
宜丰港华燃气有限公司
LNG 储配站扩建工程项目
安全预评价报告



江西通安

江西通安安全评价有限公司

安全评价资质证书编号：APJ-(赣)-005

二 0 二二年四月

宜丰港华燃气有限公司
LNG 储配站扩建工程项目
安全预评价报告

法人代表人：张 克

技术负责人：黄伯良

项目负责人：况 洪

江西通安

二 0 二二年四月

宜丰港华燃气有限公司

LNG 储配站扩建工程项目

评价组成员

	姓 名	职业资格证书编号	从业登记编号	签 字
项目负责人	况 洪	S011035000110192001604	026811	
评价组成员	况 洪	S011035000110192001604	026811	
	周金鹏	11000000000200826	019540	
	陈嘉鸣	S011035000110193001189	037242	
报告编制人	况 洪	S011035000110192001604	026811	
	陈嘉鸣	S011035000110193001189	037242	
报告审核人	邬长福	12000000000100179	007151	
过程控制负责人	刘 赞	15000000000301415	026290	
技术负责人	黄伯良	18000000000100060	013789	

宜丰港华燃气有限公司

LNG 储配站扩建工程项目

安全评价（检测检验）技术服务承诺书

一、在本项目安全评价（检测检验）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（检测检验）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（检测检验），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（检测检验）报告中结论性内容承担法律责任。

江西通安安全评价有限公司（公章）

2022 年 4 月

规范安全生产中介行为的九条禁令

赣安监管规划字〔2017〕178 号

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。

前 言

宜丰港华燃气有限公司是港华燃气投资有限公司的全资子公司，成立于2021年3月29日，注册资金3200万人民币，法定代表人：刘国滨。经营范围：天然气销售；天然气项目投资；天然气管道工程建设、投资、运营和管理；燃气设备及燃气器具销售、安装和维修。2012年6月，宜丰港华燃气有限公司与宜丰县人民政府签订了《宜丰县管道燃气特许经营协议》公司已建成天然气高压管线工程，2020年换发了燃气经营许可证。

宜丰港华燃气有限公司LNG储配站扩建工程项目于2021年6月30日经宜春市行政审批局核准批复（宜市发改政务[2021]16号）。项目地址位于宜春市宜丰县宜丰工业园环保新能源主干道13号宜丰港华燃气有限公司内，占地面积37.49m²，依托公司现有用地，不新增。项目总投资为1034.85万元，本次扩建工程储气规模可达600m³，扩建后全场站储气规模达到900m³。

根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第13号）、《城镇燃气管理条例》（国务院令第666号修订）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》（原安监总局令第36号，77号令修订）的要求，宜丰港华燃气有限公司委托江西通安安全评价有限公司，承担其LNG储配站扩建工程的安全预评价工作。评价组对该公司所提供的项目相关资料、文件等进行了审核，并于2022年1月对该项目扩建现场进行了实地考察。通过对工程项目可能存在的危险及有害因素识别与分析，运用安全评价方法进行定性、定量评价，依据《安全评价通则》、《安全预评价导则》编写了此安全预评价报告。

在编制本安全预评价报告过程中，得到了宜丰港华燃气有限公司及有关部门的大力支持和帮助，在此深表感谢！

关键词： 天然气储配站 安全预评价

目 录

前 言	3
1 编制说明	8
1.1 评价目的	8
1.2 安全评价的依据	8
1.2.1 国家有关法律、法规	9
1.2.2 行政规章、规范性文件	10
1.2.3 评价采用的主要规范和标准	13
1.2.4 工程项目的有关安全技术文件、资料	16
1.3 评价原则	16
1.4 评价范围	16
1.5 评价程序	17
2 建设工程介绍	18
2.1 建设项目背景	18
2.1.1 建设单位简介	18
2.1.2 工程概况	18
2.1.2.1 工程名称、地点、建设性质	19
2.1.2.2 项目工程建设方案	19
2.1.2.3 项目可研编制单位、投资、建设单位	20
2.1.3 宜丰县概况	21
2.1.4 天然气概况	23
2.2 技术方案	23
2.2.1 供气方案	23
2.2.2 用气规模	24
2.3 储配站工程	24
2.3.1 储配站周边环境	24
2.3.2 总平面布置	26
2.3.3 LNG 储配站工艺流程	27
2.3.4 LNG 储配站扩建规模及主要设备	错误！未定义书签。
2.3.5 储配站主要建、构筑物	错误！未定义书签。
2.3.6 竖向设计	错误！未定义书签。
2.3.7 站区防护设施及绿化	错误！未定义书签。
2.4 公用工程	27
2.4.1 给排水	27
2.4.2 变、配电	30
2.4.3 站内照明	32
2.4.4 站内主要建、构筑物防雷、防静电系统	32
2.4.5 自控仪表设计	34
2.5 自动控制及通讯（SCADA 系统）	36
2.5.1 概述	36
2.5.2 站控系统	36
2.5.3 硬件配置	37
2.5.4 软件配置	38
2.5.5 储配站的通讯系统	39
2.5.6 UPS 后备电源	39
2.5.7 站内可燃气体泄漏报警（预警）	39

2.5.8 现场检测仪表	39
2.5.9 燃气泄漏报警器	40
2.5.10 防爆和防护等级	40
2.5.11 仪表系统供电及接地	40
2.6 劳动定员及人员培训	41
3 危险及有害因素分析	42
3.1 主要物料危险特性	42
3.2 主要危险因素分析	47
3.2.1 火灾、爆炸	47
3.2.2 中毒、窒息	52
3.2.3 电气危害	53
3.2.4 机械伤害	54
3.2.5 起重机械伤害	54
3.2.6 车辆伤害	54
3.2.7 高处坠落	55
3.2.8 灼、烫伤	55
3.2.9 低温冻伤、低温麻醉	55
3.2.10 淹溺	56
3.2.11 其它	56
3.3 主要危害因素分析	56
3.3.1 毒物	56
3.3.2 噪声及振动	58
3.3.3 高、低气温环境	59
3.3.4 粉尘危害	60
3.3.5 不良采光照度	60
3.4 管道危险有害因素分析	61
3.4.1 管道设计问题	61
3.4.2 施工质量问题	63
3.4.3 疲劳破坏	65
3.4.4 天然气管道配件危险性分析	65
3.4.5 压力管道的危险性分析	66
3.4.6 第三方破坏	67
3.5 减压站危险有害因素分析	67
3.6 天然气泄漏危险性分析	69
3.7 电气设施危险有害因素分析	70
3.8 防雷、防静电设施危险有害因素分析	70
3.8.1 雷击	70
3.8.2 静电	71
3.9 地质灾害影响分析	72
3.10 特殊环境影响	72
3.11 社会环境危害因素分析	72
3.12 工程施工、调试过程中的危险因素分析	73
3.12.1 动火	73
3.12.2 临时用电	73
3.12.3 有限空间作业	73
3.12.4 其它方面	74
3.13 安全管理危险有害因素辨识	74
3.13.1 违章作业	74
3.13.2 安全管理不规范	75
3.13.3 定期检验困难	77

3.14 重大危险源辨识	78
3.14.1 重大危险源的定义	78
3.14.2 重大危险源辨识	80
3.15 特殊要求危险化学品辨识	83
3.15.1 监控化学品辨识	83
3.15.2 易制毒化学品辨识	84
3.15.3 剧毒化学品辨识	84
3.15.4 易制爆危险化学品辨识	84
3.15.5 重点监管的危险化学品辨识	84
3.15.6 特别管控危险化学品辨识	85
3.16 重点监管的危险化工工艺辨识	85
3.17 安全事故分析与典型事故案例	85
4 评价单元的划分及评价方法的选用	87
4.1 评价单元划分	87
4.2 评价方法选择	87
4.3 评价方法简介	89
4.3.1 安全检查表评价法	89
4.3.2 预先危险性分析方法简介	89
4.3.3 危险度评价方法简介	91
4.3.4 事故树分析方法简介	92
4.3.5 重大事故后果分析法	92
5 定性安全评价	94
5.1 安全生产管理及产业政策符合性	94
5.2 用气量及燃气质量	95
5.3 定量风险评价	96
5.4 站场	103
5.4.1 宜丰港华 LNG 储配站选址	103
5.4.2 宜丰港华 LNG 储配站总平面布置	104
5.4.3 宜丰港华 LNG 储配站和集中放散管的内外间距	104
5.4.4 工艺设施	106
5.4.5 自动控制	107
5.4.6 站场公用工程	108
5.4.7 通风	108
5.4.8 消防设施	109
5.4.9 防爆电气	110
5.4.10 管道防腐	111
5.5 调压装置	111
5.6 易燃易爆场所	112
5.6.1 爆炸危险区域划分	112
5.6.2 爆炸危险区域划分及其符合性	114
5.7 特种设备	114
5.8 强制检测设施	115
5.9 机械伤害防护设施	115
5.10 维修和抢修	115
5.11 职业危害防护	116
5.12 工程施工因素分析	116
5.13 预先危险性分析	117
5.13.1 预先危险性分析过程	117
5.13.2 预先危险性分析小结	119

5.14 管道介质泄漏原因事故树评价	120
6 定量评价及分析	123
6.1 危险度评价法过程和结果	123
6.2 蒸气云爆炸事故后果分析	123
6.3 站场与周边环境的相互影响分析	126
6.3.1 该建设项目内在的危险、有害因素对周边居民生活的影响	126
6.3.2 周边居民生活对建设项目的影	127
6.3.3 建设项目内在的危险、有害因素对周边单位的影响	127
6.3.4 周边单位生产、经营活动对建设项目的影	127
6.3.5 当地自然条件对建设项目的影	127
6.3.6 周边应急资源及分布对建设项目事故状态的反应程度	128
7 事故应急救援预案	129
7.1 企业应急救援预案和政府应急救援体系	129
7.2 应急救援预案框架	129
7.3 应急救援预案基本要素	129
7.3.1 方针和原则	129
7.3.2 应急策划	130
7.3.3 应急准备	131
7.3.4 应急响应	131
7.3.5 现场恢复	132
7.3.6 该扩建项目应急预案重点	132
8 安全对策措施及建议	133
8.1 工程项目可研报告中已提出的安全对策与措施	133
8.2 本评价补充提出的安全对策措施	138
8.2.1 站场	138
8.2.2 电气安全措施	144
8.2.3 消防和防雷、防静电措施	146
8.2.4 施工安全对策措施	148
8.2.5 应补充的安全管理对策措施	149
8.2.6 应补充的职业危害防护对策措施	151
8.2.7 需要强调的其他安全对策措施	151
8.2.8 事故应急救援预案的编制	153
8.2.9 危险化学品安全对策措施建议	154
9 评价结论	158
9.1 该扩建项目主要危险有害因素	158
9.2 该项目建设方案评价结论	158
9.3 天然气泄漏危险原因和风险程度评价结论	159
9.4 职业卫生分析	159
9.5 综合评价结论	160

宜丰港华燃气有限公司 LNG 储配站扩建工程项目 安全预评价报告

1 编制说明

1.1 评价目的

1) 为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，落实建设工程项目中的安全技术措施和设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度，促进建设项目建成后在安全生方面符合国家的有关法规、标准和规定，建设项目在设计、施工前必须进行安全预评价。

2) 预测该扩建项目投产运行后存在的主要危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件。

3) 对该扩建项目运行过程中固有危险、有害因素进行定性、定量的评价和科学分析，对其控制手段进行评价。同时预测其相对风险数并估算危险源火灾、爆炸或泄漏事故可能造成的人员伤亡半径和事故后果。

4) 提出消除、预防或降低储配站及管网系统危险性、提高系统安全运行的安全对策措施，为系统的安全设施设计、生产运行以及日常管理提供依据，并为应急管理部门和上级主管部门实行安全监察提供依据。

1.2 安全评价的依据

宜丰港华燃气有限公司 LNG 储配站扩建工程新建项目安全预评价依据相关的法律法规、技术文件、技术标准和规范进行。

1.2.1 国家有关法律、法规

《中华人民共和国安全生产法》国家主席令〔2002〕第 70 号，
国家主席令〔2014〕第 13 号修改，国家主席令【2021】第 88 号修改

《中华人民共和国消防法》国家主席令〔2019〕第 29 号，国家
主席令〔2021〕第 81 号修改

《中华人民共和国劳动法》国家主席令〔2002〕第 70 号，根据
2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会
议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次
修正

《中华人民共和国职业病防治法》国家主席令〔2018〕24 号，
2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会
议修改

《中华人民共和国防洪法》国家主席令〔2016〕第 48 号

《中华人民共和国气象法》国家主席令〔2014〕第 14 号

《中华人民共和国电力法》国家主席令〔2015〕第 24 号，2018
年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《全
国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国电力法〉等四
部法律的决定》修订

《中华人民共和国突发事件应对法》国家主席令〔2007〕第 69
号

《中华人民共和国防震减灾法》国家主席令〔2008〕第 7 号，2008
年 12 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订

《中华人民共和国环境保护法》国家主席令〔2014〕第 9 号

《中华人民共和国特种设备安全法》国家主席令〔2013〕第 4 号

《危险化学品安全管理条例》国务院令〔2011〕第 591 号（第
645 号修订）

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》国务院令〔2002〕第
352 号

《工伤保险条例》国务院令〔2011〕第 586 号

《地质灾害防治条例》国务院令〔2004〕第 394 号

《安全生产许可证条例》国务院令〔2004〕第 397 号（第 653 号修订）

《劳动保障监察条例》国务院令〔2004〕第 423 号

《生产安全事故报告和调查处理条例》国务院令〔2007〕第 493 号

《特种设备安全监察条例》国务院令〔2009〕第 549 号

《中华人民共和国监控化学品管理条例》国务院令〔1995〕第 190 号（第 588 号修订）

《易制毒化学品管理条例》国务院令〔2005〕第 445 号，国务院令〔2018〕第 703 号修订

《女职工劳动保护特别规定》国务院令〔2012〕第 619 号

《生产安全事故应急条例》国务院令〔2019〕第 708 号

《江西省安全生产条例》江西省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 137 号

1.2.2 行政规章、规范性文件

《中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见》中发〔2016〕第 32 号

《关于认真学习和贯彻落实国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》的通知》国务院安委会办公室安委办〔2010〕15 号

《国务院关于进一步加强对企业安全生产工作的通知》国发〔2010〕23 号

《关于坚持科学发展安全发展促进安全生产形势持续稳定好转的意见》国发〔2011〕40 号

《〈生产安全事故报告和调查处理条例〉罚款处罚暂行规定》原国家安全生产监督管理总局令〔2007〕第 13 号，〔2015〕第 77 号修改

《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》原国家安全生产监督管理总局令〔2007〕第 16 号

《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》原国家安全生产监督管理总局令〔2010〕第 30 号，〔2013〕第 63 号、〔2015〕第 80 号修改

《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》原国家安全生产监督管理总局令〔2010〕第 36 号，〔2015〕第 77 号令修订

《国家安全监管总局关于修改〈生产安全事故报告和调查处理条例〉》原国家安全生产监督管理总局令〔2011〕第 42 号

《生产经营单位安全培训规定》原国家安全生产监督管理总局令〔2006〕第 3 号，〔2013〕第 63 号、〔2015〕第 80 号修改

《工作场所职业卫生监督管理规定》原国家安全生产监督管理总局令〔2012〕第 47 号

《国家安全监管总局关于修改〈生产经营单位培训规定〉规章的决定》原国家安全生产监督管理总局〔2013〕令第 63 号

《国家安全监管总局关于废止和修改危险化学品等领域七部规章的决定》原国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 79 号

《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》原国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 80 号

《国家安全监管总局关于修改和废止部分规章及规范性文件的决定》原国家安全生产监督管理总局令〔2017〕第 89 号

《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》应急管理部令〔2019〕第 2 号

《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》原安监总管三〔2009〕116 号

《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》原安监总管三〔2011〕95 号

《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》原安监总厅管三〔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》原安监总管三〔2013〕3 号

《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管的危险化学品名录的通知》原安监总管三〔2013〕12 号

《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》原安监总管三〔2014〕116 号

《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录（2015 版）实施指南（试行）的通知》原安监总厅管三〔2015〕80 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》原安监总厅科技〔2015〕43 号

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

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

《应急管理部办公厅关于印发〈有限空间作业安全指导手册〉和 4 个专题系列折页的通知》应急厅函〔2020〕299 号

《应急管理部办公厅关于印发危险化学品企业重大危险源安全包保责任制办法（试行）的通知》应急厅〔2021〕12 号

《危险化学品目录（2015 版）》原国家安全监管总局等 10 部门公告 2015 年第 5 号

《产业结构调整指导目录（2019 年修正）》国家发展和改革委员会〔2019〕第 29 号

《消防监督检查规定》公安部〔2012〕第 120 号令

《高毒物品目录》（2003 年版）卫法监发〔2003〕142 号

《〈中华人民共和国监控化学品管理条例〉实施细则》2018 年 6 月 20 日工业和信息化部第 3 次部务会议审议通过，2019 年 1 月 1 日施行

《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 年第 3 号（2020 年 5 月 30 日）

《各类监控化学品名录》工业和信息化部 2020 年第 52 令

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

《特种设备目录》质检总局 2014 年第 114 号

《特种设备作业人员监督管理办法》国家技术质量监督检验检疫总局令第 70 号

《关于修改〈特种设备作业人员监督管理办法〉的决定》国家技术质量监督检验检疫总局令第 140 号

《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》市场监管总局 2019 年第 3 号

《江西省人民政府关于进一步加强企业安全生产工作的实施意见》江西省人民政府赣府发〔2010〕32 号

1.2.3 评价采用的主要规范和标准

《建筑设计防火规范》 GB50016-2014（2018 版）

《城镇燃气设计规范》（2020 版） GB50028-2006

《城镇燃气技术规范》 GB 50494-2009

《城镇燃气输配工程施工及验收规范》 CJJ 33-2005

《燃气工程项目规范》 GB55009-2021

《天然气凝液安全管理规定》

SY 5719-2006

《石油天然气工程设计防火规范》 GB50183-2015

《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》	GB/T20368-2021
《城镇液化天然气（LNG）气化供气装置》	GB/T38530-2020
《聚乙烯燃气管道工程技术规程》	CJJ63-2008
《城镇燃气分类和基本特征》	GB/T13611-2006
《城镇燃气调压器》	CJ274-2008
《聚乙烯燃气管道工程技术规程》	CJJ63-2008
《企业伤亡事故分类》	GB6441-1986
《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218-2018
《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》	GB36894-2018
《生产设备安全卫生设计总则》	GB5083-1999
《常用化学危险品贮存通则》	GB15603-1995
《易燃易爆性商品储存养护技术条件》	GB17914-2013
《建筑灭火器配置设计规范》	GB50140-2005
《消防给水及消火栓系统技术规范》	GB50974-2014
《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058-2014
《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》	GB50493-2019
《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
《中国地震烈度表》	GB/T17742-2020
《中国地震动参数区划图》	GB18306-2015
《建筑工程抗震设防分类标准》	GB50223-2008
《工业建筑防腐蚀设计标准》	GB/T50046-2018
《建筑采光设计标准》	GB50033-2013
《建筑照明设计标准》	GB50034-2013
《防洪标准》	GB50201-2014
《20KV 及以下变电所设计规范》	GB50053-2013
《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
《低压配电设计规范》	GB50054-2011

《系统接地的型式及安全技术要求》	GB14050-2008
《防止静电事故通用导则》	GB12158-2006
《个体防护装备选用规范》	GB11651-2008
《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
《安全色》	GB2893-2020
《工业管道的识别色、识别符号和安全标识》	GB7231-2003
《危险化学品单位应急救援物资配备规范》	GB30077-2013
《消防控制室通用技术要求》	GB25506-2010
《生产过程危险和有害因素分类与代码》	GB/T13861-2009
《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》	GB/T37243-2019
《用电安全导则》	GB/T13869-2017
《石油化工安全仪表系统设计规范》	GB/T50770-2013
《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》	GB/T 8196-2018
《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》	GB/T29639-2020
《工业企业设计卫生标准》	GBZ1-2010
《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
《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》	GBZ2. 1-2019
《石油化工静电接地设计规范》	SH/T3097-2017
《石油化工控制室设计规范》	SH/T 3006-2012
《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
《信号报警及连锁系统设计规范》	HG/T20511-2014
《危险场所电气防爆安全规范》	AQ3009-2007
《安全预评价导则》	AQ8002-2007

1.2.4 工程项目的有关安全技术文件、资料

- 1) 《关于 LNG 储配站扩建工程项目核准的批复》

宜春市行政审批局宜市发改政务[2021]16 号

- 2) 不动产权证

- 3) 《LNG 储配站扩建工程项目申请报告》

- 4) 《LNG 储配站扩建工程宜丰港华 LNG 储配站》总平面布置图

南京市燃气工程设计院有限公司

- 5) 《宜丰港华燃气有限公司 LNG 储配站及管输天然气接收门站项目（一期工程）安全现状评价报告》。

- 6) 安全预评价技术服务合同

1.3 评价原则

本报告将按国家现行有关安全生产的法律、法规和标准要求对该扩建项目进行评价，同时遵循下列原则：

- 1) 严格执行国家、地方与行业现行有关职业健康、安全生产方面的法律、法规和标准，保证评价的科学性与公证性。

- 2) 采用可靠、先进适用的评价技术，确保评价质量，突出重点。

1.4 评价范围

本次评价范围为：LNG 储配站扩建工程。

- 1) LNG 储配站扩建工程（周边环境、总图、工艺、建筑、结构、自控、供配电、给排水、消防、暖通等）。

本评价将对以上评价范围内各部分建成后运行中可能存在的危险因素、有害因素以及危害程度进行评价，并针对不同的危险因素和有害因素提出相应的防范措施。

凡涉及该项目的在役装置的环保、消防及站外输送管道系统，应

执行国家有关标准和规定，不在本次评价范围内，涉及该项目的职业危害评价应由建设单位另行组织；本报告对上述问题仅针对有害因素进行简要辨识与分析，供企业参考，而不给予评价。

