

APBG - 077 - 2020

平罗县阳光焦化有限公司

合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改升级项目

安全评价报告

建设单位：平罗县阳光焦化有限公司

建设单位法定代表人：司全义

建设项目单位：平罗县阳光焦化有限公司

建设项目单位主要负责人：牛永祥

建设项目单位联系人：牛永祥

建设项目单位联系电话：13895469689

2021年03月19日

此件按照应急管理部部长令要求，仅限于企业内部使用，挪作他用一律无效。

平罗县阳光焦化有限公司

合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改升级项目

安全评价报告

机构名称：宁夏安普安全技术咨询有限公司

资质证书编号：APJ（宁）-004

法定代表人：白军普

审核定稿人：田 辉

评价负责人：王继滕

评价机构联系电话：0951-2010189

2021年03月19日

此件按照应急管理局1号令要求，仅限企业内部公开使用，挪作他用一律无效。

前言

根据《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令[2014]第 13 号）和《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，根据安监总局令第 79 号修改）等有关规定，对危险化学品生产经营单位建设项目进行安全评价是加强安全管理，做好事故预防工作的重要措施之一。受平罗县阳光焦化有限公司的委托，我公司对平罗县阳光焦化有限公司合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改升级项目（以下简称该项目）进行安全评价。

本报告依据《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（安监总危化[2007]255 号）进行编制。主要内容包括：安全评价工作经过，建设项目概况，主要危险、有害因素的辨识结果及依据说明，安全评价单元的划分结果及理由说明，采用的安全评价方法及理由说明，定性、定量分析危险、有害因素的结果，建设项目安全条件分析结果，主要技术、工艺和装置、设备、设施的安全可靠性，安全对策措施与建议，安全评价结论，与建设单位交换意见的情况结果及安全评价报告附件（具体的评价过程）十二个部分组成。

该项目 2019 年 12 月 30 日经宁夏平罗工业园区管理委员会备案，取得宁夏回族自治区企业投资项目备案证（项目代码：2018-640221-25-03-000513）；该项目可行性研究报告由成都新能联工程技术有限公司编制。

根据《产业结构调整目录（2019 年本）》，该项目不属于限制类和淘汰类，符合国家的产业政策。

本报告可作为该项目设计、建设和投产后安全管理工作的主要依据，同时也可作为安全生产监督管理部门对该项目的“三同时”工作实施监督管理的重要内容之一。

宁夏安普安全技术咨询有限公司

2021 年 03 月 19 日

非常用的术语、符号和代号说明

1、化学品

指各种化学元素、由元素组成的化合物及其混合物，包括天然的或者人造的。

2、危险化学品

指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。

3、目录序号

“目录序号”是指《危险化学品目录》中化学品的顺序号。

4、临界量

某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量。

5、（危险化学品）单元

涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元。

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

储存单元：用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以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。

6、危险化学品重大危险源

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。

7、时间加权平均容许浓度 PC-TWA

以时间为权数规定的 8h 工作日、40h 工作周的平均容许接触浓度。

8、短间接接触容许浓度 PC-STEL

此件按照应急管理厅公告，仅限在网上下载使用，不得作他用，一单无效。

在遵守 PC-TWA 前提下容许短时间（15min）接触的浓度。

9、最高容许浓度 maximum allowable concentration, MAC

工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质均不应超过的浓度。

10、CAS 号

“CAS 号”是指美国化学文摘社对化学品的唯一登记号。

11、闪点

在规定的实验条件下，可燃性液体或固体表面产生的蒸汽与空气形成的混合物，遇火源能够闪燃的液体或固体的最低温度。

12、爆炸下限

可燃的蒸汽、气体或粉尘与空气组成的混合物，遇火源即能发生爆炸的最低浓度。

12、新建项目

指拟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）拟建与现有生产、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。

13、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内以及预防、减少、消除危害所配备的装置（设备）和采取的措施。

14、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、运输、废弃危险化学品的处置或者处理等场所。

15、防火间距

防止着火建筑在一定时间内引燃相邻建筑，便于消防扑救的间隔距离。

此件按照应急管理部和生态环境部有关规定，仅限内部公开使用，挪作他用一律无效。

16、安全评价单元

根据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。

17、DCS

DCS 是分散控制系统(Distributed Control System)的简称，国内一般习惯称为集散控制系统。它是一个由过程控制级和过程监控级组成的以通信网络为纽带的多级计算机系统，综合了计算机(Computer)、通讯(Communication)、显示(CRT)和控制(Control)等 4C 技术，其基本思想是分散控制、集中操作、分级管理、配置灵活、组态方便。

18、UPS

UPS (Uninterruptible Power System)，即不间断电源，是一种含有储能装置，以逆变器为主要组成部分的恒压恒频的不间断电源。主要用于给单台计算机、计算机网络系统或其它电力电子设备提供不间断的电力供应。

19、SNG (Synthetic natural gas) 合成天然气。

20、CNG (Copedred natural gas) 压缩天然气。

21、LNG (Liquefied natural gas) 液化天然气。

此件按照原图扫描，如有不妥，请予指正，挪作他用一律无效。

目 录

1 安全评价工作经过	1
1.1 评价目的	1
1.2 前期准备情况	1
1.3 评价对象及范围	1
1.4 评价工作经过和程序	2
2 建设项目概况	3
2.1 建设单位简介	3
2.2 建设项目概况	3
2.2.1 拟采用的主要工艺技术和国内、外同类建设项目水平的对比	4
2.2.2 拟建厂址、占地面积、规模及投资情况	10
2.2.3 总平面布置和功能划分	12
2.2.4 主要原辅材料名称、数量和储存情况	16
2.2.5 建设项目工艺流程、主要装置（设备）和设施的布局及其上下游生产装置的关系	17
2.2.6 建设项目配套和辅助工程名称、能力、介质来源	24
2.2.7 建设项目主要装置（设备）和设施名称、型号（规格）、材质、数量和主要特种设备	35
2.2.8 组织机构及定员	37
2.2.9 安全投入及主要技术经济指标	39
3 主要危险、有害因素的辨识结果及依据说明	41
3.1 危险物质的辨识结果及依据	41
3.1.1 辨识依据	41
3.1.2 辨识结果	41
3.2 危险化学品包装、储存、运输的技术要求及信息来源	43
3.3 易制毒化学品、易制爆、剧毒、高毒化学品辨识结果及依据	45
3.4 淘汰产品辨识结果及依据	46
3.5 重点监管、特别管控的危险化学品辨识结果及依据	45
3.6 重点监管的危险化工工艺辨识结果及依据	46
3.7 危险、有害因素的辨识结果及依据	46
3.8 危险有害因素的分布	47

3.8.1 可能造成爆炸、火灾、中毒、灼烫事故的危险因素及其分布	47
3.8.2 可能造成作业人员伤亡的其它事故的危险、有害因素及其分布	47
3.9 爆炸危险区域的划分	48
3.10 危险化学品重大危险源辨识结果	49
3.10.1 依据《危险化学品重大危险源辨识》的辨识结果	49
3.10.2 重大危险源分级结果及拟采取的措施	49
4 安全评价单元的划分结果及理由说明	51
4.1 评价单元划分依据	51
4.2 评价单元的划分结果	51
5 采用的安全评价方法及理由说明	52
5.1 各单元采用的评价方法	52
5.2 采用评价方法的理由说明	52
6 定性、定量分析危险、有害程度的结果	54
6.1 固有危险程度的分析结果	54
6.1.1 安全检查表法评价结果	54
6.1.2 预先危险分析法评价结果	55
6.1.3 危险化学品的数量及分布	56
6.1.4 作业场所固有危险程度定量分析结果	56
6.2 风险程度的分析结果	57
6.2.1 危险化学品泄漏可能性	57
6.2.2 爆炸、火灾事故的发生条件	58
6.2.3 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围	58
6.2.4 危险化学品重大危险源个人风险及社会风险分析	58
6.3 事故案例分析	58
6.3.1 液化天然气储罐泄漏	58
6.3.2 陕西榆林 12.7 液化天然气泄漏事故	60
7 建设项目安全条件分析结果	62
7.1 建设项目的情况	62
7.1.1 建设项目人员伤亡范围内周边 24h 生产经营活动和居民生活的情况	62
7.1.2 建设项目所在地的自然条件	62

7.1.3 建设项目中危险化学品生产装置和储存数量构成重大危险源的储存设施与重要场所、区域的距离	64
7.2 建设项目的安全条件	66
7.2.1 建设项目与国家和当地政府产业政策与布局的符合性	66
7.2.2 建设项目与当地规划区域规划的符合性	66
7.2.3 建设项目选址与标准、规范的符合性	67
7.2.4 建设项目对周边生产、经营活动和居民生活的影响	67
7.2.5 建设项目周边生产、经营活动和居民生活情况对建设项目投入生产后的影响	69
8 主要技术、工艺和装置、设备、设施的安全可靠性	71
8.1 工艺技术、设备设施及其安全可靠性分析结果	71
8.2 工艺、设备与危险化学品生产、储存过程的匹配性	71
8.2.1 生产装置	71
8.2.2 储存系统	72
8.3 公用工程和辅助设施的安全可靠性	72
8.3.1 原料保证	72
8.3.2 安全供电	72
8.3.3 给排水	72
8.3.4 空压制氮装置	73
8.3.5 自动控制及仪表	73
9 安全对策措施与建议	74
9.1 《可研》拟选择的安全对策及建议	74
9.2 选址及总平面布置方面的安全对策及建议	75
9.3 主要技术、工艺和装置、设备、设施方面的安全对策及建议	75
9.4 危险化学品生产或储存过程及辅助工程的安全对策及建议	81
9.5 事故应急救援措施和器材、设备	85
9.6 安全管理	87
9.7 危险化学品重大危险源相关建议	90
9.8 其他建议	96
10 安全评价结论	98

10.1 评价结果	98
10.1.1 危险、有害因素的评价结果	98
10.1.2 应重点防范的重大危险、有害因素	98
10.1.3 安全条件的评价结果	99
10.1.4 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全性评价结果	99
10.1.5 重点监控危险化学品的评价结果	100
10.1.6 应重视的安全对策措施建议	100
10.2 评价结论	101
10.2.1 危险有害因素采取对策措施后的受控程度	101
10.2.2 建设项目法律法规的符合性	101
11 与建设单位交换意见的情况结果	103
附件 A 物质特性表	104
附件 B 危险、有害因素的辨识及分析过程	111
B.1 危险、有害因素的分析	111
B.1.1 项目选址与总平面布置危险、有害因素分析	111
B.1.2 生产系统中危险因素的辨识及分析	111
B.1.3 储运主要危险因素分析	113
B.1.4 公用工程危险因素辨识	116
B.1.5 人的因素和管理因素分析	123
B.1.6 其他危险因素的分析	127
B.1.7 有害因素分析	131
B.2 危险化学品重大危险源辨识	134
B.2.1 危险化学品重大危险源辨识过程	134
B.2.2 危险化学品重大危险源分级	135
B.2.3 个人风险和社会风险计算	136
附件 C 评价单元的划分和评价方法的选择	143
C.1 评价单元的划分和评价单元简介	143
C.1.1 评价单元的划分	143
C.1.2 评价单元简介	143
C.2 评价方法的选择及评价方法简介	144
C.2.1 安全检查表法（SCL）	144

C.2.2 预先危险分析法（PHA）	145
C.2.3 危险度评价法（PHA）	145
附件 D 定性、定量分析危险、有害程度的过程	147
D.1 固有危险程度的分析过程	147
D.1.1 危险化学品的数量及分布	147
D.1.2 具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量	147
D.1.3 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量	148
D.2 各单元定性、定量评价过程	148
D.2.1 项目选址及周边环境单元	148
D.2.2 平面布局及建（构）筑物单元	152
D.2.3 生产装置单元	157
D.2.4 储运单元	163
D.2.5 公用工程及辅助设施单元	169
D.2.6 特种设备单元	179
D.2.7 消防单元	182
D.2.8 安全管理单元	187
D.3 事故后果模拟分析	190
附件 E 安全评价依据	194
E.1 法律	194
E.2 行政法规	194
E.3 地方法规、规章及规范性文件	195
E.4 部门规章及规范性文件	196
E.5 国家标准、规范	199
E.6 行业标准、规范	202
E.7 建设项目资料	203
附录	204

1 安全评价工作经过

1.1 评价目的

该项目安全评价的目的主要有：

- (1) 贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，为该项目的工程设计提供科学依据，以利于提高建设项目的本质安全程度；
- (2) 分析该项目运行过程中存在的主要危险、有害因素，对该项目的固有危险、有害因素进行定性或定量的评价，对其控制手段进行分析，为该项目投产后安全管理实现系统化、标准化和科学化提供依据和条件；
- (3) 为应急管理部门实施监察、管理提供依据。报告的分析、评价结论和对策措施可为应急管理部门审批建设工程的安全设施设计提供依据。

1.2 前期准备情况

在安全评价委托书签订后，我们即开始了安全评价工作。

- (1) 成立了安全评价工作组，仔细研究了该项目的《可行性研究报告》；
- (2) 根据研究结果与建设单位共同协商确定了评价范围和评价对象；
- (3) 收集该项目安全评价所需的各种文件、资料和数据。

1.3 评价对象及范围

本次评价对象为平罗县阳光焦化有限公司合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改升级项目。

本次安全评价范围主要包括：年产液化气（LNG）3500万Nm³生产装置和年副产氢气1500万Nm³生产装置。为生产装置配套的辅助设施：2500m³LNG储罐、两台LNG装车臂和两台氢气加气柱。

该项目原料（SNG和富氢气）依托平罗县阳光焦化有限公司10000Nm³焦炉煤气甲烷化制合成天然气（SNG/CNG）建设项目，原料生产不在本次评价范围；办公生活楼、检维修人员和设施依托公司原有，职业病危害预评价委托宁夏东瑞国环检测有限公司对其进行评价，以上不在本次评价范围。

1.4 评价工作经过和程序

平罗县阳光焦化有限公司委托宁夏安普安全技术咨询有限公司对该项目进行安全评价工作，并签订了安全评价技术服务合同。我公司成立评价组，收集有关评价资料，并赴现场对项目厂址、周边环境进行实地考察，请该公司有关人员介绍项目相关的情况。

在评价过程中，评价组成员认真分析整理企业提供的以及现场收集的相关资料，对该项目存在的危险有害因素进行了辨识，按照划分的评价单元对该项目存在的固有危险程度进行了定性、定量评价，并对该项目的风险程度进行了分析，提出有针对性的安全对策措施与建议，并与建设单位交换了意见，在此基础上作出安全评价结论。安全评价工作过程和评价程序详见图 1.4-1。

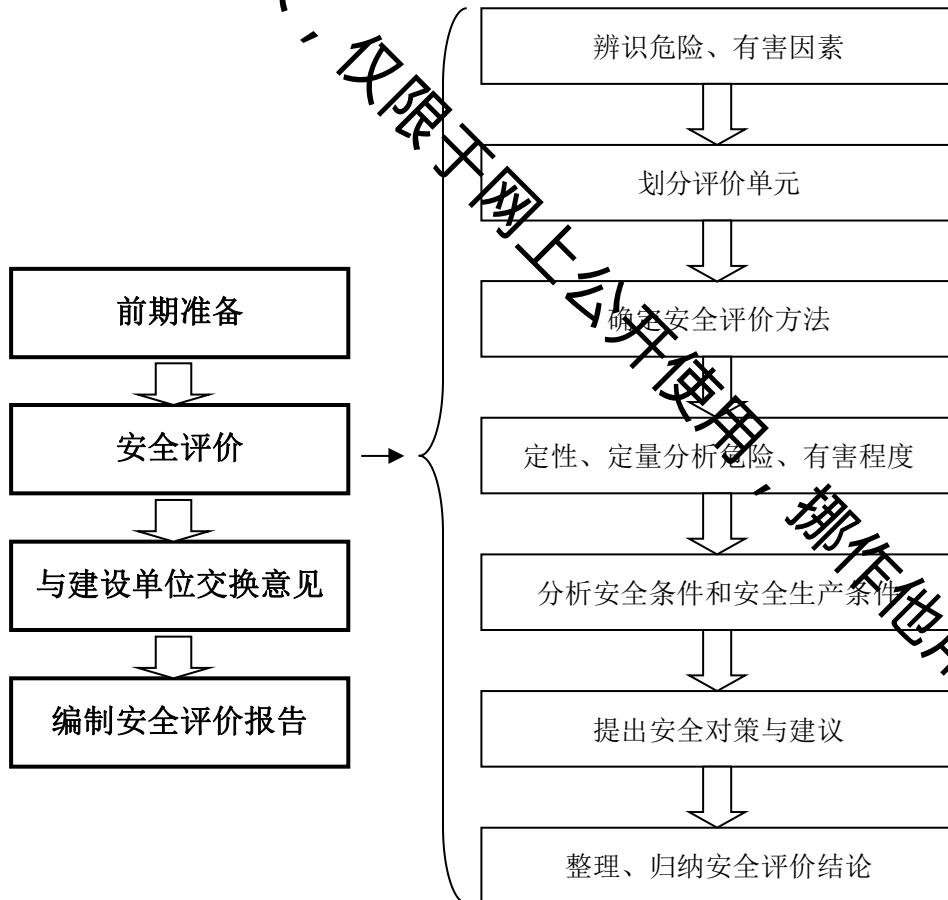


图 1.4-1 安全评价工作框图

2 建设项目概况

2.1 建设单位简介

平罗县阳光焦化有限公司于 2002 年 11 月 08 日在平罗县市场监督管理局注册成立，公司住所：宁夏平罗工业园区平西路 168 号。

平罗县阳光焦化有限公司是平罗县太沙工业园区建立的民营骨干企业，该项目位于石嘴山平罗工业园平罗县阳光焦化有限公司厂区内，109、110 国道、中高速公路、包兰铁路横穿南北，交通较为便利。公司占地 26 万 m²，公司现有员工 430 余人，其中技术人员 30 人，注册资本金 7310 万元。公司自 2002 年成立以来，从原有年产 10t 小焦炉起家，发展到今天现已形成固定资产投资 4.5 亿元，年产冶金焦 90 万 t、洗精煤 120 万 t、焦油 4.5 万 t、粗苯 1.2 万 t、碳铵 0.5 万 t、片碱 30 万 t 的生产规模。

2.2 建设项目概况

项目名称：合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改升级项目

项目建设性质：技术改造项目

建设单位：平罗县阳光焦化有限公司（以下简称该公司）

项目建设地点：石嘴山市平罗县城关镇

项目总投资：6345.77 万元

该项目于 2019 年 12 月 30 日经宁夏平罗工业园区管理委员会备案，取得宁夏回族自治区企业投资项目备案证（项目代码：2018-640221-27-03-000513）；该项目可行性研究报告由成都新能联工程技术有限公司编制。

项目建设内容：PSA 变压吸附设施、压缩机设备、液化冷箱系统、液化器、制冷缓冲罐及储罐、LNG 储罐、充装系统等以及配套建设水、电、暖、消防系统以及钢结构设施等配套公用工程。

表 2.2-1 项目内容组成一览表

项目组成	建设内容	备注
生产装置	3500 万 Nm ³ /年液化天然气生产装置	新建
	1500 万 Nm ³ /年副产氢气生产装置	新建

储运系统	储罐区：1座 2500m ³ 的 LNG 单容储罐	新建	
	LNG 和氢气充装区：2台 LNG 装车臂和 2台氢气加气柱	新建	
生产装置原料	该公司 10000Nm ³ /h 焦炉煤气甲烷化制合成天然气(SNG/CNG)建设项目产品 SNG 通过管道输送至该项目作为 LNG 和氢气原料	依托	
储存设施	制冷剂储存： 该项目设有丙烷、异戊烷和乙烯储罐各 1 座	新建	
	副产品： 该项目副产品为氢气，根据市场需求间接性生产，不涉及储存，设有 1 座缓冲罐	新建	
	产品储存： 该项目产品为 LNG，储存于该项目拟建 LNG 储罐	新建	
公用工程	供水	该项目给水水源依托该公司焦化厂供水水源	依托
	排水	该项目生产装置区、LNG 储罐等产生的污水依托该公司现有污水处理设施统一处理	依托
		当发生事故时，事故消防水、事故物料泄漏、设备冲洗水、雨水等通过管网收集到该公司已建 3500m ³ 事故水池	依托
	循环水系统	该项目循环水依托该公司原厂循环水站，原厂循环水供水能力 1400m ³ /h，原厂实际使用 800m ³ /h，该项目设计循环水用量 200m ³ /h	依托
	消防水系统	该项目消防依托公司厂内现有消防水系统。	依托
	供电	该项目供电依托该公司 10000Nm ³ /h 焦炉煤气甲烷化制合成天然气（SNG/CNG）建设项目 10kV 单母线分段配电系统和 0.38kV 低压配电系统，拟新增 3 台 10kV 开关柜为 10kV 高压电机供电，0.38kV 电压变配电室，拟新增 3 台低压配电柜为该项目低压负荷供电	依托新建
	供气	该项目仪表空气依托原厂 1800Nm ³ /h 空压站提供，该项目仪表空气用量为 80m ³ /h；该项目氮气拟用量 50m ³ /h，依托原厂 150m ³ /h 制氮站，原厂正常氮气用量 80m ³ /h	依托
辅助设施	检维修	该项目检维修依托该公司现有检维修设施、人员	依托
	办公生活楼	办公楼、职工宿舍、餐厅、浴室、厕所等依托公司厂区已建设施	依托

2.2.1 拟采用的主要工艺技术和国内、外向类建设项目水平的对比

2.2.1.1 液化工艺技术方案

(1) 压缩

常用的压缩机包括往复压缩机、离心压缩机、螺杆压缩机。表 2.2-2 为三种压缩机的比较。

表 2.2-2 压缩机比较表

项目	往复压缩机	离心压缩机	螺杆压缩机
对原料气净化度要求	高	非常高	低
运行可靠性	中	高	高
价格	低	高	较高
国内产品成熟度	成熟	成熟	成熟

天然气及氢气组成简单，综合考虑该项目冷剂压缩机拟采用离心压缩机、天然气压缩机和氢气压缩机拟采用往复式压缩机。

（2）液化

成熟的制冷工艺主要有以下三种：氮膨胀机制冷循环工艺、阶式制冷循环工艺和混合制冷循环（MRC）工艺。

氮膨胀制冷循环工艺：利用透平膨胀机制冷原理，以氮气为介质，进行密闭循环制冷，该工艺的主要优点是利用天然气本身压力进行制冷，装置能耗低，设备台数少，投资少；主要缺点是效率低，液化率低，对天然气的压力有较高要求。

阶式制冷循环工艺：是用丙烷（或丙烯）、乙烷（或乙烯）、甲烷（或氮气）等纯制冷剂进行的三级制冷，使天然气在多个温度等级的制冷剂中与相应的制冷剂换热，从而使其冷却发生相变。阶式制冷能耗低，且工艺操作灵活，开停车快捷，易于初期开车投产。其缺点是需要三个大型循环压缩机，以及相当数量的冷换设备；流程长、设备多、控制复杂等，适用于超大型的天然气液化装置。

混合制冷循环（MRC）工艺：是以多组分的混合制冷剂（ N_2 和 $C_1 \sim C_5$ 的混合物）取代传统的单一组分的制冷剂，大大简化了制冷单元，提高了操作可靠性、灵活性，强化系统的能量利用，从而实现低能耗、低投资的目的。此流程简单，效率高，适用于各种规模的 LNG 生产。

三种工艺的技术经济比较

将阶式制冷循环的能耗设定为 1，各种制冷循环比较见表 2.2-3 所列，各种制冷循环的特性比较见表 2.2-4。

表 2.2-3 各种制冷循环效率比较

制冷工艺	与阶式制冷的相对能耗
阶式制冷循环	1.00
混合制冷剂制冷循环	1.25
R22 预冷 N_2 - CH_4 膨胀制冷循环	1.70

表 2.2-4 各种制冷循环特性比较

指标	阶式制冷	混合冷剂	膨胀制冷
效率	高	中	低
复杂程度	高	中	低

指标	阶式制冷	混合冷剂	膨胀制冷
换热器类型	板翅式	板翅式或绕管式	板翅式
换热器面积	小	大	小
适应性	高	中	中

综上所述：该项目液化工艺拟采用较为普遍，能耗及投资合理的MRC制冷液化工艺。

2.2.1.2 制氢工艺技术方

该项目产品氢气为焦炉煤气甲烷化后剩余氢气提纯利用，氢气的分离提纯常用方法有以下几种：

(1) 膜分离技术

膜分离法以选择性透过膜为介质，在电位差，压力差，浓度差等推动下，有选择的透过膜，从而达到分离提纯的目的。

①钯膜扩散法：在常温下氢分子在钯膜一侧离解成氢原子，溶于钯并扩散到另一侧，然后结合成分子。经一级分离可得到99.99~99.9999%纯度的氢。

钯合金纯化工艺，对原料气中的氧、水、重烃、硫化氢、烯烃等的含量要求很严，氧会在钯合金膜表面发生氧化催化反应，反应产生的大量热使扩散室中钯合金膜局部过热受损，水、硫化氢、烯烃、重烃会使钯合金表面重毒，氢气进入钯膜之前，氧降至0.1PPm，水和其它杂质量降到1PPm以下。钯膜的渗透压力，通常膜前1.4~3.45MPa，膜后压力148~690KPa。由于钯属于贵金属，本法适于较小规模且对氢气纯度要求很高的场合使用。

②有机中空纤维膜扩散法，有聚砜、聚酰亚胺，聚碳酸酯等。

③中空纤维膜分离回收氢装置应用的最广，从合成氨弛放气，中酩厂放空气和石油炼制过程的各种尾气。采用有机中空纤维膜分离工艺，可以利用放空尾气的自身压力，以膜两侧的分压差为推动力。

氨厂尾气引入膜组件之前，必须作脱氨处理。氨含量降至200PPm以下。防止膜被氨溶胀而损坏。

(2) 低温分离

①低温冷疑：基于氢与其它气体沸点差异大的原理，在操作温度下，使

除氢以外所有高沸点组分冷凝为液体的分离方法, 适合氢含量 30~80% 的原料气回收氢, 产氢纯度 90~98%。

②低温吸附: 从电解氢或纯度为 99.9% 的工业原料氢气, 可以制取纯度为 99.999~99.9999% 的高纯氢和超纯氢。

一般用两塔流, 一塔吸附, 另一塔再生、周期定时切换, 连续工作。

(3) 变压吸附: 工艺流程简单、自动化程度高、操作维修费用低、产品纯度可调性强。一次分离同时去除多种杂质组分的优点。

变压吸附 (PSA) 技术是以特定的吸附剂 (多孔固体物质) 内部表面对气体分子的物理吸附为基础, 利用吸附剂在相同压力下易吸附高沸点组分、不易吸附低沸点组分和高压下吸附量增加、低压下吸附量减少的特性, 将原料气在一定压力下通过吸附床, 相对于氢的高沸点杂质组分被选择性吸附, 低沸点的氢气不易被吸附而穿过吸附床, 达到氢和杂质组分的分离。

综合该项目整体设计考虑, 该项目氢气分离提纯拟采用变压吸附技术。

2.2.1.3 同类生产装置的运行情况

云南华鑫能源开发有限公司 20000Nm³/h 项目自 2013 年 4 月试车并一次投入运行, 成为国内首套配套 100 万吨焦化产能且正在连续运行的工业化装置。该装置可同时生产 LNG、SNG 两种产品, 具有较大的操作弹性, 运行安全可靠的特点。该企业自试生产以来, 未发生过安全生产事故, 设备运行状况良好。

山东东阿阳光清洁能源有限公司 10000Nm³/h 焦炉煤气生产 LNG 并联产氢气项目, 山东雷奥新能源有限公司 27000Nm³/h 焦炉煤气生产 LNG 并联产氢气项目, 山东中泰煤化集团 30000Nm³/h 焦炉煤气生产 SNG 并联产氢气项目, 其中山东东阿阳光清洁能源有限公司已连续安全运行 5 年以上, 济宁宝钢气体有限公司 30000Nm³/h 焦炉煤气制氢及清洁燃气项目配套氢气 15000Nm³/h 运行三年以上; 上述装置自投产以来, 未发生过安全生产事故, 设备运行状况良好。

2.2.1.4 该项目建设意义

(1) 项目背景

该公司已建装置焦炉煤气甲烷化生产天然气（SNG），SNG 现进入平罗县燃气管网供居民生活使用。但居民燃气存在以下缺点：燃气使用为间断性；燃气使用为波段性；燃气使用受季节影响较大。因此已建装置受下游用户燃气需求的影响开工率低，生产负荷变化大，使得原装置高耗能、经济效益差。所以为响应国家环保政策和更好的利用这一焦炉煤气资源，公司在充分调研的基础上选择将焦炉煤气甲烷化后的 SNG 生产 LNG 联产氢气的工艺方案。该项目拟采用一系列先进、成熟、可靠技术生产 LNG 并联产氢气。

焦炉煤气是生产焦炭过程中的副产气体，每吨焦炭产焦炉煤气约 490Nm³，主要成分：氢气（60%）和甲烷（25%），以及 CO、CO₂ 等组分。

我国是焦化产能大国，焦炭产能居世界第一位。截止 2012 年 12 月，全国焦化产能已经达到 4 亿吨以上，富余焦炉煤气 880 亿 m³ 以上，由于技术瓶颈及市场导向原因，多用于发电或者作为甲醇、合成氨的原料，也有相当一部分直接燃烧排放。

由于焦炉煤气热值及组成的特殊性使得其市场的适用范围受到限制，但同时所在地区高品位燃气——天然气（PNG 和 LNG 产品）短缺。在此情况下，平罗县阳光焦化有限公司结合企业自身的技术和资金实力，提出建设一套对原有焦炉煤气合成天然气装置进行技术改造进一步生产 LNG 联产氢气装置，并最终实现以焦炉煤气为原料，获得满足国家标准的液化天然气和氢气产品，产品气直接外售。

(2) 项目建设意义

①焦炉煤气的综合利用是焦化行业的重要课题之一，该项目以焦炉煤气生产天然气，是一条焦炉煤气综合利用的新途径；

②产品天然气系清洁能源产品，符合市场需要；富裕氢生产高纯氢，即提升了资源的利用合理性，也提高了项目的经济性；

③把热值低，含有 CO、CO₂ 和较多硫化物等杂质的焦炉煤气加工成低碳清洁燃料天然气，符合国家环保和能源政策。从宏观上看是一项利国利民，具有经济、环境生态及社会可持续发展的重要项目。从本地区和焦化产业来考虑，又起到促进其向良性发展迈向循环经济方向的重要作用。实现了区域化循环经济模式，较好地实践了经济、环境、社会三位一体的可持续发展。

④该项目涉及关键技术已经实现完全国产、自主工业化，其可靠性已经能够得到保证。

其核心技术是以下几个方面：

气体分离技术：在国内相关领域已经完全成熟应用。

深冷液化技术：在国内相关领域已经完全成熟应用。

由此可见，在该项目中，焦炉煤气生产天然气和氢气分离工艺通过采用一系列先进、成熟技术，其先进性和可靠性都能得到充分的保证。

（3）项目投资的必要性

该公司合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改项目所采用的技术成熟、先进、可靠；产品市场前景广阔；建设后有较好经济效益和环保效益；同时建设本项目符合政府和国家的循环经济的政策。所以该项目的建设既是必要的，又是可行的。

平罗县阳光焦化有限公司合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改项目总投资 6345.77 万元，建设期为 8 个月，建成后达产期年销售收入 13224.43 万元，达产期年利润总额将超过 4350.39 万元。

（4）产业符合性

该公司已建装置焦炉煤气甲烷化生产天然气（SNG）其中富氢气作为燃料返回焦化厂做回炉煤气，氢气资源未能得到很好的利用，该项目将富氢气通过 PSA 变压吸附工艺生产得到纯氢，纯氢压缩后通过拖车外售，既实现了节能减排，又符合《产业结构调整目录（2019 年本）》高效制氢、运氢及高密度储氢技术开发应用及设备制造，加氢站等内容被列入第一类（鼓励类）

的第五项（新能源）中。《2020年能源工作指导意见》“将推动储能、氢能技术进步与产业发展，研究实施促进储能技术与产业发展的政策，开展储能示范项目征集与评选，制定实施氢能产业发展规划，组织开展关键技术装备攻关，积极推动应用示范”。

2.2.2 拟建厂址、占地面积、规模及投资情况

2.2.2.1 厂址及地理位置

公司厂址位于平罗工业园区，平罗县位于宁夏银川平原北部、黄河中下游，地处东经 $105^{\circ} 57' 42''$ - $106^{\circ} 58' 2''$ ，北纬 $38^{\circ} 36' 18''$ - $39^{\circ} 51' 13''$ 之间，是石嘴山市所辖唯一建制县。东与内蒙古鄂托克前旗相邻，西以贺兰山分水岭为界与内蒙古阿拉善左旗接壤，南与银川市贺兰县比邻，北与石嘴山市惠农区相连。该项目地理位置见下图 2.2-1。



图 2.2-1 地理位置图

该项目拟建于平罗工业园区平罗县阳光焦化有限公司预留厂地内。厂区东侧为太沙路，南侧为纬一路及 110kV 翔滨 II 回线电力线路，西侧为宁夏泽

惠道路资源再生利用有限公司，北侧为平西公路，东北侧为广盛洗煤厂，厂区区域位置图见下图。

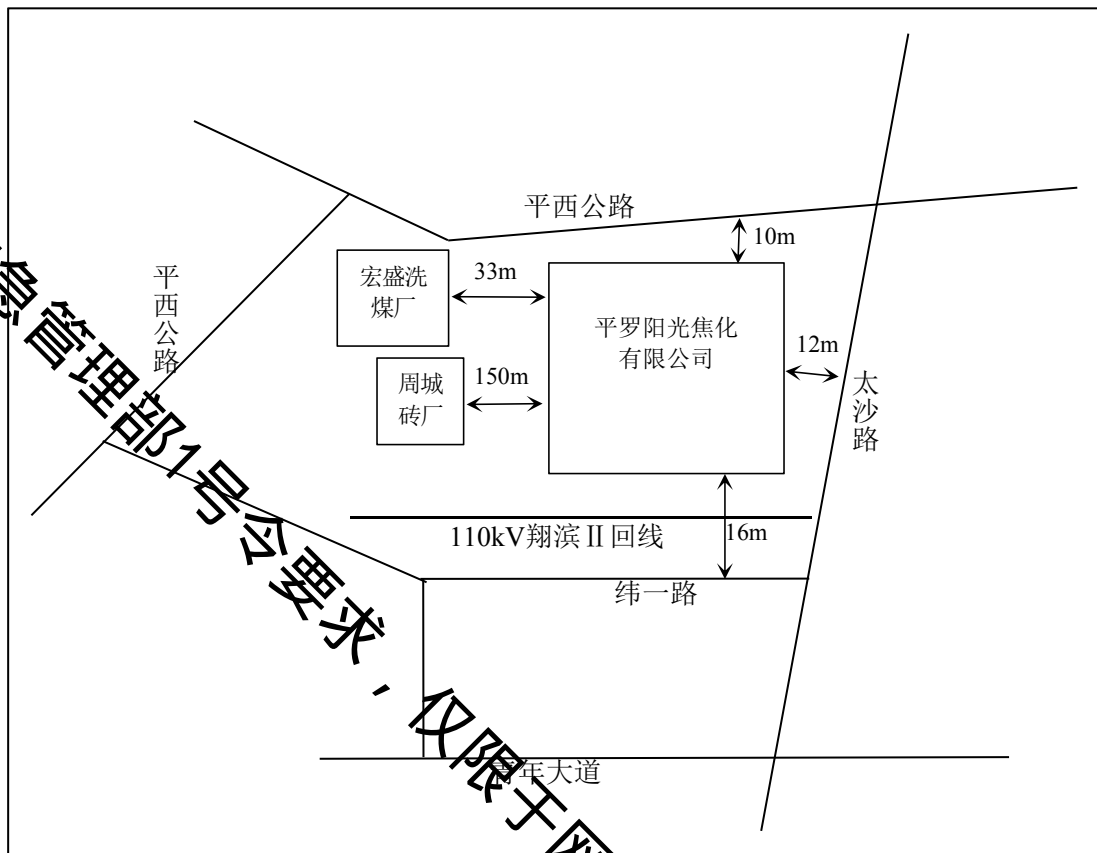


图 2.2-2 该公司厂区周边情况示意图

2.2.2.2 交通运输条件

该项目所在地地理位置优越，交通条件便捷，109、110 国道、石中高速公路、包兰铁路横穿南北。

2.2.2.3 占地面积

该公司厂区占地面积为 16535 m²。具体占地面积见表 2.2-5。

表 2.2-5 项目用地面积表

序号	项目	单位	数量	备注
1	厂区用地面积	m ²	16535	
2	建、构筑物及露天设备占地面积	m ²	4698.5	
3	露天堆场及露天操作场地占地面积	m ²	3200	
4	道路及广场占地面积	m ²	3600	
5	地下管线及地上管架估计占地面积	m ²	500	
6	建筑系数	%	34	
7	容积率		0.56	
8	场地利用系数	%	62	

9	投资强度	万元/公顷	3750	
10	绿化面积	m ²	2810.95	
11	绿化系数	%	17	

2.2.2.4 生产规模

该项目拟选择 SNG 处理量 4500Nm³/h，富氢气处理量 2800Nm³/h，年操作以 8000h 计。年产 LNG3500 万 Nm³，年副产氢气 1500 万 Nm³。

2.2.2.5 投资情况

本项目总投资 6345.77 万元，其中基建投资 5980 万元，流动资金 203.07 万元。

建设投资中的结构组成如下：

设备购置费 3600 万元，占工程建设投资的 60.20%；

安装工程费 400 万元，占工程建设投资的 6.69%；

建筑工程费 600 万元，占工程建设投资的 10.03%。

2.2.3 总平面布置及功能划分

2.2.3.1 总平面布置

(1) 总平面布置原则

- 1) 力求工艺流程顺畅，工艺管线短捷，节省基建投资费用。
- 2) 满足防火、防爆、卫生、环保等规范要求。
- 3) 贯彻化工装置露天化、一体化、社会化的原则，尽量做到工艺装置布置紧凑，辅助装置尽量布置在负荷中心，服务便利。
- 4) 在满足生产、运输需要的前提下，节约用地。
- 5) 结合当地气象、地形、地质等自然条件，因地制宜进行布置，使多数建构筑物有良好的朝向，达到有利生产、方便生活的目的。

(2) 总平面布置

该项目拟建于平罗工业园区平罗县阳光焦化有限公司厂区南侧预留厂地。LNG 储罐为 2500m³ 单容罐，距离厂外相邻设施详见表 2.2-6。

表 2.2-6 该项目与周边企业、设施、居民距离情况

设施名称	方位	居民、单位等名称	依据规范	要求距离 (m)	总图距离 (m)	备注
LNG 储罐	东	太沙路	《天然气液化厂设计标准》 (GB51261-2019) 第4.0.7条	40	310	符合
	南	纬一路		40	48	符合
		110kV翔滨 II 回线 电力线路	1.5倍杆高 (杆高 25m)且不小于40m	46	符合	
	北	平西公路	《石油化工企业设计防火标准 [2018年版]》 (GB50160-2008) 第4.1.9条	40	870	符合
	西北	彦盛建材		150	680	符合
	西	宁夏泽惠道路资源再生 利用有限公司	150	660	符合	

该项目主要由压缩厂房、PSA 提氢、LNG 液化、充装和 LNG 储罐等组成。压缩厂房拟在原有压缩厂房的北侧扩建，PSA 提氢拟在原 PSA 装置的南侧建设，液化装置拟在原厂甲烷化装置的南侧建设，液化装置的南侧拟建设 LNG 储罐区，LNG 储罐区的东侧拟设置充装区。详细布置情况见报告附件总平面图布置图。

该项目装置及建（构）筑物之间的距离见表 2.2-7。

表 2.2-7 装置及建（构）筑物之间距离一览表

建（构）筑物名称及生产类别	方位	相邻建（构）筑物名称及生产类别	依据	规范要求距离/m	总图距离/m
压缩厂房（甲）	东	柴油发电机房	《天然气液化厂设计标准》 (GB51261-2019) 第5.2.1条、第6.3.1条、第7.5.1条 《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》 (GB50160-2008) 表4.1.12和表5.2.1	15	51
	西	厂区围墙		25	28
	南	原压缩厂房		-	8
	北	9800m ³ 焦炉煤气气柜		25	46.4
PSA 提氢（甲）	东	LNG 液化		-	15
	西	厂区围墙		25	28
	南	2500m ³ LNG 储罐		60	66
	北	SNG 生产装置		-	-
LNG 液化（甲）	东	中央控制室		40	54.5
	西	PSA 提氢（甲）		-	15
	南	2500m ³ LNG 储罐		60	66
	北	CNG 装置		-	-
LNG 罐区（甲）	东	LNG 装车臂和氢气充装机	45	59.3	
	西	原厂区围墙	30	33	
	南	(防火堤最外缘)厂区围墙	30	33	
	北	PSA 提氢、LNG 液化	60	66	
LNG 装车臂和 氢气充装机 (甲)	东	CNG 加气机	20	35	
	西	2500m ³ LNG 储罐	45	59.3	
	南	厂区围墙	25	28	
	北	综合楼	40	44	

建（构）筑物名称及生产类别	方位	相邻建（构）筑物名称及生产类别	依据	规范要求距离/m	总图距离/m
制冷剂储罐组（甲）	东	综合楼		22.5	54
	西	提氢装置		15	16.5
	南	LNG储罐		10	66
	北	乙烯汽化器		-	4.8
	东南侧	卸车区（冷剂卸车）		15	60.9

注：该项目拟建厂房与原压缩厂房、PSA提氢装置与LNG液化装置和SNG装置之间的距离为装置间距离，依据《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》表5.2.1，甲类可燃气体压缩机或厂房与甲类可燃气体压缩机或厂房的距离不做要求。

2.2.2 竖向布置

(1) 竖向布置原则

竖向设计结合工厂总体布置的要求，与工厂总平面布置统一考虑，使场地符合建设、生产的要求，满足生产工艺流程的要求，为装置施工、生产和经营管理创造良好的条件。

- 1) 根据场地现有地形，选择适当的布置方式，以减少土石方工程量。
- 2) 合理确定场地标高，排水方式和坡度，确保场地不受洪水和区域性积水的威胁。
- 3) 与厂外公路的连接顺畅。
- 4) 能顺利的排除场地雨水。

(2) 竖向布置

拟建项目所在厂区地势较为平坦，略呈西高东低之势，场地海拔高度在1097.48~1099.31之间，竖向布置拟采用平坡式，平土方式采用连续式。排水坡度按3~5%考虑。

2.2.3.3 建（构）筑物

该项目拟建主要建（构）筑物有 LNG 储罐、LNG 汽车装车臂和氢气充装机、制冷剂储罐、LNG 生产装置和氢气生产装置。建（构）筑物周围设置环形道路，并和厂区内主干道相通。

该项目 SNG 压缩厂房防火等级拟按一级设计，其他主要建构筑物耐火等级均按二级设计。

该场地处于地震基本烈度为Ⅷ度地区，设计基本地震加速度值为 0.20g。场地所处区域地壳相对稳定，地质构造比较简单，无大的构造断裂通过。该项目建构物均按Ⅷ度进行设防。

该项目主要建（构）筑物见表 2.2-8。

表2.2-8主要建（构）筑物一览表

序号	名称	占地面积（m ² ）	耐火等级	层数	备注
1	SNG 压缩房	588	一级	2F	敞开式
2	LNG 液化平台	230	二级	2F	敞开式
3	PSA 及氢气压缩平台	172.5	二级	2F	敞开式
4	LNG 及氢气充装站	108	二级	1F	露天
5	LNG 储罐	3600	二级	1F	露天

2.2.3.4 道路与运输

(1) 厂内道路

该公司办公区与生厂区分开布置，人流及物流出入口分开设置，其中北侧办公生活区面向平西路设置的出入口为人流出入口，该项目所在厂区为煤制天然气项目区，其南侧设有 1 处物流出入口与平罗工业园区纬一路相连接。

该项目拟在厂区南侧预留厂地建设和安装设备，不涉及新修厂内道路，依托厂区内现有道路。现有道路为环行道路，厂区内道路设置为 6m 宽道路，路面面层为混凝土结构。道路横向坡度 2%，满足道路排水基本要求。同时，为满足大型消防车辆、检修车辆行驶最小转弯半径的需要，厂区内道路转弯半径按 12m 设置。

(2) 工厂运输

该项目装置所需要的原料 SNG 和富氢气以管道形式运输，由该公司焦化厂运输到该项目生产装置；LNG 经低温液化后由管道运输至 LNG 储罐。氢气生产为间接性生产，不涉及储存；生产所需制冷剂通过槽车运输；产品 LNG 和氢气拟采用专用汽车槽罐车运输。

该项目主要运输量详见表 2.2-9。

表 2.2-9 工厂运输量一览表

序号	装置名称	货物类别	货物名称	单位	运输量	备注
1	运入					
1.1	LNG 装置	原料	SNG	Nm ³ /a	3600×10 ⁴	管道运输
		辅助原料	吸附剂等	t/a	2 (初装)	汽车运输
1.2	氢气生产装置	原料	富氢气	Nm ³ /a	2240×10 ⁴	管道运输
		辅助原料	吸附剂等	t/a	39 (初装)	汽车运输
2	运出					
	天然气生产装置	产品	LNG	Nm ³ /a	3500×10 ⁴	汽车运输
		废弃原料	吸附剂以及催化剂等	t/a	0.667	汽车运输
2.2	氢气生产装置	产品	氢气	Nm ³ /a	1476×10 ⁴	汽车运输
		废弃原料	吸附剂等	t/a	2.6	汽车运输

2.2.3.3 厂绿化

厂前区靠近厂区道路设置绿化带，厂内道路两边设置树木，在空地处设置低矮灌木及绿化草坪。绿化面积约为 2810m²，绿化系统数为 17%。

2.2.4 主要原辅材料品种名称、数量和储存情况

2.2.4.1 主要原辅材料品种名称、数量和储存情况

该项目主要原辅材料及来源见表 2.2-10 和表 2.2-11，其中液化天然气原料气(SNG)和氢气原料气(富氢气)的组分构成分别见表 2.2-12 和表 2.2-13。

表 2.2-10 原材料及来源一览表

序号	名称	使用量 (Nm ³ /a)	最大储量 (t)	储存位置
1	SNG	3600×10 ⁴	不涉及储存	来源于焦化厂
2	富氢气	2240×10 ⁴	不涉及储存	来源于焦化厂

表 2.2-11 辅助材料及来源一览表

序号	名称	来源	最大储量 (t)	储存位置	
1	制冷剂	甲烷	上游甲烷管道运输至该项目	不涉及储存	
2		丙烷	外购	10	丙烷储罐
3		异戊烷	外购	10	异戊烷储罐
4		乙烯	外购	10	乙烯储罐

表 2.2-12 液化天然气原料气 (SNG) 组分构成一览表

组分	组分比例%	组分	组分比例%
CH ₄	97.59	N ₂	1.82
H ₂	0.59	水	饱和

表 2.2-13 氢气原料气 (富氢气) 组分构成一览表

组分	组分比例%	组分	组分比例%
CH ₄	8.73	N ₂	13.74
H ₂	77.53		

2.2.4.2 产品和副产品

表2.2-14该项目产品、副产品和中间产品一览表

序号	产品/副产品名称	规格	产量	最大存储量	存储位置
一	产品				
1	LNG	GB/T 19204-2003	3500万Nm ³ /a	900t	LNG储罐
二	副产品				
1	氢气	GB/T 3634.2-2011	1476万Nm ³ /a	不涉及储存	直接装车

2.2.5 建设项目工艺流程、主要装置（设备）和设施的布局及其上下游生产装置的关系

2.2.5.1 工艺流程

(1) 压缩工序

SNG压缩：来自原厂压缩的 SNG (2.5MPa, 40℃) 经压缩送回原厂纯化后进 LNG 液化 (4.1MPa, 40℃)。

冷剂压缩：来自冷剂平衡罐的冷剂 (0.2MPa, 35℃) 经压缩 (2.8MPa, 40℃) 送冷箱换热循环使用。

氢气压缩：原料富氢气 (0.7MPa, 40℃) 经压缩 (1.6MPa, 40℃) 送 PSA 提氢装置, PSA 出口的氢气 (1.55MPa, 40℃, 99.99%) 返回压缩机压缩后送氢气充装装置 (22MPa, 40℃)。

(2) LNG 液化

①液化流程

该工序的原料为已建焦炉煤气甲烷化项目生产的 SNG。

该工序利用原装置的纯化装置, 原纯化装置在设计时已考虑后续液化工艺的调整, 原纯化设计压力为 4.5MPa, 在压缩后再进行纯化, 压缩后的除油可利用原有装置, 减少项目的投资。

液化压力拟选择 4.1MPa, 减少冷剂循环量实现节能减排的目的。

来自 SNG 压缩工序的合成气先增压至 4.1MPa.G 进入纯化单元, 采用开环的变温变压吸附工艺来完成气体的脱水、脱碳等纯化, 纯化利用原厂已建纯化装置。

纯化后的气体进入主换热器预冷后进入汽提塔作为再沸热源后返回主换热器继续降温并部分液化后进入汽提塔。在塔内完成甲烷、氮气、氢气的分离，分离出的 LNG 从塔底流去主换热器过冷后作为产品送储罐（5kPa，-163℃）。冷箱产生的不凝气主要为氮气含少量甲烷、氢气，可通过返回焦化厂的管线作为焦炉燃烧气之补充。

②冷剂流程

来自冷剂压缩单元的高压气相冷剂进入到冷箱的主换热器与冷剂换热，经主换热器冷却、液化、过冷后出冷箱并用调节阀节流后返回冷箱的 1#冷剂分离器；分离出的气、液相分别进入冷箱主换热器的不同流道作为返流冷剂复热。来自冷剂压缩单元的高压液相冷剂进入到冷箱的主换热器与冷剂换热，经主换热器过冷后出冷箱并用调节阀节流后返回冷箱的 2#冷剂分离器；分离出的气、液相分别进入冷箱主换热器的不同流道作为返流冷剂复热。来自冷剂压缩单元的中压液相冷剂进入到冷箱的主换热器与冷剂换热，经主换热器过冷后出冷箱并用调节阀节流后返回冷箱 3#冷剂分离器；分离出的气、液相分别进入冷箱主换热器的不同流道作为返流冷剂复热。混合冷剂的三股返流冷剂在冷箱主换热器的不同部位复热、蒸发、混合以提供相应级别的冷态温度和冷量，从而实现天然气和冷剂的冷却、液化和过冷。返流冷剂经冷箱主换热器与天然气和冷剂换热后去冷剂平衡。冷剂复热后经冷剂缓冲罐进入冷剂压缩机，从而实现冷剂循环。

