



营口久源实业有限公司

25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目

设立安全评价报告

(备案稿)

力康咨询
LIKANG CONSULTING

建设单位：营口久源实业有限公司

建设单位法定代表人：赵日伟

建设项目单位：营口久源实业有限公司

建设项目单位主要负责人：赵日伟

建设项目单位联系人：孙雷

建设项目单位联系电话：13941726030

2025 年 10 月 24 日

营口久源实业有限公司

25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目

设立安全评价报告

(备案稿)

评价机构名称：辽宁力康职业卫生与安全技术咨询

服务有限公司

资质证书编号：APJ-(辽)-009

法定代表人：严匡武

技术负责人：张乃耀

评价负责人：郑孝军

评价机构联系电话：13204134300

(安全评价机构公章)

2025 年 10 月 24 日

前 言

营口久源实业有限公司成立于 2013 年 12 月，住所位于辽宁省营口大石桥有色金属（化工）园区，企业类型为有限责任公司，法定代表人赵日伟，注册资金 5000 万元。

由于企业原有硫铁矿制酸装置的立式沸腾炉、废硫酸装置的卧式裂解炉存在炉膛腐蚀、裂纹等安全隐患，长期运行会引发设备穿孔泄漏，造成人员伤亡及环境污染，需进行隐患整治。同时，企业现有废硫酸供应不足、高品位硫铁矿市场价格和天然气等燃料价格日益走高，装置开工率不足，无法实现该公司经营目标和下游客户的产品需求，需进行节能改造。现拟针对原有部分隐患设备设施进行改造，改造后规模不变。根据《关于进一步规范重点行业工业投资项目管理加强事中事后监管工作的通知》（辽发改工业(2020)636 号）、《关于进一步规范全省化工项目准入管理工作的通知》（辽发改工业〔2024〕66 号），本项目属于在原厂区就地进行安全隐患整治和节能改造，且未新增产能，属于可以在已认定的园区外新、改扩建的化工项目。

根据《中华人民共和国安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》以及《辽宁省危险化学品建设项目安全监督管理实施细则》的有关规定，建设单位应当在建设项目的可行性研究阶段，委托具备相应资质的安全评价机构对建设项目进行安全评价。为此，营口久源实业有限公司委托辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司对其 25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目进行设立安全评价。

辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司在接受其委托并与其签订该项目的技术合同后，随即成立评价项目组，收集、整理安全评价所需资料，全面开展该项目的安全评价工作，并按照《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》的要求编制完成了该建设项目设立安全评价报告。

目 录

非常用的术语、符号和代号说明.....	1
1 安全评价工作经过.....	3
1.1 前期准备情况.....	3
1.2 评价目的.....	5
1.3 工作经过和程序.....	5
2 建设项目概况	7
2.1 建设单位概况.....	7
2.2 建设项目基本情况	7
2.3 采用的主要技术、工艺和同类项目水平对比情况	11
2.4 建设项目所在地理位置、用地面积、生产或者储存规模.....	15
2.5 工艺流程和主要设备及设施的布局及其上下游生产装置的关系 ..	21
2.6 配套和辅助工程名称、能力、介质来源.....	33
2.7 主要设备和特种设备	45
2.8 储运系统.....	59
2.9 安全生产管理机构和劳动定员.....	61
3 危险化学品的理化性能指标	62
4 危险化学品包装、储存、运输的技术要求	65
5 建设项目的危险、有害因素和危险、有害程度	67
5.1 危险、有害因素辨识结果	67

5.2 危险、有害程度辨识结果	69
6 建设项目的安全条件	79
6.1 外部情况.....	79
6.2 建设项目的安全条件	81
7 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠性	85
7.1 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施的安全可靠性	85
7.2 主要装置、设备或者设施与危险化学品生产或者储存过程的匹配 情况	86
7.3 拟为生产或者储存过程配套和辅助工程分析	86
8 安全对策与建议	89
8.1 建设项目选址及总平面布置安全对策措施	89
8.2 拟选择的主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施	90
8.3 拟为危险化学品生产或者储存过程配套和辅助工程	101
8.4 建设项目中主要装置、设备、设施的布局	132
8.5 安全生产管理	133
8.6 事故应急救援措施和器材、设备	136
9 项目设立安全评价结论	138
9.1 评价结果综述	138
9.2 总体结论	138
10 与建设单位交换意见	140

附件 1 选用的安全评价方法简介 141

附件 2 定性、定量分析危险、有害程度的过程 147

 F2.1 主要物料危险、有害因素 147

 F2.2 爆炸、火灾、中毒和窒息、灼烫事故分析 161

 F2.3 可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素分析..... 171

 F2.4 危险化学品重大危险源辨识的过程..... 178

 F2.5 定性、定量分析危险、有害程度的过程 183

附件 3 评价依据 204

附件 4 企业提供的相关资料 220

审查会专家组意见

审查会专家组意见修改说明



非常用的术语、符号和代号说明

根据项目的实际情况，现对该项目涉及的非常用术语、符号和代号说明如下：

依据《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（国家安监总局安监总危化[2007]255 号）及《辽宁省危险化学品建设项目安全监督管理实施细则》（辽安监管三[2016]24 号），对危险化学品建设项目相关术语定义如下：

危险化学品——指具有爆炸、燃烧、助燃、毒害、腐蚀等性质且对接触的人员、设施、环境可能造成危害或者损害的化学品。

改建项目——指企业对在役伴有危险化学品产生的化学品或者危险化学品生产、储存装置（设施），在原址或者易地更新技术、工艺和改变原设计的生产、储存危险化学品种类及主要装置（设施、设备）、危险化学品作业场所的建设项目。

作业场所——指可能使从业人员接触危险化学品的任何作业活动场所，包括从事危险化学品的生产、操作、处置、储存、搬运、运输、废弃危险化学品的处置或者处理等场所。

安全评价单元——根据建设项目安全评价的需要，将建设项目划分为一些相对独立部分，其中每个相对独立部分成为评价单元。

危化品目录序号：《危险化学品目录（2015 年版）》（国家安全监管总局等 10 部门公告[2015]第 5 号，应急厅函〔2022〕300 号）中的序号一栏所列的数字。

外部安全防护距离：为了预防和减缓危险化学品生产装置和储存设施潜在事故（火灾、爆炸和中毒等）对厂外防护目标的影响，在装置和设施与防护目标之间设置的距离或风险控制线。

符号、代号：

CAS 号——是美国化学文摘对化学物质登录的检索服务号，可用于检索该化学物质的有关情报信息。

UN 号——是联合国《危险货物运输建议书》对危险货物制订的编号。

PC-TWA——时间加权平均容许浓度，以时间为权数规定的 8h 工作日、40h 工作周的平均容许接触浓度。

PC-STEL——短时间接触容许浓度，在遵守 PC-TWA 前提下容许短时间（15min）接触的浓度。

MAC——最高容许浓度，工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质均不应超过的浓度。

1 安全评价工作经过

1.1 前期准备情况

1.1.1 确定安全评价对象和范围

经双方共同协商确定，本次安全评价的对象为营口久源实业有限公司 25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目。

主要评价内容：建设项目的设立安全条件，具体包括：项目是否符合国家和当地政府产业政策与布局；项目是否符合当地政府区域规划；选址及总平面布置的合理性；项目周边重要场所、区域及居民分布情况，建设项目的设施分布和连续生产经营活动情况及其相互影响情况，安全防范措施的科学、可行性；当地自然条件对建设项目安全生产的影响和措施可行性；主要技术、工艺成熟可靠性；新建及依托配套公辅工程的满足性。

评价范围包括：该项目依托的公辅设施和利旧的设备和设施见表 2.2-1。

表 2.2-1 依托、利旧部分

序号	名称	依托设施	备注
1.	变配电室	依托厂区东侧的变配电室	
2.	办公楼	依托现有建筑、结构	
3.	循环水及消防水泵房、消防水池	依托现有建筑、结构	
4.	循环水池	依托现有结构	
5.	事故水池	依托现有结构	
6.	冷却液筒集水池	依托现有结构	
7.	污水处理工段	依托现有结构	
8.	脱盐水及空压站	依托现有建筑、结构	
9.	纯水站/冷冻站	依托现有建筑、结构	
10.	净化工段	利旧现有装置、设施	
11.	干吸厂房	利旧现有装置、设施	

序号	名称	依托设施	备注
12.	转化工段	利旧现有装置、设施	
13.	焙烧工段	部分利旧现有装置、设施	
14.	裂解工段	部分利旧现有装置、设施	
15.	杂品间	利旧现有建筑、结构	
16.	硫酸罐	利旧现有 $\Phi 16 \times 15.7$; 2 个 3000m^3	
17.	备用罐 废硫酸/硫酸罐	利旧现有 $\Phi 16 \times 15.7$; 1 个 3000m^3	
18.	废硫酸罐	利旧现有 $\Phi 16 \times 15.7$; 2 个 3000m^3	

该项目新增及改造设备设施应具备设立安全条件，见表 2.2-2。

表 2.2-2 新建及改造部分

序号	名称	装置、设施	备注
1.	生产设施	焙烧工段	改造沸腾炉及进料机构
2.	裂解工段	改造裂解炉，增加液硫喷枪和焚硫筒等机构	
3.	原料库一、二	将现有的原料库东西方向拆分成三座独立的仓库，西侧为原料库一，中间为液硫库，东侧为原料库二。	利旧改造
4.	液硫库		利旧改造
5.	渣库	将现有的渣库南北拆分成贴邻的两座独立仓库，贴邻两侧均采用防火墙。北侧较大一座仍为渣库，南侧较小一座为硫磺库。	利旧改造
6.	硫磺库		利旧改造
7.	废硫酸罐	在转化工段南侧新建一座废酸罐， $\Phi 18.5 \times 14$ ；1 个 3760m^3	新建
8.	废酸备用缓冲罐	废酸地罐间南侧新建一座废酸备用缓冲罐。	新建
9.	废酸备用缓冲泵	额定流量： $15\text{m}^3/\text{h}$ ；扬程： 50m	新建
10.	液硫泵	$Q=40\text{m}^3/\text{h}$ ， $p=11\text{kw}$ ， $H=30\text{m}$ ；专用硫磺液下泵	新建
11.	液硫磺罐	$\Phi 6000 \times 6000$ ； $V: 170\text{m}^3$ $\Phi 3000 \times 3200$ ； $V: 22\text{m}^3$	新建
12.	液硫喷枪	SPE-SN2500， $2500\text{kg}/\text{h}$	新建
13.	液硫磺卸车鹤管	/	新建
14.	薄壁尾气冷凝器	$800 \times 600 \times 600$	新建
15.	2#原矿料斗	$\Phi 4000/1200 \times 3980$ ；立式，转速 970rpm	新建
16.	2#上筛皮带机	皮带长 53.8m ；钢架长 26.2m ；平式，转速 1460rpm	新建
17.	检验罐	$\Phi 6800 \times 6500$ ； $V: 235\text{m}^3$	新建
18.	检验打料泵	额定流量： $29\text{m}^3/\text{h}$	新建
19.	输送管道	/	新建
20.	成品酸装卸车区	为解决废硫酸卸车和成品酸装车占用消防道路等问题，拟将废硫酸卸车点向南调整，将成品酸装车栈台调整到硫酸罐区南侧。	位置变化
21.	公辅工程	裂解炉；新建硫酸储罐；	改造

厂外运输不在本次评价范围内。

1.1.2 收集、整理安全评价所需资料

辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司与营口久源实业有限公司签订技术服务合同后，随即组成了安全评价项目组。

项目组收集、整理国家有关法律、法规、规章、规范性文件、规范、标准及国内外有关安全评价的资料，向项目建设方索取该项目的有关文件。

1.2 评价目的

在建设项目初步设计之前，应用安全系统工程原理和方法，对建设项目潜在的有害因素进行辨识与分析，判断其发生事故的可能性及严重程度，提出合理可行的安全对策措施，为建设项目初步设计提供科学依据，以利于提高建设项目的本质安全程度，实现其安全措施和设施与主体工程“三同时”的要求，确保建设项目投产后的安全生产、经济运行。

1.3 工作经过和程序

前期准备工作完成后，我公司项目组对该项目进行安全评价，评价程序如下：

1. 辨识危险、有害因素
2. 划分评价单元
3. 确定安全评价方法
4. 定性、定量分析危险、有害程度
5. 分析安全条件

6. 提出安全对策与建议
7. 整理、归纳安全评价结论
8. 与建设单位充分交换意见，编制安全评价报告

具体的评价程序如图1.3-1所示：

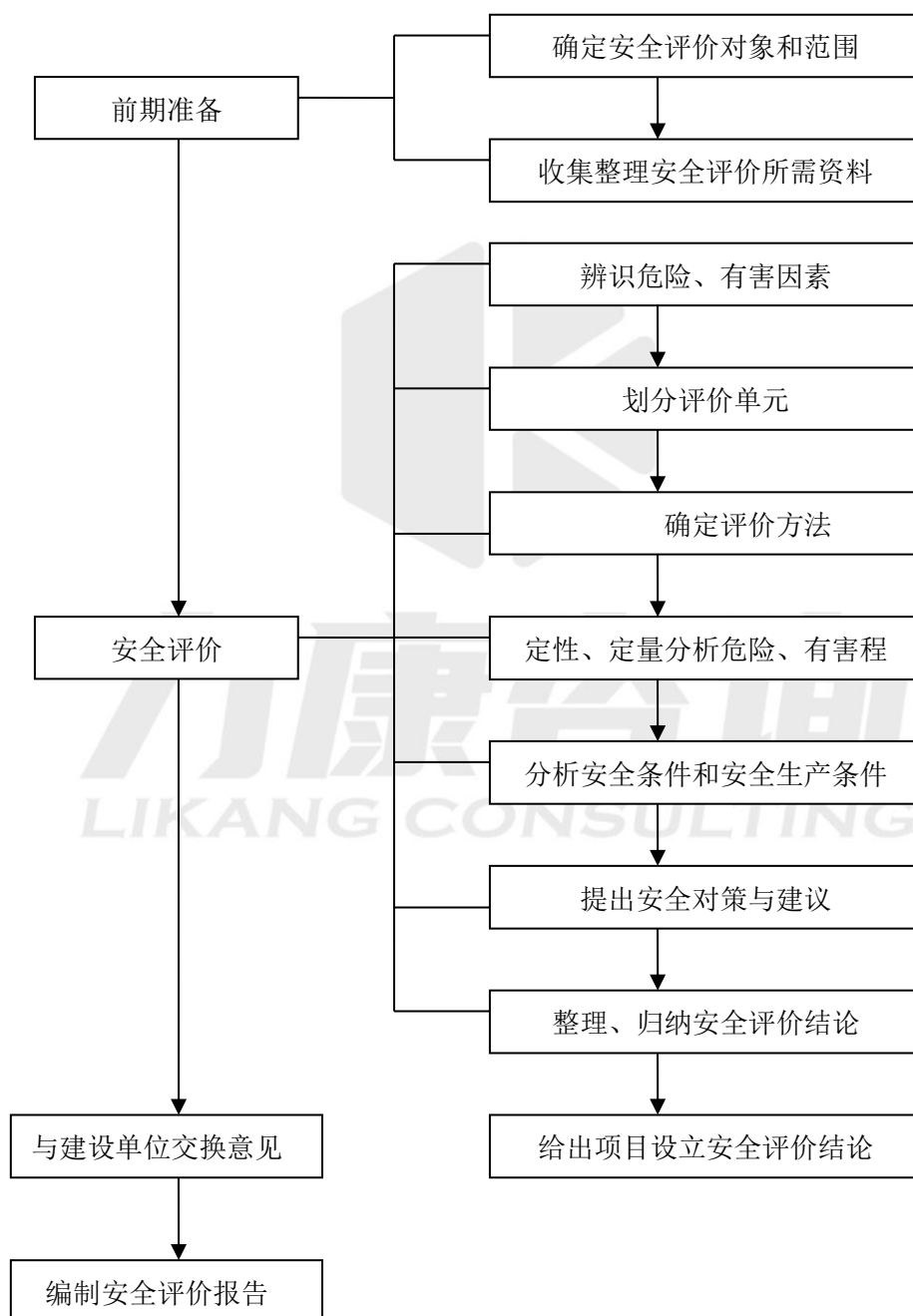


图 1.3-1 评价程序图

3 危险化学品的理化性能指标

该企业原料为硫铁矿、废硫酸、硫磺、液体硫磺、中间产物为二氧化硫、三氧化硫及硫酸，尾气吸收原料为石灰，裂解炉燃料为天然气、燃料柴油。

(1) 依据《危险化学品目录（2015 年版）》（国家安全监管总局等 10 部门公告[2015]第 5 号；应急厅函（2022）300 号），该项目原料硫磺、氢氧化钠、原料及产品硫酸；中间产物二氧化硫、三氧化硫；裂解炉燃料（天然气）、燃料（柴油）被列为危险化学品。

(2) 依据《重点监管的危险化学品名录（2013 年完整版）》（国家安全生产监督管理总局 2013 年），该企业天然气、二氧化硫、三氧化硫为重点监管危险化学品；

(3) 依据《易制毒化学品目录（2021 修补版）》，该企业硫酸为易制毒化学品；

(4) 依据《易制爆危险化学品名录（2017 年版）》（公安部[2017]公告），该项目涉及的硫磺（固体）为易制爆危险化学品；

(5) 根据《高毒物品目录》（卫生部卫法监发[2003]第 142 号），该项目涉及的五氧化二钒为高毒物品。

(6) 依据《特别管控危险化学品名录》（应急管理部、工业和信息化部、公安部 and 交通运输部公告[2020]第 1 号），该企业裂解炉燃料（天然气）为特别管控危险化学品。

危险化学品的危险和有害因素分析结果汇总见表 3.1-3，理化性质及危险危害特性见附件 F2.1。

表 3.1-3 物质的危险、有害因素分析结果汇总表

序号	名称	危化品目录序号	CAS 号	主要危险性类别	火灾危险性	闪点 (℃)	爆炸极限 (%)	备注
1	硫酸	1302	7664-93-9	皮肤腐蚀/刺激, 类别 1A 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1	戊类	无资料	无资料	原料、产品
2	五氧化二钒	2161	1314-62-1	急性毒性-经口, 类别 2 生殖细胞致突变性, 类别 2 致癌性, 类别 2 生殖毒性, 类别 2 特异性靶器官毒性-反复接触, 类别 1 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 2 危害水生环境-长期危害, 类别 2	戊类	无资料	无资料	催化剂
3	硫磺	1290	7704-34-9	易燃固体, 类别 2	乙类	无资料	无资料	原料
4	二氧化硫	639	7446-09-5	加压气体 急性毒性-吸入, 类别 3 皮肤腐蚀/刺激, 类别 1B 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1	乙类	无资料	无资料	中间产物 无储存
5	三氧化硫 [稳定的]	1914	7446-11-9	皮肤腐蚀/刺激, 类别 1A 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触, 类别 3 (呼吸道刺激)	乙类	无资料	无资料	中间产物 无储存
6	天然气	2123	8006-14-2	易燃气体, 类别 1 加压气体	甲类	-188	5-16	裂解炉燃料
7	柴油	1674	无资料	易燃液体, 类别 3	乙类/丙类	无资料	无资料	发电机燃料

8	氢氧化钠	7789-23-3	751	急性毒性-经口, 类别 3* 急性毒性-经皮, 类别 3* 急性毒性-吸入, 类别 3* 危害水生环境-急性危害, 类别 2	戊类	无资料	无资料	
---	------	-----------	-----	---	----	-----	-----	--



4 危险化学品包装、储存、运输的技术要求

根据《化学品分类和危险性公示通则》、《危险货物运输包装通用技术条件》并查阅《危险化学品安全技术全书》、《新编危险物品安全手册》等资料,对该项目涉及的原料、中间产品、最终产品或者储存的危险化学品的包装、储存、运输技术要求的分析结果,见表 4-1。

表 4-1 危险化学品包装、储存、运输技术要求

一、硫酸	
包装类别	II 类包装
危险标志	8
储存、运输技术要求	储存于阴凉、通风的库房。保持容器密封。应与易(可)燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品分开存放,切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料不燃性压缩气体。起运时包装要完整,装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋,防高温。公路运输时要按规定路线行驶,勿在居民区和人口稠密区停留。本品属第三类易制毒化学品,托运时,须持有运出地县级人民政府发给的备案证明。
二、五氧化二钒	
包装类别	III
危险标志	6
储存、运输技术要求	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。防止阳光直射。包装必须密封,切勿受潮。应与碱类、酸类、氧化剂等分开存放。不可混储混运。搬运时要轻装轻卸,防止包装及容器损坏。分装和搬运作业要注意个人防护。
三、硫磺	
包装类别	II
危险标志	8
储存、运输技术要求	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。包装必须密封,切勿受潮。切忌与氧化剂和磷等物品混储混运,平时需勤检查,查仓温,查混储。搬运时要轻装轻卸,防止包装及容器损坏。
四、二氧化硫	
包装类别	I
危险标志	6
储存、运输技术要求	不燃腐蚀性压缩气体,储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30℃,远离火种、热源、防止阳光直射,应与易燃或可燃物分开存放。验收时要

	注意品名、注意验瓶日期、先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸,防止钢瓶及附件破损。运输按规定路线行驶,勿在居民区和人口稠密区停留。
五、三氧化硫	
包装类别	I
危险标志	8
储存、运输技术要求	储存于阴凉、通风仓间内。保持容器密封。注意防潮和雨水浸入。应与易燃、可燃物,还原剂、碱类、金属粉末等分开存放。不可混储混运。搬运时要轻装轻卸,防止包装及容器损坏。分装和搬运作业要注意个人防护。运输按规定路线行驶,勿在居民区和人口稠密区停留。
六、天然气	
包装类别	I
危险标志	4
储存、运输技术要求	易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓混不宜超过 30℃。远离火种,热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素(氟、氯、溴)等分开存放。切忌混储混运,储存间的照明、通风等设施应采用防爆型,开关设在仓外,配备相应品种和数量的消防器材,爆储时要有防火防爆技术措施,露天贮罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具,验收时要注意品名,注意验瓶日期,先进仓的先发用、搬运时轻装轻卸,防止钢瓶及附件破损。
七、柴油	
包装类别	III
危险标志	3
储存、运输技术要求	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。防止阳光直射。保持容器密封。应与氧化剂分开存放。桶装堆垛不可过大,应留墙距、顶距、柱距及必要的防火检查走道。罐储时要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。充装要控制流速,注意防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸,防止包装及容器损坏。
八、氢氧化钠	
包装类别	I
危险标志	20
储存、运输技术要求	储存于干燥清洁的仓间内。注意防潮和雨淋。应与易燃或可燃物及酸类分开存放。分装和搬运作业要注意个人防护。搬运时要轻装轻卸,防止包装及容器损坏。雨天不宜运输。

5 建设项目的危险、有害因素和危险、有害程度

5.1 危险、有害因素辨识结果

根据《企业职工伤亡事故分类》等的有关规定对该项目生产过程中存在的危险、有害因素进行辨识。

5.1.1 可能造成爆炸、火灾、中毒和窒息、灼烫事故的危险、有害因素及其分布

该项目可能造成爆炸、火灾、中毒和窒息、灼烫事故的危险、有害因素及其分布辨识结果，见表 5.1-1。分析过程见附件。

表 5.1-1 可能造成爆炸、火灾、中毒和窒息、灼烫事故的危险、有害因素及其分布辨识结果表

序号	事故类别	事故后果	危险部位或场所	危险程度	发生频率
1.	火灾、爆炸	设备损坏、人员伤亡、停产、造成严重经济损失	裂解工段（包括裂解炉、空气风机室）、裂解炉、天然气调压箱、管线等设施内、液硫库、硫磺库、变配电设施；	高	低
2.	锅炉爆炸	设备损坏、人员伤亡、停产、造成严重经济损失	沸腾炉及余热锅炉；	高	低
3.	容器爆炸	设备损坏、人员伤亡、停产、造成严重经济损失	检修过程中使用的气体钢瓶、天然气管道、蒸汽管道；	高	低
4.	中毒和窒息	人员伤亡	焙烧工段、裂解工段、净化工段、转化工段、干吸工段等涉及的二氧化硫、三氧化硫、五氧化二钒等场所；需要使用氮气进行置换及吹扫的场所；受限空间；	高	低
5.	腐蚀	设备损坏	焙烧工段、裂解工段、净化工段、转化工段、干吸工段、硫酸储罐、废硫酸储罐及装卸设施等涉及的硫酸、三氧化硫等物质具有较强的腐蚀性；	低	中
6.	灼烫	人员伤害	高温设备及蒸汽管道可能造成烫伤事故；	低	中

5.1.2 建设项目可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布

该项目可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布辨识结果，见表 5.1-2。

表 5.1-2 可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布辨识结果表

序号	事故类别	事故后果	危险部位或场所	危险程度	发生频率
1.	机械伤害	人员伤亡	泵类等转动设备附近	低	中
2.	起重伤害	人员伤亡	桥式抓斗起重机附近	低	中
3.	触电	人员伤亡	变电所、配电间、各车间及公辅工程的用电场所、可能产生静电的场所、可能被雷击的建（构）筑物	低	中
4.	高处坠落	人员伤亡	装置操作平台上	低	低
5.	物体打击	人员伤害	装置操作平台下	低	中
6.	车辆伤害	人员伤亡	厂内道路	低	低
7.	淹溺	人员伤亡	事故水池及消防水池	低	低
8.	噪声和振动	人员伤亡	机泵	低	低

5.1.3 “两重点、一重大”辨识结果

1、重点监管危险化学品辨识结果

根据《重点监管的危险化学品名录》（2013 年完整版）的规定，生产原料和产品涉及的重点监管危险化学品有天然气、二氧化硫、三氧化硫。

2、重点监管危险化工工艺辨识结果

按照《重点监管危险化工工艺目录（2013 完整版）》（安监总局 2013 年 1 月 17 日公布）的规定，拟建项目不涉及国家重点监管危险化工工艺。

3、重大危险源辨识结果

经辨识，该项目生产装置、储存设施均不构成危险化学品重大危险源。详见附件 F2.4。

5.2 危险、有害程度辨识结果

5.2.1 评价单元的划分

评价单元的划分是为评价目标和评价方法服务的。为便于评价工作的进行,提高评价工作的准确性,评价单元一般根据生产工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布等因素进行划分,还可以按评价的需要将一个评价单元再划分为若干子评价单元。

根据该项目的实际情况,主要划分成如下 4 个评价单元:选址与总平面布置、生产设备设施单元、公用工程单元、安全管理单元。

评价单元划分的情况,见表 5.2-1。

表 5.2-1 评价单元划分表

序号	评价单元	内容	备注
1	选址与总平面布置单元	厂区内、外周边环境及平面布置、建构筑物等。	
2	生产设备设施单元	本次改造的工艺设备设施。	
3	公用工程单元	给排水、供配电、防雷防静电、消防、采暖、通风等。	
4	安全管理单元	安全管理、事故应急预案等。	

5.2.2 采用的安全评价方法及理由说明

根据危险、有害因素分析结果和对本评价单元的划分,定性、定量评价过程采用的评价方法和理由的说明,见表 5.2-2。

表 5.2-2 安全评价方法及理由说明

序号	评价方法	评价方法选取理由	评价对象	应用单元
1	安全检查表法	符合性检查。选用检查表法确定该工程项目选址、总平面布置与规范的符合性;确定项目的安全管理与规范的符合性。	选址、总平面布置及道路;安全管理机构的设置、安全管理规章制度、事故应急预案与演练等。	选址与总平面布置单元、安全管理单元。
2	预先危险性分析	对系统存在的各种危险、有害因素(类别分布)、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析,其目的是早期发现系统中存在的潜在危险、有害因素,确定系统的危险等	本次改造的工艺设备设施、公用工程。	生产设备设施单元、公用工程单元。

序号	评价方法	评价方法选取理由	评价对象	应用单元
		级，提出相应的防范措施，防止这些危险、有害因素发展成为事故。		
3	事故后果模拟法	事故后果模拟分析法是在数学、物理模型的基础上，选择适当的数值计算方法，对危险单元或系统进行模拟，预演事故的发生过程及事故后果的影响范围，从而能更加形象直观地认识所评价单元或系统的危险及危害性，为设计人员、管理人员和企业、政府职能部门的高层决策者提供客观依据的一种评价方法。	本次改造的工艺设备设施。	生产设备设施单元。
4	定量风险评价法	定量风险评价（Quantitative Risk Assessment，简称QRA），也称概率风险评价方法，采用量化的概率风险值如个人风险和社会风险对系统的危险性进行描述的风险评价方法。	本次改造的工艺设备设施。	生产设备设施单元。

5.2.3 固有危险程度

1、定量分析建设项目中具有爆炸性、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（部位）及其状况（温度、压力）

该项目具有爆炸性、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（部位）及其状况（温度、压力），见表 5.2-3。

表 5.2-3 具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品统计表

名称	最大储存数量（t）	浓度（%）	所在场所	状态	备注
一	生产装置				
天然气	0.02	—	裂解炉、天然气调压箱、管线等设施内	气态	可燃性
二氧化硫	0.3	—	沸腾炉、裂解炉、裂解炉、文氏管洗涤塔、干燥塔、冷却	气态	毒性、腐蚀性

			塔、干燥塔及吸收塔等设备、设施内		
三氧化硫	0.5	—	第一吸收塔 第二吸收塔	气态	毒性、腐蚀性
五氧化二钒	66	100%	转化器床层内	固态	毒性
废硫酸	140	≥90%	废硫酸制硫酸生产线	液态	腐蚀性
液硫	0.3	—	裂解炉工段、裂解炉、文氏管洗涤塔、干燥塔、冷却塔、干燥塔及吸收塔等设备、设施内	液态	可燃性
硫磺	0.3	—	沸腾炉工段、文氏管洗涤塔、干燥塔、冷却塔、干燥塔及吸收塔等设备、设施内	固态	可燃性
柴油	0.01	—	焙烧工序	液态	可燃性
二	储存设施				
液硫	331t	—	液硫贮罐	液态	可燃性
硫磺	180t	—	硫磺库	固态	可燃性
废硫酸	17860t	≥90%	废硫酸贮罐 3000m ³ × 2 3760m ³ × 1	液态	腐蚀性
硫酸	5490t	98%	硫酸储罐 3000m ³ × 1	液态	腐蚀性
	5490t	92.5%	硫酸储罐 3000m ³ × 1	液态	腐蚀性
备用罐	5490t	—	废硫酸或硫酸 3000m ³ × 1	液态	腐蚀性
柴油	7.2t	99%	柴油储罐 φ 2.3 × 2 8 m ³	液态	可燃性

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

根据该项目的危险、有害因素的辨识结果，以及具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品分布情况及其存在状态、状况，并结合本报告附件 F2.5 中预先危险性分析的定性分析结果可知，该项目各个作业场所的固有危险程度，见表 5.2-4。

