

会昌县高排乡兴旺液化气站
120m³液化气站建设项目
安全验收评价报告
(终稿)

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

APJ-(赣)-002

2022年12月16日

会昌县高排乡兴旺液化气站
120m³液化气站建设项目
安全验收评价报告
(终稿)

法定代表人：应 宏

技术负责人：周红波

项目负责人：李永辉

评价报告完成日期：2022 年 12 月 16 日

会昌县高排乡兴旺液化气站
120m³液化气站建设项目安全验收评价
安全验收评价技术服务承诺书

一、在本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、在本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，对本项目进行安全评价，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、我单位对本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

2022年12月16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（以下统称中介机构）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价，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。



安全评价机构 资质证书

(副本) (1-1)

统一社会信用代码: 913601007391635887

机构名称: 江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

办公地址: 江西省南昌市红谷滩新区世贸路 872 号金涛大厦 A
座 16 楼

法定代表人: 应宏

证书编号: APJ-(赣)-002

首次发证: 2020 年 03 月 05 日

有效期至: 2025 年 03 月 04 日

业务范围: 金属、非金属矿及其他矿采选业; 陆上油气管道运
输业; 石油加工业, 化学原料、化学品及医药制造
业; 烟花爆竹制造业; 金属冶炼。*****



评 价 人 员

	姓 名	证书编号	从业登记号	签 字
项目负责人	李永辉	1700000000100155	012986	
项目组成员	李永辉	1700000000100155	012986	
	谢寒梅	S011035000110192001584	027089	
	罗沙浪	S011035000110193001260	036829	
	刘志强	0800000000204020	006935	
	王 波	S011035000110202001263	040122	
报告编制人	李永辉	1700000000100155	012986	
报告审核人	林大建	0800000000101634	001633	
过程控制负责人	檀廷斌	1600000000200717	024436	
技术负责人	周红波	1700000000100121	020702	

前 言

会昌县高排乡兴旺液化气站，以下简称“兴旺液化气站”，兴旺液化气站位于江西省赣州市会昌县高排乡高排村，本站为 120m³（六级）液化气供应站新建项目。主要经营的钢瓶液化气供应高排乡镇及附近居民，月平均日灌瓶量不超过 700 瓶。项目建设 120 m³液化石油气储配，目前已建设 50m³液化石油气地上储罐 2 个及 20m³液化石油气地上残液储罐 1 个，液化气储存能力为 120m³。本站于 2022 年 8 月取得消防验收意见书（会住建消验字【2022】第 06 号），于 2022 年 11 月得赣州市行政审批局颁发的《气瓶充装许可证》，编号：TS42113607013-2026，有效期至 2026 年 11 月。

根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）、《城镇燃气管理条例》（国务院令第 583 号）、《江西省城镇燃气经营许可证管理办法》（赣建字[2012]4 号及《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安监总局令第 36 号）的要求，新建、改建、迁建、扩建的城镇燃气建设项目应当进行进行安全评价。

兴旺液化气站与江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心签订协议，委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心对其 120m³液化气储存充装经营新建项目进行安全验收评价；2022 年 9 月 1 日，江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心组成评价组到兴旺液化气站进行现场勘察，收集资料，并对相关液化气储存、充装项目进行了类比调研后，依据国家法律法规、标准规范及相关文件进行安全验收评价。依据《安全评价通则》（AQ8001-2007）和《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）编制本《安全验收评价报告》，并于形成评价报告，供建设单位、政府部门参考。

关键词：液化气站 新建项目 安全验收评价

目 录

1 安全评价概述	1
1.1 评价目的.....	1
1.2 评价原则.....	2
1.3 评价依据.....	2
1.4 评价范围及内容.....	9
1.5 安全验收评价程序.....	11
2 项目概况	12
2.1 企业概况.....	12
2.2 建设项目概述.....	12
2.3 地理位置和自然条件.....	13
2.4 总图布置.....	14
2.5 道路运输.....	17
2.6 建（构）筑物.....	17
2.7 原辅材料.....	18
2.8 安全管理.....	18
2.9 设备.....	20
2.10 工艺流程.....	21
2.11 公用工程.....	23
3 主要危险、危害因素分析	27
3.1 危险、危害因素产生的原因.....	27
3.2 危险有害因素分类.....	28
3.3 物料的危险、危害因素分析.....	29
3.2 重大危险源辨识.....	33
3.3 监控化学品辨识.....	36
3.4 剧毒化学品辨识.....	36
3.5 高毒化学品辨识.....	36
3.6 易制毒化学品辨识.....	36
3.7 易制爆化学品辨识.....	37
3.8 重点监管危险化学品辨识.....	37
3.9 危险化工工艺的辨识.....	37
3.11 特别管控危险化学品辨识.....	37
3.12 危险有害因素分析.....	38
3.13 危险有害因素的分布.....	41
3.14 爆炸危险区域划分.....	41
3.15 事故案例分析.....	42
4 评价单元划分及评价方法选择	50
4.1 评价单元划分.....	50
4.2 评价方法介绍.....	51
4.3 评价方法选择.....	56

5 定性、定量评价	57
5.1 安全检查表法评价	57
5.1.1 项目与法律法规和标准规范符合性检查	57
消防给水	59
5.1.2 总平面布置检查	60
5.1.3 工艺与设备安全检查	63
5.1.4 公用工程和辅助设施安全检查	66
5.1.5 强制性检测设备设施检查	68
5.1.6 爆炸危险区域划分符合性检查	68
5.2 危险度评价法评价	69
5.3 作业条件危险性分析法评价	69
5.4 重大事故后果预测（爆炸伤害模型 TNT 当量算法评价）	71
5.5 综合评价	72
6 安全对策措施及建议	76
6.2 安全对策措施	78
6.3 现场意见	79
7 评价结论	80
8 附件	82

1 安全评价概述

1.1 评价目的

根据国家安全生产监督管理总局的规定，安全验收评价原则和方法按照《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）执行。

安全验收评价是在建设项目竣工后正式生产运行前，通过检查建设项目安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的情况，检查安全生产管理措施到位情况，检查安全生产规章制度健全情况，检查事故应急救援预案建立情况，审查确定建设项目满足安全生产法律法规、规章、标准、规范要求的符合性，从整体上确定建设项目满足安全生产法律法规、规章、标准、规范要求的符合性，从整体上确定建设项目的运行状况和安全管理情况，做出安全验收评价结论的活动。

该工程为燃气行业建设项目，安全验收评价的目的是：

1、贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，对建设项目及其安全设施生产（使用）情况进行安全验收评价，为项目安全验收提供技术依据。

2、通过对项目的安全设施、设备、装置及实际运行状况及安全管理状况的安全评价，查找、辨识及分析建设项目运行过程潜在的危险、有害因素，预测其发生事故的可能性及严重程度。

3、检查建设项目中安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的情况，检查建设项目的安全设施与安全生产法律法规、规章、标准、规范的符合性及安装、施工、调试、检验、检测情况，检查安全生产管理规章制度、安全规程、事故应急救援预案的健全情况及安全管理措施到位情况，得出项目与安全生产法律、法规、规章、标准、规范符

合性的结论；根据预测发生事故的可能性及严重程度，评价项目采取的安全设施及措施后的风险可接受程度，提出合理可行的安全对策措施建议。

1.2 评价原则

突出重点，兼顾全面，科学分析，对策措施切实可行，评价结论客观、公正。

1.3 评价依据

1.3.1 法律法规

《中华人民共和国安全生产法》 2002 年中华人民共和国主席令 70 号令公布、2021 年中华人民共和国主席令第 88 号修订

《中华人民共和国劳动法》 中华人民共和国主席令第 28 号公布、2018 年中华人民共和国主席令第 24 号修订

《中华人民共和国消防法》 98 年 4 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二次会议通过，2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订

《中华人民共和国职业病防治法》 2011 年中华人民共和国主席令第 52 号令公布、2018 年中华人民共和国主席令第 24 号修订

《中华人民共和国环境保护法》 2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订

《使用有毒物质作业场所劳动保护条例》 国务院令第 352 号

《中华人民共和国特种设备安全法》

2013 年 6 月 29 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过，2014 年 1 月 1 日起实施

- 《特种设备安全监察条例》 国务院令 第 549 号
- 《生产安全事故应急条例》 国务院令 第 708 号
- 《安全生产许可证条例》
2004 年国务院发布、2014 年国务院令 第 653 号修订
- 《工伤保险条例》 国务院令 第 586 号
- 《易制毒化学品管理条例》
2005 年国务院发布、2018 年国务院令 第 703 号修订
- 《监控化学品管理条例》 国务院令 第 190 号， 588 号令修
订
- 《生产安全事故报告和调查处理条例》 国务院令 第 493 号
- 《建设工程安全生产管理条例》 国务院令 第 393 号
- 《城镇燃气管理条例》
国务院令 第 583 号公布、2016 年国务院令 第 666 号修订
- 《女职工劳动保护特别规定》 国务院令 第 619 号
- 《生产安全事故应急条例》 国务院令 第 708 号
- 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》
2010 年国家安全监管总局令 第 36 号公布、2015 年国家安监总局
令 第 77 号修订
- 《生产经营单位安全培训规定》 2005 年国家安全生产监
督管理总局局长办公会议审议通过、2015 年国家安监总局 第 80 号
令修订
- 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》

2010 年国家安全生产
监督管理总局局长办公会议审议通过、2015 年国家安监总局第 80
号令修订

《江西省燃气管理办法》

2003 年省政府令第 123 号公布、2014 年省政府令第 210 号修订、
2019 年省政府令第 242 号修正

《江西省生产安全事故隐患排查治理方法》 省政府令第 708
号

《江西省消防条例》

1995 年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、
2020 年江西省第十三届人民代表大会常务委员会第二十五次会议
修订

《江西省城镇燃气经营许可证管理办法》

江西省人民政府第 242 号令修订

《江西省特种设备安全条例》

江西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过
《国家安全监管总局关于公布〈首批重点监管的危险化学品名录〉
的通知》 安监总管三〔2011〕95
号

《生产安全事故应急预案管理办法》

2016 年国家安全生产监督管理总局令第 88 号公布、应急管理部 2
号令修订

《特种设备目录》

质监总局令[2014]第 114

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

《工贸行业重大生产安全事故隐患判定标准》

安监总管四〔2017〕129 号

《市政公用事业特许经营管理办法》

建设部令第 126

号

《节能机电设备（产品）推荐目录（第二批）》

工信部〔2010〕第 122 号

《国家安全监管总局办公厅关于印发淘汰落后与推广先进安全技术装备目录管理办法的通知》

安监总厅科技〔2015〕

43 号

《淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）》

安监总厅科技〔2015〕75 号

《淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）》

安监总厅科技〔2016〕137 号

《特种设备作业人员监督管理办法》

国家质监总局第 140 号

令

《住房和城乡建设部关于修改燃气经营许可管理办法的通知》

建城规〔2019〕2 号

《危险化学品安全管理条例》

2002 年 1 月 26 日中华人民共和国国务院令 第 344 号公布，2013 年中华人民共和国国务院令 第 645 号修订

1.3.2 标准规范

《建筑设计防火规范》	GB50016-2014（2018 版）
《城镇燃气设计规范》	GB50028-2006（2020 版）
《液化石油气供应工程设计规范》	GB51142-2015
《工业金属管道工程施工规范》	GB50235-2010
《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》	GB50236-2011
《工业企业设计卫生标准》	GBZ1-2010
《建筑灭火器配置设计规范》	GB50140-2005
《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058—2014
《建筑抗震设计规范》	GB50011-2010（2016 年版）
《构筑物抗震设计规范》	GB50191-2012
《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
《危险货物品名表》	GB12268-2012
《输送流体用无缝钢管》	GB8163-2018
《电力工程电缆设计规范》	GB50217-2018
《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
《易燃易爆性商品储存养护技术条件》	GB17914—2013
《毒害性商品储存养护技术条件》	GB17916—2013
《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218—2018
《危险化学品安全管理条例》	2002 年 1 月 26 日中华人民共和国国务院令第 591 号公布，2013 年中华人民共和国国务院令第 645 号修订
《工业企业总平面设计规范》	GB50187-2012

《危险场所电气防爆安全规范》	AQ3009-2007
《生产过程安全卫生要求总则》	GB/T12801—2008
《生产设备安全卫生设计总则》	GB5083-1999
《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》	GB/T29639-2020
《生产安全事故应急预案管理办法》	
	应急管理部令第 2 号、安监局 88 号修改
《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》	
	GBZ2.1-2019
《工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分：物理因素》	
	GBZ2.2-2007
《工作场所职业病危害作业分级 第 2 部分：化学物》	
	GBZ/T229.2-2010
《化学品分类和危险性公示 通则》	GB13690-2009
《建筑照明设计标准》	GB50034-2013
《废水综合排放标准》	GB8978—1996
《企业职工伤亡事故分类》	GB6441-1986
《工作场所职业病危害警示标识》	GBZ158-2003
《化学品安全技术说明书内容和项目顺序》	GB/T16483-2008
《安全标志及其使用导则》	GB2894—2008
《安全色》	GB2893-2008
《消防安全标志第一部分：标准》	GB13495.1-2015
《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》	GB/T50493-2019

《气瓶充装站安全技术条件》	GB 27550-2011
《液化气体气瓶充装规定》	GB 14193-2009
《液化石油气钢瓶定期检验与评定》	GB 8334-2011
《液化石油气钢瓶》	GB 5842-2006
《火灾自动报警系统设计规范》	GB 50116-2013
《储罐区防火堤设计规范》	GB 50351-2014
《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》	GB 50019-2015
《危险化学品企业特殊作业安全规范》	GB 30871-2022
《机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离》	GB 23821-2009
《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》	GB/T 8196-2018
《泡沫灭火系统技术标准》	GB 50151-2021
《控制室设计规范》	HG/T 20508-2014
《压力容器》	GB150-2011
《安全阀安全技术监察规程》	TSG ZF001-2006
《危险化学品目录》	2015 年版
《高毒物品目录》（2003 年版）	卫法监发[2003]142 号
《易制爆危险化学品名录》	公安部发 2017 年版
《固定式压力容器安全技术监察规程》	TSG21-2016
《压力管道安全技术监察规程-工业管道》	TSG D0001-2009
《安全评价通则》	AQ8001-2007
《城镇燃气报警控制系统技术规程》	CJJ/T146-2011

《城镇燃气切断阀和放散阀》	CJ/T 335-2010
《城镇燃气自动化系统技术规范》	CJJ/T 259-2016
《全国安全生产专项整治三年行动计划》	2020 年国务院安委会印发
《江西省安全生产专项整治三年行动实施方案》	江西省安委会印发
《赣州市安全生产专项整治三年行动实方案》	赣州市安委会

1.3.3 企业提供的相关资料、文件

- 1、营业执照
- 2、土地证
- 3、消防验收意见书
- 4、兴旺液化气站总平面布置图
- 5、各类人员培训证书、资格证书
- 6、储罐、安全阀、压力表等检测报告，压力容器使用登记证
- 7、防雷防静电检测报告
- 8、管理制度汇编
- 9、工作人员参加保险保单

1.4 评价范围及内容

1.4.1 验收评价范围

本评价范围为兴旺液化气站 120m³液化气站建设项目所涉及的项目选址及周边环境、主要设备设施、物料、工艺过程操作条件等系统的安全性分析与评价。若气站的储存规模、生产状况、安全生产条件发生变化，本评价结论不再适合。对于站外运输产品质量等问题应执行国家的相关规定及相关标准，不包括在本评价范围内。本报告评价的地域范围为总平面布置图标框内。