冷剂贮存单元主要贮存外购的各组制冷剂及开停车或调整负荷时混合冷剂的回收、平衡与配制。冷剂贮罐设压力调节系统，同时设置与冷剂压缩机一、二段分离器的连通管线以及去冷剂平衡罐的补充管线。乙烯贮罐接收外购的乙烯并贮存，配置或补充冷剂时从乙烯贮罐出来的乙烯通过乙烯汽化器加热并由调节阀控制流量后去冷剂平衡罐。丙烷贮罐接收外购的丙烷并贮存，配置或补充冷剂时从丙烷贮罐出来的丙烷通过丙烷干燥器脱水并由调节阀控制流量后去冷剂平衡罐。异戊烷贮罐接收外购的异戊烷并贮存，配置

或补充冷剂时从异戊烷贮罐出来的异戊烷通过异戊烷干燥器并由调节阀控制流量后去冷剂平衡罐，另设置去冷剂贮罐的补充管线。为保证冷剂配比的合理，在冷剂补充管线的引入冷剂压缩机一段出口的热气作为吹扫气以确保通过计量的冷剂尽量完全进入冷剂循环系统。为保证冷剂贮存系统的压力设置对冷剂贮罐、丙烷贮罐、异戊烷贮罐设置保压管线，以净化天然气或氮气为保压气。

2) 氢气制备工序

该项氢气生产根据市场需求阶段性生产，氢气不涉及储存。停产时来自甲烷化及 LNG 液化的富氢气依托原有放散系统进行放空。

来自氢气压缩的富氢气(1.6MPa, 40℃)体作为本单元的原料气。原焦炉煤气生产天然气装置中，通过 PSA 工艺将所生产合成气进行分离，从而获得天然气，而富氢气则回到焦化系统作为燃料气补充。本技术改造装置则将这部分富氢气进行氢的提纯回收，多余气体仍回到焦化系统。

本装置变压吸附(PSA-2)工序拟采用 6-1-4/VPSA 工艺，即装置由六个吸附塔组成，其中一个吸附塔始终处于进料吸附状态，其工艺过程由吸附、四次均压降压、逆放、真空、四次均压升压和产品最终升压等步骤组成，六个吸附塔交替进行以上的吸附、再生操作即可实现氢氮气的连续分离与提纯。吸附塔顶部排除气体为纯度 $\geq 99.99\%$ 的氢气。氢气经加压后外售。解析气则连同氢气(间断)充装时的返回氢气由原富氢气返焦化厂管线返回焦化厂作为燃烧之补充。

吸附：经冷却后气体自塔底进入吸附塔中正处于吸附工况的吸附塔，在吸附剂选择吸附的条件下一致性将氢气提纯至 $\geq 99.99\%$ ，从塔顶排出送氢气压缩作为原料气。当被吸附杂质的传质区前沿(称为吸附前沿)到达床层出口预留段某一位置时，停止吸附，转入再生过程。

均压：在吸附过程完成后，顺着吸附方向将塔内较高压力气体依次放入其它已完成再生的较低压力塔的过程，这一过程不仅是降压过程，而且也回

收了吸附床层死空间内的氢气。共包括三次连续均压降压过程，分别称为：一均降 (E1D)、二均降 (E2D)、三均降 (E3D)、四均降 (E4D)。

逆放过程：吸附塔在完成均压 (或顺放) 过程后，逆着吸附方向将塔内压力降低的过程，此时被吸附的杂质开始从吸附剂中解吸出来。逆放气放入逆放气缓冲罐不外排。

抽真空：在逆放过程结束后，为使吸附剂得到彻底的再生，用真空泵对吸附床抽真空，进一步降低杂质组分的分压，抽空生气也送至 COG 进口管道。

均压升压：该过程与均压降压过程相对应。在这一过程中，分别利用其它吸附塔的均压降压后气体依次从吸附塔顶部对吸附塔进行升压。本装置主流程共包括三次连续均压升压过程，依次称为：四均升 (E4R)、三均升 (E3R)、二均升 (E2R) 和一均升 (E1R)。

产品气升压过程：经过四次均压升压过程后，吸附塔压力已升至接近于吸附压力。这时，用产品氢气将吸附塔压力升至吸附压力。经这一过程后，吸附塔便完成了整个再生过程，为下一次吸附做好了准备。

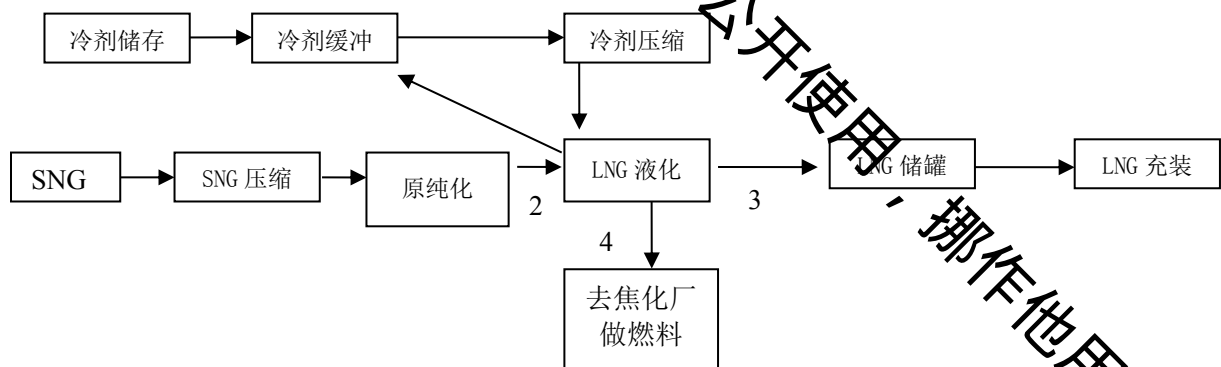


图 2.2-3 拟建项目天然气液化工艺流程简图

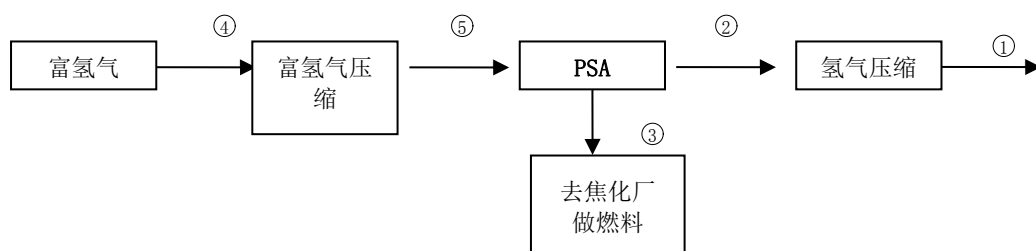


图 2.2-4 拟建项目氢气工艺流程简图

（4）储运、充装工序

①LNG 的储运和充装

来自冷箱单元的 LNG 进入 LNG 贮罐常压贮存(15kPa.G、-160~-165℃)，因降压及受热产生的 BOG 汇合装车产生的 BOG 并控制压力后从罐顶排去原装置螺杆压缩机入口回收。该项目 LNG 储罐拟采用单容储罐。

为避免贮罐满液在贮罐的上下进液管上均拟设置切断阀；

为避免贮罐抽空在贮罐的排液管上拟设置切断阀；

为避免贮罐超压在贮罐顶部拟设置放散阀、安全阀及呼出阀；

为避免贮罐出现负压在贮罐顶部拟设置补气管线及吸入阀；

为避免 LNG 出现翻滚现象拟设装车泵回流强制循环管；

为避免贮罐罐顶发生火灾罐顶拟设置干粉灭火系统；

为避免贮罐罐周边发生火灾拟设置储罐喷淋系统。

储罐周围根据规范拟设置围墙。

LNG 充装：来自 LNG 储罐的 LNG 用 LNG 装车泵升压并通过流量计计量后经 LNG 装车臂的液相口进入槽车，槽车内的气体及装车产生的气体统称为 BOG，经装车臂气相口流出并控制压力后返回 LNG 储罐。装车完毕后将停留在管线、装车臂内的气、液相作为 BOG 均返回 LNG 储罐。为防止储罐发生翻滚现象及调整装车流量，在 LNG 泵的出口设置旁路线将 LNG 返回 LNG 储罐。为保证混合冷剂中补充的甲烷纯度，在 LNG 泵的出口设副线将 LNG 分出部分作为混合冷剂中甲烷的补充。

②氢气的输送和充装

输送：氢气远距离输送主要为液化输送和高压输送两种。其中氢气液化液化技术只有美国、日本、法国、俄罗斯等国家掌握，其规模较小。我国尚在研发阶段，只有军工领域有小型液化装置。高压输送多为车载，国内多采用 22MPa 压力，且有进一步提高至 50~60MPa 的趋势。

本装置拟采用 22MPa 压力对专用载氢车辆进行充装。

充装：自氢气联合压缩机来的纯氢压力 20MPaG，经过紧急切断阀进入加气柱进行充装，氢气充装拟采用两套套加气柱，正常生产时一套同时进行充装，另外一套作为切换倒车时使用。加气柱拟设置管道阻火器、高压阀门、氮气置换系统、放散置换系统。充车前，通过氮气总管氮气进行置换加气柱，将加气柱中的氧含量降低至 0.5%以下，分析合格后，打开充装阀门进行充装，充装至 20MPaG 后，将备用加气柱连接进行置换，合格后，打开充气阀门，关闭充装完毕的加气柱。氢气不充装时，通过提氢塔前放空至焦炉煤气回炉燃料管道作为燃料使用。

较长时间停机则对氢压机系统进行充氮保护，富氢气仍按现有流程返回焦化系统。

压缩机出口拟设置紧急切断阀，入口拟设置紧急切断和放散阀。提氢真空泵都停止时，联锁停氢气压缩机，压缩机入口紧急切断阀关闭，开启放散阀并关闭出口切断阀。

系统紧急停车时停止真空泵和压缩机，压缩机入口紧急切断阀关闭，开启放散阀并关闭出口切断阀。

氢气压缩机均停止时，压缩机入口紧急切断阀关闭，开启放散阀并关闭出口切断阀。停止充装。

为了保证提氢装置稳定运行，提氢吸附出口设有压力自动调节回路，富氢气缓冲罐设有压力自动调节回路，解析气缓冲罐设有压力自动调节回路。

2.2.5.2 罐区

表 2.2-15 产品及原辅材料储存情况一览表

序号	名称	体积 (m ³)	数量	最大储存量 (t)	结构形式
产品					
1	LNG 储罐	2500	1	900	立式圆筒常压
制冷剂					
2	丙烷储罐	1.8MPa, 40℃, 容积 10m ³			立式圆筒
3	异戊烷储罐	0.8MPa, 40℃, 容积 10m ³			立式圆筒
4	乙烯储罐	1.0MPa, -104℃, 容积 10m ³			立式圆筒

2.2.5.2 物料平衡

表 2.2-16 液化物料平衡表（干基）

	1		2		3		4	
	原料 SNG		纯化后		LNG		不凝气	
	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)
CH ₄	96.77	3136.80	96.77	3136.80	97.33	3062.40	78.10	74.40
H ₂	0.07	2.38	0.07	2.38	0.06	1.96	0.44	0.42
N ₂	3.16	102.48	3.16	102.48	2.61	82.04	21.46	20.44
温度(°C)	40		40		-163		30	
压力(Mpa)	2.8		4		0.3		0.3	
介质状态	气		气		液		气	
合计		3241.66	100	3241.66	100	3146.4	100	95.26

表 2.2-17 PSA 物料平衡表（干基）

	①		②		③		④		⑤	
	原料富氢气		富氢气压缩		氢气		解析气		压缩后氢气	
	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)	质量含量 (%)	质量流量 (kg/h)
CH ₄	20.56	174.60	20.56	174.60	0.00	0.00	25.51	174.60	0.00	0
H ₂	22.82	193.83	22.82	193.83	99.86	164.75	4.25	29.07	99.86	164.7509
N ₂	56.62	480.90	56.62	480.90	0.14	0.23	70.24	480.68	0.14	0.225
温度(°C)	40		40		40		40		40	
压力(Mpa)	0.75		1.6		1.55		0.06		22	
介质状态	气		气		气		气		气	
合计	100	849.33	100	849.33	100	164.98	100	684.35	100	164.98

2.2.5.3 上下游生产装置的关系

该项目主要包括 PSA 变压吸附装置、压缩机装置、液化装置、制冷剂缓冲罐及储罐、LNG 储罐、充装系统、控制室和与生产装置相配套的公用工程及辅助设施（如化验室、循环水、变配电、电信、消防站及泡沫站、污水处理、综合楼等）。

该项目的原料（SNG）来源于合成天然气（SNG/CNG）装置，经压缩、净化和冷却，得到产品 LNG 经管道输送至 LNG 储罐。制氢原料来源于该公司焦炉煤气经甲烷化制合成天然气建设项目 310# 气体分离装置和该项目 LNG 液化完成再生后的高富氢，经吸附、均压、逆放、抽真空、均压升压和产品气升压等过程制成氢气。

2.2.6 建设项目配套和辅助工程名称、能力、介质来源

该项目配套及辅助项目包括：给排水、供电、供气、电信、控制系统、制冷、火炬、消防等设施组成。

2.2.6.1 给排水

（1）给水水源及输水

该项目生产及生活供水水源由该公司现有厂区的三口自备水井提供，供水能力为 300m³/h，供水管网压力为 0.4MPa。该公司现有厂区已建供水泵房为半地下式，泵房内设有 2 台生产及生活给水泵（1 用 1 备）、1 台电动消防泵、1 台柴油消防泵、2 台消防稳压泵（1 用 1 备），并预留 1 台生产、生活、水泵位。供水泵房对所有的压力、液位、温度、流量、水泵运行工况进行监测和控制，并在控制室集中显示，可以保障该项目用水的需求。

厂区给水系统分为生活给水系统、生产给水系统、稳高压消防给水系统、工艺循环水系统。

（2）生活给水系统：根据该项目所在地生活用水状况，职工日常生活用水按 100L/人 d 计，该项目拟新增劳动定员 16 人，生活用水量为 1.6m³/d。

该项目生活区和办公区依托该公司原有，生活给水系统也依托原有。

(3) 生产给水系统

厂区生产水系统向脱盐水及地面冲洗等提供用水，用水量为 200m³/h，循环水补水由生产水源管线直接供给，水温为常温；生产水进水总管和分管设置阀门和流量计，以便管理用；生产水管道在厂区内采用枝状供水方式。生产水管道在厂区内采用焊接钢管，埋地敷设。

(4) 高压/低压消防给水系统

该项目消防水系统依托该公司焦化厂消防水系统。

该项目所建厂区占地面积≤100×10⁴m²，按照《天然气液化工厂设计标准》（GB51261-2019）第 12.2.4 条规定，工程建成后同时火灾次数为 1 次，事故时按需水量最大的一处之和计算。事故时该项目 LNG 储罐需水量最大，其罐顶面积约为 119m²，罐壁面积约为 915m²，火灾延续时间为 6h，一次灭火用水总量为 3199m³。

综上所述，该项目厂区发生火灾时，最大消防用水量为 3199m³，厂区原有 1 座 3500m³ 消防水池。该项目拟建于平罗县阳光焦化有限公司焦化厂南侧，属于同一厂区，依托全公司统一的消防系统，不设置独立消防站。

(5) 循环水系统

该项目循环水依托原厂，原厂循环水设计能力 1400m³/h，原厂实际使用 800m³/h，该项目循环水用量 200m³/h，最大循环水用量 250m³/h。循环水泵房内设置电动循环水泵 3 台，2 用一备，单台泵性能参数为：设计流量 Q=1000m³/h，设计扬程为 50 m，电机功率为：185kW，电压 380V。

2.2.6.2 排水系统

该项目在生产过程中无废水产生，只是在拟建生产装置事故或消防状态下产生污水和事故状态下的雨水，储罐区和生产装置区拟设置雨污分离设施。

雨水排水系统：洁净雨水依托厂区原有雨水排水系统，经雨水排水系统收集后排入市政雨水管网；前期雨水和事故时消防水排入厂区原有 3500m³

事故池。依据该公司 10000Nm³/h 焦炉煤气甲烷化制合成天然气(SNG/CNG)建设项目安全设施设计专篇，此项目事故水最大量为 393m³，该项目最大消防用水量为 3199m³，所以排水设施能够满足该项目生产的需要。

2.2.6.3 电气和电讯

(1) 供电电源

该项目供电依托原有厂区供电设备供电，该公司厂区内建有 110kV 开关站一座，从镇朔变电站到企业架设一条 110kV 单塔双回路专线，该变电所供电电源分别为 35kV 园林变 322 园阳线和 35kV 新利变 322 新阳线。35kV 园林变 322 园阳线作为主供电电源，35kV 新利变 322 新阳线作为备用电源。

正常情况下两路电源可同时运行又互为备用，当其中一路停止供电时，另一路仍能对整个生产装置供电。35kV 配电装置及 10kV 配电装置主接线均采用单母线分段接线方式。

(2) 供配电

该项目电源引自平罗县阳光焦化有限公司原厂 10kV 单母线分段配电系统和 0.38kV 低压配电系统。其中 10kV 配电室内拟增设 3 台 10kV 开关柜为 10kV 高压电机供电，0.38kV 低压变配电室内拟增设 3 台低压配电柜为该项目低压负荷供电。

配电电压等级：①高压电动机 10kV；②低压电动机 380V；③照明系统 380V/220V；④检修电源 380V/220V；⑤控制电压 220V。

(3) 装置用电负荷及负荷等级

正常运行时，该项目总装机容量 1200kW，该公司电源满足该项目的需求。

该项目工艺装置为化工原料生产装置，生产装置及辅助生产装置主要为二级负荷，消防用电设备、压缩机的润滑油泵、仪表、事故照明等为一级负荷，办公、机修等辅助生活装置为三级负荷。

主要生产设备（二级负荷）采用两路电源供电，正常情况下两路电源同

时运行又互为备用，当其中一路停止供电时，另一路仍能对整个生产装置供电。该项目一级负荷（消防）应急供电电源依托该公司厂区内设置的一台功率为 500KW 的柴油发电机组；仪表 DCS 由 UPS 供电，事故照明选用自带蓄电池组的灯具或采用 EPS 供电，供电时间不小于 30min。

（4）主要用电设备选型

10kV 配电装置拟采用 KYN28A-12-31.5 型真空断路器中置柜，低压开关柜拟选用 GGD3 型低压配电柜。

10kV 供电电力电缆拟选用 ZR-YJV-8.7/15KV 阻燃型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯电力电缆，低压电力电缆拟选用 ZR-YJV-0.6/1KV 阻燃型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯电力电缆，控制电缆拟选用 ZR-KYJV-450/750V 铜芯聚乙烯绝缘聚乙烯护套编织屏蔽控制电缆。

（5）配电线路

配电线路拟采用放射式方式敷设。该项目的电缆拟采用穿钢管暗配或沿桥架敷设。并根据场所的不同选用普通型、阻燃型、耐火型以及是否带铠装。防爆区域内的电缆采用阻燃型，腐蚀性环境内的电缆选用防腐电缆。

（6）防雷、防静电

1) 直击雷保护

根据《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）的要求设置防雷装置，建筑物的防雷拟采用避雷针、避雷带相结合的接闪装置，以防止直击雷危害。

该项目压缩厂房属于第二类防雷建筑物，建筑物屋面上拟设置避雷针或避雷带作为接闪器以防止直击雷，避雷网格不大于 $12 \times 8\text{m}$ ，接地电阻不大于 10Ω 。

氢气压缩机、提氢塔、冷箱、LNG 储罐、制冷剂储罐、缓冲罐等装置属于第二类防雷建筑物，装置框架采用框架本体及其防护栏为接闪器，以防止直击雷，接地电阻不大于 10Ω 。

室外装置区设备管道无直接放空或放空口带有阻火器，利用金属设备本

体作接闪器，并与室外接地网相连，接地电阻不大于 $10\ \Omega$ 。

全厂接地系统除充分利用自然接地体外，并敷设以水平接地体为主的复合人工接地装置，组成全厂闭合环状网络，以防接触电压和跨步电压。

接地材料满足导电防腐及短路热稳定的要求。水平接地体采用 -40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 $\phi 50$ 、长度为 2.5m、壁厚为 3.5mm 的热镀锌钢

2) 防静电保护

对于爆炸危险环境内可能产生静电危害的物体，拟采取静电接地措施；对于非爆炸危险环境内的物体，如因其带静电会妨碍生产操作、影响产品质量或使人体受到静电电击时，采取静电接地；在生产、储运过程中的器件或物料，彼此紧密接触又迅速分离，而可能产生和积聚静电，或可能产生静电危害时拟采取静电接地；每组专设的静电接地体，接地电阻不应大于 $100\ \Omega$ 。设备和管道的静电接地系统可与电气设备的保护接地及防雷接地等共用接地装置。

3) 接地：

装置的防雷接地、防静电接地、保护接地共用接地系统。界区内的工作保护接地采用三相四线电缆的 PE 线做旋转设备的接地体，穿线钢管及接地扁钢做辅助接地体。

(7) 电信

电话系统：该项目的行政电话系统依托原厂的行政电话系统进行扩展。

对讲系统：该项目的调度电话系统依托原厂的调度电话系统进行扩展。

根据厂区装置的环境特性，满足流动生产指挥人员现场指挥的通信需求，设置无线对讲手持机。厂区内防爆场所设置防爆型无线对讲手持机。无线对讲手持机采用半双工通话方式。

2.2.6.4 自动控制及仪表

(1) 自动控制水平

根据该项目工艺装置的运行过程特点、规模及目前国内外仪表生产及应用状况，结合项目的具体情况，控制系统拟采用当前技术先进、成熟可靠的集散控制系统（DCS），涉及各工艺装置的紧急停车采用安全仪表系统（SIS）。

根据本工艺装置的运行过程特点、规模及目前国内外仪表生产及应用状况，本装置所设计的仪表及自动控制系统将达到国内外同类型装置的先进水平。结合项目的具体情况，控制系统拟采用当前技术先进、成熟可靠的集散控制系统（DCS），涉及各工艺装置的紧急停车采用安全仪表系统（SIS）。原厂DCS和SIS满足本次技改项目工艺控制要求，故本技改项目的DCS控制和安全仪表系统（SIS）依托原厂DCS和SIS系统进行扩展。

该项目LNG储罐属于二级危险化学品重大危险源，LNG储罐拟设置独立的SIS系统，拟设置在新建的抗暴控制室内。

该项目拟设置的火灾自动报警系统依托原厂火灾自动报警系统，若预留点位不够，则增加相应卡件。

该项目拟设置的可燃气体和有毒气体检测系统依托厂区气体检测报警系统扩展，若预留点位不够，则增加相应卡件。

火灾自动报警系统的火灾探测和报告火情的发生以及可燃气体和有毒气体的泄漏报警检测，以便及时采取相应措施保证装置及人身安全。

DCS控制系统、SIS安全仪表系统、成套设备控制系统（PLC系统）等各系统之间通过通讯接口连接，依托公司原有，若预留点位不够，则增加相应卡件。该项目的检测信号均传入DCS系统，实现在控制室对整个装置进行集中控制和管理。

控制室设有独立的以太网（局域工厂管理网），通过防火墙与工厂管理网络连接，接入全厂管理网。DCS、SIS、FGS等系统具有各自特有的功能，在自成系统的同时，具备与局域工厂管理网/全厂管理网的接口。

在控制室内设有时钟同步系统（GPS），以实现各系统的同步。

（2）监控系统

为了防止火灾，及时进行火灾报警，该项目的火灾报警系统依托原厂火灾自动报警系统扩展，火灾自动报警系统由火灾报警控制器、火灾探测器、手动报警按钮等组成。消防报警设备安装在生产厂区综合楼内。

监控系统主要用来对厂区区域进行早期的火焰，可燃气体的检测，并通过声光报警指示发生危险的区域。

在厂内建筑及工艺装置区拟设置火灾报警检测装置，包括感温/感烟探测器、可燃气体浓度探测器、低温探测器、火焰探测器及手动报警按钮等。

在工艺装置区、储罐区及存在潜在危险需要经常观测处，拟设置可燃气体浓度探测器，其报警信号送 FGS 进行报警和联锁控制。

LNG、液化集液池内设置低温探测器，当探测器探测到 LNG 泄漏后，由火灾报警控制盘联锁控制启动雨淋阀，从而启动高倍数灭火系统。

在工艺装置区、储罐区及存在潜在危险需要经常观测处，设置火焰探测器，其报警信号送 FGS 进行报警和联锁控制。

(3) 仪表选型

1) 在线分析系统

在工艺装置区现场设置防爆分析小屋，配置高精度分析仪表、相应的预处理系统、标准气体等用于在线分析各工艺分析点，并将某些分析信号送至中控 DCS 显示、报警。

2) 流量仪表

气体的计量，采用进口涡轮流量计(精准度在于 $\pm 0.5\%$)，含整流器、过滤器、体积修正仪，控制用流量采用孔板计量，部分计量用流量采用质量流量计。

3) 液位仪表

LNG 储罐的液位拟采用伺服液位计和雷达液位计测量。就地液位检测采用磁浮子液位计，侧装法兰。

4) 压力仪表

压力测量采用压力变送器和差压变送器测量,压力/真空度或压差的本地显示使用弹簧管压力表测量。泵和压缩机出口采用耐震压力表测量。

5) 温度仪表

集中温度测量采用一体化温度变送器,远传温度检测采用三线制 Pt100 温度传感器,带保护套管与设备/管道焊接,液化冷箱内及 LNG 储罐的温度采用双支 Pt100 温度传感器,一用一备。就地温度检测选用抽芯式双金属温度计,带保护套管与设备/管道焊接。

6) 执行机构

根据工艺要求设置工艺装置区内气动控制阀,包括系统常温/低温紧急切断阀、分子筛吸附器切换阀、常温/低温调节阀等等。

(4) 动力供应

1) 仪表供电

所有控制仪表由 UPS 提供总电源。UPS 电源为来自不同母线段的双回路电源。UPS 电源布置在机柜室旁的 UPS 间内。

UPS 装有静态转换开关,静态转换开关能在过载情况下从 UPS 供电转换到原始的 220V 交流电源供电,反之亦然。双向转换为不间断电源供电,不对控制仪表设备造成任何扰动。

UPS 的电池完全密封、铅酸组合、免维护类型,后备时间为 1h。

UPS 在输入频率为 47~53Hz,输入电压为正常电压波动±15%的条件下应能运行。在这些运行条件下对设备不应造成任何损害,且输出应保持在正常电压波动±1%,正常频率波动±0.1%。

UPS 作为仪表的专用供电装置,不与电工的照明等用电合用。

2) 仪表用气

原厂已建制氮站规模为 150m³/h,原装置正常氮气用量 80m³/h,该项目氮气用量 50m³/h,紧急情况还可使用原厂 20m³液氮储罐及 1500m³/h 氮气汽化器为全厂补充氮气。

仪表空气原厂已建规模 200m³/h，原装置正常仪表空气用量 100m³/h，该项目仪表空气用量 80m³/h。

(5) 控制室设置

该公司化工控制室设置一套 DCS 及一套 SIS 系统，用于焦炉煤气预处理、压缩、净化甲烷化、分离、液化、LNG 储罐、LNG 装车装置的控制与联锁，同时对空压制氮、脱盐水、循环水系统消防水系统等全厂公用工程过程参数予以监控。各工艺装置 DCS 的操作站、控制站及部分附属设备集中放置于化工控制室，进行集中操作、控制和管理。

控制室主要由操作室、机柜室构成，根据生产操作及控制室布置要求，并同时考虑经济性，将操作室及机柜室设置于一层平面，总建筑面积约 121.41m²，抗暴结构设计，处于非化工装置生产区域。

控制室环境要求较高，冬季 20±2℃，夏季 26±2℃，温度变化率 <5℃/h；相对湿度 50%±10%，湿度变化率 <6%/h；且空气净化要求为：含尘量 <0.2mg/m³（粒径小于 10μm），无有毒有害气体。

控制室内的噪音不应 >55dB，且电磁条件应满足 DCS 硬件的技术要求。室内采用阻燃吊顶，吊顶距地面高度为 3.500m。

室内照度要求：

操作区域 300lx

机柜室 500lx

控制室内操作间采用水磨石或玻化砖地面，机柜室采用防静电地板。控制室内设置一定数量的火灾报警探头及气体报警探测器，控制室应配备消防及防毒衣具等安全设施。控制室设置三部厂内调度电话机（安装于 DCS 操作台上），并配备至少两对无线对讲机。

该项目控制室依托原厂控制室。

(6) 生产安全保护

对火灾和爆炸危险场所将根据其危险级别选择相适应的防爆设备，以保

证安全生产。根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）及工艺专业条件的要求，该项目划为爆炸危险区域 2 区，装置内拟选用的电气设备防爆等级均为 EXd II CT4，防护等级为 IP65。

2.2.6.5 采暖、通风与空气调节

（1）采暖

该项目生产装置不涉及采暖，办公室、生活区和控制室等依托该公司原有，采暖设施配备完善。

（2）空气调节

该项目控制室、机柜室等依托该公司，对温度湿度有要求的房间，采用分体空调机以满足室内的温湿度要求。

办公楼采用分体空调机以满足室内的温湿度要求。

（3）通风

该项目生产装置露天布置，自然通风。该项目所依托的公用辅助设施通风设施良好。

2.2.6.6 其他辅助设施

（1）化验室

化验室面积约为 120m²，设有色谱室、仪器室和化学分析室和钢瓶间等。该项目产品、原料检测和生产控制项目的分析检测依托该公司原有化验室，根据该项目投资情况，结合目前国内同类型企业化验室的装备水平，该项目化验室所需仪器和家具拟采用国产中档产品。

（2）维修

该项目机械维修、仪表维修、工艺装置年检维修及大型设备维修委托当地专业维修队伍承担，装置日常维护和设备、仪表的简单维修由本厂维修班负责。

2.2.6.7 消防

（1）消防力量

该公司消防依托平罗县消防救援大队和平罗县沙湖消防救援站，平罗县消防救援大队距离该公司约 8km，平罗县沙湖消防救援站距离该公司约 12km。该项目液化天然气储存总容量为 2500m³（小于 30000m³），消防车辆 30min 能够到达，根据《天然气液化工厂设计标准》（GB51261-2019）第 12.1.2 条和第 12.1.4 条，企业可不设专职消防站和配备消防车辆。

前期火灾主要依靠企业自救。平罗县阳光焦化有限公司已建立义务消防队，配备相应的消防设备设施，负责整个厂区的消防任务，以应对突发事故，因此建设项目不在另设义务消防队。

（2）消防设施

该项目所建厂区占地面积≤100×10⁴m²，按照《天然气液化工厂设计标准》（GB51261-2019）第 12.2.4 条规定，工程建成后同时火灾次数为 1 次，事故时按需水量最大的一处之和计算。该项目厂区发生火灾时，LNG 储罐消防水量最大，最大消防用水量 199m³。

厂区设有 1 座 3500m³ 消防水池为该公司消防用水的水源，满足该项目消防用水量。

该公司现有厂区已建供水泵房为半地下式，泵房内设有 1 台电动消防泵其型号为 XBD10.1/70-200（DL）、2 台消防稳压泵（1 用 1 备）其型号为 KQDP40-10X14，泵房内配备 1 台柴油发电机组其型号为 YG-Z660，该公司于 2019 年取得平罗县住房和城乡建设局《建设工程竣工验收消防备案复查意见书》（平建消竣复字[2019]第 016 号），消防力量能够满足项目要求。

消防给水管网：该项目消防给水系统拟设为稳高压制，平时稳压泵运行使管网的压力稳压为 1.0MPa；火灾时消防泵启动，消防水管网压力为 0.9MPa。消防给水管网的最大设计流量为 240L/s，消防水主管管径为 DN300。

消防给水管网在工艺装置区均成环状布置。

消防水管网用蝶阀分隔成若干段，每段的消火栓及消防炮数量不超过 5 个，装置区室外消火栓间距不超过 60m。

消防栓系统：室外消火栓均拟沿道路布置，每个室外消火栓均配置一个室外消火栓箱，其安装位置距消火栓不大于 5m，消火栓的间距不大于 60m。每个室外消火栓箱内拟配置 2 根 DN65×20m 消防水带（带快速接口）、2 支 $\phi 19$ 直流-喷雾水枪、2 个备用的快速接口用垫圈和 1 个水泵接口扳手。

消防水炮：该项目在工艺装置区、LNG 储罐区及装车区内拟设置固定消防水炮，消防水炮的进口压力拟设为 1.0MPa。LNG 储罐区消火栓其额定流量为 60L/s，喷嘴为直流—喷雾喷嘴。消防炮为手动操作，其水平回转角度为 360°，俯仰角为 $-15^{\circ} \sim +75^{\circ}$ 。

2.2.7 建设项目主要装置（设备）和设施名称、型号（规格）、材质、数量和主要特种设备

该项目工艺关键设备包括 SNG 压缩机、MRC 压缩机、氢气压缩机、液化冷箱、LNG 储罐、制冷剂（乙烷、丙烷、异戊烷）储罐、开工电炉、泵类等。

(1) 主要转动设备

SNG 压缩机：拟采用二列对称平衡型往复式压缩机；

氢气压缩机：拟采用四列对称平衡型往复式压缩机；

冷剂压缩机（MRC 压缩机）：拟离心式压缩机。

(2) 主要设备

冷箱：冷箱拟采用先进的铝合金板翅式换热器，热效率较高；

储罐：LNG 储罐拟采用 2500m³ 单容储罐；

该项目拟配置的主要装置（设备）和设施，详见表 2.2-12、表 2.2-13 和表 2.2-14，特种设备见表 2.2-15。

表 2.2-16 主要动力设备设施一览表

序号	设备名称	规格型号	材质	台/套	备注
1	SNG 压缩机 包含：电机、油站、消音器、控制柜等	吸气量：5000Nm ³ /h(干基) 吸气温度：≤40℃ 吸气压力：~2.5MPa.G 排气压力：0.45MPa.G 60kW	过流部件不锈钢	2+0	成套、往复

序号	设备名称	规格型号	材质	台/套	备注
2	冷剂压缩机 包含：电机、油泵、控制柜等	吸气温度：~31℃ 吸气压力：~0.26MPa.G 排气压力：4.0MPa.G 600kW	过流部件不锈钢	1	成套离心
3	氢气联合增压机 包含：电机、油泵、控制柜等	吸气量：2800\1800Nm ³ /h (干基) 吸气温度：~30℃ 吸气压力：0.75/1.5MPa.G 排气压力：1.5/25MPa.G 375kW	过流部件不锈钢	1+1	成套往复
4	LNG 装车泵	Q=40m ³ /h, H=140m 30kW	过流部件不锈钢	2+1	低温
	冷剂泵	Q=10m ³ /h, H=120m 5.5kW	过流部件不锈钢	1+0	成套屏蔽

表2.2-17主要动力定型/成套设备设施一览表

序号	设备名称	规格型号	温度(℃)/压力(MPa)	台/套	材质
1	冷剂储罐	V=10m ³	-104/1.0	1	组合件
2	乙烯汽化器	Q=300m ³ /h	-104/1.0	1	组合件
3	LNG 汽化器	Q=1000m ³ /h	-164/0.1	1	组合件
4	排净空气汽化器	Q=400m ³ /h	-164/0.5	1	组合件
5	解冻气加热器	Q=1000m ³ /h 30kW	250/1.0	1	组合件
6	冷箱	板翅式	-164/4.5	1	组合件
7	LNG 装车鹤管	Q=80 m ³ /h	-164/1.0	2	组合件
8	氢气加气柱	/	60/25	2	组合件

表2.2-18主要生产、储存设备设施一览表

序号	设备名称	规格型号	温度(℃)/压力(MPa)	台/套	材质
液化单元					
1	冷剂缓冲罐	Φ1400, 10m ³	60/2.0	1	Q345R
2	冷剂分离器	Φ1400, 10m ³	60/4.0	1	Q345R
3	丙烷储罐	Φ1600, 10m ³	40/1.8	1	Q345R
4	异戊烷储罐	Φ1600, 10m ³	40/0.8	1	Q345R
5	丙烷干燥器	Φ600, 1.0m ³	250/0.8	1	Q345R
6	异戊烷干燥器	Φ600, 1.0m ³	250/0.8	1	Q345R
7	BOG 换热器	F=18m ²	40/4.4	1	组合件
氢气制备工序					
PSA 单元					
1	吸附塔	Φ 1400, 6.5m ³	60/1.8	1	Q345R
2	氢气缓冲罐	Φ 1400, 6m ³	60/1.8	1	Q345R
3	均压缓冲罐	Φ 1400, 7m ³	60/0.3	2	Q345R
4	解析气缓冲罐	Φ 1600, 10m ³	60/0.1	2	Q345R
产品储存					
1	LNG 储罐	2500m ³	-160℃~-165℃/0.015	1	镍钢

该项目涉及的特种设备有压力管道和压力容器。

表2.2-19 特种设备一览表

序号	特种设备类型	设备名称及型号	主要技术规格	数量	备注
1	压力	乙烯储罐 (10m ³)	工作压力：1.0MPa, 工作温度：-140℃	1	

序号	特种设备类型	设备名称及型号	主要技术规格	数量	备注
	容器	丙烷储罐（10m ³ ）	工作压力：1.0MPa，工作温度：-140℃	1	
		异戊烷储罐（10m ³ ）	工作压力：0.8MPa，工作温度：60℃	1	
		冷剂缓冲罐（10m ³ ）	工作压力：2.0MPa，工作温度：60℃	1	
		氢气缓冲罐（6m ³ ）	工作压力：1.8MPa，工作温度：60℃	1	
		均压缓冲罐（7m ³ ）	工作压力：0.3MPa，工作温度：60℃	1	
		解析器缓冲罐（10m ³ ）	工作压力：0.1MPa，工作温度：60℃	1	
		乙烯汽化器	工作压力：0.1MPa，工作温度：-104℃	1	
		LNG汽化器	工作压力：0.1MPa，工作温度：-164℃	1	
		解冻气加热器	工作压力：1.0MPa，工作温度：250℃	1	
		冷剂分离器	工作压力：1.8MPa，工作温度：60℃	1	
		丙烷干燥器	工作压力：0.8MPa，工作温度：40℃	1	
		异戊烷干燥器	工作压力：4.0MPa，工作温度：40℃	1	
		吸附塔	工作压力：4.0MPa，工作温度：40℃	1	
2	压力管道	富氢气（DN50~DN200）管道	工作压力：0.004~1.05MPa，工作温度：40℃ 设计压力：0.1~1.20MPa，设计温度：60℃	/	规格GC2
		天然气（DN50~DN100）管道	工作压力：4.2MPa，工作温度：40℃~130℃ 设计压力：4.5MPa，设计温度：60℃~150℃	/	规格GC1
		LNG（DN50~DN150）管道	工作压力：0.8MPa，工作温度：-163℃ 设计压力：2.5MPa，设计温度：-191℃	/	规格GC1
3	安全附件	压力表	/	/	
		安全阀	/	/	

2.2.8 组织机构及定员

该项目依托建设单位已设立生产技术部、管理部、供应部、销售部、质检部、安监部、财务部等职能部门，组织机构健全，各项管理制度完善，项目建成后不新增组织结构，部分技术、管理人员由企业统一调整，只增加新上装置部分技术、管理人员及操作人员。该公司安全管理组织机构图如图 2.2-2。

该项目拟定员 16 人，其中管理人员 2 名，技术人员 2 名，操作工 12 名。根据项目生产特点，生产装置 24 小时连续运行，年工作时间 330d，操作工实行四班三运转工作制，管理及技术实行常白班，配值班制。

拟建项目新增岗位人员情况见表 2.2-15。

表 2.2-20 拟建项目岗位设置及定员一览表

序号	工序/车间	工种	班数	定员	每班工作时间
1	管理及技术	管理人员	1	2	8h
		技术员	1	2	8h
2	生产装置	巡检工	4	12	8h
3		合计		16	--

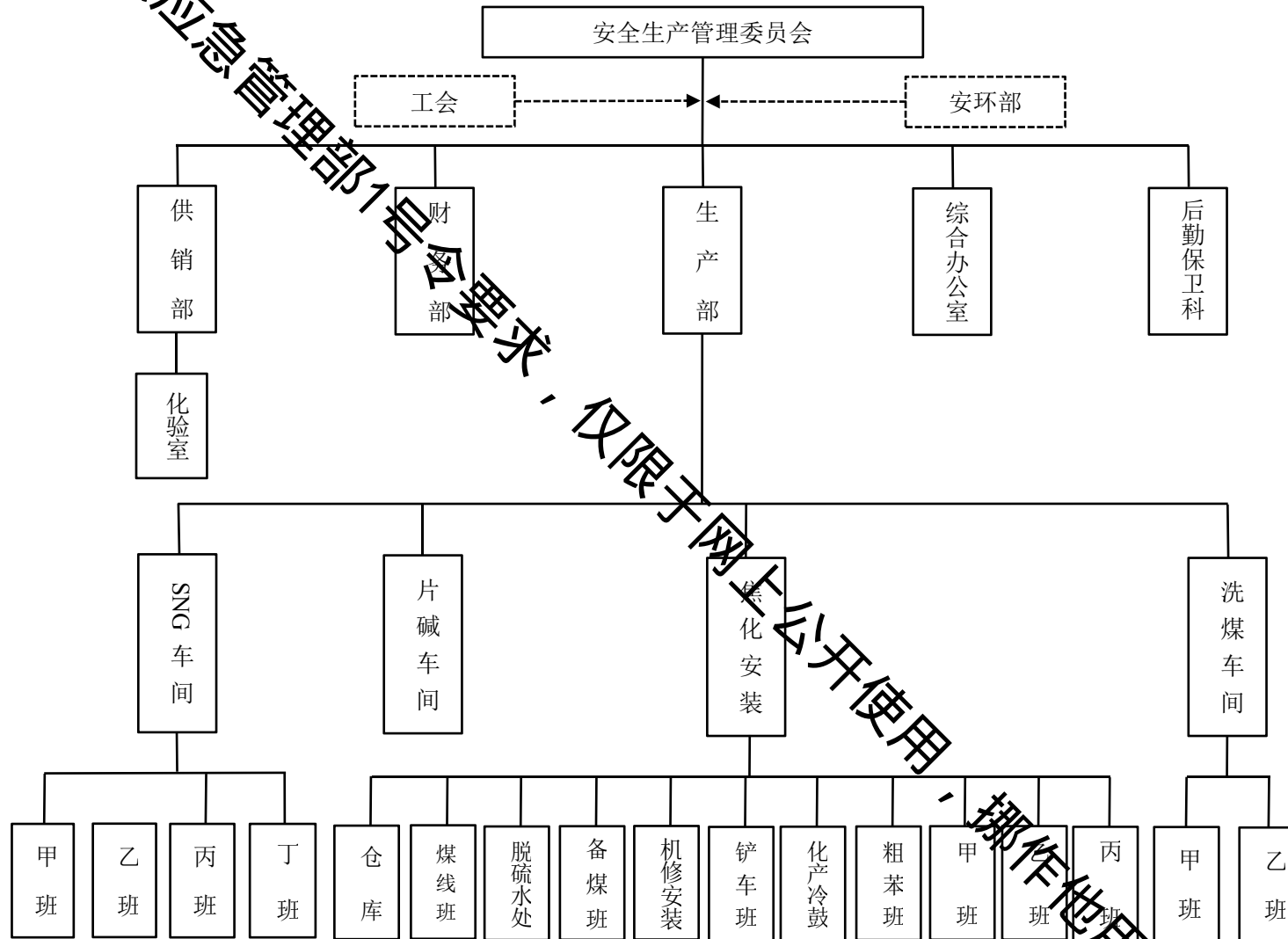


图 2.2-2 该公司安全管理组织机构图

2.2.9 安全投入及主要技术经济指标

(1) 安全投入

该项目总投资 6345.77 万元万元，其中，安全设施（不含设备自带安全设施）拟投资 858 万元，占项目总投资的 2.72%。

(2) 主要技术经济指标

该项目的技术指标见表 2.2-16。

表 2.2-21 主要经济技术指标表

序号	项目名称	单位	指标	备注
一	生产规模			
1	产品			
	LNG	Nm ³ /h	~4375	
	氢气	Nm ³ /h	~1875	
二	工作日	h	8000	
三	主要原辅材料			
1	SNG	Nm ³ /h	~4500	
2	富氢气	Nm ³ /h	~2800	
四	动力消耗量			
1	循环水			
	最大循环水用量	t/h	200	循环使用
	平均循环水用量	t/h	250	循环使用
2	电			
	装机容量	kWh/h	1350	
3	仪表空气			
	最大用量	Nm ³ /h	100	
	平均用量(0.6MPa)	Nm ³ /h	80	
五	三废排放量			
1	废气	kg/h	0.0826	
2	废水	t/h		
六	运输量	t/a		
1	运入量	t/a	10	催化剂、化学剂等
2	运出量	t/a	25714	氢气和 LNG
七	定员	人	15	
1	生产工人	人	10	
2	技术管理人员	人	3	
3	管理人员	人	2	
八	厂区用地面积	m ²	16535	工厂围墙内
1	建筑物及露天设备用地面积	m ²	4698.5	
2	露天堆场及作业场用地面积	m ²	3200	
3	道路及广场用地面积	m ²	3600	
4	地下管线机地上管架估计用地	m ²	500	
5	建筑系数	%	34	

6	容积率	%	0.56	
7	场地利用系数	%	62	
8	行政办公及生活服务设施用地面积所占比例	%	/	
9	投资强度	万元/公顷	3750	
10	绿化系数	%	170	
九	项目总投资	万元	6345.77	
	其中：铺底流动资金	万元	60.92	
十	达产后年销售收入	万元	13224.43	
十一	成本和费用			
十二	达产后年总成本和费用	万元	8023.28	
十三	达产后年利润总额	万元	4350.39	
十三	年均应纳所得税	万元	1087.59	
十四	财务分析盈利能力指标			
1	总投资收益率	%	68.91	
2	投资回收期(含建设期)，税后	年	2.15	
3	税后项目财务净现值（ic=12.00%）	万元	17714.57	
4	项目资本金内部收益率(税后)	%	78.73	
十五	清偿能力指标			
1	人民币借款偿还期（含建设期）		1.85	

仅限于网上公开使用，挪作他用一律无效。

3 主要危险、有害因素的辨识结果及依据说明

3.1 危险物质的辨识结果及依据

3.1.1 辨识依据

本报告对危险化学品的辨识，主要依据《危险化学品目录（2015版）》。辨识过程中，结合该项目的工艺流程、原辅材料及产品等的描述，最后查相应物质的理化性质及危险特性表进行分析而得出。

3.1.2 辨识结果

该项目原料主要为 SNG 和富氢气，来源于该公司焦炉煤气甲烷化生产天然气（SNG）项目。辅料为混合制冷剂、变压吸附剂（活性炭类）、冷剂干燥剂（分子筛类）；产品为 LNG 和氢气。

该项目在生产过程中存在的危险化学品包括：

原辅料主要有：甲烷、丙烷、乙烯、异戊烷、SNG、富氢气、氮气（压缩）；

产品：LNG、氢气。

依据《危险化学品目录（2015版）》，该项目涉及的危险化学品有：甲烷、天然气（SNG、LNG）、丙烷、乙烯、异戊烷、富氢气、氮气。

依据《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录（2015版）实施指南（试行）的通知》（安监总厅管三〔2015〕80号）、《建筑设计防火规范[2018年版]》（GB 50016-2014）、《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》（GB 50160-2008）、《天然气液化厂设计标准》（GB51261-2019）等对该项目在生产过程中涉及的危险物质进行特性分析，汇总表见表 3.1-1。其理化性质及危险特性表详见附件 A。

表3.1-1主要危险、有害化学品汇总表

序号	生产中作用	物质名称	闪点 (°C)	危险性类别	火灾 危险 性	爆炸 极限 (V%)	职业接触限值 (mg/m ³)			职业 危害 程度	危险物质分布
							MAC	PC-TWA	PC-STEL		
1	原辅材料	甲烷	-188	易燃气体, 类别 1 加压气体	甲	5.3~ 15	300	---	---	---	LNG 装置制冷站
2	原辅材料	丙烷	-187.6	易燃液体, 类别 2 急性毒性-经皮, 类别 3 急性毒性-吸入, 类别 3 皮肤腐蚀/刺激, 类别 1 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1	甲	2.1~ 9.5	300	---	---	---	LNG 装置制冷站
3	原辅材料	乙烯	无意义	易燃气体, 类别 1 加压气体 特异性靶器官毒性-一次接触 类别 3 (麻醉效应)	甲	2.7~ 36	---	---	---	---	LNG 装置制冷站
4	原辅材料	异戊烷	-56	易燃液体, 类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触, 类别 3 (麻醉效应) 吸入危害, 类别 1 危害水生环境-急性危害, 类别 2 危害水生环境-长期危害, 类别 2	甲	1.4~ 7.6	---	---	---	---	LNG 装置制冷站
5	原辅材料	氮气 (压缩)	---	加压气体	戊	---	---	---	---	---	制氮站
6	原辅材料	压缩天然 气	-188	易燃气体, 类别 1 加压气体	甲	5.3~ 15	300	---	---	---	LNG 装置制冷站
7	产品	LNG	--	易燃气体, 类别 1 加压气体	甲	5~15	---	---	---	---	LNG 装置、LNG 储罐
8	产品	氢气	无意义	易燃气体, 类别 1 加压气体	甲	4.1~ 74.1	---	---	---	---	氢气生产装置及充装站

3.2 危险化学品包装、储存、运输的技术要求及信息来源

该项目涉及的各种危险化学品，其包装、储存、运输的技术要求等信息均查自 MSDS。

表 3.2-1 甲烷的包装、储存、运输的技术要求

危险化学品名称	甲烷
包装方法	包装类别：O52 包装方法：钢质气瓶
储存要求	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
运输要求	采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

表 3.2-2 丙烷的包装、储存、运输的技术要求

危险化学品名称	丙烷
包装方法	包装类别：O52 包装方法：钢质气瓶
储存要求	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
运输要求	本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运，装运前需报有关部门批准。采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

