



中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司 抚顺石化公司甲乙酮装置氢气回收项目 设立安全评价报告

(备案稿)

力康咨询

建设单位：中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司

建设单位法定代表人：宋大勇

建设项目单位：中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司

建设项目单位主要负责人：宋大勇

建设项目单位联系人：谢瑞锋

建设项目单位联系电话：13332129139

2024 年 04 月 24 日

中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司
抚顺石化公司甲乙酮装置氢气回收项目
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：刘鑫

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)

2024 年 04 月 24 日

前 言

中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司（以下简称“抚顺石化公司”）成立于 1999 年 12 月，住所位于抚顺市东洲区龙腾街 1 号，企业类型为股份有限公司分公司。

目前，抚顺石化公司甲乙酮富氢气体进入燃料气管网，造成了氢气资源的浪费。在当前氢气资源日趋宝贵的情况下，有必要采用合理的方式对这些富氢气体中的氢气进行回收利用。该单位拟建的抚顺石化公司石油二厂甲乙酮装置氢气回收改造项目主要产品是氢气。

根据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》等的有关规定，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，抚顺石化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该建设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本项目的技术合同后，随即成立评价项目组，收集、整理安全评价所需资料，全面开展本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。

评 价 人 员

评价单位	辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司					
项目名称	中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司 抚顺石化公司石油二厂甲乙酮装置氢气回收改造项目设立安全评价					
评价人员	姓 名	资格证书号	从业编号	等级	专业能力	签 字
项目 负责人	郑孝军	0800000000203053	008566	二级	化工 工艺	
项目 组成员	肖 凯	1500000000200849	025417	二级	电气	
	徐德庆	S011021000110201000305	013470	一级	安全	
	孙久冰	CAWS210000230300091	042982	三级	化工 机械	
	吴秋玲	CAWS210000230300090	042974	三级	自动 化	
报告 编制人	郑孝军	0800000000203053	008566	二级	化工 工艺	
报告 审核人	于鸿雁	S011021000110191000333	023978	一级	安全	
过程控制 负责人	苏鑫	1700000000300467	031621	三级	安全	
技术 负责人	刘鑫	S011021000110201000330	008569	一级	化工 工艺	

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	3
1.3 评价对象和范围	4
1.4 工作经过和程序	4
2 建设项目概况	6
2.1 建设单位概况	6
2.2 建设项目概况	6
2.3 采用的主要技术、工艺和同类项目水平对比情况.....	7
2.4 建设项目所在地理位置、用地面积、生产或者储存规模.....	8
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	13
2.6 配套和辅助工程名称、能力、介质来源.....	17
2.7 主要设备和特种设备	24
2.8 储运系统	26
2.9 安全生产管理机构和劳动定员	27
3 危险化学品的理化性能指标	29
4 危险化学品包装、储存、运输的技术要求	31

5 建设项目的危险、有害因素和危险、有害程度	33
5.1 危险、有害因素辨识结果	33
5.2 危险、有害程度辨识结果	35
6 建设项目的安全条件.....	39
6.1 外部情况	39
6.2 建设项目的安全条件	42
7 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠性	46
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.	46
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.....	47
7.3 拟为生产或者储存过程配套和辅助工程分析.....	48
8 安全对策与建议	51
8.1 可研中提出的安全对策措施	51
8.2 本评价补充的安全对策措施	55
9 项目设立安全评价结论.....	90
9.1 评价结果综述	90
9.2 总体结论	90
10 与建设单位交换意见	91
附件 1 选用的安全评价方法简介.....	92

附件 2 定性、定量分析危险、有害程度的过程..... 94

 F2.1 主要物料危险、有害因素 94

 F2.2 爆炸、火灾、中毒和窒息、灼烫事故分析..... 101

 F2.3 可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素分析..... 111

 F2.4 危险化学品重大危险源辨识的过程 115

 F2.5 定性、定量分析危险、有害程度的过程..... 119

附件 3 评价依据..... 132

附件 4 企业提供的相关资料 145

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，现对本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。

危险化学品目录序号：《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

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，中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分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抚顺石化分公司甲乙酮装置氢气回收项目进行设立安全评价。

本项目已于 2023 年 3 月 30 日取得了关于《抚顺石化分公司甲乙酮装置氢气回收项目》项目备案证明（抚高新经备[2023]15 号）。

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在接受其委托并与其签订本项目的技术合同后，随即成立评价项目组，向项目建设方案取本项目的有关文件，收集适用的国家有关法律、法规、国家标准和行业标准以及国内外有关安全评价的文件资料，全面开展其抚顺石化公司石油二厂甲乙酮装置氢气回收改造项目安全评价工作。

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，对建设项目潜在的危险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 评价对象和范围

经双方协商，确定本次安全评价的评价对象和范围为抚顺石化公司石油二厂甲乙酮装置氢气回收改造项目及配套设施。主要工程量如下：1) 氢气回收单元，包括三台吸附塔、三台换热器、尾气压缩机及其前后分液罐、凝液罐、凝液泵等设备。2) 上述设施的总图、电信、电气、自控、结构、消防配套改造、冷冻机组改造工程。

在现有管架上新增 1 条 DN100 的产品氢气管道，管道全长 600m，管线由甲乙酮装置至焦化汽煤油加氢装置及全厂氢气管网。厂区内原有的生产装置、储存设施、公辅设施等不在评价范围内。甲乙酮无人值守现场机柜间和管控中心已另立项，不在本评价范围内。

1.4 工作经过和程序

前期准备工作完成后，我公司项目组对本项目进行安全评价，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：

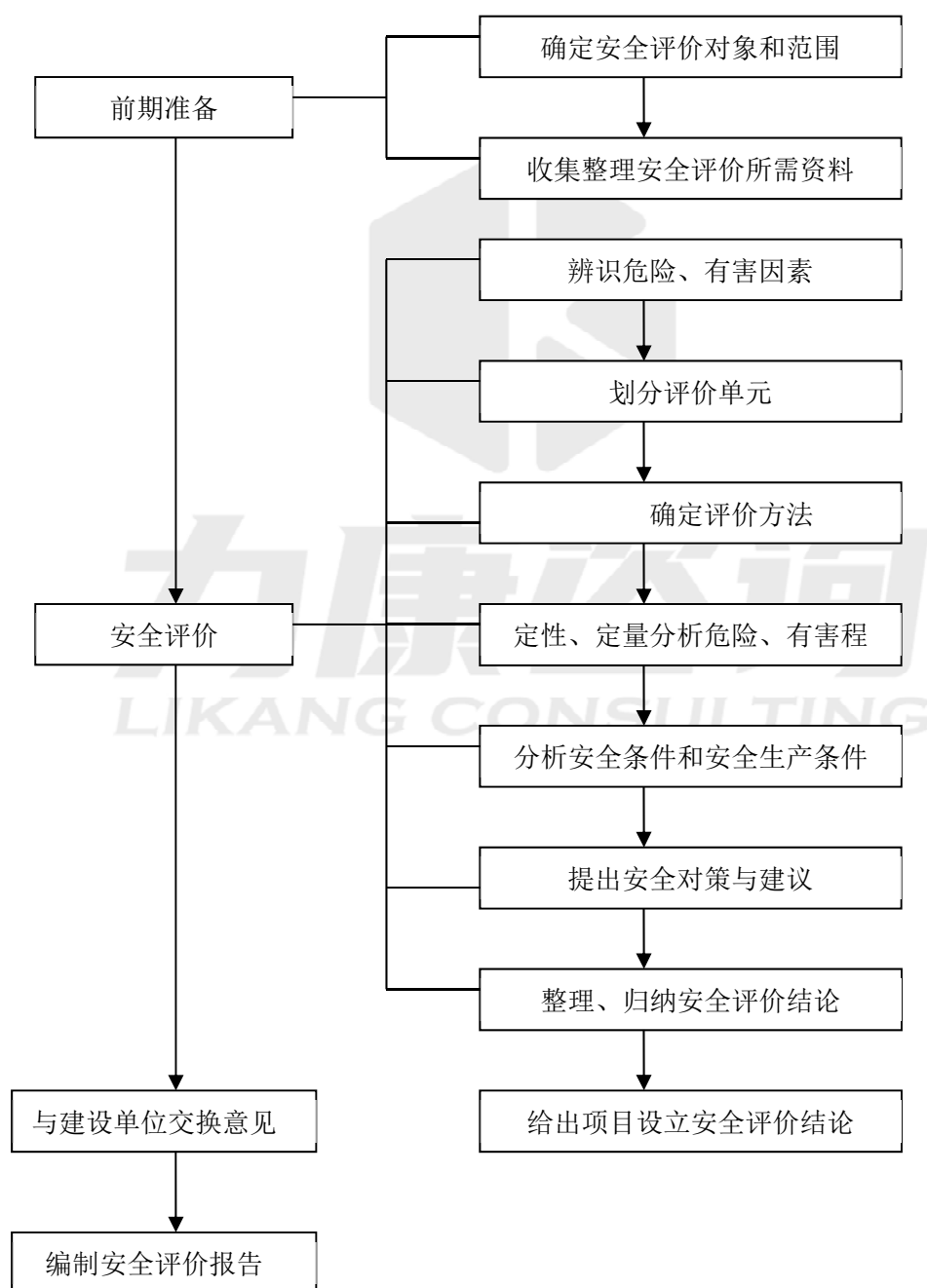


图 1.3-1 评价程序图

3 危险化学品的理化性能指标

本项目涉及原辅材料和产品为氢气、丁烯、甲乙酮、仲丁醇、氮气和吸附剂（活性炭、硅胶、分子筛等），其中，被列入《危险化学品目录（2015 版）》的危险化学品有氢气、甲乙酮、仲丁醇、1-丁烯、2-丁烯、氮气，其中氢气属于国家首批重点监管的危险化学品。本项目涉及的甲乙酮为易制毒化学品，不涉及易制爆、监控、剧毒和高毒化学品；不涉及特别管控危险化学品，不涉及监控化学品，不涉及《抚顺市禁止、限制和控制危险化学品目录（试行）》中禁止、限制和控制危险化学品。其的理化性质分析结果，见表 3-1。

表 3-1 项目所涉主要化学品的理化性质分析结果

序号	名称	危险化学品 目录序号	CAS 号	火灾 危险性分 类	危险性类别	闪点 (°C)	爆炸上、 下限 (%)	引燃温度 (°C)	备注
1	氢气	1648	1333-74-0	甲类	易燃气体, 类别 1 加压气体	<-50	4.0~75	400	
2	1-丁烯	238	106-98-9	甲类	易燃气体, 类别 1	-80	1.6~10.0	385	
3	2-丁烯	239	107-01-7	甲类	加压气体	-77	1.8~9.6	465	
4	甲乙酮	236	78-93-3	甲类	易燃液体, 类别 2 严重眼损伤/眼刺激, 类别 2 特异性靶器官毒性-一次接触, 类别 3 (麻醉效应)	-9	1.9~10.0	404	
5	仲丁醇	219	78-92-2	甲类	易燃液体, 类别 3 严重眼损伤/眼刺激, 类别 2 特异性靶器官毒性-一次接触, 类别 3 (呼吸道刺激、麻醉效应)	28	1.7~9.8	390	

6	氮[压缩的或液化的]	172	7727-37-9	戊	加压气体	无资料	无资料	无资料	
(1) 本表参照《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）等编制。 (2) 根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》（安监总管三〔2011〕95 号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品目录的通知》（安监总管三〔2013〕12 号）的规定，本项目氢气属于国家首批重点监管的危险化学品。 (3) 根据卫生部《高毒物品目录》（2003 版），本项目不涉及高毒物品。 (4) 根据《各类监控化学品名录》（中华人民共和国工业和信息化部令〔2020〕第 52 号），本项目不涉及监控化学品。 (5) 根据《易制毒化学品管理条例》及《非药品类易制毒化学品分类和品种目录》、《药品类易制毒化学品品种目录》，本项目涉及的甲乙酮为易制毒化学品。 (6) 根据《易制爆危险化学品目录（2017 年版）》，本项目不涉及易制爆危险化学品。 (7) 根据《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），本项目不涉及剧毒化学品。 (8) 根据《特别管控危险化学品目录（第一版）》，本项目不涉及特别管控危险化学品。 (9) 根据《抚顺市禁止、限制和控制危险化学品目录（试行）》（抚政办发〔2020〕33 号），本项目不涉及抚顺市禁止、限制和控制危险化学品。									

力康咨询
LIKANG CONSULTING

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,对本项目涉及的原料、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、氢气; 氢	
危险性类别	第 2.1 类易燃气体
包装类别	II
危险标志	4
包装方法	钢制气瓶
储存、运输技术要求	易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 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)、氧化剂等。分开存放, 切忌混储混运。储存间内的照明、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, 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。
二、甲乙酮; 2-丁酮; 甲基乙基酮	
危险性类别	第 3.2 类中闪点易燃液体
包装类别	I
危险标志	7
包装方法	小开口钢瓶; 螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶(罐)外木板箱。
储存、运输技术要求	储存于阴凉、通风仓间内。远离火和、热源, 仓温不宜超过 30℃。防止阳光直射。保持容器密封, 应与氧化剂、酸类分开存放。储存间内的照明、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。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, 灌装时应注意流速(不超过 3m/s), 且有接地装密, 防止静电积聚, 搬运时要轻装轻卸, 防止上勾装及容器损坏
三、仲丁醇; 2-丁醇	
危险性类别	第 3.3 类高闪点易燃液体
包装类别	II
危险标志	7
包装方法	小开口钢瓶; 螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶(罐)外木板箱。
储存、运输技术要求	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。防止阳光直射。保持容器密封, 应与氧化剂分开存放。储存间内的照明、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。

	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，注重防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。
四、1-丁烯	
危险性类别	第 2.1 类易燃气体
包装类别	II
危险标志	4
包装方法	钢制气瓶
储存、运输技术要求	易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30℃，远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧化剂、氧气，压缩空气等分开存放。储存间内的照明、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，罐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。
五、2-丁烯	
危险性类别	第 2.1 类易燃气体
包装类别	II
危险标志	4
包装方法	钢制气瓶
储存、运输技术要求	易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30℃，远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧化剂、氧气，压缩空气等分开存放。储存间内的照明、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，罐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。
五、氮[压缩的或液化的]	
危险性类别	第 2.2 类不燃气体
包装类别	III
危险标志	2
包装方法	钢制气瓶
储存、运输技术要求	保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。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。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。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。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。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。运输前应先检查包装容器是否完整、密封。运输工具上应根据相关运输要求张贴危险标志、公告。