1.5 评价程序

本次安全预评价工作程序如图 1-1 所示。评价工作大体可以分为三个阶段：第一阶段为准备阶段，主要收集有关资料，进行初步的工程分析和危险、有害因素识别，选择评价方法；第二阶段为实施评价阶段，运用适合的评价方法进行定性、定量分析，提出安全对策措施；第三阶段为报告书的编制阶段，主要是汇总第一、第二阶段所得到的各种资料、数据、综合分析，提出评价结论与建议，完成安全预评价报告书的编制。

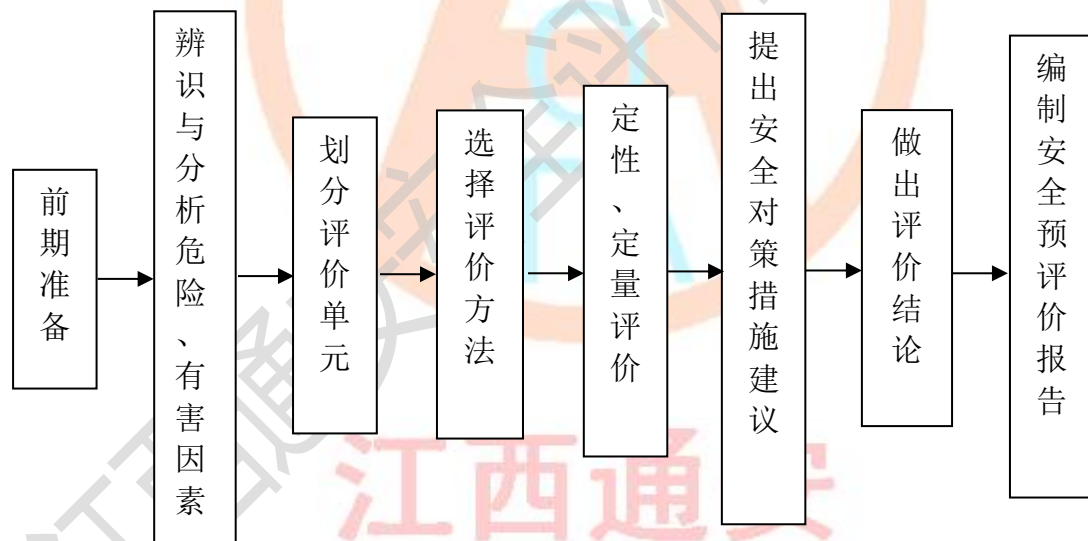


图 1-1 安全预评价程序框图

2 建设工程介绍

2.1 建设项目背景

2.1.1 建设单位简介

宜丰港华燃气有限公司是港华燃气投资有限公司的全资子公司，成立于 2021 年 3 月 29 日，注册资金 3200 万人民币，法定代表人：刘国滨。经营范围：天然气销售；天然气项目投资；天然气管道工程建设、投资、运营和管理；燃气设备及燃气器具销售、安装和维修。该公司是专业从事天然气开发、天然气管网建设、天然气供应、天然气终端服务于一体的综合性企业。2012 年 6 月，宜丰港华燃气有限公司与宜丰县人民政府签订了《宜丰县管道燃气特许经营协议》公司已建成天然气高压管线工程，2019 年换发了燃气经营许可证。

宜丰港华燃气有限公司 LNG 储配站扩建工程项目于 2021 年 6 月 30 日经宜春市行政审批局核准批复（宜市发改政务[2021]16 号）。项目地址位于宜春市宜丰县宜丰工业园环保新能源主干道 13 号宜丰港华燃气有限公司内，占地面积 37.49m²，依托公司现有用地，不新增。项目总投资为 1034.85 万元，本次扩建工程储气规模可达 600m³，扩建后全场站储气规模达到 900m³。

2.1.2 工程概况

天然气在城市燃气中是目前最优质的洁净气源。天然气的到来，无疑将极大的优化本地现有的能源结构，对工业发展、县区环境保护、人民生活带来积极的影响。

宜丰工业园将通过该工程接通天然气。考虑上游高压、次高压管线维护、事故检修以及冬季保供需要，结合《江西省贯彻落实国家加快推进天然气储备能力建设实施方案》（赣发改价管〔2020〕890 号）

的要求,为建立天然气储备能力,更好的保障宜丰工业园范围内居民、商业和工业用气,宜丰港华燃气有限公司决定扩建 LNG 储配站工程。

2.1.2.1 工程名称、地点、建设性质

工程名称: LNG 储配站扩建工程项目

建设地点: 江西省宜丰县良岗工业园区宜丰港华燃气有限公司内

建设性质: 扩建工程

规模: 新增 4 台 150m^3 LNG 立式储罐

2.1.2.2 项目工程建设方案

1、建设地点

本工程位于江西省宜春市宜丰县良岗工业园环保新能源主干道 13 号宜丰港华燃气有限公司内,站址周围有可依托的供电、通讯、市政给水、市政排水系统,交通便利。

2、建设内容

本工程扩建 LNG 储配站的总图、工艺、建筑、结构、自控、供配电、给排水、消防、暖通等。

3、建设规模

根据宜丰港华燃气有限公司委托,结合当地市场实际情况,确定本工程气化能力为 $10000\text{Nm}^3/\text{h}$, 设置 4 台 150m^3 LNG 立式储罐, 储气规模达到 $32 \times 10^4\text{Nm}^3$ 。

表 2-1 项目工程内容组成表

序号	工程类别	名称	工程内容
1	主体工程	调压区	现有, 调压及加臭装置 1 套, 储罐增压器 2 台, 氮气系统 1 套, 依托原有工程
		放散区	现有, 天然气放散装置及 15 米放散管(无点火燃烧装置) 1 根, 依托原有工程

		气化区	现有气化器 2 套（4000 立方，1 用 1 备），扩建工程新增 2 套（4000 立方，1 用 1 备）；现有水浴加热装置 1 套，BOG 回收装置 1 套，EAG 放散装置 1 套，依托原有工程。全站气化器 4 套（2 用 2 备）、水浴加热装置、BOG 回收装置、EAG 放散装置各 1 套。
		装卸区	现有卸车撬 2 台；扩建工程新增卸车撬 2 台。全站卸车撬 4 台。
		门站区	现有过滤器 2 台，电加热器 3 吧，调压撬、计量撬及加臭撬装置各 1 套，超压保护与泄放系统、排污系统各 1 套（现有工程已建，依托原有工程）。
2	辅助工程	办公楼	现有，3F、1 栋、建筑面积 1428m ² ，依托原有工程
		食堂	现有，1F、1 栋、建筑面积 112m ² ，依托原有工程
		辅助房	现有，包括控制室、配电室、水泵房等，1F、1 栋、建筑面积 192m ² ，依托原有工程
3	贮运工程	贮罐区	现有，2×150m ³ 立式储罐；扩建工程新增 4×150m ³ 立式储罐，液池占地面积 840m ² ，高 1 米。全站 150m ³ 立式储罐 6 台。
		仓库	现有，1F、1 栋、建筑面积 408m ² ，依托原有工程
4	公用工程	供电	园区电网供电（现有工程已建，依托原有工程），本项目年用电量为 20 万 KW·h；
		供水工程	园区自来水管供水（现有工程已建，依托原有工程），扩建工程年用水量为 300t/a
		排水工程	雨污分流，雨水经自然汇集后就近排入水体；外排废水依托现有工程排水管道排入园区污水管网，经园区污水管网入宜丰工业园污水处理厂处理，尾水排入耶溪河（现有工程已建，依托原有工程）。
		消防	现有，地下式消防水池 1 个，容积 1600m ³ ，依托原有工程
5	环保工程	废水防治措施	雨污分流、分区防渗（现有工程已建，依托原有工程），1m ³ 隔油池 1 个（现有，扩建工程与现有工程共用）
		噪声防治措施	选用低噪声设备并采取隔声、减振、消声等措施（拟建，扩建工程新增）
		固废防治措施	生活垃圾统一分类收集交环卫部门清理，垃圾收集桶若干。厂房内设置占地面积 3m ² 固废间、占地面积 5m ² 危废间各 1 个（拟建，扩建工程新增，与现有工程共用）
		废气防治措施	加强通风；集气罩设施+15 米高放散排气筒 1 根（现有工程已建，依托原有工程）
		风险防范措施	470m ³ 事故池一座、储罐区围堰、风险应急预案等（拟建，扩建工程新增）

2.1.2.3 项目可研编制单位、投资、建设单位

项目可研编制单位：南京市燃气工程设计院有限公司（城镇燃气工程专业甲级）；

投资主体：宜丰港华燃气有限公司；

建设单位：宜丰港华燃气有限公司；

建设内容：LNG 储配站扩建工程项目；

建设周期：时间 2021-2022 年；

工程全部投资为 1034.85 万元，项目资金全部由企业自筹。

2.1.3 宜丰县概况

1) 城市地理位置

宜丰县位于江西省西北部九岭山脉东南缘。地处 $114^{\circ} 30'$ 至 $115^{\circ} 08'$ 、北纬 $28^{\circ} 17'$ 至 $28^{\circ} 40'$ 之间。东邻高安，西接万载，西北毗连铜鼓，北与修水、奉新接壤。境域东西长 71 公里，南北宽 51 公里，总面积 1935 平方公里。县城新昌镇东距省会南昌市 142 公里，西南离宜春市政府所在地袁州区 95 公里。宜丰工业园（宜丰良岗工业园）位于宜丰县城东南郊，省道宜上公路穿境而过，东距省会南昌 120 公里，南接 320 国道，离上新铁路 15 公里，西距市府宜春 90 公里，武吉高速公路傍园而过，整个园区规划面积 300 公顷。

2) 交通条件

江西宜丰工业园危险化学品运输线路主要有武吉高速、上宜公路等为主。园区内部主要依托园区道路，如工信大道、工樟路、环保新能源主干道、工业大道、新产业大道、白马路、创业路、欧尔玛路、大字路、金沙路、凯阳路、领先路、宜杨公路和新兴大道。

主干道路网间距 1000-1800 米，形成“四横三纵”的主干路网络局，“四横”分别为白马路、创业路、欧尔玛路和领先路；“三纵”分别为工樟路—环保新能源主干道、工信大道、新产业大道。红线宽度为 30~50 米，主干路作为园区的主要交通性道路，对片区交通起汇聚和疏散作用。

园区次干路主要承担组团内和组团间的短距离交通联系，同时分

流主干道交通，对道路主骨架起补充作用。片区内的城市次干路主要采用纵横方格网布局，红线宽度控制为 30~40 米。

3) 水文条件

宜丰县位于赣西北九岭山脉南麓，县内溪涧蜿蜒曲折，密布全县。境内水流多属长江流域赣江水系。除潭山镇的找桥，汉塘仓前，石垅里，古阳寨的南洞，花桥乡的大港，狮子岭，土地堆，尖咀岬 8 条小溪向北流入修水水系之支流潦河外，其余均属赣江水系锦江。

县内主要河流有宜丰河、长滕港、棠浦港及过境的锦江。

4) 气候条件

宜丰属亚热带季风气候区。气候温和，雨量充沛，四季分明，无霜期长达 260 多天，日照时数 1634.8 小时，年平均气温 17.1℃，相对湿度 83%，历年平均降雨量 1716.4mm，3~7 月份雨量较多，多年平均绝对湿度 16.4mbar。多年平均蒸发量 1000mm。最大积雪深度 200mm。常年主导风向为东风，出现频率 8.1%，次主导风向东北风，出现频率 5.9%，最小概率的风向出现在西北西-西北-西北北 0.8%，全年静风概率 34.4%。多年平均风速为 1.2m/s。

极端最高温度 41.4℃

极端最低温度-10.5℃

多年平均气温 17.1℃

最热月平均温度 28.5℃

最冷月平均温度 4.9℃

多年平均总降水量 1720.6mm

年最大降水 2232.5mm

年最小降水量 1281.3mm

多年平均蒸发量 1000mm

年平均相对湿度 83%

年平均无霜期天 260 天

年平均出现有霜日 7.6 天

年平均风速 1.2m/s

年平均雷暴日 67.5 次。

5) 地震

依据中国地震烈度区划图（江西部分）宜丰县属小于Ⅵ地震烈度

区，无特殊设防要求。

2.1.4 天然气概况

1) 气源

本工程气源主要来自 LNG 液化厂，目前已经签订 LNG 供气意向协议，气源可靠有保障。

通过 LNG 槽车运输至 LNG 储配站扩建工程。

2) 天然气主要参数

表 2-1 天然气的组分表

组 分	C ₁	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅
mol%	96.226	1.77	0.3	0.062	0.075	0.02
组 分	nC ₅	C ₆	C ₇₊	CO ₂	N ₂	H ₂ S
mol%	0.016	0.051	0.038	0.473	0.967	0.002

3) 特性参数

相对密度	0.5796;
天然气低发热值	34.28MJ/Nm ³ (8188kcal/Nm ³)
华白指数	52.9MJ/Nm ³ (12635 kcal/Nm ³)
燃烧势	39.75
爆炸极限	4.98~14.96% (V%)
运动粘度	13.7×10 ⁻⁶ m ² /s
动力粘度	1.06×10 ⁻⁶ kg·s/m ²

2.2 技术方案

2.2.1 供气方案

LNG储配站扩建工程位于宜春市宜丰工业园环保新能源主干道13号宜丰港华燃气有限公司内，周边交通运输方便，能够满足与周围构

建筑物的安全间距要求，水、电供应设施齐全，具有较好的外部条件，LNG储配站扩建工程内部各区域功能划分如下：

规模为拟新增4台150m³立式LNG储罐，供气能力：10000Nm³/h；

2.2.2 用气规模

表 2-2 宜丰县年度用气总量一览表

用户类型	2021 年		2022 年上半年	
	年用气量万 Nm ³	比例 (%)	年用气量万 Nm ³	比例 (%)
居民	154.03	36.44	367.5	45.19
公共建筑及商业	58.04	13.73	83.7	10.30
一般工业	118.35	28.00	202.7	24.85
燃气汽车	42.05	9.95	82.1	10.10
燃气空调	29.1	6.88	37.1	4.57
未预见量	21.14	5.00	40.65	5.00
合计	422.70	100.00	813.3	100.00

至 2021 年，各类用户共计年消耗天然气 422.70 万 Nm³（日用气量 1.16 万 Nm³），到 2022 年将达 1626.61 万 Nm³（日用气量 4.46 万 Nm³）。

2.3 储配站工程

本储配站扩建工程为拟新增 4 台 150m³立式 LNG 真空绝热储罐，供气能力：10000Nm³/h。

2.3.1 储配站周边环境

LNG 储配站为易燃易爆区域，选址时远离热闹繁华的地带和居民区，选择交通方便、地理位置优越的空旷的地方。

LNG 储配站扩建工程位于宜春市宜丰工业园环保新能源主干道 13 号宜丰港华燃气有限公司内，宜丰港华燃气有限公司位于宜丰工业园北侧，工业园环保新能源主干道东侧，站区地块呈 L 形，四周设有 2.2m 高的围墙。公司东面为园区预留用地；南面为江西巧天工生物公司（已停产）；西面为环保新能源主干道，道路对面为江西大宇

医药原料有限公司，西面相距大广高速约 278m，距离西面围墙 10m 处有一南北走向的高 12m 的 35kV 高压架空电力线(35kV 工业大道 I、II 循环产业园支线 25 号)；北面为园区预留用地。

厂址周边 200m 范围内无居民住宅区，500m 范围内无商业中心、学校，也没有车站、码头等公共设施，亦无珍稀保护物种和名胜古迹，场地适合建设该项目。

表 2.3-1 液化天然气储罐、集中放散总管与站外建、构筑物的防火间距一览表

序号	方位	周边建（构）筑物名称		本项目建筑物或设施	现场间距（m）	规范要求（m）	规范条例	备注
1	东	园区预留用地		围墙	-	-	-	围墙隔开
2	南	江西巧天生物公司	甲类罐区	LNG 储罐	72	55	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	共围墙
				集中放散管	136	25	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	共围墙
			204 仓库	LNG 储罐	60	55	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	共围墙
				集中放散管	124	25	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	共围墙
3	西	环保新能源主干道 35KV 架空线（杆高 12m）		LNG 储罐	90	40	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	
				集中放散管	153	24	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	
		工业园环保新能源主干道		LNG 储罐	74	20	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	
				集中放散管	127	10	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	
		江西大宇医药原料有限公司	办公楼	LNG 储罐	94	55	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	
				集中放散管	155	25		
			生产厂房（乙类）	LNG 储罐	141	55	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	
				集中放散管	202	25		
		大广高速		LNG 储罐	278	100	公路安全保护条例第 18 条	

4	北	园区预留用地	围墙	-	-	-	围墙隔开
---	---	--------	----	---	---	---	------

根据《城镇燃气设计规范》（2020 版）（GB50028-2006），站内露天工艺装置与站外建构筑物之间的防火间距执行《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）的规定。放空管与周围建构筑物的防火间距执行表《城镇燃气设计规范》（2020 版）（GB50028-2006）。

2.3.2 总平面布置

项目扩建在现有站区内进行，不新增用地。根据全站总平布置图可见，现有工程与扩建工程新增的生产设施相邻布设。全站建构筑物由西往东布设，主要出入口布设在西侧，紧邻园区环保新能源主干道。厂区分为两个区域，主要为北侧的生活办公区以及南侧的生产区，中间有消防水池及辅助用房作为间隔。北侧主要为办公楼、食堂、库房及户外活动区；南侧主要分布为装卸区、储罐区和气化区、门站以及放散区等，东南角与西南角均为绿化区。整个生产区均与北侧的生活办公区有一定距离。**集中放散管位于站区东北面，远离气化储存区，与原有储配系统共用。**项目各区域分区明确，互不干扰，保证生产安全距离要求的同时，又满足了生产方便的需求。

卸车区地面为混凝土地面。

站内除设置必须的消防设施以外，还应设有可供大型消防车操作的回车场地，储配站生产区应设置环形消防车通道，消防车通道宽度不应小于 4m。

以上具体布置情况，见储配站总平面布置图。

表 2.3-2 LNG 储罐与站内的建、构筑物的防火间距（m）

序号	站内建、构筑物名称	实际间距（m）	规范要求间距（m）	规范条款
----	-----------	---------	-----------	------

1	发配电房	69	25	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 (2020 版)第 9.2.5 条
2	办公楼	69	40	
3	消防泵房	69	40	
4	汽车库、热水炉间、 仪表控制室	47	35	
5	卸车区	25.8	25	
6	消防水池取水口	56	40	
7	围墙	28	25	
8	站内道路（次要）	10	10	
9	放散总管	82	25	
10	相邻 LNG 储罐（储罐 D=4m）	5.5	2	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 (2020 版)第 9.2.10 条

表 2.3-3 集中放散总管与站内建、构筑物的防火间距一览表

序号	站内建、构筑物名称	实际间距（m）	规范要求间距（m）	规范条款
1	发配电房	30	25	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 (2020 版)第 9.2.5 条
2	办公楼	79	25	
3	消防泵房	40	40	
4	汽车库、热水炉间、仪 表控制室	36	25	
5	卸车区	48	25	
6	消防水池取水口	46.5	40	
7	围墙	2	2	
8	站内道路	2	2	
9	LNG 储罐	64	25	

2.3.3 LNG 储配站工艺流程

涉密信息

2.4 公用工程

2.4.1 给排水

- 1) 给水系统
 - (1) 给水水源

由站外市政给水管网引入一条输水总管线至站区，主要供站区生活用水、浇洒道路及绿化用水等，进站供水压力不小于 0.20MPa。生活用水主要是工作值班人员生活、卫生用水。

生活用水：生活用水定额 30L/人·班，日用水量为 0.54m³。

冲洗场地用水：该部分用水平均每天约 0.8m³。

则年总需水量为 489.1 m³。

（2）给水管道

进站给水管管径为 DE100，选用 PPR 给水管，热熔式连接，覆土深度为 0.80m。

2) 排水系统

站区无生产废水，排水主要为雨水和生活污水，雨污分流。

雨水按地面坡度自然排出站外，生产废水应回收集中处理，生活污水经站内污水井排放至市政管网。

室内排水管道采用 PVC-U 排水管，室外排水管道采用 HDPE 双壁波纹排水管，溶剂粘接或弹性密封圈连接。

3) 消防

（1）根据《城镇燃气设计规范》（2020 版）（GB50028-2006）第 9.5.1 的规定，液化天然气气化站在同一时间内的火灾次数按一次考虑，其消防水量按储罐区一次消防用水量确定。液化天然气储罐消防用水量按储罐固定喷淋装置和水枪用水量之和计算。消防水池的容量按火灾连续时间 6h 计算确定。

根据《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 根据第 3.4.2 规定，甲乙丙类可燃液体储罐的消防给水设计流量应按

最大罐组确定，并应按泡沫灭火系统设计流量、固定冷却水系统设计流量与室外消火栓设计流量之和确定。

2) 本工程消防用水量按储罐固定喷淋装置、移动水枪用水量和局部应用式高倍数泡沫灭火系统之和计算，消防水池的容量按火灾连续时间 6h 计算确定。

3) 本项目 LNG 气化站新设置 4 座 150m^3 LNG 储罐，根据《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 第 9.5.1 的规定，消防水枪用水量为 30L/s ，且规定总容积超过 50m^3 或单罐容积超过 20m^3 的液化天然气储罐或储罐区应设置固定喷淋装置，喷淋装置的供水强度不应小于 $0.15\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ 。项目罐区新设有 4 个储罐，若一个储罐着火，则着火罐的冷却喷淋装置保护面积为该罐的全表面积计算，另外储罐距离着火罐距离在 1.5 倍罐体直径范围内，另外储罐的喷淋保护面积按其表面积的一半计算： 150m^3 的储罐直径 3700mm ，高 17000mm ；本项目的 4 个储罐相隔距离为 $7\text{m} > 1.5$ 倍罐体直径（ 5.55m ），故按照一个着火罐计算喷淋保护面积。则喷淋装置保护面积 $S=284.33\text{m}^2$ ，则喷淋冷却装置的用水量： $0.15\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2) \times 284.33\text{m}^2=42.6\text{L/s}$ ；根据《泡沫灭火系统设计规范》GB50150-2010 的第 6.3.1 条和 6.3.5 条，储罐区集液池设置局部应用式高倍数泡沫灭火装置，泡沫混合液连续供应时间按 60min 计，泡沫液供给强度不小于 $7.2\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，发泡用水量为 3.46L/s 。

