

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	63
F2.3 危险化学品重大危险源辨识及重大危险源分级过程	92
F3 依据的法律、法规、部门规章和标准	96
F3.1 依据的法律、法规	96
F3.2 标准、规范	99
F3.3 相关文件	102
F4 收集的文件、资料目录	103

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《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（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 50~100 m 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~附件表 2-4 为该项目所涉及主要危险化学品 MSDS

附件表 2-1 氢气 MSDS (1022)

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:	本品在物理学上是惰性气体，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

大连天籁安全风险管理技术有限公司

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
饱和蒸气压(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。
其它理化性质:	

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:	
其它有害作用:	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）》将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 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，患者最初感到胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。潜水员深潜时，可发生氮的麻醉作用；若从高压环境下过快转入常压环境，体内会形成氮气气泡，压迫神经、血管或造成微血管阻塞，发生“减压病”。
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

大连天籟安全风险管理技术有限公司

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(℃):	-209.8
沸点(℃):	-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(℃):	-147
临界压力(MPa):	3.40
辛醇/水分配系数的对数值:	无资料
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:	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:	钢制气瓶；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)；《危险化学品目录(2015 版)》将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:	

附件表 2-3 2-吡咯烷酮

第一部分：化学品名称

化学品中文名称:	2-吡咯酮
化学品英文名称:	2-pyrrolidone
中文名称 2:	4-丁内酰胺
英文名称 2:	butyrolactam
CAS No.:	616-45-5
分子式:	C ₄ H ₇ NO
分子量:	85.11

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
2-吡咯酮		616-45-5

第三部分：危险性概述

危险性类别:	
--------	--

侵入途径:	
健康危害:	摄入、吸入或经皮吸收对身体有害。其蒸气和气溶胶对眼睛、黏膜、呼吸道、皮肤有刺激作用。
环境危害:	对环境有危害，对大气可造成污染。
燃爆危险:	本品可燃，有毒，具有刺激性。

第四部分：急救措施

皮肤接触:	脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。
眼睛接触:	提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。
吸入:	脱离现场至空气新鲜处。如呼吸困难，给输氧。就医。
食入:	饮足量温水，催吐。就医。

第五部分：消防措施

危险特性:	可燃。遇明火能燃烧。与氧化剂可发生反应。受热分解放出有毒的氧化氮烟气。
有害燃烧产物:	一氧化碳、二氧化碳、氧化氮。
灭火方法:	消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。

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，穿防毒服。尽可能切断泄漏源。若是液体，防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。若是固体，用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。若大量泄漏，收集回收或运至废物处理场所处置。
-------	--

第七部分：操作处置与储存

操作注意事项:	密闭操作，局部排风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿防毒物渗透工作服，戴橡胶手套。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。防止烟雾或粉尘泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、还原剂、酸类、碱类接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。
储存注意事项:	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂、还原剂、酸类、碱类、食用化学品分开存放，切忌混储。配备相应品种和数量的消防器材。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。

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:	未制定标准
TLVWN:	未制定标准
监测方法:	
工程控制:	密闭操作，局部排风。提供安全淋浴和洗眼设备。
呼吸系统防护:	空气中粉尘浓度超标时，必须佩戴自吸过滤式防尘口罩；可能接触其蒸气时，应该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:	穿防毒物渗透工作服。

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，彻底清洗。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。保持良好的卫生习惯。

第九部分：理化特性

主要成分:	纯品
外观与性状:	无色到淡黄色液体或结晶。
pH:	
熔点(°C):	25
沸点(°C):	245
相对密度(水=1):	1.11
相对蒸气密度(空气=1):	2.9
饱和蒸气压(kPa):	1.33/122°C
燃烧热(kJ/mol):	2286.5
临界温度(°C):	无资料
临界压力(MPa):	无资料
辛醇/水分配系数的对数值:	无资料
闪点(°C):	129
引燃温度(°C):	145
爆炸上限%(V/V):	无资料
爆炸下限%(V/V):	无资料
溶解性:	溶于水、乙醇、乙醚、氯仿、乙酸乙酯等多数有机溶剂。
主要用途:	用作增塑剂、聚合剂、杀虫剂等的溶剂。
其它理化性质:	

第十部分：稳定性和反应活性

稳定性:	
禁配物:	强氧化剂、强碱、强酸、强还原剂。
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: 328 mg/kg(大鼠经口) 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:	该物质对环境有危害，应特别注意对大气的污染。

第十三部分：废弃处置

大连天籟安全管理技术有限公司

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。建议用焚烧法处置。焚烧炉排出的氮氧化物通过洗涤器除去。
废弃注意事项:	

第十四部分：运输信息

危险化学品序号:	
包装标志:	
包装类别:	
包装方法:	螺纹口玻璃瓶、塑料瓶、复合塑料瓶或铝瓶外普通木箱。
运输注意事项:	运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、氧化剂、食品及食品添加剂混运。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。运输途中应防暴晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。

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(1987年2月17日国务院发布), 化学危险物品安全管理条例实施细则(化劳发[1992]677号), 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; 常用危险化学品的分类及标志(GB 13690-92)将该物质划为第6.1类毒害品。
------	--

附件表 2-4 四氢吡咯

第1部分 化学品及企业标识

化学品中文名: 四氢吡咯

化学品英文名: Pyrrolidine

产品编号: -

企业名称: chemicalbook

企业地址: 北京市海淀区上地十街辉煌国际1号楼507

邮 编: 102206

传 真: 010-69703845

联系 电 话: 400-158-6606

电子 邮 件 地 址: info@chemicalbook.com

企 业 应 急 电 话: 13121892008

产 品 推 荐 及 限 制 用 途: 工业及科研用途。

第2部分 危险性概述

紧 急 情 况 概 述:

大连天籟安全风险管理技术有限公司

高度易燃液体和蒸气。吞咽有害。造成严重皮肤灼伤和眼损伤。吸入有害。

GHS 危险性类别:

易燃液体 类别 2

急性经口毒性 类别 4

皮肤腐蚀 / 刺激 类别 1A

严重眼损伤 / 眼刺激 类别 1

急性吸入毒性 类别 4

标签要素:



象形图:

警示词： 危险

危险性说明:

H225 高度易燃液体和蒸气

H302 吞咽有害

H314 造成严重皮肤灼伤和眼损伤

H332 吸入有害

防范说明:

预防措施:

—— P210 远离热源/火花/明火/热表面。禁止吸烟。

—— P233 保持容器密闭。

—— P240 容器和装载设备接地/等势联接。

—— P241 使用防爆的电气/通风/照明/设备。

—— P242 只能使用不产生火花的工具。

—— P243 采取防止静电放电的措施。

- P280 戴防护手套/穿防护服/戴防 护眼罩/戴防护面具。
- P264 作业后彻底清洗。
- P270 使用本产品时不要进食、饮 水或吸烟。
- P260 不要吸入粉尘/烟/气体/烟雾/蒸气/喷雾。
- P261 避免吸入粉尘/烟/气体/烟雾/蒸气/喷雾。
- P271 只能在室外或通风良好处使 用。

事故响应:

- P303+P361+P353 如皮肤(或头发)沾染: 立即脱掉所有沾染的衣服。用 水清洗皮肤/淋浴。
- P370+P378 火灾时: 使用灭火器灭火。
- P301+P312 如误吞咽: 如感觉不适, 呼叫解毒中心/ 医生
- P330 漱口。
- P301+P330+P331 如误吞咽: 漱口。不要诱导呕吐。
- P363 沾染的衣服清洗后方可重新使 用。
- P304+P340 如误吸入: 将人转移到空气新鲜处, 保持 呼吸舒适体位。
- P310 立即呼叫解毒中心/医生
- P321 具体治疗 (见本标签上的……)。
- P305+P351+P338 如进入眼睛: 用水小心冲洗几分钟。如戴隐 形眼镜并可方便地取出, 取出 隐形眼镜。继续冲洗。
- P312 如感觉不适, 呼叫解毒中心/医生

安全储存:

- P403+P235 存放在通风良好的地方。保 持低温。
- P405 存放处须加锁。

废弃处置:

- P501 按当地法规处置内装物/容器。

物理和化学危险： 高度易燃液体和蒸气。

健康危害： 吞咽有害。造成严重皮肤灼伤和眼损伤。吸入有害。

环境危害： 无资料

第 3 部分 成分/组成信息

组分	浓度或浓度范围(质量分数, %)	CAS No.
Pyrrolidine	100%	123-75-1

第 4 部分 急救措施

急 救：

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，立即进行心肺复苏术。就医。

皮肤接触： 立即脱去污染的衣着，用大量流动清水彻底冲洗，冲洗时间一般要求 20~30min。就医。

眼睛接触： 立即分开眼睑，用流动清水或生理盐水彻底冲洗 10~15min。就医。

食 入： 用水漱口，禁止催吐。给饮牛奶或蛋清。就医。

对保护施救者的忠告： 将患者转移到安全的场所。咨询医生。出示此化学品安全技术说明书给现场的医生看。

对医生的特别提示： 无资料

第 5 部分 消防措施

灭火剂：

用水雾、干粉、泡沫或二氧化碳灭火剂灭火。避免使用直流水灭火，直流水可能导致可燃性液体的飞溅，使火势扩散。

特别危险性：

易燃。其蒸气与空气混合，能形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸。高温时分解，释出剧毒的氮氧化物气体。高速冲击、流动、激荡后可因产生静电火花放电引起燃烧爆炸。蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远

的地方，遇火源会着火回燃和爆炸（闪爆）。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

灭火注意事项及防护措施：

消防人员须佩戴正压自给式呼吸器，穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。 灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。

第 6 部分 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：

消除所有点火源。根据液体流动和蒸气扩散的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员戴正压自给式呼吸器，穿防静电、防腐蚀、防毒服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。防止泄漏物进入水体、下水道、地下室或有限空间。小量泄漏：用砂土或其他不燃材料吸收。使用洁净的无火花工具收集吸收材料。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泡沫覆盖，减少蒸发。喷水雾能减少蒸发，但不能降低泄漏物在有限空间内的易燃性。用防爆、耐腐蚀泵转移至槽车或专用收集器内。

环境保护措施： 收容泄漏物，避免污染环境。防止泄漏物进入下水道、地表水和地下水。

泄漏化学品的收容、清除方法及所使用的处置材料：

小量泄漏：尽可能将泄漏液体收集在可密闭的容器中。用沙土、活性炭或其它惰性材料吸收，并转移至安全场所。禁止冲入下水道。

大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。封闭排水管道。用泡沫覆盖，抑制蒸发。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。

第 7 部分 操作处置与储存

操作注意事项：

禁止明火、禁止火花和禁止吸烟。密闭系统、通风、防爆型电气设备和照明。
使用无火花手工具。防止静电荷积聚（例如，通过接地）。
操作人员应经过专门培训，严格遵守操作规程。
操作处置应在具备局部通风或全面通风换气设施的场所进行。
避免眼和皮肤的接触，避免吸入蒸气。
个体防护措施参见第 8 部分。
远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。
如需灌装，应控制流速，且有接地装置，防止静电积聚。
避免与氧化剂等禁配物接触（禁配物参见第 10 部分）。
搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。
倒空的容器可能残留有害物。
使用后洗手，禁止在工作场所进行饮食。
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：

耐火设备（条件）。与强氧化剂、酸类分开存放。严格密封。

第 8 部分 接触控制/个体防护

职业接触限值：

组分名称	CAS	标准来源	限值	备注
Pyrrolidine	123-75-1	GBZ 2.1——2007	MAC: PC-TWA: PC-STEL:	

生物限制：

无资料

监测方法：

GBZ/T 160.1 ~ GBZ/T 160.81-2004 工作场所空气有毒物质测定（系列标准），
EN 14042 工作场所空气 用于评估暴露于化学或生物试剂的程序指南

工程控制：

防止产生烟云！

作业场所建议与其他作业场所分开。

密闭操作，防止泄漏。

加强通风。

设置自动报警装置和事故通风设施。

设置应急撤离通道和必要的避险区。

设置红色区域警示线、警示标识和中文警示说明，并设置通讯报警系统。

提供安全淋浴和洗眼设备。

个体防护装备：

呼吸系统防护：通风，局部排气通风或呼吸防护。

手防护：防护手套，防护服。

眼睛防护：面罩，或眼镜防护结合呼吸防护。

皮肤和身体防护：穿防毒物渗透工作服。

第 9 部分 理化特性

外观与性状：无色至淡黄色液体	气味：有强烈的氨气味
pH 值：无资料	熔点/凝固点(° C)：-57.79 ° C。
沸点、初沸点和沸程(° C)：86.56 ° C。气压：1 013 hPa。	自燃温度(° C)：370 ° C。气压：1 007.7 - 1 019.3 hPa。备注：发生点火的最低温度为 373 ° C。将该温度四舍五入到 5 ° C 的最接近的倍数，给出物质的自燃温度。
闪点(° C)：37 ° F。	分解温度(° C)：无资料
爆炸极限[% (体积分数)]：空气中 2.9%~13.0% (体积)	蒸发速率[乙酸(正)丁酯以 1 计]：无资料
饱和蒸气压(kPa)：62.7 mm Hg。温度：25 ° C。备注：该值相当于 8.36 kPa。	易燃性(固体、气体)：无资料
相对密度(水以 1 计)：0.85。温度：22.5 ° C。	蒸气密度(空气以 1 计)：2.45
气味阈值(mg/m³)：无资料	n-辛醇/水分配系数(log P)：log Pow = 0.22。温度：25 ° C。
溶解性：混溶于水，溶于乙醇、乙醚，微溶于苯、氯仿	黏度：无资料

第 10 部分 稳定性和反应性

稳定性：正常环境温度下储存和使用，本品稳定。

危险反应：与氧化剂接触发生猛烈反应

避免接触的条件: 静电放电、热、潮湿等。

禁配物: 酸类、酸酐、强氧化剂、二氧化碳。

危险的分解产物: 无资料。

第 11 部分 毒理学信息

急性毒性:

经口: LD50 – rat (male/female) – 430 mg/kg bw. Remarks: The original value 0.5 mL/kg was converted to mg/kg body weight using the density of 0.859 g/cm³.