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》等的有关规定对本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

本项目可能造成爆炸、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	甲乙酮装置、氢气回收单元、变配电设施	高	低
2.	容器爆炸	设备损坏、人员伤亡、停产、造成严重经济损失	甲乙酮装置、氢气回收单元	高	低
3.	中毒和窒息	人员伤亡	生产装置内的氢气；需要使用氮气进行置换及吹扫的场所	高	低
4.	腐蚀	设备损坏	处于临氢环境的装置的部分设备	低	中
5.	灼烫	人员伤害	氢腐蚀；蒸汽管道、换热器等高温部位裸露造成人员烫伤	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

本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

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
2.	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
3.	高处坠落	人员伤亡	装置操作平台上	低	低
4.	物体打击	人员伤害	装置操作平台下	低	中
5.	车辆伤害	人员伤亡	厂内道路	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

按照《重点监管的危险化学品目录（2013 完整版）》（安监总局 2013 年 2 月 6 日公布）的规定，拟建项目氢气属于国家首批重点监管的危险化学品。

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

根据《中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司石油二厂甲乙酮装置 2.5 万吨/年危险化学品重大危险源安全评估报告》，石油二厂 2.5 万吨/年甲乙酮装置构成三级危险化学品重大危险源；根据《中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司石油二厂甲乙酮装置 3.0 万吨/年危险化学品重大危险源安全评估报告》，石油二厂 3.0 万吨/年甲乙酮装置构成三级危险化学品重大危险源。

根据《危险化学品重大危险源辨识》及报告 F3.4 关于危险化学品重大危险源的辨识结果，本项目实施后，不改变原甲乙酮装置危险化学

品重大危险源级别，甲乙酮装置仍为三级危险化学品重大危险源。

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。

根据本项目的实际情况，主要划分成如下 4 个评价单元：选址与总平面布置、甲乙酮装置氢气回收单元、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。	
2	甲乙酮装置氢气回收单元	甲乙酮装置氢气回收工艺设备设施。	
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	甲乙酮装置氢气回收、公用工程。	甲乙酮装置氢气回收单元、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
		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	定量风险评价法	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。	甲乙酮装置氢气回收装置。	甲乙酮装置氢气回收单元。

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）

本项目具有爆炸性、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

物质名称	数量 (t)	浓度	所在场所	温度、 压力	状态	备注
氢气	0.15	99.9%	甲乙酮装置氢气回收单元	常温、 2.4MPa	气体	可燃性
甲乙酮	0.06	99.9%	甲乙酮装置氢气回收单元	常温、 2.4MPa	气体	可燃性、毒性
仲丁醇			甲乙酮装置氢气回收单元	常温、 2.4MPa	气体	可燃性、毒性
丁烯			甲乙酮装置氢气回收单元	常温、 2.4MPa	气体	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

根据本项目的危险、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 F3.5 中预先危险性分析的定性分析结果可知,本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
甲乙酮装置氢气回收单元	火灾、爆炸	III级(危险级)
	容器爆炸、中毒和窒息、灼烫、触电、车辆伤害、物体打击、机械伤害、高处坠落	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
本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

本项目涉及到的具有可燃性的化学品有氢气、甲乙酮、仲丁醇和丁烯,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

物质名称	数量(t)	浓度	所在场所	物质燃烧热(KJ/mol)	燃烧后释放的热量(KJ)
氢气	0.15	99.9%	拟建生产装置	241	1.8×10^7
甲乙酮	0.06	99.9%	拟建生产装置	/	/
仲丁醇				/	/
丁烯				/	/

(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
甲乙酮	0.00021	99.9%	拟建生产装置	气态
仲丁醇		99.9%	拟建生产装置	气态

(4) 具有腐蚀性的危险化学品的浓度及质量

本项目未涉腐蚀性物质。

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本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本项目选址及总平面布局进行检查。本项目厂区内、外建、构筑物间防火间距符合《石油化工企业设计防火标准》（2018 年版）GB50160-2008 和《建筑设计防火规范（2018 年版）》GB50016-2014 有关要求。具体评价见表 2.5-2。

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本项目生产、储存过程进行预先危险性分析，得出结论为：火灾、爆炸的危险等级为级Ⅲ级（危险级），容器爆炸、灼烫、中毒和窒息、触电、车辆伤害、物体打击、机械伤害、高处坠落、的危险等级为Ⅱ级（临界的）。具体评价见表 F2.5-5。

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

本项目西北侧 2000 米处为搭连小区，本项目其它方位都为抚顺石化公司下属二级单位，无营业执照。

6.1.2 所在地的自然条件

6.1.2.1 气象条件

表 6.1-1 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	℃	6.8
1.2	最热月平均温度（7 月）	℃	23.7
1.3	最冷月平均温度（1 月）	℃	-13.8
1.4	极端最高温度	℃	37.7
1.5	极端最低温度	℃	-37.3
1.6	最热月最高平均温度	℃	28.7
1.7	最冷月最低平均温度	℃	-19.7
1.8	年最热月 3 天平均气温	℃	29.6
1.9	年连续 5 天最冷日平均气温	℃	-15.2
1.10	年连续 5 天最冷日最低气温	℃	-32.8
1.11	历年最低月平均温度	℃	-19.7
2	湿度		
2.1	年平均相对湿度	%	68
2.2	最热月份平均相对湿度（7 月）	%	81
2.3	最冷月份平均相对湿度（1 月）	%	55
2.4	月均最小相对湿度	%	42

表 6.1-1 气象条件一览表

序号	条件	单位	数值
2.5	月均最大相对湿度	%	87
2.6	月平均最高相对湿度（8月）	%	87
2.7	月平均最低相对湿度（4月）	%	42
3	大气压力		
3.1	最高绝对大气压	kPa	103.36
3.2	最低绝对大气压	kPa	97.05
3.3	月平均最高大气压	kPa	101.84
3.4	月平均最低大气压	kPa	98.63
3.5	年平均大气压	kPa	100.22
3.6	极端最高大气压力（冬季）	kPa	103.36
3.7	极端最低大气压力（夏季）	kPa	97.20
4	降雨量		
4.1	年平均降雨量	mm	790.9
4.2	月最大降雨量	mm	436.1
4.3	日最大降雨量	mm	177.7
4.4	历年平均降雨量	mm	970.9
4.5	历年最大降雨量	mm	1110.8
4.6	年最小降雨量	mm	477.9
4.7	连续最大降雨量	mm	225.7
4.8	次暴雨最大降雨量	mm	178.0
5	最深冻土厚度	cm	-143
6	风向		
6.1	年主导风	%	16NE
6.2	年次主导风	%	14NNE
6.3	夏季主导风	%	16NE
6.4	夏季次主导风	%	15NNE

表 6.1-1 气象条件一览表

序号	条件	单位	数值
6.5	冬季主导风	%	22NE
6.6	夏季主导风向频率 8 月	%	16NE
6.7	冬季主导风向频率 1 月	%	22NE
6.8	静风频率	%	14C
7	风速		
7.1	年平均风速	m/s	2.6
7.2	夏季平均风速	m/s	2.3
7.3	冬季平均风速	m/s	2.4
7.4	月平均最大风速（4 月）	m/s	5.6
7.5	月平均最小风速（7 月）	m/s	1.2
7.6	历年最大风速（10 分钟）	m/s	21.0
7.7	基本风压值	kN/m ²	0.45
8	雪荷载		
8.1	最大积雪深度	cm	33
9	雷暴		
9.1	年平均雷暴天数	天	28.3
9.2	年最多雷暴天数	天	51
10	年平均日照时数	小时	2523.2
11	年沙暴日	天	1
12	年平均雾日天数	天	27
13	年大风日数	天	17

6.1.2.2 抗震设防烈度

根据《建筑抗震设计规范（2016 年版）》（GB50011-2010），本项目所在地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计分组为第一组。

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，本项目的生产装置、设施有可能产生的危险、有害因素包括：火灾、爆炸、容器爆炸、灼烫、中毒和窒息、触电、车辆伤害、物体打击、机械伤害、高处坠落，会对居民区和周边单位造成影响的是：火灾、爆炸。

该建设项目距离最近的居民区为搭连小区，距离 2000 米，距离很远，因此该建设项目对周边居民区没有影响或影响极微。

该建设项目周边企业都隶属于抚顺石化公司，因此该建设项目对周边企事业单位没有影响或影响极微。

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

该建设项目距离最近的居民区为搭连小区，距离 2000 米，距离很远，因此周边居民区对该建设项目没有影响。

该建设项目周边企业都隶属于抚顺石化公司，因此抚顺石化公司以外的企业对该建设项目没有影响或影响极微。

6.2.3 建设项目外部安全防护距离

1) 石油二厂外部安全防护距离

经辨识，新增甲乙酮装置氢气回收项目不构成重大危险源，本项目实施后，不改变原甲乙酮装置危险化学品重大危险源级别，甲乙酮装置仍为三级危险化学品重大危险源。因此，石油二厂总体安全防护距离未发生变化。

依据《中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司安全评价报

告（石油二厂分册）》（2021 年 2 月 15 日）中外部安全防护距离结论：石油二厂主厂区、河西罐区外部安全防护距离符合要求。

2) 该建设项目外部安全防护距离

本项目不涉及爆炸物、有毒气体，依据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB / T37243-2019）第 4.2、4.3、4.4 条的规定，采用《石油化工企业设计防火标准》来判断本项目的外部安全防护距离符合性。

本项目装置和设施与相邻企业和设施的防护距离符合《石油化工企业设计防火标准》的规定，检查表见第 2 章表 2.4-1。由此判断，该建设项目外部安全防护距离符合要求。

3) 建设项目多米诺效应计算

采用安元科技股份有限公司计算软件计算结果如下：

当目标装置类型为常压容器时半径为 28.9 米，当目标装置类型为压力容器时半径为 15.9 米，当目标装置类型为长型设备时半径为 10.6 米，当目标装置类型为小型设备时半径为 9.7 米。

由以上计算结果可知，多米诺影响范围未影响到厂区外，影响范围基本上在甲乙酮装置区。计算过程见附件。

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。对于本项目来说，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、高、低温的影响

抚顺年平均气温 6.8℃。年最高气温 37.7℃，极端最低气温-37.3℃。因夏季温度较高，故在项目实施过程中应该注意防暑降温。因冬季严寒，有可能导致设备、储存设施等冻坏。

3、降雨

抚顺区域内雨水相对较足，年平均降雨量 790.9mm，最大日降雨量 177.7mm，连续最大降雨量 225.7mm。暴雨在短时间内可能在装置区造成积水引发内涝。洪水可能造成厂内水淹、系统瘫痪，引发人员、财产损失。

4、地质的影响

根据《建筑抗震设计规范（2016 年版）》（GB50011-2010），抚顺市抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计分组为第一组。

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、水文的影响

石油二厂主厂区西邻东洲河，东洲河是浑河的重要支流之一，发源于抚顺县救兵乡高家店，流经东洲区，流域面积约 537km²，河流全长

58.5km，丰水期流量为 $15.13\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期流量为 $0.7\text{m}^3/\text{s}$ 。东洲河为季节性河流，本项目距离西侧东洲河 225m，丰水期时对建设项目有影响。

小结：从以上分析可知，该地区的自然条件对本项目会造成一定的影响，本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

中国石油大学(北京)开发的固定床吸附法脱除甲乙酮装置尾气中氢气所含甲乙酮、仲丁醇等杂质,通过专用吸附剂的吸附作用精脱 MEK 和 SBA,效果好,产品纯度高,产出氢气纯度可达到 99.9(vol%)。

目前国内运行的甲乙酮富氢气体回收单元主要有:齐鲁石化齐翔公司 2 万吨 / 年甲乙酮装置、哈尔滨石化 3 万吨 / 年甲乙酮装置、泰州石化总厂甲乙酮装置等多个项目。均采用固定床吸附法,装置均实现一次开车成功,均达到或超过设计要求,工艺技术成熟可靠。

根据甲乙酮装置氢气回收单元的生产特点及安全要求,设置分散控制系统(DCS)、安全仪表系统(SIS)、可燃气体和有毒气体检测系统(GDS)和机组监测系统(MMS)等。本单元压缩机为往复式压缩机,不设置独立的机组控制系统,其控制和联锁保护分别在 DCS 和 SIS 实现。

7.1.2 设备可靠性

本项目工艺设备为吸附塔、压缩机、换热器、泵等,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

本项目拟采用的主要工艺、技术方案适合企业发展现状,采用 DCS

控制系统进行操作，提高了自动化程度，并设置安全仪表系统(SIS)、可燃气体检测报警系统等，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。

本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

本项目的装置和设备都是按照项目工艺方案选择相应的装置和设备为其配套。本项目主要静设备见表 7.2-1。

表 7.2-1 主要静设备一览表

序号	设备名称	规格型号（功能）	数量	重量（t）	备注
一	塔器				
1	吸附塔	$\phi 1800 \times 8400$ ； 21.36m^3	3	20×3	Q345R
二	容器				
1	甲乙酮尾气压缩机前分液罐	$\phi 1200 \times 2600$ ； 2.94m^3	1	2.5	Q245R
2	甲乙酮尾气压缩机后分液罐	$\phi 1000 \times 2200$ ； 2.49m^3	1	2.5	Q245R

3	凝液罐	$\phi 1600 \times 4500$; 9.04m^3	1	3	Q245R
三	换热器				
1	甲乙酮尾气冷凝器	BEU 500×6000	1	4	Q245R
2	解吸尾气冷凝器	BES 400×6000	1	3	Q245R
3	再生氮气加热器	电加热器 功率 12kw	1		

本项目新增主要动设备见表 7.2-2。

表 7.2-2 新增主要动设备一览表

序号	名称	规格	数量/台	备注
1	甲乙酮尾气压缩机	额定流量: $2200\text{Nm}^3/\text{h}$ 进气压力: 0.05MPa (G) 出口压力: 2.4MPa (G)	1	1开
2	凝液泵	流量: $5\text{m}^3/\text{h}$	1	间断开

