

编制说明

中触媒新材料股份有限公司（以下简称中触媒股份）于 2008 年 8 月 8 日在辽宁省大连松木岛化工产业开发区注册成立，注册资金 17620 万元人民币，主要经营范围：分子筛、化工催化剂、新型催化材料、化工产品（以上均不含危险化学品）的研发、生产。

中触媒新材料股份有限公司计划在辽宁省大连松木岛化工产业开发区-中触媒新材料股份有限公司厂区建设高性能催化新材料项目（1800 吨/年四氢吡咯部分）。

中触媒新材料股份有限公司于 2025 年 5 月 8 日取得大连普湾经济区行政审批局批复的《大连市企业投资项目备案调整确认书》（大普行审备[2025]50 号，项目代码为 2305-210287-04-05-475630，项目名称为高性能催化新材料项目）。本次评价主要建设内容为通过工艺调整、技术改造，将厂区现有 N,N-二甲基哌啶嗡生产线改为四氢吡咯生产线。采用 2-吡咯烷酮和氢气为原料，经过反应、氢气分离、粗提纯分离和精提纯生产四氢吡咯，四氢吡咯产能为 1800 吨/年。其中大普行审备[2025]50 号文件中其他建设内容不在本次评价范围。

为认真贯彻《安全生产法》等法律法规的有关规定，按照《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（安监总局令第 45 号）及《辽宁省危险化学品建设项目安全监督管理实施细则》（辽安监管三[2016]24 号）等文件的规定和要求，中触媒股份委托大连天籁安全管理技术有限公司（以下简称“天籁公司”）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）”开展设立安全评价工作。

天籁公司依据委托方提供的《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）可行性研究报告》，按照《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）的要求编

制本报告。

在本报告的编写过程中，中触媒股份有关部门给予了大力协助，谨致以衷心的感谢。

目 录

1 安全评价工作经过	8
1.1 前期准备	8
1.2 确定评价对象及范围	8
1.3 评价工作经过	9
1.4 评价程序	9
2 建设项目概况	11
4 危险化学品包装、储存、运输的技术要求	13
5 危险、有害因素的辨识结果及依据说明	15
5.1 危险、有害因素辨识依据说明	15
5.2 生产过程中主要危险、有害物质和危险、有害因素辨识结果	15
5.3 危险、有害因素分布	16
5.4 危险化学品重大危险源辨识	16
5.5 重点监管危险化工工艺辨识结果	17
5.6 重点监管的危险化学品辨识结果	17
5.7 易制毒、易制爆化学品辨识结果	17
5.8 剧毒危险化学品和高毒物品辨识结果	18
5.9 特别管控危险化学品辨识	18
5.10 外部安全防护距离计算结果	18
6 安全评价单元的划分	32
7 采用的安全评价方法及理由说明	33
8 定性、定量分析危险、有害程度的结果	34
8.1 固有危险程度分析	34
8.2 风险程度分析	38
8.3 安全管理单元评价	51

9 安全条件的分析结果	53
9.1 建设项目外部情况介绍	53
9.2 建设项目的选址、总平面布置的合理性	59
9.3 建设项目的安全条件分析	70
10 技术、工艺和设备、设施及其安全可靠性	75
10.1 拟选择的主要技术、工艺的安全可靠性	75
10.2 拟选择的设备、设施的安全可靠性	77
10.3 主要装置、设备、设施与生产或储存过程的匹配情况	78
10.4 配套和辅助工程能否满足安全生产的需要	80
11 安全对策措施与建议	82
11.1 可研报告中采纳的安全对策措施	82
11.2 补充的安全对策措施	84
12 安全评价结论	127
12.1 建设项目所在地的安全条件和与周边的安全防护距离评价结果 ...	127
12.2 建设项目危险、有害因素辨识结果	127
12.3 定性、定量评价结果	128
13 与建设单位交换意见的情况	130

非常用的术语、符号和代号说明

术语和定义

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

1) 化学品

指各种化学元素、由元素组成的化合物及其混合物，包括天然的或者人造的。

2) 危险化学品

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

3) 新建项目

指依法设立的企业建设伴有危险化学品产生的化学品或者危险化学品生产、储存装置（设施）和现有企业（单位）建设与现有生产、储存活动不同的伴有危险化学品产生的化学品或者危险化学品生产、储存装置（设施）的建设项目。

4) 改建项目

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

5) 扩建项目

指企业（单位）拟建与现有伴有危险化学品产生的化学品或者危险化学品品种相同且生产、储存装置（设施）相对独立的建设项目。

6) 安全设施

指企业（单位）在生产经营活动中将危险因素、有害因素控制在安全范围以内的预防、减少、消除危害所配备的装置（设备）和采取的措施。

7) 作业场所

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

8) 安全评价单元：根据新建设项目安全评价的需要，将建设项目划分为一些相对独立部分，其中每个相对独立部分称为评价单元。

符号解释

1) CAS号：CAS是Chemical Abstract Service的缩写。是美国化学文摘对化学物质登录的检索服务号。

2) UN编号：UN是United Nation的缩写。是联合国《关于危险货物运输的建议书》对危险货物制定的编号。

3) PLC：可编程逻辑控制器。

4) 危险化学品序号：《危险化学品目录（2015版）》（2022年调整版）中的序号。

其他名词解释

1) 危险性类别：《危险化学品目录（2015版）》（2022年调整版）中的危险性类别信息。

2) 火灾危险性类别：是指根据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）对危险化学品划分的火灾危险级别。

3) 爆炸危险性类别：是指根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）对场所和设施划分的爆炸危险级别。

4) 危险货物包装标志：是指示危险货物危险性的图形标志，《危险

货物包装标志》（GB190-2009）中对危险货物制定的编号。

5) 包装类别：指根据货物危险性大小确定的包装级别。

6) 防火分区：是指根据《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)对建筑防火分隔的要求，在建筑内部采用防火墙、楼板及其他防火分隔设施分隔而成，能在一定时间内防止火灾向同一建筑的其余部分蔓延的局部空间。

1 安全评价工作经过

1.1 前期准备

接受建设单位关于本项目设立安全评价委托前，天籁公司按照项目风险分析的要求，组织相关人员认对本工程内容进行研究，并派技术人员对项目选址及周边环境进行现场调查。在对项目内容研究及现场调查的基础上，分析了开展本项目安全评价存在的风险及已有技术条件。

在与建设单位签订项目安全评价技术服务合同后，评价组首先对项目可行性研究报告进行深入研究，确定评价范围，并得到建设单位的认可；然后项目组收集相关的法律法规、标准、规章、规范，调研了国内同类装置的运行状况和典型事故案例，列出了评价过程需企业提供的有关资料清单，进行了现场实地勘察工作，对评价项目建设过程和建成运行后可能存在的危险、有害因素进行了辨识与分析，预测发生事故的可能性，提出科学合理的对策措施与建议，为建设项目设立安全评价工作打下坚实基础。

1.2 确定评价对象及范围

该项目的评价对象为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）合成配料车间东侧室外装置区及配套设施，属改建危化生产项目。

本次安全评价范围：对 N,N-二甲基哌啶嗡生产线加氢工序改为 1800 吨/年四氢吡咯生产线的生产设施、安全设施进行安全评价。对利旧改造甲类罐区储存能力及匹配性进行评价。对依托的公用工程（供配电、给水、排水、自动控制、供气、供热、冷冻水）匹配性进行评价。对新增两支消防水炮覆盖范围及消防用水量进行评价。对新增 1 座仪表气缓冲罐、新增粗产品中间罐、精馏中间罐、成品罐、泄放缓冲罐、加氢反应器等设备设施安全性及匹配性进行评价。

由加氢装置产出的产品四氢吡咯从 V-109 成品罐 1 或 V-113 成品罐 2，

通过泵 P-106 送至中转罐 V03G19 然后一部分泵入甲类罐区作为成品外卖，另一部分由打料泵 P03G16 泵送至合成配料车间 R03G10 釜进行配料，然后再利用原有 N,N-二甲基哌啶嗡的管线将配置好的物料转移至合成车间进行分子筛合成。原四氢吡咯桶装料泵入合成配料车间 R03G10 釜进行配料工艺取消。

其中室外装置南区布置 4 台氯乙烷钢瓶以及室外装置区东侧 3 座戊类储罐为合成配料车间其他项目所使用，不在本次评价范围内。

其中《大连市企业投资项目备案调整确认书》（大普行审备[2025]50 号）文件中建设内容（1）（2）（3）不在本次评价范围，另履行安全“三同时”手续。

本评价报告中可能提及企业的环境保护、职业卫生，设备安装施工的质量，建（构）筑物施工质量等方面的内容，仅供设计或建设单位在设计、日常安全管理时参考。

1.3 评价工作经过

- 1) 中触媒新材料股份有限公司与大连天籁安全风险管理技术有限公司签订的技术咨询合同。
- 2) 成立设立安全评价组，收集相关资料，编制安全检查表。
- 3) 现场勘查，调研。
- 4) 编制报告。
- 5) 提交安全评价报告初稿，经过内部审核
- 6) 与企业交换意见，讨论相关的安全对策措施和建议。
- 7) 评价报告送审版完成，提交审批。

1.4 评价程序

- 1) 前期准备。
- 2) 辨识危险、有害因素。

- 3) 划分评价单元。
- 4) 确定安全评价方法。
- 5) 定性、定量分析危险、有害程度。
- 6) 分析安全条件。
- 7) 提出安全对策与建议。
- 8) 整理、归纳安全评价结论。
- 9) 与建设单位交换意见。
- 10) 编制安全评价报告。

2 建设项目概况

略。

表 3-1 项目涉及化学品理化性质、危险特性表

物料名称	危险化学品序号	CAS 号	状态	比重 (水)	熔点 °C	沸点 °C	闪点 °C	燃 点 °C	爆炸极限		水溶性	火灾 类别	危险特性	是否 为危 险化 学品
									下限%	上限%				
2-吡咯烷酮	101	616-45-5	液	1.1	25	245	129	390	1.8	16.6	溶	乙 A	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烟气。	是
四氢吡咯	2069	123-75-1	液	0.852	-63	86-88	2.78	-	1.6	10.6	溶	甲类	易燃液体, 类别 2 急性毒性-经口, 类别 3 急性毒性-吸入, 类别 2 皮肤腐蚀/刺激, 类别 1 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触, 类别 1	是
氢气	1648	1333-74-0	气	0.07	-259.2	-252.8	-	-240	4.1	75	不溶	甲类	易燃气体, 类别 1 加压气体	是
催化剂	-	-	固	0.8-0.9	-	-	-	-	-	-	不溶	丙类	在空气和液体中易吸潮、粉化。	否
氮气	172	7727-37-9	气	-	-209.8	195.6	-	-	-	-	微溶	戊类	加压气体, 窒息	是
氨气	2	664-41-7	气	0.82 (-79 °C)	-77.7	-33.5	无意义	651	15.7	27.4	溶	乙类	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	是
氮气	172	7727-37-9	气	0.81	-209.8	-195	无意义	无意义	-	-	-	-	加压气体	是
天然气	2123	8006-14-2	气	0.42	-	-160	无意义	482	5	14	溶	甲类	易燃气体, 类别 1 加压气体	是

注：1、本表依据《危险化学品目录（2015 版）》（2022 年调整版）、《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）2、物质危险性类别按《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》辨识；2、导热油操作温度 280°C，沸点 340°C，闪点 212°C，导热油操作温度大于闪点，导热油火灾危险性类别为乙 B 类；3、2-吡咯烷酮在反应器操作温度 230-260°C，高于闪点和沸点，但不属于易燃液体类别 1、2.

4 危险化学品包装、储存、运输的技术要求

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

该项目仅对原料 2-吡咯烷酮、氢气、四氢吡咯等提出储存、运输技术要求。

表 4-1 2-吡咯烷酮的储存、运输的技术要求

名称	技术要求/注意事项
2-吡咯烷酮 储存	储存于罐区。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。储罐、管线增设电伴热，防止结晶。
2-吡咯烷酮 运输	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。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。

表 4-2 氢气的储存、运输的技术要求表

名称	技术要求/注意事项
氢气的储存	储存于储罐中。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。
氢气的运输	氢气采用厂内管输。 氢气管道宜采用架空敷设，其支架应为非燃烧体。架空管道不应与电缆、导电线敷设在同一支架上； 氢气管道与燃气管道、氧气管道平行敷设时，中间宜有不燃物料管道隔开，或净距不小于 250mm。分层敷设时，氢气管道应位于上方。氢气管道与建筑物、构筑物或其他管线的最小净距可参照有关规定执行； 室内管道不应敷设在地沟中或直接埋地，室外地沟敷设的管道，应有防止氢气泄漏、积聚或窜入其他沟道的措施。埋地敷设的管道埋深不宜小于 0.7m。含湿氢气的管道应敷设在冰冻层以下； 管道应避免穿过地沟、下水道及铁路汽车道路等，必须穿过时应设套管保护； 氢管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB 7231）的规定。

表 4-3 四氢吡咯的储存、运输的技术要求表

名称	技术要求/注意事项
四氢吡咯 储存	产品四氢吡咯采用储罐储存。与强氧化剂、酸类分开存放。严格密封。包装类别：II
四氢吡咯 运输	产品四氢吡咯槽车运输，对运输槽车排气筒增设阻火器、车辆设置定位系统等。

5 危险、有害因素的辨识结果及依据说明

5.1 危险、有害因素辨识依据说明

- 1) 依据《危险化学品目录（2015 版）》（2022 年调整版）、《危险货物品名表》（GB12268-2025）来确定所涉及的危险物质是否为危险化学品。
- 2) 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/T13861-2022）的分类方法来分析生产过程中存在的危险、有害因素。
- 3) 根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）辨识和确认该项目构成重大危险源的物质及构成几级重大危险源的场所。

5.2 生产过程中主要危险、有害物质和危险、有害因素辨识结果

1) 生产过程中主要存在的危险因素分析结果

依据《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986），生产过程危险因素主要为火灾、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（加氢反应器）、淹溺（事故池、初期雨水池）、坍塌，生产过程有害因素主要为噪声与振动等。依据《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022），产生以上危险有害因素的原因是设备、防护缺陷、非电离辐射（配电室）以及人的行为性、环境、管理方面等。具体分析过程见附件章节 F2. 1. 2。

2) 自然条件存在的危险、有害因素分析结果

对该项目投入生产后有影响的自然条件主要有：雷电危害、地震危害、洪水和内涝、低温、污闪等。可能导致设备基础损坏、供电系统故障等严重灾害，进而导致火灾、爆炸或中毒等事故。如在设计时考虑不周将会对生产带来重大的损失，甚至可能威胁员工的生命安全。

自然危险、有害因素分析过程见附件章节 F2. 1. 5。

5.3 危险、有害因素分布

5.3.1 主要危险因素分布

该项目主要危险因素存在的部位见表 5-1。

表 5-1 主要危险因素存在的部位

项目 序号	主要危险因素	存在的部位
1	火灾	甲类罐区、室外设备区、导热油炉、制氢装置、危废库
2	其他爆炸	甲类罐区、室外设备区、导热油炉
3	灼烫	甲类罐区、室外设备区、危废库
4	中毒和窒息	室外设备区、制氮站

5.3.2 可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布

该项目在生产、储运过程中可能出现的其它危险、有害因素为触电、高处坠落、机械伤害、物体打击、车辆伤害、坍塌、噪声与振动、淹溺。其分布情况见下表 5-2。

表 5-2 生产场所及设施危险、有害因素分析结果

场 危 险 因 素 所	触电	机械 伤害	物体 打击	车辆 伤害	高处 坠落	噪 声 与 振 动	淹 溺	坍 塌
合成配料（甲类）	√	√	√	√	√	√	-	√
甲类罐区	√	√	√	√	√	-	-	√
室外设备区（甲类）	√	√	√	√	√	√	-	√
空氮站	√	√	√	-	√	√	-	√
综合楼	√	-	√	-	√	-	-	√
控制室	√	-	√	-	√	√	-	√
合成车间配电室	√	-	-	√	√	√	-	√
废气处理	√	√	√	-	√	√	-	√
淹溺（事故池、初期雨水池）	-	-	-	-	-	-	√	-

5.4 危险化学品重大危险源辨识

依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18128-2018）可知，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。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未构成危险化学品重大危险源场所。其中危险化学品重大危险源辨识见 F2.3.1。

5.5 重点监管危险化工工艺辨识结果

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116 号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3 号）文件要求，经对该建设项目的生产工艺与国家安全监管总局公布的重点监管的危险化工工艺目录进行比照，确认该项目涉及重点监管的危险化工工艺：加氢工艺。

5.6 重点监管的危险化学品辨识结果

根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2011〕95 号）的内容和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12 号），该项目氢气、氨气（尾气）、天然气（燃料）属于重点监管的危险化学品。

5.7 易制毒、易制爆化学品辨识结果

依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令 445 号，2005 年 11 月 1 日实施，国务院令 653 号〔2014〕第一次修订，国务院令 666 号〔2016〕第二次修订，国务院令 703 号〔2018〕第三次修订）、《国务院办公厅关于同意将 a- 苯乙酰乙酸甲酯等 6 种物质列入易制毒化学品品种目录的函》（国办函〔2021〕58 号）、《公安部、商务部、国家卫生健康委员会、应急管理部、海关总署、国家药品监督管理局关于将 4-（N- 苯基氨基）哌啶、1- 叔丁氧羰基 -4-（N- 苯基氨基）哌啶、N- 苯基 -N-（4- 哌啶基）丙酰胺、大麻二酚、2- 甲基 -3- 苯

基缩水甘油酸及其酯类、3-氧-2-苯基丁酸及其酯类、2-甲基-3-[3, 4-(亚甲二氧基)苯基]缩水甘油酸酯类列入易制毒化学品管理的公告》（2024 年 8 月 2 日公布，2024 年 9 月 1 日实施）和《公安部、商务部、国家卫生健康委员会、应急管理部、海关总署、国家药品监督管理局关于将 4—哌啶酮和 1—叔丁氧羰基—4—哌啶酮列为易制毒化学品管理的公告》（2025 年 6 月 20 日公布，2025 年 7 月 20 日实施），该项目不涉及易制毒化学品。

依据《易制爆危险化学品名录》（2017 年版），该项目不涉及易制爆危险化学品。

5.8 剧毒危险化学品和高毒物品辨识结果

依据《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），该项目不涉及剧毒化学品。

依据《高毒物品目录》（2003 年版），该项目涉及的高毒物品氨气（尾气）。

5.9 特别管控危险化学品辨识

依据《特别管控危险化学品目录（第一批）》（应急管理部工业信息化部公安部交通运输部公告[2020]第 1 号），该项目涉及特别管控危险化学品氨气（尾气）。

5.10 外部安全防护距离计算结果

依据标准《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）选择外部安全防护距离方法。依据标准《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）来确定个人和社会可接受风险值。

5.10.1 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

1) 危险化学品生产、储存装置外部安全防护距离计算方法选择依据

根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》
(GB/T37243-2019) 第 4 章内容，其危险化学品生产装置和储存设施确定外
部安全防护距离的流程见下图：

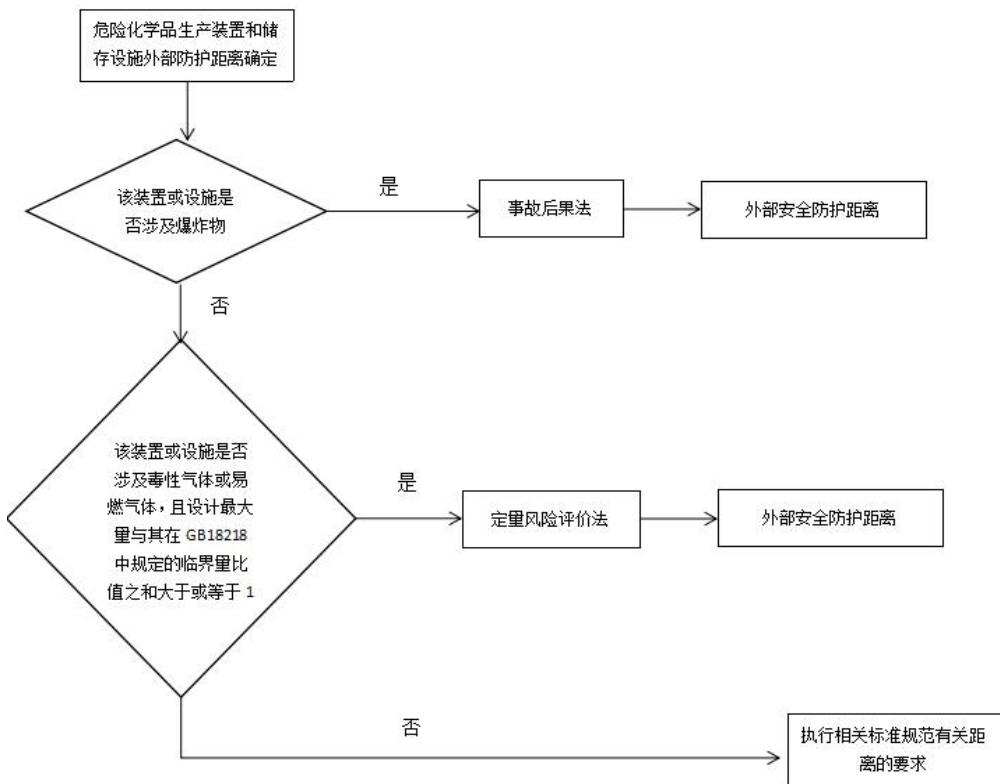


图 5-1 危险化学品生产装置和储存设施外部防护距离确定流程

2) 危险化学品生产、储存装置外部安全防护距离计算方法选择结果及计算结果

该项目装置或设施不涉及爆炸物，也涉及易燃气体氢气，但生产单元和储存单元未构成危险化学品重大危险源场所。

依据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T37243-2019)第4章内容，应执行相关标准有关距离要求。经评价，该项目室外装置区、甲类罐区与周边企业的防火间距符合《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第4.1.5条和第4.1.6条的规定，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）外部防护距离符合要求。

5.10.2 个人风险和社会风险计算结果

1) 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。具体见附件 F2. 2. 3。



图 5-2 个人风险模拟曲线图

(1) $1 \times 10^{-5}/\text{年}$ 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 $3 \times 10^{-6}/\text{年}$ 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 $3 \times 10^{-7}/\text{年}$ 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。

