

## 编制说明

盘锦北方沥青燃料有限公司（以下简称北燃公司）原为辽宁宝来企业集团有限公司下属子公司，于 2023 年 12 月 26 日变更为辽宁锦城石化有限公司下属子公司。辽宁锦城石化有限公司成立于 2022 年 2 月 17 日，注册地盘锦辽东湾新区一号路，注册资本 1000 万元，隶属辽宁省政府国有资产监督管理委员会，2024 年 5 月 23 日正式挂牌运营。

锦城石化共有职工 1.04 万余人，下属子公司包括盘锦北方沥青燃料有限公司、盘锦浩业化工有限公司、辽宁宝来生物能源有限公司、宝来利安德巴赛尔石化有限公司、中海沥青（营口）有限公司五户生产型企业以及辽宁海航实业有限公司、辽宁辽河石油发展集团有限公司、辽宁宝恒石油天然气有限公司等配套关联企业。主要生产汽柴油、芳烃类化工品、特色产品、化工及其他产品共计 45 种。主营涵盖石油化工、新材料、新能源、物流贸易、港口仓储等业务。

盘锦北方沥青燃料有限公司办公室地址位于辽宁省盘锦辽东湾新区一号路，注册资本为贰拾肆亿元整人民币，成立日期 2003 年 11 月 26 日，法定代表人柴树锋，经营范围许可项目：危险化学品生产，危险化学品经营，检验检测服务，进出口，技术进出口，原油批发(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准)；一般项目：石油制品销售（不含危险化学品），润滑油加工、制造（不含危险化学品），化工产品生产（不含许可类化工产品），化工产品销售（不含许可类化工产品），炼焦，土壤污染治理与修复服务（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

现厂区位于辽宁省盘锦辽东湾新区石化及精细化工产业园区。公司注册资本 24 亿元，占地面积 4400 亩，总资产超过 350 亿元，员工 3571 余人。一次加工原油能力达 1270 万吨。拥有重交道路沥青、润滑油、汽油、柴油、

等产品。

为减少装置废氢排放，回收利用装置低分排放气中的氢气自用，有效降低全厂氢耗，拟在盘锦北方沥青燃料有限公司厂区实施《盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目》（以下简称“该项目”），该项目原料为 30 万吨/年全厂轻烃回收装置脱硫后低分气、渣油加氢扩能改造项目加氢单元脱硫后低分气、300 万吨/年全馏分加氢精制装置脱硫后低分气、一期芳烃合成解吸气、二期芳烃合成解吸气等气体。主要产品为工业氢，副产物解吸气送至全厂干气分离单元回收其中的 C<sub>2</sub> 及以上组分。

该项目建设内容由原《盘锦北方沥青燃料有限公司产品提质改造项目》（辽东湾行审备〔2022〕43 号）和《盘锦北方沥青燃料有限公司加氢装置提质增效项目》（辽东湾行审备〔2022〕17 号）拆分组合而成。

《盘锦北方沥青燃料有限公司产品提质改造项目》内容包括：新建 30 万吨/年轻烃回收装置液化气脱硫醇单元、新建 100 万吨/年有机热载体装置汽油脱硫醇单元、100 万吨/年有机热载体升级改造装置增加溶剂脱硫单元、90 万吨/年全馏分加氢装置节能增效改造，新增一套 PSA 低分气提氢装置，新建循环水场 V、区域变电所十三、机柜间十、消防控制室、罐区变电所八、罐区变电所七、罐区变电所六等配套设施。

《盘锦北方沥青燃料有限公司加氢装置提质增效项目》内容包括：新建一座深冷制氮装置，将现有一套 90 万吨/年加氢改质装置扩建为 125 万吨/年柴油浅度裂解装置，对原 20 万 t/a 润滑油加氢异构降凝装置实施技术改造，新建循环水场七、新建 35kV 变电站丁、移位新建变配电室七、新建区域变配电室十五、新建区域控制室。

其中低分气 PSA 提氢设施、循环水场 V、区域变电所十三、机柜间十由《盘锦北方沥青燃料有限公司产品提质改造项目》中拆分后与《盘锦北方沥青燃料有限公司加氢装置提质增效项目》中新建 35kV 变电所丁，重新立

项为《盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目》，于 2024 年 8 月 7 日取得《盘锦市企业投资项目备案文件》（辽滨行审备〔2024〕40 号）（项目代码：2408-211195-04-05-917804）。

建设内容中低分气 PSA 提氢设施、循环水场 V、区域变电所十三、机柜间十、35kV 变电所丁存在未按照国家有关规定进行安全评价，擅自开工建设的情况，针对此种情况，盘锦辽滨沿海经济开发区管理委员会于 2024 年 1 月 25 日，依据《中华人民共和国安全生产法》，对该公司及主要负责人进行处罚，相关安全生产行政处罚决定书《（辽滨）应急罚〔2024〕危化-1 号》和《（辽滨）应急罚〔2024〕危化-2 号》见附件。

该项目为危险化学品装置新建项目。依据《中华人民共和国安全生产法》、《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）、《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）等要求，需对该项目进行设立安全评价。

大连天籁安全风险管理技术有限公司（以下简称“天籁公司”）受盘锦北方沥青燃料有限公司的委托，承担低分气 PSA 提氢项目的设立安全评价工作。天籁公司成立了项目评价组，依据《安全评价通则》（AQ8001-2007）和《安全预评价导则》（AQ8002-2007）及《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，对现场进行了调研，收集了相关资料，对该项目工程进行了定性、定量评价，经过认真分析论证，编制完成了《盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目设立安全评价报告》

在现场调研和资料收集过程中，得到了盘锦北方沥青燃料有限公司领导、安全管理者的大力支持和配合，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 .....	1
1.2 确定评价对象及范围 .....	1
1.3 评价目的 .....	1
1.4 评价程序 .....	3
2 建设项目概况.....	4
2.1 建设项目基本情况 .....	4
2.2 设计上采用的主要技术、工艺和国内、外同类建设项目水平对比..	6
2.3 所在的地理位置、用地面积和生产规模 .....	9
2.4 主要原辅材料（包括产品、中间产品）的名称、数量.....	19
2.5 工艺流程和上下游生产装置的关系 .....	24
2.6 建设项目配套和辅助工程名称、能力、介质来源.....	30
2.7 装置的主要设备、设施名称、型号、材质、数量和主要特种设备.	54
3 危险化学品理化性能指标.....	60
4 危险化学品储运、运输的技术要求.....	62
5 危险、有害因素的辨识结果及依据说明 .....	65
5.1 危险、有害因素辨识依据说明 .....	65
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.....	66
5.3 危险、有害因素分布 .....	67
5.4 危险化学品重大危险源辨识 .....	68
5.5 重点监管的危险化工工艺辨识 .....	68
5.6 重点监管的危险化学品辨识结果 .....	68
5.7 易制毒、易制爆化学品辨识结果 .....	68
5.8 剧毒危险化学品和高毒物品辨识结果 .....	69

5.9 特别管控危险化学品辨识结果 .....	69
5.10 外部安全防护距离 .....	69
6 安全评价单元的划分.....	72
7 采用的安全评价方法及理由说明.....	74
8 定性、定量分析危险、有害程度的结果.....	75
8.1 固有危险程度分析 .....	75
8.2 风险程度分析 .....	77
8.3 安全管理单元评价 .....	82
9 安全条件和安全生产条件的分析结果.....	85
9.1 建设项目外部情况介绍 .....	85
9.2 建设项目的安全条件分析 .....	88
9.3 建建设项目的安全条件分析 .....	93
10 技术、工艺和设备、设施及其安全可靠性.....	97
10.1 主要技术、工艺和设备、设施及其安全可靠性 .....	97
10.2 主要装置、设备、设施与生产或储存过程的匹配情况 .....	97
11 安全对策措施与建议和结论.....	100
11.1 可研报告中采纳的安全对策措施 .....	100
11.2 补充的安全对策措施 .....	102
12 安全评价结论 .....	162
12.1 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 .....	162
12.2 建设项目危险、有害因素辨识结果 .....	162
12.3 定性、定量评价结果 .....	163
12.4 结论 .....	164
13 与建设单位交换意见的情况.....	165

## 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) 设立安全评价

中华人民共和国境内新建、改建、扩建危险化学品生产、储存装置和设施，以及伴有危险化学品产生的化学品生产装置和设施的建设项目在可行性研究阶段，根据相关的基础资料，辨识与分析危险化学品建设项目潜在的危险、有害因素，确定其与安全生产法律法规、标准、行政规章、规范的符合性，预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出设立安全评价结论的活动。

#### 2) 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。

#### 3) 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。

#### 4) 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。

#### 5) 改建项目

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

6) 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。

7) 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。

8) 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。

9) 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（2022增补）》中的序号。

## 其他名词解释

- 1) 危险性类别：《危险化学品目录（2022增补）实施指南（试行）》中的危险性类别信息。
- 2) 火灾危险性类别：是指依据《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）对危险化学品划分的火灾危险级别。
- 3) 爆炸危险性类别：是指依据《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：是指依据《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

#### 1) 确定安全评价对象和范围

根据盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目的安全评价委托书及合同，与建设单位共同协商确定了安全评价对象和范围，具体见 1.2 节。

#### 2) 收集、整理安全评价所需资料及现场勘察

在充分调查研究安全评价对象和范围相关情况后，进行了现场勘察，并收集、整理了安全评价所需要的各种文件、资料、数据和照片，具体见附件 F3、F4。

### 1.2 确定评价对象及范围

本报告的评价对象为“盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目”，属危险化学品新建项目。

依据该项目可研报告中的项目内容、范围以及盘锦北方沥青燃料有限公司提供的其他补充资料，经商定，本次安全评价范围：

新建低分气 PSA 提氢设施、循环水场 V、35kV 变电所丁站、区域变电所十三、区域机柜间十的选址、平面布置、安全设施及相关配套公辅系统的安全管理与安全技术措施。

该企业选址、原有建构筑物的平面布置及依托的前置与后续工序和只在本评价报告中做简要介绍，本报告不对其进行安全评价。

本评价报告中提及到企业的环境保护、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 评价目的

1) 为贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，为“盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目”初步设计提供科学依据，以利于提

高该项目的本质安全程度；

2) 辨识该建设项目存在的主要危险、有害因素，并分析产生危险、有害后果的主要条件；

3) 对该建设项目的危险、有害程度进行定性、定量评价，对其控制手段进行分析，同时预测其安全等级；

4) 补充提出消除、预防或减弱该项目危险性、提高该项目安全运行等级的安全对策措施；为该项目下一步的安全设施设计、安全资金投入提供依据，以最终提高装置的本质安全化程度。

5) 为应急管理等部门实施监督、管理提供依据。同时，设立安全评价的结论可为应急管理等部门审批该项目初步设计文件提供依据。

## 1.4 评价依据

### 1.4.1 依据的法律、法规、规章

该项目设立安全评价的依据主要包括国家、地方及相关部门制定和颁布的法律、法规及文件；国家、地方和相关行业及部门制定相关标准和规范，具体见附件 F3。

### 1.4.2 依据的有关文件、资料

- 1) 《盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目备案信息登记表》  
(辽滨行审备〔2024〕40号)
- 2) 盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目设立安全评价委托书、合同；
- 3) 《盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目可行性研究报告》  
(2024年1月，洛阳瑞泽石化工程有限公司)；
- 4) 盘锦北方沥青燃料有限公司提供的与该项目安全评价有关的其它资料。

## 1.5 评价程序

该项目的评价工作程序包括：前期准备，危险、有害因素辨识分析，评价单元划分，评价方法选择，定性、定量评价，提出安全对策及建议和作出评价结论等步骤。安全评价的工作程序按下图进行：

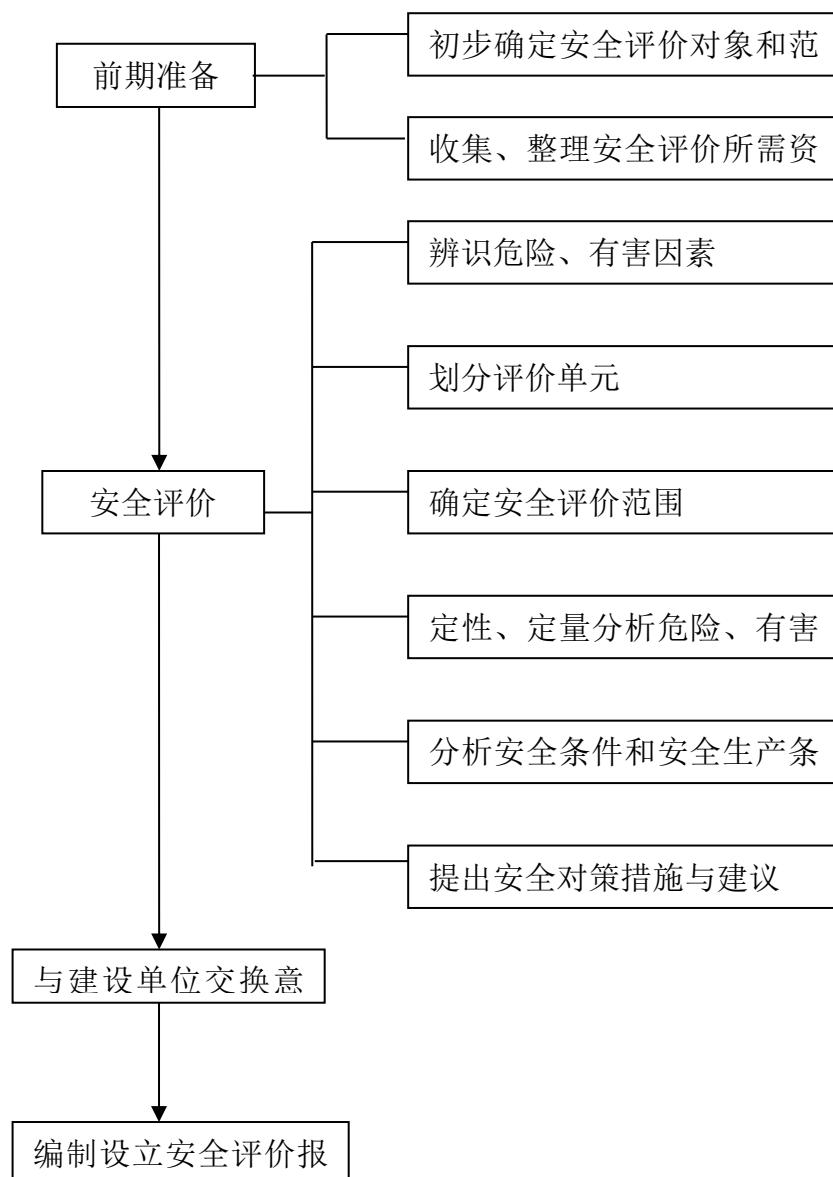


图 1.5-1 设立安全评价工作程序图

## 2 建设项目概况

### 2.1 建设项目基本情况

略。

### 3 危险化学品理化性能指标

低分气 PSA 提氢设施涉及的危险化学品包括原料 30 万吨/年全厂轻烃回收装置脱硫后低分气、渣油加氢扩能改造项目加氢单元脱硫后低分气、300 万吨/年全馏分加氢精制装置脱硫后低分气、一期芳烃合成解吸气、二期芳烃合成解吸气，辅料保护气体氮气和循环水场杀菌灭藻剂属于危险化学品，产品氢气、副产 PSA 解吸气属于危险化学品，见表 3.1-1。

表 3.1-1 项目涉及的化学品种类表

项目	化学品
原辅材料	30 万吨/年全厂轻烃回收装置脱硫后低分气（主要含 70.86%H <sub>2</sub> 、10.51%CH <sub>4</sub> 、6.06%C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 、3.23%C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ）； 渣油加氢扩能改造项目加氢单元脱硫后低分气（主要含 94.03%H <sub>2</sub> 、1.66%CH <sub>4</sub> 、0.53%C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 、0.95%C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ）； 300 万吨/年全馏分加氢精制装置脱硫后低分气（主要含 33.5%H <sub>2</sub> 、20.8%CH <sub>4</sub> 、15.7%C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 、19%C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ）； 一期芳烃合成解吸气（主要含 66~73%H <sub>2</sub> 、6.5~8.8%CH <sub>4</sub> 、9.6~11.1%C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 、6.3~8.2%C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ）； 二期芳烃合成解吸气（主要含 67~69%H <sub>2</sub> 、9.2~9.8%CH <sub>4</sub> 、11.2~12.1%C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 、6.4~6.7%C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ）； 氮气； 杀菌灭藻剂（次氯酸钠，有效氯含量 9.5%）
产品、副产品	氢气、PSA 解吸气（主要含 24.19%H <sub>2</sub> 、26.87%CH <sub>4</sub> 、18.47%C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 、12.75%C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ）
中间产物	无

30 万吨/年全厂轻烃回收装置脱硫后低分气、渣油加氢扩能改造项目加氢单元脱硫后低分气、300 万吨/年全馏分加氢精制装置脱硫后低分气、一期芳烃合成解吸气、二期芳烃合成解吸气主要成分为氢气，含少量甲烷、乙烷、丙烷及微量其他烃类。产品解析气主要含有氢气、甲烷、乙烷、丙烷 4 种成分。依据《危险化学品目录（2022 年调整版）》，成分中有氢气、甲烷、乙烷、丙烷属于危险化学品，其理化性质、危险特性见表 3.1-2。

表 3.1-2 项目涉及的危险化学品主要成分理化性质、危险特性表

物料名称	CAS 号	相态	相对密度		沸点 ℃	凝点 ℃	爆炸 极限 %	自燃 温度 ℃	闪点 ℃	接触限值	爆炸性混 合物级别 组别	火灾危 险类别	危害特性
			水=1	空气=1									
氮气	7727-37-9	气	0.97	0.81	-196	-209.8	-	-	-	无资料	-	戊	加压气体
氢气	1333-74-0	气	0.07	0.09	-252	-	4~75	500	无意义	无资料	II CT <sub>1</sub>	甲	易燃气体, 类别 1 加压气体
甲烷	74-82-8	气	0.42	0.60	-161.5	-182.5	5~15	537	-188	250mg/m <sup>3</sup> 中国 MAC	II AT <sub>1</sub>	甲	易燃气体, 类别 1 加压气体
乙烷	74-84-0	气	0.45	1.05	-88.6	-183.3	3~12 .5	472	-135	300mg/m <sup>3</sup> 前苏联 MAC	II AT <sub>1</sub>	甲	易燃气体, 类别 1 加压气体
丙烷	74-98-6	气	0.58	1.60	-42.1	-187.6	2~11 .1	432	-104	300mg/m <sup>3</sup> 前苏联 MAC	II AT <sub>2</sub>	甲	易燃气体, 类别 1 加压气体
杀菌灭藻剂(次氯酸钠溶液, 有效氯含量 9.5%)	7681-52-9	溶液	1.10	无资料	102.2	-6	-	-	-	无资料	-	戊	皮肤腐蚀/刺激, 类别 2; 严重眼睛损伤/眼睛刺激性, 类别 1; 急性(短期)水生, 类别 1; 长期水生危害, 类别 2)

注: 1 物质的火灾危险性按《石油化工企业设计防火标准》(GB50160-2008, 2018 年版) 和《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版) 划分。

2 物质危险性类别按《危险化学品目录(2022 年调整版)》划分;

3 物质的闪点、爆炸极限、防爆组别按《爆炸危险环境电力装置设计规范》。

## 4 危险化学品储运、运输的技术要求

该项目涉及危险化学品为 30 万吨/年全厂轻烃回收装置脱硫后低分气（主要含 70.86%H<sub>2</sub>、10.51%CH<sub>4</sub>、6.06%C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、3.23%C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>）、渣油加氢扩能改造项目加氢单元脱硫后低分气（主要含 94.03%H<sub>2</sub>、1.66%CH<sub>4</sub>、0.53%C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、0.95%C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>）、300 万吨/年全馏分加氢精制装置脱硫后低分气（主要含 33.5%H<sub>2</sub>、20.8%CH<sub>4</sub>、15.7%C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、19%C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>）、一期芳烃合成解吸气（主要含 66~73%H<sub>2</sub>、6.5~8.8%CH<sub>4</sub>、9.6~11.1%C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、6.3~8.2%C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>）、二期芳烃合成解吸气（主要含 67~69%H<sub>2</sub>、9.2~9.8%CH<sub>4</sub>、11.2~12.1%C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、6.4~6.7%C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>）、氮气、氢气、PSA 解析气。均采用管道输送，该项目中不涉及储存。

循环水场药剂杀菌灭藻剂成分为次氯酸钠，有效氯含量 9.5%，在撬装加药装置中储存，加药设施设 2 个储罐，每个储罐容积 1m<sup>3</sup>。

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，对上述物料管道输送提出技术要求，见表 4-1 至表 4-6。

表 4-1 氮气输送技术要求

项目		要求		
运输	运输信息	危险货物编号：22005	危险货物包装标志：不燃气体	包装类别：053
	注意事项	该项目运输方式采用管道输送。 应满足以下要求： 管道敷设可根据情况采用架空、地沟、埋地方式。宜设置储气罐或其他稳压措施。管道一般宜采用焊接，设备和阀门等处可用法兰和螺纹连接。管道入口一般应装设入口装置，包括截止阀、安全阀、减压阀和油水分离器等。		

表 4-2 氢气输送技术要求

项目		要求		
运输	运输信息	危险货物编号：21001	危险货物包装标志：易燃气体	包装类别：052
	注意事项	该项目运输方式采用管道输送。 应满足以下要求： 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。
--	--	---

表 4-3 甲烷输送技术要求

项目		要求		
运输	运输信息	危险货物编号：21007	危险货物包装标志：易燃气体	包装类别：052
	注意事项	该项目运输方式采用管道输送。 应满足以下要求： 输气管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查，及时处理输气管道沿线的异常情况，并依据有关法律法规保护管道。		

表 4-4 乙烷输送技术要求

项目		要求		
运输	运输信息	危险货物编号：21009	危险货物包装标志：易燃气体	包装类别：052
	注意事项	该项目运输方式采用管道输送。 应满足以下要求： 输送管道不应靠近热源敷设；管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；管道架空敷设时，管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的管道下面，不得修建与管道无关的建筑物和堆放易燃物品；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 4-5 丙烷输送技术要求

项目		要求		
运输	运输信息	危险货物编号：21011	危险货物包装标志：易燃气体	包装类别：052
	注意事项	该项目运输方式采用管道输送。 应满足以下要求： 管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；管道架空敷设时，管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的管道下面，不得修建与其无关的建筑物和堆放易燃物品；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》（GB7231）的规定。		

表 4-6 次氯酸钠溶液输送技术要求

项目		要求		
储存	注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与碱类分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。		
	泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。尽可能切断泄漏源。小量泄漏：用砂土、蛭石或其它惰性材料吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。		
运输	运输信息	危险货物编号：21011	危险货物包装标志：易燃气体	包装类别：052
	注意事项	该项目运输方式采用管道输送。 应满足以下要求： 管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；管道架空敷设时，管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的管道下面，不得修建与其无关的建筑物和堆放易燃物品；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》（GB7231）的规定。		

## 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

危险因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损害的因素。有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对物造成慢性损害的因素。存在危险有害物质、能量和危险有害物质、能量失去控制是危险、有害因素转换为事故的根本原因。危险有害物质和能量失控主要体现在人的不安全行为、物的不安全状态和管理缺陷等3个方面。

危险、有害因素辨识分析依据主要有：

- 1) 依据《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)、《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)，对危险、有害因素进行分类。
- 2) 依据《危险化学品目录(2022年调整)》《化学品安全说明书》，辨识分析危险化学品及其危险有害性质。
- 3) 依据《易制毒化学品管理条例》(国务院令第445号)、《剧毒化学品名录》(2002年版，国家安全生产监督管理局公告2003年第2号)、《高毒物品名录》(卫法监发〔2003〕142号)，对易制毒化学品、剧毒化学品以及高毒物品进行辨识。
- 4) 依据《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)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)的规定，对重点监管的危险化学品进行辨识。
- 5) 依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)，对危险化学品重大危险源进行辨识。
- 6) 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)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》（安监总管三〔2013〕3号）的规定，对重点监管的危险化工工艺进行辨识。

7) 依据企业提供的工艺操作规程、设备清单等相关技术资料，辨识分析生产过程危险、有害因素。

8) 依据企业提供的安全管理制度、安全操作规程，辨识可能导致事故的管理缺陷。

9) 项目相关的法律、法规、标准、规范。

## 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

### 5.2.1 生产过程中主要存在的危险、有害因素分析结果

该项目危险物质包含原料低分气、产品氢气、副产 PSA 解吸气及氮气等，其理化性质和危险特性见附录 F2.1.1。

依据《企业职工伤亡事故分类》，生产设过程主要危险因素为火灾、爆炸，容器爆炸，灼烫；公辅工程的主要主要危险因素为火灾、爆炸，中毒和窒息，机械伤害，容器爆炸；其他危险因素还包括触电，高处坠落，物体打击，起重伤害，淹溺等，生产过程有害因素主要为噪声与振动，高温低温等。依据《生产过程危险和有害因素分类与代码》，产生以上危险有害因素的原因是设备、防护缺陷以及人的行为性、环境、管理方面等。具体分析过程见附录 F2.1.2。

### 5.2.2 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不利影响主要有：雷击、大风及台风、暴雨、大雾、潮湿空气和盐雾、地震、不良地质、高温和低温等。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。

自然条件存在的危险、有害因素分析过程见附录 F2.1.3。

### 5.3 危险、有害因素分布

#### 5.3.1 主要危险、有害因素分布

该项目低分气 PSA 提氢设施主要危险因素有火灾、爆炸，容器爆炸，灼烫等，其存在的部位见表 5.3-1。35kV 变电站丁、区变十三、循环水场 V、区域机柜间十的风险分布见表 5.3-2。

表 5.3-1 主要危险因素及存在的部位

项目 序号	主要危险因素	本次技术改造项目危险部位或场所
1	火灾、爆炸	PSA-H <sub>2</sub> 吸附器、PSA-H <sub>2</sub> 气液分离器、解吸气压缩机、污油罐等
2	容器爆炸	吸附塔、缓冲罐等压力容器、承压管道处等
3	灼烫	换热器及相关管道、阀门等；

表 5.3-2 公辅设施主要危险因素及存在的部位

项目 序号	公辅设施	主要危险因素
1	35kV 变电站丁	触电，火灾、爆炸，灼烫，高处坠落
2	区变十三	触电，火灾、爆炸，灼烫，高处坠落
3	循环水场 V	灼烫，中毒和窒息，淹溺，机械伤害
4	区域机柜间十	触电，火灾、爆炸，灼烫

#### 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

其他可能造成作业人员伤亡的危险因素包括中毒和窒息，机械伤害，触电，高处坠落，物体打击，起重伤害，淹溺等；有害因素包括毒物，噪声与振动，高温与低温。其分布情况见表 5.3-3。

表 5.3-3 其他可能造成人身伤害的危险、有害因素及存在的部位

序号	主要危险因素	事故后果	危险部位或场所
1	中毒和窒息	人员伤亡	检维修氮气置换、有人孔的设备、循环水场加药间
2	机械伤害	人员伤亡	机泵设备等
3	触电	人员伤亡	变配电设备、用电设备
4	高处坠落	人员伤亡	操作平台上

5	物体打击	人员伤害	操作平台下
6	起重伤害	人员伤亡	检维修吊运安装设备
7	淹溺	人员伤亡	水池
8	噪声与振动	职业危害	泵等机械设备旁, 进排气口旁
9	高温	职业危害	换热器等产热设备旁, 夏季室外作业
10	低温	职业危害	冬季室外作业

## 5.4 危险化学品重大危险源辨识

该项目低分气 PSA 提取设施可整体划分为 1 个生产单元, 经辨识, 构成四级危险化学品重大危险源辨识过程见附录 F2.4。

## 5.5 重点监管的危险化工工艺辨识

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)辨识, 该项目主要工艺为变压吸附, 为物理过程, 不涉及重点监管的危险化工工艺。

## 5.6 重点监管的危险化学品辨识结果

依据《首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》(安监总厅管三〔2011〕142号)、《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)辨识, 该项目原料低分气成分中的氢气、甲烷、乙烷、丙烷、产品氢气、副产 PSA 解吸气成分中的氢气、甲烷、乙烷、丙烷都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)和《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），该项目不涉及的易制毒危险化学品。依据《易制爆危险化学品目录》（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》（2022年调整），该项目不涉及剧毒化学品。

依据《高毒物品目录》（2003年版），该项目不涉及高毒物品。

## 5.9 特别管控危险化学品辨识结果

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），该项目不涉及的特别管控危险化学品。

## 5.10 外部安全防护距离

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。

### 1) 外部安全防护距离计算方法选择依据

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，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：

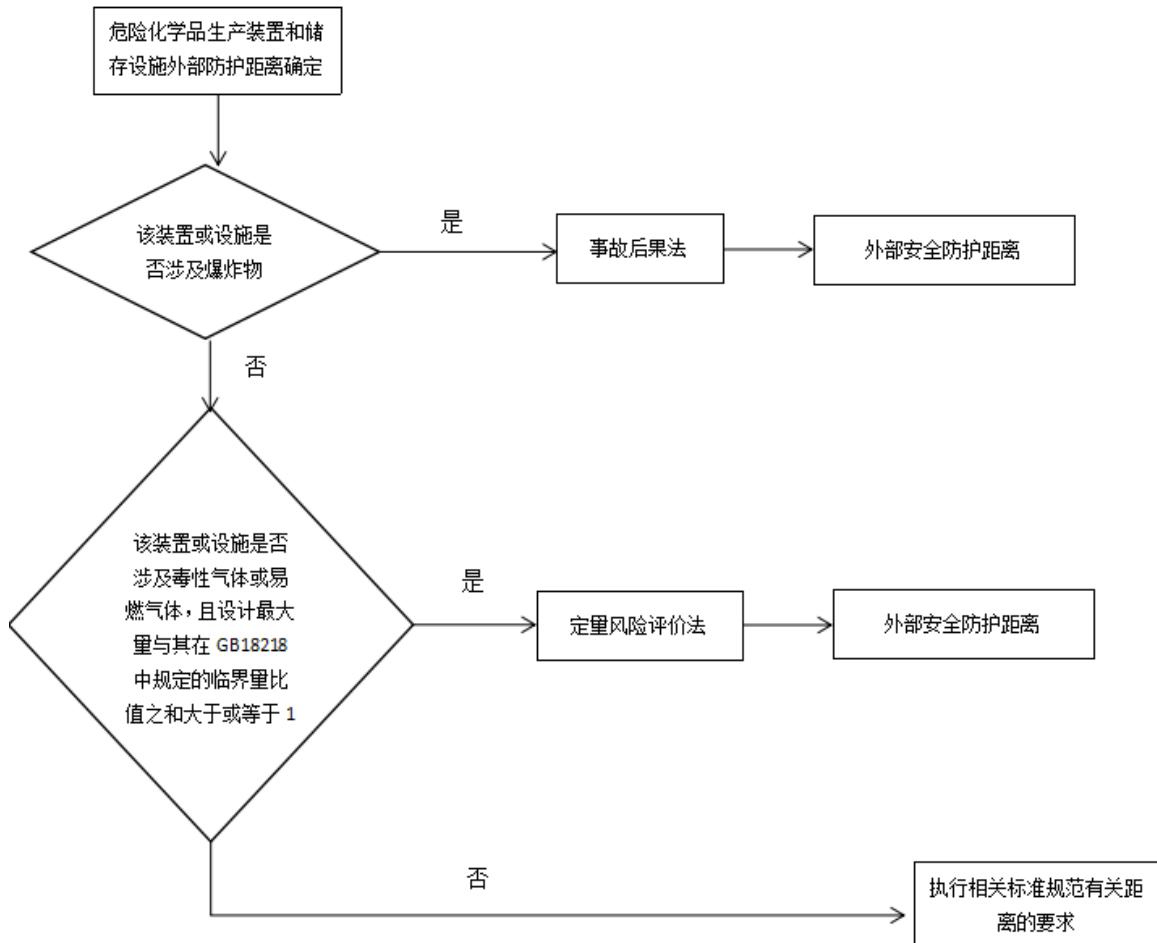


图 5.10-1 危险化学品生产装置和储存设施外部防护距离确定流程

## 2) 外部安全防护距离计算方法选择结果

该项目不涉及爆炸物，装置内氢气、甲烷、乙烷、丙烷等皆为易燃气体，低分气 PSA 提氢设施其危险化学品实际存在量构成四级危险化学品重大危险源，其外部防护距离应按照 GB/T37243 计算，其风险在可接受范围内，计算过程见附件 F2.2.3。

