前　言

辽宁海洋石化精细化工有限责任公司于2006年成立，法定代表人：王天麒，注册资本：人民币叁仟肆佰玖拾贰万元整。注册场所位于辽宁省葫芦岛高新技术产业开发区高新九路30-1。经营范围：许可项目：燃气经营；危险化学品经营；危险化学品生产；原油批发；移动式压力容器/气瓶充装；危险化学品仓储；成品油批发。一般项目：石油天然气技术服务；石油制品制造（不含危险化学品）；石油制品销售（不含危险化学品）；单位后勤管理服务。

为了适应市场需求，辽宁海洋石化精细化工有限责任公司于2025年09月30日取得葫芦岛高新技术产业开发区经济发展局核发的《关于<辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目〉项目备案证明》（高开发备〔2025〕11号），建设规模及内容：本项目总占地面积1984㎡，主要建设内容如下：1、新建1.5万方/天撬装天然气液化装置；2、新建LPG缓冲罐；3、新建4000方/小时撬装天然气调质装置；4、新增CNG及LNG装卸车位；5、新增2台制氮机；6、其余依托附属设施。项目建设完成后，可形成年产液化天然气（LNG）500万方/年及天然气（CNG）3200万方/年的规模。项目总投资为4000.00万元。本次评价范围为天然气液化装置部分：新建1.5万方/天撬装天然气液化装置、LNG装车位鹤位（其余部分在《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目（天然气调质部分）预评价报告》中另行评价）。

根据《危险化学品目录（2026调整）》（应急管理部等十部门公告〔2026〕年第3号，2026年4月16日施行），本项目撬装天然气液化装置生产的LNG（液化天然气）属于危险化学品。本项目撬装天然气液化装置将原料天然气经脱酸系统脱除CO_2，再经干燥脱汞系统去除水分和汞杂质，净化提纯后气进入冷箱冷却至约-160°C液化，生成的LNG减压进闪蒸罐，经闪蒸分离少

量氮气后得到LNG产品，经LNG泵送装车区装车外销。根据《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（第五十三条，将纯度较低的化学品提纯至纯度较高的危险化学品的，适用本办法）。因此，本项目属于危险化学品新建项目。

根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2021〕第八十八号）第三十一条：生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原安监总局令〔2012〕第45号，根据原国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第79号修正）第八条：建设单位应当在建设项目的可行性研究阶段，委托具备相应资质的安全评价机构对建设项目进行安全评价。为此，辽宁海洋石化精细化工有限责任公司委托辽宁诺诚安全科技有限公司对其天然气液化及调质项目（天然气液化装置部分）进行设立安全评价。

接受委托后，我公司专业技术人员即深入现场进行全面调研和现场勘验并根据国家有关安全生产方面的法律法规规定、国家或行业标准，按照科学性、公正性、合法性、针对性的原则开展安全评价工作，根据《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）、《安全评价通则》（AQ8001-2007）和《安全预评价导则》（AQ8002-2007）等相关标准规范，编制完成了《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目（天然气液化装置部分）设立安全评价报告》。

在现场调查、资料收集以及报告编制过程中，得到了辽宁海洋石化精细化工有限责任公司领导、安全管理人员的大力支持和帮助，在此致以衷心的感谢。

目 录

1 安全评价工作经过 ----------1
1.1 前期准备情况 ----------1
1.2 安全评价目的 ----------1
1.3 评价对象和范围 ----------1
1.4 工作经过和程序 ----------2
2 建设项目概况 ----------3
2.1 建设单位基本情况 ----------3
2.2 建设项目概况 ----------4
2.3 主要技术、工艺水平对比情况 ----------6
2.4 地理位置、用地面积和生产或者储存规模 ----------7
2.5 主要原辅材料和品种名称、数量和储存 ----------9
2.6 建设项目选择的工艺流程和选用的主要装置（设备）和设施的布局及其上下游生产装置的关系 ----------10
2.7 建设项目配套和辅助工程名称、能力（或者负荷）、介质（或者物料）来源 ----18
2.8 建设项目选用的主要装置（设备）和设施名称、型号（或者规格）、材质、数量和主要特种设备 ----------27
2.9 主要建（构）筑物 ----------28
2.10 劳动定员 ----------28
3 危险、有害因素的辨识结果及依据说明 ----------29
3.1 危险化学品的理化性能指标 ----------29
3.2 危险化学品包装、储存、运输的技术要求 ----------31
3.3 生产过程中的危险、有害因素辨识结果 ----------31
3.4 “两重点、一重大情况” ----------31
4 评价单元划分与安全评价方法的选择 ----------34
4.1 评价单元的划分 ----------34
4.2 安全评价方法的选择 ----------35
5 定性、定量分析危险、有害程度的结果 ----------36
5.1 固有危险程度的分析 ----------36
5.2 风险程度评价结果 ----------37
6 安全条件分析 ----------39
6.1 建设项目内在的危险、有害因素和建设项目可能发生的各类事故，对建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响 ----------39
6.2 建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活对建设项目投入生产或者使用后的影响 ----------40
6.3 建设项目所在地的自然条件对建设项目投入生产或者使用后的影响 ----------41
7 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性 ----------45

7.1 主要技术、工艺和装置、设备、设施的安全可靠性 ----------45
7.2 主要装置、设施与危险化学品生产储存过程匹配情况分析 ----------46
7.3 配套和辅助工程满足安全生产情况分析 ----------46
8 安全对策与建议 ----------47
8.1 建设项目的选址安全对策措施 ----------47
8.2 主要技术、工艺或和装置、设备、设施安全对策措施 ----------49
8.3 生产或者储存过程配套和辅助工程安全对策措施 ----------56
8.4 建设项目安全管理安全对策措施 ----------77
9 评价结论 ----------87
10 与建设单位交换意见的情况结果 ----------89
附件 1 安全评价依据 ---------- 90
附件 1.1 法律 ---------- 90
附件 1.2 法规 ---------- 91
附件 1.3 规章 ---------- 91
附件 1.4 规范性文件 ---------- 92
附件 1.5 标准、规范 ---------- 94
附件 1.6 其他 ---------- 98
附件 2 化学品理化性能指标、包装、储存、运输的技术要求 ---------- 99
附件 3.1 甲烷 ---------- 99
附件 3.2 乙烯 ---------- 99
附件 3.3 丙烷 ---------- 99
附件 3.4 异戊烷 ---------- 99
附件 3.5 氮气 ---------- 99
附件 3 危险有害因素辨识过程 ---------- 100
附件 3.1 主要危险有害因素 ---------- 100
附件 3.2 施工、检维修过程的危险有害因素分析 ---------- 114
附件 4 选用的安全评价方法简介 ---------- 119
附件 4.1 安全检查表法 ---------- 119
附件 4.2 预先危险性分析法 ---------- 120
附件 4.3 区域定量风险分析（QRA） ---------- 120
附件 5 定性、定量分析危险、有害程度的过程 ---------- 121
附件 5.1 安全检查表法 ---------- 121
附件 5.2 预先危险分析 ---------- 121
附件 5.3 区域定量风险分析（QRA） ---------- 124
附件 6 报告附件 ---------- 125

1 安全评价工作经过

1.1 前期准备情况

为了做好评价工作，我们在开展工作之前，首先根据建设项目的实际情况，与建设单位协商确定安全评价对象和范围。在此基础上成立了评价小组、专家小组；确定了评价组负责人；编制了评价大纲；收集了评价工作所需法律法规及标准规范；进行了项目风险分析等。在充分熟悉企业提供资料的基础上，对建设项目的选址进行了现场勘察，为做好安全评价工作进行了较为充分的前期准备。

1.2 安全评价目的

（1）明确本项目存在的主要危险、有害因素及其产生的危险、有害后果；对本项目在生产危险化学品过程中固有的危险、有害因素进行定性或定量的分析，对其控制措施进行评价；

（2）提出消除、预防或减弱装置危险性、提高装置安全运行等级的对策措施，为本项目安全设施的设计提供依据，并使之在施工阶段得以实施，以最终实现本项目的本质安全化；

（3）为当地行政审批部门实施安全条件审查提供技术支撑。

1.3 评价对象和范围

受辽宁海洋石化精细化工有限责任公司的委托，并与辽宁海洋石化精细化工有限责任公司协商，确定本次安全评价的范围包括本项目所涉及的周边

环境及总平面布置、工艺流程、设备设施、公用工程及安全管理等，具体如下：

1）项目的选址及总平面布置；

2）新建：主要生产装置（新建 1.5 万方/天撬装天然气液化装置、LNG 装车鹤位）；

3）依托：

①本项目依托《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司 12 万吨/年清洁燃料加工及苯储存项目》（以下简称“气分项目”）新建区域变配电室配、地面火炬；

②依托厂区东侧原有 1 座控制室本项目新增控制系统及操作站。依托厂区原有消防水池及泵房、事故水池、蒸汽锅炉、污水处理设施、循环水设施、空压、制氮等。本评价项目依托原有设施及依托原公辅工程本期不再建设，仅评价对于本项目适用性及生产运行过程所存在的危险有害因素，其他方面不在本次评价范围内。

1.4 工作经过和程序

前期准备工作完成后，我公司项目组对本项目进行了安全评价，具体的评价程序如图 1.4-1 所示：

图 1.4-1　评价程序图

2 建设项目概况

2.1 建设单位基本情况

辽宁海洋石化精细化工有限责任公司成立于2006年8月11日，注册场所位于辽宁省葫芦岛高新技术产业开发区高新九路30-1，企业类型为有限责任公司（法人独资），法定代表人为王天麒。经营范围：许可项目：燃气经营；危险化学品经营；危险化学品生产；原油批发；移动式压力容器/气瓶充装；危险化学品仓储；成品油批发。一般项目：石油天然气技术服务；石油制品制造（不含危险化学品）；石油制品销售（不含危险化学品）；单位后勤管理服务。

辽宁海洋石化精细化工有限责任公司包括危险化学品的生产及经营业务，分别取得安全生产许可证和危险化学品经营许可证。

其中安全生产许可证编号为（辽）WH安许证字〔2023〕1265，许可范围：石油气〔液化的〕；石脑油；溶剂油。

辽宁海洋石化精细化工有限责任公司危险化学品经营业务包括两部分：批发（无储存）和有储存经营。危险化学品经营许可证编号为：21149913202600005。

根据《辽宁省危险化学品生产企业安全生产许可证颁发管理实施细则》新建、改建、扩建项目（以下简称建设项目）经验收合格，且许可范围（产品、生产能力、工艺系统）发生变更的，应当申请变更安全生产许可证。本项目产品LNG为危险化学品，因此该项目竣工验收后应申请变更安全生产许可证，增加本项目LNG产能。

2.2 建设项目概况

2.2.1 项目基本信息

项目名称：辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目（天然气液化装置部分）

建设单位：辽宁海洋石化精细化工有限责任公司

项目地点：辽宁省葫芦岛市高新技术产业开发区高新九路 30-1，辽宁海洋石化精细化工有限责任公司现有厂区内。

建设性质：新建项目

项目总投资：4000.00 万元

天然气液化部分总投资：3000.00 万元

项目总新增占地面积：1984 ㎡

天然气液化部分新增占地面积：1136.9 ㎡（其余为天然气调质部分）

劳动定员：新增劳动定员 12 人

工作制度：本项目操作人员采用四班三倒制，管理人员执行白班制

建设内容：新建 1.5 万方/天撬装天然气液化装置、LNG 装车位鹤位，具体情况如下：

1）本项目拟在现有厂区压缩天然气加气站北侧空地新建 1 套天然气液化撬将管道天然气液化为 LNG；

2）本项目在《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司 12 万吨/年清洁燃料加工及苯储存项目》（以下简称“气分项目”）装卸车场最北侧预留位新建本项目 LNG 装车站台 2 座，每座站台两侧各布置 1 台装车鹤管，共 4 台装车鹤管。

2.2.2 立项批复及产业政策符合性

辽宁海洋石化精细化工有限责任公司于 2025 年 09 月 30 日取得葫芦岛

高新技术产业开发区经济发展局核发的《关于<辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目〉项目备案证明》（高开发备〔2025〕11号）。

经查阅《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行），本项目不属于“目录”中限制类、淘汰类建设项目，符合国家产业政策。

采用的工艺设备不属于《淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）》（安监总科技〔2015〕75 号）、《淘汰落后安全技术工艺设备目录（2016 年）》（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）的通知》（应急厅〔2020〕38 号）、《应急管理部办公厅关于印发〈淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）〉的通知》（应急厅〔2024〕86 号）中所列的淘汰工艺设备。

经查阅《辽宁省工业和信息化厅 发展和改革委员会 自然资源厅 生态环境厅 住房和城乡建设厅 交通运输厅 应急管理厅关于公布辽宁省化工园区专项整治复核认定名单的通知》（辽工信石化〔2026〕26 号），本项目所在葫芦岛高新技术产业开发区化工园区已经通过化工园区复核认定。

经查阅《关于进一步规范全省化工项目准入管理工作的通知》（辽发改工业〔2024〕66 号）、《关于进一步规范重点行业工业投资项目管理加强事中事后监管工作的通知》（辽发改工业〔2020〕636 号），本项目符合辽宁省化工项目准入要求。

经查阅《葫芦岛市人民政府办公室关于印发葫芦岛市禁止、限制和控制危险化学品目录的通知》（葫政办发〔2020〕103 号），本项目涉及的危险化学品不属于葫芦岛市禁止、限制的控制的危险化学品，符合相关要求。

经查阅《葫芦岛高新技术产业开发区化工园区危险化学品禁止、限制和控制目录（试行）》（葫高管发〔2024〕11 号）、《葫芦岛高新技术产业开

发区－化工园区项目准入条件（试行）》（葫高管发〔2024〕10 号）、《葫芦岛高新技术产业开发区化工园区项目准入与退出制度》（葫高管发〔2023〕10 号），本项目涉及的危险化学品不属于园区禁止、限制的控制的危险化学品，符合园区项目准入条件。

2.3 主要技术、工艺水平对比情况

天然气液化是将气态天然气通过降温或加压的方式转化为液态的过程，主要目的是大幅缩小体积，从而实现高效储存与远距离运输。

该技术广泛应用于液化天然气（LNG）的生产，已成为全球能源贸易的重要组成部分。辽宁海洋石化精细化工有限责任公司（简称：海洋石化，甲方）与蚌埠市新达压缩机制造有限公司（简称：蚌埠新达，乙方）和中科泓能（北京）科技有限公司（简称：中科泓能，丙方）就 $1.5\times10^4Sm^3/d$ 撬装 LNG 项目的工艺包设计、成套撬装设备设计、制作、供货、运输、指导开车调试及相应的技术服务等签订了技术协议。

该天然气液化技术首先将管道天然气稳压计量后进入压缩工序，增压至 5.0MPaG，随后通过 MDEA（50%N-甲基二乙醇胺水溶液）脱酸系统脱除 CO_2，再经干燥脱汞系统去除水分和汞杂质。净化气进入冷箱，在混合冷剂制冷循环作用下冷却至约-160°C 液化，生成 LNG，液化后的 LNG 减压进闪蒸罐，经闪蒸分离后 LNG 产品经 LNG 泵送装车区装车外销，装车过程中产生的 BOG 经回收压缩后返回系统，系统设有放空系统保障安全。

撬装 LNG 装置主要包括：稳压计量、原料压缩、脱酸、干燥去水、深冷液化及分离、LNG 装车、BOG 回收系统、放空系统。

该天然气液化工艺为国内外广泛使用的成熟天然气深冷液化工艺，工艺采用自动化控制。装置以 PLC 系统实现集中管控，爆炸危险区仪表采用隔爆等符合国标要求的防爆型式，防爆级别组别为 IIBT4，室外仪表防护等级

不低于 IP65。气动阀在故障时可触发安全状态，依托先进自控与安全仪表技术，保障易燃易爆天然气装置安全平稳连续运行。

根据技术转方提供的资料，该液化工艺成套撬装设备已经在山东卓荐能源科技有限公司、陕西三元金泰实业发展有限公司等多家企业建成并安全运行，与本项目对比情况如下表：

表 2.3-1　工艺对比情况表

2.4 地理位置、用地面积和生产或者储存规模

2.4.1 地理位置及周边环境

辽宁海洋石化精细化工有限责任公司厂区位于葫芦岛市高新技术产业开发区高新九路 30-1（属于葫芦岛高新技术产业开发区化工园区）。

辽宁海洋石化精细化工有限责任公司厂区东侧为兴园路，同侧有一架空电力线（寺儿堡农电线路 10kV），南侧为高新九路，隔园区道路为一架空电力线（高化一二线 10kV）、污水处理有限公司，西侧为辽宁兴创醇基燃油有限公司办公楼及甲类罐组，北侧为原为团南村，现居民已搬迁。本项目新建天然气液化撬拟建于辽宁海洋石化精细化工有限责任公司现有压缩天然气加气站北侧；新建 LNG 装车鹤位在装卸车场最北侧。

该企业地理位置见图 2.4-1，周边环境卫星图见图 2.4-2，项目周边情况示意图见图 2.4-3，本项目与相邻工厂或设施的防火间距见表 2.4-1。

图 2.4-1　企业地理位置图

图 2.4-2　周边环境卫星图

注：图中灰色部分为本项目新建天然气液化撬及 LNG 装车鹤位

图 2.4-3　项目周边情况示意图

表 2.4-1　项目与相邻工厂或设施的防火间距表

2.4.2 用地面积

本项目新建天然气液化撬装置占地面积 1136.9 ㎡；新建 LNG 装车鹤位在“气分装置”装卸车场北侧预留位建设，不新增占地面积。

2.4.3 自然条件

本项目拟于葫芦岛市高新技术产业开发区高新九路 30-1（辽宁海洋石化精细化工有限责任公司内）建设，葫芦岛地区地貌属微丘地貌，地势比较平坦，可以满足道路运输和消防安全等要求。

葫芦岛市依山临海属北温带季风气候，四季分明，寒暑显著。

（1）气温

多年平均气温	9.6℃
极端最高气温	41.5℃
极端最低气温	-26.7℃
最大冻土深度	112cm

（2）降水

多年平均降水量	550mm
年最大降水量	1456.8mm
日最大降水量	246.8mm

降水大多集中在 6～9 月份，占全年降水量的 62.5%，12 月至次年 2 月降水量很少，仅占全年的 8%。

（3）相对湿度

年平均相对湿度	45%

（4）风速

多年平均风速	3.8m/s

多年瞬时最大风速	35m/s
（5）雷暴日	
年雷暴日	28.5d
（6）地震影响分析	
本地区抗震设防烈度	6 度
设计地震分组	第一组
设计基本地震加速度值	0.05g
设计特征周期	0.4s
（7）其他	

地质结构简单，地层均匀稳定，工程地质条件好（上部地层为山前冲积沉积物，下部为强风化花岗岩岩体），无大的不良工程地质现象和特殊软弱地层。地下水位较低，对拟建设施影响较小。建筑场地类别为II类，属中软场地土。地下水位：7m～8m 深（枯水期），地下水对建、构筑物基础和混凝土没有腐蚀作用，对工程无较大影响。

2.4.4 生产方案与规模

本项目新建 1.5 万方/天撬装天然气液化装置，项目建设完成后，天然气液化能力约为 500 万方/年，液化天然气（LNG）液化产能为年产 8000m³/a，约 3570 吨。因 LNG 属于危险化学品，因此本项目建成后该公司应申请办理危险化学品生产许可证。

本项目具体生产规模及产品指标见表 2.4-2。

表 2.4-2　生产规模一览表

2.5 主要原辅材料和品种名称、数量和储存

本项目主要原料为管道天然气，管道天然气来源于厂区现有天然气管网（锦州 20-2”天然气分离厂管网输送，D159×6mm，压力 0.6MPa），管网供

气能力 2400 万 Sm^3/a，本项目原材料使用量 512 万 Sm^3/a，原材料供给能力可以满足项目需求。原材料不需储存。本项目主要来原情况见表 2.5-1。辽宁海洋石化精细化工有限责任公司提供的天然气管网原料气组分及除杂液化后 LNG 组分情况见表 2.5-2。

表 2.5-1　原材料来源情况表

表 2.5-2　原料气组分及除杂液化后 LNG 组分一览表

2.6 建设项目选择的工艺流程和选用的主要装置（设备）和设施的布局及其上下游生产装置的关系

2.6.1 工艺流程

本项目工艺流程主要包括：过滤计量、原料压缩机、脱碳撬、干燥脱汞撬、液化冷箱撬、制冷压缩橇、装车臂、BOG 回收单元、放空系统等。工艺流程框图见图 2.6-1。

图 2.6-1　工艺流程框图

1）稳压计量撬

来自界外管网天然气（0.5MPaG、25℃）过滤有可能存在机械杂质和液体颗粒，经计量后，进入原料压缩工序（原料气计量采用双通路模式）。

2）原料压缩撬

经过滤器和计量后先进入原料压缩撬，天然气管网进装置界区设置紧急切断阀。

原料气进入压缩撬后，先进入原料气缓冲罐 V-1201，再由原料气压缩机 C-1201 进行一级压缩。压缩后的原料气（约 1.6MPa）通过级间换热器 E-1201 冷却至 40℃左右，经级间分离器 V-1202 进入原料气压缩机 C-1201 进行二级压缩，压缩至约 5.0MPa，然后经出口换热器 E-1202 冷却至 40℃左右，进入出口分离器 V-1203，原料气进入脱碳撬工序。