本项目冷冻机改造前，机组冷却水管线 DN125 管线过细，冷冻机组 K-701A/B 无法同时运行。现拆除原 DN125 管线，从 A 线装置内管廊北侧循环水总管新建一条 DN150 管线。改造后，两台冷冻机组 K-701A/B 可同时运行，两台冷冻机功率均为 73.4kw ，冷水机组 (K-702) 作为备用，本项目氢气回收单元新增冷量负荷为 20kw ，冷冻机组改造可以满足新增冷量的需求。

本项目选择的生产设备或者设施与甲乙酮装置氢气回收过程相匹配，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

本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	本项目新增的给水需求为循环水，其水量为 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。	本项目仅在现有装置内对已有设备进行局部改造和增加个别小型设备，故本项目给排水主要依托现有的装置内给排水设施。 石油二厂现有南循环水场、北循环水场、中心空压

序号	名称	需求情况	供应情况
			站循环水场 3 座水场, 分别为石油一厂、石油二厂装置设施供给循环水。3 座循环水场的供水能力 $52500\text{m}^3/\text{h}$, 石油一厂、石油二厂循环水用量 $40124\text{m}^3/\text{h}$, 余量为 $12376\text{m}^3/\text{h}$, 本项目新增的给水需求为循环水, 其水量 $50\text{m}^3/\text{h}$, 供应能力满足使用需求。
2	消防	本项目仅在现有装置内对已有设备进行局部改造和增加个别小型设备。	由于本项目仅在现有装置内对已有设备进行局部改造和增加个别小型设备, 现有装置的消防设施已完善, 故本项目可依托装置内现有的消防设施。新增设备处设置足够数量的手提式磷酸铵盐干粉灭火器, 其最大保护距离为 9m。
3	供配电	甲乙酮装置氢气回收改造项目新增 6kV 用电设备计算负荷约为 362kW, 低压用电设备计算负荷约为 26.2kW, 共计用电负荷约 388.2kW。	甲乙酮装置氢气回收改造项目新增 6kV 用电设备计算负荷约为 362kW, 低压用电设备计算负荷约为 26.2kW, 共计用电负荷约 388.2kW, 装置年开工 8000 小时, 年耗电量约为 $270.56 \times 10^4\text{kWh}$, 设备容量 400 kW。 甲乙酮装置原有变电所有一平层高压配电室, 两平层低压间。目前, 变压器运行负荷率较低, 1#, 2# 为 12%; 3#, 4# 为 36%, 本次甲乙酮装置改造更新 1 台中置式中压开关柜, 2 台低压柜, 安装在原变电所上。变电所内 6kV 及 380V 系统为单母线分段接线方式, 正常时两段母线同时供电, 当两路电源中的一路中断供电时, 另一路电源能满足两段全部一、二级用电负荷的需要。母联开关设自动/手动投入装置。仪表、电气自动化系统及安防系统采用 UPS 供电, 直流负荷由直流电源装置供电。照明依托原变电所照明柜内备用回路, 仪表用电依托原仪表 UPS。容量满足本次改造用电需要。
4	供热	本项目新建内容无新增蒸汽连续消耗量, 间断消耗 1.0MPa 蒸汽 0.3t/h, 厂内现有锅炉可满足蒸汽供给要求, 无需扩建。	厂内自设热电厂, 1.0MPa 蒸汽供应能力 599t/h, 现用量 435.3t/h, 余量 163.7t/h。3.5MPa 蒸汽供应能力 320t/h, 现用量 267.34t/h, 余量 52.26t/h。蒸汽管线可依托装置内现有管道。能够满足装置用热要求。
5	除盐水	目前除盐水总用水负荷为 220t/h。	东部石化厂除盐水供水系统由热电站、大乙烯新建 800 吨/小时的凝结水装置和二厂新建规模为 300 吨/小时的凝结水站负责组成, 除盐水的供水能力为 250t/h, 目前除盐水总用水负荷为 220t/h, 余量 30t/h。本项目无新增连续除盐水消耗, 除盐水耗量为 20t/h, 年消耗时间为 2h, 压缩机间断使用 20t/次, 一年使用 2 次, 余量能够满足项目需求。
6	供氮	本项目氮气新增间断负荷 $800\text{Nm}^3/\text{h}$ 。	厂内所需氮气由东部石化厂区供氮系统提供, 东部石化厂区供氮系统供氮气源有两个: 小乙烯空分装置和大乙烯空分装置。供氮供应总能力为 $32304\text{Nm}^3/\text{h}$, 现有各生产装置共消耗氮量为 $29411\text{Nm}^3/\text{h}$, 余量为 $2893\text{Nm}^3/\text{h}$ 。本项目氮气新增间断负荷 $800\text{Nm}^3/\text{h}$ 。本项目完成后, 东

序号	名称	需求情况	供应情况
			部石化厂区供氮系统现有设施可满足新建装置氮气需求，无需扩建。氮气管线均可依托装置内现有管道。
7	供风	本项目新增净化风负荷 $0.3\text{Nm}^3/\text{min}$ ，消耗非净化风最大 $500\text{Nm}^3/\text{次}$ （一次用量不计入新增消耗）。	石油二厂管网空压站空压机目实际供风能力 $1140\text{Nm}^3/\text{min}$ ，经过干燥和净化工序出风能力减少 10%，可供出风量 $1026\text{Nm}^3/\text{min}$ ，系统风压控制指标为 0.58MPa 至 0.7MPa 。目前实际用风量 $939.7\text{Nm}^3/\text{min}$ ，富余供风能力为 $86.3\text{Nm}^3/\text{min}$ 。 本项目新增净化风负荷 $0.3\text{Nm}^3/\text{min}$ ，消耗非净化风最大 $500\text{Nm}^3/\text{次}$ （一次用量不计入新增消耗），现有空压站的规模能满足本项目的需要，无需扩建。净化风及非净化风管线均可依托装置内现有管道。

小结：本项目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。

力康咨询
LIKANG CONSULTING

8 安全对策与建议

8.1 可研中提出的安全对策措施

1、平面布置安全对策措施

(1) 保证装置内设备防火间距满足防火规范的要求，保证装置的安全可靠性及其内部必要的操作、检修空间。

(2) 尽量减少装置占地，节省投资。

(3) 在满足工艺要求前提下，尽可能的采用流程式布置，兼顾同类设备相对集中。

2、工艺和设备

(1) 采用先进、成熟可靠的技术和设备，工艺装置及辅助生产设施的压力容器、压力管道的设计及制造严格执行《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）、《工业金属管道设计规范》（GB 50316-2000，2008 版）及其它有关的标准规范。

(2) 对危险物料的安全控制是防火防爆最有效的措施之一，本工程设计中从原料的输入、加工直至产品的输出，所有易燃易爆物料始终处于密闭的设备和管道中，设备以及管线之间的连接处均采取了可靠的密封措施，防止介质泄漏。

(3) 对危险介质的压缩机采用远程停车控制措施，在发生火灾时将可燃物料切断。

(4) 为确保装置开停工及检修安全，在各装置有关管道和设备上设置固定式或半固定式吹扫接头，在进出装置边界管道上设置切断阀和盲板。巡检人员配备便携式可燃及有毒气体检测报警仪，以便及时

发现可能出现的泄漏。

(5) 为本工程设备和管道的防腐采用工艺防腐和材料抗腐两个方面的措施，解决设备和管道的腐蚀问题。

(6) 在工艺、设备设计过程中，充分考虑了脆性破裂、温差应力破坏、高温蠕变破坏、腐蚀破坏及密封泄漏等因素。根据介质、操作温度、压力和腐蚀情况，设计对装置中重要部位和设备的用材，按规范选择相应的防腐等级，以保证防腐蚀能力，确保设备安全及设备寿命。

(7) 装置内变压器中性点做工作接地，低压配电系统采用 TN-S 接地型式，电气设备的正常不带电的金属外壳、电缆金属外皮、电缆桥架等均做保护接地。装置内的金属构架、壁厚大于 4mm 的塔、容器、炉子等不设接闪器，只做防雷防静电接地；工艺管线的始末端、拐角处及管线直线长度距离 100m 和分支处等做接地。

(8) 在低压电源进线处或装有电子设备的电源侧设电源避雷器和电涌保护器。对爆炸、火灾危险场所内可能产生静电危险的设备和管道，均应采取防静电接地措施。装置内共用接地装置，即工作接地、保护接地、防雷防静电接地、仪表接地及火灾报警系统等接地连接在同一接地装置上。联合接地系统的接地电阻值不大于 4Ω 。接地装置由接地体、接地引下线、接地干线和设备接地支线组成。接地极采用热镀锌角钢；接地线采用热镀锌扁钢埋地敷设，接地线埋深 0.8m。泵区内接地支线在地面上引至电机或操作柱的接地线，采用刷锡铜绞线。装置的四角设接地检查井，装置接地网经接地检查井与全厂接地

网相连。

3、防火防爆

本项目装置平面布置及设备布置符合防火间距的要求；采用可燃气体报警控制器实现可燃气体检测报警。同时，在装置区设置工业电视系统、火灾报警系统，可以监视和预防火灾、爆炸事故的发生。

危险设备采取严格密封措施，根据介质特性选择设备材质，以防发生泄漏事故；处于火灾爆炸危险区的电气设备选用防爆型；对可能因静电、雷电危害引发火灾、爆炸的设备、管线等采取防雷、防静电措施；钢结构采取耐火保护措施，在危险场所设置安全警示标志。

4、防静电

凡可能产生静电的下述设备装设防静电接地：

- (1) 生产、加工易燃易爆气体和液体的设备及储罐等。
- (2) 输送易燃易爆液体和气体的管道及各种阀门。
- (3) 管道及金属栈桥，在始端、末端、分支处以及每隔 100m 处设防静电接地。
- (4) 平行管道净距小于 100mm 时，每隔 20m 加跨接线。管道交叉且净距小于 100mm 时亦加跨接。采用金属螺栓或卡子紧固的金属法兰，可不装静电连接线，但保证至少有两个螺栓或卡具有良好的导电接触面。
- (5) 设置人体消除静电装置。

5、防窒息

正常生产过程中新增单元主要介质为氢气，氢气为单纯性窒息性

气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起缺氧性窒息。在很高的分压下，呈现出麻醉作用。

6、防烫伤

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，操作人员现场巡检时穿戴工作服。

7、防腐蚀

装置的部分设备处于临氢环境中工作，设备设计或选用时对其主体材质考虑了抗氢脆的应力腐蚀，制作时必须严格按设计要求施工，加强监督检查，确保制造质量。

所有临氢管线选材根据介质氢的分压，查耐尔逊氢分压曲线，选取相对应的材质。并且按库珀曲线进行腐蚀率估算，确定合适的腐蚀余量，保证使用寿命。在管道拐弯、接头、焊缝、泵出口阀、密封材料等易腐蚀处进行防腐特殊处理，定期测量厚度或更换材件，仪器仪表选用抗腐型号。

8、防机械伤害

各种机械设备的设计、选型严格执行《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-1999）的有关规定，各转动设备均设有安全保护装置，裸露部分均设置防护罩。

9、防高处坠落

在人员进行操作、维护、巡检的工作位置，设平台、护栏、安全盖板等。梯子、平台和栏杆的设计，执行《固定式钢梯及平台安全要

求》（GB 4053.1～3-2009）。

10、安全标志及安全色

本设计使用的安全色和安全标志执行《安全色》（GB 2893-2008）和《安全标志及其使用导则》（GB 2894-2008）。装置内危险部位设置警示牌，提醒有关人员注意。

8.2 本评价补充的安全对策措施

8.2.1 建设项目选址及总平面布置安全对策措施

（1）根据《石油化工工厂布置设计规范》第 3.5.3 条，区域防洪设施应统一规划和设置，防洪标准应根据防护区域内防洪标准要求较高的防护对象来确定。防洪标准不应低于现行国家标准《防洪标准》GB 50201 的有关规定。

（2）根据《化工企业安全卫生设计规范》HG 20571-2014 第 3.2.6 条，危险场所应设环形消防通道。

8.2.2 拟选择的主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施

8.2.2.1 工艺设备设施

（1）根据《石油化工企业设计防火标准》（2018 年版）GB 50160-2008 第 5.1.1 条，工艺设备（以下简称设备）、管道和构件的材料应符合下列规定：

1）设备本体（不含衬里）及其基础，管道（不含衬里）及其支、吊架和基础应采用不燃烧材料，但储罐底板垫层可采用沥青砂；

2）设备和管道的保温层应采用不燃烧材料，当设备和管道的保冷层采用阻燃型泡沫塑料制品时，其氧指数不应小于 30；

3) 建筑物的构件耐火极限应符合《建筑设计防火规范》(GB 50016) 的有关规定。

(2) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 第 5.1.2 条, 设备和管道应根据其内部物料的火灾危险性和操作条件, 设置相应的仪表、自动联锁保护系统或紧急停车措施。

(3) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB50160-2008 第 5.1.3 条, 在使用或产生甲类气体或甲、乙 A 类液体的工艺装置、系统单元和储运设施区内, 应按区域控制和重点控制相结合的原则, 设置可燃气体报警系统。

(4) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 第 5.3.1 条, 可燃气体压缩机的布置及其厂房的设计应符合下列规定:

- 1) 可燃气体压缩机宜露天或半露天布置;
- 2) 单机驱动功率等于或大于 150kW 的甲类气体压缩机厂房不宜与其他甲、乙和丙类房间共用一幢建筑物;
- 3) 压缩机的上方不得布置甲、乙和丙类工艺设备, 但自用的高位润滑油箱不受此限;
- 4) 比空气轻的可燃气体压缩机半敞开式或封闭式厂房的顶部应采取通风措施;
- 5) 除检修承重区外, 可燃气体压缩机厂房的楼板宜采用透空钢格板; 该透空钢格板的面积可不计入所在防火分区的建筑面积内;

(5) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-

2008 第 5.5.17 条，可燃气体放空管道内的凝结液应密闭回收，不得随地排放。

(6) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 第 5.5.17A 条，可燃气体排放系统中的分液罐或凝缩液罐距离明火地点、重要设施及工艺装置内的变配电、机柜间等的防火间距不应小于 15m。