2) 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。具体见附件F2. 2. 3。

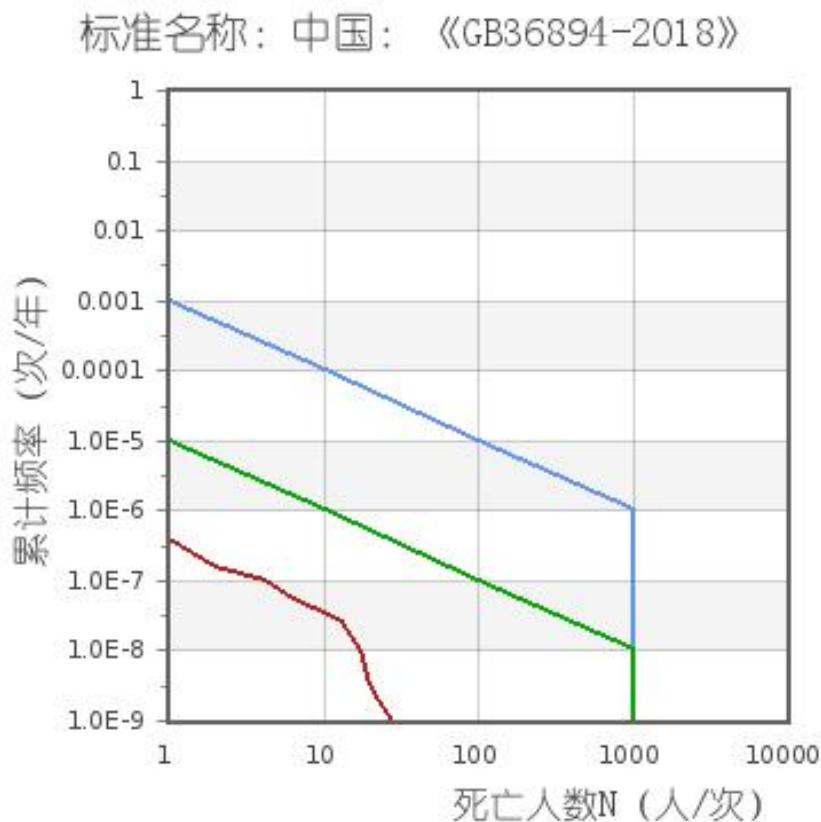


图 5-3 社会风险模拟曲线图

由上图可知，社会风险曲线落在可接受区，则该风险可接受。

5.10.3 装置发生爆炸的多米诺半径

装置发生爆炸的多米诺半径见 F2. 2. 3. 4，得出如下结论：

多米诺效应影响的主要形式有三种：①火灾发生时的热辐射效应；②爆炸的冲击波；③爆炸抛射物；该项目相关装置的多米诺半径模拟结果，见表 5-3。

表 5-3 各装置的多米诺半径结果

装置名称	泄漏模式	事故类型	目标装置类型	多米诺半径 (m)	是否超出厂区
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	否

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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
四氢吡咯储罐	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	常压容器	17.88	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否

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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
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	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	7.00	否
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	否
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	否
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	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	常压容器	12.58	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
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	否

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	否
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	否
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	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	常压容器	12.58	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
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	否
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	否
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	否
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	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	常压容器	12.58	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	压力容器	12.38	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
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	否
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	否
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	否
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	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	常压容器	12.58	否

2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	压力容器	12.38	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	长型设备	0.00	否
2-吡咯烷酮	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	小型设备	0.00	否
加氢反应器	小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	6.74	否
加氢反应器	小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	8.15	否
加氢反应器	小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	5.28	否
加氢反应器	小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	4.69	否
加氢反应器	小孔泄漏	喷射火灾	常压容器	14.08	否
加氢反应器	小孔泄漏	喷射火灾	压力容器	7.71	否
加氢反应器	小孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00	否
加氢反应器	小孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00	否
加氢反应器	中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	7.71	否
加氢反应器	中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	9.32	否
加氢反应器	中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	6.05	否
加氢反应器	中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.37	否
加氢反应器	中孔泄漏	喷射火灾	常压容器	70.37	否
加氢反应器	中孔泄漏	喷射火灾	压力容器	38.54	否
加氢反应器	中孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00	否
加氢反应器	中孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00	否
加氢反应器	大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	8.49	否
加氢反应器	大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	10.26	否
加氢反应器	大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	6.66	否
加氢反应器	大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.91	否
加氢反应器	大孔泄漏	喷射火灾	常压容器	281.49	否
加氢反应器	大孔泄漏	喷射火灾	压力容器	154.18	否
加氢反应器	大孔泄漏	喷射火灾	长型设备	0.00	否
加氢反应器	大孔泄漏	喷射火灾	小型设备	0.00	否
加氢反应器	完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	9.14	否
加氢反应器	完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	11.06	否
加氢反应器	完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	7.17	否
加氢反应器	完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	6.36	否
加氢反应器	完全破裂	压力容器物理爆炸	常压容器	9.61	否
加氢反应器	完全破裂	压力容器物理爆炸	压力容器	11.55	否
加氢反应器	完全破裂	压力容器物理	长型设备	7.70	否

		爆炸			
加氢反应器	完全破裂	压力容器物理 爆炸	小型设备	7.02	否
气液分离罐	小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	7.56	否
气液分离罐	小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	9.15	否
气液分离罐	小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	5.93	否
气液分离罐	小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.26	否
气液分离罐	小孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44	否
气液分离罐	小孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84	否
气液分离罐	小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
气液分离罐	小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
气液分离罐	中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	9.53	否
气液分离罐	中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	11.52	否
气液分离罐	中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	7.47	否
气液分离罐	中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	6.63	否
气液分离罐	中孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44	否
气液分离罐	中孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84	否
气液分离罐	中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
气液分离罐	中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
气液分离罐	大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	10.91	否
气液分离罐	大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	13.19	否
气液分离罐	大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	8.56	否
气液分离罐	大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	7.59	否
气液分离罐	大孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44	否
气液分离罐	大孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84	否
气液分离罐	大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
气液分离罐	大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
气液分离罐	完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	12.01	否
气液分离罐	完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	14.52	否
气液分离罐	完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	9.42	否
气液分离罐	完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	8.36	否
气液分离罐	完全破裂	池火灾	常压容器	5.22	否
气液分离罐	完全破裂	池火灾	压力容器	4.12	否
气液分离罐	完全破裂	池火灾	长型设备	0.00	否
气液分离罐	完全破裂	池火灾	小型设备	0.00	否
气液分离罐	完全破裂	压力容器物理 爆炸	常压容器	4.95	否
气液分离罐	完全破裂	压力容器物理 爆炸	压力容器	5.95	否

气液分离罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	长型设备	3.97	否
气液分离罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	小型设备	3.62	否
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	7.56	否
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	9.15	否
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	5.93	否
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	5.26	否
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	常压容器	1.42	否
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	压力容器	1.32	否
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
产品塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	12.01	否
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	14.52	否
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	9.42	否
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	8.36	否
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	常压容器	2.87	否
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	压力容器	2.47	否
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
产品塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	常压容器	12.94	否
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	压力容器	15.64	否

产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	长型设备	10.14	否
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	蒸气云爆炸	小型设备	9.00	否
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	常压容器	2.87	否
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	压力容器	2.47	否
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
产品塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	常压容器	13.75	否
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	压力容器	16.62	否
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	长型设备	10.78	否
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	蒸气云爆炸	小型设备	9.57	否
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	常压容器	3.60	否
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	压力容器	3.00	否
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	长型设备	0.00	否
产品塔	泄漏到大气中-完全破裂	池火灾	小型设备	0.00	否
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	否
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	否
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	否
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	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	常压容器	1.42	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	压力容器	1.32	否

粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-小孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
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	否
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	否
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	否
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	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-中孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
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	否
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	否
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	否
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	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	常压容器	3.44	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	压力容器	2.84	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	长型设备	0.00	否
粗品精馏塔	泄漏到大气中-大孔泄漏	池火灾	小型设备	0.00	否
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	否
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	否

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

小结：根据装置多米诺半径模拟结果可知，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外，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。

6 安全评价单元的划分

根据《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》(安监总危化字〔2007〕255 号)的要求,评价单元主要划分为外部安全条件、总平面布置、生产装置(设施)单元、公用工程等六个单元。根据建设项目的实际情况和安全评价的需要,本评价将该建设项目划分为以下 6 个单元:

- 1) 外部安全条件: 包括该产业政策、选址、周边环境情况;
- 2) 总平面布置: 包括依托的建构筑物总图布置符合性进行评价等;
- 3) 生产装置单元: 包括四氢吡咯装置等;
- 4) 公用工程单元: 供配电、给排水、电信、自动控制、供气、消防系统、尾气直燃式氧化炉单元等;
- 5) 安全管理单元;
- 6) 物料储存设施单元: 包括罐区、危废库。

7 采用的安全评价方法及理由说明

根据《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》(安监总危化字〔2007〕255 号)需要对项目的固有危险程度和风险程度进行分析评价的要求,采用安全检查表法、预先危险性分析评价法、危险度分析法确定建设项目的固有危险程度和风险程度。

表 7-1 该项目安全评价方法选择表

序号	评价单元	评价方法	选取理由
1	外部安全条件	安全检查表	符合性评价。选用安全检查表确定该项目所在区域的周边环境与规范的符合性。 采用定量分析法计算项目的外部安全防护距离
2	总平面布置	安全检查表	符合性评价。选用安全检查表确定该项目装置区和厂内其他装置的防火间距与规范的符合性,以及该项目装置区内设备设施布置的防火间距与规范的符合性。
3	主要生产装置	1) 预先危险性分析法 2) 危险度分析法	1) 采用预先危险性分析法对系统存在的各种危险因素、出现条件、事故可能造成的后果进行分析,其目的是早期发现系统中存在的潜在危险因素,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。 2) 采用危险度评价法,根据各工艺单元的介质、容量、温度、压力操作五方面确定各单选的主要设备、设施的危险程度等级
4	公用工程	预先危险性分析法	采用预先危险性分析法对系统存在的各种危险因素、出现条件和事故可能造成的后果进行分析,其目的是早期发现系统中存在的潜在危险因素,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。
5	安全管理单元	检查表法	依据《安全生产法》的相关法律法规,进行安全评价,以列表的形式标出投产前、投产后应该逐步完善安全管理工作。
6	物料储存设施单元	预先危险性分析法	采用预先危险性分析法对系统存在的各种危险因素、出现条件和事故可能造成的后果进行分析,其目的是早期发现系统中存在的潜在危险因素,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。

8 定性、定量分析危险、有害程度的结果

8.1 固有危险程度分析

8.1.1 定量分析项目中危险化学品的状态和场所

该项目列入《危险化学品目录》中的危险化学品主要有氢气、2-吡咯烷酮、四氢吡咯、天然气。主要危险、有害因素是火灾、其他爆炸、中毒和窒息、灼烫、容器爆炸等。可燃性、爆炸性、毒性、腐蚀性化学品数量、浓度和所在作业场所及其状况一览表如表 8-1。

**表 8-1 可燃性、爆炸性、毒性、腐蚀性化学品数量、浓度、状态和所在作业场所及其
状况一览表**

生产 线名称	设备名称	危险化学 品原料名 称	浓度%	数量 (t)	温度 °C	压力 (MPa)	状 态	主要危险有 害因素
四 氢 吡 咯 生 产 线	进料罐 V101	2-吡咯烷酮、四氢吡咯	≥99%	2	35	常压	液	火灾、其他爆炸、灼烫、中毒
	配料釜 V-102	2-吡咯烷酮，四氢吡咯	≥99%	2	35	常压	液	火灾、其他爆炸、灼烫、中毒
	重组分暂存罐 V-104	2-吡咯烷酮，四氢吡咯	≥99%	2	100	常压	液	火灾、其他爆炸、灼烫、中毒
	导热油循环罐 V-106	导热油	≥99%	1	120-190	0.1	液	火灾、其他爆炸
	分离罐 V-107	2-吡咯烷酮，四氢吡咯，水、氢气	≥99%	3	45	3	液/气	火灾、其他爆炸灼烫、容器爆炸、中毒
	重组分罐 V-108	2-吡咯烷酮，四氢吡咯，水	≥99%	2	120	常压	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒
	成品罐 V-109	四氢吡咯	≥99%	1	35	常压	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒
	地下收集罐 V-110	2-吡咯烷酮，四氢吡咯，水	≥99%	2	80	0.8	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒、容器爆炸
	粗产品中间罐 V-111	四氢吡咯，水	≥99%	1	55	常压	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒
	精馏中间罐 V-112	2-吡咯烷酮，四氢吡咯，水	≥99%	2	45	常压	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒

	成品罐 2 V-113	2-吡咯烷酮, 四氢吡咯, 水	$\geq 99\%$	2	35	常压	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒
	泄放缓冲罐 V-114	氢气、氮气	$\geq 99\%$	1	260	常压	气	火灾、其他爆炸、窒息
	产品塔 C-101	四氢吡咯, 水	$\geq 99\%$	1	105	常压	液	火灾、其他爆炸、中毒、灼烫
	粗品精馏塔 C-102	2-吡咯烷酮, 四氢吡咯, 水	$\geq 99\%$	2	120	常压	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒、容器爆炸
	加氢反应器 R-201	2-吡咯烷酮、四氢吡咯、氢气	$\geq 99\%$	2	30-260	3	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒、容器爆炸
甲类 罐区	四氢吡咯储 罐	四氢吡咯	$\geq 99\%$	55.52	常温	常压	液	火灾、其他爆炸灼烫、中毒、
	2-吡咯烷酮 储罐	2-吡咯烷酮	$\geq 99\%$	72.16	45	常压	液	火灾、其他爆炸
尾气 直燃 式氧 化炉	燃气系统	天然气	$\geq 99\%$	0.05	45	0.2	液	火灾、其他爆炸

8.1.2 定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度

1) “预先危险性分析”结果

(1) 生产装置区单元

采用“预先危险性分析”得出结果，生产装置单元危险等级IV级，危险程度是“破坏性的”，说明发生事故时，可能会造成人员重大伤亡和系统严重破坏的破坏性事故，对其危险因素必须采取可靠的防范措施，对可能产生的事故隐患必须予以果断排除（详见附件“F2.2.1.1”）。

(2) 公用工程及辅助生产区单元

采用“预先危险性分析”得出结果，辅助生产区单元危险等级III级，危险程度“危险的”，说明发生事故时，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施，对可能产生的事故隐患必须予以果断排除（详见附件“F2.2.1.2”）。

(3) 项目总的固有危险程度

通过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）各个单元的评价结果，项目存在的固有危险是火灾、爆炸、中毒与窒息、灼烫、触电、高处坠落、物体打击、机械伤害等，总的固有危险程度为危险Ⅳ级。评价结果见表 8-2。

表 8-2 项目预先危险性分析结果

序号	单元名称	设备设施名称	事故	危险等级	危险程度
1	生产装置单元	反应釜、换热器、工艺管道、精馏塔、导热油炉系统	火灾、爆炸、中毒和窒息、灼烫、高处坠落、物体打击、容器爆炸	IV	破坏性的
2	公用工程及辅助生产单元	机泵、配电室、直燃式氧化炉单元	火灾、爆炸、触电、机械伤害、中毒窒息、坍塌	III	危险的
3	物料储存设施单元	储罐区、危废库	火灾爆炸、触电、中毒窒息、车辆伤害、物体打击、灼烫、高处坠落	IV	破坏性的
建设项目总体				IV	破坏性的

2) “危险度评价法”结果

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，该项目总的危险度为Ⅱ级（中度危险）。分析结果见表 8-3（详见附件“F2. 2. 2”）。

表 8-3 项目危险度评价分析结果

装置名称	建构筑物	危险等级
四氢吡咯装置	合成配料车间东侧室外装置区 (甲类)	II

8.1.3 定量分析固有危险程度

该项目生产工艺单元中主要危险有害物质有关量的估算：

1) 具有爆炸性化学品的质量及相当于 TNT 的摩尔量

该项目不涉及《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) 规定的爆炸物。

2) 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

该项目工艺装置中可燃性化学品主要有氢气、2-吡咯烷酮、四氢吡咯、天燃气。具体的主要可燃性化学品质量及燃烧释放的热量见表 8-4。

表 8-4 主要可燃性化学品质量及燃烧释放热量汇总表

危险物名称	2-吡咯烷酮	四氢吡咯	氢气	天然气
质量 (t)	72.16	55.52	0.015	0.05
燃烧值 (kJ/kg)	26868	33366	120500	/
燃烧后放出的热量 (kJ)	1.9×10^9	1.8×10^9	1.8×10^6	/

3) 具有毒性的化学品的浓度及质量

该项目涉及毒性化学品有四氢吡咯、2-吡咯烷酮、氨气。

表 8-5 主要毒性化学品的浓度及质量汇总表

危险物名称	四氢吡咯	2-吡咯烷酮	氨气
质量	55.52t	72.16t	0.27kg/h
浓度	99%	99%	95%

4) 具有腐蚀性的化学品的浓度及质量

该项目涉及腐蚀性化学品四氢吡咯、2-吡咯烷酮。

表 8-6 主要腐蚀性化学品的浓度及质量汇总表

危险物名称	四氢吡咯	2-吡咯烷酮
质量 (t/h)	55.52	72.16
浓度	99%	99%

8.2 风险程度分析

8.2.1 项目出现危险化学品泄漏的可能性分析

在生产过程中，涉及罐区储存的原料有 2-吡咯烷酮、四氢吡咯等易燃物料，属于易燃液体，若罐区管线阀门、法兰密封不严密，可能造成危险化学品泄漏。

生产过程中加氢反应釜需要通入氢气，若进反应釜的氢气管线上阀门或法兰处密封不严，可能会造成氢气泄漏风险。

生产过程中使用的原料四氢吡咯、2-吡咯烷酮进室外装置的管线上阀门或法兰处密封不严，可能会造成物料泄漏风险。

生产过程中使用的导热油，若加氢反应器夹套密封不严，可能会造成导热油泄漏风险。

生产过程中使用的导热油炉附近的管线阀门或法兰密封不严，可能会造成导热油泄漏风险。

在生产过程中使用的催化剂来料时为桶装料，需要储存在仓库中，若包装物密封不严或包装物破损可能造成泄漏。

该项目生产尾气中含有氨气，若尾气系统密封不严，可能会造成氨气泄漏风险。

该项目导热油系统及直燃式氧化炉使用燃气作为燃料，若燃气管线未经调压进入系统，可能会造成天然气泄漏。若燃气管线阀门法兰密封不严，可能会造成燃气泄漏。

以上生产过程中的设备损坏或操作失误引起泄漏，大量易燃、易爆、有毒有害物质的释放，将会导致火灾、爆炸、中毒等重大事故发生。因此，泄漏常常是导致精细化工行业事故的根源。该建设项目涉及的危险物质的饱和蒸气压力很大，一旦出现泄漏，危险物质可能迅速挥发，扩散。该建设项目易发生泄漏的设备可归纳为以下几类：管道、阀门、压力容器、泵等。该建

设项目生产过程中可能存在泄漏源主要有：

管道：泄漏部位包括管道、法兰和接头处。

阀：阀壳体泄漏；阀盖泄漏；阀杆损坏泄漏；放空阀内漏；阀体大盖以及连接面。

压力容器、反应器：容器破裂泄漏；容器本体泄漏；孔盖泄漏；喷嘴断裂泄漏；仪表管路破裂泄漏；容器内部爆炸破裂。

泵：泵体损坏泄漏；密封压盖处泄漏。

包装物：包装损坏或不符合要求。

从人—机系统考虑造成各种泄漏事故的原因可以归纳以下几个方面：

1) 设计失误

- ①基础设计错误，如地基下沉，造成容器底部产生裂缝，或设备变形、错位等；
- ②选材不当，如强度不够，耐腐蚀性差、规格不符等；
- ③布置不合理，如压缩机和输出管没有弹性连接，因振动而使管道破裂；
- ④选用机械不合适，如转速过高、耐温、耐压性能差等；
- ⑤选用计测仪器不合适；
- ⑥压力容器附件设计不当；
- ⑦参数选取出错，不能满足工艺要求。

2) 设备原因。

- ①设备加工不符合要求，或未经检验擅自采用代用材料；
- ②设备加工质量差，特别是不具有操作证的焊工焊接质量差；
- ③施工和安装精度不高，如泵和电机不同轴、机械设备不平衡、管道连接不严密等；
- ④选用的标准定型产品质量不合格；
- ⑤对安装的设备没有按安装工程及验收规范进行验收；

- ⑥设备长期使用后未按规定检修期进行检修，或检修质量差造成泄漏；
- ⑦计测仪表未定期校验，造成计量不准；
- ⑧阀门损坏或开关泄漏，又未及时更换；
- ⑨设备附件质量差，或长期使用后材料变质、腐蚀或破裂等。

3) 管理原因

- ①没有制定完善的安全操作规程；
- ②对安全漠不关心，已发现的问题不及时解决；
- ③没有严格执行监督检查制度；
- ④指挥错误，甚至违章指挥；
- ⑤让未经培训的工人上岗，知识不足，不能正确判断、处置故障；
- ⑥检修制度不严，没有及时检修已出现故障的设备，使设备带病运转。

4) 人为失误

- ①误操作，违反操作规程；
- ②判断错误，开关错阀门；
- ③擅自脱岗；
- ④思想、注意力不集中；
- ⑤发现异常处置不当。

8.2.2 出现危险化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾的条件和需要的时间

该项目涉及的易燃气体有氢气等，其与空气形成爆炸性混合气体。泄漏一旦出现，其后果不但与物质的数量、易燃性、毒性有关，而且与泄漏物质的相态、压力、温度等状态有关。

该项目涉及的易燃液体有四氢吡咯、2-吡咯烷酮等。其蒸气与空气形成爆炸性混合气体。泄漏一旦出现，其后果不但与物质的数量、易燃性、毒性有关，而且与泄漏物质的相态、压力、温度等状态有关。

1) 易燃气体泄漏后，与空气混合达到爆炸极限时，遇到引火源就会发

生燃烧或爆炸。泄漏后起火的时间不同，泄漏后果也不相同。

2) 易燃液体泄漏。一般情况下，泄漏的液体在空气中蒸发而生成气体，泄漏后果与液体的性质和贮存条件(温度、压力)有关。液体泄漏后聚集在地势低洼处形成液池，液体由于池表面风的对流而缓慢蒸发，若遇火源就会发生燃爆、池火灾。

