

附件目录

附件目录	I
F1 选用的安全评价方法简介	1
F1.1 安全检查表法	1
F1.2 危险度评价法	1
F1.3 预先危险性分析（PHA）	2
F1.4 定量风险评价法	3
F2 定性、定量分析危险、有害程度的过程	4
F2.1 危险、有害因素辨识、分析	4
F2.2 定性、定量分析危险、有害过程	39
F2.3 危险化学品重大危险源辨识及重大危险源分级过程	75
F3 依据的法律、法规、部门规章和标准	78
F3.1 依据的法律、法规	78
F3.2 标准、规范	81
F3.3 相关文件	84
F4 收集的文件、资料目录	85

F1 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”是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并富有技术经验的人员，事先对分析对象详尽分析和充分讨论，列出检查单元和部位、检查项目、检查要求、各项赋值标准、评定系统安全等级标准等内容的表格。对系统进行评价、验收时，对照安全检查表逐项进行检查、赋分，从而评价出系统的安全等级。

F1.2 危险度评价法

“危险度评价法”是借鉴日本劳动省“化工厂安全评价六阶段法”的定量评价表，结合我国国家标准 GB50160-1992《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）、《压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险度评价分类》（HG20660-2000）等技术标准、规范，编制了“危险度评价取值表”（附件表 1-2），规定了危险度由物质、容量、温度、压力和操作等 5 个项目共同确定，其危险度分为 A=10 分，B=5 分，C=2 分，D=0 分赋值记分，由 A、B、C、D 之和确定单元危险度。危险度分级见（附件表 1-3）。

16 点以上为 I 级，属高度危险；

11~15 点为 II 级，与周围状况，其他设备联系起来进行评价；

1~10 点为 III 级，低度危险。

附件表 1-2 危险度评价取值表

\ 分值 项目 \	A(10 分)	B(5 分)	C(2 分)	D(0 分)
物质	1. 甲类可燃气体； 2. 甲 A 类可燃液体； 3. 甲类固体； 4. 极度危害介质。	1. 乙类可燃气体； 2. 甲 B、乙 A 类可燃液体； 3. 乙类固体； 4. 高度危害介质。	1. 乙 B、丙 A、B 类可燃液体； 2. 丙类固体； 3. 中、轻度危害介质。	不属于 A~C 项物质
单元容量	气体 1000m ³ 以上； 液体 100m ³ 以上。	气体 500~1000m ³ ； 液体 50~100m ³ 。	气体 100~500m ³ ； 液体 10~50 m ³ 。	气体<100m ³ ， 液体<10m ³

\分值 项目\	A(10分)	B(5分)	C(2分)	D(0分)
温度	1000℃以上使用,其操作温度在燃点以上。	1. 1000℃以上使用,但其操作温度在燃点以下; 2. 在 250~1000℃使用,且其操作温度在燃点以上。	1. 在 250~1000℃使用,但其操作温度在燃点以下; 2. 在低于 250℃使用,但其操作温度在燃点以上。	2. 在低于 250℃使用,但其操作温度在燃点以下
压力	100MPa 以上	20~100MPa	1~20MPa	1MPa 以下.
操作	1. 临界放热和特别剧烈的放热反应操作; 2. 在爆炸极限范围内或其附近的操作。	1. 中等放热反应操作(如烷基化、酯化、聚合等反应); 2. 系统中进入空气等不纯物质就可能发生危险反应的操作; 3. 使用状态为粉状或雾状,且有可能发生粉尘爆炸的反应; 4. 单批式操作。	1. 轻微放热反应操作(如加氢、异构化、中和等反应); 2. 伴有化学反应的精制操作; 3. 单批式,但开始用机械进行程序操作的; 4. 有一定危险的操作。	无危险地操作

附件表 1-3 危险度分级表

分值	危险程度	等级
≥16	高度危险	I
11-15	中度危险	II
1-10	低度危险	III

F1.3 预先危险性分析(PHA)

预先危险性分析(PHA)是对系统存在的各种危险因素(类别、分布),出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法。其目的在于早期发现系统的潜在危险因素,确定系统的危险等级,提出相应的防范措施,防止这些危险因素发展成事故,避免考虑不周所造成的损失。格式见附件表 1-4。

附件表 1-4 预先危险性分析表格式

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施

按危险、有害因素导致事故、危害的程度,将危险、有害因素划分为四个等级。见附件表 1-5。

附件表 1-5 危险等级划分表

危险等级	影响程度	定义
I 级	安全的	尚不能造成事故。
II 级	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡和财产损失，应予以排除或采取措施。
III 级	危险的	必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。
IV 级	破坏性的	会造成灾难性事故（伤亡严重、系统破坏），必须立即排除。

F1.4 定量风险评价法

1) 定量风险评价

个人风险计算中的危害辨识和评价单元选择、失效场景分析、失效后果分析、个人风险计算和社会风险计算可参照《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）中有关规定执行。其中设备设施的失效场景频率及修正可参照《基于风险检验的基础方法》（SY/T 6714-2008）中有关规定执行。

2) 确定外部安全防护距离

根据本公告公布的可接受风险标准及《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），通过定量风险评价法得到生产、储存装置的个人可接受风险等值线及社会可接受风险图，以此确定该装置与防护目标的外部安全防护距离。

3) 计算方法

本报告采用南京安元科技有限公司推荐使用的定量风险评价法计算模型来计算该项目的外部安全防护距离。

F2 定性、定量分析危险、有害程度的过程

F2.1 危险、有害因素辨识、分析

F2.1.1 危险物质分析

附件表 2-1 氢

第一部分：化学品名称

化学品中文名称：	氢
化学品英文名称：	hydrogen
中文名称 2：	氢气
英文名称 2：	hydrogen
CAS No.	133-74-0
分子式：	H ₂
分子量：	2.01

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
氢	≥98.0%	133-74-0

第三部分：危险性概述

危险性类别：	易燃气体，类别 1 加压气体
侵入途径：	吸入
健康危害：	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。
环境危害：	
燃爆危险：	本品易燃。

第四部分：急救措施

皮肤接触：	
眼睛接触：	
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：	

第五部分：消防措施

危险特性：	与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即爆炸。气体比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。
有害燃烧产物：	水。
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。

第六部分：泄漏应急处理

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。合理通风，加速扩散。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。
-------	---

第七部分：操作处置与储存

操作注意事项：	密闭操作，加强通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防
---------	--

	爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、卤素接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
储存注意事项:	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。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。

第八部分：接触控制/个体防护

职业接触限值	
中国 MAC(mg/m ³):	未制定标准
前苏联 MAC(mg/m ³):	未制定标准
TLVTN:	ACGIH 窒息性气体
TLVWN:	未制定标准
监测方法:	
工程控制:	密闭系统，通风，防爆电器与照明。
呼吸系统防护:	一般不需要特殊防护，高浓度接触时可佩戴空气呼吸器。
眼睛防护:	一般不需特殊防护。
身体防护:	穿防静电工作服。
手防护:	戴一般作业防护手套。
其他防护:	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。

第九部分：理化特性

主要成分:	含量：工业级≥98.0%；高纯≥99.999%。
外观与性状:	无色无臭气体。
pH:	
熔点（℃）:	-259.2
沸点（℃）:	-252.8
相对密度（水=1）:	0.07(-252℃)
相对蒸气密度（空气=1）:	0.07
饱和蒸汽压（kPa）:	13.33(-257.9℃)
燃烧热（kJ/mol）:	241.0
临界温度（℃）:	-240
临界压力（MPa）:	1.30
辛醇/水分配系数的对数值:	无资料
闪点（℃）:	无意义
引燃温度（℃）:	400
爆炸上限%(V/V):	74.1
爆炸下限%(V/V):	4.1
溶解性:	不溶于水，不溶于乙醇、乙醚。
主要用途:	用于合成氨和甲醇等，石油精制，有机物氢化及做火箭燃料。
其他理化性质:	

第十部分：稳定性和反应活性

稳定性:	
禁配物:	强氧化剂、卤素。
避免接触的条件:	光照。
聚合危害:	

分解产物:	
第十一部分: 毒理学资料	
急性毒性:	LD50: 无资料 LC50: 无资料
亚急性和慢性毒性:	
刺激性:	
致敏性:	
致突变性:	
致畸性:	
致癌性:	
第十二部分: 生态学资料	
生态毒理毒性:	
生物降解性:	
非生物降解性:	
生物富集或生物积累性:	
其他有害作用:	对环境无害。
第十三部分: 废弃处置	
废弃物性质:	
废弃处置方法:	根据国家和地方有关法规的要求处置。或与厂商或制造商联系, 确定处置方法。
废弃注意事项:	
第十四部分: 运输信息	
危险化学品序号:	1648
包装标志:	
包装类别:	O52
包装方法:	钢质气瓶。
运输注意事项:	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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。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。夏季应早晚运输, 防止日光暴晒。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。
第十五部分: 法规信息	
法规信息	危险化学品安全管理条例(2011 年 2 月 16 日国务院第 591 号令颁布, 2011 年 12 月 1 日起施行); 《工作场所安全使用化学品规定》([1996]劳部发 423 号)等法规, 针对化学危险品的安全使用、生产、储存、运输、装卸等方面均作了相应规定; 《危险化学品目录(2015 版)》该物质列为危险化学品。其它法规: 氢气使用安全技术规程(GB 4962-2008); 工业氢气(GB3634-2006)。
第十六部分: 其他信息	
参考文献:	安全文化网 MSDS 数据库、比欧西气体(天津)有限公司大连分公司
填表时间:	
填表部门:	
数据审核单位:	
修改说明:	
其他信息:	

MSDS 修改日期:

附件表 2-2 氯

第一部分：化学品名称

化学品中文名称:	氯
化学品英文名称:	chlorine
中文名称 2:	液氯; 氯气
英文名称 2:	liquid chlorine
CAS No.	7782-50-5
分子式:	Cl ₂
分子量:	70.91

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
氯	≥99.5%	7782-50-5

第三部分：危险性概述

危险性类别:	加压气体 急性毒性—吸入, 类别 2 皮肤腐蚀/刺激, 类别 2 严重眼损伤/眼刺激, 类别 2 特异性靶器官毒性—一次接触, 类别 3 (呼吸道刺激) 危害水生环境—急性危害, 类别 1
侵入途径:	皮肤接触、眼睛接触、吸入
健康危害:	对眼、呼吸道粘膜有刺激作用。急性中毒: 轻度者有流泪、咳嗽、咳少量痰、胸闷, 出现气管炎和支气管炎的表现; 中度中毒发生支气管肺炎或间质性肺水肿, 病人除有上述症状的加重外, 出现呼吸困难、轻度发绀等; 重者发生肺水肿、昏迷和休克, 可出现气胸、纵隔气肿等并发症。吸入极高浓度的氯气, 可引起迷走神经反射性心跳骤停或喉头痉挛而发生“电击样”死亡。皮肤接触液氯或高浓度氯, 在暴露部位可有灼伤或急性皮炎。慢性影响: 长期低浓度接触, 可引起慢性支气管炎、支气管哮喘等; 可引起职业性痤疮及牙齿酸蚀症。
环境危害:	对环境有严重危害, 对水体可造成污染。
燃爆危险:	本品助燃, 高毒, 具刺激性。

第四部分：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。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:	不会通过该途径接触

第五部分：消防措施

危险特性:	本品不会燃烧, 但可助燃。一般可燃物大都能在氯气中燃烧, 一般易燃气体或蒸气也都能与氯气形成爆炸性混合物。氯气能与许多化学品如乙炔、松节油、乙醚、氨、燃料气、烃类、氢气、金属粉末等猛烈反应发生爆炸或生成爆炸性物质。它几乎对金属和非金属都有腐蚀作用。
有害燃烧产物:	氯化氢。
灭火方法:	本品不燃。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。切断气源。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、干粉。

第六部分：泄漏应急处理

应急处理:	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并立即进行隔离, 小泄漏时隔离 150m, 大泄漏时隔离 450m, 严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿防毒服。尽可能切断泄漏源。合理通风, 加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能, 用管道将泄漏物导致还原剂(酸式硫酸钠或酸式碳酸钠)溶液。也可以将漏气钢瓶浸入石灰乳液中。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用。
-------	--

第七部分: 操作处置与储存

操作注意事项:	严加密闭, 提供充分的局部排风和全面通风。操作人员必须经过专门培训, 严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴空气呼吸器, 穿戴面罩式胶布防毒衣, 戴橡胶手套。远离火种、热源, 工作场所严禁吸烟。远离易燃、可燃物。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与醇类接触。搬运时轻装轻卸, 防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
储存注意事项:	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃, 相对湿度不超过 80%。应与易(可)燃物、醇类、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。应严格执行剧毒物品“五双”管理制度。

第八部分: 接触控制/个体防护

中国 MAC(mg/m ³):	1
监测方法:	甲基橙分光光度法
工程控制:	严加密闭, 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。
呼吸系统防护:	空气中浓度超标时, 建议佩戴空气呼吸器或氧气呼吸器。紧急事态抢救或撤离时, 必须佩戴氧气呼吸器。
眼睛防护:	呼吸系统防护中已做防护。
身体防护:	穿戴面罩式胶布防毒衣。
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。保持良好的卫生习惯。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业, 须有人监护。

第九部分: 理化特性

主要成分:	含量: 工业级≥99.5%。
外观与性状:	黄绿色、有刺激性气味的气体。
pH:	无意义
熔点(℃):	-101
沸点(℃):	-34.5
相对密度(水=1):	1.41(20℃)
相对蒸气密度(空气=1):	2.5
饱和蒸气压(kPa):	673(20℃)
燃烧热(kJ/mol):	无意义
临界温度(℃):	144
临界压力(MPa):	7.71
辛醇/水分配系数的对数值:	0.85
闪点(℃):	无意义
引燃温度(℃):	无意义
爆炸上限%(V/V):	无意义
爆炸下限%(V/V):	无意义
溶解性:	易溶于水、碱液、氯化物和醇类。
主要用途:	用于漂白, 制造氯化化合物、盐酸、聚氯乙烯等。