表 5.2-4 总的和各个作业场所的固有危险程度

危险部位或场所	事故后果	危险程度
生产设备设施单元	灼烫、中毒和窒息	III级（危险级）
	火灾、爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、触电、车辆伤害、物体打击、机械伤害、高处坠落、淹溺、坍塌、噪声与振动	II级（临界级）

总的危险程度：各个储存场所中最大的危险等级可作为总的固有危险度，即：其总的危险程度为III（危险级）危险。

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
该项目不涉及具有爆炸性的化学品。

（2）具有可燃性的危险化学品的浓度及质量

该项目涉及到的具有可燃性的化学品有天然气、柴油、硫磺、液硫，其燃烧后放出的热量，计算结果见表 5.2-5。

表 5.2-5 可燃性物质的固有危险程度情况表

序号	物质名称	所在场所	储存量 (t)	燃烧热 (kJ/kg)	燃烧放出热 量 (kJ)
1	柴油	柴油罐	5	43000	2.15×10^8
2	天然气	裂解炉、天然气调压箱、管线等设施内	0.02	50000	1.0×10^6
3	硫磺	硫磺库	180	9240	1.7×10^9
4	液硫	液硫库液硫贮罐	331	9240	3.1×10^9
5	液硫	裂解炉工段、裂解炉、文氏管洗涤塔、干燥塔、冷却塔、干燥塔及吸收塔等设备、设施内	0.3	9240	2.8×10^6
6	硫磺	沸腾炉工段、文氏管洗涤塔、干燥塔、冷却塔、干燥塔及吸收塔等设备、设施内	0.3	9240	2.8×10^6

（3）具有毒性的危险化学品的浓度及质量

表 5.2-6 毒性物质的固有危险程度情况表

危险化学品名称	数量 (t)	浓度	所在场所	状态
二氧化硫	0.3	—	裂解炉、文氏管洗涤塔、干燥塔、冷却塔、干燥塔及吸收塔等设备、设施内	气态
三氧化硫	0.5	—		液态
五氧化二钒	66	—	转化器床层内	固态

(4) 具有腐蚀性的危险化学品的浓度及质量

表 5.2-7 腐蚀性物质的固有危险程度情况表

危险化学品名称	数量 (t)	浓度	所在场所	状态
二氧化硫	0.3	—	裂解炉、文氏管洗涤塔、干燥塔、冷却塔、干燥塔及吸收塔等设备、设施内	气态
三氧化硫	0.5	—		液态
废硫酸	140	≥90%	制硫酸废硫酸生产线	液态
废硫酸	17860t	≥90%	废硫酸贮罐	液态
硫酸	5490t	98%	硫酸储罐 3000m ³ × 1	液态
	5490t	92.5%	硫酸储罐 3000m ³ × 1	液态
备用罐	5490t	—	废硫酸或硫酸 3000m ³ × 1	液态

5.2.4 风险程度

通过采用安全检查表法、预先危险性分析等对该项目进行风险程度分析评价，评价结果如下：

5.2.4.1 安全检查表法

采用安全检查表法对该项目选址及总平面布局进行检查。该项目厂区内、外建构筑物间防火间距符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB 50028-2006）、《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）的有关要求。具体评价见表 F2.5-2、表 F2.5-3。

5.2.4.2 预先危险性分析

采用预先危险性分析评价方法对该项目生产、储存过程进行预先

危险性分析，得出结论为：该项目中毒和窒息、灼烫的危险等级为Ⅲ级（危险级）；火灾、爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、触电、高处坠落、起重伤害、机械伤害、车辆伤害、物体打击、坍塌、淹溺的危险等级为Ⅱ级（临界级）。具体评价见表 F2.5-5。

5.2.5 与建设项目同类生产装置发生的事故案例的后果和原因

辽宁建平县鸿燊商贸有限公司“3·1”硫酸泄漏事故

（一）事故概要

2013 年 3 月 1 日 15 时 20 分，在朝阳市建平县现代生态科技园区（以下简称园区）内，建平县鸿燊商贸有限公司 2 号硫酸储罐发生爆裂，并将 1 号储罐下部连接管法兰砸断，导致两罐约 2.6 万吨硫酸全部溢（流）出，造成 7 人死亡，2 人受伤，溢出的硫酸流入附近农田、河床及高速公路涵洞，引发较严重的次生环境灾害，造成直接经济损失 1210 万元。

（二）原因分析

1. 直接原因

由于储罐内的浓硫酸被局部稀释使罐内产生氢气，与含有氧气的空气形成达到爆炸极限的氢氧混合气体，当氢氧混合气体从放空管通气口和罐顶周围的小缺口冒出时，遇焊接明火引起爆炸，气体的爆炸力与罐内浓硫酸液体的静压力叠加形成的合力作用在罐体上，导致 2 号罐体瞬间爆裂，硫酸暴溢，又由于爆裂罐体碎片飞出，将 1 号储罐下部连接管法兰砸断，罐内硫酸泄漏。是这起事故的直接原因。

2. 间接原因

(1) 无设计施工，建设硫酸储罐达不到强度、刚度要求。按照规范该硫酸储罐罐体许用应力为 217MPa。在储罐储满硫酸后，罐体实际环向应力为 180.9MPa，而建成的储罐的罐体许用应力是 150MPa，罐体环向应力超过罐体的许用应力。又因储罐罐体焊接质量缺陷，导致罐体储满硫酸后发生变形、渗漏。

(2) 违规动火。在加固施工作业时违反《化学品生产单位动火作业安全规程》（AQ3022-2008）的规定，在未采取有效隔离、通风等防范措施的情况下，于装满硫酸的储罐外进行焊接作业。焊接过程产生的明火，遇储罐内达到爆炸极限的氢气，引发爆炸。

(3) 无安全防护设施。硫酸储罐现场未设置事故存液池以及防护围堤等安全防护设施，导致 2.6 万吨硫酸溢流出，造成事故扩大，引发较严重的次生环境灾害。

(4) 企业非法建设。企业在该硫酸储存项目未经规划，未经环境保护部门进行环境影响评估，未经安全生产监督管理部门审批安全条件，未经发改部门办理项目备案，未经国土部门批准项目建设用地，未经建设部门审批施工许可，未办理工商营业执照情况下，在临时用地上非法建设硫酸储罐。在建设过程中，擅自修改设计参数，雇佣无资质人员施工，建造的储罐达不到安全要求。硫酸储罐现场未设置事故存液池以及防护围堤等安全防护设施，导致 2.6 万吨硫酸溢流出，造成事故扩大，引发较严重的次生环境灾害。

(5) 无资质承揽施工工程，工程质量存在严重缺陷。储罐施工的包工队不具备钢结构工程专业承包及化工石油设备管道安全施工资质，

擅自承揽硫酸储罐施工工程，工程质量存在明显缺陷。在施工中明知企业擅自增加罐体高度，降低储罐壁钢板厚度，提供的原材料达不到设计屈伸强度，却仍按照企业要求施工，为事故发生埋下了隐患。

（6）借用合法资质，非法储存硫酸。借用焱通公司合法资质，获取硫酸购买备案证明，三个月内购入 6.18 万吨硫酸，储存在不具备基本安全条件的 4 个储罐中，为事故发生创造了条件。

（7）园区及政府职能部门对项目把关不严，违法违规审批，监管不到位。

①园区管委会违反政府对园区的规划，片面追求招商政绩，允许硫酸经营项目落户在生态园区内。出具虚假证明，协助企业办理临时用地手续。同意企业非法开工建设，非法储存硫酸，且未向有关部门汇报上述情况，最终造成事故发生。

②建平县发改局违反建平县政府对园区的规划，出具《函》，同意硫酸项目开展前期工作。且未将《函》发送至环保局、安监局等部门，客观导致该硫酸储存项目逃避了有关部门的监管。

③建平县国土局违反《中华人民共和国土地管理法》第 57 条关于“建设项目施工和地质勘查需要临时使用国有土地或者农民集体所有的土地的，由县级以上人民政府土地行政主管部门批准。临时使用土地的使用者应当按照临时使用土地合同约定的用途使用土地，并不得修建永久性建筑物”的规定，明知焱通公司在园区内没有建设项目，不符合临时用地审批条件，却违法为焱通公司批准了临时用地，使企业能够在临时用地上非法建设硫酸储罐。建平县国土局黑水土地所到园区

检查时发现企业的违法行为，却未予以制止，致使违法行为继续进行。

④建平县公安局禁毒大队发现焱通公司申请的硫酸购入数量超出其实际储存能力，在对硫酸流向进行核查时，未对 4 个储罐的合法性进行核实，也未向有关部门通报情况。在三个月内批准了焱通公司 11.75 万吨的硫酸购买备案证明，使企业购入了 6.18 万吨硫酸。

⑤建平县安监局对焱通公司 2012 年第四季度提交的虚假硫酸购销的数量、流向等情况未进行认真核对，监管不到位。

⑥建平县工商局在发现园区内新建了 4 个储罐，未对该企业设立的合法性进行核查处理，致使违法行为继续进行。

⑦建平县政府未建立危险化学品安全监督管理工作协调机制，负有危险化学品安全监督管理职责的部门不能相互配合、密切协作。

（三）预防同类事故的措施

1. 制定完善的安全措施，将剩余两罐硫酸安全运出，拆除罐体，清理场地。处理过酸土地、河床，按照省环保厅现场应急处置会议精神，制定处置方案，选择具有资质单位设计施工，对过酸土壤清理、填埋，恢复植被；制定农田复垦专业技术方案，开展复垦试种工作。

2. 严格建设项目审批程序，依法依规开展项目建设。项目审批备案工作中，工商、规划、发改、经信、土地、环保、安全监管、公安、消防和特种设备等监管部门及项目所在地园区管理机构要按照各自职责，严格依照有关法律法规的规定，正确行使审批职能。坚决杜绝未批先建、边批边建和超越职能审批的现象。建设单位要依法申请各项行政审批手续，严格依法办事；对项目勘察、设计、施工、监理等相关单位资

质要严格把关，确保符合有关法律法规的规定。

3. 认真吸取事故教训，深入开展“打非治违 ”专项行动。认真吸取事故教训，深入开展安全生产“打非治违 ”专项行动，彻底排查、严厉打击未经批准擅自建设危险化学品项目，未经许可擅自从事危险化学品生产、经营，未经许可非法运输危险化学品等非法违法行为，坚决整顿治理、关闭取缔危险化学品非法违法生产经营建设单位，坚决遏制各类事故特别是危险化学品事故的发生，保障人民群众生命财产安全，推动安全生产形势的持续稳定好转。

4. 加强园区的监管。园区内的建设项目必须依法履行“三同时 ”手续。政府不得以“招商”为由，对建设项目实施保护。要正确处理安全与发展的关系，坚持把安全生产放在首要位置， 自觉坚持科学发展安全发展，要把安全真正作为发展的前提和基础。负有监管职能的部门要加强园区企业监督检查， 查处违法违规行为。

5. 政府分管领导，既要抓建设，又要抓安全，更要抓好干部管理。加强对干部的正确的政绩观、大局意识、责任意识和服务意识的教育，督促干部切实增强工作主动性，在各自分管行业领域，加强部门联动，严格按照法律法规规定履职尽责。

6 建设项目的安全条件

6.1 外部情况

6.1.1 周边 24 小时内生产经营活动和居民生活的情况

营口久源实业有限公司位于辽宁省营口大石桥有色金属（化工）园区。该企业周边情况为：厂区东侧是青花天然气门站；南侧是辽宁兴福新材料股份有限公司；西侧是戊类库房、戊类罐区及农用地；北侧是党李路，路对面为农用地。周边 500m 内无商业中心、公园、学校、医院等敏感区域。

该项目严格按照国家相关法律、法规及标准规范布置其建（构）筑物及设备（施），采用检查表对该项目周边环境及平面布置进行符合性检查分析后可知，该项目所涉建设内容与厂区内、外周边设施的安全距离符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）等相关标准规范的要求。

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》、《危险化学品重大危险源辨识》，该项目不构成危险化学品重大危险源。该项目建设地点不属于军事禁区、军事管理区，周边无商业中心、公园等人员密集场所，无学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施，无供水水源，国有园林内无珍稀树种，不属于国家规定的风景区、森林和自然保护区，也无法律、行政法规规定的其他场所、设施、区域。

6.1.2 所在地的自然条件

6.1.2.1 气象条件

营口久源实业有限公司所在地为辽宁省营口大石桥，属温带海洋

性气候，受东亚季风及地形影响，主要气候特征为：四季分明，冬季较长，夏季次之，春季过渡期短。冬季受北方高压影响，多为北风和西北风，夏季受热带高气压控制，多为南风 and 东南风。具体见表 6.1-1。

表 6.1-1 气候气象条件一览表

序号	条件	单位	数值
1	温度		
1.1	年平均温度	℃	8.3
1.2	极端最高温度	℃	35.8
1.3	极端最低温度	℃	-25.5
2	湿度		
2.1	年平均相对湿度	%	65
3	降雨量		
3.1	年平均降雨量	mm	640
3.2	年平均降雨天数	d	99
4	最深冻土厚度	m	-1.18
5	风向		
5.1	年主导风	%	北风和西北风
5.2	年次主导风	%	南风 and 东南风
6	风速		
6.1	年平均风速	m/s	3.2

6.1.2.2 抗震设防烈度

根据《建筑抗震设计标准》（2024 年版）（GB/T 50011-2010）附录 A，该企业所在地抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速值为 0.20g。

6.2 建设项目的安全条件

6.2.1 建设项目对周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响

根据危险、有害因素辨识结果可知，该项目的生产装置、设施有可能产生的危险、有害因素包括：中毒和窒息、灼烫、火灾、爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、触电、高处坠落、起重伤害、机械伤害、车辆伤害、物体打击、坍塌、淹溺，会对居民区和周边单位造成影响的是：中毒和窒息。

该企业涉及二氧化硫，主要危险性类别为急性毒性-吸入，类别 3 等，如果发生泄漏后，未采取有效措施造成事故扩大、气体扩散，则可能造成中毒和窒息事故。

1) 该厂区周边 500m 无居民区和村庄，泄漏或挥发的有害气体不容易积聚，且设有可燃气体或有毒气体浓度监测报警器，能够防止有毒气体和爆炸性混合气体的积聚。

2) 通过安全检查表检查。该企业与周边场所的防火间距符合要求，具体情况见表 F2.5-2、F2.5-3。

3) 由 F3.4 计算结果可知，如生产装置发生二氧化硫泄漏事故，当风速取 1.8m/s，泄露时间取 10min，则距泄漏点下风向短时间容许接触范围为 839.8m。

4) 多米诺半径模拟情况见附件，影响情况见表 6.2-1。

表 6.2-1 多米诺半径模拟影响汇总表

名称	影响半径	影响结果
天然气管道	当目标装置类型为常压容器时，完全破裂多米诺半径为 6.81 米； 当目标装置类型为压力容器时，完全破裂多米诺半径为 3.73 米。	未出 厂区

结合现场勘查情况及装置采取的平面布局,可得出如下结论:如果该企业转化工段、净化工段等生产装置发生事故造成二氧化硫泄漏,有可能会对周边企业生产经营活动及人民群众的生活造成影响。

该企业设置了消火栓等消防设施,按要求制定了应急预案并配备了应急救援设施,在发生事故时,可以组织有效的措施对事件、事故进行消除、控制。

6.2.2 周边单位生产、经营活动或者居民生活对建设项目的影

该企业东侧青花天然气门站(不涉及储存)、南侧辽宁兴福新材料股份有限公司、西侧戊类库房及戊类罐区、北侧是党李路等周边单位与厂区内建(构)筑物的防火间距符合《建筑设计防火规范(2018版)》(GB 50016-2014)的要求。

因此,周边单位及居民生活对该企业影响很小。

6.2.3 危险化学品生产装置和重大危险源与下列场所、区域的距离情况

该项目周边500m范围内没有居民区、商业中心、公园等其他人口密集区域;学校、医院、影剧院、体育场(馆)等公共设施;供水水源、水厂及水源保护区;车站、码头(按照国家规定,经批准,专门从事危险化学品装卸作业的除外)、机场以及铁路、水路交通干线、地铁风亭及出入口;基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地;河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区及军事禁区、军事管理区;法律、行政法规规定予以保护的其他区域。该项目在正常生产

运行中，生产装置及储存设施对周边单位生产、经营活动不会产生危害性影响。

6.2.4 建设项目外部安全防护距离

该企业生产装置和储存设施均不涉及易燃气体和爆炸物，涉及的二氧化硫设计最大量与其在GB 18218中规定的临界量比值之和小于1。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/T 37243-2019）第4.2条、第4.3条和第4.4条的规定，该企业危险化学品生产装置和储存设施的外部安全防护距离应满足相关标准、规范防火间距的要求。

由F2.5-2可知，该企业外部安全防护距离符合要求。

6.2.4 当地自然条件对建设项目投入生产或者使用后的影响

1、雷电的影响

雷电是自然界中的声、光、电现象，它给人类生活和生产活动带来很大的影响。对于该项目来说，能引起火灾和爆炸事故。由于雷电具有电流很大、电压很高、冲击性很强的特点，一旦被雷电击中，不但可能损坏有关设备和设施，造成大规模停电，而且还会导致火灾和爆炸，造成人员伤亡事故。

如果防雷设施不完善或失效，在雷雨天存在被雷击的危险。

2、低温的影响

该企业所处区域累年极端最低温度为-25.5℃，厂房及有关辅助建筑应符合取暖标准。水管道和气体管道如果保温不当，则有被冻裂或阀门堵塞的危险。

此外,低温作业人员受环境低温的影响,操作功能随温度的下降而明显下降,使注意力不集中,反应时间延长,作业失误率增多,甚至产生幻觉,对心血管系统,呼吸系统有一定影响。过低的温度会引起冻伤、体温降低甚至死亡。

3、降雨

大石桥地区年平均降雨量为 640mm。暴雨在短时间内可能在厂区内造成积水引发内涝。洪水可能造成厂区内水淹,危险物质外泄,污染环境,会使人员、财产受到损失。

4、地质的影响

该企业所在区域地震基本烈度为 8 度。若发生超过建构筑物设计以上的地震等级,将导致储存设施破坏,造成危险化学品泄漏,遇点火源会发生火灾、爆炸事故,并造成人员中毒、窒息等。

5、风灾的影响

该企业所在地年平均风速为 3.2m/s,普遍高于其他内陆城市,对员工高空作业会造成较大影响。

6、雪灾的影响

该企业所在地冬季降雪较多,由于降雪,可能导致厂房发生垮塌事故。

小结:从以上分析可知,该地区的自然条件对该项目会造成一定的影响,该项目要做好建构筑物的防雷设计和施工;建构筑物的设计和施工要充分考虑暴雨、地震的影响;在生产活动中采取防高温和防雨措施,使自然条件对建设项目的影影响降低到最小程度。

7 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠

7.1 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施的安全可靠性

7.1.1 工艺技术可靠性

改造后的硫酸总产能仍为 25 万吨/年不变(18.5 万吨+6.5 万吨),生产装置更加合理、工艺更加先进、设备更加高效,该工艺技术为成熟可靠的工艺技术,该技术来源于江苏永纪实业集团有限公司。

硫铁矿掺烧硫磺制酸、废硫酸裂解掺烧硫磺制酸生产工艺技术成熟,生产安全可靠,在国内同行业中已有成熟的应用案例,成套工程业绩表等见附件技术协议。

该企业设置了 1 套集散控制系统(DCS 系统)用于自动控制、监视、操作及联锁等。控制系统及机柜间设置在综合楼的控制室内。该项目利用旧装置现有 DCS 系统进行改造。

7.1.2 设备可靠性

该项目工艺设备为硫酸储罐、液硫贮罐、机泵等设备,均为国内常用的通用设备,运行稳定,可靠性较高。生产运行稳定,可靠性较高,未采用和使用国家明令淘汰、禁止使用的工艺、设备。

在设备选用正确、管线材质选用正确、保证施工质量并加强安全管理的前提下,能够保证生产过程的安全可靠。

7.1.3 小结

该项目拟采用的主要工艺、技术方案适合企业发展现状,该企业设置了 1 套集散控制系统(DCS 系统)用于自动控制、监视、操作及联锁等,增大了安全性,所采用的主要技术已经成熟可靠,安全性较高;所

涉生产设备拟选用国内外常用或定型的生产设备，生产运行稳定，可靠性较高。

该项目拟选的工艺技术不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》规定的限制类或淘汰类；所涉工艺技术、设备设施未列入《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）、《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、装备目录（2016 年）的通知》（安监总科技[2016]137 号）、《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）、《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录(第二批)》（应急厅 2024 年 86 号）淘汰落后安全技术装备。

7.2 主要装置、设备或者设施与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况

该建设项目为节能改造项目，主要更新及新增硫酸贮罐、废酸备用缓冲罐、废酸备用缓冲泵、液硫泵、液硫磺罐、液硫喷枪、液硫磺卸车鹤管、自动控制系统、输送管道等相关配套设备。

主要装置、设备与危险化学品生产、储存过程相匹配，能够满足项目的要求。

7.3 拟为生产或者储存过程配套和辅助工程分析

该项目配套和辅助工程的需求和供应情况，见表 7.3-1。

表 7.3-1 配套和辅助工程的需求和供应情况统计表

序号	名称	需求情况	供应情况
1	给排水	该项目实施对给排水系统无影响，依	本项目依托企业现有供水系统，本项目改造后用水量减少，供水能力能够满足要求。

序号	名称	需求情况	供应情况
		托原设施。	该企业供水由园区输水管线供给，厂内敷设供水管网，管径为 DN320，供水压力为 0.35~0.4MPa，为生活水用水、循环水系统及消防水池补水，该企业生产用水主要为使用循环水补水。消防给水系统采用低压给水方式，与生产、生活给水系统共用一套管网。在生产厂房等建筑物内设有 SN65 室内消火栓。 该项目排水主要是生活污水及雨水。生产过程中不产生废水。厂区内已设置了完善的排水系统，采用有组织排水方式，为雨污合流制。可以满足该项目给排水需求。
2	消防	该项目为节能改造，大部分消防设施可依托厂区及装置现有设施。	该项目为节能改造，大部分消防设施可依托厂区及装置现有设施。该企业厂内设环状消防管网，管径 DN200，供水压力 0.8~1.2MPa，进水总管接自消防水池，水池补水由园区供水管线供给。该企业设置 1 座消防水池，容积为 750m³。厂区内设置环形地下消防水管网；消防水泵位于循环水及消防水泵站，设置消防泵 2 台（1 开 1 备），供水压力 0.8~1.2MPa。厂区各装置周围设置室外消火栓，按要求配备消火栓和阀门井，阀门井之间的消防栓个数不多于 5 个；厂房及办公楼内设置室内消火栓。 该企业在生产装置区、储罐区按间距不大于 60m 设 1 处地下消火栓，其它位置每隔约 100m 设 1 处。生产装置区高塔和设备密集布置的框架平台附近设置 PS80 型高压水炮，水炮喷嘴为直流一水雾两用喷嘴，并在其对角或四周布置。可以满足该项目消防需求。 新建乙类硫磺库，建筑面积大于 300m²，新增室内消火栓。 本项目硫磺库和液硫库均按《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）的要求配备相当数量和类型的灭火器。
3	供配电	本工程为节能改造项目，供配电依托现有变压器提供。	利用厂区内原有变压器，变压等级 10/0.4kV，在配电室内设有低压开关柜、电容补偿柜等配电设备。变压器裕量可以满足本工程新增用电负荷的需求。 该企业消防、仪表电源按二级负荷，自动系统电源为一级负荷中的重要负荷，其余全部为三级负荷。该企业设置了柴油发电机组作为备用电源，当市电故障时，采用自备应急电源（柴油发电机组）供电。DCS 系统设有 UPS 不间断电源，其备用时间为 90min。 该企业设置了 90kW 柴油发电机位于消防泵房内，并用于一级负荷及消防系统的备用供电。 本项目建成后，年节省电 395.7 万度，依托原有供配电系统满足要求。
4	供热、生产供气、天然气、	该项目供热、天然气、采暖均依托原设施。	该企业热源为厂区内 1 座余热锅炉，额定蒸发量 18.5t/h，额定蒸汽压力 3.82MPa。该企业裂解炉使用燃料为天然气，产生废气通过热锅炉产生蒸汽，蒸汽由为其生产装置提供热源，另有部分为企业供热、供暖（冬季不提供供暖）；剩余部分

序号	名称	需求情况	供应情况
	采暖		管道输送至辽宁兴福新材料股份有限公司。余热锅炉可以满足项目生产供热要求。 天然气来自营口正润气站，天然气管道在厂区内埋地敷设至天然气调压箱，出口管道压力为 100~300kPa 供裂解炉使用，入口管道压力不超过 0.4Mpa。天然气供气管径为 DN245，输送流量达到 2000Nm³/h。该供气、调压设施为安装公司统一配型、安装，可以满足项目要求。 该企业设置了空压机房，40Nm³/h，0.5MP，位于厂区东南侧，为裂解炉送风，可以满足项目要求。 该企业生产装置及其他露天设备、设施不设采暖设施。办公楼、厂区内厂房等采用余热锅炉产蒸汽采暖，供暖管道与可燃物之间保持一定距离。
5	通风	生产装置均为露天布置，采用自然通风。	该企业生产装置均为露天布置，采用自然通风。新建硫磺库、液硫库采用机械通风与自然通风相结合的方式。 二氧化硫风机房产生二氧化硫等有害物质，室内设置有毒气体探测器，采用机械通风与自然通风相结合的方式，并设置事故通风装置。事故通风换气次数不小于 12 次/小时，风机布置在墙体的下沿，距地面的距离不大于 0.3m。风机启动信号与室内有毒气体探测器报警信号联锁启动，采用一级报警和二级报警，在二级报警的同时联锁启动轴流排风扇。

小结：该项目依托配套与辅助工程的供应量均可以满足生产装置的需求量，匹配情况较好。

8 安全对策与建议

8.1 建设项目选址及总平面布置安全对策措施

(1) 拟建项目与相邻工厂或设施的防火间距不应小于《建筑设计防火规范(2018版)》(GB 50016-2014)第3.4.1条的规定。

(2) 根据《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)第5.2.1.1条,工业企业厂区总平面布置应明确功能分区,可分为生产区、非生产区、辅助生产区。

(3) 根据《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)第5.1.8条,厂区布置应合理地组织货流和人流。

(4) 根据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008)第5.7.3条,具有危险和有害因素的液体、气体管线,不得穿过与其无关的生产车间、仓库等区域,其地下管线上不得修建(构)筑物。

(5) 根据《工业企业厂内铁路、道路交通安全规程》(GB 4387-2008)第6.1.1条,厂内道路应经常保持路面平整、路基稳固、边坡整齐、排水良好、并应有完好的照明设施。

(6) 根据《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012)第5.7.4条,厂区出入口的位置和数量,应根据企业的生产规模、总体规划、厂区用地面积及总平面布置等因素综合确定。

(7) 根据《建筑防火通用规范》(GB 55037-2022)第3.4.1条,工业与民用建筑周围、工厂厂区内、仓库库区内、城市轨道交通的车辆基地内、其他地下工程的地面出入口附近,均应设置可通行消防车并与外部公路或街道连通的道路。

(7) 根据《建筑防火通用规范》(GB 55037-2022) 第 4.1.1 条, 建筑的平面布置应便于建筑发生火灾时的人员疏散和避难, 有利于减小火灾危害、控制火势和烟气蔓延。同一建筑内的不同使用功能区域之间应进行防火分隔。

(8) 根据《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012) 第 5.6.7 条, 酸类库区及其装卸设施应布置在易受腐蚀的生产设施或仓储设施的全年最小频率风向的上风侧, 宜位于厂区边缘且地势较低处, 并应位于厂区地下水流向的下游地段。

(9) 根据《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014) (2018 版) 第 4.1.4 条, 甲、乙、丙类液体储罐区, 液化石油气储罐区, 可燃、助燃气体储罐区和可燃材料堆场, 应与装卸区、辅助生产区及办公区分开布置。

8.2 拟选择的主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施

8.2.1 工艺装置和设施

(1) 根据《化工企业安全卫生设计规范》(HG 20571-2014) 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。

(2) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021) 第 11.5.1 条, 生产过程中有可能接触到刺激性毒物、高腐蚀性物质或易经皮肤吸收毒物的场所应设置紧急冲淋器及洗眼器。紧急冲淋系统的设计应符合 SH/T 3205 的规定。

(3) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021) 第 11.5.2 条, 紧急冲淋器或洗眼器的位置应满足在事故状况下使用人

员能在 10s 内到达,且距相关设备不超过 15m。紧急冲淋器或洗眼器应与危险操作地点处于同一平面,中间不应有障碍物。

(4) 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、淋洗器等安全防护设施,淋洗器、洗眼器的服务半径应不大于 15m。淋洗器、洗眼器的冲洗水水质应符合国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的规定,并应为不间断供水;淋洗器、洗眼器的排水应纳入工厂污水管网,并在装置区安全位置设置救护箱。工作人员配备必要的个人防护用品。

(5) 根据《眼面部防护 应急喷淋和洗眼设备 第 1 部分:技术要求》(GB/T 38144.1-2019)第 5.3.1 条,将设备连接到冲洗液的供应源头上,水流压力最低值应为 0.2MPa。

(6) 根据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008)第 5.7.3 条:

- a) 各种管线的配置,应符合有关标准,规范要求;
- b) 配置的管线,不应对人体造成危险,管线和管线系统的附件、控制装置等设施,应便于操作、检查和维修;
- c) 具有危险和有害因素的液体气体管线,不得穿过与其无关的生产车间、仓库等区域,其地下管线上不得修建建(构)筑物;
- d) 管线系统的支撑和隔热应安全可靠,对热胀冷缩产生的应力和位移,应有预防措施;
- e) 根据管线内输送介质的特性,管线上应按有关规定设置相应的排气、泄压、稳压、缓冲、阻火、放液、接地等安全装置。

(7) 根据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008) 第 6.4.1 条, 生产中散发的尘、毒应严加控制, 以减少对人体和生产设施造成危害。

(9) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083-2023) 第 4.2 条, 生产设备(包括零部件)应有符合产品安全性能的力学特性、稳定性和可靠性。在按规定条件制造、运输、储存、安装、使用和拆除时, 不对人员造成危害。

(9) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083-2023) 第 5.4 条, 在不影响使用功能的情况下, 生产设备可被人员接触到的部分及其零部件应设计成不带易伤人的锐角、利棱、凹凸不平的表面和较突出的部位。

(10) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083-2023) 第 5.7.4.5 条, 设计操作位置, 应满足作业人员脚踏和站立的安全要求, 并符合下列防滑和防高处坠落要求。

a) 若生产设备上的作业人员经常变换工作位置, 则应在生产设备上配备工作平台。

b) 供作业人员进行操作、维护和调节的工作平台、通道或工作面, 距坠落基准面 1.2m 及以上时, 其所有敞开边缘应设置防护栏杆。钢梯、钢平台和防护栏杆的设计应按 GB4053.1、GB 4053.2 和 GB 4053.3 的规定执行。

c) 生产设备应具有良好的防渗漏性能。可能产生渗漏的生产设备应设置收集或排放设施。易导致人员滑跌时, 应采取相应的防滑措施。

(11) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083-2023) 第 6.1.5 条, 以作业人员的操作位置所在平面为基准, 凡高度在 2m 之内的所有传动带、转轴、传动链、联轴节、带轮、齿轮、飞轮、链轮、电锯等外露危险零部件及危险部位, 均应设置安全卫生防护装置。

