

甘泉县丰源天然气有限责任公司
甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目
安全预评价报告
(备案版)

建设单位：甘泉县丰源天然气有限责任公司

建设单位法定代表人：刘振东

建设项目单位：甘泉县丰源天然气有限责任公司

建设项目单位主要负责人：刘振东

建设项目单位联系人：代龙龙

建设项目单位联系电话：13369262750

(建设单位公章)

2024年2月23日

甘泉县丰源天然气有限责任公司
甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目
安全预评价报告
(备案版)

评价机构名称：江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

资质证书编号：APJ-(赣)-002

法定代表人：应 宏

审核定稿人：何俊超

评价负责人：吴 爽

评价机构联系电话：0791-87379386

(安全评价机构公章)

2024年2月23日

甘泉县丰源天然气有限责任公司
甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目
安全预评价技术服务承诺书

一、在该项目安全评价活动过程中，我单位严格遵守《安全生产法》及相关法律、法规和标准的要求。

二、在该项目安全评价活动过程中，我单位作为第三方，未受到任何组织和个人的干预和影响，依法独立开展工作，保证了技术服务活动的客观公正性。

三、我单位按照实事求是的原则，对该项目进行安全评价，确保出具的报告均真实有效，报告所提出的措施具有针对性、有效性和可行性。

四、我单位对该项目安全评价报告中结论性内容承担法律责任。

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

2024 年 2 月 23 日

规范安全生产中介行为的九条禁令

一、禁止从事安全生产和职业卫生服务的中介服务机构(以下简称中介机构)租借资质证书、非法挂靠、转包服务项目的行为;

二、禁止中介机构假借、冒用他人名义要求服务对象接受有偿服务,或者恶意低价竞争以及采取串标、围标等不正当竞争手段,扰乱技术服务市场秩序的行为;

三、禁止中介机构出具虚假或漏项、缺项技术报告的行为;

四、禁止中介机构出租、出借资格证书、在报告上冒用他人签名的行为;

五、禁止中介机构有应到而不到现场开展技术服务的行为;

六、禁止安全生产监管部门及其工作人员要求生产经营单位接受指定的中介机构开展技术服务的行为;

七、禁止安全生产监管部门及其工作人员没有法律依据组织由生产经营单位或机构支付费用的行政性评审的行为;

八、禁止安全生产监管部门及其工作人员干预市场定,违规擅自出台技术服务收费标准的行为;

九、禁止安全生产监管部门及其工作人员参与、擅自干预中介机构从业活动,或者有获取不正当利益的行为。

评价人员

分类	姓名	职业资格证书编号	从业信息 识别卡编号	专业能力	签 字
项目 负责人	吴 爽	S011041000110202001456	040505	化工	
项目组 成员	段 萌	S011013000110193000285	036250	电气	
	朱继科	S011041000110203001270	040820	机械自动 化	
	郑强	0800000000101605	001851	安全	
	罗沙浪	S011035000110193001260	036829	化工机械	
报告 编制人	吴 爽	S011041000110202001456	040505	化工	
	朱继科	S011041000110203001270	040820	机械自动 化	
	段 萌	S011013000110193000285	036250	电气	
报告审核 人	赵雪姣	S011041000110203001200	040685	安全	
过程控制 负责人	檀廷斌	1600000000200717	029648	化工工程	
技术负责 人	何俊超	S011041000110201000655	040821	化工工艺	

前 言

甘泉县丰源天然气有限责任公司(以下简称“该公司”)成立于 2002 年 04 月 09 日,统一社会信用代码:91610627735375997U,住所:陕西省延安市甘泉县田园小区一层,法人代表人:刘振东,注册资本:贰亿零捌佰捌拾万元人民币;类型:有限责任公司(自然人投资或控股),营业范围:天然气销售及燃气器具配件销售、安装、汽车天然气充装(仅限分支机构经营)(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)。

该公司现拟投资建设甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目(以下简称“该项目”)。该项目于 2023 年 9 月 21 日取得《甘泉县行政审批服务局关于甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目备案的通知》(甘行审发〔2023〕144 号)。该项目总投资 8000 万元,建设规模及内容:建设 LNG 撬装液化工厂并配套相关设施设备,建设消防水池一座,事故污水池一座,消防水泵房,发电配电机房,配套相关业务技术用房等基础设施。建设地址:甘泉县石门镇石门村和梁庄村。

该项目主要产品为 LNG,主要原辅材料有原料气天然气、冷剂(主要为甲烷、乙烯、丙烷、异丁烷、氮气);其中产品(LNG、商品天然气)(8006-14-2),冷剂中的主要成分甲烷(74-82-8)、乙烯(74-85-1)、丙烷(74-98-6)、异丁烷(75-28-5)、氮气(7727-37-9)均被列入《危险化学品目录(2022 调整版)》中,属于危险化学品。其中天然气(LNG、商品天然气)、甲烷、乙烯被列入《重点监管的危险化学品名录(2013 版)》中,属于重点监管的危险化学品;液化天然气被列入《特别管控危险化学品目录(第一版)》中,属于特别管控危险化学品。

为依法贯彻执行《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席

令〔2014〕第 13 号，根据主席令〔2021〕第 88 号修正）、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令〔2012〕第 45 号，原国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 79 号修正）等法律、法规、规章的规定，该公司委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心承担甘泉县丰源天然气有限责任公司甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目安全预评价工作。本次安全预评价范围包括该项目的站址选择、总图布置、工艺、设备设施及配套的公用工程和安全管理等。

为使评价准确反映建设项目的实际情况，该项目安全评价组对已建及拟建项目进行了现场勘查，收集了大量能说明项目实际情况的资料和数据，根据建设项目可行性研究报告提供的该项目的站址选择、平面布置、工艺过程、主要设备和操作条件等，研究系统固有的危险、有害因素；然后，划分安全评价单元；进行定性、定量评价，确定可能发生的事故原因及危害程度。最后进行安全预评价结果的综合分析，有针对性地提出消除、预防和减弱危险的对策措施，进而给出安全预评价结论。并与该项目建设单位就本报告内容和结论交换了意见，建设单位同意本报告内容和结论。经过上述评价过程，编制完成了项目安全预评价报告。

目 录

1 概述	1
1.1 安全预评价的目的	1
1.2 建设项目安全预评价的对象及范围	1
1.3 评价主要依据	2
1.4 安全预评价的工作经过和评价程序	7
2 建设项目概况	11
2.1 建设单位简介	11
2.2 建设项目基本情况	11
2.3 建设项目设计上采用的主要技术、工艺(方式)和国内、外同类建设项目水平对比情况	12
2.4 地理位置及周边环境	14
2.5 总平面布置	18
2.6 竖向布置	20
2.7 厂内道路及安全出口	20
2.8 主要建(构)筑物基本情况	21
2.9 建设项目涉及的主要原辅材料和品种(包括产品、中间产品)名称、数量, 储存情况	21
2.10 建设项目选择的工艺流程和选用的主要装置(设备)和设施的布局及其上下游生产装置的关系	22
2.11 公用工程及辅助生产设施	32
2.12 安全管理	38
3 危险、有害因素的辨识结果及依据说明	41
3.1 危险、有害因素的辨识依据说明	41
3.2 危险、有害因素的辨识结果	42
3.3 重大危险源辨识结果	44
4 安全评价单元的划分结果及理由说明	45
4.1 评价单元划分的原则	45
4.2 安全评价单元划分的理由说明	45

5 采用的安全评价方法及理由说明	47
5.1 采用的安全评价方法	47
5.2 采用的安全评价方法的理由说明	48
5.3 评价方法与评价单元的对应关系	48
6 定性、定量分析危险、有害程度的结果	49
6.1 固有危险程度的分析结果	49
6.2 风险程度的分析结果	49
6.3 各评价单元定性定量的评价结果	56
6.4 典型事故案例分析	58
7 安全条件的分析	62
7.1 安全条件的分析过程	62
7.2 安全条件的分析结果	65
8 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性	67
8.1 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施的安全可靠性	67
8.2 主要装置、设备或者设施与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况	67
8.3 危险化学品生产或者储存过程配套和辅助工程可靠性	68
9 安全对策措施与建议 and 结论	70
9.1 安全对策与建议	70
9.2 安全预评价结论	79
10 与建设单位交换意见的情况结果	84
安全评价报告附件	85
附件 1 有关附图表	85
附件 2 选用的安全评价方法简介	85
附 2.1 选用的安全评价方法	85
附 2.2 选用的安全评价方法简介	85
附件 3 定性、定量分析危险、有害程度的过程	88
附 3.1 危险、有害因素的辨识过程	88
附 3.2 固有危险程度的分析	116

附 3.3 主要工艺设备设施单元评价过程	122
附 3.4 公用工程及辅助设施单元分析过程	124
附 3.5 安全管理单元分析过程	128
附 3.6 定量分析建设项目中具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度(含量)状态和所在的作业场所(部位)及其状况(温度、压力)	131
附 3.7 定量分析建设项目评价范围内和各个评价单元的固有危险程度	131
附 3.8 风险程度的分析	131

附录

附件 1.安全评价委托书

附件 2.现场勘验人员组成表

附件 3.现场勘验记录表

附件 4.陕西省安全评价检测检验机构诚信承诺书

附件 5.营业执照

附件 6.甘泉县行政审批服务局《甘泉县行政审批服务局关于甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目备案的通知》(甘行审发〔2023〕144 号)

附件 7.陕西省林业局准予行政许可决定书《使用林地审核同意书》(陕林资许准〔2021〕437 号)

附件 8.甘泉县城乡规划建设办公室《关于下寺湾、石门镇三宗国有土地使用权出让规划的要求》(甘规办函(2022)7 号)

附件 9.《甘泉县丰源天然气有限责任公司甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目安全预评价审查专家组意见》

附件 10.《专家组意见修改确认表》

附图

附图 1、区域位置图

附图 2、四邻关系图

附图 3、总平面布置图

附图 4、管道和仪表总流程图 (一)

附图 5、管道和仪表总流程图 (二)

附图 6、防雷、接地平面图

1 概述

1.1 安全预评价的目的

安全预评价的目的是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，提高企业的本质安全程度和安全管理水平，预防、减弱和控制建设项目生产中的危险、有害因素，降低生产安全风险，预防事故发生，保护建设单位和建设项目所在企业的人员健康、生命安全及财产安全。本次安全预评价的主要目的为：

- (1) 辨识与分析评价对象可能存在的主要危险、有害因素。
- (2) 确定项目与安全生产法律、法规、规章、标准的符合性。
- (3) 预测项目运行过程中发生事故的可能性及其严重程度。
- (4) 提出消除、预防和降低危险、危害后果的安全对策措施建议。
- (5) 为项目安全运行提供技术性指导，为应急管理部门实施监督提供参考依据，为建设项目初步设计提供依据。

1.2 建设项目安全预评价的对象及范围

1.2.1 建设项目安全预评价的对象

根据双方签订的安全评价“技术服务合同”的约定，在与甘泉县丰源天然气有限责任公司共同协商后确定本次安全预评价的对象为：甘泉县丰源天然气有限责任公司甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目。

1.2.2 建设项目安全预评价的范围

本次安全预评价的范围包括：

- (1) 站址选择；
- (2) 总平面布置；

(3)主要工艺设备、设施，包括：

(4)公用工程及辅助生产设施，包括：

(5)安全管理。

本次评价不包括该拟建项目的站外运输；装车液相鹤管的危险货物罐车；延长石油石门子延 864 应急站及供应该项目以外的供气管道；庭院中压及入户低压管道；门站、CNG 加气母站今后的改、扩建内容均不在本次评价范围之内。

1.3 评价主要依据

1.3.1 法律、法规及部门规章

(1)《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令〔2014〕第 13 号，根据中华人民共和国主席令〔2021〕第 88 号修正)

(2)《中华人民共和国劳动法》(中华人民共和国主席令〔1995〕第 28 号，根据中华人民共和国主席令〔2009〕第 18 号、〔2018〕第 24 号修正)

(3)《中华人民共和国特种设备安全法》(中华人民共和国主席令〔2013〕第 4 号)

(4)《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令〔1998〕第 4 号，中华人民共和国主席令〔2008〕第 6 号修订，中华人民共和国主席令〔2019〕第 29 号，中华人民共和国主席令〔2021〕第 81 号修正)

(5)《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(中华人民共和国主席令〔2010〕第 30 号)

(6)《中华人民共和国防震减灾法》(中华人民共和国主席令〔2008〕第 7 号)

(7)《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令〔2007〕

第 69 号)

(8) 《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)

(9) 《危险化学品安全管理条例》(中华人民共和国国务院令〔2011〕第 591 号, 中华人民共和国国务院令〔2013〕第 645 号第二次修订)

(10) 《特种设备安全监察条例》(中华人民共和国国务院令〔2009〕第 549 号)

(11) 《工伤保险条例》(中华人民共和国国务院令〔2003〕第 375 号, 根据中华人民共和国国务院令〔2010〕第 586 号修订)

(12) 《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令〔2007〕第 493 号)

(13) 《公路安全保护条例》(中华人民共和国国务院令〔2011〕第 593 号)

(14) 《陕西省安全生产条例(2023 修订)》(2005 年 9 月 29 日陕西省第十届人民代表大会常务委员会第二十一次会议通过 2012 年 1 月 6 日陕西省第十一届人民代表大会常务委员会第二十七次会议第一次修正 2017 年 9 月 29 日陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十七次会议第一次修订 根据 2020 年 6 月 11 日陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第十七次会议《陕西省实施〈中华人民共和国环境保护法〉办法》等八部地方性法规的决定第二次修正 2023 年 9 月 27 日陕西省第十四届人民代表大会常务委员会第五次会议第二次修订)

(15) 《陕西省消防条例(2021 修订)》(陕西省人民代表大会常务委员会公告〔13 届〕第 64 号)

(16) 《陕西省特种设备安全监察条例》(陕西省第十一届人民代表大会常务委员会第八次会议通过,陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第十四次会议修正)

(17) 《中华人民共和国国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》(国发〔2010〕23号)

(18) 《危险化学品目录(2022 调整版)》(原国家安全生产监督管理总局等十部委联合公告 2015 年第 5 号,根据应急管理部等十部委公告 2022 年第 8 号调整)

(19) 《特别管控危险化学品目录(第一版)》(应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告〔2020〕第 3 号)

(20) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(原国家应急管理总局令〔2010〕第 30 号,原国家应急管理总局令〔2015〕第 80 号修正)

(21) 《生产安全事故应急预案管理办法》(原国家安监总局令〔2016〕第 88 号公布,应急管理部令〔2019〕第 2 号修正)

(22) 《危险化学品建设项目安全监督管理办法》(原国家应急管理总局令〔2012〕第 45 号,根据原国家应急管理总局令〔2015〕第 79 号修正)

(23) 《国家安全监管总局 工业和信息化部关于危险化学品企业贯彻落实〈中华人民共和国国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知〉的实施意见》(安监总管三〔2010〕186 号)

(24) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》(财企〔2012〕16 号)

(25) 《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》(原国家应急管理总局)

(26) 《关于开展提升危险化学品领域本质安全水平专项行动的通知》(安

监总管三〔2012〕87号)

(27)《国家安全监管总局 住房城乡建设部关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》(安监总管三〔2013〕第76号)

1.3.2 评价标准、规范

- (1)《安全评价通则》(AQ8001-2007)
- (2)《安全预评价导则》(AQ8002-2007)
- (3)《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)
- (4)《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)
- (5)《危险货物物品名表》(GB12268-2012)
- (6)《化学品分类和危险性公示通则》(GB13690-2009)
- (7)《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)
- (8)《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB13861-2022)
- (9)《油气输送管道线路工程水工保护施工规范》(SY/T4126-2013)
- (10)《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ230-2010)
- (11)《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)
- (12)《用电安全导则》(GB/T13869-2017)
- (13)《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》(GB/T 9711-2017)
- (14)《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB/T 50470-2017)
- (15)《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)
- (16)《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- (17)《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T 6064-2017)
- (18)《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》(SY/T 0315-2013)
- (19)《低压配电设计规范》(GB50054-2011)

- (20) 《安全色》(GB2893-2008)
- (21) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB7231-2003)
- (22) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)
- (23) 《建筑抗震设计规范(2016 年版)》(GB50011-2010)
- (24) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)
- (25) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)
- (26) 《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)
- (27) 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)
- (28) 《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》(GB/T 50698-2011)
- (29) 《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)
- (30) 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2018 版)
- (31) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》
(GB50493-2019)
- (32) 《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG 21-2016)
- (33) 《压力管道安全技术监察规程——工业管道》(TSG D0001-2009)
- (34) 《建筑给水排水设计规范》(GB50015-2003) (2009 年版)
- (35) 《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》(AQ3035-2010)
- (36) 《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)
- (37) 《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)
- (38) 《压缩天然气供应站设计规范》(GBGB51102-2016)
- (39) 《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)

- (40) 《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》
(GB/T37243-2019)
- (41) 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》 (GB36894-2018)
- (42) 《建筑防火通用规范》 (GB55037-2022)
- (43) 《消防设施通用规范》 (GB50036-2022)
- (44) 《生产设备安全卫生设计总则》 (GB5083-2023)
- (45) 《化工建设项目安全设计管理导则》 (GB3033-2022)
- (46) 《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)》
- (47) 《陕西省安全生产监督管理局关于加强液态危险化学品汽车灌装区充装作业安全生产工作的通知》(陕安监〔2016〕209 号)
- (48) 《陕西省安全生产监督管理局关于加强危险化学品企业充装环节安全管理工作的通知》(陕安监函〔2018〕95 号)
- (49) 《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令〔2007〕第六十九号)

1.3.3 其他相关资料

- 1、安全评价委托书；
- 2、《可行性研究报告》；
- 3、企业提供的其它与项目有关的资料。

1.4 安全预评价的工作经过和评价程序

1.4.1 安全预评价工作经过

我公司受甘泉县丰源天然气有限责任公司委托，对其拟建的甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目进行安全预评价，经过风险分析后，我公

司与该公司签订技术服务合同，合同签订后公司指定了项目负责人，并组织专业人员成立安全评价组。

项目组成员按安全预评价工作程序对该项目站址进行实地勘察，收集、查阅有关资料，与同类建设项目进行类比分析认为：该项目具备安全条件，并编制安全预评价报告。

1.4.2 安全预评价工作程序

(1) 前期准备

明确评价对象和评价范围；组建评价组；收集国内外相关法律法规、标准、规章、规范；收集并分析评价对象的基础资料、相关事故案例；对类比工程进行实地调查等。

(2) 安全评价

1) 辨识危险、有害因素

根据评价对象的具体情况，辨识和分析危险、有害因素，确定其存在的部位、方式以及发生作用的途径和变化规律。

2) 划分评价单元

评价单元划分应科学、合理，便于实施评价，相对独立且具有明显的特征界限。依据安全评价特点，以站址选址、基本工艺条件、危险、有害因素分布及状况、便于实施评价为原则。

3) 确定安全评价方法

根据建设项目的实际情况，选择适用的安全评价方法。

4) 定性、定量分析危险、有害程度

根据评价的目的、要求和评价对象的特点、工艺、功能或活动分布，选择科学、合理、适用的定性、定量评价方法，对危险、有害因素导致事故发

生的可能性及其严重程度进行评价。

5) 分析安全条件

分析确定建设项目选址与国家相应的法律法规、标准规范的要求的符合性，以确定企业的外部安全条件是否满足安全生产的要求。

6) 提出安全对策与建议

根据评价结果，依照国家有关的法律法规、标准、规章、规范的要求，提出安全对策措施建议。安全对策措施建议应具有针对性、可操作性和经济合理性。

7) 整理、归纳安全评价结论

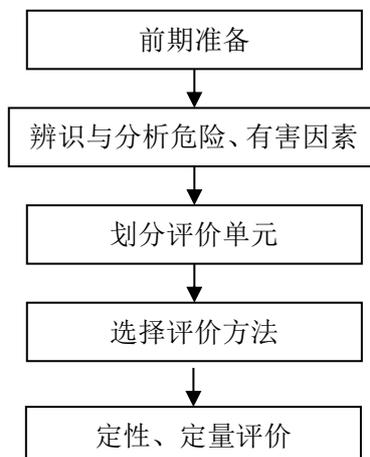
按照评价导则要求，将安全评价结果进行整理、归纳，并作出可接受程度的结论。

(3) 与建设单位交换意见

根据现场检查情况和评价结果及消除或减弱危险、有害因素的技术管理措施，与被评价单位交换意见。

(4) 编制安全评价报告

按照《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》(安监总危化〔2007〕255号)的要求，编制安全预评价报告。安全预评价程序框图详见下图：



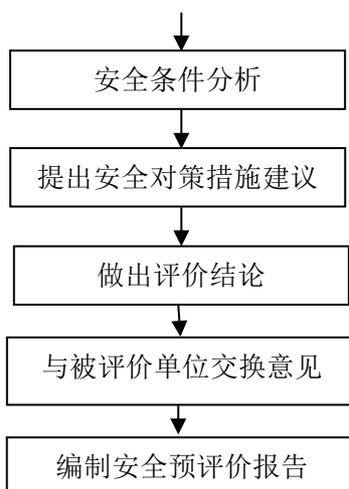


图 1.4.2-1 安全预评价程序框图

2 建设项目概况

2.1 建设单位简介

甘泉县丰源天然气有限责任公司(以下简称“该公司”)成立于 2002 年 04 月 09 日,统一社会信用代码:91610627735375997U,住所:陕西省延安市甘泉县田园小区一层,法人代表人:刘振东,注册资本:贰亿零捌佰捌拾万元人民币;类型:有限责任公司(自然人投资或控股),营业范围:天然气销售及燃气器具配件销售、安装、汽车天然气充装(仅限分支机构经营)(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)。

2.2 建设项目基本情况

(1)项目名称:甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目。

(2)建设性质:新建项目。

(3)行业类别:石油加工业,化学原料、化学品及医药制造业。

(4)建设地点:甘泉县石门镇石门村和梁庄村。

(5)建设规模及内容:建设 LNG 撬装液化工厂并配套相关设施设备,建设消防水池一座,事故污水池一座,消防水泵房,发电配电机房,配套相关业务技术用房等基础设施。

(6)占地面积:18871m²。

(7)总投资:8000 万元人民币。

(8)气源:该项目气源拟接入延长石油石门子延 864 应急站,压力。

(9)拟设劳动定员:26 人。

(10)重点监控的危险化工工艺:不涉及。

(11)天然气被列入《重点监管的危险化学品名录(2013 版)》中,属于重

点监管的危险化学品；LNG 被列入《特别管控危险化学品目录(第一版)》(应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告〔2020〕第 3 号)中，属于特别管控危险化学品。

(12)产业政策情况：根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)(修正)》(国家发展和改革委员会令〔2019〕第 29 号)可知，该项目属于目录中鼓励类项目中第七类石油天然气中第 2 条：油气管网建设：液化天然气的储存和管道输送设施。

2.3 建设项目设计上采用的主要技术、工艺(方式)和国内、外同类建设项目水平对比情况

液化天然气工厂的工艺过程基本包括预处理(脱酸、脱水)、液化、储存、装车及辅助系统等，主工艺流程包括天然气预处理和液化工艺。

2.3.1 产品净化工艺

(1)脱酸工艺选择

天然气的脱酸通常有三种方法：化学吸收法、物理吸收法和氧化还原法。为了将 CO₂ 和 H₂S 同时脱出，该企业拟选用化学吸收法。化学吸收法的三种方法的对比情况见表 2.2.2.1-1。

表 2.2.2.1-1 化学吸收法对比表

方法	脱酸剂	脱酸情况	应用
醇胺法 (MEA、MDEA)	~50%(重)—— 乙醇胺水溶液	主要是化学吸收过程，操作压力影响较小，当酸气分压较低时用此法较为经济。此法工艺成熟，同时吸收 CO ₂ 、H ₂ S 的能力强，尤在 CO ₂ 浓度、H ₂ S 浓度较高时应用，亦可部分脱除有机硫。缺点是须较高再生热、溶液易发泡、与有机硫作用易变质等。	常用的方法，应用广泛。
二异丙醇胺法 (DIPA 法)	25%~30%(重)—— 二异丙醇胺水溶液	脱硫情况与醇胺法(MEA 法)大致类似，可以脱出部分有机硫化物。在存在时对吸收有一定的选择性，腐蚀性小，胺损失小。	主要应用于炼厂气脱硫和施柯特法硫回收装置尾气处理。
碱性盐溶液法			
改良热钾碱法	20~35%碳酸钾溶液中加入烷基醇胺	主要是化学吸收过程，当酸气分压较高时用此法较为经济。压力对操作影响较	美国和日本合成氨厂在大量使用，已有 90

	和硼酸盐等活化剂	大,尤在 CO ₂ 浓度比 H ₂ S 浓度较高时适用。此法所需的再生热较低。	多套装置在使用。
砒胺法	环丁砒和二异丙醇胺或甲基单乙醇胺	兼有化学吸收和物理吸收作用,当酸气分压较高, H ₂ S 浓度比 CO ₂ 浓度较高时,此法较为经济,能脱除有机硫、对设备腐蚀小。缺点是价格较高,能吸收重烃。	为重要的天然气净化方法,有 130 多套装置在使用。

基于该项目原料气的组成、压力、对产品的规格要求、总的成本与运行费用等因素的考虑,该项目拟采用 MDE7A 化学吸收法脱除 CO₂ 和 H₂S 的工艺。

(2) 脱水工艺选择

天然气干燥脱水的方法按其原理可归纳为如下四种,见表 2.2.2.1-2。

表 2.2.2.1-2 天然气干燥脱水方法对照表

方法	原理	应用
低温冷凝法	借助于水和天然气凝结成液体的温度差异,在一定压力下降低含水汽的温度,使其中的水汽和重烃凝结为液体,再借助于重烃与水的相对密度差异和互不相容的特点进行重力分离,使水脱出。	如果要提高脱水深度,需要有制冷设施,会增加投资和能耗,水脱除精度有限。
化学试剂法	用可以和天然气中水发生化学反应的试剂与天然气充分接触,生成具有很低蒸汽压的另一种物质。这样可以使水完全脱出。	化学试剂再生很困难,工业很少采用。
溶剂吸收脱水法	利用一些液体物质和天然气中的水发生化学反应,而不与天然气反应,只对水有很好的溶解能力,这样的物质有:甲醇、甘醇等。	需要溶剂,使用较广泛。
固体吸附脱水法	利用某些固体物质比表面积高,表面空隙可以吸附大量水分子的特点进行天然气脱水。脱水后的含量可降到 1ppm,这些物质有:分子筛、硅胶、活性氧化铝等。	常用于低含水量天然气深度脱水。使用广泛。

基于该项目的脱水深度要求和分子筛吸附法的优点等因素,该项目拟选择分子筛脱水法。

2.3.2 产品液化工艺

目前国内外在天然气烃类液化领域中成熟的液化工艺主要有以下三种:阶式制冷循环工艺、混合制冷循环工艺和膨胀机制冷循环工艺。

(1) 阶式制冷循环工艺

阶式制冷循环是用丙烷(或丙烯)、乙烷(或乙烯)、甲烷(或氮气)等纯冷剂进行三级冷冻,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,从而使其冷却和液化。

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。主要应用于日处理量大于 $500 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 的基本负荷型天然气液化工厂。

(2) 混合制冷循环工艺

混合制冷剂制冷循环是采用 N_2 和 $\text{C}_1 \sim \text{C}_5$ 烃类混合物作为循环制冷剂的工艺。该工艺的特点是在制冷循环中采用混合制冷剂，只需要一台压缩机，简化了流程，降低了造价。但混合制冷剂的组成比例因天然气原料的组成、压力、工艺流程而异，因此对制冷剂的配比和原料气的气质要求较为严格，一旦确定不易改变。

(3) 氮气膨胀制冷循环工艺

氮气膨胀机制冷循环工艺是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，其缺点是能耗比较高，一般比阶式制冷工艺高 50% 左右。

(4) 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，各种制冷循环效率比较见表 2.3.2-1，各种制冷循环特性比较见表 2.3.2-2。

表 2.3.2-1 各种制冷循环效率比较表

制冷工艺	与阶式制冷的相对能耗
阶式制冷循环	1
混合制冷循环	1.1
膨胀制冷循环	1.5

表 2.3.2-2 各种制冷循环特性比较表

指标	阶式制冷	混合制冷	膨胀制冷
效率	高	中	低
复杂程度	高	中	第
换热器类型	板翅	板翅或绕管	板翅
换热器面积	小	大	小
适应性	中	高	中

通过比较，该项目液化工艺拟选用混合制冷循环工艺。

2.4 地理位置及周边环境

2.4.1 地理位置

该项目位于甘泉县石门镇石门村和梁庄村，东经 $109^\circ 17' 27.20''$ ，北纬

36°19'25.36"。石门镇位于甘泉县西北方向，距甘泉县县政府直线距离约 21km，甘泉县位于延安地区中部。地处东经 108°45'34"~109°33'46"，北纬 36°6'57"~36°37'33"。东邻延安市，西接志丹县，北连安塞区，南毗富县。县城向南经铜川市至省会西安市 333 公里，北距延安市 40 公里。县域东南至西北长约 80 公里，东北至西南宽约 50 公里。地理位置详见拟建设项目区域位置图。