(7) 根据《石油化工企业设计防火标准》第 5.6.2 条，承重钢结构的下列部位应覆盖耐火层，覆盖耐火层的钢构件，其耐火极限不应低于 2h。

a. 支承设备钢构架：

①单层构架的梁、柱；

②多层构架的楼板为透空的钢格板时，地面上 10m 范围的梁、柱；

③多层构架的楼板为封闭式楼板时，地面至该层楼板面及其以上 10m 范围的梁、柱；

④上部设有空气冷却器的构架的全部梁、柱及承重斜撑。

b. 支承设备钢支架；

c. 钢裙座外侧未保温部分及直径大于 1.2m 的裙座内侧；

d. 钢管架：

①底层支承管道的梁、柱；当底层低于 4.5m 时，地面上 4.5m 内的支承管道的梁、柱；

②上部设有空气冷却器的管架，其全部梁、柱及承重斜撑；

③下部设有可燃液体泵的管架，地面以上 10m 范围的梁、柱。

(8) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 第 5.7.7 条，可燃气体压缩机、液化烃、可燃液体泵不得使用皮带传动；在爆炸危险区范围内的其他转动设备若必须使用皮带传动时，应采用防静电皮带。

(9) 根据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》第 7.1.4.1 条，在满足工艺系统、设备的安全性和功能性的前提下，应减少设备密封、法兰连接及管道连接等易泄漏点。

(10) 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。

(11) 根据《氢系统安全的基本要求》(GB/T 29729-2022) 第 7.2.3.5.5 条，输送氢气用压缩机前宜设置氢气罐，后应设置氢气缓冲罐。

(12) 根据《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)，首批重点监管的危险化学品安全措施和事故应急处置原则，对氢气的一般要求：

1) 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。

2) 密闭操作，严防泄漏，工作场所加强通风。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。

3) 生产、使用氢气的车间及贮氢场所应设置氢气泄漏检测报警仪, 使用防爆型的通风系统和设备。建议操作人员穿防静电工作服。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、温度计, 并应装有带压力、温度远传记录和报警功能的安全装置。

4) 避免与氧化剂、卤素接触。

5) 生产、储存区域应设置安全警示标志。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

(13) 根据《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), 首批重点监管的危险化学品安全措施和事故应急处置原则, 对氢气的操作安全要求:

1) 氢气系统运行时, 不准敲击, 不准带压修理和紧固, 不得超压, 严禁负压。制氢和充灌人员工作时, 不可穿戴易产生静电的服装及带钉的鞋作业, 以免产生静电和撞击起火。

2) 管道、阀门和水封装置冻结时, 只能用热水或蒸汽加热解冻, 严禁使用明火烘烤。不准在室内排放氢气。吹洗置换, 应立即切断气源, 进行通风, 不得进行可能发生火花的一切操作。

8.2.2.2 DSC 系统、SIS 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/T 20573-2012) 第 4.2.2 条, DCS 与 SIS 联用, 宜采用下列职责分工与相互连/联接方式:

①DCS 负责工艺参数监控与非安全性工艺联锁职能, SIS 负责生产安全联锁职能。

②DCS 采用硬接线方式向 SIS 传递安全数据。

③DCS 采用约定的通信协议与 SIS 实现通信。

3) 根据《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T 20573-2012) 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。

4) 根据《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T 20573-2012) 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。

5) 根据《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T 20573-2012) 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。

6) 根据《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T 20573-2012) 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。

7) 根据《分散型控制系统工程设计规范》（HG/T 20573-2012）第 13.1.1 条，DCS 应采用 UPS 电源装置供电。

8) 根据《分散型控制系统工程设计规范》（HG/T 20573-2012）第 13.2.1 条，DCS 接地系统应采用等电位接地技术。

9) 根据《石油化工安全仪表系统设计规范》（GB/T 50770-2013）第 6.1.3 条，在爆炸危险场所，测量仪表应采用隔爆型或本安型。当采用本安系统时，应采用隔离式安全栅。

10) 根据《石油化工安全仪表系统设计规范》（GB/T50770-2013）第 6.1.4 条，现场安装的测量仪表，防护等级不应低于 IP65。

11) 根据《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）第十一条，严格按照相关标准设计和实施有毒有害和可燃气体检测保护系统，为确保其功能可靠，相关系统应独立于基本过程控制系统。

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 3.0.1 条，拟建生产装置区应设置可燃气体检（探）测器。

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 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。

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 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

区域报警器宜根据装置占地的面积、设备及建构物的布置、释放源的理化性质和现场空气流动特点进行设置，现场区域报警器应有声、光报警功能。

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 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。

16) 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。

17) 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。

18) 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、现场报警器等供电负荷，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。

19) 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。

20）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。

21）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。

22）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。

23）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。

24) 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。

25) 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。

26) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第 6.1.2 条,检测比空气轻的可燃气体或有毒气体时,探测器的安装高度宜在释放源上方 2.0 m 内。检测比空气略轻的可燃气体或有毒气体时,探测器的安装高度宜高出释放源 0.5m~1.0m。

27) 《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。

28) 《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。

8.2.2.3 管道

(1) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 第 7.2.8 条, 连续操作的可燃气体管道的低点应设两道排液阀, 排出的液体应排放至密闭系统; 仅在开停工时使用的排液阀, 可设一道阀门并加丝堵、管帽、盲板或法兰盖。

(2) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 第 7.2.10 条, 可燃气体压缩机的吸入管道应有防止产生负压的措施。

(3) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 第 7.2.11 条, 离心式可燃气体压缩机和可燃液体泵应在其出口管道上安装止回阀。

(4) 根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 第 7.4.2 条, 氢气管道不宜埋地敷设。

(5) 根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000) 第 8.1.6 条, 在外管架上敷设管道时, 管架边缘至道路边缘不能小于 1 米, 至人行道边缘不能小于 0.5 米, 至厂区围墙中心不能小于 1 米, 至有门窗的建筑物外墙不能小于 3 米, 至无门窗的建筑物外墙不能小于 1.5 米。

(6) 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。

(7) 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 50 mm，在热冷位移后隔热层外壁不应相碰。

(8)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。

(9)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。

(10)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 8.1.20 条，蒸汽管道或可凝性气体管道的支管宜从主管的上方相接。蒸汽冷凝液支管应从收回总管的上方接入。

(11)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。

(12)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。

(13)根据《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。

(14)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。

(15)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。

(16)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB50316-2000)第 10.2.4 条, 支架的设置不应影响设备和管道的运行操作及维修。

(17)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 10.2.5 条, 管道上有重力大的管道组成件时, 应核算支架间距, 或在管道组成件的附近设置支吊架。

(19)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 10.2.6 条, 支架的设置, 应使支管连接点和法兰接头处承受的弯矩值, 控制在安全的范围内。

(20)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 10.2.7 条, 水平管道支架最大间距应满足强度和刚度条件。

(21)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 10.3.1 条, 支架的设计应承受管道承受的静载荷, 包括固定荷载及活荷载。活荷载应包括输送流体重力或试验用的流体重力、冰、雪重力及其他活动的临时荷载等。固定荷载应包括管道组成件、隔热材料以及由管道支撑的其他永久性荷载; 应承受在管道运行期间可能产生变化的下列荷载: ①管道热胀冷缩和其他位移产生的作用力和力矩; ②弹簧

支吊架向刚性支吊架或固定支架的转移荷载；③压力不平衡式的波纹膨胀节或填函式补偿器等的内压作用力及弹性力；④活动支吊架的摩擦力。

(22)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。

(23)根据《工业金属管道设计规范(2008 年版)》(GB 50316-2000)第 12.3.3 条,涂层的底漆与面漆应配套使用。外有隔热层的管道一般只涂底漆。

(24) 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。

(25)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。

(26) 根据《氢气使用安全技术规程》(GB 4962-2008)第 4.4.4 条,氢气管道应采用无缝金属管道,禁止采用铸铁管道,管道的连接应采用焊接或其他有效防止氢气泄漏的连接方式。管道应采用密封性能好的阀门和附件,管道上的阀门宜采用球阀、截止阀。管道之间不宜采用螺纹密封连接,氢气管道与附件连接的密封垫,应采用不锈钢、有色金属、聚四氟乙烯或氟橡胶材料,禁止用生料带或其他绝缘材料作为连接密封手段。

(27) 根据《氢气使用安全技术规程》(GB 4962-2008) 第 4.4.5 条, 氢气管道应设置分析取样口、吹扫口, 其位置应能满足氢气管道内气体取样、吹扫、置换要求; 最高点应设置排放管, 并在管口处设阻火器; 湿氢管道上最低点应设排水装置。

(28) 根据《氢系统安全的基本要求》(GB/T 29729-2022) 第 7.2.4.1.1 条, 氢气、液氢和浆氢管道应符合以下基本要求:

- a) 符合行业标准规定, 且满足工作压力工作温度要求的无缝管;
- b) 管的材料与氢有良好的相容性;
- c) 采用焊接连接或其他能有效防止泄漏的连接方式;
- d) 设置合适的安全泄放装置, 与用氢设备连接的管道应设置切断阀, 连接至有明火的用氢设备的管道设置阻火器;
- e) 管道上标明介质及其流动方向;
- f) 管道与建筑物、构筑物或其他管线保持一定的安全距离, 室内管道不敷设在地沟中或直接埋地, 室外地沟敷设的管道, 采取防止氯泄漏、积聚的措施。

(29) 根据《氢系统安全的基本要求》(GB/T 29729-2022) 第 7.2.4.1.3 条, 氢管道与其他管道共架敷设或分层布置时, 氢管道宜布置在外侧并置于上层, 且应保持一定的安全距离。

(30) 根据《氢气储存输送系统 第 1 部分: 通用要求》(GB/T 34542.1-2017) 第 4.2.6.2 条, 氢气管道宜采用无缝金属管道, 不得采用铸铁管和相应的管件。

(31) 根据《氢气储存输送系统 第 1 部分: 通用要求》(GB/T

34542.1-2017)第4.2.6.3条,氢气管道的连接宜采用焊接,卡套接头或者其他能有效防止氢气泄漏的连接方式,且应符合相应的耐温耐压要求。

(32)根据《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),首批重点监管的危险化学品安全措施和事故应急处置原则,氢气管道输送时,管道敷设应符合下列要求:

1)氢气管道宜采用架空敷设,其支架应为非燃烧体。架空管道不应与电缆、导电线敷设在同一支架上;

2)氢气管道与燃气管道、氧气管道平行敷设时,中间宜有不燃物料管道隔开,或净距不小于250mm。分层敷设时,氢气管道应位于上方。氢气管道与建筑物、构筑物或其他管线的最小净距可参照有关规定执行;

3)氢管道外壁颜色、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。

8.2.3 拟为危险化学品生产或者储存过程配套和辅助工程

8.2.3.1 供配电

(1)根据《低压配电设计规范》第3.1.6和3.1.7条,隔离电器应采用下列电器:

①单极或多极隔离器、隔离开关或隔离插头;②插头与插座;③连接片;④不需要拆除导线的特殊端子;⑤熔断器;⑥具有隔离功能的开关和断路器。⑦半导体开关电器,严禁作为隔离电器。

(2) 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。

(3) 根据《低压配电设计规范》第 3.1.12 条, 采用剩余电流动作保护电器作为间接接触防护电器的回路时, 必须装设保护导体。

(4) 根据《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》第 9.1.4 条, 装置内的电缆沟应有防止可燃气体积聚或含有可燃液体的污水进入沟内的措施。电缆沟通入变配电所、控制室的墙洞处应填实、密封。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 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。

(11) 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。

8.2.3.2 电气防爆

(1) 爆炸危险区域的划分, 应满足《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 附录 B 的要求。

(2) 本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, 2 区环境内的电气设备装置区防爆等级不低于 d II CT4。

(3) 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。

（4）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》第 3.3.4 条，爆炸性气体环境电力装置设计应有爆炸危险区域划分图。

（5）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。

（6）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。

（7）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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 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。

(11) 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。

(12) 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。

(13) 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。

(14) 根据《危险场所电气防爆安全规范》AQ 3009-2007 第 6.1.1.2.4 条, 电缆穿过不同区域应采取下列隔离措施: 1) 两区域交接电缆沟内应采取分段充砂、填阻火堵料或加防火隔墙等措施; 2) 电缆通过与相邻区域共有的隔墙、地坪及易受机械损伤处, 均应加以保护; 留下的孔洞应严密堵塞; 3) 电缆在区域界面(隔墙、地坪)有保护管的, 须在保护管两端用阻火堵料严密堵塞、填塞深度不得小于管子内径, 且不得小于 40 mm。

8.2.3.3 防雷

(1) 本项目建筑物、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，拟建生产装置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》GB 50057-2010 第 4.3.2 条，排放爆炸性气体的放散管、呼吸阀、排风管等的管口应处于接闪器保护范围内。

(6) 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 18 m。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 18 m。

(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 3 m 范围内地表层的电阻率不小于 $50\text{ k}\Omega\text{m}$ ，或敷设 5 cm 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 $1.2/50\text{ }\mu\text{s}$ 冲击电压 100 kV 的绝缘层隔离，或用至少 3 mm 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) 依据《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。

(10) 依据《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。

(11) 依据《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。

(12) 依据《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。

(13) 根据《石油化工装置防雷设计规范》第 5.4.1、5.4.2 条，机器设备和电气设备应位于防雷保护范围内以避免遭受直击雷。机器设备和电动机安装在同一个金属底板上时，应将金属底板接地；安装在单独混凝土底座上或位于其他低导电材料制作的单独底板上时，应将二者用接地线连接在一起并接地。

(14) 根据《石油化工装置防雷设计规范》第 5.8.1、5.8.2 条，钢框架、管架应通过立柱与接地装置相连，其连接应采用接地连接件，连接件应焊接在立柱上高出地面不低于 450mm 的地方，接地点间距不应大于 18m。每组框架、管架的接地点不应少于 2 处。混凝土框架及管架上的爬梯、电缆支架、栏杆等钢制构件，应与接地装置直接连接或通过其他接地连接件进行连接，接地间距不应大于 18m。

(15) 根据《石油化工仪表系统防雷设计规范》第 6.4 条，仪表交流电源配电应采用 TN-S 系统的接地方式。仪表的保护（安全）接地系统可以重复接地。

(16) 根据《石油化工仪表系统防雷设计规范》第 6.7 条，接地干线及引向室外接地装置的连接导体应设置明显的标记。通向室外接地装置的连接点或与电气接地的连接点应设置明显的标记。

