

# 天津海晶科技发展有限公司 先达浓海水综合利用项目 安全评价报告

建设单位：天津海晶科技发展有限公司

建设单位法定代表人：宋明峰

建设项目单位：天津海晶科技发展有限公司

建设项目单位主要负责人：宋明峰

建设项目单位联系人：张冬升

建设项目单位联系电话：65814528

（建设单位公章）

2023 年 12 月

# 天津海晶科技发展有限公司

## 先达浓海水综合利用项目

### 安全评价报告

评价机构名称：天津永安职业健康检测评价有限公司

资质证书编号：APJ-(津)-006

法定代表人：苗晓旭

审核定稿人：黄 斌

评价负责人：黄冀宁

评价机构联系电话:022-65229855

(安全评价机构公章)

2023 年 12 月



## 前 言

遵照《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令〔2021〕第八十八号）、《危险化学品安全管理条例》（国务院令〔2011〕第 591 号，2013 年修正）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（安监总局令〔2010〕第 36 号，2015 年修正）、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（安监总局令〔2012〕第 45 号，2015 年修正）等规定，拟建项目在可行性研究阶段应依法进行安全评价。

受天津海晶科技发展有限公司委托，天津永安职业健康检测评价有限公司（简称“我公司”）承担了本项目的安全评价工作；依据委托方提供的相关资料，通过现场调查、分析、研究，按照《安全评价通则》（AQ 8001-2007）、《安全预评价导则》（AQ8002-2007）、《国家安全监管总局关于印发<危险化学品建设项目安全评价细则（试行）>的通知》（安监总危化〔2007〕255 号）等的要求，编制了本安全评价报告。

本项目在生产过程中涉及的液氯（序号：1381）、98%硫酸（序号：1

本报告依据建设单位所提供的可行性研究报告内容、相关图纸及建设单位提供的其他资料进行评价，如果后期建设单位主要技术、工艺路线、产品方案或者装置规模发生重大变化的，应重新进行安全评价，报告不承担相应责任。

本报告在编制过程中得到了天津海晶科技发展有限公司相关人员的积极配合与协助，在此表示衷心的感谢！

# 目 录

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>1 安全评价工作经过 .....</b>                  | <b>1</b>  |
| 1.1 评价目的 .....                           | 1         |
| 1.2 评价对象及范围 .....                        | 1         |
| 1.3 建设项目安全评价的经过及程序 .....                 | 2         |
| 1.4 其他说明 .....                           | 3         |
| <b>2 建设项目概况 .....</b>                    | <b>4</b>  |
| 2.1.建设单位基本情况 .....                       | 4         |
| 2.2 主要技术、工艺（方式）和国内、外同类建设项目水平对比情况 .....   | 4         |
| 2.3 地理位置、周边环境、总平面布局和建构筑物 .....           | 4         |
| 2.4 建设项目涉及的主要原辅材料、储存和运输 .....            | 4         |
| 2.5 工艺流程、主要装置（设备）和设施的布局及其上下游生产装置关系 ..... | 4         |
| 2.6 自动控制系统及安全仪表系统 .....                  | 4         |
| 2.7 配套和辅助工程 .....                        | 4         |
| 2.8 原料、中间产品、最终产品或者储存的危险化学品的理化性能指标 .....  | 4         |
| 2.9 危险化学品包装、储存、运输的技术要求 .....             | 4         |
| <b>3 危险、有害因素的辨识结果及依据说明 .....</b>         | <b>5</b>  |
| 3.1 物质固有危险有害因素辨识与分析结果 .....              | 5         |
| 3.2 项目选址及总平面的危险有害因素分析结果 .....            | 6         |
| 3.3 生产过程的危险有害因素分析结果 .....                | 6         |
| 3.4 储运过程的危险有害因素分析结果 .....                | 7         |
| 3.5 公用工程的危险有害因素分析结果 .....                | 7         |
| 3.6 检修过程危险、有害因素分析结果 .....                | 8         |
| 3.9 重点监管危险化工工艺辨识结果 .....                 | 8         |
| 3.10 危险化学品重大危险源辨识与分级结果 .....             | 8         |
| <b>4 安全评价单元的划分结果及理由说明 .....</b>          | <b>15</b> |
| 4.1 安全评价评价单元划分的原则 .....                  | 15        |

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| 4.2 安全评价单元的划分结果 .....               | 15        |
| 4.3 安全评价单元划分的理由说明 .....             | 16        |
| <b>5 采用的安全评价方法及理由说明 .....</b>       | <b>17</b> |
| 5.1 评价方法概述 .....                    | 17        |
| 5.2 评价方法的选择 .....                   | 18        |
| 5.3 评价步骤及理由说明 .....                 | 18        |
| <b>6 定性、定量分析危险、有害程度的结果 .....</b>    | <b>20</b> |
| 6.1 固有危险程度分析 .....                  | 20        |
| 6.2 风险程度分析 .....                    | 21        |
| 6.3 外部安全防护距离及多米诺效应分析结果 .....        | 25        |
| <b>7 安全条件分析结果 .....</b>             | <b>32</b> |
| 7.1 建设项目外部情况 .....                  | 32        |
| 7.2 建设项目安全条件 .....                  | 36        |
| <b>8 安全可靠性分析 .....</b>              | <b>40</b> |
| 8.1 拟选择的技术、工艺和设备设施的安全可靠性 .....      | 40        |
| 8.2 拟选择的主要装置、设备设施匹配性分析 .....        | 40        |
| 8.3 拟配套的公用工程配套能力可靠性分析 .....         | 42        |
| 8.4 依托设施的匹配能力分析 .....               | 43        |
| <b>9 生产工艺装置自动化控制分析评价 .....</b>      | <b>44</b> |
| 9.1 危险生产工艺装置自动化控制分析评价 .....         | 44        |
| 9.2 重大危险源采取的安全管理以及监测、监控措施分析评价 ..... | 44        |
| <b>10 安全对策措施建议和结论 .....</b>         | <b>45</b> |
| 10.1 已采取的安全对策措施 .....               | 45        |
| 10.2 补充的安全对策措施及建议 .....             | 51        |
| 10.3 安全管理及应急方面对策措施 .....            | 75        |
| <b>11 评价结论 .....</b>                | <b>77</b> |
| 11.1 评价结果 .....                     | 77        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 11.2 评价结论 .....                   | 80         |
| <b>12 与建设单位交换意见的情况结果 .....</b>    | <b>81</b>  |
| <b>附件 .....</b>                   | <b>82</b>  |
| <b>附件 A 选用的安全评价方法简介 .....</b>     | <b>82</b>  |
| A.1 安全检查表概述 .....                 | 82         |
| A.2 预先危险性分析概述 .....               | 82         |
| A.3 危险度评价法概述 .....                | 83         |
| A.4 定量风险评价概述 .....                | 85         |
| <b>附件 B 危险、有害因素分析过程 .....</b>     | <b>87</b>  |
| B.1 物质危险有害因素分析 .....              | 87         |
| B.2 选址及总平面布置危险有害因素分析 .....        | 95         |
| B.3 生产过程危险有害因素分析 .....            | 98         |
| B.4 储运过程危险有害因素分析 .....            | 105        |
| B.5 公用工程危险有害因素分析 .....            | 111        |
| B.6 检修过程危险、有害因素分析 .....           | 118        |
| B.7 安全管理及其他影响因素分析 .....           | 120        |
| B.8 其它危险、有害因素分析 .....             | 120        |
| <b>附件 C 定性、定量分析危险有害程度过程 .....</b> | <b>123</b> |
| C.1 固有危险程度定量分析过程 .....            | 123        |
| C.2 选址及总平面布置评价单元危险有害程度分析 .....    | 123        |
| C.3 生产评价单元危险有害程度分析 .....          | 125        |
| C.4 储运评价单元危险有害程度分析 .....          | 129        |
| C.5 公用工程评价单元危险有害程度分析 .....        | 133        |
| C.6 外部安全防护距离及个人风险和社会风险分析 .....    | 136        |
| <b>附件 D 评价依据 .....</b>            | <b>151</b> |
| D.1 国家法律 .....                    | 151        |
| D.2 国务院行政法规及文件 .....              | 151        |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| D.3 部委及行业规章 .....    | 152        |
| D.4 地方性法规及文件 .....   | 156        |
| D.5 国家标准 .....       | 156        |
| D.6 行业或地方标准 .....    | 159        |
| D.7 其他资料 .....       | 160        |
| <b>附件 E 附录 .....</b> | <b>161</b> |

# 1 安全评价工作经过

## 1.1 评价目的

1.贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，力促建设项目中的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，力求建设项目建成后在安全方面符合国家的有关法规、标准、规范和规定，以利于提高建设项目本质安全程度。

2.找出项目潜在的主要危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件。

3.对项目潜在的危险、有害因素进行定性、定量的评价和科学分析，对其拟采取的控制手段进行评价，同时预测其安全等级并估算危险源发生火灾、其他爆炸等事故可能造成的人员伤亡、财产损失的影响范围和事故后果。

4.提出消除、预防或降低建设项目危险性和提高建设项目安全运行等级的安全对策措施，对安全设施设计提出对策与建议。

5.依据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（安监总局令〔2012〕第45号，2015年修正）第8条，建设项目安全评价报告作为国家和地方政府相关管理部门对建设项目安全条件审查提交的文件之一。

## 1.2 评价对象及范围

根据建设单位已取得的立项文件中的建设内容和评价合同，本报告的主要评价对象及范围包括：

评价对象：天津海晶科技发展有限公司先达浓海水综合利用项目

评价内容：项目的选址、外部安全防护距离、平面布置、工艺、原辅料、配套辅助工程。

评价范围如下表：

表 1.3-1 评价范围表

| 序号 | 评价范围     | 评价范围具体组成                       |
|----|----------|--------------------------------|
| 1  | 选址及总平面布置 | 项目的选址、外部安全防护距离、防火间距、总平面布置、竖向布置 |

| 序号 | 评价范围   | 评价范围具体组成                                            |
|----|--------|-----------------------------------------------------|
| 2  | 生产设施   | 吹吸装置区、燃硫车间、依托的一车间生产设施                               |
| 3  | 储运设施   | 二车间硫磺库房、酸碱罐区、液氯库房及卸氯场所、输回卤管线、依托一车间的溴素罐区             |
| 5  | 公辅工程设施 | 生产辅助用房、变配电室及空压机室、自控系统以及消防系统等公用工程及辅助设施、依托一车间辅助设施的可靠性 |

本报告依据建设单位所提供的 2023 年 09 月份由天津中盐海晶投资咨询有限公司出具的《天津海晶科技发展有限公司先达浓海水综合利用项目可行性研究报告》及其配套相关图纸进行评价，如果后期建设单位主要技术、工艺路线、产品方案或者装置规模发生重大变化的，应重新进行安全评价，本报告不承担相应责任。

### 1.3 建设项目安全评价的经过及程序

天津海晶科技发展有限公司委托天津永安职业健康检测评价有限公司对其先达浓海水综合利用项目进行安全评价工作，我公司及时成立了项目评价组，并认真研究了建设项目的《可行性研究报告》，于 2023 年 10 月对建设项目场址进行了现场勘察。在评价过程中评价组认真分析整理建设单位提供的以及现场收集的相关材料，就报告内容与建设单位项目负责人进行了沟通和交换意见，最后编制完成了本项目安全评价报告，提出了本项目的对策措施及建议。

根据《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》的要求，安全评价程序一般包括：前期准备；危险、有害因素识别与分析；确定安全评价单元；选择安全评价方法；定性、定量分析危险、有害程度；分析安全条件；提出安全对策措施及建议；做出安全评价结论；与建设单位交换意见，编制安全评价报告等十个部分。

评价程序如图1.3-1框图所示。

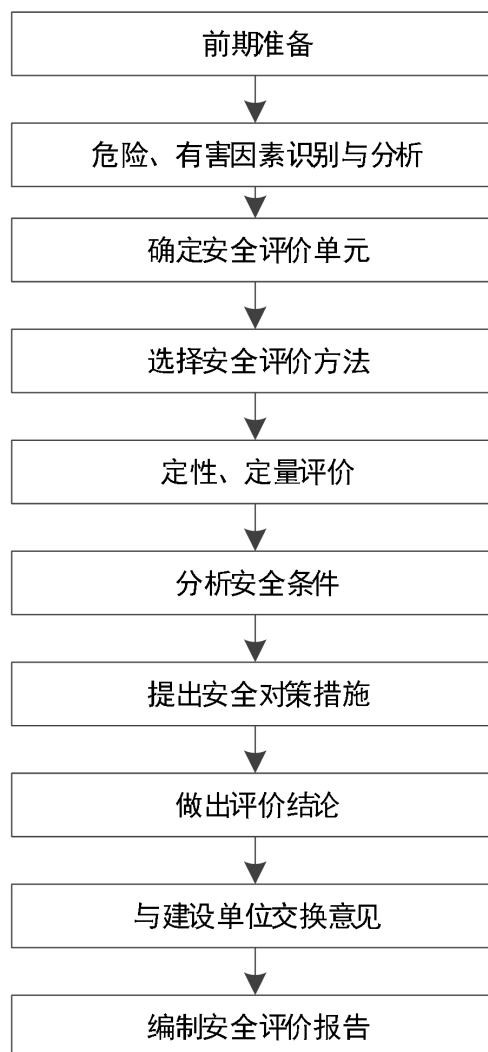


图 1.3-1 安全评价工作程序图

## 1.4 其他说明

《建筑防火通用规范》GB55037-2022自2023年6月1日起实施，该规范废止了《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）等标准规范中的强制性条款。根据住房和城乡建设部的答复：“一、全文强制性工程建设规范（以下简称工程规范）发布公告中废止的强制性条文，不再强制执行。与工程规范配套衔接的相关国、行标正在修订中。二、当前现行标准中被废止的强制性条文，如与工程规范要求一致，属落实规范要求的措施方法的，可作为推荐性条文执行。”故本报告继续引用GB50016-2014（2018年版）等标准中不矛盾或不低于GB55037-2022规定的强制性条文作为推荐性条文使用。

## **2 建设项目概况**

### **2.1.建设单位基本情况**

### 3 危险、有害因素的辨识结果及依据说明

#### 3.1 物质固有危险有害因素辨识与分析结果

1.根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2011〕95号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12号），建设项目生产及储存过程中涉及的氯、二氧化硫属于重点监管危险化学品。

2.根据《高毒物品目录》，氯属于高毒物品。

3.根据《易制毒化学品管理条例》（国务院令 653、666、703 号修改），国办函〔2014〕40号、国办函〔2017〕120号和国办函〔2021〕58号辨识，建设项目生产及储存过程中涉及的溴素属于第二类易制毒化学品，硫酸、盐酸属于第三类易制毒化学品。

4.根据《易制爆危险化学品名录》（2017年版），建设项目生产及储存过程中涉及的硫磺属于易制爆化学品。

5.根据《监控化学品管理条例》（国务院令第190号，国务院令第588号修改）、《各类监控化学品名录》（中华人民共和国工业和信息化部令第52号）及《部分第四类监控化学品名录（2019版）》，本项目生产及储存过程中不涉及监控化学品。

6.根据《危险化学品目录》（原国家安全生产监督管理总局等十部门联合公告（2015年第5号），国家十部委公告[2022]第8号修改），本项目液氯属于剧毒品。

7.根据《特别管控危险化学品目录》（应急管理部 工业和信息化部 公安部 交通运输部公告 2020年第3号），本项目生产及储存过程中涉及的氯属于特别管控危险化学品的有毒化学品。

8.根据《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014，2018年版）、《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）、《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ/T 230-2010）等规范对这些物质的火灾危险性分类、毒性和爆炸程度分类和辨识，见表 B.1-1 所示。

9.根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第4.1.2条的内容，本项目涉及的硫磺为粒径大于或等于2mm的工业成型硫磺，但在使用及储存过程可能生产硫磺粉尘，该粉尘属于可燃性粉尘。

10.物质固有属性、理化特性和危险特性一览表见表B.1-2所示。

### 3.2 项目选址及总平面的危险有害因素分析结果

1.厂址的安全可靠主要涉及工程地质条件的优劣，厂区范围能否适应总平面布置和安全距离的要求，自然灾害的威胁程度及抗御的可能性，能否避免由于邻近企业发生事故时而引起次生灾害，能否便于治理“三废”以及同外部的联系与协作等因素。

2.项目选址不当，周边存在法律规定的居民区、重要公共建筑、取水源地、学校、医院等，发生危险化学品泄漏、爆炸、火灾事故，将会对周边环境造成重大影响。将会导致严重的人员伤亡、财产损失、环境污染等事故。

3.建设项目在总图布置中若功能分区不合理、工艺设备布置不合理、安全距离不足等，会增加不安全隐患。不但增加安全防范和管理的难度，一旦发生事故，波及范围会扩大。

4.项目在总图布置规划时，未充分考虑建、构筑物间的距离，以及与周边道路的距离，消防车道设置不当，疏散通道设置不合理，一旦发生意外事故，将不利于事故的控制和消除。

5.自然条件危害、有害因素主要包括雷电、地震、洪水、大风、高温等危险因素导致设备损坏、人员伤亡等事故。

具体分析见本报告附件：“B.2 选址及总平面布置危险有害因素分析”。

### 3.3 生产过程的危险有害因素分析结果

本项目二车间生产过程中存在着火灾、其他爆炸、中毒和窒息、容器爆炸、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、灼烫（化学灼伤）、触电、坍塌、其他伤害（如粉尘、腐蚀）等危险、有害因素。

依托的一车间氧化蒸馏过程存在中毒和窒息、灼烫、容器爆炸、机械伤害、触电等危险、有害因素。

具体分析过程见本报告附件：“B.3 生产过程危险有害因素分析”。

### 3.4 储运过程的危险有害因素分析结果

建设项目二车间储运过程中存在着中毒和窒息、火灾、爆炸、容器爆炸、灼烫（化学灼伤）、冻伤、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、触电、其他伤害（如粉尘、腐蚀）等危险、有害因素。

依托的一车间溴素储罐储存过程存在中毒和窒息、灼烫、其他爆炸、容器爆炸、车辆伤害等危险、有害因素。

具体分析过程见本报告附件：“B.4 储运过程危险有害因素分析”。

### 3.5 公用工程的危险有害因素分析结果

建设项目公用工程主要涉及供配电系统、给排水系统、压缩空气系统、消防系统等公用工程及辅助设施，主要存在危险、有害因素如下：

供配电设施以及输电线路，在运行过程中存在电气火灾、触电等自身原因导致的事故，还可能因电器火花等处于爆炸危险环境而引发的火灾、爆炸事故。供电系统在维修、维护过程中还存在触电、高处坠落等事故危险、危害。

给排水系统中涉及到机械伤害，换热系统出现故障，可能导致设备损坏，人员作业过程中可能导致淹溺、触电等危险、危害。

压缩空气系统存在火灾、其他爆炸、机械伤害、容器爆炸、触电、噪声等危险、有害因素。

分析化验存在火灾、其他爆炸、灼烫、中毒、触电、其他伤害等危险、有害因素。

废气处理装置存在灼烫、中毒、触电、机械伤害等危险、有害因素。

仪表、自控系统若出现故障，可能导致超压、超温、操作失控、物料喷料等后果，可能导致物料泄漏使人员中毒、或容器爆炸、火灾爆炸等事

故。

具体分析见本报告附件：“B.5 公用工程危险有害因素分析”。

### 3.6 检修过程危险、有害因素分析结果

本项目检维修过程中存在着火灾、其他爆炸、中毒、触电、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、坍塌等危险、有害因素。

具体分析见本报告附件：“B.6 检修过程危险、有害因素分析”。

### 3.7 安全管理影响因素分析结果

若公司管理人员和员工不具备相应的安全生产知识和能力、安全生产管理制度不健全、事故应急预案操作性不强或未经有效演练、企业未制定特殊作业规程等安全管理方面的缺陷可导致事故发生或可能在事故发生时，贻误时机，使态势进一步扩大。

具体分析见本报告附件：“B.7 安全管理及其他影响因素分析”。

### 3.8 其它危险、有害因素分析结果

本项目生产作业过程中还可能存在噪声与振动、高（低）温危害以及有限空间作业导致的中毒窒息、火灾爆炸、触电、物体打击等危险、有害因素。

具体分析见本报告附件：“B.8 “它危险、有害因素分析。”

### 3.9 重点监管危险化工工艺辨识结果

按照《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116号）及《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3号）等相关文件规定要求，本项目不涉及危险工艺装置及重点监管危险化工工艺。

### 3.10 危险化学品重大危险源辨识与分级结果

#### 3.10.1 辨识标准及依据

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），长期或临时

生产、存储、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元均为危险化学品重大危险源。

危险化学品重大危险源可分为生产单元危险化学品重大危险源和储存单元危险化学品重大危险源。

涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所称为单元，分为生产单元和储存单元。

生产单元：危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀时，以切断阀作为分隔界限划分为独立的单元。

储存单元：用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑物）为界限划分为独立的单元。

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过表 1、表 2 规定的临界量，即被定为重大危险源。单元内存在危险化学品的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

1) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，若等于或超过相应的临界量，则定为重大危险源。

2) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，则式（1）计算，若满足式（1），则定为重大危险源：

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n\geq 1 \quad (1)$$

式中：

S — 辨识指标

$q_1, q_2, \dots, q_n$  — 每种危险化学品实际存在量，单位为吨（t）。

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  — 与每种危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）。

### 3.10.2 辨识过程

#### 1. 重大危险源物质辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）的规定，本

项目运行过程中涉及的氯、二氧化硫、溴、柴油属于危险化学品重大危险源物质。

## 2.危险化学品重大危险源单元划分

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）中单元划分的方法，并结合建设项目的实际情况，将建设项目划分为生产单元和储存单元进行重大危险源辨识。

生产单元：吹吸装置区属于重大危险源的辨识物质主要是氯、二氧化硫，氯气主要存在于氯气缓冲罐及管道中。二氧化硫主要存在于燃硫车间焚硫炉、洗气塔、二氧化硫管道中。按照装置中氯气管道（DN40）长度约 1400m，压力为 0.9MPa，氯气在线量约为 0.088 吨；二氧化硫管道（DN200）长度约 1200m，压力为微负压；3 个焚硫炉和 3 个洗气塔总体积约 126m<sup>3</sup>，压力为 0.05MPa，二氧化硫总在线量约为 0.452 吨。

储存单元：储存单元为液氯库房，仓库最大存在量按照储罐最大设计量进行计算，液氯储罐 4 个（3 用 1 备），20℃液氯密度为 1410kg/m<sup>3</sup>，3 个液氯储罐液氯最大储存量为 124.5t；硫磺库房不涉及危险化学品重大危险源辨识范围内的危化品。

本项目柴油发电机、一体化消防设备的柴油消防泵自带储油箱，最大储存量 200L（0.171t），可知，柴油发电机柴油、消防泵储存的柴油总量远小于临界量 5000t，故项目公用工程单元柴油的使用不构成危险化学品重大危险源。

建设项目化验室涉及的危险化学品不属于危险化学品重大危险源物质，化验室未构成危险化学品重大危险源。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）相关要求，建设项目生产单元及储存单元危险化学品重大危险源辨识情况见下表：

表 3.10-1 危险化学品重大危险源辨识

| 单元 | 物质名称 | 临界量<br>(Q <sub>n</sub> /t) | 最大在线量<br>(q <sub>n</sub> /t) | q/Q | Σq/Q | 是否构成<br>重大危险<br>源 |
|----|------|----------------------------|------------------------------|-----|------|-------------------|
|----|------|----------------------------|------------------------------|-----|------|-------------------|

| 单元 | 物质名称 | 临界量<br>( $Q_n/t$ ) | 最大在线量<br>( $q_n/t$ ) | $q/Q$ | $\Sigma q/Q$ | 是否构成<br>重大危险<br>源 |
|----|------|--------------------|----------------------|-------|--------------|-------------------|
|    |      |                    |                      |       |              |                   |
|    |      |                    |                      |       |              |                   |
|    |      |                    |                      |       |              |                   |

辨识计算结果：建设项目储存单元的液氯库房已构成危险化学品重大危险源。

### 3.10.3 重大危险源分级

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）相关要求，重大危险源根据其危险程度，分为一级、二级、三级和四级，一级为最高级别。重大危险源分级方法如下：

#### 1. 分级指标

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

#### 2. $R$ 的计算方法

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

式中： $R$ —分级指标

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

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

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

$\alpha$ —该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

#### 3. 校正系数 $\beta$ 的取值

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018），项目物质的 $\beta$ 取值见下表。



| 类别 | 符号   | $\beta$ 校正系数 |
|----|------|--------------|
|    | W6.2 | 1            |
|    | W7.1 | 1.5          |
|    | W7.2 | 1            |
|    | W8   | 1            |
|    | W9.1 | 1            |
|    | W9.2 | 1            |
|    | W10  | 1            |
|    | W11  | 1            |

#### 4.校正系数 $\alpha$ 的取值

表 3.10-4 校正系数 $\alpha$ 取值表

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

根据“危险化学品重大危险源分级方法”的规定，建设项目用地边界向外扩展 500m 范围内均是盐田，周边无企业和常住人口存在，厂外暴露人员校正系数 $\alpha$ 取值为 0.5。

#### 5.R 值的计算

表 3.10-5 R 值计算表

| 序号 | 装置名称 | 重大危险源物质 | $\alpha$ 值 | $\beta$ 值 | 单个装置 q/Q 值 | R 值 |
|----|------|---------|------------|-----------|------------|-----|
| 1  |      |         |            |           |            |     |

#### 6.重大危险分级

表 3.10-6 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

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

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）中的分级标准辨识，建设项目重大危险源评估单元的分级如下表：

表 3.10-7 重大危险源分级表

| 序号 | 装置名称 | R 值 | 重大危险源级别 |
|----|------|-----|---------|
| 1  |      |     |         |

综上所述，建设项目储存单元中的液氯库房已构成三级危险化学品重大危险源。

## 4 安全评价单元的划分结果及理由说明

### 4.1 安全评价评价单元划分的原则

评价单元一般是在危险、有害因素辨识分析的基础上，为了安全评价需要，根据评价目标和评价方法，将整个评价对象分成若干有限、确定的范围即为评价单元。

常用的评价单元划分原则和方法：

#### 1.以危险、有害因素类别为主划分评价单元

(1) 对工艺方案、总体布置及自然条件环境对系统的影响等综合方面的危险、有害因素的分析评价，可将整个系统作为一个评价单元。

(2) 将具有共性危险因素、有害因素的场所和装置划为一个单元。

#### 2.以装置、设施和工艺流程的特征划分评价单元

(1) 按装置工艺功能划分；

(2) 按装置、设施布置的相对独立性划分；

(3) 按装置的工艺条件划分；

(4) 按贮存，处理危险物品的潜在化学能，毒性和危险物品的数量划分；

(5) 根据以往事故资料，将发生事故能导致停产，波及范围大造成巨大损失和伤害的关键设备作为一个单元，将危险性大且资金密度大的区域作为一个单元，将危险性特别大的区域，装置作为一个单元，将具有类似危险性潜能的单元合并为一个大单元。

#### 3.可以将外部周边情况、总平面布置单独划分为评价单元。

### 4.2 安全评价单元的划分结果

评价单元是建设项目一个独立的组成部分，在布置上具有相对独立性，在工艺特点上具有紧密性和一致性。不同类型的单元，可对其不同危险特性分别进行评价，根据评价结果，有针对性地采取不同的安全对策措施。本报告评价单元划分如下：

1.选址及总平面布置评价单元

2.生产评价单元

3.储运评价单元

4.公用工程评价单元

### 4.3 安全评价单元划分的理由说明

根据本安全评价报告的评价对象及范围，结合本评价报告对评价方法的选用，对建设项目进行了单元划分，划分的理由说明见下表。

表 4.3-1 安全评价单元划分及评价内容

| 序号 | 评价单元         |                                             |
|----|--------------|---------------------------------------------|
| 1  | 选址及总平面布置评价单元 | 厂址及周边环境、总平面布置、竖向布置、建筑防火、安全疏散、厂区道路、外部安全防护距离等 |
| 2  | 生产评价单元       | 二车间厂内涉及的工艺、设备、设施，一车间生产装置                    |
| 3  | 储运评价单元       | 厂内酸碱罐区、液氯库房、硫磺库房、输回卤管线、溴素罐区                 |
| 4  | 公用工程评价单元     | 公用工程主要涉及供配电系统、给排水系统、空压系统、自控系统以及消防系统等        |

## 5 采用的安全评价方法及理由说明

### 5.1 评价方法概述

安全评价方法是对系统的危险性、有害性及其程度进行分析、评价的工具。目前已开发出数十种不同特点、适用范围和应用条件的评价方法。按其性质可分为定性安全评价、定量安全评价和综合安全评价。

#### 1. 定性安全评价

定性安全评价是借助于对事物的经验、知识、观察及对发展变化规律的了解，科学地进行分析、判断的一类方法。运用这类方法可以找出系统中存在的危险、有害因素，根据这些因素从技术上、管理上、教育上提出对策措施，加以控制，达到系统安全的目的。

目前应用较多的方法有“安全检查表（SCA）”，“格雷厄姆—金尼法（LEC）”，“预先危险性分析（PHA）”，“故障类型和影响分析（FMEA）”，“危险性可操作研究（HAZOP）”，“如果……怎么办（What……if）”，“人的失误分析（HE）”等分析评价方法。

#### 2. 定量安全评价

定量安全评价是根据统计数据、检测数据、同类和类似系统的数据资料，按有关标准，应用科学的方法构造数学模型进行定量化评价的一类方法。主要有以下两种类型：

（1）以可靠性、安全性、卫生性为基础，先查明系统中的隐患并求出其损失率、有害因素的种类及其危害程度，然后再以国家规定的有关标准进行比较、量化。常用的方法有：“事故树分析（FTA）”，“事件树分析（ETA）”，“模糊数学综合评价法”，“层次分析法”，“机械工厂固有危险性评价方法”，“原因——结果分析法（CCA）”等。

（2）以物质系数为基础，采取综合评价的危险度分析方法。常用的方法有：美国道化学公司（Dow Chemical Co.）的“火灾、爆炸危险指数评价法”，英国帝国化学公司蒙德部的“ICI/Mond 火灾、爆炸、毒性指标法”，日本劳动省的“六阶段安全评价”，“单元危险指数快速排序法”等。

### 3.综合性安全评价。

综合性安全评价系指两种以上评价方法进行组合的评价。

## 5.2 评价方法的选择

根据安全评价的要求和建设项目装置特点及其物质的特性，系统危险、有害因素的分析，遵照国家的有关法令、规程、标准，结合国内外各种评价方法的适用范围、条件，在对该装置的危险、有害因素进行分析的基础上，进行符合性评价和事故发生的可能性及其程度的预测性评价。主要采用了以下几种评价方法：

- 1.安全检查表
- 2.预先危险性分析
- 3.危险度评价法
- 4.定量风险评价法

## 5.3 评价步骤及理由说明

根据建设项目的生产装置、工艺过程特点及其原辅材料、产品的种类、物理化学特性和危险特性，结合建设项目危险、有害因素辨识结果。根据国内外各种安全评价方法的适用范围、适用条件的不同。遵循充分性、适应性、系统性、针对性、合理性的原则，确定建设项目在评价时选用安全评价方法及评价步骤，首先采用安全检查表对建设项目进行系统化的分析，接着采用预先危险性分析评价法对建设项目系统进行预先危险性分析，根据预先危险性分析评价结果，对各评价单元的单元操作进行危险度评价法，对危险性较大的装置、设备（设施）进行定量分析；运用定量风险评价法确定建设的外部安全防护距离。

在进行安全评价时，遵循先整体再局部的原则，先整体识别建设项目的危险、有害因素（预先危险性分析），对各装置、设施的危险、有害程度进行定性分析评价（作业条件分析评价）。在定性分析评价的基础上，对危险性较大的装置、设备进行定量安全评价（定性定量分析），从而得

出可能的事故后果。结合建设项目的生产特点，选用相关的事故案例进行类比分析，为建设项目提供借鉴，各评价单元选用的安全评价方法及理由说明见下表。

表 5.3-1 各评价单元选用的安全评价方法及理由

| 序号 | 评价单元         | 选用的主要评价方法                                    | 理由说明                                                                                                                          |
|----|--------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 选址及总平面布置评价单元 | 1.预先危险性分析<br>2.安全检查表                         | 采用预先危险性分析法对建设项目主要建（构）筑物进行危险性分析，可能造成的后果以及提出相应的对策措施。接着采用安全检查表对照国家标准、法律法规判断建设项目选址、总平面布置是否符合相关要求。                                 |
| 2  | 生产评价单元       | 1.预先危险性分析<br>2.安全检查表<br>3.危险度评价法             | 首先采用预先危险性分析法对评价项目系统进行预先危险性分析；然后根据安全检查表对照国家标准、法律法规判断建设项目生产工艺、设备、安全措施以及工艺管道等是否符合相关要求，最后对各评价单元的单元操作进行危险度评价法分析                    |
| 3  | 储运评价单元       | 1.预先危险性分析<br>2.安全检查表<br>3.危险度评价法<br>4.定量风险分析 | 首先采用预先危险性分析法对评价项目系统进行预先危险性分析；然后根据安全检查表对照国家标准、法律法规判断建设项目的罐区、仓库以及堆场是否符合相关要求，接着对各评价单元的单元操作进行危险度评价法分析；最后运用南京安元 QRA 定量分析软件确认外部防护距离 |
| 4  | 公用工程评价单元     | 1.预先危险性分析<br>2.安全检查表                         | 采用预先危险性分析法对建设项目公用工程各子单元危险性进行分析，对可能造成的后果以及提出相应的对策措施，然后根据安全检查表对照国家标准、法律法规判断建设项目的公用工程各子单元是否符合相关要求                                |