## 5.11 VCE 爆炸危险源辨识

该项目 PSA 设施涉及 C2、C3、C4、热 C5，C2、C3、C4、热 C5 存在量不超过 6t，依据《石油化工工厂布置设计规范》（GB50984-2014）第 4.8.2 条，条文解释“同时具有下列特征时，可确定为 VCE 爆炸危险源：1) 在危险工艺装置区(大于 500m<sup>2</sup>)内；2) 储有(或工艺过程中有)的爆炸危险物料(C2、C3、C4 及热 C5 可形成蒸气云爆炸的物料)超过 10t 的设备。”该项目

PSA 设施不属于 VCE 爆炸危险源。

## 6 安全评价单元的划分及理由说明

### 6.1 评价单元的划分理由原则

建设项目、装置（系统），一般是由相对独立又相互联系的若干部分或单元组成，这些单元的组成、含有的物质、存在的危险有害因素等方面不尽相同，以整个系统作为评价对象实施评价时，一般按一定原则将评价对象划分为若干个评价单元分别进行评价，再综合为整个系统的评价。

将系统划分为不同类型的评价单元，不仅可以避免评价工作中出现遗漏，而且还可针对评价单元的不同危险性（危害性）分别进行评价，再根据评价结果，有针对性地采取不同的安全对策措施，从而在确保安全的前提下节省投资，降低采取对策措施的安全投资费用。

评价单元的划分一般以系统的生产工艺、工艺装置、物料特点和特征以及危险有害因素的类别、分布等结合起来进行，大致遵循以下原则：

- 1) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）要求：“评价单元划分应符合科学、合理、便于实施评价、相对独立且具有明显的特征界限的原则”。
- 2) 《安全预评价导则》（AQ8002-2007）要求：“划分评价单元应符合科学、合理的原则”，“评价单元划分应考虑安全预评价的特点、工艺、功能或活动分布”。
- 3) 《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）要求：“根据建设项目的实际情况和安全评价的需要，可以将建设项目外部安全条件、总平面布置、主要装置（设施）、公用工程划分为评价单元”。

### 6.2 评价单元的划分

根据该项目的主要危险、有害因素的分布及划分原则，评价单元划分为5个主要单元，划分结果如下：

- 1) 外部安全条件单元：产业政策符合性，外部安全防护距离符合性；

- 2) 总平面布置单元：装置的防火间距、总图布置等；
- 3) 生产装置单元：低分气 PSA 提氢设施；
- 4) 公用工程及辅助设施单元：供配电系统、给排水系统等；
- 5) 安全管理单元。

## 7 采用的安全评价方法及理由说明

由于该项目装置各设施中对安全生产有重大影响的主要危险、有害因素为火灾、爆炸，，容器爆炸、中毒和窒息、灼烫等，因此本评价中评价方法的采用主要是依据危险、有害因素的类型及装置和工艺单元的特点来确定。具体评价方法选用见表 7-1。

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	外部安全条件单元	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及外部安全防护距离。
2	总平面布置单元	安全检查表	符合性评价。选用安全检查表确定该项目技术改造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	低分气 PSA 提氢设施单元	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。 采用事故模拟分析法对低分气 PSA 提氢设施可能发生的事故后果进行评价。
4	公用工程及辅助设施单元	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。
5	安全管理单元	安全检查表法	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。

## 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

该项目低分气 PSA 提氢设施原料低分气、产品氢气、副产 PSA 解吸气都属于易燃气体，具有火灾、爆炸的危险因素，在工艺中的控制因素、状态以及所在场所如表 8.1-1。

表 8.1-1 低分气 PSA 提氢设施系统中工艺控制因素和状态

序号	危险化学品名称	数量 (t)	所在部位或工序	操作温度 (℃)	操作压力 (MPa)	状态
1	低分气	0.7	PSA-H <sub>2</sub> 设施气液分离器	40	2	气
2	氢气	1	PSA-H <sub>2</sub> 设施吸附器	40	2	气
3	PSA 解吸气	5.6	PSA-H <sub>2</sub> 设施吸附器	40	0.85	气
4	污油	不超过 40.5	地下污油罐	40	0.05	液

该项目循环水厂 V、35kV 变电所丁站、区域变电所十三、区域机柜间十不含燃爆性或毒性危险化学品。

#### 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“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

通过对该项目各个单元的评价结果，项目存在的固有危险是火灾、爆炸，灼烫，中毒和窒息，触电，高处坠落，物体打击，机械伤害等。评价结果见表 8.1-2。

表 8.1-2 项目预先危险性分析结果

序号	评价单元	危险等级	I	II	II~III	III	IV
		评价子单元					
1	生产设施	塔类、罐类设施	0	1	2	3	2
2		泵和压缩机	0	0	1	1	0
3		换热器类设施	0	1	0	1	0
4		工艺管道	0	0	0	0	1
5	公用工程及辅助设施	循环水厂	0	1	4	0	0
6		变电所	0	0	1	1	0
合计			0	3	8	6	3

评价结果表明存在危险Ⅳ级 3 项，主要为低分气 PSA 提氢设施的塔、罐类设备和工艺管道的火灾、爆炸事故。

#### 8.1.3 定性分析固有危险程度

由危险、有害因素的辨识与分析可以看出，该项目低分气 PSA 提氢设施中的原料低分气、产品氢气、副产 PSA 解吸气都属于易燃气体，具有火灾、爆炸的危险因素。这些物料的危险性以及装置的工艺操作条件，决定了装置的固有危险、有害特性。固有危险程度的大小，在工艺条件确定的情况下，受危险物质量的大小影响，即具有可燃性、爆炸性物质的存量越多，火灾、爆炸的固有危险程度越高。

#### 8.1.4 定量分析固有危险程度

##### 1) 具有可燃烧的化学品质量及燃烧后放出的热量

该项目低分气 PSA 提氢设施中的原料低分气、产品氢气、副产 PSA 解吸

气都属于易燃气体，装置内不存在爆炸品，因此对低分气 PSA 提氢设施内各物质的燃烧热进行计算，不对其 TNT 当量进行计算。依据该项目的设备物料清单，按最大数量计算其质量及燃烧热量，见表 8.1-3。

表 8.1-3 具有可燃性的化学品的质量

序号	化学品名称	位置	最大存在量	燃烧热量 (kJ)
1	低分气	PSA-H <sub>2</sub> 设施分液器、吸附器	0.7	$0.35 \times 10^5$
2	氢气	PSA-H <sub>2</sub> 设施吸附器	1	$1.2 \times 10^5$
3	PSA 解吸气	PSA-H <sub>2</sub> 设施吸附器	5.6	$2.8 \times 10^5$
4	污油	地下污油罐	40.5	$17.4 \times 10^5$

### 2) 具有毒性的化学品质量及浓度

该项目不涉及的属于急性毒性化学品。

### 3) 具有腐蚀性的化学品质量及浓度

该项目不涉及有腐蚀性的化学品。

## 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

泄漏是化工生产过程中最常见的事故类型。泄漏产生的原因主要有以下几个方面：

#### 1) 密封失效，导致泄漏。

如储罐等设备管线操作压力与温度是影响密封的重要因素，尤其是介质对垫片和法兰的溶解与腐蚀作用将加剧；同时，密封组合件各部分存在较大温差，由此产生的温差应力使各部件热膨胀不均匀，操作温度与压力的联合作用下密封比压增加，导致压紧面松弛，密封比压下降而产生泄漏。

#### 2) 设备本质缺陷，导致泄漏。

由于机械加工的结果，机械产品的表面必然存在各种缺陷和形状及尺寸偏差，在机械零件连接处不可避免的会产生间隙，工作介质就会通过间隙而泄漏；另一方面，腐蚀、裂纹、磨损、老化、外力破坏、设计不合理、

制造质量差、安装不正确、工艺条件变化、机械密封损坏导致材料失效。

3) 异常工况，导致泄漏。

一是在生产遇到紧急情况时，系统温度的急升与急降，使各部件产生膨胀不均，从而也会导致密封失效。二是不按规定操作，使设备和管线超温、超压，导致设备罐体本体发生物理性爆破，而发生泄漏。

4) 人的因素，导致泄漏。

一是操作人员素质差，培训不到位，人员对规章、制度、规程等不了解，操作不平稳，甚至误操作。二是思想麻痹，防范意识不强，违章操作，心存侥幸，有章不循；三是管理不到位，责任不明确，制度不健全，规程不详细；四是责任心不强，设备不按要求保养，巡检走过场，发现问题不及时处理等。

### 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

爆炸性、可燃性物质泄漏后与空气混合达到爆炸极限，如周围存在引火源，即可引发火灾和爆炸事故。该项目低分气 PSA 提氢设施中的原料低分气、产品氢气、副产 PSA 解吸气主要成分为氢气、甲烷、乙烷、丙烷，这些危险品与空气混合达到爆炸极限，如周围存在明火、高热，可引发火灾和爆炸事故。

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。易燃液体蒸汽泄出后与空气混合形成可燃蒸气云团，并随风飘移，遇火源发生爆炸或爆轰，能引起较大范围的破坏。

2) 易燃液体泄漏。该项目低分气 PSA 提氢设施包含 1 台地下污油罐，污油泄漏，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，若遇引火源就会发生燃爆、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，遇到点火源时间越晚，发生爆炸事故的后果越严重。

该项目低分气 PSA 提氢设施中的原料低分气、产品氢气、副产 PSA 解吸气主要成分为氢气、甲烷、乙烷、丙烷，形成事故的条件：

氢气的引燃温度为 500℃，爆炸极限 4~75%。

甲烷的引燃温度为 537℃，爆炸极限 5~15%。

乙烷的引燃温度为 472℃，爆炸极限 3~12.5%。

丙烷的引燃温度为 432℃，爆炸极限 2~11.1%。

### 8.2.3 作业场所出现毒性化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限值的时间

该本项不涉及的急性毒性化学品，泄漏后一般不会导致急性中毒事故。

### 8.2.4 同类设施发生的事故案例的后果和原因

#### 8.2.4.1 PSA 单元装置闪爆事故

2008 年 9 月 12 日 16 时 19 分，中国石油大连石化公司 220 万 t/a 连续重整联合装置 PSA 单元原料气缓冲罐 V2101 出口管线第 5 个弯头突然破裂，管线内氢气泄漏，发生闪爆事故。事故造成 1 人死亡、1 人重伤。

##### 1) 事故经过

2008 年 9 月 11 日 10 时，大连石化公司 220 万 t/a 连续重整联合装置 PSA 单元由于一台程控阀液压油泄漏，将 PSA 单元切除，PSA 单元压力保持

在 2.4MPa 左右（系统正常压力），原料气缓冲罐 V2101 与系统连通，连接氢气管网阀门开启 3~4 扣，连接 V2101 阀门处于开启状态。

9 月 12 日事故发生前，连续重整装置生产平稳，所产重整氢经过再接触和脱氯罐后跨过 PSA，直接并入氢气管网，各项操作参数正常。

220 万 t/a 连续重整联合装置原料气缓冲罐 V2101 附近，连续重整装置外操员曲某正准备打开 V2101 入口管线手阀。重整单元 E1419 再接触制冷器附近，某建设公司保运人员潘某加堵氨与氮气三阀组中间的盲板完毕，正准备离开（此盲板加堵作业与 PSA 单元无关）。

9 月 12 日 16 时 19 分，220 万 t/a 连续重整联合装置 PSA 单元原料气缓冲罐 V2101 出口管线第 5 个弯头突然破裂，管线内氢气泄漏，发生闪爆。

事故造成在 PSA 单元原料气缓冲罐 V2101 入口阀处，距破裂点约 7m 的大连石化公司连续重整装置外操员曲某被烧伤；在距破裂点约 25.6m 的重整单元 E1419 再接触制冷器处加堵管网氮气与氨系统盲板后，欲离开现场的某建设公司潘某被烧伤致死。

## 2) 事故原因

造成此次闪爆事故发生的原因是 PSA 单元 V 锥流量计 F4901 锥体及附件因焊接及设计缺陷，在逆向高速气流条件下脱落，并在高速气流条件下直接撞击原料气缓冲罐 V2101 出口管线弯头，导致弯头产生鼓包、划痕、裂纹等机械损伤，裂纹扩展最后导致弯头破裂，管线内氢气泄漏，遇静电、金属碎片撞击产生的火花、高速气流引起破口金属断面震动相互摩擦产生的火花发生闪爆。

### (1) 制造缺陷

V 锥流量计 F4901 在制造过程中存在取压管导管与母体、锥体支撑筋板与母体焊肉不饱满和未熔合缺陷。这是造成锥体及附件脱落的直接原因。

### (2) 设计缺陷

①V 锥流量计 F4901 设计选型不当，没有考虑到紧急泄压的工况。

②在设计中没有考虑到泄压点放在此位置可能出现逆向气流对 V 锥流量计造成锥体及附件脱落的影响。

弯头机械损伤的原因：

①锥体脱落后，在高速气流作用下，沿管道产生高速运动，撞击弯头产生鼓包、划痕、裂纹等机械损伤。

②机械损伤痕迹有新旧之分，因此判断 V 锥体脱落后对弯头多次产生撞击。

③距该 V 锥流量计最近的弯头机械损伤最严重，有严重的裂纹，裂纹扩展最后导致弯头破裂。

### （3）闪爆原因

①弯头破裂后，泄漏的氢气在空气中立即达到爆炸极限。

②引爆的火源为静电、金属碎片撞击产生火花、高速气流引起破口金属断面震动相互摩擦产生火花三种可能。

### 3) 防范措施

(1) 认真吸取事故教训，不断提高全员的安全意识。细化各项基础工作，进一步增强责任感和使命感，时刻绷紧安全环保这个弦，做到思想上高度重视，措施上统一部署，执行中落实到位。

(2) 不断提高对风险的辨识能力和认知能力。进一步强化风险辨识管理，凡是采用新工艺或工艺变更、设备选型等，在签订技术协议时，必须对选择的工艺及设备在生产、使用过程中是否存在健康、安全、环境风险和影响进行评价，确保工艺、设备安全可靠。

(3) 细化设备故障管理。凡是在生产运行中发现设备故障，一定要及时查清原因，具备条件的要立即整改，如需停用或继续运行的，要做好风险评价，制定好削减风险措施，保证设备运行安全。

(4) 进一步强化设备质量管理。引发这起事故的一个因素是 V 锥流量计锥体焊接制造缺陷，作为内附件，其缺陷在设备外观检验中不易发现，但产品质量的好与坏，对安全生产关系重大。凡是安装在关键部位的设备，要加大监造的力度，加强对生产制造、销售厂家产品质量的后评价；凡经质量评价考核不合格的单位，一律取消其合格供方资质。

#### 8.2.4.2 事故案例类比分析结果

通过同类典型事故案例的分析可知，该项目装置区的各类设备设施发生火灾、爆炸事故的原因是多样的，事故后果也是相当严重的。装置未来建成投产后在生产运行过程中，应针对所涉及的易燃易爆及有毒有害物料性质、设备特点、工艺操作条件等各方面的因素，借鉴同类典型装置所发生的事故经验、教训，抓住预防工作的重点，采取有力措施，防患于未然，确保装置的安全运行及安全检修，减少或消除装置运行过程中火灾、爆炸等危险危害事故的发生，提高企业安全生产水平及经济效益。

### 8.3 安全管理单元评价

依据《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）“第四十五条，本实施细则所称改建项目，是指有下列情形之一的项目：（二）企业对在役伴有危险化学品产生的化学品生产装置（设施），在原址更新技术、工艺、主要装置（设施）的。”该项目为改建项目，企业在工程完成前，根据该项目的实际情况，在原有的安全管理体系基础上，参照类似项目，制定完善安全生产责任制、安全管理制度、安全操作规程、事故应急救援预案等安全管理工作文件，主要负责人、安全管理人员、特种作业人员和特种设备操作人员应取得相关部门颁发的资质证明，企业应根据前一年的营业额确定安全资金投入，并保证有效提取和使用，企业应为全体从业人员缴纳工伤保险，同时建议企业投保安全生产责任险，技术改造项目竣工后应组织员工参加安全技术培训以及

应急救援演练。

为了更好的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 8.3-1。

表 8.3-1 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，安全管理部汇总，安全管理工作由全员负责。
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“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。
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，要着手安全设施设计资料的准备工作。
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) 对厂区内外来作业人员、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。

序号	分段完成项目名称	分期标志	结合该项目的具体分析
13	应急救援预案	<input type="radio"/>	1) 依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	<input type="radio"/>	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	<input checked="" type="radio"/>	项目运行后, 要建立完善安全管理的档案。

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 安全条件和安全生产条件的分析结果

### 9.1 建设项目外部情况介绍

#### 9.1.1 厂区外部情况

盘锦北方沥青燃料有限公司厂区北侧为盘锦忠旺铝业有限公司，滨海大道（一号路）；南侧为盘锦联成化学工业有限公司，海纬四路（原滨海大道）；东南侧为宝来利安德巴赛尔石化有限公司；西侧为盘锦忠旺铝业有限公司，海经二路（支一路）；东侧为盘锦信汇新材料有限公司，海经三路（支二路）；东北侧为盘锦瑞德化工有限公司。

周边无居住区、商业中心、公园等人员密集场所；无学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；无车站、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；无军事禁区、军事管理区。

该项目东侧南侧均为石化或化工企业。具有火灾、爆炸、中毒和窒息等危险性，有发生火灾、爆炸事故的可能性，可能对该项目产生一定的威胁。项目西侧与北侧均为盘锦忠旺铝业有限公司，主要从事铝材压铸，具有火灾、熔融金属爆炸风险，可能影响到本企业。

#### 9.1.2 建设项目所在地的自然条件

##### 1) 地形地貌特征

该项目场地为规划用地，所处地貌单元属下辽河河口三角洲，总体上地势平坦、开阔，微向海平面倾斜。该项目位于海边围垦滩地，场地地势低洼平坦，目前场地荒芜，自然标高 0.32~1.14m。地面无建筑物、构筑物，地形、地貌简单，上方无电力、通讯线路通过，地下无电缆、光缆通过。

##### 2) 地层分布、地质构造、各层土的物理力学性质及主要技术指标

该项目场地地质主要由耕土、粘性土、粉土、砂类土组成。据工程钻

探地层描述、土工试验和现场测试，现将各地层岩性特征自上而下如下：

耕土：由粘性土组成，结构松散，层厚：1.0~1.4m。

粉质粘土：黄褐色，可塑-软塑，饱和，层厚：1.2~2.5m。

粉土：黄褐色-灰色，中密，湿-很湿。层厚：0.9~4.0m。

粉砂：灰色，长石-石英质，含少量贝壳，混粘性土，稍密，饱和，层厚：0.5~3.5m。

粉土：灰色，中密，湿，层厚：2.6~6.5m。

粉砂：灰色，长石-石英质，含较多贝壳，混粘性土，中密-密实，饱和，层厚：1.5~4.0m。

粉土：灰色，中密-密实，湿，层厚：0.6~3.4m。

粉质粘土：灰色，可塑，饱和，最大层厚 9.2m。

细砂：灰色，长石-石英质，含较多贝壳，混粘性土，密实，饱和，最大层厚 16.5m。

场地勘察深度内见有地下水，为孔隙潜水。初见水位埋深 2.6~3.5m，稳定水位埋深 0.8~1.7m，稳定水位标高 1.30~2.05m。其主要补给来源为大气降水及区域含水层的侧向补给。

### 3) 抗震设防标准

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）有关规定，本场地按设计地震分组为抗震设防 7 度，第 2 组，该项目 PSA 设施、区域变电所十三、35kV 变电所丁抗震设防分类为重点设防类，提高 1 度设防，循环水场 V、区域机柜间十抗震设防分类为标准设防类，按照本地区抗震设防烈度设防。

### 4) 水文地质

建设场地的地下水类型为第四系孔隙潜水，水位变化主要受大气降水的影响，排泄主要以蒸发为主。

该场地环境类型为 II 型。地下水对混凝土结构具有弱腐蚀性；对钢筋

混凝土结构中的钢筋，在长期浸水环境下无腐蚀性，在干湿交替环境下具有中等腐蚀性；对钢结构具有中等腐蚀性。

### 5) 自然、气象条件

盘锦属北温带半湿润大陆性季风气候区，其气候特点为冬冷夏热，年气温差较大，冬夏季风向具备明显的季风特征，多大风天气，年降水量较少。

建设地点的自然、气象条件见表 9.1-1。

表 9.1-1 自然、气象条件表

气象	参数	单位	数值
气温	年平均气温	°C	9.3
	最热月（7月）平均气温	°C	24.7
	最冷月（1月）平均气温	°C	-8.8
	极端最高气温	°C	35
	极端最低气温	°C	-30.8
湿度	年平均最大相对湿度	%	76
	年平均最小相对湿度	%	48
降雨量	年平均降雨量	mm	645.2
雷暴	年平均雷暴日	day	26.5
积雪	雪荷载, R=10	kN/m <sup>2</sup>	0.30
	雪荷载, R=50	kN/m <sup>2</sup>	0.40
	雪荷载, R=100	kN/m <sup>2</sup>	0.45
风	瞬时最大风速（地面以上 10m）	m/s	25.3
	风荷载, R=10	kN/m <sup>2</sup>	0.40
	风荷载, R=50	kN/m <sup>2</sup>	0.65
	风荷载, R=100	kN/m <sup>2</sup>	0.75
	全年主导风向	/	N、NW
	夏季主导风向	/	S
	冬季主导风向	/	N

气象	参数	单位	数值
冰冻	标准冻深	m	1.1
	封冻期	/	11月下旬
	解冻期	/	3月上旬

## 9.2 建设项目的安全条件分析

### 9.2.1 产业结构符合性

#### 1) 国家产业政策、布局符合性

依照《产业结构调整指导目录（2024 年版）》的内容，该建设项目不属于限制、淘汰类项目，符合国家产业政策要求。

#### 2) 盘锦市政府产业政策、布局符合性

盘锦辽滨沿海经济区不断加大招商引资和项目建设步伐。目前，以中石油海工基地、宏冠船业、英泰克海洋工程等为代表的海洋装备及机械制造业；以宝来石化、振奥化工、杰事杰新材料产业园等为代表的石油化工新材料产业；以赛格高新数字产业基地、曙光盘锦基地为代表的高新技术产业；以盘锦新港为依托的临港物流业；以水城为载体，以名嘉购物广场、滨海酒店为代表的现代服务业等六大主导产业集群已经初步形成。

### 9.2.2 外部防护距离符合性

#### 1) 外部安全条件

采用定量风险分析法分析该装置外部防护距离，一、二、三级防护距离内无一、二、三类防护目标，故该项目外部潜在生命损失，该项目的社会风险是可以被接受的，计算过程见 F2.2.4。

#### 2) 与八类重要场所和区域的距离

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 9.2-1 项目外部安全条件检查表

项目	方向	周边环境	标准要求 (m)	依据的法规、标准	实际距离 (m)	符合性
低分气 PSA 提 氢设施 (甲)	北	盘锦忠旺铝业有限公 司(二期)	50	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.1.9	797	符合
	西	盘锦忠旺铝业有限公 司	50	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.1.9	482	符合
	南	盘锦联成化学工业有 限公司(液化烃球 罐)	70	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.2.10	1541	符合
	东	盘锦信汇新材料有限 公司(甲类装置)	40	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.2.10	1424	符合
循环水 场 V (区域 性二类 重要设 施)	北	盘锦忠旺铝业有限公 司(二期)	70	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.1.9	1127	符合
	西	盘锦忠旺铝业有限公 司	70	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.1.9	356	符合
	南	盘锦联成化学工业有 限公司(液化烃球 罐)	67.5 90×75%	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.2.10注 6	1248	符合
	东	盘锦信汇新材料有限 公司(甲类装置)	30 40×75%	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.2.10注 6	1642	符合
区域机 柜间十 (区域 性二类 重要设 施)	北	盘锦忠旺铝业有限公 司(二期)	70	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.1.9	1127	符合
	西	盘锦忠旺铝业有限公 司	70	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.1.9	398	符合
	南	盘锦联成化学工业有 限公司(液化烃球 罐)	67.5 90×75%	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.2.10注 6	1248	符合
	东	盘锦信汇新材料有限 公司(甲类装置)	30 40×75%	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.2.10注 6	1600	符合
区域变 电所十 三(区 域性二 类重要 设施)	北	盘锦忠旺铝业有限公 司(二期)	70	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.1.9	1127	符合
	西	盘锦忠旺铝业有限公 司	70	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.1.9	419	符合
	南	盘锦联成化学工业有 限公司(液化烃球 罐)	67.5 90×75%	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》 表 4.2.10注 6	1260	符合
	东	盘锦信汇新材料有限 公司(甲类装置)	30 40×75%	《石油化工企业设计防 火标准(2018年版)》	1579	符合

项目	方向	周边环境	标准要求 (m)	依据的法规、标准	实际距离 (m)	符合性
				表 4.2.10 注 6		
35kV 变电所丁 (区域性二类重要设施)	北	盘锦忠旺铝业有限公司(二期)	70	《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》表 4.1.9	1936	符合
	西	盘锦忠旺铝业有限公司	70	《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》表 4.1.9	850	符合
	南	盘锦联成化学工业有限公司(液化烃球罐)	67.5 90×75%	《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》表 4.2.10 注 6	508	符合
	东	盘锦信汇新材料有限公司(甲类装置)	30 40×75%	《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》表 4.2.10 注 6	1155	符合

## 2) 与八类重要场所和区域的距离

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 9.2-2 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	《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》	500m 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	《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》	500m 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	500m 范围内无此场所	符合
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	500m 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	500m 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	500m 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
8	法律、行政法规规定予以保护的其他区域	-	500m 范围内无此场所	符合

### 3) 检查结果

表 9.2-2、表 9.2-2 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》所规定的八种重要场所和区域。该项目外部安全条件单元符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》和《危险化学品安全管理条例》规定的要求。

#### 9.2.3 总平面布局符合性

该项目可分为低分气 PSA 提氢设施、循环水场 V、区域机柜间十、区域变电所十三、35kV 变电所丁各部分，依据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）列出安全检查表，对该项目技术改造涉及装置及设施的平面布置符合性进行评价，见表 9.2-3。

表 9.2-3 总平面布置符合性检查表

名称	方向	其他建构筑物	规范距离 (m)	拟建距离 (m)	依据的标准	符合性
低分气 PSA 提氢设施（甲）	北	SH351 润滑油罐区泵房（丙 A）	15	60.6	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》表 4.2.12	符合
	西	光亮油机柜间（区域性二类重要设施）	26.25 35×75%	40.9	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》表 4.2.12 注 3	符合
	东南	90 万吨/年全馏分加氢装置（甲）	25	41.8	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》表 4.2.12	符合
	东	40 万吨/年预加氢单元（甲）	25	30	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》表 4.2.12	符合
循环水场 V（区域性二类重要设施）	北	300 万吨/年轻烃回收装置（甲）	26.25 35×75%	37.9	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》表 4.2.12 注 3	符合
	西	SH353 液化烃罐区（2000m <sup>3</sup> 液化烃球罐）	52.5 70×75%	70.4	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》表 4.2.12 注 3	符合
	西	SH353 液化石油气罐区泵房（甲）	15 20×75%	45.1	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》	符合

名称	方向	其他建构筑物	规范距离 (m)	拟建距离 (m)	依据的标准	符合性
区域机柜间十（区域重要设施）					表 4.2.12 注 3	
	南	SH323 重油罐区泵房（甲）	15 20×75%	56.5	《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》 表 4.2.12 注 3	符合
	东	区域机柜间十（区域重要设施）	10	21.5	《建筑设计防火规范（2018年版）》 表 3.4.1	符合
区域变电所十三（区域重要设施）	北	300 万吨/年轻烃回收装置（甲）	26.25 35×75%	30.2	《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》 表 4.2.12 注 3	符合
	西	循环水场 V（全厂二类重要设施）	10	21.5	《建筑设计防火规范（2018年版）》 表 3.4.1	符合
	南	SH323 重油罐区泵房（甲）	15 20×75%	59.6	《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》 表 4.2.12 注 3	符合
	东	区域变电所十三（区域重要设施）	不限	5.9	《建筑设计防火规范（2018年版）》 表 3.4.1 注 2	符合
	东	生活污水提升池五（戊）	-	23.5	-	-
35kV 变电所丁（区域重要设施）	北	300 万吨/年轻烃回收装置（甲）	26.25 35×75%	28.1	《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》 表 4.2.12 注 3	符合
	西	区域机柜间十（区域重要设施）	不限	5.9	《建筑设计防火规范（2018年版）》 表 3.4.1 注 2	符合
	南	生活污水提升池五（戊）	-	8.2	-	-
	西南	SH321 甲醇罐区泵房（甲）	15 20×75%	69	《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》 表 4.2.12 注 3	符合
	东	90 万/吨年加氢改质装置（甲）	26.25 35×75%	62.7	《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》 表 4.2.12 注 3	符合

名称	方向	其他建构筑物	规范距离 (m)	拟建 距离 (m)	依据的标准	符合性
	东	新鲜水及消防水加压设施五（区域重要设施）	10	28.3	《建筑设计防火规范 (2018年版)》 表 3.4.1	符合

评价结果：该项目平面布置防火间距符合《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》规定的要求。

### 9.3 建设项目的外部安全条件分析

#### 9.3.1 建设项目对周边企业或居民的影响

该项目建设地点位于盘锦辽滨经济区总体规划的石油化工产业用地范围内，盘锦北方沥青燃料有限公司厂区。该项目与周边环境的防火间距符合《石油化工企业设计防火标准》的要求。

该项目低分气 PSA 提氢设施构成四级危险化学品重大危险源，根据外部防护距离计算结果，该项目为若发生火灾、爆炸事故可能对本单位造成影响，但对周边设施影响较小，可接受。

#### 9.3.2 周边企业或居民对建设项目的影响

该项目所在地周边皆为工业企业，若周边企业、管廊发生火灾爆炸或泄露事故，或周边规划道路道路上运输易燃易爆或有毒危险物质的车辆发生火灾爆炸或泄漏事故，可能会波及该项目，对该项目造成影响，但该项目所在厂区周边设围墙，大门口设门岗和门卫，外界无关人员不能进入，周边企业对该项目的影响较小，可接受。

#### 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

对该项目投入生产后有影响的不良自然条件主要有：雷击，大风和台风，暴雨，潮湿空气，地震，不良地质，低温。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。

##### 1) 雷击

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。在防雷设施缺失或不合格情况下，雷电击中电气设备，可引发火灾事故。项目所在地的常年平均雷暴日为 25.9 天，可通过设置防雷、防静电接地、电力系统设置防浪涌保护器等措施，防止雷电对装置和电力系统的影响。

## 2) 大风和台风

建设项目所在地区冬季和夏季都有大风天气，夏季还可能有台风。大风可能使高处的长细管道、仪表导管或电缆受到损坏（如短路）、各种检测、报警信号失灵、误报，可能导致误操作，造成跑、冒、窜，甚至可引发火灾事故。也可能吹落高处设施砸坏、砸漏管道或设施（如仪表导管或电缆），使各种检测、报警信号失灵、误报，同样可导致误操作，造成跑、冒、窜，甚至可引发火灾、爆炸事故。

风向会影响可燃气体的扩散，风压对设备、建构筑物有影响，在设备、建构筑物的设计中应考虑当地的风载荷。

## 3) 雨雪

本地区降雨充沛，年平均降水量 613.6mm，夏季雨量充沛，属于湿热气候，对设备管道等存在外腐蚀。该项目所在地发生暴雨和洪水时，若厂区排水系统不良，造成厂内大量积水，可能会导致设备被水浸泡、电气设施漏电等造成触电等各类事故的发生。

本地区冬季最大积雪厚度 250mm，大量积雪除使装置道路、设备平台严重影响操作人员正常的巡回操作和检查外，还会因积雪和积冰压坏、甚至压断工艺管道、仪表导管或电缆，轻则引起泄漏，严重时可引发火灾、爆炸事故。

