

前 言

武宁县黄墩液化气有限公司成立于2005年03月16日,是一家储存、经营石油液化气的有限责任公司(自然人投资或控股),法定代表人陈卫宝,经营范围:石油液化气购销;液化气钢瓶、燃气灶具销售(凭有效许可证和资质经营),注册地址位于江西省九江市武宁县新宁镇月田村,占地面积约6160m²(约9.24亩)。现有员工10人,其中技术管理人数1人,安全管理人数1人,主要负责人陈卫宝。站区内设有100m³卧式储罐3台、50m³卧式储罐1台、50m³残液罐1台及其相关配套的设备设施,站区内储罐总容积(含50m³残液罐)为400m³,按现行《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015对液化石油气站的等级划分,该站属五级液化石油气站。

该站在经营过程中涉及的液化石油气为危险化学品,属首批重点监管的危险化学品、特别管控的危险化学品。根据《燃气系统运行安全评价标准》GB/T50811-2012、《城镇燃气管理条例》(国务院令第583号公布、第666号修改)等规定,燃气经营企业在生产经营活动期间,应定期开展安全评价工作,建立健全燃气安全评估和风险管理体系,发现燃气安全事故隐患的,应当及时采取措施消除隐患。为此,武宁县黄墩液化气有限公司委托江西通安安全评价有限公司对该站的现状进行安全评价。

江西通安安全评价有限公司接受委托后,组成了评价组,于2022年03月进行了现场勘察,对委托方储存、经营燃气设施的安全条件及安全管理进行了充分的了解,查找了其存在的危险、有害因素种类和程度,对存在的问题,评价组成员和委托方的陪同人员进行了及时的沟通,并提出了整改措施;按照《安全评价通则》(AQ8001-2007)、《城镇燃气安全管理规定》及《燃气系统运行安全评价标准》等的要求,依据国家有关法律法规、标准规范,采用合适的安全评价方法,经过定性分析与定量计算,编制完成了本安全评价报告,作为企业安全生产技术与安全生产管理决策提供安全技术依据。

本评价涉及的有关原始资料由委托方提供,并对其真实性负责。本报告在编写过程中,得到了企业领导与员工的大力支持与配合,在此深表谢意!本报告存在的不妥之处,敬请批评指正。

关键词: 液化气 燃气经营 安全现状评价

目 录

前 言	2
目 录	3
1 评价概述	5
1.1 评价目的	5
1.2 评价原则	5
1.3 评价依据、标准	5
1.3.1 法律、法规依据	5
1.3.2 部门规章、地方性法规	6
1.3.3 主要标准、规程、规范依据	8
1.3.4 项目有关文件	10
1.4 评价范围、内容	10
1.4.1 评价范围	10
1.4.2 评价内容	10
1.5 评价程序	11
2 评价项目概况	12
2.1 企业基本情况	12
2.2 企业概况	13
2.3 地理位置及周边环境	14
2.4 自然条件	15
2.5 总平面布置	16
2.6 主要构建筑物及道路运输	17
2.6.1 主要构建筑物	17
2.6.2 道路和运输	18
2.7 工艺流程	18
2.8 主要设备设施	19
2.9 安全设施及消防设施	20
2.10 公用工程	21
2.11 劳动保护用品	22
2.12 安全管理体系	22
3 主要危险有害因素辨识	24
3.1 物料的危险、有害因素分析	24
3.1.1 液化石油气安全技术数据	24
3.1.2 液化石油气危险特性	26
3.1.3 液化石油气基本特性	26
3.2 危险化学品的辨识	28
3.2.1 化学品及危险工艺的辨识	28
3.2.2 重大危险源辨识	29
3.3 储存、经营过程中危险因素的分析	32
3.3.1 火灾、爆炸	32
3.3.2 容器爆炸	35
3.3.3 触电	35
3.3.4 机械伤害	36
3.3.5 车辆伤害	36
3.3.6 高处坠落	36

3.3.7 淹溺	36
3.3.8 物体打击	36
3.3.9 噪声危害	37
3.3.10 高、低温及热辐射	37
3.3.11 特殊作业	37
3.4 储存、经营过程中有害因素分析	38
3.4.1 中毒和窒息	38
3.4.2 冻伤	38
3.5 危险、有害因素产生的原因	38
3.6 液化石油气站用电场所爆炸危险区域等级和范围的划分	40
3.7 事故案例	41
3.8 本章小结	43
4 评价单元的确定及评价方法的选择	44
4.1 评价单元的确定	44
4.2 评价方法的选择	44
4.3 评价方法的介绍	44
5 安全经营条件符合性评价	48
5.1 站址、总平面布置安全条件符合性检查	48
5.2 燃气经营单位前置条件的安全评价	54
5.3 重大危险源评价	55
5.4 工艺装置安全条件符合性检查	57
5.5 安全生产管理评价	63
5.6 重点监管的危化品安全措施和事故应急处置原则的检查评价	65
5.7 重大生产安全事故隐患判定	68
6 危险程度分析评价	69
6.1 道化学火灾、爆炸危险指数法	69
6.2 火灾爆炸事故模拟和后果预测	72
6.3 液化石油气储罐火灾、爆炸事故树分析	73
7 预防火灾、爆炸事故安全对策措施	80
7.1 由于制造、安装质量低劣而引起的事故	80
7.2 安全附件失效引起的事故	80
7.3 残液处理不当所造成的事故	82
7.4 过量充装所造成的事故	83
7.5 违反安全使用要求发生的事故	83
7.6 预防火灾爆炸事故的安全对策措施	84
8 建议补充的安全对策措施	85
9 评价结论	87
10 评价说明	88
附件一：周边环境照片	89
附件二：现场合影	91

武宁县黄墩液化气有限公司 储存、经营液化石油气 安全现状评价报告

1 评价概述

1.1 评价目的

(1) 贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，运用系统安全工程原理和方法，查找、分析、预测工程中存在的危险、有害因素及危险、危害程度，提出合理可行的安全对策措施，指导危险源监控和事故预防，以达最低事故率、最小损失和最优的安全投资效益。

(2) 通过安全评价，判断该站在用的设备设施对照国家法规及行业有关的标准和规范的有效性及其符合性。

(3) 为企业的安全管理和政府相关管理部门实行安全监察提供安全技术依据。

1.2 评价原则

具备国家规定资质的安全评价机构科学、公正和合法的自主开展安全评价。在工作中应遵循以下原则：科学性、公正性、合法性、针对性。

1.3 评价依据、标准

1.3.1 法律、法规依据

《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令第88号，2021.9.1实施）

《中华人民共和国劳动法》（国家主席令第28号，1995.1.1实施，2018.12.29修改）

《中华人民共和国消防法》（2009.05.01实施，2021.4.29修改）国家主席令第6号

《中华人民共和国职业病防治法》（国家主席令第48号、52号、81号修改，2017.11.5实施，2018.12.29修订）

《中华人民共和国长江保护法》（国家主席令第 65 号，2020 年 12 月 26 日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，自 2021 年 3 月 1 日起施行）

《中华人民共和国气象法》（国家主席令第 23 号，2000.1.1 实施）
2016.11.7 修订）

《中华人民共和国特种设备安全法》（国家主席令第 4 号，2014.1.1 实施）

《中华人民共和国突发事件应对法》（国家主席令第 69 号，2007.11.1 实施）

《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号，645 号修改）

《城镇燃气管理条例》（国务院令第 583 号，666 号修改）

《工伤保险条例》国务院令第 586 号

《生产安全事故报告和调查处理条例》国务院令第 493 号

《特种设备安全监察条例》国务院令第 549 号

《监控化学品管理条例》国务院令第 190 号发布（第 588 号修订）

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》国务院令第 352 号

《气象灾害防御条例》国务院令第 570 号

《生产安全事故应急条例》国务院令第 708 号

《江西省安全生产条例》（2007 年 3 月 29 日江西省第十届人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过 2017 年 7 月 26 日江西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十四次会议修订）

《江西省消防条例》（1995 年 12 月 20 日江西省第八届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过，2018 年 7 月 27 日江西省第十三届人民代表大会常务委员会第四次会议第五次修正）

1.3.2 部门规章、地方性法规

《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

《关于进一步加强危险化学品安全生产工作的指导意见》

国务院安委办〔2008〕26 号

《国家安监总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》

安监总管三〔2011〕95 号

《首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则》

安监总厅管三〔2011〕142 号

《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》

安监总管三〔2013〕12 号

《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》 安监总局令第 40 号（安监总局令第 79 号令修改）

《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》

安监总管三〔2017〕121 号

《危险化学品目录》（2015）

国家十部局公告 2015 第 5 号

《易制爆危险化学品名录（2017 版）》 公安部 2017 年 5 月 11 日公布

《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

《各类监控化学品名录》

工业和信息化部令第 52 号

《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》住房和城乡建设部令第 51 号

《生产经营单位安全培训规定》

国家安监总局令第 3 号（安监总局令第 63 号、第 80 号修改）

《特种设备作业人员监督管理办法》 国家质监总局令第 140 号

《生产安全事故应急预案管理办法》国家安监总局令第 88 号（应急管理部 2 号令修改）

《气瓶安全监察规定》

国家质监局令第 46 号

《消防监督检查规定》

公安部令第〔2004〕73 号

《关于进一步加强防雷安全管理工作的意见》赣安办字〔2010〕31 号

《企业安全生产费用提取和使用管理办法》

财企〔2012〕16 号

《江西省城镇燃气经营许可证管理办法》 赣建字〔2012〕4 号

《江西省应急管理厅关于印发〈江西省化工企业自动化提升实施方案〉（试行）的通知》（赣应急字〔2021〕190 号）

《关于印发（九江市城镇燃气经营许可证管理实施细则）的通知》九建办字〔2013〕18号

《九江市燃气管理办法》

九江市政府令 21 号

1.3.3 主要标准、规程、规范依据

《液化石油气供应工程设计规范》	GB51142-2015
《城镇燃气设计规范（2020版）》	GB50028-2006
《燃气工程项目规范》	GB55009-2021
《燃气系统运行安全评价标准》	GB/T50811-2012
《建筑设计防火规范（2018年版）》	GB50016-2014
《消防给水及消火栓系统技术规范》	GB50974-2014
《建筑灭火器配置设计规范》	GB50140-2005
《企业职工伤亡事故分类》	GB6441-1986
《生产过程危险和有害因素分类与代码》	GB/T13861-2009
《气瓶充装站安全技术条件》	GB 27550-2011
《液化石油气钢瓶》	GB5842-2006
《液化石油气钢瓶定期检验与评定》	GB8334-2011
《钢制液化石油气卧式储罐型式与基本参数》	NB/T 47001-2009(JB/T 4713)
《液体石油产品静电安全规程》	GB13348-2018
《储罐区防火堤设计规范》	GB50351-2014
《危险化学品储罐区作业安全通则》	AQ/T3018-2008
《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
《工业金属管道设计规范》	GB50316-2000（2008版）
《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218-2018
《危险货物品名表》	GB 12268-2012
《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058-2014
《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
《建筑抗震设计规范》	GB50011-2010
《构筑物抗震设计规范》	GB50191-2012

《常用危险化学品贮存通则》	GB15603-1995
《易燃易爆性商品储存养护技术条件》	GB17914- 2013
《液化气体气瓶充装规定》	GB14193-2009
《易燃易爆罐区安全监控预警系统验收技术要求》	GB17681-1999
《安全标志及其使用导则》	GB2894-2008
《安全色》	GB2893-2008
《消防安全标志》	GB13495.1-2015
《消防安全标志设置要求》	GB15630-1995
《个体防护装备选用规范》	GB11651-2008
《防止静电事故通用导则》	GB12158-2006
《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》	GB50493-2019
《低压配电设计规范》	GB50054-2011
《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
《中国地震动参数区划图》	GB18306-2015
《压力容器 第 1 部分：通用要求》	GB 150.1-2011
《在 2.5MPa 及以下压力下输送液态或气态液化石油气（LPG）和天然气的橡胶软管及软管组合件》	GB/T10546-2013
《固定式压力容器安全技术监察规程》	TSG 21-2016
《移动式压力容器安全技术监察规程》	TSG R0005-2011
《危险化学品储罐区作业安全通则》	AQ3018-2008
《危险场所电气防爆安全规范》	AQ3009-2007
《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》	GB4053.1-2009
《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》	GB4053.2-2009
《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》	GB4053.3-2009
《危险化学品企业特殊作业安全规范》	GB30871-2022
《个体防护装备配备规范 第 2 部分：石油、化工、天然气》	GB39800.2-2020

《应急物资分类与编码》	GB/T38565-2020
《安全评价通则》	AQ8001-2007
《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》	GB/T 29639-2020
《危险化学品经营单位安全生产管理人员安全生产培训大纲及考核标准》	AQ/T3032-2010

1.3.4 项目有关文件

- (1) 委托方提供的企业的有关证照资料,如营业执照、经营场所用地使用证、气体充装证、城镇燃气经营许可证等;
- (2) 委托方提供的企业的有关检验、检测报告,如防雷设施技术检测检验报告、消防验收意见书、储罐检验报告书等;
- (3) 委托方提供的各项安全管理制度、安全操作规程以及事故应急救援预案和特种作业人员操作证等;
- (4) 其它资料。

1.4 评价范围、内容

1.4.1 评价范围

本次评价范围为:武宁县黄墩液化气有限公司储存、经营液化石油气站区范围内燃气设施及安全管理方面的安全现状。即液化石油气的储存及装、卸车和灌装小钢瓶作业所涉及的危险品安全经营作业条件以及工艺、设备设施的安全可靠性及符合性的评价。包括安全管理的组织、机构、人员、防护设施、作业环境及安全管理等。

液化石油气站外运输及其站内运输车辆不在评价范围内。涉及项目工程的环境保护、消防、职业卫生及施工安全等问题均执行国家的有关规定及相关标准,本评价引用到的环保、消防、职业卫生方面的法规标准与安全评价有一定的关联,环境保护、职业卫生与消防应以其主管部门审核意见为准。

1.4.2 评价内容

通过危险、有害因素分析以及危险源辨识,充分查找物料、能源、生产装置、作业环境等环节的危险、危害,评价作业人员的操作条件和防止事故的安全防护装置是否符合要求等。包括:

（1）检查该站在用的燃气安全设施是否按压力容器、强制检验设备安全监察规程按期进行检验、检测和校验。

（2）评价站区内、外部环境条件的安全符合性；

（3）评价安全、消防设施、措施是否符合相关技术标准，规范及有效性；

（4）检查审核管理、从业人员的危险化学品培训、取证情况；

（5）检查、审核安全生产管理体系及安全生产管理制度，事故应急救援预案的建立健全和执行情况；

（6）对工程在安全生产方面存在的问题提出整改措施和意见。

（7）从整体上评价项目的运行情况和安全管理是否正常、安全和可靠，得出评价结论。

1.5 评价程序

江西省通安安全评价公司接受委托后，组成了评价小组，按下图规定的程序进行评价，见图 1-1。

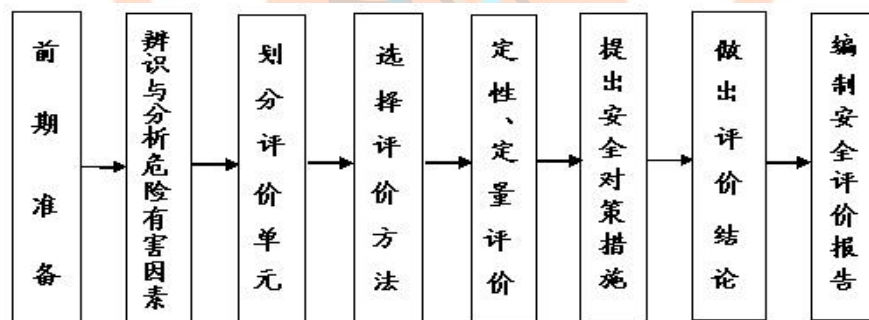


图 1-1 安全评价程序框图

2 评价项目概况

2.1 企业基本情况

基本情况见表 2-1。

表 2-1 企业基本情况表

企业名称	武宁县黄墩液化气有限公司		注册地址	武宁县新宁镇月田村	
联系电话	13979380836	传真		邮政编码	332300
企业类型	有限公司		非法人类别	分公司 ☐ 办事机构 ☐	
特别类型	全民所有制企业 ☐ 百货商店（场） ☐		经济类型	民营 ☒	
主管单位			登记机关	武宁县市场和质量监督管理局	
主要负责人	陈卫宝		安全管理员	叶金维	
职工人数	10 人	技术管理人数	1 人	安全管理人数	1 人
注册资本	260 万	固定资产		上年销售量	
经营场所	地址		武宁县新宁镇月田村		
	产权		自有 ☒ 租赁 ☐ 承包 ☐		
储存设施	容器名称	台数	制造单位	下次年度检验日期	检验单位
	100m³ 储罐	3	荆门宏图特种飞行器制造有限公司	2022 年 12 月 14 日	江西省锅炉压力容器检验检测研究院九江分公司
	50m³ 储罐	1	九江船用机械厂	2022 年 12 月 14 日	江西省锅炉压力容器检验检测研究院九江分公司
	50m³ 残液罐	1	九江船用机械厂	2022 年 12 月 14 日	江西省锅炉压力容器检验检测研究院九江分公司
	压力管道	套		2022 年 10 月 26	江西省锅炉压力容器检验检测研究院九江分公司
施工单位	江西热能工程有限公司				
主要消防安全设施、器具配备情况					
名称	型号、规格	数量	状况	备注	
干粉灭火器	推车式 35kg	3 台	正常		
干粉灭火器	手提式 8kg	15 具	正常		
干粉灭火器	手提式 4kg	8 具	正常		
消防水池	（取水口）2000m³	2 个	正常		
消防水泵	XBD5.0/20G	3 台	正常		
室内消防栓	PN1.6 SN65	3 个	正常		
室内消防栓		4	正常		
消防水带	Φ50mm×20m	200m	正常		
消防自动控制系统		1 套	正常		
防泄漏自动报警装置		5 套	正常	4 组	
发电机组	ZHK4105ZLD	1 套	正常	52Kw	

主要管理制度名称	气站站长岗位职责、技术负责人职责、安全负责人职责、充装负责人职责、设备计量负责人岗位职责、检查负责人岗位职责、充装人员岗位职责、安全员岗位职责、特种设备安全管理负责人岗位职责、气站安全管理制度、气站消防安全制度、风险管控分级管理制度、隐患排查治理制度等，详见附件。				
生产（储存）能力					
品名	年生产能力	储存能力	品名	年生产能力	储存能力
液化石油气		400m ³			

2.2 企业概况

武宁县黄墩液化气有限公司成立于2005年03月16日，是一家储存、经营石油液化气的有限责任公司（自然人投资或控股），法定代表人陈卫宝，经营范围：石油液化气购销；液化气钢瓶、燃气灶具销售（凭有效许可证和资质经营），注册地址位于江西省九江市武宁县新宁镇月田村，占地面积约6160m²（约9.24亩），注册地址在江西省九江市武宁县新宁镇月田村。现有员工10人，其中技术管理人数1人，安全管理人数1人。站区内设有100m³卧式储罐3台、50m³储罐1台、50m³残液罐1台及其相关配套的设备设施，配备有循环压缩机和烃泵工艺流程的工艺管线以及残液回收系统，站区内储罐总容积（含50m³残液罐）为400m³，按现行《液化石油气供应工程设计规范》对液化石油气站的等级划分，该站属五级液化石油气站。

武宁县黄墩液化气有限公司储存、经营液化石油气，经武宁县市场监督管理局依法对该站进行了登记注册（统一社会信用代码：91360423772355821Y）。

2017年09月22日由武宁县建设局换发了《燃气经营许可证》（许可证编号：赣201404030004P），有效期至2020年09月21日，未及时延期换证，现已过期。

2018年04月25日由九江市质量技术监督局换发了《气瓶充装许可证》（编号：TS4236144-2021），有效期至2021年11月26日，未及时延期换证，现已过期。

2022年04月29日武宁县住房和城乡建设局对该站进行了消防验收，出具了《特殊建设工程消防验收意见书》（武建消验字〔2022〕第008号），结论为合格。

2022年03月22日，九江市蓝天科技有限公司对该站站内设施进行了防

雷检测,报告有效期至2022年09月,防雷类别为二类,并出具了《江西省雷电防护装置检测报告》,编号为1152017003雷检字〔2022〕03045。(详见附件)。

2.3 地理位置及周边环境

1、地理位置

该站建在武宁县新宁镇月田村。武宁县位于江西省西北部,地处湘鄂赣三省边陲要冲,距南昌130Km、武汉260Km、长沙310Km。省道306公路从门前经过,交通便利,通讯快捷,水、电供应充足。气站地理位置图如下:



2、周边环境

液化气站大门朝东偏南,距武修公路约30m,门前水泥路与公路路相连,可直达站区。站区四周筑有高2.0m的非燃烧实体围墙。

东面:有一南北展开的10KV架空电力线路,杆高12m,距最近储罐为90m、距装卸台柱为61m、充装台为60m;武修公路(S305),公路西侧路肩距最近储罐为97m、距装卸台柱为68m、充装台为67m;武修公路(S305)的南侧有零星民房,最近民房距最近储罐为110m、距装卸台柱为81m、充装台为80m。

南面:山坡地。

西面：山坡地，山坡后面有一南北展开 110KV 架空电力线路，线塔高 30m，最近储罐间距约 200m。

北面：山坡地，山坡地以北距罐区围堰约 200m 处为柳山大道；东北方向有民房，距装卸台柱最近民房约 44m，储罐与最近民房间距约 52m。

三年来周边环境无变化。

除上所述之外，周边 100m 内无国家确定的风景区，自然保护区和商业闹市区及其他重要建筑物。

2.4 自然条件

(1) 气候特征

武宁县属中亚热带湿润气候，处东亚季风区，光照充足，雨量充沛，气候温和，四季分明。年均日照总时数 1931.7h，8 月份最长达 257.3 h，日均 8.3 h。2 月份最少为 102.4 h。常年平均气候 17.3℃，极端最高气温为 40.3℃（1959 年 8 月 23 日），最低-10.7℃（1969 年 2 月 1 日）。年均降水约在 1360-1510 mm 之间。最长达 2295.8mm(1954 年)，最少为 818.6 mm（1928 年），主要气象要素特征值如下：

表 2-2 气象要素特征值表

温度			
年平均气温	17℃		
极端最低气温	-9.7℃	极端最高气温	40.3℃
夏季日平均气温	28℃	冬季日平均气温	5.4℃
日平均最高气温	38.2℃	日平均最低气温	-5.6℃
湿度			
年平均相对湿度	75%		
最热月平均相对湿度	73%	最热月 14 小时相对湿度	60%
大气压力			
年平均气压	101.2KPa		
夏季平均气压	100.09KPa	冬季平均气压	102.19 KPa
风向及频率、风速、风压			
全年主导风向及频率 NE（北、东）	20%		
夏季主导风向及频率 NE（北、东）	11%		
SE（南、东）	11%	SW（南、西）	28%
冬季主导风向及频率 NE（北、东）	24%		

SE（南、东）		9%	SW（南、西）	8%
年平均风速	2.9m/s	冬季平均风速		3.13m/s
冬季最多风向平均风速	4.4m/s	最冷月平均风速		2.9m/s
夏季平均风速	2.4m/s	最热月平均风速		2.1m/s
最大风速（高度 15 米处）	3.13m/s	基本风压值		0.35KN/m ²
雨、雪				
年平均降雨量	809.6mm	年最大降雨量		1096.18mm
最大日降雨量	209.6mm	最大小时降雨量		50.5mm
年平均蒸发量	1612.9mm			
冬季日照率	35%	雪载荷		0.4KN/m ²

(2) 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),项目所在地区50年超越概率10%,特征周期值为0.35S,地震动峰值加速度为0.05g,根据1990年版《中国地震烈度区划图》标明项目所在地区相应的地震基本烈度<VI度。

(3) 地形、地貌及地质

【地形、地貌】武宁县在地形上属鄂赣边缘山地、丘陵的一部分。北部之幕阜山位于省境边缘,成为省际界山。南部之九岭山位于县境边缘,亦为县际界山和分水岭。两山均近东西走向,构成本县南北屏障。整个地形呈两山夹一谷,分别从南、北部向中部修河逐级层层下降。

