规格

(1) 氯化亚砷

氯化亚砷产品质量执行化工行业标准《工业氯化亚砷》(HG/T 3788-2013)。外观：无色至淡黄色透明有刺激性臭味的液体。本项目将按照优等品进行设计和生产。

表 3.3-1 氯化亚砷质量标准

项目	指 标	
	优等品	合格品
色度 (K ₂ CrO ₄) ≤	1#	2#
沸程 (75°C-80°C) 的体积分数, % ≥	99.0	98.0
蒸馏残留物, %, ≤	0.001	0.005

(2) 氯乙酸

氯乙酸产品质量执行化工行业标准《工业氯乙酸》(HG/T 3271-2000)。外观: 无色或微黄色结晶。本项目将按照优等品进行设计和生产。

表 3.3-2 氯乙酸质量标准

项目	指标		
	优等品	一等品	合格品
氯乙酸 (CH ₂ ClCOOH) 含量% ≥	99.0	97.5	96.0
二氯乙酸 (CHCl ₂ COOH) 含量% ≤	0.5	1.5	2.5
乙酸 (CH ₃ COOH) 含量% ≤	0.5	-	-
结晶点 °C ≥	60	-	-

(3) 32% 烧碱

32%(wt)液体烧碱, 为无色透明液体。产品质量、检验规则及标志、包装、运输和储存、安全均执行《高纯氢氧化钠》(GB/T 11199-2006) 优级品标准。

表 3.3-3 烧碱质量标准

序号	指标名称	指标规格	备注
1	氢氧化钠(NaOH)	≥32%(wt)	
2	碳酸钠(Na ₂ CO ₃)	≤0.04%(wt)	
3	氯化钠(NaCl)	≤0.004%(wt)	
4	三氧化二铁(Fe ₂ O ₃)	≤0.0003%(wt)	
5	二氧化硅(SiO ₂)	≤0.0015%(wt)	
6	氯酸钠(NaClO ₃)	≤0.001%(wt)	
7	硫酸钠(Na ₂ SO ₄)	≤0.001%(wt)	

序号	指标名称	指标规格	备注
8	三氧化二铝(Al_2O_3)	$\leq 0.0004\%$ (wt)	
9	氧化钙(CaO)	$\leq 0.0001\%$ (wt)	

3.3.2 副产品规格

3.3.2.1 年产4万吨氯化亚砷装置的副产品主要是盐酸和亚硫酸钠

(1) 20% 盐酸

表 3.3-4 副产盐酸质量标准 (HG/T 3783-2005)

项目	指标		
	I	II	III
总酸度 (以 HCl 计) wt% / \geq	31	20	10
重金属 (以 Pb 计) wt% / \leq	0.005		
浊度 NTU / \leq	10		

注：生产商应用户要求提供可能存在的主要杂质信息，必要时提供杂质含量数据。

(2) 25% 亚硫酸钠

表 3.3-5 副产亚硫酸钠质量标准 (企业标准)

项目	指标
含量 (以 Na_2SO_3 计) W / % \geq	25
铁 (Fe) W / % \leq	0.02
水不溶物 W / % \leq	0.05
游离碱 (以 Na_2CO_3 计) W / % \leq	0.8
氟含量 W / % \leq	0.5
可吸附有机卤素 (AOX) mg/L \leq	50

3.3.2.2 5万吨/年氯乙酸装置的副产品主要是盐酸和次氯酸钠

(1) 31% 盐酸

产品规格：31% (wt) 盐酸，无色或浅黄色透明液体。

产品质量、采样、试验方法、检验规则及包装、标志、运输和存储均执行国标《工业用合成盐酸》(GB 320-2006)。

表 3.3-6 5万吨/年氯乙酸装置副产31%盐酸产品质量指标表

指标名称	指标规格
氯化氢 (HCl)	≥ 31% (wt)
铁 (Fe)	≤ 0.1ppm
汞 (Hg)	≤ 0.1ppm
钙和镁 (Ca + Mg)	≤ 0.1ppm
游离氯	≤ 5ppm
二氧化硅	≤ 0.1ppm
TOC	≤ 10ppm
砷 (As)	≤ 1ppm

(2) 10%次氯酸钠

产品规格：含有效氯 10%的次氯酸钠溶液，浅黄色透明液体，产品质量标准《次氯酸钠》（GB 19106-2013）。

表 3.3-7 5万吨/年氯乙酸装置副产次氯酸钠质量标准表

指标名称	指标规格	
	一级品	二级品
有效氯（以次氯酸根计）	≥10.0%	≥5.0%
游离碱（以氢氧化钠计）	0.1 - 1.0 %	
铁（以 Fe 计）	≤0.005%	
重金属（以 Pb 计）	≤0.001%	
砷（以 As 计）	≤0.0001%	

3.3.2.3 年产9.8万吨烧碱装置的副产品主要是氢气、液氯、盐酸和次氯酸钠

(1) 液氯

产品规格：99.8%(V/V)液体氯，黄绿色液体。

质量标准：产品质量、技术要求、试验方法、标志、标签、包装、运输、贮存及安全要求均执行《工业用液氯》（GB 5138-2006）标准。

表 3.3-8 本项目液氯副产物质量指标表

指标名称	指标规格		
	优级品	一级品	合格品
氯含量(v/v)	≥99.8%	≥99.6%	≥99.6%
水分含量	≤0.015%	≤0.03%	≤0.04%

(2) 31%高纯盐酸

产品规格:31%(wt)盐酸，无色或浅黄色透明液体。

质量标准：《高纯盐酸》（HG/T 2778-2020）。

表 3.3-9 31%高纯盐酸产品质量规格

序号	指标名称	指标规格
1	总酸度(以 HCl 计)	≥31%
2	铁(以 Fe 计)	≤3.0mg/L
3	钙(以 Ca 计)	≤0.5mg/L
4	镁(以计 Mg 计)	≤0.2mg/L
5	游离氯	≤60.0mg/L
6	蒸发残渣	≤50.0mg/L

(3) 10%次氯酸钠

产品规格:含 10%“有效氯”的次氯酸钠，浅黄色透明液体。

质量标准：《次氯酸钠》（GB 19106-2013）。

表 3.3-10 10%次氯酸钠产品质量规格

项目	指标					
	A ^a			B ^b		
	I	II	III	I	II	III
有效氯(以 CL 计) w/%	13.0	10.0	5.0	13.0	10.0	5.0
游离碱(以 NaOH 计) w/%	0.1~1.0%			0.1~1.0%		
铁(Fe) w/%≤	0.005			0.005		
重金属(以 Pb 计) w/%≤	0.001			-		
砷(As) w/%≤	0.0001			-		
a A 型适用于消毒、杀菌水处理等						
b B 型仅适用于一般工业用						

(4) 氢气

离子膜电解副产氢气。

质量标准：《工业氢》（GB/T 3634.1-2006）

表 3.3-11 氢气质量指标

项目名称		主要指标		
		优等品	一等品	合格品
H ₂ vol.%	≥	99.95	99.50	99.00
O ₂ vol.%	≤	0.01	0.20	0.40
N ₂ +Ar vol.%	≤	0.04	0.30	0.60
露点/°C	≤	-43	-	-
游离水/(mL/40 L 瓶)	-	-	无游离水	≤100

(5) 75% 稀硫酸

氯气干燥工段副产 75% 稀硫酸。

质量标准：《氯碱工业回收硫酸》（HG/T 5026-2016）

表 3.3-12 稀硫酸质量指标

项目	指标
外观	灰白色或灰色近透明液体，无明显机械杂质
硫酸质量分数	≥70
灰分	≤0.3

4 工艺技术方案

4.1 工艺技术方案的选择

4.1.1 年产4万吨氯化亚砷装置

4.1.1.1 原料路线确定的原则和依据

(1) 项目设计必须遵守国家的各项政策、法规和法令，符合国家的产业政策、投资方向及行业和地区的规划；

(2) 工艺生产技术，工艺可靠，操作运行稳定可靠，能耗低、三废排放少、产品质量好；

(3) 项目设计必须十分重视环境保护、安全和工业卫生，三废治理、消防、安全和劳动保护措施必须与主体装置同时设计、同时建设、同时投运。污染物的排放必须达到规定的指标，并保证工厂安全运行和操作人员的健康；

(4) 以经济效益为中心，加强市场调研，按照少投入、多产出、快速发展的原则和工厂设计模式改革的要求，尽可能节省项目建设投资。在稳妥可靠的前提下，实事求是地优化各成本要素，最大限度地降低项目的目标成本，提高项目的经济效益，增强项目的竞争能力；

(5) 考虑到项目工期紧张，设备尽量采取有成熟生产经验的国内厂家设备。

4.1.1.2 国内、外工艺技术概况

目前，国外氯化亚砷的生产企业主要是德国的朗盛公司、瑞士的 SF-Chem 公司、印度的 Transpek 公司，均为三氧化硫法工艺路线，由于三氧化硫贮运危险，该方法只适合与硫酸生产装置联产，国内氯化亚砷产品经过多年的工艺改进，淘汰了氯磺酸法和三氯氧磷联产法的落后工艺路线，多采用二氧化硫气相法工艺路线。

4.1.1.3 工艺技术方案的选择和比较

根据工艺生产技术路线的不同，主要分为氯磺酸法、联产法、二氧化硫气相法、三氧化硫气相法。

(1) 氯磺酸法

我国已于较早时间研发了氯磺酸法，过去此方法作为主要生产方法使用。该方法以硫磺粉、氯气、氯磺酸为主要原料，主要反应步骤为：①将硫磺粉与液氯输送至合成反应

器反应生成二氯化二硫，反应温度为 50℃至 80℃；②在催化剂氯化亚铁或三氯化铁的作用下，氯气与二氯化二硫反应生成二氯化硫；③在催化剂三氯化锑的作用下，二氯化硫和氯磺酸反应生成氯化亚砷，生成后的物料经精馏后得到最终产品。

优缺点：该方法成本较高，技术较落后，副产物较多，三废中污染物含量较高，最终产品质量较差（纯度 $\geq 80\%$ ），总收率仅为 41%左右，虽然目前国内该工艺技术方法正逐渐被市场淘汰。

(2) 联产法

此方法又称为五氯化磷法，该方法以三氯化磷、二氧化硫、氯气为原料，主要反应步骤为：①将三氯化磷与氯气输送至合成反应器，反应生成五氯化磷，反应温度为 45℃至 60℃，反应时间约为 5 至 6 小时；②继续加入二氧化硫，反应生成氯化亚砷和三氯氧磷，生成后的物料经精馏后，从塔顶得到最终产品，产品纯度在 95%以上，塔底得到的副产物为三氯氧磷，纯度在 98.5%以上。

优缺点：该生产技术方法由我国自主研发，并已用于实际生产，此方法工艺较简单，技术成熟可靠，生成过程容易控制，运行稳定性高，投资较少，收率较高（约 85%），并且此方法生产的产品质量好（纯度 $\geq 95\%$ ），污染小，副产物三氯氧磷的价值也较高。因此，使用此生产技术方法对改变国内生产状况，替代进口，具有非常重要的意义，尤其适用于中小企业。但因产品中的磷含量较高，使得产品质量欠佳，反应过程中生成的氯化氢对环境影响大、腐蚀严重。以上因素制约了该生成技术的发展。

(3) 二氧化硫气相法

二氧化硫气相法主要以硫磺、二氧化硫、氯气为原料，反应温度 $\geq 200\text{℃}$ ，在催化剂活性炭的作用下，生成氯化亚砷，反应后的物料再经精馏后得到最终产品。

优缺点：该方法原料成本低，产品纯度高（ $\geq 95\%$ ），收率较高（约 65%）。但是，此方法投资较大，需要具备一定的经济规模才适用。此技术方法实现了气相连续合成，其中不完全反应的二氧化硫经分离后可以循环使用。该方法技术先进，产品稳定性高，生产的产品无色透明，生产过程基本无“三废”产生。此工艺方法以拜耳（德国）、朗莎（瑞士）为代表，现国内已有多家企业引进了该技术，此技术逐步成为我国氯化亚砷的主要生产工艺方法。

(4) 三氧化硫气相法

三氧化硫气相法主要以三氧化硫、硫磺粉、氯气为原料，催化剂为 SbCl_3 ，主要反应步骤为：①由硫磺与氯气反应生成二氯化二硫；②由二氯化二硫与氯气反应生成二氯化

硫；③二氧化硫与三氧化硫反应生成氯化亚砷，反应温度约为40℃至60℃，反应后的物料经精馏得最终产品；④反应过程中，控制三氧化硫、氯气稍微过量，这样可以使得残余的二氯化硫减少。

优缺点：该方法工艺生产技术较先进，产品质量好，纯度高(≥99.6%)，无“三废”排放，副产的二氧化硫可循环使用，但是生产成本较二氧化硫法高，投资较大，需要具备一定的经济规模才适用。原料三氧化硫当温度超过30℃时有爆炸危险，故三氧化硫的输送、存储要求也较高。

综上所述，二氧化硫气相法优于其他方法，可实现气相连续合成，不完全反应的二氧化硫可循环使用，基本无“三废”，转化率较高，产品品质好，是国内氯化亚砷发展的方向。本项目采用二氧化硫气相法工艺生产氯化亚砷产品。

4.1.2 年产5万吨氯乙酸装置

4.1.2.1 原料路线确定的原则和依据

原料路线的确定首先应能满足拟建装置的工艺要求，使生产的产品质量好、收率高；其次是来源能保证长期供应、稳定可靠；三是价格便宜；四是贮运和加工方便；五是符合清洁生产对原料的要求等。

本装置的产品所需主要原料为：醋酸（外购）、醋酸酐（外购）、液氯（年产9.8万吨烧碱装置供给）。醋酸、醋酸酐的市场采购，采用汽车或船运运输方式，完全可以解决供应问题，液氯来源稳定、可靠，采用管道运输方式，项目实施后可确保生产所需。

4.1.2.2 国内、外工艺技术概况

氯乙酸是双官能团化合物，成品呈无色细粒(针状)结晶，有刺激臭味，溶于水、乙醇、氯仿和苯，水溶液呈酸性。氯乙酸最早由N. Leblanc于1841年在氯化乙酸时发现，1857年R. Hoffman在实验室里用乙酸于阳光直接照射下进行氯化反应制得氯乙酸。氯乙酸的生产合成方法有多种，如氯乙烯、氯乙醇氧化法，氯乙酰氯、三氯乙烯水解法，乙烯酮氯化法，乙酸催化氯化法等。但真正实现工业化生产的只有两种技术方法：三氯乙烯水解法和乙酸催化氯化法。

三氯乙烯水解法是以浓硫酸为催化剂，同时进行水的加成和水解反应。产率可达90%。该法曾因工艺过程简单、产品纯度较高而得到发展，在欧洲地区曾经应用到工业化生产装置。后因原料昂贵，于近年来被逐渐淘汰。

乙酸催化氯化法是在催化剂的作用下，冰醋酸与氯气在反应釜中进行氯化反应生成

一氯乙酸，副产少量的二氯乙酸甚至三氯乙酸。而后经过结晶或加氢等纯化处理，去除副产物后，得到高纯度的氯乙酸产品。该法根据催化剂的不同可分为硫磺法和醋酐法，两种方法的反应机理仅在反应的启动阶段不同，后续的机理反应都是相同的。按生产方式可分为间歇式和连续式。

间歇生产工艺可以采用硫磺法或醋酐法。但硫磺法的醋酸和氯气消耗比醋酐法高，且醋酐法所副产盐酸的质量可以达到合成盐酸的水平，可以直接进入市场销售。因此，硫磺法在国外逐渐被淘汰，醋酐法的应用逐渐普及。

目前我国国内的乙酸催化氯化法生成工艺曾经普遍采用硫磺作为催化剂，这是沿用了前苏联在 20 世纪 50 年代的技术。近年来也在逐渐改为使用醋酐做催化剂。上世纪 90 年代太原理工大学精细化工研究所就成功开发出了醋酐催化氯化法生成高纯氯乙酸的新工艺，并成功实现了半连续化工业生产。但间歇式的生产工艺限制了装置的产能。

连续生产工艺采用醋酐作为催化，在上世纪陆续由德国赫司特公司、荷兰阿克苏公司、法国阿托公司及美国道儿化学品公司开发，并实现了工业化生产，将单套装置的产能提高到了万吨级以上。

由于连续式乙酸催化氯化法在单套产能高、氯乙酸产品纯度、副产品质量、环境友好程度等方面的优势，这种生产工艺在国外得到了普遍的应用和发展，已经成为了国外最主要的生产技术方法。国内企业在看到连续式乙酸催化氯化法的优势后，也陆续引进了这种技术，正逐步淘汰相对落后的间歇式生产工艺。

4.1.2.3 工艺技术方案比较和选择

传统的间歇式生产工艺多采用硫磺作为催化剂，也有采用醋酐作为催化剂的。这种生产工艺单套装置产能小、原料单耗较高、催化效率低、硫磺粉易堵塞设备、氯乙酸产品和副产盐酸中容易含硫、三废产出较高、生产的自动化水平难以提高。

连续式生产工艺采用醋酐作为催化剂，单套装置产能高、原料单耗较低、催化效率高、催化剂残留低、产品和副产品纯度高、没有硫污染、乙酰氯可循环利用而不对环境造成污染、生产的自动化水平较高。因此，本项目拟采用连续式乙酸催化氯化法生产工艺。

4.1.3 年产 9.8 万吨烧碱装置

4.1.3.1 原料路线确定的原则和依据

本项目通过废盐处理工艺，将废盐处理为合格的工业品，应用到下游烧碱生产中。

废盐路线满足以下原则：

- (1)应能满足拟建装置的工艺要求，使生产的产品质量好、收率高；
- (2)来源普遍，能保证长期供应、稳定可靠；
- (3)价格合理且波动不大；
- (4)贮运和加工方便；
- (5)符合清洁生产对原料的要求等。

本项目产品所需的工业盐，原料采购来源稳定、可靠，完全可以解决供应问题，项目实施后可确保生产所需。

4.1.3.2 国内、外工艺技术概况

国内外对废盐的处理利用技术主要有两类，即无害化和资源化。无害化指消减或消除废盐中有毒有害成分以降低环境风险，典型的技术包指焚烧、填埋和排海等。资源化指运用集成工艺对废盐进行二次处理，其获取的副产盐再加工处理后作为工业原料、助剂进行循环利用。就国内而言，废盐的处理更倾向资源化利用，其相关技术主要包括热处理、洗涤分离、复分解、高级氧化等，处理后的盐水均可以达到离子膜烧碱装置标准。

当今世界盐电解制备烧碱的工艺技术是以隔膜法、离子膜法、水银法三者并存。目前日本几乎全部采用离子膜法生产烧碱。随着美国烧碱市场需求增速的放缓和老装置的淘汰，其总产能下降，但集中度进一步提高，离子膜法产能也逐渐提高。近年来水银法制碱有所减少，离子膜法制碱有所增加。欧洲还有个别厂采用水银法制碱，近期有计划将水银法逐步改为离子膜法，以避免汞污染。

目前我国烧碱生产工艺技术以隔膜碱和离子膜碱为主。近十年来，我国先后从日本旭硝子、旭化成、氯工程公司、德山曹达、意大利迪诺拉公司、英国 ICI 公司、美国西方化学公司、伍德公司等引进多套离子膜烧碱装置。另外，采用北化机制造的国产化离子膜电槽，已建成几十余套离子膜烧碱装置，使国内离子膜烧碱技术得到迅速发展。尤其是近十年国内新建氯碱厂基本上都采用离子膜法制烧碱技术。

随着离子膜烧碱产能持续增长，且部分隔膜碱由于能耗较大按产业政策陆续退出，近年来，中国烧碱行业生产工艺出现明显变化。截止到 2022 年底，中国烧碱总产能约为 4658 万吨。新建的烧碱装置全部采用离子膜法。

离子膜法烧碱生产工艺因其具有能耗低、产品质量高(可用作高纯度碱)、污染小(属清洁生产工艺)、生产灵活性强等优点，现已成为当今世界上最先进的制碱技术。

4.1.3.3 工艺技术方案的比较和选择

(1) 海水淡化的浓盐水处理工艺

海水淡化后的浓盐水含盐量是海水的 1.5 倍，在夏季工况和冬季工况下，海水淡化浓盐水的排放温度分别为 53℃ 和 23℃。这些高温度和高盐度的浓盐水直接排入大海，不仅污染海洋环境，也造成整个水电联产系统工质及能量的浪费。海水淡化后的浓盐水目前较为常用的利用方式是摊晒制盐或者与盐化工结合。氯碱生产工艺（烧碱生产）对原料水的盐度上限没有要求，通常情况下原料水的盐度越高出电解效率地越高。如果将高温度和高盐度的浓盐水替代化盐水，不仅可以减少浓盐水的排放。还有利于烧碱系统的安全性和经济性。本项目拟采用海水淡化后的浓盐水生产氯碱。

(2) 一次盐水精制

目前，国内盐水精制有如下 3 种方法。

1) 传统盐水精制工艺

传统一次盐水精制流程：配水桶化盐水经泵送入化盐桶溶解原盐，在前反应加入过量的 Na_2CO_3 、 NaOH 沉淀盐水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ，通过道尔澄清桶进行沉降分离沉淀物，后经过砂滤过滤器进一步除去机械杂质，再经过涂有 α -纤维碳素管精密过滤器，除去盐水中的 SS。

传统盐水精制工艺优点：过程简便，易掌握；检修次数少且维修费用低。缺点是：生产装置大，占地面积多；自动化不高，碳素管过滤器操作复杂，过滤后的盐水 SS 仍然比较高；澄清桶容易返浑，恢复时间长；砂滤带入硅污染；系统对原盐质量适应能力差。目前，此方法已被国内新建和改建的氯碱企业淘汰。

2) 有机膜法精制工艺

戈尔膜法过滤技术于 20 世纪八九十年代在美国、日本、德国等先进工业化国家氯碱行业盐水精制中得到应用。在 2000 年我国氯碱企业也成功将戈尔盐水预处理工艺、戈尔膜液体过滤器应用在一次盐水工艺中。以戈尔膜、凯膜为代表的膜法过滤技术的应用，大大提高了我国的盐水质量，缩短了我国氯碱企业一次盐水质量与国外先进工业化国家的距离。

有机膜法工艺流程：配水桶化盐水经泵送入化盐桶溶解原盐，然后在折流槽加入未脱氯淡盐水用于除游离氯、加入 NaOH 溶液沉淀 Mg^{2+} 、加入淡盐水调节盐水浓度。再进入前反应，在搅拌下充分反应，后经加压泵进入加压溶气灌和预处理。经过絮凝上浮沉降除去绝大部分镁盐和其他机械不溶物。澄清粗盐水进入后反应，盐水中 Ca^{2+} 的与投加

的 Na_2CO_3 反应生成沉淀。最后进入有机膜过滤器被除去，而从有机膜出来的盐水是 SS 含量相当低的精盐水。

此工艺经过长时间的运用，技术成熟，应用广泛。该工艺的优点：膜过滤后盐水质量稳定且 SS 含量小，完全达到二次盐水工艺要求；对盐水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 分段处理，去除杂质彻底；工艺流程较传统工艺简短、自动化程度高、操作简便；适应原盐的多样性，有利于降低成本。缺点是：有机膜运行寿命短，且易受损害；膜的价格昂贵，维护费用高。

3) 无机膜法直接过滤工艺

陶瓷膜法直接过滤工艺是近年新兴的一次盐水精制技术，其独到的过滤技术、投资省、占地少以及优良的操作弹性倍受广大氯碱企业的青睐。

陶瓷膜法过滤的工艺流程：配水桶化盐水经泵送入化盐池溶解原盐，在反应桶入口加入 Na_2CO_3 、 NaOH 、未脱氯淡盐水及淡盐水。经过充分反应后自流入粗盐水中中间槽，用泵送往无机陶瓷膜过滤装置，过滤单元采用内循环“错流”过滤方式，泵将粗盐水料液经粗盐水过滤器后送入陶瓷膜过滤器进行过滤，从陶瓷膜过滤器的渗透清液出口排出精盐水，进入精制盐水罐。从陶瓷膜过滤器浓缩液出口流出的浓缩盐水按比例排出部分去盐泥压滤机分离出盐泥，部分返回粗盐水中中间槽。

陶瓷膜法直接过滤工艺的优点明显：相对传统工艺和有机膜法过滤，减少了澄清桶、砂滤和预处理，简化了流程，有效降低投资成本，减少占地面积；克服传统工艺中带来的硅污染，且无须对粗盐水进行分段复杂的前处理，只要过碱量控制稳定，反应停留时间足够，经过陶瓷膜过滤之后即可得到合格的精盐水；不受原盐中钙镁比例偏差大的影响，降低对原盐的要求。

本项目一次盐水单元采用陶瓷膜法过滤，可进行相关考察后确定。

(3) 二次盐水精制

采用螯合树脂精制工艺流程。

在采用一次盐水传统精制技术中，盐水的一般悬浮物含量不能达到要求。需再经过炭素烧结的管式过滤器过滤，使盐水中的悬浮物降到 1ppm 以下，盐水才能进行二次精制。而用膜过滤的盐水可不用再过滤即可进行二次精制。

二次盐水精制采用螯合树脂精制工艺流程。一般工艺流程有三塔流程和两塔流程两种形式。

三塔流程为 T-A/B/C。在正常情况下，树脂塔是两台串联在线运行，一台离线再生或等待。

两塔流程为 T-A/B。正常情况下，树脂塔是两台串联在线运行，一台在线运行另一台离线再生。

三塔流程仅一次投资稍大，但对盐水质量的控制较二塔流程有保障得多。本项目推荐采用三塔流程。

(4)电解

离子膜法烧碱是当前世界上工业化生产烧碱当中最先进、最经济的一项技术，与隔膜碱相比具有能耗低(每吨比隔膜法节约 0.47 吨标煤，约节约总能耗的 1/3)，产品质量高(含盐最大为 40ppm，而相同浓度的隔膜碱含盐约为 5%)、三废污染小(属清洁生产工艺，无隔膜法的石棉绒及水银法的水银污染)，成本低及操作管理方便等优点，离子膜碱因其杂质少，可应用于石化、化纤、轻工、电子、医药等部门。

本装置采用离子膜法制烧碱，目前世界上拥有离子膜法生产烧碱的专利商很多，如日本旭化成、氯工程、德国伍迪公司等，国内均有上述公司的生产技术，从目前国内引进的各公司技术看来，技术上都是先进、可靠的。

目前离子膜电解技术发展趋势是向复极式电解槽，自然循环和高电流密度的方向发展。对于本项目烧碱装置来说，从综合技术经济等角度出发，选择高电流密度和自然循环的零极距复极槽较为合理。

国际上主要离子膜电解槽性能比较如下表 4.1-1

序号	公司名称 对比项目	日本旭化成 电解槽(NCZ)	英国 INEOS 电解槽(Bichlor)	德国伍德 电解槽(BM ² .7-G6)	日本氯工程 电解槽(nx-BiTAC-Plus)	中国北化机 电解槽(NBZ)	中国安凯特 电解槽(ANC330Z)	
	国内外	国外				国内		
A	单元槽							
1)	单元槽型式	依附性单元(阴阳极背对)	独立性单元(阴阳极面对)	独立性单元(阴阳极面对)	依附性单元(阴阳极背对)	依附性单元(阴阳极背对)	依附性单元(阴阳极背对)	
2)	循环方式	自然循环	自然循环	自然循环	自然循环	自然循环	自然循环	
3)	单元槽电极面积	2.7 m ²	2.895 m ²	2.72 m ²	3.276 m ²	2.7 m ²	3.276 m ²	
B	操作电流密度							
1)	允许最低值电流密度	1.5KA/m ²						
2)	正常运行电流密度	5.5~6KA/m ²						
3)	允许最高值电流密度	6KA/m ²						
4)	设计电流密度	6.5KA/m ²						
C	标准状态直流电耗保证(90℃, 32%NaOH 状态下)							
1)	电流密度 5.5KA/m ² 电耗	2015KWH/T100%烧碱	2016KWH/T100%烧碱	2012KWH/T100%烧碱	2010KWH/T100%烧碱	2030KWH/T100%烧碱	2020KWH/T100%烧碱	
2)	电流密度 6KA/m ² 电耗	2045KWH/T100%烧碱	2040KWH/T100%烧碱	2050KWH/T100%烧碱	2045KWH/T100%烧碱	2055KWH/T100%烧碱	2050KWH/T100%烧碱	
D	电槽初期特性方程式							
	槽电压与电流密度关系	$u=2.331+0.154i$	$u=2.36+0.139i$	$\sim u=2.331+0.154i(?)$	$u=2.38+0.14i$	$u=2.331+0.154i$	$u=2.42+0.14i$	
	量纲说明	其中: u -[V]; I -[KA/m ²]						
E	离子膜电流效率保证							
	投料试车--第 2(3)个月	#	#	96%(3)	#	95.50%	#	
	第 2(3)个月--第 12 个月	#	#	95%(4)	#	95.00%	#	
	投料试车--第 6 个月	96.50%	96.50%	#	96.50%	#	96.50%	
	第 6 个月--第 12 个月	96.00%	96.00%	#	96.00%	#	96.00%	
	第 13 个月--第 24 个月	95.00%	95.00%	94.00%	95.00%	94.00%	95.00%	
	第 25 个月--第 36 个月	94.00%	94.00%	93.00%	94.00%	93.00%	94.00%	

序号	公司名称 对比项目	日本旭化成 电解槽(NCZ)	英国 INEOS 电解槽(Bichlor)	德国伍德 电解槽(BM ² .7-G6)	日本氟工程 电解槽(nx-BiTAC-Plus)	中国北化机 电解槽(NBZ)	中国安凯特 电解槽(ANC330Z)
	第 37 个月--第 48 个月	93.00%	93.00%	93.00%	93.00%	不保证	93.00%
F	电槽结构						
1)	单元独立性	不独立	独立	独立	不独立	不独立	不独立
2)	电槽单元之间紧固方式	油压紧固	手动丝杆紧固	手动丝杆紧固	手动丝杆紧固	油压紧固	手动丝杆紧固
3)	更换单元卸装操作	很方便	方便	方便	较方便	很方便	较方便
4)	卸装过程对单元垫片影响	需要更换卸装电槽垫片	不影响单元间的垫片	不影响单元间的垫片	需要更换卸装电槽垫片	需要更换卸装电槽垫片	需要更换卸装电槽垫片
5)	卸装过程对离子膜的影响	需要更换卸装电槽所需离子膜	没有影响	没有影响	需要更换卸装电槽所需离子膜	需要更换卸装电槽所需离子膜	需要更换卸装电槽所需离子膜
6)	对单个单元的组装工作量	没有	有, 需要紧固	有, 需要紧固	没有	没有	没有
7)	电极电流汇集与分配方式	以线方式按双线对位分配	以 8*128 点方式错位分配	以线方式按双线对位分配	以线方式按双线对位分配	以线方式按双线对位分配	以线方式按双线对位分配
8)	阴阳极电流汇集与分配	分配较均匀	分配很均匀	分配很均匀	分配非常均匀	分配较均匀	分配非常均匀
9)	膜损坏穿孔时的短路电流	大, 容易损坏电极	小, 较不易损坏电极	大, 容易损坏电极	小, 较不易损坏电极	大, 容易损坏电极	小, 较不易损坏电极
10)	防止膜震动措施	膜极距结构, 可全面防止膜震动	有 128 个绝缘压点固定	膜极距结构, 可全面防止膜震动	膜极距结构, 可全面防止膜震动	膜极距结构, 可全面防止膜震动	膜极距结构, 可全面防止膜震动
11)	高电流密度下膜的寿命	膜振动小, 寿命长	128 个绝缘固定的位置膜易损	膜振动小, 寿命长	膜振动小, 寿命长	膜振动小, 寿命长	膜振动小, 寿命长
12)	单独的气液汇集室	有	有	有	有	有	有
13)	膜利用率	膜利用率 81%	膜利用率 85%	膜利用率 85%	膜利用率 90%	膜利用率 81%	膜利用率 90%
14)	阴阳极室空间	阴阳极室空间相当	阴极室大于阳极室	阴阳极室空间相当	阳极室大于阴极室	阴阳极室空间相当	阳极室大于阴极室
15)	一类导体上的电压降	较低	低	较低	低	较低	低
16)	阴阳极自然循环折流挡板	有	有	有	有	有	有
17)	单元槽的惯性矩与刚度	惯性矩大, 刚度好	惯性矩大, 刚度好	惯性矩大, 刚度好	惯性矩小, 刚度差	惯性矩大, 刚度好	惯性矩小, 刚度差
18)	单元槽之间连接面上要求	要求高	要求高	要求高	要求低	要求高	要求低
19)	单元槽之间连接面上安装	方便	方便	方便	方便	方便	方便
20)	单元槽之间漏液几率	较容易发生	较容易发生	较容易发生	较容易发生	容易发生	较容易发生
G	制造水平						
1)	电槽缝处精度	高, 但进出液口易出现泄漏	高, 但进出液口、四个角易出现泄漏	高, 但进出液口、四个角易出现泄漏	高, 但进出液口易出现泄漏	高, 但进出液口易出现泄漏	高, 但进出液口易出现泄漏

序号	公司名称 对比项目	日本旭化成 电解槽(NCZ)	英国 INEOS 电解槽(Bichlor)	德国伍德 电解槽(BM ² .7-G6)	日本氯工程 电解槽(nx-BiTAC-Plus)	中国北化机 电解槽(NBZ)	中国安凯特 电解槽(ANC330Z)
2)	电槽极网精度	高, 阳极不易变形, 但阴极易变形	高, 阳极、阴极易变形	高, 阳极不易变形, 但阴极易变形	高, 阳极不易变形, 但阴极易变形	高, 阳极不易变形, 但阴极易变形	高, 阳极不易变形, 但阴极易变形
H	电槽材质						
1)	阴极单元					全部镍	全部镍
i	阴极框	全部镍	全部镍	全部镍	全部镍	全部镍	全部镍
ii	电流分配汇集板(或棒)	全部镍	全部镍	全部镍	全部镍	全部镍	全部镍
iii	导流板	全部镍	全部镍	全部镍	全部镍	镍, 活性阴极面网, 编织网	镍, 活性阴极面网, 编织网
iv	阴极网	镍, 活性阴极面网, 编织网	镍, 活性阴极、一张	镍, 活性阴极面网, 编织网	镍, 活性阴极面网, 编织网		
2)	阳极单元					全部钛	全部钛
i	阳极框	全部钛	全部钛	全部钛	全部钛	钛	钛
ii	电流分配汇集板(或棒)	钛	钛	钛	钛	钛	钛
iii	导流板	钛	钛	钛	钛	TA1, DSA, 两张网	TA1, DSA, 两张网
iv	阳极网	TA1, DSA, 两张网	TA1, DSA, 一张网	TA1, DSA, 一张网	TA1, DSA, 两张网	全部钛	全部钛
3)	盐水进口总管	全部钛	PP/FRP	PP/FRP 或 CPVC/FRP	PVC/FRP 或 TA1	全部镍	全部镍
4)	碱液进口总管	全部镍	PP/FRP	PP/FRP	PVC/FRP 或 镍	全部钛	全部钛
5)	淡盐水出口总管	全部钛	CPVC/FRP	CPVC/FRP	PVC/FRP 或 钛	全部镍	全部镍
6)	液碱出口总管	全部镍	PP/FRP	PP/FRP	PVC/FRP 或 镍	全部镍	全部镍
I	产品质量						
1)	烧碱:						
	NaOH≥[wt%]	32	32	32	32	32	32
	NaCl≤[wtppm]	35	40	40	40	35	35
	Fe ₂ O ₃ ≤[wtppm]	3	3	1	3	3	3
	NaClO ₃ ≤[wtppm]	/	20	20	15	/	15
2)	总管湿氯气(干基计)						
	Cl ₂ ≥[vol%]	加盐酸时: 99.0	加盐酸时: 98.5	加盐酸时: 98.5	加盐酸时: 98.5	加盐酸时: 99	加盐酸时: 98.5
	O ₂ ≤[vol%]	加盐酸时: 0.6	加盐酸时: 1	加盐酸时: 1	加盐酸时: 1.0	加盐酸时: 0.6	加盐酸时: 1.0
	H ₂ ≤[vol%]	0.05	/	0.05	/	0.05	/
3)	总管湿氢气(干基计)						

序号	公司名称 对比项目	日本旭化成 电解槽(NCZ)	英国 INEOS 电解槽(Bichlor)	德国伍德 电解槽(BM ² .7-G6)	日本氯工程 电解槽(nx-BiTAC-Plus)	中国北化机 电解槽(NBZ)	中国安凯特 电解槽(ANC330Z)
	H2≥[vol%]	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9
J	操作条件与要求						
1)	电解槽操作温度 t[°C]	75<t<90	75<t<90	75<t<90	75<t<90	75<t<90	75<t<90
2)	进电槽精盐水 NaCl 浓度	305±5[g/l]	300±5[g/l]	307.5±7.5[g/l]	305±5[g/l]	305±5[g/l]	305±5[g/l]
3)	二次精制盐水要求						
i	NaCl	305±5[g/l]	305±5[g/l]	305±5[g/l]	305±5[g/l]	305±5[g/l]	305±5[g/l]
ii	Na2SO4	7--12[g/l]	7--12[g/l]	7--12[g/l]	7--12[g/l]	7--12[g/l]	7--12[g/l]
iii	NaClO3	≤5[g/l]	≤5[g/l]	≤5[g/l]	≤5[g/l]	≤5[g/l]	≤5[g/l]
iv	Ca+++Mg++	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]
v	Si	Max: 2.3[mg/l]	Max: 2.3[mg/l]	Max: 2.3[mg/l]	Max: 2.3[mg/l]	Max: 2.3[mg/l]	Max: 2.3[mg/l]
vi	Al	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]
vii	I	Max: 0.2[mg/l]	Max: 0.2[mg/l]	Max: 0.2[mg/l]	Max: 0.2[mg/l]	Max: 0.2[mg/l]	Max: 0.2[mg/l]
viii	Ba	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]
ix	Sr	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.05[mg/l]	Max: 0.1[mg/l]	Max: 0.05[mg/l]
x	Fe	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.2[mg/l]	Max: 0.02[mg/l]	Max: 0.2[mg/l]
xi	Ni	Max: 0.01[mg/l]	Max: 0.01[mg/l]	Max: 0.01[mg/l]	Max: 0.01[mg/l]	Max: 0.01[mg/l]	Max: 0.01[mg/l]
xiii	游离氯	0	0	0	0	0	0
xiv	TOC	Max: 10[ppm]	Max: 7[ppm]	Max: 7[ppm]	Max: 10[ppm]	Max: 10[ppm]	Max: 10[ppm]
xv	SS	Max: 1[ppm]	Max: 1[ppm]	Max: 1[ppm]	Max: 1[ppm]	Max: 1[ppm]	Max: 1[ppm]
xvi	PH	~9	~9	~9	~9	~9	~9
K	机械性能保证						
1)	阳极涂层寿命	8年, 需要更换钛网	8年, 可更换钛网, 也可重涂	8年, 不可更换钛网, 只能重涂	8年, 需要更换钛网	8年, 需要更换钛网	8年, 需要更换钛网
2)	阴极涂层寿命	8年, 需要更换弹性网及阴极网	8年, 可更换镍网, 也可重涂	8年, 需要更换弹性网及阴极网	8年, 需要更换弹性网及阴极网	8年, 需要更换弹性网及阴极网	8年, 需要更换弹性网及阴极网
3)	软管寿命	8年	8年	8年	8年	8年	8年
4)	垫圈寿命	4年	4年	4年	4年	4年	4年
5)	电槽周边总管寿命	10年	4年	4年	10年	10年	10年
L	其他						
1)	配件数量及成本	少, 低	多, 高	多, 高	少, 低	少, 低	少, 低

序号	公司名称 对比项目	日本旭化成 电解槽(NCZ)	英国 INEOS 电解槽(Bichlor)	德国伍德 电解槽(BM ² .7-G6)	日本氯工程 电解槽(nx-BiTAC-Plus)	中国北化机 电解槽(NBZ)	中国安凯特 电解槽(ANC330Z)
2)	正常运行检修成本	低	很高	很高	低	低	低
3)	正常设备维修成本	低	很高	很高	低	低	低
4)							

上述这些专利技术均是先进可靠的，最终采用哪家技术需在合同谈判后的技术经济综合比较再作确定。

(5) 淡盐水脱氯及膜法脱硝

淡盐水脱氯采用真空脱氯和化学脱氯相结合的方法，真空系统由机械真空泵来实现，真空度高且稳定，经真空脱氯后的淡盐水含游离氯 $\leq 50\text{mg/l}$ ；真空脱氯后的淡盐水加 Na_2SO_3 进一步化学脱氯，以保证返回一次盐水单元的淡盐水不含游离氯，从而保证下游单元的设备 and 管道不被腐蚀。该系统的技术一般由电解技术商成套提供，以保证电解稳定、安全、长期运行。

为减少盐水系统中硫酸根离子的富集给电解带来的影响，需将硫酸根维持在较低的浓度。通常采用两种方法：一是传统的钡法除硝工艺，二是膜法脱硝工艺配合冷冻技术进行芒硝的脱除。钡法脱硝工艺成熟，脱硝效果好、具有很强的可操作性，随着国家环保要求日益严格，因氯化钡毒性较强，它将逐步被环保、先进的脱硝方法所取代。膜法除硝工艺采用的原理是采用纳滤膜对二价离子的排斥作用较强，而对一价的钠离子排斥力较弱的情况进行分离，富硝盐水进一步冷冻之后副产芒硝。贫硝盐水送去淡盐水浓缩单元。此项技术的优越性在于避免使用有毒的氯化钡，同时具有操作运行费用少、盐水回收率高、操作维护简便、安装方便和降低运行成本等优点。除硝工艺在国内已属于成熟工艺，建议本项目采用膜法脱硝工艺技术。

(6) 氯气处理及压缩

1) 氯气干燥

根据目前我国大型氯碱生产实施效果，以及用氯产品的平衡情况，有以下三种氯气处理工艺：

工艺一：双塔干燥流程

即著名的“荷兰阿克苏双塔干燥流程”，日本旭硝子公司大量应用此流程。该工艺技术成熟可靠，可以适用于本工程。

来自离子膜电解槽阳极的氯气经洗涤、冷却、过滤、干燥、压缩除雾，即为干燥洁净氯气。其湿氯气经填料干燥塔和泡罩干燥塔二塔干燥，因而称之为双塔干燥流程，也是目前国内外较为流行的流程。

工艺二：串级组合填料塔干燥流程

即流行于北美、欧洲的“填料塔串接组合干燥流程”，日本旭化成公司大量应用此流程。

该流程与双塔干燥流程工艺基本一致，只是在经过过滤除沫以后的湿氯气依次进入四台串联的填料塔，用不同浓度的硫酸对氯气进行干燥脱水，因而称之为串级组合填料塔干燥流程。

该干燥流程采用了多台填料干燥塔串联，其操作弹性较大、简易方便；但是占地面积大、操作维修费用高、投资多，另外还可能会出现填料的“干锥体现象”，而影响干燥效果。

工艺三：单塔干燥流程

在上海工业区某项目一期 36 万吨/年烧碱项目中，氯气干燥工艺采用是引进德国 SGL 西格里公司的单塔干燥流程，即由一台填料加泡罩的复合干燥塔投入生产，其氯气含水量 $\leq 50\text{ppm}$ ，单台能力即可满足 18 万吨/年烧碱装置。该工艺流程的日常运行和维修费用比双塔流程低，一次投资高。

从技术方案投资、适用性和应用的案例以及酸耗来看，可以推荐采用填料和泡罩组合塔的单塔及两塔工艺流程方案。

2) 氯气压缩

干燥后的氯气经干氯气除雾器除去酸沫后，送氯气透平压缩机压缩后送氯气液化单元，氯压机循环水为独立循环水。目前氯气输送设备有两种方式，一种是液环泵，另一种是透平式压缩机。通常的液环泵对氯气中含水量要求不甚苛刻，但动力消耗大，输送量小，出口氯气压力低，适于生产规模在 5 万 t/a 烧碱能力以下的氯气输送。透平式压缩机具有输送量大、排气压力较高、电耗低、运转平稳、工作环境得以改善等优点。该设备能量消耗与同气量液环泵相比节电 50%，但要求氯气中含水量 $< 100\text{wtppm}$ ，适于 5 万 t/a 烧碱规模以上的装置输送氯气。

对于透平压缩机有国产小透平、锦西化机厂大型透平机和引进国外大型透平机。从运行的稳定性、经济性和实用性来分析，推荐引进国外大型透平机(不需备机)。设备制造商有德国西门子公司、意大利 GARO 公司，德国曼透平公司等。

本工序的酸雾和水雾捕集的过滤芯，从长期和稳定运行角度考虑，建议采用进口过滤芯。

根据综合分析比较的结果，本工程的氯气处理设计方案建议采用湿氯气经氯气洗涤、钛管换热器，先直接、后间接的二段冷却；氯气除盐降温后，经 4 台填料塔，使氯气含水量 $\leq 50\text{ppm}$ ；氯气输送选用进口大型透平式压缩机。为了确保氯气含水合格，采用氯气在线水份分析仪。进口大型氯气压缩机组，可根据业绩等情况考察后确定。

(7)液氯

本项目烧碱装置产生的氯气全部液化/气化，用于下游装置生产。

目前国内氯气液化均采用传统工艺，即低压压缩至 0.24MPaG~0.35MPaG，再通过低温冷媒冷至-20℃液化。国外已逐渐采用德国西门子公司、意大利 Garo 公司新工艺，即高压压缩机二级压缩至 1.0~1.4MPaG，在常温下液化，采用此方法在欧洲占有量已达 60%，在世界上已有 30% 以上采用高压法。

由于欧洲液氯高压工艺均采用井水($t \approx 20^\circ\text{C}$)，冷却塔循环水($t < 23^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$)或河水($t < 28^\circ\text{C}$)。虽然高压法有其优点(无需冷冻、无污染、低能耗、占地少)。但由于国内多数地区夏天循环水供水温度达 30~32℃，且要将气氯升压至 1.4MPaG，需采用双级压缩机，压力增高后装置投资费用将上升很大。故在国内还没有普遍采用高压法，仍采用传统的低温低压液化法。

经综合比较投资和运行费用后，本项目仍采用以制冷剂为冷媒的液氯冷凝机组，将原料氯气液化，液化效率控制在 90% 以上。

(8)氢气处理

由电解槽出来的氢气温度高、含水量大、且含碱雾，故必须进行冷却。冷却分直接冷却和间接冷却两种方式。直接冷却方式是采用填料塔，利用氢气冷凝下的液体作为循环使用的洗涤液；间接冷却是采用列管换热器冷却的方式。本项目建议设计采用洗涤塔直接冷却，使用循环冷却水以节省水消耗量，而且塔本身增加了氢气的缓冲量，有利于进压缩机的氢气压力的稳定。氢气输送依用户的需要，可选用水环式压缩机、往复式压缩机或罗茨风机。针对本工程用户对氢气压力的要求，建议设计采用大型水环压缩机增压，送至下游氯化氢合成及其他用户。

氢气提纯的主要工艺有:变压吸附、膜分离和深冷分离。目前工业上大多采用物理法中的变压吸附法(PSA)提纯氢气，也是目前最成熟的氢气提纯技术，最高可以得到纯度为 99.999%的氢气。PSA 分离技术的基本原理是基于在不同压力下，吸附剂对不同气体的选择性吸附能力不同，利用压力的周期性变化进行吸附和解吸，从而实现气体的分离和提纯。根据原料气中不同杂质种类，吸附剂可选取分子筛、活性炭、活性氧化铝等。近年来，PSA 技术逐渐完善，通过增加均压次数，可降低能量消耗；采用抽空工艺，氢气的回收率可提高到 95%~97%。建议本项目采用变压吸附法(PSA)提纯氢气。

氢气通过氢气压缩机将氢气压力提升到所需压力，直接接入氢气充装系统将氢气装入氢气钢瓶或氢气长管拖车。

(9)氯化氢合成及盐酸

氯气与氢气在合成炉内以燃烧形式反应生成氯化氢，并释放出大量的热量，而且火焰中心区温度达到2500℃以上，生成的氯化氢气体温度在2000℃以上，氯化氢气体溶解于水生成盐酸时又有溶解热放出，这些热量相当可观，由此是可以利用氯化氢合成时放出的高温热能来副产蒸汽。

目前有两种副产蒸汽的合成炉：

第一种，采用全石墨、进口改性树脂加工的副产蒸汽氯化氢石墨合成炉(副产蒸汽压力为0.3~0.8MPa)。该类型合成炉由于采用全石墨及进口改性树脂加工制作，并且在副产蒸汽段采用进口细颗粒石墨材料加工制作，解决了在副产高压蒸汽时石墨材料的强度问题。加上石墨材料的高耐腐蚀性及高导热性等优点，保证了该类型全石墨制副产蒸汽合成炉能在苛刻的运行条件下长期稳定地运行，且产量大、操作简便、不易腐蚀、使用寿命长、检修方便简捷，缺点为副产蒸汽压力较低。

第二种，采用半石墨、半钢制副产蒸汽氯化氢合成炉(副产蒸汽压力为0.9~1.6MPa)。该类型合成炉是为满足部分厂家对蒸汽压力要求的需要，推出的一种钢制合成炉，为了保证蒸汽压力能达到0.9~1.6MPa，解决石墨强度达不到该强度的问题，在合成炉副产蒸汽段采用钢制炉壁来保证强度，进而达到对蒸汽压力的要求。优点：钢制副产蒸汽合成炉副产蒸汽压力高，可-达到0.9~1.6MPa。缺点：由于炉壁为钢制，设备存在产量小、操作不稳定、开停车频繁、操作困难、易腐蚀、对操作的自动化程度要求高、检修困难、使用寿命短及在后续产品中铁离子含量高等缺点。

经综合比较投资和运行费用后，建议本项目采用副产蒸汽氯化氢石墨合成炉，氯化氢经冷却吸收后制备高纯盐酸，副产蒸汽并入装置蒸汽管网或用于溴化锂制冷冻水。

4.2 工艺流程和消耗定额

4.2.1 项目总流程概述

本项目以海水淡化后的浓盐水（掺原盐）为原料通过电解生产烧碱，副产氯气和氢气。其中氯气、烧碱作为下游氯化亚砷和氯乙酸的原料使用。剩余的烧碱、氢气、氯气作为产品外售。总体物料平衡简图见下图。



图 4.2-1 项目总物料平衡图

4.2.2 年产4万吨氯化亚砷生产装置

4.2.2.1 工艺流程

二氧化硫气相法工艺流程简述：

(1) 二氯化硫合成

将硫磺用铲车提升至料斗附近，投入反应釜中(为抑制硫磺粉尘产生，釜内控制微负压)，然后持续不断通入氯气，该反应为气、固相反应，氯气通过分布器由下而上进入反应釜，在常温、常压下与硫磺进行反应，生成的一氯化硫液体进入贮罐。将上述工序反应物通过分布器与通入的氯气在此反应生成二氯化硫，并通入套用的精馏釜底液。控制反应温度，保持在55℃左右，将生成的二氯化硫汽化，促使反应平衡不断向生成二氯化硫的方向进行，该反应二氯化硫转化率为99%以上。

(2) 氯化亚砷合成

由于二氯化硫制取过程中氯气过量，因此合成釜外排气体中主要气体为氯气，与经过气化、缓冲、计量的二氧化硫混合后，经催化预热器进入催化反应器顶部，压力控制在0.2MPa，温度控制在200~230℃，混合气体(氯气、二氧化硫、二氯化硫)经催化反应后生成气相氯化亚砷粗品混合气体。氯化亚砷粗品混合气体经催化器底部，经冷凝器冷凝后，不凝气经二级冷凝器冷凝，液体流入粗品受器，气相为未反应的氯气和二氧化硫气体经喷射泵加压和二氧化硫、二氯化硫、氯气一起进入合成尾气缓冲罐混合后，进催化器继续反应，此过程为连续反应。

固体硫磺经加料斗加入到熔硫釜，给熔硫釜夹套通入蒸汽，硫磺融化成液体。从催化器冷凝下的氯化亚砷粗品含有一氯化硫、二氯化硫、氯化亚砷等组分，将粗品定量放入配硫釜，熔硫釜内液体硫磺缓慢加入配硫釜，温度控制在75℃以下反应，将二氯化硫转化为一氯化硫，使氯化亚砷粗品转化为两种组分，即一氯化硫和氯化亚砷。

(3) 氯化亚砷净化

氯化亚砷粗品配硫结束后，通过脱重塔进料泵将其打入脱重塔，脱除氯化亚砷粗品中重组分一氯化硫。脱重塔顶的氯化亚砷及轻组分依次经过脱重塔顶冷凝器后进入脱重塔顶回流罐。脱重塔顶回流罐内的氯化亚砷半成品一部分回流至脱重塔，一部分进入脱轻塔进料罐，通过泵打入脱轻塔。

脱轻塔为常压操作，脱除轻组分(如SO₂、硫酰氯、二氯化硫等)，塔顶操作温度70℃，塔釜操作温度为80℃。塔顶气相出料首先经加热器升温至115℃，副产物硫酰氯在裂解器分解为SO₂和Cl₂，经管线回收利用。操作过程中严格控制气相物料温度不得

超过 130℃，否则目标产物氯化亚砷也会发生分解。脱除硫酰氯后的轻组分主要为溶解有二氯化硫的氯化亚砷，经过回流泵一部分打回流，一部分进入二次配硫罐，氯化亚砷半成品在二次配硫罐内配硫结束后，经产品塔进料罐，打入产品塔。产品塔塔中部采出氯化亚砷产品；塔顶出气主要为硫酰氯，经裂解后送入尾气系统；塔底重组分出料进入一氯化硫罐。

(4) 尾气处理

尾气深冷系统进口废气组分主要为二氧化硫、氯化氢(极少) 氯化亚砷等不凝气，上述废气组分进入尾气深冷系统，二氧化硫和氯化亚砷基本被冷凝回收，不凝气(主要为氮气和极少量氯化氢等)经两级水洗塔和两级碱洗塔吸收，其中氯化氢被两级水洗塔吸收，氯化亚砷与水分解为二氧化硫、氯化氢，二氧化硫被两级碱洗塔吸收。通过尾气吸收塔的两级水吸收和两级碱液吸收，制得副产品盐酸溶液和亚硫酸钠溶液。

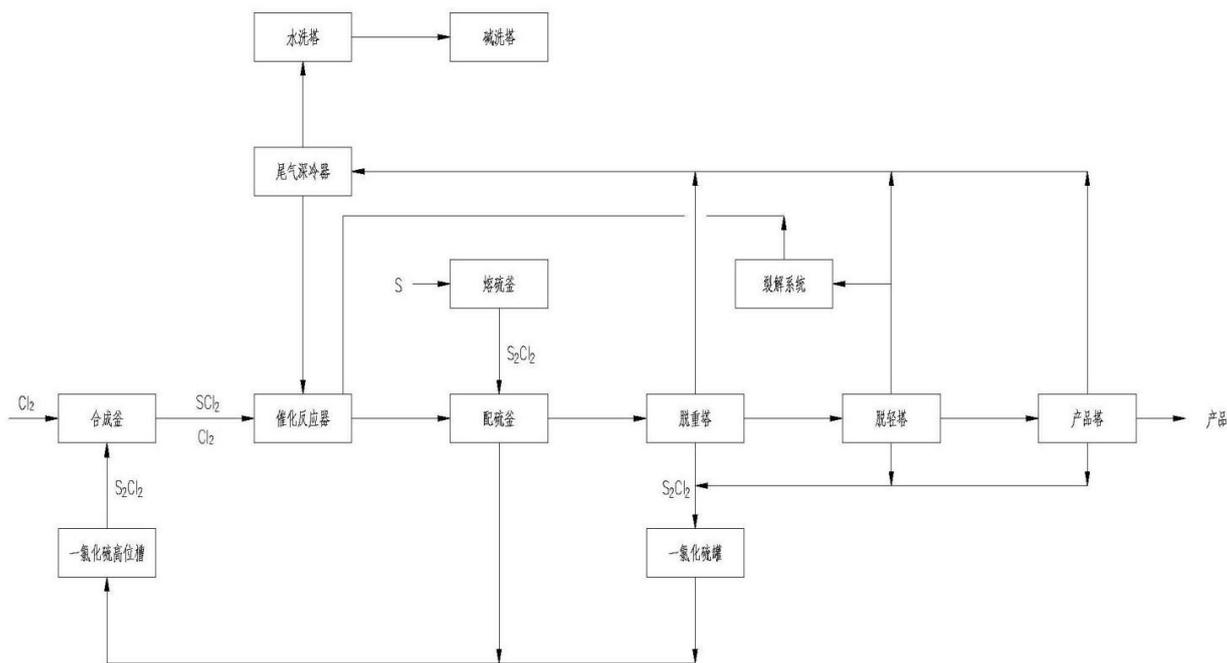


图 4.2-2 年产4万吨氯化亚砷生产装置工艺流程框图

4.2.2.2 物料平衡

氯化亚砷生产工艺物料平衡表见 4.1-2.