经过计算 LNG 储罐区一次消防用水总量为：

$$(42.6+30) \times 3600 \times 6 \times 10^{-3} + 3.46 \times 3600 \times 60 / 60 \times 10^{-3} = 1580.62 \text{m}^3$$

站区设置消防给水系统（消防水池 1600m³），消防水池设置 3 台消防水泵，2 用 1 备，型号为 XBD8/40-150X4，Q=40L/s，功率 45kW，在储罐及工艺装置区设置灭火器材；如下表 2.4-1。

表 2.4-1 消防器材一览表

序号	名称	型号规格	单位	数量	使用场所
1	手提式干粉灭火器	MF/ABC8	具	17	工艺区和配电间
2	手提式干粉灭火器	MF/ABC4	具	6	辅助生产用房
3	手提式 CO ₂ 灭火器	MT7	具	1	喇叭喷头不得为金属物
4	推车式灭火器	MFT/ABC35	具	2	LNG 储罐区

在调压计量等工艺装置区配置干粉灭火器。

根据《建筑灭火器配置设计规范》的规定，生产区火灾危险性分类属于甲类，灭火器配置应按 C 类严重危险级设置，配置一定数量的便携式灭火器材，以便扑灭初期火灾。

辅助区及办公区配置一定数量的便携式灭火器材，以便扑灭初期火灾。

2.4.2 变、配电

1) 该扩建项目依据《城镇燃气设计规范》(2020 版)GB50028-2006 规定，供电负荷等级应满足《供配电系统设计规范》中所述“二级”负荷的要求。站内工作电源由市政电网 10KV 电缆引至站内变电所，备用电源为站内自备柴油发电机，工作及备用电源由双投开关切换。

2) 负荷计算：

表 2—20 储配站内用电设备负荷统计表

序号	名称	设备容量 (KW)		需用系数	功率因数	计算系数	计算负荷			备注
		安装	工作				Pj	Qj	Sj	

		容量 (KW)	容量 (KW)	Kc	COS ψ	tg ψ	(KW)	(Kv ar)	(KV A)	
1	调压计量区电动阀	2	2							
2	站区、工艺装置区、 生产辅助用房照明	10	10							
3	生产辅助用房	26	26							
4	消防水泵	45	45							
5	仪表自控系统	3	3							
6	原有用电设备	94	94							
7	合计	180	180	0.8	0.8	0.75	144	135	-45	
8	低压电容补偿后						144	135		
9	变压器损耗						6	24		
10	折算到 10Kvar						150	159	204	
11	变压器负荷率	选用一台 250kVA 变压器								KH=81 .6%

站内原有用电设备用电计算负荷为 94kW；消防用泵为 45kW，启动方式为软启动，自控负荷为 15kw，可燃气体报警系统负荷为 5kw，应急照明负荷为 5kw，二级以上负荷用量为 70kw，本期项目用电设备总装机容量约为 86kW，消防用泵为 45kW，自控系统负荷为 15kw，可燃气体报警系统负荷为 5kw，应急照明负荷为 5kw，其中二级用电负荷 50kW；一级用电负荷为 20kW；站内设置一台 250kVA 的干式变压器及 225kW 柴油发电机组提供备用应急电源，一级用电负荷供电采用 UPS 应急电源供电，可满足项目供电负荷需求。

3) 各用电设备根据工艺要求在现场或控制室进行控制，总体原则现场优先。

低压动力采用放射式供电方式，照明则采用树干式供电，电压为 380/220V。配电级数不多于两级。一般设备由配电室动力配电箱供电，室内照明由照明配电箱供电。

4) 电缆敷设方式：

室内电缆采用聚氯乙烯绝缘电力电缆沿电缆沟或穿管敷设。室内照明线路采用导线穿半硬聚氯乙烯管墙内或屋顶暗敷。

室外电缆采用钢铠聚氯乙烯绝缘电力电缆直埋敷设。室外电缆进入室内时应穿钢管保护。钢管向外倾斜 15 其始端应超过散水 200 毫米，室外电缆进入室内电缆沟时进口处要加深 250 毫米并根据电缆数量挖一适当直径的圆坑。

2.4.3 站内照明

该扩建项目各建筑物的照度标准按《建筑照明设计标准》进行设计。灯具形式视其环境不同采用防爆、防水、防尘或普通型。仪表控制间、配电室等重要场所设置平时/应急照明两用灯具，应急时间不少于 60 分钟。

2.4.4 站内主要建、构筑物防雷、防静电系统

按《建筑物防雷设计规范》规定，站内 LNG 储罐区、工艺装置区金属设备的防雷按二类防雷建筑物进行，其它按三类防雷建、构筑物进行，主要设置防直击雷、防雷电感应及雷电波入侵措施。

项目的 LNG 储罐区、工艺装置区金属设备的防雷类别为二类防雷建筑物。

LNG 储罐罐体壁厚满足金属构件本体做接闪器的要求（壁厚大于 4mm），储罐本体做接闪器对罐区设备、储罐增压器等进行防雷保护。

集中放散管的防雷利用其自身做接闪器，并与地下接地系统相连。气化区设架空接闪线（接闪线支柱为 GFL2-2，H=20m），对气化器进行防雷保护，气化器防雷引下线采用-40x4 扁钢并与接地网可靠连接，**气化器防雷引下线应与气化器壁可靠绝缘，防止雷电流对气化器冲击造成损坏气化器。工艺装置区内所有金属设备必须可靠接地，且接地点不少于 2 处，冲击接地电阻不大于 10 欧。**

辅助用房及门卫按第三类防雷等级设防，屋顶设置 $\phi 12$ 热镀锌圆钢做防雷接闪带，在屋面构成 $20 \times 20\text{m}$ 的接闪网保护，并利用房屋构造柱内主钢筋做防雷引下线，引下线在地面 0.5 处采用暗装断接卡与接地装置连接。接地装置沿建、构筑物闭合敷设，垂直接地体采用基础内钢筋和人工接地极。人工接地极采用 SC50 热镀锌钢管，长 2.5m，沿站内接地网均匀设置在工艺区以及建构筑物周围，接地极间距大于等于 5 米。水平接地体采用 40×4 镀锌扁钢，接地支线采用 25×4 ，埋深-0.8m。所有防雷引下线及接闪杆引下线 3m 范围内地表面的电阻率不小于 $50\text{k} \Omega \text{m}$ 。

站内低压配电系统采用 **TN-S 接地系统。防雷接地、防静电接地、电气保护接地、工作接地、信息系统接地、火灾自动报警系统接地共用接地装置，以组成联合接地，接地电阻不大于 1Ω 。进出建筑物的金属管道、电缆铠装层就近与接地装置连接，建筑物内部可接触的金属设备做等电位连接。**

所有平行敷设的架空金属工艺管道间隔小于等于 100mm 时，间隔 20m 用 6mm^2 铜芯导线连接，交叉处小于等于 100mm 时亦选用 6mm^2 铜芯导线连通，法兰，阀门处需采用厚 1mm，宽 30mm 的紫铜片跨接，在通道首尾末端及每间隔 50m 时应接地一次，燃气管线的纹管两端（装卸接头与金属管道）间采用不小于 6mm^2 的铜绞线跨接。工艺区内

爆炸危险的设备均不少于两点与接地网可靠焊接，焊接搭接面不小于 6D，管线和设备按规定作防静电跨接施工。所有管道和管道支架间隔 20~30 米作防静电接地处理。电机经 PE 线可靠接地。

装置区、汽车槽车装卸台等处设置防静电接地。槽车装卸台设置专用防静电接地栓，槽车装卸作业完毕后，必须经过规定的静置时间才能拆除接地线。储配站出入口门卫处和工艺装置区入口处各设有一个人体静电导除球。

2.4.5 自控仪表设计

1) 控制系统

站控系统的主要作用是连续监视和控制站内所有设备的运行状态、工艺参数，并记录和产生报警。使得整个站处于可监控、可视、安全、可靠、稳定的运行状态。

由于场站重要并且站内介质易燃易爆，需要有人长期监控运行，所以本站站控系统为有人值守站。站控系统具有自动报警和应急事故自动处理流程；对场站所有设备状态和工艺参数能进行有效监控；正常生产运行控制流程实现自动化控制，所有重要参数、设备、系等均报警，所有数据存储和历史追溯能力。

2) 控制方案

控制系统的主要功能是通过各种传感器对现场的储罐、气化器、调压撬等设备的正常运转和对相关设备的运行参数进行监控，并在设备发生故障时自动报警并切断系统。工艺设备的压力、温度、流量、液位等参数经传感器送至 PLC 控制柜，经可编程控

制器计算后存入 PLC 中的 CPU 数据存储区，由程序实时调用。这些信号送至监控系统，显示工艺设备运行状态，确保系统的安全可靠运行。

主要联锁控制过程如下：

(1) 储罐的压力变送器、液位变送器进控制室与 PLC、紧急切断阀进行联锁报警控制，及时切断进液管或出液管；

(2) 生产区燃气泄漏报警时，紧急切断阀与 PLC 联锁，PLC 开/断紧急切断阀保证生产运行安全。

(3) 液化天然气气化器和水浴复热器出口设置测温装置，当出口温度低于 -15°C ，温度计信号传至控制室并报警；当出口温度低于 -18°C 时，温度计信号与气化器进口气动紧急切断阀连锁，切断 LNG 来源。

(4) LNG 储罐设置两个液位计，当储罐液位达到 85%时高液位报警，当储罐液位达到 15%时低液位报警；当储罐液位达到 10%时，液位计信号与储罐出液气动紧急切断阀连锁，切断 LNG 储罐出液，当储罐液位达到 90%时，液位计信号与储罐进液气动紧急切断阀连锁，切断 LNG 储罐进液。

(5) 储罐区集液池入口和储罐区导流槽设置低温探头，当两处温度检测同时低于环境温度 15°C 时，温度变送器将信号传送至控制室发出声光报警，连锁切断所有紧急切断阀、打开泡沫发生器阀门，并切断储罐区集液池潜污泵电源；气化区集液池入口和气化区导流槽设置低温探头，当两处温度检测同时低于环境温度 15°C 时，温度变送器将信号传送至控制室发出声光报警，连锁切断所有紧急切断阀、打开泡沫发生器阀门，并切断气化区集液池潜污泵电源。

3) 仪表设置

(1) 爆炸性气体环境危险区域的仪表选型为防爆等级:Exd II BT4；防护等级：IP65。

(2) 温度、压力（差压）变送器选用符合规范要求的产品，温

度测量采用智能型隔爆型一体化温度变送器，热电阻分度号为 Pt100，压力测量采用智能型隔爆型压力（压差）变送器。所有变送器可通过手操器进行修改和设定。

（3）可燃气体泄漏检测采用催化燃烧式可燃气体变送器，该变送器可输出 4-20mA

信号，带两段报警输出。

（4）天然气出站计量选用精度为 $\pm 0.5\%$ 的涡轮流量计。

2.5 自动控制及通讯（SCADA 系统）

2.5.1 概述

根据输气工艺生产运行及管理的需要，宜丰港华 LNG 储配站扩建工程项目自动控制系统拟采用以计算机为核心的监控及数据采集（Supervisory Control And Data Acquisition 简称 SCADA）系统。SCADA 系统主要由公司调度中心的调度计算机系统（另建）、站控系统和通讯系统构成。SCADA 系统应设置在公司调度中心的调度控制室内，便于调度人员全面掌握整条管线的运行情况，统一调度、管理。全线由调度中心对各站进行数据采集、监视控制和生产调度管理。并与上游管线自动控制系统衔接，密切联系上游气源动态，保障本项目安全稳定运行。

2.5.2 站控系统

站控系统（SCS）的主要功能：

站控系统 SCS（Station Control System）是保证 SCADA 系统正常运行的基础。

站控系统的主要功能为：

对现场的工艺参数进行数据采集和处理

经过通信接口与第三方的监控系统或智能设备交换信息

监控各种工艺设备的运行状况

站内可燃气体泄漏的监视和报警

显示动态工艺流程

提供人机对话的窗口

显示各种工艺参数和其它有关参数

显示报警一览表

数据存储及处理

显示实时趋势曲线和历史曲线

压力、流量的调节与控制

逻辑控制、连锁保护

紧急停车（ESD）

打印报警和事件报告

打印生产报表

数据通信管理（预留）

为调控中心提供有关数据（预留）

接受并执行调控中心下达的命令（预留）

2.5.3 硬件配置

站控系统 SCS 主要由过程控制单元、操作员工作站、计算机网络系统及进行数据传输的通信设备组成。过程控制单元采用可编程序逻辑

辑控制器（PLC），操作员工作站采用微型计算机。

可编程序逻辑控制器（PLC）：

PLC 所选用的模板应是可带电插拔型模板，且每块模板都应有自诊断功能。主要包括：处理器模件（处理器、存储器）、I/O 模件（模拟输入模件、模拟输出模件、热电阻输入模件、开关量输入模件、开关量输出模件、通信模件、网络）、安装附件（PLC 机柜、布线）、电源、便携式编程器等。

操作员工作站：

操作员工作站是操作人员与站控系统的人机接口。操作员通过它可详细了解运行情况，并可下达操作控制命令，从而完成对所处站场的监控和管理。

ETHERNET 网络：

站控计算机系统的上层网络采用冗余 ETHERNET，处理机与 I/O 的连接采用冗余工业标准网络。

打印机：

为站控计算机系统配置两台打印机。打印报表、报告用的 A3 幅面激光打印机，另一台为打印报警/事件用的针式点阵打印机。

2.5.4 软件配置

为完成站控系统任务，最少应配下列软件：

实时多任务操作系统软件

PLC 程序编程软件

用户应用软件

HMI 组态软件

HMI 用户应用软件

2.5.5 储配站的通讯系统

与调度中心的通讯：

与调度中心的通讯特点是数据量大，因此对通讯系统要求较高。它与调度中心的通讯是间歇式，即每隔一个固定间隔（几秒或几分钟）进行一次通讯。

站内通讯系统：

计算机与 RTU 间采用标准串行通讯协议，计算机与智能仪表之间通讯采用标准协议或根据仪表厂商提供的协议进行通讯。

2.5.6 UPS 后备电源

为保证系统中重要设施的连续不间断运行，站内配置 UPS 后备电源及小型柴油发电机。

2.5.7 站内可燃气体泄漏报警（预警）

在重要部位应设置可燃气体泄漏检测器，且各路独立，互不干扰。当气体浓度大于检测器设定浓度时，远传至控制箱自动报警（预警），并上传计算机记录报警信息。

2.5.8 现场检测仪表

系统采集的参数有以下几大类：流量、压力、温度、和设备状态（开关量）等，需要控制的有电控阀门，信号种类较多。选型时主要考虑防爆环境，稳定性，可靠性，性能价格比，信号标准化等因素。

2.5.9 燃气泄漏报警器

燃气泄漏报警器安装在天然气储配站各工艺装置区内（泄漏报警探头布置在 LNG 储罐区、LNG 卸车位、汽化器进口处、气化器出口与调压计量装置间），实时采集站内天然气浓度信号并将浓度标准模拟信号输入到站控系统中。一旦发生泄漏情况可及时发现。气体探测器，采用进口传感器，响应迅速准确；可检测各种可燃气体；抗干扰、寿命长；本安防爆，标准信号或数字 485 信号输出。

2.5.10 防爆和防护等级

处于爆炸危险性场所的电动仪表及电气设备按隔爆型设计。选用根据生产工艺特点 及燃气规范，生产区为 2 区爆炸危险环境，现场安装的用电仪表防爆等级为隔爆型，防爆等级不低于 Exd II AT1，照明选用 DE 型室内安装用电仪表 IP55（最低），室外安装用电仪表防护等级 不低于 IP65（最低）。仪表系统设计为安全防爆系统。

2.5.11 仪表系统供电及接地

1) 自控设备供电 电子计算机房用电负荷等级及供电要求按照现行国家标准《供配电系统设计规范》的规定执行。本系统需要为仪表及计算机、通讯系统提供可靠的供电电源，并配置在线式、长效型 UPS 电源，延时供电时间 1 小时。

供电类型：交流 220VAC50Hz；电压（波动 $\pm 5\%$ ）50Hz（波动 $\pm 0.5\text{Hz}$ ）；

直流：24V $\pm 0.3\text{V}$ DC。纹波电压（波动 $<0.2\%$ ）

2) 系统接地

根据上述设计内容，接地系统设计为 1 个独立接地网； 控制系统工作接地电阻不大于 4Ω ； 所有的仪表设备外壳、防爆接线箱、电缆保护管、电缆屏蔽层、铠装层及仪表盘等均应与电气接地网良好

的接地，接地电阻不大于 4Ω 。

2.6 劳动定员及人员培训

该扩建项目要求一线运行管理人员要具有较高的文化素质和业务水平，除具有精通本专业的能力外，还应熟悉相关专业的运行管理业务。

为确保管道的安全输气，要求生产运行岗位的人员在上岗前进行岗位培训 3 个月以上。培训按各个岗位要求分别进行，另外对于重要设备的维护、维修人员，在设备生产期间即到制造商所在地进行培训，并要求参加设备的调试。

对于运行管理岗位人员的文化素质，天然气储配站站长和工程师（技术员）应具有相关专业大专以上的文化程度，工人必须达到高中以上文化程度。

3 危险及有害因素分析

根据该扩建项目输配的天然气和工艺流程等情况，参照 GB6441-1986《企业职工伤亡事故分类》，综合考虑起因物、引起事故的先发诱导性原因、致害物和伤害方式等，并根据该扩建项目天然气储配站特点以及同类企业的实际情况，该扩建项目在管网输送、天然气接收等生产过程中的主要危险、有害因素有：（1）火灾；（2）爆炸；（3）触电；（4）中毒和窒息；（5）机械伤害；（6）高处坠落；（7）噪音危害；（8）高温；（9）车辆伤害；（10）其他伤害。

由于该扩建项目输配的可燃介质主要为天然气，火灾、爆炸、中毒窒息是该扩建项目的重大危险危害因素。

3.1 主要物料危险特性

该扩建项目气源来自西气东输管道输送的净化天然气，西气东输管道主要为中亚天然气。天然气主要组成见表 3-1。该扩建项目在站场内设置加臭装置，加臭剂为四氢噻吩（THT）。

表 3-1 天然气的特性及危害

特别警示	极易燃气体。
理化特性	无色、无臭、无味气体。微溶于水，溶于醇、乙醚等有机溶剂。分子量 16.04，熔点-182.5℃，沸点-161.5℃，气体密度 0.7163g/L，相对蒸气密度（空气=1）0.6，相对密度（水=1）0.42(-164℃)，临界压力 4.59MPa，临界温度-82.6℃，饱和蒸气压 53.32kPa(-168.8℃)，爆炸极限 5.0%~16%（体积比），自燃温度 537℃，最小点火能 0.28mJ，最大爆炸压力 0.717MPa。 主要用途：主要用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。
危害信息	【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸危险。 【活性反应】 与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂剧烈反应。

	<p>【健康危害】</p> <p>纯甲烷对人基本无毒，只有在极高浓度时成为单纯性窒息剂。皮肤接触液化气体可致冻伤。天然气主要组分为甲烷，其毒性因其他化学组成的不同而异。</p>
<p>安全 措施</p>	<p>【一般要求】</p> <p>操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。</p> <p>密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。</p> <p>在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩带供气式呼吸器。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，重点储罐需设置紧急切断装置。</p> <p>避免与氧化剂接触。</p> <p>生产、贮存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。</p> <p>【特殊要求】</p> <p>【操作安全】</p> <p>(1) 天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。</p> <p>(2) 生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业（固定动火区必须距离生产区 30m 以上）。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。配气站严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。</p> <p>(3) 天然气配气站中，不准独立进行操作。非操作人员未经许可，不准进入配气站。</p> <p>(4) 含硫化氢的天然气生产作业现场应安装硫化氢监测系统。进行硫化氢监测，应符合以下要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——含硫化氢作业环境应配备固定式和携带式硫化氢监测仪； ——重点监测区应设置醒目的标志； ——硫化氢监测仪报警值设定：阈限值为 1 级报警值；安全临界浓度为 2 级报警值；危险临界浓度为 3 级报警值； ——硫化氢监测仪应定期校验，并进行检定。 <p>(5) 充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。</p> <p>【储存安全】</p> <p>(1) 储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 30℃。</p> <p>(2) 应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>(3) 天然气储气站中：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——与相邻居民点、工矿企业和其他公用设施安全距离及站场内的平面布置，应符

	<p>合国家现行标准；</p> <p>——天然气储气站内建(构)筑物应配置灭火器，其配置类型和数量应符合建筑灭火器配置的相关规定；</p> <p>——注意防雷、防静电，应按《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的规定设置防雷设施，工艺管网、设备、自动控制仪表系统应按标准安装防雷、防静电接地设施，并定期进行检查和检测。</p> <p>【运输安全】</p> <p>（1）运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。</p> <p>（2）槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具。</p> <p>（3）车辆运输钢瓶时，瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方，堆放高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有人看管。发生泄漏或火灾时要把车开到安全地方进行灭火或堵漏。</p> <p>（4）采用管道输送时：</p> <p>——输气管道不应通过城市水源地、飞机场、军事设施、车站、码头。因条件限制无法避开时，应采取保护措施并经国家有关部门批准；</p> <p>——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩；</p> <p>——输气管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；</p> <p>——输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查，及时处理输气管道沿线的异常情况，并依据天然气管道保护的有关法律法规保护管道。</p>
<p>应 急 处 置 原 则</p>	<p>【急救措施】</p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>皮肤接触：如果发生冻伤：将患部浸泡于保持在 38~42℃ 的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感，就医。</p> <p>【灭火方法】</p> <p>切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。</p> <p>灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p> <p>【泄漏应急处置】</p> <p>消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏</p>