2.4.2 周边环境

(1)地理位置及周边关系

该项目位于甘泉县石门镇石门村和梁庄村，东侧为集气站(延长石油石门子延 864 应急站)，南侧为山地，西侧为 CNG 加气母站和门站合建站，北侧为柏油路、距离北侧围墙 16.4 米为输气管道，东南侧有一条 10kV 架空电力线(杆高 12m，有绝缘层)。该项目站内设施与站外建(构)筑物的防火间距详见下表：

表 2.4.2-1 该项目站内设施与站外建(构)筑物的防火间距一览表(m)

站内设施	周边站外设施		规范要求防火间距(m)	实际防火间距(m)	依据规范	是否符合要求	备注
LNG储罐	东	集气站围墙	50	190.1	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 4.0.7 条	符合	
	东南	10kV 架空电力线	18(1.5 倍杆高)	176		符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站和门站合建站	50	112.5		符合	
	北	柏油路	20	24		符合	
LNG充装臂	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	38	238.9	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 4.0.7 条	符合	
	东南	10kV 架空电力线	18(1.5 倍杆高)	228		符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站和门站合建站	38	67		符合	
	北	柏油路	15	26		符合	
		输气管道	30	39.5		符合	

站内设施	周边站外设施		规范要求防火间距(m)	实际防火间距(m)	依据规范	是否符合要求	备注
辅助用房一 (民建)	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	--	34.8	--	符合	戊类
	东南	10kV 架空电力线	--	61.3	--	符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站办公用房	10	259.6	《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)第 4.2.7 条	符合	民建
	北	柏油路	--	2.4	--	符合	
输气管道		5	18.5	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	符合		
站房 (丁类)	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	--	31.8	--	符合	
	东南	10kV 架空电力线	--	20.3	--	符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站办公用房	10	250.3	《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)第 4.2.7 条	符合	民建
	北	柏油路	--	22.8	--	符合	
输气管道		5	39.7	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	符合		
辅助用房二 (戊类)	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	--	33.8	--	符合	
	东南	10kV 架空电力线	--	6.9	--	符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站办公用房	10	264.8	《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)第 4.2.7 条	符合	民建
	北	柏油路	--	23.3	--	符合	
输气管道		5	74.1	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	符合		
热端压缩机撬	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	38	85.5	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 4.0.7 条	符合	
	东南	10kV 架空电力线	18(1.5 倍杆高)	81.4		符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站和门站合建站	38	201.8		符合	
	北	柏油路	15	34.6		符合	
输气管道		30	51.1	符合			
冷剂集成撬	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	38	114.1	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第	符合	

站内设施	周边站外设施		规范要求防火间距(m)	实际防火间距(m)	依据规范	是否符合要求	备注
	东南	10kV 架空电力线	18(1.5 倍杆高)	111.2	4.0.7 条	符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站和门站合建站	38	188		符合	
	北	柏油路	15	27.5		符合	
		输气管道	30	44.2		符合	
围墙	东	集气站放散管(延长石油石门子延 864 应急站)	10	11.4	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 5.1.11 条、《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 4.0.8 条	符合	
	北	输气管道	5	16.4	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	符合	

结合上表可知,该项目的外部安全防护距离满足相关标准规范的距离要求。

2.4.3 自然条件

(1)地质地貌

甘泉属陕北黄土高原低山丘陵沟壑区,地貌特征东南~西北长,东北~西南窄,洛河由西北向东南纵贯甘泉县。地势由西北向东南倾斜,海拔 950~1625 米。西部墩梁是甘泉县最高点,海拔 1625 米,南部兰家川河床为最低点,海拔 950 米。洛河谷地比较平坦,川面宽 500~1000 米,约占甘泉县总面积的 10%。其余广大区域,黄土梁峁丘陵沟壑交错分布,相对高差在 200 米以下。

(2)气象条件

甘泉县属高原大陆性季风半湿润气候,四季冷暖干湿分明。春暖多风,夏热多雨,秋凉湿润,冬寒少雨,夏短冬长。年平均气温 8.6℃,极端最高气温: 37.5℃,极端最低气温-27.1℃,年平均日照时数为 2478.7 小时,平均日照 6.8 小时,昼夜温差较大,年平均无霜期 148 天,年降雨量 126.3 毫

米，最大降雨量：564mm，标准冻土深度：67.6cm，最大冻土深度：83cm，雷暴日数：28.3 天，最大积雪深度：14cm。

(3) 水文条件

甘泉县过境河容水总量 3.142 亿立方米，自产水 6.122 万立方米。地表水径流总量 0.6129 亿立方米，占总降水量 4.7%；浅层地下水总量 0.391 亿立方米，占总降水量的 2.3%。通过土壤、植物、水面等途径蒸发，平均蒸发深度 523 毫米，蒸腾水量 11.99 亿立方米，占总降水量的 92.9%。甘泉水资源总量 6083 万立方米，其中沟道常流径流 0.6129 亿立方米，人均占有水量 1.174 立方米，亩均占有水量 198 立方米。水蕴藏量大，洛河按 50%保证率 25 立方米/秒，以流量计算，可开发量 1377 瓦。

(4) 地震情况

根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版) 的地震烈度区划和《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，该地区的抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，所属的设计地震分组为第一组。

2.5 总平面布置

该项目站场平面布置主要分为工艺装置区、LNG 储存区、充装区、辅助区、放散区。

工艺装置区布置在站区的中部，LNG 储存区的东侧。工艺装置区西侧由北及南依次布置：分析小屋 1 座、集液池 1 座、排污池 1 座、EAG 加热器 1 台、BOG 回收撬 1 台、冷剂集成撬 1 台、冷箱 2 座、脱水脱汞撬 1 套、脱酸撬 2、脱酸撬 1、过滤分离及燃料撬 1 套、事故排污池 1 座、；工艺装置区东侧由北及南依次布置：冷端压缩机撬 1 台、热端压缩机撬 1 台、冷端压缩

机撬 1 台、热端压缩机撬 1 台、BOG 增压机 1 台、预留后期设备位置。

LNG 储存区布置在站区中部，工艺装置区西侧。主要布置有：LNG 防护堤 1 座、1 台 100m³ 立式 LNG 储罐、储罐增压器 1 套、装车泵撬 1 套、集液池 1 座。

充装区布置于站区西侧。主要布置有：LNG 充装臂 2 个、预留重烃充装臂 1 个、地磅 1 台、集液池 1 座、危化品暂存间 2 座、综合办公房 1 座（由北及南依次布置：办公室 11 间。

辅助区布置于站区东侧。由北及南依次布置：辅助用房一（脱盐水泵房、空压制氮间）、站房（由北及南依次布置：卫生间、离线分析室、办公室、控制室、低压配电室、高压配电室、电容室、发电机室）、消防水池 1 座、辅助用房二（由北及南依次布置：消防泵房、维修间、微型消防站、备品备件间）、导热油炉 1 台。

放散区布置于站区南侧。主要有：集中放散管 1 套。

该站充装区和工艺区分别设置 1 个出入口，位于站场北侧，保障车辆进出便利。同时场站充装区西侧以及场站辅助区北侧设置人员紧急疏散门，用于发生危险情况下人员的紧急逃生。

站内设施分区布置，站区总平面布置见附图 3 总平面布置图，站内各设施拟设间距见表 2.5-1 该项目站内拟设建（构）筑物之间防火间距一览表。

表 2.5-1 该项目站内拟设建（构）筑物之间防火间距一览表

序号	建（构）筑物名称	相邻建筑构筑物或设施名称	依据条款	规范要求 防火间距 (m)	拟设防火间距 (m)	是否符合要求
LNG 液化工厂						
1	LNG 储罐	导热油炉	《天然气液化工厂设计标准》 (GB51261-2019) 第 5.2.1 条	60	135.7	符合
		辅助用房 1		70	145	符合
		辅助用房 2		70	112.5	符合
		综合办公楼		70	84.2	符合
		LNG 工艺装置		60	60.5	符合

序号	建(构)筑物名称	相邻建筑构筑物或设施名称	依据条款	规范要求 防火间距 (m)	拟设防 火间距 (m)	是否符合 要求
		LNG 充装臂		45	45.8	符合
		事故污水池		40	78.5	符合
		集中放散管		60	75	符合
2	LNG 工艺装置	导热油炉	《天然气液化工厂设计标准》 (GB51261-2019) 第 5.2.1 条	35	37.4	符合
		辅助用房 1		40	42.5	符合
		辅助用房 2		40	40.3	符合
		综合办公楼		40	167.2	符合
		LNG 充装臂		25	113.1	符合
		事故污水池		25	26.2	符合
		集中放散管		30	49.2	符合
3	LNG 充装臂	导热油炉	《天然气液化工厂设计标准》 (GB51261-2019) 第 5.2.1 条	30	189.6	符合
		辅助用房 1		40	197.4	符合
		辅助用房 2		40	188	符合
		综合办公楼		40	197.4	符合
		事故污水池		20	123.1	符合
		集中放散管		25	117.8	符合
4	集中放散管	导热油炉	《天然气液化工厂设计标准》 (GB51261-2019) 第 5.2.1 条	30	82.4	符合
		辅助用房 1		40	98.5	符合
		辅助用房 2		40	125.2	符合
		综合办公楼		40	159.5	符合
		事故污水池		25	114.1	符合
5	围墙	储罐区防火堤	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》 (GB/T20368-2021)第 5.3.2 条	15	24.16	符合

注：根据《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 5.2.1 条，工艺装置区整体按照甲、乙类工艺装置(设备)考虑；导热油炉按照明火或散发火花地点考虑；辅助用房 1、辅助用房 2、综合办公楼按照全厂性重要设施考虑；压缩机按照甲类可燃气体压缩机或其厂房考虑；LNG 液化工厂集中放散管按照甲、乙类工艺装置(设备)考虑。

2.6 竖向布置

该项目场地自然坡度较为平缓，竖向设计拟采用平坡式，厂内坡度拟设为 0.2%，整体坡向站外路，与站外路衔接。

2.7 厂内道路及安全出口

该项目生产区北侧拟设置 1 个宽 6m 的装车出入口、1 个宽 6m 的厂区应急站出入口和 1 个宽 4m 的人流出入口，生产区内拟设宽 6m 的环形消防道路兼做疏散通道。厂内道路拟为混凝土路面。

2.8 主要建(构)筑物基本情况

该项目的的主要拟建建(构)筑物见表 2.8-1:

表 2.8-1 该项目主要建(构)筑物一览表

序号	建(构)筑物名称	规格(长×宽, m)	高度(m)	建、构筑物占地面积(m ²)	耐火等级	火灾危险性	结构形式
1	辅助用房 1	10.14×8.64	3.9	87.61	二级	乙类	框架结构
2	辅助用房 2 (消防泵房、维修间、 微型消防站、备品备件间)、导热油炉 1 台)	13.14×9.24	3.9	121.41	二级	戊类	框架结构
3	站房	50.34×8.24	4.5	414.8	二级	丁类	框架结构
4	危化品暂存间	8.04×4.14	3.9	33.29	二级	丙类	框架结构
5	综合办公房	25.44×6.84	3.9	174.01	二级	民用建筑	框架结构
6	LNG 充装钢棚	21.11×4.5	4.6	94.5	二级	甲类	轻型网架
7	防火堤	22.60×10.90	1.0	246.34	二级	甲类	钢筋混凝土
8	消防水池	27.00×9.00	-4.0	243	二级	戊类	钢筋混凝土
9	充装区集液池	5.00×3.00	-4.0	15	二级	甲类	钢筋混凝土
10	事故污水池	26.00×13.00	-3.5	338	二级	戊类	钢筋混凝土
11	工艺装置区集液池	1.50×1.50	-1.5	2.25	二级	甲类	钢筋混凝土
12	排污池	1.50×1.50	-1.5	2.25	二级	甲类	钢筋混凝土

2.9 建设项目涉及的主要原辅材料和品种(包括产品、中间产品)名称、数量, 储存情况

该拟建项目主要原料为天然气, LNG 液化天然气产品为液化 LNG, 液化工厂涉及的脱酸、冷剂等均为介质。

表 2.6-1 主要原辅材料情况一览表

一. 主要产品				
序号	名称	状态	最大储存量	备注
1	液化天然气	液态	44.13t	1 台 100m ³ LNG 储罐
二. 主要原料				
序号	名称	状态	最大使用量	备注
2	天然气	气态	25.0×10 ⁴ Nm ³ /d	
三. 其他辅料				
序号	名称	状态	最大使用量	备注
3	混合制冷剂	甲烷	气态	210kg/a
4		丙烷	气态	280kg/a
5		乙烯	气态	340kg/a
6		异丁烷	气态	360kg/a

一. 主要产品				
序号	名称	状态	最大储存量	备注
1	液化天然气	液态	44.13t	1 台 100m ³ LNG 储罐
二. 主要原料				
7	氮气	气态	120kg/a	
8	甲基二乙醇胺(MDEA 溶液)	液态	6m ³ /a	
9	脱汞剂	液态	1m ³ /a	
10	干燥剂(SiO ₂)	固态	0.4m ³ /a	
11	脱油活性炭	固态	0.8m ³ /a	

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

2.10.1 工艺流程

该项目生产工艺拟为：净化系统采用 N-甲基二乙醇胺吸收法(MDEA)脱原料气中的 CO₂ 组分，分子筛吸附剂干燥脱水和低温分离脱重经；液化系统采用混合冷剂制冷工艺。

1、原料气净化系统

1)原料天然气预处理与调压单元

原料天然气自界区进入装置后，首先进入过滤分离单元，将输送过程中的固体杂质和游离水从原料天然气中除去，经预增压撬增压至 4.0Mpa，计量后进入净化单元。

2)原料天然气脱酸性气单元

从原料天然气过滤与压缩单元来的天然气从吸收塔下部进入，自下而上通过吸收塔；再生后的 MDEA 溶液(贫液)从吸收塔上部进入，自上而下通过吸收塔，逆向流动的 MDEA 溶液和天然气在吸收塔内充分接触，气体中的 H₂S 和 CO₂ 被吸收而进入液相，未被吸收的组份从吸收塔顶部引出，进入脱碳气冷却器和分离器。出脱碳气分离器的气体进入原料气干燥单元，冷凝液去 MDEA 地下槽。处理后的天然中 CO₂ 含量小于 50ppmV，H₂S 含量小于

4ppmV。吸收了 H_2S 和 CO_2 的 MDEA 溶液称富液，至闪蒸塔，降压闪蒸出的天然体送往界外燃料系统。闪蒸后的富液与再生塔底部流出的溶液(贫液)换热后，升温到 $98^\circ C$ 去再生塔上部，在再生塔进行汽提再生，直至贫液的贫液度达到指标。出再生塔的贫液经过溶液换热器、贫液泵进入贫液冷却器，贫液被冷却到 $40^\circ C$ ，从吸收塔上部进入再生塔顶部出口气体经酸气冷却器，进入酸气分离器，出酸气分离器的气体送往安全泄压系统，冷凝液去 MDEA 地下槽。

再生塔再沸器的热源由来自供热系统的导热油提供，导热油在供热系统内部循环使用。

3)原料气脱水单元

脱水部分设两台干燥器切换操作，其中一个脱水，另一个再生。

脱水：从吸收塔塔顶过滤器出来的天然气进入干燥器顶部，通过分子筛吸附脱除水分后，从干燥器底部出来，经干燥器出口过滤器过滤后进入天然气液化单元。脱水后的天然气中水含量 $<1ppm$ 。

再生：再生气采用 LNG 储罐闪蒸气(BOG)和干燥器出口过滤器后节流的天然气的混合气。LNG 储罐出来的闪蒸气经冷箱换热后，再由 BOG 压缩机增压，之后与一部分脱水后调压的干气混合，通过再生气加热炉加热至再生温度，然后从干燥器底部进入，将分子筛吸附的水分脱除掉。再生气从干燥器顶部出来，经再生气冷却器冷却后，进入再生气气液分离罐分液。气体从再生气分液罐顶部出来，经再生气压缩机增压后在原料气压缩机前和原料气汇合进入系统，液体从再生气分液罐底部出来，经过机械过滤和活性炭过滤后，进入富胺缓冲罐进行回收。干燥器出来的气体在一定温度下恒温一小时后，即可认为脱水合格，再生结束。

2、液化系统

液化系统核心设备是 MR 压缩机和冷箱。冷剂通过压缩机压缩，又经过冷却降温后和原料气在冷箱中换热，使原料气达到降温液化的效果。MR 冷剂流和原料气流相互独立。

MR 冷剂流：制冷循环从混合制冷压缩机开始，该压缩机为电机驱动的三级离心式压缩机。MRC 三级排气均采用水冷。MRC 三级入口缓冲罐中收集的液体将被 MR 液体泵送至 MRCIII 级出口冷却器，III 级出口冷却器为 MRC 末级冷却器，MR 分离气流相互独立。

MR 冷剂流：制冷循环从混合制冷压缩机开始，该压缩机为电机驱动的三级离心式压缩机。MRC 三级排气均采用水冷。MRC 三级入口缓冲罐中收集的液体将被 MR 液体泵送至 MRCIII 级出口冷却器，III 级出口冷却器为 MRC 末级冷却器，MR 分离器安装在冷箱顶部。

MR 分离器的气相和液相物流级联式进入主换热器三个流道，在主换热器内三个流道合为一个流道。为实现换热器最佳换热效率，避免出现温度收缩或交叉，流道汇合点进行了精心设计。MR 分离器安装在冷箱顶部适合高度位置，使气相和液相在重力和虹吸作用下正确分配。从换热器汇合流道出来的混合制冷剂流体被冷却到 -164.2°C ，然后经 J/T 阀节流至 7kpa 左右，在进入第二级 MR 分离器前温度进一步降至 -167°C 。

设置第二级 MR 分离器是为了在主换热器内以级联形式对 MR 液相和气相进行再分配，主换热器为原料气液物流和热的混合制冷剂物流提供冷量。混合制冷剂的级联式再分配使冷、热物流之间的传热动力“AT”明显保持一致，消除温度收缩或交叉，从而提高了制冷效率。混合制冷剂物流最后通过换热器顶部合流道出来(出口温度为 40°C)，然后进入混合制冷压缩机的

I 级。

原料气流:原料气从换热器顶部进入流道,冷却到一定温度,流出换热器,在重经分离罐中脱去重经组份,之后又进入到换热器在冷却,最后从换热器底部流出,成为液态,经节流稳定后输送至 LNG 充装台。

3、LNG 充装系统

该项目生产出的 LNG 进入 LNG 储罐中储存。LNG 槽车充装时,通过 LNG 储罐与槽车压力差和输送泵的联合作用,将储罐内 LNG 输送至充装台,充装台设两个 LNG 槽车充装口。

冷箱与储罐和充装台间的 LNG 管道均采用不锈钢管道连接,槽车充装采用专用的装车机械臂连接。

该项目工艺流程图见图 2.10.1-1

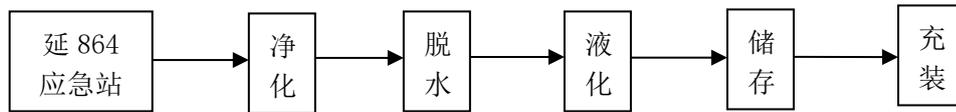


图 2.10.1-1 工艺流程框图

2.10.2 建设项目选用的主要装置(设备)

该项目主要设备详见下表 2.10.2-1

表2.10.2-1 拟选主要设备一览表

序号	设备名称	参数	单位	数量
1	脱酸撬1	主要含吸收塔、再生塔、再沸器各1台 处理量: 20×104Nm ³ /d CO ₂ 处理量: 8%	套	2
2	脱酸撬2	主要含脱酸气冷却器、脱碳气过滤分离器、贫富液换热器、贫液冷却器、溶液过滤器、酸气冷却器、酸气分离器、胺液循环泵、MDEA 缓冲槽各1台 处理量: 20×104Nm ³ /d	套	1
3	脱水脱汞撬	主要含脱汞器、预冷换热器、预冷后分离器、预干燥塔、再生气加热器、再生气冷却器、冷干机组、再生气分离器、粉尘过滤器、重烃分离器、重烃充装泵各1台,干燥塔2台 处理量: 20×104Nm ³ /d	套	1

序号	设备名称	参数	单位	数量
4	冷箱	处理量：10×104Nm ³ /d	套	2
5	LNG储罐	设计温度：内容器-162℃，外容器50℃ 几何容积：100m ³ ，工作介质：LNG 设计压力：内容器0.66MPa，外容器-0.1MPa	台	1
6	LNG充装臂	设计压力：1.6MPa	台	2
7	BOG回收橇	流量：200Nm ³ /h	套	1
8	EAG加热器	流量：200Nm ³ /h	套	1
9	空压制氮系统	氮气流量：50Nm ³ /h 仪表空气流量：200Nm ³ /h	套	1
10	脱盐水装置	处理量：0.5t/h	套	1
11	导热油炉	热量：1800kW	套	1
12	分析小屋	--	套	1
13	BOG增压机	处理量：200Nm ³ /h	套	预留1套
14	冷剂集成撬	主要含冷剂干燥器、冷剂汽化器各 1 台 处理量：20×104Nm ³ /d	台	1
15	过滤分离及燃料撬	主要含过滤分离器 2 台、燃料气缓冲罐 1 台 处理量：20×104Nm ³ /d 流量：8333Nm ³ /h 设计压力：5.72MPa	套	1
16	冷端压缩机撬	额定流量：9427m ³ /h 进口压力：0.5MPa 出口压力：1.9MPa 电机额定功率：900kW 形式：螺杆机	台	2
17	热端压缩机撬	额定流量：11920m ³ /h 进口压力：0.5MPa 出口压力：1.9MPa 电机额定功率：800kW 形式：螺杆机	台	2
18	储罐增压器	流量：300Nm ³ /h，设计压力：1.6MPa	套	1
19	汽车泵撬	--	套	1
20	地磅	--	台	1

该公司所涉及的特种设备如表 2.10.2-2:

表2.10.2-2 拟选特种设备一览表

序号	产品名称	设备注册代码	使用证编号	设备所在位置	设备操作责任人	特种设备种类
1.	过滤分离器组件	R210136	215051190202100150	LNG站	贺世林	压力容器
2.	过滤分离器组件	R210141	215051190202100152	LNG站	贺世林	
3.	燃料气缓冲罐	R210143	215051190202100155	LNG站	贺世林	
4.	闪蒸分离器组件	R210134	215051190202100163	LNG站	贺世林	
5.	脱酸气分离器组件	R210137	215051190202100153	LNG站	贺世林	
6.	粉尘过滤器	R210139	215051190202100151	LNG站	贺世林	
7.	脱汞塔组件	R210135	215051190202100149	LNG站	贺世林	

序号	产品名称	设备注册代码	使用证编号	设备所在位置	设备操作责任人	特种设备种类
8.	预冷后分离器	R210128	215051190202100164	LNG站	贺世林	
9.	再生气分离器	R210142	215051190202100154	LNG站	贺世林	
10.	再生气加热器	H210019	215051190202100165	LNG站	贺世林	
11.	重烃分离器	R210140	215051190202100162	LNG站	贺世林	
12.	重烃分离器组件	R210126	215051190202100136	LNG站	贺世林	
13.	冷剂干燥器	R210127	215051190202100137	LNG站	贺世林	
14.	吸附塔组件	R210131	215051190202100168	LNG站	贺世林	
15.	吸附塔组件	R210130	215051190202100167	LNG站	贺世林	
16.	吸收塔组件	R210138	213051190202100166	LNG站	贺世林	
17.	吸附塔组件	R210133	215051190202100170	LNG站	贺世林	
18.	吸附塔组件	R210132	215051190202100169	LNG站	贺世林	
19.	预冷换热器	2100178	215051069202100178	LNG站	贺世林	
20.	主换热器上段	2100182	215051069202100182	LNG站	贺世林	
21.	主换热器下段	2100186	215051069202100186	LNG站	贺世林	
22.	储罐	717984201	215037F97202104400	LNG站	贺世林	
23.	过滤器	B21-6-386	215010K51202101404	LNG站	贺世林	
24.	过滤器	B21-6-498	215010K51202101332	LNG站	贺世林	
25.	过滤器	B21-7-102	215010K51202101467	LNG站	贺世林	
26.	过滤器	B21-6-382	215010K51202101399	LNG站	贺世林	
27.	气液分离器	717984001	215037F97202104401	LNG站	贺世林	
28.	油分离器	717991801	215037F97202104297	LNG站	贺世林	
29.	油分离器	717991802	215037F97202104298	LNG站	贺世林	
30.	油分离器	717992001	215037F97202104346	LNG站	贺世林	
31.	油分离器	717991701	215037F97202104342	LNG站	贺世林	
32.	储罐	717984101	215037F97202104481	LNG站	贺世林	
33.	过滤器	B21-6-383	215010K51202101400	LNG站	贺世林	
34.	过滤器	B21-6-385	215010K51202101403	LNG站	贺世林	
35.	过滤器	B21-6-502	215010K51202101331	LNG站	贺世林	
36.	过滤器	B21-7-103	215010K51202101468	LNG站	贺世林	
37.	油分离器	717991901	215037F97202104295	LNG站	贺世林	
38.	油分离器	717991902	215037F97202104296	LNG站	贺世林	
39.	油分离器	717992101	215037F97202104359	LNG站	贺世林	

序号	产品名称	设备注册代码	使用证编号	设备所在位置	设备操作责任人	特种设备种类
40.	油分离器	717992201	215037F97202104404	LNG站	贺世林	
41.	油分离器	718904301	215037F97202105631	LNG站	贺世林	
42.	油分离器	718904401	215037F97202105664	LNG站	贺世林	
43.	CFL-100/0.6 型低温液体储罐	21221	215041307202100221	LNG站	贺世林	
44.	储气罐	21-068	217037E58202100068	LNG站	贺世林	
45.	吸附罐	DN19-01021	217037E58201901021	LNG站	贺世林	
46.	吸附罐	DN19-01019	217037E58201901019	LNG站	贺世林	锅炉
47.	锅炉	YY(Q)W-200Y(Q)	132010175202100427	LNG站	贺世林	
48.	脱酸气冷却器组件	H220012	215051190202200138	LNG站	贺世林	压力容器
49.	重烃分离器组件	R220153	215051190202300015	LNG站	贺世林	
50.	主换热器上段	22300302	215051069202200302	LNG站	贺世林	
51.	主换热器下段	22300303	215051069202200303	LNG站	贺世林	
52.	油分离器	724624201	215037F97202300624	LNG站	贺世林	
53.	油分离器	724624301	215037F97202300588	LNG站	贺世林	
54.	油分离器	724624401	215037F97202300691	LNG站	贺世林	
55.	油分离器	724624402	215037F97202300692	LNG站	贺世林	
56.	气液分离器	724619101	215037F97202300605	LNG站	贺世林	
57.	油冷却器	724628701	215037F97202300700	LNG站	贺世林	
58.	储罐	724632001	215037F97202300826	LNG站	贺世林	
59.	热交换器	724619201	215037F97202301020	LNG站	贺世林	
60.	过滤器	B-22-12-312	215037R61202300104	LNG站	贺世林	
61.	过滤器	B-22-12-233	215037R61202300103	LNG站	贺世林	
62.	过滤器	B-22-12-232	215037R61202300102	LNG站	贺世林	
63.	过滤器	B-22-12-343	215037R61202300295	LNG站	贺世林	
64.	油分离器	724624501	215037F97202300669	LNG站	贺世林	
65.	油分离器	724629101	215037F97202300796	LNG站	贺世林	
66.	油分离器	724628802	215037F97202301037	LNG站	贺世林	
67.	油分离器	724628801	215037F97202301036	LNG站	贺世林	
68.	油冷却器	724628901	215037F97202300712	LNG站	贺世林	
69.	油冷却器	724628902	215037F97202300713	LNG站	贺世林	
70.	储罐	724632101	215037F97202300825	LNG站	贺世林	

序号	产品名称	设备注册代码	使用证编号	设备所在位置	设备操作责任人	特种设备种类
71.	热交换器	724630901	215037F97202300704	LNG站	贺世林	
72.	过滤器	B-22-12-313	215037R61202300105	LNG站	贺世林	
73.	过滤器	B-22-12-148	215037R61202300100	LNG站	贺世林	
74.	过滤器	B-22-12-286	215037R61202300101	LNG站	贺世林	
75.	过滤器	B-22-12-342	215037R61202300370	LNG站	贺世林	
76.	冷端冷剂分离器	22100389	215051199202200389	LNG站	贺世林	
77.	冷端冷剂分离器	22100390	215051199202200390	LNG站	贺世林	
78.	热端冷剂分离器	22100391	215051199202200391	LNG站	贺世林	