吸入: LC50 – rat (male/female) – 11.7 mg/L air (analytical).

经皮: LD50 – rabbit (male/female) – > 0.35 – < 0.7 mL/kg bw.

皮肤刺激或腐蚀:

无资料。

眼睛刺激或腐蚀:

无资料。

呼吸或皮肤过敏:

无资料。

生殖细胞突变性:

无资料。

致癌性:

无资料。

生殖毒性:

无资料。

特异性靶器官系统毒性——一次接触:

该物质刺激呼吸道，腐蚀眼睛和皮肤。该物质可能对神经系统有影响。

特异性靶器官系统毒性——反复接触:

无资料

吸入危害:

未指明 20°C 时该物质蒸发达空中有害浓度的速率。

第 12 部分 生态学信息

生态毒性:

鱼类急性毒性试验: LC50 – Danio rerio (previous name: Brachydanio rerio) – 115 mg/L – 96 h.

溞类急性活动抑制试验: EC50 – Daphnia magna – 63 mg/L – 48 h.

藻类生长抑制试验: EC50 – Pseudokirchneriella subcapitata (previous names: Raphidocelis subcapitata, Selenastrum capricornutum) – 39 mg/L – 72 h.

对微生物的毒性: EC50 – activated sludge, domestic – > 1 000 mg/L – 30 min. Remarks: Respiration rate.

持久性和降解性:

无资料。

生物富集或生物积累性:

无资料。

土壤中的迁移性:

无资料。

第 13 部分 废弃处置

废弃化学品:

尽可能回收利用。

如果不能回收利用, 采用焚烧方法进行处置。

不得采用排放到下水道的方式废弃处置本品。

污染包装物:

将容器返还生产商或按照国家和地方法规处置。

废弃注意事项：

废弃处置前应参阅国家和地方有关法规。

处置人员的安全防范措施参见第 8 部分。

第 14 部分 运输信息

联合国编号危险货物编号(UN 号)： UN1922 (仅供参考, 请核实)

联合国运输名称： 吡咯烷 (仅供参考, 请核实)

联合国危险性分类： 3 (仅供参考, 请核实)

包装类别： II (仅供参考, 请核实)

包装方法： 按照生产商推荐的方法进行包装, 例如: 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。

海洋污染物(是/否)： 否

运输注意事项：

不易破碎包装, 将易破碎包装放在不易破碎的密闭容器中。

第 15 部分 法规信息

下列法律法规、规章和标准, 对该化学品的管理作出相应规定:

组分 Pyrrolidine CAS: 123-75-1

中华人民共和国职业病防治法:

职业病危害因素分类目录(2015): 未列入

危险化学品安全管理条例:

危险品化学品目录(2015): 列入

易制爆危险化学品名录(2017): 未列入

重点监管的危险化学品名录:

首批和第二批重点监管的危险化学品名录: 未列入

危险化学品环境管理登记办法（试行）：

重点环境管理危险化学品目录：未列入

麻醉药品和精神药品管理条例：

麻醉药品品种目录：未列入

精神药品品种目录：未列入

新化学物质环境管理办法：

中国现有化学物质名录(2013)：列入

第 16 部分 其他信息

编写和修订信息：

本版为第 1.0 版，按照 GB/T 16483-2008、GB/T 17519-2013、GB 30000 系列分类标准编制。

参考文献：

【1】国际化学品安全规划署：国际化学品安全卡（ICSC），网址：

<http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>。

【2】国际癌症研究机构，网址：<http://www.iarc.fr/>。

【3】OECD 全球化学品信息平台，网址：

http://www.echemportal.org/echemportal/index?pageID=0&request_locale=en。

【4】美国 CAMEO 化学物质数据库，网址：

<http://cameochemicals.noaa.gov/search/simple>。

【5】美国医学图书馆：化学品标识数据库，网址：

<http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp>。

【6】美国环境保护署：综合危险性信息系统，网址：

<http://cfpub.epa.gov/iris/>。

【7】美国交通部：应急响应指南，网址：

<http://www.phmsa.dot.gov/hazmat/library/erg>。

【8】德国 GESTIS-有害物质数据库，网址：<http://gestis-en.itrust.de/>。

附件表 2-5 氨气

第一部分：化学品名称

化学品中文名称：	氨
化学品英文名称：	ammonia
中文名称 2：	氨气(液氨)
英文名称 2：	
CAS No.:	7664-41-7
分子式：	NH ₃
分子量：	17.03

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
氨		7664-41-7

第三部分：危险性概述

危险性类别：	易燃气体,类别 2 加压气体 急性毒性-吸入,类别 3* 皮肤腐蚀/刺激,类别 1B 严重眼损伤/眼刺激,类别 1 危害水生环境-急性危害,类别 1
侵入途径：	
健康危害：	低浓度氨对粘膜有刺激作用，高浓度可造成组织溶解坏死。急性中毒：轻度者出现流泪、咽痛、声音嘶哑、咳嗽、咯痰等；眼结膜、鼻粘膜、咽部充血、水肿；胸部 X 线征象符合支气管炎或支气管周围炎。中度中毒上述症状加剧，出现呼吸困难、紫绀；胸部 X 线征象符合肺炎或间质性肺炎。严重者可发生中毒性肺水肿，或有呼吸窘迫综合征，患者剧烈咳嗽、咯大量粉红色泡沫痰、呼吸窘迫、谵妄、昏迷、休克等。可发生喉头水肿或支气管粘膜坏死脱落窒息。高浓度氨可引起反射性呼吸停止。液氨或高浓度氨可致眼灼伤；液氨可致皮肤灼伤。
环境危害：	对环境有严重危害，对水体、土壤和大气可造成污染。
燃爆危险：	本品易燃，有毒，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，应用 2%硼酸液或大量清水彻底冲洗。就医。
眼睛接触：	立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。
吸入：	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。
食入：	

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。遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。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：	氧化氮、氨。
灭火方法：	消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。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、抗溶性泡沫、二氧化碳、砂土。
--	--

第六部分：泄漏应急处理

应急处理：	根据液体流动和蒸气扩散的影响区域划定警戒区。迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离 150m，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，穿全封闭化学防护服、戴防护手套，从上风口进入现场。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。高浓度泄漏区，喷含盐酸的雾状水中和、稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至水洗塔或与塔相连的通风橱内。储罐区最好设稀酸喷洒设施。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。建议操作人员佩戴过滤式防毒面具（半面罩），戴化学安全防护眼镜，穿防静电工作服，戴橡胶手套。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、酸类、卤素接触。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。原灌装液氨的容器，在灌装前必须排尽空气（空气含量须保证小于 15%）。
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℃。应与氧化剂、酸类、卤素、食用化学品分开存放，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):	30
前苏联 MAC(mg/m ³):	20
TLVTN:	OSHA 50ppm,34mg/m ³ ; ACGIH 25ppm,17mg/m ³
TLVWN:	ACGIH 35ppm,24mg/m ³
监测方法:	纳氏试剂比色法
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，建议佩戴过滤式防毒面具（半面罩）。紧急事态抢救或撤离时，必须佩戴空气呼吸器。
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。

第九部分：理化特性

主要成分:	纯品
外观与性状:	无色、有刺激性恶臭的气体。
pH:	
熔点(℃):	-77.7
沸点(℃):	-33.5
相对密度(水=1):	0.82(-79℃)
相对蒸气密度(空气=1):	0.6
饱和蒸气压(kPa):	506.62(4.7℃)
燃烧热(kJ/mol):	无资料
临界温度(℃):	132.5

临界压力(MPa):	11.40
辛醇/水分配系数的对数值:	无资料
闪点(℃):	无意义
引燃温度(℃):	651
爆炸上限%(V/V):	27.4
爆炸下限%(V/V):	15.7
溶解性:	易溶于水、乙醇、乙醚。
主要用途:	用作致冷剂及制取铵盐和氮肥。
其它理化性质:	

第十部分：稳定性和反应活性

稳定性:	
禁配物:	卤素、酰基氯、酸类、氯仿、强氧化剂。
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: 350 mg/kg(大鼠经口) LC50: 1390mg/m ³ , 4 小时(大鼠吸入)
亚急性和慢性毒性:	
刺激性:	家兔经眼: 100mg, 重度刺激。
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:	该物质对环境有严重危害, 应特别注意对地表水、土壤、大气和饮用水的污染。

第十三部分：废弃处置

废弃物性质:	
废弃处置方法:	先用水稀释, 再加盐酸中和, 然后放入废水系统。
废弃注意事项:	

第十四部分：运输信息

危险化学品序号:	2
包装标志:	
包装类别:	O52
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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材以及泄漏应急处理设备。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、酸类、卤素、食用化学品等混装混运。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，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》(国务院令第 591 号 2011 年 12 月 1 日起施行)；危险性类别依据《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)；《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：	安全文化网 MSDS 数据库、大化集团提供安全技术说明书
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**

危险因素分析依据《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986) 和《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861-2022) 进行。有害因素分析依据《职业病危害因素分类目录》(国卫疾控发〔2015〕92 号) 进行。

生产装置在生产过程中主要危险有害因素有：火灾、其他爆炸、灼烫、触电、高处坠落、机械伤害、物体打击、车辆伤害、中毒和窒息、容器爆炸（加氢反应釜）、淹溺（事故池、初期雨水池）、坍塌。

1) 反应釜的危险性分析

生产装置中反应釜为工艺主要设备，操作过程的介质绝大多数易燃易爆、有毒、有腐蚀性，因此，如有设备制造缺陷，承受高温高压，而且压力和温度是经常变化的，同时，如果工艺参数有缺陷、设备腐蚀损坏、人工操作失误等，将会导致危险物质泄漏进而引发火灾、爆炸等事故。

(1) 违章作业：如未对设备进行置换或置换不彻底就试车，空气进入系统内形成爆炸性混合物而爆炸。用可燃气体补压、试压、试漏。违章动火。带压紧固阀门和螺栓。盲目追求产量，超压、超负荷运行。

(2) 操作失误：如设备置换清扫时，置换顺序错误。操作中错开阀门，或开关阀门不及时，或开关阀门顺序错误，使设备憋压或气体倒流超压，引起爆炸。投料过快或加料不均匀，引起温度剧增。未及时排放冷凝水或操作不当，使设备带水超压。过早地停冷却水，造成设备局部过热、烧熔、穿孔。

(3) 维护不周：如未及时发现仪表接管漏气、阀门漏气。未及时清理沉积物，使管道堵塞，或高温下积炭自燃。仪表装置失灵、损坏，如自动放空装置损坏，空气进入。

(4) 制造缺陷：如自制或自行改装的设备，质量不符合要求。未严格按图纸加工，设备带有事故隐患。焊接质量太差。使用旧设备或代用设备，因材料不当或本身已有缺陷而发生爆炸。