6 定性、定量分析危险、有害程度的结果

6.1 固有危险程度分析

6.1.1 定量分析爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度（含量）、状态和所在的作业场所及其状况（温度、压力）

建设项目所使用的原辅料中，根据化学品的主要物性进行分类，具有火灾危险性的是硫磺，具有毒性的包括液氯、二氧化硫，具有腐蚀性的包括 98%硫酸、32%氢氧化钠溶液等，建设项目车间内化学品原辅料部分存在于车间各类塔器内。本项目危险化学品存在状态、状况与数量详见表 6.1-1。

表 6.1-1 可燃性、毒性和腐蚀性化学品存在状态、状况与数量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

6.1.2 定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度

采用危险度分析法对建设项目各个作业场所的固有危险程度进行辨识，吹吸装置区、燃硫车间单元的危险度评价属Ⅱ级（中度危险）。液氯库房单元的危险度评价属Ⅰ级（高度危险），硫磺仓库单元的危险度评价属于Ⅲ级（低度危险）。

6.1.3 定量分析建设项目安全评价范围内和各个评价单元的固有危险程度

- 1.具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量  
本项目不涉及爆炸性化学品。
- 2.具有可燃性化学品的质量及燃烧后放出热量

具有可燃性化学品质量及燃烧后放出热量如下表，计算过程见附件“C.1.2 具有可燃性化学品的质量及燃烧后放出热量”。

表 6.1-2 具有可燃性化学品燃烧放出的热量

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

### 3.具有毒性的化学品的浓度及质量

表 6.1-3 毒性化学品的质量及浓度

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

### 4.具有腐蚀性化学品的浓度及质量

表 6.1-4 腐蚀性化学品的质量及浓度

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |

## 6.2 风险程度分析

### 6.2.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性

建设项目涉及的危险化学品主要存在可燃性、毒性、腐蚀性。

通过对该建设项目生产装置、储存设施的分析，产品的生产过程中使用或储存有危险化学品，在输送过程中有大量的管道法兰、阀门、设备等，存在较多的动、静密封点。生产过程中还会涉及到硫酸等腐蚀性介质，容易造成设备、管道腐蚀，因此存在较大的泄漏可能性。若操作人员不严格按照操作规程操作造成进料过量等，均可能发生泄漏。

液体物料输送管线系统，若由于管线制造安装存在缺陷或监管不力，

管道、法兰和阀门等易泄漏处容易产生泄漏。

发生泄漏的可能性为相对结论，与设施、设备的设计、制造、施工的可能性、工艺自动化程度、工艺可靠性、职工素质及责任心、安全管理状况等许多因素密切相关，难以用量化的概念描述发生泄漏的可能性。

### 6.2.2 出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件和需要的时间

物质火灾过程的产生必须具备三个要素：可燃物、助燃物、火源或触发燃烧的能量。

建设项目涉及大量可燃固体，可燃固体遇到明火源会发生火灾事故。

### 6.2.3 出现具有毒性的化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限值的时间

本项目氯属于剧毒品，一经吸入即与血液中的血红蛋白结合，导致血红蛋白携氧能力下降进而引起缺氧，使人中毒、头疼、眩晕、恶心呕吐直至昏迷死亡。

#### 1. 氯气泄漏量

本项目液氯储存于液氯库房内，液氯库房内设有吸收装置，泄漏的氯气在仓库内已被抽走吸收，泄漏至室外的可能性不大。

本次假定氯气在室外 DN50 氯气管道发生泄漏，氯气压力 0.9MPa。

气体从裂口泄漏的速度与其流动状态有关。因此，计算泄漏量时首先要判断泄漏时气体流动属于音速还是亚音速流动，前者称为临界流，后者称为次临界流。

当式(1)成立时，气体流动属音速流动：

$$\frac{p_0}{p} \leq \left( \frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (1)$$

当式(2)成立时，气体流动属亚音速流动：

$$\frac{p_0}{p} > \left( \frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (2)$$

式中  $p$ ——容器内介质压力，Pa；

$p_0$ ——环境压力，Pa；

$r$ ——气体的绝热指数，即比定压热容  $c_p$  与比定容热容  $C_v$  之比。由公式  $P_0/P$  与  $[2/(r+1)]^{(r/(r-1))}$  的关系，可判断出该气体泄漏的流动是音速流动还是亚音速流动。

氯气的绝热指数为 1.35，氯气管道内压力为 0.9MPa。

$$[2/(r+1)]^{(r/(r-1))} = 0.52828$$

$$P_0/P = 0.11$$

$$\text{故 } P_0/P < [2/(r+1)]^{(r/(r-1))}$$

则该气体泄漏速度为音速流动。

气体呈音速流动时，其泄漏量为：

$$Q_0 = C_d A P \sqrt{\frac{Mk}{RT} \left[ \frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k+1}{k-1}}} \quad (3)$$

上式中， $C_d$ ——气体泄漏系数，当裂口形状为圆形时取 1.00，三角形时取 0.95，长方形时取 0.90；

$M$ ——分子量，氯气取值 0.071kg/mol；

$A$ ——孔口截面积， $m^2$

$k$ ——气体绝热系数，氯气取 1.35

$P$ ——设备内气体压力；

$R$ ——气体常数，J / (mol·K)；

$T$ ——气体温度，K。

取值： $A=0.0019625m^2$ ， $P=1.0 \times 10^6 Pa$ ， $T=298.15K$ ，

经计算得知：

$$Q_0 = 6kg/s$$

2.达到使人有明显气味、刺激眼、鼻的浓度所需的时间

本项目东北方向的滨海绕城高速公路距离本项目厂址约 1400m，为距离本项目最近的公路。假设在静风条件下，氯气管线以  $Q_0=6kg/s$  的速率泄漏。则达到滨海绕城高速公路上使人有明显气味、刺激眼、鼻的浓度

(3mg/m<sup>3</sup>)所需的时间计算过程如下。

假设氯气泄漏的扩散以半球扩散模型进行，则可得出如下计算式：

$$\frac{M * 1000000}{C} = \frac{1}{2} * \frac{4}{3} * \pi * R^3$$

其中 R=1400m, C=3 mg/m<sup>3</sup>, 代入可求得 M=15509Kg

泄漏时间为 t=15509/6=2585 s=43 min

以上计算基于静风计算结果。如果在有风的条件下，则下风向使人发生中毒的时间将会比以上计算结果将小许多。

#### 6.2.4 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围

根据建设项目目前涉及的危险化学品种类和数量，依据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）、《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）相关标准，采用南京安元科技有限公司的定量风险评价软件，对各类事故后果进行计算。具体分析如下：

##### 1. 压力容器物理爆炸模拟后果

表 6.2-1 压力容器物理爆炸模拟后果表

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

##### 2. 泄漏中毒事故模拟后果

表 6.2-2 泄漏中毒事故模拟后果表

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

### 6.2.5 建设项目各单元评价结果汇总

建设项目划分了 4 个单元进行评价，选址及总平面布置评价单元、生产评价单元及储运评价单元以及公用工程评价单元，各单元的评价过程见报告附件 C.2~C.6，汇总如下。

#### 1.安全检查表分析评价结果：

表 6.2-3 安全检查表分析评价结果汇总表

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  |  |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |

#### 2.预先危险性分析评价结果：

表 6.2-4 预先危险性分析评价结果汇总表

| 序号 | 评价单元         | 危险性等级                                                                                       |
|----|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 选址及总平面布置评价单元 | 建（构）筑物坍塌、房（棚）屋顶倒塌、建（构）筑物火灾危险有害因素，事故发生的可能性等级为 A~B 级，事故发生的严重度等级为 II 级                         |
| 2  | 生产评价单元       | 火灾、爆炸、中毒和窒息、容器爆炸、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、起重伤害、灼烫（化学灼伤）、触电、坍塌，事故发生的可能性等级为 B~C，事故发生的严重度等级为 II~III |
| 3  | 储运评价单元       | 火灾、爆炸、中毒和窒息、灼烫（化学灼伤）、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、触电、坍塌，事故发生的可能性等级为 B~C，事故发生的严重度等级为 II~III。          |
| 4  | 公用工程评价单元     | 火灾、爆炸、中毒和窒息、容器爆炸、机械伤害、灼伤、触电、淹溺，事故发生的可能性等级为 B，事故发生的严重度等级为 II~III。                            |

## 6.3 外部安全防护距离及多米诺效应分析结果

### 6.3.1 个人风险、社会风险模拟结果

经使用南京安元 QRA 定量风险软件，本项目的个人风险和社会风险分析结果如下。

## 1.个人风险分析结果

经计算，本项目形成个人风险等值线如下图（包括  $1 \times 10^{-5}$ /年、 $3 \times 10^{-6}$ /年和  $3 \times 10^{-7}$ /年）。



图 6.3-1 个人风险模拟图

由上图可见，本项目代表个人风险在  $1 \times 10^{-5}$  次/年以上的红色曲线不存在一般防护目标中的三类目标；代表个人风险在  $3 \times 10^{-6}$  次/年以上的黄色曲线内不存在一般防护目标中的二类目标；代表个人风险的  $3 \times 10^{-7}$  次/年以上蓝色曲线内不存在高敏感防护目标、重要防护目标、一般防护目标中的一类目标。因此本项目的个人风险是可以接受的。

## 2.社会风险分析结果

经计算，对本项目社会风险进行评估，厂外人员社会风险曲线见下图。

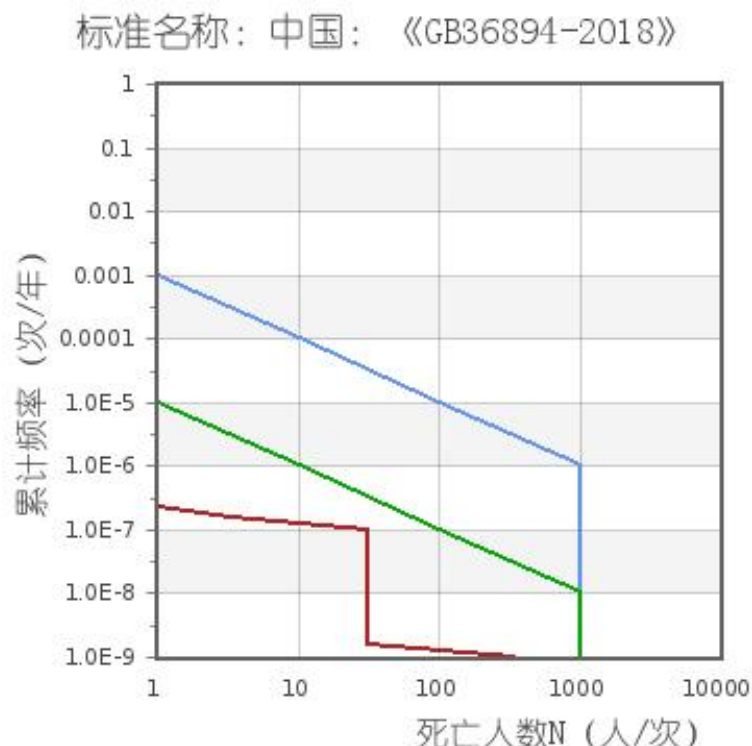


图 6.3-2 社会风险模拟图

由上图可见，本项目社会风险曲线位于可接受区，社会风险可以接受。本项目个人风险、社会风险详细分析见 C6.5 节。

### 6.3.2 外部安全防护距离分析结果

本项目涉及有毒气体氯气，且液氯库房构成危险化学品三级重大危险源，故本项目应采用定量风险评价方法确定外部安全防护距离。

根据个人风险和社会风险分析结果，个人风险各风险等值线以内不存在 GB36894-2018 规定的防护目标，个人风险可接受。结合本项目周边区域的人口分布，绘制了本项目装置的社会风险 F-N 曲线，按照 GB36894-2018 中的社会风险基准，本项目的社会风险水平可以接受。

因此本项目外部安全防护距离满足风险基准的要求。

本项目外部安全防护距离详细分析见 C6.7 节。

### 6.3.3 多米诺效应分析结果

#### 1. 周边厂区对本项目多米诺效应的影响分析

建设项目所在的二车间周边均是盐田，本项目围墙距离东北方向的滨海绕城高速公路 1370m，距离西南方向的中石油采油设施 2660m，距离东

北方向的滨海绕城高速公路津港停车区 1350m，距离西北方向的官港森林公园 2620m。距离本项目最近的中石油采油设施发生爆炸事故，不会对本项目造成多米诺效应。

2.本项目对周边厂区多米诺效应分析

本项目装置设施产生的多米诺效应结果见表 6.1-1。

表 6.3-1 多米诺效应分析结果

| 序号 | 装置设施名称 | 灾害模式 | 目标装置类型 | 多米诺半径 m |
|----|--------|------|--------|---------|
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |
|    |        |      |        |         |

由上表可知，本项目液氯储罐发生孔径泄漏中毒事故不产生多米诺影响。液氯储罐物理爆炸的多米诺影响半径 13.99m，影响范围在厂区内。不会对周边企业生产装置引发多米诺效应。

多米诺效应具体分析见报告 C6.8 节。

6.4 事故案例分析

本评价根据生产运行过程涉及的危险作业情况，选取了用氯企业的事故案例进行分析。通过分析事故发生的原因，事故的发生多是由于违反或不严格执行操作规程、安全设施欠缺、日常设备或管理中存在缺陷、人员业务技能较差、应急救援措施不当等造成。通过案例分析，以期给企业以警示，重视和加强日后生产过程的安全管理。

### 6.4.1 福建湄洲湾氯碱工业有限公司“6.3”氯气泄漏事故

#### 1.事故经过

2013年6月3日，位于泉港区前黄镇的氯碱公司烧碱车间氯压机氯气冷却器发生氯气泄漏，造成前黄镇凤北小学等3所小学（幼儿园）39名师生受氯气泄漏的影响，出现氯气刺激性反应症状。

#### 2.事故原因

##### （1）直接原因

氯碱公司烧碱车间氯压机四级氯气冷却器列管严重腐蚀穿孔，造成氯气较大的泄漏，进入循环水系统，然后在冷却水池中析出，并扩散到大气中，造成周边接触到氯气的部分群众身体不适。

##### （2）间接原因

1）氯碱公司对安全管理重视不够，工艺管理、设备管理、异常状况分析、突发事件应急处置等制度落实不到位；部门之间沟通协调不够，个别员工责任心不强，业务水平较低。

2）2013年5月27日，氯碱公司烧碱车间盐酸C炉垫片泄漏后，工作人员对C炉垫片泄漏的风险管控不够，未组织人员采取有效措施进行处置。

3）发生事故的氯压机氯气冷却器存在未登记注册的问题，氯碱公司对其定期检测和日常维护管理不够到位。

4）福建省锅炉压力容器检验研究院石化设备检验中心（以下简称“石化检验中心”）对氯碱公司17台压力容器（包括发生事故的氯压机氯气冷却器）未登记注册的情况报告不及时。泉州市质监局未及时派员对氯碱公司17台未登记注册压力容器进行专项检查。

5）泉港区环保局应急处置过程中信息报告不及时，要素不齐全。泉港区安监局对氯碱公司的日常监督检查不够全面。

#### 3.事故性质

这是一起因氯气泄漏引发环境污染造成周边部分群众身体不适的一般生产安全责任事故

## 6.4.2 海兴一诺化工有限公司“9·6”氯气泄漏事故案例分析

### 1. 事故经过

2019年9月6日21时22分07秒，海兴县供电公司110KV山南站10KV山经线5614线路过流保护动作开关跳闸，海兴一诺公司厂区停电。正在液氯罐区附近的操作工刘长勇听到液氯罐区传来一声异响，借助液氯罐区应急照明灯和手电筒，透过罐区厂房玻璃向罐区内进行观察，发现车间内有黄绿色气体，疑似氯气泄漏，立即通过对讲机报告车间主任（班长）孙云岭，并呼喊附近同事撤离到上风向安全区域。闻讯赶来的班长孙云岭进一步观测确认车间内氯气泄漏后，立刻通知带班领导靳卫国（公司安全总监）。靳卫国指示王云岭启动事故应急预案，组织人员向上风向位置进行撤离，并安排应急救援器材。5分钟内靳卫国赶到现场后，查看氯气泄漏情况。

### 2. 事故原因及性质

#### （1）直接原因

由于市电突然停电，UPS不间断电源与自备发电机也未供电，液氯储罐A、B、C上部放空管道切断阀PV0101A、B、C失电打开，导致氯气外泄至碱液吸收塔。外泄的氯气一部分通过液氯储罐事故引风系统逆流返回液氯储罐区，一部分通过碱液吸收塔尾气排放管进入大气。

#### （2）间接原因

1）河北生特瑞公司安全设施设计存在缺陷，安全设施设计逻辑图中液氯储罐放空管道切断阀PV0101A、B、C连锁动作状态为失电开启，导致在停电状态下，液氯储罐放空管道切断阀PV0101A、B、C开启，储罐内氯气进入吸收塔。

2）海兴一诺公司安全生产主体责任落实不到位。

（a）隐患排查治理不到位。未严格执行《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》（应急〔2019〕78号），日常安全检查流于形式。一是在检查中未发现应急发电机（柴油发电机200KW）切换开关故障，导

致在市电突然停电后，备用电源虽自动启动，但由于切换装置故障，未能切换供电，放空管道切断阀 PV0101A、B、C 依然处于失电打开的状态，氯气吸收塔的应急碱泵不能及时启动，应急碱喷淋设施不能工作，进入吸收塔的氯气无法经碱液吸收；二是未排查 UPS 不间断电源连接放空管道切断阀 PV0101A、B、C 的开关处于断开状态，造成市电突然停电后 UPS 电源未向放空管道切断阀 PV0101A、B、C 供电。

(b) 风险辨识及管控措施不到位。未严格按照《河北省安全生产风险管控与隐患治理规定》（河北省人民政府令〔2018〕第 2 号）、《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》和《沧州市化工企业安全生产管理暂行办法》（沧政办字〔2019〕32 号）开展安全生产风险分级管控和隐患排查治理，特别对控制安全风险的措施及其失效可能引起的后果未进行全方位、全过程风险辨识，未辨识到如果突然停电后应急电源未及时供电会造成液氯储罐放空管道切断阀 PV0101A、B、C 因失电打开，应急碱泵不能启动导致氯气外泄的风险，未制定相应的风险控制措施。

(c) 应急演练不到位，应急处置工作不力。一是专业应急知识培训工作有缺失，未严格对电气、仪表等岗位人员开展突然停电故障状态下的应急知识培训及相关模拟训练；二是电仪岗位值班人员业务素质较差，对 UPS 备用电源工作状态不清楚，市电停电后未对 UPS 电源工作状态进行检查确认，对柴油发电机工作情况不熟悉，虽然检查了柴油发电机已启动，但未对是否供电进行检查确认，导致放空管道切断阀 PV0101A、B、C 仍处于失电打开状态。

3) 参与建设项目安全设施设计审查的专家组对建设项目安全设施设计审查不严格，未发现安全设施设计存在的缺陷。

### (3) 事故性质认定

该事故是一起因设计缺陷、安全管理不到位引起的生产安全责任事故，未达到一般生产安全事故等级。

## 7 安全条件分析结果

### 7.1 建设项目外部情况

#### 7.1.1 建设项目选址及外部情况

建设项目位于天津市滨海新区塘沽环滩路 1 号增 1 号，海晶科技公司现有二车间范围内。厂址中心经纬度坐标为东经 117°33'17.579"、北纬 38°53'54.458"。本项目依托的一车间位于天津市滨海新区环滩路 1 号，厂址所在地无不良地质条件，周边无易发的自然灾害，用地面积可以满足项目建设的需要，水电供应充足，项目的选址合理、可行。

建设项目所在的二车间周边均是盐田，本项目围墙距离东北方向的滨海绕城高速公路 1370m，距离东北方向的滨海绕城高速公路津港停车区 1350m，距离西北方向的官港森林公园 2620m，距离周边居民小区在 3000m 以上。

建设项目周围 1km 范围内没有自然保护区、风景区、水源保护地以及重要文物保护单位等需要特殊保护的区域和居民区。

#### 7.1.2 建设项目所在地的自然条件

##### 1. 工程地质

人工填土层：全场地均有分布，厚度为 1.40~2.50m，主要由素填土（力学分层号 1）组成，呈褐~黑色，软塑~可塑状态，粉质粘土、淤泥质粘土组成，其中 6 号孔底部夹有厚约 20 cm 淤泥，属于（偏高）压缩性土。土质结构性差，欠均匀，填垫年限小于 2 年。

全新统上组陆相冲积层：一般位于埋深 3.10m 以上，厚度 0.70~1.70m，顶板标高为 8.25~7.22 m，主要由粉质粘土（力学分层号 2）组成，局部顶部为粘土。呈褐黄色，软塑状态，无层理，含铁质，属中~高压缩性土。

全新统中组海相沉积层：一般位于埋深 3.10~18.50m 段，厚度 15.30~15.50m，顶板标高为 6.72~6.52 m，该层从上而下可分为 4 个亚层。

第一亚层，淤泥质粘土（力学分层号 3a）：一般位于埋深 3.10~

9.50m 段，厚度为 6.30~6.40m，呈灰色，流塑状态，有层理，含蚌壳，局部含有机质，属高压缩性土。

第二亚层，粉质粘土（力学分层号 3b）：一般位于埋深 9.50~10.50m 段，厚度一般为 1.00m 左右，呈灰色，流塑~软塑状态，有层理，属中（偏高）压缩性土。

第三亚层，淤泥质粘土（力学分层号 3c）：一般位于埋深 10.50~14.00m 段，厚度一般为 3.50~3.70m，呈灰色，流塑~软塑状态，有层理，含蚌壳，属高压缩性土。

第四亚层，粉质粘土（力学分层号 3d）：一般位于埋深 14.00~18.50m 段，厚度一般为 4.50 米，呈灰色，流塑~软塑状态，有层理，含蚌壳，属中压缩性土。

本层土水平方向上土质较均匀，分布较稳定。

全新位下组沼泽相沉积层：一般位于埋深约 18.50~24.50m 段，厚度 5.60~6.30m，顶板标高为-8.78~8.85m，主要由粉质粘土（力学分层号 4）组成，局部夹粘土，呈灰黄~褐黄色，可塑状态，无层理，含铁质，属中压缩性土。其中深埋约 23.50~24.50m 段砂性大，局部夹粉土透镜体，粉土呈褐黄色，密实状态。

总体上本层土水平方向上土质较均匀，分布较稳定。

上更新统第五组陆相冲积层：一般位于埋深 24.50m 以下，本次勘察钻至最低标高-20.35m，未穿透此层，揭露最大厚度 5.90m，顶板标高为-14.38~-15.15m，主要由粉质粘土（力学分层号 5）组成，呈褐黄色，可塑状态，无层理，含铁质，属中压缩性土。

本层土水平方向上土质较均匀，分布较稳定。

## 2.抗震设防

根据区域覆盖层厚度及剪切波速资料，按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）判定，本场地土为软弱土，本场地为 III 类场地。

当地抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度为 0.2g，属设计地震

第二组。建筑场地抗震地段划分为对建筑抗震不利地段。

### 3.水文、地下水、初见水位埋深

初见水位埋深 1.50~1.60 米。

静止水位埋深 0.60~0.70 米。

表层地下水属潜水类型，主要有大气降水补给，以蒸发形式排泄，水位随季节有所变化，一般年度变幅在 0.50~1.0 米左右。

### 4.气象条件

|         |          |
|---------|----------|
| 年平均气温   | 12.9℃    |
| 绝对最高气温  | 41.3℃    |
| 绝对最低气温  | -19.7℃   |
| 年平均相对湿度 | 65.2%    |
| 年平均降水量  | 594.5mm  |
| 年最大降水量  | 913.9mm  |
| 一次最大降水量 | 187.4mm  |
| 年平均蒸发量  | 2004.4mm |
| 年平均气压   | 101660Pa |
| 最大冻土深度  | 570mm    |
| 最大积雪厚度  | 190mm    |
| 年平均风速   | 2.9m/s   |
| 最大风速    | 25m/s    |

全年主导风向为西南风，冬季西北风为主，夏季以东南风为主。

滨海新区塘沽各方位风速、风频、大气稳定度频率分别见表 7.1-1、7.1-2。

表 7.1-1 各方位风速、风频表

| 方位     | N | NNE | NE  | ENE | E   | ESE | SE  | SSE |
|--------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 风速 m/s | 4 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 2.9 | 3.3 | 2.9 | 2.6 |
| 频率%    | 5 | 1   | 5   | 2   | 8   | 5   | 6   | 5   |
| 方位     | S | SSW | SW  | WSW | W   | WWN | WN  | WNN |

|        |     |     |     |     |     |     |     |   |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 风速 m/s | 2.9 | 3.3 | 2.9 | 2.8 | 2.3 | 2.4 | 3.7 | 4 |
| 频率%    | 10  | 8   | 8   | 6   | 6   | 4   | 9   | 8 |

表 7.1-2 稳定度频率表

|     |     |     |      |      |     |      |
|-----|-----|-----|------|------|-----|------|
| 级别  | A   | B   | C    | D    | E   | F    |
| 频率% | 7.8 | 2.0 | 16.9 | 56.7 | 4.6 | 12.0 |

### 7.1.3 建设项目中危险化学品生产装置和储存数量构成重大危险源的储存设施与下列场所、区域的距离

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）辨识，储存单元中的液氯库房已构成三级危险化学品重大危险源。

根据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018），防护目标按设施或场所实际使用的主要性质，分为高敏感防护目标、重要防护目标、一般防护目标。

建设项目周边 1km 范围内不存在高敏感防护目标和重要防护目标。建设项目周边的一般防护目标情况见表 6.4-2。

根据《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号，国务院令第 645 号修改）第十九条，建设项目构成危险化学品重大危险源设施与周边有关场所、区域的距离见表 7.1-3。

表 7.1-3 重大危险源与八大场所的距离一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

建设项目厂区危险化学品重大危险源与周边重要场所、区域的距离符合相关法律、法规、规定的要求。

## 7.2 建设项目安全条件

### 7.2.1 建设项目内在的危险、有害因素和建设项目可能发生的各类事故，对建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响

建设项目所在的二车间周边均是盐田，本项目围墙距离东北方向的滨海绕城高速公路 1370m，距离东北方向的滨海绕城高速公路津港停车区 1350m，距离西南方向的中石油采油设施 2660m，距离西北方向的官港森林公园 2620m，距离周边居民小区在 3000m 以上。

本项目二车间液氯储罐发生 50mm 孔径泄漏中毒事故，下风向死亡半径 334m（5-10 min 内中毒死亡），死亡半径覆盖范围内均是盐田，无常住民房、无其他工厂存在；本项目距离周边居民小区 3000m 以上，本项目液氯储罐整体破裂事故对周边居民的正常生活造成影响较小。

液氯库储罐设置 DCS 系统和安全联锁 SIS 系统，可实现液氯储罐液位与进出口管线切断阀联锁；液氯储罐压力与放空阀、事故风机联锁；液氯储罐压力报警联锁；氯气泄漏检测系统报警联锁等。一旦发生液氯泄漏，有毒气体报警探头联锁启动负压事故风机，将泄漏的液氯引入二级碱洗装置进行处理。因此正常情况下，本项目液氯泄漏的危险是可控制的，不会对项目周边单位生产、经营活动或者居民生活的产生大的的影响。如果液氯储罐发生大量泄漏，可能对周边设施和居民有一定的影响。

此外本项目在生产过程中还存在着机械伤害、高处坠落、触电、物体打击、车辆伤害、坍塌等危险性，但仅限于对本企业内部产生影响，对企业周边设施几乎没有影响。

### 7.2.2 建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活对建设项目投入生产或者使用后的影响

本项目二车间距离最近的中石油采油井设施 2660m，中石油采油设施发生火灾爆炸事故不会对本项目的正常生产造成影响。周边小区距离本项目 3000m 以上，周边小区的居民生活不会对本项目的正常生产造成影响。

### 7.2.3 建设项目所在地的自然条件对建设项目投入生产或者使用后的影响

影响本项目安全生产的自然环境条件主要包括台风及强热带风暴、雷电、高低气温、洪涝灾害、高温、潮湿及盐雾、地震等。

#### 1. 台风及强热带风暴的影响

根据当地的气象资料，本项目所在地大风出现频率较少，该海区历年平均风速 2.9m/s，最大风速 25m/s。台风及强热带风暴对本项目的影响主要是对高大的框架、设备的稳定性影响。此外，台风及强热带风暴对电气设施的影响也不容忽视，尤其是照明设施的抗风能力，通常这些设施强度比较弱，在大风中容易疲劳损坏，引起内部电缆破损或短路。

#### 2. 雷电危害

雷电种类繁多，防护相当复杂；雷电危害严重，防止雷击灾害必须给予足够重视。

雷电的危害是多方面的，分为电性质破坏作用、热性质破坏作用和机械性质破坏作用三种情况。本项目所在地年平均雷暴日为 27.5d，属于中雷区。本项目雷电危害不容忽视，建议初步设计时严格按照《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）进行设计。

#### 3. 洪涝灾害

本项目选址位于渤海湾，该海域年最高高潮位 5.81m（1992 年 9 月 1 日），近岸海域沿海地势低平，高潮时有海水漫至堤岸的可能。

#### 4. 高低温危害

本项目所在地的历年极端最高气温可达 41.3℃，历年极端最低气温可

达-19.7℃，存在高低气温的危害。

高温除了对人具有危险性外，对生产设施具有以下危害：能够造成密闭容器内的介质受热膨胀，压力升高，尤其是液氯密闭容器的压力受温度影响比较大，易导致容器超压爆炸等。

低温作业人员受环境低温影响，操作功能随温度的下降而明显下降。低温环境会引起冻伤、体温降低，甚至造成死亡。低温的危害程度与环境温度、活动强度、健康状况、饮食和防寒装备有关。此外，低温导致的降雪、结冰等可能导致人员摔伤等。

低气温易导致液态水结冰，致使水罐、水管线堵塞和胀裂。因此，冬季生产应高度重视水管线、设备的防冻工作。

本项目生产辅助用房及门卫室采用分体空调用于夏季制冷及冬季采暖，可避免人员受到高低气温的影响。

#### 5.潮湿、高温、盐雾

空气的高温、潮湿和盐雾使电气设备材料的绝缘性能下降，使金属产生锈蚀和腐蚀。潮湿的盐雾在绝缘材料表面形成潮湿的漏电薄膜，在湿热的条件下霉菌分泌有机酸，加剧了表面的潮湿性，潮湿的水分子渗入绝缘材料的裂缝和毛细孔中，使漏电流增大，导致绝缘电阻下降。许多电气设备的损坏是由于绝缘材料的热击穿而造成的，高温的环境，加速了绝缘材料的老化，失去绝缘性能。

本项目紧邻渤海，夏季一般有 30 天左右湿热，空气中富含盐分，电气设备和电气线路应选用较高耐热等级的耐潮湿、抗盐雾和耐腐蚀的材料。并定期对设备设施进行防腐处理。

#### 6.地震灾害

本项目地处天津市滨海新区，本地区设计基本地震加速度为 0.2g，地震基本烈度为 8 度。建议在下一步设计中应严格执行《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年局部修订）、《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB 50914-2013）等的相关要求。

通过对自然条件的影响分析，地质、气象、气候等自然因素可能影响项目的安全，从现有技术条件考虑，若采取的措施科学、严密、得当，则可在一定程度上降低自然条件对项目的不利影响。

## 8 安全可靠分析

### 8.1 拟选择的技术、工艺和设备设施的安全可靠性

建设项目所采用的技术是由该公司自主开发的成熟技术，工艺技术成熟稳定，整体水平达到行业先进水平。

根据安监总管三〔2017〕1号第二节要求，建设项目生产工艺不属于危险化工工艺，故不需要进行精细化工反应安全风险评估。

按照《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3号）的规定，建设项目不涉及危险工艺，生产装置的各单元设备采用一套DCS控制系统和SIS系统来进行工艺参数的监视、控制及联锁，与安全无关的、一般性的调节、报警、联锁和停车由DCS系统完成，而与安全相关的联锁保护和紧急停车由SIS系统完成，所有联锁回路，采用失电安全的原则进行设计，以保证在失电状态下的安全停机，重要场合的SIS检测仪表采用“三取二”或“二取一”，以保证信号的可靠性，拟为罐组储罐设置液位超限报警与紧急切断联锁装置（高限报警、高高限联锁切断、低限联锁停泵），配备液位计、温度计、压力表，并应远传记录，安装防雷防静电装置。

### 8.2 拟选择的主要装置、设备设施匹配性分析

建设项目均拟采用国内、国外基本定型的设备、设施，非标准设备选定专业加工生产设备的厂家订制，其设备的选型不属于《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》（应急厅〔2020〕38号）、《淘汰落后生产能力、工艺和产品的目录（第一批）》、《淘汰落后生产能力、工艺和产品的目录（第二批）》、《淘汰落后生产能力、工艺和产品的目录（第三批）》的产品。