【地质】项目所在地的地质主要为中生界地质,为一套海陆交互碳酸盐岩及砖红紫红色细砂、粉砂质含砾岩建造。三叠系与白垩系呈角度不整合接触。也有新生界广布于全县各乡修河河流域及水库地区,主要为河湖相、残坡积相红色砾岩及粘土、泥砾堆积物。无活动性断裂存在,无地下人工采空区。根据水文地质资料,站区水文地质环境类别为II类。

2.5 总平面布置

该站占地面积约6160m²(约9.24亩),站区大门朝西,大门宽6m,设双外开铁栅栏门,门外有一条10m宽道路与豫和大道相连。站区四周设置有高2.0m的实体围墙,形成了站区的封闭系统。

站区大门朝东偏南,大门宽6m,设双外开铁栅栏门,门外有一条10m

宽道路与 S305（武修线）相连。站区四周设置有高 2.0m 的实体围墙，形成了站区的封闭系统。

站总平面按储罐区、灌瓶作业区和汽车槽车装卸区三个主要区域布置。

储罐区设置在站区的西面，卧式储罐，四周设有防火堤，防火堤高 1m。罐区内设置有 5 台卧式液化石油气储罐，其中 100m³储罐 3 台、50m³储罐 1 台、50m³卧式残液罐 1 台，5 台储罐南北向横向排列。设置了钢斜梯检修平台

灌瓶作业区布置在站区的中部、储罐区的东面，包括灌装间和烃泵房，烃泵房紧靠灌装间北侧并列布置。

消防水池及泵房位于站区东南角，设有 2 个 750m³ 的消防水池。

槽车装卸区与灌瓶间并排布置在站区的中部、储罐区的东面，设有 1 套 AL2543 液体装卸臂，装卸车位。

办公区设置在站区外东北角。

该液化气站现状与设计一致。

2.6 主要建筑物及道路运输

2.6.1 主要建筑物

项目主要建、构筑物如下：

表 2-3 主要建、构筑物

序号	名称	面积 (m ²)	层数	结构	耐火等级	火灾类别
1	储罐区	699.5		砖混	二级	
2	办公室	468	3 层	砖混	二级	
3	灌瓶间	40	1 层	砖混，半敞开式	二级	甲类
4	实瓶库	30	1 层	砖混，半敞开式	二级	甲类
5	烃泵房	40	1 层	砖混	二级	甲类
6	装卸台柱	10				甲类
5	配电间	20	1 层	砖混	二级	丙类
6	柴油发电间	30	1 层	砖混		丙类
	消防泵房	35	1 层	砖混		戊类
6	新瓶间	20	1 层		二级	
7	消防水池	360m ²		敞口式砼结构		

卧罐的支座采用钢筋混凝土浇注；储罐顶部装有矩形固定式喷淋装置；储罐之间设置了检修平台；站区四周设置有高 2.0m 围墙。

2.6.2 道路和运输

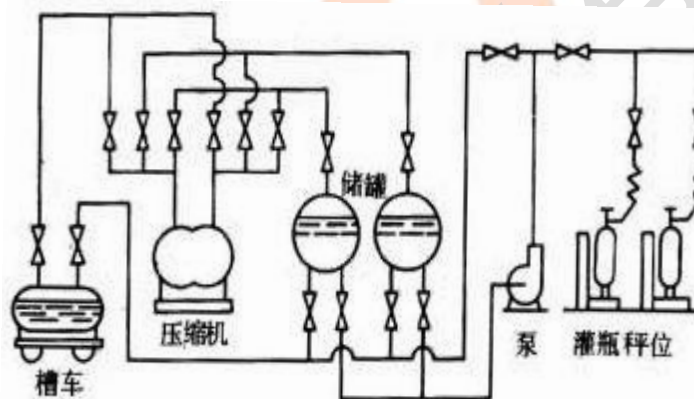
该站北面 30m 是 S305（武修线），有一条宽 10m 的水泥路连接站区。该站外部的交通较为方便。

站区内的工艺设施布置在站区中、东部，灌瓶间、烃泵房西面、消防水池南面设置有面积为 40m×22.4m 的长方形消防车回车场地。

该站购进的液化气委托有相应资质的单位送至站区内，销售的液化气（包装物为 15kg 小钢瓶）由用户自运。

2.7 工艺流程

本站工艺设施的具体任务就是对液化石油气的槽车卸载、接收、储存和灌瓶至用户。储存在储罐内的液化石油气通过烃泵工作对小钢瓶实施灌瓶分装，该站的工艺流程基本可满足液化石油气储存后进行灌装零售经营的需要。



液化石油气在储罐间可相互倒罐，也可经卸车柱由储罐装至汽车槽车。液化石油气小钢瓶内的残液通过压缩机的工作抽至残液罐后交炼油厂统一处理。该站液化石油气的主要流程可概括为：



1、卸载工艺流程

1) 压缩机卸载用压缩机抽出储罐中气态液化石油气，压入被卸载的汽车槽车的槽罐中，从而使槽罐和储罐之间形成一定的压差，在压差的作用下液化石油气从汽车槽车的槽罐中被压送到液化石油气的储罐中。

2) 烃泵卸载用烃泵将液化石油气从被卸载的汽车槽车打入储罐中。

2) 灌装工艺流程

储存在储罐内的液化石油气,通过烃泵或压缩机工作对小钢瓶实施灌瓶分装,其工艺流程与卸载工艺流程相似。因该站充装灌瓶量不大,且充装的钢瓶绝大部分为15kg的小钢瓶,一般使用烃泵工作灌装钢瓶,用烃泵将液化石油气从被卸载的储罐打入小钢瓶。烃泵出口的工艺管线上安装有旁路安全回流阀,当充灌枪关闭其间(一个小钢瓶充装完毕换充下一个小钢瓶时),烃泵继续工作增大出口管道的压力,此时安全回流阀起跳,使其压力卸至储罐中。

3) 抽残液工艺流程

小钢瓶内的残液通过残液倒空架抽出送至站区内残液罐储存;站区内残液罐内残液也可通过压缩机工作输送至槽车,其工作原理同卸载工艺。

2.8 主要设备设施

该站站区内的主要设施见下表。

表 2-4 液化气站主要燃气设备、设施

序号	名称	型号	规格	数量	功率
1	液化石油气压缩机	ZW-0.8/10-16	Q=0.8/1.6m ³ /min P _吸 =1.0MPa P _排 =1.6MPa	1 台	11kw
2	液化石油气泵	XH15-5	Q=15.5m ³ /h	1 台	5.5kw
3	灌装秤	DCS-120	120KG	4 台	
4	液化气石油气储罐	P ₁ =16kg/cm ² P _设 =18kg/cm ² ;T ₂ =50°C	V=100m ³ 3 台, V=50m ³ 1 台	4 台	
5	卧式残液罐	P ₁ =16kg/cm ² P _设 =18kg/cm ² ;T ₂ =50°C	V=50m ³	1 台	
6	消防水泵	XBD5.0/20G	100m ³ /h	3 台	
7	电子灌装秤	DCS-120	120Kg	5 台	
8	防爆启动器	BQC-40	40A	2 台	
9	汽车衡	100 型		1 台	
10	可燃气体检测报警器	KB2100II	固定式	1 组 5 台	

表 2-5 在用压力容器、压力管道检验一览表

序号	名称	规格	数量	检验单位	下次检验日期
1	卧式残液罐	V=50m ³	1 台	江西省锅炉压力容器检验检测研究院九江分公司	2022 年 12 月 14 日
2	卧式储罐	V=100m ³	3 台		2022 年 12 月 14 日
3	卧式储罐	V=50m ³	1 台		2022 年 12 月 14 日
4	工艺管线	Φ57×3.5	4 组	江西省锅炉压力容器检验检测研究院九江分公司	2026.10

表 2-6 强检设备、设施及安全附件一览表

序号	名称	规格型号	数量	检验单位	下次检（校） 验日期	安装位置
1	压力表	0-1.6MPa, 0~2.5MPa	8 块	武宁县市场监管服务 中心	2022.09.21	储罐 5 块, 管道 1 块, 烃泵、压缩机各 1 块
2	温度计	(-20~80)℃ , (-20~80)℃	2	深圳市华鑫计量仪器 有限公司	2022.04.10	储罐
3	液位计	板式	6	未提供相关资料	未提供相关 资料	储罐各 2 个, 残 液罐 2 个
4	储罐安全阀	A42F-25, A42F-40C	10	九江昌润特种设备检 验检测有限公司	2022.08.19	每个储罐各一 个, 烃泵、压缩 机各 1
5	管道回流阀	A21Y-25	7	九江昌润特种设备检 验检测有限公司	2022.09.19	压缩机、烃泵房 内的管道上
6	管道安全阀	AH42F-25	1	九江昌润特种设备检 验检测有限公司	2022.09.19	液化石油气、液 相管
7	点型可燃气体 探测器	BSO1 II	5	深圳广测检测技术有 限公司	2022.09.16	罐区、充装间、 烃泵间
8	电子秤	DCS-120, PIS-150	5	武宁县市场监管服务 中心	2022.05.18	充装间
备注	站区内部分强检设备、设施及安全附件的检（校）验未定期检测。					

2.9 安全设施及消防设施

1、安全设施

贮罐顶部和管道均装有安全阀，烃泵、压缩机房内的管道上装有安全回流阀。贮罐顶部均装有固定矩形雾状喷淋装置。

2 台储罐和 1 台残液罐以及工艺管线经江西省锅检院九江分公司检验，3 台储罐（含残液罐）的安全状况等级为二级，目前仍在检验有效期内；在储罐和工艺管线检验同时，对站区内储罐、工艺设施管线上的安全阀进行了检（校）验，在检验有效期内；型号为 0-2.5Mp 的压力表已检测，并在有效期内；其他型号压力表未见检测。

站区内强检设备具体情况见本报告表 2-5。

该站站区内设有防雷、防静电接地装置经九江市雷电灾害防御中心于 2022 年 03 月 23 日检测，其总评为：外部防雷方面：气罐由独立接闪杆保护，引下线、接地装置均符合 GB50057-2010 规范要求；防感应雷、防雷电波侵

入方面：燃气管道跨接、设备等电位连接符合 GB50057-2010 规范要求，站内设有防静电接地装置，符合 GB12158-2006 规范要求，电源系统安装了两级电源 SPD 保护，符合 GB50343-2012 规范要求。

液化石油气气体压缩机、烃泵电机采用防爆型电机，电机采用短路保护、低压保护和过负荷保护，所有电机采用可靠的接地。

管道采用地面角钢架空式设置，架空高 0.4m，管距约 0.3m。

烃泵房内装有 BSO1 II 型气体泄漏浓度报警器探头 1 个。储罐区装有 BSO1 II 型气体泄漏浓度报警器探头 3 个，灌装间装有气体泄漏浓度报警器探头 1 个。

站区设有监控系统，站内各单元设有全视监控摄像头。

站区内设备、设施上的温度计、充装称、气体报警器经过检（校）验。

2、消防设施

表 2-7 消防器材一览表

序号	名称	型号	状态	数量
1	室外消防栓		正常	4 个
2	室内消防栓	PN1.6 SN65（消防阀门）	正常	3 个
3	消防水带	Ø100mm×200m	正常	2 卷
4	推车式干粉灭火器	MFTZ35 型 A、B、C	正常	3 台
5	手提式干粉灭火器	MFT8 型 A、B、C	正常	15 具
6	手提式干粉灭火器	MFT4 型 A、B、C	正常	8 具
7	消防水泵	100m³/h	正常	3 台
8	消防水池	750m³	正常	2 座

该站消防用水主要来源于站区西北角水池，站区内供水管网 DN80。贮罐上的喷淋用水也由该供水管网供给。

2.10 公用工程

1、供配电

该项目供电由国家电网武宁县市政电网供给，接入电压 380/220V，三级负荷供电。该站设有备用发电机一台，作为备用供电需要。

站区内设置的配电屏，采用放射式方式向各用电点供电，设置有防过载和防断路装置

2、给排水

该项目用水主要是夏天高温时储罐喷淋降温用水、清洁用水及生活用水。喷淋降温用水、清洁用水同一根管线网，喷淋降温、清洁用水水源由站区东北角的消防水池供给，生活用水由武宁县市政自来水管网供给。消防补充供水来自武宁县市政自来水管网。

本项目无污水，排水为散流至站外南面自然地沟。

3、防雷

2022 年 03 月 22 日，九江市蓝天科技有限公司对该站站内设施进行了防雷检测，防雷类别为二类。（详见附件），并出具了《江西省雷电防护装置检测报告》，编号为 1152017003 雷检字〔2022〕03045，详见附件。

2.11 劳动保护用品

劳动保护用品主要是按时发放和要求上岗穿戴防静电工作服、手套和口罩等物品。

2.12 安全管理体系

1、安全管理机构

该企业是一家储存、经营民用液化石油气的企业。站内现有技术管理人员 1 人，安全管理人员 1 人，企业依据《中华人民共和国安全生产法》的规定，根据企业经营人员自身的特点，成立了以主要负责人陈卫宝为组长的安全领导小组，对站区的安全生产负有第一责任，全面负责站区日常的安全生产和消防安全工作，其他人员负有日常的劳动卫生安全生产管理工作的责任。

2、安全管理制度

该站制订了全员岗位安全责任制、技术负责人职责、安全管理人员职责、充装岗位人员职责、设备计量人员岗位职责、气瓶检查人员岗位职责、档案管理人员岗位职责、充装介质管理人员岗位安全职责、安全教育培训制度、风险分级管控制度、隐患排查治理制度等，气站各种安全管理制度，岗位安全操作规程，详见附件。。

3、安全教育与培训

该站主要负责人陈卫宝取得了危险化学品经营单位安全生产知识和管

理能力考核合格证，专职安全员叶维金取得了安全生产知识和管理能力考核合格证，特种作业人员持证上岗。

具体取证情况如下表：

表 2-8 取证情况表

序号	姓名	岗位	证书编号	有效期
1	陈卫宝	主要负责人	362330197210073495	2025.04.01
2	叶金维	安全管理员	342829196303120418	2024.06.15
3	郭金姣	气瓶充装 P 证	342921196603220423	2022.10.15
4	叶维金	A（特种设备安全管理人员）	342829196303120418	2025.10
5	陈卫宝	气瓶充装 P 证	362330197210073495	2024.12.31
6	陈卫宝	R1（快开门式压力容器操作证）	362330197210073495	2022.09.24
7	陈灵	气瓶充装 P 证	360423197408151743	2025.05
8	曹卫平	气瓶充装 P 证	362330197111223507	2024.12.30
9	段喜屏	气瓶充装 P 证	362330197808063523	2024.12.30
10	曹维平	气瓶充装 P 证	362330197309213507	2024.06
11	曹维平	A（特种设备安全管理人员）	362330197309213507	2024.05

4、事故应急预案

该站制定了生产安全事故应急预案，提供《事故应急救援预案》演练计划、演练记录、演练总结，主要内容有：火灾扑救、储罐罐体喷淋降温应急演练。该站的按《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020 编制了应急预案，已在武宁县燃气办备案，备案号：武住建燃备字〔2022〕02 号。

5、隐患排查

该液化气站制定了风险管控分级管理制度，制定了隐患排查治理管理制度，定期进行了隐患排查治理，编制了隐患排查治理台账，记录完整。

3 主要危险有害因素辨识

危险因素是指对人造成伤亡或对物造成突发性损害的因素。有害因素是指能影响人的身体健康,导致疾病,或对物造成慢性损害的因素。通常统称为危险、有害因素。危险、有害因素主要指客观存在的危险、有害物质或能量超过一定限值的设备、设施和场所等。能量、有害物质的存在是危险、有害因素产生的根源。系统具有的能量越大,存在的有害物质数量越多,系统潜在危险性和危害性也越大。能量、有害物质的失控是危险、有害因素产生的条件。失控主要体现在设备故障、人为失误、管理缺陷、环境因素等方面。

3.1 物料的危险、有害因素分析

3.1.1 液化石油气安全技术数据

本项目涉及的物料仅为液化石油气,其安全技术数据如下。

表 3-1 液化石油气安全技术数据

标 识	中文名:	液化石油气; 压凝汽油		
	英文名:	Liquefied petroleum gas; Compressed petroleum gas		
	分子式:	$C_3H_8-C_3H_6-C_4H_{10}-C_4H_8$ (混合物)		
	结构式:		分子量:	
	CAS 号:	68476-85-7		
	UN 编号:	1075		
	危险货物编号:	21053		
理 化 性 质	外观与性状:	无色气体或黄棕色油状液体,有特殊臭味。		
	主要用途:	用作石油化工的原料,也可用作燃料。		
	熔点:		沸点:	
	相对密度(水=1):	液态液化石油气相对密度为 4°C 时的水的 0.5~0.6 倍,		
	相对密度(空气=1):	气态液化石油气的相对密度为空气的 1.5 倍~2.0 倍。		
	饱和蒸汽压(kPa):			
	溶解性:	在水上漂浮并沸腾,不溶于水。可产生易燃的蒸气团。		
燃 烧 爆	临界温度(°C):	无资料		
	临界压力(MPa):	无资料		
	燃烧热(kJ/mol):	无资料		
	避免接触的条件:			
燃 烧 爆	燃烧性:	易燃		
	建规火险分级:	甲		
	闪点(°C):	-74		
	自燃温度(°C):	引燃温度(°C): 426-537		
燃 烧 爆	爆炸上、下限(V%):	11~2		
	危险特性:	与空气混合能形成爆炸性混合物,遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氟、氯		

危险性	爆炸	等能发生剧烈的化学反应。其蒸气比空气重, 能在较低处扩散到相当远的地方, 遇明火会引着回燃。若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。易燃性(红色): 4 反应活性(黄色): 0		
	燃烧(分解)产物:	一氧化碳、二氧化碳。		
	稳定性:	稳定		
	聚合危害:	不能出现		
	禁忌物:	强氧化剂、卤素。		
包装与储运	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。雾状水、泡沫、二氧化碳。如果该物质或被污染的流体进入水路, 通知有潜在水体污染的下游用户, 通知地方卫生、消防官员和污染控制部门。		
	危险性类别:	类别 1 易燃气体,		
	危险货物包装标志:	4	包装类别:	II
	储运注意事项:	易燃压缩气体。储存于阴凉、干燥、通风良好的不燃库房。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素(氟、氯、溴)、氧化剂等分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。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。槽车运送时要灌装适量, 不可超压超量运输。搬运时轻装轻卸, 防止钢瓶及附件破损。废弃: 根据国家和地方有关法规的要求处置。或与厂商或制造商联系, 确定处置方法。包装方法: 钢质气瓶。ERG 指南: 115		
	接触限值:	中国 MAC: 1000mg / m ³ 前苏联 MAC: 未制订标准美国 TLV-TWA: 1800mg / m ³ 美国 TLV—STEL: 未制订标准检测方法: 气相色谱法		
危害	侵入途径:	吸入		
	毒性:	该物质对环境有危害, 对鱼类和水体要给予特别注意。还应特别注意对地表水、土壤、大气和饮用水的污染。		
	健康危害:	中毒症状有头晕、头痛、兴奋或嗜睡、恶心、呕吐、脉缓等症状, 严重时可有麻醉状态及意识丧失。长期接触低浓度者, 可出现头痛、头晕、睡眠不佳、易疲劳、情绪不稳、植物神经功能障碍等。IDLH: 2000ppm 嗅阈: 5000~18000ppm。气味不能可靠指示气体毒性大小 OSHA: 表 Z—1 空气污染物健康危害(蓝色): 1		
	皮肤接触:	脱去污染的衣着, 皮肤接触大量液体会引起冻伤, 按冻伤处理。冻结在皮肤上的衣服, 要在解冻后才可脱去。接触液化气体, 接触部位用温水浸泡复温。注意患者保暖并且保持安静。确保医务人员了解该物质相关的个体防护知识, 注意自身防护。		
	眼睛接触:			
急救	吸入:	迅速脱离现场至空气新鲜处。注意保暖, 保持呼吸道通畅。呼吸困难时给输氧。呼吸停止时, 立即进行人工呼吸。就医。		
	工程控制:	密闭操作。提供良好的自然通风条件。		
	呼吸系统防护:	高浓度环境中, 佩带供气式呼吸器。NIOSH/OSHA2000ppm: 供气式呼吸器、自携式呼吸器。应急或有计划进入浓度未知区域, 或处于立即危及生命或健康的状况: 自携式正压全面罩呼吸器、供气式正压全面罩呼吸器辅之以辅助自携式正压呼吸器。逃生: 自携式逃生呼吸器。		
措施	眼睛防护:	一般不需要特殊防护, 高浓度接触时可戴化学安全防护眼镜。		

施	防护服:	穿防静电工作服。
	手防护:	必要时戴防护手套。
	其他:	工作现场严禁吸烟。避免高浓度吸入。进入罐或其它高浓度区作业,须有人监护。
泄 漏 处 置	切断火源。戴自给式呼吸器,穿一般消防防护服。合理通风,禁止泄漏物进入受限制的空间(如下水道等),以避免发生爆炸。切断气源,喷洒雾状水稀释,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。	

3.1.2 液化石油气危险特性

液化石油气是以丙烷、丙烯、丁烷、丁烯等低碳氢化合物为主要成分的混合物。通常以液态形式在常温压力下贮存,一旦漏气十分危险。当贮罐破裂时,每立方米液态液化石油气可转变 250—300m³ 的气态液化石油气;液化石油气的爆炸极限范围为 2%至 11%(体积比)之间,即 1m³ 液态液化石油气漏在空气中,将会变成 3000 至 15000m³ 的爆炸性气体;液化石油气闪点也很低(-74℃)、着火能量很低(3 至 4×10⁻⁴J),如手电筒的火花即可成为燃烧爆炸的火源,火源扑灭后很易复燃;液态液化石油气的相对密度为 0.5 至 0.6,着火后用水很难扑灭;气态液化石油气的相对密度为 1.5 至 2.0,漏气后易在低洼或通风不良处窝存,易酿成爆炸事故。

表 3-2 液化石油气几种主要成份危险特性表

	丁烷	丙烯	丙烷	丁烯
闪点:	-60℃(闭杯)	-108℃	-104℃	-80℃
爆炸极限:	1.9%~8.5%	1.0%~5.0%	2.1%~9.5%	1.6%~0.0%
最小点火能:	0.25mJ	0.282mJ(浓度 4.44%)	0.31mJ	
引燃温度:	405℃	455℃	450℃	385℃
最大爆炸压力:	84.1N/cm ²	0.843MPa	0.843MPa	
燃烧热:		2049kJ/mol	2217.8kJ/mol	
最易引燃浓度:	3.1%	与空气混合成为爆炸	4.1%	2538.8kJ/mol
主要危险特性:	与空气混合成为爆炸性混合物,遇火星、高热极易引起燃烧或爆炸。	性混合物,遇火星、高温有燃烧爆炸危险。	丙烷气体与空气混合成为爆炸性混合物,遇火星、高热极易引起燃烧或爆炸。	与空气混合成为爆炸性混合物,遇火星、高温有燃烧爆炸危险。

3.1.3 液化石油气基本特性

(1) 易膨胀

储存在容器内的液化石油气,在一定的温度和饱和蒸气压下是处于气液

共存的平衡状态。随着温度的升高,液态体积会不断膨胀,气态压力也会不断增大。大约温度每升高 1°C ,体积膨胀 $0.3\sim 0.4\%$,气压增大约 $19.6\sim 29.4$ 千帕。温度越高则体积膨胀得越厉害,气压也增得越大。

根据液化石油气的这一物理特性,国家规定按照纯丙烷在 48°C 时的饱和蒸气压确定钢瓶的设计压力为 1568Kp ,按照液态纯丙烷在 60°C 时刚好充满整个钢瓶来设计钢瓶的内容积。并规定钢瓶的灌装量每升不大于 0.42Kg 。若按规定的灌装量灌装,在常温下,液态体积大约只占据钢瓶内容积的 85% ,还留有 15% 的气态空间供液态受热膨胀。在正常情况下环境温度不会超过 48°C ,钢瓶是不可能爆炸的,但是,如果让钢瓶接触热源,那就很危险了。

(2) 易气化

液化石油气在常温常压下为气态,它是在低温或高压的条件下被压缩液化成液态,储存在耐压容器中。释压后,立即挥发为气体。液态液化石油气在常压(1个大气压)下的沸点为 $-42.1\sim -0.5^{\circ}\text{C}$ 即液体开始沸腾气化时的温度。因此,液态液化石油气在常温常压下极易气化。1升液体可气化为 $250\sim 300$ 升气体,其膨胀系数一般为水的10倍以上。