第十部分: 稳定性和反应活性

稳定性:	稳定
------	----

禁配物:	易燃或可燃物、醇类、乙醚、氢。
避免接触的条件:	无资料
聚合危害:	不聚合
分解产物:	无资料

第十一部分：毒理学资料

急性毒性:	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 850mg/m ³ , 1 小时 (大鼠吸入)
亚急性和慢性毒性:	家兔吸入 2~5mg/m ³ , 每天 5h, 1~9 个月出现消瘦、上呼吸道炎、肺炎、胸膜炎及肺气肿等。大鼠吸入 41~97mg/m ³ , 每天 1~2h, 3~4 周, 引起严重但非致死性气肿与气管病变。
刺激性:	无资料
致敏性:	无资料
致突变性:	细胞遗传学分析: 人淋巴细胞 20ppm。精子形态学分析: 小鼠经口 20mg/kg (5d) (连续)。微生物学致突变: 鼠伤寒沙门菌 1800μg/L
致畸性:	无资料
致癌性:	无资料

第十二部分：生态学资料

生态毒理毒性:	LC ₅₀ : 0.44mg/L, (96h) (蓝腮太阳鱼; 0.49mg/L, (96h) (水蚤)
生物降解性:	无资料
非生物降解性:	无资料
生物富集或生物积累性:	无资料
其它有害作用:	该物质对环境有严重危害, 应特别注意对水体的污染, 对鱼类和动物应给予特别注意。

第十三部分：废弃处置

废弃物性质:	把废气通入过量的还原性溶液 (亚硫酸氢盐、亚铁盐、硫代亚硫酸钠溶液) 中, 中和后用水冲入下水道。
废弃处置方法:	把废气通入过量的还原性溶液 (亚硫酸氢盐、亚铁盐、硫代亚硫酸钠溶液) 中, 中和后用水冲入下水道。
废弃注意事项:	处置前应参阅国家和地方有关法规

第十四部分：运输信息

包装标志:	有毒气体; 腐蚀品
包装类别:	II
包装方法:	钢质气瓶。
运输注意事项:	本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运, 装运前需报有关部门批准。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。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、醇类、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输, 防止日光暴晒。公路运输时要按规定路线行驶, 禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

第十五部分：法规信息

法规信息	《化学危险物品安全管理条例》(国务院令 591 号 2011 年 12 月 1 日起施行); 危险性类别依据《国家安监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); 《危险化学品目录 (2015 版)》该物质列为剧毒化学品; 《工作场所有害因素职业接触限值 (化学有害因素)》(GBZ2.1-2007)。其它法规: 《氯气安全规程》(GB11984-2008)。
------	---

第十六部分：其他信息

参考文献:	《危险化学品安全技术全书》第二版 第一卷 张海峰主编 化学工业出版社
填表时间:	
填表部门:	
数据审核单位:	
修改说明:	
其他信息:	

附件表 2-3 氮[压缩的或液化的]

第一部分：化学品名称

化学品中文名称:	氮[压缩的或液化的]
化学品英文名称:	nitrogen
中文名称 2:	
英文名称 2:	
CAS No.	7727-37-9
分子式:	N ₂
分子量:	28.01

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
氮	≥99.5%	7727-37-9

第三部分：危险性概述

危险性类别:	加压气体
侵入途径:	
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。潜水员深替时,可发生氮的麻醉作用;若从高压环境下过快转入常压环境,体内会形成氮气气泡,压迫神经、血管或造成微血管阻塞,发生“减压病”。
环境危害:	
燃爆危险:	本品不燃。

第四部分：急救措施

皮肤接触:	
眼睛接触:	
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:	

第五部分：消防措施

危险特性:	若遇高热,容器内压增大,有开裂和爆炸的危险。
有害燃烧产物:	氮气。
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。

第六部分：泄漏应急处理

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。
-------	--

第七部分：操作处置与储存

操作注意事项:	密闭操作。密闭操作,提供良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训,严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中。搬运时轻装轻卸,
---------	---

	防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备。
储存注意事项:	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。

第八部分：接触控制/个体防护

职业接触限值	
中国 MAC(mg/m ³):	未制定标准
苏联 MAC(mg/m ³):	未制定标准
TLVTN:	ACGIH 室息性气体
TLVWN:	未制定标准
监测方法:	
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。
其他防护:	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。

第九部分：理化特性

主要成分:	含量: 高纯氮≥99.999%; 工业级 一级≥99.5%; 二级≥98.5%。
外观与性状:	无色无臭气体。
pH:	
熔点 (°C):	-209.8
沸点 (°C):	-195.6
相对密度 (水=1):	0.81(-196℃)
相对蒸气密度 (空气=1):	0.97
饱和蒸气压 (kPa):	1026.42(-173℃)
燃烧热 (kJ/mol):	无意义
临界温度 (°C):	-147
临界压力 (MPa):	3.40
辛醇/水分配系数的对数值:	无资料
闪点 (°C):	无意义
引燃温度 (°C):	无意义
爆炸上限%(V/V):	无意义
爆炸下限%(V/V):	无意义
溶解性:	微溶于水、乙醇。
主要用途:	用于合成氨, 制硝酸, 用作物质保护剂, 冷冻剂。
其它理化性质:	

第十部分：稳定性和反应活性

稳定性:	
禁配物:	
避免接触的条件:	
聚合危害:	
分解产物:	

第十一部分：毒理学资料

急性毒性:	LD50: 无资料 LC50: 无资料
亚急性和慢性毒性:	

刺激性:	
致敏性:	
致突变性:	
致畸性:	
致癌性:	

第十二部分：生态学资料

生态毒理毒性:	
生物降解性:	
非生物降解性:	
生物富集或生物积累性:	
其它有害作用:	无资料。

第十三部分：废弃处置

废弃物性质:	
废弃处置方法:	处置前应参阅国家和地方有关法规。废气直接排入大气。
废弃注意事项:	

第十四部分：运输信息

危险化学品序号:	172
包装标志:	
包装类别:	O53
包装方法:	钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。
运输注意事项:	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，防止日光暴晒。铁路运输时要禁止溜放。

第十五部分：法规信息

法规信息	《化学危险物品安全管理条例》（国务院令第 591 号 2011 年 12 月 1 日起施行）；危险性类别依据《国家安监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）；《危险化学品目录（2015 版）》该物质列为危险化学品；《工作场所有害因素职业接触限值（化学有害因素）（GBZ2.1-2007）》。
------	--

第十六部分：其他信息

参考文献:	
填表时间:	
填表部门:	
数据审核单位:	
修改说明:	
其他信息:	
MSDS 修改日期:	

F2.1.2 生产过程中危险、有害因素分析

F2.1.2.1 主要生产过程及其设备的危险、有害因素分析

1) 火灾、爆炸

(1) 主要物料的火灾、爆炸危险性分析

该项目生产运行过程中所涉及的物料氢气等均具有易燃、易爆性质，有

以下引发火灾、爆炸的危险特性。

（2）主要设备的火灾、爆炸危险性分析

氢气提纯、干燥塔等生产设备发生火灾、爆炸危险因素分析如下：

若压缩机未设置防喘振措施，可能会造成设备损坏或性能降低，可能会造成氢气泄漏风险，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

氢气加压提纯装置使用的压缩机若密封不严、密封材料不匹配、压力或温度波动大、杂质进入、设计缺陷、润滑不足等，可能会造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

该项目涉及氢气输送管线，若氢气输送管线管廊跨越消防通道未设置限高标识，可能会造成车辆经过撞断管线，造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

氢气干燥过程需要经过再生加热器及冷却器，若再生加热器或冷却器因材质原因或设计缺陷，可能会造成氢气泄漏，发生火灾爆炸风险。

（3）生产车间的火灾、爆炸危险性分析

氢气加压提纯装置使用的压缩机若密封不严、密封材料不匹配、压力或温度波动大、杂质进入、设计缺陷、润滑不足等，可能会造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

若氢气燃烧系统未设置熄火保护措施，可能会造成氢气大量泄漏，造成火灾爆炸风险。

若烟道内的可燃物质未及时排出，可能会造成火灾爆炸风险。在锅炉压火时没有足够时间的通风，没有吹净炉内存留的可燃气体，可能会发生火灾爆炸风险。压火时间较长，启动时没有进行炉膛吹扫，可能会发生火灾爆炸风险。

（4）压力容器、压力管道爆炸

该项目生产设备中压力容器，如使用、管理不当，如压力容器、压力表、

安全阀未定期检验，温度过高等可能发生压力容器爆炸事故。

该项目如压力管道上的安全设施不齐全、未定期检验等可能引发火灾爆炸事故。

（5）氢气锅炉运行风险

氢气具有易燃、易爆的特性。在燃烧、输送、调压等过程，因设备故障、腐蚀或管道、阀门破裂发生泄漏，遇火花、静电、雷电、热源等有发生火灾和爆炸的危险。

氢气火灾特点：

- ①先爆炸、后燃烧、扩大燃烧面积。
- ②燃速极快、火焰温度高、着火爆炸危险性大。
- ③易出现复爆现象。
- ④燃烧中回火爆炸，造成伤亡。

⑤氢气输送用压力管道及点火时使用的液化气瓶：当管道及阀门失控、检查检测不及时或管理不善、使用不当或由于外部的破坏等有发生火灾和爆炸的可能。

⑥氢气高速流动易产生、积聚静电，遇静电放电发生火灾和爆炸的危险。

⑦氢气输送管道、燃烧、调压等装置，存在因设计不合理、制造缺陷、选材不当、安装质量不好、基础施工不合理、未使用防爆电气等可能导致燃烧脱焰、爆炸和回火的危险。

⑧氢气燃烧器、调压罐等装置在检维修过程存在因违章作业或吹扫、置换、隔绝、分析等操作不规范，不慎有发生火灾和爆炸的可能。

调压等装置超压：

①由于调压器出现故障，造成调节失灵而产生的超压，如调压器密封件损坏，阀口有异物导致关闭不严或机械故障等；

②由于下游阀门快速关闭，调压器反应迟缓，而关闭不及时引起燃气积

聚，压力升高。

③仪表、网络监控系统，存在因失灵、故障而不能及时准确反映装置出现的异常情况，而发生火灾和爆炸的可能。

④氢气放散时，遇激发能源或安全装置失效而发生火灾和爆炸。

⑤氢气废气废液中含有易燃易爆残留物，也有引发火灾爆炸的可能。

⑥氢气过滤装置、管道及相关配套设施为带压设备，如设计和焊接缺陷、外界挤压或撞击、管内外腐蚀严重，地层应力、不合理施工等，或操作管理失误造成工艺参数失控而安全措施失效，可能引起管线、设备在超出自身承受能力发生物理爆炸危险。

（6）其他因素导致的火灾、爆炸危险性分析

①厂区内工艺设施的工作状况对整个装置的安全操作有重要影响，如电、水、蒸汽、氮气系统等，若突然停止供应，有可能酿成事故。

②生产现场人员吸烟或违章动火，导致明火产生。在检修、焊割作业时若用火制度执行不严，有可能引起火灾。

③电气绝缘破损、短路、私拉乱接、超负荷用电、过载、接线不规范、发热、电气使用管理不当等易引起电缆着火。

④开工过程中，装置设备（管道）要引入各种工艺介质进行吹扫、置换，开工过程中操作繁杂、步骤多、操作参数变化大、要求高、环节多、时间长，包括设备（管线）吹扫、置换、送气、设备（管道）升温、升压操作等。如果操作不当，极易发生事故。

2）中毒、窒息

氢气对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人缺氧性窒息。

在对氢气燃烧器、管线等进行检修时，通常要使用氮气进行置换处理，如系统中氮气发生泄漏，有可能引发作业人员窒息事故。

该项目涉及液氯充装槽车工艺，若操作人员接管失误，可能会造成氯气泄漏发生中毒风险。

充装液氯压力超过万向节减薄部位的承载能力，导致减薄部位发生塑性断裂，造成液氯瞬间泄漏造成中毒风险。

液氯充装厂房内设氮气吹扫系统，若氮气系统泄漏，可能会造成密闭的液氯充装厂房氧含量降低，造成人员窒息风险。

F2.1.2.2 主要储运过程及其设备的危险、有害因素分析

①该项目涉及氢气瓶装厂房，若操作人员接管失误，可能会造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

②该项目涉及氢气瓶库，若未设置防倾倒措施，可能会造成气瓶倾倒发生火灾爆炸风险。

③该项目涉及氢气槽车充装，若装车过程中氢气软管接触不良或密封不严，可能会造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

④该项目涉及液氯槽车充装，充装过程中，万向装车系统未设置拉断阀，液氯槽车溜车，造成管道脱落，液氯泄漏，造成人员中毒风险。

F2.1.2.3 其它火灾、爆炸危险因素分析

1) 电气火灾危险因素分析

该建设项目中设置变、配电所和大量低压配电设备，因此对电气设备故障形成的火源而造成的火灾应重视。电气火灾事故主要表现为电弧或电火花引发的事故，以及由电气设备异常发热或人员误操作而造成的烧毁设备，甚至引起火灾等事故。

(1) 过载

电气设备选型不合理，实际负载容量超过设计额定容量；电气设备安装或线路连接不正确而增加负荷，导致超载运行；日常检修维护不及时，使设备或导线长期处于非正常运行状态。过载使设备或导体中的电能转变为热

能，使导线的可燃有机绝缘材料因局部过热而被引燃发生火灾。

(2) 短路、电弧及火花

电气线路安装过程中由于拖拉、摩擦、挤压、接触坚硬物体等，使绝缘层造成机械损伤；在使用中因过电压使绝缘击穿；或操作失误将电源投向故障电路。发生短路时，在短路点或导线连接松动处，会发生电弧或火花，电弧温度高达 6000℃ 以上，不但可以引燃自身的绝缘材料，还可引燃附近的可燃材料、蒸气或粉尘。