通过与《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国

家发展和改革委员会令〔2019〕第 29 号（中华人民共和国国家发展和改革委员会令〔2021〕第 49 号修改））对比，本项目生产工艺不属于淘汰类和限制类，符合国家相关产业政策。因此，其产品生产系统装置、设备、设施的安全性是可靠的。但设备的安全运行状况在于企业日常的管理与维护，只要投入使用后加强日常的设备维护管理，可以保障其安全运行。

建设项目设有液氯库房、硫磺库房及液碱罐区、硫酸罐区，设计的储存设施能力与生产能力基本匹配，可以满足建设项目的储运要求。

建设项目由 DCS 完成各生产装置的基本过程控制、操作、监视、管理，同时顺序控制、部分先进控制也在 DCS 中完成，DCS 的过程接口单元、控制单元、供电单元及各种机柜安装于现场机柜室内，过程控制系统的操作站、打印机等布置在控制室的操作室内，而与安全相关的联锁保护和紧急停车由 SIS 系统完成，实现工艺装置与安全相关的紧急停车和安全联锁保护功能，该系统可以自动停车，也可以由操作人员在控制室辅助操作台上手动停车。重要场合的 SIS 检测仪表采用“三取二”或“二取一”，SIS 设计成故障安全性。安全仪表系统（SIS）独立于 DCS，用于完成工艺装置与安全相关的紧急停车和安全联锁保护功能，SIS 选用具有冗余容错技术、多重化（TMR 或 QMR）技术，取得安全认证，满足安全等级（SIL）的可编程序控制器（PLC）；SIS 原则上采用通讯的方式与 DCS 进行数据传输。

建设项目基础混凝土根据场地腐蚀情况按《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T 50046-2018）第 4.2.3 要求确定，设备和管道防腐蚀工程设计遵循《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准》（SH/T 3022-2019）相关要求设置。

建设项目根据电气装置选型按照 GB50058-2014 的有关要求进行选型，爆炸危险区域采用防爆型电气，生产过程中生产车间、库房、罐区涉及有毒性液体，所以依据生产中原料、成品中有毒液体相应物性设置相应的有毒气体检测器，并与事故风机进行联锁，并将有毒气体检测信号引入独立设置的 GDS，GDS 控制站设置在消防中心控制室，在 GDS 操作站中显示、

报警和记录，使操作人员随时了解现场的安全情况，可燃/有毒气体报警信号在现场设置和控制室内拟设置装置区域声光报警。

建议建设单位后期选购设备时加强对相应的供应商资质及技术能力的管理和审核，确保选用合格的设备。

### 8.3 拟配套的公用工程配套能力可靠性分析

#### 1. 供电能力分析

本项目设有 10/0.4kV 3150kVA 变压器 2 台。本项目生产装置用电负荷为 4000kW，为 380V 用电负荷，本项目变压器能满足用电需求。

本项目生产装置中电气负荷等级为三级；DCS 控制系统、SIS 系统为一级负荷中特别重要负荷；工业电视监控系统、消防泵等用电负荷为二级负荷。

事故排风、事故碱液泵《可行性研究报告》按照一级负荷进行设置，本项目 DCS 控制系统、SIS 系统采用容量 5kW UPS 供电；事故排风、事故碱液泵、工业电视监控系统、消防泵等用电负荷采用一路市电，一路 150kW 柴油发电机供电；应急照明采用自带蓄电池照明灯具；其他供电由配电室提供。供电能力满足要求。

#### 2. 供水能力分析

本项目供水水源来自海晶科技公司一车间，一车间可供给二车间的水量为 480m<sup>3</sup>/d，本项目实施后给水需求量为 173.97m<sup>3</sup>/d，需求水量小于可供给水量，满足要求。

#### 3. 消防给水能力分析

该本项目液氯库为消防用水量最大着火点，一次火灾消防用水总量 378 m<sup>3</sup>。本项目地下消防水池有效容积为 450m<sup>3</sup>，消防水供应能力满足要求。

#### 4 压缩空气供应能力分析

本项目仪表空气空气用量为 0.9Nm<sup>3</sup>/h，压力：0.5-0.7MPa。

本项目设置一台额定功率为 7.5kW、额定排气量为 1.2Nm<sup>3</sup>/min 的空压机，1 台 1m<sup>3</sup> 空气储罐，压缩空气供应能力满足要求。

#### 5.消防废水收集能力分析

本项目东南侧设置 1 个地下事故水池，有效容积约 700m<sup>3</sup>。本项目发生事故时最大消防废水量为 562m<sup>3</sup>，事故水池容积满足要求。

### 8.4 依托设施的匹配能力分析

#### 8.4.1 依托一车间的匹配能力分析

本项目氧化蒸馏工序依托于一车间。一车间设置 3 台氧化蒸馏塔，3 套氧化蒸馏塔的总处理能力为 21m<sup>3</sup>/h（完成液），每天可产溴 36 吨，满足项目增产后企业 10000 吨/年的产溴需求。

本项目产品溴素依托一车间溴素储罐储存。一车间溴储罐区包括半地下溴储罐和地上溴储罐共计 17 座（其中 2 座为事故罐），每座罐容约为 22m<sup>3</sup>，储存能力为 936t，满足本项目建设后每天可产溴 36 吨的储存要求。

一车间蒸汽来源于一车间现有的 1 台 4t/h 的燃气锅炉，锅炉现状负荷约 50%，一车间现状用气量约 110 万 Nm<sup>3</sup>/a，产生蒸汽约 14400t/a。本项目实施后，一车间 4t/h 燃气锅炉用气量新增约 110 万 Nm<sup>3</sup>/a，达到满负荷运行，可产生蒸汽约 28800t/a，满足项目增产后的需求。

#### 8.4.2 依托的一车间的安全生产条件分析

天津海晶科技发展有限公司委托天津市昊安安全卫生评价监测有限公司编写了企业的安全现状评价报告（编制时间 2023.8.28），该现状评价报告的评价结论：“该公司厂址及总平面布置符合 GB50187-2012《工业企业总平面设计规范》、GB50016-2014（2018 年版）《建筑设计防火规范》等规范、标准要求，在生产、储存过程中采取了有效的安全技术措施和安全管理措施，天津海晶科技发展有限公司安全生产现状符合法律、法规、规章、标准和规范的规定，具备安全生产条件。”

企业已于 2023 年 12 月重新取得安全生产许可证。依托的一车间满足安全生产条件的要求。

## 9 生产工艺装置自动化控制分析评价

### 9.1 危险生产工艺装置自动化控制分析评价

根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3号）、《关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三〔2014〕116号）以及《关于开展提升危险化学品领域本质安全水平专项行动的通知》（安监总管三〔2012〕87号）的要求，建设项目不涉及危险工艺生产装置，采用一套

### 9.2 重大危险源采取的安全管理以及监测、监控措施分析评价

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018），建设项目储存单元中的液氯库房已构成三级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》（原国家安全生产监督管理总局令第40号，第79号修改）第十三条要求，建设项目采用DCS控制系统及SIS安全仪表系统对重大危险源温度、压力、液位、流量、泄漏等重要参数自动监测监控、自动报警、紧急停车和连续记录的情况以及通过对现场采集的监控数据和信息的分析处理，完成故障诊断和事故预警，及时发现异常，为操作人员进行现场故障的排除和应急处置提供指导，安全设施和安全监测监控系统进行检测、检验，并进行经常性维护、保养，以保证重大危险源的安全设施和安全监测监控系统有效、可靠运行，定期进行维护、保养、检测，并作好记录，由相关人员签字。建设项目重大危险源采取的安全管理以及监测、监控措施符合安全要求。

## 10 安全对策措施建议和结论

### 10.1 已采取的安全对策措施

#### 10.1.1 选址总平面布置已采取的对策措施

(1) 本项目拟建设用地位于海晶科技二车间。本项目拟选厂址的土地符合当地规划及用地要求。水电供应方便，交通方便。

(2) 整个厂区按功能和生产的火灾危险性分化为功能区域，便于管理，避免人流和车流交叉。

(3) 厂内道路路面宽度均为 6 米。沿厂区和主要生产装置、储运装置四周均设置环形消防通道。厂区内人流与物流出入口单独设置，物流入口位于厂区南侧靠东，人流入口位于厂区西侧中部，人流与物流出入口分开设置，互不干扰。

(4) 本工程建设场地平坦，道路竖向设计采用平坡式竖向设计。新建场地排水坡度为 2‰-5‰

(5) 场地排水方式：本厂区采用雨、污分流制，即雨水系统、污水系统分别排至不同系统。

(6) 厂区道路满足消防通道要求。

#### 10.1.2 生产工艺、自控方面已采取的对策措施

(1) 本项目选用成熟可靠的工艺技术。各装置均设置可靠的压力泄放系统和放空系统，在重要部分设置自动联锁保护系统，以保证生产安全。针对生产中可能导致不安全因素的操作参数，设置相应控制报警仪表，装置内主要机械设备设有联锁停车措施。

(2) 本工程采用集散控制系统 DCS 控制，由控制室进行一体化统一管理。控制室设置集中空调系统及 UPS 和事故照明系统。并根据工艺特点和安全要求，对装置各关键部位，设置了必要的报警、自动控制及自动联锁停车的控制设施。

(3) 本项目生产中存在有毒化学品（氯气、溴），故在生产装置内，按相关规范要求设置了相应的有毒气体检测器。有毒气体检测器均配有现

场声光报警装置，所有有毒气体检测器的检测信号均送至控制室的 GDS 集中指示报警。同时，有毒气体二级报警信号、有毒气体检测报警系统故障信号还将送至消防控制室。

由于本项目涉及到危险化学品重大危险源，故根据相关规范规定，设置了安全仪表系统 SIS 系统。仪表及控制系统的设计考虑为故障安全型。电源和气源发生故障时不会对设备及人身安全产生影响。

(4) 本项目设置 8 套废气吸收处理装置。

#### 10.1.3 防火防爆措施

(1) 按照生产装置的危险区划分，选用相应防爆等级的电气设备和仪表，并按规范配线。对厂房、各相关设备及管道设置防雷及防静电接地系统。

(2) 在有毒气体可能泄漏的场所，设置有毒气体探测器，以便及时发现和处理气体泄漏事故，确保装置安全生产。

(3) 生产系统严格密封，选用可靠的设备和材料，以防泄漏、燃烧和爆炸等条件的形成。

(4) 各建筑单体设计严格执行《建筑设计防火规范》(2018 年版)GB50016-2014 相关要求。

(5) 各建筑单体通风、除尘、采暖、空调按相关标准规范要求设计。

(6) 按照《建筑抗震设计规范》(2016 年版) GB50011-2010 中的规定和建设地地质情况，各单项结构构造上采用相应抗震构造措施。

(7) 危险物品贮罐都装有高料位报警器。

#### 10.1.4 电气、电信安全措施

(1) 本工程工艺控制系统(DCS)、安全仪表系统(SIS)、有毒气体探测系统(GDS)为一级负荷中的特别重要负荷，由不同的 UPS 提供正常及备用电源。

(2) 氯气事故吸收装置、不凝汽引风机、尾气洗涤循环泵用电负荷为一级负荷。电动消防水泵、消防稳压泵、消防应急照明系统、火灾自动

报警系统（FAS）、备用照明为二级用电负荷，其它用电负荷均为三级负荷。

（3）仪表 DCS 系统、SIS 系统、GDS 系统分别由 2 组 UPS 供电，每 2 套 UPS 为一组，备用时间 30 分钟；氯气事故吸收装置、不凝汽引风机、尾气洗涤循环泵系统采用双电源供电，一路引自市电，一路引自柴油发电机；火灾自动报警系统的 220V 主电源由 UPS 供电，直流备用电源采用系统主机自带的 UPS（备用时间 8h）供电；消防应急照明采用自带蓄电池的照明灯具。其它三级负荷采用市电供电。

（4）本工程低压配电系统接地型式为 TN-S 系统，所有设备外壳均通过专用接地线与接地系统相连，所有高压配电柜内均安装避雷器，低压配电柜的进线柜处均安装满足 I 级试验要求的浪涌保护器；户外低压电源线引入的照明配电箱及检修电源箱内均安装 I 级试验要求的浪涌保护器；由室内配电柜引入的照明配电箱及检修电源箱内均安装 II 级试验要求的浪涌保护器。每个浪涌保护器均自带熔断器。

（5）生产装置利用装置顶的金属护栏、平台及壁厚大于 4mm 的金属设备作为接闪器，利用装置钢柱作为防雷及接地引下线，相邻防雷引下线之间的距离不大于 25 米。

（6）各单体利用  $\Phi 12$  镀铜扁钢及  $L=2.5\text{m}$  的  $\Phi 12$  镀铜圆钢作为人工接地体，接地极及接地干线均做防腐处理，接地干线室外埋深-1m。所有单体的防雷引下线下端均与室外接地系统可靠连接。

（7）防雷接地系统采用等电位联结。防雷接地、电气保护接地、防静电接地、火灾报警系统接地、仪表及控制系统接地共用一个接地系统，该接地系统的接地电阻不大于  $1\Omega$ 。

（8）本工程火灾自动报警系统为集中报警系统，报警信号接入厂区火灾报警主机，消防控制室置于办公楼内。以单体为单位划分为若干个报警区域，各报警区域内的火灾自动报警设施包括：消防模块箱、火灾显示盘、手动报警按钮、声光报警器及消防应急广播，依据单体具体情况，选

用适宜该单体环境的火灾报警探测器，变配电室、机柜间等房间设置消防电话分机。安全环境的火灾自动报警设施选用三防型的产品。消防设备接入信号线采用 ZCNH-RVS-2\*1.5 型双绞线，暗敷的消防双绞线应敷设在非燃烧体结构内，其保护层厚度不应小于 30mm；所有明敷火灾报警信号线的钢管外均刷防火涂料。由各装置区及建筑物至火灾报警控制中心室外部分的线路采用铠装阻燃电缆室外直埋的方式敷设。

10.1.5 依托的一车间已采取的安全措施

(1) 视频监控系统

氯气为剧毒化学品，一车间氯气罩棚分别设置监控摄像头；硫磺为易制爆化学品，一车间硫磺中转间设防爆型摄像头；溴素为易制毒化学品，一车间溴素储罐区设置摄像头；上述信号传至公安安防网系统，重大危险源场所同时上传滨海新区应急管理局重大危险源在线预警系统。硫磺中转间、化验办公室易制毒易制爆库内均设置了室内被动红外探测器。厂区其他重点部位也设置了摄像头，所有摄像头视频信号传至一车间主控室进行集中监视，摄像机前端和控制室内主机端均做保护接地。

(2) 自动控制系统和 SIS 系统

一车间生产工艺装置采用德国西门子 S7-300 系列 PLC 控制系统。控制室位于非爆炸危险区域内，控制室设有电源盘、机柜间、显示大盘、PLC 操作平台、SIS 操作台等，生产操作人员对生产过程监视、调节与控制的中心。

表 10.1-1 一车间 PLC 控制系统联锁清单

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

[illegible]

表 10.1-2 SIS 系统联锁清单

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

(3) 可燃和有毒气体报警系统

在一车间锅炉房及调压柜内设置有可燃气体探测报警器，控制器设置在锅炉房操作间，信号另回传至主控室。

在一车间液氯罩棚气化装置区（含重瓶库）、阀室、吹吸工段加氯管阀附近、蒸馏楼设置有固定式氯气检测报警仪，报警信号传送到主控室。

(4) 氯气泄漏事故处理系统

一车间液氯罩棚气化装置区（含液氯重瓶库）设置 2 套氯气泄漏事故

处理系统（氯气泄漏应急吸收系统、真空房吸收系统）。当重瓶库内钢瓶发生氯气泄漏，气体报警器报警，联锁启动氯气泄漏应急吸收系统风机、碱液泵，泄漏氯气通过风道进入吸收塔，与碱液逆流吸收。当气化区钢瓶发生氯气泄漏，可以将泄漏的钢瓶吊入重瓶库，利用氯气泄漏应急吸收系统进行吸收。也可以将泄漏的钢瓶推入真空房内，手动启动风机、碱液泵，泄漏氯气通过风道进入吸收塔，与碱液逆流吸收，吸收液为 20% 的烧碱溶液。

## 10.2 补充的安全对策措施及建议

### 10.2.1 选址及平面布置的安全对策措施及建议

1. 根据《地震安全性评价管理条例》第八条，下列建设工程必须进行地震安全性评价：受地震破坏后可能引发水灾、火灾、爆炸、剧毒或者强腐蚀性物质大量泄露或者其他严重次生灾害的建设工程，包括水库大坝、堤防和贮油、贮气，贮存易燃易爆、剧毒或者强腐蚀性物质的设施以及其他可能发生严重次生灾害的建设工程；省、自治区、直辖市认为对本行政区域有重大价值或者有重大影响的其他建设工程。

建议企业进行地震安全性评价。

2. 根据《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB50914-2013）第 3.0.2 条、第 3.0.3 条、第 9.0.3 条、第 12.0.2 条和第 12.0.3 条的规定，重点设防类 1 等，地震作用应按本地区抗震设防烈度确定，应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。

提示设计，吹吸装置区、液氯库房、配电室及空压机房、一体化消防设备均应按重点设防类 1 等进行设计，并高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。

3. 根据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》第 6.3.4 条的规定：电气线路和各类管道穿过防火墙、防火隔墙、竖井井壁、建筑变形缝处和楼板处的孔隙应采取防火封堵措施。防火封堵组件的耐火性能不应低于防火分隔部位的耐火性能要求。

提示设计电气线路和各类管道穿过建筑物防火墙、防火隔墙处的孔隙应采取防火封堵措施。防火封堵组件的耐火性能不应低于防火分隔部位的耐火性能要求。

4.根据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》第 6.5.7 条：除有特殊要求的场所外,下列生产场所和仓库的顶棚、墙面、地面和隔断内部装修材料的燃烧性能均应为 A 级:1 有明火或高温作业的生产场所；2 甲、乙类生产场所；3 甲、乙类仓库；4 丙类高架仓库、丙类高层仓库。

提示设计液氯库房的顶棚、墙面、地面和隔断内部装修材料的燃烧性能均应为 A 级。

5.根据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》第 7.1.5 条：疏散出口门、疏散走道、疏散楼梯等的净宽度应符合下列规定:1 疏散出口门、室外疏散楼梯的净宽度均不应小于 0.80m;2 住宅建筑中直通室外地面的住宅户门的净宽度不应小于 0.80m,当住宅建筑高度不大于 18m 且一边设置栏杆时,室内疏散楼梯的净宽度不应小于 1.0m,其他住宅建筑室内疏散楼梯的净宽度不应小于 1.1m;3 疏散走道、首层疏散外门、公共建筑中的室内疏散楼梯的净宽度均不应小于 1.1m;4 净宽度大于 4.0m 的疏散楼梯、室内疏散台阶或坡道，应设置扶手栏杆分隔为宽度均不大于 2.0m 的区段。

提示设计本项目建筑物疏散出口门净宽度均不应小于 0.80m。

6.根据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》第 7.1.5 条：在疏散通道、疏散走道、疏散出口处,不应有任何影响人员疏散的物体,并应在疏散通道、疏散走道、疏散出口的明显位置设置明显的指示标志。疏散通道、疏散走道、疏散出口的净高度均不应小于 2.1m。疏散走道在防火分区分隔处应设置疏散门。

提示设计在疏散通道、疏散走道、疏散出口处,不应有任何影响人员疏散的物体,并应在疏散通道、疏散走道、疏散出口的明显位置设置明显的指示标志。疏散通道、疏散走道、疏散出口的净高度均不应小于 2.1m。

7.根据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》第 7.1.6 条：除设置在丙、

丁戊类仓库首层靠墙外侧的推拉门或卷帘门可用于疏散门外,疏散出口门应为平开门或在火灾时具有平开功能的门,且下列场所或部位的疏散出口门应向疏散方向开启:1 甲、乙类生产场所;2 甲乙类物质的储存场所;3\_平时使用的人民防空工程中的公共场所;4 其他建筑中使用人数大于 60 人的房间或每门的平均疏散人数大于 30 人的房间;5 疏散楼梯间及其前室的门;6 室内通向室外疏散楼梯的门。

提示设计液氯库房疏散出口门应为平开门或在火灾时具有平开功能的门。

8.根据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》第 7.1.8 条:室内疏散楼梯间应符合下列规定:1 疏散楼梯间内不应设置烧水间、可燃材料储藏室、垃圾道 2 疏散楼梯间内不应设置或穿过甲、乙、丙类液体管道。

提示设计生产辅助用房疏散楼梯间内不应设置烧水间、可燃材料储藏室、垃圾道,疏散楼梯间内不应设置或穿过甲、乙、丙类液体管道。

9.根据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》第 7.2.3 条:占地面积大于  $300\text{m}^2$  的地上仓库,安全出口不应少于 2 个;建筑面积大于  $100\text{m}^2$  的地下或半地下仓库,安全出口不应少于 2 个。仓库内每个建筑面积大于  $100\text{m}^2$  的房间的疏散出口不应少于 2 个。

提示设计液氯库房建筑面积  $695.90\text{m}^2$ ,安全出口数量应不少于 2 个。硫磺库房建筑面积  $225\text{m}^2$ ,房间的疏散出口不应少于 2 个。

10.根据 GB55037-2022《建筑防火通用规范》第 2.2.3 条:除有特殊要求的建筑和甲类厂房可不设置消防救援口外,在建筑的外墙上应设置便于消防救援人员出入的消防救援口,并应符合下列规定:沿外墙的每个防火分区在对应消防救援操作面范围内设置的消防救援口不应少于 2 个;无外窗的建筑应每层设置消防救援口,有外窗的建筑应自第三层起每层设置消防救援口;消防救援口的净高度和净宽度均不应小于  $1.0\text{m}$ ,当利用门时,净宽度不应小于  $0.8\text{m}$ ;消防救援口应易于从室内和室外打开或破拆,采用玻璃窗时,应选用安全玻璃;5 消防救援口应设置可在室内和室外识别的

永久性明显标志。

提示设计和建设单位厂房和仓库外墙上应设置可供消防救援人员进入的窗口。

11.根据 GB/T 50046-2018 《工业建筑防腐蚀设计标准》第 5.1.12 条：支撑在地面上的钢构件，应设置耐腐蚀的底座。

提示设计支撑在地面上的钢构件，应设置耐腐蚀的底座。

12.根据 GB/T 50046-2018 《工业建筑防腐蚀设计标准》第 5.1.12 条：建筑物或构筑物局部受腐蚀性介质作用时，应采取局部防护措施。

提示设计本项目受腐蚀的场所应采取局部防护措施。

#### 10.2.2 生产过程的安全对策措施及建议

1.依据《国家安全监管总局住房城乡建设部关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》（安监总管三〔2013〕76号）涉及“两重点一重大”的建设项目，必须在基础设计阶段开展 HAZOP 分析。

2.根据《盐化工业劳动安全技术规程》QB2170-1995 第 4.5.2 条，为生产需要设置的坑、沟、池应有牢固的盖板或围栏、围墙。临时设置的坑、沟、池应有明显的安全标志，夜间应设红色警示灯。

提示设计，生产装置区内的设置的坑、沟、池应有牢固的盖板或围栏、围墙。

3.根据 HG/T 20546.2-2009 《化工装置设备布置设计规定 第 2 部分 设计工程规定》第 3.4.4 条：装置内的操作通道一般宽度为 800-1000mm。不常通行的局部地方最小为 650mm。

提示设计装置内操作通道的宽度。

4.根据 HG/T 20546.2-2009 《化工装置设备布置设计规定 第 2 部分 设计工程规定》第 4.1.3 条：平台周围应设置栏杆，除平台的入口处外，平台边缘及平台开口的周围应设踢脚板。

提示设计平台周围应设置栏杆，除平台的入口处外，平台边缘及平台开口的周围应设踢脚板。

5.根据 HG/T 20546.5-2009 《化工装置设备布置设计规定 第 5 部分 设计技术规定》第 2.2.4 条：泵的基础而宜高出地面 300mm。最小不得小于 150mm;在泵吸入口前安装过滤器时,泵基础高度应考虑过滤器能方便清洗和拆装。

提示设计泵的基础应按要求设置。

6.根据 HG 20571-2014 《化工企业安全卫生设计规范》第 5.2.2 条，化工装置内各类散发热量的设备、管道应采取有效的隔热措施。

提示设计散发热量的设备、管道应采取有效的隔热措施。

7.根据 HG/T20643-2012 《化工设备基础设计规定》第 3.0.2 条：设备基础应采用素混凝土或钢筋混凝土结构。

提示设计设备基础材质。

8.根据 HG/T20643-2012 《化工设备基础设计规定》第 3.0.4 条：室外设备基础高出地面不宜小 200mm，设备基础埋深不应小于 0.6m。

提示设计设备基础高度和基础埋深。

9.根据 HG/T20643-2012 《化工设备基础设计规定》第 4.0.3 条：机泵类设备基础宜采用块状基础。

提示设计机泵类设备基础宜采用块状基础。

10.根据 GB11984-2008 《氯气安全规程》第 3.11 条：用氯设备(容器、反应罐、塔器等)设计制造,应符合压力容器有关规定。液氯管道的设计、制造、安装、使用应符合压力管道的有关规定：

- 1) 氯气系统管道应完好,连接紧密,无泄漏;
- 2) 用氯设备和氯气管道的法兰垫片应选用耐氯垫片;
- 3) 用氯设备应使用与氯气不发生化学反应的润滑剂;
- 4) 液氯气化器、贮罐等设施设备的压力表、液位计、温度计,应装有带远传报警的安全装置。

提示设计用氯设备和氯气管道的法兰垫片应选用耐氯垫片，液氯气化器、贮罐等设施设备的压力表、液位计、温度计,应装有带远传报警的安全

装置。

11.根据 HG 20571-2014《化工企业安全卫生设计规范》第 5.6.1 条：设计具有化学灼伤危害物质的生产过程时,应合理选择流程、设备和管道结构及材料,防止物料外泄或喷溅。

提示设计腐蚀性液体管道法兰处应设防喷溅罩。

12.根据 T/CCASC1003-2021《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》第 4.1.8 条：涉氯的传动设备轴封应采用零泄漏结构。

提示设计涉氯的传动设备轴封应采用零泄漏结构。

13.根据 AQ3014-2008《液氯使用安全技术要求》第 6.2.6.1 条采用自动调节阀的工艺管道，应设手动紧急切断阀，保障安全。

提示设计采用自动调节阀的液氯管道、氯气管道，应设手动紧急切断阀。

14.根据 GB/T 20801.2-2020《压力管道规范 工业管道 第 2 部分：材料》第 6.2 条：碳素结构钢的使用限制应符合下列各项规定:不得用于 GC1 级管道组成件。

提示设计液氯、氯气管道的材质。

15.根据 GB/T 20801.6-2020《压力管道规范 工业管道 第 6 部分：安全防护》第 7.4.6 条：进出装置的可燃、有毒物料管道,应在界区边界处设置切断阀,并在装置侧设“8”字盲板,以防止发生火灾时相互影响。

提示设计车间进出装置的有毒物料管道，应在界区边界处设置切断阀,并在装置侧设“8”字盲板。

16.根据 HG/T20508-2014《控制室设计规范》第 3.3.8 条：机柜室内的机柜宜按照功能相近、方便配线的原则布置,应满足下列要求:1 安全栅柜、端子柜、继电器柜宜靠近信号电缆入口侧布置;2 配电柜应布置在靠近电源电缆入口侧；3 应避免机柜室连接电缆过多交叉。

提示设计控制室机柜间机柜按上述要求设置。

17.根据 HG/T20508-2014《控制室设计规范》第 3.3.9 条：操作室面积

应按下列规定确定:1 对具有两个操作站的操作室,面积宜为 40m<sup>2</sup>~50m<sup>2</sup>;每增加一个操作站,面积可增加 5.0m<sup>2</sup>~8.0m<sup>2</sup>, 并可根据所布置的设备数量及布置方式等进行调整。2 操作站正面距墙(柱)的净距离宜为 3.5m~5.0m;操作站背面距墙(柱)的净距离宜为 1.5m~2.5m;操作站侧面距墙(柱)的净距离宜为 2.0m~2.5m;多排操作站之间的净距离不宜小于 2.0m。3 当设置大屏幕显示器时,操作站背面距大屏幕的水平净距离不宜小于 3.0m。

提示设计操作室面积按要求设置,操作站与墙柱间距按要求设置。

18.根据 HG/T20508-2014《控制室设计规范》第 3.3.10 条:机柜室面积应根据机柜的尺寸及数量确定,并符合下列规定:1 成排机柜之间净距离宜为 1.6m~2.0m; 2 机柜距墙(柱)净距离宜为 1.6m~2.5m。

提示设计机柜室内机柜之间间距、机柜与墙柱净距应按要求设置。

19.根据 HG/T20508-2014《控制室设计规范》第 3.4.7 条:操作室、工程师室地面宜采用不易起灰尘的防静电、防滑建筑材料,也可采用活动地板;机柜室宜采用活动地板。活动地板应符合下列规定:1 应采用普通型或重型活动地板; 2 活动地板应具有防静电、防火、防水性能; 3 活动地板均布荷载不应小于 23000N/m<sup>2</sup>;4 活动地板表面平面度不应大于 0.6mm;活动地板面距离基础地面高度不宜小于 0.3m;7 活动地板的基础地面应为不易起灰尘的建筑材料。

提示设计控制室内操作室、工程师室、机柜间地板应采用活动地板,地板具有防静电、防火、防滑性能,地板距离基础底面高度不应小于 0.3m。

20.根据 HG/T20508-2014《控制室设计规范》第 3.4.8 条:控制室活动地板的基础地面与室外地面高差不应小于 0.3m;当位于附加 2 区时,控制室的活动地板基础地面应高于室外地面,且高差不应小于 0.6m。

提示设计控制室活动地板的基础地面与室外地面高差不应小于 0.3m。

21.根据 HG/T20508-2014《控制室设计规范》第 3.4.10 条:控制室除空调机室以外的区域应做吊顶,并应符合下列规定:1 操作室、工程师室吊顶距地面的净高不宜小于 3.0m;2 机柜室吊顶距活动地板的净高不宜小于 2.8m;3

中心控制室内操作室吊顶距地面的净高不宜小于 3.3m。

提示设计控制室内吊顶与地面间距应按上述要求设置。

22.根据 HG/T 20511-2014 《信号报警及联锁系统设计规范》第 4.11.4 条，紧急停车按钮应采用红色蘑菇头按钮，并带防护罩。

提示设计紧急停车按钮应采用红色蘑菇头按钮，并带防护罩。

23.根据 HG/T 20573-2012 《分散型控制系统工程设计规范》第 4.2.2 条：DCS 与 SIS 联用方案，应采用下列职责分工与相互连/联结方式：DCS 负责工艺参数监控与非安全性工艺联锁功能，SIS 负责生产安全联锁功能；采用硬接线方式向 SIS 传递安全数据；采用约定的通信协议与 SIS 实现通信。

提示设计 DCS 采用硬接线方式向 SIS 传递安全数据，DCS 采用约定的通信协议与 SIS 实现通信。

24.根据 SH/T3082-2019 《石油化工仪表供电设计规范》第 7.2.7 条：现场仪表 220VAC 供电应采用三芯绝缘电源线，电源线与其它信号线应采取隔离措施分开敷设。

提示设计现场仪表 220VAC 供电应采用三芯绝缘电源线，电源线与其它信号线应采取隔离措施分开敷设。

25.根据 HG/T20510-2014 《仪表供气设计规范》第 4.2.1 条：根据设计中气动仪表的选型要求，可供选用的气源装置送至装置各界区的压力范围宜为:500kPa(G)~700kPa(G)。规定的压力下限值为气源装置送至装置各界区的最低压力,若低于此规定值时,应设置声光报警并采取相应安全措施。

提示设计，应设置仪表空气压力低于 0.5MPa 的声光报警并采取安全措施。

26.根据 HG/T20510-2014 《仪表供气设计规范》第 6.1.2 条：控制室内应设有供气系统的监视与报警仪表，应设有气源总管压力指示和压力低限报警。

提示设计控制室内应设有供气系统的监视与报警仪表，应设有气源总

管压力指示和压力低限报警。

27.根据 HG/T20510-2014《仪表供气设计规范》第 7.2.1 条：当供气系统需要在供气总管或干管引出气源时，取源部位应设在水平管道的上方，并应在取源部位接管处安装气源截止阀。

提示设计当供气系统需要在供气总管或干管引出气源时，取源部位应设在水平管道的上方，并应在取源部位接管处安装气源截止阀。

28.根据 GB 50093-2013《自动化仪表工程施工及质量验收规范》第 6.2.13 条：现场接线箱的安装应符合下列规定：

- (1) 周围环境温度不宜高于 45℃；
- (2) 到各检测点的距离应适当，箱体中心距操作地面的高度宜位 1.2~1.5m
- (3) 不应影响操作、通行和设备维修；
- (4) 接线箱应密封并标明编号，箱内接线应标明线。