无论是气体泄漏还是液体泄漏，泄漏量的多少都是决定泄漏后果严重程度的主要因素，而泄漏量又与泄漏方式和时间长短有关。该项目中可能泄漏的易燃气体均是比空气重的介质，发生泄漏，将在有限空间和无限空间两种情况下形成爆炸性混合气体蒸气云团，静风情况下在泄漏点周围以球形状态扩展，在有风情况下，将向下风向漂移。泄漏介质达到爆炸极限后需要外界点火能量，如明火、机械火花、静电火花、电气火花、雷电火花等，达到最小点火能量后将发生爆炸事故，泄漏的可燃物质越多，遇到点火源越晚，发生爆炸事故的后果越严重。

8.2.3 出现毒性化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限制时间

该项目尾气涉及毒性气体氨气。氨气职业接触限制 PC-TWA: 20mg/m³, PC-STEL: 30mg/m³; 氨气发生小孔泄漏泄漏速率为 0.013kg/s。

该项目涉及 2-吡咯烷酮，受热分解会产生氮氧化物等有毒气体，氮氧化物小孔泄漏速率为 0.015kg/s。

该项目涉及四氢吡咯属于急性毒性类别 4。

8.2.4 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡范围

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：

表 8-7 事故后果分析汇总表

装置名称	泄漏模式	泄漏频率 (次/年)	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 炸	0.81	4.71	9.17	0.86
	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
	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
气液分离罐	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
产品塔	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
	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
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	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
			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
			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

			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
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

8.2.5 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。

制氢装置产的氢气（氢气压力 1.1-1.3MPa）先进入制氢装置界区内氢气缓冲罐（氢气缓冲罐设计压力：1.7MPa）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、高热若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：

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。

如果精馏温度过高，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，对于塔式精馏，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

本项目四氢吡咯精馏为连续精馏，精馏过程中，体系内始终呈现气液共存状态，若易燃、易爆的物料外泄或吸入空气，可形成爆炸性气体混合物。特别是高温下精馏自燃点低的物料时，一旦高温物料泄漏出来，遇空气即能发生自燃导致火灾事故。

精馏釜底的残留物，如果是高沸点、高粘度、高温下容易分解或发生聚合反应的成分复杂的混合物，极易在高温下发生热分解、自聚或积热自燃。当残留物中含有热敏性、燃烧爆炸性的物质时，则火灾爆炸危险性更大。

精馏易燃液体，特别是不易导电的液体时，物料在管道内高速流动，精馏釜内液体激烈搅拌、摩擦、喷溅，均可能产生静电且易积聚，存在静电放电引起火灾的可能性。

精馏过程中一旦存在高、低温物料，防护不当则造成烫伤或冻伤。

精馏过程中还涉及系统（设备）内压力的变化，因而存在一定的潜在危险，包括火灾、爆炸、中毒、窒息、灼烫等。精馏过程中液体挥发成气态，系统中压力增大，如排气不畅，蒸汽冷却介质不足，会导致精馏系统压力升高，造成冲料甚至爆炸。

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。

该项目精馏装置由原来的 C-101 “脱溶剂塔” 改为 “产品塔”，C-102 “产品塔” 改为 “粗产品塔”，若利旧的设备设计参数不能满足本项目需求，可能会发生火灾爆炸风险。

定期通过氮气打压，将冷凝液通过临时软管打压进吨桶委外处理，冷凝液成分：2-吡咯烷酮、四氢吡咯、水，若操作人员失误，或软管卸入过程中人员离开，可能会造成易燃物料倾洒，造成火灾爆炸风险。若操作人员未佩戴防护手套可能会因皮肤与冷凝液接触造成化学灼烫风险。

精馏大都在高温下进行，设备与管线等会出现金属疲劳，如选材不当，会引起高温蠕变破裂。

高温设备及法兰密封不好，会造成危险物料泄漏。

另外，还有公用工程[供水、供配电、供汽（气）、供冷、通风等]突然停供，导致精馏操作的工艺条件改变，可能引发超压泄漏事故等。

3) 加氢工艺危险性分析

该项目涉及重点监管危险化工工艺：加氢工艺。

①反应物料具有燃爆危险性，氢气的爆炸极限为 4%—75%，具有高燃爆危险特性；

②加氢为强烈的放热反应，氢气在高温高压下与钢材接触，钢材内的碳分子易与氢气发生反应生成碳氢化合物，使钢制设备强度降低，发生氢脆；

③催化剂再生和活化过程中易引发爆炸；

④加氢反应尾气中有未完全反应的氢气和其他杂质在排放时易引发着火或爆炸。

⑤加氢反应以 2-吡咯烷酮、氢气为原料，以四氢吡咯为反应溶剂，与催化剂进行接触反应，反应过程控制条件苛刻，如果物料加入速度过快、温度控制高造成反应速度过快，可能造成反应器压升高，引起火灾或设备爆炸，同时造成周围设备损坏，易燃物料泄漏引起二次事故。

如安全附件不全或不可靠，工艺控制失误，配套的冷却、氮气保护等安全设施中断或不足，引起火灾、爆炸事故。

⑥反应阶段反应温度失控：

对于放热反应，当移热速率大于反应自身放热速率，会使反应的温度、压力等处于可控范围内。但如果由于外界因素或自身反应变化，导致冷却能力低于反应热生成能力，反应体系将形成热累积，从而导致体系温度上升，反应速率加快，同时会促进热释放速率的进一步增加，进而使反应处于不可控状态，最终导致反应的热失控。可能造成容器内压升高，引起火灾或设备爆炸，同时造成周围设备损坏，易燃物料泄漏引起二次事故。

如安全附件不全或不可靠，工艺控制失误，配套的冷却、氮气保护等安全设施中断或不足，引起火灾、爆炸事故。

⑦反应过程物料配比失控：

在加氢反应阶段，物料配比失控，随着温度升高，反应急速剧烈放热，引起反应失控，反应器局部急剧升温，引发反应器及加氢系统发生爆炸。可

能造成原料反应不完全，产品纯度达不到预期要求，反应温度失控可能造成物料混合不均匀，或导致局部爆聚等危险情况发生。

⑧反应器设置温度显示高报警，当温度升温过快，报警设施失控，不能及时联锁停热水，反应器可能引起爆炸事故。

8.2.6 同类设施发生的事故案例的后果和原因

案例一：

一、事故经过

2008 年 8 月 2 日上午 10 时 2 分，贵州兴化化工有限责任公司甲醇储罐区一精甲醇储罐发生爆炸燃烧，引发该罐区内其他 5 个储罐相继发生爆炸燃烧。该储罐区共有 8 个储罐，其中粗甲醇储罐 2 个（各为 1000 立方米）、精甲醇储罐 5 个（3 个为 1000 立方米、2 个为 250 立方米）、杂醇油储罐 1 个（250 立方米），事故造成 5 个精甲醇储罐和杂醇油储罐爆炸燃烧（爆炸燃烧的精甲醇约 240 吨、杂醇油约 30 吨）。2 个粗甲醇储罐未发生爆炸、泄漏。事故发生后，政府及相关部门立即开展事故应急救援工作，控制了事故的进一步蔓延，但该事故发生在奥运前夕，影响十分恶劣。

二、事故原因

贵州兴化公司因进行甲醇罐惰性气体保护设施建设，委托湖北省昌业锅炉设备安装有限公司进行储罐的二氧化碳管道安装工作（据调查该施工单位施工资质已过期）。

2008 年 7 月 30 日，该安装公司在处于生产状况下的甲醇罐区违规将精甲醇 c 储罐顶部备用短接打开，与二氧化碳管道进行连接配管，管道另一端则延伸至罐外下部，造成罐体内部通过管道与大气直接连通，致使空气进入罐内，与甲醇蒸汽形成爆炸性混合气体。

8 月 2 日上午，因气温较高，罐内爆炸性混合气体通过配管外泄，使罐内、管道及管口区域充斥爆炸性混合气体，由于精甲醇 c 罐旁边又在违规进

行电焊等动火作业（据初步调查，动火作业未办理动火证），引起管口区域爆炸性混合气体燃烧，并通过连通管道引发罐内爆炸性混合气体爆炸，罐底部被冲开，大量甲醇外泄、燃烧，使附近地势较低处储罐先后被烈火加热，罐内甲醇剧烈气化，又使 5 个储罐相继发生爆炸燃烧。

此次事故是一起因严重违规违章施工作业引发的责任事故，而且发生在奥运会前期，教训十分深刻，暴露出危险化学品生产企业在安全管理上存在的一些突出问题。

案例二：江苏响水 3.21 爆炸事故

（1）事故概况：

2019 年 3 月 21 日 14 时许，江苏省盐城市响水县陈家港化工园区内江苏天嘉宜化工有限公司发生爆炸，119 接线员透露，此次发生爆炸的是该厂内一处生产装置，爆炸物质为苯。爆炸园区地址，位于江苏陈家港化工园区位于镇区以西 2 公里处，占地面积 10.05 平方公里，设有化工生产区、生活服务区、污水处理区、化工危险品存放区四大功能区。

爆炸区域附近有多处住宅区和学校，其中一所幼儿园离事发现场直线距离仅 1.1 公里，爆炸已经导致部分孩子受伤，响水当地的医疗机构正在抓紧救治伤者。

（2）事故原因：

事故直接原因：天嘉宜公司旧固废库内长期违法贮存硝化废料持续积热升温导致自然，燃烧引发硝化废料爆炸。

起火原因：事故调查组通过调查逐一排除了其他起火原因，认定为硝化废料分解自然起火。

刻意瞒报硝化废料。硝化废料始终未向环保(生态环境)部门申报登记，并刻意隐瞒欺骗。

长期违法贮存硝化废料。大量的硝化废料长期存放于不具备贮存条件的

煤棚、固废仓库等场所，超时贮存问题严重，最长贮存时间甚至超过 7 年。

违法处置固体废物。多次违法掩埋、转移固体废物，偷排含硝化废料的废水。曾因非法偷运、偷埋危险废物 124.18 吨，被追究刑事责任。

固废和废液焚烧项目长期违法运行。至事故发生时固废和废液焚烧项目仍未通过响水县环保局验收。

安全生产严重违法违规。在实际控制人犯罪判刑不具备担任主要负责人法定资质的情况下，让硝化车间主任挂名法定代表人，严重不诚信。

违法未批先建问题突出。2010 年至 2017 年，在未取得规划许可、施工许可的情况下，擅自在厂区内开工建设包括固废仓库在内的 6 批工程。

8.3 安全管理单元评价

该项目为改建危化生产项目，该建设项目安全管理体系工作正按照安全生产法等相关法律法规及标准，处于建立完善阶段。为了更好地指导企业的安全生产工作，将安全管理部分的具体内容按时间节点（投产前、投产后）以表格的形式列出，供企业在实际工作中使用同时也可以衡量该企业安全生产工作是否按时完成的标尺。具体情况见表 8-8。

表 8-8 安全管理工作分段完成表

序号	分段完成项目名称	分期标志	结合该项目的具体分析
1	安全生产责任制	○	安全生产责任制由各部门分别编写，安全管理部部长汇总，安全管理工作由安全员负责。
2	职业安全健康规章制度	○	结合该项目安全生产工作的需要，建立健全安全检查制度、特种设备及人员安全管理制度、相关方安全管理制度、防火安全管理制度、危险化学品管理制度、厂内交通安全管理制度、安全防护设备管理制度、职业病预防管理制度、安全教育制度等安全管理制度。
3	规划与年度计划	●	项目运行后，要与生产同步制订安全生产年度规划和长远规划。
4	机构与人员	○	1) 依据安全生产法的要求，危险物品的生产、经营、储存单位，应当设置安全管理机构或者配备专职安全生产管理人员。 2) 企业要成立安全生产委员会，并完善三级管理网络。
5	职业安全健康教育	○	1) 该项目特种作业人员（电工等），要及时培训，确保持证上岗。 2) 对该项目的中层干部进行一次教育；对该项目的班组长进行一次教育。 3) 对该项目涉及职业卫生人员进行职业健康教育。 4) 对新入厂的员工必须经过“三级安全教育”方可上岗。
6	事故管理	●	项目运行后，企业应建立事故管理档案。

序号	分段完成项目名称	分期标志	结合该项目的具体分析
7	“三同时”管理	○	1) 按要求开展好三同时工作，安全设施与项目同时设计、同时施工、同时投入使用。建设项目概算要有安全设施资金投入情况说明。 2) 安全预评价报告批复后，要着手安全验收报告资料的准备工作。
8	班组安全管理	●	1) 针对该项目落实完善班组的安全检查与隐患整改制度。 2) 组织落实开展班组的安全活动。 3) 落实“三级安全教育”中班组教育的内容。
9	安全操作规程	○	1) 尽快建立健全各工种岗位的操作规程。 2) 生产岗位现场要有操作规程及作业指导书。
10	人员安全管理	○	1) 安全管理人员、主要负责人及相关操作人员应持证上岗。 2) 对有职业危害的特种作业人员进行岗前健康检查，同时建立档案。
11	相关方安全管理	○	1) 外来施工(作业)方与企业签订安全协议，施工现场有可靠的安全防范措施。 2) 生产经营项目、场所、设备的发包必须符合安全管理的规定。 3) 对生产区域内的短期合同工、临时工应有相应的安全管理措施。 4) 对厂区内外作业人员、实习人员、参观人员及其他外来人员应有相应的安全管理制度和措施。
12	现场监督检查	●	1) 现场操作，检查是否按操作规程操作。 2) 防护用品穿戴是否符合要求。 3) 特种作业人员是否持证上岗。 4) 对隐患整改要做到负责人、时间、经费三落实。
13	应急救援预案	○	1) 根据该项目的危险因素，依据应急预案编制导则，编制企业《应急救援预案》。 2) 在适当的时间开展演练，以进一步提高预案质量。
14	危险源管理	○	针对该项目内的危险物质要进行建档和登记工作。
15	安全健康档案	●	项目运行后，要建立完善安全管理档案。

注：表中分期标志“●”为企业投产后逐步完善的项目；表中检查结果“○”为该项目投入运行前应重点完善的项目)。

9 安全条件的分析结果

9.1 建设项目外部情况介绍

9.1.1 人员伤亡范围内周边 24h 内生产经营活动和居民生活情况

中触媒新材料股份有限公司位于辽宁省大连松木岛产业开发区，北侧为规划有 66KV 高压走廊、经八路，对面为大连绿峰化学股份有限公司、大连高佳化工有限公司；西侧为大连来克精化有限公司和纬三街；东侧隔松原街为园区变电站、大连爱柏斯化工股份有限公司；东北侧为大连鑫能热力有限公司；南侧为大连凯密化工技术开发有限公司、中触媒新材料股份有限公司老厂区。见下图 9-1。



图 9-1 周边环境示意图

9.1.2 危险化学品生产装置和储存数量构成重大危险源的储存设施与八大场所、区域的距离

该项目生产单元、储存单元未构成重大危险源，该项目周边 1000 米范围内无下列设施：

- 1、居住区及商业中心、公园等人员密集场所；
- 2、学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；
- 3、供水水源、水厂及水源保护器；

4、车站、码头（依法经许可从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及通信干线、通信枢纽、铁路线路、道路交通干线、水路交通干线、地铁风亭及地铁站出入口；

5、基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地；

- 6、河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区；
- 7、军事禁区、军事管理区；
- 8、法律、行政法规规定的其他场所、设施、区域。

9.1.3 建设项目所在地的自然条件

本项目拟建于大连市松木岛产业开发区，园区道路四通八达，距沈大高速约 6 公里，长兴岛高速在厂区北侧通过。

1) 地形、地貌条件

化工产业基地位于稳定的中朝准地台辽东台隆瓦房店市～新金拗陷区内，基底构造骨架是由古地槽洋壳经历多旋回褶皱作用形成的近东西向隆起与拗陷相间所组成。

基地在构造单元上属于复州拗陷区，东部约 40km 有金州断裂、北部约 25km 有东岗断裂，东南部约 25km 有普兰店湾断裂。基地属于华北地古辽东块隆复州—大连凹陷部分，基础岩性以震旦第甘井子组（Z2）灰岩为主。

2) 水文地质状况

厂区在最大揭露深度 34.0m 范围内的地层主要为第四系地层和下伏的震旦系基石，第四系地层除表层为素填土（回填时间大于 10 年）外，主要为全新统冲积层、海相沉积层、冲洪积层及上更新统残积层，岩性为粉质粘土、淤泥质粘土、含砾石粉质粘土、砾砂、红粘土；下伏的基岩为震旦系中统海相碳酸盐岩层，岩性为灰岩。

根据地下水含水层介质、水动力特征及其赋存条件，新厂区地下水主要以灰岩裂隙岩溶承压水和赋存于第⑤层的孔隙弱承压水为主，其中基岩裂隙岩溶弱承压水分布于整个场地；孔隙弱承压水仅在场地中东部分布。主要受大气降水入渗补给，排泄以下渗和沿低洼地段汇聚为主，蒸发为辅。

厂区地下水腐蚀性评价：为初步评价厂区环境水对建筑材料的腐蚀性，本次勘察在 8#钻孔内分别采取了水试样并进行了水质简分析，分析结果表明：厂区地下水按化学类型属 Cl⁻—Na⁺—K⁺型水。

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）有关规定对地下水腐蚀性进行初步判定，结果如下：

①厂区环境类型为 II；

②厂区地下水对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋具强腐蚀；

③对钢结构具中等腐蚀。

3) 工程抗震设防烈度

辽宁省地质构造较为复杂，吕梁运动继承了古老东西向构造，并形成了前震旦纪和震旦纪地层之间的区域角度不整合。总的说来，辽宁地区东西向断裂产生较早、塑造了区域构造的雏形，北东向断裂最为发育，奠定了区域构造的基本轮廓；北西向断裂虽然规模不大，但形成较晚，活动较新，使区域的构造面貌更加复杂化。不同方向的断裂形成了区域北东成条，北西成块的断块构造格局。

本区在构造单元上属于复州坳陷区，东部约 40km 有金州断裂、北部约 30km 有东岗断裂，东南部约 25km 有普兰店湾断裂。

金州断裂南起大连湾，经金州、普兰店、瓦房店延至海城以北，全长 200 多公里，走向为北东向。在中更新世、晚更新世时期有活动，现代仍有一定的活动，是对本地区地震活动和区域稳定性影响最大的一条第四纪活动断裂；东岗断裂走向为东西向，全长 20 多公里，在中更新世、晚更新世时期有活动；普兰店湾断裂近东西向，全长 50 公里，中更新世以来至今未有活动。

本区地震活动主要受金州断裂控制。据相关资料，全新世以来，本区未发生过 5 级或 5 级以上地震，拟选厂址处于构造相对稳定地块。根据“中国地震烈度区划图（1990）”中的划区，本区地震烈度属于 7 度区。

4) 气象条件

①气温

年平均气温 9.6℃

1 月平均气温 -7.8℃

极端最低气温 -25.1℃

7月平均气温 24.1℃

极端最高气温 36.7℃

②相对湿度

历年平均相对湿度 65%

冬季平均相对湿度 60%左右

夏季平均相对湿度 70%以上

③气压

平均海平面气压 101.73kPa

极端最高海平面气压 104.55kPa

极端最低海平面气压 98.18kPa

最热月平均海平面气压 100.75kPa

④蒸发量

月最大蒸发量 333.3mm

月最小蒸发量 34.1mm

年最大蒸发量 1961.1mm

年最小蒸发量 1210.0mm

⑤风

历年平均风速 3.8m/s

月平均最大风速 5.0m/s

最大风速及其风向 28.5m/s 东风

冬季主导风向频率北风 25%

夏季主导风向频率东南风 23%

基本风压值 0.67kPa

30 年一遇 10 分钟平均最大风速 33.0m/s

⑥降水量

年平均降水量 580~750mm，集中于 7、8 月

年最多雨量 981.6mm

年最少雨量 289.5mm

日最大降水量 198.5mm

⑦海潮

潮型：普兰店湾的潮汐属于不正规半日潮性质。

潮位特征：

最高高潮位：2.99m

最低高潮位：0.54m

最高低潮位：1.60m

最低低潮位：-0.81m

平均海平面：1.59m

最大潮差：2.73m

平均潮差：1.45m

平均涨潮历时：6 小时 12 分

平均落潮历时：6 小时 15 分

⑧其它

无霜期 165~185 天

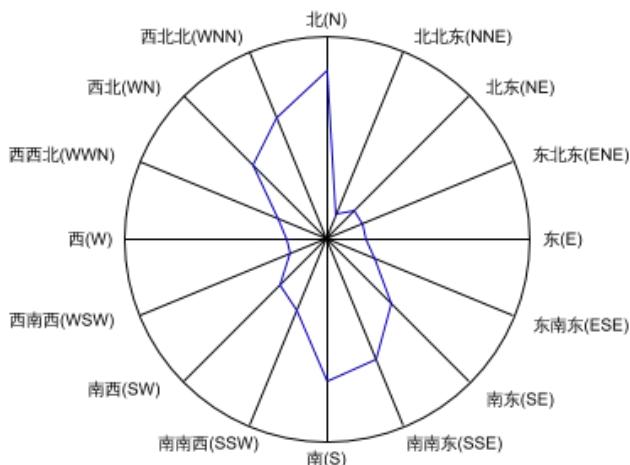
年平均日照时间 2600~2900 小时

全年太阳总辐射量 143.3Kcal/cm²

场地标准冻结深度 0.80m

普兰店湾海水温度月平均值以 1966 年 8 月份最高为 26.9℃，1967 年 1 月份最低为 -1.7℃。

5) 风玫瑰图



9.2 建设项目的选址、总平面布置的合理性

9.2.1 产业结构符合性

1) 国家产业政策、布局符合性

本项目产品及工艺符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，该项目属于第一类鼓励类，第十一条石化化工，第 7 款专用化学品环保催化剂和助剂，符合国家产业政策。