(3) 接触不良

在导线与导线、导线与电气设备连接处，常因电气接头表面污损；电气接头长期使用而产生导电不良的氧化膜；铜铝连接处未按规定方法处理，发生电化学腐蚀；电气接头处连接松动等原因而使接触电阻增大，形成局部过热甚至产生电弧、电火花，成为潜在点火源。

2) 雷电引起的火灾危险因素分析

若无避雷设施，或避雷设施设计、安装不合理或避雷接地装置损坏、防雷接地电阻超过规定值等因素都可引起雷击事故。

由于直击雷放电、二次放电、球雷侵入、雷电流转化的高温、冲击电压击穿电气设备绝缘而短路，可能引起电器设备火灾、事故停电或设备、设施的损坏等危险事故的发生。

3) 容器爆炸危险因素分析

该项目工艺装置涉及了大量的压力容器，在生产过程中可能由于超温或者由于安全附件失效或过载运行，或由于金属材料疲劳、蠕变出现裂缝等原因，存在发生物理爆炸的危险。容器爆炸事故不但使整个设备遭到破坏，而且会破坏周围设备、设施，并造成人员伤亡事故。因为当容器爆炸时，内部的介质泄压膨胀，瞬间释放出较大的能量，这些能量除了可以将整个容器或其碎块以很高的速度抛撒外，还会产生冲击波在大气中传播，从而造成更大

的破坏。破裂时气体爆炸的能量除了很少一部分消耗于将容器进一步撕裂和将容器或其碎片抛出以外，大部分产生冲击波。冲击波除了破坏其周围设备、设施外，还直接危害到它所波及范围内的人身安全。而装有可燃液体的压力容器，发生物理爆炸时，还会由于可燃液体的大量泄漏，而引发二次火灾及爆炸事故发生。

影响承压设备发生事故的因素是多方面的，从技术角度分析，其主要原因有：

（1）与设备本身的特性有关，压力容器结构一般比较简单，但受力情况一般比较复杂，既有一次应力又有二次应力，还有峰值、温度受力和残余应力等，此外还受到循环应力作用，产生低周期疲劳。

（2）工作条件多变，如操作压力波动大，制造或安装过程留下任何微小的缺陷，都可能迅速扩展而发生事故。

（3）易受化学反应突变、仪表失灵影响而发生超载，设备一旦超载，且安全装置有故障或失效，就可能发生事故。

（4）易受工作介质的腐蚀使器壁有厚变薄和使材料变形，发生事故。

该项目输送管道中最高工作压力大于或者等于 0.1Mpa(表压)原料管线、可燃气体放空管道、压缩空气管道、氮气管道等均属于压力管道，其可能由于管理不到位而发生爆炸事故。如压力管道设计不合理、制造材质不符合要求、安装质量差、焊接质量差、超压运行等原因导致管道的承受能力下降、安全装置、安全附件不全、不灵敏等原因失效、外界挤压或碰撞、管道内外腐蚀等原因使承受能力下降而发生物理爆炸。

4) 静电危害

由于可燃物料多为高电阻率液体，在流速过高或冲击、沉降时易产生静电，尖端放电引起火灾、爆炸，特别是接地系统不完善时，极易引起火灾、爆炸事故。

5) 漏电危害

电气伤害主要是由于电气设备安装不当或维护不良出现漏电、短路、过流、过载、过热等而造成的绝缘失效或线路着火，电气安全防护设施疏漏、失效或违章作业等也可能引起电气事故。其对人体的伤害主要有电击、电伤和触电的二次事故。事故后果因电压高低、电流大小、接触时间长短以及触电部位不同而各异，轻者可致人痉挛，重者伤残丧命。

该项目变配电室电力线路绝缘层破损，在检维修过程中可能存在触电危险。

6) 电火花危害

该项目涉及多种易燃液体，无论是在管道中还是设备中流动，若高速冲击、流动、激荡后可产生静电火花放电引起火灾爆炸危险。

F2.1.2.4 其它危险因素分析

1) 变配电系统危险有害因素分析

(1) 电气火灾

电气火灾主要是由于变压器、电抗器、开关等充油电气设备一旦发生故障，设备内的绝缘油温度、压力升高喷出，电弧作为火源使绝缘油着火。

另一种电气火灾是电力电缆火灾，主要是由于电缆自身故障或电流过载，产生的电弧以及附近发生着火引起电缆的绝缘物和护套着火，并具有沿电缆继续燃烧的特点，一旦发生，后果不堪设想。

这些配、变、用电设备及电线电缆，由于设备缺陷、安装、使用、维护不当等设计、施工、管理方面的原因，致使电气设备运行中非正常发热和电气设施遭受雷击，将直接导致电气火灾的发生。

各种高低压配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等，如果安装不当、外部火源移近、运行中正常的闭合与分断、不正常运行的过负荷、短路、过电压、接地故障、接触不良等，均可产生电气火花、电弧或

者过热，若防护不当，可能发生电气火灾或引燃周围的可燃物质，造成火灾事故；在有过载电流流过时，还可能使导线（含母线、开关）过热，金属迅速气化而引起爆炸；油浸电力变压器火灾危险性更大，还有可能引起爆炸。

雷电、静电、电火花都可能导致易燃、易爆场所的火灾、爆炸事故的发生。

（2）触电

生产装置使用电气设备和电线电缆，由于工作环境具有腐蚀性，使触电的机会大大增加。如果电气设备或线路绝缘因击穿、老化、腐蚀、机械损坏等失效；电气设备未装设屏护装置将带电体与外界相隔离；带电体与地面、其它带电体和人体范围之间的安全距离不符合要求；低压电气设备未装设漏电保护装置或漏电保护装置失效；人体不可避免的长期接触的有触电危险的场所未采用相应等级的安全电压；用电设备金属外壳保护接地不良及人员操作、监护、防护缺陷等等，均可能导致触电。

变压器、配线（缆）、构架、配电室都有遭受雷击的可能。若防雷设计不合理、施工不规范、接地电阻值不符合规范要求，则雷电过电压在雷电波及范围内会严重破坏建筑物及设备设施，并可能危及人身安全乃至有致命的危险，巨大的雷电流流入地下，会在雷击点及其连接的金属部分产生极高的对地电压，可能导致接触电压或跨步电压的触电事故；雷电流的热效应还能引起电气火灾及爆炸。

（3）高处坠落

电气设备、线路检修过程中存在高空作业，可能因违章操作或安全防护措施不健全而导致高处坠落。

（4）其它伤害

工作场地照明不良、场地不平整或物体摆放不整齐等有可能导致摔、扭等其它伤害的发生。

工频电场强，能对电气设备的绝缘构成威胁，还会对人体产生一定的影响，所以工频问题尤其是高压、超高压输变电设施附近的工频电场。

综上所述，该部分存在的危险有害因素有：火灾、爆炸、触电、高处坠落、工频电场伤害和其它伤害等。

2) 自控仪表系统危险、有害因素分析

自控仪表系统的事故包括：控制系统失灵、雷击超压、火灾报警系统失灵、自控仪表设施的维护检修事故等；存在的危险、有害因素有：火灾、爆炸、中毒窒息、高处坠落、触电和其它伤害等。

控制系统失灵：主要是控制器没有采取冗余配置，控制器损坏，造成系统无法监控或数据失效；控制系统没有配置可靠的后备手段，进入系统控制信号的电缆质量不符合要求；操作员站及少数重要操作按钮配置不能满足工艺工况和操作要求；系统失灵后没有采取应急的措施，以上这些原因对生产的运行带来不安全因素，会导致设备损坏和人身伤亡事故。

自动控制系统有电缆夹层等部位的电缆较为密集，如果阻燃措施不完善，一旦电缆发生故障和燃烧，将有可能引起火灾事故，使整个系统严重损坏、失控，造成很大损失。

雷击超压：雷击时瞬间电压很高、电流很大，将会给计算机系统的电缆、控制器、设备击穿，造成系统瘫痪，影响系统安全运行，所以计算机控制系统、火灾报警系统、通信系统、综合布线系统等电子信息系统必须做好防雷击的安全措施，以最大限度地防止雷击事故。

火灾报警系统失灵：一旦火灾报警系统失灵，未及时启动防火措施，将给生产和经济带来极大损失。

自控仪表设施的维护、检修，往往需要进行高处作业，有发生高处坠落的危险。

自控仪表系统所用供电系统有可能造成触电事故。

仪表蒸汽伴热、保温失效，造成仪表误差甚至冻坏，引发工艺、设备发生事故。

仪表一次元件、调节阀等检修时，如果没有采取足够的措施，工艺介质直接接触检修人员，可能造成灼烫、中毒等伤害。

计算机高性能的元器件老化引发死机，不仅会丢失数据，还会越坏越严重，以致造成死机等大的故障。

控制系统接入远程故障诊断和技术服务，要特别注意病毒入侵，甚至“黑客”攻击造成系统瘫痪的危险。

自控系统对温度、压力控制不好，温度过高，升温、降温时速度过快过频，会因温度骤变引起设备、部件的膨胀或收缩急剧变化而损坏设备，甚至造成火灾爆炸。

3) 建（构）筑物危险有害因素分析

钢制平台、梯子、护栏设计、选材不当，腐蚀严重、焊接不牢靠或年久失修，无防护栏杆，不系安全带，职工安全意识差，均可能会导致高处坠落。

不发放安全防护用具；进入施工现场不佩戴安全帽；安全管理不健全，安全意识差，高处废料随意向下丢弃；通道上方无硬质防护顶；人员违章操作或高处物体放置不稳等，均可能会导致物体打击的危害。

4) 供气系统危险有害因素分析

(1) 容器爆炸

仪表空气若质量不符合要求，输送压力不满足等可能影响正常的仪表性能，从而不能有效反映装置的正常参数，有可能会造成火灾、爆炸等事故。

违章作业、安全阀、压力表等失灵超压运作或故障超压，也会造成物理爆炸。

操作人员如果没有经过培训，未取得特种作业人员资格证书，操作易发生安全事故。

(2) 灼烫

有蒸汽的设备、管道温度较高，保温层、劳动防护等防护措施不到位可能造成高温灼烫。蒸汽管道、设备泄漏，蒸汽喷到人体造成灼烫。

该项目涉及蒸汽锅炉，若蒸汽锅炉阀门或法兰密封不严，可能会造成蒸汽泄漏，造成高温灼烫风险。

(3) 高处坠落

在蒸汽管道等高处进行巡检、维修等作业，有造成高处坠落的危险。蒸汽锅炉进行巡检、维修等作业，有造成高处坠落的危险。

(4) 噪声

蒸汽系统排气等操作可能产生噪声。

5) 电气火灾危险因素分析

该建设项目中设置变、配电所和大量低压配电设备，因此对电气设备故障形成的火源而造成的火灾应重视。电气火灾事故主要表现为电弧或电火花引发的事故，以及由电气设备异常发热或人员误操作而造成的烧毁设备，甚至引起火灾等事故。

(1) 过载

电气设备选型不合理，实际负载容量超过设计额定容量；电气设备安装或线路连接不正确而增加负荷，导致超载运行；日常检修维护不及时，使设备或导线长期处于非正常运行状态。过载使设备或导体中的电能转变为热能，使导线的可燃有机绝缘材料因局部过热而被引燃发生火灾。

(2) 短路、电弧及火花

电气线路安装过程中由于拖拉、摩擦、挤压、接触坚硬物体等，使绝缘层造成机械损伤；在使用中因过电压使绝缘击穿；或操作失误将电源投向故障电路。发生短路时，在短路点或导线连接松动处，会发生电弧或火花，电弧温度高达 6000℃ 以上，不但可以引燃自身的绝缘材料，还可引燃附近的可

燃材料、蒸气或粉尘。

(3) 接触不良

在导线与导线、导线与电气设备连接处，常因电气接头表面污损；电气接头长期使用而产生导电不良的氧化膜；铜铝连接处未按规定方法处理，发生电化学腐蚀；电气接头处连接松动等原因而使接触电阻增大，形成局部过热甚至产生电弧、电火花，成为潜在点火源。

2) 雷电引起的火灾危险因素分析

若无避雷设施，或避雷设施设计、安装不合理或避雷接地装置损坏、防雷接地电阻超过规定值等因素都可引起雷击事故。

由于直击雷放电、二次放电、球雷侵入、雷电流转化的高温、冲击电压击穿电气设备绝缘而短路，可能引起电器设备火灾、事故停电或设备、设施的损坏等危险事故的发生。

3) 静电危害

由于可燃物料多为高电阻率液体，在流速过高或冲击、沉降时易产生静电，尖端放电引起火灾、爆炸，特别是接地系统不完善时，极易引起火灾、爆炸事故。

该项目存在众多甲、乙类液体物料需要从桶通过隔膜泵打入反应釜，若隔膜泵及抽吸管路未配备静电接地系统，可能因易燃液体物料与设备之间摩擦产生静电，导致火灾爆炸事故。

4) 漏电危害

电气伤害主要是由于电气设备安装不当或维护不良出现漏电、短路、过流、过载、过热等而造成的绝缘失效或线路着火，电气安全防护设施疏漏、失效或违章作业等也可能引起电气事故。其对人体的伤害主要有电击、电伤和触电的二次事故。事故后果因电压高低、电流大小、接触时间长短以及触电部位不同而各异，轻者可致人痉挛，重者伤残丧命。

该项目变配电室电力线路绝缘层破损，在检维修过程中可能存在触电危险。

5) 电火花危害

该项目涉及多种易燃液体，无论是在管道中还是设备中流动，若高速冲击、流动、激荡后可产生静电火花放电引起火灾爆炸危险。

6) 机械伤害危险因素分析

该项目设置了大量机泵等转动设备，若机泵的转动部位等外露，人员与其接触（包括肢体、衣物）或对转动的部件擦拭等，都可能发生绞碾等机械伤害事故。

7) 触电危险因素分析

电对人体的伤害主要表现为三种形式：电击、电伤、电磁场生理伤害。日常所说的触电事故即指电击伤害，它对人体的危害程度与电流、持续时间、电流频率、流经人体的途径、周围环境及人的身体状况有关。