提示设计现场接线箱应按上述要求设置。

29.按照 GB50019-2015《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》第 6.4.6 条：根据作业场所设置有毒气体或有爆炸危险气体检测及报警装置时，事故通风装置应与报警装置连锁。

提示设计有毒气体探测器与事故风机连锁。

30.根据 GB/T 50493-2019 第 6.1.2 条，检测比空气重的可燃气体或有毒气体时，探测器的安装高度宜距地坪（或楼地板）0.3m~0.6m；

提示设计，氯气和二氧化硫比空气重，有毒气体探测器的安装高度宜距地坪 0.3m~0.6m。

31.根据 GB/T 50493-2019 第 4.2.1/4.2.2 条，释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域内，有毒气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 4m。释放源处于封闭式厂房或局部通风不良的半敞开厂房内。有毒气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 2m。

提示设计，氯气和二氧化硫释放源位于露天或敞开式厂房布置的设备区域内，其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 4m。释放源处于封闭式厂房或局部通风不良的半敞开厂房内。探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 2m。

### 10.2.3 储运过程的安全对策措施及建议

1.根据 GB 50351-2014《储罐区防火堤设计规范》第 3.1.7 条：每一储罐组的防火堤、防护墙应设置不少于 2 处越堤人行踏步或坡道，并应设置在不同方位上。隔堤、隔墙应设置人行踏步 或坡道。

提示设计防火堤应设 2 处人行踏步。

2.根据 GB 50351-2014《储罐区防火堤设计规范》第 3.3.5 条储存酸、碱等腐蚀性介质的储罐组内的地面应做防腐蚀处理。第 4.2.2 条：储存酸、碱等腐蚀性介质的储罐组，防火堤堤身内侧应做防腐蚀处理。

提示设计，液碱和硫酸储罐组内的地面、防火堤堤身内侧应做防腐蚀处理。

3.根据 GB 50351-2014《储罐区防火堤设计规范》第 3.3.6 条，防火堤、防护墙内场地应设置集水设施，并应设置可控制开闭的排水设施。

提示设计，液碱和硫酸储罐组内场地应设置集水设施，并应设置可控制开闭的排水设施。

4.根据 GB50984-2014 第 4.4.8 条，毒性液体和腐蚀性液体储罐组的布置应符合下列要求：不宜布置在人流较多的道路或主要生产设施的附近；罐组应设防护堤,堤内的有效容积不应小于罐组内 1 个最大储罐的容积；立式储罐至防护堤内堤脚线的距离不应小于罐壁高度的一半。

提示设计，液碱和硫酸储罐组防护堤内的有效容积不应小于罐组内 1 个最大储罐的容积；立式储罐至防护堤内堤脚线的距离不应小于罐壁高度的一半。

5.根据 SH/T 3007-2014《石油化工储运系统罐区设计规范》第 5.4.1 条：容量大于 100m<sup>3</sup> 的储罐应设液位连续测量远传仪表。

提示设计，容量大于 100m<sup>3</sup> 的储罐应设液位连续测量远传仪表。

6.根据《石油化工储运系统罐区设计规范》SH/T 3007-2014 第 5.3.10 条：储罐的主要进出口管道，应采用柔性连接方式，并应满足地基沉降和抗震要求。

提示设计，储罐进出口管道，应采用柔性连接方式。

7.根据《石油化工储运系统罐区设计规范》SH/T 3007-2014 第 5.3.6 条：对于腐蚀性介质，必须用耐腐蚀的阀门。

提示设计，酸碱储罐进出口管道阀门，应采用耐腐蚀的阀门。

8.根据《石油化工储运系统罐区设计规范》SH/T 3007-2014 第 5.2.4 条：酸、碱等腐蚀性介质的储罐罐顶附件，应设置在平台附近。

提示设计，酸碱储罐罐顶附件，应设置在平台附近。

9.根据《石油化工储运系统泵区设计规范》SH/T 3014-2012 第 4.3.1 条：泵区宜地上布置。泵区地上布置时其地面宜高出周围地坪 200mm 以上。除液化烃、液氨外的露天泵站周围应设围堰，围堰高度宜为 150mm。

提示设计，酸碱输送泵地面宜高出周围地坪 200mm 以上。且泵区周围应设围堰，围堰高度宜为 150mm。

10.参考《石油化工设备和管道绝热工程设计规范》SH/T 3010-2013(2017)第 5.2 条，b) 工艺生产中需要减少介质的温度降或延迟介质凝结的部位应采取保温措施。

提示设计，98%硫酸的凝固点 0.7℃，32%氢氧化钠溶液的凝固点 5.4℃，冬季储罐和管线应采取加热保温措施。

11.根据《化工企业安全卫生设计规范》HG 20571-2014 第 5.6.5 条：具有化学灼伤危险的作业场所,应设计洗眼器、淋洗器等安全防护措施,淋洗器、洗眼器的服务半径应不大于 15m。

提示设计有化学灼伤危险的作业场所，应设计洗眼器、淋洗器等安全防护措施,淋洗器、洗眼器的服务半径应不大于 15m。

12.根据 GA 1511-2018《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》

第 7.2 条：封闭式、半封闭式储存场所出入口应设置防火门，门应向疏散方向开启。

提示设计硫磺仓库应设防火门，门应向疏散方向开启。

13.根据 GA 1511-2018《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》第 8.1.2 条：封闭式、半封闭式、露天式储存场所出入口应安装入侵报警装置、出入口控制装置和视频监控装置，监视和回放图像应能清晰辨别进出场所人员的面部特征和物品出入场所交接情况。

提示设计硫磺仓库出入口应安装入侵报警装置、出入口控制装置和视频监控装置。

14.根据 GA 1511-2018《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》第 8.1.8 条：封闭式、半封闭式、露天式储存场所的周界、出入口等区域或部位应安装电子巡查装置。

提示设计硫磺仓库周界、出入口等区域或部位应安装电子巡查装置。

15.根据 GB15603-2022《危险化学品仓库储存通则》第 6.2.2 条：除 200L 及以上的钢桶、气体钢瓶外,其他包装的危险化学品不应直接与地面接触，垫底高度不小于 10 cm。

提示设计，硫磺库房袋装硫磺不应直接与地面接触，垫底高度不小于 10 cm。

16.根据《固体工业硫磺储存输送设计规范》SH/T 3175-2013 第 13.4.1.9 条，圆形料场、矩形料场、露天堆场、袋装仓库出口 15m 范围内应设置洗眼器。

提示设计，硫磺仓库出口 15m 范围内应设置洗眼器。

17.根据《固体工业硫磺储存输送设计规范》SH/T 3175-2013 第 4.3.2 条，a 包装厂房、转运站、火车装车楼、栈桥等建构物的楼地面和楼板、平台面层，袋装仓库、圆形料场、矩形料场、露天堆场的地面应为不发火花面层；面层材料宜采用耐磨和耐腐蚀的涂料。c 建筑、结构应按 GB 50046 的有关规定进行防腐蚀设计。其中，环境介质对建筑、结构长期作

用下的腐蚀性等级不应低于下列要求：1）直接接触硫磺料堆的结构的腐蚀性应按中等腐蚀等级确定；2）硫磺料堆表面以上结构的腐蚀性可按弱腐蚀等级确定。

提示设计：硫磺仓库应采用不发火花面层。建筑、结构应按 GB50046 的有关规定进行防腐蚀设计

18.根据 T/CCASC1003-2021《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》第 4.4.4 条：每台液氯贮罐应符合下列要求：a)进出口管线应设置手动双阀。b)进出口管线应设置紧急切断遥控阀。c)应设置安全阀，安全阀前应设置爆破片，爆破片和安全阀之间应设置压力检测。安全阀放空管线应引至吸收装置。d)应设置就地和远传压力检测。e)液位应设置就地和远传两种检测，且采用不同测量原理的液位检测仪表，远传液位计应采用不与介质接触的防泄漏型。f) 贮槽装料系数应小于或等于  $1.2 \text{ t/m}^3$ 。

提示设计每台液氯贮罐应符合下列要求：a)进出口管线应设置手动双阀。b)进出口管线应设置紧急切断遥控阀。c)应设置安全阀，安全阀前应设置爆破片，爆破片和安全阀之间应设置压力检测。安全阀放空管线应引至吸收装置。d)应设置就地和远传压力检测。e)液位应设置就地和远传两种检测，且采用不同测量原理的液位检测仪表，远传液位计应采用不与介质接触的防泄漏型。f) 贮槽装料系数应小于或等于  $1.2 \text{ t/m}^3$ 。

19.根据 T/CCASC1003-2021《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》第 4.4.7 条：液氯贮槽厂房的设置应符合下列要求：a)采用封闭结构，厂房各门口处设置门槛，使液氯贮槽厂房形成围堰。b) 门槛高度应满足容积大于单台最大液氯贮槽的公称容积的要求，且至少应高于室内地坪 300mm 以上。或在液氯贮槽周围设置围堰，围堰容积不应小于单台液氯贮槽的容积，且围堰高度不低于 300 mm。c)在厂房内应设置固定式事故氯捕集系统(吸风口)，也可以设置移动式负压软管吸风罩。d)厂房内严禁配备水(或碱液)喷淋系统，可在厂房外窗、门等不密闭区域配备水(或碱液)喷淋系统。e)厂房的门窗设计应符合发生液氯泄漏时能够迅速关闭形成密闭状态的要

求，可采用手动或自动方式。如采用卷帘门、自动开关门窗等对厂房实行密闭操作时，应选择外置式，其门体、机械部分和电气部件应选用具有耐腐蚀、防潮、防水功能的，且应采用防止卷帘门和自控装置因各种原因失效的措施。f)厂房地坪应设置一定的坡度(0.3%~0.6%)，在地面低洼处设置液氯收集池或碱液中和池(也可以隔墙设置)。

提示设计液氯贮槽厂房应按上述要求设置。

20.根据 HG/T30025-2018《液氯生产安全技术规范》第 9.1 条：贮罐输出和输入管道应分别设置两个截止阀门和紧急切断装置，定期检查，确保正常。

提示设计液氯贮罐输出和输入管道应分别设置两个截止阀门和紧急切断装置。

21.根据 GA1002-2012《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》第 5.2.2 条：存入场所(部位)的防盗安全门应符合 GB17565 的要求，其防盗安全级别为乙级(含)以上；防盗锁应符合 GA/T73 的要求；防盗保险柜应符合 GB10409 的要求。

提示设计液氯库房防盗安全门应为乙级以上。

22.根据 GA1002-2012《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》第 5.2.4 条：一、二级风险的库房墙壁应采用混凝土或实心砖墙建造，墙壁厚度应不小于 250mm，顶部应采用现浇钢筋混凝土或钢筋混凝土楼板建造，厚度不小于 160mm。

提示设计液氯库房墙壁应采用混凝土或实心砖墙建造，墙壁厚度应不小于 250mm，顶部应采用现浇钢筋混凝土或钢筋混凝土楼板建造，厚度不小于 160mm。

23.根据 GA1002-2012《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》第 5.4 条：库区应设视频监控系统、入侵报警系统、出入口控制系统、电子巡查系统。

提示设计库区应设视频监控系统、入侵报警系统、出入口控制系统、

电子巡查系统。

24.根据 T/CCASC1003-2021《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》第 4.7.2 条：液氯气化器气化输出氯气，应符合以下基本要求：a)液氯气化宜采用管式气化器，不应采用釜式气化器。b)气化器加热介质宜采用热水或蒸汽，不得采用其他有机介质的热载体。c) 气化器内液氯气化控制温度范围应不小于 71℃，且不大于 121℃。

提示设计液氯汽化器内液氯气化控制温度范围应不小于 71℃，且不大于 121℃，热水控制温度 75~85℃。

25.根据 T/CCASC1003-2021《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》第 4.7.2 条：管式气化器本体宜设气化温度和液氯流量(液位)控制。

提示设计管式气化器本体应设气化温度和液氯流量(液位)控制。

26.依据 T/CCASC 1003-2021 第 4.7.3 条，液氯气化过程控制和气化器设计，应符合以下基本要求：c 管壳式（浮头结构、立式）气化器设计和使用应满足液氯全气化，壳程液氯容积不宜过大，不应有液氯死角和潜在三氯化氮富集的部位。d 管式气化器管程、管壳式气化器壳层钢材质应耐低温-40℃以及满足加热介质最高温度的要求，管壳式外套管材质宜选用蒙乃尔合金或 16Mn(见 GB/T 6479)。

提示设计，管式气化器管程、管壳式气化器壳层钢材质应耐低温-40℃以及满足加热介质最高温度的要求，管壳式外套管材质宜选用蒙乃尔合金或 16Mn(见 GB/T 6479)。

27.依据 T/CCASC 1003-2021 第 4.8.1 条，c.厂区内液氯管道不应埋地安装，不宜安装在地下管沟。需走地下管沟时，进入管沟的管道应采用双层套管(外套管)。e.为了防止过往车辆、船只等对液氯输送管道造成影响，液氯输送管道在跨越园区公共道路、河流处时应保证跨路、跨河处的管架净空高度，公共道路管架净空高度不应低于 6 m，厂内跨路处、跨河处管架净空高度不应低于 5 m。f.跨过道路的管架应设防撞装置，如防撞墩、限高栏杆。限高栏杆应有限高标识并与管架保持一致。

提示设计，厂区内液氯管道不应埋地安装，不宜安装在地下管沟。需走地下管沟时，进入管沟的管道应采用双层套管(外套管)。厂内跨路处处管架净空高度不应低于 5 m。跨过道路的管架应设防撞装置，如防撞墩、限高栏杆。限高栏杆应有限高标识并与管架保持一致。

28.根据 AQ3036-2010《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》第 4.2.7 条：罐区应实时监测风速、风向、环境温度等参数。

提示设计在液氯库房外设置能实时监测风速、风向、环境温度的设施。

29.根据 AQ3036-2010《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》第 4.3.2 条：液位报警高低位至少各设置一级，报警阈值分别为高位限和低位限。

提示设计液氯储罐液位应至少设高限报警和低限报警。

30.根据 AQ3036-2010《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》第 4.3.3 条：压力报警高限至少设置两级，第一级报警阈值为正常工作压力的上限，第二级为容器设计压力的 80%，并应低于安全阀设定值。

提示设计液氯储罐应设压力高限报警和高高限报警。

31.根据 AQ3036-2010《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》第 5.3 条：自动控制装备应同时设置就地手动控制装置或手动遥控装置备用。就地手动控制装置应能在事故状态下安全操作。

提示设计液氯储罐的自动控制装备应同时设置就地手动控制装置或手动遥控装置备用。就地手动控制装置应能在事故状态下安全操作。

32.根据 AQ3036-2010《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》第 6.3.1 条：储罐应设置液位监测器，应具备高低位液位报警功能。

提示设计液氯储罐液位应至少设高限报警和低限报警。

33.根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》第十三条：重大危险源配备温度、压力、液位、流量、组份等信息的不间断采集和监测系

统以及可燃气体和有毒有害气体泄漏检测报警装置，并具备信息远传、连续记录、事故预警、信息存储等功能；一级或者二级重大危险源，具备紧急停车功能。记录的电子数据的保存时间不少于 30 天；重大危险源的化工生产装置装备满足安全生产要求的自动化控制系统；一级或者二级重大危险源，装备紧急停车系统；对重大危险源中的毒性气体、剧毒液体和易燃气体等重点设施，设置紧急切断装置；毒性气体的设施，设置泄漏物紧急处置装置。涉及毒性气体、液化气体、剧毒液体的一级或者二级重大危险源，配备独立的安全仪表系统（SIS）；重大危险源中储存剧毒物质的场所或者设施，设置视频监控系统。

提示设计液氯库房的液氯储罐应紧急切断系统，记录的电子数据的保存时间不少于 30 天。

34.根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》第十八条：危险化学品单位应当在重大危险源所在场所设置明显的安全警示标志，写明紧急情况下的应急处置办法。

提示设计应在液氯库房外设置重大危险源告知牌。

35.根据《应急管理部办公厅关于印发危险化学品企业重大危险源安全包保责任制办法（试行）的通知》（应急厅〔2021〕12号）第七条：危险化学品企业应当在重大危险源安全警示标志位置设立公示牌，写明重大危险源的主要负责人、技术负责人、操作负责人姓名、对应的安全包保职责及联系方式，接受员工监督。

应在液氯库房外设安全包保责任公示牌，写明重大危险源的主要负责人、技术负责人、操作负责人姓名、对应的安全包保职责及联系方式。

36.依据 GB50316-2000 (2008 年版) 8.3.3，大直径薄壁管道深埋时，应满足在土壤压力下的稳定性及刚度要求。

提示设计，输卤管线深埋时，应满足在土壤压力下的稳定性及刚度要求。

37.依据 GB50316-2000 (2008 年版) 8.3.4，从道路下面穿越的管道，其

顶部至路面不宜小于 0.7m。

提示设计，输卤管线从道路下面穿越的管道，其顶部至路面不宜小于 0.7m。

38.依据 GB50316-2000 (2008 年版)8.3.9，设有补偿器、阀门及其他需维修的管道组成件时，应将其布置在符合安全要求的井室中，井内应有宽度大于或等于 0.5m 的维修空间。

提示设计，输卤管线设有补偿器、阀门及其他需维修的管道组成件时，应将其布置在符合安全要求的井室中，井内应有宽度大于或等于 0.5m 的维修空间。

39.依据《工业金属管道设计规范》GB50316-2000 (2008 年版) 8.3.1，输回卤管道距道路边缘应大于 0.8-1m。

提示设计，输回卤管道距道路边缘应大于 0.8-1m。

#### 10.2.4 公用工程单元安全对策措施及建议

1.根据 T/CCASC 1003-2021 第 4.4.8 条，液氯贮槽泄漏事故氯装置应符合下列要求：e)电气设备如循环泵、事故氯风机等应达到一级负荷中特别重要的负荷要求。

提示设计，《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》（T / CCASC 1003-2021）针对氯碱生产企业，海晶科技公司属于氯气使用单位，建议可参照该规范对事故风机和事故碱泵按照一级负荷中特别重要负荷进行供电。

2.根据 GB50053-2013《20kV 及以下变电所设计规范》第 4.2.6 条：配电装置的长度大于 6m 时，其柜（屏）后通道应设两个出口，当低压配电装置两个出口间的距离超过 15m 时应增加出口。

提示设计配电装置的长度大于 6m 时，其柜（屏）后通道应设两个出口，当低压配电装置两个出口间的距离超过 15m 时应增加出口。

3.根据 GB50053-2013《20kV 及以下变电所设计规范》第 4.2.7 条：高压配电室内成排布置的高压配电装置，其各种通道的最小宽度，应符合表 4.2.7 的规定。

提示设计配电室内高压配电装置各种通道的最小宽度应按上述要求执行。

4.根据 GB50054-2011《低压配电设计规范》第 4.2.5 条：当防护等级不低于现行国家标准《外壳防护等级代码》GB 4208 规定的 IP2X 级时，成排布置的配电屏通道最小宽度应符合表 4.2.5 的规定。

提示设计配电室内低压配电柜各种通道的最小宽度应按上述要求执行。

5.根据 GB50053-2013《20kV 及以下变电所设计规范》第 6.2.4 条：变压器室、配电室、电容器室等应设置防止雨雪和蛇、鼠类小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等进入室内的设施。

提示设计配电室门口应设挡鼠板，窗户应设防雀网，配电室墙上孔洞应封堵。

6.根据 GB50053-2013《20kV 及以下变电所设计规范》第 6.2.2 条：变压器室、配电室、电容器室的门应向外开启。

提示设计配电室门应向外开启。

7.根据 GB50057-2010《建筑物防雷设计规范》第 4.3.8 条：1 在电气接地装置与防雷接地装置共用或相连的情况下，应在低压电源线路引入的总配电箱、配电柜处装设 I 级试验的电涌保护器，其相关参数的取值应符合本章第 4.2.4 条 8 款的规定。

提示设计低压配电柜处应设电涌保护器。

8.根据 GB50054-2011《低压配电设计规范》第 5.2.3 条：电气装置的外露可导电部分，应与保护导体相连接。

提示设计电气装置的外露可导电部分，应与保护导体相连接。

9.根据 GB50016-2014《建筑设计防火规范（2018 年版）》第 10.3.4 条：疏散照明灯应设置在出口的顶部，墙面的上部或顶棚上，备用照明应设置在墙面的上部或顶棚上。

提示设计疏散照明灯应设置在出口的顶部，墙面的上部或顶棚上，备用照明应设置在墙面的上部或顶棚上。

10.根据 GB51309-2018《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》第 3.8.2 条：系统备用照明的设计应符合下列规定：

（1）备用照明灯具可采用正常照明灯具，在火灾时应保持正常的照度；

（2）备用照明灯具应由正常照明电源和消防电源专用应急回路互投后供电。

提示设计备用照明系统按上述要求设置。

11.根据 SH/T3200-2018《石油化工腐蚀环境电力设计规范》第 5.1.10 条：腐蚀环境的电气设施应根据环境类别，按表 5.1.10-1 和表 5.1.10-2 的要求选择。

提示设计本项目腐蚀性环境的电气设备选型要上述要求执行。

12.根据 SH/T3200-2018《石油化工腐蚀环境电力设计规范》第 6.3.2 条：腐蚀环境中的照明灯具，检修插座、现场控制箱等小型电气设备，应安装在牢固的构件或构筑物上。

提示设计腐蚀环境中的照明灯具，检修插座、现场控制箱等小型电气设备，应安装在牢固的构件或构筑物上。

13.根据 GB50054-2011《低压配电设计规范》第 6.2.1 条：配电线路的短路保护电器，应在短路电流对导体和连接处产生的热作用和机械作用造成危害之前切断电源，第 6.3.1 条：配电线路的过负荷保护，应在过负荷电流引起的导体温升对导体的绝缘、接头、端子或导体周围的物质造成损害之前切断电源。

提示设计短路保护电器设计应符合上述要求。

14.根据 GB50054-2011《低压配电设计规范》第 6.2.2 条：变压器室、配电室、电容器室的门应向外开启。相邻配电室之间有门时，应采用不燃材料制作的双向弹簧门。

提示设计相邻配电室之间有门时，此门应该双向开启。

15.根据 GB50058-2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.2.1 条、

第 5.2.2 条、第 5.2.3 条：气体、蒸气、粉尘分级与电气设备类别的关系应符合表 5.2.3-1 的规定；II 类电气设备的温度组别、最高表面温度和气体、蒸气引燃温度之间的关系应符合表 5.2.3-2 的规定。

提示设计硫磺仓库、燃硫车间等存在硫磺粉尘的场所，电气设备选型应按防爆设备选型。

16.根据 GB 50054-2011《低压配电设计规范》第 4.2.1 条：落地式配电箱的底部宜抬高，高出地面的高度室内不应低于 50mm，室外不应低于 200mm；其底座周围应采取封闭措施，并应能防止鼠、蛇类等小动物进入箱内。

提示设计落地式配电箱的底部宜抬高，高出地面的高度室内不应低于 50mm，室外不应低于 200mm；其底座周围应采取封闭措施。

17.根据 GB 50054-2011《低压配电设计规范》第 5.1.1 条：带电部分应全部用绝缘层覆盖，其绝缘层应能长期承受在运行中遇到的机械、化学、电气及热的各种不利影响。

提示设计带电部分电缆应全部用绝缘层覆盖。

18.根据 GB 50054-2011《低压配电设计规范》第 7.1.2 条：配电线路的敷设环境，应符合下列规定：（1）应避免由外部热源产生的热效应带来的损害；（2）应防止在使用过程中因水的侵入或因进入固体物带来的损害；（3）应防止外部的机械性损害；（4）在有大量灰尘的场所，应避免由于灰尘聚集在布线上对散热带来的影响；（5）应避免由于强烈日光辐射带来的损害；（6）应避免腐蚀或污染物存在的场所对布线系统带来的损害；（7）应避免有植物和（或）霉菌衍生存在的场所对布线系统带来的损害；（8）应避免有动物的情况对布线系统带来的损害。

提示设计配电线路的敷设环境应符合上述规定。

19.根据 GB 50016-2014《建筑设计防火规范》（2018 年版）第 11.1.4 条：消防用电设备应采用专用的供电回路，当生产、生活用电被切断时，应仍能保证消防用电。其配电设备应有明显标志。

提示设计消防用电设备应采用专用的供电回路，其配电设备应有明显标志。

20.根据《石油化工装置防雷设计规范》（GB 50650-2011）第 4.2.4 条：易受直击雷击且在附近高大生产设备、框架和大型管架(已用作接闪器)等的防雷保护范围之外的下列设备，应另行设置接闪器：1 转动设备；2 不能作为接闪器的金属静设备；3 非金属外壳的静设备，第 4.2.6 条：防直击雷的引下线应符合下列规定：1 安置在地面上高大、耸立的生产设备应利用其金属壳体作为引下线；2 生产设备通过框架或支架安装时，宜利用金属框架作为引下线；3 高大炉体、塔体、桶仓、大型设备、框架等应至少使用两根引下线，引下线的间距不应大于 18m；4 在高空布置、较长的卧式容器和管道(送往火炬的管道)应在两端设置引下线，间距超过 18m 时应增加引下线数量；5 引下线应以尽量直的和最短的路径直接引到接地体去，应有足够的截面和厚度，并在地面以上加机械保护；6 利用柱内纵向主钢筋作为引下线时，柱内纵向主钢筋应采用箍筋绑扎或焊接。

提示设计防雷设计应参照 GB 50650-2011 相关规范进行设计。

21.根据 GB55037-2022 第 4.1.5 条，本项目柴油发电机房应符合下列规定：建筑内单间储油间的燃油储存量不应大于 1m<sup>3</sup>。油箱的通气管设置应满足防火要求，油箱的下部应设置防止油品流散的设施。储油间应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火隔墙与发电机间分隔。

22.根据 GB 50029-2014《压缩空气站设计规范》第 3.0.3 条：空气压缩机的吸气系统，应设置空气过滤器或空气过滤装置。

提示设计空气压缩机的吸气系统，应设置空气过滤器或空气过滤装置。

23.根据 GB 50029-2014《压缩空气站设计规范》第 3.0.5 条：空气压缩机吸气系统的吸气口宜布置在室外，并设有防雨设施。

提示设计空气压缩机吸气系统的吸气口宜布置在室外，并设有防雨设施。

24.根据 GB 50029-2014《压缩空气站设计规范》第 3.0.18 条：储气罐

上必须装设安全阀。储气罐与供气总管之间，应装设切断阀。

提示设计储气罐上必须装设安全阀。储气罐与供气总管之间，应装设切断阀。

25.依据 JGJ 91-2019 第 5.3.3 条，凡实验工作中会产生有毒有害气体、蒸气、粉尘等污染物的实验室，应设置通风柜或其他局部排风设备。

提示设计，实验室工作中会产生有毒有害气体、蒸气时，应设置通风柜或其他局部排风设备。

26.依据 JGJ 91-2019 第 5.3.3 条，使用强酸、强碱等有化学品危险隐患的实验室，应就近设置应急洗眼器及应急喷淋。

提示设计，实验室使用强酸、强碱，应就近设置应急洗眼器及应急喷淋。

27.根据 T/CCASC1003-2021 《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》第 4.4.8 条：液氯贮槽泄漏事故氯装置应符合下列要求：a) 新、改、扩建项目应独立设置(液氯充装产生的废气可以并入)，不应与电解事故氯、透平机密封气吸收装置及次氯酸钠生产装置共用；b) 具备 24 h 连续运行能力，碱液循环槽应“一用一备”；c) 吸收装置设手动和自动启动，自动启动与氯气泄漏探测报警器联锁，其启动联锁报警器数量和参数可根据实际情况设置；d) 碱液浓度应在线监控，以满足任何状态下的要求(新配制碱液的质量分数宜在 15%左右，换碱的质量分数不应低于 5%)；e) 电气设备如循环泵、事故氯风机等应达到一级负荷中特别重要的负荷要求；f) 宜使用双塔串联吸收工艺。依据《关于氯气安全设施和应急技术的指导意见》第四条，液氯仓库必须设置事故氯吸收（塔）装置，具备独立电源和 24 小时连续运行的能力，并与电解故障停车、动力电失电联锁控制；至少满足紧急情况下处理能力，吸收液循环槽具备切换、备用和配液的条件，保证热备状态或有效运行。

提示设计，液氯库房废气处理装置应按上述要求设置。

28.根据 HG 20571-2014 第 5.6.5 条，具有化学灼伤危险的作业场所，

应设计洗眼器、淋洗器等安全防护措施，淋洗器、洗眼器的服务半径应不大于 15m。

提示设计，废气处理装置附近应设置洗眼器、淋洗器等安全防护措施。

29.《废氯气处理处置规范》GB/T31856-2015 第 4.1.8.4 条，液碱储槽配备保温措施，应具备自控调节阀，与碱循环槽进行液位连锁控制，保证有足够的碱液供应，循环泵应配备用泵；大型吸收塔无害化气体放空管高度不应小于 25 并应高于现场建筑物或设备高度 2m 以上，不应无序排放。

提示设计，液氯库房废气处理装置的液碱储槽、循环泵应按上述要求设置。

30.根据 GB55036-2022《消防设施通用规范》第 3.0.8 条第 4 项：消防水池的水位应能就地和在消防控制室显示，消防水池应设置高低水位报警装置；

提示设计消防水池的水位应能就地和在消防控制室显示，消防水池应设置高低水位报警装置；

31.根据 GB50974-2014《消防给水及消火栓系统技术规范》第 8.2.4 条：埋地管道宜采用球墨铸铁管、钢丝网骨架塑料复合管和加强防腐的钢管等管材，室内、外架空管道应采用热浸锌镀锌钢管等金属管材。

提示设计埋地管道应采用球墨铸铁管、钢丝网骨架塑料复合管和加强防腐的钢管等管材，室内、外架空管道应采用热浸锌镀锌钢管等金属管材。

32.根据 GB55036-2022《消防设施通用规范》第 3.0.12 条：消防水泵控制柜应位于消防水泵控制室或消防水泵房内，其性能应符合下列规定：1 消防水泵控制柜位于消防水泵控制室内时，其防护等级不应低于 IP30；位于消防水泵房内时，其防护等级不应低于 IP55。2 消防水泵控制柜在平时应使消防水泵处于自动启泵状态。3 消防水泵控制柜应具有机械应急启泵功能，且机械应急启泵时，消防水泵应能在接受火警后 5min 内进入正常运行状态。

提示设计消防水泵控制柜按上述要求进行设置。

33.根据 GB50974-2014《消防给水及消火栓系统技术规范》第 7.3.9 条：当工艺装置区、储罐区、堆场等构筑物采用高压或临时高压消防给水系统时，消火栓的设置应符合下列规定：

（1）室外消火栓处宜配置消防水带和消防水枪；

（2）工艺装置休息平台等处需要设置的消火栓的场所应采用室内消火栓，并应符合本规范第 7.4 节的有关规定。

提示设计室外消火栓处宜配置消防水带和消防水枪；

34.根据 GB50974-2014《消防给水及消火栓系统技术规范》第 8.3.7 条：消防给水系统的室内外消火栓、阀门等设置位置，应设置永久性固定标识。

提示设计消防给水系统的室内外消火栓、阀门等设置位置，应设置永久性固定标识。

35.GB55036-2022《消防设施通用规范》第 10.0.1 条：灭火器的配置类型应与配置场所的火灾种类和危险等级相适应，并应符合下列规定：1 A 类火灾场所应选择同时适用于 A 类、E 类火灾的灭火器。2B 类火灾场所应选择适用于 B 类火灾的灭火器。B 类火灾场所存在水溶性可燃液体（极性溶剂）且选择水基型灭火器时，应选用抗溶性的灭火器；3C 类火灾场所应选择适用于 C 类火灾的灭火器；4D 类火灾场所应根据金属的种类、物态及其特性选择适用于特定金属的专用灭火器。5 E 类火灾场所应选择适用于 E 类火灾的灭火器。带电设备电压超过 1kV 且灭火时不能断电的场所不应使用灭火器带电扑救。6F 类火灾场所应选择适用于 E 类、F 类火灾的灭火器。7 当配置场所存在多种火灾时，应选用能同时适用扑救该场所所有种类火灾的灭火器。

提示设计配电室、控制室应设置干粉灭火器。

### 10.3 安全管理及应急方面对策措施

1.本项目属于危险化学品生产项目，本项目所属的公司应设置安全总监。

2.涉及氯气的危险岗位应当确定专人操作，禁止混岗、兼岗作业。

3.本项目液氯库房应当装配安全监测、监控系统和报警系统，实时进行监控，并与负有安全生产监督管理职责的部门的监控系统联网。

4. 本项目建成后，该公司应急预案应及时修订。

5. 在液氯库房、卸氯场所应设置一定数量的解氯药品并定期检查。

6.在液氯库房、卸氯场所应配备氯气捕消器。

7.在液氯库房应配备应急抢修器材和防护器材，并定期维护。

8.该公司应根据本项目的危害因素和危害风险，为作业人员配备符合国家标准或行业标准的个体防护装备。

9.应按照 GB/T 18664 进行呼吸防护用品的配备及管理。

10.应为作业人员配备适宜的头部防护、防护服装、手部防护和足部防护等个体防护装备。

11.其他建议：

（1）生产中的涉溴容器应采用搪玻璃或衬氟容器，输送泵采用无泄漏屏蔽泵。

（2）管线附件如阀门、栓塞、垫片等应采用搪玻璃、陶瓷和氟塑料等材质;法兰上应加防喷法兰罩。

## 11 评价结论

### 11.1 评价结果

根据国家相关法律、法规、标准、规范，运用安全检查表、预先危险性分析、危险度评价法及定量风险评价法等评价方法，对建设项目进行了安全评价。

#### 11.1.1 危险有害因素辨识结果

1.本项目在生产过程中涉及的液氯（序号：1381）、98%硫酸（序号：1302）、32%氢氧化钠溶液（序号：1669）、硫磺（序号：1290）、二氧化硫（序号：639）、溴化氢（序号：2401）、溴（序号：2361）均属于危险化学品。