2.10.3 建设项目选用的主要装置(设备)

原料、中间产品、产品或者储存的危险化学品情况

(1)原料、中间产品、产品或者储存的危险化学品的理化性能指标

该项目原料、中间产品、最终产品或者储存的危险化学品的物理性质、化学性质和危险性和危险类别等理化性能指标详见表 2.10.3-1:

附表 2.10.3-1 该项目的危险化学品的危险有害特性表

序号	名称	CAS 号	闪点℃	爆炸极限(V%)	火灾危险性分类	车间最高允许浓度 mg/m ³	存在的主要危险、有害因素
1	天然气	8006-14-2	-188	5.3~15	甲	---	火灾、爆炸、中毒和窒息
2	乙烯	74-85-1	-136	2.7~36	甲	---	火灾、爆炸、中毒和窒息
3	丙烷	74-98-6	-104	2.1~9.5	甲	---	火灾、爆炸、中毒和窒息
4	异丁烷	75-28-5	-82.8	1.8~8.5	甲	---	火灾、爆炸、中毒和窒息
5	氮气[压缩的]	7727-37-9	---	---	戊	---	中毒和窒息

备注：数据来源于《危险化学品目录》(2022 调整版)，《化学品分类和危险性公示通则》(GB13690-2009)，《新编危险物品安全手册》(化学工业出版社 2001 年出版)，《危险化学品安全技术全书》(国家安全生产监督管理总局化学品登记中心、中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院、化学品安全控制国家重点实验室组织编写，化学工业出版社 2017 年出版)、《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》等资料。

(2) 危险化学品的包装、储存、运输的技术要求

该项目的危险化学品的包装、储存、运输的技术要求详见表 2.10.3-2:

表 2.10.3-2 危险化学品的包装、储存、运输技术要求一览表

序号	名称	类别	技术要求	项目情况
1.	丙烷	包装	钢制气瓶。	气瓶/储罐
		储存	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。仓内温度不宜超过 30℃。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、氧化剂分开存放。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。露天贮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，注意验收日期，先进仓的先发用。搬运时要轻装轻卸，防止钢瓶及附件损坏。	气瓶/储罐
		运输	药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。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。	车辆
2	乙烯	包装	钢质气瓶。	气瓶/储罐
		储存	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。	气瓶/储罐
		运输	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、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。	车辆
3	天然气(压缩的)	包装	钢制气瓶。	气瓶/储罐
		储存	储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧化剂、压缩空气、卤素(氟、氯、溴)分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等	气瓶/储罐

			设施应采用防爆型, 开关设在仓外, 配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。露天贮罐夏季要有降温措施。搬运时要轻装轻卸, 防止钢瓶及附件损坏。	
		运输	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。	车辆
4	天然气(液化的)	包装	钢制气瓶。	气瓶/储罐
		储存	储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧化剂、压缩空气、卤素(氟、氯、溴)分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、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。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。露天贮罐夏季要有降温措施。搬运时要轻装轻卸, 防止钢瓶及附件损坏。	气瓶/储罐
		运输	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。	车辆
5	四氢噻吩	包装	小开口钢桶, 安瓶瓶外普通木箱, 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。	气瓶/储罐
		储存	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。防止阳光直射。包装要求密封, 不可与空气接触。应与氧化剂分开存放。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。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。罐装时应注意流速(不超过 3m/s), 且有接地装置, 防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸, 防止包装及容器损坏。	气瓶/储罐
		运输	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	车辆

			留。铁路运输时要禁止溜放。严禁用木船、水泥船散装运输。	
6	甲烷	包装	钢制气瓶。	气瓶/储罐
		储存	储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧化剂、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、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。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。露天贮罐夏季要有降温措施。搬运时要轻装轻卸，防止钢瓶及附件损坏。	气瓶/储罐
		运输	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。	车辆
7	异丁烷	包装	钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。	气瓶/储罐
		储存	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。	气瓶/储罐
		运输	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。	车辆
8	氮气	包装	钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。	气瓶/储罐
		储存	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。储区应备有泄漏应急处理设备	气瓶/储罐
		运输	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。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。	车辆

2.11 公用工程及辅助生产设施

2.11.1 给排水系统

(1) 给水系统

该项目不涉及生产用水，生活用水及消防用水拟由站内自备井提供。

(2) 排水系统

1) 雨水系统：建筑屋顶雨水通过建筑外排水系统排至地面，站区地面积水拟依靠竖向设计有组织排出站外。

2) 生活生产污水系统：该项目排水主要为站区内生活污水，污水经化粪池处理后由建设方按照当地环保部门的要求定期清理。

2.11.2 电气系统

根据《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)中的规定，消防及事故照明设备用电属于二级负荷，其余供电负荷拟按三级考虑。本工程的电源接自站外 10kV 电网，经过直埋电缆引入站内箱变，备用电源拟接自站内柴油发电机(100kW 柴油发电机)。站内的自控、通讯用电、应急照明等属于比较重要的负荷，设置 UPS 不间断电源(10kVA $t \geq 30$ min)。该站用电负荷统计表如表 2.11.2-1 所示。

表 2.11.2-1 LNG 撬装液化站用电符合统计表

序号	设备名称		台数	运行负荷(kW)	安装负荷(kW)	电压等级	备注
	撬装设备	设备名称					
1	热端压缩机	主电机	2	620	710	10kV/50Hz	
		油泵电机	2	4	5.5	380V/50Hz	
		油冷电机	8	4	5.5	380V/50Hz	
		气冷电机	20	7.5	7.5	380V/50Hz	
		控制系统	2	1	1	220V/50Hz	
		电加热器		2	2	220V/50Hz	
2	冷端压缩机	主电机	2	685	950	10kV/50Hz	
		油泵电机	2	4	5.5	380V/50Hz	
		油冷电机	8	4	5.5	380V/50Hz	
		气冷电机	14	7.5	7.5	380V/50Hz	
		控制系统	2	1	1	220V/50Hz	
		电加热器		2	2	220V/50Hz	
3	贫液泵		1	50	75	380V/50Hz	
4	脱碳单元空冷器		8	2.2	2.2	380V/50Hz	
5	再生气空冷器		1	2.2	2.2	380V/50Hz	

序号	设备名称		台数	运行负荷 (kW)	安装负荷 (kW)	电压等级	备注
	撬装设备	设备名称					
6		重烃装车泵	1	40	40	380V/50Hz	
7		LNG 装车泵	1	25	25	380V/50Hz	
8		各类控制电源	1	20	20	220V/50Hz	
9	仪表空气 及 PSA 制氮 系统	空压机	1	33	37	220V/380V/50Hz	
		冷干机	1	1	1.1	220V/380V/ 50Hz	
		吸干机	1	3	3	220V/380V/ 50Hz	
		制氮机	1	0.3	0.3	220V/380V/ 50Hz	
10		脱盐水装置	1	1.87	1.87	220V/380V/ 50Hz	
11		导热油炉	1	22	22	220V/380V/ 50Hz	
12	消防系统	消防泵	2	45	90	380V/50Hz	一备一用
		稳压泵	2	4.5	9	220V/380V/50Hz	一备一用
13		辅助用房		10	10	220V/380V/50Hz	
14		BOG 压缩机	1	10	10	380V/50Hz	
380V 合计				337.07	430.67		
10kV 合计				2610	3170		
合计				2947.07	3600.67		

本次建设LNG撬装液化站设备运行负荷为2947.07kW，其中380V设备负荷为337.07kW，10kV设备负荷为2610kW。LNG撬装液化站拟选用容量为1000kVA，电压等级为10kV/0.4kV的变压器一台，拟设电力系统满足要求。

2.11.3 防雷、防静电

1、防雷

(1)根据《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)的设计要求，爆炸危险区域内的建筑物拟按第二类防雷设计，其余拟按三类防雷设计。

(2)在屋顶设避雷带作为防直击雷的接闪器，避雷网带拟采用中10热镀锌圆钢做成，屋顶避雷带连接网格不大于 $20 \times 20\text{m}$ 或 $24 \times 16\text{m}$ 。拟利用建筑物墙内的主筋(\geq 中12 \times 4)作为引下线，并与站内接地网不少于两点连接。

(3)为防止防雷击电磁脉冲，拟将电子信息系统的各种箱体、壳体、机架等金属组件与建筑物的共用接地网做等电位连接。

2、防静电

(1) 拟在爆炸危险场所中凡生产储存过程可能产生静电的管道、设备、金属导体均做防静电接地。工艺管道连接螺栓少于5根的法兰(绝缘法兰除外)、阀门连接处用跨接线BVR-16mm'铜芯软线。平行敷设的管道之间采用扁钢进行跨接。

(2) 拟在进入爆炸危险区的外部设置人体放电设施,以消除静电的危害。

3、接地

防雷防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地、仪表及控制系统的接地连接拟采用联合接地体,站区内接地电阻不大于 1Ω 。

工艺区周围设置环形接地体,每台设备均须有不少于两处与接地网连接。

2.11.4 自控和仪表

1、自控仪表系统

(1)DCS控制系统

该项目站内自控系统采用DCS自动控制系统,工艺设备、储罐的压力、温度、流量、液位等参数经传感器送至PLC控制柜,经可编程控制器计算后存入数据存储区,由程序实时调用。

(2)安全仪表系统(SIS)

该项目站内设置独立于DCS集散控制系统的SIS系统,其安全级别高于DCS。SIS系统在正常情况下处于静态,不需要人为干预。当生产装置出现紧急情况时,直接由SIS发出保护联锁信号,对现场设备进行安全保护。该项目设置ESD紧急停机系统。联锁关键的压力、液位控制点,当站场发生泄漏、超压等故障时,可执行紧急停车操作,切断全厂进气、液体充装等。当可燃气体探测器与火焰探测器检测到故障信号时,与控制器通讯,使得相应控制

器发出报警信号，并迅速启动紧急停机系统。该系统可连锁关闭总进气入口气动紧急阀门，同时切断工艺设备区各配电柜的总电源。

(3) LNG 储罐

LNG 储罐设液位计和压力表具有高低液位报警功能，储罐进出管道上设置紧急切断阀，紧急切断阀与储罐液位、压力控制系统连锁，具有现场和远程控制切断功能。储罐设置液位计、温度计、压力表及高低液位报警连锁装置，储罐液位高位报警值为：11196mm（LNG 90%），储罐液位高高位报警值为：11818mm（LNG 95%），储罐液位低位报警值为 1244mm（LNG 10%），并远传至控制室。

工艺装置区设置的紧急停车和安全连锁系统由独立设置的紧急停车系统 (ESD) 实现，在位于控制室的辅助操作台上设置了重要信号的连锁报警灯屏以及连锁复位按钮和紧急停车按钮等辅助设施。

(4) 可燃气体探测器检测、火焰探测器检测和低温探测器检测

1) 站内设置1套可燃气体控制系统，可燃气体控制器设置于控制室，安装在火气柜内。站内工艺装置区、充装区、储罐区均设置可燃气体探测器。

2) 站内设置1套火灾报警系统。工艺装置区、充装区、储罐区分别设置防爆手动火灾报警器、火灾声光报警器、感烟火灾探测器、低温探测器、氧气浓度探测器、复合式感光感温火灾探测器。

(5) 视频监控系统

该项目站内设置视频监控系统一套，含视频监控显示器1台，摄像机21台，对站区进行24小时监控，视频监控控制室设置在控制室。

其中有室外防护罩的防爆摄像机7个、有室外防护罩的摄像机5个、全球带云台彩色摄像机8个、半球带云台彩色摄像机1个，视频监控器分别安装在

室内屋顶、建筑物外墙、泛光灯杆上、管廊上、充装台罩棚上等。

2、可燃气体探测器检测系统

根据《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB50493-2019)和《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)，在站场工艺区危险区域，安装可燃气体探测器，探测器检测信号接入仪表控制间可燃气体报警控制器，报警控制器在站区值班室墙上安装，底边距地面高度1.5m。站控系统上也可以显示探测器安装位置和可燃气体浓度信息。当可燃气体浓度达到爆炸下限的25%时，声光报警，检测信号进入ESD系统，以保证设备、人身及生产过程的安全可靠。

3、火焰探测器检测系统

根据《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB50493-2019)和《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)，LNG液化工厂拟在控制室、配电室和消防泵房安装感烟探测器，在发电机房设置感温探测器，在工艺爆炸危险区域，安装隔爆型三波长火焰探测器，探测器检测信号接入控制室火灾报警控制器，当火灾探测器检测到火灾事故时，联动声光报警器报警，并将检测信号进入ESD系统，连锁工艺紧急阀门，同时，启动消防系统，进行灭火。

2.11.5 消防系统

(1) 消防水系统

根据《天然气液化工厂设计标准》第12.2条可知，LNG液化工厂室外消防栓用水量为30L/s，火灾延续供水按6小时计算，一次消防用水量648m³；LNG储罐罐壁喷水强度为2.5L/(min·m²)，罐顶喷水强度为4L/(min·m²)，火灾延续供水按6小时计算，一次消防用水量167m³；经计算，一次消防总用水量

为：815m³。站内设钢筋混凝土消防水池两格，单格消防水池体积V=486m³，总容积为972m³。消防水池补水由站内自打井补给，补水管径DN150，补水时间不大于48小时。消防用水量满足要求。

(2) 消防依托

甘泉县消防救援大队距离我公司约26km，到达我公司约48分钟；甘泉县人民医院距我公司约23km，到达我公司约40分钟。

2.11.6 放空系统

该项目放空包括两部分:检修放空和超压安全放空。

该项目安全放空装置是由阻火器、放散管、管线阀门管件连接而成。站内常温放空管线直接与放空总管连接，LNG低温管路上两截断阀门间设置的安全放空阀门经EAG加热后通过工艺管道与放散管连接，LNG应急调峰撬装站集中放散管位于站外南侧山地内。

2.12 安全管理

2.12.1 生产制度及劳动定员

该项目定员 26 人。人员设置见下表该项目拟安全管理机构人员设置表

2.12.1-1:

表 2.12.1-1 安全管理机构人员设置表

序号	组织机构	人员		职责
		岗位	合计人数	
1	运行部	厂长	1人	四班三运转
		副厂长	1人	
		工艺、仪表、电气、设备工程师	3人	
		生产班组(四班：班长、内操、外操、装车计量、化验)	16人	
		维修	4人	
		安全员	1人	
合计			26人	

2.12.2 安全管理机构设置

该项目拟成立安全生产管理机构，《甘泉县丰源天然气有限责任公司关于甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站成立安全生产管理机构的通知》(甘丰气司发【2023】42 号)明确安全管理机构工作日常。

2.12.3 安全生产教育培训

企业负责人和安全管理拟均经过应急管理部门培训考核、合格，取得安全生产知识和管理能力考核合格证。

新上岗的从业人员安全培训时间不得少于 72 学时，每年再培训的时间不得少于 20 学时，新上岗的从业人员应接受三级安全教育培训。

2.12.4 安全设施及应急救援

该项目拟设置的安全设施见表 2.12.4-3：

表 2.12.4-3 拟设置的安全设施及应急救援一览表

序号	名称	型号	单位	数量	位置
一、预防事故设施					
1	可燃气体探测器	--	个	多个	工艺装置区
2	可燃气体报警器	--	个	多个	工艺装置区及控制室
3	压力监测装置	--	个	多个	工艺装置区及管道
4	流量监测装置	--	个	多个	工艺装置区及管道
5	温度监测装置	--	个	多个	工艺装置区及管道
6	电气设备保护接地装置	--	个	多个	工艺装置区
7	防雷接地装置	--	个	多个	工艺装置区
8	静电接地装置	--	个	多个	工艺装置区
9	特种设备安全保护装置	--	个	多个	工艺装置区及管道
10	防爆工具	--	套	多套	控制室
11	防爆电器	--	个	多个	爆炸危险区域
12	里程桩	--	个	多个	管道周边
13	转角桩	--	个	多个	管道周边
14	标志桩	--	个	多个	管道周边
15	安全警示标志	--	个	多个	站内外
16	固定墩	--	个	多个	管道周边
17	视频监控系统	--	套	2	LNG 液化工厂
二、控制事故设施					
18	放散管	--	个	多个	工艺装置区及管道
19	安全阀	--	个	多个	工艺装置区及管道
20	紧急切断系统	--	套	4	工艺装置区及控制室
21	UPS 电源	3kVA	台	2	控制室
22	发电机	--	台	2	发电机房
三、事故应急设施					

序号	名称	型号	单位	数量	位置
23	手提式干粉灭火器	MF/ABC8	个	2	工艺装置区及辅助用房
24	手提式干粉灭火器	MF/ABC5	个	32	工艺装置区及辅助用房
25	手提式干粉灭火器	MF/ABC50	具	10	工艺装置区及辅助用房
26	移动式高倍数泡沫灭火装置	PY4-500L	个	4	工艺装置区及辅助用房
27	七氟丙烷干粉灭火装置	--	套	1	工艺装置区及辅助用房
28	水枪	--	把	2	工艺装置区及辅助用房
29	水带	--	盘	10	工艺装置区及辅助用房
30	外线电话	--	个	2	工艺装置区及辅助用房
31	便携式可燃气体检测仪	--	套	2	工艺装置区及辅助用房
32	消防栓	--	个	9	工艺装置区及辅助用房
33	消防泵房	--	间	1	工艺装置区及辅助用房
34	应急柴油发电机	--	台	1	工艺装置区及辅助用房
35	防静电工作服	--	套	21	值班室
36	防护手套	--	双	21	值班室
37	绝缘鞋	--	双	21	值班室
38	安全帽	--	个	21	值班室
39	正压式空气呼吸器	--	个	2	值班室
40	防爆手持对讲机	--	个	7	值班室
41	消防员灭火防护服	--	套	6	值班室
42	消防员扳手	--	个	2	值班室
43	消防头盔	--	顶	6	值班室
44	消防手套	--	双	6	值班室
45	消防员灭火防护靴	--	双	6	值班室
46	防护面具	--	具	21	值班室
47	隔音耳塞	--	对	21	值班室
48	防爆强光照明灯	--	个	7	值班室
49	防冻工作服	--	套	2	值班室
50	防毒面罩	--	具	10	值班室
51	药品及医疗器械	--	套	1	值班室
52	防爆工具	--	套	1	值班室

2.12.5 安全投入

该项目拟设置的安全该项目用于消防安全设施、泄漏报警及紧急停车系统、防雷设施、监控系统、教育设施、防范措施、应急措施等专项费用合计约 300 万元。

3 危险、有害因素的辨识结果及依据说明

3.1 危险、有害因素的辨识依据说明

本报告危险、有害因素的辨识依据主要为《危险化学品目录(2022 调整版)》、《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》、《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》、《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)、《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ230-2010)、《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB13861-2022)、《特别管控危险化学品目录(第一版)》(应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告〔2020〕第 3 号)。

1、《危险化学品目录(2022 调整版)》

(原国家安全生产监督管理总局等十部委联合公告 2015 年第 5 号, 根据应急管理部等十部委公告 2022 年第 8 号调整)

2、《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)

该标准规定了辨识危险化学品重大危险源的依据和方法。

3、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》

这是国家安监局 2011 年发布的文件, 并于 2015 年 5 月 27 日进行了修订。本文件对于危险化学品的重大危险源的辨识以及分级判定作出了详细的规定。

4、《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》

进一步突出重点、强化监管, 指导安全监管部门和危险化学品单位切实加强危险化学品安全管理工作, 国家安全监管总局编制了《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》。

5、《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)

参照本标准，综合考虑起因物、引起事故的诱导性原因，致害物、伤害方式等，将危险、危害因素分为以下 20 类：

物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶及片帮、透水、爆破伤害、火药爆炸、瓦斯爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息、其他伤害。

6、《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB13861-2022)

将生产过程中的危险、有害因素分为人的因素、物的因素、环境因素、管理因素 4 大类。每大类又分为若干类，该法全面细致、科学合理，包括了对安全卫生方面危险、有害因素的考虑。

7、《特别管控危险化学品目录(第一版)》

该项目液化天然气属于特别管控危险化学品。

3.2 危险、有害因素的辨识结果

3.2.1 物料的危险、有害因素的辨识结果

该项目主要产品为 LNG，主要原辅材料有原料气天然气、加臭用的四氢噻吩、冷剂(主要为甲烷、乙烯、丙烷、异丁烷、氮气)；其中产品(LNG、商品天然气)(8006-14-2)，加臭用四氢噻吩(110-01-0)，冷剂中的主要成分甲烷(74-82-8)、乙烯(74-85-1)、丙烷(74-98-6)、异丁烷(75-28-5)、氮气(7727-37-9)均被列入《危险化学品目录(2022 版)》中，属于危险化学品。其中天然气(LNG、商品天然气)、甲烷、乙烯被列入《重点监管的危险化学品名录(2013 版)》中，属于重点监管的危险化学品；液化天然气被列入《特别管控危险化学品目录(第一版)》中，属于特别管控危险化学品。该项目的危险化学品名称、数量等情况详见下表 3.2-1。

表 3.2-1 危险有害特性表

序号	名称	CAS 号	存在的主要危险、有害因素	备注
1	天然气(压缩的)	8006-14-2	火灾、爆炸、窒息	原料
2	天然气(液化的)	8006-14-2	火灾、爆炸、窒息	产品
3	四氢噻吩	110-01-0	中毒、麻醉	辅料
4	甲烷	74-82-8	火灾、爆炸、冻伤、窒息	冷剂成分
5	乙烯	74-85-1		
6	丙烷	74-98-6		
7	异丁烷	75-28-5		
8	氮气	7727-37-9		
				冷剂成分/辅料

由该项目的危险化学品的性质分析可知，该项目存在的主要危险因素为：火灾、爆炸、冻伤、窒息。

3.2.2 该项目主要危险、有害因素的辨识结果

该项目主要危险、有害因素辨识结果汇总详见表 3.2-2：

表 3.2-2 该项目主要危险、有害因素分析结果汇总表

评价系统 危险、 有害因素	站址 选择	平面布置 及建(构)筑 物	工艺 装置	公用工程和辅助工程			燃气管 道运行 过程	施工 过程	安全 管理
				供配电	消防、 给排水	自控系统			
火灾	△	△	△	△	—	△	△	△	△
爆炸	△	△	△	—	—	—	△	△	—
容器爆炸	—	△	△	—	—	—	—	—	—
触电	—	—	△	△	△	△	△	△	△
中毒和窒息	—	—	△	—	—	—	△	—	—
车辆伤害	△	△	△	—	—	—	—	△	—
机械伤害	—	—	△	—	△	△	—	—	—
物体打击	—	—	△	—	—	△	—	△	—
噪声与振动	△	—	△	—	△	△	—	—	—
坍塌	△	△	—	—	—	—	—	△	—
高处坠落	△	—	—	—	—	—	—	—	—
淹溺	—	—	△	—	△	—	—	—	—
其他伤害	△	—	△	△	—	△	—	—	—

注：△：表示存在危险有害因素，—：表示不存在危险有害因素。

通过危险有害因素的分析可知：

该项目的**主要危险、有害因素**为：火灾、爆炸、容器爆炸、冻伤、静电、车辆伤害；**次要危险因素**为：高处坠落、触电、中毒和窒息、机械伤害、坍塌。

塌、起重伤害、物体打击、噪声、其他伤害。

该项目将生产过程中的危险、有害因素分为人的因素、物的因素、环境因素、管理因素进行了分析，具体分析过程详见附 3.1 节。

3.3 重大危险源辨识结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)，该项目属于危险化学品重大危险源辨识范围内的危险化学品的临界量、实际储存量见表 3.3-1：

表 3.3-1 危险化学品的临界量和实际贮存量

名称	类别	临界量	最大贮存量(t)	
			储存单元	生产单元
液化天然气	易燃气体	50	44.13	6.98
冷剂	甲烷	易燃气体	--	0.03
	丙烷	易燃气体	--	0.12
	乙烯	易燃气体	--	0.18
	异丁烷	易燃气体	10	0.2

各危险化学品的储量计算过程如下：

1) 储存单元： $V=100\text{m}^3$ (1 个)，密度为 $441.3\text{kg}/\text{m}^3$ ；最大储存量 $441.3 \times 100 \times 10^{-3}\text{t}=44.13\text{t}$ 。

2) 生产单元：根据设备规格型号估算液化天然气存在量为 6.98t、甲烷存在量为 0.03t、丙烷 0.12t、乙烯 0.18t、异丁烷 0.2t。

经辨识：

1) 储存单元：

$$44.13/50=0.8826 < 1$$

该项目储存单元未构成危险化学品重大危险源。

2) 生产单元：

$$6.98/50+0.03/50+0.12/10+0.18/50+0.2/10=0.1758 < 1$$

该项目生产单元未构成危险化学品重大危险源。

因此，该项目生产单元和储存单元均未构成危险化学品重大危险源。

4 安全评价单元的划分结果及理由说明

4.1 评价单元划分的原则

根据建设项目的实际情况和安全评价的需要，将评价对象划分为六个评价单元：

根据建设项目的实际情况和安全评价的需要，划分为六个评价单元：

第一评价单元：建设项目外部安全条件单元。

第二评价单元：总平面布置单元。

第三评价单元：主要设备设施单元。

第四评价单元：公用工程和辅助设施单元。

第五评价单元：安全管理单元。

4.2 安全评价单元划分的理由说明

评价单元的划分应综合考虑各方面因素，本次评价主要根据评价单元的划分原则，并综合考虑建设项目设立安全评价的目的、及该项目的实际情况划分评价单元。分析过程如下：

(1) 评价单元的划分原则

评价单元的划分一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分成若干子评价单元或更细致的单元。

常用的划分原则有：

1) 以危险、有害因素的类别为主划分

①对工艺方案、总体布置及自然条件、社会环境对系统的影响等方面的分析和评价，可将整个系统作为一个评价单元；

②将具有共性危险因素、有害因素的场所和装置划为一个单元。

2) 以装置和物质的特性划分

①按装置工艺功能划分。

②按布置的相对独立性划分。如安全距离、防火墙、防火堤、隔离带与其它装置隔开既可作为一个单元。

3) 按工艺条件划分

4) 按储存、处理危险物质的潜在化学能、毒性和危险物质的数量划分评价单元。

5) 根据以往事故资料，将发生事故能导致停产、波及范围大、造成巨大损失和伤害的关键设备做为一个评价单元，将危险性大且资金密度大的区域作为一个评价单元，将危险、有害因素特别大的区域、装置作为一个评价单元，将具有类似危险性潜能的单元合并为一个大评价单元。

(2) 评价单元划分的理由说明

根据上述评价单元划分原则，综合考虑建设项目设立安全评价的目的及该项目的实际情况，将建设项目外部安全条件单元；总平面布置单元；主要设备设施单元；公用工程和辅助设施单元；安全管理单元共五个单元。

5 采用的安全评价方法及理由说明

5.1 采用的安全评价方法

5.1.1 安全评价方法选择的原则

选择安全评价方法应遵循充分性、适应性、系统性、针对性和合理性的原则。

充分性是指在选择安全评价方法之前，应该充分分析评价的系统，掌握足够多的安全评价方法，并充分了解各种安全评价方法的优缺点、适应条件和范围，同时为安全评价工作准备充分的资料。

适应性是指选择的安全评价方法应该适应被评价的系统。

系统性是指安全评价方法与被评价的系统所能提供安全评价初值和边界条件应形成一个和谐的整体。

针对性是指所选择的安全评价方法应该能够提供所需的结果。

合理性是指在满足安全评价目的，能够提供所需的安全评价结果的前提下，应该选择计算过程最简单，所需基础数据最少和最容易获取的安全评价方法。

5.1.2 选定的安全评价方法

根据该项目的特点，本次评价确定采用的评价方法为：

- (1) 安全检查表法
- (2) 预先危险性分析法
- (3) TNT 当量法蒸气云爆炸事故模型
- (4) 因果关系图法

5.2 采用的安全评价方法的理由说明

(1) 根据划分的评价单元，对建设项目外部安全条件单元和总平面布置及建构筑物单元采用安全检查表，通过安全检查表对评价单元是否符合相关的国家法律、法规、标准、规章、规范进行检查，并依据检查的符合情况，提出补充的安全对策措施。

(2) 对工艺装置及储存设施单元和公用工程及辅助设施单元选用预先危险性分析，分析、确定系统存在的危险、危害因素及其事故造成的原因事件、事故情况、结果、危险等级和采取的措施。其目的是发现系统的潜在危险因素，进而确定系统的危险等级，并提出相应的防范措施。

(3) 对缓冲罐采用 TNT 当量法蒸气云爆炸事故模型，分析缓冲罐泄漏爆炸事故造成人员伤亡、财产损失的范围。

(4) 对安全管理单元采用因果关系图法进行分析评价，以阐明管理缺陷与各种引发事故的关系。

5.3 评价方法与评价单元的对应关系

评价方法和评价单元的对应关系见表 5.3-1：

表 5.3-1 评价方法和评价单元的对应关系

评价单元	子单元	评价方法
外部安全条件单元	——	安全检查表法(SCL)
总平面布置单元	——	安全检查表法(SCL)
主要设备设施单元	——	预先危险性分析(PHA)、TNT 当量法蒸气云爆炸事故模型
公用工程和辅助设施单元	供配电子单元	预先危险性分析法(PHA)
	给排水及消防子单元	
	自控仪表子单元	
安全管理单元	——	因果关系图法