## 4) 大雾

建立安全管理规章制度大雾天停止高处作业、起重作业等特殊作业，其他室外作业时注意观察。

### 5) 潮湿空气与盐雾

该项目位于沿海地段，受当地海洋性气候的影响，空气湿度大、含盐量高，空气中富含呈弥散微小水滴状的盐雾，容易沉降在各种物体上，盐粒或盐雾聚集在设备金属表面会形成一层导电性良好薄液膜，对设备产生腐蚀，即大气腐蚀，会使电子元器件发霉，引发短路等危险。应重视对建筑物及设备（施）的防腐蚀措施，避免因腐蚀引发物料泄漏，从而引发火灾爆炸事故，造成海水污染。

### 6) 地震

该项目所在场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，设计地震分组为第二组，场地类别为Ⅱ类，特征周期值为 0.45s，属于可进行建设的一般场地，按照对应抗震设防要求进行设计、施工。

### 7) 不良地质

场地内未见崩塌、岩溶、泥石流、采空区、断层构造等其它不良地质现象，场地开阔，地层较简单，层位较稳定，建筑条件尚好，适宜工程建设。但项目场地基础处理不好会造成大型设备设施基础的不均匀沉降，平面倾斜及非平面倾斜，项目在建成后将难以正常使用或在运行过程中可能发生不均匀沉降，使设备、管线等产生应力不均极易造成设备或管线阀门的泄漏，进而引发火灾、爆炸事故。因此建成后应建立基础沉降量的监测，避免不良地质带来的影响。

### 8) 高温和低温

装置可通过保温层包覆、蒸汽管线伴热等保温设施，有效的防止低温造成影响。装置设置压力控制系统及安全阀设置则可对高温引起的压力变化进行调节或放空，有效防止高温造成的超压影响。

项目建设地区冬季极端最低温度可达-28℃，对于安装在室外的设备存在低温危害，对埋地管道的防冻设计、埋地深度要求较高。如果防冻措施

有疏漏，会威胁储运系统的安全运行。尤其压缩机需要保温维护等设施其防冻措施应给予足够重视。

综上，该建设项目在设计和施工中应采取相应技术措施，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产后产生影响，达到相应规范和标准的限制要求。

## 10 技术、工艺和设备、设施及其安全可靠性

### 10.1 主要技术、工艺和设备、设施及其安全可靠性

#### 10.1.1 拟选择的主要技术、工艺的安全可靠性

依据 2.2 节主要技术、工艺和国内外同类建设项目的水平对比情况分析可知：

该项目所采用的工艺技术已有成功的工业应用基础，属于较为成熟的工艺技术，安全可靠性较高。对于装置采用了 DCS 控制系统，温度、压力、流量等相关重要参数在线监控和报警、切断联锁，在参数发生报警时及时动作。由此可以推断该项目采用的工艺较为先进，装置自动化水平较高、拟配套设置的安全设施可达到国内同行业的领先水平。

#### 10.1.2 拟选择的设备、设施的安全可靠性

该项目设备设施的选择设计上按照国内外有关标准确定合理地设计压力和设计温度以及腐蚀裕量等，设备出厂前均经规定的压力试验、质量合格才能使用。该装置区为爆炸危险环境，处理的物料绝大多数为易燃介质，电气设备按相应爆炸危险区域等级选型。室外安装的动力箱、开关，灯具等按环境条件采用防爆防腐型，埋入地下的保护钢管和接地体做防腐处理。该项目选用的设备、设施安全可靠。

由上所述，可以看出该项目所采用的工艺技术先进，所采用的设备、设施安全可靠，能够保证该项目竣工投产后的安全稳定运行。

### 10.2 主要装置、设备、设施与生产或储存过程的匹配情况

依据第 2.3.4 节生产规模和第 2.5.1 节中的物料平衡表可知，该项目生产产品的生产方式为连续性生产，生产装置的生产能力（即产能）满足各产品每年生产量。

依据第 2.7.1 节新增设备设施的规格、型号、材质满足生产产品的特性。

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。

### 10.3 配套和辅助工程能否满足安全生产的需要

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 10.3-1。

表 10.3-1 配套和辅助工程符合性评价

配套和辅助工程	厂区设施的富余供给能力或配套新增能力	该项目用量	结论
供配电	新建	配套新建 35kV 变电站丁，装机负荷为 80MVA。, 该项目增用电负荷约 4490.3kW，配套能力满足要求。	符合
电信系统	新建	装置区域配套新增电话系统、广播系统、火灾报警系统、电视监视系统设备，服务器、控制器设在配套新建机柜间内。	符合
供热	依托蒸汽管网	新增蒸汽用量为循环水场 V 消耗 0.035t/h，配套能力满足要求。	符合
供风	依托供风管网，净化风连余量为 1150Nm <sup>3</sup> /min，非净化风最大供风能力为 1981.4Nm <sup>3</sup> /min。	项目低分气 PSA 提氢设施净化风连续量为 201.8Nm <sup>3</sup> /h，非净化风无连续量，间断最大量为 1500Nm <sup>3</sup> /h，富余量满足该项使用需求。	符合
供氮	目前全厂供氮能力为 6000Nm <sup>3</sup> /h，全厂正常用氮量为 4112Nm <sup>3</sup> /h，余量 1988Nm <sup>3</sup> /h。	该项目氮气为开工置换使用，用量为 1500Nm <sup>3</sup> /h，余量满足该项使用需求。	符合
干气回收	干气分离单元设计处理能力为 39380kg/h。	PSA 解吸气流量为 26190kg/h，干气分离单元设计时已考虑 PSA 提氢设施来的解吸气，满足处理要求。	符合
新鲜水	依托供水管网	低分气 PSA 提氢设施设备冲洗等新鲜水间断用水量为 2m <sup>3</sup> /h，循环水场新鲜水间断用水量为 90m <sup>3</sup> /h，连续用量为 57m <sup>3</sup> /h，供水能力满足该项使用需求。	符合
循环水	新建	配套新建循环水场 V，处理能力为 4500m <sup>3</sup> /h，低分气 PSA 提氢设施循环水需求量为 484m <sup>3</sup> /h，配套能力满足要求。	符合
生产污水	依托现有污水处理设施	低分气 PSA 提氢设施，含油污水排放量为 2m <sup>3</sup> /h，循环水场 V 含油污水排放量为 1m <sup>3</sup> /h，厂内污水处理设施规模为 650 m <sup>3</sup> /h，厂内现有设施含油污水量约 350m <sup>3</sup> /h，富余量满足要求。	符合
事故水	依托厂区现有 2 座事故水池，单座容积 23000m <sup>3</sup> ，满足火灾事故状态下要求	该项目一次灭火消防储水量不应小于 2520m <sup>3</sup> ，事故时降雨量 344m <sup>3</sup> ，该项目所需事故池容量为 2864m <sup>3</sup> ，现有事故池满足要求。	符合

综上，该项目配套和辅助工程能满足安全生产需要。

#### 10.4 安全条件分析结论

该项目建设地点位于盘锦北方沥青燃料有限公司厂内规划用地内，该装置符合国家和当地政府产业政策与布局。该装置的选址符合《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）等相关标准的要求；该装置所采取的工艺技术先进，拟采用的设备、设施安全可靠，该装置所依托的盘锦北方沥青燃料有限公司公辅设施配套性能够保证该装置未来建成投产后的安全稳定运行。

综上所述，该项目安全条件符合《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，根据 2015 年 5 月 27 日国家安全监管总局令第 79 号修订）以及《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〔2013〕4 号）规定的危险化学品生产企业安全条件。

## 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均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。

注：依据相应规范、标准给出的安全对策与建议中，带“应”为强制性条款，“宜”为建议条款。

### 11.1 可研报告中采纳的安全对策措施

#### 11.1.1 可研报告中的防火防爆措施

##### 1) 危险物料的安全控制

所有可燃物料从原料输入和加工，到产品的输出，始终处在密闭的各类设备和管道系统中。各连接处采用可靠的密封措施。

自动控制采用 DCS 控制系统，并设有超限报警和连锁保护系统，可以确保在误操作或非正常工况下，对危险物料的安全控制。

在各危险区域设可燃气体报警器和有毒气体报警器，进行监测和报警。

##### 2) 安全距离

各系统内的平面布置执行《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）。

各系统内部设备之间都留有相应的安全距离，能保证消防和日常管理的需要。厂区道路采取环形布置，道路宽度满足消防车辆的通行要求。

所有潜在的火源均分别布置，并尽可能在有可能泄露可燃物料地点的上风向。

##### 3) 设备

工艺装置及生产辅助设施压力容器的设备和制造符合《压力容器设计规范》及其它有关工业标准规范要求。

关键转动设备均设有备机，确保安全生产。

为防止高压设备因超压发生事故，在适当的位置设置安全阀。在事故状态下可能处于真空状况的设备，将采用可承受真空的设备。并在适当位置设置泄压设施。

#### 4) 电气安全设计

工艺装置的爆炸危险区域划分执行《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。

电缆敷设及配电间的设计均考虑防火、防爆的要求。

为将突然停电引发事故的危险降到最低，供电系统采用双电源供电方式。仪器仪表的电源采用不间断电源(UPS)。为减少电缆着火及损坏的危险，尽可能采用地下敷设。紧急电源及仪表电缆线在危险区域地上使用时，采用相应级别的电缆电线。

#### 5) 建筑防火

各建筑物的防火安全设计执行《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)和《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB50160-2008)。根据各建筑物的功能，所处位置确定相应的耐火等级，并按规范要求设置安全出口和疏散距离。装置区操作平台和通道的设置，满足人员紧急疏散和消防的要求。

#### 6) 消防设计

工艺装置及辅助设施的消防执行《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB50160-2008)的规定。并设置消防设备，如固定式监测仪表、消防栓箱及水龙带、便携式监测仪器；在需要的地方设置水喷雾、水喷淋及水冷却系统。

## 7) 火灾报警系统

按《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）的规定，在主要建筑物设置火灾自动报警系统，并与消防站连接。厂内火灾采用行政电话报警，装置区设置手动火灾报警按钮。

### 11.1.1 可研报告中的其他安全措施

机械设备的设计造型执行《生产设备安全卫生设计总则》的规定，在人员操作、维护、检修位置，设平台、护栏、安全盖板等。梯子、平台和栏杆的设计执行《固定式钢直梯安全技术条件》、《固定式钢斜梯安全技术条件》、《固定式工业防护栏杆安全技术条件》。

噪声控制执行《工业企业噪声控制设计规范》，通过采用减振、隔声和消声等措施，使操作人员作业场所的噪声水平满足上述规范的要求。巡检人员在进入高噪声区应佩戴防噪声耳罩。

采光与生产照明、事故照明、检修照明设计执行《工业企业照明设计标准》。

安全标志与安全色执行《安全色》和《安全标志》的国家标准要求。

## 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) 依据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）中第 4.2.12 条，石油化工企业总平面布置的防火间距除本标准另有规定外，不应小于表 4.2.12 的规定。

2) 装置区管架支柱、照明电杆、行道树或标志杆等与道路距离应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）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。”的要求

3) 绿化应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB50160-

2008) 第 4.2.11 条“厂区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) 厂区的绿化不应妨碍消防操作”的要求，不种植含油脂较多的树木、绿篱或茂密的灌木丛，并且不应妨碍消防操作。

4) 消防道路的宽度、转弯半径、净空高度应符合《石油化工企业设计防火标准》(GB50160-2008, 2018 版)第 4.3.4 条“装置应设环形消防车道，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。”的要求。

5) 该项目位于沿海地带，应依据《工业建筑防腐蚀设计标准》中第 1.0.3 条“工业建筑防腐蚀设计应遵循预防为主和防护结合的原则，根据生产过程中产生介质的腐蚀性、环境条件、生产操作管理水平和施工维修条件等，因地制宜，区别对待，综合选择防腐蚀措施；对危及人身安全和维修困难的部位，以及重要的承重结构和构件应加强防护”的规定，做好建筑防腐设计工作。

## 11.2.2 拟选择的主要技术、工艺或方式和装置、设备、设施

### 11.2.2.1 生产装置

1) 低分气 PSA 提氢设施产品氢气为重点监管的危险化学品，原料气及副产 PSA 解吸气的成分中的氢气、甲烷、乙烷、丙烷等也属于重点监管的危险化学品其相关装置应按照《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(三)条“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。”的要求，在基础

设计阶段开展 HAZOP 分析。

2) 30 万吨/年全厂轻烃回收装置、渣油加氢扩能改造项目、300 万吨/年全馏分加氢精制装置、一期芳烃合成装置、二期芳烃合成装置是该项目原料低分气的来源，原流程中以上装置的低分气送入燃料气管网，若该项目 PSA 提氢设施停工时，低分气可恢复送入燃料气管网流程，若 PSA 提氢装置的下游设施干气分离单元停工时，PSA 提氢设施产生的解吸气可送入燃料气管网。上下游装置应该制定统一的启停策略、建立联动监控系统，对自动化联动进行实时监测，防止上下游装置停工造成的相互影响。

3) 依据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）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) 装置产品氢气火灾危险性为甲类，现场应依据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 5.1.3 条“在使用或生产甲、乙 B 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。”的要求，设施可燃气体报警系统。

5) 装置内设备平面布置应依据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）表 5.2.1 的规定设置。

6) 装置竖向布置应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 5.2.27 条“装置内地坪竖向和排污系统的设计应减少可能泄漏的可燃液体在工艺设备附近的滞留时间和扩散范围。火灾事故状态下，受污染的消防水应有效收集和排放。”的要求。

7) 解析气压缩机的布置应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 5.3.1 条的要求：①可燃气体压缩机宜露天或半露天布置；②单机驱动功率等于或大于 150kW 的甲类气体压缩机厂房不宜与

其他甲、乙和丙类房间共用一座建筑物；③压缩机的上方不得布置甲、乙和丙类工艺设备，但自用的高位润滑油箱不受此限；④比空气轻的可燃气体压缩机半敞开式或封闭式厂房的顶部应采取通风措施；⑤除检修承重区外，可燃气体压缩机厂房的楼板宜采用透空钢格板，该透空钢格板的面积可不计入所在防火分区的建筑面积内；⑥比空气重的可燃气体压缩机厂房的地面上不宜设地坑或地沟；⑦厂房内应有防止可燃气体积聚的措施。

8) 新增解吸气压缩机的基础应符合《离心式压缩机基础设计标准》(HG/T20555-2023) 第3.1.1条的要求，根据机器布置、动力特性、工程地质条件、生产和工艺对压缩机基础的技术要求，合理选择地基方案和基础尺寸，满足结构和地基的承载力要求，使基础振动限制在容许范围内，同时应避免产生不允许的沉降和倾斜。

9) 新增解吸气压缩机的基础结构应符合《离心式压缩机基础设计标准》(HG/T20555-2023) 第3.1.3条的要求，采用现浇钢筋混凝土结构。混凝土强度等级不应低于C30。

10) 压缩机的基础应设置永久性沉降观测点，观测点符合《离心式压缩机基础设计标准》(HG/T20555-2023) 第3.1.6条的要求，应便于观测，一般应在角柱的两个方向上各设一个观测点；如压缩机基础较长时，可在纵向中间柱上增设1~2个观测点。

11) 压缩机的基础沉降观测点的观测周期应符合《离心式压缩机基础设计标准》(HG/T20555-2023) 第3.1.7条的要求：①基础施工完观测一次；②机组安装完观测一次；③试运转期间观测一次；④投产后每半年观测一次。

12) 解吸气压缩机采用两级压缩，应符合《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB50160-2008) 第7.2.10条的要求，多级压缩的可燃气体压缩机各段间应设冷却和气液分离设备，防止气体带液体进气缸内而

发生超压爆炸事故。

13) 气液分离罐的凝液排放，应符合《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）“第7.2.13条，分液罐的凝液不应敞开排放。”的要求密闭排放。

14) 输送污油的机泵布置应符合《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）第5.3.2条，“可燃液体泵宜露天或半露天布置。操作温度等于或高于自燃点的可燃液体的泵上方，不宜布置甲、乙、丙类工艺设备；若在其上方布置甲、乙、丙类工艺设备，应用不燃烧材料的封闭式楼板隔离保护。”的要求。

15) 设备压力若符合《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）第5.5.1条“在非正常条件下，可能超压的下列设备应设安全阀：顶部最高操作压力大于等于0.1MPa的压力容器；顶部最高操作压力大于0.03MPa的蒸馏塔、蒸发塔和汽提塔（汽提塔顶蒸汽通入另一蒸馏塔者除外）；可燃气体或液体受热膨胀，可能超过设计压力的设备；顶部最高操作压力为0.03~0.1MPa的设备应根据工艺要求设置。”的描述则应设置安全阀。

16) 安全阀选用应符合《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）第5.5.2条“单个安全阀的开启压力（定压），不应大于设备的设计压力。当一台设备安装多个安全阀时，其中一个安全阀的开启压力（定压）不应大于设备的设计压力；其他安全阀的开启压力可以提高，但不应大于设备设计压力的1.05倍。”的要求。

17) 安全阀的泄放应符合《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）第5.5.4条“可燃气体、可燃液体设备的安全阀出口连接应符合下列规定：可燃液体设备的安全阀出口泄放管应接入储罐或其他容器，泵的安全阀出口泄放管宜接至泵的入口管道、塔或其他容器；可燃气

体设备的安全阀出口泄放管应接至火炬系统或其他安全泄放设施；泄放后可能立即燃烧的可燃气体或可燃液体应经冷却后接至放空设施；泄放可能携带液滴的可燃气体应经分液罐后接至火炬系统。”的要求，送至安全泄放设施。

18) 低分气 PSA 提氢设施火灾危险性为甲类，应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）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：可燃液体设备，应能将设备内的可燃液体排放至安全地点；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。”的要求，设置事故紧急排放设施。

19) 装置相关管道应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 7.2.1 条“可燃气体、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 的可燃气体、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。”的要求，除需要采用法兰连接外，均应采用焊接连接。

20) 低分气、氢气、解吸气等可燃气体管道，应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 7.2.2 条“可燃气体、可燃液体管道不得穿越与其无关的建筑物。”的要求不穿过与其无关建筑。

21) 低分气、氢气、解吸气等可燃气体管道，应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 7.2.4 条“可燃气体、可燃液体的管道应架空或沿地敷设。必须采用管沟敷设时，应采取防止可燃气体、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并排入生产污水管道。”的要求，应架空或沿地敷设。

22) 依据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-

2008) 第 7.2.7 条, 公用工程管道与可燃气体、可燃液体的管道或设备连接时应符合下列规定: 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。

23) 低分气、氢气、解吸气等可燃气体管道, 应符合《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008) 第 7.2.8 条“连续操作的可燃气体管道的低点应设两道排液阀, 排出的液体应排放至密闭系统; 仅在开停工时使用的排液阀, 可设一道阀门并加丝堵、管帽、盲板或法兰盖。”的要求设两道排液阀, 排出的液体应排放至密闭系统。

24) 低分气 PSA 装置应符合《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008) 第 7.2.9 条的要求, 设备和管道应有惰性气体置换设施。

25) 泵的布置应符合《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH3011-2011) 第 5.9.9 条“泵布置在管廊下方或外侧时, 泵区通道的净宽和净高应符合本规范第 7.1.5 条的规定, 泵端前面操作通道的宽度不应小于 1m; 泵和驱动级的中心线宜与管廊走向垂直”的要求, 留出操作空间, 泵和驱动级的中心线宜与管廊走向垂直。

26) 除安装在联合基础上的小型泵外, 泵的间距应符合《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH3011-2011) 第 5.9.12 条“除安装在联合基础上的小型泵外, 两台泵之间的净距不宜小于 0.5m。”的要求, 间距不小于 0.5m。

27) 泵的基础面高度, 应符合《石油化工工艺装置布置设计规范》第 5.9.15 条“泵的基础面高出地面 100mm。”的要求高出地面 100mm 以上。

28) 污油罐采用埋地敷设, 地面为不发火地面。为检测可能泄漏的气体, 地面应设置有可燃气体报警仪。

29) 为防止储罐与管道不均匀沉降造成泄漏, 建议储罐与管道间采用

金属软管柔性连接。

30) 若埋地油罐易受地下水或雨水作用, 有上浮的可能时, 应采取防止储罐上浮的措施: 设计阶段进行所受浮力计算, 必要时在罐基下设置混凝土配重块, 并进行抗浮验算, 建议罐区设地下水监测井, 由运行人员定期观测水位。

31) 埋地储罐罐池长、宽为 10.8m, 池壁与罐壁间隔 0.8m, 无检修设施。罐池底板若在地下水位以下时, 应满足《石油化工混凝土水池工程施工及验收规范》(SH/T3535-2012) 第的要求, 验算施工阶段的抗浮定性当不能满足时应采取施工期临时抗浮措施。

32) 埋地储罐基坑开挖后若发现地下水位较高, 则做好排水降水工作, 若在地下水位以下开挖土方, 应采取防止周围建(构)筑物产生附加沉降的措施。

33) 在爆炸危险区范围内的钢管架; 单个容积等于或大于 5m<sup>3</sup> 的甲、乙 A 类液体设备的承重钢构架、支架、裙座应按照《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008) 第 5.6.1 条的要求采取耐火保护措施。

34) 上条所述的承重钢结构的下列部位应覆盖耐火层, 覆盖耐火层的钢构件, 其耐火极限不应低于 1.5h: ①支承设备钢构架: 单层构架的梁、柱; 多层构架的楼板为透空的钢格板时, 地面以上 10m 范围的梁、柱; 多层构架的楼板为封闭式楼板时, 地面至该层楼板面及其以上 10m 范围的梁、柱; ②支承设备钢支架; ③钢裙座外侧未保温部分及直径大于 1.2m 的裙座内侧; ④钢管架: 底层支撑管道的梁、柱; 地面以上 4.5m 内的支撑管道的梁、柱; 上部设有空气冷却器的管架, 其全部梁、柱及承重斜撑。

### 11.2.2.3 管道布置

1) 氢气等易燃液体管道及污油等可燃液体管道在跨越道路时, 应符合《石油化工企业设计防火标准》(GB50160-2008, 2018 版) 第 7.1.2 条

“跨越厂内道路的净空高度不应小于 5m。在跨越铁路或道路的可燃液体管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。”的要求，净空高度不小于 5m，且不设置阀门及易发生泄漏的管道附件。

2) 氢气等易燃液体管道及污油等可燃液体管道在跨越道路时，应符合《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008，2018 版）第 7.1.3 条“可燃气体、可燃液体的管道横穿道路时应敷设在管涵或套管内，并采取防止可燃气体窜入和积聚在管涵或套管内的措施。”的要求，敷设在管涵或套管内，并采取可燃气体存入套管内的措施。

3) 易燃液体管道应符合《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008，2018 版）第 7.2.1 条要求，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 的可燃气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。

4) 氢气等可燃气体的采样管道，应符合《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008，2018 版）第 7.2.3 条“可燃气体的采样管道不应引入化验室”的要求不引入化验室。

5) 解吸气压缩机吸入管道应符合《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008，2018 版）第 7.2.10 条的要求，应有防止产生负压的措施。

6) 氢气等易燃液体管道及污油等可燃液体管道在跨越道路时，相关管道在进出装置时，应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 7.2.16 条“进、出装置的可燃气体、可燃液体的管道，在装置的边界处应设隔断阀和 8 字盲板，在隔断阀处应设平台，长度等于或大于 8m 的平台应在两个方向设梯子。”的要求，设置隔断阀和 8 字盲板。

7) 氢气、低分气、解析气火灾危险性为甲类，相关管道应符合《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008，2018 版）第 7.2.9 条“甲、乙 A 类设备和管道应有惰性气体置换设施”的要求，设置惰性气体置换设施。

8) 管道识别色、识别符号、安全标识、消防标识应按照《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB7231-2003) 的要求设置, 识别符号应包含由物质名称、流向和主要工艺参数等组成。

9) 氢气管道架空敷设, 其与其他管道的最小净距应符合《氢气站设计规范》(GB50177-2005) 附录 B 的要求:

**表 11.2-1 架空氢气管道与其他架空管线之间的最小净距 (m)**

名称	平行净距	交叉净距
给水、排水管	0.25	0.25
热力管 (蒸汽压力不超过 1.3MPa)	0.25	0.25
不燃气体管	0.25	0.25
燃气管、燃油管和氧气管	0.50	0.25
滑触线	3.00	0.50
裸导线	2.00	0.50
绝缘导线和电气线路	1.00	0.50
穿有导线的电线管	1.00	0.25
插接式母线、悬挂干线	3.00	1.00

10) 为防止生产介质与公用工程互窜, 与可燃气体、可燃液体的管道连接的公用工程管道应符合《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008) 第 7.2.7 条, 公用工程管道与可燃气体、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。

#### 11.2.2.4 防腐

1) 结构混凝土耐久性应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB50046-2018) 表 4.2.3 的规定。

2) 钢筋混凝土和预应力混凝土结构构件的裂缝控制等级和最大裂缝宽度允许值应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB50046-2018) 表 4.2.3 的规定。

3) 钢柱柱脚应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB50046-2008) 第

4.3.11 条“钢柱柱脚应置于混凝土基础上，基础顶面宜高出地面不小于 300mm。”的要求置于混凝土基础上，基础顶面宜高出地面不小于 300mm。

4) 基础的材料选择应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB50046-2008)第 4.8.2 条“基础材料的选择应符合下列规定：基础应采用素混凝土、钢筋混凝土或毛石混凝土；素混凝土和毛石混凝土的强度等级不应低于 C25；钢筋混凝土的混凝土抢图等级宜符合本规范表 4.2.3”的要求。

5) 管道组成件用钢材应符合《工业金属管道设计规范》(GB50316-2000, 2008 年版)第 4.4.1 条“Q235-A、Q235-B 及 Q235-C 材料宜用于 C 及 D 类流体管道，且设计压力不宜大于 1.6Mpa。Q235-A·F 材料仅宜用于输送 D 类流体的管道及设计温度小于或等于 250℃的管道支吊架。奥氏体不锈钢使用温度高于 525℃时，钢中含碳量不应小于 0.04%。受压管道组成件使用附录 A 中标 A.0.2 所列的钢板时，应对以下钢板逐张金星超声波检测：低温港厚度大于 20mm。20R 及 16MnR 厚度大于 30mm。其他低合金钢厚度大于 25mm。以上质量不应低于 III 级。对于调质钢板不论厚度多少，均须检测，质量不应低于 II 级。调质状态供货的刚才，应按设计条件进行常温或低温冲击试验。刚才的使用状态应按本规范附录 A 的规定。设计指定供货状态与国家现行材料标准的规定不同时，应在设计文件中注明。低温管道用钢应采用镇静钢”的要求。

6) 焊接的碳钢或低合金钢的含碳量应符合《石油化工管道设计器材选用规范》(SH3059-2012)第 6.1.12 条“用于焊接的碳钢或低合金钢的含碳量不应大于 0.3%。”的要求。

7) 管道金属材料的耐腐蚀能力应根据介质对金属材料的腐蚀速率确定，其分类宜符合《石油化工管道设计器材选用规范》(SH3059-2012)第 6.1.15 条“年腐蚀速率小于或等于 0.05mm 的材料为充分耐腐蚀材料。年腐蚀速率大于 0.05mm 且小于或等于 0.1mm 的材料为耐腐蚀材料。年腐蚀速率

大于 0.1mm 且小于或等于 0.5mm 的材料为尚耐腐蚀材料。年腐蚀速率大于 0.5mm 的材料为不耐腐蚀材料。”的要求。

#### 11.2.2.5 防雷、防静电

1) 所有金属设备、管道，应符合《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014) 第 4.2.4 条“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。”的要求，设置直接、间接接地或静电屏蔽措施。

2) 低分气 PSA 提氢设施区域入口处，依据《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014) 第 4.2.10 条“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。”应设人体导除静电装置，并未作业人员配备防静电防护用品。

3) 低分气 PSA 提氢设施区域，应符合《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014) 第 4.3.3 条“有火灾爆炸危险的化工装置、露天设备、储罐、电气设施和建构筑物应设计防直击雷装置，并应采取防止雷电感应的措施。”的要求，设置防直击雷装置，并应采取防止雷电感应的措施。

4) 依据《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014) 第 4.3.4 条，具有易燃易爆气体生产装置和储罐以及排放易燃易爆气体的排气筒的避雷设计，避雷针应高于气体排放时形成的爆炸危险范围。

5) 管道进出装置或设施处；爆炸危险场所的边界；管道泵及其过滤器、缓冲器等应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》(GB50160-2008) 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：进出装置或设施处；爆炸危险场所的边界；管道泵及其过滤器、缓冲器等。”的要求，设置静电接地设施。

- 6) 仪表及控制系统的外露导电部分应符合《石油化工仪表接地设计规范》(SH/T3081-2019)第4.1.1条“仪表及控制系统的外露导电部分应实施保护接地”的要求，实施保护接地。
- 7) 装有仪表或控制系统的金属盘、台、箱、柜、架等，应符合《石油化工仪表接地设计规范》(SH/T3081-2019)第4.1.2条“装有仪表或控制系统的金属盘、台、箱、柜、架等宜实施保护接地”的要求实施保护接地。
- 8) 仪表及控制系统需要进行接地的仪表信号回路，应符合《石油化工仪表接地设计规范》(SH/T3081-2019)第4.2.1条“仪表及控制系统需要进行接地的仪表信号回路，应实施工作接地”的要求，实施工作接地。
- 9) 电涌保护器的冲击电流值应依据《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)第4.3.8条第6款“低压电源线路引入的总配电箱、配电柜处装设I级实验的电涌保护器，以及配电变压器设在本建筑物内或附设于外墙处，并在低压侧配电屏的母线上装设I级实验的电涌保护器时，电涌保护器每一保护模式的冲击电流值，当电源线路无屏蔽层时可按本规范式(4.2.4-6)计算，当有屏蔽层时可按本规范式(4.2.4-7)计算，式中的雷电流应取等于150kA。”的要求确定。
- 10) 防直击雷的专设引下线与入口和人行道边的间距，应符合《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)中第5.4.7条“防直击雷的专设引下线距出入口或人行道边沿不宜小于3m。”的要求，不宜小于3m。
- 11) 装置金属管体，应符合《石油化工装置防雷设计规范(2022年版)》(GB50650-2011)第5.5.1条“金属罐体应做防直击雷接地，接地点不应少于2处，并应沿罐体周边均匀布置，引下线的间距不应大于18m。每根引下线的冲击接地电阻不应大于 $10\Omega$ ，储存可燃物质的储罐应在罐顶本身作为接闪器。”的要求做防直击雷接地。
- 12) 工作接地的导线、各连接点、工作接地汇流条等，应符合《石油

化工仪表接地设计规范》（SH/T3081-2019）第 4.1.5 条“工作接地的导线、各连接点、工作接地汇流条等在接到汇总板或网型地排之前应与其他导体绝缘。”的要求，在接到汇总板或网型地排之前应与其他导体绝缘。

13) 仪表及控制系统的接地电阻为工频接地电阻，应符合《石油化工仪表接地设计规范》（SH/T3081-2019）第 7.1.1 条，的要求，不应大于  $4\Omega$ 。

14) 仪表及控制系统的接地连接电阻，应符合《石油化工仪表接地设计规范》（SH/T3081-2019）第 7.1.2 条的要求，不应大于  $1\Omega$ 。

15) 根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T3097-2017）第 4.3.1 条，静电接地系统静电接地电阻值不应大于  $10^6\Omega$ ，专设的静电接地体的对地电阻值不应大于  $100\Omega$ 。

16) 有振动性能的固定设备的跨接线，应符合《石油化工静电接地设计规范》（SH3097-2017）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  $6mm^2$  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”的要求采用铜芯软绞线跨接。

17) 设备内部的各部件之间的活动连接或滑动连接等部位的电阻，应符合《石油化工静电接地设计规范》（SH3097-2017）第 4.1.7 条的要求保持其接触电阻值在  $1000\Omega$  以下。

18) 管道在进出装置区处、分支处，应符合《石油化工静电接地设计规范》（SH3097-2017）第 5.3.1 条“管道在进出装置区（含生产车间厂房）处、分支处应进行接地”的要求，进行接地。

19) 该项目火灾自动报警系统接地装置采用共用接地装置，接地电阻值应符合《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）第 10.2.1 条 1 的要求，不应大于  $1\Omega$ 。