本项目公用工程涉及的柴油（序号：1674）属于危险化学品。

本项目分析化验室涉及盐酸（31%）（序号：2507）、次氯酸钠溶液（15%）（序号：166）、硼酸（序号：1609）均属于危险化学品。

依据相关法规、标准，对建设项目涉及的物料进行如下分类：

（1）根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2011〕95号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12号），建设项目生产及储存过程中涉及的氯、二氧化硫属于重点监管危险化学品。

（2）根据《高毒物品目录》，氯属于高毒物品。

（3）根据《易制毒化学品管理条例》（国务院令 653、666、703号修改），国办函〔2014〕40号、国办函〔2017〕120号和国办函〔2021〕58号辨识，建设项目生产及储存过程中涉及的溴素属于第二类易制毒化学品，98%硫酸、32%盐酸属于第三类易制毒化学品。

（4）根据《易制爆危险化学品名录》（2017年版），建设项目生产及储存过程中涉及的硫磺属于易制爆化学品。

（5）根据《监控化学品管理条例》（国务院令 190号，国务院令

第 588 号修改）、《各类监控化学品名录》（中华人民共和国工业和信息化部令第 52 号）及《部分第四类监控化学品名录（2019 版）》，本项目生产及储存过程中不涉及监控化学品。

（6）根据《危险化学品目录》（2015 版），本项目液氯属于剧毒品。

（7）根据《特别管控危险化学品目录》（应急管理部 工业和信息化部 公安部 交通运输部公告 2020 年第 3 号），本项目生产及储存过程中涉及的氯属于特别管控危险化学品的有毒化学品。

2.根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）第 4.1.2 条，硫磺粉尘属于可燃性粉尘。本项目在硫磺的使用及储存过程可能产生硫磺粉尘，经辨识，硫磺库房、燃硫车间料仓构成爆炸危险区域。

3.根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116 号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3 号）等相关文件规定要求，建设项目不涉及重点监管危险化工工艺。

4.根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，储存单元中的液氯库房已构成三级危险化学品重大危险源。

根据对厂区内危险化学品罐区进行整体个人及社会风险模拟可知，建设项目所在的厂区个人及社会风险处于可接受区内，满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）相关规定，根据区域总体个人风险模拟结果图和区域总体社会风险模拟结果图，其风险均在可接受区内，为可以接受，具体数据详见本报告第 C6.7 节“C6.7 外部安全防护距离分析”，建设项目外部安全防护距离满足要求。

### 11.1.2 应重点防范的主要危险、有害因素

本项目应重点防范的主要危险、有害因素为中毒和窒息、灼烫、火灾。

### 11.1.3 应重视的安全对策措施

1.用氯设备和氯气管道的法兰垫片应选用耐氯垫片，液氯气化器、贮罐等设施的的压力表、液位计、温度计，应装有带远传报警的安全装置。

2.涉氯的传动设备轴封应采用零泄漏结构。

3.每台液氯贮罐应符合下列要求：a)进出口管线应设置手动双阀。b)进出口管线应设置紧急切断遥控阀。c)应设置安全阀，安全阀前应设置爆破片，爆破片和安全阀之间应设置压力检测。安全阀放空管线应引至吸收装置。d)应设置就地和远传压力检测。e)液位应设置就地和远传两种检测，且采用不同测量原理的液位检测仪表，远传液位计应采用不与介质接触的防泄漏型。

4.液氯贮槽厂房的设置应符合下列要求：a)采用封闭结构，厂房各门口处设置门槛，使液氯贮槽厂房形成围堰。b)门槛高度应满足容积大于单台最大液氯贮槽的公称容积的要求，且至少应高于室内地坪 300mm 以上。或在液氯贮槽周围设置围堰，围堰容积不应小于单台液氯贮槽的容积，且围堰高度不低于 300 mm。c)在厂房内应设置固定式事故氯捕集系统(吸风口)，也可以设置移动式负压软管吸风罩。d)厂房内严禁配备水(或碱液)喷淋系统，可在厂房外窗、门等不密闭区域配备水(或碱液)喷淋系统。e)厂房的门窗设计应符合发生液氯泄漏时能够迅速关闭形成密闭状态的要求，可采用手动或自动方式。

5.液氯汽化器内液氯气化控制温度范围应不小于 71℃，且不大于 121℃，热水控制温度 75~ 85℃。

6.管式气化器本体应设气化温度和液氯流量(液位)控制。

#### 11.1.4 潜在的危險、有害因素在采取安全措施后得到控制及受控的程度

1.危險、有害物质在采取安全对策措施后，风险受控，对人员、设备设施的危害可以降低到可接受的程度；

2.生产过程的中毒和窒息、灼烫、火灾等事故在采取安全对策措施后，

可以得到控制，有效地减少、避免或杜绝重大事故发生；

3.生产过程中其他的危险有害因素在采取安全对策措施后，可以得到控制。

## **11.2 评价结论**

本项目可行性研究报告中采取的安全对策、措施，可以有效避免、降低、减弱各种事故风险。依托的一车间也具备安全生产条件。在后续设计和施工时，落实可行性研究报告和本安全评价报告提出的安全对策措施及建议后，事故风险能够达到可承受的水平。综上所述，天津海晶科技发展有限公司先达浓海水综合利用项目从安全角度符合国家安全生产法律、法规、标准和规范要求，具备安全条件。

## 12 与建设单位交换意见的情况结果

建设单位提供了本项目的可行性研究报告，评价组对可行性研究报告进行了认真分析，并对建设场址进行了现场考察。在报告编制过程中，企业对可行性研究报告进行了多次修订，评价组与建设单位就可行性研究报告中有关问题进行了充分沟通。对于本评价提出的对策措施及建议，建设单位均予以认可，并拟在后续设计、建设中予以落实。

风险提示：本报告基于贵司在评价过程中已交付或提供的信息及材料而出具，不代表对后期企业发生下列变化或变更的评价/评估意见：

- 1.建设项目周边环境、总平面布置发生重大变化；
- 2.建设项目生产工艺、装置设施、运输方式等发生重大变更；
- 3.与贵司交付材料不符的其他变化或变更。

本报告仅限于本次项目范围的申请事项使用，任何以本报告对变化或变更后的项目等申请的批复或备案或另做其它用途及因此造成的后果由行为人自行负责。

如果需要对发生变化或变更后的项目进行评价/评估，请委托有资质的机构或专业人士另行出具评价/评估意见，本报告自动失效。

## 附件

### 附件 A 选用的安全评价方法简介

#### A.1 安全检查表概述

安全检查表是一种定性的评价方法。安全检查表是由熟悉工程工艺、设备及操作，并且具备安全知识和经验的工程技术人员，根据国家、地方、行业有关安全法规、规范和标准，经过事先对评价对象详尽分析，列出检查单元、检查项目、检查要求及检查结果等内容的表格。运用安全检查表进行安全检查，可做到全面周到，避免漏项，达到风险控制的目的。表中黑体字的是标准中的强制性条款。检查结果中“√”为符合要求，“∞”为部分符合要求，“×”为不符合要求，“○”为提示设计。黑体字表示强制条款，表格样式详见下表。

表\*\*\*\* 安全检查表

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据标准 | 检查结果 | 拟采取的措施 |
|----|---------|------|------|--------|
| 1  |         |      |      |        |
| 2  |         |      |      |        |

#### A.2 预先危险性分析概述

##### 1.评价方法的介绍

预先危险性分析的作用是对系统中的物料、装置及设备、工艺过程、操作条件等进行分析，辨识存在的潜在危险。预先危险性分析力求达到以下 4 个目的：

- (1) 大体识别与系统有关的危险；
- (2) 鉴别产生危险的原因；
- (3) 预测事故发生对人体及系统产生的影响；
- (4) 判定已识别的危险性等级和发生危险的可能性等级。

在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小，对系统破坏性的影响程度

和危险性的严重程序划分为 4 个等级，对发生危险的可能性划分为 5 个等级。通过危险性分级，分析出系统中存在的危险性重点，提出预防性的安全技术措施。

表 A.2-1 系统危险性等级划分表

| 说明   | 等级  | 定义                                               |
|------|-----|--------------------------------------------------|
| 安全的  | I   | 不会造成人员伤亡及系统损坏                                    |
| 临界的  | II  | 处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施 |
| 危险的  | III | 会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施                         |
| 灾难性的 | IV  | 造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范            |

表 A.2-2 事故发生的可能性等级表

| 可能性定义 | 等级 | 事故发生的可能性         |
|-------|----|------------------|
| 不可能   | A  | 不易发生，可认为不会发生     |
| 很少    | B  | 在寿命期内不易发生，但有可能发生 |
| 偶然    | C  | 在寿命期内可能有时发生      |
| 很可能   | D  | 在寿命期内出现若干次       |
| 频繁    | E  | 可能经常发生           |

## 2.报告中预先危险性分析评价汇总表格式

表 A.2-3 预先危险性分析评价汇总表

| 序号  | 危险源或部位 | 事故类型 | 设想事故模式 | 可能性等级 | 严重度等级 | 安全对策措施 |
|-----|--------|------|--------|-------|-------|--------|
| 1   |        |      |        |       |       |        |
| 2   |        |      |        |       |       |        |
| ... |        |      |        |       |       |        |

## A.3 危险度评价法概述

危险度评价法是借鉴日本劳动省“六阶段”的定量评价表，结合我国国家标准 GB50160、HG20660 等技术规范标准，编制了“危险度评价取值表”，规定了危险度由物质、容量、温度、压力和操作等 5 个项目共同确定，其危险度分别按 A=10 分，B=5 分，C=2 分，D=0 分赋值计分，由累计分值确定单元危险度特点等因素决定的。在固有危险度评价上，“化工厂安全

评价指南”中“定量评价表”，结合对其内容作了部分修改，编制了“危险度取值表”。并经几年来试用和数次修订，形成“危险度评价取值表”。在实施评价时，可按表中规定进行赋值和计算，求出评价单元的危险度。危险度评价取值方法如附表 A.3-1 所示，分级表见表 A.3-2。

表 A.3-1 危险度评价取值方法

| 分值<br>项目                                                                                                                     | 10 分 (A)                                                | 5 分 (B)                                                                                              | 2 分 (C)                                                                                | 0 分 (D)                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 物质（系指原材料中间体或产品中危险程度最大的物质）                                                                                                    | 1.甲类可燃气体（注 1）<br>2.甲 A 及液态烃类<br>3.甲类固体<br>4.极度危害介质（注 2） | 1.乙类可燃气体<br>2.甲 B、乙 A 类可燃液体<br>3.乙类固体<br>4.高度危害介质                                                    | 1.乙 B、丙 A、B 类可燃液体<br>2.丙类固体<br>3.中、轻度危害介质                                              | 不属 A—C 项物质                                      |
| 容量（注 3）                                                                                                                      | 1.气体 1000m <sup>3</sup> 以上<br>2.液体 100m <sup>3</sup> 以上 | 1、气体 500～1000m <sup>3</sup><br>2.液体 50～100m <sup>3</sup>                                             | 1.气体 100—500m <sup>3</sup><br>2.液体 10—50m <sup>3</sup>                                 | 1.气体<100m <sup>3</sup><br>2.液体<10m <sup>3</sup> |
| 温度                                                                                                                           | 1.1000℃ 以上使用，其操作温度在自燃点以上。                               | 1.在 1000℃ 以上使用，但操作温度在自燃点以下。<br>2.在 250—1000℃ 使用，其操作温度在自燃点以上。                                         | 1.在 250—1000℃ 使用，但操作温度在自燃点以下。<br>2.在低于 250℃ 使用，操作温度在自燃点以上。                             | 在低于 250℃ 使用，操作温度在自燃点之下。                         |
| 压力                                                                                                                           | 100MPa<br>(1000kg/cm <sup>2</sup> ) 以上                  | 20-100MPa<br>(200-1000kg/cm <sup>2</sup> )                                                           | 1-20MPa<br>(10-200kg/cm <sup>2</sup> )                                                 | 1MPa<br>(10kg/cm <sup>2</sup> ) 以下              |
| 操作                                                                                                                           | 1.临界放热和特别剧烈的放热反应操作<br>2.在爆炸极限范围内或其附近的操作                 | 1.中等放热反应（如烷基化、酯化、加成氧化、聚合、缩合等反应）操作<br>2.系统进入空气中的不纯物质，可能发生危险的操作<br>3.使用粉状或雾状物质，有可能发生粉尘爆炸的操作<br>4.单批式操作 | 1.轻微放热反应（如加氢、水合、异构化、磺化、中和等反应）操作<br>2.精制操作中伴有的化学反应<br>3.单批式，但开始用机械手段进行程序操作<br>4.有一定危险操作 | 无危险的操作                                          |
| 注：1、见“GB50160—92(1999 年版)”中可燃物质的火灾危险性分类；<br>2、见“HG20660-2000”表 1、表 2、表 3；<br>3、有触媒的反应，应去掉触媒层所占空间；<br>4、气液混合反应按照其反应的形态选择上述规定。 |                                                         |                                                                                                      |                                                                                        |                                                 |

16 点以上为 I 级，属高度危险；

11~15 点为 II 级，需同周围情况用其他设备联系起来进行评价；

1~10 点为Ⅲ级，属低危险度。

物质：物质本身固有的点火性、可燃性和爆炸性的程度；

容量：单元中处理的物料量；

温度：运行温度和点火温度的关系；

压力：运行压力（超高压、高压、中压、低压）；

操作：运行条件引起爆炸或异常反应的可能性。

表 A.3-2 危险度分级表

| 总分值  | ≥16 分 | 11~15 | ≤10 分 |
|------|-------|-------|-------|
| 等级   | I     | II    | III   |
| 危险程度 | 高度危险  | 中度危险  | 低度危险  |

## A.4 定量风险评价概述

定量风险评价法是对危险化学品生产、储存装置发生事故频率和后果进行定量分析和计算，以可接受风险标准确定风险是否可接受的一种评价方法。本次评价采用南京安元科技有限公司“安全无忧网”软件，对该公司进行区域定量风险评价，通过该软件可进行区域性的事故后果模拟分析、个人风险和社会风险的计算，通过个人风险和社会风险的计算来确定项目的风险程度。

本软件主要包括危险源信息输入、风险计算和结果输出三部分。

### 1. 危险源信息输入

危险源信息输入是本软件进行定量安全评价的基础，主要包括“危险源信息管理”、“人口区域信息”和“气象条件信息”。

“危险源信息管理”：在重大危险源辨识的基础上，筛选出定量安全评价所需的危险源及其可能发生事故的事故风险点清单，并将每个危险源的信息保存于危险源数据表中。

“人口区域信息”、“气象条件信息”模块是将人口区域描述信息、位置标定信息以及气象条件信息分别存于人口区域数据表和气象条件信息数据

表中。

## 2.风险计算

风险计算主要通过软件内嵌的泄漏模型，计算出泄漏量、蒸发量、液池面积等数据；根据事故情景数据表计算出所有事故情景的事故伤害后果，同时根据气象条件数据表和人口区域数据表可完成个人风险和社会风险的计算。

风险计算包括“事故后果计算”、“个人风险计算”和“社会风险计算”。

## 3.结果输出

结果输出是将风险计算结果用图、表以及等值线等形式输出计算结果，主要包括“事故后果图”、“个人风险等值线绘制”、“社会风险曲线绘制”等。

通过“事故后果图”模块，可以从事故后果数据表中调出所要求的事故后果数据，在地图上画出后果图。

“个人风险等值线”、“等值线追踪”、“等值线绘制”等，根据个人风险数据表数据，追踪个人风险等值线，追踪结果存于等值线数据表中，同时可在地图上画出个人风险等值线图。

“社会风险曲线”、“风险曲线绘制”模块，根据社会风险数据表，可在地图上画出社会风险曲线图。

## 附件 B 危险、有害因素分析过程

### B.1 物质危险有害因素分析

#### B.1.1 主要危险有害物质理化特质表及物质固有危险性分析

本项目在生产过程中涉及的液氯（序号：1381）、98%硫酸（序号：1302）、32%氢氧化钠溶液（序号：1669）、硫磺（序号：1290）、二氧化硫（序号：639）、溴化氢（序号：2401）、溴（序号：2361）均属于危险化学品。

本项目公用工程涉及的柴油（序号：1674）属于危险化学品。

本项目分析化验室涉及盐酸（31%）（序号：2507）、次氯酸钠溶液（15%）（序号：166）、硼酸（序号：1609）均属于危险化学品。

其主要理化性质和危险特性见下表 B.1-1、B.1-2，氯气和二氧化硫属于重点监管的危险化学品，其安全措施和事故应急处置原则分别如表 B1-3、表 B1-4。

表 B1-1 危险化学品危险特性一览表

|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

注：辨识标准

1.《危险化学品目录(2015版)》国家安监总局等十部门公告〔2015〕第5号、应急管理部等十部门公告〔2022〕第8号调整

2.《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录（2015版）实施指南（试行）的通知》安监总厅管三〔2015〕80号（应急厅函〔2022〕300号修改）

3.中华人民共和国工业和信息化部令第52号《各类监控化学品名录》和国家禁化武办编制公布《部分第四类监控化学品名录（2019版）》及其索引》

4.国务院令第445号（国务院令第653、666、703号修改）《易制毒化学品管理条例》，国办函〔2017〕120号《国务院办公厅关于同意将N-苯乙基-4-哌啶酮、4-苯胺基-N-苯乙基哌啶、N-甲

基-1-苯基-1-氯-2-丙胺、溴素、1-苯基-1-丙酮列入易制毒化学品品种目录的函》

5.卫法监法〔2003〕142号《高毒物品目录》

6. GB 18218-2018《危险化学品重大危险源辨识》

7. GB 50016-2014（2018年版）《建筑设计防火规范》

8.安监总管三〔2011〕95号《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》、安监总管三〔2013〕12号《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》

9.公安部2017年5月11日公告《易制爆危险化学品名录》（2017年版）

10. 应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告〔2020〕第3号《特别管控危险化学品目录》（第一版）

表 B1-2 危险化学品理化特性和危险特性一览表

| 1  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 2  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

注：上表物质数据来源为企业提供的 MSDS 以及《危险化学品安全技术全书》（第三版）（国家安全生产监督管理总局化学品登记中心、中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院、化学品安全控制国家重点实验室组织编写，化学工业出版社出版）。

表 B1-3 氯的安全措施和事故应急处置原则

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 特别<br>警示         | 剧毒，吸入高浓度气体可致死；包装容器受热有爆炸的危险。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 理化<br>特性         | <p>常温常压下为黄绿色、有刺激性气味的气体。常温下、709kPa 以上压力时为液体，液氯为金黄色。微溶于水，易溶于二硫化碳和四氯化碳。分子量为 70.91，熔点-101℃，沸点-34.5℃，气体密度 3.21g/L，相对蒸气密度（空气=1）2.5，相对密度（水=1）1.41(20℃)，临界压力 7.71MPa，临界温度 144℃，饱和蒸气压 673kPa(20℃)，log pow（辛醇/水分配系数）0.85。</p> <p>主要用途：用于制造氯乙烯、环氧氯丙烷、氯丙烯、氯化石蜡等；用作氯化试剂，也用作水处理过程的消毒剂。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 危<br>害<br>信<br>息 | <p><b>【燃烧和爆炸危险性】</b></p> <p>本品不燃，但可助燃。一般可燃物大都能在氯气中燃烧，一般易燃气体或蒸气也都能与氯气形成爆炸性混合物。受热后容器或储罐内压增大，泄漏物质可导致中毒。</p> <p><b>【活性反应】</b></p> <p>强氧化剂，与水反应，生成有毒的次氯酸和盐酸。与氢氧化钠、氢氧化钾等碱反应生成次氯酸盐和氯化物，可利用此反应对氯气进行无害化处理。液氯与可燃物、还原剂接触会发生剧烈反应。与汽油等石油产品、烃、氨、醚、松节油、醇、乙炔、二硫化碳、氢气、金属粉末和磷接触能形成爆炸性混合物。接触烷基磷、铝、锑、肿、铋、硼、黄铜、碳、二乙基锌等物质会导致燃烧、爆炸，释放出有毒烟雾。潮湿环境下，严重腐蚀铁、钢、铜和锌。</p> <p><b>【健康危害】</b></p> <p>氯是一种强烈的刺激性气体，经呼吸道吸入时，与呼吸道粘膜表面水分接触，产生盐酸、次氯酸，次氯酸再分解为盐酸和新生态氧，产生局部刺激和腐蚀作用。</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> <p>列入《剧毒化学品目录》。</p> <p>职业接触限值：MAC(最高容许浓度)(mg/m<sup>3</sup>):1。</p> |
| 安全<br>措施         | <p><b>【一般要求】</b></p> <p>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。</p> <p>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。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

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。

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。

避免与易燃或可燃物、醇类、乙醚、氢接触。

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。

#### 【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) 采用压缩空气充装液氯时，空气含水应 $\leq 0.01\%$ 。采用液氯气化器充装液氯时，只许用温水加热气化器，不准使用蒸汽直接加热。

(3) 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。

(4) 严禁在泄漏的钢瓶上喷水。

(5) 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。

(6) 充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。

#### 【储存安全】

(1) 储存于阴凉、通风仓库内，库房温度不宜超过 30℃，相对湿度不超过 80%，防止阳光直射。

(2) 应与易（可）燃物、醇类、食用化学品分开存放，切忌混储。储罐远离火种、热源。保持容器密封，储存区要建在低于自然地表的围堤内。气瓶储存时，空瓶和实瓶应分开放置，并应设置明显标志。储存区应备有泄漏应急处理设备。

(3) 对于大量使用氯气钢瓶的单位，为及时处理钢瓶漏气，现场应备应急堵漏工具和个体防护用具。

(4) 禁止将储罐设备及氯气处理装置设置在学校、医院、居民区等人口稠密区附近，并远离频繁出入处和紧急通道。

(5) 应严格执行剧毒化学品“双人收发，双人保管”制度。

#### 【运输安全】

(1) 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。不得在人口稠密区和

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>有明火等场所停靠。夏季应早晚运输，防止日光暴晒。</p> <p>(2) 运输液氯钢瓶的车辆不准从隧道过江。</p> <p>(3) 汽车运输充装量 50kg 及以上钢瓶时，应卧放，瓶阀端应朝向车辆行驶的右方，用三角木垫卡牢，防止滚动，垛高不得超过 2 层且不得超过车厢高度。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。严禁与易燃物或可燃物、醇类、食用化学品等混装混运。车上应有应急堵漏工具和个体防护用品，押运人员应会使用。</p> <p>(4) 搬运人员<u>必须</u>注意防护，按规定穿戴必要的防护用品；搬运时，管理人员必须到现场监卸监装；夜晚或光线不足时、雨天不宜搬运。若遇特殊情况必须搬运时，必须得到部门负责人同意，还应有遮雨等相关措施；严禁在搬运时吸烟。</p> <p>(5) 采用液氯气化法向储罐压送液氯时，要严格控制气化器的压力和温度，釜式气化器加热夹套不得包底，应用温水加热，严禁用蒸汽加热，出口水温不应超过 45℃，气化压力不得超过 1MPa。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 应急处置原则 | <p><b>【急救措施】</b></p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧，给予 2%至 4%的碳酸氢钠溶液雾化吸入。呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏术。就医。</p> <p>眼睛接触：立即分开眼睑，用流动清水或生理盐水彻底冲洗。就医。</p> <p>皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用流动清水彻底冲洗。就医。</p> <p><b>【灭火方法】</b></p> <p>本品不燃，但周围起火时应切断气源。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。消防人员必须佩戴正压自给式空气呼吸器，穿全身防火防毒服，在上风向灭火。由于火场中可能发生容器爆破的情况，消防人员须在防爆掩蔽处操作。有氯气泄漏时，使用细水雾驱赶泄漏的气体，使其远离未受波及的区域。</p> <p>灭火剂：根据周围着火原因选择适当灭火剂灭火。可用干粉、二氧化碳、水（雾状水）或泡沫。</p> <p><b>【泄漏应急处置】</b></p> <p>根据气体扩散的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员穿内置正压自给式空气呼吸器的全封闭防化服，戴橡胶手套。如果是液体泄漏，还应注意防冻伤。禁止接触或跨越泄漏物。勿使泄漏物与可燃物质（如木材、纸、油等）接触。尽可能切断泄漏源。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。防止气体通过下水道、通风系统和限制性空间扩散。构筑围堤堵截液体泄漏物。喷稀碱液中和、稀释。隔离泄漏区直至气体散尽。泄漏场所保持通风。</p> <p>不同泄漏情况下的具体措施：</p> <p>瓶阀密封填料处泄漏时，应查压紧螺帽是否松动或拧紧压紧螺帽；瓶阀出口泄漏时，应查瓶阀是否关紧或关紧瓶阀，或用铜六角螺帽封闭瓶阀口。</p> <p>瓶体泄漏点为孔洞时，可使用堵漏器材（如竹签、木塞、止漏器等）处理，并注意对堵漏器材紧固，防止脱落。上述处理均无效时，应迅速将泄漏气瓶浸没于备有足够体积的烧碱或石灰水溶液吸收池进行无害化处理，并控制吸收液温度不高于 45℃、pH 不小于 7，防止吸收液失效分解。</p> |

隔离与疏散距离：小量泄漏，初始隔离 60m，下风向疏散白天 400m、夜晚 1600m；大量泄漏，初始隔离 600m，下风向疏散白天 3500m、夜晚 8000m。

表 B1-4 二氧化硫的安全措施和事故应急处置原则

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 特别警示 | 对粘膜有强烈的刺激作用。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 理化特性 | <p>无色有刺激性气味的气体。溶于水，水溶液呈酸性。溶于丙酮、乙醇、甲酸等有机溶剂。分子量 64.06，熔点-75.5℃，沸点-10℃，气体密度 3.049g/L，相对密度（水=1）1.4（-10℃），相对蒸气密度（空气=1）2.25，临界压力 7.87MPa，临界温度 157.8℃，饱和蒸气压 330kPa（20℃）。</p> <p>主要用途：主要用于制造硫酸和保险粉等。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 危害信息 | <p><b>【燃烧和爆炸危险性】</b><br/>不燃。</p> <p><b>【健康危害】</b><br/>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。</p> <p>职业接触限值：PC-TWA（时间加权平均容许浓度）（mg/m<sup>3</sup>），5；PC-STEL（短时间接触容许浓度）（mg/m<sup>3</sup>）：10。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 安全措施 | <p><b>【一般要求】</b><br/>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>避免与氧化剂、还原剂接触，远离易燃、可燃物。</p> <p>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。倒空的容器可能存在残留有害物质时应及时处理。</p> <p>支气管哮喘和肺气肿等患者不宜接触二氧化硫。</p> <p><b>【特殊要求】</b></p> <p><b>【操作安全】</b></p> <p>（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。</p> <p>（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。</p> <p><b>【储存安全】</b></p> |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>(1) 储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库房内温不宜超过 30℃。</p> <p>(2) 应与易（可）燃物、氧化剂、还原剂、食用化学品分开存放，切忌混储。储存区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p><b>【运输安全】</b></p> <p>(1) 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。</p> <p>(2) 车辆运输钢瓶，立放时，车厢高度应在瓶高的 2/3 以上；卧放时，瓶阀端应朝向车辆行驶的右方，用三角木垫卡牢，防止滚动，垛高不得超过 5 层且不得超过车厢高度。不准同车混装具有抵触性质的物品和让无关人员搭车。禁止在居民区和人口稠密区停留。高温季节应早晚运输，防止日光曝晒。</p> <p>(3) 搬运人员必须注意防护，按规定穿戴必要的防护用品；搬运时，管理人员必须到现场监卸监装；夜晚或光线不足时、雨天不宜搬运。若遇特殊情况必须搬运时，必须得到部门负责人同意，还应有遮雨等相关措施；严禁在搬运时吸烟。</p>                                                                                                                                                                                                                           |
| 应急处置原则 | <p><b>【急救措施】</b></p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。就医。</p> <p>眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。</p> <p><b>【灭火方法】</b></p> <p>本品不燃，但周围起火时应切断气源。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。消防人员必须佩戴正压自给式空气呼吸器，穿全身防火防毒服，在上风向灭火。由于火场中可能发生容器爆破的情况，消防人员须在防爆掩蔽处操作。有二氧化硫泄漏时，使用细水雾驱赶泄漏的气体，使其远离未受波及的区域。</p> <p>灭火剂：根据周围着火原因选择适当灭火剂灭火。可用二氧化碳、水（雾状水）或泡沫。</p> <p><b>【泄漏应急处置】</b></p> <p>根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员穿内置正压自给式空气呼吸器的全封闭防化服。如果是液化气体泄漏，还应注意防冻伤。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。隔离泄漏区直至气体散尽。</p> <p>隔离与疏散距离：小量泄漏，初始隔离 60m，下风向疏散白天 300m、夜晚 1200m；大量泄漏，初始隔离 400m，下风向疏散白天 2100m、夜晚 5700m。</p> |

## B.1.2 物质危险有害因素辨识与分析

### 1. 燃烧性

建设项目涉及的柴油等属于易燃液体，蒸气与空气混合可形成爆炸性混合物，遇点火源（点火源主要有明火、赤热表面、电气火花、静电火花、冲击和摩擦火花、化学反应、发热自燃、阳光、射频等）、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相

当远的地方，遇火源会着火回燃，若流速过快，容易产生和积聚静电。

氯气不燃,但可助燃。一般可燃物大都能在氯气中燃烧，一般易燃气体或蒸气也都能与氯气形成爆炸性混合物。

溴素属于强氧化剂。与易燃物（如苯）和可燃物（如糖、纤维素等）接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧。

硫磺在正常情况下，燃速缓慢。如与氧化剂混合，则燃速大大加快。遇明火、高温，易发生火灾危险。与卤素、金属粉末等接触剧烈反应。硫磺为不良导体，在储运过程中易产生静电荷，可导致硫尘起火。粉尘或蒸气与空气或氧化剂混合形成爆炸性混合物。

98%浓硫酸具有助燃特性，与许多物质特别是木屑、稻草、纸张等接触猛烈反应，放出高热，并可引起燃烧，遇电石、高氯酸盐、磷酸盐、硝酸盐、苦味酸盐、金属粉末及其他可燃物等能猛烈反应，发生爆炸或燃烧。

## 2.氧化性

建设项目涉及的氯、溴素等属于氧化性物质，虽不可燃，但助燃，一般可燃物大都能在氯气中燃烧，一般易燃气体或蒸气也都能与氯气、溴素形成爆炸性混合物与可燃物、还原剂接触会发生剧烈反应。与汽油等石油产品、烃、氨、醚、松节油、醇、乙炔、二硫化碳、氢气、金属粉末和磷接触能形成爆炸性混合物。接触烷基膦、铝、锑、肿、铋、硼、黄铜、碳、二乙基锌等物质会导致燃烧、爆炸。

98%的浓硫酸具有较强氧化性。与木屑、稻草、纸张等猛烈反应，放出高热，并可引起燃烧。与有机可燃易燃物或还原剂接触发生反应，造成火灾爆炸事故。

## 3.毒性

本项目涉及的氯属于《危险化学品目录》中所列剧毒化学品，本项目涉及到的二氧化硫、溴素均属于毒性物质，作业人员接触到泄漏的化学品，会发生中毒事故。

氯属于剧毒物质，在危险化学品分类中属急性毒性-吸入，类别 2，皮

肤腐蚀/刺激，类别 2，严重眼损伤/眼刺激，类别 2，特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3（呼吸道刺激），危害水生环境-急性危害，类别 1。

溴在危险化学品分类中属急性毒性-吸入，类别 2，对皮肤、粘膜有强烈刺激作用和腐蚀作用。

二氧化硫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。

#### 4.腐蚀性

建设项目涉及的氯、硫酸、盐酸、次氯酸钠溶液、氢氧化钠溶液、溴化氢、溴素、二氧化硫等均为腐蚀性物质，有强烈刺激性和强腐蚀性，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。

主要原料卤水中含有氯离子、钠离子、钾离子、镁离子、溴离子等多种化学元素，对金属材质有腐蚀性。

#### B.1.3 可燃性粉尘

本项目涉及的硫磺为粒径大于或等于 2mm 的工业成型硫磺，硫磺遇到明火、高温易发生火灾。硫磺粉尘与空气混合形成爆炸性混合物，遇到点火源会发生粉尘爆炸，硫磺粉尘爆炸易产生二次以上连续爆炸，第一次爆炸气浪把长时间沉积在设备上，厂房框架上的硫磺粉尘扬起，在第一次燃烧爆炸的作用下引起冲击震动下来的硫磺粉尘发生二次爆炸。