(17) 根据《石油化工仪表系统防雷设计规范》第 7.4.1 条，室内

仪表控制系统应设置电涌保护器。

8.2.3.4 防静电

(1) 根据《防止静电事故通用导则》第 6.1.2 条,所有属于静电导体的物体必须接地。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。静电导体与大地间的总泄漏电阻值在通常情况下均不应大于 1×10^6 欧姆。每组专设的静电接地体的接地电阻值不应大于 100 欧姆。生产工艺设备应采用静电导体或静电亚导体,避免采用静电非导体。

(2) 根据《防止静电事故通用导则》第 6.1.3 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,减少静电的积聚。同时屏蔽体或金属网应可靠接地。

(3) 根据《防止静电事故通用导则》(GB 12158-2006)第 6.1.10 条,应使用静电消除器迅速中和静电。静电消除器是利用外部设备或装置产生需要的正或负电荷以消除带电体上的电荷。静电消除器原则上应安装在带电体接近最高电位的部位。

(4) 根据《防止静电事故通用导则》第 6.2.3 条,防静电接地线不得利用电源零线、不得与防直击雷地线共用。

(5) 根据《防止静电事故通用导则》第 6.2.4 条,在进行间接接地时,可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膏以减少接触电阻。

(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《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》第 9.3.3 条，可燃气体、可燃液体的管道在进出装置或设施处、爆炸危险场所的边界、管道泵及泵入口永久过滤器、缓冲器等下列部位应设静电接地设施。

(10) 根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》第 9.3.4 条，装卸栈台的管道、设备、建筑物、构筑物的金属构件均应作电气连接并接地。

(11) 根据《石油化工静电接地设计规范》第 4.1.2 条，直径大于或等于 2.5 m 的及容积大于或等于 50 m³ 的设备，其接地点不应少于两处，接地点应沿设备外围均匀布置，其间距不应大于 30 m。

8.2.3.5 消防

1) 根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》第 8.9.1 条，生产区内应设置灭火器。生产区内配置的灭火器宜选用干粉或泡沫灭火器，控制室、机柜间、计算机室、电信站、化验室等宜设置气体型灭火器。

2) 根据《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》第 8.9.2 条, 生产区内设置的单个灭火器的规格宜按表 8.9.2 选用。

3) 根据《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》第 8.9.3 条, 工艺装置内手提式干粉型灭火器的选型及配置应符合下列规定: 1 扑救可燃气体、可燃液体火灾宜选用钠盐干粉灭火剂, 扑救可燃固体表面火灾应采用磷酸铵盐干粉灭火剂。2 甲类装置灭火器的最大保护距离不宜超过 9m。3 每一配置点的灭火器数量不应少于 2 个, 多层构架应分层配置; 4 危险的重要场所宜增设推车式灭火器。

4) 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。

5) 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。

6) 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。

7) 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。

8) 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。

9) 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。

10) 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。

11) 根据《建筑设计防火规范(2018 年版)》第 7.1.8 条, 消防车道的净宽度和净空高度均不应小于 4.0m; 转弯半径应满足消防车转弯的要求; 消防车道与建筑之间不应设置妨碍消防车操作的障碍物。

12) 根据《氢系统安全的基本要求》(GBT 29729-2022) 第 7.3.6.3 条, 氢系统应设有火灾检测系统、灭火系统及紧急停车系统, 并配备便携式灭火器, 但电气设备房间不应采用水消防。

8.2.3.6 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《安全标志及其使用导则》GB 2894-2008、《化学品作业场所安全警示标识规范》AQ3047-2013 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) 安全色应按《安全色》(GB 2893-2008) 选用。凡需要迅速发现并引起注意以防发生事故的场所、部位均应涂安全色。

(4) 根据《化工企业安全卫生设计规范》HG20571-2014 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。

(5) 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。

8.2.4 建设项目中主要装置、设备、设施的布局

(1) 本项目总平面布置的防火间距不应小于《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB 50160-2008 中表 4.2.12 的规定。建构筑物之间的防火间距,应同时符合《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 (2018 年版)的规定。

(2) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第 5.10.3 条,可燃气体压缩机的布置及其厂房的设计应符合下列规定:

a) 可燃气体压缩机与其他设备、设施的间距,应符合现行国家标准 GB50160 的有关规定;

b) 可燃气体压缩机宜布置在敞开或半敞开式厂房内。在寒冷或多风沙地区的压缩机可布置在封闭式厂房内;

c) 单机驱动功率等于或大于 150kW 的甲类气体压缩机厂房不宜与其他甲、乙和丙类房间共用一幢建筑物;

d) 压缩机的上方不得布置甲、乙和丙类液体工艺设备,但自用的高位润滑油箱不受此限;

e) 比空气轻的可燃气体压缩机半敞开或封闭式厂房的顶部应采取

通风措施；

f) 比空气轻的可燃气体压缩机厂房的楼板宜部分采用钢格板；

(3) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第 5.10.6 条，往复式压缩机的安装高度除满足本规范 5.10.5 条的规定外，为了减少振动，安装高度应降低。

(4) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第 5.10.9 条，压缩机布置在厂房内时，除应考虑压缩机本身的占地要求外，尚应符合下列要求：

a) 机组与厂房墙壁的净距应满足压缩机或驱动机的活塞、曲轴、转子等部件的检修要求，并不应小于 2m；

b) 机组一侧应有检修时放置机组部件的场地，其大小应能放置机组最大部件并能进行检修作业多台机组可考虑合用检修场地；

c) 压缩机和驱动机的一次仪表盘，如制造厂无特殊要求，宜布置在靠近驱动机的侧面或端部，仪表盘与驱动机之间应有检修通道：

d) 厂房应考虑机组最大检修部件的进出。

(5) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第 3.0.9 条，分馏塔顶冷凝器、塔底重沸器与分馏塔，压缩机的分液罐、缓冲罐、中间冷却器等与压缩机，以及其他与主体设备密切相关的设备，可直接连接或靠近布置。

(6) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第 5.1.1 条，塔与其关联设备如进料加热器、非明火加热的重沸器、塔顶冷凝冷却器、回流罐、塔底抽出泵等，宜按工艺流程顺序靠近布置。

(7) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第

5.1.2 条塔和立式容器的布置应符合下列要求:

- a) 单排布置的塔和立式容器, 宜中心线对齐或切线对齐;
- b) 直径较小、本体较高的塔和立式容器, 可双排布置或成三角形布置;
- c) 直径小于或等于 1m 的塔和立式容器宜布置在构架内或构架的一侧。

(8) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第 5.1.6 条, 塔与塔之间或塔与其他相邻设备之间的距离, 除应满足管道、平台、仪表和小型设备等布置和安装的要求外, 尚应满足操作、检修等的需要。两塔之间的净距不宜小于 2.5m。

(9) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第 5.3.1 条, 与塔关联的换热器, 如塔底重沸器、塔顶冷凝冷却器等, 宜按工艺流程顺序布置在塔的附近。

(10) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011) 第 5.3.11 条, 换热器的安装高度应符合下列要求:

- a) 换热器的安装应保证管道距离地面或平台面的净空高度不应小于 150mm, 放空阀端部距离地面或平台面的净空高度不应小于 100mm;
- b) 用泵抽出的换热器的安装高度应大于泵的必需汽蚀余量 (NPSH);
- c) 从塔或容器底部经换热器抽液时, 换热器应靠近并位于塔或容器的下方;
- d) 两台不同换热介质的换热器重叠时, 换热器的中心线高差应满

足管道布置要求。

8.2.5 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。本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，本项目建成后，企业主要负责人应组织制定本项目的操作规程。

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) 本项目涉及的吸收塔、换热器为特种设备，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。

8.2.6 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在便于取用

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：火灾、爆炸、容器爆炸、灼烫、中毒和窒息、触电、机械伤害、车辆伤害、高处坠落、物体打击。

(2) 该建设项目按照未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；所涉及的氢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) 该建设项目多米诺影响范围未影响到厂区外，影响范围基本上在甲乙酮装置区。

9.2 总体结论

根据《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB50160-2008 等国家及行业相关技术标准的要求，对抚顺石化公司石油二厂甲乙酮装置氢气回收改造项目进行了全面分析和评价。本评价认为：抚顺石化公司石油二厂甲乙酮装置氢气回收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，若在设计中落实项目可研及本评价提出的安全对策措施，则项目潜在的风险是可以接受的。抚顺石化公司石油二厂甲乙酮装置氢气回收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 定量风险评价法

定量风险评价法是在数学、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。



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

本项目涉及原辅材料和产品被列入《危险化学品目录（2015 版）》的危险化学品有氢气、甲乙酮、仲丁醇、1-丁烯、2-丁烯和氮气，其中氢气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 氢气的危险、有害识别表

标识	中文名：氢、氢气		分子式：H ₂	相对分子量：2.01
	英文名：Hydrogen		CAS 号：133-74-0	
	危险性类别：第 2.1 类 易燃气体			
理化特性	外观与形状		无色无臭气体	
	主要用途		用于合成氨和甲醇等，石油精制，有机物氢化及作火箭燃料	
	熔点：-259.2℃	沸点：-252.8℃	相对密度(水=1)：0.07(-252℃)	爆炸极限：4.1～74.1%
	燃烧性：易燃	闪点：无意义	相对密度(空气=1)：0.07	引燃温度：400℃
	稳定性：稳定	禁忌物：强氧化剂、卤素		聚合危害：不聚合
	溶解性	不溶于水，不溶于乙醇、乙醚		
危险、危害性及急救措施	健康危害	吸入该物质可能会引起对健康有害的影响或呼吸道不适。由于本品的物理状态，一般没有危害。在商业/工业场合中，认为本品不太可能进入体内。通过割伤、擦伤或病变处进入血液，可能产生全身损伤的有害作用。眼睛直接接触本品可导致暂时不适。		
	危险性特性	易燃：易被热源、火花或火焰点燃。可与空气形成爆炸性混合物。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物，从而增加火势和/或蒸气的浓度。蒸气可能会移动到着火源并回闪。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。		
	急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣物。用大量肥皂水和清水冲洗皮肤。如有不适，就医。 眼睛接触：用大量水彻底冲洗至少 15 分钟。如有不适，就医。 吸入：立即将患者移到新鲜空气处，保持呼吸畅通。如呼吸困难，给予吸氧。如患者吸入或吸入本物质，不得进行口对口人工呼吸。如呼吸停止。立即进行心肺复苏术。立即就医。 食入：禁止催吐，切勿给失去知觉者从嘴里喂食任何东西。立即呼叫医生或中毒控制中心。		
防护措施	车间卫生标准		中国 MAC(mg/m ³)：未制定标准；TLVTN：ACGIH 窒息性气体	
	工程控制		保持充分的通风，特别在封闭区内。确保在工作场所附近有洗眼和淋浴设施。使用防爆电器、通风、照明等设备。设置应急撤离通道和必要的泄险区。	
	呼吸系统防护		如果蒸气浓度超过职业接触限值或发生刺激等症状时，请使用全面罩式多功能防毒面具（US）或 AXBEK 型（EN 14387）防毒面具筒。	
	眼睛防护		佩戴化学护目镜（符合欧盟 EN 166 或美国 NIOSH 标准）。	
	身体防护		穿阻燃防静电防护服和抗静电的防护靴。	
	手防护		戴化学防护手套（例如丁基橡胶手套）。	
	其它		工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。	
泄漏应急处理	作业人员防护措施、防护装备和应急处置程序：保证充分的通风。清除所有点火源。迅速将人员撤离到安全区域，远离泄漏区域并处于上风方向。使用个人防护装备。避免吸入蒸气、烟雾、气体或风尘。环境保护措施：在确保安全的情况下，采取措施防止进一步的泄漏或溢出。避免排放到周围环境中。泄漏化学品的收容、清除方法及处置材料：少量泄漏时，可采用干砂或惰性吸附材料吸收泄漏物，大量泄漏时需筑堤控制。附着物或收集物应存放在合适的密闭容器中，并根据当地相关法律法规废弃处置。清除所有点火源，并采用防火花工具和防暴设备。			
灭火方法	合适的灭火介质：干粉、二氧化碳或水喷雾。 不合适的灭火介质：避免用太强烈的水汽灭火，因为它可能会使火苗蔓延分散。 灭火时，应佩戴呼吸面具（符合 MSHA/NIOSH 要求的或相当的）并穿上全身防护服。在安全距离处、有充足防护的情况下灭火。防止消防水污染地表和地下水系统。			
储运注意事项	保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。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。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。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。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。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。运输前应先检查包装容器是否完整、密封。运输工具上应根据相关运输要求张贴危险标志、公告。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。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。铁路运输时要禁止溜放。			
毒理学	LD ₅₀ ：无资料；LC ₅₀ ：无资料			
环境资料	对环境无害。			
运输信息	UN 编号：1648		包装分类：O52	包装标志：易燃气体
	包装方法	采用钢质气瓶等压力容器包装。		

表 F2.1-2 甲乙酮的危险、有害识别表

标识	中文名：2-丁酮；丁酮；乙基甲基酮；甲乙酮		分子式：C ₄ H ₈ O	相对分子量：72.11
	英文名：2-butanone; ethyl methyl ketone; methylethyl ketone			CAS 号：78-93-3
	危险性类别：第 3.2 类 中闪点易燃液体			
理化特性	外观与性状	无色液体，有似丙酮的气味。		
	主要用途	用作溶剂、脱蜡剂，也用于多种有机合成，及作为合成香料和医药的原料。		
	熔点：-85.9℃	沸点：79.6℃	相对密度(水=1)：0.81	爆炸极限：1.7-11.4%
	燃烧性：易燃	闪点：-9℃	相对蒸气密度(空气=1)：2.42	引燃温度：404℃
	稳定性：稳定	禁忌物：强氧化剂、碱类、强还原剂。		聚合危害：不聚合
	溶解性	溶于水、乙醇、乙醚，可混溶于油类。		
危险、危害性及急救措施	健康危害	对眼、鼻、喉、粘膜有刺激性。长期接触可致皮炎。本品常与己酮同-[2]混合应用，能加强己酮-[2]引起的周围神经病现象，但单独接触丁酮未发现周围神经病现象。		
	危险特性	易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。		
	急救措施	皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。 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。		
防护措施	车间卫生标准	前苏联 MAC(mg/m ³)：200		
	工程控制	生产过程密闭，全面通风。		
	呼吸系统防护	空气中浓度超标时，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。		
	眼睛防护	必要时，戴化学安全防护眼镜。		
	身体防护	穿防静电工作服。		
	手防护	戴橡胶耐油手套。		
	其它	工作现场严禁吸烟。注意个人卫生。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，穿防静电工作服。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：用砂土或其它不燃材料吸附或吸收。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆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	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：抗溶性泡沫、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。库温不宜超过 30℃。保持容器密封。应与氧化剂、还原剂、碱类分开存放，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、还原剂、碱类、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。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。铁路运输时要禁止溜放。严禁用木船、水泥船散装运输。			
毒理学	LD ₅₀ ：3400mg/kg(大鼠经口)；6480mg/kg(兔经皮)；LC ₅₀ ：23520mg/m ³ ，8 小时(大鼠吸入)			
运输信息	UN 编号：1193		包装分类：II	包装标志：易燃液体
	包装方法	小开口钢桶；安瓿瓶外普通木箱；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。		