(5) 设计缺陷：如盲目将试验数据用于大生产装置，造成工艺参数计算错误。

(6) 腐蚀：如四氢吡咯、2-吡咯烷酮腐蚀，使设备局部壁厚减薄或变脆。塔壁腐蚀严重，局部穿孔。

(7) 如放热反应的温度失控，可造成加氢反应器等压力容器超压爆炸；在生产中如果出现投料配比差错，投料速度过快、应急事故处理不当等操作失误性差错，也极易导致火灾、爆炸、危化品泄漏及中毒事故的发生；

(8) 反应装置内夹套或盘管如果安装不当或存在缺陷，可能发生加热介质泄漏到物料或大气中，引起反应，导致火灾爆炸、灼伤等事故。

(9) 该项目精馏塔、产品塔为高温反应，在高温情况下迅速反应放出大量放热或产生大量气体，若精馏塔、产品塔未设置安全泄压设施，可能因产品塔或精馏塔超温超压发生容器爆炸事故。

2) 蒸馏、精馏工艺过程的危险性分析

该项目采用常压蒸馏方法精制过程，这些物质均具有燃爆性，在加热产生蒸气过程中，气态易燃物一旦泄漏，会与空气混合组成易燃易爆的混合气

体，在气体向外喷射过程中，产生静电放电而引爆气体混合物，爆炸的能量、热源又可引发蒸馏装置中物质的燃烧和爆炸，导致次生灾害的发生。

该项目在生产过程中涉及蒸馏过程，此过程虽然为简单的物理过程，但发生干锅现象，可能导致火灾爆炸事故风险。若粗品精制过程，浓缩工序，未能给出固定蒸出的量，可能因误操作，干锅导致火灾爆炸事故。

该项目涉及蒸馏操作，相关设备为蒸馏塔等，蒸馏操作是一种复杂的过程，塔的辅助设备多，如进料泵、气相冷凝冷却器、回流罐、出料、底出料系统等，蒸馏过程某一指标或某一环节出现偏差，都会干扰整个蒸馏系统的平衡，导致事故发生。

若蒸酯塔、蒸醇塔等设备密封性不良，一旦形成负压进入空气，遇明火、高热或其它火花有发生火灾爆炸的危险，蒸馏、精馏过程中发生的危险辨识如下：

- 1) 易燃液体蒸汽与空气形成爆炸性混合物遇点火源发生爆炸；
- 2) 设备因腐蚀泄漏引发火灾，因物料结垢造成塔盘及管道堵塞发生超压爆炸；
- 3) 蒸馏温度控制不当，有液泛、冲料、过热分解、超压、自燃及淹塔的危险；
- 4) 加料量控制不当，有沸溢的危险，同时造成塔顶冷凝器负荷不足，使未冷凝的蒸汽进入产品受槽后，因超压发生爆炸；
- 5) 回流量控制不当，造成蒸馏温度偏离正常，同时出现淹塔使操作失控，造成出口管堵塞发生爆炸。
- 6) 蒸馏过程涉及的物料，绝大多数易燃、易爆、有毒或有腐蚀性；蒸馏过程中，还涉及系统（设备）内压力的变化。蒸馏过程控制不当极易引发火灾、爆炸、中毒、窒息、灼烫事故。
- 7) 蒸馏过程中，系统呈现气液共存状态，若易燃、易爆的物料外泄或

吸入空气形成爆炸性气体混合物能引起燃烧爆炸；高温下蒸馏自燃点低的物料时，一旦高温物料泄漏，遇空气能发生自燃导致火灾事故。

10) 蒸馏易燃液体，特别是不易导电的液体时，物料在釜内、管道内流动能产生静电且易积聚，静电放电能引起火灾的可能性。

11) 蒸馏有毒或腐蚀性物料时，发生设备泄漏则容易引发中毒或化学灼伤事故。

12) 连续蒸馏一般操作比较复杂，辅助设备多，蒸馏过程某一控制指标或某一操作环节出现偏差，都会影响整个蒸馏系统平衡，导致事故发生。如果蒸馏温度过高，有造成超压爆炸、泛液、冲料、过热分解及自燃的危险；若温度过低，则有淹塔的危险。若加料量超负荷，对于塔式蒸馏，则可使汽化量增大，使未冷凝的蒸气进入受液槽，导致槽体超压爆炸。当回流量增大时，不但会降低体系内的操作温度，而且容易出现淹塔致使操作失控。

3) 机泵类设备及作业的危险性分析

各类机泵是化工项目不可缺少的通用设备。各生产线输送泵的介质多具有易燃易爆、有毒有害等危险特性。

(1) 离心泵是化工企业生产中涉及较多的设备，根据工艺和物料特性选用合适的屏蔽泵、磁力泵、多级泵等以及配套相应功率的电机。选型时配套电机功率过小，与泵不搭配，则管道内介质与泵叶轮发生强烈摩擦，产生静电以及噪音和振动，爆炸危险环境中配套电机选用不防爆型，也可能引发火灾、爆炸事故。

(2) 如果生产过程中进料泵选型不当，进料原料的流量不稳定，变化范围大，所选用的泵的扬程达不到输送要求，则有可能导致反应器内反应物流量剧烈变动，从而引起反应失控，进而造成爆炸等事故。

(3) 泵的冷却和润滑同样重要，在连续、长时间运行过程中，泵叶轮与管道介质发生摩擦产生摩擦热，在没有得到冷却，泵壳体、叶轮温度将升

高，温度升高到一定程度，造成叶轮机械性能降低，发生叶轮断裂或寿命降低等，也可能导致生产事故。

(4) 摩擦产生的热也会传到电机，导致电机壳体、线圈温度升高，可能使电机线圈烧坏，使电路短路，在爆炸危险环境可能引发火灾、爆炸事故。

导致泵事故的因素很多，但大多是由于操作管理不善、违章作业和维护不周引起的。常见事故原因如下：

(5) 燃烧爆炸：主要原因有泵体材料选择不当，如用低强度、低硬度的灰口铸铁代替原设计的高强度铸铁或球墨铸铁；密封、安全不良，零部件（如出口止逆阀）断裂，导致易燃易爆介质喷出；轴封处有砂眼，处理砂眼时措施不当，引起断裂着火；检修不良，泵轴力不足；置换吹扫时，因接头短路，电动机自动启动而泵入口阀关闭，使泵内溶剂气化并喷出着火；定子绕组进水，绝缘损坏，击穿着火等。

(6) 泵轴烧坏或断裂：主要原因有制造缺陷；曲轴箱内漏入铜液，润滑油变质；未打开上下水总阀门，造成轴承长时间缺水，冷却条件恶化等。

(7) 轴承、轴瓦烧坏：主要原因有磨碎的金属颗粒随油进入轴颈而引起烧瓦；润滑油混有杂质，油质恶化，或供油严重不足甚至断油；轴承锁母丝扣退松，保险垫断裂；水冷却系统结垢，严重堵塞，冷却水中断；油泵齿轮断裂，烧坏轴瓦等。

(8) 轴封严重泄漏：主要原因有轴、填料、轴套严重磨损；密封环损坏等。

(9) 其他零部件损坏：常见原因有地脚螺栓松动、基础不良、泵气蚀、泵发生喘振及叶轮损坏引起泵异常振动；化学腐蚀；安装检修不良；超压等。

4) 其他类工艺设备的危险性分析

(1) 蒸馏过程中存在机械伤害、触电、高温灼伤等危险。

(2) 输送机输送过程中存在机械伤害、触电等危险。

(3) 蒸汽管道、工艺管道属于压力管道，压力管道的设计、制造、安装、维修、报废均应由有资质单位完成。管道的制造、安装、维修等的好坏，将直接影响生产的安全，应定期检测管道上的安全附件。一旦管道内的物质泄漏，易燃物质可能引发火灾、爆炸事故。

(4) 如果高温管道没有设置合理的防高温设施，与其他管道并排布置，可能会导致相邻管道温度升高，从而造成压力增大发生危险，蒸汽管道、管廊设置不合理，也容易引起事故。

(5) 蒸汽压力、温度较高，如果没有设计膨胀节或设置不合理，管道应力分析存在误差，有可能产生拉裂而泄漏，从而管架破坏，而导致其他易燃液体泄漏从而造成更大的火灾事故等。

(6) 蒸汽管道如果没有安装疏水器，有可能产生水击振动而发生泄漏等。

5) 工艺管道的危险性分析

工艺管道与设备一样，伴有介质的化学腐蚀和热学环境，在复杂的工艺条件下运行，设计、制造、安装、检验、操作、维修的任何失误，都有可能造成管道的失效而发生事故。特别是该项目的工艺管道基本为压力管道，工艺介质具有易燃、易爆、有毒、腐蚀等特性，一旦发生事故，就更具有危险性。管道发生事故，还会使整个系统发生连锁反应，使事故迅速蔓延扩大。

根据事故统计分析，发生管道破裂与爆炸的主要原因如下：

(1) 管道设计不合理：如果管道的结构、管件与阀门的连接形式不合理或螺纹制式不一致，就会使管道挠性不足，就很容易因设备与机器的振动、气流脉动而引起振动，从而使焊缝出现裂纹、疲劳和支点变形，最后导致管道破裂；管道工艺设计缺陷；管道设计中未考虑管道受热膨胀而隆起的问题，致使管道支架下沉或温度变化时因无自由伸长而断裂等。

(2) 材料缺陷、误用代材和制造质量低劣：如材料本身缺陷，管壁有

砂眼，弯管加工时所采用的方法与管道材料不匹配或不适宜的加工条件，使管道的壁厚太薄、薄厚不均等；用有缝钢管代替无缝钢管，用碳钢管代替合金钢管；焊接质量低劣，如焊缝裂纹、错位、烧穿、未焊透、有焊瘤和咬边等。

（3）违章作业、操作失误：如停车检修和开车时，未对管道进行彻底置换，空气进入管道内，与可燃气体混合形成爆炸性混合物；检修时，未在管道上装设盲板，动火时发生爆炸，或检修完毕后，忘记拆除管道上的盲板，开车时因截断气体的去路，造成憋压而爆炸；用铁质工具抽堵盲板时产生火花而爆炸；检修作业中的违章动火也是引发爆炸的常见原因。

（4）维护不周：如管道长期受腐蚀而破损泄漏；装有孔板流量计的管道因流体冲刷，管壁减薄而破裂；因所连接的机器和设备振动干扰，引起管道剧烈振动而疲劳断裂；压力表、安全阀失灵，不能准确反映压力波动情况，超压下不能及时泄载等。

（5）输送固液混合的工艺管道，在低温环境条件下极易发生结冰“冻堵”，尤其是间歇使用的管道，流速减慢的变径处、可产生滞留部位和低位处是易发生“冻堵”之处。会使系统压力急剧增大，导致爆炸破裂事故。

（6）操作不当使管道前方的阀门未开启或阀门损坏卡死，或接收物料的容器已经满负荷，或流速过慢，突然停车等都会使物料沉积，发生堵塞。

（7）由于管道连接着各种设备，当管道发生火灾，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，特别是管内介质多为有毒物料，对人的生命威胁更大、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。

6) 尾气处理系统

该项目涉及的废气成分有氨气、氢气、二氧化碳，该项目氨气、二氧化

碳气体经尾气系统进入尾气直燃式氧化炉焚烧处理，若尾气系统密封不严，可能会造成氨气泄漏，造成周围人员中毒风险。若管线进入尾气系统前未设置阻火器，可能会造成火灾爆炸风险。

该项目氢气直接放空，若放空管末端未设置阻火器，可能会因外界明火进入放空管内，发生火灾爆炸风险。

若尾气处理系统密封不严或设计不合理，可能会造成可燃尾气大量泄漏，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。

若燃气炉未设置熄火保护措施，可能因不能及时点火造成尾气大量泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

尾气系统进入焚烧前未经过成分检测，可能因易燃易爆物料进入焚烧炉形成爆炸性混合气体，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

7) 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；

检修过程中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。

该项目对储罐经品种变更，需要对储罐进行清罐及氮气置换和吹扫处理。若在清罐作业前，未对罐内气体进行分析，可能会造成中毒风险。若对储罐进行动火作业前，未对罐内气体进行分析，可能会造成火灾爆炸风险。

8) 氮气系统危险性分析

该项目设置空氮站，该项目采用变压吸附原理制取氮气，在生产过程中若阀门或管件接触部分密封不严，导致氮气泄漏，可引发周围人员发生窒息事故。开车前需对反应釜、塔器及管线进行氮气吹扫作业，若氮气吹扫过程中，经过的管线、反应釜密封不严，可能会造成氮气泄漏，周围氧含量降低，造成窒息风险。