另外,液化石油气比空气重(相对密度是空气的 $1.5\sim 2$ 倍),在常温常压下呈气态,气化后体积膨胀 $250\sim 300$ 倍,并急剧扩散蔓延,容易停滞和积聚在墙角低洼处,一时不易被风吹散,与空气混合形成爆炸性物质,遇火源便可爆炸。因此,在储存、灌装、运输、使用液化石油气的过程中,一旦发生液体泄漏,就极易酿成大面积的火灾或爆炸事故。

(3) 易燃、易爆

液化石油气的闪点低($-104\sim +40^{\circ}\text{C}$),危险性大,与空气接触后,可被小火星点燃;液化石油气的爆炸极限为 $2.1\%\sim 9.5\%$,爆炸速度为 $2000\sim 3000\text{m/s}$ 。另外,容器内壁可能受到液化石油气中硫化氢的腐蚀作用,还会生成黑褐色的硫化亚铁(FeS)粉末,附着在器壁上或沉积于容器底部,这种硫化亚铁粉末会与空气中的氧发生氧化反应,放热而自燃,生成氧化铁(Fe_3O_4)和二氧化硫(SO_2),这种自然现象也易造成火灾爆炸事故。

(4) 有毒

液化石油气在空气中无色透明,具有烃类的特殊气味,对人体中枢神经

有麻醉性，在空气中的浓度低于 10% 时，对人体健康没有危害。液化石油气的浓度高于 10% 时，就会使人头昏，以至窒息死亡。而且，液化石油气中的硫化氢是有毒害性的，当空气中硫化氢的含量高于 $10\sim 15\text{mg}/\text{m}^3$ 时，会使人中毒，另外，液化石油气在不完全燃烧时会产生一氧化碳毒气，因此，在储存、灌装、使用液化石油气时要有良好的通风，在灭火时也要加以注意。

(5) 蒸发潜热高

液化石油气由液态变成气态，需要吸收很多的热量。一旦液化气罐或管道阀门发生泄漏，液化气喷出，溅到人身上，急剧吸热，会造成冻伤。

(6) 腐蚀性

液化石油气中大都含有不同数量的硫化氢，硫化氢对容器内壁有腐蚀作用，硫化氢的含量越高，对容器的内壁腐蚀越快。据测定，民用液化石油气中硫化氢对钢瓶的内壁腐蚀速度可高达 $0.1\text{mm}/\text{a}$ 。液化石油气容器是一种压力容器，内腐蚀可不断地使容器器壁变薄，降低容器的耐压强度，严重时可使容器穿孔漏气或爆裂，引起火灾事故。液化石油气中含有少量硫的成份，能使橡胶软化，使油漆和脂膏溶解。

(7) 易产生静电

液化石油气的电阻率约为 $10^{11}\sim 10^{14}\Omega\cdot\text{cm}$ ，易于产生静电。据测定，液化石油气从容器、设备、管道中喷出时产生的静电位可达 9000V 乃至数万伏。主要是因为液化石油气是一种多成份的混合气体，气体中含有液体或固体杂质，在高速喷出时与管口、喷嘴破损处产生强烈摩擦。液化石油气体中所含的液体或固体杂质越多，流速越快，产生的静电荷也越多，据测定，静电电压在 350~450V 时，所产生的放电火花就能引起可燃气体燃烧或爆炸。由于液化石油气气体从管口、喷嘴或破损处高速喷出时，极易产生高电位静电，所以其放电火花足以引起火灾或爆炸事故。

3.2 危险化学品的辨识

3.2.1 化学品及危险工艺的辨识

依据《危险化学品目录》(2015 版)，该加项目涉及的液化石油气为易燃气体，类别 1；加压气体；不属于剧毒化学品。

根据国家安全监管总局安监总管三〔2011〕95号文件《关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》辨识,液化石油气属于国家重点监管的危险化学品。

根据《易制毒品安全管理条例》辨识,液化石油气不属于易制毒化学品。

根据《监控化学品管理条例》辨识,液化石油气不属于监控化学品范围。

根据公安部2011年11月25日公布《易制爆危险化学品名录(2011版)》辨识,液化石油气不属于易制爆危险化学品。

根据国家安监总局安监总管三〔2009〕116号文件公布的首批重点监管的危险化工工艺目录,该站采用的储存、压缩、灌装工艺不属于化工工艺,不存在重点监管的危险化工工艺。

根据《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,该站涉及的液化石油气为特别管控的危险化学品。

3.2.2 重大危险源辨识

辨识或确认重大危险源,是防止在储存经营过程中发生安全事故的第一步。其目的不仅是预防重大事故发生,而且要做到一旦发生事故,能将事故危害限制到最低程度。

(1) 重大危险源辨识的术语及定义

①危险化学品:具有易燃、易爆、有毒、有害等特性,会对人员、设施、环境等造成伤害或损坏的化学品。

②临界量:指对于某种或某类危险化学品规定的数量,若单元中的危险化学品数量等于或超过该数量,则该单元定为重大危险源。

③危险化学品重大危险源:长期地或临时地生产、加工、使用或贮存危险化学品,且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

(2) 危险化学品重大危险源分级方法

一、分级指标

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

二、R 的计算方法

$$R = \alpha \left| \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \cdots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right|$$

式中：

$q_1, q_2, \dots, q_n$ — 每种危险化学品实际存在（在线）量（单位：吨）；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ — 与各危险化学品相对应的临界量（单位：吨）；

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

α — 该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

三、校正系数 β 的取值

根据单元内危险化学品的类别不同，设定校正系数 β 值，见表 3-3 和表 3-4：

表 3-3 校正系数 β 取值表

危险化学品类别	毒性气体	爆炸品	易燃气体	其他类危险化学品
β	见表 2	2	1.5	1

注：危险化学品类别依据《危险货物品名表》中分类标准确定。

表 3-4 常见毒性气体校正系数 β 值取值表

毒性气体名称	一氧化碳	二氧化硫	氨	环氧乙烷	氯化氢	溴甲烷	氯
β	2	2	2	2	3	3	4
毒性气体名称	硫化氢	氟化氢	二氧化氮	氰化氢	碳酰氯	磷化氢	异氰酸甲酯
β	5	5	10	10	20	20	20

注：未在表 2 中列出的有毒气体可按 $\beta=2$ 取值，剧毒气体可按 $\beta=4$ 取值。

四、校正系数 α 的取值

根据重大危险源的厂区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量，设定厂外暴露人员校正系数 α 值，见表 3-5：

表 3-5 校正系数 α 取值表

厂外可能暴露人员数量	α
100 人以上	2.0
50 人~99 人	1.5
30 人~49 人	1.2
1~29 人	1.0
0 人	0.5

五、分级标准

根据计算出来的 R 值, 按表 3-6 确定危险化学品重大危险源的级别。

表 3-6 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

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

(3) 重大危险源辨识

《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)规定, 该站储存、经营的液化石油气, 属于危险化学品重大危险源辨识范围。该国标规定液化石油气(含丙烷、丁烷及其混合物)的临界量为 50t。

该站设置的液化石油气储存设备的总容积为 400m^3 , 其中残液罐 50m^3 , 液态液化石油气相对密度为 4°C 时的水的 $0.5 \sim 0.6$ 倍, 气态液化石油气的相对密度为空气的 $1.5 \sim 2.0$ 倍。液化石油气储存时为液态, 其相对密度取 0.5, 按容规规定, 最大充装量系数为 0.85, 可一次性储存液化石油气和残液(按最大量计)共 170t, 达到 GB18218-2018 中规定 50t 的临界量。

表 3-7 危险化学品重大危险源的辨识表

单元	物质名称	类别	危险物质的储存量 q	临界量 Q (T)	辨识结果 q/Q	备注
充装	液化石油气	火灾、爆炸	管道内少量, 可忽略不计	50	-	
储罐区			170t	50	$3.4 > 1$	

综上所述, 该站构成《危险化学品重大危险源辨识》中规定的危险化学品重大危险源。

根据危险化学品重大危险源分级方法计算, 校正系数 α 取值为 2, 校正系数 β 的取值为 1.5, 分级指标 R 值为 10.2, 查看危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系, $10 < R = 10.2 < 50$, 故确定该站危险化学品重大危险源为三级。为此该站在储存、经营过程中应采取密闭、监视控制、喷淋降温、超压放空等一系列措施。

小结: 该站危险化学品重大危险源为三级。

3.3 储存、经营过程中危险因素的分析

3.3.1 火灾、爆炸

(1) 危险物质本身的火灾、爆炸性

液化石油气极其易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物。遇热源和明火有燃烧、其它爆炸的危险。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。

(2) 作业过程控制中火灾、爆炸危险性

当操作失误、违反操作规程或管道维修保养不好，可能造成气体泄漏，泄漏的气体达到一定的浓度，可能引起火灾爆炸。

(3) 物料的泄漏引起火灾爆炸

(4) 过量充装及高温（气候、周边环境）引起火灾爆炸

由于液化石油气的膨胀系数很大，一般设计充装系数不超过 0.9，一旦完全装满气体，没有气相空间，温度每升高 1℃，压力会上升 2~3MPa，以至迅速达到容器的爆破压力，造成罐体安全阀起跳，罐体撕裂，甚至发生物理爆炸，遇火源发生火灾爆炸。密闭管道中，液化气体的膨胀、超压引起爆裂，引发火灾爆炸事故。

(5) 阀门失控、安全设施缺乏、失效引起的火灾爆炸

阀门失控、安全设施缺乏、失效，包括安全阀、压力表、温度计、液位计及安全回流阀等，造成液化石油气泄漏引起火灾爆炸事故。造成这种安全事故有两类，一类是由于安全附件失灵造成储罐、管道超装或超压，导致罐体或管道开裂甚至爆炸；另一类是安全附件本身或与罐体接合部位连接不严，造成泄漏。

①安全阀起跳安全阀起跳有两种原因，一种是由于超装或温度升高而造成的罐体超压，使安全阀起跳。处理这类事故应首先打开喷淋水，使储罐降温，同时可以打开与压力较低的储罐连接的液相管和气相管，使压力自动平衡，同时还可以充装小瓶。对喷出的气体，可用开花或喷雾水枪驱散。另一种情况是安全阀在储罐压力较低时起跳，原因是安全阀起跳压力失控，这时从安全阀冲出的介质主要是气相，此类事故危险性较小，可直接关闭安全阀下面的截止阀，更换或修理安全阀即可。

②液位计失效液位计失效造成的事故也可分为两类，一类是由于液位计失灵，造成假液位，导致储罐或罐车超装超压。另一类是液位计在冲洗时，丝堵滑丝，或液位计玻璃板破裂造成液化石油气从液位计泄漏，此类事故一般泄漏量较小，如果液位计与储罐之间有截止阀，关闭阀门即可，如果没有阀门或阀门失效，则应将该储罐内液化气导出后进行处理。

③压力表失灵或泄漏压力表指示不准，亦容易造成超压破坏。压力表泄漏，可以关闭仪表针阀，重新更换安装。

④其它阀门失灵液化石油气罐体上，安装有气相阀、液相阀、排污阀、放空阀等许多阀门，这些阀的种类有截止阀和球阀，规格有 DN80、DN50、DN40 和 DN25 等。

阀门泄漏有内漏和外漏两种。气相阀门，液相阀门内漏，一般不易发现，危险性也较小，可以在检验时修理、更换。排污阀或空阀内漏比较危险，如发现不及时，会造成液化石油气大量泄漏。如果发现及时，则可在泄漏阀门外加装一只规格相同的阀门，安装时，应将新换阀门打开，待安装好后再关闭，否则形成背压，则无法安装。安装应使用铜制或不锈钢工具，以免发生火花，引起爆炸。阀门外漏大多由于填料质量不好或老化所致有一个渐变过程。如果及时发现，更换填料，一般不会发生较大事故，但在更换填料时必须确认阀的入口是靠罐体一侧，否则，液化石油气会从填料窜出，酿成大祸。

(6) 静电引起的火灾爆炸

静电的积聚放电是引起火灾事故的原因之一。液化石油气的电阻率很高，一般在 $10^{11} \sim 10^{14} \Omega \cdot m$ 之间，电阻率越高导电率越小，积累电荷的能力越强。因此液化石油气在泵送、灌装、运输等作业过程中，流动摩擦、喷射、冲击、过滤等都会产生大量静电，并且油品静电的产生速度远大于流散速度，导致静电积聚。静电的危害主要是静电积聚放电，一旦静电放电产生的电火花能量达到或超过液化石油气的最小点火能量时，就会引起燃烧或爆炸。由于液化石油气静电积聚能力强，而液化石油气最小点火能量低（0.25mJ），因此要求液化气站在罐车卸油或灌装时，一定要有可靠的静电接地装置，及时消除静电。

人体衣服间的摩擦、化纤衣物，纯毛制品尤为显著。例如化纤衣从毛衣

外脱下时人体可带 10 KV 以上电压，穿胶鞋脱工作服时可带千伏以上电压，在易燃易爆场所人体的静电不可忽视。如不经意的打闹，不介意的走动都如同边走边划火柴一样危险。所以液化石油气站的员工工作服必须是防静电的面料或全棉面料，以消除人体静电。不允许穿化纤服装上岗操作，更不允许在液化石油气充装作业现场穿、脱、拍打化纤服装，以免发生静电放电事故。

(7) 其它火灾、爆炸

该站设有一定量的电力电缆，如这些电缆自身故障产生电弧，则可引发电缆的绝缘物和护套着火。由于电力设备过载、短路或电缆等材料过负荷、老化或因散热不良而引发火灾；由于火灾爆炸危险场所的配电装置、电动机以及各种照明设备等不符合要求而导致火灾、爆炸。

(8) 引火源

根据以上分析可知，液化石油气的爆炸极限范围较宽，最小点火能又极低，一般在为 0.2-0.3 毫焦耳。因此，分析和控制好点火源是防止液化石油气的火灾、爆炸事故的重要措施之一。

- ①管理松懈违章操作产生点火源；
- ②明火，包括检修动火、生活用火、违章吸烟等；
- ③雷击，无避雷接地设施或接地设施失效等；
- ④检修、操作时使用的工具产生的摩擦、撞击火花，车辆尾气管未带阻火器；
- ⑤静电，包括液体流动产生的静电和人体静电以及设备运行中产生静电；
- ⑥流散杂电能，如在防爆区域使用手机等；
- ⑦电火花，包括站区内防爆电器的失效产生的电火花、设备接地不良产生的电火花、电器电路不规范而产生的电火花等；
- ⑧外来人员带来的点火源；
- ⑨外界高温；
- ⑩相邻处起火；
- ⑪不按规定着装产生的点火源，如化纤服饰产生的静电、铁钉鞋摩擦地面等。

3.3.2 容器爆炸

容器爆炸就是物理状态参数(温度、压力、体积)迅速发生变化,在瞬间放出的爆破能量以冲击波能量、碎片能量和容器残余变形能量表现出来,可致房屋倒塌,设备损坏,人员伤亡。本站的液化石油气储罐、液化气小钢瓶属压力容器,最高工作压力可达 1.7MPa,极具有爆炸的危险特性。

例如气瓶的质量不符合要求或维护保养不好或超过使用年限而产生穿孔、破裂;可能发生瓶体解体爆炸,造成人员伤害。气瓶因瓶体设备材质或质量不符合要求而产生穿孔、破裂;气候变化导致气瓶内温度上升,周围环境温度急剧上升导致气瓶内温度上升,从而引发气瓶物理性爆裂。

容器爆炸的主要原因有:过量充装,膨胀超压引起爆炸,系统形成密闭管道膨胀超压引起爆炸,因长期使用,瓶体壁厚腐蚀变薄而产生爆炸;因未经定期检测,超期服役可能瓶体金相组织变化产生爆炸;外界撞击或高温或内部压力过大等原因产生爆炸。压力容器、工艺管线及阀门、安全附件未定期检验,若压力升高,致使压力容器破裂,从而引起火灾爆炸;液化石油气输送管道、储罐未按期检测、发生腐蚀、被外界冲撞、超期服役,可产生容器爆炸。

3.3.3 触电

触电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,电气线路或电气设备故障可导致人员伤亡及设备损坏。

(1) 触电伤害种类

电气伤害主要包括触电、电伤、电弧灼伤以及触电的二次事故。

电击是电流通过人体内部,破坏人的心脏、肺及神经系统的正常功能,极易引起死亡。电伤则是电流的热效应,化学效应或机械效应对人形成的伤害,主要表现为电烧伤、电烙印和皮肤金属化。电弧灼伤主要表现在违章操作如带负荷送电或停电,绝缘损坏或人为造成短路,引发电弧可能造成电灼伤事故。现场检修动火的电焊作业亦会引起电弧灼伤事故。触电的二次事故是指人体触及的电流较小,一般小于摆脱电流时由于电流刺激而引起肌肉、关节震颤、痉挛而坠落、摔倒造成的伤害,其后果不明朗,可能对人员造成更大伤害。

(2) 触电伤害途径

该站使用一定量的电气设备及相应的输配电系统,如防护设施缺陷或不严格遵守操作规程,或者开关线路等电气材料本身存在缺陷、绝缘性能下降、设备保护接地失效、作业人员违章作业、个人防护缺陷等,可引发电气伤害事故。

另外因电气设施绝缘、漏电保护、接地保护、防过载、过流设施不全或失效;特殊场所未采用安全电压,保证安全距离,或操作失误,思想麻痹,个人防护缺陷;非专业人员违章操作等造成人员触电、电灼伤人等人身伤害事故和电气设备线路损毁事故。

3.3.4 机械伤害

旋转类设备或移动式机械部件未采用护栏、护罩、护套等保护或在检修时误启动可引起夹击、卷入、割刺等机械伤害事故。

3.3.5 车辆伤害

液化气的运输要使用汽车作运输工具,可因道路参数、视线不良、缺少行车安全警示标志、限速标志和道路指示及车辆或驾驶员的管理等方面的缺陷均可能引发车辆伤害事故。

3.3.6 高处坠落

该项目液化气储罐上设置了操作平台、爬梯,员工上平台上检查、检修时,可能由于楼梯、护栏设置不当,或人员思想分散导致从平台、梯上坠落,发生人员高处坠落事故。

3.3.7 淹溺

淹溺是指人体坠入一定深度水中发生人员淹死事故。

该站区内有消防水池、水塘,人员在站区内巡回检查时如不小心或受大风的吹使,可能导致人员坠入水中,发生人员淹溺事故。

3.3.8 物体打击

物体在重力或其它外力作用下产生运动,打击人体造成人体伤亡事故即为物体打击。

该项目储罐、气瓶检修过程中,如工具材料使用、放置不当,造成高空落物等,可发生物体打击事故。

3.3.9 噪声危害

噪声伤害主要表现在早期可引起听觉功能敏感性下降,引起听力暂时性位移,继而发展到听力损失,甚至造成耳聋,或引起神经衰弱,心血管病及消化系统等疾病的高发。噪声干扰影响信息交流,听不清谈话或信号,促使误操作发生率上升,甚至引发工伤事故。

本站车辆的进出的发动机声音、汽车的喇叭声、泵机的马达声是形成噪声的重要声源。

3.3.10 高、低温及热辐射

高温作业主要是夏季气温较高,湿度高引起,该项目所在地极端最高气温达40.2℃,年平均相对湿度可达到80%。

该项目无生产性热源。但是,作业场所如果通风不良就会形成高温、高湿和低气流的不良气象条件,即湿热环境下劳动,即使气温不很高,但由于蒸发散热更为困难,故虽大量出汗也不能发挥有效的散热作用,易导致体内热蓄积或水、电解质平衡失调,从而发生中暑。高温使劳动效率降低,增加操作失误率,影响人体的体温调节和水盐代谢及循环系统等;高温还可以抑制中枢神经系统,使工人在操作过程中注意力分散,肌肉工作内能力降低,从而导致工伤事故。

夏季其高温和热辐射主要来源是太阳辐射。夏季露天作业时还受地表和周围物体二次辐射源的附加加热作用。露天作业中的热辐射强度作用的持续时间较长,且头颅常受到阳光直接照射,加之中午前后气温升高,此时如劳动强度过大,则人体极易因过度蓄热而中暑。此外,夏天作业时,因建筑物遮挡了气流,常因无风而感到闷热不适,如不采取防暑措施,也易发生中暑。

另外寒冷的冬季,如防护措施不到位,也易造成作业人员冻伤、滑跌的可能。

3.3.11 特殊作业

本项目储存、充装的液化石油气为易燃化学物质,运营过程中存在特殊作业。

1、在充装、储存、输送液化石油气区域检维过程中涉及临时用电、动火作业,如防护不当,安全措施缺失,可发生火灾爆炸、人员触电事故

2、项目存在储罐为高大设备设施、罐体上操作平台，存在高处作业，如防护措施不当、缺失，可发生高处坠落伤害，造成人员伤亡。

3、项目存在储罐内部检维修的有限空间作业，如防护措施不到位，管理缺失，可发生发生火灾爆炸、中毒窒息等事故，造成人员伤亡，财产损失。

3.4 储存、经营过程中有害因素分析

3.4.1 中毒和窒息

(1) 物料的危害特性

液化石油气有麻醉作用。急性中毒时有头晕、头痛、兴奋或嗜睡、恶心、呕吐、脉缓等症状；重症者可突然倒下，尿失禁，意识丧失，甚至呼吸停止。可致皮肤冻伤。长期接触低浓度者，可出现头痛、头晕、睡眠不佳、易疲劳、情绪不稳以及植物神经功能紊乱等。

(2) 造成中毒和窒息危害的途径

储罐或输送管道发生泄漏，而现场通风不良时，可造成有害蒸汽浓度的蓄积，人员在此环境下工作时间较长，可发生中毒和窒息现象。

进入储罐进行清理作业时，因通风不良、有害气体置换不彻底，易造成中毒、窒息事故。

3.4.2 冻伤

液化石油气是加压液化的石油气体，蒸发潜热高。一般储存于罐或钢瓶中，在使用时减压后又由液态气化变成气体。一旦设备、容器、管线破漏或瓶阀崩开，大量液化气喷出，由液态急剧减压变为气态，大量吸热、结霜冻冰。如果泄漏喷到人的身上，吸收人体局部部位大量热量，可能造成冻伤。

3.5 危险、有害因素产生的原因

所有危险有害因素，尽管有各种各样的表现形式，但从本质上讲，之所以能造成有害的后果，都可归结为存在能量和有害物质。能量、有害物质失去控制两方面因素的综合作用，并导致能量的意外释放和有害物质的泄漏、挥发的结果。因此，存在能量、有害物质和能量、有害物质失去控制，是危险因素产生的根本原因。

能量、有害物质失去控制主要体现在设备不安全状态、物料的危险有害特性、人的不安全行为、不良环境的影响以及管理失误等五个方面。

（1）设备不安全状态

设备和辅助设施的零部件在运行过程中，由于性能降低而不能实现预定功能时，设备就处于不安全状态。如：可燃气体泄漏浓度报警装置故障导致报警失灵；设备及管道连接处密封不严产生泄漏；电气设备绝缘、保护装置失效等造成漏电；静电接地、防雷接地不良等都会造成事故的发生。另外，运行设备发生异常没有及时处理，可造成设备损坏；工艺控制条件不当引起正常生产条件破坏，都可能造成事故的发生。设备不安全状态的发生具有随机性、渐进性和突发性，但通过定期安全检查，维护保养或其他预防性措施，可以使设备处于良好状态。

（2）物料的危险有害性

泄漏是常见的产生可燃（爆炸）性混合物的原因。可燃气体、易燃液体和温度超过闪点的液体的泄漏，都会在漏出的区域或漏出的液面上产生可燃（爆炸）性混合物。造成泄漏的原因主要有两个：

①设备、容器或管道本身存在漏洞或裂缝。如设备制造质量差、长期失修或腐蚀造成的。所以，处理、贮存可燃气体、易燃液体或温度超过闪点的可燃液体的设备、贮槽或管道，在投入使用前必须经过验收合格。在使用过程中要定期检查其严密性和腐蚀情况。

②操作不当。相对地说，这类原因造成的泄漏事故比设备本身缺陷造成的要多些，由于疏忽或操作错误造成跑气的事故很多，要预防这类事故的发生，除要求严格按标准化作业外，还必须采取防溢流措施。

（3）人的不安全行为

在生产实践中，由于人的不安全行为引发的各类事故屡见不鲜。如：误合开关盒使设备带电而造成维修人员触电事故；不安全着装、操作人员不按操作规程操作，工作时精神不集中等都可能导致事故发生；人的不安全行为应通过安全培训教育和加强管理来加以约束。