表 3.2-3 乙烯的包装、储存、运输的技术要求

危险化学品名称	乙烯
包装方法	包装类别：O52 包装方法：钢质气瓶
储存要求	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
运输要求	采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与

	氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。
--	----------------------------------------------------------------------------------

表 3.2-4 异戊烷的包装、储存、运输的技术要求

危险化学品名称	异丙烷
包装方法	包装类别：O51 包装方法：钢质气瓶；小开口钢桶；安瓿瓶外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱。
储存要求	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。保持容器密封。应与氧化剂分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。
运输要求	运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽（罐）车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。严禁用木船、水泥船散装运输。

表 3.2-5 氢气的包装、储存、运输的技术要求

危险化学品名称	氢气
包装方法	包装类别：O52 包装方法：钢质气瓶
储存要求	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
运输要求	采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

表 3.2-6 SNG（富含甲烷的）的包装、储存、运输的技术要求

危险化学品名称	天然气
包装方法	包装类别：O52 包装方法：钢质气瓶。
储存要求	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
运输要求	采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

表 3.2-7 LNG 的包装、储存、运输的技术要求

危险化学品名称	液化天然气
运输要求	槽车罐体采用双壁真空粉末绝热，配有操作阀安全系统及输液软管等。国内低温液体槽车的制造技术比较成熟，槽车使用安全。LNG 产品采用深冷液体储罐储存，液体储罐为双壁真空粉末绝热，LNG 的日蒸发率可控制在 0.46% 之内，储存周期为 4~7 天。

3.3 易制毒化学品、易制爆、剧毒、高毒化学品辨识结果及依据

对照《易制毒化学品管理条例》（国务院令 445 号）可知，该项目在生产过程中和产品不涉及易制毒化学品。

对照《易制爆危险化学品名录》（2011 年版）可知，该项目使用的原辅材料和产品中不涉及易制爆危险化学品。

对照《高毒物品目录》（卫法监发[2003]142 号）可知，该项目使用的原辅材料和产品中不涉及高毒物品。

依据《危险化学品目录（2015 版）》，该项目不涉及剧毒化学品。

3.4 淘汰产品辨识结果及依据

依照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号），该项目的产品和工艺不属于国家明令淘汰的产品和工艺。

3.5 重点监管、特别管控的危险化学品辨识结果及依据

（1）重点监管、特别管控的危险化学品分析结果

依据《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）、《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），该项目原辅材料和产品中甲烷、天然气（SNG、LNG）、氢气和乙烯属于重点监管的危险化学品。

根据《特别管控危险化学品目录》（应急管理部、工业和信息化部

部、公安部、交通运输部公告 2020 年第 3 号），本次评价范围内涉及的液化天然气（LNG）属于特别管控危险化学品。

（2）重点监管的危险化学品拟采用的自动控制情况

该项目涉及重点监管的危险化学品工序及装置生产全部拟设置自动化控制，拟按规定配备应急处置装备和器材。对重点监管危险化学品拟采用的措施满足《首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则》（安监总厅管三〔2011〕142 号）要求。

3.6 重点监管的危险化工工艺辨识结果及依据

依据国家安监总局《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《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），该项目原料 SNG 依托该公司 10000Nm³/h 焦炉煤气甲烷化制合成天然气（SNG/CNG）建设项目，此项目涉及甲烷化工艺，但不在本次评价范围，所以该项目生产工艺不涉及重点监管的危险化工工艺。

3.7 危险、有害因素的辨识结果及依据

本报告对该项目各部分进行的危险、有害因素的辨识，主要依据《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2009）、《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）和《职业病危害因素分类目录》（国卫疾控发【2015】92 号），该项目可能存在的主要危险因素有：火灾、爆炸、中毒和窒息、容器爆炸、触电、灼烫、机械伤害、高处坠落、淹溺、坍塌、物体打击、起重伤害、车辆伤害等；可能存在的化学因素有：甲烷、丙烷；可能存在的有害因素有：粉尘、噪声与振动、高温、低温。

3.8 危险有害因素的分布

3.8.1 可能造成爆炸、火灾、中毒、灼烫事故的危险因素及其分布

可能造成爆炸、火灾、中毒和窒息、灼烫事故及其分布见表 3.8-1。

表3.8-1爆炸、火灾、中毒、灼烫事故的危险因素及其分布

序号	危险因素	存在主要部位
1	火灾、爆炸	压缩厂房、PSA 提氢装置、LNG 液化装置、充装和 LNG 储罐等。
2	容器爆炸	制冷剂（甲烷、丙烷、乙烯和异戊烷）储罐、氢气缓冲罐等。
3	中毒和窒息	压缩厂房、PSA 提氢装置、LNG 液化装置、充装和 LNG 储罐等。
4	灼烫	LNG 液化装置区、装卸站、LNG 储罐等。

3.8.2 可能造成作业人员伤亡的其它事故的危险、有害因素及其分布

生产装置、公用工程及辅助设施系统可能造成作业人员伤亡的其它危险、害因素及其分布见表 3.8-2。

表3.8-2其它危险、有害因素及其分布

序号	危险因素	存在主要部位
1	机械伤害	生产系统中压缩机、各种泵类等机械设备
2	触电	变电所、配电室、用电设备
3	高处坠落	超过 2m 的操作平台、储罐顶等作业场所和检修场所
4	物体打击	高处作业场所
5	车辆伤害	装卸站台、厂区道路
6	中毒和窒息	LNG 储罐区、制冷剂储罐区、装卸站台等
7	起重伤害	电动葫芦、起重机械作业场所
8	淹溺	污水处理站、循环水池、消防水池
9	坍塌	建构物等
10	高温	高温物料管线、夏季室外作业等
11	低温	制冷站、甲烷深冷、LNG 储罐、LNG 装卸站台、低温物料管线、冬季室外作业
12	噪声和振动	压缩机、各种泵类、各种车辆
13	粉尘	过滤器、吸收塔等
14	化学因素	压缩机厂房、LNG 液化装置、制冷剂储罐

3.9 爆炸危险区域的划分

(1) 爆炸危险区域划分原则

根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）第2.2.1条的规定，爆炸性气体环境应根据爆炸性气体混合物出现的频繁程度和持续时间，按下列规定进行分区：

0区：连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境；

1区：在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境；

2区：在正常运行时不可能出现爆炸性气体混合物的环境，或即使出现也仅是短时存在的爆炸性气体混合物的环境。

（注：正常运行是指正常的开车、运转、停车、易燃物质产品的装卸，密闭容器盖的开闭，安全阀、排放阀以及所有工厂设备都在其设计参数范围内工作的状态。）

(2) 爆炸危险区域划分结果

根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）的规定，结合项目，确定该装置、设备、罐区的爆炸危险区域，划分结果见表3.9-1。

3.9-1 防爆区域划分一览表

序号	场所或装置	生产类别	危险区域	危险介质
1	压缩厂房	甲	2区	天然气、氢气
2	LNG液化装置区	甲	2区	天然气、氢气
3	PSA提氢	甲	2区	氢气
4	装卸站台	甲	2区	天然气、氢气
5	LNG储罐	甲	2区	天然气

(3) 火灾爆炸危险区域电器选择原则

该项目电气设备防护等级根据IEC-529来确定。爆炸环境2区拟选用隔爆或增安型电气设备，电力及控制电缆拟采用铜芯阻燃电缆。

1) 仪表防爆

2区爆炸危险场所的仪表拟选用本安型和隔爆型。所选现场仪表

防护等级不低于 IP55。室外安装的现场变送器拟采用保护箱安装。

2) 防爆工器具

该项目使用的防爆工器具有：便携式防爆照明、防爆通讯工具，应急救援用的绝缘棒以及工程中使用的吊装、运输工具，上述工具应为防爆型。

3) 电机防爆

该项目在爆炸性危险场所的电气设备应选用增安或隔爆型防爆电气设备。电气设备应依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）的要求进行选型。

3.10 危险化学品重大危险源辨识结果

3.10.1 依据《危险化学品重大危险源辨识》的辨识结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），列入辨识表中的危险化学品有：甲烷、丙烷、乙烯、异戊烷、氢气、天然气。该项目危险化学品重大危险源的辨识过程见报告 B.3 章节。

该项目生产线未构成危险化学品重大危险源；LNG 储罐单元和冷剂储罐单元危险化学品设计最大储量超过临界量，所以该公司 LNG 储罐单元和冷剂储罐单元构成危险化学品重大危险源。

3.10.2 重大危险源分级结果及拟采取的措施

(1) 分级结果

该项目危险化学品重大危险源的分级详见报告 B.3 章节。

该项目 LNG 储罐单元构成二级危险化学品重大危险源，冷剂储罐单元构成三级危险化学品重大危险源。

(2) 拟采取的措施分析结果

该项目的危险化学品重大危险源采取 DCS 控制系统，重大危险

源配备温度、压力、液位、流量、组份等信息的不间断采集和监测系统，在各个工序有可能散发可燃气体和有毒气体的地点设置检测探头，并在就近的操作室内设置气体报警控制器，并具备信息远传、连续记录、事故预警、信息存储等功能；生产装置应装设紧急停车系统；对重大危险源等重点设施应设紧急切断装置、独立的安全仪表系统；拟设监测环境的气温、湿度、风速、风向等，并与罐区安全监控系统联网；拟设音视频信号、以及喷淋降温装备抑制储罐压力的升高措施。

该项目对危险化学品重大危险源拟采取监控措施符合《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令第40号）与《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）的规定，企业应在下一步设计和建设中应落实。

4 安全评价单元的划分结果及理由说明

4.1 评价单元划分依据

该项目评价单元的划分，是在充分研究《平罗县阳光焦化有限公司合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改升级项目可行性研究报告》的基础上，结合该项目生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征，有机结合该项目危险、有害因素类别及分布，按照产品和生产装置相对集中的原则，考虑了评价内容和评价方法的特点，划分出的评价单元。

从该项目总体上考虑，首先划分出项目选址及周边环境单元、总平面布局及建（构）筑物单元。

配套建设的公用工程及辅助工程对满足主装置的安全生产、环境保护、节约能源等方面起着重要的作用。因此，将公用工程及辅助设施中的储运部分、电气及仪表控制部分、冷冻站等划分子单元进行评价。

考虑到消防安全的重要性、该项目对周边环境及作业人员的影响，结合国家法律法规的要求，将特种设备、消防及作业环境分别划分单元进行评价。

4.2 评价单元的划分结果

对该项目划分出如下 8 个单元进行评价：

- (1) 项目选址及周边环境单元
- (2) 总平面布局及建（构）筑物单元
- (3) 生产装置单元
- (4) 储运单元
- (5) 公用工程及辅助设施单元
- (6) 特种设备单元
- (7) 消防单元
- (8) 安全管理单元

5 采用的安全评价方法及理由说明

5.1 各单元采用的评价方法

该项目各单元采用的评价方法见表5.1-1。

表5.1-1各单元采用的评价方法

评价单元	评价方法	安全检查表法	预先危险性分析法	危险度评价法
项目选址及周边环境单元		√		
总平面布局及建（构）筑物单元		√		
生产装置单元			√	√
储运单元		√	√	
公用工程及辅助设施单元		√	√	
特种设备单元			√	
消防单元		√		
安全管理单元		√		

5.2 采用评价方法的理由说明

本报告中各单元评价方法的应用，是在认真分析并熟悉被评价系统、充分掌握了该项目所需资料的基础上，根据各种安全评价方法的优缺点、适用条件和范围进行的。

为提高评价结果的可靠性，有选择地对单元分别采用不同的评价方法，从不同角度、不同方面，全面检查、重点突出。这些评价方法，互相补充、分析综合和互相验证。

(1) 安全检查表法可以较全面的检查和评价该项目各评价单元的危险因素和薄弱环节；检查出初步设计中应重点考虑的安全措施。因此，本报告中项目选址及周边环境单元、总平面布局及建（构）筑物单元、生产单元、消防单元、作业环境单元等均采用安全检查表法。

(2) 预先危险分析法，能够在项目具体设计开始之前，识别可能的危险，用较少的费用和时间就能改正；从一开始就能消除、减小或控制主要的危险；优化新的设计方案。进行预先危险性分析，可以充分了解装置可能出

现的事故危害，找出消除或减轻事故危险的控制措施。对每一种可能发生的事故做到提前防范，严密控制，最大限度地降低事故的严重度和发生的概率。

各生产单元容易发生火灾、爆炸、中毒和窒息事故，电气设备较多，容易发生触电事故，因此采用预先危险分析法对这几个危险、有害因素进行分析。储运单元涉及液化天然气和氢气等易燃、易爆、有毒物质，因此，对于储运单元，也选择预先危险分析法进行评价。

(3) 危险度评价法是借鉴日本六阶段法，针对石油化工企业建设项目的安全评价而制定。将评价对象划分评价单元后，根据“危险度评价取值表”对工程进行危险度评价，以找出危险度较大的装置或单元进行重点控制或进行下一步安全评价。

此件按照应急管理厅公告，仅限于网上公开使用，挪作他用一律无效。

6 定性、定量分析危险、有害程度的结果

6.1 固有危险程度的分析结果

6.1.1 安全检查表法评价结果

对所划分的各个评价单元采用安全检查表法，总计检查了 128 项，其中有 13 项在《可研》中没有提及。这些未提及项列于表 6.1-1 中。

表6.1-1安全检查表法评价结果一览表

序号	单元	检查项数	未提及项数	《可研》未提及项对策措施建议
1	项目选址及周边环境单元	21	0	1) 厂址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带；当不可避免时，必须具有可靠的防洪、排涝措施； 2) 厂址不应受洪水、潮水和内涝威胁，其防洪标准应按表 3.2.4 的规定执行。
2	总平面布局及建(构)筑物单元	28	5	1) 汽车装卸设施等机动车辆频繁进出的设施应布置在厂区边缘或厂区内，并宜设围墙独立成区； 2) 天然气液化工厂四周应设置不低于 2.2m 的非燃烧性围墙。天然气液化工厂的生产区与其他工矿企业相邻布置时，其相邻侧应设置不低于 2.2m 的非燃烧材料实体围墙； 3) 液化天然气集液池和导液沟与明火低点的距离不应小于 30m； 4) 液化天然气装卸区的出入口宜单独设置； 5) 化工生产装置区内应准确划定爆炸和火灾危险环境区域范围。
3	储运单元	12	4	1) 罐组应设防火堤； 2) 储罐的安全阀出口管应接至火炬系统。确有困难时，可就地放空，但其排气管口应高出 8m 范围内储罐罐顶平台 3m 以上； 3) 罐区应设置音视频监控报警系统，监视突发的危险因素或初期的火灾报警等情况。 4) 可燃气体或易燃液体储罐场所，在防火堤内每隔 20m~30m 设置 1 台可燃气体报警仪，且监测报警器与储罐的排水口、连接处、阀门等易释放物料处的距离不宜大于 15m。
4	给排水及污水处理子单元	10	0	无
5	供配电子单元	11	0	无
6	消防单元	36	7	1) 消火栓设计流量、灭火器的配备、泡沫灭火系统等应按照《天然气液化工厂设计标准》进行设计和配置； 2) 消防水池（罐）应设液位检测、高低液位报警及自动补水设施； 3) 一组消防水泵的吸水管不应少于 2 条。当其中一条关闭时，其余的吸水管应仍能通过全部用水量。消防水泵应采用自灌式吸水，并应在吸水管上设置检修阀门。
7	安全管理单元	22	1	生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。
总计		139	13	

6.1.2 预先危险分析法评价结果

表6.1-2预先危险分析法评价结果

序号	单元	子单元	预先危险性分析结果
1	生产装置单元	净化、压缩子单元	采用预先危险分析法对净化、压缩子单元进行评价可知，该子单元存在的危险、有害因素主要为火灾、爆炸、容器爆炸、中毒、窒息，其次为触电、机械伤害、高处坠落、噪声危害、物体打击等。净化、压缩子单元中存在火灾、爆炸、容器爆炸、中毒、窒息的危险性，事故后果可能导致人员伤亡、设备损坏，造成非常大的经济损失，其危险等级为 III~IV 级；存在触电、机械伤害、高处坠落、噪声危害、物体打击等危险性，事故后果可能造成人员伤害，其危险等级为 II 级（临界级）。通过采取有效的防范措施，以上的危险性是可以得到控制的。
		深冷子单元	采用预先危险分析法对深冷子单元进行评价可知，该单元存在的危险、有害因素主要为火灾、爆炸、容器爆炸、中毒、窒息，其次为高温烫伤、触电、机械伤害、高处坠落、粉尘危害、噪声危害、低温冻伤、物体打击等。深冷子单元存在火灾、爆炸、容器爆炸、中毒、窒息的危险性，事故后果可能导致人员伤亡、设备损坏，造成非常大的经济损失，其危险等级为 III~IV 级；存在高温烫伤、触电、机械伤害、高处坠落、粉尘危害、噪声危害、低温冻伤、物体打击等危险性，事故后果可能造成人员伤害，其危险等级为 II 级（临界级）。通过采取有效的防范措施，以上的危险性是可以得到控制的。
2	储运单元	储运子单元	采用预先危险性分析储运子单元，分析可知，储运子单元存在的主要危险、有害因素有火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、高处坠落、机械伤害等。其中火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息危险等级为 III 级，是危险的，会造成人员伤亡和系统破坏，要立即采取防范对策措施；其余均为 II 级，危险程度是临界的，处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡、系统损坏降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。
3	公用工程及辅助设施单元	给排水及污水处理子单元	给排水单元主要危险因素有：落水、水池溺水、短路电气火灾、触电、噪声与振动等，经评价危险等级均为 II 级，处于事故的边缘状态。必须采取措施予以预防和控制。
		供配电子单元	该项目在变配电系统存在电气、电缆、变压器火灾的潜在危险性，事故后果可能导致人员伤亡，其危险等级为 III 级（危险的）；其次为变压器损坏、触电等危险性，事故后果可能造成人员伤害，其危险等级为 II 级（临界的）。通过采取有效措施，以上的危险性是可以得到控制的。因此，必须加强安全管理、定期对各类电气设备进行安全检查，严格执行安全操作规程，建立工作票制度，电工必须经过国家有关部门的培训、考核，持证上岗。
		仪表自控子单元	通过预先危险分析，仪表自控子单元主要危险、有害因素为：火灾、爆炸危险程度为 III 级（危险的），会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施；触电危险程度为 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、系统损坏降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。

序号	单元	子单元	预先危险性分析结果
		冷冻站子单元	1) 容器爆炸、灼烫的危险等级为Ⅲ级，危险程度是灾难性的，造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范。 2) 机械伤害、噪声与振动、低温的危险等级为Ⅱ级，危险程度是临界的，处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡、系统损坏降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。
4	特种设备单元		预先危险性分析该单元存在的主要危险有害因素有： 1) 火灾、爆炸、容器爆炸和中毒窒息的危险等级为Ⅲ级，危险程度是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施。 2) 起重伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、触电等的危险等级为Ⅱ级，危险程度是临界的，处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡、系统损坏降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。

6.1.3 危险化学品的数量及分布

该项目主要危险化学品数量及分布具体见表 6.1-3。

表 6.1-3 项目装置区主要危险化学品的分布一览表

序号	作业场所	物料名称	质量 (t)	状态	危险性
1	LNG 生产线和氢气生产线	氢气	0.16	气态	可燃、易爆
2	LNG 储罐	液化天然气	1050	气态/液态	可燃、易爆
3	冷剂储罐区	乙烯	5.5	气态/液态	可燃、易爆
4		丙烷	15.7	气态/液态	可燃、易爆
5		异戊烷	16.7	气态/液态	可燃、易爆

6.1.4 作业场所固有危险程度定量分析结果

6.1.4.1 具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量

具有爆炸性化学品的质量及相当于梯恩梯的摩尔量见表 6.1-4。

6.1-4 各单元具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量

序号	作业场所	物料名称	质量 (t)	燃烧值 (kJ/kg)	相当于 TNT 的质量 (kg)	相当于 TNT 的摩尔量 (kmol)
1	LNG 生产线和氢气生产线	氢气	0.16	142500	202.67	0.89
2	LNG 储罐	液化天然气	1050	55644	445152	1960
3	冷剂储罐区	乙烯	5.5	50392	2463.6	10.8
4		丙烷	15.7	48785	6808.3	29.9
5		异戊烷	16.7	40428	6001.3	26.4

6.1.4.2 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

具有可燃性化学品的质量及燃烧后放出的热量见表 6.1-5。

表 6.1-5 各单元具有可燃性的化学品及燃烧后放出的热量

序号	作业场所	物料名称	质量 (t)	燃烧值(kJ/kg)	燃烧后放出的热量 (10 ⁸ kJ)
1	LNG 生产线和氢气生产线	氢气	0.16	142500	0.23
2	LNG 储罐	液化天然气	1050	55644	584.262
3	冷剂储罐区	乙烯	5.5	50392	2.8
4		丙烷	15.7	48785	7.7
		异戊烷	16.7	40428	6.8

6.2 风险程度的分析结果

6.2.1 危险化学品泄漏可能性

该项目生产过程中涉及的具有易燃、易爆、有毒性的化学品主要是甲烷、丙烷、乙烯、异戊烷、氢气、天然气（压缩天然气）、氮气（压缩）等。可能发生泄漏的部位主要是管道、阀门、容器等。造成各种泄漏事故的原因主要有以下四类：

(1) 设计失误

基础设计错误，造成容器底部产生裂缝，设备变形、错位等；选材不当，布置不合理，选用机械不合适等。

(2) 设备原因

加工不符合要求，焊接质量差；施工和安装精度不高，选用的产品质量不合格；设备长期使用后未按规定检修期进行检修，计测仪表未定期校验，阀门损坏或开关泄漏，又未及时更换；设备附件质量差，或长期使用后材料变质、腐蚀或破裂等。

(3) 管理原因

对安全漠不关心，已发现的事故隐患不及时解决；没有严格执行监督检查制度；指挥错误，甚至违章指挥；未经培训的工人上岗，知识不足，不能判断错误；没有及时检修已出现故障的设备，使设备带病运转。

(4) 人为失误

误操作，违反操作规程；判断错误，如记错阀门位置而开错阀门；擅自脱岗；思想不集中；发现异常现象不知如何处理。

6.2.2 爆炸、火灾事故的发生条件

该项目中天然气（SNG、LNG）、氢气、甲烷、丙烷、乙烯、异戊烷具有爆炸性、火灾性，且有一定量的储存，所以，爆炸性和可燃性危险性相对较大，一旦发生泄漏，将在有限空间和无限空间两种情况形成爆炸性混合气体；爆炸性混合气体云团在遇到足够的点火能量，如明火、机械火花、静电火花、电气火花、雷电火花等情况下，将发生爆炸事故，泄漏的以上物质越多，遇到点火源越晚，发生爆炸事故的后果越严重。

6.2.3 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围

通过采用南京安元科技有限公司开发的安全无忧网重大危险源区域定量风险评价软件模拟计算，该公司LNG储罐的体积 $V=2500\text{m}^3$ ，LNG储罐中孔泄漏发生蒸气云爆炸时，死亡半径为247.7m，重伤半径为301.3m，轻伤半径为446.7m，财产损失半径为230m。

6.2.4 危险化学品重大危险源个人风险及社会风险分析

经计算，该拟建项目危险化学品重大危险源个人风险等值线均在可容许的许可值范围内，社会风险等值线落在可容许区内，风险处于中等水平，未达到不可接受风险。

详细分析过程详见附件D.3节。

6.3 事故案例分析

6.3.1 液化天然气储罐泄漏

(1) 事故经过

29日上午10时34分，葫芦岛市消防支队指挥中心突然接到报警：中海石油（中国）有限公司天津分公司位于龙湾新区东窑村的JZ20-2天然气分

离厂一个储气罐出现天然气大量泄漏。储罐区有 5 个储气罐，每个储量 1000m³，如果遇到火星，将引起 5 个储气罐发生连锁的大面积爆炸。

接到报警后，消防官兵迅速赶到现场疏散人员，并在当地公安部门的配合下设立了方圆 3km 的警戒区域，禁止一切明火和车辆通行。而厂内一个容积为 1000m³、存有 237t 液化天然气的球形储罐漏点正发出巨大的喷气声，大量 50℃ 低温的液化天然气急速向外气化喷泄，形成了一个高达 1.8m、直径为 1.5m 的冰柱，整个厂区弥漫着白色无味的液化气中。据介绍，在周围不足 100m² 范围内，共有 5 个 1000m³ 容积的液化气储罐，如果遇明火或静电，将引发连锁爆炸，整个厂区便会被夷为平地，周边的村庄群众也将遭受灭顶之灾。

面对紧急情况，消防支队制订了三套处置方案：一是利用罐底注水、凝结泄漏处；二是实施堵漏；三是将罐内天然气排放至厂区内的火炬，利用火炬燃烧实行排空。

一开始，第一套方案的实施还算顺利，液化气在气化时吸收大量的热量，所以泄出点温度急剧下降，喷出的水在泄出点的金属管附近冻结成了厚厚的冰。因为结冰，所以液化气泄出量明显减少。然而，到了下午 2 时 40 分左右，泄出点冻结的冰突然脱落，泄出点的管口又“刺刺”地冒出白气，液化气又开始大量泄出。在此情况下，指挥人员决定实施第二套抢险方案：用木头楔子堵塞泄漏的管口。

因为泄出液化气的管口温度在零下 50℃ 左右，消防战士将用来堵漏的木头楔子固定在一根木头上，然后由几名战士抱着塞向泄漏管口，然而，由于泄出的液化气压力过大，没有成功。消防人员只能用手持木头楔子，用铜锤向里钉。消防战士手上戴着皮手套，一挨上泄出点附近的金属，手套立即被冻得像铁片一样，消防战士将手套上的冰磕掉以后，再次冲上前去，一共进行了 5 次，到 16 时零 6 分，泄漏点终于被彻底堵住。

这是葫芦岛市建市以来最大的一起可燃气体泄漏事故，也是国内同类事故中，单罐储量最大的一起可燃气体泄漏事故。险情的成功排除，创造了全国处置同类可燃气体泄漏事故的典范。

（2）事故原因

违章操作拧断压力表。当日，液化气分离厂发现一个阀门前的压力表出现故障。工作人员在更换压力表，向下拧表时，压力表管被拧断，导致液化气泄漏。

（3）吸取事故教训，采取防范措施

①发现压力表故障。应该将罐内液化气放净，然后充装进惰性气体，才能进行操作；

②企业的各级领导及职工，一定要严格遵守安全规章制度，严禁违章作业；

③要开展全员安全生产规章制度教育与安全生产技术知识教育，提高全体人员遵章守纪的自觉性；

④增强安全意识，提高安全技术水平与自我防护能力；

⑤关键管理岗位要选用有生产管理实践经验及安全技术管理经验、专业知识丰富、技术素质较高的同志，以适应工作的需要。关键时刻起到管理把关作用，防止事故的发生，促进企业的正常发展。

6.3.2 陕西榆林 12.7 液化天然气泄漏事故

（1）事故经过

2013年12月7日下午4时许，榆林市榆阳区上盐湾镇一家正在试营业的加气站，发生液化天然气泄漏人员中毒事故。事故发生时，一辆运气罐车正通过输送管道给加气站的储气罐输气，发现液化气泄漏后，前后有7人进入罐内试图修复，4人不幸中毒身亡。这4人中年龄最大的一人40多岁，其余均为20多岁。

（2）事故原因分析

①试营业之前的安全准备工作不充分。按照常规，加气站试营业期间的安全管理应该特别的严格规范，各项操作应该特别谨慎，各环节都应在专业技术人员的指导下进行。所谓试营业，“试”的重点应该放在安全上，而不是表面的营运，如此匆忙开业，早晚都会发生事故的。

②对突发事件的应急处置不当。在发现液化天然气泄漏之后，人员没有采取任何安全措施的情况下，就进入充满泄漏气体的受限空间抢修，这本身就是安全管理失职。发现下去维修的人员可能出了问题之后，继续在没有安全保障的情况下，冲进罐区冒险施救。这充分暴露出，该站的员工缺乏基本的安全救援常识，事先没有进行应急预案学习演练。

③给储气罐输气前，没有对相关设施进行严格的安全检查。应该说，运气罐车给储气罐输气是一项十分重要的安全环节，输气前应该对相关设施进行细致的安全检查，确认一切正常才能开始输气。

④人员安全素质上的问题。员工缺乏安全意识说明岗前安全培训教育不落实，对所从事工作的危险性认识不够，有章不循，甚至还可能存在操作不当等问题。

（3）吸取事故教训，采取防范措施

①企业应根据涉及的危险化学品制定突发事件应急救援预案，并通过平时的学习、演练，让员工清楚遇到突发事件知道采取什么措施，自己又该干什么。

②制定岗位安全操作规程，明确操作步骤、操作规范和操作禁忌，熟练掌握操作流程，并严格遵守。

③对员工做好上岗前的培训，按照《安全生产法》的要求，对员工进行防火防爆、消防、职业危害等岗前安全培训。让员工掌握与工作相关的安全知识，熟练掌握安全操作技能。

7 建设项目安全条件分析结果

7.1 建设项目的具体情况

7.1.1 建设项目人员伤亡范围内周边 24h 生产经营活动和居民生活的情

根据该项目出现蒸汽云爆炸事故所造成的伤害范围的模拟分析，LNG 储罐发生蒸汽云爆炸事故造成的伤害范围最大，其死亡半径：247.7m、重伤半径：301.7m、轻伤半径：446.7m、财产损失半径：230m。如果出现 LNG 储罐发生蒸汽云爆炸事故，对该公司厂区内和 LNG 储罐周边巡检人员及设备有一定的影响。

该项目的周边装置、最近居民点及其他单位与该项目的距离，均大于模拟计算的伤害范围，即该项目的周边装置、最近居民点及其他单位均不在伤害范围内。

7.1.2 建设项目所在地的自然条件

(1) 地形、地貌、水文地质

该项目地处贺兰山山前洪积—冲积倾斜平原边缘的黄河三级阶地，从西至东地形地貌依次为典型的西大滩碟形洼地区、黄河冲积平原区。地势平坦，略呈西高东低之势。地面标高 1097.48~1099.31（1956 年黄海高程系），地面比降 1/1000 左右。

平罗县所处构造位置隶属宁夏新华夏构造体系，二级构造单位为银川新生代断陷盆地，系喜马拉雅造山运动时间构造活跃的贺兰山褶皱带与鄂尔多斯台地相对上升形成的“银川地堑”。西界受贺兰山断褶带东缘山前大断裂控制，东界受黄河大断裂控制。地堑新构造运动一直处于比较活跃状态，期间发育一组北东北北东向隐伏断裂，即银川—平罗大断裂。因银川地堑相对下降，在第三纪时就已形成—个广布的湖盆，接受了大量的碎屑沉积物，成为以第三系为基底的平原，第四系沉积物厚度较大。

根据《石嘴山市第二水源地勘查报告》，评价区在 350m 深度内划分为五个含水岩组。从上到下，依次为 I、II、III、IV、V 含水岩组，其中 III、IV 含水岩组为石嘴山市第二水源地供水目的层。

第 I 含水岩组底板埋深为 19.70~45.00m，含水岩组厚度为 0~39.30m；

第 II 含水岩组顶板埋深 29.10~52.50m，底板埋深 66.00~106.50m，含水岩组厚度为 8.00~68.00m；

第 III 含水岩组顶板埋深 74.60~116.00m，底板埋深 140.00~173.85m，含水岩组厚度为 42.60~92.25m；

第 IV 含水岩组顶板埋深 148.00~188.00m，底板埋深 234.50~268.00m，含水岩组厚度为 47.50~94.00m；

第 V 含水岩组顶板埋深大于 286.00m，底板埋深 340.30m。

项目场地主要含水层为细砂层，地下水主要补给来源为农田灌溉补水、大气降水，其中黄河灌溉水渗漏补给是区域地下水主要补给来源；排泄以潜水人工灌溉及蒸发为主。地下水位动态主要受气象、水文和农田灌溉等因素影响并呈季节性变化，丰水期出现在灌溉季节，每年夏灌使地下水位大面积上升，上升幅度一般为 0.5~1.0m，非灌期地下水位回落。

从区域水文地质条件和宏观地貌特征来讲，二农场渠以西为贺兰山东麓冲洪积倾斜平原径流区，二农场渠以东则为排泄区。地下水自西向东径流，接受来自山区和洪积倾斜平原北部补给区的径流补给及引黄灌溉的入渗补给，以蒸发、排水沟排水、侧向径流以及人工开采等形式排泄。在垂直方向上，I、II 含水岩组水力联系较为密切，接受灌溉水、鱼池水、下伏承压含水岩组的顶托补给以及侧向径流补给。

项目厂址区域由于潜水顶部及底部均为相对隔水的粉质粘土连续分布，潜水微具承压性。场区地下水初见水位最高处标高 1052.9m，静止水位 1054m。

(2) 气候、气象特征

平罗县地处西北干旱地区，属典型的大陆性气候，夏季炎热、冬季寒冷，多风少雨，日照充分，蒸发强烈，昼夜温差大。根据平罗气象站（北纬 38°54′，东经 106°33′）近 30 年的气象资料统计，本地区主要气象气候特征见表 7.1-1。

表 7.1-1 该项目地区气象要素表

项目	单位	数值	项目	单位	数值
年平均气压	hPa	892.3	年平均降水量	mm	175.9
年平均气温	℃	8.8	最大日降水量	mm	80.5
极端最高气温	℃	38.9	年平均蒸发量	mm	1708.7
极端最低气温	℃	-28.2	最大积雪深度	cm	8
平均风速	m/s	2.0	日照时数	h	3072.4
最大风速	m/s	22	雷暴日数	d	16.9
静风频率	%	23	大风日数	d	14.9
全年主导风向	/	SSW	沙尘暴日数	d	4.8
夏季主导风向	/	SSW	最大冻土深度	cm	89
夏季最小频率 分析风向	/	ESE	年平均湿度	%	55

(3) 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），该项目场地动峰值加速度为 0.20g，相应的地震基本烈度为Ⅷ度。该项目拟按地震烈度Ⅷ度设防。

7.1.3 建设项目中危险化学品生产装置和储存数量构成重大危险源的储存设施与重要场所、区域的距离

《危险化学品安全管理条例》（国务院令 第 591 号）第十七条规定的场所、区域包括：

- (1) 居民区、商业中心、公园等人口密集区域；
- (2) 学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；
- (3) 供水水源、水厂及水源保护区；
- (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；

(5) 基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地；

(6) 河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区；

(7) 军事禁区、军事管理区；

(8) 法律、行政法规规定予以保护的其它区域。

该项目区与周边场所的距离情况见表 7.1-2。

表 7.1-2 该项目与重要场所、区域的距离一览表

序号	检查项目	规范依据	要求距离 (m)	实际情况
1	居住区以及商业中心、公园等人员密集场所；	《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019)	300	该项目处于工业园区内，周边无此类区域。
2	学校、医院、影剧院、体育场(馆)等公共设施；	《石油化工设计防火标准[2018年版]》(GB50160-2008) 《工业企业设计卫生标准》(BGZ1-2006)	>100	
3	饮用水源、水厂以及水源保护区；	《饮用水水源保护区污染防治管理规定》	---	
4	车站、码头(依法经许可从事危险化学品装卸作业的除外)、机场以及通信干线、通信枢纽、铁路线路、道路交通干线、水路交通干线、地铁风亭以及地铁站出入口；	《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019) 《石油化工设计防火标准[2018年版]》(GB50160-2008)	甲乙类工艺装置或设施与厂外公路防火间距为40m，与国家铁路防火间距75m，与地方铁路线路防火间距70m	项目东侧为太沙路，距离拟建LNG储罐防火堤495m；南侧为纬一路，距离拟建LNG储罐防火堤约55m，距离石嘴山火车站2.0km。
5	基本农田保护区、基本草原、畜禽遗传资源保护区、畜禽规模化养殖场养殖小区)、渔业水域以及种子、种畜禽、水产苗种生产基地；	《中华人民共和国水污染防治法》	禁止向水体排放油类、酸液、碱液或者剧毒废液；禁止在水体清洗装载过油类或者有毒污染物的车辆和容器；禁止将含有汞、镉、砷、铅、氰化物、黄磷等的可溶性剧毒废渣向水体排放、倾倒或者直接埋入地下；向水体排放含热废水，应当采取措施，防止热污染危害	建设项目位于工业园区内，周边无此类区域。
6	河流、湖泊、风景名胜区、自然保护区；	《中华人民共和国环境保护法》第十八条 《中华人民共和国水污染防治法》	《中华人民共和国环境保护法》第十八条规定，在国务院、国务院有关主管部门和省、自治区、直辖市人民政府划定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内，不得建设污染环境的工业生	

序号	检查项目	规范依据	要求距离（m）	实际情况
			产设施；建设其他设施，其污染排放不得超过规定的排放标准 《中华人民共和国水污染防治法》第十二条规定，县级以上人民政府可以对生活饮用水源地、风景名胜区水体、重要渔业水体和其他具有特殊经济文化价值的水体，划定保护区。第十九条规定，在生活饮用水源地、风景名胜区水体、重要渔业水体和其他具有特殊经济文化价值的水体保护区内，不得新建排污口。	
7	军事禁区、军事管理区；	《中华人民共和国军事设施保护法》	根据《中华人民共和国军事设施保护法》，军事禁区、军事管理区的划定由国务院和中央军委确定，根据军事设施的要求，军区和省人民政府在共同划定陆地军事禁区范围的同时，必要时可以在禁区外共同划定安全控制范围	
8	法律、行政法规规定的其他场所、设施、区域。	——	该项目周边无此项区域	

7.2 建设项目的安全条件

7.2.1 建设项目与国家及当地产业政策与布局的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第29号），该项目不属于限制类和淘汰类生产工艺装备和产品。

该项目已于2019年12月30日经宁夏平罗工业园区管理委员会备案（项目代码：2018-640221-25-03-000513）。

该项目符合现行国家法律和政策，符合当地产业政策与布局。

7.2.2 建设项目与当地区域规划的符合性

该项目拟建于石嘴山市宁夏平罗工业园区平罗县阳光焦化有限公司厂区预留地，该项目符合平罗工业园区土地利用总体规划，符合当地城乡规划要求。

7.2.3 建设项目选址与标准、规范的符合性

(1) 选址

该项目拟选址在石嘴山市宁夏平罗工业园区平罗县阳光焦化有限公司厂区南侧预留地。厂址东侧为太沙路，南侧为纬一路和 110kV 翔滨 II 回线电力线路，西侧为宁夏泽惠道路资源再生利用有限公司，北侧为平西公路，东北侧为广盛洗煤厂。

该项目的选址符合《天然气液化工厂设计标准》（GB 51261-2019）、《石油化工企业设计防火标准[2018 年版]》（GB50160-2008）要求。

(2) 总平面布置

该项目是新建项目，总平面布置中各建筑、构筑物、装置相互之间的防火间距严格执行《石油化工企业设计防火标准[2018 年版]》（GB50160-2008）的规定。有毒有害的装置处于主导风向，布置有利于工艺流程。

该项目总平面布置符合《天然气液化工厂设计标准》（GB 51261-2019）、《石油化工企业设计防火标准[2018 年版]》（GB50160-2008）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《建筑设计防火规范[2018 年版]》（GB50016-2014）等规范。

7.2.4 建设项目对周边生产、经营活动和居民生活的影

(1) 该项目在施工过程中存在着机械噪声、人员喧哗声，但这些影响是局部的、暂时的，随着施工过程的结束，这些影响也将消失。施工过程中排放的施工废水中污染物的含量很低，生活污水量少且分散。该项目周边 1000m 内无公共设施，施工过程中的机械噪声、人员喧哗声不会对居民生活造成不良影响。

(2) 由表 2.2-4 中对项目周边生产经营单位及居民区的情况描述可以看出，厂址周边 1000m 内无公共设施，项目与周边居民区的距离符合《天然气

液化工厂设计标准》（GB 51261-2019）、《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》、《建筑设计防火规范[2018年版]》等规范要求。

(3) 根据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》和《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定》，外部安全距离符合《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》和《天然气液化厂设计标准》的要求，并且通过模拟计算可知（见报告附件 D.3），事故后果分析结果死亡半径：247.7m；重伤半径：301.3m；轻伤半径：446.7m；该项目 LNG 储罐个人风险符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》规定的个人风险标准，且厂区内没有出现 1×10^{-3} 每年的个人风险等值线；社会风险值在尽可能降低区和可接受区，企业采取相应的安全措施后社会风险在可接受范围内。

(4) 该项目如发生泄漏、中毒、火灾、爆炸等重大危险化学品事故时，有可能存在造成该公司厂区内人员的伤亡和南侧纬一路行人车辆受到伤害的危险。公司应加强管理和现场检查，加强设备的检维修、严格按照规程操作，制定相应的应急救援预案，并定期进行演练，避免事故的发生。

(5) 该项目产生的生产污水，排入厂区污水处理装置，综合利用；依托原有生活设施产生的生活污水经生活污水管道排至污水处理装置，项目污水处理系统、消防水池、事故池容量满足该项目，事故污水不会对周围环境造成污染。

(6) 该项目产生的易燃废气，排入厂区火炬装置，废气不会对周围环境造成污染。

(7) 对于噪声控制，该项目主要噪声设备为压缩机、风机、泵等，设计中尽量选用低噪声设备；订货采购时要求对高噪声设备配套消声器，因此该项目投产后不会对周边环境造成不良影响。

综上所述，该项目与周边生产、经营活动和居民生活的相互影响较小。

7.2.5 建设项目周边生产、经营活动和居民生活情况对建设项目投入生产后的影响

该项目的厂址与周城砖厂、宏盛洗煤厂的安全距离符合《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》（GB50160-2008）要求。

该项目厂址 1km 范围内无居民区、商业中心、公园等人口密集区域，居民区离该项目较远，无不良影响。

该公司对进行厂区的人员及车辆管理严格，进出厂需通过门卫，均需登记检查，无关人员禁止入内。

综上所述，该项目周边生产、经营活动和居民生活对该项目影响较小。可以通过采取相应的防范措施，减轻对其人员、设备等的伤害。

7.2.6 建设项目所在地自然条件对建设项目投入生产后的影响

(1) 依据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2016），该项目所在地抗震设防烈度为Ⅷ度，基本地震动峰值加速度值为0.20g，反应谱特征周期为0.40s。

依据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）7.2.4化工和石油化工生产建筑中，下列建筑的抗震设防类别应划为重点设防类：

- 1) 特大型、大型和中型企业的主要生产建筑以及对正常运行起关键作用的建筑。
- 2) 特大型、大型和中型企业的供热、供电、供气和供水建筑。
- 3) 特大型，大型和中型企业的通讯、生产指挥中心建筑。

该项目的相关建筑（供电、供水、通讯、生产指挥中心）、生产装置、罐区应根据该标准的重点设防类（乙类）进行设防，应按高于本地区抗震设防烈度（Ⅷ度）一度的要求加强其抗震措施，按Ⅸ度设防。

(2) 不良地质如断裂带等，对建筑物破坏作用较大，影响工厂设备和人员的安全。该项目在贺兰山山前洪积—冲积倾斜平原边缘的黄河三级阶地

带，从西至东地形地貌依次为典型的西大滩碟形洼地区、黄河冲积平原区，区域大地构造单元属宁夏新华夏构造体系，没有断裂滑坡等不良现象，地基稳定，区内不良地质现象不发育。因此，地质条件不会对该项目的正常生产造成影响。

（3）雷击能破坏建筑物和设备，并可导致火灾、爆炸事故。该地区年平均雷暴日数约 16.9d。如建筑物和设备无避雷设施或避雷设施失效，会引发雷击事故，危害后果比较严重。该项目存在较大的火灾爆炸危险，拟采用完善的避雷设施，并定期检测其接地电阻，确保避雷设施有效，保证项目免受雷击影响。

（4）暴雨造成的涝可威胁工厂的安全，其作用范围大，同时雨水会浸渍设备，影响生产，但直接对人员造成的危害较小。如果排水防洪标准达不到要求，厂区有可能受到洪水的危害。

（5）拟建厂址所在地夏季极端最高气温为 38.9℃，可能会造成易挥发物质的扩散加剧，如果防护措施不力，会造成可燃、有毒物质泄漏，引发火灾、爆炸、中毒和污染等事故；高温可能影响操作人员的身体健康，使操作人员心里烦躁，发生误操作的几率增高，影响生产的安全运行，可能会使室外环境工作人员发生中暑；该地区最低极端气温为-26.2℃，低温可能会冻坏设备、管道，给室外环境作业人员带来困难。但只要采取适当的防暑降温、采暖保温措施，不会对作业人员和设备造成较大的危害。

8 主要技术、工艺和装置、设备、设施的安全可靠性

8.1 工艺技术、设备设施及其安全可靠性分析结果

该项目天然气及氢气组成简单，综合考虑该项目冷剂压缩机拟采用离心压缩机、天然气压缩机和氢气压缩机拟采用往复式压缩机；液化工艺拟采用较为普遍，能耗及投资合理的 MRC 制冷液化工艺；氢气分离提纯拟采用变压吸附技术。

该项目涉及的装置、设备大部分为定型设备，设备选型依据其工作压力、温度、介质进行合理选择，并对存在腐蚀的设备进行防腐处理。

该项目涉及的各种设备、管道设安全阀、压力表、液位计、流量计等，均拟采用国内正规厂家的产品，出厂前应经过严格的检验、检测，所使用的设备、设施均应委托有相关资质单位进行设计、生产、安装、维修，从源头上保证设备、设施材质的可靠性。

该项目拟采用的工艺生产技术和成都新能联工程技术有限公司技术团队联合开发的专有技术，选用中科院大连物化所的甲烷化专用催化剂。该专利技术已成功运用于云南华鑫能源开发有限公司 20000Nm³/h 焦炉煤气制取 LNG 项目，2013 年 4 月试车并一次投入运行，成为国内首套配套 100 万吨焦化产能且正在连续运行的工业化装置。该装置可同时生产 LNG、CNG 两种产品，具有较大的操作弹性，运行安全可靠的特点，风险较低。此后本技术团队设计并运行了多套同类型装置，均运行安全可靠。

8.2 工艺、设备与危险化学品生产、储存过程的匹配性

8.2.1 生产装置

根据生产特性及设备设施所需要的条件，经过对国内外工艺技术发展的比较，对工艺流程的确定、自控系统的选择、主要设备的选择、选择一整套工艺流程，拟选择适合各段工艺要求的设备设施。

8.2.2 储存系统

该项目储存设施主要有 LNG 储罐、冷剂储罐，储存容积与生产装置的生产能力匹配。

8.3 公用工程和辅助设施的安全可靠性

8.3.1 原料保证

该项目生产原料来自平罗县阳光焦化有限公司提供的 4500Nm³/h SNG，距离较近，原料气通过管道运输，供应连续稳定。

8.3.2 安全供电

该项目供电电源由 35kV 园林变 322 园阳线和 35kV 新利变 322 新阳线提供应急电源。35kV 园林变 322 园阳线作为主供电源，35kV 新利变 322 新阳线作为备用电源。该项目电源引自平罗县阳光焦化有限公司原厂 10kV 单母线分段配电系统和 0.38kV 低压配电系统。其中 10kV 配电室内增设 3 台 10kV 开关柜为 10kV 高压电机供电，0.38kV 低压变配电室内增设 3 台低压配电柜为该项目低压负荷供电。可满足厂内用电负荷的供电需要。

8.3.3 给排水

该项目生产及生活供水水源由该公司现有厂区的自备水井提供，供水能力为 300m³/h，供水管网压力为 0.4MPa。该公司现有厂区已建供水泵房为半地下式，泵房内设有 2 台生产及生活给水泵（1 用 1 备）、1 台电动消防泵、1 台柴油消防泵、2 台消防稳压泵（1 用 1 备），并预留 1 台生产、生活、水泵位。供水泵房对所有的压力、液位、温度、流量、水泵运行工况进行监测和控制，并在控制室集中显示，可以保障该项目用水的需求。

拟建项目生活污水、少量检修污水及地坪冲洗水经管网进公司厂区内污水处理站集中处理后达标排放。

8.3.4 空压制氮装置

原厂已建制氮站规模为 150m³/h，原装置正常氮气用量 80m³/h，该项目氮气用量 50m³/h，紧急情况还可使用原厂 20m³ 液氮储罐及 1500m³/h 氮气汽化器为全厂补充氮气。

仪表空气原厂已建规模 200m³/h，原装置正常仪表空气用量 100m³/h，该项目仪表空气用量 80m³/h。

8.3.5 自动控制及仪表

该项目生产装置控制系统拟采用 DCS 控制系统，利用 DCS 对过程参数进行监视与控制，正常情况下操作人员在控制室就可以使工艺生产装置连续安全生产。根据装置的分布位置及工艺上的可操作性，现场设立操作屏；循环水、消防水设置就地控制室，采用常规仪表。

该项目的危险化学品重大危险源拟采取 DCS 控制系统，重大危险源配备温度、压力、液位、流量、组份等信息的不间断采集和监测系统，在各个工序有可能散发可燃气体和有毒气体的地点拟设置检测探头，并在就近的操作室内拟设置气体报警控制器，并具备信息远传、连续记录、事故预警、信息存储等功能；生产装置拟装设紧急停车系统；对重大危险源等重点设施拟设紧急切断装置、独立的安全仪表系统；拟设监测环境的气温、湿度、风速、风向等，并与罐区安全监控系统联网；拟设立音视频信号以及喷淋降温装备抑制储罐压力的升高措施。

该项目对危险化学品重大危险源拟采取监控措施符合《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（安监总局令第 40 号）与《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》（AQ 3036-2010）的规定。

总结以上的分析可知，该项目拟采用的配套及辅助工程基本满足了该项目所需要的安全可靠性。

9 安全对策措施与建议

9.1 《可研》拟选择的安全对策及建议

(1) 厂址选择

根据本项目原料焦炉气分离液化的性质、特点及工艺要求，在建址选择上主要考虑的因素有：

1) 应尽量靠近气源，以减少输气的能量消耗和安全隐患。

2) 尽量利用工业园区内现有的公共设施，以便于生产管理、减少重复建设，节省投资。

3) 天然气提纯液化联产氢气的生产设施多属甲类，与现有各种设施应留有足够的防火间距，满足相关规范要求。

(2) 总平面图布置

按照各单元的功能进行分区布置，充分考虑 LNG 及氢气工艺流程的合理顺畅、设备和管道的合理布置、装置的安全操作、施工、检修和安装的方便，同时考虑安全生产、消防、扩建及综合投资等因素。