9) 催化剂投料风险分析

该项目使用催化剂为袋装，具有腐蚀性，火灾危险性为丙类，加氢反应时需要人工一次性加入催化剂 0.5-2t，若人工操作过程中人员未佩戴防护手

套，可能因助剂与皮肤接触，发生化学灼烫风险。

10) 本项目与现有装置相互影响分析

因该项目产出的四氢吡咯产品一部分外售一部分作为下游装置（下游装置位于合成配料车间）原料使用，该项目装置区位于室外装置区，若该项目室外装置区发生火灾爆炸风险可能会对合成配料车间造成影响，可能会影响合成配料车间内其他产品生产，造成财产损失和人员伤亡。

若合成配料车间内其他项目发生火灾爆炸风险，可能会对本项目室外装置区造成影响并影响生产，造成财产损失和人员伤亡。

改建项目工艺系统与现有装置上下游之间的设计压力、设计温度、设计能力不匹配，可能会造成火灾爆炸风险。

改建装置的施工安装、投料开车与现有装置的生产运行设备、管道连通时的相互影响，若设计或处置不当，都有可能导致安全事故。另外，改建项目可能对现有装置或设施及人员集中的控制室、办公楼等增加安全风险。

11) 依托现有装置的风险分析

该项目依托现有的LNG站、导热油炉、制氢站、空氮站、循环水及消防泵站等装置。该项目依托现有的供电系统、水源、压缩空气、仪表风、蒸汽、天然气等。

改扩建项目如果依托现有储存设施，当现有储存设施难以满足新增危险化学品储量和品种要求时，可能导致储量不足、禁忌物混存、超量储存等风险。如果依托现有装置的公用工程条件，如电源、水源、压缩空气、仪表风、蒸汽、燃料气等，当现有装置余量不足或不能完全满足改扩建项目开、停车等各种工况条件时，有可能因为公用工程条件故障引发事故。如果依托现有装置的安全与应急系统，如安全泄放系统、消防系统、消防救援设施等，当现有系统或设施的能力不能同时满足改扩建项目的需要时，有可能存在事故升级危险。

12) 利旧设备或利旧系统的风险分析

该项目对利旧催化剂车间一楼顶的尾气直燃式氧化炉进行改造，对利旧储罐进行储存品种变更，利旧部分特种设备。

如果利旧设备已经使用过的设备或系统存在由于腐蚀或各种原因造成的缺陷而没有被发现或被修复可能成为改建项目投产运行后的潜在事故隐患。利旧设备钢框架承载能力如不能满足新增载荷要求，可能会造成室外钢结构受损或坍塌。

13) 电气元件兼容性风险分析

该项目涉及新增DCS卡件，改建项目新使用的电气元件，如仪表卡件接口等与原系列不兼容，将导致工艺控制风险。

14) 合法合规性风险分析

现有装置采用《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2018）进行设计，在此基础上进行改造，建设单位已于2022年11月委托中昊（大连）化工研究设计院有限公司按照《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）要求进行设计诊断，诊断出的问题设计单位已完成确认报告，原生产装置满足《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）要求。

F2. 1. 2. 2 主要储运过程及其设备的危险、有害因素分析

1) 罐区危险有害因素分析

该项目依托原有甲类罐区，将三正丙胺储罐改为2-吡咯烷酮储罐，将吡啶储罐改为四氢吡咯储罐。

一、火灾爆炸危险因素分析

1) 危险物质释放源分析

(1) 罐组

①冒罐

造成物料储罐冒罐跑液的原因主要有：

a. 在收液情况下，一旦储罐的液位检测装置与高液位报警装置等失灵或不工作，很可能导致冒罐跑油事故发生。

b. 在接收物料或发送物料时，由于操作不当可能发生跑液事故。

②设备受损或存在质量缺陷

a. 储罐或管道的焊接质量差，在使用过程中因焊缝开裂或出现气孔而导致泄漏。国内曾发生过储罐罐底开焊破裂的重大泄漏事故。

b. 阀门、法兰及密封件等密封性能不良，或在运行一段时间后质量出现劣化而导致物料泄漏。

c. 储罐地基不均匀沉降，导致罐底板变形、破裂，或导致储罐进出口管道连接处断裂，甚至引起罐体倾斜、破裂。

d. 储罐罐底或罐壁腐蚀穿孔或破裂，人孔、罐前阀门渗漏等造成物料泄漏。

（2）装卸设施

①操作人员配合失误，开泵与鹤管的装接、拆卸没有很好衔接，导致在鹤管未连接好就开泵，或鹤管已开始拆除仍继续送油，造成物料泄漏。

②由于槽车移动，鹤管脱落或被拉断，造成物料泄漏。

③由于定量装车设施故障、操作人员配合失误，导致超量装车，造成物料溢出。

④在装卸车过程中因调度失误，造成机车与装卸中的槽车相撞造成物料大量泄漏遇火源发生火灾、爆炸。

⑤管路裂缝或破裂可造成物料泄漏，产生的主要原因有：管材质量有缺陷和焊接质量差；地基沉降、地层滑动及地面支架设施失稳，造成管路扭曲断裂；内部、外部被腐蚀穿孔；气温高引起输气管线膨胀，使输油管路内压力增大，在有些情况下可胀破管路，特别是管道与法兰的连接处，更易发生；

上力碰撞可导致管线破裂等。

⑥阀门和法兰破损有可能导致物料，其原因主要有：法兰和法兰的紧固件及阀门用料缺陷或制造工艺不符合要求；垫片和填料老化；操作不当或违章操作等。

⑦若槽车罐体未经检测合格，槽车罐体在装车过程中可能因腐蚀穿孔、焊缝缺陷等原因发生泄漏。

（3）物料输送管线

由于输送管线所输物料本身的性质、外部环境和外力因素，以及该项目建设项目的自身特点，在下列情况下将可能导致火灾事故的发生：

①防腐蚀措施失效，管线腐蚀穿孔，导致物料外泄。

②管材质量低劣，材料、压力等级选用或使用错误，制造精度尺寸不能满足实际要求，导致管线强度达不到要求而出现裂缝或断裂现象，进而导致物料泄漏。

③施工质量未过关，管线焊接接头焊接质量差或未完全焊透，导致管线接头处腐蚀加速、进而发生腐蚀穿孔或强度不能满足安全运行要求而致使物料泄漏。

④外部原因导致物料泄漏。如埋地管线上方及地面管线附近的施工，可能导致管线受到意外重大的机械损伤，导致物料泄漏。另外，洪水、地震等不可抗拒外力因素的作用也可能导致管道断裂而造成物料泄漏。

⑤误操作或人为破坏而使管线发生泄漏事故。

⑥地下管道可能出现的失稳现象，包括管子径向被压扁和管道发生非设计性的过度弯曲，这些失稳现象会使管子的横截面严重变形，影响管道的正常输送或造成管道破坏事故。管子径向的失稳现象，可能源于以下两种原因：一是在运输和施工中因刚度不够发生扁瘪，另一个是由于管外荷载过大造成的。

⑦管线腐蚀、冻裂、胀裂、法兰垫破损等造成物料泄漏或污染环境，遇明火还将发生火灾、爆炸事故。

2) 点火源分析

可能发生的火灾、爆炸事故主要有以下几种：储罐全表面（池）火灾；物料泄漏到地面后遇火源发生的地面（池）火灾；储油罐内部空间发生的易燃蒸汽爆炸；管道附件泄漏导致的火灾、爆炸等。

可能引起储罐区及装卸区火灾、爆炸事故的点火源主要有：

(1) 动火作业

焊接、切割等动火作业，是储罐区及装卸区设备设施安装、检修过程中较为常见的一种作业。若违章动火，或防护措施不当，易引发火灾、爆炸事故。当在卸空的储罐内进行动火作业时，罐内可能存在可燃或爆炸性混合气体，火灾、爆炸危险性尤为突出。

(2) 现场吸烟

违反现场禁火制度，在罐区内吸烟及使用火柴或打火机等。

(3) 机动车辆排烟喷火

排气管未装配阻火器的车辆，在排出的尾气中时常夹带火星、火焰，这种火星、火焰有可能引起物料火灾、爆炸事故。

(4) 静电放电

物料在通过管线系统（包括管道、阀门、过滤器、计量器及泵等）输送过程中和在进出储罐时，由于流动、摩擦、过滤、搅动、冲击等作用，会产生大量的静电。如果管线系统及储罐等设备、设施未采取有效的防静电措施，静电得以积聚，从而产生较高的静电电位，并可能发生静电放电。

另外，在干燥的季节，人员若穿着化纤衣物，身体静电可达几千伏甚至几万伏；罐顶检尺取样作业时产生的静电，员工未按规定着装，可能引燃（爆）可燃气体并造成火灾、爆炸事故。

（5）雷击

储存设施如防雷装置失效，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。

（6）电火花和电弧

储罐区用电设备主要有照明设备、维修时的临时用电设备、控制系统和电信系统，当电气设备、设施存在质量缺陷（如不具备防爆功能，未采取接地和漏电保护措施等），或工作过程中发生故障（如短路、超负荷等），或使用者操作不当时，有可能产生电火花、电弧或高热，其强度足以点燃可燃气体。

（7）其他点火源

① 金属工具、法兰盘等与混凝土地面或罐壁发生摩擦或撞击时，有可能产生火花。

② 装卸完物料后，在关闭装卸孔时，由于装卸孔的接触面没有防止产生火花的设施，且没有轻放，就可能因碰撞产生火花点燃装卸孔周围的可燃气体与空气形成的爆炸性混合物而发生火灾、爆炸。

③ 装完物料以后没有按操作规程的要求静置一段时间以后采样、检尺，或使用的采样器和量尺不符合防静电的要求，造成静电放电而发生火灾、爆炸事故。

④ 不防爆的手机、对讲机也可能引发火灾事故；此外，也不能完全排除人为纵火等破坏活动的可能。

二、中毒和窒息危险因素分析

该项目储罐储存的物料有一定的毒性。储运过程中毒性蒸气可能在空间内挥发，如密闭失效或操作人员个体防护不当均有可能造成人员中毒。在储

存区毒性物质在密闭管道内运行，正常作业情况下，作业场所的毒性物质污染较少。但有部分工序还需手工操作完成（如：拆装接卸管等）及各种原因引起的跑、冒、滴、漏等现象，可使储存场所受到一定的污染。罐内清洗不力，通风不良，或进入罐内作业时个人防护器具配备不好、防范措施不力；罐内气体监测及取样分析不实等，造成人员中毒或窒息。

三、灼烫危险因素分析

该项目储罐存有一定的腐蚀品。在装卸过程中若操作人员未戴防护用品，导致装卸物料与皮肤接触，可能发生化学灼烫危险。

四、触电

电气线路：电气线路绝缘老化、破损，带电体裸露，乱拉私接临时电线，错接电源线造成串电，接头无绝缘处理，可造成触电危害。

电气设备：电气设备和设施绝缘损坏，使用不合格或有缺陷的电气设备、设施，配电箱设计、安装不合理，电气设施罩、盖、壳、插头等安全防护破损，导致人员直接接触带电体。

用电设备：用电设备，导线裸露、接线不规范、接线磨损等，导致操作人员接触带电体触电。

电动工具：手持电动工具等移动电气设备绝缘不好，绝缘工具不合格，使用非电工绝缘工具或未按照规定在电源侧加装漏电保护器，易造成触电伤害。

五、机械伤害

若机泵等高速旋转的电机、泵的外露部分（如轴、联轴器、风扇等），如果没有采用防护设施或设施失效，或工作人员没按规定着装，违反操作规程（如停机擦拭机泵等）都可能导致发生机械伤害。

六、物体打击

在储罐罐顶操作平台等场所进行高处作业时，如果上层的设施、工具、

物件、杂物未摆放在指定位置或摆放不稳固而发生坠落、碰落或设备上的附件固定不牢掉落，或上下抛扔工具、零件等，没有采取必要的安全防护措施，可能造成操作工被落物砸伤，

七、车辆伤害

行车遇有雨天、雾天，路面湿滑，视线不好，发生车辆伤害可能性大。在上下班时间，车间、道路上走动人员较多，人车混杂时，易发生车辆伤害事故。

八、高处坠落

操作人员在罐顶进行检尺作业，或在 2m 以上的设施上进行巡检、操作时，若未设置操作平台、走台、栏杆等，或平台等存在缺陷、遭损坏，人员未采取佩戴防护用品，发生高空坠落可能性大。