（4）不良环境的影响

包括自然环境和外部作业环境。如温度、湿度、通风、照明、噪声、色彩等因素的变化均可导致人的情绪异常而引发误操作，可能造成不同事故的发生；外部环境如风、雨、雷电、水文地质条件也可能引起危险、有害因素的发生。

(5) 管理缺陷

安全管理机构不健全,安全管理制度执行不力,安全检查流于形式,职工的安全教育、培训不到位,安全措施不能满足正常生产需要,安全设施没有认真维护、检验,劳动保护措施没有认真落实,劳动保护用品及个人防护用品不能正常发放和使用等,都可能造成事故的发生。

3.6 液化石油气站用电场所爆炸危险区域等级和范围的划分

(1) 通风良好的敞开或半敞开的灌瓶间、实瓶库和通风良好的压缩机室、烃泵房、气化间、混气间、汽车槽车库、瓶装供应站的瓶库、瓶组气化间、储罐室等生产性建筑爆炸危险区域等级和范围划分:

A: 以释放源为中心,半径为 15m,地面以上高度 7.5m,顶部与释放源距离为 7.5m 的范围划分为 2 区;

B: 在 2 区范围内,地面以下的沟、坑等低洼处划为 1 区。

(2) 露天设置的地上液化石油气储罐或储罐区的爆炸危险区域等级和范围的划分

A: 以储罐安全阀放散管管口为中心,半径为 4.5m,以及至地面以上的范围内和储罐区防护墙以内,防护墙顶部以下的空间划为 2 区;

B: 在 2 区范围内,地面以下的沟、坑等低洼处划为 1 区;

C: 当烃泵露天设置在储罐区时,以烃泵为中心,半径为 4.5m 以及至地面以上范围内划为 2 区。

(3) 汽车槽车装卸口处爆炸危险等级和范围的划分

A: 以装卸口为中心,半径为 1.5m 的空间和爆炸危险区域以内地面以下的沟、坑等低洼处划为 1 区;

B: 以装卸口为中心,半径为 4.5m,1 区以外的空间以及地面以上的范围内划分为 2 区。

(4) 与具有第二级释放源的建筑相邻,并采用不燃烧体实体墙隔开时,其爆炸危险区域和范围划分:

A: 以释放源为中心,半径为 15m 的范围内划分为 2 区;

B: 与爆炸危险建筑相邻,并用不燃烧体实体墙隔开的无释放源建筑,

其门、窗位于爆炸危险区域内时划为2区；

C：门、窗位于爆炸危险区域以外时划为非爆炸危险区。

(5) 下列用电场所可划分为非爆炸危险区域：

A：没有释放源，且不可能有液化石油气或液化石油气和其它气体的混合气侵入的区域；

B：液化石油气或液化石油气和其它气体的混合气可能出现的最高浓度不超过其爆炸下限20%的区域；

C：在生产过程中使用明火的设备或炽热表面温度超过区域内可燃气体着火温度的设备附近区域。如锅炉房、热水炉间等。

D：液化石油气生产区以外露天设置的管道，但其阀门处视具体情况确定。

(6) 根据现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058的规定，结合液化石油气站生产运行介质特性、工艺过程特征、运行经验和释放源情况等因素，对生产区用电场所进行爆炸危险区域等级和范围的划分，并应符合下列规定：

A、液化石油气站内灌瓶间的气瓶灌装嘴、汽车槽车装卸口属第一级释放源，其余爆炸危险场所的释放源属第二级释放源。

B、液化石油气站生产区各用电场所爆炸危险区域的等级，应根据放源级别和通风等条件划分。

a：根据释放源的级别划分区域等级。存在第一级释放源的区域可划分为1区，存在第二级释放源的区域可划分为2区。

b：根据通风等条件调整区域等级。当通风条件良好时，可降低爆炸危险区域等级；当通风不良时，应提高爆炸危险区域等级。有障碍物、凹坑和死角处，应局部提高爆炸危险区域等级。

注：爆炸危险性建筑采取通风措施后，其空气流量能使可燃气体很快稀释到爆炸下限的20%以下时，可视为通风良好。

3.7 事故案例

案例一：某市煤气公司液化气站102号球罐爆炸

【事故概况及经过】

1979年12月18日14点7分,某市煤气公司液化气站的102号400m³液化石油气球罐发生破裂,大量液化石油气喷出,顺风向北扩散,遇明火发生燃烧,引起球罐爆炸。由于该球罐爆炸燃烧,大火烧了19个小时,致使五个400m³的球罐,四个450m³卧罐和8000多只液化石油气钢瓶(其中空瓶3000多只)爆炸或烧毁,罐区相邻的厂房、建筑物、机动车及设备被烧毁或受到不同程度的损坏,400米远相邻的苗圃、住宅建筑及拖拉机、车辆也受到损坏,直接经济损失约6270000元,死36人,重伤50人。

该球罐自投用后两年零两个月使用期间,球罐经常处于较低容量,只有三次达到额定容量,第三次封装后四天,即在18日破裂。

该球罐投用后,一直没有进行过检查,破裂前,安全阀正常,排污阀正常关闭。球罐的主体材质为15MnVR,内径9200毫米,壁厚25毫米,容积400 m³,用于贮存液化石油气。

【事故原因分析】

(1) 根据断口特征和断裂力学的估算,该球罐的破裂是属于低应力的脆性断裂,主断裂源在上环焊缝的内壁焊趾上,长约65毫米。

(2) 经宏观及无损检验,上、下环焊缝焊接质量很差,焊缝表面及内部存在很多咬边、错边、裂纹、熔合不良、夹渣及气孔等缺陷。

(3) 事故发生前在上下环焊缝内壁焊接的一些部位已存在纵向裂纹,这些裂纹与焊接缺陷(如咬边)有关。

(4) 球罐投入使用后,从未进行检验,制造、安装中的先天性缺陷未及时发现和消除,使裂纹扩展、当球罐内压力稍有波动便造成低应力脆性断裂。

国务院1980年曾以国发99号文批转《关于吉林市煤气公司液化石油气厂恶性爆炸火灾事故》时指出:这次事故暴露出来的压力容器组装质量差、使用管理混乱,领导干部不重视安全生产,不认真执行安全规章制度,不懂业务,不注意技术管理以及对设备长期不检验等问题,在不少企业、事业单位中都不同程度的存在,应当引起各级领导的严重注意。

【防止同类事故的措施】

(1) 在球罐设计、制造、安装中要把住质量关,特别是要保证焊接质量。

(2) 球罐投用后,使用单位的领导要提高安全意识,重视球罐的安全。

（3）要建立健全必要的规章制度，提高管理人员和操作人员的素质

案例二：某煤气公司第二灌装站液化石油气瓶爆炸。

1988 年 4 月 15 日 9 时 30 分，某煤气公司，第二灌装站 3000 只（装量 10.15 千克）液化石油气瓶和一台 50 立方米的液化石油气卧罐在充装过程中爆炸。爆炸后，燃烧火球高达数十米，震碎附近门窗玻璃。为保护相邻卧罐不致因烘烤超压爆炸，放空燃烧贮气，长达 68 小时。事故中，烧毁了厂房和由丹麦进口的液化石油气自动灌装线（价值 370000 美元），烧掉液化石油气 118 吨，直接经济损失估计 100 万元，7 人受伤。

违章操作是这次事故的直接原因。该用户（天津注射器厂、玻璃器皿厂）自己操作灌装四只大瓶（液氯钢瓶改装液化石油气），其中一只瓶超装，忙乱中未关闭瓶阀就拔掉充气管，液化石油气从瓶中猛烈喷出，一时关不住瓶阀，四、五秒后由于静电火花引燃着火，无法扑灭，高温烘烤引爆 3000 多只液化石油气瓶，最远的飞出 206.2m。同时还引爆了一台 50 立方米的卧罐。

3.8 本章小结

（1）依据《危险化学品目录》（2015 版），该项目涉及的液化石油气为易燃气体，类别 1；加压气体；亦属于重点监管的危险化学品，但不属于监控化学品、易制毒品、剧毒化学品、易制爆危险化学品。

该站采用的储存、压缩、灌装工艺不涉及化学反应，不存在重点监管的危险化工工艺。

（2）依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），该站已构成《危险化学品重大危险源辨识》规定的危险化学品重大危险源，危险化学品重大危险源为三级。

（3）项目存在的主要危险有害因素有：火灾爆炸、容器爆炸、触电、机械伤害、车辆伤害、高处坠落、淹溺、中毒和窒息冻伤等；引起事故的原因有人的不安全行为、物的不安全状态、不良环境和管理失误。

项目危险有害因素存在的场所见表 3-3。

表 3-3 主要危险、危害因素分布

序号	场所	火灾爆炸	容器爆炸	触电	机械伤害	车辆伤害	高处坠落	淹溺	中毒和窒息	冻伤
1	储罐区	√	√				√		√	√
2	灌瓶间	√	√	√					√	
3	烃泵、压缩机间	√		√	√					
4	配电间	√		√	√					
5	站内道路					√				

注：打“√”的为危险、危害因素可能存在。

4 评价单元的确定及评价方法的选择

4.1 评价单元的确定

根据委托方提供的有关技术资料 and 评价小组现场调研资料，在项目工程主要危险、有害因素分析的基础上，遵循如下安全评价单元划分的一般原则：

（1）生产过程相对独立；（2）空间相对独立；（3）事故范围相对固定；（4）具有明显特征界限。

该项目为一功能集中的液化石油气储配站，且设备设施集中在站区内，评价小组确定站区为一个评价单元。在评价过程中，为方便评价可分为若干个方面（子单元）进行评价。

4.2 评价方法的选择

安全评价方法是对系统的危险性进行分析，评价的工具。目前国内外已开发出常用的危险评价方法就有数十种之多，几乎每种方法都有较强的针对性。每种评价方法的原理、目标、应用条件，适用对象，工作量均不尽相同，各有其特色。

根据该项目的特点，本评价选择如下评价方法：

（1）安全检查表法；（2）道化学火灾、爆炸危险指数法；（3）事故树分析法；（4）事故后果模拟分析评价法。

4.3 评价方法的介绍

（1）安全检查表法

安全检查表法是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统

危险性评价方法，是一种定性分析方法。同时通过安全检查表检查，便于发现潜在危险及时制定措施加以整改，可以有害地控制事故的发生。安全检查表主要用于对工艺过程的设计、装置条件、实际生产经营过程以及维修等进行详细检查，以识别可能存在的危险性和有害性的一种人们普遍使用的方法。安全检查法经常用于识别可能导致人员伤亡、财产损失等安全生产事故的装置条件或操作程序，该方法适用于生产工艺过程的各个阶段。

应用安全检查的目的有：

①辨识建设工程（项目）或系统存在的危险有害因素；

②分析危险、有害因素可能引发事故和导致事故发生的条件，以便制定相应的安全对策措施，预防事故发生和控制事故影响范围，将事故损失降到最低。

通过安全检查，评价人员可有针对性的提出具体的安全对策措施。安全检查法适用于安全预评价、安全验收评价、专项安全评价、安全现状综合评价，也可对正在建设的项目（工程）或系统（可行性研究报告、初步设计、生产工艺过程的各个阶段）进行检查。

（2）事故树分析法

事故树分析法又称故障树分析，诞生于 20 世纪 60 年代初期，它是现代安全系统工程学的重要组成部分，运用它可全面地找出系统中潜在的各种危险因素及其相互关系和影响程度，从而用定性和定量的方法预测系统的危险性，评价系统的安全性，进而采取最优安全措施和最佳的控制手段。

事故树图是一种逻辑因果关系图，它根据元部件状态（基本事件）来显示系统的状态（顶事件）。一个事故树图从上到下逐级建树并且根据事件而联系，主要包括顶事件、中间事件和基本事件。

顶事件：所谓顶事件就是系统不希望发生的事件，也就是要研究的事件。通常选择系统最不希望出现的事故为顶事件，它位于事故树的顶端，把它形象地理解为“树根”（本评价顶事件为液化石油气储罐火灾、爆炸）。

中间事件：又称故障事件，它位于顶事件和基本事件之间，并紧跟一个逻辑门表示，可形象地理解为“树枝”。

基本事件：位于树的底部，可理解为“树叶”。

事故树也是一种决策树，但是它的结果仅仅依赖于系统的内在客观规

律，而在决策树中结果取决于决策者的主观控制和影响。

事故树可以描述系统中可能发生的事件，特别是在安全分析中，在寻找系统可能导致的严重事故时，是一种有效方法。事故树和决策树都强调获得事件序列的最后结果。事故树的初因事件可能来自系统内的失效或者外部事件，在初因事件发生后相继引发的事件仅仅由系统的设计功能所决定，它们投入的次序是一定的。事故树分析的步骤如下：

①确定或寻找可能导致系统严重后果的初因事件，并进行分类，对于那些可能导致相同事故树的初因事件可划分为一类；②构造事故树，先构造功能事故树，然后构造系统事故树；③进行事故树的简化；④进行事件序列的定量化。

在进行事故树分析时，应首先了解项目工程系统构成和功能，特别要注意以下几点：

①在确定和寻找可能导致系统严重事故的初因事件和系统事件时，要有效地利用平时的安全检查表、巡视结果、未遂事件和故障信息，以及相关领域、类似系统和相似系统的数据资料。

②选择初因事件时，重点应放在对系统安全影响大、发生频率高的事件上。

③对开始阶段选择的初因事件应进行分类整理，对于可能导致相同事故树的初因事件要划分为一类，然后分析各类初因事件对系统影响的严重性，应优先做出严重性最大的初因事件的事故树。

④在根据事故树分析结果制定对策时，要优先考虑事故发生概率高、事故影响大的项目。

⑤当系统的事故发生概率是由组成系统的作业过程中各阶段安全措施的程序错误或失败概率的逻辑积表示时，其对应的措施是使发生事故的各阶段中任何一项安全措施成功即可，并且对策的时机越早越好。

⑥系统中事故发生概率是由构成系统的作业过程中各事故发生的逻辑和表示时，须采取的对策是使可能发生事故的所有阶段中的安全措施都成功。

⑦事故防止对策的种类，包括体制方面、物的对策和人的对策

(3) 道化学火灾、爆炸危险指数法

道化学公司《火灾、爆炸危险指数法》（第七版）是针对工艺过程中的

物质、设备、数量、工艺参数、泄漏、贮运等火灾、爆炸及毒性的危险性、有害性，通过逐步推算的方法，求出其火灾、爆炸等潜在危险及其等级的一种方法。

具体评价步骤见下图：

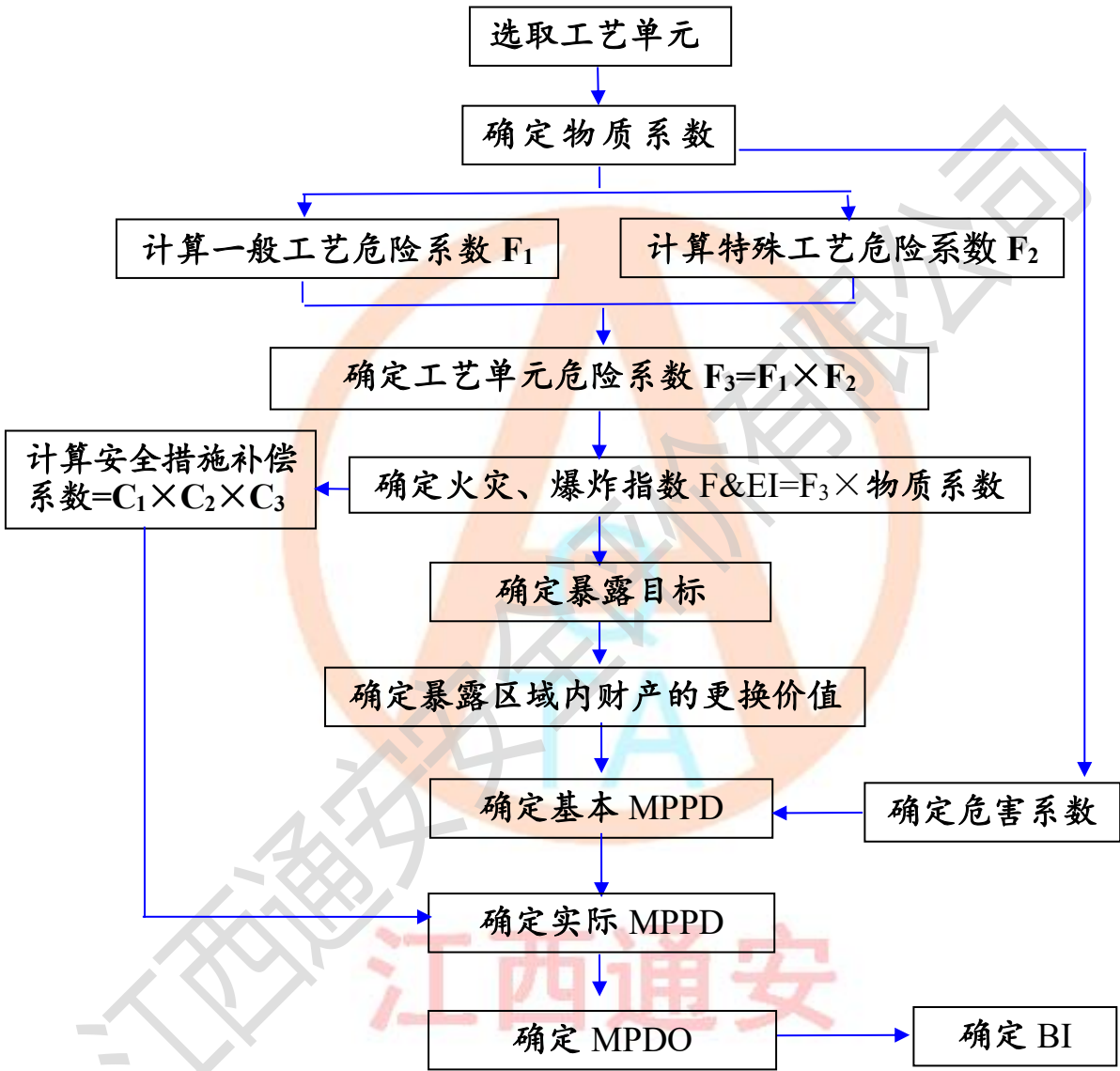


图 4-1 “道化法”（第七版）评价程序图

该法首先确定单元固有的火灾、爆炸指数及危险等级（等级见表 4-1 F&EI 危险等级表）：

表 4-1 F&EI 危险等级表

F&EI	1-60	61-96	97-127	128-158	>159
危险等级	最轻	较轻	中等	很大	非常大

然后，再通过安全措施补偿的办法，以降低单元的危险程度，确定是否

达到可接受程度；并进一步确定单元危险区域的平面分布和影响体积，据此，定量地计算出单元危险系数和基本及实际最大可能财产损失，以确定单元危险性的风险程度。

(4) 事故后果模拟分析评价法

事故后果模拟分析方法是根据火灾、爆炸、中毒事故（热辐射、爆炸波、中毒）后果进行分析，在分析过程中运用了数学模型。通常一个复杂的问题或现象用数学模型来描述，往往是在一个系列的前提下按理想的情况建立的，有些模型经过小型试验的验证，有些则可能与实际情况有较大的出入，但对辨识危险性来说是可供参考的。

5 安全经营条件符合性评价

5.1 站址、总平面布置安全条件符合性检查

评价小组按《液化石油气供应工程设计规范》（GB51142-2015）、《燃气工程项目规范》GB55009-2021 的要求制定了检查表，对该站选址及总平面布置进行安全评价。

表 5-1 站址及总平面布置安全检查表

序号	检查内容	检查情况	符合性		
基本规定					
1	液化石油气供应工程选址、选线，应遵循保护环境、节约用地的原则，且应具有给水、供电和道路等市政设施条件。大型燃气设施应远离居民区、学校、幼儿园、医院、养老院和大型商业建筑及重要公共建筑物，并应设置在城镇的边缘或相对独立的安全地带。（GB51142-3.0.5）	符合要求	符合		
2	液化石油气供应工程的防洪标准应根据建站规模、城镇的自然条件等因素确定，并应符合国家现行标准的有关规定，且不得低于站址所在区域防洪标准的要求。（GB51142-3.0.7）	符合要求	符合		
3	液化石油气供应工程应设置安全警示标志，安全警示标志应符合国家现行标准的有关规定。（GB51142-3.0.9）	设有安全警示标志	符合		
4	液化石油气供应工程的设计使用年限应符合现行国家标准《城镇燃气技术规范》GB50494 的有关规定。（GB51142-3.0.10）	该站的液化石油气储罐、管道定期有检测报告	符合		
5	液化石油气供应站按储气规模分为八级，等级划分应符合表 3.0.12 的规定。 表 3.0.12 液化石油气供应站等级划分 <table><tr><th>级别</th><th>储罐容积（m³）</th></tr></table>	级别	储罐容积（m³）	该站属于五级液化石油气站	-
级别	储罐容积（m³）				

			总容积（V）	单罐容积（V'）		
		一级	5000<V≤10000			
		二级	2500<V≤5000	V'≤1000		
		三级	1000<V≤2500	V'≤400		
		四级	500<V≤1000	V'≤200		
		五级	220<V≤500	V'≤100		
		六级	50<V≤220	V'≤50		
		七级	V≤50	V'≤20		
		八级	V≤10			
	注：当单罐容积大于相应级别的规定，应按相对应等级提高一级的规定执行。（GB51142-3.0.12）					
6	二级及以上液化石油气供应站不得与其他燃气厂站及设施合建。五级及以上的液化石油气气化站和混气站、六级及以上的液化石油气储存站、储配站和罐装站，不得建在城市中心城区。（GB51142-3.0.13）				五级液化石油气站，远离城市中心	符合
7	液化石油气供应站不得设置在地下或半地下建筑上。（GB51142-3.0.16）				未设置在地下或半地下建筑上	符合
8	液化石油气储存站、储配站、灌装站出入口设置：生产区≥1；当液化石油气储罐总容积>1000m³时≥2，出入口间距≥50m；辅助区≥1。（《燃气工程项目规范》GB55009-2021 第 4.1.8 条表 4.1.8）				生产区设有 1 个出入口	符合
9	燃气厂站具有爆炸危险性建（构）物不应存燃气聚积和滞留的条件，并采取有效的通风、设置泄压面积等防爆措施。（《燃气工程项目规范》GB55009-2021 第 4.1.12）				烃泵房、充装台为半敞开式	符合
10	燃气厂站内的建（构）物及露天钢质燃气储罐、设备和管道应采取防雷、接地措施（《燃气工程项目规范》GB55009-2021 第 4.1.12）				设置接地扁地与之相连	符合
一般规定						
1	液化石油气储存站、储配站和罐装站站址的选择应符合城镇总体规划和城镇燃气专项规划的要求。（GB51142-5.1.1）				该站属于老站	符合
2	液化石油气储存站、储配站和罐装站站址的选择应符合下列规定： 1 三级及以上的液化石油气储存站、储配站和罐装站应设置在城镇的边缘或相对独立的安全地带，并应远离居住区、学校、影剧院、体育馆等人员聚集的场所； 2 在城市中心城区和人员稠密区建设的液化石油气储存站、储配站和罐装站应符合本规范第 3 章的规定； 3 应选择地势平坦、开阔、不易积存液化石油气的地段，且应避开地质灾害多发区； 4 应具备交通、供电、给水排水和通信等条件； 5 宜选择所在地区全年最小频率风向的上风侧。（GB51142-5.1.2）				该站属于五级液化石油气站，且远离人员集聚的场所；	符合
平面布置						
1	液化石油气储存站、储配站和罐装站站内总平面应分区布置，并应分为生产区（包括储罐区和罐装区）和辅助区。生产区宜布置在站区全年最小频率风向的上风侧或上侧风侧。（GB51142-5.2.1）				站内生产区与辅助区分开布置	符合
2	液化石油气储存站、储配站和罐装站边界应设置围墙。生产区应设置高度不低于 2m 的不燃烧体实体围墙，辅助区可设置不燃烧体非实体围墙。（GB51142-5.2.2）				站区四周设置有≥2m 的实体围墙	符合