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

该项目具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品的数量、浓度(含量)状态和所在的作业场所(部位)及其状况(温度、压力)详见表 6.1-1:

表 6.1-1 具有爆炸性、可燃性的化学品情况

名称	危险特性	数量	状态	状况(温度、压力)	所在部位
液化天然气	易燃、易爆	100m ³	液态	1.2MPa, -162℃至-168℃之间	LNG 储罐

6.1.2 建设项目中具有毒性的化学品

该建设项目不存在毒性物质。

6.1.3 建设项目中具有腐蚀性的化学品

该建设项目不存在腐蚀性化学品。

6.2 风险程度的分析结果

6.2.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性

爆炸性和可燃性化学品为天然气，在压缩干燥、加气等操作过程中，因操作不当或管道、阀门损坏等，具有泄漏的可能，原因主要有：

(1) 设计失误

- ① 输送管道强度不够，因振动而使管道破裂；
- ② 布置不合理，发生爆炸事故而波及其它设施而发生泄漏；
- ③ 压力容器安全设施故障导致超压爆炸而发生物料泄漏；

- ④容器设计强度不够，导致可燃物泄漏；
- ⑤各设备、设施连接处设计不符合要求，导致连接处可燃物泄漏；
- ⑥自然灾害导致地基下沉，造成设备、设施破裂，造成可燃物泄漏。

(2) 设备方面

- ①加工不合格要求，或未经检验擅自采用代用材料；
- ②加工质量差，特别是焊接质量差；
- ③施工和安装精度不高，如管道连接不严密等；
- ④设备本身质量不好，导致泄漏。

(3) 人为失误

- ①误操作、违反操作规程，致使容器溢料；
- ②擅自脱岗、思想不集中，致使可燃物泄漏；
- ③违章指挥、指挥失误导致可燃物泄漏。

6.2.2 具备造成爆炸、火灾事故的条件

对于具有爆炸性和可燃性的天然气，一旦泄漏后，其与空气可形成爆炸性混合物，当遇到高温、明火、雷电、静电时，可能会发生爆炸事故。引爆(或火)源有以下几种类型：

- (1) 机械能：打击、摩擦、绝热压缩、冲击波
- (2) 热能：明火、表面加热火焰、高温气体、热辐射
- (3) 电能：电火花、电弧、电晕、静电火花
- (4) 光能：紫外线、红外线
- (5) 化学能：触媒、自发热(分解、氧化、聚合等)

6.2.3 出现具有毒性的化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限值的时间

该项目不涉及毒性的化学品。

6.2.4 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围

(1) 火灾爆炸造成人员伤亡的范围

由附件 3.3.4 的计算结果可知，通过对该项目 100m³ 液化天然气储罐爆炸模拟分析可以看出：

当储罐中的液化天然气全部泄漏时：在 53.03m 范围内会造成人员死亡，在 R=53.03m～106.65m 范围内会造成人员内脏严重损伤或死亡，在 R=106.65m～207.45m 范围内会造成人员轻微损伤。由 LNG 储罐爆炸事故伤害后果估算情况来看，当发生假定事故时，人员可能受到伤害的距离可达 207.45m，此范围内会对厂区内工作人员、北侧柏油路行人车辆安全产生影响。

(2) 中毒事故造成人员伤亡的范围

该项目不涉及毒性化学品。

6.2.5 外部安全防护距离计算及符合性分析

根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T37243-2019)，危险化学品生产装置、储存设施外部安全防护距离确定的流程见图 6.2.5。

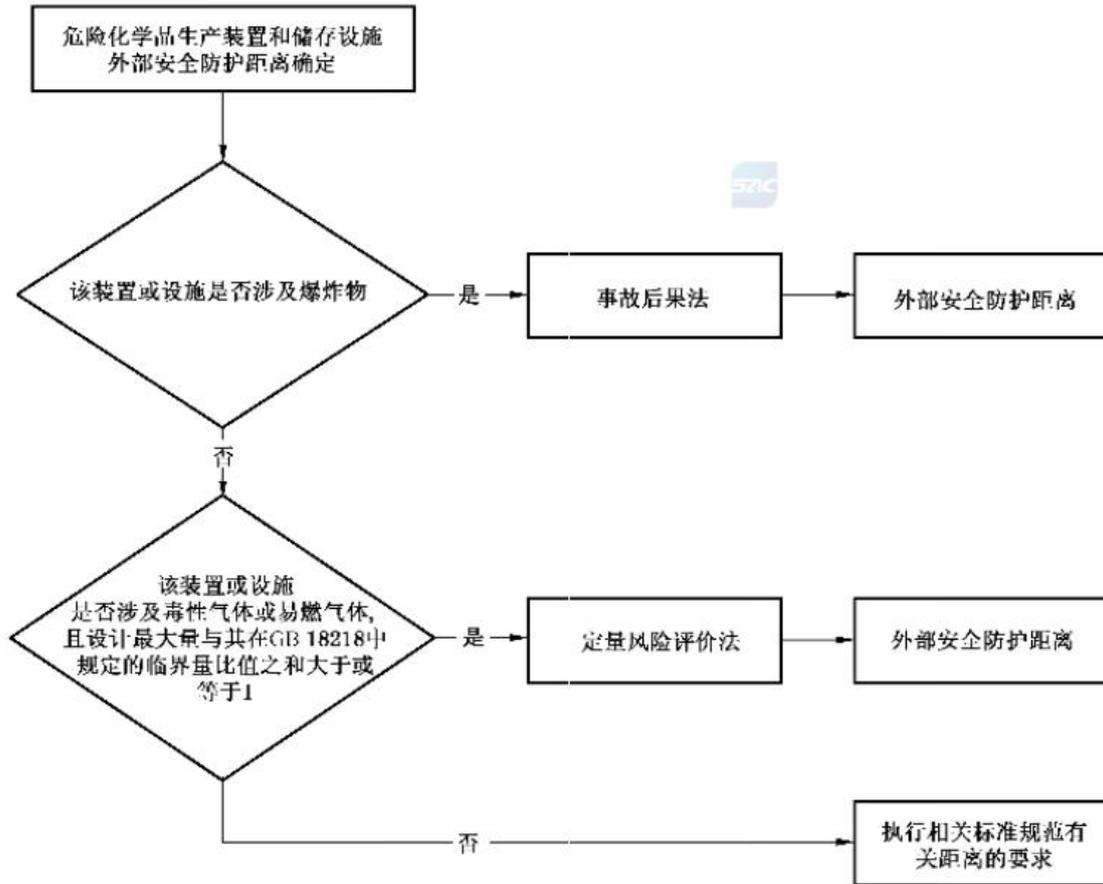


图 6.2.5 外部安全防护距离计算方法确定流程图

该项目装置或设施未涉及毒性气体及易燃气体且设计最大量与其在 GB18218 中规定的临界量比值之和小于 1，因此该项目外部安全防护距离满足相关标准规范的距离要求即可。

由表 2.2.3-1 可知，该项目站内设施与站外建(构)筑物之间的防火间距满足相关规范的要求，故该项目外部安全防护距离满足要求。

6.2.6 个人风险和社会风险值(QRA)

采用南京安元科技有限公司编制的区域定量风险评价软件进行个人风险和社会风险计算。将计算所需数据输入区域定量风险评价软件，即可自动完成个人风险和社会风险的计算、等值线的追踪和绘制。事故的主要类型为蒸汽云爆炸。经软件计算，输出结果如下：

一、系统使用的标准及参数

1、个人风险标准

个人风险是指假设人员长期处于某一危险场所且无保护，由于发生危险化学品事故而导致的死亡频率，单位为次/年。系统根据预设的个人风险标准，采用个人风险等值线填充的形式来进行模拟分析。

标准名称：中国：《GB36894-2018》新建、改建、扩建装置

表 6.2.6-1 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	0.00001	
二级风险	0.000003	
三级风险	0.0000003	

2、社会风险标准

社会风险是指能够引起大于等于 N 人死亡的事故累积频率(F)，也即单位时间内(通常每年)的死亡人数，常用社会风险曲线(F-N 曲线)表示。其中虚线部分代表社会风险标准曲线，介于两条虚线之间的区域为“尽可能降低区”，上方的区域为“不可接受区”，下方的区域为“可接受区”，实线表示该区域的实际社会风险分布情况。

标准名称：中国：《GB36894-2018》

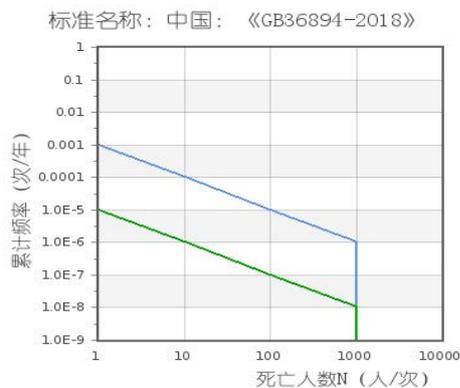


图 6.2.6-1 社会风险标准曲线

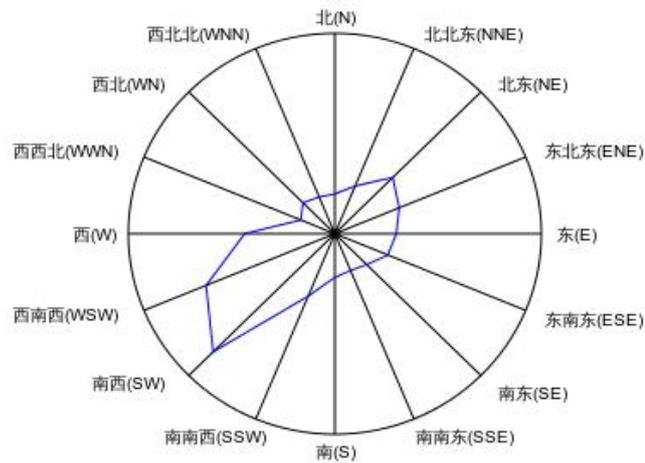
3、气象条件

表 6.2.6-2 气象条件

参数名称	参数取值
所在区域	延安
地面类型	村落、分散的树林
辐射强度	中等(白天日照)
大气稳定度	B
环境压力(pa)	101000
环境平均风速(m/s)	2
环境大气密度(kg/m ³)	1.293
环境温度(K)	281.75

4、风向玫瑰图

风向玫瑰图所属地域：延安



二、泄漏模式：完全破裂

装置名称：LNG 储罐

装置编号：001

装置坐标：428.3, 371.3

物料名称：甲烷

装置类型：固定的常压容器和储罐

泄漏模式：泄漏到大气中-完全破裂

泄漏源强：连续泄漏源强>100kg/s

事故类型：蒸气云爆炸事故（UVCE）

物料类型：低活性液化气体

液体密度 (kg/m³) : 420

气体密度 (kg/m³) : 0.4413

充装系数 (0~1) : 0.9

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0~1) : 1

燃料燃烧热 (Kj/Kg) : 55594

三、区域总体风险模拟结果

未考虑多米诺效应

(1) 个人风险模拟

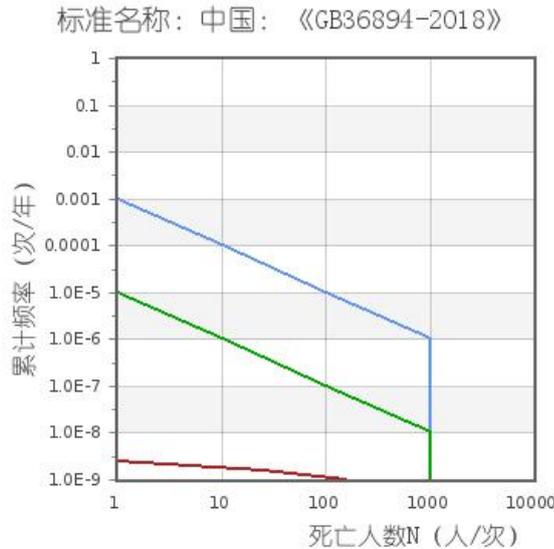
模拟结果： 3×10^{-7} 等值线(蓝色等值线)内没有出现《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》(GB36894-2018)中规定的高敏感防护目标、重要防护目标和一般防护目标中的一类防护目标。

3×10^{-6} 等值线(黄色等值线)内没有出现《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》(GB36894-2018)中规定的一般防护目标中的二类防护目标。

1×10^{-5} 等值线(红色等值线)内没有出现《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》(GB36894-2018)中规定的一般防护目标中的三类防护目标。

因此，该项目区域总体个人风险符合要求。

(2) 社会风险模拟



潜在生命损失(PLL)：6.071E-7

从上图可以看出，该项目 LNG 储罐区域社会风险等值线落在可接受区，依据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》(GB36894-2018)，该项目 LNG 储罐区域社会风险在可接受范围内。

6.3 各评价单元定性定量的评价结果

(1) 外部安全条件单元评价结果

根据《压缩天然气供应站设计规范》(GBGB51102-2016)、《城镇燃气设计规范(2020年版)》(GB 50028-2006)、《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019)、《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)及《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)的有关规定，采用安全检查表的方法进行检查，共检查 12 项，符合要求。

(2) 总平面布置单元评价结果

根据《压缩天然气供应站设计规范》(GBGB51102-2016)、《城镇燃气设计规范(2020年版)》(GB 50028-2006)、《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019)、《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)及《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)的规定，此单元共设了 12 项

检查内容，12 项均符合要求。

(3) 输气管道安全评价结果

通过预先危险性分析对输气管道进行分析得出：其他爆炸、火灾、爆炸、容器爆炸的危险等级为Ⅳ级，火灾和爆炸是最主要危险因素，一旦发生，后果严重，是灾难性的，会造成人员死亡和众多伤残及系统报废，必须立即排除；中毒窒息、起重伤害、坍塌、机械伤害、物体打击、车辆伤害、触电、中毒和窒息、淹溺危险等级为Ⅲ级；其它伤害等危险等级为Ⅱ级，需要加以预防。

(4) 主要工艺设备设施单元

通过预先危险性分析法得出：火灾、爆炸、中毒窒息、容器爆炸的危险等级为Ⅳ级，火灾和爆炸是最主要危险因素，一旦发生，后果严重，是灾难性的，会造成人员死亡和众多伤残及系统报废，必须立即排除；触电、坍塌、机械伤害危险等级为Ⅲ级；其它危险、有害因素，如高处坠落、物体打击、噪声等危险等级为Ⅱ级，需要加以预防。

(5) 公用工程及辅助设施单元

通过预先危险性分析法得出：电气子单元存在的危险、有害因素有：火灾、触电、高处坠落。其中火灾的危险等级为Ⅳ级；触电、高处坠落的危险等级为Ⅲ级；给排水及消防子单元存在的主要危险有害因素有：火灾事故扩大化、触电、噪声与振动；其中火灾爆炸事故扩大、触电的危险等级为Ⅲ级，噪声与振动的危险等级为Ⅱ级。另外，消防设施不利使初期火灾不能及时扑救，还可能导致火灾爆炸事故扩大，导致人员伤亡财产损失；自控、仪表子单元存在的危险、有害因素有：火灾、触电、高处坠落。其中火灾的危险等级为Ⅳ级；触电、高处坠落的危险等级为Ⅲ级。

(6) 安全管理单元

1) 造成安全管理缺陷(结果)有 6 大因素(原因): 即经营者素质低、安全管理机构不健全或不符合要求、未建立健全管理制度和安全规程、安全教育培训与考核不符合要求、安全监督与检查不到位、安全设施投入不足;

2) 第一阶段的 6 大因素又是第二阶段的 6 个结果, 导致这 6 个结果的又各有各的原因, 例如经营者素质低是造成安全管理缺陷这一结果的原因之一, 但它同时又是第二阶段的结果。导致经营者素质低又有 6 个原因: 即国家安全生产方针与安全生产劳动保护政策不落实、违背科学生产规律决策、指挥、缺乏专业知识、安全生产能力不足、法制观念差、安全意识薄弱。

6.4 典型事故案例分析

以下通过列举事故案例, 分析类比该项目中可能出现的类似事故, 找出可能造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性, 防患于未然。

案例一、西安加气站爆炸事故

1、事故经过

2006 年 7 月 5 日早晨, 西安市丰禾路一加气站突然发生爆炸, 火焰冲出设备房的屋顶。事故中, 一名加气站员工身亡。

2、事故原因

天然气压缩机汽缸冲顶, 破损口瞬间压力过大, 进而引发了天然气自燃。

3、事故分析

压缩机存在的主要问题是: 压缩机间泄漏量较大; 润滑油泄漏量较大, 在对车用气瓶检测过程中, 发现不少气瓶中有润滑油残留物; 排气温度高, 在有的压缩机上未设置超温报警停机装置。

4、事故分析结论

提高压缩机质量应做到：

(1) 压缩机外露运动部件应设置防护装置。

(2) 压缩机应符合防爆、防雷标准，各类阀门应安全可靠；压缩机组现场电气和电路系统防爆等级应符合 GB3836.1 的规定且有防爆措施；静电接地和压缩机、驱动器接地装置应可靠，防雷装置应工作可靠。

(3) 压缩机各阀门须可靠；安全阀开启压力应合格，止回阀关闭应可靠。

(4) 压缩机中气体压力或润滑油压超限时能进行声光报警；压缩机各级排气温度及润滑油温度超限时应能进行声光报警。

案例二、京石高速公路天然气泄漏事故

(1) 事故经过

2006 年 2 月 18 日下午 5 点 15 分，京石高速公路良乡机场出口南 800m 处，一根 200mm 粗的天然气管道因液化气管线开挖施工损坏，造成天然气泄漏。为确保安全，京石高速长阳至阎村段道路被临时封闭，周边部分群众也被紧急疏散。据附近仓库的职工卢先生回忆，事发时，一辆正在作业的挖掘机挖断了天然气管道，大量的白色气体从管道裂口处喷出，“足有 3m 来高。”

房山区政府接到报警后，立即启动突发事件应急预案，组织各方力量做好安全警戒、交通管制、消防准备、群众疏散和事故现场隐患排查等工作。消防队赶到了现场，用水枪稀释空气中的天然气浓度。警察也对附近居民进行了疏散，封锁了出事地点周围的所有路口，距离事发地点方圆 500m 的范围禁止通行。

由于事发地点临近京石高速公路，为确保过往车辆安全，交通部门对长阳至阎村段道路实施临时交通管制。出京方向的车辆从杜家坎实行分流，绕行宛平城、京周路，进京方向的车辆从阎村实行分流，绕行京良路、京周路。

市燃气集团抢修队伍抵达现场后，立即采取降压、控制现场天然气浓度等措施，并组织抢修工作。

(2) 事故原因分析

由于正在施工的挖掘机挖断天然气管道造成了此次天然气泄漏事故，这是导致事故发生的直接原因。

(3) 事故教训及对策措施

在天然气泄漏后，及时将事故上报政府有关部门，立即启动突发事件应急预案，公安、交通、消防等各方配合，指挥得力，第一时间疏散周边群众、进行事故排查，燃气抢修队也立即采取措施组织抢修。本次事故各方责任明确，并有切实可行的应急预案，才避免了事故的扩大化、严重化。

对于危险化学品确定为重大危险源的，必须在属地进行突发事件应急预案的备案，并在备案通过后，向全厂或全公司职工宣读，进行相关安全知识培训，组织应急预案模拟演练，并将各方责任明确化，这样在突发事件发生时我们才可将危险降到最低，达到安全作业的目的。

案例三、陕西省榆林市紫金花大酒店壁挂锅炉天然气泄漏事故

(1) 事故经过

2005 年 12 月 20 日上午，陕西省榆林市紫荆花大酒店的男员工集体宿舍壁挂锅炉发生天然气泄漏事故，造成 7 人死亡、14 人受伤。

医院初步检查认为，伤者全部为急性天然气中毒，4 人到医院时心跳呼吸全无，尸体已经变硬，在抢救中又有 3 名青年死亡。其余受伤人员则神志恍惚，烦躁不安。医院随即启动突发公共事件应急预案，主治专家全程协调指导治疗。

据榆林市公安局榆阳分局统计，发生事故的紫荆花大酒店男员工集体宿

舍是一套三室两厅住宅，总面积约 135m²，当晚共住 36 人。天然气管道从他们房间经过，取暖用的天然气壁挂炉就装在他们房间靠窗户的墙上。

(2) 事故原因分析

该宿舍壁挂炉发生天然气泄漏，造成宿舍内人员中毒身亡、受伤，此次事故属重大事故。

(3) 事故教训与对策措施

紫荆花大酒店在锅炉安装时应对其危险性进行评价，对员工进行安全知识普及和培训，做好相应的事故应急演练。天然气壁挂炉安装在室内，一定要与人住的地方保持安全距离，安装天然气泄漏检测报警装置，当空气中天然气达到一定浓度即进行报警，再采取进一步排查撤离等行动。将事故危险性降到最低。

7 安全条件的分析

7.1 安全条件的分析过程

7.1.1 建设项目是否符合国家和当地政府产业政策与布局

该项目为天然气综合利用项目，根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)(修正)》(国家发展和改革委员会令〔2019〕第 29 号)可知，该项目属于目录中鼓励类项目中第七类，并于 2023 年 9 月 21 日取得了甘泉县行政审批服务局《关于甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目备案的通知》(甘行审发〔2023〕144 号)，符合国家产业准入政策和当地规划。

7.1.2 建设项目是否符合当地政府区域规划

该项目于 2022 年 9 月 29 日取得了甘泉县城乡规划建设办公室《关于下寺湾、石门镇三宗国有土地使用权出让规划的要求》。

7.1.3 建设项目选址是否符合相关标准要求

拟建项目站址于甘泉县石门镇石门村和梁庄村。站址东侧为石门子延 864 应急站及放空管；南侧为 10kV 架空电力线(杆高 10m)；西侧为门站、CNC 加气母站；北侧为山体。站内拟设的建(构)筑物与周边单位的防火间距符合《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)、《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)、《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)、《城镇燃气设计规范(2020 年版)》(GB50028-2006)、《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB 50016-2014)的要求，该站与梁庄村及石门村均签订了征用土地协议，该项目于 2022 年 9 月 29 日取得了甘泉县城乡规划建设办公室《关于下寺湾、石门镇三宗国有土地使用权出让规划的要

求》。

7.1.4 建设项目周边重要场所、区域及居民分布情况，建设项目的设施分布和连续生产经营活动情况及其相互影响情况，安全防范措施是否科学、可行

拟建项目站址于甘泉县石门镇石门村和梁庄村。站址东侧为石门子延 864 应急站及放空管；南侧为 10kV 架空电力线(杆高 10m)；西侧为门站、CNC 加气母站；北侧为山体。站内拟设的建(构)筑物与周边单位的防火间距均符合《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)、《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)、《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019)、《城镇燃气设计规范(2020 年版)》(GB50028-2006)、《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB 50016-2014)的要求。因此，该项目与周边单位的生产、经营活动之间产生的相互影响在可接受范围内。

7.1.5 当地自然条件对建设项目安全生产的影响和安全措施是否科学、可行

(1) 地震

地震是一种能产生巨大破坏作用的自然现象，尤其对建(构)筑物的破坏作用明显，作用范围大，厂房、装置等建(构)筑物遇地震等地质灾害时，有发生垮塌的危险，进而威胁设备和人员的安全。按照《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 版)的要求，该项目中建(构)筑物的抗震设防烈度拟按 6 度设防。

(2) 雷电

雷电是一种自然放电的现象，雷电危害方式主要有：电雷击、电感应、雷电波侵入。雷击在建(构)筑物、线路、电力设备等物体时，会产生雷电过电压，雷电所波及的范围内，会严重损害设备并危及人身安全。

在雨季雷电较多，电气设施和建(构)筑物均易受到直击雷的危害，架空管道及变配电装置和低压供电线路终端设施也易受到雷电波的侵袭。

该项目建(构)筑物设置了防雷电设施，并经常进行维护。因此雷电对该项目影响较小。

(3) 气温

甘泉县年平均气温 8.6℃，极端最低气温 -26.1℃，极端最高气温 36.8℃。夏季应防止作业场所的高温中暑；冬季消防水设备与管道应采取防冻措施。

(4) 雨、雪

厂址选择应考虑当地洪水、内涝等的威胁。该项目所在地年平均降水量为 571.2mm，年最大降水量 785.7mm，该项目拟采用防洪沟、排水管道等排涝的措施，一般不会造成洪水、内涝灾害。

建(构)筑物设计时应考虑积雪厚度的影响，建筑施工及选材时不符合要求，或遭遇百年一遇以上大的雪灾，积雪厚度过大，建(构)筑物可能因积雪过厚造成坍塌事故。该项目建(构)筑物拟采用混凝土框架结构或钢结构，稳定性较好，一般不会因积雪过厚造成坍塌事故。因此雨、雪对该项目影响较小。

(5) 地质

根据该公司提供的《岩土工程勘察报告》可知，该项目拟建场地属冲沟及临山地段，场地北侧及南侧均为岩质边坡，目前处于稳定状态。

由以上分析可知，该项目所在区域不存在极度恶劣的自然条件，自然条件对该项目的生产影响比较小。

7.1.6 主要技术、工艺是否成熟可靠

该项目采用的工艺为：净化系统采用 N-甲基二乙醇胺吸收法 (MDEA) 脱原料气中的 CO₂ 组分，分子筛吸附剂干燥脱水和低温分离脱重烃；液化系统采用混合冷剂制冷工艺。该项目拟采用的技术在国内同等规模液化天然气工厂的生产运行中已经得到了很好的检验，运行安全、成熟可靠。

7.1.7 依托原有生产、储存条件的，其依托条件是否安全可靠

该项目无依托原有生产、储存条件。

7.2 安全条件的分析结果

该项目主要的危险因素为天然气泄漏、引发的火灾、爆炸危险。该项目采用的压力容器及压力管道、设备设施满足安全生产要求，项目周边无重要公共建筑物，与周边建构物的距离满足《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)、《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)、《城镇燃气设计规范(2020 年版)》(GB50028-2006)、《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB50016-2014) 的规定，该站火灾、爆炸影响区域主要在站内，边缘可影响至站外局部区域。该站若发生火灾、爆炸事故，不会对周边环境及设施带来较大危害。

根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T37243-2019)，该项目装置或设施未涉及毒性气体及易燃气体且设计最大量与其在 GB18218 中规定的临界量比值之和小于 1，因此该项目外部安全防护距离满足相关标准规范的距离要求即可。由表 2.2.3-1 可知，该项目站内设施与站外建(构)筑物之间的防火间距满足相关规范的要求，故该项目外部安全防护距离满足要求。

本报告采用南京安元科技有限公司的区域定量风险评价软件进行个人风险和社会风险计算结果可知：该项目区域总体个人风险符合要求，该项目 LNG 储罐区域社会风险在可接受范围内。

8 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性的

8.1 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施的安全可靠性

该项目采用主流撬装工艺生产，为目前主流的撬装 LNG 液化工厂工艺，主要工艺有甲基二乙醇胺脱酸、干燥器脱水、冷箱液化、鹤管装卸等。

(1) 该项目的设备设施均拟由采用具有资质的生产厂家出产的合格产品。

(2) 爆炸危险环境中的电气设备拟均选用防爆型，且在工艺装置区和装车区设置可燃气体浓度探测报警装置。

(3) 控制系统由压力及温度传感器、防爆接线盒、温度仪表、压力仪表、流量仪表、报警控制仪表各种开关组成。

(4) 项目使用的压力容器属于特种设备，所有压力容器上有拟均设置安全阀和压力表，并配置放空管。

(5) 场站内工艺设备拟设防雷防静电系统，装车位置拟设置静电接地报警装置。

通过以上分析，该项目的设备、设施是安全可靠的。

8.2 主要装置、设备或者设施与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况

该项目拟设计规模： $25 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ ；

该项目 LNG 储罐所选设备满足拟建规模要求。

综上所述，建设项目选用的主要装置与经营过程是匹配的，能够满足经营与安全的要求。

8.3 危险化学品生产或者储存过程配套和辅助工程可靠性

建设项目生产、储存过程配套和辅助工程主要有：供电、供排水、消防、自控和仪表。

1、供电

本次建设LNG撬装液化站设备运行负荷为2947.07kW，其中380V设备负荷为337.07kW，10kV设备负荷为2610kW。LNG撬装液化站拟选用容量为1000kVA，电压等级为10kV/0.4kV的变压器一台，拟设电力系统满足要求。