3）脱碳系统

脱酸反应方程式：

$CH_3NR_2+CO_2+H_2O\rightarrow[CH_3NHR_2]^++HCO_3^-$　　$\Delta H\approx$-52kJ/mol

MDEA（50%N- 甲基二乙醇胺水溶液）再生反应方程式：

$[CH_3NHR_2]^++HCO_3^-\rightarrow CH_3NR_2+CO_2\uparrow+H_2O$　　$\Delta H\approx$+52kJ/mol

（1）原料气流股

自原料压缩橇来的原料气（约 5.0MPa）进入吸收塔 T-1301 底部，自下而上通过吸收塔，与自上而下喷淋的 MDEA 贫液充分接触，原料气中的 CO_2 被充分吸收进入液相，原料气从塔顶排出进入吸收塔顶冷却器 E-1301，降温至 40℃左右的原料气经吸收塔顶分离器 V-1301 分离后，气相原料气进入干燥撬工序；液相经分离器液位调节阀 LV-13102 汇集至吸收塔底富液管线后，与吸收塔 T-1301 塔底富液一并经贫富液换热器 E-1302 进入再生塔 T-1302。

（2）脱酸胺液流股

MDEA 贫液由再生塔 T-1302 经贫液泵 P-1301A/B 增压后，进入吸收塔

T-1301 顶部，自上而下喷淋。与自下而上的原料气充分接触，吸收原料气中的 CO_2 后，富液自吸收塔 T-1301 塔底经吸收塔液位调节阀 LV-13101 进入贫富液换热器 E-1302，与来自再生塔 T-1302 塔底的贫液热交换升温至 100℃左右，进入再生塔 T-1302 顶部喷淋，由再生塔底部进入再沸器 E-1304 中，以 180℃蒸汽为热源，充分加热后返回再生塔 T-1302，生成的 CO_2 上升外排。

生成的贫液经塔底排出进入贫富液换热器 E-1302 进行预降温，之后进入贫液冷却器 E-1303，由循环水降温至 40℃左右，由贫液泵 P-1301A/B 增压后输送至吸收塔 T-1301，通过流量调节阀 FV-13201 控制贫液输送流量。

在贫液泵后且贫液流量调节阀前增加溶液过滤系统（亦是泵后回流系统），回流的胺液经溶液过滤器 F-1301 处理后返回至泵前。吸收塔 T-1301、再生塔 T-1302 底部低位设置停车排液管线至溶液储罐 V-1304。

（3）酸气流股

生成的 CO_2 经再生塔 T-1302 塔顶排出后进入酸气冷却器 E-1305，经循环水降温至 40℃左右，进入酸气分离器 V-1303 进行气液分离。CO_2 经压力调节阀 PV-13401 调节后，高点安全排放，排放量 6Nm^3 /h；液相经分离器液位调节阀 LV-13401 进入溶液储罐 V-1304。

（4）胺液补液流股

为补充胺液系统的损耗，溶液储罐 V-1304 的贫液由补液泵 P-1302A/B 输送至贫富液换热器 E-1302 前的富液管线内。溶液储罐 V-1304 设置胺液加热器 E-1307（热源为蒸汽），为胺液在低温状态时加热。

4）干燥脱汞撬

干燥吸附流股：（以 A 塔吸附，B 塔再生为例）

（1）A 塔吸附：来自脱碳撬的原料气，进入干燥塔 T-1401A 进行吸附脱水，经干燥后的产品气体露点低于-70℃，进入脱汞塔 T-1402（微量汞吸附于塔内活性炭材质吸附填料中，周期性更换活性炭填料，活性炭填料作为

危废委托专业处置单位处理），再经粉尘过滤器 F-1403 进入液化冷箱撬工序。

（2）B 塔再生：以出 A 塔后干燥气作为再生气，通过循环风机 C-1401，进入干燥再生气加热器 EH-1401 加热后，进入 B 塔进行脱水，然后由干燥再生气冷却器 E-1402 冷却（冷源为循环水），进入干燥再生分离器 V-1401 后，气相返回 A 塔进气入口，进入 A 塔吸附。分离器液相经由分离器液位调节阀 LV-14101，排出至界外污水处理设施。

5）液化冷箱撬工艺流程

净化好的原料气进入冷箱，经过换热器温度降至约-160℃，减压至 0.2MPaG 进入 LNG 闪蒸罐。在 LNG 闪蒸罐中，液相 LNG 产品自底部流出经 LNG 泵送至装车区，气相 BOG 产品经调压后进入 BOG 回收系统。

6）冷剂压缩撬

本系统采用高效混合制冷剂循环，天然气液化所需冷量由混合制冷剂压缩机提供。混合制冷剂由甲烷、乙烯、丙烷、异戊烷和氮气组成，利用各组分沸点的不同在各换热器内冷凝并过冷，经阀减压进入返流制冷剂中，依次冷却不同温区的原料气及正流制冷剂，返流制冷剂被复热后出冷箱进入混合制冷剂压缩机循环压缩。

7）LNG 装车

本项目未设计 LNG 储存环节，产出 LNG 经低温绝热管道输送至装车系统装车。本项目撬装设备及 LNG 管道设计时已考虑临时停机或故障停机导致 LNG 气化超压工况，对设备及管道设计压力冗余设计，并设置安全阀等泄放装置，此外系统具备 BOG 气体回收功能。

充装系统拟包括 2 个充装站台、LNG 装车鹤管 4 台。自 LNG 输送泵 P1801AB 来的 LNG（约-160℃），输送至装车臂实现 LNG 装车。LNG 装车 B-1901A/B、B-1902A/B，装车时 LNG 装车臂液相接头与 LNG 槽车进液口

连接，装车臂气相接头与 LNG 槽车的气相口连接。装车气相经 BOG 空温器 E-1901 复温进入 BOG 压缩撬。

8）BOG 回收系统

来自装车臂系统的 BOG，通过 BOG 空温器 E-1901 复温后和闪蒸罐产出 BOG，进入 BOG 缓冲罐 V-2101，经 BOG 压缩机 C-2101 增压后返回液化撬前端天然气管线。

9） 放空系统

本项目放空系统用来保证所有工艺装置在正常、事故、紧急和非正常工况下产生的易燃气体能够及时、安全、可靠地放空，经测算事故状态天然气放空流量为 640Sm³ /h 约为 0.5t/h。本项目放空系统依托“气分项目”新建一套封闭式地面火炬系统，设计处理规模 120t/h。

依托的地面火炬采用封闭式地面火炬结构，主要由燃烧炉、燃烧器、防风墙、自动点火系统、长明灯、分液罐、水封罐等组成。地面火炬燃烧炉筒体直径为Φ13.5m，火炬筒体高 30m，基础柱高 3.5m，地面火炬总高 33.5m。防风墙直径为Φ19m，高 10m。火炬气排放管道直径为 DN550，设置 6 级排放。燃烧筒体结构上轻下重，分级隔热，炉膛无脉震；燃烧器采用多喷孔结构，可将大股火炬气分成许多小股，以利其和空气的混合燃烧；采用节能长明灯，引射配风技术，每支长明灯配 1 支点火器。

该封闭式地面火炬系统，设计处理规模 120t/h，主要用于处理“气分项目”气分装置、液化烃罐组、原常压装置以及本项目天然气液化撬装置安全放空。其中气分装置排放量 66t/h，液化烃罐组排放量 85t/h，原常压装置排放量 5t/h，本项目天然气液化装置排放量 0.5t/h。根据《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》（SH3009-2013）第 6.2.1 条，全厂最大排放量为 85+（66+5+0.5）×30%=106.45t/h，地面火炬设计处理规模 120t/h 满足本项目的要求。

10） 保冷措施

本项目液化撬生产的液化天然气-160℃，设备冷箱保冷采用珠光砂，LNG 管道为单层不锈钢管道，外部采用聚氨酯管壳材料保冷。

2.6.2 上下游生产关系

本项目橇装天然气液化装置原料接自厂区原有天然气管网，经液化后送往 LNG 鹤管装车，液化橇与 LNG 装车属于上下游关系。

2.6.3 主要装置和设施布局

本项目新建天然气液化撬拟建于辽宁海洋石化精细化工有限责任公司现有厂区的压缩天然气加气站北侧；新建 LNG 装车鹤位在装卸车场最北侧鹤位。

本项目新建橇装天然气液化装置东侧为液碱罐区、南侧为压缩天然气加气站、西侧为气分装置区、北侧为可燃液体罐组。

新建 LNG 装车鹤位在装卸车场最北侧鹤位，装卸车场泵棚的东侧为区域配电室、消防水罐及危废间；南侧为厂区围墙；西南侧布置地面火炬及配套分液罐和水封罐、初期雨水及事故池。

装置区、装卸区设环形消防车道，路面宽度 6m，路面内缘转弯半径 12m，路面上最小净空 5m，消防车道的布置满足消防安全要求。

总平面布置具体详见附件总平面布置图。总平面布置示意图见图 2.5-2。企业内建（构）筑物之间的防火间距见表 2.6-1。

图 2.6-2　总平面布置情况示意图

表 2.6-1　企业内建（构）筑物之间的防火间距表

2.7 建设项目配套和辅助工程名称、能力（或者负荷）、介质（或者物料）来源

2.7.1 给排水

1）给水水源

厂区生产、生活及消防给水水源为葫芦岛开发区市政给水管网（水压为0.4MPa）。

（1）新鲜水系统

新鲜水接自厂区原有给水管网。水温为 15℃，水压为 0.4MPa。本项目新增劳动定员 12 人，生活用水量为 90L/d·人，年用生活用水量为 359.64m³。本项目地面及设备冲洗废水用量约为 0.5m³/h，年需新鲜水 400m³。综上，本项目年用水量合计为 759.64m³/a，供水能力可以满足本项目需求。

（2）循环水系统

本项目循环水依托厂区原有厂区循环水场，设有水池、400m³/h 冷却塔和 2 台（1 用 1 备）循环水泵（Q=400m³/h，H=50m），循环水供应能力为 400m³/h，水压为 0.5MPa，pH 值为 6～9，污垢系数≤0.0004 ㎡·h·℃/kcal。本项目循环水用水量为 78m³/h，厂区其他装置循环水用量为 265m³/h，富余 144m³/h，因此循环水供给能力满足需求。

（3）消防水

依托厂区原有容积为 2000m³ 的消防水池，分为两格，每格容积为 1000m³，并设有连通阀。消防水池补水量为 48m³/h，补水时间为 42h，可满足本项目需求，消防水量计算详见 2.7.7 消防章节。

2）排水

项目生产过程产生的废水主要有：生活污水、冲洗地面废水、前期雨水、生产装置排水、雨水排水、事故污水等。

生产装置排出的生产污水经污水处理系统处理达到排放标准后同和生活污水排出装置一并排入葫芦岛开发区市政排水管网系统。

初期雨水同含油污水一并排入厂区污水系统，厂区清净雨水排入清净雨水系统，雨水靠竖向标高经管线收集排放至装置外，由装置外葫芦岛高新技术产业开发区市政雨水管网收集。

厂区设有终端事故缓冲池的容量为2700m^3，用于事故状态下的事故水收集。

2.7.2 供配电

1）供电电源

本项目供电电源依托“气分项目”建设的1座区域变配电室，内设2台2000kVA干式变压器，其中气分项目用电负荷约975.17kW（其中二级及以上负荷约667.85kW），天然气调质撬用电负荷约572.6kW，本项目用电负荷约509.25kW，接入该变配电室总阀总负荷2057.02kW，供电能力能够满足本项目要求。

变压器两路 10kV 电源分别引自高新 66kV 变电站 10kV 高园二线（供电容量 7220kVA）和高化一线（供电容量 5970kVA），平时分列运行，互为备用，当一路 10kV 出现故障，另外一路 10kV 能承担故障电源供电的全部二级及以上负荷。

低压侧采用母联备自投，2 台变压器分列运行，当一路供电检修或故障，对应变压器退出运行，母联合闸，另一路变压器能同时满足运行所有二级及以上负荷，满足现行规范要求。

2）负荷等级

本项目天然气液化装置撬块、消防用电、视频监控为二级负荷，其余生产生活用电负荷为三级。

本项目控制系统、气体报警系统等一级负荷中特别重要负荷依托气分项目新建 2 台 UPS，每台 UPS 容量为 15kVA，采用双母线分列运行+STS 静态切换开关。电压：380V±15%；频率：50Hz±2.5Hz。UPS 已用容量 8kVA，剩余容量 7kVA，本项目一级负荷中特别重要负荷 1.5kVA，后备电池供电时间不小于 30min，满足要求。

火灾报警系统事故状态下采用自备专用蓄电池供电，满足火灾报警系统主电源事故时持续供电时间不少于 8h 的要求。

3）配电

本项目用电负荷由“气分项目”新建区域变配电室配出，采用放射式供电。变电所低压侧设有低压无功集中补偿装置。干线采用电缆沟敷设，个别支线采用桥架敷设，电缆出电缆桥架或电缆沟至用电设备采用穿管埋地敷设或穿钢管明敷设。电缆均选用阻燃的交联铜芯电缆，在室内外埋地敷设 30m 以内的电缆不带铠装；室外埋地敷设的电缆带铠装。至电动机电源采用 4 芯电力电缆。仪表信号电缆采用阻燃屏蔽电缆，防止电磁干扰。信号电缆在地上敷设时，采用在钢制电缆槽内敷设或穿镀锌钢管的方式，起到机械保护和防止电磁干扰的作用。

本项目爆炸危险区域内电气设备、仪表选用本安型或隔爆型，移动式设备（仪表）选用本安型，防爆级别选用 IIBT4，爆炸性环境内电气设备保护级别为 Gb，电动机防护级别为 IP54，其它电气设备、仪表等防护级别为 IP65。

4）照明

本项目照明采用设在变配电所内的专用智能型照明调控装置供电，专用照明配电盘上的工业照明电脑控制器，对照明设备实施稳压、调压、定时、

光量控制。

照明灯具均由专用照明配电盘通过安装在现场的照明配电箱供电。照明光源采用日光色荧光灯、LED 节能灯等，爆炸危险区域内的照明采用防爆型设备。

2.7.3 电信

该建设项目设有行政管理电话系统、生产调度无线通信系统、电视监控系统。

（1）行政管理电话系统

为便于对外通信联络，满足行政管理通讯的需要设有电话系统。

（2）生产调度无线通信系统

为使生产调度管理人员及时了解生产情况迅速地进行指挥、调度生产。控制室、车间现场等与生产密切相关的工作岗位均配备无线对讲机，本工程选用防爆等级为 dIICT5 的无线对讲机。

（3）网络电信

信息网络系统为建筑物内使用者提供各类有效信息的接受、交换、传输、存储、检索、显示和管理。

（4）工业电视监控

视频系统采用数字视频网络交换/切换模式的视频安防监控系统，采用具有数字视频输出的网络摄像机，采用集中存储方式。

工业电视监视系统用于监视装置的生产情况、设备运转状态、危险情况。电视监视系统为生产和管理提供连续、清晰画面，实现监视、报警、录像、回放、追溯等功能。监控主机柜放置于控制室。硬盘刻录机、电源装置、配线装置（光端机等）均安装于监控机柜。

2.7.4 供热及通风

1）蒸汽

本项目供热热源依托厂区原有锅炉房 2 台天然气蒸汽锅炉，每台供气能力 2t/h，蒸汽管网压力 1.0MPa，温度 184℃。厂区前期项目用气量为 0.5t/h，本项目用汽量为 1t/h，因此该锅炉供气余量可以满足本项目生产需求。

2）采暖

项目主装置为室外建、构筑结构，不需要设计采暖设施。

3）通风

项目主要生产装置采用露天布置，项目选择地自然通风情况良好，故采用自然通风。

2.7.5 防雷、防静电接地

1） 防雷

本项目天然气液化装置属于第二类防雷建筑物，所有工艺设备（包括转动机组、塔、框架、管线等设备）均设可靠接地。工作接地、保护接地及防雷防静电的接地装置应可靠地相连，整个装置区的接地装置构成一个封闭的接地网。工作接地装置、保护或重复接地装置、二类建筑物的接地装置，接地电阻均要求不大于 4 欧姆。

为防止雷电电磁脉冲对电子设备的损害，对微机系统，通信系统等电子设备需采用屏蔽电缆连接，合理布线并采取加装电子避雷器等措施限制侵入电子设备的雷电过电压。

2） 保护接地

本工程配电系统采用 TN-S 接地系统，设置单独 PE 线。按工艺需求设置工作接地与保护（安全）接地；防雷接地、防静电接地、电气保护接地、工作接地共用统一接地网。

所有电气设备金属外壳及要求接地的非用电设备均可靠接入接地网。仪表电缆桥架、仪表保护管、现场仪表及现场接线箱外壳的保护接地线，就近与已可靠接地的金属构件连接，确保接地可靠、电气通路连续。电缆桥架至少进行两处接地。一旦设备绝缘破损发生漏电，故障电流可通过接地网泄放，降低外壳对地电位，防止人员接触发生触电伤害；同时便于漏电保护装置、断路器及时动作切断电源，保障人身安全。

3）防静电

涉及天然气、混合冷剂等易燃介质的设备、管道设静电接地设施；可燃介质管道在进出装置区处、管道分岔处设置静电接地。为消除人体所带静电，天然气液化撬区、LNG 装车区设置本安型人体静电释放器。

可燃物料的设备及管道采取相应防静电接地措施，法兰之间、阀门之间采用铜线跨接。不同爆炸危险环境的边界、火灾爆炸危险场所内会产生静电危险的设备和管道设置静电接地设施。金属设备、管道、金属构架、钢平台、构筑物金属构件、固定设备（塔、容器、机泵、换热器、过滤器等）外壳做静电接地。防静电接地及接地跨接线采用编织软铜线。

2.7.6 自动控制

本项目以销定产，液化撬根据排产计划开停车，生产装置各项的参数检测引入厂区东侧原有 1 座控制室，本项目新增控制系统及操作站；通过 PLC 系统进行集中操作和管理。本项目设置独立的可燃和有毒气体检测报警系统。

1）控制室

本项目依托厂区东侧原有 1 座控制室，建筑面积 206.5m^2，本项目新增控制系统及操作站。在项目筹备阶段，企业委托青岛劳帕安全技术咨询有限公司对《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目》及同期建设的《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司 12 万吨/年清洁燃料加工及苯储存项目》进行抗爆计算，根据《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司建

筑物爆炸安全性评估报告》（青岛劳帕安全技术咨询有限公司，2025 年 12 月）评估结论：控制室、办公楼、食堂、门卫、办公楼（兴创公司）、消防泵房控制室（兴创公司）受到爆炸超压值小于 6.9kPa，依据《石油化工建筑物抗爆设计标准》（GB50779-2022）及《石油化工企业职业安全卫生设计规范》（SH/T3047-2021），风险是可以接受的，可以不需要抗爆设计。

2）控制系统

本项目天然气液化撬块仪表控制系统采用先进的 PLC 控制系统，可以满足本装置生产过程控制、检测、优化与管理的需要，并将主要设备的运行状态反馈均在控制室 PLC 控制系统上进行显示。

本项目涉及重点监管的危险化学品天然气。需经危险和可操作性研究（HAZOP）以及安全仪表系统 SIL 定级之后，确定安全仪表系统所需要的安全等级，对现场工艺参数进行检测和设备联锁控制。

本项目进料管线设置流量计及调节阀控制流量，设备配备有现场和远传功能的温度变送器、设有远传和现场显示功能的压力检测仪表，流量计、泵、阀门、热源阀门等设有气动调节阀联锁橇装设备内温度和压力等，设有在线分析仪表对系统内气体在线分析，系统设有偏离正常工况的报警及紧急切断功能。

3）可燃气体检测系统

在装置存在易燃、易爆或有毒气体的泄漏危险场所，设置可燃\有毒气体检测报警器，并将其接至控制室内报警器控制器。本项目涉及到易燃易爆化学品，按设计规范设置具备现场声光报警功能的可燃气体检测报警器，当检测到泄漏气体浓度超限时启动控制室内的报警系统，现场可燃气体及有毒气体检测报警器带有声光报警功能。其中可燃气体的一级报警设定值应小于或等于 25%LEL，可燃气体的二级报警设定值应小于或等于 50%LEL。

2.7.7 消防

1）消防设施

依托厂区原有容积为2000m^{3}的消防水池，分为两格，每格容积为1000m^3，并设有连通阀。消防水池补水量为48m^3/h，补水时间为42h。厂区设有消防、循环水泵房一座，设有2台（1用1备）消防水泵（Q=540m^3/h，H=70m，P=160kW）和2台（1用1备）消防稳压泵（Q=10L/s，H=80m，P=11kW）。消防水池及消防泵房的能力可以满足需要。

2）消防水

根据《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）第8.4.2条，厂区同一时间内的火灾处数规定，厂区占地面积小于1000000㎡，企业消防用水量按照同一时间最大一处火灾用水量确定，企业东厂区总占地面积小于1000000㎡，东、西厂区分别设置可独立可连通的稳高压消防水系统，同时发生火灾次数按照1处。

结合项目建设实际情况，本项目撬装装置及天然气液化撬采用移动式水枪。项目天然气液化撬最大消防用水量取35L/S，灭火时间按3小时计算，共需378m³消防储水量。项目LNG装车鹤管最大消防用水量取60L/S，灭火时间按3小时计算，共需648m³消防储水量。依托的消防水系统设有2000m³消防水池，可以满足本项目消防水需求。

3）灭火器

本项目主装置须按《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的要求配以相当数量的手提式或推车式干粉灭火器、手提式二氧化碳灭火器。