(3) 为减少损耗节省电能，设计中考虑在电气设备选型上应采用低损耗、高效率的电气设备；如高效节能型电动机；合理选择电缆截面，以减少电缆中的损耗；采用高效光源及高效灯具以及选用优质低损耗元器件等措施。

(4) 项目节水技术措施

1) 为了降低水的消耗，提高水资源的利用率，采用冷却水循环工艺，定期补充消耗部分水，达到水资源的充分利用。

2) 采用国内外先进技术、新设备、新材料，做到工艺设计经济合理、技术先进、成熟可靠、便于操作维护和管理，使给排水系统设计整体达到国内领先水平。

3) 生产污水实施清污分流、污污分流、分质处理和废水回用，使其排放废水指标达到国内先进水平。

4) 提高给水排水工程的仪表自动化水平，加强用水管理，配置流量计、水表等计量工具，对各用水装置实行定额管理，消除跑冒漏滴。对用水分质管理，将污水处理站处理后合格的废水重新使用。

5) 消防以“安全第一，预防为主，防消结合”的原则，以自救为主。设计严格执行相关的国家、行业规范。

9.2 选址及总平面布置方面的安全对策及建议

汽车装卸设施等机动车辆频繁进出的设施应布置在厂区边缘或厂区外，并设置围墙独立成区。

(2) 依据《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）第十四条、第十五条应在下一步设计时：该项目应以《天然气液化厂设计规范》（GB51261-2019）、《建筑设计防火规范[2018年版]》（GB50016-2014）、《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008）2018版、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《化工建设项目安全设计管理导则》（AQ/T3033）等最严格的安全条款为准，对该项目选址及总图进行设计。

(3) 化工生产装置区内应准确划定爆炸和火灾危险环境区域范围。

(4) 厂内道路应设置交通标志。

(5) 管线布置要对平面和竖向综合考虑其合理性，既要考虑到工艺要求，又要考虑到经济要求，还要考虑到操作方便与安全，在可能的情况下还要尽可能美观。

(6) 该项目火灾、爆炸危险性大，其甲类、乙类生产厂房的建筑抗震应按《建筑工程抗震设防分类标准》中规定的高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。

9.3 主要技术、工艺和装置、设备、设施方面的安全对策及建议

(1) 防火、防爆

1) 在各装置有可能泄漏可燃气体的区域，应按介质性质设置不同类别

的检测报警仪，防止事故发生和蔓延扩大。

2) 工艺管道所有进出口应尽可能成组，或平行布置，在工艺需要的地方设置安全阀、切断阀、盲板阀；所有地上管线在最高点设置放空，最低点设置排净，对受压的设备均装设安全泄压阀，泄压后的可燃气体应排入火炬系统燃烧。

3) 处于易燃、易爆场所的仪表，按规定选用与危险等级相应的仪表，在选择时要考虑材质的抗腐蚀性。对有泄漏可燃气体的装置区域采用防爆照明灯具。

4) 在初步设计中对压力容器和压力管道依据《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）和《压力管道定期检验规则—工业管道》（TSG D7005-2018）及相关的规范标准进行设计，项目投产后按照以上规定进行管理。运行前和运行过程中应定期的对压力容器和压力管道检验，及时发现和消除设备隐患，避免发生火灾、爆炸及泄漏事故，保证安全运行的有效措施。

5) 依据《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）的要求新建化工装置必须设计装备自动化控制系统。所有新建涉及“两重点一重大”的化工装置和危险化学品储存设施要设计符合要求的安全仪表系统。该项目在设计阶段应设计装备自动化控制系统和安全仪表系统，并应满足该项目安全运行要求。

6) 生产设备和管道的材质，应根据盛装、输送的介质、温度、压力、腐蚀性、自然环境条件等情况，选择设备与管路的材质。设备与管路的法兰等连接密封处，为防止泄漏，应根据介质、温度、压力、腐蚀等情况，注意选用符合要求的垫片。

(2) 电气及仪表安全

1) 电气设备必须具有国家指定机构的安全认证标志。

2) 检修时应使用安全电压电源（36V、24V、12V）。

3) 高压电气设备、变电、配电设备要设置围栏保护，并标明“高压危

险”警示。为操作人员配备绝缘用品。

4) 现场仪表的防护等级不应低于 IP54；现场变送器均应安装于仪表保护柜或保温柜内；根据现场环境条件和介质特性，应分别对现场仪表及其测量管线采取蒸汽伴热、保温、绝热、防堵等防护措施。

5) DCS 系统的 CPU、重要控制回路的 I/O 卡、控制器的电源和通讯总线均应按 1:1 冗余配置。

6) 在装置区的重要场所及控制室、配电室等场所设置应急照明灯具，灯具选用带蓄电池的应急照明灯，其连续供电时间不应少于 20min。

7) 全厂电缆选择及防火封堵原则

①电力电缆、控制电缆敷设环境、使用条件及防火要求应分别选用阻燃型及普通型铜芯电缆。高压电缆应选用铜芯阻燃型交联聚乙烯电缆，低压电缆应选用聚氯乙烯绝缘电缆，控制电缆应选用铜芯阻燃电缆。

②电缆的敷设按应采用电缆桥架或穿钢管理地、明敷的方式。

③导线敷设一般应采用穿管明设，但在建、构筑物底层则用穿管埋地，照明配线应用穿管明设。

④电力电缆截面不小于 2.5mm^2 ，控制电缆截面不小于 1.5mm^2 。

⑤敷设电气线路的沟道、电缆桥架或钢管，在穿过不同区域之间墙或楼板处的孔洞时，应采用非燃烧性材料严密堵塞。穿线钢管应采用镀锌钢管，钢管配线的电气线路均应做好隔离密封。电缆进出各种盘柜的孔洞应采用非燃烧性材料堵塞。

8) 消防系统电缆选择原则

消防电缆应采用铜芯阻燃铠装电缆。

消防用电设备的配电线路应满足火灾时连续供电的需要，其敷设应符合下列规定：

①暗敷时，应穿管并应敷设在非燃烧体结构内且保护层厚度不应小于 30mm。明敷时（包括敷设在吊顶内），应穿金属管或封闭式金属线槽，并

应采取防火保护措施；

②宜与其它配电线路分开敷设；当敷设在同一井沟内时，宜分别布置在井沟的两侧。

（3）防腐蚀

1) 由于该项目有些装置、设备露天布置，会受到大气、雨水的锈蚀，易发生事故的发生。因此，设备、管线、阀、泵及其设施等，应选择合适的材料及涂覆防腐层予以保护。

2) 对于各种设备、容器、管线因长期运行，管壁、罐壁逐渐变薄，易发生泄漏。因此对重点设备及管道在设计时考虑防腐措施。

（4）高处坠落及机械伤害防护安全对策措施建议

1) 在可能发生高处坠落的工作场所，按规范应设置便于操作、巡检和维修作业的扶梯、工作平台、防护栏杆、安全盖板等安全设施。在转动设备的连接部分应设防护罩。

2) 梯子、平台和易滑倒操作通道的地面应有防滑措施。

（5）各塔器、容器和管线的放散管，应遵守下列规定：a. 建（构）筑物内设备的放散管，应引出建（构）筑物外，且不危及人员安全；b. 室外设备的放散管，应高出本设备 2m 以上，且应高出相邻有人操作的最高设备操作平台 2m 以上。

（6）在各装置区内部的平面设计中，操作室等应布置在装置区域的边缘或装置的一侧，并应位于爆炸危险区域范围之外、可燃和有毒物料设备的全年最小频率风向的下风侧。控制室、配电室等朝向生产装置的一侧应采用无门窗、洞口的非燃烧材料实体墙。

（7）厂房内生产装置的竖向布置中，应符合工艺流程中物料输送的要求，充分利用厂房的位差实现物料的自主流动，减少输送设备的数量。

（8）LNG 储罐和制冷剂储罐围堰应能承受所容纳液体的静压，且不应渗漏。管道穿堤处应采用非燃烧材料严密封闭。

(9) 凡在开停车、检修过程中，可能由可燃液体泄漏、漫流的设备区周围应设置不低于 150mm 的围堰和导液设施。

(10) 项目工艺管道宜地上敷设；沿地面或低支架敷设的管道不应环绕工艺装置或罐组布置，并不应妨碍消防车的通行。

(11) 燃料气和可燃性气体排放管网的低点应有密闭排凝措施。

(12) 分液罐的凝结液应送往生产装置或其它储存类似组分的低压容器进行回收利用。

(13) 特种设备安全对策措施建议

1) 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着位置。

2) 安全附件实行定期检验制度，安全附件的定期检验按照《压力容器定期检验规则》及相关安全技术规范的规定进行。

3) 压力管道使用单位，应当按照《压力管道使用登记管理规则》的要求，办理管道使用登记，登记标志置于或者附着于管道的显着位置；使用单位应当建立定期自行检查制度，检查后应当作出书面记录，书面记录至少保存 3 年。发现异常情况时，应当及时报告使用单位有关部门处理；使用单位应当及时安排管道的定期检验工作，并且将管道全面检验的年度检验计划上报使用登记机关与承担相应检验工作任务的检验机构。全面检验到期时，由使用单位向检验机构申报全面检验。

(14) LNG 间断操作的装卸管道和泵进进出口管道等，需要保持管道处于低温状态，应减少由于管内温度过高而产生大量气化气体。设计和施工时应考虑系统所承受的冷、热循环引起的疲劳影响和水击工况产生的影响。

(15) 该项目低温管道布置应符合下列规定：

1) 在满足管道柔性条件下，应尽量使管道短、弯头少，且应减少“液袋”；

- 2) 低温管道应优先利用管道布置的自然形状进行补偿；
- 3) 与低温管道相连的非低温管道应设置切断阀，切断阀应尽量靠近低温管道端，并应做绝热处理；
- 4) 低温管道间距应根据保冷后法兰、阀门、测量元件凸出处厚度以及管道的侧向位移确定。

(16) 防雷防静电

1) 该项目 LNG 罐区和制冷剂罐区应按照《石油化工装置防雷设计规范》（GB50650-2011）和《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）进行防雷设计。LNG 储罐应做放直击雷接地，接地点不应少于 2 处，并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 10Ω 。

2) 进入装卸站区的液化天然气和氢气输送管道应在进入点接地，每根引下线的冲击接地电阻不应大于 4Ω 。

3) 所有正常情况下的不带电的电气设备金属外壳均应可靠接地，设备、管线做防静电接地，电气设备的保护接地、工作接地与防静电接地以及防雷接地等组成同一接地网，其接地电阻不大于 4Ω 。

4) 信息系统应采用铠装电缆或导线穿钢管配线，配线电缆金属外皮两端、保护钢管两端均应接地。

5) 信息系统的配电线路首、末端与电子器件连接时，应装设与电子器件耐压水平相适应的过电压（电涌）保护器。

6) 380/220V 供配电系统宜采用 TN-S 系统，当外供电源为 380V 时，可采用 TN-C-S 系统；供电系统的电缆金属外皮或电缆金属保护管两端均应接地，在供配电系统的电源端应安装与设备耐压水平相适应的过电压（电涌）保护器。

7) 应设卸车时用的防静电接地装置，并应设置能检测跨接线及监视接地装置状态的静电接地仪。

8) 在爆炸危险区域内工艺管道上的法兰等连接处，应用金属线跨接。

9) 应在进出装置区、储罐区入口处设置人体静电释放装置，通过导静电金属线将电流直接导入大地，防止人员携带静电引起静电导致火灾、爆炸事故。

10) 投入使用后的防雷装置实行定期检测制度。防雷装置检测应当每年一次，对爆炸危险环境场所的防雷装置应当每半年检测一次。

7) 工艺装置监控工艺参数、控制回路、安全连锁等已按照《分散控制系统工程设计规范》（HG/T20573-2012）进行设计，并符合以下要求：

1) 控制站应具有实现批量控制、顺序/联锁逻辑等控制功能，且应配建相应的功能模块，如顺序控制功能类、开关仪表类、顺控元素等功能模块；

2) 对于来自或送至爆炸危险区域的信号，在采用本安防爆技术时，应在 I/O 接口现场侧设置安全栅或本安型 I/O；

3) 控制站的冗余配置：控制回路 I/O 卡及重要检测点 I/O 卡宜冗余配置；控制单元的 CPU 应 1:1 冗余配置，通信接口、电源应为 1:1 冗余配置；数据采集单元的 CPU、通信卡宜 1:1 冗余配置；

4) 操作员站配置应符合下列原则：按操作区域配置操作员站；对重要的工段或关键设备配置专用操作员站；根据安全联锁系统需要配置操作员站；

5) 操作员站硬件和软件应具有高可靠性和容错性，软件应有从错误中迅速恢复功能，操作员站应互为冗余；

6) DCS 通信系统最大负荷应小于 40%。

9.4 危险化学品生产或储存过程及辅助工程的安全对策及建议

(1) 该项目拟设置一座 2500m³LNG 单容罐，应设防火堤，防火堤的设计高度应比计算高度高出 0.2m，且不应低于 1.0m（以堤内设计地坪标高为准）；应在防火堤的不同位置设置人行台阶或坡道，同一方位两相邻人行台阶或坡道之间的距离不宜大于 60m；防火堤内应设置导液沟及积液池；防火堤应为不燃烧实体防护结构，应能承受储罐泄露冲击、所容纳液体的静压及

温度变化等的影响，且不渗漏，防火堤耐火极限不应小于 3h；防火堤内易发生液化天然气泄露区域的地面宜采用现浇混凝土地面；管道穿越防护堤处应采用不燃烧耐低温材料严密封堵。

(2) 该项目 LNG 储罐应设置固定式消防冷却水系统和室外消防栓系统；室外消防栓设计流量不应小于 45L/s，储罐的消防用水延续时间不应小于 6h，储罐的固定冷却水系统宜采用水喷雾或水喷淋喷头；储罐的喷淋供水竖管不应少于 2 条，且应对称布置；消防冷却水系统应设置远程控制阀，且应有阀门启闭反馈信号，且控制阀与储罐罐壁的距离不应小于 15m，且应设置在罐区防护堤外，控制阀前应设置带旁通阀的过滤器，控制阀后及储罐上设置的管道应采用镀锌钢管。

(3) 装卸区应设置室外消防栓系统，室外消防栓设计流量不应小于 60L/s，消防用水量延续时间不应小于 3h；工艺装置区应设置室外消防栓系统，室外消防栓设计流量不应小于 45L/s，消防用水量延续时间不应小于 3h，室外消防栓系统宜配备直流和水雾消防水炮和水枪。LNG 储罐通向大气的安全阀出口处应设置局部应用式干粉灭火系统，其设计应符合《干粉灭火系统设计规范》的有关规定。

(4) 该项目在生产装置区、LNG 储罐、制冷剂储罐、LNG 和氢气装卸区等场所应设可燃气体报警器；生产区处于露天布置，可燃气体探测器其覆盖范围到任一释放源水平距离不宜大于 10m；LNG 储罐和制冷剂储罐区防火堤内应设可燃气体报警器，其覆盖范围到任一释放源的水平距离不宜大于 10m；汽车装卸区探测器的水平距离也不应大于 10m。可燃气体报警器安装应符合《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T50493-2019) 中的规定要求。

(5) 液化天然气储罐和泵的压力信号应能就地指示和传送至控制室，压力检测应符合下列规定：储罐应设置压力检测，并应具有报警和联锁功能；出关的取压点应位于储罐顶部最高允许储存液位以上的气相空间；除罐内泵

外，泵进口应设压力检测，宜设压力超出低限值报警和联锁停车，泵出口应设压力检测高限值报警。

(6) 液化天然气储罐和泵的温度信号应能就地指示和传送至控制室，温度检测应符合下列规定：储罐气象空间应设温度检测，温度超出高限值应报警；应设用于监测内罐泄漏的温度检测系统；除罐内泵进口外，泵的进口、出口应设温度检测，温度超出高限位应报警。

(7) 可燃液体罐组不应毗邻布置在高于工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的位置。

(8) 该项目LNG储罐构成二级危险化学品重大危险源，应设置独立的SIS系统。

(9) 液化天然气、乙烷和异戊烷等易燃易爆有毒有害液化气体的充装应设计万向节管道充装系统，充装设备管道的静电接地、装卸软管及仪表和安全附件应配备齐全，企业应制定装卸车操作规程，并严格按照操作规程进行装卸。

(10) 氢气充装过程中应确认拖车及装置的压力、安全阀是否处于工作状态，进入氢气现场的一切车辆都必须装有防火帽，氢气充装现场的通风必须良好。充装前必须确认接头处不能有水、铁渣等物。充装系统应设紧急切断设施。

(11) 储罐区和生产区应设置可燃气体泄漏检测报警系统。储罐应设置液位计、温度计，并应装有带液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，并设紧急切断装置。并完善化学品罐区监测监控设施。根据规范要求设置储罐高低液位报警，采用超高液位自动联锁关闭储罐进料阀门和超低液位自动联锁停止物料输送措施。

(12) 在设计阶段液化天然气储罐的设计应符合以下规定：储罐应设置顶部和底部充装管道、预冷管道，储罐内应采取防止液化天然气翻滚和分层措施，应设置能测定罐内氧含量和露点的取样口，泄压安全阀、人工放散阀

的管道入口应设置在储罐顶部且应在最高液位以上。

(13) LNG 储罐内应至少设置两台潜液泵并应符合下列要求：泵出口宜设低流量保护管道，泵及进、出口管道应有预冷措施，泵或泵井及其进出口管道应设置惰性气体吹扫和排空设施，应采取维持泵或泵井及其进出口管道内正常操作温度和压力措施。

(14) 液化天然气应储罐应设置满足预冷、运行和停车的液位、压力、温度检测仪表，液位仪表应符合下列规定：该项目 LNG 储罐应设置两套独立的液位检测仪表，液位高出限值或低于限值时，液位检测仪表应报警和联锁。

(15) 该项目 LNG 储罐应设置液位-温度-密度（LTD）检测系统。

(16) 汽车装卸设施应符合下列规定：

1) 在与装卸车臂相连的液相和气相管道上应设置切断阀，并应采取排空措施；

2) 装车管道排放的气体和液体应密闭回收；

3) 在装卸车管道上应设置惰性气体吹扫接头；

4) 在液化天然气装车总管和蒸发气总管上应设置紧急切断阀，紧急切断阀与装车鹤位的距离不应小于 10m；

5) 液化天然气装车作业时，从槽车排出的蒸发气宜返回液化天然气储罐或进入蒸发气收集系统；

6) 液化天然气装车应采用装车臂，装车臂与槽车的连接可采用法兰或快速接头，并宜设置紧急脱离装置。

(17) 装卸区布置应符合下列规定：

1) 液化天然气汽车装卸车鹤位应单独设置；

2) 液化天然气汽车装卸车鹤位之间的距离不应小于 4m；

3) 液化天然气汽车装卸车栈台装卸车鹤位与氢气及制冷剂装卸栈台相邻鹤位之间的距离不应小于 8m。

9.5 事故应急救援措施和器材、设备

(1) 为了防止和减少事故发生后人员受到的伤害，公司应当针对该项目的危险、有害因素分析和重大危险源制定事故应急预案，并配备应急救援人员和必要的应急救援器材、设备，按岗位人数落实，并定期组织应急救援演练，应急预案的编制应按照《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2013）、《生产安全事故应急演练指南》（AQ/T9007-2019）、《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号，国务院[2013]第 645 号修订）和《重点监管的危险化学品安全措施和事故应急处置原则编制符合自身安全管理特点的中毒、火灾爆炸、灼烫、容器爆炸事故应急预案。配备必要的应急器材，开展应急处置演练和伤员急救培训，提升应急处置能力。

(2) 该项目存在危险化学品重点监管的危险化学品甲烷等易燃易爆有毒物料，作业场所应设置可燃有毒气体泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备。空气中浓度超标时，作业人员必须佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩），穿防静电工作服。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴正压自给式空气呼吸器。

(3) 企业必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

(4) 该项目甲烷、天然气（SNG、LNG）、氢气和乙烯属于重点监管的危险化学品。依据“安监总管三〔2011〕95 号”和“安监总管三〔2011〕142 号”所提出的应急处置原则，完善该项目危险化学品事故应急预案，配备必要的应急器材，开展应急处置演练和伤员急救培训，提升危险化学品应急处置能力。

(5) 在 LNG 设施的关键位置应手提或推车式灭火器配置：

1) 手提或推车式灭火器应按《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）进行配置和维护。

2) 手提式干粉灭火器最小容量应 9kg(20lb)或更大，最小排出流量应为

0.45kg/s。

3) 推车式干粉灭火器最小容量应 56.7kg(125Ib)或更大，最小排出流量应为 0.9kg/s。

4) 配置的消防车和消防拖车不应用于其他目的。

(6) 企业应在作业场所按《危险化学品单位应急救援物资配备要求》

(GB 30077-2013) 6.1 的要求配置应急救援器材。

(7) 企业应急救援队伍配备应按照《危险化学品单位应急救援物资配备要求》(GB 30077-2013) 中“企业应急救援队伍配备要求”的要求进行配置。

(8) 该项目中天然气（CNG、SNG 和 LNG）、氢气、制冷剂等可燃气体，依据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T3097-2017）的相关规定，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；管道泵及泵入口永久过滤器、缓冲器等；装置内设备、设施均应设置完善、可靠的接地设施，小于 5 个螺栓连接的可燃物质管道的法兰应用截面不小于 6mm² 的导线进行跨接。

(9) 各生产装置应根据其内部物料的火险危险性和操作条件，设置相应的仪表（如温度、压力、流量、液位等）、报警信号（如超温、超压、高低液位、浓度监测等）的集中显示和远程控制，相关自动联锁保护系统。

(10) 建议企业在设备选型方面根据工艺条件充分考虑设备的设计参数（温度、压力），使之能够达到实际操作的要求并留有余量。

(10) PSA 提氢、冷箱、制冷剂储罐等设备的承重钢构架、支架、裙座及在爆炸危险区范围内的主管廊的钢管架应采取耐火保护措施。上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：支承设备钢构架：单层构架的梁、柱；支承设备钢支架；钢裙座外侧未保温部分及直径大于 1.2m 的裙座内侧；钢管架的底层支撑管道的梁、柱；地面以上 4.5m 内的支撑管道的梁、柱；下部设有可燃液体泵的管架，

地面以上 10m 范围的梁、柱。

9.6 安全管理

(1) 该公司已设置安全管理机构—安环部，并配备了专职安全管理人员，该项目建成后统一纳入公司安全管理，为提高公司安全管理水平和减少事故的发生，建议该项目建成后企业应配备相应的专职安全员。

制定完善的安全规章制度，其中包括：各级人员与各级行政部门的安全生产责任制、安全检查制度、安全生产例会，工艺管理，开停车管理，设备管理，电气管理，公用工程管理，施工与检维修（特别是动火作业、进入受限空间作业、高处作业、起重作业、临时用电作业、破土作业等）安全规程，安全技术措施管理、变更管理，巡回检查，安全检查和隐患排查治理；干部值班，事故管理，厂区交通安全，防火防爆，防泄漏，重大危险源，关键装置与重点部位管理；危险化学品安全管理，承包商管理，劳动防护用品管理；安全教育培训，安全生产奖惩、事故应急救援预案等，这些安全规章制度与安全操作技术规程、事故应急预案等可编印成册发给每一个职工，并开展宣传教育活动，以供职工学习、掌握。同时还应建立各种安全台账等。

(2) 该项目构成了重大危险源，项目建成投产后，建设单位应对本单位的重大危险源登记建档，定期检测、评估、监控，制定应急预案，告知从业人员和相关人员在紧急情况下的应急措施。同时应将本单位重大危险源及有关安全措施、应急措施报地方安全生产监督管理部门备案。

(3) 压力容器、压力管道、厂内专用机动车辆的作业人员及其相关管理人员统称特种设备作业人员，应当按照国家有关规定经特种设备安全监督管理部门考核合格，取得国家统一格式的特种设备作业人员证书，方可从事相应的作业或者管理工作。

(4) 根据《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安监总局令第 30 号）的要求，从事化工自动化控制仪表安装、维修、维护的作业也属于特种作业，公司试生产前，其作业人员必须经专门的安全技术培训并

考核合格，取得特种作业操作证后，方可上岗作业。

(5) 建设单位在项目建成投产后应加强对压力容器等特种设备的管理工作，按规定进行检测检验，并做好记录。

(6) 建议企业投产后按照《国家安全监管总局关于进一步加强企业安全生产规范化建设严格落实企业安全生产主体责任的指导意见》（安监总办〔2010〕139号）健全和完善责任体系、健全和完善管理体系、健全和完善基本制度，加大安全投入、确保安全设施投入、加强安全教育培训、加强重大危险源和重大隐患的监控预警、加强应急管理，提高事故处置能力。

(8) 企业应建立应急演练制度，每年都要结合本企业特点至少组织一次综合应急演练或专项应急演练。

(9) 重大危险源安全管理

1) 该公司应该定期对重大危险源的安全设施和安全监测监控系统进行检测、检验，并进行经常性维护、保养，保证重大危险源的安全设施和安全监测监控系统有效、可靠运行。维护、保养、检测应当作好记录，并由有关人员签字。（《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令第40号，国家安监总局令第79号修改）第十五条）；

2) 该公司应当对重大危险源的安全生产状况进行定期检查，及时采取措施消除事故隐患。事故隐患难以立即排除的，应当及时制定治理方案，落实整改措施、责任、资金、时限和预案。（《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令第40号，国家安监总局令第79号修改）第十六条）；

3) 该公司应当对重大危险源的管理和操作岗位人员进行安全操作技能培训，使其了解重大危险源的危险特性，熟悉重大危险源安全管理规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能和应急措施。（《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令第40号，国家安监总局令第79号修改）第十七条）；

4) 加强对重大危险源的监控，并按相关要求进行事故应急预案的演练；加强对有关安全设备、设施的安全管理，确保其完好和可靠运行，不断提高对重大危险源的安全管理水平，确保其安全可靠运行。

(10) 建议企业投产后对照《国务院安委会关于深入开展企业安全生产标准化建设的指导意见》（安委〔2011〕4号）规定要求，深入开展自检自建，建立企业达标建设基础档案，加强动态管理，分类指导，严抓整改。

(11) 危险品生产与储存企业以上年度实际营业收入为计提依据，采取超额累退方式按照以下标准平均逐月提取：

- 1) 营业收入不超过 1000 万元的，按照 4% 提取；
- 2) 营业收入超过 1000 万元至 1 亿元的部分，按照 2% 提取；
- 3) 营业收入超过 1 亿元至 10 亿元的部分，按照 0.5% 提取；
- 4) 营业收入超过 10 亿元的部分，按照 0.2% 提取。

(12) 危险化学品生产与储存企业安全费用应当按照以下范围使用：

1) 完善、改造和维护安全防护设施设备支出（不含“三同时”要求初期投入的安全设施），包括车间、罐区等作业场所的监控、监测、通风、防晒、调温、防火、灭火、防爆、泄压、消毒、中和、防潮、防雷、防静电、防腐、防渗漏、防护围堤或者隔离操作等设施设备支出；

- 2) 配备、维护、保养应急救援器材、设备支出和应急演练支出；
- 3) 开展重大危险源和事故隐患评估、监控和整改支出；
- 4) 安全生产检查、评价、咨询和标准化建设支出；
- 5) 配备和更新现场作业人员安全防护用品支出；
- 6) 安全生产宣传、教育、培训支出；
- 7) 安全生产适用的新技术、新标准、新工艺、新装备的推广应用支出；
- 8) 安全设施及特种设备检测检验支出；
- 9) 其他与安全生产直接相关的支出。

(13) 消防管理：

1) 在进行消防设施设计时应经公安消防机构进行消防设计审核，消防设施工程竣工后，必须经公安消防机构进行验收。

2) 确定消防安全管理人，组织实施本单位的消防安全管理工作。

该公司应当履行下列消防安全职责：

(一) 制定消防安全制度、消防安全操作规程；

(二) 实行防火安全责任制，确定本单位和所属各部门、岗位的消防安全责任人；

(三) 针对本单位的特点对职工进行消防宣传教育；

(四) 组织防火检查，及时消除火灾隐患；

(五) 按照国家有关规定配置消防设施和器材、设置消防安全标志，并定期组织检验、维修，确保消防设施和器材完好、有效；

(六) 保障疏散通道、安全出口畅通，并设置符合国家规定的消防安全疏散标志；

3) 该公司还应当履行以下消防安全职责：

(一) 建立防火档案，确定消防安全重点部位，设置防火标志，实行严格管理；

(二) 实行每日防火巡查，并建立巡查记录；

(三) 对职工进行消防安全培训；

(四) 制定灭火和应急疏散预案，定期组织消防演练。

9.7 危险化学品重大危险源相关建议

(1) 应当建立完善危险化学品重大危险源安全管理规章制度和安全操作规程，并采取有效措施保证其得到执行。

(2) 应当根据构成重大危险源的危险化学品种类、数量、生产、使用工艺（方式）或者相关设备、设施等实际情况，按照下列要求建立健全安全监测监控体系，完善控制措施：

1) 重大危险源配备温度、压力、液位、流量、组份等信息的不间断采

集和监测系统以及可燃气体泄漏检测报警装置，并具备信息远传、连续记录、事故预警、信息存储等功能；具备紧急停车功能。记录的电子数据的保存时间不少于 30 天；

2) 重大危险源的化工生产装置装备满足安全生产要求的自动化控制系统；装备紧急停车系统；

3) 该项目 LNG 储罐构成危险化学品二级重大危险源，依据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全生产监督总局令 40 号），配备独立的安全仪表系统（SIS）；

4) 安全监测监控系统符合国家标准或者行业标准的规定。

(3) 应当按照国家有关规定，定期对危险化学品重大危险源的安全设施和安全监测监控系统进行检测、检验，并进行经常性维护、保养，保证重大危险源的安全设施和安全监测监控系统有效、可靠运行。维护、保养、检测应当作好记录，并由有关人员签字。

(4) 应当明确危险化学品重大危险源中关键装置、重点部位的责任人或者责任机构，并对重大危险源的安全生产状况进行定期检查，及时采取措施消除事故隐患；事故隐患难以立即排除的，应当及时制定治理方案，落实整改措施、责任、资金、时限和预案。

(5) 应当对危险化学品重大危险源的管理和操作岗位人员进行安全操作技能培训，使其了解危险化学品重大危险源的危险特性，熟悉危险化学品重大危险源安全管理规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能和应急措施。

(6) 应当在危险化学品重大危险源所在场所设置明显的安全警示标志，写明紧急情况下的应急处置办法。

(7) 危险化学品单位应当依法制定危险化学品重大危险源事故应急预案，建立应急救援组织或者配备应急救援人员，配备必要的防护装备及应急救援器材、设备、物资，并保障其完好和方便使用；配合地方人民政府安全

生产监督管理部门制定所在地区涉及本单位的危险化学品事故应急预案。应当配备一定数量的便携式可燃气体检测设备。

(8) 危险化学品单位应当制定重大危险源事故应急预案演练计划，并按照下列要求进行事故应急预案演练：

- 1) 对重大危险源专项应急预案，每年至少进行一次；
- 2) 对重大危险源现场处置方案，每半年至少进行一次。

应急预案演练结束后，危险化学品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，对应急预案提出修订意见，并及时修订完善。

(10) 危险化学品单位应当对辨识确认的重大危险源及时、逐项进行登记建档。重大危险源档案应当包括下列文件、资料：

- 1) 辨识、分级记录；
- 2) 重大危险源基本特征表；
- 3) 涉及的所有化学品安全技术说明书；
- 4) 区域位置图、平面布置图、工艺流程图和主要设备一览表；
- 5) 重大危险源安全管理规章制度及安全操作规程；
- 6) 安全监测监控系统、措施说明、检测、检验结果；
- 7) 重大危险源事故应急预案、评审意见、演练计划和评估报告；
- 8) 安全评估报告或者安全评价报告；
- 9) 重大危险源关键装置、重点部位的责任人、责任机构名称；
- 10) 重大危险源场所安全警示标志的设置情况；
- 11) 其他文件、资料。

该项目采用的安全监控系统应符合《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》（AQ3035-2010）、《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）的相关规定，具体应补充要求见表 7.2-1、7.2-2：

表 9.7-1 依据 AQ3035-2010 补充的建议措施

序号	项目	补充的建议措施
1	数据采集	(1) 系统应具有温度、压力、液位和可燃/有毒气体浓度等模拟量，以及液位高低报警等开关量的采集功能。
		(2) 数据采集时间的间隔应可调。
		(3) 系统应具有巡检功能。
2	显示	(1) 系统应具有模拟动画显示功能，在界面中依据系统实际情况显示各测点的参数及各设备的运行状态。
		(2) 系统应具有监控设备和监控对象平面布置图显示功能。图形包括生产储运装置总平面图、各分系统的系统图和任一分系统内某一部分或设备的局部图以及用户要求的任何其它图形。
		(3) 系统应具有监控参数列表显示功能，同一参数各量值应统一采用标准计算单位，包括模拟量、模拟量累计值和开关量等。
		(4) 系统应具有监控参数图形显示功能： a) 系统应具有模拟量实时曲线和历史曲线显示功能。曲线为点绘图，根据需要可以按照曲线的方式在同一坐标上使用不同颜色同时显示多个变量，或同一变量的最大、最小、平均值等曲线； b) 系统应具有开关量状态图及柱状图显示功能。
		(5) 系统应能在同一时间坐标上同时显示模拟量和开关量及其变化情况。
		(6) 系统应具有报警信息显示功能，除了报警汇总列表显示外，在界面上应有一个专门的报警区或弹出式界面，用来指示最新的、最高优先级的或其他设定条件的未经确认的系统报警。
3	储存	系统应具有监控数据的存储功能，将数据加工处理后以数据文件形式存贮在现场或监控中心的外存贮器内并保留一定的时间，包括监控参数、报警及处置、视频图像、故障及排除以及相关系统信息等，所有数据应附带时间信息。
4	统计查询与数据分析	系统应提供对实时和历史数据的多条件复合查询和分类统计功能，应支持模糊查询，查询信息包括： a) 模拟量实时监测值及其最大、最小、平均和累计值； b) 开关量状态及变化时刻； c) 视频录像； d) 报警及警报解除信息； e) 系统操作日志； f) 系统故障及恢复情况等。
5	报警	系统应具有根据设定的报警条件进行报警及提示的功能： a) 当出现模拟量超限、非正常流程切换操作引起的开关量状态改变及其他异常情况时实时报送至相关的报警控制设备，由系统实现多种方式的联动报警，包括页面图文报警、报警点声光报警以及必要时可选邮件和短信报警等。在事故现场设置有监控摄像机时，页面图文报警时应同时显示现场监控视频图像与参数报警信息，并进行现场录像； b) 系统应设有事故远程报警按钮，此按钮应设在适宜部位并带有防护罩和明显标志。
6	故障诊断与事故预警	系统应具有故障诊断与事故预警功能。
7	控制	不属于系统但与系统相关联的其它系统或设备，以及不为系统独有的子系统或设备的控制权应明确，不得互相干扰或影响各自系统的运行。
8	输出	系统应具有报表和打印的功能： a) 报表输出各种监控参数及设备运行状态在各个时刻的情况，包括模拟量、模拟量统计值历史数据、开关量、报警及处置情况、监控设备及故障和系统日志报表等；

序号	项目	补充的建议措施
		<p>b)应支持班报表、日报表、月报表以及任意时间段内任一参数或诸多参数的数值；</p> <p>c)报表应可按操作员请求生成，也应可以周期性定时触发或事件触发；</p> <p>d)允许用户编辑报表内容和格式；</p> <p>e)报表应可直接送于系统中的打印机，也应可以写入硬盘等存储器，并可按要求传送到其它计算机系统；</p> <p>f)打印应支持报表、曲线图、柱状图、状态图、模拟图（带当前显示参数）和平面布置图等图表格式。</p>
	信息发布	系统应具有信息发布的功能。
10	系统管理与设置	<p>系统应具有管理与设置的功能。包括：</p> <p>a)系统参数设置应支持个别或成批修改；</p> <p>b)报警设置，应支持多种报警条件的设置。每个模拟量点应有两种以上报警级别，每一种有各自的优先级。任一开关量点的状态均可报警，每一状态应有一个单独的优先级。应支持不同报警级别的分级处置，包括报警地点和报警方式的设定以及数据上报等。</p> <p>c)应支持根据时间段设定不同参数值，在不同层次上优化系统设置。</p>
11	设备管理	系统应具有设备管理功能，建立系统所属监控设备的电子化档案，并可查询、添加、修改和统计设备信息，包括设备名称、唯一编号、型号、主要技术指标、产地、生产厂家、安装地址、开始运行时间、累计运行时间、开关次数（永久性记录）维护、维修、更换记录等。
12	日志	系统应具有日志管理的功能。系统日志将运行系统的状态信息和通信信息统一管理起来，用户可以通过日志来了解系统的运行情况。
13	数据备份	系统应具有数据备份功能。
14	软件自监视和容错	系统应具有软件自监视功能和软件容错功能。
15	用户与权限管理	<p>软件应具有用户与权限管理功能：</p> <p>a) 系统用户信息包括姓名、登录名、密码、单位和角色等，应提供管理界面授权用户可以对相关记录进行添加、删除和修改；</p> <p>b) 软件应实现多级权限管理。建立各用户对系统模块、设备和数据库记录的操作权限表，提供操作界面允许对各权限表进行修改维护；</p> <p>c) 软件应提供密码设置功能。操作员应通过密码校验方可进行相关操作，并记录操作人、时间和相关操作记录等。</p>
16	存储时间	无报警稳定运行期间，重要监测点的实时监控数据应保存 7d 以上，否则应保存 30d 以上；音视频信息应保存 7d 以上；报警信息应保存 1 年以上。
17	工作稳定性	系统应进行工作稳定性试验，通电试验时间不小于 7 d；测试期间，系统性能应符合本标准以及各自企业产品标准的规定。

表 9.7-2 依据 AQ3036-2010 补充的建议措施

序号	项目	补充的建议措施
1	监控仪器选择、安装和布置	<p>(1) 监控设备的性能应满足应用要求。</p> <p>(2) 罐区传感器和仪表的安装，可执行 HG/T 21581 和 SH/T 3104 的规定，应选择合适的安装位置和安装方式，符合安全和可靠性要求。</p> <p>(3) 罐区应实时监测风速、风向、环境温度等参数。</p>
2	报警和预警装置的预（报）	<p>(1) 温度报警至少分为两级，第一级报警阈值为正常工作温度的上限。第二级为第一级报警阈值的 1.25 倍~2 倍，且应低于介质闪点或燃点等危险值。</p> <p>(2) 压力报警高限至少设置两级，第一级报警阈值为正常工作压力的上限，第二</p>

序号	项目	补充的建议措施
	警值的确定	级为容器设计压力的 80%，并应低于安全阀设定值。 (3) 风速报警高限设置一级，报警阈值为风速 13.8 m/s(相当于 6 级风)。
3	联锁控制装备的设置要求	(1) 紧急切换装置应同时考虑对上下游装置安全生产的影响，并实现与上下游装置的报警通讯、延迟执行功能。 (1) 自动控制装备应同时设置就地手动控制装置或手动遥控装置备用。就地手动控制装置应能在事故状态下安全操作。 (2) 不能或不需实现自动控制的参数，可根据储罐的实际情况设置必要的监测报警仪器，同时设置相关的手动控制装置。 (3) 安全控制装备应符合相关产品的技术质量要求和使用场所的防爆等级要求
4	温度监控装备的设置	(1) 一般采用双金属温度计和热电阻温度计，优先采用铂热电阻温度计。测量误差应优于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。 (2) 测温变送一体化温度计及变送器应带 4mADC~20mADC 输出，宜带数字式显示表头。 (3) 应根据所存储的物料进行危险区域的划分，并选择相应防爆类型的仪表。 (4) 温度传感器一般安装在储罐壁或者悬挂在储罐顶部，要根据现场情况和传感器特点选用适合的安装方式。安装方式可选无固定装置、可动外螺纹、可动内螺纹、固定螺纹、固定法兰、卡套螺纹和卡套法兰等。 (5) 储罐应设置一个温度监测器，监测点深入罐内 1 m 以上。监测平均温度一般选用 6 点~16 点。 (6) 根据储罐的环境条件选择温度计接线盒。
5	压力监控装备的设置	(1) 压力监测仪表选型时应主要考虑仪表的类型、型号、量程、精度等级和材质，兼顾气体特性对测量的影响。 (2) 压力变送器、压力开关应根据安装场所防爆要求合理选择。 (3) 液化烃储罐应选择符合测量范围要求的压力传感器，且直接将压力转换成电信号，提高测量精度。 (4) 采用螺纹型安装方式时，压力传感器安装在储罐内壁或顶部；选用浸入型从储罐顶部悬浮安装。 (5) 压力仪表的安装应注意取压口的开口位置和仪表安装位置的正确以及连接导管的合理铺设等问题。 (5) 进行取压口位置选择时，应该： a) 避免处于管路弯曲、分叉及流束形成涡流的区域； b) 当管路中有突出物体（如测温元件）时，取压口应在其前面； c) 当在调节阀门附近取压时，若取压口在其前，则与阀门距离应不小于 2 倍管径；若取压口在其后，则与阀门距离应不小于 3 倍管径； d) 对于宽广容器，取压口应处于流体流动平稳和无涡流的区域。 (6) 进行测压连接导管的铺设时，，导管应向取压口方向低倾。 (7) 测压仪表的安装及使用时应注意： a) 仪表应垂直于水平面安装； b) 仪表测定点与仪表安装处在同一水平位置，要考虑附加高度误差的修正； c) 仪表安装处与测定点之间的距离应尽量短； d) 保证密封性，应进行泄漏测试，不应有泄漏现象出现。
6	泄漏控制装备的设置	(1) 配备检漏、防漏和堵漏装备和工具器材，泄漏报警时，可及时控制泄漏。
7	罐区气象监测、防雷和防静电装备的设置	(1) 应设置风力、风向和环境温度等参数的监测仪器，并与液化烃罐区安全监控系统联网。 (2) 环境温度监测仪器宜与喷淋水系统连锁（或者手动），抑制储罐压力的升高

序号	项目	补充的建议措施
8	罐区火灾监控装置 的设置	(1) 罐区火灾监测报警系统的设置应符合 GB 50116 的规定。
		(2) 应按要求设置火灾报警按钮，控制室、操作室应设置声光报警控制装置。
		(3) 应设置远程灭火控制系统。
		(4) 应设置远程水喷淋控制系统。
9	音视频监 控装备的 设置	(1) 摄像头的设置个数和位置，应根据罐区现场的实际情况而定，要覆盖全面。
		(2) 摄像视频监控报警系统应可实现与危险参数监控报警的联动。
		(3) 摄像监控设备的选型和安装要符合相关技术标准，有防爆要求的应使用防爆摄像机或采取防爆措施。
		(4) 摄像头的安装高度应确保可以有效监控到储罐顶部。
		(5) 音视频编解码标准应符合国家相关标准
		(6) 传输电缆明敷时，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。如选用钢带铠装电缆埋地敷设时，可不加防护措施，但应遵照电缆埋地敷设的有关规定进行操作。
		(7) 传输电缆线应避免非本质安全电路混触，防止由非本质安全电路引发静电感应和电磁感应。
		(8) 数字回路传输电路应有屏蔽层，接头处的屏蔽层连接良好，整体屏蔽层要有良好的接地。
		本安型监测报警仪在供电或信号连接之间应安装符合要求的安全栅。
		(9) 应设置防雷电、静电的接地保护系统，接地保护系统应符合 GB12158 等标准的要求。
		(10) 安全接地的接地体应设置在非爆炸危险场所，接地干线与接地体的连接点应有两处以上，安全接地电阻应小于 4Ω 。
(11) 进入爆炸危险场所的电缆金属外皮或其屏蔽层，应在控制室一端接地，且只允许一端接地。		
9	安全监控 装备的可 靠性保障	(1) 按照相关标准规范的规定，正确设置和施工，避免设置和施工的不规范而造成故障。
		(2) 在设置时，应考虑安全监控系统的故障诊断和报警功能。
		(3) 应有“冗余”设置，以便在监控仪器设备出现故障时，及时切换。
		(4) 对于环境空气中有害物质的自动监测报警仪器，要求正确设置监测报警点的数量和位置。裸露的监控仪器设备采取防水和防尘措施。
10	安全监控 装备的日 常管理	(1) 安全监控项目应建立档案，内容包括：监控方案和监控点所在位置，监控方案及其主要装备的名称，监控装备运行和维修记录。
		(2) 在安全监控点宜设立醒目的标志。安全监控设备的表壳宜涂醒目漆色，包括接线盒与电缆，易于与其它设备区分，利于管理维护。
		(3) 安全监控装备应分类管理，并根据类别制定相应的管理方案。
		(4) 建立安全监控装备的管理责任制，明确各级管理人员、仪器维护人员及其责任。

9.8 其他建议

- (1) 该项目工艺装置、储罐等危险区域应有色标、告知牌，工业管道应漆色并标明流向。
- (2) 初步设计中应有中间罐区设计说明。
- (3) 初步设计中应落实项目建（构）筑物的泄爆系数、钢构架防火措

施。

（4）建议从该项目设计、施工、安装、试验到验收投产等环节对本报告中提出的危险、有害因素、评价结果和安全对策措施予以高度重视，认真落实安全对策措施及建议，加强施工完成后的施工验收工作，为该工程建成投产后的安全运行提供可靠保障。

（5）由于当地冻土层为 89cm，因此设地埋管道时，考虑地埋管道的深度，并且应超过当地的冻土层，并建议考虑气候的变化，留有一定的裕量，尤其是消防水地埋管道，应防止管道冻裂。

（6）该项目仪表及控制系统应根据项目实际情况采取相应的防电磁干扰措施。例如信号线绝缘材料的耐压等级，绝缘电阻应符合规范要求；当动力线和信号线平行敷设时，两者必须保持一定的间距；两者交叉时，要尽可能垂直；在采用汇线槽敷设时，不同辐值导线、电缆与电源线需用金属隔板隔开，以实现控制电缆的屏蔽作用；电路应采用低噪声电路、瞬态抑制电路、旋转装置抑制电路、稳压电路等；器件的选择尽可能采用低噪声、高频特性好、稳定性高的电子元件；电路中串联滤波器以切断电磁干扰耦合途径等措施。

10 安全评价结论

10.1 评价结果

10.1.1 危险、有害因素的评价结果

(1) 该项目在生产作业过程中存在的主要危险、有害物质有：

原辅材料：压缩天然气（SNG）、甲烷、丙烷、乙烯、异戊烷、氮气；

副产品：氢气；

产品：LNG。

(2) 该项目存在的主要危险、有害因素有：火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、触电、灼烫、机械伤害、高处坠落、淹溺、坍塌、物体打击、起重伤害、车辆伤害等。可能存在的有害因素有：粉尘、噪声与振动、高温、低温。

10.1.2 应重点防范的重大危险、有害因素

(1) 危险化学品重大危险源

该项目制冷剂储罐区、LNG 储罐区构成了危险化学品重大危险源。

该项目 LNG 储罐区构成二级危险化学品重大危险源；制冷剂储罐区构成三级危险化学品重大危险源。

该项目危险化学品重大危险源拟采取 DCS 控制系统，重大危险源配备温度、压力、液位、流量、组份等信息的不间断采集和监测系统，在各个工序有可能散发可燃气体和有毒气体的地点设置检测探头，并在就近的操作室内设置气体报警控制器，并具备信息远传、连续记录、事故预警、信息存储等功能。

该项目生产单元装备了自动化控制系统、联锁保护系统等措施，在采取本报告建议措施后，该项目对重大危险源的监控措施还应符合《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令第 40 号）与《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）的规定。

（2）应重点防范的重大危险、有害因素

该项目建成后生产过程中较易发生的事故是火灾、爆炸、中毒和窒息等，这是未来安全工作的重点环节。其他危险、有害因素也不容忽视。

10.1.3 安全条件的评价结果

（1）该项目符合现行国家法律和政策，符合当地政府产业政策与布局。

（2）该项目符合当地城乡规划要求。

该项目拟选址在宁夏平罗工业园区，该项目的选址符合《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》（GB50160-2008）的要求。

（4）该项目总平面布置设计符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《建筑设计防火规范[2018年版]》（GB50016-2014）、《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T 20368-2012）等规范。

（5）该项目与周边生产、经营活动和居民生活的相互影响较小。

（6）该项目周边生产、经营活动和居民生活对该项目影响较小。可以通过采取相应的防范措施，减轻对其人员、设备等的伤害。

（7）该项目投入生产后，该地区的自然条件不会对该项目产生较大的影响。

10.1.4 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠性的评价结果

（1）LNG 生产工艺

该项目液化工艺拟采用较为普遍，能耗及投资合理的 MRC 制冷液化工艺；氢气分离提纯拟采用变压吸附技术。该工艺技术成熟，工艺流程先进可靠，技术经济指标先进，能耗低，催化剂用量少，寿命长，投资省。

（2）该项目公用工程和辅助设施如供配电、给排水、消防等设施均能满足该项目正常生产的需要。

(3) 该项目储存设施能力、装卸设施能力与生产能力相匹配。

所以，该项目拟选定的主要技术、工艺和装置、设备、设施是安全可靠的。

10.1.5 重点监控危险化学品的评价结果

该项目甲烷、天然气（SNG、LNG）、氢气和乙烯属于重点监管的危险化学品。《可研》提及了生产密闭操作、设置可燃有毒气体报警设施，防爆通风等安全措施，在采纳《可研》和本报告的措施建议后，满足《首批重点监管的危险化学品名录》（安监总管三[2011]95号）、《关于公布第二批重点监管危险化学品的名录的通知》（安监总管三〔2013〕12号）的要求，可实现现场无人操作。

10.1.6 应重视的安全对策措施建议

(1) 在项目建设时，应严格按照项目建设“三同时”原则进行。

(2) 建设项目应按设计和施工方案进行。

(3) 企业应对新建项目建立健全安全生产岗位责任制、安全技术操作规程，安全管理应纳入公司安全管理制度。

(4) 该项目 LNG 储罐区构成二级危险化学品重大危险源；制冷剂储罐区构成三级危险化学品重大危险源。

生产装置装备了自动化控制系统，联锁保护系统，设计阶段应根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》的第三章第十三条的要求，重点考虑罐区设置独立的安全仪表系统等措施。