2、供水

(1) 给水系统

该项目不涉及生产用水，生活用水及消防用水拟由站内自备井提供。

(2) 排水系统

1) 雨水系统：建筑屋顶雨水通过建筑外排水系统排至地面，站区地面积水拟依靠竖向设计无组织排出站外。

2) 生活生产污水系统：该项目排水主要为站区内生活污水，污水经化粪池处理后由建设方按照当地环保部门的要求定期清理。

给排水满足拟建项目要求。

3、消防

根据《天然气液化工厂设计标准》第12.2条可知，LNG液化工厂：室外消火栓用水量为30L/s，火灾延续供水按6小时计算，一次消防用水量648m³；LNG储罐罐壁喷水强度为2.5L/(min·m²)，罐顶喷水强度为4L/(min·m²)，重经储罐喷水强度为4L/(min·m²)，火灾延续供水按6小时计算，一次消防用水量324m³；经计算，一次消防总用水量为：815m³。LNG液化工厂站内拟设地下钢筋混凝土972m³消防水池一座。消防用水量满足要求。

4、自控和仪表

站场拟采用PLC站控系统对站内工艺变量及设备运行状态进行数据采集，对压力、温度、流量、阀门开关等生产运行的主要参数进行监控，并与切断阀的开启联动；对可燃气体进行报警，并对站内关键阀门进行联锁、集中控制，以保证站场安全、可靠、平稳、高效地运行，满足要求。

9 安全对策措施与建议 and 结论

9.1 安全对策与建议

9.1.1 安全对策措施建议的依据、原则

(1) 安全对策与建议的依据

安全对策与建议的依据主要为法律、法规、部门规章、标准、规范等。主要依据《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)、《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)、《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)、《城镇燃气设计规范(2020年版)》(GB50028-2006)、《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)、《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第13号)等相关条款提出安全对策措施。

(2) 安全对策与建议遵循的原则:

1) 安全技术措施等级顺序

①直接安全技术措施。生产设备本身应具有本质安全性能,不出现任何事故和危害。

②间接安全技术措施。若不能或不完全能实现直接安全技术措施时,必须为生产设备设计出一种或多种安全防护,最大限度地预防、控制事故或危害的发生。

③指示性安全技术措施。间接安全技术措施也无法实现或实施时,须采用检测报警装置、警示标志等措施,警告、提醒作业人员注意,以便采取相应的对策措施或紧急撤离危险场所。

④若间接、指示性安全技术措施仍然不能避免事故、危害发生,则应采取安全操作规程、安全教育、培训和个体防护用品等措施来预防、减弱系统

的危险、危害程度。

2) 根据安全技术措施等级顺序要求所应遵循的具体原则

①消除；②预防；③减弱；④隔离；⑤联锁；⑥警告。

9.1.2 安全对策措施与建议的内容

表 9.1.2 安全对策措施与建议的内容

序号	安全对策措施建议	依据
一、建设项目的选址		
1	天然气液化 I 厂的区域规划应根据工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》(GB51261-2019) 第 4.0.1 条
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。并宜位于邻近城镇居民区及社会公共福利设施最小频率风向的上风侧。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 4.0.2 条
3	可燃液体储罐(组)不宜紧邻江河、排洪沟布置。当受条件限制必须布置时,应采取川靠的防止可燃液体流入汇河、排洪沟的措施。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 4.0.6 条
二、总平面布置及建(构)筑物		
9	液化烃储罐(组)、可燃液体罐(组)不应毗邻布置在高于工艺装置区、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,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。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 5.1.3 条
10	天然气液化工厂四周应设不低于 2.2m 的非燃烧材料围墙。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 5.1.8 条
11	厂区绿化设计应符合现行国家标准《石油化工工厂布置设计规范》GB50984 的有关规定。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 5.1.8 条
12	液化天然气集液池和导液沟与明火地点的距离不应小于 30m。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 5.2.4 条
13	厂区消防车道设置应符合下列规定: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,纵向坡度不宜大于 8%,消防车道净宽度不应小于 6m。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 5.3.4 条
三、主要生产工艺装置单元		
12	原料气进气管道进入预处理装置前应设置紧急切断阀,紧急切断阀应具有远程操作功能。当工厂内有两套及以上预处理装置	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)

	时，每套装置的原料气进气管道上均应设置紧急切断阀。	第 6.2.1 条
13	可燃气体压缩机排出的放空气体和凝液应集中处理。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.2.3 条
14	采用混合冷剂制冷的工艺应设置制冷剂回收罐，回收罐的容积应能储存检修时冷剂系统管道内排出的液态制冷剂。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.2.11 条
15	冷箱上应设置防止冷箱内冷剂和天然气泄漏的检测和保护设施。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.2.12 条
16	对于可能因冷冻而产生堵塞的设备和管道，应采取防冻措施和解冻措施。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.2.15 条
17	在泵和压缩机的入口管道上应设置切断阀，在出口管道上应设置切断阀和止回阀，且止回阀宜设置在切断阀之前。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.2.16 条
18	在可能有可燃液体泄漏的设备区周围应设置导液和收集设施。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.3.4 条
19	装置内地坪竖向和排污系统的设计，应减少可能泄漏的可燃液体在工艺设备附近的滞留时间和扩散范围。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.3.5 条
20	在控制室和化验室内不应设置可燃气体、液化烃和可燃液体的在线分析仪器。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.3.9 条
21	液化天然气管道的防腐蚀涂料应能耐受持续低温，设备及管道的防腐应符合现行行业标准《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计规范》SH/T3022 的有关规定。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 6.4.6 条
22	当液化天然气泵在罐外设置时，液化天然气泵宜露天布置。液化天然气罐组的专用泵区宜布置在防火堤外。泵与储罐的距离不应小于 15m；当受工艺条件限制，液化天然气储罐专用泵布置在防火堤内时，与储罐的距离不应小于 3m，并应在防火堤外设置紧急停车按钮，紧急停车按钮与储罐的距离不应小于 15m。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 7.2.6 条
23	液化天然气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。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 7.2.11 条
24	液化天然气泵机组应设置温度、振动检测，超出高限值应报警并与泵机组停车连锁。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 7.2.15 条
25	设计压力小于 100kPa 的储罐宜设置液位-温度-密度 (LTD) 检测系统。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 7.2.16 条

26	<p>液化天然气储罐的安全防护应符合下列规定：</p> <p>1、储罐应设置安全泄放装置，并宜采用先自动排放载安全泄压的保护方式。设计压力小于 100kPa 的储罐应设置泄压安全阀和真空安全阀。</p> <p>2、储罐 应设置超压自动排放阀，排放气应排至火炬或安全放空系统，压力超出高限值应报警和连锁。</p> <p>3、设计压力小于 100kPa 的储罐应设置应设置破真空补气阀，应向罐内补充天然气或惰性气体，压力低于底限值底限值应报警和连锁。</p> <p>4、储罐的安全阀应设置备用阀，包括备用安全阀在内。安全阀的总数应满足检修单个安全阀时其余安全阀的流通能力满足储罐的最大排气流量或最大吸气流量的要求，每个安全阀均应设置切断阀。</p> <p>5、对于设计压力小于 100kPa 的储罐，当储罐安全阀或罐顶放空系统最大排放能力的计算未考虑罐内液体翻滚工况时，储罐应设置爆破片或其他泄压装置。</p> <p>6、储罐安全阀排放的气体宜排入火炬，当受条件限制时可直接排至大气，但应引至安全地点排放。</p> <p>7、储罐进出管道上应设置紧急切断阀，紧急切断阀应与储罐液位和压力控制系统连锁，并应具有现场和远程控制切断功能。</p> <p>8、储罐应具备紧急停车功能，事故状态下应切断储罐进出料并停运机泵。</p>	<p>《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 7.2.19 条</p>
27	<p>汽车装卸车设施应符合下列规定：</p> <p>1 在与槽车连接的卸车液相管道上应设置止回阀；</p> <p>2 在与装卸车臂相连的液相和气相管道上应设置切断阀，并采取排空措施；</p> <p>3 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。</p>	<p>《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 7.3.1 条</p>
28	<p>装卸区的布置应符合下列规定：</p> <p>1 液化天然气汽车装卸车鹤位应单独设置；</p> <p>2 液化天然气汽车装卸车鹤位之间的距离不应小于 4m。</p> <p>3 汽车装卸车场地应采用现浇混凝土地面；</p> <p>4 装卸车区的进出口宜分开设置；当进出口合用时，装卸车区内应设置回车场。</p>	<p>《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 7.3.2 条</p>
29	<p>全厂性工艺管道宜地上敷设，并宜成排布置在管廊或管墩上，当受条件限制时，也可埋地或敷设在管沟内。当可燃气体、液化烃或可燃液体管道敷设在管沟内时，应采取防止可燃气体聚集、液化烃或可燃液体流散的措施。</p>	<p>《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 8.2.2 条</p>
30	<p>在跨越道路的液化烃或可燃液体管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。可燃气体、液化烃及可燃液体管道穿越道路时，应敷设在管涵或套管内。</p>	<p>《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 8.2.6 条</p>
31	<p>永久性的地上、地下管道不应穿越或跨越与其无关的工艺装置、系统单元或罐组。</p>	<p>《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)</p>

		第 8.2.8 条
32	可燃气体、液化烃及可燃液体的管道不应穿越与其无关的建筑物。	《天然气液化厂设计标准》(GB51261-2019) 第 8.3.2 条
33	低温介质的泄放管道应单独设置。	《天然气液化厂设计标准》(GB51261-2019) 第 8.3.4 条
四、主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施		
1	泵和压缩机的出口应设置泄压装置以限制压力达到壳体、下游管线和设备的最大安全工作压力,除非壳体、下游管线和设备按泵和压缩机的最大排出压力设计。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 6.2.3 条
2	应设置阀门、使每台泵或压缩机维修时能隔离。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 6.2.2 条
3	可燃气体压缩机应在气体正常逸散的各点设置放空口,放空口应用管道引至安全排放点。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 6.2.6 条
4	储罐应设置安全阀和真空安全阀。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 7.4.3.1 条
5	LNG 储罐应设计成单壁储罐或双壁储罐。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 7.5.1 条
6	管道应采用颜色标准编号、涂色或标签标识,应符合 SY/T0043 或 SH/T3043 的规定。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 8.6.1 条
7	管道的标识应标明介质、正常流向及管径。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 8.6.2 条
8	LNG 容器液位仪表的设置应符合下列规定:应设置 1 套能从满罐到空罐连续检测的液位仪表。容器应设置独立的高液位进料切断装置。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 11.1.2.1 条
9	LNG 容器应至少设置 2 套独立的压力仪表用于连续检测、高低压报警和连锁。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第

		11.1.3.1 条
10	LNG 站场应设置紧急停车系统，隔离或关断 LNG 和其他危险流体的来源，并关断继续运行将加剧或延长事故的设备。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 11.1.7.1 条
11	对潜在可燃气体聚集、LNG 或可燃制冷剂溢出和易发生火灾的区域应设置气体检测和火灾报警系统。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 11.1.8.1 条
12	用于收集泄露的 LNG 和可燃液体的收集设施宜为开敞式。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 12.1.2 条
13	LNG 设施和槽车的关键部位应配置手提式或推车式灭火器。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 13.3.1.3 条
14	槽车装卸区的面积应满足车辆移动或转向的要求。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 15.6.2 条
15	输送管道、泵和压缩机应设置防护设施，以免因车辆的移动而受损。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 15.6.3 条
16	罐组应设防火堤。	石油化工企业设计防火标准 GB50160-2008 (2018 年版) 第 6.2.11 条
17	防火堤及隔堤内的有效容积应符合下列规定： 1、防火堤内的有效容积不应小于罐组内 1 个最大储罐的容积，当浮顶、内浮顶罐组不能满足此要求时，应设置事故存液池储存剩余部分，但罐组防火堤内的有效容积不应小于罐组内 1 个最大储罐容积的一半； 2、隔堤内有效容积不应小于隔堤内 1 个最大储罐容积的 10%。	石油化工企业设计防火标准 GB50160-2008 (2018 年版) 第 6.2.12 条
18	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 GB50160-2008 (2018 年版) 第 6.2.13 条
五、公用工程和辅助生产设施		
1	生产污水管道的下列部位应设置水封，水封高度不应小于 250mm： 1 预处理单元和冷箱、机泵等设施区域的排水出口；	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 8.4.2 条

	2 全厂性的支管与干管交汇处的支管上； 3 当全厂性支管、干管的管段长度大于 300m 时。	
2	泄压装置及其进出口管道、放空管道、火炬设施和其他可燃气体排放管道的设计和安装应能防止水、冰、雪或其他异物堵塞。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 9.1.5 条
3	酸性气体排放系统及处理设施应单独设置。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 9.2.3 条
4	携带可燃液体的低温可燃气体排放系统应设置气化器，低温火炬管道的选材应考虑事故排放时可能出现的最低温度。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 9.2.8 条
5	液化烃和可燃液体不得直接排入火炬或全厂集中放散设施。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 9.5.3 条
6	火炬宜采取有效地消烟措施。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 9.5.10 条
7	自控系统宜由功能相对独立并相互关联的过程控制系统 (BPCS)、安全仪表系统 (SIS) 和火气系统 (FGS) 等组成。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 10.1.3 条
8	自控系统的仪表及执行机构在失去动力源时，应能让工艺装置及附属设备转入并保持在安全状态。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 10.1.4 条
9	过程控制系统 (BPCS) 宜采用集散控制系统 (DCS)。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 10.2.1 条
10	安全仪表系统 (SIS) 应满足工厂安全完整性等级的要求。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 10.3.1 条
11	天然气液化工厂宜按二级负荷供电，当所在地区供电困难时可按三级负荷供电。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 11.1.1 条
12	液化烃、可燃液体及可燃气体金属罐体的防雷设计应符合现行国家标准《石油化工装置防雷设计规范》GB50650 的有关规定。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 11.3.1 条
13	天然气液化工厂的静电接地设计应符合现行行业标准《石油化工静电接地设计规范》SH3097 的有关规定。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 11.3.3 条
14	液化天然气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。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019) 第 12.3.1 条
15	工艺装置区、罐区和装卸区的集液池排水设施应有防止液化天然气、其他液化烃、可燃液体通过排水系统外流的措施。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)

		第 13.2.2 条
16	存在可燃气体、液化烃及可燃液体建筑物的门窗应向外开启，并应采取相应的泄压措施。	《天然气液化厂设计标准》(GB51261-2019) 第 14.2.1 条
17	在工艺装置区平台或梯子扶手处、可燃气体压缩机厂房入口处、可燃液体及液化烃泵房入口处、罐区入口处和装卸区入口处，均应设置消除人体静电的装置。	《天然气液化厂设计标准》(GB51261-2019) 第 16.1.2 条
18	工厂宜设置风向标。	《天然气液化厂设计标准》(GB51261-2019) 第 16.1.7 条
19	工厂应根据物料的危害特点设置防静电、防低温、防中毒等工作服和其他防护用具。	《天然气液化厂设计标准》(GB51261-2019) 第 16.3.2 条
20	消防水池的总蓄水有效容积大于 500m ³ 时，宜设两个能独立使用的消防水池，并应设置满足最低有效水位的连通管；但当大于 1000m ³ 时，应设置能独立使用的两座消防水池，每座消防水池应设置独立的出水管，并应设置满足最低有效水位的连通管。	《消防给水及消火栓系统技术规范》 (GB50974-2014)第 4.3.6 条
21	储存室外消防用水的消防水池或供消防车取水的消防水池，应符合下列规定： 1 消防水池应设置取水口(井)，且吸水高度不应大于 6.0m； 2 取水口(井)与建筑物(水泵房除外)的距离不宜小于 15m； 3 取水口(井)与甲、乙、丙类液体储罐等构筑物的距离不宜小于 40m；	《消防给水及消火栓系统技术规范》 (GB50974-2014)第 4.3.7 条
22	消防水池的通气管和呼吸管等应符合下列要求： 1 消防水池应设置通气管； 2 消防水池通气管、呼吸管和溢流水管等应采取防止虫鼠等进入消防水池的技术措施。	《消防给水及消火栓系统技术规范》 (GB50974-2014)第 4.3.10 条
七、安全管理和应急管理		
1	石油天然气建设工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备应进行现场验收。凡涉及结构、安全、功能的有关产品，应按各专业工程质量验收规范的规定进行复验，并应经监理工程师(建设单位项目技术负责人)检查签字认可。	《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通则》(SY/T4200-2007) 第 5.2.1 条
2	各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查，并按有关规定形成记录，未经检查认可不得进行下道工序施工。	《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通则》(SY/T4200-2007) 第 5.2.2 条
3	施工过程中，不同专业或不同施工单位之间应办理交接验收手续，按规定形成记录，并应经监理工程师(建设单位项目技术负责人)检查签字认可。	《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通则》(SY/T4200-2007) 第 5.2.3 条
4	石油天然气建设工程施工质量交工验收应按下列要求进行：施工质量应符合本标准和相关专业施工质量验收规范的规定。施	《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通

	工应符合工程勘察、设计文件的要求。预试运(包括管道系统及设备的内部处理、电气及仪表调试、单机试运和联合试运等)合格。参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。工程施工质量的验收均应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行。隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知有关单位进行验收,并形成验收文件。涉及结构安全的试块、试件以及有关材料,应按规定进行见证取样检测。检验批的质量应按主控项目和一般项目验收。承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质。	则》(SY/T4200-2007)第 5.3 条
5	生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有列职责: (一)建立、健全本单位安全生产责任制; (二)组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程; (三)组织制定并实施本单位安全生产教育和培训计划; (四)保证本单位安全生产投入的有效实施; (五)督促、检查本单位的安全生产工作,及时消除生产安全事故隐患; (六)组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案; (七)及时、如实报告生产安全事故。	《中华人民共和国安全生产法》第十八条
6	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
7	生产经营单位新建、改建、扩建工程项目(以下统称建设项目)的安全设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。	《中华人民共和国安全生产法》第二十八条
8	生产经营单位必须依法参加工伤保险,为从业人员缴纳保险费。国家鼓励生产经营单位投保安全生产责任保险。	《中华人民共和国安全生产法》第四十八条
9	生产经营单位应当具备安全生产条件所必需的资金投入,由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证。 生产经营单位应当按照国家有关规定,提取并使用安全生产费用,专门用于保障和改善安全生产条件,安全生产费用在成本中列支	《陕西省安全生产条例》第十三条
10	生产经营单位应当建立健全全员全岗位的安全生产责任制和安全生产全过程责任追溯制度,明确安全生产责任范围、考核标准及责任追溯等内容,并与安全生产责任人签订安全生产责任书。	《陕西省安全生产条例》第十四条
11	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,应当按照下列规定设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员: (一)从业人员不足 50 人的,配备 1 名以上专职安全生产管理人员;(二)从业人员 50 人以上不足 300 人的,设置专门的安全生产管理机构,并配备 2 名以上专职安全生产 管理人员;	《陕西省安全生产条例》第十五条

	(三)从业人员 300 人以上的，设置专门的安全生产管理机构，并配备不少于 3 人的专职安全生产管理人员。	
12	<p>生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员，应当具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。</p> <p>矿山、金属冶炼、建筑施工、道路运输单位，危险物品的生产、经营、储存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进行考核。</p> <p>生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，未经安全生产教育和培训合格的，不得上岗作业。</p> <p>生产经营单位的特种作业人员，应当按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。</p>	《陕西省安全生产条例》第十六条
13	生产经营单位应当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，并教育、督促从业人员正确佩戴、使用，不得以现金或者其他物品替代劳动防护用品的提供。	《陕西省安全生产条例》第十七条
14	<p>生产经营单位应当根据本单位的生产经营特点，对生产工序、设备进行风险辨识并确定风险等级，进行日常安全生产巡查，定期进行专项安全生产排查，每月至少进行一次综合安全生产检查。</p> <p>安全生产管理人员对检查中发现的事故隐患应当及时上报并提出处理意见，跟踪事故隐患治理情况并记录在案。</p>	《陕西省安全生产条例》第十八条
15	<p>应健全健全特种设备安全技术档案，安全技术档案应包括：</p> <p>(一)特种设备的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护说明等文件以及安装技术文件和资料；</p> <p>(二)特种设备的定期检验和定期自行检查的记录；</p> <p>(三)特种设备的日常使用状况记录；</p> <p>(四)特种设备及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录；</p> <p>(五)特种设备运行故障和事故记录；</p> <p>(六)高耗能特种设备的能效测试报告、能耗状况记录以及节能改造技术资料。</p>	《特种设备安全监察条例》第二十六条

9.2 安全预评价结论

9.2.1 主要危险、有害因素评价结果

该项目的**主要危险、有害因素**为：火灾、爆炸、容器爆炸、冻伤、静电、车辆伤害；**次要危险因素**为：高处坠落、触电、中毒和窒息、机械伤害、坍塌

塌、起重伤害、物体打击、噪声、其他伤害。

9.2.2 应重视的安全对策措施建议

该项目应重点落实防止火灾、爆炸、容器爆炸事故等方面的对策措施。
该站应重视的安全对策措施建议有：

(1) 在站场内可能发生天然气泄漏处置设置可燃气体探头，检测气体泄漏情况并进行报警。

(2) 爆炸危险区域内的电气设备选型、安装、电力线路敷设等，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)的有关规定。

(3) 压力容器投入使用前或投入使用后 30 日内，应当按要求到直辖市或者设区的市的质量技术监督部门(以下统称使用登记机关)逐台办理使用登记手续。登记标志放置位置应当符合有关规定。

(4) 天然气进站管道上应设置紧急切断阀。可手动操作的紧急切断阀的位置应便于发生事故时能及时切断气源。

(5) 阀门的选用应符合现行国家标准《低温阀门技术条件》(GB/T24925-2019)的有关规定。紧急切断阀的选用应符合现行国家标准《低温介质用紧急切断阀》(GB/T24918-2010)的有关规定。

(6) 承建本站建筑工程和的施工单位应具有建筑工程的相应资质。从事压力容器及压力管道安装、改造、维修的单位，应取得相应的特种设备许可证。

(7) 站房及其他附属建筑物的基础、构造柱、圈梁、模板、钢筋、混凝土，以及砖石工程等的施工，应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》(GB50202-2018)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》

(GB50204-2015)的有关规定。

(8)生产区应设置环形消防车通道，消防车通道宽度不应小于 3.5m。

(9)站内应根据要求分组计量和调压装置，装之前应设过滤器。

(10)气瓶车装车前应停靠在固定车位处，并应采取固定措施，在充气作业中严禁移动。

9.2.3 危险、有害因素受控的程度

认真落实该项目的防止火灾、爆炸、容器爆炸事故发生的安全技术措施、安全管理措施、安全监控措施及应急救援措施，可以有效地防止事故的发生；万一发生泄漏，通过采取合理、有序的应急救援措施，可以把事故控制在可以接受的程度，避免造成重大火灾、爆炸伤亡事故。

该项目在采取本报告中的安全对策措施建议，并严格安全管理、执行操作规程的情况下可有效预防各类事故发生，降低事故发生的可能性及其危害程度。

9.2.4 国家有关法律法规、标准、规章、规范的符合性

(1)项目选址是否符合安全条件要求

该项目位于甘泉县石门镇石门村和梁庄村。东侧为石门子延 864 应急站及放空管；南侧为 10kV 架空电力线(杆高 10m)；西侧为门站、CNC 加气母站；北侧为山体。站内拟设的建(构)筑物与周边单位的防火间距均符合《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)、《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019)、《城镇燃气设计规范(2020 年版)》(GB 50028-2006)、《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB50016-2014)的要求，该项目于 2022 年 9 月 29 日取得了甘泉县城乡规划建设办公室《关于下寺湾、石门镇三宗

国有土地使用权出让规划的要求。

(2) 总平面布置是否符合法律、法规、规范、标准要求

该项目总平面布置分区合理，各建(构)筑物之间的防火间距符合《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)、《城镇燃气设计规范(2020年版)》(GB 50028-2006)、《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019)、《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)及《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)的规定等规范的要求。

(3) 拟选择的主要装置技术、工艺是否成熟、安全可靠

该项目 LNG 液化工厂采用主流撬装工艺生产，为目前主流的撬装 LNG 液化工厂工艺，主要工艺有甲基二乙醇胺脱酸、干燥器脱水、冷箱液化、鹤管装卸等。

1) 该项目的设备设施均拟由采用具有资质的生产厂家出产的合格产品。

2) 爆炸危险环境中的电气设备拟均选用防爆型，且在工艺装置区和装车区设置可燃气体浓度探测报警装置。

3) 控制系统由压力及温度传感器、防爆接线盒、温度仪表、压力仪表、流量仪表、报警控制仪表各种开关组成。

4) 项目使用的压力容器属于特种设备，所有压力容器上有拟均设置安全阀和压力表，并配置放空管。

5) 场站内工艺设备拟设防雷防静电系统，装车位置拟设置静电接地报警装置。

通过以上分析，该项目的设备、设施是安全可靠的。

(4) 拟采用的安全设施是否满足安全生产条件要求

该项目的工艺区拟设置相应的安全设施及测量仪表，并拟设可燃气体检测报警器；设备设施设置防雷、防静电接地装置；爆炸危险区域采用符合要求的防爆电器；消防设施按规范要求设置。因此，该项目拟采用的安全设施可以满足该项目安全生产条件要求。

(5) 总体评价结论

甘泉县丰源天然气有限责任公司甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目选址符合相关规范要求，总图布置合理；采用的生产工艺成熟可靠，设备选型合理，公用工程及消防满足安全生产的需求。该项目只要遵循国家有关建设项目“三同时”的要求，在下一阶段设计、施工和验收中，按照国家有关法律、法规和技术标准的要求进行设计、施工和验收，认真落实本报告提出的安全对策措施，将潜在的危险、有害因素导致的事故隐患消除在萌芽状态，即可控制事故的发生，实现安全生产。

综上所述：甘泉县丰源天然气有限责任公司甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目项目从安全角度符合国家有关安全生产的法律法规、标准、规章、规范的要求，具备项目建设的安全条件。

10 与建设单位交换意见的情况结果

在对甘泉县丰源天然气有限责任公司甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目项目安全预评价过程中，我公司评价组成员与建设单位积极交换意见。

在评价报告完成后，我公司将评价报告的主要内容及对策措施和建议与企业沟通和协商，并达成了共识；在与企业积极交换意见，充分协商的情况下，完成了该项目安全预评价报告。

安全评价报告附件

附件 1 有关附图表

附图 1、区域位置图

附图 2、四邻关系图

附图 3、总平面布置图

附图 4、管道和仪表总流程图（一）

附图 5、管道和仪表总流程图（二）

附图 6、防雷、接地平面图

附件 2 选用的安全评价方法简介

附 2.1 选用的安全评价方法

本次评价采用的评价方法为：（1）安全检查表；（2）预先危险性分析；（3）TNT 当量法蒸气云爆炸事故模型；（4）因果关系图法。

附 2.2 选用的安全评价方法简介

附 2.2.1 安全检查表法

安全检查表就是为系统地辨识和诊断某一系统的安全状况而事先拟好的问题清单。具体地讲，就是为了系统地发现某个系统、某个工艺过程或机械、设备、产品以及各种操作、管理和组织措施中的不安全因素，事先把检查对象加以分解，把大系统分解成小的子系统，找出不安全因素，然后确定检查项目和标准要求，将检查项目按系统的构成顺序编制成表，以便进行检查，避免漏检，这种表就叫安全检查表。

编制安全检查表时应按以下要求进行：

① 全面细致地了解系统的功能、结构、工艺条件等有关资料，包括系统或同类系统发生过的事故、事故原因和后果。还要收集系统的说明书、布置图、结构图、环境条件等技术文件；

② 收集与系统有关的国家标准、法规及公认的安全要求，为编制提供依据；

③ 按系统的功能、结构或因素方法，逐一列出可能影响部件、零件及整机系统安全的因素，并列清单；

④ 针对危险因素清单，从有关法规、标准等安全技术文件中，逐一找出对应安全要求及应达到的安全指标和应采取的安全措施，形成一一对应的系统安全检查表；

⑤ 有关安全管理机构、安全管理制度方面的检查，可列入安全检查表中。

附 2.2.2 预先危险性分析法

预先危险性分析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、概率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，避免考虑不周造成的损失。

(一) 步骤

(1) 对系统的生产目的、工艺过程以及操作条件和周围环境进行充分的调查了解。

(2) 收集以往的经验 and 同类生产中发生过的事故情况，分析危险、有害

因素和触发事件。

(3) 推测可能导致的事故类型和危险或危害程度。

(4) 确定危险、有害因素后果的危险等级。

(5) 制定相应安全措施。

(二) 危险性等级

按危险、有害因素导致的事故的危险(危害)程度,将危险有害因素划分为四个危险等级。如附表 2.2.2-1 所示。

附表 2.2.2-1 危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态,暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能,但应予以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
IV	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