环境保护、消防设施由相关环境保护、消防部门审核认可；本评价报告中关于环境保护、消防问题的评述不代替环境保护、消防的审核。

涉及该项目的职业危害评价应由取得职业卫生技术服务机构进行，本报告仅对有害因素进行简要辨识与分析。

1.4.2 验收评价内容

- 1、评价该项目执行建设项目（工程）安全设施“三同时”的情况；
- 2、检查安全设施、措施是否符合相关技术标准、规范；
- 3、检查安全设施、措施在生产运行过程中的有效性；
- 4、评价公用工程、辅助设施与主体工程的配套性；
- 5、检查审核国家强制要求的特种设备，包括压力容器、压力管道等的检验取证及有强制检验要求的安全阀、压力表、防雷、防静电设施等的检测、校验情况；
- 6、检查审核特种作业人员的培训、取证情况及从业人员的安全教育、培训情况；
- 7、检查、审核安全生产管理机构及安全生产管理制度的建立健全和执行情况；
- 8、分析项目中存在的危险、有害因素，并采用定性、定量评价方法，确定该项目的危险程度；
- 9、检查、评价周边环境与项目的适应性，事故应急救援设施、措施及预案编制、人员训练、演练等的有效性；
- 10、对有害因素采用分级的方法分析其危害程度；
- 11、对项目中存在的问题提出安全对策措施建议并充分与委托方交流意见；
- 12、得出科学、客观、公正的评价结论。

1.5 安全验收评价程序

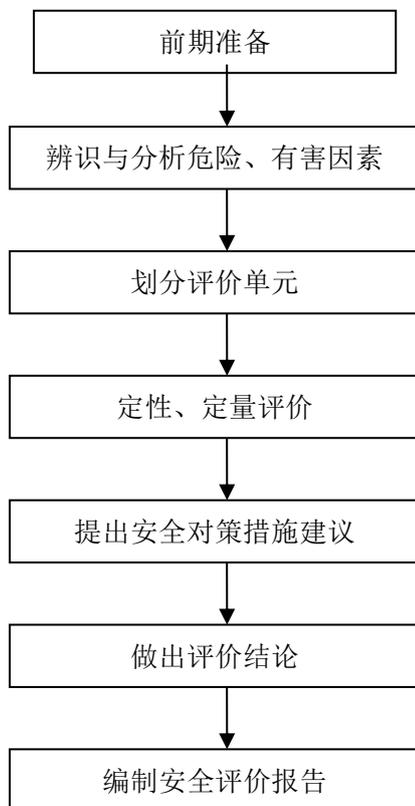


图 1-1 安全验收评价程序框图

2 项目概况

2.1 企业概况

兴旺液化气站位于江西省赣州市会昌县高排乡高排村，项目建设 120 m³液化石油气储配，目前已建设 50m³液化石油气地上储罐 2 个及 20m³液化石油气地上残液储罐 1 个，液化气储存能力为 120m³。根据《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 表 3.0.12 对液化石油气供应站等级的划分，该站为六级液化石油气供应站。主要经营的钢瓶液化气供应高排乡镇及附近居民，月平均日灌瓶量不超过 700 瓶。

本站于 2022 年 8 月取得消防验收意见书（会住建消验字【2022】第 06 号），于 2022 年 11 月得赣州市行政审批局颁发的《气瓶充装许可证》，编号：TS42113607013-2026，有效期至 2026 年 11 月。

2.2 建设项目概述

项目名称：会昌县高排乡兴旺液化气站 120m³液化气站新建项目

建设单位：会昌县高排乡兴旺液化气站

企业性质：普通合伙企业

执行事务合伙人：刘旭东

经营范围：液化气批发、零售

储存规模及销售：储存能力 120m³，居民生活用气。

项目投资规模：300 万元

建设性质：新建。

占地面积：7421m²。

主要建设内容：储罐区、灌瓶区、消防水池、辅助用房等；地上储罐

2 只 50m³、地上残液罐 1 只 20m³、消防设施若干及其他辅助设施等。

项目地址：江西省赣州市会昌县高排乡高排村

项目设计单位：江西省化学工业设计院（市政燃气甲级）

项目施工单位：赣州市国力特种设备安装有限公司（公用管道安装、工业管道安装）

项目监理单位：江西睿创工程监理有限公司（市政公用工程监理甲级）

2.3 地理位置和自然条件



图 2.3.1 企业地理位置图

1、地形地貌

会昌县以低山、丘陵地貌为主，地势周围高、中间低，自东南往西北略呈掌状倾斜。

会昌县四面环山，中部狭长，自东南向西北倾斜。南岭余脉横亘西南，主峰盘古嶂 1184 米，是赣粤分界的天然屏障。武夷山余脉逶迤东部和东南

部，主峰洋石崇海拔 1107.8 米，是赣闽天然分界岭。东部和西南部地势较高，低山环绕，峰峦重叠。北部和西北部地势较低，丘陵起伏，坡岗连绵。县境山区占全县面积 25%，丘陵占 69.7%，盆地占 5.3%。其主要地貌为剥蚀构造丘陵和侵蚀构造山地两大类。

2、气象情况

会昌县属中亚热带季风型温暖湿润气候区，具有山区立体气候明显的特征，其特点是：气候温和热量足，日照充裕光能佳，雨水不均易旱涝，四季分明差异大。由于距海洋较近，加之地形作用，一般是春早多阴雨，夏热无酷暑，秋爽少降水，冬长无严寒。年平均气温 19.3 摄氏度，一月份平均气温 8.3 摄氏度，七月份平均气温 28.7 摄氏度；极端最低气温-6.7 摄氏度，极端最高气温 39.5 摄氏度； ≥ 10 摄氏度积温 6079 摄氏度；平均无霜 280 天，平均年降雨量 1624 毫米，春夏多雨，秋冬少雨，尤在 4-6 月降雨集中，平均可达 752.9 毫米，占全年总雨量的 48.4%，常引起洪涝灾害，而 7-9 月的年平均降雨量只有 388.1 毫米，仅占全年总量的 24%，加之蒸发量又大于降雨量 253.5 毫米，常发生干旱。灾害性天气主要有春季低温、夏季洪涝、干旱以及秋季“寒露风”。

2.4 总图布置

1、站址及周边环境

本项目建设地点位于江西省赣州市会昌县高排乡高排村。项目用地面积：7421 m²，主出入口设在站区西面，与 357 国道相连；站区东面、南面、北面均为山坡，本项目罐区周边 50m 范围内无居住区（300 户及以上）、医院、学校、影剧院等重要公共建筑等。无明火、散发火花地点；无甲、乙类液体储罐和厂房仓库等。项目选址符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》

GB50016-2014、《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 项目周边建筑物距离见下表：

表 2.4-1 站内建构筑物与站外建、构筑物的防火间距 (m)

方位	站外建筑物	站内建筑物	距离 /m	规范要求	规范	备注
北	山坡	储罐	/	/	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015	/
南	山坡	储罐	/	/	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015	/
南	民房	储罐	262	45	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015	符合
西	G357 国道	储罐	124	100	《公路安全保护条例》	符合
东	山坡	储罐	/	/	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015	/

2、总平面布置

办公区设在气站的中部，三层砖混结构，分为值班室、办公室等。值班室安装有两台济南市长清计算机应用公司生产的 RB-KYII 型固定式多点的可燃气体检测报警仪（共计 4 个探头）。

办公楼西南侧为配电房，内设 10kw 变压器，该液化气站为双回路供电，发电机暂未安装。站区入口处设有消防水池，容量为 500 m³，配置 2 台 XBD 单级消防泵。

灌瓶区设在站区中部。单层建筑，砖混结构，现浇顶，整个灌瓶区分为充装间、压缩机房二部分，之间均用实体墙隔开，其中西北边一间为充装间，东南边为压缩机、烃泵房。充装间布置有 3 把充装枪，1 台检斤秤，两台蚌埠市南方科技数码科技有限责任公司生产的型号为 DCS-120 液化石油气电子灌装设施，配有充装计量衡、防超装设施、切断阀等，经会昌县市场和质量监督检验检测中心检测合格，充装间安装一个可燃气体探测器探头。压缩机、烃泵房安装有一只可燃气体探测器探头。充装间是半敞开结构，东南面设有万向节卸车柱。

液化石油气贮罐区设在站区的东南部，周围设有 1m 高实体防火围堰。围堰内平行布置有 3 个卧式液化石油气储罐，由北向南依次为 1 至 3 号储罐，其中 1、2 号储罐为 50 m³，3 号残液罐为 20m³，相邻两储罐间距 2.7m，储罐架空离地面 1.4m，水泥混凝土底座，前后各两处静电接地，法兰连接处均已跨接，1 号储罐下和 2 号储罐下各有一只燃性气体检测报警器，卸车区设移动式可燃气体报警探头。每个储罐都装有压力表、温度计、板框式液位计，装有两只弹簧式安全阀和一只紧急放空阀，上面都装有两个高 2m 的放空管，并设有阻火器，罐顶装有Ø21mm 的度锌管水口喷淋装置，罐与罐之间设有宽 0.8m 的跨罐铁栏检修台。

液化气供应站生产区设置高度为 2m 的不燃烧体实体围墙与外界分隔，生产区与辅助区之间设置高度 2m 的不燃烧实体围墙隔开，辅助区设置不燃烧实体围墙与外界隔开。

表 2.4-2 液化气储罐与站内建、构筑物的防火间距 (m)

项 目	总容积 (m³): 50<V≤200		备注
	单罐容积 (m³): ≤50		
	标 准	实际距离	
明火、散发火花地点	50	/	/
办公、生活建筑	30	60	符合
灌瓶间、瓶库、压缩机室、仪表间、值班室	20	23.9	灌瓶间、压缩机室符合
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	20	22.3	装卸口符合
空压机室、变配电室、柴油发电机房、新瓶库、真空泵房、库房	20	67	配电房符合
机修间、汽车库	30	/	/
消防泵房、消防水池(罐)取水口	40	122	符合
站内道路 (路边)	主要	15	液化气运输路符合
	次要	10	/
围墙	20	23	符合

表 2.4-3 灌瓶间和瓶库与站内建、构筑物的防火间距 (m)

项 目	总存瓶量 (t) ≤10		备 注
	标 准	实际距离	

明火、散发火花地点	25	/	/	
办公、生活建筑	20	23	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	15/隔墙	隔墙	符合	
压缩机室、仪表间、值班室	12	23	值班室 符合 压缩机房与罐瓶间有防火墙 符合	
空压机室、变配电室、柴油发电机房	15	25	发电间 符合	
机修间、汽车库	25	/	/	
新瓶库、真空泵房、备件库等非明火建筑	12	/	/	
消防泵房、消防水池(罐)取水口	25	92	符合	
站内道路（路边）	主要	10	11	符合
	次要	5	/	/
围墙	10	15	符合	

详见液化气站总平面布置图。

2.5 道路运输

该液化气供应站站区设 5m 宽主出入大门，与西面 G357 国道相连接，灌瓶区装卸平台前设 14.8m×15m 回车场，站内消防车道宽 5m，消防车道边沿距办公楼、灌瓶间距离大于 5m。道路宽度、坡度、转弯半径均满足日常运输、消防救援及安全疏散的要求。

2.6 建（构）筑物

站内主体建构物为办公楼、灌瓶区、配电房、消防水池、储罐区。

（1）灌瓶区

灌瓶区设灌瓶间和压缩机烃泵房，单层建筑，建筑面积为 67.6m²，砖混结构，建筑物耐火等级二级。有可用于泄压的门窗，并采用自然通风，灌瓶间为半敞开式建筑，地面高出室外地坪 0.6 米以上，便于钢瓶装卸车时搬运。烃泵及压缩机房与灌瓶间之间的墙体、烃泵及压缩机房与汽车槽车装卸柱之间的山墙采用无门窗洞口的防火墙，符合《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 的有关规定。

（2）辅助区

①办公楼，内设办公室、值班室、开票间等，为 3 层建筑，占地面积 107.18m²，砖混结构，建耐火等级为二级。

②配电房，占地面积 40m²，砖混结构。

(3) 储罐区为甲类火灾危险场所，周围设有 1m 高实体防火围堰，储罐支座采用钢筋混凝土支座。

该站建筑物间间距符合《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 和《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）要求。

表 2-1 主要建（构）筑物

序号	主要建(构)筑物名称	火灾危险类别	耐火等级	占地面积(m ²)	层数	结构形式
1	液化气贮罐区	甲类	/	120	/	钢筋砼
2	灌瓶区	甲类	二级	67.6	1	砖混
3	配电房	丙类	二级	40	1	砖混
4	消防水池	/	/	160		钢筋砼
5	办公楼	/	二级	107.18	3	砖混

2.7 原辅材料

液化石油气。

2.8 安全管理

1、安全管理机构

该站成立了安全管理组织机构，下设安全领导小组，组长钟健生，组员：张木华、刘春、刘旭东等。

2、安全管理制度

安全生产责任制：经理安全生产职责、公司技术负责人职责、站长安

全生产职责、充装班长职责、槽车卸车员职责、气瓶检查员岗位职责、充装工职责、检验员岗位职责、计量员职责等。

安全管理制度：安全培训教育制度、安全生产管理制度、安全检查制度、气瓶检查登记管理制度、特种设备及气瓶使用登记制度、气瓶维护保养制度、人员培训考核管理制度、事故报告和处理制度、事故应急预案及定期演练制度、风险管理和隐患排查制度、防雷防静电制度等。

操作规程：液化石油气残液处理操作规程、烃泵安全操作规程、气瓶充装安全操作规程、压缩机安全操作规程、真空泵安全操作规程、装卸车安全操作规程、气瓶充装前、后检查操作规程等。

该气站建立巡回检查制度，值班人员定时进行巡检，保障液化气站的安全运行，气站安全员、充装员均取得相应培训证书，其他作业人员均在站内培训后上岗。

应急预案：制定的应急预案已于 2022 年 11 月在会昌县住房和城乡建设局完成应急预案备案登记，备案编号：3607332022002。

3、特种作业证

姓名	性别	从事专业工种	受过何种专业培训(发证部门及证书编号)	专职/兼职	有效期
钟健生	男	安全管理	A 江西省质量技术监督局、 362135196302160015	专职	2023-11
张木华	男	液化石油气瓶充装	P 赣州市质量技术监督局、 362135197609010550	专职	2023-09
刘春	男	液化石油气瓶充装	P 赣州经济技术开发区行政审批局、 362135197411144510	专职	2026-5
刘旭东	男	液化石油气瓶充装	P4 赣州市市场监督管理局赣州经济技术开发区分局、 362135197511045376	专职	2024-12

4、员工保险

该气站为员工购买了工伤保险。

5、劳动保护用品

名称	数量	名称	数量

防静电手套	60 双	棉布工作服	30 套
防静电鞋	6 双	防尘口罩	200 只
化学品防护服	2 套	防毒面具	3 个
阻燃防护服	2 套	防尘服	6 套
防静电服	6 套		

6、消防、安全设施器具配备情况表

序号	名称	数量	存放地点
1	8kg 干粉灭火器	10	储罐区、灌瓶间、机泵房、卸车柱旁
2	35kg 推车式干粉灭火器	3	卸车柱旁
3	4kg 干粉灭火器	6	办公室、值班室
4	消防水泵	2	消防泵房
5	地上式消防栓	3	站内
6	可燃气体泄漏检测探头	4	罐区、充装台、烃泵房、压缩机房

7、安全标志

该站在充装区、罐区等区域均设“禁止打手机”“禁止烟火”等安全警示标识。

该站每年提取一定费用用于安全生产，安全投入为该站年销售额的 4%左右。

2.9 设备

该项目的储存设备主要是液化石油气储罐，输气管道及烃泵、压缩机。本工程的主要设备器具配备情况见表 2.9-1、表 2.9-2。

表 2.9-1 液化气站主要设备器具配备情况表

名称	型号和规格	数量（个/台）	备注
贮罐	50m ³	2	液化石油气贮罐
残液罐	20m ³	1	液化石油气贮罐
烃泵	YQB15-5	2	防爆型三相异步电动机与泵配套
压缩机	ZW-0.8/10-15	2	防爆型三相异步电动机与压缩机配套
液化石油灌装电子秤	DCS-120	2	蚌埠市南方科技数码科技有限责任公司
消防泵	XBD5.5/45J-RJC	2	上海莲利供水设备有限公司
安全阀	A21F-40、A42F-25	11	
压力表	Y-100/0-4MPa	14	