表 4.2-1 氯化亚砷装置物料平衡表

进项		出项	
物料	t/a	物料	t/a
氯气	24000	氯化亚砷	40000
硫磺	5400	盐酸	687.7
二氧化硫	12139.2	亚硫酸钠	11174
液碱	5943	废气	8.22
水	4387.7		
合计	51869.9		51869.9

4.2.2.3 消耗定额

氯化亚砷装置主要原料、燃料动力消耗指标见表4.1-3，单位产品消耗折吨氯化亚砷消耗。

表4.2-2 氯化亚砷装置主要原料消耗指标

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
1	氯气	纯度≥99.5wt%	t	0.6	3	24000	
2	硫磺	纯度≥99.5wt%	t	0.135	0.675	5400	
3	二氧化硫	≥99.5wt%	t	0.3035	1.5175	12139.2	液体
4	液碱	32%	t	0.04755	0.23775	1902	折百
5	工业水	一次水，常温	m ³	0.1	0.5	4000	
	脱盐水	0.3MPaG	m ³	0.12	0.6	4800	自建
6	循环水	t≤28℃	m ³	7.2	36	288000	
7	电	380V 50Hz 3相	kWh	75	375	3000000	已包含公用工程
8	蒸汽	P=0.8Mpa(G)	t	0.67	3.35	26800	
9	氮气	P=0.7Mpa，含氧≤10ppm，无油、无水	Nm ³	36	180	1440000	
10	仪表空气	无油无尘，露点：-40℃	Nm ³	20	100	800000	
11	压缩空气	无油无尘，P=0.7Mpa	Nm ³	10	50	400000	
12	冷冻水	-15℃，0.5MPa	kcal	35000	175000	1400000000	

4.2.3 年产5万吨氯乙酸生产工艺

4.2.3.1 工艺流程

本项目采用醋酐做催化剂引发剂，经乙酸氯化、加氢、蒸馏、切片包装等过程制取氯乙酸产品，整个过程采用DCS控制。该法单套生产能力大，产品质量高，得率高，原料消耗低，生产废水易被生物降解达环保要求。

(1) 氯化工段

整个反应过程大致可分为三步：

- 1) 醋酐和HCl反应，生成乙酰氯和醋酸；
- 2) 乙酰氯和氯气反应，生成氯乙酰氯，放出HCl气体；
- 3) 氯乙酰氯和醋酸反应生成一氯乙酸和乙酰氯。

醋酸、醋酐及氯乙酰在氯化反应器内于90~140℃、0.15MPa与管道送来的液氯反应，反应物在冷凝器内冷却，其中氯乙酸、二氯乙酸、三氯乙酸、醋酸及醋酐冷凝为液体进入加氢反应器。不凝物用低温冷凝，冷凝物主要为氯乙酰，返回氯化反应器。正常工况时产生的氯化氢气体作为生产盐酸的原料。

(2) 加氢还原工段

由于氯化反应生成物中氯乙酸和二氯乙酸的沸点接近，无法使用简单蒸馏方法获得高纯度产品。本流程中增加了一级氢化工艺，通过氢化反应将绝大部分的二氯乙酸还原成氯乙酸，提高氯乙酸的得率，同时降低二氯乙酸杂质浓度。

主要工艺流程如下：

水反应器的生成物进入氢化反应器，通过加氢还原，将混合物中二氯乙酸还原成氯乙酸，并导致少量的氯乙酸转化成醋酸；氢化后的液相混合物进入下步蒸馏系统；反应气体（主要有HCl、H₂、N₂等）进入盐酸吸收工段。

(3) 蒸馏工段

氢化反应器的产物中主要成份是氯乙酸，此外还有反应生成水、未完全转化的醋酸，以及少量的二氯乙酸和重组分等。这些混合物将全部进入蒸馏工段，通过二个蒸馏塔，进行蒸馏分离。

主要工艺流程为：

1) 氢化反应后的液相物料进入轻组分蒸馏塔（为1#蒸馏塔），轻质馏分（水和醋酸）以气相形式蒸馏出来，通过冷凝器冷凝后，回流到氯化反应器中循环利用；蒸馏底液进入氯乙酸蒸馏塔（为2#蒸馏塔）。

2) 在 2#蒸馏塔，混合液中的大部分氯乙酸从塔顶部以蒸汽形式被蒸馏、分离出来；蒸馏底液主要是重组分，进污水处理系统进行处理。

经过氢化反应器的加氢还原、二次蒸馏，能生产出纯度超过 99%的高纯度氯乙酸片剂产品。

(4) 80%氯乙酸水溶液配制

由蒸馏工段获得的高纯度氯乙酸液体产品，一部分通过管道输送至氯乙酸切片车间去制作固体片剂产品，另一部分在通过管道送入 MCA 水剂配置罐内，按一定的比例加入脱盐水进行混合调配，同时通过一台外置式的循环冷却器移除溶液配制过程中生成的热量，最终得到 80%氯乙酸水溶液产品。经取样分析合格后，由泵将合格的 80%氯乙酸水溶液产品输送至罐区的储罐内贮存。当产品需要外运销售时，通过装车泵和鹤管装入槽车内，由槽车运出厂界。

(5) 氯乙酸成品切片包装

由蒸馏工段获得的高纯度氯乙酸液体产品，一部分通过管道输送至氯乙酸切片车间内的切片机，经由冷冻水冷却固化后切成片状。片状的固体氯乙酸产品通过下料管道落入料仓，再经螺旋输送机送入自动包装机装入大袋内包装，由自动码垛机码垛后由叉车运送至相邻的固体氯乙酸仓库内堆存。切片车间内设有切片洗涤循环水罐和切片废气洗涤塔。切片生产过程中产生的废气通过密闭管道收集后送至切片废气洗涤塔内，经水洗后达标排放。洗涤过程中产生的废水由泵送入生产车间内的废水中和罐，经酸碱中和预处理后送至装置污水处理场作进一步处理。

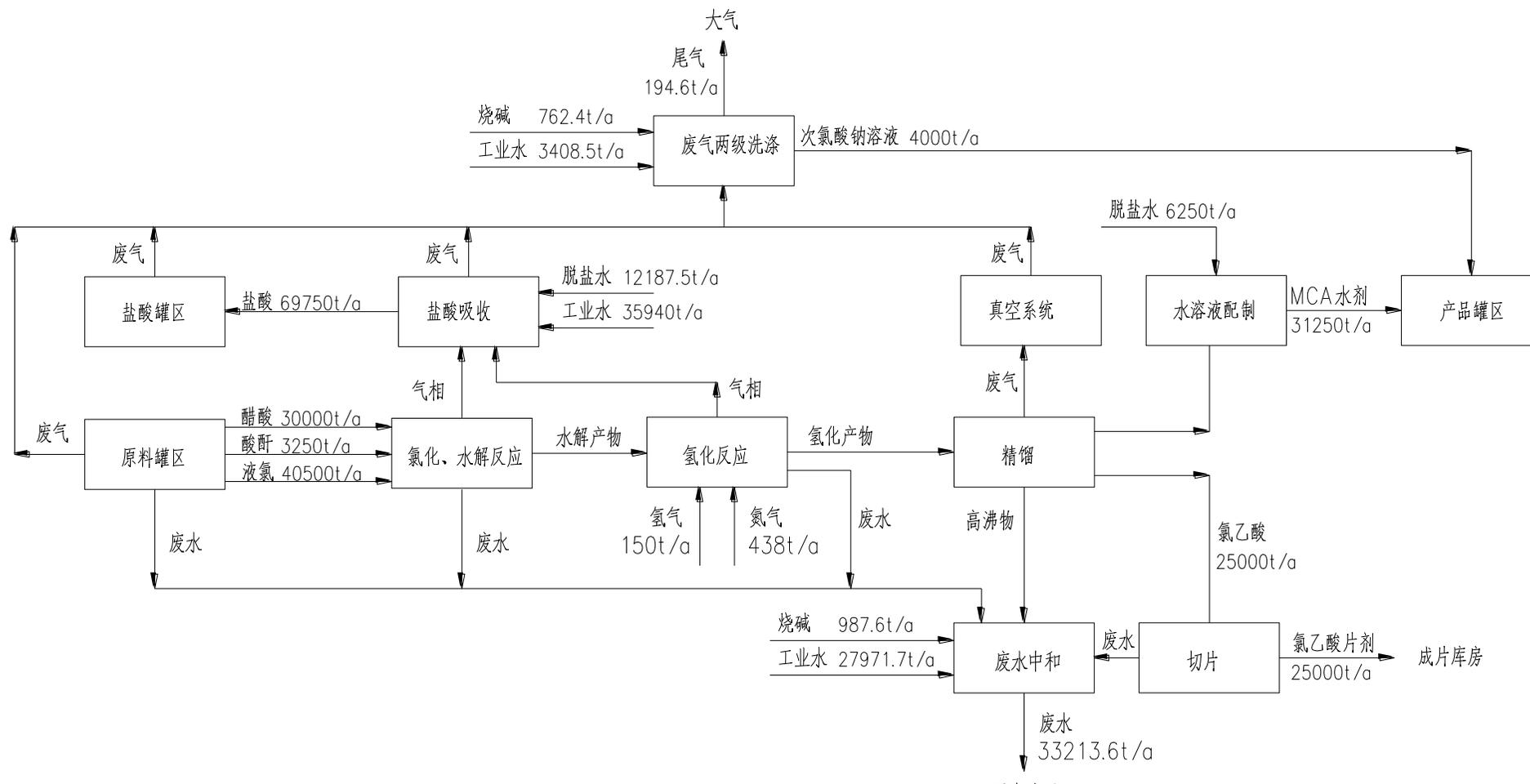


图 4.2-3 氯乙酸生产装置工艺流程框图

4.2.3.2 物料平衡

本装置的物料平衡见下表：

表 4.2-3 氯乙酸装置物料平衡表（片剂+水剂）

投入		产出	
物料名称	单位 t	物料名称	单位 t
醋酸	30000	氯乙酸片剂	25000
醋酐	3250	80%氯乙酸水剂	31250
液氯	40500	31%盐酸	69750
烧碱	1750	次氯酸钠溶液	4000
氢气	150	废水	33213.6
氮气	438	废气	194.6
脱盐水	20000		
工业水	67320.2		
总计	163408.2	总计	163408.2

4.2.3.3 消耗定额

本装置单位产品消耗定额见下表：

表 4.2-4 氯乙酸装置消耗定额表

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
1	醋酸	≥99.5%	t	0.60	3.75	30000	
2	酸酐	≥98%	t	0.065	0.40625	3250	
3	液氯	≥99.6%	t	0.81	5.0625	40500	
4	氢气	≥99.5%	t	0.003	0.01875	150	
5	烧碱	32%	t	0.035	0.21875	1750	
6	催化剂		t			5.5	一次装填量，三年更换一次
7	饱和蒸汽	1.0MPa(G)	t	0.8	5	40000	
8	电		kWh	150	937.5	7500000	
9	工业水		t	1.346	8.415025	67320.2	
10	氮气	≥99.5%	Nm ³	7	43.75	350000	

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
11	压缩空气		Nm ³	50	312.5	2500000	
12	仪表空气		Nm ³	100	625	5000000	
13	冷冻水	10℃	kW	139.2	870	6960000	
14	冷冻水	5℃	kW	180.8	1130	9040000	
15	冷冻水	-15℃	kW	74.4	465	3720000	
16	脱盐水		t	0.4	2.5	20000	
17	循环水		m ³ /h	循环	2400		

4.2.4 年产 9.8 万吨烧碱生产工艺

4.2.4.1 工艺流程

本项目生产工艺主要包括一次盐水、二次盐水、电解、淡盐水脱氯、膜法脱硝、氢气处理、氯气处理、氯化氢合成及盐酸、氯气液化及包装、废气处理等。

(1) 一次盐水

原盐由盐堆场送入化盐桶，来自海水淡化的浓盐水、离子膜电解的淡盐水、来自板框压滤机的滤液、工业水、再生系统回收盐水、及盐场收集水等杂水，均进入配水桶，进行配水。上述各部分水在配水桶中混合后，作为化盐水由化盐桶给料泵送入化盐桶，溶解原盐后得到饱和粗盐水。粗盐水从化盐筒进入反应桶 1，在折流槽内加入精制剂碳酸钠进入反应管中，在反应桶 2 中加入氢氧化钠，碳酸钠与粗盐水中的钙离子反应生成碳酸钙结晶沉淀，氢氧化钠与粗盐水中的镁离子反应生成氢氧化镁胶体沉淀。完成精制反应的粗盐水自流进入中间槽，次氯酸钠加进中间槽内，次氯酸钠氧化分解粗盐水中的有机物及腐植酸类。加入 Na₂CO₃ 和 NaOH 时，过碱量控制为 NaOH0.1~0.3g/L、Na₂CO₃0.2~0.5g/L;加入次氯酸钠后膜组出口控制游离氯为 20~40mg 儿。反应桶 1、反应桶 2、中间槽是带搅拌的盐水反应桶，反应时间控制为 0.8~1h。经充分反应的粗盐水后由膜进料泵经粗过滤器截留大于 1.0mm 的机械杂质后进入循环罐，再由循环泵进入陶瓷膜过滤器。控制陶瓷膜过滤器进口压力为 0.30~0.35MPa。过滤清液经亚硫酸钠还原后即合格的一次盐水并流至一次盐水缓冲槽(盐水储罐)。浓缩液固液比控制在 30%~40% 以下，过滤器浓缩液一部分进入循环泵进口继续循环过滤，一部分流至盐泥槽，经初步沉淀分离后用泵送入压滤机进行压滤。压滤机滤液自流回中间槽，滤饼送出界区。盐泥池中的盐泥经盐泥泵打出，送至板框压滤机压滤。盐泥经压滤得到含液率小于 50%wt 的滤饼，

被送出界区；滤液自流至滤液桶中，被滤液泵送回配水桶。

(2) 二次盐水

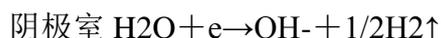
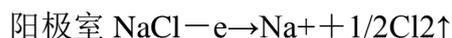
二次盐水精制系统由螯合树脂吸附单元组成。

来自过滤盐水贮槽的盐水经 pH 值调节后，再经盐水加热器加热后，进入三台串联的螯合树脂塔，串联中的一台树脂塔一般在连续运转 48 小时后定期进行再生，平时两台运转。经螯合树脂塔脱除钙、镁杂质后的盐水为二次精制盐水，然后用泵输送经加热后送电解。

(3) 电解单元

从二次盐水精制送来的二次精制盐水进入电解槽的各阳极室和进入阴极室的加脱盐水后的循环碱液在直流电作用下进行电解，在阳极室生成氯气和淡盐水，阴极室生成氢气和烧碱。

反应式如下：



湿氯气被冷却后送入氯处理单元。

淡盐水经阳极的循环管，部分淡盐水与二次精制盐水一起混合后进入电解槽的阳极室进行电解，大部份淡盐水去脱氯系统。

阴极室生成的氢气送氢处理系统。

进入循环槽中的碱液分成两部份，一部份为成品碱，另一部份经过循环管加入脱盐水混合后返回电解槽阴极室进行电解。

(4) 淡盐水脱氯单元

淡盐水经酸化后送至脱氯塔进行真空脱氯，脱出的氯气送入氯气总管，脱氯后的脱氯盐水在加入烧碱调节 pH 值后，再加入 Na_2SO_3 溶液以进一步除去剩余的游离氯后，再送至一次盐水单元，作化盐水使用。在送往化盐之前，为充分利用其余热，一部分送往二次盐水单元的盐水换热器，而另一部分送往硫酸根脱除单元盐水热交换器利用余热。

在电解的副反应中产生氯酸盐。因电解液要循环，需设置氯酸盐分解单元以避免氯酸盐的积累。本单元主要用盐酸法加热分解氯酸盐。

部分淡盐水加盐酸后进入到氯酸盐分解槽，并被加热，氯酸盐被加入的盐酸分解。从氯酸盐分解出来的酸性淡盐水被用于阳极液的酸化。

(5) 膜法脱硝单元

来自淡盐水处理单元脱氯淡盐水部分分别进入 I 级冷却和 II 级冷却。在淡盐水中加入 31% 盐酸，调整 pH 值后，进入活性炭塔，以彻底除去脱氯淡盐水中的微量游离氯，进入盐水保护过滤器，而后进入过滤系统。

经预处理合格的淡盐水用一级高压泵打入一级膜分离系统。稀释液收集后经一级换热器换热后送化盐工序。将一级膜分离产生的浓缩液经二级高压泵打入二级膜系统进行第二级分离，二级透过液送化盐工序，二级浓缩液送冷冻结晶脱硝单元的结晶槽内结晶。在结晶槽内沉淀下来的固液混合物由输送泵送到沉硝槽内，特殊设计的沉硝槽使晶体形成大颗粒而沉淀下来，结晶体在自重的作用下通过管道自流到离心机进行固液分离，晶体十水硫酸钠(芒硝)排出收集、包装，而离心液收集后回送至结晶槽，循环处理。

(6) 氯处理及压缩单元

由电解工序来的湿氯气进入氯气洗涤塔的底部，氯水由氯水循环泵经氯水冷却器与冷却水换热后打到氯气洗涤塔上部与氯气呈逆流直接接触，出塔氯气进入氯气预冷器和氯气冷却器分别经冷却水和冷冻水进一步冷却，经湿氯气除雾器除去水雾后，进入填料塔和泡罩干燥塔，用硫酸进行干燥，出塔氯气可达含水份 50ppm 以下。干燥后的氯气经干氯气除雾器除去酸雾后，经氯气压缩机压缩后送至氯化氢合成和液氯等单元。氯气洗涤塔的氯水以及氯气冷却器的冷凝氯水送氯水贮槽，由泵送脱氯单元。

(7) 氢气处理单元

来自电解单元阴极室饱含水蒸汽的湿氢气进入氢气洗涤塔的底部，由洗涤液循环泵抽吸、压送后进入洗涤液冷却器，降温后送入洗涤塔的顶部喷淋装置，气液相实行逆流直接接触的喷淋洗涤，使氢气温度降至 50℃ 左右。在洗涤塔中氢气气相夹带的碱雾及杂质均被清除。出洗涤塔的氢气至氢气压缩机压缩后进氢气预冷器和冷却器冷却后，再经水雾捕集器后送 HCl 合成工序。富余的氢气经变压吸附脱除多余的水份、氧气等杂质后，然后经压缩后外售。

(8) 氯化氢合成及盐酸单元

来自氯氢处理单元的氯气、液氯单元的未液化尾气一起和氯氢处理单元的氢气，分别经氯气缓冲罐、氢气缓冲罐送入石墨合成炉，在炉内进行燃烧，生成氯化氢气体。石墨合成炉的热量可副产热水或蒸汽。生成的氯化氢气体经氯化氢冷却水槽和氯化氢冷却器冷却后，氯化氢气体送高纯盐酸吸收系统。

送往高纯盐酸的氯化氢气体进入降膜吸收塔，在塔内被尾气吸收塔来的二次吸收生

成的稀盐酸吸收成浓度约为 31%的高纯盐酸，高纯盐酸从塔底流入高纯盐酸贮槽，用高纯盐酸泵送罐区贮槽和电解单元。

尾气吸收塔吸收来自降膜吸收塔的贫气，尾气塔内未被吸收的不凝气体用风机排空。尾气吸收塔的吸收液作为降膜吸收器的吸收液。

(9) 液氯单元

来自氯气压缩机组的原料氯气进入液化器，在液化器中，氯气与氟里昂换热，液态氟里昂被汽化，氯气被液化，被液化的氯气经气液分离，液氯流入液氯贮槽储存后自用，未液化的含氯尾气送至盐酸合成炉，生产高纯盐酸。

(10) 废气处理单元(10%次氯酸钠)

来自电解单元及其他生产装置用氯单元的开停车及事故氯气、废氯气进入除害塔底部，与 15%浓度的烧碱吸收液呈逆流循环吸收，吸收反应后的尾气达到允许的排放标准后经风机排大气，得到低浓度的次氯酸钠溶液进行循环吸收，直至达到 10%浓度的次氯酸钠溶液后由泵送至次氯酸钠贮槽。反应生成的热量由冷却器移走，以保证吸收效率和防止次氯酸钠分解。

(11) 罐区

浓硫酸、碱液、稀硫酸、盐酸及次氯酸钠设原料及成品罐区。浓硫酸卸车后用泵打到浓硫酸贮槽中，再用浓硫酸泵打到氯气处理工序的浓硫酸高位槽。氯气干燥后生成的稀硫酸经泵打入稀酸贮罐中，盐酸及次氯酸钠用泵分别送入相应的贮罐中，再用泵提压包装出售。从电解单元来的成品碱液进入碱液贮槽。碱液管线采取伴热措施，以防降温后结晶、堵塞。

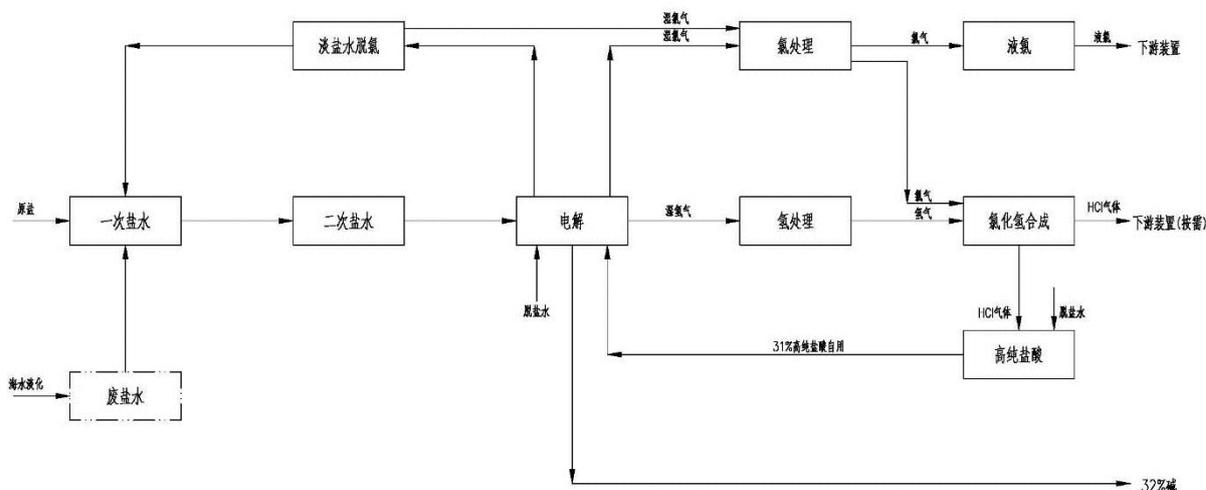


图 4.2-4 年产 9.8 万吨烧碱生产装置工艺流程框图

4.2.4.2 物料平衡

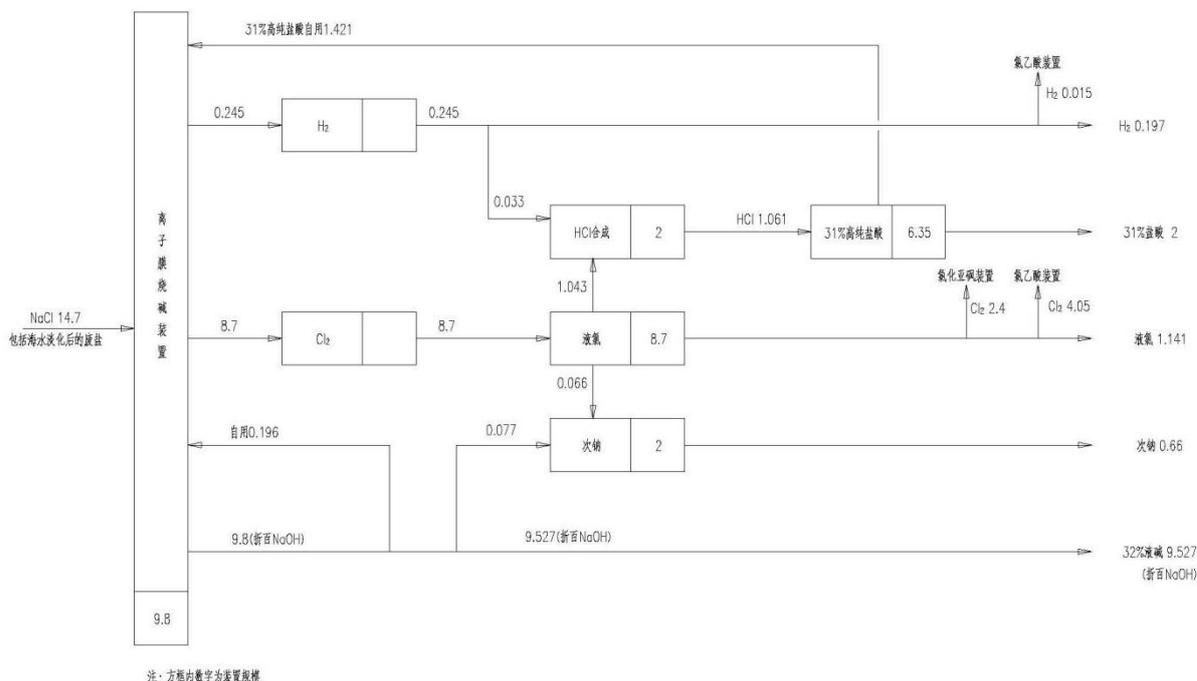


图 4.2-5 物料平衡图

4.2.4.3 消耗定额

(1) 32%(wt)液碱消耗定额表 4.2-1

(离子膜法，包括一次盐水、二次盐水、电解、脱氯、氯干燥压缩、氢处理)以吨碱100%NaOH 计

表 4.2-5 32%(wt)液碱消耗定额表

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
1	原盐	按 94%折 100%计	t	1.5	18.375	147000	
2	纯碱	98% Na ₂ CO ₃	t	0.012	0.147	1176	
3	烧碱	32% (100%计)	t	0.02	0.245	1960	
4	硫酸	98%H ₂ SO ₄	t	0.02	0.245	1960	
5	高纯盐酸	31%HCl	t	0.145	1.77625	14210	
6	螯合树脂		L	0.016	0.196	1568	
7	脱盐水	电导率 5μs/cm	m ³	1.5	18.375	147000	
8	亚硫酸钠	≥95%	t	0.0045	0.055125	441	
9	离子膜		m ²	0.0067	0.082075	656.6	
10	工业水	一次水	m ³	0.5	6.125	49000	

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
11	循环水	t≤32℃, ΔT=8℃	m3	70	857.5	6860000	
12	电解电	110KV	kWh	2205	27011.25	216090000	折交流
13	动力电	10000V/380V/220V	kWh	120	1470	11760000	
14	蒸汽	0.8MPaG	t	0.3	3.675	29400	
15	装置空气	P=0.6MPa	Nm3	50	612.5	4900000	
16	仪表空气	P=0.6MPa,无尘无油	Nm3	20	245	1960000	
17	冷冻量	(5℃)	kJ	147000	1800750	14406000000	
18	氮气	(间歇)	Nm3	20	12.25	98000	

(2) 液氯消耗定额(液化效率 90%)

表 4.2-6 液氯消耗定额表

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
1	原料氯	Cl2 100%	t	1.111	12.082125	96657	
2	工业水	一次水	m3	0.2	2.175	17400	
3	循环水	t≤32℃, ΔT=8℃	m3	60	652.5	5220000	
4	动力电	10000V/380v	kWh	54.8	595.95	4767600	
5	仪表空气	P=0.6MPa,无尘无油	Nm3	8	87	696000	
6	氮气	(间歇)	Nm3	2	21.75	174000	
7	硫酸	98%H2SO4	t	0.0015	0.0163125	130.5	

(3) 高纯盐酸消耗定额

表 4.2-7 高纯盐酸消耗定额表

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
1	氯气	(Cl2 按 100%计)	t	0.305	1.3153125	10522.5	
2	氢气	(H2 按 100%计)	t	0.0095	0.04096875	327.75	
3	循环水	t≤32℃, ΔT=8℃	m3	45	194.0625	1552500	
4	脱盐水	电导率 5μs/cm	m3	0.78	3.36375	26910	
5	动力电	380V	Kwh	6	25.875	207000	

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
6	仪表空气	P=0.6MPa,无尘无油	Nm ³	11	47.4375	379500	
7	氮气	(间歇)	Nm ³	0	0	0	开停车用 500

(4) 次氯酸钠消耗定额(以1吨10%次氯酸钠计)

表 4.2-8 次氯酸钠消耗定额表

序号	原料名称	规格	单位	单耗/t	时耗/h	年耗/a	备注
1	氯气	(Cl ₂ 按100%计)	t	0.1	0.0825	660	
2	烧碱	(折100%NaOH)	t	0.116	0.0957	765.6	
3	循环水	t≤32℃, ΔT=8℃	m ³	80	66	528000	
4	仪表空气	P=0.6MPa,无尘无油	Nm ³	10	8.25	66000	
5	动力电	380V	kWh	48.4	39.93	319440	
6	工业水	一次水	m ³	0.6	0.495	3960	

4.3 主要设备选择

4.3.1 概述

(1) 年产4万吨氯化亚砷装置

本装置主要包括：工艺生产装置、氯化亚砷包装等单元。设备类型有催化反应器、汽化器、换热器、塔器、容器、储罐、泵等。

(2) 年产5万吨氯乙酸装置

本装置主要包括：工艺生产装置、切片包装。设备类型有反应器、换热器、塔器、容器、储罐、压缩机，泵等。

(3) 年产9.8万吨烧碱装置

本装置主要包括：盐贮运-化盐、一次盐水、废盐处理、二次盐水、淡盐水脱氯、电解整流、氢气处理及压缩、HCl合成及盐酸、氯气处理及压缩等工艺单元。设备类型有离子膜电解槽、氯气干燥塔、氯气透平压缩机、前、后反应槽、换热器、塔器、容器、储槽、泵等。

4.3.2 采用的标准规范

设备应根据下列规范、标准和法规的最新版本进行设计、制造、安装、检验和试验。

TSG 21-2016	固定式压力容器安全技术监察规程
GB/T 150.1~4-2011	压力容器
GB/T 151	热交换器
JB 4732	钢制压力容器—分析设计
NB/T 47041	塔式容器
NB/T 47042	卧式容器
HG/T 20569	机械搅拌设备
NB/T 47003.1	钢制焊接常压容器
NB/T 47003.2	固体料仓
HG/T 20580-HG/T20585	钢制化工容器技术规定
NB/T 47013.1~13	承压设备无损检测
NB/T 47014	承压设备焊接工艺评定
NB/T 47015	压力容器焊接规程
NB/T 47018.1	承压设备用焊接材料订货技术条件

SH/T 3524	石油化工静设备现场组焊技术规程
GB 50009	建筑结构荷载规范
GB 50011-2010(2016 年版)	建筑抗震设计规范
GB 50160-2014(2018 年版)	石油化工企业设计防火规范的规定
JB/T 4711	压力容器涂敷与包装运输
GB 4053.1~3	固定式钢梯及平台安全
HG20660-2017	压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类

4.3.3 关键设备方案比选

4.3.3.1 年产4万吨氯化亚砷装置

本装置的工艺技术为国内技术，设备实现国产化。设备的结构设计，首先应保证工艺过程的要求，同时也考虑到设备的性能可靠，结构合理，节省材料，便于加工制作及维修等方面的要求。

表 4.3-1 氯化亚砷生产装置主要设备一览表

序号	名称	规格	材质	单位	数量
1	氯气缓冲罐	φ1200×3900	16MnR	台	1
2	二氧化硫缓冲罐	φ1200×3900	S30408	台	1
3	合成釜	5000L	搪玻璃	台	2
4	合成尾气缓冲罐	5000L	S30408	台	2
5	催化器	φ3400×7500	S30408	台	2
6	催化冷凝器	F=80m ²	S30408	台	4
7	合成气预热器	F=30m ²	S30408	台	2
8	射流器	3000L/H	S30408	台	2
9	粗品受器	5000L	S30408	台	2
10	粗品高位槽	Φ2000×3000	S30408	台	2
11	催化稳压罐	5000L	S30408	台	2
12	导热油储罐	5000L	碳钢	台	2
13	导热油高位槽	Φ2000×3000	碳钢	台	2
14	导热油冷却器	F=50m ²	S30408	台	2

序号	名称	规格	材质	单位	数量
15	配硫釜	5000L	搪玻璃	台	2
16	熔硫釜	5000L	搪玻璃	台	2
17	配硫高位槽	Φ1500×2000	S30408	台	2
18	成品釜	5000L	搪玻璃	台	8
19	一氯化硫高位槽	Φ1500×2000	S30408	台	1
20	重组分罐	Φ2000×3000	S30408	台	2
21	一级尾气吸收塔	Φ1200×12850	玻璃钢	台	2
22	二级尾气吸收塔	Φ800×7800	玻璃钢	台	2
23	亚硫酸钠罐	V=200m ³	FRP	台	2
24	副产盐酸罐	V=100m ³	FRP	台	1
25	配碱罐	Φ2000×3000	碳钢	台	1
26	盐酸循环罐	Φ2000×3000	FRP	台	2
27	亚硫酸钠循环罐	Φ2000×3000	FRP	台	2
28	盐酸循环泵		四氟	台	4
29	亚硫酸钠循环泵	Q=25m ³ /h H=30m	S30408	台	2
30	盐酸循环冷却器	F=30m ²	石墨	台	2
31	亚硫酸钠冷却器	F=30m ²	S31603	台	2
32	导热油循环泵	Q=2m ³ /h,H=10m		台	
33	导热油打料泵	Q=5m ³ /h,H=30m		台	
34	粗品循环泵	Q=25m ³ /h,H=30m		台	
35	尾气引风机	500 Nm ³ /h		台	
36	脱重塔	DN1200mm	S30408	台	1
37	脱轻塔	DN1400mm	S30408	台	1
38	硫磺加料 罐	V=1.5m ³	S30408	台	2
38	脱重塔 回流罐	V=4m ³	S30408	台	1
39	中间缓冲 罐	V=10 m ³	S30408	台	1
40	脱重塔冷凝器	A=200 m ²	S30408	台	1
41	脱重塔再沸器	A=233 m ²	S30408	台	1
42	反应产物进料泵	F=5.63m ³ /h H=35.0m	S30408	台	2

序号	名称	规格	材质	单位	数量
43	脱重塔回流泵	F=7.0m ³ /h H=50m	S30408	台	2
44	脱重塔塔底泵	F=2.3m ³ /h H=26.0m	S30408	台	2
45	产品塔	DN1000mm、	S30408	台	1
46	产品塔 回流罐	V=4m ³	S30408	台	1
47	产品塔冷凝器	A=168 m ²	S30408	台	1
48	产品塔再沸器	A=43m ²	S30408	台	1
49	进料泵	F=2.88m ³ /h H=35.0m	S30408	台	2
50	产品塔回流泵	F=8.0m ³ /h H=50.0m	S30408	台	2
51	产品塔塔底泵	F=100L/h H=30m	S30408	台	2

4.3.3.2 年产5万吨氯乙酸装置

本装置在较高腐蚀环境下操作，操作条件比较苛刻，所以对设备结构和材质提出较高要求，要求设备结构不仅要有足够的强度，而且还必须足够防腐、耐磨蚀。设备的材料主要分为以下几种：以 S31603 为主的不锈钢、搪玻璃、FRP/PVC、优质碳素钢及低合金钢。生产工艺中较主要的塔器和反应器材料均为搪玻璃。且主要用能设备均采用一级能效。

根据我国当前制造业的技术水平及建厂经验，各装置主要设备的制造与选型立足国内，绝大部分静设备由国内配套制造，个别动设备考虑采用国外技术。为保证质量并满足技术要求，关键设备均由有制造经验的制造厂提供。主要设备如下：

表 4.3-2 氯乙酸生产装置主要设备一览表

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
1	醋酐储罐	V=120 m ³ , Φ5200xH6200	316L	台	1
2	醋酸储罐	V=400 m ³ , 内浮顶, Φ7500xH10650	316L	台	2
3	MCA 水剂储罐	V=700 m ³ , Φ10200xH9425	CS+PTFE	台	2
4	盐酸储罐	V=500 m ³ , Φ8920xH8920	FRP	台	4
5	盐酸储罐	V=200 m ³ , Φ6550xH6550	FRP	台	1
6	次氯酸钠储罐	V=200 m ³ , Φ6550xH6550	FRP	台	1
7	氯化反应器	Φ2400 xH2540	搪玻璃	台	1

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
8	水解反应器	Φ1700 xH1585	搪玻璃	台	1
9	氢化反应器	Φ1000xH12730	搪玻璃	台	1
10	MCA 水剂配制罐	V=50m ³ , Φ3000xH6000	CS+PTFE	台	1
11	氯膨胀槽	V=0.66m ³ , Φ800xH1000	Q345R	台	1
12	1#气液分离罐	V=0.64m ³ , Φ750xH1203	搪玻璃	台	1
13	2#气液分离罐	V=1.0~2.0m ³ , Φ750xH1203	搪玻璃	台	1
14	分离罐	V=0.3m ³ , Φ600 xH800	Q345R	台	1
15	馏出液罐	V=7m ³ , Φ1800 xH2100	搪玻璃	台	1
16	MCA 泵槽	V=7m ³ , Φ1800 xH2100	搪玻璃	台	1
17	重组分受槽	V=4.35m ³ , Φ1800 xH1000	搪玻璃	台	1
18	重组分缓冲罐	V=4.35m ³ , Φ1800 xH1000	搪玻璃	台	1
19	重组分分解液储罐	V=3.5m ³ , Φ1800 xH2000	CS+PTFE	台	1
20	真空洗涤泵缓冲槽	V=2.2m ³ , Φ1200 xH2000	PVC/FRP	台	2
21	氯乙酸缓冲罐	V=21.7m ³ , Φ2400xH4010	搪玻璃	台	2
22	返工氯乙酸储罐	V=21.7m ³ , Φ2400xH4010	搪玻璃	台	1
23	料仓	V=18.4m ³ , Φ3500xH3152	316L	台	1
24	切片洗涤循环水罐	V=16m ³ , Φ2500xH3200	PVC/FRP	台	1
25	稀酸储槽	V=10.5m ³ , Φ2000xH3000	FRP	台	1
26	稀酸高位槽	V=4.6m ³ , Φ1600xH2000	FRP	台	1
27	成品酸槽	V=21m ³ , Φ2800xH3400	FRP	台	1
28	一级洗涤罐	V=13m ³ , Φ2000xH3500	FRP	台	1
29	二级洗涤罐	V=13m ³ , Φ2000xH3500	FRP	台	1
30	废水中和罐	V=54.4m ³ , Φ3400xH6000	CS+PTFE	台	1
31	烧碱储罐	V=20.4m ³ , Φ2400xH4500	Q245R	台	1
32	蒸汽凝液缓冲罐	V=14.7m ³ , Φ2500xH3000	Q245R	台	1
33	65℃热水高位槽	V=2.26m ³ , Φ1200xH2000	Q245R	台	1
34	冷凝水收集罐	V=5m ³ , Φ1500xH2400	Q245R	台	1
35	氯化器冷凝器	A=64.3m ²	石墨	台	1

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
36	乙酰氯吸收塔顶冷却器	A=42.8m ²	石墨	台	1
37	乙酰氯汽提塔冷凝器	A=64.3m ²	石墨	台	1
38	氯化器夹套液加热器	A=21m ²	S30408	台	1
39	氯化器夹套液冷却器 1	A=60m ²	S30408	台	1
40	氯化器夹套液冷却器 2	A=40m ²	S30408	台	1
41	氯化气深冷器	A=57.1m ²	石墨	台	1
42	氯化气第二加热器	A=17.5m ²	石墨	台	1
43	乙酰氯吸收塔冷凝器	A=13.1m ²	石墨	台	1
44	还原加热器	A=17.5m ²	石墨	台	1
45	还原气冷凝器	A=17.5m ²	石墨	台	1
46	还原气深冷器	A=4.8m ²	石墨	台	1
47	轻组分塔回流冷凝器	A=72.6m ²	石墨	台	1
48	轻组分塔冷凝器	A=20.8m ²	石墨	台	1
49	轻组分塔再沸器	A=43.6m ²	石墨	台	1
50	MCA 塔再沸器	A=101.4m ²	石墨	台	1
51	MCA 塔顶冷凝器	A=116.3m ²	石墨	台	1
52	蒸馏热水换热器	A=60m ²	Ti	台	1
53	真空洗涤塔循环冷却器	A=10m ²	石墨	台	2
54	加氢尾气冷凝器	A=10m ²	石墨	台	1
55	洗涤循环冷却器	A=25m ²	石墨	台	1
56	罐区盐酸尾气水洗塔	Φ400/1400×6000	FRP	台	1
57	罐区盐酸尾气碱洗塔	Φ400/1400×6000	FRP	台	1
58	乙酰氯吸收塔	Φ700×7750	搪玻璃	台	1
59	乙酰氯汽提塔	Φ800×H5685	搪玻璃	台	1
60	1#盐酸洗涤塔	Φ800×8050	搪玻璃	台	1
61	冷凝液汽提塔	Φ426×3825	搪玻璃	台	2
62	2#盐酸洗涤塔	Φ500×7120	FRP	台	1
63	轻组分塔	Φ800×16780 (TL-TL)	搪玻璃	台	1

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
64	MCA塔	Φ1000×11880	搪玻璃	台	1
65	一级真空洗涤塔	Φ400×3160	FRP	台	1
66	二级真空洗涤塔	Φ400×3160	FRP	台	1
67	氯乙酸储罐尾气塔	Φ500×3635	FRP	台	1
68	切片废气洗涤塔	Φ1500×4000	FRP	台	2
69	酸槽尾气吸收塔	Φ400×3500	FRP	台	1
70	组合吸收塔	Φ400×10445	石墨	台	1
71	加氢尾气吸收塔	Φ400×3560	石墨	台	1
72	盐酸尾气洗涤塔	Φ500×3600	FRP	台	1
73	降膜吸收塔	Φ1000×5750	石墨	台	1
74	脱氯塔	DN400×5000H 泰勒花环 PP	FRP	台	1
75	文丘里喷射器	抽气量: 600m ³ /h 工作液: 100m ³ /h, 0.4MPaG	FRP/PVC	台	1
76	罐区废水池	3000×2000×2000mm	混凝土	台	1
77	主装置废水池	3000×2000×2000mm	混凝土	台	1
78	切片废水池	3000×2000×2000mm	混凝土	台	1
79	包装机	处理能力: 3.6t/h, 成套设备 50kW	不锈钢	套	1
80	切片机	处理能力: 1.8t/h, 成套设备 11kW	不锈钢	套	2
81	振荡下料器	下料能力: 7.2t/h	不锈钢	台	1
82	罐区盐酸尾气风机	Q=1500 m ³ /h N=5.5kW	FRP	台	2
83	真空泵	Q≈100 m ³ /h	FRP	台	1
84	MCA水剂输送泵	Q=50m ³ /h H=32m	衬氟	台	2
85	MCA水剂装车泵	Q=50m ³ /h H=32m	衬氟	台	2
86	次氯酸钠装车泵	Q=50m ³ /h H=32m	FRP	台	2
87	盐酸装车泵	Q=50m ³ /h H=32m	衬氟	台	4
88	盐酸尾气水洗塔循环泵	Q=3m ³ /h H=25m	衬氟	台	2
89	氯化器夹套液循环泵	Q=36m ³ /h H=32m	碳钢	台	2
90	水解反应器输送泵	Q≈20.0m ³ /h H=32m	衬氟	台	1
91	还原循环泵	磁力离心泵 Q=8m ³ /h H=32m n=2900r.m.p	衬氟	台	2

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
92	轻组份塔泵	Q≈15m ³ /h	衬氟	台	1
93	馏出液返回泵	Q≈3.5m ³ /h	衬氟	台	1
94	MCA 产品检查罐泵	Q≈15m ³ /h	衬氟	台	1
95	真空洗涤塔循环泵	Q≈1.5m ³ /h	衬氟	台	2
96	洗涤液泵	Q=0.124m ³ /h	衬氟	台	1
97	稀盐酸输送泵	磁力离心泵 Q=12m ³ /h H=32m	衬氟	台	2
98	洗涤泵	Q=0.036m ³ /h H=70m	衬氟	台	2
99	废水中和泵	Q=12.5m ³ /h H=32m	衬氟	台	1

4.3.3.3 年产9.8万吨烧碱装置

(1) 离子膜电解槽

离子膜电解槽是离子膜烧碱的关键设备。目前使用的离子膜电解槽都是自然循环、高电流密度的复极式电槽。复极式离子膜电解槽在低电流高电压下运转，单槽停产时对产量影响较大，但电槽的维修管理工作较少，占地面积小，损失于导电铜板上的电压降也小，膜的利用率高，特别对于较大规模的烧碱装置更适合选用高电流密度和自然循环零极距(或膜极距)的复极式电解槽。

几家公司的复极式电槽结构不完全一样，北化机和旭化成公司的电槽很类同，氯工程公司的电槽结构合理，伍迪公司电槽是由多个独立小单元槽构成，当换膜时很方便，影响产量较小。本项目的烧碱装置规模较大，考虑采用哪种自然循环复极式电解槽由今后技术谈判后决定。

氯气干燥塔

氯气干燥塔拟采用双塔流程，1#塔采用填料塔，2#塔采用泡罩塔。泡罩塔有若干个硬PVC制作的泡罩。填料塔的填料一般为泰勒环，该塔的硫酸溶液也设有冷却器，为外循环式冷却，冷却器型式为板式，材料哈氏合金。塔体为硬PVC+FRP，塔盘为硬PVC，塔内还有硫酸分配器及再分布器。

湿氯气自塔底进入，通过填料塔、泡罩塔由塔顶部排出，由塔顶部出的干氯气中水分含量可降到30ppm以下。98%硫酸溶液由塔顶进入通过泡罩塔，再进入填料塔，93%硫酸溶液经外部循环冷却后与刚进入的湿氯气在填料塔逆向干燥，93%硫酸溶液浓度降至75%时即作为废酸排出，其余的硫酸溶液在填料塔内可反复循环使用。

氯气透平压缩机

压缩机可选用国产或用进口机组。采用国内机组需备机，采用国外机组可以不用备机且使用寿命长。

(4) 除可能引进的技术或装备(1.烧碱及电解槽 2.液氯冷凝机组 3.氯气透平机组)外,其余大部分选用国产技术成熟、经济可靠,技能环保的技术或设备,摒弃技术落后、有污染、高耗能的技术装备。相关技术经济指标、安全保障措施应符合最新相关国家标准、规范或法律法规或要求。同时考虑设备的人性化设计

(5) 大型超限设备

本装置除现场制作设备和组装设备外,无超限设备。

表 4.3-3 烧碱生产装置主要设备一览表

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
一	一次盐水				
1	压滤机压滤机	过滤面积 F=150m ²	组合件	台	2
2	无机膜盐水过滤器	过滤面积 F=125m ²	主体 Ti	台	2
3	盐水粗过滤器	过滤面积 F=1.76m ²	主体 Ti	台	3
4	板式换热器	换热面积 F=80m ²	Ti	台	1+1
5	静态混合器一	DN450	Ti	台	1
6	静态混合器二	DN450	Ti	台	1
7	化盐水泵	Q=220m ³ /h H=30m	Ti	台	1+1
8	膜过滤进料泵	Q=150m ³ /h H=30m	Ti 合金	台	1+1
9	膜过滤循环泵	Q=380m ³ /h H=18m	Ti 合金	台	2
10	碳酸钠溶液泵	Q=20m ³ /h H=25m	SS304	台	1+1
11	亚硫酸钠溶液泵	Q=20m ³ /h H=25m	SS304	台	1+1
12	滤液泵	Q=40m ³ /h H=25m	Ti	台	1+1
13	盐泥泵	Q=40m ³ /h H=80m	Ti	台	1+1
14	酸洗泵	Q=80m ³ /h H=25m	Cl/F4	台	1
15	一次盐水泵	Q=220m ³ /h H=40m	Ti	台	1+1
16	高纯盐酸计量泵	Q=500L/h H=25m	PVDF	台	1+1
17	亚硫酸钠计量泵	Q=1000L/h H=25m	PVDF	台	1+1

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
18	配水槽	V=902.75m ³ , ID10000xH11500	FRP	台	2
19	化盐池	V=352m ³ , 8000x8000x5500	砷/玻璃鳞片	台	2+1
20	折流槽	V=30.72m ³ 16000x1600x1200	砷/玻璃鳞片	台	1
21	中间池	V=220m ³ , 5000x8000x5500	砷/玻璃鳞片	台	1
22	次氯酸钠高位槽	V=2.03m ³ , ID1200xH1800	FRP	台	1
23	氢氧化钠高位槽	V=9.42m ³ , ID2000xH3000	SS304	台	1
24	高纯盐酸高位槽	V=2.65m ³ , ID1500xH2000	FRP	台	1
25	碳酸钠配制槽	V=28.85m ³ , ID3500xH3000	SS304	台	1
26	碳酸钠高位槽	V=28.3m ³ , ID3000xH4000	SS304	台	1
27	亚硫酸钠配制槽	V=5m ³ , ID1800xH2000	SS304	台	1
28	亚硫酸钠高位槽	V=3.5m ³ , ID1500xH2000	SS304	台	1
29	酸洗液槽	V=16.98m ³ , ID2600xH3200	FRP	台	1
30	一次盐水槽	V=902.75m ³ , ID10000xH11500	FRP	台	2
31	反冲罐	V=2.0m ³ , ID1200xH1800	Ti	台	1
32	过滤循环罐	V=22.6m ³ , ID3000xH3200	Ti	台	1
33	浊度仪消泡器	V=0.019m ³ , ID250xH400	Ti	台	2
34	空气缓冲罐	V=1.17m ³ , ID1000xH1500	CS	台	1
35	滤液池	V=144m ³ , 6000x8000x3000	砷/玻璃鳞片	台	1
36	盐泥池	V=168m ³ , 7000x8000x3000	砷/玻璃鳞片	台	1
37	粗盐水自引罐	V=3.7m ³ , ID1500xH2100	CS/玻璃鳞片	台	1+1
38	滤液自引罐	V=0.94m ³ , ID1000xH1200	FRP	台	1+1
39	盐泥自引罐	V=1.69m ³ , 43ID1200xH1500	FRP	台	1+1
40	反应池	V=264m ³ , 6000x8000x5500	砷/玻璃鳞片	台	2
41	电动葫芦	T=1000kg	组合件	台	2
42	电动葫芦	T=1000kg	组合件	台	2
二	二次盐水				
43	精盐水贮槽	V=118m ³ ID5000 H6000	CS+RLL (低钙镁)	台	2
44	螯合树脂塔	V=25m ³ ID2600 H3500	CS+RL (低钙)	台	6

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
45	纯水槽	V _n =221m ³ ID6000 H7800	S304	台	1
46	31%盐酸受槽	V=26m ³ ID3000 H3500	FRP	台	1
47	树脂过滤器	φ450X1100mm	CS/RL	台	1
48	盐水热交换器	板式 F _n =30.88m ²	Ti+Pd	台	1
49	酸槽	V=26m ³	FRP	台	1
50	过滤盐水泵	Q = 180 m ³ /h H = 55 m	Ti	台	1+1
51	31%盐酸给料泵	Q = 20m ³ /h H =40 m	氟合金	台	1+1
52	精盐水泵	Q = 150 m ³ /h H = 35 m	Ti	台	1+1
53	纯水泵	Q = 110 m ³ /h H = 45 m	S304	台	1+1
三	电解、淡盐水脱氯				
57	电解槽	单元槽面积：2.7 m ²	组合 Ti/Ni	台	10
58	阳极液槽	V=126m ³ ID7300 H3000	Ti	台	1
59	循环碱液槽	V=6.9m ³ φ2000×2200	Ni 复合板	台	1
60	NaOH 回收槽	V=80m ³	S30408	台	1
61	氢气水封槽	V=8m ³ ID1600 H4000	CS	台	1
62	碱换热器	换热量：6400000 kJ/hr	Ni	台	1
63	碱回收换热器	换热量：800000 kJ/hr	Ni	台	1
64	成品碱换热器	换热量：5600000 kJ/hr	Ni	台	1
65	阳极液泵	Q = 55m ³ /h H = 35 m	Ti	台	2
66	碱循环泵	Q=140m ³ /h H=32m	Ni	台	2
67	碱回收泵	Q=10m ³ /h H=30m	SS310	台	1
68	盐水回收泵	Q=20m ³ /h H=30m	Ti	台	2
69	废水池	V=153m ³ ID5000 H7800	混凝土	台	1
70	含氯水槽	V=0.75m ³ ID800 H1500	FRP	台	1
71	脱氯塔	ID1900 H6400	Ti	台	1
72	脱氯冷凝器	ID700 H3500	Ti+Pd	台	1
73	亚硫酸钠溶液槽	V=8m ³ ID2000 H2500	S30408	台	1
74	氯酸盐分解槽	V=30m ³ ID2000 L6000	FRP	台	1