### 11.2.2.6 自动控制

- 1) 配电箱、通信设备的安装设计应符合《建筑工程抗震设计规范》(GB50981—2014)第7.4.4条的要求，配电箱(柜)、通信设备的安装螺栓或焊接强度应满足抗震要求；靠墙安装的配电柜、通信设备机柜底部安装应牢固。当底部安装螺栓或焊接强度不够时，应将顶部与墙壁进行连接；当配电柜、通信设备柜等非靠墙落地安装时，根部应采用金属膨胀螺栓或焊接的固定方式；配电箱(柜)、通信设备机柜内的元器件应考虑与支承结构间的相互作用，元器件之间采用软连接，接线处应做防震处理；配电箱(柜)面上的仪表应与柜体组装牢固。
- 2) 控制系统及现场仪表应选用技术成熟、先进可靠的产品。DCS 系统的控制单元冗余配置；电源单元、通讯模块、多通道控制回路的I/O卡等冗余配置；冗余设备可实现在线自诊断，出错报警，无差错切换等功能；自动控制系统及现场仪表等应采用UPS电源；现场机柜室到中心控制室的系统通讯信号采用双冗余光缆连接。并且光缆的敷设采用“一天一地”或不同路径敷设，以确保通讯的安全。
- 3) 现场仪表一般选用本安型，并采用隔离式安全栅。
- 4) 根据装置的危险级别，应设置与其安全等级相适应的安全仪表系统(SIS)，用于完成工艺过程联锁、保护和机组监控和紧急停车，重要的联锁系统，检测元件或输入信号应按“三取二”方式设置。
- 5) 设计中应明确紧急切断阀执行机构类型，且明确紧急切断阀控制原理及应急保证等安全风险防控措施。
- 6) 仪表安装位置应符合《石油化工仪表安装设计规范》(SH/T3104—2013)第4.1.3条的要求避免在以下位置：高温、腐蚀、浸泡的位置；强烈振动的位置；有较强电磁干扰的位置；阳光暴晒的位置；易受雷击的位置；专用通道、人行通道、检修通道。

- 7) 仪表的支架应符合《石油化工仪表安装设计规范》(SH/T3104-2013)第4.4.2条的要求应经过防腐处理，或采用耐环境腐蚀的材料。
- 8) 现场安装的测量仪表的防护等级应满足《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T50770-2013)第6.1.4条的要求，不应低于IP65。
- 9) 机柜在机柜室内布置时，应满足《石油化工控制室设计规范》第4.3.7条的要求，成排柜之间的净距宜在1.6~2.0m之间；机柜与柱的净距宜在1.6~2.5m之间。
- 10) 布置电力电缆时，应满足《石油化工控制室设计规范》第4.3.9条的要求，不宜穿过机柜室和工程师室，当受条件限制需要穿过时，应采取屏蔽措施。
- 11) 机柜室内敷设的交流电源电缆，应满足《石油化工控制室设计规范》第4.7.3条的要求，应采取隔离措施。
- 12) 机柜间电缆线的进线，依据《石油化工控制室设计规范》第4.7.1条的要求，宜采用架空进线方式。电缆穿墙入口处宜采用专用的电缆穿墙密封模块，并满足抗爆防火、防水、防尘要求。
- 13) 当机柜间电缆线的进线受限，无法采用架空进行时，应满足《石油化工控制室设计规范》第4.7.2条的要求，电缆穿墙入口处洞底标高应高于室外沟底标高0.3m以上，应采取防水密封措施，室外沟底应有排水设施；电缆穿墙入口处的室外地面区域宜设置保护围堰。并满足《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》第8.11.3条的要求，在电缆沟进口设可燃气体报警器。
- 14) 机柜间内配电柜，应满足《石油化工控制室设计规范》第4.3.5条b)的要求，靠近电源电缆线入口侧布置。
- 15) 机柜间内机柜布置时，应满足《石油化工控制室设计规范》第4.3.5条c)的要求，避免连接电缆过多交叉。

16) 在装置区域内应设置必要的可燃气体检测器，并在区域控制中心对可燃气体和有毒气体的浓度进行集中监视。可燃气体及有毒气体检测报警系统 GDS 应与 DCS 系统相对独立，并可通过接口与 DCS 通讯。

17) 现场可燃气体和有毒气体的检测报警应符合《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“可燃气体和有毒气体的检测报警应采用两级报警”的要求，采用两级报警。

18) 可燃气体和有毒气体检测报警信号，应符合《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“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。”的要求，送至有人值守的现场控制室、中心控制室等进行显示报警，二级报警信号报警系统报警控制单元的故障信号应送至消防控制室。

19) 现场报警器，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) 第 3.0.4 条“控制室操作区应设置可燃气体和有毒气体声、光报警；现场区域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”的要求，要具有声、光报警功能。

20) 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) 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。

21) 可燃气体和有毒气体检测报警系统的用电负荷，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) 第 3.0.9 条“可燃气体和有毒气体检测报警系统的气体探测器、报警控制单元、现场报警器等的供电负荷，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。”的要求，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。

22) 装置区报警器与释放源的距离，应符合《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4.3.1条“液化烃、甲B、乙A类液体等产生可燃气体的液体储罐的防火堤内，应设探测器。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。”的要求，水平距离不宜大于10m。

23) 氢气密度小于空气，其探测报警器安装位置，应符合《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。”的要求，安装在释放源上方2.0m内。

24) 解吸气中既有低于空气密度的氢、甲烷，也有高于空气密度的C3、C4等成分，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)“第6.1.2条，检测比空气重的可燃气体或有毒气体时，探测器的安装高度宜距地坪（或楼地板）0.3m~0.6m；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。”应同时在释放源的上部及下部安装探测器。

25) 机柜间空调新风入口，应满足《石油化工控制室设计规范》第4.7.2条的要求，当可燃气体和有毒气体有可能进入时，设置可燃气体和有毒气体检测器。

26) 在新风口安装的可燃、有毒气体探测器应满足《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》第6.1.1条的要求，应安装在无冲击、无振动、无强电磁场干扰、易于检修的位置，探测器安装地点与周边工艺管道或设备之间的净空不应小于0.5m。

1) 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) 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。

2) 有毒可燃气体报警装置, 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) 第 5.3.1 条“可燃气体和有毒气体检测报警系统应按照生产设施和储运设施的装置或单元进行报警分区, 各报警分区应分别设置现场区域报警器。区域报警器的启动信号应采用第二级报警设定值信号。区域报警器的数量宜使在该区域内任何地点的现场人员都能感知到报警。”的要求, 应分区进行报警。

3) 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) 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。

4) 该项目配套新设 UPS 供电系统为 DCS 系统、SIS 系统、GDS 系统及现场检测、报警仪表及执行元件供电, UPS 应满足《石油化工仪表供电设计规范》(SH/T3082-2019) 第 5.2.2 条的要求, 输出电压: 220V±11V, 单相; 输出频率: 50Hz±0.5Hz; 波形失真率: 小于 5%; 输出瞬时电压降: 小于 10%; 电源瞬断时间: 不大于 5ms; 蓄电池: 全封闭免维护型; 后备供电时间: 不小于 30min; 具有故障报警和故障保护, 带报警输出接点; 具有过载保护功能和故障维护旁路功能。

5) UPS 的容量应满足《石油化工仪表供电设计规范》(SH/T3082-2019) 第 6.1.1 条的要求, 容量应按照仪表控制系统额定负荷总和的 0.8~1.2 倍确定。

6) 该机柜间 UPS 室采用防静电活动地板, 设计时应考虑地板的承受能力, 应根据设备重量来设计与制造钢质托架。安放 UPS 的机架或金属底座应

满足《建筑工程施工质量验收规范》(GB50303-2015)第8.2.1条的要求，应横平竖直、紧固件齐全，水平度、垂直度允许偏差不应大于1.5‰。

7) 引入或引出 UPS 及 EPS 的主回路绝缘导线、电缆和控制绝缘导线、电缆应满足《建筑工程施工质量验收规范》(GB50303-2015)第8.2.2条的要求，应分别穿钢导管保护，绝缘导线、电缆的屏蔽护套接地应连接可靠、紧固件齐全，与接地干线应就近连接。

8) 仪表电缆线芯截面应符合《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第6.1条的要求：

(1) 仪表信号电线电缆的线芯截面积应满足检测、控制回路对信号传输、导电特性、绝缘屏蔽、本安参数等功能性要求及施工中对线缆机械强度的要求。电缆的截面积应根据线路压降、本安参数符合性计算后确定：其最小线芯截面积不应小于 $0.5\text{mm}^2$ 。

(2) 除本质安全系统电路外，在爆炸危险区内穿保护钢管敷设的仪表信号电缆在1区时的最小线芯截面积不应小于 $2.5\text{mm}^2$ ，在2区时不应小于 $1.5\text{ mm}$ ；若采用多芯电缆，其线芯截面积应最小为 $1.0\text{mm}^2$ 。

(3) 除本质安全系统电路外，在爆炸危险区内电缆明设或电缆沟内敷设时的最小线芯截面积应最小为 $1.0\text{mm}^2$ 。

9) 敷设在火灾危险场所的仪表电缆应符合《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第6.2.3条的要求，选用阻燃型电缆。

10) 用于紧急隔离阀门、SIS 励磁动作、与可燃有毒气体信号联动的电缆，应符合《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第6.2.4条的要求，宜选用耐火电缆。

11) 仪表电缆的敷设应符合《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第7.1.1条的要求，在装置现场，电缆应沿较短路径敷设，避开热源、潮湿、振动源，不应敷设在影响操作、妨碍设备维修的位

置。

12) 依据《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第7.1.2条,电缆不宜平行敷设在高温工艺管道和设备的上方或有腐蚀性液体的工艺管道和设备下方。

13) 依据《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第7.1.3条,在装置现场,较分散的非铠装电缆宜穿在金属管内保护;较集中的电线电缆宜敷设在电缆槽内;铠装电缆可敷设在梯式电缆桥架中。

14) 依据《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第7.1.4条,仪表电缆中间不应有接头,但可以根据需要设置接线箱或接线柜。

15) 敷设在爆炸危险场所电缆及接线箱应符合《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第7.1.12条的要求,防爆等级满足GB3836.2和GB3836.3的要求。

16) 防爆现场仪表及接线箱的电缆入口处应符合《石油化工仪表管道线路设计规范》(SH/T3019-2016)第7.1.13条的要求,应采用相应防爆级别的电缆引入装置,宜采用防爆电缆密封接头或用密封填料接头进行密封,应符合GB3836.15的要求。

17) 依据《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T50770-2013)第6.1.3条,在爆炸危险场所,测量仪表应采用隔爆型或本安型。当采用本安系统时,应采用隔离式安全栅。

18) 现场安装的测量仪表防护等级,应符合《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T50770-2013)第6.1.4条的要求,不应低于IP65。

19) 依据《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T50770-2013)第7.4.2条,在爆炸危险场所,电磁阀和阀位开关应采用隔爆型或本安型。当采用本安型时,应采用隔离式安全栅。

20) 依据《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T50770-2013)第

7.4.3 条，现场安装的电磁阀和阀位开关，防护等级不应低于 IP65。

#### 11.2.2.7 其他

1) 有化学灼伤风险的现场应设置喷淋洗眼器，保护半径应符合《化工企业安全卫生设计规范》（HG20571-2014）第5.1.6条“在液体毒性、腐蚀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。”的要求，不大于15m。

2) 应依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）第3.2.1条规定，划分爆炸性气体环境危险区域。

3) 依据《化工企业安全卫生设计规范》（HG20571-2014）第5.6.2条规定，具有化学灼伤危害的作业应采用机械化、管道化和自动化，并安装必要的信号报警、安全联锁和保险装置，不得使用玻璃等易碎材料制成的管道、管件、阀门、流量计、压力计等。

4) 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。

5) 依据《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《钢制管法兰. 垫片. 紧固件》（HG/T20592~20635-2009）的等相关标准的规定。

6) 依据《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，设计时应当遵循以下原则：确定所有管道支吊架具有足够的强度和刚度；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，并且不会是管子变形，循环载荷的场合，能够减小连接处的应

力集中。

7) 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》(GB4053.1-2009)、《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯》(GB4053.2-2009)、《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台》(GB4053.3-2009)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。

8) 压力容器的设计条件和腐蚀裕度应按最苛刻操作条件下考虑设计余量。材料的设计按最苛刻条件选择，以保证本装置长期连续、稳定运转。

9) 排空管道符合《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》(GB50160-2008)第5.5.14条的要求，严禁将混合后可能发生化学反应并形成爆炸性混合气体的几种气体混合排放。

10) 视频监控系统摄像头安装位置，应符合《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》(AQ3036-2010)第10.1.5条，“摄像头的安装高度应确保可以有效监控到储罐顶部”的要求，覆盖构成危险化学品重大危险源的储罐的顶部。

11) 视频监控系统现场的线路敷设，应符合《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》(AQ3036-2010)第11.2.1条的要求，电缆明敷设时，应选用钢管加以保护，所用保护管应与相关仪表设备等妥善连接，电缆的连接处需安装防爆接线盒。

12) 涉氢系统设备、管路和附件应考虑氢脆、氢腐蚀现象，材料选择

应符《变压吸附提纯氢气系统安全要求》（GB/T42857-2023）第4.3条，系统设备、管路和附件的材料选择应符合 GB50177、GB50316、GB/T19773、GB/T29729、GB/T34542.1 中的规定。

13) 变电所、机柜间等建筑，下列部位依据《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）第 10.1.9 条，应设置疏散照明：安全出口、疏散楼梯（间）、疏散楼梯间的前室或合用前室、避难走道及其前室、避难层、避难间、消防专用通道、兼作人员疏散的天桥和连廊。

14) 建筑内疏散照明的照度应符合《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）第 10.1.10 条的要求：

- (1) 疏散楼梯间、疏散楼梯间的前室或合用前室、避难走道及其前室、避难层、避难间、消防专用通道，不应低于 10.0lx；
- (2) 疏散走道、人员密集的场所，不应低于 3.0lx；
- (3) 本条上述规定场所外的其他场所，不应低于 1.0lx。

15) 变电所、机柜间等发生火灾时仍需正常工作的房间应设置备用照明，备用照明的照度应符合《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）第 10.1.11 条的要求，作业面的最低照度不应低于正常照明的照度。

16) 变电所、机柜间等防火分区的划分应符合《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）第 4.1.2 条的要求：

- (1) 建筑内横向应采用防火墙等划分防火分区，且防火分隔应保证火灾不会蔓延至相邻防火分区；
- (2) 建筑内竖向按自然楼层划分防火分区时，除允许设置敞开楼梯间的建筑外，防火分区的建筑面积应按上、下楼层中在火灾时未封闭的开口所连通区域的建筑面积之和计算。

17) 建筑物的疏散门应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 5.2.25 条的要求，建筑物的安全疏散门应向外

开启。甲、乙、丙类房间的安全疏散门不应少于 2 个；面积小于等于 100m<sup>2</sup> 的房间可只设 1 个。

18) 压缩机平台等设备架构的的疏散通道设置应符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160—2008）第 5.2.26 条的要求：

(1) 可燃气体、液化烃和可燃液体设备的联合平台或其他设备的构架平台应设置不少于 2 个通往地面的梯子，作为安全疏散通道。下列情况可设 1 个通往地面的梯子：

- ①甲类气体和甲、乙 A 类液体设备构架平台的长度小于或等于 8m；
- ②乙类气体和乙 B、丙类液体设备构架平台的长度小于或等于 15m；
- ③甲类气体和甲、乙 A 类液体设备联合平台的长度小于或等于 15m；
- ④乙类气体和乙 B、丙类液体设备联合平台的长度小于或等于 25m。

(2) 相邻的构架、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) 相邻安全疏散通道之间的距离不应大于 50m。

19) 依据《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB50453—2008）第 4 章炼油生产装置和第 7 章辅助生产及公用工程等设施中的规定，该项目 PSA 设施、区域变电所十三、35kV 变电所丁抗震设防分类为重点设防类，提高 1 度设防；循环水场 V、区域机柜间十抗震设防分类为标准设防类，按照本地区抗震设防烈度设防。

20) 为减少机泵泄漏，应根据介质特性选择适合的泵体的结构和密封型式。

### 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 35kV 变电所丁

1) 变电站内的建筑物标高、基础埋深、路基和管线埋深，应相互配合且符合《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059—2011）第 2.0.8 条的要

求，建筑物内地面标高，宜高出屋外地面 0.3m，屋外电缆沟壁，宜高出地面 0.1m。

2) 35kV 变电所应装有 2 组 4 台变压器，变压器多台布置时应满足《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 3.1.3 条的要求，当断开一台主变压器时，其余主变压器的容量(包括过负荷能力)应满足全部一、二级负荷用电的要求。

3) 电气接线应满足《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 3.2.3 条的要求，采用桥形、扩大桥形、线路变压器组或线路分支接线、单母线或单母线分段的接线。

4) 变压器室外布置，防火间距应满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB50229 的要求，35kV 变压器之间防火间距不应小于 5m，不足时应设置防火墙，防火墙的高度应高于变压器油枕，其长度超出变压器的贮油池两侧不应小于 1m。

5) 变压器室、电容器室、蓄电池室、电缆夹层、配电装置室，以及其他有充油电气设备房间的门，应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 5.0.5 条的要求，向疏散方向开启，当门外为公共走道或其他房间时，应采用乙级防火门。

6) 油浸变压器及电抗器本体的安全保护装置、冷却装置、油保护装置、温度测量装置和油箱及附件等应符合 GB/T6451 的要求。

7) 依据《电力变压器运行规程》第 4.1.4 条，主变压器、站用变压器应按下列规定装设温度测量装置：应有测量顶层油温的温度计；应将信号温度计接远方信号；主变压器应装有远方测温装置；强油循环水冷却的变压器应在冷却器进出口分别装设测温装置；测温时，温度计管座内应充有变压器油。

8) 依据《电力变压器运行规程》第 4.2.1 条，释压装置的安装应保证

事故喷油畅通，并且不致喷入电缆沟、母线及其他设备上，必要时应予遮挡。事故放油阀应安装在变压器下部，喷油口方向宜朝下。

- 9) 隔离开关的安装应满足《35kV～110kV 变电站设计规范》(GB50059—2011) 第3.2.7条的要求，接在母线上的避雷器和电压互感器，可合用一组隔离开关；接在变压器引出线上的避雷器，不宜装设隔离开关。
- 10) 站用电的接线及供电方式应符合《35kV～110kV 变电站设计规范》(GB50059—2011) 第3.6.3条的要求，站用电低压配电宜采用中性点直接接地的 TN 系统，宜采用动力和照明共用的供电方式，额定电压宜为380V/220V；站用电低压母线宜采用单母线分段接线，每台站用变压器宜各接一段母线；也可采用单母线接线，两台站用变压器宜经过切换接一段母线；站用电重要负荷宜采用双回路供电方式。
- 11) 无功补偿应符合《35kV～110kV 变电站设计规范》(GB50059—2011) 第3.4.3条的要求，变电站应装设并联电容器装置；必需时应装设交流谐波滤波装置或能根据无功负荷波动自动进行快速调节补偿容量的静补装置。
- 12) 变电站建筑的接地应符合《建筑物防雷设计规范》GB50057 的要求，交流电气装置的接地应符合《交流电气装置的接地》DL/T621 的要求。
- 13) 站内应设检修电源，并应符合《35kV～110kV 变电站设计规范》(GB50059—2011) 第3.6.4条的要求，具有漏电保护装置。
- 14) 站内控制室、室内配电装置室及屋内主要通道等处，应符合《35kV～110kV 变电站设计规范》(GB50059—2011) 第3.8.2条的要求，装设事故照明。
- 15) 铅酸蓄电池室的照明，应符合《35kV～110kV 变电站设计规范》(GB50059—2011) 第3.8.5条的要求，选用防爆型。
- 16) 电缆隧道内的照明，应符合《35kV～110kV 变电站设计规范》(GB50059—2011) 第3.8.6条的要求，电压不宜高于24V，高于24V时，应

采取防止触电的安全措施。

- 17) 值班控制室的位置应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 3.9.1 条的要求, 位于运行管理方便、电缆总长较短、朝向良好和便于观察屋外主要设备的位置。
- 18) 断路器的控制回路应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 3.10.5 条的要求, 具有监视信号。
- 19) 配电装置应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 3.10.6 条的要求, 装设防止电气误操作闭锁装置。防止电气误操作闭锁装置宜采用机械闭锁, 成套开关柜应采用机械闭锁装置。屋内间隔式配电装置, 尚应装设防止误入带电间隔的设施。
- 20) 变电站依照《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 3.14.2 条, 可根据需要设置下列通信设施: ①系统调度通信, 变电站与其电网调度机构之间应至少具有 1 个独立的调度通信通道, 通信方式可采用光纤通信、微波通信、电力线载波通信、音频电缆通信等。②站内通信。③与相关运行维护管理部门的通信。④与当地市话局的通信。
- 21) 站用电源应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 3.15.2 条的要求, 电源回路的电缆不宜在同一条通道(沟、隧道、竖井)中敷设, 无法避免时, 应采取有效的防火阻隔措施。
- 22) 10kV 及以上高压电力电缆与控制电缆敷设时, 应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 3.15.3 条的要求, 不在同一通道(沟、隧道、竖井)敷设, 或敷设采取其他有效的防火阻隔措施。
- 23) 配电装置室及电抗器室等其他电气设备房间, 宜设置机械通风系统, 并宜维持夏季室内温度不高于 40℃。通风系统应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011) 第 4.5.5 条的要求, 配电装置室应设置换气次数不少于 10 次/h 的事故排风机, 事故排风机可兼作平时通风用。通风

机和降温设备应与火灾探测系统连锁，火灾时应切断通风机的电源。

24) 电缆从室外进入室内的入口处与电缆竖井的出、入口处，以及控制室与电缆层之间，应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 5.0.6 条的要求，采取防止电缆火灾蔓延的阻燃及分隔的措施。

25) 变电站安全疏散处应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 7.0.2 条的要求，设置照明和明显的疏散指示标志。

26) 变电站内外露部分的机械转动部件应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 7.0.2 条的要求，设置防护罩，设置必要的闭锁装置。

27) 变电站内平台、走道、吊装孔和坑池边等若有坠落危险，应符合《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 7.0.6 条的要求，设置栏杆或盖板。

### 11.2.3.2 区域变电所十三及低压配电系统

1) 变电所的变压器室、配电室、电容器室的门应符合《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 6.2.2 条的要求，门向外开启。相邻配电室之间有门时，应采用不燃材料制作的双向弹簧门。

2) 变电所的变压器室、配电室、电容器室等房间应变电所的变压器室、配电室、电容器室的门应符合《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 6.2.4 条的要求，设置防止雨、雪和蛇、鼠等小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等处进入室内的设施。

3) 变电所安全出口应符合《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 6.2.6 条的要求，长度大于 7m 的配电室应设两个安全出口，并宜布置在配电室的两端。当配电室的长度大于 60m 时，宜增加一个安全出口，相邻安全出口之间的距离不应大于 40m。

4) 变电所的电缆夹层若位于地坪以下，电缆沟和电缆室应符合《20kV

及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 6.2.9 条的要求，采取防水、排水措施；位于室外地坪下的电缆进、出口和电缆保护管也应采取防水措施。

5) 变电所的灯具布置应符合《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 6.4.3 条的要求，在变压器、配电装置和裸导体的正上方，不应布置灯具。当在变压器室和配电室内裸导体上方布置灯具时，灯具与裸导体的水平净距不应小于 1.0m，灯具不得采用吊链和软线吊装。

6) 变电所配电装置的布置和导体、电器、架构的选择应符合《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 3.1.1 条的要求，符合正常运行、检修以及过电流和过电压等故障情况的要求。

7) 变电所的高压及低压母线应符合《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 3.2.1 条的要求，宜采用单母线或分段单母线接线。当对供电连续性要求很高时，高压母线可采用分段单母线带旁路母线或双母线的接线。

8) 依据《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 3.2.2 条的要求，配电所专用电源线的进线开关宜采用断路器或负荷开关-熔断器组合电器。当进线无继电保护和自动装置要求且无须带负荷操作时，可采用隔离开关或隔离触头。

9) 配电所的非专用电源线的进线侧，应符合《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 3.2.3 条的要求，装设断路器或负荷开关-熔断器组合电器。

10) 低压配电装置布置应符合《石油化工装置电力设计规范》（SH/T 3038-2017）第 6.4.5 条的要求，通道最小尺寸应符合下表：

型式	开关柜布置方式	柜前通道 mm	柜后通道 mm
固定式	单排布置	1500	1000
	双排面对面布置	2000	1000

	双排背对背布置	1500	1500
抽屉式	单排布置	1800	1000
	双排面对面布置	2300	1000
	双排背对背布置	1800	1000

注 1：当建筑物的前面遇有柱类突出物时，突出部位的通道宽度可减少 200mm  
注 2：柜后免维护的抽屉柜可靠墙布置

11) 成排布置的配电装置，若长度大于 6m，应符合《石油化工装置电力设计规范》(SH/T3038-2017) 第 6.4.5 条 g) 的要求，其维护通道应设 2 个出口，若 2 个出口间的距离超过 15m 时，应增加出口。

12) 配电装置室的操作通道应符合《石油化工装置电力设计规范》(SH/T 3038-2017) 第 6.4.5 条 h) 的要求，通道上不设柱子，同一层的配电室控制室地坪标高相同。

13) 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《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018) 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。

14) 依据《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。

15) 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》(GB/T13955-2017)

第 4.4.1 条，电源插座电源侧应安装触电保安器。

16) 依据《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016—2014）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。

17) 依据《剩余电流动作保护装置安装和运行》（GB/T13955—2017）第 4.5.1 条，生产用的电气设备、安装在户外的电气装置必须安装末端保护的剩余电流保护装置。

18) 该项目的第二类防雷建筑物、第三类防雷建筑物应依据《建筑物防雷设计规范》（GB50057—2010）中 4.3 和 4.4 条的规定设置防雷设施。

19) 依据《建筑物防雷设计规范》（GB50057—2010）中第 6.1.2 条的规定，当电源采用 TN 系统时，从建筑物总配电箱起供电给本建筑物内的配电线路和分支线路必须采用 TN-S 系统。

20) 依据《低压配电设计规范》（GB50054—2011）第 6.1.1 条，配电线应装设短路保护和过载保护。

21) 依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058—2014）第 5.2.2 条规定，爆炸性环境内危险区域为 0 区、1 区、2 区、20 区、21 区、22 区的电气设备保护级别应分别选择 Ga；Ga 或 Gb；Ga、Gb 或 Gc；Da；Da 或 Db；Da、Db 或 Dc；

22) 依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058—2014）第 5.2.3 条规定，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，并应符合下列规定：

(1) 气体、蒸汽或粉尘分级与电气设备类别的关系应符合本规范表 5.2.3-1 规定，当存在有两种以上可燃性物质形成的爆炸性混合物时，应按照混合后的爆炸性混合物的级别和组别选用防爆设备，无据可查又不能运

行实验时，可按危险程度较高的级别和组别选用防爆电气设备。对于标准有适用于特定的气体、蒸汽的环境的防爆设备，没有经过鉴定，不得使用于其他的气体环境内。

(2) II类电气设备的温度组别、最高表面温度和气体、蒸汽引燃温度之间的关系应符合本规范中表 5.2.3-2 的规定。

(3) 安装在爆炸性粉尘环境中的电气设备应采取措施放置热表面点可燃性粉尘层引起的火灾危险。III类电气设备的最高表明温度应按国家现行有关标准的规定进行选择。电气设备结构应满足电气设备在规定的运行条件下不降低防爆性能的要求。

23) 依据《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。

24) 依据《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。

25) 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。

26) 电缆梯架、托盘和槽盒与管道的最小净距应符合《建筑工程施工质量验收规范》(GB50303-2015) 表 F 的要求：

管道类别		平行净距	交叉净距
一般工艺管道		400mm	300mm
可燃或易燃气体管道		500mm	500mm
热力管道	有保温层	500mm	300mm
	无保温层	1000mm	500mm

27) 装置的照度应满足《石油化工装置照明设计规范》(SH/T3192-2017)表6的要求,罐区、装卸点照度不低于100lx,操作平台、爬梯、楼梯、指示表盘、仪表设备、管架下的泵、阀门、总管不低于50lx,换热器所在平面不低于30lx。

28) 正常照明因故障熄灭后,需确保人员正常工作、继续操作或安全停车的场地,员安全疏散的出入口、巡检通道、疏散通道、平台、爬梯和楼梯等场地,应按照《石油化工装置照明设计规范》(SH/T3192-2017)第8.1条的要求,求设置应急照明。

29) 现场布置在可能存在沿海盐雾影响,控制电器和其它电气设施(如控制箱、检修电源箱、接插件、分线箱、灯具等),应符合《化工企业腐蚀环境电力设计规程》(HG/T20666-1999)第4.0.10条的要求,按腐蚀环境类别选用相应的防腐电工产品。

30) 对于在爆炸危险和化学腐蚀环境中的电气设备,应符合《化工企业腐蚀环境电力设计规程》(HG/T20666-1999)第5.0.4条的要求,选择防爆防腐型产品。

31) 腐蚀环境的密封式动力(照明)配电箱、控制箱、操作柱、电机接线盒等电缆进出口处应符合《化工企业腐蚀环境电力设计规程》(HG/T20666-1999)第6.0.7条的要求,采用金属或塑料的带橡胶密封圈的密封防腐措施。

### 11.2.3.3 区域机柜间十

1) 机柜间布置的位置,应符合《石油化工控制室设计规范》第4.2.5条至第4.2.7条的要求,远离高噪声源,远离较大电磁干扰的场所,不与危险化学品库相邻布置。

2) 现场机柜间应符合《石油化工控制室设计规范》第4.2.8条及7.3条的要求,应单独设置,不应与总变电所或区域变电所布置在同一建筑

内。

3) 现场机柜间应符合《石油化工控制室设计规范》第 7.1 条的要求，靠近相关的工艺装置和系统单元。

4) 现场机柜室位于或靠近所属的工艺装置区域时，应符合《石油化工控制室设计规范》第 7.2 条的要求，应位于爆炸危险区域外；当位于附加 2 区时，现场机柜室的活动地板下地面应高于室外地面，且高差不应小于 0.6m。

5) 现场机柜间位于有爆炸危险的装置区时，应符合《石油化工控制室设计规范》第 7.8 条的要求，建筑结构应根据抗爆强度计算、分析结果设计。

6) 防爆机柜间的结构、材料应满足《石油化工控制室设计规范》第 6.1.9 条的要求，符合《砌体结构设计规范》GB50003、《建筑地基基础设计规范》GB50007、《混凝土结构设计规范》GB50010、《建筑抗震设计规范》GB50011、《钢结构设计标准》GB50017 的规定。

7) 现场机柜间采用抗爆结构时，应符合《石油化工控制室设计规范》第 7.11 条的要求，无线通信系统应设置信号增强设施。

8) 工程师室设置吊顶时，应符合《石油化工控制室设计规范》第 4.4.8 条 a) 的要求，吊顶距地面的净距不宜小于 3m。

9) 机柜室设置吊顶时，应符合《石油化工控制室设计规范》第 4.4.8 条 b) 的要求，吊顶距地面的净距不宜小于 2.8m。

10) 吊顶应满足《石油化工建筑物抗爆设计标准》第 5.3.3 条的要求：  
1 吊顶面板及固定面板的龙骨周边与建筑物外墙之间应设置变形缝，宽度不应小于 50mm；  
2 钢制主龙骨材料厚度不应小于 1.0mm，布置间距不应大于 1.2m，表面应镀锌；  
3 面板应选择轻质材料，不得选用水泥及玻璃制品装饰板材；  
4 自重大于 1kg 的灯具应采用吊杆直接固定在结构梁板上，吊杆直径

不宜小于 6.0mm。

11) 内部装饰材料应符合《石油化工建筑物抗爆设计标准》第 5.3.6 条的要求，不采用高分子有机复合类材料和未经封闭处理的矿物棉类产品。

12) 机柜间的门，应符合《石油化工控制室设计规范》第 4.4.9 条应满足以下要求：满足设备进出的要求；设置抗爆前室作为缓冲区；采用阻燃材料。

13) 当机柜间需要时设置保温隔热时，应符合《石油化工建筑物抗爆设计标准》第 3.0.20 条、第 5.1.5 条要求，宜采用外墙外保温系统，不得采用装配式架空隔热构造。