主装置区重要火灾危险场所设置MFT/ABC35型推车式干粉灭火器。控制室设置二氧化碳灭火器。

装置区、管廊下部等配置MF/ABC8型干粉灭火器，室外要配以消防箱，2具/箱。

2.7.8 氮气、压缩空气

1）压缩空气

本项目压缩空气依托厂区氮压机空压机厂房内 2 台螺杆式空气压缩机（型号为 BLT-20A-2.5/7），单台空气压缩机排气流量 150Nm³/h，合计供给能力 300Nm³/h，配置 1 台 10m³ 缓冲罐、1 台 9m³ 缓冲罐。厂区其他项目压缩空气用量 250Nm³/h，余量 50Nm³/h，本项目压缩空气用量 30Nm³/h，压缩空气供应能力可以满足本项目要求。

压缩空气管网 0.8MPa，露点小于-40℃。仪表气源采用清洁、干燥的空气，仪表空气的含尘粒径不大于 3μm，含尘量小于 1mg/m³，仪表空气中油分含量小于 1ppm。

2）氮气

本项目氮气主要用于设备、管线检修吹扫、置换等，依托厂区氮压机空压机厂房内设置的 1 台制氮机，制氮量 200m³/h，厂区原项目氮气用量 40Nm³/h，余量 160Nm³/h，本项目氮气用量 10Nm³/h，满足本项目的要求。

2.8 建设项目选用的主要装置（设备）和设施名称、型号（或者规格）、材质、数量和主要特种设备

本项目主要涉及的主要设备（含特种设备）具体情况如下格。

表 2.8-1　塔器、储罐等设备一览表

表 2.8-2　换热设备一览表

表 2.8-3　机泵设备一览表

表 2.8-4　压缩机、冷冻机、空冷等设备一览表

表 2.8-5　装卸车鹤管一览表

2.9 主要建（构）筑物

建（构）筑物一览表见表 2.9-1：

表 2.9-1　主要建（构）筑物一览表

2.10 劳动定员

2.10.1 企业工作制度

各级管理人员均实行常白班制，并按每周五天工作制。生产岗位操作工人采取“四班三运转”操作。其他岗位实行常白班制，并按每周五天工作制。海洋石化制定有领导带班制度，公司领导层轮岗进行值班带班。

2.10.2 劳动定员

本项目拟定员 12 人，其中管理人员 3 人（含专职安全管理人员 1 人），车间工作人员 9 人。

该公司原有定员 32 人，本项目拟定员 12 人，其中管理人员 3 人，装置工作人员 9 人。项目建成后企业定员共 44 人，目前企业配备 2 名专职安全管理人员满足 2%的要求，其中 1 人（曹明杨）为注册安全工程师，满足注册安全工程师占比 15%的要求。企业主要负责人（王天麒）、专职安全管理人员（刘鸣泽）均经葫芦岛市应急管理局培训考核合格，取得危险化学品生产企业从业人员考核合格证。

3 危险、有害因素的辨识结果及依据说明

3.1 危险化学品的理化性能指标

依据《危险化学品目录（2026 调整）》（应急管理部等十部门公告〔2026〕年第 3 号，2026 年 4 月 16 日施行）、《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）、《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ 230-2010）、《工作场所有害因素职业接触限值第一部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）、《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB 50016-2014）、《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）等对原料及产品进行分析，分析结果见表 3.1-1。

本项目涉及的物质中属于危险化学品的有：天然气（含压缩及液化）、氮气、乙烷、汞、CO_2，此外本项目冷剂压缩系统使用的混合冷剂由 CH_4（甲烷）、N_2（氮气）、C_2H_4（乙烯）、C_3H_8（丙烷）、IC_5H_{12}（异戊烷）组成，因此混合冷剂应属于危险化学品。

（1）天然气、乙烷、混合冷剂中的（乙烯）属于国家首批重点监管的危险化学品。

（2）本项目不涉及剧毒化学品。

（3）本项目干燥脱汞系统涉及的汞为高毒物质。

（4）本项目不涉及易制毒化学品。

（5）本项目不涉及易制爆危险化学品。

表 3.1-1　化学品的物化特性

3.2 危险化学品包装、储存、运输的技术要求

本项目原材料天然气为气态管道输送，产品 LNG（液化天然气为低温液体采用管道输送，万向鹤管充装到低温槽罐车。根据《化学品分类和标签规范》《危险货物运输包装通用技术条件》《危险货物运输包装类别划分原则》，并查阅《危险化学品安全技术全书》《新编危险物品安全手册》等资料，对本项目危险化学品储存、运输技术要求的分析结果，见附件 2。

3.3 生产过程中的危险、有害因素辨识结果

本项目的主要危险、有害因素为火灾、容器爆炸、管道爆炸、可燃气体爆炸；同时，还存在窒息、泄漏、触电、机械致害、物体打击、高处坠落、跌落、噪声与振动、厂（场）内车辆致害、低温冻伤、灼烫等。具体辨识结果，见表 3.3-1。

表 3.3-1 生产过程的危险、有害因素分析结果统计表

3.4 “两重点、一重大情况”

3.4.1 重点监管的危险化学品辨识

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》，本项目涉及的天然气、乙烷、混合冷剂中的（乙烯）属于重点监管的危险化学品。

3.4.2 重点监管的危险化工工艺辨识

根据《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》和《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》的规定，本项目不涉及重点监管的危险化工工艺。

3.4.3 危险化学品重大危险源辨识

（1）定义

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018），生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过规定的临界值，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分为以下两种情况：

1）生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，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、储存单元内存在的危险物质为多品种时，则按下式计算，若满足下式，则定为重大危险源：

式中：

S——辨识指标；

q1，q2，…，qn——每种危险物质实际存在量（t）；

Q1，Q2，…，Qn——与各危险物质相对应的生产场所或贮存区的临界量（t）。

（2）辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）的相关规定，危险化学品储罐以及其他容器、设备或仓储区的危险化学品的实 际存在量

按设计最大量确定。

对于危险化学品混合物，如果混合物与其纯物质属于相同危险类别，则视混合物为纯物质，按混合物整体进行计算。如果混合物与其纯物质不属于相同危险类别，则应按新危险类别考虑其临界量。

本项目无储存单元，本项目划分为 1 个生产单元：天然气液化撬单元。本项目危险化学品重大危险源辨识详见下表（天然气液化装置各设备按照设计最大量进行核实，实际运行过程中，闪蒸罐中液位控制在 20%左右；混合制冷剂存量约 0.45t，其组分为：甲烷 17%，丙烷 20%，乙烯 38%，异戊烷 13%，氮气：12%）。

表 3.4-1　危险化学品重大危险源辨识表

综上，本项目建成后不构成危险化学品重大危险源。

4 评价单元划分与安全评价方法的选择

4.1 评价单元的划分

4.1.1 评价单元的划分原则

评价单元就是在危险、有害因素识别与分析的基础上，根据评价项目和评价方法的需要，将系统分成有限的、确定范围的单元。

划分评价单元是为评价项目和评价方法服务，要便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性。

评价单元的划分原则：

1）以危险、有害因素的类别为主划分

（1）按工艺方案、工艺布置和自然条件、社会环境对建设项目（系统）的影响等综合方面的危险、有害因素分析和评价，宜将整个建设项目作为一个评价单元。

（2）将具有共性危险、有害因素的场所和装置划分为一个单元。

①按危险因素类别各划归一个单元，再按工艺、物料、作业特点划分成子单元分别评价。

②进行职业卫生评价时，宜按有害因素（有害作业）的类别划分评价单元。

2）按装置和物质特征划分

（1）按装置工艺功能划分。

（2）按布置的相对独立性划分。

（3）按工艺条件划分。

（4）按贮存、处理危险物质的潜在化学能、毒性和危险物质的数量划分。

（5）按事故损失程度或危险性划分。

4.1.2 评价单元的划分结果

根据上述评价单元的划分原则以及被评价项目的特点，将本评价项目划分为四个评价单元：

第一单元：选址及总平面布置单元

第二单元：生产装置单元

第三单元：公用工程及辅助设施单元

第四单元：安全管理单元

4.2 安全评价方法的选择

根据《安全评价通则》《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）对建设项目的安全评价要求，结合本项目危险、有害因素的类型及评价单元的特点，确定本安全评价采用的评价方法。

各单元评价方法选用情况详见表 4.2-1，各评价方法简介见附件 4。

表 4.2-1　安全评价方法及理由说明

5 定性、定量分析危险、有害程度的结果

5.1 固有危险程度的分析

5.1.1 定量分析建设项目中具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度（含量）、状态和所在的作业场所（部位）及其状况（温度、压力）

本项目具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度（含量）、状态和所在的作业场所（部位）及其状况（温度、压力），见表 5.1-1。

表 5.1-1 具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品统计表

5.1.2 定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度

按《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，根据评价的目的、要求和评价对象的特点、工艺、功能或活动分布，按照科学、合理、适用的原则，本设立评价定性分析该新建项目固有危险程度选择“安全检查表法”以及“预先危险性分析法”对生产系统中存在的危险、有害因素进行分析。

安全检查表见附件 5.1，预先危险分析见附件 5.2。

通过安全检查表，项目选址和厂区内总平面布置合理，符合国家标准要求。

通过预先危险性分析，该新建项目存在的危险、有害性及其危险等级如下：

III～IV（危险的～灾难性的）：火灾、容器爆炸、管道爆炸、可燃气体爆炸；

II级（临界的）：窒息、泄漏、触电、机械致害、物体打击、高处坠落、

跌落、厂（场）内车辆致害、灼烫、低温冻伤、噪声与振动。

对上述可能产生的各种危险、有害因素在预先危险分析评价表中已提出初步的防范对策。

5.1.3 定量分析建设项目安全评价范围内和各个评价单元的固有危险程度

1）具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量

本项目不涉及具有爆炸性的危险化学品。

2）具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量见表 5.1-2：

表 5.1-2　具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

3）具有毒性的化学品的浓度及质量

本项目不涉及剧毒和高毒的危险化学品。

4）具有腐蚀性的化学品的浓度及质量

本项目不涉及腐蚀性的化学品。

5.2 风险程度评价结果

5.2.1 危险化学品泄漏的可能性

本项目涉及到的天然气等易燃物质。在生产场所，如果因设备、管道、阀门等设计不合理、选择材质不符合要求、制造质量不过关以及密封不严或因工艺控制过程中出现超压运行等情况，可能发生危险化学品的泄漏；由于作业人员违章操作或操作不当也有可能造成泄漏。

5.2.2 危险化学品泄漏后造成事故的条件和时间

易燃化学品天然气、混合制冷剂等在输送及生产过程中如果因设备设施损坏，造成泄漏，同时遇到明火或其他点火源，会立即着火。

天然气的爆炸极限为 5%～16%，乙烯的爆炸极限为 2.7～36%，丙烷的

爆炸极限为2.1～9.5%，异戊烷的爆炸极限为2.1～9.5%。

在生产所造成泄漏，当空气中的浓度达到爆炸极限时，遇到明火、火花或高热热源会立即引起爆炸。

5.2.3 出现具有毒性的化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限值的时间

该新建项目涉及的危险化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限值的时间受泄漏速度、泄漏量及空间环境等因素影响。

5.2.4 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围

根据事故后果模拟分析，该新建项目各生产装置出现爆炸、火灾事故造成人员伤亡的范围见附件5.3.5事故后果计算。

6 安全条件分析

6.1 建设项目内在的危险、有害因素和建设项目可能发生的各类事故，对建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响

（一）建设项目周边情况

本项目选址位于辽宁海洋石化精细化工有限责任公司厂区内，厂区位于葫芦岛高新技术产业开发区化工园区，厂区紧邻京沈高速公路葫芦岛西出口、秦沈高速铁路葫芦岛北站102国道，距葫芦岛北高铁站5km，京沈高速公路口1.5km，区位和交通极为便利。厂区东侧道路同侧有一架空电力线（寺儿堡农电线路10kV）、园区道路，南侧为高新九路，隔园区道路为一架空电力线（高化一二线10kV）和污水处理有限公司，西侧为辽宁兴创醇基燃油有限公司，北侧为原为团南村，现居民已搬迁。

本项目严格按照国家相关法律法规及标准规范布置其建（构）筑物及设备（施），采用检查表对项目选址及总平面布置进行符合性检查分析后可知，其与周边的距离均符合《建筑设计防火规范（2018版）》GB50016-2014和《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》GB50160-2008等相关标准规范的要求。

（二）建设项目符合国家和当地政府产业政策与布局情况

经查阅《产业结构调整指导目录（2024）》，天然气液化及调质项目（天然气液化装置部分）不属于限制类和淘汰类工艺，项目选址符合国家和当地政府产业政策与布局。

（三）建设项目符合当地政府区域规划情况

本项目建设地点位于葫芦岛高新技术产业开发区化工园区，高新技术产业开发区化工园区2021年成为辽宁省首批22家化工园区之一。经查阅《辽

宁省工业和信息化厅 发展和改革委员会 自然资源厅 生态环境厅 住房和城乡建设厅 交通运输厅 应急管理厅关于公布辽宁省化工园区专项整治复核认定名单的通知》（辽工信石化〔2026〕26号），本项目所在葫芦岛高新技术产业开发区化工园区已经通过化工园区复核认定。

（四）对建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响

以厂区边界为起点向厂区外延伸500m范围内没有居民区等敏感设施，本项目在生产过程中存在的危险、有害因素可能影响到周边单位生产、经营活动因素为火灾、爆炸，在正常情况下对周边设施不会造成影响。

当危险化学品意外泄漏后或生产装置故障引起的火灾或者爆炸事故可能对临近企业生产设施造成一定影响。主要以火灾烟雾、热辐射和火灾爆炸冲击波超压的影响。

在项目设计中采取相应的监测、报警、控制措施，可有效防止和控制其危险化学品跑、冒、滴、漏，同时，在应急预案中制定相应的告知、应急处置措施等，可将此类影响降至最低。

6.2 建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活对建设项目投入生产或者使用后的影响

本项目选址位于辽宁海洋石化精细化工有限责任公司厂区内，厂区东侧隔园区道路为葫芦岛华兴锆钛有限公司及园区消防队，南侧为高新九路，隔园区道路为污水处理有限公司，西侧为辽宁兴创醇基燃油有限公司，北侧为原为团南村，现居民已搬迁。周围无居民区，且无自然保护区、风景名胜区、水源保护区等需要特殊保护的用地。相邻企业中，辽宁兴创醇基燃油有限公司、葫芦岛高新区污水处理有限公司和葫芦岛华兴锆钛有限公司具有一定的危险性，上述单位可能会发生爆炸或有毒气体扩散事故，会对本项目的设备设施和人员造成一定影响，主要是以爆炸的冲击波产生的碎片贯穿式破坏、

冲击波超压影响和造成人员中毒窒息的主要影响。本项目周边 500m 范围内没有居民区和生活区，因此居民生活不会对本项目造成影响。

周边企业与本项目的安全距离符合《建筑设计防火规范（2018 版）》GB50016-2014 和《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》GB50160-2008 等相关标准规范的要求，影响可以接受。

6.3 建设项目所在地的自然条件对建设项目投入生产或者使用后的影响

6.3.1 项目所在地自然条件

该地区地貌属微丘地貌，地势比较平坦，可以满足道路运输和消防安全等要求。

葫芦岛市依山临海属北温带季风气候，四季分明，寒暑显著。

（1）气温

多年平均气温	9.6℃
极端最高气温	41.5℃
极端最低气温	-26.7℃
最大冻土深度	112cm

（2）降水

多年平均降水量	550mm
年最大降水量	1456.8mm
日最大降水量	246.8mm

降水大多集中在 6～9 月份，占全年降水量的 62.5%，12 月至次年 2 月降水量很少，仅占全年的 8%。

（3）相对湿度

年平均相对湿度	45%

（4）风速

多年平均风速	3.8m/s
多年瞬时最大风速	35m/s

（5）雷暴日

年雷暴日	28.5d

（6）地震影响分析

本地区抗震设防烈度	6 度
设计地震分组	第一组
设计基本地震加速度值	0.05g
设计特征周期	0.4s

（7）其他

地质结构简单，地层均匀稳定，工程地质条件好（上部地层为山前冲积沉积物，下部为强风化花岗岩岩体），无大的不良工程地质现象和特殊软弱地层。地下水位较低，对拟建设施影响较小。建筑场地类别为II类，属中软场地土。地下水位：7m～8m 深（枯水期），地下水对建、构筑物基础和混凝土没有腐蚀作用，对工程无较大影响。

6.3.2 建设项目所在地自然条件对本项目的影响分析

自然因素形成的危害或不利影响，一般包括地震、不良地质、雷击、洪水等因素，各种危害因素的危害性各异，其出现和发生的可能性、概率大小不一，危害作用范围及所造成的后果均不相同。

（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。

直接灾害对本项目储存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。这些现象可对装置区高大设备设施及地面造成严重的破坏。

次生灾害是由于地震时酿成的设备、管线破裂、引起火灾、爆炸、有毒物质泄漏、扩散，以致酿成重大火灾、爆炸、中毒等事故，造成人员伤亡，公路等交通中断，影响生产经营和日常生活。

本项目所在地区葫芦岛市连山区的抗震设防烈度为 6 度第一组，设计基本地震加速度值为 0.05g。如果建构筑物根据《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB50453-2008）确定抗震设防分类，按照《建筑抗震设计规范（2024 年版）》（GB/T50011-2010）和《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）的要求进行抗震设防，并采取有效的抗震措施后，由地震而引发的直接灾害及次生灾害所造成的影响能降至最低水平。

（2）地质、水文的影响

厂区附近无河流经过，厂址位于不受洪水威胁地带，或排水通畅、地势较低、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，地质、水文条件对生产影响较小。

（3）雷电的影响

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

本项目拟按照《建筑物防雷设计规范》的要求设置相应防雷措施，可以将雷电带来的损失降低到最小水平。

（4）低温危害

辽宁海洋石化精细化工有限责任公司所在地区的累年极端最低气温为-26.7℃，低温作业人员受环境低温的影响，操作功能随温度的下降而明显下

降，使注意力不集中，反应时间延长，作业失误率增多，甚至产生幻觉，对心血管系统，呼吸系统有一定影响。过低的温度会引起冻伤、体温降低甚至死亡。

7 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性

7.1 主要技术、工艺和装置、设备、设施的安全可靠性

（一）工艺安全可靠性分析

1.本项目工艺方案（路线）自动化、机械化程度高，危险场所设置有可燃气体泄漏浓度报警器。

2.本项目生产不涉及重点监管危险化工工艺。天然气液化橇装设备设有PLC 自动控制系统，接入厂区原有控制室内，可实现在控制室远程操作控制，在本报告安全对策措施中将对采用自动控制、联锁切断手段予以补充。

3.本项目采用 PLC 自动控制系统，生产工艺过程实行实时控制，如温度、压力、流量控制等；在可能泄漏的区域设置可燃气体报警，以声光形式对探测到的异常状态进行报警。

（二）设备安全可靠性分析

本项目设备进行了全面且细致的规划与配置。所采用的生产设备均为成熟设备，由专业厂家成套供应，从源头上保障了设备的质量与性能稳定性。

在爆炸危险区域内，电气设备的选型严谨。均选用隔爆型设备，防爆级别组别为IIBT4，保护级别为 Gb。能够有效抵御爆炸风险，为设备在危险环境下的稳定运行提供坚实保障。

爆炸危险场所电缆采用阻燃铜芯电力电缆，这种电缆具备出色的阻燃性能，可有效降低火灾风险；其余区域则选用铠装铜芯电力电缆和交联电力电缆，以满足不同场景下的使用需求。

仪表信号电缆方面，采用阻燃屏蔽电缆，能够切实防止电磁干扰对信号传输的影响，确保信号的准确性与稳定性。当信号电缆在地上敷设时，采用在钢制电缆槽内敷设或穿镀锌钢管的方式，既为电缆提供了可靠的机械保护，

又能有效屏蔽电磁干扰，全方位保障仪表信号的可靠传输。

7.2 主要装置、设施与危险化学品生产储存过程匹配情况分析

天然气液化是将气态天然气通过降温或加压的方式转化为液态的过程，主要目的是大幅缩小体积，从而实现高效储存与远距离运输。本项目原料天然气来自管道供气，气源稳定可以满足本项目日常生产的需要。

7.3 配套和辅助工程满足安全生产情况分析

本项目配套和辅助工程的需求和供应情况，见表 7.3-1。

表 7.3-1　配套和辅助工程的需求量和供应量情况统计表

小结：本项目的主要工艺和装置、设备、设施的安全可靠性能够满足生产需要，项目的辅助、配套工程符合安全生产的需求，因此能够保证整个系统的安全可靠性。

8 安全对策与建议

根据辽宁海洋石化精细化工有限责任公司提供的相关资料以及《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目可行性研究报告》，对其拟建场地进行现场勘察后，本评价依据《建筑设计防火规范（2018 版）》GB50016-2014 和《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》GB50160-2008 等相关技术标准、规范的要求，结合项目的实际情况，提出如下安全对策措施：

8.1 建设项目的选址安全对策措施

8.1.1 总平面布置

本项目与厂内周边环境的防火间距按《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB 50160-2008）、《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）等规范进行设计。

（1）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB 50160-2008）第 4.1.1 条，在进行区域规划时，应根据石油化工企业及其相邻工厂或设施的特点和火灾危险性，结合地形、风向等条件，合理布置。