附 2.2.3 TNT 当量法蒸气云爆炸事故模型

伤害(或破坏)范围评价法是根据事故的数学模型,应用计算数学方法,求取事故对人员的伤害范围或对物体的破坏范围的安全评价方法。液体泄漏模型、气体泄漏模型、气体绝热扩散模型、池火火焰与辐射强度评价模型、火球爆炸伤害模型、爆炸冲击波及其伤害破坏模型、蒸气云爆炸超压破坏模型、毒物泄漏扩散模型和锅炉爆炸伤害 TNT 当量法都属于伤害(或破坏)范围评价法。

爆炸冲击波及其伤害破坏模型:压力容器爆炸时,爆破能量在向外释放时以冲击波能量、碎片能量和容器残余变形能量三种形式表现出来。后二者所消耗的能量只占总爆破能量的 3%~15%,也就是说大部分能量是产生空气冲击波。冲击波是由压缩波叠加形成的,是波阵面以突进形式在介质中传播

的压缩波。只要冲击波超压达到一定值时，便会对目标造成一定的伤害或破坏。

附 2.2.4 因果关系图法

因果关系图是一种发现问题“根本原因”的方法，就是将造成某项结果的众多原因，以系统的方式图解之，也就是以图表的方式来表达结果与原因的关系，其图形像鱼刺，因此称为“鱼刺图”。

附件 3 定性、定量分析危险、有害程度的过程

附 3.1 危险、有害因素的辨识过程

附 3.1.1 物料的危险、有害因素分析

该项目主要产品为 LNG，主要原辅材料有原料气天然气、加臭用的四氢噻吩、冷剂(主要为甲烷、乙烯、丙烷、异丁烷、氮气；其中产品(LNG、商品天然气)(8006-14-2)，加臭用四氢噻吩(110-01-0)，冷剂中的主要成分甲烷(74-82-8)、乙烯(74-85-1)、丙烷(74-98-6)、异丁烷(75-28-5)、氮气(7727-37-9)均被列入《危险化学品目录(2022 调整版)》中，属于危险化学品。其中天然气(LNG、商品天然气)、甲烷、乙烯被列入《重点监管的危险化学品名录(2013 版)》中，属于重点监管的危险化学品；液化天然气被列入《特别管控危险化学品目录(第一版)》(应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告〔2020〕第 3 号)中，属于特别管控危险化学品。

该项目的危险化学品名称、数量等情况详见下表 3.1-1:

表 3.1.1-1 危险有害物质名称情况一览表

序号	名称	CAS 号	存在的主要危险、有害因素	备注
1	天然气(压缩的/液化的)	8006-14-2	火灾、爆炸、窒息	原料/产品
2	四氢噻吩	110-01-0	中毒、麻醉	辅料
2	甲烷	74-82-8	火灾、爆炸、冻伤、窒息	冷剂成分
3	乙烯	74-85-1		
4	丙烷	74-98-6		
5	异丁烷	75-28-5		
6	氮气	7727-37-9		

该项目涉及天然气的危险有害特性分析如下：

附表 3.1.1-2 天然气危险有害特性表

特别警示	极易燃气体。
理化特性	<p>无色、无臭、无味气体。微溶于水，溶于醇、乙醚等有机溶剂。分子量 16.04，熔点-182.5℃，沸点-161.5℃，气体密度 0.7163g/L，相对蒸气密度(空气=1)0.6，相对密度(水=1)0.42(-164℃)，临界压力 4.59MPa，临界温度-82.6℃，饱和蒸气压 53.32kPa(-168.8℃)，爆炸极限 5.0%~16%(体积比)，自燃温度 537℃，最小点火能 0.28mJ，最大爆炸压力 0.717MPa。</p> <p>主要用途：主要用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。</p>
危害信息	<p>【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，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危险。</p> <p>【活性反应】 与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氧化氧及其他强氧化剂剧烈反应。</p> <p>【健康危害】 纯甲烷对人基本无毒，只有在极高浓度时成为单纯性窒息剂。皮肤接触液化气体可致冻伤。天然气主要组分为甲烷，其毒性因其他化学组成的不同而异。</p>
安全措施	<p>【一般要求】 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。</p> <p>密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。</p> <p>在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩带供气式呼吸器。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，重点储罐需设置紧急切断装置。</p> <p>避免与氧化剂接触。</p> <p>生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。</p> <p>【特殊要求】 【操作安全】</p> <p>(1)天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。</p> <p>(2)生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业(固定动火区必须距离生产区 30m 以上)。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。配气站严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。</p> <p>(3)天然气配气站中，不准独立进行操作。非操作人员未经许可，不准进入配气站。</p> <p>(4)含硫化氢的天然气生产作业现场应安装硫化氢监测系统。进行硫化氢监测，应符合</p>

	<p>以下要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——含硫化氢作业环境应配备固定式和携带式硫化氢监测仪； ——重点监测区应设置醒目的标志； ——硫化氢监测仪报警值设定：阈限值为 1 级报警值；安全临界浓度为 2 级报警值；危险临界浓度为 3 级报警值； ——硫化氢监测仪应定期校验，并进行检定。 <p>(5)充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。</p> <p>【储存安全】</p> <p>(1)储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 30℃。</p> <p>(2)应与氧化剂等分开存放，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。储存区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>(3)天然气储气站中：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——与相邻居民点、工矿企业和其他公用设施安全距离及站场内的平面布置，应符合国家现行标准； ——天然气储气站内建(构)筑物应配置灭火器，其配置类型和数量应符合建筑灭火器配置的相关规定； ——注意防雷、防静电，应按《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)的规定设置防雷设施，工艺管网、设备、自动控制仪表系统应按标准安装防雷、防静电接地设施，并定期进行检查和检测。 <p>【运输安全】</p> <p>(1)运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。</p> <p>(2)槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具。</p> <p>(3)车辆运输钢瓶时，瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方，堆放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。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有人看管。发生泄漏或火灾时要把车开到安全地方进行灭火或堵漏。</p>
<p>应急处置原则</p>	<p>【急救措施】</p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>皮肤接触：如果发生冻伤：将患部浸泡于保持在 38~42℃ 的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感，就医。</p> <p>【灭火方法】</p> <p>切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。</p> <p>灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p> <p>【泄漏应急处置】</p> <p>消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。</p> <p>作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 800m。</p>

附表 3.1.1-3 乙烯危险有害特性表

<p>特别警示</p>	<p>极易燃气体，有较强的麻醉作用；火场温度下易发生危险的聚合反应。</p>
<p>理</p>	<p>无色气体，带有甜味。不溶于水，微溶于乙醇，溶于乙醚、丙酮和苯。分</p>

<p>化 特 性</p>	<p>分子量 28.05, 熔点-169.4℃, 沸点-103.9℃, 气体密度 1.260g/L, 相对密度(水=1)0.61, 相对蒸气密度(空气=1)0.98, 临界压力 5.04MPa, 临界温度 9.2℃, 饱和蒸气压 8100kPa(15℃), 爆炸极限 2.7%~36.0%(体积比), 自燃温度 425℃, 最小点火能 0.096mJ。 主要用途: 主要用于制聚乙烯、聚氯乙烯、醋酸等。</p>
<p>危 害 信 息</p>	<p>【燃烧和爆炸危险性】 极易燃, 与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇明火、高热或接触氧化剂, 有引起燃烧爆炸的危险。 【活性反应】 与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。 【健康危害】 具有较强的麻醉作用。 急性中毒: 吸入高浓度乙烯可立即引起意识丧失, 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。</p>
<p>安 全 措 施</p>	<p>【一般要求】 操作人员必须经过专门培训, 严格遵守操作规程, 熟练掌握操作技能, 具备应急处置知识。 密闭操作, 严防泄漏, 工作场所全面通风。 生产、使用及贮存场所应设置泄漏检测报警仪, 使用防爆型的通风系统和设备。远离火种、热源, 工作场所严禁吸烟。操作人员应该穿防静电工作服。 储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计, 并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置, 输入、输出管线等设置紧急切断装置。 避免与氧化剂、卤素接触。 生产、储存区域应设置安全警示标志。搬运时轻装轻卸, 防止钢瓶及附件破损。在传送过程中, 钢瓶和容器必须接地和跨接, 防止产生静电。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。 【特殊要求】 【操作安全】 (1)乙烯作业场所的乙烯浓度必须定期测定, 并及时公布于现场。 (2)生产区域内, 严禁明火和可能产生明火、火花的作业(固定动火区必须距离生产区 30m 以上)。生产需要或检修期间需动火时, 必须办理动火审批手续。乙烯设备、容器及管道在动火进行大、小修之前应作充氮吹扫。所用氮气的纯度应大于 98%, 吹扫口化验乙烯含量低于 0.5%时, 才能动火修理, 并应事先得到有关部门批准, 设专人监护和采取必要的防火、防爆措施。 (3)乙烯管道、阀门和水封装置冻结时, 只能用热水或蒸汽加热解冻, 严禁使用明火烘烤。乙烯系统运行时, 不准敲击, 不准带压修理和紧固, 不得超压, 严禁负压。 (4)充装时使用万向节管道充装系统, 严防超装。 【储存安全】 (1)储存容器应有正确的标识。保持容器密闭, 储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房, 库房温度不宜超过 30℃。 (2)远离热源、点火源和酸类、卤素、氧化剂。储存区电路必须接地以避免产生电火花, 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。 (3)乙烯瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器和气瓶的间距不应小于 8m; 与空调装置、空气压缩机和通风设备等吸风口的间距不应小于 20m; 与明火或普通电气设备的间距不应小于 10m。 (4)对于储罐, 定期校验安全阀、液位计、压力计等, 并按标准要求定期对储罐进行耐压试验, 同时对罐壁腐蚀情况进行一次系统测试。 (5)注意防雷、防静电, 厂(车间)内的储罐应按《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)的规定设置防雷设施。</p>

	<p>(6)储存区应设置气体检测器以便及时发现物料的泄漏并采取措施。储存区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>【运输安全】</p> <p>(1)运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。</p> <p>(2)槽车运输时要用专用槽车。槽车安装的阻火器(火星熄灭器)必须完好。槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具；要有遮阳措施，防止阳光直射。</p> <p>(3)车辆运输钢瓶时,瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方，堆放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，直立排放时，车厢高度不得低于瓶高的 2/3。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有专人看管。发生泄漏或火灾要开到安全地方进行灭火或堵漏。</p> <p>(4)乙烯采用管道输送时应注意以下事项：</p> <p>——输气管道不应通过城市水源地、飞机场、军事设施、车站、码头。因条件限制无法避开时，应采取保护措施并经国家有关部门批准；</p> <p>——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩；</p> <p>——输气管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；乙烯管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的管道下面，不得修建与管道无关的建筑物和堆放易燃物品；</p> <p>——输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查，及时处理输气管道沿线的异常情况。</p>
<p>应急处置原则</p>	<p>【急救措施】</p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>皮肤接触：如果发生冻伤：将患部浸泡于保持在 38~42℃ 的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感，就医。</p> <p>【灭火方法】</p> <p>切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。</p> <p>灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p> <p>【泄漏应急处置】</p> <p>消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。接触液体时，防止冻伤。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。</p> <p>作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 800m。</p>

附表 3.1.1-4 丙烷危险有害特性表

标识	中文名	丙烷	英文名	propane
	分子式	C ₃ H ₈	CAS 号	74-98-6
	分子量	44.10	危险性类别	第 2.1 类易燃气体
			UN 编号	1978
理化特性	熔点(°C)	-187.6	沸点(°C)	-42.1
	燃烧热(kJ/mol)	2217.8	饱和蒸气压(kPa)	53.32(-55.6°C)

	临界温度(°C)	96.8	临界压力(MPa)	4.25
	相对密度	(水=1) 0.58(-44.5°C)		(空气=1) 1.56
	外观性状	无色气体, 纯品无臭		
	溶解性	微溶于水, 溶于乙醇、乙醚		
	稳定性	---	聚合危害	---
	禁忌物	强氧化剂、卤素	燃烧(分解)产物	一氧化碳、二氧化碳
	主要用途	用于有机合成		
燃爆特性	燃烧性	易燃	建规火险分级	甲
	闪点(°C)	-104	引燃温度(°C)	450
	爆炸下限(V%)	2.1	爆炸上限 (V%)	9.5
	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。		
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。			
毒性及健康危害	车间卫生标准	未制定标准		
	侵入途径	吸入		
	急性毒性	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料		
	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。		
急救措施	皮肤接触	---		
	眼睛接触	---		
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。		
	食入	---		
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。用工业覆盖层或吸附/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。			
操作注意事项	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。			
包装方式	包装类别: O2 包装方法: 钢质气瓶			
储存注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30°C。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。			
运输注意事项	本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运, 装运前需报有关部门批准。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。
防护措施	<p>工程控制：生产过程密闭，全面通风。</p> <p>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)。</p> <p>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。</p> <p>身体防护：穿防静电工作服。</p> <p>手防护：戴一般作业防护手套。</p> <p>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。</p>

附表 3.1.1-5 异丁烷危险有害特性表

物质名称：异丁烷;2-甲基丙烷；isobutane;2-methylpropane					
分子式:C4H10			相对分子量: 58.14		
危险性类别：第 2.1 类 易燃气体			危险货物编号：21012		
CAS 号：75-28-5			UN 号：1969		
物化特性					
沸点 (°C)	-11.8	比重 (水=1)	0.56 (0°C)		
饱和蒸气压 (kPa)	304 (20°C)	熔点 (°C)	-159.6		
蒸气密度 (空气=1)	2.01	溶解性	易溶于水，溶于乙醇、乙醚、氯仿		
外观与气味	无色、稍有气味的气体。				
火灾爆炸危险数据					
闪点 (°C)	-82.8	爆炸极限 (%)	1.4~8.5		
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	与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高温能引起燃烧爆炸。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源引着回燃。若遇高热，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		聚合危险性	可能存在	
	稳定	√		不存在	√
禁忌物				燃烧 (分解) 产物	CO,
健康危害数据					
侵入途径	吸入	√	皮肤		口
急性毒性	LD50			LC50	
健康危害 (急性和慢性)					
主要作用是麻醉和弱刺激。急性中毒：主要表现为头痛、头晕、嗜睡、恶心、酒醉状态，严重者可能出现昏迷。慢性影响：出现头痛、头晕、睡眠不佳、易疲倦等症状。					
泄漏紧急处理					
迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并隔离直至气体散尽，切断火源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。切断气源，喷雾状水稀释、溶解，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。抽排(室内)或强力通风(室外)。漏气容器不能再用，且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。					
储运注意事项					
储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30°C，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。					
防护措施					

车间卫生标准	未制定		
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。
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。	手防护	戴一般作业防护手套。
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 3.1.1-6 氮气危险有害特性表

标识	中文名：氮气		危险化学品目录序号：172		
	英文名：nitrogen, refrigerated liquid		UN 编号：1977		
	分子式：N ₂	分子量：28.01		CAS 号：7727-37-9	
理化性质	外观与性状	无色无臭液化气体。			
	熔点(°C)	-209.8	相对密度(水=1)	0.81	相对密度(空气=1) 0.97
	沸点(°C)	-195.6	饱和蒸气压(kPa)		1026.42/-173°C
	溶解性	微溶于水、乙醇。			
毒性及健康危害	侵入途径	吸入。			
	毒性	LD ₅₀ ： LC ₅₀ ：			
	健康危害	皮肤接触液氮可致冻伤；如常压下汽化产生的氮气过量，可使空气中氧分压下降，引起缺氧窒息。			
	急救方法	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。			
燃烧爆炸危险性	燃烧性	不燃	燃烧分解物	氮气	
	闪点(°C)	/	爆炸上限(v%)	/	
	引燃温度(°C)	/	爆炸下限(v%)	/	
	危险特性	若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸事故的危险。			
	储运条件与泄漏处理	储运条件： 储存于阴凉、通风的仓间内，仓内温度不宜超过 30°C。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。 泄漏处理： 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，穿防寒服。不要直接接触泄漏物。尽可能切断泄漏源。禁止将液体冲入下水道、排洪沟等限制性空间。将漏出气用排风机送至空旷处。漏气容器应妥善处理，修复、检验后再用。			
灭火方法	本品不燃，用雾状水保持火场中容器冷却；可用雾状水喷淋加速液氮蒸发，但不可使水枪射至液氮。				

注：数据来源于《危险化学品目录》(2022 版)，《化学品分类和危险性公示 通则》(GB13690-2009)。

《新编危险物品安全手册》(化学工业出版社 2001 年出版),《危险化学品安全技术全书》(国家安全生产监督管理总局化学品登记中心、中国石化集团公司安全工程研究所组织编写,化学工业出版社 2008 年出版)《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》等资料。

附 3.1.2 场站周边环境的危险、有害因素分析

(1) 选择下列地段和地区为厂址,有可能造成设备损坏、建筑物倒塌以及由于上述事故引起的有毒物质泄漏、火灾爆炸事故。

- 1) 地震断层和抗震设防烈度高于九度的地震区;
- 2) 有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段;
- 3) 采矿陷落(错动)区界限内;
- 4) 爆破危险范围内;
- 5) 坝或堤决溃后可能淹没的地区;

6) IV 级自重湿陷性黄土、厚度大的新近堆积黄土、高压缩性的饱和黄土和 III 级膨胀土等工程地质恶劣地区。

该项目不处于上述地段,地震烈度为 7 度,无不良地质构造,适合于该项目建设。

(2) 站址周边无其它引用水源地、自然保护区、风景名胜区、重点文物保护单位等环境敏感点,及法律、行政法规规定予以保护的其他区域。如果该项目发生火灾、爆炸事故,主要对站内有影响,所以要加强站内安全管理,防止储罐发生火灾、爆炸事故。

(3) 项目选择地,应有便利的交通环境,如果交通不便利,将会影响工程施工、检修及正常生产。

拟建项目站址于甘泉县石门镇石门村和梁庄村。站址东侧为石门子延 864 应急站及放空管;南侧为 10kV 架空电力线(杆高 10m);西侧为门站、CNC 加气母站;北侧为山体。

该站场地势西高东低，位于山沟中，山体汇水会从站场排水沟经过，如果站场排水设置不合理均可能导致持续的雷雨天气雨水漫入站场，造成洪涝灾害事故，站场人员伤亡和财产损失事故。

站场南侧和北侧均为山体，当施工过程未对靠近低地势侧做护坡处理或护坡设置不合理，可能导致坍塌事故，造成设备损坏、管线断裂引起火灾、爆炸、泄漏事故的发生。

综上所述，该项目选址不当可能导致火灾、爆炸、坍塌等事故。

附 3.1.3 场站总平面布置及建(构)筑物的危险、有害因素分析

(1) 总平面布置的危险、有害因素分析

1) 若站内总平面布置分区不合理，各建(构)筑物之间的防火间距不符合《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019)、《城镇燃气设计规范(2020 年版)》(GB50028-2006)及《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB 50016-2014)要求，容易造成火灾、爆炸扩大事故。

2) 该项目若出入口管理不善，无安全界限及安全警示标志，可能引起车辆伤害和火灾爆炸事故。

3) 该项目的建(构)筑物若未按规范要求设置防雷接地设施或接地设施失效，容易因雷电火花发生火灾、爆炸事故。

4) 如果建(构)筑物、设备基础处理不当，可能发生沉降或坍塌，将影响建(构)筑物、加气柱的安全。一旦发生天然气泄漏，会增加火灾爆炸、人员冻伤事故发生的可能性。

5) 若爆炸危险区域的建(构)筑物未采用防火花地面，金属与地面摩擦产生火花，恰与可燃气体相遇，可能导致火灾爆炸事故。

6) 工艺装置区罩棚基础不稳，支柱不牢固，罩棚结构不能承载风雪等荷

载，若冬季积雪厚度大，可能发生坍塌。

7) 在进行罩棚维修时，因安全防护装置失效或人员操作失误，易造成高处坠落。

8) 罩棚建造时，需要起重机械进行吊运和安装，在吊装过程中，若起重机吊装吨位不够或地基不稳，起重机发生倾倒，造成起重伤害。

综上所述，总平面布置及建(构)筑物存在的主要危险为：火灾、爆炸、坍塌、车辆伤害、高处坠落、起重伤害。

(2) 建(构)筑物的危险、有害因素分析

1) 各建(构)筑物耐火等级若不能满足要求，建(构)筑物的地基、钢架结构的防火涂层处理不好，可能造成建筑物的坍塌或事故的扩大化。

2) 各建(构)筑物之间的防火间距应符合国家相关法律法规、标准规范的要求。若建构筑物之间的安全间距不符合要求，一旦发生火灾事故，易造成事故的扩大化。

3) 建(构)筑物的抗震级别若达不到要求，一旦发生地震等地质灾害，会导致建(构)筑物坍塌、造成人员伤亡和财产损失。

4) 建(构)筑物若未按规范要求设置防雷接地设施，可能受雷击影响发生火灾、坍塌等事故。

5) 各建(构)筑物的地基处理、基础选型、建(构)筑物形式、荷载大小及抗震等级未充分考虑站区地质情况，可能会导致地基沉降、房屋坍塌等事故的发生。

6) 压缩机工作时会产生较强的噪声振动。若设计安装未采取隔音、降噪、减振措施，工作环境将产生严重的噪声振动，造成噪声振动危害。

综上所述，若建(构)筑物设计不符合要求，可能存在的主要危险、有害

因素有：火灾、坍塌、高处坠落、噪声振动等。

附 3.1.4 工艺过程的危险、有害因素分析

该项目工艺过程存在主要的危险、有害因素分析如下。

1、人的因素

1) 站场工艺设备较多，如果操作不熟练或误操作，造成天然气泄漏。遇明火可发生火灾爆炸事故。

2) 在防火区域内违章动火、吸烟或丢弃未熄灭的烟头，在爆炸危险区域使用非防爆电器等有可能产生明火。如天然气泄漏可发生火灾、爆炸事故。

3) 操作人员未穿防静电工服，工作过程中产生静电火花。如天然气泄漏可发生火灾、爆炸事故。

4) 操作工操作失误，导致系统压力超压，可能发生容器爆炸、管线破裂爆炸事故。

5) 操作人员违章作业和疏忽大意，身体进入机械危险部位，导致机械伤害事故。

6) 压缩机、发电机可产生噪声与振动，由于操作工人违反操作技术规程、未按规定穿戴劳动防护用品，会造成噪声与振动伤害。

7) 在 LNG 运输槽车开向指定位置时，场地上人员站位不当，对来往车辆未加注意，拖车司机未加注意有可能造成车辆伤害事故。

8) 工作人员未按规定穿戴防护用品，使用的电气检测设施没有按规定进行测试，在电气检修和操作期间造成触电。

2、物的因素

1) 工艺设备大部分属于压力管道或压力容器，如果承压能力不足，易造成天然气泄漏。

2) 工艺设备未选择有资质的厂商，产品不合格，承压能力不足或下降，形成火灾爆炸；

3) 设备连接的管线长期使用容易疲劳破坏，产生脆性破裂，发生泄漏，形成火灾爆炸；

4) 设备上的阀门长期使用，易失灵，导致气体泄漏；设备上的安全阀失灵，易造成设备爆裂；

5) 压力设备超压报警自动停机失灵且自带安全阀发生故障，则设备出口管道或管件会发生爆裂，可能造成人员伤亡，同时天然气发生泄漏，可能造成火灾事故。

6) 由于压缩机制造或安装缺陷，造成压缩机振动过大，日积月累使压缩机的法兰、卡套、丝扣等部位密封失效，导致天然气发生泄漏，可能造成火灾事故。

7) 设备管道、阀门、仪表、安全阀平时缺少维护保养，压力超过管道设备能够承受的强度，因设备管道及配件等在运行中由于腐蚀、疲劳损伤等因素，降低了强度，降低了承受压力，而发生炸裂和接头松脱，产生泄漏遇明火高温易发生火灾、爆炸事故。

8) 法兰等密封材料失效，密封不严或遭受破坏，造成天然气泄漏。

9) 调压装置安全联锁装置失效或是不能正常工作时，有可能导致压缩天然气泄漏。

10) 安全阀、压力表等安全附件失灵、损坏，未能及时报警或泄压，造成系统超压，引起天然气泄漏。

11) 可燃气体报警检测仪失灵，未能及时检测出泄漏的天然气，不能及时处理天然气泄漏事故，造成事故扩大蔓延，甚至发生爆炸事故。

12) 加气柱、管道等设施未作良好的静电接地，产生静电火花，可能引起爆炸和火灾事故。

13) 操作失误，系统压力超压，可能发生容器爆炸事故。

14) 自动联锁装置失灵，超压未能及时报警，造成压力管道超压，引起爆炸事故。

15) 管道、安全附件等若未定期检测，超期使用，不能及时发现和处理各种隐患，造成管道爆炸。

16) 设备在运转过程中，因设备转动、传动部分缺少安全防护措施或防护措施存在重大缺陷。造成机械伤害

17) 机械设备制造质量不合格或设计本身存在缺陷，设备运行中导致机械伤害。

18) 自动化设备控制系统失灵，造成设备误动作，导致机械伤害。

19) 装置无保护，易于造成人员机械伤害。

20) 产生噪声设备未设置减振基础或者地基不牢靠，设备上的零部件松动。造成噪声与振动。

21) 设备没有按时进行维护和修理，连接松动，设备的精度降低。造成噪声与振动。

22) 对于产生噪声与振动的场所没有采取消音减震控制措施或者消音隔音设施失效。造成噪声与振动。

23) 电气系统故障危害是由于电能传递、分配、转换的过程中失去控制而产生的，系统中电气线路或电气设备故障可导致人员伤亡及设备损坏，其主要表现为：a、线路、开关、熔断器、插座插头、照明器具、电动机等均可能成为引起火灾的火源。b、原本不带电的物体，因电气系统发生故障

而异常带电，可导致触电事故的发生。如电气设备的金属外壳，由于内部绝缘不良而带电。

24) 电气设备未采取保护接地措施，电气漏电造成人员触电。

25) 电气设备的触电保护、漏电保护、短路保护、绝缘、电气隔离、屏护、安全距离不符合要求，而引起的人员触电。

3、环境因素

延安地区夏天炎热、冬季寒冷，如果人员经常处于过冷、过热、潮湿的工作环境有可能对人员造成危害；在这种环境时间长了以后，会由于受冻、受热、受潮，致使体力不支。

在具有湿滑的表面的环境作业，有导致人员摔伤、磕碰等的危险。清洗水池的作业现场有导致人员遇溺的危险。作业现场电气防护装置失效或误操作，电气线路短路、超负荷运行、雷击等等都有可能发生电流对人体的伤害，而造成伤亡事故的危险。

4、管理因素

安全管理制度的缺失、有关施工(管理)部门没有编制专项施工(作业)方案、没有应急救援预案或未制定相应的安全措施、缺乏岗前教育及进入受限空间作业人员的防护装备与设施得不到维护和维修，是造成该类事故发生的重要原因。未制定受限空间作业的操作规程、操作人员无章可循而盲目作业、操作人员在未明了作业环境情况下贸然进入受限空间作业场所、误操作生产设备、作业人员未配置必要的安全防护与救护装备等，都有可能导致事故的发生。

综上所述：工艺过程中存在的危险、有害因素有：火灾、爆炸、容器爆炸、机械伤害、噪声与振动、车辆伤害、中毒和窒息、触电、淹溺、冻伤。

附 3.1.5 施工过程中危险、有害因素分析

(1) 火灾、爆炸

1) 施工过程中焊接作业时如没有对动火周围易燃物进行清理；或者在爆炸危险区域内进行动火；电焊、气焊工具不符合质量标准，氧气瓶、乙炔瓶动火作业时其间距不符合安全要求。气瓶靠近热源、倒置、卧放或用尽，安全附件不齐全或不可靠，安全距离不够等，这些都有可能产生火灾、爆炸事故。

2) 若乙炔气瓶发生泄漏，与空气或氧气达到爆炸极限，遇到点火源可发生火灾、爆炸。

3) 气瓶如果安全帽、防震胶圈、防倒链等安全附件不全、损坏、不符合规定，在搬运、使用过程中，有可能撞击使气瓶破裂或者瓶阀损坏引起气体泄漏。如果发生氧气泄漏遇可燃物质极易引发火灾，若乙炔泄漏遇火源则将发生火灾爆炸事故。

4) 盛装氧气的气瓶，瓶体或瓶阀上粘有油脂或其它可燃物，一旦氧气发生泄漏，遇明火或火花，将会发生火灾乃至爆炸。

5) 检、维修时，原有装置未停止运行，系统未经惰性气体吹扫置换，或者可燃气体、氧气含量达不到要求(可燃气体浓度在爆炸下限的 25%以下、氧气浓度要符合要求)时，可能造成装置损坏可燃物料泄漏，遇明火容易发生火灾、爆炸事故。