防雷设施		1 套	避雷带、引下线、接地网等
可燃气体探测报警装置		4 个	罐区及泵房、灌瓶区
变压器	10kv	1	
网络视频监控设备		1	4 个摄像头
万向节卸车柱		1	
液位、压力远程监控系统		1	

2.10 工艺流程

2.10.1 主要储存工艺指标

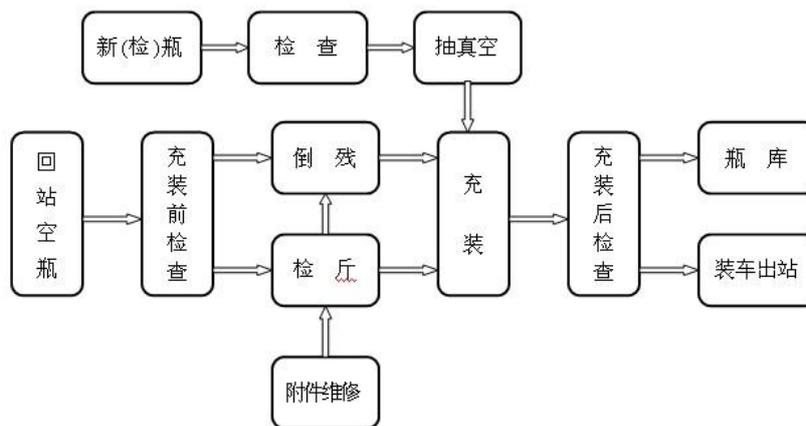
- (1) 液化石油气质量：按《液化石油气》GB11174-2011 的规定。
- (2) 设备设计压力见（表 2-3）：

表 2-3 设备设计压力和运行压力表

序号	设备名称	设计压力
1	液化石油气埋地储罐	1.77MPa
2	输气管道	1.77MPa

2.10.2 工艺操作流程

液化石油气气瓶充装工艺流程图



1、液化石油气卸车

液化石油气自气源厂用汽车槽车运至储配站，将汽车槽车与汽车装卸台（柱）上液气相管接通，再用压缩机抽吸贮罐中的气体，加压后压入槽车，迫使车内液体经过滤计量后卸入贮罐；或经烃泵抽吸槽车内液体，压

入贮罐，槽车卸完后保持槽车内压力不过低，保持剩余压力 147—196kPa。

气站 LPG 卸料管线液相为 DN50，气相为 DN32 敷设到卸气口，通过高压橡胶软管分别与液化气槽罐车上的相应接口连接，启动压缩机，将气相压力提高到 1.5MPa 左右，利用气、液相的压差将 LPG 压送至贮罐中。

2、钢瓶灌装

液化石油气经烃泵送至充装台机械式液化石油气自动灌装秤给钢瓶充装，当秤量达到预定的量值时，控制阀门立即切断液化气通路，防止钢瓶过量充装，灌装压力一般控制在 1.0—1.2MPa，以保证正常的灌装速度和准确的灌装量，压力过高时，液相安全回流阀开启，液化气回流至贮罐。

贮罐中液化气通过泵前过滤器，经烃泵加压进行钢瓶充装。充装枪配电子灌装称，磅称。

3、倒罐

当贮罐检修或其他原因需要时，可用烃泵或压缩机将液化石油气从一罐倒入另一罐中。

4、残液倒空及处理

采用正压法残液倒空工艺，即将残液倒空嘴和钢瓶角阀接通后，压缩机自贮罐抽出气体向钢瓶加压，当瓶内压力大于残液罐的压力 0.1—0.2MPa 时，切换倒空管路上的阀门，翻转倒空架即将瓶内的残液倒入残液罐。回收在残液罐的残液，可用烃泵或压缩机装槽车外运处理。

5、钢瓶抽真空

新钢瓶和检修后的钢瓶在充装前，在充装台上将钢瓶内的空气抽出。为保证安全，钢瓶内气相空间的含氧量不应大于 4%。钢瓶真空度应在 620mm 水银柱以上。

2.11 公用工程

1、电气

该气站供电线路从高排乡供电所站外线路引入两路架空高压线路到气站配电房，经低压配电屏，通过直埋电缆或沿墙敷设方式送至各用电设备。动力设备和控制装置均为防爆型电器，进入室内的电缆均采用穿管布置。本站主要用电设备为烃泵，压缩机和照明用电，动力用电压等级为 380V，应急照明、消防泵为二级用电负荷，应急照明配备 UPS 电源，该站为双回路供电，故未配置发电机。

LPG 储罐区未设照明，压缩机、烃泵房照明采用防爆型，防爆电气级别为：dIIAT2 级；有火灾爆炸危险场所的所有电气、照明设施均采用防爆型，接线符合防爆要求。

2、给排水

本工程工艺生活用水为市政自来水管网供给，排水主要为雨水，无污水排放。站内日供水 2t，能够确保本项目的用水。

3、消防用水

液化石油气储罐：根据 GB51142-2015，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确定。

储罐设有固定喷淋装置，固定喷水冷却装置的用水量应按储罐的冷却面积和冷却水供应强度计算确定，固定喷淋装置供水强度不应小于 0.15L / S. m²，着火储罐的保护面积为 92.25 m²，相邻储罐的表面积分别为 92.25 m² 和 48.98 m²，液化石油气站火灾延续时间为 3h，固定喷水冷却装置的用水量=92.25×0.15×3×3.6+1/2×(92.25×0.15×3×3.6+48.98×0.15×3×3.6)=263.84m³。该气站储罐单罐容积小于 100 m³，总容积小于 500 m³，水枪用水量按 20L/s 计算，水枪用水量=20×3×3.6=216m³。消防用水量

=263.84m³+216m³=479.84m³。

该站设有 500 m³ 的消防水池，配备消防水泵 2 台（型号：YE2-200L2-2），选用 380V、50HZ 三相供电线路，站内设 3 个消防栓，可满足消防用水要求。

站区每台储罐设置 8kg 手提式干粉灭火器 2 具，共 6 具；灌瓶间和机泵房各设置 4kg 手提式干粉灭火器 2 具，共 4 具；卸车柱旁设 35kg 推车式干粉灭火器 1 台；办公室、值班室设干粉灭火器若干。

4、通讯

值班室通讯采用电讯部门的程控电话与外界保持联系。

储存区严禁使用手机，巡查值班人员使用防爆对讲机与值班室或外界保持联系。

5、安全设施

（1）储罐区

储罐区位于南部，设有 2 台 50m³ 地上卧式储罐和 1 台 20m³ 地上卧式残液罐；储罐与储罐之间的距离为 2.7m，与围堰之间距 3m。罐区设置可燃气体检测报警探头，信号远传至值班室；储罐均做了防雷防静电接地保护，储罐底部设有高压注水口。每个 LPG 贮罐上均设有两组安全阀，压力表、液位计及放散管，放散管管口均配备阻火器，液相出口管设置止回阀，液相出口管和气相管设置紧急切断阀。

罐区四周设置高 1.0m 的防火堤，罐区外建有宽 5m 的消防车道，入口处设有人体静电触摸球。罐区内设置一组上下罐顶作业的上下钢制斜梯，罐顶之间设有钢制栈桥相连，栈桥宽 0.8m，两边焊有高 1m 的防护栏杆，方便人员上下巡检作业。

（2）灌瓶区

灌瓶区设有可燃气体检测报警探头；地面采用不发火花地面；建筑物

屋面设有避雷网，防雷防静电接地装置和人体静电释放器；装卸柱设有装卸气时用于连接车辆的静电接地夹装置和人体静电释放器；卸气管采用内设接地金属丝的软管，和系统进行可靠的静电连接；设备及管道进行了可靠的防静电接地保护；动力、照明干线采用铜芯电缆埋地暗敷。防雷接地、防静电接地共用接地体。卸车区采用便携式可燃性气体检测报警仪探头，报警仪控制器安装在值班室内，并进行定期检测。

3、仪表设施

该站设有钢瓶充装销售信息管理系统、钢瓶灌装标识码检测系统；电子灌装称设有防超装设施，经会昌县市场和质量监督检验检测中心检测合格；储罐设有防超装装置，经赣州市国力特种设施安装有限公司调试合格；万向节卸车柱设有拉断阀。

压缩机设有进、排气压力表，传动、转动设备，设立了防护罩。

LPG 压缩机房照明为防爆型，线路穿钢管敷设，开关为隔爆型，电机为隔爆型，符合电气防爆要求，防爆级别为 dIIAT2 级。

所有的压力管道、设备等由具有生产资质的单位制造和安装并由有资质的部门检验合格。

4、防雷防静电设施

液化气站为二类防雷，按照《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）中的标准要求，根据建筑物、构筑物、电力设备以及其他保护对象的类别和特征，分别对直击雷、雷电感应、雷电侵入波采取适当的防雷措施。装设避雷线、避雷网、避雷带，防雷设施安装后，经防雷检测部门检测，合格后投入使用。为了防止二次放电，不论是空气中或地下，都保证接闪器

引下线，接地装置与邻近导体之间有足够的安全距离。设备管道均按要求进行了跨接，跨接电阻符合防静电电阻要求。满足设备、管道防静电要求。

防雷检测设施经江西赣象防雷检测中心有限公司赣州分公司检测合格。报告编号：1152017005 雷检字【2022】21909。

3 主要危险、危害因素分析

3.1 危险、危害因素产生的原因

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：泄压安全装置故障导致内压力上升失控；

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储存条件破坏，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、物料的危险有毒物性

储存过程中的物料、废弃物存在火灾、爆炸、毒害和腐蚀性。

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；设备、管道和阀门检修时使用钢制工具与设施碰撞产生火花而引发事故；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、管理失误

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。

3.2 危险有害因素分类

1) 依据《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986，将危险和有害因素分为 20 类；

2) 依据《职业病危害因素分类目录》，将职业病危害因素分为 10 大类，115 种。

3.3 物料的危险、危害因素分析

3.3.1 液化石油气的主要性质

液化石油气 (LPG)

液化石油气；压凝汽油		
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：C3H8-C3H6-C4H10-C4H8(混合物)	
	有害物成分含量 CAS No.：	丙烷 74-98-6
		丙烯 115-07-1
		丁烷 106-97-8
		丁烯 106-98-9
	CAS 号：68476-85-7	
	RTECS 号：SE7545000	
	UN 编号：1075	
危险货物编号：21053		
危险性类别：	易燃气体, 类别 1	
	加压气体 生殖细胞致突变性, 类别 1B	
重点监管危险化学品：	是	
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：-160~-107℃	
	沸点：-12~4℃	
	相对密度(水=1)：0.5-0.6	
	相对密度(空气=1)：1.5-2.0	
	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。	
	临界温度(℃)：无资料	
	临界压力(MPa)：无资料	
燃烧热(kj/mol)：无资料		
燃 烧	避免接触的条件：	
	燃烧性：易燃	
	建规火险分级：甲	

爆 炸 危 险 性	闪点(°C):	-74
	自燃温度(°C):	引燃温度(°C): 426-537
	爆炸下限(V%):	5
	爆炸上限(V%):	33
	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。
	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。
包 装 与 储 运	危险性类别:	第 2. 1 类 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°C。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
毒 性 危 害	接触限值:	中国 MAC: 1000mg / m3 前苏联 MAC: 未制订标准 美国 TLV-TWA: 1800mg / m3 美国 TLV-STEL: 未制订标准 检测方法: 气相色谱法
	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, 严重时有机磷中毒状态及意识丧失。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
急救	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:	
	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。
	食入:	
防护措施	工程控制:	密闭操作。提供良好的自然通风条件。
	呼吸系统防护:	高浓度环境中, 佩带供气式呼吸器。 NIOSH/OSHA 2000ppm: 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。
	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。
	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。 法规信息: 化学危险品安全管理条例(1987年2月17日国务院发布), 化学危险品安全管理条例实施细则(化劳发[1992]677号), 工作场所安全使用化学危险品规定[1996]劳部发423号)法规, 针对化学危险品的安全使用、生产、储存、运输、装卸等方面均作了相应规定; 常用危险化学品的分类及标志(GB13690-92)将该物质划为第2.1类易燃气体。车间空气中液化石油气卫生标准(GB11518-89), 规定了车间空气中该物质的最高容许浓度及检测方法。其它法规: 液化石油气汽车槽车安全管理规定([81]劳总锅字1号)。

3.3.2 液化石油气的特性分析

1) 密度和比重

液化石油气气态相对密度为 1.5-2, 液态相对密度(与 4℃水之比)为 0.5-0.6, 由于液化石油气比空气重, 比水轻, 故泄漏出来的气体能沿地面、

水面飘浮，向低处扩散，不易被吹散，这就增加了接触火源的机会。

2) 受热膨胀性

液化石油气的比重（密度）随温度升高而变小，体积则增加。液态丙烷在 15℃ 的比重为 0.509，在 60℃ 时比重为 0.43，体积膨胀 20%。15℃ 时占容器容积 85% 的液态丙烷（液化石油气主要成分），在 50℃ 时其体积将占容器容积的 96.6%。

由于液体是不可缩的，倘若容器全部容积充装液化石油气，即使温度升高不多，亦可能因液体的体积膨胀而产生很大压力造成容器的变形炸破。因此液化石油气的钢瓶和储罐必须严格控制灌装，分别实行验磅测重和液位监视记录的制度，液化石油气钢瓶的安全灌装量，按规定充装系数计算（见充装系数表）储罐、槽车的安全灌装量按容积计算，在 45℃ 时不大于容积的 85%。

表 3-1 充装系数表

盛装的介质	在 15℃ 时的比重	充装系数	
		Kg/L	L/Kg
以碳三（丙烷、丙烯）为主要组份	0.496-0.503	0.41	2.43
以碳四（丁烷、丁烯）为主要组份	0.561-0.568	0.49	2.04

3) 蒸汽压

液化石油气的蒸汽压是随着温度上升急剧增加，而不论容积内液体数量多少，同一温度下压力大体是一致的，如组分变化，压力也变化，所以盛装液化石油气的钢瓶、储罐不能随便加热，更不能用沸水烫，以防压力升高，引起爆炸。

4) 气化扩散性

液化石油气在气化时，体积急剧增加，以液态丙烷为例，一经气化，体积扩大 250 倍左右，其蒸汽在空气中扩散总数为 0.121cm²/s，这一特性表

明，如果液化石油气从容器中漏出，就会对周围环境造成严重火灾威胁。

5) 燃烧爆炸性

液化石油气自燃点在 446-480℃，是易燃气体，在空气中的爆炸极限在 1.9%-11%。

6) 带电性

液化石油气从设备系统的破损处高速喷出时能产生静电，静电电压可达 900bv，其放电火花足可引起气体着火。

7) 腐蚀性

液化石油气一般对人体不均成腐蚀，但它会使橡胶软化，使石油产品溶化，所以输气管道要求用耐油胶管，同时胶管上不得抹润滑油和白漆等。但是液化石油气高速气化时，能吸收大量热，人体长期接触会使皮肤冷灼伤。

8) 毒害性

液化石油气虽然不构成直接毒害，但在空气中当液化石油气浓度超过 1000ppm 时，会使人麻醉，浓度再增加时，将使人昏迷，甚至窒息死亡，液化石油气中还含有微量有毒的硫化物气体长期处在有泄漏的现场，也会使人中毒。

3.2 重大危险源辨识

1) 重大危险源辨识依据

根据《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018，长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品数量等于或超过临界量的单元就构成重大危险源。单元分生产单元和储存单元，其中生产单元为危险化学品的生产、加工及使用等装置及设

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。本项目储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，充装台以独立建筑物为界限划分为独立的单元。