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
75	亚硫酸钠给料泵	Q = 0.5m ³ /h H = 50m	S30408	台	2
76	真空泵	Q = 88Nm ³ /h	Ti	台	2
77	脱氯盐水泵	Q = 170 m ³ /h H = 35 m	TA2	台	2
四	硫酸根脱除				
78	活性炭塔		CS+RLL	台	1
79	盐水保护过滤器	Q=50m ³ /h	CPVC/FRP	套	2
80	纳滤膜过滤系统	Q=50m ³ /h	组合	套	1
81	盐水换热器		Ti	台	1
82	盐水供料冷却器		Ti	台	1
83	膜化学供料泵	Q=40m ³ /h H=45m		台	1
84	膜过滤供料泵	Q=40m ³ /h	镍合金	台	1
85	膜供料槽	V=40m ³	FRP	台	1
86	蒸发器	Q=3118.9KW	1Cr18Ni9Ti	台	1
87	预分离器		CS/HRL/PP 滤袋	台	1
88	冷冻机组	制冷量: 80x104kcal/h	组合	台	1
89	离心机	Q=8 t/h N=110KW	组合	台	1
90	沉硝槽	V=15m ³	CS/玻璃鳞片	台	1
91	漩流分离器		1Cr18Ni9Ti	台	1
92	兑卤槽	V=15m ³	CS/玻璃鳞片	台	1
93	硝浆进料泵	Q=15m ³ /h H=25m	1Cr18Ni9Ti	台	1
五	氯气处理及压缩				
94	氯气洗涤塔	ID2000 H~14000	CS+RL	台	1
95	氯气预冷器	换热面积: 200m ²	Ti/CS	台	1
96	氯气冷却器	换热面积: 520m ²	Ti/CS	台	1
97	氯气洗涤水冷却器	换热面积: 100m ²	Ti	台	1
98	1#干燥塔冷却器	换热面积: 35m ²	哈氏 C	台	1
99	2#干燥塔冷却器	换热面积: 15m ²	哈氏 C	台	1
100	浓硫酸进料冷却器		CS	台	1

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
101	1#干燥塔	ID1800	FRP/PVC	台	1
102	2#干燥塔	ID1800	FRP/PVC	台	1
103	湿氯气过滤器	φ2400x4480	CS+RL/玻璃纤维	台	1
104	干氯气过滤器	φ2200x4850	CS/玻璃纤维	台	1
105	氯气水封槽	V=0.75m ³ ID800 H1500	PVC/FRP	台	1
106	氯水密封槽	V=0.75m ³ ID200 H3500	FRP	台	1
107	浓硫酸贮槽	V=50m ³ ID4000 H4000	CS	台	1
108	废硫酸高位槽	V=10m ³	PVC/FRP	台	1
109	氯气洗涤水泵	Q=190m ³ /h H=35m	Ti	台	1
110	硫酸供料泵	Q=0.4m ³ /h H=50m	PTFE	台	1+1
111	1#干燥塔硫酸循环泵	Q=96m ³ /h H=24m	哈氏C	台	1+1
112	2#干燥塔硫酸循环泵	Q=8m ³ /h H=15m	PTFE	台	1+1
113	氯水泵	Q=100m ³ /h H=25m	Ti	台	1+1
114	氯气压缩机	Q=4400Nm ³ /h	组合件	台	1
六	氢气处理				
115	氢气洗涤塔	ID2000	CS	台	1
116	氢气洗涤水冷却器	热侧流量: 55m ³ /h	S304	台	1
117	氢气压缩机	Q=4400Nm ³ /h	CS	台	3
118	氢气洗涤水泵	Q=60m ³ /h H=32m	CS	台	1+1
119	冷凝水泵	Q=3m ³ /h H=35m	CS	台	1
120	氢气冷凝水槽	V=25m ³ ID3000 H3600	CS	台	1
121	氢气冷凝水密封槽	V=8m ³ ID1600 H4000	CS	台	1
七	氯化氢合成和盐酸				
122	盐酸合成炉	SHL-1300	石墨+碳钢	台	1
123	圆块孔组合吸收塔	YKX-Z-600	石墨+碳钢	台	1
124	喷射泵	特大号	石墨	台	1
125	氯气缓冲罐	DN1600×2500	钢衬胶	台	1
126	氢气缓冲罐	DN1600×2500	Q345R	台	1

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
127	喷射泵液封罐	DN800×1200	低钙镁玻璃钢	台	1
128	酸性水循环槽	DN1600×2500	低钙镁玻璃钢	台	1
129	废气吸收塔	DN400×2500	低钙镁玻璃钢	台	1
130	酸性水循环泵	Q=50m ³ /h H=40m	钢衬四氟	台	2
131	吸收水泵	Q=5m ³ /h H=40m	钢衬四氟	台	2
132	盐酸中间槽	DN2500×4000	低钙镁玻璃钢	台	1
133	盐酸中间泵	Q=15m ³ /h H=30m	钢衬四氟	台	2
134	集酸罐	DN800×1200	低钙镁玻璃钢	台	1
八	液氯				
135	液氯冷凝机组	Q=3500Nm ³ /h	组合件	台	1
136	氯气液化器	设计压力 0.5~1.6MPa	Q345R	台	1
137	液氯分离器	V=0.62m ³ , ID700H1600	Q345R	台	1
138	液氯贮槽	V=50m ³ , φ2600X8400	16MnDR	台	6
139	气化器		组合	台	1
140	液氯泵	Q=30m ³ /h H=80m	组合	台	2
九	废气处理				
141	吸收塔	直径 DN2000 填料 H=5m	PVC/FRP	台	1
142	尾气塔	直径 DN1000 填料 H=5m	PVC/FRP	台	1
143	循环液槽	V=60m ³	PVC/FRP	台	4
144	高位槽	V=20m ³	CS	台	1
145	板式换热器		Ti	台	3
146	风机	Q=6000m ³ /h	Ti	台	2
147	循环泵		Ti	台	4
148	输送泵	Q=50m ³ /h H=30m	Ti	台	2
十	罐区				
149	烧碱储罐	V=5000m ³	CS/304	台	4
150	碱液输送泵		S30408	台	4
151	31%高纯盐酸储罐	V=500m ³	FRP/PVC	台	1

序号	设备名称	规格	材质	单位	数量
152	31%高纯盐酸输送泵			台	2
153	次氯酸钠储罐	V=200m ³	FRP/PVC	台	1
154	次氯酸钠泵		氟合金	台	2
155	98%浓硫酸罐	V=100m ³	CS	台	2
156	75%硫酸罐	V=100m ³	FRP/PVC	台	2
157	98%浓硫酸泵		CS/PTFE	台	2
158	75%硫酸泵		CS/PTFE	台	2

4.3.4 依托与利旧

本项目设备不涉及依托与利旧。

4.4 自动控制

4.4.1 概述

本项目生产中各工段的自控仪表设计，根据各工段特点及工艺参数要求，设置了生产过程的温度、压力、物位、分析等各种过程参数的检测和联锁保护系统和机、泵等动设备的状态显示、程序启停保护系统以及部分就地显示仪表。仪表控制系统拟采用先进的监控系统，对整个生产装置进行监控。

4.4.2 控制系统的选择

本项目生产过程中重要的控制参数设置集散型控制系统（DCS），对生产装置进行各种过程控制、监视、操作、顺序控制和批量控制。关键的检测、控制仪表选用进口仪表，现场复杂成套设备选用现场 PLC 并与 DCS 通信。对于需要集中监视的参数，由 DCS 系统进行整个车间集中控制。

根据生产装置的工艺特点及现代控制水平的要求，该工艺装置拟采用 DCS（分散控制系统）进行控制。考虑原料及工艺的特点，为确保人员、设备和环境的安全，对于重要的涉及安全及设计的关键控制点，将引入安全级别较高且独立的安全仪表系统，即安全仪表系统（SIS），实现对装置内重要设备的联锁保护及整套机组的连续监测和控制保护；所采用的 DCS 及 SIS 系统，应为性能先进、质量可靠、技术成熟、稳定性好的进口或国产知名品牌的控制系统，保证控制系统能够完成对热塑性弹性体材料项目生产、储运工艺过程参数监测、显示、报警、调节、连锁、保护及事故处理等功能。

本 项 目 含 氯 乙 酸、烧 碱 和 氯 化 亚 砷 等 生 产 装 置，涉 及 电 解、氯 化 和 加 氢 等 重 点 监 管 工 艺，且 有 重 大 危 险 源，故 设 置 SIS 对 相 关 参 数 设 置 报 警 和 联 锁。

为 防 止 工 艺 介 质 泄 漏 造 成 火 灾、爆 炸 事 故，根 据 工 艺 安 全 要 求 设 置 可 燃 及 有 毒 气 体 检 测 系 统（GDS）。当 区 域 内 可 燃 或 有 毒 气 体 浓 度 超 标 时，系 统 报 警，并 联 锁 开 启 风 机 以 便 及 时 排 除 事 故 隐 患。GDS 系 统 独 立 于 过 程 控 制 系 统，并 在 中 心 控 制 室 配 置 独 立 的 操 作 站，同 时 在 辅 操 台 上 设 置 公 共 报 警 灯。

4.4.3 仪 表 选 型

所 选 仪 表 及 控 制 系 统 先 进、可 靠 和 适 用 的，并 可 以 保 证 工 艺 装 置 的 长 期、稳 定 的 安 全 生 产 和 操 作。

现 场 的 主 要 仪 表 优 先 选 用 国 外 引 进 或 合 资 厂 制 造 的，能 充 分 满 足 性 能 要 求 的 产 品，现 场 变 送 器 一 般 采 用 电 动 智 能 型 仪 表。控 制 阀 采 用 气 动 执 行 机 构。

（1）温 度 仪 表

温 度 检 测 仪 表 采 用 热 电 阻 或 热 电 偶，就 地 指 示 的 温 度 仪 表 采 用 双 金 属 温 度 计。

（2）压 力 仪 表

远 传 压 力 检 测 采 用 具 有 大 量 程 比 的 智 能 型 压 力 变 送 器，就 地 压 力 指 示 视 介 质 情 况 采 用 弹 簧 管 压 力 表 或 隔 膜 压 力 表。

（3）流 量 仪 表

就 地 流 量 测 量 通 常 采 用 金 属 转 子 流 量 计；远 传 流 量 采 用 电 磁 流 量 计、涡 街 流 量 计、质 量 流 量 计 或 差 压 式 流 量 计。

（4）液 位 仪 表

就 地 液 位 计 选 用 磁 性 浮 子 液 位 计，远 传 液 位 信 号 选 用 智 能 液 位 差 压 变 送 器，液 位 开 关 选 用 音 叉 式 液 位 开 关。

（5）控 制 阀、切 断 阀

根 据 流 体 特 性、流 量 大 小、工 艺 操 作 条 件 等 项 要 求，选 取 调 节 阀 的 类 型、口 径、开 闭 型 式 及 附 件 等。调 节 阀 选 用 国 内 合 资 厂 生 产 的 技 术 先 进 可 靠 产 品，采 用 单 座 或 套 筒 式 调 节 阀，其 执 行 机 构 采 用 气 动 薄 膜 式。两 位 式 调 节 或 用 于 事 故 切 断 的 场 合，选 用 气 动 O 型 切 断 球 阀。调 节 阀 均 配 带 电 气 阀 门 定 位 器，切 断 阀 应 带 有 电 磁 阀 及 阀 位 开 关。

（6）可 燃 及 有 毒 气 体 检 测 器

本 项 目 生 产、储 存 过 程 中 存 在 可 燃 及 有 毒 气 体，因 此 须 按 国 家 规 范 要 求 在 相 应 的 泄 露 点 附 近 设 置 可 燃 气 体 检 测 器。

4.4.4 控制室的设置

本项目控制室位于中控楼内。控制室内采用轻型吊顶，净高度不低于3米。室内墙面应平整，墙壁颜色应以浅色为宜。要求控制室内为空调环境，为节省投资，则在操作员间、机柜间采用柜式空调。控制室地面选择防静电地板。控制室及机柜间夏季温度为： $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，冬季温度为： $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。空气净化要求，尘埃 $<200\mu\text{g}/\text{m}^3$ （粒径 $<10\mu\text{m}$ 、 $\text{H}_2\text{S}<10\text{ppb}$ 、 $\text{SO}_2<50\text{ppb}$ 、 $\text{Cl}_2<1\text{ppb}$ ）。

控制室照度要求：工作照明的照度距地面0.8米处操作室为300lx、机柜间为500lx。光源不应显示屏幕直射和产生炫光。控制室内应单独设置事故照明系统，以保证电源故障状态下的照明，其照度为30~50lx。

4.4.5 仪表动力供应

4.4.5.1 仪表用电源

本项目仪表用电采用UPS(不间断电源)供电，电池容量应保证在电源故障状态下，能维持系统和现场仪表可正常工作时间至少30分钟。

电源类型：单相 220V $\pm 5\%\text{AC}$ ； 50HZ $\pm 0.5\text{HZ}$ 。

电源功率：约30kVA。

4.4.5.2 仪表用压缩空气

要求仪表空气压力为0.6~0.8MPa，含尘粒径应不大于 $3\mu\text{m}$ ，含尘量应小于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，含油量应控制在1ppm以下，供气系统气源操作（在线）压力下的露点应比工作环境或历史上当地极限最低温度至少低 10°C 。

仪表信号采用如下标准信号：

气动信号： 20~100 kPa

电动信号： 4~20mADC

数字信号： 继电器触点

4.4.6 安全技术措施

(1) 本项目氯气、氢气和二氧化硫属于国家安监总局重点监管危险化学品，电解、氯化及加氢属于重点监管工艺，设置自动化安全控制系统。本项目拟采用SIS系统进行安全控制。

(2) SIS及其他安全联锁系统均设计成故障安全型、双重化冗余结构，执行单元电磁阀及电磁阀电源冗余配置。在SIS系统中的开关、按钮和报警器采用硬接线相连。

(3) 安装在危险区域的仪表应采用隔爆型。所有仪表的运输、安装及操作应适合于其被安装的区域。

(4) 放射性仪表的运输、安装及操作应符合有关的国际或国家标准,并采用必要的防护措施。

(5) 对于有易结晶、易堵的介质应采取膜片密封隔离或吹扫隔离等测量方法。

4.4.7 标准和规范

HG/T20505-2014	过程测量与控制仪表的功能标志及图例符号
HG/T20507-2014	自动化仪表选型设计规范
HG/T20510-2014	仪表供气设计规范
GB/T50493-2019	石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
HG/T20512-2014	仪表配管配线设计规范
HG/T20513-2014	仪表系统接地设计规范
HG/T20573-2014	分散控制系统工程设计规定
SH/T3104-2013	石油化工仪表安装设计规范
SH/T3521-2013	石油化工仪表工程施工技术规程
GB50093-2013	自动化仪表工程施工及验收规范

5 原材料、辅助材料、燃料和动力供应

5.1 主要原材料、辅助材料、燃料的种类、规格、年需用量

5.1.1 年产 4 万吨氯化亚砷装置

表 5.1-1 氯化亚砷装置主要原辅料来源及用量表

序号	原料名称及规格	年耗(t/a)	运输方式	备注
1	氯气 纯度 $\geq 99.5\text{wt}\%$	24000	管道	烧碱装置供
2	硫磺 纯度 $\geq 99.5\text{wt}\%$	5400	汽运	
3	二氧化硫 $\geq 99.5\text{wt}\%$	12139.2	汽运	
4	液碱 32% (折百)	1902	管道	烧碱装置供

5.1.2 年产 5 万吨氯乙酸装置

本装置的主要原料为醋酸、醋酐、液氯，辅助原料为氢气、氮气、烧碱。消耗情况见以下表 5.1.2。

表 5.1-2 氯乙酸装置生产消耗定额及消耗量表

分类	原料名称及规格	年耗 t/a	运输方式	来源
原料	醋酸 ($\geq 99.5\%$)	30000	汽运	外购
	酸酐 ($\geq 98\%$)	3250	汽运	外购
	液氯 ($\geq 99.6\%$)	40500	管道	本项目烧碱装置
辅助原料	氢气 ($\geq 99.5\%$)	150	管道	本项目烧碱装置
	氮气 ($\geq 99.5\%$)	438	管道	自备
	烧碱 (32%)	1750	管道	本项目烧碱装置
	催化剂	5.5 (一次装填量, 三年更换一次)	汽运	外购

5.1.3 年产9.8万吨烧碱装置

表 5.1-3 烧碱装置主要原辅料来源及用量表

序号	原料名称及规格	年耗(t/a)	运输方式	备注
1	原盐 按 94%折 100%计	147000	汽运	包括废盐
2	纯碱 98% Na ₂ CO ₃	1176	汽运	
3	液碱 32% (折百)	1960	管道	烧碱装置自供
4	硫酸 98%H ₂ SO ₄	1960	汽运	
5	螯合树脂	1568 L/a	汽运	
6	亚硫酸钠≥95%	441	汽运	
7	离子膜	656.6m ² /a	汽运	
8	高纯盐酸 31%	14210	管道	烧碱装置自供

5.2 水、电、汽和其他动力供应

本项目水、电、汽等动力消耗及供应如下表所示。

表 5.2-1 年产4万吨氯化亚砷装置公用工程消耗一览表

序号	名称	规格	单位	时耗/h	年耗/a	备注
1	工业水	一次水, 常温	m ³	0.5	4000	产业园区
2	脱盐水	0.3MPaG	m ³	0.6	4800	自建
3	循环水	t≤28℃	m ³	36	288000	自建
4	电	380V 50Hz 3 相	kWh	375	3000000	产业园区
5	蒸汽	P=0.8Mpa(G)	t	3.35	26800	产业园区
6	氮气	P=0.7Mpa, 含氧≤10ppm, 无油、无水	Nm ³	180	1440000	自建
7	仪表空气	无油无尘, 露点: -40℃	Nm ³	100	800000	自建
8	压缩空气	无油无尘 P=0.7Mpa	Nm ³	50	400000	自建
9	冷冻水	t-15℃, 0.5MPa	kcal	175000	1400000000	自建

表 5.2-2 年产5万吨氯乙酸装置公用工程消耗一览表

序号	名称	规格	单位	时耗/h	年耗/a	备注
1	循环水	0.4MPaG	m ³	2400	19200000	自建
2	工业水	0.3MPaG	m ³	8.415	67320.2	产业园区
3	脱盐水	0.3MPaG	m ³	2.5	20000	自建
4	仪表空气	0.6MPaG	Nm ³	625	5000000	自建
5	压缩空气	0.6MPaG	Nm ³	312.5	2500000	自建
6	氮气	0.6MPaG	Nm ³	43.75	350000	自建
7	电	380V, 50Hz	kWh	937.5	7500000	产业园区
8	1.0MPa 蒸汽	饱和蒸汽	t	5	40000	产业园区
9	10℃冷冻水	/	kW	870	6960000	自建
10	5℃冷冻水	/	kW	1130	9040000	自建
11	-15℃冷冻水	/	kW	465	3720000	自建

表 5.2-3 年产9.8万吨烧碱装置公用工程消耗一览表

序号	原料名称	规格	单位	时耗/h	年耗/a	备注
1	电解电(折交流)	110KV	kWh	27011.25	216090000	产业园区
2	动力电	10000V/380V/220V	kWh	2131.54	17052300	产业园区
3	蒸汽	0.8MpaG	t	3.675	29400	产业园区
4	工业水	一次水	m ³	8.795	70360	产业园区
5	脱盐水	电导率 5μs/cm	m ³	21.71	173683.8	自建
6	循环水	t≤32℃, ΔT=8℃	m ³	1768.43	14147450	自建
7	压缩空气	P=0.6MPa	Nm ³	612.5	4900000	自建
8	仪表空气	P=0.6MPa,无尘无油	Nm ³	387.29	3098310	自建
9	冷冻量	5℃	kJ	1800750	14406000000	自建
10	氮气	(间歇)	Nm ³	34	272000	自建

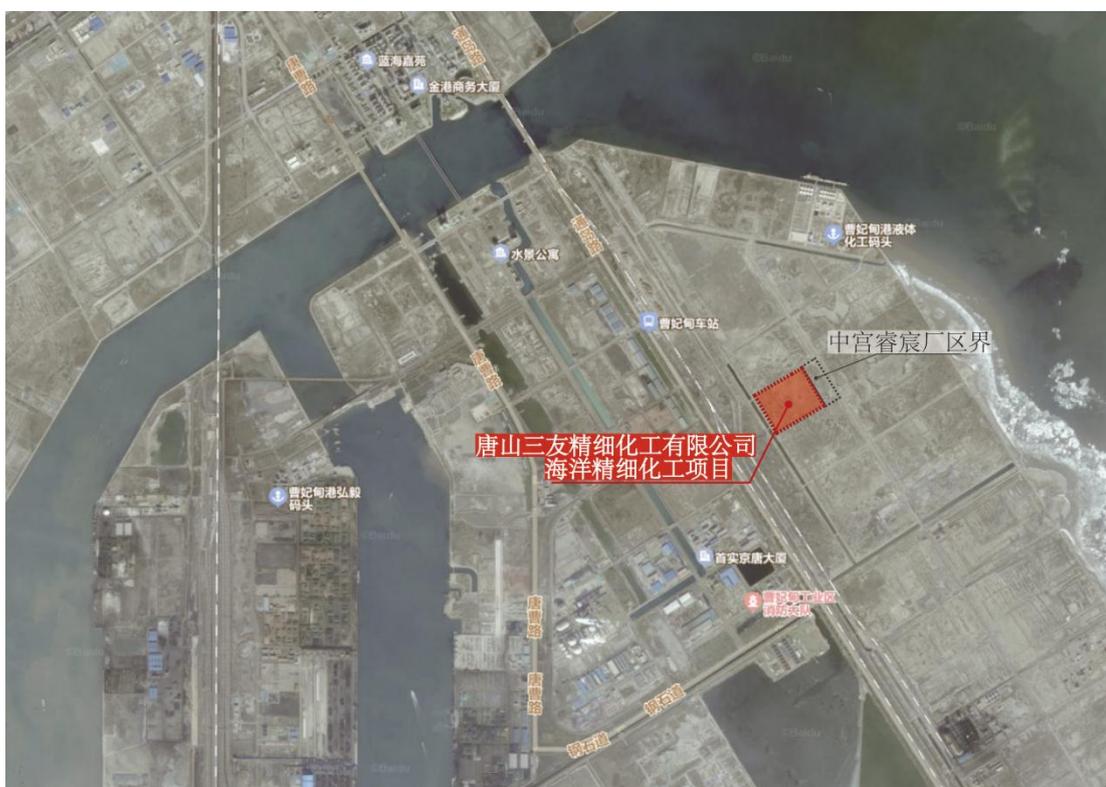
6 建厂条件和厂址选择

6.1 建厂条件

6.1.1 建厂地点的自然条件

6.1.1.1 厂址地理条件

本项目位于河北省曹妃甸工业区化学工业园区的中北部位置，厂区东侧为石化中路（中宫睿宸厂区界）、西侧为石化西路，南侧为石化北三道，北侧为石化北四道。本项目厂址详见区域位置图如下。



6.1.1.2 工程地质

(1) 地形、地貌条件

曹妃甸一带为古滦河三角洲平原海岸，具有双重岸线特征，其中内侧大陆岸线为沿古滦河三角洲发育的冲积海积平原，沿岸多盐田，潮滩发育，宽3~5km；外侧岛屿岸线与大陆岸线走向基本一致，由哈坨、腰坨和曹妃甸沙岛群构成，为沙质海滩，其南段的曹妃甸沙岛由12个小沙岛组成，西南段的最大，高程3m左右（当地理论基面起算，下同），最高处长有少量沙生植物。内外岸线间为宽阔的浅水泻湖，低潮时大片出露，东西两侧潮沟最大水深分别为-10~-15m和-2~-5m。

老龙沟海岸体系中的离岸沙坝主要由东坑坨、哈坨、腰坨和曹妃甸等几个不连续的带状沙岛组成。离岸沙坝的存在使得本海区形成双重岸线，并将沙坝内侧的泻湖浅滩水域与外海分离出来，导致两者在动力条件和地貌特征明显有所不同。以东坑坨沙岛为界，老龙沟泻湖有东、西两个口门与外海相通；其中“东支”近东西向，宽约200~1200m，长约13km，2m深槽全线贯通；“西支”近南北向，宽2~12km，长达17.5km，5m深槽全线贯通。“东支”与“西支”口门附近均有拦门沙浅滩发育。其中“西支”通道的2m深槽由蛤坨附近的2km迅速展宽至东坑坨附近的11km，落潮水流逐渐扩散，泥沙不断落淤，形成大规模拦门沙浅滩；且由于口门水域宽阔，涨、落潮流流路不一，在口门附近形成东、西两个明显的潮流冲刷槽。西槽为主槽，深槽的水深与宽度在向海方向上逐渐减小，最大水深由蛤坨附近的22m减小至口门处的5m，5m深槽宽度也由1800m缩窄至330m。东槽为副槽，紧贴东坑坨沙岛，宽约800~1200m、长约7km的5m深槽呈指状指向上游，通道内最大水深19.6m。东、西两个深槽的动力形成机制有所不同，其中西槽为落潮槽，主要由落潮流的动力冲刷作用形成；东槽为涨潮槽，涨潮流动力冲刷是其形成的主要原因。两槽之间的缓流区泥沙大量落淤而形成浅滩，水深不足2m的水域面积约5km²。

(2) 工程地质

曹妃甸及附近区域在大地构造上位于黄骅坳陷东北端与埕宁隆起的交接地段，地处滦河冲积扇的前部。新生代以来，在古老的基底岩石上部堆积了巨厚的松散层，主要是晚更新世(Q3)及全新世(Q4)海相、陆相及海陆交互层，多为粉、细砂及部分的粘性土层。其下是基底岩石，有震旦系以来至侏罗系地层。

根据勘察资料分析，勘察深度60m范围内主要由粉、细砂及粘性土组成，上部砂类土为松散—稍密状态，其下为中密粉细砂、粉土、粉质粘土层及密实的粉细砂层。各类土的水平分布比较稳定，层次明显，结构简单。土层分布情况如下：

曹妃甸工业区为海相沉积平原地貌，地势较为平坦，现状高程为2.34米~3.51米，揭露地层以填筑土、吹填砂、淤泥质亚粘土和亚粘土为主。

第(1)层、填筑土(Q4m1)：褐色，松散状态，以亚粘土回填为主，含白色小螺壳和贝壳碎片，土质杂乱，不均匀。第(1)-1层、吹填砂(Q4m1)：灰色，饱和，松散状态，以粉砂吹填为主，局部相变为粉土，偶见亚粘土团块，粘粒含量较高，含少量白色小螺壳，摇振反应迅速。

第(2)层、淤泥质亚粘土(Q4m)：灰色，流塑状态，含有机质，夹白色/J、螺

壳和贝壳碎片，干强度中等，韧性中等，刀切面稍有光泽，摇振反应无。

第(3)层、亚粘土(Q4m)：灰色，软塑~可塑状态，含少量有机质，偶见白色小螺壳，夹粉砂薄层，干强度中等，韧性中等，刀切面稍有光泽，摇振反应无。第(3)-1层、粉砂(Q4m)：灰色，饱和，稍密状态，主要成分为石英、长石，含少量云母碎屑，夹亚粘土薄层，颗粒呈圆形或亚圆形，粘粒含量中等，级配一般。

(3) 地震

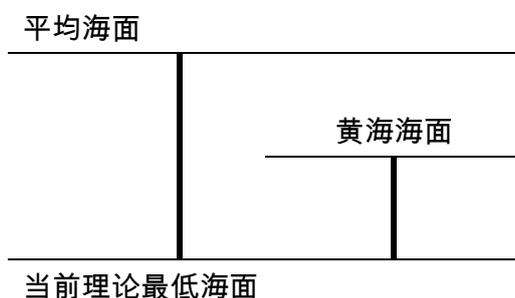
根据中国地震局对中国地震灾害防御中心提交的《曹妃甸化学工业园区地震小区划报告》的批复(中震安评〔2016〕56号)，场地地震基本烈度评定为7度。设计基本地震动加速度值为0.15g。

6.1.1.3 水文地质条件

(1) 潮位

2000年10月16日~2001年10月15日，在曹妃甸港区水域进行了为期一年的潮位观测，实测资料统计分析如下：

1) 高程关系



2) 潮位特征值

该海区潮汐性质属于不规则日潮，其 $(H01+HK1) / HM2=0.81$ 。

(本报告中的潮位值均从当地理论最低潮面起算)

年最高高潮位：	3.38m
年最低低潮位：	0.14m
年平均高潮位：	2.47m
年平均低潮位：	1.07m
平均海平面：	1.77m

年平均潮差： 1.40m

年最大潮差： 2.74m

3) 设计水位

设计高水位： 2.91m

设计低水位： 0.53m

极端高水位： 4.46m

极端低水位： -1.27m

4) 乘潮水位

全年乘潮水位表

频率 (%) 水位 (m) 延时	70	80	85	90	95
	乘潮一小时	2.30	2.19	2.13	2.04
乘潮二小时	2.24	2.13	2.07	1.98	1.76
乘潮三小时	2.14	2.04	1.98	1.89	1.68
乘潮四小时	2.02	1.92	1.86	1.76	1.58

(2) 波浪

该海区常浪向为 S 向， 出现频率为 10.87% ， 次常浪向为 SW 向， 出现频率为 7.48%。

强浪向 ENE 向，该向 $H_4 \geq 1.5m$ 出现频率为 1.63%，次强浪向 NE 向， $H_4 \geq 1.5m$ 出现频率为 0.97% ， 观测期间未出现平均周期大于 7.0s 的波浪。

(3) 海流

根据 2005 年和 2006 年曹妃甸海域全潮水文观测资料分析，现状条件下曹妃甸海域潮流具有以下特点：

- 1) 曹妃甸海域潮波呈驻波特点，流速最大出现在中潮位时，高、低潮位时转流。
- 2) 曹妃甸海域涨潮西流，落潮东流。在曹妃甸甸头和距离浅滩较远海域，潮流基本呈现东西向的往复流运动；在靠近浅滩海区，由于受地形变化影响和漫滩水流作用，主流流向有顺岸或沿等深线方向流动的趋势。

3) 曹妃甸海域涨潮时流速大于落潮流速。大潮涨潮平均流速为 0.40~0.60m/s，落潮为 0.35~0.50m/s ；小潮涨潮平均流速为 0.25~0.40m/s ，落潮为 0.25~0.35m/s。

4) 在流速平面分布上, 甸头附近深槽处为水流最强地区; 大潮时甸头附近最大涨潮流可达 1.40m/s, 落潮流可达 0.95m/s。

5) 涨潮时, 随着潮位的升高, 涨潮水体首先充填了曹妃甸浅滩东、西两侧的众多潮沟, 随后浅滩滩面逐渐淹没, 致使部分涨潮水体由曹妃甸两侧滩面向曹妃甸接岸大堤附近汇合。落潮时, 随着潮位的降低, 浅滩逐渐露出, 滩面上的水体归槽, 曹妃甸接岸大堤两侧的水体逐渐汇入甸头两侧的深槽水域。

(4) 海冰

国家海洋环境监测中心 1999 年~2000 年冬季在曹妃甸岸边(甸头区) NE~SW 走向布设 7 个测站进行了海冰观测。

初冰日为 12 月 20 日, 终冰日为 3 月 6 日, 总冰期约为 75 天左右。严重冰期从 1 月中旬至 2 月中旬。1 月 26 日对曹妃甸海区进行了全面观测, 其冰情如下: 整个观测海区全为冰覆盖, 总冰量为 10 (成), 固定冰量 10 (成), 流冰量为 9 (成)。固定冰主要为重叠冰和覆雪冰。其冰型为可随海面升降作垂直运动的沿岸冰和退潮留在浅滩上的搁浅冰, 一般冰厚为 10cm, 最大冰厚为 40cm。浮冰的密集度为 10(成), 冰型以灰冰(冰厚 10~15cm) 为主, 其次为灰白冰(冰厚 15~30cm) 和尼罗冰(冰厚小于 10cm)。1 月 27~29 日海面冰区范围略有扩大, 总冰量为 10 (成), 固定冰与浮冰量也均为 10 (成), 固定冰厚度一般为 10cm, 最大为 40cm (重叠冰), 主要为沿岸冰和覆雪冰, 固定冰区在离岸 10km 左右。近岸处浮冰以灰冰和灰白冰为主, 浮冰的最远外缘在 23km 左右。1 月 30 日受持续降温天气影响, 海冰厚度增加, 固定冰和浮冰的外缘线向海外延伸。2 月中旬后, 随着气温的回升, 固定冰的范围在缩小, 浅滩上的海冰受高潮和风的作用, 开始在海面漂流。2 月下旬海面冰量大幅度减少, 浮冰也以冰皮(冰厚 5cm 左右) 尼罗冰(冰厚小于 10cm) 为主。截止 3 月 6 日, 观测海区海冰完全消失。

(5) 泥沙

根据 1996. 10、2005. 3 和 2006. 3 全潮含沙量测验资料统计及含沙量场遥感图片分析, 本海域含沙量分布具有如下特征:

1) 在小浪或无浪气象条件下, 曹妃甸海域含沙量并不大, 近年水文测验资料表明, 曹妃甸近海深水区大致为 0.05~0.10kg/m³; 近岸区大致为 0.07~0.15kg/m³。考虑波浪作用后, 海域年平均含沙量大致为 0.21kg/m³ 左右。

2) 从平面分布上看, 整个海区可分为近岸水域和近海水域, 近岸水域的水体含沙量一般大于近海水域。近岸水域又以甸头为界, 分为西部水域和东部水域, 西部水域平均含沙量大于东部。如大潮平均含沙量, 西部和东部海域 1996 年 10 月实测分别为 $0.39\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.32\text{kg}/\text{m}^3$, 2005 年 3 月为 $0.163\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.072\text{kg}/\text{m}^3$, 2006 年 3 月为 $0.137\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.054\text{kg}/\text{m}^3$ 。在垂向分布上, 各测站悬沙含量随深度的变化规律明显, 均表现出由表层向底层递增的分布规律。

3) 从全潮平均含沙量的变化看, 水体含沙量与潮差成正相关, 大潮含沙量大于小潮含沙量。实测大潮、小潮平均含沙量 1996 年 10 月分别为 $0.31\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.25\text{kg}/\text{m}^3$; 2005 年 3 月为 $0.106\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.091\text{kg}/\text{m}^3$; 2006 年 3 月为 $0.087\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.070\text{kg}/\text{m}^3$ 。从涨、落潮平均含沙量的变化看, 落潮含沙量大小与涨潮基本相当, 没有明显变化。

4) 从悬沙输移分析可知, 在一般气象条件下, 曹妃甸海域大潮净输沙方向与涨潮方向基本一致, 即近海区自东向西, 近岸区由海向岸, 老龙沟口门处由外海向潮沟内; 小潮期涨落潮输沙基本相对平衡, 净输沙量较小。

5) 曹妃甸海域大风浪条件下的含沙量应大于一般气象条件下的含沙量。此外, 波浪条件下破波区附近的悬沙运动对曹妃甸岸滩的冲淤演变起重要作用, 这需在更完整资料的基础上进行进一步的分析。

6) 从悬沙粒径分析可知, 本海域悬沙主要为颗粒较细的细粉砂, 中值粒径在 $0.008\sim 0.02\text{mm}$ 之间, 一般均小于当地底质粒径。2006 年 3 月水文测验期间, 各测站悬沙中值粒径大潮为 $0.007\sim 0.013\text{mm}$, 小潮为 $0.006\sim 0.014\text{mm}$, 而相应测点的底质中值粒径则一般在 $0.010\sim 0.025\text{mm}$ 之间。

6.1.1.4 自然、气象条件

曹妃甸工业区化学工业园区地处中高纬度, 属于东部季风区暖温带半湿润地区。冬季受西伯利亚和蒙古冷空气影响, 盛行偏北风, 夏季受太平洋高压影响, 盛行偏南风。具有春季干燥多风, 夏季闷热多雨, 秋季昼暖夜寒, 冬季寒冷少雪的特点。

2007 年, 曹妃甸建立地面气象观测站, 开始地面常规气象资料观测, 观测时间较短。而唐海气象站与曹妃甸相距 30 公里, 距离较远, 因此本次规划主要采用曹妃甸气象站 2007~2013 年的观测数据。

曹妃甸工业区气象特征值如下:

(1) 气温

曹妃甸工业区具有明显的暖温带半湿润气候特征，最高温一般出现在午后 13:00 到 15:00，最低温一般出现在凌晨 5:00 到 8:00，整体变化趋势类似正态分布。年平均气温一般在 11.5- 12.0℃之间。年最高温一般出现在夏季的 7 月，最低温一般出现在冬季的 1 月份。根据历史资料统计，陆上最高气温 36.6℃，出现在 2009 年 7 月 5 日，最低气温-21.0℃，出现在 2010 年 1 月 5 日。

(2) 降水

不同年份的降水量（4~ 10 月）有很大不同，曹妃甸年平均降水量 484. 1 毫米，最大降水量为 2012 年的 809.8 毫米，最小降水量为 2009 年的 200. 1 毫米；日降雨量（24 小时降雨量）最大值为 161.9 毫米，出现在 2012 年 8 月 3 日；1 小时降雨量最大为 66.6mm，出现在 2013 年 8 月 7 日；汛期（6、7、8、9 月）降水占全年降水有很大比重，平均比重 77.98%，最高比重可达 87.6%，最低比重仍达到了 61. 1%。

曹妃甸工业区年暴雨日数一般在 5 天左右，与城区（原唐海）暴雨日数相差不多（年相差在 1~2 天），均出现在汛期。

(3) 风况

大陆性季风气候特征明显。整体而言，曹妃甸陆上风速相对唐山内陆风速明显偏大，年平均风力 3 级，海面年平均风力 4 级。春、冬季风力较大，多大风天气，夏、秋季风力较小；春季 4 月和冬季 2 月的风力明显偏大；汛期 6、7、8、9 月的平均风力较小，但阵风较大；据统计，陆上最大风速 24.5m/s，10 级，东风；海上最大风速为 27.5m/s，10 级，东风。

全年：曹妃甸全年主导风向为西南风（SW），其次是南南西风（SSW）；

春季：春季主导风向为西南风（SW），其次是南南西风（SSW）；

夏季：夏季主导风向为南南东风（SSE），其次是东南东风（ESE）；

秋季：秋季无明显主导风向，为过渡季节；

冬季：冬季主导风向为西北风（NW），其次是北北西风（NNW）。

(4) 相对湿度

整体而言，曹妃甸工业区春冬季干燥、夏季潮湿。跟内陆地区相比，湿度略大一些。曹妃甸工业区陆上年平均相对湿度约 64%，夏季相对湿度最大，平均约 73%，春

季最小，仅为 58%，冬季的平均相对湿度约为 61%。

(5) 风暴潮

曹妃甸工业区 6 级以上大风日数年分布有较大差别，平均每年 20~50 天。曹妃甸海域的潮汐为不规则半日混合潮，和台风及温带气旋的共同作用会诱发风暴潮；曹妃甸工业区风暴潮的表现以较大浪高为主，潮位的剧增比较少见。

(6) 雾

曹妃甸工业区秋冬季多大雾天气，年大雾日数分布不均，能见度低于 1 千米的大雾天数在 10~30 天不等。

(7) 雷电

曹妃甸工业区汛期季节多强对流，伴随有雷电或雷雨天气，近几年的统计资料显示曹妃甸的年雷暴日数在 20~40 天。

6.1.3 外部交通运输状况

6.1.3.1 公路运输

曹妃甸工业区与周边地区的公路交通体系已经基本形成。南北向通道主要有：青林公路，接工业区内部通岛路（1 号路），已建成并投入使用；曹妃甸环城快速路，接工业区内部中山路（2 号路），正在建设之中；唐曹高速公路，接工业区内部唐曹高速连接线，已建成并投入使用；遵曹公路，跨二号港池接工业区西通路，还未开工建设；迁曹高速公路，接工业区内部迁曹高速连接线，已经建成。

东西向通道是工业区零加北边路，东至生态城，西至嘴东，为滨海大道的一部分。

6.1.3.2 铁路运输

根据《唐山市曹妃甸区物流铁路总体规划》（报批稿），曹妃甸区铁路网规划为“两条城际并线走通廊，五条货线密集入曹港；工业场站遍布功能区”的综合布局。具体包括 7 条铁路干线，规划线路总长度约 500 公里，分别是迁曹铁路（既有货运专线）、张唐铁路（既有、客货兼运）、唐曹铁路（在建、客货兼运）、水曹铁路（拟建、货运专线）、汉南铁路（已投用）及延长线（谋划阶段）共 5 条货运干线引入港区，以及京唐秦城际铁路（谋划阶段）、环渤海城际铁路（谋划阶段）2 条城际铁路形成客运通廊通过。

其中，迁曹铁路（既有）是大秦铁路的一条煤炭下海通道铁路，线路起自大秦线迁安北站，终至曹妃甸北站，线路全长 119km，曹妃甸区内线路长 17.32km，国铁

I 级、双线电气化，设计时速 120 公里，设计运量 2 亿吨/年。至曹北站出线后向南引出至工业区内部分为曹南线、曹西线，其中曹南线全长约 25.60km，曹西线全长约 18.40km，皆为国铁 I 级、双线电气化，设计时速 120 公里。迁曹铁路主要承担港区煤炭、钢铁下水，及部分矿石上水的运输，是港区现状唯一的集港货运铁路；张唐铁路(既有)为蒙冀铁路一部分，是继大秦铁路、朔黄铁路之后，“三西”煤炭下海外运的又一条大通道，货运为主、兼顾客运。线路起自京包铁路孔家庄站，止于迁曹铁路曹北站，线路全长约 528km、曹妃甸区境内线路长约 44.8km，国铁 I 级、双线电化，设计时速 120 公里，设计货运能力 1.4 亿吨/年、客运能力 10 对/日，目前曹妃甸段只开通货运功能；

唐曹铁路(在建)为唐山市区至曹妃甸港区的一条客货兼用铁路线，起自津山线七道桥站，终至商务区站，线路长度约 76km、曹妃甸区境内长约 54.25km；同时由唐海南站向东引出曹妃甸新城支线，支线全长 14.96km。国铁 I 级、双线电气化，设计时速 160 公里，设计货运能力 1.35 亿吨/年，客运能力近期 8 对/日、远期 15 对/日，可运行动车组列车。

水曹铁路(拟建)是首钢迁安矿区至曹妃甸港区的非煤货运专线，北起既有卑水线木厂口站，终点至曹妃甸工业区甸头区，另有曹南线向西的通用码头下行线，线路全长约 130.9km、其中曹妃甸区境内正线长约 19.33km、通用码头站下行线长约 13.7km，国铁 I 级、双线电气化，设计时速 120 公里，设计货运能力 1.5 亿吨/年。

汉曹铁路(谋划阶段)规划线路从汉南线毕家瞿站引出，经丰南港站后进入曹妃甸区，沿遵曹公路引入二港池站，线路全长约 52.5km，单线电气化，设计时速 120 公里。汉曹铁路主要承担二港池西区、五港池、六港池的散杂货疏港运输，将打开曹妃甸港区西部铁路货运新通道，大大缩短曹妃甸港区与天津方向的走行距离；京唐秦城际铁路(谋划阶段)西起北京站，向东经河北省唐山市、曹妃甸区，终至秦皇岛市，设计时速 350 公里，线路长约 150 公里，建成后北京到唐山的运行时间约 1 小时，曹妃甸将真正加入首都 1 小时经济圈，该线路成为曹妃甸融入京津冀一体化的重要轨道交通项目；

环渤海城际铁路(谋划阶段)规划路线是沿渤海湾，在河北省境内由黄骅经天津滨海新区、曹妃甸区、京唐港至秦皇岛的一条沿海城际铁路，设计时速 350 公里，线路全长约 326km。

目前曹妃甸区铁路网集港能力较强、疏港能力较弱，运输货种单一。远景铁路系

统构建完善后，可满足大宗货物综合集疏运需要，缩短曹妃甸与京、津的时空距离，对接京津冀 1-2 小时交通圈。

6.1.3.3 水运、海运

曹妃甸港区由东港区、西港区、和甸头区组成，总面积 62.03 平方公里，曹妃甸港区规划海岸线 66.7 公里，拟建设泊位 263 个，目前可利用岸线长度约 33.1 公里，可建设 5 万吨及以上泊位 131 个。曹妃甸港口定位为：能源、矿石等大宗货物的集疏港、贸易港，商业性能源储备基地，钢铁、煤炭、矿石、天然气、可再生资源等货种的交易中心和轨迹港口物流中心。曹妃甸去码头泊位统计表如下：

项目业主	泊位名称	泊位 (个)	岸线 (米)	靠泊等 级 (万 吨)	建成时间	通过能力 (万吨)
一、建成项目	总 计	87	22000			37331
唐山曹妃甸 实业港务有限 公司	矿石码头一期	2	808	25	2005.12	3000
	矿石码头二期	2	792	25	2010.10	3200
	通用散杂泊位	2	550	5	2007.08	350
唐山曹妃甸 实华原油码头有限公司	实华原油码头	1	520	30	2009.08	2000
国投曹妃甸 港口有限公司	煤码头起步	5	1514	5-10	2009.04	5000
	煤码头续建	5	1175	5-15	2012.08	5000
曹妃甸港集团 股份有限公司	通用码头起步	3	680	4	2009.09	220
	通用码头二期	3	660	4	2009.09	400
	通用码头三期	2	506	5、7	2011.04	410
	通用散货泊位	3	868	7-10	2011.04	1000
	通用散货泊位二期	3	711	3.5、5	2014.09	868
	多用途泊位	2	440	4	2012.11	325
唐山曹妃甸 矿石码头 有限公司	液体化工码头	2	624	5	2016.02.	380
	矿石码头三期	2	778	25	2012.04.	3500
曹妃甸西港码头 有限公司	联想通用件杂	2	521	5	2012.11.	350
	联想通用件杂二期	4	992	10	2015.12.	600
首钢京唐钢铁有 限公司	京唐钢铁厂杂货 泊位	5	1240	5	2010	1222
首钢京唐曹妃 甸 港务有限公司	成品钢泊位	8	1600	1-5		1100
华电曹妃甸重工 装备 有限公司	大型机械泊位	2	716	3	2011.12.	
中石油海洋工程 唐山分公司	船舶补给码头	1 1	1270	0.5	2012	

6.1.4 公用工程条件

6.1.4.1 供、排水

本项目生活给水水源来自园区生活给水系统，供水压力约为0.14Mpa；生产给水水源来自园区生产给水系统，供水压力约为0.10Mpa。

排水管网按“清污分流、雨污分流”的要求规划建设排水系统。各建筑物雨水及道路雨水收集后直接排入园区雨水管网。生产过程中产生的工艺废水以及清洗废水（冲洗地面、设备、清洗管道、设备）经污水管道收集，排至污水处理站集中处理，处理达标后排入园区管网。

生活污水主要是卫生设施用水，通过污水管道收集，经化粪池预处理后排至污水处理站集中处理，处理达标后排入园区管网。

6.1.4.2 供电

本项目新建一座110kV总变配电所，采用双电源进线，电源引自厂区附近总变电站不同电源端，当其中一路电源发生故障时，另一路仍能不间断供电，满足一级负荷双电源供电的要求。

6.1.4.3 电信

本项目为新建工程，设计范围包括生产装置、总体工程设施及辅助生产设施。

6.1.4.4 供汽

曹妃甸工业区化学工业园区是国家七大石化产业基地之一，目前集中供热的热源只有华润电厂。华润电厂已建成总装机容量260万千瓦发电厂，分两期建设。一期工程主要包含2台30万千瓦发电机组；二期工程主要包含2台100万千瓦发电机组。

华润电厂拟通过对既有2×300MW抽凝热电联产机组和2×1000MW纯凝发电机组改造满足化学工业园区对不同等级蒸汽的需求。后期根据蒸汽需求增长，当现有改造机组不能满足供汽需求时，利用自有的2×300MW抽凝机组煤炭、能源消耗指标和污染物排放指标，在化学园区内建设等容量抽背式热电联产机组，满足化学园区蒸汽需求。

本项目所需蒸汽由现有华润电厂2×300MW抽凝热电联产机组或2×1000MW纯凝发电机组改造满足需求。

6.1.4.5 各种气源供应

本项目新建空压制氮装置，为相关装置提供气源。

6.1.4.6 消防设施

目前，曹妃甸工业区共有1座公共消防站6座企事业专职消防队，基本情况如下：

(1) 曹妃甸工业区公安消防大队

该消防站位于曹妃甸钢厂北路北侧，通岛一号路西侧，距离化学园区西侧边线约1公里，由一个消防中队组成，人员55人，配套车辆有举高喷射、登高平台、抢险救援、干粉、水罐、泡沫等消防车10台。

(2) 企业专职消防队

工业区共有6座企业专职消防队，消防人员共计144人，消防车辆共计15台，详细如下：

1) 首钢京唐公司消防队，位于钢铁电力园区，共有消防人员14人，配备车辆有水罐消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。

2) 港口公司消防队，位于唐曹高速连接线西侧，共有消防人员22人，配备车辆有水罐消防车2台，水罐泡沫联用消防车1台。

3) 实业公司消防队，位于甸头区，共有消防人员17人，配备车辆有水罐消防车2台。

4) 中石化曹妃甸油库消防队，位于甸头区，共有消防人员29人，配备车辆有泡沫联用消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。

5) 中石化曹妃甸原油商业储备基地消防队，位于化学园区南部，共有消防人员38人，配备车辆有泡沫联用消防车1台，水罐消防车2台，登高喷射消防车1台。

6) 华润电厂消防队，位于钢铁电力园区，共有消防人员24人，配备车辆有水罐消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。

(3) 园区规划情况

化学园区规划5个特勤消防站（其中4个陆上，1个水上），根据园区实际，正在启动4号特勤站（石化南四道、石化中路路口处）建设，同步建设气防站、医疗急救场所；目前正在跑办4号特勤站前期手续，预计2023年投用。

附近医院：距离、到达时间、级别等。

有一家医院：曹妃甸区工人医院，曹妃甸区工人医院是按照二级甲等医院标准规划建设非盈利性综合医院，占地面积50000m²，建筑面积52000m²，总投资3.8亿元。医院设置床位305张，核定人员编制420名，设置预防保健科、全科医疗科、内科、外科、妇产科、儿科等二十余个科室。附近有2家以上的诊所，多家药店。

6.1.5 用地条件

本项目用地为利用现有土地，无需动迁，对社会稳定无影响。

6.2 厂址选择

6.2.1 选址原则

- (1) 符合国家和地方的城乡规划要求；
- (2) 有足够的环境容量，有必要的焚烧、填埋设施，有利于环境保护；
- (3) 原料输送管线尽量短捷、顺畅；
- (4) 社会依托和人文环境条件较好；
- (5) 具备公路、铁路运输条件；
- (6) 有可靠的供电、供水、排水等系统工程依托条件；
- (7) 不侵占自然保护区，避免占用基本农田、耕地、天然林地，有利于环境和生态的保护；
- (8) 满足工程建设所需的场地面积和适宜的地形坡度；
- (9) 具有较好的工程地质和水文地质条件；
- (10) 避开地震断层，泥石流等地质灾害地区和洪水、内涝威胁区；
- (11) 与居民区保持合理的生产安全和卫生防护距离，确保民生和生产安全；
- (12) 厂外原料管廊的选线，应根据地形、地貌特点，沿山体、河渠及道路布设，路径选择宜短捷、顺直、减少与水渠、公路等交叉，尽可能避开现有发展区和环境敏感区。

6.2.2 地理位置概述

本项目位于曹妃甸工业区化学工业园区的中北部位置，厂区东侧为石化中路、西侧为石化西路，南侧为石化北三道，北侧为石化北四道。

曹妃甸是唐山市南部沿海的一个东北、西南走向的带状沙岛，位于东经 118° 38'，北纬 38° 55'，原是唐山南部近海的一个沙岛，甸头距海岸 18km，甸头前沿水深-36m，可建设停靠 25 万吨至 30 万吨级大型货轮的深水码头，沙岛后方与大陆岸线间是大片浅没海滩，是中国北方唯一最接近国际深水航线的天然陆域。

曹妃甸地处环渤海、环京津经济圈核心位置，相距北京 220km、天津 140km，处在京津冀一小时经济圈内；从海域看，距韩国仁川港 400 海里，距日本长崎 680 海里、神户 935 海里，是新建欧亚大陆桥的起点。曹妃甸工业区规划面积 380km²（陆域 310km²、水域 70km²），目前已造地 210km²，由七大产业园区（港口物流园区、钢铁电力园区、化学工业园区、装备制造园区、综合保税区、新兴产业园区、中日生态工业园区）和临港商务区组成。

曹妃甸石化产业基地是国家规划布局的石化产业基地，位于河北省曹妃甸工业区东南部，北临三号港池，西邻首钢京唐公司，东、南濒渤海，规划面积约 87km²，立足深水大港优势，未来将建成大型临港石化产业基地、环渤海油气储运中心和中国北方化工品贸易集散中心。

6.2.3 土地利用规划

曹妃甸原是唐山南部近海的一个沙岛，经多年吹填造地，目前已形成约 200 平方公里的陆地。曹妃甸工业区总体规划确定的总面积为 380 平方公里，其中陆域面积约 302 平方公里，水域面积约 78 平方公里。

石化产业基地位于曹妃甸工业区的东部，规划面积共约 70.31 平方公里，规划范围内全部为工业用地。结合产业项目的建设时序，基地的土地将分阶段开发。第一阶段至 2020 年，开发建设起步区。起步区目前已经完成吹填，面积为 32.59 平方公里，已有一批项目入驻。第二阶段 2021 年至 2025 年，开发建设西区，规划面积 4.6 平方公里。第三阶段 2026 年至 2030 年，开发建设起东区，西与起步区相接，东至一突堤东岸，规划面积约 33.12 平方公里。

曹妃河以南，石化基地所需的大宗液体原料如原油、LNG 等来自甸头的深水码头，所以将曹妃河以南的地块规划为石化上游加工区，布置炼油、乙烯、芳烃等石化龙头项目。石化中下游加工区和盐化工产业区布置在其周边，便于上下游的联系，充分利用铁路、公路等交通设施。

曹妃河以北，靠近岸线的地块规划为液体仓储物流区，其余地块规划为多元烯烃加工区，使乙烷、丙烷、甲醇等原料可以方便地利用液体化工港区运入。

位于 WS-B8 地块的污水厂负责收集处理起步区和西区的污水，位于 MS-C7 地块的污水厂负责收集处理东区的污水，尾水通过布置在石化中路东侧的污水排海管统一排出。

6.2.4 厂址选择

本项目选址位于河北省曹妃甸工业区化学工业园区，拟建项目符合石化产业基地产业规划，项目用地符合园区土地利用规划。石化产业基地配套公用工程设施及运输条件良好，有利于本项目的建设。

7 总图运输、储运、外管网及土建

7.1 总图运输

7.1.1 全厂总图

唐山三友精细化工有限公司根据公司发展规划，筹建年产4万吨氯化亚砷、年产5万吨氯乙酸、年产9.8万吨烧碱项目。该建设场地位于曹妃甸工业区化学工业园区的中北部位置，厂区东侧为石化中路、西侧为石化西路，南侧为石化北三道，北侧为石化北四道。拟建项目符合工业区产业规划，项目用地符合园区土地利用规划。工业区配套公用工程设施完善，外部协作条件良好，有利于本项目的建设。

本项目占地面积为332749.89 m²，约合499亩地。

7.1.1.1 总平面布置

(1) 总平面布置原则

1) 本工程的总图运输设计必须认真贯彻“十分珍惜和合理利用每寸土地，切实保护耕地”的基本国策，在满足安全、方便施工及检修的条件下，因地制宜，经济合理和集约利用土地，力求做到节约用地，节省投资；

2) 符合园区及公司的总体规划要求，尽可能依托园区现有公用工程设施；

3) 总平面布置应综合考虑厂区的地理位置、自然条件的要求，以“工艺流程顺畅、方便管理、确保安全生产、注重环境质量和企业后续发展”为原则进行布置，并满足国家有关防火、防爆、安全卫生等有关标准和规范的要求；