(12) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083-2023) 第 6.2.1 条, 高速旋转零部件应配置满足强度、刚度、形态和尺寸要求的防护罩, 并应在设计中规定此类零部件的检查周期和更换标准。

(13) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083-2023) 第 6.2.2 条, 生产设备运行过程中突然中断动力源时, 若运动部位的紧固联接件或被加工物料等有松脱或飞甩的危险, 则应在设计中采取防松脱措施, 配置防护罩或防护网等安全卫生防护装置。

(14) 根据《化工设备、管道外防腐设计规范》(HG /T20679-2014) 第 3.3.1 条, 化工设备、管道及钢结构表面处理后应及时采取防护和防锈措施。防护和防锈措施可采用薄膜覆盖或涂刷底漆等方法。

(15) 根据《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》(GB/T 50726-2023) 第 3.1.5 条, 用于工业设备及管道防腐蚀衬里和外表面涂层施工的材料, 应具有产品质量证明文件, 其质量不得低于国家现行有关标准的规定。

(16) 根据《工业废硫酸的处理处置规范》(GB/T 36380-2018) 第 3.3.6.3 条, 裂解炉: 应隔热、耐腐。

(17) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》第 7.1.4.2 条, 设备、机泵、管道、管件等易于发生物料泄漏的部位应采取可靠的密封

方式。设备和管线的排放口、采样口的排放阀处宜采取加装盲板、双阀等措施。

(18) 根据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008) 第 5.7.1 条 (c) 条, 在设备、设施、管线上需要人员操作、检查和维修, 并有发生高处坠落危险的部位, 应配置扶梯平台、围栏和系挂装置等附属设施。

(19) 根据《化学品分类和危险性公示通则》、《危险货物运输包装通用技术条件》并查阅《危险化学品安全技术全书》、《新编危险物品安全手册》等资料:

1) 五氧化二钒泄露的应急处理: 隔离泄漏污染区, 周围设警告标志, 建议应急处理人员戴正压自给式呼吸器, 穿化学防护服。不要直接接触泄漏物, 避免扬尘, 用清洁的铲子收集于干燥净洁有盖的容器中, 转移到安全场所。也可以用水泥、沥青或适当的热塑性材料固化处理再废弃。如大量泄漏, 收集回收或无害处理后废弃。

2) 五氧化二钒的烟尘浓度接触控制在 $\leq 0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(20) 下一步的设计中, 对硫酸相关设备和管道等设施, 参考《化工设备衬里钢壳设计标准》(HG/T 20678-2023) 《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》(GB/T 50726-2023), 设计阳极保护措施(防腐)。

8.2.2 建构筑物

(1) 根据《建筑设计防火规范(2018 年版)》第 3.2.1 条, 耐火等级二级厂房(仓库)其构件的燃烧性能和耐火极限不应低于以下规定:

防火墙 3.00h，承重墙 2.50h，楼梯间和电梯井的墙 2.00h，疏散走道两侧的隔墙 1.00h，非承重外墙 1.00h，房间隔墙 0.50h，柱 2.50h，梁 1.50h，楼板 1.00h，屋顶承重构件 1.00h，疏散楼梯 1.00h，吊顶（包括吊顶隔栅）0.25h。

（2）根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》第 3.2.10 条，一、二级耐火等级单层厂房（仓库）的柱，其耐火极限分别不应低于 2.50h 和 2.00h。

（3）根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》第 3.2.13 条，二级耐火等级厂房（仓库）内的房间隔墙，当采用难燃性墙体时，其耐火极限应提高 0.25h。

（4）根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》第 3.2.15 条，一、二级耐火等级厂房（仓库）的上人平屋顶，其屋面板的耐火极限分别不应低于 1.50h 和 1.00h。

（5）根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》第 3.2.17 条，建筑中的非承重外墙、房间隔墙和屋面板，当确需采用金属夹芯板材时，其芯材应为不燃材料，且耐火极限应符合本规范有关规定。

（6）根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》第 3.3.2 条，丁类原料库一、丁类原料库二应根据表 3.3.2 划分防火分区，一、二级耐火等级、丁类单层仓库，每个防火分区的最大允许建筑面积为 3000m²；乙类液硫库应根据表 3.3.2 划分防火分区，一、二级耐火等级、乙类单层仓库，每个防火分区的最大允许建筑面积为 500 m²。

（7）根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》第 3.3.9 条，员工

宿舍严禁设置在仓库内。办公室、休息室等严禁设置在甲、乙类仓库内也不应贴邻。办公室、休息室设置在丙、丁类仓库内时,应采用耐火极限不低于 2.50h 的防火间隔和 1.00h 的楼板与其他部位分隔,并应设置独立的安全出口。隔墙上需开设相互连通的门时,应采用乙级防火门。

(8) 根据《建筑设计防火规范(2018 年版)》第 3.5.2 条注 2,两座仓库相邻较高一面外墙为防火墙,或相邻两座高度相同的一、二级耐火等级建筑中相邻任一侧外墙为防火墙且屋顶的耐火极限不低于 1.00h,且总占地面积不大于本规范第 3.3.2 条一座仓库的最大允许占地面积规定时,其防火间距不限。

(9) 根据《建筑设计防火规范(2018 年版)》第 3.8.2 条,每座仓库的安全出口不应少于 2 个,当一座仓库的占地面积小于等于 300m²时,可设置 1 个安全出口。

(10) 根据《建筑设计防火规范(2018 年版)》第 5.2.25 条,建筑物的安全疏散门应向外开启。甲、乙、丙类房间的安全疏散门,不应少于 2 个;面积小于等于 100m²的房间可只设 1 个。

(11) 根据《建筑防火通用规范》(GB55037-2022)第 4.2.6 条,仓库内的防火分区或库房之间应采用防火墙分隔。

(12) 根据《建筑设计防火规范(2018 年版)》GB50016-2014 第 3.6.14 条,有爆炸危险的仓库或仓库内有爆炸危险的部位,宜按本节规定采取防爆措施、设置泄压设施。

8.2.3 硫酸储运、装车单元

(1) 根据《储罐区防火堤设计规范》(GB50351-2014)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。

(2) 根据《储罐区防火堤设计规范》（GB50351-2014）第 4.2.2 条，储存酸、碱等腐蚀性介质的储罐组，防火堤的堤身内侧应做防腐蚀处理。

(3) 根据《石油化工储运系统罐区设计规范》第 3.3 条，硫酸储罐的储存温度应高于介质的凝固点。

(4) 根据《石油化工储运系统罐区设计规范》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。

(5) 根据《工业废硫酸的处理处置规范》（GB/T36380-2018）第 3.3.6.1 条，储酸设备：应耐腐蚀。

(6) 根据《工业废硫酸的处理处置规范》（GB/T36380-2018）第 3.3.6.4 条，3.3.6.4 其他设备：应符合制硫酸工艺要求。

(7) 根据《废硫酸利用处置污染控制技术规范》（HJ 1335-2023）第 4.2 条，废硫酸入厂、贮存、转移、利用、处置过程中，应采取防雨、防泄漏、防腐蚀等防止污染环境的措施。

(8) 根据《废硫酸利用处置污染控制技术规范》（HJ 1335-2023）第 5.2.1 条，废硫酸贮存应符合 GB18597 的要求。

(9) 根据《废硫酸利用处置污染控制技术规范》（HJ 1335-2023）第 5.2.3 条，新建贮存池和贮存罐不应采用地下式或半地下式。现有的贮存池和贮存罐需保证在人工目视条件下能观察到池体和罐体破损和渗漏情况，防止发生泄漏污染环境。

(10) 根据《废硫酸利用处置污染控制技术规范》（HJ 1335-2023）

第 5.2.4 条，贮存池和贮存罐应配备液位计，监控内部液体有无溢出或泄漏，避免污染环境。

(11) 根据《废硫酸利用处置污染控制技术规范》(HJ 1335-2023) 第 5.2.5 条，贮存罐应设置在围堰内，围堰的有效容积应至少满足其内部最大贮存罐发生意外泄漏时所需要的废硫酸收集容积要求。

(12) 根据《废硫酸利用处置污染控制技术规范》(HJ 1335-2023) 第 5.2.6 条，废硫酸输送管道宜采用明管敷设。

(13) 根据《废硫酸利用处置污染控制技术规范》(HJ 1335-2023) 第 5.2.8 条，贮存设施产生的废水(包括贮存设施、作业设备、车辆等清洗废水，贮存罐区积存雨水，贮存事故废水等)应进行收集处理。

(14) 根据《腐蚀性商品储存养护技术条件》(GB17915-2013) 第 7.2 条，操作人员必须穿工作服，戴护目镜、胶皮手套、胶皮围裙等必要的防护用具。

(15) 根据《储罐区防火堤设计规范》(GB50351-2014) 第 3.1.2 条，防火堤、防护墙应采用不燃烧材料建造，且必须密实、闭合、不泄漏。

(16) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021) 第 7.1.5.2 条，储存或输送腐蚀性物料的设备、管道及与其接触的仪表等，应根据介质的特殊性采取防腐蚀、防泄漏措施。输送腐蚀性物质的管道不宜埋地敷设。

(17) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021) 第 7.1.5.3 条，储存或输送酸、碱等强腐蚀化学物质的储罐、

泵、管材等应按物料腐蚀性质选材，其周围地面、排水管道及基础应作防腐处理。

(18) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021) 第 7.1.5.7 条，酸、碱及其他腐蚀性物质的储罐区周围应设置围堰或泄漏液收集设施，并用防渗防腐材料铺砌。

(19) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021) 第 7.1.5.8 条，存在酸、碱及其他腐蚀性物料的室内工作场所应设置机械通风设施，通风设施的材质应耐腐蚀。

(20) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021) 第 7.1.5.9 条，存在酸、碱等强腐蚀性物质的工作场所应符合下列要求：

- a) 应设置冲洗设施；
- b) 墙壁、顶棚和地面等内部结构和表面应采用耐腐蚀材料；
- c) 地面应平整防滑，易于冲洗清扫。

(21) 根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000) 第 8.1.7 条，布置管道时应合理规划操作人行通道及维修通道。操作人行通道的宽度不宜小于 0.8 米。

(22) 根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000) 第 8.1.8 条，两根平行布置的管道任何突出部位至另一管子或突出部或隔热层外壁的净距不宜小于 25mm，裸管的管壁与管壁间净距不宜小于 50mm，在热冷位移后隔热层外壁不应相碰。

(23) 根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)

第 8.1.11 条，在道路上方的管道不应安装阀门、法兰、螺纹接头及带有填料的补偿器等可能泄漏的组成件。

(24)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 8.1.16 条，布置管道应留有转动设备维修、操作及消防车道等所需空间。

(25)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 8.1.21 条，管道布置时应留出试生产施工吹扫等所需的临时接口。

(26)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 8.1.31 条，所有安全阀、减压阀及控制阀的位置，应便于调整及维修，并留有抽出阀芯的空间，当位置过高时，应设置平台。所有手动阀门应布置在便于操作的高度范围内。

(27)据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 8.1.36、37 条，管道的高点与低点均应分别备有排气口与排液口，并位于容易接近的地方。高点排气管的公称直径最小应为 15mm，低点排液管的公称直径最小应为 20mm。

(28) 根据《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB 50316-2000）第 10.2.1 条, 支架位置和型式，应符合管道布置情况和管道柔性计算的要求。可选用有效的包括特殊型式的支架，控制管道位移和防止管道振动。

(29) 根据《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB 50316-2000）第 10.2.2 条，装有膨胀节的管道，固定架、导向架和限位架等的设置应符合产品特性及使用要求。

(30) 根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000) 第 12.3.2 条, 管道的外表面防锈, 一般采用涂漆, 涂层类别应能耐环境大气的腐蚀。

(31) 根据《化工企业总图运输设计规范》(GB 50489-2009) 第 7.1.4 条, 所建管线不得穿越与其无关的建筑物、构筑物、生产装置、辅助生产及仓储设施等。

(32) 根据《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012) 第 6.6.1 条, 在厂内架空敷设的输送管道不应妨碍建筑物自然采光及通风; 沿地面敷设时, 不应影响交通。

(33) 《硫酸生产企业安全生产标准化实施指南》(AQ3037-2010) 第 5.6.4.1 条, 硫酸储槽呼吸口应设呼吸阀。

(34) 根据《硫酸生产企业安全生产标准化实施指南》(AQ3037-2010) 第 5.6.4.1 条, 可能危及行人安全的带压硫酸管道及法兰处应设防泄漏保护装置。

8.2.4 硫磺库、液硫库、柴油罐

(1) 根据《危险化学品危险品仓库储存通则》GB15603-2022 第 4.1.2 条, 危险化学品仓库地面应平整、坚实、防潮、防滑、防渗漏、易于清扫。应根据储存物品特性, 配备通风、密封、调温、调湿、防静电等设施。

(2) 根据《危险化学品危险品仓库储存通则》GB15603-2022 第 4.1.3 条, 危险化学品仓库的安全设施, 应符合 GB18265《危险化学品经营企业安全技术基本要求》的要求。

(3) 根据《危险化学品危险品仓库储存通则》GB15603-2022 第 4.4.3 条, 危险化学品储存单位应根据危险化学品仓库设计要求, 严格控制危险化学品的储存品种、数量。应根据储存危险化学品的特性及其化学品安全技术说明书的要求, 实行分库、分区、分类储存, 禁忌物品不应同库储存。

(4) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-2018 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。

(5) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-2018 第 7.8 条, 封闭式储存场所、保卫值班室、安防监控中心的窗口、通风口应具有实体或电子防护措施。

(6) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-2018 第 8.1.1 条, 封闭式、半封闭式、露天式储存场所的周界应安装视频监控装置, 监视和回放图像应能清晰显示储存场所周边的现场情况。

(7) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-2018 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。

(8) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-2018 第 8.1.5 条, 具有易爆特性的易制爆化学品储存场所, 其视频监控装置的防爆特性、电缆的防爆防护措施应符合 GB 50058 的相关规定。

(9) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-

2018 第 8.1.7 条，安防监控中心出入口应安装出入口控制装置。

(10) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-2018 第 8.1.8 条，封闭式储存场所的周界、出入口等区域或部位应安装电子巡查装置。

(11) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-2018 第 8.2.1.1 条，入侵和紧急报警系统应与视频监控系统联动，封闭式储存场所出入口的入侵报警信号与联动视频图像应发送到安防监控中心。

(12) 根据《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》GA1511-2018 第 8.2.6 条，系统应有备用电源，应保证主电源断电后入侵报警系统正常工作大于等于 8h，视频监控系统关键设备正常工作大于等于 1h，出入口控制系统正常工作大于等于 48h。

(13) 根据《仓储场所消防安全管理通则》XF1131-2014 第 6.3 条，室内储存场所不应设置员工宿舍。

(14) 根据《仓储场所消防安全管理通则》XF1131-2014 第 6.7 条，库房内储存物品应分类、分堆、限额存放。每个堆垛的面积不应大于 150 m²。库房内主通道的宽度不应小于 2 m。

(15) 根据《仓储场所消防安全管理通则》XF1131-2014 第 6.8 条，库房内堆放物品应满足以下要求：a) 堆垛上部与楼板、平屋顶之间的距离不小于 0.3 m（人字屋架从横梁算起）；b) 物品与照明灯之间的距离不小于 0.5 m；c) 物品与墙之间的距离不小于 0.5 m；d) 物品堆垛与柱之间的距离不小于 0.3 m；e) 物品堆垛与堆垛之间的距离不小

于 1m。

(16)根据《仓储场所消防安全管理通则》XF1131-2014 第 8.3 条,仓储场所的电器设备应与可燃物保持不小于 0.5 m 的防火间距,架空线路的下方不应堆放物品。

(17)根据《仓储场所消防安全管理通则》XF1131-2014 第 8.4 条,仓储场所的电动传送设备、装卸设备、机械升降设备等的易摩擦生热部位应采取隔热、散热等防护措施。对提升、码垛等机械设备易产生火花的部位,应设置防护罩。

(18)根据《仓储场所消防安全管理通则》XF1131-2014 第 8.5 条,仓储场所的每个库房应在库房外单独安装电气开关箱,保管人员离库时,应切断场所的非必要电源。

(19)根据《仓储场所消防安全管理通则》XF1131-2014 第 8.6 条,室内储存场所内敷设的配电线路,应穿金属管或难燃硬塑料管保护。不应随意乱接电线,擅自增加用电设备。

(20)根据《硫酸生产企业安全生产标准化实施指南》(AQ3037-2010)第 5.6.4.1 条,硫磺库配置静电导除设施及消防栓、蒸汽灭火设施等消防设施。

(21)根据《固体工业硫磺储存输送设计规范》(SH/T 3175-2013)第 4.1.6 条,以硫磺为原料的生产企业,硫磺料场或仓库储存天数宜为 10d~20d。

(22)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,固体工业硫磺储存输送系统的建筑设计应符合下列要求:

袋装仓库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；袋装仓库的地面应高出周围地坪标高或道路标高不小于 0.30m；

(23) 根据《固体工业硫磺储存输送设计规范》(SH/T 3175-2013) 第 4.3.14 条，封闭料场应设置泄压设施，进行防爆计算，其防爆泄压面积宜按式(4.3.14) 计算：

$$A=10CV^{2/3}$$

式中：

A--泄压面积， m^2 ；V--厂房的容积， m^3 ；

c--泄压比， m^2/m^3 ， $C \geq 0.055 m^2/m^3$ 。

(24) 根据《固体工业硫磺储存输送设计规范》(SH/T 3175-2013) 第 4.6.2 条，袋装仓库应设室外消火栓，其设计流量不应小于表 4.6.2 的规定，火灾延续时间不应小于 3h。 $V \leq 3000 m^3$ ，设计流量不应小于 15L/s； $3000 < V \leq 20000 m^3$ ，设计流量不应小于 25L/s； $V > 20000 m^3$ ，设计流量不应小于 45L/s。

(25) 根据《固体工业硫磺储存输送设计规范》(SH/T 3175-2013) 第 4.6.3 条，袋装仓库应设室内消火栓，其设计流量不应小于表 4.6.3 的规定，火灾延续时间不应小于 2h。 $V \leq 5000 m^3$ ，设计流量不应小于 10L/s； $V > 5000 m^3$ ，设计流量不应小于 15L/s。

(26) 根据《工业硫磺 第 2 部分：液体产品》(GB/T 2449.2-2015) 第 8.3 条，液体工业硫磺应贮存于贮罐内，贮罐及其管道的温度宜保持在 $120^\circ\text{C} \sim 145^\circ\text{C}$ 。

(27) 根据《石油化工储运系统罐区设计规范》第 5.1.9 条，下列

储罐通向大气的通气管或呼吸阀上应安装阻火器：

a) 储存甲 B、乙、丙 A 类液体的固定顶储罐和地上卧式储罐；本项目柴油储罐通向大气的通气管或呼吸阀上应安装阻火器。

8.3 拟为危险化学品生产或者储存过程配套和辅助工程

8.3.1 供配电

(1) 根据《低压配电设计规范》第 3.1.9 和 3.1.10 条，功能性开关电器可采用下列电器：①开关；②半导体开关电器；③断路器；④接触器；⑤继电器；⑥16A 及以下的插头和插座；⑦隔离器、熔断器和连接片，严禁作为功能性开关电器。

(2) 根据《低压配电设计规范》第 6.1 条，配电线路应装设短路保护、过负载保护和接地故障保护，作用于切断供电电源或发出报警信号。

(3) 根据《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：应避免由外部热源产生的热效应带来的损害；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；应防止外部的机械性损害；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；应避免由于强烈日光辐射带来的损害；应避免腐蚀或污染物存在的场所对布线系统带来的损害；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；应避免有动物的情况对布线系统带来的损害。

(4) 根据《低压配电设计规范》第 7.6.3 条，电缆在屋内、电缆沟、电缆隧道和电气竖井内明敷时，不应采用易燃的外保护层。(5)

根据《低压配电设计规范》第 7.6.4 条, 电缆不应在有易燃、易爆及可燃的气体管道或液体管道的隧道或沟道内敷设。当受条件限制需要在这类隧道或沟道内敷设电缆时, 应采取防爆、防火的措施。

(6) 根据《低压配电设计规范》第 7.6.6 条, 支承电缆的构架, 采用钢制材料时, 应采取热镀锌或其他防腐措施; 在有较严重腐蚀的环境中, 应采取相适应的防腐措施。

(7) 根据《低压配电设计规范》第 7.6.24 条, 电缆隧道和电缆沟应采取防水措施, 其底部排水沟的坡度不应小于 0.5%, 并应设置水坑, 积水可经集水坑用泵排出。当有条件时, 积水可直接排入下水道。

(8) 《化工企业腐蚀环境电力设计规程》(HG/T20666-1999) 第 6.0.7 条, 腐蚀环境的配电箱、控制箱、电动机接线盒等电缆进出口处应采用金属或塑料的带橡胶密封圈的密封防腐措施。

(9) 《化工企业腐蚀环境电力设计规程》(HG/T20666-1999) 第 5.0.2 条, 腐蚀环境的电气设备应根据环境类别选择相适应的防腐电工产品。强腐蚀环境, 应选 F2 级防腐型。

(10) 《石油化工腐蚀环境电力设计规程》(SH/T3200-2018) 第 5.2.1 条, 腐蚀环境内成套设备配套的配电及控制设备, 宜集中布置在配电室内。对于无法满足环境类别要求的配套电气设备, 应采取防护措施。

(11) 根据《用电安全导则》(GB/T 13869-2017) 第 5.1.1 条, 用电产品以及电气线路的周围应留有足够的安全通道和工作空间, 且不应堆放易燃、易爆和腐蚀性物品。

(12) 根据《建筑设计防火规范(2018 年版)》第 5.4.13 条,布置在民用建筑内的柴油发电机房应符合下列规定:

- 1) 宜布置在首层或地下一、二层。
- 2) 不应布置在人员密集场所的上一层、下一层或贴邻。
- 3) 应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和 1.50h 的不燃性楼板与其他部位分隔,门应采用甲级防火门。
- 4) 机房内设置储油间时,其总储存量不应大于 1m³,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;确需在防火隔墙上开门时,应设置甲级防火门。
- 5) 应设置火灾报警装置。
- 6) 应设置与柴油发电机容量和建筑规模相适应的灭火设施,当建筑内其他部位设置自动喷水灭火系统时,机房内应设置自动喷水灭火系统。

(12) 根据《建筑设计防火规范(2018 年版)》第 5.4.15 条,设置在建筑内的锅炉、柴油发电机,其燃料供给管道应符合下列规定:

- 1) 在进入建筑物前和设备间内的管道上均应设置自动和手动切断阀;
- 2) 储油间的油箱应密闭且应设置通向室外的通气管,油箱的下部应设置防止油品流散的设施。

(13) 根据《消防应急照明和疏散指示系统》第 6.3.1.3 条,消防应急照明和疏散指示系统的应急工作时间不应小于 90min,且不小于灯具本身标称的应急工作时间。

(14) 根据《危险场所电气防爆安全规范》AQ 3009-2007 第 6.1.1.3 条, 爆炸危险环境电缆应采用铜芯, 在架空桥架上敷设时应采用绝缘或护套为不燃材料电缆。电缆应套钢管, 钢管采用低压流体输送镀锌焊接钢管, 不应采用绝缘导线或塑料管明设。

(15) 根据《危险场所电气防爆安全规范》AQ 3009-2007 第 6.1.1.4 条, 电气设备的金属外壳、金属构架、金属配线管及其配件、电缆保护管、电缆的金属护套等非带电的裸露金属部分均应接地。爆炸危险场所除 2 区内照明灯具以外所有的电气设备, 应采用专用接地线; 宜采用多股软绞线, 其铜芯截面积不得小于 4mm^2 。接地干线应在爆炸危险区域不同方向不少于两处与接地体连接。

8.3.2 电气防爆

(1) 爆炸危险区域的划分, 该项目工业硫磺库含有的爆炸危险物质有硫磺可能产生粉尘爆炸, 硫磺库绝大多数释放源为第二级释放源, 可划为爆炸危险环境 22 区, 应满足《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 附录 D 的要求。

(2) 该项目爆炸危险区域的电气系统应满足《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 有关要求。电气和仪表均应按照《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 规定选用。防爆动力配电箱、防爆检修电源箱、防爆照明配电箱、防爆 LED 灯、防爆插销等电气设备的级别和组别应满足要求。

(3) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.1.1 条, 爆炸性环境的电力装置设计应符合下列规定:

1) 爆炸性环境的电力装置设计宜将设备和线路,特别是正常运行时能发生火花的设备布置在爆炸性环境以外。当需设在爆炸性环境内时,应布置在爆炸危险性较小的地点。

2) 在满足工艺生产及安全的前提下,应减少防爆电气设备的数量。

3) 爆炸性环境内的电气设备和线路应符合周围环境中化学、机械、热、霉菌以及风沙等不同环境条件对电气设备的要求。

4) 在爆炸性粉尘环境内,不宜采用携带式电气设备。

5) 爆炸性粉尘环境内的事故排风用电动机应在生产发生事故的情况下,在便于操作的地方设置事故启动按钮等控制设备。

6) 在爆炸性粉尘环境内,应尽量减少插座和局部照明灯具的数量。如需采用时,插座宜布置在爆炸性粉尘不易积聚的地点,局部照明灯宜布置在事故时气流不易冲击的位置。

粉尘环境中安装的插座开口的一面应朝下,且与垂直面的角度不应大于 60° 。

7) 爆炸性环境内设置的防爆电气设备应符合现行国家标准《爆炸性环境第 1 部分:设备通用要求》GB3836.1 的有关规定。

(4) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.2.3 条,防爆电气设备的级别和组别不应低于该爆炸性气体环境内爆炸性气体混合物的级别和组别,并应符合下列规定:

1) 气体、蒸气或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。硫磺仓库防爆等级不低于 Exd tD A21 IP65。

2) 安装在爆炸性粉尘环境中的电气设备应采取措施防止热表面点

可燃性粉尘层引起的火灾危险。III类电气设备的最高表面温度应按国家现行有关标准的规定进行选择。电气设备结构应满足电气设备在规定的运行条件下不降低防爆性能的要求。

(5) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.3.3 条,除本质安全电路外,爆炸性环境的电气线路和设备应装设过载、短路和接地保护,不可能产生过载的电气设备可不装设过载保护。爆炸性环境的电动机除按照相关规范要求装设必要的保护之外,均应装设断相保护。如果电气设备的自动断电可能引起比引燃危险造成的危险更大时,应采用报警装置代替自动断电装置。

(6) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.3.4 条,紧急情况下,在危险场所外合适的地点或位置应采取一种或多种措施对危险场所设备断电。连续运行的设备不应包括在紧急断电回路中,而应安装在单独的回路上,防止附加危险产生。

(7) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.3.5 条,变电所、配电所(包括配电室,下同)和控制室应布置在爆炸性环境以外,当为正压室时,可布置在 1 区、2 区内;位于爆炸危险区附加 2 区的变电所、配电所和控制室的电气和仪表的设备层地面,应高出室外地面 0.6m。

(8) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.4.1 条,在爆炸性环境内,低压电力、照明线路采用的绝缘导线和电缆的额定电压应高于或等于工作电压,且 U_0/U 不应低于工作电压。中性线的额定电压应与相线电压相等,并应在同一护套或保护管内敷设;在爆炸危险区内,

除在配电盘、接线箱或采用金属导管配线系统内，无护套的电线不应作为供配电线路；在 1 区内应采用铜芯电缆；除本安型电路外，在 2 区内宜采用铜芯电缆，当采用铝芯电缆时，其截面不得小于 16 mm^2 ，且与电气设备的连接应采用铜—铝过渡接头。

（9）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.4.3 条，爆炸性气体环境电气线路的设计和安装应符合下列要求：①电气线路应在爆炸危险性较小的环境或远离释放源的地方敷设；②敷设电气线路的沟道、电缆或钢管，所穿过的不同区域之间墙或楼板处的孔洞，应采用非燃性材料严密堵塞；③当电气线路沿输送易燃气体或液体的管道栈桥敷设时，应沿危险程度较低的管道一侧；④在爆炸性气体环境内，低压电力、照明线路用的绝缘导线和电缆的额定电压，必须不低于工作电压，且不应低于 500V。工作中性线的绝缘的额定电压应与相线电压相等，并应在同一护套或管子内敷设；⑤爆炸性气体环境内钢管配线的电气线路应做好隔离密封。⑥在 1 区内电缆线路严禁有中间接头，在 2 区内不应有中间接头。⑦架空电力线路不得跨越爆炸性气体环境，架空线路与爆炸性气体环境的水平距离不应小于杆塔高度的 1.5 倍。

（10）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.5.1 条，爆炸性环境电力系统接地设计时，1000 V 交流/1500 V 直流以下的 TN 系统应采用 TN-S 系统。

（11）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.5.2 条，爆炸性气体环境中应设置等电位联结，所有裸露的装置外部可导电部件应接入等电位系统。

(12) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 5.5.3 条, 在爆炸危险环境内, 设备的外露可导电部分应可靠接地。爆炸危险环境 1 区的所有设备及爆炸性环境 2 区除照明灯具以外的其他设备应采用专用的接地线。

(13) 根据《危险场所电气防爆安全规范》AQ 3009-2007 第 6.1.1.3 条, 爆炸危险环境电缆应采用铜芯, 在架空桥架上敷设时应采用绝缘或护套为不燃材料电缆。电缆应套钢管, 钢管采用低压流体输送镀锌焊接钢管, 不应采用绝缘导线或塑料管明设。

8.3.3 给排水

(1) 《石油化工给水排水系统设计规范》(SH/T3015-2019) 第 4.6 条, 石油化工企业消防给水系统不得与循环冷却水系统合并。

(2) 《石油化工给水排水系统设计规范》(SH/T3015-2019) 第 4.7 条, 工厂排水的划分应按质分类: 排水系统应根据排水的水质、水量、水压及去向确定。

(3) 《石油化工给水排水系统设计规范》(SH/T3015-2019) 第 5.1.2 条, 生活给水系统应独立设置。

(4) 《石油化工给水排水系统设计规范》(SH/T3015-2019) 第 5.2.5 条, 生产装置区、辅助生产区等污染区域的初期雨水应排入初期雨水系统或工艺废水系统。

8.3.4 防雷

(1) 该项目建筑物、构筑物的防雷分类及防雷措施, 应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》的有关规定执行。按国家标准《建筑物