	<p>区直至气体散尽。</p> <p>作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 800m。</p>
--	---

表 3-2 四氢噻吩的物化性质及危险危害特性

标识	中文名:	四氢噻吩
	英文名:	Tetrahydrothiophene
	分子式:	C ₄ H ₈ S
	分子量:	88.17
	CAS 号:	110-01-0
	RTECS 号:	XN0370000
	UN 编号:	2412
	危险货物编号:	32111
	IMDG 规则页码:	3283
理化性质	外观与性状:	无色液体。有强烈气味的无色易燃液体，硫含量为 36.3%，微溶于水，可混溶于乙醇、乙醚、苯、丙酮。
	主要用途:	用作溶剂、有机合成中间体。
	熔点:	-96.2
	沸点:	119
	相对密度 (水=1):	1.00
	相对密度 (空气=1):	无资料
	饱和蒸汽压 (kPa):	无资料
	溶解性:	不溶于水，可混溶于乙醇、乙醚、苯、丙酮。
	临界温度 (°C):	无资料
	临界压力 (MPa):	无资料
	燃烧热 (kJ/mol):	无资料
	燃烧性:	易燃
	建规火险分级:	甲
	闪点 (°C):	12.8
	自燃温度 (°C):	无资料
	爆炸下限 (V%):	无资料
	爆炸上限 (V%):	无资料
	危险特性:	易燃，蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物，遇高温。明火及强氧化剂，有燃烧爆炸的危险，爆炸极限为 1.1%~12.1%。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源引着回燃。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。
	燃烧(分解)产物:	一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、氧化硫。
	稳定性:	稳定
	聚合危害:	不能出现
	禁忌物:	强氧化剂。

	灭火方法:	泡沫、二氧化碳、干粉、砂土。
包装与储运	危险性类别:	第 3.2 类 中闪点易燃液体
	危险货物包装标志:	7
	包装类别:	II
	储运注意事项:	<p>储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。防止阳光直射。包装要求密封,不可与空气接触。应与氧化剂分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型,开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速(不超过 3m/s),且有接地装置,防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸,防止包装及容器损坏。</p> <p>废弃:处置前参阅国家和地方有关法规。废物储存参见“储运注意事项”。用控制焚烧法处置。焚烧炉排出的气体通过洗涤器除去。</p> <p>包装方法:小开口钢桶;螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶(罐)外木板箱。</p>
毒性危害	接触限值:	<p>中国 MAC: 未制定标准</p> <p>苏联 MAC: 未制定标准</p> <p>美国 TWA: 未制定标准</p> <p>美国 STEL: 未制定标准</p>
	侵入途径:	吸入 食入 经皮吸收
	毒性:	<p>LD₅₀: LC₅₀: 27000mg / m³ 2 小时(小鼠吸入)</p> <p>微毒,具有麻醉作用,可经吸入、食入和皮肤接触侵入人体,刺激眼睛和皮肤。该物质对环境可能有危害,对水体应给予特别注意。</p>
	健康危害:	<p>小鼠吸入蒸气中毒时,呈运动性兴奋、共济失调、麻醉,最后死亡。慢性中毒实验中,小鼠体重增长减慢及肝功能变化。对人皮肤刺激的作用弱。</p>
急救	皮肤接触:	脱去污染的衣着,立即用流动清水彻底冲洗。
	眼睛接触:	立即提起眼睑,用大量流动清水彻底冲洗。
	吸入:	迅速脱离现场至空气新鲜处。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:	误服者给饮大量温水,催吐,就医。
防护措施	工程控制:	密闭操作,局部排风。
	呼吸系统防护:	高浓度环境中,应该佩带防毒口罩。紧急事态抢救或逃生时,建议佩带自给式呼吸器。
	眼睛防护:	戴安全防护眼镜。
	防护服:	穿相应的防护服。
	手防护:	戴防化学用品手套。
	其他:	工作现场严禁吸烟。工作后,淋浴更衣。注意个人清洁卫生。
泄漏处置:		<p>疏散泄漏污染区人员至安全区,禁止无关人员进入污染区,切断火源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器,穿一般消防防护服。在确保安全可靠情况下堵漏。喷水雾会减少蒸发,但不能降低泄漏物在受限空间内</p>

	的易燃性。用活性炭或其它惰性材料吸收，然后使用无火花工具收集运至废物处理场所处置。也可以用不燃性分散剂制成的乳液刷洗，经稀释的洗水放入废水系统。如大量泄漏，利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。
--	--

表 3-3 主要物料危险特性表

物质名称	物质火灾危险类别	引燃温度(℃)	闪点(℃)	爆炸极限(V%)	危险性类别	相对密度(空气=1)	急性毒性分级
天然气	甲类	482-632	-218	5-15	第 2.1 类易燃气体	0.55	低毒
四氢噻吩	甲类	无资料	12.8	1.1-12.1	第 3.2 类中闪点易燃液体	比空气重	低毒

3.2 主要危险因素分析

该扩建项目储运部分（包括 LNG 储配站扩建工程）、后方辅助设施（包括供配电、给排水、消防、采暖与通风、维修和抢修，以及输配管线信息系统）等内容。本评价将重点对 LNG 储配站扩建工程储运部分，以及工程施工作业过程中，进行危险、有害因素分析。

3.2.1 火灾、爆炸

该扩建项目包括调压装置、LNG 储配气化生产过程(装卸、储存、气化、调压、计量加臭、输送等)中涉及的危险物质主要是天然气。从表 3-1-表 3-3 中分析已知，该扩建项目中调压装置、LNG 储配使用过程（过滤、计量、调压等）中的主要危险、有害物质为天然气等，具有较大的火灾、爆炸危险性。

天然气因各种人为、自然因素或者管道的质量缺陷造成管线破裂，导致天然气泄漏，遇点火源可能发生火灾、爆炸事故，危害种类和影响区域取决于管线失效模式、气体释放、扩散条件和点燃方式，由于天然气的浮力阻止了其在地表形成易燃气云，较远距离的点燃使发生闪火的可能性较低。因此主要的危险源来自喷射火热辐射和受限气云产生的爆炸超压。火灾、爆炸事故是主要危险。

天然气接受站还有少量的天然气凝液，主要成分包括烷烃成分。如发生凝液泄漏事故，凝液将快速气化，形成相对密度接近于 1 的蒸气，沿地面扩散和聚集，增加爆炸的危险性。

下面，将从物质的特性、点火能量(引火源)、物质的泄漏和误操作或违章作业等方面分析火灾、爆炸危险、有害因素。

3.2.1.1 项目工艺过程的危险因素分析

按照《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986 的规定，对本项目存在危险因素进行具体分析辨识：

该项目经营的天然气具有易燃、易爆的特性，遇火源能引发燃烧，发生火灾事故；其与空气形成爆炸性混合气并达到爆炸极限时，遇到火源会发生火灾、爆炸事故。管道中的天然气，因管理不到位或操作失误或其他原因造成天然气泄漏，而又未能及时发现，并遇到火源就有可能导致火灾、爆炸事故的发生。

发生火灾、爆炸事故的三个必要条件是：可燃物、点火源、助燃物（空气或氧化剂）。引发天然气站火灾、爆炸事故的主要原因是天然气泄漏及存在点火源。LNG 气化站发生火灾和爆炸的可能性有：

1) 泄漏

(1) 泄漏因罐体设备材质或质量不符合要求而造成腐蚀点，产生穿孔、破裂，导致储罐爆裂从而大量泄漏；

(2) 管道焊接处焊接质量差发生裂缝；

(3) 管道阀门处连接不好；

(4) 机械密封损坏；

(5) 卸气管线连接不牢或损坏；

(6) 卸气作业时操作不慎；

(7) 在运行过程中因静电或摩擦等引起燃烧爆炸。

(8) 设备或管道因腐蚀、安装质量差、以及设备开停频繁、温度升降骤变等原因，极易引起设备、管道及其连接点、阀门、法兰等部位泄漏，造成着火爆炸。

(9) 天然气储存设施主要有气态天然气储罐或液态天然气储罐等，本项目使用 $2 \times 150\text{m}^3$ 低温 (-162°C) 低压力液化天然气储罐。这些储罐储量一般都较大，一旦发生火灾爆炸事故，危害特别大。

(10) LNG 管道预冷：LNG 管道要进入运行，必须先要做好冷却过程，也就是常说的预冷过程。为了避免管路结构损坏，预冷过程非常重要。如果 LNG 突然流入常温管道，管道会迅速地收缩。管路的底部与沸腾的 LNG 直接接触，而顶部相对较热，因顶部的温度相对较高，这种结果便是所谓的香蕉效应。由于伸缩不一致，可能引起管路、支撑和膨胀节的损坏。

(11) 翻滚 (rollover)：翻滚是指大量气体在短时间内从 LNG 容器中释放的过程。除非采取预防措施或对容器进行特殊设计，翻滚将使容器受到超压。如果不同来源和组分不同的 LNG 未分罐储存，且在注入储罐时未充分混合，将会造成翻滚而引发事故。经验表明，预防此类型翻滚的最好方法是保持 LNG 的含氮量低于 1%，并且密切监测气化速率。

(12) 快速相变 (RPT)：当温度不同的两种液体在一定条件下接触时，可产生爆炸力。当 LNG 与水接触时，这种称为快速相变 (RPT) 的现象就会发生。尽管不发生燃烧，但是这种现象具有爆炸的所有其他特征。LNG 洒到水面上而引发的 RPT 是罕见的，而且影响也有限。与实验结果相符的通用理论可简述如下。当两种温差很大的液体直接接触时，如果较热液体的热力学 (开氏) 温度大于较冷液体沸点的 1.1 倍时，后者温度将迅速上升，其表层温度可能超过自发核化温度 (当

液体中产生气泡时)。在某些情况下, 过热液体将通过复杂的链式反应机制在短时间内蒸发, 而且以爆炸的速率产生蒸气。

(13) 沸腾液体膨胀蒸气爆炸 (BLEVE): 任何液体处于或接近其沸腾温度, 并且承受高于某一确定值的压力时, 如果由于压力系统失效而突然获得释放, 将以极高的速率蒸发。已经有记录如此猛烈的膨胀曾将整个破裂的容器抛出几百米。这种现象叫做沸腾液体膨胀蒸气爆炸 (BLEVE)。

2) 点火源

(1) 明火, 包括检修动火、生活用火, 违章吸烟, 车辆尾气管排火等;

(2) 雷击和电气火花;

(3) 检修、操作用具产生的摩擦、撞击火花;

(4) 静电, 包括液体流动产生的静电和人体静电;

(5) 流散杂动能, 如在防爆区使用手机等;

(6) 周围环境的散发火花。

(7) 在站区域内存在火灾爆炸危险区, 在生产过程中由于操作、设备故障、管线泄漏等原因造成易燃易爆物质的泄漏, 且与空气形成爆炸性混合物, 并同时遇“足够的点火能源”将发生火灾爆炸事故。

LNG 卸车、输配生产过程中, 由于易燃气体在输送时流速过快, 静电接地不良, 造成静电积聚, 当耦合管线泄漏等因素将引起火灾、爆炸事故。

LNG 卸车、输配生产过程中, 由于联系不畅、信号错误、操作失误、安全连锁装置失灵及检查不周, 以及设备、管道缺陷等原因, 使设备形成负压, 空气进入设备或管道中, 此时设备或管道中的可燃气体与空气混合, 可形成爆炸性混合气体, 在高温、摩擦、静电等能点

火源的作用下，即可引起爆炸。

(10) 当 LNG 储罐、设备及管道质量缺陷或密封不良、设备附件失效，如：压力表或安全阀等失效、超装、操作失误等都可能造成物料泄漏，这些泄漏的气体达到爆炸极限范围以后一旦遇到点火源，可能发生火灾、爆炸。

(11) 在危险场所，如储罐区、气化装置区、卸车区等场所，电气设备选型不当，防爆隔爆性能不符合要求，在安装、检修时未按规定接线；电气设备、设施未采取可靠的保护措施，产生电弧、电火花等；使用手机、固定电话等本质不防爆的通讯设备和使用不防爆的应急照明也可能产生电火花；作业人员在作业场所吸烟、金属物体发生机械撞击、雷电、静电产生火花均可造成火灾事故。

(12) 开停车时，特别是在可燃性介质泄漏时，操作、处置不当，引起火灾爆炸事故。

(13) 防爆区域内的电气（含仪表、自控）设备、设施、线缆选用不符合环境的电气设备、设施、线缆，或安装、布置不符合要求，可能引发火灾、爆炸事故。

(14) 进入防爆区域内的机动车辆未戴阻火器，作业人员进入防爆区域穿化纤工作服等，均可能引发火灾、爆炸事故。

(15) 雷电和静电

本项目存在雷击危险。雷击放电、雷击产生高温、产生的感应电是一个主要的点火源，尤其是球状雷，目前尚无有效的防范措施。

天然气在管线、设备中流动时均可能产生静电，人体本身也带有静电，而且静电潜伏性强，不易被人们察觉。

(16) 电气火花

生产区使用电气设备，由于带电设备不防爆或安装不合理，电接

点接触不良、线路短路等将可能产生电火花。

电气引起的火灾很多。在易燃易爆物存在的场合，点火源越多，火灾危险性越大。

（17）撞击摩擦热

主要是操作、检修过程使用的工具产生撞击火花。

3.2.2 中毒、窒息

天然气的主要成分为烷烃气体，烷烃气体本身无毒，若含有 H_2S ，则对人们有毒害性。我国管道天然气经过净化处理后，含硫量已大大降低，符合国家卫生环保标准，因此，我国管道天然气的毒害性极小。

LNG 储罐罐体使用一段时间后，罐底和罐壁会有较多的沉积物，需对储罐进行清洗，在清洗作业之前，虽然已充分进行过通风和浓度检测等处理，但在这种半封闭的环境中进行罐体清洗时，由于沉积物的挥发，导致罐内气体含氧量降低，作业人员仍有可能处在一种缺氧条件下作业，极易发生窒息危险。

当人员进入容器类设备内检修时，由于对氧含量未按规定进行取样分析，若氧含量不合格，可发生作业人员窒息事故。

另外，天然气主要由甲烷组成，其性质与纯甲烷相似，属“单纯窒息性”气体，高浓度时因缺氧而引起窒息。

空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氧气浓度不太高时，患者最初感胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速出现昏迷、呼吸心跳停止而致死亡。

该 LNG 储配站对卸车、连接软管需进行氮气吹扫；贮罐在首次使用前必须用氮气进行吹扫；检修工作中，需要动火时，应检查并确认

动为处的管道内已将残余的 LNG 排清，并用氮气进行吹扫等，若操作不当，造成氮气泄漏，有发生窒息的危险。

天然气中毒症状及急救

1) 中毒表现：主要为窒息，若天然气同时含有硫化氢则毒性增加。早期有头晕、头痛、恶心、呕吐、乏力等症状，严重者可出现直视、昏迷、呼吸困难、四肢强直等症状。

2) 急救：迅速将病人脱离中毒现场，吸氧或新鲜空气。

对有意识障碍者，以改善缺氧，解除脑血管痉挛、消除脑水肿为主。可吸氧，用氟美松、甘露醇、速尿等静滴，并用脑细胞代谢剂如细胞色素 C、ATP、维生素 B6 和辅酶 A 等静滴。

轻症患者仅做一般对症处理。

加臭剂（四氢噻吩）属于有毒物质。

四氢噻吩的 LC_{50} ：27000mg/kg（小鼠吸入 2 小时）。健康危害：小鼠吸入蒸气中毒时，呈运动性兴奋，共济失调、麻醉。最后死亡。慢性中毒实验中，小鼠体重增长减慢及肝功能变化，对人的皮肤刺激较弱。

3.2.3 电气危害

电气危害主要是指电击伤或触电。当身体的某部分触及电源或雷电，超过一定数量的电流通过人体，将产生机体损伤或功能障碍。特别是电流通过中枢神经和心脏时，可引起呼吸抑制或心跳骤停，甚至危及生命造成残废。

在作业场所、电气设施或连接的绝缘性降低，造成漏电，伤及人身；作业人员由于不懂用电基本知识和危险性，误碰电线、开关，误拾断落在地上的电线；或麻痹大意，违章布线；随便玩弄电器设备；违反用电操作规程，自行检修；雷雨天防护不当等，均易遭受电击。

3.2.4 机械伤害

机泵、附属设备、柴油发电机等机械转动设备的传动联轴节等危险部分，如果未按要求加装防护装置或安装不符合要求；机器的转动摩擦部分，没有自动加油装置和冷却装置等，作业人员在操作过程中可能遭受机械伤害。

该扩建项目施工中，特别是定向穿越以及施工中，机械设备众多，有定向钻机、配套机具及各种泵类和旋转设备等。在设备的安装、运行、维修中，某些设备的快速转动部件、快速移动部件、摆动部件、啮合部件等，若缺乏良好的防护设施，可能引起夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等，而伤及操作人员的手、脚、头及身体部位。伤害。

3.2.5 起重机械伤害

工程施工需使用起重设备。如果起重设备缺少限位、联锁和安全报警，在工作场所可能发生起重机械伤害事故。当吊物坠落时，可能导致地面上的人员被砸伤事故。

3.2.6 车辆伤害

该扩建项目施工中，特别是定向穿越施工中的机械设备多为机动的，如水平定向钻液压站、水平定向钻机、挖掘机及运输管道等材料使用的汽车、叉车等。由于施工场地的道路、车辆的装卸和驾驶，可因道路参数、视线不良、缺少行车安全警示标志、装运物资不当影响驾驶人员视线、驾驶人员违章作业或道路坑洼过窄过陡、指挥或监护不到位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。还可能因违章，车辆失控撞击生产设施造成重大恶性事故等。

另外，抢修、管理、操作人员及巡线人员也可能因交通事故造成车辆伤害事故。

3.2.7 高处坠落

该扩建项目站区作业人员在 2m 以上平台进行维修维护、巡视、取样、计量等操作，或在高层建（构）筑物进行相关作业时，由于护栏、扶梯、支撑件存在缺陷或腐蚀而产生强度不足或思想麻痹大意，可能发生高处坠落事故。

该扩建项目施工中，可能有很多高大设备设施，其高度都在 2m 以上，且多采用露天式布置。在施工操作和设备维修时，如防护不当、麻痹大意、在强自然风力作用下可能发生高处作业人员的坠落或坠物伤害事故。

3.2.8 灼、烫伤

1) 高温物体灼烫。人体直接接触到未完全冷却的钻头等高温物体时，易造成人体烫伤。

2) 焊接作业时，气焊与气割火焰、焊接电弧、飞溅的金属熔滴、红热的焊条头、灼热的焊件和药皮熔渣等都有可能引起作业人员的灼烫。

3.2.9 低温冻伤、低温麻醉

LNG 的温度一般在 -162°C 左右，在 LNG 站接触 LNG 低温操作或者 LNG 发生泄漏时，由于其低温性可引发人员低温冻伤、低温麻醉。当人体直接接触时，皮肤表面会粘在低温物体表面上。皮肤及皮肤以下组织冻结，很容易撕裂，并留下伤口。另外人体在低温 10°C 下待久后，就会有低温麻醉的危险产生。

当 LNG 发生泄漏与人体直接接触时，由于 LNG 急剧蒸发吸收人体热量，造成人员严重的冻伤。

接触保温隔离不良的低温天然气、储存设备、瓶组管道，或管内介质喷出，都可使人体冻伤。

在LNG站运行中，焊缝、阀门、法兰和与储罐壁连接管路等，是LNG容易发生泄漏的地方。因此，在日常LNG站运行操作中，一方面应注意检查焊缝、阀门、法兰等处，尽量与这些关键位置保持一定的距离；另外在处理与低温液体或蒸汽相接触或接触过的任何东西时，都应戴上无吸收性、宽松、干燥的手套(PVC或皮革制成)和面罩或护目镜等防护用具。

3.2.10 淹溺

落水淹溺指因大量水经口、鼻进入肺内，造成呼吸道阻塞，发生急性缺氧而窒息死亡的事故。

该项目中存在大型消防水池、应急池等，如操作人员因各种原因，不慎跌落其中，可能造成淹溺事故。

3.2.11 其它

该扩建项目运行巡视中，如遇雷雨天气，应禁止作业人员在树下、山顶避雨。林区巡视时，应严禁吸烟。在丛林中应有预防蛇咬的措施，潮湿密林应有预防虫叮的措施，林深树密处应有预防野兽攻击的措施。配备必需的应急救护药品，如防暑、防冻、跌伤、防虫等药品。

3.3 主要危害因素分析

天然气这种易燃、易爆危险介质，其本身具有一定的毒性，吸入会引起窒息或中毒（如天然气含有硫化氢时）。在输送过程中会存在运转机械、高压气体减压、排放操作，产生噪声造成噪声危害。在夏季露天作业操作，存在高温危害因素。这些职业有害因素将对作业人员构成健康危害。

3.3.1 毒物

天然气在储配、输送过程中，不可避免地存在天然气介质外泄、逸出的环节，例如各种管道、阀门、安全附件机泵组等设备密封不良

造成的泄漏，管道、阀室因各种原因发生破裂导致大量天然气泄漏，天然气装卸接口不正确或故障等引起的天然气泄漏，系统在检修或抢修时因防护不当等都会引起作业人员窒息或中毒，造成安全事故。

工程施工中的防腐作业、泥浆配制等过程，可能接触到一些有毒有害物质。

各种焊件和焊条中均含有数量不等的锰，一般焊芯中的含锰量很低，只有 0.3-0.6% 左右。为了提高机械强度、耐磨、抗腐蚀等性能，使用含锰焊条时，含锰量可高达 23%。在通风不良场所如密闭容器或管道内施焊，长期吸入含锰的烟尘可发生锰中毒，可检出血锰、尿锰升高，神经行为功能改变，发锰测定亦可作为锰中毒早期筛检指标。

1) 毒物进入人体的途径

毒物能否对接触者的健康产生危害，主要取决于工业毒物的毒性大小，进入人体的途径和剂量的多少。在输送操作过程中，毒物主要经呼吸道、皮肤进入人体，而经消化道吸收的较少。