4) 根据“一体化”原则，在生产设备、工艺条件、操作条件和自然条件许可时，生产装置尽量联合、集中、露天化布置；生产类别及性质相同或相近的建构筑物尽量合并；

5) 根据生产装置的性质，合理分区，便于生产管理，并注意环境保护；

6) 根据工厂的组成和装置用地要求，以及地下管线和管廊的走向，按现代化企业的新模式合理划分街区，确定通道宽度；

7) 公用工程设施根据需要，集中或分散布置，尽量靠近负荷中心；

8) 合理组织运输，缩短运输距离，便于相互联系，避免人流、货流交叉，减少相互干扰，保证交通安全；

9) 仓储设施的布置，按储存货物的性质和要求，尽可能靠近原料和成品的装卸地

和用户，减少二次倒运；并位于运输方便的地段；

10) 近期与远期相结合，考虑远期发展的可能性。

(2) 工厂主要组成及总平面布置方案

根据上述布置原则和本项目单体构成，本方案设计可大致分为厂前区、生产区、仓储区、公用工程及辅助设施区四个功能区。布置具体如下：

厂前区:主要由中央控制楼、生产管理办公楼、综合服务楼、车库、综合办公楼、分析化验楼、停车场组成，其在地内分别由东到西、自南至北分别布置。由于该地区年主导风向为南风，而厂区外部的的主要市政道路位于建设场地的南面和西面，为便于对外联络，将厂前区布置于厂区西南角。处于安全考虑，其周边布置初期雨水/应急事故池、综合仓库、机修厂房、备品备件库、生产/生活/消防水站、停车场等公用工程设施，与北侧的主工艺装置区进行隔离，以提高厂前区的安全系数、确保人员安全。同时在厂前区南侧设置了全厂的人流出入口，方便日常对外的联络和人员出入。

公用工程及辅助设施区：由综合仓库 2、综合仓库 1、生产/生活/消防水站、备品备件库、机修厂房、初期雨水/应急事故池、循环水站、环保监测站、110Kv 总变配电站、动力车间组成。其围绕厂前区布置，既便于外部管线、电缆的接入，又靠近主要负荷中心，同时也起到了将厂前区与生产区进行隔离的目的。

生产区：本项目的生产装置主要为氯化亚砷装置区、氯乙酸装置区、烧碱装置区。将三个装置区集中布置在厂区中部，靠近公用工程及辅助设施区，缩短相互间的管线，又有利于节约能耗，节省投资，并便于日常运营管理。三个装置区布置依次如下：

氯化亚砷装置区位于厂区东侧，氯乙酸装置区正南方向上。该装置包含：二氧化硫仓库、生产厂房、硫磺仓库、氯化亚砷仓库、包装车间；且包含为该装置服务的公用工程设施：氯化亚砷装置区机柜间。

氯乙酸装置区位于厂区东侧中段。包含：氯乙酸生产车间、切片包装车间、固体氯乙酸仓库；同时包含为本装置配套的相关装置公用工程设施：氯乙酸装置区机柜间；并包含区域性的分变电所。

烧碱装置区布置于厂区西侧中段。包含：一次盐水、废盐处理、氯气处理及压缩、氯气液化、液氯包装、、二次盐水/脱氯/电解/整流、HCL 合成及盐酸、氢气处理及压缩；同时包含为本装置配套的相关装置公用工程设施：烧碱装置区变配电间、烧碱装置区机柜间。

仓储区:本项目的仓储区主要由氢气管束车灌装站、液氯槽车灌装站、汽车装卸站、罐区、甲类仓库、丙类仓库1、丙类仓库2组成。其次,本建设场地的仓储区主要位于厂区北端,紧靠生产区,临近西侧围墙处设置物流出入口,既满足了原材料运输量较大的要求,也避免了与其它运输车辆及人流的交叉,以提高厂区的安全性。同时为了便于管线输送,节省能耗,将罐区设置于厂区东侧中段,且靠近生产区。而将装卸区设置于罐区的北面,便于运输。如此布置既最大限度地缩短了社会运输车辆(与生产无关)在厂区内行驶路线,避免了大运输量交通交叉行驶的可能性,避免对日常生产和安全的影响,确保行车及日常运营安全。

(3) 土地利用技术经济指标

序号	名称	单位	数量	备注
1	本项目用地面积	m ²	332749.89	约合499亩
2	建、构筑物占地面积	m ²	146831.28	
4	总建筑面积	m ²	127777.00	
5	道路及地坪用地面积	m ²	87514.00	
6	折算容积率建筑面积	m ²	244040.08	备注1
7	建筑系数	%	44.13	
9	容积率		0.73	备注2
10	围墙长度	m	2277.00	
11	绿地占地面积	m ²	49913.00	
12	绿地率	%	15.00	
13	停车位	个	200.00	
14	行政办公及生活服务设施占地面积	m ²	3504.00	
15	行政办公及生活服务设施占地比例	%	1.05	

备注1:《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 A.4.2 计算工厂容积率的总建筑物、构筑物面积应符合:建筑物、构筑物计算面积,应按建筑物、构筑物的建筑面积计算;当层高超过8m时,该层建筑面积应加倍计算;高度超过8m的化学反应装置、容器装置等设施,应加倍计算。

备注2:容积率(工厂容积率)=工厂容积率=计算工厂容积率的总建筑物、构筑物面积÷本项目实际用地面积。

(4) 工厂绿化

绿化景观设计以厂前区和公用工程及辅助生产设施区为重点绿化、美化区，种植树木、辅以草坪。树木主要布置在厂区沿道路部分、厂前区及主要人流出入口附近，既绿化环境，也能起到防护的作用；灌木、花坛主要在次要出入口，厂前区区域设置；其余区域非铺砌场地以种植草坪为主，为职工生产和生活创造良好的环境条件，以达到净化空气、保护环境、有益于人体健康的目的。

本项目绿地面积：49913 m²，绿地率：15%。

7.1.1.2 竖向布置

(1) 竖向布置原则

- 1) 合理确定场地设计标高，减少土方工程量；
- 2) 因地制宜，为生产运输和场地排水创造良好的条件，利于场地排水；
- 3) 结合厂区地形，满足生产、运输要求并与厂区周围道路相协调。

(2) 竖向布置方案

本工程场地竖向布置采用平坡式。本建设场地内原始地坪标高约为 5.45-4.40m，为尽量保持土方平衡，避免外运，且参照周边厂区地坪设计标高，故新建厂区道路中心线标高拟定为 4.70m，室外地坪设计标高为 4.80m。

7.1.1.3 标准、规范

厂区内建构筑物安全防火间距主要按照《《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》GB50160-2008及《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年修订版）对本项目建（构）筑物的防火间距进行检查。

本项目所有装置之间的间距均满足《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》GB50160-2008及《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年修订版）的要求。

7.1.2 全厂运输

7.1.2.1 运输量及运输设备（不包括管道运输量）

本项目总体考虑汽运方式，大宗原料及产品均采用汽车运输。全厂主要货物运输量表见下：

(1) 氯化亚砷装置:

序号	货物名称	运量(t/a)				货物形态	包装方式	备注
		铁路	公路	水路	管道			
1	运入							
1.1	硫磺		5400			固	袋装	
1.2	二氧化硫		12140			液	槽车	
	小计		17540					
2	运出							
2.1	氯化亚砷		40000			液	桶装、槽车	
2.2	盐酸		688			液	槽车	20%
2.3	亚硫酸钠溶液		11174			液	槽车	25%
	小计		51862					
	合计		69402					

(2) 氯乙酸装置:

序号	货物名称	运量(t/a)				货物形态	包装方式	备注
		铁路	公路	水路	管道			
1	运入							
1.1	醋酸		30000			液	槽车	
1.2	醋酐		3250			液	槽车	
1.3	催化剂		5.5			固	汽车	
	小计		33255.5					
	运出							
2	氯乙酸		25000			固	袋装	
2.1	氯乙酸水溶液		31250			液	槽车	
2.2	31%盐酸		69750			液	槽车	
2.3	次氯酸钠溶液		4000			液	槽车	
	小计		130000					
	合计		163255.5					

(3) 烧碱装置:

序号	货物名称	运量(t/a)				货物形态	包装方式	备注
		铁路	公路	水路	管道			
1	运入							
1.1	原盐		147000			固	散装	
1.2	纯碱		1176			固	袋装	
1.3	离子膜		656.6 m ² /a			固		
1.4	螯合树脂		1568 L/a			液	桶装	
1.5	浓硫酸		1960			液	槽车	
1.6	亚硫酸钠		441			固	袋装	
	小计		~ 152801.6					
2	运出							
2.1	次氯酸钠钠		6600			液	槽车	
2.2	氢气		1972			气	管束槽罐车	
2.3	32%烧碱		92912			液	槽车	
2.4	75%硫酸		2561			液	槽车	
2.5	31%高纯盐酸		20000			液	槽车	
2.6	液氯		11410			液	槽车	
	小计		135455					
	合计		288256.6					

本项目公路年总运输量共 520914.1 吨。其中每年运入量约为 203597 吨，每年运出量为 317317 吨。

7.1.2.2 货物运输方式

本项目总体考虑汽运方式，大宗原料及产品均采用汽车运输。其运输主要依托社会上具有相关资质的运输公司承运。结合厂内运输需要和消防要求，在厂区内设置环形道路和内部道路并形成环网，厂内道路采用城市型混凝土道路，路宽采用 12m、6m，装置内部路宽采用 4m，道路转弯半径采用 12m、9m，满足货物运输和消防要求。

厂区共设置有 4 个出入口，分别为 2 个物流出入口、1 个人流出入口及 1 个紧急出入口。2 个物流出入口分别布置在该区域西侧北段及南侧东段，靠近厂外道路石化西路

及石化北三道，便于物流的集中运输管理；人流出入口主要布置在厂区南侧厂前区面向石化北三道；在厂区北侧规划紧急出入口，面向石化北四道。

出入口均可兼做消防出入口，可满足消防车辆通行要求，便于组织消防车辆进行厂区消防作业。

7.2 储运

7.2.1 储运原则

本项目原料、产品根据物料的性质、类别设置储存设施。在确定主要材料的储存时间、方式和储量时，重点考虑如下因素：

- (1) 物料进厂按照运距远近，对贮存天数适当增减。
- (2) 本工程生产装置较多，各装置所需的原料、辅助原料的储运设施除了因各自特殊需要而单独设置外，大宗原料的储运均统一考虑。
- (3) 生产规模大，贮存天数可相对减少，反之贮存天数可相应增加。
- (4) 环保、安全卫生等符合国家规范的要求。
- (5) 设计采用国家及行业有效的规范、标准。

本项目仓库储存的物料包括原辅材料以及产品和包装材料。

7.2.2 储运介质及储运量

表 7.2-1 本项目主要物料储运方式一览表：

序号	物料名称	形态	储存方式	运输方式	备注
1	硫磺	固态	仓库	汽车	
2	二氧化硫	液态	储罐	槽车	
3	氯化亚砷	液态	储罐、仓库	槽车、汽车	
4	20%盐酸	液态	储罐	槽车	
5	25%亚硫酸钠溶液	液态	储罐	槽车	
6	原盐	固态	堆场	汽车	
7	纯碱	固态	仓库	汽车	
8	亚硫酸钠	固态	仓库	汽车	
9	螯合树脂	固态	仓库	汽车	
10	离子膜	固态	仓库	汽车	
11	液氯	液态	钢瓶、储罐	汽车、槽车	
12	98%硫酸	液态	储罐	槽车	
13	75%稀硫酸	液态	储罐	槽车	
14	32%液碱	液态	储罐	槽车	
15	31%高纯盐酸	液态	储罐	槽车	
16	10%次氯酸钠	液态	储罐	槽车	
17	醋酸	液态	储罐	槽车	
18	醋酸酐	液态	储罐	槽车	
19	31%盐酸	液态	储罐	槽车	
20	80%氯乙酸水溶	液态	储罐	槽车	
21	氯乙酸	固态	仓库	汽车	
22	氢气	气态	/	管束槽罐车	

7.2.3 储存设施

本项目储存设施包括原料、中间产品以及产品罐区三部分。本项目储存设施储罐配置情况详见表 7.2-2。

其中烧碱装置产氯气约 10.87t/h，氯气按全部液化考虑，每天液氯产量约 250t。本项目设置 5+1（倒灌备用）个 50m³ 液氯储罐储存，为下游装置运行缓冲。

表 7.2-2 本项目主要储存设施一览表：

分类	物料名称	贮存规格 (m ³)	最大储存量 t	贮罐类型
原料	醋酸	400x2	735	内浮顶罐

分类	物料名称	贮存规格(m ³)	最大储存量 t	贮罐类型
	醋酐	120x1	105	固定顶罐
	二氧化硫	80x3	195	卧罐
	98%硫酸	100x2	198	固定顶罐
副产品	31%盐酸	500x4+200x1	1780	固定顶罐
	次氯酸钠	200x2	396	固定顶罐
	20%盐酸	100x1	105	固定顶罐
	亚硫酸钠	200x2	396	固定顶罐
	75%硫酸	100x2	198	固定顶罐
主产品	80%氯乙酸水溶液	700x2	1337	固定顶罐
	氯化亚砷	500x2	990	固定顶罐
	32%烧碱	5000x4	18150	固定顶罐
	31%高纯盐酸	500x1	522	固定顶罐
	液氯	50x6	280	卧式罐

7.3 厂区外管网

7.3.1 厂区外管主要参数

本项目包括年产4万吨氯化亚砷生产装置、5万吨/年氯乙酸生产装置配套年产9.8万吨烧碱生产装置、公用工程、辅助设施等，其外部管网的设计范围主要是与生产装置相关的工艺物料管线和公用工程管线。

7.3.2 外管敷设方式

外管管道力求集中敷设，所有外部工艺管道及供热、空气管道采用架空敷设，根据情况管架选用单柱式，双柱式或钢结构。管道布置要保证安全、正常生产、便于操作维修，并节约材料、节约投资。

管道热补偿尽量采用自然补偿，管道的高点设放空、低点设导淋，易燃易爆管道设静电接地装置

有园区供应的公用工程管道、电力等设计至本项目界区界区外1m处。

7.4 土建

7.4.1 工程地质概况

拟建工程场地位于河北省曹妃甸工业区，场地地势较平坦。该场地属滨海平原地貌，地表为人工吹填形成。

7.4.2 建筑设计

7.4.2.1 设计原则

(1) 严格执行国家的有关规范、规程、标准及规定。采用国家及地方的标准设计及图集。

(2) 建筑设计原则上首先必须保证满足工艺生产的前提下，力求布置合理，新颖美观，经济可靠。

(3) 在满足工艺生产要求的原则下，方便操作，为施工、安装、维修提供便利条件；充分考虑化工生产的特点，满足防火、防爆、防腐蚀、工业卫生、消防安全、通风采光等要求。设备尽可能露天化，厂房尽可能敞开式和半敞开式，屋盖尽可能轻型化。

(4) 积极采用工厂布置一体化，生产装置露天化的原则。

(5) 除生产上有特殊要求外，柱网及承重构造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。

(6) 建筑材料的选择应尽量做到标准化，系列化，定型化，并积极推广新技术、新材料以取得技术进步和经济效益，并尽量采用当地的建筑材料，少用或不用木材。

(7) 建筑设计风格现代化、美观、实用。

7.4.2.2 设计依据和条件

(1) 现行的国家标准、规范

GB 55031-2022	民用建筑通用规范
GB 55037-2022	建筑防火通用规范
GB 55030-2022	建筑与市政工程防水通用规范
GB 55015-2021	建筑节能与可再生能源利用通用规范
GB50016-2014	建筑设计防火规范（2018年版）
GB50160-2008	石油化工企业设计防火标准（2018年版）
GB/T50779-2022	石油化工建筑物抗爆设计标准

GB/T 50934-2013	石油化工工程防渗技术规范
GB 50352-2019	民用建筑设计统一标准
GB 50176-2016	民用建筑热工设计标准
JGJ/T67-2019	办公建筑设计标准
GB50033-2013	建筑采光设计标准
GB 50006-2010	厂房建筑模数协调标准
GB 50037-2013	建筑地面设计规范
GB 50046-2018	工业建筑防腐蚀设计标准
GB 50222-2017	建筑内部装修设计防火规范
JGJ 144-2019	外墙外保温工程技术标准
GB 50763-2012	无障碍设计规范
GB 51251-2017	建筑防烟排烟系统技术标准
JGJ/T 470-2019	建筑防护栏杆技术标准

(2) 根据该项目有关气象、水文及工程地质资料

(3) 根据工艺、电气等专业提供的土建工程条件

7.4.2.3 建筑方案选择

建筑平面布置及空间处理充分满足办公生活、设备安装、生产操作以及检修的要求，符合卫生、安全、防火、防爆等规定。在此基础上结合当地的自然环境，风俗习惯以及建筑面积，打造出符合需求且高效节能的建筑物，做到建筑造型美观，风格统一而不失特色。

7.4.2.4 建筑构造

(1) 建筑防火分区基本要求

建筑物的每个防火分区、一个防火分区内的每个楼层，其安全出口均不少于两个，其相邻2个安全出口最近边缘之间的水平距离不小于5m。安全疏散距离、走道及门的宽度符合《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018）的要求，安全疏散门向疏散方向开启。防火分区之间采用防火墙分隔，防火墙的耐火极限 $\geq 3.0\text{h}$ （ $\geq 4.0\text{h}$ ）。

(2) 建筑屋面防水与保温

钢筋混凝土屋面排水（有组织）坡度 $\geq 2\%$ ，当采用结构找坡屋面时坡度 $\geq 3\%$ ，防水层采用4厚SBS弹性体改性沥青防水卷材，100厚挤塑聚苯板保温层（燃烧性能B1），民用建筑屋面保温均采用燃烧性能A级材料。采用金属板屋面时，排水坡度 $\geq 5\%$ ，保

温层采用岩棉板，燃烧性能 A 级

建筑找坡选用陶粒、浮石、膨胀珍珠岩、炉渣、加气混凝土碎块或压缩强度不小于 LC5.0 等轻质材料，找坡最薄处 30 厚。

(3) 楼地面

建筑地面采用水泥砂浆及细石混凝土楼地面；对有腐蚀场所应尽量减少防腐面积集中处理，重点设防的场所，采用耐酸砖、花岗岩石板楼地面；较轻腐蚀性楼地面可以采用防腐涂料。火灾危险性类别为甲、乙类的生产厂房或仓库地面须采用不发火防静电混凝土地面。

仪表、控制室等设有机柜的房间，地面采用防静电活动地板。

民用建筑采用地砖或防滑地砖楼地面，有较高办公环境要求楼地面可采用地毯或高级地坪环氧涂料。

(4) 墙体

钢筋混凝土框架结构建筑物的填充墙采用 250 厚蒸压加气混凝土砌块墙，抗压强度级别为 A5.0，体积密度级别为 B06，主砌块规格为 600×250×300，砌块密度不大于 700Kg/m³，导热系数≤0.18W/(m·K)。内墙采用 200 厚，均采用专用砂浆砌筑。当经常有水或液体的环境中，应先浇筑 200 高的混凝土导墙，再砌筑砌块。

防潮层设于室内地坪下 60mm 处，框架结构可以利用钢筋混凝土基础圈梁做防潮层；无基础圈梁时，采用 250 厚 MU25 混凝土实心砖。

有爆炸环境，外墙面需做泄爆墙体。墙体采用岩棉夹芯彩钢板墙和单层压型钢板复合保温墙体，墙体的质量<60Kg/m²，墙体采用泄爆螺栓固定，每块板后设有两根索引拉索控制，以免发生事故时，板材乱飞。

外墙中采用玻璃幕墙、金属幕墙及石材挂板幕墙，幕墙必须要由有设计和施工资质的幕墙公司根据国家有关幕墙规范、标准要求设计和安装。

(5) 外墙与内墙面

建筑物外墙面为耐候型涂料面层。内墙面为砂浆抹面，喷涂内墙涂料，有防腐要求的墙面需喷防腐涂料。卫生间等有水房间的墙面采用面砖墙面。

(6) 门窗

各厂房建筑物、辅助、服务性设施的门窗采用节能型铝合金窗、钢质大门、木门、保温大门、防火门，配电室、机柜室有防火要求的房间按规范要求设置防火门。财务室等重要的房间需要采用防盗门。甲、乙类生产厂房门窗采用金属门窗。抗爆机柜间的门，

须采用抗爆门。按节能设计的办公楼、门卫、工业厂房等建筑物的门窗选型应满足节能计算要求。

门窗的气密性、水密性、刚度及平整度需达到国家有关规定的要求。所有门窗与四周墙体连接处应严格按有关技术规程施工，做到密闭防渗。门窗框与墙体及砂浆接触处应做好表面的防腐处理。

大面积玻璃门窗工程（包括玻璃幕墙、轻钢骨架玻璃顶、玻璃雨蓬等均应由有资质的专业公司根据设计要求进行深化，并经设计单位认可后，方可进行施工和安装，并确保工程质量。

（7）室外工程

散水、台阶、坡道均为现浇钢筋混凝土，面层设有防滑措施。散水宽度 $\geq 800\text{mm}$ 。民用建筑的台阶采用防滑面砖。

（8）栏杆，平台栏板

在各操作平台、钢梯等场所进行作业时，扶梯、防护栏杆符合要求；扶梯踏板和操作平台采取有效的防滑措施，高处作业人员采取相应的安全防护措施，避免高处坠落事故。

室内、外栏杆临空高度在 24m 以下时不应小于 1.10m，在临空高度在 24m 及以上时不应小于 1.20m。

全厂建筑物外墙应设置上屋面检修用的带护笼检修钢直梯或上人屋面孔。

（9）建筑无障碍

公共建筑的主要出入口宜设置坡度小于 1:30 的平坡出入口。

建筑内设有电梯时，至少应设置 1 部无障碍电梯。

男、女公共厕所至少各有 1 处设有无障碍卫生设施。

（10）建筑节能

项目所在地唐山市曹妃甸工业区为寒冷地区 2A。建筑节能设计，应因地制宜地选择朝向，采用合理的建筑体形，推广保温隔热性能好的新型围护结构，降低单位建筑面积的能耗，提高用能效率

7.4.3 结构设计

7.4.3.1 设计原则

（1）设计应从工程实际出发，考虑当地的建筑材料供应条件和施工队伍的生产能

力、合理选用材料，结构方案，构造措施，以满足生产、使用和检修要求。

(2) 建筑结构的防腐以“治本为主重点设防”。

(3) 结构设计必须具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性。

(4) 主要生产装置优先采用整体现浇钢筋混凝土结构，次要构件优先采用定型的、标准化的结构构件，以减少制作及安装工作量。

(5) 设计应符合现行的国家和有关部委的设计规程和标准。

(6) 优先选用定型和标准化结构和构件，所采用的标准图均为国标和地区标准

(7) 结构设计上考虑安全可控性，施工快捷。

7.4.3.2 设计依据

(1) 标准、规范

GB 50068—2018	建筑结构可靠度设计统一标准
GB 50009—2012	建筑结构荷载规范
GB 50223—2008	建筑工程抗震设防分类标准
GB 50011—2010	建筑抗震设计规范（2016版）
GB 50191-2012	构筑物抗震设计规范
SH 3147-2014	石油化工构筑物抗震设计规范
GB 50007-2011	建筑地基基础设计规范
JGJ 79-2012	建筑地基处理技术规范
GB 50010-2010	混凝土结构设计规范（2015版）
GB 50003-2011	砌体结构设计规范
GB 50017-2017	钢结构设计标准
JGJ 94-2008	建筑桩基技术规范
GB 50351-2014	储罐区防火堤设计规范
GB/T 50046-2018	工业建筑防腐蚀设计标准
GB 50069—2002	给水排水工程构筑物结构设计规范
GB 50021—2001	岩土工程勘察规范（2009年版）
GB 50453-2008	石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准
GB/T 50105—2010	建筑结构制图标准

JGJ/ 106-2014	建筑桩基检测技术规范
SH/T 3055-2017	石油化工管架设计规范
HG/T 20643-2012	化工设备基础设计规定
CECS 138: 2002	给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程
SH/T 3132-2002	石油化工钢筋混凝土水池结构设计规范
SH 3030-2009	石油化工塔型设备基础设计规范
SHSG.033-2008	石油化工装置基础工程设计内容规定
GB 8076-2008	混凝土外加剂
GBJ 119-2013	混凝土外加剂应用技术规范
GB 51022-2015	门式刚架轻型房屋钢结构技术规范
GB/T 23439-2017	混凝土膨胀剂
15J 401	钢梯
GB 55006-2021	钢结构通用规范
GB 55001-2021	工程结构通用规范
GB 55008-2021	混凝土结构通用规范
GB 55002-2021	建筑与市政工程抗震通用规范
GB 55003-2021	建筑与市政工程基础通用规范
GB 55007-2021	砌体结构通用规范
GB 55017-2021	工程勘察通用规范

(2) 自然条件

1) 自然地理及气候特征

拟建场地所处区域属东部季风性大陆气候类型区。据气象部门近多年的气象资料，年平均气温为 11.2℃。7 月份气温最高，平均气温 24 度；1 月份最低，平均为 -6.9 度。年降雨量平均为 693.1mm，年最大降雨量为 931.7mm，降水集中季节 7~8 月，降雨量约占全年降雨量的 60%。全年日照 2654 小时，早霜始于 10 月下旬，晚霜终于来年 4 月，无霜期年平均 193 天。本区季节性最大冻土深度 0.8m。

2) 地层性质及分布规律

场地由杂填土、粉质粘土、粉土、细砂等覆盖。场地地质成因是由人工冲填、海相沉积而成。本次勘察查明，在钻探所达深度范围内，场地地层自上而下分为13个工程地质单元，分述如下：

- ①冲填土(Q^m₄)：灰色；松散；稍湿～饱和；以粉细砂为主，含植物根及贝壳碎片；不均匀；层厚0.60～5.40m，层底高程-1.75～-2.47m。
- ②粉质粘土(Q^m₄)：灰色；软塑；切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，无摇振反应；层厚2.70～10.40m，层底高程-9.72～-2.45m。
- ③细砂(Q_{4m})：灰色；中密～密实；饱和；以石英、长石为主，砂质较纯，磨圆度中等，级配良好；层厚0.50～8.80m，层底高程-12.80～-6.15m。
- ④粉土(Q_{4m})：灰色；中密；切面无光泽，韧性低，干强度低，摇振反应中等；层厚0.30～2.70m，层底高程-10.53～-7.05m。
- ⑤粉质粘土(Q^m₄)：灰色；软塑～可塑；切面稍光泽，韧性中等，干强度中等，含粉土薄层；层厚4.60～13.70m，层底高程-22.85～-16.07m。
- ⑥粉土(Q_{4m})：灰色；中密；切面无光泽，韧性低、干强度低，摇振反应中等；层厚0.70～3.00m，层底高程-22.34～-19.00m。
- ⑦细砂(Q_{4m})：灰色；密实；饱和；以石英、长石为主，磨圆度中等，砂质较纯，级配良好；层厚0.20～4.70m，层底高程-27.34～-19.91m。
- ⑧粉土(Q_{4m})：灰色；密实；切面无光泽，韧性低、干强度低，摇振反应中等；层厚0.90～1.50m，层底高程-24.18～-21.87m。
- ⑨²粉质粘土(Q^m₄)：灰色；可塑；切面稍光泽，韧性中等，干强度中等，含粉土团；层厚0.80～3.90m，层底高程-27.14～-21.21m。
- ⑩粉质粘土(Q^m₄)：灰色；可塑；切面稍光泽，韧性中等，干强度中等；层厚0.30～10.20m，层底高程-36.6～-34.78m。
- ⑪细砂(Q_{4m})：灰色；密实；饱和；以石英、长石为主，磨圆度中等，砂质较纯，

级配良好；层厚0.30~3.00m，层底高程-32.28~-23.50m。

⑫细砂(Q4m)：灰色；密实；饱和；以石英、长石为主，磨圆度中等，砂质较纯，级配良好；该层为本次钻探所揭露的最底层。

⑬粉质粘土(Q^m₄)：灰色；可塑；切面稍光泽，韧性中等，干强度中等，含粉土团，该层为本次钻探所揭露的最底层。

3) 地下水

在勘察期间、勘察深度范围内发现一层地下水，地下水类型为潜水，地下水位埋深为0.86~2.62m（高程：1.80~1.87m），补给来源主要为大气降水和海水渗透，年变化幅度1.50m。建筑抗浮设防水位高程3.20m。

4) 地下水和土腐蚀性评价

地下水对混凝土结构的腐蚀等级评定为弱腐蚀性；在干湿交替情况下，水对钢筋混凝土结构中钢筋腐蚀等级评定为强腐蚀性；在长期浸水情况下，水对钢筋混凝土结构中钢筋腐蚀等级评定为微腐蚀性。

场地土对混凝土结构的腐蚀等级评定为弱腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋具有强腐蚀性。

(3) 地震

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)的规定，场地设计地震分组属于第三组，抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为0.15g，特征周期值为0.65s。建筑抗震设防类别为丙类。

该场地土的类型为中软土，场地类别为III类，该场地属于建筑抗震不利地段。该场区在抗震设防烈度为7度条件下地震时，场地地基液化等级为轻微~中等液化。

(4) 材料

1) 钢筋：

HPB300(Φ)

HRB400(⊕)

注：标准图中钢筋规格及材质按图集规定

抗震等级为一、二、三级框架结构和斜撑构件（含梯段），其纵向受力钢筋采用普通钢筋时，钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.3，且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。钢筋的强度标准值应具有不小于 95%的保证率。

2) 钢材：

钢材应符合下列规定：

① 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85；

② 钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于 20%；

③ 钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性

④ 承重结构采用的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳含量的合格保证。

⑤ 焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材还应具有冷弯试验的合格保证。

型钢、钢板及 H 型钢采用 Q235B 碳素结构钢及 Q355B 低合金高强度结构钢；

钢平台铺板：要求封闭的平台采用 t=5 花纹钢板，其他优先选用压焊钢格板；

地脚螺栓采用未经冷加工的 Q235-B、或 Q355-B；

普通螺栓采用 4.6 级、4.8 级（C 级）

高强螺栓采用 10.9 级。

3) 焊条

Q235 钢焊接采用 E43 系列焊条；

Q355 钢焊接采用 E50 系列焊条；

当两种不同材质焊接时用 E43 系列。

4) 水泥

一般采用普通硅酸盐水泥，强度等级 32.5、42.5、52.5。

5) 骨料

一般采用中粗砂、碎石。

6) 砌体材料

烧结多孔砖，蒸压灰砂砖，混凝土小型空心砌块等。

7) 混凝土强度等级

本场地所处的环境类别：±0.000 以上室内一类（室外二 a 类），±0.000 以下为三 b 类，氯乙酸车间±0.000 以上室内为三 a 类。

混凝土的最小强度等级：

- 混凝土基础垫层： C20
- 素混凝土基础： ≥C40
- 钢筋混凝土基础、基础梁： ≥C40
- 钢筋混凝土结构： ≥C30
- 钢筋混凝土地坑、水池： ≥C40、抗渗等级按规范规定
- 钢筋混凝土井、或沟： ≥C40
(包括但不限于给排水井、管沟、电缆沟)
- 素混凝土沟、排水沟： ≥C40

8) 二次浇灌层级灌浆料：

所有设备基础及钢柱基础顶面均预留二次灌浆层，除图上特殊注明外，灌浆层厚度及所用材料见下表：

基础类别	二次灌浆层厚 (mm)	所用材料
冷换设备、卧罐基础、泵、小型立式容器基础	30	1: 2 水泥砂浆
塔、较大的立式容器基础	50	自流型高强度无收缩水泥基灌浆料
大型动力设备基础、压缩机基础	由设备专业委托	自流型高强度无收缩水泥基灌浆料
钢柱基础	30 或 50	比基础混凝土强度等级高一级的无收缩细石混凝土
钢柱基础（带抗剪键）	50	自流型高强度无收缩水泥基灌浆料

动力设备基础的地脚螺栓孔、钢柱抗剪键预留孔的灌浆材料采用自流型高强度无收缩水泥基灌浆料。

9) 混凝土保护层厚度:

环境类别	板、墙	梁、柱
一	15	20
二a	20	25
二b	25	35
三a	30	40
三b	40	50

注:基础中最外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 50mm;当无垫层时不应小于 70mm,桩基础为 100mm。

10) 钢结构的防火、防腐做法:

钢结构防火(本工程耐火等级为二级)

①本工程采用耐火极限法,要求火灾下钢结构构件的实际耐火极限不应小于其设计耐火极限。钢构件的耐火极限:钢檩条 1.0 小时,钢梁及屋面支撑 1.5 小时,钢柱及柱间支撑 2.5 小时。

②除注明外,有防火要求的室外钢构件和耐火时间为 2.0 小时及以上的室内钢构件,采用非膨胀型防火涂料,型号分别为 GT-WSF-F *(用于室外)和 GT-NSF-F *(用于室内),涂层厚度不小于 15mm;其他室内钢构件采用膨胀型防火涂料,其型号为 GT-NSP-F *,涂层厚度不小于 1.5mm。防火涂料的等效热传导系数应根据试验确定。如防火涂料要求与单体详图中的不一致,以单体图为准。(注:*指构件的耐火极限时间,如 1.00, 1.50, 2.00, 2.50。)

③钢结构防火保护采用的防火涂料应满足《钢结构防火涂料》GB14907-2018,并按国家行业标准《构件用防火保护材料:快速升温耐火试验方法》GA/T714-2007 的升温曲线进行试验。除图中注明外,防火涂料应能适用于烃类火灾。

④涂刷步骤:以防腐底漆、中间漆打底,上刷防火涂料。所用防腐漆不得与防火涂料发生化学反应。

⑤ 防火涂料的使用应遵循产品说明，且严格遵守国家、地方、行业相关的现行标准和规范，并且必须得到当地消防部门的批准认可。

钢结构防腐：

底漆：环氧富锌底漆 2 道，干膜总厚度为 100 微米；

中间漆：环氧云铁中间漆 2 道，干膜厚度为 70 微米；

面漆：氯化橡胶面漆 2 道，干膜厚度为 70 微米；

强腐蚀环境中，底漆干膜总厚度改为 120 微米，中间漆总厚度改为 80 微米，面漆总厚度改为 80 微米。

需防火的室内钢构件底漆、中间漆不变，面漆改为防火涂料；

11) 上部结构

根据当地空气腐蚀性较强的情况，尽可能采用钢筋混凝土结构。

楼、屋面板根据工艺要求分别采用钢筋混凝土板或钢格栅板。

12) 地基基础

本工程泡沫站、固废仓库、危废暂存间及小设备基础采用筏板基础，选第二层粉质粘土层作为天然地基持力层，地基土承载力特征值为 50kPa。基础底下用级配砂石或者碎石换填压实，深度不小于 50cm，压实系数不小于 0.97，地基土承载力特征值为 50kPa。

其他构筑物采用桩基础，桩采用边长 400-500mm 的预制方桩，选第九层或第十层为桩基持力层。

基础防腐措施（仅用于强腐蚀）：

① 基础表面(包括垫层顶面)的防腐：环氧沥青或聚氨酯沥青涂层，厚度 $\geq 500 \mu\text{m}$ 。

做法见图集(08J333)中 125 页节点 31。

② 基础梁表面的防腐：聚合物水泥浆，厚度 $\geq 15\text{mm}$ 。做法见图集(08J333)中 126 页节点 8。

③ ± 0.000 以下柱表面的防腐：环氧沥青或聚氨酯沥青涂层，厚度 $\geq 500 \mu\text{m}$ 。做法见图集(08J333)中 126 页节点 8。

7.4.3.3 结构设计方案

(1) 地基方案

根据《城乡规划工程地质勘察规范》(CJJ 57-2012)第 8.2 条规定，该场地属稳定

性差场地。该场地地下水对工程建设影响较大，地基条件较差，地基处理费用较高，根据《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ 57-2012）第 8.3 条规定，该场地工程建设适宜性为适宜性差；经地基处理后可进行本工程建设。

建议采用以下地基基础方案：

1) 采用多点振动微型挤密桩进行地基处理，处理深度可以第③层细砂层为桩端持力层，桩径采用 250mm，桩体材料可选用硬质材料（如现场吹填砂）或采用粘结性材料，并可消除第①层冲填土液化。施工前应选择代表性区域进行试桩，并进行静载荷试验，以确定施工参数及适用性。设计施工应符合《多点振动微型挤密桩复合地基技术规程》（DB13(J)/T8317-2019）规定要求。

2) 素混凝土桩复合地基：建议桩径 500mm 或 600mm（400 径在软土区易缩径断桩），建议以第③层细砂或第④1 粉土及以下土层做为桩端持力层；成桩工艺可采用长螺旋钻机压灌桩。

3) 水泥土搅拌桩复合地基

4) 混凝土预制桩

可采用预应力混凝土桩。

(2) 上部结构

本项目建构筑物采用钢筋混凝土框、排架形式或钢框架、门刚形式。

7.4.3.4 建构筑物情况

(1) 综合办公楼

综合办公楼为 5 层混凝土框架，抗震等级三级。

(2) 综合服务楼

综合服务设施楼为 3 层混凝土框架，抗震等级三级。

(3) 生产管理办公楼

生产管理办公楼为 3 层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(4) 车库

车库为 2 层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(5) 中央控制楼

中央控制楼为单层混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(6) 分析化验楼

分析中心为3层混凝土框架，抗震等级三级。

(7) 门卫

本项目设3个门卫，各门卫为单层混凝土框架，抗震等级三级。

(8) 管廊

管廊为横向钢筋混凝土，纵向钢梁连接结构，抗震等级三级。

(9) 化盐

化盐为2层局部三层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(10) 一次盐水

一次盐水为3层局部5层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(11) 废盐处理

废盐处理为2层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(12) 二次盐水

二次盐水为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(13) 电解/整流

电解/整流为2层钢筋混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(14) 淡盐水脱氯

淡盐水脱氯为3层敞开式钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(15) 氢气处理及压缩

氢气处理及压缩3层钢筋混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(16) HCL合成及盐酸

HCL合成及盐酸4层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(17) 氯气处理及压缩

氯气处理及压缩3层钢筋混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(18) 氯气液化

氯气液化局部3层钢筋混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(19) 液氯包装

液氯包装为单层钢筋混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(20) 烧碱装置区机柜间

机柜间为单层混凝土抗爆结构，重点设防，抗震等级二级。

(21) 氯乙酸生产车间

氯乙酸生产车间为6层敞开式混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(22) 氯乙酸切片车间

氯乙酸切片车间为3层混凝土框架结构，抗震等级三级。

(23) 固体氯乙酸仓库

固体氯乙酸仓库单层混凝土框架结构，抗震等级三级。

(24) 氯乙酸装置区机柜间

机柜间为2层混凝土抗爆结构，重点设防，抗震等级二级。

(25) 生产厂房

生产厂房为4层钢筋混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(26) 包装车间

包装车间为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(27) 二氧化硫仓库

二氧化硫仓库为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(28) 硫磺仓库

硫磺仓库为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(29) 氯化亚砷仓库

氯化亚砷仓库为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(30) 氯化亚砷生产装置区机柜间

机柜间为单层混凝土抗爆结构，重点设防，抗震等级二级。

(31) 罐区

储罐基础为混凝土结构，桩基础。

(32) 泡沫站

泡沫站为单层混凝土框架结构，抗震等级三级。

(33) 固废仓库

固废仓库为单层混凝土框架结构，抗震等级三级。

(34) 甲类仓库

甲类仓库为单层钢筋混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级。

(35) 丙类仓库 1/2

丙类仓库为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(36) (46) 综合仓库 1/2

综合仓库为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(37) 备品备件库

备品备件库为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(38) 汽车装卸站 1/2

装卸站为单层混凝土框架结构，抗震等级三级。

(39) 氢气管束车灌装站

氢气管束车灌装站为单层钢筋混凝土框架结构，重点设防。抗震等级二级。

(40) 液氯槽车灌装站

液氯槽车灌装站为单层钢筋混凝土框架结构，重点设防。抗震等级二级。

(41) 地磅

地磅为筏板基础，抗震等级三级。

(42) 机修厂房

机修厂房为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(43) 水池类

水池类为混凝土结构，其中消防水池为重点设防类，其他为标准设防。地下水池结构设计结合地下水浮力因素，增设适当措施。

(44) 污水处理场

污水处理场为2层混凝土框架结构，抗震等级三级。

(45) 消防水站

消防水站为单层钢筋混凝土框架结构，重点设防，抗震等级二级

(46) 生产生活水站

生产生活水站为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(47) 综合泵房

综合泵房为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(48) 动力车间

动力车间为2层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(49) 110KV 总变配电站

总配电站为2层混凝土框架，重点设防，抗震等级二级。

(50) 3#、4#分变电所

分变电所为混凝土框架结构，抗震等级三级。

(51) 烧碱装置区变配电间

烧碱装置区变配电间为1层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(52) 环保监测站

环保监测站为单层钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(53) 循环水站

循环水站为底部水池，上部钢筋混凝土框架结构，抗震等级三级。

(54) 设备基础

根据设备上部荷载条件，采用天然基础或桩筏基础。

7.4.4 项目建、构筑物情况

表 7.4-1 本项目建、构筑物一览表

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
000	总体										
01	综合办公楼	96x24	2304	11520	11520	钢筋混凝 土框架	地上5层	23.9		二	民用建筑
02	综合服务楼	50x24	1200	3600	3600	钢筋混凝 土框架	3	15		二	民用建筑 (食堂、浴 室、多功能 厅)
03	生产管理办 公室	40x24	960	2880	2880	钢筋混凝 土框架	3	15		二	含1#变电 所
04	车库	40x24	960	1920	1920	钢筋混凝 土框架	2	10		二	含车库调度, 休息室
05	分析化验楼	55x20	1100	3300	3300	钢筋混凝 土框架	3	15	丙	二	
06	门卫1	15x4	60	60	60	钢筋混凝 土框架	1	4.6		二	民用建筑
07	门卫2	8x4	32	32	32	钢筋混凝 土框架	1	4.6		二	民用建筑
08	门卫3	8.5x5	45	45	45	钢筋混凝 土框架	1	4.6		二	民用建筑
09	中央控制楼	40x24	960	960	1920	钢筋混凝 土框架	1	9.6		二	抗爆结构
10	管廊		13846		13846	钢筋混凝 土					

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
100	烧碱装置										
01	盐贮运	150x75	10250	10250	20500				戊		露天盐堆场
	化盐		1000	2200	2200	钢筋混凝 土框架	2(局部3 层)	15	戊		敞开式构筑 物
02	一次盐水	70x45	3150	4500	4500	钢筋混凝 土框架	3(局部5 层)	17.8	戊	二	
	废盐处理	70x30	2100	4200	4200	钢筋混凝 土框架	2	10	戊		
03	二次盐水	20x8.5	170	170	170	钢框架	1	2.8	戊	二	区域占地面 积 1500m ²
04	电解/整流	50x68	3400	6800	10200	钢筋混凝 土框架	2	17.8	甲	一	
05	淡盐水脱氯	30x10	300	900	1800	钢筋混凝 土框架	3	24.3	乙	二	敞开式构筑 物；区域占 地面积 1500m ²
06	氢气处理及 压缩	35x30	1050	3150	3150	钢筋混凝 土框架	3	16.8	甲	二	
07	HCL 合成及 盐酸	20x11	220	880	880	钢筋混凝 土框架	4	17.75	甲	二	区域占地面 积 600m ²
08	氯气处理及 压缩	54x30	1620	2700	2700	钢筋混凝 土框架	3	18.8	乙	二	区域占地面 积 2250m ²

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
09	氯气液化	30x30	900	2000	2000	钢筋混 凝土排架	1(局部3 层)	16.8	乙	二	
10	液氯包装	30x45	1350	1350	2700	钢筋混 凝土排架	1	8.8	乙	二	
11	烧碱装置区 机柜间	25x20	500	500	1000	钢筋混 凝土框架	1	12	丁	二	抗爆结构
200	氯乙酸装置										
01	氯乙酸生产 车间	30x22.5	675	4000	4000	钢筋混 凝土框架	6	23.7	甲	一	敞开式框架
02	氯乙酸切片 车间	60x15.2	912	2736	4560	钢筋混 凝土框架	3	23.7	丙	二	
03	固体氯乙酸 仓库	60x48	2880	2880	2880	钢筋混 凝土框架	1	7.5	丙	二	
04	氯乙酸装置 区机柜间	16x7	112	224	224	钢筋混 凝土框架	2	12	丁	二	
300	氯化亚砷装 置										
01	生产厂房	50x32	1600	5940	5940	钢筋混 凝土框架	4	22.0	乙	二	区域占地面 积 1920m ²

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
02	包装车间	25x10	250	250	250	钢筋混 凝土框 架	1	7.2	丙	二	
03	二氧化硫仓 库	35x15	525	525	525	钢筋混 凝土框 架	1	7.2	乙	二	
04	硫磺仓库	20x10	200	200	200	钢筋混 凝土框 架	1	7.2	乙	二	
05	氯化亚砷仓 库	25x20	500	500	500	钢筋混 凝土框 架	1	7.2	乙	二	
06	氯化亚砷装 置区机柜间	16x7	112	224	224	钢筋混 凝土框 架	2	8.1	丁	二	抗爆结构
400	罐区										
01	烧碱罐区		4225		8450	钢筋混 凝土桩 筏基础			戊		
02	烧碱泵区		150		150	钢筋混 凝土桩 筏基础			戊		
03	酸罐区		2176.16		4352.32	钢筋混 凝土桩 筏基础			戊		

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
04	酸泵区		156.22		156.22	钢筋混 凝土桩 筏基础			戊		
05	氯乙酸罐区		705.65		1411.30	钢筋混 凝土桩 筏基础			乙		
06	氯乙酸泵区		15		15	钢筋混 凝土桩 筏基础			乙		
07	醋酸、醋酐 罐区		979.74		1959.48	钢筋混 凝土桩 筏基础			乙		
08	醋酸、醋酐 泵区		36.42		36.42	钢筋混 凝土桩 筏基础			乙		
09	亚硫酸钠罐 区		600.25		1200.5	钢筋混 凝土桩 筏基础			戊		
10	亚硫酸钠泵 区		60		60	钢筋混 凝土桩 筏基础			戊		
11	氯化亚砷罐 区		504		1008	钢筋混 凝土桩 筏基础			乙		
12	氯化亚砷泵 区		36		36	钢筋混 凝土桩 筏基础			乙		

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
13	泡沫站	4x4	16	16	16	钢筋混凝 土框架			丁		
500	仓储区										
01	固废仓库	30x15	450	450	450	钢筋混凝 土框架	1	7.2	戊	二	
02	甲类仓库	66x11	726	726	726	钢筋混凝 土框架	1	7.2	甲	二	
03	丙类仓库 1	66x28	1848	1848	1848	钢筋混凝 土框架	1	7.2	丙	二	
04	丙类仓库 2	60x66	3960	3960	3960	钢筋混凝 土框架	1	7.2	丙	二	
05	综合仓库 1	85x20	1700	1700	3400	钢筋混凝 土框架	1	10	丁	二	
06	综合仓库 2	75x20	1500	1500	3000	钢筋混凝 土框架	1	10	丁	二	
07	备品备件库	75x20	1500	3500	3500	钢筋混凝 土框架	2/3	13	丁	二	含三层办公 用房
600	装卸区										
01	汽车装卸站 1	80x14	1120	560	1120	钢筋混凝 土框架	1	7.5		二	
02	汽车装卸站 2	26x14	364	182	364	钢筋混凝 土框架	1	7.5		二	
03	氢气管束车 灌装站	20x20	400	400	400	钢筋混凝 土框架	1	7.5	甲	二	

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
04	液氯槽车灌装站	20x20	400	400	400	钢筋混凝土 土框架	1	7.5	乙	二	
05	槽车临时停车场地		17670		17670						
06	地磅		176		176	钢筋混凝土 土					
700	辅助设施										
01	机修厂房	85x20	1700	4200	5100	钢筋混凝土 土框架	1/3	13	丁	二	含三层办公用房
02	初期雨水/应急事故池		5691.84		5691.84	钢筋混凝土 土			丁		埋地
03	废料堆场		7525		7525						
04	污水处理场	135x75	10125	10125	20250	钢筋混凝土 土框架	1	10	丙	二	含污水处理池
05	生产/生活消防水站										区域占地面积 2916m ²
	生活水箱	20x15									布置在消防水池顶板上

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
	消防水池	32x26	832		832	钢筋混 凝土		-2.5			地下水池
	消防水池	32x26	832		832	钢筋混 凝土		-2.5			地下水池
	综合泵房	54x7	378	378	672	钢筋混 凝土框 架	1	5.6	丁	二	
07	动力车间	68x60	4080	8160	12240	钢筋混 凝土框 架	2	13	丁	二	含2#分变 电所
08	110Kv 总 变配电站	80x60	4800	4800	9600	钢筋混 凝土框 架	1	10	丙	二	
09	3#分变 电所	35x16	560	560	1120	钢筋混 凝土框 架	1	10	丁	二	
10	4#分变 电所	30x15	450	450	900	钢筋混 凝土框 架	1	10	丁	二	
11	烧碱装 置区变 配电站	40x20	800	800	1600	钢筋混 凝土框 架	1	10	丁	二	
12	环保监 测站	40x10	400	400	800	钢筋混 凝土框 架	1	10			由当地环 保部门另 设

主项号	单体名称	轴线尺寸 (m)	占地面积 (m ²)	轴线面积 (m ²)	计容建筑 面积 (m ²)	结构形式	层数	总高 (m)	火灾类别	耐火等级	备注
13	循环水站	105x12	1260	1260	1296	钢筋混 凝土框 架	1	5.6	丁	二	区域占地面 积 6000m ²
	循环水塔	120x20	2400		2400						
14	天然气调压 站	4x1.5	6	6	6						成套设备

8 公用工程方案和辅助生产设施

8.1 公用工程方案

8.1.1 给水排水

8.1.1.1 概述

本项目建设年产 4 万吨氯化亚砷、5 万吨/年氯乙酸及配套年产 9.8 万吨离子膜烧碱。

(1) 设计依据

GB 55036-2022	《消防设施通用规范》
GB 55020-2021	《建筑给水排水与节水通用规范》
GB 50016-2014(2018 年版)	《建筑设计防火规范》
GB 50160-2008(2018 年版)	《石油化工企业设计防火标准》
GB 50015-2019	《建筑给水排水设计标准》
GB 50013-2018	《室外给水设计规范》
GB 50014-2021	《室外排水设计规范》
GB 50084-2017	《自动喷水灭火系统设计规范》
GB 50140-2005	《建筑灭火器配置设计规范》
GB 50338-2003	《固定消防炮灭火系统设计规范》
GB 50974-2014	《消防给水及消火栓系统技术规范》
GB 50873-2013	《化学工业给水排水管道设计规范》
GB 50648-2011	《化学工业循环冷却水系统设计规范》

(2) 设计范围

本专业设计范围为项目界区内的室内、外给水排水系统及消防系统。

(3) 设计原则

给水采用分质供水，排水采用清污分流。

(4) 可依托情况

1) 外部消防力量:

目前，曹妃甸工业区共有 1 座公共消防站 6 座企事业专职消防队，基本情况如下：

① 曹妃甸工业区公安消防大队

该消防站位于曹妃甸钢厂北路北侧，通岛一号路西侧，距离化学园区西侧边线约1公里，由一个消防中队组成，人员55人，配套车辆有举高喷射、登高平台、抢险救援、干粉、水罐、泡沫等消防车10台。

② 企业专职消防队

工业区共有6座企业专职消防队，消防人员共计144人，消防车辆共计15台，详细如下：

- a) 首钢京唐公司消防队，位于钢铁电力园区，共有消防人员14人，配备车辆有水罐消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。
- b) 港口公司消防队，位于唐曹高速连接线西侧，共有消防人员22人，配备车辆有水罐消防车2台，水罐泡沫联用消防车1台。
- c) 实业公司消防队，位于甸头区，共有消防人员17人，配备车辆有水罐消防车2台。
- d) 中石化曹妃甸油库消防队，位于甸头区，共有消防人员29人，配备车辆有泡沫联用消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。
- e) 中石化曹妃甸原油商业储备基地消防队，位于化学园区南部，共有消防人员38人，配备车辆有泡沫联用消防车1台，水罐消防车2台，登高喷射消防车1台。
- f) 华润电厂消防队，位于钢铁电力园区，共有消防人员24人，配备车辆有水罐消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。

③ 园区规划情况

化学园区规划5个特勤消防站（其中4个陆上，1个水上），根据园区实际，正在启动4号特勤站（石化南四道、石化中路路口处）建设，同步建设气防站、医疗急救场所；目前正在跑办4号特勤站前期手续，预计2023年投用。

附近医院：距离、到达时间、级别等。

有一家医院：曹妃甸区工人医院，曹妃甸区工人医院是按照二级甲等医院标准规划建设的非盈利性综合医院，占地面积50000m²，建筑面积52000m²，总投资3.8亿元。医院设置床位305张，核定人员编制420名，设置预防保健科、全科医疗科、内科、外科、妇产科、儿科等二十余个科室。附近有2家以上的诊所，多家药店。

2) 其它依托条件

本项目生活给水水源来自园区生活给水系统，供水压力约为0.14Mpa；生产给水水源来自园区生产给水系统，供水压力约为0.10Mpa。

排水管网按“清污分流、雨污分流”的要求规划建设排水系统。各建筑物雨水及道路雨水收集后直接排入园区雨水管网。生产过程中产生的工艺废水以及清洗废水（冲洗地面、设备、清洗管道、设备）经污水管道收集，排至污水处理站集中处理，处理达标后排入园区管网。

生活污水主要是卫生设施用水，通过污水管道收集，经化粪池预处理后排至污水处理站集中处理，处理达标后排入园区管网。

8.1.1.2 给水工程

本项目给水工程包括生活给水系统、生产给水系统、消防给水系统和循环冷却水系统等。

(1) 生活给水系统

本项目生活给水水源来自园区生活给水系统，供水压力约为 0.14Mpa，供水水质满足《生活饮用水标准》。从园区生活给水总管引一根 DN100 给水管入界区，并在引入管上设置切断阀及计量水表。

本项目生活水加压泵房内布置有效容积为 10 m³ 不锈钢生活水箱，在水箱旁设生活水加压泵（1 用 1 备），每台水泵流量为 30 m³/h，扬程 50m。生活用水经加压后送至各用水点。

(2) 生产给水系统

本项目生产给水水源来自园区生产给水系统，供水压力约为 0.10Mpa。从园区生活给水总管引一根 DN400 给水管入界区，并在引入管上设置切断阀及计量水表。

本项目生产水加压泵房旁布置有效容积为 625 m³ 生产水箱，在生产水加压泵房内设生产水加压泵（2 用 1 备），每台水泵流量为 400 m³/h，扬程 50m。生产用水经加压后送至各用水点。

(3) 循环冷却水系统

本项目新建循环水站 1 座，设计规模为 33000m³/h。循环冷却水系统包括冷却塔、循环水泵、旁滤设施、加药设施、塔底水池、吸水池和循环冷却水给水回水管网等。

本项目循环冷却水系统设计参数如下：供水温度 32℃，回水温度 42℃；供水压力 0.4MPa，回水压力 0.2MPa；设计浓缩倍数 N=5。

冷却塔选用 6 台逆流式机械通风冷却塔，在设计工况下单台塔的冷却水量不小于 5500m³/h。循环水泵共 12 台，2 台 Q=2000m³/h（1 用 1 备），H=50m；3 台 Q=1500m³/h（2 用 1 备），H=50m；7 台 Q=5600m³/h（5 用 2 备），H=50m。旁滤器过滤流