### B.2 选址及总平面布置危险因素分析

#### 1.选址危害、有害因素辨识与分析

（1）项目选择如果不符合工业布局和城市规划的要求，与居民区、人员密集处和重要公共建筑、公路的安全距离不符合要求，一旦发生火灾，会殃及到上述场所内的人员安全，或上述场所发生火灾等事故，也会影响到建设项目安全，从而扩大事故后果，对社会造成负面影响。

（2）若与周边企业的防火间距不符合国家标准要求，一旦某一方发

生火灾、爆炸事故，就会危及另一方的安全，造成火势蔓延扩大，引发连锁火灾，甚至爆炸。

（3）建设项目所在的二车间周边均是盐田，本项目围墙距离东北方向的滨海绕城高速公路 1370m，距离东北方向的滨海绕城高速公路津港停车区 1350m，距离西北方向的官港森林公园 2620m；本项目发生事故对周边造成的影响很小。

## 2.厂区平面布置危险、有害因素辨识与分析

### （1）功能分区

厂区应按功能分区集中设置，如功能分区与布置不当，厂区内不同功能的设施和作业相互影响，可能导致事故与灾害发生或使事故与受害面进一步扩大。

### （2）防火间距

厂内建、构筑物及储罐之间的防火间距若小于规范、标准要求，一旦由可燃物引发火灾，火势向邻近的建筑和装置、储罐扩展，扩大火灾的影响范围，若不能及时扑灭初期火灾，易造成严重的经济损失和人员伤亡。

### （3）消防车道

消防车道若设置不当，如宽度不足或未成环形设置，不能使消防车进入火灾扑救的合适位置，救援时因道路宽度不足造成车辆堵塞，以及车道转弯半径过小迫使消防车减速等，均可能因障碍或阻塞失去火灾的最佳救援时机而造成不可弥补的损失。

### （4）疏散通道

如果安全出口之间设置距离太近，造成人员疏散拥堵现象。若疏散路线设计不合理，人员作业点到最近出口的距离不符合标准规范要求的疏散距离，也可造成火灾中因不利于疏散而引发的伤亡事故。

### （5）人流、物流

若厂区人流、物流出入口未分开设置或设置不合理，人流、物流出现

交叉现象，极易发生车辆冲撞及人员伤害事故，同时人、物不分流及出入口设置不合理也不利于发生事故时人员的安全疏散和救援车辆的及时到位。

### 3.自然条件危害、有害因素辨识与分析

（1）自然危害指环境的不安全因素。但是许多自然灾害的发生是有其发生、发展过程的，有些是可以预防的，如狂风、地震灾害等。如果及早采取措施，就可减少灾害的形成和减少损失。一定要重视自然灾害的预测、预报、预防工作，以尽可能地减少损失。自然因素形成的危害或不利因素一般包括地震、寒冻、雷击、洪水等。

（2）雷电是大自然中的静电放电现象，建筑物、构筑物、输电线路和变配电装备等设施及设备遭到雷电袭击时，会产生极高的电压和极大的电流，在其波及的范围内，可能造成设备或设施的毁坏，导致火灾或爆炸，并直接或间接地造成人员伤亡。

（3）地震是一种能产生巨大破坏作用的自然现象，对建、构筑物的破坏作用很明显，进而威胁设备和人员安全，但地震出现的几率较小。一旦发生地震会对该企业的建筑物及设备造成破坏，大量物料将会泄漏，可能引起严重次生后果。地质条件若不满足工程建设的需要，储罐等建构筑物因发生不均匀沉降，其建、构筑物有变形、倾斜、开裂甚至坍塌的危险。

（4）夏季高温可能导致户外作业人员中暑。

（5）冬季寒冻可能导致冻坏设备和管道，对生产安全造成威胁。

（6）选址地理环境条件如处于低洼，且邻近海边，因特大暴雨、洪水、潮水不能及时排出，造成厂房道路被淹溺，生产不能正常进行，甚至危及人员安全。内涝浸渍设备，影响生产，但其对人的危害性小。

（7）建设项目选址邻近海边，海风具有盐性和潮湿的特性，对厂内的电气、管道及建构筑物具有腐蚀性。企业应定期对设备设施进行防腐处理。

（8）大风可能会导致高处作业人员发生高处坠落事故，也会将高处

杂物或固定不牢的物件吹落而产生物体打击事故。

## B.3 生产过程危险有害因素分析

### B.3.1 二车间生产过程危险有害因素分析

#### 1. 火灾、爆炸

##### (1) 物质火灾、爆炸危险性

氯气、溴素虽不可燃，但助燃，一般可燃物大都能在氯气、溴素中燃烧，一般易燃气体或蒸气也都能与氯气、溴素蒸气形成爆炸性混合物。氯气、溴素与可燃物、还原剂接触会发生剧烈反应。与汽油等石油产品、烃、氨、醚、松节油、醇、乙炔、二硫化碳、氢气、金属粉末和磷接触能形成爆炸性混合物。接触烷基磷、铝、锑、肿、铋、硼、黄铜、碳、二乙基锌等物质会导致燃烧、爆炸。

本项目生产车间有焚硫炉，在硫磺运输过程中，硫磺粉尘与空气混合形成爆炸性混合物，遇到点火源会发生粉尘爆炸，硫磺粉尘爆炸易产生二次以上连续爆炸，第一次爆炸气浪把长时间沉积在设备上，厂房框架上的硫磺粉尘扬起，在第一次燃烧爆炸的作用下引起冲击震动下来的硫磺粉尘发生二次爆炸。

生产过程各物料输送过程中如果发生跑、冒、滴、漏，物料泄出，物料遇各类禁忌性物质有发生火灾、爆炸的危险。

##### (2) 发生电气火灾事故的原因主要是：

1) 电气线路短路、过载及接触电阻过大都会导致电火花及电弧的产生，从而引发火灾事故。主要原因有：电气线路敷设时，接头不牢固，接触不良，致使局部接触电阻过大，引起发热，并随着发热时间的延长，温度升高，甚至使导线接头发生熔化，引起导线燃烧，也会引燃周围的可燃物质；当导线中流过的电流超过额定电流值时，导线温度就会升高，超过允许温度值，这样加速导线绝缘材料的老化，从而造成短路产生电火花和电弧；电气线路因意外情况造成两相相碰而发生短路，瞬时产生高温发生

火灾事故。

2) 雷击引起火灾。由于没有采取可靠的防雷措施，导致雷击直接击中生产设施，或者在生产设施上产生感应电荷积聚放电，都会导致易燃易爆物质燃烧、爆炸。

## 2.中毒和窒息

建设项目涉及二氧化硫、氯气、溴化氢属于毒性气体，其中氯气属于剧毒化学品，生产过程中接触均会导致不同程度的中毒，严重会发生窒息危害。

发生事故的原因主要有：

(1) 生产装置及设施中，设备、管线、阀门、法兰、垫片等密封不严，会发生有毒物料泄漏，泄漏的有毒物料挥发致使作业场所或局部空间内有有毒气体浓度超标，人员吸入存在发生中毒的危险。

(2) 生产装置及设施中的设备、管线等制造、设计、安装缺陷、腐蚀穿孔，材质不符合要求会造成有毒物料泄漏，存在人员中毒的危险。

(3) 生产设备的基础不牢、框架损坏，可造成设备、管线内有有毒物料大量跑、冒，人员接触泄漏的有毒物料，存在人员中毒的危险。

(4) 生产过程中的操作失误，造成大量物料泄漏，存在人员中毒的危险。

(5) 生产过程中，违反操作规程超温、超压操作，易造成物料泄漏，可导致人员中毒。

(6) 生产系统中的运转设备（如物料泵等）密封泄漏，存在造成人员中毒的危险。

(7) 生产系统的中间罐、计量罐等设备的液位计损坏，造成有毒物料跑、冒等，存在造成人员中毒的危险。

(8) 生产过程中非密闭操作，有毒物料大量挥发，存在造成人员中毒的危险。

(9) 有毒作业场所未安装有毒气体检测报警仪或报警仪损坏失灵，

有毒作业场所通风不良或局部通风不畅、作业环境有毒物质浓度超标，人员长时间吸入，有发生中毒的危险。

（10）设备检修时置换清洗不彻底或未完全与系统隔绝（如未加盲板），未办理进入设备作业手续而进入设备内作业，无人监护，有引起检修人员中毒、窒息的危险。

（11）生产操作、事故处理过程中，未按规定佩戴劳动保护用品或防护用品不符合要求，存在人员中毒的可能。

（12）在作业场所内的就餐、喝水，意外吸入或食入有毒物质，会导致中毒。

（13）设备维护、检修时。操作人员违章作业，未严格履行进入受限空间作业审批手续，进入受限空间未用空气、蒸汽或氮气充分置换含有有毒、有害气体的容器中，或未检测受限空间内的氧气含量等。

### 3.容器爆炸

若生产装置区的氯气缓冲罐、列管换热器、静态混合器等压力容器设计不合理，设备结构形状不连续、焊缝布置不当等，可能引起应力集中；若材质选择不当，制造容器时焊缝达不到要求，以及热处理不当等，可能使材料韧性降低，容器壳体受到腐蚀性介质的侵蚀，强度降低或安全阀、压力表等安全附件缺失、失效等，均可能在容器使用过程中发生爆炸。

### 4.机械伤害

配置的各类机、泵等设备外露旋转危险部件安全防护措施不全或损坏，人员触及转动部件有可能造成机械伤害。

生产设备联锁开关系统损坏、失灵，设备意外启动，可能造成机械伤害。

日常作业和装置检修过程中，不严格执行有关安全作业规程，有可能受到机械设备或所使用工具的损伤。

生产区域内机械设备较多，某些设备的快速摆动、旋转部件、挤压部件等，若缺乏良好的防护设施，有可能伤及操作人员的手、脚、头部及身

体其它部位，造成机器工具伤害。

机器、设备修理时，有时必须拆卸掉防护装置，在进行修理时未遵守检修作业规程，在检修的区域和设备上未设置警示标志和禁止标志，对合闸后能够启动、转动的设备，未拆卸掉电源，未悬挂“正在修理，禁止合闸”的警示标牌。在检修作业时，可能发生机械伤害等事故。

需要特殊照明的区域，若达不到照度要求。在设备操作或检修时易产生机械伤害事故。

电机、泵等高速运转的设备及部件未设计、使用可靠的防护装置、挡板等，或因为维修等原因取下，意外启动可能造成人员的机械伤害。

#### 5.高处坠落

在生产巡查和设备维修时，若因身体不适、注意力不集中，违反高处作业规定或不严格执行操作规程或由于设备（护栏）腐蚀、高处建构筑物空洞未封堵、防护，临边无防护栏、防护栏不符合要求（如：防护栏高度不符合要求、防护栏竖档、横档不符合要求）、防护栏发生腐蚀损坏等，可能发生高处坠落事故。

生产过程中，在栏杆上、管道上、靠背轮上、安全罩上或在运行中设备的轴承上行走或坐立（2m 以上高空），可能发生高处坠落事故。

#### 6.物体打击

物体打击是指在重力或外力作用下产生运动，打击人体造成人身伤害事故。设施、设备在运行或检修中，由于操作人员没有按操作规程操作、设备安装不合格等原因，造成工具或设备零件飞出或脱落，有可能打击作业人员，造成物体打击事故。

人员维修作业中工具、工件等摆放不稳、工件掉落，且人员没穿防砸鞋、未戴安全帽、无人监护，可导致下面人员物体打击。

盛装产品的容器等在搬运过程中，物料盛装容器未固定，或人员没有抓稳或遭到外力碰撞等，掉落的物品有可能砸伤相关人员。

#### 7.车辆伤害

厂区内未设置道路限速行驶标识或指示标志不清；道路的布置不合理；驾驶人员不按操作规程操作；车辆没有进行定期强制性检验、没有进行登记造册、驾驶员无证驾驶等均可能造成车辆伤害事故。

车辆在厂内运输物料时，可能因行驶速度过快、车辆带病运行、路面障碍、视线不良等原因造成人体坠落、物件倒塌、包装损害等，引发车辆伤害、火灾等事故。

## 8.灼烫（化学灼伤）

生产过程中使用的酸、碱性腐蚀品，如浓硫酸、氢氧化钠溶液，操作人员若对各类腐蚀品的危险性认识不足，在调节卤水 PH 值过程中违规作业，或缺少必要的安全防护用品措施，很可能引起化学灼伤。

燃硫炉属于为高温设备，与之相连的管道及其他设备温度也较高。从节能和安全角度考虑，在有高温的设备内部设置了隔热衬里，有的外部加设保温措施。高温设备大多露天布置，如果预防设施不当，操作人员接触到热壁的设备 and 管道将会被灼伤。

装置的高温设备检修过程中，操作人员疏忽大意未正确遵守安全操作规程，设备检修制度执行不严，高温烟气从管线喷出，造成高温烫伤。

装置的高温设备、管线外的防护设施破损脱落，操作人员未佩戴防护用品或防护用品使用不当，一旦接触外露的高温设备和管线将造成高温烫伤事故。

对有高温禁忌症的操作人员禁止其从事高温设备的工作，一旦其接触，将可能造成头晕、心慌、疲倦等症状。

## 9.触电

腐蚀性物料的使用缩短了电气设备、线路的寿命，若电气线路或电气设备安装操作不当、保养不善，接地、接零损坏或失效等，引起电气设备绝缘性能降低或保护失效，造成漏电，可能引起触电事故或电气伤害。

电源线断落地面可能造成触电或跨步电压触电事故。

缺乏用电安全知识，违章用电；作业人员违章操作、不慎接触电源等，

可能引起触电事故。

在维修、检查工作中若不严格执行有关安全作业规定，可能造成触电事故。

若无防静电装置或防静电装置失效，在输送、搅拌物料过程中产生静电积聚，可能造成静电危害，引发火灾、爆炸事故。

电气设备、线路等发生故障，操作检修时安全距离不足、操作不当、防护不当，可能发生电灼伤、电弧烧伤事故。

防雷设施安装不符合要求或防雷设施在使用过程中损坏、失效，遭受雷击，可能发生火灾爆炸、设备损坏、人员触电事故。

生产中使用的电气设备及设备检修时所用的电气设备，如无保护接地或装置失效，未按规定使用漏电保护器，电气线路绝缘老化、损坏，操作人员违章操作，不穿戴防护用品可发生触电伤害。

## 10.坍塌

厂区工程地质不符合要求，工程建（构）筑物未满足抗震设计要求或抗震措施失效，可能会造成建成的建、构筑物坍塌。

若荷载设计错误、结构强度、刚度严重不足，地基基础不牢，或砂浆、混凝土等材料没有达到有关规定的要求，或钢材强度不足，长期受腐蚀、热辐射、震动影响等，则可能发生建构筑物坍塌事故。

若设备平台等基础设计不良，严重下沉，尤其是不均匀下沉，将直接危及设备平台稳定，甚至整体坍塌。设备平台坍塌后，上面的作业人员会发生坠落受伤甚至死亡；坍塌的平台、设备等接触人体会造成人身伤亡；设备中的压力容器受到撞击等可能导致引发容器爆炸，设备内的可燃气体、液体泄漏，还会引发火灾、爆炸等二次事故。

## 11.粉尘

粉尘除能引起火灾、爆炸外，还会对人体产生危害。它通过呼吸道侵入人体，侵害部位主要是呼吸系统，在吸入肺部的粉尘量达到一定程度后，能引起肺部组织发生纤维化病变，并逐渐硬化，失去正常的呼吸功能，发

生尘肺病。

本项目的硫磺粉尘，会给作业人员造成粉尘职业危害。产生粉尘的场所若未采用通风除尘措施，或通风除尘措施不力，会对周边作业人员造成粉尘危害。

## 12.腐蚀

本项目生产过程中使用的硫酸具有腐蚀性，若硫酸管道防腐设施不合格或不起作用，很容易对设备造成腐蚀，从而引起其他事故。

### B.3.2 依托的一车间生产过程的危险有害因素分析

一车间除吹吸装置、焚硫炉外，还设置蒸馏装置。吹吸装置、焚硫炉的危险分析与二车间类似。此外，一车间还单独设置蒸馏装置，蒸馏过程危险有害因素分析如下：

#### 1.中毒和窒息

输送氯气的管线如阀门、管线本体出现漏点，人员在无防护的情况下吸入会造成一定程度的中毒症状。涉及溴蒸汽或溴的设施、管线出现漏点，人员在无防护的情况下吸入会造成一定程度的中毒症状。

#### 2.灼烫

输送氯气的管线如阀门、管线本体出现漏点人员在无防护的情况下吸入、皮肤接触、眼睛接触会造成一定程度的皮肤腐蚀/刺激、严重眼损伤/眼刺激。

涉及氢溴酸、溴的设施、管线破裂、误操作等情况引发泄漏或喷溅，作业人员未采取有效的防护措施，可能导致灼烫事故。

使用的蒸汽如蒸汽管道破裂、保温破损，人员意外接触也可造成灼烫事故。

#### 3.机械伤害

蒸馏过程涉及泵的使用，如机械的传动、运转和啮合处未设置防护设施，或防护设施缺陷，容易发生人员不慎接触引起伤害。在检维修过程中，若未能按照检维修制度进行维修，未进行停机断电，并采取防止异常启动

的措施，可能发生磕、碰、撞、挤、压等事故。

#### 4.触电

蒸馏过程涉及动力设备、照明电器、电动仪表等设备及其配套的电缆电线、电器元件若绝缘不好，设备外壳接地保护失效或接地电阻不合格，或未按规定装设剩余电流动作保护装置，若人体触及带电部位有触电的危险。

#### 5.容器爆炸

蒸馏塔属于压力容器，若存在制造缺陷、长期使用腐蚀严重以及安全附件失灵、控制仪器、仪表失效、人员误操作或工艺控制错误，致使容器超压运行等情况发生，则可能引发压力容器爆炸。

### B.4 储运过程危险有害因素分析

#### B.4.1 储罐区危险有害因素分析

本项目罐区设有 2 个 98%硫酸、2 个 32%氢氧化钠溶液储罐。存在的危险有害因素如下：

##### 1.灼烫

本项目储存的硫酸、氢氧化钠溶液具有腐蚀性，通过管道、泵输送，管道、阀门材质不良，液体泄漏，可能发生化学灼烫伤害。若储罐、槽及管线的阀门破裂，酸性腐蚀品物质的泄漏，作业人员接触到泄漏的物质，很容易发生化学灼烫事故；清洗槽、阀、泵、管等设备时触及，或由于清洗不净而在检修时触及；工作时不小心或人员违章操作触及酸化学物料等，很容易发生化学灼烫事故。

##### 2.中毒和窒息

储罐在清罐时未按相关制度审批，未按作业指导书进行作业，造成有限空间中毒和窒息，值守人员贸然进入造成二次事故。

##### 3.火灾爆炸

硫酸在碳钢槽罐中密闭存储过程时间较长，浓硫酸可能在容器气相中因空气中的水分而冷凝稀释成稀硫酸，材料中的铁与酸可发生反应放出氢

气，当氢在空气中的含量超过爆炸极限范围，如遇点火源（火焰、火星、灼热、电气火化、雷电等）就会发生爆炸。

#### 4.机械伤害

储罐配套的输送泵，高速旋转部位未设置防护罩或防护罩安装不符合要求，人员在巡检过程中有可能发生机械伤害，在物料装卸过程中，机械臂可能对作业人员造成机械伤害。

#### 5.高处坠落

储罐上部设有通气管、呼吸阀等设施，工作人员需要登高进行日常检查、维护和作业，如果梯子、栏杆、平台等未按相关标准设置或设置不当，有缺陷、腐蚀或损坏，工作人员由于疏忽大意可能导致发生高处坠落事故。

#### 6.物体打击

物体打击是指物体在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故。人员在高处平台或较高的设备上维修、操作，不慎掉落工具、零部件、维修材料，而地面未设警示标志，又无人员监护下面人员可能导致物体打击。高处设备、设施固定不牢固，因撞击作用，可能设备松动、掉落，砸伤下部作业人员。

#### 7.车辆伤害

厂内罐区的硫酸、氢氧化钠溶液运输主要用汽车，汽车运输装卸作业过程中若发生机械故障或操作不慎，则有可能发生车辆伤害事故。

#### 8.触电

泵、罐组照明、仪表等均需为用电设备。如设计不合理、电气设备选型不当、各种电气安全净距离不够、线路中安全技术措施不完备，产品质量不佳、绝缘性能不好，安装工艺不规范、机械损伤导致绝缘破损、违章操作，人体不慎触及带电部分可能发生触电事故。

#### 9.腐蚀

本项目储存的硫酸具有腐蚀性，若储存硫酸的储罐防腐设施不合格或不起作用，很容易对设备造成腐蚀，从而引起其他事故。

### B.4.2 仓库危险有害因素分析

本项目仓库是硫磺仓库和液氯库房，存在的危险化学品有硫磺、液氯。

#### 1.中毒和窒息

硫磺仓库内存放有硫磺，若发生火灾，硫磺燃烧会产生大量的二氧化硫气体，进而造成人员中毒事故。

液氯库房储存的氯属于《危险化学品目录》中所列剧毒化学品，液氯储罐和管道因腐蚀发生泄漏或法兰、垫片及阀门等发生泄漏，均会导致液氯外溢；液氯如果出现泄漏，可迅速气化，转变为气态氯，并向周边扩散，可引起较大范围中毒事故。氯泄漏主要的原因有：管道阀门、法兰缺陷；液氯气化器压力过高；管道构件材质选择错误；液氯含水率高加速设备或管道腐蚀；设备密封不严；检测和监控装置失效；应急碱池无效；维修维护不及时等等。

#### 2.火灾、爆炸

（1）硫磺仓库存放的硫磺为粒径大于或等于 2mm 的工业成型硫磺，硫磺遇到明火、高温易发生火灾。硫磺粉尘与空气混合形成爆炸性混合物，遇到点火源会发生粉尘爆炸，硫磺粉尘爆炸易产生二次以上连续爆炸，第一次爆炸气浪把长时间沉积在设备上，厂房框架上的硫磺粉尘扬起，在第一次燃烧爆炸的作用下引起冲击震动下来的硫磺粉尘发生二次爆炸

（2）氯气虽不可燃，但助燃，一般可燃物大都能在氯气中燃烧，一般易燃气体或蒸气也都能与氯气形成爆炸性混合物。氯气与可燃物、还原剂接触会发生剧烈反应。与汽油等石油产品、烃、氨、醚、松节油、醇、乙炔、二硫化碳、氢气、金属粉末和磷接触能形成爆炸性混合物。接触烷基磷、铝、锑、肿、铋、硼、黄铜、碳、二乙基锌等物质会导致燃烧、爆炸。

液氯气化和使用过程中，所有和氯气接触的物质，当其中含有铵盐、氨及含铵化合物等杂质时，就可能产生三氯化氮。三氯化氮是一种危险且不稳定的物质，在温度、压力等外部环境达到一定值时就会发生爆炸。氯

气汽化器未进行定期排污，会造成三氯化氮积聚，三氯化氮受热、震动、撞击、摩擦，相当敏感，极易分解发生爆炸。液氯储存容器中的液氯用尽，积累的三氯化氮质量分数达到 5%时也会有爆炸危险。

### （3）电气火灾

电气线路短路、过载及接触电阻过大都会导致电火花及电弧的产生，从而引发火灾事故。主要原因有：电气线路敷设时，接头不牢固，接触不良，致使局部接触电阻过大，引起发热，并随着发热时间的延长，温度升高，甚至使导线接头发生熔化，引起导线中绝缘材料的可燃物质燃烧，同时引燃周围的可燃物质；当导线中流过的电流超过额定电流值时，导线温度就会升高，超过允许温度值，这样加速导线绝缘材料的老化，从而造成短路产生电火花和电弧；电气线路因意外情况造成两相相碰而发生短路，瞬时产生高温发生火灾事故。

## 3.容器爆炸

本项目液氯库房中存在的液氯储罐、氯气缓冲罐属于压力容器，会因设计、制造、安装的缺陷、安全附件失效等，造成物理爆炸，物理爆炸的原因如下：

（1）压力容器等设计不合理、设备结构形状不合格、焊缝布置不当等，可能引起应力集中；材质选择不当，制造容器时焊接质量达不到要求，以及热处理不当等，可能使材料韧性降低；容器壳体受到腐蚀性介质的侵蚀，壁厚变薄强度降低或安全附件缺失等，均有可能使容器在使用过程中发生爆炸。

（2）储罐因各种原因造成超压，也有可能发生物理爆炸。

（3）误操作或维护不当也是导致物理爆炸的原因之一，从以往的事故案例等资料可见，企业的很多事故都与误操作或维护不当有关，如按错开关使系统压力升高，造成爆炸事故；安全阀失修而导致失效，使系统剧增的压力得不到缓解而造成爆炸事故等。

## 4.灼烫

液氯气化器、管线如阀门、焊接部位、设备或管线本体出现漏点，人员在无防护的情况下吸入、皮肤接触、眼睛接触会造成一定程度的皮肤腐蚀/刺激、严重眼损伤/眼刺激。

本项目液氯库房外存在的吸收塔采用氢氧化钠溶液作为吸收液，具有腐蚀性，作业人员接触到泄漏的氢氧化钠溶液后，会造成灼烫事故。

#### 5.冻伤

液氯属于低温液体，作业人员接触到泄漏的低温液体或接触到气化器，可对人员产生严重冻伤。

#### 6.机械伤害

本项目运转的泵和风机，如果机械转动部位外露、防护措施或安全装置不完善，可能使操作人员的手、脚或头发、衣物缠绕其上而造成人身伤害。这些设备均由机械传动设备和电力传动设备驱动，是机械伤害事故的主要发生源。

#### 7.车辆伤害

液体氯气和硫磺使用汽车进行运输，汽车运输装卸作业过程中若发生机械故障或操作不慎，则有可能发生车辆伤害事故。

#### 8.高处坠落

高处坠落是指人员在高处作业中处于基准作业面 2m 以上发生意外坠落造成的伤害事故。

在液氯卸车过程中，作业人员在卸车平台上操作时，若不慎、防护栏杆不规范或无防护设施或因其他原因从平台上坠落，会发生高处坠落人员伤亡事故。

#### 9.物体打击

物体打击是指物体在重力或其他外力的作用下高速运动，打击人体而造成人身伤亡事故。在高处操作检修设备，平台走道无踢脚板，可能造成不慎落物伤及下面人员都可能造成在其附近作业人员遭受物体打击伤害。

#### 10.触电

仓库内照明灯具、风机及配电线路等，未设置漏电保护器，一旦线路绝缘损坏等原因可造成人员触电危险。

### 11.粉尘

粉尘除能引起火灾、爆炸外，还会对人体产生危害。它通过呼吸道侵入人体，侵害部位主要是呼吸系统，在吸入肺部的粉尘量达到一定程度后，能引起肺部组织发生纤维化病变，并逐渐硬化，失去正常的呼吸功能，发生尘肺病。

本项目硫磺仓库存在的硫磺粉尘，会给作业人员造成粉尘职业危害。产生粉尘的场所若未采用通风除尘措施，或通风除尘措施不力，会对周边作业人员造成粉尘危害。

### 12.腐蚀

本项目液氯库房存在有氯、氢氧化钠溶液等腐蚀性物质，会对设备设施造成腐蚀。

腐蚀性物质发生泄漏时，现场及作业人员缺少必要的防护，如未佩戴防护眼镜、现场未设置冲洗设施等，易发生人员的化学烧伤和建构筑物及地面的严重腐蚀。建构筑物及金属管道、管架、金属结构物等长期受损会导致结构强度下降，带来很大的事故隐患，有可能造成严重的事故后果。

## B.4.3 依托的溴罐区危险有害因素分析

一车间溴储罐区属于危险化学品重大危险源。溴罐区储存装卸过程中存在如下危险有害因素。

### 1.中毒和窒息

储罐、管线如阀门、焊接部位、设备或管线本体出现漏点，人员在无防护的情况下吸入会造成一定程度的中毒症状。

### 2.灼烫

储罐、管线如阀门、焊接部位、设备或管线本体出现漏点，人员在无防护的情况下接触可能导致灼烫事故。

### 3.火灾爆炸

罐区中溴素属于强氧化剂，其与可燃物接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧。和硫磺及金属粉末剧烈反应，甚至引起燃烧爆炸。能腐蚀大多数金属及有机组织。故储存时应避免禁忌物混存。

#### 4.车辆伤害

运输使用车辆，如司机无证驾驶、违章驾驶，车辆刹车、报警失灵，进入厂区后未限速驾驶，道路安全标志不清，来往人员精神不集中，不注意躲闪车辆，可能被车辆撞伤。

#### 5.容器爆炸

溴储罐为压力容器，若存在制造缺陷、长期使用腐蚀严重以及安全附件失灵、控制仪器、仪表失效、人员误操作或工艺控制错误，致使容器超压运行等情况发生，则可能引发压力容器爆炸。

### B.5 公用工程危险有害因素分析

#### B.5.1 变配电系统危险、有害因素分析

1. 电气设施在制造过程中，所用材料或安装工艺出现偏差，造成防爆性能或等级达不到产品标准要求。所用电气设施虽然都具有所要求的防爆性能，但系统连接完成以后，可能整体防爆性能不能满足工况要求。在实际运行过程中，对已具备防爆性能的电气设备、线路、电机、照明设备进行改装、维护或修理，随后又未经防爆性能检测就投入使用，可能造成防爆失效，引发事故。

2. 电气线路断路造成停电等，可能引发各种事故。

3. 配电系统因超负荷、违规操作等因素而引发电器火灾、爆炸。

4. 输变电路路距散发易燃、易爆气体的生产、储存场所安全距离不足，可能导致火灾、爆炸事故。

5. 接地不良、未接地、短路。电力、电气设备未接地引起其外露部分带电。如果保护接地或保护接零等措施失效，人体触及带电体将引起触电事故；而短路可能是单相短路或两相、三相短路，此时将产生较大的短路电流，如有可靠、灵敏的电气保护，将使短路故障迅速切除，确保电气设

备的安全，否则会导致电气设备烧毁，发生火灾或爆炸事故，造成人员伤亡或设备损坏，形成大面积停电停产，后果十分严重。

6. 电气系统产生过电压（包括操作过电压、外部雷电过电压等）引起电力、电气设备绝缘击穿，发生短路故障，会引起火灾、爆炸事故或人员伤亡。

7. 电气设备缺相运行或机械设备卡住引起电机过载，温度骤升，易造成热击穿短路或接地，造成火灾、爆炸事故或电机烧毁及触电事故。电气设备因绝缘损坏而漏电，可能发生触电事故。

8. 电缆是电源与用电设备连接的部分，一旦电缆着火不但会烧毁电缆，而且使事故扩大，设备烧损停止运行，发生重大的设备事故，并迫使生产停顿。电缆敷设不合理，或与热力管道靠近敷设，易引发造成火灾事故。

9. 电动机绝缘不良漏电，将会使整个设备成为带电体，会引发触电事故。

10. 人为误操作、违章操作。带负荷断开隔离闸刀，引起两相或三相弧光短路，可能造成严重的人身伤害事故和设备事故。

11. 运行人员巡视检查或检修人员与带电的电气设备的裸露部分安全距离不足，可能引起触电或弧光短路烧伤，造成人员伤亡。

12. 供电系统在维修、维护过程中还存在高处作业，按安全防护不当，作业人员存在高处坠落的危险。

13. 防护设施欠缺，小动物窜入。变、配电室通风孔未设防护网罩，或与配电柜相连的电缆线路的孔、洞未封堵，门窗关闭不严等缺陷，小动物的窜入引起电气短路，造成电气火灾、设备损坏。

### **B.5.2 给排水系统危险、有害因素分析**

1. 各类水泵泵体、叶轮、管道、阀门、水沟等长期运行易结垢受损，严重时影响设备的出力和正常运行。

2. 水泵等转动机械缺乏必要的防护罩或防护栏杆，职工巡检与操作时有可能遭受机械伤害。

3.给排水系统水沟、池、坑、井等较多，无盖、无栏杆坠落会伤害人或发生淹溺事故。另外，检修人员在检修设备时也有可能误入池中发生淹溺事故。

4.如果消防用水水压不足或供水量不能得到保证，一旦发生火灾事故，将给消防灭火和应急救援带来很大困难，有可能导致事故扩大。

5.用电设备和电气设备接地不当或损坏，容易发生触电事故。

6.生产设备冷却系统的循环水无备用水源、未设流量、温度监控系统，如果发生故障未及时发现，换热系统出现故障，可能导致设备损坏，发生爆炸事故。

### B.5.3 压缩空气系统危险有害辨识分析

#### 1.火灾、其他爆炸

压缩机若长期运转不检修、不清洗、润滑油氧化、积炭，压缩时产生高温，形成油气及易燃的积炭，当达到一定的条件可能引起火灾甚至爆炸。

#### 2.机械伤害

空压机等设备的外露转动、往复运动部件，若无防护或防护装置不完善，作业人员触及运动部位可发生绞、挂、挤伤等机械伤害事故。另外，人员在操作、检修过程中因为空间狭窄、环境杂乱或错误操作也易发生磕、碰、撞、挤、压等事故。