（2）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB 50160-2008）第 4.2.1 条，工厂总平面应根据工厂的生产流程及各组成部分的生产特点和火灾危险性，结合地形、风向等条件，按功能分区集中布置。

（3）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB 50160-2008）第 4.2.11 条，厂区的绿化应符合下列规定：①生产区不应种植含油脂较多的树木，宜选择含水分较多的树种；②工艺装置或可燃气体、液化烃、可燃液体的罐组与周围消防车道之间不宜种植绿篱或茂密的灌木丛；③在可燃液体

罐组防火堤内可种植生长高度不超过15cm、含水分多的四季常青的草皮；④厂区的绿化不应妨碍消防操作。

（4）根据《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）第9.2.3条，具有易燃的生产、贮存设施附近宜种植能减弱爆炸气浪和阻挡火势向外蔓延、枝叶茂密、含水分大、防爆及防火效果好的大乔木及灌木，不得种植含油脂较多的树种。绿化布置应保证消防通道的宽度和净空高度，并应有利于消防扑救。

（5）根据《化工企业总图运输设计规范》（GB 50489-2009）第5.2.1条，生产设施的布置，应根据工艺流程、生产的火灾危险性类别安全、卫生、施工、安装、检修及生产操作等要求，以及物料输送与储存方式等条件确定。

（6）根据《化工企业总图运输设计规范》（GB 50489-2009）第5.2.7条，生产装置内的布置，应符合下列要求：①装置区的管廊和设备布置，应与相关的厂区管廊、运输路线相互协调、衔接顺畅。②装置内的设备、建筑物、构筑物布置应满足防火、安全、施工安装、检修的要求。③装置的变配电室等宜布置在装置外。

（7）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第5.2.1条，装置和设备的布置应符合站场的操作和检维修通道要求。

（8）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第5.2.3条，装置和设备的布置应符合人员的紧急逃生要求。

（9）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第5.5.3条，含有LNG、制冷剂、易燃液体和可燃气体的工艺设备与点火源、集中控制室、仪表控制间、办公室、厂房和其他有人建、构筑物的距离不应小于15m。

8.1.2 厂内道路

（1）根据《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB 50160-2008）

第 4.3.4 条，装置、液化烃罐组应设环形消防车道。可燃液体的储罐区、装卸区应设环形消防车道，当受地形条件限制时，也可设有回车场的尽头式消防车道。消防车道的路面宽度不应小于 6m，路面内缘转弯半径不宜小于 12m，路面上净空高度不应低于 5m。

（2）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB 50160-2008）第 4.3.8 条，管架支柱（边缘）、照明电杆、行道树或标志杆等距道路路面边缘不应小于 0.5m。

（3）根据《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）第 6.4.1 条，企业内道路的布置应符合下列规定：①应满足生产、运输、安装、检修、消防安全和施工的要求。②应有利于功能分区和街区的划分，并应与总平面布置相协调。③道路的走向宜与区内主要建筑物、构筑物轴线平行或垂直，并应呈环形布置。④应与竖向设计相协调，应有利于场地及道路的雨水排除。⑤与厂外道路应连接方便、短捷。⑤施工道路应与永久性道路相结合。

8.2 主要技术、工艺或和装置、设备、设施安全对策措施

8.2.1 生产装置

（1）根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2021〕第八十八号）第三十八条的要求，生产经营单位不得使用应当淘汰的危及生产安全的工艺、设备。

（2）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 5.1.1 条，工艺设备（以下简称设备）、管道和构件的材料应符合下列规定：①设备本体（不含衬里）及其基础，管道（不含衬里）及其支、吊架和基础应采用不燃烧材料，但储罐底板垫层可采用沥青砂；②设备和管道的保温层应采用不燃烧材料，当设备和管道的保冷层采用阻燃型泡沫塑料制品时，其氧指数不应小于 30；③建筑物的构件耐火极限应符合《建筑设计防火规范》

GB 50016 的有关规定。

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

（4）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 5.1.3 条，在使用或产生甲类气体或甲、乙 A 类液体的工艺装置、系统单元和储运设施区内，应按区域控制和重点控制相结合的原则，设置可燃气体报警系统。

（5）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 5.2.8 条，设备宜露天或半露天布置，并宜缩小爆炸危险区域的范围。爆炸危险区域的范围应按现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定执行。受工艺特点或自然条件限制的设备可布置在建筑物内。

（6）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 5.2.12 条，设备、建筑物、构筑物宜布置在同一地平面上。

（7）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 5.2.28 条，凡在开停工、检修过程中，可能有可燃液体泄漏、漫流的设备区周围应设置不低于 150mm 的围堰和导液设施。

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

（9）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 5.5.7 条，甲、乙、丙类的设备应有事故紧急排放设施，并应符合下列规定：

1.对液化烃或可燃液体设备，应能将设备内的液化烃或可燃液体排

放至安全地点，剩余的液化烃应排入火炬；

2.对可燃气体设备，应能将设备内的可燃气体排入火炬或安全放空系统。

（10）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB 50160-2008）第 7.2.7 条的要求，公用工程管道与可燃液体的管道或设备连接时应符合下列规定：

①连续使用的公用工程管道上应设止回阀，并在其根部设切断阀；

②在间歇使用的公用工程管道上应设止回阀和一道切断阀或设两道切断阀，并在两切断阀间设检查阀；

③仅在设备停用时使用的公用工程管道应设盲板或断开。

（11）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 7.2.9 条，甲类设备和管道应有惰性气体置换设施。

（12）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第 6.2.1 条，泵和压缩机材料选用应符合设计温度和设计压力的规定。

（13）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第 6.2.2 条，应设置阀门，使每台泵或压缩机维修时能隔离。

（14）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第 6.2.4 条，当泵和压缩机壳体、下游管道和设备的设计压力低于泵和压缩机的最大排出压力时，泵和压缩机的出口应设置泄压设施，以防止壳体、下游管线和设备超过设计压力。

（15）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第 6.2.6 条，可燃气体压缩机应在气体正常逸散的各点设置放空口，放空口应用管道引至安全排放点。

8.2.2 装卸车场

（1）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）

第 6.4.2 条，可燃液体的汽车装卸站应符合下列规定：①装卸站的进、出口宜分开设置；当进、出口合用时，站内应设回车场；②装卸车场应采用现浇混凝土地面；③站内无缓冲罐时，在距装卸车鹤位 10m 以外的装卸管道上应设便于操作的紧急切断阀。

（2）根据《石油化工工厂布置设计规范》（GB 50984-2014）第 4.6.8 条，可燃液体汽车装卸设施的布置，应符合下列要求：①宜设置围墙独立成区，并宜分设进、出口直接与厂区外道顺畅连接；当进、出口合用时，装卸站内应设置回车道及人员安全疏散口；②汽车液体装卸场外应设置汽车停车场。

（3）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 4.16 条，汽车装卸设施内应设置安全警示、应急疏散路线、车辆行驶路线、限速、职业危害等标志和标识。

（4）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 6.1.9 条，装卸设备、管道、阀门、密封组件以及其他附件的材料应与装卸物料的特性相适应，应满足在不同操作工况的温度和压力条件下使用。

（5）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 6.2.7 条，当采用密闭装卸车时，应采取防止运输设备内气相压力超限的措施。装卸系统内与运输设备气相系统连通的泄压设施的开启压力，不应大于运输设备安全泄放装置的开启压力。

（6）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 6.2.8 条，注入运输设备的气体温度不应高于运输设备的设计温度；用于装卸或吹扫和置换液体和气体物料的压缩空气、惰性气体等应满足操作条件、安全运行及装卸物料性质的要求。

（7）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 6.5.6 条，装卸设施内的阀门应地上布置。

（8）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 7.2.3 条，装卸区不应设置封闭的排水沟、污水管道。可能存在地面污染的装卸区、机泵区周围应设置污水收集设施。排水系统应采取防止可燃、有毒物料流入排水系统或其他密闭沟渠中的措施。

（9）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 7.3.1 条，石油化工企业、煤化工企业的可燃液体的装卸台应设置消防给水系统，消防用水量不应小于 60L/s，火灾延续供水时间不应小于 3h。

（10）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 8.2.5 条，装卸系统宜设置消除人体静电检测报警、钥匙管理器、鹤管归位检测等设施，报警信号和检测信号宜与装卸系统启停操作联锁。

（11）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 9.2.2 条，可燃液体汽车装卸设施内下列部位或设施应进行等电位连接并接地：①装卸区域内的金属管道、设备及支架、建筑物和构筑物的金属构件等设施；②装卸设备与固定管道、支架等；③运输车辆车体、车载罐体或容器与装卸设备；④收集装卸作业后滴落液体的设施；⑤采样设施。

（12）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 9.2.7 条，消除人体静电设施与装卸口的距离不应小于 1.5m。

（13）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 15.6.4 条，液相和气相返回管线的装卸汇管上应设隔离阀及排放接口，以便软管和装卸臂断开连接之前可以隔离、排空、抽出和泄压。

（14）根据《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）第 15.6.5 条，排放口或放空口应排放至远离人、拥挤区和点火源的室外安全区域。

8.2.3 工艺管道

（1）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）

第 8.1.3.1 条，管道系统及元件设计宜考虑系统所承受的冷热循环引起的疲劳影响。

（2）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第 8.1.4.1 条，所有管材，包括垫片和螺栓润滑脂，应与输送的液体和气体及其温度范围相适应。

（3）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第 8.2.1.5 条，储罐、冷箱或其他绝热设备与其绝热保护层或夹套相连的液体管道，其失效会造成大量的易燃流体释放，不应采用铝、铜、铜合金或其他熔点低于 1093°C 的材料。带有铝质内罐的储罐、铝质换热器冷箱底部液体管道允许使用铝质管道，铝质管道与不锈钢或其他材料间受热影响的过渡段应符合本条的规定

（4）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第 8.2.1.7 条，危险介质不应使用铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁管道。

（5）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 7.1.2 条，管道及其桁架跨越厂内道路的净空高度不应小于 5m。在跨越道路的液化烃和可燃液体管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。

（6）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 7.2.1 条，液化烃和可燃液体的金属管道除需要采用法兰连接外，均应采用焊接连接。公称直径等于或小于 25mm 的液化烃和可燃液体的金属管道和阀门采用锥管螺纹连接时，除能产生缝隙腐蚀的介质管道外，应在螺纹处采用密封焊。

（7）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 7.2.4 条，液化烃和可燃液体的管道应架空或沿地敷设。必须采用管沟敷设时，应采取防止液化烃和可燃液体在管沟内积聚的措施，并在进、出装置及厂房处密封隔断；管沟内的污水应经水封井排入生产污水管道。

（8）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 7.2.5 条，工艺和公用工程管道共架多层敷设时宜将介质操作温度等于或高于 250℃的管道布置在上层，液化烃及腐蚀性介质管道布置在下层；必须布置在下层的介质操作温度等于或高于 250℃的管道可布置在外侧，但不应与液化烃管道相邻。

（9）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 7.2.7 条，公用工程管道与液化烃和可燃液体的管道或设备连接时应符合下列规定：①连续使用的公用工程管道上应设止回阀，并在其根部设切断阀；②在间歇使用的公用工程管道上应设止回阀和一道切断阀或设两道切断阀，并在两切断阀间设检查阀；③仅在设备停用时使用的公用工程管道应设盲板或断开。

（10）根据《石油化工金属管道布置设计规范》（SH 3012-2011）第 3.1.11 条，管道布置不应妨碍设备、机泵及其内部构件的安装、检修。

（11）根据《石油化工金属管道布置设计规范》（SH 3012-2011）第 3.1.12 条，管道布置宜做到“步步高”或“步步低”，减少“气袋”或“液袋”，否则应根据操作、检修要求设置放空或放净。管道布置应减少死区。

（12）根据《石油化工金属管道布置设计规范》（SH 3012-2011）第 3.1.31 条，管道布置宜利用管道的自身形状达到自然补偿。

（13）根据《石油化工金属管道布置设计规范》（SH 3012-2011）第 3.1.32 条，管道布置和支承点设置应同时考虑，支承应可靠，不应发生管道与其支撑件脱落，管道扭曲，下垂或立管不垂直等现象。

（14）根据《石油化工金属管道布置设计规范》（SH 3012-2011）第 4.2.3 条，管道上的阀门、法兰或活接头应靠近管廊梁布置。

（15）根据《石油化工工厂布置设计规范》（GB 50984-2014）第 4.3.5 条，工艺装置内的布置应符合下列要求：装置区内的管廊和设备布置应与相

关的厂区管廊、运输线路等顺畅衔接。

（16）根据《石油化工工厂布置设计规范》（GB 50984-2014）第 5.2.4 条，管廊应与所在通道的道路或建筑红线平行，应布置在用户较多的道路一侧。

8.3 生产或者储存过程配套和辅助工程安全对策措施

8.3.1 给排水

（1）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 7.3.8 条，甲、乙类工艺装置内，生产污水管道的下水井井盖与盖座接缝处应密封，且井盖不得有孔洞。

（2）根据《石油化工给水排水系统设计规范》（SH/T 3015-2019）第 5.1.8 条，给水系统的仪表设置应符合下列要求：①生产给水系统、生活给水系统、再生水系统的总管及各装置（单元）的进户管应设置流量和压力仪表；②循环冷却水系统的给水总管、回水总管及各装置（单元）的进户管应设置流量、压力、温度仪表：各装置（单元）的循环冷却水回水出户管应设置压力、温度仪表，并可设置流量、TOC 等检测仪表：③消防给水系统总管应设置压力仪表；④给水系统中的水池（罐）等应设置液位仪表：给水系统的仪表的信号宣传至控制室，并应有就地显示功能。

（3）根据《石油化工给水排水系统设计规范》（SH/T 3015-2019）第 5.2.11 条，排水系统的仪表设置应符合下列要求：①装置（单元）的工艺废水出口宜设置流量仪表和取样设施：②工厂总排口应根据当地环保要求，设置流量仪表、在线监测仪表和取样设施。

（4）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB 50160-2008）第 8.4.1 条，厂区的消防用水量应按同一时间内的火灾处数和相应处的一次灭火用水量确定。

8.3.2 供配电

（1）根据《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）第 4.2.1 条，落地式配电箱的底部应抬高，高出地面的高度室内应不低于 50mm；其底座周围应采取封闭措施，并能防止鼠、蛇类等小动物进入箱内。

（2）根据《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014，2018 年版）第 10.2.2 条，电力电缆不应和可燃气体管道、热力管道敷设在同一管沟内。

（3）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第 5.2.3 条，防爆电气设备的级别和组别不应低于该爆炸性气体环境内爆炸性气体混合物的级别和组别。本项目 LNG 液化撬、汽车装卸鹤管的防爆电气设备的级别和组别不应低于IIAT3。

（4）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第 5.3.3 条，除本质安全电路外，爆炸性环境的电器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。

（5）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第 5.4.1 条，爆炸性环境电缆和导线的选择应符合下列规定：①在爆炸性环境内，低压电力、照明线路采用的绝缘导线和电缆的额定电压应高于或等于工作电压，且 U0/U 不应低于工作电压。中性线的额定电压应与相线电压相等，并应在同一护套或保护管内敷设。②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。③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。

（6）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第 5.4.3 条，爆炸性环境电气线路的安装应符合下列规定：①电气线路宜在爆炸危险

性较小的环境或远离释放源的地方敷设，并应符合下列规定：a.当可燃物质比空气重时，电气线路宜在较高处敷设或直接埋地；架空敷设时宜采用电缆桥架；电缆沟敷设时沟内应充砂，并宜设置排水措施；b.电气线路宜在有爆炸危险的建筑物、构筑物的墙外敷设；②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；③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；④钢管配线可采用无护套的绝缘单芯或多芯导线。当钢管中含有三根或多根导线时，导线包括绝缘层的总截面不宜超过钢管截面的 40%。钢管应采用低压流体输送用镀锌焊接钢管。钢管连接的螺纹部分应涂以铅油或磷化膏。在可能凝结冷凝水的地方，管线上应装设排除冷凝水的密封接头；⑤在爆炸性气体环境内钢管配线的电气线路应做好隔离密封，且应符合下列规定：a.在正常运行时，所有点燃源外壳的 450mm 范围内应做隔离密封；b.直径 50mm 以上钢管距引入的接线箱 450mm 以内处应做隔离密封；c.相邻的爆炸性环境之间以及爆炸性环境与相邻的其他危险环境或非危险环境之间应进行隔离密封。进行密封时，密封内部应用纤维作填充层的底层或隔层，填充层的有效厚度不应小于钢管的内径，且不得小于 16mm；d.供隔离密封用的连接部件，不应作为导线的连接或分线用；⑥在 1 区内电缆路严禁有中间接头，在 2 区内不应有中间接头；⑦当电缆或导线的终端连接时，电缆内部的导线如果为绞线，其终端应采用定型端子或接线鼻子进行连接；铝芯绝缘导线或电缆的连接与封端就采用压接、熔焊或钎焊，当与设备（照明灯具除外）连接时，应采用铜－铝过滤接头；⑧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。

（7）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第 5.5.2

条，爆炸性气体环境中应设置等电位联接，所有裸露的装置外部可导电部件应接入等电位系统。本质安全型设备的金属外壳可不与等电位系统连接，制造厂有特殊要求的除外。

（8）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第 5.5.3 条，爆炸性环境内设备的保护接地应符合下列规定：①按照现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065 的有关规定，下列不需要接地的部分，在爆炸性环境内仍应进行接地；a.在不良导电地面处，交流额定电压为 1000V 以下和直流额定电压为 1500V 及以下的设备正常不带电的金属外壳；b.在干燥环境下，交流额定电压为 127V 及以下，直流电压为 110V 及以下的设备正常不带电的金属外壳；②安装在已接地的金属结构上的设备。③在爆炸危险环境内，设备的外露可导电部分应可靠接地。爆炸性环境 1 区的所有设备以及爆炸性环境 2 区、内除照明灯具以外的其他设备应采用专用的接地线。该接地线若与相线敷设在同一保护管内时，应具有与相线相等的绝缘。爆炸性环境 2 区、内的照明灯具，可利用有可靠电气连接的金属管线系统作为接地线，但不得利用输送可燃物质的管道。④在爆炸危险区域不同方向，接地干线应不少于两处与接地体连接。

（9）根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第 5.5.4 条，设备的接地装置与防止直接雷击的独立避雷针的接地装置应分开设置，与装设在建筑物上防止直接雷击的避雷针的接地装置可合并设置，与防雷电感应的接地装置亦可合并设置。接地电阻值应取其中最低值。

8.3.3 防雷、防静电

（1）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 9.3.3 条，可燃液体的管道在下列部位应设静电接地设施：①进出装置或设施处；②爆炸危险场所的边界；③管道泵及泵入口永久过滤器、缓冲器等。

（2）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）

第 9.3.4 条，汽车卸车站的管道、设备、构筑物的金属构件均应作电气连接并接地。

（3）根据《石油化工装置防雷设计规范（2022 年版）》（GB 50650-2011）第 5.8.1 条，管架应通过立柱与接地装置相连，其连接应采用接地连接件，连接件应焊接在立柱上高出地面不低于 450mm 的地方，接地点间距不大于 18m。每组框架、管架的接地点不应少于 2 处。

（4）根据《石油化工装置防雷设计规范（2022 年版）》（GB 50650-2011）第 5.8.3 条，管道防雷设计应符合下列规定：①每根金属管道均应与已接地的管架做等电位连接，其连接应采用接地连接件；多根金属管道可互相连接后，应再与已接地的管架做等电位连接；②平行敷设的金属管道，其净间距小于 100mm 时，应每隔 30m 用金属线连接。管道交叉点净距小于 100mm 时，其交叉点应用金属线跨接；③管架上敷设输送可燃性介质的金属管道，在始端、末端、分去处，均应设置防雷电感应的接地装置，其工频接地电阻不应大于 30Ω；④进、出生产装置的金属管道，在装置的外侧应接地，并应与电气设备的保护接地装置和防雷电感应的接地装置相连接。

（5）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.1.1 条，固定设备（容器、机泵）的外壳，应进行静电接地。

（6）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.1.2 条，直径大于等于 2.5m 或容积大于等于 50m³的设备，其接地点不应少于 2 处，接地点应沿设备外围均匀布置，其间距不应大于 30m。

（7）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.1.3 条，有振动性能的固定设备，其振动部件应采用截面不小于 6mm 的铜芯软绞线接地，严禁使用单股线。有软连接的几个设备之间应采用铜芯软绞线跨接。

（8）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.1.9

条，与地绝缘的金属部件（如法兰、胶管接头、喷嘴等），应采用铜芯软绞线跨接引出接地。

（9）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.2.7 条，在爆炸危险区域应选择防爆型消除人体静电设施。

（10）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.3.1 条，管道在进出装置区处、分岔处应进行接地。

（11）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.3.4 条，当金属法兰采用金属螺栓或卡子紧固时，一般可不必另装静电连接线，但应保证至少有两个螺栓或卡子间具有良好的导电接触面。

（12）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.5.1 条，汽车站台区域内的金属管道、设备、构筑物等应进行等电位连接并接地。

（13）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.5.2 条，在操作平台梯子入口处或平台上，应设置消除人体静电设施，应与注入口距离大于 1.5m。

（14）根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）第 5.10 条，在人体带电易产生静电危害的场所，应采取下列措施：①应敷设导静电地面，导静电地面的体积电阻率应为 $1.0\times10^{5}\Omega m$~$1.0\times10^{8}\Omega m$，其导电性能应长期稳定，不易发尘，尚应定期洒水和清除绝缘污物等。②静电危险场所的工作人员，外露穿着物（包括鞋、衣物）应具有防静电或导电功能，各部分穿着物应存在电气连续性。