2) 大连市政府产业政策、布局符合性

松木岛化工园区是大连市“一岛十区”重点园区，是《辽宁沿海经济带发展规划》规定的五个重点发展区域，是国家循环经济示范园区。该项目符合大连市产业政策、布局。

9.2.2 选址和总平面布置合理性

该项目位于中触媒新材料股份有限公司合成配料车间（甲类）东侧的两个室外装置区（甲类）。室外装置区北为库房一（甲类），南侧为合成反应车间室外设备区（甲类），东侧为戊类中间罐，西侧为合成配料车间（甲类）。远离居民区，周边无水源地和自然保护区等敏感保护目标，场地通风良好，外部交通便利。

依据《大连市危险化学品禁止、限制和控制目录》（大政办发[2023]39 号）及《关于印发松木岛化工产业开发区危险化学品禁止、限制和控制目录》

辨识，该项目产品未列入全市禁止危险品目录；该项目产品均列入其他区域危险化学品目录。综上所述，本项目涉及的危险化学品符合《大连市危险化学品禁止、限制和控制目录》（大政办发[2023]39号）文件的管控要求。

表 9-1 选址及总平面布置符合性检查表

序号	检查项目	检查结果	依据	备注
1	厂址选择应符合国家工业布局和当地城镇总体规划和土地利用总体规划的要求。	符合	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009	该项目位于工业园区
2	厂址选择应充分利用非可耕地和劣地，不宜破坏原有森林、植被，并减少土石方开挖量。	符合		该项目拟建地为工业用地
3	厂址选择应同时满足交通运输设施、能源的动力设施、防洪设施、环境保护工程和生活等配套建设用地的要求。	符合		该项目拟建在园区内，配套条件良好。
4	厂址应具有方便和经济的交通运输条件。	符合		公路运输方便
5	厂址应有充足、可靠的水源和电源，且应满足企业发展需要。	符合		该项目水、电均从园区已有设施接入，可满足需要。
6	厂址应位于城镇或居住区的全年最小频率风的上风侧。	符合		周边无居民区
7	事故状态泄漏或散发有毒、有害、易燃、易爆气体工厂的厂址，应远离城镇、居住区、公共设施、村庄、国家和省级干道、国家和地方铁路干线、河海港区、仓储区、军事设施、机场等人员密集场所和国家重要设施。	符合		该项目与所述场所保持安全间距
8	事故状态泄漏有毒、有害、易燃、易爆液体工厂的厂址，应远离江、河、湖、海、供水水源保护区。	符合		该项目厂址远离供水水源保护区

序号	检查项目	检查结果	依据	备注
9	厂址不应选择在下列地段或地区： 1) 地震断层及地震基本烈度高于 9 度的地震区。 2) 工程地质严重不良地段。 3) 重要矿床分布地段及采矿陷落(错动)区。 4) 国家和地方规定的风景区、自然保护区及历史文物古迹保护区。 5) 对飞机起降、电台通讯、电视传播、雷达导航和天文、气象、地震观察以及军事设施等有影响的地区。 6) 供水水源卫生保护区。 7) 易受洪水危害或防洪工程量很大的地区。 8) 不能确保安全的水库，在库坝决溃后可能淹没的地区。 9) 在爆破危险区范围内。 10) 大型尾矿库及废料场(库)的坝下方。 11) 有严重放射性物质污染影响区。 12) 全年静风频率超过 60% 的地区。	符合		拟建地非此类地区
10	厂址应具有建设必需的场地面积和适于建厂的地形，并应根据工厂发展规划的需要，留有适当的发展余地。	符合		设有预留用地
11	厂址的自然地形应有利于工厂布置、厂内运输。	符合		厂内地势平坦
12	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质及水文地质条件。	符合		—
9	厂址选择应符合当地城乡总体规划要求	符合	《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 4.1 条	该项目厂址符合当地总体规划要求。
10	厂址应根据企业、相邻企业或设施的特点和火灾危险类别，结合风向与地形等自然条件合理确定	符合		厂址选择合理
11	散发有害物质的企业厂址宜位于邻近居民区或城镇全年最小频率风向的上风侧，且不应位于窝风地段。有较高洁净度要求的企业，当不能远离严重空气污染区时，则应位于其最大频率风向的上风侧，或全年最小频率风向的下风侧	符合		散发有害物质的企业厂址于邻近居民区或城镇全年最小频率风向的上风侧
12	地区排洪沟不应通过工厂生产区	符合		地区排洪沟未通过工厂生产区

序号	检查项目	检查结果	依据	备注
13	<p>厂区总平面应按功能分区布置，可分为生产装置区、辅助生产区、公用工程设施区、仓储区和行政办公及生活服务区，辅助生产和公用工程设施也可布置在生产装置区内。功能分区布置应符合下列要求：</p> <p>1 各功能区内部应布置紧凑、合理并与相邻功能区相协调。</p> <p>2 各功能区之间物流输送、动力供应便捷合理。</p> <p>3 生产装置区宜布置在全年最小频率风向的上风侧，行政办公及生活服务设施区宜布置在全年最小频率风向的下风侧，辅助生产和公用工程设施区宜布置在生产装置区与行政办公及生活服务设施区之间。</p>	符合	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第 4.2.3 条	1. 各功能区内部布置紧凑、合理并与相邻功能区相协调。 2. 各功能区之间物流输送、动力供应便捷合理。 3. 生产装置区布置在全年最小频率风向的上风侧；行政办公及生活服务设施区布置在全年最小频率风向下风侧；辅助生产和公用工程设施区布置在生产装置、办公区东侧

选址不受洪水、潮水或内涝威胁，所在地无地震断层，且地震烈度低于 9 度，无泥石流、滑坡、流沙、溶洞等不良地质条件，满足《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）的选址相关要求。

9.2.3 建设项目周边与重要场所、区域的距离

1) 项目外部安全条件和厂址选择单元

该项目生产的产品属于精细化工产品，属于精细化工企业，且储罐总容积、单罐容积满足《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）的适用范围，因此该项目采用的标准为《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020），其防火间距符合性评价应采取最新标准《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）来执行。北侧大连高佳化工有限公司生产产品高氯酸铵，属于石油化工企业，原设计采用石化规。北侧大连绿峰化学股份有限公司生产农药类、消毒剂类产品属于农药类，属于精细化工企业。西侧大连莱克精化有限公司生产食品添加剂类产品，属于精细化工企业。南侧大连凯密化工技术开发有限公司（停产）生产催化剂，属于

精细化工企业。东侧大连第一有机化工有限公司生产催化剂类产品，属于精细化工企业。大连爱柏斯化工股份有限公司生产橡胶粘合剂，属于精细化工企业。且上述企业储罐总容积、单罐容积满足《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）的适用范围，因此该项目与周边大连莱克精化有限公司、大连凯密化工技术开发有限公司、大连绿峰化学股份有限公司、大连第一有机化工有限公司、大连爱柏斯化工股份有限公司内的设备设施的防火间距采用《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 4.1.6 条来执行。该项目与北侧大连高佳化工有限公司内设备设施防火间距采用《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 4.1.9 条执行，同时按照《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 4.1.5 条执行，特此说明。

表 9-2 项目外部安全条件检查表

建筑物名称	方位	相邻设备设施	规划距离	规范要求距离	结论	依据规范
室外装置区（甲类，北侧）	北	经八路	161.94m	15	符合	GB51283-2020 第 4.1.5 条
		规划有 66KV 高压走廊	119.6	1.5 倍杆高 (H=12m) =18m	符合	GB51283-2020 第 4.1.5 条
	西南	大连凯密化工技术开发有限公司埋地液化烃罐（甲类）	199.36	55	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条
	西	纬三街	287.15	15	符合	GB51283-2020 第 4.1.5 条
	西	大连莱克精化公司甲类仓库	351.35	15	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条注解 3 指向 GB50016-2014（2018 年版）第 3.5.1 条
	东	大连第一有机化工有限公司丙类仓库	711	12	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条注解 3 指向指向 GB50016-2014（2018 年版）

						第 3.5.1 条
	东	园区变电站	510	30	符合	GB51283-2020 第 4.1.5 条
	东	大连爱柏斯化工股份有限公司甲类车间	30	525m	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条
室外装置区（甲类，南侧）	南	大连凯密化工技术开发有限公司埋地液化烃罐（甲类）	191.3	55	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条
	西	纬三街	286.63	15	符合	GB51283-2020 第 4.1.5 条
	东	大连第一有机化工有限公司丙类仓库	708	12	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条注解 3 指向指向 GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.5.1 条
	东	园区变电站	511	30	符合	GB51283-2020 第 4.1.5 条
	东	大连爱柏斯化工股份有限公司甲类车间	30	523m	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条
甲类罐区 (内浮顶， 65m ³)	北	66KV 高压走廊	61. 69	1.5 倍杆高 (H=12m)	符合	GB51283-2020 表 4.1.5
	北	大连绿峰化学公司办公楼	189. 66	30	符合	GB51283-2020 表 4.1.6
	北	经八路	103. 94	15	符合	GB51283-2020 表 4.1.5 条
	东	大连第一有机化工有限公司丙类仓库	773	20	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条注解 3 指向指向 GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.5.1 条
	东	园区变电站	563	40	符合	GB51283-2020 表 4.1.5 条
	东	大连爱柏斯化工股份有限公司甲类车间	30	587m	符合	GB51283-2020 第 4.1.6 条
空氮站及 锅炉房（丁 类，全厂性	南	大连凯密化工技术开发有限公司埋地液化烃储罐	93. 12	52. 5	符合	(GB51283-2020) 表 4.1.6 注解 4

重要设施)	西	纬三街	121. 62	-	-	GB51283-2020 表 4. 1. 5 条
消防及循环水泵房	南	大连凯密化工技术开发有限公司埋地液化烃储罐	84. 1	52. 5	符合	(GB51283-2020) 表 4. 1. 6 注解 4
	西	纬三街	165. 61	-	-	GB51283-2020 表 4. 1. 5 条
控制室(全厂性重要设施)	北	66kv 高压走廊	21	-	-	(GB51283-2020) 表 4. 1. 5
	北	经八路	62. 92	-	-	(GB51283-2020) 表 4. 1. 5
	北	大连高佳化工有限公司围墙	115. 71	40	符合	(GB51283-2020) 表 4. 1. 5
	东北	大连绿峰化学公司办公楼	178. 3	20	符合	(GB51283-2020) 表 4. 1. 6
	西	纬三街	138. 33	-	-	(GB51283-2020) 表 4. 1. 5
大连高佳化工有限公司综合楼	南	中触媒厂区围墙	118. 1	70	符合	GB50160-2008 (2018 年版) 表 4. 1. 9
综合楼	北	66kv 高压走廊	21	-	-	(GB51283-2020) 表 4. 1. 5
	北	经八路	63	-	-	(GB51283-2020) 表 4. 1. 5
尾气直燃式氧化炉(位于催化剂车间一楼顶)明火	西	纬三街	120. 33	-	-	(GB51283-2020) 表 4. 1. 5
	南	大连凯密化工技术开发有限公司埋地液化烃储罐	177. 38	55	符合	(GB51283-2020) 表 4. 1. 6
设备区(明火,含导热油炉)	南	大连凯密化工技术开发有限公司埋地液化烃储罐	78. 99	55	符合	(GB51283-2020) 表 4. 1. 6
LNG 储罐	西	纬三街	68. 5	20	符合	GB50028-2006 (2020 年版) 第 9. 2. 4
	西	大连来克精化公司围墙	122. 37	30	符合	GB50028-2006 (2020 年版) 第 9. 2. 4

	南	大连凯密化工技术开发有限公司 消防泵房	54.59	22.5	符合	GB50028-2006 第 9.2.4
LNG 气化站集中放散管	西	纬三街	45.32	10	符合	GB50028-2006 (2020 年版) 第 9.2.4
	西	大连来克精化公司围墙	96.09	30	符合	(GB51283-2020) 表 4.1.5
电仪修车间 (戊类)	北	大连绿峰化学股份有限公司办公楼	148.98	10	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 表 3.4.1
库房一 (甲类)	北	经八路	104.22	20	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 表 3.5.1
	北	大连绿峰化学股份有限公司办公楼	185.86	30	符合	(GB51283-2020) 表 4.1.6 注解 3 指向 GB50016-2014 (2018 年版) 表 3.5.1

2) 与八类重要场所和区域的距离的符合性检查

该项目装置与《危险化学品安全管理条例》所列的八类重要场所和区域的距离符合相关规定要求。

表 9-3 建设项目与八类重要场所和区域距离检查表

序号	场所、区域	检查标准	实际情况	符合性
1	居民区、商业中心、公园等人口密集区域	《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)	1000m 范围内无此场所	符合
2	学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施	《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)	1000m 范围内无此场所	符合
3	供水水源、水厂及水源保护区	《饮用水水源保护区污染防治管理规定》上游 1000m 和下游 100m	1000m 范围内无此场所	符合
4	车站、码头（按照国家规定，经批准专门从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及公路、铁路、水路交通干线、地铁风亭及出入口	《公路安全保护条例》要求 100m 范围内无危化项目	1000m 范围内无此场所	符合

序号	场所、区域	检查标准	实际情况	符合性
5	基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地	《基本农田保护条例》农田保护区内不允许建设危化项目	1000m 范围内无此场所	符合
6	河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区	《中华人民共和国自然保护区条例》、《风景名胜区管理暂行规定》保护区内不允许建设危化项目	1000m 范围内无此场所	符合
7	军事禁区、军事管理区	《中华人民共和国军事设施保护法》军事禁区、军事管理区内不允许建设危化项目	1000m 范围内无此场所	符合
8	法律、行政法规规定予以保护的其他区域	-	1000m 范围内无此场所	符合

3) 检查结果

表 9-2、表 9-3 中所列各项距离均符合要求。项目周边无《危险化学品安全管理条例》所规定的 8 种重要场所和区域。该项目外部安全条件单元符合《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）和《危险化学品安全管理条例》规定的要求。

9.2.4 总平面布局符合性

依据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）和《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）列出安全检查表，对该项目总平面布置符合性进行评价，见表 9-4。

表 9-4 总平面布置符合性检查表

该项目建构建筑物	方位	名称	规划距离	规范要求距离	结论	依据规范
室外装置区 （甲类，北区）	北	库房一（甲类）	36.53	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	东	中触媒三期项目室外设备区（六）甲类	30.38	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	东	制氢站（甲类）	34.63	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	南	室外装置区（甲类，南区）	11	9	符合	GB51283-2020 表 5.5.2-2
室外装置区 （甲类，南	南	设备区（甲类）	15.06	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9

区)	东	中触媒三期项目 室外设备区（六） 甲类	32.18	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
甲类罐区 (内浮顶, 总容积 520m ³ , 单罐 容积 65m ³)	北	备品备件库（戊 类）	22.2	20	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 4.2.1 条
	西	泵区	10	8	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	东	库房一（甲类）	17.8	10	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	南	合成配料（甲类）	36.15	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	西	主要道路	40.99	15	符合	GB51283-2020 表 4.3.2
空氮站（丁 类）（依托）	南	围墙	56.54	5	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.12 条
	东	消防及循环水泵 房戊类	13.5	10	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条
	西	LNG 气化站监控 室	21.32	10	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	南	软水站（戊类）	27.28	10	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条
锅炉房（丁 类，明火） （依托）	东	消防及循环水泵 房戊类	29.1	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
控制室（丁 类）（依托）	北	围墙	6	5	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.12 条
	西	综合楼（民建）	14.5	10	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条
	东	备品备件库（戊 类）	38.05	10	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条
	南	库房二（戊类）	23	10	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条
装卸鹤管 （依托）	东	泵区	10.5	8	符合	GB51283-2020 表 6.4.1 条第 3 款
	南	次要道路	13	5	符合	GB51283-2020 表 4.3.2 条

	南	设备区（甲类）	35.16	20	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	西	主要道路	10	10	符合	GB51283-2020 表 4.3.2 条
	北	主要道路	13.11	10	符合	GB51283-2020 表 4.3.2 条
	东	甲类罐区（内浮顶，总容积 520m ³ ，单罐容积 65m ³ ）	26.17	9	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
库房一（甲类）依托	西	甲类罐区（内浮顶，总容积 520m ³ ，单罐容积 65m ³ ）	17.8	10	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	北侧	主要道路	11.3	10	符合	GB51283-2020 表 4.3.2
	北	电仪修车间（戊类）	22.3	15	符合	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.5.1 条
	南	设备区(甲类)	31.5	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
	东	氢气充装场地(甲类)	37.13	15	符合	GB51283-2020 表 4.2.9
LNG 储罐	东	锅炉房（明火点）	51	50	符合	GB50028-2006 (2020 年版) 表 9.2.5
	西南	放散管	32.74	25	符合	GB50028-2006 (2020 年版) 表 9.2.5
	东北	巡检室	28.67	20	符合	GB50028-2006 (2020 年版) 表 9.2.5
	西	主要道路	33.31	15	符合	GB50028-2006 (2020 年版) 表 9.2.5
	南	围墙	41.95	20	符合	GB50028-2006 (2020 年版) 表 9.2.5

注明：运输道路在爆炸危险区域外。本项目危废用防爆叉车运至库房一。

评价结果：该项目厂区内的设备、建筑的防火间距均符合《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）和《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）规定的要求。

9.3 建设项目的安全条件分析

9.3.1 建设项目对周边企业或居民的影响

该项目处于精细化工园区内，与周边环境的防火间距符合《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）的要求。

依据 F2.2.3.3 节，对四氢吡咯储罐进行池火灾事故后果分析可知，一旦四氢吡咯储罐发生池火灾，死亡半径：27.7m，重伤半径：33.5m，轻伤半径：48.7m，财产损失半径：未达到热通量，故无法输出距离。对四氢吡咯储罐进行蒸汽云爆炸事故后果分析可知，死亡半径：0.81m，重伤半径：4.71m，轻伤半径：9.17m，财产损失半径：未达到热通量，故无法输出距离。

由上述事故后果计算可知，一旦四氢吡咯储罐发生池火灾或蒸气云爆炸事故，其伤害半径均在厂区，不会对周边企业产生影响。

9.3.2 周边企业或居民对建设项目的影响

该项目东侧为中触媒股份三期项目制氢站，一旦发生火灾爆炸事故可能会对本项目造成影响。该项目北侧、西侧、南侧企业距本项目较远，不会对本项目造成影响，但可能会对中触媒股份公司厂区边界设备造成影响。

9.3.3 建设项目所在地自然条件及对项目投入生产或者使用后的影响

根据该项目所在地自然、地质条件资料，从该项目的生产特点和所涉及物料的危险特性，乃至事故危害及影响等因素综合考虑，除必须对夏季高温时使用、生产危险物质的安全性以及寒冷季节保温的有效性予以充分的考虑外，还必须对沿海地带季风、台风等特殊气候状况进行相关的设计防护，同时对诸如汛期、雷雨天气和地震等自然灾害极有可能造成设备设施移位，管线断裂，阀门损坏，物料外溢，火灾、爆炸及环境污染等更大的危害予以充分重视。地震、雷电及沿海地带灾害后果较为严重，其对项目的影响分析如下：

（1）地震

地震灾害的特点是突发性强；破坏性大；社会影响大；防御难度大。

地震灾害分为直接灾害和次生灾害。

直接灾害对本项目造成的灾害是地震波引起的强烈震动、地震断层的错动和地面变形等所造成的灾害，主要表现为断裂、隆起、平移或凹陷等形式。这些现象对本项目的建筑物、地面造成破坏，对相关设施如交通、通讯、供水、排水、供电等造成破坏。

地震所引起的次生灾害是由于地震时酿成的管线破裂，危险物料泄漏，以致酿成重大火灾爆炸、中毒事故，造成人员伤亡，公路等交通中断，影响生产经营和日常生活。同时，该项目临近沿海，如果地震或台风引起海啸会对项目所在地产生较为严重的破坏。

该项目所处地区地震基本烈度为Ⅶ度。若发生地震，会对拟建项目造成毁灭性破坏。本项目建构筑物的抗震设计按《建筑抗震设计规范（2016 年修订）》对化工重要建构筑物提高一级抗震措施，可有效降低地震危害。

（2）地质、水文的影响

项目所在区域地表附近无河流经过，厂址位于不受洪水或内涝威胁的地带，该地区不属泥石流、易塌陷等地质不良地段，项目东侧山体在极端天气下可能出现落石或滑坡等地质危害，应予以一定重视。

该项目临近海边，地下水对混凝土结构具有强腐蚀性，对钢筋混凝土钢筋在长期浸水条件下具有弱腐蚀性，在干湿交替条件下具强腐蚀性，对钢结构具中等腐蚀性。地下水含盐高，会对建筑物的基础造成腐蚀，如果防腐蚀措施不当，会影响建筑设施的使用寿命，严重时会造成地基下沉，建筑设施损毁甚至倒塌。

（3）雷电对生产影响

雷电是自然界中雷云之间或是雷云与大地之间的一种放电现象。其特点是电压高、电流大、能量释放时间短。在防雷、防静电设施不合格、储罐存

在漏油情况下，若雷电击中储罐设备，可引发火灾或爆炸；或雷电击中建构筑物，造成建构筑物的损坏；电信设施遭受雷击可导致设施瘫痪、损坏。在雷电天气，人员在空旷场所或触碰防雷装置等金属物，有可能遭受雷击而引发伤亡事故。本项目所在地年平均雷暴日数为 18.2d，如果防雷设置不当或失效，可能发生雷电灾害事故。

由于雷电具有电流很大、电压很高、冲击性很强的特点，一旦被雷电击中，不但可能损坏有关设备和设施，造成大规模停电，而且还会导致火灾和爆炸，造成人员伤亡事故。

（4）沿海条件对生产影响

由于靠近海域，夏季湿热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，影响设备的使用寿命。

大连地区年平均风速为 5.8m/s。最大瞬时风速达 32m/s，属狂风，可造成建筑物的损坏，使基础不牢、高大设备倾斜，甚至倾倒。对于狂风应注意天气变化。

大风对室外操作人员的安全将产生不利影响，有可能引起高处坠落等伤亡事故，有可能发生设备倾倒，并有可能引发二次事故（火灾爆炸、电击伤害等）。室外布置的高架设备设施，如钢结构作业平台、贮罐等，应做好防风设计，考虑设备的风载荷，防止发生倾倒等事故。