3	液化石油气储存站、储配站和罐装站的生产区和辅助区内应各至少设置1个对外出入口；当液化石油气储罐总容积大于1000m³时，生产区应至少设置2个对外出入口，且其间距不应小于50m。对外出入口的设置应便于通行和紧急事故时人员的疏散，宽度均不应小4m。（GB51142-5.2.3）	总容积400m³，大门宽度6m	符合						
4	液化石油气储存站、储配站和罐装站的生产区内严禁设置地下和半地下建筑，但下列情况除外： 1 储罐区的地下排水管沟，且采取了防止液化石油气聚集措施； 2 严寒和寒冷地区的地下消火栓。（GB51142-5.2.4）	无地下和半地下建筑	符合						
5	液化石油气储存站、储配站和罐装站的生产区应设置环形消防车道；当储罐总容积小于500m³时，可设置尽头式消防车道和回车场，且回车场的面积不应小于12m×12m。消防车道宽度不应小于4m。（GB51142-5.2.5）	该站总容积400m³，设有大于12m×12m的回车场；消防车道大于4m	符合						
6	液化石油气储存站、储配站和罐装站应设置专用卸车或充装场地，并应配置车辆固定装置。（GB51142-5.2.6）	设置有专用卸车场地	符合						
7	罐瓶间的钢瓶装卸平台前应设置汽车回车场。（GB51142-5.2.7）	灌装间的钢瓶装卸台前场地比较宽，可作为汽车回车场	符合						
8 全压力式储罐与站外建筑、堆场的防火间距（m）（表 5.2.8）（GB51142-5.2.8）									
项目	储罐总容积（V，m³）、单罐容积（V'，m³）							总容积为400m³，最大单罐100m³	
	V≤50	50<V≤220	220<V≤500	500<V≤1000	1000<V≤5000	5000<V≤10000	10000<V≤50000		
	V'≤20	20<V'≤50	50<V'≤100	100<V'≤200	200<V'≤400	400<V'≤1000	1000<V'≤5000		
居住区、学校、影剧院、体育馆等重要公共建筑（最外侧建筑物外墙）	45	50	70	90	110	130	150	-	-
工业企业（最外侧建筑物外墙）	27	30	35	40	50	60	75	-	-
明火、散发火花地点和室外变、配电站	45	50	55	60	70	80	120	>55m	符合
其他民用建筑	40	45	50	55	65	75	100	距最近民房52m>50m	符合
甲、乙类液体储罐，甲、乙类生产厂房，甲、乙类物品仓库，易燃材料堆场	40	45	50	55	65	75	100	-	-
丙类液体储罐、可燃气体储罐，丙、丁类生产厂房，丙、丁类物品仓库	32	35	40	45	55	65	80	-	-

助燃气体储罐、可燃材料堆场		27	30	35	40	50	60	75	-	-	
其他建筑	耐火等级	一、二级	18	20	22	25	30	40	50	-	-
		三级	22	25	27	30	40	50	60	-	-
		五级	27	30	35	40	50	60	75	-	-
铁路	国家线	60	70	70	80	80	100	100	-	-	
	企业专用线	25	30	30	35	35	40	40	-	-	
公路、道路（路边）	高速、I、II级公路、城市快速	20	25	25	25	25	25	30	-	-	
	其他	15	20	20	20	20	20	25	97m>20m	符合	
架空电力线（中心线）		1.5 倍杆高				1.5 倍杆高,但 35KV 以上架空电力线不应小于 40			200m	符合	
架空通信线（中心线）	I、II级	30	30	40	40	40	40	40	-	-	
	其他	1.5 倍杆高							-	-	
注：1 防火间距应按本表储罐总容积或单罐容积较大者确定，间距的计算应以储罐外壁为准。										-	-
2 居住区指居民 1000 人或 300 户以上的地区，居住 1000 人或 300 户以下的地区应按本表其他民用建筑执行。										-	-
3 当地下储罐单罐容积小于或等于 50m³，且总容积小于或等于 400m³ 时，其防火间距可按本表减少 50%执行。										-	-
4 新建储罐与原地下液化石油气储罐的防火间距（地下储罐单罐容积小于或等于 50m³，且总容积小于或等于 400m³ 时）可按本表减少 50%执行。										-	-
9 全压力式储罐与站内建筑的防火间距（m）（表 5.2.10）（GB51142-5.2.10）											
项目		储罐总容积（V，m³）、单罐容积（V'，m³）							总容积为 400m³，最大单罐 100m³	-	
		V≤50	50<V≤220	220<V≤500	500<V≤1000	1000<V≤2500	2500<V≤5000	5000<V≤10000			
		V'≤50	50<V'≤100	100<V'≤200	200<V'≤400	400<V'≤1000	1000<V'≤2000	2000<V'≤4000			
明火、散发火花地点		45	50	55	60	70	80	120	-	-	
天然气储罐		20	20	25	25	30	-	-	-	-	
办公用房		25	30	35	40	50	60	75	65m	符合	
汽车库、机修间		25	30	35	35	40	40	50	-	-	
灌瓶间、瓶库、压缩机室、仪表间、值班室		18	20	22	25	30	35	40	23m	符合	
汽车槽车库、汽车槽车装卸台柱（装卸口）、汽车衡及其计量室、门卫		18	20	22	25	30	30	40	26m	符合	
铁路槽车装卸线（中心线）		-	-	20	20	20	20	30	-	-	
空压机室、变配电室、柴油发电		18	20	22	25	30	35	40	47m	符合	

机房、新瓶库、真空泵房、备件库										
消防泵房、消防水池（罐）取水口		40	40	40	40	50	50	60	45m	符合
站内道路	主要	10	15	15	15	15	15	20	-	-
	次要	5	10	10	10	10	10	15	-	-
围墙		15	20	20	20	20	20	25	距最近围墙20m	符合
注：1 防火间距应按本表储罐总容积或单罐容积较大者确定，间距的计算应以储罐外壁为准。 2 当地下储罐单罐容积小于或等于 50m³，且总容积小于或等于 400m³ 时，其防火间距可按本表减少 50%执行。 3 新建储罐与原地下液化石油气储罐的防火间距（地下储罐单罐容积小于或等于 50m³，且总容积小于或等于 400m³ 时）可按本表减少 50%执行。										
10	全压力式液体石油气储罐的设置不应少于 2 台，储罐区的布置应符合下列规定： 1 地上储罐之间的净距不应小于相邻较大储罐的直径。 2 当储罐总容积大于 3000m³，应分组布置，组内储罐宜采用单排布置，组与组之间相邻储罐的净距不应小于 20m。 3 储罐组四周应设置高度为 1.0m 的不燃烧体实体防护提。 4 球形储罐与防护提的净距不宜小于其半径，卧式储罐与防护提的净距不宜小于其直径，操作侧与防护提的净距不宜小于 3.0m。 5 防护提内储罐超过 4 台时，至少应设置 2 个过梯，且应分开布置。（GB51142-5.2.11）								各储罐间距为 3.2m；容积 400m³；设置高 1m 砼防火堤；100m³ 储罐操作侧与防火堤距离 3m；储罐为 5 台，设 2 个梯。	符合
11	液化石油气汽车槽车库与汽车槽车装卸台柱之间的距离不应小于 6m。当邻向装卸台柱一侧的汽车槽车库外墙为无门窗洞口的防火墙时，其间距可不限。（GB51142-5.2.13）								不涉及液化石油气汽车槽车库	-
12	液化石油气灌瓶间和瓶库与站外建筑之间的防火间距，应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 中甲类仓库的有关规定执行。液化石油气灌瓶间和瓶库内的钢瓶应按实瓶区、空瓶区分开布置。（GB51142-5.2.14） 根据 GB50016-2014 液化石油气属于甲类物品第 1 项，可见下表： 表 3.5.1 甲类仓库之间及与其他建筑、明火或散发火花地点、铁路、道路的防火间距（m）								-	-
名称		甲类仓库（储量，t）								
		甲类储存物品第 1 项								
		≤10	>10							
高层民用建筑、重要公共建筑		50				-	-			
裙房、其他民用建筑、明火或散发火花地点		25	30			均>30m	符合			
甲类仓库		20	20			-	-			
厂房和乙、丙、丁、戊类仓库	一、二级	12	15			-	-			
	三级	15	20			-	-			
	五级	20	25			-	-			
电力系统电压为 35KV—500KV 且每		25	30			200m	符合			

	台变压器容量不小于 10MV·A 的室外变、配电站, 工业企业的变压器总油量大于 5t 的室外降压变电站					
	厂外铁路线中心线		40	-	-	
	厂内铁路线中心线		30	-	-	
	厂外道路路边		20	>20m	符合	
	厂内道路路边	主要	10	-	-	
		次要	5	-	-	
	注: 甲类仓库之间的防火间距, 当第 1 项物品储量不大于 5t 时, 不应小于 12m, 甲类仓库与高层仓库的防火间距不应小于 13m。				-	-
13	液化石油气灌瓶间与瓶库与站内建筑的防火间距应符合下列规定: 1 液化石油气灌瓶间和瓶库与站内建筑的防火间距不应小于表 5.2.15 的规定 (GB51142-5.2.15); 2 瓶库与罐装间之间的距离不限; 3 计算月平均日灌瓶量小于 700 瓶 (10t/d) 的灌瓶站, 其压缩机室与灌瓶间可合建成一幢建筑物, 但其间应采用无门窗洞口的防火的防火墙隔开; 4 当计算月平均日灌瓶量小于 700 瓶 (10t/d) 时, 汽车槽车装卸台柱可附设在灌瓶间或压缩机室的外墙一侧, 外墙应为无门窗洞口的防火墙。(5.2.15) 表 5.2.15 液化石油气灌瓶间和瓶库与站内建筑的防火间距 (m) 注: 总存瓶量应按实瓶存放个数和单瓶充装质量的成绩计算。				该站进行灌装作业, 平均日灌瓶量小于 700 瓶, 汽车槽车装卸台柱可附设在灌瓶间或压缩机室的外墙一侧, 外墙应为无门窗洞口的防火墙。	符合
	项目		总存瓶量 (V_c , t)		-	-
			$V_c \leq 10$	$10 < V_c \leq 30$	$V_c > 30$	-
	明火、散发火花地点		25	30	40	-
	机修间、汽车库		25	30	40	-
	办公用房		20	25	30	32m
	铁路槽车装卸线 (中心线)		20	25	30	-
	汽车槽车库、汽车槽车装卸台柱 (装卸口)、汽车衡及其计量室、门卫		15	18	20	>15m
	压缩机室、仪表间、值班室		12	15	18	>12m
	空压机室、变配电室、柴油发电机房		15	18	20	>15m
	新瓶间、真空泵房、备件库等非明火建筑		12	15	18	-
	消防泵房、消防水池 (罐) 取水口		25	30	30	26m
	站内道路 (路边)	主要	10	10	10	-
		次要	5	5	5	-
	围墙		10	10	15	15
14	液化石油气供应站汽车槽车装卸台柱与站外建筑的防火间距应符合下列规定: 1 液化石油气供应站汽车槽车装卸台柱与站外建筑的防火间距不应小于表 5.2.16 的规定 (GB51142-5.2.16);				-	-

2 汽车槽车装卸台柱与站外民用建筑地下室、半地下室的出入口、门窗的距离,应按表 5.2.16 其他民用的防火间距增加 50%;					
3 当民用建筑耐火等级为一、二级,且面向汽车槽车装卸台柱一侧的墙采用无门窗洞口实体墙时,与其他民用建筑物的防火间距可按表 5.2.16 规定的距离减少 30%执行。(GB51142-5.2.16)					
表 5.2.16 液化石油气汽车槽车装卸台柱与站外建筑的防火间距(m)					
项目		七级及以下供应站	六级及以上供应站		
居住区、学校、影剧院、体育场等重要公共建筑(最外侧建筑物外墙)		100	100	-	-
明火、散发火花地点和室外变配电站		25	45	-	-
其他民用建筑		25	40	>40m	符合
甲、乙类液体储罐,甲、乙类生产厂房,甲、乙类物品仓库,易燃材料堆场		25	40	-	-
丙类液体储罐,可燃气体储罐,丙、丁类生产厂房,丙、丁类物品仓库		16	30	-	-
室外变配电站		22	-	-	-
铁路(中心线)		22	-	-	-
公路、道路(路边)	高速、I、II级公路、城市快速	8	30	-	-
	其他	6	25	>25m	符合
架空电力线(中心线)		1 倍杆高	-	-	-
架空通信线(中心线)		1 倍杆高	1.5 倍杆高	-	-
15	液化石油气泵宜靠近储罐露天设置。当设置泵房时,泵房与储罐的间距不应小于 15m,当泵房面向储罐一侧的外墙采用无门窗洞口的防火墙时,其间距不应小于 6m。(GB51142-5.2.17)			泵和压缩机设置在一个房间,储罐距泵房 23m	符合
16	站外埋地电缆不得在液化石油气储存站、储配站和灌装站站内穿越,距围墙不宜小于 2m。(GB51142-5.2.18)			-	-
17	与各表规定以外的其他建筑的防火间距,应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定执行。(GB51142-5.2.19)			-	-
18	无线通信塔与储罐的间距应按各表中其他民用建筑一栏的规定执行。(GB51142-5.2.20)			-	-

经检查,该站站址的选择、总平面布置符合《液化石油气供应工程设计规范》(GB51142-2015)、《燃气工程项目规范》GB55009-2021 相关的标准规范要求。

5.2 燃气经营单位前置条件的安全评价

根据赣建字[2012]4 号、九建办字[2013]18 号,评价小组制定了申请城镇燃气经营许可证的经营单位前置条件的安全检查表,对该单位进行检查评价。

表 5-2 前置条件检查表

序号	检查内容	检查情况	符合性
1	建设项目应当符合城镇规划和燃气发展规划的要求。	老站复评	符合
2	有稳定的符合国家标准的燃气气源,并与气源供应企业签订供气协议书或者供气意向书。	有	符合
3	有符合《液化石油气供应工程设计规范》要求的经营和办公场所。	有	符合
4	燃气生产、输配、储存、充装、供应等设施符合国家相关标准、消防安全、安全生产和建设质量要求。	见表 5-3	部分符合
5	具备资格的燃气管理和作业人员。	具有危险化学品经营负责人、气瓶充装作业人员,持有效资格证上岗	符合
6	有完善的企业管理和安全管理,有健全的安全事故应急预案,并有与供气规模相适应的抢险组织以及抢险抢修人员、仪器、设备和交通工具。	具有安全管理制度和事故应急预案,预案已备案	符合
7	有具有相应资质的安全生产评价机构出具的达到安全运行要求的安全评价报告。	已委托有资质的单位进行评价	符合
8	从事液化石油气经营活动的企业,有运输、装卸、储存、灌装等生产设施,有残液回收装置及处置方案。从事瓶装液化石油气供应经营活动的企业应当建立气瓶档案管理制度,其中从事充装作业的企业还应当建立气瓶充装质量保证体系,并具有残液回收处置措施。	有	符合

经检查,该站为申请城镇燃气经营许可单位,符合赣建字〔2012〕4号、九建办字〔2013〕18号的要求。

5.3 重大危险源评价

表 5-3 重大危险源检查表

序号	检查项目	实际情况	检查结果
1	储罐是否由持专业许可证单位制造	荆门宏图特种飞行器制造有限公司	符合
2	对罐体定期检测、检查、保养	罐体定期检测,见附件	符合
3	储罐区与明火、配电间安全距离	大于 55m	符合
4	储罐区与办公区安全距离	大于 35m	符合
5	卧(立)式储罐间的距离 $>0.4D$	3.2m	符合
6	储罐有降温等安全措施	设有喷淋设施	符合
7	储罐区有防火堤	防火堤 1m 高	符合
8	储罐区、管道应有防雷、防静电装置,并定期检测	有防雷、防静电装置并检测,经检测,符合相关标准要求	符合
9	易燃易爆场所安装可燃气体检测报警装置	储罐区设有可燃气体检测探头	符合
10	储罐应装设安全阀	每个储罐设有 2 个安全阀	符合
11	罐区有明显警示标志	设警示标志	符合
12	罐区有消防设施,消防通道畅通	罐区设有消防栓、灭火器,消防通道畅通	符合

13	槽罐车、机动车进入禁火区需有阻火器	该站有进入站区的阻火器	符合
14	水封井及排水设施完好	水封井及排水设施完好	符合
15	罐区无脏、乱、差、锈、漏，无杂物、杂草等易燃物	罐区无易燃物	符合
16	照明设施齐全，符合防爆规定	罐区无照明	符合
17	进入易燃易爆罐区车辆应佩带阻火器	该站有进入站区的阻火器	符合
18	是否有专职安全员和安全管理机构	设有安全员和管理机构	符合
19	是否制定重大危险源事故应急预案，建立应急救援组织或者配备应急救援人员，配备必要的防护装备及应急救援器材、设备、物资，并保障其完好和方便使用	已建立预案和组织、人员，配备了基本物资器材	符合
20	是否建立完善重大危险源安全管理规章制度和安全操作规程	已建立	符合
21	危险化学品单位有下列情形之一的，危险化学品单位应当对重大危险源重新进行辨识、安全评估及分级：重大危险源安全评估已满三年的；构成重大危险源的装置、设施或者场所进行新建、改建、扩建的；危险化学品种类、数量、生产、使用工艺或者储存方式及重要设备、设施等发生变化，影响重大危险源级别或者风险程度的；外界生产安全环境因素发生变化，影响重大危险源级别和风险程度的；发生危险化学品事故造成人员死亡，或者10人以上受伤，或者影响到公共安全的；有关重大危险源辨识和安全评估的国家标准、行业标准发生变化的。	老气站，已进行安全评价	符合
22	重大危险源是否配备温度、压力、液位、流量、组份等信息的不间断采集和监测系统以及可燃气体和有毒有害气体泄漏检测报警装置，并具备信息远传、连续记录、事故预警、信息存储等功能	已建立可燃气体泄漏检测报警装置，设置压力、液位远传系统	符合
23	对重大危险源中的易燃气体等重点设施，设置紧急切断装置	已设置紧急切断阀	符合
24	特种设备的管理是否按《中华人民共和国特种设备安全法》进行管理	已建立管理制度	符合
25	是否按照国家有关规定，定期对重大危险源的安全设施和安全监测监控系统进行检测、检验，并进行经常性维护、保养，保证重大危险源的安全设施和安全监测监控系统有效、可靠运行。维护、保养、检测应当作好记录，并由有关人员签字。	已建立管理制度	符合
26	是否明确重大危险源中关键装置、重点部位的责任人或者责任机构，并对重大危险源的安全生产状况进行定期检查，及时采取措施消除事故隐患。事故隐患难以立即排除的，应当及时制定治理方案，落实整改措施、责任、资金、时限和预案	已建立管理组织和管理制度	符合

27	是否将重大危险源可能发生的事故后果和应急措施等信息,以适当方式告知可能受影响的单位、区域及人员。	已建立事故后果和应急措施告知牌	符合
28	是否制定重大危险源事故应急预案演练计划,并按照下列要求进行事故应急预案演练: (1)对重大危险源专项应急预案,每年至少进行一次; (2)对重大危险源现场处置方案,每半年至少进行一次。 应急预案演练结束后,是否对应急预案演练效果进行评估,撰写应急预案演练评估报告,分析存在的问题,对应急预案提出修订意见,并及时修订完善。	已制定演练计划,现场检查时看到演练记录,但未进行评估	符合

5.4 工艺装置安全条件符合性检查

表 5-4 燃气装置安全检查表

序号	检查内容	检查情况	符合性
工艺及设备			
1	储罐设计总容量宜根据供应规模、气源情况、运输方式、运距和城市应急保障等因素确定。(GB51142-5.3.1)	老站复评	符合
2	地上储罐应设置钢梯平台,并宜符合下列规定: 1 卧式储罐组宜设置联合钢梯平台。当组内储罐大于 4 台时,宜设置 2 个斜梯。 2 球形储罐组宜设置联合钢梯平台。(GB51142-5.3.3)	储罐上设置钢梯、操作平台	符合
3	地下储罐宜设置在钢筋混凝土槽内,并应采取防止液化石油气聚集的措施。储罐罐顶与槽盖内壁净距不宜少于 0.4;各储罐之间宜设置隔墙,储罐与隔墙和槽壁之间的净距不宜小于 0.9m。当采用钢筋混凝土槽时,储挂应采用防水和防漂浮的措施。(GB51142-5.3.4)	不涉及	-
4	液化石油气储存站、储配站和罐装站应具有泵、机联合运行功能,液化石油气压缩机不宜少于 2 台。(GB51142-5.3.5)	设有压缩机和烃泵各一台	符合
5	液化石油气压缩机进、出口管段阀门及附件的设置应符合下列规定: 1 进、出口管段应设置阀门; 2 进口管段应设置过滤器; 3 出口管段应设置止回阀和安全阀(设备自带除外); 4 进、出口管段之间应设置旁通管及旁通阀。(GB51142-5.3.6) 5、容积大于或等于 100m ³ 的液化天然气和液化石油气储罐,应设置 2 个或 2 个以上安全阀。(GB5009-2021 第 4.3.7 第 3 条)	压缩机设有阀门、安全阀,液相管道出口设止回阀,每个储罐上设有 2 个安全阀	符合
6	液化石油气气液分离器、缓冲罐和气化器的设置应符合本规范第 9.3.9 条的规定。(GB51142-5.3.8)	该站不涉及	-
7	液态液化石油气泵进、出口管段阀门及附件的设置应符合下列规定: 1 泵进、出口管段应设置切断阀和放气阀;	烃泵设有阀门、安全阀,液相管道出	符合

	2 泵进口管段应设置过滤器; 3 泵出口管段应设置止回阀, 并应设置液相安全回流阀。 (GB51142-5.3.10)	口设止回阀	
8	采用自动化、半自动化灌装和机械化运瓶的灌瓶作业线应设置灌瓶质量复检装置, 检漏装置或采取检漏措施。采用手动灌瓶作业时, 应设置检斤秤, 并应对钢瓶灌装及进、出库信息进行记录 (GB51142-5.3.12)	手动灌装, 设置有检斤秤; 设置泄露报警装置	符合
9	储配站和灌装站应设置残液倒空和回收装置。 (GB51142-5.3.13)	已设置	符合
10	汽车槽车装卸台柱的装卸接头应采用与汽车槽车配套的快装接头, 接头与装卸管之间应设置阀门。装卸管段应设置拉断力为 800N—1400N 的拉断阀。(GB51142-5.3.14)	万向充装	符合
11	站内室外液化石油气管道的设置应符合下列规定: 1 宜采用单排低支架敷设, 管底与地面的净距宜为 0.3m; 2 当管道跨越道路采用支架敷设时, 其管底与地面的净距不应小于 4.5m; 3 当采用支架敷设时, 应考虑温度补偿; 4 液相管道两阀门之间应设置管道安全阀, 高点应设置排气阀, 低点应设置排污阀; 5 管道安全阀与管道之间应设置阀门, 管道安全阀的整定压力应符合现行国家标准《压力容器》GB150.1-GB150.4 的有关规定。(GB51142-5.3.19)	支架敷设, 与地面的高度大于 0.4m	符合
12	当液化石油气管道埋地敷设时, 应符合本规范第 4.3 节的规定。 (GB51142-5.3.20)	地上单排低支架敷设, 符合要求	符合
13	灌装液化石油气选用的钢瓶除应符合国家现行标准的有关规定外, 尚应符合下列规定: 1 钢瓶上应设置可识别的标识码; 2 钢瓶的瓶阀应具有自闭功能, 并应符合国家现行标准的有关规定, 调压器出口宜设置具有过流切断功能的装置。 (GB51142-5.3.21)	钢瓶经过检测后使用	符合
14	液化石油气灌装站应建立钢瓶充装销售信息管理系统。 (GB51142-5.3.22)	有相关的管理制度	符合
15	新瓶库和真空泵房应设置在辅助区。新瓶和检修后的钢瓶首次灌装前应抽真空, 真空度应大于 80kpa。(GB51142-5.3.23)	不涉及	-
16	压缩天然气、液化天然气、液化石油气在充装或卸车作业时, 应停靠在设有固定防撞装置的固定车位处, 并应采用防止车辆移动的措施。装卸系统上应设置防止装卸用管拉脱的联锁保护装置。(《燃气工程项目规范》GB55009-2021 第 4.2.8)	设置了万向充装装置	符合
17	燃气膨胀机、压缩机和泵等动力设备应非正常工作状况的报警和自动停机功能。(《燃气工程项目规范》GB55009-2021 第 4.2.13)	烃泵具有自动停机功能	符合
18	燃气厂站内可燃气体泄漏浓度可能达到爆炸下限 20%的燃气设施区域内或建(构)物内, 应急设置固定式可燃气体浓度报警装置。(《燃气工程项目规范》GB55009-2021 第 4.2.17)	罐区、烃泵房、充装间设有可燃气体检测报警仪	符合