(5) 项目建成后企业应修订公司应急预案，将该项目中危险化学品重大危险源纳入公司重大危险源专项应急预案中，并配备必要的器材与设施，定期进行演练。

10.2 评价结论

10.2.1 危险有害因素采取对策措施后的受控程度

该项目在采取可行性研究报告及本报告中提出的安全技术措施的基础上生产安全，风险程度可以接受。

10.2.2 建设项目法律法规的符合性

(1) 该项目建设依据充分，建设程序合法，文件资料齐全。

(2) 该项目配套安全措施较为先进可行，有一定的安全投入，在一定程度上降低危险、有害程度，改善了现有生产安全卫生环境。

(3) 该项目选址符合《天然气液化工厂设计标准》（GB51261-2019）、《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》（GB50160-2008）的要求。

(4) 该项目总平面布置符合《天然气液化工厂设计标准》（GB51261-2019）、《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》（GB50160-2008）和《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）等有关标准、规范的要求。

(5) 通过对项目周边情况的分析，该项目与周边生产、经营活动和居民生活影响较小。

(6) 该项目选取的工艺方案合理，工艺、设备、技术方案科学合理可行，符合国家有关法律法规和标准规范的要求。

(7) 该项目拟选择的主要装置、设备或者设施与危险化学品生产或者储存过程是匹配的。

(8) 该项目拟采用的配套和辅助设施是安全可靠的。

(9) 该项目甲烷、天然气（SNG、LNG）、氢气和乙烯属于重点监管的危险化学品。该项目对重点监管的危险化学品拟采用的安全措施满足《首批重点监管的危险化学品名录》（安监总管三[2011]95号）、《第二批重点监管危险化学品的通知》（安监总管三〔2013〕12号）的要求，可实现现场无人操作。

（10）该项目 LNG 储罐区构成二级危险化学品重大危险源；制冷剂储罐区构成三级危险化学品重大危险源。

该项目危险化学品重大危险源拟采取 DCS 控制系统，重大危险源配备温度、压力、液位、流量、组份等信息的不间断采集和监测系统，在各个工序有可能散发可燃气体和有毒气体的地点设置检测探头，并在就近的操作室设置气体报警控制器，并具备信息远传、连续记录、事故预警、信息存储等功能。

该项目对危险化学品重大危险源拟采用的监控措施符合《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令第 40 号）与《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）的规定。

（11）该项目在安全设施设计时，落实本报告指出的《可行性研究报告》中未提及的项目，符合相应的法律法规规范的要求。

综上所述，宁夏安普安全技术咨询有限公司认为：平罗县阳光焦化有限公司合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改升级项目从安全角度符合国家有关法律、法规、规章、标准、规范及有关规定的要求，该项目建成后具备安全条件，项目可行。

11 与建设单位交换意见的情况结果

在编制本安全评价报告过程中，一方面，我们针对该项目《可研》中不明确之处与建设单位交换了意见；另一方面，在本安全评价报告编制完成后，也与建设单位交换了意见。

平罗县阳光焦化有限公司同意宁夏安普安全技术咨询有限公司在本报告中提出的安全生产建议及措施，认可本报告的结论，对于本报告提出的在可研中未涉及的项目，平罗县阳光焦化有限公司将会同设计单位在设计时给予采纳落实。

在编制报告过程中，与项目单位进行了多次意见交流及沟通，对项目安全评价报告的编写起到了非常有益的作用。

平罗县阳光焦化有限公司对本次安全评价报告（电子交流版）的内容进行了核对和修改，同意宁夏安普安全技术咨询有限公司在本报告中提出的安全建议及措施，认可本报告的结论。

表 11-1 与建设单位交换意见一览表

交换意见内容	交换意见结果
<p>对评价项目的基本概况、内（外）部环境、主体工程的物料、工艺及其设备、公用辅助工程描述是否准确。</p> <p>对评价报告中建设项目的危险、有害因素分析结果是否存在异议。</p> <p>评价报告中建设项目安全条件分析是否符合你单位拟建项目的情况。</p> <p>评价报告中对建设项目提出的安全对策措施及建议能否接受。</p>	<p>本公司对危险、有害因素的辨识、固有风险程度的分析以及安全对策措施及建议予以接受。</p>
<p>评价单位（盖章）：</p> <p>宁夏安普安全技术咨询有限公司 2021年03月19日</p>	<p>建设单位（盖章）：</p> <p>平罗县阳光焦化有限公司 2021年03月19日</p>

附件 A 物质特性表

附表 A-1 甲烷（天然气[富含甲烷的]）理化性质及危险特性表

物质名称	天然气，CAS 号：74-82-8			主要成分分子式	CH ₄
物化特性					
沸点（℃）	-161.5	比重（水=1）	0.42（-164℃）		
饱和蒸气压（kPa）	53.32（-168.8℃）	熔点（℃）	-182.5		
相对密度（空气=1）	0.55	溶解性	微溶于水，溶于醇、乙醚		
外观与气味	无色无臭气体				
火灾爆炸危险数据					
闪点（℃）	-188	爆炸极限	爆炸上限（%）15.77，爆炸下限（%）4.9		
灭火剂	雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉				
灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处				
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				
反应活性数据					
稳定性	不稳定	√	避免条件		
	稳定				
聚合危险性	可能存在		避免条件		
	不存在	√			
禁忌物	强氧化剂，氟、氯		燃烧（分解）产物	水、一氧化碳、二氧化碳	
健康危害数据					
侵入途径	吸入	√	皮肤		
急性毒性	LD50		LC50		
健康危害（急性和慢性）含硫量低的天然气对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。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。					
泄漏紧急处理					
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，穿消防防护服。尽可能切断泄滑源。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。					
储运注意事项					
易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、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。露天储罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损					
防护措施					
工程控制	生产过程密闭，全面通风				

呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）		身体防护	穿防静电工作服
手防护	戴一般作业防护手套	眼防护	一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜	
其它	工作现场严禁吸烟。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			

附表 A-2 丙烷的理化性质及危险特性表

标识及理化性质	名称	丙烷	英文名称	propane
	CAS No	74-98-6	危险货物编号	21011
	分子式	C ₃ H ₈	UN 编号	1978
	分子量	44.10	相对密度(水=1)	0.58(-44.5℃)
	主要成分	纯品	相对蒸气密度(空气=1)	1.56
	熔点(℃)	-187.6	引燃温度(℃)	450
	沸点(℃)	-42.1	临界温度(℃)	96.8
	闪点(℃)	-104	燃烧热(kJ/mol):	2217.8
	饱和蒸气压(kPa)	3.32(-55.6℃)	爆炸范围%(V/V)	2.1-9.5
	临界压力(MPa)	4.25	外观与性状	无色气体，纯品无臭
	溶解性	微溶于水，溶于乙醇、乙醚。		
	主要用途	用于有机合成。		
禁配物	强氧化剂、卤素			
危险性概述	健康危害：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。燃爆危险：本品易燃。			
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，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。			
消防措施	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、二氧化碳。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。用工业覆土或吸附/吸收剂盖住泄漏点附近的下水道等地方，防止气体进入。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。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。			
操作处置与储存	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、卤素接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。			

接触控制/个体防护	中国 MAC(mg/m ³): 未制定标准 工程控制: 生产过程密闭, 全面通风。呼吸系统防护: 一般不需要特殊防护, 但建议特殊情况下, 佩戴自吸过滤式防毒面具(半面罩)。 眼睛防护: 一般不需要特殊防护, 高浓度接触时可戴安全防护眼镜。身体防护: 穿防静电工作服。 手防护: 戴一般作业防护手套。其他防护: 工作现场严禁吸烟。避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业, 须有人监护。
毒理学资料	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料
废弃处置	焚烧法处置。
运输信息	包装方法: 钢质气瓶。 本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运, 装运前需报有关部门批准。采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放, 并将瓶口朝同一方向, 不可交叉; 高度不得超过车辆的防护栏板, 并用三角木垫卡牢, 防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。禁止与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输, 防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶, 勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

附表 A-3 乙烯的理化性质及危险特性表

标识及理化性质	名称	乙烯	英文名称	ethylene
	CAS No	74-85-1	危险货物编号	21016
	分子式	C ₂ H ₄	UN 编号	1962
	分子量	28.06	相对密度(水=1)	0.61
	主要成分	含量≥99.95%(以体积计)	相对蒸气密度(空气=1)	0.98
	熔点(°C)	-169.4	引燃温度(°C)	425
	沸点(°C)	-103.9	临界温度(°C)	9.2
	闪点(°C)	无意义	燃烧热(kJ/mol):	1409.6
	饱和蒸气压(kPa)	4083.40(0°C)	爆炸范围%(V/V)	2.7-36
	临界压力(MPa)	5.04	外观与性状	无色气体, 略具烃类特有的臭味。
	溶解性	不溶于水, 微溶于乙醇、酮、苯, 溶于醚。		
	主要用途	用于制聚乙烯、聚氯乙烯、醋酸等。		
禁配物	强氧化剂、卤素。			
危险性概述	健康危害: 具有较强的麻醉作用。急性中毒: 吸入高浓度乙烯可引起意识丧失, 无明显的兴奋期, 但吸入新鲜空气后, 可很快苏醒。对眼及呼吸道粘膜有轻微刺激性。液态乙烯可致皮肤冻伤。慢性影响: 长期接触, 可引起头昏、全身不适、乏力、思维不集中。个别人有胃肠道功能紊乱。 燃爆危险: 本品易燃。			
急救措施	皮肤接触: 若有冻伤, 就医治疗。 吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止,			

	立即进行人工呼吸。就医。
消防措施	危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物。遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。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、二氧化碳。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。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。
操作处置与储存	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。建议操作人员穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、卤素接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
接触控制/个体防护	中国 MAC(mg/m ³): 未制定标准 工程控制：生产过程密闭，全面通风。呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。 眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴化学安全防护眼镜。身体防护：穿防静电工作服。手防护：戴一般作业防化手套。 其他防护：工作现场严禁吸烟。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。
毒理学资料	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料
废弃处置	用焚烧法处置。
运输信息	钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。 采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

附表 A-4 异戊烷的理化性质及危险特性表

标识	中文名：2-甲基丁烷，异戊烷	英文名：2-methylbutane, isopentane	
	CAS 号：78-78-4	分子式：C ₅ H ₁₂	分子量：75.12
理化性质	危险标识：易燃液体	火灾危险性分类：甲类液体	
	外观与性状：无色透明的易挥发液体，有令人愉快的芳香气味。		
	熔点（℃）：-159.4	溶解性：不溶于水，可混溶于乙醇、乙醚等多数有机溶剂。	
	沸点（℃）：27.8	相对密度（水=1）：0.62	
	饱和蒸汽压（kPa）：79.31（21.1℃）	相对密度（空气=1）：2.48	
临界温度（℃）：187.8	燃烧热（kJ/mol）：3504.1		

---附件 A 物质特性表

	临界压力 (MPa) : 3.33	主要用途: 用于有机合成, 也作溶剂。
燃烧爆炸危险性	燃烧性: 极度易燃	有害燃烧产物: 一氧化碳、二氧化碳
	闪点 (°C) : -56	爆炸极限 (V/V) : 1.4%~7.6%
	引燃温度 (°C) : 420	禁忌物: 强氧化剂
	危险特性: 极易燃, 其蒸气与空气可形成爆炸性混合物, 遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂接触发生强烈反应, 甚至引起燃烧。其蒸气比空气重, 能在较低处扩散到相当远的地方, 遇火源会着火回燃。若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。 灭火方法: 喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音, 必须马上撤离。 灭火剂: 泡沫、二氧化碳、干粉、砂土。用水灭火无效。	
健康危害	吸入途径: 吸入	
	毒性: LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 1000mg/m ³ (小鼠吸入) 主要有害作用及轻度刺激作用。可引起眼和呼吸道的刺激症状, 重者有麻醉症状, 甚至意识丧失。慢性影响: 眼和呼吸道的轻度刺激。皮肤长期接触可发生轻度皮炎。	
急救措施	皮肤接触: 脱去污染的衣着, 用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。	
	眼睛接触: 提起眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗。就医。	
	吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。	
	食入: 饮足量温水, 催吐, 就医。	
防护	工程控制: 生产过程密闭, 全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。	
	呼吸系统防护: 空气中浓度较高时, 应该佩戴自吸过滤式防毒面具 (半面罩)。	
	眼睛防护: 必要时, 戴化学安全防护眼镜。	
	身体防护: 穿防静电工作服。	
	手防护: 戴橡胶耐油手套。 其他防护: 工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。	
应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区, 并进行隔离, 严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏: 用活性炭或其它惰性材料吸收。也可以用不燃性分散剂制成的乳液刷洗, 洗液稀释后放入废水系统。大量泄漏: 构筑围堤或挖坑收容, 用泡沫覆盖, 降低蒸气灾害。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内, 回收或运至废物处理场所处置。	

附表 A-5 氢气的理化性质及危险特性表

物质名称: 氢气; CAS 号: 1333-74-0			
理化特性			
沸点 (°C)	-252.8	比重 (水=1)	
饱和蒸气压 (kPa)	13.33(-257.9°C)	熔点 (°C)	-259
蒸气密度 (空气=1)	0.6	溶解性	不溶于水, 不溶于乙醇、乙醚。
外观与气味	无色无臭气体。		
火灾爆炸危险数据			
闪点 (°C)	无意义	爆炸极限	4.1%~74.1%
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。		
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。		
反应活性数据			

禁忌物	强氧化剂、卤素。		
健康危害数据			
侵入途径	吸入		
健康危害：本品在生理学上是惰性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。			
泄漏紧急处理：迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。			
储运注意事项： 储存在阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。			
呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，高浓度接触时可佩戴空气呼吸器。	身体防护	穿防静电工作服。
手防护	戴一般作业防护手套。	眼防护	一般不需特殊防护。
其他	工作现场严禁吸烟。避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。		

附表 4-6 氮[压缩的]的理化性质及危险特性表

物质名称	氮[压缩的]；氮气	危险货物编号	22005	
物化特性				
沸点（℃）	-195.6	相对密度（水=1）	0.81	
饱和蒸气压（kPa）	1026.42/-173℃	熔点（℃）	-209.8	
蒸气密度（空气=1）	0.97	溶解性	微溶于水、乙醇。	
外观与气味	无色无味气体。			
火灾爆炸危险数据				
闪点（℃）	/	爆炸极限	/	
灭火剂	雾状水			
灭火方法	本品不燃，切断气源。用雾状水保持火场中容器冷却，可用雾状水喷淋加速液态蒸发，但不可使水枪射至液氮。			
危险特性	不燃，但在日光曝晒下，或搬运时猛烈摔甩，或者遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。			
反应活性数据				
稳定性	不稳定		避免条件	
	稳定	√		
聚合危险性	可能存在		避免条件	
	不存在	√		
禁忌物	易燃或可燃物、活性金属粉末、乙炔。	燃烧（分解）产物	水	
健康危害数据				
侵入途径	吸入	√	皮肤	口
急性毒性	LD ₅₀	/	LC ₅₀	/
健康危害 空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时，患者最初感胸				

闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。潜水员深替时，可发生氮的麻醉作用；若从高压环境下过快转入常压环境，体内会形成氮气气泡，压迫神经、血管或造成微血管阻塞，发生“减压病”。			
泄漏紧急处理			
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。			
储运注意事项			
储存在阴凉、通风的仓间内，仓内温度不宜超过 30℃。防止阳光直射。验收时应注意品名，注意验瓶日期，先进仓先发用。搬运时应轻装轻卸，防止钢瓶及附件损坏。			
防护措施			
工程控制 密闭操作。提供良好的自然通风条件。			
呼吸系统防护	一般不需特殊防护		
身体防护	穿一般作业工作服。	手防护	戴一般作业防护手套
眼防护	一般不需特殊防护		
其它	避免高浓度吸入		

附件 B 危险、有害因素的辨识及分析过程

B.1 危险、有害因素的分析

B.1.1 项目选址与总平面布置危险、有害因素分析

(1) 建设项目选址

该项目厂址地震设防烈度为Ⅷ度，若主生产装置、储罐和厂房地基设计、处理不好，地面排水不畅、地基塌陷，选址在地震段裂带，使装置、储罐和建筑物在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成坍塌、倒塌等碰撞挤压事故。

2) 周边环境良好，无政府规定的风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区和其他需要特别保护的区域，以及学校、医院和其它严防污染的食品、药品、精密制造产品等企业，道路畅通无阻，交通运输十分方便。

(2) 总平面布置

该项目的平面布置按生产工艺需求功能分区布置，主厂房敞开式设计。总图布置功能区域明确、防火间距和安全距离、车间安全疏散通道、风向、建筑物的朝向、生产装置、厂区道路、原料及产品贮运设施等考虑不周，采取防范措施不当，易导致火灾、爆炸等伤害事故及厂内交通事故的发生。

B.1.2 生产系统中危险因素的辨识及分析

该项目的原料是来自该公司的 10000Nm³/h 焦炉煤气甲烷化制成天然气（SNG/CNG），该项目主要是将 SNG 压缩、液化，制备 LNG 和氢气。该工序的主要设备有 SNG 压缩机、MRC 压缩机、氢气压缩机、液化冷箱等。

该工序存在的主要危险因素有火灾、爆炸、中毒和窒息、灼烫等。

(1) 火灾、爆炸

由于该项目 LNG 生产过程属于低温操作，涉及的生产设备、管道等金

属部件在低温情况下会出现明显的收缩，在管道的焊缝、阀门、法兰、管件、密封及焊缝处，均可能出现泄漏和沸腾蒸发，如果泄漏情况不能及时控制，这些液化气体就会逐渐上浮，并且扩散较远，如果遇到潜在的火源，从而导致火灾、爆炸事故；

如果 LNG 输送管道保冷达不到要求，或法兰、阀门的保冷状态不良，导致外界热量进入输送管道后大量液化天然气气化，为输送、生产安全带来隐患；

LNG 输送泵在初次运行前或检修投运前未预冷，一旦发生泄漏，泵内的 LNG 逐渐气化，使溶解于液化天然气中的二氧化碳浓度增加，可能出现结冰，堵塞泵的流道，出现安全隐患；

如果 LNG 在泄漏情况下遇到水，水与 LNG 之间具有较高的热传递速率，LNG 将激烈沸腾并伴随很大的响声，喷出水雾，导致 LNG 蒸气爆炸；

如果在干燥工序由于分子筛失效，未及时更换、再生，水分未脱除干净，在低温时将以冰或霜的形式冻结在换热器表面和节流阀的工作部分。另外，甲烷与水会形成甲烷水合物，属于半稳定固态化合物，可能导致管线或分离设备的堵塞，造成设备压力或输送压力高，如果未及时发现并正确处理，可能导致泄漏，进而引起火灾、爆炸事故；

如果在干燥工序二氧化碳等酸性气体未脱除干净，酸性气体不仅对人体有害，对设备也具有一定腐蚀作用，而且在液化过程中易呈固体析出，从而引起设备、管道的堵塞，可能发生泄漏、火灾、爆炸事故；

该项目的压力容器或加压设备存在缺陷，稍有疏忽，便可发生容器爆炸或火灾事故。系统高压运行容易发生超压，系统压力超过了其能够承受的许用压力，最终超过设备及配件的强度极限而爆炸或局部炸裂。压力容器爆炸事故不但使设备损坏，而且还会波及周围的设备、建筑、人群，并能产生巨大的冲击波，具有很大的破坏力。

若压力管道安全泄放口设计不合理，导致管道内压力急剧增加，或管道材质不符合要求，也会发生压力管道爆炸。

（2）中毒和窒息

该项目涉及到的甲烷、乙烯、丙烷、异戊烷及氮气对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。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。若因烷或乙烯、丙烷及氮气管道阀门、法兰等处密封不严发生泄漏，可造成现场作业人员中毒窒息。

（3）灼烫

原料 SNG 经液化后产品为深冷液体，在设备、工艺装置维护保养不及时、设备、管线材质不满足低温要求的情况下很容易发生物料泄漏，如果作业人员未及时穿戴好个人防护用品，接触物料很容易发生低温灼伤事故。

当人体皮肤直接与 LNG 接触时，皮肤表面的潮气会凝结，导致皮肤及皮肤以下组织冻结，很容易撕裂，导致更严重的伤害事故。

如果大量接触泄漏的 LNG，现场未设置任何保护设施，人在低温环境下久待会有低温麻醉危险，随着体温下降，生理功能和智力活动随之下降，心脏功能逐渐衰竭，最终可能导致死亡。

B.1.3 储运主要危险因素分析

B.1.3.1 储存区主要危险因素分析

（1）火灾、爆炸

该项目涉及的原辅材料和产品为可燃气体。如阀门和管道及罐体的连接处因密封不严或损坏发生泄漏，遇明火、静电火花等点火源可能发生火灾爆炸事故；在泄漏口处流速过快会产生静电火花，引燃泄露气体；检修或事故放空时放空口如果未装设阻火器，也有可能因流速过快或遭雷击，

造成泄漏处着火；检修时未对系统进行彻底吹扫，检修明火或其他点火源进入系统，导致爆炸事故；在大修、防腐时如果未对系统进行充分置换进行动火作业，点燃爆炸性混合气体，会导致火灾爆炸事故发生。如果压力容器（含压力管道）设计存在缺陷，安全阀不能及时起跳，可能造成压力容器超压爆炸；长期腐蚀导致器壁减薄也可造成爆炸事故。

2) 中毒和窒息

若阀门和管道及罐体的连接处等发生泄漏，液化天然气可使人窒息，高浓度时可使人中毒。

维修人员进入储罐内部等密闭空间检修时，如果未将设备与生产系统进行彻底隔离；如果未进行吹扫、置换空气或吹扫不彻底；如果作业人员防护措施不利或不注意配戴合适的防护用品，很容易造成作业人员中毒和窒息。

(3) 低温

该工项目中存在有低温设备如 LNG 储罐等，保冷设施损坏，当人员接触时可造成低温伤害事故；低温物料制冷剂泄漏喷出，人员无防护或防护不当时可引起低温伤害事故；当 LNG 发生急剧汽化升温时，可使人员冻伤。另外还有环境低温造成的伤害。

B.1.3.2 危险化学品装卸主要危险因素分析

(1) 火灾和爆炸

LNG 和氢气在装车过程中，设备故障（管线、阀门、鹤管等缺陷）产生的泄漏和运行中（流量、流速、压力、温度等）产生的可燃气泄漏，泄漏的蒸气与空气混合达到燃烧爆炸极限，遇明火会导致火灾爆炸事故发生。

泵体与输送管线的联接法兰、阀门等，由于使用不当、维护不好和其它机械损坏而发生跑、冒、滴、漏现象；输送泵在运行过程中会由于各种原因发生振动，若操作人员疏于检查或维护保养不到位，泵体及其连接的

阀门或管件会产生裂纹或密封损坏，而发生跑、冒、滴、漏；操作阀门，由于长时间的开、关会使的密封间隙变大，压盖不紧，维护不当而发生泄漏；若设计有误，计算不当，选型不准，对泵的额定流量和输送管道的直径选配不当，或管道质量不好，内壁粗糙，造成输油管中的流速超过额定流速，产生静电荷，当静电荷积累到一定量，若泵体、阀门和管道无防静电接地或防静电接地装置损坏或不符合规定阻值，便会产生静电火花，如遇以上爆炸性混合气体，便会，点燃引爆，发生爆炸事故。

输送泵、照明等电气设备和线路均应为防爆型，它们的安装、使用、维护、检修均须按防爆规范要求施工、安装，使用时因电气火花及遇爆炸性混合气体，则会引起火灾和爆炸事故。

若在雷雨天气装车，装卸泵房无防雷装置或不在防雷装置的保护范围内，以及防雷装置损坏或不符合规定阻值要求，则会遭到雷电的袭扰而引起燃爆事故。

若有人在装卸现场吸烟或违章动火，或使用铁器和铁制工具敲击管道或阀门、设备等，或有人使用不防爆手机、呼机和其它电气用具，易发生火灾和爆炸事故。

（2）触电

装车作业场所的配电线路、各种电气生产设备、照明线路及照明器具防护设施若有缺陷（如电气设备不合格、接地、接零保护失效等），绝缘损坏、可能存在有触电的危险。

作业人员未能按照电气作业安全规程进行操作，违章作业，缺乏安全用电常识或在日常的维护中安全管理不善，也可能造成触电事故。

B.1.3.3 物料运输过程危险有害因素辨识

（1）委托没有危化品运输资质的运输单位进行运输，易发生运输事故。

驾驶员、押运员不持证上岗，不熟悉运送物料的危险特性，就不能有效防止和处置运输途中发生货车相撞、意外翻车等交通事故可能引发的危险化学品事故。

(2) 运输车辆、槽车（压力容器）不定期检测检验，如果驾驶员、押运员责任性不强，技术欠缺，可能引起运输物料泄漏、散落，一旦灾情扩大，不但造成环境污染，甚至造成重大及发生爆炸、火灾。

(3) 装卸作业不按规范要求进行，装卸前不连接静电接地桩，接装物料出错，就可能引发火灾、爆炸事故。

(4) 运输车辆进入厂区，如果有车辆、设备和物料占据道路，影响车辆通行，可能引发场内机动车辆事故。如企业平面布置、生产设施、道路设计、交通标志和安全标志设置、照明质量、车辆管理等方面存在缺陷，均可能引发运输事故。

B.1.4 公用工程危险因素辨识

B.1.4.1 电气系统危险因素辨识

(1) 火灾、爆炸

雷电、静电放电、电火花都可能导致易燃、易爆场所的火灾、爆炸事故的发生。

该项目配、用电设备及电线电缆，由于设备缺陷、安装、使用、维护不当等原因，致使电气设备运行中非正常发热和电气设施遭受雷击将直接导致电气火灾、电缆爆炸事故的发生。

(2) 触电

如果电气设备或线路绝缘因击穿、老化、腐蚀、机械损坏等失效；电气设备未装设屏护装置将带电体与外界相隔离；带电体与地面、其它带电体和人体范围之间的安全距离不符合要求；低压电气设备未装设漏电保护

装置或漏电保护装置失效；人体不可避免的长期接触的有触电危险的场所未采用相应等级的安全电压；用电设备金属外壳保护接地不良及人员操作、监护、防护缺陷等，均可能导致触电。

B.1.4.2 自动化仪表及自动控制系统危险因素辨识

(1) 自动控制系统的主要危险因素有：控制系统断电；控制站失灵；仪表损坏和电气连锁失效等。

主要危险因素的相关作业场所是：集中控制室和在现场的检测仪表、执行机构。

自动控制系统所涉及的危险因素及存在的部位：

1) 自动控制系统断电、控制站失灵和电气连锁失效将导致系统的非正常停机。对于有毒和高压设备而言可能导致有毒物质的泄漏、引发火灾或高压设备的爆炸。危险因素存在的部位是 UPS 电源、分布式控制系统。

2) 仪表损坏将导致系统的非正常运行。特别是执行机构损坏将导致控制失灵，对于有毒和高压设备而言可能导致有毒物质的泄漏、引发火灾或高压设备的爆炸。危险因素存在的部位是现场的检测仪表、执行机构。

(2) 针对自动控制系统危险因素应采取的安全控制措施

1) 要制定自动控制系统的安全应急救援预案，并组织员工按照安全应急救援预案进行演练。

2) 必须针对主要危险因素制定相应的安全控制措施，具体是：

①自动控制系统断电的安全控制措施：采用 UPS 电源，以保证在供电电源断电后，仍能在规定时间内将系统关闭在安全状态，要定期检查 UPS 电源的工作状态和容量，对于冗余电源，应分别切换，确认系统运行正常。

②控制站失灵的安全控制措施：进行控制站冗余安全试验。

③仪表损坏的安全控制措施：把好仪表入口关，“三证”齐全方可使用；定期检查、校验强制性检测的仪表运行情况；仪表应备有足够的备品、

备件；仪表应具备相应的技术资料；当在线仪表发生损坏时，自动控制系统应能及时的显示、报警，必要时，可启动联锁保护系统按规定要求动作，以确保工艺装置的安全生产或停机。

④电气联锁失效的安全控制措施：进行联锁保护系统安全试验，使联锁保护系统按规定要求动作，以确保工艺装置的生产安全，避免重大人身伤害或重大设备损坏事故。

B.1.4.3 给排水系统危险因素辨识

(1) 该项目依托的消防水池、循环水池、事故水池等周围防护栏杆不符合规范（高度不够、格栅间距过大等）或破损，人员在这些水池附近经过或进行有关作业时，不慎跌入水池，可导致淹溺事故。

(2) 给排水各系统拟使用各种水泵，风机。泵类、风机的电机与机体之间的联轴节为外露的转动部位，一般均设置防护罩保护。作业人员在泵进行维修或维护时，不按规程操作，防护罩设置不符合规范、制造安装缺陷（材料选用错误、固定装置失效、尺寸不合格）或丢失，人员不慎接触转动的联轴节，可造成机械伤害事故。

(3) 水泵、风机采用电力驱动，一定条件下可能造成作业人员触电事故。

(4) 水泵、风机在运转过程中会产生噪声，尤其风机能产生较高的噪声，并伴随有振动。

B.1.4.4 维检修期的危险、有害因素分析

该项目检修作业存在以下 5 种典型的检修作业，分别为转动设备（含阀门、电动机）检修作业、高处检修作业、动火检修作业、密闭空间检修作业和电气检修作业，所存在的风险以及相应安全措施进行综合分析、归类。

(1) 转动设备（含阀门、电动机）检修作业

转动设备检修时，误操作电、汽源产生误转动，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。

1) 检修作业前，未将系统进行有效隔离，没把动火检修设备、管道内的易燃易爆、有毒有害介质排净、冲洗、置换合格，会发生火灾、爆炸、中毒等事故。

在修理带电设备时，没有切断电源，未在开关箱上挂“禁止合闸、有人工作”的标示牌，如误操作电源产生误转动，会危及检修作业人员的生命和财产安全。

3) 作业项目负责人没有落实该项作业的各项安全措施和办理作业许可证及审批，没有制定安全作业方案，有可能发生火灾、爆炸、中毒等事故，危及检修作业人员的生命和财产安全。

4) 作业人员没有按要求穿戴劳保用品，有可能发生人员中毒等其他人身伤害事故。

5) 在使用风动、电动、液压等工具作业时，未按《安全操作使用说明书》规范操作，有可能发生人员触电、以及扭、挫、刺、割伤、扎伤等事故。

6) 废油没有倒入回收桶内，有可能发生人员滑倒扭伤和火灾事故。

(2) 高处检修作业

作业位置高于正常工作位置，容易发生人和物的坠落，产生事故。为防止发生高空坠落，应采取以下的措施：

1) 作业项目负责人安排办理《作业许可证》、《高处作业许可证》按作业高度分级审批；作业所在的生产部门负责人签署部门意见。

2) 作业项目负责人应检查、落实高处作业用的脚手架（梯子、吊篮）、安全带、绳等用具是否安全，安排作业现场监护人；工作需要时，应设置警戒线。

3) 作业人员应按要求穿戴劳保用品，熟知工作内容，特别是有关部门签署的意见；使用安全带工作时，按照《安全带使用管理规定》执行；使用梯子工作时，按照《梯子安全管理规定》执行；使用脚手架工作时，按照《脚手架使用安全管理规定》执行；在吊篮或吊架内作业时，参照《起重设备安全管理规定》执行。

高处作业时不应上、下同时垂直作业。特殊情况下必须同时垂直作业时，应经单位领导批准，并设置专用防护棚或采取其他隔离措施。

5) 避免夜间进行高处作业。必须夜间进行高处作业时，应经有关部门批准，作业负责人要进行风险评估，制定出安全措施，并保证充足的灯光照明。

6) 遇有 6 级以上大风、雷电、暴雨、大雾等恶劣天气而影响视觉和听觉的条件下或对人身安全无保证时，不允许进行高处作业。

7) 高处作业过程中，安全监护人要经常与高处作业人员联络，不得从事其他工作，更不准擅离职守；当生产系统发生异常情况时，立即通知高处作业人员停止作业，撤离现场；当作业条件或作业环境发生重大变化时，必须重新办理《高处作业许可证》。

(3) 动火检修作业

动火检修作业由于加热、熔渣散落、火花飞溅可能造成人员烫伤、火灾、爆炸事故，弧光辐射、触电等也会对人体产生危害。为有效防止这些危害的发生，采取以下的安全措施：

1) 检修作业前，联系工艺人员将系统有效隔离，把动火设备、管道内的易燃易爆介质排净、冲洗、置换。

2) 分析合格后，办理《作业许可证》、《动火作业许可证》分级审批；取样分析合格后，任何人不得改变工艺状态；动火作业过程中，如间断半小时以上必须重新取样分析。

3) 《动火作业许可证》由动火作业人员随身携带。所有作业人员必须清楚工作内容，特别是有关部门签署的意见。

4) 作业人员必须按要求穿戴劳保用品，持有相应的资格证；在进行焊接、切割作业前，必须清除周围可燃物质，设置警戒线，悬挂明显标示，不得擅自扩大动火范围。

动火作业应设监护人，备有灭火器；作业时，禁止无关人员进入动火现场。在甲类禁火区进行动火作业，项目负责人要按规定提前通知专业消防人员到现场协助监护。

6) 进行电焊作业时，要检查接头、线路完好，防止漏电产生事故。

7) 气焊作业时，氧气瓶与乙炔气瓶间的距离应保持在 5m 以上，2 气瓶与动火点距离应保持在 10m 以上，检查气管完好。

8) 高处焊接、切割作业时，要安放接火盆，防止火花溅落；同时，要清除下方所有的可燃物，地沟、阴井、电缆等要加以遮盖。

9) 作业人员离开动火现场时，应及时切断施工使用的电源和熄灭遗留下来的火源，不留任何隐患。

(4) 密闭空间检修作业

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。所以，应采取以下的安全措施：

1) 联系工艺人员切断设备上与外界连接的电源，并采取上锁措施，加挂警示牌；有效隔离与有限空间或容器相连的所有设备、管线。

2) 密闭空间经排放、隔离（加盲板）、清洗、置换、通风，取样分析合格后，作业人员办理《作业许可证》、《进入密闭空间作业许可证》，分级审批。取样分析合格后，任何人不得改变工艺状态。

3) 作业前，准备好应急救援物资，包括安全带、安全绳、长管面具、

不超过 24V 的安全电压照明、防触电（漏电）保护器以及配备通讯工具。

4) 监护人员应按要求穿戴劳保用品，选择好安全监护人员的位置；监护过程中，要经常联络，发现异常应立即通知作业人员中断作业，撤离危险区域；同时，必须注意自身保护。

5) 作业人员应按要求穿戴劳保用品。第一次进入密闭空间，必须佩戴好防毒面具（长管或空气呼吸器），必须系安全带和安全绳；熟知工作内容，特别是有关部门签署的意见；密闭空间作业人员实行轮班制，按时换班，及时撤离工作面休息。

6) 密闭空间移去盖板后，必须设置路障、围栏、照明灯等，以免发生事故。

7) 进入密闭空间作业，必须在线分析，若有异常情况，应及时撤离。

(5) 电气检修作业

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

应采取以下的安全措施

1) 检修作业前，联系运行人员切断与设备连接的电源，并采取上锁措施，在开关箱上或总闸上挂上醒目的“禁止合闸，有人工作”的标志牌。

2) 所有在带电设备上或其近旁工作的均需要办理《作业许可证》，执行《许可证管理程序》。

3) 作业人员应按要求穿戴劳保用品（符合“变电所工作时个人防护器材要求”），熟知工作内容，特别是运行人员签署的意见。

4) 电气作业只能由持证合格人员完成，作业时必须 2 人以上进行，其中 1 人进行监护。

5) 电气监护人员必须经过专业培训，取得上岗合格证，有资格切断设

备的电源，并启动报警信号；作业时防止无关人员进入有危险的区域；不得进行其他的工作任务。

6) 在维护检修和故障处理中，任何人不得擅自改变、调整保护和自动装置的设定值。

7) 电弧危害的分析和预防，对于能量大于 5.016J/m² 的设备，必须进行电弧危害分析，以确保安全有效地工作。

8) 对于维修中易产生静电的过程或系统，应该进行静电危害分析，并制定相应措施和程序，以预防静电危害。

9) 金属梯子、椅、凳等均不能在电气作业场合下使用。

B.1.5 人、物、环境和管理因素分析

B.1.5.1 人的因素

(1) 心理、生理性危险和有害因素

1) 负荷超限

长时间连续工作造成身体严重疲惫，若继续工作很有可能发生意外伤害；或连续进行简单而重复的作业，麻痹大意也可能发生事故伤害。

2) 健康状况异常

感冒发烧或身体某些部位正在恢复当中进行上岗作业，很有可能发生意外事故，应严禁身体不适者进行危险作业。

3) 心理异常

若作业人员情绪低落，受其他事件影响，思想不集中，或思想过于激进，不听指挥，冒险作业，或由于刚开始上岗作业，情绪特别紧张，均有可能发生意外事故。

(2) 行为性危险和有害因素

1) 违章指挥

由于指挥错误或不按有关规定指挥造成设备、人员伤害，这主要是基

本功不够，心理素质差或感知迟钝、对事故无预见而造成。

2) 违章操作

操作人员在操作过程中误操作、违章操作造成设备受损、人员伤害的事故在企业中也时有发生。

3) 监护失误

操作人员在操作过程中，监护人员的监护不利，甚至判断失察或监护失误造成事故。因此，要加强人员的安全培训等安全工作。

B.1.5.2 管理因素

(1) 职业安全卫生组织机构不健全

组织机构设置不合理，职责不清，人员配备不能满足工作要求等，都有可能因为管理不健全造成混乱，为事故发生埋下隐患。

(2) 职业安全卫生规章制度不完善

建设工程未按照“三同时”进行落实安全设施设备，操作规程不规范，不能满足操作要求，或培训制度不完善，人员培训跟不上工作需要，或事故应急预案及响应存在严重缺陷，起不到应急救援的作用，均有可能发生事故伤害，甚至可能酿成更大的事故。

B.1.5.3 物的因素

1、设备、设施、工具、附件有缺陷

(1) 设计不当，结构不安全：制动装置有缺陷；安全间距不够；防护网有欠缺；设备有锋利的毛刺、毛边；设施上有锋利倒角。

(2) 强度不够：机械强度不够；绝缘强度不够；起吊重物的绳索不符合安全要求。

(3) 设备在非正常状态下运转：设备带“病”运转；超负荷运。

(4) 维修、调整不良：设备失修；地面不平；保养不当设备失灵、腐蚀。

2、防护、保险、信号等装置缺乏或有缺陷

(1) 无防护：无防护罩；无安全装置；无警报装置；无安全标志；无护栏或护栏损坏；（电气）未接地；绝缘不良；局部通风机无消音系统、噪声大。

(2) 防护不当：防护罩未在适当位置；防护装置调整不当；防爆装置选择不当；与危险作业的安全距离不够；电气装置带电部分裸露。

3、个人防护用品用具缺少或有缺陷（防护服、手套、护目镜及面罩、呼吸器官护具、听力护具、安全带、安全帽、劳保鞋等）。

(1) 个人防护用品、用具不符合安全要求。

(2) 所用防护用品、用具不符合安全要求。

4、电伤害、噪声、振动伤害、高温物质、毒物等

(1) 指人员易触及的裸露带电部位对人体造成的伤害。

(2) 指机械性噪声、电磁性噪声、流体动力性等噪声。

(3) 指机械性振动、电磁性振动、流体动力性等振动对接触人体造成的伤害。

(4) 制冷剂、LNG 对人员造成的伤害。如人员接触泄漏制冷剂和 LNG、设备等造成的伤害。

B.1.5.4 环境因素

1、梯架缺陷

各作业场所所设置的楼梯、阶梯及其扶手、护栏等应符合国家相应标准，避免因设置不当而造成高处坠落的意外伤害。

2、安全通道缺陷

建设项目各种设备、设施较多，设备必须合理布局，保证有满足作业人员操作安全、紧急事态撤离时的安全通道，否则构成安全通道缺陷危险和有害因素。

3、采光照度不足

建设项目各种仪表装置较多，且设备及其管路较密集，如果作业场所自然采光不足或照明照度不足或过强，会对作业人员的操作安全造成影响，引发各类伤亡事故的发生。

4、恶劣气候与环境

1) 建设项目所处区域地震烈度为Ⅷ度地区，如果建设项目未按国家标准规定进行防烈度设计，一旦发生强烈地震，会造成人员伤亡和设备、财产损失。

(2) 建设项目所处区域时有大风或沙尘暴发生，如果建设项目各种建（构）设施、高大设施不具备相应的强度和稳定性，则会被破坏，造成人员伤亡、设备财产损失。

(3) 建设项目所处区域属于典型内陆性气候，冬季极端气温较低、夏季较热，这对露天作业人员以及露天储存设施、水处理设施、室外架设的各种管道造成不利影响，构成恶劣气候环境危险和有害因素。

(4) 建设单位未对建设项目设置符合标准规范的防雷及接地保护措施，雷雨条件下就会对高大的露天建（构）设施等危险区域造成雷击伤害。

5、作业场地和交通设施湿滑

作业场所的作业场地应具备良好的排水功能，否则由于作业场地湿滑，对人造成伤害。

6、作业场地不平

(1) 建设项目厂区道路应平整坚固，并应硬化处理，如果厂内道路未平整铺设和硬化处理，就会造成车辆伤害。

(2) 室外作业场地应平整坚固铺设，以防止车辆伤害、坍塌等事故的发生。

7、作业场地安全通道缺陷

(1) 室外作业场所如果未设置符合标准要求的安全通道或宽度不够、有障碍物，不仅会影响室外作业的操作安全，还会影响一旦事故发生的紧急撤离和应急救援。

(2) 厂内道路、消防通道的设置应符合国家相关标准要求，如果宽度不够、高度不够、不符合消防要求，容易导致车辆伤害事故的发生，还会影响火灾、爆炸、中毒等重大事故的消防灭火和应急救援。

8、作业场地安全出口缺陷

(1) 建设项目应根据建设项目人流、物流以及项目工程特点设置厂区出口，避免设置人流与货流混杂的厂区出口，以保证厂内道路安全。

(2) 厂区的人流较多的主大门应与厂外道路短捷相连，应面向通向城镇交通干道，并无任何障碍物，以保证厂内从业人员的道路安全和满足消防、应急救援的条件要求。

B.1.6 其他危险因素的分析

(1) 触电

该项目设有电动设备，电动泵接地不良，设备漏电、电气设备场所潮湿，均可能造成巡检作业人员发生触电危险。

触电危险的分布极广，凡是用到电气设备的和有电气线路通过的场所，都是触电事故可能发生的场所。

该项目在生产作业及检修过程中可能发生触电事故的场所主要有作业现场的电机、变配电设备、照明灯具、电缆及配电室、仪表控制室、值班室及办公室等有电气设备设施的场所。常见的引发触电事故的因素有：

- 1) 电线、电气设施的绝缘或外壳损坏、设备漏电。
- 2) 电气设备接地损坏或接地不良。
- 3) 移动使用的配电箱、板及所用导线不符合要求，未使用漏电保护器。
- 4) 乱接不符合要求的临时线。

5) 不办理操作票或不执行监护制度，不使用或使用不合格绝缘工具和电气工具。

6) 检修电气设备工作完毕，未办理工作票终结手续，就对检修设备恢复送电。

7) 在带电设备附近作业，不符合安全距离的规定要求或无监护措施。跨越安全围栏或超越安全警戒线；工作人员走错间隔误碰带电设备；在带电设备附近使用钢卷尺等进行测量或携带金属超高物体在带电设备下行走。

9) 线路检修时不装设或未按规定装设接地线，不验电。

10) 工作人员擅自扩大工作范围。

11) 使用的电动工具金属外壳不接地，操作时不戴绝缘手套。

12) 在电缆沟、夹层或金属容器内工作时不使用安全电压行灯照明。

13) 标志缺陷（如裸露带电部分附近的无警告牌或警示标识不明显，就可能

可能导致作业人员疏忽大意，进而发生触电，误合刀闸等人身或设备事故）。

(2) 机械伤害

生产过程中使用的各种泵类等机械设备存在对人体机械伤害的可能。造成机械伤害事故，主要是由于设备制造质量不符合设计要求或设计上该身就存在缺陷，设备的安全防护装置没有或损坏，人为的违章指挥、违章操作及对机械设备的故障不及时维修，设备在非正常状态下工作等造成的。

常见的因素有：

- 1) 违章操作，导致事故发生；
- 2) 机械设备安全防护装置缺乏或损坏、被拆除等，导致事故发生；
- 3) 操作人员疏忽大意，身体进入机械危险部位，导致事故发生；
- 4) 在检修和正常工作时，机器突然被别人随意启动，导致事故发生；

- 5) 在不安全的机械上停留、休息，设备突然运转时，导致事故发生；
- 6) 机械设备有故障不及时排除，设备带有故障运行，导致事故发生；
- 7) 机械设备制造质量不合格或设计上该身就存在缺陷，设备运行中导致事故发生；
- 8) 设备控制系统失灵，造成设备误动作，导致事故发生。

3) 高处坠落

高处坠落是指作业人员在高处作业中发生坠落造成的伤亡事故，如从设备上、高处平台坠落下来。对此要求登高作业人员必须系安全带；高处作业平台加装必要的防护栏；高处施工点下面加装安全网；上下梯子应设置扶手及护栏；现场工作人员必须戴安全帽，非工作人员远离现场等。

作业人员经常在高于地面或操作平台 2m 以上的设备、塔器、平台、框架、罐顶、杆上等作业场所巡检或对其进行维修、维护，如果操作平台无护栏、护栏损坏，孔洞无盖板等安全防护设施损坏或作业人员违章操作等情况时均可导致作业人员高处坠落事故。

造成高处坠落的主要因素是：

- 1) 没有按要求使用安全带。
- 2) 高处作业时安全防护设施损坏。
- 3) 使用安全保护装置不完善或在缺乏安全设备、设施下进行作业。
- 4) 工作责任心不强，主观判断失误。
- 5) 作业人员疏忽大意，疲劳过度。
- 6) 高处作业安全管理不到位。
- 7) 没有按要求穿防滑性能良好的软底鞋等。

(4) 车辆伤害

该项目部分产品及原料部分通过汽车运入或外运，在运输过程中，机动车辆在厂内道路上穿行。在车辆行驶时如不注意交通安全，有造成交通

事故的可能性。在装卸货物的时候如不注意人员之间的互配合，有可能造成人体坠落或物体倒塌、飞落、挤压伤亡事故。车辆伤害事故的主要原因有：

- 1) 交通布局不合理或路面光滑、不平整；
- 2) 运输车辆失控；
- 3) 驾驶员操作失误或误操作；
- 4) 司机注意力不集中，麻痹大意；
- 5) 不遵守交通规则。

(5) 物体打击

该项目生产过程中存在的物体打击事故一方面是在高处作业情况下，操作人员违反操作规程乱放工具或备件，物品落下而导致砸伤下面人员。如设备检修时工具、零件、材料未装入工具袋从高处坠落等，都可能会对人体造成伤害。高处作业、检修时，工具摆放不当，平台上操作人员打伤；甚至掉下平台，砸伤人。

(6) 起重伤害

该项目在建设施工过程中使用的起重设备是特种设备，如果未能定期检测合格使用或非特种作业人员违章作业，在生产运行中易发生起重伤害。发生起重伤害的主要原因是：

- 1) 被吊物吊挂不牢固，造成被吊运物坠落。
- 2) 起重机械的铃、闸、限位等安全装置不完善，造成人体伤害事故。
- 3) 起重机械在运行中发生碰撞，造成人体伤害。
- 4) 挂吊人员及天车操作人员违章操作、联系信号不清等造成人员伤亡。
- 5) 吊具、索具磨损、断裂以及吊物吊耳损坏都易导致吊物坠落伤人。

(7) 冻伤

该项目涉及冷冻剂储罐，若发生泄漏，工作人员未按要求佩戴防护用

品或操作不当接触低温物质有可能发生冻伤事故。

(8) 坍塌

坍塌指物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成的事故，如建筑物由于设计抗震、抗风载荷、抗雪载荷等强度不够或超过服役年限后强度下降等导致的坍塌；在动土作业时，未办理动土许可证、现场周围未设围栏和警告牌，夜间未设红灯指示；开挖有边坡的沟、坑时未设支撑土石方塌方；检修设备时脚手架坍塌，以及堆置物倒塌等，都有可能造成坍塌事故。

各种钢框架结构如果未涂防火涂料或涂层不符合要求、采用的涂料不符合要求等，使耐火等级不能满足有关标准的要求，在遇到火灾情况下就会坍塌。

B.1.7 有害因素分析

B.1.7.1 噪声和振动辨识与分析

该工程项目噪声主要产生的设备有压缩机和各种泵等。

噪声对人的危害是多方面的。噪声可以使人耳聋，还可能引起高血压、心脏病、神经官能症等疾病。噪声还污染环境，影响人们的正常生活和生产活动，特别强烈的噪声还能损坏建筑物与影响仪器设备等的正常运行。各典型声压级对人的影响见附表 B.1.7-1。

附表 B.1.7-1 典型声压级对人的影响

声压（微巴）	声压级 dB(A)	对人体影响	人耳主观感觉	环境
0.0002	0	安全	刚刚听到	轻声耳语、很安静的时间
0.002	20		安静	普通谈话、很安静的街道
0.02	40		一般环境	普通对话、收音机
0.2	60		较吵闹	城市街道、汽车内大声说话
2	80		吵闹	纺织车间
20	100	长期听觉受损	很吵闹	
200	120	听觉较快受损	痛苦	锅炉车间、球磨机

声压（微巴）	声压级 dB(A)	对人体影响	人耳主观感觉	环境
2000	140	其它生理损伤	很痛苦	喷气式飞机起飞
20000	160			耳边步枪发射、飞机发动机发动
200000	180		造成听觉损伤	导弹发射
2000000	200			