天然气介质本身含有甲烷、乙烷、丙烷、硫化氢，以及加臭剂四氢噻吩（THT）等物质呈气体或蒸气雾的形态，可经呼吸道进入人体。

2) 影响毒作用的主要因素

主要决定于毒物的化学结构、物理特性、毒物的剂量（在生产场所，目前尚不能用剂量进行接触评价，只能用浓度进行评估。当工业毒物的化学结构确定后，浓度和作用时间就成为影响职业中毒的主要因素，浓度愈高，毒作用的持续时间愈长，发生职业中毒的可能性就愈大。）、毒物的联合作用、生产环境与劳动强度、个体感受性。

3) 窒息性气体中毒

窒息性气体是指进入人体后，能使血液运氧能力或组织利用氧的能力发生障碍，造成机体缺氧的有害气体。输送天然气管道常见的室

息性气体为甲烷、乙烷、丙烷等。

3.3.2 噪声及振动

噪声是指一切不需要的使人受到干扰的声音，它由各种不同频率和不同强度的声音无规则组合而成。由于存在机泵组等机械设备，高压气体减压、排放操作（放散管），都将在管道输送过程中产生噪声。噪声不仅干扰人们的正常工作和休息，而且危害人体健康，主要是听力损伤。

该扩建项目施工过程，是一个机械设备比较集中的施工工程，集中了大部分带高强声源的设备，是形成噪声与振动的重要声源。

振动所产生的能量，能通过支承面作用于坐位或立位操作的人身上，引起一系列病变。人体是一个弹性体，各器官都有它的固有频率，当外来振动的频率与人体某器官的固有频率一致时，会引起共振，因而对那个器官的影响也最大。接触强烈的全身振动可能导致内脏器官的损伤或位移，周围神经和血管功能的改变，可造成各种类型的、组织的、生物化学的改变，导致组织营养不良，如足部疼痛、下肢疲劳、足背脉搏动减弱、皮肤温度降低；女工可发生子宫下垂、自然流产及异常分娩率增加。一般人可发生性机能下降、气体代谢增加。振动加速度还可使人出现前庭功能障碍，导致内耳调节平衡功能失调，出现脸色苍白、恶心、呕吐、出冷汗、头疼头晕、呼吸浅表、心率和血压降低等症状。晕车晕船即属全身振动性疾病。全身振动还可以造成腰椎损伤等运动系统影响。局部接触强烈振动主要是以手接触动工具的方式为主的，则于工作状态的不同，振动可传给一侧或双侧手臂，有时可传到肩部。长期持续使用振动工具引起末梢循环、末梢神经和骨关节肌肉运动系统的障碍，严重时可患局部振动病。

3.3.3 高、低气温环境

该扩建项目处于江南亚热带季风地区，夏季极端最高温度可达将近 40.0℃，冬季极端最低气温-7.8℃。常年夏季气温高，持续时间长。

该扩建项目施工过程及运行中的巡视和检修，主要为露天作业。在夏天高温季节，作业人员直接暴露于炎炎烈日之下。

高温除能造成灼伤处，高温、高湿环境影响作业人员的体温调节、水盐代谢及循环系统、消化系统、泌尿系统等。当作业人员的热度调节发生障碍时，轻则影响人员工作能力，重则可引起别的病变。如中暑。作业人员水盐代谢的失衡，可导致血液浓缩、尿液浓缩、尿量减少，这样就增加了心脏和肾脏的负担，严重时引起循环衰竭和痉挛。在比较分析中发现，高温作业人员的高血压发病率较高，而且随着工龄的增加而增加。高温还可以抑制人的中枢神经系统，使作业人员在操作过程中注意力分散，工作能力下降。

在高温作业环境下，人体通过呼吸、出汗及体表血管的扩张向外散热。若人体产生的热量仍大于散热量时，人体产生热蓄积，促使呼吸和心率加快，皮肤表面血管和血流量增加，称之为热应激效应。在高温环境下作业，人的体温和皮肤温度、水盐代谢、循环系统、消化系统、神经系统和泌尿系统均会发生变化。

例如，在高温环境下，体内产热多而散热困难，当机体通过一系列体温调节作用，仍不能维持产热和散热的平衡时，可使机体大量蓄热、失水、失盐，导致中暑的发生，这就是高温环境下机体散热机制发生障碍而引起的急性疾病。

中暑按严重程度分为先兆中暑、轻度中暑、重度中暑。先兆中暑是出现大量出汗、口渴、头晕、耳鸣、心悸、胸闷、恶心、全身疲乏、

四肢无力、注意力不集中等症状，体温正常，及时离开高温环境休息即可恢复正常。轻度中暑有先兆中暑症状，体温 38℃ 以上，有呼吸、循环衰竭的早期症状，可饮含盐饮料，几小时内可恢复。重度中暑，除上述症状外，出现突然昏倒或痉挛，无汗体温 40℃ 以上为重度中暑，应立即送医院抢救。

低温环境的危害，在江西地区，危害不明显。

3.3.4 粉尘危害

在施工过程中，需进行修垫场地、修整便道、三通一平、恢复地貌等。这些过程均会产生粉尘飞扬。

储配站工程的管道焊接量非常大，电焊过程产生的焊尘焊烟对人体有危害。

电焊时，焊条中的焊芯、药皮和金属母材在电弧高温下熔化、蒸发、氧化、凝集，产生大量金属氧化物及其他物质的烟尘，长期吸入可引起焊工尘肺。电焊工尘肺一般发生在密闭、通风不良的作业条件下，发病工龄平均为 18 年左右。吸烟因素与接尘因素对电焊工的肺通气功能可能产生协同作用。我国将电焊工尘肺列为法定职业病。

接尘作业过程中，如果作业人员未采取有效的人体防护，在粉尘作业环境中长时间工作吸入粉尘，就会引起肺部组织纤维化、硬化，丧失呼吸功能，导致肺病。尘肺病是无法治愈的职业病，治疗只能减少并发症，延缓病情发展，不能使肺组织病变消失；粉尘还会引起刺激性疾病、急性中毒或癌症。

3.3.5 不良采光照明

如果工作场所照明、采光不好，或者照明刺目耀眼都会使人的眼睛很快疲倦，易造成标识不清、人员的滑跌、坠落和误操作率增加的现象，从而导致工作速度和操作的准确性大大降低。

大量的事实表明，劳动者长期在不良照明条件下工作，会造成视力衰退，即职业性近视，严重者可能会发生一种特殊的职业性眼病—眼球震颤。其主要症状是眼球急速地不自主地上下、左右或回旋式地震颤，并伴有视力减退、头疼、头晕、畏光等。

3.4 管道危险有害因素分析

由于该扩建项目出站压力为 0.4 MPa，存在着站场设备和工艺管网因长期过压、疲劳、腐蚀而引发的设备泄漏事故以及管网破裂、泄漏等事故的危險。

由于压力大、流速快，泄漏带来的危险比较突出。国内外已有多起事故都是因为管道破裂、管道腐蚀裂纹引起延性断裂以及其他情况泄漏天然气，高压天然气喷出，遇明火或静电放电火花引起着火爆炸。发生管道破裂与爆炸的主要原因有以下几方面。

3.4.1 管道设计问题

管道系统的设计是确保工程安全的第一步，也是十分重要的一步，设计质量的好坏对工程质量有直接的影响。而影响设计质量的因素不仅有主观的，也有客观的；选择有相应资质的设计单位是重要的。

1) 工艺流程布置不合理

管道运行安全与系统总流程有着非常密切的关系。工艺流程设置合理、设备布置恰当，并且能够满足输送操作条件的要求时，系统运行就平稳，安全可靠就高。否则，系统安全运行存在隐患。

2) 系统工艺计算不正确

在进行水力等工艺计算以确定输送摩阻时，一旦设计参数或工艺条件确定不合理，将造成输送压力的选取不当，从而给系统造成各种安全隐患。

3) 管道强度计算不准确

管道强度设计计算时,将根据管道所经地区的分级或管道穿越公路等级、铁路等情况,确定强度设计系数。如果管道沿线勘查不清楚,有可能出现地区分级不准确,造成高级低定等,最终造成设计系数选取不恰当,管道壁厚计算不能满足现场实际情况。管道应力分析、强度、刚度及稳定性校核失误,造成管道变形、弯曲甚至断裂。

4) 管道位置选择不合理

管道位置选在土崩、断层、滑坡、流沙等不良地质地段上,造成管道弯曲、扭曲、拱起甚至断裂及设备设施损坏;当与周围的建(构)筑物安全防火距离不符合标准要求时,容易受到影响,给其带来安全隐患。

5) 防腐蚀设计不合理

防腐蚀设计时未充分考虑土壤电阻率、管道附近建(构)筑物和电气设备引起的杂散电流的影响,造成管道腐蚀层老化、腐蚀能力不够直至失效;管道内、外表面防腐材料选择不合理、施工方法不正确、厚度不能满足使用工况要求;管道阴极保护站间距太远、保护参数设置不合理,或者牺牲阳极选材不当,而造成保护能力不够等。

6) 管线布置、柔性考虑不周

长输管线平面布置不合理,造成管道因热胀冷缩产生变形破坏或振动。埋地管道弯头的设置、弹性敷设、埋设地质影响、温差变化等,对运行管道产生管道位移具有重要影响,柔性分析中如果未充分考虑或考虑不全面,将会引起管道弯曲、拱起甚至断裂。管内介质不稳定流动和穿越公路、铁路处地基振动产生的管道振动导致管道位移,在振动分析时也未充分考虑或考虑不全。

7) 结构设计不合理

在管道结构设计中未充分考虑使用后定期检验或清管要求，造成管道投入使用后不能保证管道内检系统或清管球的通过，而不能定期检验或清污；或者管道、压力设备结构设计不合理，难以满足工艺操作要求甚至带来重大安全事故。

8) 防雷、防静电设计未充分考虑管道所经地区自然状况和项目运行的实际情况，或设计结构、安装位置等不符合法规、标准的要求。

3.4.2 施工质量问题

1) 管道施工队伍技术水平低、监督管理失控

管道施工单位所属各个不同的部门，由于承建管道历史不同，对规范的理解、认识也不同；即使是同一个系统的 GA1 级安装单位，由于人员技术水平、施工设备、管理水平不同，施工质量也不同。如果管道施工单位技术水平较低、管理又混乱、没有建设经验、或者施工单位违章施工、违规分包、不按设计图纸要求施工，都会对施工质量造成严重问题。

2) 强力组装

在管道装配对接时，采用特别的工具、强制的方法将两根管道装配到一起，使之能够满足或基本满足焊接或装配要求。在现场施工设备缺乏、施工条件恶劣或管道端口质量有问题时如椭圆度超差、局部变形等，常采用这种方式进行装配，对管道质量影响如下：

①强力装配时，一般需采用特别的方法（如定位块焊接）使管道发生变形，而一旦焊接完成并去除装配工装或定位块，管道因恢复原来的变形而在焊缝内产生了较高的安装残余应力，使工作时管道中的应力增大；

②强力装配时，在管道外表面焊接或用其他方式固定的工装或定位块，有可能破坏钢管外表面材质状态，造成管道承压运行后破坏点

产生缺陷，同时也有可能损坏表面防腐层，使管道防腐性能或等级降低；

③强力组装使管道常常伴随有超差错边的出现，超差错边不仅削弱管道承载强度，而且产生较大的应力集中，易于产生缺陷。

3) 焊接缺陷

焊接会使燃气管道产生各种缺陷，较为常见的有裂纹、夹渣、未熔透、未熔合、焊瘤、气孔和咬边。燃气管道除特殊地形采用地上敷设或跨越外，一般均为埋地敷设。管道一旦建成、投产，一般情况下都是连续运行。因此管道中若存在焊接缺陷，不但难以发现，而且不易修复，会给管道安全运行构成威胁。

4) 补口、补伤质量问题

天然气管道的钢管除端部焊接部位留有一定长度以外，在钢管生产厂或防腐厂都进行了防腐处理，钢管在现场焊接以后，未防腐的焊接部位需要补口。在施工过程中，由于各种原因造成钢管内外表面的防腐涂层损坏，特别是外表面涂层的损坏，在损坏处要补伤。补口、补伤质量不良会影响管道抗腐蚀性能，从而引起管道防腐蚀失效。

5) 管沟、管架质量问题

管道基本都采用埋地敷设。管沟、管架质量对管道安装质量有一定的影响：

①管沟开挖深度或穿越深度不够时，遇洪水或河水冲刷覆土或河床，将使管道悬空或拱起，造成变形、弯曲等；

②管沟基础不实，回填压实，特别是采用机械压实时，将造成管道向下弯曲变形；

③地下水位较高而未及时排水敷设管道时，由于管道底部悬空，如果夯实不严，极易造成管道向上拱起变形；

④管道敷设时，沟底土及管道两侧和上部回填土中砂石粒度超差，而造成损坏防腐覆盖层；

⑤管架强度不够，支撑的管道下沉而产生变形。滑动管架表面粗糙或安装不平整，在热胀冷缩时难以滑动，造成管道变形。

6) 穿跨越质量问题

管道线路在敷设途中，需要穿跨越公路、铁路及江河或其他特殊设施，对于穿跨越段管道，由于敷设完成以后难以实施再检修等工作。因此，对其提出许多特别的施工要求，以便于充分保证穿跨越管道质量。

3.4.3 疲劳破坏

管道等设施在交变应力作用下发生的破坏现象称为疲劳破坏。交变应力是因载荷作用而产生随时间周期或无规则变化的应力。经过长时间反复作用，管道会发生突然破坏。

管道在输送过程中，如果管道经常开停车或变负荷，系统流动不稳定，穿越公路、铁路处地基振动产生管道振动，输送介质将在管道内部产生不规则的压力波动，引起交变应力。

管道内部与周围土壤环境温度不同，输送介质流量、温度变化引起热应力，这种交变热应力也会导致疲劳失效。

管道等设施在制造过程中，不可避免地存在开孔或支管连接，焊缝存在错边、棱角、余高、咬边或夹渣、气孔、裂纹、未焊透、未熔合等内部缺陷，这些几何不连续将造成应力集中。随着交变应力的作用在这些几何不连续部位或缺陷部位将产生疲劳裂纹，会逐渐扩展并最终贯穿整个壁厚，从而导致介质泄漏或火灾、爆炸事故。

3.4.4 天然气管道配件危险性分析

天然气管道系统是由管子、阀门、法兰、垫片、紧固件等管道元

件组成的。系统中材料质量、配件性能的好坏，直接关系到系统运行的可靠性和安全性。

1) 管子、管件

聚乙烯（PE）管道的防腐性能强于钢质管道，但管材、管件存放、搬动和运输时如经曝晒和雨淋，与油类、酸、碱、盐等化学物质接触、电热熔连接和法兰连接质量问题，均为隐患。埋地聚乙烯管道如遇强酸性渗液会产生腐蚀破坏。

另外，在运行过程中，管线内、外部严重腐蚀；温度突然变化，管线受到急剧膨胀或收缩；管线受外力或液压、沉重物体的压轧、打击等，都将造成安全事故。

2) 阀门、法兰、垫片及紧固件

天然气管道由于工艺过程的需要，设置有阀门，这些阀门基本都采用法兰、垫片、紧固件连接。其主要的危险有害因素有：

材料、压力等级选用或使用错误；制造尺寸、精度等不能满足实际要求；阀门密封失效，即不能有效地截断管路介质或阀门本身密封失效；电液、电气自动控制等阀门的控制系统失灵，手动操作阀门的阀杆锈死或操作困难；管道布置不合理，造成附加应力或出现振动；设计时未充分考虑到管道的振动影响及对其应力分析存在错误；使用过程中阀门误动作、阀门限位开关失灵、阀板卡死、顶断阀门架、顶裂阀体等，未按要求进行检验、更换等。

3.4.5 压力管道的危险性分析

该扩建项目输送天然气的管道为压力管道。管道材料的选型和外界因素如温度、压力等都会对管道的安全输送有一定的影响。

加臭装置的设备及管道也属压力容器和压力管道。

压力对管道的影响：输送压力过大可能会造成管道破裂，引起泄

漏发生火灾爆炸事故。温度对压力管道的影响：操作温度过高，输送管道容易受热膨胀，使管道变形、移位，甚至使管道破裂，容易引起泄漏发生火灾爆炸事故。静电对压力管道的影响：天然气在输送过程中会产生大量静电，泄漏可能引燃输送介质引发管道爆炸和火灾事故。

3.4.6 第三方破坏

第三方破坏包括意外重大的机械损伤、操作失误及人为破坏等，为了保护管道和天然气的安全，工程还应充分利用管道工程的自动监控系统所具有的管道泄漏检漏的功能，定点、定量查询及显示管道泄漏状况，及时发现、及时处理、杜绝后患。

市区燃气管网施工、检维修过程中，管道标志不明显或施工管理不善，还会造成施工损坏、挖断地下管道、在管道线路上取土使得管道裸露或悬空，都容易诱发事故。施工检修方案不清及监护不力，还可能造成人员伤亡事故。因此，工程运行后一方面要做好自控检漏观测工作，另一方面要加强巡线监视。

3.5 减压站危险有害因素分析

由于天然气储配站存在管道设施、设备，天然气因各种原因泄漏的可能性增大，从而增大了火灾、爆炸的危险性。其主要的影响因素如下：

1) 管道设计不合理，施工质量、焊接质量、补口补伤质量、管道配件（法兰、垫片及紧固件）、管道设施（包括手动球阀、电动球阀、超压切断阀、阻火器、过滤器等）存在问题时，会造成天然气泄漏、引发事故。

2) 安全附件危险有害因素

①安全阀

安全阀弹簧质量差，易老化、性能降低甚至断裂；安全阀密封面堆焊硬质合金未达设计要求，易损坏达不到密封要求；安全阀开启压力调整过高，不起保护作用，调整过低，易常跳开，导致介质经常泄漏或造成事故；安全阀回座压力调整过低或回座失效，使开启后安全阀不能正常回座，导致大量介质外泄；安全阀排放能力不足，超压管道、设备不能及时泄漏；安全阀的阀芯与阀座接触面不严密，阀芯与阀座接触面有污物，阀杆偏斜，安全阀漏气。

②其他安全附件

当温度测量仪表、压力表、紧急切断装置等安全附件存在制造质量问题或出现故障失效时，也将给系统安全运行带来隐患。

③控制仪器仪表

管道系统除安全阀等安全附件外，还有用于控制温度、压力、流量等的控制仪器、仪表及系统运行管理的控制系统和管理制度等。这些仪器、仪表及控制系统对整个系统的控制、运行和管理，起着十分重要的作用，如果设备选型不当、制造质量存在问题或系统控制软件不适合工艺要求，则系统参数如温度、压力、流量等，将无法实现有效控制，有可能造成超压、超温、泄漏等安全事故，甚至火灾、爆炸事故。

3) 其它

站区管理不严，在危险区动火或带入火种，如机动车排气管未带熄火装置，不按操作程序进行操作，开启阀门、检修时使用铁制工具等。

综上所述，由于管道、天然气储配站存在的各种问题所引发的天然气泄漏，可能引发火灾、爆炸事故，而遇到点火源，如存在明火、静电火花、雷电火花、碰撞和磨擦火花、电气火花等等，在一定的环

境条件下就会发生火灾、爆炸事故。

3.6 天然气泄漏危险性分析

泄漏是 LNG 储配站工程中最根本的不安全因素。轻度泄漏造成天然气损耗，危害操作人员健康；严重的天然气泄漏事故可造成天然气大量流失，影响储配站的正常运行；造成直接或间接的重大经济损失。由于泄漏引发的火灾爆炸造成人员伤亡和巨大经济损失的事故案例，在国内外屡见报道。因此，杜绝各种原因造成泄漏是输气安全的重要工作，天然气泄漏的原因分析见表 3-4。

表 3-4 天然气泄漏的原因分析

序号	泄漏部位	泄漏原因
1	LNG 储罐	1 附属管线上打孔盗气。 2 在附属管线、储罐附近施工，打钻、取土、河床取沙、爆破等造成附属管线、储罐被铲断、破裂，造成天然气泄漏跑气。 3 附属管线、储罐选材不当，壁厚计算、强度校核和稳定性估算失误，可能因超压、腐蚀、应力等诱发泄漏。 4 因起停泵、开关阀门、附属管线集气或下载造成的水力波动等原因，可能使附属管线发生水击、超压而引起管线泄漏。 5 各种原因造成的附属管线、储罐内外腐蚀，可能引起附属管线、储罐穿孔或因强度降低而导致附属管线、储罐破裂。 6 因附属管线、储罐质量原因导致钢材强度、性能未达到出厂合格标准，或因为钢管制造厂家制管质量缺陷，可能导致附属管线、储罐破裂。 7 因附属管线、储罐焊接质量缺陷或施工混乱，或不同压力等级附属管线、储罐混用，阀门压力等级与管线不匹配，当压力波动时发生破裂、跑气。 8 因泥石流、滑坡、坍塌、水土流失严重、发育冲沟、溶穴、矿区采空等地段使附属管线、储罐受到破坏。 9 操作人员失误或控制系统误动作，阀门、仪表失灵等原因造成的附属管线、储罐憋压事故。 10 因抢修、维修、大修、管道改线、开孔等措施不当造成附属管线、储罐跑气事故。

3.7 电气设施危险有害因素分析

电气火灾事故的原因包括电器设备缺陷或导线过载、电器设备安装或使用不当等，从而造成温度升高至危险温度，引起设备本身或周围物体燃烧、爆炸。在天然气储配站、加臭室等易燃易爆危险环境中，设置有防爆电机、电控阀门、仪器仪表、照明装置及连接电气设施的供电、控制线路等，这些设施、连接一旦发生火灾或故障，将引起安全事故。

主要危险有害因素是危险区域分级不准确；电气设施防爆性能或等级达不到产品标准要求；电气设备事故（如运行、操作过程中，主要电气设备发生短路、漏电、接地或过负荷等故障时，产生电弧、电火花、高热，造成安全事故）；电动机事故（电动机超负荷运行，引起绕组过热，烧毁电机或引发周围可燃物着火；检修时，金属物体或杂物混入电机或绝缘受损、绕组受潮，遇高压电击穿绝缘，造成短路或接地；电机接头接触不良发热，造成短路起火，电机接地不良，外壳带电，造成人员触电伤亡事故）；电气线路事故（敷设电气线路时，导线接头不牢、接触不良引发热，引燃可燃物；电流过高，导线升温、损坏，造成短路产生火花或电弧；电气线路短路引燃可燃物）。