量 330m³/h，加药设施采用全自动一体化设备，由业主委托专业厂家进行循环水水质检测确定所需药剂。

循环水池为半地下池，冷却塔设于循环水池顶，室外安装。循环水泵、旁滤器、加药设施设于室内。

(4) 消防给水系统

本项目新建一套稳高压消防给水系统和供水管网，一套喷淋给水系统和供水管网。系统参数如下：消防给水泵 2 台（1 用 1 备，1 电 1 柴），Q=150L/s，H=100m；喷淋给水泵 2 台（1 用 1 备，1 电 1 柴），Q=60L/s，H=50m；消防水池总有效容积 1620m³，补水管 DN150。消防给水总管径 DN350，从新建消防泵房引两路给水总管沿厂区道路成环敷设。喷淋给水总管径 DN200，从新建消防泵房引两路喷淋给水总管沿厂区道路成环敷设。

本项目消防最不利点为生产装置，消防给水流量 150L/s，一次最大消防用水量 1620m³。

8.1.1.3 排水工程

本项目排水包括生产污水（工艺废水、设备及地面冲洗水等）、生活污水、初期雨水、清净下水和雨水等。系统采用雨污分流制，设生活污水排水系统、生产污水排水系统、雨水排水系统。

(1) 生产污水排水系统

本项目生产污水主要包括工艺装置生产工艺流程所排放污水、设备或地面冲洗水等。生产污水通过区域集水坑收集加压经管廊送至新建污水处理站。

(2) 生活污水排水系统

主要收集建筑物卫生间的生活卫生器具排水。生活污水经管道收集后，经化粪池预处理后，加压经管廊送至新建污水处理站。

(3) 初期雨水排水系统

室外生产装置及罐区等有污染区域的初期雨水汇集至初期雨水池，经泵加压送至厂区新建污水处理站。

(4) 雨水排水系统

本项目清净雨水通过厂区雨水管网收集排至园区雨水管网。。

(5) 事故排水

本项目新建厂区事故废水池。为保证事故消防废水不外流污染，发生消防事故时的

消防废水应进行收集。本项目事故废水收集依托雨水系统，在界区雨水沟末端设置切断阀和切换措施，发生事故时关闭总排口切断阀，打开切换阀将事故废水排入事故废水池进行暂存。发生事故时最大一次废水排放量包括消防废水量、物料泄漏量、发生事故时可能排入该收集系统的生产污水量、及事故时可能的雨水量。经计算，本项目新建应急事故废水池一座，地下池，有效容积约 4650m³。

8.1.2 供电

8.1.2.1 概述

本项目为唐山三友精细化工有限公司海洋精细化工新建项目，主要负责年产 4 万吨氯化亚砷、年产 5 万吨氯乙酸及配套年产 9.8 万吨离子膜烧碱的供配电、照明、防雷防静电等的设计。

8.1.2.2 电力供应和资源状况

本项目新建一座 110kV 总变配电站，采用双电源进线，电源引自厂区附近总变电站不同电源端，当其中一路电源发生故障时，另一路仍能不间断供电，满足一级负荷双电源供电的要求。

8.1.2.3 用电计算负荷及负荷等级

根据工艺生产的性质及对供电连续性的要求，本项目大部分生产装置及与工艺装置相关的公用工程用电负荷为二级负荷，部分为一级负荷，DCS、火灾报警系统、消防用电设备及应急疏散照明为一级中特别重要负荷，其余为三级负荷。

本项目总装机容量约 120536kW，其中 10kV 总装机容量约 15923kW；

本项目用电负荷详见表 8.1.2-1

表 8.1.2-1 本项目用电负荷计算表

编号	车间及用电设备名称	110kV 装机容量	10kV 装机容量	380V 装机容量
		(kW)	(kW)	(kW)
1	氯乙酸装置			851
2	氯化亚砷装置			450
3	烧碱装置	90650	4200	5656
4	给排水系统		11303	479.7
5	空氮脱盐水等		2000	605.3
6	冷冻站等		1660	3133
7	公辅及其他			2788
	总计	90650	15923	13963

8.1.2.4 供电方案的选择

(1) 总变配电室设置

根据本工程的用电负荷情况,拟在厂区内新建一座 110kV 总变配电站,4 座 10/0.4kV 分变配电所和 1 座 10/0.4kV 装置变配电所,其中 110kV 总变配电站及装置变配电所考虑此次工程及未来发展空间。110kV 总变配电站需由业主委托电力设计院设计。

(2) 供配电方案

4 座 10/0.4kV 分变配电所和 1 座 10/0.4kV 装置变配电所均采用两路 10kV 电缆进线方式,两路电源引自本厂区新建的 110 kV 总变配电站的 10kV 不同母线段。烧碱整流部分拟选用 2 台整流变压器,电源由 110 kV 总变配电站的 110 kV 母线段直接供给。

在厂区的烧碱装置区域设置一座 10/0.4kV 装置变配电所,此变配电所负责向烧碱装置内的高压设备及所内变压器供电。所内设置 4 台 1600KVA 干式变压器,采用放射式负责向烧碱装置配套的各单体低压用电设备供电。上述每两台变压器为一组,每组变压器正常时分列运行,互为备用,任一路电源故障或检修,另一路电源将负担起全部一、二级用电负荷。

另 1 座 10/0.4kV 分变配电所,负责向氯化亚砷、部分公用工程的高压设备及所内变压器供电。所内设置 2 台 2000KVA 干式变压器,采用放射式负责向氯化亚砷、部分公用工程各单体低压用电设备供电。上述每两台变压器为一组,每组变压器正常时分列运行,互为备用,任一路电源故障或检修,另一路电源将负担起全部一、二级用电负荷。

另 3 座 10/0.4kV 分变配电所,所内分别设置 2 台 1600KVA, 2 台 1000KVA, 2 台 1250KVA 干式变压器,采用放射式负责向氯乙酸装置、厂前区及部分公用工程的低压用电设备供电。上述每两台变压器为一组,每组变压器正常时分列运行,互为备用,任一路电源故障或检修,另一路电源将负担起全部一、二级用电负荷。

在 10kV 侧和 0.4kV 侧设置电容器集中补偿装置,补偿后高压侧功率因数不低于 0.95。

应急照明灯具采用集中电源集中控制型系统,电源采用 EPS 供电;生产装置中仪表控制系统中的 DCS 电源、消防及安全设施、电信及火灾自动报警系统采用 UPS(不间断电源装置)供电。

(3) 保护、控制方式。

低压用电设备保护,采用自动空气开关、马达保护器、交流接触器、热继电器等组

合作为短路、过负荷、断相及失压等保护。

电动机容量 $>90\text{kW}$ 时及工艺有要求时，采用软起动或变频启动，其他电动机均采用直接启动。

(4) 配电电压选择

根据厂区的负荷情况，生产装置用电负荷配电电压等级如下：

200kW 及以上电动机 10kV

200kW 以下电动机 AC380V

检修电源 AC380V/AC220V

照明电源 AC380V/AC220V/DC24V

(5) 配电线路

本工程配电均采用电缆，以放射式向装置内各用电设备供电。从变配电所到各单体的电缆均选用阻燃型交联电缆，电缆尽量沿电缆桥架敷设。单体内的配电线路采用电缆沿桥架敷设，当线路少，且环境允许的情况下，采用电缆或导线穿钢管敷设。道路照明为三相五线制供电，电缆直埋敷设。

8.1.2.5 节电措施

(1) 设计中尽量选用低损耗、高效率的电气设备，如低损耗节能变压器，高效率的节能电动机等；

(2) 低压电器元件选用低损耗的优质元器件；

(3) 工艺需要调节的用电设备，及功率较大的设备，因其能耗相对较高，可采用变频调速器进行调节，以降低电能损耗；

(4) 合理布置变电所的位置，尽量靠近用电负荷中心，以减少供电线路的损耗，10/0.4kV 变电所在环境允许条件下，设在负荷比较集中或单台电机容量较大的场所，并设置无功电容补偿装置；选取电缆截面时，处理好一次投资与损耗引起的年运行费用的关系，即要降低损耗考虑长远利益，节约电耗；

(5) 大电流的电缆按经济电流密度校验其芯线截面。低压供电半径不大于 250m；

(6) 厂区照明光源选用高效节能光源，如节能荧光灯、LED 灯等。

8.1.2.6 防雷及防静电措施

按照《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 的有关规定及本工程特点，在爆炸危险区域内的生产装置、变配电站等属于第二类防雷建筑物，其余的建构物为第三类防雷建筑物。对于第二类防雷建筑物，

每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10Ω ，对于第三类防雷建筑物，每根引下线的冲击接地电阻不应大于 30Ω 。

(1) 本项目按二类防雷建筑物设计的，防雷接地措施如下：

- 1) 在屋顶装设避雷带及不大于 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 或 $12\text{m}\times 8\text{m}$ 的接闪网格，以防直击雷。
- 2) 尽可能利用建筑群结构柱内主钢筋作为引下线，利用基础内钢筋作为接地极，利用地梁钢筋作为接地连线，引下线之间的距离按规范要求不大于 18m 。

(2) 本项目按三类防雷建筑物设计的，防雷接地措施如下：

- 1) 在屋顶装设避雷带及不大于 $20\text{m}\times 20\text{m}$ 或 $24\text{m}\times 16\text{m}$ 的接闪网格，以防直击雷。
- 2) 尽可能利用建筑群结构柱内主钢筋作为引下线，利用基础内钢筋作为接地极，利用地梁钢筋作为接地连线，引下线之间的距离按规范要求不大于 25m 。

(3) 室外金属设备和金属储罐壁厚大于 4mm ，利用设备本体作接闪器，就近与接地网相连，接地点不少于 2 处，并沿设备周边均匀布置，引下线间距不大于 18m 。每根引下线的冲击接地电阻不大于 10Ω 。室外钢框架、管架通过立柱与接地装置相连，其连接采用接地连接件，连接件焊接在立柱上，接地点不少于 2 处，接地点间距不大于 18m 。

(4) 本项目防静电措施：

静电接地干线和接地体与防雷接地、保护接地的接地装置综合考虑，统一布置。可利用保护接地干线、防雷电感接地干线作为静电接地干线使用。

下列场所应进行防静电接地：

- 1) 爆炸危险环境内的固定设备(塔、容器、机泵、换热器、过滤器等)的外壳、金属构架、平台及管线。
- 2) 非爆炸危险环境内的生产装置的工艺设备及工艺管道根据工艺专业要求作静电接地。
- 3) 厂区内输送可燃性气体、液体管线的首末端，分支处；进出装置工艺管线。
- 4) 平行管道净距小于 100mm 时，每隔 20m 加跨接线。管道交叉且净距小于 100mm 时加跨接线。工艺管道、法兰等的接地跨接线采用 $\text{BV}-10\text{mm}^2$ 多股铜芯导线或铜编织线。
- 5) 在长距离工艺输送管道每隔 $80\sim 100$ 米接地一次，阀门处需跨接。
- 6) 爆炸危险生产装置及罐区入口处，设置专用的人体静电消除装置，也可将入口斜梯与接地装置相连，并要求相关人员必须触摸后方可进入危险区域。

(5) 本项目工作接地、保护接地措施：

1) 配电系统采用 TN-S 制，变压器中性点直接接地，从低压配电出线开始，N 线与 PE 线分开，N 线为工作零线，PE 线为保护接地线。电源在建筑物入户处，PE 线重复接地。

2) 所有用电设备正常不带电的金属外壳及金属构件均应可靠接地，电缆桥架及其支架和引入引出建筑物的金属电缆保护管等均应接地。

3) 低压配电系统的工作接地，保护接地和防雷、防静电接地共用一套接地装置，总接地电阻不大于 1 欧姆。为了防止和减少雷电对电子信息系统造成的危害，除设计建筑物外部防雷装置外，还应考虑设计等电位连接系统、共用接地系统、屏蔽系统、合理布线系统、浪涌保护器组成的建筑物内部防雷系统。

8.1.2.7 主要工程量

本项目主要设备及材料详见下表。

表 8.1.2-2 主要电气设备材料表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	10kV 中压开关柜	12kV/31.5kA 含综合保护继电器	台	一批	
2	电力变压器	SCB13-2000 10/0.4kV; D, Yn11	台	一批	
3	智能配电监控系统		套	一批	
4	低压配电屏	MNS-0.4kV	台	一批	
5	其中：低压无功补偿		套	一批	
6	UPS 不间断电源		台	一批	
7	EPS 装置		台	一批	
8	动力配电箱		台	一批	
9	防爆动力配电箱		台	一批	IICT4
10	照明配电箱		台	一批	
11	防爆照明配电箱		台	一批	IICT4
12	检修电源箱		台	一批	
14	防爆检修电源箱		台	一批	IICT4
15	控制按钮盒		台	一批	
16	防爆控制按钮盒		台	一批	IICT4

序号	名称	规格	单位	数量	备注
17	工厂灯		套	一批	
18	防爆工厂灯		套	一批	IICT4
19	热镀锌电缆梯架	800W*150H; 600W*150H	m	一批	
20	10kV 中压电力电缆	ZB-YJV-8.7/12kV	m	一批	
21	10kV 中压电力电缆终端头		套	一批	
22	低压阻燃电力电缆	ZA-YJV-0.6/1kV	m	一批	
23	低压耐火电力电缆	ZAN-YJV-0.6/1kV	m	一批	
23	低压控制电缆	ZA-KYJV-0.45/0.75kV	m	一批	
24	等电位接地箱		套	一批	
25	接地扁钢 40*4		m	一批	
26	接地扁钢 25*4		m	一批	

8.1.2.8 主要电气设备材料选型

主要电气设备材料的选型应符合国家或 IEC 标准，应选用已经经过工程实践证实其性能可靠、技术先进的优质、高效、节能型产品。电气设备、材料选型应适用于厂址当地的气候条件及安装场所的条件。安装在爆炸危险区域内的电气设备和配电线路应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 的要求；安装在灰尘，潮湿的场所的电气设备选用防水防尘型；一般场所的电气设备选普通型。

电力电缆和控制电缆选用阻燃型交联聚乙绝缘聚氯乙护套铜芯电缆，电缆梯架选用热镀锌电缆梯架。

8.1.2.9 照明

厂区照明沿主干道绿化带设置道路照明灯具，建筑物之间沿道路每隔 30m 左右设 LED 道路灯一座，厂区照明由智能控制系统统一控制。

各装置内根据不同的环境设置不同类型(三防、防爆等)的照明配电箱和照明灯具。

8.1.2.10 设计依据

GB50052-2009	供配电系统设计规范
GB50053-2013	20kV 及以下变配电所设计规范
GB50054-2011	低压配电设计规范
GB50058-2014	爆炸危险环境电力装置设计规范

GB50217-2018	电力工程电缆设计标准
GB50055-2011	通用用电设备配电设计规范
GB50057-2010	建筑物防雷设计规范
GB50034—2013	建筑照明设计标准
SH/T3097-2017	石油化工静电接地设计规范
HG/T20666-1999	化工企业腐蚀环境电力设计技术规定
GB50160-2008（2018 版）	石油化工企业设计防火规范
GB/T50062-2008	电力装置的继电保护和自动装置设计规范
GB50650-2011	石油化工装置防雷设计规范
GB50343-2012	建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB501309-201	消防应急照明和疏散指示系统技术标准

8.1.3 电信

8.1.3.1 电信设施的组成

本项目为新建工程，设计范围包括生产装置（氯化亚砷生产装置、氯乙酸装置、烧碱装置）；

总体（全厂控制中心、办公楼、综合服务设施楼、总变配电室、分析中心、停车场等）、辅助设施（门卫 1~3、生产辅助楼、区域变配电所、机柜间、环保检测站、污泥收集点、固废仓库、固体氯乙酸仓库、固体烧碱仓库、化学品仓库、危废仓库、桶装仓库、原料堆场、机电仪修、备品备件库等）、公用工程（冷冻站、去离子水站、天然气调压站、污水处理厂、公用工程站-空压、制氮、循环水站、消防水站、泡沫站、生活、生产水站、初期雨水、事故水池等）、储运装卸（甲类罐区、乙类罐区、丙类罐区、装卸站）等。

本项目电信设施主要包含以下内容：

- 1、火灾自动报警及联动控制系统
- 2、公共广播系统
- 3、视频监控系统
- 4、电话/网络系统
- 5、门禁系统
- 6、电信线路

8.1.3.2 电信业务需求及方案

(1) 火灾自动报警及联动控制系统

本工程火灾报警系统采用二总线智能型火灾报警系统，系统形式将采用控制中心报警系统。每个装置设置一个消防控制室，且应确定一个主控制室。主消防控制室应能显示所有火灾报警信号和联动控制状态信号，并应能控制重要的消防设备；各分消防控制室内消防设备之间可互相传输、显示状态信息，但不应互相控制。

火灾报警系统由火警控制器、消防联动控制盘、图形显示装置、消防及联动电源、消防电话主机、消防广播主机、防火门监控主机、消防电源监控主机、探测器、声光报警器、报警电话主机等组成；主消防控制室设在办公楼，办公楼作为全厂的消防控制中心。消防控制室内应有专人24小时值班。

在氯化亚砷生产装置、氯乙酸装置、烧碱装置等区域设置火灾探测器、手动报警按钮、消火栓按钮及声光报警器等报警终端。

火警控制器应能接收各防火区域内具有独立地址编码的探测器、手动报警按钮和消火栓按钮等传来的信号，并根据要求联动控制启动声光警报器、消防广播扬声器(消防广播采用扩音对讲系统兼用)等消防联动设备。各岗位或巡检人员可以通过消防电话分机和直通外线电话分机与消防控制室值班人员联系，值班人员接警并确认后，使用消防报警专用电话拨打“119”向当地消防队报警。

各建构筑物内需按消防规范要求设置相应的火灾探测器、手动报警按钮、声光报警器、消防应急广播扬声器、消防电话分机等。在各建构筑物内的主要通道、出入口等处设置手动报警按钮和声光报警器等，从一个防火分区内的任何位置到最邻近的一个手动火灾报警按钮的步行距离不大于30m。在各建构筑物内设置消防应急广播扬声器，要求其声压级不小于60dB，在环境噪声大于60dB的场所，扬声器在其播放范围内最远点的播放声压级高于背景噪声15dB。当建筑物内同时设有声光报警与消防应急广播时，两者应交替循环播放。

需要火警联动控制的消防设备，其联动触发信号应采用两个独立的报警触发装置报警信号的“与”逻辑组合。消火栓箱内设置消火栓按钮，当按下消火栓按钮时，即可在火灾报警控制器上监视到使用的消火栓的位置信息，从而确定火灾发生的位置。当发生火灾时，消防控制室应能自动切断火灾区域与消防无关的电源，自动打开消防应急照明和疏散指示系统，自动或手动启动消防泵等。当需要切断正常照明时，宜在消火栓系统动作之前切，并关闭疏散通道上的常开防火门。

疏散通道上各防火门的开启、关闭及故障状态信号应反馈至防火门监控器；当发生火灾时，由消防联动控制器或防火门监控器联动控制关闭疏散通道上的常开防火门。

系统电源采用交流 220V/50Hz 消防电源，直流备用电源宜采用火灾报警控制器专用蓄电池。火灾报警控制器具有系统电源和直流备用电源自动转换装置。电池的容量保证火灾自动报警及联动控制系统在火灾状态同时工作负荷条件下连续工作 3h 以上。

火灾报警及控制系统与电气系统接地共用接地时其接地电阻 $\leq 1\Omega$ ，接地线选用耐火铜芯绝缘导线 NH-BVR-1 $\times 6\text{mm}^2$ 。火警电缆进、出建筑物时，需考虑防雷，加装适配的浪涌保护器。

建筑物内信号线采用阻燃耐火型双绞线 ZAN-RVS-2 $\times 1.5\text{mm}^2$ ，DC24V 电源线采用耐火型电缆 ZAN-RVV-2 $\times 1.5\text{mm}^2$ ，联动控制电缆采用耐火型屏蔽控制电缆 ZAN-KVVP-4 $\times 1.5\text{mm}^2$ ，防火门监控、消防设备电源监视、消防电话等采用铜芯聚氯乙烯绝缘阻燃耐火型屏蔽双绞线 ZAN-RVSP-2 $\times 1.5\text{mm}^2$ 。

(2) 公共广播系统

本工程设置公共广播系统。当装置区发生火灾时，广播系统可用于消防应急广播及事故信息广播。

本工程在各个消防控制室设置公共广播系统主机柜，并设置室内台式话站和壁挂式音箱。由主机柜引来广播电缆，接至各单体内的广播接线箱上。广播系统宜按装置区进行分区。所有广播设备根据现场安装环境需要考虑防爆、防尘、防水、防腐蚀等要求，并按要求可靠接地。

在各装置区域设置扬声器，兼做火灾紧急广播的扬声器应使用阻燃材料，或具有阻燃后罩结构。

公共广播系统要求与火灾报警系统和可燃气体报警系统进行可靠联动，当有火情或可燃气体报警时，公共广播系统扬声器强制发出报警广播。根据需要系统可预留通讯接口，支持行政电话系统及调度电话系统/无线通信系统的接入。

扬声器电缆采用阻燃耐火型屏蔽控制电缆 ZAN-KVVP-2 $\times 1.5\text{mm}^2$ 。

由于系统兼作为消防应急广播，其设备、配线等应能满足国家相关消防规范的要求。

公共广播系统设备采用 AC220V/50HZ 电源 UPS 供电，系统的保护接地采用电气保护接地，接地电阻不应大于 1Ω 。接地线选用耐火铜芯绝缘导线 NH-BVR-1 $\times 6\text{mm}^2$ 。所有通信、信号电缆和电源电缆从室外进入建筑物时，均需考虑防雷，加装适配的浪涌保护器。

(3) 视频监控系统

为了便于及时了解界区内各装置的生产及安全情况，本项目设置视频监控系统。系统采用基于 IP 的数字型系统，在氯化亚砷生产装置、氯乙酸装置、烧碱装置分别设置一套主设备，由于系统基于以太网组建，可根据需要在任意网络到达的位置设置管理客户端，客户端的权限按管理区域划分，方便操作人员对对应区域进行监控等操作。系统还可通过 VPN 联网，将视频信息上传至异地显示。在工程区内各厂房、仓库及各辅助设备区等区域设置监控箱并通过光纤将信号引至各装置的主机柜。监控区域内所有摄像机的视频信号通过数字光端机转换成光信号后，通过光纤或数据电缆将信号传输至该区域内机柜内，并送至综合楼进行集中存储，本地不再设置就地存储。系统可显示现场所监控区域的实时图像并进行录像，有利于及时发现各类事故并进行事后追溯。

系统由前端摄像机部分、传输部分、控制部分、显示部分、记录部分、报警及联动部分组成。

主控制设备可以监视和控制所有摄像机，且应具有下列功能：视频任意调用和切换、巡回查看、画面分割、录像回溯、故障弹出报警、报警联动、手动控制操作等。系统录像时要求可选择多种格式，录像时间不少于 30 天。

摄像机主要设置在建筑物出入口及主要通道处、货物停放区、厂区主要通道、罐区、重要设备、重要区域等处，根据安装环境选择相应的设备（防爆型、防风雨型、防尘型、防腐蚀等）。根据业主需要可以选择固定枪式摄像机，半球摄像机或快球摄像机。室外安装的摄像机做好防雷措施。

视频监控系统设备采用 AC220V/50HZ 电源 UPS 供电，系统的保护接地采用电气保护接地，接地电阻不应大于 1Ω 。监控组合电气箱及穿线保护管均应可靠接地。接地线选用耐火铜芯绝缘导线 NH-BVR- $1\times 6\text{mm}^2$ 。所有通信、信号电缆和电源电缆从室外进入建筑物时，均需考虑防雷，加装适配的浪涌保护器。摄像机电源线采用 ZAN-RVV- $3\times 1.5\text{mm}^2$ ，AC220V 电源线采用 ZAN-YJV- $3\times 2.5\text{mm}^2$ 。视频监控线穿镀锌钢管明敷设，其中 AC220V 电源电缆必须单独穿管敷设，以免与其他电缆混合敷设造成干扰。

(4) 电话/网络综合布线系统

为便于及时联系和管理厂区各工作岗位，本工程设置电话及网络系统，由于建筑物内同时设置电话和计算机网络，因此采用综合布线系统。

系统主设备安装在厂区办公楼内，由办公楼电信机柜引来计算机网络通信光缆，接至各装置内的综合布线机柜。界区内设置网络交换机、电话插孔和网络插孔。

综合布线机柜内设网络接入交换机、网络配线架及跳线等，由此配线至各个用户端口。

当同时设有电话端口和计算机局域网用户端口时，将采用双孔信息插座。双孔信息插座内设 RJ45 网口两个。综合布线系统一般采用配线架、线缆与相应的模块。信息插座距地 0.3m 暗装。

装置区内配线统一采用六类非屏蔽双绞线 CAT6-UTP，室外主干线缆采用光缆接至全厂控制室。

综合布线机柜采用 AC220V/50HZ 不间断 UPS 电源，系统的保护接地采用电气保护接地，接地电阻值不应大于 1Ω 。接地线选用耐火铜芯绝缘导线 NH-BVR- $1\times 6\text{mm}^2$ 。所有通信、信号电缆和电源电缆从室外进入建筑物时，均需考虑防雷，加装适配的浪涌保护器。

(5) 门禁系统

本系统根据项目需要局部区域设置，系统具备支持 TCP/IP 协议的接口，以便可以通过统一平台进行管理。

电信线路

各系统缆线在建筑物之间采用穿高强度 PVC 通信栅格管/钢管保护埋地敷设方式（铠装电缆采用直接埋地敷设方式）或沿工艺管架明敷设方式，埋地敷设时埋深不小于室外地坪下 0.8m，明敷设时需穿镀锌钢管或沿桥架敷设。当电缆需要由管廊引入或引出地面时，须穿钢管保护，保护管伸出地面 2.0m。

建筑物内电信系统线路穿镀锌钢管或桥架敷设。火灾报警系统线路穿镀锌钢管敷设，明敷设时，明敷管外应涂防火涂料。

所有弱电系统缆线敷设应尽量与交流电力电缆分开敷设，当必须平行敷设时，必须留出足够的安全距离。

电信系统的供电、接地与防雷

各电信系统采用 220V/50HZ 交流电源供电，优先采用 UPS 电源供电，其中火灾自动报警及消防联动控制系统、公共广播系统的电源应为消防电源。各电信系统终端设备由其主控设备集中供电。

各电信系统的接地采用共用接地装置，接地电阻值不应大于 1Ω ，接地线选用耐火铜芯绝缘软导线 NH-BVR- $1\times 6\text{mm}^2$ 。

各电信系统的通信及电源电缆由室外进入建筑物时，需加装适配的浪涌保护器。室

外安装的摄像机需加装避雷器。

8.1.3.3 设计采用的相关标准和规范

电信系统设计应符合国家及行业现行的最新规范、标准及有关文件，做到安全可靠，技术先进，经济合理，使用维护方便，满足企业生产和管理等各方面对于通讯及安全的要求。

设计中采用的标准、规范及规定：

GB 50116-2013	火灾自动报警系统设计规范
GB 50016-2014（2018年版）	建筑设计防火规范
GB 50343-2012	建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB 50311-2016	综合布线系统工程设计规范
GB/T 50115-2019	工业电视系统工程设计标准
GB 50395-2007	视频安防监控系统工程设计规范
GB51283-2020	精细化工企业工程设计防火标准
GB 50348-2018	安全防范工程技术规范
GB 50373-2006	通信管道与通道工程设计规范
GB 51348-2019	民用建筑电气设计标准

在设计时，应依据行业标准和国家标准中择其严格者执行。

8.1.4 供热

8.1.4.1 研究范围和原则

（1）研究范围

本项目装置生产用及生活用饱和蒸汽由园区集中统一供给，蒸汽管道经本项目的管廊接入，管道交接点为界区外1米

（2）设计采用的标准、规范

GB 50264-2013	工业设备及管道绝热工程设计规范
GB 50316-2000（2008版）	工业金属管道设计规范
GB 50016-2014（2018年版）	《建筑设计防火规范》，

8.1.4.2 本项目热负荷、规格

表 8.1.4-1 供热负荷表

序号	用途	蒸汽参数		用汽量 t/h		备注
		压力 MPaG	温度 °C	正常量	最大量	
1	氯乙酸生产车间	0.9	185	5	6	工艺用
		0.5	150		3.6	伴热用
2	烧碱装置	0.8	175.36	3.675	16	
3	氯化亚砷装置	0.8	175.36	3.35	3.35	
4	采暖	0.3	143.62		14	
	其他				3	
	合计			12.03	45.95	

8.1.4.3 供热技术方案

本项目合计最大蒸汽用量约为 45.95 t/h。由园区蒸汽（210°C、1.6MPaG）管网接进本项目界区，蒸汽管道经本项目的管廊接入至各用户点，各用户处根据需要设置减压阀组，将蒸汽压力减压至使用要求。

8.1.5 空压制氮站

8.1.5.1 工艺压缩空气、仪表压缩空气、氮气需求量和质量要求

表 8.1.5-1 工艺压缩空气用气负荷

用户名称	用气量 Nm ³ /h		用气条件			用气状况
	正常	最大	温度	压力	压力露点	
氯乙酸装置	312.5	350	环境	0.6MPaG		连续
烧碱装置	612.5	620	环境	0.6MPaG		连续
氯化亚砷装置	50		环境	0.6MPaG		连续
罐区、装卸站	50	100	环境	0.6MPaG		间断
其他	40	80	环境	0.6MPaG		间断
合计	1065	1200				

表 8.1.5-2 仪表压缩空气用气负荷

用户名称	用气量 Nm ³ /h		用气条件			用气状况
	正常	最大	温度	压力	压力露点	
氯乙酸装置	625	630	环境	0.6MPaG	-40°C	连续
烧碱装置	387.3	430	环境	0.6MPaG	-40°C	连续
氯化亚砷装置	100	150	环境	0.6MPaG	-40°C	连续
罐区、装卸站	300	400	环境	0.6MPaG	-40°C	连续
公用工程设施	120	450	环境	0.6MPaG	-40°C	连续

其他	110	1100	环境	0.6MPaG	-40℃	连续
合计	1642.3	3160				

表 8.1.5-3 氮气用气负荷

用户名称	用气量 Nm ³ /h		用气条件		用气状况
	正常量	最大量	氮气纯度	压力	
氯乙酸装置	43.75	567	≥99.9%	0.6MPaG	连续
烧碱装置	34	250	≥99.5%	0.6MPaG	连续
氯化亚砷装置	180		≥99.5%	0.6MPaG	连续
罐区、装卸站	600	620	≥99.9%	0.6MPaG	间断
其他设施	60	80	≥99.9%	0.6MPaG	间断
合计	917.75	1697			

8.1.5.2 供气方案

本项目新建空压制氮站，位于新建的动力车间内，为各装置生产、仪表设备提供工艺、仪表空气和氮气，工艺、仪表空气和氮气经输气总管分别送至各用气点。

根据全厂气体负荷，空氮站将设工艺、仪表空气和氮气三套供气系统。

其中工艺压缩空气供气能力为 1320m³/h，仪表空气供气能力为 3450 m³/h，氮气供气能力为 2000 Nm³/h。

空压机排气压力为 0.85MPaG，站内安装 3 台（二用一备）120 m³/min（710kW）水冷型离心空气压缩机，站内还设有吸附干燥机、过滤器等设备。

制氮采用 PSA（变压吸附）工艺，设置 2 套 1000 Nm³/h 的制氮机。

空氮站外还设有 V=30 m³ 储气罐 3 只。

表 8.1.5-4 空氮站主要设备表

序号	名称	规格	数量 (台)	备注
1	水冷型离心空气压缩机	Q=120 m ³ /min, P=0.85MPa, N=710 kW (10kV), 冷却水 (Δ10℃): 67t/h	4	二用一备
2	PSA 制氮机	Q=1000Nm ³ /h, P=0.85MPa, N=0.5kW (220V) 氮气纯度≥99.9%, 包括中间储罐、控制阀门等附件。	2	
3	微热吸附干燥机	Q=73.7m ³ /min, P=0.85MPa, 露点(压力): -40℃, N=40.2 kW(380V)	4	三用一备

序号	名称	规格	数量 (台)	备注
4	缓冲储气罐	V=30m ³ , P=1.0MPa, 配安全阀, 压力表, 排污阀等附件	1	
5	仪表空气储罐	V=30m ³ , P=1.0MPa, 配安全阀, 压力表, 排污阀等附件	1	
6	氮气储罐	V=30m ³ , P=1.0MPa, 配安全阀, 压力表, 排污阀等附件	1	
7	初过滤器	Q=78m ³ /min, 颗粒≤3 μ m, 残油含量≤5 μ m	4	
8	精过滤器	Q=78m ³ /min, 颗粒≤0.01 μ m, 残油含量≤0.01 μ	4	
9	后置过滤器	Q=78m ³ /min, 颗粒≤1 μ m, 残油含量≤1 μ m	4	

8.1.6 脱盐水处理

8.1.6.1 概述

本项目新建脱盐水处理站(去离子水处理站), 位于动力车间内, 为各装置生产设备提供脱盐水处理。装置制备脱盐水处理能力为 40t/h。

8.1.6.2 脱盐水处理水质要求

表 8.1.6-1: 水质标准表

序号	名称	指标	序号	名称	指标
1	出水压力 MPa	0.5	8	SO ₄ ²⁻ mg/l	≤0.2
2	出水温度 °C	≤30	9	钙 mg/l	≤0.1
3	残留氧 mg/l	≤12	10	镁 mg/l	≤0.1
4	二氧化硅 mg/l	≤0.1	11	硫 mg/l	≤0.1
5	铁 mg/l	≤0.05	12	氯 mg/l	≤1.0
6	悬浮固体 mg/l	≤0.1	13	平均电导率(25°C) μs/cm	0.2
7	PH 值	7~8	14		

8.1.6.3 脱盐水处理水量要求

表 8.1.6-2: 用水量表

序号	用途	供水压力 MPa	最大用量 t/h	平均用量 t/h	使用特性	备注
1	氯化亚砷生产装置	0.4	1	0.6		
2	氯乙酸生产车间	0.4	5.5	2.5	连续	
3	烧碱生产装置	0.4	28	21.7		
	合计		34.5	24.8		

8.1.6.4 脱盐车站

脱盐车站新建，占地面积约 $30 \times 30 = 900 \text{m}^2$ 。其中站房面积为 $24 \times 16 = 384 \text{m}^2$ ，梁底标高为 7m。

脱盐车站规模约 40t/h，设置 2 套制水能力为 20t/h 的化水装置。其中原水罐、中间水罐、脱盐水罐、酸碱中和池等均设于室外。

根据各装置的脱盐水水质要求，脱盐水装置采用采用反渗透+混床的处理工艺。即水处理系统先用原水泵将原水送入多介质过滤器的预处理系统，然后通过加阻垢剂装置投加阻垢剂，使预处理产水满足反渗透进水要求，并且防止浓水在 RO 膜的一侧结垢，再进反渗透除去盐分，经过脱炭塔脱除二氧化碳，最后进入混床进行深度脱盐，使产水达到设计要求，即满足表 8.1.6-1 要求。

表 8.1.6-3 主要设备表：

序号	设备名称	设备规格说明	数量	备注
1	原水泵	Q=50m ³ /h, H=47m, P=15 kw	3 台	二用一备
2	反洗水泵	Q=50 m ³ /h , H=29m, P=7.5 kw	1 台	
3	罗茨风机	Q=3m ³ /min, P=2.2 kw	1 台	
4	多介质过滤器	规格: Φ3224mm, 材质: 碳钢衬胶衬胶	3 台	二用一备
5	加阻垢剂装置	配套计量箱、计量泵	1 套	
6	保安过滤器	规格: Φ800×1000, 材质: 不锈钢	3 台	二用一备
7	反渗透装置	2×20m ³ /h, 配套高压泵、反渗透膜等	1 套	
		其中高压泵:Q=30 m ³ /h, H=150m, P=30kw	3 台	二用一备
	清洗装置	配套清洗水泵、清洗水箱、清洗过滤	1 套	

序号	设备名称	设备规格说明	数量	备注
8		器等		
		其中清洗水泵 Q=20m ³ /h, H=32m, P=5.5kw	1台	
9	除二氧化碳器	规格: Φ1500mm, 材质: 碳钢衬胶	2套	
		配套塑料多面空心球、风机		
10	中间水泵	Q=20m ³ /h, H=50m, P=7.5kw	3台	二用一备
11	混合离子交换器	规格: Φ2000, 材质: 碳钢衬胶	3套	二用一备
		配套阴阳离子交换树脂、阀门仪表等附件		
12	树脂捕捉器	规格: DN150, 材质: 碳钢衬胶	3台	二用一备
13	再生装置	配套酸碱喷射器、酸碱贮罐、酸碱计量箱、	1套	
		酸雾吸收器、再生水泵、流量计等附件		
		其中:再生水泵 Q=12.5m ³ /h, H=32m, P=4kw	2台	
14	卸酸碱泵	型号: 50FSB-20L, 材质: 氟塑料	2台	
15	加氨装置	配套计量箱、计量泵、PH仪等	1套	
16	除盐水泵	Q=20m ³ /h, H=50m, P=7.5kw	3台	二用一备
17	PL控制系统	配套	1套	
18	原水罐	V=80 m ³	1台	
19	中间水罐	V=80 m ³	1台	
20	脱盐水罐	V=80 m ³	1台	

8.1.7 冷冻站

8.1.7.1 本项目各装置冷冻负荷

表 8.1.7-1 冷冻负荷

序号	物料名称	规格	用户	冷负荷	用冷方式

1	冷冻水 10° C	10° C, 0.4MPa (G)	氯乙酸	750kW	连续
2	冷冻水 5° C	5° C, 0.4MPa (G)	氯乙酸	350kW	连续
			烧碱	505kW	连续
			空调	6000kW	夏季连续
3	冷冻水-15° C	-15° C, 0.4MPa (G)	氯乙酸	200kW	连续
			氯化亚砷	200kW	连续

8.1.7.2 依托情况

本项目的冷冻站为新建。

8.1.7.3 冷冻站的技术方案

根据装置用冷量、用冷方式、用冷温度等级要求，本项目冷冻站冷冻水分为3个规格：

(1) 供水温度 10° C，供回水温差为 5 度，设计制冷量为 825kW（含管路冷损）。系统载冷剂为水，冷水系统选用 2 台螺杆冷水机组（单台制冷量为 825kW），一用一备。冷水系统采用开式二次泵系统，其中一次本泵系统的设备包括 1 个冷冻水回水箱、二台一次冷水循环泵（循环水量为 160m³/h，一用一备），二次泵系统的设备包括 1 个冷冻水供水箱、二台二次冷水循环泵（循环水量为 160m³/h，一用一备）。

(2) 供水温度 5° C，供回水温差为 5 度，设计制冷量为 7600kW（含管路冷损）。系统载冷剂为水，根据用户使用情况的不同，冷水机组按空调和工艺用量分别选用冷冻机组。冷水机组为 2 台螺杆冷水机组（单台制冷量为 1020kW，一用一备）和 2 台离心冷水机组（单台制冷量为 3340kW，二用）。冷水系统采用开式二次泵系统，其中一次泵系统的设备包括 1 个冷冻水回水箱、二台一次冷水循环泵（工艺）（循环水量为 200m³/h，一用一备）和三台一次冷水循环泵（空调）（循环水量为 600m³/h，二用一备），二次泵系统的设备包括 1 个冷冻水供水箱、多台二次冷水循环泵（根据烧碱、氯乙酸、氯化亚砷、总体等分别配置）。

(3) 供水温度-15° C，供回水温差为 5 度，设计制冷量为 440kW（含管路冷损）。系统载冷剂为 40% 乙二醇，冷水系统选用 2 台螺杆冷水机组（单台制冷量为 440kW），一用一备。冷水系统采用开式二次泵系统，其中一次泵系统的设备包括 1 个冷冻水回水箱、二台一次冷水循环泵（循环水量为 110m³/h，一用一备），二次泵系统的设备包括 1 个冷冻水供水箱、二台二次冷水循环泵（氯乙酸）（循环水量为 55m³/h，一用一备）、二

台二次冷水循环泵(氯化亚砷) (循环水量为55m³/h, 一用一备)。

8.1.7.4 主要设备表

表 8.1.7-2 冷冻站主要设备表

序号	设备名称	规格及型号	单位	数量	备注
1	10° C 冷水机组	名义制冷量 825 kW	台	2	一用一备
2	5° C 冷水机组(空调)	名义制冷量 3340 kW	台	2	二用
3	5° C 冷水机组(工艺)	名义制冷量 1020 kW	台	2	一用一备
4	-15° C 冷冻机组	名义制冷量 440 kW	台	2	一用一备
5	10° C 冷水回水箱	V=25m ³ φ 3200x4000	台	1	
6	10° C 冷水供水箱	V=25m ³ φ 3200x4000	台	1	
7	5° C 冷水回水箱	V=280m ³ φ 8000x7000	台	1	
8	5° C 冷水供水箱	V=280m ³ φ 8000x7000	台	1	
9	-15° C 冷水回水箱	V=25m ³ φ 3200x4000	台	1	
10	-15° C 冷水供水箱	V=25m ³ φ 3200x4000	台	1	

8.1.8 采暖、通风及空气调节

8.1.8.1 采暖、通风及空气调节的设计范围和要求

(1) 设计采用标准

GB 50019-2015	工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
HG/T20698-2009	化工采暖通风与空气调节设计规范
GB 50016-2014	建筑设计防火规范(2018年版)
GB 50160-2008	石油化工企业设计防火标准(2018版)
GBZ1-2010	工业企业设计卫生标准
GB 50189-2015	公共建筑节能设计标准
GB 50243-2016	通风与空调工程施工质量验收规范
GB 50981-2014	建筑机电工程抗震设计规范

GB 55015-2021	建筑节能与可再生能源利用通用规范
GB 50189-2015	公共建筑节能设计标准
GB 51245-2017	工业建筑节能设计统一标准
GBZ 1-2010	工业企业设计卫生标准
GB/T 50779-2022	石油化工建筑物抗爆设计标准
GB 55037-2022	建筑防火通用规范
SH/T 3004-2011	石油化工采暖通风与空气调节设计规范
HG/T 20698-2009	化工采暖通风与空气调节设计规范

本项目的有关设计批复文件及其他国家现行法规

(2) 设计范围

本项目采暖、通风及空气调节设计范围包括项目内生产装置及配套设施补风公用工程及辅助设施。

(3) 要求

冬季生产对室温有要求的厂房、设有操作人员岗位的厂房和人员较集中且经常停留的生产用房、办公室和控制室冬季室内采暖温度为18℃，夏季室内空调温度为26℃，湿度不控制。

对于要求防冻厂房，冬季室内采暖温度为 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 。

变配电室的室内夏季空调温度为25℃，湿度不控制。

(4) 设计原则

本装置所有采暖通风及空气调节设计是根据本项目生产工艺的要求和暖通标准进行编制的。

生产厂房和辅助建筑物的采暖温度采用《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》中的数据。本装置所有的设计依循节能原则，并保证工艺的要求。

8.1.8.2 依托情况

项目为新建工程，其生产装置及配套设施补风公用工程及辅助设施的采暖、通风、空调设计均为新建。

8.1.8.3 系统规模和技术方案比选

(1) 室外设计参数

室外计算干(湿)球温度(°C)

夏季通风温度	29.2
夏季空调干球温度	32.9
夏季空调湿球温度	26.3
夏季空调日平均温度	26.9
冬季通风温度	-5.1
冬季空调干球温度	-11.6
冬季采暖干球温度	-9.2

室外计算相对湿度(%)

冬季空气调节	55
夏季通风	63

室外风速(m/s)

冬季平均	2.2
夏季平均	2.3

大气压力(hPa)

冬季平均	1023.6
夏季平均	1002.4

(2) 采暖、通风及空气调节方案的选择

1) 采暖

本装置的采暖热源为 95~70°C 采暖热水，由总体换热站统一提供。厂区散热器采暖和热风采暖的热媒均为 95-70°C 热水。

冬季生产对室温有要求的厂房，以及设有操作人员岗位的厂房和人员较集中且经常停留的辅助生产用房，均设置采暖系统。对于室内设计温度为防冻温度($\geq 5^{\circ}\text{C}$)的厂房，在选取室内外设计温度等方面应采取适当措施，以保证冬季防冻效果。

有机械送风要求的厂房，采用热风采暖或散热器与热风采暖相结合的方式；有连续排风要求且又采暖的厂房，要充分考虑热平衡和风量平衡，宜设补热风系统；建筑物的楼梯间宜供暖。对于高大空间且有温度要求的生产厂房，工艺及环境条件允许的情况下

宜采用散热器和暖风机联合采暖系统。

各装置区供热系统入口处应设置热力入口设施(包括供回水阀门、温度计、压力表、流量计和除污器);建筑物采暖系统入口处应设热力入口装置(包括供回水阀门、温度计、压力表和除污器),必要时安装平衡阀。供暖热水系统应根据相关国家标准的要求安装热量表。

2)通风

建筑物内的通风尽量采用自然通风,当自然通风不能满足要求时,考虑采用机械通风。自然通风一般利用建筑物外墙上的门、窗作通道,必要时在外墙上增设通风百叶窗。根据《化工采暖通风与空气调节设计规范》HG/T20698-2009 和《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015 的要求设置通风系统。

根据各建筑物的要求采用自然通风或机械通风,在有易燃易爆或有害气体泄漏及发热量较大的厂房,均设置事故通风和机械排风系统,事故排风的通风机电气开关应分别设置在室内和室外便于操作的地方,其供电可靠性等级应与工艺装置供电等级相同。以改善室内环境,一般房间采用自然通风。排除易燃易爆气体介质的排风机采用防爆风机,排除腐蚀性介质的排风采用防腐风机。输送易燃易爆气体介质的风管应考虑接地措施。

①氯乙酸切片车间主要有害物质为氯乙酸等,设置机械通风,正常通风量为6次/h,事故通风12次/h。排放介质为重气体,上部排1/3,下部排2/3。排风设备选用壁式玻璃钢轴流风机。生产场所设置补风系统,补风采用设在外墙上的暖风机补风。事故时根据室内的浓度探头信号联锁开启或人工开启所有排风机,浓度探头信号同时联锁开启或人工开启所有热风机。

②烧碱的氯气处理及压缩、氯气压缩厂房的主要有害物质为氯气等,设置机械通风,正常通风量为6次/h,事故通风12次/h。排放介质为重气体,上部排1/3,下部排2/3。排风设备选用壁式玻璃钢防爆轴流风机。采用自然补风。事故时根据室内的浓度探头信号联锁开启或人工开启所有排风机。

③烧碱的电解整流、氢气处理及压缩厂房的主要有害物质为氢气等,设置机械通风,正常通风量为6次/h,事故通风12次/h。排放介质为轻气体,上部排2/3,下部排1/3。排风设备选用壁式玻璃钢防爆轴流风机。采用自然补风。事故时根据室内的浓度探头信号联锁开启或人工开启所有排风机。

④氯化亚砷生产车间主要有害物质为氯气、二氧化硫等,设置机械通风,正常通风量为6次/h,事故通风12次/h。排放介质为重气体,上部排1/3,下部排2/3。排风设

备选用壁式玻璃钢轴流风机。生产场所设置补风系统，补风采用设在外墙上的暖风机补风。事故时根据室内的浓度探头信号联锁开启或人工开启所有排风机，浓度探头信号同时联锁开启或人工开启所有热风机。

⑤氯化亚砷装置的二氧化硫仓库、氯化亚砷仓库、硫磺仓库的主要有害物质为氯化亚砷、二氧化硫、硫磺颗粒等，设置机械通风，正常通风量为 6 次/h，事故通风 12 次/h。排放介质为轻气体，上部排 2/3，下部排 1/3。排风设备选用壁式玻璃钢防爆轴流风机。采用自然补风。事故时根据室内的浓度探头信号联锁开启或人工开启所有排风机。

③所有单体内的厕所、更衣室、无外窗房间采用天花板式换气扇机械排风，门窗自然补风。厕所换气次数为 10 次/时，更衣室换气次数为 6 次/时，无外窗房间换气次数为 4 次/时。

④所有单体内的电梯机房设机械通风，换气次数为 15 次/时。设备采用壁式轴流风机，门窗自然补风。

3) 空调

采用风机盘管、组合式空调箱或单元式空调机，盘管、空调箱的冷源为厂区提供的 5/10℃的冷水，热源为厂区提供的 60/50℃的空调热水。单元式空调机为直接蒸发式制冷，制冷剂为环保型的制冷剂。

①本工程变配电所的高、低压配电室，参照舒适性空调设计。采用一次回风空调系统。选用组合式空调机组供冷供热。设备安装于空调机房内。

②本工程的中控楼、机柜间，按舒适性空调设计，采用全空气系统。空调机选用单元式空调机，备用率为 100%。单元式空调机采用风冷直接蒸发制冷制热。单元式空调机内机设在空调机房内，风管穿过机房及其它房间隔墙处设置 70℃防火阀。外机设在室外地面基础上。新风设化学过滤器，新风进口设抗爆阀，抗爆强度与墙体结构相同。

③本工程办公楼、综合楼等，参照舒适性空调设计。采用盘管加新风系统。冷源为厂区提供的 5/10℃的冷水，热源为厂区提供的 60/50℃的空调热水。设备可安装于吊顶内。

8.2 辅助生产设施

8.2.1 维修设施

8.2.1.1 设计原则

根据国家有关的基建原则，新设置的维修设施应当从当地实情出发，结合化工装置的生产特点，合理布局，统筹安排，既要满足生产上的需要，又要符合市场经济规律，不能搞大而全、小而全，尽可能依托化工系统和社会上的力量，做到少投入多产出。所以本项目维修设计原则按中小修考虑，大修完全依靠社会化协作解决，大型检修机具可由租赁解决，检修人员的配置按中小修规模考虑，具体实施时应由两部分人员组成：一部分是生产车间的操作工和机修车间的检修工人共同参与，上下密切配合，共同完成项目的检修任务；另一部分是聘请退休的高级技工做技术顾问指导检修工作，同时聘请同行业的高级检修技工，实施现场的检修工作。

8.2.1.2 主要任务与能力的确定

(1) 机械设备修理

主要任务是负责本项目工厂所有设备和工艺管道的检修和日常维护保养，部分旧件修复及一般简单的设备、备件加工制造任务。

机修的规模按小修的规模配备检修机具和定员。

系统停车大修以及大部分的备品备件制造任务由外协解决，尽可能的实现化工厂辅助生产设施社会化。

机修采用集中制的检修制度，就是将备品备件加工和设备检修均集中到机修车间，各生产装置不再配备检修人员及设备。

(2) 仪表修理

仪表修理站负责本项目工厂仪表、DCS、SIS、PLC及计算机系统备品备件的管理，并负责计划、采购、保管消耗材料和工器具。

仪修按中小修设置。

工厂不设计量站，计量器具的定期检验送省市计量部门检验，或请计量部门上门检验。

(3) 电气修理

主要承担整个项目区所有电气设备、线路的检修，电气设备的试验，电气仪表、测量表的校验、调整、检修等任务；负责供电管理工作，以保证电气设备的正常、可靠、安全运行。

为了提高设备的利用率及检修质量，减少检修人员及电修厂房面积，电修工作中应采用如下措施：

①能在安装地点检修的电动机及变压器尽量就地检修；

②比较重要的、体积较大的、电压等级较高的高压电气设备、电力变压器和电动机的修理和试验，以及精度要求较高的仪表的校验外协解决；

③电修负责的线路检修工作只限于项目区内10（6）kV及以下的电缆线路

（4）运输车辆维修

车辆的维修、保养需委托有资质的专业公司承担。

8.2.1.3 依托情况

本项目新建维修车间。

8.2.2 仓库及堆场

本项目在确定主要材料的储存时间、方式和储量时，重点考虑如下因素：

（1）物料进厂按照运距远近，对贮存天数可适当增加或适当减少。

（2）生产规模大，贮存天数可相对减少，反之贮存天数可相应增加。

（3）铁路运输贮存天数可适当减少；水路运输、水、陆联运，特别是海河联运的，贮存天数可相应增加。

（4）物料以公路运输为主、运距较近时，贮存天数较其它运输方式可相对减少。

（5）地处冰冻期较长的寒冷地区，对容易含水的固体原（燃）料，贮存天数可适当增加，反之可减少，南方多雨地区，对运输、装卸有影响时，贮存天数可相应增加。

（6）对附近及周围环境无污染及无其它不良影响的物料，贮存天数可适当增加，反之可减少。

（7）需要特殊处理的（如干燥、熟化等）物料的贮存天数可相应增加，反之可减少。

8.2.3 分析化验

本项目新建一分析化验楼，承担年产4万吨氯化亚砷、年产5万吨氯乙酸和配套年产9.8万吨离子膜烧碱装置的分析化验任务，以及配套的公用工程和辅助设置的分析化验任务。

8.2.3.1 分析化验楼的作用与任务

分析化验楼主要负责各工艺生产装置、公用工程以及辅助等，其原辅材料、中间产

品及出厂产品按国家标准或行业、企业标准进行质量检验；具体有：

- (1) 各工艺装置的原材料分析；
- (2) 各工艺装置的中间品的控制分析；
- (3) 各工艺装置的产品、副产品的质量分析；
- (4) 各辅助设施的全部分析；
- (5) 标准溶液的配制、蒸馏水的制备；
- (6) 新的分析方法的开发及对化验员进行培训；
- (7) 分析仪器设备日常维护、校验、保养；
- (8) 各装置的环境空气监测、水环境监控、声环境监控

8.2.3.2 规模与技术方案

本项目的分析化验楼建筑面积约 3600m²，为三层建筑。包括化学分析室、样品处理室、蒸馏水室、天平室、色谱准备室、色谱分析室、水质分析室、原子吸收室、仪器分析室、成品分析室、药品间、高温室、标样间和更衣室以及钢瓶间、环保监测室等。

8.2.3.4 主要仪器选择

分析仪器选型原则：性能先进可靠、实用方便。首选国内分析仪器，当国内仪器的技术性能不能满足分析测试要求时，拟选用国外产品。通用的辅助仪器及实验室基础设施选用国内产品。

8.2.4 其它辅助生产设施

本项目中大量生产、使用氯气及氯化氢等有毒有害气体并可能危害人身安全，因此企业应设置气防站。气防站通常与消防站联合设置。

气防站包括值班室、档案室、器材室、气瓶充装间。有关采暖、通风、空调、给水排水、电器、采光、照明等依相应国家标准、规范设置。

气防站器材设施报告通讯设施、监护型气防作业(救护)车、空气充装泵、便携式检测仪器(包括可燃气体、氧气、有毒气体等检测仪器)、担架、急救药品及抢救工具、防护服、空气呼吸器、苏生器、长管呼吸器、人体模型、维修工具。数量可根据气防站的规模大小及企业的具体情况确定。

8.2.5 生活福利设施

本项目于厂前区综合服务楼，建设有员工生活餐厅、男女浴室等福利设施，可为员工的日常生活提供一定的便利。

9 节能、节水

9.1 节能

9.1.1 编制依据

9.1.1.1 相关法律、法规

中华人民共和国主席令第七十七号 中华人民共和国节约能源法(2007年)