8.3.4 供气

（1）根据《仪表供气设计规范》（HG/T020510-2014）第 3.0.1 条，供气系统气源操作（在线）压力下的露点，应比工作环境或历史上当地年（季）极端最低温度至少低 10℃。

（2）根据《仪表供气设计规范》（HG/T020510-2014）第 3.0.2 条，仪

表空气含尘粒径不应大于3μm，含尘量应小于1mg/m³。

（3）根据《仪表供气设计规范》（HG/T020510-2014）第3.0.3条，仪表空气中油含量应小于1ppm。

（4）根据《缺氧危险作业安全规程》（GB8925-2006）第5.1、5.2条，建议企业给与氮气系统相关的岗位配备氧含量检测仪。

（5）根据《缺氧危险作业安全规程》（GB8925-2006）第5.3.2条，制氮间必须采取充分的通风换气措施，使该环境空气中氧含量在作业过程中始终保持在19.5%以上，严禁用纯氧进行通风换气。

8.3.5 放空

（1）根据《石油化工企业设计防火标准（2018版）》（GB 50160-2008）第5.5.7条，甲类的设备应有事故紧急排放设施。

（2）根据《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》（SH 3009-2013）第7.2.1条可燃性气体排放管道的敷设应符合下列要求：①管道应架空敷设；②新建工程管道应采用自然补偿，且补偿器宜水平安装；③管道坡度不应小于2%，管道应坡向分液罐、水封罐；管道沿线出现低点，应设置分液罐或集液罐；④管道支管应由上方接入总管，支管与总管应呈45°斜接；⑤管道宜设管托或垫板；管道公称直径大于等于DN800时，滑动管托或垫板应采取减小摩擦系数的措施；⑥管道有震动、跳动可能时，应在适当位置采取径向限位措施。

（3）根据《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》（SH 3009-2013）第7.2.2条，可燃性气体排放管道应设吹扫措施。吹扫介质应优先选用氮气，无氮气时也可选用蒸汽。

8.3.6 消防

（1）根据《石油化工企业设计防火标准（2018版）》（GB 50160-2008）

第 8.4.3 条，工艺装置的消防用水量应根据其规模、火灾危险类别及消防设施的设置情况等综合考虑确定，火灾延续供水时间不应小于 3h。

（2）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.5.2 条，消防给水管道应环状布置，并应符合下列规定：①环状管道的进水管不应少于两条；②环状管道应用阀门分成若干独立管段，每段消火栓的数量不宜超过 5 个；③当某个环段发生事故时，独立的消防给水管道的其余环段应能满足 100%的消防用水量的要求；与生产、生活合用的消防给水管道应能满足 100%的消防用水和 70%的生产、生活用水的总量的要求。

（3）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.5.3 条，消防给水管道应保持充水状态。地下独立的消防给水管道应埋设在冰冻线以下，管顶距冰冻线不应小于 150mm。

（4）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.5.4 条，工艺装置区或罐区的消防给水干管的管径应经计算确定。独立的消防给水管道的流速不宜大于 3.5m/s。

（5）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.5.5 条，消火栓的设置应符合下列规定：①宜选用地上式消火栓；②消火栓宜沿道路敷设；③消火栓距路面边不宜大于 5m；距建筑物外墙不宜小于 5m；④地上式消火栓距城市型道路路边不宜小于 1.0m；距公路型双车道路肩边不宜小于 1.0m；⑤地上式消火栓的大口径出水口应面向道路。当其设置场所有可能受到车辆冲撞时，应在其周围设置防护设施；⑥地下式消火栓应有明显标志。

（6）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.5.6 条，消火栓的保护半径不应超过 120m。

（7）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.5.7 条，罐区及工艺装置区的消火栓应在其四周道路边设置，消火栓的

间距不宜超过 60m。

（8）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.5.8 条，与生产或生活合用的消防给水管道上的消火栓应设切断阀。

（9）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.9.1 条，生产区内应设置灭火器。生产区内配置的灭火器宜选用干粉或泡沫灭火器。

（10）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.9.3 条，工艺装置内手提式干粉型灭火器的选型及配置应符合下列规定：①扑救可燃液体火灾宜选用钠盐干粉灭火剂；②甲类装置灭火器的最大保护距离不宜超过 9m；③每一配置点的灭火器数量不应少于两个，多层构架应分层配置；④危险的重要场所宜增设推车式灭火器。

（11）根据《消防设施通用规范》（GB 55036-2022）第 10.0.4 条，灭火器应设置在位置明显和便于取用的地点，且不应影响人员安全疏散。当确需设置在有视线障碍的设置点时，应设置指示灭火器位置的醒目标志。

（12）根据《消防设施通用规范》（GB 55036-2022）第 10.0.5 条，灭火器不应设置在可能超出其使用温度范围的场所，并应采取与设置场所环境条件相适应的防护措施。

（13）根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）第 5.1.3 条，灭火器的摆放应稳固，其铭牌应朝外。手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上，其顶部离地面高度不应大于 1.50m；底部离地面高度不宜小于 0.08m。灭火器箱不得上锁。

（14）根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）第 5.1.4 条，第 5.1.5 条，灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性的地点。当必须设置时，应有相应的保护措施。灭火器设置在室外时，应有相应的保护措施；灭火器不得设置在超出其使用温度范围的地点。

8.3.7 电信

（1）根据《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）第 4.3.4 条，工业电视系统应在下列场所设置：①生产流程需要监视的设施；②生产操作中需要边监视边操作的设备；③生产作业需要监视又不易直接观察到的工位；④无人值守场所需要监视的生产装置；⑤爆炸危险、有毒有害场所内需要监视的生产部位；⑥生产和管理需要设置的其他场所。

（2）根据《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）第 5.3.1 条，摄像机采用的防护装置应与监视目标所处的环境相协调。

（3）根据《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）第 5.3.6 条，设置在爆炸危险环境的摄像机等设备，应采用与其环境相适应的防爆设备，并应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

（4）根据《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）第 9.0.1 条，工业电视系统宜采用二级负荷供电。

（5）根据《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）第 10.0.1 条，工业电视系统接地设计应符合下列规定；①系统宜采用共用接地；②当采用共用接地时，接地电阻值不应大于 10Ω；当采用单独接地时，接地电阻值不应大于 40Ω；③设置在空旷地域的系统，接地电阻值不应大于 10Ω；④设置在爆炸危险环境内的系统，接地设计应按现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定执行。

（6）根据《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）第 10.0.12 条，浪涌保护器宜安装在现场接线箱（盒）或设备箱内。

（7）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.12.3 条，火灾自动报警系统的设计应符合下列规定：①生产区、公用工程及辅助生产设施等火灾危险性场所应设置区域性火灾自动报警系统；②火

灾自动报警系统应设置警报装置（生产区有扩音对讲系统时，可兼作为警报装置）；③火灾自动报警系统可接收电视监视系统（CCTV）的报警信息，重要的火灾报警点应同时设置电视监视系统；④重要的火灾危险场所应设置消防应急广播。当使用扩音对讲系统作为消防应急广播时，应能切换至消防应急广播状态。⑤全厂性消防控制中心宜设置在中央控制室或生产调度中心，宜配置可显示全厂消防报警平面图的终端。

（8）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.12.4 条，甲类装置区周围道路边应设置手动火灾报警按钮，其间距不宜大于 100m。

（9）根据《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 8.12.6 条，火灾自动报警系统的 220VAC 主电源应优先选择不间断电源（UPS）供电。直流备用电源应采用火灾报警控制器的专用蓄电池，应保证在主电源事故时持续供电时间不少于 8h。

（10）根据《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116-2013）第 7.1.3 条，火灾自动报警系统应设有自动和手动两种报警触发装置。

（11）根据《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116-2013）第 7.4.1 条，火灾自动报警系统均应设置火灾声警报装置，并在发生火灾时发出警报。

（12）根据《石油化工电信设计规范》（SH/T 3153-2021）第 12.3.7.9 手动火灾报警按钮的设置应符合下列规定：甲类装置内地面设置的手动火灾报警按钮应保证地面任何位置到最近的手动火灾报警按钮步行距离不大于 50m。

（13）根据《视频安防监控系统工程设计规范》（GB 50395-2007）第 8.0.2 条，系统防雷与接地除应符合现行国家标准《安全防范工程技术规范》GB 50348 的相关规定外，还应符合下列规定：①采取相应隔离措施，防止地电位不等引起图像干扰。②室外安装的摄像机连接电缆宜采取防雷措施。

8.3.8 自动控制

（1）根据《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2021）第 4.4.2 条，控制室的设置应符合下列规定：

a）中心控制室应有人值守进行操作控制；

b）无人值守的控制室应具备声光报警功能以提醒操作人员；

c）LNG 站场设置多个控制室时，中心控制室与其他控制室之间应设置备用通信方式；

d）在紧急状态下控制室能够在所有有人的区域启动声光报警。

（2）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 3.0.1 条，在生产或使用可燃气体及有毒气体的生产设施及储运设施的区域内，泄漏气体中可燃气体浓度可能达到报警设定值时，应设置可燃气体探测器；泄漏气体中有毒气体浓度可能达到报警设定值时，应设置有毒气体探测器。

（3）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 3.0.2 条，可燃气体和有毒气体的检测报警应采用两级报警。

（4）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 3.0.3 条，可燃气体和有毒气体检测报警信号应送至有人值守的现场控制室、中心控制室等进行显示报警；可燃气体二级报警信号、可燃气体和有毒气体检测报警系统报警控制单元的故障信号应送至消防控制室。

（5）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 3.0.5 条，可燃气体探测器必须取得国家指定机构或其授权检验单位的计量器具型式批准证书、防爆合格证和消防产品型式检验报告；参与消防联动的报警控制单元应采用按专用可燃气体报警控制器产品标准制造并取得检测报告的专用可燃气体报警控制器；国家法规有要求的有毒气

体探测器必须取得国家指定机构或其授权检验单位的计量器具型式批准证书。安装在爆炸危险场所的有毒气体探测器还应取得国家指定机构或其授权检验单位的防爆合格证。

（6）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 3.0.6 条，需要设置可燃气体、有毒气体探测器的场所，宜采用固定式探测器；需要临时检测有毒气体的场所，宜配备移动式气体探测器。

（7）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 3.0.8 条，可燃气体和有毒气体检测报警系统应独立于其他系统单独设置。

（8）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 3.0.9 条，可燃气体和有毒气体检测报警系统的气体探测器、报警控制单元、现场警报器等的供电负荷，应按级用电负荷中特别重要的负荷考虑，宜采用 UPS 电源装置供电。

（9）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 4.1.4 条，检测可燃气体和有毒气体时，探测器探头应靠近释放源，且在气体、蒸气易于聚集的地点。

（10）根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）第 4.1.5 条，当储运设施区域内泄漏的可燃气体和有毒气体可能对周边环境安全有影响需要监测时，应沿储运设施区域周边按适宜的间隔布置有毒气体探测器，或沿储运设施区域周边设置线型气体探测器。

（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/T 50493-2019）第 4.3.2 条，汽车装卸站的装卸鹤位与探测器的水平距离不应大于 10m。

（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/T

50493-2019）第 6.1.1 条，探测器应安装在无冲击、无振动、无强电磁场干扰、易于检修的场所，探测器安装地点与周边工艺管道或设寄之间的净空不应小于 0.5m。

（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/T 50493-2019）第 6.1.2 条，检测比空气轻的可燃气体或有毒气体时，探测器的安装高度宜在释放源上方 2.0m 内。

（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/T 50493-2019）第 6.2.3 条，警报器是安全仪表，现场区域警报器的安装高度一般需高于现场区域地面 2.2m 以上，在工作人员易看到和易听到的地方，以便及时消除隐患和维修人员进行日常维护。

（15）根据《仪表配管配线设计规范》（HG/T 20512-2014）第 7.2.1 条，仪表信号电缆宜选多股铜芯聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套带屏蔽的软电缆。

（16）根据《仪表配管配线设计规范》（HG/T 20512-2014）第 7.2.2 条，仪表信号电缆的屏蔽选择，宜选择总屏蔽加分屏，特殊要求的电缆，应根据制造商的具体要求选用。

（17）根据《仪表配管配线设计规范》（HG/T 20512-2014）第 7.2.3 条，当采用本安系统时，应选用本安电缆，其分布电容、分布电感参数应符合本安回路的要求。本安电缆外护套为蓝色标志。

（18）根据《仪表配管配线设计规范》（HG/T 20512-2014）第 7.2.4 条，高、低温场所，应根据电缆的允许使用温度范围，选用耐高温、低温电缆。

（19）根据《仪表配管配线设计规范》（HG/T 20512-2014）第 7.2.5 条，火灾危险场所架空敷设的电缆，应选用阻燃电缆。

（20）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）第二条和第三条，涉及重点监管危险化学品、重点监管危险化工工艺和危险化学品

重大危险源（以下简称“两重点一重大”）的大型建设项目，其设计单位资质应为工程设计综合资质或相应工程设计化工石化医药、石油天然气（海洋石油）行业、专业资质甲级。建设单位在建设项目设计合同中应主动要求设计单位对设计进行危险与可操作性（HAZOP）审查，并派遣有生产操作经验的人员参加审查，对 HAZOP 审查报告进行审核。涉及“两重点一重大”和首次工业化设计的建设项目，必须在基础设计阶段开展 HAZOP 分析。本项目涉及重点监管的危险化学品天然气，因此在安全设施设计专篇设计阶段应开展 HAZOP 分析。

8.3.9 安全色和安全标志

（1）根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第7.1.1条，安全标志牌应采用坚固耐用的材料制作，不应使用遇水变形、变质或易燃的材料。特殊环境下使用的标志牌，还应满足该环境下的特定要求（如：耐高温或低温、耐腐蚀等）。存在触电危险的作业场所应使用绝缘材料。

（2）根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第7.3.1条，安全标志牌应设在醒目位置。照明条件差的场所应采用逆向反光材料和自发光材料制作安全标志图形。

（3）根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第7.3.3条，多个安全标志牌在同一部位设置时，应按警告、禁止、指令、提示类型的顺序，先左后右、先上后下排列。

（4）根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第8.1.1条，工业生产中地面及以上气体和液体输送管道（以下简称“工业管道”）的八种常见物质基本识别色和颜色标准编号及色样应符合下表的规定。

8.3.10 常规防护

1）防机械致害安全对策措施

（1）根据《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-2023）第 6.1.1 条，生产设备运行时可能触及并易造成人身伤害的可动零部件应配置安全卫生防护装置。

（2）根据《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-2023）第 6.1.2 条，运行过程中可能超过极限位置的生产设备或零部件，应配置可靠的限位装置。

（3）根据《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-2023）第 6.1.3 条，可动零部件（含其载荷）所具有的动能或势能可能引起危险时，应配置防脱、限速、防坠落、防逆转、防碰撞等安全卫生防护装置。

（4）根据《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-2023）第 6.1.4 条，可动零部件安全卫生防护装置的设计符合下列要求：①使作业人员触及不到运转中的可动零部件，其防护距离应根据危险区域范围和人体部位接触方式确定；②在作业人员接近可动零部件并可能发生危险的紧急情况下，生产设备应无法启动，或应能立即自动停止；③应防止在安全卫生防护装置和可动零部件之间产生接触危险；④应便于调节、检查和维修，并不应成为危险源；⑤应符合产品标准规定的可靠性指标要求。

2）防厂内车辆致害安全对策措施

（1）根据《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）提出下列安全对策措施。①应根据工艺流程、运输量和物料性质，选用适当的运输方式，合理地组织车流、人流，从设计上保证运输、装卸作业的安全。②厂内建（构）筑物、设备和绿化物严禁侵入道路的建筑限界，并不得妨碍视线。③机动车和装卸机械的驾驶人员，必须持证驾驶。④厂内道路应根据交通量设置交通标志，其设置、位置、形式、尺寸、图案和着色等必须符合 GB5768 的规定。⑤厂内道路在弯道的横净距和交叉口的视距三角形范围内，

不得有妨碍驾驶员视线的障碍物。

3）防高处坠落及物体打击伤害安全对策措施

《固定式金属梯及平台安全要求 第 1 部分：直梯》（GB4053.1-2025）、《固定式金属梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯》（GB4052.2-2025）、《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2025）三个标准规范实施日期为 2027 年 1 月 1 日，项目建设过程中若规范发生变化，应采用最新标准。

（1）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 1 部分：直梯》（GB4053.1-2025）第 4.1 条，应优先选择双梯梁直梯。在安装条件受限等特殊情况下，才能采用单梯梁直梯。

（2）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 1 部分：直梯》（GB4053.1-2025）第 4.4 条，直梯及其附属构件采用的金属材料的性能应满足构件承载能力和变形的要求，并满足环境条件要求。

（3）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 1 部分：直梯》（GB4053.1-2025）第 4.6.3 条，直梯及其附属构件的表面应光滑，无锐边、尖角、毛刺或其他可能对使用人员造成伤害的表面缺陷。

（4）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 1 部分：直梯》（GB4053.1-2025）第 4.6.4 条，安装后的直梯不应有歪斜、扭曲、变形等缺陷。

（5）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯》（GB4052.2-2025）第 4.1.2 条，梯段高度应不大于 6m，当总高度 H 大于 6m 时，应分段设梯。

（6）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯》（GB4052.2-2025）第 4.2 条，斜梯及其附属构件采用的金属材料的性能应满足构件承载能力和变形的要求，并满足环境条件要求。

（7）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯》（GB4052.2-2025）第 4.4.3 条，斜梯及其附属构件的表面应光滑，无锐边、尖角、毛刺等缺陷。

（8）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯》（GB4052.2-2025）第 4.4.4 条，斜梯与附在设备上的平台梁相连接时，连接处如果需释放热胀冷缩引起的变形或应力时，则应采取技术措施（例如开设长圆孔并采用螺栓连接等）。

（9）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2025）第 4.2.1 条，当平台或工作面敞开边缘的临空高度不小于 1200mm 时，敞开边缘应设置防护栏杆。

（10）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2025）第 4.2.3 条，防护栏杆应设置踢脚板，但以下情况除外：a） 平台或工作面边缘的结构能起到踢脚板作用时；b）斜梯踏板两侧梯梁或结构能起到踢脚板作用时。

（11）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2025）第 4.6.3 条，防护栏杆表面应光滑，无锐边、尖角、毛刺或其他可能对人员造成伤害的表面缺陷。

（12）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2025）第 5.1 条，斜梯的净空高度应不小于 2000mm，当作为疏散通道时，应不小于 2100mm。斜梯坡度线到上方障碍物的最小距离满足以下要求：a)倾角不大于 45°时，应不小于 1200mm；b） ：倾角高度大于 45°时，应不小于 850mm。

（13）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2025）第 6.3.1 条，平台板应采取防滑凸纹、喷防滑涂层、铺设防滑垫、加防滑棱等防滑措施。

（14）根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2025）第 6.3.2 条，平台板不应相互搭接，相邻平台板上表面高度差应不大于 4mm。

（15）根据《坠落防护装备安全使用规范》（GB/T 23468-2009）第 4.1.1 条，在距坠落高度基准面 2m 及 2m 以上，有发生坠落危险的场所作业，对个人进行坠落防护时，应使用坠落悬挂安全带或区域限制安全带。

4）防噪声与振动危害安全对策措施

（1）根据《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T 50087-2013）第 4.4.3 条，工业企业设计中的设备选型，宜选用噪声较低、振动较小的设备。主要噪声源设备的选择，应收集和比较同类型设备的噪声指标后综合确定。

（2）根据《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）第 6.3.1.4 条，在满足工艺流程要求的前提下，宜将高噪声设备相对集中，并采取相应的隔声、吸声、消声、减振等控制措施。

5）检维修作业安全对策措施

动火作业：

（1）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 5.2.1 条，动火作业应有专人监护，作业前应清除动火现场及周围的易燃物品，或采取其他有效安全防火措施，并配备消防器材，满足作业现场应急需求。

（2）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 5.2.3 条，拆除管线进行动火作业时，应先查明其内部介质危险特性、工艺条件及其走向，并根据所要拆除管线的情况制定安全防护措施。

（3）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 5.2.4 条，动火点周围或其下方如有可燃物、电缆桥架、孔洞、窨井、地沟、水封设施、污水井等，应检查分析并采取清理或封盖等措施；对于动火点周围 15m 范围内有可能泄漏易燃、可燃物料的设备设施，应采取隔离措施。

（4）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第5.2.6条，在作业过程中可能释放出易燃易爆、有毒有害物质的设备上或设备内部动火时，动火前应进行风险分析，并采取有效的防范措施，必要时应连续检测气体浓度，发现气体浓度超限报警时，应立即停止作业；在较长的物料管线上动火，动火前应在彻底隔绝区域内分段采样分析。

（5）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第5.2.12条，使用电焊机作业时，电焊机与动火点的间距不应超过10m，不能满足要求时应将电焊机作为动火点进行管理。

（6）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第5.2.14条，作业完毕后应清理现场，确认无残留火种后方可离开。

（7）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第5.2.15条遇五级风以上（含五级风）天气，禁止露天动火作业。