依据《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 的标准进行辨识，重大危险源的辨识依据是物质的危险特性及其数量，若单元中危险化学品的数量等于或超过临界量，即被定义为重大危险源。

单元内存在的危险化学品为单一品种，则该物质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，则被定义为重大危险源。

单元内存在的危险化学品为多品种时，则按式(1)计算，若满足式(1)，则定义为重大危险源：

$$q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n\geq 1 \quad (1)$$

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

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —与标准中各危化品相对应的临界量，单位为吨（t）。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的有关规定

该项目所用危险物质只一种，为液化石油气。根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），液化石油气的临界量为 50t。

本项目划分两个单元，分别为储罐区、充装台。

该项目液化石油气储罐 50m³ × 2 个，残液罐储罐 20m³ × 1 个。取液化石油气密度平均值 0.55，液化石油气钢瓶随充随走，无充满的液化石油气钢瓶储存。

其中储罐区液化石油气储量 120m³，液化石油气的相对密度为 0.55t/m³。(120×0.55)/50 =1.32>1 超过临界量，构成了重大危险源。

充装台按最大在线量估算 2t 计算， 2/50 =0.04<1 不超过临界量，不构成重大危险源。

综上本项目液化石油气储罐区重大危险源汇总结果见下表：

辨识单元	危险化学品名称	储量/t	临界值/t	计算结果 q/Q	是否构成重大危险源
储罐区	液化石油气	66	50	1.32	是
充装台间	液化石油气	2	50	0.04	否

按照《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)，本项目液化石油气储罐区构成了重大危险源。

重大危险源的分级指标按式(2)计算。

$$R = \alpha (\beta_1 \times q_1/Q_1 + \beta_2 \times q_2/Q_2 + \dots + \beta_n \times q_n/Q_n) \dots \dots \dots (2)$$

式中：

R ——重大危险源分级指标；

α ——该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数；

β₁, β₂, ……β_n ——与每种危险化学品相对应的校正系数；

q₁, q₂, ……q_n ——每种危险化学品实际存在量，单位为吨 (t)；

Q₁, Q₂, ……Q_n ——与每种危险化学品相对应的临界量，单位为吨 (t)。

液化石油气为易燃气体 W2，对应的校正系数 β 取 1.5；该站厂区外

暴露人员的校正系数 α 取 1.5； $R=1.5 \times 1.5 \times 1.32=2.97$ ，为四级重大危险源。

按《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》第二条规定“城镇燃气、用于国防科研生产的危险化学品重大危险源以及港区内危险化学品重大危险源的安全监督管理，不适用本规定。”本液化气站可不按本规定执行。

3.3 监控化学品辨识

监控化学品，是指下列各类化学品：

第一类：可作为化学武器的化学品；

第二类：可作为生产化学武器前体的化学品；

第三类：可作为生产化学武器主要原料的化学品；

第四类：除炸药和纯碳氢化合物外的特定有机化学品。

依据国务院令第 190 号《监控化学品管理条例》，液化石油气不是监控化学品。

3.4 剧毒化学品辨识

根据《危险化学品目录》（2015 版）对该气站的液化石油气进行辨识，液化石油气不属于剧毒化学品物品。

3.5 高毒化学品辨识

依据卫法监发[2003]142 号《高毒物品目录》（2003 年版），液化石油气不属于高毒物品。

3.6 易制毒化学品辨识

易制毒化学品分为三类。第一类是可以用于制毒的主要原料，第二类、第三类是可以用于制毒的化学配剂。

依据国务院令第 703 号《易制毒化学品管理条例》，液化石油气不是易制毒化学品。

3.7 易制爆化学品辨识

根据公安部 2017 年公布的《易制爆危险化学品名录》，液化石油气未被列入《易制爆危险化学品名录》中。

3.8 重点监管危险化学品辨识

依据《国家安全监管总局关于公布〈首批重点监管的危险化学品名录〉的通知》安监总管三〔2011〕95 号和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》安监总管三〔2013〕12 号，液化石油气属于首批重点监管的危险化学品。

3.9 危险化工工艺的辨识

根据《关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》安监总管三〔2009〕116 号、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》安监总管三〔2013〕3 号中的重点监管工艺，该项目涉及工艺技术成熟，可靠，使用工艺简单，不属于危险工艺。

3.11 特别管控危险化学品辨识

依据应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部四部委 2020 年第 1 号令公布的《特别管控危险化学品目录（第一版）》进行辨识：本项目涉及的液化石油气为特别管控危险化学品。但根据该目录城镇燃气不适用本目录及特别管控措施。

3.12 危险有害因素分析

3.12.1 火灾和爆炸危险分析

储存、经营液化石油气的过程中，由于石油气是在液化状态下储存的，所以任何泄漏都会带来灾害，实际中发生泄漏事故的原因是多样的，不过都和人的操作行为分不开；一是对液化石油气的性质、特性缺乏了解而造成盲目行动；一是忽视安全、违反安全规定造成泄漏。从事故性质看，一种类型是泄漏气体在空间发生爆炸起火；另一种类型是储存容器发生炸裂形成大火。

1、泄漏着火爆炸

1)、灌输液化石油气时，操作工擅离岗位发生异常现象得不到及时处理而跑气。

2)、输送作业中，泵密封不严、法兰、开关连接不严，擅自提高的输送压力，使管线破裂或管子连接不牢，造成管线连接外脱落跑气。

3)、储存容器质量不好，不按规定进行制造或缺乏必要的安全装置（液面计、安全阀、压力计、放空管）造成渗漏。

4)、储存容器和管线及其附件受机械损坏、引起泄漏。

5)、倒残液或尾气不当，引起爆炸。

2、爆裂着火型

1)、容器灌装时，超量灌装，一旦受热（甚至在常温下）膨胀而发生炸裂。

2)、储存容器靠近某种热源，长期间受热引起爆裂。

3)、气化温度过高，引起增压，造成破裂。

4)、储存容器材质不合要求，或焊接质量差，耐压强度低，而发生裂缝。

3、着火源有：

- 1) 明火，包括检修动火，违章吸烟，车辆尾气管排火等；
- 2) 雷击和电火花；石油液化气贮罐均有雷击危害的可能。雷击危害可能导致火灾、爆炸、设备损坏、人员伤亡等事故。包括静电引起的火灾、爆炸事故。
- 3) 检修、操作用工具产生的磨擦、撞击火花；
- 4) 静电，包括液体流动产生的静电和人体静电；
- 5) 流散杂电能，如在防爆区使用手机等。

3.12.2 冻伤

LPG 为液化气体，在常温常压下为气态，一旦泄漏，能够迅速气化并吸收大量的热，人体与之接触可致使接触部位发生冻伤。

3.12.3 机械伤害

作业人员在设备设施维护保养检修，卸气和充装气瓶时，因违反操作规程，注意力不集中，疲劳，作业环境不良，监护不当等原因，可能发生工具打击或设施碰撞作业人员而受到机械伤害。

3.12.4 高处坠落

在对贮罐顶部的放散管，安全阀或其他设施进行检查、更换或其他作业，高度超过 2m，属高空作业，按高空作业安全操作规程执行，应有专人监护，有牢固的防护用品。否则可能发生高处坠落事故。

3.12.5 车辆伤害

液化石油气主要是通过汽车运输来完成的。站区内部的储存设施和生活设施的平面布置、内部道路的设计、交通标志和安全标志设置、照明的质量、绿化的规划、车辆的管理、交通指挥等方面的缺陷、人员违反操作规程，精力不集中，疲劳过度、酒后驾车均可能引发车辆交通事故。在石

油液化气运输装卸过程由于违规或管理缺陷、使用不当有可能发生运输交通事故。

3.12.6 触电

站内有动力、照明配电屏（柜）等电气设备，在江南地区春夏季节多雨、潮湿、高温，由于电器绝缘不好，引起漏电，电线裸露、短路、作业人员违反操作规程、设备缺陷、防护设施不到位、防护措施不落实、不正确佩戴劳动保护用品，可能发生触电。

3.12.7 中毒

根据物料的健康危害,液化石油气为轻微麻醉性气体,车间空气最大允许浓度为 1000mg/m³。

急性中毒可产生头痛、头晕、恶心、酒麻状态，严重时可致昏迷。

如发生 LPG 大量泄漏或积聚，现场作业人员或抢险人员暴露在高浓度的 LPG 蒸气中，可导致人体急性中毒。

3.12.8 淹溺

本项目建有消防水池，人员检修或行走、进入水池游泳会造成人员淹溺事故的发生。

3.12.9 物体打击

物体在外力或重力作用下，打击人体会造成人身伤害事故。高处的物体固定不牢，排空管线等固定不牢，因腐蚀或风造成断裂，检修时使用工具飞出击打到人体上；高处作业或在高处平台上作业工具，材料使用、放置不当，造成高空落物等，发生爆炸产生的碎片飞出等，均可造成物体打击事故。

3.3.10 其他

在经营、检修过程中可能存在因环境不良、注意力不集中等原因造成的滑跌、绊倒、碰撞等，造成人员伤害。

如果地质情况不良，设备基础下沉，引起设备漏气。

该站为无人值守，如果安全警示标识不足，外来人员误入，引起人员伤亡。

3.13 危险有害因素的分布

通过分析，可以明确该液化气站存在着的危险、有害因素有火灾、爆炸、中毒、触电雷击、机械伤害、冻伤、高处坠落、车辆伤害、淹溺等。

表 3-7 主要工艺系统危险、有害因素分布情况

危险点	火灾爆炸	中毒	冻伤	物体打击	雷击	车辆伤害	机械伤害	高处坠落	淹溺
储罐	●	○	○		●				
钢瓶充装	●	○	○	○		○	○		
LPG 卸车	●	○	○			●	○		
烃泵房	○				○		○	○	
消防水池									●

注：●表示有较大或较高频率的危险性，
 ○表示存在该危险，但较小或较低频率的危险性。
 空缺为基本上没有该危险。
 安全管理包括经营过程中的设施设备维护保养，检修等。

3.14 爆炸危险区域划分

根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 的规定，按火灾、爆炸发生的危险程度可将爆炸危险区域划分为“0 区”、“1 区”和“2 区”三个区域。本工程液化石油气埋地储罐和储罐装卸台、烃泵房三个作业场所存在易燃、易爆介质，有可燃气体泄漏，爆炸危险区域等级和范围的划分如下：

1、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；

2、以装卸口为中心，半径为 4.5m，1 区以外以及地面以上的范围内划为 2 区；

3、以埋地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。在 2 区范围内，地面以下的沟、坑等低洼处划为 1 区；

4、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。

因此，作业场所已设置可燃气体报警系统，电气设备和配线采用防爆型，设备及金属管道安装接地。

3.15 事故案例分析

1、液化气卸车爆炸事故

2017 年 6 月 5 日凌晨 1 时左右，位于山东省临沂市临港经济开发区的金誉石化有限公司装卸区的一辆运输石油液化气（闪点-80℃~-60℃，爆炸下限 1.5%左右，以下简称液化气）罐车，在卸车作业过程中发生液化气泄漏爆炸着火事故，造成 10 人死亡、9 人受伤，厂区内 15 辆危险货物运输罐车、1 个液化气球罐和 2 个拱顶罐毁坏、6 个球罐过火、部分管廊坍塌，生产装置、化验室、控制室、过磅房、办公楼以及周边企业、建构筑物和社会车辆不同程度损坏。

事故发生以后，党中央、国务院领导同志高度重视，作出重要批示，要求全力做好应急救援和伤员救治工作，迅速疏散周边群众，防止次生灾害，及时查明事故原因，严肃追责，避免类似事故发生。金誉石化有限公司“6·25”爆炸着火事故影响重大、性质恶劣，国务院安委会已对该起事故查处挂牌督办，责成山东省人民政府成立事故调查组认真调查、限期结案、严肃追责。为深刻吸取事故教训，进一步加强危险化学品安全生产工作，

有效防范类似事故发生，坚决遏制事故多发势头，现将有关情况通报和要求如下：

一、事故基本情况

金誉石化有限公司成立于 2010 年 6 月，原有 1 套 8 万吨/年液化气深加工生产装置，2016 年 10 月 20 万吨/年液化气深加工生产装置竣工投产，另有 1 套 4 万吨/年废硫酸综合回收装置处于试生产期间。主要生产戊烷油 0.41 万吨/年，精制液化气 2.75 万吨/年，异丁烷 1.24 万吨/年，丙烷 6.14 万吨/年，正丁烷 3.01 万吨/年，异辛烷 12.17 万吨/年。厂区内建有液化气罐区、异辛烷罐区等 7 个相对独立的配套罐区，其中 6 个异辛烷储罐共计 12000m³，18 个液化气球罐共计 36000m³，27 个卧式储罐（储存介质为丙烷、丁烷和戊烷等）共计约 5400 m³。事故发生前，厂区内原料和产品总量 4 万余吨（包括液化气 1.3 万余吨、其他易燃物料 0.35 万吨）。该企业原料和产品进出厂全部通过罐车道路运输。

6 月 4 日，该公司连续实施液化气卸车作业。6 月 5 日凌晨零时 56 分左右，河南省清丰县安兴货物运输有限公司的一辆载运液化气的罐车进入该公司装卸区东北侧 11 号卸车位，该车驾驶员将卸车金属管道万向连接管接入到罐车卸车口，开启阀门准备卸车时，万向连接管与罐车卸车口接口处液化气大量泄漏并急剧气化，瞬间快速扩散。泄漏 2 分多钟后，遇点火源发生爆炸并引发着火，由于大火烘烤，相继引爆装卸区内其他罐车，爆炸后的罐车碎片击中并引燃液化气罐区 A1 号储罐和异辛烷罐区 406 号储罐，在装置区、罐区等位置形成 10 余处着火区域。当地政府积极组织力量应急救援，共调集周边 8 个地市的 189 辆消防车、958 名消防员，经过 15

个小时的紧张施救，6月5日16时左右，现场明火被扑灭。

二、事故原因分析

经初步调查，事故暴露出事故企业安全意识十分淡薄、风险管理严重缺失、安全管理极其混乱、隐患排查治理流于形式、应急前期处置不当、人员素质低下、违规违章严重等突出问题。主要表现为：一是安全风险意识差，风险辨识评估管控缺失，没有对装卸区进行风险评估，卸车区24小时连续作业，10余辆罐车同时进入卸车现场，尤其是扩产后液化原料产品吞吐量增加三分之二仍全部采取罐车运输装卸，造成风险严重叠加。二是隐患排查治理流于形式，卸车区附近的化验室和控制室均未按防爆区域进行设计和管理，电器、化验设备均不防爆。三是应急初期处置能力低下，应急管理缺失，自泄漏到爆炸间隔2分多钟，未能第一时间进行有效处置，也未及时组织人员撤离。四是企业主要负责人危险化学品安全知识匮乏、安全管理水平低下，管理人员专业素质不能满足安全生产要求，装卸区操作人员岗位技能严重不足。五是重大危险源管理失控，重大危险源旁大量设置装卸区。此外，应急处置过程中事故企业违规将罐区在用储罐、装置区安全阀的手阀全部关闭，戊烷罐区安全阀长期直排大气而没有接入火炬系统，存在重大安全风险。

该起事故还暴露出地方人民政府安全发展理念不牢固、红线意识不强，招商引资重项目轻安全，有关部门项目审批不严格、对“两重点一重大”（重点监管的危险化工工艺、重点监管危险化学品和危险化学品重大危险源）监管要求不落实、危险化学品生产和运输企业监管不到位、危险化学品装卸作业安全监管缺失、对事故企业长期存在显而易见的隐患没有及时发现

等问题。

同时，接受事故企业委托开展安全评价的山东省济南华源安全评价有限公司等有关安全评价、设计机构对项目设计、选址、规划布局源头把关不严，风险分析前后矛盾，评价结论严重失实，厂内各功能区之间风险交织，未提出有效的防控措施。