噪声对人的危害，主要有以下几个方面：

(1) 听力和听觉器官的损伤。

(2) 引起心血管系统的病症和神经衰弱，如头痛、头晕、失眠、多梦、乏力、记忆力减退、心悸、恶心等。

(3) 对消化系统的影响引起胃功能紊乱、食欲不振、消化不良。

(4) 对视觉功能的影响是由于神经系统互相作用的结果，能引起视网膜轴体细胞光受性降低，视力清晰稳定性缩小。

(5) 易使人烦躁不安与疲劳，注意力分散，导致工作效率降低，遮蔽音响警报信号，易造成事故。

(6) 160 分贝以上的高声强噪声可引起建筑物的玻璃震碎、墙壁震裂、屋瓦震落、烟囱倒塌等。

如果作业人员未采取安全防护措施，长期在强噪声的环境中作业，存在噪声引发职业危害的可能。

B.1.7.2 高温辨识与分析

该地区夏季极端高温为 38.9℃。岗位作业人员夏季需进行例行巡检或相关操作，如果防范措施不当，会受到高温危害。

《高温作业允许接触热时间限值》规定了高温作业允许持续接触热时间的限值，见附表 B.1.7-2。

附表 B.1.7-2 高温作业允许持续接触热时间限值（min）

工作地点温度℃	轻劳动	中等劳动	重劳动
30~32	80	70	60
32~34	70	60	50
34~36	60	50	40

工作地点温度℃	轻劳动	中等劳动	重劳动
36~38	50	40	30
38~40	40	30	20
40~42	30	20	15
42~44	20	10	10

注：持续接触热后必需休息时间不得小于 15min。休息时应脱离热环境

高温危害主要有：

(1) 高温作业人员受环境热负荷的影响，作业能力随温度的升高而明显下降。研究资料表明，环境温度达到 28℃时，人的反应速度、运算能力、感觉敏感性及感觉运动协调功能都明显下降。35℃时仅为一般情况下的 70%左右；极重体力劳动作业能力，30℃时只有一般情况下的 50%-70%，35℃时仅有 30%左右。使劳动效率降低，增加操作失误率。

(2) 高温环境会引起中暑。长期高温作业（数年）可出现高血压、心肌受损和消化功能障碍病症。也会使人体的骨钙大量丢失，引起骨质疏松症。

B.1.7.3 低温辨识与分析

该中存在有低温物质如 LNG 等，如保冷设施损坏，当人员接触时可造成低温伤害事故；泄漏喷出，人员无防护或防护不当可引起低温伤害事故；当氟利昂发生急剧汽化降温时，可使人员冻伤。

另外，该地区冬季极端最低温度为-28.2℃。岗位作业人员冬季需进行例行巡检或相关操作，如果低温作业时间过长且防范措施不当，作业人员会受到低温危害。

依据《低温作业分级》（GB/T14440-1993）标准，根据低温作业地点的温度和低温作业的时间率，对照附表 2-3-4-1 低温作业分级表，确定该低温作业的危害程度级别。低温作业危害程度分为 I 级、II 级、III 级和 IV 级四个级别，级别高者冷强度大。若空气平均相对湿度等于或大于 80%的低温作业地点，其危害程度级别应在附表 B.1.7-3 的基础上提高一级。

附表 B.1.7-3 低温作业分级表

低温作业时间 率a (%)	温度范围 T (°C)					
	0≤T<5	-5≤T<0	-10≤T<-5	-15≤T<-10	-20≤T<-15	T<-20
0≤a≤25	I	I	I	II	II	III
25<a≤50	I	I	II	II	III	III
50<a≤75	I	II	II	III	III	IV
75<a≤100	II	II	III	III	IV	IV

B.2 危险化学品重大危险源辨识

B.2.1 危险化学品重大危险源辨识过程

(1) 危险化学品重大危险源单元划分

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），平罗县阳光焦化有限公司合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改升级项目危险化学品重大危险源辨识分为生产单元和储存单元。

生产单元包括：LNG 生产线和氢气生产线；

储存单元包括：LNG 储罐（2500m³单容罐一座）、冷剂储罐（乙烯储罐容积 10m³、丙烷储罐容积 30m³、异戊烷储罐容积 30m³）。

单元划分：由于 LNG 生产线与氢气生产线存在上下游关系且相对集中布置，所以 LNG 生产线和氢气生产线划为一个单元。LNG 生产线中的制冷剂（甲烷[依托该公司焦化厂，以管道形式输送至该项目]、乙烯、丙烷和异戊烷）和原料 SNG 以及产品 LNG 的量远低于临界量，不做辨识，氢气生产线设计缓冲罐，所以生产线只对氢气进行辨识；产品 LNG 储罐独立设置，故划分为一个单元；冷剂储罐由于布置在同一个防火堤内，故将三个储罐划分为一个单元。

(2) 危险化学品重大危险源辨识过程

依据《危险化学品目录（2015 版）》，该项目涉及的危险化学品有原料：SNG；产品：液化天然气、氢气；使用的辅助材料：甲烷（制冷剂）、乙烯（制冷剂）、丙烷（制冷剂）、异戊烷（制冷剂）、氮[压缩的]。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）辨识，该项目列入辨识表中的危险化学品有：甲烷、氢气、乙烯、丙烷、异戊烷、天然气。氢气无固定储存设施，按订单由氢气槽车充装，数量未定，槽车装车运输过程不在评价范围，本次对氢气槽车不进行重大危险源辨识，后续设计应对槽车装车具体要求提出安全设计。

附表 B.2-1 危险化学品重大危险源的辨识

序号	危险化学 品名称	类别	临界 量 (t)	设计最大 量 (t)	辨识过程	辨识 结果	
1	LNG 生 线和氢气生产线	氢气	5	0.16	$0.16/5=0.032<1$	否	
2	LNG 储罐区	易燃 气体	50	1050	$1050/50=21>1$	是	
3	冷剂储 罐区		乙烯	50	5.5	$5.5/50+15.7/10+16.7/10$ $=3.35>1$	是
4			丙烷	10	15.7		
5			异戊烷	10	16.7		

注：根据该项目可行性研究报告和甲方沟通，该项目产品 LNG 其密度为 0.42t/m^3 。

依据《危险化学品重大危险源辨识》及辨识过程，该项目生产线未构成危险化学品重大危险源；LNG 储罐单元和冷剂储罐单元危险化学品设计最大储量超过临界量，所以该公司 LNG 储罐单元和冷剂储罐单元构成危险化学品重大危险源。

B.2.2 危险化学品重大危险源分级

(1) 校正系数的取值

β ：依据《危险化学品重大危险源辨识》中附表 3.1-2，该公司涉及的危险化学品属于 W2（易燃气体），所以校正系数 β 取值为 1.5。

α ：企业厂区边界向外扩展 500m 范围内以工业企业为主，无集中居民区，周边企业正常运行中的人员大于 100 人，则 α 的取值为 2。

(2) 危险化学品重大危险源的分级计算

该公司各单元危险化学品重大危险源的分级计算过程见如下。

LNG 储罐单元：

$$R=2 \times 1.5 \times 21=63$$

$$50 \leq R < 100$$

冷剂储罐单元：

$$R=2 \times 1.5 \times 3.35=10.05$$

$$10 \leq R < 50$$

根据以上计算过程，该项目 LNG 储罐单元构成二级危险化学品重大危险源，冷剂储罐单元构成三级危险化学品重大危险源。

B.2.3 个人风险和社会风险计算

根据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018），定量风险评估是进行安全规划的重要前提，同时也是评估安全规划是否合理的重要工具。在控制重大工业事故的诸多措施中，定量风险评估是一项重要的内容。所谓定量风险评估就是首先要识别潜在危险，对潜在危险发生的概率及可能造成的后果进行分析，再根据评估的准则判断这些潜在的危险是否能被接受，进而提出减少、消除危险应该采取的措施。

国内外用于土地安全规划的方法主要经历有安全距离法、基于后果的方法和基于风险的方法。安全距离法是国外发达国家早期用于土地安全规划的方法，主要依据国家法律、法规和标准中规定的安全距离来进行规划。这些安全距离的范围通常仅仅依赖于工业活动的类型或现存危险物质的数量。该方法虽然简单，但对系统的详细特征、安全措施和设施的特殊特征等问题考虑的不是很充分。目前，我国现阶段还普遍采用简单的安全距离法。“基于后果”的方法依据对假定事故后果影响范围（各种死亡半径）的计算，但没有对事故的可能性进行量化。“基于风险”的方法（定量风险分析方法，英文所写 QRA）则同时评估潜在事故后果的严重度和发生的

可能性并将两者结合，在风险分析方面比前述的方法更完整，并且采用量化的风险指标，尤其适用于区域内事故风险的叠加处理。

(1) 个人风险评估

1) 个人风险控制标准

个人风险是指因危险化学品重大危险源各种潜在的火灾、爆炸、有毒气体泄漏事故造成区域内某一固定位置人员的个体死亡概率，即单位时间内（通常为年）的个体死亡率。通常用个人风险等值线表示。

个人风险和社会风险本报告主要参考《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）所规定的个人风险标准，个人可接受风险标准见附表 B.2-2，个人风险配置见附表 B.2-3。

附表 B.2-2 我国个人可接受风险标准值表

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

附表 B.2-3 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	1.0E-5	红色
二级风险	3.0E-6	黄色
三级风险	3.0E-7	蓝色
四级风险		绿色
五级风险		青色
六级风险		紫色

2) 个人风险分布

评估区域个人风险主要考虑事故后果大小、事故发生概率，对同一地点各种事故造成的人身伤害叠加，得到各个点的人员个体伤亡概率。进行区域定量风险评估的重大事故概率采用英国 HSE 提供的代表八十年代技术水平各类装置、设备、元件的统计数据，并根据评估区域各企业现场考察情况进行了相应的调整。事故后果分析包括蒸气云爆炸、沸腾液体扩展蒸气云爆炸、池火灾、毒物泄漏扩散分析。采用危险化学品建设项目安全评估软件进行个人风险计算、个人风险等值线的追踪和绘制，对评估存在的危险源进行区域定量风险评估，获得的个人风险分布图。

(2) 社会风险评估

社会风险标准常用社会风险曲线(F-N 曲线)表示。社会风险曲线是以死亡人数 N 对应各种事件后果发生频率累加值 F 拟合的分布图形。

1) 社会风险容许标准

社会风险是指能够引起大于等于一人死亡的事故累积频率 (F)，也即单位时间内 (通常为年) 的死亡人数。常用社会风险曲线 (F-N 曲线) 表示。社会风险标准采用 ALARP (As Low As Reasonably Practicable) 原则作为可接受原则。ALARP 原则通过两个风险分界线将风险划分为 3 个区域，即：不可容许区、尽可能降低区 (ALARP) 和可容许区。

A 若社会风险曲线落在不可容许区，除特殊情况外，该风险无论如何不能被接受。

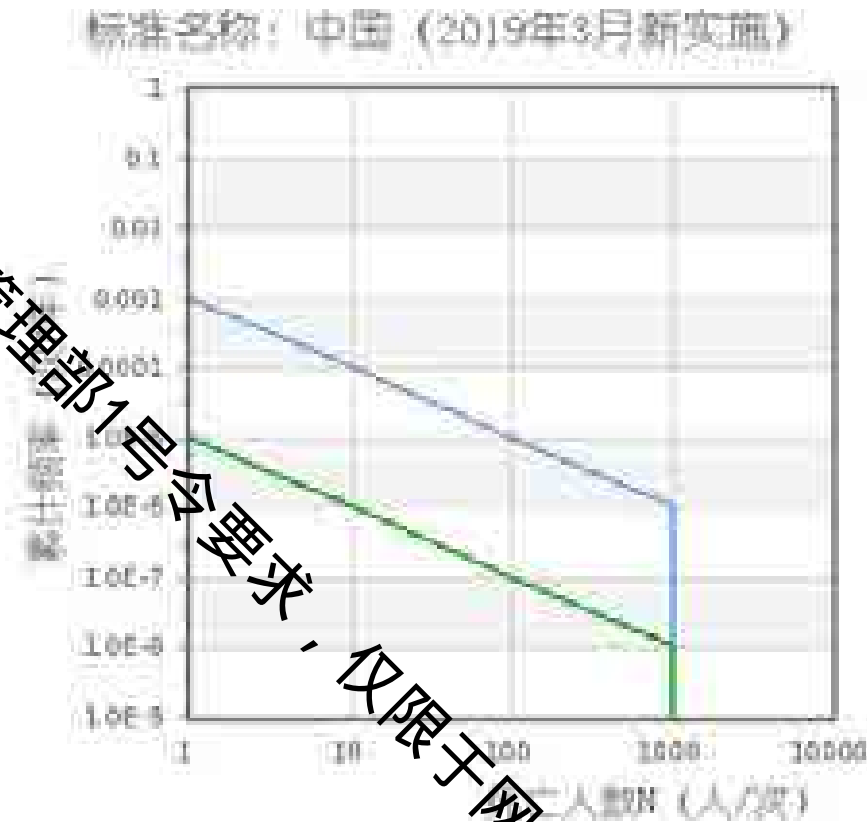
B 若落在可容许区，风险处于很低的水平，该风险是可以被接受的，无需采取安全改进措施。

C 若落在尽可能降低区，则需要在可能的情况下尽量减少风险，即对各种风险处理措施方案进行成本效益分析等，以决定是否采取这些措施。

本次评估采用《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》中的可允许社会风险标准，危险化学品重大危险源产生的社会风险应满足下图中社

会风险值要求。

社会可接受风险标准曲线见附图 B.3-1。



附图 B.2-1 可允许社会风险标准曲线

(3) 风险模拟结果

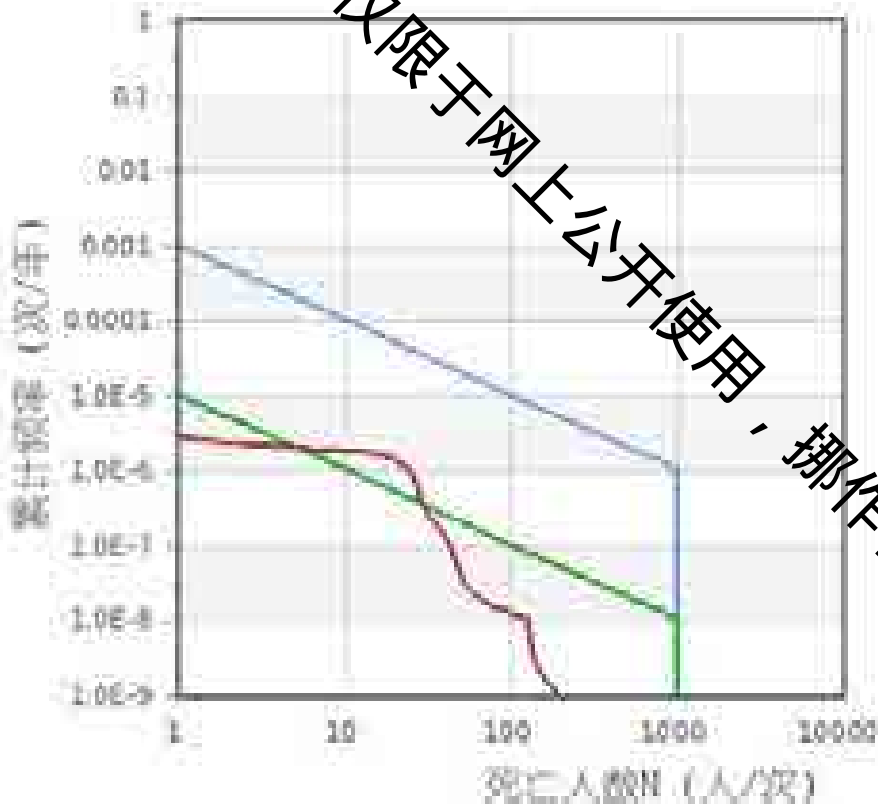
1) 区域总体风险模拟

①个人风险模拟



附图 B.2-2 区域个人风险模拟图

②社会风险模拟



附图 B.2-3 区域社会风险模拟图

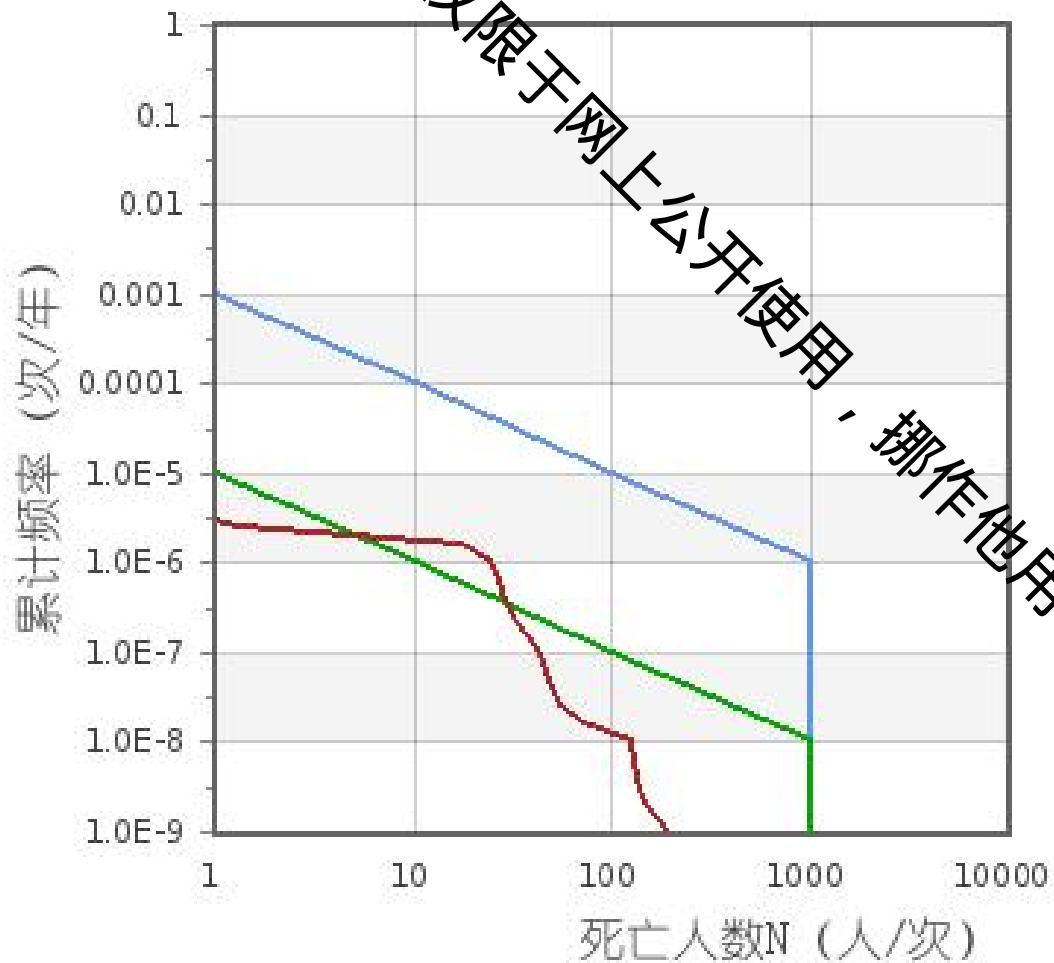
2) LNG 储罐风险模拟

①个人风险模拟



附图 B.2-4 LNG 储罐个人风险模拟图

②社会风险模拟



附图 B.2-4 LNG 储罐社会风险模拟图

图该项目 LNG 储罐个人风险符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）规定的个人风险标准，且厂区内没有出现 1×10^{-3} 每年的个人风险等值线。

社会风险值在尽可能降低区和可接受区，企业采取相应的安全措施后社会风险在可接受范围内。

此件按照应急管理部部长令要求，仅限于网上公开使用，挪作他用一律无效。

附件 C 评价单元的划分和评价方法的选择

C.1 评价单元的划分和评价单元简介

C.1.1 评价单元的划分

根据单元划分原则，对该项目划分出如下 8 个大单元进行评价：项目选址及周边环境单元、总平面布局及建（构）筑物单元、生产装置单元、储运单元、公用工程及辅助设施单元、特种设备单元、消防单元和作业环境单元。

C.1.2 评价单元简介

（1）项目选址及周边环境单元

评价内容包括项目选址是否符合当地政府的行政规划、自然条件是否对该项目造成不良影响、周边环境是否符合规程规范要求等。

（2）总体布局及建（构）筑物单元

评价内容包括总平面布置，生产线、公用工程及辅助设施的主要设备、设施的布置、道路、安全通道、出入口、厂房等建（构）筑物的构成及耐火等级等。

（3）生产装置单元

该单元采用预先危险性分析法对生产装置危险性较大的净化、压缩和深冷进行评价。

（4）储运单元

主要评价储运系统的设计、罐区的布局、设置及储存方式是否符合标准、规范的要求等内容，对整套生产装置采用安全检查表法进行评价。

对储运子单元采用预先危险性分析法进行评价。

（5）公用工程及辅助设施单元

主要评价公用工程及辅助设施的设计、布局等是否符合标准、规范的要求等内容，对整套公用工程及辅助设施采用安全检查表法进行评价。

（6）特种设备单元

该项目中涉及的特种设备有压力容器和压力管道，用预先危险性分析法分析特种设备及强制检测设备在生产运行、检修过程中存在的危险因素，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成为事故。

(7) 消防单元

消防单元主要评价消防水的供给及相关设备、设施设计是否满足工程安全需要，消防道路的设置是否符合国家标准、规范要求，还包括相关的消防安全措施等方面。

(8) 安全管理单元

从安全角度，对该公司安全管理人员、公司已有管理制度和责任制等是否满足国家法规、标准、规范的要求等方面进行评价。

C.2 评价方法的选择及评价方法简介

C.2.1 安全检查表法（SCL）

安全检查表是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统安全评价方法。安全检查表不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患，还对各检查项目给予量化，用于进行系统安全评价。

安全检查表是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并富有安全技术、安全管理经验的人员，事先对分析对象进行详尽分析和充分讨论，列出检查项目和内容、检查依据、检查记录等内容的表格。

当安全检查表用于对工程、系统的设计、装置条件、实际操作、维修、管理等进行详细检查以识别所存在的危险性。常见的安全检查表见附表 C.2-1。

附表C.2-1安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果

C.2.2 预先危险分析法（PHA）

预先危险分析（Preliminary Hazard Analysis，简称 PHA）是在进行某项工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，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。其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险性等级，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。预先危险分析表如附表 C.2-2 所示。

附表 C.2-2 预先危险分析表

事故	阶段	事故原因	事故后果	危险等级	对策措施

其危险等级划分为 4 个等级，如附表 C.2-3。

附表 C.2-3 危险等级划分

等级	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡或系统损坏
II	临界的	处于事故状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	会造成人员重大伤亡及灾难性事故，必须予以果断排除，并进行重点防范

C.2.3 危险度评价法（PHA）

危险度评价法是借鉴日本六阶段法，针对石油化学企业建设项目的安全评价而制定。将评价对象划分评价单元后，根据“危险度评价取值表”对工程进行危险度评价，以找出危险度较大的装置或单元进行重点控制或进行下一步安全评价。危险度评价取值表是借鉴日本劳动省安全六阶段法的定量评价表，结合我国《石油化工企业设计防火规范》、《压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类》等有关标准规程，并对其做了部分修改编制而成的定量打分评价表见表 C2-4。

危险度评价取值表规定：单元危险度由物质、容量、温度、压力和操作五个项目共同确定，其危险度按 A、B、C、D 依次记 10 分、5 分、2 分、0 分，然后按分数之和分成三个不同危险等级，危险度分级表见表 C2-5。

附表 C.2-4 危险度评价取值表

项目 \ 分值	10分(A)	5分(B)	2分(C)	0分(D)
物质（系指原材料、中间体或产品中危险程度最大的物质）	①甲类可燃气体； ②甲 _A 及液态烃类； ③甲类固体； ④极度危害介质。	①乙类可燃气体； ②甲 _B 、乙 _A 及液态烃类； ③乙类固体； ④高度危害介质。	①乙 _B 、丙 _A 、丙 _B 类可燃液体； ②丙类固体； ③中、轻度危害介质。	不属A-C项物质。
容量	气体 1000m ³ 以上； 液体 100m ³ 以上； ①有触媒的反应，应去掉触层所占空间；②气液混合反应应按照其反应的形态选择上述规定。	气体 500-1000 立方米； 液体 50-100 立方米。	气体 100-500m ³ ； 液体 10-50m ³ 。	气体<100m ³ ； 液体<10m ³ 。
温度	1000℃以上使用，其操作温度在燃点以上。	①1000℃以上使用，但操作温度在燃点以下； ②在 250-1000℃使用，其操作温度在燃点以上。	①在 250℃-1000℃使用，但操作温度在燃点以下；②在低于 250℃使用，操作温度在燃点以上。	在低于 250℃使用，操作温度在燃点之下。
压力	100MPa（1000kg/cm ² ）以上	20-100MPa（200-1000kg/cm ² ）。	1-20MPa（10-200kg/cm ² ）。	1MPa（10kg/cm ² ）以下。
操作	①临界放热和特别剧烈的放热反应操作； ②在爆炸极限范围内或其附近的操作。	①中等放热反应（如烷基化、酯化、加成、氧化、聚合、缩合等反应）操作；②系统进入空气中的不纯物质，可能发生危险的操作；③使用粉状或雾状物质，有可能发生粉尘爆炸的可能；④单批次操作。	①轻微放热反应（如加氢、水解、异构化、磺化、中和等反应）操作； ②精制操作中伴有化学反应；③单批次，但开始用机械等手段进行程序操作；④有一定危险的操作。	无危险的操作。

附表 C.2-5 危险度分级

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

附件 D 定性、定量分析危险、有害程度的过程

D.1 固有危险程度的分析过程

D.1.1 危险化学品的数量及分布

该项目主要危险物质有甲烷、丙烷、乙烯、异戊烷、天然气（SNG、CNG）、氢气（压缩）和氢气。主要危险有害物质的使用及储存状况见附表 D.1-1。

附表D.1-1主要危险有害物质的使用及储存状况一览表

序号	作业场所	物料名称	质量 (t)	燃烧值 (kJ/kg)	相当于 TNT 的质量 (kg)	相当于 TNT 的摩尔量 (kmol)
1	LNG 生产区和氢气生产区	氢气	0.16	142500	202.67	0.89
2	LNG 储罐	液化天然气	1050	55644	445152	1960
3	冷剂储罐区	乙烯	5.5	50392	2463.6	10.8
4		丙烷	15.7	48785	6808.3	29.9
5		异戊烷	16.7	40428	6001.3	26.4

D.1.2 具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量

爆炸性化学品的 TNT 当量的公式：

$$W_{TNT} = \frac{AW_f Q_f}{Q_{TNT}}$$

式中：A——蒸气云的 TNT 当量系数，取值为 4%；

W_{TNT} ——蒸气云的 TNT 当量，kg；

W_f ——蒸气云中燃料的总质量，kg；

Q_f ——燃料的燃烧值，kJ/kg；

Q_{TNT} ——TNT 的爆热， $Q_{TNT} = (4.12 \sim 4.69) \times 10^3 \text{kJ/kg}$ ，取值为 4500

kJ/kg。

$$\text{TNT 的摩尔量 } N = \frac{W_{TNT}}{M}$$

式中：M——TNT 的分子量，取值为 227.11。

该项目涉及的 LNG、乙烯等可能和空气形成爆炸性混合物遇点火源发生爆炸。

各装置单元具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量的计算结果见附表 D.1-2。

附表 D.1-2 各单元具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量

序号	作业场所	物料名称	质量 (t)	燃烧值 (kJ/kg)	相当于 TNT 的质量 (kg)	相当于 TNT 的摩尔量 (kmol)
1	LNG 生产线和氢气生产线	氢气	0.16	142500	202.67	0.89
2	LNG 储罐	液化天然气	900	55644	519334	2286.75
3	冷剂储罐区	乙烯	5.5	50392	2463.6	10.8
4		丙烷	15.7	48785	6808.3	29.9
5		异戊烷	16.7	40428	6001.3	26.4

D.1.3 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

具有可燃性的化学品燃烧后放出的热量为： $Q=qm$

q —燃料的燃烧值，kJ/kg；

m —物质的质量，kg。

该项目涉及的可燃性的物质主要有原料 LNG、乙烯、丙烷、异戊烷等。

该项目各单元具有可燃性的化学品及燃烧后放出的热量见附表 D.1-3。

附表 D.1-3 各单元具有可燃性的化学品及燃烧后放出的热量

序号	作业场所	物料名称	质量 (t)	燃烧值(kJ/kg)	燃烧后放出的热量 (10 ⁸ kJ)
1	LNG 生产线和氢气生产线	氢气	0.16	142500	0.23
2	LNG 储罐	液化天然气	1050	55644	584.262
3	冷剂储罐区	乙烯	5.5	50392	2.8
4		丙烷	15.7	48785	7.7
5		异戊烷	16.7	40428	6.8

D.2 各单元定性、定量评价过程

D.2.1 项目选址及周边环境单元

依据《石油化工企业设计防火标准[2018 年版]》（GB50160-2008）、《化

工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（安监总局令第41号）、《化工企业安全卫生设计规定》（HG20571-2014）、《防洪标准》（GB50201-2014）等法规、规范，使用安全检查表对该项目的项目选址及周边环境单元进行了检查，检查情况见附表 D.2.1-1。

附表 D.2.1-1 项目选址及周边环境单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	天然气液化工厂的区域规划应根据工厂自身及相邻工厂或设施的特点和火灾危险性，结合地形、风向、气源及运输等条件合理布置。	《天然气液化工厂设计标准》第4.0.1条	该项目位于宁夏平罗工业园区平罗县阳光焦化有限公司厂区内预留地建设，布局合理。	符合要求
2	天然气液化工厂应远离城镇居民区及社会公共福利设施，并位于邻近城镇居民区及社会公共福利设施的最小频率风向上风侧；	《天然气液化工厂设计标准》第4.0.1条	拟建项目位于平罗工业园区，远离城镇居民区和社会公共福利设施且位于最小频率风向上风侧。	符合要求
3	天然气液化工厂选址应避开下列地区或地段： 1发震断层和抗震设防烈度为9度及以下的地区； 2生活饮用水源保护区；国家划定的森林、农业保护及发展规划区；自然保护区、风景名胜区和历史古迹保护区； 3山体崩塌、滑坡、泥石流、流沙、地面严重沉降或塌陷等地质灾害易发区和重点防治区，采矿塌落、错动区的地表界限内； 4蓄滞洪区、坝或堤决溃后可能淹没的地区； 5危及机场净空保护区的区域； 6具有开采价值的矿藏区域或矿产资源储备区； 7很严重的自重湿陷性黄土地段、厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等工程地质条件恶劣的地段； 8山区或丘陵地区的喔风地带；	《天然气液化工厂设计标准》第4.0.3条	该项目地质条件符合要求，未在断层、生活饮用水源保护区、国家划定的森林、农业保护及发展规划区、自然保护区、风景名胜区和历史古迹保护区内建设；净域空旷，未在窝风地带设置。	符合要求
4	厂址选择必须符合工业布局和城市规划的要求，按照国家有关法律、法规及建设前期工作的规定进行。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.1条	厂址位于宁夏平罗工业园区，符合规划要求。	符合要求
5	居住区、交通运输、动力公用设施、废料场及环境保护工程等用地，应与厂区用地同时选择。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.2条	该项目拟建于该公司预留厂地内，以上要求内容在建厂初期已考虑。	符合要求
6	厂址应具有满足生产、生活及发展规划所必需的水源和电源，且用水，用电量	《工业企业总平面设计规范》第3.0.5条	厂址满足生产、生活及发展规划所必需的水源和	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果															
	特别大的工业企业，宜靠近水源，电源。		电源。																
7	厂址应满足工业企业近期所必需的场地面积和适宜的地形坡度。并根据工业企业远期发展规划的需要，适当留有发展的余地。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.8条	该项目在公司预留地建设。	符合要求															
	厂址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带；当不可避免时，必须具有可靠的防洪、排涝措施。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.10条 《化工企业安全卫生设计规定》第2.1.3条	可研未提及防洪、排涝措施。	设计时应考虑															
9	厂址选择应充分利用非可耕地和劣地，不得破坏原有森林、植被，并应减少土石方开挖量。	《化工企业总图运输设计规范》第3.1.3条	该项目所在地为非可耕地和劣地。	符合要求															
10	厂址宜靠近主要原料和能源供应地、产品主要销售地或协作条件好的地区。	《化工企业总图运输设计规范》第3.1.5条	厂址位于宁夏平罗工业园区，靠近主要原料和能源供应地。	符合要求															
11	厂址应具有方便和经济的交通运输条件。	《化工企业总图运输设计规范》第3.1.6条	项目所在地交通运输方便。	符合要求															
12	事故状态泄漏或散发有毒、有害、易燃、易爆气体工厂的厂址，应远离城镇、居住区、公共设施、村庄、国家和省级干道、国家和地方铁路干线、河海港区、仓储区、军事设施、机场等人员密集场所和国家重要设施。	《化工企业总图运输设计规范》第3.1.10条	厂址与城镇、居住区、公共设施、村庄、国家和省级干道、国家和地方铁路干线、河海港区、仓储区、军事设施、机场等人员密集场所和国家重要设施的距离符合要求。	符合要求															
13	事故状态泄漏有毒、有害、易燃、易爆液体工厂的厂址，应远离江、河、湖、海、供水水源保护区。	《化工企业总图运输设计规范》3.1.11	该项目周边无供水水源保护区。	符合要求															
14	厂址不应受洪水、潮水和内涝威胁，其防洪标准应按表 3.2.4 的规定执行。其他防洪要求尚应符合现行国家标准《防洪标准》GB50201 的有关规定 表 3.2.4 防洪标准	《化工企业总图运输设计规范》第3.2.4条	可研未提泄洪沟的防洪标准。	设计时应考虑															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>等级</th> <th>企业规模</th> <th>防洪标准[重现期(年)]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>特大型</td> <td>200~100</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>大型</td> <td>100~50</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>中型</td> <td>50~20</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>小型</td> <td>20~10</td> </tr> </tbody> </table>	等级	企业规模	防洪标准[重现期(年)]	I	特大型	200~100	II	大型	100~50	III	中型	50~20	IV	小型	20~10			
等级	企业规模	防洪标准[重现期(年)]																	
I	特大型	200~100																	
II	大型	100~50																	
III	中型	50~20																	
IV	小型	20~10																	
15	公路和地区架空电力线路严禁穿越生产区。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》4.1.6	无公路和架空电力线路穿越生产区。	符合要求															
16	化工企业之间、化工企业与其它工矿企业、交通线站、港埠之间的距离应符合安全卫生、防火规定。	《化工企业安全卫生设计规定》第2.1.5条	该厂址与其它企业、交通线站之间的距离符合安全卫生、防火规定。	符合要求															
17	化工企业的厂址应符合当地城乡规划，按工厂生产类型及安全卫生要求与城镇、村庄和工厂居住区保持足够	《化工企业安全卫生设计规定》第2.1.6条	该厂址园区的规划，与政府、村庄和居住区间距符合要求。	符合要求															

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	的间距。			
18	厂区具体定位应与当地现有和规划的交通线路、车站、港口进行顺捷合理的联结。厂前区尽量临靠公路干道；铁路、索道和码头应在厂后、侧部位，避免不同方式的交通线路平面交叉。	《化工企业安全卫生设计规定》第2.1.9条	厂前区临靠园区规划道路。	符合要求
19	建设单位应避免在自然疫源地选择建设地点。	《工业企业设计卫生标准》第4.1.2条	该项目没有建在自然疫源地。	符合要求
20	严重产生有毒有害气体、恶臭、粉尘、噪声且目前尚无有效控制技术的工业企业，不得在居住区、学校、医院和其他人口密集的被保护区域内建设。	《工业企业设计卫生标准》第4.1.4条	厂址周边1.0km范围内无居住区、学校、医院和其他人口密集的被保护区域。	符合要求
21	<p>危险化学品生产企业的厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺应当符合下列要求：</p> <p>（一）国家和省、自治区、直辖市的规划和布局；</p> <p>（二）在设区的市规划的专门用于危险化学品生产、储存的区域内；</p> <p>（三）危险化学品的生产装置和储存危险化学品数量构成重大危险源的储存设施，与下列场所、区域的距离必须符合有关法律、法规、规章和标准的规定：</p> <p>1居民区、商业中心、公园等人口密集区域；</p> <p>2学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；</p> <p>3供水水源、水厂及水源保护区；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>6河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区；</p> <p>7军事禁区、军事管理区；</p> <p>8法律、行政法规规定予以保护的其他区域。</p>	《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》第十二条	该厂址位于宁夏平罗县工业园区。经现场检查核实，与上述场所的距离均符合要求。	符合要求

（2）评价单元小结

对该项目选址及周边环境单元评价小结如下：

1) 该项目符合国家的行业政策，该项目已于 2019 年 12 月 30 日经宁夏

平罗工业园区管理委员会备案，取得宁夏回族自治区企业投资项目备案证（项目代码：2018-640221-25-03-000513）。

2) 该项目厂址周边无居民区、商业中心、公园等人口密集区域和学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施项目。

3) 该项目所在地交通运输便利。

对该单元进行了 21 项检查，其中 19 项符合规范要求，2 项可研中未提及，设计时应予考虑。

①厂址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带；当不可避免时，必须具有可靠的防洪、排涝措施。

②厂址不应受洪水、潮水和内涝威胁，其防洪标准应按表 3.2.4 的规定执行。

6) 设计时采纳本报告建议后，该单元符合相应法律法规规范的要求。

D.2.2 总平面布局及建（构）筑物单元

依据《天然气液化工厂设计标准》（GB51261-2019）、《石油化工企业设计防火标准[2018 年版]》（GB50160-2008）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《化工企业安全卫生设计规范》（HG20571-2014）、《建筑设计防火规范[2018 年版]》（GB50016—2014）等标准、规范，使用安全检查表对该项目的总体布局及建（构）筑物单元进行了检查，检查情况见附表 D.2.2-1。

附表 D.2.2-1 总平面布置及建（构）筑物单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	工厂总平面布置应根据生产工艺的特点、火灾危险性、装置的相互关系，结合地形、风向及周边环境等条件，按功能分区集中布置；	《天然气液化工厂设计标准》第5.1.1条	该项目拟布置在公司焦化厂预留地内，根据生产工艺特点、火灾危险性等按功能分区集中布置。	符合要求
2	液化烃储罐（组）、可燃液体储罐（组）不应毗邻布置在高于工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的阶梯上。当受条件限制或有工艺要求时，	《天然气液化工厂设计标准》第5.1.3条	LNG储罐和制冷剂储罐与工艺装置、全厂性重要设施布置在同一平面上。	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	可毗邻布置在高于工艺装置的阶梯上，但应采取防止泄漏的液化烃或可燃液体流入工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的措施。			
	液化天然气的装卸区、液化天然气灌装站宜布置在厂区边缘，并宜分别设围墙独立成区；	《天然气液化工厂设计标准》 第5.1.4条	汽车装卸设施等机动车辆频繁进出的设施布置在厂区边缘，但未设围墙独立成区。	设计时应考虑
4	全厂性的高架火炬或放空管线宜位于生产区全年最小频率风向的上风侧，且宜布置在场地地势较高处；	《天然气液化工厂设计标准》 第5.1.5条	高架火炬位于生产区全年最小频率风向的上风侧。	符合要求
5	采用架空电力线路进出厂区的总变电所应布置在厂区的边缘。	《天然气液化工厂设计标准》 第5.1.7条	总变电所布置在厂区的边缘。	符合要求
6	天然气液化工厂四周应设置不低于2.2m的非燃烧性围墙。天然气液化工厂的生产区与其他工矿企业相邻布置时，其相邻侧应设置不低于2.2m的非燃烧材料实体围墙；	《天然气液化工厂设计标准》 第5.1.8条	可研中未提及。	设计时应考虑
7	液化天然气集液池和导液沟与明水低点的距离不应小于30m；	《天然气液化工厂设计标准》 第5.2.4条	可研中未提及。	设计时应考虑
8	设计压力小于100kPa的液化天然气储罐与工厂围墙的距离不应小于表5.2.5-1的规定（单容罐（防火堤最外缘）至工厂围墙的最小距离0.7D，且不小于30m）。	《天然气液化工厂设计标准》 第5.2.5条	LNG储罐西侧和南侧均为公司厂区围墙，防火堤最外缘距两侧围墙距离均大于30m。	符合要求
9	厂区出入口的位置及数量应符合下列规定： 1工厂的人流、物流出入口应分开设置； 2工厂的主要出入口不应少于两个； 3工厂宜设置人员紧急逃生出口，紧急逃生出口宜与主要出入口位于不同方位； 4液化天然气装卸区的出入口宜单独设置；	《天然气液化工厂设计标准》 第5.3.1条	厂区分为生活区和生产区，出入口分开设置，且位于不同方位。 天然气液化工厂装卸区与氢气装卸区拟布置在一起，可研中未提及液化天然气装卸区的出入口单独设置。	设计时应考虑
10	厂区道路布置应方便人流、物流进出，满足施工、运行、抢修、安全、消防要求；	《天然气液化工厂设计标准》 第5.3.2条	依据可研报告好总平面布置图，厂内道路布置符合规范要求。	符合要求
11	厂区道路的布置应与厂区内功能分区和装置界区分区相结合，主次道路应布局合理；	《天然气液化工厂设计标准》 第5.3.3条	厂区道路布局合理，功能分区和装置界区分区相结合。	符合要求
12	厂区消防车道设置应符合下列规定： 1工艺装置区、液化天然气罐组、液化天然气装卸区、液化天然气灌装站、危险化学品仓库区应设环形消防	《天然气液化工厂设计标准》 第5.3.4条	装置区及罐区拟设环形消防车道，LNG储罐、防火堤的外堤脚线、工艺装置区与消防车道的距离满足标	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	车道；当受地形等条件限制时，可设有回车场的尽头式消防车道，回车场的面积应按当地所配消防车辆车型确定，且不宜小于18m×18m； 2液化天然气罐组内任一储罐中心与最近的消防车道的距离不应大于80m，罐组防火堤的外堤脚线与消防车道之间的距离不应小于3m； 3工艺装置与周围消防车道的距离不应小于5m，装置内任一设备距最近的消防车道的距离不应大于120m； 4消防车道的净空高度不应小于5m，消防车道的内缘转弯半径不应小于12m，纵向坡度不应大于8%，消防车道净宽度不应小于3m； 5消防车道应结合厂区主干道和厂外交通干线布置；		准要求，消防车道的路面宽度大于6m，净空高度大于5m，路面内缘转弯半径12m。 该项目LNG和制冷剂储罐区距消防车道的距离符合要求。	
13	当场内道路路面高出附近地面2.5m以上，且在距道路边缘15m范围内有工艺装置或可燃气体、液化烃、可燃液体储罐及地面管道时，应在该段道路的边缘设护墩、矮墙等防护设施；	《天然气液化工厂设计标准》 第5.3.5条	场内道路与附近地面在同一水平面，不需设护墩、矮墙等防护设施。	符合要求
14	厂区总平面应按功能分区布置，可分为生产装置区、辅助生产区、公用工程设施区、仓储区和行政办公及生活服务设施区。辅助生产和公用工程设施也可布置在生产装置区内。功能分区布置应符合下列要求： 1各功能区内部应布置紧凑、合理并与相邻功能区相协调。 2各功能区之间物流运输、动力供应便捷合理。 3生产装置区宜布置在全年最小频率风向的上风侧，行政办公及生活服务设施区宜布置在全年最小频率风向的下风侧，辅助生产和公用工程设施区宜布置在生产装置区与行政办公及生活服务设施区之间。	《化工企业总图运输设计规范》 第5.1.4条	厂区总平面分为生产装置区、辅助生产区、公用工程设施区、仓储区和行政办公及生活服务设施区。 各功能区内部布置紧凑、合理。 2各功能区之间物流运输、动力供应便捷合理。 3生产装置区布置在全年最小频率风向的上风侧，行政办公及生活服务设施区布置在全年最小频率风向的下风侧。	符合要求
15	生产设施的布置，应根据工艺流程、生产的火灾危险性类别、安全、卫生、施工、安装、检修及生产操作等要求，以及物料输送与储存方式等条件确定；生产上有密切联系的建筑物、构筑物、露天设备、生产装置，应布置在一个街区或相邻的街区内；当采用阶梯式布置时，宜布置在同一台阶或相邻台阶上。	《化工企业总图运输设计规范》 第5.2.1条	生产上有密切联系的建筑物、构筑物、露天设备、生产装置，布置在一个街区或相邻的街区内。	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	<p>总变电所的布置，应符合下列要求：</p> <p>1应靠近厂区边缘、进出线方便的独立地段；</p> <p>2不宜布置在易泄漏、散发液化烃及较空气重的可燃气体、腐蚀性气体和粉尘的设施全年最小频率风向的上风侧和有水雾场所冬季盛行风向的下风侧；</p> <p>3室外总变电所的最外构架边缘与易泄漏、散发腐蚀性气体和粉尘的设施边缘之间的间距宜大于50m；</p> <p>4不宜布置在强烈振动源附近；</p> <p>5宜靠近负荷中心；</p>	《化工企业总图运输设计规范》 第5.3.1条	电站靠近负荷中心，与装置的间距符合要求。	符合要求
17	原料、燃料、材料、成品及半成品的仓库、堆场及储罐，应根据其储存物料的性质、数量、包装、运输方式等条件，按不同类别相对集中布置，并宜靠近相关装置和运输路线，且应符合防火、防爆、安全、卫生的规定。	《化工企业总图运输设计规范》 第5.4.1条	原料、燃料、材料、成品及成品的储罐，按不同类别相对集中布置，靠近相关装置和运输路线，且符合防火、防爆、安全、卫生的规定。	符合要求
18	<p>行政办公及生活服务设施的布置，应符合下列要求：</p> <p>1应布置在厂区主要人流出入口处；</p> <p>2宜位于厂区全年最小频率风向的下风侧，且环境洁净的地段；</p> <p>3建筑群体的组合及空间景观宜与周围的环境相协调；</p> <p>4宜设置相应的绿化、美化设施；</p>	《化工企业总图运输设计规范》 第5.6.2条	该项目行政办公及生活服务设施依托公司原有，公司原有行政办公及生活服务设施布置在厂区主要人流出入口处，设置了相应的绿化、美化设施。	符合要求
19	<p>总平面布置，应符合下列要求：</p> <p>二、按功能分区，合理地确定通道宽度；</p> <p>四、功能分区内各项设施的布置，应紧凑、合理。</p>	《工业企业总平面设计规范》 第4.1.2条	总平面布置按功能分区，各装置区之间有6~12m道路分隔。装置区内设备设施的布置紧凑、合理。建（构）筑物外形规整。	符合要求
20	产生高温、有害气体、烟、雾、粉尘的生产设计，应布置在厂区全年最小频率风向的上风侧，且地势开阔、通风条件良好的地段，并应避免采用封闭式或半封闭式的布置形式。	《工业企业总平面设计规范》 第4.2.3条	生产装置布置在地势开阔、通风条件良好的地段，大多设备设施采用露天框架式结构。	符合要求
21	<p>厂内道路的布置，应符合下列要求：</p> <p>一、满足生产、运输、安装、检修、消防及环境卫生的要求；</p> <p>二、划分功能分区，并与区内主要建筑物轴线平行或垂直，宜呈环形布置；</p> <p>三、与竖向设计相协调，有利于场地及道路的雨水排除；</p> <p>四、与厂外道路连接方便、短捷；</p> <p>五、建设工程施工道路应与永久性道路</p>	《工业企业总平面设计规范》 第4.7.5条	厂内道路布置满足生产、运输要求；与建筑物轴线平行或垂直，沿装置区呈环行布置。	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	相结合。			
22	消防车道的布置，应符合下列要求： 一、与厂区道路连通，且距离短捷； 二、避免与铁路平交。当必须平交时，应设备用车道；两车道之间的距离，不应小于进入厂内最长列车的长度； 三、车道的宽度，不应小于3.5m。	《工业企业总平面设计规范》 第4.7.5条	建筑物及装置区均设置环形消防通道，宽6m~12m。出入口与厂区道路相通。	符合要求
23	管线综合布置，必须在满足生产、安全检修的条件下节约用地。当技术经济比较合理时，应共架、共沟布置。	《工业企业总平面设计规范》 第7.1.3条	管线共架综合布置。	符合要求
24	地震烈度为Ⅵ度及以上的建筑物应作抗震设计。抗震设防应按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）和《构筑物抗震设计规范》（GB50191）执行。	《建筑抗震设计规范》和《构筑物抗震设计规范》	厂区地震烈度为Ⅷ度，各建（构）筑物按地震烈度Ⅷ度设防。	符合要求
25	化工生产装置区内应准确划定爆炸和火灾危险环境区域范围。	《化工企业安全卫生设计规定》 第3.1.8条	《可研》中未提及	设计时应考虑
26	甲、乙类生产场所不应设置在地下或半地下。	《建筑设计防火规范[2018年版]》 第3.3.7条	甲、乙类生产场所未设置在地下或半地下。	符合要求
27	甲类厂房与重要公共建筑之间的防火间距不应小于50.0m，与明火或散发火花地点之间的防火间距不应小于30.0m，与架空电力线的最小水平距离应符合该规范第11.2.1条的规定。	《建筑设计防火规范[2018年版]》3.4.2	该项目装置与重要公共建筑、明火等的最小水平距离符合该规范第11.2.1条的规定。	符合要求
28	有爆炸危险的甲、乙类厂房宜独立设置，并宜采用敞开或半敞开式。其承重结构宜采用钢筋混凝土或钢框架、排架结构。	《建筑设计防火规范[2018年版]》 第3.6.1条	具有易燃易爆的工艺生产装置、设备、管道，按生产点，集中联合布置。	符合要求

(2) 评价单元小结

本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了28项内容的检查，其中有5项《可研》中未提及，设计时应予考虑：

1) 汽车装卸设施等机动车辆频繁进出的设施应布置在厂区边缘或厂区外，并宜设围墙独立成区；

2) 天然气液化工厂四周应设置不低于2.2m的非燃烧性围墙。天然气液化工厂的生产区与其他工矿企业相邻布置时，其相邻侧应设置不低于2.2m的非燃烧材料实体围墙；

3) 液化天然气集液池和导液沟与明火低点的距离不应小于30m；

- 4) 液化天然气装卸区的出入口宜单独设置；
- 5) 化工生产装置区内应准确划定爆炸和火灾危险环境区域范围。
- 设计时采纳本报告建议后，该单元符合相应法律法规规范的要求。