表 F2.1-3 仲丁醇的危险、有害识别表

标识	中文名：2-丁醇；仲丁醇		分子式：C ₄ H ₁₀ O		相对分子量：74.12	
	英文名：butan-2-ol sec-butyl alcohol		CAS 号：78-92-2			
	危险性类别：第 3.3 类 高闪点易燃液体					
理化特性	外观与性状		无色透明液体，有类似葡萄酒的气味			
	主要用途		用于制造甲乙酮，合成香精、染料等的原料，也用作溶剂			
	熔点：-115℃		沸点：100℃		相对密度(水=1)：0.81	
	爆炸极限：1.7～9%		燃烧性：易燃		闪点：24℃	
	相对蒸气密度(空气=1)：2.55		引燃温度：406℃		稳定性：稳定	
	禁忌物：酸类、酰基氯、酸酐、强氧化剂、卤素		聚合危害：不聚合		溶解性	
溶于水						
危险、危害性及急救措施	健康危害	吸入蒸气可能引起瞌睡和头昏眼花，可能伴随嗜睡、警惕性下降、反射作用消失、失去协调性并感到眩晕。吸入蒸气(尤其是长期接触)可能引起呼吸道刺激，偶尔出现呼吸窘迫。吸入该物质可能会引起对健康有害的影响或呼吸道不适。意外食入本品可能对个体健康有害。通过割伤、擦伤或病变处进入血液，可能产生全身损伤的有害作用。本品能造成严重眼刺激。眼睛直接接触可能会造成严重的炎症并伴有疼痛。眼睛直接接触本品可导致暂时不适。				
	危险特性	可与空气形成爆炸性混合物。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物，从而增加火势和/或蒸气的浓度。蒸气可能会移动到着火源并回闪。液体和蒸气易燃。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。				
	急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣物。用大量肥皂水和清水冲洗皮肤。如有不适，就医。眼睛接触：用大量水彻底冲洗至少 15 分钟。如有不适，就医。吸入：立即将患者移到新鲜空气处，保持呼吸畅通。如果呼吸困难，给予吸氧。如患者食入或吸入本物质，不得进行口对口人工呼吸。如果呼吸停止。立即进行心肺复苏术。立即就医。食入：禁止催吐，切勿给失去知觉者从嘴里喂食任何东西。就医。				
防护措施	车间卫生标准		中国 MAC(mg/m ³)：200			
	工程控制		保持充分的通风，特别在封闭区内。确保在工作场所附近有洗眼和淋浴设施。使用防爆电器、通风、照明等设备。设置应急撤离通道和必要的泄险区。			
	呼吸系统防护		一般不需要特殊防护，高浓度接触时可自吸过滤式防毒面具（半面罩）			
	眼睛防护		戴安全防护眼镜			
	身体防护		穿防静电工作服			
	手防护		戴一般作业防护手套			
	其它		工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。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。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。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。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆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	用水喷射逸出液体，使其稀释成不燃性混合物，并用雾状水保护消防人员。灭火剂：抗溶性泡沫、干粉、二氧化碳、雾状水、1211 灭火剂、砂土。					
储运注意事项	保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。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。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。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、酸类、食品及食品添加剂等混装混运。严禁用木船、水泥船散装运输。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。运输前应先检查包装容器是否完整、密封。运输工具上应根据相关运输要求张贴危险标志、公告。					
毒理学	LD ₅₀ ：2193mg/kg（大鼠经口）；LC ₅₀ ：>2000mg/kg（大鼠经皮）					
环境危害	该物质对环境可能有危害，对水体应给予特别注意。					
运输信息	UN 编号：1120			包装分类：III	包装标志：易燃液体	
	包装方法	开口钢桶。安瓿瓶外普通木箱。螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱等。按照生产商推荐的方法进行包装				

F2.1-4 1-丁烯的危险、有害识别表

标识	中文名:正丁烯; 1-丁烯; 乙基乙烯		分子式: C ₄ H ₈	相对分子量: 56.11
	英文名: 1-butylene		CAS 号: 106-98-9	
	危险性类别: 第 2 类第 1 项 易燃气体			
理化特性	外观与形状		无色气体	
	主要用途		用于制丁二烯、异戊二烯、合成橡胶等	
	熔点: -185.3℃	沸点: -6.3℃	相对密度(水=1): 0.67	爆炸极限: 1.6~10.0%
	燃烧性: 易燃	闪点: -80℃	相对密度(空气=1): 1.93	引燃温度: 385℃
	稳定性: 稳定	禁忌物: 强氧化剂、强酸		聚合危害: 聚合
	溶解性	不溶于水, 微溶于苯, 易溶于乙醇、乙醚		
危险、危害性及急救措施	健康危害	侵入途径: 吸入 健康危害: 有轻度麻醉和刺激作用, 并可引起窒息 急性中毒: 出现粘膜刺激症状、嗜睡、血压稍升高、心率增快。高浓度吸入可引起窒息、昏迷 慢性影响: 长期接触以丁烯为主的混合性气体, 工人有头痛、头晕、嗜睡或失眠、易兴奋、易疲倦、全身乏力、记忆力减退。有时有粘膜慢性刺激症状		
	危险特性	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。若遇高热, 可发生聚合反应, 放出大量热量而引起容器破裂和爆炸事故。与氧化剂接触猛烈反应。气体比空气重, 能在较低处扩散到相当远的地方, 遇火源会着火回燃		
	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, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医		
	车间卫生标准	中国 MAC(mg/m ³): 100		
防护措施	工程控制	生产过程密闭, 全面通风		
	呼吸系统防护	一般不需要特殊防护, 高浓度接触时可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	穿防静电工作服		
	手防护	戴一般作业防护手套		
	其它	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业, 须有人监护		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 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, 穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。用工业覆盖层或吸附/ 吸收剂盖住泄漏点附近的下水道等地方, 防止气体进入。合理通风, 加速扩散。喷雾状水稀释。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能, 将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用			
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, 可能的话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			
储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、酸类分开存放, 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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、酸类等混装混运			
毒理学	LD ₅₀ : 无资料; LC ₅₀ : 420000mg/m3, 2 小时(小鼠吸入)			
环境资料	对环境有危害, 对水体、土壤和大气可造成污染			
运输信息	目录号:238		包装分类: II	包装标志: 易燃气体
	包装方法	钢质气瓶; 安瓿瓶外普通木箱		

F2.1-5 2-丁烯的危险、有害识别表

标识	中文名：2-丁烯		分子式：C ₄ H ₈		相对分子量：56.11	
	英文名：2-butylene				CAS 号：107-01-7	
	危险性类别：第 2.1 类 易燃气体					
理化特性	外观与性状		无色气体			
	主要用途		用于制丁二烯及合成碳四、碳五的衍生物等			
	熔点：-140℃		沸点：1℃		相对密度(水=1)：0.63	
	爆炸极限：1.7~9.3%		燃烧性：易燃		闪点：-73℃	
	相对蒸气密度(空气=1)：2		引燃温度：324℃		稳定性：稳定	
	禁忌物：强氧化剂、强酸		聚合危害：聚合		溶解性	
不溶于水，溶于多数有机溶剂						
危险、危害性及急救措施	健康危害	吸入该物质可能会引起对健康有害的影响或呼吸道不适。由于本品的物理状态，一般没有危害。在商业/工业场合中，认为本品不太可能进入体内。通过割伤、擦伤或病变处进入血液，可能产生全身损伤的有害作用。眼睛直接接触本品可导致暂时不适。				
	危险特性	易燃：易被热源、火花或火焰点燃。可与空气形成爆炸性混合物。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物，从而增加火势和/或蒸气的浓度。蒸气可能会移动到着火源并回闪。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。				
	急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣物。用大量肥皂水和清水冲洗皮肤。如有不适，就医。眼睛接触：用大量水彻底冲洗至少 15 分钟。如有不适，就医。吸入：立即将患者移到新鲜空气处，保持呼吸畅通。如果呼吸困难，给予吸氧。如患者食入或吸入本物质，不得进行口对口人工呼吸。如果呼吸停止。立即进行心肺复苏术。立即就医。食入：禁止催吐，切勿给失去知觉者从嘴里喂食任何东西。就医。				
防护措施	车间卫生标准		中国 MAC(mg/m ³)：100；前苏联 MAC(mg/m ³)：100			
	工程控制		生产过程密闭，全面通风。			
	呼吸系统防护		一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具(半面罩)。			
	眼睛防护		一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴化学安全防护眼镜。			
	身体防护		穿防静电工作服。			
	手防护		戴一般作业防护手套。			
	其它		工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。			
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，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，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。用工业覆盖层或吸附/吸收剂盖住泄漏点附近的下水道等地方，防止气体进入。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。					
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，可能的话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。					
储运注意事项	保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。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。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。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。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。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。运输前应先检查包装容器是否完整、密封。运输工具上应根据相关运输要求张贴危险标志、公告。					
毒理学	LC ₅₀ ：420000mg / m ² 2 小时(小鼠吸入)					
运输信息	UN 编号：1012			包装分类：无资料	包装标志：易燃气体	
	包装方法	采用钢质气瓶等压力容器包装。				

F2.1-6 氮[压缩的或液化的]

标识	中文名：氮[压缩的或液化的]		分子式：N ₂	相对分子量：28.01
	英文名：nitrogen			CAS 号：7727-37-9
理化特性	外观与形状		无色无臭气体	
	主要用途		用于合成氨，制硝酸，用作物质保护剂，冷冻剂	
	熔点：-209.8℃	沸点：-195.6℃	相对密度(水=1)：0.81(-196℃)	爆炸极限：无意义
	燃烧性：不燃	闪点：无意义	相对密度(空气=1)：0.97	引燃温度：无意义
	稳定性：稳定		禁忌物：无资料	聚合危害：不聚合
	溶解性	微溶于水、乙醇		
危险、危害性及急救措施	健康危害	空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时，患者最初感胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡		
	危险性	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：若有皮肤冻伤，先用温水洗浴，再涂抹冻伤软膏，用消毒沙布包扎。就医。		
		眼睛接触：无资料 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。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。 食入：无资料		
防护措施	车间卫生标准		未制定标准	
	工程控制	密闭操作。提供良好的自然通风条件		
	呼吸系统防护	一般不需特殊防护。当作业场所空气中氧气浓度低于 18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具		
	眼睛防护	一般不需特殊防护		
	身体防护	穿一般作业工作服		
	手防护	戴一般作业防护手套		
	其它	避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，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，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用			
灭火方法	本品不燃。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。			
储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。储区应备有泄漏应急处理设备 采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；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。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。			
毒理学	无资料			
运输信息	UN 编号：1066		包装分类：III	包装标志：不燃气体
	包装方法	钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。		

F2.2 爆炸、火灾、中毒和窒息、灼烫事故分析

F2.2.1 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。

（一）火灾爆炸事故致因分析

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、完整的安全管理规章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可靠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。作业人员未执行动火票证的管理，未进行动火危险分析，未检测环境空气中可燃气体浓度，装置内新增部分运行的主要介质是氢气、丁烯、仲丁醇、甲乙酮等，这些介质一旦泄漏，有可能与空气混合形成爆炸性混合气体，遇明火可能会引起火灾或者爆炸。

(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

装置内新增部分运行的主要介质是氢气、丁烯、仲丁醇、甲乙酮等，这些介质一旦泄漏，有可能与空气混合形成爆炸性混合气体，故泵区、塔区、换热区等处，划分为爆炸性气体环境 2 区，地下的沟、坑、池等均划分为爆炸性气体环境 1 区。

（三）生产过程火灾、爆炸危险性分析

1) 新建生产装置

本项目主装置的火灾危险属于甲类，爆炸危险区域为 2 区。生产中的原料、产品及副产品绝大多数为易燃、易爆介质。

装置区内各类换热器、冷凝器等因腐蚀、安装质量差、热力作用等原因，冷换头盖大法兰、进出口阀门、法兰等处常发生泄漏或内漏，进而引起火灾爆炸事故。另外，换热器、冷凝器等内部发生泄漏，可燃物料由于压差原因可能进入到循环水系统中，当水系统中的危险物料达到一定浓度时，也可能引起火灾爆炸事故。

装置泵区集中布置了泵类设备以及相应的输送管线、管件，是发生物料跑、冒、滴、漏，造成可燃气体积聚，遇点火源即可发生着火爆炸事故的多发区。

机泵密封不好，材质不合格，造成物料渗漏，特别是逸出的可燃气体易于积聚遇点火源而闪（燃）爆，并可导致事故扩大；管线配管、支撑不合理或机泵基础不适，致使油泵振动大，或紧固件松动而影响设备正常运行，严重时会造成焊口开裂，物料外漏，遇明火还将发生着火爆炸事故；压力（真空）表未拧紧，根部焊口有缺陷，造成物料泄漏，遇明火还将发生着火爆炸事故；泵抽空可能引起机泵和管线的振动，长时间抽空易损坏密封件或泵体，从而造成物料泄漏，污染环境，甚至造成火灾爆炸及人员伤亡。