中华人民共和国主席令第二十三号 中华人民共和国可再生能源法(2009年)

中华人民共和国主席令第五十四号 中华人民共和国清洁生产促进法(2012年)

国发[2007]15号 国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知

国发[2006]28号 国务院关于加强节能工作的决定

发改环资[2007]199号 中国节能技术政策大纲(2006年)

国家发改委、科技部、国家环保总局[2005]65号 国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术(2005.10.28)

国家发改委令第29号 产业结构调整指导目录(2019年本)

发改投资[2006]2787号 关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知

发改环资[2007]21号 国家发展改革委关于印发固定资产投资项目节能评估和审查(2006)指南的通知

9.1.1.2 相关标准、规范

GB/T 2589-2020	综合能耗计算通则
GB/T 15587-2008	工业企业能源管理导则
GB/T 13234-2018	用能单位节能量计算方法
GB/T 15316-2009	节能监测技术通则
GB/T 50441-2016	石油化工设计能耗计算标准
GB 17167-2006	用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB 50189-2015	公共建筑节能设计标准
GB/T 50378-2006	绿色建筑评价标准
GB/T 8175-2008	设备及管道绝热设计导则
GB/T 4272-2008	设备及管道绝热技术通则
GB 50264-2013	工业设备及管道绝热工程设计规范

GB 50411-2007	建筑节能工程施工质量验收规范
GB/T 3484-2009	企业能量平衡通则
GB/T 2587-2009	用能设备能量平衡通则
GB/T 2588-2000	设备热效率计算通则
GB/T 3485-1998	评价企业合理用电技术导则
GB/T 3486-1993	评价企业合理用热技术导则
GB/T 7119-2006	节水型企业评价导则
GB/T 8222-2008	用电设备电量平衡通则
GB/T 12723-2008	单位产品能源消耗限额编制通则
GB/T 15320-2001	节能产品评价导则
GB/T 17981-2007	空气调节系统经济运行
SH/T 3003-2000	石油化工合理利用能源设计导则
HG/T 4190-2011	化工企业能源审计规范
HG/T 4191-2011	石化企业能源审计规范

9.1.1.3 节能原则

- (1) 采用节能型工艺技术和工艺设备；
- (2) 优化工艺过程，按能量品位高低，尽可能做到一能多用，使能源得到综合利用；
- (3) 正确选用传动设备，防止“大马拉小车”现象，提高能源利用率；
- (4) 采取有效措施，减少能量损失，如采取有效的隔热保温、保冷及闭路循环等；
- (5) 积极贯彻执行国家和当地关于行业节能和工程节能设计的有关规范和规定。

9.1.2 项目节能技术应用与节能措施

9.1.2.1 工艺装置节能技术应用与节能措施

1、年产 4 万吨氯化亚砷装置

本装置生产采用二氧化硫法以硫磺、氯气、液体二氧化硫作为原料、活性炭增大接触面积，在 200℃~250℃ 时，合成氯化亚砷。

在产品氯化亚砷纯化工段，未反应完全的二氯化硫、氯气以及 SO₂ 经分离收集后返回到混合段混合后继续参与反应，使物料尽可能反应完全，提高物料利用率，从而提高反应收率。

该工艺方法主要优点是物料消耗低、成本低、收率高、“三废”少，产品质量好，纯

度高达99%。该工艺可实现连续化生产，设备利用率高。设备管道的密封性能好，大大降低对设备的腐蚀，同时改善了生产环境。

2、年产5万吨氯乙酸装置

本装置采用了国内、国际上比较成熟的连续生产工艺，同国内原有的间歇法生产工艺相比，避免了氯化反应器的反复加热问题，大大的降低了蒸汽的耗量。间歇法工艺吨产品约耗蒸汽为2.5t，而新工艺吨产品耗汽量仅为0.8t。

对于反应过程中生成的氯化氢气体进行净化收集，通过水洗转化成盐酸。将反应过程中未消耗的氯气进行净化收集，配以烧碱转化成次氯酸钠。这样可以大大减少有害气体对环境的污染，降低了原料的损耗，增加了装置的经济效益。

3、年产9.8万吨烧碱装置

本装置采用的节能措施主要有以下几方面：

(1) 采用膜法过滤技术生产一次盐水；采用膜法除芒硝技术。均为国家鼓励的盐水工序技术。盐泥处理采用二次洗涤压滤工艺，可降低外排盐泥中含盐量；设含盐污泥水收集池，用于洗涤盐泥。以上措施可减少原盐损耗。

(2) 采用高电流密度零极距自然循环离子膜电槽的生产工艺，该工艺是目前世界烧碱行业中先进的技术，节能降耗比其它工艺流程有着明显的优势，该装置中决定整个产品能耗水平的是离子膜电解工序。

(3) 氯气干燥过程中产生氯水全部送脱氯塔脱氯，氯气回收，水回一次盐水化盐。氯气压缩采用具有入口导叶气流调节装置的高效氯气压缩机，在同等能力时，电机功率可节省15%-20%。

(4) 离子膜电解制碱所的氯气纯度高达98.5%—99%，有利于液氯的生产，氢气纯度高达99.9%，对提高氯化氢纯度极为有利。项目自产氢气可用于氯乙酸装置，实现装置间物质流动，提高副产品利用率。

(5) 采用三效逆流降膜蒸发，可充分利用蒸汽的热量，利用一效高温碱液的热量预热二、三效碱液，同时自身温度降低减小了冷却水的用量。吨碱消耗可由0.72t/t，降低到0.53t/t。项目收集碱性凝液和废水去盐水化盐。

(6) 采用蒸汽型氯化氢合成炉，根据配套装置能力，合成炉系统产0.3MPa低压蒸汽，这部分蒸汽供给装置低低压蒸汽管网，充分利用了生产中的废热，节约了一次能源。

(7) 将生产过程及事故状态逸散的氯气收集，配制成产品次氯酸，减少环境污染同时减少氯气的损耗。

(8) 氯气液化采用带经济器的螺杆制冷机组，蒸发器间接换热制取液氯的工艺。此工艺效率高，节能效果显著。

9.1.2.2 设备选型节能技术应用与节能措施

(1) 各装置选用高效节能风机、高效工艺流程泵及水泵，配套电机选用节能型电动机；运行负荷变动大的运转设备，配套电机加装变频装置节约了电能。

(2) 在设计中不采用淘汰机电产品以及国家产业政策限制内的产业序列和规模容量。

(3) 采用节电、节能新技术、新设备，如采用 S9 型低损耗电力变压器，降低电能损耗。

(4) 在满足安全运行条件下，操作和控制电器选用节能产品。

(5) 采用高效节能型变压器、灯具及光源设备。

(6) 用电设备无功功率补偿尽量靠近用电负荷，所有机电设备产品均选自国家行业主管部门推荐的节能型产品和仪器。

(7) 采用新型高效机泵及其他节能产品，降低装置用电负荷，提高能源转换效率。

(8) 设二次配电点，尽量缩短低压配电线路，减少线损，以减少电能损耗。

(9) 总降压变电所内采用了微机综合保护装置，无人值班，简化了二次接线，节能并节省投资，提高了系统的可靠性。

9.1.2.3 建筑物节能措施综述

(1) 建筑群的规划布置、建筑物的平面布置应有利于自然通风。

(2) 在满足工艺生产要求的情况下，工业厂房尽可能采用轻钢结构和钢结构厂房。

(3) 加强建筑物全寿命节能。建筑节能涵盖建筑物的整个生命周期，从施工建造到运行到维修更新到拆除到废弃物的处理。

(4) 注重建筑全系统节能。从建筑围护系统、空调、供暖系统以及照明和家电用电能源系统等综合考虑建筑节能。

(5) 建筑热工设计符合国家节约能源的方针，注意建筑朝向尽量采用南北朝向，以利于采用自然光，节约照明和采暖的能耗。

(6) 减少照明线路损耗，尽量使照明三相负荷平衡，条件允许尽量采用 380V/220V 电压，提高照明灯具的功率因数等；采用高效光源，根据条件，尽量采用高压钠灯、金属卤化物灯以及其它绿色照明灯具。

(7) 在满足采光及通风要求前提下，尽量减小窗墙比，窗墙比不超过 0.4。

(8) 采用节能型的建筑设备，采用能耗低的外循环水冷却空调系统，软启动补偿装置，变速调频电机。

(9) 因地制宜推广保温性能好的围护结构，发展节能墙体和屋面。使用保温墙体，节能型门窗，提高建筑物保温、隔热和气密性能。积极采用能耗低的空心砖、空心砌块、粉煤灰制品、加气混凝土、轻质板材等。积极开展利用发泡聚苯乙烯、岩棉、玻璃棉、热反射玻璃、稀土复合材料、高效保温保冷材料等，注意合理选材。

(10) 屋面保温层选用容重小，导热系数低的高效保温材料，选用60厚挤塑聚苯板保温层。

(11) 建筑通风设计应处理好室内气流组织，提高通风效率。

(12) 采暖供热、热水及空调制冷系统规模按设计负荷设置，不得加大，并设有调节控制装置及能量计量仪表。

(13) 本工程建设需要大量的钢材和水泥等建筑材料，设计中尽量考虑就近就地采购，优先采用当地的原料，以减少运输费用。

9.1.2.4 其它节能措施

(1) 总平面布置时应按功能分区布置，在生产区的布置中首先要考虑工艺生产路线的顺畅，依次布置生产厂房，靠近原料和成品罐区，尽可能压缩物料管线，不出现浪费能源的往返管线，同时也可减少二次搬运的路程，以达到节能效果。

(2) 总平面布置时，动力设施尽可能靠近生产负荷中心，管线短捷，减少能耗。

(3) 总平面布置时应考虑建筑物的采光与通风要求，宜充分利用冬季日照并避开冬季主导风向，利用夏季凉爽时段的自然通风，合理地布局，可节约照明和采暖通风的能源。

(4) 建筑物的朝向，间距会对建筑物内部采光、得热产生很大的影响，在总平面布置时应合理确定建筑物的日照间距和朝向。建筑物的日照标准应满足相应规范的要求。建筑的主要朝向宜选择本地区最佳朝向。

(5) 根据贮存物料的性质，选择合适的储罐形式，在储罐表面涂凉涂料可降低储存物料的损耗。在易挥发装卸设施和储罐之间设置气相平衡管线，减少物料损耗、保护环境。

9.1.3 能耗指标及分析

9.1.3.1 能耗指标

根据《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2020），用能单位实际消耗的各种能源

应包括一次能源、二次能源和生产使用耗能工质所消耗的能源。企业消耗的各种能源不应重计或漏计。经调查，本项目需计入企业能耗的有新鲜水、电力、天然气、氮气、压缩空气、蒸汽、脱盐水等。这些实物采用的折标煤系数如以下表 9.1-1 所示。

表 9.1-1 实物采用的折标煤系数

序号	名称	单位	折标煤系数	备注
1	电	kgce /kwh	0.1229	当量值
2	蒸汽	kgce /MJ	0.03412	
3	新鲜水	kgce /t	0.2571	

9.1.3.2 各种能源消耗比重分析

本项目工程所涉及的年产 9.8 万吨烧碱装置、年产 4 万吨氯化亚砷装置、年产 5 万吨氯乙酸装置的能耗情况如下：

1、年产 4 万吨氯化亚砷装置

(1) 能耗及分析

本装置产品能耗指标如下表。

表 9.1-2 氯化亚砷能耗指标

序号	能源种类	年消耗量		单位能源折标煤		年能耗折标煤 (t)
		单位	数量	单位	数量	
1	新鲜水	t/a	8000	kg/t	0.2571	2.0568
2	蒸汽	t/a	26800	kg/ MJ	0.03412	3446.48
3	电	kWh/a	3000000	kg/kWh	0.1229	368.7
总计						3817.237

从上表可看出，本装置年总能耗为 3817t 标煤。

氯化亚砷单位产品综合能耗 =3817/40000=0.0954tce/t

本装置达产后，氯化亚砷年均各种能源消耗量及其比重见表 9.1-5：

表 9.1-3 氯化亚砷各种能源消耗总量及其占总能耗的比重

序号	耗能工质	实物消耗量		折标煤 (t/a)	占总能耗比重 (%)
		单位	数量		
1	新鲜水	t/a	8000	2.0568	0.05%
2	蒸汽	t/a	26800	3446.48	90.29%
3	电	kWh/a	3000000	368.7	9.66%
总计					100.00%

由上表可看出，在生产装置消耗中，蒸汽平均消耗量 26800t/a，折标煤量 3446.48t/a，占总能耗的 90.29%；电力平均消耗量 3000000kwh/a，折标煤量 368.7t/a，占总能耗的 9.66%；新鲜水平均消耗量 8000t/a，折标煤量 2.0568t/a，占总能耗的 0.05%。由此可见，本项目生产装置的各种能源消耗比例由大到小排列为：蒸汽>电力>新鲜水。

由表 9.1-5 可见，本项目各种能源消耗中，蒸汽消耗占总能耗的比重最大，电力消耗次之，这些是本项目的最主要能源消耗。

由此可见，今后节能降耗主要从以下几个方面入手：加强保温、防漏措施，减少热量损失；做好蒸汽冷凝液回收利用；选用高传热效能的釜类设备；选用高效率的泵、电机等用电设备，对于大功率、负荷波动较大的机泵可采用变频电机。

(2) 能源投入产出分析

本报告中主要针对本装置建成投产后，将能源投入与正常达产后预期实现的工业总产值进行比较，计算单位工业总产值综合能耗(折为标煤)。

$$\begin{aligned} \text{工业总产值能耗} &= \frac{\text{综合能耗}}{\text{工业总产值}} \\ &= \frac{3817.237}{66375} = 0.0575 \text{ 吨标煤/万} \end{aligned}$$

由上可见，本装置综合能耗指标为 0.0575 吨标煤/万元。本装置节能评价结论以节能评价报告书的评价结论为准。

2、年产 5 万吨氯乙酸装置

(1) 能耗及分析

本装置产品能耗指标如下表。

表 9.1-4 氯乙酸能耗指标

序号	能源种类	年消耗量		单位能源折标煤		年能耗折标煤 (t)
		单位	数量	单位	数量	
1	新鲜水	t/a	67320.2	kg/t	0.2571	17.31
2	蒸汽	t/a	40000	kg/MJ	0.03412	3801.65
6	电	kWh/a	7500000	kg/kWh	0.1229	921.75
总计						4740.71

从上表可看出，本装置年总能耗为 4740.71t 标煤。

氯乙酸单位产品综合能耗 =4740.71/50000=0.0948tce/t

本装置达产后，氯乙酸年均各种能源消耗量及其比重见表 9.1-5:

表 9.1-5 氯乙酸各种能源消耗总量及其占总能耗的比重

序号	耗能工质	实物消耗量		折标煤 (t/a)	占总能耗比重 (%)
		单位	数量		
1	新鲜水	t/a	67320.2	17.31	0.37%
2	蒸汽	t/a	40000	3801.65	80.19%
3	电	kWh/a	7500000	921.75	19.44%
总计					100.00%

由上表可看出，在生产装置消耗中，蒸汽平均消耗量 40000t/a，折标煤量 3801.65t/a，占总能耗的 80.19%；电力平均消耗量 7500000kwh/a，折标煤量 921.75t/a，占总能耗的 19.44%；新鲜水平均消耗量 67320.2t/a，折标煤量 17.31t/a，占总能耗的 0.37%。由此可见，本项目生产装置的各种能源消耗比例由大到小排列为：蒸汽>电力>新鲜水。

由表 9.1-7 可见，本项目各种能源消耗中，蒸汽消耗占总能耗的比重最大，电力消耗次之，这些是本项目的最主要能源消耗。

由此可见，今后节能降耗主要从以下几个方面入手：加强保温、防漏措施，减少热量损失；做好蒸汽冷凝液回收利用；选用高传热效能的釜类设备；选用高效率的泵、电机等用电设备，对于大功率、负荷波动较大的机泵可采用变频电机。

(2) 能源投入产出分析

本报告中主要针对本装置建成投产后，将能源投入与正常达产后预期实现的工业总产值进行比较，计算单位工业总产值综合能耗(折为标煤)。

$$\begin{aligned} \text{工业总产值能耗} &= \frac{\text{综合能耗}}{\text{工业总产值}} \\ &= \frac{4740.71}{66375} = 0.0714 \text{ 吨标煤/万} \end{aligned}$$

由上可见，本装置综合能耗指标为 0.0714 吨标煤/万元。本装置节能评价结论以节能评价报告书的评价结论为准。

3、年产 9.8 万吨烧碱装置

(1) 能耗及分析

本装置产品能耗指标如下表。

表 9.1-6 32wt%液碱能耗指标

序号	能源种类	年消耗量		单位能源折标煤		年能耗折标煤 (t)
		单位	数量	单位	数量	
1	蒸汽	t/a	29400	kg/t	94.8536	2788.70
2	电	kWh/a	227850000	kg/kWh	0.1229	28002.77
总计						30791.47

注：烧碱产品能耗计算采用《烧碱单位产品能源消耗限额》（GB21257-2014）

从上表可知，本装置年总能耗为 30791.47t 标煤。

32wt%液碱单位产品综合能耗=30791.47/98000=0.314tce/t

本装置达产后，32wt%液碱年均各种能源消耗量及其比重见表 9.1-4：

表 9.1-7 32wt%液碱各种能源消耗总量及其占总能耗的比重

序号	耗能工质	实物消耗量		折标煤 (t/a)	占总能耗比重 (%)
		单位	数量		
1	蒸汽	t/a	29400	2788.70	9.06%
2	电	kWh/a	227850000	28002.77	90.94%
总计					100.00%

注：烧碱产品能耗计算采用《烧碱单位产品能源消耗限额》（GB21257-2014）

由上表可看出，在生产装置消耗中，电力平均消耗量 227850000kwh/a，折标煤量 28002.77t/a，占总能耗的 90.94%；蒸汽平均消耗量 29400t/a，折标煤量 2788.70t/a，占总能耗的 9.06%。由此可见，本项目生产装置的各种能源消耗比例由大到小排列

为：电力>蒸汽。

由表 9.1-3 可见，本项目各种能源消耗中，电力消耗占总能耗的比重最大，蒸汽消耗次之，这些是本项目的最主要能源消耗。

由此可见，今后节能降耗主要从以下几个方面入手：选用高效率的泵、电机等用电设备，对于大功率、负荷波动较大的机泵可采用变频电机；加强保温、防漏措施，减少热量损失；做好蒸汽冷凝液回收利用；选用高传热效能的釜类设备。

(2) 能源投入产出分析

本报告中主要针对本装置建成投产后，将能源投入与正常达产后预期实现的工业总产值进行比较，计算单位工业总产值综合能耗(折为标煤)。

$$\begin{aligned} \text{工业总产值能耗} &= \frac{\text{综合能耗}}{\text{工业总产值}} \\ &= \frac{30791.47}{66375} = 0.4639 \text{ 吨标煤/万} \end{aligned}$$

由上可见，本装置综合能耗指标为 0.4639 吨标煤/万元。本装置节能评价结论以节能评价报告书的评价结论为准。

9.1.4 能源计量和管理

9.1.4.1 能源计量器具配置

由于企业的加速发展造成能源消耗不断增长，用电量不断加大，节能降耗已经成为企业生存发展和影响经济发展的全局性问题。企业要完成节能降耗的指标，必须按照 GB 17167-2006《用能单位能源计量器具配备和管理通则》的要求合理配备能源计量器具，并对能源计量器具实施有效监督管理，保证计量器具能按时检定和校准。准确可靠的计量检测数据是指导企业加大节能技术改造的基础，有利于提高能源利用率，降低生产成本，对节能降耗具有十分重要的战略意义和现实意义。这要求企业建立节能目标责任制，把节能降耗的指标分解落实到车间、班组和个人。建立健全计量管理体系，有条件的企业可以申请二级或三级计量保证体系确认，打好能源计量、节能降耗的基础。同时，企业还要加强对质监法律法规的学习，掌握标准化、质量、计量等质监基础知识，规范生产、依法运作，提高产品质量。

能源计量仪器仪表是提供能源量值信息的工具，主要包括流量、重量、电能、热量

计量检测等仪表以及燃烧过程分析仪器和具有明显节能效益的自动控制系统。

各种能源形态不同，采用不同的计量方法，日常能源计量方法有：

(1) 电能计量用瓦秒法和感应式回转表法计量；

(2) 水、蒸汽、压缩空气用流量计量法；

(3) 能源工艺计量和电能平衡测试可采用温度、密度、粘度、压力、电流、电压、热量、质量等参数来计量。

9.1.4.2 能源管理

(1)、能源管理制度

1) 用能单位应建立能源计量管理体系，形成文件，并保持和持续改进其有效性；

2) 用能单位应建立、保持和使用文件化的程序来规范能源计量人员行为、能源计量器具管理和能源计量数据的采集、处理和汇总。

(2)、能源计量人员

1) 用能单位应设专人负责能源计量器具的管理，负责能源计量器具的配备、使用、检定（校准）、维修、报废等管理工作；

2) 用能单位应设专人负责主要次级用能单位和主要用能设备能源计量器具的管理；

3) 用能单位的能源计量管理人员应通过相关部门的培训考核，持证上岗；用能单位应建立和保存能源计量管理人员的技术档案；

4) 能源计量器具检定、校准和维修人员，应具有相应的资质。

(3)、能源计量器具

1) 用能单位应备有完整的能源计量器具一览表；

2) 用能设备的设计、安装和使用应满足 GB/T 6422、GB/T 15316 中关于用能设备的能源监测要求；

3) 用能单位应建立能源计量器具档案，内容包括：

① 计量器具使用说明书；

② 计量器具出厂合格证；

③ 计量器具最近两个连续周期的检定（测试、校准）证书；

④ 计量器具维修记录；

⑤ 计量器具其他相关信息。

4) 能源计量器具应实行定期检定（校准）。凡经检定（校准）不符合要求的或超

过检定周期的计量器具一律不准使用。属强制检定的计量器具，其检定周期、检定方式应遵守有关计量法律法规的规定。

5) 在用的能源计量器具应在明显位置粘贴与能源计量器具一览表编号对应的标签，以备查验和管理。

4、能源计量数据

(1) 用能单位应建立能源统计报表制度，能源统计报表数据应能追溯至计量测试记录；

(2) 能源计量数据记录应采用规范的表格式样，计量测试记录表格应便于数据的汇总与分析，应说明被测量与记录数据之间的转换方法或关系。

9.2 节水

9.2.1 项目用水概况

本项目给水系统包括：生活给水、生产给水、消防给水、循环给水、冷冻水，各系统分别满足不同的用水需要，设置水计量仪表，强化用水管理和节水考核。

在工艺流程制定时，充分考虑物性要求和水的充分合理利用，尽可能使所用水循环使用，杜绝一次水的直排。

本项目正常生产时，蒸汽凝液作为循环水补水使用，蒸汽凝液系统可以达到供给平衡，提高凝结水回收利用率。在工艺设计中，优化换热器流程，选用高效能板式换热器，降低冷却水用量。装置内实行清污分流、控制排污。

9.2.2 水资源供应情况

本项目生活给水和生产给水的水源来自园区给水系统，管网设计压力为 $>0.3\text{Mpa}$ 。园区给水管网接入本项目界区范围内后，经加压作为厂区生活给水、生产给水和消防给水，给水压力 0.50MPa 。

9.2.3 项目节水技术应用与措施

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

(1) 烧碱装置中的二次盐水废水回收用于化盐；既节约了用水，又减少了三废排放。

(2) 氢气洗涤采用填料塔工艺，大部分循环液经过循环液泵送到循环液冷却器冷却

后，进入洗涤塔循环洗涤，小部分循环液由泵送去化盐。比常规的空塔喷淋洗涤工艺节水。

(3) 装置的工艺冷凝液、蒸汽冷凝液全部回收综合利用。整个化工装置的蒸汽尽量回收，回收率高达 98%。

(4) 本项目与传统间歇法相比，用水量仅为间歇法的 1/3，连续法增加蒸馏工段避免了间歇法结晶工段产生的大量含水母液，节约水量约 30 吨/小时，减少了废水的排放量，体现出连续法氯乙酸新工艺在节水方面的先进性。

(5) 本项目将尾气的吸收液作为盐酸的吸收液，从而最大限度的降低了耗水量，同时减少了废水排放。

(6) 在设计中贯彻节约用水原则，各生产装置用水冷却的换热器设备尽可能使用循环冷却水，使本项目生产装置的循环冷却水占总冷却水量的 99.99%，采取循环用水，通过优化换热器流程，选用高效能换热器，加药、加强管理等措施提高循环水的利用率，降低产品用水单耗，提高水的重复利用率，循环水重复利用率不低于 98%；根据生产过程中产生的不同性质的污、废水，采取不同的处理方式处理后统一收集，升压后复用。

(7) 循环水冷却塔采用收水效果好的收水器，收水器的逸出水率(飘滴损失水量与进塔循环水量之比)为 0.003%，减少水量损失；以减少循环水补充水量。在运行过程中根据实际情况改进循环水处理工艺配方，尽量提高循环水的浓缩倍率，同时根据季节变化和生 产负荷，及时调整循环水量和冷却塔的运行工况，以达到节水、节能的效果。

(8) 冷却塔未加装除水器时风吹损失为循环水量的 0.3%~0.5%，加装除水器后冷却塔的风吹损失仅为 0.1%。本期工程冷却塔加装除水器，可有效降低冷塔的风吹损失。

(9) 实行清污分流，控制排污。

(10) 优化给水“配水”管网设计，合理利用水压线，节约用水；合理选用管材，以降低能耗；供水系统采用防渗漏措施，一律采用节水用具，严格控制用水总量；

(11) 充分考虑物性要求和水的充分合理利用，合理设计流程，减少一次水的排放，并提高废水回收利用率；

(12) 强化节水管理，开展工业节水的宣传教育，加强用水管理，严查生产中的跑、冒、滴、漏现象。宣传国家有关节水的方针政策，宣传节水新技术、新设备、新工艺，总结推广节水先进经验，开展节水管理和技术交流与合作，提高广大员工的节水意识。选用先进、高效、节水设备，对生产上水、脱盐水、循环冷却水等采用流量计量，以便于加强节水管理。

同时，在设计过程中，根据各工艺系统对水量和水质的要求，合理安排全厂用水、排水，建立合理的水量平衡系统，做到一水多用，减少全厂耗水量。主要的节水措施如下：

(1) 设计贯彻节约用水原则，根据各工艺系统对水量和水质的要求，合理安排全厂用水、排水，建立合理的水量平衡系统。尽量循环使用（循环冷却水等），做到一水多用，减少全厂耗水量。减少生产直流水的用量，提高水的重复使用率。

(2) 装置的工艺冷凝液、蒸汽冷凝液全部回收综合利用。

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

9.2.4 水耗指标及分析

9.2.4.1 水耗指标

根据《评价企业合理用水技术通则》（GB/T 7119-1993）对本项目的用水指标进行核算。

(1) 新鲜水耗

总生产用水量 800m³/h，生活用水量 30m³/h。

(2) 重复利用率

本工程循环水量为 33000m³/h；

9.2.4.2 水耗分析

本项目依据各用水单元对水量、水质的不同要求，设计中尽量做到循环用水、分质供水、一水多用，提高水的利用效率。

本项目采用节水型工艺技术和措施，加强资源综合利用，全面推行清洁生产，完善污水处理系统体系，减少一次水用量；同时通过设置完善的污废水收集，使水的利用达到了较高的水平。

10 消防

10.1 编制依据

10.2 消防环境现状和依托条件

目前，曹妃甸工业区共有1座公共消防站6座企事业专职消防队，基本情况如下：

①曹妃甸工业区公安消防大队

该消防站位于曹妃甸钢厂北路北侧，通岛一号路西侧，距离化学园区西侧边线约1公里，由一个消防中队组成，人员55人，配套车辆有举高喷射、登高平台、抢险救援、干粉、水罐、泡沫等消防车10台。

②企业专职消防队

工业区共有6座企业专职消防队，消防人员共计144人，消防车辆共计15台，详细如下：

(1) 首钢京唐公司消防队，位于钢铁电力园区，共有消防人员14人，配备车辆有水罐消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。

(2) 港口公司消防队，位于唐曹高速连接线西侧，共有消防人员22人，配备车辆有水罐消防车2台，水罐泡沫联用消防车1台。

(3) 实业公司消防队，位于甸头区，共有消防人员17人，配备车辆有水罐消防车2台。

(4) 中石化曹妃甸油库消防队，位于甸头区，共有消防人员29人，配备车辆有泡沫联用消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。

(5) 中石化曹妃甸原油商业储备基地消防队，位于化学园区南部，共有消防人员38人，配备车辆有泡沫联用消防车1台，水罐消防车2台，登高喷射消防车1台。

(6) 华润电厂消防队，位于钢铁电力园区，共有消防人员24人，配备车辆有水罐消防车1台，水罐泡沫联用消防车1台。

③园区规划情况

化学园区规划5个特勤消防站（其中4个陆上，1个水上），根据园区实际，正在启动4号特勤站（石化南四道、石化中路路口处）建设，同步建设气防站、医疗急救场所；目前正在跑办4号特勤站前期手续，预计2023年投用。

附近医院：距离、到达时间、级别等。

有一家医院：曹妃甸区工人医院，曹妃甸区工人医院是按照二级甲等医院标准规划建设非盈利性综合医院，占地面积50000m²，建筑面积52000m²，总投资3.8亿元。医院设置床位305张，核定人员编制420名，设置预防保健科、全科医疗科、内科、外科、妇产科、儿科等二十余个科室。附近有2家以上的诊所，多家药店。

10.3 工程的火灾危险性类别

10.3.1 主要易燃物质火灾危险性特性

表 10.3-1 主要易燃物质火灾危险性特性

序号	物质名称	常温相态	密度 (kg/m ³)	沸点℃	闪点℃	凝点℃	引燃温度℃	爆炸极限, vol%	火灾危险性分类
1	液氯	气	1470	-34.5	-		-	-	乙
2	醋酸	液	1050	118.1	39	16.6	463	4.0~17	乙A
3	醋酸酐	液	1080	138.6	49	-73.1	316	2.0~10.3	乙B
4	氯乙酸	固	1580	189	126	61~63	>500	8.0~	丙
5	氢气	气		-252.8	/	-259.2	510	4.1~74.1	甲
7	31%盐酸	液	1150	108.6 (20%)	-	-	-	-	戊
8	天然气	气	0.717	-160				5~14	甲
9	硫磺	固体	2360	445	207				戊

10.3.2 主要建构筑物火灾危险性分析

涉及本项目新建的建构筑物火灾危险性分析详见表 7.4-1

10.4 采用的防火措施及配置的消防系统

10.4.1 各专业防火措施

10.4.1.1 工艺

(1) 生产车间严格按照建筑设计防火规范设计，尽量采用密闭设备，避免跑、冒、滴、漏；

(2) 对压力管道严格按照国家有关规定、规范设计。

10.4.1.2 总图

建、构筑物应严格按《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)(2018版)、《石油化工企业设计防火标准》(GB50160-2008)(2018版)要求设计、施工、安专。

10.4.1.3 电气、电信

电力设备的电缆选择与敷设应按《火力发电厂与变电站设计防火标准》(GB50229-2019)和《火力发电厂设计技术规程》(DL/T5000-2000)中的有关部分进行设计。严格按照设计要求完成各项电缆防火措施。

工程用电负荷均为三级,对供电无特殊要求

消防用电设备按二级负荷供电,采用单独的供电回路。建筑物按第二类防雷建筑物进行设计,在屋面上架设避雷网格,利用建筑物结构钢筋防雷接地装置。建筑物内的主要金属设备、管道和构架等接至电气设备的保护接地装置。在入户端将电缆金属外皮,金属管线接地。防直击雷,防雷电感应,电气设备等接地装置共用,采用等电位联结,接地电阻小于1欧姆。

配电线路采用阻燃铜线导电或电缆,装设短路、过载保护;插座回路装设漏电保护。

10.4.1.5 建筑

本工程建筑物内使用的建筑材料(墙体、梁、柱、顶等)应能达到规范对建筑耐火等级二级的有关要求。

本项目建构筑物均采用耐火和不易燃烧的材料及设备,最大限度的降低火灾隐患。并根据本项目具体情况,依据消防设计规范配备合理的消防设备,确保人员生命安全,尽量降低损失。在厂区有防火通道。车间周围设环形通道,建筑物按防火间距的按要求设计,并设有安全出口。

本建设项目有关的设备、建筑物、构筑物的防雷应符合《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)的有关规定。

消防通道要符合设计规范,保证在事故状态下,畅通无阻,满足要求。保证生产区内消防报警仪灵敏、可靠

10.4.1.6 采暖通风

空调、通风系统火灾报警系统联锁,当确定有火灾发生时,关闭所有与排烟无关的空调、通风设备。

风管穿过重要房间隔墙、楼板处设置70℃防火阀(排烟系统为280℃防火阀)。

(2) 防排烟

装置内各单体严格按照《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 和《建筑防排烟系统技术标准》GB 51251-2017 有关规定进行防排烟设计。单元为自然排烟、防烟的，由建筑专业考虑自然排烟开窗面积，火灾时开启相应的排烟窗。

切片包装车间封闭楼梯间采用自然通风方式防烟（楼梯间设可开启窗），车间采用自然排烟（各层外墙上部设排烟窗）。

DCS 控制室单体为抗爆单体内的走道如按相关规定需要设置排烟的，按规定设置机械排烟系统。楼梯间设加压送风系统。吊顶与地板间高度大于4m的操作室，设置火灾后排风系统，换气次数不小于2次/h。防排烟系统风管穿出建筑处均设置抗爆阀。

10.4.2 消防系统

10.4.2.1 水消防系统

本项目新建一套临时高压消防给水系统，一套喷淋给水系统。

(1)消防用水量

本项目同时发生火灾的次数为1次，一次灭火用水量按各建构筑物及罐区消防用水量最大一处确定。本项目水消防最不利点为生产装置，依据《石油化工企业设计防火标准》第8.4.3条取设计消防水量150L/s，一次最大消防用水量1620m³。

(2)消防水池及消防水泵房

本项目新建一套稳高压消防给水系统，一套喷淋给水系统，消防水源来园区生产给水管网。新建消防水池两座，单座有效容积810m³，总有效容积1620m³，两池底部互为连通且各自能独立运作，池内设液位计。新建消防泵房内设置两台消防水泵（Q=150L/s，H=100m），1用1备，备用泵为柴油机泵；稳压装置1套，含2台稳压泵（1用1备），Q=3L/s，H=120m，1套气压稳压罐有效容积300L；两台喷淋水泵（Q=60L/s，H=50m），1用1备，备用泵为柴油机泵；稳压装置1套，含2台稳压泵（1用1备），Q=1L/s，H=60m，1套气压稳压罐有效容积150L。在本项目区域最高建筑物屋面设置一座18m³高位消防水箱，高位消防水箱底部出水管上设置流量开关，可联动开启消防水泵。

消防水泵出水总管设置压力开关，平常消防管网由稳压装置稳压在0.8~0.9MPa，发生火灾消防用水时总管压力下降，消防水泵由压力开关联动开启。

(3)室外消火栓系统

从新建消防泵房引两根 DN350 消防给水总管至本项目界区成环状布置，沿线设置地下式室外消火栓，罐区、装置区周边室外消火栓的布置间距不大于 60m，其它建筑物周边室外消火栓布置间距不大于 120m。室外消火栓的保护半径按 120m。

从新建消防泵房引两根 DN200 喷淋给水总管至本项目界区成环状布置。

(4)室内消火栓系统

各建筑物室内消火栓设置根据其火灾危险等级、操作条件、物料性质、建筑物体积等综合考虑确定。各单体室内消火栓系统就近从室外消防环网引入，消火栓栓口出水压力超过 0.50Mpa 时设减压设施。消火栓规格采用 SN65，水带口径 $\varnothing 65\text{mm}$ ，消防水枪采用直流—水雾两用枪，水枪喷嘴 $\varnothing 19\text{mm}$ ，配 25m 衬胶水龙带。室内消火栓的布置间距不大于 30m，并确保每个平面任意部位有 2 只消防水枪的充实水柱可以同时达到。

(5)灭火器布置

根据 GB 50140-2005《建筑灭火器配置设计规范》，在各单体场所内设置磷酸铵盐干粉灭火器，用于扑灭初期及小型火灾。生产区内设置手提式或推车式磷酸铵盐干粉灭火器。变配电室、机柜间等设置二氧化碳灭火器。

10.4.2.2 其它消防系统

(1) 罐区泡沫灭火系统

本工程甲类罐区、丙类罐区可燃液体储罐采用半固定式泡沫灭火系统设施。甲类罐区储存的可燃液体物料主要有醋酸，丙类罐区储存的可燃液体物料主要有 MAC 水溶液，均为水溶性可燃液体。MAC 水溶液储罐的单罐容积 700m^3 ，为固定顶立式储罐；醋酸储罐的单罐容积 400m^3 ，为固定顶立式储罐。

依据规范，MAC 水溶液储罐设置半固定式泡沫灭火系统，泡沫液采用抗溶型，混合液比例 6%。MAC 水溶液储罐为固定顶立式储罐，容积 700m^3 ，尺寸：直径 10.2m 高 9.425m。依据规范，设计泡沫混合液供给强度 $10\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，则计算泡沫混合液流量约 $13.6\text{L}/\text{s}$ ，每个储罐设计配置 2 个 PC8 泡沫发生器，故泡沫灭火系统设计流量按 $16\text{L}/\text{s}$ 。该泡沫灭火系统连续供给时间 30min。

依据规范，醋酸储罐设置半固定式泡沫灭火系统，泡沫液采用抗溶型，混合液比例 6%。醋酸储罐为固定顶立式储罐，容积 400m^3 ，尺寸：直径 7.5m 高 10.65m。依据规范，设计泡沫混合液供给强度 $10\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，则计算泡沫混合液流量约 $7.36\text{L}/\text{s}$ ，每个储罐设

计配置2个PC4泡沫发生器，故泡沫灭火系统设计流量按8L/s。该泡沫灭火系统连续供给时间30min。

(2) 自动喷水灭火系统

依据规范，丙类仓库占地面积超过1500m²，设置自动喷水灭火系统。本项目氯乙酸切片车间及固体仓库需设置自动喷水灭火系统。

固体氯乙酸仓库为仓库危险级Ⅱ级，仓库堆垛最大储物高度约4.5m，喷水强度16L/min.m²，作用面积200m²，持续喷水时间2h，喷淋设计流量约60L/S，持续喷水时间2h，一次喷淋用水量432m³。系统采用湿式报警阀和闭式喷头，喷头K=115，最不利点喷头工作压力0.1MPa。

切片包装车间区域设置水喷淋系统火灾危险等级为中危险Ⅱ级，喷水强度8L/min.m²，作用面积160m²，喷淋用水量为40L/s，火灾延续时间为1小时，喷头流量系数K=80，工作压力不低于0.1MPa。

报警阀安装于报警阀室，室内设排水措施，水力警铃安装于外墙。

自动喷淋灭火系统供水接至厂区喷淋给水环网，在室外设置水泵结合器。

10.4.2.3 消防排水

本项目新建厂区事故废水池。为保证事故消防废水不外流污染，发生消防事故时的消防废水应进行收集。本项目事故废水收集依托雨水系统，在界区雨水沟末端设置切断阀和切换措施，发生事故时关闭总排口切断阀，打开切换阀将事故废水排入事故废水池进行暂存。

发生事故时最大一次废水排放量包括消防废水量、物料泄漏量、发生事故时可能排入该收集系统的生产污水量、及事故时可能的雨水量。经计算，本项目新建应急事故废水池一座，地下池，有效容积约4650m³。

11 环境保护

11.1 环境质量现状

11.1.1 环境现状描述

11.1.1.1 厂址

本项目位于河北省曹妃甸工业区化学工业园区。厂址周边没有自然保护区、风景名胜區、世界文化和自然遗产地、鸟类自然保护区、饮用水水源保护区，没有以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，没有文物保护单位，无具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地等环境敏感点。

本项目建厂条件详见第6章的“建厂条件和厂址选择”。

11.1.1.2 自然环境

11.1.2 环境质量现状

(1) 环境空气质量现状

本项目所在区域达标判定采用2018年唐山市环境质量公报数据，PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂、O₃均超标，为环境空气质量不达标区。

根据环境质量现状监测结果，非甲烷总烃浓度满足《环境空气质量非甲烷总烃限值》(DB12/1577-2012)表1要求；TSP满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准及其修改单要求；甲醇、苯、氨、硫化氢满足《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ 2.2-2018)附录D；二噁英参照满足《日本环境标准》。

(2) 水环境质量现状

建设项目区域范围内地下水现状各项监测指标除总硬度、溶解性总固体、氯化物、硫酸盐外，石油类满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准，其他因子均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准。总硬度、溶解性总固体、氯化物、硫酸盐检测数据较高，主要由于区域位于天然劣质地下水区，浅层地下水与海水存在密切的水力联系。

(3) 声环境质量现状

厂址区域各监测点昼间、夜间噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3

类标准，说明项目声环境良好。

(4) 土壤环境质量现状

项目厂区内和厂区周边土壤监测点检测值均达标，说明厂区内土壤环境质量现状较好。

11.2 执行的有关环境保护法律、法规和标准

11.2.1 有关环境保护法律、法规和标准

中华人民共和国环境保护法

中华人民共和国大气污染防治法

中华人民共和国水污染防治法

中华人民共和国环境噪声污染防治法

中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2016年修正）

中华人民共和国环境影响评价法

建设项目环境保护管理条例（国务院[98]第253号令）

11.2.2 环境质量标准

GB 3095-2012	环境空气质量标准
GB 3838-2002	地表水环境质量标准
GB/T 14848-2017	地下水质量标准
GB 36600-2018	土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)
GB 3096-2008	声环境质量标准

11.2.3 污染物排放标准

GB 16297-1996	大气污染物综合排放标准
GB 8978-1996	污水综合排放标准
GB 12348-2008	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 15581-2016	烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准
GB 31571-2015	石油化学工业污染物排放标准
GB 31573-2015	无机化学工业污染物排放标准

GB 18484-2020	危险废物焚烧污染控制标准
GB 14554-93	恶臭污染物排放标准
GB 37822-2019	挥发性有机物无组织排放控制标准
DB 13/2322-2016	河北省《工业企业挥发性有机物排放控制标准》

11.3 主要污染源和主要污染物

11.3.1 废水

本项目各工艺生产装置和公辅工程的工艺生产废水、生活污水、地面冲洗水及初期雨水进入项目新建的污水处理场处理后再排入园区污水处理站。

各装置的废水排放情况请见表 11.3-1~4:

表 11.3-1 年产4万吨氯化亚砷装置废水排放情况表:

装置名称	序号	污染源	废水量 (m ³ /h)	污染物排放特征		排放方式	备注
				污染物	mg/L		
氯化亚砷装置	1	地面(设备)冲洗水	按需	CODcr BOD ₅ SS		间断	排入本项目污水处理场

表 11.3-2 年产5万吨氯乙酸装置废水排放情况表:

装置名称	序号	污染源	废水量 (m ³ /h)	污染物排放特征		排放方式	备注
				污染物	mg/L		
氯乙酸装置	1	氯乙酸生产车间工艺废水	正常: 3 最大: 17	酸性废水, 含氯乙酸等		连续	加碱中和后排入本项目污水处理场
	2	切片包装装置废水	正常: 1.6 最大: 1.6	酸性废水, 含氯乙酸等		间断	加碱中和后排入本项目污水处理场
	3	原料及成品罐区废水	正常: 0.8 最大: 1	酸性废水, 含氯乙酸等		连续	加碱中和后排入本项目污水处理场
	4	地面冲洗水	正常: 4 最大: 30	CODcr BOD ₅ NH ₃ -N SS	300 150 45 100	间断	排入本项目污水处理场
合计			正常: 3.8	CODcr NH ₃ -N	污水	连续	排入园区污水处理站

表 11.3-3 年产 9.8 万吨烧碱装置废水排放情况表：

装置名称	序号	污染源	废水量 (m ³ /h)	污染物排放特征		排放方式	备注
				污染物	mg/L		
烧碱装置	1	氢气处理	1.27	NaOH		连续	回化盐工段
	2	真空脱氯	52.2	Cl ₂ 、NaCl		连续	回化盐工段
	3	盐泥压滤、过滤器等	0.95	SS、COD、NaCl		间断	回化盐工段
	4	螯合树脂再生	5.96	HCl、NaOH、SS		间断	酸碱中和后回用
	5	螯合树脂塔	2	HCl		间断	排入本项目污水处理场
	6	树脂塔	111.36m ³ /d	NaOH		间断	回化盐工段
	7	地面(设备)冲洗水	按需	COD、SS、BOD		间断	排入本项目污水处理场
合计			正常： 53.47	COD _{Cr} NH ₃ -N	污水	连续	排入园区污水处理站

表 11.3-4 公辅工程废水排放情况表：

装置名称	序号	污染源	废水量 (m ³ /h)	污染物排放特征		排放方式	备注
				污染物	mg/L		
公辅工程	1	地面冲洗水	2	COD _{Cr} SS	200 200	间断	排入本项目污水处理场
	2	生活污水	4.5	COD _{Cr} BOD ₅ NH ₃ -N SS	400 250 25 220	间断	排入园区污水处理站
	3	循环水站排污水	75	SS、PO ₄ ³⁻	-	连续	排入园区污水处理站
	4	动力车间排污水	正常：15.26 最大：19.19	盐	-	连续	排入园区污水处理站
	5	初期污染雨水	2100 m ³ /次	酸、碱、COD _{Cr} BOD ₅ SS	-	间断	排入本项目污水处理场
合计			正常：90.26 最大：94.19	COD _{Cr} NH ₃ -N	污水	连续	排入园区污水处理站

11.3.2 废气

本项目中各工艺生产装置及公辅工程的废气均在本装置内处理达标后排放至大气。具体的排放情况请见表 11.3-5~8:

1、年产4万吨氯化亚砷装置

本装置废气排放情况见表 11.3-5:

表 11.3-5 年产4万吨氯化亚砷装置废气排放情况表:

序号	污染源	废气量 (kg/h)	污染物特征		排放 方式	治理方法及 最终去向
			污染物	kg/h		
1	尾气吸收	5000	HCl SO ₂	0.096 0.99	连续	二级水解填料塔+二级碱液吸收填料塔

2、年产5万吨氯乙酸装置

本装置中工艺尾气主要在氯化反应工段产生氯化氢气体和氢化反应工段未能反应掉的氢气。通过吸收工艺生成副产物 31%盐酸。未能被吸收处理的微量氯化氢气体以及不能被吸收的氢气经洗涤处理后排放至大气。

氯乙酸生产车间的尾气中除氢气经加氢尾气吸收塔处理后直接排至大气之外，其它都必须进入放空洗涤系统处理。有两级放空洗涤，第一级洗涤，在文丘里喷射洗涤器内，用水吸收所有的氯化氢。当吸收过多氯化氢时，一级洗涤液罐内温度会上升，这时可增大新鲜补充水的流量。一级洗涤液罐内的液体溢流至废水处理系统。第二级洗涤，在文丘里喷射洗涤器内，用 15%的 NaOH 溶液洗涤从一级洗涤液罐来的尾气。碱液以 200L/h 的量连续补充到二级洗涤液罐。在洗涤器内，尾气中的 Cl₂ 与碱反应，生产 NaClO。为了移走反应热，在洗涤碱液循环管线上安装有一个洗涤循环冷却器。NaClO 溶液被送出装置至氯碱装置。

切片车间的尾气经碱洗塔吸收处理后高空排放；MCA 水溶液储罐及鹤管中的气相（含氯乙酸）进入罐区的尾气塔洗涤塔中用工艺水吸收；盐酸储罐及鹤管中的气相（含氯化氢）经水洗塔，碱洗塔后排大气（气相中的氯化氢几乎被除净）；醋酐、醋酸储罐尾气经进入醋酸尾气塔中用工艺水吸收达标后高空排放。

本装置废气排放情况见表 11.3-6:

表 11.3-6 年产5万吨氯乙酸装置废气排放情况表:

序号	污染源	废气量 (kg/h)	污染物特征		排放 方式	治理方法及 最终去向
			污染物	kg/h		
1	氯化反应尾 气	2693.392	Cl ₂ HCl	1.942 2691.45	连续	制盐酸
2	氢化反应尾 气	295.49	HCl H ₂ N ₂	274.216 8.324 12.95	连续	制盐酸
3	制酸后最终 排放尾气	2580	空气 HCl Cl ₂	2579.8276 0.0044 0.128	连续	水洗、碱洗处理达 标后排大气
4	切片尾气	6450	空气 Cl ₂	6449.58 0.42	连续	水洗、碱洗处理达 标后排大气

3、年产9.8万吨烧碱装置

本装置废气排放情况见表 11.3-7:

表 11.3-7 年产9.8万吨烧碱装置废气排放情况表

序号	污染源	废气量 (kg/h)	污染物特征		排放 方式	治理方法及 最终去向
			污染物	kg/h		
1	氯气处理	3600	Cl ₂ 、 N ₂ 、H ₂ O		连续	碱液吸收，尾气 高空排放
2	盐酸合成	35	HCl、 H ₂ 、H ₂ O		间断	吸收洗涤，尾气 高空排放

4、公辅工程

本装置废气排放情况见表 11.3-8:

表 11.3-8 公辅工程废气排放情况表:

序号	污染源	废气量 (kg/h)	污染物特征		排放 方式	治理方法及 最终去向
			污染物	kg/h		
1	公辅工程	6079.945	空气 HCl 氯乙酸 醋酸 醋酐	6078.9748 0.7579 0.0616 0.1243 0.0264	连续	水洗、碱洗处理达 标后排大气

11.3.3 固体废物及废液

1、年产4万吨氯化亚砷装置

本装置的废渣主要为废活性炭，由生产厂家进行回收，委外处理。固体废物排放情况请见表 11.3-9：

表 11.3-9 年产4万吨氯化亚砷装置固废排放情况表：

序号	名称及来源	排放量 (t/a)	组成及特性数据 (wt)	排放规律	去向
1	废活性炭	1.25	废活性炭	间断	委外处理

2、年产5万吨氯乙酸装置

本装置的废渣主要为废加氢催化剂，由生产厂家进行回收。固体废物排放情况请见表 11.3-10：

表 11.3-10 年产5万吨氯乙酸装置固废排放情况表：

序号	名称及来源	排放量 (t/a)	组成及特性数据 (wt)	排放规律	去向
1	加氢废催化剂	5.5 (三年)		间断	厂家回收再加工

3、年产9.8万吨烧碱装置

本装置的废渣主要为过滤残渣、干燥废物、废离子膜、废树脂，除废树脂由供货厂家进行回收再利用以外，其他废渣均委外处理。固体废物排放情况请见表 11.3-11：

表 11.3-11 年产9.8万吨烧碱装置固废排放情况表：

序号	名称及来源	排放量 (t/a)	组成及特性数据 (wt)	排放规律	去向
1	压滤机盐泥	8000	8%NaCl，其余为CaCO ₃ 、Mg(OH) ₂ 及少量机械杂质	间断	委外处理
2	废离子膜	670m ²	羧酸磺酸复合材料和盐类		委外处理
3	废螯合树脂	1.6m ³			供货厂家回收再利用

4、公辅工程

本项目公辅工程的固废主要为原辅材料和产品的包装材料、三废处理废渣、生活垃圾等。固体废物排放情况请见表 11.3-12：

表 11.3-12 公辅工程固废排放情况表：

序号	名称及来源	排放量 (t/a)	组成及特性数据 (wt)	排放规律	去向
1	废包装袋	4.48		间断	供货厂家回收再利用
2	生化污泥	365		间断	委外处理
3	生活垃圾	60	-	间断	园区统一清运

11.3.4 噪声

本项目各工艺生产装置及公辅工程在正常工况下噪声源主要是设备和机械噪音，有水泵、输料泵、风机等。设计中采用的噪声治理措施主要是将产生噪声的机械放置在专门的厂房内，通过消音减震处理降低噪声污染。通过上述治理措施，能大大降低噪声对环境的污染。

1、年产4万吨氯化亚砷装置

本装置主要噪声排放情况见表 11.3-13：

表 11.3-13 年产4万吨氯化亚砷装置噪声排放情况表：

序号	噪声源名称	治理措施	运转特征	治理后声压级 dB(A)
1	压缩机	减震、隔音	连续	≤75
2	压滤机	减震、隔音	连续	≤75
3	泵	隔声，减震	连续	≤70

2、年产5万吨氯乙酸装置

本装置主要噪声排放情况见表 11.3-14：

表 11.3-14 年产5万吨氯乙酸装置噪声排放情况表：

序号	噪声源名称	治理措施	运转特征	治理后声压级 dB(A)
1	螺旋输送机	减震、隔音	连续	≤80
2	自动称量包装机	室内布置，巡检	连续	≤70
3	风机	减震、隔音	连续	≤75
4	泵	减震、隔音	连续	≤70

3、年产9.8万吨烧碱装置

本装置主要噪声排放情况见表 11.3-15:

表 11.3-15 年产 9.8 万吨烧碱装置噪声排放情况表:

序号	噪声源名称	治理措施	运转特征	治理后声压级 dB(A)
1	鼓风机	减震、隔音	连续	≤85
2	压滤机	减震、隔音	连续	≤75
3	压缩机	减震、隔音	连续	≤75
4	泵	减震、隔音	连续	≤70

4、公辅工程

公辅工程主要噪声排放情况见表 11.3-16:

表 11.3-16 年产 5 万吨氯乙酸装置噪声排放情况表:

序号	噪声源名称	治理措施	运转特征	治理后声压级 dB(A)
1	压缩机	减震、隔音	连续	≤75
2	冷冻机	减震、隔音	连续	≤75
3	冷却塔	基础减震、 距离衰减	连续	≤70
4	风机	减震、隔音	连续	≤75
5	泵	隔声, 减震	连续	≤70

11.3.5 其他

(1) 加强职工的素质教育, 增强清洁生产的自觉性, 加强生产过程管理, 节能降耗, 从源头治理开始, 把污染降到最低程度。

(2) 积极预防人为因素引起的环境生态破坏, 降低环境风险, 及时消除潜在的环境隐患, 调动职工预防污染、保护环境的自觉性。

(3) 利用绿色植物作为治理工业污染的一种经济长效手段, 发挥它们在吸收有害气体、净化空气、改善环境等方面的重要作用, 在控制气相污染物对环境污染影响的同时, 还可降低噪声。

11.4 环境保护治理措施及方案

11.4.1 废水治理

本项目废水排放，遵循“清污分流”、“一水多用”、“节约用水”原则，清净水尽量重复利用，可利用的生产污水经装置内预处理(如：沉降、过滤、中和)后，回用于生产。不能利用的生产废水和生活污水，一并送污水处理场处理达标后排放。由于本项目所在地区水资源十分宝贵，为贯彻一水多用和重复利用的原则，减少废水排放量。

(1) 烧碱装置电解工段螯合树脂交换再生塔废水，经收集中和后进入园区废水处理系统；氯气冷却器、水雾捕集器冷凝水中含有一定量的氯气，该水经真空脱氯后回用；蒸发工段二次蒸汽冷凝液，经收集后返回电解槽回用。