D.2.3 生产装置单元

在评价过程中，将生产装置单元又划分为净化、压缩子单元和深冷子单元，采用预先危险分析法分别对各子单元进行定性分析，分析评价过程如下。

D.2.3.1 净化、压缩子单元

(1) 预先危险分析法

在评价过程中采用预先危险分析法对净化、压缩子单元进行定性分析，分析评价见附表 D.2.3-1。

附表 D.2.3-1 净化、压缩子单元预先危险分析表

事故	形成事故的原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
压缩机火灾爆炸	1.开车前检查不周，出口开的太小或没打开等原因造成压缩机一段吸入管道内形成负压，从进口管道不严密处将空气抽入系统，形成爆炸性气体，导致爆炸事故； 2.未及时排放油分离器的油水、气缸发生龟裂、冷却器列管泄漏、停车后冷却水阀门未关等原因导致生产过程中液体进入气缸内，造成液击现象，重者可能造成爆炸； 3.在空气试车前未彻底清除易燃物，使得空气试车时，在高温的空气流作用下，氧化燃烧生成了一氧化碳，当达到爆炸极限时，则引起爆炸； 4.摩擦产生高温，LNG、H ₂ 与空气混合； 5.操作失误，安全阀失效，发生超压爆炸； 6.设计不合理，制造缺陷； 7.检修不良，如焊缝未焊透等原因导致事故发生；	人员伤亡 财产损失	III	1.严格执行安全操作规程，加强巡回检查，发现异常情况及时处理； 2.加强设备维护管理，及时消除设备隐患； 3.保证润滑油质量要符合工艺要求； 4.用空车试车前，必须彻底清除易燃物，并严格控制压力在工艺指标范围内，提压和降压时要缓慢进行。有条件的话，最好用氮气试车； 5.严把购买设备的质量关，必须证件齐全； 6.定期检测安全装置，保证其安全可靠有效； 7.严格执行检修规程，特种作业人员必须持证上岗。
辅助油系统火灾爆炸	1.联锁停产，直至机组损坏，引起火灾爆炸事故； 2.油系统泄漏，遇点火源。	人员伤亡 财产损失	III	1.主油箱的容量应大于机组总容量； 2.主油箱上应安排排烟装置； 3.主油箱上的油位计应能正确反应各点的油位并有声、光监视信号； 4.主油箱应设置事故排油装置； 5.采用抗燃油； 6.油系统的管道安装应严格满足

事故	形成事故的原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
				规范要求； 7.油系统管理应尽量远离高温管道并宜在其下方； 8.主油箱和油管路接地良好，接地电阻 $<10\Omega$ ； 9.油箱、轴承、运转层及中间层油管道区，主蒸汽管道与油管边道交叉区均应装设火灾探测报警装置及自动/手动灭火装置。 10.及时更换浸油保温材料； 11.严格执行压缩机运行规范及安全规范； 12.严格遵守检修安全操作规程并应监督管理； 13.油系统设置过滤器，保持油清洁；设油压报警联锁停车装置，对轴温加以控制。
火灾爆炸	1.故障泄漏：1) 管线、法兰破损等造成泄漏；2) 设备、管、阀等因加工、材质、焊接等质量不好或安装不当而泄漏；3) 撞击或人为损坏造成容器、管道、阀门、仪表等泄漏；4) 由自然灾害(如雷电、台风、地震)造成的设备破裂泄漏。 2.运行泄漏 1) 超温、超压造成破裂、泄漏；2) 安全阀等安全附件失灵、损坏或操作不当造成泄漏；3) 热交换不充分而造成能量过量积聚，导致塔、器等破裂、泄漏；4) 垫片撕裂造成泄漏，以及骤冷、急热造成塔、器等破裂、泄漏；5) 承压容器、元件、附件未按有关规定检测、维护、保养及操作规程操作；6) 动密封泄漏；如循环机长期运转，填料、进出口控制阀门等处容易发生泄漏现象； 3.高压气体窜入低压系统引起超压爆炸； 4.高温、高压下，碳钢设备或管道氢蚀，机械强度减弱，耐压强度不足而发生爆炸。 5.火灾爆炸环境未按要求使用防爆电气。 6.氢气和压缩天然气泄漏或系统吸入空气发生火灾爆炸事故； 7.火花：1) 用钢制工具敲打设备、管线等产生撞击火花；2) 电气火花；3) 静电火花；4) 穿带钉皮鞋；5) 车辆未戴阻火器。 9.雷电； 10.高热：1) 运动部件摩擦起热；2) 电流过载，电气发热；3) 高温设备、管道绝热不良等。 11.超压。	财产损失及人员伤亡	III~IV	1.该项目拟采用 DCS 控制系统，提高自动化控制水平，提高生产装置的安全运行能力； 2.生产设备尽量布置在室外，或采用敞开式、半敞开式厂房。 3.火灾爆炸区域的防爆电器的防护等级不低于 dIICT1； 4.按规定要求进行防静电接地和安装防雷设施； 5.生产装置区平面布置按有关规范要求保持合适的防火间距并按相关规范设置消防设施。 6.配齐安全设施 1) 工作平台应有足够的作业空间、安全护栏、安全扶栏，并备有适用的灭火器材； 2) 工艺过程设计可靠的监测仪器、仪表，采用自动联锁系统、紧急停车系统； 3) 设置事故照明系统及严禁烟火的警示标牌或标志。 7.设置可燃气体检测报警器；

事故	形成事故的原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
容器爆炸	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设备设计不合理，施工有缺陷； 2. 设备、管道、阀门材质不符合要求或有缺陷； 3. 仪表、控制系统有问题，联锁、报警装置失灵； 4. 安全阀损坏或整定值不合格； 5. 设备或管道遭受腐蚀强度下降； 6. 遭受外力撞击过大。 	人员伤亡 财产损失	IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工、安装、检修完毕，应做好安全、质量检查和验收交接； 2. 仪表、控制系统，联锁、报警装置应保护控制动作灵敏、可靠。 3. 控制电缆应按要求进行屏蔽，接线牢固，导除静电，绝缘良好，接地电阻小于4Ω，并定期进行检查。 4. 安全阀应定期检测，不合格不得使用； 5. 加强现场检查维护，减缓设备或管道腐蚀； 6. 防止外来物体撞击； 7. 严格执行安全操作规程，禁止违章作业。
中毒窒息	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设备故障泄漏； 2. 阀门、管件与管线泄漏； 3. 违章操作致使设备超压，密封损坏、设备破裂，有毒介质泄漏； 4. 压力容器安全附件失效； 5. 有毒介质放空及安全阀泄压管口未引至安全位置。 6. 未戴防毒面具：1) 防毒面具缺乏；2) 取用不方便；3) 因故未戴。 7. 防毒面具失效：1) 面具破损、失效；2) 面具选型不对；3) 使用不当。 8. 循环机间通风不良； 9. 检修进入容器内未置换合格或未与系统有效隔绝，造成中毒或缺氧窒息。 	人员伤亡	II~III	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作业场所应设置事故柜，配备足够数量的防毒器具、空气呼吸器等； 2. 作业场所应通风良好； 3. 严格执行操作规程，经常进行培训，掌握防毒器具、空气呼吸器的使用方法； 4. 保证防护设施或措施的完好、完善； 5. 正确使用防护用品。 6. 进入受限空间作业前须进行分析，含氧合格后，方可进入。
高处坠落	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高处作业平台、通道、楼梯等场所的安全防护设施损坏、未设置或栏杆高度不符合要求； 2. 在日常的巡检维修过程中，作业人员违章作业，在高处作业过程中未系安全带或未穿软底工作鞋。 	人员伤亡	II	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高处作业的平台、通道、楼梯等场所设置安全防护设施并保持完好； 2. 增强安全意识，按操作规程作业，进行高处作业时，作业人员应系好安全带，穿软底工作鞋，做好安全防护措施。
触电	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设备漏电； 2. 漏电保护器失效； 3. 检修时违章作业； 4. 电线老化、绝缘层脱落； 5. 电气防护设备损坏； 6. 操作失误。 	人员伤亡	II	<ol style="list-style-type: none"> 1. 选用符合标准的电气设备、设施； 2. 安装合格的漏电保护装置； 3. 电气绝缘保护良好，破损及时更换； 4. 制定并执行电气检修规程、设置警示牌； 5. 电器接地要良好； 6. 保证避雷设施有效； 7. 进行岗前培训、持证上岗。
噪声	<ol style="list-style-type: none"> 1. 压缩机运转时产生较大声音； 2. 无个体护耳器或嫌麻烦不用护耳器； 3. 护耳器选型不当或使用不当导致失效。 	人员听力受损	II	<ol style="list-style-type: none"> 1. 尽量选用噪声较低的设备； 2. 采取隔声、吸声、消声等降噪措施；

事故	形成事故的原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
		并引发疾病		3.设置减振、阻尼等装置； 4.减少工作人员持续接触噪声的时间。
机械伤害	1.人员误碰撞机械转动设备； 2.设备转动部位无防护罩； 3.防护设施损坏； 4.设备零部件损坏飞出砸伤； 5.违章作业。	人员伤害	II	1.危险区域或部位设置安全警示标志； 2.安全防护设施应齐全； 3.制定操作规程，并严格执行； 4.进行岗前培训，持证上岗。
物体打击	1.在设备高处作业时随带的备件或物品摆放在不安全位置； 2.现场人员未戴安全帽。	人员伤亡	II	1.按安全生产操作规程要求进行作业； 2.按规章管理制度要求穿戴劳保用品。

(2) 评价小结

采用预先危险分析法对净化、压缩子单元进行评价可知，该子单元存在的危险、危害因素主要为火灾、爆炸、容器爆炸、中毒、窒息，其次为触电、机械伤害、高处坠落、噪声危害、物体打击等。

净化、压缩子单元中存在火灾、爆炸、容器爆炸、中毒、窒息的危险性，事故后果可能导致人员伤亡、设备损坏，造成非常大的经济损失，其危险等级为 III~IV 级；存在触电、机械伤害、高处坠落、噪声危害、物体打击等危险性，事故后果可能造成人员伤害，其危险等级为 II 级（临界级）。通过采取有效的防范措施，以上的危险性是可以得到控制的。

D.2.3.2 深冷子单元

(1) 预先危险分析法

在评价过程中，采用预先危险分析法对深冷子单元进行定性分析，分析评价见附表 D.2.3-2。

附表 D.2.3-2 深冷子单元预先危险分析表

事故	形成事故的原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
火灾爆炸	1.压缩机、冷却器或管道、管件、阀门等处天然气发生泄漏，达到爆炸极限，遇点火源发生爆炸； 2.压缩机、冷却器等设备和管道、管件、阀门老化、腐	财产损失及人员伤亡	III~IV	1.加强设备和管件的检修和保养，严防天然气和制冷剂可燃气体泄漏； 2.加强压缩机、冷却器等设施的管理，防止发生泄漏； 3.采用防爆型电气设备和灯具；严禁用铁质工具敲打、撞击设备和管道；

事故	形成事故的原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
	蚀，有天然气泄漏； 3.未设置可燃气体检测报警装置，或报警装置失效； 4.电气设备不防爆； 5.防雷、防静电设施不完善； 6.未按动火审批手续办理动火证就擅自动火； 7.违章作业；			4.设置可燃气体浓度超标监测报警器和自动控制联锁设施，并保证其性能完好； 5.禁止带入火种；动火必须按审批手续进行，并严格采取防范措施； 6.加强通风； 7.建筑物、设备和管道严格按规范安装防雷、防静电设施； 8.配备防静电工作服和工作鞋，设置相应的消防设施和器材； 9.严格执行各种安全规章制度和操作规程；对作业人员加强培训，持证上岗，加强巡回检查制度。
容器爆炸	1.设备设计不合理，施工有缺陷； 2.设备、管道、阀门材质不符合要求或有缺陷； 3.仪表、控制系统有问题，联锁、报警装置失灵； 4.设备、管道、阀门安装不符合要求； 系统超压运行； 5.压力容器未定期进行检测； 6.安全阀损坏或整定值不合格； 7.设备或管道遭受腐蚀强度下降； 8.遭受外力撞击过大。	人员伤亡 财产损失	IV	1.压力容器的工程设计、专业制造厂及施工、安装、检修单位必须具有相应的资质及许可证； 2.施工、安装、检修完毕，应做好安全、质量检查和验收交接； 3.仪表、控制系统，联锁、报警装置应保护控制动作灵敏、可靠。 4.控制电缆应按要求进行屏蔽，接线牢固，导除静电，绝缘良好，接地电阻小于4Ω，并定期进行检查。 5.压力容器和安全阀应定期检测，不合格不得使用； 6.危险性较大的压力容器应采用2个安全阀； 7.加强现场检查维护，减缓设备或管道腐蚀； 8.严格执行安全操作规程，禁止违章作业； 9.防止外来物体撞击。
中毒窒息	1.天然气或吸附剂发生泄漏； 2.作业场所未设置防毒器具； 3.作业人员无防护，或防护措施不得； 4.分离器顶部在室内放空或通风不良； 5.违章作业。 6.检修进入受限空间内未置换合格或未与系统有效隔绝，造成中毒或缺氧窒息。	人员伤亡	II~III	1.作业场所应设置事故柜，配备足够数量的防毒器具、空气呼吸器等； 2.作业场所应通风良好； 3.严格执行操作规程，经常进行培训，掌握防毒器具、空气呼吸器的使用方法； 4.保证防护设施或措施的完好、完善； 5.正确使用防护用品。 6.进入受限空间作业前须进行分析，含氧合格后，方可进入。
触电	1.设备漏电； 2.漏电保护器失效； 3.检修时违章作业； 4.电线老化、绝缘层脱落； 5.电气防护设备损坏； 6.操作失误。	人员伤亡	II	1.选用符合标准的电气设备、设施； 2.安装合格的漏电保护装置； 3.电气绝缘保护良好，破损线及时更换； 4.制定并执行电气检修规程、设置警示牌； 5.电器接地要良好； 6.保证避雷设施有效； 7.进行岗前培训、持证上岗。

事故	形成事故的原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
粉尘危害	1.分子筛粉尘过滤器、活性炭粉尘过滤器失效。 2.通风不良。 3 未佩戴个人防护用品。	人员伤害	II	1.采用相应的收尘设施。 2.通风措施。 3.佩戴个人防护用品。
高处坠落	1.高处作业平台、通道、楼梯等场所的安全防护设施损坏、未设置或栏杆高度不符合要求； 2.在每天的巡检维修过程中，作业人员违章作业，在高处作业过程中未系安全带或未穿软底工作鞋。	人员伤亡	II	1.高处作业的平台、通道、楼梯等场所设置安全防护设施并保持完好； 2.增强安全意识，按操作规程作业，进行高空作业时，作业人员应系好安全带，穿软底工作鞋，做好安全防护措施。
噪声	1.鼓风机及循环氨水泵运转时产生较大噪音； 2.无个体护耳器或嫌麻烦不用护耳目器； 3.护耳器选型不当或使用不当导致失效。	人员听力受损并引发疾病	II	1.尽量选用噪声较低的设备； 2.采取隔声、吸声、消声等降噪措施； 3.设置减振、阻尼等装置； 4.减少工作人员持续接触噪声的时间。
机械伤害	1.人员误碰撞机械转动设备； 2.设备转动部位无防护罩； 3.防护设施损坏； 4.设备零部件损坏飞出砸伤； 5.违章作业。	人员伤害	II	1.危险区域或部位设置安全警示标志； 2.安全防护设施应齐全； 3.制定操作规程，并严格执行； 4.进行岗前培训，持证上岗。
物体打击	1.在设备高处作业时随带的备件或物品摆放在不安全位置； 2.现场人员未戴安全帽。	人员伤亡	II	1.按安全生产操作规程要求进行作业； 2.按规章制度要求穿戴劳保用品。
低温	低温储罐、管道和低温物料导致低温伤害： 1.保冷设施损坏； 2.低温物料突然喷出； 3.环境低温；处于低温辐射环境； 4.人员防护不当或无防护；接触低温设备、管道。	人员伤害	II	1.应根据标准要求选用优质的耐低温材质的管线、阀门等相关设施和配件，定期检查管线、阀门、法兰、垫片等，确保其完好； 2.加强现场管理工作，加强巡检，发现保温破损及时报修； 3.配备必要的个体防护用品； 4.减少在低温环境停留时间； 5.发现人员冻伤，立即处理，减少损失。

(2) 评价小结

采用预先危险分析法对深冷子单元进行评价可知，该单元存在的危险、有害因素主要为火灾、爆炸、容器爆炸、中毒、窒息，其次为高温烫伤、触电、机械伤害、高处坠落、粉尘危害、噪声危害、低温冻伤、物体打击等。

深冷子单元存在火灾、爆炸、容器爆炸、中毒、窒息的危险性，事故后

果可能导致人员伤亡、设备损坏,造成非常大的经济损失,其危险等级为 III~IV 级;存在高温烫伤、触电、机械伤害、高处坠落、粉尘危害、噪声危害、低温冻伤、物体打击等危险性,事故后果可能造成人员伤害,其危险等级为 II 级(临界级)。通过采取有效的防范措施,以上的危险性是可以得到控制

2.3.3 危险度评价法评价

(1) 危险度评价法评价过程

采用危险度评价法对工艺单元进行评价,评级结果见下表。

附表 D.2.3-3 危险度评价表

工艺/设备名称	物质名称	物质评分	容量评分	温度评分	压力评分	操作评分	总分	等级	危险程度
压缩工艺	SNG、H ₂ 、制冷剂	10	0	0	2	2	14	II	中度危险
天然气液化工艺	SNG	10	0	0	2	2	14	II	中度危险
冷剂制造	甲烷、乙烯、丙烷、异戊烷	10	0	0	0	2	12	II	中度危险
氢气制备工艺	富氢气	10	0	0	2	5	17	I	高度危险

(2) 评价小结

工艺及设备设施单元采用危险度评价法进行评价,由危险度评价结果可知,该项目压缩工艺、天然气液化工艺和冷剂制造工艺的危险度等级均为 II 级,属于中度危险;氢气制备工艺的危险度等级为 I 级,属于高度危险。该项目拟设站控系统具有自动报警和应急事故自动处理流程;对场站所有设备状态和工艺参数能进行有效监控;正常生产运行控制流程实现自动化控制,所有参数异常、设备故障等系统均报警,所有数据均须存储且具有历史追溯能力。

D.2.4 储运单元

D.2.4.1 安全检查表法评价

依据《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)、《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》(GB50160-2008)、《化工企业总图运输设计规

范》(GB50489-2009)、《储罐区防火堤设计规范》(GB50351-2014)、《常用化学危险品贮存通则》(GB15603-1995)、《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》(AQ3035-2010)、《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)等法规、规范,使用安全检查表对该项目的储运单元进行了检查,检查情况见附表 D.2.4-1。

附表 D.2.4-1 储运单元安全检查表评价

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	甲、乙、类液体泵房的地面,不宜设地坑或地沟。泵房内应有防止可燃气体积聚的措施。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》第 5.3.3 条	未设置地坑或地沟。泵房内拟设置防爆轴流风机。	符合要求
2	罐组的专用泵区应布置在防火堤外,与储罐的防火间距应符合下列规定:1.距甲 A 类储罐不应小于 15m;2.距甲 B、乙类固定顶储罐不应小于 12m,距小于或等于 500m ³ 的甲 B、乙类固定顶储罐不应小于 10m。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》第 5.3.5 条	油泵布置在防火堤外,泵到罐组的设计距离符合要求。	符合要求
3	储罐应成组布置并符合下列规定:1.在同一罐组内,宜布置火灾危险性类别相同或相近的储罐;当单罐容积小于或等于 1000m ³ 时,火灾危险性类别不同的储罐也可同组布置;2.沸溢性液体的储罐不应与非沸溢性液体储罐同组布置;3.可燃液体的压力储罐可与液化烃的全压力储罐同组布置;4.可燃液体的低压储罐可与常压储罐同组布置。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》第 6.2.5 条	罐组的布置符合左述规定。	符合要求
4	罐组应设防火堤。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》第 6.2.11 条	可研中未提及。	设计时应考虑
5	立式储罐至防火堤内堤脚线的距离不应小于罐壁高度的一半,卧式储罐至防火堤内堤脚线的距离不应小于 3m。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》第 6.2.13 条	依据总图,设计合理。	符合要求
6	储罐的进出口管道应采用柔性连接。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》第 6.2.25 条	可研中未提及。	时应考虑
7	液化烃储罐的安全阀出口管应接至火炬系统。确有困难时,可就地放空,但其排气管口应高出 8m 范围内储罐罐顶平台 3m 以上。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》6.3.13	可研中未提及。	设计时应考虑
8	进出储罐组的各类管线、电缆宜从防火堤、防护墙顶部跨越或从地面	《储罐区防火堤设计规范》第 3.1.3 条	可研提及穿过防火堤采取有效的密封措施。	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	以下穿过。当必须穿过防火堤、防护墙时，应设置套管并应采取有效的密封措施；也可采用固定短管且两端采用软管密封连接的形式。			
	每一储罐组的防火堤、防护墙应设置不少于 2 处越堤人行踏步或坡道，并设置在不同方位上。防火堤内侧高度大于等于 1.5 m 时，应在两个人行踏步或坡道之间增设踏步或逃逸通道，隔堤、隔墙亦应设里人行踏步或坡道。	《储罐区防火堤设计规范》第 3.1.5 条	人行踏步不少于 2 处，设置合理。	符合要求
10	罐区应设置视频监控报警系统，监视突发的危险因素或初期的火灾报警等情况。	《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》10.1.1	可研中未提及。	设计时应考虑
11	重大危险源（储罐区、废区和生产场所）应设有相对独立的安全监控预警系统，相关现场探测传感器的数据宜直接接入到系统控制设备中，系统应符合本标准的规定。	《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》4.2a	可研中提及采取安全监控预警系统。	符合要求
12	可燃气体或易燃液体储罐场所，在防火堤内每隔 20m~30m 设置 1 台可燃气体报警仪，且监测报警器与储罐的排水口、连接处、阀门等易释放物料处的距离不宜大于 15m。	《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》7.2.1	拟设可燃气体报警仪，其距离《可研》未提及。	设计时应考虑

评价小结：

本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了 12 项内容的检查，其中有 3 项《可研》中未提及，设计时应予考虑：

设计时采纳本报告建议后，该单元符合相应法律法规规范的要求。

D.2.4.2 预先危险性分析法评价

在评价过程中，采用预先危险分析法对储运子单元进行定性分析，分析评价见附表 D.2.4-2。

附表 D.2.4-2 储存子单元预先危险性分析表

事故	导致原因	事故后果	危险等级	防范措施
火灾、爆炸	1.储罐等设备和输送管道、阀门等因故障发生泄漏； 2.未设置可燃气体检测报警装置，或报警装置失效； 3.电气设备不防爆；	财产损失及人员伤亡	IV	1.经常检查储罐、管道、阀门是否完好，杜绝泄漏； 2.液位计、流量计等仪表应经常检查、校正； 3.设置防雷、防静电接地设施；管道跨接应执行有关规范的规定；

事故	导致原因	事故后果	危险等级	防范措施
	4.防雷、防静电设施不完善；管道跨接不规范； 5.装车鹤管的设计和使用不规范； 6.未按动火审批手续办理动火证就擅自动火； 7.车辆未戴阻火帽； 8.违章作业。 9.氧化剂与可燃物未分开存放。			4.装车台应设接地设施，灌装泵应采用防爆型；装车鹤管应采用液下装卸鹤管；应严格控制灌装速度； 5.配备相应的消防设施，严禁烟火，并设防火标志。 6.动火必须按审批手续进行，并严格采取防范措施； 7.装卸车辆必须戴阻火帽； 8.罐区布置及设施安装应符合有关规范的要求； 9.加强作业人员的教育培训，严格执行操作规程。
容器爆炸	1. 设备设计不合理，施工有缺陷； 2. 设备、管道、阀门材质不符合要求或有缺陷； 3. 仪表、控制系统有问题，联锁、报警装置失灵； 4. 设备、管道、阀门安装不符合要求； 系统超压运行； 5.压力容器未定期进行检测； 6.安全阀损坏或整定值不合格； 7.设备或管道遭受腐蚀强度下降； 8.遭受外力撞击过大。	人员伤亡 财产损失	IV	1. 压力容器的工程设计、专业制造厂及施工、安装、检修单位必须具有相应的资质及许可证； 2. 施工、安装、检修完毕，应做好安全、质量检查和验收交接； 3. 仪表、控制系统，联锁、报警装置应保护控制动作灵敏、可靠。 4. 控制电缆应按要求进行屏蔽，接线牢固，导除静电，绝缘良好，接地电阻小于4Ω，并定期进行检查。 5. 压力容器和安全阀应定期检测，不合格不得使用； 6.危险性较大的压力容器应采用2个安全阀； 7.加强现场检查维护，减缓设备或管道腐蚀； 8.严格执行安全操作规程，禁止违章作业； 9.防止外来物体撞击。
中毒窒息	1.设备、管件故障，液化天然气和制冷剂物料泄漏； 2.违章操作致使设备超温、超压，密封损坏、设备破裂，有毒介质泄漏； 3.压力容器安全附件失效； 4.有毒介质放空及安全阀泄压管口未引至安全位置。 5.作业场所未设置防毒器具或事故柜； 6.作业人员无防护，或防护措施不得； 7.通风不良。 8.检修进入容器内未置换合格或未与系统有效隔绝，造成中毒或缺氧窒息。	人员伤亡	II~III	1.作业场所应设置事故柜，配备足够数量的防毒器具、空气呼吸器等； 2.作业场所应设置有毒气体检测报警装置； 3.作业场所应通风良好； 4.严格执行操作规程，经常进行培训，掌握防毒器具、空气呼吸器的使用方法； 5.保证防护设施或措施的完好、完善； 6.正确使用防护用品。 7.进入受限空间作业前须进行分析，合格后方可进入。
触电	1.设备漏电； 2.漏电保护器失效； 3.检修时违章作业； 4.电线老化、绝缘层脱落； 5.电气防护设备损坏；	人员伤亡	III	1.选用符合标准的电气设备、设施； 2.安装合格的漏电保护装置； 3.电气绝缘保护良好，破损线及时更换； 4.制定并执行电气检修规程、设置警示牌； 5.电器接地要良好；

事故	导致原因	事故后果	危险等级	防范措施
	6.操作失误。			6.保证避雷设施有效； 7.进行岗前培训、持证上岗。
低温	低温储罐、管道和低温物料导致低温伤害： 1.保冷设施损坏； 2.低温物料突然喷出； 3.环境低温；处于低温辐射环境； 4.人员防护不当或无防护；接触低温设备、管道。	人员伤亡	II	1.应根据标准要求选用优质的耐低温材质的管线、阀门等相关设施和配件，定期检查管线、阀门、法兰、垫片等，确保其完好； 2.加强现场管理工作，加强巡检，发现保温破损及时报修； 3.配备必要的个人防护用品； 4.减少在低温环境停留时间； 5.发现人员冻伤，立即处理，减少损失。
高处坠落	1.高处作业平台、通道、楼梯等场所的安全防护设施损坏、未设置或栏杆高度不符合要求； 2.在日常的检修维修过程中，作业人员违章作业，在高空作业过程中未系安全带或未穿软底工作鞋。	人员伤亡	II	1.高处作业的平台、通道、楼梯等场所设置安全防护设施并保持完好； 2.增强安全意识，按操作规程作业，进行高空作业时，作业人员应系好安全带，穿软底工作鞋，做好安全防护措施。
车辆伤害	1.原料装卸车辆、成品运输车辆驾驶员违章驾驶。 2.道路无交通安全标志或缺。 3.原料装卸车辆、成品运输车辆驾驶员观察不够、麻痹大意。 4.作业现场有障碍物。	人员伤亡 车辆损坏	II	1.厂区道路的交通安全标志要齐全。 2.加强车辆驾驶人员的安全教育，杜绝违章驾驶。 3.加强机动车辆的检查、维护，不开带病车、不带病开车。 4.厂内机动车辆的作业场所要保持无障碍物。 5.光线暗的作业场所，要增加照明。 6.厂内道路必须符合要求。
高处坠落	1.储罐未按规定要求设置安全保护装置或装置损坏； 2.作业人员未按规定实施个人防护； 3.作业人员违规操作或疏忽； 4.不具备高处作业身体条件的人员进行高处作业； 5.作业人员判断失误，或过度疲劳； 6.危险场所没有警示标志； 7.恶劣气候或外部条件导致事故发生； 8.作业场所夜间照明不足。	人员伤亡	II-III	1.储罐应按规定设置安全保护装置并保持完好； 2.作业人员进入现场，必须穿戴好安全帽、软底鞋，系好安全带。严禁穿背心、短裤及拖鞋。并应配带工具袋，使用的工具应系保险绳； 3.对从事高处作业的作业人员定期进行体检。凡患有高处作业禁忌症人员，不得从事高处作业； 4.高空作业人员工间休息时，不得坐在平台、孔洞边缘或栏杆上，更不得躺在走道板、安全网内。 5.危险区域设置围栏和警示标志等； 6.气温低于-10℃时进行高处作业，施工现场应取暖休息室；气温高于35℃时进行露天高处作业，应设置凉棚，并配备防暑、降温设施和饮料；霜冻或雨天进行露天高处作业，应采取防滑措施。如遇6级以上大风或恶劣气候时，应停止露天高处作业；高处作业应设人监护。 7.在夜间或在光线不足处进行高空作业，必须安装能保证足够亮度的照明设备；

事故	导致原因	事故后果	危险等级	防范措施
机械伤害	1.机械旋转部分无防护设施； 2.机械设备出现故障未及时维修排除，在运行中控制系统失灵，造成设备误动作； 3.检修时无人员监护，未设置警示牌，机器被人随意启动； 4.在与机械相关联的不安全场所停留、休息或随意进入机械运行危险区域； 5.作业人员穿戴不符合安全规定的防护用品进行操作； 6.违章操作，在机械运行中接触运动部件； 7.运动部件的安全防护装置损坏或未安装，作业人员身体直接接触运动部件。	人员伤亡	II	1.购买正规机械设备厂家设计生产合格产品； 2.定期检查维修机械设备，确保其控制系统及安全连锁保护装置的有效性，有故障及时排除，不准设备带故障运行； 3.大型设备检修时派专人监护，小型设备检修时设置警示牌，加强管理，禁止非操作人员开机启动； 4.加强安全教育，增强职工安全意识，不得在不安全场所停留、休息或随意进入机械运行危险区域； 5.作业人员应穿戴符合安全规定的劳保用品进行操作； 6.严格遵守安全操作规程，严禁违章操作，在机械运行中禁止接触运动部件； 7.机械转动部件的安全保护装置应保持完好。

评价单元小结：

采用预先危险性分析储运单元，分析可知，储运单元存在的主要危险、有害因素有火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、高处坠落、机械伤害等。其中火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息危险等级为III级，是危险的，会造成人员伤亡和系统破坏，要立即采取防范对策措施；其余均为II级，危险程度是临界的，处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡、系统损坏降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。

D.2.4.3 危险度评价法评价

采用危险度评价法对工艺及设备设施单元进行评价，评价结果见下表。

附表 D.2.4-3 危险度评价表

工艺/设备名称	物质名称	物质评分	容量评分	温度评分	压力评分	操作评分	总分	等级	危险程度
2500m ³ LNG 储罐	LNG	10	10	0	0	2	22	I	高度危险
LNG 充装站	LNG	10	0	0	0	2	12	II	中度危险
H ₂ 充装站	H ₂	10	0	0	5	2	17	I	高度危险

储运单元采用危险度评价法进行评价，由危险度评价结果可知，该项目2500m³LNG 储罐和 H₂ 充装站的危险度等级均为 I 级，属于高度危险；LNG

充装站的危险度等级均为Ⅱ级，属于中度危险。该项目拟设站控系统具有自动报警和应急事故自动处理流程；对场站所有设备状态和工艺参数能进行有效监控；正常生产运行控制流程实现自动化控制，所有参数异常、设备故障等系统均报警，所有数据均须存储且具有历史追溯能力。

D.2.5 公用工程及辅助设施单元

D.2.5.1 给排水子单元

(1) 安全检查表法分析评价

依据《工业循环冷却水处理设计规范》(GB50050-2017)、《室外排水设计规范(2016年版)》(GB50014-2006)、《石油化工给水排水系统设计规范》(SH/T 3015-2019)、《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》(GB50160-2008)等法规、规范，使用安全检查表对该项目的给排水子单元进行了检查，检查情况见附表 D.2.5-1。

附表 D.2.5-1 给排水子单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	循环冷却水不应作直流水使用。	《工业循环冷却水处理设计规范》3.2.7条	不作直流水使用。	符合要求
2	排水制度（分流制或合流制）的选择，应根据城镇的总体规划，结合当地的地形特点、水文条件、水体状况、气候特征、原有排水设施、污水处理程度和处理后出水利用等综合考虑后确定。同一城镇的不同地区可采用不同的排水制度。新建地区的排水系统宜采用分流制。合流制排水系统应设置污水截流设施。对水体保护要求高的地区，可对初期雨水进行截流、调蓄和处理。在缺水地区，宜对雨水进行收集、处理和综合利用。	《室外排水设计规范》1.0.4	该项目在生产过程中无废水产生，初期雨水经平罗县阳光焦化有限公司焦化厂污水处理站处理，清洁雨水通过地下管道排入雨水系统，排入区外雨水管网。	符合要求
3	工厂生产给水应减少新鲜水用量，提高水的重复使用率。	《石油化工给水排水系统设计规范》4.4	该项目依托公司原有循环水系统。	符合要求
4	石油化工企业消防给水系统不得与循环冷却水系统合并。	《石油化工给水排水系统设计规范》4.6	消防水系统未与循环冷却水系统合并。	符合要求
5	工厂排水的划分应按质分类：排水系统应根据排水的水质、水	《石油化工给水排水系统设计规范》4.7	该项目排水拟采用清污分流的原则，全厂设置污水处理	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	量、水压及去向确定。工业废水的预处理应与全厂最终处理相结合；工业废水及其中有用物质的回收利用应与处理排放相结合。工业废水宜在科学试验、生产实践及经济技术比较的基础上，经过净化处理合格回收利用。		站，将厂区内各类污水收集处理后进入中水回用装置，处理后产品水回用作为净化合成循环水的补充水。	
6	工艺装置区、辅助生产区等污染区的初期雨水应排入初期雨水系统或工艺废水系统。	《石油化工给水排水系统设计规范》5.2.5	初期雨水送至平罗县阳光焦化有限公司焦化厂污水处理站处理，清洁雨水通过地下管道排入雨水系统，排至厂区外雨水管网。	符合要求
7	工厂内未受污染的雨水应排入雨水系统，雨水回收宜进行控制与利用。	《石油化工给水排水系统设计规范》5.2.6	排水系统依托该公司原有排水系统。	符合要求
8	工厂供水水源的取水水质满足工厂设计给水量的要求，并有一定余量。	《石油化工给水排水系统设计规范》4.2	供水量满足该项目设计用水量的要求，并有余量。	符合要求
9	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。	《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》7.1.4	该项目永久性的地上管道、地下管道未穿越工艺装置、系统单元和储罐组。	符合要求
10	是否有事故状态下防止“清净下水”引发环境污染的设施和措施。	《关于督促化工企业切实做好汛期安全环保重点工作的紧急通知》	该项目为避免消防事故水对环境造成污染，该项目依托厂区原有3500m ³ 的事故池。	符合要求

(2) 预先危险性分析法评价

对该项目污水处理采用预先危险性分析法进行评价，分析评价结果见附表 D.2.5-2。

附表 D.2.5-2 给排水预先危险性分析表

事故	阶段	事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
淹溺	设备运行、检修	1.消防水池、循环水池及事故水池等边缘处人行通道宽度不够，无防护栏杆。 2.人员安全意识差； 3.运行或检修操作规程不健全； 4.重物长期压迫。	人员受伤	II	1.各水池边加防护栏杆。 2.设置警示标志。 3.及时检修损坏的照明设施。 4.加强安全教育，提高工作人员安全意识。
电气火灾	设备运行、检修	1.潜污泵电机防漏密封有缺陷。 2.电源线接头防水处理不当。 3.电源线外皮磨损漏电。	人员伤害 设备损坏	II	1.检修后必须检查泵体电机绝缘合格方可投用。 2.检修时吊装泵体应注意防漏密封部位的保护。

事故	阶段	事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
触电	设备运行、检修	1.不使用或使用不合格的绝缘工具，工作前不验电。 2.移动使用的配电箱、板及所用导线不符合要求，不戴绝缘手套。 3.在潮湿环境内工作不穿绝缘鞋，无绝缘垫，无监护人。4.乱接不符合要求的临时线。 5.电气装置的绝缘或外壳损坏。 6.检修电器设备工作人员擅自扩大工作范围。 7.危险标志不明 8.非电工进行电气作业违章操作。	人身伤亡	II	1.严格执行电气安全规程。 2.移动使用的配电箱、板应采用完整的、带保护线的多股铜芯橡皮护套软电缆或护套软线作电源线，同时应装设漏电保护器。 3.临时用电应经主管部门审查批准专人管理。加强监护。 4.设备外壳要进行接地或接零。 5.严禁非电工操作。 6. 电器检修要穿用绝缘防护用品。
噪声和振动	设备运行、检修	1.选用设备噪声超标； 2.机器运行不正常； 3.机器无减振器、减振器； 4.没有按时检修机器。	人员伤害 机器受损	II	1.选用质量合格设备，定期维护检修； 2.完善机器的消声减振设施； 3.按时检修机器。
起重伤害	设备运行	1.起重机在安装、检修及试运行的过程中操作失误； 2.起重机在操作过程中发生机械故障或操作失误。	人员伤亡	II	1.起重设备在检修的过程中必须遵守检修安全规程； 2.检修过程中必须有专人监护； 3.起重设备安全部件必须经常进行检查和维护，防止出现问题； 4.起重机械操作人员必须经过培训，持证上岗。

(3) 评价单元小结

该单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了10项内容的检查，均符合要求。

给排水单元主要危险因素有：落入水池溺水、短路电气火灾、触电、噪声与振动等，经评价危险等级均为II级，处于事故的边缘状态。必须采取措施予以预防和控制。

D.2.5.2 供配电子单元

(1) 安全检查表法评价

依据《低压配电设计规范》（GB50054-2011）、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）、《自动化仪表选型设计规定》（HG/T 20507-2000）、

《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）、《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》（GB50160-2008）、《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097-2017）等法规、规范，使用安全检查表对该项目的供配电子单元进行了检查，检查情况见附表 D.2.5-3。

附表D.2.5-3供配电子单元安全检查表

号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	配线线路的敷设，应避免下列外部环境的影响：一、应避免由外部热源产生热效应的影响；二、应防止在使用过程中因水的侵入或因进入固体物带来的损害；三、应防止外部的机械性损害而带来的影响；四、在有大量灰尘的场所，应避免由于灰尘聚集在设备上所带来的影响；五、应避免由于强烈日光辐射而带来的损害。	《低压配电设计规范》第 5.1.2 条	装置内的配线方式拟为电缆桥架敷设，穿墙处加保护。配电线路的敷设将不会不受外部环境的影响。	符合要求
2	一级负荷的供电电源应符合下列规定：一、一级负荷应由两个电源供电；当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。二、一级负荷中特别重要的负荷，除由两个电源供电外，尚应增设应急电源，并严禁将其它负荷接入应急供电系统。	《供配电系统设计规范》第 2.0.2 条	该项目供电电源依托公司原有供电系统，供电负荷能够满足该项目安全生产。	符合要求
3	二级负荷的供电系统，宜由两回线路供电。在负荷较小或地区供电条件困难时，二级负荷可由一回 6kV 及以上专用的架空线路或电缆供电。当采用架空线时，可为一回架空线供电；当采用电缆线路时，应采用两根电缆组成的线路供电，其每根电缆应能承受 100% 的二级负荷。	《供配电系统设计规范》第 2.0.6 条	该项目公司原有供电系统，能够满足二级负荷供电要求。	符合要求
4	火灾危险环境的电气设备和线路，应符合周围环境中化学的、机械的、热的、霉菌及风沙等环境条件对电气设备的要求。	《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》第 4.3.1 条	处于爆炸危险区域的电气设备及线路均拟选用相应等级的防爆电气设备、仪表及配线。	符合要求
5	爆炸性气体环境的电力设计应符合下列规定：一、爆炸性气体环境的电力设计宜将正常运行时发生火花的电气设备，布置在爆炸危险性较小或没有爆炸危险的环境内。二、在满足工艺生产及安全的前提下，应减少防爆电气设备的数量。三、爆炸性气体环境内设置的防爆	《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》第 3.4.1 条	该项目在爆炸性气体环境内按规范要求选用相应等级的防爆电器设备和防爆仪表。	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	电气设备，必须是符合现行国家标准的产品。四、不宜采用携带式电气设备。			
6	工艺装置内露天布置的塔、容器等，当顶板厚度等于或大于 4mm 时，可不设避雷针保护，但必须设防雷接地。	《石油化工企业设计防火标准[2018 年版]》第 8.2.2 条	厂房、设备及相关管道拟设置防雷及防静电接地系统。	符合要求
7	对爆炸、火灾危险场所内可能产生静电危险的设备和管道，均应采取静电接地措施。	《石油化工企业设计防火标准[2018 年版]》8.3.1	该项目设备和相关管道拟采取静电接地措施。	符合要求
8	固定式（塔、容器、机泵、换热器）的外壳，应进行静电接地。	《石油化工静电接地设计规范》4.1.1	该项目设备外壳拟采取静电接地措施。	符合要求
9	用于可燃性气体、蒸汽及可燃性粉尘等爆炸危险场所的就地带电接点的温度仪表、温度开关、温度检出（测）元件和变送器等，应根据所确定的危险场所类别以及被测介质的危险程度，选择合适防爆结构形式或采取其他的防爆措施。	《自动化仪表选型设计规定》1.1.6	该项目要求在爆炸危险场所设置相应级别的防爆仪表。	符合要求
10	对于测量精度要求高，而一般模拟仪表难以达到时，宜选用智能式变送器。	《自动化仪表选型设计规定》2.3.4	该项目压力变送器拟选用智能变送器。	符合要求
11	一般流体、液体、蒸汽流量测量仪表的选型，腐蚀、导电或带固体微粒流量测量仪表的选型应按本章要求执行。	《自动化仪表选型设计规定》第三章	该项目流量测量拟采用差压式流量变送器，涡街流量计、转子流量计等。对于原料和成品的流量测量拟采用高精度的流量仪表。一些特殊的场合拟采用容积式流量计、电磁流量计和质量流量计等。	符合要求

(2) 预先危险性分析法评价

在评价过程中，采用预先危险分析法对供配电子单元进行定性分析，分析评价见附表 D.2.5-4。

附表 D.2.5-4 供配电子单元预先危险分析表

危险因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
电气火灾	1.线路老化、短路。 2.过载、设备自身故障导致过热而引起火灾。 3.设备质量不良，合、断开关拉弧严重。 4.设备运行环境不佳，导致设备过热、短路。 5.保护接地不良。	人员伤亡 设备损坏	II~III	1.加强线路、设备、开关等检查和维修，发现故障及时消除。 2.保持通风设施完好，主要电气设备应有温度报警。 3.保护接地良好。 4.防雷、防静电设施良好。 5.工作人员时严格执行操作规范。

危险因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
	6.雷电、静电。 7.工作人员违章操作。			
电缆火灾	1.过负荷、短路、绝缘损坏。 2.检修、施工、运行管理不完善、不定期清扫电缆积尘，电缆头工艺不良。 3.明火引燃、事故扩大。 4.封、堵、涂、隔、包不完善。 5.外力破坏。	人员伤亡，财产损失。	II~III	1.采用阻燃或耐火电缆。 2.定期进行电缆性能试验，及时处理缺陷。 3.动力和控制电缆分开敷设。 4.定期清扫电缆积尘，保证电缆接头良好。 5.电缆孔洞必须严密封堵，电缆夹层、隧道应有分段阻燃措施，穿墙两侧应刷耐火涂料。 6.加强电缆维护，防止明火及外力破坏。 7.完善消防设施。
变配电系统火灾	1.断路器遮断容量不够。 2.断路器分合闸速度不能满足要求。 3.避雷器、开关等产品质量不符合要求。 4.高压配电室屋顶漏水或小动物进入，造成短路。 5.隔离开关容量不足，接触不良，柜内接头发热。 6.设备绝缘击穿。	1.变配电系统损坏。 2.经济损失。	II~III	1.断路器遮断容量满足装置生产需要。 2.断路器、避雷器、开关等产品质量符合要求。 3.防止屋顶漏水。孔洞封堵严密，防止小动物进入造成短路。 4.高压配电柜全部采用真空开关，实现无油化。 5.隔离开关、设备绝缘应定期检修、试验，发现故障及时消除。 6.防止过电压。
变压器损坏	1.设计不合理、制造工艺不良、出口或近区短路造成绕组变形损坏。 2.进水、受潮造成绝缘损坏。 3.分接开关接触不良烧损。 4.铁芯多点接地、漏磁大、局部过热，硅钢片不合格。 5.中性点未直接接地。 6.雷击。	1.影响生产。 2.经济损失。	II	1.把好订货、交接、验收质量关。 2.防止进水、受潮。 3.加强对分接开关的检修、试验。 4.加强变压器维护，完善变压器保护配置，并定期校验。 5.变压器中性点和外壳可靠接地。 6.完善防雷设施，并试验合格。
触电	1.违反规程，违章操作。 2.电气安全防护装置缺损，电气设备绝缘损坏。 3.检修时未按规定切断电源和派专人监护。 4.接地系统不良。 5.安全防护距离不够。 6.操作人员缺乏安全知识、技能。,	人员伤亡	II	1.严格执行操作规程。 2.更换损坏的装置、设备 3.检修时按规定切断电源，挂警示牌并有专人监护。 4.加强接地设施的维护保养。 5.电气设备应留有足够的安全防护距离，如防护距离不足，应加装隔离罩。 6.检修时应配备防触电工具，采取相应的防触电措施并严格执行检修操作规程。电气操作人员必须培训后方可上岗。

(3) 评价单元小结

1) 安全检查表法评价结果

本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了 11 项内容的检查，均符合要求。

2) 预先危险性分析结果

该项目在变配电系统存在电气、电缆、变压器火灾的潜在危险性，事故后果可能导致人员伤亡，其危险等级为 III 级（危险的）；其次为变压器损坏、触电等危险性，事故后果可能造成人员伤害，其危险等级为 II 级（临界的）。通过采取有效措施，以上潜在危险性是可以得到控制的。

因此，必须加强安全管理、定期对各类电气设备进行安全检查、严格执行安全操作规程，建立工作票制度，电工必须经过国家有关部门的培训、考核，持证上岗。

D.2.5.3 仪表自控子单元

(1) 预先危险分析法

在评价过程中，采用预先危险分析法对仪表自控子单元进行定性分析，分析评价见附表 D.2.5-5。

附表 D.2.5-5 仪表自控子单元预先危险分析表

危险因素	形成事故原因	危险后果	危险等级	应采取的对策措施
分散控制系统发生错误	1、CRT 的电源回路失电或其电源电缆及接插件故障，导致 CRT 黑屏、死机。 2、通讯电缆或通讯接口组件故障，导致死机。 3、通讯电缆或通讯口过负荷，通讯堵塞死机。 4、操作键盘（鼠标）或其电缆插件损坏，系统不响应操作指令。 5、操作应用软件出错，或系统侵入病毒，导致死机。 6、控制室温度、湿度、防尘、接地系统等不符合要求。	1、操作人员失去对生产工艺监控手段，生产装置处于失控状态。 2、造成人员伤亡或设备损坏。	II ~ III	1、加强 CRT 电源回路（电源开关、熔断器、电缆、接插件）维护管理工作；机柜内部各级工作电源为双路，互为备用配置；电源应能实现无扰动切换，而不影响模块的正常工作；空调系统应是独立的。 2、经常维护检查通讯电缆及其通讯接口组件，避免外力机械损伤。 3、注意设备选型，合理的数据通讯总线负荷率不超过 30%（以太网不超过 20%）。 4、经常维护检查键盘（鼠标）及其电缆接插件，及时更换损坏件。 5、不得在本机上进行非本机磁盘/光盘及无关的运算工作，防病毒侵入。 6、加强控制室管理，控制室温度、湿度要恒定，冬季防静电。
自动调节装置运行不正常	1、自动调节系统电源回路失电，或其导线故障，导致自动调节失控，或调节系统无输出。 2、调节用一次检测装置及其接线回路损坏，或断线/短路，致使调节信号异常，导致调整门突然开大或关小。 3、执行机构故障，或其拉杆/销脱落、弯曲变形，或调节机构卡涩不动，导致自动调节无动作。	1、工艺过程失控，危及供热发电机组安全运行。 2、造成人员伤亡或设备损坏。	II ~ III	1、加强自动调节电源回路（电源开关、熔断器、电缆、接插件）维护管理工作。 2、加强调节用一次检测装置、执行机构、调节机构、通讯组件、I/O 输入/输出组件、CPU 主机组件的维护管理工作，对超过有效使用期的组件，及时更换备用件。 3、重要调节系统设计应具有“当调节信号偏差大时，自动由自动调节方式转换为手动操作方式”的功能。 4、重要调节系统应定期进行内外扰动动作