14) 现场机柜间应满足《石油化工控制室设计规范》第 4.4.9 条 d) 的要求，不应设置直通室外的门。

15) 现场机柜间应满足《石油化工控制室设计规范》第 7.12 条的要求，不设置卫生间。

16) 机柜间内配电柜，应满足《石油化工控制室设计规范》第 4.3.5 条 b) 的要求，靠近电源电缆线入口侧布置。

17) 机柜间内机柜布置时，应满足《石油化工控制室设计规范》第 4.3.5 条 c) 的要求，避免连接电缆过多交叉。

18) 该项目将原机柜室内机柜迁移至新机柜室内，不新增机柜，新机柜室尺寸与原机柜室相同，机柜在新机柜室内布置时，应满足《石油化工控制室设计规范》第 4.3.7 条的要求，成排柜之间的净距宜在 1.6~2.0m 之间；机柜与柱的净距宜在 1.6~2.5m 之间。

19) 布置电力电缆时，应满足《石油化工控制室设计规范》第 4.3.9 条的要求，不宜穿过机柜室和工程师室，当受条件限制需要穿过时，应采取屏蔽措施。

20) 机柜室内敷设的交流电源电缆，应满足《石油化工控制室设计规

范》第 4.7.3 条的要求，应采取隔离措施。

21) 机柜间电缆线的进线，依据《石油化工控制室设计规范》第 4.7.1 条的要求，宜采用架空进线方式。电缆穿墙入口处宜采用专用的电缆穿墙密封模块，并满足抗爆防火、防水、防尘要求。

22) 当机柜间电缆线的进线受限，无法采用架空进行时，应满足《石油化工控制室设计规范》第 4.7.2 条的要求，电缆穿墙入口处洞底标高应高于室外沟底标高 0.3m 以上，应采取防水密封措施，室外沟底应有排水设施；电缆穿墙入口处的室外地面区域宜设置保护围堰。并满足《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》第 8.11.3 条的要求，在电缆沟进口设可燃气体报警器。

23) 机柜间内宜按照《石油化工控制室设计规范》第 7.10 条的要求，设置调度电话、扩音对讲和无线通信等设备。

24) 该机柜间为抗爆结构，若设置无线通信，应满足《石油化工控制室设计规范》第 7.10 条的要求，设置无线信号增强设施，以保证与外界的正常通信。

25) 防爆机柜间外墙与室内活动地板之间应设置变形缝，缝宽应满足《石油化工建筑物抗爆设计标准》第 5.3.4 条的要求，宽度不应小于 50mm。

26) 现场机柜间应满足《石油化工控制室设计规范》第 4.5.7 条的要求，设置适量检修用插座。

27) 该机柜间内 UPS 应满足《石油化工仪表供电设计规范》(SH/T3082-2019) 第 5.2.2 条的要求，输出电压：220V±11V，单相；输出频率：50Hz±0.5Hz；波形失真率：小于 5%；输出瞬时电压降：小于 10%；电源瞬断时间：不大于 5ms；蓄电池：全封闭免维护型；后备供电时间：不小于 30min；具有故障报警和故障保护，带报警输出接点；具有过载保护功

能和故障维护旁路功能。

28) UPS 的容量应满足《石油化工仪表供电设计规范》(SH/T3082-2019) 第 6.1.1 条的要求, 容量应按照仪表控制系统额定负荷总和的 0.8~1.2 倍确定。

29) 该机柜间 UPS 室采用防静电活动地板, 设计时应考虑地板的承受能力, 应根据设备重量来设计与制造钢质托架。安放 UPS 的机架或金属底座应满足《建筑工程施工质量验收规范》(GB50303-2015) 第 8.2.1 条的要求, 应横平竖直、紧固件齐全, 水平度、垂直度允许偏差不应大于 1.5‰。

30) 引入或引出 UPS 及 EPS 的主回路绝缘导线、电缆和控制绝缘导线、电缆应满足《建筑工程施工质量验收规范》(GB50303-2015) 第 8.2.2 条的要求, 应分别穿钢导管保护, 绝缘导线、电缆的屏蔽护套接地应连接可靠、紧固件齐全, 与接地干线应就近连接。

31) 抗爆前室的内门、外门应满足《石油化工建筑物抗爆设计标准》第 5.2.2 条 4 的要求, 具备不同时开启联锁功能, 火灾状态下自动解除联锁的功能。

32) 安全出口的外门应满足《石油化工建筑物抗爆设计标准》第 5.2.2 条 2 的要求, 应向外开启, 并应设置自动闭门器。

33) 疏散指示灯安装位置应满足《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB50016-2014) 的第 10.3.5 条的要求, 应设置在安全出口疏散门的正上方, 应设置在疏散走道及其转角处距地面高度 1.0m 以下的墙面或地面上。

#### 11.2.3.4 控制系统

1) 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, 依据 SIL 定级, 设计符合要求的安全仪表系统。

2) 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。

3) 依据《石油化工仪表供气设计规范》(SH/T3020-2013)第4.1.1条规定, 仪表气源应采用清洁、干燥的空气, 当采用氮气作为备用气源时, 封闭厂房应设置低氧检测报警等安全设施。

4) 依据《石油化工仪表供气设计规范》(SH/T3020-2013)第4.1.2条规定, 仪表气源在操作(在线)压力下的露点, 应比装置所在地历史上年(季)极端最低稳定至少低10℃。

5) 依据《石油化工仪表供气设计规范》(SH/T3020-2013)第4.1.3条规定, 经净化后的仪表气源, 在气源装置出口处, 其含尘颗粒直径不应大于 $3\mu\text{m}$ , 含尘量应小于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

6) 依据《石油化工仪表供气设计规范》(SH/T3020-2013)第4.1.4条规定, 仪表气源的油份含量应小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ (体积分数相当于 $8\times 10^{-6}$ )

7) 依据《石油化工仪表供气设计规范》(SH/T3020-2013)第4.1.5条规定, 仪表气源中不应含易燃、易爆、有毒及腐蚀性气体或蒸汽。

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

9) 依据《石油化工仪表供电设计规范》(SH/T3082-2019), 控制系统属于一级负荷中特别重要负荷。

10) 应该根据规范《石油化工罐区自动化系统设计规范》(SH/T3184-2017)控制阀优先选用具有安全位的气动执行机构。

11) 仪表防爆级别和组别不应低于爆炸性气体混合物的级别和组别, 低分气PSA提氢设施原料和产品的主要成分包含氢气、甲烷、乙烷、丙烷, 防爆级别、组别不应低于II CT3, 仪表防爆级别和组别不应低于II CT3。

12) 对自动控制系统、仪表提出以下安全技术措施:

(1) 现场仪表一般选用本安型，并采用隔离式安全栅;

(2) 在装置区域内应设置必要的可燃气体检测器，并在区域控制中心对可燃气体和有毒气体的浓度进行集中监视。可燃气体及有毒气体检测报警系统 GDS 应与 DCS 系统相对独立，并可通过接口与 DCS 通讯。

(3) 根据装置的危险级别，应设置与其安全等级相适应的安全仪表系统(SIS)，用于完成工艺过程联锁、保护和机组监控和紧急停车，重要的联锁系统，检测元件或输入信号应按“三取二”方式设置。

(4) 控制系统及现场仪表应选用技术成熟、先进可靠的产品。DCS 系统的控制单元冗余配置；电源单元、通讯模块、多通道控制回路的 I/O 卡等冗余配置；冗余设备可实现在线自诊断，出错报警，无差错切换等功能；自动控制系统及现场仪表等应采用 UPS 电源；现场机柜室到中心控制室的系统通讯信号采用双冗余光缆连接。并且光缆的敷设采用“一天一地”或不同路径敷设，以确保通讯的安全。

13) 设计中应明确紧急切断阀执行机构类型，且明确紧急切断阀控制原理及应急保证等安全风险防控措施。

#### 11.2.3.5 循环水场

1) 冷却塔进风口与建筑物之间净距应符合《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第3.8.8条的要求，不小于进风口高度与建筑物高度平均值的2倍。

2) 循环水场内的循环水管道应符合《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第3.8.9条的要求，宜埋地敷设，蒸汽、压缩空气、化学药剂等管道应架空或管沟敷设，并应根据需要采取保温、伴热、吹扫、放空等措施。

3) 循环水场的泵房和冷却塔的四周应符合《石油化工循环水场设计规

范》(GB/T50746-2012)第3.8.10条的要求，铺砌，并，设检修通道。其余空地应种植草皮或铺石子，严禁在冷却塔进风口附近种植树木。

4) 冷却塔框架材质应符合《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第4.3.1条的要求，采用钢筋混凝土结构，特殊条件下可采用钢结构，当框架采用钢结构时，应采取防腐措施。

5) 冷却塔应依照《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第4.3.6条的要求，设置下列必要的安全与巡检设施：①通向塔顶平台的梯子；②相邻冷却塔组平台间的过桥；③向外开启的风筒检修门；④通向淋水填料的直梯或斜梯；⑤风机四周检修平台；⑥风筒检修门与风机检修平台间的通道；⑦防雷、接地等防静电保护和安全巡检的照明设施；⑧平台、过桥及通道的安全护栏。

6) 冷却塔风机应符合《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第4.3.9条的要求，①应采用效率高、噪声低、耐腐蚀、运行安全可靠、安装维修方便的冷却塔用轴流风机；②电机应为户外型，当处于防爆场所时应采用防爆电机。

7) 盘锦冬季相对寒冷，冷却塔应依照《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第4.3.14条的要求，采取防冻措施：①宜选用逆流式冷却塔；②应采用高效收水器；③在冷却塔进风口上掾设置向塔内喷射热水的化冰管，喷射热水的总量宜为冬季进塔水总量的20%~40%；④冷却塔进水干管上应设旁路水管道与阀门；⑤冬季运行塔的淋水密度不应小于正常运行时淋水密度的40%，且不应低于 $6\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ；⑥进塔立管阀门前宜设防冻放水管或采取伴热保温措施，阀门后应设放空管；⑦应选用有倒转功能的风机、电机；⑧横流冷却塔配水系统宜采取分区配水；⑨应采取冬季减少进塔空气量的措施；⑩冷却塔进风口上掾宜采取进风口上掾梁的内侧做“滴水”，“滴水”高 $20\text{mm} \sim 30\text{mm}$ ，上掾梁底面宜做成内低外高的倾斜面，

与水平面的夹角不应低于 5°，上椽梁的内侧做导水板。

8) 循环水泵应设置备用泵，依照《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第 5.1.1 条，运行台数大于 4 台时应备用 2 台，不大于 4 台时，应备用 1 台，当水泵流量不同时，备用泵宜按照最大流量确定。

9) 循环水泵防护等级应符合《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第 5.1.8 条的要求，露天布置时，电机应为户外型，防护等级不应低于 IP54；在泵房内时，电机防护等级不宜低于 IP44。

10) 循环水厂的药剂储存和投放应符合《工业循环冷却水处理设计规范》(GB/T50050-2017)第 8.2 条至第 8.4 条的要求，酸、碱液的装卸应采用泵输送或重力自流，严禁采用压缩空气压送；药剂溶液的计量宜采用计量泵或转子流量计，连续运行的计量泵宜设备用；固体制剂宜经过溶解槽溶成液体后投加。

11) 药剂应根据其性质与用途分别储存；酸碱药剂应设安全围堰或事故池。

12) 循环水场加药间使用的缓释阻垢剂和杀菌灭藻剂具有腐蚀性，相关建筑地面、地沟、设备及管道选材应符合《化工企业循环冷却水处理加药装置设计规范》(HG/T20524-2024)第 3.0.5 条，应根据药剂的腐蚀性强弱确定防腐等级。

13) 循环冷却水系统应设仪表和监控系统，依照《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第 7.0.3 条的要求，仪表和监控系统信息宜集中至控制室。

14) 循环冷却水系统应依照《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)第 7.0.3 条的要求，对下列运行参数进行监测与控制：  
①循环冷却水的补充水与吸水池液位应联锁控制；②循环冷却水的排污与在线电导率或其他监测浓缩倍数的在线仪表应联锁控制；③阻垢缓蚀剂的

投加宜在线监测，并应联锁控制；④氧化型杀微生物剂投加宜与氧化还原电位（ORP）或余氯在线监测数据联锁控制。

15) 循环冷却水系统监测仪表设置应符合《石油化工循环水场设计规范》（GB/T50746-2012）第7.0.5条的要求，①循环冷却给水总管、循环冷却回水总管应设置流量、温度、压力仪表；②旁滤水管道、补充水管道、排污管道应设流量仪表；③蒸汽管道、压缩空气管道、仪表风管道宜设流量、压力仪表；④循环水泵的出口应设就地压力表；非自灌启动时，循环水泵的进口应设就地真空压力表；⑤风机减速机宜设置温度与振动监测和报警；⑥吸水池应设置液位计及高低液位报警；⑦宜设余氯、电导率等水质监测仪表；⑧在投加氯系氧化型杀微生物剂的场所，应设漏氯检测与报警仪表；⑨宜设pH检测仪表，采用加酸处理时，宜自动控制加酸量。

16) 依据《石油化工循环水场设计规范》（GB/T50746-2012）第7.0.6条，循环水泵及冷却塔风机应设置就地开停按钮，设有远程控制功能时，现场应设手、自动转换开关，并宜在控制室实现远程停止和运行状态显示。

17) 高压电机应符合《石油化工循环水场设计规范》（GB/T50746-2012）第7.0.7条的要求，设置轴承、定子温度监测及报警仪表。

18) 循环水场的负荷等级应符合《石油化工循环水场设计规范》（GB/T50746-2012）第9.0.1条的要求，等同于所服务的装置。

19) 冷却塔、泵房应符合《石油化工循环水场设计规范》（GB/T50746-2012）第9.0.2条的要求，设置防雷、防静电、照明设施，并应设置接地设施。

### 11.2.3.6 消防

1) 依据《石油化工企业设计防火标准》第8.5.2条规定，消防给水管应环状布置，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。

2) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 8.5.3 条规定，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。

3) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 8.5.5 条规定，消火栓的设置应符合下列规定：

(1) 消火栓宜沿道路敷设；

(2) 宜选用地上式消火栓；

(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。

4) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 8.5.7 条规定，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。

5) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 8.11.3 条规定，设置火灾自动报警系统，且报警信号盘应设在 24 小时有人值班场所；当电缆沟进口处有可能形成可燃气体积聚时，应设可燃气体报警器；按《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140）的要求设置手提式和推车式气体灭火器。

6) 依据《建筑灭火器配置设计规范》第 5.1.1 条，灭火器应设置在明显和便于取用的地点，且不影响安全疏散。根据《建筑灭火器配置设计规范》第 7.1.3 条，灭火器设置点的位置和数量应根据灭火器的最大保护距离确定，并应保证最不利点至少在 1 具灭火器的保护范围内。

(1) 2 套及 2 套以上的区域性火灾自动报警系统宜通过网络集成为全厂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。当生产区有扩音对讲系统时，可兼作为警报装置；当生产区无扩音对讲系统时，应设置声光警报器；

(3) 区域性火灾报警控制器应设置在该区域的控制室内；当该区域无控制室时，应设置在 24h 有人值班的场所，其全部信息应通过网络传输到中央控制室；

(4) 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；

(5) 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；

7) 依据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）第 8.12.6 条，火灾自动报警系统的 220V AC 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。

8) 依据《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）第 3.1.2 条，火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置。

9) 依据《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）第 3.2.3 条，集中报警系统的设计，应符合下列规定：

(1) 系统应由火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光警报器、消防应急广播、消防专用电话、消防控制室图形显示装置、火灾报警控制器、消防联动控制器等组成。

(2) 系统中的火灾报警控制器、消防联动控制器和消防控制室图形显示装置、消防应急广播的控制装置、消防专用电话总机等起集中控制作用的消防设备，应设置在消防控制室内。

(3) 系统设置的消防控制室图形显示装置应具有传输本规范附录 A 和附录 B 规定的有关信息的功能。

10) 依据《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116—2013)第 4.8.1 条,火灾自动报警系统应设置火灾声光警报器,并应在确认火灾后启动建筑内的所有火灾声光警报器。

11) 依据《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116—2013)第 5.1.1 条,火灾探测器的选择应符合下列规定:

(1) 对火灾初期有阴燃阶段,产生大量的烟和少量的热,很少或没有火焰辐射的场所,应选择感烟火灾探测器。

(2) 对火灾发展迅速,可产生大量热、烟和火焰辐射的场所,可选择感温火灾探测器、感烟火灾探测器、火焰探测器或其组合。

(3) 对火灾发展迅速,有强烈的火焰辐射和少量烟、热的场所,应选择火焰探测器。

(4) 对火灾初期有阴燃阶段,且需要早期探测的场所,宜增设一氧化碳火灾探测器。

(5) 对使用、生产可燃气体或可燃蒸气的场所,应选择可燃气体探测器。

(6) 应根据保护场所可能发生火灾的部位和燃烧材料的分析,以及火灾探测器的类型、灵敏度和响应时间等选择相应的火灾探测器,对火灾形成特征不可预料的场所,可根据模拟试验的结果选择火灾探测器。

(7) 同一探测区域内设置多个火灾探测器时,可选择具有复合判断火灾功能的火灾探测器和火灾报警控制器。

12) 依据《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116—2013)第 6.3.2 条,手动火灾报警按钮应设置在明显和便于操作的部位。当采用壁挂方式安装时,其底边距地高度宜为 1.3m~1.5m,且应有明显的标志。

13) 依据《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)第6.5.2条,每个报警区域内应均匀设置火灾警报器,其声压级不应小于60dB;在环境噪声大于60dB的场所,其声压级应高于背景噪声15dB。

#### 11.2.3.7 其他

1) 依据《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021)第2.10.6条,表面温度超过60°C的高温设备及管道,在人行通道和经常可与人接触处,均应采用保温材料隔离,防止烫伤。蒸汽管道上的疏水阀出口不得朝向通道及有人经常通过的方向。

2) 依据《生产设备安全卫生设计导则》第6.1.2条,对操作人员在设备运行时可能触及的可动零部件,应配置必要的安全防护装置。防护装置的设置、制造应符合《机械安全 防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T8196-2003)规定。

3) 依据《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB50160-2008)第7.3.6条,罐组内的生产污水管道应有独立的排出口,且应在防火堤外设置水封,在防火堤与水封之间的管道上应设置易开关的隔断阀。

#### 11.2.4 主要装置、设备与设施的布局

1) 依据《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH/T3011-2018)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) 依据《石油化工企业设计防火标准》第4.3.4条,装置或联合装置应设环形消防车道。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,结合该项目实际,该项目的管廊高度不应低于5m。根据《石油化工企业设计防火标准》第4.3.4A条规定,装置区消防道路,两个路口间长度大于300m时,该消防道路中段应设置供

火灾施救时用的回车场地，回车场不宜小于 18m×18m（含道路）。

3) 依据《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）的，该项目管线布置应符合：

(1) 有可燃性、爆炸危险性、毒性及腐蚀性介质的管道，应采用地上敷设。

(2) 在散发比空气重的可燃、有毒性气体的场所，不应采用管沟敷设；必须采用管沟敷设时，应采取防止可燃气体在管沟内积聚的措施。

(3) 具有可燃性、爆炸危险性及有毒性介质的管道，不应穿越与其无关的建筑物、构筑物、生产装置、辅助生产及仓储设施、贮罐区等。

(4) 有甲、乙、丙类火灾危险性、腐蚀性及毒性介质的管道，除使用该管线的建筑物、构筑物外，均不得采用建筑物、构筑物支撑式敷设。

(5) 管架与建筑物、构筑物之间的最小水平间距，应符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）表 8.3.9 的规定。

(6) 架空管线、管架跨越厂区道路的最小净空高度 5m。

4) 依据《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）中 5.1.8 条，露天作业的工艺设备，应采取有效的卫生防护措施，使工作地点有害物质的浓度符合规定的接触限值的规定。

5) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 7.1.4 条，永久性的地上、地下管道不得穿越或跨越与其无关的工艺装置、系统单元或储罐组。

6) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 7.1.5 条，距散发比空气重的可燃气体设备 30m 以内的管沟应采取防止可燃气体窜入和积聚的措施。

7) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 7.1.6 条，各种工艺管道及含可燃液体的污水管道不应沿道路敷设在路面下或路肩上下。

8) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 7.2.4 条，可燃气体、可燃液体的管道应架空或沿地敷设。必须采用管沟敷设时，应采取防止可燃气

体、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。

9) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 5.2.2 条，为防止结焦、堵塞，控制温降、压降，避免发生副反应等有工艺要求的相关设备，可靠近布置。

10) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 5.2.9 条，联合装置视同一个装置，其设备、建筑物的防火间距应按相邻设备、建筑物的防火间距确定，其防火间距应符合表 5.2.1 的规定。

11) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 5.2.10 条，装置内消防道路的设置应符合下列规定：

(1) 装置内应设贯通式道路，道路应有不少于 2 个出入口，且 2 个出入口宜位于不同方位。当装置外两侧消防道路间距不大于 120m 时，装置内可不设贯通式道路；

(2) 道路的路面宽度不应小于 6m，路面上的净空高度不应小于 4.5m；路面内缘转弯半径不宜小于 6m。

12) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 5.2.11 条，在甲、乙类装置内部的设备、建筑物区的设置应符合下列规定：

(1) 应用道路将装置分割成为占地面积不大于 10000 m<sup>2</sup>的设备、建筑物区；

(2) 当大型石油化工装置的设备、建筑物区占地面积大于 10000 m<sup>2</sup> 小于 20000 m<sup>2</sup> 时，在设备、建筑物区四周应设环形道路，道路路面宽度不应小于 6m，设备、建筑物区的宽度不应大于 120m，相邻两设备、建筑物区的防火间距不应小于 15m，并应加强安全措施。

13) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 5.2.19 条，高压和超高压的压力设备宜布置在装置的一端或一侧；有爆炸危险的超高压反应设备宜

布置在防爆构筑物内。

14) 依据《石油化工企业设计防火标准》第 5.2.27 条, 装置内地坪竖向和排污系统的设计应减少可能泄漏的可燃液体在工艺设备附近的滞留时间和扩散范围。火灾事故状态下, 受污染的消防水应有效收集和排放。

## 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) 要求进行研判, 是否属于对应急预案进行修订的情形。企业编制的应急预案, 按照隶属关系报所在地县级以上地方人民政府应急管理部门和有关主管部门备案。

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应急管理职责的部门。

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、防噪音耳罩、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) 依据《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）第6.1.7条的规定，可能存在或产生有毒物质的工作场所应根据有毒物质的理化特性和危害特点配备现场急救用品，设置冲洗喷淋设备、应急撤离通道、必要的泄险区以及风向标。
- 4) 该项目应依据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB30077-2013）的要求配备应急救援物资。

## 11.2.6 安全生产管理对策措施

### 11.2.6.1 安全管理

- 1) 企业应将该项目纳入变更管理。依据《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）变更管理制度至少包含以下内容：变更的事项、起始时间，变更的技术基础、可能带来的安全风险，消除和控制安全风险的措施，是否修改操作规程，变更审批权限，变更实施后的安全验收等。实施变更前，企业要组织专业人员进行检查，确保变更具备安全条件；明确受变更影响的本企业人员和承包商作业人员，并对其进行相应的培训。变更完成后，企业要及时更新相应的安全生产信息，建立变更管理档案。

- 2) 依据《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。

- 3) 防雷设施的设计应报当地县级以上地方气象主管机构审核。
- 4) 依据《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。
- 5) 依据《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。
- 6) 依据《特种设备安全法》第三十二条，特种设备应当取得使用许可证，并经检验合格。
- 7) 依据《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。
- 8) 依据《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。
- 9) 依据《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。
- 10) 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。
- 11) 依据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（主席令

(2020)第四十三号), 第五十二条规定, 对危险废物的容器和包装物以及收集、贮存、运输、处置危险废物的设施、场所, 必须设置危险废物标识标志。

12) 依据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(主席令(2020)第四十三号), 第六十二条规定, 产生、收集、贮存、运输、利用、处置危险废物的单位, 应当制定意外事故的防范措施和应急预案, 并向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门备案; 环境保护行政主管部门应当进行检查。

13) 依据《关于全面加强危险化学品安全生产工作意见》第(六)款规定, 该项目应全面开展废弃危险化学品等危险废物排查, 对属性不明的固体废物进行鉴别鉴定; 加快制定危险废物贮存安全技术标准; 建立完善危险废物由产生到处置各环节联单制度; 对重点环保设施和项目组织安全风险评估论证和隐患排查治理。

14) 贮存危险废物不得超过一年, 超过一年报环保部门审批。

15) 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。

16) 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。

17) 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。

18) 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、电锯等外露危险部件及危险部位, 都必须设置安全防护装置。

19) 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：

20) 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。施工单位要严格按照设计图纸施工，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。

21) 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。

22) 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。

23) 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的相应资质的设计单位设计。

24) 对外采购的危险化学品，应向供货方索取危险化学品安全技术说明书和安全标签（简称“一书一签”），以便做到能够更好的了解其危害特性。

25) 依据《危险化学品安全管理条例》第十四条的要求，生产、销售的危险化学品，应当对用户提供与危险化学品完全一致的化学品安全技术说明书，并在包装（包括外包装件）上加贴或者拴挂与包装内危险化学品完全一致的化学品安全标签。

26) 依据《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》的规定，应符合以下要求：

(1) 涉及“两重点一重大”的化工装置或储运设施自动化控制系统装备率、重大危险源在线监测监控率均达到 100%。

(2) 强化废弃危险化学品等危险废物监管。企业禁止违规堆存、随意倾倒、私自填埋危险废物，确保危险废物贮存、运输、处置安全。

27) 由于设备、工艺的变更，企业应及时修订安全生产管理制度、安全生产责任制及安全操作规程。

28) 及时组织员工学习新设备和新工艺，培训合格后方可上岗作业。

29) 加强工艺操作的安全管理，严格执行岗位操作规程，严格控制工艺参数，作好开停车及检修工作。

30) 企业应根据生产实际按规定提取和使用安全生产费用，专门用于改善安全生产条件。

31) 依据《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》《个体防护装备配备规范 第 2 部分：石油、化工、天然气》及物料的危险化学品安全技术说明书，现场作业人员应配备安全帽、阻燃防静电服、面罩或安全眼镜、耐腐蚀手套等个体防护用品。

#### 11.2.6.2 首批重点监管的危险化学品安全管理

依据《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产品氢气，原料低分气和副产 PSA 解吸气的成分主要为氢气、甲烷、乙烷、丙烷，也属于重点监管的危险化学品。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》要求提出安全措施和应急处置措施，见表 11.2-1。

表 11.2-1 氢气安全措施和应急处置原则

氢气的安全措施	
一般要求	<p>①操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。</p> <p>②密闭操作，严防泄漏，工作场所加强通风。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。</p> <p>③生产、使用氢气的车间及贮氢场所应设置氢气泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备。建议操作人员穿防静电工作服。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、温度计，并应装有带压力、温度远传记录和报警功能的安全装置。</p> <p>④避免与氧化剂、卤素接触。</p> <p>⑤生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。</p>
操作安全	<p>①氢气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。制氢和充灌人员工作时，不可穿戴易产生静电的服装及带钉的鞋作业，以免产生静电和撞击起火。</p> <p>②当氢气作焊接、切割、燃料和保护气等使用时，每台(组)用氢设备的支管上应设阻火器。因生产需要，必须在现场(室内)使用氢气瓶时，其数量不得超过5瓶，并且氢气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于8m，与空调装置、空气压缩机和通风设备等吸风口的间距不应小于20m。</p> <p>③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。</p> <p>④使用氢气瓶时注意以下事项：必须使用专用的减压器，开启时，操作者应站在阀门的侧后方，动作要轻缓；气瓶的阀门或减压器泄漏时，不得继续使用。阀门损坏时，严禁在瓶内有压力的情况下更换阀门；气瓶禁止敲击、碰撞，不得靠近热源，夏季应防止曝晒；瓶内气体严禁用尽，应留有0.5MPa的剩余压力。</p>
储存安全	<p>①储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过30℃。</p> <p>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。</p> <p>③氢气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于8m；与空调装置、空气压缩机或通风设备等吸风口的间距不应小于20m；与明火或普通电气设备的间距不应小于10m。</p>
运输安全	<p>氢气管道输送时，管道敷设应符合下列要求：</p> <p>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</p>

	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》(GB7231) 的规定。
--	---

### 氢气的应急处置措施

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。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向。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。

**表 11.2-2 甲烷安全措施和应急处置原则**

甲烷的安全措施	
一般要求	①操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。 ②密闭操作，严防泄漏，工作场所加强通风。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。 ③生产、使用氢气的车间及贮氢场所应设置氢气泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备。建议操作人员穿防静电工作服。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、温度计，并应装有带压力、温度远传记录和报警功能的安全装置。 ④避免与氧化剂、卤素接触。 ⑤生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
操作安全	密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
储存安全	储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧化剂、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）分开存放。切忌混储混运。储存间的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外，配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。露天贮罐夏季要有降温措施。搬运时要轻装轻卸，防止钢瓶及附件损坏。
运输安全	采用管道输送时，管道敷设应符合下列要求： 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；管道与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。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，应有防止气体泄漏、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。含湿气体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；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》(GB7231) 的规定。
<b>甲烷的应急处置措施</b>	
<b>急救措施</b>	及时将患者转移到通风、有氧气的地方，及时监测血压、心率、脉搏的变化。如果患者出现嗜睡或者呼吸困难，应该及时建立通道，及时给予氧气吸入，这样可以有效的缓解患者出现缺血、缺氧的症状。
<b>灭火方法</b>	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。
<b>泄漏应急处置</b>	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制进出。切断火源建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断气源，喷雾状水稀释、溶解，合理通风，加速扩散。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理。修复、检验后再用。

**表 11. 2-3 乙烷安全措施和应急处置原则**

<b>乙烷的安全措施</b>	
<b>一般要求</b>	<p>①操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。</p> <p>②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。</p> <p>③设置固定式可燃气体报警器，或配备便携式可燃气体报警器，使用防爆型通风系统和设备。高浓度环境中，佩戴供气式呼吸器。戴化学安全防护眼镜。穿工作服。戴防护手套。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。</p> <p>④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。</p> <p>⑤避免与强氧化剂、卤化物接触。</p> <p>⑥生产、储存区域应设置安全警示标志。</p>
<b>操作安全</b>	<p>①严禁用铁器敲击管道与阀体，以免引起火花。</p> <p>②防止气体泄漏到工作场所空气中。</p>
<b>储存安全</b>	<p>储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库房内温度不宜超过 30℃。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。</p>
<b>运输安全</b>	<p>输送管道不应靠近热源敷设；管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；管道架空敷设时，管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的管道下面，不得修建与管道无关的建筑物和堆放易燃物品；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。</p>
<b>乙烷的应急处置措施</b>	

<b>急救措施</b>	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。
<b>灭火方法</b>	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。 灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。
<b>泄漏应急处置</b>	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。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体向下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。

表 11.2-4 丙烷安全措施和应急处置原则

<b>丙烷的安全措施</b>	
<b>一般要求</b>	<p>①操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。</p> <p>②密闭操作，避免泄漏，工作场所提供良好的自然通风条件。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。</p> <p>③生产、储存、使用的车间及场所应设置泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，工作场所浓度超标时，建议操作人员应该佩戴过滤式防毒面具。可能接触液体时，应防止冻伤。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，设置整流装置与压力机、动力电源、管线压力、通风设施或相应的吸收装置的联锁装置。储罐等设置紧急切断装置。</p> <p>④避免与氧化剂、卤素接触。</p> <p>⑤生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。</p>
<b>储存安全</b>	储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 30℃。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。照明线路、开关及灯具应符合防爆规范，地面应采用不产生火花的材料或防静电胶垫，管道法兰之间应用导电跨接。压力表必须有技术监督部门有效的检定合格证。储罐站必须加强安全管理。站内严禁烟火。进站人员不得穿易产生静电的服装和穿带钉鞋。入站机动车辆排气管出口应有消火装置，车速不得超过 5km/h。
<b>运输安全</b>	管道不应靠近热源敷设；管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；液化石油气管道架空敷设时，管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的管道下面，不得修建与其无关的建筑物和堆放易燃物品；液化石油气管道外壁颜色、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。
<b>丙烷的应急处置措施</b>	
<b>急救措施</b>	<p>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，立即输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸并就医。</p> <p>皮肤接触：如果发生冻伤，将患部浸泡于保持在 38~42℃的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感，就医。</p>