防雷设计规范 GB 50057》第 3.0.3 条，拟扩建硫磺库为第二类防雷建筑物。

(2) 根据《建筑物防雷设计规范》第 4.1.1 条，新建建筑物应设防直击雷的外部防雷装置，并应采取防闪电电涌侵入的措施。

(3) 根据《建筑物防雷设计规范》第 4.1.2 条，新建建筑物应设内部防雷装置，建筑物地面层处的建筑物金属体、金属装置、建筑物内系统、进出建筑物的金属管线应与防雷装置做防雷等电位连接。

(4) 根据《建筑物防雷设计规范》第 4.3.1 条，第二类防雷建筑物外部的防雷措施，宜采用装设在建筑物上的接闪网、接闪带或接闪杆。也可采用由接闪网、接闪带或接闪杆混合组成的接闪器。接闪网、接闪带应沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设，并应在整个屋面组成不大于 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 或 $12\text{m} \times 8\text{m}$ 的网格；当建筑物高度超过 45m 时，首先应沿屋顶周边敷设接闪带，接闪带应设在沿外墙外表面或屋檐边垂直面上，也可设在外墙外表面或屋檐边垂直面外。接闪器之间应相互连接。

(5) 根据《建筑物防雷设计规范》第 4.3.3 条，第二类防雷建筑物的专设引下线不应少于 2 根，并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置，其间距沿周长计算不宜大于 18m。当建筑物的跨度较大，无法在跨距中间设引下线，应在跨距两端设引下线并减小其他引下线的间距，专设引下线的平均间距不应大于 18m。

(6) 根据《建筑物防雷设计规范》第 4.4.1 条，第三类防雷建筑物外部防雷的措施宜采用装设在建筑物上的接闪网、接闪带或接闪杆，

也可采用由接闪网、接闪带或接闪杆混合组成的接闪器。接闪网、接闪带应按本规范附录 B 的规定沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设,并应在整个屋面组成不大于 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 或 $24\text{m} \times 16\text{m}$ 的网格;当建筑物高度超过 60m 时,首先应沿屋顶周边敷设接闪带,接闪带应设在外墙外表面或屋檐边垂直面上,也可设在外墙外表面或屋檐边垂直面外。接闪器之间应互相连接。

(7) 根据《建筑物防雷设计规范》第 4.5.6 条,在建筑物引下线附近保护人身安全采取的防接触电压措施,应符合下列规定:

①利用建筑物金属构架和建筑物互相连接的钢筋在电气上是贯通且不少于 10 根柱子组成的自然引下线,作为自然引下线的柱子包括位于建筑物四周和建筑物内的。

②引下线 3m 范围内地表面的电阻率不小于 $50\text{k}\Omega\text{m}$,或敷设 5cm 厚沥青层或 15cm 厚砾石层。

③外露引下线,其距地面 2.7m 以下的导体用耐 $1.2/50\mu\text{s}$ 冲击电压 100kV 的绝缘层隔离,或用至少 3mm 厚的交联聚乙烯层隔离。

④用护栏、警告牌使接触引下线的可能性降至最低限度。

(8) 根据《建筑物防雷设计规范》第 4.5.8 条,在独立接闪杆、架空接闪线、架空接闪网的支柱上,严禁悬挂电话线、广播线、电视接收天线及低压架空线等。

(9) 根据《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)第 6.1.2 条,当电源采用 TN 系统时,从建筑物总配电箱起供电给本建筑物内的配电线路和分支线路必须采用 TN-S 系统。

(10) 根据《化工企业安全卫生设计规范》第 4.3.3 条,有火灾爆炸危险的化工装置、露天设备、储罐、电气设施和建(构)筑物应设计防直击雷装置,并应采取防止雷电感应的措施。

(11) 根据《化工企业安全卫生设计规范》第 4.3.4 条,具有易燃易爆气体生产装置和储罐以及排放易燃易爆气体的排气筒的避雷设计,避雷针应高于气体排放时所形成的爆炸危险范围。

(12) 根据《化工企业安全卫生设计规范》第 4.3.5 条,平行布置的间距小于 100 mm 金属管道或交叉距离小于 100 mm 的金属管道,应设计防雷电感应装置,防雷电感应装置可与防静电装置联合设置。

(13) 根据《化工企业安全卫生设计规范》第 4.3.6 条,化工装置的架空管道以及变配电装置和低压供电线路终端,应设计防雷电波侵入的防护措施。

(14) 根据《仓库防火安全管理规则》(公安部令第 6 号令)第四十四条,仓库必须按照国家有关防雷设计安装规范的规定,设置防雷装置,并定期检测,保证有效。

8.3.5 防静电

(1) 根据《防止静电事故通用要求》(GB 12158-2024)第 4.2.2.1 条,在静电危险场所,所有对地绝缘的静电导体应接地。对金属物体应采用金属导体与大地做导通性连接。对金属以外的静电导体及亚导体则应作间接接地。

(2) 根据《防止静电事故通用要求》(GB 12158-2024)第 4.2.2.2 条,防静电接地线不应利用电源零线,不应与防直击雷的专设引下线共

用，且不应串联接地。

(3) 根据《防止静电事故通用要求》(GB 12158-2024) 第 4.2.2.3 条，接地电阻不应大于 $100\ \Omega$ 。静电导体静电泄漏电阻不应大于 $1.0 \times 10^6\ \Omega$ ，静电亚导体的静电泄漏电阻不应大于 $1.0 \times 10^9\ \Omega$ ，需使用泄漏电阻限制静电导体对地的放电电流时，静电泄漏电阻应大于 $1.0 \times 10^4\ \Omega$

(4) 根据《防止静电事故通用要求》(GB 12158-2024) 第 4.2.2.4 条，在进行间接接地时，应在金属导体与非金属静电导体或静电亚导体之间加设金属箔，或涂导电性涂料或导电剂以减少接触电阻。

(5) 根据《防止静电事故通用要求》(GB 12158-2024) 第 4.2.3.1 条，带电体应进行局部或全部静电屏蔽，或利用各种形式的金属网以减少静电的积聚。同时屏蔽体或金属网应可靠接地。

(6) 根据《化工企业安全卫生设计规范》第 4.2.4 条，化工装置在爆炸、火灾危险场所可能产生静电的金属设备、管道等应设置静电接地，不允许设备及设备内部件有与地相绝缘的金属体。

(7) 根据《化工企业安全卫生设计规范》第 4.2.10 条，重点防火、防爆作业区的入口处，应设计人体导除静电装置。建议采用本安型人体消除静电器装置。

(8) 根据《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990 第 2.4.1 条，应在设备、管道的一定位置上，设置专用的接地连接端头作为静电接地的连接点。

(9) 根据《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990 第 2.4.3

条，当设备直径大于和等于 2.5m 或容积大于和等于 50m³时，其接地点应设两处以上。接地点应沿设备外围均匀布置，其间距不应大于 30m。

（10）根据《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990 第 2.7.1 条，静电接地连接系统的各个固定连接处，应采用焊接或螺栓紧固连接。埋地部分应采用焊接。

（11）根据《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990 第 2.7.2 条，在设备、管道的接地端头与接地支线之间，一般可用螺栓紧固连接，不宜采用焊接固定。对有振动、位移的物体，连接处应加挠性连接线过渡。

（12）根据《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990 第 3.1.1 条，固定设备(包括管道)的金属体，如已有防雷、防杂散电流等接地时，可不必另作静电接地。在生产装置区内的设备，其金属体的静电接地应连接成网。

（13）根据《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990 第 2.5.5 条，在设备、管道上作机械固定用的金属螺栓，可兼作被固定物体的静电连接用。如需要另做静电连接线时，可用截面不小于 2.5mm²的多股铜芯绝缘电线。

（14）根据《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990 第 3.1.5 条，在设备、管道上作机械固定用的金属螺栓，可兼作被固定物体的静电连接用。

（15）根据《化工企业安全卫生设计规范》(HG 20571-2014)，可能产生静电危害的工作场所，应配置个人防静电防护用品。重点防火、

防爆作业区的入口处，应设计人体导除静电装置。

8.3.6 自动控制系统

1、控制系统

(1) 根据《分散型控制系统工程设计规范》（HG/T20573-2012）第 4.2.1 条，DCS 独立应用，在执行生产过程监控职能应满足下列要求：

①对生产过程的操作参数实施集中显示、自动控制、远程操作、信息管理。

②对顺控生产过程实施步进式或条件式或步进式+条件式控制。

(2) 根据《分散型控制系统工程设计规范》（HG/T20573-2012）第 4.2.3 条，DCS 与上位机联用应满足下列要求：

①DCS 挂接先进控制计算机，实施生产过程先进控制。

②DCS 挂接工厂信息管理计算机，实施企业 信息化管理。

(3) 根据《分散型控制系统工程设计规范》（HG/T20573-2012）第 4.2.4 条，DCS 应能采用通信方式与下列监控装置/系统联用：

①DCS 与辅助生产装置、成套单元、其他生产装置的 DCS、PLC、FCS、CCS 等联用。

②DCS 与设备管理系统（AMS）联用。

③DCS 与可燃/有毒气体检测系统（GDS）联用。

④DCS 可与电气检测系统联用。

(4) 根据《分散型控制系统工程设计规范》（HG/T20573-2012）第 9.2.1 条，DCS 通信系统宜由控制网络、信息网络、通信接口卡件、

网络电缆等组成。

(5) 根据《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T20573-2012)第 9.2.2 条,DCS 通信系统宜包含一套装置时钟同步系统,以具有接收来自全球定位系统(GPS)的时钟信号的能力。

(6) 根据《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T20573-2012)第 13.1.1 条,DCS 应采用 UPS 电源装置供电。

(7) 根据《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T20573-2012)第 13.2.1 条,DCS 接地系统应采用等电位接地技术。

(8) 《仪表供电设计规范》第 7.1.3 条,化工生产装置自动化控制系统应设置不间断电源,可燃有毒气体检测报警系统应设置不间断电源,后备电池的供电时间不小于 30min。

(9) 《仪表供气设计规范》(HG/T 20510-2014)第 3.0.1、3.0.2、3.0.3、4.3.1、4.3.2、4.3.3 条,仪表气源应符合下列要求:1.采用清洁、干燥的空气;2.仪表供气网压力低应报警,压力超低宜联锁;3.应设置备用气源。备用气源可采用备用空气压缩机、贮气罐。

(10) 依据《石油化工储运系统罐区设计规范》第 5.4.1 条,容量大于 100m³的储罐应设液位连续测量远传仪表。

(11) 依据《石油化工储运系统罐区设计规范》第 5.4.2 条,应在自动控制系统中设高、低液位报警并应符合下列规定:

- a) 储罐高液位报警的设定高度,不应高于储罐的设计储存高液位;
- b) 储罐低液位报警的设定高度,不应低于储罐的设计储存低液位。

(12) 依据《石油化工储运系统罐区设计规范》第 5.4.5 条,储罐

高高、低低液位报警信号的液位测量仪表应采用单独的液位连续测量仪表或液位开关，报警信号应传送至自动控制系统。

(13) 依据《石油化工储运系统罐区设计规范》第 5.4.10 条，应将储罐的液位、温度、压力测量信号传送至控制室集中显示。

(14) 根据《石油化工自动化仪表选型设计规范》(SH/T 3005-2016) 第 4.1 条，仪表选型应依据工艺要求的操作条件、设计条件、精确度等级、工艺介质特性、检测点环境、配管材料等级规定及安全环保等因素确定，并满足工程项目对仪表选型的总技术水平要求。仪表选型应安全可靠、技术先进、经济合理。

(15) 根据《石油化工自动化仪表选型设计规范》(SH/T 3005-2016) 第 4.2 条，仪表选型在性能要求上应根据测量用途、测量范围、范围度、精确度、灵敏度、分辨率、重复性、线性度、可调比、死区、永久压损、输出信号特性、响应时间、控制系统要求、安全系统要求、防火要求、环保要求、节能要求、可靠性及经济性等因素来综合考虑。

(16) 根据《石油化工自动化仪表选型设计规范》(SH/T 3005-2016) 第 4.3 条，设计选用的仪表应为经国家授权机构批准并取得制造许可证的合格产品，不得选用未经工业鉴定的研制仪表，除特殊要求外，仪表宜选用供货商的标准系列产品。

2、检测报警

(1) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 3.0.1 条，在生产或使用可燃气体的生产设施及储存设施的区域内，泄漏气体中可燃气体浓度可能达到报警设定值时，应设置可燃气体探测

器。

(2) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 3.0.2 条, 可燃气体的检测报警应采用两级报警。

(3) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 3.0.3 条, 可燃气体和有毒气体检测报警信号应送至有人值守的现场控制室、中心控制室等进行显示报警; 可燃气体二级报警信号、可燃气体和有毒气体检测报警系统报警控制单元的故障信号应送至消防控制室。

(4) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 3.0.4 条, 控制室操作区应设置可燃气体和有毒气体声、光报警; 现场区域警报器宜根据装置占地的面积、设备及建构筑物的布置、释放源的理化性质和现场空气流动特点进行设置, 现场区域警报器应有声、光报警功能。

(5) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 3.0.5 条, 可燃气体探测器必须取得国家指定机构或其授权检验单位的计量器具型式批准证书、防爆合格证和消防产品型式检验报告; 参与消防联动的报警控制单元应采用按专用可燃气体报警控制器产品标准制造并取得检测报告的专用可燃气体报警控制器。国家法规有要求的有毒气体探测器必须取得国家指定机构或其授权检验单位的计量器具型式批准证书。安装在爆炸危险场所的有毒气体探测器还应取得国家指定机构或其授权检验单位的防爆合格证。

(6) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 3.0.6 条, 设置的可燃气体、有毒气体探测器, 宜采用固定式探测器;

需要临时检测可燃气体、有毒气体的场所，宜配备移动式气体探测器。

（7）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 3.0.8 条，可燃气体和有毒气体检测报警系统应独立于其他系统单独设置。

（8）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 3.0.9 条，可燃气体和有毒气体检测报警系统的气体探测器、报警控制单元、现场警报器等供电负荷，应按一级用电负荷中特别重要的负荷考虑，宜采用 UPS 电源装置供电。

（9）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 4.1.3 条，下列可能泄漏可燃气体和有毒气体的主要释放源应设置检测点：

- ①液体泵的动密封；
- ②液体采样口和气体采样口；
- ③液体排液（水）口和放空口；
- ④经常拆卸的法兰和经常操作的阀门组。

（10）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 4.1.4 条，检测可燃气体和有毒气体时，探测器探头应靠近释放源，且在气体、蒸气易于聚集的地点。

（11）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 4.1.5 条，当生产设施及储运设施区域内泄漏的可燃气体和有毒气体可能对周边环境安全有影响需要监测时，应沿生产设施及储运设施区域周边按适宜的间隔布置可燃气体探测器或有毒气体，或沿生产设施及

储运设施区域周边设置线型气体探测器。

(12) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 4.2.1 条, 拟建生产装置区可燃气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源水平距离不宜大于 10m。有毒气体探测器距其覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 4m。

(13) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 5.1.2 条, 可燃气体的第二级报警信号和报警控制单元的故障信号, 应送至消防控制室进行图形显示和报警。可燃气体探测器不能直接接入火灾报警控制器的输入回路。

(14) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 5.4.3 条, 可燃气体探测器参与消防联动时, 探测器信号应先送至按专用可燃气体报警控制器产品标准制造并取得检测报告的专用可燃气体报警控制器, 报警信号应由专用可燃气体报警控制器输出至消防控制室的火灾报警控制器。可燃气体报警信号与火灾报警信号在火灾报警控制系统中应有明显区别。

(15) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 6.1.1 条, 探测器应安装在无冲击、无振动、无强电磁场干扰、易于检修的场所, 探测器安装地点与周边工艺管道或设备之间的净空不应小于 0.5m。

(16) 《仪表供电设计规范》第 7.1.3 条, 化工生产装置自动化控制系统应设置不间断电源, 可燃有毒气体检测报警系统应设置不间断电源, 后备电池的供电时间不小于 30min。

(17)《仪表供气设计规范》(HG/T 20510-2014)第 3.0.1、3.0.2、3.0.3、4.3.1、4.3.2、4.3.3 条,仪表气源应符合下列要求:1.采用清洁、干燥的空气;2.仪表供气网压力低应报警,压力超低宜连锁;3.应设置备用气源。备用气源可采用备用空气压缩机、贮气罐。

8.3.7 消防

(1)根据《消防给水及消火栓系统技术规范》第 7.4.2 条,室内消火栓的选用应符合下列要求:

①应采用 DN65 室内消火栓,并可与消防软管卷盘或轻便水龙设置在同一箱体内;

②应配置公称直径 65 有内衬里的消防水带,长度不宜超过 25.0m;消防软管卷盘应配置内径不小于 $\Phi 19$ 的消防软管,其长度宜为 30.0m;轻便水龙应配置公称直径 25 有内衬里的消防水带长度宜为 30.0m;;

③宜配置当量喷嘴直径 16mm 或 19mm 的消防水枪,但当消火栓设计流量为 2.5L/s 时宜配置当量喷嘴直径 11mm 或 13mm 的消防水枪;消防软管卷盘和轻便水龙应配置当量喷嘴直径 6mm 的消防水枪。

(2)根据《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。

(3)根据《消防给水及消火栓系统技术规范》第 7.4.8 条,室内消火栓栓口的安装高度应便于消防水龙带的连接和使用,其距地面高度宜为 1.1m;其出水方向应便于消防水带的敷设,并宜与设置消火栓的墙面成 90 角或向下。

(4)根据《消防给水及消火栓系统技术规范》第 8.1.3 条,向室

外、室内环状消防给水管网供水的输水干管不应少于两条，当其中一条发生故障时，其余的输水干管应仍能满足消防给水设计流量。

(5) 根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005 第 4.1.2 条，在同一灭火器配置场所，宜选用相同类型和操作方法的灭火器。当同一灭火器配置场所存在不同火灾种类时，应选用通用型灭火器。

(6) 根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005 第 5.1.1 条，灭火器应设置在位置明显和便于取用的地点且不影响安全疏散。

(7) 根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005 第 5.1.3 条，灭火器应设置稳固，其铭牌必须朝外。手提式灭火器宜设置在挂钩、托架上或灭火器箱内，其顶部离地面高度应小于 1.50m。底部离地面高度不宜小于 0.08m。灭火箱上不得上锁。

(8) 根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005 第 5.1.4 条，灭火器不应设置在潮湿或强腐蚀性的地点，当必须设置时，应有相应的保护措施。设置在室外的灭火器，应有相应的保护措施。

(9) 根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005 第 5.1.5 条，灭火器不得设置在超出其使用温度范围的地点。

(10) 根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005 第 6.1 节，一个计算单元内配置灭火器的数量不得少于 2 具。每个设置点的灭火器数量不宜多于 5 具。

(11) 根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》第 7.1.3 条，建设项目在厂区内应设置消防车道。

(12) 根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005 第 8.2.1

条，下列建筑或场所应设置室内消火栓系统：

1 建筑占地面积大于 300m² 的厂房和仓库；

（13）根据《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）第 3.4.5 条，装消防车道或兼作消防车道的道路应符合下列规定：

1 道路的净宽度和净空高度应满足消防车安全、快速通行的要求；

2 转弯半径应满足消防车转弯的要求；

3 路面及其下面的建筑结构、管道、管沟等，应满足承受消防车满载时压力的要求；

4 坡度应满足消防车满载时正常通行的要求，且不应大于 10%，兼作消防救援场地的消防车道，坡度尚应满足消防车停靠和消防救援作业的要求；

5 消防车道与建筑外墙的水平距离应满足消防车安全通行的要求，位于建筑消防扑救面头侧兼作消防救援场地的消防车道应满足消防救援作业的要求，6 长度大于 40m 的尽头式消防车道应设置满足消防车回转要求的场地或道路；

（14）根据《仓库防火安全管理规则》（公安部令第 6 号令）第五十一条，仓库内应当按照国家有关消防技术规范，设置、配备消防设施和器材。

（15）根据《仓库防火安全管理规则》（公安部令第 6 号令）第五十二条，消防器材应当设置在明显和便于取用的地点，周围不准堆放物品和杂物。

（16）根据《仓库防火安全管理规则》（公安部令第 6 号令）第五

十六条，库区的消防车道和仓库的安全出口、疏散楼梯等消防通道，严禁堆放物品。

8.3.8 其他

(1) 根据《化工企业安全卫生设计规范》HG 20571-2014 第 6.2.2 条，化工装置区应设置永久性“严禁烟火”标志。

(2) 按《安全色和安全标志》(GB 2894-2025)、《化学品作业场所安全警示标识规范》AQ 3047-2013 进行安全标志设置，凡容易发生事故或危及生命安全的场所和设备，以及需要提醒操作人员注意的地点，均应设置安全标志。

(3) 根据《安全色和安全标志》(GB 2894-2025)，有腐蚀性物质(GB 12268-2005 中第 8 类所规定的物质)的作业地点，应设置当心腐蚀警示标志。

(4) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB 7231-2003) 第 5 条，工业管道的识别符号由物质名称、流向和主要工艺参数等组成。

(5) 根据《化工企业安全卫生设计规范》HG 20571-2014 第 4.6.2 条，高速旋转或往复运动的机械零部件位置应设计可靠的防护设施、挡板或安全围栏。

(6) 根据《化工企业安全卫生设计规范》HG 20571-2014 第 5.3.4 条，化工设计中选定的各类机械设备应有噪声（必要时加振动）指标，设计中应选用低噪声的机械设备，对单机超标的噪声源，在设计中应根据噪声源特性采取有效的防治措施，使噪声（和振动）符合国家标准和

有关规定。

(7) 根据《化工企业安全卫生设计规范》HG 20571-2014 第 5.3.6 条, 在高噪声作业区工作的操作人员必须配备必要的个人噪声防护用品, 必要时应设置隔音操作室。

(8) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021)第 7.3.2.1 条, 距坠落基准面高差超过 2m 且有坠落危险的操作、巡检和维修作业的场所, 应设计扶梯、平台、栏杆等附属设施。

(9) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021)第 7.3.2.2 条, 扶梯、平台和栏杆的设计应符合 GB4053 的规定。

(10) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021)第 7.3.3.1 条, 高速旋转或往复运动的机械零部件位置应设计防护罩、挡板或安全围栏。

(11) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021)第 7.3.3.2 条, 以操作人员所在的平面为基准, 高度在 2m 之内的传动带、转轴、传动链、联轴节等外露危险零部件及危险部位, 应设置安全防护装置。

(12) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021)第 7.3.3.3 条, 操作人员可能触及的尖锐棱、角、突起的设备或设施, 应设置可靠的防护装置和安全标识。

(13) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021)第 7.3.3.4 条, 跨越传动运输设备、皮带运输线的巡检路线应设计安全走道和跨越走道。

(14) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021) 第 7.3.4.2 条, 楼面、平台或走道钢栏杆的下部应设置踢脚板, 避免设备或工具坠落伤人。踢脚板的设计应符合 GB4053.3 的规定。

(15) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021) 第 7.3.5.1 条, 表面温度在 60℃ 及以上的设备、管道, 在下列范围内应设防烫隔热措施: a) 距地面或工作平面高度 2.1m 以内; b) 距操作平台或走道边缘 0.75m 以内; c) 当有热损失要求时, 防烫隔热措施可采用护罩或挡板。

(16) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021) 第 8.8.2 条, 现场视镜、就地仪表的位置应便于人员查看, 安全标识应便于人员识别。

(17) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021) 第 8.8.3 条, 需要人员现场操作的设施(包括高度和周围空间)应便于操作和检修。紧急情况需要现场操作的阀门或设施应设置固定操作平台或在地面上操作, 且通道快捷。

(18) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T 3047-2021) 第 8.8.8 条, 工作场所的地面应平坦、防滑、易清扫, 避免设置不必要的台阶、斜面、突起、凹陷。

(19) 应按照《呼吸防护用品的选择、使用与维护》(GB/T 18664-2002)、《化工企业劳动防护用品选用及配备》(AQ/T 3048-2013)、《个体防护装备配备规范 第 1 部分: 总则》(GB 39800.1-2020)、《个体防护装备配备规范 第 2 部分: 石油、化工、天然气》(GB 39800.2-

2020)的要求为员工配备防毒面具、个体防护装备等安全防护用具。

(20) 根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015 第 6.4.6 条、第 6.4.7 条事故通风的通风机,应分别在室内及靠近门外的外墙上设置电气开关。事故通风装置应与报警装置联锁。

(21) 根据《危险化学品仓库储存通则》(GB 15603-2022) 第 11.2.1 条,储存危险化学品的仓库和作业场所应设置明显的安全标志,并符合 GB2894、AQ3047 的规定。

(22) 根据《仓库防火安全管理规则》(公安部令第 6 号令) 第四十六条,仓库应当设置醒目的防火标志。

(23) 根据《化工建设项目环境保护工程设计标准》(GB/T 50483-2019) 第 5.3.1 条,应根据废气性质,环境影响评价及其批复文件要求,采取除尘、冷凝、吸收、吸附、焚烧等净化措施并达标排放。

(24) 根据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008) 第 6.4.2 条,对毒物泄漏可能造成重大事故的设备,应有应急防护措施。

(25) 根据《硫酸生产企业安全生产标准化实施指南》(AQ3037-2010) 第 5.6.4.1 条,厂区应设置在任何区域可视的风向标。

(26) 根据《化工建设项目环境保护工程设计标准》(GB/T 50483-2019) 第 5.1.3 条,生产过程排出的工艺废气应优先回收利用或综合利用,不能回收利用或综合利用的废气应采取净化处理措施。

(27) 该建设项目不属于石油化工工程,但建议在下一步的设计中,考虑《石油化工工厂布置设计规范》(GB50984-2014)要求的设计内容。

8.4 建设项目中主要装置、设备、设施的布局

(1) 根据《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB/T50046-2018)第 3.2.2 条,生产或储存腐蚀性溶液的大型设备。宜布置在室外,并不宜邻近厂房基础。硫酸储罐的周围应设围堤。

(2) 《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB/T50046-2018)第 3.2.5 条,生产或储存腐蚀性介质的设备宜按介质的性质分类集中布置,并不宜布置在地下室。

(3) 根据化工装置设备布置设计规定(HG/T 20546-2009)第 5.4.6 条,常压酸、碱贮槽和酸泵等区域应铺砌的地面,设围堰并采取防腐蚀措施。受压的酸、碱贮槽应装有单独的排放点。

(4) 根据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008)第 5.7.2 条,设备布置的原则:

- a. 便于操作和维护;
- b. 发生火灾或出现紧急情况时,便于人员撤离;
- c. 尽量避免生产装置之间危害因素的相互影响,减小对人员的综合作用;
- d. 布置具有潜在危险的设备时,应根据有关规定进行分散和隔离,并设置必要的提示、标志和警告信号;
- e. 对振动、爆炸敏感的设备,应进行隔离或设置屏蔽、防护墙、减振设施等;
- f. 设备的噪声超过有关标准规定时,应予以隔离;
- g. 加热设备及反应釜等的作业孔、操纵器、观察孔等应有防护设

施；作业区的热辐射强度不应超过有关规定。

8.5 安全生产管理

该企业已设置有安全生产管理机构，有较为健全的安全生产责任制、安全管理制度、安全操作规程和事故应急救援预案，在日常的生产过程中能够较好的执行。该项目实施过程和建成后，除应保证原有安全管理系统正常运行外，还应完善下列安全管理的内容：

（1）根据《中华人民共和国安全生产法》第二十一条，该项目建成后，企业主要负责人应组织制定该项目的操作规程。

（2）根据《中华人民共和国安全生产法》第二十八条，应当对从事新岗位的从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。

（3）根据《中华人民共和国安全生产法》第二十九条，生产经营单位采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备，必须了解、掌握其安全技术特性，采取有效的安全防护措施，并对从业人员进行专门的安全生产教育和培训。

（4）根据《中华人民共和国安全生产法》第四十四条，应当教育和督促从业人员严格执行本单位的安全生产规章制度和安全操作规程；并向从业人员如实告知作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。应当关注从业人员的身体、心理状况和行为习惯，

加强对从业人员的心理疏导、精神慰藉，严格落实岗位安全生产责任，防范从业人员行为异常导致事故发生。

（5）根据《中华人民共和国安全生产法》第四十五条，企业必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

（6）该项目涉及的锅炉、高压蒸汽管道等为特种设备，根据《中华人民共和国特种设备安全法》第三十三条，应当在特种设备投入使用前或者投入使用后三十日内，向负责特种设备安全监督管理的部门办理使用登记，取得使用登记证书。登记标志应当置于该特种设备的显著位置。

（7）根据《中华人民共和国特种设备安全法》第三十四条，企业应当建立岗位责任、隐患治理、应急救援等安全管理制度，制定操作规程，保证特种设备安全运行。

（8）根据《中华人民共和国特种设备安全法》第六十九条，企业应当制定特种设备事故应急专项预案，并定期进行应急演练。

（9）根据《中华人民共和国特种设备安全法》第十四条，特种设备作业人员应当按照国家有关规定取得相应资格，方可从事相关工作。

（10）根据《特种设备安全监察条例》第二十六条，特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。安全技术档案应当包括以下内容：

（一）特种设备的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护说明等文件以及安装技术文件和资料；

(二) 特种设备的定期检验和定期自行检查的记录;

(三) 特种设备的日常使用状况记录;

(四) 特种设备及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录;

(五) 特种设备运行故障和事故记录;

(六) 高耗能特种设备的能效测试报告、能耗状况记录以及节能改造技术资料。

(11) 根据《特种设备安全监察条例》第五条, 特种设备生产、使用单位应当建立健全特种设备安全、节能管理制度和岗位安全、节能责任制度。特种设备生产、使用单位的主要负责人应当对本单位特种设备的安全和节能全面负责。

(12) 根据《易制毒化学品管理条例》(2005 年 8 月 26 日中华人民共和国国务院令 第 445 号公布, 根据 2018 年 9 月 18 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第三次修订) 第四条, 生产、经营、购买、运输和进口、出口易制毒化学品的单位, 应当建立单位内部易制毒化学品管理制度。

(13) 根据《易制毒化学品管理条例》(2005 年 8 月 26 日中华人民共和国国务院令 第 445 号公布, 根据 2018 年 9 月 18 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第三次修订) 第三十四条, 易制毒化学品丢失、被盗、被抢的, 发案单位应当立即向当地公安机关报告, 并同时报告当地的县级人民政府食品药品监督管理部门、安全生产监督管理部门、商务主管部门或者卫生主管部门。接到报案的公安机关应当及时

立案查处，并向上级公安机关报告；有关行政主管部门应当逐级上报并配合公安机关的查处。

（14）根据《易制毒化学品管理条例》（2005 年 8 月 26 日中华人民共和国国务院令 第 445 号公布，根据 2018 年 9 月 18 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第三次修订）第三十六条，生产、经营、购买、运输或者进口、出口易制毒化学品的单位，应当于每年 3 月 31 日前向许可或者备案的行政主管部门和公安机关报告本单位上年度易制毒化学品的生产、经营、购买、运输或者进口、出口情况；有条件的生产、经营、购买、运输或者进口、出口单位，可以与有关行政主管部门建立计算机联网，及时通报有关经营情况。