19	燃气储罐应设置安全泄放装置。(《燃气工程项目规范》GB55009-2021 第 4.3.2)	设放散管、安全阀	符合
20	液化天然气和液化石油气储罐的液相进出管应设置与储罐液位控制联锁的紧急切断阀。(《燃气工程项目规范》GB55009-2021 第 4.3.3)	设有紧急切断阀	符合
管材及管道附件、储罐及其他容器和防腐			
1	液态液化石油气管道和站内液化石油气储罐、其他容器、设备、管道配置的阀门及附件的公称压力(等级)应高于输送系统的设计压力。(GB51142-9.1.3)	液化石油气储罐及管道等有相关的检测合格报告	符合
2	液化石油气储罐最大设计允许充装质量应符合压力容器有关安全技术规定。(GB51142-9.3.3)	见储罐检验报告	符合
3	液化石油气储罐接管安全阀件的配置应符合下列规定: 1 应设置安全阀和检修用的放散管; 2 液相进口管应设置止回阀; 3 储罐液相出口管和气相管应设置紧急切断阀; 4 储所有罐管道接口应设置两道手动门阀;排污口两道阀间应采用短管连接,并应采取防冻措施。(GB51142-9.3.5)	安全阀设置放散管,液相进口管设置止回阀;储罐液相出口管和气相管设置紧急切断阀;排污口设置两道手动阀门	符合
4	液化石油气储罐安全阀的设置应符合下列规定: 1 应选用弹簧封闭全启式安全阀,且整定压力不应大于储罐设计压力。安全阀的最小泄放面积计算应符合国家现行标准《压力容器》GB150.1-GB150.4 的有关规定。 2 容积大于或等于 100m ³ 的储罐应设置 2 个或 2 个以上安全阀。 3 安全阀应设置放散管,其管径不应小于安全阀的出口管径。 4 地上储罐安全阀放散管管口应高出储罐操作平台 2.0m 以上,且应高出地面 5.0m 以上;地下储罐安全阀放散管管口应高出地面 2.5m 以上。 5 安全阀与储罐之间应设置阀门。 6 当储罐设置 2 个或 2 个以上安全阀时,其中 1 个安全阀的整定压力应按本条第 1 款的规定执行,其余安全阀的整定压力可适当提高,但不得超过储罐设计压力的 1.05 倍。 7 安全阀的整定压力应符合现行国家标准《压力容器》GB150.1-GB150.4 的有关规定。(GB51142-9.3.7)	1 选用弹簧封闭全启式安全阀 2 储罐设有二个安全阀 3 储罐安全阀设置放散管;管线安全阀设置放散管	符合
建筑防火与供暖通风及绿化			
1	灌瓶间及附属瓶库、汽车槽车库、瓶装供应站的瓶库等可采用敞开或半敞开式建筑。(GB51142-10.1.2)	灌瓶间采用半敞开式建筑	符合
2	具有爆炸危险场所的建筑,承重结构应采用钢筋混凝土或钢框架、钢排架结构。钢框架和钢排架应采用防火保护层。(GB51142-10.1.3)	砖混混凝土结构	符合
3	液化石油气储罐应牢固地设置在基础上。卧式储罐应采用钢筋	卧式储罐,采	符合

	混凝土支座。球形储罐的钢支柱应采用不燃烧隔热材料保护层,其耐火极限不应低于 2.00h。(GB51142-10.1.4)	用钢筋混凝土支座															
供暖通风及绿化																	
1	具有爆炸危险的封闭式建筑应采取通风措施。通风口不应少于 2 个,并应靠近地面设置。事故排风量应按换气次数不少于 12 次/h 确定。当采用自然通风时,通风口总有效面积不应小于该房屋地面面积的 3%。(GB51142-10.2.2)	无封闭式建筑	符合														
消防给水、站区排水与灭火器配置																	
1	液化石油气储罐区消防用水量应按储罐固定喷水冷却装置和水枪用水量之和计算,并应符合下列规定: 1 储罐总容积大于 50m³ 或单罐容积大于 20m³ 的液化石油气储罐、储罐区和设置在储罐室内的小型储罐应设置固定喷水冷却装置。固定喷水冷却装置的用水量应按储罐的保护面积与冷却水供水强度计算确定。着火储罐的保护面积应按全表面积计算;距着火储罐直径 1.5 倍范围内的相邻储罐应按全表面积的 1/2 计算。 2 冷却水供水强度不应小于 0.15L/(s·m²)。 3 水枪用水量不应小于表 11.1.2 的规定。 4 地下液化石油气储罐可不设置固定喷水冷却装置,消防用水量应按水枪用水量确定。 表 11.1.2 水枪用水量 <table><tr><th colspan="2">储罐容积 (m³)</th><th rowspan="2">水枪用水量 (L/s)</th></tr><tr><th>储罐总容积 (V)</th><th>单罐容积 (V')</th></tr><tr><td>V≤500</td><td>V'≤100</td><td>20</td></tr><tr><td>500<V≤2500</td><td>100<V'≤400</td><td>30</td></tr><tr><td>V>2500</td><td>V'>400</td><td>45</td></tr></table> 注:1 水枪用水量应按本表储罐总容积或单罐容积较大者确定; 2 储罐总容积小于或等于 50m³,且单罐容积小于或等于 20 m³ 的储罐或储罐区,可单独设置固定喷水冷却装置或移动式水枪,其消防用水量应按水枪用水量计算。(GB51142-11.1.2)	储罐容积 (m³)		水枪用水量 (L/s)	储罐总容积 (V)	单罐容积 (V')	V≤500	V'≤100	20	500<V≤2500	100<V'≤400	30	V>2500	V'>400	45	该站设置有固定喷水冷却装置; 消防用水量为 Q=Q ₁ +Q ₂ =18.56L/S+20L/s=38.56L/s,该站已经消防合格验收	符合
储罐容积 (m³)		水枪用水量 (L/s)															
储罐总容积 (V)	单罐容积 (V')																
V≤500	V'≤100	20															
500<V≤2500	100<V'≤400	30															
V>2500	V'>400	45															
2	液化石油气储存站、储配站、灌装站、气化和混气站的消防给水系统应包括:消防水池(罐或其他水源)、消防水泵房、消防给水管网、地上式消火栓(炮)和储罐固定喷水冷却装置。(GB51142-11.1.3)	该站符合要求	符合														
3	消防给水管网应布置成环状,向环状管网供水的干管不应少于 2 根。(GB51142-11.1.4)	符合要求	符合														
4	消防水池容量的确定应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 的有关规定;消防水池应有防止被污染的措施。(GB51142-11.1.5)	设置有 2 个 750m³ 的消防水池,已取得消防验收	符合														
5	消防水泵房的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。(GB51142-11.1.6) 消防水泵房的设置应符合下列要求: 1 单独建造的消防水泵房,其耐火等级不应低于二级; 2 附设在建筑内的消防水泵房,不应设置在地下三层及以下或	建筑耐火等级为二级	符合														

	室内地面与室外出入口地坪高差大于 10m 的地下楼层； 3 疏散门应直通室外或安全出口。(GB50016-8.1.6)		
6	当液化石油气储存站、储配站、灌装站、气化站和混气站设置的消防给水系统利用城市消防给水管道时，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。 (GB51142-11.1.8)	符合要求	符合
7	液化石油气储存站、储配站、灌装站、气化站和混气站排水系统应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014 的有关规定。 (GB51142-11.2.1)	符合要求	符合
8	液化石油气供应站内干粉灭火器或 CO ₂ 灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 的有关规定。 干粉灭火器的配置数量应符合表 11.3.1 的规定。 表 11.3.1 干粉灭火器的配置数量	-	-
	场所	配置数量	-
	铁路槽车装卸栈桥	按槽车车位数，没车位设置 8kg、2 具，每个设置点不宜超过 5 具	-
	储罐区、地下储罐组	按储罐台数，每台设置 8kg、2 具，每个设置点不宜超过 5 具	有
	储罐室	按储罐台数，每台设置 8kg、2 具	-
	汽车槽车装卸台柱（装卸口）	8kg 不应少于 2 具	有
	灌瓶间及附属瓶库、压缩机室、烃泵房、汽车槽车库、气化间、混气间、调压计量间、瓶组间和瓶装供应站的瓶库等爆炸危险性建筑	按建筑面积，每 50m ² 设置 8kg、1 具，且每个房间不应少于 2 具，每个设置点不宜超过 5 具	灌瓶间 8kg，5 具；烃泵房、压缩机房 8kg，2 具。
	其他建筑（变配电室、仪表间等）	按建筑面积，每 80m ² 设置 8kg、1 具，且每个房间不应少于 2 具	门房 8kg，2 具
	注：1 表中 8kg 指手提式干粉灭火器的药剂充装量； 2 根据场所具体情况可设置部分 20kg 手推式干粉灭火器。(GB51142-11.3.1)	-	-
电气与通信			
1	液化石油气储存站、储配站和灌装站内消防水泵及消防应急照明和液化石油气气化站、混气站的供电系统设计应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB50052 中二级负荷的有关规定。液化石油气储存站、储配站和灌装站其他电气设备的供电系统可为三级负荷。(GB51142-12.1.1)	用电负荷等级为三级，设备用发电机	符合
2	消防水泵房及其配电室应设置应急照明，应急照明的备用电源可采用蓄电池，且连续供电时间不应少于 0.5h。重要消防用电设备的供电，应在最末一级配电装置或配电箱处实现自动切换。消防系统的配电及控制线路应采用耐火电缆。 (GB51142-12.1.2)	设置应急照明	符合
3	液化石油气供应站具有爆炸危险场所的电力装置设计应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的	灌装间、烃泵房和压缩机	符合

	有关规定, 爆炸危险区域等级和范围的划分宜符合本规范附录 A 的规定。(GB51142-12.1.3)	房电线穿管, 采用防爆灯	
4	液化石油气供应站具有爆炸危险建筑的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 中第二类防雷建筑物的有关规定。(GB51142-12.2.1)	灌装间、烃泵房和压缩机室设有避雷网	符合
5	液化石油气罐体应设防雷接地装置, 并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。(GB51142-12.2.2)	罐区设有避雷针, 储罐两处接地	符合
6	防雷接地装置的电阻值, 应按现行国家标准《石油库设计规范》GB50074 和《建筑物防雷设计规范》GB50057 的有关规定执行。(GB51142-12.2.3)	见防雷检测报告	符合
7	液化石油气储罐、泵、压缩机、气化、混气和调压, 计量装置及低支架和架空敷设的管道应采取静电接地。(GB51142-12.2.4)	有静电接地, 部分法兰无静电跨接	不符合
8	在生产区入口处应设置安全有效的人体静电消除装置。(GB51142-12.2.6)	入口处设置人体静电消除装置	符合
9	液化石油气储罐检测仪表的设置应符合下列规定: 1 应设置就地显示的液位计、压力表; 2 当全压力式储罐小于 3000m ³ 时, 就地显示液位计宜采用能直接观测全液位的液位计; 3 应设置远传显示的液位计和压力表, 且应设置液位上、下限报警装置和压力上限报警装置; 4 应设置温度计。(GB51142-12.3.1)	设有液位计、压力表和温度计	符合
10	液化石油气储罐、泵、压缩机、气化、混气和调压、计量装置的进、出口应设置压力表。(GB51142-12.3.3)	储罐、泵、压缩机等设有压力表	符合
11	液化石油气供应站应设置可燃气体检测报警系统和视频监视系统。(GB51142-12.3.4)	储罐区、压缩机房、充装台各设有可燃气体报警仪, 并设视频监控, 但可燃气体检测报警仪无声光报警	不符合
12	液化石油气供应站爆炸危险场所应设置可燃气体泄漏报警控制系统, 并应符合下列规定: 1 可燃气体探测器和报警控制器的选用和安装, 应符合国家现行标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB50493 和《城镇燃气报警控制系统技术规程》CJJ/T146 的有关规定; 2 瓶组气化站和瓶装液化石油气供应站可采用手提式可燃气体泄漏报警装置, 可燃气体探测器的报警设定值应按可燃气体爆炸下限的 20% 确定;	设置有可燃气体报警仪	符合

	3 可燃气体报警控制器宜与控制系统连锁; 4 可燃气体报警控制系统的指示报警设备应设在值班室或仪表间等有值班人员的场所。(GB51142-12.3.5)		
13	液化石油气供应站内至少应设置 1 台直通外线的电话,在具有爆炸危险场所应使用防爆型电话。(GB51142-12.4.1)	该站工作人员每人佩戴有一部移动电话,爆炸危险场所禁止使用手机	符合
14	液化石油气供应站安全防范系统设计除应符合现行国家标准《安全防范工程技术规范》GB50348、《视频安防监控系统工程设计规范》GB50395 和《出入口控制系统工程设计规范》GB50396 的有关规定外,尚应在无人值守的场所安装入侵探测器和声光报警器。(GB51142-12.4.2)	不涉及无人值守场所	符合
15	三级及以上液化石油气供应站应设置安防中心控制室,并应符合下列规定: 1 视频安防监控、入侵报警(紧急报警)、出入口控制、电子巡查系统的控制,显示设备均应设置在独立的安防中心控制室,并应能实现对各子系统的操作、记录和打印; 2 应安装紧急报警装置,并应与区域报警中心联网; 3 应配置能与报警同步的终端图形显示装置,并应能准确地识别报警区域,实时显示发生警情的区域、日期、时间及报警类型等信息。(GB51142-12.4.3)	该站为五级液化石油气供应站,设视频监控室	符合

经检查,该站燃气装置及辅助设施不符合项为:部分法兰无静电跨接,可燃气体检测报警仪无声光报警。

5.5 安全生产管理评价

表 5-5 安全管理现状检查表

一、管理资质			
序号	检查内容	检查记录	结论
1※	液化气站设计单位资质	老站复评	符合
2※	液化气站施工单位资质	老站复评	符合
3※	液化气站建站批准证书	老站复评	符合
4※	液化气站营业执照	有	符合
5※	城市燃气经营许可证	有	符合
6※	液化气站消防验收意见书	有	符合
7※	气瓶充装许可证	有	符合
二、安全管理组织及安全管理制度			
序号	检查内容	检查记录	结论
1※	有安全管理领导小组,有专职或兼职安全人员。	有	符合
2※	有各级各类人员的安全管理责任制,其中包括:		
	1、液化气站站站长安全职责	健全	符合

	2、充装工安全职责	健全	符合
	3、值班员安全职责	健全	符合
	4、安全员安全职责	健全	符合
	5、事故应急救援预案的演练制度	有	符合
	充装站应根据国家有关法规制度,制定相应的规章制度: (GB27550-4.4)		
3※	1 安全教育、培训、检查制度	制定有制度	符合
	2 防火、防爆、防雷电、防静电制度	制定有制度	符合
	3 危险品运输、储存制度	制定有岗位责任制	符合
	4 设备、压力容器、管道、计量器具的定检制度及台账	制定有制度	符合
	5 档案管理制度	制定有制度	符合
	6 岗位责任制、班组管理制度	制定有制度	符合
	7 紧急情况应急救援预案	制定有制度	符合
	8 符合国家环境保护相关规定的气体排放制度。	制定有制度	符合
4※	有各岗位操作规程,其中包括: GB17267-10.2,		
	1、装、卸车安全操作规程(包括卸车、倒罐、装车)	有	符合
	2、充装安全操作规程	有	符合
	3、抽残液安全操作规程	有	符合
三、从业人员条件			
序号	检查内容	检查记录	结论
1※	单位主要负责人经安全生产监督管理部门和消防部门培训合格,取得上岗资格。(危险化学品管理条例)	主要负责人持证上岗	符合
2	液化气站应配备掌握液化石油气专业技术和压力容器知识,并有专职的安全技术负责人。	有安全管理人员	符合
3※	液化气站生产岗位工人必须经过专业培训和考核并持有上岗证书。 1、掌握液化石油气的基本知识,熟知有关规程和本岗位有关的工艺流程、操作技能。 2、了解本岗位工艺、设备的操作方法及设备维护保养方法。 3、熟知本岗位的安全管理制度,掌握一定的消防技能并具有处理本岗位一般事故的能力。	职工经培训合格能做到持证上岗	符合
4	液化气站钢瓶充装、罐区运行、装卸罐车、接受站外管道进液等岗位,在进行操作时均不得少于两人。	制定有相关制度	符合
5	液化气站应配备安全员,年供应液化石油气 2000t 以上的液化气站应设安全管理小组。GB17267-5.4	有安全领导小组	符合
6	液化气站应配备经过培训的压力容器、钢瓶、罐车检查人员和附件修理人员。GB17267-5.5	符合要求	符合
7	运瓶汽车驾驶、罐车驾驶、押运人员应经专业培训,持证上岗	委托有资质单位运输	符合
四、安全投入			
1	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,并对由于安全生产所必需资金投入不足导致的后果承担责任。《安全生产法》、《江西省安全生产条例》	安全投入可满足生产	符合

2	生产经营单位应当安排用于配备劳动防护用品、进行安全生产培训的经费。《安全生产法》	有	符合
3	生产经营单位必须依法参加工伤社会保险,为从业人员缴纳保险费。	未提供相关资料	不符合
五、事故应急救援预案和事故处理			
1	生产经营单位的主要负责人应当组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案,危险化学品单位应当制定本单位事故应急救援预案。	已制定	符合
2	危险化学品单位应配备应急救援人员和必要的应急救援器材、设备,生产经营规模较小,可以不建立应急救援组织的,应当指定兼职的应急救援人员,并定期组织演练。	有演练记录	符合
3	专项应急预案的主要内容应包括以下内容: 1 事故风险分析:针对可能发生的事故风险,分析事故发生的可能性以及严重程度、影响范围等; 2 应急指挥机构及职责:根据事故类型,明确应急指挥机构总指挥、副总指挥以及各成员单位或人员的具体职责;应急指挥机构可以设置相应的应急救援工作小组,明确各小组的工作任务及主要负责人职责; 3 处置程序:明确事故及事故险情信息报告程序和内容、报告方式和责任人等内容;根据事故响应级别,具体描述事故接警报告和记录、应急指挥机构启动、应急指挥、资源调配、应急救援、扩大应急等应急响应程序; 4 处置措施:针对可能发生的事故风险、事故危害程度和影响范围,制定相应的应急处置措施,明确处置原则和具体要求。	按导则要求的格式与内容编制	符合

经检查,该站未提供从业人员缴纳工伤保险证明。其他符合法律、规范的要求。

5.6 重点监管的危化品安全措施和事故应急处置原则的检查评价

表 5-6 安全措施和处置原则检查表

序号	内容	检查结果	符合性
安全措施			
1	操作人员必须经过专门培训,严格遵守操作规程,熟练掌握操作技能,具备应急处置知识。	操作人员持证上岗	符合
2	密闭操作,避免泄漏,工作场所提供良好的自然通风条件。	密闭操作,露天布置	符合
3	远离火种、热源,工作场所严禁吸烟。	远离火种、热源	符合
4	一般要求:生产、储存、使用液化石油气的车间及场所应设置泄漏检测报警仪,使用防爆型的通风系统和设备,配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服,工作场所浓度超标时,建议操作人员应该佩戴过滤式防毒面具。可能接触液体时,应防止冻伤。	设置有泄漏检测报警仪,配备有过滤式防毒面具	符合
5	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	储罐设有安全阀、压力表、液位计,并设	符合

		装置,设置整流装置与压力机、动力电源、管线压力、通风设施或相应的吸收装置的联锁装置。储罐等设置紧急切断装置。	远传和报警装置	
6		避免与氧化剂、卤素接触。	远离	符合
7		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。	站区内设置有安全警示标志,但不全。在传送过程中,管线和容器有防止产生静电的接地和跨接。	符合
8		(1)充装液化石油气钢瓶,必须在充装站内按工艺流程进行。禁止槽车、贮灌、或大瓶向小瓶直接充装液化气。禁止漏气、超重等不合格的钢瓶运出充装站。	有这方面的管理制度和操作规程	符合
9		(2)用户使用装有液化石油气钢瓶时:不准擅自更改钢瓶的颜色和标记;不准把钢瓶放在曝日下、卧室和办公室内及靠近热源的地方;不准用明火、蒸气、热水等热源对钢瓶加热或用明火检漏;不准倒卧或横卧使用钢瓶;不准摔碰、滚动液化气钢瓶;不准钢瓶之间互充液化气;不准自行处理液化气残液。	用户使用不在本评价范围内,站区内有相关的管理制度	符合
10	作 安 全	(3)液化石油气的储罐在首次投入使用前,要求罐内含氧量小于3%。首次灌装液化石油气时,应先开启气相阀门待两罐压力平衡后,进行缓慢灌装。	有相关的管理制度和操作规程	符合
11		(4)液化石油气槽车装卸作业时,凡有以下情况之一时,槽车应立即停止装卸作业,并妥善处理: ——附近发生火灾; ——检测出液化气体泄漏; ——液压异常; ——其他不安全因素。 (5)充装时,使用万向节管道充装系统,严防超装。	使用万向节管道充装系统	符合
12		(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℃。	露天布置远离火种、热源,有降温的喷淋	符合
13	储 存 安 全	(2)应与氧化剂、卤素分开存放,切忌混储。照明线路、开关及灯具应符合防爆规范,地面应采用不产生火花材料或防静电胶垫,管道法兰之间应用导电跨接。压力表必须有技术监督部门有效的检定合格证。储罐站必须加强安全管理。站内严禁烟火。进站人员不得穿易产生静电的服装和穿带钉鞋。进站机动车辆排气管出口应有消火装置,车速不得超过5km/h。液化石油气供应单位和供气站点应设有符合消防安全要求的专用钢瓶库;建立液化石油气实瓶入库验收制度,不合格的钢瓶不得入库;空瓶和实瓶应分开放置,并应设置明显标志。储存区应备有泄漏应急处理设备。	有相关的管理制度和操作规程	符合
14		(3)液化石油气储罐、槽车和钢瓶应定期检验。	定期检验	符合
15		(4)注意防雷、防静电,厂(车间)内的液化石油气储罐应按《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)的规定设置防雷、防静电设施。	防雷、防静电经检测符合要求	符合
16	运	(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	委托有资质的单位	/

	输	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。	运输和操作	
17	全	(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。	委托有资质的单位运输和操作	/
		(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。发生泄漏或火灾要开到安全地方进行灭火或堵漏。	委托有资质的单位运输和操作	/
18		(4)输送液化石油气的管道不应靠近热源敷设;管道采用地上敷设时,应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段,采取保护措施并设置明显的警示标志;液化石油气管道架空敷设时,管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的液化石油气管道下面,不得修建与液化石油气管道无关的建筑物和堆放易燃物品;液化石油气管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB 7231)的规定。	管道在站区内支架上敷设不靠近热源	符合
应 急 处 置 原 则				
序号		内容	检查结果	符合性
19	急救措施	吸入:迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难,立即输氧。如呼吸停止,立即进行人工呼吸并就医。 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。	事故应急救援预案上有此项内容	符合
20	灭火方法	切断气源。若不能切断气源,则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器,尽可能将容器从火场移至空旷处。 灭火剂:泡沫、二氧化碳、雾状水。	事故应急救援预案有此内容	符合
21	泄漏应急处置	消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区,无关人员从侧风、上风向撤离至安全区;静风泄漏时,液化石油气沉在底部并向低洼处流动,无关人员应向高处撤离。建议应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器,穿防静电、防寒服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器,使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向,避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。 作为一项紧急预防措施,泄漏隔离距离至少为100m。如果为大量泄漏,下风向的初始疏散距离应至少为800m。	事故应急救援预案有此内容	符合