电气伤害事故（含雷击），以电击为主，是电气伤害事故中发生最多，后果最严重的事故，常常导致人员死亡。

该项目配备有配电及用电设备和设施。在配电系统、用电设施和设备、电气维修作业以及临时用电工程等，如防护不当，会造成触电伤害事故。

（1）在配电系统中，由于设计不合理、绝缘不可靠、屏护措施不当、安全距离（安全间距）不够，接地装置不符合要求，没有配备必要的安全用具等，容易发生触电（电击）事故。

（2）在配电系统中，由于违反电业安全工作有关规程，没有严格执行“两票、三制（即操作票、工作票；交接班制度、巡回检查制度、定期试验切换制度）”导致误操作、误拉合刀闸开关、误入带电间隔、误登带电杆塔等违章作业原因，容易发生触电（电击）事故。

（3）配电室由于管理不善，门窗没有采取可靠的防止小动物（鼠、猫、

鸟、蛇等）进入措施情况下，当小动物进入变配电室并窜入变配电柜内时，咬啮线路、设备有可能发生小动物触电造成电气短路，引发电气火灾，导致烧毁变配电室设备及伤及有关人员。

（4）各种电气设备和设施在运行使用过程中，由于防（屏）护不当、接地（零）不良、容易发生触电（电击）事故。

（5）危险场所的用电设备没有使用安全电压和配备漏电保护器，导致触电（电击）事故。

（6）由于错误接线，导致设备意外带电，如灯线、插头错误接线，由相线和保护线（PE 线）接错导致的触电事故。

（7）由于开关、线路、插头、接线处破损、导线老化龟裂等使绝缘失效，导致的触电事故。

（8）违章临时用电导致的触电事故。在某些需要临时用电场所，当未按临时用电规定办理审批手续或临时用电线路系统接装不符合规定要求，也容易发生触电（电击）事故。

8) 中毒窒息危险因素分析

装置开、停工使用氮气进行置换和吹扫时，有发生大量氮气泄漏，危险区域的作业人员有窒息的危险。

作业人员因工作需要进入设备容器内（受限空间作业）进行检修作业或清洗容器时，若设备没有清洗、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，均可造成窒息中毒事故。

若液氯充装槽车系统未设置自动控制措施，可能会造成液氯泄漏风险。液氯储罐至充装台之间的管道上阀门或法兰密封不严，可能会造成液氯泄漏发生中毒风险。

充装液氯压力超过万向节减薄部位的承载能力，导致减薄部位发生塑性

断裂，造成液氯瞬间泄漏造成中毒风险。

液氯中的氯离子与空气中的水蒸气结合成盐酸对设备具有腐蚀性，若选用的材料未采用防腐材料，可能会造成设备腐蚀泄漏风险，造成人员中毒。

该项目涉及液氯充装槽车工艺，若操作人员接管失误，可能会造成氯气泄漏发生中毒风险。

吸入氯气会造成接触者急性中毒，轻者流泪、咽痛、咳嗽、咳少量痰，继而咳嗽加剧，出现胸闷、气急、胸骨后疼痛、呼吸困难或哮喘样发作，有时伴有恶心、呕吐、腹胀、上腹痛等消化系统症状，或头晕、头痛、烦躁、嗜睡等神经系统症状。

吸入极高浓度氯气时，可致喉头痉挛、窒息、死亡或陷入昏迷，出现脑水肿或中毒性休克，甚至心搏骤停而发生“电击样”死亡，或可引起支气管黏膜坏死脱落，导致窒息。

9) 腐蚀危险因素分析

该项目液氯等腐蚀品，若液氯管道材质未采用防腐蚀材料，可能会造成液氯管道腐蚀泄漏风险。皮肤接触高浓度氯气，在暴露的部分可能引起灼烫及急性炎症。

钢在高温高压氢环境中服役一定时间后，氢可能与钢中的碳反应生成甲烷，造成钢脱碳和微裂纹的形成，导致钢性能不可逆地劣化。温度越高、氢分压越大，钢的氢腐蚀越严重，导致腐蚀泄漏。

眼睛接触液氯可引起眼角膜冻伤。眼睛接触氯气可导致刺激、畏光、流泪、角膜浑浊，引起急性角膜炎，高浓度造成角膜损伤。

液氯泄漏形成的氯气与空气中的水蒸气反应生成盐酸和次氯酸雾滴，对大部分金属和非金属都有腐蚀性，对接触到的机器、设备、设施等造成严重腐蚀。

10) 车辆伤害危险因素分析

(1)车辆在进、出氢气充装和液氯充装区或倒车、转向时，因作业场所狭窄或通道无标示线，作业人员不遵守规定，车辆无警示音以及车速过快、转弯过急，照明不足、视线不清，司机瞭望不够或与工作人员指挥配合失误等，会导致车辆伤害事故。

(2)因驾驶速度过快或因道路宽度、转弯半径不符合要求，通道不畅、回车空间狭窄，遇有雨、雾、霜、雪天路面湿滑等路况不好，易导致车辆打滑、掉头而发生事故。

(3)如果方向盘失灵、刹车装置失效、转向灯无显示等车况缺陷，有可能发生撞车、挤压、碾轧等车辆伤害事故。

(4)因装车物件摆放不稳，使载重量偏移，导致车辆运行侧翻或前倾等，造成车辆碰撞事故。

11) 淹溺危险因素分析

该项目依托的事故污水池，消防水池、循环水池等，若事故水池、消防循环水池周围未设置护栏或警示标志，人员在巡检或检维修过程可能发生淹溺事故。

12) 作业场所其他危险因素分析

(1) 标志不清

由于安全标志不清楚或不完备，造成误操作发生伤害事故，人员误入、误碰等发生人身伤害事故。

(2) 护具不完备

若劳动保护用具及防护用具不完备，可能造成操作人员人身伤害事故。

(3) 作业场所危险因素分析

①设备安装间距：若设备与设备间距，以及设备与墙、柱、垛的间距不够，减小了操作人员活动空间，影响操作人员安全。

②安全通道：若操作通道和安全通道窄或无安全通道，可能造成操作人员不慎挤伤。

③采光因素：若工作场地光线不良、照度不足、视线不清等影响视力，产生误操作，造成伤害事故。

④作业场所环境：若作业场所狭窄、杂乱或地面不洁、地面滑，以及道路、环境差等，造成伤害事故。

⑤防护用具：若不正确佩戴防护用具、防护用具质量不合格等，造成伤害事故。

⑥安全标志及安全色：对有关的作业场所和设备、设施，特别是有毒有害作业场所和特种设备，若没有按规定要求设置安全标志、信号或标志不规范，容易导致人员的判断错误、误操作，造成伤害事故的发生。

（4）管理上危险因素分析

①由于没有制定相应的规章制度、无操作规程或操作规程不健全，职工无章可循所产生的事故危险因素。

②由于职工有章不可循，不严格遵守规章制度和安全管理规定，不严格执行岗位或工种安全操作规程，违章作业和麻痹大意而酿下的事故危险因素。

③由于领导盲目指挥、违章指挥所产生的事故危险因素。

④由于劳动纪律松散，不坚守岗位，不坚持正常巡检，而未及时发现生产过程出现的事故隐患。

⑤由于职工未经安全技术和生产技术培训，或培训流于形式，以致工人不能熟练掌握生产和安全技能，出现乱干、蛮干。

13) 检维修作业的危险性分析

设备检修时若置换清洗不彻底或未完全与系统隔绝（如未加盲板），未办理动火证而进行动火作业，有引起火灾、爆炸的危险；

若未办理进入设备作业手续而进入设备内作业，若未佩戴有关防护用品或防护用品不符合标准要求，有引起检修人员中毒窒息的危险；进行施工、清淤、脱水等此类作业时，未进行吹扫或吹扫时间不足，人员进入罐内前未做空间内气体分析检验，人员进有限空间未佩戴防毒面具等劳保用品，有发生有害物质中毒、窒息的可能性。

设备检修过程中冷却降温不彻底，检修人员在设备外或进入设备内部未按规程实施检修作业，易造成高温烫伤；

检修过程操作者未按高处作业规定进行高处作业，操作失误易发生高处坠落；在坠落高度基准面 2m 及以上有可能坠落的高处进行的作业，均称为高处作业，其高处坠落的危险因素主要有以下方面。

（1）操作人员和检修人员在罐顶进行检尺做、在泵房起重机上进行维修等作业、在管道支架上作业，或在 2m 以上的设施上进行巡检、操作时，若作业场所未设置操作平台、走台、栏杆或护栏、盘梯、扶梯等，或平台等存在缺陷、遭损坏，人员不系安全带、不戴安全帽等，则有可能发生高处坠落事故。

（2）操作人员在未按标准要求设置安全警示标志和防护栏杆或盖板的地沟、井、池等场所附近操作时，人员可能发生坠落事故。

（3）操作人员高处作业时，心理异常，因精神不集中、过度紧张、心理异常或违章操作等，可能发生高处坠落。

（4）若操作人员在室外高处作业，若在刮风、下雨、下雪等不良天气或夜间，特别是超过 6 级以上的大风等恶劣气候和环境下，发生高处坠落事故的可能性将有所增大。

检维修过程中上下交叉作业较多，未落实相关的安全防护措施，有造成物体打击的危险。

起重机械对机泵进行检修起重作业时，若违规操作或人员注意力不集

中，可能会因起重物跌落、吊绳崩断等原因引起磕碰、挤压等起重伤害。

14) 坍塌

若违规在车间楼顶或仓库顶棚堆放物料和施工的钢材，可能会因超过楼板或仓库楼板支撑重量，造成车间或仓库坍塌。

15) 锅炉爆炸

若蒸汽锅炉压力过高或水位过低，可能会造成锅炉爆炸风险。

若蒸汽锅炉水质不良导致结垢或腐蚀，可能会造成锅炉爆炸风险。

若司炉工未监视水位，违反操作规程，低水位报警故障，电磁阀选型错误，可能会造成锅炉爆炸风险。

该项目锅炉和蒸汽管道属于利旧的特种设备，若未经检定合格投入使用，可能会发生锅炉爆炸风险。

16) 氢气钢瓶使用、储存、充装、装卸过程风险分析

氢气瓶储存在氢气瓶库，若氢气瓶材质不合格，可能导致氢气泄漏，与空气形成爆炸性混合气体，遇明火或点火源发生火灾爆炸事故。

氢气瓶在搬运过程中，若人员操作失误，可能造成气瓶倾倒，造成氢气瓶破裂，发生火灾爆炸风险。

氢气钢瓶接管采用人工操作，若人员操作失误，可能造成接管脱落，造成氢气泄漏，与空气形成爆炸性混合气体，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

若氢气管线因小孔腐蚀泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。若布置的氢气管线与电气管廊同管廊敷设，可能因电缆绝缘层破损，产生电火花，泄漏的氢气遇电火花发生火灾爆炸事故。若氢气管线未涂刷防腐层，可能造成腐蚀泄漏。

若氢气输送管道未静电接地，可能因产生静电发生火灾爆炸事故。若对供气过程管理混乱或未严格执行操作规程，可能发生火灾爆炸等重大事故。

若氢气充装过程中，氢气充装压力大于气瓶设计压力，可能会造成氢气钢瓶爆炸风险。

若氢气充装系统未设置氢气放空设施或放空管线末端未设置阻火器，可能会造成火灾爆炸风险。

气瓶充装前未经检验，瓶内介质不确定；附件不全、损坏；超期使用；有外观缺陷；首次充装，未经置换或抽真空处理；使用经过改装、报废或未经维修的气瓶，在充装及储存过程中均可引发容器爆炸事故。

气体充装过程中，若计量设施失灵则可能引发物理爆炸。

气瓶超装，导致瓶内压力过高引发爆炸。

由于保管不善，瓶体受到严重腐蚀，致使气瓶承压下降，或受阳光曝晒，明火热辐射等作用，导致瓶温过高，瓶内压力剧增，引发爆炸事故。

充装时气瓶温度过高、充气压力过大，导致气瓶发生爆炸事故。

充装系统压力表精度和最大量程选择不当，使充装系统压力计量不准确，引发超压事故。

装卸作业中，气瓶从高处坠落、倾倒或滚动，导致气瓶相互剧烈碰撞，引发爆炸事故。

气瓶未佩戴瓶帽，在装卸、运输过程中瓶阀受到碰撞损坏，高压气体冲出，引发爆炸事故。

气瓶未佩戴防震圈或防震圈因规格尺寸不满足要求而脱落，导致气瓶碰撞引发爆炸事故。

禁忌物同车运输，如氧气同车运输，若泄漏可发生化学反应，引发爆炸事故。

运输过程中气瓶受到阳光曝晒，致使气瓶内压升高，存在爆炸危险。

F2.1.2.5 生产过程中有害因素分析

该项目生产过程有害因素有：噪声与振动、高温与低温。

1) 噪声与振动

该项目生产过程中的噪声主要来源有二方面：一是机泵（包括泵、压缩机、风机等）工作过程中产生的机械噪声，以及电气设备产生的电磁噪声；二是生产过程中气流、液流摩擦、冲击产生的噪声。长期接触噪声会对人体的听觉和神经系统造成不同程度的伤害，甚至引起噪声性耳聋。

该项目在生产过程中机泵开启时，带动连接的管道或设备振动，可能引起设备损坏。

2) 高温与低温

(1) 高温危害

该项目装置内操作人员如长时间处于高温环境作业，可出现一系列生理功能的改变，对人体健康产生不良影响。

(2) 低温危害

在生产劳动过程中，其工作地点平均气温等于或低于 5℃ 的作业为低温作业。由于该项目所在地冬季较严寒，最冷月平均温度为-5.3℃，绝对最低温度为-21.1℃，因此，在巡检和检修过程中，人员可能受到低温危害。

F2.1.3 安全管理方面的危险性分析

安全生产管理对规范人的不安全行为和纠正管理欠缺，防范危险和危害物质或能量的失控，防止事故发生起着重要作用，在整个生产过程中都应予以充分重视，以保证及时、有效地消除隐患，实现安全生产的既定目标。安全生产管理方面的危害因素如下：