（15）根据《易制爆危险化学品治安管理办法》第 25 条，易制爆危险化学品从业单位应将治安保卫机构的设置和人员的配备情况报所在地县级公安机关备案。

（16）根据《易制爆危险化学品治安管理办法》第 6 条，易制爆危险化学品从业单位应当建立易制爆危险化学品信息系统，并实现与公安机关的信息系统互联互通。

（17）根据《易制爆危险化学品治安管理办法》第 28 条，易制爆危险化学品从业单位应当建立易制爆危险化学品出入库检查、登记制度，定期核对易制爆危险化学品存放情况。易制爆危险化学品丢失、被盗、被抢的，应当立即报告公安机关。

（18）根据《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”和首次

工业化设计的建设项目，必须在基础设计阶段开展 HAZOP 分析。

(19) 根据《生产经营单位安全培训规定》第十三条，生产经营单位新上岗的从业人员，岗前安全培训时间不得少于 24 学时。危险化学品生产经营单位新上岗的从业人员安全培训时间不得少于 72 学时，每年再培训的时间不得少于 20 学时。

8.6 事故应急救援措施和器材、设备

(1) 根据《生产安全事故应急预案管理办法》第 36 条，该企业应急预案应当及时修订并归档。

(2) 根据《生产安全事故应急预案管理办法》第 37 条，应急预案修订涉及组织指挥体系与职责、应急处置程序、主要处置措施、应急响应分级等内容变更的，修订工作应当参照本办法规定的应急预案编制程序进行，并按照有关应急预案报备程序重新备案。

(3) 根据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》，应根据实际情况增配应急救援物资的种类和数量，应急救援物资应存放在应急救援器材专用柜或指定地点。

(4) 根据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》第 9.2 条规定，应急救援物资应明确专人管理。严格按照产品说明书要求，对应急救援物资进行日常检查、定期维护保养；应急救援物资应存放置于便于取用的固定场所，摆放整齐，不得随意摆放、挪作他用。

9 项目设立安全评价结论

9.1 评价结果综述

(1) 该建设项目可能发生的事故类型有：灼烫、中毒和窒息、火灾、爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、触电、车辆伤害、物体打击、机械伤害、起重伤害、高处坠落、坍塌、淹溺。

(2) 该建设项目不构成危险化学品重大危险源；不涉及重点监管危险化工工艺；所涉及的燃料天然气、二氧化硫、三氧化硫为国家首批重点监管的危险化学品。

(3) 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 / T 37243-2019) 的规定，确定该建设项目外部安全防护距离符合要求。

(4) 该建设项目事故后果模拟计算，二氧化硫在大气中扩散模型，风速 1.8m/s，预测时刻 5min，半致死浓度范围 43.9m，短时间容许接触范围 474.3m。

(5) 该建设项目多米诺影响范围未影响到厂区外，基本上都在裂解炉和天然气调压箱之间的天然气管线区域范围内，当目标装置类型为常压容器时，完全破裂多米诺半径为 6.81 米；当目标装置类型为压力容器时，完全破裂多米诺半径为 3.73 米。

9.2 总体结论

根据《建筑设计防火规范(2018 版)》(GB 50016-2014) 等国家及行业相关技术标准的要求，对 25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目进行了全面分析和评价。本评价认为：25 万吨/年硫

铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目所涉及设施的布局合理，符合规定的防火间距和安全距离要求，拟采用的工艺、技术成熟、可靠，公辅工程满足项目需求，项目潜在的风险可以接受。25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目符合设立安全条件。



10 与建设单位交换意见

在本次评价过程中多次与建设单位联系，从各个方面互通情况，充分商讨、研究、交换意见，对提出的一些建设性的意见，建设单位均引起了足够重视，协调解决。本报告编制完成后发给企业进行确认核实，本报告内容及评价结论均得到了企业认同。



附件 1 选用的安全评价方法简介

F1.1 安全检查表法

安全检查表法分析,即为了查找工程、系统中各种设备设施、物料、工件、操作、管理和组织措施中的危险、有害因素,事先把检查对象加以分解,将大系统分割成若干小的子系统,以提问或打分的形式,将检查项目列表逐项检查,避免遗漏,通常将这种评价方法称为安全检查表分析法。

F1.2 预先危险性分析法

预先危险性分析法是在进行某项工程活动之前对系统存在的各种危险因素、事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法。其目的是早期发现系统的潜在危险因素,确定系统的危险性等级,提出相应的防范措施,防止这些危险因素发展成为事故,避免考虑不周所造成的损失。按危险有害因素导致的事故、危害的危险程度,将危险、有害因素划分为四个危险等级,见表 F1.2-1。

表 F1.2-1 危险等级划分说明

等 级	说 明
I 级	安全的,可以忽略
II 级	临界的,处于事故边缘状态,暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失,应予排除或采取控制措施
III 级	危险的会造成人员伤亡和系统损坏要立即采取措施
IV 级	破坏性的,会造成灾难性事故,必须立即排除

F1.3 事故后果模拟分析法

事故后果模拟分析法是在数学、物理模型的基础上,选择适当的数值计算方法,对危险单元或系统进行模拟,预演事故的发生过程及事故

后果的影响范围，从而能更加形象直观地认识所评价单元或系统的危险及危害性，为设计人员、管理人员和企业、政府职能部门的高层决策者提供客观依据的一种评价方法。模拟评价方法通过采用数学模型对所确定的危险单元或系统进行事故过程模拟，对事故所造成的危害影响则选用相应的伤害模型进行危害评价，对事故的影响区域、人员伤亡、财产损失情况进行描述。该企业评价过程用到的事故后果模拟方法为：有毒有害物质在大气中扩散模型。

介绍如下：

通过源项（泄漏源）计算得到污染物排放速率后，采用非正常排放模式对其在大气中的扩散进行计算。

非正常排放是指生产运行阶段的开车、停车、检修、一般性事故和发生漏泄等情况时的污染物的不正常排放。非正常排放常发生在有限时间（T）内。以瞬时单烟团正态扩散式，对 t_0 在有限时间（T）内积分，经整理后可得非正常排放模式。

（1）下风向同一点在不同时刻的浓度是不同的，一般来说，需要计算出关心点可能出现的最大浓度。设某点的下风向距离为 X，则可认为从开始非正常排放时，经过 $X/U+T/2$ 后，X 点可能产生最大浓度。

1) 有风情况（ $U_{10} \geq 1.5 \text{ m/s}$ ）

非正常排放条件下的地面浓度 C_a （ mg/m^3 ）按下列各式计算。

以排气筒地面位置为原点，有效源高为 H_e ，平均风向轴为 x 轴，源强为 Q （ mg/s ），非正常排放持续时间为 T （s），则和时刻地面任一点（x, y, 0）的浓度 C_a 应按下式计算

$$C_a(x,y,0) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[\frac{-y^2}{2\sigma_y^2} - \frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right] \cdot G_1 \quad (3-5)$$

$$G_1 = \begin{cases} \Phi[(ut-x)/\sigma_x] + \Phi(x/\sigma_x) - 1 & t \leq T \\ \Phi[(ut-x)/\sigma_x] - \Phi[(ut-uT-x)/\sigma_x] & t > T \end{cases}$$

2) 小风静风 ($U_{10} < 1.5 \text{ m/s}$)

小风 ($1.5 \text{ m/s} > U_{10} \geq 0.5 \text{ m/s}$) 和静风 ($U_{10} < 0.5 \text{ m/s}$) 情况, t 时刻地面任何一点 $(x, y, 0)$ 的浓度为:

$$C_a(x,y,0) = \frac{QA_3}{(2\pi)^{3/2} \gamma_{01} \gamma_{02}} \cdot G_2 \quad (3-7)$$

$$G_2 = \begin{cases} \frac{1}{A_1} B_1 + 2\sqrt{\frac{\pi}{A_1}} A_2 (1-B_2) & t \leq T \\ \frac{1}{A_1} (B_1 - B_4) + 2\sqrt{\frac{\pi}{A_1}} A_2 (B_3 - B_2) & t > T \end{cases}$$

$$A_0 = x^2 + y^2 + \left(\frac{\gamma_{01}}{\gamma_{02}} H_e\right)^2; \quad A_1 = \frac{A_0}{2\gamma_{01}^2}; \quad A_2 = \frac{(ux+vy)}{A_0}$$

$$A_3 = \exp\left\{-\frac{1}{2A_0} \left[\left(\frac{uy-vx}{\gamma_{01}}\right)^2 + (v^2+u^2) \left(\frac{H_e}{\gamma_{02}}\right)^2\right]\right\}$$

$$B_1 = \exp\left[-A_1 \left(\frac{1}{t} - A_2\right)^2\right]; \quad B_2 = \Phi\left[\sqrt{2A_1} \left(\frac{1}{t} - A_2\right)\right]$$

$$B_3 = \Phi\left[\sqrt{2A_1} \left(\frac{1}{t-T} - A_2\right)\right]; \quad B_4 = \exp\left[-A_1 \left(\frac{1}{t-T} - A_2\right)^2\right]$$

(3) 源强参数说明

事故源名称: 发生泄漏事故的设施或设备的名称。

物质名称: 泄漏物质的名称。

类型: 分为点源、面源、体源。对于通过排气筒或泄漏口泄漏的事故可选择点源, 对于从液池挥发的事故源可选择面源进行预测。

排放速率: 单位 kg/s 。对于气体泄漏即是泄漏口的泄漏后排放速

率，对于压力液化气泄漏则是泄漏口的闪蒸速率，对于液池则是挥发速率（包括热量蒸发速率+质量蒸发速率）。

废气温度：单位℃。

排放持续时间：单位 min。从泄漏开始至结束持续的时间。对于液池指蒸发持续的时间。

排气量： m^3/s 。对于通过排气筒外排的气体，其在标态下的气量。对于泄漏口泄漏的事故源，其排气量可取 0。注意，排气量不是泄漏口通过气体排放速率为密度折算出来的气量，排气量的大小主要会影响到烟气抬升高度，对于泄漏口的源强，可认为其抬升高度为 0，因此，这一项可取 0。

泄漏源高度：单位 m。泄漏口距地面的高度。

排放口直径：单位 m。对于通过排气筒外排的气体，排放口直径为内径。对于泄漏口泄漏的事故源，取默认值即可。注意，排放口直径不是泄漏口直径。

面源有效高度：单位 m。面源的有效高度目前没有相应的模型来确定，对于液池蒸发，一般是人为的给定一个高度。

面源面积：单位 m^2 。一般为液池的面积。对于非圆形液池，取等效圆处理。

体源的有效高度：单位 m。指体源中心的高度。

体源的底面积：单位 m^2 。对于圆柱形体源，采取等效圆柱形处理。

体源的高度：单位 m。指体源底面和底面之间的高度。

（4）预测方案

地面特征：根据项目所在区域特点，选取相应的地面特征。

预测时间：单位 min。按时刻预测和按时段预测。

坐标体系：包括两种坐标体系：相对于污染源的下风向坐标和绝对坐标。相对于污染源的下风向坐标：是以事故源为原点，下风向为 x 轴正方向的坐标体系。绝对坐标：是以事故源为原点，正东方向为 x 轴正方向的坐标体系。

预测方案主要有三种方案：①下风向；②预测点；③网格点。

气象条件：不同的气象条件预测结果不一样。

环境温度：单位℃。

大气压力：单位 Pa。

取样时间：一般取 1 小时或 0.5 小时。

F1.4 定量风险评价法

定量风险评价法（Quantitative Risk Assessment，简称QRA），也称概率风险评价方法，采用量化的概率风险值如个人风险和社会风险对系统的危险性进行描述的风险评价方法。

通过定量风险分析法确定外部安全防护距离。

外部安全防护距离：为了预防和减缓危险化学品生产装置和储存设施潜在事故（火灾、爆炸和中毒等）对厂外防护目标的影响，在装置和设施与防护目标之间设置的距离或风险控制线。

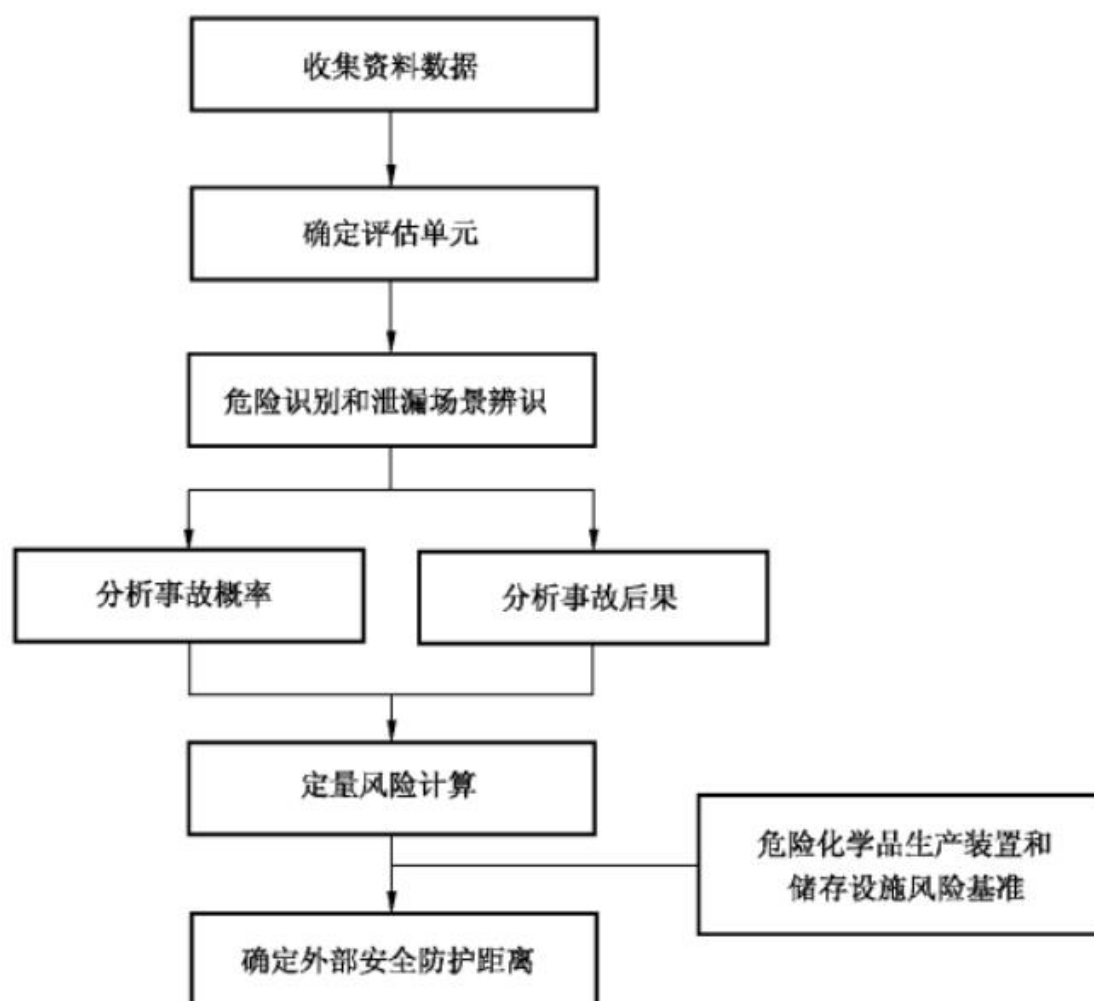
具体评价过程包括以下步骤：

a) 收集资料数据；

b) 确定评估单元；

- c) 危险识别和泄漏场景辨识;
- d) 分析事故概率;
- e) 分析事故后果;
- f) 定量风险计算;
- g) 确定外部安全防护距离。

分析流程框图如下:



附件 2 定性、定量分析危险、有害程度的过程

F2.1 主要物料危险、有害因素

该项目涉及原辅材料和产品被列入《危险化学品目录（2015 版）》的危险化学品有原料硫磺、氢氧化钠、原料及产品硫酸；中间产物二氧化硫、三氧化硫；裂解炉燃料（天然气）、燃料柴油被列为危险化学品，其中天然气、二氧化硫、三氧化硫属于国家首批重点监管的危险化学品。

各化学品的理化性质、基本危险特性、包装、储运技术要求等，见下表：



表 F2.1-1 硫酸

标识	中文名：硫酸		分子式：H ₂ SO ₄	相对分子量：98.08
	英文名：sulfuric acid		CAS 号：7664-93-9	
理化特性	外观与形状	纯品为无色透明油状液体，无臭		
	主要用途	重要的无机化学品，广泛用于化工、医药、石油等行业		
	燃烧性：不燃	沸点：330.0℃	相对密度(空气=1)：3.4	
	稳定性：稳定	熔点：10.5℃(纯)	相对密度(水=1)：1.83	
	聚合危害：不聚合	禁忌物：碱类、水、碱金属、强还原剂、易燃或可燃物		
	溶解性	与水混溶		
危险、危害性及急救措施	健康危害	硫酸对人体的侵入途径是吸入、食入。对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。蒸气或雾可引起结膜炎、结膜水肿、角膜混浊，以致失明；引起呼吸道刺激，重者发生呼吸困难和肺水肿；高浓度引起喉痉挛或声门水肿而窒息死亡。口服后引起消化道灼伤以致溃疡形成严重者可引起胃穿孔、腹膜炎、肾损害、休克等。皮肤灼伤轻者出现红斑，重者形成溃疡，愈合疤痕收缩影响功能。溅入眼内可造成灼伤，甚至角膜穿孔、全眼炎以至失明 慢性影响：牙齿酸蚀症、慢性支气管炎、肺气肿和肺硬化		
	危险特性	遇水大量放热，可发生沸溅。与易燃物(如苯)和可燃物(如糖、纤维素等)接触会发生剧烈化学反应，甚至引起燃烧。遇电石、高氯酸盐、雷酸盐、硝酸盐、苦味酸盐、金属粉末等猛烈反应，发生爆炸或燃烧。有强烈的腐蚀性和吸水性		
	急救措施	皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤至少 15 分钟。就医 眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧，如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医 食入：误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医		
防护措施	车间卫生标准	中国 PC-TWA(mg/m ³)：1；PC-STEL (mg/m ³)：2		
	工程控制	严加密闭操作，注意通风。尽可能机械化、自动化。提供安全淋浴和洗眼设备		
	呼吸系统防护	可能接触其烟雾时，佩戴自吸过滤式防毒面具(全面罩)或空气呼吸器。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴氧气呼吸器		
	眼睛防护	呼吸系统防护中已作防护		
	身体防护	穿橡胶耐酸碱服		
	手防护	戴橡胶耐酸碱手套		
	其它	工作现场严禁吸烟、进食和饮水。工作毕，淋浴更衣。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。保持良好的卫生习惯		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。尽可能切断泄漏源，防止进入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用砂土、干燥石灰或苏打灰混合。也可用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容；用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置			
灭火方法	消防人员必须穿全身耐酸碱消防服。用干粉、二氧化碳、砂土灭火。避免水流冲击物品，以免遇水会放出大量热量发生喷溅而灼伤皮肤			
储运注意事项	贮存于阴凉、干燥、通风良好仓间内。应与易燃或可燃物、碱类、氧化剂、金属粉末等分开存放。不可混储混运。搬运时轻装轻卸，防止包装及容器损坏。分装和搬运作业要注意个人防护			
毒理学	LD ₅₀ 2140mg/kg(大鼠经口)；LC ₅₀ 510mg/m ³ ，2 小时(大鼠吸入)；LC ₅₀ 320mg/m ³ ，2 小时(小鼠吸入)			
运输信息	UN 编号：1830		包装分类：I	包装标志：腐蚀品
	包装方法	螺纹口或磨砂口玻璃瓶外木板箱；耐酸坛、陶瓷罐外木板箱或半花格箱		

表 F2.1-2 五氧化二钒

理化特性	外观与性状：橙黄色或红棕色结晶粉末。 熔点（℃）：690 沸点（℃）：1750 分解 分子式：V₂O₅ 溶解性：微溶于水，不溶于乙醇，溶于浓酸、碱。 主要用途：广泛用于有机合成工业及硫酸工业中，也用作玻璃搪瓷着色剂，磁性材料。 相对密度（水=1）：3.35 相对蒸气密度（空气=1）：无资料 分子量：182
危险性概述	燃爆危险：本品不燃，高毒。 禁配物：强酸、易燃或可燃物。 健康危害：对呼吸系统和皮肤有损害作用。急性中毒：可引起鼻、咽、肺部刺激症状，接触者出现眼烧灼感、流泪、咽痒、干咳、胸闷、全身不适、倦怠等表现，重者出现支气管炎或支气管肺炎。皮肤高浓度接触可致皮炎，剧烈瘙痒。慢性中毒：长期接触可引起慢性支气管炎、肾损害、视力障碍等。
接触控制/个体防护	中国 MAC（mg/m³）：0.1[烟]。 工程控制：密闭操作，局部排风。提供安全淋浴和洗眼设备。 呼吸系统防护：可能接触其粉尘时，必须佩戴防尘面具（全面罩）。紧急事态抢救或撤离时，应该佩戴空气呼吸器。 眼睛防护：呼吸系统防护中已作防护。 身体防护：穿胶布防毒衣。 手防护：戴橡胶手套。 其他防护：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。实行就业前和定期的体检。
急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。就医。 眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 食入：饮足量温水，催吐。就医。
消防措施	危险特性：不燃。与三氟化氯、锂接触剧烈反应。 有害燃烧产物：可能产生有害的毒性烟雾。 灭火方法：消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。
泄漏应急处理	应急处理：隔离泄漏污染区，周围设警告标志，建议应急处理人员戴正压自给式呼吸器，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物，避免扬尘，用清洁的铲子收集于干燥净洁有盖的容器中，转移到安全场所。也可以用水泥、沥青或适当的热塑性材料固化处理再废弃。如大量泄漏，收集回收或无害处理后废弃。
操作处置与储存	操作注意事项：密闭操作，局部排风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴防尘面具（全面罩），穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。远离易燃、可燃物。避免产生粉尘。避免与酸类接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。 储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与易（可）燃物、酸类、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物。应严格执行极毒物品“五双”管理制度。
运输信息	包装类别：无资料。 包装方法：铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。运输前应检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、氧化剂、食品及食品添加剂混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。

表 F2.1-3 硫磺

标识	中文名：硫；硫磺		分子式：S		相对分子量：32.06	
	英文名：sulfur			CAS 号：7704-34-9		
理化特性	外观与形状		淡黄色脆性结晶或粉末，有特殊臭味			
	主要用途		用于制造染料、农药、火柴、火药、橡胶、人造丝、医药等			
	熔点：119℃		沸点：444.6℃		相对密度(水=1)：2.0	
	燃烧性：易燃		闪点：无意义		爆炸极限：35mg/m3%	
	稳定性：稳定		相对密度(空气=1)：无资料		引燃温度：232℃	
	溶解性		禁忌物：强氧化剂 聚合危害：不聚合			
危险、危害性及急救措施	健康危害		不溶于水，微溶于乙醇、醚，易溶于二硫化碳			
	危险特性		侵入途径：吸入、食入、经皮吸收 健康危害：因其能在肠内部分转化为硫化氢而被吸收，故大量口服可致硫化氢中毒。急性硫化氢中毒的全身毒作用表现为中枢神经系统症状，有头痛、头晕、乏力、呕吐、共济失调、昏迷等。本品可引起眼结膜炎、皮肤湿疹。对皮肤有弱刺激性。生产中长期吸入硫粉尘一般无明显毒性作用			
	急救措施		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			
防护措施	车间卫生标准		皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤			
	工程控制		眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医			
	呼吸系统防护		吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医			
	眼睛防护		食入：饮足量温水，催吐。就医			
	身体防护					
	手防护					
	其它					
泄漏应急处理	隔离泄漏污染区，限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿一般作业工作服。不要直接接触泄漏物。小量泄漏：避免扬尘，用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中，转移至安全场所。大量泄漏：用塑料布、帆布覆盖。使用无火花工具收集回收或运至废物处理场所处置					
	遇小火用砂土闷熄。遇大火可用雾状水灭火。切勿将水流直接射至熔融物，以免引起严重的流淌火灾或引起剧烈的飞溅。消防人员须戴好防毒面具，在安全距离以外，在上风向灭火					
灭火方法	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。包装密封。应与氧化剂分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有合适的材料收容泄漏物					
储运注意事项	LD ₅₀ ：无资料；LC ₅₀ ：无资料					
毒理学	UN 编号：1350		包装分类：III		包装标志：易燃固体	
	包装方法		两层塑料袋或一层塑料袋外麻袋、塑料编织袋、乳胶布袋；塑料袋外复合塑料编织袋（聚丙烯三合一袋、聚乙烯三合一袋、聚丙烯二合一袋、聚乙烯二合一袋）；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花格箱、纤维板箱或胶合板箱			

表 F2.1-4 二氧化硫

特别警示	对粘膜有强烈的刺激作用。
理化特性	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℃)。 主要用途：主要用于制造硫酸和保险粉等。
危害信息	【燃烧和爆炸危险性】 不燃。 【健康危害】 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。 职业接触限值：PC-TWA(时间加权平均容许浓度)(mg/m³),5;PC-STEL(短时间接触容许浓度)(mg/m³): 10。
安全措施	【一般要求】 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。 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。 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。 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。 避免与氧化剂、还原剂接触，远离易燃、可燃物。 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时应及时处理。 支气管哮喘和肺气肿等患者不宜接触二氧化硫。 【特殊要求】 【操作安全】 (1) 在生产企业设置必要紧急排放系统及事故通风设施。设置碱池，进行废气处理。

	(2) 根据职工人数及巡检需要配置便携式二氧化硫浓度检测报警仪。进入密闭受限空间或二氧化硫有可能泄漏的空间之前应先进行检测, 并进行强制通风, 其浓度达到安全要求后进行操作, 操作人员应佩戴防毒面具, 并派专人监护。 【储存安全】 (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℃。 (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。 【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。 (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。 (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的同意, 还应有遮雨等相关措施; 严禁在搬运时吸烟。
应急处置原则	【急救措施】 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。 皮肤接触: 立即脱去污染的衣着, 用大量流动清水冲洗。就医。 眼睛接触: 提起眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗。就医。 【灭火方法】 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。 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。 【泄漏应急处置】 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。 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。

表 F2.1-5 三氧化硫

特别 警示	确认人类致癌物，有强烈的刺激和腐蚀作用，与水发生剧烈反应。
理化 特性	无色透明液体或结晶，有刺激性气味。有四种晶体变形体：α、β、γ、δ。γ-三氧化硫为胶状晶体，熔点 16.8℃，沸点 44.8℃，相对密度（水=1）1.9224，相对蒸气密度（空气=1）2.8，β-三氧化硫为丝光石棉状结晶，熔点 32.5℃。α-三氧化硫为针状结晶，熔点 62.3℃。δ-三氧化硫为蜡状结晶，熔点 95℃。通常是混合物，熔点不恒定，熔融时均转变为 γ-三氧化硫。本品吸湿性极强，在空气中产生有毒的白烟。 主要用途：有机合成用磺化剂。
危害 信息	【燃烧和爆炸危险性】 不燃，能助燃。 【活性反应】 强氧化剂。与水发生爆炸性剧烈反应。与氧气、氟、氧化铅、次亚氯酸、过氯酸、磷、四氟乙烯等接触剧烈反应。与有机材料如木、棉花或草接触，会着火。吸湿性极强，在空气中产生有毒的白烟。遇潮时对大多数金属有强腐蚀性。 【健康危害】 毒性及中毒表现见硫酸。对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。可引起结膜炎、水肿、角膜浑浊，以致失明；引起呼吸道刺激症状，重者发生呼吸困难和肺水肿；高浓度引起喉痉挛或声门水肿而死亡。口服后引起消化道的烧伤以至溃疡形成。慢性影响有牙齿酸蚀症、慢性支气管炎、肺气肿和肝硬变等。 职业接触限值：PC-TWA(时间加权平均容许浓度)(mg/m^3):1;PC-STEL(短时间接触容许浓度)(mg/m^3):2。 IARC: 确认人类致癌物。
安全 措施	【一般要求】 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，具备三氧化硫应急处置的有关知识。 密闭操作，防止泄漏。工作场所注意通风，操作场所尽量机械化自动化。工作场所禁止进食和饮水。 生产、使用及贮存场所应设置泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。操作人员佩戴防毒面具或自给式头盔，穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套，耐酸长筒靴。 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。 避免与还原剂、碱类、活性金属粉末接触，尤其要注意避免与水接触。远离易燃、可燃物。 生产、储存区域应设置安全警示标志。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。 【特殊要求】 【操作安全】

	(1) 开启三氧化硫容器时, 确定工作区通风良好, 避免让释出的蒸气进入工作区的空气中。 (2) 系统漏气时要站在上风, 同时佩戴好防毒面具进行作业并采取措施尽快消除漏气。 (3) 生产设备的清洗污水及生产车间内部地坪的冲洗水须收入应急池, 经处理合格后才可排放。 【储存安全】 (1) 储存于阴凉、通风库房, 避免直晒。库房温度不超过 35℃, 相对湿度不超过 85%。应与易(可)燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品分开存放, 切忌混储。储存区内备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。 (2) 三氧化硫贮存地点要设置明显的安全标志, 储罐要密封加盖, 装有呼吸阀, 应设有计量装置, 储存时保留一定空间。储存时间不宜过长。 (3) 在三氧化硫储罐四周设置围堰, 围堰的容积等于单个储罐的最大容积, 围堰与地面作防腐处理, 围堰内应有泄漏物的收集设施。 (4) 每天不少于两次对储罐进行巡检, 并做好记录, 发现跑、冒、滴、漏等隐患, 要及时联系处理, 重大隐患要及时上报。 【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。 (2) 三氧化硫装于专用的槽车(船)内运输, 槽车(船)应定期清理; 用其他包装容器运输时, 容器须用耐腐蚀材料的盖密封。搬运人员必须按规定穿戴必要的防护用品; 装卸时现场有人监护; 夜晚、下雨天不宜搬运。若遇特殊情况必须雨天搬运时, 应有遮雨等相关措施; 严禁在搬运时吸烟。运输车辆应符合消防安全要求, 配备相应的消防器材。运输车辆从物流大门进出厂区, 保持安全车速。严禁驾乘人员吸烟。 (3) 严禁与易(可)燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、防雨淋、防高温。 (4) 输送三氧化硫的管道不应靠近热源敷设; 管道采用地上敷设时, 应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段, 采取保护措施并设置明显的警示标志; 在已敷设的管道下面, 不得修建与管道无关的建筑物和堆放易燃物品; 管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB 7231) 的规定。 (5) 液体三氧化硫槽车运输或管道输送时, 容器或管道的温度应保持在 30℃~44℃。
应急处置原则	【急救措施】 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。 食入: 用水漱口, 给饮牛奶或蛋清。就医。 皮肤接触: 立即脱去污染的衣着, 用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。就医。 眼睛接触: 立即提起眼睑, 用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就

医。

【灭火方法】

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，直至灭火结束。消防人员必须佩戴过滤式防毒面具(全面罩)或隔离式呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。