(2) 容器爆炸

1) 施工现场焊接作业使用的氧气、乙炔、二氧化碳等气瓶，如果不是有资质的生产厂家制造，气瓶标示不清等，均会造成气瓶发生爆炸。

2) 二氧化碳气瓶、氧气瓶、乙炔瓶受外力破坏或长期服役未经检验可能

发生容器爆炸。

(3) 灼烫

施工现场焊接作业，若未按规定使用人体防护用品，施工人员操作不当等原因，可能发生高温气焊火焰灼烫事故。

(4) 触电

1) 施工现场，使用大量移动电气设备，若电气设备未采取保护措施(电机保护接零或保护接地)，电气漏电易造成人员触电。

2) 作业现场电源线设置不合理，或不按规定布置线路，电缆线任意通过厂区内施工通道或疏散通道，当电缆破损漏电时，易造成员工触电事故。

(5) 机械伤害

施工过程中使用的机械转动设备，由于设备制造质量或安装不符合要求，或设计与安装本身存在缺陷，缺乏安全防护装置，人为的违章指挥、违章操作及设备维修不及时、在非正常状态下工作等原因，均可能发生机械伤害事故。

(6) 物体打击

高处悬挂物体坠落，或高处作业工具坠落，打击人体；施工过程中使用工具不当、违章操作等原因，零件飞出打击人体；均可发生物体打击事故。

(7) 起重伤害

大型设备安装施工过程中，使用的起重机械若未定期检测合格，安全设施不完善，作业人员无特种作业操作证、操作不当等原因，均可能发生起重伤害事故。

(8) 高处坠落

施工过程高空作业时，若未系安全带、高空作业安全防护设施不符合要

求、高空作业搭设的架子不牢固、选择了不够安全的作业方式、登高作业未办理登高作业证等原因，均可能发生人员高处坠落。

(9) 车辆伤害

施工过程中，原材料运输、设备安装等过程，缺少安全警示标志、车辆在厂内违章作业等原因可能发生车辆伤害事故。

(10) 噪声与振动

大型施工机械作业过程中，存在噪声与振动危害。

(11) 中毒和窒息

管道使用前预冷和置换吹扫置换不彻底，作业现场通风不良，或未按照操作规程作业，作业人员未佩戴劳动防护用品，会造成作业人员窒息的危险。

(12) 其他伤害(辐射)

焊接作业时会产生对人体有害的电焊弧光，属非电离辐射，长期接触均会对人体造成其他伤害(辐射)危害。在焊接过程中，眼部受到强烈的红外线辐射，会立即感到强烈的灼伤和灼痛，发生闪光幻觉。当可见光线辐射人的眼睛时会产生疼痛感，看不清东西，通常叫“晃眼”，在短时间内失去劳动能力。紫外线过度照射人的眼睛，可引起眼睛急性角膜炎和结膜炎，即电光眼炎。

金属检测探伤采用 X 射线探伤，存在有电离其他伤害(辐射)危害。

作业过程中，人员防护不当或防护缺失，暴露于辐射环境；管理不当；焊接过程违章作业；UT、RT 射线检测过程，作业人员未正确佩戴劳保用品都会对岗位人员或周围人群造成其他伤害(辐射)危害。

综上所述：施工过程中主要的危险有害因素有：火灾、爆炸、高处坠落、容器爆炸、触电、灼烫、机械伤害、物体打击、车辆伤害、起重伤害、噪声与振动、其他伤害等。

附 3.1.6 公用工程和辅助设施的危險、有害因素分析

1、供配电系统存在的危險、有害因素

(1) 配电装置、电气设备、照明设施、电缆、电气线路等，如果安装不当、不正常运行的过负荷、短路、过电压、接地故障、接触不良等，均可产生电气火花、电弧或者过热，若防护距离不足，可能发生电气火灾或造成泄漏的天然气火灾爆炸事故。

(2) 配电装置、配线(缆)构架、配电柜及电气室都有遭受雷击的可能。若防雷装置设计不合理、施工不规范、接地电阻不符合要求，雷电过电压会严重破坏建筑物及电气设备设施，危及人身安全。

(3) 对关键设备用电负荷，如火灾报警、信息系统等要求连续可靠供电的设备、设施及场所，一旦供电中断有可能导致设备或工艺发生事故，将危及人员生命和正常的生产。

(4) 可燃介质等在设备、管道内流动时，易产生静电，盛装这类物质的容器、设备设施、管路等，因没有静电接地设施，物料在管道、容器、设备中流动产生的静电不能及时导出，静电聚积，当静电聚积到一定电压时就会放电，静电火花有可能引发系统发生火灾爆炸。

(5) 电气设施不符合生产场所的要求，如危险爆炸场所的电气不是防爆型，电气火花引起可燃气体与空气形成的爆炸性混合物发生爆炸事故。

(6) 电气设施的通风性能不好，容易造成电气过热引发火灾。

(7) 使用的电气设备不是有资质的生产厂家制造，极易发生漏电或电气过热，而导致人员触电或电气火灾事故。

(8) 供配电设备、设施在生产运行中，由于产品质量不佳、绝缘不好；运行不当、机械损伤、维修不善等导致的绝缘老化或放电；设计不合理、安

装工艺不规范、各种电气设备安全距离不足；安全设施和安全技术措施不完备、违章操作、保护失灵、没有安装接地等原因，在电气运行时，人员不慎接触带电的设备或过分靠近带电部分，都有可能发生电击、电灼伤的触电危险。

(9) 电气系统故障危害是由于电能在传递、分配、转换的过程中失去控制而产生的，系统中电气线路或电气设备故障可导致人员伤亡及设备损坏，其主要表现为：a、线路、开关、熔断器、插座插头、照明器具、电动机等均可能成为引起火灾的火源。b、原本不带电的物体，因电气系统发生故障而异常带电，可导致触电事故的发生。如电气设备的金属外壳，由于内部绝缘不良而带电。

(10) 电气设备未采取保护接地措施，电气漏电造成人员触电。

(11) 工作人员未按规定穿戴防护用品，使用的电气检测设施没有按规定进行测试，在电气检修和操作期间造成触电。

(12) 配电设施未设警示标识，或电气检修未设警示标识，人员误操作而引起检修人员触电。

(13) 电气设备的触电保护、漏电保护、短路保护、绝缘、电气隔离、屏护、安全距离不符合要求，而引起的人员触电。

(14) 带电导体之间防护距离不足而导致的人员触电。

(15) 电气设施(配电盘)防护设施不完善，电火花及电弧易造成人员灼伤，触电。

(16) 高处坠落

高处架线、高处检修时，因防护设施不完善等原因，造成的人员高处坠落。

综上所述：供配电系统存在的危险、有害因素有：火灾、触电、高处坠落。

2、给排水及消防系统存在的危险、有害因素分析

(1) 消防设施、器材配备不足、配置不合理或没有及时更换失效的灭火器材等原因，不能及时扑救初级火灾，致使火灾事故蔓延扩大。

(2) 火灾报警、联锁装置缺少、发生故障或安装位置不当，不能及时发现和控制初级火灾，造成事故扩大蔓延。

(3) 消防水源不足，消防泵压力不足，不能满足消防要求，造成事故扩大蔓延。

(4) 消防通道堵塞，造成消防车不能靠近火灾现场，不能及时消除火灾，造成事故扩大。

(5) 水泵等设备的安装不当或故障作业，可产生噪声振动；设备运转部件无防护罩或防护罩存在缺陷，有可能发生机械伤害事故。

(6) 消防水池防护不当，人员意外跌落，有可能发生淹溺事故。

(7) 使用的各种电气设施，因安全防护措施不当或设备漏电等原因，可发生触电事故。

(8) 消防水泵等设备故障作业，可能产生噪声与振动危害。

(9) 进入消防水池受限空间危险、有害因素辨识

1) 人的因素

a、作业人员因素

作业人员应该不了解在进入期间可能面临的危害；不了解隔离危害和查证已隔离的程序；不了解危害暴露的形式、征兆和后果；不了解防护装备的使用和限制，如测试、监督、通风、通讯、照明、预防坠落、障碍物、以及

进入方法和救援装备；不清楚监护人用来提醒撤离时的沟通方法；不清楚当发现有暴露危险的征兆或症状时，提醒监护人的方法；不清楚何时撤离受限空间，可能导致事故发生。

b、监护人员因素

监护人不了解在作业人员在进入期间可能面临的危害；不了解人员受到危害影响时的行为表现；不清楚召唤救援和急救部门帮助进入者撤离的方法，就不能起到监督空间内外活动和保护进入者安全的作用。

2)物的因素

a、氧气不足

受限空间内的氧气不足是经常遇到的情况。氧气不足的原因很多，如被密度大的气体(如二氧化碳)挤占、燃烧、氧化(比如生锈)、微生物行为(如老鼠分解)、吸收和吸附(如潮湿的活性炭)、工作行为(如使用溶剂、涂料、清洁剂或者是加热工作)等都可能影响氧气含量。作业人员进入后，可由于缺氧而窒息，而超过常量的氧气可能会加速燃烧或其他化学反应。

b、可燃气体

在受限空间中常见的可燃气体包括：天然气、氢气、挥发性有机化合物等。这些可燃气体和蒸气来自于细菌分解、工作产物(在其内进行涂漆、喷漆、使用易燃易爆溶剂)等等，如遇引火源，就可能引发火灾甚至爆炸。在受限空间中的引火源包括：产生热量的工作活动、焊接、切割等作业、打火工具、光源、电动工具、电子仪器，甚至静电。

3)环境因素

过冷、过热、潮湿的受限空间有可能对人员造成危害；在受限空间时间长了以后，会由于受冻、受热、受潮，致使体力不支。

在具有湿滑的表面的受限空间作业，有导致人员摔伤、磕碰等的危险。清洗水池的作业现场有导致人员遇溺的危险。作业现场电气防护装置失效或误操作，电气线路短路、超负荷运行、雷击等等都有可能发生电流对人体的伤害，而造成伤亡事故的危险。

4) 管理因素

安全管理制度的缺失、有关施工(管理)部门没有编制专项施工(作业)方案、没有应急救援预案或未制定相应的安全措施、缺乏岗前教育及进入受限空间作业人员的防护装备与设施得不到维护和维修，是造成该类事故发生的重要原因。未制定受限空间作业的操作规程、操作人员无章可循而盲目作业、操作人员在未明了作业环境情况下贸然进入受限空间作业场所、误操作生产设备、作业人员未配置必要的安全防护与救护装备等，都有可能导致事故的发生。

综上所述，消防设施存在的主要危险、有害因素为：触电、淹溺、机械伤害等；有害因素为：噪声与振动。

3、自控仪表系统存在的危险、有害因素

(1) 火灾

1) 自动控制系统中存在大量用电仪器、仪表、计算机、电气设备及电缆电线等，如果选型、配置、安装不符合安全技术要求时，容易因短路、过热、高温而导致火灾的发生。

2) 电气设备维护不良致使端子排脏污、绝缘老化、大负载导线连接处松动，或者人为引起短路，都可能产生火花或电弧，引起火灾。

3) 进入控制室等的电缆孔洞未用耐火填料封堵严密，当外部电缆故障着火时，大火可能引燃至控制室室内，室内的电气设备、电缆、仪表等将被烧

毁。

4) 工作人员用易燃液体清擦表盘、仪表或地面时，遇到明火将引发火灾。

5) 在室内违反规定，随意乱拉电线，任意增设电气设备，加大电气负荷，增加了火灾发生的可能性。

(2) 触电

1) 自动控制系统中存在大量用电的仪器、仪表、计算机等电气设备及电缆电线，在运行、检修过程中存在触电事故发生的可能。

2) 仪表测量发电机电压、电流、频率、功率、功率因数、有功电能及运行时间时，测量管线没有保护或测量管线、阀门、仪表本身漏电，可能因工作人员误触造成触电伤害。

(3) 高处坠落

高处坠落主要存在于现场仪表、管线、阀门等的检修过程中，因现场仪表、管线、阀门等的安装位置较高，检修过程中存在高空作业，若未系安全带、高空作业安全防护设施不符合要求、高空作业搭设的架子不牢固、选择了不够安全的作业方式、登高作业未办理登高作业证等原因，均可能发生人员高处坠落。

(4) 其他伤害

1) 自动控制系统失灵、自保护系统拒动或误动、自动调节装置失常、电源故障、集散控制系统失灵、测温装置指示错误、测压装置指示错误等故障，是发电机等装置发生系统事故的触发事件，会导致一系列的危险、有害因素的发生。

2) 计算机病毒、网络黑客、恶意代码等通过网络侵入自动控制系统，并以各种形式对系统发起恶意破坏和攻击，特别是集团攻击时，容易出现一次

系统事故、大面积停电事故、二次系统的崩溃或瘫痪，致使机组的正常控制系统遭到破坏，出现指令失效等，运行人员对机组失去正常控制，可能引发损坏事故。

3) 标志缺陷：

警告牌：例如裸露带电部分附近的警告牌不明显有可能引起触电事故。

警示标志：自动控制系统中属于保护的重要端子设备，都有明显的警示标志，如误触、误碰等都可能造成保护误动。

综上所述，自控系统存在的危险、有害因素有火灾、触电、高处坠落、其他伤害等。

附 3.1.8 安全管理危险、有害因素分析

据统计，工矿企业事故中，由于违反安全操作规程和劳动纪律及工艺纪律造成事故的机率较大，可见，安全管理在企业中的地位是至关重要的，安全管理制度的不完善和执行不到位都可能引起诸多事故的发生。

(1) 人的不安全行为

1、操作失误

主要表现为操作失误、忽视安全和忽视警告。违章指挥、违章操作、违反劳动纪律等。违章作业的主要原因有：

管理和操作人员技术水平、业务素质不高，安全意识、责任心不强、思想麻痹大意等。

企业对管理和操作人员未进行或未充分进行培训教育，甚至使用不具备资格的人员从事管理、操作等，造成火灾、爆炸、容器爆炸等事故。

2、造成安全装置失效

具体表现是人为拆除安全装置、安全装置堵塞失去作用、调整错误造成

安全装置失效和其他原因。

3、其他

使用不安全设备，具体是临时使用不牢固的设施、使用无安全感知的设备和其他原因。盘坐不安全位置，如平台护栏等。在必须使用个人防护用品的场合中，忽视使用。可能造成窒息、高处坠落等事故。

小结，人的不安全行为存在的危险有害因素：火灾、爆炸、容器爆炸、窒息、高处坠落。

(2) 安全管理缺陷

许多事故的发生和扩大往往是安全管理方面不到位而导致，具体表现在以下方面：

1、对人的失误控制的缺陷，如安全教育和培训不够、安全生产岗位责任制和安全生产管理制度不健全或未能贯彻执行。

2、工艺过程、作业程序的缺陷，如工艺技术错误或不当，无作业程序文件或文件有误，无安全操作规程或未认真执行操作规程，可能造成火灾、爆炸等事故。

3、用人单位的缺陷，如人事安排不合理、负荷超限、务必要的监督、禁忌作业等以及组织机构不完善，缺乏安全检查、隐患整改、监督考核的机制，可能造成火灾、爆炸等事故。

4、对物(含作业环境)的性能控制的缺陷，如涉及测和不符合处理等方面的缺陷，具体表现在：

对特种设备和强检设施的定期检验检测，如压力管道等特种设备的定期校验，对安全阀、压力表、可燃气体报警器的未定期校验等，可能造成火灾、爆炸、容器爆炸、窒息等事故。

防雷防静电接地的未按要求定期检测，可能造成火灾、爆炸等事故。

其他动力、电器设备的日常维护保养、检测检修等，可能造成触电等事故。

小结，安全管理缺陷存在的危险有害因素：火灾、爆炸、容器爆炸、窒息、触电。

综上所述，安全管理存在的危险有害因素：火灾、爆炸、容器爆炸、窒息、触电、高处坠落。

附 3.1.9 重大危险源辨识过程

(1) 辨识依据

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)，重大危险源的辨识指标规定：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。危险化学品重大危险源可分为生产单元危险化学品重大危险源和储存单元危险化学品重大危险源。

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。

单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

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

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

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\cdots+q_n/Q_n\geq 1$$

式中：S：辨识指标

q_1 、 q_2 、 \cdots 、 q_n ：每种危险化学品的实际存在量，t。

Q_1 、 Q_2 、 \cdots 、 Q_n ：与每种危险化学品相对应的临界量，t。

危险化学品储罐以及其他容器、设备或仓储区的危险化学品的实际存在量按设计最大量确定。

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

(2) 辨识过程

根据以上辨识依据，将该项目站内 LNG 储存区独立的防火堤内的 1 台 100m³ 立式 LNG 储罐划分为储存单元；以工艺装置区切断阀为分隔界限，将工艺装置区、充装区等划分为一个生产单元。

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018) 标准，该公司属于危险化学品重大危险源辨识范围内的危险化学品的临界量、实际储存量见附表 3.1-8：

附表3.1.9-1 危险化学品的临界量、实际储存量

名称	类别	临界量	最大贮存量(t)	
			储存单元	生产单元
液化天然气	易燃气体	50	44.13	6.98
冷剂	甲烷	易燃气体	/	0.03
	丙烷	易燃气体	/	0.12
	乙烯	易燃气体	/	0.18
	异丁烷	易燃气体	10	/

各危险化学品的储量计算过程如下：

1) 储存单元： $V=100\text{m}^3$ (1 个)，密度为 $441.3\text{kg}/\text{m}^3$ ；最大储存量 $441.3 \times 100 \times 10^{-3}\text{t}=44.13\text{t}$ 。

2) 生产单元：根据设备规格型号估算液化天然气存在量为 6.98t 、甲烷存在量为 0.03t 、丙烷 0.12t 、乙烯 0.18t 、异丁烷 0.2t 。

经辨识：

1) 储存单元：

$$44.13/50=0.8826 < 1$$

该项目储存单元未构成危险化学品重大危险源。

2) 生产单元：

$$6.98/50+0.03/50+0.12/10+0.18/50+0.2/10=0.1758 < 1$$

该项目生产单元未构成危险化学品重大危险源。

因此，该项目生产单元和储存单元均未构成危险化学品重大危险源。

附 3.2 固有危险程度的分析

附 3.2.1 建设项目外部安全条件单元

(1) 站址的周边环境

该项目位于甘泉县石门镇石门村和梁庄村，东侧为集气站(延长石油石门子延 864 应急站)，南侧为山地，西侧为 CNG 加气母站和门站合建站，北侧为柏油路、距离北侧围墙 16.4 米为输气管道，东南侧有一条 10kV 架空电力线(杆高 12m，有绝缘层)。

表 3.2.1-1 该项目站内设施与站外建(构)筑物的防火间距一览表(m)

站内设施	周边站外设施		规范要求防火间距(m)	实际防火间距(m)	依据规范	是否符合要求	备注
LNG 储罐	东	集气站围墙	50	190.1	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 4.0.7 条	符合	
	东南	10kV 架空电力线	18(1.5 倍杆高)	176		符合	杆高 12m, 有绝缘层

站内设施	周边站外设施		规范要求防火间距(m)	实际防火间距(m)	依据规范	是否符合要求	备注
	西	CNG 加气母站和门站合建站	50	112.5		符合	
	北	柏油路	20	24		符合	
		输气管道	30	45.4		符合	
LNG 充装臂	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	38	238.9	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 4.0.7 条	符合	
	东南	10kV 架空电力线	18(1.5 倍杆高)	228		符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站和门站合建站	38	67		符合	
	北	柏油路	15	26		符合	
		输气管道	30	39.5		符合	
辅助用房一(民建)	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	--	34.8	--	符合	戊类
	东南	10kV 架空电力线	--	61.3	--	符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站办公用房	10	259.6	《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)第 4.2.7 条	符合	民建
	北	柏油路	--	2.4	--	符合	
		输气管道	5	18.5	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	符合	
站房(丁类)	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	--	31.8	--	符合	
	东南	10kV 架空电力线	--	20.3	--	符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站办公用房	10	250.3	《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)第 4.2.7 条	符合	民建
	北	柏油路	--	22.8	--	符合	
		输气管道	5	39.7	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	符合	
辅助用房二(戊类)	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	--	33.8	--	符合	
	东南	10kV 架空电力线	--	6.9	--	符合	杆高 12m, 有绝缘层

站内设施	周边站外设施		规范要求防火间距(m)	实际防火间距(m)	依据规范	是否符合要求	备注
	西	CNG 加气母站办公用房	10	264.8	《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)第 4.2.7 条	符合	民建
	北	柏油路	--	23.3	--	符合	
		输气管道	5	74.1	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	符合	
热端压缩机撬	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	38	85.5	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 4.0.7 条	符合	
	东南	10kV 架空电力线	18(1.5 倍杆高)	81.4		符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站和门站合建站	38	201.8		符合	
	北	柏油路	15	34.6		符合	
		输气管道	30	51.1		符合	
冷剂集成撬	东	集气站(延长石油石门子延 864 应急站)	38	114.1	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 4.0.7 条	符合	
	东南	10kV 架空电力线	18(1.5 倍杆高)	111.2		符合	杆高 12m, 有绝缘层
	西	CNG 加气母站和门站合建站	38	188		符合	
	北	柏油路	15	27.5		符合	
		输气管道	30	44.2		符合	
围墙	东	集气站放散管(延长石油石门子延 864 应急站)	10	11.4	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第 5.1.11	符合	
	北	输气管道	5	16.4	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	符合	

(2) 站址选择安全检查表分析

根据《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)、《城镇燃气设计规范(2020 年版)》(GB 50028-2006)、《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB 50016-2014)、《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)的有关规定,采用安全检查表的方法对该站选址符合性进行检查见附表 3.2.1-2:

附表 3.2.1-2 站址选择单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	拟设情况	结论
1	天然气液化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度及以上的地区； 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、风景名胜区和历史文物古迹保护区； 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、山区或丘陵地区的窝风地带。	《天然气液化化工厂设计标准》(GB51261-2019)第4.0.3条	该项目厂址未处于所列地区，厂址选址符合要求。	合格
2	地区输油、输气管道不得穿越天然气液化化工厂厂区，公路和地区架空电力线路严禁穿越天然气液化化工厂生产区。	《天然气液化化工厂设计标准》(GB51261-2019)第4.0.5条	厂址周边无地区输油、输气管道。公路和地区架空电力线路未穿越天然气液化化工厂生产区。	合格
3	工厂的场地准备应包括防止溢出的LNG、易燃致冷剂和易燃液体流出厂区措施及地面排水措施。	《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)第5.1.3条	储罐区拟设置围堰，厂区设有排水设施。	合格
4	厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷，且用水、用电量(特别)大的工业企业宜靠近水源及电源地。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)第3.0.6条	该项目供水拟为站内自备水井。	合格
5	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)第3.0.8条	该项目选择的厂址地质条件满足工程建设需要。	合格
6	厂址应满足适宜的地形坡度，尽量避开自然地形复杂、自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)第3.0.10条	该项目厂址地形满足要求。	合格

根据《城镇燃气设计规范(2020年版)》(GB 50028-2006)、《天然气液化化工厂设计标准》(GB 51261-2019)、《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》

(GB/T20368-2021)及《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)的有关规定,采用安全检查表的方法进行检查,共检查6项,全部符合要求。

附 3.2.2 总平面布置单元评价过程

根据《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB50160-2008)、《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)规定,此单元共设了14项检查内容,14项均符合要求。

附表 3.2-3 总平面布置及建(构)筑物单元安全检查表

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	检查结果
1	汽车装卸设施及各类物品仓库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。	《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB50160-2008)第4.2.7条	该项目充装区独立布置,设围栏 LNG 储存区隔开。	符合
2	液化天然气的装卸区宜布置在厂区边缘,并宜分别设围墙独立成区。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第5.1.4条	该项目充装区布置在站区西侧,设围栏隔开独立成区。	符合
3	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》(GB51261-2019)第5.3.1条	该站充装区和工艺区分别设置1个出入口,位于站场北侧,保障车辆进出便利。同时场站充装区西侧以及场站辅助区北侧设置人员紧急疏散门。	符合
4	厂内消防车道应符合下列规定:1液化天然气罐组、液化天然气装卸区应设环形消防车道;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车型确定,且不宜小于18m×18m;2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,纵向坡度不宜大于8%,消防车道净宽度不应小于6m;3消防车道应结合厂区主干道和厂外交通干线布置。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第5.3.4条	该项目站内已设置环形消防通道,消防车道转弯半径为12m,道路宽度为6m。	符合
5	产品储存设施宜靠近装车设施布置。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第	LNG 储罐靠近充装区布置。	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	检查结果
		7.1.2 条		
6	装卸区的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 汽车装卸车场地应采用现浇混凝土地面；4 装卸车区的进、出口宜分开设置。	《天然气液化工厂设计标准》(GB51261-2019)第 7.3.2 条	1LNG 装车臂单独设置；2 液化天然气汽车装卸车鹤位之间的距离大于 4m；3 装卸场地采用现浇混凝土地面；4 装卸车区的进、出口分开设置。	符合
7	全厂性工艺及热力管道宜地上敷设；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。	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008)第 7.1.1 条	该项目沿地面敷设的管道未环绕工艺装置或罐组。高架敷设的工艺的管道不妨碍消防车的通行。	符合
8	管道及其桁架跨越厂内铁路线的净空高度不应小于 5.5m；跨越厂内道路的净空高度不应小于 5m。在跨越铁路或道路的可燃气体、液化烃和可燃液体管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008)第 7.1.2 条	该项目架空管道的净空高度大于 5.5m，跨越道路的可燃气体、可燃液体管道上未设置阀门及易发生泄漏的管道附件。	符合
9	可燃气体、液化烃、可燃液体的管道穿越铁路线或道路时应敷设在管涵或套管内，并采取防止可燃气体窜入和积聚在管涵或套管内的措施。	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008)第 7.1.3 条	该项目穿越厂内道路的管道敷设在管架上。	符合
10	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；在跨越罐区泵房的可燃气体、液化烃和可燃液体的管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008)第 7.1.4 条	永久性地上、地下管道未跨越与其无关的工艺装置、系统单元或罐区。可燃物质管道未跨越泵房。	符合
11	各种工艺管道及含可燃液体的污水管道不应沿道路敷设在路面下或路肩上下。	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》(GB50160-2008)第 7.1.6 条	各种工艺管道及含可燃液体的污水管道未沿道路或路肩敷设。	符合
12	站场总平面，应根据站的生产流程及各组成部分的生产特点和火灾危险性，结合地形、风向等条件，按功能分区集中布置。	《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 10.3.1	该项目场地整理布置结合地形、风向等条件，按功能分区集中布置。	符合
13	单罐容量等于或小于 265m ³ 的液化天然气罐成组布置时，罐组内的储罐不应超过两排，每组个数不宜多于 12 个，罐组总容量不应超过 300m ³ 。易燃液体储罐不得布置在液化天然气罐组内。	《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 10.3.2	该项目储存区 LNG 储罐设置符合规范要求。	符合
14	液化石油气、天然气凝液储罐和汽车装卸台，宜布置在油气站场的边缘部位。	《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第	储存区和充装区，布置在站场的边缘部位。	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	检查结果
		6.7.8 条		

附 3.3 主要工艺设备设施单元评价过程

附 3.3.1 主要设备设施预先危险性分析过程

该建设项目主要设备装置为压力容器，所涉及的物料为易燃、易爆物质，这些物料一旦泄漏，遇火源或环境温度超过其自燃点时，就会燃烧爆炸。在装置检修中，还会存在机械伤害和高处坠落等事故。

下面采用预先危险分析法对其进行分析评价。

附表 3.3.1-1 预先危险性分析表(PHA)

危险因素	潜在原因	触发事件	事故后果	危险等级	措施建议
火灾、爆炸	存在易燃的天然气	1.管道、阀门、设备因腐蚀、超压泄漏，可燃气体遇明火引燃； 2.工艺失控，超温、超压，遇明火引燃； 3.开车前未对设备进行吹扫； 4.维修前未对设备进行彻底清洗，动用明火； 5.未设除静电接地装置； 6.电气设备的防爆等级不满足安全要求； 7.违章指挥、违章操作。	设备损坏 人员伤亡	IV	1.定期检测维修设备、管道，更换易腐蚀部件； 2.严格控制生产工艺参数； 3.开车前采用氮气对设备、管道进行彻底吹扫，避免形成爆炸性混合物； 4.制定动火管理制度，严格按照动火管理制度、维修规程进行操作、维修； 5.金属设备、管线应根据相关要求设置除静电接地装置； 6.选用本安型或隔爆型电气设备，且防爆等级应满足安全要求； 7.合理配备通风设施和易燃气体检测设备； 8.加强安全管理，提高作业人员的安全素质。
触电	漏电、绝缘损坏、安全距离不够、雷击	1.电气设备绝缘部件老化损坏； 2.接地不良； 3.漏电保护装置失灵。 4.人员操作失误。	人员伤亡	III	1. 电线、电缆通过高温区域应加以防护，防止绝缘损坏。 2.移动配电箱、电动工具须装设漏电保护器。 3.临时用电应经主管部门审批专人管理。 4.电气设施选型要合理、规范安装、维修及时，绝缘良好。 5.设备外壳按规范进行接地或接零。 6.采用遮拦、护罩等防护措施，防止人体接触带电体； 7.架空、室内线、所有强电设备及其检修作业要有安全距离； 8.建立、健全并严格执行电气安全规章制度和电气操作规程；