2) 管道

(1) 泄漏引起火灾爆炸

化工管道大多输送易燃易爆介质，管道破裂泄漏时极易导致火灾和爆炸事故。这是因为泄漏的可燃介质遇点火源即可燃烧或爆炸。管道

经常发生破裂泄漏的部位主要有：与设备连接的焊缝处；阀门密封垫片处；管段的变径和弯头处；管道阀门、法兰、长期接触腐蚀性介质的管段等。

管道质量因素泄漏，如设计不合理，管道的结构、管件与阀门的连接形式不合理或螺纹制式不一致，未考虑管道受热膨胀问题；材料本身缺陷，管壁太薄、有砂眼，代材不符合要求；加工不良，冷加工时，内外壁有划伤；焊接质量低劣，焊接裂纹、错位、烧穿、未焊透、焊瘤和咬边等；阀门、法兰等处密封失效。外来因素破坏，如外来飞行物、狂风等外力冲击；设备与机器的振动、气流脉动引起振动、摇摆；施工造成破坏；地震，地基下沉等。操作失误引起泄漏，如错误操作阀门使可燃物料漏出；超温、超压、超速、超负荷运转；维护不周，不及时维修，超期和带病运转等。

（2）管道内形成爆炸性混合物

在停车检修和开车时，未对管道进行置换，或采用非惰性气体置换，或置换不彻底，空气混入管道内，形成爆炸性混合物；检修时在管道上未堵盲板，致使空气与可燃气体混合；负压管道吸入空气；操作阀门有误使管道中漏入空气，或使可燃气体与助燃气体混合，遇引火源即发生爆炸。

（3）管道内堵塞爆炸

管道发生堵塞，会使系统压力急剧增大，导致破裂事故。

（4）具有多种引火源

物料在管道中输送时，有多种引火源存在。启闭管道阀门时，阀瓣

与阀座的冲击、挤压，可成为冲击引火源。阀门在高低压段之间突然打开时，低压段气体急剧压缩局部温度上升，形成绝热压缩引火源。物料在高速流动的过程中，液体之间，发生碰撞和摩擦，极易带上静电，产生火花。危险物料输送管道周围具有摩擦撞击、明火、高温热体、电火花、雷击等多种外部点火源。可燃物料从管道破裂处或密封不严处高速喷出时会产生静电，成为泄漏的可燃物料或周围可燃物的引火源。

（5）易成火灾蔓延的通道

由于管道连接着各种设备，管道发生火灾，不但影响管道系统的正常运行，而且还会使整个生产系统发生连锁反应，事故迅速蔓延和扩大。在管道中传播的爆炸，一定条件下会发生由爆燃向爆轰的转变，对生产设备、厂房等建筑物造成严重的破坏。

4) 电气火灾

变压器里的绝缘材料在较高温度作用下将逐步发生老化，使绝缘强度降低。当变压器发生穿越性故障时；在过电压冲击时；检修质量不良使局部绝缘受损时；在变压器油质劣化时或者变压器进水受潮时，都会引起变压器绝缘击穿，造成短路，产生电弧。

电缆本身是一种易燃物，特别是塑料电缆，更易着火蔓延。电缆着火时产生大量烟气，CO、CO₂ 含量很高，特别是普通塑料形成的稀盐酸附着在电气装置上会形成导电膜，严重影响设备和接线回路的绝缘。任何电气方面的不安全因素往往会引发火灾事故，对人员和企业造成重大的伤害和损失。

由于电缆本身受潮，终端、接头爆炸及过负荷，或者由于电缆短路等都是导致电缆火灾的主要原因。

5) 管理、操作不当导致的火灾爆炸危险

生产过程中安全管理、监督不到位或管理不当，对生产过程中发现的安全隐患问题不及时处理，可能因违章指挥、违章作业、违反操作规程而引发火灾爆炸事故。

作业人员素质低或未经培训即上岗作业，不遵守操作规程，对生产过程中出现的异常现象不能及时发现、正确处理，可能因贻误处理时机或处理不当而引发火灾爆炸事故。

F2.2.3 中毒和窒息

甲乙酮装置氢气回收项目涉及到的原料为甲乙酮富氢气体，辅料为吸附剂，最终产品为氢气。装置使用氮气作为部分常压罐氮封，另外，装置检修时也用压缩氮气进行置换和系统吹扫。若发生氮气轻度泄漏，可能造成操作人员缺氧反应，若大量泄漏，可能导致操作人员、巡检人员窒息死亡。

本项目产品氢气属于国家首批重点监管的危险化学品。在生产中的大部分物料均属于低毒物质，职业危害程度分级为IV级。

烃类物料属于低毒物质，职业危害程度分级为IV级，其主要来源为原料干气，低毒、主要有麻醉和刺激作用，通常通过呼吸及皮肤接触吸收进入人体。烃类物质对人的皮肤、眼睛及粘膜有一定刺激作用，对人的中枢神经系统也有影响。

氢气在高浓度时具有单纯性窒息作用，高浓度接触时要戴自给正

压式呼吸器，穿防静电工作服。工作现场严禁吸烟，避免高浓度吸入，进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。本品在生理学上是惰性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。

F2.2.2 容器爆炸

在生产装置中有一些设备为压力容器具有一定的爆炸危险性，有的压力容器内盛装易燃物料，一旦因某种原因发生超压爆炸，大量的易燃物料泄漏，便会引发火灾或二次化学爆炸。在化工生产中，常因设备容器的破裂（物理爆炸）而引发设备容器内可燃介质的外泄，从而造成更为剧烈的二次化学性燃烧或爆炸。

因管理不到位，压力容器或压力管道可发生爆炸事故。如压力容器设计结构不合理；制造材质不符合要求；安装质量差；焊接质量差；检修质量差；设备超压运行，致使设备或管道承受能力下降；安全装置和安全附件不全、不灵敏或失效；当设备或管道超压时又不能自动泄压；设备超期运行，带病运行；高低压系统的串联部位易发生操作失误，高压气体窜入低压系统；等等均可引起爆炸。

带压设备或压力管道，若受外界影响，如设计和焊接缺陷、外界挤压或撞击、管内外腐蚀严重、或操作与管理上失误，从而造成工艺参数失控或安全措施失效，可能引起反应器等压力容器或压力管道等在超出自身承受能力的情况发生物理爆破危险。

F2.2.4 灼烫

（一）氢腐蚀

氢气在常温下对普通碳钢没有腐蚀,但在高温、高压下会产生腐蚀作用,使材料的机械强度和塑性下降。高温氢腐蚀的机理为氢气与材料中的碳反应生成甲烷,使材料的机械强度和塑性降低,形成的甲烷在钢材的晶间积聚,使材料产生很大的内应力或产生鼓泡、裂纹。为避免高温氢腐蚀,临氢装置高温、高压、临氢部分的设备、管线多采用合金钢或不锈钢。

氢原子渗入钢材后,使钢材晶粒中原子结合力降低,造成材料的延展性、韧性下降,这种现象称为氢脆。这种氢脆是可逆的,当氢从材料中溢出后,材料的力学性能就能恢复。氢脆的危害主要出现在装置的停工阶段,装置停工阶段,系统温度、压力下降,氢气在材料中溶解度下降,由于氢气溢出的速度很慢,这时材料中的氢处于过饱和状态,当温度冷却到 150℃时,大量过饱和氢气会聚积在材料的缺陷处,如裂纹的前端,引起裂纹扩展。所以装置停工时降温、降压的速度应进行适当的控制,进行脱氢处理。

氢腐蚀是不可逆的,是永久性脆化,含量高于 2.25% Cr 及 0.5~1%Mo 的合金钢一般不会出现内部脱碳,但可出现表面脱碳。钢材的内部脱碳(氢腐蚀)不是突然发生的,要经过一段孕育期,在此期间内钢材的机械性能并无明显变化,孕育期的长短与钢材的化学成分、操作温度、氢分压及冷变形程度有关。

(二) 灼烫

本项目工艺装置有一部分(如换热器等)操作温度较高,所涉及的高温设备、设施虽然都有保温材料进行隔热保温,但当保温材料脱落,或是保温不良,一旦接触高温设备、蒸汽或高温物料泄漏喷出都有可能造成烫伤。本项目表面温度超过 60℃的且可能接触人的换热设备与蒸

汽管线，可能造成人员烫伤。

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

本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

本项目所有建、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

本项目的压缩机、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 车辆伤害

本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。

F2.3.4 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。

本项目生产装置中的塔、容器设备离地面位置较高，装置区设有多层换热器平台，操作人员常需通过塔器和容器等的盘梯或作业平台的楼梯等进行操作、维护、调节、检查或分析采样作业，如果防护措施不完善或工人在作业过程中麻痹大意，则有可能发生高出坠落事故的危险。

F2.3.5 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。

F2.4 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、甲乙酮装置氢气回收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，则定为重大危险源。

（2）生产单元、甲乙酮装置氢气回收单元内存在的危险化学品为多品种时，则按下式计算，若满足下式，则定为重大危险源。

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

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 值取值表

类别	符号	β 校正系数
急性毒性	J1	4
	J2	1
	J3	2

类别	符号	β 校正系数
	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 辨识过程

本项目在甲乙酮 A 车间进行建设，依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），甲乙酮 A 线装置划分为 1 个重大危险源辨识单元。

本项目氢气的最大储存量为 0.15t，丁烯、仲丁醇（气）和甲乙酮（气）的最大储存量为 0.06t，依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），对甲乙酮 A 装置进行危险化学品重大危险源计算，详见表 F2.4-5 至 F2.4-6。

表 F2.4-5 甲乙酮 A 装置 2.5 万吨/年危险化学品重大危险源辨识表

重大危险源辨识单元名称	危险化学品名称	临界量 (t) Q_i	实际存在量 (t) q_i	q_i/Q_i	$\Sigma q_i/Q_i$	是否构成重大危险源
甲乙酮装置 2.5 万吨/年	丁烯	10	51.08	5.108	11.94	构成危险化学品重大危险源
	丁烷	50	0.49	0.0098		
	戊烷	10	0.014	0.0014		
	己烷（气）	500	0.017	0.000034		
	己烷（液）	500	0.2244	0.00045		
	仲丁醇（气）	10	11.36	1.136		
	仲丁醇（液） （工作温度高于沸点）	10	50.0	5.0		
	仲丁醇（液）	5000	185.38	0.037		
	叔丁醇（气）	10	0.022	0.0022		
	叔丁醇（液）	5000	2.73	0.00055		
	甲乙酮（气）	10	0.19	0.019		
	甲乙酮（液） （工作温度高于沸点）	10	5.0	0.5		

重大危险源 辨识单元名称	危险化学品名称	临界量 (t) Q_i	实际存在 量 (t) q_i	q_i/Q_i	$\Sigma q_i/Q_i$	是否构成重大危险源
	甲乙酮 (液)	1000	94.86	0.095		
	混合碳八酮 (液)	5000	1.86	0.00037		
	氢	5	0.166	0.0332		
	天然气 (瓦斯)	50	0.048	0.00096		
	吗啉	5000	160 (萃取剂贮槽)	0.032		

表 F2.4-6 甲乙酮 A 装置 2.5 万吨/年危险化学品重大危险源分级计算分级表

重大危险源名称	危险化学品名称	q_i/Q_i	α	β	R	重大危险源级别
甲乙酮装置 2.5 万吨/年	丁烯	5.108	2	1.5	35.76	三级
	丁烷	0.0098		1.5		
	戊烷	0.0014		1.5		
	己烷 (气)	0.000034		1.5		
	己烷 (液)	0.00045		1		
	仲丁醇 (气)	1.136		1.5		
	仲丁醇 (液) (工作温度高于沸点)	5.0		1.5		
	仲丁醇 (液)	0.037		1		
	叔丁醇 (气)	0.0022		1.5		
	叔丁醇 (液)	0.00055		1		
	甲乙酮 (气)	0.019		1.5		
	甲乙酮 (液) (工作温度高于沸点)	0.5		1.5		
	甲乙酮 (液)	0.095		1		
	混合碳八酮 (液)	0.00037		1		
	氢	0.0332		1.5		
	天然气 (瓦斯)	0.00096		1.5		
	吗啉	0.032		1		

经辨识, 本项目实施后, 不改变原甲乙酮 A 装置危险化学品重大危险源级别, 甲乙酮 A 装置仍为三级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本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	厂址选择应符合国家的工业布局、城镇（乡）总体规划及土地利用总体规划的要求。	《工业企业总平面设计规范》GB50187 第3.0.1条	符合国家的工业布局、城镇（乡）总体规划及土地利用总体规划的要求。	符合
2	厂址是否有便利和经济的交通运输条件。	《工业企业总平面设计规范》GB50187 第3.0.5条	有便利和经济的交通运输条件。	符合
3	厂址应具有满足生产、生活及发展规划所必需的水源和电源，且用水、用电量特别大的工业企业，宜靠近水源、电源。	《工业企业总平面设计规范》GB50187 第3.0.6条	用水、用电来自于该公司原有设施，能够满足要求。	符合
4	下列地段和地区不得选为厂址： 一、地震断层和设防烈度高于九度的地震区； 二、有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段； 三、采矿陷落（错动）区界限内； 四、爆破危险范围内； 五、坝或堤决溃后可能淹没的地区； 六、重要的供水水源卫生保护区； 七、国家规定的风景区及森林和自然保护区； 八、历史文物古迹保护区； 九、对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事	《工业企业总平面设计规范》GB50187 第3.0.14条	厂址没有设在所列禁用地段，选址合理。	符合

序号	检查内容	依据	检查记录	结果
	设施等规定有影响的范围内； 十、IV级自重湿陷性黄土、厚度大的新近堆积黄土、高压缩性的饱和黄土和III级膨胀土等工程地质恶劣地区； 十一、具有开采价值的矿藏区。			
5	石油化工企业与相邻工厂或设施的防火间距不应小于《石油化工企业设计防火标准》GB 50160中表4.1.9的规定。	《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 第4.1.9条和 4.1.10条	防火间距符合要求。	符合
6	工厂总平面应根据工厂的生产流程及各组成部分的生产特点和火灾危险性，结合地形、风向等条件，按功能分区集中布置。	《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 第4.2.1条	生产装置区、公用工程区、办公区集中布置。	符合
7	石油化工企业总平面布置的防火间距除本标准另有规定外，不应小于表4.2.12的规定。	《石油化工企业设计防火标准》GB 50160第4.2.12条	厂内建构筑物之间的防火间距符合要求。	符合
8	工厂主要出入口不应少于两个，并宜位于不同方位。	《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 第4.3.1条	东、西分别设有出入口。	符合