台风可能造成地面建筑的破坏，破坏储罐区的设施（如管道等设施变形、保温脱落、防护栏杆损坏），引发危化品泄漏等事故，甚至导致发生爆炸、火灾事故。

风暴潮带来的降水可能破坏地基，导致储罐倾斜和管路的断裂、建筑物倒塌，发生事故。而带来的降雨很可能造成场地积水，增加了触电事故发生的可能性。

（5）高、低温

1) 高温、日晒

所在地年极端最高温度 32.8℃。高温天气下，室外的储罐、管道受外界温度影响可引起管道内压升高，如无泄压措施和设施，可造成阀门或法兰等渗漏甚至管线变形、破裂，引起易燃易爆介质泄漏而引发火灾、爆炸事故。

气温对本建设项目装置的作业天数和操作人员的健康产生一定程度的不利影响，例如在夏季有可能造成高温作业危害、冬季有可能造成低温作业危害等，从而间接影响到作业安全。因此，室外操作检修人员应进行有效防护，以防被冻伤。

2) 冬季低温

冬季低温可造成设备和管线的冻凝。过低的温度会使设备材质变脆，降低耐压程度。如设备未采取防冻防凝措施或防冻防凝措施不当，设备、管线有冻裂的危险，可能导致危险物料泄漏，引发火灾爆炸等事故。由于热胀冷缩的作用，较长的管线如果未设置膨胀节或 U 型弯，在低温环境中，管线有断裂的可能，从而导致危险物料泄漏，引发事故。因此，为防止冻坏设备和管线，本项目工程设计中应根据所处地域特点，对室外设备和管道进行防冻防凝设计，采取有效的防冻措施，并注意有关设施的材质选择，特别是关键设备，考虑材质的防冻要求，只要在工程设计、建设时认真落实这些安全措施，并保持其有效性，可以消除气温对建设项目的影响。

(6) 降水、积雪

大量降水会因排水不及时在装置区及罐区防火堤内形成积水，甚至淹没仪表、电气设备和设施，使这些设备、设施受到损坏，导致报警信号失灵，各种仪表显示失误，引发误操作，造成物料跑、冒、窜，甚至发生火灾事故。

大量积雪可能使直径较小的工艺管道、仪表导管或电缆等被压断，使设备、设施损坏。导致报警信号失灵，各种仪表显示失误，导致引起误操作，造成物料跑、冒、窜，甚至发生火灾事故。

综上，该建设项目在设计和施工中采取相应的技术措施，并通过事故应急演练，配备相应的应急物资，可以减轻自然灾害对建设项目投入生产后产生影响，达到相应规范和标准的限制要求。

9.3.4 安全风险防控要点检查

该项目依据《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》（应急[2022]52号）第6.3条规定进行符合性检查，检查表见附件。

9.3.5 AQ3062-2025 符合性检查

该项目原设计采用《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008），本项目采用《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020），因此本项目按照《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）有关内容进行复核，符合性检查表见附件。

10 技术、工艺和设备、设施及其安全可靠性

10.1 拟选择的主要技术、工艺的安全可靠性

该项目“2-吡咯烷酮加氢生产四氢吡咯工艺”是由中触媒新材料股份有限公司研发中心历时 21 个月自主研发的科研项目，并进行了中试放大试验及工业化试验。

该项目工艺采用 2-吡咯烷酮为原料，在催化剂的作用下进行加氢脱氧反应，并通过精馏的方式进行分离提纯得到产品四氢吡咯。本工艺属于《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》（应急〔2022〕52 号）第 6.3.3 条 c 款）：在国内有其他化工企业生产，但是工艺路线、原料路线或者操作控制路线为国内首次使用的进行论证。本次依据该文件要求：“国内首次使用的化工工艺应经过省级人民政府有关部门组织的安全可靠性论证”进行工艺安全可靠性论证。目前已完成工艺论证（工艺论证评审意见见附件）。

工艺论证结论：

- 1) 该项目不属于限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策。
- 2) 工艺安全可靠性：

该项目采用以吡咯烷酮为原料连续加氢方式生产四氢吡咯的工艺路线，原料成本低、收率高、产品纯度高，工艺路线短、自动化程度高、生产效率高等优点，适用于大规模工业化生产。与传统成熟可靠的石化加氢工艺相比，该项目工艺物料单一，过程中不含剧毒产物，工艺路线更简单，反应条件更温和，安全可靠性高。

项目工艺涉及重点监管危险化工工艺中的加氢工艺，已按照要求进行了全流程反应风险评估测试，工艺危险度为 1 级，针对反应热测试提出的建议措施后续全部采纳，并且已按照加氢工艺安全控制的基本要求，针对重点监控工艺参数，设置了相应安全控制措施，工业化试验验证了工艺系统、设备设施、自控联锁等的安全可靠性。

3) 关键设备安全可靠性

四氢吡咯新工艺过程不使用特殊工艺要求的设备、设施；工业化试验，相比中试而言，无特殊工艺要求，设备选型及相应的配套设施基本与中试装置一致，没有改变设备材质和类型，各单元操作条件均未发生变化。试验验证项目设备选型合理、整个工艺流程设计完整，安全控制措施均符合相关法规要求，能够满足工艺安全生产要求，四氢吡咯部分工艺、设备装置及应急措施通过了中试和工业化试验的考核，装备措施可靠，控制系统稳定，无重大安全隐患，应急预案有效可行，达到了工业化生产的要求。

4) 自控联锁、系统安全可靠性

本项目控制措施的设置符合相关规范的要求，四氢吡咯部分通过中试、工业化试验验证，四氢吡咯加氢反应器内温度、压力与氢气流量、加氢反应器导热油进阀形成联锁关系，设立紧急停车系统。当加氢反应器内温度或压力超标时自动停止加氢，泄压，并进入紧急状态。安全泄放系统。可燃气体检测报警装置等均稳定运行，联锁控制行之有效，经过多批次的验证证明该工艺运行稳定，安全可靠。

精馏控制措施：

塔釜安装有温度计，高低限报警，并控制再沸器蒸汽管道阀门开度

塔釜安装有液位计，控制进料泵（计量泵）功率，对于粗产品塔 C-102，塔釜液位计还控制塔釜采出管道阀门开度。

塔釜安装有压力表，该压力表设置有高压报警，经工艺包方确认，该精馏体系较为稳定，故仅设置高压报警塔顶设置有安全阀。

精馏塔设施液位、温度、压力监控，可能降低精馏过程的风险，精馏控制安全可靠。

5) 应急措施安全可靠性

项目建设单位中触媒新材料股份有限公司具备较高的安全管理水

全面系统对该项目可能出现的过程故障因素、可能导致的严重后果、现有的保护措施等进行了评估，具备完善的应急处置程序，设置了有针对性的关键点控制措施，以提高装置的本质安全性。中触媒新材料股份有限公司制定有生产安全事故综合应急预案，建议应急组织机构，每半年组织一次应急演练，配备有应急物资和个体防护用品，符合《危险化学品单位引机盖物资配备要求》GB30077-2023 表 1 的配备要求。

综上分析，中触媒新材料股份有限公司 1800 吨四氢吡咯生产装置新工艺，工艺技术经过多阶段验证，工艺设备选型合理，产品质量优异，自控措施经过多级验证，安全设施完善。经过了小试、中试、工业化试验阶段的验证；通过了中试科技成果评价，工业化试验的验收。后续生产工艺技术通过各项专业设计，在设计和生产管理中制定科学实用的工艺规程和安全管理制度并严格执行，采用能满足生产安全的设备、设施和措施并确保正确使用，生产过程中虽然存在安全风险，但还是在可以接受的安全范围内，是可控的。综合考虑认为中触媒新材料股份有限公司 1800 四氢吡咯生产工艺是安全可靠的。

10.2 拟选择的设备、设施的安全可靠性

依据工艺论证结论：四氢吡咯新工艺过程不使用特殊工艺要求的设备、设施；工业化试验，相比中试而言，无特殊工艺要求，设备选型及相应的配套设施基本与中试装置一致，没有改变设备材质和类型，各单元操作条件均未发生变化。试验验证项目设备选型合理、整个工艺流程设计完整，安全控制措施均符合相关法规要求，能够满足工艺安全生产要求，四氢吡咯部分工艺、设备装置及应急措施通过了中试和工业化试验的考核，装备措施可靠，控制系统稳定，无重大安全隐患，应急预案有效可行，达到了工业化生产的要求。

该项目工艺设备、设施中设备壳体材料按设计压力、设计温度、介质等

工艺条件依次选用 S304、Q345R 等。该项目采用的设备、设施均采用国内外较为先进的设备设施。

该项目改造的储罐区储罐采用内浮顶型式，均在国内外均有制造生产。

该项目生产装置的设备管线等均为密闭系统，易燃、易爆物料在操作条件下置于密闭的设备和管道系统中，设备管道连接处采用相应的密封措施，压力容器的设计执行有关国家标准。

该项目的设备基础、材质、密封、计量设施及安全附件、安全设施等的设计严格执行有关国家标准和规范。对关键设备从工艺需要及安全的要求，选用可靠的材料，做到设备本质安全。对无腐蚀或轻腐蚀的设备选用碳钢类材质或铸铁；对各种输送、使用腐蚀性物料的设备、管道选用耐腐蚀材料或者加防腐蚀衬里，减少和防止设备、管道腐蚀而引起物料泄漏。

依托的建筑物采用防火防爆设计，耐火等级、防火分区、安全疏散等方面按照规范的要求落实，在防爆区域内的电气设施防爆等级满足爆炸危险区域的防爆要求。

由 2.7.1 节可知，该项目利旧的特种设备有分离罐、地下收集罐、泄放缓冲罐、加氢反应器、分凝器、进料换热器、放空冷却器、产品塔再沸器、产品冷却器、成品塔再沸器。其材质选用 S304、Q345R 等钢材、不锈钢材质，与本项目使用的物料相匹配。其利旧设备设计压力、设计温度满足工作压力、工作温度要求。

综上所述，该项目选用的设备、设施安全可靠。

10.3 主要装置、设备、设施与生产或储存过程的匹配情况

由 2.4.1 节主要原辅材料消耗量和最大储存量可知，储罐、库房的最大设计储能力满足生产时原料的消耗量，因此储罐、库房的储存能力满足生产需要；

由 2.7.2 节储运设备设施表可知，储罐区储罐的材质、型号、规格满足

储存品种的特性。该项目将三正丙胺储罐改为 2-吡咯烷酮储罐，火灾危险性类别由乙类变为丙类，其原设计储罐火灾危险性类别为甲类，应在使用前对三正丙胺储罐、泵、输送管线、鹤管进行重新清洗、吹扫、试压后，可以满足本项目储存安全性及匹配性。

该项目将吡啶储罐改为四氢吡咯储罐，物料火灾危险性类别均为甲类，未发生变化，原设计储罐火灾危险性类别为甲类，应在使用前对吡啶储罐、泵、输送管线、鹤管进行重新清洗、吹扫、试压后，以满足本项目储存安全性及匹配性。

该项目涉及 2 座储罐介质改造，储罐材质选用 S30408 与物料四氢吡咯、2-吡咯烷酮匹配；2 座储罐于 2019 年投入使用，设计使用年限 10 年，可以满足储存的安全性。建议投用前对利旧储罐 V0904 和 V0902 检测合格后使用。

由 2.3.4 节生产规模表和 2.5.1 节物料平衡表可知，该项目生产的产品为连续生产，该项目生产装置能力能满足本项目生产需求。

由 2.7.1 节主要设备设施的规格型号以及工作温度、压力以及 2.6 节介绍的辅助设备设施可知，该项目依托辅助设备、设施与主要装置的能力相匹配。

该项目原料氢气由甲醇制氢装置（依托）提供，该项目氢气使用量为 200Nm³/h，氢气产气量 600Nm³/h，原甲醇制氢装置产出的氢气不供其他装置使用，因此依托的甲醇制氢装置能力能满足本项目氢气使用需求。

该项目依托原有尾气直燃式氧化炉，废气处理量为 6.1 吨 / 年 =79.92Nm³/h，废气处理能力为 160Nm³/h，依托尾气直燃式氧化炉废气处理能力能满足本项目需求。

本项目生产的四氢吡咯可作为下游合成配料车间中分子筛-CCG160032 产品的原料，或去原甲类罐区储存外售。分子筛-CCG160032 产品使用四氢吡咯消耗量为 300t/a，本项目装置生产能力为 1800t/a，本项目装置生产能力

能满足下游装置原料使用量。

该项目导热油依托导热油炉供应，该项目导热油使用量为 120m³/h，使用功率为 200KW，设计能力 3000KW，厂区现用 1500KW，余量 1500kW。依托导热油炉供应能力满足本项目需求。

综上：该项目《可研报告》中选择的主要设备、设施与生产或储存过程相匹配。

10.4 配套和辅助工程能否满足安全生产的需要

依据 2.6.13 节项目外部依托条件或设施（如水源、电源、消防站、医院）介绍可知，项目外部依托条件满足本项目需求。

针对该项目配套和辅助工程进行符合性评价，给出以下符合性结论，见表 10-1。

表 10-1 配套和辅助工程符合性评价

配套和辅助工程	厂区原有的设施的供给能力	该项目用量	结论
供配电	<p>本项目供电电源依托 BPDZ-02(合成变配电站)2500kVA 10kv/0.4kV 变压器，变压器运行负载率为 24%，还可提供容量为 292.5kW(变压器按负载率 50%运行)。</p> <p>该项目自控系统、可燃/有毒报警系统依托原有 UPS 电源供电，UPS 电源容量为 30KVA，余量 70%</p>	<p>该项目总装机容量为 216.1KW，依托的 BPDZ-02(合成变配电站)变压器余量可能满足本项目需求。</p> <p>UPS 供电时间均不少于 30min。可以满足本项目需求。</p> <p>本项目 UPS 用量为 0.3KVA，依托 UPS 电源容量可以满足本项目需求。</p>	符合
给水	<p>该公司循环水设计规模为 1500t/h。除其它装置用量外，尚有约 500m³/h 循环水富余。</p> <p>本项目一次消防总用水量为 972m³。</p>	<p>本装置循环水用量为 91.2t/h，能满足装置的生产对循环水用水的要求。</p> <p>依托厂内原有的两座消防贮水罐，单罐有效容积 700m³，总容积 1400m³。可以满足本项目需求。</p>	符合
排水	厂区已建一座 3300m ³ 事故水池，一个 1200m ³ 的雨水收集池，总收集能力为 4500m ³	经计算，该项目事故水量为 3655m ³ ，依托的事故水池容量可以满足本项目事故水量。	符合
供热	<p>蒸汽供应依托原有锅炉房，蒸汽供应能力 15t/h，余量 5t/h，压力 1.6MPa</p> <p>该项目依托原有导热油炉，设计能力 3000KW，功率富裕 2100kW。</p>	<p>本项目消耗 4.18t/h，蒸汽压力 0.6MPa，温度 165℃，依托蒸汽原有供应余量可以满足本项目需求。</p> <p>该项目导热油使用功率为 343.39KW，依托的导热油炉供应余量可以满足本项目需求</p>	符合

配套和辅助工程	厂区原有的设施的供给能力	该项目用量	结论
自动控制系统	该项目采用 DCS+SIS 自动控制系统。依托原有 DCS 系统和 SIS 系统，DCS\SIS 机柜都位于 2 期中控室。信号引至厂区内的中控室内集中控制	该项目采用 DCS+SIS 自动控制系统。无需新增 DCS 和 SIS 机柜，原 DCS 和 SIS 机柜富余量能满足本项目需求。	符合
供气	该项目仪表空气由空压站提供，仪表空气供应能力为 $1200\text{m}^3/\text{h}$ ，余量为 $310\text{m}^3/\text{h}$ 。 氮气额定 $16.6\text{Nm}^3/\text{min}$ ，已用 $11.6\text{Nm}^3/\text{min}$ ；剩余 $5\text{Nm}^3/\text{min}$ 。 天然气依托厂内原有 LNG 站，天然气供应能力为 $5000\text{m}^3/\text{h}$ ，已使用 $3500\text{Nm}^3/\text{h}$ ，富余量 $1500\text{Nm}^3/\text{h}$ 。	该项目压缩空气用量 $21\text{Nm}^3/\text{h}$ ，满足项目需求。 该项目氮气用量 $0.03\text{Nm}^3/\text{h}$ ，可以满足本项目需求。 该项目焚烧炉天然气用量为 $10\text{m}^3/\text{h}$ 。依托的天然气原有供应余量能满足本项目需求。	符合
冷冻水	该项目冷冻水由 LNG 站蓄冷罐提供，设计量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，已使用量 $40\text{m}^3/\text{h}$ ，富余量 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。	该项目冷冻水用量为 $6.8\text{m}^3/\text{h}$ ，冷冻水温度 $-15^\circ\text{C}/-10^\circ\text{C}$ 。依托的能冻水站原有供应余量能满足本项目需求	符合
消防系统	本项目新增消防系统：两只消防炮，设置在室外装置区东侧绿化带位置布置。型号 PS-40，流量为 40L/s ，额定工作压力为 0.8MPa ，工作压力范围为 $0.6\text{--}1.2\text{MPa}$ ，最大射程为 60m ，水平回转角 $\geq 180^\circ$ ，俯仰角 $-15^\circ\text{--}60^\circ$ ，喷雾夹角为 100° ，配对法兰 DN100。 本项目依托原有两座消防水罐容积为 1400m^3	该项目最大一次消防总用水量为 972m^3 ，依托的消防水罐可能满足本项目消防水需求。	符合

11 安全对策措施与建议

本报告通过对该装置进行危险、有害因素分析和风险程度分析，并借鉴国内外同类装置的事故案例，提出相应的安全对策与建议。该项目对《可研报告》中提出的安全对策措施予以采纳并进行情况说明。本评价将该项目提出的主要安全对策与建议按照《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》分为选址及总平面布置；技术、工艺及装置、设备、设施；配套和辅助工程；主要装置、设备与设施的布局；事故应急救援措施和器材、设备；安全管理对策措施六个方面进行补充和论述。

11.1 可研报告中采纳的安全对策措施

1) 防爆

(1) 采用先进的工艺和设备

工艺设计中，管线多采用焊接，选用的阀门、管件具有良好的密封性能，以防止泄漏。

(2) 在装置区周围易于积聚可燃气体的地方，设可燃气体报警装置进行监测和报警。

(3) 本项目电气防爆执行《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)，本项目工艺装置的电气设备，照明灯具均选用防爆型，防爆等级不低于规范要求。设置防雷击，防静电系统，接地电阻不大于 4Ω 。

2) 防火

(1) 平面布置

装置内设备平面布置采用流程式及同类设备相对集中布置相结合的原则，装置与周边设施及装置内部设备之间的防火间距符合《精细化工企业工程设计防火标准》GB51283-2020 规定的安全和卫生间距，正常生产时不会对周边环境产生直接影响。

① 按照规范的要求，装置区内的安全设计，充分考虑了生产装置区与

生活区之间的防火间距和安全距离。

② 凡容易发生事故危及生命安全的场所和设备均设置安全标志；对需要迅速发现容易发生事故的场所、部位涂有安全色；对阀门布置比较集中，易因误操作而引发事故的场所，在阀门的附近均有标明输送介质的名称、符号等标志；对生产场所与作业地点的紧急通道和紧急出入口均设置明显的标志和指示箭头。

3) 危险物料控制

对危险物料的安全控制是防火最有效的措施之一，本项目物料输送始终密闭在各类设备和管道中，各个连接处采用可靠的密封措施。

4) 电气安全

本项目防爆执行《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014），危险区内的各类电气设备均选用相应防爆等级的产品。

5) 设备外围的防护措施

凡需要经常操作、检查的设备均设有操作平台、梯子及操作保护栏杆，在大型平台和框架设有扶手、围栏和护栏等。

6) 防噪声

本项目的噪声来自机泵，工人作业场所的噪声水平满足《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T 50087-2013）的要求。

7) 必须对施工单位的资质进行有效审查，并加强对施工队伍的安全意识教育和安全技能培训，做到警钟长鸣。加强施工阶段的安全生产监督和管理工作，建立严格的安全管理制度和监督机制，并严格执行，不可懈怠。在施工期间应坚决杜绝违章指挥、违规作业和野蛮施工行为的发生。另外，施工期应充分发挥监理的监督管理职能，使施工始终处在安全、文明的环境下进行。

8) 建设单位在试生产前必须请有资质的单位对特种设备（压力容器、

压力管道）进行检测，并办理使用手续。

9) 投产前操作规程应编制完成，其内容应包括开停工步骤，正常操作条件，低负荷操作条件，高负荷操作条件，备用启动条件，紧急停开工规程，检修及开工规程，检修程序，异常情况下的应急措施，安全操作规程和消防预案等。装置投产后，应根据运行实际情况及时完成和完善各种规章制度，操作规程和安全措施。

11.2 补充的安全对策措施

11.2.1 建设项目选址及总平面布置

1) 根据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283—2020)第 4.2.9 条规定，总平面布置的防火间距应符合本规范表 4.2.9 条规定。

2) 根据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283—2020)第 4.1.6 条规定，相邻精细化工企业防火间距不应小于本规范表 4.1.6 条规定。

3) 依据《化工企业总图运输设计规范》(GB50489—2009)第 7.3.2 条规定，四氢吡咯、2-吡咯烷酮可燃液体管道，除使用该管线的建筑物、构筑物外，均不得采用建筑物支撑式敷设。

4) 依据《化工企业总图运输设计规范》(GB50489—2009)第 7.3.4 条规定，管架与建筑物、构筑物之间的最小水平间距宜符合本规范表 7.3.4 条规定。

5) 依据《化工企业总图运输设计规范》(GB50489—2009)第 7.3.8 条规定，架空管线、管架跨越厂区道路最小净空高度应为 5m，跨越装置内道路应为 4.5m。

6) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062—2025)第 6.5 条，办公管理区与生产区之间应采用围栏等设施隔离，并设置智能化二道门或门禁系统，做好人员和车辆的管控。

7) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283—2020)第 8.5.1

条，厂房的安全疏散设计应符合下列规定：

(1) 厂房的安全疏散应按现行国家标准《建规设计防火规范》GB50016 执行。

(2) 三层及以上半敞开式厂房、有爆炸危险的敞开式厂房的疏散楼梯设计应符合下列规定：

(1)当位于厂房中间时应采用封闭楼梯间，楼梯间在首层可通过扩大的封闭楼梯间将直通室外的门设置在离楼梯间不大于 15m 处；当采用避难走道时，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定；位于爆炸危险区域内的封闭楼梯间应设防护门斗。