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

求进行检查,该气站符合要求。

5.7 重大生产安全事故隐患判定

表 5-7 重大生产安全事故隐患检查表

序号	检查内容	检查情况	是否构成重大生产安全事故隐患
1	危险化学品生产、经营单位主要负责人和安全生产管理人员未依法经考核合格	主要负责人、安全生产管理人员已取证	否
2	特种作业人员未持证上岗	特种作业人员持证上岗	否
3	涉及“两重点一重大”的生产装置、储存设施外部安全防护距离不符合国家标准要求	储罐区构成重大危险源,北面距一般防护目标中的三类防护目标满足GB500016的要求	否
4	涉及重点监管危险化工工艺的装置未实现自动化控制,系统未实现紧急停车功能,装备的自动化控制系统、紧急停车系统未投入使用	不涉及	——
5	构成一级、二级重大危险源的危险化学品罐区未实现紧急切断功能;涉及毒性气体、液化气体、剧毒液体的一级、二级重大危险源的危险化学品罐区未配备独立的安全仪表系统	不构成	——
6	全压力式液化烃储罐未按国家标准设置注水措施	设有注水装置	否
7	液化烃、液氨、液氯等易燃易爆、有毒有害液化气体的充装未使用万向管道充装系统	装有万向管道充装系统	否
8	光气、氯气等剧毒气体及硫化氢气体管道穿越除厂区(包括化工园区、工业园区)外的公共区域	不涉及	——
9	地区架空电力线路穿越生产区且不符合国家标准要求	未穿越充装作业区	否
10	在役化工装置未经正规设计且未进行安全设计诊断	不涉及	——
11	使用淘汰落后安全技术工艺、设备目录列出的工艺、设备	不涉及	——
12	涉及可燃和有毒有害气体泄漏的场所未按国家标准设置检测报警装置,爆炸危险场所未按国家标准安装使用防爆电气设备	设有可燃气体检测报警器,充装间、烃泵间均为防爆电气	否
13	控制室或机柜间面向具有火灾、爆炸危险性装置一侧不满足国家标准关于防火防爆的要求	不涉及	——
14	化工生产装置未按国家标准要求设置双重电源供电,自动化控制系统未设置不间断电源	无此项	——
15	安全阀、爆破片等安全附件未正常投用	正常使用	否
16	未建立与岗位相匹配的全员安全生产责任制或者未制定实施生产安全事故隐患排查治理制度	已制定	否
17	未制定操作规程和工艺控制指标	已制定	否

18	未按照国家标准制定动火、进入受限空间等特殊作业管理制度，或者制度未有效执行	已制定	否
19	新开发的危险化学品生产工艺未经小试、中试、工业化试验直接进行工业化生产；国内首次使用的化工工艺未经过省级人民政府有关部门组织的安全可靠性论证；新建装置未制定试生产方案投料开车；精细化工企业未按规定文件要求开展反应安全风险评估	不涉及	——
20	未按国家标准分区分类储存危险化学品，超量、超品种储存危险化学品，相互禁配物质混放混存	未超量	否

综上所述，依据《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》（安监总管三〔2017〕121号）对该企业的重大生产安全事故隐患进行检查，该气站无大生产安全事故隐患。

6 危险程度分析评价

6.1 道化学火灾、爆炸危险指数法

本单元的主要危险为火灾爆炸，本评价采用道化学火灾爆炸指数法确定单元危险等级，分析可接受的程度。

（1）物质系数的确定

本单元危险物质为液化气，其主要成分有：丙烷（ C_3H_8 ）、丙烯（ C_3H_6 ）、丁烷（ C_4H_{10} ）、丁烯（ C_4H_8 ）等，主要物质为丙烷，取其物质系数 $MF=21$ 。

（2）火灾、爆炸危险性指数计算

①一般工艺危险系数 $F1$ 的求取：一般工艺危险系数是确定事故损失大小的主要因素，它包括放热反应、吸热反应、物料的处理和输送、封闭或室内工艺单元、通道、排放和泄漏控制等六项内容。有关各项取值之和即为一般工艺危险系数。

②特殊工艺危险系数 $F2$ ：特殊工艺危险系数反映事故发生的概率，包括毒性物质、负压操作、燃烧范围或其附近操作、粉尘爆炸、释放压力、低温、易燃和不稳定物质的数量、腐蚀、泄漏、明火设备、热油交换系统、转动设备等，有关各项取值之和即为特殊工艺危险系数。

③一般工艺危险系数 $F1$ 与特殊工艺危险系数 $F2$ 之积即单元工艺危险系数（ $F3$ ）。

④安全措施补偿系数的确定：安全措施补偿可以降低事故发生的概率和危害。包括工艺控制补偿系数,物质隔离补偿系数,防火措施补偿系数等,有关各项取值之积即为安全措施补偿系数。

⑤火灾、爆炸危险性指数计算和补偿系数计算

火灾、爆炸危险性指数计算和补偿系数计算分别见表 6-1 及表 6-2。

表 6-1 液化气站火灾、爆炸指数 (F&EL) 表

单位名称	石门楼液化气站		场所	储罐区
项目名称	安全现状评价报告		工艺单元	储存
工艺设备的物料		丙烷、丙烯、丁烷、丁烯等	操作状态	正常作业
确定 MF 的物质		丙烷		
物质系数（单元温度为 60℃以上应注明）MF				21
1. 一般工艺危险			危险系数范围	采用危险系数
基本系数			1.00	1.00
A 放热反应			0.3~1.25	
B 吸热反应			0.20~0.40	
C 物料的处理和输送			0.25~1.05	0.5
D 封闭或室内工艺单元			0.25~0.90	0.25
E 通道			0.20~0.35	0.2
F 排放和泄漏控制			0.25~0.50	0.25
一般工艺危险系数（F1）				2.2
2. 特殊工艺危险				
基本系数			1.00	1.00
A 毒性物质			0.20~0.80	0.2
B 负压（<500mmHg）			0.50	
C 易燃范围内及附近的操作				
惰性化-- 未惰性化--				
(a)灌装可燃性液体			0.50	0.5
(b)过程失常或吹扫故障			0.30	
(c)一直在燃烧范围内或附近			0.80	
D 粉尘爆炸			0.25~2.00	
E 压力				0.45
操作压力 MPa				
释放压力 MPa				
F 低温			0.20~0.30	
G 易燃及不稳定物质的数量				
物质重量				
物质燃烧热 BTU/lb				
(a)工艺中的液体及气体				
(b)储存中的液体和气体				0.9

(c)储存中的可燃固体及工艺中的粉尘		
H 腐蚀和磨损	0.10~0.75	
I 泄漏（接头和密封）	0.10~1.50	0.2
J 使用明火设备		
K 热油热交换系统	0.15~1.15	
L 转动设备	0.50	
特殊工艺危险系数（F2）		3.25
工艺单元危险系数（F3= F1×F2）		7.15
火灾、爆炸指数（F&EI= F3×MF）		150
危险等级		很大

表 6-2 液化气站安全措施补偿系数（F&EL）表

1. 工艺控制安全补偿系数(C ₁)	危险系数范围	采用危险系数
A 应急电源	0.98	0.98
B 冷却装置	0.97~0.99	0.99
C 抑爆装置	0.84~0.98	
D 紧急切断装置	0.96~0.99	0.99
E 计算机控制	0.93~0.99	
F 惰性气体保护	0.94~0.96	
G 操作规程/操作指南	0.91~0.99	0.93
H 化学活泼性物质检查	0.91~0.98	
I 其他工艺危险分析	0.91~0.98	
工艺控制安全补偿系数(C ₁)		0.893
2. 物质隔离安全补偿系数(C ₂)		
A 遥控阀	0.96~0.98	
B 卸料/排装置	0.96~0.98	0.98
C 排放系统	0.91~0.97	0.91
D 联锁装置	0.98	
物质隔离安全补偿系数(C ₂)		0.892
3. 防火设施安全补偿系数(C ₃)		
A 泄漏检测装置	0.94~0.98	0.96
B 结构钢	0.95~0.98	0.98
C 消防水供应系统	0.94~0.97	0.94
D 特殊灭火系统	0.91	
E 洒水灭火系统	0.74~0.97	0.95
F 水幕	0.97~0.98	
G 泡沫灭火装置	0.92~0.97	0.95
H 手提式灭火器材/喷水枪	0.93~0.98	0.95
I 电缆防护	0.94~0.98	0.98
防火设施安全补偿系数(C ₃)		0.743
安全措施补偿系数 C= C ₁ ×C ₂ ×C ₃		0.59
补偿火灾爆炸危险指数（F&EL，）=F&EL ×C		88.5

补偿后火灾爆炸危险等级		较轻
-------------	--	----

(3) 危险等级划分

根据道化学公司火灾、爆炸指数评价法评价计算,对照火灾、爆炸危险性等级表(见表4-1),得到火灾、爆炸的危险度(见表6-3)。

表 6-3 火灾、爆炸的危险度

单元	初始		补偿后	
	F&EI	危险等级	F&EI	危险等级
生产单元	150	很大(IV)	88.5	较轻(II)

分析结果:

①从初始评价火灾爆炸指数的结果可见,液化气站单元在没有采取有效措施前,其火灾爆炸等级为“很大”。

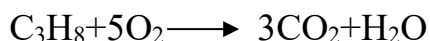
②补偿结果表明,通过采取工艺控制、物质隔离、消防保障等措施,单元的危险性有较大的下降,从“很大”降为“较轻”;经补偿后危险等级达到了可以接受的程度。

6.2 火灾爆炸事故模拟和后果预测

根据前面的危险、有害因素分析和定性定量分析可以看出,该站区内存在最有破坏力和危险性的危险有害因素是火灾爆炸的危害,一旦发生火灾爆炸事故,将对人身、设施和环境等造成较严重后果和影响。因此,有必要对该站的重大危险有害因素可能造成的事故进行模拟、预测,通过定量描述可能发生事故的危害严重程度,以督促企业采取更加有效的安全措施,严加防范、精心管理,确保人民生命和财产安全。

本项目的储存区,液化石油气最大储存量为106.25t。以下假设储罐中任1个储罐或15kg小钢瓶发生意外事故,引起火灾爆炸,对其造成的破坏程度进行理论计算。计算这种容器破裂时所产生的高温燃气的体积及其燃烧范围。

设容器内所装液化石油气的主要成份是丙烷,丙烷为Wkg,容器破裂后一部分被蒸发成气体,并产生燃烧爆炸,另一部分以雾状液是散落在空气中,因此也同时被燃烧,若燃烧完全,即按下列反应式进行:



则每公斤丙烷所需氧量为 $160/44=3.64\text{kg}$, 需空气为 $3.64/0.21=17.33\text{kg}$,

W 丙烷完全燃烧后产生燃气重量便为 $(17.33+1)$ kg。丙烷燃烧值为 $4.61 \times 10^7 \text{J/kg}$, 设燃烧气的比热为 $1256 \text{J/kg} \cdot \text{K}$, 则燃气温度约可升高 $4.61 \times 10^7 / (18.33 \times 1.256) \approx 2000^\circ\text{C}$, 燃气在标准状态下的密度约为 1.25kg/m^3 , 则 W 丙烷完全燃烧生产的燃气在 2000°C 时的体积便为:

$$\frac{18.33W}{1.25} \cdot \frac{273 + 2000}{273} = 122W \text{m}^3$$

设这些燃气以半球形向地面扩散, 则高温燃气的扩散半径为:

$$R = \sqrt[3]{\frac{122W}{\frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \pi}} = \sqrt[3]{0.477 \times 123W} = 3.9 \sqrt[3]{W} \quad (\text{m})$$

即是说, 以容器为中心, 在直径为 $7.8 \sqrt[3]{W}$ (m), 高 $3.9 \sqrt[3]{W}$ (m) 的范围内所有可燃物都将着火燃烧, 在此范围内人员也被烧伤。

从以上可以粗略算出, 一个 15kg 民用液化石油气钢瓶破裂爆炸时, 其燃烧范围可达 20m, 一个 100m^3 (约 42.5t) 的液化石油气储罐破裂爆炸, 燃烧范围至少可达 480m。注: 式中 K 为材料穿透系数 (钢板 $K=0.001$)

附带说明, 在爆炸中心附近, 空气冲击波波阵面上的超压可以达到几个甚至十几个大气压力, 在这样高的压力下, 建筑物将被摧毁, 设备, 管道均会遭到严重破坏, 即使在 1 个大气压力以内的冲击波也具有很大的破坏作用。0.005MPa 的超压就可以使门窗玻璃破碎。如冲击波超压大于 0.1MPa 时, 大部分人员会死亡。只有在 0.02MPa 的冲击波超压以下人员才能保证安全。

上述计算是基于没有防护措施的敞开式假设事故, 是为了分析重大危险源可能发生事故后果进行的理论计算。由于企业采取了多种相应安全措施和管理制度, 坚持定期检查等, 正常情况下丙烷储存区总体危险程度和有害因素控制在可接受的安全范围内。

6.3 液化石油气储罐火灾、爆炸事故树分析

液化石油气的最大危险性就在于它具有易燃、易爆特性, 其主要成分是丙烷、丁烷、丙烯和丁烯, 均为易燃易爆气体。由于液化石油气是以液态形式储存, 储罐及管线内的液化气都是高压低温的液体, 具有极大的爆炸及泄漏危险。一旦发生泄漏事故, 达到爆炸极限, 遇到火源即将发生严重的火灾

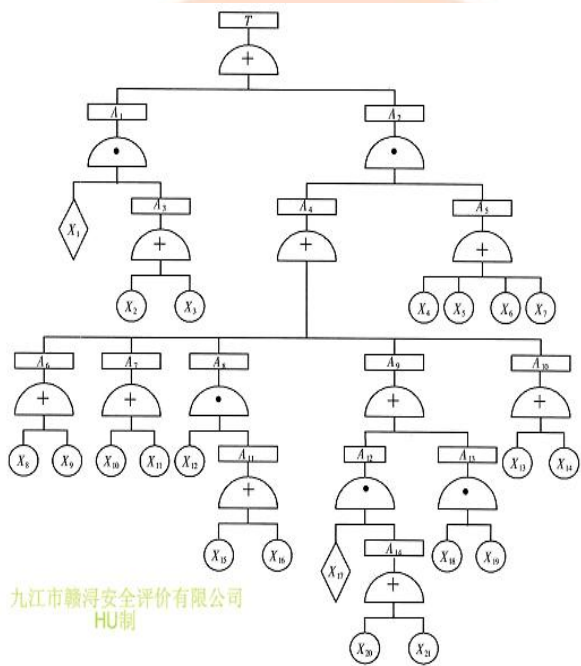
爆炸事故，进一步还有可能导致更大范围的火灾。因此，应加强对液化石油气的安全管理，重点做好危险性最集中的液化石油气储罐的安全工作。

（1）建立液化石油气储罐火灾、爆炸事故树

顶上事件：液化石油气储罐火灾、爆炸。为了分析液化石油气储罐发生火灾、爆炸事故的成因，首先根据 FTA，综合考虑有可能引发火灾、爆炸事故的各个基本因素，构建事故树，对事故树进行进行定性、定量分析。

事故树见图 6-1 所示。

图中各符号所代表的事件见表 6-4。



故树

表 6-4 液化石油气储罐火灾、爆炸事件

符号	事 件	符号	事 件	符号	事 件
T	LPG 储罐火灾、爆炸	A_{12}	储罐静电	X_{10}	使用非防爆电器
A_1	储罐超压爆炸	A_{13}	人体静电	X_{11}	防爆电器损坏
A_2	由火源引起燃爆	A_{14}	接地损坏	X_{12}	雷击
A_3	安全阀失效	X_1	储罐压力超过安全极限	X_{13}	使用铁制工具
A_4	着火源	X_2	安全阀弹簧损坏	X_{14}	穿带铁钉的鞋
A_5	LPG 泄漏	X_3	安全阀选型不当	X_{15}	接地电阻超标
A_6	明火	X_4	阀门密封失效	X_{16}	接地线损坏
A_7	电火花	X_5	法兰密封失效	X_{17}	储罐静电积聚
A_8	雷击火花	X_6	罐体损坏	X_{18}	未穿防静电服工作
A_9	静电火花	X_7	误操作 LPG 泄漏	X_{19}	作业中与导体接触
A_{10}	撞击火花	X_8	罐区内吸烟	X_{20}	接地电阻不达标
A_{11}	避雷器失效	X_9	罐区违章动火	X_{21}	接地端损坏

(2) 液化石油气储罐火灾爆炸事故树分析

①定性分析

A、求最小割集

事故树中，一组基本事件发生能够导致顶上事件发生，这组基本事件就称为割集。

事故树的最小割集就是导致顶上事件发生的最低限度的割集。只有割集中所有基本事件同时发生，顶端事件才发生；割集中任何基本事件不发生，则顶端事件都不发生。

一个最小割集代表系统的一种故障模式。

用布尔代数法求本事故树最小割集，结果化简如下：

$$\begin{aligned}
 T = & X_1 X_2 + X_1 X_3 + X_4 X_8 + X_5 X_8 + X_6 X_8 + X_7 X_8 + X_4 X_9 + X_5 X_9 + X_6 X_9 + X_7 X_9 + X_4 X_{10} + X_5 X_{10} + X_6 X_{10} + X_7 X_{10} + X_4 X_{11} + X_5 X_{11} + X_6 \\
 & X_{11} + X_7 X_{11} + X_4 X_{13} + X_5 X_{13} + X_6 X_{13} + X_7 X_{13} + X_4 X_{14} + X_5 X_{14} + X_6 X_{14} + X_7 X_{14} + X_4 X_{12} X_{15} + X_4 X_{12} X_{16} + X_5 X_{12} X_{15} + X_5 X_{12} X_{16} + X_6 X_{12} \\
 & X_{15} + X_6 X_{12} X_{16} + X_7 X_{12} X_{15} + X_7 X_{12} X_{16} + X_4 X_{17} X_{20} + X_4 X_{17} X_{21} + X_5 X_{17} X_{20} + X_5 X_{17} X_{21} + X_6 X_{17} X_{20} + X_6 X_{17} X_{21} + X_7 X_{17} X_{20} + X_7 X_{17} X_{21} \\
 & + X_4 X_{18} X_{19} + X_5 X_{18} X_{19} + X_6 X_{18} X_{19} + X_7 X_{18} X_{19}
 \end{aligned}$$

上述最小割集总数为 46 个，其中二阶最小割集 26 个，三阶最小割集 20 个。

B、求最小径集

与割集的概念相反，在故障树中，有一组基本事件不发生，顶上事件就不发生，这一组基本事件的集合叫径集。

径集是表示系统不发生故障而正常运行的模式。最小径集是顶上事件不发生所必须的最低限度的径集。

求最小径集是利用它与最小割集的对偶性。根据布尔代数的对偶法则 $A \cdot B = \overline{A+B}$ 和 $A+B = \overline{A \cdot B}$ ，便可得到与原事故树对偶的成功树。求成功树的最小割集，就是原事故树的最小径集。

C、基本事件的结构重要度分析

结构重要度用符号 $I_{\phi}(i)$ 表示，其分析方法归纳起来有两种：一种是用最小割集或最小径集近似判断各基本事件的结构重要度的大小，并排列次序；第二是计算出各基本事件的结构重要度系数，按系数由大到小排列各基本事件的重要顺序。前者简单，但不够精确；后者精确，但烦琐。

一般来说，割集阶数（包含基本事件的个数）越少，其发生的可能性主越大，在不同最小割集中重复出现的次数越多的基本事件的越重要。

本事故树最小割集总数为 46 个，其中二阶最小割集 26 个，三阶最小割集 20 个。在不同最小割集中重复出现的次数越多的基本事件的越重要。因此，确定 26 个二阶最小割集为系统的薄弱环节。

若情况复杂，以上判断原则不适用，可用下述近似值判别式计算：

$$I_{\phi}(i) = 1 - \prod_{X_i \in K_j} \left(1 - \frac{1}{2^{n_j-1}} \right) \quad (1)$$

其中 $I_{\phi}(i)$ ——第 i 个基本事件的结构重要度系数

$X_i \in K_j$ ——基本事件 X_i 属于最小割集 K_j

n_j ——第 j 个最小割集所在的最小割集的基本事件总数

利用上述公式，求得各基本事件的结构重要度系数分别为：

$$I_{\phi}(1) = 0.75$$

$$I_{\phi}(2) = I_{\phi}(3) = 0.5$$

$$I_{\phi}(4) = I_{\phi}(5) = I_{\phi}(6) = I_{\phi}(7) = 0.996$$

$$I_{\phi}(8) = I_{\phi}(10) = I_{\phi}(11) = I_{\phi}(12) = I_{\phi}(13) = 0.938$$

$$I_{\theta}(14) = I_{\theta}(15) = 0.9$$

$$I_{\theta}(16) = I_{\theta}(17) = I_{\theta}(17) = I_{\theta}(19) = I_{\theta}(20) = I_{\theta}(21) = 0.648$$

根据对事故树结构重要度的分析,可以看出引起液化石油气储罐火灾、爆炸的主要因素有:液化石油气泄露、明火及火花。

②定量分析

A、三角模糊数的运算

作为一种系统可靠性分析方法,FTA 便于进行定性分析,也可以进行定量计算。但从本质上讲,它是一个可以容易进行定量计算的定性模型。通常的 FTA 都要求系统的基本事件和顶事件是一个确定性的事件,即要么发生事故,要么正常,这样才能确定顶事件是否处于正常状态。在液化石油气储罐系统中,由于各基本事件的发生原因很复杂;同时,其发生的可能性也很小,因此我们并不能得到基本事件发生概率的精确值。对此,可以应用模糊数学理论,认为这些基本事件的发生概率是一个模糊数。本文采用三角模糊数来表征基本事件发生概率。

由于液化石油气储罐火灾、爆炸事故是一个小概率事件,基本事件的概率没有统计数据,因此,本报告采用《物流科技》杂志四位专家组成的专家评定法确定各基本事件发生概率的估计值。评定概率见表 2 所示。

B、求顶事件模糊概率可能性分布

取各估计概率的均值为 m , 方差为 σ 。设估计概率值服从正态统计规律,设 $I=u=3\sigma$, 将各个概率值模糊表征为 $\langle 3\sigma, m, 3\sigma \rangle^{[2]}$ 。

$$\sigma = \sqrt{D(x)} = \sqrt{\sum_{k=1}^n [x_k - E(x)]^2 P_k} \quad (2)$$

式中 $E(x)$ ——均值 m

x_k ——第 k 项概率值 ($k=1,2,3,\dots,n$)

$P_k=1/n$

根据式(1), 处理数据后可得出三角模糊处理后的概率颁布如表 3 所示。

表 6-5 专家评定概率表

6-6 基本事件三角模糊概率表

基本事件	数 据			
	专家 1	专家 2	专家 3	专家 4
X_1	3.7330e-004	4.9300e-004	2.9450e-004	4.1240e-004
X_2	2.6120e-004	3.6220e-004	1.6430e-004	2.6110e-004
X_3	3.0340e-004	2.9400e-004	2.3220e-004	2.1920e-004
X_4	6.0300e-004	4.6320e-004	5.5073e-004	4.7231e-004
X_5	6.0231e-004	5.3161e-004	4.4340e-004	5.1192e-004
X_6	5.9563e-004	4.6231e-004	5.4210e-004	4.8920e-004
X_7	5.1352e-004	5.3621e-004	5.2231e-004	5.1720e-004
X_8	5.1020e-004	3.8900e-004	4.7647e-004	5.9189e-004
X_9	5.4190e-004	5.8950e-004	4.4200e-004	3.9416e-004
X_{10}	4.8010e-004	4.1189e-004	5.7288e-004	5.0269e-004
X_{11}	4.4066e-004	4.0000e-004	5.4189e-004	5.8501e-004
X_{12}	5.0910e-004	3.9110e-004	4.7547e-004	5.9189e-004
X_{13}	5.1189e-004	3.9100e-004	4.7210e-004	5.9257e-004
X_{14}	4.0011e-004	4.2197e-004	5.5000e-004	5.1580e-004
X_{15}	5.7210e-004	4.7187e-004	4.7200e-004	3.7191e-004
X_{16}	4.3900e-004	2.3942e-004	3.9104e-004	2.8982e-004
X_{17}	4.3980e-004	2.3840e-004	3.3980e-004	3.4128e-004
X_{18}	4.4000e-004	4.3980e-004	2.3662e-004	2.4286e-004
X_{19}	3.3910e-004	4.3990e-004	2.3980e-004	3.4048e-004
X_{20}	3.3903e-004	4.4000e-004	2.4035e-004	3.3990e-004
X_{21}	3.3990e-004	4.4000e-004	2.3891e-004	3.4047e-004