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。 灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水。
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；静风泄漏时，液化石油气沉在底部并向低洼处流动，无关人员应向高处撤离。建议应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电、防寒服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。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。

## 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 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) 该项目选址符合相关规定，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《石油化工企业设计防火标》的规定。

2) 该项目低分气 PSA 提氢设施构成危险化学品重大危险源，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》计算外部安全防护距离，其安全风险为可接受。

3) 该项目应在设计和施工中采取相应的技术措施，并通过组织应急演练，配备应急物资，来减轻事故及灾害在项目投入生产后产生的影响，达到相应规范和标准的要求。

### 12.2 建设项目危险、有害因素辨识结果

#### 1) 危险物质辨识结果

(1) 该项目原料低分气属于危险化学品，置换用氮气属于危险化学品。

(2) 该项目产品氢气、PSA 解吸气属于危险化学品。

(3) 该项目不涉及的易制毒、易制爆危险化学品。

(4) 该项目不涉及剧毒危险化学品和高毒物品。

(5) 该项目涉及的重点监管危险化学品为氢气，原料低分气和副产 PSA 解吸气主要成分为氢气、甲烷、乙烷、丙烷，属于重点监管危险化学品。

(6) 该项目不涉及特别管控危险化学品。

## 2) 重点监管危险化工工艺辨识结果

该项目 PSA 提氢为物理过程，不涉及重点监管危险化工工艺。

## 3) 主要危险有害因素辨识结果

该项目的生产设备主要危险因素有火灾、爆炸，容器爆炸，灼烫等；公辅工程的主要危险因素有火灾、爆炸，中毒和窒息，机械伤害，容器爆炸等；其他可能引发伤亡事故的危险因素有触电，高处坠落，物体打击，起重伤害，淹溺，坍塌等；主要有害因素有噪声与振动，高温与低温。

## 12.3 定性、定量评价结果

### 1) 重大危险源辨识结果

该项目低分气 PSA 提氢设施构成四级危险化学品重大危险源。

### 2) 生产装置及公辅工程评价结果

采用预先危险性分析法对该项目进行评价，评价结果表明，塔类、罐类设施火灾、爆炸事故危险等级最高，为IV级（破坏性的）；换热器类设备火灾、爆炸事故危险等级最高，为III级（危险的）；工艺管道火灾、爆炸事故危险等级最高，为IV级（破坏性的）；机泵设备火灾、爆炸和机械伤害的事故危险等级最高，为III级（危险的）；变配电设备电气火灾事故危险等级最高，为III级（危险的），循环水设施淹溺等事故危险等级最高，为II~III级（临界的~危险的）。

### 3) 建设项目安全条件分析结果

由事故分析模拟结果可知，该项目发生事故时一般不会对周边企业造成影响。

该项目所在地周边入驻企业均为同类型工业企业，若周边企业发生火灾爆炸或泄露事故，或周边规划道路上运输易燃易爆或有毒危险物质的车辆发生化学品泄漏或火灾爆炸事故，可能会对该项目造成影响。

## 12.4 结论

综上所述：盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目低分气 PSA 提氢设施、循环水场 V、35kV 变电所丁站、区域变电所十三、区域机柜间十的选址及总平面布置、设备选型等符合安全要求；采取的工艺、设备技术成熟；配套公用工程和辅助生产设施齐全；运行风险程度经安全对策措施补偿后处于可接受的范畴；该项目从安全生产角度检查符合国家的有关法律法规、标准、行政规章、规范的要求。

**评价结论：**盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目在采取本评价报告提出的安全对策措施后，危险、有害因素风险控制能够达到可接受程度，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盘锦北方沥青燃料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项目负责人交换了意见。经讨论，取得了一致意见，评价组对报告进行了完善和修改。

## 附录目录

F1 选用的安全评价方法简介.....	167
F1.1 安全检查表法 .....	167
F1.2 预先危险性分析（PHA） .....	167
F1.3 事故后果模拟分析法 .....	169
F2 定性、定量分析危险、有害程度的过程.....	170
F2.1 危险、有害因素辨识、分析 .....	170
F2.2 定性、定量分析危险、有害过程 .....	187
F2.3 事故后果模拟 .....	204
F2.4 危险化学品重大危险源辨识及重大危险源分级过程.....	211
F3 依据的法律、法规、部门规章和标准.....	216
F3.1 依据的法律、法规 .....	216
F3.2 标准、规范 .....	220
F3.3 相关文件 .....	220
F4 收集的文件、资料目录.....	223

## F1 选用的安全评价方法简介

### F1.1 安全检查表法

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

### F1.2 预先危险性分析（PHA）

预先危险性分析（PHA）是对系统存在的各种危险因素（类别、分布），出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法。其目的在于早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成为事故，避免考虑不周所造成的损失。格式见附件表 F1.2-1。

附件表 F1.2-1 预先危险性分析表格式

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施

按危险、有害因素导致事故、危害的程度，将危险、有害因素划分为四个等级。见附件表 1.2-2。

附件表 F1.2-2 危险等级划表

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

### F1.3 危险度评价法

危险度评价法是借鉴日本劳动省安全“六阶段”评价法的部分工作内容，结合我国《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类》等技术规范标准，并参照了国内权威单位编制的危险度取值表和工作程序，根据装置单元的介质、容量、温度、压力、操作五方面确定单元危险度。

危险度评价取值见表 F1.3-1，危险度分级标准见表 F1.3-2。

表 F1.3-1 危险度评价取值表

分值 项目	A (10 分)	B (5 分)	C (2 分)	D (0 分)
物质（系指单元中危险、有害程度最大之物质）	甲类可燃气体； 甲 A 类物质及液态烃类； 甲类固体； 极度危害介质。	乙类可燃气体； 甲 B、乙 A 类可燃液体；乙类固体； 高度危害介质。	乙 B、丙 A、丙 B 类可燃液体； 丙类固体； 中、轻度危害介质。	不属左述 A、B、C 项之物质。
容量 (m <sup>3</sup> )	气体	≥1000	[500, 1000)	[100, 500)
	液体	≥100	[50, 100)	[10, 50)
温度 (℃)	1000℃以上使用，其操作温度在燃点以上	1000℃以上使用，但操作温度在燃点以下； 在 250~1000℃使用，其操作温度在燃点以上；	在 250~1000℃使用，但操作温度在燃点以下； 在低于 250℃时使用，其操作温度在燃点以上；	在低于 250℃时使用； 操作温度在燃点以下
压力 (MPa)	≥100	[20, 100)	[1, 20)	<1
操作	临界放热和特别剧烈的放热反应操作； 在爆炸极限范围内或其附近的操作。	中等放热反应（如烷基化、酯化、加成、氧化、聚合、缩合等反应）操作； 系统进入空气或不纯物质，可能发生危险的操作； 使用粉状或雾状物质，有可能发生粉尘爆炸的操作； 单批式操作。	轻微放热反应（如加氢、水合、异构化、烷基化、磺化、中和等反应）操作； 在精制过程中伴有化学反应； 单批式操作，但开始使用机械等手段进行程序操作； 有一定危险的操作。	无危险的操作。

表 F1.3-2 危险度分级标准

总分值	≥16 分	11~15 分	≤10 分
等级	I	II	III

危险程度	高度危险	中度危险	低度危险
------	------	------	------

## F1.4 事故后果模拟分析法

事故后果模拟分析方法是基于大量的实验结果和广泛的事故统计分析获得的指标或规律（数学模型），应用计算数学方法，选取合理的计算模型以及计算所需要的初值和边值，求取事故对人员的伤害范围或对物体的破坏范围的定量安全评价方法。评价结果用数字方式显示事故影响区域，直观、可靠，可用于危险性分区，同时还可以进一步计算伤害区域内的人员的伤亡情况，以及物体损坏程度和直接经济损失。

## F2 定性、定量分析危险、有害程度的过程

### F2.1 危险、有害因素辨识、分析

#### F2.1.1 危险物质分析

30 万吨/年全厂轻烃回收装置脱硫后低分气、渣油加氢扩能改造项目加氢单元脱硫后低分气、300 万吨/年全馏分加氢精制装置脱硫后低分气、一期芳烃合成解吸气、二期芳烃合成解吸气主要成分为氢气，含少量甲烷、乙烷、丙烷及微量其他烃类。产品解析气主要含有氢气、甲烷、乙烷、丙烷 4 种成分。依据《危险化学品目录（2022 年调整版）》，成分中有氢气、甲烷、乙烷、丙烷属于危险化学品，置换用氮气也属于危险化学品，各危险物资的危险特性见附件表 F2.1-1 至 F2.1-5。

附件表 F2.1-1 氢

标识	中文名：氢气	英文名：hydrogen			
	分子式：H <sub>2</sub>	相对分子质量：2.0	UN 编号：1049（压缩的）；1966（液化的）		
	危化品目录号：1648	CASNo：1333-74-0			
	危险性类别：易燃气体，类别 1；加压气体				
理化性质	外观与性状：无色无味气体。				
	熔点（℃）：-259.2	溶解性：不溶于水，极微溶于乙醇、乙醚。			
	沸点（℃）：-252.8	相对密度(水=1)：0.07(-252℃)			
	饱和蒸气压(kPa)：13.33(-257.9℃)	相对蒸汽密度(空气=1)：1.04(-253℃)			
	临界温度（℃）：-240	燃烧热(kJ/mol)：-241.0			
	临界压力(MPa)：1.3	最小引燃能量(mJ)：0.020			
燃烧爆炸危险性	燃烧性：本品易燃	分解产物：无意义			
	闪点（℃）：无意义	聚合危害：不聚合			
	爆炸极限(体积分数%)：4.1~74.2	稳定性：稳定			
	引燃温度（℃）：500~571	禁忌物：卤素、强氧化剂。			
	爆炸性气体的分类、分级、分组				
	火灾危险性分级：无资料				
毒性	爆炸危险类别：IICT1				
	最高容许浓度(mg/m <sup>3</sup> )：无资料				
	时间加权平均容许浓度(mg/m <sup>3</sup> )：无资料				

	短时间接触容许浓度 (mg/m <sup>3</sup> ): 无资料
健康危害	本品在生理学上是惰性气体, 仅在高浓度时, 由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下, 氢气可呈现出麻醉作用。
危险特性	与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇热或明火即爆炸。气体比空气轻, 在室内使用和储存时, 漏气上升滞留屋顶不易排出, 遇火星会引起爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。
有害燃烧产物	无意义
灭火方法	切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂: 雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并进行隔离, 严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源, 并用雾状水保护关闭阀门的人员。合理通风, 加速扩散。如有可能, 将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用。

附件表 F2.1-2 氮

标 识	中文名: 氮气/氮	英文名: nitrogen
	分子式: N <sub>2</sub>	相对分子质量: 28.01 UN 编号: 1066(压缩的); 1977(液化的)
	危化品目录号: 172 (压缩的或液化的);	CASNo: 7727-37-9
	危险性类别: 加压气体	
理 化 性 质	外观与性状: 无色、无味、无臭气体。	
	熔点 (℃): -209.8	溶解性: 微溶于水、乙醇。溶于液氨
	沸点 (℃): -195.6℃ (20%)	相对密度(水=1) : 0.81/-196℃
	饱和蒸气压(kPa) : 1026.42(-173℃)	相对蒸汽密度(空气=1) : 0.97
	临界温度 (℃) : -147	燃烧热(kJ/mol) : 无意义
	临界压力 (MPa): 3.40	最小引燃能量 (mJ): 无意义
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性: 本品不燃	分解产物: 无意义
	闪点 (℃): 无意义	聚合危害 : 不聚合
	爆炸极限(体积分数%): 无意义	稳定性: 稳定
	引燃温度 (℃): 无意义	禁忌物: 无资料
	爆炸性气体的分类、分级、分组	
	火灾危险性分级 : 无资料	
毒 性	爆炸危险类别 : 无资料	
	最高容许浓度(mg/m <sup>3</sup> ) : 无资料	
	时间加权平均容许浓度 (mg/m <sup>3</sup> ): 无资料	
健康危害	短时间接触容许浓度 (mg/m <sup>3</sup> ): 无资料	
	氮气过量, 使氧分压下降, 会引起缺氧。大气压力为 392kPa 时, 表现爱笑和多言。对视、听和嗅觉刺激迟钝, 智力活动减弱; 在 980kPa 时, 肌肉运动严重失调。氮气具有一定的脂溶性, 随氮气分压增高, 体内氮溶解量增加, 使富含脂类物质的神经组织如脑内	

	的溶解氮也明显增加，以致产生氮的麻醉作用。
危险特性	氮气本身为惰性气体，从化学性质上看，无危险特性。盛装的容器、钢瓶和液化气体汽车罐车，若遇高温、高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。
有害燃烧产物	无意义
灭火方法	本品不燃。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

附件表 F2. 1-1 甲烷

标 识	中文名：甲烷	英文名：methane
	分子式：CH4	相对分子质量：16.0 UN 编号：1971
	危化品目录号：1188	CASNo： 74-82-8
	危险性类别：易燃气体, 类别 1; 加压气体	
理 化 性 质	外观与性状：无色无臭气体。	
	凝固点 (℃)： -183.2	溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚、苯、甲苯等
	沸点 (℃)： -161.5	相对密度(水=1)：0.415 (-164℃)
	饱和蒸气压(kPa)：53.32(-168.8℃)	相对蒸汽密度(空气=1)：0.55
	临界温度 (℃)： -82.6	燃烧热(kJ/mol)：-889.5
	临界压力 (MPa)：4.59	最小引燃能量 (mJ)：0.33
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性：本品极度易燃。	分解产物：无资料。
	闪点 (℃)： -188	聚合危害：不聚合
	爆炸极限(体积分数%)：5.3~15	稳定性：稳定
	引燃温度 (℃)：537	禁忌物：强氧化剂、强酸、强碱、卤素
	爆炸性气体的分类、分级、分组	
	火灾危险性分级：甲	
毒 性	爆炸危险类别：IIAT1	
	最高容许浓度(mg/m3)：无资料	
	时间加权平均容许浓度 (mg/m3)：无资料	
健康危害	短时间接触容许浓度 (mg/m3)：无资料	
	甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%~30% 时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。	
危险特性	易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。	
有害燃烧产物	一氧化碳	
灭火方法	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。	

泄漏应急 处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
------------	--

附件表 F2. 1-1 乙烷

标 识	中文名：乙烷	英文名：ethane
	分子式：C2H6	相对分子质量：30.0 UN 编号：1035
	危化品目录号：2661	CASNo： 74-84-0
	危险性类别：易燃气体, 类别 1; 加压气体	
理 化 性 质	外观与性状：无色无臭气体。	
	熔点（℃）：-183.3	溶解性：不溶于水，溶于乙醇、丙酮，溶于苯
	沸点（℃）：-88.6	相对密度(水=1)：0.45
	饱和蒸气压(kPa)：53.32(-99.7℃)	相对蒸汽密度(空气=1)：1.04
	临界温度（℃）：32.2	燃烧热(kJ/mol)：-1558.3
	临界压力(MPa)：4.87	最小引燃能量(mJ)：0.31
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性：本品易燃。	分解产物：无资料
	闪点（℃）：<-50	聚合危害：不聚合
	爆炸极限(体积分数%)：3.0~16	稳定性：稳定
	引燃温度（℃）：472	禁忌物：强氧化剂、卤素、强酸、强碱
	爆炸性气体的分类、分级、分组	
	火灾危险性分级：甲	
毒 性	爆炸危险类别：IIAT 1	
	最高容许浓度(mg/m3)：无资料	
	时间加权平均容许浓度(mg/m3)：无资料	
健康危害	短时间接触容许浓度(mg/m3)：无资料	
	高浓度时，有单纯性窒息作用。空气中浓度大于6%时，出现眩晕、轻度恶心、麻醉症状；达40%以上时，可引起惊厥，甚至窒息死亡。	
危险特性	易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。	
有害燃烧 产物	一氧化碳	
灭火方法	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。	
泄漏应急 处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	

附件表 F2. 1-1 丙烷

标 识	中文名：丙烷	英文名：propane
	分子式：C3H8	相对分子质量：44.1 UN 编号：1978
	危化品目录号：139	CASNo： 74-98-6
	危险性类别：易燃气体, 类别 1; 加压气体	
理 化 性 质	外观与性状：无色液化气体，纯品无臭。	
	熔点 (℃)： -189.7	溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚
	沸点 (℃)： -42.1	相对密度(水=1)： 0.58 (-44.5℃)
	饱和蒸气压(kPa)： 840(20℃)	相对蒸汽密度(空气=1)： 1.6
	临界温度 (℃)： 96.8	燃烧热(kJ/mol)： -2217.8
	临界压力 (MPa)： 4.25	最小引燃能量 (mJ)： 0.31
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性：本品易燃。	分解产物：无资料
	闪点 (℃)： -104	聚合危害：不聚合
	爆炸极限(体积分数%)： 2.1~9.5	稳定性：稳定
	引燃温度 (℃)： 450	禁忌物：强氧化剂、强酸、强碱、卤素
	爆炸性气体的分类、分级、分组	
	火灾危险性分级：甲	
毒 性	爆炸危险类别： IIAT 1	
	最高容许浓度(mg/m3)：无资料	
	时间加权平均容许浓度 (mg/m3)：无资料	
健康危害	短时间接触容许浓度 (mg/m3)：无资料	
	本品有单纯性窒息及麻醉作用。人短暂接触 1%丙烷，不引起症状；10%以下的浓度，只引起轻度头晕；接触高浓度时可出现麻醉状态、意识丧失；极高浓度时可致窒息。	
危险特性	易燃气体。与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与氧化剂接触猛烈反应。气体比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。	
有害燃烧产物	一氧化碳	
灭火方法	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。	
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	

## F2. 1. 2 生产过程中危险、有害因素分析

### F2. 1. 2. 1 生产过程主要危险因素分析

#### 1) 火灾、爆炸

### (1) 火灾、爆炸事故的致因因素

发生火灾、爆炸事故的三个必要条件为：可燃物、点火源和空气。泄漏使可燃物与空气直接接触，当达到爆炸极限范围，又存在点火源且达到最小点火能时，则会引发火灾、爆炸事故。

#### ①可燃物

该项目低分气 PSA 提氢设施原料低分气、产品氢气、副产 PSA 解吸气属于易燃气体，污油属于可燃液体，系统泄漏是引发火灾、爆炸的重要原因，一旦发生泄漏将会严重影响工作人员的身心健康并且造成环境污染，影响生产的正常运行，严重者还可造成人员伤亡和财产损失。

#### ②点火源

##### a. 电气火花

配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路布置不合理，较为紧凑，在气温高，散热不良的环境下，容易引起绝缘层或附近的可燃物燃烧。

各种配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等，如果选型不当，导线截面选用过小，运行时负荷过大，温度升高，引起绝缘层或附近的可燃物燃烧。

各种配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等，如果安装不当，电源线、母线、开关触头、输配电线的接头松动，在电流较大时，接触处温度升高，致使接触处金属熔化，引起电线绝缘和附近可燃物起火燃烧。

电气线路短路导致电流增大，使导线发热，起绝缘层或附近的可燃物燃烧，引发短路的主要原因有：导线绝缘强度、绝缘性能不符合规定要求；雷击过电压、电压突然升高而将绝缘层击穿；受高温、潮湿、腐蚀作用而降低绝缘性能；用金属导线捆扎绝缘导线，把绝缘导线挂在金属物体上，

由于日久磨损和生锈腐蚀使绝缘层受到损坏；由于导线使用时间过长，致使绝缘层陈旧、受损、线芯裸露等。

装置等应使用防爆电气设备的区域未使用防爆电气设备或使用的防爆电气设备不符合标准要求，可能产生电气火花引燃易燃易爆物质，发生火灾爆炸事故。

b. 静电、雷电及杂散电流

装置、管道中易燃液体流动过快或使用喷溅式装卸易燃液体容易产生静电，装置、管道无静电接地，罐车卸车前未导除静电，人员入场或作业时未按规程穿着防静电服、未导除身体静电等情况，易导致火灾爆炸事故。

建筑、装置防雷装置如果失效，雷电直接击在建（构）筑物上发生的热效应，引起火灾；雷电产生的静电感应作用和电磁感应作用，使金属导体内产生涡流，温度迅速升高，引起火灾；高电位沿着电气线路或金属管道系统侵入建筑物内部，引起火灾。

c. 其他点火源

明火，如电焊、气焊火花、采暖用火、机动车辆排气筒排出的火花、烟火等。

照明灯具灼热表面或灯具破裂时的明火。

金属撞击火花，如敲击金属、金属与地面碰撞等产生的火花。

③空气

该项目装置系统密闭，采用氮气保护，若因氮气供应量不足等因素，系统内进入空气，与系统内易燃气体成爆炸性气体混合物，遇点火源发生爆炸。

（2）设备火灾、爆炸危险因素分析

该项目低分气 PSA 提氢设施内氢气、甲烷、乙烷、丙烷为易燃气体，若混入空气等助燃物，极易形成爆炸危险环境，发生火灾、爆炸事故。如设

备、管道本体或焊缝腐蚀开裂等造成高温物料泄漏，会形成火灾、爆炸危险源，给装置的安全带来极大危害。

设备、管道链接不佳或腐蚀开裂等造成物料泄漏，可能引发火灾、爆炸事故。

压力容器、管道等设备、设施未按期进行定期检验，存在制造或运行缺陷不能及时发现处理，运行过程中在介质和载荷作用下缺陷不断扩展导致容器、管道破裂爆炸。

压力容器等特种设备的安全附件不全或部分失效，如储罐阻火器、液位计等，可能在装车、储存过程中因泄漏遇明火等原因等引发火灾、爆炸事故。

由于地质原因，装置、储罐沉降造成设备或连接管线变形，易发生抻拉破裂、法兰渗漏等隐患事故。

爆炸危险区内机泵、照明的电气设备不防爆或防爆失效，可能因电气火花引发火灾、爆炸事故。罐区的防雷、防静电接地装置不完善，可能因雷击、静电引发火灾、爆炸事故。

现场未设置可燃气体浓度报警装置或报警功能失效，不能及时发现可燃物泄漏，采取有效措施，可能因明火、电火花等引发火灾、爆炸事故。

该项目涉及埋地污油罐，若埋地储罐未考虑抗浮问题，或抗浮计算结果错误，抗浮设施未按设计安装，储罐上浮拉断管线，导致泄漏。

地下污油罐与液池连接件材质强度低，所能承受的应力低于浮力，连接件被拉断，储罐上浮，拉断管线导致泄漏。

### (3) 生产过程火灾、爆炸危险因素分析

该项目低分气 PSA 提氢工艺设备中涉及塔器、压缩机、泵类、容器、冷换设备等。管道、法兰、阀门较多，变压吸附工艺中阀门操作频繁，如设备、管道、阀门密封不良，均可造成可燃气体泄漏，遇明火源而引发火灾

爆炸。

PSA 解吸气压缩过程中，压缩机入口处管道为负压，当管道、设备泄漏时，大量空气被吸入管道设备，可形成爆炸混合性气体，气流高速流动产生静电打火，引发火灾、爆炸事故。压缩机工作压力较大，如设备超速运转，产生“飞车”，导致叶片飞出或设备解体，大量天然气泄漏，遇明火源，发生火灾爆炸。离心式压缩机是在高速下运转，入口端进气压力突然下降，会引发压缩机的“喘振”，如防“喘振”系统失效、紧急停车系统失效，压缩机不能在短时间内恢复到正常状态，将会引起设备解体，或是振坏相连接的管道，导致大量天然气或焦化干气泄漏，遇明火源，引发火灾爆炸事故。

变压吸附过程对每个吸附床来讲，在高压下吸附，在低压下脱附。因此，吸附床受交变压力的作用，频繁变换的压力容易使塔器、管线、阀门等设备产生金属疲劳，在运行中突然损坏引发泄漏，进而发生火灾、爆炸事故。在解析过程中会出现负压情况，如设备、管道、阀门密封不良，可造成空气被倒吸入系统中，气流快速流动产生静电等引发明火源，造成火灾爆炸。阀门开关变换频繁，如发生系统操作失误，造成阀门误开，或阀门卡死，引起气体串流，降低产品质量，严重时会引起空气倒吸入设备、管道内，可引发火灾爆炸。

### （5）电气火灾

①用电设备、配电设备、照明设施、电缆、电气线路布置不合理，较为紧凑，在气温高，散热不良的环境下，容易引起绝缘层或附近的可燃物燃烧。

②各种用电设备、配电设备、照明设施、电缆、电气线路等，如果选型不当，导线截面选用过小，运行时符荷过大，温度升高，引起绝缘层或附近的可燃物燃烧。

③各种用电设备、配电设备、照明设施、电缆、电气线路等，如果安装不当，电源线、母线、开关触头、输配电线路的接头松动，在电流较大时，接触处温度升高，致使接触处金属熔化，引起电线绝缘和附近可燃物起火燃烧。

④电气线路短路导致电流增大，使导线发热，起绝缘层或附近的可燃物燃烧，引发短路的主要原因有：导线绝缘强度、绝缘性能不符合规定要求；雷击过电压、电压突然升高而将绝缘层击穿；受高温、潮湿、腐蚀作用而降低绝缘性能；用金属导线捆扎绝缘导线，把绝缘导线挂在金属物体上，由于日久磨损和生锈腐蚀使绝缘层受到损坏；由于导线使用时间过长，致使绝缘层陈旧、受损、线芯裸露等。

⑤在应使用防爆电气设备的区域未使用防爆电气设备或使用的防爆电气设备不符合标准要求，可能产生电气火花引燃易燃易爆物质，发生火灾爆炸事故。

⑥私拉电线、线路或设备距离可燃物较近、或使用大功率电器可能导致电气火灾。

## 2) 容器爆炸

低分气 PSA 设施吸附塔等属于压力容器，部分管道根据选型可能属于压力管道，蒸汽、氮气、压缩空气管道属于承压管道，。

(1) 若压力容器、管道制造、安装存在缺陷，未定期检验，使用过程中可能导致容器爆炸事故。

(2) 安全附件失效，如安全阀允许的开起压力过大、安全阀锈死、安全阀关闭失效或压力表指针死位、指示失真等，均可引发容器爆炸事故。

(3) 未按标准设计、制造、安装、使用的压力容器，易导致容器爆炸。

(4) 由于安全附件失效导致设备超压爆炸。因安全附件失效，未能及时发现储罐或管道的压力超过额定值，导致其超压爆炸。

①安全阀：若安全阀的开启压力设定过大、安全阀锈死、安全阀关闭等不能及时泄压，而导致受压设备爆破。

②压力表：压力容器及压力管道上的压力表损坏、失灵，造成操作误判断，导致受压设备、管道爆破。

(5) 若管理不严、阀门开关操作失误等原因，造成管路堵塞等，可导致压力管道的压力升高，导致爆破事故。

(6) 储罐以及输送气体的压力管道等受压设备、设施，在使用过程中，未定期进行检验和维护，没有及制氮时发现设备被腐蚀减薄和使用疲劳等严重隐患，导致容器和管道爆破。

(7) 如果储罐与火源、热源距离过近，当环境温度升高时，由于热辐射会导致容器、气瓶内压力增大，导致容器开裂和爆炸。

### 3) 灼烫

#### (1) 高温烫伤

部分产热、发热设备、管道具有较高温度，若可接触范围内未做好保温、隔热、隔离等措施，人员误接触发生高温烫伤。

管道、管道的泄压阀、放气口朝向人员可能经过的位置，泄压、放气时易造成高温灼烫。

设备维修过程中，肢体或身体某部位保护不当，人员意外接触焊渣或灼热工件，可能导致高温烫伤。

#### (2) 化学灼伤

该项目化学灼伤主要存在于循环水场 V，若人员未正确穿戴防护用品或防护用品失效，眼睛或皮肤直接接触引起化学灼伤。

#### (3) 电弧灼伤

电气设施或线路短路、操作人误拉电闸开关、电器开关柜防护装置失效等都会因产生电弧，而造成电弧对人的皮肤和眼睛灼伤。

## F2.1.2.2 公用工程与辅助设施危险因素分析

### 1) 火灾、爆炸

(1) 若忽视职工的教育培训，涉及易燃危险化学的岗位职工对储存的化学品理化性质缺乏了解，不按规定配备相应劳动防护用品或职工不安规定要求穿戴劳动防护用品，可能发生违章，引发火灾、爆炸事故。

(2) 爆炸危险场所照明、通风、电气线路等未按照要求选用防爆电气设备，或选用的防爆电气线路、接线盒不符合标准要求，发生短路、超负荷、接触电阻过大等情况时，产生电气火花，易引发火灾、爆炸事故。

(3) 爆炸危险场所中设备的非带电金属外壳，由于漏电、静电感应等原因，如果没有可靠的保护接地措施，作业人员操作过程中，有可能发生电击和触电，引发火灾、爆炸事故。

(4) 动火作业中加热、熔渣散落、火花飞溅可能造成人员烫伤、火灾、爆炸事故。

### 2) 中毒和窒息

低分气 PSA 提氢设施开机时使用氮气置换，氮气在常压下无毒，当作业环境中氮气浓度增高、氧气相对减少时，引起单纯性窒息作用。另外当氮浓度大于 84%时，可出现头晕、头痛、眼花、恶心、呕吐、呼吸加快、脉率增加、血压升高、胸部压迫感，甚至失去知觉，出现阵发性痉挛、紫绀、瞳孔缩小等缺氧症状，如不及时脱离环境，可至死亡。氮麻醉出现一系列神经精神症状及共济失调，严重时出现昏迷。高压下氮气可引起减压病。

在进入有人孔的设备等密闭空间内存在有缺氧、高温、有毒有害、易燃易爆气体等隐患，安全措施不到位，易发生燃烧、爆炸，可造成人员伤亡等事故。

### 3) 机械伤害

转动设备运行或检修时，误操作电、气源产生误转动，会危及检修作

业人员的生命和财产安全；设备（或备件）较大（重）时，安全措施不当，可发生机械伤害。

在运行中，一旦防护装置失效、设备故障、人员操作失误、操作不当等，可能使操作人员的手、脚或头发、服饰缠绕其上而造成人身伤害，甚至造成人员死亡。另外，设备与设备之间的距离或设备活动机件与墙、柱距离过小以及机械设备上的尖角、锐边都有导致机械伤害的可能性，造成人员伤亡。在对传动设备进行检修作业时，若作业人员违章作业、未采取安全保护措施或检修设备意外启动，也可导致机械伤害事故的发生。

#### 4) 容器爆炸

蒸汽、氮气、压缩空气系统管道属于承压管道，部分管道根据选型可能属于压力管道。

(8) 若压力管道制造、安装存在缺陷，未定期检验，使用过程中可能导致容器爆炸事故。

(9) 安全附件失效，如安全阀允许的开启压力过大、安全阀锈死、安全阀关闭失效或压力表指针死位、指示失真等，均可引发容器爆炸事故。

(10) 未按标准设计、制造、安装、使用的压力管道，易导致容器爆炸。

(11) 由于安全附件失效导致设备超压爆炸。因安全附件失效，未能及时发现管道的压力超过额定值，导致其超压爆炸。

①安全阀：若安全阀的开启压力设定过大、安全阀锈死、安全阀关闭等不能及时泄压，而导致受压设备爆破。

②压力表：压力容器及压力管道上的压力表损坏、失灵，造成操作误判断，导致受压设备、管道爆破。

(12) 若管理不严、阀门开关操作失误等原因，造成管路堵塞等，可导致压力管道的压力升高，导致爆破事故。

(13) 输送气体的压力管道等受压设备、设施，在使用过程中，未定期进行检验和维护，没有及制氮时发现设备被腐蚀减薄和使用疲劳等严重隐患，导致容器和管道爆破。

(14) 如果管道与火源、热源距离过近，当环境温度升高时，由于热辐射会导致管道内压力增大，开裂和爆炸。

### F2.1.2.3 其它危险因素分析

#### 1) 触电

##### (1) 触电伤害

该项目变配电设施和机泵等用电设备。在作业过程中，由于电气设备自身缺陷、设计不当，或违章操作可能引发触电事故，主要原因如下：

①电气线路：由于电气线路绝缘老化、破损，带电体裸漏，乱拉私接临时接线，错接电源线造成串电、电源短路、接头无绝缘处理等，可导致人员触电。

②电气设备：若电气设备和设施设计不合理，绝缘破损，或使用不合格或有缺陷的电气设备、设施、或电气设施罩、盖、壳、插头等安全防护破损，移动电气设备无防护设施，导致人员直接接触带电体触电。