灭火时尽量切断泄漏源，然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。禁止用水和泡沫灭火。

【泄漏应急处置】

根据液体流动和蒸气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。建议应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防酸碱服。穿上适当的防护服前严禁接触破裂的容器和泄漏物。尽可能切断泄漏源。勿使泄漏物与可燃物质（如木材、纸、油等）接触。防止泄漏物进入水体、下水道、地下室或密闭性空间。小量泄漏：用干燥的砂土或其它不燃材料覆盖泄漏物，用洁净的无火花工具收集泄漏物，置于一盖子较松的塑料容器中，待处置。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用耐腐蚀泵转移至槽车或专用收集器内。

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 1000m；大量泄漏，初始隔离 300m，下风向疏散白天 2900m、夜晚 5700m。

力康咨询
LIKANG CONSULTING

表 F2.1-6 天然气

特别 警示	极易燃气体。
理化 特性	无色、无臭、无味气体。微溶于水，溶于醇、乙醚等有机溶剂。分子量 16.04，熔点 -182.5℃，沸点 -161.5℃，气体密度 0.7163g/L，相对蒸气密度（空气=1）0.6，相对密度（水=1）0.42（-164℃），临界压力 4.59MPa，临界温度 -82.6℃，饱和蒸气压 53.32kPa（-168.8℃），爆炸极限 5.0%~16%（体积比），自燃温度 537℃，最小点火能 0.28mJ，最大爆炸压力 0.717MPa，闪点 -188℃。 主要用途：主要用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。
危害 信息	【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸危险。 【活性反应】 与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂剧烈反应。 【健康危害】 纯甲烷对人基本无毒，只有在极高浓度时成为单纯性窒息剂。皮肤接触液化气体可致冻伤。天然气主要组分为甲烷，其毒性因其他化学组成的不同而异。
安全 措施	【一般要求】 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。 密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。 在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩带供气式呼吸器。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。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，重点储罐需设置紧急切断装置。 避免与氧化剂接触。 生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。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。 【特殊要求】 【操作安全】 （1）天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。 （2）生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业（固定动火区必须距离生产区 30m 以上）。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。配气站严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。 （3）天然气配气站中，不准独立进行操作。非操作人员未经许可，不准进入配气

站。

(4) 含硫化氢的天然气生产作业现场应安装硫化氢监测系统。进行硫化氢监测，应符合以下要求：

- 含硫化氢作业环境应配备固定式和携带式硫化氢监测仪；
- 重点监测区应设置醒目的标志；
- 硫化氢监测仪报警值设定：阈限值为 1 级报警值；安全临界浓度为 2 级报警值；危险临界浓度为 3 级报警值；
- 硫化氢监测仪应定期校验，并进行检定。

(5) 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、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 30℃。

(2) 应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应备有泄漏应急处理设备。

(3) 天然气储气站中：

——与相邻居民点、工矿企业和其他公用设施安全距离及站场内的平面布置，应符合国家现行标准；

——天然气储气站内建(构)筑物应配置灭火器，其配置类型和数量应符合建筑灭火器配置的相关规定；

——注意防雷、防静电，应按《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)的规定设置防雷设施，工艺管网、设备、自动控制仪表系统应按标准安装防雷、防静电接地设施，并定期进行检查和检测。

【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。

(2) 槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具。

(3) 车辆运输钢瓶时，瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方，堆放高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有专人看管。发生泄漏或火灾时要把车开到安全地方进行灭火或堵漏。

(4) 采用管道输送时：

——输气管道不应通过城市水源地、飞机场、军事设施、车站、码头。因条件限制无法避开时，应采取保护措施并经国家有关部门批准；

——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩；

——输气管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；

——输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查，及时处理输气管道沿线

	的异常情况，并依据天然气管道保护的有关法律法规保护管道。
应 急 处 置 原 则	【急救措施】 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。 皮肤接触：如果发生冻伤：将患部浸泡于保持在 38~42℃ 的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感，就医。 【灭火方法】 切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。 灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。 【泄漏应急处置】 消除所有点火源。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。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。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。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。 作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 800m。

力康咨询
LIKANG CONSULTING

表 F2.1-7 柴油

标识	中文名：柴油		英文名：Diesel oil	
理化特性	外观与形状	绿色或棕色液体		
	主要用途	用作柴油机的燃料		
	熔点：无资料	沸点：282-338℃	相对密度（水=1）：0.87-0.9	爆炸极限：无资料
	燃烧性：易燃	闪点：≥45℃	相对密度（空气=1）：无资料	引燃温度：无资料
	稳定性：稳定	禁忌物：强氧化剂、卤素		聚合危害：不聚合
危险、危害性及急救措施	健康危害	皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛		
	危险性	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险		
	急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。 眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 食入：尽快彻底洗胃。就医		
防护措施	工程控制	密闭操作，注意通风		
	呼吸系统防护	空气中浓度超标时，建议佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。		
	眼睛防护	戴化学安全防护眼镜		
	身体防护	穿一般作业防护服		
	手防护	戴橡胶耐油手套		
	其它	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用活性炭或其它惰性材料吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置			
灭火方法	消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土			
储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料 运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽（罐）车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂、卤素、食用化学品等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。运输车船必须彻底清洗、消毒，否则不得装运其它物品。			
环境危害	该物质对环境有危害，建议不要让其进入环境。对水体和大气可造成污染，破坏水生生物呼吸系统。对海藻应给予特别注意			

表 F2.1-8 氢氧化钠

标识	中文名：氢氧化钠		分子式：NaOH		相对分子量：40.01	
	英文名：sodium hydroxide			CAS 号：1310-73-2		
理化特性	外观与形状		白色不透明固体，易潮解			
	主要用途		用于肥皂工业、石油精炼、造纸、人造丝、染色、制革、医药、有机合成等			
	熔点：318.4℃		沸点：1390℃		相对密度(水=1)：2.12	
	燃烧性：不燃		闪点：无意义		相对密度(空气=1)：无资料	
	稳定性：稳定		禁忌物：强酸、易燃或可燃物、二氧化碳、过氧化物、水			爆炸极限：无意义
						引燃温度：无意义
溶解性		易溶于水、乙醇、甘油，不溶于丙酮				聚合危害：不聚合
危险、危害性及急救措施	健康危害	侵入途径：吸入、食入 健康危害：本品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘刺激眼和呼吸道，腐蚀鼻中隔；皮肤和眼直接接触可引起灼伤；误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血和休克				
	危险性	与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气。本品不会燃烧，遇水和水蒸气大量放热，形成腐蚀性溶液。具有强腐蚀性				
	急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。就医 眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医 食入：用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医				
防护措施	车间卫生标准		中国 MAC(mg/m³)：0.5；TLVTN：OSHA 2mg/m3；TLVWN：ACGIH 2mg/m3			
	工程控制		密闭操作。提供安全淋浴和洗眼设备			
	呼吸系统防护		可能接触其粉尘时，必须佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。必要时，佩戴空气呼吸器			
	眼睛防护		呼吸系统防护中已作防护			
	身体防护		穿橡胶耐酸碱服			
	手防护		戴橡胶耐酸碱手套			
	其它		工作场所禁止吸烟、进食和饮水，饭前要洗手。工作完毕，淋浴更衣。注意个人卫生			
泄漏应急处理	隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。小量泄漏：避免扬尘，用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：收集回收或运至废物处理场所处置					
灭火方法	用水、砂土扑救，但须防止物品遇水产生飞溅，造成灼伤					
储运注意事项	储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。库内湿度最好不大于 85%。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、酸类等分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物					
毒理学	LD ₅₀ ：无资料；LC ₅₀ ：无资料					
运输信息	UN 编号：1823			包装分类：II	包装标志：腐蚀品	
	包装方法	固体可装入 0.5 毫米厚的钢桶中严封，每桶净重不超过 100 公斤；塑料袋或二层牛皮纸袋外全开口或中开口钢桶；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花格箱、纤维板箱或胶合板箱；镀锡薄钢板桶（罐）、金属桶（罐）、塑料瓶或金属软管外瓦楞纸箱。				

F2.2 爆炸、火灾、中毒和窒息、灼烫事故分析

F2.2.1 中毒和窒息

该企业运行过程中涉及的二氧化硫、三氧化硫、五氧化二钒等均有一定的毒性，另外硫酸会引起呼吸道刺激，重者发生呼吸困难和肺水肿；高浓度引起喉痉挛或声门水肿而窒息死亡。有限空间是进出口受限，通风不良，可能存在缺氧，对进入人员的身体健康和生命安全构成威胁的封闭、半封闭设施及场所，如槽、罐、下水道等封闭、半封闭场所，引起中毒和窒息事故的原因分析如下：

（1）该企业在运行过程中，人员接触、使用化学有毒有害物质，在设备密闭不佳，设备发生泄漏，设备检修，操作失误，发生事故等情况下，有毒有害气体迅速污染作业环境，如果防护不当或处理不及时，则很容易发生中毒和窒息等人身伤亡事故。

（2）一旦管道、阀门、法兰、液位计、换热器、容器等发生泄漏或者由于操作失误、容器及配件先天缺陷、材料腐蚀失效等原因使其破裂出现泄漏时，车间内有毒物质可以在短时间内急剧增加，大大超标，造成人员中毒、设备严重腐蚀。如果可燃气体达到爆炸极限，遇到火源造成火灾、爆炸事故，使中毒半径迅速扩大，造成大面积人员中毒伤亡事故。

（3）该企业在开停工、检维修等有可能会用到氮气等惰性气体。氮气是无色、无味、无毒、不可燃的惰性气体，有很强的窒息性。空气中氮气等惰性气体含量过高，使吸入气氧分压下降，患者先出现呼吸加快、注意力不集中、共济失调；继之出现疲倦无力、烦躁不安、恶心、

呕吐、昏迷、抽搐，以致死亡。吸入氮气、氦气或其它惰性气体浓度不太高时，患者最初感胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，可进入昏睡或昏迷状态。氮气生产和使用过程中如果发生泄漏，环境中氧分量下降，如果没有检测报警装置，人员无防护，可能导致人员窒息。

(4) 作业人员因工作需要进入设备容器内作业，事先不办《进入受限空间作业许可证》，设备容器没有进行清洗、置换，又未进行安全分析，或没有采取相应的安全防护措施，设备容器外也没有专人进行监护等，作业人员就贸然进入，均可能造成窒息事故。

F2.2.2 灼烫

灼烫是指火焰烧伤、高温物体烫伤、化学灼伤（酸、碱、盐、有机物引起的体内外的灼伤）、物理灼伤（光、放射性物质引起的体内外的灼伤），不包括电灼伤和火灾引起的烧伤。该企业生产过程涉及到高温和腐蚀品，因此存在高温物体烫伤和化学灼伤危险性。

(1) 该企业在生产、储存过程中涉及的硫酸、三氧化硫等物质具有较强的腐蚀性，正常操作下由于储存设备、设施为密闭系统，对人员基本无影响。但在操作失误、防护措施不当情况下，具有腐蚀性的物质接触人体裸露部位可造成化学品灼烫事故。当硫酸被少量的水稀释或在空气中吸收水分后，其腐蚀性更强烈，更容易腐蚀钢质储槽。

固体元素硫是无毒的，但液硫接触人体会引起灼伤。

(2) 该企业生产过程使用蒸汽作为热源，温度最高达到 1050℃，装置内存在大量的蒸汽和高温介质管道和设备，如果塔、釜、管道、阀

门以及连接法兰之间的垫片因为材料质量、制造、安装、检修质量不符合要求，一旦高温介质外泄，极易发生烫伤事故。高温设备及蒸汽管道如果未采用保温措施，无警示标志或警示标识不明显，也可能造成烫伤事故。

(3) 生产过程中如高温设备、管线及受热设备表面保温层防护破损，有可能发生灼烫伤害。

F2.2.3 火灾、爆炸

(一) 火灾爆炸事故致因分析

由前面物料的危险有害因素分析可知，该企业在生产过程中存在火灾、爆炸的危险有害因素。其生产操作中如工艺过程控制不当及各种原因引起的物料泄漏都有引发火灾、爆炸的可能。

发生火灾爆炸事故的三个必要条件为：可燃物、着火源和空气。泄漏使可燃物与空气直接接触，当达到爆炸极限范围，又存在着火源且达到最小点火能时，则会引发火灾爆炸事故。

1) 泄漏原因分析

泄漏是由于设备损坏或操作失误引起的，泄漏与火灾爆炸事故是紧密相联，是火灾爆炸事故的前提。设备、管线、阀门、仪表等，在生产过程中均有可能发生泄漏事故。根据厂区工艺过程的实际运行特点，人的不安全行为、设备设施的质量缺陷或故障，以及外部因素的不利影响等，是可能造成泄漏的三个主要原因。

(1) 设备设施的质量缺陷或故障

设备设施的质量缺陷可能存在于设备设施的设计、选材、制造及现场安装等各个阶段，设备设施的故障则是出现在投产运营之后。

①设计不合理

工程设计上的缺陷或失误通常体现在：建（构）筑物布局不尽合理，防火间距不够，防火防爆等级达不到要求，防火及消防设施不配套，工艺流程不合理等。工程设计上的缺陷或失误有可能引起泄漏扩散和火灾爆炸事故的发生，更主要是会导致火灾爆炸事故的扩大和蔓延，增大危险危害性。

②选材不当

设备、管线及仪表等与相应连接材质不匹配，导致材料断裂、介质泄漏。

③阀门劣质、密封不良

阀门劣质、密封不良包括：材质不良（耐压、耐腐蚀不够等）、法兰盘面易变形、阀片易破裂、密封部件易破损、偏摆等。

④施工安装问题

主要表现为管道焊接质量差，生产系统多起重大事故都与工程的施工质量特别是焊接质量差有直接关系。

⑤检测、控制失灵

设备的各种工艺参数，如液位、温度、压力、流量等，都是通过现场的一次仪表或控制室的二次仪表读出的，这一套安全监测系统若出现故障，如出现测量、计量仪表错误指示，或失效、失灵等现象，则容易造成介质跑、冒、串及泄漏事故。

（2）人的不安全行为

人的不安全因素主要表现为两个方面：

①作业人员违章作业。主要表现在：阀门未关、关不严或未进行检查；违章违纪，擅离岗位或在岗睡觉；作业时，注意力不集中，思想麻痹大意。

②安全管理不善。主要表现在：未能制定严格、完整的安全管理制度或执行力度不够；对物料的性质（理化性质、危险特性）缺乏了解；对生产设备、设施及工艺系统的安全性缺乏认真的检验分析和评估；对生产设备设施没有及时检查维修，检验不到位，未及时修复。

（3）外部因素的不利影响

雷击、大风、地震等自然灾害，也有可能引起泄漏事故，虽然可能性很小，但事故一旦发生，后果往往相当严重；地基不均匀沉降，会导致储罐和设备倾斜、管道破裂、泄漏。

2）着火源分析

厂区生产过程中，着火源主要包括焊接、切割动火作业、明火和机动车辆排烟喷火、电气设备产生的点火源（如短路打火）、静电、雷击及杂散电流、机械摩擦和撞击火花等。

（1）明火

明火主要是设备、设施维修过程中的焊接及切割动火作业、机动车辆排烟带火等。

（2）静电放电

作业人员的人体易产生和携带静电，如不能及时消除，静电电位就会上升。当静电电位上升到一定程度时，就会发生静电放电现象，并产生火花。

（3）电气设备设施缺陷及故障

①电气设备设施设计、选型不当，防爆性能不符合要求以及设备本身存在缺陷等条件下易引发火灾爆炸事故。防爆电气安装不符合要求，设备安装未按要求进行安装。

②当电气设备的正常运行遭到破坏，发热量增加形成电气热表面，易引发电气设备火灾。

③配电设备没有防护措施，或爆炸危险区域设置无防护的电气设备，在正常工作状态及事故状态下产生电火花或电弧而引发火灾爆炸事故。

④没有定期对防爆电气性进行检测、检验。

（4）雷击及杂散电流

防雷设施不齐全、或失效，有可能在雷雨天气因雷击而发生火灾爆炸事故。杂散电流窜入危险场所也是火灾爆炸事故发生的原因之一。

（5）其它点火源

其它点火源主要包括金属碰撞火花等。

（二）爆炸危险区域划分

工业硫磺库含有的爆炸危险物质有硫磺可能产生防尘爆炸，本装置区属于 22 区爆炸危险场所，用电设备的防爆等级不应低于 Exd tD A21 IP65 T120℃。

（三）生产过程火灾、爆炸危险性分析

该项目在生产过程中使用的原料液硫是可燃物质。硫磺贮罐、熔硫槽、液硫贮罐储存和使用的过程中，液体硫磺在检修时形成固体硫磺（粉状或片状）为易制爆化学品，可燃，粉尘在空气中能发生爆炸。

硫酸遇水大量放热，可发生飞溅。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。遇电石、高氯酸盐、雷酸盐、硝酸盐、苦味酸盐、金属粉末等猛烈反应，发生爆炸或燃烧。

生产过程中涉及到的 SO_2 、 SO_3 、硫酸均为不可燃物质，与水接触会发生大量的热，产生酸雾，与易燃、可燃物接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧。

裂解炉采用天然气作为燃料，该物质易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方遇明火会引起回燃，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。裂解炉在运行过程中承受高温如果结构不合理、制造质量差、操作使用及管理水平低等均有可能发生事故甚至引发炉膛爆炸事故。

渣库及杂品间内储存部分物质具有可燃性，储存过程中存在如安全管理不当及各种原因引起的物料泄漏都有引发火灾的可能。泄漏产生的原因主要有：储存物品的容器腐蚀穿孔，由于防腐质量差，施工时防腐层造成损伤，或土壤中含酸碱物质及地下杂散电流腐蚀；地基沉降、地层滑动及地面失稳；气温引起易燃液体膨胀，使储存容器内压力增大，

容器破裂造成泄漏；人为破坏或自然灾害可能造成储存容器破裂；作业人员违章作业。

电流的热量和各种静电电火花是引起火灾和爆炸的直接原因。若电气设施发生故障短路、过载、接触不良、绝缘材料的绝缘劣化、散热不良及漏电等均可能造成火灾、爆炸事故。

管道同设备一样是生产装置中不可缺少的组成部分，起着把不同工艺功能的设备连接在一起的作用，以完成特定的工艺过程，化工管道布置纵横交错，管道种类繁多，被输送介质的性质多样，管道系统接点多，火灾爆炸事故发生率高。管道发生破裂爆炸事故，容易沿着管道系统扩展蔓延，使事故迅速扩大。

其他方面分析如下：（1）生产时临时动火，如维修、焊接，一旦防范措施不当就会引发火灾；（2）厂区内随意吸烟，也是极易引发火灾；（3）使用取暖设备、电风扇不慎；不经过审批随意拉用临时电源；（4）外来机动车辆、厂内叉车排气管未安装阻火器进入火灾爆炸危险区域内作业等；（5）作业人员未穿防静电服，引起静电电荷集聚，引发火灾、爆炸；（6）综合楼、办公室等在工作时经常使用到电脑、复印机等办公用品，如果电线老化、电器原件不符合要求，均可能引发火灾。（7）化验分析工作时经常使用到分析仪器等设备，如果使用不注意、出现电器设备发生故障、电线老化现象，也可引发火灾事故。

F2.2.4 锅炉爆炸

该企业设置了沸腾炉及余热锅炉，可能发生锅炉爆炸事故。锅炉爆炸的主要原因：汽、水系统的物理爆炸主要原因是设计、制造、安装上

存在的缺陷,质量不符合安全要求;安全装置失灵,不能正确反映水位、压力和温度等,丧失了保护作用,操作人员违规操作造成缺水、汽化过猛、压力猛升引起爆炸。

(1) 锅炉炉膛爆炸

炉膛爆炸多发生在冷态点火时,在冷态启动时,如果操作错误,在送风机挡板关闭条件下,引风机在挡板开启状态下启动,极易出现炉膛内爆。炉膛灭火或总燃料跳闸时,无论是由于何种原因使送风机的调节挡板或风门关闭,都有可能出现炉膛内爆。

(2) 锅炉“四管”爆漏

锅炉“四管”爆漏的成因和发展具有隐蔽性、滞后性和突发性的特点。诸如腐蚀、磨损、应力、疲劳等都能造成“四管”泄漏,且都不能像机组参数那样可以在线监测,在机组运行中很难发现。过热器是工质温度和金属温度最高的部件,受热面过热超温后,管材金属温度超过允许使用的极限温度,管子在内压力下会产生塑性变形,最后导致爆破。焊接缺陷是锅炉“四管”爆漏的主要原因之一,锅炉本体受热面承受高温高压,而受热面的每一个管子都有很多焊口,如果焊接质量差,运行中极易发生“四管”爆漏事故。

(3) 炉外汽、水管道爆破

锅炉炉外汽、水管道及相关部件制造、安装有缺陷,人员操作不当等均可造成管道破裂,导致人员伤害和周边设备损坏。此外,长期高温运行后,材料产生蠕变和应力松弛,使支吊架的承载力发生重大变化、管道受大幅度的冲击荷载或剧烈振动、支吊架长期运行后弹簧性能下

降、支吊架表面腐蚀和变形等都可能管道局部和设备接口处提前损坏和失效，从而缩短管道的使用寿命。

（4）锅炉尾部烟道再燃烧

锅炉炉膛内没有完全燃烧的可燃物，滞留在尾部受热面上，在一定条件下，在尾部烟道内重新着火燃烧。

（5）汽包满水和缺水

锅炉水位监测不准确、水位保护装置不能正确动作易发生锅炉满水事故，当锅炉满水时，容易发生汽水冲击，管道发生断裂等恶性事故；锅炉缺水时，锅炉超压、管道、汽包超温变形，严重时会发生受热管束、汽包爆炸。

F2.2.5 容器爆炸

该企业涉及检修过程中使用的气体钢瓶等设备均为压力容器，如果设备上的安全阀、压力表缺失或失效，意外运行时造成设备内部超压，就可能发生压力容器爆炸。

影响承压设备发生事故的因素是多方面的，其可能存在的主要原因有：

（1）压力储罐、管道使用过程中维护不良，未及时发现腐蚀减薄、使用疲劳等隐患，导致爆炸事故发生。

（2）压力储罐、气瓶、管道受到热辐射，引发超压爆炸事故。

（3）人员误操作，造成压力管道末端阀门关闭、管路堵塞等，导致管道压力升高，引发管道破裂事故。

（4）作业人员违章操作，储罐超装，引发容器爆炸事故。

(5) 安全阀允许的开启压力过大、安全阀锈死、安全阀关闭等不能及时泄压，导致压力容器爆炸。

(6) 若压力容器上的压力表表针无压力指示，压力表指针死位，压力表指示失真，造成误判断导致压力容器爆炸。

(7) 厂区内气体钢瓶等压力容器在存放过程中，可能由于受高温、高热或安全附件失效，导致发生容器爆炸。

(8) 厂区内气体钢瓶等压力容器可能因为长时间受日光照射，或接近高温、高热，滚动或强烈振动，使瓶内压力升高，发生容器爆炸事故。

F2.3 可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素分析

F2.3.1 触电

1、触电

该项目电气部分主要包括电气主接线、防雷接地、操作电源等。

触电是由电流形式的能量造成的，当伤害电流流过人体时，人体受到局部电能作用，使人体内细胞的正常工作遭到不同程度的破坏，产生生物学效应、热效应、化学效应和机械效应，会引起压迫感、打击感、痉挛、疼痛、呼吸困难、血压异常、昏迷、心率不齐等，严重时会引起窒息、心室颤动而导致死亡。主要是因为电气线路或电气设备在设计、安装上存在缺陷，或在运行中，缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏、等隐患；没有设置必要的安全技术措施（如保护接零、漏电保护、安全电压、等电位联结等）或安全措施失效；电气设备运行管理不

当，安全管理制度不完善；没有必要的安全组织措施；专业电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等。

变配电系统的电压较高，如防护设施有缺陷或违章作业，例如：带负荷拉闸、带电挂接地线、误入带电间隔等，均有触电的危险。在金属容器内焊接时因无可靠的绝缘和防触电安全措施，导致焊工触电。违章带负荷拉闸时，有可能造成电弧烧伤。配电室、与生产设施配套的各类电气设备、电气开关电缆、接地、接零或屏蔽措施不完善等原因造成漏电，从而导致触电伤人事件。人体进入地面带电区域时，两脚之间承受到跨步电压造成电击。

2、静电伤害

静电接地、跨接装置不完善；设备缺乏检修和维护；人体静电防护不符合要求等产生静电火花。人体因受到静电电击的刺激，可能导致二次事故，如坠落、摔倒等；在有爆炸和火灾危险的场所，静电放电火花可能成为电击点火源，造成爆炸和火灾事故。

3、雷电

该项目所有建、构筑物在雷雨天存在着被雷击的危险。由于雷电具有电流很大、电压很高、冲击性很强的特点，一旦被雷电击中，不但可能损坏生产设备和设施，造成大规模停电，而且还会导致火灾和爆炸，造成人员伤亡事故。

伤害的方式：直接雷击放电、二次放电、雷电流的热量可能引起爆炸和火灾；雷电的直接击中、跨步电压的作用及火灾爆炸的间接作用会造成人员伤亡；雷击可直接毁坏建构筑物，导致电气设备击穿或烧毁：

变压器、电力线路等遭受雷击，可导致大规模停电事故。

伤害的途径：由直击雷、雷电感应、雷电波的电性质、热性质、机械性质的破坏作用引起。

从雷电防护的角度分析，雷电危险因素的产生原因主要有：防雷装置设计不合理；防雷装置安装存在缺陷；防雷装置失效，防雷接地体接地电阻不符合要求；缺乏必要的人身防雷安全知识等。

分布：所有用电场所。

F2.3.2 机械伤害

该项目的风机、泵，其转动部位如防护措施不到位，或防护存在着一定的缺陷，或在事故及检修等状况下都存在机械伤害的可能。

其主要原因为：机械设备防护措施不到位或防护措施缺陷、设备故障或机械设备未及时检查修理、人员违章操作等。

常见机械伤害有：与运动零部件接触伤害如绞缠、卷咬、冲压，飞出物的打击伤害、刮碰、撞击伤害、坠落、磕绊与跌伤。

造成机械伤害事故的主要原因有：

（1）缺乏安全装置。

人手直接频繁接触的机械，没有完好的紧急制动装置，或者该制动钮位置不能使操作者在机械作业活动范围内随时可触及到。此外，有的机械接近地面的联轴节、皮带轮、飞轮等易伤害人体部位没有完好防护装置；还有的投料口等部位缺护栏及盖板，无警示牌，人一旦疏忽误接触这些部位，就会造成事故。

（2）检修、检查机械时忽视安全措施。

如人进行设备检修、检查作业，不切断电源，未挂不准合闸警示牌，未设专人监护等措施而造成严重后果。也有的因当时受定时电源开关作用或发生临时停电等因素误判而造成事故。也有的虽然对设备断电，但因未等至设备惯性运转彻底停住就下手工作，同样造成严重后果。

(3) 电源开关布局不合理。

一种是有了紧急情况不立即停车；另一种是好几台机械开关设在一起，极易造成误开机械引发严重后果。

(4) 自制或任意改造机械设备，不符合安全要求。

(5) 任意进入机械运行危险作业区(采样、干活、借道、拣物等)。

(6) 不具操作素质的人员上岗或其他人员乱动机械。

F2.3.3 起重伤害

该企业涉及起重机等起重设备，供检修时使用。重物在空间的吊运、起重机的多机构组合运动、庞大金属结构整机移动性，以及大范围、多环节的群体运作，使起重作业的安全问题尤其突出。吊具或吊装容器损坏、物件捆绑不牢、挂钩不当、起升机构的零件故障(特别是制动器失灵、钢丝绳断裂)等都会引发重物坠落事故；起重机任何组成部分或吊物与高压带电体距离过近，感应带电或触碰带电物体，都可能引发触电；人员在离地面大于 2m 的高度进行起重机的安装、拆卸、检查、维修或操作等作业时，有从高处跌落造成伤害的可能。起重机轨道两侧缺乏良好的安全通道或与建筑结构之间缺少足够的安全距离，使运行或回转的金属结构机体对人员造成夹挤伤害；运行机构的操作失误或制动器失灵引起溜车，会造成碾压伤害等；转动机械设备无防护或防护设

施失效；起重机吊钩超载断裂、吊运时钢丝绳从吊钩中滑出，吊运中重物坠落造成物体打击，重物从空中落到地面又反弹伤人；使用应报废的钢丝绳，使用的吊具吊运超过额定起重量的重物等造成重物下落；电气设备漏电、保护装置失效、裸导线未加屏蔽等造成触电；吊运时无人指挥、作业区内有人逗留、运行中的起重机的吊具及重物摆动撞击行人；司机与指挥人员联络不畅、误解吊运信号等，都会造成起重伤害。据统计，因设计制造、安装、检验、维修、未及时报废等原因导致出现机械故障所造成的伤亡事故，占起重伤亡总数的 60~67%，由人的不安全行为造成的伤亡事故，占起重伤亡总数的 33~40%。在事故多发的特殊工种作业中，起重作业事故的起数高，事故后果严重，重伤、死亡人数比例大。因此，该企业起重设备虽然使用频率不高，也应引起足够的重视。

F2.3.4 车辆伤害

该项目物料的运输车辆，厂内作业人员有受到车辆伤害的危险。

(1) 车辆在进、出、倒车、转向时，如与工作人员指挥配合失误，将会导致车辆伤害事故。

(2) 车辆作业遇有雨天、雾天，冬季遇有霜、雪天，路面湿滑，易导致车辆打滑、调头而产生事故。

(3) 夜间进行车辆作业，由于照明不足、光线不佳、视线不佳、司机疲劳等原因，发生车辆伤害事故的可能性会增大。

(4) 通道不畅、作业空间狭窄、车速过快、转弯过急、车况不好、无鸣笛警示，都有可能发生撞车、挤压、轧碾等车辆伤害事故。

F2.3.5 高处坠落

根据《高处作业分级》的规定，凡是高于基准面 2m 以上（含 2m），有可能坠落的高处进行的作业均为高处作业。

1) 该项目范围内凡高于 2 米以上操作平台、人行通道等若未按规定设置护栏或护栏损坏，存在高处坠落危险；凡梯段高度超过 3m 的固定式钢直梯，未按规定设置护笼，存在高处坠落危险；坑池和孔洞等周围未设置护栏或盖板，存在高处坠落危险。

2) 高处检修时，安全防护装置不健全或存在缺陷，也易发生高处坠落伤害事故。因此高处检修时，须先搭设脚手架或采取其它防坠落措施后，才可进行。高处作业时，所用的工具不准随便乱放，递送工具、材料时，不准上下投掷；上下层同时作业时，中间必须搭设严密牢固的防护板、罩棚或其它隔离措施。设备带病运转或本身质量不合格导致元件进出，有可能对作业人员造成物体打击伤害。