1) 安全组织机构不健全

如果企业安全生产体系不完善或安全体系没有保持持续改进，安全职能没有理顺，会形成管理缺陷的危险因素，容易导致管理失误，最终导致发生伤害事故。建设单位若未按要求设置安全管理机构或配备专职安全管理人员专门负责企业的安全管理工作，或安全管理人员管理能力不够等可能造成企

业存在较大的潜在危险。

2) 安全责任制未落实

安全责任制是整个安全管理工作的核心，若生产过程中未有效落实各类安全管理制度，也容易造成事故的发生。安全职责没有落实，安全教育没有进行、隐患没有及时整改等管理上的漏洞，会形成管理性危险因素，容易导致管理失误，最终导致发生伤害事故。

3) 安全管理制度不完善

规章制度不健全，操作规程不完善，容易导致误操作、违章作业，发生伤害事故。由于没有制定或没有完善危险作业场所安全责任制度和有关作业程序文件或操作规程，作业人员不知危险所在，无章可循。由于不执行有关规章制度，对设备管理不当，操作中出现漏洞和失误。由于未按规定进行明火作业，明火作业现场未认真检查，未按要求将周围易燃物质彻底清理就盲目动火，往往导致火灾、爆炸事故的发生。

4) 组织培训不完善

安全教育是安全工作的重要一环，人员安全素养和技术水平与企业的安全生产状况息息相关。很多事故案例表明：往往因为作业人员不了解危险性情况，违规作业而导致群死群伤事故的发生。同时，在关键时刻由于管理人员指挥得当，或作业人员及时采取措施和急救方法，就能有效地避免事故的发生和扩大化。

技术培训水平低，职工操作不熟练，应变能力差，也容易导致误操作、违章作业，发生伤害事故。

作业人员及其相关管理人员，应当按照国家有关规定经安全监督管理部门考核合格，取得作业资格证书，方可从事相应的作业或者管理工作。

劳动组织不合理，出现超负荷工作、过度疲劳时，容易造成配合失误，既影响作业效率，又易发生事故。

5) 安全设施“三同时”未得到有效落实

生产作业场所及建筑设计应符合劳动安全卫生方面的设计，特别是涉及总平面布置、配电、消防及通风等方面，严格执行国家标准规范要求，避免出现缺陷或失误，应严格执行安全“三同时”制度。为了安全工作能得到落实、安全设施能及时到位，建设单位负责人应保证每年安排一定的资金用于安全生产投入，若不能有效保证安全投入，可能会造成安全生产得不到有效保证。

建筑设计上的缺陷主要体现在建（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，作业流程不合理，安全防护装置和职业卫生防尘防毒措施不到位等。厂房及建筑设计上的缺陷或失误有可能导致发生潜在的伤害事故和职业病。

6) 安全资金投入不足

企业在项目建设的过程中，安全资金投入不足将直接导致必要的安全设施缺乏和安全防护不到位，其潜在的安全风险是非常大的，对发生生产安全事故的后果无法控制，往往扩大事故的影响范围。

7) 由于不正确的工作态度、技能或知识不足、健康或生理状态不佳和劳动条件（设施条件、工作环境、劳动强度和工作时间）影响等造成的不安全行为容易引起事故。

8) “违章指挥、违章作业、违反劳动纪律”是导致事故发生的一个普遍因素。建设单位若未按国家相关法律、法规和标准，制定并落实安全管理制度和安全操作规程，会存在安全问题。

F2.1.4 工艺过程风险分析

1) 氢气加压提纯工艺

氢气加压提纯装置使用的压缩机若密封不严、密封材料不匹配、压力或温度波动大、杂质进入、设计缺陷、润滑不足等，可能会造成氢气泄漏，遇

明火或点火源发生火灾爆炸风险。

若压缩机未设置防喘振措施，可能会造成设备损坏或性能降低，可能会造成氢气泄漏风险，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

该项目涉及氢气输送管线，若氢气输送管线管廊跨越消防通道未设置限高标识，可能会造成车辆经过撞断管线，造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

该项目涉及氢气输送管线，若氢气输送管线上的阀门或法兰密封不严，可能会造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

若操作人员失误，造成氢气软管脱落，可能会造成氢气泄漏风险。

若氢气加压提纯后压力高于槽车设计压力，可能会造成氢气槽车爆炸风险。

若氢气加压提纯后压力高于气瓶设计压力，可能会造成氢气钢瓶爆炸风险。

氢气压缩机送出氢气压力 2.2MPa，先进入氢气冷却器，经降温后进入氢气分离缓冲罐，若氢气压缩机出口压力大于氢气分离缓冲罐压力，可能会造成氢气缓冲罐爆炸风险。

若干燥塔材质、设计缺陷，可能会造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

若氢气管线未设置防雷防静电措施，可能会因雷击造成火灾爆炸风险。

产品氢气经精密过滤器后以稳定的压力管输送至二级氢气压缩机。

在过滤过程中因物料泄漏，易燃气体氢气与空气形成爆炸性混合气体，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。若过滤器未设置静电接地，可能因物料过滤过程摩擦产生静电，可能发生火灾爆炸风险。

氢气干燥过程需要经过再生加热器及冷却器，若再生加热器或冷却器因材质原因或设计缺陷，可能会造成氢气泄漏，发生火灾爆炸风险。

氢气无色、无臭、无味、无毒，空气中高浓度氢气易造成缺氧，可能使人窒息。

氢燃烧产生的大量紫外线辐射易损伤人体皮肤，氢火灾引起的次生火灾会产生浓烟或其他有害燃烧产物，危害人体健康。

2) 燃氢锅炉工艺风险分析

若氢气燃烧系统未设置熄火保护措施，可能会造成氢气大量泄漏，造成火灾爆炸风险。

若蒸汽锅炉压力过高或水位过低，可能会造成锅炉爆炸风险。

若蒸汽锅炉阀门或法兰密封不严，可能会造成蒸汽泄漏，造成高温灼烫风险。

若蒸汽锅炉水质不良导致结垢或腐蚀，可能会造成锅炉爆炸风险。

若烟道内的可燃物质未及时排出，可能会造成火灾爆炸风险。在锅炉压火时没有足够时间的通风，没有吹净炉内存留的可燃气体，可能会发生火灾爆炸风险。压火时间较长，启动时没有进行炉膛吹扫，可能会发生火灾爆炸风险。

若锅炉由于严重缺水，导致炉胆上部干烧，使壁温上升至 800℃ 以上，远远超过钢材的运行工作温度，机械强度迅速下降，塑性升高。由于炉胆承受外压力产生的应力超过材料的屈服极限，使炉胆压缩凹陷。

若司炉工未监视水位，违反操作规程，低水位报警故障，电磁阀选型错误，可能会造成锅炉爆炸风险。

若锅炉房未设置操作规程和安全管理制，可能会造成锅炉爆炸风险。

2) 液氯槽车充装系统

该项目涉及液氯充装槽车工艺，若操作人员接管失误，可能会造成氯气泄漏发生中毒风险。

若液氯充装槽车系统未设置自动控制措施，可能会造成液氯泄漏风险。

液氯储罐至充装台之间的管道上阀门或法兰密封不严，可能会造成液氯泄漏发生中毒风险。

充装液氯压力超过万向节减薄部位的承载能力，导致减薄部位发生塑性断裂，造成液氯瞬间泄漏造成中毒风险。

若没有及时调节液氯充装总管回流阀，充装总管短时压力迅速升高，液氯充装系统压力表根部阀门上部法兰的垫片出现泄漏造成中毒风险。

液氯中的氯离子与空气中的水蒸气结合成盐酸对设备具有腐蚀性，若选用的材料未采用防腐材料，可能会造成设备腐蚀泄漏风险，造成人员中毒。

F2.1.5 自然危险、有害因素分析

1) 雷电危害

直击雷电造成的电效应、热效应和机械力效应危害、间接雷电引起的静电感应和电磁感应危害、雷电波侵入危害及防雷装置上的高电压对建筑物的反击作用，都有可能造成易燃、易爆物品爆炸或着火。

2) 地震危害

发生地震时设备、管道等遭到破坏，引起火灾等次生灾害；建、构筑物倒塌，可能会造成严重的人员伤亡。

3) 低温

大连市年平均最低气温为-11.9℃，极端最低气温-28.2℃，冻土较深，因此，对本工程的防凝防冻有不利影响，对埋地管道的防冻设计要求较高。若选用的传感、计量设施不满足防冻要求，可能造成管道泄漏和传感器和计量器失灵。

4) 污闪

在雾、雨、雪等不良气候条件下，电力设备外绝缘表面因环境污染积污而可能发生污闪事故。

5) 盐雾

本项目地处松木岛化工园区，靠近海域，海陆交互频繁，季风所夹带的含盐湿空气会加速金属设备和设施的外露金属表面的腐蚀损坏。盐雾腐蚀破坏过程中起主要作用的是氯离子，氯离子容易穿透金属表面的氧化层和防护层，与内部金属发生电化学反应。同时，氯离子含有一定的水合能，易被吸附在金属表面的孔隙、裂缝排挤并取代氯化层中的氧，把不溶性的氧化物变成可溶性的氯化物，使钝化表面变成活泼表面，降低设备使用年限及使用性能，尤其对电器设施，降低其绝缘能力。

F2.2 定性、定量分析危险、有害过程

F2.2.1 用预先危险性分析法评价单元固有危险程度

F2.2.1.1 生产装置预先危险性分析

该项目生产过程中使用的设备主要有干燥塔、换热器设备、冷却设备、泵类设备、各设备之间连接的工艺管道和低压配电设备。

1) 塔类设施预先危险性分析

该项目装置中存在干燥塔，工作状态下塔内充满易燃气体，如果有空气进入，遇明火会在塔内产生爆炸，造成塔损坏。如果塔破裂，与塔连接的管路或附件等设施发生泄漏，可燃气体泄漏遇明火会燃烧或造成空间爆炸，造成设备损坏，人员伤害。塔类设施预先危险性分析结果见附件表 2-4。

附件表 2-4 塔类设施预先危险性分析

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
火灾、爆炸	泄漏或空气进入	1. 设备加工选材不当； 加工质量不好； 2. 附件损坏； 3. 安全装置失灵； 4. 设备超负荷运行； 5. 违章作业； 6. 电气设备不防爆。 7. 未设可燃气体自动检测报警系统。	设备损坏、人员伤亡	IV	1. 塔壁应采用防腐处理。 2. 选用有资质的生产制造单位的产品，确保其安全性能。 3. 定期巡检，及时更换或维修受损附件。 4. 气体检漏系统及报警系统。 5. 严格控制进料量。 6. 完善管理操作规程，及时发现问题。 7. 建立在线检测报警连锁装置。

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
容器爆炸	塔内压力升高	1. 塔质量存在缺陷; 2. 超温、超压 3. 未及时冷却塔设备	设备损坏、人员伤亡	IV	1. 找有资质的设计单位对容器进行设计 2. 对塔进行冷却 3. 塔上设计高低温报警系统, 及时发现问题。
物体打击	高处有工具等	二层设备区除设施零件掉落砸中塔底人员, 或人机交叉作业, 人员被掉落、倾倒或运动部件砸中。	人员伤亡	III	1. 合理设施布局, 避免过多交叉作业; 2. 规范管理, 按操作规程进行作业; 3. 高处不能有浮物, 需要时应固定好; 4. 作业人员穿戴好安全帽及劳动保护用品。
高处坠落	操作人员从 2m 以上的操作平台坠落	1. 二层操作平台、扶梯无栏杆或栏杆缺立柱、缺横杆; 2. 操作平台未用防滑钢板; 3. 冬天下雪结冰; 4. 高处作业人员未使用安全带。	人员伤亡	III	1. 应按要求设置防护栏杆; 2. 应符合标准要求, 操作钢平台地面应使用防滑钢板; 3. 冬天要及时清扫积雪, 作业时穿戴防滑鞋; 4. 应加强登高作业人员教育, 作业时必须系好安全带。
坍塌	塔支撑超过设计载荷	1、塔器超过设计载荷 2、塔顶或盘梯上随意堆放物料	人员伤亡	III	1、按设计文件设计 2、加强管理, 对操作人员加强工作培训

分析结果：危险等级IV级，危险程度“破坏性的”，会造成人员重大伤亡和系统严重破坏，必须予以果断排除并进行重点防范。

2) 换热器类预先危险性分析

该项目生产过程中为控制作业温度或节约能源的需要采用了再生冷却器。介质多为易燃气体，存在的危险隐患较大，换热设备发生事故的原因主要有设备安装质量不高，焊口、焊道处理不好，材质有缺陷或因热应力腐蚀等，这些原因致使冷换设备封头、法兰、进出口阀门、管线泄漏，会发生火灾、爆炸事故。换热器内管路如果发生破裂，造成换热器内漏，而极有可能引起火灾、爆炸事故。换热器类预先危险性分析见附件表 2-5。

附件表 2-5 换热器类预先危险性分析表

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
----	------	---------	----	------	----

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
火灾爆炸	介质泄漏	1. 工艺设计有缺陷。 2. 材质选择不当。 3. 焊接质量差，安装质量不合格。 4. 操作条件不稳定。	设备损坏、财产受损，人员伤亡	III	1. 选用有资质的设计单位。 2. 选用有资质的生产制造单位的产品，确保其安全性能； 3. 选用有资质的单位进行设计安装。 4. 消除热应力，平稳操作。 5. 设置围堰。
灼烫	高温介质泄漏	1. 阀门密封失效； 2. 防腐处理不符合规范。 3. 设计缺陷； 4. 安全装置失灵； 5. 设备维护管理缺陷。	人员伤亡	II	1. 根据温度、压力和介质特性，严格按照要求合理选材。 2. 按照相关规范要求对装置做防腐保护。 3. 选用有资质的设计单位。 4. 为作业人员配备必要的安全防护用品。 5. 应定期对设备进行维护、出现泄漏及时维修。