表 F2.5-2 厂区外周边环境的防火间距情况表

序号	厂内设施名称	方位	厂外设施名称	实际距离(m)	规范要求间距(m)	结论
1	甲乙酮装置区(甲类)	西	东洲河	348	20 注①	符合
2	甲乙酮装置区(甲类)	西	厂外公路(其他公路)	255	20 注①	符合
3	甲乙酮装置区(甲类)	西北	搭连小区	2000	100 注①	符合
注：①依据《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008(2018 年版)第4.1.9条；						

表 F2.5-3 拟建项目平面布置防火间距安全检查表

序号	设施名称	方位	周边设施	要求距离(m)	规划间距(m)	结论	备注
1	甲乙	东	焦化装置(甲类)	25	35.5	符合	注①

2	酮装置 (甲类)	南	乙烯厂汽油罐组500m ³ (甲类)	25	49.1	符合	注①
3		南	乙烯厂液化烃球罐 (甲 _A 类, 1000m ³)	50	55	符合	注①
4		西	烷基化装置(甲类)	25	57.2	符合	注①
5		西	办公室、配电间、仪表间	15	18	符合	注②注③
6		北	渣油罐组	35	43.8	符合	注①
7		东	热电厂输煤管带	30	1300	符合	注①
8		北	消防二大队	50	1900	符合	注①
9		北	工建公司二公司	70	1900	符合	注①
11	甲乙酮装置 尾气压缩机	北	其他工艺设备或房间	9	10	符合	注③
12		/	前、后分液罐	/	靠近布置	符合	注④
13		东	吸附塔	9	10	符合	注③
14	凝液罐	南	办公室、配电间、仪表间	15	41.8	符合	注⑤
15	分液罐	北	办公室、配电间、仪表间	15	37	符合	注⑤

注：①《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008（2018 年版）第 4.2.12 条。

②拟改为甲乙酮无人值守现场抗爆机柜间，信号传输到管控中心（已另立项，见报告附件，不在本评价范围内。）

③《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008（2018 年版）第 5.2.1 条。

④《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008（2018 年版）第 5.2.3 条，压缩机的分液罐、缓冲罐、中间冷却器等与压缩机，以及其他与主体设备密切相关的设备，可直接连接或靠近布置。

⑤根据《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）第 5.5.17A 条，可燃气体排放系统中的分液罐或凝缩液罐距离明火地点、重要设施及工艺装置内的变配电、机柜间等的防火间距不应小于 15m。

小结：

1) 拟建项目位于石油二厂厂区内，项目选址符合工业布局和城市规划的要求。

2) 拟建项目的选址不属于国家规定的禁用地段，不受洪水、内涝威胁。从交通运输、原材料配套、地区公用设施（水源、电源供应等）

情况等方面考虑比较适宜。

3) 拟建项目与相邻工厂或设施的防火间距符合《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB50160-2008 和《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 (2018 年版) 规定的安全距离要求。

4) 拟建项目总平面布置的防火间距符合《石油化工企业设计防火标准》(2018 年版) GB50160-2008 第 4.2.12 条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; 以下对本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 危险因素评价(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
火灾、爆炸	1、氢气为易燃、易爆介质, 工艺介质泄露; 2、违章用电、超负荷用电; 3、电气设备超载, 发生短路、绝缘失效; 4、违章动火、违章吸烟、人为明火, 违章操作。	人员伤亡、财产损失	III	1、生产场所严禁吸烟; 2、动火时必须严格按动火手续办理动火证; 3、按规定安装避雷装置, 并定期进行检测, 保证完好; 4、转动设备部位要保持清洁, 防止杂物等因磨擦燃烧; 5、危险作业场所, 设置危险警示标志; 6、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。

容器爆炸	1、氢气为易燃、易爆介质，工艺介质泄露； 2、设备超压运行，致使设备或管道承受能力下降； 3、安全装置和安全附件不全、不灵敏或失效； 4、违章动火、违章吸烟、人为明火，违章操作。 5、带压设备或压力管道，受外界影响，如设计和焊接缺陷、外界挤压或撞击、管内外腐蚀严重、或操作与管理上失误，从而造成工艺参数失控或安全措施失效。	人员伤亡、财产损失	II	1、生产场所严禁吸烟； 2、动火时必须严格按动火手续办理动火证； 3、严格按照操作规程进行作业，定期进行检维修，保证设备正常运行。 4、转动设备部位要保持清洁，防止杂物等因磨擦燃烧； 5、危险作业场所，设置危险警示标志； 6、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。
中毒和窒息	1、氢气在高浓度时具有单纯性窒息作用； 2、生产中的大部分物料均属于低毒物质，主要有麻醉和刺激作用，通常通过呼吸及皮肤接触吸收进入人体。烃类物质对人的皮肤、眼睛及粘膜有一定刺激作用，对人的中枢神经系统也有影响。	人员伤亡、财产损失	II	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。
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； 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。	人员伤亡	II	1、对设备、线路采用与电压相符，使用与环境及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、箱匣等防护装置，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； 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。

灼烫	1、处于临氢环境的装置的的部分的设备氢腐蚀； 2、蒸汽管道、换热器等高温部位裸露造成人员烫伤；	人员受伤	II	1、所有临氢管线选材根据介质氢的分压，查耐尔逊氢分压曲线，选取相对应的材质； 2、按库珀曲线进行腐蚀率估算，确定合适的腐蚀余量，保证使用寿命； 3、在管道拐弯、接头、焊缝、泵出口阀、密封材料等易腐蚀处进行防腐特殊处理，定期测量厚度或更换材料，仪器仪表选用抗腐型号。 4、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； 5、操作人员现场巡检时穿戴工作服。 6、设立安全警示标志； 7、杜绝“三违”现象，加强对操作人员的安全教育。
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具。 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，正确穿戴防护用具。 5、集中注意力，工作时注意观察； 6、危险场地周围设防护栏杆； 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。
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； 7、在大风、暴雨、雷电、霜雪、冰冻等条件下登高作业，造成跌落；	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；

	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管理工作； 6、加强对职工进行有关的安全教育。

小结：本项目火灾、爆炸的危险等级为III级（危险级）；容器爆炸、中毒和窒息、灼烫、触电、高出坠落、机械伤害、车辆伤害、物体打击的危险等级为II级（临界级）。

F2.5.3 建设项目多米诺效应计算

1) 装置基本参数

装置名称：石油二厂甲乙酮装置氢气回收改造项目

物料名称：氢

装置类型：固定的带压容器和储罐

装置体积 (m^3): 21.36

泄漏模式: 小孔泄漏, 中孔泄漏, 大孔泄漏, 完全破裂

泄漏源强: 连续泄漏源强 $<10\text{kg/s}$

事故类型: 喷射火灾 (JET FIRE), 蒸气云爆炸事故 (UVCE), 压力容器物理爆炸 (PVE)

喷射火灾

存储燃料质量 (Kg): 42.72

修正后的存储燃料质量 (Kg): 32.04

燃料燃烧热 (Kj/Kg): 119900.498

燃料泄漏速率 (Kg/s): 5

修正后的燃料泄漏速率 (Kg/s): 3.75

人员暴露时间 (s): 40

蒸气云爆炸事故

物料类型: 中/高活性气体

运行温度 (K): 298

运行压力 (pa): 2400000

气体密度 (kg/m^3): 0.07

充装系数 ($0\sim 1$): 0.8

蒸气云质量占容器最大存量的比值 ($0\sim 1$): 0.04

燃料燃烧热 (Kj/Kg): 119900.498

压力容器物理爆炸

介质相态: 气态

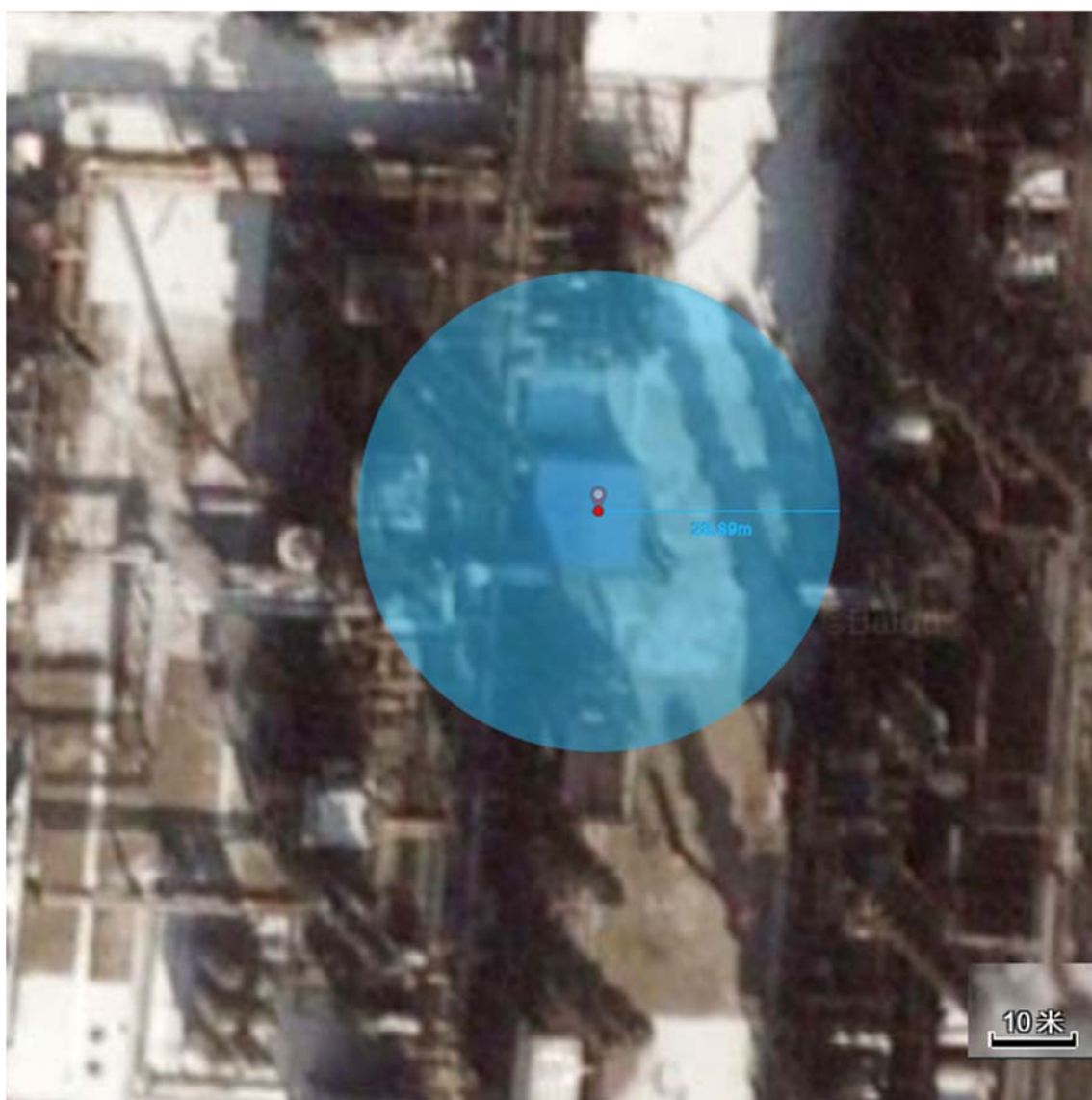
容器容积 (m^3): 21.36

气体绝对压力 (Pa): 2400000

气体绝热指数: 1.412

2) 多米诺半径模拟结果图

目标装置类型为常压容器时半径为 28.8941 米，模拟图如下：



目标装置类型为压力容器时半径为 15.9423 米，模拟图如下：



目标装置类型为长型设备时半径为 10.6282 米，模拟图如下：



目标装置类型为小型设备时半径为 9.6929 米，模拟图如下：



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)

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)

➤《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）

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）

➤ 《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》（安全监管总局三〔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）

➤《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)

➤《国务院关于进一步加强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)

➤ 《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, 辽宁省人民代表大会常务委员会公告第 64 号, 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 根据 2022 年 4 月 21 日, 辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过, 将《辽宁省安全生产条例》第四十七条第一款中的“分类管理”修改为“分级分类监管”。)

➤ 《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)

➤ 《抚顺市人民政府办公室关于印发〈抚顺市禁止、限制和控制危险化学品目录(试行)〉的通知》(抚政办发(2020)33 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)
- 《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB 50160-2008)
- 《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 17945-2010)
- 《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》
(GBZ2.1-2019)
- 《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 6944-2012)
- 《用电安全导则》(GB/T 13869-2017)
- 《建筑采光设计标准》(GB/T 50033-2013)
- 《建筑抗震设计规范 (2016 年版)》(GB50011-2010)
- 《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 50034-2013)
- 《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)
- 《防止静电事故通用导则》(GB 12158-2006)
- 《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)
- 《化学工业给水排水管道设计规范》(GB 50873-2013)
- 《安全色》(GB 2893-2008)

- 《安全标志及其使用导则》(GB 2894-2008)
- 《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)
- 《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)
- 《氢气储存输送系统 第 1 部分：通用要求》(GB / T 34542.1-2017)
- 《氢系统安全的基本要求》(GB/T 29729-2022)
- 《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T 20573-2012)
- 《氢气使用安全技术规程》(GB 4962-2008)
- 《石油化工静电接地设计规范》(SH/T 3097-2017)
- 《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH 3011-2011)
- 《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T 3019-2015)
- 《石油化工仪表系统防雷设计规范》(SH/T 3164-2021)
- 《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH / T 3047-2021)
- 《化学品生产单位特殊作业安全规范》(GB 30871-2014)

F3.6 其它资料或文件

- 《抚顺石化分公司甲乙酮装置氢气回收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）
- 《中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司石油二厂甲乙酮装置 3.0 万吨/年危险化学品重大危险源安全评估报告》（2022 年 11 月）
- 《中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司石油二厂甲乙酮装置 2.5 万吨/年危险化学品重大危险源安全评估报告》（2022 年 11 月）
- 《中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司安全评价报告（石油二厂分册）》（2021 年 2 月）

力康咨询
LIKANG CONSULTING

附件 4 企业提供的相关资料

- (1) 营业执照复印件
- (2) 关于《抚顺石化公司石油二厂甲乙酮装置氢气回收改造项目》项目备案证明（抚高新经备[2023]15 号）
- (3) 土地证
- (4) 总平面布置图、工艺流程图等