③接地（零）保护：电气设备、机械设施未接地（零）或接地（零）不良，电气设施和设备接地保护失效而导致设备带电，造成间接触电。

④电工工具：若操作人员没有配备必要的安全工具、手持电动工具等移动电气工具绝缘不合格，使用非绝缘电工工具或未按规定在电源侧加装漏电保护器，易造成人员触电。

⑤误操作：不执行安全操作规程，操作人员误入、误碰带电体，带电误合接地开关，不使用绝缘工具，在潮湿环境中，不使用安全电压等都会造成触电的危险。

⑥未采用遮栏、护盖、护罩、闸箱等将带电体同外界屏护、隔开。

⑦间距不足：没能使带电体置于可能触及的范围之外。

⑧漏电保护装置失灵或失效。

⑨未严格执行电气安全工作规程，作业时安全组织和技术措施不完善引起触电事故。

此外，在运输设备或物料时挂蹭输电线路，也可能造成触电。

## （2）雷电、雷击电磁脉冲危害

雷电具有雷电流幅值大，雷电流陡度大、冲击性强、冲击电压过高的特点，具有电性质、热性质、机械性质等多方面的破坏作用，可能带来火灾、爆炸、触电、设备和设施毁坏和大规模停电等极为严重的后果。建筑物防雷设施设计，安装不合理、防雷、防静电无可靠接地，接地电阻不符合要求，避雷接地装置损坏及雷击或感应雷造成的局部放电等，均可导致严重的事故后果，造成人员死亡、财产损失。该建设项目生产装置在雷雨天存在着被直接雷击或感应雷击的危险，另外，该项目中的大部分场所具有易燃易爆的危险性，按照《建筑物防雷设计规范》规定的防雷分类标准，该项目的建筑物应按第二、三类防雷建筑物要求设计、施工。

若避雷装置设计不合理，设备设施不在避雷装置保护范围以内；接闪器、引下线和接地极之间连接不良，雷电流不能形成良好的对地通道；接地电阻过大等因素，均可导致雷电危害的发生。

建筑物的防雷装置接闪时，雷电流形成的浪涌传输对电子设备可产生破坏。若电子设备、电缆未屏蔽，电气、电子信息设备与金属管道等未进行等电位连接，电气线路在进入室内设备接口处未设电涌保护器等，均可导致电磁脉冲对电子设备造成损害。

## 2) 高处坠落

（1）若高处作业位置未安装操作平台，或操作平台无防护栏或栏杆损坏，可导致巡检、检修人员坠落。

(2) 在检修时，因操作人员未采取安全措施或麻痹大意，导致人员坠落。

(3) 在超过 2 米以上的高处作业，若登高人巡检、检修人员没有采取必要的安全措施（未系安全带、未挂安全绳和未架安全网等）易造成巡检、检修人员发生高处坠落事故。

### 3) 物体打击

(1) 在操作平台等高处作业处，操作人员随意往下面扔工具、物件等，可造成下面人员被落物砸伤事故。

(2) 在操作台、储罐内进行检修、清罐作业，罐上监护人员随意往罐内扔工具、物件或掉入工具、物件等可砸伤罐内检修人员。

(3) 如操作平台的防护栏杆未设防护档板，摆放在平台上的工具、物件等被碰或自然掉落，会发生人员被落物砸伤事故。

(4) 在槽车卸车时，由于操作失误卸车软管蹦弹或蹦落，发生砸人伤害事故。

(5) 物品摆放过高、失稳倾覆，细高类物件失稳倒地、悬挂物坠落等，都有可能发生物体打击事故。

### 4) 起重伤害

设备维修、更换、安装需要使用起重设备，未遵守安全操作规程与吊装作业管理要求冒险作业或违章指挥，使用未定期检验或不符合作业要求的起重作业工具等情况，都易发生事故，造成起重伤害。

### 5) 淹溺

循环水场水池若缺少防护，人员巡检或因其他原因至水池边缘，坠入水池发生淹溺事故。

### 6) 坍塌

坍塌一般是指建筑物、构造物、堆置物、土石方等因设计、堆置、摆

放或施工不合理而发生倒塌造成伤害的事故。

(1) 反应装置框架设计不合理、施工质量不合格、维护不良等，均可能造成建（构）筑物坍塌，导致人员伤亡和财产损失。

(2) 未核算反应装置框架载荷能力，新增设备超出框架载荷，发生坍塌事故。

(3) 该项目位置距海较近，建（构）筑物及高大设备的主体、基础、构架易受海风和潮湿空气侵蚀，若防腐措施不到位、维护不良，可造成建（构）筑物坍塌，导致人员伤亡和财产损失。

#### F2.1.2.4 生产过程有害因素分析

##### 1) 噪声与振动

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、食欲不振、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。该工程生产装置中的噪声主要来自机械噪声。该建设项目的机械设备的噪声主要来自各类反应釜、泵等机械设备的运转过程，还有设备减速箱联轴节等处产生的机械噪声以及电机产生的噪声，电机噪声影响很普遍，电机噪声由空气动力噪声、机械噪声和电磁噪声三部分组成。本工程生产装置中，工人在现场操作、巡视时，会受到生产设备产生的噪声的危害，该公司要加强防护，并尽可能消除因噪声危害而引发的二次事故，确保健康，总体上该项目噪声危害不大。

生产过程中设备在产生较大噪声的同时也会产生振动。振动不仅是对人体单个器官有影响，如果没有减振装置，人体的各个系统（肾、骨关节、神经等系统）均会受到影响。

全身振动可能导致内脏器官的损伤或位移，周围神经和血管功能的改

变，可造成各种类型的、组织的、生物化学的改变。

局部接触强烈振动主要是以手接触振动工具的方式为主的，由于工作状态的不同，振动可传给一侧或双侧手臂，有时可传到肩部。长期持续使用振动工具能引起末梢循环、末梢神经和骨关节肌肉运动系统障碍，严重时可患局部振动病。

## 2) 高温与低温

### (1) 高温

产热设备旁、夏季露天作业等场所都是高温作业场所，如未采取防护措施或防护措施不到位，高温设备、管道对人员会造成危害。人员长期在高温环境下作业可能发生中暑，甚至会出现高血压、心肌受损和消化功能障碍疾病。

### (2) 低温

冬季室外作业属于低温作业人员，低温作业人员受环境低温影响，操作功能、注意力、反应时间等都存在负面影响。长时间从事低温作业、未采取防护措施或防护措施不到位，可能引起冻伤、体温降低甚至死亡。

## F2.1.3 自然危险、有害因素分析

### 1) 雷击

如果避雷装置系统设计、安装不符合有关安全技术规定要求，管理不善，维修不力，没有按规定进行安全技术检验，导致避雷装置系统失效，遭雷击后，雷电流无安全的通路，可能引起火灾。

另外当雷击电力线路、电话线、有线电视等架空弱电线路时，若没有防雷装置，雷电波可能沿架空线路入侵，发生雷击事故，导致人员伤亡、设备损坏。

(1) 建筑物无避雷设施或不在避雷设施保护范围内，或避雷设施设计、安装不合理等因素可引起雷击事故。

(2) 建筑物避雷接地装置损坏、防雷接地电阻超过规定值等因素可引起雷击事故。

(3) 雷电波可能沿着电力线路入侵或遭感应雷电的袭击。

(4) 在雷雨天从事室外露天施工作业(特别是在高处和金属构架上),易遭受雷击,会引发伤亡事故。

## 2) 大风及台风

该项目所在地区风速相对较高,对室外作业检修人员登高作业有一定影响。

台风是热带气旋的一个类别。热带气旋中心持续风速在 12 级至 13 级(即 32.7m/s 至 41.4m/s)称为台风。台风具有活动路径变数大,风圈半径较大,中心风力强,正面登陆时战线长,影响范围广,引发强降雨,持续时间长,防御难度大等特点。

台风具有强大的破坏力,建筑、设备设施可能因设计或施工原因,风载荷超过其承受能力,从而发生坍塌或变形破坏。堆场货物也会因此造成位移或倾翻。

## 3) 暴雨

如遇暴雨天气,若排水不畅,建筑和设备可能会被雨水淹没浸泡。此外部分建筑和设备基础可能经雨水冲刷、渗透后发生塌陷,设备倾倒,拉断管道导致介质泄漏。

## 4) 大雾

该项目所在区域 3 至 8 月份的雾日最多。大雾会使作业场所能见度降低,使车辆装卸、运输受到一定的影响,易造成配合失误或误操作,增加发生事故的危险。

## 5) 潮湿空气及盐雾

该项目由于其建设地点的自然环境的气候特征,其建(构)筑物、装

置易受盐雾、湿空气腐蚀。该项目临近海洋，降水量和湿度较大，因此，对设备的耐腐蚀性能要求较高。设备和管道如果露天布置，长期裸露在潮湿含盐的空气中，会因受到湿空气的腐蚀降低使用周期，甚至酿成事故。

#### 6) 地震

该项目所在场地抗震设防烈度为7度，第二组，项目PSA设施、区域变电所十三、35kV变电所丁抗震设防分类为重点设防类，提高1度设防，循环水场V、区域机柜间十抗震设防分类为标准设防类，按照本地区抗震设防烈度设防。地震能够对厂房、建（构）筑物、生产装置造成损坏，进而诱发次生事故。

#### 7) 不良地质

易塌陷地段、易形成泥石流等不良地质对建筑物的破坏作用较大，甚至影响人员安全。场地内未见崩塌、岩溶、泥石流、采空区、断层构造等其它不良地质现象，场地开阔，地层较简单，层位较稳定，建筑条件尚好，适宜工程建设。若建（构）筑物基础设计、设备安装未考虑地质的承压程度和遇水沉陷、腐蚀问题，可能导致建（构）筑物、生产设备地基下沉造成事故。

#### 8) 高温和低温

夏季室外高温、阳光直射可能引发容器内压力变化。

冬季在室外进行长时间检维修时，如果防冻措施不到位，将可能对检修人员造成冻伤等低温危害。如果缺乏有效防护措施，在操作平台、爬梯等处也有被滑倒、摔伤的危险。

该地区标准冻土深度为 1.1m，冰冻期达 4 个月，对埋地管道的防冻设计、埋地深度要求较高。输水管道可能出现结冰膨胀造成设备管道破裂。

另外，冬季气温较低，室外操作人员若保温措施不好，易在身体末梢循环不好的暴露部位发生冻伤。

## F2.2 定性、定量分析危险、有害过程

### F2.2.1 用预先危险性分析法评价单元固有危险程度

#### F2.2.1.1 生产装置预先危险性分析

该项目低分气 PSA 提氢设施主要有吸附塔、缓冲罐、换热器、输送泵等设备及设备之间连接的工艺管道和配电设备。

##### 1) 塔类、罐类设施预先危险性分析

该项目装置中吸附塔、缓冲罐等设备内充满氢等易燃气体，如果有空气进入，与可燃气体形成爆炸性混合气体，遇明火会在塔内或罐内产生爆炸，造成各类设备连接的管路或附件等设施发生泄露，易燃气体泄漏遇明火会燃烧或造成空间爆炸，造成设备损坏人员受伤害。塔类、罐类设施预先危险性分析结果见附件表 2.2-1。

**附件表 F2.2-1 塔类、罐类设施预先危险性分析**

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
火灾、爆炸	泄漏或空气进入	1. 设备加工选材不当，加工质量不好。 2. 附件损坏。 3. 安全装置失灵。 4. 设备超负荷运行。 5. 违章作业。 6. 电气设备不防爆。 7. 未设可燃气体自动检测报警系统。	设备损坏、人员伤亡	IV	1. 塔壁、罐壁应采用防腐处理。 2. 选用有资质的生产制造单位的产品，确保其安全性能。 3. 定期巡检，及时更换或维修受损附件。 4. 气体检漏系统及报警系统。 5. 严格控制进料量。 6. 完善管理操作规程，及时发现问题。 7. 建立在线检测报警连锁装置。
中毒和窒息	氮气泄漏或劳动保护不当	1. 设备密封不严，氮气泄漏； 2. 不遵守作业规程； 3. 防护用品选择或穿戴不当。	人员伤亡	IV	1. 严格按要求选材，泄漏检测，定期巡检。 2. 严格按照安全规程作业； 3. 正确穿戴劳动保护用品。
灼烫	高温蒸汽泄漏、高温物料泄漏、设备表面温度高、刺激性化学品泄漏	1. 超温、超压。 2. 阀门密封失效。 3. 高温设备未采取隔离或保温措施。 4. 化学品监管不严。 5. 未正确穿戴防护用具。	人员伤害	II	1. 对设备、管线、泵、阀、仪表等要定期检查、保养、维修，保持设备完好。 2. 严格按要求选材，定期巡检。 3. 高温设备按标准做好隔离或保温措施。 4. 遵守安全操作规程，严格监控危险化学品。 5. 正确穿戴防护用品

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
物体打击	高出有浮物等	1. 装卸作业、检维修作业或存在交叉作业时，人员被掉落、倾倒或运动部件砸中。 2. 高处设备设施零件掉落砸中低处人员。	人员伤亡	II ~ III	1. 合理设施布局，避免过多交叉作业，规范管理，按操作规程进行作业，作业人员穿戴好安全帽及劳动保护用品。 2. 高出不能有浮物，需要时应固定好。
高处坠落	操作人员从 2m 以上的操作平台坠落	1. 二层操作平台、扶梯无栏杆或栏杆缺立柱、缺横杆。 2. 操作平台未用防滑钢板。 3. 冬天下雪结冰。 4. 高处作业人员未使用安全带。	人员伤亡	III	1. 应按要求设置防护栏杆。 2. 应符合标准要求，操作钢平台地面应使用防滑钢板。 3. 冬天要及时清扫积雪，作业时穿戴防滑鞋。 4. 应急强登高作业人员教育，作业时必须系好安全带。
起重伤害	吊运设备	1. 吊索具损坏、断裂，致使吊物坠落伤人。 2. 工件捆绑不牢、挂钩不当，引发坠落伤人事故。 3. 大件吊运无平衡装置，空中摆动、倾斜伤人。 4. 起重机、堆垛机无限位装置，引发工件坠落伤人。 5. 超负荷吊运工件，引发钢丝绳断裂。 6. 吊运过程中，作业人员协调不好，引发碰撞事故。	设备损坏、人员伤亡	III	1. 定期检测，发现问题及时更换，保证吊索具完好。 2. 按照规定捆绑工件，应保证工件捆绑牢固。 3. 大件吊运过程中应加设平衡装置，防止空中摆动，倾斜伤人。 4. 起重机、堆垛机安全装置应完好，可靠。 5. 设超载限制器，严禁超载吊运重物。 6. 吊运过程中，应有专业人员指挥，严禁多人指挥。
触电	带电体裸露或设备外壳等不应带电的部位意外带电	1. 电气设备金属外壳接地（零）不良或未接地（零） 2. 线路的电线质量、安装质量及管理有缺陷 3. 电气设备、电动工具的使用、维修不规范 4. 电气防护距离不足 5. 未正确使用防护用品及工具 6. 违反操作规程	人员伤害	II ~ III	1. 确保电气设备接地、接零效果良好；电气绝缘效果良好 2. 定期检修电气设备，更换老化、破损的电气线路 3. 定期维护电气设备、电动工具，定期对绝缘性进行测试 4. 按照标准规范要求布置电气设备 5. 加强个人防护，正确使用防护用品 6. 禁止违章操作
坍塌	建(构)筑、设备、堆	1. 建(构)筑物设计不合理、施工质量不合格、维护不良等。 2. 防腐措施不到位、维护不良。	设备损坏、人员伤亡	III	1. 按照法规、标准设计、施工，定期检查维护。 2. 定期维护做好防腐措施。 3. 按照操作规程堆垛。 4. 按照标准要求做好防撞措施。

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
	垛结构不稳	3. 物料或堆垛倒塌。 4. 建（构）筑物、设备等被车辆等机械撞击或剐蹭。			

分析结果：此类设施火灾、爆炸，中毒和窒息的危险等级Ⅳ级，危险程度“灾难性的”，会造成人员重大伤亡和系统严重破坏，必须予以果断排除并进行重点防范。

## 2) 泵和压缩机预先危险性分析

该项目新增解吸气压缩机、污油泵等设备，由于机泵设备布置集中、操作频繁、最容易泄漏和散发可燃气体的地方，电气设备不符合防爆要求；设备安装质量差、设备材质有缺陷及设备老化；设备振动、腐蚀；预热过快，机泵运转时间过长以及违章作业、违章动火等危险因素的情况下，极易发生火灾、爆炸事故。另外，泵的超温超压运转，泵体、密封渗漏，泵壳与法兰连接处，阀门、轴密封处冲蚀严重，管线弯头发生泄漏，或人员操作失误等因素均有可能引起机泵泄漏、着火以及损坏等事故。因此，泵的安全运行是保证系统平稳生产和减少各类事故的一个重要的环节。泵类设备机泵预先危险性分析见附件表 2.2-2。

附件表 F2.2-2 机泵预先危险性分析表

事故	触发事件	形成事故原因	影响	危险等级	措施
火灾爆炸	泵密封泄漏、阀门及法兰盘连接点泄漏	1. 漏出的可燃气体、液体与空气混合遇明火。 2. 电器设施不防爆。 3. 静电接地损坏。 4. 违章作业。	人员伤亡 财产受损	III	5. 紧急停泵更换密封圈更换新垫圈。 6. 设备或电器设施要定期检修更新，并设置防爆型。 7. 设置可燃气体报警设施。 8. 完善安全管理制度防止违章作业。
触电	带电体裸露或设备外壳等不应带电的部位意外带电	1. 电气设备金属外壳接地（零）不良或未接地（零）。 2. 线路的电线质量、安装质量及管理有缺陷	人员伤害	II~III	1. 确保电气设备接地、接零效果良好；电气绝缘效果良好 2. 定期检修电气设备，更换老化、破损的电气线路 3. 定期维护电气设备、电动工具，定期对绝缘性进行测试 4. 按照标准规范要求布置电气设备 5. 加强个人防护，正确使用防护用品

事故	触发事件	形成事故原因	影响	危险等级	措施
		3. 电气设备、电动工具的使用、维修不规范 4. 电气防护距离不足 5. 未正确使用防护用品及工具 6. 违反操作规程			6. 禁止违章操作
机械伤害	机泵转动部位外露	操作人员手套、衣物被风扇和外露机轴缠位，机泵不能停止。	人员伤害	II ~ III	机泵转动的外露部位应设置防护罩。
物体打击	缺失防护或防护缺失	1. 安全防护措施有缺陷。 2. 设备未进行检验和维护保养。 3. 个体安全防护用品缺陷。 4. 对新操作技术教育不够。 5. 因承压设备损坏或其他原因引起的高压气体或液体喷射造成的物体打击伤害。 6. 旋转部件、工件脱落飞出。	财产损失人员伤亡	II ~ III	1. 机械设备安全防护装置应保证完好和牢固。 2. 制订并执行设备检验、维保规程。 3. 对危险作业要配备必要的防护用品。 4. 进行“四新”教育，熟悉操作规程。 5. 加强设备检查及维修保养，严格执行操作规程，制止违章作业。 6. 加强设备保养并按操作规程进行操作。

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

### 3) 换热器类预先危险性分析

该项目为冷却原料低分气设置了冷却器。介质为易燃气体，存在的危险隐患较大，换热设备发生事故的原因主要有设备安装质量不高，焊口、焊道处理不好，材质有缺陷或因热应力腐蚀等，这些原因致使冷换设备封头、法兰、进出口阀门、管线泄漏，会发生火灾、爆炸事故。换热器内管路如果发生破裂，造成反应釜内漏，而极有可能引起火灾、爆炸事故。换热器类预先危险性分析见附件表 2.2-3。

附件表 F2. 2-3 换热器类预先危险性分析表

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

分析结果：此类设备火灾、爆炸事故的危险等级III级，危险程度“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

#### 4) 工艺管道预先危险分析

该项目装置中工艺管道在生产装置中四通八达，长度、管径不一，极易受到外力的作用而发生变形或破坏。管子自身的材质、焊接质量等不符合质量要求，超温超压或低温等都能使管子受到破坏。因法兰连接不符合要求、密封失效、连接螺栓松动、断折等导致介质泄漏。或因管道防腐失效腐蚀严重穿孔等也将造成介质泄漏。压力管线未经检测即投入使用，由于不符合压力管道使用规定发生的泄漏。因可燃气体检测报警器失效，泄漏的可燃气体（液体蒸气）与空气混合达到爆炸极限，遇点火源而发生爆炸、火灾事故。具体分析见附件表 2. 2-4。

附件表 F2. 2-4 工艺管道预先危险分析表

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
火灾 爆炸	物料泄漏且遇火源	1. 设计失误、压力等级不符; 2. 选材不当; 3. 高度不足或人员、车辆等违章操作，使管道受外力撞击; 4. 施工质量低劣，焊口开裂，连接点松脱; 5. 管架跨度过大或缺少涨缩补偿装置; 6. 超温、超压; 7. 法兰、连接螺栓松动; 8. 螺纹连接部分断裂; 9. 阀门密封失效; 10. 腐蚀穿孔; 11. 吹扫不彻底，动火作业; 12. 受外力碰撞; 13. 利用管架或管道作为吊物支撑点。	可燃气体泄漏引发火灾、爆炸、中毒。人员伤亡、财产损失	IV	1. 严格按规范要求选择有资质的单位进行设计; 2. 应根据工艺特点、输送介质危险性选择符合国家规范要求材质。 3. 对管廊进行保护，设置限高标志，严禁超高车辆入内。 4. 应选择有资质的施工单位进行施工。 5. 不准将管架支柱、管道作为提升吊物工具使用，合理安装; 6. 设置超温、超压报警联锁装置; 7. 定期检查法兰、螺栓松紧情况 8. 应根据标准要求选取合适的螺栓与螺母 9. 严格按照操作规程检修阀门，按照阀门后因检查气密性 10. 加强防腐管理，定期检测管壁厚度，定期检修更换; 11. 严格动火的管理、严格控制火源; 12. 工艺管道附近应有防碰撞措施 13. 严格执行操作规程，不应将工艺管道作为吊物的支撑点。

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

### F2. 2. 1. 2 公用工程及辅助设施预先危险性分析

#### 1) 变配电设备预先危险性分析

该项目变配电设备如果管理不当，在其传送、控制驱动或检修等过程中都可能发生事故。电气事故常包括由电流短路、接地不良、漏电、雷击、静电等原因引起的电气火灾事故以及触电事故。尤其是触电事故在电气事故中占较多的事故。由于配电设备的危险性与用电过程中存在的不安全因素，导致配电室发生事故是该项目潜在的不安全隐患之一。对配电室的预先危险性分析见附件表 2. 2-7。

附件表 F2. 2-7 变配电设备预先危险性分析表

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

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

## 2) 循环水场预先危险性分析

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

全因素，导致配电室发生事故是该项目潜在的不安全隐患之一。对配电室的预先危险性分析见附件表 2.2-7。

附件表 F2.2-7 循环水场预先危险性分析表

事故	形成事故原因事件	影响	危险等级	措施
淹溺	1. 水池周围无防护，坠入水池。	人员伤亡	II~III	1. 易落水位置，设施防护栏或盖板。
火灾	1. 换热设备内漏，可燃物料进入循环水系统。 2. 电气设备、线路老化，设备过载或短路引发电气火灾。 3. 特殊作业引燃可燃物。	人员伤亡、财产损失。	II~III	1. 设置监测报警 2. 加强日常检查维护，严禁超负荷及超温运行电气设备。 3. 严格执行特殊作业安全要求。
中毒和窒息	1. 换热设备内漏，有毒物料进入循环水系统。 2. 为保障循环水质量，使用杀菌剂等药剂，误食或吸入，导致中毒。	人员伤亡	II	1. 设置监测报警 2. 自动加药，正确穿戴劳保用品。
灼烫	为保障循环水质量，使用阻垢剂、缓蚀剂等药剂，误接触导致化学灼伤。	人员受伤	II	自动加药，正确穿戴劳保用品。
触电	循环水场湿度较大，潮湿环境，易发生触电事故。	人员伤亡	II~III	用电产品选型时考虑防水、防潮，环境有要求时选用安全电压，定期检查。
机械伤害	操作人员手套、衣物被风扇和外露机轴缠绕，机泵不能停止。	人员伤害	II~III	机泵转动的外露部位应设置防护罩。

分析结果：危险等级 II~III 级，危险程度“临界的~危险的”，可能会造成人员伤亡和财产损失，要加以注意。

## F2.2.2 固有危险程度分析过程

根据该项目的实际情况，采用“危险度评价法”对低分气 PSA 提氢设施进行固有危险程度分析，按照物质、容量、操作、温度、压力等对其固有危险程度进行分析，将其危险程度分级，明确重点的风险管理对象。

根据该装置的工艺流程、工艺参数、设备规格及尺寸，进行分析计算，确定联合装置及评价单元的工艺参数，详见表 F2.2-1。

表 F2.2-1 低分气 PSA 提氢危险度评价

项目	分值 情况描述	危险度评价			
		A (10 分)	B (5 分)	C (2 分)	D (0 分)
物质（系指单 元 中 危	低分气 PSA 提氢设施涉及氢气、	<input checked="" type="checkbox"/> 甲类可燃气体；	<input type="checkbox"/> 乙类可燃气体； <input type="checkbox"/> 甲 B、乙 A 类可	<input type="checkbox"/> 乙 B、丙 A、丙 B <input type="checkbox"/> 不属上述类可燃液体；	<input type="checkbox"/> A、B、C 项

项目	分值 情况描述	A (10 分)	B (5 分)	C (2 分)	D (0 分)
险、有害程度最大之物质)	低分气、PSA 解析气，都属于甲类气体	<input type="checkbox"/> 甲 A 类物质及液态烃类; <input type="checkbox"/> 甲类固体; <input type="checkbox"/> 极度危害介质。	燃液体；乙类固体； <input type="checkbox"/> 高度危害介质。	<input type="checkbox"/> 丙类固体； <input type="checkbox"/> 中、轻度危害介质。	之物质。
容量 (m <sup>3</sup> )	气体	<input type="checkbox"/> ≥1000	<input type="checkbox"/> [500, 1000)	<input checked="" type="checkbox"/> [100, 500)	<input type="checkbox"/> <100
	液体	<input type="checkbox"/> ≥100	<input type="checkbox"/> [50, 100)	<input type="checkbox"/> [10, 50)	<input type="checkbox"/> <10
温度	操作温度为 40℃，操作温度在燃点以下	<input type="checkbox"/> 1000℃以上使用，其操作温度在燃点以上	<input type="checkbox"/> 1000℃以上使用，但操作温度在燃点以下； <input type="checkbox"/> 在 250~1000℃ 使用，其操作温度在燃点以上；	<input type="checkbox"/> 在 250~1000℃ 使用，但操作温度在燃点以下； <input type="checkbox"/> 在低于 250℃ 时使用，操作温度在燃点以上；	<input checked="" type="checkbox"/> 在 250℃ 时使用； <input checked="" type="checkbox"/> 操作温度在燃点以下
压力 (MPa)	操作压力为 2.2	<input type="checkbox"/> ≥100	<input type="checkbox"/> [20, 100)	<input checked="" type="checkbox"/> [1, 20)	<input type="checkbox"/> <1
操作	为物理过程，无放热反应，不是在爆炸极限内或附近操作，自动控制，不需人工操作，风险较低。	<input type="checkbox"/> 临界放热和特别剧烈的放热反应操作； <input type="checkbox"/> 在爆炸极限范围内或其附近的操作。	<input type="checkbox"/> 中等放热反应（如烷基化、酯化、加成、氧化、聚合、缩合等反应）操作； <input type="checkbox"/> 系统进入空气或不纯物质，可能发生危险的操作； <input type="checkbox"/> 使用粉状或雾状物质，有可能发生粉尘爆炸的操作； <input type="checkbox"/> 单批式操作。	<input type="checkbox"/> 轻微放热反应（如加氢、水合、异构化、烷基化、磺化、中和等反应）操作； <input type="checkbox"/> 在精制过程中伴有化学反应； <input type="checkbox"/> 单批式操作，但开始使用机械等手段进行程序操作； <input type="checkbox"/> 有一定危险的操作。	<input checked="" type="checkbox"/> 无危险操作。

由上表可知，低分气 PSA 提氢设施物质得分 10 分、容量得分 2 分、温度得分 0 分、压力得分 2 分、操作等分 0 分，总得分 14 分，属于中度危险。

### F2. 2. 3 采用定量分析法计算该项目的外部安全防护距离

#### F2. 2. 3. 1 个人风险基准

##### 1) 防护目标分类

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

(1) 高敏感防护目标包括下列设施或场所：

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

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

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

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

其他在事故场景下自我保护能力相对较低群体聚集的场所。

（2）重要防护目标包括以下设施或场所：

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

文物保护单位。

宗教场所。包括：专门用于宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等场所。

城市轨道交通设施。包括独立地段的城市轨道交通地面以上部分的线路、站点。

军事、安保设施。包括：专门用于军事目的的设施，监狱、拘留所设施。

外事场所：包括：外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等。

其他具有保护价值的或事故场景下人员不便撤离的场所。

（3）一般防护目标根据其规模分为一类防护目标、二类防护目标和三类防护目标。一般防护目标的分类规定参照附件表 F2. 2-7。

附件表 F2. 2-7 一般防护目标分类

防护目标类型	一般防护目标	二类防护目标	三类防护目标
住宅及相应服务设施 住宅包括：农村居民点、低层居住区、中层和高层住宅建筑等。 相应服务设施包括：居住小区及小区级以下的幼托、文化、体育、商业、卫生服务、养老助残设施，不包括中小学。	居住户数 30 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以下，或居住人数 30 人以下
行政办公设施 包括：党政机关、社会团体、科研、事业单位等办公楼及其相关设施	县级以上党政机关以及其他办公人数 100 人以上的行政办公建筑	办公人数 100 人以下的行政办公建筑	
体育场馆 不包括：学校等机构专用的体育设施	总建筑面积 5000m <sup>2</sup> 以上的	总建筑面积 5000m <sup>2</sup> 以下的	
商业、餐饮业等综合性商业服务建筑 包括：以零售功能为主的商铺、商场、超市、市场类商业建筑或场所；以批发功能为主的农贸市场；饭店、餐厅、酒吧等餐饮业场所或建筑。	总建筑面积 5000m <sup>2</sup> 以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所	总建筑面积 1500m <sup>2</sup> 以上 5000m <sup>2</sup> 以下的建筑，或高峰时 100 人以上 300 人以下的露天场所	总建筑面积 1500m <sup>2</sup> 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所
旅馆住宿业建筑 包括：宾馆、旅店、招待所、服务型公寓、度假村等建筑。	床位数 100 张以上的	床位数 100 张以下的	
金融保险、艺术传媒、技术服务等综合性上午办公建筑	总建筑面积 5000m <sup>2</sup> 以上的	总建筑面积 1500m <sup>2</sup> 以上 5000m <sup>2</sup> 以下的	
娱乐、康体类建筑或场所 包括：剧院、音乐厅、电影院、歌舞厅、网吧以及大型游乐等娱乐场所建筑； 赛马场、高尔夫、溜冰场、跳伞场、摩托车场、射击场等康体场所	总建筑面积 3000m <sup>2</sup> 以上的建筑，或高峰时 100 人以上的露天场所	总建筑面积 3000m <sup>2</sup> 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所	
公共设施营业网点		其他公用设施营业网点。包括电信、邮政、供水、燃气、供电、供热等其他公用设施营业网点	加油加气站营业网点
其他非危险化学品工业企业		企业中当班人数 100 人以上的建筑	企业中当班人数 100 人以下的建筑
交通枢纽设施 包括：铁路客运站、公路长途客运站、港口客码头、机场、交通服务设施（不包括交通指挥中心、交通队）等	旅客最高聚集人数 100 人以上	旅客最高聚集人数 100 人以下	