分析结果：危险等级III级，危险程度“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

3) 工艺管道预先危险分析

该项目装置中工艺管道在生产装置中四通八达，长度、管径不一，极易受到外力的作用而发生变形或破坏。管子自身的材质、焊接质量等不符合质量要求，超温超压或低温等都能使管子受到破坏。因法兰连接不符合要求、密封失效、连接螺栓松动、断裂等导致介质泄漏。或因管道防腐失效腐蚀严重穿孔等也将造成介质泄漏。压力管线未经检测即投入使用，由于不符合压力管道使用规定发生泄漏。因可燃气体检测报警器失效，泄漏的可燃气体（液体蒸气）与空气混合达到爆炸极限，遇点火源而发生爆炸、火灾事故。具体分析见附件表 2-6。

附件表 2-6 工艺管道预先危险分析表

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
----	------	---------	----	------	----

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
火灾爆炸	物料泄漏且遇火源	1. 设计失误、压力等级不符； 2. 选材不当； 3. 高度不足或人员、车辆等违章操作，使管道受外力撞击； 4. 施工质量低劣，焊口开裂，连接点松脱； 5. 管架跨度过大或缺少涨缩补偿装置； 6. 超温、超压； 7. 法兰、连接螺栓松动； 8. 螺纹连接部分断裂； 9. 阀门密封失效； 10. 腐蚀穿孔； 11. 吹扫不彻底，动火作业； 12. 受外力碰撞； 13. 利用管架或管道作为吊物支撑点。	可燃气体泄漏引发火灾、爆炸、中毒。人员伤亡、财产损失	IV	1. 严格按照规范要求选择有资质的单位进行设计； 2. 应根据工艺特点、输送介质危险性选择符合国家规范要求的材质。 3. 对管廊进行保护，设置限高标志，严禁超高车辆入内。 4. 应选择有资质的施工单位进行施工。 5. 不准将管架支柱、管道作为起重工具使用； 6. 严格工艺纪律，操作规程。精心操作，避免发生撞击； 7. 严格按可燃气体、液化气体要求选材； 8. 加强防腐管理，定期检测管壁厚度，定期检修更换； 9. 严格动火的管理、严格控制火源； 10. 严格管道维修前处理要求，吹扫、检测办理检修作业证。 11. 应设气体检漏系统及报警系统。

分析结果：危险等级IV级，危险程度“破坏性的”，会造成人员重大伤亡和系统严重破坏，必须予以果断排除并进行重点防范。

4) 燃氢蒸汽锅炉预先危险性分析

该项目设有一台燃氢蒸汽锅炉，燃氢蒸汽锅炉预先危险性分析见附件表2-7。

附件表 2-7 燃氢蒸汽锅炉预先危险分析表

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
火灾爆炸	锅炉受热面过热，爆管介质泄漏	(1) 锅炉长时间超负荷运转	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	1、避免锅炉长时间超负荷运转
	法兰连接、焊接、质量密封问题	燃氢蒸汽锅炉的管道、阀门等部件如果存在泄漏，氢气可能快速蒸发，导致压力急剧升高，超过管道和设备的承受极限，从而引发爆炸；	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	1、安装氢气泄漏检测装置，及时发现并处理泄漏问题，防止氢气积聚引发爆炸。 2、在氢气管线阀门、法兰等泄漏源安装氢气报警器。

		燃氢蒸汽锅炉在运行过程中，如果氢气泄漏并与空气混合达到一定比例，遇到火源或高温，可能发生爆炸。爆炸产生的冲击波和碎片会对锅炉及周围设施造成严重破坏，可能导致人员伤亡和财产损失			
	安全附件缺乏、不齐、失灵	锅炉没有按设计安装安全阀、液面计、自动保护装置，或已经按规定安装安全附件，但没有定期检验和检查，处于失灵状态，由此也曾酿成过爆炸和泄漏火灾事故。	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	建设单位应按设计文件设计，应组织有施工资质的单位进行安装安全阀、液面计。应定期组织相关人员对安全阀、液位计进行检验、检测。
锅 炉 爆 炸	锅 炉 超 温、超 压	锅炉在运行过程中，如果温度和压力超过设计范围，或者安全附件如安全阀、压力表等失灵，可能导致锅炉爆炸	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	定期对锅炉进行内外部检验和水压试验，确保设备处于良好状态
	锅 炉 制 造 与 安 装 缺 陷	锅炉在制造或安装过程中存在缺陷，如材料质量不合格、焊接不牢固等，也可能导致爆炸	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	操作人员必须持证上岗，严格执行安全操作规程，避免超温超压运行
	管 理 不 善	水质管理不良、水位控制不当、超温超压运行、司炉工人操作不当等，都会增加锅炉爆炸的风险	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	加强水质管理，控制水位和温度，避免操作不当和误操作
	设 备 老 化 与 维 护 不 足：	锅炉长期运行后，部件可能会出现磨损、腐蚀或结垢，如果未能及时维护和更换，也可能导致爆炸	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	制定应急预案，定期进行演练，确保在紧急情况下能够迅速应对；定期对锅炉进行检验检测。

分析结果：危险等级III级，危险程度“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

6) 燃气系统预先危险性分析

该项目燃气系统预先危险性分析详见表 2-8。

表 2-8 燃气系统预先危险性分析

潜在事故	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	措施
火灾爆炸	1.氢气输送管线、阀门选材、制造、安装存在缺陷，输送过程中氢气泄漏。 2.氢气输送管道未定期检验，由于腐蚀导致薄弱部位破裂。	人员伤亡、财产损失	III	1.严格按照《压力管道安全技术监察规程》的要求进行设计、制造、安装和使用。 2.压力管道投入使用前应办理使用登记证，并定期进行检测。

潜在事故	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	措施
	3.氢气管道布置不合理，靠近高温、明火设备，可能引发火灾爆炸。 4.氢气管道无防雷、防静电接地装置，雷击、静电引发事故。 5、未设置火焰监测系统和熄火保护装置			3.严格按照《精细化工企业设计防火标准》（GB51283-2020）进行管道的设计和施工。 4.按照《建筑防雷设计规范》对防雷、防静电系统进行设计。 5、应设置火焰检测系统和熄火保护装置
触电	1、氢气管线未进行静电接地 2、检修作业，未严格执行电气安全操作规程，引发事故。	人员伤亡	III	1、对氢气管线按设计要求进行接地，并定期进行防雷防静电检测。 2、严格执行电气安全操作规程。

分析结果：燃气系统在发生火灾爆炸危险度为III级，危险程度“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

7) 氢气管束集装箱充装系统预先危险性分析

该项目氢气管束集装箱充装系统预先危险性分析详见表 2-9。

表 2-9 氢气管束集装箱充装系统预先危险性分析

潜在事故	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	措施
火灾爆炸	1.氢气输送管线、阀门选材、制造、安装存在缺陷，输送过程中氢气泄漏。 2.氢气输送管道未定期检验，由于腐蚀导致薄弱部位破裂。 3.氢气管道布置不合理，靠近高温、明火设备，可能引发火灾爆炸。 4.氢气管道无防雷、防静电接地装置，雷击、静电引发事故。 5、操作人员失误，接管密封不严或未持证上岗	人员伤亡、财产损失	III	1.严格按照《压力管道安全技术监察规程》的要求进行设计、制造、安装和使用。 2.压力管道投入使用前应办理使用登记证，并定期进行检测。 3.严格按照《精细化工企业设计防火标准》（GB51283-2020）进行管道的设计和施工。 4.按照《建筑防雷设计规范》对防雷、防静电系统进行设计。 5、加强操作人员培训，持证上岗。
触电	1、氢气管线未进行静电接地 2、检修作业，未严格执行电气安全操作规程，引发事故。	人员伤亡	III	1、对氢气管线按设计要求进行接地，并定期进行防雷防静电检测。 2、严格执行电气安全操作规程。
车辆伤害	1、人员注意力不集中； 2、车辆行驶方向有误	人员伤亡	III	1、加强人员培训 2、按厂内行车路线行驶
容器爆炸	1、加压提纯后的氢气压力过高，超过槽车设计压力	人员伤亡	III	加压提纯装置后应设置超压报警与装车进料阀连锁。

分析结果：氢气管束集装箱充装系统在发生火灾爆炸危险度为III级，

危险程度“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

7) 液氯槽车充装系统预先危险性分析

该项目液氯槽车充装系统预先危险性分析详见表 2-10。

表 5-10 液氯槽车充装系统预先危险性分析

潜在事故	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	措施
中毒	1.液氯输送管线、阀门选材、制造、安装存在缺陷，输送过程中液氯泄漏。 2.液氯输送管道未定期检验，由于腐蚀导致薄弱部位破裂。 3.液氯管道无防雷、防静电接地装置，雷击、静电引发事故。 4.操作人员失误，接管密封不严或未持证上岗 5.操作人员接管导致密封不严	人员伤亡	III	1.严格按照《压力管道安全技术监察规程》的要求进行设计、制造、安装和使用。 2.压力管道投入使用前应办理使用登记证，并定期进行检测。 3.严格按照《精细化工企业设计防火标准》（GB51283-2020）进行管道的设计和施工。 4.按照《建筑防雷设计规范》对防雷、防静电系统进行设计。 5.加强操作人员培训，持证上岗。
车辆伤害	1. 人员注意力不集中。 2. 车辆行驶方向有误。	人员伤亡	III	1.加强人员培训； 2.按厂内行车路线行驶。
容器爆炸	1、上游装置或储存设施的氯气出口压力过高，超过槽车设计压力	人员伤亡	III	上游氯气装置或储存设施出口应设置超压报警与装车进料阀联锁。

F2.2.1.2 公用工程及辅助设施预先危险性分析

1) 压缩机预先危险性分析

表 2-11 压缩机预先危险分析表

危险有害因素	形成事件原因	事故后果	危险等级	安全对策措施
火灾爆炸	1、压缩机的分离器、缓冲罐器体、机体及附属管阀存在材质、制造缺陷或受腐蚀穿孔； 2、安装、检修和操作不当损坏器体和机体及附属管阀； 3、来气压力波动或操作不当超压、超温使器体和机体及附属管阀破裂泄漏； 4、因安装、调试、检修操作不当造成压缩机密封损坏；	人员伤亡、财产损失	III	1、选择有资质、信誉好的压缩机生产厂家，严把设备进厂检验关； 2、设备安装、检修均须由有资质单位承担，并加强监理，保证质量； 3、设置压力、流量、温度检测和气体泄漏检测报警等安全仪表设施并定期校验，及时发现和消除事故隐患； 4、制定操作规程并严格执行； 5、压缩机安装、调试、检修操作须由有资质经验丰富的人员承担； 6、严格按压缩机使用要求选用润滑油品种及用量，保持冷却系统完好； 7、制定压缩机安全操作规程，定期

	5、因润滑、冷却不当造成压缩机局部或整机超温。			维护保养。
物理爆炸	1、压力升高； 2、泄压装置失效； 3、管材质量不合格或由于腐蚀导致管壁变薄。	财产损失、人员伤亡	III	1、加强安全教育，严格按操作规程进行操作； 2、定期对设备进行测厚。
物体打击	1、压缩机使用的螺栓规格不符合标准要求，使压缩机盖与底座之间连接螺丝强度不够； 2、压缩机检修时，未发现或未更换存在损伤的连接件； 3、未按时维护保养； 4、未按时巡回检查，机泵异常现象不能及时发现。	人员受伤	II	1、选用质量合格的设备和配件； 2、严格执行设备维修保养制度； 3、按时巡回检查，压缩机出现异常现象及时处理。
机械伤害	1. 违章操作，未停机就进行操作； 2. 设备转动部分无防护罩。	人员受伤	II	1、严格按操作规程操作； 2、压缩机电机设防护罩； 3、定期检修，确保各安全附件完好； 4、正确穿戴劳动保护用品。
触电	1、电器设备及开关接地故障、保护失效； 2、检查、检修电气设备前未验电； 3、电气设备和线路绝缘老化； 4、违章操作。	人员受伤	II	1、电气设备设置过电压和漏电保护； 2、明敷电气线路穿钢管保护； 3、作业人员取得电工特种作业证 4、电气设备定期进行检验； 5、操作前验电，禁止带电操作。
噪声振动	1、压缩机固有噪声较大； 2、降噪减振措施不明显； 3、工作人员未加以个人防护； 4、管理力度不够。	人员受伤	II	1、选用低噪声设备； 2、采取降噪减振措施； 3、工作人员佩戴耳塞等防护用品； 4、严格管理，培训。

分析结果：危险等级III级，危险程度“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

2) 配电室预先危险性分析

该项目设有变配电室，如果管理不当，在其传送、控制驱动或检修等过程中都可能发生事故。电气事故常包括由电流短路、接地不良、漏电、雷击、静电等原因引起的电气火灾事故以及触电事故。尤其是触电事故在电气事故中占较多的事故。由于配电设备的危险性与用电过程中存在的不安全因素，

导致配电室发生事故是该项目潜在的安全隐患之一。对配电室的预先危险性分析见附件表 2-12。

附件表 2-12 配电设备预先危险性分析表

危险 危害 因素	形成事故原因事件	结果	危险 等级	措施
火灾	1. 电气设备过载或短路。 2. 无避雷接地或接地电阻不符合要求。 3. 绝缘老化击穿放电或短路。 4. 小动物侵害电气设备，造成短路，引发火灾。 5. 电缆接头过多，接头破损造成短路引发火灾。 6. 电缆的阻燃、隔离防火安全措施不当。 7. 违章操作导致火灾。	人员伤亡、财产损失。	III	1. 严禁超负荷及超温运行电气设备。 2. 安装接地装置，按相关标准确定接地电阻。 3. 建立定期巡检、维修制度，及时更新老化电路。 4. 电气设备加设防小动物的防护网。 5. 电缆敷设严格按照规程、设计图纸和有关防火、阻燃技术要求去实施。电缆接头按工艺和质量标准施工，并定期进行测温检查。 6. 保持电缆沟的清洁，保证电缆阻燃、隔离防火安全措施的完善。 7. 严格执行电气方面安全技术操作规程。
触电	1. 接地系统不良。 2. 电缆、电气线路等电气设备绝缘损坏。 3. 与带电体的安全防护距离不够。 4. 电气设备未安装漏电保护装置或失灵。 5. 电气作业安全设施不完善。 6. 维修期间误送电。 7. 未穿戴绝缘防护用品。 8. 无遮护的裸导体离地面的距离不符合规定。 9. 插座的电源无防漏电保护器 10. 违章作业。	人员伤亡	II	1. 根据要求对用电设备做好保护接地 2. 保证电缆、电气线路等电气设备绝缘良好，定期检查发现有绝缘损坏现象及时维修。 3. 采取有效的遮拦、护罩等防护装置，将带电体与外界隔离，避免人员直接触电。 4. 用电设备电源侧应安设漏电保护装置。 5. 严格执行安全操作规程。 6. 严格停、送电操作程序，维修实行挂牌、确认制。 7. 穿戴好安全防护用具。 8. 无遮护的裸导体离地面的距离应符合规范要求。 9. 插座电源应设置防漏电保护器。 10. 杜绝违章作业。