九、浮盘落底风险

浮盘触底后，呼吸阀会打开，物料的挥发量就会增大，会在浮盘和油面之间形成气相空间，在物料流速过快时物料管线管口静电易聚集，极易引发着火爆炸事故。

浮盘一旦触底，且物料液位高于浮盘高度，这对油品蒸发损耗影响极大。

浮盘触底后，呼吸阀会打开，物料的挥发量就会增大，对于易挥发的物料会造成一定量的损伤。

浮盘落底后，可能会出现浮盘支柱将罐底钢板砸漏的事故。

浮盘落底后如果气温，液位波动很大，会导致油罐压力很不稳定，造成隐患或者事故。

十、改造的甲类储罐物料储存风险分析

因本项目是将三正丙胺储罐改为 2-吡咯烷酮储罐，将吡啶储罐改为四氢吡咯储罐，若在使用前未对原储罐及相应管线、泵重新冲洗、吹扫、试压、气密，可能会存在有禁忌物料混运的风险，可能会发生火灾爆炸风险。若利

旧储罐未经过全面检测，可能因小孔腐蚀泄漏造成火灾爆炸风险。若利旧储罐控制系统未经设计复核，可能因控制系统不健全，造成火灾爆炸风险。

(1) 储罐区若地质条件不佳、建设过程中安全防火间距不够等，将给物料储存带来火灾、爆炸的隐患。

储罐区地坪若发生裂缝或塌陷，易使泄漏或外溢跑油时既不易回收，又易引发事故。储罐区的水封井和排水闸不起作用时，跑、冒的油料回收困难，易发生事故，且易使事故范围扩大。

(2) 如果储罐等设备选型不合适、本身设计存在缺陷，或制造不合格，造成其耐压能力不够，发生破裂，导致储存物料泄漏，遇火源可能发生火灾、爆炸事故。

(3) 储罐与外部管线相连的阀门、法兰、人孔等，若由于安装质量差，或由于疏忽漏装垫片，以及使用过程中因腐蚀造成穿孔、因储罐底板焊接不良或腐蚀而产生疲劳造成的裂纹等，都可能引起物料泄漏，泄漏物料遇点火源则易导致火灾、爆炸事故。

(4) 储罐在防雷、防静电设施失效的情况下遭受雷击、电火花或在罐区内违禁使用明火、检修清洗时违规操作等情况，也易诱发火灾、爆炸事故。

储罐贮存的渣油是电的不良导体，易产生静电积聚。因此储罐及管道必须进行良好的接地，否则可能因静电火花而引起燃烧、爆炸。防雷设置如发生断裂、松脱，影响雷电通路或土壤电阻增大，影响雷电流散，易发生雷击而造成火灾爆炸事故。

(5) 罐区输送物料的管线如果发生下列问题也可能引起储罐区火灾爆炸事故。

a、外部原因导致火灾爆炸事故。如，接触高温热源、受明火烘烤等原因导致物料受热膨胀而发生爆炸事故。

b、由于事故、误操作或人为破坏而使管线受到机械伤害而破裂或断裂，

造成物料泄漏，发生火灾爆炸事故。

c、由于储存的介质具有流动、易带电的特点，当其高速喷出时会产生较高的静电电压，因此输送过程中应控制其流速，如流速过快致使其产生的静电电压达到350~450V时，则静电所产生的放电火花将引起火灾爆炸事故。

d、管道焊接质量差，或者管道上法兰等连接件密封不严，导致物料泄漏。

(6) 罐区若未按相关规范要求设置可燃气体检测报警器、未在危险位置设置安全警示标志、消防设施不符合规范要求、未建立健全安全管理制度等，都有可能使火灾、爆炸事故的后果扩大。

F2.1.2.3 其他火灾、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，以及由于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散外，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。而装有可燃气体、可燃液体的压力容器，发生物理爆炸时，还会由于可燃气体和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，制造或安装过程中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由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、激荡后可因产生静电火花放电引起火灾爆炸危险。

F2.1.2.4 其他危险因素分析

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，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，如果阻火措施不完善，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。

仪表仪器元件、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。

该项目涉及利旧的仪表，若未经过检定，可能因仪表失灵造成火灾爆炸风险。

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) 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，以及由于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散外，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。而装有可燃气体、可燃

液体的压力容器，发生物理爆炸时，还会由于可燃气体和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，制造或安装过程中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由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。

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。

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、激荡后可因产生静电火花放电引起火灾爆炸危险。

5) 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。

6) 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。

7) 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，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。

8) 车辆伤害危险因素分析

(1)车辆在进、出生产车间、原料库及成品库或倒车、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、轧碾等车辆伤害事故。

(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。

9) 淹溺危险因素分析

该项目设置有事故污水池、初期雨水池等，若事故水池、初期雨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中可能发生淹溺事故。

10) 作业场所其它危险因素分析

(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。

11) 坍塌

若遇大雪天气，建筑物屋顶积雪较厚，可能会造成建筑物坍塌风险。因该项目室外装置钢平台为依托原有，若构筑物达到设计工作年限，可能会造

成坍塌风险。若操作人员违规在装置区 2 层平台堆放大量物料，可能会造成建筑物坍塌。施工过程中，若施工单位违规操作改变主体结构等，可能会造成坍塌风险。若施工过程中施工单位违规操作在屋顶堆放大量物料，可能会造成坍塌风险。

12) 供气系统风险分析

该项目使用氢气由甲醇制氢装置供应，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。

13) 导热油系统风险分析

该项目导热油操作温度在 280 度左右，其闪点 212 度，属于乙 B 类液体，若导热油系统法兰、阀门密封不严，可能会造成导热油泄漏，发生火灾爆炸风险。若反应系统中导热油内漏，可能会造成火灾爆炸风险。若导热油系统设备表明未设置高温灼烫警示标志或未设置隔热层，可能会造成人员检维修或巡检作业过程发生高温灼烫风险。

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

1) 噪声与振动

该项目生产过程中的噪声主要来源有两方面：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。

F2. 1. 3 安全管理方面危险性分析

安全生产管理对规范人的不安全行为和纠正管理缺欠，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

安全教育是安全管理的重要一环，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的事故发生。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。

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) 反应部分

反应前需第一反应系统进行氮气置换至氧含量小于 0.5%，然后通入新氢，若氮气置换不彻底或氮气中氧含量不达标，氢气与氧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。

氢脆：高压氢气会渗入金属材料内部，导致其塑性和韧性下降，在应力作用下发生脆性断裂。这是压缩机缸体、活塞、阀门、管道和法兰的主要失效机理之一。

压缩机长期使用可能会发生喘振现象，喘振会引发剧烈振动，损坏轴承和密封，甚至导致停机，造成氢气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

若计量泵和配料釜电伴热失效，可能会造成 2-吡咯烷酮结晶，造成泵憋压失效，造成火灾爆炸风险。

自装置外来的 2-吡咯烷酮经过计量泵和流量计经电加热保温管线进入电伴热保温的配料釜（V-102），该过程若电伴热失效，可能会造成 2-吡咯烷酮结晶堵塞管线，发生火灾爆炸风险，造成泵憋压失效风险。

从装置内产品罐（V-109/113）来的四氢吡咯溶剂，在计量泵和流量计控制下进入配料釜（V-102）混合搅拌均匀，若计量泵密封不严，可能会造成

四氢吡咯溶剂泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

若利旧的换热器腐蚀严重，可能会造成导热油泄漏，造成火灾风险。

反应器内温度由反应器出口温度和恒温导热油循环量开度阀联锁来自动控制。导热油温度由导热油循环罐 V106 入口温度和冷却器 E103 导热油副线阀开度联锁来控制。若导热油副线阀开度过小，可能会造成反应釜温度上升，造成反应釜爆炸风险。

自制氢装置来的氢气（氢气压力 1.1-1.3MPa）先进入新氢压缩机入口分液缓冲罐（氢气缓冲罐设计压力：2.3MPa）缓冲分液，若制氢装置来的氢气压力过高，可能会造成氢气缓冲罐超压造成火灾爆炸风险。

循环氢压力超过设定值或者废气含量超过设定值需要排放时，经过放空冷却器（E106）冷却减少液体夹带后，经过阻火器送往废气 T0 炉焚烧处理（或者送制氢变压吸附装置 PSA 纯化再利用）。若尾气管线未设置阻火器或阻火器失效，可能会造成火灾爆炸风险。

废气 T0 炉焚烧未设置火焰检测和熄火保护措施，可能会造成天然气泄漏，遇明火或点火源发生火灾爆炸风险。

利旧的尾气直燃式氧化炉未经检测检验投入使用，可能会造成火灾爆炸风险。

2) 分馏部分

若精馏塔等设备密封性不良，一旦形成负压进入空气，遇明火、高热或其它火花有发生火灾爆炸的危险，精馏过程中发生的危险辨识如下：

1) 违反操作规程可能引发的风险：

连续精馏一般操作比较复杂，辅助设备多，精馏过程某一控制指标或某一操作环节出现偏差，都会影响整个精馏系统的平衡，导致事故发生。如果蒸馏温度过高，有造成超压爆炸、泛液、冲料、过热分解及自然的危险；若温度过低，则有淹塔的危险。若加料量超负荷，对于塔式经理，则可使气化

量增大，使未冷凝的蒸气进入受液槽，导致槽体超压爆炸。当回流量增大时，不但会降低体系内的操作温度，而且容易出现淹塔致使操作失控。

2) 危险物料可能引发的风险

蒸馏过程中，系统呈现气液共存状态，若易燃、易爆的物料外泄或吸入空气形成爆炸性气体混合物能引起燃烧爆炸。

蒸馏有毒腐蚀性物料四氢吡咯，发生设备泄漏则容易引发中毒或化学灼伤事故。

3) 设备设施缺陷引发风险

蒸馏温度较高，设备与管线等会出现金属疲劳，如材质不当，会引发高温蠕变破裂。

该项目蒸馏的四氢吡咯具有腐蚀性，可能会造成设备及管线腐蚀穿孔、壁厚减薄、结焦速度加快，进而失去承载能力，可能发生泄漏酿成火灾。

公用工程（供水、供电、供气、供冷等）突然停供，导致蒸馏操作的工艺条件改变，可能引发超压泄漏风险，造成火灾爆炸。

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；建筑、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。

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加氢反应釜等反应釜设备、精馏塔、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) 反应器类设施预先危险性分析

该项目装置中存在加氢反应器，工作状态下反应釜内充满易燃液体，如果有空气进入，遇明火会在反应器内产生爆炸，造成反应器损坏。如果反应器破裂，与反应器连接的管路或附件等设施发生泄漏，可燃液体或可燃气体泄漏遇明火会燃烧或造成空间爆炸，造成设备损坏和人员伤害。反应器设施预先危险性分析结果见附件表 2-6。

附件表 2-6 反应器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. 反应器壁应采用防腐处理。 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. 建立在线监测报警联锁装置。

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	容器内压力升高	1. 容器质量存在缺陷； 2.超温、超压 3.未及时冷却反应器	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.对反应釜进行冷却。 3.反应釜上设计高低温报警系统，及时发现问题。
灼烫	高温蒸汽泄漏、高温物料泄漏等	1. 超温、超压； 2. 阀门密封失效；	人员伤害	II	1. 严格工艺纪律，操作规程；精心操作，避免发生撞击。 2. 严格按要求选材。
物体打击	高处有浮物等	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。

分析结果：危险等级IV级，危险程度“灾难性的”，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各种换热器、冷却器。介质多为易燃、易爆的液体，存在的安全隐患较大，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，造成反应釜内漏，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 2-7。

附件表 2-7 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，人员伤害	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。	人员伤害	II	1. 根据温度、压力和介质特性，严格按要求合理选材。 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，危险程度是“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，遇火源而发生爆炸、火灾事故。具体分析见附件表 2-8。

附件表 2-8 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，危险程度是“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) 精馏塔预先危险性分析

该项目在工艺生产过程中涉及粗品精馏塔，其原理是根据馏分沸点的不同，通过加热时所要的馏分气化，再通过冷凝收集，即可完成精馏。其精馏塔预先危险性分析见附件表 2-9。

附件表 2-9 精馏塔预先危险分析表

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	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. 蒸馏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. 建立在线检测报警联锁装置。

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	容器内压力升高	1. 容器质量存在缺陷； 2. 超温、超压 3. 未及时冷却反应器	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. 对蒸馏釜进行冷却 3. 反应釜上设计高低温报警系统，及时发现问题。
灼烫	高温蒸汽泄漏、高温物料泄漏等	1. 超温、超压； 2. 阀门密封失效；	人员伤害	II	1. 严格工艺纪律，操作规程；精心操作，避免发生撞击。 2. 严格按要求选材。
物体打击	高处有浮物等	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。