2、液化气钢瓶超装爆炸

发生时间：1980 年 5 月 26 日

发生单位：新疆乌鲁木齐某旅客餐厅

原因类别：超装

伤亡人数：死亡 3 人，受伤 12 人

事故经过：1980 年 5 月 26 日，新疆乌鲁木齐某旅客餐厅 4 只 YSP-50 型液化气钢瓶连续爆燃，造成死亡 3 人，重伤 6 人，轻伤 6 人。

事故原因分析：

爆燃的 4 只液化气钢瓶是 1979 年 12 月 20 日充装，当时气温为-30℃，充装时未称重，故造成超装。随着气温的逐渐升高，5 月 26 日这天气温高达 35℃，钢瓶因超装而导致爆炸。

3、两起残液失火事故

发生时间：1976 年 9 月 19 日

1977 年 2 月 1 日

发生单位：沈阳市某设备厂

山东省某钢铁厂

原因类别：管理

伤亡人数：死亡 2 人，重伤 3 人

事故经过：

(1) 1976年6月19日,沈阳市某设备厂三名液化石油气管理人员,在库房倒液化石油气钢瓶内的残液(距库房18m有一锻造用加热炉),突然大火燃起,当场烧死2人,重伤1人,并烧毁仓库内的钢瓶,经济损失近两万元。

(2)1977年2月1日,山东省某钢铁厂液化石油气充装站三名充装工,将几只钢瓶内的残液倒在地上,其中一人到房门口抽烟(距倒残液处仅7m),一划火柴当即起火,烧伤2人。

事故原因分析:

液化石油气充装工人和管理人员缺乏液化石油气有关知识,工作单位制度不健全,残液只能封闭回收,决不允许随便乱倒。更为严重的是,倒了残液后。划火抽烟,造成火灾。

4、汽车罐车违章维修火灾爆炸

2002年10月19日,河北省廊坊市某县煤气公司的一台20t液化石油气汽车罐车,在装载液化石油气的情况下违章维修,引起火灾爆炸,1人被烧伤,直接经济损失约200万元。

1)事情经过:

10月19日15时许,廊坊市某县煤气公司液化石油气汽车罐车司机不遵守安全管理规定,在罐车内装载有15t液化石油气的情况下,擅自将罐车开往该县一家汽车修理所,准备对汽车进行维修。由于司机对修理所门廊高度判断有误,使罐车开进门廊的时候,罐车安全阀撞到门廊过梁折断,大量液化石油气迅速从安全阀断口喷射出来,瞬间达到爆炸极限。15分钟后,由于静电作用导致泄漏的液化石油气发生爆炸燃烧。由于火焰过度烧烤罐顶部位,使局部温度达到1000℃以上,超过材料的相变温度,被火焰烧烤处失去强度,在巨大内压的作用下,气体“膨”的一声从罐顶突破,

冲起 20 多米高，随即燃烧起更大的火焰，大火整整燃烧了 37 个小时。司机被烧伤。大火还烧着了街道两侧准备修理的汽车 1 辆，摩托车 3 辆，烧毁修理所的二层砖混结构建筑一栋，所幸没有引起更大的爆炸和破坏。

2) 事故分析

造成这起事故的直接原因，是汽车罐车司机安全意识薄弱，不遵守安全管理规定。造成事故的间接原因，是煤气公司安全管理制度不落实，管理松懈，在罐车尚有 15t 液化石油气的情况下，竟然允许司机将罐车开到繁华市区修理，由此可见安全管理的混乱。对此，不仅要对肇事司机予以处罚，对公司领导和有关责任人也要予以处罚。如果这起事故酿成重大人员伤亡和财产损失，就不仅仅是处罚了，还要追究刑事责任。此外，液化石油气汽车罐车的结构也存在需改进之处，尽管液化石油气体车罐车安全阀采用内置式，但仍然高于罐体大约 70mm 左右，汽车在通过桥梁、建筑时经常发生此类事故。据某省消防部门统计，2002 年该省共发生液化石油气事故 100 余起，其中汽车罐区事故占 48%，在汽车罐车事故中，由于安全阀折断、泄漏所造成的事故约占 90%。

3) 事故教训与防范措施：

这起事故教训深刻，从事故发生的原因讲，虽然主要是司机违章造成的，应承担主要责任，但是其根源，与县煤气公司忽视安全工作，安全教育和安全管理不到位又有直接的关系。危险货物运输企业每天都要与危险货物打交道，时刻处于危险之中，如果不加强安全管理，需要有关部门组织技术人员攻关，改造汽车罐车的安全阀、紧急切断阀及液位计等容易发生事故的安全附件，减少事故发生率。

5、液化石油气储罐泄漏事故案例后果类型分析

液化石油气是一种易燃、易爆的危险物质，在生产运输、储存和使用

过程中极易发生事故。随着液化石油气在工业与民用方面的广泛应用，国内外因操作和管理不慎而发生的液化石油气火灾爆炸事故屡见不鲜。1984年11月19日，墨西哥市郊外国家石油公司液化石油储运站发生泄漏并引发爆炸，造成650人死亡，6000人受伤。1998年3月5日，某煤气公司液化石油气管理所发生严重泄漏爆炸事故，共造成12人死亡，32人受伤，10万居民疏散。这些事故造成的人身伤亡及财产损失等都极为严重。因此，对液化石油气储罐及其管路的事故后果进行分析，提出相应的对策措施，对预防重大事故的发生具有重要意义。液化石油气火灾爆炸事故大都源于泄漏。液化石油气的泄漏可分为3种情况：灾难性的储罐瞬间泄漏、储罐裂口处连续泄漏和管路连续泄漏。其中，储罐瞬间泄漏有可能分为储罐热失效（例如火焰烘烤）和冷失效2种情况。

1) 灾难性的储罐瞬间泄漏

储罐热失效：将会立即点火、导致沸腾液体扩散蒸气云爆炸（BLEVE），产生火球。

储罐冷失效：加压液化气储罐的灾难性失效将产生部分液化气的闪蒸，同时湍流的空气被卷入这种蒸气-液滴气云。可以想象，由于与地面和周围环境间的作用，泄漏物的动量将不断损失，直至最后与周围的环境间建立起平衡关系，并随主导风向一起飘移扩散。如果泄漏物的动量没有损失，并且没有显著的风流，那么在动量的驱动下，泄漏物将可能卷入大量的空气，以稀释云团到LEL以下，形成以似罐为中心的气云。根据点火条件不同，气云可发生不同事故后果。

●立即点燃产生 BLEVE 火球：因摩擦静电、电气了火花、明火等而发生立即点燃，从而产生 BLEVE 火球。

●延迟点火发生闪火（FF）或蒸气云爆（VCE）：发生灾难性泄漏时，立即点燃的概率较低，多数情况下会随着主导风向一起漂移扩散。此时，

若应急处置不当时，气云会在扩散过程中遇到点火源，发生延迟点火，导致闪火（FF）或蒸气云爆（VCE）。

●不点燃：若应急处置得当，气云会在扩散过程中不会发生点燃，仅形成浮性云团，不会产生严重的事故后果。

2) 储罐裂口处连续泄漏

储罐裂口处连续泄漏，也将形成蒸气-液滴气云，并且随着扩散的进行发生延迟闪火和蒸气云爆，也可能不点燃，仅形成浮性云团。此外，也可因摩擦静电、电气火花、明火等而发生立即点燃。由于储罐裂口处连续泄漏的量一般较大，这种立即点燃，一般被考虑成灾难性的整体热泄漏，从而产生 BLEVE 火球。

3) 管路连续泄漏

管路连续泄漏可因摩擦静电、电气火花、明火等而发生立即点燃。由于泄漏的量一般较小，这种立即点燃一般导致喷射火。扩散的气云也可发生延迟闪火和蒸气云爆，或者不点燃。

结论:

由以上分析可见，液化石油气储罐及其管路可发生 3 种情况的泄漏，并且根据点火条件的不同，主要发生 BLEVE、闪火、蒸气云爆炸、喷射火等 4 种事故后果。其中：

(1) 在 3 种泄漏情况中，灾难性的储罐瞬间泄漏和储罐裂口处连续泄漏，将产生严重的事故后果，但直接由此引发的事故是小概率事件。由近年来发生的几起典型液化石油气事故案例可见，多数事故的起因，主要源于管路、阀门以及储罐附件等的泄漏。

(2) 在 4 种事故后果中，直接点火经引发灾难性的 BLEVE 后果也是小概率事件。多数情况下首先发生的是延迟闪火和蒸气云爆。闪火和蒸气云爆发生后，严重的后果将会引起多米诺效应，引发次生灾害，从而可引起灾难性的后果。

4 评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元划分

评价单元就是在危险、有害因素分析的基础上，根据评价目标和评价方法的需要，将系统分成有限、确定范围进行评价的单元。

评价单元的划分应考虑安全验收评价的特点，以自然条件、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进行。

常用的评价单元划分原则和方法为：

- 1、以危险、有害因素的类别为主划分评价单元；
- 2、以装置和物质特征划分评价单元；
 - 1) 按装置工艺功能划分；
 - 2) 按布置的相对独立性划分；
 - 3) 按工艺条件划分
 - 4) 按生产、处理危险物品的潜在化学能、毒性和危险物品的数量划分；
 - 5) 根据以往事故资料划分。

根据本评价的目的，以及该企业提供的有关技术资料 and 工程现场调研资料，并结合该项目的实际情况，在主要危险危害因素分析的基础上，本评价将该液化气站划分为四大评价单元：项目综合管理（选址、平面布置、工艺设备设施、公用工程和辅助设施、强制检测设备设施）、运营过程（充装）、运营过程（卸车）、储存（储罐区）四个单元进行评价。

4.2 评价方法介绍

4.2.1 安全检查表分析法（SCA）

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，可以有效控制事故的发生。

安全检查表法以国家安全卫生法律法规、标准规范和企业内部安全卫生管理制度、操作规程等为依据，参考国内外的事故案例、本企业在相同或相近的生产工艺设备的经验教训以及利用其他安全分析方法分析获得的结果，在熟悉系统及系统各单元、收集各方面资料的基础上，编制符合客观实际、尽可能全面识别分析系统危险性的安全检查表。

4.2.2 危险度评价方法

借鉴日本劳动省安全评价六阶段法的定量评价表，结合我国《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008）（2018 版）和《压力容器中毒性危害和爆炸危险程度分类标准》（HG/T20660-2017）等有关标准、规范，编制了“危险度评价取值表”（见表 4-1），规定单元危险度由物质、容量、温度、压力和操作 5 个项目共同确定。其危险度分别按 A=10 分，B=5 分，C=2 分，D=0 分赋值计分，由累计分值确定单元危险等级，其中 16 分以上是具有高度危险（I 级）的单元，11—15 分为具有中度危险（II 级）的单元，10 分以下为低危险度（III 级）单元。以其中单元最大危险度作为本系统的危险度。

表 4-1 危险度评价取值表

分值项目	A (10 分)	B (5 分)	C (2 分)	D (0 分)
物质	甲类可燃气体； 甲 _A 类物质及液态烃类； 甲类固体； 极度危害介质	乙类气体； 甲 _B 、乙 _A 类可燃液体； 乙类固体； 高度危害介质	乙 _B 、丙 _A 、丙 _B 类可燃液体； 丙类固体； 中、轻度危害介质	不属 A、B、C 项之物质
容量	气体 1000m³ 以上 液体 100 m³ 以上	气体 500-1000 m³ 液体 50-100 m³	气体 100-500 m³ 液体 10-50 m³	气体 <100 m³ 液体 <10 m³
温度	1000℃ 以上使用，其操作温度在燃点以上	1000℃ 以上使用，但操作温度在燃点以下； 在 250-1000℃ 使用，其操作温度在燃点以上	在 250-1000℃ 使用，但操作温度在燃点以下； 在低于 250℃ 使用，其操作温度在燃点以上	在低于 250℃ 使用，其操作温度在燃点以下
压力	100MPa	20-100 MPa	1-20 MPa	1MPa 以下
操作	临界放热和特别剧烈的反应操作 在爆炸极限范围内或其附近操作	中等放热反应； 系统进入空气或不纯物质，可能发生危险的操作； 使用粉状或雾状物质，有可能发生粉尘爆炸的操作 单批式操作	轻微放热反应； 在精制过程中伴有化学反应； 单批式操作，但开始使用机械进行程序操作； 有一定危险的操作	无危险的操作

表 4-2 危险度评价取值表

总分值	≥16 分	11~15 分	≤10 分
等级	I	II	III
危险程度	高度危险	中度危险	低度危险

4.2.3 作业条件危险性评价

作业条件危险性评价法是一种简单易行的评价操作人员在具有潜在危险性环境中作业时的危险性的半定量评价方法。

作业条件危险性评价法用与系统风险有关的三种因素指标值之积来评价操作人员伤亡风险大小，这三种因素是 L：事故发生的可能性；E：人员暴露于危险环境中的频繁程度；C：一旦发生事故可能造成的后果。给三种因素的不同等级分别确定不同的分值，再以三个分值的乘积 D 来评价作业条件危险性的大小。即：D=L×E×C。

一、评价步骤

评价步骤为：

- 1) 以类比作业条件比较为基础，由熟悉作业条件的人员组成评价小组；
- 2) 由评价小组成员按照标准给 L、E、C 分别打分，取各组的平均值作为 L、E、C 的计算分值，用计算的危险性分值 D 来评价作业条件的危险性等级。

二、赋分标准

1) 事故发生的可能性 (L)

事故发生的可能性用概率来表示时，绝对不可能发生的事故频率为 0，而必然发生的事故概率为 1。然而，从系统安全的角度考虑，绝对不发生的事故是不可能的，所以人为地将发生事故的可能性极小的分值定为 0.1，而必然要发生的事故的分值定为 10，以此为基础介于这两者之间的指定为若干中间值。见表 4-3。

表 4-3 事故发生的可能性 (L)

分数值	事故发生的可能性	分数值	事故发生的可能性
10	完全可以预料到	0.5	很不可能，可以设想
6	相当可能	0.2	极不可能
3	可能，但不经常	0.1	实际不可能
1	可能性小，完全意外		

2) 人员暴露于危险环境的频繁程度 (E)

人员暴露于危险环境中的时间越多，受到伤害的可能性越大，相应的危险性也越大。规定人员连续出现在危险环境的情况定为 10，非常罕见地出现在危险环境中定为 0.5，以此为基础规定若干个中间值。赋分标准见表 4-4。

表 4-4 人员暴露于危险环境的频繁程度 (E)

分数值	人员暴露于危险环境的频繁程度	分数值	人员暴露于危险环境的频繁程度

10	连续暴露	2	每月一次暴露
6	每天工作时间内暴露	1	每年几次暴露
3	每周一次, 或偶然暴露	0.5	非常罕见的暴露

3) 发生事故可能造成的后果 (C)

事故造成的人员伤害和财产损失的范围变化很大, 所以规定分数值为 1-100, 把需要治疗的轻微伤害或较小的财产损失的分数规定为 1, 把造成多人死亡或重大财产损失的分数规定为 100, 其他情况的分数值在 1-100 之间。赋分标准见表 4-5。

表 4-5 发生事故可能造成的后果 (C)

分数值	发生事故可能造成的后果	分数值	发生事故可能造成的后果
100	大灾难, 许多人死亡或重大财产损失	7	严重, 重伤或较小的财产损失
40	灾难, 数人死亡或造成很大财产损失	3	重大, 致残或很小的财产损失
15	非常严重, 一人死亡或造成一定的财产损失	1	引人注目, 不利于基本的安全卫生要求

三、危险性等级划分标准

根据经验, 危险性分值在 20 分以下为低危险性, 这样的危险比日常生活中骑自行车去上班还要安全些, 如果危险性分值在 70-100 之间, 有显著的危险性, 需要采取措施整改; 如果危险性分值在 160-320 之间, 有高度危险性, 必须立即整改; 如果危险性分值大于 320, 极度危险, 应立即停止作业, 彻底整改。按危险性分值划分危险性等级的标准见表 4-6。