(2) 氯乙酸装置产生的废水经统一收集并在装置内进行中和预处理后，排入本项目新建污水处理厂，处理达标后作为循环水补水水源。

(3) 设备及地面冲洗水、初期污染雨水排入厂区现有污水处理站处理。

(4) 生活污水直接排入园区污水处理站处理。

(5) 清净水直接排入园区雨水管网。

(6) 对废水收集、处理、排放、输送系统、固废暂存间、生产区地面等进行防渗处理，防止污染地下水。

本项目新建污水处理场，该污水处理场采用物化+生化处理工艺对生产废水进行处理。

11.4.2 废气治理

11.4.2.1 有组织废气治理措施及效果

1、年产4万吨氯化亚砷装置

本装置有组织废气主要为一氯化硫高位槽产生的废气，深冷器产生的废气，回收塔产生的废气，废气混合后进入尾气吸收系统处理装置，尾气吸收系统采用“两级水洗塔+两级碱液吸收塔”工艺处理。尾气处理达标后经25m高排气筒排放。

2、年产5万吨氯乙酸装置

(1) 氯化反应尾气主要含HCl气体和微量氯气，HCl作为生产盐酸的原料，微量氯气则通过水洗、碱洗等措施使之转化为氯化氢和次氯酸钠。

(2) 氢化反应尾气主要含HCl、H₂和N₂。HCl作为生产盐酸的原料，H₂和N₂则高

空排放。

(3) 冷冻切片机的氯乙酸蒸汽分别通过水洗涤，去除氯乙酸（极易溶于水）。尾气排放量为 2500m³/h，含氯乙酸 0.001%，至高空排放大气。

(4) 罐区盐酸储罐尾气通过尾气水洗塔和碱洗塔，去除盐酸，尾气排大气。

通过采取上述治理措施，本工程废气排放对周围环境空气质量不会产生显著影响。

3、年产 9.8 万吨烧碱装置

烧碱装置所排放的污染物较多，为了减少对大气的污染，本工程采用了相应的措施进行处理，其方法如下：

(1) 淡盐水脱氯工序采用真空脱氯法，经脱氯塔使淡盐水及氯水中的游离氯脱除。脱除的氯气汇入电解至氯气处理的湿氯气总管，因此装置正常生产时，无废氯气排放。

淡盐水脱氯有压缩空气吹除法和真空脱氯法。压缩空气吹除法产生低浓度氯气，降低了氯气利用率，并需用烧碱吸收处理，增加了废气排放量，不适用于较大规模的烧碱装置。

而真空脱氯法，脱除的氯气浓度高，可直接汇入湿氯气总管，减少氯气损失，同时也减少了大气污染物的排放。

(2) 设置可以满足烧碱装置事故状态下的事故氯气吸收装置，该装置与电解主装置及工艺关键控制点实现联锁，电解槽开、停车产生的低浓度氯气、氯气系统事故状态逸出的氯气送至事故氯气处理工序，采用碱液双塔串联吸收，氯的吸收率可达 99.9%，吸收后的尾气经 30 米高空达标排放；碱液吸收氯后生成的次氯酸钠可外卖。当废气量较大时，采用冷冻水降低循环碱液温度，使氯气被迅速充分吸收，达到无氯气排放。

由于开停车及事故氯气，相对尾气吸收塔来说浓度较高。处理时在尾气吸收塔前增加一级吸收塔，采用冷冻水降低循环碱液温度，可使氯气被迅速充分吸收。因此，即使在事故状态时，废氯气吸收塔尾气中氯气浓度也较低，为 $Cl_2 \leq 15.6 \text{mg/Nm}^3$ ，排放速率 0.016kg/h，满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中的二级标准要求。

其处理工艺流程图如下：

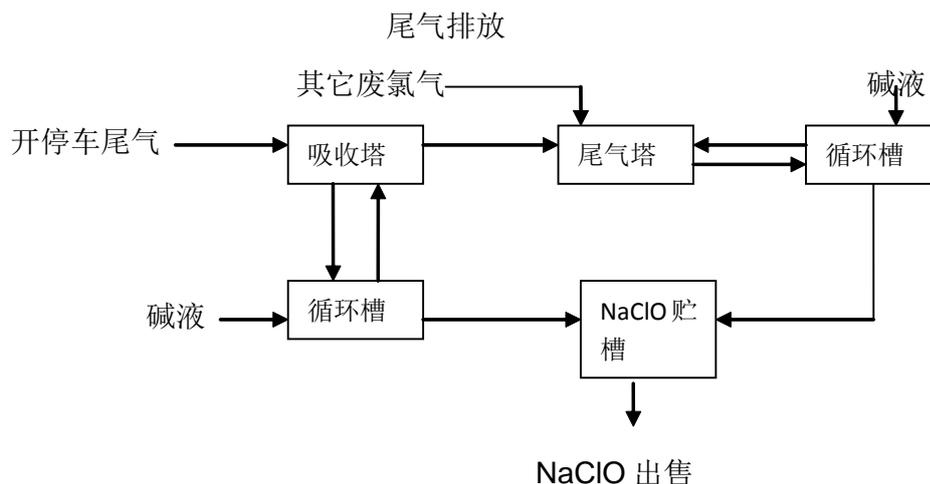


图 11.4-1 废氯处理工艺流程简图

废氯处理工艺流程：由液氯装置来的液化尾气及氯气处理工序来的氯压机密封气进入尾气吸收塔，正常生产次氯酸钠。另外，由电解工序、氯气处理工序及高纯盐酸等处来的事故泄压氯气、电解开停车产生的低浓度氯气进入废氯气吸收塔进行吸收，塔顶尾气进入尾气吸收塔进一步吸收。进塔碱液由碱液高位槽，根据塔内循环碱液的 PH 分析和 ORP 分析结果加入。塔底吸收碱液由碱液循环泵送回吸收塔循环吸收氯气，当次氯酸钠的有效氯含量达到 10wt%，由液位调节系统控制经次氯酸钠泵送罐区，供烧碱装置自用。正常情况下，次氯酸钠不作为商品出售，在富余储量较大时，亦可对外销售。

为保证废氯处理工段在任何情况下均能正常运行，设置完整的连锁控制系统，并配备双电源，以确保系统应急处理达标。

(3) 装置中氯气工艺系统设计了卸压管线，密封点出现泄漏时可联锁或遥控将系统氯气抽入事故氯气吸收装置吸收处理，氯气工艺系统保持负压状态，确保了系统氯气不会外逸到环境中。

(4) 氯气输送拟选用先进的离心式压缩机，具有运行稳定性高，全自动控制，配有完善的联锁系统等特点，输送系统安全可靠。

(5) 按照规范要求装置各工序设置氯气泄漏监测仪，并与事故氯气吸收装置建立连锁，可有效控制氯气外逸。

(6) 高纯盐酸工段尾气吸收塔残存的氯化氢尾气，由水力喷射器用水进一步循环吸收，成为酸性水，送至吸收塔吸收氯化氢制盐酸，吸收后的尾气经 30 米高空达标排放。

(7) 罐区工段盐酸罐储槽装车逸出的氯化氢气体由就地设置的废气吸收罐吸收，吸收后的酸性废水去中和池处理。

11.4.2.2 无组织废气的治理措施及效果

针对工程特点，加强对无组织排放源的管理，拟采取的措施有：

- 1) 贮罐采用保温材料等有效温控措施，防止夏季贮罐温度过高；
- 2) 液体贮罐内密封；
- 3) 定期检查生产、贮存设备、运输管道，并加强贮运系统密封性能；
- 4) 加强厂区绿化，设置绿化隔离带和一定的卫生防护距离，以减少无组织排放气体对周围环境的影响；
- 5) 加强环境管理，规范操作流程，尽量减低无组织废气的产生量；
- 6) 对生产、贮存区加强通风，稀释污染物浓度；
- 7) 加强对操作人员的培训和管理；
- 8) 装置配备可燃气体报警装置，及时发现问题，及时处理，有效避免污染气体的排放。

通过采取上述措施，本项目无组织排放废气各项污染物的周围外界最高浓度能够达到 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》无组织排放监控浓度限值。

11.4.3 固体废物（废液）治理

1、年产4万吨氯化亚砷装置

本装置产生的废包装物由厂家回收利用；废催化剂属于危险废物，委托有资质单位处理。

2、年产5万吨氯乙酸装置

本装置产生的废加氢催化剂由生产厂家进行回收。

3、年产9.8万吨烧碱装置

本装置产生的盐泥液经压滤处理后的滤饼由运盐车拉回盐场筑坝或送建材厂。

生产工艺过程中所产生的废螯合树脂和废离子膜，使用量很小，应按照国家有关规定，进行收集，集中处理。

4、其他

本项目所有原材料包装物委托市政环卫部门清运处置。

本项目新建污水处理场产生的生化污泥委外处理。

本项目厂区生活垃圾属于一般固体废物，由当地环卫部门统一收集处理。

11.4.4 噪声治理

项目主要噪声源为车辆。在设计阶段，应优先选用低噪声设备，如低噪的车辆等，从而从声源上降低设备本身的噪声。对噪声较高的设备采用集中布置在隔声厂房内，或设隔音罩、消音器、操作岗位设隔音室等措施，震动设备设减震器。除此之外，还可以充分利用地形、地物隔挡噪声，主要噪声源地位布置；设备布置时，充分考虑其配用的噪声控制专用设备的安装和维修空间；厂区加强绿化，在厂界四周设置10米以上绿化带以起到降噪的作用；同时加强设备维护，确保设备处于良好的运转状态，杜绝因设备不正常运转时产生的高噪声现象。

通过采取上述治理措施后，可确保所有厂界噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准，满足环境保护的要求，因而其防治措施可行。

11.4.5 其它措施

为防止地下水的可能污染，拟建项目采取如下具体防治措施：

(1) 严格按照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T 50934-2013）规定的防渗措施进行污染防治分区及设计。一般污染防治区防渗层的防渗性能不低于1.5m厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的粘土层的防渗性能，重点污染防治区防渗层的防渗性能不低于6.0m厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的粘土层的防渗性能。

(2) 管道、管线防腐防渗：管线尽量架空，如需下埋，铺设管道前，先将地沟采用10~15cm的水泥硬化处理。

(3) 污水输送设置专门的防渗明渠明沟或地上明管排放，并与污水集水井相连；根据地形特点和生产需要，设置合理的污水收集系统，收集后的污水全部送至污水处理站统一处理。

(4) 生产区路面采取三合土铺底，再在上层铺10~15cm的水泥进行硬化。

(5) 非污染区采用10~15cm的水泥硬化处理。

绿化是一项改善厂区环境质量、经济易行的环保措施。本项目厂区绿化系数按15%考虑，在破碎场地尽量种植高大乔木，减少扬尘对环境的影响。

总平面布置充分考虑环境保护的要求，高噪声设备及装置、危险品装置及其库区的布置满足环保、消防等技术规范的要求。

加强清洁生产审计，积极寻找建设项目用水循环使用的新方法，减少新鲜水的用量，提高清洁生产水平。

本项目环保措施需严格按照“三同时”规定执行。落实环境影响评价工作，本工程的环保措施按照环境影响评价中的结论调整。

11.5 环境管理及监测

11.5.1 环境管理

1、环境管理机构的设置

本项目设有全厂 HSE 中心以及专职环保管理人员，负责公司日常环保、安全、职业卫生的管理工作，包括组织与参与对污染物的治理，督促各生产部门治理排放的污染物，环保知识宣传及普及，环境监测协调等工作。

本项目将依托该全厂 HSE 中心，设专人具体负责本项目废水处理装置的运行，组织、落实、监督全厂的环保工作。另外，从公司级到各车间设置专职环保人员。

2、环境管理机构职责

环保管理工作包括：

- (1) 贯彻执行国家环境保护方针、政策、法律、法规和有关环境标准的实施。
- (2) 制定各部门环境保护管理制度，并监督和检查执行情况。
- (3) 制订并组织实施全厂环境保护规划和监测计划。负责联络各级环境保护主管部门和环境监测部门。
- (4) 监督并定期检查环保设施的管理和运行情况，发现问题及时会同有关部门解决，保证环保设施处于完好状态。
- (5) 负责组织环保设施的日常监测工作，整理监测数据，负责环保技术资料的日常管理和归档工作。存档并上报环境保护主管部门。

(6) 预防和处理突发性环保事故。

3、主要环境管理制度

企业应制定的主要环境管理制度包括：

- (1) 环境保护职责管理制度；
- (2) 建设项目“三同时”管理制度；
- (3) 污水排放管理制度；
- (4) 污染处理设施日常运行管理制度；
- (5) 排污情况报告制度；
- (6) 污染事故处理制度；

- (7) 环保教育制度；
- (8) 固体废弃物的管理与处置制度；
- (9) 环境保护奖惩制度。

11.5.2 环境监测

1、环境监测

本项目设置环境监测站，负责全厂环境监测任务。本项目设分析化验室，可承担本项目常规的环境监测任务。已配备了必要的环境监测分析仪，包括在线监测仪和监测采样仪器，常规分析仪将与中心化验室共用，特殊因子的监测将依托社会的环境监测站或当地环境监测部门。

2、监测部位及内容

(1) 废水

废水处理装置排放口，监测内容：COD、pH 等。

清净下水：排口每月监测一次。

(2) 废气

监测点：尾气排气筒。

监测内容：尾气流量、污染物浓度等。

(3) 噪声

监测地点：高噪声源及生产岗位、厂界。

监测内容：连续等效 A 声级。

监测频率：高噪声源及生产岗位每半年监测一次，厂界噪声每年监测一次。

(4) 固废

每月统计 1 次各种固体废物。

3、排污口规范化设计

本项目排污口需根据国家环保部《关于开展排放口规范化整治工作的通知》(环发[1999]24 号文等文件要求来进行设计。

此外，本项目需建立排污口档案，内容包括排污单位名称、排污口编号、使用的计量方式、排污口位置；所排污染物来源、种类、浓度以及计量记录；排放去向、维护和更新记录等。

4、排污口标志牌

企业需按照原国家环境保护总局环办〔2003〕95号《排放口标志牌技术规格》和国家标准 GB15562.1-1995 和 GB15562.2-1995 的要求设立排污口标志牌，对各排污口设立相应的标志牌。

11.6 环境保护投资

本项目环境保护投资费用主要包括废气处理及废酸处理、废水收集池及设施、废水管网建设、噪音及固废处理配套设施、环境监测站设施、环境管理费用及工艺装置中的环保设备费用等。环保投资费约 14199 万元，约占项目建设投资的 7.5%。

11.7 环境影响分析

本项目严格遵循清洁生产和环境保护的原则，严格执行国家有关环保政策，采取多种控制污染的措施，做到尽量低的污染排放。项目生产过程中产生的“三废”均经采取有效治理措施后作到达标排放，预计正常生产情况下不会对周围环境产生大的影响，不会改变项目周边的环境质量现状。

本项目污染防治措施的效果及项目建设对环境的影响，以本项目环境影响评价报告的结论为准。

11.8 存在的问题及建议

本项目执行的标准需要相应部门的正式批准。根据国家政策，本项目应进行环境影响评价，有关环境保护措施及环境影响结论将以报告书结论为准。

12 职业卫生

12.1 执行的法律、法规、部门规章及标准规范

12.1.1 国家和相关部门的法律、法规和部门规章

《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第13号，2014年12月1日起施行）

《中华人民共和国职业病防治法》（2018年修订）（中华人民共和国主席令第24号，2018年12月29日施行）

《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第4号，2014年1月1日起施行）

《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第24号，2018年12月29日施行）

《中华人民共和国劳动合同法》（2013年修正版）（中华人民共和国主席令第73号，2013年7月1日施行）

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（中华人民共和国国务院令第352号，2002年5月12日施行）

《突发公共卫生事件应急条例》（中华人民共和国国务院令第588号，2011年1月8日施行）

《女职工劳动保护特别规定》（中华人民共和国国务院令第619号，2012年4月18日施行）

《工作场所职业卫生监督管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第47号）

《职业病危害项目申报办法》（原国家安全生产监督管理总局令第48号）

12.1.2 职业卫生相关标准规范

GB 50187-2012	工业企业总平面设计规范
GB 5083-1999	生产设备安全卫生设计总则
GB/T 12801-2008	生产过程安全卫生要求总则
GB 18218-2018	危险化学品重大危险源辨识
GB 50016-2014(2018年版)	建筑设计防火规范

GB 50019-2015	工业建筑采暖通风与空气调节设计规范
GB 50033-2013	建筑采光设计标准
GB 50034-2013	建筑照明设计标准
GBZ 1-2010	工业企业设计卫生标准
GB/T 50087-2013	工业企业噪声控制设计规范
GBZ/T194-2007	工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范
GBZ 2.1-2019	工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素
GBZ 2.2-2007	工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素

12.2 职业病危害因素和职业病分析

12.2.1 周边环境职业危害因素分析

项目所在地的环境状况描述详见本文章节 11.1.1 内容。

厂址位于河北省唐山市曹妃甸化工园区，正常生产情况下，周边环境对本项目生产、经营活动影响较小；若这些装置发生火灾、爆炸、毒物扩散等事故，影响范围较大，将对本项目主体生产装置和作业人员有影响。

厂区及周边地区无地方病，流行病等。

12.2.2 项目生产过程中可能产生的职业病危害因素和职业病分析

1、 职业病危害因素

(1) 工人正常生产过程中可能接触到的职业病危害因素主要有：

1) 年产4万吨氯化亚砷装置

物理因素：噪声、高温、低温。

化学因素：氯气、硫磺、二氧化硫、氢氧化钠、一氯化硫、二氯化硫、氯化亚砷、盐酸、亚硫酸钠等化学因素。

表 12.2.2-1 年产4万吨氯化亚砷装置职业病危害因素种类及分布

装置单元	可能产生的职业病危害因素
二氧化硫仓库	二氧化硫、高温、噪声
生产厂房	氯气、硫磺、二氧化硫、氢氧化钠、一氯化硫、二氯化硫、氯化亚砷、盐酸、亚硫酸钠、噪声、高温、低温
包装车间、氯化亚砷仓库	氯化亚砷、噪声

装置单元	可能产生的职业病危害因素
硫磺仓库	硫磺

2) 年产5万吨氯乙酸装置

物理因素：噪声、振动、高温、电离辐射。

化学因素：液氯（氯气）、醋酸（乙酸）、醋酸酐、氯乙酸、二氯乙酸、次氯酸钠、盐酸（氯化氢）、氢氧化钠、乙酰氯、乙醇酸、乙醛、氮气、氢气、二氧化氮等化学因素。

表 12.2.2-2 年产5万吨氯乙酸装置职业病危害因素种类及分布

装置单元	可能产生的职业病危害因素
氯乙酸生产车间	氯气、氯乙酸、液体氯乙酸、醋酸、醋酸酐、氯化氢、盐酸、乙酰氯、二氯乙酸、乙醇酸、乙醛、氮气、氢氧化钠、次氯酸钠噪声、高温、电离辐射
氯乙酸切片车间及固体仓库	氯乙酸、噪声、振动

3) 年产9.8万吨烧碱装置

物理因素：噪声、高温、低温。

化学因素：氯气、氯化氢（盐酸）、碳酸钠、氢氧化钠、硫酸、亚硫酸钠、次氯酸钠等化学因素。

表 12.2.2-3 年产9.8万吨烧碱装置职业病危害因素种类及分布

装置单元	可能产生的职业病危害因素
一次盐水单元	噪声、氢氧化钠、碳酸钠、低温
二次盐水、电解、淡盐水脱氯单元	噪声、氢氧化钠、氯气、氯化氢及盐酸、高温、低温
氯气处理及压缩单元	硫酸、氢氧化钠、氯气、氯化氢及盐酸、噪声
HCL合成及盐酸单元	氯气、氯化氢及盐酸、噪声、高温
氯气液化、氯气包装单元	氯气、氢氧化钠、噪声

4) 公辅工程

物理因素：噪声、振动、高温、工频电场、电离辐射。

化学因素：液氯（氯气）、醋酸（乙酸）、醋酸酐、氯乙酸、次氯酸钠、盐酸（氯

化氢)、氢氧化钠、硫酸、氮气、二氧化硫等化学因素。

表 12.2.2-4 公辅工程职业病危害因素种类及分布

装置单元	可能产生的职业病危害因素
原料及产品罐区	32%烧碱、液氯、二氧化硫、硫酸、盐酸、次氯酸钠溶液、亚硫酸钠溶液、氯化亚砷溶液、醋酸、醋酸酐、
变电所	工频电场、噪声
循环水站	次氯酸钠、硫酸、噪声、振动
污水处理	氯乙酸、氢氧化钠、盐酸、噪声、振动

(2) 正常生产运行时生产环境中的职业病危害因素

本项目生产设备主要为露天布置,受自然气象条件影响较大,生产环境中存在的主要职业病危害因素是夏季高温、太阳辐射。

(3) 异常情况或检修过程存在的职业病危害因素

异常情况主要是指存在化学品的设备、管道、阀门、贮罐等破损而引起的泄漏。劳动者在附近进行巡检、生产操作和应急救援时会接触到反应器、管道、贮罐内相应的化学品。

本装置维修仅为设备的日常巡检和维护,由设备部员工完成,大的维修则停车由设备部和设备厂家人员共同处理。在进行容器管道检修时,工作人员在进入容器管道内部进行检修时,若容器管道内的液体或者气体置换洗涤不够彻底时会接触相应的职业病危害因素,进入容器等密闭空间内电焊时还会接触电焊烟尘、电焊弧光、锰及其无机化合物、氮氧化物等职业病危害因素及缺氧环境。

在设备拆除时,若仪器设备内的液体或气体置换洗涤不够彻底时会残留有相应的职业病危害因素,届时会泄漏到设备外,工作人员会接触浓度相对较高的职业病危害因素。

由于本项目的设备多为金属材料,在检修时会用到电(气)焊、气割等,工作人员在这一过程中会接触电焊烟尘、电焊弧光、锰及其无机化合物、氮氧化物等危害因素。

当操作工在更换保温材料时,会接触到由保温材料产生的粉尘。

在罐区装车时,化学毒物可能较高,进行洗罐清除废料和废渣、更换滤网或检修等密闭空间作业时,可能发生有机蒸汽等急性化学毒物中毒,应予以注意做好防护工作。

(4) 劳动组织以及劳动过程中的职业病危害因素

控制室操作人员长期处于视频作业环境下,对生产过程的监控主要通过显示屏,操作主要通过计算机,连续过长时间视屏作业,易造成视觉疲劳。长时间采用坐姿工作,

如果显示器、工具、工作台、座椅等设计不符合人机工效学原理，可能会使作业人员处于强制体位，可产生下背痛、颈椎病、颈肩腕综合征等工作相关疾病。轮班制和连续长时间工作，易引起工人精神（心理）性职业紧张等。

2、 职业病危害因素的理化性质、毒理特征

表 12.2.2-5 本项目主要化学毒物对人体健康的影响

名称	形态	危害	MAC mg/m ³	PC- TWA mg/m ³	PC- STEL mg/m ³	所致职业病或职业健康损伤
氯	气	<p>氯是一种强烈的刺激性气体。</p> <p>急性中毒：轻度者有流泪、咳嗽、咳少量痰、胸闷，出现气管-支气管炎或支气管周围炎的表现；中度中毒发生支气管肺炎、局限性肺泡性肺水肿、间质性肺水肿或哮喘样发作，病人除有上述症状的加重外，还会出现呼吸困难、轻度紫绀等；重者发生肺泡性水肿、急性呼吸窘迫综合征、严重窒息、昏迷或休克，可出现气胸、纵隔气肿等并发症。吸入极高浓度的氯气，可引起迷走神经反射性心跳骤停或喉头痉挛而发生“电击样”死亡。眼睛接触可引起急性结膜炎，高浓度氯可造成角膜损伤。皮肤接触液氯或高浓度氯，在暴露部位可有灼伤或急性皮炎。</p> <p>慢性影响：长期低浓度接触，可引起慢性牙龈炎、慢性咽炎、慢性支气管炎、肺气肿、支气管哮喘等。可引起牙齿酸蚀症。</p>	1	-	-	氯气中毒、刺激性化学物所致慢性阻塞性肺疾病、化学性皮肤灼伤、接触性皮炎、化学性眼灼伤，长期低浓度接触，可引起慢性牙龈炎、慢性咽炎、慢性支气管炎、肺气肿、支气管哮喘等，可引起牙齿酸蚀症
醋酸	液	<p>吸入本品蒸气对鼻、喉和呼吸道有刺激性。对眼有强烈刺激作用。皮肤接触，轻者出现红斑，重者引起化学灼伤。误服浓乙酸，口腔和消化道可产生糜烂，重者可因休克而致死。慢性影响：眼睑水肿、结膜充血、慢性咽炎和支气管炎。长期反复接触，可致皮肤干燥、脱脂和皮炎。</p>	-	10	20	醋酸中毒，化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤，慢性咽炎和支气管炎、长期反复接触可致皮肤干燥、脱脂和皮炎
醋酸酐	液	<p>吸入后对呼吸道有刺激作用，引起咳嗽、胸痛、呼吸困难。蒸气对眼有刺激性。眼和皮肤直接接触液体可致灼伤。口服灼伤口腔和消化道，出现腹痛、恶心、呕吐和休克等。慢性影响：受本品蒸气慢性作用的工人，可有结膜炎、畏光、上呼吸道刺激等。</p>	16	-	-	醋酸酐中毒、化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤、结膜炎、畏光、上呼吸道刺激等
氯乙酸	固	<p>吸入高浓度本品蒸气或皮肤接触其溶液后，可迅速大量吸收，造成急性中毒。吸入初期为上呼吸道刺激症状。中毒后数小时即可出现心、肺、肝、肾及中枢神经损害，重者呈现严重酸中毒。患者可有抽搐、昏迷、休克、血尿和肾功能衰竭。酸雾可致眼部刺激症状和角膜灼伤。皮肤灼伤可出现水疱，1~2周后水疱吸收。慢性影响：经常接触低浓度本品酸雾，可有头痛、头晕现象。</p>	2 (皮)	-	-	氯乙酸中毒、化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤、眼部接触引起严重刺激症状及角膜损伤。头痛、头晕现象。

名称	形态	危害	MAC mg/m ³	PC- TWA mg/m ³	PC- STEL mg/m ³	所致职业病或职业健康损伤
二氯乙酸	液	接触后引起结膜炎、角膜糜烂及巩膜炎；吸入后引起喉炎、支气管炎、肺炎、虚脱、蛋白尿、血尿。手及皮肤接触可能变黑，表皮角化及裂开	-	-	-	二氯乙酸中毒、化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤、结膜炎、角膜糜烂、巩膜炎、喉炎、支气管炎、肺炎、虚脱、蛋白尿、血尿、表皮角化及裂开
次氯酸钠	液	对皮肤、粘膜有刺激作用；吸入可引起呼吸道反应甚至肺水肿。大量口服腐蚀消化道，可产生高铁血红蛋白血症。	-	-	-	次氯酸钠中毒、化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤、对皮肤、粘膜有刺激作用；吸入可引起呼吸道反应甚至肺水肿
硫酸	液	对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。蒸气或雾可引起结膜炎、结膜水肿、角膜混浊，以致失明；引起呼吸道刺激，重者发生呼吸困难和肺水肿；高浓度引起喉痉挛或声门水肿而窒息死亡。口服后引起消化道烧伤以致溃疡形成；严重者可能有胃穿孔、腹膜炎、肾损害、休克等。皮肤灼伤轻者出现红斑、重者形成溃疡，愈后瘢痕收缩影响功能。溅入眼内可造成灼伤，甚至角膜穿孔、全眼炎以至失明。慢性影响：牙齿酸蚀症、慢性支气管炎、肺气肿和肺硬化。	-	1	2	化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤、急性化学性中毒性气管炎、肺炎、牙齿酸蚀症
氯化氢	气	本品对眼和呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。急性中毒：出现头痛、头昏、恶心、眼痛、咳嗽、痰中带血、声音嘶哑、呼吸困难、胸闷、胸痛等。重者发生肺炎、肺水肿、肺不张。眼角膜可见溃疡或混浊。皮肤直接接触可出现大量粟粒样红色小丘疹而呈潮红痛热。慢性影响：长期较高浓度接触，可引起慢性支气管炎、胃肠功能障碍及牙齿酸蚀症。	7.5	-	-	化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤、急性化学性中毒性气管炎、肺炎、牙齿酸蚀症
氢氧化钠	液	本品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘刺激眼和呼吸道，腐蚀鼻中隔；皮肤和眼直接接触可引起灼伤；误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血和休克。	2	-	-	、化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤、刺激性和腐蚀性，刺激眼和呼吸道，腐蚀鼻中隔
乙酰氯	液	本品对上呼吸道有刺激性，吸入后引起咳嗽、胸痛。口服引起口腔及消化道灼伤。	-	-	-	化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤
乙醇酸	固	本品对眼睛、皮肤、粘膜和上呼吸道有刺激作用。70%浓溶液可致眼和皮肤严重灼伤。	-	-	-	化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤
乙醛	液	低浓度引起眼、鼻及上呼吸道刺激症状及支气管炎。高浓度吸入尚有麻醉作用。表现有头痛、嗜睡、神志不清及支气管炎、肺水肿、腹泻、蛋白尿肝和心肌脂肪性变。可致死。误	45	-	-	乙醛中毒、化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤

名称	形态	危害	MAC mg/m ³	PC- TWA mg/m ³	PC- STEL mg/m ³	所致职业病或职业健康损伤
		服出现胃肠道刺激症状、麻醉作用及心、肝、肾损害。对皮肤有致敏性。反复接触蒸气引起皮炎、结膜炎。慢性中毒：类似酒精中毒。表现有体重减轻、贫血、谵妄、视听幻觉、智力丧失和精神障碍。				
氮	气	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，患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。潜水员深潜时，可发生氮的麻醉作用；若从高压环境下过快转入常压环境，体内会形成氮气气泡，压迫神经、血管或造成微血管阻塞，发生“减压病”。	-	-	-	液氮可引起严重冻伤
氢	气	本品在生理学上是惰性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。	-	-	-	高浓度引起窒息；液氢可引起冻伤
二氧化氮	气	氮氧化物主要损害呼吸道。吸入气体初期仅有轻微的眼及上呼吸道刺激症状，如咽部不适、干咳等。常经数小时至十几小时或更长时间潜伏期后发生迟发性肺水肿、成人呼吸窘迫综合征，出现胸闷、呼吸窘迫、咳嗽、咯泡沫痰、紫绀等。可并发气胸及纵隔气肿。肺水肿消退后两周左右可出现迟发性阻塞性细支气管炎。慢性作用：主要表现为神经衰弱综合征及慢性呼吸道炎症。个别病例出现肺纤维化。可引起牙齿酸蚀症。	5	-	-	损害呼吸道，神经衰弱综合征及慢性呼吸道炎症。个别病例出现肺纤维化。可引起牙齿酸蚀症。
二氧化硫	液	对眼及呼吸道粘膜有强烈的刺激作用，大量吸入可引起肺水肿、喉水肿、声带痉挛而致窒息。液体二氧化硫可引起皮肤及眼灼伤，溅入眼内可立即引起角膜浑浊，浅层细胞坏死。严重者角膜形成瘢痕。	-	5	10	肺水肿、喉水肿、灼伤

表 12.2.2-6 本项目噪声、高温和工频电场对人体健康的危害表

有害物理因素名称	所致职业病	对人体健康的危害	职业接触限值
噪声	职业性噪声聋	长期接触工业噪声可引起操作工人耳鸣、耳痛、头晕、烦躁、失眠、记忆力减退，可引起暂时性听阈位移、永久性位移、高频听力损伤、语频听力损失直到噪声聋等症状。	每周工作 5d，每天工作 8h，稳态噪声限值为 85dB (A)，非稳态噪声等效声级的限值为 85dB (A)；每周工作 5d，每天工作时间不等于 8h，需计算 8h 等效声级，限值为 85dB (A)；每周

有害物理因素名称	所致职业病	对人体健康的危害	职业接触限值
			工作不是5d,需计算40h等效声级,限值为85dB(A)
高温	职业性中暑	工人长时间在高温、热辐射环境下工作,可引起热射病、热痉挛、热衰竭等三种中暑。热射病前驱期主要表现为:无力、头疼、恶心、呕吐、多尿,之后急骤高热,皮肤干燥、灼热而无汗,有不同程度的意识障碍,重症患者可有肝、肾功能异常。热痉挛主要表现为肌痉挛伴收缩痛,重者疼痛甚剧,但患者神志清醒,体温多正常。热衰竭主要表现为:头疼、心悸、恶心、呕吐、出汗,继而昏厥、血压短暂下降,体温多不高。	接触时间率100%,体力劳动强度为IV级,WBGT指数限值为25℃
工频电场	神经衰弱和记忆力减退增加肿瘤的发生风险	中枢神经系统:神经衰弱和记忆力减退增加肿瘤的发生风险,尤其是白血病。	工作场所电场强度限值5kV/m

3、危险岗位分析

(1) 年产4万吨氯化亚砷装置

本装置危险岗位分析情况如下:

表 12.2.2-7 年产4万吨氯化亚砷装置接触职业病危害因素人员情况

装置单元	可能产生的职业病危害因素	主要作业方式	作业时间(h)
二氧化硫仓库	二氧化硫、高温、噪声	巡检	2
生产厂房	氯气、硫磺、二氧化硫、氢氧化钠、一氯化硫、二氯化硫、氯化亚砷、盐酸、亚硫酸钠、噪声、高温、低温	巡检	2
包装车间、氯化亚砷仓库	氯化亚砷、噪声	巡检	2
硫磺仓库	硫磺	巡检	2

(2) 年产5万吨氯乙酸装置

本装置危险岗位分析情况如下:

表 12.2.2-8 年产5万吨氯乙酸装置接触职业病危害因素人员情况

装置单元	可能产生的职业病危害因素	主要作业方式	作业时间(h)
工艺生产装置	氯气、氯乙酸、液体氯乙酸、醋酸、醋酸酐、氯化氢、盐酸、乙酰氯、二氯乙酸、乙醇酸、乙醛、氮气、氢氧化钠、次氯酸钠噪声、高温、电离辐射	巡检	2
切片包装	氯乙酸、噪声、振动	定岗	8

(3) 年产9.8万吨烧碱装置

本装置危险岗位分析情况如下：

表 12.2.2-9 年产9.8万吨烧碱装置接触职业病危害因素人员情况

装置单元	可能产生的职业病危害因素	主要作业方式	作业时间(h)
一次盐水单元	噪声、氢氧化钠、碳酸钠、低温	巡检	2
二次盐水、电解、淡盐水脱氯单元	噪声、氢氧化钠、氯气、氯化氢及盐酸、高温、低温	巡检	2
氯气处理及压缩单元	硫酸、氢氧化钠、氯气、氯化氢及盐酸、噪声	巡检	2
HCL合成及盐酸单元	氯气、氯化氢及盐酸、噪声、高温	巡检	2
氯气液化、氯气包装单元	氯气、氢氧化钠、噪声	定岗	2.5

(1) 公辅工程

公辅工程危险岗位分析情况如下：

表 12.2.2-10 公辅工程接触职业病危害因素人员情况

装置单元	可能产生的职业病危害因素	主要作业方式	作业时间(h)
原料及产品罐区	32%烧碱、液氯、二氧化硫、硫酸、盐酸、次氯酸钠溶液、亚硫酸钠溶液、氯化亚砷溶液、醋酸、醋酸酐、	巡检	2
变电所	工频电场、噪声	巡检	1
循环水站	次氯酸钠、硫酸、噪声、振动	巡检	1
污水处理	氯乙酸、氢氧化钠、盐酸、噪声、振动	巡检	1

拟建项目装置存在的有害化学物多存在于储罐、输送管道、输送泵及投料设备内，正常生产条件下，存在于密闭设备中，发生泄露的可能性较小，有害化学物应该符合国家职业卫生标准的要求。各种危害因素浓度均符合职业接触限值的要求。另本项目生产控制采用DCS集散控制系统，作业人员主要在控制室内操作，除巡检外不需要在现场

停留，减少了劳动者接触有害物质时间。

12.3 采取的职业卫生防护措施

(1) 本项目选址在政府规划建设的工业园区内，项目建设附近无名胜古迹、自然保护区及重要的文物保护单位、特殊住宅区(附近村庄建设前搬迁)等环境敏感点，所在区域未被卫生行政部门定为自然疫源地。与周边敏感目标的卫生防护距离满足要求。

(2) 本项目总图布置严格执行《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB 50016-2014)、《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012)和《化工企业总图运输设计规范》(GB 50489-2009)等有关条款来进行设计，各装置间的间距及与周边装置的间距满足规范要求，可能产生泄漏有毒有害物质的原料贮罐区、生产区设置在厂区最小频率风向的上风侧，总平面布置符合《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010)等标准要求。

(3) 优先选用低毒原料，尽可能少用或不用高毒物料；工艺上采用国内外先进成熟的生产工艺，设计时将充分利用国内外同类装置的成功经验，优化技术方案，进一步提升工艺水平，使过程配置更合理，设备运行更稳定、安全可靠。

(4) 在工艺和设备设计中，对“三废”采取了治理措施，以减少环境危害。各个装置均采用密闭化生产，杜绝生产过程中的“跑冒滴漏”现象，以有利于节能、降耗、环保、消防安全和职业卫生等各个方面。

(5) 在各装置操作人员可能接触有毒、有腐蚀性物料的地方，设置安全淋浴洗眼器，以最大限度地减少有毒物料对人体的伤害。

(6) 设计中尽量选用低噪声设备，并对噪声较大的压缩机、泵等设备，采取设消音器、隔声罩、隔音室等措施。

(7) 强噪声源强现场，采用自动化控制，避免员工长时间接触；需要员工常驻的操作时采取隔声降噪措施，控制噪声达标。

(8) 根据各装置物料的危害特性，在生产现场配置各种防毒面具、防护手套、护目镜、空气呼吸器、防护衣等个人防护用品。上岗人员必须佩戴相应的劳动保护用具。严禁将火柴、火种等物品带入易燃区域。

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

(10) 在主要生产装置厂房中设有局部防爆机械通风设施，以防止有害物质对操作人员的危害。

- (11) 控制室内设空调及采暖设施，操作室按规范要求设采暖设施，确保工人操作环境良好。
- (12) 大型的设备及塔器上有起重装置减轻工人的劳动强度。
- (13) 工作场所采光系数、照明的照度和质量需按《建筑采光设计标准》(GB50033-2013)、《建筑照明设计标准》(GB50034-2004)等标准和卫生要求进行设计。
- (14) 按照《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003)的规定，在可能产生职业病危害的工作场所、设备及产品设置警示标识。
- (15) 按要求制定相应应急救援预案，预案需定期演练和及时更新。
- (16) 根据不同施工的要求和施工方法，制定相应的安全生产保障措施，并加强施工现场的安全管理和监督工作。
- (17) 施工现场应配有良好的照明设施，各种材料按照要求堆放，保证各项工程安全有序地进行。
- (18) 施工现场用电设备要有良好的接地装置，传动设备要有良好的隔离防护设施，起重设备要安装、试验、维护保养，有资格要求的岗位一律持证上岗。
- (19) 严格按照环境卫生管理要求，做好项目建设期间和建成后的日常卫生管理工作。
- (20) 施工企业必须根据施工特点，为施工人员配备必要的劳动保护设施。其它安全卫生方面的设施拟与环保综合考虑。
- (21) 对于噪音超标的部位，采用隔离、减震等措施，保证其噪音值达到劳动部门要求，并对上述车间内工作的工人辅以防护工具确保工人身体健康。

12.4 职业卫生管理机构

1、职业健康管理机构及人员

设置或者指定职业卫生管理机构或者组织，配备专职或者兼职的职业卫生专业人员，负责本单位的职业病防治工作。

2、职业健康管理规章制度

制定职业病防治工作计划和实施方案，主要包括各生产设备改造和工艺改进，职业病危害防护设施的建设与维护，警示标识设置，职业病防护用品发放、工作场所职业卫生检测与评价、职业健康检查、职业卫生宣传与培训等，以保证项目无职业病的发生，并严格按照制定的防治计划进行执行，并确保以上经费的足额投入。

3、职业卫生档案和职业健康监护档案

建立职业卫生档案，内容包括职业接触人员岗前体检表、在岗职工的体检表、职业病危害作业人员职业卫生培训记录及工作场所职业病危害因素检测结果等内容。

4、应急救援预案

(1) 建立、健全职业病危害事故应急救援预案

固体物料储运系统建立、健全职业病危害事故应急救援预案并形成书面文件予以公布职业病危害事故应急救援预案应明确责任人、组织机构、事故发生后的疏通线路、紧急集合点、技术方案、救援设施的维护和启动、医疗救护方案等内容。

(2) 应急救援设施完好

应急救援设施应存放在车间内或临近车间处，一旦发生事故，应保证在 10 秒内能够获取。应急救援设施存放处应有醒目的警示标识，应确保劳动者知晓。应使劳动者掌握急救用品的使用方法。

上述现场应急救援设施应是经过国家质量监督检验合格的产品，应安全有效，并建立相应的管理制度，责任到位，有人负责，定期检查，及时维修或更新，保证现场应急救援设施的安全有效性。

(3) 定期演练职业病危害事故应急救援预案

对职业病危害事故应急救援预案的演练做出相关规定，对演练的周期、内容、项目、时间、地点、目标、效果评价、组织实施以及负责人等予以明确。应急救援演练的周期应按照相关标准和作业场所职业病危害的严重程度分别管理，制定最低演练周期、演练要求及监督部门的监督职责。应如实记录实际演练的全程并存档。

12.5 专项投资估算

本项目的职业卫生专项投资根据《职业病防治法》的要求进行设置，包括职业健康检查、工作场所职业病危害因素检测、劳动防护用品、应急救援等经费的设置。用于生产现场个人防护设施、安全卫生教育设施、安全预评价、职业病危害预评价等的费用估算为 1530 万元，约占项目建设总投资的 0.8%。

12.6 预期效果及建议

本项目设计严格执行《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）规定。生产操作

尽可能密闭化，使作业场所有害气体的浓度满足《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害物质》（GBZ 2.1-2019）的卫生标准规定。

对单机噪声较大的设备采取相应的减噪措施后，作业场所噪声可满足《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）及《工作场所有害因素职业接触限值第2部分：物理因素》（GBZ 2.2-2007）的相关规定。在厂房四周及道路两旁进行绿化，也可有效阻挡噪声的传播，保证厂界噪声达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类标准的要求。

接触有毒有害物质的作业岗位，配备了相应的职业病防护用品，符合《个体防护用品选用规范》（GB/T 11651-2008）、《劳动防护用品配备标准（试行）》国经贸[2000]189号、《呼吸防护用品的选择、使用与维护》（GB/T 18664-2002）等的规定。

本项目建成后建设单位应依据《生产安全事故应急预案管理办法》、《建设项目职业卫生“三同时”监督管理暂行办法》（安监总局令第51号）的相关要求，编制职业病危害综合应急预案，并定期组织演练。

由于本项目采用了成熟的工艺技术，生产工段工艺路线较多、复杂，其职业卫生问题的特点呈多元化，根据以往经验，加强管理对减少职业病具有显著的作用。为此，建议项目投产后，进一步抓好职业卫生管理与协调工作，使职业卫生工作落到实处。

由于本项目各装置在施工过程中使用的作业机具及设备数量与种类均比较多，因此应格外注意施工期的职业卫生问题，加强施工部门的协调配合，以减少施工过程中的职业卫生事故，保证施工人员的身体健康。

13 安全

13.1 执行的法律、法规、部门规章及标准规范

13.1.1 国家和相关部门的法律法规和部门规章

《中华人民共和国安全生产法》（978-7-5216-1908-9）；

《中华人民共和国劳动法》（国家主席令〔1995〕第28号，1995年1月1日实施，2018年修正）；

《中华人民共和国消防法》（国家主席令〔2008〕第6号，2009年5月1日实施，2019年修正）；

《中华人民共和国环境保护法》（国家主席令〔2014〕第9号，2015年1月1日实施）；

《中华人民共和国突发事件应对法》（国家主席令〔2007〕第69号，2007年11月1日实施）；

《中华人民共和国防震减灾法》（中华人民共和国主席令第7号，2009年5月1日实施）；

《中华人民共和国特种设备安全法》（国家主席令〔2013〕第4号，2014年1月1日实施）；

《中华人民共和国劳动合同法》（国家主席令〔2007〕第65号，2008年1月1日实施）；

《中华人民共和国监控化学品管理条例》（国务院令第190号，国务院令第588号修订）；

《危险化学品安全管理条例》（国务院令第591号，国务院令第645号部分修改）；

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令352号）；

《安全生产许可证条例》（国务院令第397号，国务院令第638号部分修订，国务院令第653号第二次部分修订）；

《危险化学品目录（2015版）》（原国家安全生产监督管理总局等十部门公告2015年第5号）；

《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令第3号，原国家安全生产监督管理总局令第63号修订，原国家安全生产监督管理总局令第80号修订）；

《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 88 号）；

《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 40 号，原国家安全生产监督管理总局令第 79 号修正，2015 年 7 月 1 日起施行）；

《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 45 号，原国家安全生产监督管理总局令第 79 号修正，2015 年 7 月 1 日起施行）；

《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 41 号，原国家安全生产监督管理总局令第 79 号修正，2015 年 7 月 1 日起施行）

13.2.2 安全相关标准规范

GB 50187-2012	工业企业总平面设计规范
GBZ 1-2010	工业企业设计卫生标准
HG 20571-2014	化工企业安全卫生设计规范
GB 50160-2008	石油化工企业设计防火标准（2018 年版）
GB 50016-2014	建筑设计防火规范（2018 年版）
GB 50057-2010	建筑物防雷设计规范
GB 50011-2010	建筑物抗震设计规范（2016 年版）
GB 50223-2008	建筑工程抗震设防分类标准
GB 50140-2005	建筑灭火器配置设计规范
GB 5083-1999	生产设备安全卫生设计总则
GB 12801-2008	生产过程安全卫生要求总则
GB 12158-2006	防止静电事故通用导则
GB 50046-2008	工业建筑防腐蚀设计规范
HG/T 20660-2017	压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准
GBZ 2.1-2019	工业场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学因素
GBZ 2.2-2007	工业场所有害因素职业接触限值第 2 部分：物理因素
GBZ 230-2010	职业性接触毒物危害程度分级
GB 12268-2012	危险货物品名表
GB 15603-1995	常用化学危险品贮存通则
GB 13690-2009	化学品分类、危险性公示通则
GB 30000.18-2013	化学品分类和标签规范第 18 部分：急性毒性

GB 50116-2013	火灾自动报警系统设计规范
GB 2894-2008	安全标志及使用导则
GB 2893-2008	安全色
GB 18218-2018	危险化学品重大危险源辨识
GB 50779-2022	石油化工建筑物抗爆设计标准
GB 7231-2003	工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识

13.2 生产过程中可能产生的危险有害因素分析

13.2.1 危险化学品的特性分析

根据《危险化学品目录》（2015 版）可知，本装置的危险有害物质有：氯气、氯化氢、氢气、二氧化硫、硫酸、氢氧化钠、硫磺、氮气、活性炭、压缩空气、盐酸、氯化亚砷、液氯、醋酸、醋酸酐、氯乙酸等，均属于危险化学品。

依据《高毒物品目录》(2003版)，氯为高毒物品。

依据《中华人民共和国监控化学品管理条例》，本项目氯、氢、二氧化硫为重点监管危险化学品。

根据国务院 445 号令《易制毒化学品管理条例》附表规定，本项目中盐酸、硫酸、醋酸酐属于易制毒化学品。

根据《易制爆危险化学品名录（2011 年版）》规定，本项目中无易制爆化学品。

13.2.2 重点监管的危险化学品

根据《首批重点监管的危险化学品名录》和《第二批重点监管的危险化学品目录》，液氯、氢气、二氧化硫属于重点监管危险化学品。液氯安全措施如下：

表 13.2.2-1 液氯安全措施表

序号	安全措施
一、	一般要求
1	操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。
2	严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风，工作场所严禁吸烟。提供安全淋浴和洗眼设备。
3	生产、使用氯气的车间及贮氯场所应设置氯气泄漏检测报警仪，配备两套以上重型防护服。戴化学安全防护眼镜，穿防静电工作服，戴防化学品手套。工作场所浓度超标时，操作人员必须佩戴防毒面具，紧急事态抢救或撤离时，应佩戴正压自给式空气呼吸器。

序号	安全措施
4	液氯气化器、储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度带远传记录和报警功能的安全装置。设置整流装置与氯压机、动力电源、管线压力、通风设施或相应的吸收装置的联锁装置。氯气输入、输出管线应设置紧急切断设施。
5	避免与易燃或可燃物、醇类、乙醚、氢接触。
6	生产、储存区域应设置安全警示标志。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。吊装时，应将气瓶放置在符合安全要求的专用筐中进行吊运。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能存在残留有害物时应及时处理。
二、	特殊要求（操作安全）
1	氯化设备、管道处、阀门的连接垫料应选用石棉板、石棉橡胶板、氟塑料、浸石墨的石棉绳等高强度耐氯垫料，严禁使用橡胶垫。
2	液氯气化器、预冷器及热交换器等设备，必须装有排污装置和污物处理设施，并定期分析三氯化氮含量。如果操作人员未按规定及时排污，并且操作不当，易发生三氯化氮爆炸、大量氯气泄漏等危害。
3	严禁在泄漏的钢瓶上喷水。
4	充装量为50kg和100kg的气瓶应保留2kg以上的余量，充装量为500kg和1000kg的气瓶应保留5kg以上的余量。充装前要确认气瓶内无异物。
5	充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。

表 13.2.2-2 氢气安全措施表

序号	安全措施
一、	一般要求
1	操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。
2	密闭操作，严防泄漏，工作场所加强通风。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。
3	生产、使用氢气的车间及贮氢场所应设置氢气泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备。建议操作人员穿防静电工作服。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、温度计，并应装有带压力、温度远传记录和报警功能的安全装置。
4	避免与氧化剂、卤素接触。
6	生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
二、	特殊要求（操作安全）
1	氢气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。制氢和充灌人员工作时，不可穿戴易产生静电的服装及带钉的鞋作业，以免产生静电和撞击起火。
2	当氢气作焊接、切割、燃料和保护气等使用时，每台(组)用氢设备的支管上应设阻火器。因生产需要，必须在现场（室内）使用氢气瓶时，其数量不得超过5瓶，并且氢

序号	安全措施
	气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于8m，与空调装置、空气压缩机和通风设备等吸风口的间距不应小于20m。
3	管道、阀门和水封装置冻结时，只能用热水或蒸汽加热解冻，严禁使用明火烘烤。不准在室内排放氢气。吹洗置换，应立即切断气源，进行通风，不得进行可能发生火花的一切操作。
4	使用氢气瓶时注意以下事项： ——必须使用专用的减压器，开启时，操作者应站在阀口的侧后方，动作要轻缓； ——气瓶的阀门或减压器泄漏时，不得继续使用。阀门损坏时，严禁在瓶内有压力的情况下更换阀门； ——气瓶禁止敲击、碰撞，不得靠近热源，夏季应防止曝晒； ——瓶内气体严禁用尽，应留有0.5MPa的剩余压力。

表 13.2.2-3 二氧化硫安全措施表

序号	安全措施
一、	一般要求
1	操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。
2	严加密闭，防止气体泄漏到工作场所空气中，提供充分的局部排风和全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。
3	生产、使用及贮存场所设置二氧化硫泄漏检测报警仪，配备两套以上重型防护服。空气中浓度超标时，操作人员应佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩）。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴正压自给式空气呼吸器。建议操作人员穿聚乙烯防毒服、戴橡胶手套。
4	储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，设置整流装置与压力机、动力电源、管线压力、通风设施或相应的吸收装置的联锁装置。重点储罐、输入输出管线等设置紧急切断装置。
5	避免与氧化剂、还原剂接触，远离易燃、可燃物。
6	生产、储存区域应设置安全警示标志。工作现场禁止吸烟、进食或饮水。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残存残留有害物质时应及时处理。
	支气管哮喘和肺气肿等患者不宜接触二氧化硫。
二、	特殊要求（操作安全）
1	在生产企业设置必要紧急排放系统及事故通风设施。设置碱池，进行废气处理。
2	根据职工人数及巡检需要配置便携式二氧化硫浓度检测报警仪。进入密闭受限空间或二氧化硫有可能泄漏的空间之前应先进行检测，并进行强制通风，其浓度达到安全要求后进行操作，操作人员应佩戴防毒面具，并派专人监护。

13.2.3 重点监管的危险化工工艺

根据《首批重点监管的危险化工工艺目录》和《第二批重点监管危险化工工艺目录》，本项目中的电解反应、氯化反应、氢化反应属于重点监管危险化工工艺。

13.2.4 重大危险源分析

本次可行性研究过程中对本项目各工艺生产装置所涉及到的危险化学品物质的量进行了初步统计，并根据安监总局令第40号《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定(2011年)》、《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)等文件要求，进行了初步的重大危险源辨识及分级计算。由于本项目在可行性研究阶段数据准确性问题，不建议以下分析过程直接引用到安全评价文件，在安全评价阶段评价单位应再确认危险化学品的量并依据标准、法规重新进行辨识。

危险化学品重大危险源根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》国家安全生产监督管理总局令第40号分级。

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》国家安全生产监督管理总局令第40号规定，各危险物质的校正系数 β 取值见下表；本项目周边500m以内常住人口超过100人，故暴露人员校正系数 α 取2。

表 13.2.4-1 危险物质校正系数 β 取值

危险物质	醋酸	醋酸酐	氯气	氢气	氯乙酸	氯化氢
β 值	1	1	4	1.5	1	3

本次初步重大危险源辨识及分级计算结果如下：

表 13.2.4-2 重大危险源辨识及分级计算结果表

装置名称	单元名称	危险化学品	危险性分类	实际存在量 q /t	临界量 Q /t	q/Q	校正系数 β	$\beta_i \frac{q_i}{Q_i}$	$\sum \beta_i \frac{q_i}{Q_i}$	暴露人员校正系数 α	分级指标 R	重大危险源等级
烧碱装置	氯气液化工段	氯	/	274	5	54.8	4	219.2	219.2	2	438.4	一级
氯化亚砷装置	二氧化硫仓库	二氧化硫	/	269	20	13.45	5	26.9	41.9	2	83.8	二级
	氯化亚砷生产车间	一氯化硫	/	5	1	5	3	15				
氯乙酸装置	氯乙酸生产车间	氢气	/	0.003	5	0.0006	1.5	0.0009	2.4919	2	4.9838	四级
		氯	/	0.166	5	0.0332	4	0.1328				
		氯化氢	/	0.3	20	0.015	3	0.045				
		醋酸	易燃液体, W5.2	6	50	0.12	1	0.12				
		醋酸酐	易燃液体, W5.2	0.5	50	0.01	1	0.01				
		氯乙酸	急性毒性, J5	31.6	500	0.0632	1	0.0632				
	切片包装车间及氯乙酸固体仓库	氯乙酸	急性毒性, J5	60	500	0.12	1	0.12				
		氯乙酸	急性毒性, J5	1000	500	2	1	2				
罐区	盐酸罐区	氯化氢	/	1178	20	58.9	3	176.7	221.34	2	442.68	一级
	氯乙酸罐区	氯乙酸	急性毒性, J5	1120	500	2.24	1	2.24				
	醋酸/醋酐罐区	醋酸	易燃液体, W5.2	800	50	40	1	40				
		醋酐	易燃液体, W5.2	120	50	2.4	1	2.4				