分析结果：危险等级III级，危险程度“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

F2.2.2 用危险度评价法评价单元固有危险程度

依据危险度评价取值赋分标准和危险度分级表，得出该项目装置各评价单元的危险度计算值和危险度等级。

附表 2-13 装置各评价单元的危险度计算值和危险度等级表

评价单元名称	评价设备名称	主要操作介质		单元容量		温度		压力		操作	总分值	危险等级
		名称	分值	m ³	分值	℃	分值	MPa	分值	分值		
氢气加压提纯装置	干燥塔	氢气	10	10	0	25	0	常压	0	5	15	II
	氢气缓冲罐	氢气	10	5	0	25	0	常压	0	5	15	II
	冷却器	氢气	10	10	0	25	0	常压	0	5	15	II
	氢压缩机	氢气	10	5	0	25	0	2.2	2	5	15	II
氢气管束集装箱充装区	氢气装车鹤管	氢气	10	1	0	25	0	常压	0	2	12	II
	氢气槽车	氢气	10	12	0	25	0	12	2	2	14	II
气瓶充装区	氢气汇流排	氢气	10	1	0	25	0	10	2	2	14	II
燃氢蒸汽锅炉	燃氢系统	氢气	10	1	0	25	0	1	0	2	12	II
液氯槽车充装系统	液氯装车鹤管	液氯	5	1	0	25	0	常压	0	2	7	III
	液氯槽车	液氯	5	12	2	25	0	12	2	2	11	II

F2.2.3 采用定量分析法计算该项目的安全防护距离

F2.2.3.1 个人风险基准

1) 防护目标分类

防护目标设施或场所实际使用的主要性质，分为高敏感防护目标、重要防护目标、一般防护目标。

(1) 高敏感防护目标包括下列设施或场所：

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

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

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

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

其他在事故场景下自我保护能力相对较低群体聚集的场所。

(2) 重要防护目标包括以下设施或场所：

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

文物保护单位。

宗教场所。包括：专门用于宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等场所。

城市轨道交通设施。包括独立地段的城市轨道交通地面以上部分的线路、站点。

军事、安保设施。包括：专门用于军事目的的设施，监狱、拘留所设施。

外事场所：包括：外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等。

其他具有保护价值的或事故场景下人员不便撤离的场所。

(3) 一般防护目标根据其规模分为一类防护目标、二类防护目标和三类防护目标。一般防护目标的分类规定参照附件表 2-14。

附件表 2-14 一般防护目标分类

防护目标类型	一般防护目标	二类防护目标	三类防护目标
住宅及相应服务设施 住宅包括：农村居民点、低层住区、中层和高层住宅建筑等。 相应服务设施包括：居住小区及小区级以下的托幼、文化、体育、商业、卫生服务、养老助残设施，不包括中小学。	居住户数 30 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以下，或居住人数 30 人以下
行政办公设施 包括：党政机关、社会团体、科研、事业单位等综合楼及其相关设施	县级以上党政机关以及其他办公人数 100 人以上的行政办公建筑	办公人数 100 人以下的行政办公建筑	
体育场馆 不包括：学校等机构专用的体育设施	总建筑面积 5000m ² 以上的	总建筑面积 5000m ² 以下的	
商业、餐饮业等综合性商业服务建筑	总建筑面积 5000m ²	总建筑面积	总建筑面积

防护目标类型	一般防护目标	二类防护目标	三类防护目标
包括：以零售功能为主的商铺、商场、超市、市场类商业建筑或场所；以批发功能为主的农贸市场；饭店、餐厅、酒吧等餐饮业场所或建筑。	以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所	1500m ² 以上 5000m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以上 300 人以下的露天场所	1500m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所
旅馆住宿业建筑 包括：宾馆、旅店、招待所、服务型公寓、度假村等建筑。	床位数 100 张以上的	床位数 100 张以下的	
金融保险、艺术传媒、技术服务等综合性商务办公建筑	总建筑面积 5000m ² 以上的	总建筑面积 1500m ² 以上 5000m ² 以下的	
娱乐、康体类建筑或场所 包括：剧院、音乐厅、电影院、歌舞厅、网吧以及大型游乐等娱乐场所建筑；赛马场、高尔夫、溜冰场、跳伞场、摩托车场、射击场等康体场所	总建筑面积 3000m ² 以上的建筑，或高峰时 100 人以上的露天场所	总建筑面积 3000m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所	
公共设施营业网点		其他公用设施营业网点。包括电信、邮政、供水、燃气、供电、供热等其他公用设施营业网点	加油加气站营业网点
其他非危险化学品工业企业		企业中当班人数 100 人以上的建筑	企业中当班人数 100 人以下的建筑
交通枢纽设施 包括：铁路客运站、公路长途客运站、港口码头、机场、交通服务设施（不包括交通指挥中心、交通队）等	旅客最高聚集人数 100 人以上	旅客最高聚集人数 100 人以下	
城镇公园广场	总占地面积 5000m ² 以上的	总占地面积 1500m ² 以上 5000m ² 以下的	总占地面积 1500m ² 以下的
注 1：低层建筑（一层至三层住宅）为主的农村居民点、低层住区以整体为单元进行规模核算，中层（四层至六层住宅）及以上建筑以独栋建筑为单元进行规模核算。其他防护目标未单独说明的，以独立建筑为目标进行分类。 注 2：人员数量核算时，居住户数和居住人数按照常住人口核算，企业人员数量按照最大当班人数核算。 注 3：具有兼容性的综合建筑按其主要类型进行分类，若综合楼使用的主要性质难以确定时，按底层使用的主要性质继续归类。 注 4：表中“以上”包括本数，“以下”不包括本数			

2) 防护目标个人风险基准

危险化学品生产装置和储存设施周边防护目标所承受的个人风险应不超过附件表 2-15 中个人风险基准的要求。

附件表 2-15 个人风险基准

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

3) 个人风险标准选择

附件表 2-16 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	0.00001	红色
二级风险	0.000003	黄色
三级风险	0.0000003	蓝色

4) 个人风险模拟结果

本报告在分别对氢气压缩厂房、PSA 装置、氢气管束集装箱、液氯充装厂房等单元失效场景分析、失效后果分析的基础上，采用安全评价软件进行个人风险计算、个人风险等值曲线的追踪与绘制，模拟该项目个人风险曲线图。该项目的个人可接受风险曲线如下附件图 2-1。