表 4-6 危险性等级划分标准

D 值	危险程度	D 值	危险程度
>320	极其危险, 不能连续作业	20-70	一般危险, 需要注意
160-320	高度危险, 需立即整改	<20	稍有危险, 可以接受
70-160	显著危险, 需要整改		

4.2.4 重大事故后果预测分析法

液化石油气储罐爆炸伤害范围计算

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。后两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的作用是产生空气冲击波。

计算压力容器爆破时对目标的伤害、破坏作用，可按下列程序进行：

(1) 首先根据容器内所装介质的特性，分别计算出其爆破能量 E。

(2) 将爆破能量 E 换算成 TNT 当量 q_{TNT} ，1kg TNT 爆炸所放出的爆破能量为 4230--4836kJ/kg，一般取平均爆破能量为 4500kJ/kg，故其关系为：

$$q = E / q_{TNT} = E / 4500$$

(3) 求出爆炸的模拟比 a，即

$$a = (q/q_0)^{1/3} = (q/1000)^{1/3} = 0.1q^{1/3}$$

(4) 求出与 1000kg TNT 爆炸试验中的相当距离，即 $R=aR_0$ 。

(5) 从表 4-7 中查出 R 处的超压值。

表 4-7 1000kg TNT 爆炸时的冲击波超压

距离 R_0/m	5	10	15	20	25	30	35	40
超压/MPa	2.94	0.76	0.28	0.126	0.079	0.057	0.043	0.033
距离 R_0/m	45	50	55	60	65	70	75	
超压/MPa	0.027	0.0235	0.0205	0.018	0.016	0.0143	0.013	

(6) 从表 4-8、表 4-9 查出各超压值对人体的伤害作用、对构筑物的破坏作用。

表 4-8 冲击波超压对人体的伤害作用

超压/MPa	伤害作用
0.02~0.03	轻微损伤
0.03~0.05	听觉器官损伤或骨折
0.05~0.10	内脏严重损伤或死亡
> 0.10	大部分人员死亡

表 4-9 冲击波超压对构筑物的破坏作用

超压/MPa	破坏作用
0.004~0.006	门窗玻璃部分破碎
0.006~0.015	受压面的门窗玻璃大部分破碎
0.015~0.02	窗框损坏
0.02 ~ 0.03	墙裂缝
0.04 ~ 0.05	墙大裂缝，屋瓦掉下
0.06 ~ 0.07	木建筑物房房柱折断，房架松动
0.07 ~ 0.10	砖墙倒塌
0.10 ~ 0.20	防震钢筋混凝土破坏，小房屋倒塌
0.20 ~ 0.30	大型钢架结构破坏

4.3 评价方法选择

安全评价方法是进行定性、定量安全评价的工具。安全评价方法有很多种，每种评价方法都有其适用范围和应用条件。在进行安全评价时，应该根据安全评价对象和要实现的安全评价目标，选择适用的安全评价方法。

常用的安全评价方法有安全检查表法、危险指数评价法（危险度评价法、道化学火灾爆炸指数评价法、ICI 蒙德法）、预先危险性分析法、危险假设分析与故障假设/检查表分析法、危险和可操作性分析法、逻辑分析法（故障树分析、事件树分析、原因-后果分析法）、风险矩阵法、人员可靠性分析法、作业条件危险性评价法、事故后果模拟分析法。

安全评价方法的选择原则为：

- 1、充分性原则；
- 2、适应性原则；
- 3、系统性原则；
- 4、针对性原则；
- 5、合理性原则；

本评价选用安全检查表法定性评价选址、平面布置、道路交通、建构物、储存设施、消防设施、防雷防静电设施与法律法规、标准规范的符合性，选用危险度评价法定量评价 LPG 储罐的危险程度，选用作业条件危险性评价法定量评价项目完成后正常运行期间的危险程度，选用重大事故后果模拟分析法分析液化气储罐发生火灾爆炸时对站区及周围的影响。

表 4-10 评价单元划分及评价方法选择表

序号	评价单元	评价的主要对象	采用的评价方法
1	项目综合管理(选址、平面布置、工艺设备设施、公用工程和辅助设施、强制检测设备设施)	现场及安全管理	安全检查表
2	运营过程(充装)	充装过程	作业条件危险性分析
3	LPG 储罐区	埋地储罐	安全检查表 危险度评价 事故后果模拟分析法
4	运营过程(卸车)	操作	安全检查表 作业条件危险性分析

5 定性、定量评价

5.1 安全检查表法评价

5.1.1 项目与法律法规和标准规范符合性检查

使用安全检查表法，按照法律法规和标准规范，对该建设项目进行符合性评价，结果见下表。

表 5-1 选址符合性检查表

序号	检查内容	标准依据	检查结果	备注
总平面布置	5.1.1 液化石油气储存站、储配站和灌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	《液化石油气供应工程设计规范》（GB51142-2015）第 5.1.1	企业已提供相关证明文件。	符合
	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；	《液化石油气供应工程设计规范》（GB51142-2015）第 5.1.2	地势开阔	符合
	五级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、储配站和灌装站，不得建在城市中心区。	《液化石油气供应工程设计规范》（GB51142-2015）第 3.0.13	本站为六级站，不在城市中心	符合

			城区。	
	<p>液化石油气储存站、储备站和灌装站应分区布置，并应分为生产区（包括储罐区和灌装区）和辅助区；</p> <p>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面。</p>	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.2.1 条	分为生产区和辅助区；生产区在上侧风侧面。	符合
	全压力式储罐与站外建筑、堆场防火间距不应小于表 5.2.8 的规定。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.2.8 条	见本报告表 5-2	符合
	全压力式储罐与站内建筑的防火间距不应小于表 5.2.10 的规定。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.2.10 条	见本报告表 5-3	符合
	<p>液化石油气灌瓶间和瓶库与站内建筑的防火间距应符合下列规定：</p> <p>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；</p> <p>2、瓶库与灌瓶间之间的距离不限；</p> <p>3、计算月平均日灌瓶量小于 700 瓶（10t/d）的灌瓶站，其压缩机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墙隔开；</p> <p>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。</p>	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.2.15 条	见本报告表 5-4	符合
	<p>液化石油气汽车槽车装卸台与站外建筑的防火间距应符合下列规定：</p> <p>1、液化石油气汽车槽车装卸台与站外建筑的防火间距不应小于表 5.2.16 的规定；</p> <p>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，应按本表 5.2.16 其他民用建筑的防火间距增加 50%；</p> <p>3、当民用建筑的耐火等级为一、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，与其他民用建筑的防火间距可按表 5.2.16 规定的距离减少 30% 执行。</p>	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.2.16 条	见本报告表 5-6	符合

消防给水	11.1.1 液化石油气储存站、储配站、灌装站、气化站和混气站在同一时间内的火灾次数应按一次考虑,消防用水量应按储罐区一次最大消防用水量确定。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.1 条	设有 500 m ³ 消防水池,满足消防用水	符合
	11.1.2 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 50m ³ 或单罐容积大于 20m ³ 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 m ²)。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.2 条	已设置固定喷水冷却装置,设有 500 m ³ 消防水池,满足消防用水	符合
	11.1.3 液化石油气储存站、储配站、灌装站、气化站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。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.3 条	符合规定	符合
	11.1.4 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。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.4 条	消防管网布置成环状,符合规定	符合
	11.1.5 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》GB 50016 和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定;消防水池应有防止被污染的措施。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.5 条	项目设 500m ³ 消防水池符合规定	符合
	11.1.6 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》GB 50016 的有关规定	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.6 条	符合规定	符合
	11.1.7 液化石油气球形储罐固定喷水冷却装置宜采用水雾喷头。储罐固定喷水冷却装置的水雾喷头的布置,应在喷水冷却时将储罐表面及液位计、阀门等重要部位全覆盖。卧式储罐喷水冷却装置可采用喷淋管。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.7 条	设固定喷水装置	符合
	11.1.9 储罐固定喷水冷却装置出口的供水压力不应小于 0.2MPa。球形储罐,水枪出口的供水压力不应小于 0.35MPa;卧式储罐,水枪出口	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.9	供水压力是 0.55MPa	符合

	的供水压力不应小于 0.25MPa。	条	。	
通信	12.4.1 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。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 12.4.1 条	符合规定	符合

评价小结：建设项目选址符合国家有关法律法规的要求。

5.1.2 总平面布置检查

表 5-2.1 全压力式贮罐与基地外建、构筑物的防火间距 (m)
《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015

项 目		总容积 (m³): 50<V≤220		备注	
		单罐容积 (m³): ≤50			
		标 准	实际距离		
居住区、学校、影剧院、体育馆等重要公共建筑（最外侧建、构筑物外墙）		50	/	/	
工业企业（最外侧建、构筑物外墙）		30	/	/	
明火、散发火花地点和室外变、配电站		50	/	/	
其他民用建筑		45	262	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		45	/	/	
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		35	/	/	
助燃气体储罐，可燃材料堆场		30	/	/	
其他建筑	耐火等级	一、二级	20	/	/
		三级	25	/	/
		四级	30	/	/
公路、道路（路边）	高速 I、II 级，城市快线	25	/	/	
	其他	20	124	符合	
架空电力线（中心线）		1.5 倍杆高	/	/	
架空通讯线（中心线）	I、II 级	30	/	/	
	其他	1.5 倍杆高	/	/	

表 5-2.2 全压力式贮罐与站外建、构筑物的防火间距 (m)

方位	站外构筑物	站内构筑物	距离 /m	规范要求	规范	备注
北	山坡	储罐	/	/	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015	/

南	山坡	储罐	/	/	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015	/
南	民房	储罐	262	45	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015	符合
西	G357 国道	储罐	124	100	《公路安全保护条例》	符合
东	山坡	储罐	/	/	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015	/

表 5-3 液化石油气供应基地的全压力式贮罐与基地内建、构筑物的防火间距 (m)
《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015

项 目	总容积 (m³): 50<V≤200		备 注
	单罐容积 (m³): ≤50		
	标 准	实际距离	
明火、散发火花地点	50	/	/
办公、生活建筑	30	60	符合
灌瓶间、瓶库、压缩机室、仪表间、值班室	20	23.9	灌瓶间、压缩机室符合
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	20	22.3	装卸口符合
空压机室、变配电室、柴油发电机房、新瓶库、真空泵房、库房	20	67	配电房符合
机修间、汽车库	30	/	/
消防泵房、消防水池 (罐) 取水口	40	122	符合
站内道路 (路边)	主要	15	液化气运输路符合
	次要	10	/
围墙	20	23	符合

表 5-4 灌瓶间和瓶库与站内建、构筑物的防火间距 (m) 《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015

项 目	总存瓶量 (t) ≤10		备 注
	标 准	实际距离	
明火、散发火花地点	25	/	/
办公、生活建筑	20	23	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	15/隔墙	隔墙	符合
压缩机室、仪表间、值班室	12	23	值班室 符合 压缩机房与罐瓶间 有防火墙 符合
空压机室、变配电室、柴油发电机房	15	25	发电间 符合

机修间、汽车库		25	/	/
新瓶库、真空泵房、备件库等非明火建筑		12	/	/
消防泵房、消防水池(罐)取水口		25	92	符合
站内道路(路边)	主要	10	11	符合
	次要	5	/	/
围墙		10	15	符合

表 5-5 灌瓶间和瓶库与站外建、构筑物的防火间距 (m) 《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015

项 目	总存瓶量 (t) ≤10		备 注
	标 准	实际距离	
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	265	/
甲类仓库	20	/	/
厂房和乙、丙、丁戊类仓库	一、二级	12	/
	三级	15	/
	四级	20	/
电力系统电压为 35-500KV 且每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	25	/	/
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	102	符合

表 5-6 液化石油气汽车槽车装卸台与站外建筑的防火间距 (m) 《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015

项 目	规范间距 (m) (六级及以上供应站)	实际计间距 (m)	备注
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	-	无
明火、散发火花地点和室外变配电站	45	-	无
其他民用建筑	40	265	无
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	-	无
丙类液体储罐, 可燃气体储罐, 两、丁类生产厂房, 丙、丁类物品仓库	30	-	无
铁路(中心线)	22	-	无
公路、道路(路边)	高速、I、II级、城市快路	-	无
	其他	25	112
架空电力线(中心线)	1.5 倍杆高	-	无

评价小结：建设项目总平面布置及周边环境均符合法律规范要求。

5.1.3 工艺与设备安全检查

工艺与设备具体情况见表 5-7。

表 5-7 工艺与设备单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	检查结果
1	不使用有国家明令淘汰的设备、设施。	《安全生产法》第 31 条国家经贸委淘汰设备、工艺品名表	无国家明令淘汰的设备、设施。	符合
2	生产设备、管道的设计、制造、安装和试压等应符合国家标准和有关规范要求。	《化工企业安全卫生设计规定》HG20571-2014 第 3.1.10 款	经有资质单位的设计、施工、安装，符合有关规范要求。	符合
3	地上储罐应设置钢梯平台，其设计宜符合下列要求：（1）卧式储罐组宜设置联合钢梯平台。当组内储罐超过 4 台时，至少应设置 2 个斜梯；（2）球形储罐组宜联合钢梯平台。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.3.3 条	设置钢梯平台。	符合
4	液化石油气压缩机进、出口管道阀门及附件的设置应符合下列规定： （1）进、出口管道应设置阀门； （2）进口管道应设置过滤器； （3）出口管道应设置止回阀和安全阀； （4）进、出口管之间应设置旁通管及旁通阀。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.3.6 条	液化石油气压缩机进、出口管道阀门及附件的设置符合规范要求	符合
5	液化石油气压缩机室的布置应符合下列规定： （1）压缩机机组间的净距不应小于 1.5m；（2）机组操作侧与内墙的净距不应小于 2.0m；其余各侧与内墙的净距不应小于 1.2m； （3）安全阀应设置放散管。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.3.7 条	布置符合要求。	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	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.3.8 条	布置符合要求。	符合
7	液态液化石油气宜采用屏蔽泵，泵的安装高度应保证系统不发生气蚀，并应采取防止振动的措施。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.3.9 条	符合要求	符合
8	液态液化石油气泵进出口管段上阀门及附件的设置应符合下列规定： （1）泵进、出口管应设置操作阀和放气阀； （2）泵进口管应设置过滤器； （3）泵出口管应设置止回阀和液相安全回流阀。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 5.3.10 条	已设置	符合

9	灌瓶间内钢瓶存放量宜按 1d~2d 的计算月平均日供应量计算。当总存瓶量(实瓶)大于 3000 瓶时,宜另外设置瓶库。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 5.3.11 条	符合要求	符合
10	采用自动化、半自动化灌装和机械化运瓶的灌装作业线上应设置灌瓶质量复检装置,且应设置检漏装置或采取检漏措施。 采用手动灌瓶作业时,应设置验斤秤,并应采取检漏措施。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 5.3.12 条	设置灌瓶量复检装置。	符合
11	储配站和灌瓶站应设置残液倒空和回收装置。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 5.3.13 条	设置了残液倒空和回收装置。	符合
12	汽车槽车装卸台柱的胶管接头应采用与汽车槽车配套的快装接头,该接头与胶管之间应设置阀门。装卸管上应设置拉断力为 800N-1400N 的拉断阀。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 5.3.14 条	接头与胶管之间设置阀门。装卸管上设置有拉断阀。	基本符合
13	新瓶库和真空泵房应设置在辅助区。新瓶和检修后的气瓶首次灌瓶前应将其抽至 80kPa 真空度以上。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 5.3.23 条	新瓶库设置在辅助区。	符合
14	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。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 5.3.19 条	单排低支架敷设,有管道安全阀。	符合
15	管道宜采用焊接连接。管道与储罐、容器、设备及阀门可采用法兰或螺纹连接。当每对法兰或螺纹接头间电阻值大于 0.03 欧时,应采用金属导体跨接。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 9.2.1 条	有金属导体跨接。	符合
16	液化石油气储罐接管安全阀件的配置应符合下列规定: 1、必须设置安全阀和检修用的放散管; 2、液相进口管必须设置止回阀; 3、储罐液相出口管和气相管应设置紧急切断阀; 4、储罐所有管道接口应设置两道阀门,排污口两道阀门应采用短管连接,并应采取防冻措施。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 9.3.5 条	安全阀件的配置齐全	符合