受限空间作业：

（8）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第6.1条，受限空间作业前，应对受限空间进行安全隔离，要求如下：①与受限空间连通的可能危及安全作业的管道应采用加盲板或拆除一段管道的方式进行隔离；不应采用水封或关闭阀门代替盲板作为隔断措施；②与受限空间连通的可能危及安全作业的孔、洞应进行严密封堵；③对作业设备上的电器电源，应采取可靠的断电措施，电源开关处应上锁并加挂警示牌。

（9）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第6.2条，受限空间作业前，应保持受限空间内空气流通良好，可采取如下措施：①打开人孔、手孔、料孔、风门、烟门等与大气相通的设施进行自然通风；②必要时，可采用强制通风或管道送风，管道送风前应对管道内介质和风源进行分析确认；③在忌氧环境中作业，通风前应对作业环境中与氧性质相抵的物料采取卸放、置换或清洗合格的措施，达到可以通风的安全条件要

求。

（10）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 6.3 条，受限空间作业前，应确保受限空间内的气体环境满足作业要求，内容如下：①作业前 30min 内，对受限空间进行气体检测，检测分析合格后方可进入；②检测点应有代表性，容积较大的受限空间，应对上、中、下（左、中、右）各部位进行检测分析；③检测人员进入或探入受限空间检测时，应佩戴 6.6 中规定的个体防护装备；④涂刷具有挥发性溶剂的涂料时，应采取强制通风措施；⑤不应向受限空间充纯氧气或富氧空气；⑥作业中断时间超过 60min 时，应重新进行气体检测分析。

（11）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 6.4 条，受限空间内气体检测内容及要求如下：①氧气含量为 19.5%～21%（体积分数），在富氧环境下不应大于 23.5%（体积分数）；②有毒物质允许浓度应符合 GBZ 2.1 的规定。

临时用电作业：

（12）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 10.1 条，在运行的火灾爆炸危险性生产装置、罐区和具有火灾爆炸危险场所内不应接临时电源，确需时应对周围环境进行可燃气体检测分析，分析结果应符合 5.3.2 的规定。

（13）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 10.2 条，各类移动电源及外部自备电源，不应接入电网。

（14）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 10.3 条，在开关上接引、拆除临时用电线路时，其上级开关应断电、加锁，并挂安全警示标牌，接、拆线路作业时，应有监护人在场。

（15）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 10.4 条，临时用电应设置保护开关，使用前应检查电气装置和保护设施的

可靠性。所有的临时用电均应设置接地保护。

高处作业：

（16）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 8.2.2 条，高处作业应设专人监护，作业人员不应在作业处休息。

（17）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 8.2.3 条，应根据实际需要配备符合 GB26557 等标准安全要求的吊笼、梯子、挡脚板、跳板等，脚手架的搭设应符合国家有关标准。

（18）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 8.2.6 条，雨天和雪天作业时，应采取可靠的防滑、防寒措施；遇有五级以上强风、浓雾等恶劣气候，不应进行高处作业、露天攀登与悬空高处作业；暴风雪、台风、暴雨后，应对作业安全设施进行检查，发现问题立即处理。

（19）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 8.2.7 条，作业使用的工具、材料、零件等应装入工具袋，上下时手中不应持物，不应投掷工具、材料及其他物品。易滑动、易滚动的工具、材料堆放在脚手架上时，应采取防坠落措施。

（20）根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）第 8.2.8 条，与其他作业交叉进行时，应按指定的路线上下，不应上下垂直作业，如果确需垂直作业应采取可靠的隔离措施。

8.4 建设项目安全管理安全对策措施

8.4.1 安全管理

（1） 根据《中华人民共和国危险化学品安全法》（中华人民共和国主席令第六十四号）第二十四条，危险化学品建设项目的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。

（2） 根据《中华人民共和国危险化学品安全法》（中华人民共和国主席令第六十四号）第二十九条，危险化学品生产企业主要负责人（包括法定代表人、实际控制人、实际负责人）和安全生产管理人员应当具备相应的安全生产知识和管理能力，并经应急管理部门考核合格。危险化学品生产企业从业人员应当满足国家规定的学历要求，接受安全生产教育和培训，考核合格后上岗作业。危险化学品生产企业应当建立健全安全培训管理制度，定期组织培训，提高从业人员安全意识和安全生产技能水平。

（3） 根据《中华人民共和国危险化学品安全法》（中华人民共和国主席令第六十四号）第三十条，危险化学品生产企业进行生产前，应当依照有关安全生产许可法律、行政法规的规定，取得危险化学品安全生产许可证。

（4） 根据《中华人民共和国安全生产法》第二十八条，生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。生产经营单位使用被派遣劳动者的，应当将被派遣劳动者纳入本单位从业人员统一管理，对被派遣劳动者进行岗位安全操作规程和安全操作技能的教育和培训。劳务派遣单位应当对被派遣劳动者进行必要的安全生产教育和培训。生产经营单位接收中等职业学校、高等学校学生实习的，应当对实习学生进行相应的安全生产教育和培训，提供必要的劳动防护用品。学校应当协助生产经营单位对实习学生进行安全生产教育和培训。生产经营单位应当建立安全生产教育和培训档案，如实记录安全生产教育和培训的时间、内容、参加人员以及考核结果等情况。

（5） 根据《中华人民共和国安全生产法》第三十条，生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，

方可上岗作业。特种作业人员的范围由国务院应急管理部门会同国务院有关部门确定。

（6） 根据《中华人民共和国安全生产法》第三十四条，矿山、金属冶炼建设项目和用于生产、储存、装卸危险物品的建设项目的施工单位必须按照批准的安全设施设计施工，并对安全设施的工程质量负责。矿山、金属冶炼建设项目和用于生产、储存、装卸危险物品的建设项目竣工投入生产或者使用前，应当由建设单位负责组织对安全设施进行验收；验收合格后，方可投入生产和使用。负有安全生产监督管理职责的部门应当加强对建设单位验收活动和验收结果的监督核查。

（7） 根据《中华人民共和国安全生产法》第三十五条，生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。

（8） 根据《中华人民共和国安全生产法》第三十六条，安全设备的设计、制造、安装、使用、检测、维修、改造和报废，应当符合国家标准或者行业标准。生产经营单位必须对安全设备进行经常性维护、保养，并定期检测，保证正常运转。维护、保养、检测应当做好记录，并由有关人员签字。生产经营单位不得关闭、破坏直接关系生产安全的监控、报警、防护、救生设备、设施，或者篡改、隐瞒、销毁其相关数据、信息。

（9） 根据《中华人民共和国安全生产法》第四十一条，生产经营单位应当建立安全风险分级管控制度，按照安全风险分级采取相应的管控措施。生产经营单位应当建立健全并落实生产安全事故隐患排查治理制度，采取技术、管理措施，及时发现并消除事故隐患。事故隐患排查治理情况应当如实记录，并通过职工大会或者职工代表大会、信息公示栏等方式向从业人员通报。其中，重大事故隐患排查治理情况应当及时向负有安全生产监督管理职责的部门和职工大会或者职工代表大会报告。

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

（11） 根据《中华人民共和国安全生产法》第五十一条，生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。

（12） 根据《中华人民共和国安全生产法》第五十七条，从业人员在作业过程中，应当严格落实岗位安全责任，遵守本单位的安全生产规章制度和操作规程，服从管理，正确佩戴和使用劳动防护用品。

（13） 根据《中华人民共和国安全生产法》第五十八条，从业人员应当接受安全生产教育和培训，掌握本职工作所需的安全生产知识，提高安全生产技能，增强事故预防和应急处理能力。

（14） 根据《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安全监管总局令第 30 号）第五、二十一条 1.特种作业人员必须经专门的安全技术培训并考核合格，取得特种作业操作证后，方可上岗作业；2.特种作业操作证应定期复审。

（15） 根据《中华人民共和国安全生产法》第四条，企业应加强安全生产管理，建立健全全员安全生产责任制和安全生产规章制度，加大对安全生产资金、物资、技术、人员的投入保障力度，改善安全生产条件，加强安全生产标准化、信息化建设，构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，健全风险防范化解机制，提高安全生产水平，确保安全生产。

（16） 在检维修作业时，应根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB30871-2022）、《关于加强全省化工企业检维修作业安全管理的指导意见》中的相关要求严格执行。

8.4.2 特种设备管理

本项目涉及压力容器、压力管道等特种设备，根据《中华人民共和国

特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第四号）中的相关规定：

（1）根据《中华人民共和国特种设备安全法》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。

（2）根据《中华人民共和国特种设备安全法》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。

（3）根据《中华人民共和国特种设备安全法》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。安全技术档案应当包括以下内容：特种设备的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维护保养说明、监督检验证明等相关技术资料和文件；特种设备定期检验和定期自行检查记录；特种设备日常使用状况记录；特种设备及其附属仪器仪表的维护保养记录；特种设备运行故障和事故记录。

（4）根据《中华人民共和国特种设备安全法》第三十九条，特种设备使用单位应当对其使用的特种设备进行经常性维护保养和定期自行检查，并作出记录。特种设备使用单位应当对其使用的特种设备的安全附件、安全保护装置进行定期校验、检修，并作出记录。

（5）根据《中华人民共和国特种设备安全法》第四十条，特种设备使用单位应当按照安全技术规范的要求，在检验合格有效期届满前一个月向特种设备检验机构提出定期检验要求。未经定期检验或检验不合格的特种设备，不得继续使用。

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

（7）根据《中华人民共和国特种设备安全法》第十四条，特种设备作

业人员应当按照国家有关规定取得相应资格，方可从事相关工作。

（8）根据《安全阀安全技术监察规程》（TSG ZF001-2006）第 B6.3.1 条，安全阀定期校验，一般每年至少一次，安全技术规范有相应规定的从其规定。

（9）根据《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）第 9.2.1.2 条，压力表的校验和维护应当符合国家计量部门的有关规定。压力表安装前应进行检定，在刻度盘上应划出指示最高工作压力的红线，注明下次检定日期。压力表检定后应加铅封。

（10）根据《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）第 7.1.6 条，使用单位应当在压力容器定期检验有效期届满的 1 个月以前，向特种设备检验机构提出定期检验申请，并且做好定期检验相关的准备工作。

（11）根据《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）第 7.2 条，年度检查项目至少包括压力容器安全管理情况、压力容器本体及其运行状况和压力容器安全附件检查等。

（12）根据《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）第 7.2.3.1 条，安全阀一般每年至少检验一次。

（13）根据《压力管道安全技术监察规程-工业管道》第九十七条，压力管道使用单位应当使用符合本规程要求的压力管道。管道操作工况超过设计条件时，应当符合 GB/T20801 关于如下超压的规定。新压力管道投入使用前，使用单位应当核对是否具有本规程要求的安全质量证明文件。

8.4.3 应急、检维修

（1）根据《中华人民共和国危险化学品安全法》（中华人民共和国主席令第六十四号）第九十一条，危险化学品单位应当做好应急准备工作，健全应急管理制度，制定本单位危险化学品事故应急预案，依法建立专职或者兼

职应急救援队伍，配备必要的应急救援器材、装备、设备和物资，并定期组织应急救援演练，提高从业人员的应急处置能力。生产经营规模较小的，可以不建立应急救援队伍，但应当指定兼职的应急救援人员，并可以与邻近的应急救援队伍签订应急救援协议。危险化学品单位应当将其危险化学品事故应急预案按照国家有关规定报送县级以上人民政府应急管理部门备案，并依法向社会公布。

（2）根据《生产安全事故应急条例》第十条，易燃易爆物品、危险化学品等危险物品的生产、经营、储存、运输单位，应当建立应急救援队伍。

（3）根据《生产安全事故应急条例》第十五条，生产经营单位应当对从业人员进行应急教育和培训，保证从业人员具备必要的应急知识，掌握风险防范技能和事故应急措施。

（4）根据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB 30077-2023）第 6 条规定，在危险化学品单位作业场所，应急救援物资应存放在应急救援器材专用柜、应急站或指定地点。作业场所应急物资配备标准应符合下表的要求。

作业场所救援物资配备标准表

（5）根据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB 30077-2023）9.2 条规定，应急救援物资应明确专人管理。应急救援物资应严格按照产品说明书要求进行日常检查、定期维护保养。应急救援物资应存放在便于取用的固定场所，摆放整齐，不应随意摆放、挪作他用。

（6）根据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB 30077-2023）9.3 条规定，应急救援物资应保持完好，随时处于备战状态。物资若有损坏或影响安全使用的，应及时修理、更换或报废。

（7）根据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB 30077-2023）9.4 条规定，应急救援物资的使用人员，应接受相应的培训，熟悉装备的用

途、技术性能及有关使用说明资料，并遵守操作规程。

（8）根据《关于加强全省化工企业检维修作业安全管理的指导意见》第（十九）条，化工装置检维修作业前，化工企业要组织对检维修作业场所、设备、设施、生产工艺流程和作业内容开展危险有害因素辨识，严格实施作业前风险分析。施工单位应派人参与风险分析。风险分析的内容要涵盖可能存在的危险化学品、作业环境特点、检维修作业过程、步骤、所使用的工具和设备以及作业人员情况等。

（9）根据《关于加强全省化工企业检维修作业安全管理的指导意见》第 21 条，化工企业对生产装置的工艺处理和设备的隔绝、清洗、置换等安全技术措施应满足作业安全要求，经与施工单位共同确认合格后交出。根据风险分析结果制定安全防范措施，由施工单位具体组织落实。

（10）根据《关于加强全省化工企业检维修作业安全管理的指导意见》第 22 条，对于吊装、动火、动土、断路、高处、盲板抽堵、受限空间和临时用电等危险作业，必须按照安全作业管理制度规定的流程办理作业许可证。化工企业各级审批人员必须到作业现场审批作业票证，重点监督确认作业安全措施的落实情况。严禁无票作业，严禁随意降低作业危险等级，严禁作业票证缺项，严禁更改作业票证日期和时间，严禁代替他人签字。

8.4.4 设计、施工、试生产管理

（1） 根据《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第 45 号，国家安全监管总局令第 79 号修正）第七条，建设项目的设计、施工、监理单位和安全评价机构应当具备相应的资质，并对其工作成果负责。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甲级资质的设计单位设计。

（2） 根据《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 第45号，国家安全监管总局令第79号修正）第十六条，建设单位应当在建设项目初步设计完成后、详细设计开始前，向出具建设项目安全条件审查意见书的安全生产监督管理部门申请建设项目安全设施设计审查。

（3） 根据《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 第45号，国家安全监管总局令第79号修正）第二十一条，建设项目安全设施施工完成后，建设单位应当按照有关安全生产法律法规、规章和国家标准、行业标准的规定，对建设项目安全设施进行检验、检测，保证建设项目安全设施满足危险化学品生产、储存的安全要求，并处于正常适用状态。

（4） 根据《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 第45号，国家安全监管总局令第79号修正）第二十二条，建设单位应当组织建设项目的设计、施工、监理等有关单位和专家，研究提出建设项目试生产（使用）（以下简称试生产〈使用〉）可能出现的安全问题及对策，并按照有关安全生产法律法规、规章和国家标准、行业标准的规定，制定周密的试生产（使用）方案。建设项目试生产期限应当不少于30日，不超过1年。

（5） 根据《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 第45号，国家安全监管总局令第79号修正）第二十五条，建设项目试生产期间，建设单位应当委托有相应资质的安全评价机构对建设项目及其安全设施试生产（使用）情况进行安全验收评价，且不得委托在可行性研究阶段进行安全评价的同一安全评价机构。

（6） 根据《建设工程安全生产管理条例》第十三条，设计单位应当按照法律法规和工程建设强制性标准进行设计，防止因设计不合理导致生产安

全事故的发生。同时，应全面落实安全设施设计的内容。

（7） 设计单位应当考虑施工安全操作和防护的需要，对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中注明，并对防范生产安全事故提出指导意见。

（8） 根据《建设工程安全生产管理条例》第二十条，施工单位从事建设工程的新建、扩建、改建和拆除等活动，应当具备国家规定的注册资本、专业技术人员、技术装备和安全生产等条件，依法取得相应等级的资质证书，并在其资质等级许可的范围内承揽工程。

（9） 根据《建设工程安全生产管理条例》第二十六条、第三十七条和第四十九条，开工前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。

9 评价结论

按照《危险化学品建设项目安全评价细则》（安监总危化〔2007〕255号）的要求，依据国内外相关法律法规、规章、规范、标准等资料，利用“安全检查表”“预先危险性分析”等评价法对本项目建成后可能存在的危险、有害因素进行了分析和评价，并提出相应的安全对策措施，进而形成如下评价结论：

（1）辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目（天然气液化装置部分）取得了葫芦岛高新技术产业开发区经济发展局核发的《关于<辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目〉项目备案证明》（高开发备〔2025〕11号）。

（2）项目选址位于辽宁省葫芦岛市高新技术产业开发区高新九路30-1，辽宁海洋石化精细化工有限责任公司现有厂区内，用地符合土地利用总体规划。

（3）本项目涉及的天然气以及使用混合冷剂中的（乙烯）属于国家首批重点监管的危险化学品；生产过程不涉及重点监管的危险化工工艺；本项目建成后不构成危险化学品重大危险源。

（4）根据安全检查表检查结果，本项目选址合理，设施安全条件符合要求。

（5）项目与周边环境之间的安全影响：本项目如果发生火灾、爆炸，会对周边企业产生一定影响；发生其他事故，发生位置在厂内，不会对周边企业的生产经营活动造成影响。本项目周边无居民区，周边的生产经营单位发生火灾、爆炸等事故，会对本项目产生一定影响；发生其他事故不会对本项目造成影响。

（6）根据预先危险性分析结果，本项目存在的主要危险是：火灾、容器爆炸、管道爆炸、可燃气体爆炸，其危险等级为III级（危险级）；其余危险有害因素等级为II级（临界级），主要有：窒息、泄漏、触电、机械致害、物体打击、高处坠落、跌落、厂（场）内车辆致害、灼烫、低温冻伤、噪声与振动等。

（7）针对项目存在的危险有害因素，本次设立安全评价提出了完善项目安全性的对策措施，特别是防止火灾、爆炸的对策措施，将以上的危险有害因素降低至可控程度。

（8）本评估报告采用定量风险评价方法，经过定量评估，根据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018），本项目三个级别个人风险等值线范围内没有一般防护目标中的一类防护目标、二类防护目标、三类防护目标；无高敏感场所（如学校、医院、幼儿园、养老院等）、无重要目标（如党政机关、军事管理区、文物保护单位等）、无特殊高密度场所（如大型体育场、大型交通枢纽等）。社会风险标准（F-N）曲线处于可容许区。事故多米诺半径均局限在企业边界内部，不会与周边企业设施产生“多米诺”效应。

综上所述：根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》《建筑设计防火规范（2018 年版）》等国家及行业相关技术标准的要求，对本项目进行了全面分析和评价。本项目符合国家产业政策，选址及总平面布置符合国家及行业有关技术标准的规定，符合设立安全条件。

10与建设单位交换意见的情况结果

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

附件 1 安全评价依据

本评价主要依据相关法律法规、规章及标准、规范；本项目被批准的相关文件及其他有关参考资料。

附件 1.1 法律

（1）《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令第八十八号，2021年9月1日起实施）

（2）《中华人民共和国危险化学品安全法》（十四届全国人大常委会第十九次会议2025年12月27日表决通过，自2026年5月1日起施行）

（3）《中华人民共和国建筑法（2019修正）》（中华人民共和国主席令第四十六号，2011年07月01日施行）

（4）《中华人民共和国消防法（2021年修订）》（国家主席令第6号，2009年5月1日起实施）

（5）《中华人民共和国突发事件应对法（2024年修订）》（中华人民共和国主席令 第二十五号，2024年11月1日起施行）

（6）《中华人民共和国水污染防治法（2017年修正）》（中华人民共和国主席令第八十七号，2008年06月01日发布）

（7）《中华人民共和国社会保险法》（中华人民共和国主席令第三十五号，2011年07月01日施行）

（8）《中华人民共和国职业病防治法（2018年修订）》（中华人民共和国主席令第五十二号，2016年07月02日施行）

（9）《中华人民共和国劳动合同法》（中华人民共和国主席令第七十三号，2013年07月01日施行）

（10）《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第四号，2014年01月01日施行）

附件 1.2 法规

（1）《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（中华人民共和国国务院令第352号，2002年05月12日施行）

（2）《生产安全事故报告和调查处理条例》（中华人民共和国国务院令第493号，2007年06月01日施行）

（3）《危险化学品安全管理条例（2013年修订）》（中华人民共和国国务院令第645号，2011年12月01日施行）

（4）《生产安全事故应急条例》（国务院令第708号，2019年04月01日施行）

（5）《辽宁省安全生产条例（2022修订）》（辽宁省人大常委会公告第64号，根据2022年4月21日辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议《关于修改〈辽宁省食品安全条例〉等10件地方性法规的决定》第二次修正）

（6）《辽宁省消防条例（2022年修订）》（辽宁省人民代表大会常务委员会公告第103号，2022年11月09日施行）

附件 1.3 规章

（1）《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令第3号，原国家安全生产监督管理总局令第80号修改，2015年07月01日施行）

（2）《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（原国家安全生产监督管理总局令第41号，原国家安全生产监督管理总局令第79号修改，2015年07月01日施行）

（3）《安全生产培训管理办法》（国家安全监管总局令第80号，2015年07月01日施行）

（4）《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第45号，原国家安全生产监督管理总局令第79号修改，2015年07月01日施行）