附件图 2-1 个人风险模拟曲线图

(1) 1×10^{-5} /年等值曲线（红色）范围未超过一般防护目标中的三类防护目标，符合附件表 2-15 的要求。

(2) 在 3×10^{-6} /年等值曲线（黄色）范围未超过一般防护目标中的二类防护目标，符合附件表 2-15 的要求。

(3) 在 3×10^{-7} /年等值曲线（蓝色）范围未超过高敏感防护目标、重要防护目标、一般防护目标中的一类防护目标，符合附件表 2-15 的要求。

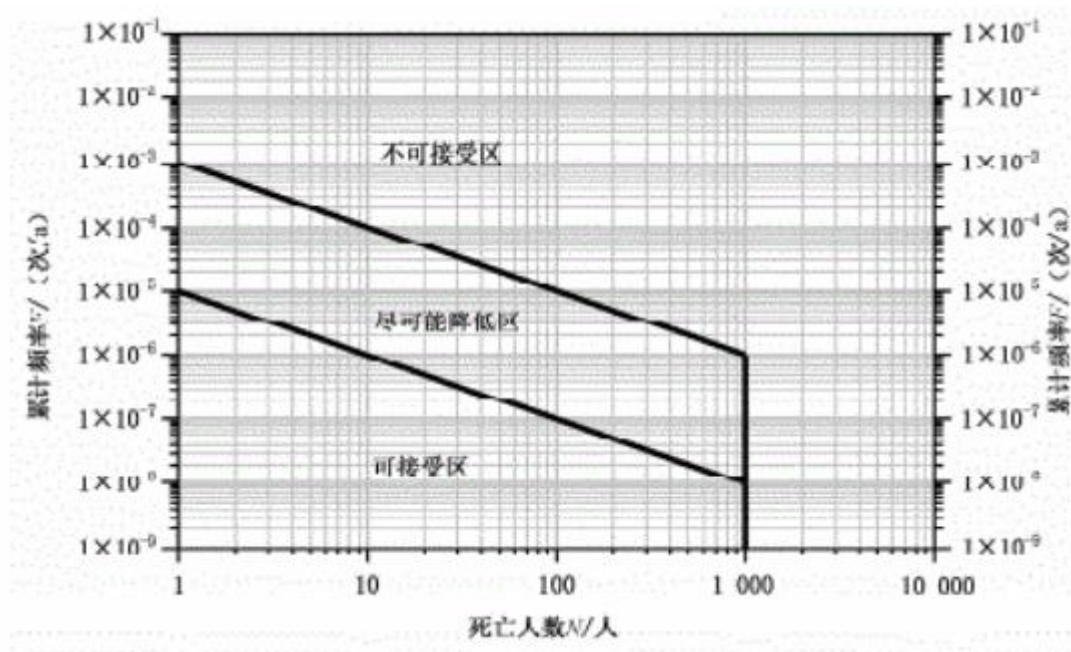
F2.2.3.2 社会风险基准

通过两条风险分界线将社会风险划分为 3 个区域，即：不可接受区、尽可能降低区和可接受区。具体分界线位置见附件图 2-2。

1) 若风险曲线进入不可接受区，则应立即采取安全改进措施降低社会风险。

2) 若社会风险曲线进入尽可能降低区, 应在可实现范围内, 尽可能采取安全改进措施降低社会风险

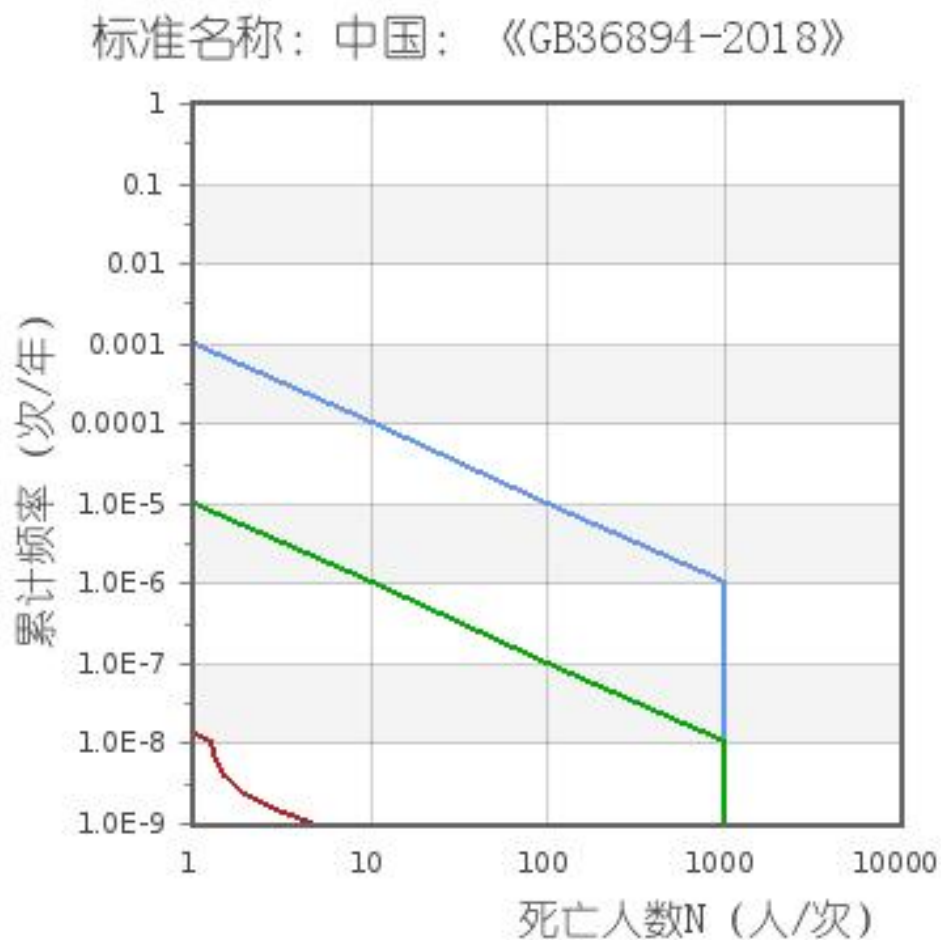
3) 若社会风险曲线全部落在可接受区, 则该风险可接受。



附件图 2-2 社会可接受风险标准图

4) 社会风险模拟结果

通过定量风险评价软件计算, 得到该项目的社会风险曲线如下图。



附件图 2-3 社会风险模拟曲线图

由上图可知，社会风险曲线全部落在可接受区，则该风险可接受。

F2.2.3.3 事故后果分析

1) 往复式压缩机 1 事故后果模拟（输出距离是距离装置原点的距离）

（1）喷射火灾事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：25.06

重伤半径：30.75

轻伤半径：46.39

财产损失半径：22.39

(2) 蒸气云爆炸事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：未达到热通量，故无法输出距离

重伤半径：0.62

轻伤半径：1.2

财产损失半径：未达到热通量，故无法输出距离

2) 吸附塔事故后果模拟（输出距离是距离装置原点的距离）

（1）喷射火灾事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：24.55

重伤半径：30.12

轻伤半径：45.44

财产损失半径：20.64

(2) 蒸气云爆炸事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：未达到热通量，故无法输出距离

重伤半径：0.22

轻伤半径：0.44

财产损失半径：未达到热通量，故无法输出距离

(3) 压力容器物理爆炸事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：2.5

重伤半径：3

轻伤半径：4

财产损失半径：2

3) 氢气缓冲罐事故后果模拟（输出距离是距离装置原点的距离）

（1） 蒸气云爆炸事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：未达到热通量，故无法输出距离

重伤半径：0.38

轻伤半径：0.74

财产损失半径：未达到热通量，故无法输出距离

4) 氢气槽车事故后果模拟（输出距离是距离装置原点的距离）

（1）喷射火灾事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：0.52

重伤半径：0.64

轻伤半径：0.97

财产损失半径：1.54

(2) 蒸气云爆炸事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：0.36

重伤半径：2.55

轻伤半径：4.97

财产损失半径：0.25

(3) 压力容器物理爆炸事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：15.5

重伤半径：20.5

轻伤半径：27

财产损失半径：11

5) 液氯槽车事故后果模拟（输出距离是距离装置原点的距离）

（1）压力容器物理爆炸事故后果模拟



事故后果分析结果

死亡半径：4.5

重伤半径：6

轻伤半径：7.5

财产损失半径：3.5

(2) 有毒有害物质泄漏扩散事故后果模拟



事故后果分析结果

下风向中毒危害距离 (m) : 370

横风向中毒危害距离 (m) : 24.03

下风向中毒危害面积 (m²): 13001.82

F2.2.3.4 装置发生爆炸的多米诺半径

1) 往复式压缩机 1

(1) 当目标装置类型为常压容器时半径为 65.7873 米，模拟图如下



(2) 当目标装置类型为压力容器时半径为 36.0332 米，模拟图如下



(3) 当目标装置类型为长型设备时半径为 0.7763 米，模拟图如下



(4) 当目标装置类型为小型设备时半径为 0.6888 米, 模拟图如下



2) 吸附塔

(1) 当目标装置类型为常压容器时半径为 60.5721 米, 模拟图如下



(2) 当目标装置类型为压力容器时半径为 33.1767 米，模拟图如下



(3) 当目标装置类型为长型设备时半径为 2.9366 米，模拟图如下



(4) 当目标装置类型为小型设备时半径为 2.6782 米，模拟图如下



3) 氢气缓冲罐

(1) 当目标装置类型为常压容器时半径为 0.6156 米，模拟图如下



(2) 当目标装置类型为压力容器时半径为 0.7443 米，模拟图如下



(3) 当目标装置类型为长型设备时半径为 0.4827 米，模拟图如下



(4) 当目标装置类型为小型设备时半径为 0.4283 米，模拟图如下



4) 氢气槽车

(1) 当目标装置类型为常压容器时半径为 24.6386 米，模拟图如下



(2) 当目标装置类型为压力容器时半径为 29.6137 米，模拟图如下



(3) 当目标装置类型为长型设备时半径为 19.7425 米，模拟图如下



(4) 当目标装置类型为小型设备时半径为 18.0051 米，模拟图如下



5) 液氯槽车

(1) 当目标装置类型为常压容器时半径为 6.8884 米，模拟图如下



(2) 当目标装置类型为压力容器时半径为 8.2793 米，模拟图如下



(3) 当目标装置类型为长型设备时半径为 5.5196 米，模拟图如下



(4) 当目标装置类型为小型设备时半径为 5.0338 米，模拟图如下



小结:

根据装置多米诺半径模拟结果图可知，该项目生产装置多米诺半径影响区域范围内没有相继发生安全事故的厂外设施，与相邻企业之间不会产生多米诺效应。一旦上述装置发生火灾爆炸事故，其伤害半径均在厂区内，可能会对本企业内的设备设施产生相应的影响，发生多米诺效应。

F2.3 危险化学品重大危险源辨识及重大危险源分级过程

F2.3.1 重大危险源辨识

危险化学品重大危险源指：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。

单元：涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分生产单元和储存单元。

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

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

危险化学品临界量的确定方法：

- 1) 在表 1^①范围内的危险化学品，其临界量应按表 1^①确定；
- 2) 未在表 1^①范围内的危险化学品，应依据其危险性，按表 2 确定其临界量；若一种危险化学品具有多种危险性，应按其中最低的临界量确定。

注明：①此文中表 1 为《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）标准中的表 1

②此文中表 2 为《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）标准中的表 2

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

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

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

$$S = q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + q_3/Q_3 + \dots + q_n/Q_n \geq 1 \text{---(1)}$$

式中：S—辨识指标；

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

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

对生产单元 1：对氢气加压提纯装置（PSA 装置、氢气压缩厂房）进行重大危险源辨识：

表2-17 危险化学品重大危险源辨识表

装置名称	危化品	存在量（q）/t	临界量（Q）/t	q/Q 值
氢气加压提纯装置	氢气	缓冲罐，0.4465	5	0.0929
		管道及压缩机，0.018		

计算得知： $S=0.0929<1$ ，本项目不构成重大危险源。

经分析，其 S 值均小于 1。因此，大连绿峰化学股份有限公司氢气加压提纯利用项目生产单元 1：氢气加压提纯装置未构成危险化学品重大危险源场所。

对生产单元 2：氢气瓶装厂房进行重大危险源辨识：

表2-18 危险化学品重大危险源辨识表

装置名称	危化品	存在量（q）/t	临界量（Q）/t	q/Q 值
氢气瓶装厂房	氢气	0.00079	5	0.000158

经分析，其 S 值均小于 1。因此，大连绿峰化学股份有限公司氢气加压提纯利用项目生产单元 2：氢气瓶装厂房未构成危险化学品重大危险源场所。

对生产单元 3：液氯充装厂房进行重大危险源辨识：

表2-18 危险化学品重大危险源辨识表

装置名称	危化品	存在量（q）/t	临界量（Q）/t	q/Q 值
液氯充装区	液氯	0.01	5	0.002

经分析，其 S 值均小于 1。因此，大连绿峰化学股份有限公司氢气加压提纯利用项目生产单元 3：液氯充装厂房未构成危险化学品重大危险源场所。

F3 依据的法律、法规、部门规章和标准

F3.1 依据的法律、法规

《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2002〕第七十号公布，〔2009〕第十八号第一次修改，〔2014〕第十三号第二次修改，2014年12月1日起施行，中华人民共和国主席令〔2021〕第八十八号第一次修改）

《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令〔2009〕第六号公布，〔2019〕第二十九号修改，2019年4月23日起施行，根据中华人民共和国主席令〔2021〕第八十一号修改，2021年4月29日起施行）

《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令〔2014〕第四号公布，2014年1月1日起施行）

《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令〔2011〕第五十二号第一次修改重新公布，〔2016〕第四十八号第二次修改，〔2017〕第八十一号第三次修改，〔2018〕第二十四号第四次修改，自2018年12月29日起施行）

《中华人民共和国防震减灾法》（中华人民共和国主席令〔1997〕第九十四号公布，〔2008〕第七号修改，2009年5月1日起施行）

《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2003〕393号公布，2004年2月1日起施行）

《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2011〕591号修改重新公布，〔2013〕645号修订，2013年12月7日施行）

《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令〔2009〕549号修正重新公布，2009年5月1日起施行）

《危险化学品目录（2015版）》（2022调整版）（国家安全生产监督管理局等十部门公告〔2015〕第5号，应急管理部等十部门公告〔2022〕第8

号，2023 年 1 月 1 日施行）

《特种设备目录》（质检总局关于修订〔2014〕114 号，2014 年 10 月 30 日实施）

《易制毒化学品管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2005〕445 号公布，〔2014〕653 号第一次修改，〔2016〕666 号第二次修改，〔2018〕第 703 号第三次修改，2018 年 9 月 18 日起施行）

《国家安全监管总局关于印发〈危险化学品建设项目安全设施目录（试行）〉》（安监总危化〔2007〕225 号）

《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（安监总危化〔2007〕255 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〕23 号，2010 年 7 月 19 日）

《关于危险化学品企业贯彻落实〈国务院进一步加强企业安全生产工作的通知〉的实施意见》（安监总管三〔2010〕186 号）

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

《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）

《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》（应急〔2022〕52 号）

《关于全面加强危险化学品安全生产工作意见》（中共中央办公厅、国务院印发，2020 年 2 月 26 日）

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

《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》

（安监总管三[2011]95 号）

《国家安全监管总局办公厅关于印发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》（安监总厅管三[2011]142 号）

（建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法）（国家安监总局令 36 号，安监总局令 77 号修订）

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

《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕第 40 号公布，〔2015〕第 79 号修正，自 2015 年 7 月 1 日起施行）

《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2012〕第 45 号公布，〔2015〕第 79 号修正，自 2015 年 7 月 1 日起施行）

《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）

《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〔2009〕第 229 号公布，〔2017〕第 312 号修改，〔2021〕第 341 号修正）

《辽宁省企业安全生产主体责任规定》（辽宁省人民政府令〔2011〕第 264 号公布，〔2013〕第 286 号第一次修改，〔2017〕第 311 号第二次修改，〔2021〕第 341 号修正）

《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）

《生产安全事故应急条例》（国务院令〔2019〕第 708 号，自 2019 年 4 月 1 日起施行）

《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]86号)

《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号)

《特种设备使用单位落实安全主体责任监督管理规定》(国家市场监督管理总局令第74号)

《特种设备生产单位落实质量安全主体责任监督管理规定》(国家市场监督管理总局令第73号)

《大连市危险化学品禁止、限制和控制目录》(大政办发[2023]39号)

F3.2 标准、规范

《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)

《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)

《化工企业总图运输设计规范》(GB50489-2009)

《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)

《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)

《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)

《中国地震动参数区划图》GB18306-2015

《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)

《20kV及以下变电所设计规范》(GB50053-2013)

《低压配电设计规范》(GB50054-2011)

《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)

《防止静电事故通用导则》(GB12158-2006)

《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T13955-2017)

《建筑抗震设计规范(2016年版)》(GB50011-2010)

《石油化工建(构)筑物抗震设防分类标准》(GB50453-2008)

《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018)

- 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
- 《建筑照明设计标准》（GB50034-2024）
- 《用电安全导则》（GB/13869-2017）
- 《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）
- 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
- 《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）
- 《用电安全导则》（GB/13869-2017）
- 《石油化工装置防雷设计规范（2022 年版）》（GB50650-2011）
- 《石油化工装置电力设计规范》（SH/T3038-2017）
- 《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》（GB4053.1-2009）
- 《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》（GB4053.2-2009）
- 《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》
（GB4053.3-2009）
- 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）
- 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）
- 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-2023）
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）
- 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- 《化学品分类和危险性公示通则》（GB13690-2009）
- 《易燃易爆性商品储存养护技术条件》（GB17914-2013）
- 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）
- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
- 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB30077-2023）
- 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）
- 《压力管道安全技术监察规程-工业管道》（TSG D0001-2009）

- 《锅炉安全技术规程》行业标准第 1 号修改单（TSG 11-2020/XG1-2024）
- 《移动式压力容器安全技术监察规程》（TSG R0005-2011）
- 《气瓶安全技术规程》（TSG 23-2021）
- 《气瓶充装站安全技术条件》（GB/T27550-2011）
- 《石油化工静电接地设计规范》（SH/T3097-2017）
- 《石油化工企业职业安全卫生设计规范》（SH/T3047-2021）
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）
- 《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）
- 《自动化仪表选型设计规范》（HG/T20507-2014）
- 《过程测量与控制仪表的功能标志及图形符号》（HG/T20505-2014）
- 《信号报警及联锁系统设计规范》（HG/T20511-2014）
- 《化工装置自控专业设计管理规范》（HG/T20636. 1~7-2017）
- 《控制室设计规范》（HG/T20508-2014）
- 《石油化工控制室抗爆设计规范》（GB50779-2012）（原设计采纳的标准，目前已作废）
- 《石油化工建筑物抗爆设计标准》（GB/T50779-2022）（现行标准）
- 《石油化工安全仪表系统设计规范》（GB/T50770-2013）
- 《石油化工紧急停车及安全联锁系统设计导则》（SHB Z06-2019）
- 《分散型控制系统工程设计规范》（HG/T20573-2012）
- 《粉尘防爆安全规程》（GB 15577-2018）
- 《化工企业安全卫生设计规范》（HG20571-2014）
- 《化工采暖通风与空气调节设计规范》（HG/T20698-2009）
- 《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）

- 《消防设施通用规范》（GB55036-2022）
- 《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）
- 《化工企业氯气安全技术规范》（GB11984-2024）
- 《压缩气体气瓶充装规定》（GB/T14194-2017）
- 《液氯使用安全技术要求》（AQ3014-2008）
- 《氯碱企业涉氢安全管理通用要求》（T/CCASC 0039-2024）
- 《氢气站设计规范》（GB50177-2005）
- 《工业电视系统工程设计标准》（GB/T50115-2019）
- 《石油化工电信设计规范》（SH/T3153-2021）
- 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
- 《气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规程》（GB/T34525-2017）
- 《液氯泄漏的处理处置方法》（HG/T4684-2014）
- 《氯碱生产氯气安全设施通用技术要求》（TCCASC1003-2021）

F3.3 相关文件

《大连绿峰化学股份有限公司氢气加压提纯利用项目可行性研究报告》
大连绿峰化学股份有限公司与大连天籁安全风险管理工作技术有限公司签订的《技术咨询合同》
大连绿峰化学股份有限公司提供的其他材料

F4 收集的文件、资料目录

F4.1 营业执照

F4.2 大连市企业投资项目备案文件（项目代码：
2502-210287-04-01-198581）