分析结果：危险等级IV级，危险程度“灾难性的”，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) 导热油炉系统预先危险性分析

该项目新增一台天然气导热油炉，该设备利用天然气作为燃料，将导热油加热到工艺温度，并通过高温油泵进行强制性液相循环，经热能输送给用热设备。有机热载体锅炉预先危险性分析见附件表 2-10。

附件表 2-10 导热油系统预先危险分析表

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) 局部过热发生热裂解。导热油超过其规定的最高使用温度便会局部过热，产生热分解和缩聚，析出碳，闪点下降，颜色变深，黏度增大，残碳含量升高，传热效率下降，结焦老化泄漏。 (2) 氧化。导热油与空气中的氧气接触发生氧化反	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	(1) 操作人员需要经过特种设备培训，操作过程中避免导热油超温。 (2) 导热油应密闭、避光储存，避免与空气接触。

	应，生成有机酸并缩聚成胶泥，使黏度增加，不仅降低介质的使用寿命，而且造成系统酸性腐蚀，影响安全运行。导热油的氧化速度与温度有关，在 70℃以下，氧化不明显，超过 100℃时，随着温度的升高，导热油氧化速度加快，并迅速失效。			
法兰连接、焊接、质量密封问题	有机热载体炉元件之间应尽量采用焊接连接，以防止渗漏。一些产品仍然采用法兰连接。一些生产厂家对炉管的主焊缝仍采用手工电弧焊，难以保证焊接质量，而且焊缝外观形状、几何尺寸也较差，而且易发生泄漏事故。如果必须采用法兰连接，法兰连接处是泄漏的主要薄弱环节，密封不当会引起火灾、中毒事故。	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	导热油炉应找有资质单位进行安装及接管件及部件，尽量避免使用法兰连接、手工电弧焊。
超压	在启动过程中，随着有机热载体的加热，溶解在其中的其他气体或水分逐渐分离出来，可能造成超压和爆沸事故。加入导热油中水分大量蒸发而造成油路气塞、循环不畅，引起爆沸事故。	设备损坏、人员伤亡、财产损失	III	定期组织专业人员进行油路清理，防止油路堵塞、循环不畅
安全附件缺乏、不齐、失灵	有的有机热载体炉没有按规定安装安全阀、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	应组织有施工资质的单位进行安装安全阀、液位计。 应定期组织相关人员对安全阀、液位计进行检验、检测。

分析结果：危险等级III级，危险程度是“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. 1. 2 公用工程及辅助设施预先危险性分析

1) 泵类设备预先危险性分析

该项目设有多台泵，主要集中布置在车间中，由于机泵设备布置集中、操作频繁、最容易泄漏和散发可燃气体的地方，出现电气设备不符合防爆要求；设备安装质量差、设备材质有缺陷及设备老化；设备振动、腐蚀；预热

过快，机泵运转时间过长以及违章作业、违章动火等危险因素的情况下，极易发生火灾爆炸事故。另外，泵的超温超压运转，泵体、密封渗漏，泵壳与法兰连接处，阀门、轴密封处冲蚀严重，管线弯头发生泄漏，或人员操作失误等因素均有可能引起机泵泄漏、着火以及损坏等事故。因此，泵的安全运行是保证系统平稳生产和减少各类事故的一个重要环节。泵类设备机泵预先危险性分析见附件表 2-11。

附件表 2-11 机泵预先危险性分析表

事故	触发事件	形成事故原因	影响	危险等级	措施
火灾 爆炸	泵密封泄 漏、阀门及 法兰盘连 接点泄漏	1、漏出的可燃气体、 液体与空气混合遇明 火。 2、电器设施不防爆。 3、静电接地损坏。 4、违章作业。	人员 伤亡 财产 受损	III	1、紧急停泵更换密封圈更换新垫圈。 2、设备或电器设施要定期检修更新。 3、设置可燃气体报警设施。 4、完善安全管理制度防止违章作业。
触电	电线裸露	工作人员触及裸露电 线	人员 伤害	II	1. 电气系统应有保护接地。 2. 采用符合要求的电气产品，并按要求 安装。
机械 伤害	机泵转动 部位外露	操作人员手套、衣物 被风扇和外露机轴缠 住，机泵不能停止。	人员 伤害	III	机泵转动的外露部位应设置防护罩。

分析结果：危险等级III级，危险程度是“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，危险程度是“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) 直燃式氧化炉单元

该项目涉及直燃式氧化炉，位于催化剂车间一顶楼东南侧，可能发生事故类型有火灾爆炸、坍塌、中毒窒息风险，对尾气焚烧单元的预先危险性分析见附件表 2-13。

附件表 2-13 直燃式氧化炉单元的预先危险性分析

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
火灾	燃气泄	1、未设置熄火保护措施；	设备损	III	1、燃气炉应设置熄火保护措施

爆炸	漏	2、燃气管线阀门、法兰处密封不严，导致燃气泄漏	坏、人员伤亡、财产损失		2、定期对燃气管线上阀门、法兰进行检测，对可能泄漏危险源设置可燃气体探测器
坍塌	催化剂一车间超承重能力	1、若利旧改造焚烧炉进行承重能力超过催化剂一车间楼顶承载能力，可能会造成坍塌风险	设备损坏、人员	III	1、设计单位应对利旧改造焚烧炉进行承重能力复核
中毒窒息	废气泄漏	1、废气中含有二氧化碳、氨气等窒息、有毒性气体，若尾气管线阀门、法兰密封不严，可能会造成有毒窒息性气体泄漏，造成人员中毒风险	人员伤亡	III	1、对尾气管线可能泄漏的有毒窒息性气体增设报警器 2、加强管理 3、

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

F2.2.1.3 物料储存设施单元

附件表 2-14 物料储存设施预先危险性分析表

单元	事故类型	形成事故原因	事故后果	危险等级	预防对策与措施
危废仓库	火灾爆炸	1. 禁忌物混存。 2. 未设置防晒措施。 3. 防雷接地不良引起雷击。 4. 人员在仓库中使用明火设备 5. 在仓库内使用铁制工具 6. 管理疏忽，摆放不稳，物料泄漏 7. 电气设备不防爆 8. 消防器材配备不足或配备的消防器材不符合要求	设备受损 人员受伤	IV级	1. 按照《危险化学品仓库储存通则》(GB15603-2022) 要求储存危险化学品 2. 设置防晒措施 3. 定期进行防雷检测 4. 仓库内应设置禁烟禁火标志 5. 仓库内检维修时使用铜制工具 6. 物料在摆放过程中不宜摆放过高 7. 仓库内应采用防爆电气设备 8. 根据仓库内存放物料的理化性质，配备相应的消防器材
	灼烫	1. 物料搬运过程中操作人员未佩戴相应防护用品 2. 腐蚀性物料未设置安全告知卡；	人员受伤	III级	1. 给员工定期配备防护用品，严格监督搬运人员佩戴； 2. 仓库内物料应设置相应的安全警示标志

	车辆伤害	1. 厂内缺少行车道指示； 2. 司机违规行驶； 3. 厂内道路设置交叉，转弯半径不满足车型。	人员伤亡财产受损	II 级	1. 厂内设置行车道及指示标识； 2. 所有员工经过培训合格后上岗； 3. 按照道路使用要求设置路宽、转弯半径。
	物体打击	1. 仓库中的物料摆放过高，或摆放不稳 2. 仓库中物料未按堆垛摆放，摆放混乱	人员伤亡	III 级	1. 仓库中物料不宜摆放过高； 2. 严格执行操作规程，按照标准要求摆放物料
储罐区	灼烫	1. 超温、超压； 2. 阀门密封失效； 3、卸车人员未佩戴防护用品	人员伤害	II	1. 严格工艺纪律，操作规程；精心操作，避免发生撞击。 2. 严格按要求选材。 3. 卸车作业应佩戴防护用品
	物体打击	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	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； 3. 应加强登高作业人员教育，作业时必须系好安全带。
	火灾爆炸	1. 禁忌物混存。 2. 防雷接地不良引起雷击。 3. 违规使用明火设备 4. 检维修作业使用铁制工具 5. 管理疏忽，摆放不稳，物料泄漏 6. 电气设备不防爆 7. 消防器材配备不足或配备的消防器材不符合要求	设备受损人员受伤	IV 级	1. 按照《危险化学品仓库储存通则》(GB15603-2022)要求储存危险化学品 2. 定期进行防雷检测 3. 设置禁烟禁火标志 4. 检维修时使用铜制工具 5. 加强管理和增加人员定位系统 6. 应采用防爆电气设备 7. 根据罐区存放物料的理化性质，配备相应的消防器材

分析结果：危险等级IV级，危险程度是“破坏性的”，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。

附件表 2-15 四氢吡咯生产装置危险度计算值表

项目 单元	主要介质		设备容量		温度		压力		操作 分 值	总 分 值	危 险 等 级
	名称	分值	m ³	分值	°C	分值	MPa	分 值			
进料罐 V101	2-吡咯 烷酮、四 氢吡咯	5	12. 4	2	35	0	常压	0	2	9	III
配料釜 V-102	2-吡咯 烷酮，四 氢吡咯	5	16. 8	2	35	0	常压	0	2	9	III
重组分 暂存罐 V-104	2-吡咯 烷酮，四 氢吡咯	5	16. 8	2	100	0	常压	0	0	7	III
导热油 循环罐 V-106	导热油	2	15	2	120-1 90	2	0. 1	0	2	8	III
分离罐 V-107	2-吡咯 烷酮，四 氢吡咯， 水、氢气	10	1. 4	0	45	0	3	2	2	14	II
重组分 罐 V-108	2-吡咯 烷酮，四 氢吡咯， 水	5	2. 4	0	120	0	常压	0	0	5	III
成品罐 V-109	四氢吡 咯	5	8. 3	0	35	0	常压	0	0	5	III
地下收 集罐 V-110	2-吡咯 烷酮，四 氢吡咯， 水	5	0. 5	0	80	0	0. 8	0	0	5	III
粗产品 中间罐 V-111	四氢吡 咯，水	5	5. 72	0	55	0	常压	0	0	5	III
精馏中 间罐 V-112	2-吡咯 烷酮，四 氢吡咯， 水	5	8. 2	0	45	0	常压	0	0	5	III
成品罐 2 V-113	2-吡咯 烷酮，四 氢吡咯， 水	5	8. 2	0	35	0	常压	0	0	5	III
泄放缓 冲罐 V-114	氢气、氮 气	10	1. 5	0	260	0	常压	0	0	10	III

产品塔 C-101	四氢吡咯，水	5	6.5	0	105	0	常压	0	0	5	III
粗品精馏塔 C-102	2-吡咯烷酮，四氢吡咯，水	5	2.8	0	120	2	常压	0	0	7	III
加氢反应器 R-201	2-吡咯烷酮、四氢吡咯、氢气	10	6.6	0	30-260	2	3	2	2	14	II

F2. 2. 3 采用定量分析法计算该项目的外部安全防护距离

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 2-16。

附件表 2-16 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幼托、文化、体育、商业、卫生服务、养老助残设施，不包括中小学。	居住户数 30 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以上，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 包括：以零售功能为主的商铺、商场、超市、市场类商业建筑或场所；以批发功能为主的农贸市场；饭店、餐厅、酒吧等餐饮业场所或建筑。	总建筑面积 5000m ² 以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所	总建筑面积 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	总建筑面积 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	加油加气站营业

防护目标类型	一般防护目标	二类防护目标	三类防护目标
		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	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
<p>注1：低层建筑（一层至三层住宅）为主的农村居民点、低层住区以整体为单元进行规模核算，中层（四层至六层住宅）及以上建筑以单栋建筑为单元进行规模核算。其他防护目标未单独说明的，以独立建筑为目标进行分类。</p> <p>注2：人员数量核算时，居住户数和居住人数按照常住人口核算，企业人员数量按照最大当班人数核算。</p> <p>注3：具有兼容性的综合建筑按其主要类型进行分类，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。</p> <p>注4：表中“以上”包括本数，“以下”不包括本数</p>			

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 2-17 中个人风险基准的要求。

附件表 2-17 个人风险基准

防护目标	个人风险基准/（次/年）≤	
	危险化学品新建、改建、扩建生产装置和储存设施	危险化学品在役生产装置和储存设施
高敏感防护目标		
重要防护目标	3×10^{-7}	3×10^{-6}
一般防护目标中的一类防护目标		
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 2-18 个人风险标准详细配置（单位：次/年）