注：全场性仓库储存的物品不涉及重大危险源辨识。

13.2.5 生产过程中可能产生的危险有害因素分析

本项目工程建设期间由于施工存在交叉作业，如规划、管理、调度、教育、协调不到位，存在着车辆伤害、物体打击、机械伤害、高空坠落、噪声、触电等危险有害因素。

此外在产品的生产和设备的维修检测过程中，还存在着电气伤害、车辆伤害、机械伤害、高处坠落、物体打击、灼烫等其他危险、有害因素。事故后果主要是对人员造成伤亡。

(1) 火灾爆炸危险

生产中的物料氯气(Cl_2)在空气中不燃，但一般可燃物大都在氯气中燃烧。一般易燃气体或蒸汽也都能与氯气形成爆炸性混合物，有燃烧爆炸危险。另外氢气可燃，与空气可形成爆炸性混合物，当达到一定浓度时，遇火星会发生爆炸。

(2) 中毒、腐蚀危险

生产过程中的物料多数具有毒性，如氯气、二氧化硫、氯化氢、一氯化硫、氯乙酸等。另外，一些物料具有强烈的腐蚀性，如盐酸、硫酸、氢氧化钠溶液、氯乙酸等。当这些物料泄漏时，人体接触或吸入，都将对人体产生危害。

(3) 触电、机械伤害、噪声危害

生产过程中使用了大量的转动设备和电气设备，存在触电、机械伤害、噪声等危害。

(4) 高温灼烫及低温冻伤

由于生产过程中的多个单元操作均为高温操作或者是强放热反应，工艺气体和设备的温度都很高，操作不当就有可能造成设备损坏高温介质外泄而造成烫伤。高温高压的蒸汽、碱液等物料的正常或事故条件下的外泄也可能造成烫伤，操作人员一旦接触外露的高温设备和管线也将造成高温烫伤。

冷冻过程的载冷介质、低温物料等一旦泄漏后接触到操作人员，也会造成冻伤。

(5) 高处坠落

生产装置区中设置的各种塔、反应釜、高位槽及较高的建构筑物等，需要在高处操作、巡检和维修作业，如不采取防护措施，有发生坠落的危险。

13.3 环境危害因素分析

13.3.1 自然危害因素分析

(1) 雷击

雷击能破坏建筑物和设施，并可能导致火灾、爆炸事故的发生，厂房、仓库、办公生活区域，必须安装防雷设施，并经有资质部门检测合格。

(2) 地震

地震对建筑物破坏作用明显，作用范围大，破坏力强。在建筑设计中，进行准确的抗震计算，并据有关规范按 7 度抗震烈度对建构物设防，非结构构件与主体结构有可靠的连接，严格采取加强措施，以承重建筑非结构件传给主体结构的地震作用。

贯彻执行抗震工作以预防为主方针，根据有关规范采取措施，使建筑物经抗震设防后，减轻建筑的地震破坏，避免人员伤亡，减少经济损失。

严格按照抗震设计规范要求，小震不坏，大震不倒的原则，使建筑物在遭受低于本地区设防烈度的多遇地震影响时，一般不受损坏或不需修理仍可继续使用；当遭受本地区设防烈度地震影响时，可能有一定的损坏，经一般修理或不需修理仍可继续使用；当遭受高于本地区设防烈度的罕见地震时，不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。

根据概念设计的原理，正确解决总体方案、材料使用和细部构造，达到合理抗震设计的目的。

① 建筑体型设计

建筑平面宜采取规则、对称布置，建筑质量分布和刚度变化的均匀，对体型复杂的建筑物设置防震缝，将建筑物分成规划的结构单元。

② 抗震结构体系

结构设计做到传力明确，结构合理，设置多道抗震防线，根据建筑物重要程度，采取不同的结构形式，对重要建筑物采用钢筋混凝土框架或剪刀墙结构等，对次要建筑物采用砖混等形式。

(3) 洪涝

项目所在区域，春夏季雨水较多，特别是夏季汛期，受台风影响，雨量大而猛，有可能造成洪涝灾害，所以，必须制订防洪涝的措施，以防洪涝灾害对生产带来的影响。

(4) 气温

在夏季高温天气条件下，原料及产品设备会因压力增高而易发生泄漏甚至火灾、爆

炸。生产人员在高温环境中易出现操作的失误。

冬天严寒天气有可能导致设备、管道、阀门冻坏破裂，并造成人员冻伤。

(5) 风

风对本项目运营过程中安全性的影响，主要表现在两个方面，一是正常情况下有毒气体的无组织排放，风可加速向外扩散，从而使泄漏的有害气体达到较远的区域；二是在事故情况下，气体泄漏后遇到火源或者是带压泄漏本身产生的静电而引发事故。因此，本项目有关易产生明火、高热、电火花等设施的布置，应在风向方面加以考虑。

此外，本项目所在地最大风速可达到10级，全年主导风向为西南风向。因此，风的影响在该项目的设计、施工及今后运行中也应考虑其影响。

(6) 雪

本项目所在地冬季会有降雪，特别是在大规模降雪的情况下会对生产设备、管路造成影响，主要是因为积雪产生的载荷导致设备、管路受应力破裂、泄漏等。

13.3.2 周边环境危害因素分析

本项目厂址位于河北省曹妃甸工业区化学工业园区的中北部位置，厂区东侧为中宫睿宸厂区界，西侧为石化西路，南侧为石化北三道，北侧为石化北四道，周边装置发生火灾、爆炸、毒物扩散等事故，影响范围较大，将会影响到本项目。

13.4 采取的安全措施

通过前面的分析，可以得出如下结论：

拟建项目在使用过程中存在的主要职业危险、有害因素是对人体健康的危害，应当重点采取措施进行预防，并确保防护措施到位。噪声、触电、机械伤害等其他危险有害因素，相对来说并不是突出的职业危害，但也不应忽视，也应对其采取相应的措施加以防护，达到安全生产的目的。

安全对策措施应能够完全实施到位，并应与主体装置同时设计、同时施工、同时投用。在设计、建设和日后的使用行中，认真落实各项有效的安全措施，加强安全管理，才能保障安全生产，防止或减少事故的发生。

项目应根据技改项目环评和安评等要求设置卫生防护距离，卫生防护距离内无环境敏感保护目标（居民点、河流等），正常生产情况下不会对敏感保护目标产生污染影

响。一旦出现事故，即可启动应急救援预案，并根据预案要求迅速组织附近工作人员撤离，必要时还应做好周围环境敏感点（居民点）的疏散和安置工作，将事故造成的损失减少到最低限度。本工程安全卫生设施比较完善，体现了“安全第一，预防为主”的方针，达到了“保证安全生产，保护职工身心健康”的目的。

本项目所在地为政府已规划建设的工业园区，周围为其它项目装置。本项目厂址按《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012)、《化工企业总图运输设计规范》(GB 50489-2009)、《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB 50160-2008)、《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB 50016-2014)等要求进行厂址选择和区域规划要求。本项目按规范要求进行布局，与外部防火间距满足要求。

(1) 根据《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014)（2018版），因此生产过程中涉及危险废物和使用的建筑物应遵循相应等级规范，耐火等级不应低于二级。

(2) 本项目总平面布置的防火间距和设备、建筑物的防火间距应符合《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014)（2018版）、《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160-2008)（2018版）的规定。

(3) 根据《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012)生产区、辅助生产区（动力区、储运区）管理区和生活区相对集中分别布置，并和原厂区的设计规划相符合。总图布置中，应将管理区、生活区置于全年或夏季主导风向的上风侧或全年最小频率风向的下风侧。

(4) 各装置内设置贯通通道与界区外四周环形通道相连，保证了生产、消防作业的可到达性和可操作性。装置内消防检修通道宽度6米，净空大于4.5米，转弯内缘半径不小于9m。

(5) 各装置区内设有消火栓、软管站及灭火器等消防设施用于火灾扑救。在管带区、框架区等地方均设软管站提供灭火用蒸汽。

(6) 所有框架、管架均按《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB 50160-2008)的有关规定设有防火层。并设有消火栓、水炮、消防蒸汽管线、软管站及灭火器等消防设施用于火灾扑救。

13.5 安全管理机构及人员配置

为进一步做安全生产工作，做到文明生产，生产安全，除了上述硬件措施外，还应

注重生产管理和职工教育，发挥人在生产控制过程中的主动性，最大限度地保证生产的安全性。

(1) 建立健全安全管理组织体系，制定并认真贯彻落实各级安全生产责任制等，实现全面安全管理。单位的法定代表人、分管安全生产的负责人、安全生产管理人员，必须参加安全生产教育培训，经安全部门考核合格，具备管理安全生产和处理事故的能力，持证上岗。

(2) 加强对职工的安全教育、专业培训和考核，新进人员必须经过严格的三级安全教育和专业培训，并经考试合格后方可上岗。对转岗、复工人员应参照新进职工的办法进行培训和考试，使职工有高度的安全责任心，并且熟悉相应的业务和操作技能，具备安全卫生知识和应急处理能力，在紧急情况下能采取正确的应急方法和自救措施。

(3) 建立健全各项规章制度，包括安全教育制度、全检查制度及隐患整改制度、岗位安全责任制、消防安全管理制度等等，严格执行动火审批制度。

(4) 为应对突发事故，成立事故应急救援机构，建立应急救援预案，包含对意外事故和紧急情况发生时所采取的措施，并对职工进行宣讲、演练。

根据国家安监总局发布的《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2013）编制应急救援预案，配备应急救援器材，并经常演练，做到熟练掌握各种应急措施，通讯联络等各方面的知识和技能，建立应急反应体系，熟练处理突发事件，以使事故的损失减至最小。

应急预案应概括以下几方面的内容：发生火灾时的应急预案；停电时的应急预案；危险物料外泄时的应急预案；发生人员中毒时的应急救援预案；特殊气象条件和自然灾害时的应急救援预案。

13.6 安全专项投资估算

本项目各类安全设施主要包括：可燃、有毒气体检测和报警系统、安全仪表系统、火灾报警与电视监视、安全泄压设施和系统、消防设施、个人防护设施、通风设施、隔热防烫设施、防雷防静电接地设施、劳动防护设施（梯子、平台、栏杆）等等。投资费约 3796 万，约占本装置建设投资 2%。

13.7 预期效果及建议

本项目严格执行现行的国家、行业规范和标准，针对项目建设过程中所出现的各种危害因素设置了有效的监控、限制和预防措施，建立了完整的应急响应处置制度。项目所采用的工艺技术成熟先进、自动化水平高，所选用的设备安全可靠。项目采用了DCS集散控制系统和SIS安全联锁控制系统，使整个生产过程都处于严格的受控状态。并且，企业建立了完备的安全生产管理机构和制度，完全能够满足相关法律法规、标准规范的要求，能够有效地保护员工的生产安全、防止生产事故的发生。

由于受设计深度限制，本项目涉及的少量的中间产物、副产物有可能统计不全，项目涉及的某些催化剂，受知识产权保护，专利商暂未提供相关数据，建议安全条件审查阶段安全评价单位根据进一步的设计资料辨识本项目涉及的危险化学品。

本次可行性研究过程中对危险化学品物质的量进行了初步统计，并根据初步统计情况进行了初步的重大危险源辨识及分级计算。由于项目在可行性研究阶段数据准确性问题，不建议本报告中的数据直接引用到安全评价文件，在安全评价阶段评价单位应确认危险化学品的在线量、企业周边常住人口分布情况，并依据标准、法规重新进行辨识。

14 组织机构与人力资源配置

14.1 企业管理体制及组织机构设置

本项目管理体制按企业性质，由投资方制定。公司设有董事会和管理机构，管理机构在董事会监督下负责独资公司的日常管理工作。本工程实施后，仍维持原有管理体制和机构，即除管理人员及少数工种实行常日班外，其余生产操作人员以四班三运转的工作制度进行轮换交接班，实现连续化生产。

14.1.1 组织机构的设置原则

- (1) 本项目将按公司法和现代企业体制来运作；
- (2) 在公司各级领导带领下，不断提高生产技术、装备水平和人员素质的基础上，逐步与世界上先进的化工企业接轨，实现生产管理现代化；
- (3) 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) 本项目只设置项目范围内与生产有关的部门，其他部门有工厂现有组织机构直接管，相应职工的生活及其他与生产无直接关系的机构尽量依托社会。

14.1.2 组织机构的设置

为贯彻精简和统一的原则，本项目按车间(科室)、班组编制，管理部门配套设置，既满足需要又减少管理层次，提高工作效率，有利于生产和经营为原则。

14.2 生产班制与人力资源配置

(1) 工作制度

根据项目生产特点及加工特性，年生产操作小时 8000h；生产车间工人按四班三倒制运行，四班制配备定员。

(2) 劳动定员

表 14.2-1 项目劳动定员表

序号	装置	定员数	备注
1	烧碱装置	82	

序号	装置	定员数	备注
2	氯化亚砷装置	55	
3	氯乙酸装置	73	
	公用工程	78	
	分析化验楼	19	
	管理人员	162	
4	合计	469	

14.3 人员来源及培训

14.3.1 人员来源

本项目为化工项目，装置单元较多、危险性高，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。工厂的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需具备大专以上学历。

本项目技术、管理和操作人员拟通过原厂协调和公开招聘解决，高级管理人员由公司董事会委派，主要生产管理人员可面向原厂协调或公开招聘。

14.3.2 人员培训

本项目引进技术和设备的操作、维修骨干和主要管理技术人员，应在国内短期培训，其全部操作和维修人员在工厂运转前都在现场进行再培训，并参与单机试车、系统吹扫、试压、联动试车和验收，并需给考核合格后方可上岗操作。

特种作业人员须持证上岗。

培训方法采取先理论后实际操作；一般操作工人可在公司现有相应岗位上自行培训；关键岗位操作工和班长，辅助生产工人可由公司从其它相应岗位上调配熟练工。

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，同时可邀请国内专家进行单元操作培训。

15 项目实施计划及招标

15.1 项目实施计划

15.1.1 项目建设周期

(1) 建立项目实施管理机构

根据项目特点，指定项目实施管理机构；成立项目筹建小组，其任务是提供设计必需的基础资料；申请或订购设备和材料；负责设备的检验和运输；办理勘察设计和施工的委托手续及签订相应的合同和协议（一般是通过招标、投标和评标来确定的）；承担各项生产准备工作。

(2) 资金筹集安排

项目资金的落实包括总投资费用的估算基本符合要求和资金来源有充分的保证。在考虑了各种可行性的资金渠道的情况下，提出适宜的资金筹措规划方案。在正式确定建设项目和明确了总投资费用及其分年度使用计划之后，即可立即着手筹集资金。

(3) 勘察设计和设备订货

在设计工作开展的过程中，要委托进行必要的现场勘测工作。要提出设备、材料订货清单和非标准设备制造图纸。勘测进度要与设计阶段相适应，设计阶段划分两阶段设计（初步设计和施工图设计），在施工图设计之前，先行进行初步设计。

安排项目设计进度时，要充分考虑设备询价和设备的预订货时间以及取得设备资料的时间。

订购设备要考虑设备到达时间和安排顺序。还应考虑比选和签订合同所需要的时间，以及办理各种审批手续所需的时间。

(4) 施工准备

项目初步设计总概算一旦批准之后，即可着手进行施工准备，施工准备包括的主要工作内容有：选定施工单位，签订施工合同。

一般是通过招投标确定施工单位。此外还需组织设备和材料订货（前面已经述及）；完成施工用水、用电和道路等工程；进行临时设施建设和代替临时工程的住宅建设以及报批开工报告等。

(5) 施工

施工阶段是项目实施时期的主要阶段。施工单位要根据施工图撰写详细的施工组

织设计，根据工厂生产系统投产次序安排车间和设施的施工顺序，主体车间及其相应的辅助公用设施的配套要完整。土建施工和设备的验收、发货、运输以及设备的安装都要作出适当的安排，保证合理交叉进行。

(6)竣工验收

建设项目按批准的设计文件规定的内容建完，并经检查合格后，应及时验收。并由施工单位向建设单位办理移交固定资产手续，交付使用。

建设项目验收前，建设单位应组织设计、施工等单位进行初步验收，提出竣工验收报告和竣工决算，系统整理技术资料，提交竣工图。

15.1.2 项目进度计划

根据本项目特点及施工条件，同时参考同类装置建设经验，本工程从桩基开始施工后，建设工期约24个月，竣工后，验收决算6个月。

表 15.1-1 项目进度计划表

序号	工作内容	完成时间
1	准备FSR, EIA、SIA、OHA 准备与审批	2023.06
2	选定设计单位, 签订协议	2023.06
	初步设计、专篇	2023.10
3	准备设备询价文件	2023.12
4	确定设备供应商及订货	2024.03
5	土建打桩	2024.05
6	详细设计	2024.08
7	土建施工	2024.09
8	设备订购与运输	2024.12
	设备安装就位	2025.03
9	管道、仪表安装	2025.07
10	设备及仪表调试	2025.09
11	培训员工	2025.09
12	试车、开车	2025.12
13		

16 投资估算

16.1 项目概况

本项目为唐山三友精细化工有限公司年产4万吨氯化亚砷、年产5万吨氯乙酸、年产9.8万吨烧碱项目。

本项目位于河北省曹妃甸工业区化学工业园区。

16.2 投资估算的范围

项目拟建设主装置包括：离子膜烧碱、氯化亚砷、氯乙酸装置，具体产品及生产规模主要包括：

- (1) 氯化亚砷生产工艺装置：4 万吨/年
- (2) 氯乙酸生产工艺装置：5 万吨/年
- (3) 烧碱生产工艺装置：9.8 万吨/年

以及辅助设施和公用工程。

16.3 编制依据

- (1) 按照建设单位及其它专业提供的有关资料和数据。
- (2) 参照《中国石油化工项目可行性研究技术经济参数与数据》。
- (3) 参照《中国石油化工项目可行性研究投资估算编制办法》。
- (4) 参照中国石化建[2018]207号关于发布《石油化工工程建设费用定额》(2018版)》。
- (5) 参照中国石化建[2018]207号关于发布《石油化工工程建设设计概算编制办法》(2018版)。
- (6) 国家、行业以及项目所在地政府有关部门的相关政策与规定。
- (7) 建筑工程：按当地近期土建平方米指标计入；
- (8) 定型设备：工艺的机泵、电气设备、自控仪表设备以及其它通用设备采用同类设备定货价并调整到目前市场价水平。
- (9) 非标设备：采用中国石油化工《工程经济信息》最新非标准设备价格信息。

流动资金的估算方法

本项目所需流动资金采用分项详细估算法进行估算。

16.4 投资组成

项目总投资为200235.10万元，其中建设投资为189435.66万元，建设期利息5067.05万元，流动资金为5732.39万元。建设投资组成如下：

设备购置费：67817.60万元

主要材料费：23200.00万元

安装工程费：13649.72万元

建筑工程费：56621.78万元

其他建设费用：28146.56万元

报批（上报）项目总投资196222.42万元。总投资估算见表16.4-1。

表 16.4-1 总投资估算

序号	单元号 或主项号	工程项目或费用名称	规模或主要 工程量	估 算 价 值 (万元)						占建设 投资%	备 注
				设备购置费	主要材料费	安装费	建筑工程费	其他费	合计		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—		建设投资		67817.60	23200.00	13649.72	56621.78	28146.56	189435.66		
(一)		固定资产投资		67817.60	23200.00	13649.72	56621.78	8931.31	170220.41	89.86%	
1		工程费		67817.60	23200.00	13649.72	56621.78		161289.10	85.14%	
1.1	400	生产装置		41745.00	11524.00	6020.00	14911.00		74200.00		
(1)		氯化亚砷装置	年产4万吨	4320.00	1228.00	572.00	2245.00		8365.00		
(2)		氯乙酸装置	年产5万吨	10585.00	3446.00	1442.00	2924.00		18397.00		
(3)		烧碱装置	年产9.8万吨	26840.00	6850.00	4006.00	9742.00		47438.00		
1.2	300	储运装卸		4500.00	758.00	547.00	2290.00		8095.00		
(1)		罐区		4409.00	730.00	528.00	1171.00		6838.00		
(2)		装卸站及灌装区		91.00	28.00	19.00	1119.00		1257.00		
1.4	200/100	辅助设施及公用工程		15608.00	2337.00	1937.00	21274.00		41156.00		
(1)		机修厂房		835.00	24.00	26.00	1056.00		1941.00		
(2)		初期雨水/应急事故池		59.00	61.00	34.00	2732.00		2886.00		
(3)		废料堆场					602.00		602.00		
(4)		污水处理场		1800.00	522.00	378.00	5315.00		8015.00		
(5)		生产/生活/消防水站		180.00	92.00	48.00	490.00		810.00		
(6)		综合泵房		168.00	75.00	35.00	116.00		394.00		
(7)		动力车间					1860.00		1860.00		
		分变电所		790.00	25.00	37.00			852.00		含2#分变电所

序号	单元号 或主项号	工程项目或费用名称	规模或主要 工程量	估 算 价 值 (万元)						占建设 投资%	备 注
				设备购置费	主要材料费	安装费	建筑工程费	其他费	合计		
		冷冻站		1926.00	395.00	275.00			2596.00		
		去离子水站(脱盐水)		980.00	168.00	252.00			1400.00		
		公用工程站-空压、制氮		1347.00	165.00	224.00			1736.00		
(7)		110Kv 总变配电站		3375.00	82.00	167.00	1613.00		5237.00		
(8)		3#变电所		850.00	22.00	46.00	169.00		1087.00		
(9)		4#变电所		760.00	18.00	38.00	137.00		953.00		
(10)		烧碱装置区变配电间		1250.00	26.00	48.00	243.00		1567.00		
(11)		环保检测站		15.00	17.00	13.00	96.00		141.00		
(12)		循环水站		1098.00	425.00	165.00	2700.00		4388.00		
(13)		天然气调压站		23.00		2.00	2.00		27.00		
(14)		固废仓库		5.00	8.00	5.00	137.00		155.00		
(15)		甲类仓库		9.00	12.00	8.00	220.00		249.00		
(16)		丙类仓库 1		20.00	32.00	21.00	516.00		589.00		
(17)		丙类仓库 2		38.00	63.00	42.00	1109.00		1252.00		
(18)		综合仓库 1		18.00	30.00	20.00	476.00		544.00		
(19)		综合仓库 2		17.00	29.00	19.00	420.00		485.00		
(20)		备品备件库		25.00	40.00	26.00	1260.00		1351.00		
(21)		泡沫站		20.00	6.00	8.00	5.00		39.00		
1.5	000	总体		5806.00	8581.00	4944.00	17310.00		36641.00		
(1)		全厂总图运输					3040.00		3040.00		道路、地坪、 绿化、围墙
(2)		总体输电线		125.00	1102.00	373.00			1600.00		

序号	单元号 或主项号	工程项目或费用名称	规模或主要 工程量	估 算 价 值 (万元)						占建设 投资%	备 注
				设备购置费	主要材料费	安装费	建筑工程费	其他费	合计		
(3)		全厂给排水			1648.00	1232.00			2880.00		
(4)		总水管廊			4094.00	2380.00	5807.00		12281.00		
(5)		全厂电信		580.00	520.00	250.00			1350.00		
(6)		中央控制楼		1450.00	420.00	280.00	615.00		2765.00		
(7)		综合办公楼		520.00	312.00	150.00	3870.00		4852.00		
(8)		综合服务楼		360.00	170.00	80.00	1210.00		1820.00		
(9)		生产管理办公楼		880.00	190.00	105.00	922.00		2097.00		含 1#分变电 所
(10)		分析化验楼		1730.00	114.00	86.00	1056.00		2986.00		
(11)		门卫 1		5.00	5.00	3.00	25.00		38.00		
(12)		门卫 2		3.00	3.00	2.00	13.00		21.00		
(13)		门卫 3		3.00	3.00	3.00	19.00		28.00		
(14)		地磅		150.00			17.00		167.00		
(15)		车库					576.00		576.00		
(16)		停车场					140.00		140.00		
1.6		工器具及生产用具购置费		158.60					158.60		
1.7		安全生产费				201.72	836.78		1038.50		
2		固定资产其他费用						8931.31	8931.31	4.71%	
2.1		工程建设管理费						1761.28	1761.28		
2.2		临时设施费						661.29	661.29		
2.3		前期准备费						80.00	80.00		暂估

序号	单元号 或主项号	工程项目或费用名称	规模或主要 工程量	估 算 价 值 (万元)						占建设 投资%	备 注
				设备购置费	主要材料费	安装费	建筑工程费	其他费	合计		
2.4		环境影响咨询费						100.00	100.00		暂估
2.5		劳动安全卫生评价费						100.00	100.00		暂估
2.6		可行性研究报告编制费						60.00	60.00		暂估
2.7		工程设计费						4032.23	4032.23		
2.8		数字化交付费						806.45	806.45		
2.9		工程勘察费						80.00	80.00		暂估
2.10		工程建设监理费						421.63	421.63		
2.11		特种设备安全监督检验费 及压力管道检测费						203.45	203.45		
2.12		超限设备运输特殊措施费									
2.13		设备采购技术服务费						201.61	201.61		
2.14		设备材料监造费						100.81	100.81		
2.15		工程保险费						322.58	322.58		
2.16		联合试运转费						0.00	0.00		
(二)		其他资产投资						619.08	619.08	0.33%	
1		生产人员准备费						619.08	619.08		
(三)		无形资产投资						9700.00	9700.00	5.12%	
1		土地使用费						8000.00	8000.00		
2		数字化交付技术软件费						700.00	700.00		
3		技术转让费						1000.00	1000.00		
(四)		预备费						8896.17	8896.17	4.70%	

序号	单元号 或主项号	工程项目或费用名称	规模或主要 工程量	估 算 价 值 (万元)						占建设 投资%	备 注
				设备购置费	主要材料费	安装费	建筑工程费	其他费	合计		
1		基本预备费						8896.17	8896.17		
(五)		可抵扣增值税		8816.29	2088.00	1228.47	5095.96	2164.27	19392.99		
二		建设期贷款利息						5067.05	5067.05		
三		流动资金									
1		全额流动资金						5732.39	5732.39		
2		铺底流动资金						1719.72	1719.72		
四		报批(上报)项目总投资		67817.60	23200.00	13649.72	56621.78	34933.33	196222.42		
五		项目总投资		67817.60	23200.00	13649.72	56621.78	38946.00	200235.10		

17 资金筹措

本项目建设投资 189436 万元，其中：60%即 113661.6 万元为商业银行贷款，贷款利率为 4.90%，建设期利息 5067 万元，其余 40%即 75774 万元为企业自筹；流动资金 5732 万元，其中：60%计 3439 万元为商业银行贷款，贷款利率 4.35%，其余 40%即 2293 万元为企业自筹。企业自筹资金共计 78067 万元，资本金比例 40%。

18 财务分析

18.1 财务评价依据、基础数据与参数

本项目建设投资 189436 万元，建设期利息 5067 万元，流动资金 5732 万元，项目总投资 200235 万元。

18.1.1 评价依据

(1) 由国家发改委、建设部发布的《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)及国家现行财税政策、会计制度与相关法规。

(2) 国石化规发(2000)412 号《化工投资项目经济评价参数》。

(3) 主导专业提供的资料。

18.1.2 基础数据与参数

(1) 产品种类、产量

主产品： 氯化亚砷生产工艺装置： 4 万吨/年

氯乙酸生产工艺装置： 5 万吨/年

烧碱生产工艺装置： 9.8 万吨/年

(2) 财务基准收益率

全投资项目财务基准收益率取 12%。

(3) 项目计算期

项目建设期为 2 年，经营期按 13 年计，项目建成投产第 1 年即达到满负荷生产，计算期为 15 年。

(4) 产品价格及销售收入

产品价格及销售收入详见销售收入、销售税金及附加和增值税估算表(附表 18-2)，表中产品价格均为含税价，正常生产年份(生产负荷 100%)的销售收入为 75004 万元(含税)。

(5) 增值税、销售税金及附加税率

增值税、销售税金及附加税率按国家有关规定计取。产品增值税税率为 13%，销售税金为 7% 及附加为 5%。

(6) 所得税率

企业所得税税率按 25% 计，法定盈余公积金及公益金按税后利润的 10% 提取。

18.2 成本与费用估算

18.2.1 原材料及公用工程消耗

本项目原材料及公用工程消耗量详见原辅材料、公用工程耗量表(附表 18-1)，表中价格均为含税价。

18.2.2 人工工资及福利费

总人数 469 人，年均工资及福利费为 11 万元/年.人。

18.2.3 折旧费及摊销费

固定资产折旧采用直线法，机器设备折旧年限按 10 年计，建、构筑物折旧年限按 30 年计，残值率取 5%，每年计提折旧费详见折旧费估算表(附表 18-3)。

本项目：其它资产 619 万元，按 5 年平均摊销，无残值，每年摊销费用为 124 万元；无形资产 9700 万元，按 10 年平均摊销，无残值，每年摊销费用为 970 万元。

18.2.4 修理费

大、中修理费按固定资产原值的 1% 计取。

18.2.5 其它费用

其它费用由其它制造费、其它管理费及其它销售费组成，其它制造费按 20000 元/人计取；其它管理费按 20000 元/人计取；销售费用按销售收入(含税)的 0.5% 计取。

18.2.6 财务费用

在经营期项目贷款利息及流动资金利息进入财务费用。

综上所述，项目年均总成本为 52398 万元。

18.3 财务指标计算与效益分析

18.3.1 盈利能力分析

(1)本项目实施后，年均销售收入为 75004 万元(含税)，年均上缴销售税金附加 437 万元，年均上缴增值税 3643 万元，可获得年均利润总额 18525 万元。

(2)根据现金流量表计算，反映项目整体效益的动态经济分析指标投资内部收益率

为 13.05%(所得税前), 大于设定的基准收益率(12%), 净现值为 9205 万元(所得税前); 项目资本金财务内部收益率 13.94%, 因而项目具有较高盈利能力。

18.3.2 财务经济评价指标

(1) 融资前盈利能力分析指标, 表 18.3-1。

表 18.3-1 融资前盈利能力分析指标

序号	指标名称	指标	
1	项目投资财务内部收益率	税后	10.03%
		税前	13.05%
2	项目投资财务净现值 (ic=12%,)	税后	315 万元
		税前	9205 万元
3	项目投资回收期 (包括建设期)	税后	9.10 年
		税前	7.92 年

(2) 融资后盈利能力分析指标, 表 18.3-2。

表 18.3-2 融资后盈利能力分析指标

序号	指标名称	指标
1	项目资本金财务内部收益率	13.94%
2	总投资收益率	10.26%
3	项目资本金净利润率	17.80%

18.3.3 清偿能力分析

本项目建设投资借款额为 113661 万元, 建设期利息 5067 万元。

建设投资的借款在 8.84 年(含建设期)偿还清, 按“最大还款能力”方法来支付借款。

通过计算, 项目综合利息备付率为 6.71, 各年的利息备付率均大于 1.0, 且逐年提高; 综合偿债备付率 1.32, 各年偿债备付率均大于 1.0, 且逐年提高。详见借款还本付息计划表(附表 18-8), 项目有较好的清偿能力。

18.3.4 财务生存能力分析

根据财务计划现金流量表可以看出, 计算期内各年经营活动现金流入均大于现金流出。从经营活动、投资活动和筹资活动全部净现金流量看, 计算期内各年现金流入均大

于等于现金流出，项目有较好的生存能力。

18.3.5 不确定性分析

(1) 本项目平均盈亏平衡点 60.95%，显示项目有较高的抗风险能力。

(2) 敏感性分析

本项目选择对产品销售收入、建设投资、经营成本作单因素敏感性分析，分析计算结果详见敏感性分析表，表 18.3-3。

表 18.3-3 敏感性分析表

序号	变化因素	变化率	税后内部收益率	税前内部收益率	税后财务净现值	税前财务净现值
1	建设投资	+10%	8.6%	11.3%	-14855	-6292
		-10%	11.8%	15.1%	15485	24703
		+20%	7.3%	9.9%	-30025	-21790
		-20%	13.9%	17.5%	30655	40200
2	生产负荷	+10%	11.7%	15.2%	16958	28634
		-10%	8.2%	10.8%	-16367	-10279
		+20%	13.4%	17.3%	33601	48063
		-20%	6.4%	8.4%	-33099	-29833
3	销售价格	+10%	13.0%	16.7%	29177	42851
		-10%	6.9%	9.1%	-28647	-24580
		+20%	15.8%	20.2%	57983	76415
		-20%	3.5%	4.8%	-57750	-58563
4	可变成本	+10%	8.7%	11.4%	-11915	-5027
		-10%	11.3%	14.6%	12534	23422
		+20%	7.4%	9.7%	-24195	-19328
		-20%	12.5%	16.2%	24754	37638

从该表中可以看出，各不确定性因素变化对经济效益影响的显著程度依次为销售收入、经营成本、生产负荷、建设投资。

18.4 结论

从上述财务经济评价来看，项目一定的盈利能力，项目税前投资内部收益率 13.05%(所得税前)，大于设定的基准收益率(12%)，净现值为 9205 万元(所得税前)；项目资本金财务内部收益率 13.94%。故项目在财务上是可行的，并具有较高的盈利能力。

本项目实施后，年均销售收入为 75004 万元(含税)，年均上缴销售税金附加 437 万元，年均上缴增值税 3643 万元，可获得年均利润总额 18525 万元。

18.5 财务分析的报表

附表1 原辅材料、公用工程耗量表

附表2 销售收入、销售税金及附加估算表

附表3 固定资产折旧估算表

附表4 无形及其他资产摊销估算表

附表5 流动资金估算表

附表6 年总成本估算表

附表7 利润及利润分配表

附表8 借款还本付息计划表

附表9 项目投资现金流

附表10 项目资本金现金流量表

附表11 财务计划现金流量表

附表12 资产负债表

附表13 财务评价指标汇总表

附表1 原辅材料、公用工程耗量

序号	名称	单位	税率	年消耗	含税价格	年成本 (万元)	年增值税 (万元)
1	原材料					16794	1932
1.1	工业盐	t	13%	147000	267.00	3925	452
1.2	纯碱	t	13%	1176	1800.00	212	24
1.4	硫酸	t	13%	1960	533.60	104.59	12.03
1.6	螯合树脂	L	13%	1568.000	6.00	1	0.11
1.7	亚硫酸钠	t	13%	441.000	3600.00	159	18
1.8	离子膜	M2	13%	656.600	980.00	64	7
1.9	硫磺	t	13%	5400.000	1200.00	648	75
1.10	二氧化硫	t	13%	12139.200	900.00	1093	126
1.11	醋酸	t	13%	30000.000	2755.00	8266	951
1.12	醋酐	t	13%	3250.000	5300.00	1723	198
1.13	催化剂	t	13%	2.000	3000000.00	600	69
2	公用工程及燃料					14170	1562
2.1	工业水	m3	9%	145820	4.10	60	5
2.3	电解电(折交流)	kWh	13%	220500000	0.50	11025	1268
2.4	动力电	kWh	13%	20588630	0.50	1029	118
2.5	蒸汽 0.8~1.0MPaG	t	9%	109920	187.07	2056	170

附表2 销售收入、销售税金及附加和增值税估算表 (单位:万元)

序号	项目名称	合计	生产经营期												
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	营业收入	975052	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004
1.1	32%液碱	421049	32388	32388	32388	32388	32388	32388	32388	32388	32388	32388	32388	32388	32388
	单价(含税,元/t)		3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00	3400.00
	数量(t)	1238380	95260	95260	95260	95260	95260	95260	95260	95260	95260	95260	95260	95260	95260
	销项税额	48439	3726	3726	3726	3726	3726	3726	3726	3726	3726	3726	3726	3726	3726
1.2	液氯	18676	1437	1437	1437	1437	1437	1437	1437	1437	1437	1437	1437	1437	1437
	单价(含税,元/t)		1168	1168	1168	1168	1168	1168	1168	1168	1168	1168	1168	1168	1168
	数量(t)	159900	12300	12300	12300	12300	12300	12300	12300	12300	12300	12300	12300	12300	12300
	销项税额	2149	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165
1.3	31%盐酸	9100	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
	单价(含税,元/t)		350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
	数量(t)	260000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
	销项税额	1047	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
1.4	10%次氯酸钠	5062	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389
	单价(含税,元/t)		590	590	590	590	590	590	590	590	590	590	590	590	590
	数量(t)	85800	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600
	销项税额	582	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
1.5	氢气	73710	5670	5670	5670	5670	5670	5670	5670	5670	5670	5670	5670	5670	5670
	单价(含税,元/T)		28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00
	数量(T)	26325	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025

序号	项目名称	合计	生产经营期												
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	销项税额	8480	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652
1.6	氯化亚砷	130000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
	单价(含税, 元/t)		2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
	数量(t)	520000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
	销项税额	14956	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150
1.7	25%亚硫酸钠溶液	894	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
	单价(含税, 元/t)		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	数量(t)	8940	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688
	销项税额	103	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1.8	20%盐酸	872	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
	单价(含税, 元/t)		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	数量(t)	145262	11174	11174	11174	11174	11174	11174	11174	11174	11174	11174	11174	11174	11174
	销项税额	100	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1.9	氯乙酸	315174	24244	24244	24244	24244	24244	24244	24244	24244	24244	24244	24244	24244	24244
	单价(含税, 元/t)		4849	4849	4849	4849	4849	4849	4849	4849	4849	4849	4849	4849	4849
	数量(t)	650000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
	销项税额	36259	2789	2789	2789	2789	2789	2789	2789	2789	2789	2789	2789	2789	2789
1.10	75%稀硫酸	515	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	单价(含税, 元/t)		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
	数量(t)	20592	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584
	销项税额	59	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

序号	项目名称	合计	生产经营期												
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	营业税金及附加	5684				138	616	616	616	616	616	616	616	616	616
2.1	营业税														
2.2	消费税														
2.3	城市维护建设税	3316				80	359	359	359	359	359	359	359	359	359
2.4	教育费附加	2368				57	257	257	257	257	257	257	257	257	257
3	增值税	47364				1148	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135
	销项税额	112174	8629	8629	8629	8629	8629	8629	8629	8629	8629	8629	8629	8629	8629
	进项税额	45417	3494	3494	3494	3494	3494	3494	3494	3494	3494	3494	3494	3494	3494
	固定资产进项税额	19393	5135	5135	5135	3987									

附表3 固定资产折旧估算表(单位:万元)

序号	项目名称	合计	生产经营期												
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	房屋、建筑物														
	原值	58803	58803												
	当期折旧费		1862	1862	1862	1862	1862	1862	1862	1862	1862	1862	1862	1862	1862
	净值		56941	55079	53217	51355	49493	47631	45769	43906	42044	40182	38320	36458	34596
2	机器设备														
	原值	105987	105987												
	当期折旧费		10069	10069	10069	10069	10069	10069	10069	10069	10069	10069			
	净值		95919	85850	75781	65712	55643	45575	35506	25437	15368	5299	5299	5299	5299
3	合计														
	原值	164791	164791												
	当期折旧费		11931	11931	11931	11931	11931	11931	11931	11931	11931	11931	1862	1862	1862
	净值		152860	140929	128998	117067	105136	93205	81274	69343	57413	45482	43620	41757	39895

附表4 无形及其他资产摊销费估算表(单位:元)

序号	项目名称	合计	生产经营期													
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	无形资产															
	原值	9700	9700													
	当期摊销费		970	970	970	970	970	970	970	970	970	970				
	净值		8730	7760	6790	5820	4850	3880	2910	1940	970					
2	其他资产															
	原值	619	619													
	当期摊销费		124	124	124	124	124									
	净值		495	371	248	124										
3	合计															
	原值	10319	10319													
	当期摊销费		1094	1094	1094	1094	1094	970	970	970	970	970				
	净值		9225	8131	7038	5944	4850	3880	2910	1940	970					

附表5 流动资金估算表(单位:万元)

序号	项目名称	最低周 转天数	周转 次数	生产经营期												
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	流动资产			8313	8313	8313	8313	8313	8313	8313	8313	8313	8313	8313	8313	8313
1.1	应收帐款	30	12	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331
1.2	存货			4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364
1.2.1	原材料	30	12	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
1.2.2	燃料	30	12	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181
1.2.3	在产品	1	360	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
1.2.2	产成品	15	24	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650
1.2.3	备品备件	30	12	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
1.3	现金	30	12	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618	618
2	流动负债			2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580
2.1	应付帐款	30	12	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580
2.2	预收帐款	30	12													
3	流动资金 1-2)			5732	5732	5732	5732	5732	5732	5732	5732	5732	5732	5732	5732	5732
4	流动资金增加额			5732												
5	流动资金来源															
	自有流动资金			2293	2293	2293	2293	2293	2293	2293	2293	2293	2293	2293	2293	2293
	流动资金短期贷款			3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439

附表6 年总成本估算表（单位：万元）

序号	项目名称	合计	生产经营期												
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	外购原材料费	218326	16794	16794	16794	16794	16794	16794	16794	16794	16794	16794	16794	16794	16794
2	外购燃料及动力费	184216	14170	14170	14170	14170	14170	14170	14170	14170	14170	14170	14170	14170	14170
3	工资及福利费	67067	5159	5159	5159	5159	5159	5159	5159	5159	5159	5159	5159	5159	5159
4	修理费	20764	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597
5	其他费用	29263	2251	2251	2251	2251	2251	2251	2251	2251	2251	2251	2251	2251	2251
5.1	其他制造费	12194	938	938	938	938	938	938	938	938	938	938	938	938	938
5.2	其他管理费	12194	938	938	938	938	938	938	938	938	938	938	938	938	938
5.3	销售费用	4875	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
6		0													
7	经营成本	519637	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972
8	折旧费	124895	11931	11931	11931	11931	11931	11931	11931	11931	11931	11931	1862	1862	1862
9	摊销费	10319	1094	1094	1094	1094	1094	970	970	970	970	970	0	0	0
10	利息支出	26327	5967	5251	4499	3710	2883	2015	1105	150	150	150	150	150	150
10.1	生产期贷款利息	24382	5818	5101	4349	3561	2733	1865	955	0	0	0	0	0	0
10.2	流动资金贷款利息	1945	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
11	总成本费用合计	681178	58964	58247	57496	56707	55880	54888	53978	53023	53023	53023	41984	41984	41984
11.1	其中：可变成本	402542	30965	30965	30965	30965	30965	30965	30965	30965	30965	30965	30965	30965	30965
11.2	固定成本	278636	27999	27283	26531	25742	24915	23923	23013	22058	22058	22058	11019	11019	11019

附表7 利润与利润分配表(单位:万元)

序号	项目名称	合计	生产经营期												
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	营业收入	975052	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004
2	流转税金及附加	53048				1285	5751	5751	5751	5751	5751	5751	5751	5751	5751
3	总成本费用	681178	58964	58247	57496	56707	55880	54888	53978	53023	53023	53023	41984	41984	41984
4	补贴收入														
5	利润总额(1-2-3+4)	240826	16040	16757	17508	17012	13373	14365	15275	16230	16230	16230	27269	27269	27269
6	弥补以前年度亏损														
7	应纳税所得额(5-6)	240826	16040	16757	17508	17012	13373	14365	15275	16230	16230	16230	27269	27269	27269
8	所得税	60206	4010	4189	4377	4253	3343	3591	3819	4058	4058	4058	6817	6817	6817
9	净利润(5-8)	180619	12030	12567	13131	12759	10030	10774	11456	12173	12173	12173	20452	20452	20452
10	期初未分配利润	226933		1602	3921	6991	10850	15537	21215	27803	27803	27803	27803	27803	27803
11	可供分配的利润	407553	12030	14169	17052	19750	20880	26310	32671	39976	39976	39976	48255	48255	48255
12	提取法定盈余公积金	18062	1203	1257	1313	1276	1003	1077	1146	1217	1217	1217	2045	2045	2045
13	可供投资者分配的利润(11-12)	389491	10827	12913	15739	18474	19877	25233	31525	38758	38758	38758	46210	46210	46210
14	应付优先股股利														
16	应付普通股股利(13-14-15)	389491	10827	12913	15739	18474	19877	25233	31525	38758	38758	38758	46210	46210	46210
17	各投资方利润分配:	134754	9225	8992	8748	7624	4340	4018	3722	10955	10955	10955	18406	18406	18406
18	未分配利润(13-14-15-17)	254736	1602	3921	6991	10850	15537	21215	27803	27803	27803	27803	27803	27803	27803
19	息税前利润	267153	22007	22007	22007	20722	16256	16380	16380	16380	16380	16380	27418	27418	27418
20	息税折旧摊销前利润	402367	35032	35032	35032	33747	29281	29281	29281	29281	29281	29281	29281	29281	29281

附表8 借款还本付息计划表(单位:万元)

序号	项目名称	合计	生产经营期													
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	借款1															
1.1	期初借款余额	497589	118728	104102	88758	72663	55779	38068	19489	0	0	0	0	0	0	0
1.2	当期还本付息	143110	20444	20444	20444	20444	20444	20444	20444							
	其中:还本	118728	14627	15343	16095	16884	17711	18579	19489	0	0	0	0	0	0	0
	付息	24382	5818	5101	4349	3561	2733	1865	955	0	0	0	0	0	0	0
1.3	期末借款余额	378861	104102	88758	72663	55779	38068	19489	0	0	0	0	0	0	0	0
3	债券	0														
3.1	期初债务余额	0														
3.2	当期还本付息	0														
	其中:还本	0														
	付息	0														
3.3	期末债务余额	0														
4	借款和债券合计	0														
4.1	期初余额	497589	118728	104102	88758	72663	55779	38068	19489	0	0	0	0	0	0	0
4.2	当期还本付息	143110	20444	20444	20444	20444	20444	20444	20444							
	其中:还本	118728	14627	15343	16095	16884	17711	18579	19489	0	0	0	0	0	0	0
	付息	24382	5818	5101	4349	3561	2733	1865	955	0	0	0	0	0	0	0
4.3	期末余额	378861	104102	88758	72663	55779	38068	19489	0	0	0	0	0	0	0	0
计算 指标	利息备付率		3.69	4.19	4.89	5.59	5.64	8.13	14.83							
	偿债备付率		1.45	1.44	1.42	1.37	1.21	1.20	1.18							

附表9 项目投资现金流(单位:万元)

序号	项目名称	合计	计算期														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	现金流入	1020680			75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	120632
1.1	营业收入	975052			75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004
1.2	补贴收入																
1.3	回收固定资产余值																39895
1.4	回收流动资金																5732
2	现金流出	767853	75774	113661	45704	39972	39972	41258	45723	45723	45723	45723	45723	45723	45723	45723	45723
2.1	建设投资	189436	75774	113661													
2.2	流动资金	5732			5732												
2.3	经营成本	519637			39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972
2.4	增值税	47364						1148	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135
2.5	营业税金及附加	5684						138	616	616	616	616	616	616	616	616	616
2.6	维持运营投资																
3	所得税前净现金流量(1-2)	252827	-75774	113661	29300	35032	35032	33747	29281	29281	29281	29281	29281	29281	29281	29281	74908
4	累计所得税前净现金流量	159473	-75774	189436	160136	125104	-90072	-56326	-27045	2235	31516	60796	90077	119358	148638	177919	252827
5	调整所得税	66788			5502	5502	5502	5180	4064	4095	4095	4095	4095	4095	6855	6855	6855
6	所得税后净现金流量(3-5)	186039	-75774	113661	23798	29530	29530	28566	25217	25186	25186	25186	25186	25186	22426	22426	68054
7	累计所得税后净现金流量	-290947	-75774	189436	165638	136108	106578	-78012	-52795	-27609	-2424	22762	47948	73133	95559	117985	186039
8	计算指标																

序号	项目名称	合计	计算期														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8.1	项目投资财务内部收益率(%) (所得税前)		13.05%														
8.2	项目投资财务内部收益率(%) (所得税后)		10.03%														
8.3	项目投资财务净现值(所得税前) ic=12%		9205														
8.4	项目投资财务净现值(所得税后) ic=10%		315														
8.5	项目投资回收期(年) (所得税前)		7.92														
8.6	项目投资回收期(年) (所得税后)		9.10														

附表10 项目资本金现金流量表(单位:万元)

序号	项目名称	合计	计算期														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	现金流入	1020680			75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	120632
1.1	营业收入	975052			75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004
1.2	补贴收入																
1.3	回收固定资产余值	39895															39895
1.4	回收流动资金	5732															5732
2	现金流出	856014	30310	45465	66869	64755	64943	66104	69661	69909	70136	49931	49931	49931	52690	52690	52690
2.1	项目资本金	78067	30310	45465	2293												
2.2	借款本金偿还	118728			14627	15343	16095	16884	17711	18579	19489	0	0	0	0	0	0
2.3	借款利息支付	26327			5967	5251	4499	3710	2883	2015	1105	150	150	150	150	150	150
2.4	经营成本	519637			39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972
2.5	流转税金及附加	53048						1285	5751	5751	5751	5751	5751	5751	5751	5751	5751
2.6	所得税	60206			4010	4189	4377	4253	3343	3591	3819	4058	4058	4058	6817	6817	6817
2.7	维持运营投资																
3	净现金流量(1-2)	164666	-30310	-45465	8135	10249	10061	8900	5343	5095	4868	25073	25073	25073	22314	22314	67941
4	计算指标																
.1	资本金财务内部收益率(%)	13.94%															

附表 11 财务计划现金流量表 (单位:万元)

序号	项目名称	合计	财务计划现金流量表														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	经营活动净现金流量	342161			31022	30843	30655	29494	25937	25689	25462	25223	25223	25223	22463	22463	22463
1.1	现金流入	975052			75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004
1.1.1	营业收入(含税)	975052			75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004	75004
1.1.2	增值税销项税额																
1.1.3	补贴收入																
1.1.4	其他流入																
1.2	现金流出	632891			43982	44161	44349	45510	49067	49315	49542	49781	49781	49781	52541	52541	52541
1.2.1	经营成本	519637			39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972	39972
1.2.2	增值税进项税额																
1.2.3	营业税金及附加	5684						138	616	616	616	616	616	616	616	616	616
1.2.4	增值税	47364						1148	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135
1.2.5	所得税	60206			4010	4189	4377	4253	3343	3591	3819	4058	4058	4058	6817	6817	6817
1.2.6	其他流出																
2	投资活动净现金流量	-195168	-75774	-113661	-5732												
2.1	现金流入																
2.2	现金流出	195168	75774	113661	5732												
2.2.1	建设投资	189436	75774	113661													
2.2.2	维持运营投资																
2.2.3	流动资金	5732			5732												
2.2.4	其他流出																
3	筹资活动净现金流量	-84642	75774	113661	-24087	-29586	-29342	-28218	-24934	-24612	-24316	-11105	-11105	-11105	-18556	-18556	-18556
3.1	现金流入	195168	75774	113661	5732												

序号	项目名称	合计	财务计划现金流量表														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3.1.1	项目资本金投入	78067	30310	45465	2293												
3.1.2	建设投资借款	113661	45465	68197													
3.1.3	流动资金借款	3439			3439												
3.1.4	债券																
3.1.5	短期借款																
3.1.6	其他流入																
3.2	现金流出	279810			29819	29586	29342	28218	24934	24612	24316	11105	11105	11105	18556	18556	18556
3.2.1	各种利息支出	26327			5967	5251	4499	3710	2883	2015	1105	150	150	150	150	150	150
3.2.2	偿还债务本金	118728			14627	15343	16095	16884	17711	18579	19489	0	0	0	0	0	0
3.2.3	应付利润(股利分配)	134754			9225	8992	8748	7624	4340	4018	3722	10955	10955	10955	18406	18406	18406
3.2.4	其他流出																
4	净现金流量	62351			1203	1257	1313	1276	1003	1077	1146	14118	14118	14118	3907	3907	3907
5	累计盈余资金	318804			1203	2460	3773	5049	6052	7129	8275	22393	36511	50629	54536	58444	62351

附表12 资产负债表(单位:万元)

序号	项目名称	资产负债表														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	资产	76888	19450 ₃	190994	179226	167514	155765	143744	131920	120165	121382	122599	123817	125862	127907	129952
1.1	流动资产总额			9516	10773	12086	13362	14365	15442	16587	30706	44824	58942	62849	66756	70664
1.1.1	货币资金			1820	3077	4390	5666	6669	7747	8892	23010	37129	51247	55154	59061	62968
1.1.2	应收帐款			3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331	3331
1.1.3	预付帐款															
1.1.4	存货			4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364	4364
1.1.5	其他															
1.2	在建工程	76888	19450 ₃													
1.3	固定资产净值			152860	140929	128998	117067	105136	93205	81274	69343	57413	45482	43620	41757	39895
1.4	无形及其他资产净值			9225	8131	7038	5944	4850	3880	2910	1940	970				
1.5	递延税款			19393	19393	19393	19393	19393	19393	19393	19393	19393	19393	19393	19393	19393
2	负债及所有者权益(2.4+2.5)	76888	19450 ₃	190994	179226	167514	155765	143744	131920	120165	121382	122599	123817	125862	127907	129952
2.1	流动负债总额			2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580
2.1.1	短期借款															
2.1.2	应付帐款			2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580
2.1.3	预收帐款															
2.1.4	其他															
2.2	建设投资借款	46578	11872 ₈	104102	88758	72663	55779	38068	19489	0	0	0	0	0	0	0
2.3	流动资金借款			3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439	3439
2.4	负债小计(2.1+2.2+2.3)	46578	11872 ₈	110122	94778	78683	61799	44088	25509	6020	6020	6020	6020	6020	6020	6020

序号	项目名称	资产负债表														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2.5	所有者权益	30310	75774	80872	84448	88831	93966	99655	106411	114145	115362	116579	117797	119842	121887	123932
2.5.1	资本金	30310	75774	78067	78067	78067	78067	78067	78067	78067	78067	78067	78067	78067	78067	78067
2.5.2	资本公积															
2.5.3	累计盈余公积金			1203	2460	3773	5049	6052	7129	8275	9492	10709	11926	13972	16017	18062
2.5.4	累计未分配利润			1602	3921	6991	10850	15537	21215	27803	27803	27803	27803	27803	27803	27803
3	计算指标															
3.1	资产负债率(%)	61%	61%	58%	53%	47%	40%	31%	19%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%

附表 13 财务评价指标汇总表

序号	项目	单位	数额	备注
1	总投资	万元	200235	
1.1	建设投资	万元	189436	
1.2	建设期利息	万元	5067	
1.3	流动资金	万元	5732	
2	资本金	万元	78067	
3	销售收入	万元	75004	年均
4	流转税金及附加	万元	4081	年均
4.1	增值税	万元	3643	年均
4.2	城市维护建设税	万元	255	年均
4.3	教育费附加	万元	182	年均
5	总成本	万元	52398	年均
6	利润总额	万元	18525	年均
7	所得税	万元	4631	年均
8	税后利润	万元	13894	年均
9	总投资收益率		10.26%	
10	项目资本金净利润率		17.80%	
11	项目投资回收期(税前)	年	7.92	自建设之日起
12	项目投资内部收益率(税前)		13.05%	
13	项目投资净现值(税前)	万元	9205	i=12%
14	项目投资回收期 (税后)	年	9.10	自建设之日起
15	项目投资内部收益率 I(税后)		10.03%	
16	项目投资净现值 (税后)	万元	315	i=10%
17	盈亏平衡点		61.95%	正常年份
18	投资利税率		11.29%	
19	投资利润率		9.25%	税前
20	投资利润率		6.94%	税后