3) 在阴雨天气或冬天因结冰造成钢梯、扶手、检修平台湿滑的条件下，作业人员登高作业，有滑倒摔伤或高处坠落的可能。

4) 从事高处作业的人员患有不适应高处作业疾病的，如高血压、心脏病、贫血病、癫痫病等，或酒后从事高处作业，致使从高处坠落。

F2.3.6 物体打击

物体打击事故通常作业过程中大多是两人或两人以上的众人多工种或立体交叉作业过程中由于配合不当所致，且通常是不但伤害自己还常危及他人。如：对设备进行检修作业或巡检时，高处作业时作业人员从高处随意往下任意乱抛物体；或在检修作业过程中工器具脱落飞

出；或在检修作业过程中物体受到打击后边、角飞出。或正在转动的机器设备另部件因安装不牢而飞出，从而造成对作业人员或其周围人员的伤害。

F2.3.7 坍塌

1) 在设备改造或装置搭设管架过程中，若施工方没有建立系统的培训教育规划，部分工程技术人员怕麻烦、图省力、抢速度或有章不循，缺乏安全知识或经验不足，违章指挥、违章操作从而造成了管架倒塌事故；

2) 堆置物堆放不符合规范要求，物体堆放过高、倾斜、基础不牢固、外力撞击等。

3) 施工方案不具备针对性，流于形式，施工单位的工程技术人员编制的专项施工方案没有结合工程实际情况，无法对施工进行科学的指导。在施工设计时对负荷计算不准确或考虑不周全，且未采取有效的防护措施，造成拆除过程中建构筑物的安全系数明显下降而坍塌。

4) 在建设过程中使用不符合要求的支撑材料和钢架等，钢管及扣件等强度不足，脚手架材质不符合规范要求等，均可造成坍塌事故。

F2.3.8 淹溺

该企业厂区内存在的事故水池及消防水池等均较深，其中有可能存有积水，如果护栏或盖板损坏、缺失、强度不足，无安全标志或者人员违章作业不慎跌入水中，均可能造成淹溺事故，严重时可使人员溺水死亡。人员在检修或巡视时，如果防护设施不齐全或损坏，且人员注意力不集中，则会引起人员失足落水，造成淹溺事故。

另外，位于废酸地罐室废硫酸槽，容积 30m³，淹溺同时伴有灼烫，比较危险。

F2.3.9 其他伤害

该企业污水处理设施等涉及石灰，其在特定工况下会产生粉尘，对人体造成伤害。人体直接接触浓度超过 25mg 的石灰粉，会给眼睛和皮肤造成伤害，造成皮肤发炎、眼睛的视力出现下降等。如果吸入了过多的石灰粉的时候，也会对人体健康带来严重的危害的，常见的是容易出现一些呼吸系统疾病，能引起打喷嚏和咳嗽，能使脂肪乳化，从皮肤吸收水分、溶解蛋白质、刺激及腐蚀组织。吸入石灰粉尘可能引起肺炎。摄入石灰粉会造成轻微到严重后果，如消化道不适和便秘等。吞入生石灰还会导致血钙过多，并造成恶心，痉挛，食欲不振和呕吐等症状，甚至引起肾脏和肌肉疾病。

F2.4 危险化学品重大危险源辨识的过程

F2.4.1 辨识方法介绍

（一）危险化学品重大危险源辨识

对重大危险源的辨识主要是依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）。

危险化学品重大危险源是长期地或临时地生产、储存、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。危险化学品重大危险源的辨识依据是危险化学品的危险特性及其数量。

重大危险源的辨识指标有两种情况：

①生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种，则该危险

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，则定为危险化学品重大危险源。

②生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，则按下式计算，若满足下面公式，则定为危险化学品重大危险源：

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\cdots+q_n/Q_n\geq 1$$

式中：

q_1 、 q_2 …， q_n —为每种危险物质实际存在量，t。

Q_1 、 Q_2 … Q_n —为与各危险物质相对应的临界量，t。

（二）危险化学品重大危险源分级

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》的要求，对危险化学品重大危险源进行分级。

（1）分级指标

采用单元内各种危险化学品实际存在量与其相对应的临界量比值，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：

α — 该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数；

β_1 ， β_2 …， β_n — 与各危险化学品相对应的校正系数；

q_1 ， q_2 ，…， q_n —每种危险化学品实际存在量（单位：t）；

Q_1 ， Q_2 ，…， Q_n —与各危险化学品相对应的临界量（单位：t）。

（3）校正系数 β 的取值

根据单元内危险化学品的类别不同，设定校正系数 β 值，见表 F2.4-1 和表 F2.4-2。

表 F2.4-1 常见毒性气体校正系数 β 取值表

类别	符号	β 校正系数
急性毒性	J1	4
	J2	1
	J3	2
	J4	2
	J5	1
爆炸物	W1.1	2
	W1.2	2
	W1.3	2
易燃气体	W2	1.5
气溶胶	W3	1
氧化性气体	W4	1
易燃液体	W5.1	1.5
	W5.2	1
	W5.3	1
	W5.4	1
自反应物质和混合物	W6.1	1.5
	W6.2	1
有机过氧化物	W7.1	1.5
	W7.2	1
自燃液体和自燃固体	W8	1
氧化性液体和固体	W9.1	1
	W9.2	1
易燃固体	W10	1
遇水放出易燃气体的物质和混合物	W11	1

表 F2.4-2 校正系数 β 取值表

危险化学品类别	毒性气体	爆炸品	易燃气体	其他类危险化学品
β	见表 F3.4-1	2	1.5	1

注：危险化学品类别依据《危险货物名称表》中分类标准确定。

注：危险化学品的纯物质及其混合物按 GB30000.2、GB30000.3、GB30000.4、GB30000.5、GB30000.7、GB30000.8、GB30000.9、GB30000.10、GB30000.11、GB30000.12、GB30000.13、GB30000.14、GB30000.15、GB30000.16、GB30000.18 的规定进行分类。

(4) 校正系数 α 的取值

根据重大危险源的厂区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量，设定厂外暴露人员校正系数 α 值，见表 F2.4-3。

表 F2.4-3 校正系数 α 取值表

厂外可能暴露人员数量	α
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

(5) 分级标准

根据计算出来的 R 值，按表 F2.4-4 确定危险化学品重大危险源的级别。

表 F2.4-4 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	$R < 10$

F2.4.2 划分单元

根据该企业厂区设施布置情况划分危险化学品重大危险源，具体情况，见 F2.4-6。

表 F2.4-6 危险化学品重大危险源辨识单元一览表

序号	单元	危险化学品重大危险源危险物质	备注
1	生产单元	废硫酸制硫酸生产线/硫铁矿制酸生产线	天然气、二氧化硫、三氧化硫、五氧化二钒、柴油
2		污水处理工段	不涉及
3		脱盐水及空压机站（包括废酸地罐间）	不涉及
4		循环水及消防水泵站（包括柴油发电机）	柴油
5	储存单元	储罐区	不涉及
6		柴油罐	柴油
7		渣库	不涉及

8		硫磺库	不涉及	硫磺为易燃固体，类别 2
9		液硫库	不涉及	硫磺为易燃固体，类别 2
10		杂品间	不涉及	
11		原料库	不涉及	

F2.4.3 辨识过程

(一) 废硫酸制硫酸生产线/硫铁矿制酸生产线单元

依据《危险化学品目录（2015 年版）》及《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）可知，该单元在生产过程中，涉及需要计算最大存在量的危险化学品为天然气、二氧化硫、三氧化硫、五氧化二钒及柴油。

该单元二氧化硫、三氧化硫以气态存在于沸腾炉、裂解炉、裂解炉、文氏管洗涤塔、干燥塔、冷却塔、干燥塔及吸收塔等设备、设施内；五氧化二钒以固相存在于转化器床层内；天然气存在于天然气调压箱、管线等设施内；柴油存在于焙烧工序。

由表 2.7-2 等资料分析、计算本单元危险化学品重大危险源辨识情况，见表 F2.4-7。

表 F2.4-7 本单元危险化学品重大危险源辨识过程一览表

序号	物质名称	临界量 Q_n (t)	危险性分类	存在量 q_n (t)	q_n/Q_n	合计
1	天然气	50	表1	0.02	0.0004	0.1541
2	二氧化硫	20	表1	0.3	0.015	
3	三氧化硫	75	表1	0.5	0.0067	
4	五氧化二钒	500	J5	66	0.132	
5	柴油	5000	W5.4	0.01	0.000002	

说明：危险性分类依据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018。

由于本单元合计辨识指标 $S=0.1541 < 1$ ，所以该单元不构成危险化学品重大危险源。

（二）循环水及消防水泵站单元

该企业循环水及消防水泵站单元设置 1 台柴油发电机。

依据《危险化学品目录（2015 版）》和《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）可知，需要计算最大存在量的危险化学品为柴油。

该单元柴油储量约为 1t，危险性分类为 W5.4，临界量为 5000t。故该单元不构成危险化学品重大危险源。

（三）柴油罐储存单元

该企业柴油罐储存单元设置一座 8m^3 柴油储罐。

依据《危险化学品目录（2015 版）》和《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）可知，需要计算最大存在量的危险化学品为柴油。

该单元柴油最大储量约为 7.2t，危险性分类为 W5.4，临界量为 5000t。故该单元不构成危险化学品重大危险源。

F2.4.4 危险化学品重大危险源评估结果

由以上分析可知，该企业生产装置、储存设施均不构成危险化学品重大危险源。

F2.5 定性、定量分析危险、有害程度的过程

F2.5.1 安全检查表法

按项目可研提供的相关资料，采用安全检查表法对该项目选址与

总平面布置单元进行符合性检查。有关评价的具体情况,见表 F2.5-1。

表 F2.5-1 选址与平面布置单元安全检查表

序号	检查内容	依据	检查记录	结果
1	化工企业的厂址选择应满足现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 的要求。	《化工企业安全卫生设计规范》(HG 20571-2014) 第 3.1.1 条	化工企业的厂址选择满足现行国家标准。	符合
2	厂区道路应根据交通、消防和分区要求合理布置,力求顺通。危险场所应设环形消防通道,路面宽度应按交通密度及安全因素确定,保证消防、急救车辆畅行无阻。应符合下列规定和要求: 1 厂区道路应符合用于消防车通行的道路间距、宽度;其转弯半径应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《石油化工企业设计防火规范》GB50160 的相关规定。 2 道路两侧和上下接近的建、构筑物应满足有关净距和道路建筑限界要求。	《化工企业安全卫生设计规范》(HG 20571-2014) 第 3.2.6 条	厂内道路能满足要求。	符合
3	厂址选择应符合国家工业布局 and 当地城镇总体规划及土地利用总体规划的要求。 厂址选择应严格执行国家建设前期工作的有关规定。	《化工企业总图运输设计规范》(GB 50489-2009) 第 3.1.1 条	厂址选择应符合国家的工业布局和规划。	符合
4	厂址应有充足、可靠的水源和电源,且应满足企业发展需要。	《化工企业总图运输设计规范》(GB 50489-2009) 第 3.1.7 条	厂址所在地水源及电源满足生产及生活的要求。	符合
5	厂址不应选择在下列地段或地区: 1 地震断层及地震基本烈度高于 9 度的地震区。 2 工程地质严重不良地段。 3 重要矿床分布地段及采矿陷落(错动)	《化工企业总图运输设计规范》(GB 50489-2009) 第 3.1.13 条	厂址未选择在上述地段或地区。	符合

序号	检查内容	依据	检查记录	结果
	区。 4 国家或地方规定的风景区、自然保护区及历史文物古迹保护区。 5 对飞机起降、电台通信、电视传播、雷达导航和天文、气象、地震观测以及军事设施等有影响的地区。 6 供水水源卫生保护区。 7 易受洪水危害或防洪工程量很大的地区。 8 不能确保安全的水库，在库坝决溃后可能淹没的地区。 9 在爆破危险区范围内。 10 大型尾矿库及废料场(库)的坝下方。 11 有严重放射性物质污染影响区。 12 全年静风频率超过 60%的地区。			
6	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质及水文地质条件，在地质灾害易发区应进行地质灾害危险性评估。	《化工企业总图运输设计规范》（GB 50489-2009）第 3.2.3 条	厂址应满足建设工程需要的工程地质及水文地质条件。	符合
7	拟建项目与相邻工厂或设施的防火间距不应小于《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014）第 3.4.1 条。	《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014）第 3.4.1 条	防火间距符合要求。	符合
8	该项目总平面布置的防火间距不应小于《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014）第3.4.1条、第3.4.12条和《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB 50028-2006）第6.6.3条的规定。	《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014）第 3.4.1 条、第 3.4.12 条；《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB	厂内建构筑物之间的防火间距符合要求。	符合

序号	检查内容	依据	检查记录	结果
		50028-2006) 第 6.6.3 条		
9	甲、乙、丙类液体储罐区, 液化石油气储罐区, 可燃、助燃气体储罐区和可燃材料堆场, 应与装卸区、辅助生产区及办公区分开布置。	《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2018 版) 第 4.1.4 条	该企业硫酸储罐与装卸区、辅助生产区及办公区分开布置。	符合

根据《建筑设计防火规范 (2018 年版)》(GB 50016-2014), 该项目建构 (筑) 物与与周边企业建构物防火间距检查结果如表 F5.2-2 所示。

表 F2.5-2 厂区外周边环境的防火间距情况表

名称		方位	拟建距离 (m)	规范要求 (m)	依据	结论
新建硫磺库 (乙类)	戊类库房	西	37	10	②	符合
	辽宁兴福材料股份有限公司（精细化工企业、甲类厂房）	南	60	12	①	符合
	辽宁中石新亚能源发展有限公司	东南	152	12	①	符合
新建废酸备用缓冲罐 (戊类)	辽宁兴福材料股份有限公司（精细化工企业、甲类厂房）	南	59	12	①	符合
	戊类库房	西	75	10	①	符合
新建废酸罐 (戊类)	青花天然气门站 (办公楼)	东	79	10	①	符合
新建液硫库 (乙类、液硫储罐)	辽宁兴福材料股份有限公司（精细化工企业、甲类厂房）	南	49	12	①	符合
	戊类库房	西	106	10	②	符合
成品酸装车区（戊类，	青花天然气门站 (办公楼)	东	68.5	10	①	符合

名称	方位	拟建距离 (m)	规范要求 (m)	依据	结论
改变装卸区 位置)					
注：					
①《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）第 3.4.1 条；					
②《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）第 3.5.2 条；					

根据《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014））、《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB 50028-2006）编制该项目建构（筑）物与厂内相邻建构物之间的防火间距检查表，检查结果如表 F5.2-3 所示。

表 F2.5-3 拟建项目平面布置防火间距安全检查表

建（构）筑物	方位	相邻建（构）筑物	规范 距离 (m)	拟建 距离 (m)	依据	结论
新建硫磺库（乙类）	南	原料库一（丁类）	10	13.4	①	符合
	东北	干吸工段（乙类）	10	97.5	①	符合
	西	围墙	5	13.5	②	符合
新建废酸备用缓冲罐（戊类）	东	天然气调压箱	4	12	③	符合
	西	裂解工段（丁类）	10	14	①	符合
	南	液硫库（乙类）	10	14.7	①	符合
新建废酸罐（戊类）	西	天然气调压箱	4	18	③	符合
	西北	变配电室（丁类）	10	16.5	①	符合
	南	空压机（戊类）	10	13.8	①	符合
	北	转化工段（乙类）	10	10.5	①	符合
新建液硫库（乙类）	南	围墙	5	24.6	②	符合
	西	原料库一（丁类）	10	12.2	①	符合
	东北	转化工段（乙类）	10	67.2	①	符合

	北	裂解工段（丁类）	10	13	①	符合
	西北	空气风机室（戊类）	10	16	①	符合
成品酸装车区（戊类，改变装卸区位置）	南	围墙	5	10.5	②	符合
	西	原料库二（戊类）	10	36.5	①	符合
说明：①GB 50016-2014（2018 版）第 3.4.1 条； ②GB 50016-2014（2018 版）第 3.4.12 条； ③GB 50028-2006（2020 版）第 6.6.3 条。						

小结：

1) 拟建项目位于厂区内，项目选址符合工业布局和城市规划的要求。

2) 拟建项目与相邻工厂或设施的防火间距符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014））规定的安全距离要求。

3) 拟建项目总平面布置的防火间距符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014））、《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB 50028-2006）规定的安全距离要求。

F2.5.2 预先危险性分析

为衡量系统危险性的的大小及对系统的破坏程度，将各类危险性划分为 4 个等级，见表 F2.5-4；以下对该项目存在的主要危险因素进行分析，结果如表 F2.5-5 所示。

表 F2.5-4 预先危险性分析危险级别划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡和系统损坏
II	临界的	处于事故边缘，暂时不会造成人员伤亡、系统损坏或降低性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成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 F2.5-5 预先危险性分析方法

危险因素	事故原因	事故结果	危险等级	对策措施
中毒和窒息	1、该企业运行过程中涉及的二氧化硫、五氧化二钒等均有一定的毒性，另外硫酸会引起呼吸道刺激，重者发生呼吸困难和肺水肿；高浓度引起喉痉挛或声门水肿而窒息死亡输送。 2. 作业人员因工作需要进入设备容器内作业，如设备内氧气含量过低(低于 19.5%)设备内作业人员有窒息的危险。 3. 生产中的受热后散发出硫化氢气体，是强烈的神经毒物，对粘膜有强烈刺激作用。	人员伤亡、财产损失	III	1. 教育、培训职工掌握有毒物质的毒性、预防中毒的方法及中毒后如何急救的知识； 2. 要求职工严格遵守各种规章制度和操作规程； 3. 设立危险标志； 4. 设立急救点（配备相应的急救药品、器材）； 5. 加强通风； 6. 作业时两人以上，并有监护。 7. 作业人员要穿戴专用防护服装、佩带防护器具； 8. 泄漏后应采取相应措施：查明泄漏源点，切断相关阀门，消除泄漏源，及时报告；如泄漏量大，应疏散有关人员至安全处； 9. 定期检修、维护保养、保持设备的完好状态；检修时，要彻底清洗干净；并进行检测氧含量，合格后方可作业；要有人现场监护和准备抢救措施，作业人员要穿戴好防护用具；
灼烫	1、该企业在生产、储存过程中涉及的硫酸、三氧化硫等物质具有较强的腐蚀性； 2、蒸汽管道、换热器等高温部位裸露造成人员烫伤； 3、操作规程不健全； 4、未佩戴防护用品； 5、安全警示标识缺失； 6、高温设备无隔热措施； 7、缺少应急处理设施。	人员受伤	III	1、正确佩戴安全防护用品； 2、设置安全警示标识； 3、对生产中表面温度超过 60℃ 的且可能接触人的设备与管线均设防烫保温层或防烫保护设施，以保护操作人员的安全； 4、操作人员现场巡检时穿戴工作服。 5、设立安全警示标志； 6、杜绝“三违”现象，加强对操作人员的安全教育。 7、配备应急处理设施。
火灾、爆炸	1. 该项目使用的原料液硫是可燃物质，固体硫磺为易燃固体、易制爆化学品，粉尘在空气中能发生爆炸。 2. 硫酸遇水大量放热，可发生沸溅。与易燃物（如苯）和可燃物（如糖、纤维素等）接	人员伤亡、财产损失	II	1. 生产区严禁吸烟； 2. 严禁携带火种、穿带钉皮鞋等进入生产区； 3. 动火时必须严格按动火手续办理动火证，并采取有效防范措施； 4. 按规定要求采取防静电措施，安装避雷装置，并定期进行检测，保证完好；

	触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧。遇电石、高氯酸盐、雷酸盐、硝酸盐、苦味酸盐、金属粉末等猛烈反应，发生爆炸或燃烧。 3. 生产过程中涉及到的 SO_2、SO_3、硫酸与水接触会发生大量的热，产生酸雾，与易燃、可燃物接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧。 4. 超温、超压造成容器、管线破裂而泄漏； 4. 电气设备设施短路、过热、过载； 5. 物料的装卸、运送、开关泵等，未按有关规定及操作规程使用； 6. 泄压失灵，安全设施失去作用； 7. 检修时未隔离或隔离失败； 8. 违章动火； 9. 作业人员未及时发现隐患； 10. 现场消防设施不完善； 11. 处理突发性事故措施不当； 12. 由自然灾害造成的破裂泄漏，如地震、雷击、台风等。			5. 转动设备部位要保持清洁，防止杂物等因磨擦燃烧； 6. 电缆等要按国家规定配置、安装、敷设，装设保护装置； 7. 在危险作业场所，要设置危险警示标志； 8. 定期对各种安全设施、消防设施进行检查，使之齐全并保持完好； 9. 制定操作规程，加强从业人员安全生产教育。 10. 泄漏后应采取相应措施：查明泄漏源点，切断相关阀门，消除泄漏源，及时报告；如泄漏量大，应疏散有关人员至安全处。
容器爆炸	1. 检修过程中使用的气体钢瓶等设备均为压力容器，如果设备上的安全阀、压力表缺失或失效，意外运行时造成设备内部超压，就可能发生压力容器爆炸。 2. 超温、超压造成容器、管线破裂而泄漏； 3. 电气设备设施短路、过热、过载； 4. 物料的装卸、运送、开关泵等，未按有关规定及操作规程使用； 5. 泄压失灵，安全设施失去	人员伤亡、财产损失	II	1. 生产区严禁吸烟； 2. 严禁携带火种、穿带钉皮鞋等进入生产区； 3. 动火时必须严格按动火手续办理动火证，并采取有效防范措施； 4. 按规定要求采取防静电措施，安装避雷装置，并定期进行检测，保证完好； 5. 转动设备部位要保持清洁，防止杂物等因磨擦燃烧； 6. 电缆等要按国家规定配置、安装、敷设，装设保护装置； 7. 在危险作业场所，要设置危险警示标志； 8. 定期对各种安全设施、消防设施进行

	作用; 6. 检修时未隔离或隔离失败; 7. 违章动火; 8. 作业人员未及时发现隐患; 9. 现场消防设施不完善; 10. 处理突发性事故措施不当; 11. 由自然灾害造成的破裂泄漏,如地震、雷击、台风等。			检查,使之齐全并保持完好; 9. 制定操作规程,加强从业人员安全生产教育。 10. 泄漏后应采取相应措施:查明泄漏源点,切断相关阀门,消除泄漏源,及时报告;如泄漏量大,应疏散有关人员至安全处。
锅炉爆炸	1. 沸腾炉、余热锅炉缺水、汽化过猛、压力猛升引起爆炸。 2. 超温、超压造成容器、管线破裂而泄漏; 3. 电气设备设施短路、过热、过载; 4. 由自然灾害造成的破裂泄漏,如地震、雷击、台风等。 5. 物料的装卸、运送、开关泵等,未按有关规定及操作规程使用; 6. 泄压失灵,安全设施失去作用; 7. 检修时未隔离或隔离失败; 8. 违章动火; 9. 作业人员未及时发现隐患; 10. 现场消防设施不完善; 11. 处理突发性事故措施不当;	人员伤亡、财产损失	II	1. 生产区严禁吸烟; 2. 严禁携带火种、穿带钉皮鞋等进入生产区; 3. 动火时必须严格按动火手续办理动火证,并采取有效防范措施; 4. 按规定要求采取防静电措施,安装避雷装置,并定期进行检测,保证完好; 5. 转动设备部位要保持清洁,防止杂物等因摩擦燃烧; 6. 电缆等要按国家规定配置、安装、敷设,装设保护装置; 7. 在危险作业场所,要设置危险警示标志; 8. 定期对各种安全设施、消防设施进行检查,使之齐全并保持完好; 9. 制定操作规程,加强从业人员安全生产教育。 10. 泄漏后应采取相应措施:查明泄漏源点,切断相关阀门,消除泄漏源,及时报告;如泄漏量大,应疏散有关人员至安全处。
触电	1、电气设备、电动工具金属外壳带电; 2、安全距离不够; 3、绝缘损坏、老化; 4、保护接地、接零不当; 5、高压线断落地面; 6、建筑结构未做到“五防一通”(防火、防水、防漏、防雨雪、防小动物和通风良好); 7、防护用品和工具质量缺陷或使用不当;	人员伤亡	II	1、对设备、线路采用与电压相符,使用与环境 and 运行条件相适应的绝缘体,并定期检查、维修,保持完好状态; 2、采用遮栏、护罩、护盖、箱体等防护装置,将带电体同外界隔绝开来,防止人体接近或触及带电体; 3、用电设备做好保护接地或保护接零; 4、电焊机接线端不能裸露,绝缘不能损坏,注意检测有否漏电现象,电焊时要正确穿戴好劳动防护用品,应注意防触电问题,在特殊环境下进行焊割要有监护,并有抢救后备措施;

	8、多雨、潮湿等情况人体多汗，人体电阻大大下降； 9、电气设备外壳接地不良； 10、手及人体其它部位、手持金属物体触及带电体； 11、移动电气或电动工具使用、保管、维修有缺陷； 12、电工违章作业，非电工违章进行电气作业； 13、雷电。			5、根据作业场所要求正确选择手持电动工具，并做到安全可靠； 6、建立和健全并严格执行电气安全规章制度和安全操作规程； 7、对静电接地、防雷装置定期进行检查、检测保持完好状态，使之起到可靠的保护作用； 8、要按作业要求正确选择 I、II、III 类手持电动工具； 9、严禁非电工进行电气作业。
机械伤害	1、违反操作规程； 2、机械设备缺少安全联锁装置及防护装置。机械设备的传动装置没有防护罩； 3、设备缺少日常维护； 4、操作人员没有正确穿戴防护用品。 5、旋转、往复、滑动物撞击人体； 6、设备检修作业时，电源未切断，他人误启动设备等； 7、工作时注意力不集中。	人员伤亡	II	1、严格遵守有关操作规程； 2、机械设备防护罩和安全联锁装置应齐全、有效； 3、定期对设备进行检修、维护； 4、加强个人防护，正确穿戴防护用品。 5、集中注意力，工作时注意观察； 6、危险场地周围设防护栏； 7、进行行设备检修作业，要严格执行设备检修作业的管理规定，采取相应安全措施。
起重伤害	1、起重机械设备制造质量不合格或设计上本身就存在缺陷，导致事故发生。 2、起重机吊钩超载断裂、吊运时钢丝绳从吊钩中滑出。 3、未对起重设备和吊钩、钢丝绳、卷筒、制动器等装置进行定期检修维护和检测。	人员伤亡	II	1. 定期对设备经行检测，避免出现故障。 2. 采购的机械设备应设置必要的安全装置。应该定期检查安全装置，确保其处于良好状态。 3 应选购正规厂家生产的符合标准要求的机械设备。对质量不合格或设计上本身就存在缺陷的设备，应停止使用。
高处坠落	1、高处作业场所所有洞无盖、临边无栏，不小心造成坠落； 2、无脚手架、板，造成高处坠落； 3、梯子无防滑、强度不够、人字梯无拉绳等造成坠落； 4、高空人行道、屋顶、及护栏等锈蚀损坏，强度不够，造成坠落； 5、未穿防滑鞋，未系安全带或防护用品穿戴不当，造成滑跌坠落； 6、脚手架、梯未固定好或强度不够，造成坠落；	人员伤亡	II	1、登高作业人员必须严格执行“十不登高”； 2、登高作业人员必须戴好安全帽，系挂好安全带，穿好防滑鞋紧身工作服； 3、搭设脚手架等防坠落措施； 4、在高空人行道、屋顶、塔杆以及其它危险的高处临时作业，要装设防护栏杆或安全网； 5、进入容器工作时要检测分析、含氧量等，以确定可否进入工作，并要有现场监护； 6、上下层进行立体作业时，中间必须搭设严密牢固的中间隔板、罩棚等隔离设施；

	7、在大风、暴雨、雷电、霜雪、冰冻等条件下登高作业，造成跌落； 8、吸入刺激性气体，或氧气不足或身体不适造成跌落； 9、身体突然不适或恐高症造成坠落； 10、作业时注意力不集中或戏闹，不慎坠落。			7、临边、洞口要做到“有洞必有盖、有边必有栏”； 8、对平台、栏杆、护墙以及安全带、安全网等要定期检查，确保完好； 9、六级以上大风、暴雨、雷电、下雪、大雾等恶劣天气应停止高处作业； 10、可以在平地做的作业，尽量不要拿到高处去做，即“高处作业平地做”； 11、加强对登高作业人员的安全教育、培训、考核工作，严禁违章。
车辆伤害	1、车辆有故障； 2、车速太快； 3、马路边无防止车辆撞击设施； 4、超载驾驶，车辆存在故障。 5、违章操作； 6、道路不畅； 7、视野不好。	人员伤亡	II	1、非经许可厂内应禁止车辆入内； 2、设交通标志； 3、保持路面状态良好； 4、驾驶员遵守交通规则，不违章行驾； 5、严禁超载、超速行驶； 6、车辆维护保养好，安全装置齐全有效。
物体打击	1、未带安全帽； 2、在起重或高处作业区域行进或逗留； 3、在高处有浮物或设施不牢固，将在倒塌的地方进行或停留。	人员伤亡	II	1、高处作业要严格遵守“十不登高” 2、高处不能有浮物，需要时应固定好； 3、将要倒塌的设施要及时修复或拆除； 4、作业人员戴好安全帽及穿好劳动防护用品； 5、加强防止物体打击的检查和安全管理 工作； 6、加强对职工进行有关的安全教育。
淹溺	1、操作人员违规进入事故水池、消防水池周围危险区域； 2、防护栏杆失效或腐蚀损坏、工作人员不按要求穿戴救生衣、配备防护用品等； 3、非本岗位人员私自进入危险区域；	人员伤亡	II	1、完善易发生事故场所的安全设施，消除作业现场安全隐患； 2、严格按照操作规程进行操作，避免不良环境导致的强迫体位； 3、作业时，应设有专人监护。
坍塌	1、建筑物、设备等在外力或重力作用下，超过自身的强度极限。 2、结构稳定性破坏。 3、装置设计依据的资料不准确，抗震烈度不符合规范。 4、材料强度不够，安全系数不足，以及建造安装质量不良。 5、地震、台风、暴风雪等恶劣自然条件。	人员伤亡	II	1、严格依照设计规范进行设计，保证设计质量。 2、加强采购、施工过程管理，保证建造安装质量。 3、加强巡检及检维修，及时发现并采取 措施消除坍塌隐患。

噪声和振动	1、装置未设置降噪减振措施； 2、未戴个体护耳器； 3、护耳器无效。	听力受损	II	1、采取隔声、吸声、消声、减振等措施； 2、佩带适宜的护耳器； 3、事先做好充分准备，尽量减少不必要的停留时间。
-------	--	------	----	--

小结：该项目中毒和窒息、灼烫的危险等级为III级（危险级）；火灾、爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、触电、高处坠落、起重伤害、机械伤害、车辆伤害、物体打击、坍塌、淹溺的危险等级为II级（临界级）。