17	全压力式液化石油气储罐底部宜加装注胶装置或加装高压注水连接装置，罐区应备有高压注水设施，注水管道应与独立的消防水泵相连接。消防水泵的出口压力应大于储罐的最高工作压力。正常情况下，注水口的控制阀门应保持关闭状态。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 9.3.6 条	储罐底部有高压注水口	符合
18	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。 2、容积大于或等于 100m ³ 以上的储罐应设置 2 个或 2 个以上安全阀； 3、安全阀应装设放散管，其管径不应小于安全阀出口的管径。 4、地上储罐安全阀放散管管口应高出储罐操作平台 2m 以上，且应高出地面 5m 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	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 9.3.7 条	按规定设置。	符合
19	液化石油气储罐检修用放散管的管口高度应符合本规范第 9.3.7 条第 4 款的规定。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 9.3.8 条	设放散管。	符合
20	液化石油气气液分离器、缓冲罐和气化器应设置弹簧封闭式安全阀。安全阀应设置放散管。当上述容器露天设置时，放散管管口高度应符合本规范第 9.3.7 条第 4 款的规定。当室内设置时，放散管管口应高出屋面 2.0m 以上。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 9.3.9 条	放散管高出屋面	符合
21	液化石油气储罐检测仪表的设置，应符合下列规定： 1、应设置就地指示的液位计和压力表； 2、当全压力储罐小于 3000m ³ 时，就地指示的液位计宜采用能直接观测储罐全液位的液位计； 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。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 12.3.1 条	储罐设置了就地指示的液位计、压力表和温度计。设置了远传显示的液位计和压力表，已设置液位上、下限报警装置和压力上限报警装置；报警器设置在值班室	符合
22	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。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 12.3.3 条	均设置压力表。	符合
23	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。	《液化石油气供应工程设计规范》 GB51142-2015 第 12.3.4 条	安装有可燃气体报警探测器和视频监控系統。	符合

24	<p>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：</p> <p>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》GB 50493 和《城镇燃气报警控制系统技术规程》CJJ / T 146 的有关规定；</p> <p>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；</p> <p>3、可燃气体报警控制器宜与控制系统联锁；</p> <p>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。</p>	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 12.3.5 条	探头安装符合要求，可燃气体报警器设置在值班室	符合
----	--	--	------------------------	----

评价小结：本工程工艺及设备符合规范要求。

5.1.4 公用工程和辅助设施安全检查

公用工程和辅助设施具体情况见表 5-8。

表 5-8 公用工程和辅助设施单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	检查结果
一、消防与给排水				
1	消防水泵房的设计应符合现行的国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.6 条	泵房符合规定	符合
2	液化石油气球形储罐固定喷水冷却装置宜采用喷雾头。储罐固定喷水冷却装置宜采用喷淋管，储罐固定喷水冷却装置的喷头或喷淋管的定孔布置，应保证喷水冷却时将储罐表面及液位计、阀门等重要部位全覆盖。卧式储罐喷水冷却装置可采用喷淋管。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.1.7 条	设置固定喷水冷却装置	符合
3	液化石油气储存站、储配站、灌装站、气化站和混气站生产区的排水系统应采取防止液化石油气排入其他地下管道或低洼部位的措施。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.2.2 条	设置油水分离装置	符合
4	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 的规定。	《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 第 11.3.1 条	设置手提式和推车式干粉灭火器	符合
二、供配电与防雷、防静电				
1	液化石油气储存站、储配站、灌装站内消	液化石油气供应工程	消防用电负荷按“二	符合

	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“二级负荷”的规定。液化石油气储存站、储配站、灌装站其他电气设备供电系统可为三级负荷。	设计规范》 GB51142-2015 第 12.1.1 条	级”负荷设计，其他按三级设计。站内为双回路供电。	
2	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 的规定，其用电场所爆炸危险区域等级及范围的划分宜符合本规范附录 A 的规定。	液化石油气供应工程 设计规范》 GB51142-2015 第 12.1.3 条	符合本规范附录 A 的规定。	符合
3	液化石油气供应站具有爆炸危险的建、构筑物的防雷设计应符合国家现行的标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 中“第二类防雷建筑物”的有关规定。	液化石油气供应工程 设计规范》 GB51142-2015 第 12.2.1 条	由防雷报告可知，建、构筑物的防雷等级按“第二类”设计，防雷接地装置的冲击接地电阻符合要求	符合
4	液化石油气供应站静电接地设计应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB50160 和《石油化工静电接地设计规范》SH3097 的规定。	《液化石油气供应工程 设计规范》 GB51142-2015 第 12.2.5 条	符合现行国家标准《石油化工静电接地设计规范》SH3097 的规定。	符合
5	在生产区入口处应设置安全有效的人体静电消除装置。	《液化石油气供应工程 设计规范》 GB51142-2015 第 12.2.6 条	已设置	符合
三、建、构筑物				
1	具有爆炸危险的建、构筑物的防火、防爆设计应符合下列要求：（1）建筑耐火等级不应低于“二级”；（2）门、窗应向外开；（3）封闭式建筑物应采取泄压措施，其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；（4）地面面层应采用撞击时不会产生火花材料，其技术要求应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209 的规定。	《液化石油气供应工程 设计规范》 GB51142-2015 第 10.1.1 条	爆炸危险的建、构筑物的耐火等级为二级，灌瓶间地面采用不会产生火花材料。	符合
2	具有爆炸危险的封闭式建筑物应采取正常的通风措施。事故通风量每小时不应小于 12 次。当采用自然通风时，其通风口总面积按每平方米房屋地面面积不应小于 300cm ² 计算确定。通风口不应少于 2 个，并应靠近地面设置。	《液化石油气供应工程 设计规范》 GB51142-2015 第 10.2.2 条	采用自然通风。	符合
4	具有爆炸危险的建筑，其承重结构应采用钢筋混凝土或钢框架、排架结构。钢框架和钢排架应采用防火保护层。	《液化石油气供应工程 设计规范》 GB51142-2015 第 10.1.3 条	建筑物采用钢筋混凝土结构。	符合
5	液化石油气储罐应牢固地设置在基础上。	《液化石油气供应工	采用钢筋混凝土支座	符合

卧式储罐的支座应采用钢筋混凝土支座。球形储罐的钢支柱应采用非燃烧隔热材料保护层，其耐火极限不应低于 2h。	程设计规范》 GB51142-2015 第 10.1.4 条		
---	--------------------------------------	--	--

评价小结：本工程公用工程和辅助设施对照安全检查表检查，符合国家标准《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015 规定。

5.1.5 强制性检测设备设施检查

表 5-9 强制性检测设备设施检查情况（具体见附件）

序号	检查内容	检查结果
1	压力表为专用压力表	专用压力表，按时校验。
2	压力表应安装在易观察和易检修的位置，并避免高温与振动。	安装在易观察位置
3	定期校验压力表，合格后方准继续使用。	已由赣州市计量检定测试所检定合格。
4	安全阀必须按规定的形式、型号和规格配备，且灵敏、可靠。	安全阀选用适当
5	安装安全阀前、后必须进行校对，校对后应加铅封。并应按规定定期校验，不合格者禁止继续使用。	安全阀已由赣州市特种设备监督检验中心校验合格并铅封。
6	液体储罐、压力管道作为压力容器应定期检测检验	由赣州市特种设备监督检验中心检测合格。
7	防雷设施应定期检测检验	经检测合格。

5.1.6 爆炸危险区域划分符合性检查

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

根据《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015附录A的规定，按火灾、爆炸发生的危险程度可将爆炸危险区域划分为“0区”、“1区”和“2区”三个区域。该工程液化石油气埋地储罐和储罐装卸台、烃泵房三个作业场所存在易燃、易爆介质，有可燃气体泄漏，爆炸危险区域等级和范围的划分如下：

表 5-10 爆炸危险区域划分符合性检查

区域	条件	检查情况
----	----	------

0 区	储罐内部空间。	作业场所设置了可燃气体报警系统，电气设备和配线采用防爆型，设备及金属管道接地；液化石油气埋地储罐和储罐装卸台、烃泵等设备安装静电接地系统，防雷设施等级按“第二类”设置。电气设备的防爆等级为 d II BT4。动力配线电缆和控制电缆采用穿钢管敷设。
1 区	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；	
	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。在 2 区范围内，地面以下的沟、坑等低洼处；	
2 区	以装卸口为中心，半径为 4.5m，1 区以外以及地面以上的范围内；	
	以烃泵为中心，半径为 4.5m 以及至地面以上范围内。	
非爆炸区	其他场所可划为非爆炸危险区域。	

5.2 危险度评价法评价

评价单元分为液化石油气储罐。液化石油气储罐主要危险物质为液化石油气，属液态烃类，故物质取 10 分；储罐最大贮量大于 120m³，故容量取 10 分；储罐最高压力在 1.6 MPa，故压力取 2 分；储罐在常温下贮存，故温度取 0 分；操作为单批式操作，但开始使用机械进行程序操作，操作取 2 分。

评价结果见表 5-11。

表 5-11 危险度评价法评价结果

	物质	容量	温度	压力	操作	总分	等级
LPG 储罐	甲 A 类物质 10 分	液体 120m³ 10 分	常温 0 分	1.6MPa 2 分	有一定危险 2 分	24	I 高度危险

因此兴旺液化气站的液化石油气储罐危险度评价综合得分为 24 分，为“ I ”级，属高度危险。

5.3 作业条件危险性分析法评价

本企业作业主要包括 LPG 卸车作业、钢瓶充装作业、倒罐作业、残液倒空作业、钢瓶抽真空作业，现以 LPG 卸车作业为例，说明取值方法及计算过程。

(1)事故发生的可能性 L：LPG 卸车操作主要危险源和潜在危险主要为火灾、爆炸。属“很不可能，可以设想”故分值 L=0.5。

(2)暴露于危险环境的频繁程度 E：每周一次，或偶然暴露，故 E=3。

(3)发生事故可能产生的后果：灾难，数人死亡，或造成很大财产损失。故取 C=40。

(4) $D=L \times E \times C=0.5 \times 3 \times 40=60$

为“比较危险,需要注意”范围，评价该项目正常运行期间的危险程度结果见表 5-12。

表 5-12 作业条件危险性分析法评价结果

单元	可能的危险性	L	E	C	D	危险性等级
LPG 卸车	火灾、爆炸	0.5	3	40	60	可能危险，需要注意
	冻伤	0.5	3	7	10.5	稍有危险，可以接受
	机械伤害	0.5	3	15	22.5	可能危险，需要注意
钢瓶充装	火灾、爆炸	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
	容器爆炸	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
	冻伤	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
	机械伤害	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
钢瓶抽真空	火灾、爆炸	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
	容器爆炸	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
	冻伤	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
	机械伤害	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
倒罐	火灾、爆炸	1	1	40	40	可能危险，需要注意
	冻伤	0.5	1	15	7.5	稍有危险，可以接受
	机械伤害	1	1	7	7	稍有危险，可以接受
残液倒空	火灾、爆炸	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
	冻伤	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
	机械伤害	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意

5.4 重大事故后果预测（爆炸伤害模型 TNT 当量算法评价）

5.4.1 评价对象

本项目设置的 50m³ 的液化石油气储罐 2 个, 20 m³ 的残液罐 1 个, 因此用爆炸伤害模型 TNT 当量算法对其进行重大事故后果预测。

5.4.2 爆炸伤害模型 TNT 当量算法计算过程

液化石油气(LPG)储罐爆裂伤害范围计算

LPG 储罐既存在物理爆炸又存在化学爆炸的可能, 但其化学爆炸的威力远大于物理爆炸的威力。

现用火灾、爆炸事故模型预测 50m³ 的 LPG 储罐发生化学爆炸时对周围建构筑物的破坏作用和人员的伤害作用。

(1) 50m³ 的储罐中 LPG 储量为 21021kg, 全部燃烧可放出 $2653 \times 21021 \times 10^3 \times 80\% / 58 = 7.7 \times 10^8 \text{kJ}$ 能量;

(2) 该能量相当于 $7.7 \times 10^8 / 4500 = 1.71 \times 10^5 \text{kg}$ TNT 爆炸的能量;

(3) 爆炸的模拟比 $a = 0.1 \times (1.71 \times 10^5)^{1/3} = 5.55$;

(4) 产生的冲击波的超压、与储罐距离和对建构筑物破坏作用、人员伤害作用的关系为:

表 5.4-1 计算结果表

	与储罐距离 /m	冲击波超压 /MPa	破坏、伤害作用
5×5.55	27.75	2.94	大部分人员死亡, 大型钢架结构破坏
10×5.55	55.5	0.76	
15×5.55	83.25	0.283	
20×5.55	111	0.128	大部分人员死亡, 防震钢筋混凝土破坏, 小房屋倒塌
25×5.55	138.75	0.079	内脏严重损伤或死亡, 砖墙倒塌
30×5.55	210	0.057	内脏严重损伤或死亡, 墙大裂缝, 屋瓦掉下

5			
35×5.5 5	194.25	0.043	听觉器官损伤或骨折，墙大裂缝，屋瓦掉下
40×5.5 5	222	0.033	听觉器官损伤或骨折，墙裂缝
45×5.5 5	249.75	0.027	轻微受伤，墙裂缝
50×5.5 5	277.5	0.024	轻微受伤，墙裂缝
55×5.5 5	305.25	0.021	轻微受伤，墙裂缝
60×5.5 5	333	0.018	窗框损坏
65×5.5 5	360.75	0.016	
70×5.5 5	388.5	0.014	受压面的门窗玻璃大部分破碎
75×5.5 5	416.25	0.013	

评价结果分析，单个 50 m³ 液化气储罐发生化学爆炸时，人员在 222m 以上、建构物在 194.25m 以上才较安全。上述计算是基于没有防护措施的敞开式假设事故，是为了分析可能发生事故的后果进行的理论计算。所以企业针对危险物质储存和经营过程中的危险因素，采取相应的安全措施，通过储罐区设有防火储槽，站区周边设高 2m 的围墙降低事故所产生的危害和影响。并采取一切必要措施防止液化气泄漏、杜绝着火源、防止自然灾害引起的火灾爆炸事故。使企业总体危险有害因素和程度控制在可接受的范围。

5.5 综合评价

5.5.1 项目选址总图布置的评价

项目位于江西省赣州市会昌县高排乡高排村，交通便利，总平面布置中均满足对场地的安全间距，储存区周边无其他学校、医院等重要的公共设施，距民房地地点较远，该项目有围墙、护坡与外界隔离，因

此该项目对周边环境不会造成影响。

5.5.2 建（构）筑物及设备管道

充装台高于地面 0.6m，充装间为半敞开式结构，前面空敞，有利于气体扩散，砵地面，为二级耐火等级。充装间与烃泵房采用联体结构，之间为防火墙相隔。

贮罐采用地上卧式布置，其支座为钢筋混凝土鞍式支座，四周有实体围堰。

办公楼、配电房等辅助用房为砖墙结构，砵地面、为二级耐火等级。

储罐为正规厂家生产产品。所有的贮罐出厂检验合格，其安全等级为二级，贮罐取得赣州市质量技术监督局压力容器使用登记证。

管道均采用无缝钢管，用平焊法兰连接，法兰与法兰连接处进行了跨接，管线采用明管架空布置地上高度约 0.3m，排列走向合理，间距符合要求，管道已作固定，液化石油气埋地储罐经赣州市特种设备监督检验中心检测合格。