(2)位于厂房结构边缘的疏散楼梯可采用室外楼梯，但应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 室外疏散楼梯的规定，位于爆炸危险区域内的室外楼梯应设门斗。（本处已按勘误表要求修改）

(3) 厂房内的设备操作及检修平台的安全疏散通道应符合下列规定：

(1)设备操作及检修平台应设置不少于两个通往楼地面的梯子作为安全疏散通道，当甲类设备平台面积不大于 100 m²、乙类设备平台面积不大于 150 m²、丙类设备平台面积不大于 250 m²时，可只设一个梯子；

(2)相邻的设备平台宜用走桥连通，与相邻平台连通的走桥可作为一个安全疏散通道；

(3)主要设备平台及需要进行频繁操作的设备平台，疏散梯应采用斜梯，斜梯倾斜角度不宜大于 45°；

(4)设备平台内任一点至最近安全出口的直线距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 有关规定，当厂房内设置自动灭火系统时，其疏散距离可增加 25%。

11.2.2 拟选择的主要技术、工艺或方式和装置、设备、设施

- 1) 根据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 5.1.2 条规定,顶部可能存在空气时,可燃液体容器或储罐的进料管道应从容器或储罐下部接入;若必须从上部接入。宜延伸至距容器或储罐底 200mm 处。
- 2) 根据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 5.1.6 条规定,严禁将可能发生化学反应并形成爆炸性混合物的气体混合排放。
- 3) 根据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 5.5.6 条规定,在满足工艺要求的情况下,工艺设备应紧凑布置,限制和减小爆炸危险区域的范围。
- 4) 依据《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)4.1.7 条规定,具有火灾爆炸危险的工艺设备、储罐和管道,应根据介质特点,选用氮气、二氧化碳、水等介质置换及保护系统。
- 5) 依据《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)第 4.2.4 条规定,化工装置在爆炸、火灾危险场所内可能产生静电危险的金属设备、管道等应设置静电接地,不允许设备及设备内部件有与地相绝缘的金属体。非导体设备、管道等应采用间接接地或静电屏蔽方法,屏蔽体应可靠接地。
- 6) 依据《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)第 4.2.10 条规定,可能产生静电危害的工作场所,应配备个人防静电防护用品。重点防火、防爆作业区的入口,应设计人体导除静电装置。
- 7) 依据《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)第 4.3.3 条规定,有火灾爆炸危险的化工装置、露天设备、储罐、电气设施和建构筑物应设计防直击雷装置,并应采取防止雷电感应的措施。
- 8) 该项目将 2-吡咯烷酮、四氢吡咯具有一定毒性,依据《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)第 5.1.6 条,在液体毒性危害严重的作业场所,应设计洗眼器、淋洗器等安全防护措施,淋洗器、洗眼器的服务半径不应大于 15m。

9) 该项目涉及原料、产品四氢吡咯具有腐蚀性，依据《化工企业安全卫生设计规范》（HG20571-2014）第 5.6.3 条，具有化学灼伤危险的生产装置，其设备布置应保证作业场所有足够空间，并保证作业场所畅通，避免交叉作业。如果交叉作业不可避免，在危险作业点应采取避免化学灼伤危险的防护措施。

10) 该项目涉及可燃气体氢气，有毒可燃气体四氢吡咯，根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）第 3.0.2 条规定，可燃气体和有毒气体的检测报警应采用两级报警。同级别的有毒气体和可燃气体同时报警时，有毒气体的报警级别应优先。

11) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）第 3.0.3 条规定，可燃气体和有毒气体检测报警信号应送至有人值守的现场控制室、中心控制室等进行显示报警；可燃气体二级报警信号、可燃气体和有毒气体检测报警系统报警控制单元的故障信号应送至消防控制室。

12) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）第 3.0.4 条的要求，控制室操作区应设置可燃气体和有毒气体声、光报警；现场区域的报警器宜根据装置占地面积、设备及构筑物的布置、释放源的理化性质和现场空气流动特点进行设置，现场区域报警器应有声、光报警功能。

13) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）第 3.0.8 条规定，可燃气体和有毒气体检测报警系统应独立于其他系统单独设置。

14) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）第 3.0.9 条规定，可燃气体和有毒气体检测报警系统的

气体探测器、报警控制单元、现场报警器等的供电负荷，应按一级用电负荷中特别重要的负荷考虑，宜采用 UPS 电源装置供电。

15) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T50493-2019) 第 5.1.2 条规定，可燃气体的第二级报警信号和报警控制单元的故障信号，应送至消防控制室进行图形显示和报警。可燃气体探测器不能直接接入火灾报警控制器的输入回路。

16) 根据《压力管道安全技术监察规程-工业管道》(TSGD0001-2009) 中第五十二条的规定，压力管道的法兰、垫片、紧固件的设计应当遵照 HG/T20592~HG/T20635-2009《钢制管法兰. 垫片. 紧固件》等相关标准的规定。

17) 根据《压力管道安全技术监察规程-工业管道》(TSGD0001-2009) 中第五十四条的规定，管道的支吊架的设计和选用应当符合 GB/T20801 的规定，设计师应当遵循以下原则：

(1) 确定所有管道支吊架具有足够的强度和刚度；

(2) 管道支吊架与管道连接构件的设计，保证连接处不会产生过大的局部弯曲应力，并且不会使管子变形，循环载荷的场合，能够减小连接处的应力集中。

18) 高处作业场所的扶手和护栏，严格依据《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》、《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》、《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》进行设计。距坠落基准地面高差 1.2m 至 2m 的平台、通道、工作面所有敞开边缘应设置 900mm 高的防护栏杆；超过 2m，且有坠落危险的操作平台、吊装孔、可上人的屋面周边均应设有不低于 1050mm 的钢制栏杆；若基准面高于 20m，则护栏不低于 120mm；钢制平台及楼面均采用花纹钢板或栅栏板等防滑设施；可能

使用工具、机器部件或物品场合，应在防护栏杆底面不高于 10mm 处安装不小于 100m 高度的踢脚板，防止高处物件自平台上跌落。

19) 根据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 5.5.7 条规定，生产设施内部的设备、管道等布置应符合安全生产、检修、危害和消防的要求。

20) 根据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 5.7.7 条规定，下列潜在的爆炸性环境的非电气设备应设置阻火器：

(1) 甲 B、乙和丙 A 类可燃液体常压储罐，以及液化烃、液化天然气等低温储罐的通气口或呼吸阀或气相连通管处；

(2) 焚烧炉等燃烧设备的可燃气体、蒸汽或燃料气进口；

(2) 输送爆炸性气体的风机、真空泵、压缩机等机械设备进、出口；

(3) 可燃溶剂回收系统、可燃气体和蒸气回收系统、可燃废气处理系统的单台设备或系统的气体或蒸气出口，以及集合总管进入可能有点燃源的焚烧炉等处理设备的进口；

(4) 可燃气体或蒸气在线分析设备的放空总管。

21) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T50493-2019)第 5.3.3 条规定，有毒气体探测器宜带一体化的声、光报警器，可燃气体探测器可带一体化的声、光报警器，一体化的声、光报警器启动信号应采用一级报警设定值信号。

22) 根据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 5.7.3 条规定，安全泄压装置额定泄放量严禁小于安全泄放量。

23) 根据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 5.7.4 条规定，安全泄放装置类型应根据泄放介质性质、超压工况特征以及安全泄放装置性能确定。

24) 该项目依托空氮站，设计单位应核实是否设置氧含量报警器，依据

《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）

4.1.6 在生产过程中可能导致环境氧气浓度变化，出现欠氧、过氧的有人员进入活动的场所，应设置氧气探测器。

25) 该项目依托原有导热油炉，依据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 5.4.2 条规定，导热油炉及附属导热油储罐、导热油炉输送泵等设备周围应设置防止导热油外溢的措施。

26) 该项目新增导热油炉管线，依据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 5.4.3 条规定，导热油管线进入生产设施处应设置紧急切断阀。导热油炉系统应安装安全泄放装置。

27) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 5.4.4 条规定，导热油炉加热燃料气管线应采取下列保护措施：

- (1) 设置低压报警和低低压联锁切断系统；
- (2) 在燃料气调节阀与导热油炉之间设置阻火器。

31) 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）第 3.0.8 条，可燃气体、有毒有害气体检测报警系统应采用独立的 GDS 系统。

32) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 5.4.5 条规定，导热油炉尚应符合现行行业标准《导热油加热炉系统规范》（SY/T0524）

33) 导热油炉应有完善的点火程序控制和炉膛熄火保护装置。

34) 该项目使用的尾气直燃式氧化炉使用天然气作为燃料，应设置火焰监测和熄火保护措施。

35) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 5.5.10 条规定，开停工或检修时可能有可燃液体泄漏、漫流的设备区周围应设置高度不低于 150mm 的围堰和导液设施。

36) 蒸馏过程中，要严格控制温度、压力、液位、进料量、回流量等操作参数。

36) 有爆炸危险的蒸馏装置应设置安全联锁停车系统或具有安全联锁停车功能的其他系统，以保证操作人员及设备运行的安全。

37) 需要设置安全联锁停车系统的蒸馏装置建议配置备用电源或应急电源，以保证在主供电源停电时仍能正常启动。

38) 连续蒸馏建议设置塔进料流量集中显示及自动控制阀。

39) 采用蒸汽或其他高温气体加热的再沸器，蒸汽或高温气管道上建议设置流量集中显示、控制阀，根据釜温调节汽（气）量。

40) 冷凝器冷却水管道上建议设置流量集中显示、报警，冷却水流量低低联锁停加热介质。

41) 冷凝液管道要有坡度要求，应坡向回流罐。

42) 该项目涉及利旧蒸汽、导热油炉压力管道，使用前，应对利旧特种设备委托第三方进行检测后方可使用。

43) 该项目涉及利旧的可燃液体装卸设施，依据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283--2020）第 6.4.1 条：

(1) 无缓冲罐时，距装卸车鹤位 10m 以外的装卸管道上应设便于操作的紧急切断阀；

(2) 装卸场地应采用现浇混凝土地面；

(3) 装卸车鹤管应采取静电消除措施；槽车，装卸台及相关管道、设备及建构筑物的金属构件等应作电气连接并接地；

(4) 甲 B、乙、丙 A 类液体卸车车鹤位与其他液体装卸车鹤位（丙 B）之间距离不应小于 8m；

(5) 装卸车鹤位之间不应小于 4m，双侧装卸车栈台相邻鹤位之间或同一鹤位相邻鹤管之间的距离应满足鹤管正常操作和检修要求；

(6) 甲 B 类液体装车应采用液下装车鹤管。

44) 本项目将三正丙胺储罐改为 2-吡咯酮储罐，将吡啶储罐改为四氢吡咯储罐，依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283—2020)第 6.2.17 条规定，储罐的阻火器、呼吸阀、事故泄压、温度计、液位计、液位报警与自动联锁切断设施设置，应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》(GB50160) 的有关规定。

45) 为防止公用工程介质管线连接处互窜，建议在公用工程管线上加装止回阀。

46) 该项目将三正丙胺储罐改为 2-吡咯酮储罐，将吡啶储罐改为四氢吡咯储罐，为避免物料冲突，建议使用前对原储罐及相应卸车泵及鹤管进行清洗、吹扫、试压、调试后方可使用。

47) 设计单位应对利旧的储罐控制系统进行复核，是否满足储存 2-吡咯酮储罐、四氢吡咯监控措施。

48) 对利旧储罐使用前，应对储罐进行全面检测，方可使用。

49) 根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》(安监总管三[2011]95 号)的内容和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》(安监总管三[2013]12 号)，该项目涉及的首批重点监管的危险化学品为氢气、氨气。应按照《首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置的通知》(安监总厅管三[2011]142 号)和《第二批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置的通知》要求，对氢气、氨气等危险化学品提出安全措施和应急处置措施。

氢气的安全措施

【一般要求】

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

密闭操作，严防泄漏，工作场所加强通风。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。

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

避免与氧化剂、卤素接触。

生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，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。

【特殊要求】

【操作安全】

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

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

【储存安全】

(1) 远离火种、热源。(2) 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。储存区应备有泄漏应急处理设备。储存室内必须通风良好，保证空气中氢气最高含量不超过 1% (体积比)。储存室建筑物顶部或外墙的上部设气窗或排气孔。排气孔应朝向安全地带，室内换气次数每小时不得小于 3 次，事故通风每小时换气次数不得小于 7 次。

【运输安全】

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

(2) 槽车运输时要用专用槽车。槽车安装的阻火器（火星熄灭器）必须完好。槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有 2 支以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具；要有遮阳措施，防止阳光直射。

(3) 氢气管道输送时，管道敷设应符合下列要求：

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

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

——室内管道不应敷设在地沟中或直接埋地，室外地沟敷设的管道，应有防止氢气泄漏、积聚或窜入其他沟道的措施。埋地敷设的管道埋深不宜小于 0.7m。含湿氢气的管道应敷设在冰冻层以下；

——管道应避免穿过地沟、下水道及铁路汽车道路等，必须穿过时应设套管保护；

——氢管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB 7231）的规定。

氢气应急处置

【急救措施】

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。

【灭火方法】

切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。

氢火焰肉眼不易察觉，消防人员应佩戴自给式呼吸器，穿防静电服进入现场，注意防止外露皮肤烧伤。

灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。

【泄漏应急处置】

消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。尽可能切断泄漏源。喷雾状水抑制蒸汽或改变蒸气云流向。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。若泄漏发生在室内，宜采用吸风系统或将泄漏的钢瓶移至室外，以避免氢气四处扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。

作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 800m。

50) 该项目涉及重点监管危险化学品，依据《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》中《精细化工企业“四个清零”典型问题清单》，涉及重点监管危险化学品的生产装置应设置自动化控制系统，包括生产、使用重点监管危险化学品和溶剂回收等装置。涉及重点监管危险化工工艺、重点监管危险化学品反应装置的进料、出料应采用自动化控制。

51) 该项目涉及重点监管危险化工工艺：加氢工艺。对照《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》中危险工艺控制要求，提出加氢工艺应重点监控的工艺参数、安全控制的基本要求、宜采取控制方案，具体如下：

(1) 加氢工艺

重点监控的工艺参数：加氢反应釜或催化剂床层温度、压力；氢气流量；反应物质的配料比；系统氧含量；冷却水流量；加氢反应尾气组成。

安全控制的基本要求：温度和压力的报警和联锁；反应物料的比例控制和联锁系统；紧急冷却系统；氢气紧急切断系统；加装安全阀、爆破片等安全设施；氢气检测报警装置等。

宜采取的控制方案：将加氢反应釜内温度、压力与釜内氢气流量形成联锁关系，设立紧急停车系统。加入急冷氮气或氢气的系统。当加氢反应釜内温度或压力超标时自动停止加氢，泄压，并进入紧急状态。安全泄放系统。

52) 依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283—2020)第 5.3.1 条规定，可燃气体压缩机布置及其厂房设计应符合下列规定：

1 宜露天布置或布置在敞开式或半敞开式厂房内；压缩机上方，除自用高位润滑油箱外，不应布置甲、乙、丙类工艺设备。

2 压缩机房宜设置调节通风的百叶窗，楼板除局部检修区域外宜采用钢格栅板，该钢格栅板的面积可不计入该防火分区的建筑面积；当采用自然通风不能满足要求时，应设置机械排风设施。

3 应设置可燃气体报警仪。

4 厂房内应有防止可燃气体在地面或顶部积聚的措施。

53) 依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283—2020)第 5.3.4 条规定，输送可燃气体的压缩机宜设置紧急情况下控制压缩机的远程开关和远程切断阀。

54) 依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283—2020)第 5.3.5 条规定，可燃气体压缩机不得采用皮带传动，在爆炸危险区域内其他转动设备必须使用皮带传输时，应采用防静电传动带。

55) 该项目精馏装置由原来的 C-101 “脱溶剂塔” 改为“产品塔”，C-102

“产品塔”改为“粗产品塔”，设计单位应对其设计温度、压力进行复核是否满足本项目要求。

56) 本项目利旧 4 台压缩机，建议压缩机设置防喘振措施。

57) 压缩机的密封件是防止泄漏的关键部件，因此应选用高质量、耐磨损、耐腐蚀的密封材料，如聚四氟乙烯、橡胶等，以提高密封性能，减少泄漏风险。

58) 定期对压缩机进行检查和维护，包括检查密封件、管道连接处、阀门等易泄漏部位，及时发现并处理泄漏问题。同时，保持压缩机及其周围环境的清洁，避免杂质进入压缩机内部导致泄漏。

59) 依据《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）附录 A.7.1 条规定，加氢工艺应按重点监管的危险化工工艺安全控制要求，并结合反应安全风险评估、过程危险性分析结果，针对反应设备内温度、压力、循环泵电流、氢气流量等参数，设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。

60) 依据《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）附录 A.7.2 条规定，加氢工艺应按工艺生产和安全的要求，设置温度、压力的高、高高报警，高高报警值与进料、加热、冷却联锁，反应温度、压力超限时自动切断进料，关闭加热，并适时加大冷媒流量。

61) 依据《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）附录 A.7.3 条规定，加氢反应氢气进料管应安装止回阀和紧急切断阀。

62) 依据《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）附录 A.7.6 条规定，加氢反应催化剂进行活化时应控制氧含量。遇空气自燃的催化剂更换时，应将催化剂在反应装置内钝化处理。

63) 依据《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）附录 A.7.7 条规定，加氢反应加料前，所有涉氢管道及设备应用氧含量小于 3% (体积) 的惰性气体置换合格。

64) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)附录A.7.8条规定,涉氢设备及管道的选材、加工应考虑氢腐蚀。加氢反应器及其管道的材质应符合SH/T 3059的相关要求。

65) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)附录A.7.9条规定,与加氢反应设备等直接相连的设备压力等级应与加氢反应设备压力等级一致,并设置防止系统超压的联锁切断和安全泄放设施。

66) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)附录A.7.10条规定,加氢反应设备应设置具有远传记录和超限报警功能的氧含量在线监测装置,当氧含量异常升高时,应立即停止供氢,氢气系统中的氧含量不应超过0.5%(体积)。

67) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)附录A.7.11条规定,室内外架空地设的氢气管道及其法兰间应互相跨接和接地。

68) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)附录A.7.12条规定,加氢反应系统应设计安全泄放设施。氢气的放空(散)口出口处应设置温度检测超限报警和氮气(蒸汽)自动灭火系统,氢气放空管的管口处应设置阻火设施,加氢装置区域应保持通风良好。

69) 氢气的使用输送和储存应符合GB 4962、GB/T29729的相关规定。加氢工艺的生产运行和操作还应符合加氢工艺相关国家标准和行业规范的规定。

70) 该项目属于国内首次使用的新工艺,依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)第5.2.2条,应开展反应风险评估,完成热力学和动力学测试与分析。

71) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)第5.2.5条,在建设项目的基础工程设计阶段,应采用HAZOP(危险和可操作性分析)、LOPA(保护层分析)等方法开展过程危险性分析,明确安全技术措施和安全管

理措施。过程危险性分析应符合下列要求：

- a)结合装置的安全风险分级管控要求、化学品相容性矩阵以及化学品热稳定性测试、反应安全风险评估结果和建议措施等；
- b)包括工艺过程发生操作偏差,加料失控、搅拌突停、冷媒断供、突然停电等异常工况；
- c)涵盖活化、加料、反应、分离、清洗、输送、储存等全部工艺流程及供热、供气等公用工程；
- d)因工艺原因发生安全生产事故的,重新开展过程危险性分析。

72) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)第5.2.7条，企业在建设项目的工程设计、建设和运行过程中应落实反应安全风险评估、过程危险性分析提出的相应建议措施,完善安全设施设计,补充安全管控措施,制定并完善安全操作规程,确保设备设施满足工艺安全要求。

73) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)第7.1.2条，企业应向设计单位提供建设项目的工艺技术来源、反应安全风险评估报告以及具备工业化设计条件的完整工艺设计包等资料。工艺设计包应包括工艺流程图及工艺流程说明、工艺操作参数、物料规格、物料平衡、能量平衡、工艺设备选型、自动化控制、特、主要安全泄放设施数据、操作规程(包括设备检查与维护)、过程危险性分析及安全措施、分析化验等内容。

74) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2025)第7.1.3条，建设项目应根据工艺设计包资料、反应安全风险评估结果进行设计，完善工艺流程、设备选型及管道选材、自动化控制设施等。涉及国内首次使用的化工工艺的建设项目,设计时还应考虑工艺倍数放大热力学和动力学分析结果。

75) 依据《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》应急〔2022〕52号第6.3.8条，前期设计方案中应明确关键工艺设备的选型和质量控制的要求。

76) 依据《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》应急〔2022〕52 号第 6.3.8 条，利旧化工设备应当按照国家相关法规和标准检验合格后方可使用。

77) 依据《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）第 7.2.2.6 条规定，氢环境常用金属材料和非金属材料参见附录 D。为降低金属材料的氢脆敏感性，应采取以下措施：

- a) 将材料硬度和强度控制在适当的水平；
- b) 降低残余应力；
- c) 避免或减少材料冷塑性变形；
- d) 避免承受交变载荷的部件发生疲劳破坏；
- e) 使用奥氏体不锈钢、铝合金、塑料等氢脆敏感性低的材料。

78) 依据《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）第 7.3.4.1 条，应根据现场条件、氢排放速率，确定氢处理方式。

79) 依据《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）第 7.3.4.2 条，现场条件允许、氢排放速率较低或排放量较小时，宜选用放空进行氢处理。放空管应符合 GB 50156 和 GB 50516 规定的要求。--

80) 依据《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）第 7.3.4.3 条 氢排放速率较高或排放量超过放空管的安全处理范围时，宜选用点火方式进行氢处理。

81) 依据《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）第 7.3.4.4 条，应根据火炬的热辐射影响范围、现场风向和风速，确定合适的安全距离。

82) 依据《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）第 7.2.2.2 条，氢系统用金属材料应满足强度要求，并具有良好的塑性、韧性和可制造性，用于低温工况时还应有良好的低温韧性，且其韧脆转变温度应低于系统的工作温度。