风险等级	风险值	风险颜色
一级风险	1.00E-05	红色
二级风险	3.00E-06	黄色
三级风险	3.00E-07	蓝色

4) 个人风险模拟结果

本报告在对甲类罐区 V0902、甲类罐区 V0904、加氢反应器、产品塔、粗品精馏塔、新氢压缩机、气液分离罐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 个人风模拟曲线图

大连天籁安全风险管理技术有限公司

(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 2-55 的要求。

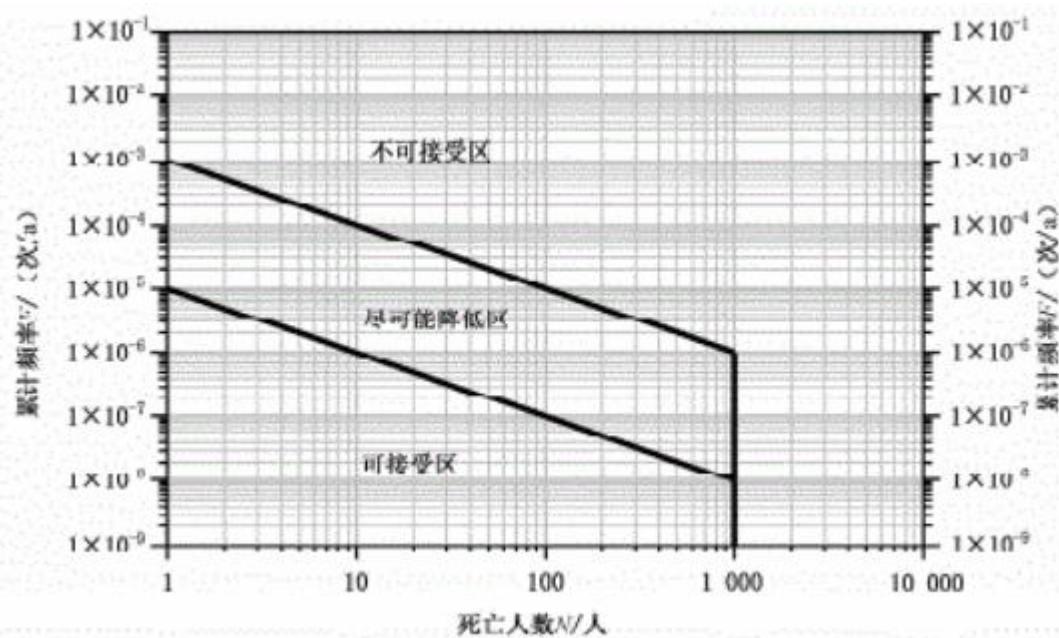
(2) 在 3×10^{-6} /年等值曲线(黄色)范围未超过一般防护目标中的二类防护目标,符合附件表 2-55 的要求。

(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 2-55 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。

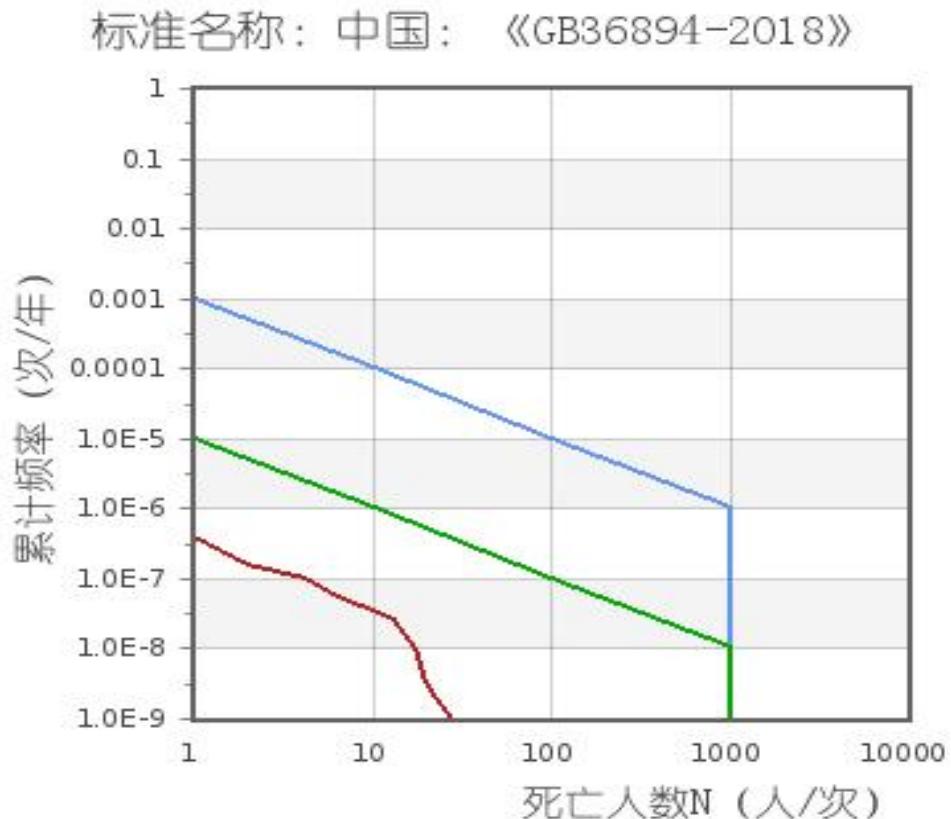
- 1) 若风险曲线进入不可接受区,则应立即采取安全改进措施降低社会风险。
- 2) 若社会风险曲线进入尽可能降低区,应在可实现范围内,尽可能采取安全改进措施降低社会风险。
- 3) 若社会风险曲线全部落在可接受区,则该风险可接受。



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 社会风模拟曲线图

由上图可知，社会风险曲线落在可接受区，则该风险可接受。

F2.2.3.3 事故后果分析

本报告对甲类罐区 V0902、甲类罐区 V0904、加氢反应器、产品塔、粗品精馏塔、新氢压缩机、气液分离罐等设备采用《南京安元评价软件》，对发生池火灾、蒸汽云爆炸等事故后果模拟，模拟结果如下：

附件表 2-19 事故后果分析汇总表

装置名称	泄漏模式	泄漏频率	事故类型	事故后果 (m)			
				死亡半径	重伤半径	轻伤半径	财产损失半径
四氢吡咯 储罐	泄漏到大 气中-小孔 泄漏	0.00004	池火灾	27.70	33.50	48.70	未达到热 通量,故无 法输出距 离
			蒸气云爆	0.81	4.71	9.17	0.86

			炸				
泄漏到大 气中-中孔 泄漏	0.0001	池火灾	27.70	33.50	48.70	12.70	
		蒸气云爆 炸	1.10	5.94	11.55	1.36	
泄漏到大 气中-大孔 泄漏	0.00001	池火灾	27.70	33.50	48.70	12.70	
		蒸气云爆 炸	1.32	6.80	13.22	1.78	
泄漏到大 气中-完全 破裂	0.00002	池火灾	27.70	33.50	48.70	12.80	
		蒸气云爆 炸	1.50	7.48	14.55	2.16	
2-吡咯烷 酮	泄漏到大 气中-小孔 泄漏	0.00004	池火灾	19.30	23.10	32.60	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆 炸	0.73	4.36	8.48	0.73
	泄漏到大 气中-中孔 泄漏	0.0001	池火灾	19.30	23.10	32.60	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆 炸	0.99	5.50	10.69	1.16
	泄漏到大 气中-大孔 泄漏	0.00001	池火灾	19.30	23.10	32.60	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆 炸	1.19	6.29	12.24	1.53
	泄漏到大 气中-完全 破裂	0.00002	池火灾	19.30	23.10	32.60	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆 炸	1.36	6.92	13.47	1.85
加氢反应 器	小孔泄漏	0.00004	喷射火灾	2.99	3.66	5.53	4.68
			蒸气云爆 炸	0.69	4.20	8.16	0.68
	中孔泄漏	0.0001	喷射火灾	4.46	5.48	8.26	17.53
			蒸气云爆 炸	0.83	4.80	9.35	0.89

气液分离罐	大孔泄漏	0.00001	喷射火灾	6.31	7.74	11.68	31.72
			蒸气云爆炸	0.94	5.29	10.29	1.08
	完全破裂	0.000006	压力容器物理爆炸	6.50	8.00	10.50	4.50
			蒸气云爆炸	1.04	5.70	11.08	1.25
	小孔泄漏	0.00004	池火灾	6.00	7.50	11.40	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	0.81	4.71	9.17	0.86
	中孔泄漏	0.0001	池火灾	6.00	7.50	11.40	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.10	5.94	11.55	1.36
	大孔泄漏	0.00001	池火灾	6.00	7.50	11.40	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.32	6.80	13.22	1.78
产品塔	完全破裂	0.000006	池火灾	8.90	11.10	16.60	未达到热通量,故无法输出距离
			压力容器物理爆炸	3.50	4.50	5.50	2.50
			蒸气云爆炸	1.50	7.48	14.55	2.16
	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	1.30	2.30	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	0.81	4.71	9.17	0.86
	泄漏到大	0.0001	池火灾	未达到热	2.70	4.80	未达到热

	气中-中孔泄漏			通量,故无法输出距离			通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.50	7.48	14.55	2.16
泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	2.70	4.80	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.66	8.06	15.67	2.50
泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	3.40	6.00	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.80	8.56	16.66	2.83
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	2.50	3.30	5.20	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.42	7.18	13.96	1.99
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	6.00	7.60	11.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.94	9.04	17.59	3.15
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	6.00	7.60	11.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	2.32	10.35	20.14	4.13
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	6.40	8.00	12.20	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	2.64	11.39	22.16	5.01

			炸				
氢气压缩机	中孔泄漏	0.006	喷射火灾	1.72	2.10	3.18	1.70
			蒸气云爆炸	3.98	15.46	30.08	9.22
	大孔泄漏	0.0006	喷射火灾	6.87	8.43	12.71	6.79
			蒸气云爆炸	5.43	19.48	37.90	14.64

F2.2.3.4 装置发生爆炸的多米诺半径

采用《南京安元评价软件》，对各装置发生蒸气云爆炸、池火灾、喷射火等事故类型的多米诺半径模拟如下：

附件表 2-20 各装置的多米诺半径

装置名称	泄漏模式	事故类型	目标装置类型	多米诺半径 (m)
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	7.56
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	9.15
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	5.93
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.26
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	常压容器	17.88
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	9.53
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	11.52
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	7.47
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	6.63
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中	池火灾	常压容器	17.88

	孔泄漏			
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	10.91
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	13.19
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	8.56
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	7.59
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	常压容器	17.88
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	12.01
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	14.52
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	9.42
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	8.36
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	常压容器	17.88
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	压力容器	12.38
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	长型设备	0.00
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	小型设备	0.00
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小	蒸气云爆炸	常压容器	7.00

	孔泄漏			
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	8.47
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	5.49
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	4.87
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	常压容器	12.58
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	8.82
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	10.67
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	6.92
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	6.14
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	常压容器	12.58
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	10.10
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	12.21
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	7.92
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	7.03
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大	池火灾	常压容器	12.58

	孔泄漏			
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	11.12
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	13.44
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	8.72
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	7.74
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	常压容器	12.58
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	压力容器	12.38
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	长型设备	0.00
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	小型设备	0.00
加氢反应器	小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	6.74
加氢反应器	小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	8.15
加氢反应器	小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	5.28
加氢反应器	小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	4.69
加氢反应器	小孔泄漏	喷射火灾	常压容器	14.08
加氢反应器	小孔泄漏	喷射火灾	压力容器	7.71
加氢反应器	小孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00
加氢反应器	小孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00
加氢反应器	中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	7.71
加氢反应器	中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	9.32
加氢反应器	中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	6.05
加氢反应器	中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.37
加氢反应器	中孔泄漏	喷射火灾	常压容器	70.37
加氢反应器	中孔泄漏	喷射火灾	压力容器	38.54
加氢反应器	中孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00
加氢反应器	中孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00
加氢反应器	大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	8.49