5.5.3 消防、安全设施

气站生产、生活用水采用市政供水系统，站区另设置了消防水池，其一次消防用水量计算过程如下：

该站西部消防水池为 500m³，安装消防水泵 2 台，选用 380V、50HZ 三相供电线路。站内设消防栓，可满足消防用水要求。

根据 GB51142-2015，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确定。

储罐设有固定喷淋装置，固定喷水冷却装置的用水量应按储罐的冷却面积和冷却水供应强度计算确定，固定喷淋装置供水强度不应小于 0.15L / S. m²，着火储罐的保护面积为 92.25 m²，相邻储罐的表面积分别为 92.25 m² 和 48.98 m²，液化石油气站火灾延续时间

为 3h，固定喷水冷却装置的用水量= $92.25 \times 0.15 \times 3 \times 3.6 + 1/2 \times (92.25 \times 0.15 \times 3 \times 3.6 + 48.98 \times 0.15 \times 3 \times 3.6) = 263.84\text{m}^3$ 。该气站储罐单罐容积小于 100 m³，总容积小于 500 m³，水枪用水量按 20L/s 计算，水枪用水量= $20 \times 3 \times 3.6 = 216\text{m}^3$ 。消防用水量= $263.84\text{m}^3 + 216\text{m}^3 = 479.84\text{m}^3$ 。

该站设有 500 m³ 的消防水池，配备消防水泵 2 台（型号：YE2-200L2-2），选用 380V、50HZ 三相供电线路，站内设 3 个消防栓，可满足消防用水要求。

站区每台储罐设置 8kg 手提式干粉灭火器 2 具，共 6 具；灌瓶间和机泵房各设置 4kg 手提式干粉灭火器 2 具，共 4 具；卸车柱旁设 35kg 推车式干粉灭火器 1 台；办公室、值班室设干粉灭火器若干。

符合《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006）和《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）的有关规定。该液化气站经会昌县住房和城乡建设局消防验收，符合国家有关安全技术规范。

5.5.4 安全生产管理

该液化气站成立了安全生产领导小组，配备了专职安全管理人员；制定了各级人员和岗位的安全生产责任制；制定了岗位操作规程；有事故应急救援预案。

该气站主要负责人及安全管理人员参加了相应安全管理资格培训；充装人员取得了特种作业人员操作证，能适应石油液化气经营储存安全管理要求。该站已为从业员工购买工伤保险。

5.5.5 建设项目对周边环境的影响

该项目周边无重要设施，储存装置距周边距离符合规范要求，因此，只要建设单位采取落实有效的安全防范措施，基本上对周边环境不会造成影响。

5.5.6 周边环境对建设项目的影晌

该项目储存区周边无其他学校、医院等重要的公共设施，距周边企业地点较远，该项目有围墙与外界隔离，因此周边环境对项目的影响可基本排除。而且，消防、应急救援方便快捷。

5.5.7 自然条件对建设项目的影晌

1、地震和不良地质的影晌

地质灾害主要包括地震和不良地质的影晌，造成建筑物及基础下沉等。如发生地震，则可能损坏设备，造成人员伤亡，甚至引发火灾、爆炸事故。

该建设项目所在地地震烈度按 6 级设计设防。若发生地震将导致管线位移，储罐倾倒，从而可能使管道变形拉裂，造成液化石油气的泄漏，如遇火源，将发生火灾、爆炸事故。

2、雷击

该项目地处南方多雷地带，易受雷电袭击。雷击可能造成建筑物及设备损坏，也可能造成人员伤亡，还可能引发火灾事故，同时雷击可使电气出现故障或损坏电气设备。另外雷电还可能引发山林火灾，危及建筑物及设备安全。

3、山洪、山体滑坡

该项目所在地该项目地址远离河流，不受洪水、潮水或内涝威胁的地带，不在地震带。

项目用地区域内没有发现明显的自然崩塌、滑坡、泥石流和地面塌陷及地裂缝等不良地质现象。

6 安全对策措施及建议

6.1 采取、落实消防专篇要求的安全措施与对策

序号	设计要求的安全对策措施	落实情况
1	<p>(1) 根据液化气充装工艺流程、物料流向、动力供应及成品输送装置的位置，满足工艺流程要求，保证生产线短捷，尽量避免管道来往交叉迂回。同时，本工程有液化气易燃易爆危险品，故在总平面布置时综合考虑建筑与周边的防火间距和卫生要求。</p> <p>(2) 合理布置场地内用地，注意节约用地。在尽可能的情况下尽量做到人流和物流分开，避免交叉。在总图规范化、合理化方向下，使布局更加完善。</p> <p>气站分区布置，设生产区和辅助区。生产区有液化气储罐区和灌装区；储罐区采用露天布置，设有 2 台 50 m³ 卧式储罐和 1 台 20 m³ 卧式储罐，储罐区设置了 1m 高的围堰；灌瓶区有灌瓶间和压缩机烃泵房；储罐之间的防火间距不小于相邻最大储罐的直径。辅助区有发电机房与配电房、办公楼，辅助区建筑与液化气储罐最外壁距离大于 35m。消防泵房、消防水池取水口与液化气储罐最外壁距离大于 40m。各建筑物与液化气储罐最外壁距离符合《液化石油气供应工程设计规范》(GB51142-2015) 的相应要求。该站消防水池有效容积为 500m³。</p> <p>生产区与辅助区之间设 2m 高分隔围墙。</p> <p>液化气站设有 5m 宽大门，供车辆进出使用，辅助区大门入口车道宽 5m；生产区内车道宽 5m，生产区内设置回车场，道路宽度满足运输消防安全的要求。生产区与辅助区之间设置高度不低于 2m 的不燃烧实体围墙隔开。</p>	已落实
2	<p>本工程中存在可燃气体液化气，液化气为甲 A 类，且液化气比空气重，其爆炸下限为 1.0%。需设置可燃气体探测器，分别在灌瓶区、机泵房、卸车柱各设置 1 只防爆可燃气体探测器，另外在罐区设置防爆可燃气体探测器 2 只。所有可燃气体探测器均立柱安装，高度为距地 0.5 米。当液化气泄漏</p>	已落实

	<p>达到其爆炸浓度下限 20%时探测器输出信号报警，在附近值班室设置一台可燃气体报警器。各探测器之间采用总线连接方式，电缆采用 ZR-RVVP22-3*1.5。</p> <p>采用 JBQ-QB-BK3000 (0~100%LEL) 型可燃气体报警器，底边距地+1.6m 安装。采用 JTQB-BK61EX-A(产品代号 BB3101 隔爆型) 气体探测器，距地面 +0.5m 立柱安装。信号线沿墙穿钢管明敷至气体探测器。</p>	
<p>3</p>	<p>依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014，爆炸和火灾危险区域划分如下：在罐体内部未充惰性气体的液体表面以上空间划为 0 区；以放空口为中心，半径为 1.5 米的空间和爆炸危险区域内地坪下的坑、沟划为 1 区；距离储罐的外壁和顶部 3 米范围内划为 2 区；储罐外壁至围堰，其高度为地面至围堰顶高度范围内划为 2 区。灌瓶区划为 2 区危险爆炸区域。机泵房门窗外一定的区域也属于爆炸危险区域。</p> <p>在爆炸性危险区域为 2 区内的所有用电设备均采用隔爆型电器，其防爆等级：d II BT4；在火灾危险 22 区内的所有用电设备应选用 IP54 型防护结构，在具有爆炸性气体环境内的电气线路保护钢管采用低压流体输送用镀锌焊接钢管。钢管连接的螺纹部分应涂以铅油或磷化膏，与电气设备的连接处宜采用挠性连接管。电气线路必须做好隔离密封，且供隔离密封用的连接部件，不应作为导线的连接或分线作用。</p>	<p>已落实</p>
<p>4</p>	<p>本工程储罐区为二类防雷建筑物，储罐为固定式地上钢罐。器罐体厚度大于 4mm 可以作为防雷接闪器，利用-60*6 热镀锌扁钢作水平接地连接体，要求埋深地下-1.0m，接地电阻不宜大于 4Ω。在实体围堰内人工敷设热镀锌扁钢-60*6 作接地极和环形接地联接体形成环形接地网，环形接地联接体埋深-1.2m。在距地面-1.0m 处暗敷设-40*4 热镀锌扁钢作为接地分支线，接地分支线与环形接地联接体、设备基础及设备金属外壳作可靠焊接。罐区内所有设备的金属外壳均应与环形接地联接体作可靠焊接，且每个罐体的防雷、防静电接地点不应少于二处。防雷防静电及电气保护接地均连成一体，组成接地网，接地电阻不大于 4 欧，如未达到要求应增打角钢接地极。平行敷</p>	<p>已落实</p>

	<p>设于地上或管沟的金属管道，其净距小于 100mm 时，应用金属线跨接，跨接点的间距不应大于 30m。管道交叉点净距小于 100mm 时，其交叉点应用金属线跨接。</p> <p>灌瓶区及罐区属二类防雷建筑物，二类防雷避雷带为 10m*10m 或 12m*8m。</p> <p>本工程的防静电设计符合 SH3097-2000《化工企业静电接地设计规程》。所有设备接地线路只并联，不串联。所有的设备都做了防静电接地。静电接地系统的各个固定连接处，采用焊接或螺栓紧固连接，埋地部分采用焊接。在灌瓶间前设置了导除人体静电装置。</p> <p>防雷防静电及电气保护接地均连成一体，组成接地网，接地电阻不大于 4Ω。所有设备上的电机均利用专用 PE 线作接地线。室外设备的金属外壳均需与室外接地干线作可靠连接。在装卸区设置了供汽车接地用的静电接地桩。</p> <p>在输送易燃液体和气体的设备和管道的易产生静电部位，进行了防静电接地。防静电的接地装置与防感应雷和电气设备的接地装置共同设置，其接地电阻值符合防感应雷和电气设备接地规定，只作防静电的接地装置，每一处接地体的电阻值小于 4Ω。</p> <p>电器过载保护设施：本项目中的电机设备均设置了过载保护器。</p>	
--	--	--

6.2 安全对策措施

6.2.1 吸入、接触、泄漏防护、预防措施

1、吸入：迅速脱离污染区，注意保暖，保持呼吸道通畅，呼吸困难时给氧，必要时进行人工呼吸，就医。

2、皮肤接触：脱去污染着衣服，皮肤接触大量液体会引起冻伤，按冻伤处理。生产过程密闭，良好的自然通风。浓度超标时，戴供气式防毒面具。工作场所禁止吸烟。穿防静电工作服，戴防护手套。

3、泄漏：切断一切火源，迅速撤离污染区人员至上风处。使用防毒面具，穿防静电工作服。合理通风，禁止泄漏物进入受限制的空间（如下水道等），以免发生爆炸。切断气源，喷水雾稀释、溶解，抽排（室内）或强力通风（室外）。

6.2.2 防火防爆安全措施

1、储存设备要严密不漏，为此要求按规定定点制造，并经检验合格方可投入使用，在使用过程中，要定期检验、注意防漏除漏。

2、储存设备要安装必要的安全装置，如安全阀、压力计、放空管和液面计，并使之经常处于完完好用的状态。

3、要建立安全操作规程，并严格执行，如履行灌装手续，不得超量灌装，严格出入库制度，储罐不能直接用蒸汽管加热作气化器等。

4、储存设备（包括管线）不能靠近热源，严禁用明火检漏，可用肥皂水检漏。

5、不可擅自倾倒残液，严禁在灌区内大量泄放石油气。

6、储存场所要通风良好，不可把储存容器设在地下室，设在室外的储存设备采取遮阳防晒措施并在高温的夏季使用喷淋冷却装置。

7、储存场所，充装站要严禁使用明火和非防爆的电气设备。

6.3 现场意见

表 6.3.-1 现场存在的问题

事故隐患内容	风险程度	紧迫程度	整改建议
管道未标明介质流向	中	立即整改	管道标明介质流向
充装台未安装可燃气体报警探头	中	立即整改	充装台安装可燃气体报警探头

以上问题均已整改到位，详见整改回复。

7 评价结论

根据国家有关法律法规、规章、标准、规范及会昌县高排乡兴旺液化气站提供的有关资料，通过现场勘察，对项目的危险危害因素的分析，采用重大危险源辨识、作业条件危险性分析、危险度评价、重大事故后果预测分析法等评价方法，对会昌县高排乡兴旺液化气站 120m³液化气站建设项目安全验收评价进行安全验收评价，评价总结如下：

1、建设项目位于江西省赣州市会昌县高排乡高排村处，交通便利，周边无重要的公共活动场所、学校、重要环境保护单位等重要公共设施。项目总平面布置符合国家和行业相关标准。

2、该项目的危险、有害因素是火灾、冻伤、爆炸（包括容器爆炸），其次是机械伤害、触电、车辆伤害、高处坠落、中毒窒息、淹溺等。

3、根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）辨识，该项目的液化石油气储存数量构成重大危险源，但本项目属于城镇燃气项目，按《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》第二条规定“城镇燃气、用于国防科研生产的危险化学品重大危险源以及港区内危险化学品重大危险源的安全监督管理，不适用本规定。”。依据《国家安全监管总局关于公布〈首批重点监管的危险化学品名录〉的通知》安监总管三〔2011〕95号，液化石油气属于首批重点监管的危险化学品，项目已制定应急救援预案。

4、经安全检查表检查，该项目选址、总平面布置、工艺装置布置、建筑结构符合法律法规、标准规范要求。

5、危险度评价：液化石油气储罐危险度是高度危险。因此在易燃易爆场所设置可燃气体泄漏浓度检测报警仪，各种作业尽量采用密闭操作，自动控制，作业人员应执行安全操作规程。加强建设项目站区安全管理，严

禁吸烟和动用明火，加强对气瓶的日常检测，防止产生静电火花以及站区内电气设备要符合防火防爆要求等，也是防止燃爆事故发生的必要条件。

6、作业条件危险性评价：LNG 卸车中冻伤、倒罐中冻伤和机械伤害的作业条件危险程度属于“稍有危险，可以接受”，其他单元的作业条件危险程度均属于“可能危险，需要注意”。

7、应用爆炸伤害模型 TNT 当量算法对本项目设置的 120m³的液化石油气储罐进行重大事故后果预测结果为：单个 50 m³液化气储罐发生化学爆炸时，人员在 222m 以上、建构物在 194.25m 以上才较安全。但该模拟是在无防护、无监控情况下发生的最大破坏的估算，实际运行过程中要保持各项安全设施的有限性及安全管理的规范性。

8、该项目周边无其他重要设施，储存装置距周边距离符合规范要求，因此，只要建设单位采取了有效的安全防范措施，基本上对周边环境不会造成影响；周边环境对项目的影响可基本排除，而且消防、应急救援方便快捷。

该项目建设中，针对主要危险、危害因素在设计和实施过程中采取了相应的安全设施和技术措施，并做到了与主体工程同时设计、同时建设、同时投入使用。项目建立了安全生产管理体系以及各项安全生产管理制度，该项目自试生产运行以来，安全设施齐备并有效，安全生产状况良好，未发生人员伤亡及设备事故。该项目安全条件符合相关的安全法律、法规和标准规范的要求，已落实完善评价公司及专家提出的整改建议，满足安全生产条件，符合安全验收条件。

8 附件

- 1、营业执照
- 2、土地证明材料
- 3、建设用地规划许可证
- 4、立项批复
- 5、各类人员培训证书、资格证书
- 6、压力容器使用登记证
- 7、防雷防静电检测报告
- 8、消防验收意见书
- 9、设计、施工、监理单位资质证书
- 10、工伤保险
- 11、安全管理制度、操作规程等其他资料
- 12、安全阀、压力表等检测报告
- 13、消防演练记录
- 14、充装许可证
- 15、隐患排查
- 16、应急预案备案
- 17、安全管理架构图
- 18、总平面布置图、竣工图
- 19、气源供应合同
- 20、管道检测报告
- 21、电子秤检测报告
- 22、防超装调试记录
- 23、整改回复
- 24、现场照片