#### 3.容器爆炸

空压机储气罐、空压机干燥器、空气过滤器等均属于压力容器，与其相连压缩空气管道为压力管道，若上述设备、管道，设计制造有缺陷，安装质量差，或因腐蚀、机械损伤、强度降低，承受不了负载或安全附件失灵，受外力、高温等，操作人员的误操作以及处理不当，致使容器超压运行等情况发生，可能引发容器物理爆炸。

#### 4.触电

电气线路或电气设备在安装上存在缺陷，或在运行中缺乏必要的检查维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线破壳、绝缘

老化、绝缘击穿、绝缘损坏、PE 线断线等隐患，易造成触电，甚至发生电气火灾。

## 5. 噪声

空压机、干燥机在运转过程中会产生较高的噪声，若消音、隔音措施不当，噪声会对现场工作人员带来健康危害，长时期在高强度噪声环境中作业会对人的听觉系统造成损伤，甚至导致不可逆性噪声性耳聋。

### B.5.4 化验危险、有害因素分析

1. 化验过程中因工艺条件不当发生爆炸，化验人员对爆炸物质缺乏了解、化验安全技术不甚明了、安全调空仪器失灵，以及其他不可预见的干扰因素所致，导致火灾、爆炸事故。

2. 化验人员脱岗，介质过热、突沸飞溅到易燃易爆物，高温引起火灾。

3. 化验现场存放试剂过量，产生化学反应的试剂在化验中混存，若试剂泄漏，发生化学反应或可燃气体大量蒸发，遇明火、高热源易引起化验室内火灾、爆炸，发生连锁反应，造成严重的后果。

4. 化验室化学品涉及到火灾、爆炸危险的化学品种类繁多，储存或使用过程中物料发生泄漏，遇点火源可能发生火灾或爆炸事故。由于物料多为玻璃瓶装液体，若发生包装物发生破裂，可能造成物料的泄漏，泄漏出的物料与空气混和达到爆炸极限，能够形成爆炸性的混和物，遇点火源引发火灾、爆炸事故。泄漏出的物料直接与明火或高热接触也可能发生火灾事故。

5. 易制爆、易制毒等化学品禁忌物混放，若发生泄漏，泄漏出的易燃物料与高热或明火接触发生火灾事故。泄漏出的物料与空气混和形成爆炸性的混和物，遇点火源能够发生爆炸事故，泄漏出的物料与明火接触，引起火灾、爆炸事故。

6. 易制爆、易制毒等化学品装卸、搬运过程中可能有摔、碰、撞击、拖拉、倾斜、滚动等，可能导致包装容器的破坏，发生物料泄漏，如遇明火、火花等火源，易发生火灾事故。

7. 管理人员未经技术培训，使用方法不当或管理不严等原因，导致易燃易爆、有毒物品泄漏，通风降温不好导致化学品室温度、湿度超标，极有可能发生火灾、爆炸等事故。

8. 若防雷电设施使用过程中损坏、失效，可能遭受雷击，雷电放电引起过电压，可能发生火灾、爆炸事故。

9. 化验室涉及的物料中多数有毒，储存设施或仪器设备等如果密封不好发生泄漏，在工作空间会存在一定浓度的蒸气，化验人员如果没有做好防护工作，则可能会引起不同程度的中毒事故。大量吸入造成呼吸道刺激、炎症和肺水肿。可能会造成作业人员中毒、窒息事故。

10. 试剂在使用或储存过程中，若定置、定位、标识不清，包装物发生破裂或泄漏、抛洒等，人员与有毒物料接触或吸入其蒸气，导致工作人员中毒。

11. 在购买、领用、运输、加料、储存、使用、保管等各个环节，存在因使用防护不当、管理不善、设备泄漏、包装物破损等极易发生人身中毒事故，甚至引起死亡或重大环境污染事故。

12. 由于管理不善，或生产条件差，设备、管线等密封不严，作业场所通风不好，使得作业场所有毒有害物质浓度超标，有引起人员中毒的可能。

13. 化验室化学品中涉及的易制毒品，其挥发的蒸气对人体都有毒害作用，一旦设备、装置发生泄漏，有毒物质挥发，易造成人员中毒伤害事故；若发生燃烧或受热分解产生有毒烟气，事故状态下可能发生二次伤害事故。

14. 在储存过程中，若不能按照化学品管理的有关要求实施“五双制度”和加强监控，一旦物料失去控制，将会导致中毒事故发生，也会造成社会不安定。

15. 化验室化学品多数具有腐蚀性，如盐酸、次氯酸钠溶液、硼酸等。在实验或储存过程中，如果实验人员操作不慎、容器破裂、设备及管道泄

漏等导致腐蚀性物质外泄或化验人员直接接触，会造成人员化学灼伤并对设备造成腐蚀。

16. 化验过程中或化学品室存放过程中腐蚀性物质发生泄漏，操作人员没有穿戴耐酸碱的工作服、工作帽、防护靴、耐酸碱手套、防护眼镜，违章作业，现场未配置洗眼器、喷淋设施等，易发生人员被灼伤事故。

#### B.5.5 废气处理装置危险、有害因素分析

本项目二车间共设置 8 套碱洗塔装置，1 套为液氯库外设置的二级碱洗塔装置，用于处置液氯库可能泄漏的氯气。1 套一级碱洗塔主要处置硫酸储罐产生的大小呼吸废气，其余 6 套一级碱洗塔为吹吸塔配套设置的废气治理设施，用于处置吹吸塔产生的二氧化硫和溴化氢废气。碱洗塔溶液为 15%氢氧化钠溶液，由 32%氢氧化钠溶液稀释而来。

废气处理装置存在的主要危险有害因素如下：

##### 1. 灼烫

废气处理塔使用 15%氢氧化钠作为处理液，氢氧化钠溶液具有腐蚀性，若处理塔、槽及管线的阀门破裂，或配置及添加 15%氢氧化钠过程中，作业人员不慎导致腐蚀品发生泄漏，作业人员接触，很容易发生化学灼烫事故。

##### 2. 中毒和窒息

废气处理塔处理的氯气、二氧化硫、溴化氢、硫酸等废气，均具有一定的毒害性，如果输送管线发生损坏，有毒废气泄漏，作业人员无防护措施，易发生中毒伤害事故。

##### 3. 触电

碱液循环泵及配电线路等，未设置漏电保护器或无保护接地措施，一旦线路绝缘损坏等原因可造成人员触电危险。

##### 4. 机械伤害

废气塔运转的碱液循环泵，如果机械转动部位外露、防护措施或安全装置不完善，可能使操作人员的手、脚或头发、衣物缠绕其上而造成人身

伤害。

### B.5.6 仪表、自控系统危险、有害因素分析

自动控制系统工作内容十分具体、细小、零散，每一个环节稍有不妥，都可能间接影响装置的安全生产。若出现故障，各点温度、压力、流量、电流、电压的仪表指示失真，可能导致超压、超温、操作失控、物料喷料等后果。自控系统危险、有害因素如下：

1. 若仪表及自控系统选型不当，或安装不合理，或自控参数及联锁设置与工艺不相匹配，在生产过程中，均会导致事故的发生。

2. 因腐蚀性气体、尘埃、温度、湿度影响，可损害密封线路及其相关附件，影响散热、引起接触不良、短路或导致电阻器额定功率和绝缘性能下降等，可导致自动控制系统失灵，导致事故的发生。

3. 若仪表控制系统稳定性差，则会影响检测数据的有效性，影响操作人员判断以及其操作，从而导致事故的发生，此外关键点检测和控制元件等方面若不进行冗余设计，可能因控制元件故障造成整个监测、控制系统的故障。

4. 作业人员不具有相应的理论、技术应用、操作控制及维护管理等方面的知识，当仪表及自控系统发生故障或发生警报时，作业人员未能及时处理，也易导致事故的发生。

5. 若过分依赖设备的自动控制系统，而忽略了现场巡回检查，易发生火灾、爆炸事故。

6. 仪表测量部位或调节阀某部位泄漏介质，轻则造成仪表不准确，重则将引起爆炸、着火。

7. 调节阀杆卡、使阀芯不动作，不能实现对物料的调节作用。

8. 元器件腐蚀、变形、变质，或处于振动场所等，使仪表测量不准，或整台仪表冻坏。

9. 导线断线，造成无信号。

10. 端子接触不良，造成信号不准、失控等。

11. 电缆、电线受磁场干扰，导致信号有误，造成不准或误动作。

12. 仪表元器件老化或质量低劣，使仪表功能受损。

13. 自控装置的接线断裂、外接仪表故障、自控参数设置错误，或内部元件损坏，均可能造成自控装置显示错误或作出错误指令，导致危险。工艺堵住仪表的测量引线和测量部位，就会使测量不准，或不动作。

## **B.6 检修过程危险、有害因素分析**

1. 在禁火区违章动火，从事维修作业未按规定程序清理现场，特别是未按动火作业规定，未进行清洗、置换、化验、清理危险物质等审批程序，无人监护、未采取通风、消防等安全措施，有可能造成火灾、爆炸事故。

2. 在机械设备的检修和维护过程中，由于操作失误、指挥失误、设备误动、防护装置拆卸后不及时恢复等原因也可能导致机械伤害。

3. 采用质量不合格的设备、管道、阀门、材料、零部件及电气材料等，有可能造成设备事故。

4. 检修用的工业气瓶（氧气瓶、液化石油气瓶、乙炔瓶），由于气瓶安全距离不够，或露天曝晒、碰撞、无防倾倒措施，违章操作不符合安全要求，有可能会发生火灾、爆炸事故。

5. 登高作业违反安全操作规程，未佩戴安全带等用品，或梯子、平台等不符合安全规定，可能发生高处坠落、物体打击事故。

6. 电气设备检修容易发生触电事故。设备检修照明未使用安全电压，电器绝缘损坏而发生触电事故。

7. 检修、安装过程中焊接作业较多，焊接后焊缝温度很高，不小心可能引起烫伤，此外，焊接过程中未穿防护服或未戴防护罩，也会引起职业性电损伤。

8. 在设备检修中，未制定并严格遵守检修工作的各项规章制度，在检修过程中如果管理不善、组织不好、操作失误等，易引发事故。

9. 建设项目机器、设备修理时，有时必须拆卸掉防护装置，在进行修

理时未遵守检修作业规程，在检修的区域和设备上未设置警示标志和禁止标志，对合闸后能够启动、转动的设备，未拆卸掉电源，未悬挂“正在修理，禁止合闸”的警示标牌。在检修作业时，可能发生触电、机械伤害等事故。

10. 在检修过程中一般存在多种类型作业的混合，如交叉作业、电气检修作业、登高作业、恶劣环境下的作业等，因参加检修的人员较多，人员素质参差不齐，组织管理难度大，因各工种作业人员协调配合不当，违章作业及安全监管不到位等，容易发生事故。

11. 生产过程中，由于设备的腐蚀、损坏，需要更换或拆卸后外送检修时，需要使用到起重设备，在起重作业时，作业空间受到限制，周边设备中还存在可燃有害物质，若未制定并严格执行起重作业规程及起重作业审批制度，在起重作业过程中，可能发生起重伤害、物体打击，造成相邻装置、设备的损坏，还可能发生火灾事故。

12. 在设备检、维修时，若因身体不适、注意力不集中，违反高处作业规定或不严格执行操作规程或由于设备（护栏）腐蚀、高处建构筑物空洞未封堵、防护，临边无防护栏、防护栏不符合要求（如：防护栏高度不符合要求、防护栏竖档、横档不符合要求）、防护栏发生腐蚀损坏等，可能发生高处坠落事故。

13. 检修用电设备的电压过高，导致裸露会造成触电事故。

14. 动火设备电线裸露会造成触电、火灾；检修设备与其它设备联接电焊时放弧引起火灾；高处动火、登高器械固定不牢会发生坠落事故；动火结束后，动火区域高温焊渣清理不净会引起火灾事故。

15. 动土作业时若破坏电缆沟、管道等地下隐蔽设施，有造成火灾、中毒的危险。动土作业选用的工具不当，易造成机械伤害、触电等危险。若无专业监护人员，顺序不对、动土作业时未设置安全边坡或固壁支撑等，易导致塌方等事故的发生。

16. 检修过程中，外来单位无施工资质、未签订安全生产管理协议、

外来单位员工管理不严、企业对外来施工未落实专职监管人员等，外来施工人员的不规范行为可能导致事故的发生。施工车辆可能撞坏管线，导致事故发生。

### **B.7 安全管理及其他影响因素分析**

1. 若公司管理人员和员工不具备相应的安全生产知识和能力，有可能发生违章指挥、违章作业，导致事故发生。

2. 安全生产管理制度存在严重缺陷或安全生产管理制度执行不严，特别是安全投入不足，忽视安全生产管理，可能导致事故发生。

3. 事故应急预案操作性不强或未经有效演练，则有可能在事故发生时，贻误时机，使态势进一步扩大，造成重大人员、财产损失事故。

4. 建设单位未制定特殊作业规程，厂内进行检维修作业过程中可能存在砸、压、挤、撞等潜在的风险，若检维修作业过程中违反安全作业规程（规定），检维人员操作缺陷或失误，或者管理者违章指挥，都有可能引发安全事故。

5. 操作人员检维修作业中制度不严、安全措施不力等均可能引发安全事故。

### **B.8 其它危险、有害因素分析**

#### **B.8.1 噪声与振动危险、有害因素分析**

本项目各类机、泵等设备运行过程，安全阀放空、装置置换吹扫过程均产生噪音。噪声会造成暂时性或永久性听觉损伤，特别是长期接触高强度，会导致不可逆病变，或者永久性听觉损伤，形成噪声性耳聋，而这种耳聋一旦发生就很难治愈。作业人员受噪声影响，会造成烦躁、精神不集中等情况，容易引发其他事故发生。

#### **B.8.2 高（低）温危害危险、有害因素分析**

夏季温度较高，在通风不良时易形成高温作业的工作环境，易产生中

暑以及诱发心、脑血管疾病导致死亡；导致中枢神经抑制，注意力、工作能力降低，易发生工伤事故，冬季未采取防寒保温措施，可能引起人员冻伤。

### B.8.3 有限空间作业危险、有害因素分析

根据《有限空间作业安全指导手册》（应急厅函〔2020〕299号），有限空间是指封闭或者部分封闭，与外界相对隔离，出入口较为狭窄，作业人员不能长时间在内工作，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或者氧含量不足的空间，建设项目涉及的各类储罐、脱轻塔等属于有限空间。

1. 建设项目未实行有限空间作业审批制度，擅自进入有限空间作业；个人防护装备不完善，安全警示标识不全，无防护监护措施，未对作业人员进行安全培训，以及未制定应急措施和盲目施救都会造成人员的伤害。

2. 进入有限空间进行作业前，未按要求进行隔断、吹扫、置换，检测氧气浓度且未正确使用防护用具，未定时检测氧浓度，造成作业过程中逐渐积聚有毒气体，可能发生中毒、窒息事故。

3. 由于空间受限，当作业过程中使用的工器具产生的有害物质（如焊接等作业过程中产生的有毒、有害烟尘等），可能影响作业人员的身体健康，甚至可能出现中毒、窒息等严重事故。

4. 进入有限空间进行作业前，未经过充分的通风、作业过程中通风供氧措施不到位或未进行有害气体检测时，容易发生由于缺氧造成的窒息事故。

5. 进入有限空间内检修、维修时，未采用防爆型电气，电气火花与可燃气体接触，易产生密封性爆炸事故。

6. 进入有限空间实施焊接或使用其他电气设备时，未采用安全电压或漏电保护装置，发生触电事故。

7. 若有人在有限空间内作业发生意外，监护、救援人员相关知识的匮

乏，多名救援人员进行营救，但未做好保护措施，造成多人同时死亡事故。

8.有限空间作业场所附近未配备相应的救援设备或救援设备缺失，在发生意外时，监护、救援人员不能及时救援，导致事故发展的扩大性，造成人员伤亡。

9.某些有限空间内部结构复杂，内部构造的复杂会带来施工上的复杂，提高施工人员的施工难度，加大施工人员呼吸频率，情绪的复杂性，易造成施工失误引起的物体打击、触电等事故。

10.厂内有限空间委外作业时，未签署安全协议及现场监督等，委外作业人员不熟悉有限空间内具体情况，未做好安全防护措施，未与监督人员做好沟通，贸然进入有限空间，造成人员伤亡。

附件 C 定性、定量分析危险有害程度过程

C.1 固有危险程度定量分析过程

C.1.1 具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量  
本项目不涉及爆炸性化学品。

C.1.2 具有可燃性化学品的质量及燃烧后放出热量

表 C.1-2 具有可燃性化学品的质量及燃烧后放出热量

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |

C.1.3 具有毒性的化学品的浓度和质量

表 C.1-4 毒性化学品的质量及浓度

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |

C.1.4 具有腐蚀性化学品的浓度及质量

表 C.1-4 腐蚀性化学品的质量及浓度

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |

C. 2 选址及总平面布置评价单元危险有害程度分析

C.2.1 预先危险性分析

表 C.2-1 建（构）筑物预先危险性分析表

|  |  |  |  |  |  |    |
|--|--|--|--|--|--|----|
|  |  |  |  |  |  |    |
|  |  |  |  |  |  | 1. |
|  |  |  |  |  |  |    |
|  |  |  |  |  |  |    |

通过预先危险性分析，厂内主要建（构）筑物可能存在建（构）筑物坍塌、房（棚）屋顶倒塌、建（构）筑物火灾危险有害因素，事故发生的可能性等级为 A 级，事故发生的严重度等级为Ⅱ级。

### C.2.2 安全检查表

|     |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|
|     |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
| 1.1 |  |  |  |  |
| 1.2 |  |  |  |  |
| 1.3 |  |  |  |  |
| 1.4 |  |  |  |  |
| 1.5 |  |  |  |  |
| 1.6 |  |  |  |  |
| 1.7 |  |  |  |  |
| 1.8 |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
| 2.1 |  |  |  |  |
| 2.2 |  |  |  |  |
| 2.3 |  |  |  |  |
| 2.4 |  |  |  |  |
| 2.5 |  |  |  |  |
| 2.6 |  |  |  |  |
| 2.7 |  |  |  |  |
| 2.8 |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
| 3.1 |  |  |  |  |
| 3.2 |  |  |  |  |
| 3.3 |  |  |  |  |
| 3.4 |  |  |  |  |
| 3.5 |  |  |  |  |
| 3.6 |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
| 4.1 |  |  |  |  |

|      |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|
|      |  |  |  |  |
| 4.2  |  |  |  |  |
| 4.3  |  |  |  |  |
| 4.4  |  |  |  |  |
| 4.5  |  |  |  |  |
| 4.6  |  |  |  |  |
| 4.7  |  |  |  |  |
| 4.8  |  |  |  |  |
| 4.9  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |
| 5.1  |  |  |  |  |
| 5.2  |  |  |  |  |
| 5.3  |  |  |  |  |
| 5.4  |  |  |  |  |
| 5.5  |  |  |  |  |
| 5.6  |  |  |  |  |
| 5.7  |  |  |  |  |
| 5.8  |  |  |  |  |
| 5.9  |  |  |  |  |
| 5.10 |  |  |  |  |
| 5.11 |  |  |  |  |
| 5.12 |  |  |  |  |
| 5.13 |  |  |  |  |
| 5.14 |  |  |  |  |
| 5.15 |  |  |  |  |

对建设项目选址及总平面布置采用安全检查表进行检查，共检查了 48 项，有 35 项符合要求，有 13 项提示设计。

C.3 生产评价单元危险有害程度分析

C.3.1 预先危险性分析

表 C.3-1 生产评价单元预先危险性分析表

|   |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |

|    |  |  |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|--|--|
|    |  |  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |

通过预先危险性分析，生产单元可能存在的危险有害因素为：火灾、爆炸、中毒和窒息、容器爆炸、机械伤害、高处坠落、物体打击、灼烫（化学灼伤）、触电、坍塌，事故发生的可能性等级为 B~C，事故发生的严重度等级为 II~III。

### C.3.2 安全检查表

表 C.3-2 生产评价单元安全检查表

|     |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|
|     |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
| 1.1 |  |  |  |  |
| 1.2 |  |  |  |  |
| 1.3 |  |  |  |  |
| 1.4 |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
| 2.1 |  |  |  |  |
| 2.2 |  |  |  |  |
| 2.3 |  |  |  |  |
| 2.4 |  |  |  |  |
| 2.5 |  |  |  |  |
| 2.6 |  |  |  |  |
| 2.7 |  |  |  |  |
| 2.8 |  |  |  |  |
| 2.9 |  |  |  |  |

[illegible]

[illegible]

|     |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|
|     |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
| 5.1 |  |  |  |  |
| 5.2 |  |  |  |  |
| 5.3 |  |  |  |  |
| 5.4 |  |  |  |  |
| 5.5 |  |  |  |  |
| 5.6 |  |  |  |  |
| 5.7 |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |
|     |  |  |  |  |

对生产过程采用安全检查表进行检查，共检查了 87 项，有 56 项符合要求，有 31 项提示设计。

### C.3.3 危险度评价法

表 C.3-3 生产单元危险度评价

| 序号 | 单元名称  | 物质名称         | 物质评分 | 容量评分 | 温度评分 | 压力评分 | 操作评分 | 总分 | 等级 |
|----|-------|--------------|------|------|------|------|------|----|----|
| 1  | 吹吸装置区 | 二氧化硫、氯、溴、溴化氢 | 10   | 0    | 0    | 0    | 2    | 12 | II |
| 2  | 燃硫车间  | 硫磺、二氧化硫      | 10   | 0    | 0    | 0    | 2    | 12 | II |

吹吸装置区、燃硫车间单元的危险度评价属II级（中度危险）。

## C.4 储运评价单元危险有害程度分析

### C.4.1 预先危险性分析

表 C.4-1 储运评价单元预先危险性分析表

|   |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|
|   |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |

|    |  |  |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|--|--|
|    |  |  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |

通过预先危险性分析，储运单元可能存在的危险有害因素为：火灾、爆炸、中毒和窒息、灼烫（化学灼伤）、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、触电、坍塌，事故发生的可能性等级为 A~B，事故发生的严重程度等级为II~III。

#### C.4.2 安全检查表

表 C.4-2 储运评价单元安全检查表

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
| 1  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |



|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |
| 21 |  |  |  |  |
| 22 |  |  |  |  |
| 23 |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
| 1  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
| 1  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
| 1  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |

对储运过程采用安全检查表进行检查，共检查了 69 项，有 19 项符合要求，有 50 项提示设计。

### C4.3 危险度评价法

表 C4-3 储存单元危险度评价

| 序号 | 单元名称 | 易物质名称 | 物质评分 | 容量评分 | 温度评分 | 压力评分 | 操作评分 | 总分 | 等级  |
|----|------|-------|------|------|------|------|------|----|-----|
| 1  | 液氯库房 | 氯     | 10   | 10   | 0    | 2    | 2    | 24 | I   |
| 2  | 硫磺仓库 | 硫磺    | 2    | 0    | 0    | 0    | 2    | 4  | III |

液氯库房单元的危险度评价属I级（高度危险），硫磺仓库单元的危险度评价属于III级（低度危险）。

## C.5 公用工程评价单元危险有害程度分析

### C.5.1 预先危险性分析

表 C.5-1 公用工程评价单元预先危险性分析表

|   |  |  |  |  |  |    |
|---|--|--|--|--|--|----|
|   |  |  |  |  |  |    |
|   |  |  |  |  |  |    |
| 1 |  |  |  |  |  |    |
| 2 |  |  |  |  |  |    |
| 3 |  |  |  |  |  |    |
| 4 |  |  |  |  |  | 1. |
| 5 |  |  |  |  |  |    |
| 6 |  |  |  |  |  |    |

通过预先危险性分析，本单元可能存在的危险有害因素为：火灾、爆炸、机械伤害、触电，事故发生的可能性等级为 B，事故发生的严重度等级为II～III。

C.5.2 安全检查表

表 C.5-2 公用工程评价单元安全检查表

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
| 1  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |
| 21 |  |  |  |  |
| 22 |  |  |  |  |
| 23 |  |  |  |  |
| 24 |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |
| 26 |  |  |  |  |
| 27 |  |  |  |  |
| 28 |  |  |  |  |
| 29 |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |
| 31 |  |  |  |  |
| 32 |  |  |  |  |
| 33 |  |  |  |  |
| 34 |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
| 1  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |
| 1  |  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |  |
| 3  |  |  |  |  |
| 4  |  |  |  |  |
| 5  |  |  |  |  |
| 6  |  |  |  |  |
| 7  |  |  |  |  |
| 8  |  |  |  |  |
| 9  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |

单元小结：公用工程评价单元共检查了 58 项安全检查表分析评价，合格项 23 项，提示设计项 35 项。

## C.6 外部安全防护距离及个人风险和社会风险分析

本项目个人风险和社会风险的计算是采用南京安元 QRA 定量风险评价系统软件进行模拟。将本项目内所有的危险化学品生产装置和储存设施作为一个整体进行定量风险评估，对其个人风险和社会风险进行了分析评价。

### C.6.1 采用标准及软件介绍

#### 1.标准介绍

《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB36894-2018

《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》  
GB/T37243-2019

注：依据 GB/T 37243-2019 第 4.3 条的规定，“涉及有毒气体或易燃气体，且其设计最大量与 GB 18218 中规定的临界量比值之和大于或等于 1 的危险化学品生产装置和储存设施应采用定量风险评价方法确定外部安全防护距离。当企业存在上述装置和设施时，应将企业内所有的危险化学品生产装置和储存设施作为一个整体进行定量风险评估，确定外部安全防护距离”。

#### 2.软件介绍

南京安元科技有限公司是依托南京工业大学“安全科学与工程”一级学科博士点的产学研一体化的高新技术企业和软件企业。安全无忧网是安元历时多年，基于自主云计算平台和权威安全风险模型重金研发的新一代云服务平台产品，是国内专业级的安全生产科技云服务平台。

### C.6.2 建设项目使用的标准及参数

#### C6.2.1 个人风险标准

个人风险是指假设个体 100%处于某一危险场所且无保护，由于发生事故而导致的死亡频率，单位为次/年。系统根据预设的个人风险标准，采用个人风险等值线填充的形式来进行模拟分析。

标准名称：《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018。

表 C.6.2-1 个人风险标准详细配置（单位：次/年）

| 防护目标                                | 个人风险基准/（次/年）            |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                     | 危险化学品新建、改建、扩建生产装置和储存设施  | 危险化学品在役生产装置和储存设施        |
| 高敏感防护目标<br>重要防护目标<br>一般防护目标中的一类防护目标 | $\leq 3 \times 10^{-7}$ | $\leq 3 \times 10^{-6}$ |
| 一般防护目标中的二类防护目标                      | $\leq 3 \times 10^{-6}$ | $\leq 1 \times 10^{-5}$ |
| 一般防目标中的三类防护目标                       | $\leq 1 \times 10^{-5}$ | $\leq 3 \times 10^{-5}$ |

C.6.2.2 社会风险标准

社会风险是指能够引起大于等于 N 人死亡的事故累积频率（F），也即单位时间内（通常每年）的死亡人数，常用社会风险曲线（F-N 曲线）表示。其中虚线部分代表社会风险标准曲线，介于两条虚线之间的区域为“尽可能降低区”，上方的区域为“不可接受区”，下方的区域为“可接受区”，实线表示该区域的实际社会风险分布情况。

标准名称：《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018

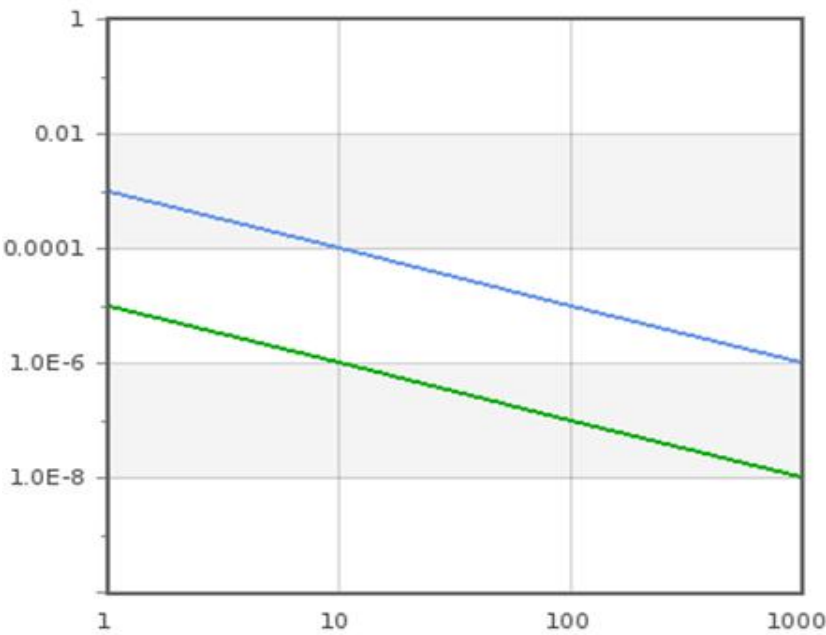


图 C. 6. 2-1 社会风险标准曲线

### C.6.3 企业周边防护目标

#### C6.3.1 防护目标分类

根据 GB 36894-2018《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》，防护目标按设施或场所实际使用的主要性质，分为高敏感防护目标、重要防护目标、一般防护目标。

##### 1.高敏感防护目标包括下列设施或场所：

（1）文化设施。包括：综合文化活动中心、文化馆、青少年宫、儿童活动中心、老年活动中心等设施。

（2）教育设施。包括：高等院校、中等专业学校、体育训练基地、中学、小学、幼儿园、业余学校、民营培训机构及其附属设施，包括为学校配建的独立地段的学生生活场所。

（3）医疗卫生场所。包括：医疗、保健、卫生、防疫、康复和急救场所；不包括：居住小区及小区级以下的卫生服务设施。

（4）社会福利设施。包括：福利院、养老院、孤儿院等为社会提供福利和慈善服务的设施及其附属设施。

（5）其他在事故场景下自我保护能力相对较低群体聚集的场所。

##### 2.重要防护目标包括下列设施或场所：

（1）公共图书展览设施。包括：公共图书馆、博物馆、档案馆、科技馆、纪念馆、美术馆、展览馆、会展中心等设施。

（2）文物保护单位。

（3）宗教场所。包括：专门用于宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等场所。

（4）城市轨道交通设施。包括：独立地段的城市轨道交通地面以上部分的线路、站点。

（5）军事、安保设施。包括：专门用于军事目的的设施，监狱、拘留所设施。

（6）外事场所。包括：外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等。

(7) 其他具有保护价值的或事故场景下人员不便撤离的场所。

3.一般防护目标根据其规模分为一类防护目标、三类防护目标和三类防护目标。一般防护目标的分类规定参见表 C6.3-1。

表 C.6.3-1 一般防护目标的分类

| 防护目标类型                                                                                         | 一类防护目标                                            | 二类防护目标                                                                           | 三类防护目标                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 住宅及相应服务设施<br>住宅包括：农村居民点、低层住区、中层和高层住宅建筑等。<br>相应服务设施包括：居住小区及小区级以下的幼托、文化、体育、商业、卫生服务、养老助残设施，不包括中小学 | 居住户数 30 户以上，或居住人数 100 人以上                         | 居住户数 10 户以上 30 户以下，或居住人数 30 人以上 100 人以下                                          | 居住户数 10 户以下，或居住人数 30 人以下                          |
| 行政办公设施<br>包括：党政机关、社会团体、科研、事业单位等办公楼及其相关设施                                                       | 县级以上党政机关以及其他办公人数 100 人以上的行政办公建筑                   | 办公人数 100 人以下的行政办公建筑                                                              |                                                   |
| 体育场馆<br>不包括：学校等机构专用的体育设施                                                                       | 总建筑面积 5000 m <sup>2</sup> 以上的                     | 总建筑面积 5000 m <sup>2</sup> 以下的                                                    |                                                   |
| 商业、餐饮业等综合性商业服务建筑<br>包括：以零售功能为主的商铺、商场、超市、市场类商业建筑或场所；以批发功能为主的农贸市场；饭店、餐厅、酒吧等餐饮业场所或建筑              | 总建筑面积 5000 m <sup>2</sup> 以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所 | 总建筑面积 1500 m <sup>2</sup> 以上 5000 m <sup>2</sup> 以下的建筑，或高峰时 100 人以上 300 人以下的露天场所 | 总建筑面积 1500 m <sup>2</sup> 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所 |
| 旅馆住宿业建筑<br>包括：宾馆、旅馆、招待所、服务型公寓、度假村等建筑                                                           | 床位数 100 张以上的                                      | 床位数 100 张以下的                                                                     |                                                   |
| 金融保险、艺术传媒、技术服务等综合性商务办公建筑                                                                       | 总建筑面积 5000 m <sup>2</sup> 以上的                     | 总建筑面积 1500 m <sup>2</sup> 以上 5000 m <sup>2</sup> 以下的                             | 总建筑面积 1500 m <sup>2</sup> 以下的                     |
| 娱乐、康体类建筑或场所<br>包括：剧院、音乐厅、电影院、歌舞厅、网吧以及大型游乐等娱乐场所建筑，赛马场、高尔夫、商冰场、跳伞场、摩托车场、射击场等康体场所。                | 总建筑面积 3000 m <sup>2</sup> 以上的建筑，或高峰时 100 人以上的露天场所 | 总建筑面积 3000 m <sup>2</sup> 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所                                |                                                   |
| 公共设施营业网点                                                                                       |                                                   | 其他公用设施营业网点：包括电信、邮政、供水、燃气、供电、供热等其他公用设施营业网点                                        | 加油加气站营业网点                                         |

| 防护目标类型                                                                                                                                                                                                                                                             | 一类防护目标                              | 二类防护目标                                                  | 三类防护目标                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 其他非危险化学品工业企业                                                                                                                                                                                                                                                       |                                     | 企业中当班人数<br>100 人以上的建筑                                   | 企业中当班人数<br>100 人以下的建筑            |
| 交通枢纽设施<br>包括：铁路客运站、公路长途客运站、港口客运码头、机场、交通服务设施（不包括交通指挥中心、交通队）等                                                                                                                                                                                                        | 旅客最高聚集人数<br>100 人以上                 | 旅客最高聚集人数<br>100 人以下                                     |                                  |
| 城镇公园广场                                                                                                                                                                                                                                                             | 总占地面积 5000<br>m <sup>2</sup><br>以上的 | 总占地面积 1500<br>m <sup>2</sup> 以上 5000 m <sup>2</sup> 以下的 | 总占地面积 1500<br>m <sup>2</sup> 以下的 |
| <p>注 1：低层建筑（一层至三层住宅）为主的农村居民点、低层住区以整体为单元进行规模核算，中层（四层至六层住宅）及以上建筑以单栋建筑为单元进行规模核算。其他防护目标未单独说明的，以独立建筑为目标进行分类。</p> <p>注 2：人员数量核算时，居住户数和居住人数按照常住人口核算，企业人员数量按照最大当班人数核算。</p> <p>注 3：具有兼容性的综合建筑按其类型进行分类，若综合楼使用的主要性质难以确定时，按底层使用的主要性质进行归类。</p> <p>注 4：表中“以上”包括本数，“以下”不包括本数。</p> |                                     |                                                         |                                  |