3.8 防雷、防静电设施危险有害因素分析

系统所设置的防雷、防静电装置的位置、连接方法不正确，造成防雷、防静电效果达不到设计要求；避雷装置发生故障或消除静电装置失灵；防雷、防静电装置采用非良导体材料制造，或年久未修接触不良，造成接地电阻过大，难以起到消除雷电或静电作业。

3.8.1 雷击

1) 天然气储配站装置、建构筑物易发生雷击事故。雷电种类繁多，防护相当复杂，雷电危害严重，防止雷击灾害必须给予足够重视。

雷电危害大致可分以下几种情况：

(1) 电性质破坏作用

这一破坏作用表现在数十万乃至数百万伏的冲击电压可能毁坏电力变压系统，断路器、绝缘子等电气设备的绝缘，烧断电线，造成大规模停电。绝缘损坏不但引起短路，导致大火或爆炸事故，还会造成高压窜入低压和设备漏电隐患，引起严重的触电事故。反击的放电火花也可能引起火灾和爆炸。

(2) 热性质的破坏作用

巨大的雷电流通过导体，在极短时间内转换成大量热能，造成天然气等燃料物质燃烧，或金属融化后成飞溅的火星，从而引起火灾爆炸事故。

(3) 机械性质的破坏作用表现为被击物遭到破坏，甚至爆裂成碎片。

2) 该扩建项目可能遭受雷击灾害的主要因素有

(1) 站场防雷装置、建构筑物防雷接地不良；

(2) 电气仪表防雷设施设计或维护不当或缺少防感应雷、引入雷装置；

(3) 站内建（构）筑缺少防雷设施而造成的雷击；

(4) 管线由管线感应雷导致的阴极保护装置损坏或站内其它设施损坏；

(5) 操作人员雷雨天气高处作业或暴露在空旷场所造成雷击。

3.8.2 静电

该扩建项目所输送的为气体介质，气体在流动、搅拌、摇晃、喷射、灌注等过程中都可能产生静电。静电火花作为点火源可能引发火灾爆炸事故，静电放电时瞬时产生的冲击性电流也会对作业人员造成

伤害。可能产生的静电危害因素：

1) 该扩建项目管道系统因防腐需要具有良好的绝缘性能，又处于紊流状态，如果没有妥善的接地或其他防静电措施，可能导致静电危害。

2) 站内工艺管道未按标准做静电跨接线和静电接地，作业人员未按劳动防护要求而穿戴化纤服装或使用化纤绳索上罐作业。

3) 管道上设置的过滤器极易产生静电。

3.9 地质灾害影响分析

该扩建项目所处地区宜丰县是地质灾害低发地区，历史上还没有发生泥石流、较强地震等严重灾害的记录。该扩建项目的天然气储配站站址地区的标高高于当地 50 年一遇的洪水水位线。

因为宜丰县为丘陵地区，县区的场地多为平整后的半山地，需注意管道沿线、储配站地下是否有淤泥、流沙、空洞等复杂地质存在，应在工程设计前进行勘察确定，若发现有不良地质，应根据具体情况，在设计和施工中采取有效的防护措施。

3.10 特殊环境影响

根据目前的初步踏勘和地形资料，尚未发现该扩建项目的站址地区和管道沿线有需要保护的文化遗产、自然遗产、风景名胜等。

对在管道施工时可能造成的对管道沿线自然地貌的损害，应在施工后尽量恢复原状，或根据当地规划要求进行整复。

3.11 社会环境危害因素分析

由于我国经济的快速发展，城市规模不断扩大，新建和扩建公路项目增加迅速，压、占埋地输气管道，甚至在施工中将管道损坏，造成事故的事件常有发生。打孔盗气也给输气生产造成了严重威胁。

3.12 工程施工、调试过程中的危险因素分析

3.12.1 动火

该扩建项目在站场设备建设安装和改造建设过程中,不可避免要动火。应严格执行《安全用火管理制度》,按制度规定的要求和程序办理施工用火票。高处动火作业必须采取防止火花飞溅的遮挡措施。电焊机接线要规范,不得将地线裸露搭接在装置设备或框架上。

3.12.2 临时用电

工程建设改造施工中必须用电,因此施工临时用电必不可缺。如果施工用电设施(如开关箱),设备(特别是移动用电设备)存在缺陷或违章用电,均有可能发生电气事故和人身伤害事故,严重时将危及职工的生命安全。

3.12.3 有限空间作业

1、有限空间作业的危险性分析

1) 凡是进入储罐或其他闭塞场所内进行检修作业都称为有限空间作业。这类场所的危险性较敞开空间大得多,主要是危险物质不易消散,易形成火灾爆炸性混合气体或其他有毒窒息性气体。

2) 进行此类场所检查作业时,凡用惰性气体置换的,进入前必须用空气置换,并测定区域内空气中的氧含量或配备必要防护设备方可,否则易发生作业人员窒息事故。

3) 切断电源,并上锁或挂警告牌,以确保检修中不能启动机械设备,否则将造成机毁人亡惨剧。

4) 有限作业场所作业照明、作业的电动工具必须使用安全电压,符合相应的防爆要求。否则易造成触电、火灾爆炸事故。

5) 根据作业空间形状、危险性大小和介质性质,作业前做好个体防

护和相应的急救准备工作，否则易引发多类事故。

3.12.4 其它方面

1) 由于施工人员的资质、能力不能胜任工程建设任务，致使工程质量达不到设计要求，导致工程建设存在事故隐患。

2) 由于选用材料、设备自身存在缺陷，导致工程存在事故隐患。

3) 在施工操作中违反操作规程，如管道防腐绝缘层遭到破坏、焊接存在缺陷、补口质量不合格等，导致工程存在事故隐患。

4) 在管道试压、投气过程中，由于违反操作规程，发生误操作等失误，也会导致工程发生事故。

5) 施工中应不明线路中其他管道、电缆、光缆等设施状况，导致施工场地中其他管道、电缆、光缆等设施损坏或发生事故。

3.13 安全管理危险有害因素辨识

3.13.1 违章作业

违章作业包括违章指挥、违章操作、操作错误等，已成为天然气输送管道的主要危险有害因素之一。违章作业原因：运行系统技术难度大或操作程序复杂，又缺乏操作经验，导致作业人员一时难以掌握；企业对管理和操作人员未充分进行培训、教育，甚至使用不具操作资格的作业人员从事管理、操作工作；管理、操作人员本身技术水平、业务素质不高，安全意识、责任心不强，思想麻痹大意等；企业安全管理机构不健全，安全管理制度不完善，安全培训教育未开展，安全检查不经常，隐患治理不及时，安全管理不严格等。违章作业的表现：

1) 违章动火

在系统运行或停止期间，对系统设备、设施或危险作业场所进行动火作业时，管理人员为了赶工期，在系统达不到动火条件下，指挥作业人员动火，或作业人员无视有关动火原则，擅自动火，造成重大

安全事故。

2) 违章用电操作

系统电力供应、设备及仪器仪表运行控制、照明等大量采用各种控制开关、按钮及线路。如果任意布线，使用防爆性能等级不符合要求的电缆线、电气设备，随意按动或按错控制开关、按钮，将造成停电、系统停运、憋压、管道及设备损坏、电气起火等，并引发一系列安全事故。

3) 违章开关阀门

系统所用阀门可能有电液、电气等控制阀门，也有手动操纵阀门。为了满足工艺要求或系统紧急停车要求，阀门开关应按规定进行，一旦开错阀门、或不按顺序开关、或开关方向逆反，将造成系统憋压等安全事故，特别是系统在切换流程时，必须遵循先开后关的原则。

4) 检修、抢修操作违章

检修、抢修时，如果安全条件不具备、安全措施不落实、作业方法不恰当，如管道、设备内的介质未充分置换、管道连通处未设置盲板、违章动火、消防安全措施不俱全，采用不许使用的作业工具等，都有可能产生安全事故。

3.13.2 安全管理不规范

安全管理包括安全管理机构、相关管理制度、安全培训教育、安全检查及隐患治理、安全技术措施及计划、应急救援预案等内容，直接关系到系统的安全运行。

1) 安全管理制度

天然气是易燃、易爆危险介质，运营企业应根据国家有关法律、法规要求，建立健全安全管理机构，配备专职安全生产管理人员，制定符合企业实际情况的安全管理制度、岗位职责、操作规程和应急救

援预案，确保安全管理体系运行的有效性。但企业在运营过程中，其管理组织机构、安全技术措施及计划不一定适合企业实际情况、先进工艺和经济发展的要求。其次，企业中各种安全管理制度落实不完善、不到位，缺乏成套的巡线、检测、查漏制度和机制；安全培训教育未完全按规定要求开展；新员工未进行岗位、入厂培训，转岗、复工人员未进行培训，特种作业人员未取得资格证书等；安全检查不经常、不规范，发现问题未及时进行分析、总结、整改，隐患治理不及时等；特别是在运营过程中，不严格按照管理要求，违章操作、违章指挥等。因此，系统运行存在各种安全隐患。

2) 安全管理资料

为了最大限度的发挥管线的输气能力，尽可能延长管线的使用期限，减少输耗，安全可靠的供气，应建立完善健全的资料档案管理制度。使管线管理人员十分清楚管线走向，管道埋深，管线规格及管道腐蚀情况，并熟悉管线经过地带的地形、地物、地貌，密切监视有无滑坡、塌陷、洪水冲刷、河流改道等情况，以便预先采取措施，防止管线断裂和破坏。同时，还应注意周围交通情况。地下各种埋设物情况，一旦需要抢修管道时，就可以合理地准备施工机具，及时到达现场进行快速抢修。

运行期间，可能由于运营企业管理方面的原因，造成项目原始资料遗失，带来运营管理的盲目性。

3) 安全法规的宣传和执行

尽管《石油天然气管道保护法》对保护范围、内容、宣传、与其他建设工程相互关系的处理、法规责任方面作出了明确的规定，但众多单位和个人对其认识不深。沿线单位群众不知道天然气管道的危险性或认识不足，造成对管线保护不力。

4) 企业自身安全意识

有的管道运营企业从建设至今，除进行日常的检验维护外，多年一直未进行过定期检验（内部检验）；有的企业在思想上存在重使用轻管理的弊端，对检验、检修与生产间的矛盾难以兼顾，不能按时进行检验、维修。因此，造成管道内腐蚀、管线堵塞，输气能力下降，并使系统带隐患工作。

3.13.3 定期检验困难

1) 检验困难

天然气输送管道一般都埋地敷设，具有点多、隐蔽性强的特点。因此检验人员难以进入管道内部进行直接检验，而主要靠间接的手段检验。

2) 检验法规、标准不完善

天然气管道定期检验规程尚未公布，各部门、各行业只能根据实际情况，对天然气管道实行检验。在检验方法选择、检验内容确定、安全等级评定等方面，未有共识；对新建、扩建天然气输管道指导作用少。

3) 检验设备、手段相对落后

国产管道内部检验装置性能差，自动化程度不高；检验人员操作水平有限，管道建设不规范，造成检验设备在管道内通行问题多等。

4) 安全状况评定难度大

天然气管道无论是埋地敷设还是沿地、架空敷设，其结构特殊、受力方式复杂、应力分析困难、安全状况评定难度大。

5) 检验人员缺乏经验

国内目前不仅天然气管道检验标准、规范缺乏，而且专业检验队伍少，检验人员素质不高、实际检验经验不多，因此，对检验结果的

分析、判断，评定有可能造成错误。

3.14 重大危险源辨识

评价依据《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 标准，对该扩建项目进行重大危险源辨识。

3.14.1 重大危险源的定义

《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 指出：单元内存在危险化学品的数量等于或超过规定的临界量，既定为重大危险源。

辨识依据：

危险化学品重大危险源的辨识依据是危险化学品的危险特性及其数量，具体见《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中的表 1 和表 2。

危险化学品临界量的确定方法如下：

- a) 在表 1 范围内的危险化学品，其临界量应按表 1 确定；
- b) 未在表 1 范围内的危险化学品，依据其危险性，按表 2 确定临界量，若一种危险化学品具有多种危险性，按其中较低的临界量确定。

辨识指标：

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

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

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

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

S——辨识指标。

式中 q_1, q_2, \cdots, q_n ——每种危险化学品的实际存在量, 单位为吨 (t)。

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

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

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

重大危险源辨识流程见下图:

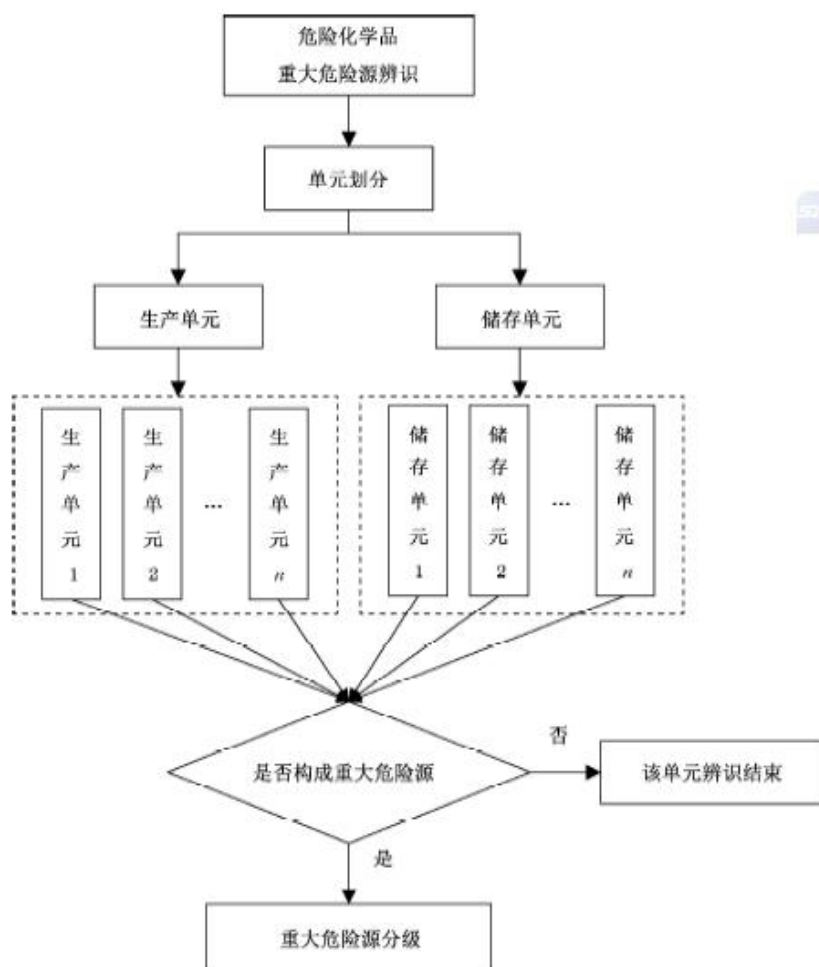


图 A.1 危险化学品重大危险源辨识流程图

3.14.2 重大危险源辨识

按照上述标准对该扩建项目天然气储配站进行重大危险源辨识，辨识结果如下。

1) 天然气储配站的重大危险源辨识

该扩建项目涉及天然气，属易燃、易爆甲类危险品，项目设 1 座液化天然气储配站，储配站内设有调压装置一座；四氢噻吩为中闪点易燃液体，储量不超过 100kg。

站内储罐（LNG 储存总量为 900m^3 （原有 2 个 150m^3 ，新增 4 个 150m^3 ），LNG 密度： $450\text{kg}/\text{m}^3$ ，充装系数：0.9，故天然气质量计算为： 364500kg （364.5t）；调压装置区管道内天然气质量为：3.14

$\times 0.752 \times 92 \times 0.58 = 95\text{kg}$ 。

根据《危险化学品重大危险源辨识》临界量的规定，结果如下表：

表 3-5 重大危险源辨识结果

辨识单元	单元类型	物质名称	危险性分类及符号	设计最大量 q (吨, t)	临界量 Q (吨, t)	$S = q_1 / Q_1 + q_2 / Q_2 + \dots + q_n / Q_n$
调压装置区 (甲类)	生产单元	四氢噻吩	易燃液体 W5.3;	0.1	1000	0.002
		天然气	易燃气体	0.095	50	
储罐区 (甲类)	储存单元	天然气	易燃气体	364.5	50	7.29

重大危险源辨识结果：该 LNG 储配站扩建工程项目储存单元构成危险化学品重大危险源。

二、重大危险源分级

依据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令第 40 号，第 79 号令修改），重大危险源根据其危险程度，分为一级、二级、三级和四级，一级为最高级别。重大危险源分级方法如下：

（1）分级指标

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

（2）R 的计算方法

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

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。

（3）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 3-6 和表 3-7：

表 3-6 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 3-7	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 3-7 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 3-6 中列出的有毒气体可按 $\beta=2$ 取值，剧毒气体可按 $\beta=4$ 取值。

依据上述表 3-6、表 3-7，该项目构成危险化学品重大危险源的物质校正系数 β 的取值见表 3-8。

表 3-8 该项目校正系数 β 值取值表

物质名称	q/Q	β	$\beta \times q/Q$	备注
天然气	7.29	1.5	10.935	
	$\Sigma \beta \times q/Q = 10.935$			

（4）校正系数 α 的取值

根据重大危险源的厂区边界向外扩展 500 米范围内常住人口数

量，设定厂外暴露人员校正系数 α 值，见表 3-9：

表 3-9 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

根据重大危险源的厂区边界向外扩展 500 米范围内常住人口大于 100 人，则厂外暴露人员校正系数 α 取值为 2。

$$R = \alpha [\sum \beta \times q/Q] = 2 \times 10.935 = 21.87 < 50$$

(5) 分级标准

根据计算出来的 R 值，按表 3-10 危险化学品重大危险源的级别。

表 3-10 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	$R < 10$

所以 $50 > R \geq 10$ ，故该公司 LNG 储配站危险化学品重大危险源为三级重大危险源。

辨识结果：由上述辨识得，LNG 储配站项目构成三级危险化学品重大危险源。

3.15 特殊要求危险化学品辨识

3.15.1 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》，该公司涉及的化学品中无第一、二、三类监控化学品。

3.15.2 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 445 号《易制毒化学品管理条例》，该公司涉及的各种化学品中无易制毒化学品。

3.15.3 剧毒化学品辨识

对照《危险化学品目录》（2015 版），该公司涉及的化学品中，无剧毒化学品。

3.15.4 易制爆危险化学品辨识

根据中华人民共和国公安部《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）中规定，该公司无列入《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）的易制爆危险化学品。

3.15.5 重点监管的危险化学品辨识

根据《重点监管的危险化学品名录》安监总局〔2013〕完整版的要求，对该扩建项目进行重点监管的危险化学品辨识为：该扩建项目

中的天然气为重点监管的危险化学品。按规定：生产、储存重点监管的危险化学品的企业，应根据本企业工艺特点，装备功能完善的自动化控制系统，严格工艺、设备管理。

3.15.6 特别管控危险化学品辨识

依据《特别管控危险化学品目录（第一版）》辨识，该项目涉及的液化天然气属于特别管控危险化学品。

3.16 重点监管的危险化工工艺辨识

按《重点监管的危险化工工艺目录》安监总局[2013]年完整版的规定，该扩建项目生产工艺不属于首批重点监管的危险化工工艺。

3.17 安全事故分析与典型事故案例

四川天然气管线爆炸 9 人死亡 1800 余人疏散

2006 年 1 月 20 日 12 时 17 分许，仁寿县富加镇的中石油西南油气田分公司富加输气站的出站管线首先发生爆炸，埋在地下的管线爆炸形成十几米长、两三米深的大坑。几分钟后，该输气站的进站管线也发生爆炸。爆炸共造成 8 人当场死亡，另有 1 人送往医院后死亡，4 人受重伤。死者多为输气站职工及其家属。爆炸引起火灾，并将镇上 100 米范围内建筑物的门窗和玻璃震坏，同时造成 30 多人不同程度的轻伤。当地迅速疏散 1837 名市民。

四川泸州天然气事件

2005 年 5 月 29 日晚，四川省泸州市纳溪区丙灵路一栋居民楼下发生了一起严重的爆炸事故，当场造成 5 人死亡，35 人受伤，其中 1

人重伤，目前这起事故已经被确认为因天然气泄漏引起。炳灵路 15 号居民楼附一层与道路堡坎形成的窄缝中，因聚集大量甲烷气体(主要来源于天然气或下水道沼气、废气)，因气候变化因素发生膨胀而释放至窄缝外，与空气形成爆炸性气体，遇人行道上不明火源而引发爆炸。

5.29 四川泸州天然气公司发生重大伤亡事故，附近住户在此事故发生的前 9 天，已向泸州天然气报警，但该公司下属管理所只派了一名专职司机前去查看，并汇报为烂泥土味，在此之前的二、三个月时间内，已有人陆续报过几次警，管理所也派人去查看过（未使用检漏仪器，说是检漏仪器坏），误以为是阴沟气味，最终因该单位领导和相关人员思想麻痹，没有引起高度重视，对报警处理不力，导致重大伤亡事故的发生。

4 评价单元的划分及评价方法的选用

4.1 评价单元划分

将系统划分为不同类型的评价单元，不但有助于简化评价工作、提高其准确性，而且可针对各评价单元的不同危险、有害程度分别进行评价，再据各评价结果，有针对性的采取不同的安全对策措施。

基于对类比工程的分析结果，结合可行性研究报告给出的具体情况，评价单元划分如下：

表 4-1 评价单元划分表

序号	评价单元	子单元	
1	安全管理	101	安全管理制度
2	用气量及燃气质量	201	气量及质量
3	储配站工程	401	储配站选址
		402	储配站和集中放散管的内外间距
		403	工艺设施
		404	自动控制
		405	供配电
		406	给排水
		407	防雷、防静电接地
		408	防浪涌保护
		409	通风
		410	消防设施
		411	防爆电气
		412	管道防腐
4	调压装置	501	防火间距
		502	工艺设施
5	生产装置	601	生产、储运装置的危险性及其分级
		602	生产装置危险性分级
6	事故后果	701	天然气泄漏事故原因
		702	LNG 储罐爆炸事故原因