危险因素	潜在原因	触发事件	事故后果	危险等级	措施建议
					9.特种电气设备执行培训、持证上岗，专人使用制度等。
容器爆炸	天然气缓冲罐、回收罐等容器高压下运行	1.压力容器本质缺陷 2.超压运行 3.安全附件失效	设备损坏 人员伤亡	IV	1.选择有相应资质生产厂家生产的压力容器； 2.定期检查压力容器及安全附件； 3.操作人员需要具备相应资质，压力容器作业人员应持证上岗。
中毒窒息	物料(天然气)、氮气泄漏	1.物料突然大量泄露 2.密闭空间通风不良 3.检修过程中氮气泄漏 4.违章作业	人身伤害	IV	1.定期检测设备、管道和阀门； 2.操作人员佩戴防护用品； 3.加强通风保证通风效果。 4.定期检修、维护保养，保持设备完好；检修时，彻底清洗干净，并检测有毒有害物质浓度，合格后方可作业；作业时，穿戴劳动防护用品，有人监护并有抢救后备措施。
机械伤害	压缩机泵等绞碾碰戳伤及人体	1.机械设备转动部位安全防护装置缺乏或损坏。 2.设备带病运转。 3.违章操作。 4.设备运转中检修。 5. 机械设备检修未挂牌。 6.设备、管道存在尖锐棱角。	人员伤亡	III	1.设备转动部分设置防护罩(如外露轴等)，做到有轴必有套、有轮必有罩； 2.工作时注意力要集中，要注意观察； 3.正确穿戴好劳动防护用品； 4.作业过程中严格遵守操作规程、检修规程等； 5.机器设备要定期检查、检修，保证其完好状态等。
高处坠落物体打击	巡检、检修作业在 2 米以上	1.扶梯护栏、踏板、平台等损坏； 2.违章操作，违反劳动纪律； 3.操作场地狭小； 4.高处作业无防护用品或使用不合格防护用品； 5.检修工具或者高处放置物品不稳，掉落砸伤。	人身伤害	II	1.使用合格防护用品； 2.定期检修登高设施和操作平台； 3.合理布置设备； 4.完善检修制度； 5.加强技术培训和现场管理工作； 6.检修使用工具箱，高处物品要放置平稳。
坍塌	各类构筑物及边坡	1.结构设计不合理； 2.设备材质不符合要求； 3.地基处理不当； 4.边坡防护不当。	人员伤亡	III	1.选择具有相应资质的设计单位对建筑建构进行设计； 2.选用质量合格的产品； 3.拟建项目处于湿陷性黄土地段，应对地基进行合理的处理； 4.对南侧河堤进行加固防护； 5.规范操作。
车辆伤害	进出站内的各类车辆	1.管理混乱； 2.驾驶人员无证、酒后驾驶，或疏忽大意； 3.车辆未进行维修保养，存在隐患。	人身伤害	II	加强管理，加强驾驶人员的安全培训教育及车辆的维护保养。
噪声振动	压缩机	1.机器运行不正常； 2.机器无消声器、减振器等。	设备损坏 人身	II	1.加强现场管理、定期巡回检查检测噪声强度，发现问题及时采取措施解决。 2.选用低噪音电机；设置隔音降噪措施；

危险因素	潜在原因	触发事件	事故后果	危险等级	措施建议
			伤害		设备安装由专业队伍按规范安装。 3.必要时工作人员应佩戴耳塞等防护用品等。

小结:

由危险等级排序可看出，火灾、爆炸、中毒窒息、容器爆炸的危险等级为IV级，火灾和爆炸是最主要危险因素，一旦发生，后果严重，是灾难性的，会造成人员死亡和众多伤残及系统报废，必须立即排除；触电、坍塌、机械伤害危险等级为III级；其它危险、有害因素，如高处坠落、物体打击、噪声等危险等级为II级，需要加以预防。

附 3.3.2 蒸气云爆炸事故模拟分析过程

由附件 3.3.4 的计算结果可知，通过对该项目 100m³ 液化天然气储罐爆炸模拟分析可以看出：

当储罐中的液化天然气全部泄漏时：在 53.03m 范围内会造成人员死亡，在 R=53.03m~106.65m 范围内会造成人员内脏严重损伤或死亡，在 R=106.65m~207.45m 范围内会造成人员轻微损伤。由 LNG 储罐爆炸事故伤害后果估算情况来看，当发生假定事故时，人员可能受到伤害的距离可达 207.45m，此范围内会对厂区内工作人员、北侧柏油路行人车辆安全产生影响。

(2) 中毒事故造成人员伤亡的范围

该项目不涉及毒性化学品。

附 3.4 公用工程及辅助设施单元分析过程

附 3.4.1 电气子单元

电气子单元预先危险性分析详见附表 3.4-1:

附表 3.4.1-1 电气子单元预先危险性分析表

事故类别	触发事件	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	防范措施
火灾	1、电气设备及电缆起火； 2、雷击起火； 3、短路； 4、人为明火； 5、静电。	1、电缆中间头制作不良、压接头不紧、接触电阻过大，长期运行造成电缆头过热烧穿绝缘，或长期运行没有定期检修，检修不到位，导致电缆火灾发生； 2、电气设备选型、缆线不合理或质量不合格； 3、消防设施未配备、配备不足或损坏； 4、防雷设施不良； 5、人员安全意识淡薄，违反操作规程； 6、乱拉通讯电缆，产生漏电或短路。	人员伤亡、财产损失	IV	1、经常检查、定期检测电气设备的保护接地、接零装置，保证连接牢固，符合要求。不得随便乱动或私自修理车间内的电器设备；经常接触和使用的配电箱、配电板、闸刀开关、按钮开关、插座、插销以及导线等，必须保持完好，不得有破损或将带电部分裸露； 2、防止电气火灾，还要注意线路电器负荷不能过高，电气设备安装位置距易燃可燃物不能太近，电气设备运行是否异常，注意防潮等； 3、电气设备选型应符合标准要求； 4、加强人员安全培训，提高安全意识； 5、建、构筑物防雷设施应定期检测。
触电	1、接触漏电设备； 2、雷击； 3、违章操作； 4、安全防护措施和劳保措施不完备。	1、绝缘部件老化损坏、发生短路； 2、开关柜不符合“五防”要求； 3、保护装置失灵； 4、人员安全意识淡薄，违反操作规程； 5、防雷设施失效； 6、接地、漏电保护器、绝缘保护等防护措施不完备； 7、不按规定穿戴绝缘靴、绝缘手套等劳保用品； 8、未执行工作票和工作许可制度，停送电不规范； 9、高压带电作业； 10、单独作业无人监护。	人员伤亡	III	1、在使用手电钻、电砂轮等手持电动工具时，必须安装漏电保护器，工具导电外壳要进行防护性接地或接零，并要防止移动工具时，导线被拉断； 2、电气作业人员要遵守电工作业安全操作规程，坚持维护检修制度，特别是高压检修工作的安全，必须坚持工作票、工作监护等工作制度。 3、避雷设施应定期检测； 4、对设备进行维修时，一定要切断电源，并在刀闸操作手柄上悬挂“禁止合闸，有人工作”的警示牌； 5、有触电危险的场所应设置明显的电气安全警示标志；所有电气作业人员必须熟练掌握触电急救方法； 6、高压设备无论带电与否，值班人员不得单人移开或越过遮拦进行工作；在高压设备或大容量低压总盘上倒闸操作及在带电设备附近工作时，必须由两人进行，且由经验丰富的人员担任监护。
高处坠落	1、操作失误，人体失去平衡； 2、操作平台坍塌、人体坠落； 3、操作工有恐高症。	1、操作规程不健全或违章操作； 2、操作平台设计或施工不合技术要求； 3、无防护栏杆，不带安全带； 4、恶劣天气室外高空作业； 5、安全管理不健全，操	人员伤亡	III	1、加强人员安全培训，提高安全意识，严禁违章操作； 2、操作平台的防护栏杆应符合要求； 3、高处作业应带安全带； 4、恶劣天气室外严禁高空作业； 5、制定完善的安全管理制度，高空作业人员应体检并办理高空作业证；

事故类别	触发事件	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	防范措施
		作工没有体检或未办理高空作业证； 6、职工安全意识差，未做好施工前安全注意事项及安全设施的准备； 7、监护人监护不到位。			6、现场应有监护人监护。

电气子单元存在的危险、有害因素有：火灾、触电、高处坠落。其中火灾的危险等级为IV级；触电、高处坠落的危险等级为III级。

附 3.4.2 给排水及消防子单元

给排水及消防子单元预先危险性分析详见附表 3.4-2：

附表 3.4.2-1 给排水及消防子单元预先危险性分析表

危险因素	触发事件	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	防范措施
火灾爆炸事故扩大	消防设施不利使初期火灾不能及时扑救	变电室未配备二氧化碳灭火器。	人员伤亡 财产损失	III	变电室应配2台4公斤二氧化碳灭火器。
触电	人员接触带电体	1、电器开关、电缆绝缘不好； 2、电机外壳未接地； 3、带电作业； 4、工作人员未穿防护服。	人员伤亡	III	1、电器设施应保持良好绝缘； 2、电机外壳安装接地设施； 3、严禁带电作业，并有专人监护； 4、电气检修应穿防护服。
噪声与振动	职工在噪声环境中作业	1、选用设备超出国家标准； 2、设备基础安装不当； 3、转动设备故障作业； 4、个人防护不当。	人员受伤	II	1、购置噪声符合规定的设备； 2、产生噪声与振动的设备应按规范要求安装稳固； 3、定期检查维修，防止故障作业； 4、必要时，操作人员配备护耳塞。

给排水及消防子单元存在的主要危险有害因素有：火灾事故扩大化、触电、噪声与振动；其中火灾爆炸事故扩大、触电的危险等级为III级，噪声与振动的危险等级为II级。另外，消防设施不利使初期火灾不能及时扑救，还可能导致火灾爆炸事故扩大，导致人员伤亡财产损失。

附 3.4.3 自控、仪表子单元

自控、仪表子单元预先危险性分析详见附表 3.4-3:

附表 3.4.3-1 自控、仪表子单元预先危险性分析表

事故类别	触发事件	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	防范措施
火灾	1、电气设备及电缆起火； 2、短路； 3、人为因素。	1、自动控制系统中存在大量用电仪器、仪表、计算机、电气设备、电缆电线等，如果选型、配置、安装不符合安全技术要求时，容易因短路、过热、高温而导致火灾的发生。 2、电气设备维护不良致使端子排脏污、绝缘老化、大负载导线连接处松动，或者人为引起短路，都可能产生火花或电弧，引起火灾。 3、进入控制室等的电缆孔洞未用耐火填料封堵严密，当外部电缆故障着火时，大火可能引燃至控制室室内，室内的电气设备、电缆、仪表等将被烧毁。 4、工作人员用易燃液体清擦表盘、仪表或地面时，遇到明火将引发火灾。 5、在室内违反规定，随意乱拉电线，任意增设电气设备，加大电气负荷，增加了火灾发生的可能性。	人员伤亡 财产损失	IV	1、经常检查、定期检测电气设备的保护接地、接零装置，保证连接牢固，符合要求。经常接触和使用的配电箱、配电板、闸刀开关、按钮开关、插座、插销以及导线等，必须保持完好，不得有破损或将带电部分裸露； 2、防止电气火灾，还要注意线路电器负荷不能过高，电气设备安装位置距易燃可燃物不能太近，电气设备运行是否异常，注意防潮等； 3、电气设备选型应符合标准要求； 4、加强人员安全培训，提高安全意识。
触电	1、接触漏电设备； 2、违章操作； 3、安全防护措施和劳保措施不完备。	1)自动控制系统中存在大量用电的仪器、仪表、计算机等电气设备、电缆电线，在运行、检修过程中存在触电事故发生的可能。 2)仪表测量发电机电压、电流、频率、功率、功率因数、有功电能及运行时间时，测量管线没有保护或测量管线、阀门、仪表本身漏电，	人员伤亡	III	1、经常检查、定期检测电气设备的保护接地、接零装置，保证连接牢固，符合要求。经常接触和使用的配电箱、配电板、闸刀开关、按钮开关、插座、插销以及导线等，必须保持完好，不得有破损或将带电部分裸露； 2、注意线路电器负荷不能过高，电气设备安装位置距易燃可燃物不能太近，电气设备运行是否异常，注意防潮等； 3、电气设备选型应符合标准要求；

事故类别	触发事件	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	防范措施
		可能因工作人员误触造成触电伤害。			4、加强人员安全培训，提高安全意识。
高处坠落	1、操作失误，人体失去平衡； 2、操作平台坍塌、人体坠落； 3、操作工有恐高症。	1、操作规程不健全或违章操作； 2、操作平台设计或施工不合技术要求； 3、无防护栏杆，不带安全带； 4、恶劣天气室外高空作业； 5、安全管理不健全，操作工没有体检或未办理高空作业证； 6、职工安全意识差，未做好施工前安全注意事项及安全设施的准备； 7、监护人监护不到位。	人员伤亡	III	1、加强人员安全培训，提高安全意识，严禁违章操作； 2、操作平台的防护栏杆应符合要求； 3、高处作业应带安全带； 4、恶劣天气室外严禁高空作业； 5、制定完善的安全管理制度，高空作业人员应体检并办理高空作业证； 6、现场应有监护人监护。

自控、仪表子单元存在的危险、有害因素有：火灾、触电、高处坠落。其中火灾的危险等级为IV级；触电、高处坠落的危险等级为III级。

附 3.5 安全管理单元分析过程

安全管理是企业的重要组成部分，企业法定代表人是安全生产第一责任人。安全管理涉及到方方面面，现采用因果关系图(鱼刺图)方式阐明管理缺陷与各种引发事故的关系。

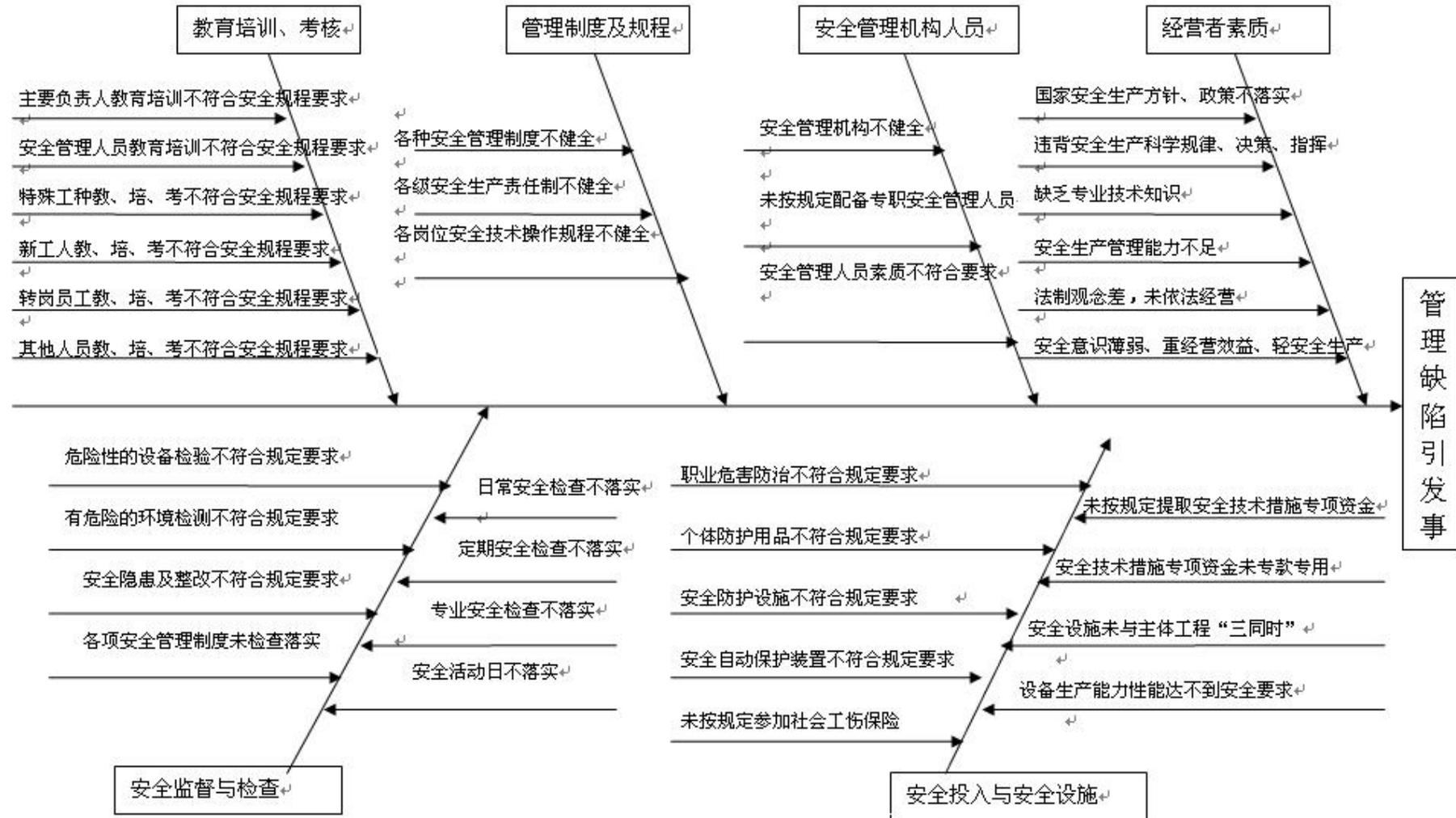
因果分析图(鱼刺图)是由原因和结果两部分组成。现从人的不安行为(安全管理、设计者、操作者)和物的不安全状态两大因素中从大到小，从粗到细，由表及里深入分析，得出以下鱼刺图，见附图，因果分析：

1)造成安全管理缺陷(结果)有 6 大因素(原因)：即经营者素质低、安全管理机构不健全或不符合要求、未建立健全管理制度和安全规程、安全教育培训与考核不符合要求、安全监督与检查不到位、安全设施投入不足；

2)第一阶段的 6 大因素又是第二阶段的 6 个结果，导致这 6 个结果的又各有各的原因，例如经营者素质低是造成安全管理缺陷这一结果的原因之

一，但它同时又是第二阶段的结果。导致经营者素质低又有 6 个原因：即国家安全生产方针与安全生产劳动保护政策不落实、违背科学生产规律决策、指挥、缺乏专业知识、安全生产能力不足、法制观念差、安全意识薄弱。

其它 5 个导致安全管理缺陷的原因做为下一个阶段的结果也有其原因，安全管理缺陷引发事故的因果图相见附图 3.5-1：



附图 3. 5-1 安全管理缺陷引发事故

附 3.6 定量分析建设项目中具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度(含量)状态和所在的作业场所(部位)及其状况(温度、压力)

该项目涉及的原料气天然气、加臭剂四氢噻吩，冷剂(主要为甲烷、乙烯、丙烷、异丁烷、氮气)，均属于危险化学品，天然气、四氢噻吩、乙烯、丙烷具有可燃性，其蒸汽(气体)达到爆炸极限后，会引发爆炸事故，也具有爆炸性。该项目所涉及的危险化学品均不存在毒性及腐蚀性。其中加臭用的四氢噻吩用量极少，储存在加臭罐中，冷剂储存于冷箱中。

该项目具有爆炸性、可燃性的化学品的数量、浓度(含量)状态和所在的作业场所(部位)及其状况(温度、压力)详见附表 3.6-1:

附表 3.6-1 具有爆炸性、可燃性的化学品情况

名称	危险特性	数量	状态	状况(温度、压力)	所在部位
天然气	易燃、易爆	100m ³	液态	1.2MPa, -162℃至-168℃之间	LNG 储罐

附 3.7 定量分析建设项目评价范围内和各个评价单元的固有危险程度

1、具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

该项目具有可燃性的化学品为天然气；其质量及燃烧后放出的热量详见附表 3.7-2:

附表 3.7-2 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量情况

序号	名称	燃烧热(kJ/kg)	场所	质量(t)	燃烧后放出的热量(kJ)
1	天然气(液化的)	48000	LNG 储罐	44.13	2.118×10 ⁶

附 3.8 风险程度的分析

附 3.8.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性

(1) 该项目内危险化学品具有爆炸性、可燃性，其泄漏的可能性如下:

1) LNG 储罐夏季高温日晒、罐体压力升高，造成罐体超压爆炸，引发天

然气泄漏。

2) 工艺设备若材质不符合要求，本身存在缺陷，承压能力不足，造成天然气泄漏。

3) 加气柱接地线连接不牢或松动断开，电阻严重超标，使接地电阻时大时小，甚至无限大，发生放电现象，遇泄漏气体易发生火灾爆炸事故。

4) 法兰、快速接头密封材料失效，密封不严或安全阀、压力表等安全附件失灵、损坏，未能及时报警或泄压，造成系统超压，造成天然气泄漏。

5) 进入站内车辆碰撞加气柱，造成加气柱损坏，导致天然气泄漏。

6) 系统管线混入含有微量油污和杂质的气体，易造成电磁阀泄漏，如果某高、中或低压阀关闭不严，阀门损坏漏气，则遇明火可能会引发火灾爆炸事故。

该项目的 LNG 工艺撬装设备等设置有超压联锁装置，干燥器、压缩机、调压撬、加气机、LNG 工艺撬装设备、加气柱、LNG 储罐等设置有安全阀、压力表等安全附件，工艺区及充装区均设有可燃气体报警器。通过采取以上安全设施和措施后，使系统的危险性降低到可接受程度，发生天然气泄漏的可能性降到最小。

(2) 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性。

该项目涉及的具有爆炸性、可燃性危险化学品有天然气。采取安全设施和措施后，使系统的危险性降低到可接受程度，发生天然气泄漏的可能性降到最小。

附 3.8.2 出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件和需要的时间

具有爆炸性、可燃性的化学品天然气泄漏后具备造成爆炸、火灾的条件如下：

(1) 法兰及其连接管道出现破损，造成天然气泄漏，遇空气形成混合物的天然气的浓度达到爆炸极限 5~16% (V/V)。

(2) 达到爆炸极限的天然气—空气混合物由下列点火源点燃、引爆：

1) 明火：动火、燃烧的烟头、机动车辆排出的带火花烟气。金属撞击火花。

2) 电火花：电器设备短路打火、非防爆电机放出电火花、手机产生放电。

3) 静电火花：天然气在管道内流动产生静电累积，放电产生静电火花、天然气泄漏喷射时，天然气与破损处管道或设施摩擦产生静电火花。加气人员若未穿防静电工作服，人体接近带电体时，人体可能因受到静电感应而带电；另外人在带电微粒空间中活动时，由于带电微粒被人体吸收，也会使人体带电。

防雷防静电设施完善；爆炸危险区域电器设备采用防爆电器；信息系统和控制系统、罩棚和站房事故照明装置设置 UPS 不间断电源。

站区设置可燃气体检测报警仪；按照《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019) 设置消防水池和配备消防器材；制定并严格执行安全生产责任制、安全管理制度、安全操作规程；压力容器操作、电工等特种人员经过培训取得相应资质。其他人员由本站培训合格后，持证上岗；制定严格的动火制度，站内设置禁止烟火标志和其他警示标志；定期进行安全检查及时处理发现的隐患；制定完善的应急预案，并定期进行演练。

完善上述安全技术措施和安全管理措施后，发生火灾爆炸可能性很小，即使发生火灾事故，也能得到及时救援。

附 3.8.3 出现具有毒性的化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限值的时间

该项目不涉及具有毒性的化学品。

附 3.8.4 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围

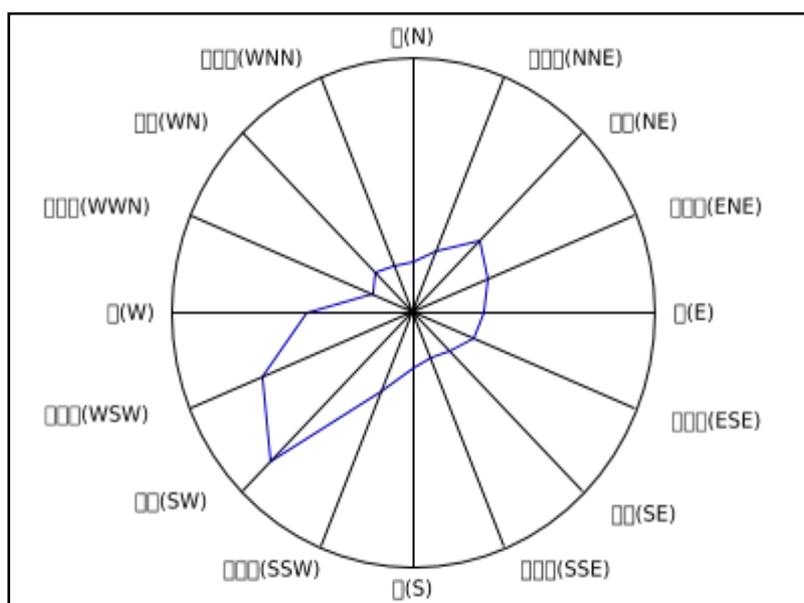
本报告以南京安元科技有限公司提供的软件对LNG储罐采用蒸气云爆炸伤害进行模型计算其发生泄漏后，引起火灾、爆炸事故的伤害范围。

假设 LNG 罐区的 1 座 100m³ LNG 储罐发生泄漏，布置在防火堤内。LNG 密度为 430~470 (取 441.3) kg/m³，储罐充装系数为 0.8。假设 LNG 储罐全部泄漏，事故后果模拟如下：

(1) 基础参数

1) 风向玫瑰图

风向玫瑰图所属地名称：延安



2) 环境参数

所在区域：延安

地面类型：村落、分散的树林

辐射强度：中等(白天日照)

大气稳定度：B

环境压力(Pa)：101000

环境平均风速(m/s)：2.0

环境大气密度(kg/m³)：1.293

环境温度(K)：298

3) 事故模拟标准

事故后果区域	颜色
死亡区域	红色
轻伤区域	蓝色
重伤区域	黄色

(2) 装置参数

装置编号：01

装置名称：LNG 储罐

物料名称：液化天然气

装置坐标：(416, 320)

装置类型：固定的常压容器和储罐

物料类型：低活性液化气体

事故后果：蒸气云爆炸(UVCE)

UVCE 物料类型：低活性液化气体

UVCE 液体密度(kg/m³)：441.3

UVCE 气体密度(kg/m³)：0.75758

UVCE 充装系数(0~1)：0.8

UVCE 泄放总量占设备体积的百分数(0~1)：1

UVCE 燃料燃烧热(Kj/Kg)：55593.7

(3) 重大事故后果模拟分析

蒸气云爆炸(UVCE)模拟图：



分析结果(输出距离是距离装置原点的距离):

死亡半径 (m) : 53.03

重伤半径 (m) : 106.65

轻伤半径 (m) : 207.45

以上可知, LNG 储罐一旦发生爆炸, 死亡半径为 53.03m, 重伤区范围半径为 53.03m~106.65m, 轻伤区范围半径为 106.65m~207.45m。

(4) 评价分析

死亡区: 距 LNG 储罐中心距离 53.03m 范围内包括 LNG 储罐区。

重伤区: 距 LNG 储罐中心距离 53.03m~106.65m 范围内有 LNG 储罐区。

轻伤区: 距南侧 LNG 储罐中心距离 106.65m~207.45m 范围内有 LNG 储罐区、工艺装置区、充装区。

由计算结果可见, LNG 罐爆炸事故的死亡半径为 53.03m, 在 $R=53.03\text{m}\sim 106.65\text{m}$ 范围内会造成人员内脏严重损伤或死亡, 在 $R=106.65\text{m}\sim 207.45\text{m}$ 范围内会造成人员轻微损伤。由 LNG 储罐爆炸事故伤害后果估算情况来看, 当发生假定事故时, 人员可能受到伤害的距离可达 207.45m, 此范围内会对厂区内工作人员、北侧柏油路行人车辆安全产生影响。

附录

附件 1.安全评价委托书

附件 2.现场勘验人员组成表

附件 3.现场勘验记录表

附件 4.陕西省安全评价检测检验机构诚信承诺书

附件 5.营业执照

附件 6.甘泉县行政审批服务局《甘泉县行政审批服务局关于甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目备案的通知》(甘行审发〔2023〕144 号)

附件 7.陕西省林业局准予行政许可决定书《使用林地审核同意书》(陕林资许准〔2021〕437 号)

附件 8.甘泉县城乡规划建设办公室《关于下寺湾、石门镇三宗国有土地使用权出让规划的要求》(甘规办函(2022)7 号)

附件 9.《甘泉县丰源天然气有限责任公司甘泉县石门镇 LNG 应急调峰撬装站建设项目安全预评价审查专家组意见》

附件 10.《专家组意见修改确认表》

附图

附图 1、区域位置图

附图 2、四邻关系图

附图 3、总平面布置图

附图 4、管道和仪表总流程图（一）

附图 5、管道和仪表总流程图（二）

附图 6、防雷、接地平面图