- 83) 依据《氢系统安全的基本要求》(GB/T29729-2022)第 7.2.2.3 条, 氢系统用非金属材料应有良好的抗氢渗透性能。
- 84) 依据《氢系统安全的基本要求》(GB/T29729-2022)第 7.2.2.4 条, 氢系统中与氢直接接触的材料, 应与氢具有良好的相容性。金属材料与氢气环境相容性试验应符合 GB/T 34542.2 规定的要求, 氢脆敏感度试验应符合 GB/T 34542.3 规定的要求。
- 85) 依据《氢系统安全的基本要求》(GB/T29729-2022)第 7.2.2.5 条, 氢系统宜选用含碳量低或加入强碳化物形成元素的钢。
- 86) 依据《氢系统安全的基本要求》(GB/T29729-2022)第 7.2.5.2.3 条, 应根据工作压力、工作温度以及与氢的相容性等选用阀门材料和密封填料。
- 87) 依据《氢系统安全的基本要求》(GB/T29729-2022)第 7.2.5.3.2 条, 使用非金属材料密封件时, 避免氢在非金属材料中的高渗透性导致密封件失效或氢渗漏.
- 88) 《特种设备安全技术规范》(TSG08-2017)第 3.8 条规定, 对于告知、变更使用单位或者使用单位更名、到达设计使用年限继续使用的, 按单位登记的特种设备变更使用单位或者使用单位更名的, 相关单位应当向登记机关申请变更登记。
- 89) 设计单位应核实, 本项目利旧的特种设备是否有停用 1 年以上的, 依据《特种设备安全技术规范》(TSG08-2017)第 3.9 条规定, 特种设备拟停用 1 年以上的, 使用单位应当采取有效的保护措施, 并且设置停用标志, , 在停用后 30 日内填写《特种设备停用报废注销登记表》(格式见附件 F), 告知登记机关。重新启用时, 使用单位应当进行自行检查, 到使用登记机关办理启用手续; 超过定期检验有效期的, 应当按照定期检验的有关要求进行检验。

90) 该项目 2-吡咯烷酮、四氢吡咯均具有毒性和严重眼损伤、眼刺激性，因此建议涉及上述物料管道法兰连接处、阀门等处采取防喷溅措施。

91) 设计单位应按《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB55021-2021 对加氢反应器等利旧平台承重复核。

92) 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外，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。建议企业加强日常安全管理、加强人员培训。对于加氢工艺重点监控参数，设计单位应按照《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》要求进行设计。对于装置区可能泄漏可燃气体场所应设置可燃有毒气体报警器。装置区应设置紧急停车系统。

93) 本项目涉及利旧储罐改造，依据《常压立式圆筒形钢制焊接储罐维护检修规程》（SHS01012-2004）2.1 条规定，储罐检修周期一般为 3-6 年。检修内容应包含：储罐本体的变形、泄漏以及板材严重减薄等；储罐本体以及各接管连接焊缝的裂纹、气孔等缺陷；与储罐相连接的阀门和接管法兰、螺纹等；浮顶储罐(或内浮顶储罐)的浮盘系统、密封系统及升降导向系统；储罐的防腐设施；储罐阻火呼吸阀、检尺口、盘梯等附件；储罐的加热器、搅拌器等内部附属设施；储罐的仪表设施；储罐的安全、消防设施；储罐基础缺陷；储罐隔热层。

94) 依据《常压立式圆筒形钢制焊接储罐维护检修规程》（SHS01012-2004）3.2.18 条规定，储罐清罐检修时，用超声波测厚仪检查罐壁，若不能满足要求，必须对罐壁进行加固。

95) 该项目涉及高温设备表面，建议高温设备表面应设置隔热层等防灼烫措施。

96) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.1.5 条，涉及重点监管的危险化工工艺和金属有机物合成反应(包括格氏反应)的反应釜采用外循环 冷却系统时，循环泵应设置电机启停指示和电流远传指示、监控、报警，并应设置具备自动切换功能的备用物料循环泵或其他紧急冷却系统。

97) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.1.4 条，催化剂、添加剂等小剂量辅料加料口附近应设局部排风设施，并根据爆炸危险区域划分结果 选择防爆设施。

98) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.1.8 条，存在高压窜低压且会造成设备损害或物料泄漏风险的设备，应采取压力监测报警、安全联锁、紧急切断及安全泄放等防窜压措施。

99) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.1.12 条，涉及有毒气体的设备、管道泄压排放应采取密闭形式，并保持应急吸收系统的正常有效；涉及可燃气体的设备、管道泄压，应泄放至火炬、焚烧系统或引至安全地点。

100) 该项目涉及 2-吡咯烷酮 25℃以下便会结晶，依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.1.12 条，涉及黏性胶状物、固体物料和易凝固、易结晶物料的反应设备需要安装安全阀时，应在安全阀入口侧串联安装爆破片，或在其出入口管道上采取吹扫、加热或保温等防堵措施。

101) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.2.3 条，蒸馏(精馏)设备应设置具有远传和超限报警功能的温度、压力在线监测装置，设备底部温度 应与进料量和热媒流量联锁，加压蒸馏(精馏)设备还应设置超压泄放及其处置设施。

102) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.2.4 条，蒸馏(精馏)设备的热媒温度超过介质 TD₂ 4(绝热条件下最大反应速率到达时间为 24h 对应的温度)时，应设置紧急冷却或紧急泄放等安全设施。

103) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.2.5 条，蒸馏(精馏)脱溶剂设备应设置两套独立的温度测量仪表，其中应至少有 1 套具有远传功能，并确保能检测到最低液位时物料的温度。

104) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.2.11 条涉及易燃、易爆或操作温度超过闪点的介质时，非均相分离操作时应充入惰性气体进行惰化 处理，并控制设备中的氧含量符合 GB/T37241 的有关规定。

105) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.2.12 条，危险化学品包装应优先选用自动化包装设施，减少现场作业人员数量。

106) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.3.3 条，甲、乙类易燃液体储罐罐顶的尾气收集管上应设置阻爆轰型阻火器，并设置呼吸阀、液封或压力联锁开启泄压阀等超压保护设施。

107) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.3.4 条，多个化学品储罐尾气收集管道相互连通时，企业应进行安全风险辨识分析。不同来源的尾气或泄放气体排入同一尾气收集或处理系统的，经分析可能存在相互禁忌、腐蚀、静电累积等风险的，应采取分类收集、专管输送、凝液排放、静电导除、超压泄放等对应的安全措施。

108) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.2.4.3 条，液体物料应采用管道密闭输送，输送可燃介质的管道应符合静电导除的要求。可燃物料和急性毒性属于类别 1、类别 2 物料的输送不应采用非金属管道。

109) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.4.1.6 条，涉及超温、超压可能引起火灾、爆炸危险的高危工艺生产现场应设置紧急停车按钮。

110) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.4.2.1 条，厂房(装置)的仪表气总管应安装具有远传记录、超限报警功能的压力在线监测装置。

111) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.4.2.5 条，可燃液体储罐储罐应设置液位高、高高报警，高高报警值应与进料阀门联锁，储罐应设置两套远传式液位测量仪表，且其中应至少有一套具有连续测量功能。

112) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.6.7 条，生产工艺过程中可能产生可燃、有毒气体的尾气处理设施配套的收集系统应设置止回设施，防止气体反窜至生产环节。

11.2.3 拟为危险化学品生产或储存过程配套和辅助工程

11.2.3.1 供配电系统

1) 在有爆炸危险环境内的电缆及导线敷设，应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB50217 的规定。敷设导线或电缆用的保护钢管，必须在下列各处做隔离密封：

- (1) 导线或电缆引向电气设备接头部件前；
- (2) 相邻的环境之间。

2) 根据《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T13955—2017) 第 4.1 条、第 4.2 条的规定，用于直接接触电击事故防护时，应选用无延时的 RCD，其额定剩余动作电流不超过 30mA。剩余电流动作保护装置只能作为直接接触电击事故基本防护措施。间接接触电击事故防护的主要措施是采用自动切断电源的保护装置，以防止由于电气设施绝缘损坏发生接地故障时，电

气设备的外露可接近导体持续带有危险电压而产生有害影响或电气设备损坏事故，当电路发生绝缘损坏造成接地故障，其接地故障电流小于过电流保护装置的动作电流值时，应安装 RCD。

3) 根据《供配电系统设计规范》第 3.0.7 条规定，二级负荷的供电系统宜由两回路供电。根据《供配电系统设计规范》第 4.0.5 规定，同时供电的两回供配电线路中，当有一回路中断供电时，其余线路应能满足全部二级负荷。

4) 根据《供配电系统设计规范》第 3.0.9 条规定，备用电源的负荷严禁接入应急供电系统。

5) 接地系统采用 TN-S 型式，电气设备正常不带电外露金属部分应可靠接零；依据《剩余电流动作保护装置安装与运行》第 4.4.1 条，电源插座电源侧应安装触电保安器。

6) 根据《建筑设计防火规范》第 10.1.6 条的规定，消防用电设备应采用专用的供电回路，当生产、生活用电被切断时，应仍能保证消防用电。备用消防电源的供电时间和容量，应满足火灾延续时间内各消防用电设备的要求。

7) 该项目在室外设备区新增避雷针，该项目试生产前应对室外设备区委托第三方进行防雷防静电检测合格后方可使用。

8) 根据《低压配电设计规范》第 6.1.1 条，配电线应装设短路保护和过载保护。

9) 该项目涉及氢气，根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058—2014) 第 5.2.3 条规定，对于涉氢场所防爆电气设备级别和组别不应低于 II CT4。

10) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058—2014) 第 5.3.3 条规定，除本质安全电路线路外，爆炸性环境的电气线路和设备应装设过载、

短路和接地保护，不可能产生过载的电气设备可不装设过载保护，爆炸性环境的电动机除按国家现行有关标准的要求装设必要的保护之外，均应装设断相保护。如果电气设备的自动断电可能引起比引燃危险造成的危险更大时，应采用报警装置代替自动断电装置。

11) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)第 5.5.2 条规定，爆炸性气体环境中应设置等电位联结要求。

12) 该项目依托合成车间的配电室，依据《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)第 3.1.2 条，配电室火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置。

13) 该项目依托合成反应车间的配电室，依据《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)第 6.1.1 条，配电室火灾报警控制器和消防联动控制器，应设置在消防控制室内或有人值守的房间内和场所。

14) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第 11.3.2 条规定，该项目火灾发生时应正常工作的房间，消防作业面的最低照度不应低于正常照明的照度，连续供电时间应满足火灾时工作的需要，且不应少于 3.0h。

15) 依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)第 5.2.2 条，该项目装置区内的照明灯具应采用隔爆型。

16) 该项目未设置集控站或监控中心的用户，依据《高压电力用户用电安全》(GB/T31989-2015)第 8.3.1 条规定，10KV 电源等级且变压器容量在 630KVA 及以上的配电室，应安排全天 24 专人值班，每班不少于 2 人，应明确其中 1 人为班长。

17) 依据《电力系统电压和无功电力技术导则》(DL/T1773-2017)配电网的无功补偿以配电变压器低压侧集中补偿为主，以高压侧补偿为辅。配电变压器的无功补偿设备容量按变压器最大负载率为 75%，负荷自然功率为

0.85 考虑，补偿到变压器最大负荷时其高压侧功率因数不低于 0.95，或按照变压器容量的 20%-40%进行配置。

18) 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018)

第 6.7.6 条规定，架空敷设的电缆不宜设置电缆接头。

19) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018)

第 6.7.3 条规定，电缆的金属护套，铠装及悬吊线均应有良好的接地。杆塔和配套金具均应根据电缆的结构和性能进行配套设计，且应满足规程及强度要求。

20) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018)

第 6.7.5 条规定，支撑电缆的钢绞线应满足荷载要求，并应全线良好接地，在转角处应打拉线或顶杆。

21) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018)

第 7.1.12 条规定，控制电缆不应有中间接头。

22) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018)

第 8.0.1 条，对爆炸和火灾危险环境、电缆密集场所或可能着火蔓延而酿成严重事故的电缆线路，防火阻燃措施必须符合设计要求。

23) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018)

第 8.0.2 条，应在下列孔洞处采用防火封堵材料密实封堵：

(1) 在电缆贯穿墙壁、楼板的孔洞处；

(2) 在电缆进入盘、柜、箱、盒的孔洞处；

(3) 在电缆进出电缆竖井的出入口处；

(4) 在电缆桥架穿过墙壁、楼板的孔隙处；

(5) 在电缆导管进入电缆桥架、电缆竖井、电缆沟和电缆隧道的端口处。

24) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018) 第 5.2.6 条, 电缆桥架在每个支吊架上的固定应牢固, 连接板的螺栓应紧固, 螺母应位于电缆桥架的外侧。电缆托盘应有可供电缆绑扎的固定点, 铝合金梯架在钢制支吊架上固定时, 应有防电化腐蚀的措施。

25) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018) 第 5.2.7 条, 两相邻电缆桥架的接口应紧密、无错位。

26) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018) 第 5.2.9 条, 电缆桥架转弯处的转弯半径, 不应小于该桥架上的电缆最小允许弯曲半径的最大者。

27) 依据《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018) 第 5.2.10 条, 金属电缆支架、桥架及竖井全长均必须有可靠的接地。

28) 依据《精细化工企业设计防火标准》(GB51283-2020) 第 11.2.3 条, 电缆沟通入变配电所、控制室的墙洞处应填实、密封; 生产设施区内电缆引至用电设备的开孔部位, 应采用电缆防火封堵材料封堵, 其防火封堵组件的耐火等级不应低于被贯穿物的耐火极限。

29) 依据《精细化工企业设计防火标准》(GB51283-2020) 第 11.2.4 条, 可能散发比空气重的甲类气体生产设施内的电缆应采用阻燃型, 并宜架空敷设或直埋敷设。电气线路宜在有爆炸危险的建构筑物墙外敷设。电力电缆及控制电缆应避免在高温泵区附近穿行, 当无法有效避免时, 明敷电缆槽盒应采取透气型式的防火措施。

30) 依据《精细化工企业设计防火标准》(GB51283-2020) 第 11.4.3 条, 爆炸危险环境内, 电气设备金属外壳、金属管线、铠装电缆的金属外皮等均应采用专业的接地线可靠接地, 包括安装在已接地的金属结构上的电气设备及金属管线。

31) 依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014) 第 5.4.1 条, 爆炸性环境内, 低值电力、照明线路采用的绝缘导线和电缆的额定电压应高于或等于工作电压, 且 U_o/U 不应低于工作电压。中性线的额定电压应与相线电压相等。并应在同一护套或保护区内敷设; 在爆炸危险区内, 除在配电盘、接线箱或采用金属导管配线系统内, 无护套的电线不应作为供配电线路; 在 1 区内应采用铜芯电缆, 除本质安全电路外在 2 区内宜采用铜芯电缆, 当采用铝芯电缆时, 其截面不得小于 16mm^2 , 且与电气设备的连接应采用铜-铝过渡接头。除本质安令系统的电路外, 爆炸性环境电缆配线的技术要求应符合表 5.4.1-1 的规定。在架空、桥架敷设时电缆宜采用阻燃电缆。当敷设方式采用能防止机械损伤的桥架方式时, 塑料护套电缆可采用非铠装电缆。当不存在会受鼠、虫等损害情形时, 在 2 区、22 区电缆沟内敷设的电缆可采用非铠装电缆。

32) 依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014) 第 5.4.2 条, 在 1 区内单相网络中的相线及中性线均应装设短路保护, 并采取适当开关同时断开相线和中性线。

33) 依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014) 第 5.4.3 条, 敷设电气线路的沟道、电缆桥架或导管, 所穿过的不同区域之间墙或楼板处的孔洞应采用非燃性材料严密堵塞。敷设电气线路时宜避开可能受到机械损伤、振动、腐蚀、紫外线照射以及可能受热的地方, 不能避开时, 应采取预防措施。架空电力线路不得跨越爆炸性气体环境, 架空线路与爆炸性气体环境的水平距离不应小于杆塔高度的 1.5 倍。在特殊情况下, 采取有效措施后, 可适当减少距离。

34) 依据《氢气使用安全规程》(GB4962-2008) 第 4.4.11 条, 室内外架空或埋地敷设的氢气管道和汇流排及其连接的法兰间宜互相跨接和接地。氢气设备与管道上的法兰间的跨接电阻应小于 0.03 欧姆。

35) 依据《氢气使用安全规程》(GB4962-2008)第4.4.12条,与氢气相关的所有电气设备应有防静电接地装置,应定期检测接地电阻,每年至少检测一次。

36) 依据《氢气站设计规范》(GB50177-2005)第9.0.5条规定,室外架空敷设氮气管道应与防雷电感应的接地装置相连。距建筑100m内管道,每隔25m左右接地一次,其冲击接地电阻不应大于20欧姆。

37) 依据《氢气站设计规范》(GB50177-2005)第9.0.4条规定,氢气站、供氢站内的设备、管道、构架、电缆金属外皮、钢屋架和突出屋面的放空管、风管等应接到防雷电感应接地装置上。管道法兰、阀门等连接处,应采用金属线跨接。

38) 依据《氢气站设计规范》(GB50177-2005)第9.0.7条规定氢气罐等有爆炸危险的露天钢质封闭容器,当其壁厚大于4mm时可不装设接闪器,但应有可靠接地,接地点不应小于2处;两接地点间距不宜大于30m,冲击接地电阻不应大于10欧姆。氢气放散管的保护应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057的要求。

39) 依据《氢气站设计规范》(GB50177-2005)第9.0.7条规定有爆炸危险环境内可能产生静电危险的物体应采取防静电措施。在进出氢气站和供氢站处、不同爆炸危险环境边界、管道分岔处及长距离无分支管道每隔50-80m处均应设防静电接地,其接地电阻不应大于10欧姆。、

40) 依据《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB50156-2021)第10.3.2条,氢气压缩机安全保护装置的设置应符合下列规定:

(1) 压缩机进、出口与第一个切断阀之间应设安全阀,安全阀应选用全启式安全阀;

(2) 压缩机进口应设置压力高、低限报警系统,出口应设置压力高高限、温度高高限停机联锁系统;

(3) 润滑油系统应设油压高、低或油温高的报警装置，以及油压过低的停机联锁系统；

(4) 压缩机的冷却水系统应设温度、压力或流量的报警和停机联锁系统；

(5) 压缩机进、出口管路应设置置换吹扫口；

(6) 采用膜式压缩机时，应设膜片破裂报警和停机联锁系统；

(7) 压缩机内自动控制阀门应设置阀位状态故障报警。

41) 该项目加氢框架区、压缩机附件设有防爆型灯具，灯具防爆等级应为Ⅱ CT₂

42) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.5.6 条，GDS 和 SIS 应配备不间断电源(UPS)，其持续供电时间应满足安全设施应急需要，且不应低于 30min。参与消防联动控制的可燃气体检测报警系统的可燃气体探测器、报警控制单元、现场警报器等应优先采用专用蓄电池备用电源，其容量应满足相关设施连续工作 3h 以上。

43) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.5.7 条，事故废水转输泵及其备用泵的供电电源应符合一级负荷要求，不能满足时应设双动力源。

44) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.6.2 条，火焰加热导热油锅炉应配备蒸汽或氮气灭火系统。当能够提供稳定的蒸汽供应时，应选用蒸汽灭火系统，灭火蒸汽切断阀应设置在距导热油炉 15m 以外方便操作处；当采用氮气灭火时，氮气用气量应能保证 15min 内至少可充满 3 倍炉膛体积，灭火用氮气瓶组或氮气罐应与加热炉灭火气体接口连通并保证事故时氮气的持续供应。

45) 依据《精细化工企业安全管理规范》AQ3062-2025 第 7.6.4 条循环冷却水系统应设置具有远传记录、超限报警功能的压力在线监测装置，出厂

房(装置)的循环水回水管应设置定期取样检测；冷冻盐水循环冷却系统应安装 pH 在线监测仪或定期取样检测，并定期调节 pH 防止腐蚀系统。

11.2.3.3 控制系统

1) 依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283-2020)第 5.8.1 条规定，应根据精细化工生产的特点与需要，确定监控的工艺参数，设置相应的仪表及自动控制系统。

2) 依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283-2020)第 5.8.3 条规定，精细化工自控设施仪表选型、控制系统配置等应符合相关化工企业自动控制设计标准规定，并采取合理的安全措施：

(1) 存放可燃物质的设备，应按工艺生产和安全的要求安装压力、温度、液位等检测仪表，并根据操作岗位的设置配置现场或远传指示报警设施；

(2) 具有防火要求及火灾紧急响应的工艺管线控制阀，应采用具有火灾安全特性的控制阀；

(3) 有耐火要求的控制电缆及电缆敷设材料应采用具有耐火阻燃特性的材料；

(4) 重要的测量仪表、控制阀及测量管线等辅助设施可采用隔热耐火保护措施。

3) 依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283-2020)第 5.8.4 条规定，使用或生产可燃气体或甲乙类可燃液体的生产和储运区域。应按现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB50493、《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 的规定，设置独立于基本控制系统的可燃、有毒气体检测报警系统，现场电子仪表设备应采用适合的防爆措施，符合爆炸危险环境的防爆要求。

4) 依据《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三[2014]116 号）相关要求，在设计阶段根据工艺过程危险和风险分析，确定安全仪表功能，在设计前进行 LOPA 分析，确定 SIL 等级，依据 SIL 定级，设计符合要求的安全仪表系统。

5) 依据《石油化工仪表供电设计规范》（SH/T3082-2019）第 4.2.1 条规定，仪表及控制系统供电属于一级负荷中特别重要的负荷，应采用 UPS 电源。

6) 该项目在设计阶段应根据 HAZOP 分析，确定安全仪表功能；应依据 SIL 定级，设计符合要求的安全仪表系统。

7) 依据《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T50770-2013 条相关要求，仪表应采用双路 UPS 供电。

8) 该项目设置可燃气体氢气，涉及可燃有毒气体四氢吡咯等，应根据 GB50493-2019 第 4.2.2 条和 4.2.1 条要求，释放源处于封闭式厂房或局部通风不良的半敞开厂房内，可燃气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 5m。有毒气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 2m。

释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域，可燃气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 10m。

9) 根据 GB50493-2019 第 6.1.2 条，检测比空气轻可燃气体（氢气），探测器安装高度宜在释放源上方 2m 内。检测比空气中重的有毒气体，探测器安装高度宜距地坪 0.3—0.6m

10) 本项目涉及利旧的仪表，建议对利旧仪表进行检定合格后投入使用。

11) 本项目副反应有氨气产生，设计单位应复核是否设置氨检测报警器。

12) 依据《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2022）第 7.4.2.6 条，仪表设计、安装应符合下列安全要求：