F2.5.3 事故后果模拟法

本次分析过程所用事故后果模拟方法为：有毒有害物质在大气中扩散模型。

选取净化工段涉及的二氧化硫作为分析对象。事故后果模拟计算过程如下：

事故源名称：净化工段

物质名称：二氧化硫

类型：点源

排放速率 $Q[\text{Kg/s}]$ ：1

废气温度 $T_s[^\circ\text{C}]$ ：25

排放持续时间 $[\text{min}]$ ：10

排气量 $Q_v[\text{m}^3/\text{s}]$ ：0

泄漏源高度 $H[\text{m}]$ ：3

排放口直径 $D[\text{m}]$ ：0.5

地面特征：工业区或城区

预测时间（按时刻预测 $[\text{min}]$ ）：5, 10

预测点方案：相对于污染源的下风向坐标

环境温度 $T_a[^\circ\text{C}]$ ：16

大气压力 $P_a[\text{Pa}]$ ：101325

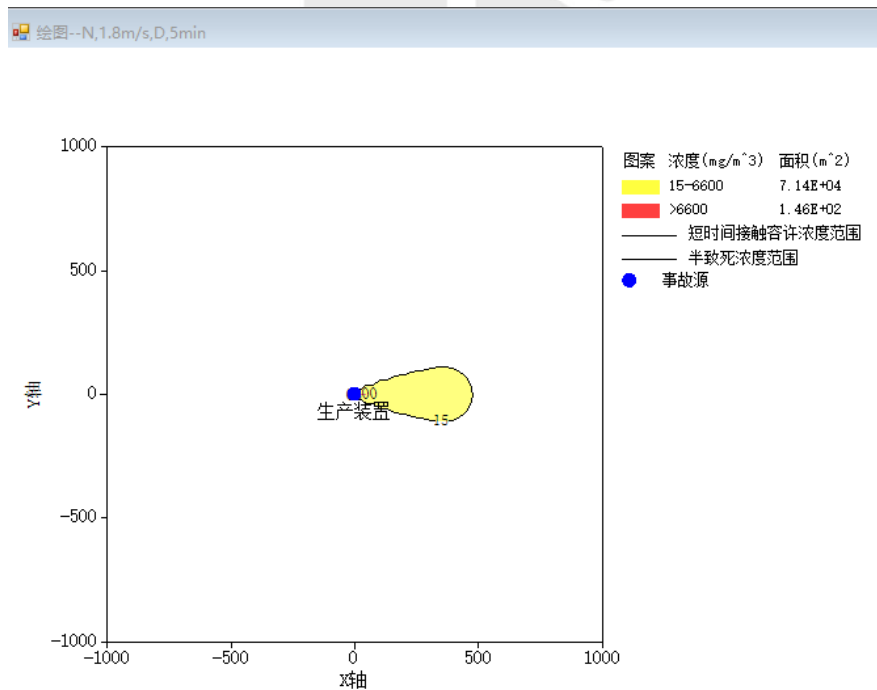
取样时间[h]：1.0

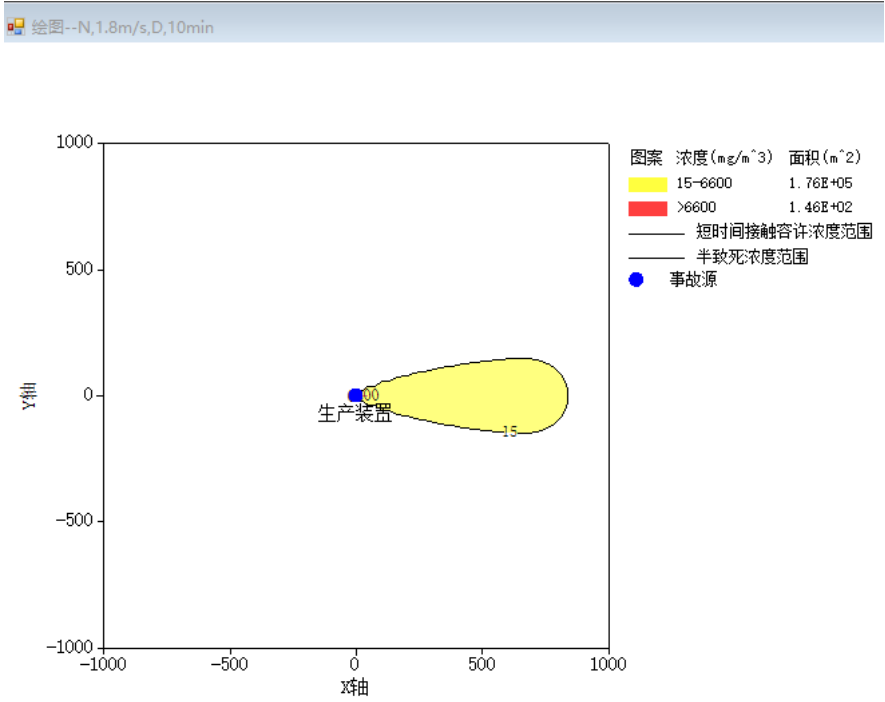
通过软件计算结果：

(1) 预测结果概述

序号	风速[m/s]	预测时刻[min]	半致死浓度范围[m]	短时间容许接触范围[m]
1	1.8	5	43.9	474.3
2	1.8	10	43.9	839.8

(2) 事故模拟图





F2.5.4 定量风险评价法（考虑多米诺效应）

F2.5.4.1 系统使用的标准及参数

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：中国：《GB36894-2018》新建、改建、扩建装置

个人风险标准详细配置（单位：次/年）

风险等级	风险值	风险颜色
一级风险	1.0E-5	红色
二级风险	3.0E-6	黄色
三级风险	3.0E-7	蓝色
四级风险		绿色

五级风险		
六级风险		

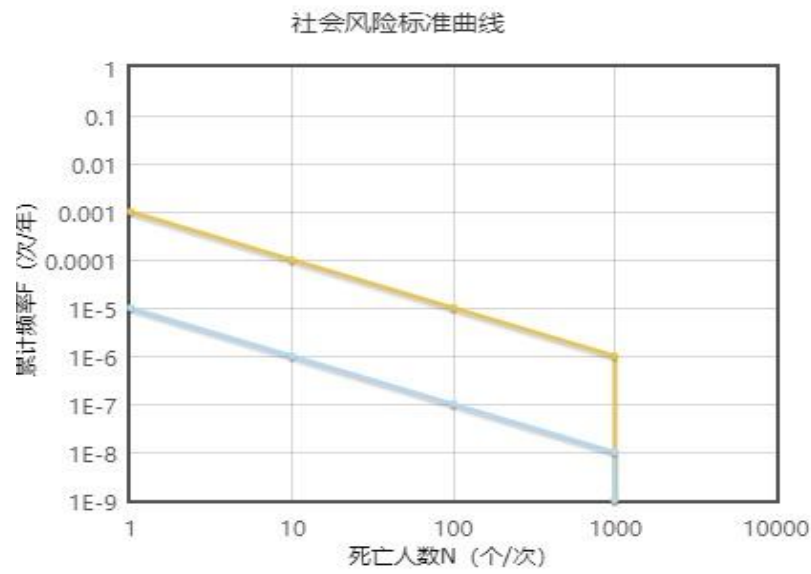
2、社会风险标准

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：中国：《GB36894-2018》

力康咨询
LIKANG CONSULTING

社会风险标准曲线



3、气象条件

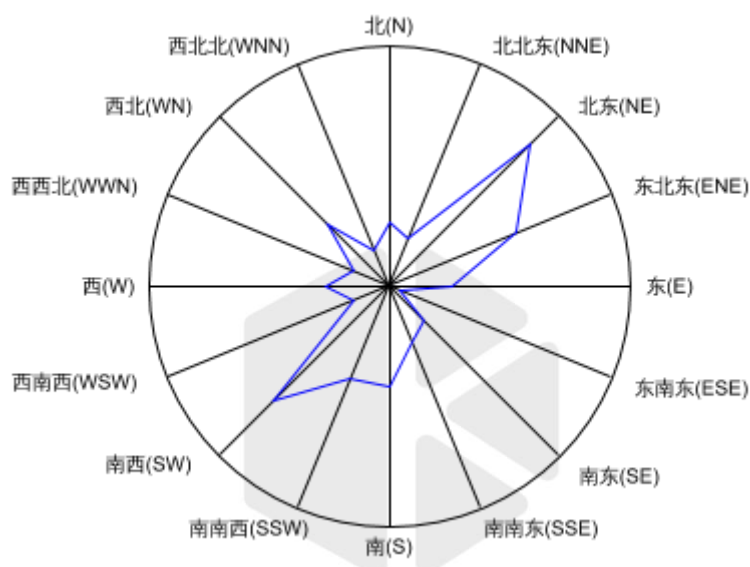
参数名称	参数取值
所在区域	营口
地面类型	村落、分散的树林
辐射强度	中等(白天日照)
大气稳定度	B
环境压力 (pa)	101325
环境平均风速 (m/s)	3.2
环境大气密度 (kg/m³)	1.293
环境温度 (K)	298
建筑物占地百分比	0.03

4、人口区域密度

区域人口密度（个/m²）：0.001

5、风向玫瑰图

风向玫瑰图所属地域：营口



F2.5.4.2 装置基本参数

1、天然气管道

装置名称：天然气管道

装置编号：01

装置坐标：371.5，305.9

物料名称：天然气

装置类型：管道

是否修正：否

泄漏模式：大孔泄漏，完全破裂，小孔泄漏，中孔泄漏

物料类型：低活性气体

事故类型：喷射火灾

存储燃料质量 (Kg) : 20

燃料燃烧热 (Kj/Kg) : 50000

人员暴露时间 (s) : 20

2、硫磺库

装置名称: 硫磺库

装置编号: 02

装置坐标: 277.3, 277.3

物料名称: 硫磺

装置类型: 仓库

是否修正: 否

泄漏模式: 火灾

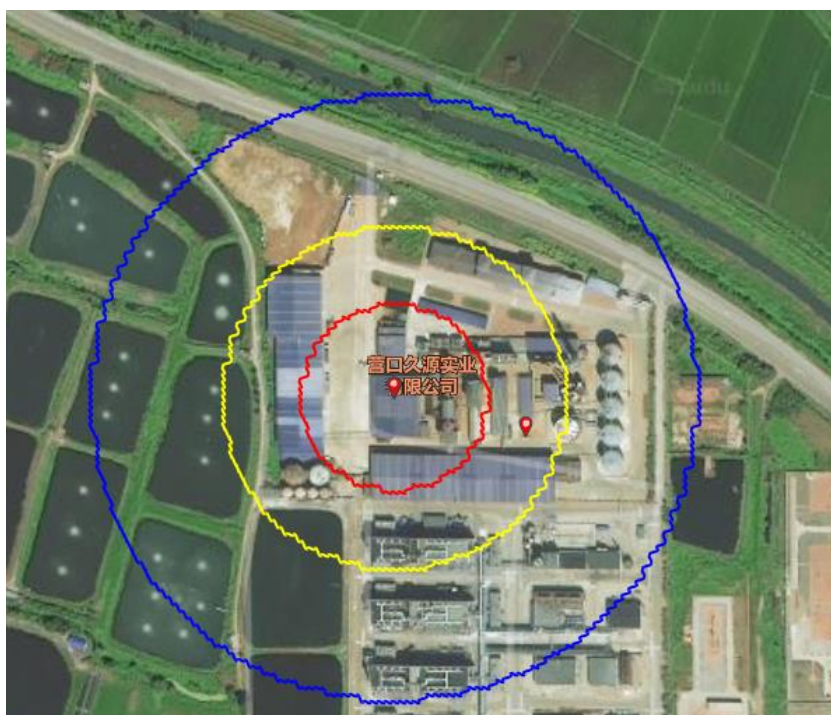
物料类型: 爆炸性物质

事故类型: 凝聚相爆炸

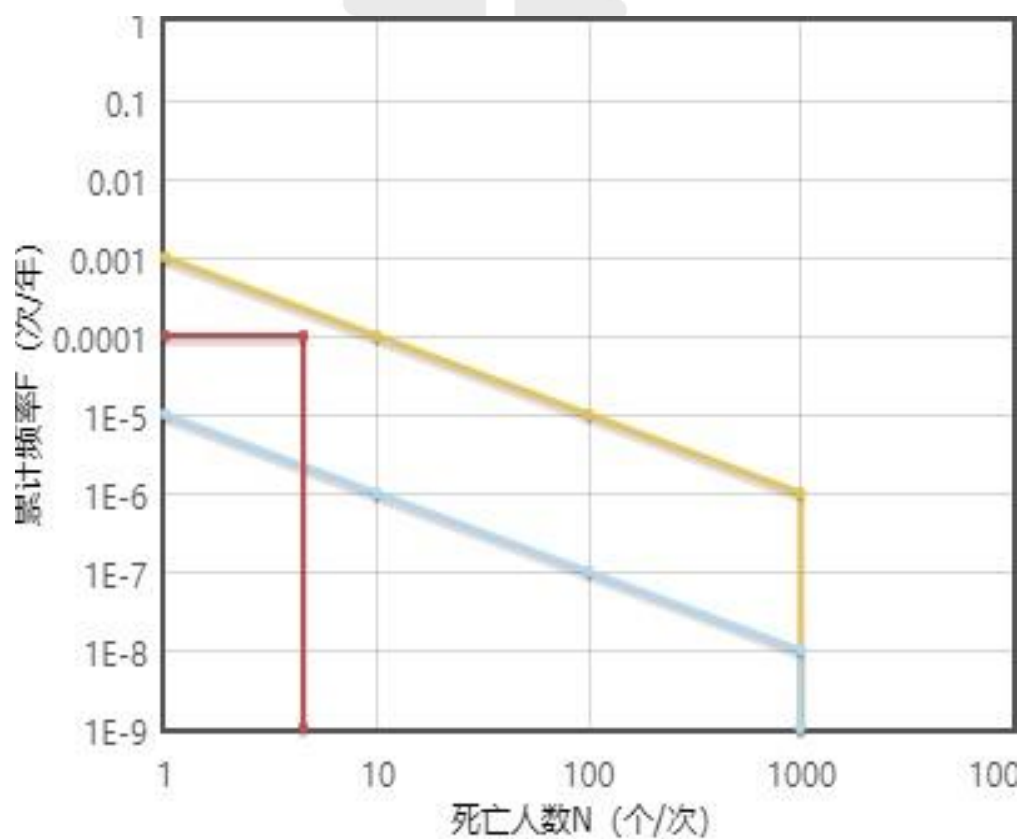
F2.5.4.3 风险模拟结果 (考虑多米诺)

(1) 区域总体

1) 个人风险



2) 社会风险



F2.5.4.4 事故后果模拟结果（输出距离是距离装置原点的距离）

装置名称	泄漏模式	泄漏频率	事故类型	事故后果 (m)			
				死亡半径	重伤半径	轻伤半径	财产损失半径
天然气管道	小孔泄漏	0.000007	喷射火灾	0.47	0.58	0.87	0.47
	完全破裂	/	喷射火灾	2.36	2.90	4.37	2.33
	中孔泄漏	0.000001	喷射火灾	0.75	0.92	1.38	0.74
	大孔泄漏	0.000003	喷射火灾	1.06	1.30	1.96	1.05
硫磺库	火灾	0.0001	凝聚相爆炸	5.85	18.16	32.46	14.28

F2.5.4.5 多米诺半径模拟结果

1) 多米诺半径

装置名称	泄漏模式	事故类型	目标装置类型	多米诺半径 (m)
天然气管道	小孔泄漏	喷射火灾	常压容器	1.36
天然气管道	小孔泄漏	喷射火灾	压力容器	0.75
天然气管道	小孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00
天然气管道	小孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00
天然气管道	完全破裂	喷射火灾	常压容器	6.81
天然气管道	完全破裂	喷射火灾	压力容器	3.73
天然气管道	完全破裂	喷射火灾	长型设备	0.00
天然气管道	完全破裂	喷射火灾	小型设备	0.00
天然气管道	中孔泄漏	喷射火灾	常压容器	2.15
天然气管道	中孔泄漏	喷射火灾	压力容器	1.18
天然气管道	中孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00
天然气管道	中孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00
天然气管道	大孔泄漏	喷射火灾	常压容器	3.05
天然气管道	大孔泄漏	喷射火灾	压力容器	1.67
天然气管道	大孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00
天然气管道	大孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00

硫磺库	火灾	凝聚相爆炸	常压容器	33.39
硫磺库	火灾	凝聚相爆炸	压力容器	39.48
硫磺库	火灾	凝聚相爆炸	长型设备	26.98
硫磺库	火灾	凝聚相爆炸	小型设备	24.28

2) 多米诺模拟结果图

当目标装置天然气管道类型为常压容器时，完全破裂时的多米诺半径为 6.81 米，模拟图如下：



当目标装置天然气管道类型为压力容器时，完全破裂时的多米诺半径为 3.73 米，模拟图如下：



当目标装置硫磺库类型为常压容器时，爆炸时的多米诺半径为 33.39 米，模拟图如下：



当目标装置硫磺库类型为压力容器时，爆炸时的多米诺半径为 39.48 米，模拟图如下：



力康咨询
LIKANG CONSULTING

附件 3 评价依据

F3.1 法律

➤ 《中华人民共和国安全生产法》（2002 年 6 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正 根据 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第二次修正 根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正）

➤ 《中华人民共和国消防法》（1998 年 4 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二次会议通过 2008 年 10 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第五次会议修订 根据 2019 年 4 月 23 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国建筑法〉等八部法律的决定》第一次修正 根据 2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉等八部法律的决定》第二次修正）

➤ 《中华人民共和国气象法》（1999 年 10 月 31 日第九届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正根据 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国保险法〉等五部

法律的决定》第二次修正 根据 2016 年 11 月 7 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议《关于修改〈中华人民共和国对外贸易法〉等十二部法律的决定》第三次修正)

➤ 《中华人民共和国劳动法》(1994 年 7 月 5 日第八届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正 根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正)

➤ 《中华人民共和国职业病防治法》(2001 年 10 月 27 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过 根据 2011 年 12 月 31 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议《关于修改〈中华人民共和国职业病防治法〉的决定》第一次修正 根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第二次修正 根据 2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议《关于修改〈中华人民共和国会计法〉等十一部法律的决定》第三次修正 根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第四次修正)

➤ 《中华人民共和国社会保险法》(2010 年 10 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议通过 根据 2018 年 12 月

29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国社会保险法〉的决定》修正）

➤ 《中华人民共和国电力法》（1995 年 12 月 28 日第八届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议通过 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正 根据 2015 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议《关于修改〈中华人民共和国电力法〉等六部法律的决定》第二次修正）

➤ 《中华人民共和国特种设备安全法》（2013 年 6 月 29 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过）

➤ 《中华人民共和国劳动合同法》（2007 年 6 月 29 日第十届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过 根据 2012 年 12 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动合同法〉的决定》修正）

➤ 《中华人民共和国工会法》（1992 年 4 月 3 日第七届全国人民代表大会第五次会议通过 根据 2001 年 10 月 27 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议《关于修改〈中华人民共和国工会法〉的决定》第一次修正 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正）

➤ 《中华人民共和国防震减灾法》（1997 年 12 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过 2008 年 12 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订）

➤《中华人民共和国突发事件应对法》（2007 年 8 月 30 日第十届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过 2024 年 6 月 28 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修订）

F3.2 法规

➤《工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令〔2010〕第 586 号）

➤《生产安全事故报告和调查处理条例》（2007 年 3 月 28 日国务院第 172 次常务会议通过 2007 年 4 月 9 日中华人民共和国国务院令 第 493 号公布 自 2007 年 6 月 1 日起施行）

➤《危险化学品安全管理条例》（2002 年 1 月 26 日中华人民共和国国务院令 第 344 号公布 2011 年 2 月 16 日国务院第 144 次常务会议修订通过 根据 2013 年 12 月 7 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订）

➤《易制毒化学品管理条例》（2005 年 8 月 26 日中华人民共和国国务院令 第 445 号公布，根据 2018 年 9 月 18 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第三次修订）

➤《特种设备安全监察条例》（2003 年 3 月 11 日中华人民共和国国务院令 第 373 号公布 根据 2009 年 1 月 24 日《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》修订）

➤《生产安全事故应急条例》（2018 年 12 月 5 日国务院第 33 次常务会议通过 2019 年 2 月 17 日中华人民共和国国务院令 第 708 号公布 自 2019 年 4 月 1 日起施行）

➤《电力设施保护条例》（1987 年 9 月 15 日国务院发布 根据 1998

年 1 月 7 日《国务院关于修改〈电力设施保护条例〉的决定》第一次修订 根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》第二次修订)

➤《气象灾害防御条例》(2010 年 1 月 20 日经国务院第 98 次常务会议通过, 2010 年 1 月 27 日中华人民共和国国务院令 第 570 号公布, 自 2010 年 4 月 1 日起施行。根据 2017 年 10 月 7 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订)

➤《使用有毒物质作业场所劳动保护条例》(国务院令 第 352 号, 2002 年 5 月 12 日实施; 2024 年 11 月 22 日, 根据国务院第 46 次常务会议通过的《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》, 对相应条款进行修改, 自 2025 年 1 月 20 日起施行。)

F3.3 规章和文件

➤《安全生产培训管理办法》(2012 年 1 月 19 日国家安全监管总局令 第 44 号公布, 根据 2013 年 8 月 29 日国家安全监管总局令 第 63 号第一次修正, 根据 2015 年 5 月 29 日国家安全监管总局令 第 80 号第二次修正)

➤《易制爆危险化学品治安管理办法》(公安部令 第 154 号, 2019 年 8 月 10 日实施)

➤《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过 2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令 第 7 号公布 自 2024 年 2 月 1 日起施行)

➤《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)

➤《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、装备目录(2016年)的通知》(安监总科技[2016]137号)

➤《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)

➤《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录(第二批)》(应急厅 2024 年 86 号)

➤《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第 36 号,根据 2015 年 4 月 2 日国家安全生产监督管理总局令第 77 号修正)

➤《生产经营单位安全培训规定》(安监总局令第 3 号;根据 2013 年 8 月 19 日国家安全生产监督管理总局令第 63 号修正;根据 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号修正)

➤《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(安监总局令第 30 号;根据 2013 年 8 月 19 日国家安全生产监督管理总局令第 63 号修正;根据 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号修正)

➤《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》(2011 年 8 月 5 日国家安全监管总局令第 41 号公布 根据 2015 年 5 月 27 日国家安全监管总局令第 79 号修正)

➤《危险化学品建设项目安全监督管理办法》(安监总局令第 45 号;根据 2015 年 5 月 27 日国家安全生产监督管理总局令第 79 号修

正)

➤《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)

➤《危险化学品目录(2015版)》(安全监管总局等10部门公告调整[2015]年第5号); 应急管理部等十部委发布公告调整[2022]年第8号, 自2023年1月1日起施行

➤《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)

➤《国家安全监管总局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)

➤《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》(应急〔2019〕78号)

➤《危险化学品企业安全分类整治目录(2020年)》(应急〔2020〕84号)

➤《全国安全生产专项整治三年行动11个实施方案主要内容》

➤《特别管控危险化学品目录(第一版)》(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)

➤《国务院安委会关于进一步加强生产安全事故应急处置工作的通知》(安委〔2013〕8号)

➤《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》(国家安全生产监督管理总局令第16号)

➤关于印发《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》

的通知（应急〔2022〕52 号）

➤《生产安全事故应急预案管理办法》（2016 年 6 月 3 日国家安全生产监督管理总局令第 88 号公布，根据 2019 年 7 月 11 日应急管理部令第 2 号《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》修正）

➤《安全生产责任保险实施办法》（安监总办〔2017〕140 号）

➤《关于加强化工过程安全管理的指导意见》（安监总管三〔2013〕88 号）

➤《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（试行）》（安监总管三〔2017〕121 号）

➤《国家安全监管总局关于加强化工企业泄漏管理的指导意见》（安监总管三〔2014〕94 号）

➤《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）

➤《危险化学品企业事故隐患排查治理实施导则》（安监总管三〔2012〕103 号）

➤《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）

➤《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕第 23 号）

➤《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）

- 《首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》（安监总管三〔2011〕142 号）
- 《职业病危害因素分类目录》（国卫疾控发〔2015〕92 号）
- 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）

F3.4 地方法规、规章和文件

- 《辽宁省建设项目安全设施监督管理办法》（辽宁省人民政府令〔2018〕第 312 号，2021 年 5 月 18 日，《辽宁省人民政府关于废止和修改部分省政府规章的决定》经辽宁省第十三届人民政府第 118 次常务会议审议通过，辽宁省政府对《辽宁省建设项目安全设施监督管理办法》的部分条款予以修改）
- 《辽宁省工伤保险实施办法》（辽宁省人民政府令〔2005〕第 187 号）
- 《辽宁省企业安全生产主体责任规定》（省政府令 264 号，2017 年 11 月 16 日辽宁省第十二届人民政府第 147 次常务会议省政府令第 311 号修正；2021 年 4 月 28 日，对《辽宁省企业安全生产主体责任规定》作出修改。）
- 《辽宁省雷电灾害防御管理规定》（辽宁省人民政府令〔2005〕第 180 号，2005 年 03 月 03 日发布；辽宁省人民政府令〔2018〕第 324 号修正）
- 《辽宁省突发事件应对条例》（2009 年 10 月 1 日辽宁省十一届人大常委会第十次会议审议通过，根据 2020 年 3 月 30 日辽宁省第十

三届人民代表大会常务委员会第十七次会议《关于修改〈辽宁省出版管理规定〉等 27 件地方性法规的决定》修正)

➤ 《辽宁省安全生产条例》（2017 年 1 月 10 日辽宁省第十二届人民代表大会常务委员会第三十一次会议通过，根据 2025 年 5 月 28 日辽宁省第十四届人民代表大会常务委员会第十六次会议《关于修改〈辽宁省建设工程质量条例〉等五件地方性法规的决定》第三次修正）

➤ 《辽宁省消防条例》（2012 年 1 月 5 日省第十一届人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过，根据 2020 年 3 月 30 日辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会第十七次会议《关于修改〈辽宁省出版管理规定〉等 27 件地方性法规的决定》修正，2022 年 7 月 27 日辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修订）

➤ 《辽宁省危险化学品生产企业安全生产许可证实施细则的通知》（辽安监管三〔2016〕25 号）

➤ 《辽宁省危险化学品建设项目安全监督管理实施细则》的通知（辽安监管三〔2016〕24 号）

➤ 《关于进一步规范全省化工项目准入管理工作的通知》（辽发改工业〔2024〕66 号）

➤ 《关于进一步规范高风险危险化学品建设项目安全审查的通知》（辽应急危化〔2025〕4 号）

F3.5 标准和规范

➤ 《安全评价通则》（AQ 8001-2007）

➤ 《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）

- 《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）
- 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）
- 《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/T 37243-2019）
- 《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）
- 《供配电系统设计规范》（GB 50052-2009）
- 《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）
- 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB 50974-2014）
- 《消防应急照明和疏散指示系统》（GB 17945-2024）
- 《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》（GB/T 8196-2018）
- 《化工企业总图运输设计规范》（GB 50489-2009）
- 《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》（GBZ2.2-2007）
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》行业标准第 2 号修改单（GBZ 2.1-2019/XG2-2024）
- 《化工企业安全卫生设计规范》（HG 20571-2014）
- 《危险货物分类和品名编号》（GB 6944-2025）
- 《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）
- 《建筑采光设计标准》（GB/T 50033-2013）

- 《建筑抗震设计标准》（2024 年版）（GB/T 50011-2010）
- 《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T 50046-2018）
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB 50019-2015）
- 《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）
- 《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）
- 《防止静电事故通用要求》（GB 12158-2024）
- 《企业职工伤害事故分类》（GB 6441-1986）
- 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022）
- 《危险化学品经营企业安全技术基本要求》（GB 18265-2019）
- 《生产经营单位生产安全事故应急救援预案编写导则》（GB/T 29639-2020）
- 《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》（GB 39800.1-2020）
- 《个体防护装备配备规范 第 2 部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020）
- 《眼面部防护 应急喷淋和洗眼设备 第 1 部分：技术要求》（GB/T 38144.1-2019）
- 《化学工业给水排水管道设计规范》（GB 50873-2013）
- 《安全色和安全标志》（GB 2894-2025）
- 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB 7231-2003）
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）
- 《工业硫磺 第 2 部分：液体产品》（GB/T 2449.2-2015）

- 《固体工业硫磺储存输送设计规范》（SH/T 3175-2013）
- 《危险化学品仓库储存通则》（GB 15603-2022）
- 《仓储场所消防安全管理通则》（XF 1131-2014）
- 《易制爆危险化学品储存场所治安防范要求》（GA 1511-2018）
- 《硫酸生产企业安全生产标准化实施指南》（AQ 3037-2010）
- 《气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定》（GB/T 34525-2017）
- 《工业硫酸》（GB/T 534-2024）
- 《腐蚀性商品储存养护技术条件》（GB 17915-2013）
- 《易燃易爆性商品储存养护技术条件》（GB 17914-2013）
- 《压力容器》（GB150.1~4-2011）
- 《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）
- 《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB 50028-2006）
- 《工业废硫酸的处理处置规范》（GB/T36380-2018）
- 《废硫酸利用处置污染控制技术规范》（HJ 1335-2023）
- 《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）
- 《防洪标准》（GB 50201-2014）
- 《仪表供电设计规范》（HG/T 20509-2014）
- 《危险场所电气防爆安全规范》（AQ 3009-2007）
- 《系统接地的型式及安全技术要求》（GB 14050-2008）
- 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
- 《分散型控制系统工程设计规范》（HG/T 20573-2012）
- 《仪表供电设计规范》（HG/T20509-2014）

- 《石油化工储运系统罐区设计规范》（SHT 3007-2014）
- 《仪表供气设计规范》（HG/T 20510-2014）
- 《仪表配管配线设计规范》（HG/T20512-2014）
- 《仪表系统接地设计规范》（HG /T20513-2014）
- 《化工企业腐蚀环境电力设计规程》（HG/T20666-1999）
- 《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》（GB/T 50726-2023）
- 《化工设备、管道外防腐设计规范》（HG /T20679-2014）
- 《化工装置设备布置设计规定》（HG/T 20546-2009）
- 《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-2023）
- 《石油化工企业职业安全卫生设计规范》（SH / T 3047-2021）
- 《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）
- 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB30077-2023）
- 《化工建设项目环境保护工程设计标准》（GB/T 50483-2019）

F3.6 其它资料或文件

- 《25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目可行性

研究报告》

- 《危险化学品安全技术全书（第三版）》（化学工业出版社）
- 《化学化工物性数据手册（有机卷）》（化学工业出版社）

附件 4 企业提供的相关资料

(1) 营业执照复印件

(2) 关于《营口久源实业有限公司 25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置节能改造项目》项目备案证明（2025 年 03 月 11 日在营口大石桥经济开发区管理委员会进行了备案，文号：大区备(2025)6 号）

(3) 营口久源实业有限公司 25 万吨/年硫铁矿与废硫酸联合制酸装置建设工程消防验收意见书

(4) 技术协议及附件

(5) 《关于营口久源实业有限公司节能技术改造的说明》

(6) 工业硫磺产品质量检测单

(7) 总平面布置图

力康咨询
LIKANG CONSULTING