代号	l	m	u
X_1	1.9492e-004	3.9330e-004	1.9492e-004
X_2	2.0993e-004	2.6220e-004	2.0993e-004
X_3	1.1081e-004	2.6220e-004	1.1081e-004
X_4	1.7307e-004	5.2231e-004	1.7307e-004
X_5	1.6985e-004	5.2231e-004	1.6985e-004
X_6	1.5344e-004	5.2231e-004	1.5344e-004
X_7	2.5833e-005	5.2231e-004	2.5833e-005
X_8	2.1819e-004	4.9189e-004	2.1819e-004
X_9	2.3271e-004	4.9189e-004	2.3271e-004
X_{10}	1.7243e-004	4.9189e-004	1.7243e-004
X_{11}	2.2369e-004	4.9189e-004	2.2369e-004
X_{12}	2.1594e-004	4.9189e-004	2.1594e-004
X_{13}	2.1792e-004	4.9189e-004	2.1792e-004
X_{14}	1.8779e-004	4.7197e-004	1.8779e-004
X_{15}	2.1233e-004	4.7197e-004	2.1233e-004
X_{16}	2.3736e-004	3.3982e-004	2.3736e-004
X_{17}	2.1363e-004	3.3982e-004	2.1363e-004
X_{18}	3.0031e-004	3.3982e-004	3.0031e-004
X_{19}	2.1224e-004	3.3982e-004	2.1224e-004
X_{20}	2.1177e-004	3.3982e-004	2.1177e-004
X_{21}	2.1329e-004	3.3982e-004	2.1329e-004

$\tilde{q}_i = \langle l_i, m_i, u_i \rangle (i=1,2,\dots,n)$ 为基本事件失效概率的可能性分布, 即三角模糊数。

模糊处理的与门模糊算式为:

$$\tilde{q}_{AND} = \langle l_{AND}, m_{AND}, u_{AND} \rangle = \prod_{i=1}^n \tilde{q}_i = \langle \prod_{i=1}^n l_i, \prod_{i=1}^n m_i, \prod_{i=1}^n u_i \rangle \quad (3)$$

模糊处理的或门模糊算式为:

$$\tilde{q}_{OR} = \langle l_{OR}, m_{OR}, u_{OR} \rangle = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \tilde{q}_i) = \langle 1 - \prod_{i=1}^n (1 - l_i), 1 - \prod_{i=1}^n (1 - m_i), 1 - \prod_{i=1}^n (1 - u_i) \rangle \quad (4)$$

根据式(2), (3)可求得顶上事件的模糊概率可能性分布为(7.1635e-007, 6.23e-006, 7.1635e-007)。

(3) 模糊重要度分析

设事故树的结构函数为 $\phi(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$, 其中模糊重要度 x_1 是事故基本事件, 其可能性分布用三角模糊数形式给出, 记为: $\tilde{x}_i$ 顶上事件的

可能性分布为中位数记为 T_z 。

其中：

$$\tilde{\varphi}(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3 \cdots \tilde{x}_n) = \langle l, m, u \rangle$$

$$\text{当 } u > 1 \text{ 时, } T_z = m + \sqrt{u^2 - ul}$$

$$\text{当 } u < 1 \text{ 时, } T_z = m - \sqrt{l^2 - ul}$$

(5)

基本事件的可能性分布为：

$$\tilde{\varphi}(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2 \cdots \tilde{x}_{i-1}, 0, \tilde{x}_{i+1}, \tilde{x}_n) = \langle l_0, m_0, u_0 \rangle, \text{ 中位数记为 } T_{zi}。$$

$$\text{基本事件的模糊重要度 } S_i = T_z - T_{zi} \quad (6)$$

如果 $S_i > S_j$ ，则认为 S_i 比 S_j 重要，即 S_i 对系统的影响大，应首先考虑改进 S_i 来提高系统的可靠性。

上面已求得顶上事件的可能性分布为 (7.1635e-007, 6.23e-006, 7.1635e-007)。由于本报告利用 3 σ 法则已经将三角模糊数处理为 1 与 u 相等的情况，则各基本事件中位数为其均值 m 。在顶上事件模糊数的中位数 T_z 为定值的情况下，结合式 (6) 可直接进行各基本事件的重要度的排序，结果如下：

$$S_2 = S_3 > S_{16} = S_{17} S = S_{18} = S_{19} = S_{20} = S_{21} > S_1 > S_{14} = S_{15} > S_8 = S_9 = S_{10} = S_{11} = S_{12} = S_{13} > S_4 = S_5 = S_6 = S_7$$

(4) 结论

①该液化石油气储罐系统的失效概率以 6.32e-006 为最可能点，向左分布到 7.1635e-007 之间，向右分布到 7.1635e-007；基本事件重要度的排列顺序为： $S_2 = S_3 > S_{16} = S_{17} S = S_{18} = S_{19} = S_{20} = S_{21} > S_1 > S_{14} = S_{15} > S_8 = S_9 = S_{10} = S_{11} = S_{12} = S_{13} > S_4 = S_5 = S_6 = S_7$ 。

②基本事件 X_2 , X_3 模糊重要度大，表示其对系统的影响要大。所以如果想要提高系统的可靠性，应首先考虑如何改进模糊重要度大的事件。

③从上面液化石油气储罐失效基本事件模糊重要度排序可以看出，为提高可靠性，应主要通过避免安全阀失效（包括安全阀弹簧损坏、安全阀选型不当）和静电火花产生这两个因素。

7 预防火灾、爆炸事故安全对策措施

由于液化石油气饱和蒸汽压力高，爆炸极限低，在储存经营过程中很容易引起泄漏。而且一旦发生泄漏，如处理不当，极易发生爆炸和火灾，后果不堪设想。因此，分清各类液化石油气事故的原因、特点，对各类事故采取适当的处理措施是十分重要。

7.1 由于制造、安装质量低劣而引起的事故

(1) 事故特点

由于产品的原材料质控不严，有的是组焊质量较差，焊缝错边、咬边、裂纹、夹渣、气孔等缺陷严重，制造或检修时经多次返修，又未经热处理，如吉林市某液化石油气厂容积为 400m³ 的球罐，钢板对接错边超标量占 56%，焊缝咬边占 45.2%，该球罐在 1979 年 12 月发生泄漏并引起爆炸。

这类事故多半从焊缝处突然开裂，液化石油气大量喷出，一般属无法止漏的事故，情况最为危险。

(2) 处理方法

液化石油气一旦从储罐焊缝泄漏，可将泄漏罐的液化石油气用烃泵倒向其它罐，或者倒入汽车罐车。在启动泵时，必须保证电器防爆，为了防止爆炸，可在配电间施放氮气或二氧化碳，以置换室内空气。汽车罐车不能在站内启动，可组织人推。在倒罐的同时，要用大量的雾状水驱散站内气体，在气体泄漏区域内，划出警戒区，警戒区内严禁明火。

(3) 预防措施

①必须定期对液化石油气储罐、罐车、钢瓶进行检验，发现材质不明或材质劣化或与原设计不符、主要受压元件为沸腾钢或 A3 钢、组焊质量产生缺陷或引起新生缺陷、耐压试验不合格的；应予以报废。

②平时值班人员要定时到罐区巡查，发现异常现象应及时处理或报告。

③在罐区内安装可燃气体报警仪，以便发生泄漏时能及时发现。

7.2 安全附件失效引起的事故

(1) 事故特点

液化石油气储罐和管道上的安全附件，包括安全阀、压力表、温度计、

液位计及安全回流阀等。

安全附件造成的事故有两类，一类是由于安全附件失灵造成储罐、管道超装或超压，导致罐体或管道开裂甚至爆炸；另一类是安全附件本身或与罐体接合部位连接不严，造成泄漏。

（2）处理方法

由安全附件引起的泄漏事故应根据具体情况区别对待。

①安全阀起跳

安全阀起跳有两种原因，一种是由于超装或温度升高而造成的罐体超压，使安全阀起跳。处理这类事故应首先打开喷淋水，使储罐降温，同时可以打开与压力较低的储罐连接的液相管和气相管，使压力自动平衡，同时还可以充装小瓶。对喷出的气体，可用开花或喷雾水枪驱散。另一种情况是安全阀在储罐压力较低时起跳，原因是安全阀起跳压力失控，这时从安全阀冲出的介质主要是气相，此类事故危险性较小，可直接关闭安全阀下面的截止阀，更换或修理安全阀即可。

②液位计失效

液位计失效造成的事故也可分为两类，一类是由于液位计失灵，造成假液位，导致储罐或罐车超装超压。另一类是液位计在冲洗时，丝堵滑丝，或液位计玻璃板破裂造成液化石油气从液位计泄漏，此类事故一般泄漏量较小，如果液位计与储罐之间有截止阀，关闭阀门即可。

③压力表失灵或泄漏

压力表指示不准，亦容易造成超压破坏。压力表泄漏，可以关闭仪表针阀，重新更换安装。

④其它阀门失灵

液化石油气罐体上，安装有气相阀、液相阀、排污阀、放空阀等许多阀门，这些阀的种类有截止阀和球阀，规格有 DN80、DN50、DN40 和 DN25 等。

阀门泄漏有内漏和外漏两种。气相阀门，液相阀门内漏，一般不易发现，危险性也较小，可以在检验时修理、更换。排污阀或空阀内漏比较危险，如发现不及时，会造成液化石油气大量泄漏。如果发现及时，则可在泄漏阀门

外加装一只规格相同的阀门，安装时，应将新换阀门打开，待安装好后再关闭，否则形成背压，则无法安装。安装应使用铜制或不锈钢工具，以免发生火花，引起爆炸。阀门外漏大多由于填料质量不好或老化所致有一个渐变过程。如果及时发现，更换填料，一般不会发生较大事故，但在更换填料时必须确认阀的入口是靠罐体一侧，否则，液化石油气会从填料窜出，酿成大祸。

（3）预防措施

储罐及罐车的安全附件均应采用国家定点厂家的产品。储罐安全阀采用外置式，并且在与罐体之间增加一球阀，罐车安全阀应采用内置式以防折断。安全阀每年必须校验一次。储罐液位计应尽量采用透光式玻璃板液位计，并且在液位计与储罐之间加装截止阀或球阀，罐车液位计宜采用旋管式或磁力浮球式。储罐截止阀或球阀应采用尼龙或聚四氯乙烯密封面，如 J41N、Q42F 等型号。排污阀、放空阀、气相、液相阀门均采用双阀门，球阀与截止阀配用，靠罐体处用常开球阀。截止阀安装方向应以入口方向朝储罐。

7.3 残液处理不当所造成的事故

（1）事故特点

此类事故分两种类型，一类是储罐、罐车和钢瓶在检验或检修时，未按工艺规程进行残液处理，在罐内残液未处理干净时，就对其进行气密试验，造成爆炸。另一类是由于居民乱倒钢瓶内残液，遇火源而发生爆炸或燃烧，此类事故是液化石油气事故中最的一种，虽财产损失不是很大，但往往会造成人员伤亡，影响很坏。

（2）处理方法

这类事故一般引起爆炸或火灾，主要是火灾扑救的问题。

（3）预防措施

检验、修理之前应将储罐、罐车内钢瓶内残液处理干净。储罐、罐车内的残液用临时火炬烧掉，钢瓶内残液应用抽残装置处理。残液处理完成后，对罐体应用水蒸汽吹扫，如无条件可用氮气进行置换，检验合格后应做水压试验，水压试验合格后，方可进行气密试验，气密试验后应抽真空，并用氮气或液化石油气置换。

液化石油气站应建立密闭式残液回收装置，定期对用户钢瓶残液进行处理，并对用户进行安全教育。

7.4 过量充装所造成的事故

(1) 事故特点

过量充装是造成重大事故的主要原因，由于液化石油气的膨胀系数很大，一般设计充装系数不超过 0.9，一旦完全装满气体，没有气相空间，温度每升高 1℃，压力会上升 2~3MPa，以至迅速达到容器的爆破压力，造成罐体安全阀起跳，罐体撕裂，甚至发生物理爆炸。

(2) 处理方法

如果是安全阀起跳，可按“7.2 中 (2)”的方法处理，如果罐体撕裂则按“7.1 中 (1)”的方法处理。如果罐体发生物理爆炸，必然会导致火灾，此时消防队员一方面应控制火势，另一方面应组织冷却其它储罐，以防发生第二次物理爆炸。

如果居民家中钢瓶发生爆炸，如未引发火灾，则应及时熄灭周围火种，不要开关家中电器，以防发生爆炸。让液化石油气逐渐扩散；如果已引起火灾，则应以救人和扑救火灾为主。

(3) 预防措施

液化石油气站应严格管理制度，每次进出气要作记录，并与液位计指示数字核准，发现液位计失灵，应立即停止进气，对液位计进行检修。

储罐、灌装小钢瓶决不允许超装。

液化石油气钢瓶充装必须加装自动限装秤，YSP-15 型钢瓶，充装量不得超过 15kg。

7.5 违反安全使用要求发生的事故

(1) 事故特点

①液化石油气站工作人员违反操作规程，用槽车直接充装小瓶，直接从排污管充装小瓶，导致胶管脱落，使液化石油气大量溢出。充装小瓶不用秤，造成超装。气站内没有密闭回收残液装置，站内乱倒残液，引起事故。

②用户私自用钢瓶倒罐，造成超装或胶管脱落，使液化石油气大量外溢

或爆炸。用开水烫或用火烤液化石油气钢瓶，造成钢瓶超压爆炸。

(2) 预防措施

①对液化石油气站工作人员必须进行安全教育培训，实行持证上岗。操作工人必须严格按工艺规程进行充装、卸车、倒罐和抽残液。

②对户进行安全教育。

7.6 预防火灾爆炸事故的安全对策措施

针对该项目的实际情况，提出以下预防火灾爆炸事故的安全对策措施：

(1) 加强《液化石油气储罐泄漏事故预案》的演练，使站区相关人员熟悉事故处理步骤，万一有事故发生时，努力将事故消灭在萌芽状态。

(2) 保持储罐区防火堤完好。液化石油气储罐发生火灾时，罐体很可能受到破坏，罐内液石油气大量流于罐区内，如防火堤损坏，液体无序地排出，就会造成火灾面积扩大、灾害升级。

(3) 保持水喷淋设施处于良好的备用状态。水喷淋系统是液化石油气储罐的有效防火措施。

(4) 及时降压。液化石油气储罐为高压容器，发生火灾时比普通常压油罐更危险。所以，当储罐发生火灾时应及时采取降压措施，以减少储罐爆炸的危险性。当储罐着火时，要尽快降低罐内压力，以保护其安全。降压可通过在储罐上放空阀来进行或通过工艺管线将储罐内物料倒罐。

(5) 增设注水线，并保护注水设施处于备用状态。大量事故表明，储罐底部的法兰、阀门等密封点最易发生泄漏。储罐增设注水线后，一旦底部发生泄漏，就可通过注水管线往储罐内注水。因水的密度比液化石油气要大得多，水沉降在罐底，这样从泄漏点漏出的物料是水，而不是液化石油气，这就为泄漏点的处理提供了方便和安全。

(6) 在储罐进出料线上设立快速切断阀。设立快速切断阀后可遥控关闭阀门，及时切断液化石油气的进出，有效地控制事故的蔓延，为事故处理提供保障。

(7) 增强储罐支架的耐烧强度。建议在罐体的钢支架之外用耐火材料全部进行保护，以增加支架的耐烧性能。

（8）在液化石油气罐区设置相应的蒸汽幕设施。蒸汽幕是一种新型的防火设施，其特点是可以有效地防止蒸气云蔓延，稀释可燃气体浓度，防止其扩散，为火灾的扑救创造良好的条件。

（9）对更换设备要严把进货质量关，这是防止事故发生的基础，关键是防止泄漏，所有液化石油气容器、管道以及其它附件必须符合安全质量要求。

（10）严格按照规定对储罐系统进行检测，由于液化石油气中硫含量较高，对设备内壁有一定的腐蚀，且还可能引起钢材的脆裂，为此，要防微杜渐，发现隐患及时处理。

8 建议补充的安全对策措施

通过上述的评价分析可以看出，该站在储存经营液化石油气的过程中仍存在不能满足安全生产条件的隐患，有可能导致发生安全事故和造成人身伤害。依据有关法规、标准和相关装置安全运行的成功经验，结合该站的实际情况，提出下述相应的对策措施与建议，以进一步提高该站的安全生产保障条件。

1) 存在的问题与整改建议

表 8-1 存在的事故隐患及改进建议

序号	事故隐患	改进建议	整改落实情况
1	部分管道法兰接头未采用金属导体跨接	按规范要求设置	已完成
2	可燃检测报警器无本声光报警	按规范配置	已提供，见附件
3	未提供员工工伤保险相关资料	按法律法规要求参保	已按要求提供

2) 评价建议

（1）要保证重大危险源安全管理与监控所必需的资金投入，定期检查维护，对存在事故隐患和缺陷的，要立即整改；重大危险源涉及的压力、温度、液位、泄漏报警等重要参数的测量要有远传和连续记录，储罐要设置紧急切断装置。要按照有关规定配备足够的消防、气防设施和器材，建立稳定可靠的消防系统，设置必要的视频监控系统，不能以视频监控代替压力、温度、液位、泄漏报警等自动监控措施。

明确提出了危险化学品重大危险源辨识、分级、评估、备案和核销，登

记建档、监测监控体系和安全监督检查等要求，危险化学品单位应当对重大危险源进行安全评估并确定重大危险源等级。配备一定数量的便携式可燃气体检测设备。制定重大危险源事故应急预案演练计划，并按照下列要求进行事故应急预案演练：

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

应急预案演练结束后，危险化学品单位应当对应急预案演练效果进行评估，撰写应急预案演练评估报告，分析存在的问题，对应急预案提出修订意见，并及时修订完善。

（2）压力容器的工作参数主要是压力、温度及其频幅，操作时应控制好这些参数的变化。如在运行中发现压力表、温度计失灵，应立即停止运行，待检验合格后，方可恢复运行。所有的压力表、温度计、安全阀、安全回流阀等应定期校验，确保安全附件处于完好的工作状态。

（3）站区出入口大门处应设置车辆限速标志；机动车辆进入灌装、贮存区域应佩挂排气管防火帽。

（4）储罐设置钢梯平台。

（5）站区是易燃易爆释放源，也是站区安全工作重中之重，无论是外来人，还是内部职工，确需进场时都要严格遵守安全管理制度，特别强调的是，严禁在站区内吸烟，拨打或接听手机。

（6）液化石油气储存场所应符合 GB50016 和 GB50028 的要求，应设“易燃品，严禁烟火”等醒目的标示牌。

（7）液化石油气为重点监管的危险化学品，建议站内配备 2 套以上重型防护服和过滤式防毒面具，且使用万向节管道充装系统严防超装。

（8）进一步健全落实安全生产管理制度、加强人员的安全培训和安全技能教育，主要负责人及时参加有关部门考核，取得考核合格证；完善安全检测、控制设施，进一步提高本质安全度。

（9）设置专门报废瓶存放棚，并保持与周边的安全间距符合法律法规、标准规范要求。

9 评价结论

（1）该站属于五级液化石油气站，所涉及的液化气石油气属于列入《危险化学品目录（2015 版）》危险化学品，亦属于重点监管的危险化学品；不涉及剧毒化学品、易制毒化学品、监控化学品、易制爆化学品。

（2）该站储存、经营危险化学品的介质为液态烃类，可一次性可储存液化石油气及残液 170.0T，达到 50T 的临界量，构成 GB18218-2018 中规定的危险化学品重大危险源三级。该站应向当地安监部门对该站设备设施进行备案，并按规范定期进行风险评估，保障该设施安全、可靠运行。

（3）项目存在的主要危险有害因素有：火灾、其它爆炸、容器爆炸、触电、机械伤害、车辆伤害、高处坠落、淹溺、中毒和窒息、冻伤、噪声、高温等；引起事故的原因有人的不安全行为、物的不安全状态、不良环境和管理失误。

（4）根据安全检查表法检查：燃气装置安全条件检查有 2 项不符合规范要求。企业在安全管理方面检查有 1 项不符合规范要求。

依据《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》（原安监总管三〔2017〕121 号）对该企业的重大生产安全事故隐患进行检查，该无大生产安全事故隐患。

（5）道化学火灾、爆炸危险指数法评价结果：初始其火灾爆炸等级为“很大”，采取补偿后从“很大”降为“较轻”，危险等级达到了可以接受的程度。

火灾爆炸事故模拟和后果预测，1 个 15kg 液化石油气钢瓶破裂爆炸时，其燃烧范围可达 20m。1 个 100m³ 的液化石油气储罐破裂爆炸，燃烧范围可达约 480m。

（6）该站应重点防范危险有害因素为火灾、爆炸；应重点关注的安全对策措施包括：火源（包括静电）控制以及总图运输、特种设备及强制检验检测设备定期检测、计量仪表定期检查与维护保养、报警通讯装备及应急装备配备、应急演练、周边防护等。

综上所述：武宁县黄墩液化气有限公司储存、经营液化石油气站涉及的安全条件、安全生产条件、安全生产管理、应急管理基本符合国家有关法规、标准、规范要求；在落实本评价报告有关对策措施后，风险可控，能达到可以接受的程度，可以满足液化石油气经营安全条件。

10 评价说明

本报告是根据评价小组对企业的经营场所实地踏勘这一时点的安全现状评价，具有很强的时效性。此后，如储存场所改造、扩建、迁移、法定代表人变更或增加储存、经营范围，此报告将失去证明效力，应重新进行安全评价。其次，本报告是基于委托人提供的文件、资料真实的基础上所做出的安全评价，委托方提供的资料如有虚假，导致评价报告不真实、不准确，本评价公司不予承担责任。再者，本报告仅对该企业储存、经营场所的安全状况，以及该企业的安全管理制度、安全组织机构及其安全管理水平进行安全评价，其它条件和因素未在评价范围之内。

企业的储存、经营活动是一个动态的过程，储存、经营设备、设施在动态运行过程中，会随着时间的流逝以及环境的影响不断发生变化。如储罐、管道发生锈蚀、碰撞、罐壁变薄或出现裂纹；容器及管线发生泄漏、防爆性能下降；管道法兰密封垫片破损；阀门发生锈蚀和泄漏；安全阀堵塞失效；电气设施设备老化、绝缘性能下降、保护接地失效；防雷防静电设施失效；消防设施、劳保用品失效等，企业的管理人员对此应有充分的认识，以及足够的重视，并积极采取应对措施。

附件一：周边环境照片

东



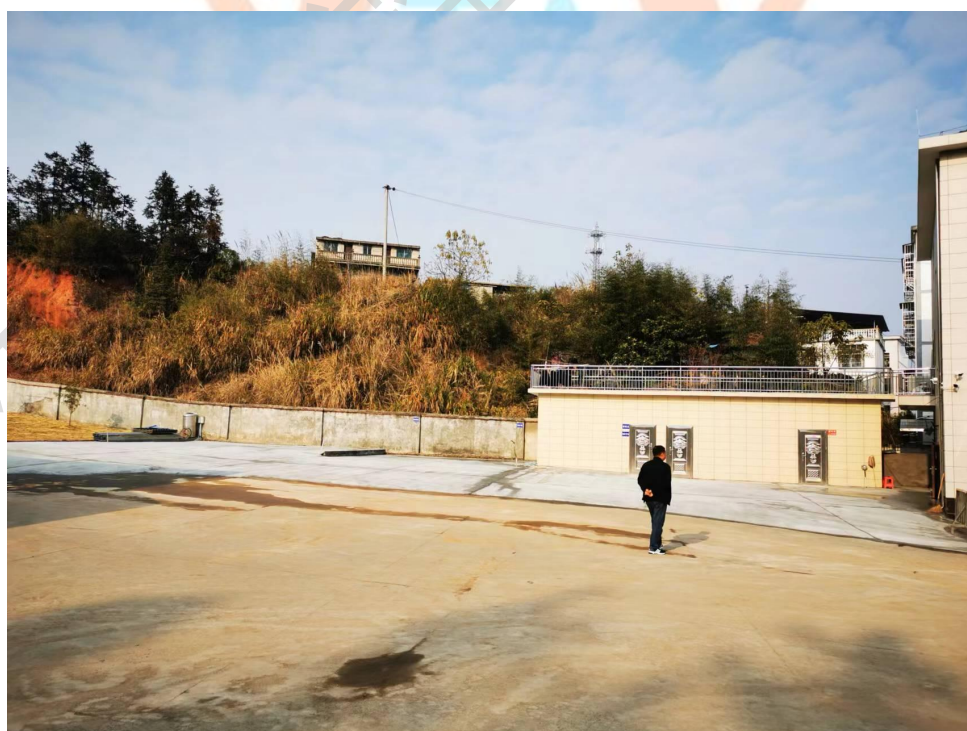
南



西



北



附件二：现场合影