危险因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
	作，或调整门突然开大或关小。 4、双路冗余互为备用的通讯环路自动切换时瞬时故障，丢失信号导致自动调节失控。 5、调节用的通讯组件故障，致使不能传输信息，导致自动调节失控。或调节用的 I/O 组件输入/输出点及其导线回路故障，导致自动调节失控。	备损坏。		试验。 5、定期进行双路冗余互为备用的通讯切换，并且检查通讯模块。
仪表测量装置指示不正确	1、测量装置电源回路失电，或其导线故障，导致测量装置无输出。 2、仪表测量一次检测元件及其接线回路损坏，或断线回路损坏，或断线/短路，导致测量装置指示不正确。 3、I/O 组件输入点故障，导致示值异常。	1、误导操作人员造成误操作。 2、自动控制系统保护拒动/误动。	II~III	1、加强仪表测量装置电源回路（电源开关、熔断器、电缆、接插件）维护管理工作。仪用压缩空气应无油、无水、无杂质。露天安装设备加防雨罩。 2、经常维护检查温度测量一次检测元件及其接线回路，排队故障点。 3、经常检查 I/O 组件，加强维护管理工作。 4、定期核对各处工艺流程中各相关参数的合理性，减少误判断和人为误操作。 5、所有测量仪表应定期进行检定。
自动化控制系统的设置缺陷	1、对各生产装置的监测、控制面不全或监控失效。 2、设置的联锁系统应有效地运行。 3、对各生产装置区，对有易燃易爆气体的场所的监测、报警监控不力。 4、选置的 DCS 系统的性能不佳仪表选型不合格。	影响系统运行	II	1、中央控制室设置的分散控制系统（DCS 系统）对各生产装置及辅助生产设施设置的 DCS 系统，实现全面、有效的监控。 2、为了确保生产装置和操作人员的安全，设置安全联锁系统，该系统的功能由 DCS 系统实现。 3、对各生产装置区和有易燃易爆、有毒气体的场所设监测报警设施以及消防系统的重要参数也要通过 DCS 监控，实现有效的联锁。 4、DCS 选用技术先进、操作方便、可靠性高，有成功使用经验的产品 变送器、流量计、分析仪器、安全切断阀等选用先进优质产品（或引进产品）；变送器为智能型，调节阀与执行机构为气动型；仪表选型上充分考虑易燃易爆、腐蚀、易堵塞介质等对仪表的影响。
安装环境对 DCS 控制系统的影响	1.腐蚀性气体造成密封线路、线路板、卡槽接触不良、损坏； 2.粉尘造成电路集成块散热接触不良，印刷电路、半导体端子间绝缘不良，数据读写错误； 3.温度过高造成元器件可靠性降低，电阻器额定功率和绝缘性能降低； 4.湿度过大，造成水蒸气在元器件表面形成“导电小路”和飞弧； 5.低质量供电损坏计算机电源，对元器件造成破坏；	系统运行故障	II	1.合理选型、安装，检修阶段严格按照要求和规程操作； 2.改善外部环境，除了系统可靠性设计措施外，必须提供良好的外部使用环境，如机房温、湿度控制，良好的接地系统以及防尘、防震、防腐蚀，远离振动源和存在较大干扰源的地点，远离高噪音源。另外，考虑机柜进线的内、外部密封及消防措施等； 3.提高供电电源可靠性，配置不间断电源 UPS。UPS 运行有关参数和实时状态信号输入 DCS；

危险因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
	6.接地设施不完善造成静电和雷电对元器件和设备的损坏； 7.感应噪声可能造成零部件烧毁，影响元器件使用寿命； 8.振动对系统设备的损坏； 9.鼠害造成线路、电路板损坏，电源和电路板短路； 10.操作人员的违章作业造成设备和操作系统的影响。			4.加强巡检监护，及时发现和改善部分环境因素恶化现象； 5.制定严格的使用和维护管理制度； 6.作业人员要经培训，熟悉和掌握操作系统的有关知识，正确操作。
元器件老化	电子元器件尤其是磁性元件如硬盘、存储器等，多次读写产生坏磁道，丢失数据，严重的造成系统死机，影响正常操作，诱发各类事故。	系统事故	II	利用设备诊断和检测技术，确切掌握设备的老化程度，预测故障，关键部件零配件应预留备品备件。
干扰	1.电导耦合可能诱发监测、控制差错，甚至导致严重事故； 2.电磁感应干扰对信号回路和显示系统产生严重干扰； 3.雷击放电时，防雷装置的引下线通过的电流对 DCS 电缆产生电磁感应，或在金属管道、电缆线路上产生感应电压，对控制系统产生干扰或损坏； 4.电场、电压型干扰源、仪表电源的波动和信号线连接点的接触电阻对 DCS 控制系统的干扰	系统事故	II	1.正确采取隔离、屏蔽、接地等抗干扰措施； 2.DCS 的接地系统和防雷接地应进行等电位连接，防止电子元件受到雷电反击。

(2) 评价小结

通过预先危险分析，仪表自控子单元主要危险有害因素为：火灾、爆炸危险程度为III级（危险的），会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施；触电危险程度为II级（临界的），处于事故边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡、系统损坏降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。

D.2.5.4 冷冻站子单元

在评价过程中，采用预先危险分析法对冷冻站子单元进行定性分析评价见附表 D.2.5-6。

附表 D.2.9-6 冷冻站子单元预先危险分析

事故	阶段	事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
容器	运行	1.制冷装置压力可达0.3MPa，如果承压设备因材质缺陷、腐	人员伤亡	III	1.应根据标准要求选用优质的耐高压材质的管线、阀门等相关设施和配件，定期检查管

事故	阶段	事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
爆炸		蚀、卸压装置失灵等原因，可能导致物理爆炸事故； 2.分液罐失效，带液压缩发生爆炸； 3.润滑系统失效，超温、超压连锁失效，压缩机超温、超压爆炸； 4.压缩气缸、缓冲罐、管线发生金属疲劳，爆炸。	设备毁坏		线、阀门、法兰等、垫片，确保完好； 2.作业人员严格执行安全操作规程； 3.安全阀、压力表按规定定期校验、标定； 4.定期对设备的腐蚀情况、耐压能力进行检测； 5.经常检查超温、超压连锁控制系统，保证连锁系统灵敏有效； 6.分液罐及时处理，防止液位过高，分液失效； 7.经常检查压缩机润滑系统，防止管路堵塞，缺油。
灼烫	运行	1.生产系统的蒸汽管道无隔热设施或隔热保护脱落导致表面温度过高而引发灼烫事故； 2.由于管道破裂等事故导致泄漏，高压炽热蒸汽流可能导致灼烫事故。	人员伤亡	III	1.设置可靠的隔热保护，定期检查；高温危险区域设置警示标志；进入高温区域注意防护。 2.做好维护工作，确保正常运行；建立健全巡检岗位责任制，发现问题及时汇报、处理； 3.正确穿戴防护用品。
机械伤害	运行检修	1.误接触旋转传动部位； 2.危险部位无防护装置； 3.防护设施失效、破损。	人员伤亡	II	1.加强设备检修维护，保证设备完好，机构设备转动部分安全防护装置不允许随意拆除； 2.加强设备检修工作的监护； 3.改善作业现场的环境； 4.制定完善的规章制度；加强安全教育工作，正确穿戴防护用品。
噪声与振动	运行	1.大功率压缩机运行时产生噪声超过85dB，人员在噪声环境工作时间过长，造成伤害； 2.压缩机罩缺失、厂房吸音降噪措施不良； 3.操作人员没有噪声个人防护。	人员伤害	II	1.采取减振、降噪措施； 2.厂房墙面采取吸音措施； 3.减少噪音场所的巡检停留时间； 4.做好噪声环境人员的个人防护。
低温	运行检修	低温储罐、管道和低温物料导致低温伤害： 1.保冷设施损坏； 2.低温物料突然喷出； 3.环境低温；处于低温辐射环境； 4.人员防护不当或无防护；接触低温设备、管道。	人员伤害	II	1.应根据标准要求选用优质的耐低温材质的管线、阀门等设施和配件，定期检查管线、阀门、法兰、垫片等，确保其完好； 2.加强现场管理工作，加强巡检，发现保温破损及时报修； 3.配备必要的个人防护用品； 4.减少在低温环境停留时间； 5.发现人员冻伤，立即处理，减少损失。

(2) 评价单元小结

1) 容器爆炸、灼烫的危险等级为III级，危险程度是灾难性的，造成人员伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范。

2) 机械伤害、噪声与振动、低温的危险等级为II级，危险程度是临界

的，处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡、系统损坏降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。

D.2.6 特种设备单元

该项目使用的特种设备主要有压力容器和压力管道，采用预先危险性分析法对特种设备单元进行评价，预先危险性分析见附表 D.2.6-1。

(6) 预先危险性分析评价

附表 D.2.6-1 特种设备单元预先危险分析表

危险因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
压力容器				
物理爆炸	1、选用材料不当：选型不合理；应力分析失误；系统设施布置不合理等。 2、制造缺陷引起的事故。包括：制造质量低劣；材质本身存在的原始缺陷；焊接结构中有夹渣、气孔、裂纹等焊接缺陷；材料和表面加工粗糙，密封性差，引起泄漏。 3、施工安装质量差和违章施工引发的事故。表现为：施工安装焊接质量低劣，存在未焊透、夹渣、气孔未熔合等质量缺陷；不按设计图纸要求施工，错用材料；无损探伤的比例、部位和评判标准不符合有关标准。 4、管理混乱，无操作规程、违章操作；不按规定进行定期检验等。 5、设备年久失修，或因管理疏漏、防腐措施不善，以及错用材料等原因致使腐蚀速度加快。 6、安全附件缺陷或不起作用。 7、介质温度、压力超限。 8、管理不善 9、违章操作。	人员伤亡 财产损失	III	1、设计时，必须根据输送介质，合理选用设备及管道材质，必须保证强度符合要求。 2、选用质量可靠、无质量缺陷的部件。 3、保证安装质量，对焊接进行检验，合格后方准运行。 4 加强管理，严格执行安全操作规程。 4.1 定期对压力容器及其安全附件进行检验、校验。 4.2 采取必要的防腐、保温措施，并定期检查。 4.3 设计、制造、安装必须由有压力容器设计、制造、安装资质单位进行。 5 检修承压部件及其附件时，应事先制定好检修方案及事故处理方案并作动态分析。确认安全后，方可进行检修作业。 6、安装必要的安全附件（如压力表、安全阀等），且必须好用。 7、严格执行工艺规程，严格控制工艺指标。 8、加强安全管理，提高安全意识。 9、严格执行工艺规程，严格控制工艺指标。
中毒窒息	1. 作业人员进入塔器、储罐等特种设备内作业时无防护； 2. 进入塔器、储罐等特种设备内作业前，未进行空气置换或置换不彻底； 3. 进入塔器、储罐等特种设备内作业时有害气体超标，无人监护； 4. 塔器、储罐等特种设备无通风设施或通风不良；	人员伤亡	III	1. 作业人员进入塔器、储罐等特种设备内作业时要穿工作服、戴工作帽，并佩戴必要的防护用品； 2. 进入塔器、储罐等特种设备进行检修作业前，首先必须进行彻底的气体置换，合格后才能允许进入容器内部作业； 3. 进入塔器、储罐等特种设备进行

危险因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
	5. 安全生产管理工作不到位, 违章作业。			检修作业, 要有专人进行监护, 并采取必要的防护措施; 4. 在塔器、储罐等特种设备内作业时, 应保持良好的通风; 5. 加强安全生产管理工作, 严格执行各项管理制度和操作规程。
高温 烫伤	1、压力容器内高温物料泄漏。 2、保温材料失效。 3、违章作业。 4、操作人员不正确穿戴劳动防护用品。	人员 伤害	II	1、产生高温的设备、管道采取隔热措施。 2、加强设备（设施）维修、保养。 3、严格遵守操作规程。 4、操作人员正确穿戴劳动防护用品。
压力管道				
火灾 爆炸	1、压力管道内 SNG、氢气、液化天然气等易燃易爆物质泄漏。 2、火源。	人员 伤害 财产 损失	II ~ III	1、加强压力管道的维护, 并按规定进行检测。 2、严格控制各种火源。
物理 爆炸	1、材质不合格（阀门, 管材）。 2、设计不合理。 3、焊接不符合要求。 4、管路堵塞。 5、仪表误差。 6、操作失误。 7、安全阀失效。 8、控制系统故障。 9、标识缺失。 10、管道内超压。 11、管道腐蚀、局部减薄。	管道 损坏、 人员 伤害		1、合理选材, 使用高质量管材, 严把质量关。 2、审查设计单位资质, 合理选择设计单位。 3、焊工应进行资格审查, 电焊条及焊接工艺符合标准要求; 焊缝应探伤检测。 4、施工完工时, 吹扫管道, 并定期清管。 5、按审批的设计方案选用、安装并测试仪表。 6、制定操作规程, 做好人员岗前培训。 7、选用高质量的安全阀产品, 并定期检测。 8、在线仪表定期检验, 防止超压。 9、应设立工艺流程标志, 阀门开关标识, 安全警示标志, 防火警示标志等。 10、严格控制工艺指标, 防止超压。 11、定期检测管壁厚度, 发现问题及时处理。 12、严格按照标准进行试压, 气密性试验, 合理选择试压介质。
中毒 窒息	1、压力管道内 SNG 等介质泄漏。 2、通风不良。 3、人体吸入。 4、操作人员没有佩戴防护用品或防护用品失效。	人员 伤亡	II ~ III	1、加强压力管道巡检和维修, 消除隐患。 2、加强现场气体浓度检测, 并设置报警装置。 3、加强操作人员安全培训和教育工作。操作人员应正确使用防护用品。
高温 烫伤	1、管道内高温物料泄漏。 2、个体防护不当。	人员 伤害	II	1、定期巡视管线, 发现漏点及时维护。 2、设置管压监督控制系统。 3、高温管道采取保温、隔热措施。 4、正确穿戴个体防护服。

危险因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	应采取的对策措施
起重机械				
高处坠落	1、操作因素 (1) 起吊方式不当，捆绑不牢； (2) 违反操作规程； 2、设备因素 (1) 吊具失效； (2) 操作系统失灵或安全装置失效； (3) 钢丝绳、吊钩等部件、构件强度不够或有缺陷； (4) 挠度超过标准。 3、环境因素 4、无证上岗 5、没进行检验、登记 6、吊物悬空时候，人从吊物下通过、停留或吊物从人头上通过。	人员伤亡	II	1、起重机操作人员工作前应了解上一班的生产和设备运转情况，认真审阅和填写交接班记录。对主要部件和活动部件进行检视。 2、按国家规定由技术监督管理部门进行注册，并定期进行检验，合格后方准投入运行。 3、严格按照“十不吊”的内容执行。 4、各类安全保护装置要保持完好、齐全、可靠。 5、作业时要严格遵守操作规程。 6、穿戴好个人防护用品、用具。
机械伤害	1、违反操作规程，超载超重。 2、不按规定使用限重器、限位器、制动器。 3、不按规定归位造成的超载、过卷扬、出轨等事故。	人员伤亡 财产损失	II	1、作业时要严格遵守操作规程。 2、严格执行“十不吊”。 3、加强检查，对应更换的部件与安全附件按国家规定进行更换。 4、操作人员应经过安全技术培训后上岗。
触电	1、起重设备带电。 2、感应带电体。 3、电气损坏。 4、违章操作。	人员伤亡	II	1、设备应有漏电保护装置，并保持良好。 2、设备应有可靠的接地（零）系统。 3、定期检查电气设施的工作状况。 4、作业时要严格遵守操作规程。
厂内机动车辆				
车辆伤害	1、驾驶人员违章驾驶。 2、驾驶人员无证上岗。 3、非驾驶人员驾驶厂内机动车辆。 4、行人穿越厂内道路时不注意。 5、厂内机动车辆机械故障，检查、维护不及时。 6、厂内道路宽度、路面、转弯半径不符合要求。	人员伤亡	II	1、加强厂内机动车辆驾驶人员的安全教育，杜绝违章驾驶。 2、驾驶人员应经培训，持证上岗。 3、加强厂内人员安全教育，不得无证驾驶，不得乱穿道路。 4、加强厂内机动车辆的检查、维护。 5、作业时要严格遵守操作规程。 6、厂内道路设置符合要求。

(2) 评价单元小结

预先危险性分析该单元存在的主要危险有害因素有：

- 1) 火灾、爆炸、容器爆炸和中毒窒息的危险等级为III级，危险程度是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施。
- 2) 起重伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、触电等的危险等级为II级，危险程度是临界的，处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡、系统损坏降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。

D.2.7 消防单元

(1) 安全检查表法评价

依据《天然气液化工厂设计标准》（GB51261-2019）、《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》（GB50160-2008）、《化工企业安全卫生设计规范》（HG20571-2014）、《建筑设计防火规范[2018年版]》（GB50016—2014）、《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》（GB50493—2019）及《中华人民共和国消防法》（国家主席令[2008]第6号，2019年修订）等规程、规范，使用安全检查表对该项目的消防单元进行了检查，检查情况见附表 D.2.7-1。

附表 D.2.7-1 消防单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果						
1	天然气液化工厂消防站应结合区域规划、工厂火灾危险性、液化天然气储存容量、固定消防设施情况及邻近消防协作条件等因素确定，并宜利用邻近社会专职消防力量；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.1.1 条	该公司距平罗县消防大队 10km 左右，不能 5min 内到达，企业配有消防设施和器材，并设有义务消防人员。	符合要求						
2	对于液化天然气储存总容量大于 1000m ³ 小于或等于 30000m ³ ，且邻近消防协作单位的消防车辆在接到火灾报警后 30min 内无法到达的天然气液化工厂，可不设企业专职消防站，但应按下列要求配备消防车辆： 1 泡沫原液储罐容量不小于 3000L 的泡沫消防车辆不应小于 1 台； 2 干粉充装量不小于 3000kg 的干粉消防车不应小于 1 台；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.1.4 条	该液化天然气储存拟设 1 座 2500m ³ 的单容罐，该公司距平罗县消防救援大队 10km 左右，距平罗县沙湖消防救援站 12km 左右，半小时均能够到达，该企业可不设专职消防站和消防车辆。	符合要求						
3	天然气液化工厂应设消防给水系统；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.2.1 条	该项目依托公司原有消防系统，拟在设备设施周边配备消防器材。	符合要求						
4	厂区消防用水量应同一时间内的火灾处数和扑救每处火灾的消防用水量确定。	《天然气液化工厂设计标准》第 12.2.3 条	该项目发生火灾时，LNG 储罐用水量最大，消防用水量按最大用水量确定。	符合要求						
5	厂区同一时间内的火灾处数应按下表确定。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>厂地面积 (m²)</th> <th>同一时间内的火灾处数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤100×10⁴</td> <td>1 处：厂区消防用水量最大处 2 处：一处为厂区消防用水量最大处，另一处为厂区辅助生产设施</td> </tr> <tr> <td>>100×10⁴</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	厂地面积 (m ²)	同一时间内的火灾处数	≤100×10 ⁴	1 处：厂区消防用水量最大处 2 处：一处为厂区消防用水量最大处，另一处为厂区辅助生产设施	>100×10 ⁴		《天然气液化工厂设计标准》第 12.2.4 条	该公司厂区面积小于 100×10 ⁴ m ² ，《可研》中同一时间内的火灾按 1 处火灾次数进行了考虑。	符合要求
厂地面积 (m ²)	同一时间内的火灾处数									
≤100×10 ⁴	1 处：厂区消防用水量最大处 2 处：一处为厂区消防用水量最大处，另一处为厂区辅助生产设施									
>100×10 ⁴										
6	液化天然气储罐的固定消防冷却用水	《天然气液化工厂设计标准》	《可研》中按标准中规定	符合						

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果															
	<p>系统的设计流量应符合下列规定： 当储罐外壁为钢质时，应按着火罐和着火罐直径（卧式罐按其直径和长度之和的一般）1.5 倍范围内邻近罐的固定消防冷却水量之和计算，且不应小于下表规定：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">储罐型式</th> <th>保护范围</th> <th>喷水强度[L/(min·m²)]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">立式壁结构</td> <td rowspan="2">着火罐</td> <td>罐壁表面积</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>罐顶表面积</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">邻近罐</td> <td>罐壁表面积的一半</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>罐顶表面积</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	储罐型式		保护范围	喷水强度[L/(min·m²)]	立式壁结构	着火罐	罐壁表面积	2.5	罐顶表面积	4	邻近罐	罐壁表面积的一半	2.5	罐顶表面积	4	厂设计标准》第 12.2.6 条	的喷水强度考虑。	要求
储罐型式		保护范围	喷水强度[L/(min·m²)]																
立式壁结构	着火罐	罐壁表面积	2.5																
		罐顶表面积	4																
	邻近罐	罐壁表面积的一半	2.5																
		罐顶表面积	4																
7	<p>液化天然气罐区的室外消火栓设计流量不应小于下表的规定：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>最大单罐容积（V）</th> <th>室外消火栓设计流量（L/s）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V ≥ 5000m³</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>2000m³ ≤ V < 5000m³</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>V < 2000m³</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	最大单罐容积（V）	室外消火栓设计流量（L/s）	V ≥ 5000m³	60	2000m³ ≤ V < 5000m³	45	V < 2000m³	30	《天然气液化工厂设计标准》第 12.2.7 条	LNG 储罐区消火栓拟设流量为 60L/s。	符合要求							
最大单罐容积（V）	室外消火栓设计流量（L/s）																		
V ≥ 5000m³	60																		
2000m³ ≤ V < 5000m³	45																		
V < 2000m³	30																		
8	液化天然气罐区的消防用水量延续时间不应小于 6h；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.2.8 条	《可研》中消防用水量延续时间按 6h 考虑。	符合要求															
9	液化天然气装卸区应设置室外消火栓系统，室外消火栓设计流量不应小于 60L/s，消防用水延续时间不应小于 3h；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.2.10 条	《可研》中装卸区消火栓流量按 30L/s。	设计时应考虑															
10	工艺装置区应设置室外消火栓系统，室外消火栓设计流量不应小于 45L/s，消防用水延续时间不应小于 3h；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.2.11 条	《可研》中装卸区消火栓流量按 30L/s。	设计时应考虑															
11	液化天然气储罐通向大气的安全阀出口应设置局部应用式干粉灭火系统；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.3.1 条	《可研》中未明确。	设计时应考虑															
12	液化天然气工厂应设置高倍数泡沫灭火系统，并应符合下列： 1 工厂应配备移动式高倍数泡沫灭火系统； 2 对于液化天然气储罐总容量大于等于 2000m³ 的工厂，在液化天然气集液池应设置固定式局部应用高倍数泡沫灭火系统，并应与低温探测报警装置联锁；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.4.1 条	《可研》中未明确。	设计时应考虑															
13	在控制室、机柜间、计算机室等处应设置移动式气体灭火器；	《天然气液化工厂设计标准》第 12.5.1 条	控制室、机柜间、计算机室等处拟配备移动式气体灭火器。	符合要求															
14	<p>在生产区应设置移动式干粉灭火器，配置数量应符合下表要求：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>场所</th> <th>配置数量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>工艺装置区</td> <td>按区域面积，每 300m² 设置 50kg 干粉灭火器不少于 1 具、8kg 干粉灭火器不少于 2 具</td> </tr> </tbody> </table>	场所	配置数量	工艺装置区	按区域面积，每 300m² 设置 50kg 干粉灭火器不少于 1 具、8kg 干粉灭火器不少于 2 具	《天然气液化工厂设计标准》第 12.5.2 条	《可研》中只提到“各区域按规范设置手提式干粉灭火器”，未提及相应的配备数量。	设计时应考虑											
场所	配置数量																		
工艺装置区	按区域面积，每 300m² 设置 50kg 干粉灭火器不少于 1 具、8kg 干粉灭火器不少于 2 具																		

序号	检查项目和内容		检查依据	检查记录	检查结果
	罐区	按储罐座数，每座储罐设置 50kg 干粉灭火器不少于 2 具、8kg 干粉灭火器不少于 2 具			
	装卸区	按装卸鹤位数量，每处 8kg 干粉灭火器不少于 2 具			
	集液池	按集液池座数，每座集液池设置 50kg 干粉灭火器不少于 1 具、8kg 干粉灭火器不少于 2 具			
15	装置或联合装置、液化烃罐组、总容积于或等于 120000m ³ 的可燃液体罐组、总容积大于或等于 120000m ³ 的两个或两个以上可燃液体罐组应设环形消防车道。可燃液体的储罐区、可燃气体储罐区、装卸区及化学危险品仓库区应设环形消防车道，当受地形条件限制时，也可设有回车场的尽头式消防车道。消防车道的路面宽度不应小于 6m，路面内缘转弯半径不宜小于 6m，路面上净空高度不应低于 5m。		《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 4.3.4 条	装置区及罐区设置环型消防车道。该项目厂内主要道路宽 10m，次要道路宽 6~8m。路面上净空高度不低于 5m。	符合要求
16	在使用或产生甲类气体或甲、乙 A 类液体的工艺装置、系统单元和储运设施区内，应按区域控制和重点控制相结合的原则，设置可燃气体报警系统。		《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 5.1.3 条	该项目拟设置可燃气体检测报警系统，在各个工序有可能散发可燃气体的地点设置检测探头，信号通过该系统控制盘进入装置的控制系統。	符合要求
17	工厂水源直接供给不能满足消防用水量、水压和火灾延续时间内消防用水总量要求时，应建消防水池（罐），并应符合下列规定： 1.水池（罐）的容量，应满足火灾延续时间内消防用水总量的要求。当发生火灾能保证向水池（罐）连续补水时，其容量可减去火灾延续时间内的补充水量； 2.水池（罐）的总容量大于 1000m ³ 时，应分隔成两个，并设带切断阀的连通管； 3.水池（罐）的补水时间，不宜超过 48h； 4.当消防水池（罐）与生活或生产水池（罐）合建时，应有消防用水不作他用的措施； 5.寒冷地区应设防冻措施； 6.消防水池（罐）应设液位检测、高低液位报警及自动补水设施。		《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 8.3.2 条	消防水源主要来自地下水，该项目一次消防水最大用量为 3199m ³ ，该项目设有 1 座 3000m ³ 消防水池。但可研中未提及消防水池设液位检测、高低液位报警及自动补水的设施。	设计时应考虑
18	消防水泵应设双动力源；当采用柴油机作为动力源时，柴油机的油料储备量应能满足机组连续运转 6h 的要求。		《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 8.3.8 条	消防水泵共有 3 路电源，其中 1 路为厂内发电机供电。	符合要求
19	大型石油化工企业的工艺装置区、罐区等，应设独立的稳高压消防给水系统，		《石油化工企业设计防火标准	拟采用稳高压消防给水系统，消防水压了 1.0MPa。	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	其压力宜为 0.7~1.2MPa。其它场所采用低压消防给水系统时，其压力应确保灭火时最不利点消火栓的水压，不低于 0.15MPa（自地面算起）。	[2018 年版] 第 8.5.1 条		
	罐区及工艺装置区的消火栓应在其四周道路边设置，消火栓的间距不宜超过 60m。当装置内设有消防道路时，应在道路边设置消火栓。	《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 8.5.7 条	消火栓在主装置区、罐区周围布置间距不超过 60m。	符合要求
21	甲、乙类可燃气体、可燃液体设备的高大构筑物设备群应设置水炮保护，其设置位置距保护对象不宜小于 15m。	《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 8.6.1 条	高大的工艺框架周围设自泄防冻型消防水炮保护。	符合要求
22	工艺装置内加热炉、甲类气体压缩机、介质温度超过自燃点的泵及换热设备、长度小于 30m 的油机房附近等宜设消防软管卷盘，其保护半径为 20m。	《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 8.6.4 条	该项目在工艺装置内压缩机、泵房附近设置消防软管卷盘。	符合要求
23	在寒冷地区设置的消防软管卷盘、消防水炮、水喷淋或水喷雾等消防设施应采取防冻措施。	《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 8.6.7 条	项目拟采用自泄防冻型消防栓保护。	符合要求
24	石油化工企业的生产区、公用及辅助生产设施、全厂性重要设施和区域性重要设施的火灾危险场所应设置火灾自动报警系统和火灾电话报警。	《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 8.7.1 条	装置四周拟设置手动报警按钮，火灾报警信号传到中控室。控制室与消防站设火灾报警专用电话。	符合要求
25	消防水泵房及其配电室应设消防应急照明，照明可采用蓄电池作备用电源，其连续供电时间不应少于 30min。	《石油化工企业设计防火标准 [2018 年版]》第 9.1.2 条	可研提及拟设置事故照明。	符合要求
26	报警信号应发送至现场报警器和有人值守的控制室或现场操作室的指示报警设备，并且进行声光报警。	《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》第 3.0.4 条	报警信号发送至现场报警器和控制室的指示报警设备，并且进行声光报警。	符合要求
27	化工企业低压消防给水设施、消防给水宜与生产或生活给水管道系统合并。高压消防给水应设计独立的消防给水管道系统。消防给水管道一般应采用环状管网。	《化工企业安全卫生设计规定》3.1.13.2	高压消防给水为独立的消防给水管道系统，消防给水管道采用环状管网。	符合要求
28	重点化工生产装置、计算机房、控制室、变配电站、易燃物质仓库、油库应设置火灾自动报警和消防灭火设施。	《化工企业安全卫生设计规定》3.1.13.6	控制室、变配电站易燃物质仓库、油库设置火灾自动报警和消防灭火设施。	符合要求
29	有爆炸危险的甲、乙类厂房应设置泄压设施。	《建筑设计防火规范 [2018 年版]》3.6.2	爆炸危险的甲、乙类厂房为露天或半开敞建筑。	符合要求
30	甲、乙、丙类液体储罐区，液化石油气储罐区，可燃、助燃气体储罐区，可燃材料堆场，应与装卸区、辅助生产区及办公区分开布置。	《建筑设计防火规范 [2018 年版]》4.1.4	根据总图，该项目厂区根据功能不同进行分区，各区相对独立。	符合要求
31	消防车道的净宽度和净空高度均不应	《建筑设计防火	消防车道的净宽度和净空	符合

D.2.8 安全管理单元

依据《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令[2014]第 13 号）、《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令 第 352 号）、《宁夏回族自治区安全生产条例》（2015 年修订）、《化工企业安全卫生设计规定》（HG20571-2014）等法律、法规、规范，使用安全检查表对该单元进行了现场检查。检查结果见附表 D.2.8-1。

附表 D.2.8-1 安全管理单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	生产经营单位的主要负责人对本单位的安全生产工作全面负责。	《中华人民共和国安全生产法》第五条	该公司已制定安全生产责任制，主要负责人对该公司的安全生产工作全面负责。	符合要求
2	矿山、金属冶炼、建筑施工、道路运输单位和危险物品的生产、经营、储存单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。	《中华人民共和国安全生产法》第二十一条	该公司已设置安全生产管理机构并配备专职安全生产管理人员，有较为健全的安全生产管理体系，车间配备兼职安全生产管理人员。	符合要求
3	危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、金属冶炼、建筑施工、道路运输单位的主要负责人和安全生产管理人员，应当由主管的负有安全生产监督管理职责的部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。	《中华人民共和国安全生产法》第二十四条	该公司主要负责人和安全生产管理人员都已取得安全生产资格证。	符合要求
4	生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。	《中华人民共和国安全生产法》第二十五条	新建车间从业人员进行安全生产教育和培训，考试合格后方可上岗作业。	符合要求
5	生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。	《中华人民共和国安全生产法》第二十七条	特种作业人员经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书后上岗作业。	符合要求
6	生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。	《中华人民共和国安全生产法》第三十二条	可研中为提及。	建议在安全设施设计中考虑
7	国家对严重危及生产安全的工艺、设备实行淘汰制度。生产经营单位不得使用国家	《中华人民共和国安全生产法》第三十	该项目未使用国家明令淘汰、禁止使用的	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	明令淘汰、禁止使用的危及生产安全的工艺、设备。	五条	危及生产安全的工艺、设备。	
8	生产、经营、储存、使用危险物品的车间、商店、仓库不得与员工宿舍在同一座建筑物内，并应当与员工宿舍保持安全距离。	《中华人民共和国安全生产法》第三十九条	该公司员工宿舍在厂外生活区。	符合要求
	生产经营单位应当教育和督促从业人员严格执行本单位的安全生产规章制度和安全操作规程；并向从业人员如实告知作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。	《中华人民共和国安全生产法》第四十一条	公司有三级安全教育制度及事故应急措施，执行安全生产规章制度和安全操作规程。	符合要求
10	生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《中华人民共和国安全生产法》第四十二条	为从业人员提供劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	符合要求
11	生产经营单位必须依法参加工伤社会保险，为从业人员缴纳保险费。	《中华人民共和国安全生产法》第四十八条	为从业人员缴纳工伤社会保险。	符合要求
12	生产经营单位是安全生产的责任主体。生产经营单位的主要负责人对本单位的安全生产工作负全面责任，分管安全生产的负责人协助主要负责人履行安全生产管理职责，其他负责人对分管业务范围内的安全生产工作履行相应职责。	《宁夏回族自治区安全生产条例》第七条	新建车间纳入公司安全生产责任体系。	符合要求
13	生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，培训结束后，应当进行考核。未经安全生产教育、培训或者考核不合格的从业人员，不得上岗作业。生产经营单位应当建立从业人员安全生产教育、培训档案，档案的保存期限不得少于三年。	《宁夏回族自治区安全生产条例》第十四条	按照规定对新进人员进行安全生产教育和培训，考核合格后上岗，建立安全生产教育、培训档案，并保存。	符合要求
14	使用危险化学品的单位，其使用条件(包括工艺)应当符合法律、行政法规的规定和国家标准、行业标准的要求，并根据所使用的危险化学品的种类、危险特性以及使用量和使用方式，建立、健全使用危险化学品的安全管理规章制度和安全操作规程，保证危险化学品的安全使用。	《危险化学品安全管理条例》第二十八条	新建车间建立、健全危险化学品安全管理规章制度和安全操作规程。	符合要求
15	生产、储存剧毒化学品、易制爆危险化学品的单位，应当设置治安保卫机构，配备专职治安保卫人员。	《危险化学品安全管理条例》第二十三条	该公司设置有治安保卫机构，配备专职治安保卫人员。	符合要求
16	用人单位应当确保职业中毒危害防护设备、应急救援设施、通讯报警装置处于正常适用状态，不得擅自拆除或者停止运行	《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》第二十条	对通风设施、个人防护用品、应急救援设施、通讯报警装置进行检查。	符合要求
17	用人单位应当按照国务院卫生行政部门的规定，定期对使用有毒物品作业场所职业中毒危害因素进行检测、评价。检测、评	《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》第二十六条	进行职业危害检测。	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
	价结果存入用人单位职业卫生档案，定期向所在地卫生行政部门报告并向劳动者公布			
18	用人单位应当对从事使用有毒物品作业的劳动者进行定期职业健康检查。	《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》第三十二条	定期进行职业健康检查。	符合要求
19	在生产中可能突然逸出大量有害物质或易造成急性中毒或易燃易爆的化学物质的作业场所，必须设计自动报警装置、事故通风设施。	《工业企业设计卫生标准》5.1.14	在相关场所拟设置可燃、有毒气体检测报警装置和通风设施。	符合要求
20	化工生产装置的照明设计应符合《工业企业照明设计标准》（GB50034）	《化工企业安全卫生设计规定》4.5.1	按要求设照明。	符合要求
21	化工装置的建筑（构）筑物及生产装置的布置设计应充分利用自然采光。	《化工企业安全卫生设计规定》4.5.2	生产装置充分利用自然采光。	符合要求

（2）评价单元小结

对该项目安全管理单元评价小结如下：

- 1) 该主要负责人和专职安全管理人员具备相应的安全生产知识和管理能力，取得安全管理人员合格证。
- 2) 该公司对员工全部进行安全生产教育和培训，具备知识，熟练规程，掌握技能，持证上岗。
- 3) 特种作业人员和特种设备操作人员经专门培训，取得资格证书。已建立健全安全生产管理制度和安全操作规程，并教育和督促员工严格执行，告知员工岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。
- 4) 依法参加工伤保险，为员工缴纳保险费。
- 5) 本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了 22 项内容的检查，其中有 1 项《可研》中未提及，设计时应予考虑：

生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。

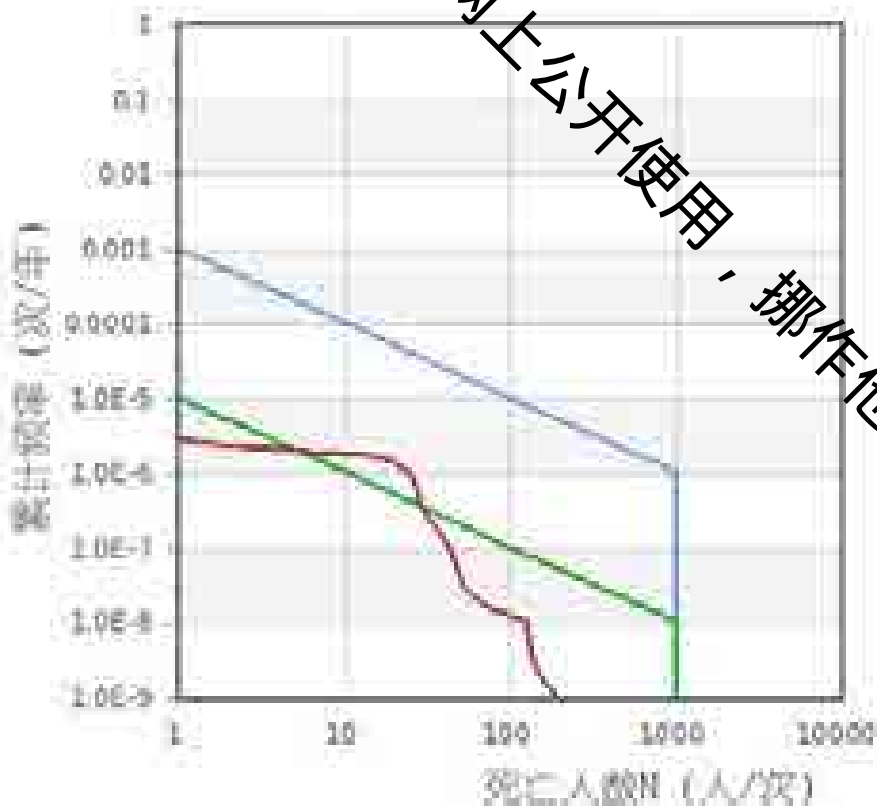
D.3 事故后果模拟分析

(1) 个人风险模拟



附图 D.3-1 LNG 储罐个人风险模拟图

(2) 社会风险模拟



附图 D.3-2 LNG 储罐社会风险模拟图

该厂区个人风险符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）中规定的个人风险标准，且厂区内没有出现 1×10^{-3} 每年的个人风险等值线。

社会风险值在尽可能降低区和可接收区，企业采取相应的安全措施后社会风险在可接受范围内。

安全风险容量(PLL): 0.0001000127。

2) LNG 储罐事故后果模拟

1) 蒸气云爆炸事故后果模拟



附图 D.3-3 LNG 储罐蒸气云爆炸事故后果模拟图

事故后果分析结果

死亡半径：247.7m

重伤半径：301.3m

轻伤半径：446.7m

财产损失半径：230m

2) 基于风险的外部安全防护距离



附图 D.3-4 LNG 储罐基于风险的外部安全防护距离图

- 一级风险对应的外部安全防护距离：164.7m
二级风险对应的外部安全防护距离：69.06m
三级风险对应的外部安全防护距离：292.97m

3) 各装置的多米诺半径模拟结果图

- ①当目标装置类型为常压容器时半径为 197.7832m;
- ②当目标装置类型为压力容器时半径为 14.9039m;
- ③当目标装置类型为长型设备时半径为 9.6949m;
- ④当目标装置类型为小型设备时半径为 8.6022m。



附图 D.3-5 LNG 储罐多米诺半径模拟结果图

此件按照应急管理部1号令要求，仅限于网上公开使用，挪作他用一律无效。

附件 E 安全评价依据

E.1 法律

- (1) 《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令[2014]第 13 号）
- (2) 《中华人民共和国消防法（2019 年修正）》（国家主席令[2008]第 6 号）
- (3) 《中华人民共和国职业病防治法（2018 年修正）》（国家主席令[2011]第 52 号）
- (4) 《中华人民共和国劳动法（2018 年修正）》（国家主席令[1994]28 号）
- (5) 《中华人民共和国突发事件应对法》（国家主席令[2007]第 69 号）
- (6) 《中华人民共和国防震减灾法》（国家主席令[2008]第 7 号）
- (7) 《中华人民共和国特种设备安全法》（国家主席令[2013]第 4 号）

E.2 行政法规

- (1) 《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令 第 352 号）
- (2) 《地质灾害防治条例》（国务院令 第 394 号）
- (3) 《安全生产许可证条例》（国务院令 第 397 号，中华人民共和国国务院令[2014]第 653 号修订）
- (4) 《易制毒化学品管理条例》（国务院令[2005]第 445 号，国务院令[2016]第 666 号修订，国务院令[2018]第 703 号）
- (5) 《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令 第 493 号）
- (6) 《气象灾害防御条例》（国务院令 第 570 号）
- (7) 《工伤保险条例》（国务院令 586 号）
- (8) 《公路安全保护条例》（国务院令 第 593 号）
- (9) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令 第 591 号，国务院[2013]第 645 号修订）

(10) 《监控化学品管理条例》（国务院令第 190 号）

(11) 《中华人民共和国监控化学品管理条例》(国务院第[1995]190 号，国务院令[2011]第 588 号修订)

(12) 《中华人民共和国监控化学品管理条例》实施细则（中华人民共和国工业和信息化部令第 48 号）

(13) 《生产安全事故应急条例》（中华人民共和国国务院令[2019]第 708 号）

E.3 地方法规、规章及规范性文件

(1) 《宁夏回族自治区安全生产条例（2015 年修订）》（宁夏回族自治区人民代表大会常务委员会公告第 99 号）

(2) 《宁夏回族自治区实施<中华人民共和国消防法>办法》（宁夏回族自治区人大常委会公告[2012]第 69 号）

(3) 《宁夏回族自治区有限空间作业安全生产监督管理办法》（宁夏回族自治区人民政府令第 50 号）

(4) 《宁夏回族自治区安全生产行政责任规定》（宁夏回族自治区人民政府令第 70 号）

(5) 《宁夏回族自治区生产安全重大事故隐患排查治理办法》（宁政发[2008]6 号）

(6) 《宁夏回族自治区危险化学品重大危险源监控管理办法》（宁政发[2008]77 号）

(7) 《宁夏回族自治区人民政府办公厅转发自治区安监局关于进一步加强危险化学品安全生产工作意见的通知》（宁政办发[2009]247 号）

(8) 《宁夏回族自治区安全生产监督管理责任规定》（宁政发[2010]55 号）

(9) 《宁夏回族自治区生产经营单位安全生产主体责任规定》（宁政发[2010]56 号）

(10) 《宁夏回族自治区企业安全生产费用提取和使用管理办法》（宁政办发[2010]107号）

(11) 《宁夏回族自治区企业安全生产风险抵押金管理实施细则》（宁政办发[2010]108号）

(12) 《自治区人民政府关于进一步加强安全生产工作的意见》（宁政办发[2010]194号）

(13) 《宁夏回族自治区危险化学品安全管理办法》（自治区政府令[2020]第109号）

E.4 部门规章及规范性文件

(1) 《生产经营单位安全培训规定》（国家安监总局令第3号发布，总局令第63号、80号修改）

(2) 《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》（国家安监总局令第16号）

(3) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安监总局令第30号发布，总局令第63号、第80号修改）

(4) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法（2015年修改）》（国家安监总局令第36号，总局令第77号修改）

(5) 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令第40号发布，总局令第79号修改）

(6) 《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（国家安监总局令第41号发布，总局令第79号、第80号修改）

(7) 《安全生产培训管理办法》（国家安监总局令第44号发布，总局令第63号、80号修改）

(8) 《危险化学品建设项目安全监督管理办法（2015年修订）》（国家安监总局令第45号发布，第79号修改）

(9) 《工作场所职业健康监督管理规定》（国家安监总局令第47号）

- (10) 《职业病危害项目申报办法》（国家安监总局令第 48 号）
- (11) 《用人单位职业健康监护监督管理办法》（国家安监总局令第 49 号）
- (12) 《危险化学品登记管理办法》（国家安监总局令第 53 号）
- (13) 《国家安全监管总局关于修改<生产经营单位安全培训规定>等 4 项规章的决定》（国家安监总局令第 63 号）
- (14) 《国家安全监管总局关于修改<《生产安全事故报告和调查处理条例》罚款处罚暂行规定>等四部规章的决定》（国家安监总局令第 77 号）
- (15) 《国家安全监管总局关于废止和修改危险化学品等领域七部规章的决定》（国家安监总局令第 79 号）
- (16) 《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（国家安监总局令第 80 号）
- (17) 《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部令第 2 号）
- (18) 《国家安全监管总局关于修改和废止部分规章及规范性文件的决定》（国家安监总局令第 89 号）
- (19) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）
- (20) 《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》（公安部令第 61 号）
- (21) 《建设工程消防监督管理规定》（公安部令第 106 号）发布，根据公安部令第 119 号修订）
- (22) 《特种设备作业人员监督管理办法》（国家质检总局令第 140 号）
- (23) 《国务院于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发[2010]第 23 号）
- (24) 《国务院办公厅关于印发危险化学品安全综合治理方案的通知》（国办发〔2016〕88 号）

(25) 《国务院安委会办公室关于切实加强危险化学品安全生产工作的指导意见》（安委办[2008]26号）

(26) 《中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见》（中发[2016]32号）

(27) 《国家安全监管总局关于进一步加强企业安全生产规范化建设严格落实企业安全生产主体责任的指导意见》（安监总办[2010]139号）

(28) 《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（安监总危化[2007]259号）

(29) 《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）

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

(31) 《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）

(32) 《国家安全监管总局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）

(33) 《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）

(34) 《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）

(35) 《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）

(36) 《国家安全监管总局关于加强化工企业泄漏管理的指导意见》（安监总管三[2014]94号）

(37) 《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)

(38) 《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录（2015版）
实施指南（试行）的通知》（安监总厅管三[2015]80号）

(39) 《国家安全监管总局办公厅关于印发用人单位劳动防护用品管理
规范的通知》（安监总厅安健[2015]124号）

(40) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财企[2012]16号）
(41) 《危险化学品目录（2015版）》（国家安监总局等十部门公告
2015年第5号）

(42) 《特种设备作业人员作业种类与项目》（国家质检总局公告 2011
年第95号）

(43) 《易制爆危险化学品名录（2017年版）》（公安部公告）

(44) 《职业病危害因素分类目录》（国卫疾控发[2015]92号）

(45) 《高毒物品目录》（卫法监发[2003]142号）

(46) 《特别管控危险化学品目录》（应急管理部、工业和信息化部、
公安部、交通运输部公告 2020年第3号）

(47) 《产业结构调整目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展
和改革委员会令第29号）

(48) 《2020年能源工作指导意见》（国家能源局 2020年6月5日）

E.5 国家标准、规范

(1) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）

(2) 《消防安全标志第1部分：标志》（GB13495.1-2015）

(3) 《消防安全标志设置要求》（GB15630-1995）

(4) 《常用化学危险品贮存通则》（GB15603-1995）

(5) 《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规
范》（GB50257-2014）

- (6) 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）
- (7) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB7231-2003）
- (8) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）
- (9) 《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）
- (10) 《工业循环水冷却设计规范》（GB/T50102-2014）
- (11) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
- (12) 《建筑设计防火规范[2018年版]》（GB50016-2014）
- (13) 《泡沫灭火系统施工及验收规范》（GB50281-2006）
- (14) 《室外排水设计规范[2016年版]》（GB50014-2006）
- (15) 《室外给水设计规范》（GB50013-2018）
- (16) 《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）
- (17) 《工业循环冷却水处理设计规范》（GB50050-2017）
- (18) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》
(GBZ2.1-2019)
- (19) 《工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分-物理有害因素》
(GBZ2.2-2007)
- (20) 《石油化工企业设计防火标准[2018年版]》（GB50160-2008）
- (21) 《安全色》（GB2893-2008）
- (22) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- (23) 《系统接地的型式及安全技术要求》（GB14050-2008）
- (24) 《个体防护装备选用规范》（GB/T11651-2008）
- (25) 《用电安全导则》（GB/T13869-2017）
- (26) 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）
- (27) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- (28) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》
(GB/T50493-2019)

- (29)《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》(GB4053.1-2009)
- (30)《固定式钢斜梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》(GB4053.2-2009)
- (31)《固定式钢斜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)
- (32)《化工企业总图运输设计规范》(GB50489-2009)
- (33)《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)
- (34)《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2009)
- (35)《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)
- (36)《建筑抗震设计规范[2016 年版]》(GB50011-2010)
- (37)《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ230-2010)
- (38)《泡沫灭火系统设计规范》(GB50151-2010)
- (39)《低压配电设计规范》(GB50054-2011)
- (40)《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)
- (41)《危险货物分类和品名编号》(GB6944-2012)
- (42)《危险货物品名表》(GB12268-2012)
- (43)《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013)
- (44)《建筑照明设计标准》(GB50034-2013)
- (45)《工业企业噪声控制设计规范》(GB50087-2013)
- (46)《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2013)
- (47)《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)
- (48)《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- (49)《储罐区防火堤设计规范》(GB50351-2014)
- (50)《防洪标准》(GB50201-2014)
- (51)《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T 20368-2012)
- (52)《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2004)

- (53) 《天然气液化厂设计标准》（GB51261-2019）
- (54) 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB 30077-2013）
- (55) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- (56) 《氢气使用安全技术规程》（GB4962-2008）
- (57) 《氢气第 1 部分工业氢》（GB/T3634.1-2006）
- (58) 《氢气储存输送系统第 1 部分：通用要求》（GB/T34542.1-2017）
- (59) 《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/T37443-2019）
- (60) 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）
- (61) 《石油化工装置防雷设计规范》（GB50650-2011）

E.6 行业标准、规范

- (1) 《石油化工静电接地设计规范》（SY/T 3097-2017）
- (2) 《自动化仪表选型设计规范》（HG/T20507-2014）
- (3) 《化工采暖通风与空气调节设计规定》（HG/T20698-2009）
- (4) 《仪表供气设计规定》（HG/T20510-2014）
- (5) 《化工企业安全卫生设计规范》（HG20571-2014）
- (6) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- (7) 《危险化学品储罐区作业安全通则》（AQ3018-2008）
- (8) 《化学品生产单位动火作业安全规范》（AQ3022-2008）
- (9) 《危险化学品从业单位安全标准化通用规范》（AQ3013-2008）
- (10) 《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》（AQ3035-2010）
- (11) 《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）
- (12) 《生产安全事故应急演练指南》（AQ/T9007-2019）
- (13) 《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》（SH/T3004-2011）
- (14) 《石油化工企业职业安全卫生设计规范》（SH3047-1993）

- (15) 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）
- (16) 《压力管道定期检验规则—工业管道》（TSG D7005-2018）
- (17) 《石油化工给水排水系统设计规范》（SH/T 3015-2019）
- (18) 《自控安装图册上下册》（HG/T 21581-2012）
- (19) 《石油化工仪表安装设计规范》（SH/T 3104-2013）
- (20) 《分散控制系统工程设计规范》（HG/T20573-2012）

E.7 建设项目资料

《平罗县阳光焦化有限公司合成天然气（SNG/CNG）提质增效技改项目可行性研究报告》（山东鸿运工程设计有限公司）

附录

- 1.安全评价委托书
- 2.企业法人营业执照
- 3.项目备案通知书
- 4.建设项目地理位置图
- 5.建设项目总平面布置图
- 6.工艺流程图

此件按照应急管理厅要求，仅限于网上公开使用，挪作他用一律无效。