### 6.3.2 企业周边防护目标

本项目二车间周边 6km 范围内的防护目标情况如下：

表 C6.3-2 二车间周边 6km 范围内防护目标一览表

| 序号 | 防护目标          | 防护目标类型  | 相对方位 | 距离/m | 属性     | 人口数  |
|----|---------------|---------|------|------|--------|------|
| 1  | 官港家园          | 一类防护目标  | 西北   | 3200 | 居住区    | 8000 |
| 2  | 艾维诺森林         | 一类防护目标  | 西北   | 3290 |        |      |
| 3  | 尚海湾西苑         | 一类防护目标  | 西北   | 3285 |        |      |
| 4  | 大港滨湖学校        | 高敏感防护目标 | 西北   | 3960 | 学校     | 460  |
| 5  | 官港森林公园        | 一类防护目标  | 西北   | 2720 | 公园     | 500  |
| 6  | 滨海绕城高速公路津港停车区 | 二类防护目标  | 北    | 1365 | 交通枢纽设施 | 50   |
| 7  | 海居园           | 一类防护目标  | 西南   | 5430 | 居住区    | 2380 |
| 8  | 海榕园           | 一类防护目标  | 西南   | 5670 |        | 2650 |

### C.6.4 风险源输入

#### 1. 气象条件

表 C6.4-1 气象条件

| 参数名称          | 参数取值     |
|---------------|----------|
| 所在区域          | 天津       |
| 地面类型          | 草原、平坦开阔地 |
| 辐射强度          | 中等(白天日照) |
| 大气稳定度         | D        |
| 环境压力（pa）      | 101000   |
| 环境平均风速（m/s）   | 3        |
| 环境大气密度（kg/m³） | 1.293    |
| 环境温度（K）       | 298      |
| 建筑物占地百分比      | 0.03     |

风向玫瑰图

风向玫瑰图所属地域：天津

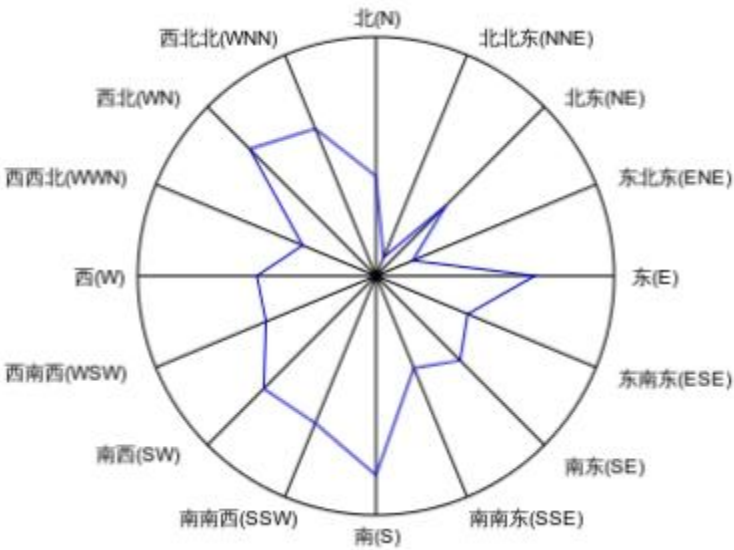


图 C6.4-1 风向玫瑰图

2.人口区域密度

表 C6.4-2 人口区块一览表

| 区块名称   | 总人数  | 全天人员存在率 | 热辐射抵消系数 | 冲击波抵消系数 |
|--------|------|---------|---------|---------|
| 官港家园   | 2500 | 0.5     | 0.5     | 0.5     |
| 艾维诺森林  | 2500 | 0.5     | 0.5     | 0.5     |
| 尚海湾西苑  | 2500 | 0.5     | 0.5     | 0.5     |
| 大港滨湖学校 | 460  | 0.5     | 0.5     | 0.5     |
| 海居园    | 2380 | 0.5     | 0.5     | 0.5     |
| 海榕园    | 2650 | 0.5     | 0.5     | 0.5     |

## 3.建设项目装置基本参数

表 C6.4-3 危险源信息一览表

| 设备名称 | 物质名称 | 相态 | 温度<br>(°C) | 压力<br>(MPa) | 容量<br>(m³) | 台数 | 出口管径<br>(mm) |
|------|------|----|------------|-------------|------------|----|--------------|
|      |      |    |            |             |            |    |              |

表 C6.4-4 危险源（氯气管线）信息一览表

| 设备名称 | 物质名称 | 相态 | 温度 (°C) | 压力 (MPa) | 管径<br>(mm) | 长度 m |
|------|------|----|---------|----------|------------|------|
|      |      |    |         |          |            |      |

表 C6.4-5 危险源（二氧化硫管线）信息一览表

| 设备名称 | 物质名称 | 相态 | 温度 (°C) | 压力 (MPa) | 管径<br>(mm) | 长度 m |
|------|------|----|---------|----------|------------|------|
|      |      |    |         |          |            |      |

注：二氧化硫管道微负压输送。

表 C6.4-6 装置设施基本参数

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |



| 装置名称                   |            |                             | 管道              | 管道              |
|------------------------|------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| 装置类型                   |            |                             | 管道              | 管道              |
| 装置体积 (m <sup>3</sup> ) |            |                             | 0.59            | 9.42            |
| 泄漏模式                   |            |                             | 中孔泄漏 DN50       | 大孔泄漏 DN100      |
| 事故类型                   | 有毒有害物质泄漏扩散 | 物料类型                        | 气体泄漏            | 气体泄漏            |
|                        |            | 泄漏类型                        | 连续泄漏            | 连续泄漏            |
|                        |            | 裂口面积 (m <sup>2</sup> )      | 0.001963 (DN50) | 0.00785 (DN100) |
|                        |            | 泄漏源高度 (m)                   | 3               | 3               |
|                        |            | 泄漏物质温度 (K)                  | 293             | 293             |
|                        |            | 泄漏系数                        | 0.62            | 0.65            |
|                        |            | 泄漏物质密度 (Kg/m <sup>3</sup> ) | 3.21            | 3.049           |
|                        |            | 毒性物质性质常数 A                  | -6.35           | -19.2           |
|                        |            | 毒性物质性质常数 B                  | 0.5             | 1               |
|                        |            | 毒性物质性质常数 N                  | 2.75            | 2.4             |
|                        |            | 容器压力 (Pa)                   | 1013250         | 101425          |
|                        |            | 中毒浓度 (mg/m <sup>3</sup> )   | 2853            | 1428            |
|                        |            | 气体绝热指数                      | 1.35            | 1.272           |
|                        |            | 物质分子量                       | 71              | 64              |

注：中毒浓度取值，氯气吸入 5~10min 致死的体积分数为 0.09% (2853mg/m<sup>3</sup>)；二氧化硫气吸入 5~10min 致死的体积分数为 0.05% (1428mg/m<sup>3</sup>)

## C.6.5 风险模拟结果

### C6.5.1 个人风险模拟结果

1. 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB36894-2018 风险标准绘图：



图 C.6.5-1 个人风险曲线图

2.个人风险分析结果

表 C.6.5-1 个人风险分析结果表

| 个人风险值            | 防护目标                                | 风险情况说明  | 分析结论     | 风险颜色 |
|------------------|-------------------------------------|---------|----------|------|
| $1\times10^{-5}$ | 一般防护目标中的三类防护目标                      | 未覆盖防护目标 | 风险是可以接受的 | 红色曲线 |
| $3\times10^{-6}$ | 一般防护目标中的二类防护目标                      | 未覆盖防护目标 | 风险是可以接受的 | 黄色曲线 |
| $3\times10^{-7}$ | 高敏感防护目标<br>重要防护目标<br>一般防护目标中的一类防护目标 | 未覆盖防护目标 | 风险是可以接受的 | 蓝色曲线 |

小结:

$1\times10^{-5}$  的风险等值线内不存在防护目标，故风险可以接受。

$3\times10^{-6}$  的风险等值线内不存在防护目标，故风险可以接受。

$3\times10^{-7}$  的风险等值线内不存在防护目标，故风险可以接受。

依据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB36894-2018 分析，本项目个人风险可以接受。

C.6.5.2 社会风险模拟结果

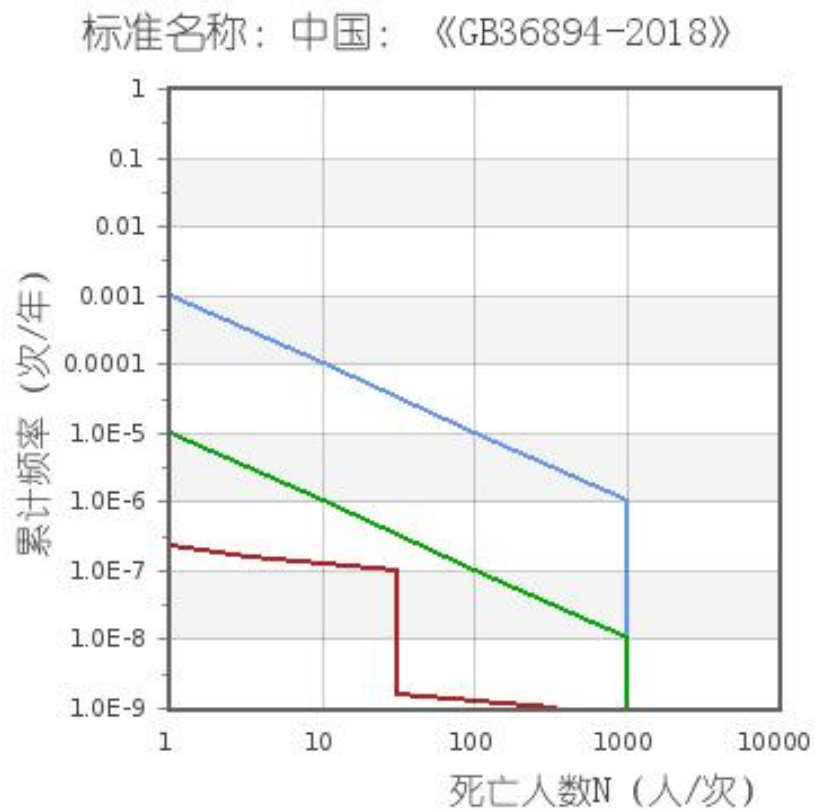


图 C.6.5-2 社会风险输出

本项目社会风险曲线位于低风险区，因此社会风险是可以接受的。

C.6.6 事故后果模拟结果

1. 压力容器物理爆炸模拟后果

表 C.6.6-1 压力容器物理爆炸模拟后果表

| 危险源 | 灾害模式 | 死亡半径<br>(m) | 重伤半径<br>(m) | 轻伤半径(m) |
|-----|------|-------------|-------------|---------|
|     |      |             |             |         |
|     |      |             |             |         |
|     |      |             |             |         |

2. 泄漏中毒事故模拟后果

表 C.6.6-2 泄漏中毒事故模拟后果表

| 危险源 | 灾害模式 | 下风向中毒危害<br>距离 (m) | 横风向中毒危害距<br>离 (m) | 下风向中毒危害<br>面积m² |
|-----|------|-------------------|-------------------|-----------------|
|     |      |                   |                   |                 |
|     |      |                   |                   |                 |
|     |      |                   |                   |                 |

| 危险源 | 灾害模式 | 下风向中毒危害<br>距离 (m) | 横风向中毒危害距<br>离 (m) | 下风向中毒危害<br>面积m <sup>2</sup> |
|-----|------|-------------------|-------------------|-----------------------------|
|     |      |                   |                   |                             |
|     |      |                   |                   |                             |
|     |      |                   |                   |                             |
|     |      |                   |                   |                             |

### C.6.7 外部安全防护距离分析

#### 1. 外部安全防护距离确定方法

根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T 37243-2019）第 4.1 条，危险化学品生产装置和存设施外部安全防护距离确定流程见下图：

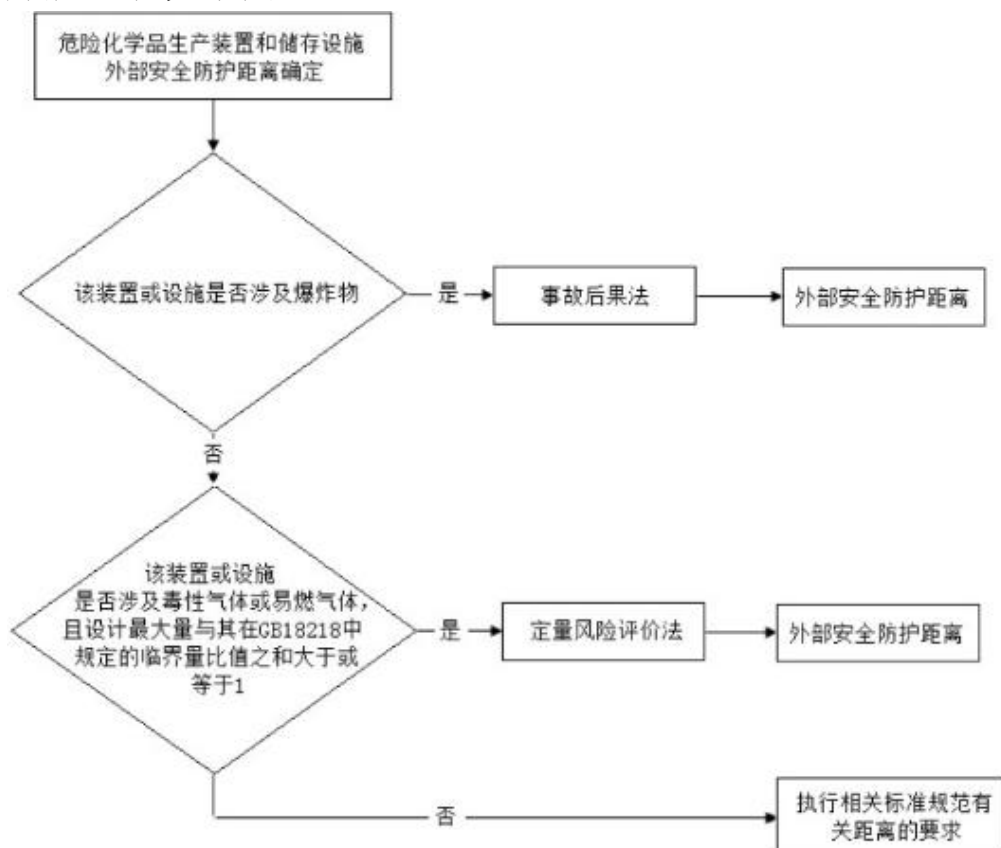


图 C6. 7-1 确定依据

根据建设项目目前涉及的危险化学品种类和数量，可知建设项目不涉及爆炸物的生产及储存，依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）进行辨识可知，建设项目储存单元中的液氯库房已构成三级危险化学品重大危险源，根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距

离确定方法》（GB/T37243-2019）第 4.3 条的规定，“涉及有毒气体或易燃气体，且其设计最大量与 GB18218 中规定的临界量比值之和大于或等于 1 的危险化学品生产装置和储存设施应采用定量风险评价方法确定外部安全防护距离。当企业存在上述装置和设施时，应将企业内所有的危险化学品生产装置和储存设施作为一个整体进行定量风险评估，确定外部安全防护距离”。因此本项目应该采用定量风险评价法确定外部安全防护距离。

## 2. 本项目外部安全防护距离确定

本项目个人风险曲线图如下，各风险曲线对应的外部安全防护距离如图 C6.7-1 表所示：



图 C6.7-2 各风险曲线对应的外部安全防护距离

表 C6. 7-1 基于风险的安全防护距离表

| 采用的法规、规范名称                           | 危险化学品单位周边重要目标和敏感场所类别 | 可容许风险(/年)               | 计算出来的结果(m)<br>(距厂区围墙/用地边界，各方向最远距离) |      |      |      |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------------|------|------|------|
|                                      |                      |                         | 东                                  | 西    | 北    | 南    |
| 依据 GB 36894-2018《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》 | 高敏感防护目标              | $\leq 1 \times 10^{-7}$ | 1381                               | 1241 | 1380 | 1286 |
|                                      | 重要防护目标               |                         |                                    |      |      |      |
|                                      | 一般防护目标中的一类防护目标       | $\leq 3 \times 10^{-6}$ | 859                                | 660  | 839  | 692  |
|                                      | 一般防护目标中的二类防护目标       | $\leq 1 \times 10^{-5}$ | 567                                | 395  | 586  | 462  |
|                                      | 一般防护目标中的三类防护目标       |                         |                                    |      |      |      |

根据个人风险和社会风险分析结果，个人风险各风险等值线以内不存在 GB36894-2018 规定的防护目标，个人风险可接受。结合本项目周边区

域的人口分布，绘制了本项目装置的社会风险 F-N 曲线，按照 GB36894-2018 中的社会风险基准，本项目的社会风险水平可以接受。

因此本项目外部安全防护距离满足风险基准的要求。

C.6.8 多米诺效应分析

多米诺（Domino）事故的发生是由多米诺效应引发的，多米诺效应是一种事故的连锁和扩大效应，其触发条件为火灾热辐射、超压、爆炸碎片。多米诺效应可定义为一个由初始事件引发的，波及到邻近的一个或多个设备，引发了二次事故（或多次事故），从而导致了总体结果比只有初始事件时的后果更加严重。

1.周边设施对本项目多米诺效应的影响分析

建设项目所在的二车间周边均是盐田，本项目围墙距离东北方向的滨海绕城高速公路 1370m，距离西南方向的中石油采油设施 2660m，距离东北方向的滨海绕城高速公路津港停车区 1350m，距离西北方向的官港森林公园 2620m。距离本项目最近的中石油采油设施发生爆炸事故，不会对本项目造成多米诺效应。

2.本项目对周边设施多米诺效应分析

经采用“安全无忧网”QRA 定量风险分析软件对本项目进行多米诺影响分析。多米诺效应分析结果见表 C6.8-1。

表 C6.8-1 多米诺效应结果汇总表

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

由上表可知，本项目液氯储罐、二氧化硫管道、氯气管道发生孔径泄漏中毒事故不产生多米诺影响。液氯储罐物理爆炸的多米诺影响半径13.99m，影响范围在厂区内。不会对周边企业生产装置引发多米诺效应。

## 附件 D 评价依据

### D.1 国家法律

1. 《中华人民共和国安全生产法》中华人民共和国主席令[2014]第 13 号，中华人民共和国主席令〔2021〕第八十八号
2. 《中华人民共和国消防法》国家主席令〔2008〕第六号，主席令〔2019〕第二十九号修改，主席令(2021) 第八十一号修改
3. 《中华人民共和国突发事件应对法》国家主席令〔2007〕第六十九号
4. 《中华人民共和国特种设备安全法》中华人民共和国主席令〔2013〕第四号

### D.2 国务院行政法规及文件

1. 《危险化学品安全管理条例》中华人民共和国国务院令第 591 号（国务院令第 645 号修改）
2. 《易制毒化学品管理条例》中华人民共和国国务院令第 445 号（国务院令 653、666、703 号修改），国办函〔2014〕40 号、国办函〔2017〕120 号和国办函〔2021〕58 号
3. 《生产安全事故应急条例》中华人民共和国国务院令第 708 号
4. 《特种设备安全监察条例》国务院令第 549 号
5. 《建设工程抗震管理条例》国务院令第 744 号
6. 《危险化学品安全综合治理方案》国办发〔2016〕88 号
7. 《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》国务院令第 352 号
8. 《危险化学品安全管理条例》国务院令第 591 号（国务院令第 645 号修改）
9. 《公路安全保护条例》中华人民共和国国务院第 593 号令
10. 《安全生产许可证条例》国务院令第 397 号（国务院令第 653 号修改）

11. 《地震安全性评价管理条例》国务院令第 323 号，2019 年修正
12. 《易制爆危险化学品治安管理办法》中华人民共和国公安部令第 154 号
13. 《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 号修改）
14. 《关于印发<全国安全生产专项整治三年行动计划>通知》安委〔2020〕3 号

### D.3 部委及行业规章

1. 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》国家发展和改革委员会令第 29 号，第 49 号修订，自 2021 年 12 月 30 日起施行
2. 《关于印发淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）的通知》安监总厅科技〔2015〕43 号
3. 《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联合发文 2015 年第 5 号，十部委联合公告 2022 年第 8 号 2022 年 10 月 13 日修订
4. 《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录（2015 版）实施指南（试行）的通知》安监总厅管三〔2015〕80 号，应急厅函〔2022〕300 号（2022 年修改）
5. 《各类监控化学品名录》中华人民共和国工业和信息化部令 52 号
6. 《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》安监总厅政法〔2010〕166 号
7. 《高毒物品目录》（2003 年版）
8. 《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）
9. 《国务院办公厅关于同意将 N-苯乙基-4-哌啶酮、4-苯胺基-N-苯乙基哌啶、N-甲基-1-苯基-1-氯-2-丙胺、溴素、1-苯基-1-丙酮列入易制毒化学品品种目录的函》国办函〔2017〕120 号

10.《国务院办公厅关于同意将 $\alpha$ -苯乙酰乙酸甲酯等 6 种物质列入易制毒化学品品种目录的函》国办函〔2021〕58 号

11.《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，第 79 号修改

12.《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》（应急〔2022〕52 号）

13.《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》安监总厅管三〔2011〕142 号

14.《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》安监总管三〔2013〕12 号

15.《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》安监总管三〔2009〕116 号

16.《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》安监总管三〔2013〕3 号

17.《关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》安监总管三〔2014〕116 号

18.《关于开展提升危险化学品领域本质安全水平专项行动的通知》安监总管三〔2012〕87 号

19.《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理》安监总管三〔2013〕76 号

20.《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准》安监总管三〔2017〕121 号

21.《应急管理部办公厅关于印发危险化学品企业重大危险源安全包保责任制办法（试行）的通知》应急厅〔2021〕12 号

22.《特种设备目录》质检总局 2014 第 114 号，2014 年 10 月 30 日施行

23. 《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》市场监管总局〔2019〕第3号，2019年6月1日
24. 《安全生产培训管理办法》原国家安监总局令第44号（安监总局令第80号修订）
25. 《生产安全事故应急预案管理办法》原国家安监总局令第88号（应急管理部令〔2019〕第2号修订）
26. 《生产经营单位安全培训规定》原国家安监总局令第3号（安监总局令第80号修订）
27. 《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，第79号修改
28. 《关于进一步加强化学品罐区安全管理的通知》原国家安监总局安监总管三〔2014〕68号
29. 《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016年）的通知》安监总科技〔2016〕137号  
《企业安全生产费用提取和使用管理办法》财资〔2022〕136号
30. 《防雷减灾管理办法》国家气象局令〔2011〕第20号（国家气象局令〔2013〕第24号修改）
31. 《应急管理部办公厅关于印发《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》的通知》应急厅〔2020〕38号
32. 《关于危险化学品企业贯彻落实<国务院关于加强企业安全生产工作的通知>的实施意见》安监总管三〔2010〕186号
33. 《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局令第41号，79号令修改
34. 《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录（2010本）》工产业〔2010〕第122号公告
35. 《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录（2015年第一批）的通知》安监总科技〔2015〕75号
36. 《国家安全监管总局关于印发<化工（危险化学品）企业保障生产安全十条规定><烟花爆竹企业保障生产安全十条规定>和<油气罐区防火防

爆十条规定>的通知》安监总政法〔2017〕15号

37.《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》应急〔2019〕78号

38.《应急管理部办公厅关于印发《有限空间作业安全指导手册》和4个专题系列折页的通知》应急厅函〔2020〕299号

39.《特别管控危险化学品目录》应急管理部工业和信息化部公安部交通运输部公告2020年第3号

40.《国家安全监管总局关于印发<危险化学品建设项目安全评价细则（试行）>的通知》安监总危化〔2007〕255号

41.《国家安全监管总局关于印发《化工（危险化学品）企业安全检查重点指导目录》的通知》安监总管三〔2015〕113号

42.《国家安全监管总局办公厅关于外部安全防护距离问题的复函》安监总厅管三函〔2015〕46号

43.《应急管理部关于全面实施危险化学品企业安全风险研判与承诺公告制度的通知》应急〔2018〕74号

44.《国家安全监管总局办公厅关于具有爆炸危险性危险化学品建设项目界定标准的复函》安监总厅管三函〔2014〕5号

45.《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》国发〔2010〕23号

46.《关于氯气安全设施和应急技术的指导意见》（中国氯工业协会〔2010〕协字第070号）

47.《关于下发<关于氯气安全设施和应急技术的补充指导意见>的通知》（中国氯碱工业协会〔2012〕协字第012号）

## D.4 地方性法规及文件

1. 《天津市安全生产条例》2016年11月18日天津市第十六届人民代表大会常务委员会第三十一次会议修订
2. 《市安委会办公室关于吸取事故教训开展环保治理设施专项安全检查的通知》津安办〔2017〕32号
3. 《天津市危险化学品安全管理办法》津政令第11号，第29号令修订
4. 《市安全监管局关于对危险化学品生产、储存装置外部安全防护距离进行安全评估的通知》津安监管三〔2016〕33号
5. 《天津市生产经营单位安全生产主体责任规定》天津市人民政府令第27号
6. 《天津市消防条例》2021年9月27日天津市第十七届人民代表大会常务委员会第二十九次会议修订
7. 《天津市危险化学品企业安全治理规定》2023年7月17日天津市人民政府令第35号公布，自2023年9月1日起施行
8. 《天津市促进海水淡化产业高质量发展实施方案的通知》津发改农经〔2022〕94号
9. 《市安委会关于印发天津市安全生产专项整治三年行动计划的通知》津安生〔2020〕8号

## D.5 国家标准

1. 《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）
2. 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012
3. 《石油化工工厂布置设计规范》GB50984-2014
4. 《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009
5. 《建筑防火通用规范》GB55037-2022

6. 《消防设施通用规范》 GB55036-2022
  7. 《石油天然气工程设计防火规范》 GB50183-2004
  8. 《危险化学品重大危险源辨识》 GB18218-2018
  9. 《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》  
GB/T 37243-2019
  10. 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》 GB36894-2018
  11. 《氯气安全规程》 GB11984-2008
  12. 《废氯气处理处置规范》 GB/T31856-2015
  13. 《安全色》 GB2893-2008
  14. 《安全标志及其使用导则》 GB2894-2008
  15. 《图形符号 安全色和安全标志 第 5 部分：安全标志使用原则与要求》 GB/T 2893.5-2020
  16. 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》 GB4387-2008
  17. 《构筑物抗震设计规范》 GB50191-2012
  18. 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB50223-2008
  19. 《中国地震动参数区划图》 GB18306-2015
  20. 《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010（2016 年版）
  21. 《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》 GB50914-2013
  22. 《石油化工设备和管道绝热工程设计规范》 SH/T 3010-2013(2017)
- （参考）
23. 《压缩空气站设计规范》 GB50029-2014
  24. 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014
  25. 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010
  26. 《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》  
GB 4053.3-2009
  27. 《石油化工安全仪表系统设计规范》 GB/T50770-2013
  28. 《生产过程安全卫生要求总则》 GB/T12801-2008

29. 《建筑给水排水设计标准》 GB 50015-2019
30. 《室外给水设计标准》 GB 50013-2018
31. 《室外排水设计标准》 GB 50014-2021
32. 《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB51251-2017
33. 《工业循环水冷却设计规范》 GB/T 50102-2014
34. 《低压配电设计规范》 GB 50054-2011
35. 《建筑照明设计标准》 GB 50034-2013
36. 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116-2013
37. 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB/T 50062-2008
38. 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB 50053-2013
39. 《通用用电设备配电设计规范》 GB 50055-2011
40. 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50019-2015
41. 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》 GB50093-2013
42. 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》 GB/T50493-2019
43. 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 GB/T29639-2020
44. 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》 GB30077-2013
45. 《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140-2005
46. 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB50974-2014
47. 《自动喷水灭火系统设计规范》 GB50084-2017
48. 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116-2013
49. 《毒害性商品储存养护技术条件》 GB17916-2013
50. 《腐蚀性商品储存养护技术条件》 GB17915-2013
51. 《危险化学品仓库储存通则》 GB15603-2022
52. 《储罐区防火堤设计规范》 GB 50351-2014
53. 《剩余电流动作保护装置安装和运行》 GB/T13955-2017
54. 《工业金属管道工程施工规范》 GB 50235-2010

55. 《化学工业给水排水管道设计规范》 GB50873-2013
56. 《职业性接触毒物危害程度分级》 GBZ/T230-2010
57. 《工业建筑防腐蚀设计标准》 GB/T 50046-2018
58. 《企业职工伤亡事故分类》 GB 6441-1986
59. 《化工建设项目环境保护工程设计标准》 GB/T 50483-2019
60. 《防止静电事故通用导则》 GB12158-2006
61. 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》 GB7231-2003

## D.6 行业或地方标准

1. 《化工企业安全卫生设计规范》 HG20571-2014
2. 《盐化工业劳动安全技术规程》 QB2170-1995
3. 《控制室设计规范》 HG/T20508-2014
4. 《仪表供电设计规范》 HG/T20509-2014
5. 《过程测量与控制仪表的功能标志及图形符号》 HG/T20505-2014
6. 《仪表配管配线设计规范》 HG/T20512-2014
7. 《自动化仪表选型设计规范》 HG/T20507-2014
8. 《化工企业腐蚀环境电力设计规程》 HG/T20666-1999
9. 《液氯泄漏的处理处置方法》 HG/T4684-2014
10. 《化工过程安全管理导则》 AQ/T 3034-2022
11. 《液氯使用安全技术要求》 AQ3014-2008
12. 《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》 GA1511-2018
13. 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》 GA1002-2012
14. 《仓储场所消防安全管理通则》 XF1131-2014
15. 《固体工业硫磺储存输送设计规范》 SH/T3175-2013
16. 《石油化工储运系统罐区设计规范》 SH/T3007-2014
17. 《石油化工静电接地设计规范》 SH/T3097-2017
18. 《石油化工仪表接地设计规范》 SH/T3081-2019
19. 《压力管道定期检验规则-工业管道》 TSGD7005-2018

20. 《固定式压力容器安全技术监察规程》 TSG21-2016/XG1-2020
21. 《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》 T/CCASC1003-2021
22. 《工业溴》 QBT 2021-2022
23. 《安全评价通则》 AQ8001-2007
24. 《安全预评价导则》 AQ8002-2007

## **D.7 其他资料**

其他资料包括但不限于：

1. 与天津海晶科技发展有限公司签订的合同书；
2. 天津海晶科技发展有限公司提供的其他资料；
3. 现场勘查获得的资料。
4. 《天津海晶科技发展有限公司先达浓海水综合利用项目可行性研究报告》（文件编号：H21084F）及所附图纸
5. 建设单位提供的物料安全技术说明书
6. 《天津海晶科技发展有限公司安全现状评价报告》（天津市昊安安全卫生评价监测有限公司编制，2023.8.28)

## 附件 E 附录

- E.1 建设单位营业执照
- E.2 关于先达浓海水综合利用项目备案的证明
- E.3 可行性研究报告封皮及编制单位资质
- E.4 总平面布置设计单位资质复印件
- E.5 供货单位提供的硫磺产品质量检验单复印件
- E.6 输回卤管线路由图
- E.7 建设项目总平面布置图
- E.8.一车间现状图
- E.9.二车间现状图
- E.10.本项目工艺流程图