（5）《工作场所职业卫生管理规定》（国家卫生健康委员会令第5号，2021年02月01日施行）

（6）《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，2024年2月1日起施行）

（7）《防雷减灾管理办法》（2025年3月4日经中国气象局局务会议审议通过　2025年3月31日中国气象局令第44号公布　自2025年6月1日起施行）

（8）《辽宁省企业安全生产主体责任规定（2021年修正）》（辽宁省政府令〔2011〕264号）辽宁省人民政府令〔2021〕第341号修正）

（9）《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部令第2号修改，2019年09月01日施行）

附件 1.4 规范性文件

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

（2）《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）

（3）《危险化学品目录〔2026调整〕》〔应急管理部等十部门公告〔2026〕年第3号，2026年4月16日施行）

（4）《特别管控危险化学品目录（第一版）》（应急管理部等四部门公告〔2020〕3号，2020年5月30日）

（5）国家安全监管总局关于印发《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》和《烟花爆竹生产经营单位重大生

产安全事故隐患判定标准（试行）》的通知（安监总管三〔2017〕121号，2017年11月13日施行）

（6）《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〕第116号，2009年06月12日施行）

（7）《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07月19日施行）

（8）《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〕第186号，2010年11月03日施行）

（9）《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》（安监总管三〔2011〕95号，2011年06月21日施行）

（10）《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》（安监总管三〔2011〕142号，2011年07月01日施行）

（11）《关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财资〔2022〕136号，2022年12月12日施行）

（12）《关于开展提升危险化学品领域本质安全水平专项行动的通知》（安监总管三〔2012〕87号，2012年06月29日施行）

（13）《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，2013年02月05日施行）

（14）《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，2013年02月05日施行）

（15）《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〕第76号，2013年06月20日施行）

（16）《国家安全监管总局关于加强化工过程安全管理的指导意见》（安监总管三〔2013〕88号，2013年07月29日施行）

（17）《特种设备目录》（质检总局2014年第114号，2014年10月30日施行）

（18）《国家安全监管总局关于印发遏制危险化学品和烟花爆竹重特大事故工作意见的通知》（安监总管三〔2016〕62号，2016年06月03日施行）

（19）《辽宁省安全生产监督管理局关于加强危险化学品安全生产许可证颁发管理工作的通知》（辽安监危化〔2018〕20号，2018年8月17日施行）

（20）《应急管理部关于全面实施危险化学品企业安全风险研判与承诺公告制度的通知》（应急〔2018〕74号）

（21）《辽宁省应急管理厅关于进一步推动执行危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则的通知》（辽应急危化〔2020〕5号，2020年3月27日）

（22）关于印发《辽宁省安全生产监督管理局贯彻落实〈生产安全事故应急预案管理办法〉实施细则》的通知 （辽安监应急〔2017〕5号，2017年09月13日施行）

（23）辽宁省安全生产监督管理局关于加强危险化学品安全生产许可证颁发管理工作的通知 （辽安监危化〔2018〕20号，2018年08月17日）

（24）《危险化学品建设项目安全监督管理办法（2015 年修正）》（国家安全生产监督管理总局令〔2012〕第 45 号）

（25）《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，2022 年 06 月 10 日施行）

附件 1.5 标准、规范

（1）《安全评价通则》（AQ 8001-2007）

（2）《安全预评价导则》（AQ 8002-2007）

（3）《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）

（4）《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB 50160-2008）

（5）《石油天然气工程设计防火规范》（GB 50183-2004）

（6）《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T 20368-2021）

（7）《钢制低温压力容器技术规范》（HG/T20585-2020）

（8）《液化天然气设备与安装 陆上装置设计》（GB/T 22724-2022）

（9）《天然气液化工厂设计标准》（GB51261-2019）

（10）《液化天然气的一般特性》（GB/T 19204-2020）

（11）《天然气》（GB17820-2018）

（12）《油气回收处理设施技术标准》（GB/T50759-2022）

（13）《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）

（14）《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）

（15）《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）

（16）《化工企业液化烃储罐区安全管理规范》（AQ 3059-2023）

（17）《石油化工储运系统泵区设计规范》（SH/T 3014-2012）

（18）《机械安全 防止人体部位挤压的最小间距》（GB/T 12265-2021）

（19）《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）

（20）《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB 50453-2008）

（21）《建筑抗震设计规范（2024 年版）》（GB/T 50011-2010）

（22）《构筑物抗震设计规范》（GB 50191-2012）

（23）《石油化工金属管道布置设计规范》（SH 3012-2011）

（24）《石油化工工厂布置设计规范》（GB 50984-2014）

（25）《石油化工给水排水系统设计规范》（SH/T 3015-2019）

（26）《石油化工储运系统罐区设计规范》（SH/T 3007-2014）

（27）《输送流体用无缝钢管》（GB/T 8163-2018）

（28）《石油化工装置防雷设计规范（2022 年版）》（GB 50650-2011）

（29）《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）

（30）《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116-2013）

（31）《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）

（32）《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022）

（33）《生产安全事故分类与编码》（GB 6441-2025）

（34）《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）

（35）《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）

（36）《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）

（37）《通用用电设备配电设计规范》（GB 50055-2011）

（38）《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）

（39）《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》（SH 3009-2013）

（40）《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）

（41）《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）

（42）《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116-2013）

（43）《石油化工电信设计规范》（SH/T 3153-2021）

（44）《化工企业安全卫生设计规范》（HG 20571-2014）

（45）《消防安全标志 第 3 部分：设置要求》（GB 13495.3-2026）

（46）《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）

（47）《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB 30077-2023）

（48）《化学品安全技术说明书 内容和项目顺序》（GB 16483-2008）

（49）《化学品安全标签编写规定》（GB 15258-2009）

（50）《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）

（51）《化工和危险化学品生产经营企业重大生产安全事故隐患判定准则》（AQ3067-2026）

（52）《化工企业设备检修作业安全规范》（AQ3026-2026）

（53）《安全色和安全标志》（GB 2894-2025）

（54）《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）

（55）《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB 50028-2006）

（56）《固定式金属梯及平台安全要求 第 1 部分：直梯》（GB 4053.1-2025）

（57）《固定式金属梯及平台安全要求 第 2 部分：斜梯》（GB GB 4053.2-2025）

（58）《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及平台》（GB 4053.3-2025）

（59）《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB 4387-2008）

（60）《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T 50087-2013）

（61）《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）

（62）《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）

（63）《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）

（64）《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-2023）

（65）《石油化工物料汽车装卸设施设计标准》（SH/T 3221-2023）

（66）《缺氧危险作业安全规程》（GB 8958-2006）

（67）《仪表供气设计规范》（HG/T 20510-2014）

（68）《消防设施通用规范》（GB 55036-2022）

（69）《生产安全事故应急演练基本规范》（YJ/T 9007-2019）

（70）《生产安全事故应急演练评估规范》（YJ/T 9009-2015）

（71）《生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南》（YJ/T

9011-2019）

（72）《视频安防监控系统工程设计规范》（GB 50395-2007）

（73）《燃气工程项目规范》（GB 55009-2021）

（74）《坠落防护装备安全使用规范》（GB/T 23468-2009）

（75）《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）

（76）《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准》（HG/T 20660-2017）

（77）《危险场所电气防爆安全规范》（AQ 3009-2007）

（78）《供配电系统设计规范》（GB 50052-2009）

（79）《外壳防护等级（IP 代码）》（GB/T 4208-2017）

（80）《外壳防护等级（IP 代码）》国家标准第 1 号修改单（GB/T 4208-2017/XG1-2024）

附件 1.6 其他

（1）《安全评价技术服务合同》（辽宁海洋石化精细化工有限责任公司与辽宁诺诚安全科技有限公司签订）

（2）《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司天然气液化及调质项目可行性研究报告》（济南石油化工设计院，2025年10月）

（3）《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司建筑物爆炸安全性评估报告》（青岛劳帕安全技术咨询有限公司，2025年12月）

（4）《危险化学品安全技术全书（第二版）》（化学工业出版社）

（5）《新编危险物品安全手册》（化学工业出版社）

（6）辽宁海洋石化精细化工有限责任公司提供的其他资料

附件 2 化学品理化性能指标、包装、储存、运输的技术要求

附件 2.1 天然气

附件 2.2 乙烯

附件 2.3 丙烷

附件 2.4 异戊烷

附件 2.5 氮气

附件 3 危险有害因素辨识过程

附件 3.1 主要危险有害因素

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022）和《生产安全事故分类与编码》（GB 6441-2025）等有关规定，将本项目的危险、有害因素分为：火灾、容器爆炸、管道爆炸、可燃气体爆炸、窒息、泄漏、泄漏、触电、机械致害、物体打击、高处坠落、跌落、厂（场）内车辆致害、灼烫、低温冻伤、噪声和振动等。

附件 3.1.1 火灾

LNG 装车鹤管与槽车接口密封失效（如密封圈老化、对接偏差），低温 LNG 高速泄漏后瞬间气化，在装车区形成扩散的可燃气体云。此时若遭遇槽车发动机未熄火、现场人员违规吸烟、静电放电（如未穿戴防静电工作服）等点火源，极易引发喷射状火灾，火焰会沿着泄漏气流蔓延，迅速引燃周边设备。

LNG 液化撬、管道等若因超压破裂、低温脆裂发生泄漏，气化后的天然气会随风向扩散。可燃气体积聚到爆炸极限后遇火源，会先发生爆炸再引发大面积火灾，火焰热辐射还可能导致相邻设施温度升高、压力骤增，引发罐体破裂的连锁反应。

明火导致火灾原因占很大一部分，主要表现为动火管理不善或措施不力、违禁携带火种、吸烟、车辆喷出的火星、放鞭炮和烧纸的飞火等，都极易引燃泄漏的可燃气体。

雷击火灾主要包括直接雷击和雷电感应引起的火灾爆炸事故。高大的金属设备在雷雨天存在着被直接雷击或感应雷击的危险。设备受雷击瞬间会产生较大的电位，与相对远处的低电位或零电位会产生较大的电位差时产生较大的电位差，如果此时连接处有放电间隙存在，就可能击穿间隙引起火花放

电现象，引起火灾爆炸事故。

电气系统故障起火：液化装置的压缩机、低温泵等大功率电器设备，若因过载、短路、绝缘层破损产生电火花，恰好处于天然气泄漏扩散区域内，会直接点燃可燃气体。此外，防爆电气设备选型错误、接线盒密封不严，也可能成为点火源。电气施工人员违章操作，缺少安全知识，遇到意外处理失当，往往酿成火灾悲剧。电气设备、配电系统未按规定装设漏电保护装置、过电压保护等装置或失效，线路绝缘损坏、短路，以及防爆场所电气设备、线路、照明不符合防爆要求等均可能发生电气事故。

潜在蔓延路径火灾发生后，会通过热辐射、热对流、飞火三种方式蔓延：热辐射会烘烤周边管道、设备，使其温度升高、材质强度下降；热对流会带动火焰向通风良好的区域扩散；飞火则可能引燃远处的可燃杂物（如保温材料、包装纸箱），扩大火灾范围。

附件 3.1.2 容器爆炸

工艺失控超压：液化装置中的容器、换热器等设备，若因制冷系统故障（如膨胀阀堵塞、制冷剂泄漏）导致压力异常升高，而安全阀因锈蚀、卡滞无法正常起跳泄压，会造成容器超压破裂。LNG 罐车在充装过程中，若液位计失灵、操作人员未及时停止充装，导致超量装载，液态 LNG 受热膨胀后也会使罐内压力急剧上升。

外部热源烘烤超压：当储罐周边发生火灾时，火焰热辐射会使罐内 LNG 快速气化，罐内压力在短时间内超过设计承压值。若储罐喷淋冷却系统失效，无法对罐体进行降温降压，就会引发物理爆炸，爆炸产生的碎片会高速飞溅，破坏力极强。

低温脆裂：LNG 储罐、管道若使用了不耐低温的碳钢材质（如 Q235 钢在-40℃以下会发生低温脆性转变），在 LNG 长期低温浸泡下，材料韧性急剧下降，微小的焊接裂纹或应力集中点会迅速扩展，最终导致罐体破裂爆炸。

腐蚀减薄：储罐内壁若因 LNG 中含有的微量酸性物质（如硫化氢、二氧化碳）发生腐蚀，罐体壁厚逐渐减薄，当壁厚小于最小允许厚度时，在正常工作压力下就可能发生破裂。此外，储罐外壁的防腐层脱落，会导致罐体被大气腐蚀，同样会降低罐体的承压能力。

附件 3.1.3 管道爆炸

管道爆炸主要源于材料腐蚀劣化、外力环境破坏、压力温度异常及人为管理失误等原因，会引发物理破坏、介质泄漏次生灾害、连锁事故等严重后果，造成人员伤亡、财产损失与环境污染。

1）材料性能劣化类

腐蚀破坏：天然气中含有的硫化氢、二氧化碳、水分等腐蚀性介质，会持续侵蚀管道内壁，造成管壁减薄、强度下降，在腐蚀介质与拉应力共同作用下，管道内部易产生裂纹并扩展；空管道长期暴露在户外，会受到大气腐蚀，加速材料老化。

低温脆性破坏：天然气液化装置涉及低温环境（液化天然气温度低至-162℃），低温会使管道材料韧性急剧下降，原本存在的微小加工缺陷、焊接缺陷，在应力作用下会快速扩展，最终导致管道断裂。

2）外力与环境作用类

热胀冷缩破坏：天然气在液化装置中经历常温气态到低温液态的转变，装车时低温液态天然气又会快速气化，温度剧烈变化会使管道产生大幅伸缩，若管道补偿装置不足或失效，连接处易发生撕裂，管道本体也可能因过度应力开裂。

振动破坏：液化装置中的泵、压缩机等设备运行时会产生机械振动，天然气在管道内输送时的流体脉动也会持续冲击管道，长期作用下，管道焊缝、法兰、鹤管连接部位易出现疲劳裂纹，最终导致断裂。

地质灾害破坏：若装置选址区域存在地基沉降、地震等地质风险，地质

活动会使管道发生位移、扭曲，当应变超过材料极限时，管道会发生破裂。

3）压力与温度异常类

误操作导致超压超温：操作人员错误操作阀门、调压装置、制冷设备等，可能使管道内压力超过设计值；或在液化过程中温度控制失误，导致管道局部温度异常，破坏管道结构稳定性。

安全装置失效：安全阀、压力调节阀、紧急切断阀等安全装置若出现卡涩、未定期校验、选型不当等问题，无法在超压、超温时及时泄压或切断介质，会导致管道压力持续升高引发爆炸。

化学反应失控：若天然气中混入氧气、氮气以外的杂质（如氢气、硫化物等），在特定温度、压力条件下可能发生剧烈化学反应，反应放热、产气会使管道内压力急剧飙升，引发爆炸。

4）管理与人为因素类

先天性缺陷：管道制造过程中存在的材质不合格、裂纹，安装时的焊接缺陷、法兰密封不严、管道应力未消除等问题，若未在验收阶段被发现，会成为后期爆炸的潜在隐患。

未定期检验：未按规定对低温管道、高压管道进行定期无损检测（如超声检测、磁粉检测），无法及时发现管道内部腐蚀、裂纹、疲劳损伤等缺陷，导致隐患持续发展直至爆炸。

违章操作：违规超压、超温运行管道，在管道带压状态下进行检修、拆卸作业，或装车时未按规范操作鹤管，导致介质泄漏后遇火源引发爆炸。

5）管道爆炸后果

直接物理破坏：管道破裂后产生的高速飞溅碎片，会损坏周边的液化装置、泵阀、仪表等设备，破坏厂房建筑结构；爆炸冲击波会直接冲击现场人员，造成机械伤害、物体打击，甚至直接导致死亡。

介质泄漏次生灾害：天然气泄漏后会快速扩散，遇点火源会引发二次爆

炸、火灾，造成大面积燃烧；未燃烧的天然气会在周边区域形成爆炸性混合气体，增加爆炸范围和风险；若液化天然气泄漏，低温会造成人员冻伤，同时快速气化吸收大量热量，可能引发局部低温环境，损坏其他设备。

连锁事故与长期影响：爆炸可能引发液化装置的连锁反应，导致更多设备损坏、介质泄漏；火灾和爆炸会造成生产长期中断，带来重大经济损失；天然气泄漏若未及时控制，会污染周边空气，影响生态环境，甚至对周边居民健康造成长期影响。

附件 3.1.4 可燃气体爆炸

本项目涉及到天然气，以高压气态或低温液态存在于设备、管道中，发生可燃气体爆炸的触发原因如下：

1）泄漏与积聚类

介质泄漏：管道焊缝开裂、法兰密封失效、鹤管连接不严、设备密封件老化等，会导致天然气（主要成分为甲烷）泄漏；低温液化天然气泄漏后会快速气化，形成大量气态可燃云团。

积聚扩散：泄漏的天然气在通风不良的区域（如厂房低洼处、管道沟、设备夹缝）积聚，当浓度达到 5%—15%的爆炸极限范围时，遇点火源就会引发爆炸；若泄漏发生在户外，天然气可能随风扩散，扩大爆炸风险覆盖范围。

2）点火源类

明火类：现场动火作业未按规范审批、操作，焊接切割火花；厂区内违规吸烟、使用明火；周边外部火源（如烟花爆竹、焚烧垃圾）蔓延至厂区。

电气火花类：防爆电气设备选型不当、损坏失爆，开关启停时产生电火花；电气线路老化短路、过载发热产生电弧；静电放电（管道未接地、装卸作业时鹤管与罐体摩擦产生静电）。

高温热表面类：液化装置的高温设备、管道表面，加热装置的过热部位；

火灾事故中燃烧的高温物体，都可能成为点火源引燃可燃气体。

3）环境与工况类

压力浓度波动：管道输送压力不稳定，导致天然气泄漏量忽大忽小，浓度快速进入爆炸极限范围；装车时流速过快，易产生静电并加剧泄漏风险。

混合气体组成变化：若天然气中混入其他可燃杂质（如乙烷、丙烷），会改变爆炸极限范围，降低爆炸触发门槛；混入氧气、空气等助燃气体，会提升爆炸强度。

4）可燃气体爆炸的后果

人员伤害

冲击波伤害：爆炸产生的冲击波会直接冲击人体，造成骨折、内脏损伤、颅脑创伤，甚至当场死亡；冲击波还会掀翻物体，引发物体打击、机械伤害次生事故。

燃烧灼伤：爆炸引发的火灾会造成大面积人员灼伤，高温烟气还会导致人员呼吸道灼伤、中毒窒息；液化天然气泄漏气化时的低温环境，会造成人员冻伤。

中毒窒息：燃烧不充分产生的一氧化碳等有毒气体，会导致人员中毒；大量天然气泄漏会挤占空气中的氧气，引发人员缺氧窒息。

设施破坏

设备损毁：爆炸冲击波会摧毁液化装置的压缩机、泵体、储罐等核心设备，管道系统大面积断裂破裂；高温火焰会烧毁电气仪表、控制系统，导致生产全面瘫痪。

建筑破坏：厂房、操作间等建筑结构会因冲击波冲击发生坍塌、开裂，造成设施掩埋、次生坠落事故。

环境与次生影响

环境污染：爆炸引发的火灾会产生大量有毒有害烟气，污染周边空气；

泄漏的天然气若渗入土壤、水体，会破坏生态环境，影响周边居民生活用水安全。

连锁事故：可燃气体爆炸可能引发管道爆炸、储罐泄漏燃烧等连锁反应，扩大事故范围；还可能导致相邻装置、仓库发生火灾爆炸，造成更大规模的损失。

经济损失：生产中断、设备重建、环境治理等会带来高额经济成本；同时可能面临监管处罚、索赔纠纷等长期经济影响。

附件 3.1.5 窒息

本项目撬装天然气液化装置需要使用到氮气。

氮气管道因腐蚀、磨损导致管壁减薄、穿孔，引发泄漏；阀门密封面损坏、阀芯磨损，导致阀门内漏或无法完全关闭；管道焊缝开裂、法兰密封失效，造成连接处泄漏等。

发现氮气泄漏后未及时采取正确的应急处置措施，导致泄漏扩大，操作人员应急处置能力不足，未能有效控制泄漏，未按规定佩戴个人防护用品，导致操作人员在泄漏环境中暴露。

氮气管道、设备受到外力碰撞、挤压，造成管道破裂、设备损坏，施工过程中误碰氮气管道、设备，导致泄漏。

地震、洪水等自然灾害导致氮气管道、设备损坏，引发泄漏。

急性窒息：氮气无色无味，泄漏后不易察觉，会迅速降低空气中氧气浓度。当氧气浓度降至 15%以下时，人员会出现呼吸急促、头痛、恶心等症状；氧气浓度降至 10%以下时，人员会失去知觉、昏迷甚至死亡