加氢反应器	大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	10.26
加氢反应器	大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	6.66
加氢反应器	大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.91
加氢反应器	大孔泄漏	喷射火灾	常压容器	281.49
加氢反应器	大孔泄漏	喷射火灾	压力容器	154.18
加氢反应器	大孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00
加氢反应器	大孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00
加氢反应器	完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	9.14
加氢反应器	完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	11.06
加氢反应器	完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	7.17
加氢反应器	完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	6.36
加氢反应器	完全破裂	压力容器物理爆炸	常压容器	9.61
加氢反应器	完全破裂	压力容器物理爆炸	压力容器	11.55
加氢反应器	完全破裂	压力容器物理爆炸	长型设备	7.70
加氢反应器	完全破裂	压力容器物理爆炸	小型设备	7.02
气液分离罐	小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	7.56
气液分离罐	小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	9.15
气液分离罐	小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	5.93
气液分离罐	小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.26
气液分离罐	小孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44
气液分离罐	小孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84
气液分离罐	小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
气液分离罐	小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
气液分离罐	中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	9.53
气液分离罐	中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	11.52
气液分离罐	中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	7.47
气液分离罐	中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	6.63
气液分离罐	中孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44
气液分离罐	中孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84
气液分离罐	中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
气液分离罐	中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
气液分离罐	大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	10.91
气液分离罐	大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	13.19
气液分离罐	大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	8.56
气液分离罐	大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	7.59
气液分离罐	大孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44
气液分离罐	大孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84
气液分离罐	大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
气液分离罐	大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00

气液分离罐	完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	12.01
气液分离罐	完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	14.52
气液分离罐	完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	9.42
气液分离罐	完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	8.36
气液分离罐	完全破裂	池火灾	常压容器	5.22
气液分离罐	完全破裂	池火灾	压力容器	4.12
气液分离罐	完全破裂	池火灾	长型设备	0.00
气液分离罐	完全破裂	池火灾	小型设备	0.00
气液分离罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	常压容器	4.95
气液分离罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	压力容器	5.95
气液分离罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	长型设备	3.97
气液分离罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	小型设备	3.62
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	7.56
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	9.15
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	5.93
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.26
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	常压容器	1.42
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	压力容器	1.32
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	12.01
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	14.52
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	9.42
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	8.36
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	常压容器	2.87
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	压力容器	2.47

产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	12.94
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	15.64
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	10.14
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	9.00
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	常压容器	2.87
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	压力容器	2.47
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	13.75
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	16.62
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	10.78
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	9.57
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	常压容器	3.60
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	压力容器	3.00
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	长型设备	0.00
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	小型设备	0.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	11.52
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	13.93

粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	9.04
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	8.02
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	常压容器	1.42
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	压力容器	1.32
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	14.52
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	17.55
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	11.38
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	10.10
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	16.62
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	20.09
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	13.03
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	11.56
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84

粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	18.29
粗品精馏塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	22.11
粗品精馏塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	14.34
粗品精馏塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	12.73
粗品精馏塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	常压容器	3.60
粗品精馏塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	压力容器	3.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	长型设备	0.00
粗品精馏塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	小型设备	0.00
氢气压缩机	中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	24.82
氢气压缩机	中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	30.01
氢气压缩机	中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	19.47
氢气压缩机	中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	17.27
氢气压缩机	中孔泄漏	喷射火灾	常压容器	4.95
氢气压缩机	中孔泄漏	喷射火灾	压力容器	2.71
氢气压缩机	中孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00
氢气压缩机	中孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00
氢气压缩机	大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	31.27
氢气压缩机	大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	37.81
氢气压缩机	大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	24.53
氢气压缩机	大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	21.76
氢气压缩机	大孔泄漏	喷射火灾	常压容器	19.81
氢气压缩机	大孔泄漏	喷射火灾	压力容器	10.85
氢气压缩机	大孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00
氢气压缩机	大孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00

小结：根据装置多米诺半径模拟结果图可知，该项目生产、储存设施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。一旦上述装置发生池火灾、蒸气云爆炸等事故类型，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，分为生产单元和储存单元。

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

储存单元：用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以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:

$$S = q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + q_3/Q_3 \cdots + q_n/Q_n \geq 1 \quad (1)$$

式中: S—辨识指标;

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

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

该项目涉及的储存单元为甲类罐区。该项目合成配料车间与东侧室外装置区构成联合装置, 因此按整体进行重大危险源辨识作为生产单元。

对储存单元和生产单元进行重大危险源辨识情况如下:

①储存单元重大危险源辨识

对中触媒新材料股份有限公司中触媒新材料股份有限公司高性能催化新材料项目（1800 吨/年四氢吡咯部分）甲类罐区进行重大危险源辨识结果如下附件表 2-21:

附件表 2-21 甲类罐区重大危险源辨识表

序号	物料名称	最大储存量	临界量(t)	q/Q	S 值	结论
1	2-吡咯烷酮	72.16	1000	0.07216	0.61	不构成重大危险源
2	乙腈	47	1000	0.047		
3	碳酸二甲酯	60	1000	0.06		
4	二甲氨基环己烷	60	5000	0.012		
5	甲醇	47	500	0.094		
6	四氢吡咯	55.25	1000	0.05525		
7	三乙胺	42	1000	0.042		
8	硝酸	45	200	0.225		

经分析, 其 S 值小于 1。因此, 中触媒新材料股份有限公司高性能催化新材料项目（1800 吨/年四氢吡咯部分）利旧改造的甲类罐区未构成危险化学品重大危险源场所。

②生产单元重大危险源辨识

原合成配料车间与本项目室外装置区构成联合装置, 对中触媒新材料股

份有限公司高性能催化新材料项目（1800 吨/年四氢吡咯部分）原合成配料车间与本项目室外装置区整体进行重大危险源辨识，结果如下附件表 2-22：

附件表 2-22 合成反应（甲类）重大危险源辨识表

序号	设备名称	物质名称	最大存在量(吨)	临界量(吨)	q/Q	S 值	结论
该项目新增设备重大危险源辨识							
1	反应器	四氢吡咯	0.00405	50	0.000081	0.179251	不构成重大危险源
2		氢气	0.0048	5	0.00096		
3	气液分离罐	四氢吡咯	0.432	50	0.00864		
4		氢气	0.0017	5	0.00034		
5	粗品分馏塔	四氢吡咯	0.222525	10	0.0225		
6		四氢吡咯	0.222525	10	0.0225		
7	成品塔	四氢吡咯	0.0225	10	0.00225		
8		氢气	0.0049	5	0.00098		
10	成品塔	四氢吡咯	0.0225	10	0.00225		
11	管道	氢气	0.0049	5	0.00098		
12	成品罐	四氢吡咯	6.97	1000	0.00697		
13	成品罐 2	四氢吡咯	6.97	1000	0.00697		
14	粗产品中间罐	四氢吡咯	4.13	1000	0.00413		
15	精馏中间罐	四氢吡咯	5.9	1000	0.0059		
16	地下收集罐	四氢吡咯	0.36	1000	0.00036		
17	重组分暂存罐	四氢吡咯	0.8568	10	0.08568		
18	重组分罐	四氢吡咯	0.1224	10	0.01224		
19	地下收集罐	四氢吡咯	0.2125	10	0.02125		
原合配料车间重大危险源辨识							
1	-	吡啶	9.8	1000	0.0098	0.233449	不构成重大危险源
2		哌啶	1.9	1000	0.0019		
3		甲醇	12.8	500	0.0256		
4		乙腈	7.9	1000	0.0079		
5		三乙胺	1.4	1000	0.0014		
6		溴乙烷	1.45	1000	0.00145		
7		三正丙胺	1.52	5000	0.000304		
8		氯丙烷	0.89	1000	0.00089		
9		碳酸二甲酯	1.07	1000	0.00107		
10		正硅酸甲酯	1.26	50	0.0252		

11		正硅酸乙酯	1.66	5000	0.000332		
12		硝酸	10	200	0.05		
13		乙醇液	10	500	0.02		
14		DMF	0.015	5000	0.000003		
15		氢气	0.068	5	0.0136		
16		氯乙烷/氯甲烷	0.74	10	0.074		
S 值合计					0.4127	不构成重大危险源	

经分析，其 S 值小于 1。因此，中触媒新材料股份有限公司（1800 吨/年四氢吡咯部分）原合成配料车间与本项目室外装置区整体均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）

《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令〔1989〕第九号公布；国家主席令〔2014〕第九号修订，2015 年 1 月 1 日实施）

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第五十八号，国家主席令第四十三号修订，2020 年 9 月 1 日实施）

《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2003〕第 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〕第 591 号修改重新公布，〔2013〕第 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〕第 549 号修正重新公布，2009 年 5 月 1 日起施行）

《建设工程抗震管理条例》（中华人民共和国国务院令第 744 号，2021 年 9 月 1 日起施行）

《危险化学品目录（2015 年版）》（应急管理部等十部委关于调整危险化学品目录涉及柴油部分的内容〔2022〕第八号公告，自 2023 年 1 月 1 日起实施）

《特种设备目录》（质检总局关于修订〔2014〕第 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〕第 445 号公布，〔2014〕第 653 号第一次修改，〔2016〕第 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〈国务院关于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 314 号修正，自 2021 年 5 月 8 日起施行）

《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，
辽宁省人民政府令（2021）第 341 号修订）

《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）

《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
改革委员会第 7 号修订，2024 年 2 月 1 日实施）

《辽宁省雷电灾害防御管理规定》（辽宁省人民政府令第 180 号，辽宁
省人民政府令第 324 号修正 2018 年 11 月 26 日实施）

《应急管理部办公厅关于印发 2023 年危险化学品安全监管工作要点和
危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治等 9 个工作方案的通知》
(应急厅〔2023〕8 号)

《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、设备目录（2016
年）的通知》（安监总科技〔2016〕137 号）

《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》（应急
厅〔2020〕38 号）

《淘汰落后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）

《特种设备使用单位落实使用安全主体责任监督管理规定》（市监总局
令第 74 号）

《安全生产责任保险实施办法》（应急〔2025〕27 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）
- 《防止静电事故通用要求》（GB12158-2024）
- 《剩余电流动作保护装置安装和运行》（GB/T13955-2017）
- 《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015）
- 《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）
- 《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）
- 《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)
- 《有机热载体炉》(GB/T17410-2023)
- 《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)
- 《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)
- 《锅炉安全技术规程》(TSG11-2020)
- 《压力管道安全技术监察规程-工业管道》(TSG D0001-2009)
- 《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)
- 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》(GB36894-2018)
- 《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T 37243-2019)
- 《建筑防火通用规范》(GB55037-2022)

- 《消防设施通用规范》（GB55036-2022）
- 《固定消防炮灭火系统设计规范》（GB50338-2003）
- 《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）
- 《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 年版）
- 《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB30871-2022）
- 《化学品分类和标签规范 第 31 部分：化学品作业场所警示性标志》
(GB/T 30000.31-2023)
- 《氢气使用安全技术规程》（GB 4962-2008）
- 《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）

F3. 3 相关文件

《中触媒新材料股份有限公司年产（1800 吨/年四氢吡咯部分）可行性研究报告》。

中触媒新材料股份有限公司与大连天籟安全风险管理技术有限公司签订的《技术咨询合同》。

中触媒新材料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（大普行审备[2023]22 号）

F4. 3 大连市企业投资项目备案确认书（大普行审备[2024]114 号）

F4. 4 大连市企业投资项目备案确认书（大普行审备[2025]21 号）

F4. 5 大连市企业投资项目备案调整确认书（大普行审备[2025]49 号）

F4. 6 大连市企业投资项目备案调整确认书（大普行审备[2025]50 号）

F4. 7 企业投资项目备案确认书（大普经备[2018]16 号）

F4. 8 《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》（大安监危化项目安条审字[2018]24 号）

F4. 9 《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》（大安监危化项目安设审字[2018]25 号）

F4. 10 中触媒新材料股份有限公司特种分子筛和环保催化剂新材料研发及产业化项目（一期）安全设施竣工验收评审意见

F4. 11 《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》（大应急危化项目安条审字[2020]9 号）

F4. 12 《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》（大应急危化项目安设审字[2021]4 号）

F4. 13 中触媒新材料股份有限公司环保新材料及中间体项目（制氢装置和氢气充装站）安全设施竣工验收评价评审意见

F4. 14 导热油介质物性

F4. 15 中触媒新材料股份有限公司安全设计诊断报告（2022 年 11 月，中昊（大连）化工研究设计院有限公司编制）

F4. 16 化工装置设计安全诊断整改确认书（2023 年 1 月 30 日）

F4. 17 中触媒新材料股份有限公司高性能新材料项目（1800t/a 四氢吡咯装置技术）国内首次使用化工工艺安全可靠性论证报告专家意见

F4. 18 安全风险防控要点检查表

F4. 19 中触媒新材料股份有限公司特种分子筛和环保催化剂新材料研发及产业化项目（改建）（含 1800 吨/年四氢吡咯部分）爆炸载荷分析报告

F4. 20 AQ3062-2025 复核表