4.2 评价方法选择

上节采用类比法，根据相关法律、法规和规范以及同类项目的经

验分析确定了该扩建项目的危险、有害因素。

根据该扩建项目生产过程中危险、有害因素的分析结果，再用安全检查表法针对安全管理、工艺设施、总体布局、易燃易爆场所、公用工程、生产装置和事故后果分别进行法律、法规和规范的符合性评价。

然后采用预先危险性分析法大体识别与系统有关的主要危险并判定已识别的危险等级，并提出消除或控制危险性的措施。

针对预先危险性分析法分析出的可能产生严重后果的危险因素及其装置或易经常发生的事故，继续采用事故树分析法进行深入分析，从而找出预防这些事故最经济有效的途径和安全措施。

依据上述分析结果，按《安全预评价导则》AQ8002-2007的要求，并行采用事故后果分析进行模拟计算，从而确定建设项目可能事故的影响半径和严重程度，结合建设项目周边单位的分布情况，阐述建设项目内在的危险、有害因素对建设项目周边单位生产、经营活动和居民生活的影响以及相互之间的影响。

由确定的评价单元，选择适用的评价方法，详见表 4-2。

表 4-2 评价单元划分及单元评价方法选用表

序号	评价单元	子单元		评价方法
1	安全管理	101	安全管理制度	安全检查表
2	用气量及燃气质量	201	气量及质量	安全检查表
3	站场工程	401	储配站选址	安全检查表
		402	储配站和集中放散管的内外间距	安全检查表
		403	工艺设施	安全检查表
		404	自动控制	安全检查表
		405	供配电	安全检查表
		406	给排水	安全检查表

		407	防雷、防静电接地	安全检查表
		408	防浪涌保护	安全检查表
		409	通风	安全检查表
		410	消防设施	安全检查表
		411	防爆电气	安全检查表
		412	管道防腐	安全检查表
4	调压装置	501	防火间距	安全检查表
		502	工艺设施	安全检查表
5	生产装置	601	生产、储运装置的危险性及其分级	预先危险性分析
		602	生产装置危险性分级	危险度评价
6	事故后果	701	天然气泄漏事故原因	事故树分析
		702	LNG 储罐爆炸事故原因	重大事故后果分析法

4.3 评价方法简介

4.3.1 安全检查表评价法

安全检查表实际上就是实施安全检查和诊断的项目明细表。也就是说将整个被检系统分成若干分系统，对所要查明的的问题，根据生产和工程经验、有关范围标准以及事故情况进行考虑和布置。把要检查的项目和具体要求列在表上，以备在检查和设计时按预定项目去检查。检查表的内容一般包括分类项目、检查内容及要求、检查以后处理意见、隐患整改日期等，每次检查后都应填写具体的检查情况，用“是”、“否”作回答，注明检查日期，并由检查人员和被检单位同时签字。

4.3.2 预先危险性分析方法简介

预先危险性分析（PHA）又称初步危险分析，主要用于对危险物质和装置的主要工艺区域等进行分析，用于分析物料、装置、工艺过程及能量失控时可能出现的危险性类别、条件及可能造成的后果，作宏观的概略分析，其目的是辨识系统中存在的潜在危险，确定其危险

等级，防止危险发展成事故。

其功能主要有：

- 1) 大体识别与系统有关的主要危险；
- 2) 鉴别产生危险的原因；
- 3) 估计事故出现对人体及系统产生的影响；
- 4) 判定已识别的危险等级，并提出消除或控制危险性的措施。

预先危险性分步骤为：

- 1) 通过经验判断、技术诊断或其他方法调查确定危险源；
- 2) 根据过去的经验教训及同类行业中发生的事故情况，判断能够造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性，分析事故的可能类型。

- 3) 对确定的危险源，制定预先危险性分析表；
- 4) 进行危险性分级；
- 5) 制定对策措施。

预先危险性等级划分：

在分析系统危险时，为了衡量危险性大小及其对系统破坏性的影响程度，将各类危险性划分为 4 个等级。等级表见表 4-3。

表 4-3 危险等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不致于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡及系统损坏，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予果断排除并进行重点防范

4.3.3 危险度评价方法简介

危险度评价法是根据日本劳动省“六阶段法”的定量评价表,结合我国《石油化工企业设计防火规范》、《压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险度分类》等有关标准、规程,编制了“危险度评价取值表”。规定单元危险度由物质、容量、温度、压力和操作 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度。危险度评价取值表见表 4-4。

表 4-4 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 1000M ³ 以上 液体 100 M ³ 以上	气体 500~1000M ³ 液体 50~100 M ³	气体 100~500M ³ 液体 10~50 M ³	气体 <100 M ³ 液体 <10 M ³
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	1 MPa 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

危险度分级表如下:

表 4-5 危险度分级表

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

4.3.4 事故树分析方法简介

事故树（Fault Tree Analysis, FTA），也称故障树，是一种描述事故因果关系的有方向的“树”，是安全系统工程中重要的分析方法之一。它能对各种系统的危险性进行识别评价，既适用于定性分析，又能进行定量分析。

事故树分析是对既定的生产系统或作业中可能出现的事故条件及可能导致的灾害后果，按工艺流程、先后次序和因果关系绘成程序方框图，表示导致灾害、伤害事故（不希望事件）的各种因素之间的逻辑关系，它由输入符号或关系符号组成，用以分析系统的安全问题或系统的运行功能问题，并为判断灾害、伤害的发生途径及与灾害、伤害之间的关系，提供一种最形象、最简洁的表达形式。步骤如下：

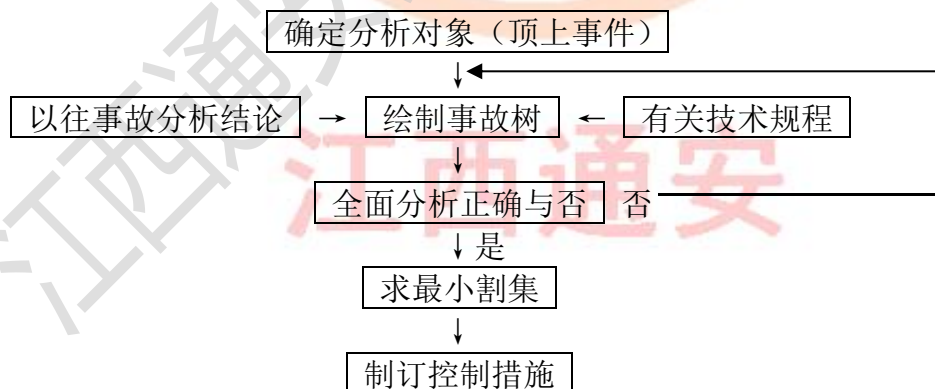


图 4-1 事故树分析步骤

4.3.5 重大事故后果分析法

重大事故后果分析法是安全评价的一个重要组成部分，其目的是在于定量地描述一个可能发生的重大事故对工厂、厂内职工、厂外居

民等造成危害的严重程度。分析结果为企业或企业主管部门提供关于重大事故后果的信息，为企业决策者提供关于决策采取何种防护措施的信息，以达到减轻事故影响的目的。

储罐部分主要描述蒸气云爆炸对人体的伤害及周围设施的破坏评价。蒸气云爆炸是一类较常发生，且后果十分严重的爆炸事故。采用 TNT 当量法估计蒸气云爆炸的严重程度。

报告计算了液化天然气储罐（一个罐）破裂泄漏发生蒸气云爆炸时，其对人体的伤害及周围设施的破坏程度。

该方法应用时有如下原则与假设条件：

原则：（1）最大危险原则。如果一种危险源具有多种危险物质或多种事故形态，按后果最严重的危险物质或事故形态考虑；如果一种危险物质具有多种形态，且它们的事故后果相差悬殊，则按后果最严重的事故形态考虑；（2）概率求和原则。如果一种危险物质具有多种事故形态，且它们的事故后果相差不太悬殊，则按统计平均原理估计总的事故后果。

假设条件：（1）在估算事故后果时，假设事故的伤害效用是各向同性的，且无障碍物；（2）伤害区域是以单元的中心为圆心、以伤害半径为半径的圆形区域。

5 定性安全评价

5.1 安全生产管理及产业政策符合性

表 5-1 安全生产管理及产业政策符合性检查表

序号	检查内容		检查记录	检查结论
1	生产企业的主要负责人对本单位的安全生产工作全面负责《安全生产法》第五条		公司组织结构正在筹建	应实施
2	《安全生产法》第十七条企业的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列责任：	建立、健全本单位的安全生产责任制		应实施
3		组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程		应实施
4		保证本单位安全生产投入的有效实施		应实施
5		督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患		应实施
6		组织制定并实施本单位的安全生产事故应急救援预案		应实施
7		及时、如实报告生产安全事故		应实施
8	企业应按国家有关规定设置安全生产管理机构及配备专（兼）职安全生产管理人员《安全生产法》第十九条			应实施
9	从事特种作业的人员必须按国家规定经过专门的安全知识与安全操作技能培训并经过考核，取得特种作业资格，方可上岗工作《安全生产法》第二十三条		公司组织结构正在筹建	应实施
10	城镇燃气供应单位应设立运行、维护和抢修的管理部门，并应配备专职安全管理人员；应设置并向社会公布 24 小时报修电话，抢修人员应 24 小时值班。运行、维护和抢修理工及专职安全管理人员必须经过专业技术培训（CJJ51-2006）第 1.0.4 条			应实施
11	对重要的燃气设施或重要部位应设有识别标志。在对燃气设施运行、维护和抢修理工时，必须设置安全警示标志（CJJ51-2006）第 1.0.5 条		已按本条规划	符合
12	按产业结构调整指导目录（2013 年修订版）对项目国家产业政策符合性检查		目录中规定天然气的管道输送属于鼓励类。	符合
13	城市燃气作为一个特殊行业,必须取得政府授予的经营权的企业方可从事经营活动。		公司已取得了江西宜丰县区管道燃气特许经营权	符合

评价结论：项目符合国家相关产业政策要求，公司已取得当地行业准入管道燃气特许经营权。项目组织机构正在筹建中，安全生产规

章制度、管理措施、操作规程，事故应急救援预案在今后项目进行中建
立完善。

5.2 用气量及燃气质量

表 5-2 用气量及燃气质量检查表

序号	检查内容		检查记录	检查结论
1	3.1.1 设计用气量应根据当地供气原则和条件确定，包括下列各种用气量	居民生活用气量	项目可研报告已考虑	符合
2		商业用气量		符合
3		工业企业生产用气量		符合
4		采暖通风和空调用气量	/	/
5		燃气汽车用气量	无此项	—
6		当电站采用城镇燃气发电或供热时，尚应包括电站用气量	无此项	—
7	各种用户的燃气设计用气量，应根据燃气发展规划和用气量指标确定（GB50028）3.1.2		项目可研报告已规划	符合
8	居民生活和商业的用气量指标，应根据当地居民生活和商业用气量的统计数据分析确定（GB50028）3.1.3		项目可研报告已规划	符合
9	城镇燃气偏离基准气的波动范围宜按现行的国家标准《城市燃气分类》GB/T 13611 的规定采用，并应适当留有余地（GB50028）3.2.1		项目可研报告已规划	符合
10	3.2.2 采用不同种类的燃气做城镇燃气除应符合第 3.2.1 条外，还应分别符合	天然气发热量、总硫和硫化氢含量、水露点指标应符合现行国家标准《天然气》GB 17820 的一类气或二类气的规定	达一类气或二类气	符合
11		在天然气交接点的	天然气的烃露点应比最低环境温度低 5℃	见对策
12		压力和温度条件下	天然气中不应有固态、液态或胶状物质	
13	8) 3.2.4 城镇燃气加臭剂应符合下列要求	加臭剂和燃气混合在一起后应具有特殊的臭味	项目可研报告已规划有加臭，采用四氢噻吩可满足要求	符合
14		加臭剂不应对人体、管道或与其接触的材料有害		
15		加臭剂的燃烧产物不应对人体呼吸有害，并不应腐蚀或伤害与此燃烧产物经常接触的材料		
16		加臭剂溶解于水的程度不应大于 2.5% (质量分数)		
17		加臭剂应有在空气中应能察觉的加臭剂含量指标		

评价结论：项目可研报告按分项用气量进行了预测和计算，并根据燃气发展规划和用气量指标确定输配工艺，用气量及燃气质量符合规范要求。项目可研报告未明确，本次评价建议采用四氢噻吩为加

臭剂。

5.3 定量风险评价

本项目根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）进行计算方法的选择，根据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）进行定量风险评价，进行个人风险和社会风险的风险判定：根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）的规定。企业外部安全防护距离计算方法的选择见表 5.3-1。

表 5.3-1 企业风险分析适用计算方法

评价方法	事故后果计算法	定量风险评价法	其他方法
确定条件	该装置或设施涉及爆炸物。	该装置或设施未涉及爆炸物；该装置或设施涉及毒性气体或易燃气体，且设计最大量与其在 GB18218 中规定的临界量比值之和大于或等于 1。	该装置或设施未涉及爆炸物；该装置或设施未涉及毒性气体或易燃气体；或涉及毒性气体或易燃气体，但设计最大量与其在 GB18218 中规定的临界量比值之和小于 1。
该项目实际情况	未涉及爆炸品类危险化学品	未涉及爆炸品类危险化学品，未涉及易燃气体，不涉及氨有毒气体，但构成危险化学品重大危险源。	未涉及爆炸品类危险化学品，未涉及易燃气体，涉及氨有毒气体，但未构成危险化学品重大危险源。
符合性	不适用	适用	不适用

根据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB36894-2018 的要求，采用定量风险评价法进行分析计算确定外部安全防护距离。

一、术语和定义

1、个人风险

假设人员长期处于某一场所且无保护，由于发生危险化学品事故

而导致的死亡频率，单位为次每年。

2、社会风险

群体（包括周边企业员工和公众）在危险区域承受某种程度伤害的频发程度伤害的频发程度，通常表示为大于或等于 N 人死亡的事故累计频率（F），以累计频率和死亡人数之间的关系的曲线图（F-N 曲线）来表示。

3、防护目标

受危险化学品生产装置和储存设施事故影响，场外可能发生人员伤亡的设施或场所。

二、个人风险基准

1、防护目标分类

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

（1）高敏感防护目标包括下列设施或场所：

- a) 文化设施。包括：综合文化活动中心、文化馆、青少年宫、儿童活动中心、老年活动中心等设施。
- b) 教育设施。包括：高等院校、中等专业学校、体育训练基地、中学、小学、幼儿园、业余学校、民营培训机构及其附属设施，包括为学校配建的独立地段的学生生活场所。
- c) 医疗卫生场所。包括：医疗、保健、卫生、防疫、康复和急救场所；不包括：居住小区及小区级以下的卫生服务设施。
- d) 社会福利设施。包括：福利院、养老院、孤儿院等为社会提

供福利和慈善服务的设施及其附属设施。

e) 其他在事故场景下自我保护能力相对较低群体聚集的场所。

(2) 重要防护目标包括下列设施或场所：

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

b) 文物保护单位。

c) 宗教场所。包括：专门用于宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等场所。

d) 城市轨道交通设施。包括：独立地段的城市轨道交通地面以上部分的线路、站点。

e) 军事、安保设施。包括：专门用于军事目的的设施，监狱、拘留所设施。

f) 外事场所。包括：外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等。

g) 其他具有保护价值的或事故场景下人员不便撤离的场所。

(3) 一般防护目标其规模分为一类防护目标、二类防护目标和三类防护目标。一般防护目标的分类规定参见表 5.3-2

表 5.3-2 一般防护目标的分类

防护目标类型	一类防护目标	二类防护目标	三类防护目标
住宅及相应服务设施 住宅包括：农村居民点、低层住区、中层和高层住宅建筑等。 相应服务设施包括：居住小区及小区级以下的幼托、文化、体	居住户数 30 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以上 30 户以下，或居住人数 30 人以上 100 人以下	居住户数 10 户以下，或居住人数 30 人以下

防护目标类型	一类防护目标	二类防护目标	三类防护目标
育、商业、卫生服务、养老助残设施，不包括中小学			
行政办公设施 包括：党政机关、社会团体、科研、事业单位等办公楼及其相关设施	县级以上党政机关以及其他办公人数 100 人以上的行政办公建筑	办公人数 100 人以下的行政办公建筑	
体育场馆 不包括：学校等机构专用的体育设施	总建筑面积 5000m ² 以上的	总建筑面积 5000m ² 以下的	
商业、餐饮业等综合性商业服务建筑 包括：以零售功能为主的商铺、商场、超市、市场类商业建筑或场所；以批发功能为主的农贸市场；饭店、餐厅、酒吧等餐饮业场所或建筑	总建筑面积 5000m ² 以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所	总建筑面积 1500m ² 以上 5000m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以上 300 人以下的露天场所	总建筑面积 1500m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所
旅馆住宿业建筑 包括：宾馆、旅馆、招待所、服务型公寓、度假村等建筑	床位数 100 张以上的	床位数 100 张以下的	
金融保险、艺术传媒、技术服务等综合性商务办公建筑	总建筑面积 5000m ² 以上的	总建筑面积 1500m ² 以上 5000m ² 以下的	总建筑面积 1500m ² 以下的
娱乐、康体类建筑或场所 包括：剧院、音乐厅、电影院、歌舞厅、网吧以及大型游乐等娱乐场所建筑 赛马场、高尔夫、溜冰场、跳伞场、摩托车场、射击场等康体场所	总建筑面积 3000m ² 以上的建筑，或高峰时 100 人以上的露天场所	总建筑面积 3000m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所	
公共设施营业网点		其他公用设施营业网点。包括电信、邮政、供水、燃气、供电、供热等其他公用设施营业网点	加油加气站营业网点

防护目标类型	一类防护目标	二类防护目标	三类防护目标
其他非危险化学品工业企业		企业中当班人数 100 人以上的建筑	企业中当班人数 100 人以下的建筑
交通枢纽设施 包括：铁路客运站、公路长途客运站、港口客运码头、机场、交通服务设施（不包括交通指挥中心、交通队）等	旅客最高聚集人数 100 人以上	旅客最高聚集人数 100 人以下	
城镇公园广场	总占地面积 5000m ² 以上的	总占地面积 1500m ² 以上 5000m ² 以下的	总占地面积 1500m ² 以下的
<p>注 1：低层建筑（一层至三层住宅）为主的农村居民点、低层住区以整体为单元进行规模核算，中层（四层至六层住宅）及以上建筑以单栋建筑为单元进行规模核算。其他防护目标未单独说明的，以独立建筑为目标进行分类。</p> <p>注 2：人员数量核算时，居住户数和居住人数按照常住人口核算，企业人员数量按照最大当班人数核算。</p> <p>注 3：具有兼容性的综合建筑按其类型进行分类，若综合楼使用的主要性质难以确定时，按底层使用的主要性质进行归类。</p> <p>注 4：表中“以上”包括本数，“以下”不包括本数。</p>			

2、防护目标个人风险基准

危险化学品生产装置和储存设施周边防护目标所承受的个人风险应不超过表 5.3-3 中个人风险基准的要求。

表 5.3-3 个人风险基准

防护目标	个人可接受风险标准 (概率值)	
	新建装置 (每年) ≤	在役装置 (每年) ≤
高敏感防护目标 重要防护目标 一般防护目标中的一类防护目标	3×10^{-7}	3×10^{-6}
一般防护目标中的二类防护目标	3×10^{-6}	1×10^{-5}
一般防护目标中的三类防护目标	1×10^{-5}	3×10^{-5}

三、社会风险基准

通过两条风险分界线将社会风险划分为 3 个区域，即不可接受区、尽可能降低区和可接受区。具体分界线位置如图 5.3-1 所示。

a、若社会风险曲线进入不可接受区，则应立即采取安全改进措施降低社会风险；

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

c、若社会风险曲线全部落在可接受区，则该风险可接受；

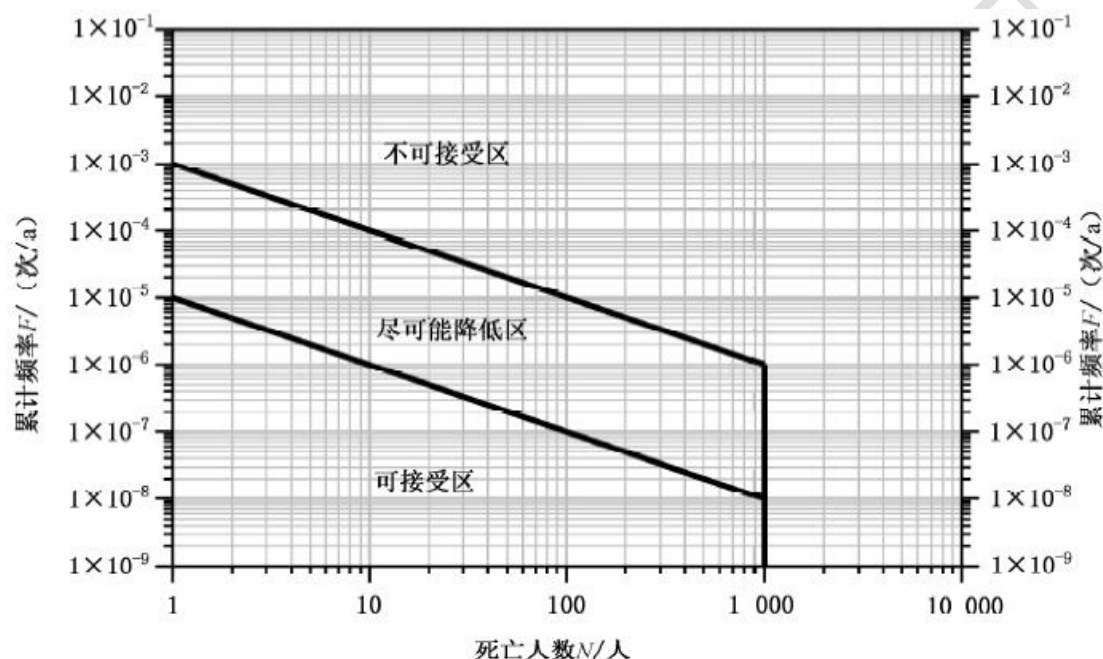


图 5.3-1 社会风险基准

四、风险分值计算过程

采用中国安全生产科学研究院开发的“化工园区定量风险评估与管理”分析系统，将项目的生产、储存装置输入软件进行计算确定外部安全防护距离。基于危险源信息，利用中国安全生产科学院出版的《CASSTQRA 重大危险源区域定量风险评价与管理》软件计算，得出个人风险等值线图及厂内外社会风险分布图。