附件 3.1.6 泄漏

1）卸车环节泄漏风险

（1）潜在原因

装车鹤管与槽车连接密封件老化、磨损，或对接时未完全卡紧，导致连接部位泄漏；

鹤管阀门、槽车阀门内漏，密封面受低温天然气腐蚀损坏，或操作时开关不到位引发泄漏；

卸车管道受低温介质长期侵蚀，或被杂质磨蚀，造成管壁减薄、穿孔；

卸车过程中鹤管、管道受外力碰撞、拉扯，导致焊缝开裂或管道变形；

卸车前未按规定检查鹤管密封性、槽车压力，直接开启阀门；卸车时流速过快、压力波动过大，超过管道耐受极限。

（2）泄漏后果

低温液化天然气泄漏后快速气化，形成低温云团，接触人体会造成严重冻伤；高浓度天然气挤占空气，易引发人员缺氧窒息；

天然气泄漏后扩散至周边，遇点火源会引发火灾、爆炸，造成设备损毁、人员伤亡；

天然气渗入土壤、水体，会破坏周边生态环境，污染地下水；

泄漏导致卸车作业中断，影响生产计划，造成经济损失。

2）液化装置环节泄漏风险

（1）潜在原因

液化装置的换热器、压缩机、泵体等设备密封件老化，或受低温、高压环境影响失效，引发介质泄漏；

装置管道受低温腐蚀、应力腐蚀，导致管壁减薄、产生裂纹；管道焊缝因焊接缺陷、应力集中，在温度波动下开裂；

液化过程中温度、压力控制不当，导致设备超压运行，造成密封面损坏或管道破裂；

未定期对装置进行检修、维护，未能及时发现密封件老化、管道腐蚀等隐患；设备切换操作失误，导致压力冲击损坏密封结构。

（2）泄漏后果

低温液化天然气泄漏气化后，会造成局部低温环境，损坏周边设备、仪表的精密部件；天然气泄漏积聚达到爆炸极限，遇点火源引发爆炸，摧毁装置设备，造成大规模人员伤亡；装置泄漏导致生产全面中断，设备修复、重启成本高昂，造成重大经济损失。

3）缓冲罐环节泄漏风险

（1）潜在原因

缓冲罐内壁受天然气中硫化氢、水分腐蚀，导致壁厚减薄、穿孔；外壁受大气腐蚀，锈蚀点向内扩展；缓冲罐底部积液未及时排放，含硫污水长期浸泡造成局部腐蚀加剧；天然气输送压力频繁波动，导致缓冲罐本体、焊缝产生疲劳裂纹；缓冲罐安全阀起跳频繁，密封面磨损损坏引发泄漏；超压运行超过设计承压能力，造成罐体破裂；未定期对缓冲罐进行无损检测，未能及时发现腐蚀、裂纹等缺陷；进出口阀门操作不当，导致密封面损坏或管道连接处泄漏。

（2）泄漏后果

泄漏的天然气会引发人员缺氧窒息，遇点火源发生燃烧、爆炸，造成人员伤亡；缓冲罐泄漏导致天然气供应中断，后续装车工序停滞，影响生产节奏；天然气泄漏腐蚀周边管道、阀门、仪表，缩短设备使用寿命，增加维修成本；天然气扩散至大气中，会加剧温室效应，破坏周边生态环境；泄漏引发的爆炸可能波及其他储罐、装置，引发连锁事故，扩大损失范围。

3）管道与法兰泄漏风险

（1）潜在原因

法兰垫片材质不耐低温或天然气腐蚀，老化、硬化后失去密封性能；垫片安装错位、压缩量不足或过度，导致密封失效；

螺栓材质受低温影响韧性下降，或受天然气中腐蚀性介质侵蚀强度降低，

出现松动、断裂；螺栓紧固不均，法兰密封面受力不均引发泄漏；

管道、法兰材质选型不当，不耐低温应力腐蚀，出现裂纹、腐蚀穿孔；法兰密封面因磨损、腐蚀产生划痕、变形，影响密封性；

天然气输送压力过高、温度波动过大，导致管道、法兰变形，密封面贴合不严；管道长期受设备振动影响，螺栓松动、垫片损坏；

未定期检查管道法兰连接部位，未能及时发现垫片老化、螺栓松动等隐患。

（2）泄漏后果

泄漏的天然气会造成人员缺氧窒息，遇点火源引发火灾、爆炸，危及现场人员安全；

管道法兰泄漏导致天然气输送量不足，影响液化装置、装车鹤管的正常运行；

天然气泄漏腐蚀周边设备、管道，造成设备损坏，增加维修成本；

天然气扩散至厂区内外，污染空气，影响周边环境和居民生活；

泄漏引发的爆炸可能导致管道破裂、设备倒塌，造成大规模生产中断和财产损失。

附件 3.1.7 触电

（1）触电事故

这类危险主要发生在生产设施的各种机泵的电动机、通排风设备等和生产辅助设施等所在的变压器、配电室部位以及动力与照明电气线路等处和照明电器上。

在安装施工过程中，由于选用质量低下的电气设备、器材或安装质量有缺陷而发生故障，或在工作过程和维修保养过程中，由于作业人员不能按照电气工作安全操作规程进行或缺乏安全用电常识，均可能造成触电危险事故的发生。

1）种类：

①人直接与带电体接触；

②与绝缘损坏电气设备接触；

③与高压带电体的距离小于安全距离；

④跨步电压触电。

2）主要危险因素：

①电气设备故障；

②输电线路的故障，如线路断路、短路；

③电气设备或输电线路等已建立的监控设施性能失灵；

④设备或线路绝缘性能不良而使带电体裸露；

⑤工作人员对电气设备的误操作或电工人员违章对电气检查、检修，导致引发的触电事故。

（2）静电伤害

静电电荷产生的火花，常成为化学工业发生火灾爆炸的一个根源。产生静电荷的原因是电介质相互摩擦或电介质与金属摩擦。

在原料、成品输送管线中、设备内部有产生静电电荷积累的可能。尤其在输送管线、装卸等过程中，容易产生静电火花引起火灾爆炸。在罐区用铁制工具作业、穿戴有铁钉的鞋工作、化纤品服装与人体摩擦等均可能产生放电火花，导致火灾爆炸。另外，静电也能给人以电击，造成操作人员紧张，妨碍操作，引发二次伤害事故。

（3）雷电伤害

雷电流能破坏绝缘，产生火花，引起停电，不仅要防感应雷和直击雷，还要防导入雷，导入雷可能导致电气系统失灵，所有电机停运，从而导致更严重的火灾、爆炸等次生灾害。

附件 3.1.8 机械致害

机械作业中危险性较大、使用频率较高的机械设备，如真空泵等泵类设备、离心机等典型的作业具有一定风险。风险的产生与设备工作原理和工作状态有关。其主要原因为：机械设备防护措施不到位或防护措施缺陷、设备故障或机械设备未及时检查修理、人员违章操作等。

常见机械伤害有：与运动零部件接触伤害如绞缠与卷咬与冲压、飞出物的打击伤害、重物坠落、倾翻的打击、刺割、刮碰、撞击伤害、坠落、磕绊与跌伤。

企业机、泵等设备的转动部位，存在绞缠与卷咬、冲压、飞出物的打击伤害等。

附件 3.1.9 物体打击

物体打击指在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故，不包括因机械设备、车辆、坍塌等引发的物体打击。在生产及检修过程中，从高处有可能会掉下有关物件或零部件等，可造成物体打击，对设备和人员造成一定的伤害。

附件 3.1.10 高处坠落

LNG 装车鹤管平台上、撬装设备顶等存在高处作业。高处坠落指在高处作业中发生坠落造成的伤亡事故，不包括触电坠落事故。高处坠落的原因有以下几种：

（1）人的不安全行为分析。违章指挥、违章作业、违反劳动纪律的“三违”行为，主要表现为：指派无登高架设作业操作资格的人员从事登高架设作业或不具备高处作业资格的人员擅自从事高处作业；不按规定的通道上下进入作业面；高空作业时不按劳动纪律规定穿戴好个人劳动防护用品（安全帽、安全带、防滑鞋）等等。人操作失误主要表现为：在临边作业时因踩空、踩滑而坠落；在转移作业地点时因没有及时系好安全带或安全带系挂不牢而

坠落；注意力不集中，作业或行动不注意观察周围环境是否安全而轻率行动。

（2）物的不安全状态分析。高处作业的安全防护设施的材质强度不够、安装不良、磨损老化：用作防护栏杆的钢管、扣件等材料因壁厚不足、腐蚀、扣件不合格而折断、变形失去防护作用；因其他设施设备破坏导致相关人员坠落。安全防护设施不合格、装置失灵而导致事故。操作平台周边的防护设施不合格；劳动保护用品缺陷：高处作业人员的安全帽、安全带、安全绳、防滑鞋等用品因内在缺陷而破损、断裂、失去防滑功能等引起的高处坠落事故。

附件 3.1.11 跌落

导致跌落的原因分析如下：

液化天然气温度极低，管道、装车鹤管可能导致地面结霜或冷凝水积聚，易形成湿滑区域。此外作业中使用的工具、阀门扳手及其他杂物等若未及时归位，可能成为绊倒隐患。夜间或阴天时，若照度不达标，操作人员难以辨识地面障碍物或高差变化。作业人员若身体条件不舒适，注意力不集中等也有可能造成跌落事故。

人员摔倒后可能导致皮肤擦伤、割伤、扭伤、骨折等伤害；头部、胸部、腹部等重要部位受到撞击，可能导致颅脑损伤、内脏破裂等严重伤害；若被设备、工具压住，可能导致窒息、挤压伤等伤害。

附件 3.1.12 厂（场）内车辆致害

LNG 运输车在倒车、停靠或启动时，若视线盲区未设警示，可能撞伤现场人员。厂（场）内车辆致害是机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、下落、挤压伤亡事故。车辆有故障（如刹车、阻火器不灵、无效等）；车速过快；道旁管线、管架桥无防撞设施和标志；路面不好（如路面有陷坑、障碍物、冰雪等）；超载驾驶；驾驶员道路行驶违章；驾驶员工作精力不集中（抽烟、谈话、打手机等）；驾驶员酒后驾车；驾驶员疲劳驾驶；驾驶员

情绪不好或情绪激动时驾车。本项目涉及装车作业，存在厂（场）内车辆致害风险。

附件 3.1.13 灼烫

（1）本项目使用到蒸汽作为加热介质，部分工艺单元温度较高，若工作时不小心碰触高温设备或保温缺陷的高温管线，或因设备故障、管道阀门泄漏、操作不当而引起高温物料泄漏、喷出、飞溅等，均可能引起灼（烫）伤事故。蒸汽管线因腐蚀变薄、超压等发生爆炸或泄漏，人体触及高温蒸汽，可能发生烫伤。

附件 3.1.14 低温冻伤

LNG 为低温物质，若设备、管道、阀门等保冷措施不健全，操作人员未穿戴必要的个人防护用品，在接触到上述低温表面有可能引起冻伤事故。

液化的气体在液态情况下迅速气化，会造成局部低温，如果泄漏直接接触到皮肤则会造成组织冻伤以及严重的超低温冻伤和眼睛严重的低温冻伤。引发液化气体泄漏造成冻伤的原因主要有：

（1）安全装置缺失引发液化气体泄漏：

（2）低温液体泵连接管道、阀门破碎导致液化气体泄漏；

（3）充装排破裂导致液化气体泄漏；

（4）人员操作失误导致液化气体泄漏。

附件 3.1.15 噪声和振动

（1）噪声

从生理的观点来说，凡是使人产生烦恼，需要加以控制的声音统称为噪声。噪声能引起职业性噪声聋或引起神经衰弱、心血管疾病及消化系统等疾病的高发，会使操作人员的失误率上升，严重的会导致事故发生。

（2）振动

指物体在外力作用下，以中心位置为基准，做直线或弧线的往复运动。长期接触振动的人都会对身体造成伤害。

噪声作用于人体会产生各方面影响和危害，长期接触高强度噪声会使听力下降，甚至耳聋。噪声作用于人体的神经系统，可诱发许多疾病。如头晕、失眠多梦、消化不良、食欲缺乏、心律不齐及高血压，降低脑力工作效率，使人疲劳。另外，噪声干扰报警信号，引发事故，影响安全生产。本项目的噪声主要来自机械噪声。

本项目生产过程中的噪声与振动源主要来源于机械设备，如果设备选型、安装不好或未采取降噪措施可能会产生较大的噪声，操作人员如果长时间在附近操作，可能会对人员造成不同程度的伤害。

附件 3.2 施工、检维修过程的危险有害因素分析

化工企业检维修包括：全厂停车大检修；某一套或几套生产装置停车检修；系统、车间或生产储存装置的检维修；化工装置的维护保养；生产储存装置及相关设备在不停产状况下的抢修。经验表明，很多事故都是在检维修过程中发生的。企业如果需要进行检维修作业，会涉及易燃、有毒有害物质，如果进行动火、进入受限空间、盲板抽堵等危险作业，极易导致火灾及中毒和窒息事故的发生。下面对各种检维修作业存在的风险进行分析。

附件 3.2.1 动火作业危险性分析

动火作业是指在禁火区进行焊接与切割作业及在易燃易爆场所使用喷灯、电钻、砂轮等进行可能产生火焰、火花和赤热表面的临时性作业。如管理不当或现场条件不符合要求，就有可能发生严重的事故，主要原因有以下几点：

（1）用火设备内未清理干净；

（2）与用火设备相连的管线未断开；

（3）用火点周围有易燃物；

（4）高处作业火花四溅；

（5）用火点周围有易燃物；

（6）用火现场消防器材不符合要求；

（7）动火前未办理动火证。

附件 3.2.2 进入受限空间作业分析

企业生产使用的各种储罐类等容器设备，如检维修过程中需要进入其中，一旦存在下列情况，则有可能发生人员伤亡事故：

（1）作业前未进行危险性分析。

（2）没有对所有与受限空间相连的阀门、管线加盲板（严禁仅依靠关闭阀门隔离）。

（3）设备未清洗、置换、处理合格。

（4）设备内通风不良，未按要求强制通风。

（5）设备上的转动设备未切断电源、未上锁挂牌。

（6）受限空间进出口通道不畅，应急撤离受阻。

（7）盛装可燃、有毒物质的设备，作业前未开展气体分析或分析不合格。

（8）作业人员不清楚设备内其他危害因素。

（9）作业现场监护不到位、无合格监护人、应急器材缺失。

（10）未按规定办理受限空间作业证。

（11）受限空间内照明、手持电动工具选型及电压不符合规范，潮湿狭小金属容器内未采用≤12V 安全电压、普通容器内照明超过 36V，易燃易爆环境未使用防爆型电气器具。

（12）受限空间内使用超过安全电压的手持电动工具，未单独配置漏电保护器，金属容器接地不可靠、无绝缘防护措施，存在触电风险。

（13）受限空间临时用电线路破损、敷设不规范，用电设备缺少可靠保护接地。

附件 3.2.3 抽堵盲板作业分析

盲板抽堵是指在设备检修及抢修中，设备、管道内存有物料（气、液、固态）及一定温度、压力情况下的作业。

（1）盲板不符合要求。

（2）进行抽堵盲板时管道内压力过高。

（3）作业人员未做好个人防护。

（4）作业现场爬梯、平台、盖板不结实。

（5）检修用的盲板混乱不清楚。

（6）未办理盲板抽堵作业证。

附件 3.2.4 设备维修分析

设备维修过程中，会受到很多种不确定因素的影响，人、机、物各种因素都有可能导致事故的发生，主要包括以下几种情况。

（1）检修工具未检查，不符合要求。

（2）没有断电措施。

（3）检修使用的防护器材不合格。

（4）检修现场爬梯、平台、盖板不结实。

（5）检修用的盲板混乱不清楚。

（6）移动式电器工具无漏电保护装置。

（7）有腐蚀性介质的现场无冲洗用水。

（8）检修现场不平，无标志。

（9）现场易燃物品及杂物较多。

（10）现场消防通道、行车通道不畅通。

（11）作业人员未穿戴防护用品。

（12）未办理相关作业证。

附件 3.2.5 电气检修作业

电气检修作业时可能发生电击危险、电弧危害或因线路短路产生火花造成事故等，使人体遭受电击、电弧引起烧伤、电弧引起爆炸冲击受伤等伤害。此外，电气事故还可能引发火灾、爆炸以及造成装置停电等危险。引发事故的因素主要有：

（1）切断与设备连接的电源，未上锁，未在开关箱上火总闸上挂上醒目的“禁止合闸，有人工作”对的标志牌。

（2）作业人员未按要求穿戴劳保用品。

（3）电气作业人员未取得上岗证书。

（4）电气作业时无人员监护。

（5）在维护检修和故障处理中，擅自改变、调整保护和自动装置的设定值。

（6）作业时人员进入有危险的区域，或在区域内进行其他工作任务。

（7）对于维修中易产生静电的过程或系统，未进行静电危害分析，制定相应安全措施。

（8）在电气作业场合下使用金属梯子、椅子、凳子等。

（9）作业前未办理相关作业证。

附件 3.2.6 高处作业分析

作业位置高于正常工作位置，容易发生人和物的坠落，产生事故。引发事故的因素主要有：

（1）未按规定检查、落实高处作业用的脚手架（梯子、吊篮）、安全

带、绳等用具是否安全。

（2）未设置现场监护人员，未按要求设置警戒线。

（3）作业人员未按要求穿戴劳保用品。

（4）违反高处作业规程。

（5）夜间从事高处作业。

（6）遇有 6 级以上大风、雷电、暴雨、大雾等恶劣天气而影响视觉和听觉的条件下进行高处作业。

（7）作业前未办理相关作业证。

附件 4 选用的安全评价方法简介

附件 4.1 安全检查表法

安全检查表（SafetyCheckList，简称 SCL）是系统安全工程的一种最简便、广泛应用的系统安全性评价方法。安全检查表是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉、经验丰富的安全技术人员和安全管理人员，事先对分析对象进行详细分析和充分讨论，列出检查单元和部位、检查项目、检查要求、各项赋分标准、评定系统安全等级分值标准等内容的表格（清单）。

对系统进行评价时，对照安全检查表逐项检查，从而评价出系统的安全等级。当安全检查表用于设计、维修、环境、管理等方面查找缺陷或隐患时，可省略赋分、评级等内容和步骤。

（1）安全检查表的编制原则

安全检查表需列举所有可能导致事故发生的不安全状态和行为，在内容上结合实际、突出重点、简明易行、符合安全要求，因此主要依据以下原则进行编制。

（2）符合有关法律法规、标准、规范

安全检查表应以国家、部门、行业颁发的有关安全法律法规、标准、规范为依据，使检查表的内容科学、合理并符合法规的要求。

（3）参考有关事故案例资料

收集国内外同类或相关企业有关案例资料，结合评价对象，仔细分析引起事故发生的基本事件和原因，对企业消防事故隐患具有重要意义，这些材料可以作为编制检查表的参考。

附件 4.2 预先危险性分析法

预先危险分析方法是在进行某项工作开始之前，为实现系统安全而对系统进行的初步或初始的分析，包括设计、施工和生产前，首先对系统中存在的危险性类别、出现条件，导致事故的后果进行分析，其目的是识别系统中的潜在危险，确定其危险性等级，防止危险发展成事故。预先危险分析方法通常用于初步设计或工艺装置的研究和开发阶段。

为了衡量危险性的大小及其对系统破坏程度，将各类危险性划分为四个等级。如附表 4.2-1 所示。

附表 4.2-1　危险性等级划分表

附件 4.3 区域定量风险分析（QRA）

区域定量风险分析（QRA）作为风险分析的一种定量分析方法，在过程工业领域得到广泛应用于认可。针对存在火灾、爆炸、有毒气体泄漏等重大危险源场景，通过模型模拟精准分析和确定重大危害事件的风险频率及可能产生的后果，并与风险可接受标准比较，为工厂选址与设计、危险源辨识与评价、区域和土地使用决策、运输方案确定等提供有力的技术支持。

附件 5 定性、定量分析危险、有害程度的过程

附件 5.1 安全检查表法

根据原国家安全生产监督管理总局编制的《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，结合建设项目的实际情况，通过现场考察，在对本项目安全生产技术措施效果进行简要分析之后，依据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）编制了安全检查表。

附件 5.1.1 安全检查表编制

按提供的相关资料，采用安全检查表法对该建设项目选址及总平面布置单元进行符合性检查。

附表 5.1-1　项目外部条件及总平面布置安全检查表

附件 5.1.2 安全检查表的检查结果

由附表 5.1-1 可知，本项目所在区域有可靠的水源和电源，不位于地质灾害区、文化遗址、风景名胜区或有开采价值的矿藏上，本项目选址合理，符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）等相关标准规范的要求。本项目按功能分区，总平面布置合理，其规划距离符合相关标准规范的要求。

附件 5.2 预先危险分析

为衡量系统危险性的大小及对系统的破坏程度，将各类危险性划分为 4

个等级，见附表 5.2-1；以下对本项目存在的主要危险因素进行分析，结果如附表 5.2-2 所示。

附表 5.2-1 预先危险性分析危险级别划分表

附表 5.2-2 建设项目危险因素评价（预先危险性分析方法）

小结：本项目存在的主要危险是：火灾、容器爆炸、管道爆炸、可燃气体爆炸，其危险等级为III级（危险级）；其余危险有害因素等级为II级（临界级），主要有：窒息、泄漏、触电、机械致害、物体打击、高处坠落、跌落、厂（场）内车辆致害、灼烫、低温冻伤、噪声与振动等。

附件 5.3 区域定量风险分析（QRA）

附件 5.3.1 定量风险评价的指标

附件 6 报告附件

（一）被评价单位提供的原始资料目录

(1) 营业执照

(2) 项目备案证明

(3) 土地证

(4) 《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司建筑物爆炸安全性评估报告》（青岛劳帕安全技术咨询有限公司，2025 年 12 月）

(5) 《辽宁海洋石化精细化工有限责任公司 15000 方/天撬装天然气液化项目技术协议》（甲方）：辽宁海洋石化精细化工有限责任公司、管理及供货（乙方）：蚌埠市新达压缩机制造有限公司、工艺包及服务（丙方）：中科泓能（北京）科技有限公司

(6) 专家审查意见

(7) 专家意见修改说明

(8) 总平面布置图