- a)仪表的防护级别与其所在的环境相适应，并采取防潮、防尘、防腐、绝热、洁净等措施；
- b)爆炸性环境的用电仪表及其安装符合 GB50058 的相关规定，非用电仪表满足防爆安全要求；
- c)仪表及其安装部件的材质、耐压、密封、卫生、防火、防静电、防泄漏等与其接触的介质相适应；具有易燃、易爆、有毒、腐蚀性的测量介质不任意排放
- d)有防火要求及火灾紧急响应的工艺管线控制阀，采用具有火灾安全特性的控制阀；
- e)安全仪表系统设计成故障安全型。

13) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2022)第 7.4.2.7 条，气动控制阀的选用应满足下列要求：

- a)仪表气源应设置备用气源，备用气源可采用备用空压机组、储气罐或辅助气源；当备用气源为氮气源时，其排放点处应防止氮气积聚，封闭、半封闭厂房应设置氧气浓度检测报警器等安全设施；
- b)气动调节阀、SIS 用气动开关阀不应采用空气分配器方式供气；如确需采用空气分配器方式供气，应采取相关气源管路的标识及管理措施(如气源阀上锁等)；
- c)用于联锁及顺序控制的控制阀，以及涉及关键工艺操作步骤的手动阀，应配阀位开关。

14) 依据《精细化工企业安全管理规范》(AQ3062-2022)第 7.4.2.9 条，全厂性、区域性控制室的仪表、控制系统接地应采用网形结构。

11.2.3.4 消防系统

- 1) 依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283-2020)第9.3.8条规定,厂房、仓库辅助用房及独立设置的办公室、餐厅等配套用房的室外消火栓、室内消火栓设计流量应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2020)第7.3条、第7.4条相关要求。
- 2) 依据《精细化工企业工程设计防火规范》(GB51283-2020)第9.7.2条规定,含有可燃液体的消防排水收集系统应在出生产设施、罐区时设置水封。
- 3) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第9.6.1条,生产区等场所宜设置干粉型、水基型(水雾)或泡沫型灭火器,控制室、机柜间等宜设置干粉型或气体型灭火器,化验室等宜设置水基型或干粉型灭火器。
- 4) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第9.6.2条,生产区内设置的单个灭火器规格宜按下表选用:

表 9.6.2 灭火器规格

灭火器类型		干粉型 (磷酸铵盐)		泡沫型		水基型(水雾)		二氧化碳	
		手提式	推车式	手提式	推车式	手提式	推车式	手提式	推车式
灭火剂	容量(L)	—	—	9	60	3 或 6	25 或 35	—	—
充装量	重量(kg)	5 或 8	20 或 50	—	—	—	—	5 或 7	30

注:同一场所选用的灭火器、灭火剂应相容。

- 5) 依据《消防设施通用规范》(GB55036-2022)第3.0.8条规定,消防水池的水位应能就地和在消防控制室显示,消防水池应设置高低液位报警装置。
- 6) 依据《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)第4.2.2条规定,B类火灾(液体火灾)场所应选择泡沫灭火器、碳酸氢钠干粉灭火器、磷酸铵盐干粉灭火器、二氧化碳灭火器、灭B类火灾的水型灭火器或卤代烷

灭火器。

7) 依据《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)第4.2.5条规定, E类火灾场所应选择磷酸铵盐干粉灭火器、碳酸氢钠干粉灭火器、卤代烷灭火器或二氧化碳灭火器,但不得选用装有金属喇叭喷筒的二氧化碳灭火器。

8) 依据《消防设施通用规范》GB 55036-2022第12.0.1条规定,火灾自动报警系统应设置自动和手动触发报警装置,系统应具有火灾自动探测报警或人工辅助报警、控制相关系统设备应急启动并接收其动作反馈信号的功能。

9) 依据《消防设施通用规范》GB 55036-2022第12.0.4条规定,火灾自动报警系统总线上应设置总线短路隔离器,每只总线短路隔离器保护的火灾探测器、手动火灾报警按钮和模块等设备的总数不应大于32点。总线在穿越防火分区处应设置总线短路隔离器。

10) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第11.5.3条:火灾自动报警系统的交流电源应采用消防电源,其主电源应优先选用不间断电源。直流备用电源宜采用火灾报警控制器自带的专用蓄电池。

11) 依据《火灾自动报警系统设计规范》(GB5116-2013)第10.1.1条规定,火灾报警系统应设置交流电源和蓄电池备用电源。

12) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第11.5.5条:甲、乙类生产设施和罐区外围疏散道路边应设置手动报警按钮,且其间距不应大于100m。

13) 该项目新增两台消防水炮,依据《固定消防炮灭火系统设计规范》(GB50338-2003)第4.2.2条,室外消防炮的布置应能使消防炮的射流完全覆盖被保护场所及被保护物,且应满足灭火强度及冷却强度的要求。

1 消防炮应设置在被保护场所常年主导风向的上风方向;

14) 该项目新增两台消防水炮，水炮的设计射程和设计流量应符合《固定消防炮灭火系统设计规范》（GB50338-2003）第 4.3.1 条规定。

15) 依据《固定消防炮灭火系统设计规范》（GB50338-2003）第 5.2.2 条，消防炮应满足相应使用环境和介质防腐蚀要求。

16) 依据《消防设施通用规范》（GB55036-2022）第 7.0.6 条，固定水炮灭火系统从启动至炮口喷射水时间应小于或等于 5min。

17) 依据《消防设施通用规范》（GB55036-2022）第 7.0.7 条，固定水炮灭火系统的水炮射程、供给强度、流量、连续供水时间等应符合下列规定：

1 灭火用水的连续供给时间，对于室外火灾，应大于或等于 2.0h。

2 灭火及冷却用水的供给强度应满足完全覆盖被保护区域和灭火，控火的要求。

3. 水炮灭火系统的总流量应大于或等于系统中需要同时开启的水炮流量之和、灭火用水计算总流量与冷却用水计算总流量之和两者的较大值。

18) 依据《消防设施通用规范》（GB55036-2022）第 7.0.10 条，固定消防炮灭火系统中的阀门应设置工作位置锁定装置和明显的指示标志。

19) 该项目焚烧炉涉及氮气或蒸汽灭火系统，依据《消防设施通用规范》（GB55036-2022）第 8.0.8 条，用于扑救可燃气体火灾的气体灭火系统，在启动前应能联动和手动切断可燃气体的气源。

20) 该项目焚烧炉涉及氮气或蒸汽灭火系统，依据《消防设施通用规范》（GB55036-2022）第 8.0.10 条，管网式气体灭火系统应具有自动控制、手动控制和机械应急操作的启动方式。预制式气体灭火系统应具有自动控制和手动控制的启动方式。

11.2.4 主要装置、设备与设施的布局

11.2.4.1 布局要求

- 1) 根据《石油化工工艺装置布置设计规范》第 5.4.1 条，卧式容器平台的设置应便于人孔开启和液面的观察，当液面计的上部接口高度距地面或操作平台超过 3m 时，液面计应装在直梯附近或设置仪表专用梯。
- 2) 设计单位应核实时本项目合成反应（甲类）爆炸危险区域划分是否在运输道路上，依据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 4.3.2 条注解，原料、产品运输道路应布置在爆炸危险区域外。
- 3) 该项目原料和产品靠汽车运输，在总平面布置方面应明确厂内主、次道路、充分考虑汽车的进出口及停、回车场地以及安全界线、安全视线等；厂内道路、交通标志设置、车辆限行或禁行标志设置，机动车行驶等应符合《工业企业厂内道路、道路运输安全规程》GB4387-2008 的规定。
- 4) 厂区的绿化应符合《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 4.2.8 条规定，不得种植油性树木，且不应妨碍消防操作。
- 5) 依据《工业金属管道设计规范》（GB50316-2008）（2018 年版）第 8.3.4 条规定，从道路下面穿越的管道，其顶部至路面不宜小于 0.7m。
- 6) 依据《工业金属管道设计规范》（GB50316-2008）（2018 年版）第 8.1.11 条规定，道路上方的管道不应按照阀门、法兰、螺纹接头及带有填料的补偿器等可能泄漏的组成件。
- 7) 依据《工业金属管道设计规范》（GB50316-2008）（2018 年版）第 8.1.12 条规定，沿墙布置的管道，不应影响门窗的开闭。
- 8) 根据《精细化工企业工程设计防火规范》（GB51283--2020）第 5.5.2 条第 2 款规定，设备布置在非封闭式厂房内时，车间储罐（组）、设备、建筑物平面布置的防火间距，除本标准另有规定外，不应小于表 5.5.2-2 的规定。

11.2.4.2 消防车道布置要求

1) 依据《精细化工企业工程设计防火标准》(GB51283-2020)第4.3.3条规定,厂内主要消防车道路面宽度不应小于6m;路面上的净空高度不应小于5m;路面内缘转弯半径应满足消防车转弯半径的要求。

11.2.5 事故应急救援措施和器材、设备

11.2.5.1 事故应急救援措施

1) 该项目应按《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)要求制定应急救援预案,应包括消防灭火预案、泄漏应急处置方案等。企业编制的应急预案,应当在应急预案公布之日起20个工作日内,按照分级属地原则,向县级以上人民政府应急管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门进行备案,并依法向社会公布。

2) 项目建成后,建设单位应制定本单位的应急预案演练计划,根据本单位的事故风险特点,应当至少每半年组织1次生产安全事故应急救援预案演练,并将演练情况报送所在地县级以上地方人民政府负有安全生产监督管理职责的部门。

3) 建设单位应急预案演练结束后,应急预案演练组织单位应当对应急预案演练效果进行评估,撰写应急预案演练评估报告,分析存在的问题,并对应急预案提出修订意见。

4) 应当建立应急预案定期评估制度,每三年进行一次应急预案评估,对预案内容的针对性和实用性进行分析,并对应急预案是否需要修订作出结论。

5) 应当组织开展本单位的应急预案、应急知识、自救互救和避险逃生技能的培训活动,使有关人员了解应急预案内容,熟悉应急职责、应急处置程序和措施。应急培训的时间、地点、内容、师资、参加人员和考核结果等情况应当如实记入本单位的安全生产教育和培训档案。

11.2.5.2 事故应急救援器材、设备

- 1) 该项目的工作平台等场所应明确并合理设定紧急情况下的疏散通道，紧急疏散指示牌和危险有害警告指示牌等应齐全并置放于显眼位置，现场还应在疏散通道周围的工作区域设置紧急情况报警信号启动按钮。
- 2) 为现场作业员工配备必要的个体劳动保护用品如便携式可燃气体/有毒气体浓度检测设备、空气呼吸器、防毒口罩、防噪声耳罩、防灼烫、去污防护用品等。还应配套相应的化学防护服、堵漏器材等应急器材和设备、应急照明等应急器材。
- 3) 该项目应根据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》(GB30077-2023) 的要求配备应急救援物资。
- 4) 该项目尾气产生氨气，建议企业配备防毒面具等防护用品。

11.2.6 安全管理对策措施

- 1) 根据《建设工程安全生产监督管理条例》第二十六条、第三十七条和第四十九条，开工应做好施工方案和事故应急救援预案，对外来施工人员必须进行安全教育和施工过程的监督管理。
- 2) 根据《国家安全监管总局住房城乡建设部关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》（安监总管三〔2013〕76号）要求，该项目必须在基础设计阶段开展 HAZOP 分析。
- 3) 根据《特种设备安全法》第十四条，特种设备安全管理人员、检测人员和作业人员应当按照国家有关规定取得相应资格，方可从事相关工作。特种设备安全管理人员、检测人员和作业人员应当严格执行安全技术规范和管理制度，保证特种设备安全。
- 4) 根据《特种设备安全法》第三十二条，特种设备使用单位应当使用取得许可生产并经检验合格的特种设备。
- 5) 根据《特种设备安全法》第三十三条，特种设备使用单位应当在特

种设备投入使用前或者投入使用后三十日内，向负责特种设备安全监督管理的部门办理使用登记，取得使用登记证书。登记标志应当置于该特种设备的显著位置。

6) 根据《特种设备安全法》第三十四条，特种设备使用单位应当建立岗位责任、隐患治理、应急救援等安全管理制度，制定操作规程，保证特种设备安全运行。

7) 根据《特种设备安全法》第三十五条，特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。

8) 该项目应依据《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三[2014]116 号）第十三条要求，开展安全仪表功能评估，设计符合要求的安全仪表系统。

9) 依据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008)第 6.8.1 条规定，凡容易发生事故的地方，应按 GB2894 的要求设置安全标志，或在建（构）筑物及设备上按 GB2893 的要求涂安全色。

10) 依据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008)第 6.8.3 条，生产场所、作业点的紧急通道和出入口，应设置醒目的标志。

11) 依据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008)第 6.2.3 条，企业应当督促，教育从业人员正确佩戴和使用劳动防护用品。

12) 依据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第 6.1.6 条规定，以操作人员的操作位置所在的平面为基准，凡高度在 2m 之内的所有传动带、转轴、传动链、联轴节、带轮、飞轮、链轮、电锯等外露危险零部件及危险部位，都必须设置安全防护装置。

13) 依据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）第 8 条规定：

建设项目必须由具备相应资质的单位负责设计、施工、监理。大型和采用危险化工工艺的装置，原则上要由具有甲级资质的化工设计单位设计。设计单位要严格遵守设计规范和标准，将安全技术与安全设施纳入初步设计方案，生产装置设计的自控水平要满足工艺安全的要求；大型和采用危险化工工艺的装置在初步设计完成后要进行 HAZOP 分析。施工单位要严格按设计图纸施工，保证质量，不得撤减安全设施项目。企业要对施工质量进行全过程监督。

14) 依据《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅印发），危险化学品生产企业主要负责人、分管安全生产负责人必须具有化工类专业大专及以上学历和一定实践经验，专职安全管理人员至少要具备中级及以上化工专业技术职称或化工安全类注册安全工程师资格。

对涉及“两重点一重大”生产装置和储存设施企业，新入职的主要负责人和主管生产、设备、技术、安全的负责人及安全管理人员必须具备化学、化工、安全等相关专业大专及以上学历或化工类中级及以上职称。

15) 依据《关于印发辽宁省危险化学品建设项目安全监督管理实施细则的通知》（辽安监管三[2016]24 号）第八条，涉及重点监管危险化工工艺、重点监管危险化学品或者危险化学品重大危险源的建设项目，应当由具有石油化工医药行业等相应资质的设计单位设计。

16) 依据《国务院安全生产委员会关于印发全国安全生产专项整治三年行动计划的通知》（安委[2020]3 号）的有关规定，对涉及“两重点一重大”生产装置和储存设施的企业，新入职的主要负责人和主管生产、设备、技术、安全的负责人及安全管理人员必须具备化学、化工、安全等相关专业大专及以上学历或化工类中级及以上职称；新入职的涉及重大危险源、重点监管化工工艺的生产装置、储存设施操作人员必须具备高中及以上学历或化工

类中等及以上职业教育水平；危险化学品特种作业人员应当具备高中或者相当于高中及以上文化程度。

17) 依据《化工园区安全风险排查治理导则（试行）》有关规定，涉及“两重点一重大”装置的专业管理人员必须具有大专以上学历、操作人员必须具有高中或者相当于高中及以上文化程度，企业特种作业人员应持证上岗。

18) 依据文件《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）要求，专职安全生产管理人员应不少于企业员工总数的2%（不足50人的企业至少配备1人），要具备化工或安全管理相关专业大专以上学历，有从事化工生产相关工作2年以上经历，取得安全管理人员资格证书。

19) 依据《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》第7.3.13条规定，该项目涉及易燃易爆的作业现场，作业现场或厂房的最大人数（包括交接班时）不得超过9人。

20) 依据《特种设备安全技术规范》（TSG08-2017）第2.4.2.2.2条规定，特种设备使用单位，应单配备专职安全管理人员，并且取得相应的特种设备安全管理人员资格证书。

21) 对在用特种设备进行经常性维护保养和定期自行检查，及时排查和消除事故隐患，对在用特种设备的安全附件、安全保护装置及其附属仪器仪表进行定期校验(检定、校准，下同)、检修，及时提出定期检验和能效测试申请，接受定期检验和能效测试，并且做好相关配合工作；

22) 《特种设备使用单位落实安全主体责任监督管理规定》（国家市场总局令第74号），特种设备应当依法配备安全总监和安全员，明确特种设备安全总监和安全员的岗位职责。应当建立特种设备的安全日管控、周排查、月调度制度。应对特种设备安全总监和安全员进行法律法规、标准和专业知识培训。

识培训、考核，并同时对培训、考核情况予以记录并存档备查。

23) 依据《特种设备使用单位落实安全主体责任监督管理规定》（国家市场总局令第 74 号）有关规定，特种设备安全总监应对特种设备安全员进行安全教育和技术培训，监督、指导特种设备安全员做好相关工作。特种设备安全员应组织对特种设备作业人员和技术人员进行教育培训。

24) 依据《安全生产责任保险实施办法》（应急[2025]27 号）第一条規定，在中华人民共和国领域内从事矿山、危险化学品、烟花爆竹、交通运输、建筑施工、民用爆炸物品、金属冶炼、渔业生产等高危行业、领域生产经营活动的单位（以下简称高危行业、领域单位），应当投保安责险。

25) 依据《安全生产责任保险实施办法》（应急[2025]27 号）第十六条规定，生产经营单位应当自主选择符合条件的保险机构足额投保。

安责险的保障范围应当覆盖全体从业人员，保险金额实行同一标准，不得因用工方式、工作岗位等差别对待。

除被依法关闭取缔、完全停止生产经营活动外，应当投保安责险的生产经营单位不得退保、延迟续保。

26) 依据《安全生产责任保险实施办法》（应急[2025]27 号）第二十三条，被保险人应当配合保险机构开展事故预防服务，并对服务中发现的生产安全事故隐患及时进行整改；

27) 依据《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）第 5.2.7 条企业在建设项目的工程设计、建设和运行过程中应落实反应安全风险评估、过程危险性分析提出的相应建议措施，完善安全设施设计，补充安全管控措施，制定并完善安全操作规程，确保设备设施满足工艺安全要求。

28) 依据《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）第 7.1.3 条，建设项目应根据工艺设计包资料、反应安全风险评估结果进行设计，完善工艺流程、设备选型及管道选材、自动化控制设施等。涉及国内首次使用的化

工工艺的建设项目，设计时还应考虑工艺倍数放 大热力学和动力学分析结果。

12 安全评价结论

本评价通过对该项目的危险、有害因素分析和工艺过程危险性分析，确定出该项目在生产运行期间存在的主要危险源。通过采用事故案例分析，借鉴同类生产过程已经发生事故的教训，提供发现安全管理漏洞，防止同类事故的再现。通过采用“安全检查表”法、“预先危险性分析（PHA）”法、“危险度评价法”从不同的角度对该项目的劳动安全卫生进行了定性和定量的评价。通过分析与评价，得出如下的评价结论：

12.1 建设项目所在地的安全条件和与周边的安全防护距离评价结果

1) 通过安全条件分析论证，该项目的主要生产设施与周边企业和公共设施的安全间距符合《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）的规定，该项目选址符合相关规定。

2) 依据标准《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）和《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019），该项目主要生产设施与周边企业和公共设施的安全间距符合《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）的规定要求，得出该项目个人风险和社会风险均未超过风险标准。

3) 该建设项目在设计和施工中采取相应的技术措施，并通过事故应急演练，配备相应的应急物资，可以减轻自然灾害对建设项目投入生产后产生的影响，达到相应规范和标准的限制要求。

12.2 建设项目危险、有害因素辨识结果

- 1) 该项目涉及的危险化学品原料为：氢气、2-吡咯烷酮、四氢吡咯。
- 2) 该项目产品四氢吡咯属于危险化学品。
- 3) 该项目不涉及易制爆危险化学品；该项目不涉及易制毒化学品。
- 4) 该项目不涉及剧毒危险化学品；该项目涉及的高毒物品氨气。

- 5) 该项目涉及的重点监管危险化学品为氢气、氨气、天然气。
- 6) 该项目涉及重点监管危险化工工艺：加氢工艺。
- 7) 该项目涉及特别管控危险化学品氨气。
- 8) 该项目的主要危险、有害因素为：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、噪声与振动。

12.3 定性、定量评价结果

(1) 依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18128-2018)可知，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)甲类罐区未构成危险化学品重大危险源场所。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均未构成危险化学品重大危险源场所。

(2) 通过采用预先危险性分析，评价结果表明，生产装置单元危险等级和公用工程及辅助生产单元危险等级分别属于Ⅳ级(破坏性的)和Ⅲ级(危险的)。物料储存设施单元危险等级为Ⅳ级(破坏性的)。

(3) 依据 F2.2.3.3 节事故后果分析可知，一旦四氢吡咯储罐发生池火灾或蒸气云爆炸事故，其伤害半径均在厂区内外，不会对周边企业产生影响。

(4) 该项目东侧为中触媒股份三期项目制氢站，一旦发生火灾爆炸事故可能会对本项目造成影响。该项目北侧、西侧、南侧企业距本项目较远，不会对本项目造成影响，但可能会对中触媒股份公司厂区边界设备造成影响。

(5) 通过采用危险度评价分析，该项目总的危险度为Ⅱ级(中度危险)。经过评价组分析评价，认为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）选址符合安全条件要求，装置平面布置满足要求，外部周边情况和自然条件满足项目要求，项目所采用的工艺技术

和设备成熟可靠，安全配套设施能满足安全生产条件的要求，为确保项目建成后的安全运行，本次安全条件评价从不同方面提出了一些合理可行的安全对策措施，建议企业在项目设计、施工及装置运行过程中认真落实，以确保项目的本质安全程度。

评价组认为该项目从安全角度符合有关安全生产法律法规、规章、标准规范的要求，具备项目设立的安全条件。

13 与建设单位交换意见的情况

评价组接到任务后到中触媒新材料股份有限公司现场进行考察，与相关负责人进行交流和沟通，在评价过程中，多次通过电话咨询、电子邮件方式就存在的一些不清楚的问题详细地与该公司项目负责人交换了意见。评价组将报告初稿交建设单位，就报告的主要内容和附件内容与该公司负责人交换了意见。经讨论，取得了一致意见，评价组对报告进行了完善和修改。