防护目标类型	一般防护目标	二类防护目标	三类防护目标
城镇公园广场	总占地面积 5000m <sup>2</sup> 以上的	总占地面积 1500m <sup>2</sup> 以上 5000m <sup>2</sup> 以下的	总占地面积 1500m <sup>2</sup> 以下的

注 1：低层建筑（一层至三层住宅）为主的农村居民点、低层住区以整体为单元进行规模核算，中层（四层至六层住宅）及以上建筑以单栋建筑为单元进行规模核算。其他防护目标未单独说明的，以独立建筑为目标进行分类。

注 2：人员数量核算时，居住户数和居住人数按照常住人口核算，企业人员数量按照最大当班人数核算。

注 3：具有兼容性的综合建筑按其主要类型进行分类，若综合楼使用的主要性质难以确定时，按底层使用的主要性质继续归类。

注 4：表中“以上”包括本数，“以下”不包括本数

## 2) 防护目标个人风险基准

危险化学品生产装置和储存设施周边防护目标所承受的个人风险应不超过表 F2. 2-10 中个个人风险基准的要求。

表 F2. 2-10 个人风险基准

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

## 3) 个人风险标准选择

该项目为改建项目，选择个人风险基准见表 F2. 2-11。

表 F2. 2-11 个人风险标准详细配置 (单位: 次/年)

风险等级	风险值	风险颜色
一级风险	$1 \times 10^{-5}$	红色
二级风险	$3 \times 10^{-6}$	黄色
三级风险	$3 \times 10^{-7}$	蓝色

## 4) 个人风险模拟结果

本报告在对改造装置进行个人风险和社会风险分析，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。



附件图 F2. 2-1 个人风模拟曲线图

(1)  $1 \times 10^{-5}/\text{年}$  等值曲线 (红色) 范围内, 无一般防护目标中的三类防护目标, 符合附件表 2-12 的要求。

(2) 在  $3 \times 10^{-6}/\text{年}$  等值曲线 (黄色) 范围内, 无一般防护目标中的二类防护目标, 符合附件表 2-12 的要求。

(3) 在  $3 \times 10^{-7}/\text{年}$  等值曲线 (蓝色) 范围内, 无高敏感防护目标、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 2-12 的要求。

### F2. 2. 3. 2 社会风险基准

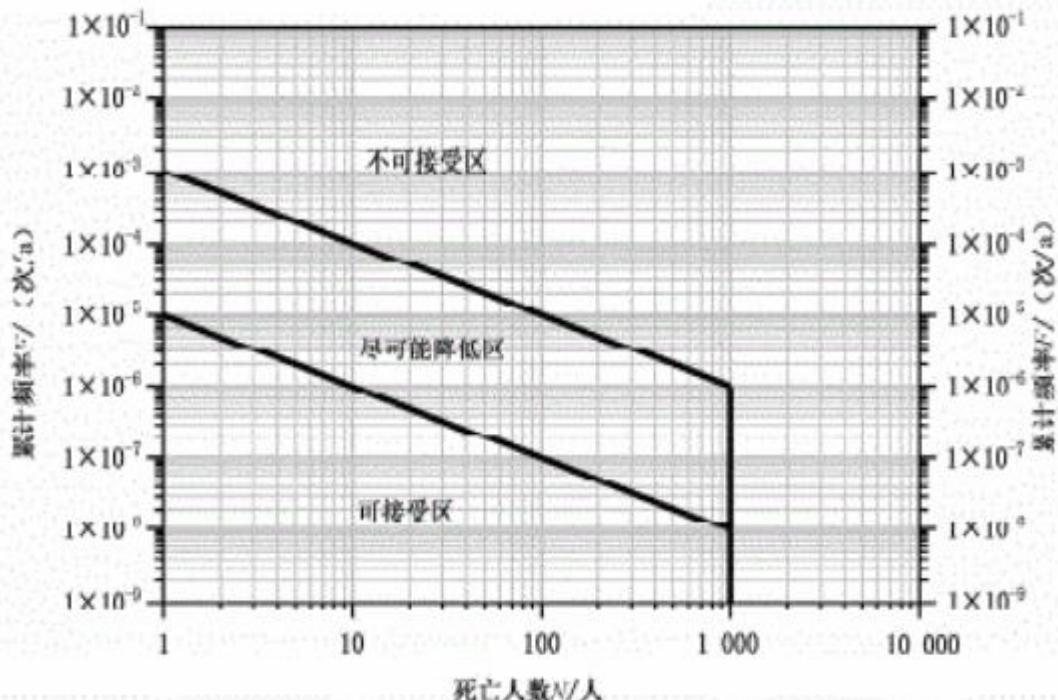
#### 1) 社会风险划分标准

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

若风险曲线进入不可接受区, 则应立即采取安全改进措施降低社会风险。

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

若社会风险曲线全部落在可接受区，则该风险可接受。

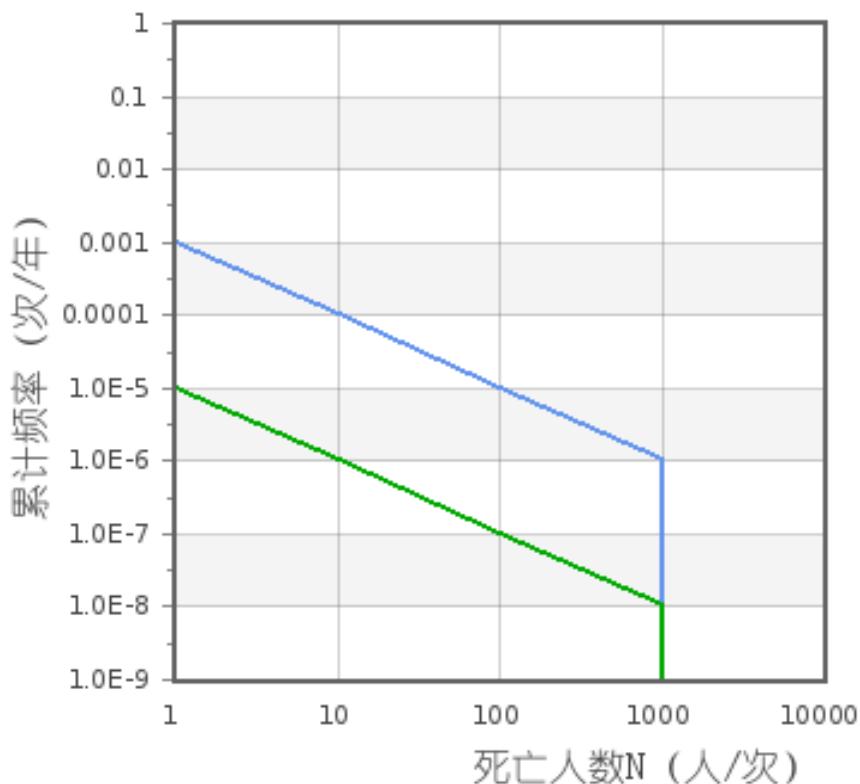


附件图 F2. 2-2 社会可接受风险标准图

## 2) 社会风险模拟结果

通过定量风险评价软件计算，等到该项目的社会风险曲线如下图。

标准名称：中国：《GB36894-2018》



附件图 F2.2-3 社会风模拟曲线图

该项目个人风险曲线内无一、二、三类目标，因此该项目的社会风险曲线值为“0”。

### F2.3 事故后果模拟

#### F2.3.1 事故后果模拟

针对低分气 PSA 提氢设施吸附塔在吸附、解析过程喷射火、蒸汽云爆炸事故，有解析气压缩机喷射火事故，进行模拟计算。

- 1) 低分气 PSA 提氢设施吸附塔在吸附过程喷射火事故后果模拟



附件图 F2. 3-1 低分气 PSA 提氢设施吸附过程喷射火事故后果模拟图

事故后果分析结果为，死亡半径：8.47m、重伤半径：10.39m、轻伤半径：15.68m、财产损失半径：9.76m。

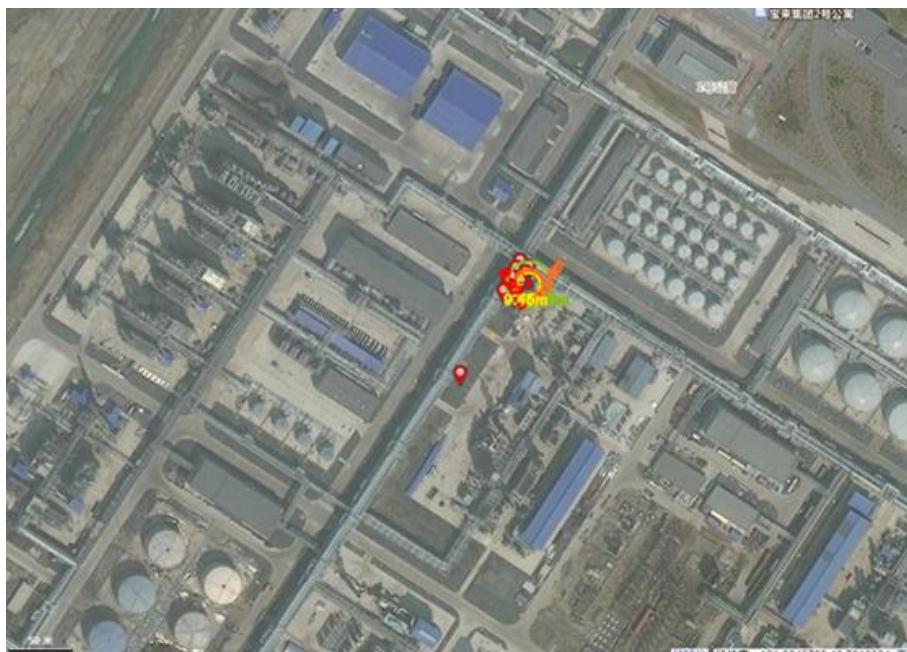
## 2) 低分气 PSA 提氢设施吸附塔在吸附过程蒸汽云爆炸事故后果模拟



附件图 F2. 3-2 低分气 PSA 提氢设施吸附过程蒸汽云爆炸事故后果模拟图

事故后果分析结果为死亡半径：1.63m，重伤半径：7.96m，轻伤半径：15.48m，财产损失半径：2.44m.

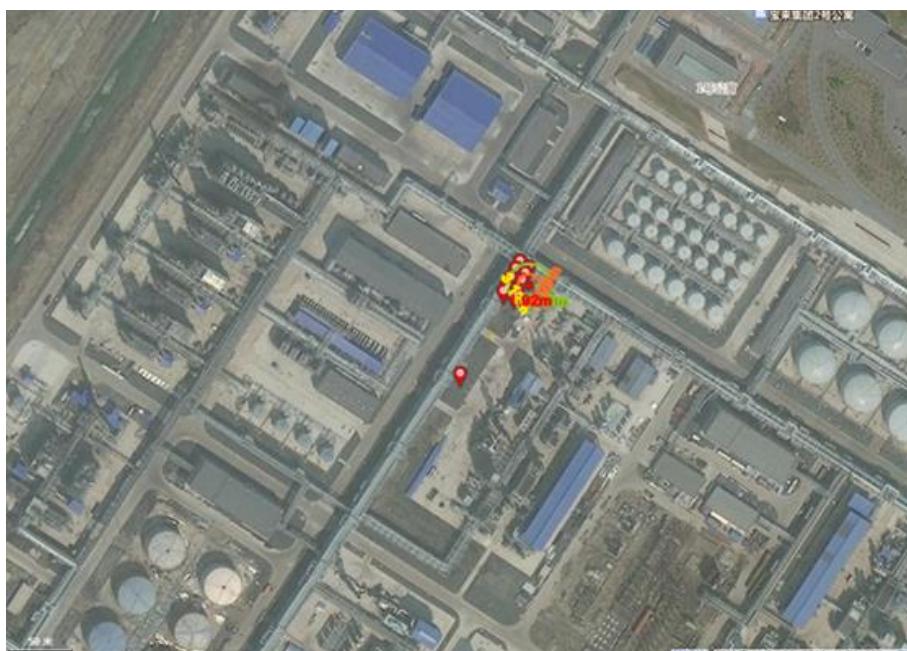
### 3) 低分气 PSA 提氢设施吸附塔在解吸过程喷射火事故后果模拟



附件图 F2. 3-3 低分气 PSA 提氢设施解吸过程喷射火事故后果模拟图

事故后果分析结果为死亡半径：死亡半径：9.97m、重伤半径：12.24m、轻伤半径：18.46m、财产损失半径：9.45m。

### 4) 低分气 PSA 提氢设施吸附塔在解吸过程蒸汽云爆炸事故后果模拟



附件图 F2. 3-4 低分气 PSA 提氢设施解吸过程蒸汽云爆炸事故后果模拟图

事故后果分析结果为死亡半径：1.92m，重伤半径：8.99m，轻伤半径：

17.48m，财产损失半径：3.12m。

### 5) 解析气压缩机喷射火事故后果模拟



附件图 F2. 3-5 解析气压缩机喷射火事故后果模拟图

事故后果分析结果死亡半径：9.64m，重伤半径：11.83m，轻伤半径：17.84m，财产损失半径：9.53m。

### F2.3.2 基于事故后果的外部防护距离

针对低分气 PSA 提氢设施吸附塔蒸汽云爆炸、喷射火等事故，解析气压  
缩机喷射火等事故后果计算外部安全防护距离。

#### 1) 吸附塔外部安全防护距离



附件图 F2. 3-9 吸附塔外部安全防护距离

低分气 PSA 提氢设施吸附塔，一级风险对应的外部安全防护距离为 32.71m，二级风险对应的外部安全防护距离为 35.03m，三级风险对应的外部安全防护距离为 36.58m。

## 2) 解吸气压缩机外部安全防护距离



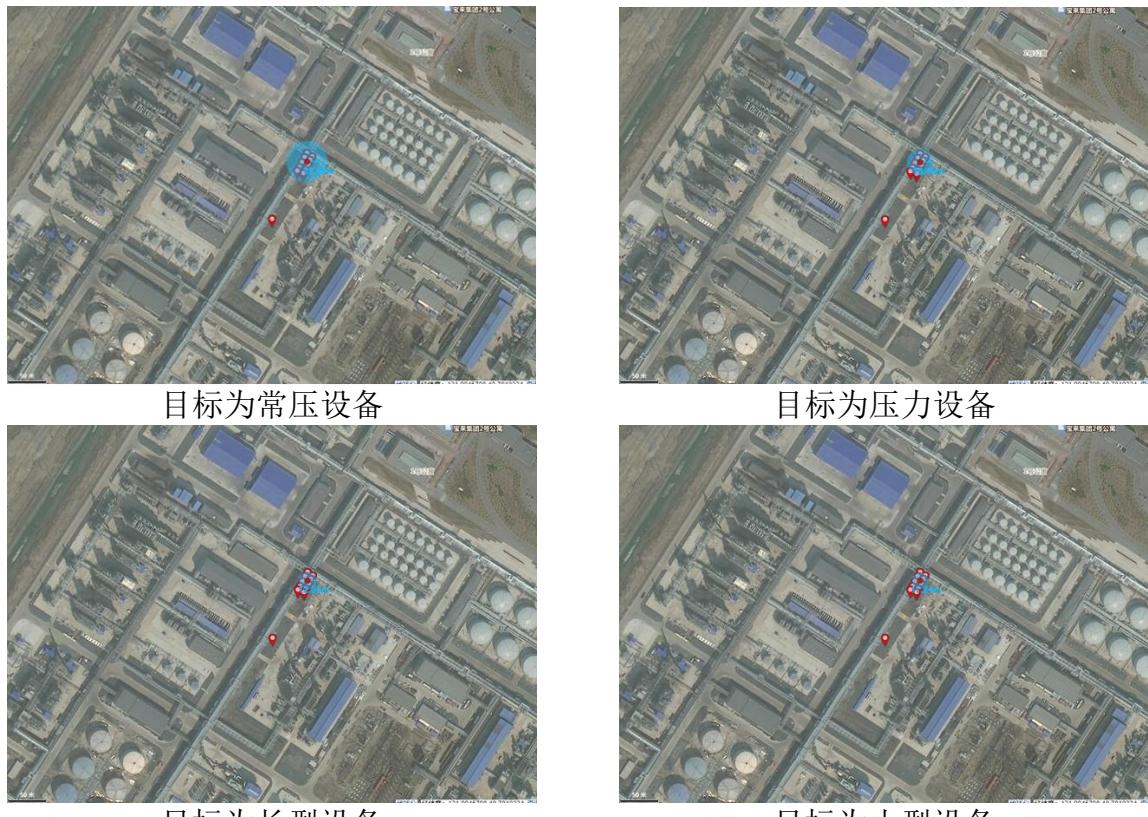
附件图 F2. 3-10 解吸气压缩机外部安全防护距离

解吸气压缩机一级风险对应的外部安全防护距离为 14.92m，二级风险

对应的外部安全防护距离为 16.47m，三级风险对应的外部安全防护距离为 18.02m。

### F2.3.3 各装置的多米诺半径模拟

#### 1) 低分气 PSA 提氢设施吸附塔多米诺半径模拟结果



附件图 F2.3-13 低分气 PSA 提氢设施吸附塔多米诺半径模拟结果

当目标装置类型为常压容器时半径为 28.9m，当目标装置类型为压力容器时半径为 18.5m，当目标装置类型为长型设备时半径为 12.4m，当目标装置类型为小型设备时半径为 11.3m。

#### 2) 解吸气压缩机多米诺半径模拟结果



目标为常压设备



目标为压力设备



目标为长型设备



目标为小型设备

附件图 F2. 3-14 解吸气压缩机多米诺半径模拟结果

当目标装置类型为常压容器时半径为 27.8m，当目标装置类型为压力容器时半径为 15.3m，当目标装置类型为长型设备时半径为 0m，当目标装置类型为小型设备时半径为 0m。

### 5) 小结

根据各装置多米诺半径模拟结果，以上设备发生事故时，均未波及外部装置设备，一般不会引发影响外部的联锁事故。但是，一旦发生重大泄漏或火灾爆炸事故，装置内各储罐、中间罐之间会产生多米诺效应，容易引起连锁事故发生。

### 6) 应采取的措施

(1) 依据《变压吸附提纯氢气系统安全要求》(GB/T42857-2023) 第 5.1.2 条，当程序控制阀等撬座上布置有多层管道和阀门时，宜采用钢格栅平台来防止形成密闭空间，防止氢气积聚。

(2) 依据《变压吸附提纯氢气系统安全要求》(GB/T42857-2023) 第

5.3.3 条，在有爆炸危险的环境内，应在易积聚氢气的位置设置氢气浓度超限报警装置，并应符合下列规定：

①当空气中氢气体积分数达 0.4%时，启动强制通风机排气；

②当空气中氢气体积分数达到 1.0%时，停车检查。

(3) 依据《变压吸附提纯氢气系统安全要求》(GB/T42857-2023) 第 5.4.2.2 条，有爆炸危险环境的电气设施选型，不应低于氢气爆炸混合物的级别、组别(II CTI)。

(4) 依据《变压吸附提纯氢气系统安全要求》(GB/T42857-2023) 第 5.5.2.1 条，变压吸附提纯氢气系统用程序控制阀应具备双向密封特性，在频繁开关、受高速气流冲刷工况下应不泄漏。

(5) 依据《变压吸附提纯氢气系统安全要求》(GB/T42857-2023) 第 5.6.2 条，应在吸附器进出口、氢气压缩机进出口、真空泵进出口、氢气储罐、仪表空气总管处设置压力传感器。

(6) 依据《变压吸附提纯氢气系统安全要求》(GB/T42857-2023) 第 5.6.3.1 条，应在吸附器(组)进口设置温度传感器。

(7) 依据《变压吸附提纯氢气系统安全要求》(GB/T42857-2023) 第 5.6.5 条，对各种程序控制阀和调节阀的阀位应设置阀门位置传感器。

## F2.4 危险化学品重大危险源辨识及重大危险源分级过程

### 1) 名词解释

危险化学品重大危险源指：长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

单元：涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分生产单元和储存单元。

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

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

## 2) 危险化学品临界量的确定方法：

在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）标准中的表 1 范围内的危险化学品，其临界量应按表 1 确定；

未在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）标准中的表 1 内的危险化学品，应依据其危险性，按《危险化学品重大危险源辨识》

（GB18218-2018）标准中的表 2 确定其临界量；若一种危险化学品具有多种危险性，应按其中最低的临界量确定。

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

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

(2) 生产单元、储存单元内存在危险化学品为多品种时，按式 2.4-1 计算，满足式 2.3-1，则定为重大危险源：

$$S = q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + q_3/Q_3 \cdots + q_n/Q_n \geq 1 \quad \text{式 2.4-1}$$

式中：S—辨识指标；

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

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

## 3) 重大危险源辨识情况

该项目低分气 PSA 提氢设施涉及危险化学品，整体划为 1 个单元，在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的辨识范围内的危险化

学品为原料低分气、产品氢气、副产 PSA 解吸气，原料低分气主要成分为氢气，原料低分气临界量按照氢气的临界量考虑，副产 PSA 解吸气也含有部分氢气，副产 PSA 解吸气临界量按照氢气的临界量考虑，此外污油按照易燃危险化学品考虑，临界量取 5000t。

其辨识过程见附件表 2.4-1。

**附件表 F2.4-1 低分气 PSA 提氢设施单元重大危险源辨识表**

序号	危险化学品名称	危险性类别	存在量 q (t)	临界量 Q (t)	q/Q	备注
1	低分气	易燃气体，类别 1	0.7	5	0.14	
2	氢气	易燃气体，类别 1	1	5	0.2	
3	PSA 解吸气	易燃气体，类别 1	5.6	5	1.12	
4	污油	易燃液体类别 3	不超过 40.5	5000	0.0081	
辨识指标 S					1.47	

低分气 PSA 提氢设施单元辨识指标 (S) 为  $1.47 > 1$ ，经辨识该单元危险化学品存在量构成重大危险源。

#### 4) 重大危险源分级情况

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》对该项目重大危险源进行分级。

##### (1) 分级指标

采用单元内各种危险化学品实际存在（在线）量与其在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中规定的临界量比值，经校正系数校正后的比值之和 R 作为分级指标。

##### (2) R 的计算方法

重大危险源的分级指标按式 2.4-2 计算。

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right) \quad \text{式 2.4-2}$$

其中式中：

R—重大危险源分级指标；

$\alpha$ —该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数；

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ —与每种危险化学品相对应的校正系数；

R、 $\alpha$ 、 $\beta$ 取值标准件附表附件表 2.4-2、附件表 2.4-3。

附件表 F2.4-2 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

危险化学品重大危险源级别	R 值
一级	$R \geq 100$
二级	$100 > R \geq 50$
三级	$50 > R \geq 10$
四级	R 小于 10

附件表 F2.4-3 校正系数  $\alpha$  取值表

厂外可能暴露人员数量	校正系数 $\alpha$
100 人以上	2.0
50 人~99 人	1.5
30 人~49 人	1.2
1~29 人	1.0
0 人	0.5

氢气、甲烷、乙烷、丙烷的危险特性为易燃液体类别 1，校正系数  $\beta$  取值为 1.5，污油为可燃液体，校正系数  $\beta$  取值为 1。

### (3) 分级结果

将附件表 2.4-1 至附件表 2.4-3 取值带入式 2.4-2，可计算危险化学品重大危险源分级结果，见附件表 2.4-4。

附件表 F2.4-4 危险化学品重大危险源分级结果

序号	危险化学品名称	危险性类别	存在量 q (t)	临界量 Q (t)	q/Q	校正系数 $\alpha$	校正系数 $\beta$	$\alpha \times \beta \times (q/Q)$	R 值
1	低分气	易燃气体，类别 1	0.7	5	0.14	2	1.5	0.42	4.39 (R < 10, 构成四危险化)

2	氢气	易燃气体,类别1	1	5	0.2		1.5	0.6	学品重大危险源)
3	PSA 解吸气	易燃气体,类别1	5.6	5	1.12		1.5	3.36	
4	污油	易燃液体类别3	不超过40.5	5000	0.0081		1	0.0162	

综上所述，低分气 PSA 提氢设施分级指标  $R=4.39 < 10$ ，构成四级危险化学品重大危险源。

## F3 依据的法律、法规、部门规章和标准

### F3.1 依据的法律、法规

- 1) 《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令〔2002〕第七十号公布,〔2009〕第十八号第一次修改,〔2014〕第十三号第二次修改,2014年12月1日起施行,中华人民共和国主席令〔2021〕第八十八号第三次修改,2021年9月1日施行)
- 2) 《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令〔2009〕第六号公布,〔2019〕第二十九号修改,2019年4月23日起施行,根据中华人民共和国主席令〔2021〕第八十一号修改,2021年4月29日起施行)
- 3) 《中华人民共和国特种设备安全法》(中华人民共和国主席令〔2014〕第四号公布,2014年1月1日起施行)
- 4) 《中华人民共和国职业病防治法》(中华人民共和国主席令〔2011〕第五十二号第一次修改重新公布,〔2016〕第四十八号第二次修改,〔2017〕第八十一号第三次修改,〔2018〕第二十四号第四次修改,自2018年12月29日起施行)
- 5) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令〔2014〕第九号修订,2015年1月1日实施)
- 6) 《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令〔2007〕第六十九号,2007年11月1日实施)
- 7) 《中华人民共和国防震减灾法》(中华人民共和国主席令〔1997〕第九十四号公布,〔2008〕第七号修改,2009年5月1日起施行)
- 8) 《建设工程安全生产管理条例》(中华人民共和国国务院令〔2003〕第393号公布,2004年2月1日起施行)
- 9) 《建设工程安全生产管理条例》(中华人民共和国国务院令〔2003〕第393号公布,2004年2月1日起施行)

- 10) 《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2011〕第 591 号修改重新公布，〔2013〕第 645 号修订，2013 年 12 月 7 日施行）
- 11) 《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〔2002〕第 352 号，2002 年 5 月 12 日实施）
- 12) 《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令〔2009〕第 549 号修正重新公布，2009 年 5 月 1 日起施行）
- 13) 《危险化学品目录》（国家安全生产监督管理局等十部门公告 2015 年第 5 号发布，应急管理部等十部门 2022 年第 8 号公告调整）
- 14) 《特种设备目录》（质检总局关于修订〔2014〕第 114 号，2014 年 10 月 30 日实施）
- 15) 《易制毒化学品管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2005〕第 445 号公布，〔2014〕第 653 号第一次修改，〔2016〕第 666 号第二次修改，〔2018〕第 703 号第三次修改，国办函〔2021〕58 号增补修正，2021 年 5 月 28 日起施行）
- 16) 《国家安全监管总局关于印发〈危险化学品建设项目安全设施目录（试行）〉》（安监总危化〔2007〕225 号）
- 17) 《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）
- 18) 《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号，2010 年 7 月 19 日）
- 19) 《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）
- 20) 《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）
- 21) 《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)

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

23) 《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)

24) 《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)

25) 《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》(安监总厅管三〔2011〕142 号)

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

27) 《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)

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

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

30) 《生产安全事故罚款处罚规定》(中华人民共和国应急管理部令第 14 号, 自 2024 年 3 月 1 日起施行)

31) 《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)

32) 《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)

33) 《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)

34) 《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录(2015年第一批)的通知》(安监总科技〔2015〕75号)

35) 《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录(2016年)的通知》(安监总科技〔2016〕137号)

36) 《推广先进与淘汰落后安全技术装备目录(第二批)》(国家安全生产监督管理总局 科学技术部 工业和信息化部公告〔2017〕第19号)

37) 《应急管理部办公厅关于印发〈淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录(第一批)〉的通知》(应急厅〔2020〕38号)

38) 《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)

39) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(国家发展改革委令第7号公布,自2024年2月1日起施行)

40) 《辽宁省建设项目安全设施监督管理办法》(辽宁省人民政府令〔2009〕第229号公布,〔2017〕第312号修改,〔2021〕第341号修正,自2021年5月18日起施行)

41) 《辽宁省企业安全生产主体责任规定》(辽宁省人民政府令〔2011〕第264号公布,〔2013〕第286号第一次修改,〔2017〕第311号第二次修改,辽宁省第十三届人民政府第118次常务会议审议通过修改,自2021年4月28日起施行)

42) 《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)

43) 《生产安全事故应急条例》(国务院令〔2019〕第708号,自

2019 年 4 月 1 日起施行)

### F3.2 标准、规范

- 1) 《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB50160-2008)
- 2) 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)
- 3) 《化工企业总图运输设计规范》(GB50489-2009)
- 4) 《石油化工工厂布置设计规范》(GB50984-2014)
- 5) 《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)
- 6) 《消防设施通用规范》(GB55036-2022)
- 7) 《建筑防火通用规范》(GB55037-2022)
- 8) 《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)
- 9) 《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)
- 10) 《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)
- 11) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- 12) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)
- 13) 《防止静电事故通用导则》(GB12158-2006)
- 14) 《低压配电设计规范》(GB50054-2011)
- 15) 《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T13955-2017)
- 16) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)
- 17) 《建筑抗震设计规范(2016年版)》(GB50011-2010)
- 18) 《石油化工建(构)筑物抗震设防分类标准》(GB50453-2008)
- 19) 《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018)
- 20) 《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T50065-2011)
- 21) 《建筑照明设计标准》(GB50034-2013)
- 22) 《用电安全导则》(GB/T13869-2017)
- 23) 《变压吸附提纯氢气系统安全要求》(GB/T42857-2023)

- 24) 《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T50770-2013)
- 25) 《石油化工仪表供电设计规范》(SH/T3082-2019)
- 26) 《石油化工仪表供气设计规范》(SH/T3020-2013)
- 27) 《石油化工仪表接地设计规范》(SH/T3081-2019)
- 28) 《石油化工仪表系统防雷设计规范》(SH/T3164-2021)
- 29) 《石油化工装置防雷设计规范(2022 版)》(GB50650-2011)
- 30) 《石油化工装置电力设计规范》(SH/T3038-2017)
- 31) 《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》(GB4053.1-2009)
- 32) 《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》(GB4053.2-2009)
- 33) 《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》(GB4053.3-2009)
- 34) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB7231-2003)
- 35) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》(GB4387-2008)
- 36) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2015)
- 37) 《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)
- 38) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008)
- 39) 《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)
- 40) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T50493-2019)
- 41) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)
- 42) 《化学品分类和危险性公示通则》(GB13690-2009)
- 43) 《易燃易爆性商品储存养护技术条件》(GB17914-2013)
- 44) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)

- 45) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)
- 46) 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》(GB30077-2023)
- 47) 《毒害性商品储存养护技术条件》(GB17916-2013)
- 48) 《石油化工循环水场设计规范》(GB/T50746-2012)
- 49) 《石油化工建筑物抗爆设计标准》(GB/T50779-2022)
- 50) 《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011)
- 51) 《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013)
- 52) 《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG21-2016)
- 53) 《压力管道安全技术监察规程-工业管道》(TSGD0001-2009)
- 54) 《石油化工控制室设计规范》(SH/T3006-2024)
- 55) 《石油化工静电接地设计规范》(SH/T3097-2017)
- 56) 《石油化工企业职业安全卫生设计规范》(SH/T3047-2021)
- 57) 《石油化工工艺装置布置设计规范》(SH3011-2011)
- 58) 《石油化工仪表供电设计规范》(SH/T3082-2019)
- 59) 《化工企业安全卫生设计规定》(HG20571-2014)
- 60) 《化工采暖通风与空气调节设计规范》(HG/T20698-2009)

### F3.3 相关文件

- 1) 《盘锦北方沥青燃料有限公司低分气 PSA 提氢项目可行性研究报告》  
(洛阳瑞泽石化工程有限公司) 2024. 02
- 2) 盘锦北方沥青燃料有限公司与大连天籟安全管理技术有限公司  
签订的《技术咨询合同》
- 3) 盘锦北方沥青燃料有限公司提供的其他材料

## F4 收集的文件、资料目录

F4. 1 项目备案文件

F4. 2 行政处罚决定书

F4. 3 区域布置图

F4. 4 总平面图布置图

F4. 5 工艺流程图