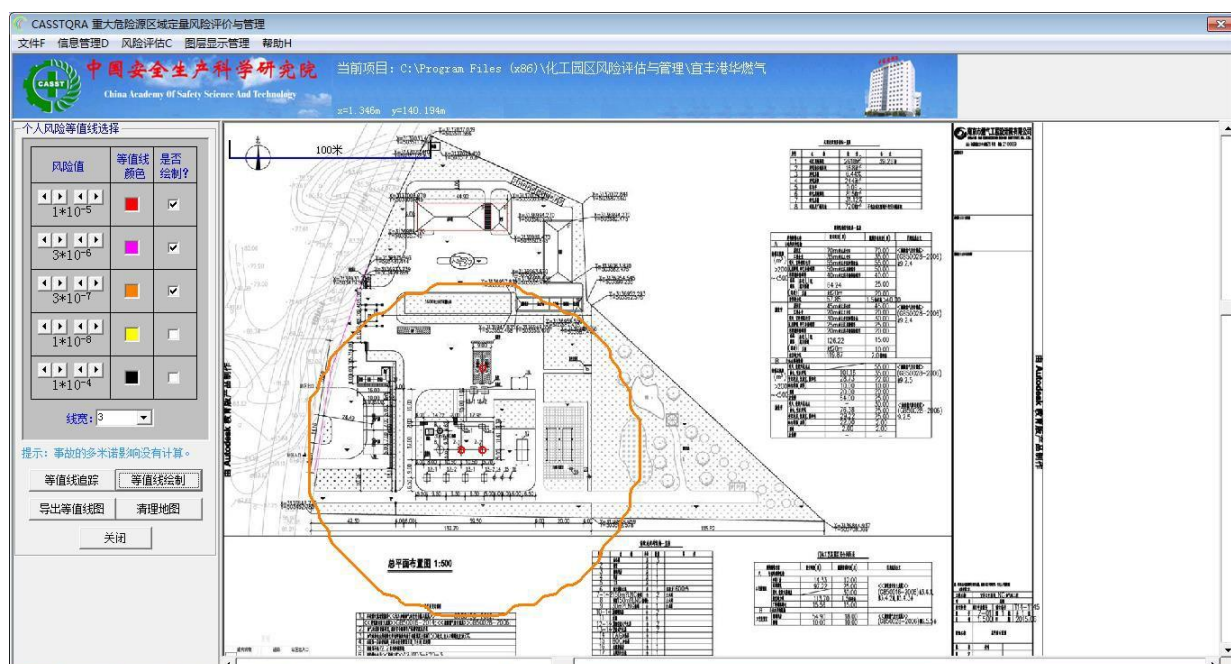


图5.3-2 个人风险等值线图

说明：红色线为可容许个人风险 1×10^{-5} 等值线

粉红色线为可容许个人风险 3×10^{-6} 等值线

橙色线为可容许个人风险 3×10^{-7} 等值线

根据计算结果，社会风险曲线（F-N 曲线）见下图

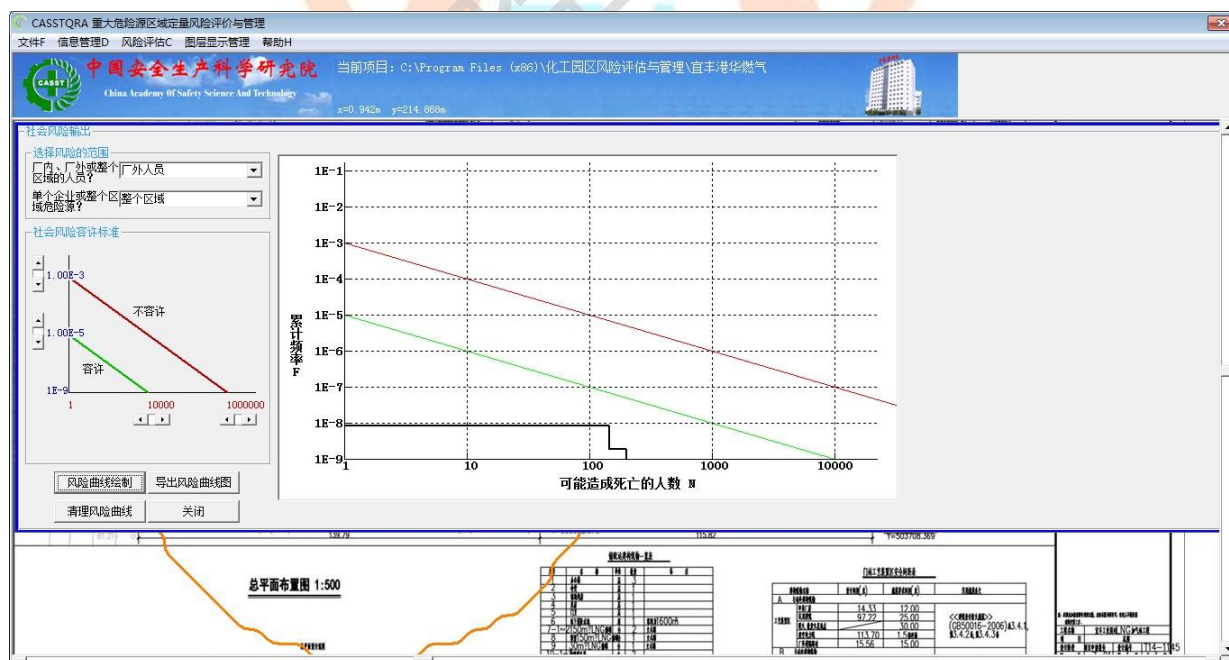


图5.3-3 站内外社会风险分布图

根据计算：该项目不存在 1×10^{-5} 和 3×10^{-6} 的个人风险可接受风

险标准。高敏感场所（如学校、医院、幼儿园、养老院等）；重要目标（如党政机关、军事管理区、文物保护单位等）；特殊高密度场所（如大型体育场、大型交通枢纽等）（ $<3 \times 10^{-7}$ ）的外部安全防护距离为 85m。结合企业周边情况，该外部安全防护距离内无上述高敏感场所。由图 5.3-2 可知，该外部安全防护距离内无上述高敏感场所，符合外部安全防护距离的要求；由图 5.3-3 可知，站内外社会风险在可接受范围内。

5.4 站场

5.4.1 宜丰港华 LNG 储配站选址

表 5-10 站选址检查表

序号	检查内容	检查记录	检查结论
1	(GB50028) 6.5.2 门站和储配站站址选择应符合下列要求：	站址应符合城镇总体规划的要求	符合
2		站址应具有适宜的地形、工程地质、供电、给水排水和通信等条件	符合
3		门站和储配站应少占农田、节约用地并注意与城镇景观等协调	符合
4		门站站址应结合长输管线位置确定	符合
5		根据输配系统具体情况，储配站与门站可合建	符合
6		储配站内的储气罐与站外的建、构筑物的防火间距应符合现行国家标准	符合
7	(GB50028) 6.5.5 门站和储配站总平面布置应符合下列要求：	总平面应分区布置，即分为生产区(包括储罐区、调压计量区、加压区等)和辅助区	符合
8		站内的各建构筑物之间以及与站外建构筑物之间的防火间距应符合现行国家标准	符合
9		站内建筑物的耐火等级不应低于现行国家标准	符合
10		站内露天工艺装置区边缘距明火或散发火花地点不应小于 20m	符合
11		站内露天工艺装置区边缘距办公、生活建筑不应小于 18m	符合
12		站内露天工艺装置区边缘距围墙不应小于 10m	符合
13		站内露天工艺装置区边缘与站内生产建筑的间距按工艺要求确定	符合

14		储配站生产区应设置环形消防车通道，消防车通道宽度不应小于 4m	应执行	—
15	门站和储配站供电系统设计应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的“二级负荷”的规定（GB50028）6.5.20		项目可研报告有要求	符合

评价结论：储配站扩建工程的设置符合线路走向和输气工艺设计的要求，与附近建构筑物及其他公用设施的安全距离符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028 的有关规定。

5.4.2 宜丰港华 LNG 储配站总平面布置

项目扩建在现有场界内进行，不新增用地。根据全站总平布置图可见，现有工程与扩建工程新增的生产设施相邻布设。全站建构筑物由西往东布设，主要出入口布设在西侧，紧邻园区环保新能源主干道。厂区分两个区域，主要为北侧的生活办公区以及南侧的生产区，中间有消防水池及辅助用房作为间隔。北侧主要为办公楼、食堂、库房及户外活动区；南侧主要分布为装卸区、储罐区和气化区、门站以及放散区等，东南角与西南角均为绿化区。整个生产区均与北侧的生活办公区有一定距离。项目各区域分区明确，互不干扰，保证生产安全距离要求的同时，又满足了生产方便的需求。

从宜丰港华燃气有限公司提供的宜丰港华 LNG 储配站扩建工程平面布置图及现场实地勘察来情况看，该扩建工程项目与附近建筑物、道路等的间距符合《城镇燃气设计规范》（2020 版）的要求；各建构筑物与外部及内部的防火距离符合规范要求，总平面布置符合要求。

5.4.3 宜丰港华 LNG 储配站和集中放散管的内外间距

表 5-11 液化天然气储罐、集中放散总管与站外建、构筑物的防火间距一览表

序号	方位	周边建（构）筑物名称	本项目建筑物或设施	现场间距（m）	规范要求（m）	规范条例	符合性
1	东	园区预留用地	围墙	—	—	—	围墙隔开

2	南	江西巧天生物公司	甲类罐区	LNG 储罐	72	55	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	共围墙，符合
				集中放散管	136	25	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	共围墙，符合
			204 仓库	LNG 储罐	60	55	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	共围墙，符合
				集中放散管	124	25	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	共围墙，符合
3	西	环保新能源主干道 35KV 架空线（杆高 12m）		LNG 储罐	90	40	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	符合
				集中放散管	153	24	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	符合
		工业园环保新能源主干道		LNG 储罐	74	20	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	符合
				集中放散管	127	10	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	符合
		江西大宇医药原料有限公司	办公楼	LNG 储罐	94	55	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	符合
				集中放散管	155	25		
			生产厂房（乙类）	LNG 储罐	141	55	GB50016-2014(2018 版) 第 4.3.8 条	符合
				集中放散管	202	25		
		大广高速		LNG 储罐	278	100	公路安全保护条例第 18 条	符合
4	北	园区预留用地	围墙	-	-	-	围墙隔开	

表 2.3-2 LNG 储罐与站内的建、构筑物的防火间距 (m)

序号	站内建、构筑物名称	实际间距 (m)	规范要求间距 (m)	规范条款	符合性
1	发配电房	69	25	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 (2020 版) 第 9.2.5 条	符合
2	办公楼	69	40		符合
3	消防泵房	69	40		符合
4	汽车库、热水炉间、仪表控制室	47	35		符合
5	卸车区	25.8	25		符合
6	消防水池取水口	56	40		符合
7	围墙	28	25		符合
8	站内道路 (次要)	10	10		符合

9	放散总管	82	25		符合
10	相邻 LNG 储罐（储罐 D=4m）	5.5	2	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 版）第 9.2.10 条	符合

表 2.3-3 集中放散总管与站内建、构筑物的防火间距一览表

序号	站内建、构筑物名称	实际间距（m）	规范要求间距（m）	规范条款	符合性
1	发配电房	30	25	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 版）第 9.2.5 条	符合
2	办公楼	79	25		符合
3	消防泵房	40	40		符合
4	汽车库、热水炉间、仪表控制室	36	25		符合
5	卸车区	48	25		符合
6	消防水池取水口	46.5	40		符合
7	围墙	2	2		符合
8	站内道路	2	2		符合
9	LNG 储罐	64	25		符合

评价结论：储配站扩建工程项目和集中放散管的内、外防火间距符合相应技术规范的要求。

5.4.4 工艺设施

表 5-14 主要工艺设施检查表

序号	检查内容	检查记录	检查结论
1	当燃气无臭味或臭味不足时，门站或储配站内应设置加臭装置（GB50028）6.5.6	项目可研报告有要求	符合
2	（GB50028）6.5.7 储配站的工艺设计应符合下列要求：	功能应满足输配系统输气调度和调峰的要求	满足
3		站内应根据输配系统调度要求分组设置计量和调压装置，装置前应设过滤器	项目可研报告有要求
4		门站进站总管上宜设置分离器	应执行
5		调压装置应根据燃气流量、压力降等工艺条件确定设置加热装置	不需设置
6		站内计量调压装置和加压设备应根据工作环境要求露天或在厂房内布置	露天布置
7		进出站管线应设置切断阀门和绝缘法兰	项目可研报告有要

			求	
8		储配站内进罐管线上宜设置控制进罐压力和流量的调节装置	项目可研报告有要求	符合
9		当输送管道采用清管工艺时，其清管器的接收装置宜设置在门站内	设于站内	符合
10		站内管道上应根据系统要求设置安全保护及放散装置	项目可研报告有要求	符合
11		站内设备、仪表、管道等安装的水平间距和标高均应便于观察、操作和维修	项目可研报告有要求	符合
12	站内宜设置自动化控制系统，并宜作为输配系统的数据采集监控系统的远端站（GB50028）6.5.8		项目可研报告有要求	符合
13	宜设置测定燃气组分、发热量、密度、湿度和各项有害杂质含量的仪表（GB50028）6.5.9		项目可研报告有要求	符合

评价结论：储配站扩建工程项目的工艺设计和拟设置自动化控制系统符合相应技术规范的要求。

5.4.5 自动控制

表 5-15 监控及数据采集检查表/m

序号	检查内容	检查记录	检查结论
1	城市燃气输配系统，宜设置监控及数据采集系统（GB50028）6.8.1	拟设置	符合
2	监控及数据采集系统应采用电子计算机系统为基础的装备和技术（GB50028）6.8.2	采用电子计算机系统	符合
3	监控及数据采集系统应采用分级结构（GB50028）6.8.3	采分级结构	符合
4	监控及数据采集系统应设主站、远端站。主站应设在燃气企业调度服务部门，并宜与城市公用数据库连接（GB50028）6.8.4	与城市公用数据库连接	符合
5	远端站宜设置在区域调压站、专用调压站、管网压力监测点、储配站、门站和气源厂等（GB50028）6.8.4	储配站内	符合
6	根据监控及数据采集系统拓扑结构设计的需求，在等级系统中可在主站与远端站之间设置通信或其他功能的分级站（GB50028）6.8.5	拟设分级站	符合
7	信息传输宜采用城市公共数据通信网络（GB50028）6.8.6	通信网络	符合

8	监控及数据采集系统的硬件和软件应有较高可靠性，并应设置系统自身诊断功能，关键设备应采用冗余技术（GB50028）6.8.9	采用冗余技术	符合
9	监控及数据采集系统宜配备实时瞬态模拟软件，软件应满足系统进行调度优化、泄漏检测定位、工况预测、存量分析、负荷预测及调度员培训等功能（GB50028）6.8.10	项目可研报告有要求	符合
10	监控及数据采集系统远端站应具有数据采集和通信功能，并对需要进行控制或调节的对象点，应有对选定的参数或操作进行控制或调节功能（GB50028）6.8.11	项目可研报告有要求	符合
11	主站系统设计应具有良好的人机对话功能，宜满足及时调整参数或处理紧急情况的需要（GB50028）6.8.12	项目可研报告有要求	符合
12	远端站数据采集等工作信息的类型和数量应按实际需要予以合理地确定（GB50028）6.8.13	项目可研报告有要求	符合
13	监控及数据采集系统的主站机房，应设置可靠性较高、的不间断电源设备及其备用设备（GB50028）6.8.15	拟设置不间断电源	符合
14	远端站的防爆、防护应符合所在地点防爆、防护的相关要求（GB50028）6.8.16	应执行	—

评价结论：监控及数据采集系统，项目可研报告的相关设计符合相应技术规范的要求。

5.4.6 站场公用工程

该扩建项目站场的给排水、供配电防雷、防静电等按 2.4 节中描述设置，可以满足项目要求。

5.4.7 通风

该扩建项目中，热工部分的设计主要有：办公用房及辅助用房的空气调节。

室内空气计算参数：

控制室、机柜室进行空气调节：

室内温度 18~26℃，相对湿度 40~60%；

值班室、休息室、会议室满足舒适性空调要求；

夏季室内温度 24~28℃，冬季室内温度 16~18℃。

5.4.8 消防设施

表 5-16 消防设施检查表

序号	检查内容	检查记录	检查结论
1	门站的工艺装置区可不设消防给水系统（GB50028）6.5.19 液化天然气 LNG 储配站在同一时间内的火灾次数应按一次考虑，其消防水量应按储罐区一次消防用水量确定。	依托原有	符合
2	每组相对独立的调压计量等工艺装置区应配置干粉灭火器， 数量不少于 2 个（GB50028）6.5.19	拟配置	符合
3	根据场所危险程度可设置部分 35kg 手推式干粉灭火器 （GB50028）6.5.19	拟配置	符合
4	当设置消防水池时，消防水池的容量应按火灾延续时间 3h 计算确定（GB50028）6.5.19，水枪用水量 20 L/s	依托原有	符合
5	当火灾情况下能保证连续向消防水池补水时。其容量可减去火灾延续时间内的补水量（GB50028）6.5.19	无此项	—
6	储配站内消防给水管网应采用环形管网，其给水干管不应少于 2 条（GB50028）6.5.19	未设计	应实施
7	当其中一条发生故障时，其余的进水管应能满足消防用水总量的供给要求（GB50028）6.5.19 《建筑设计防火规范》8.2.7 室外消防给水管道的布置应符合下列规定：第 4 条规定室外消防给水管道的直径不应小于 DE100；	未设计	应实施
8	站内室外消火栓宜选用地上式消火栓（GB50028）6.5.19	无此项	—
9	储配站在同一时间内的火灾次数应按一次考虑（GB50028）6.5.19	无此项	—

注：干粉灭火器指 8kg 手提式干粉灭火器

评价与补充：

①消防水量

按 GB50028，该扩建项目生产装置区拟设消防给水系统，按 GB50016，综合办公楼和辅助用房的最大的室外消防给水量均为 10L/s，综合办公楼的室内消防给水量为 10L/s，即消防用水总量为 20L/s。

项目可研报告设计规划消防给水，下一步设计中应按规范要求考

虑接入县区消防管网，补充完善相关内容。

②消防水池

按 GB50016 相关条款要求，该扩建项目设置 1600m³ 消防水池。

③消防设施

生产装置区配置 35kg 手推式干和手提式粉灭火器，综合办公楼配置室内消防栓和手提式粉灭火器，控制室配置二氧化碳灭火器。站区设置火灾报警系统。该扩建项目站场消防器材配备应按下表完善。

表 5-17 干粉灭火器的配置数量

场 所	配置数量
储罐区	按储罐台数，每台储罐设置 8kg 和 35kg 各 1 具
汽车槽车装卸台(柱、装卸口)	按槽车车位数，每个车位设置 8kg、2 具
工艺装置区	按区域面积，每 50m ² 设置 8kg、1 具，且每个区域不少于 2 具

注：8kg 和 35kg 分别指手提式和手推式干粉型灭火器的药剂充装量。

5.4.9 防爆电气

表 5-18 电气防爆检查表

序号	检查内容	检查记录	检查结论
1	门站和储配站供电系统设计应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的“二级负荷”的规定(GB50028)6.5.20	项目可研报告有要求	符合
1	(GB50028) 6.5.21 站内爆炸危险场所的电力装置设计应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定	项目可研报告有要求	符合
2	门站和储配站 其爆炸危险区域等级和范围的划分应符合本规范附录 D 的规定		符合
3	电气防爆设计 站内爆炸危险厂房和装置区内应装设燃气浓度检测报警装置	项目可研报告有要求	符合
4	符合下列要求 储气罐和压缩机室、调压计量室等具有爆炸危险的生产用房应有防雷接地设施	项目可研报告有要求	符合

5	设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的“第二类防雷建筑物”的规定（GB50028）6.5.22	按二类	符合
6	门站和储配站的静电接地设计应符合国家现行标准《化工企业静电接地设计规程》HGJ 28 的规定（GB50028）6.5.23	项目可研报告有要求	符合
7	6.5.24 门站和储配站边界的噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界噪声标准》GB 12348 的规定（GB50028）	项目可研报告有要求	符合

评价结论：储配站扩建工程的防爆区域划分和防爆电器的级别和组别等符合 GB50058 和 GB50028 的要求。

5.4.10 管道防腐

表 5-19 管道防腐检查表/m

序号	检查内容					检查记录	检查结论
1	地下燃气管道防腐设计，必须考虑土壤电阻率（GB50028）6.7.2					项目可研报告有要求	符合
2	对中压输气干管宜沿燃气管道途经地段选点测定其土壤电阻率（GB50028）6.7.2					项目可研报告有要求	符合
3	应根据土壤的腐蚀性、管道的重要程度及所经地段的地质、环境条件确定其防腐等级（GB50028）6.7.2					应执行	—
	（GB50028）表 6.7.5 地下燃气管道与交流电力线接地体的净距/m						
4	电压等级/kv	10	35	110	220	应执行	—
5	铁塔或电杆接地体	1	3	5	10	应执行	—
6	电站或变电所接地体	5	10	15	30	应执行	—

注：参照本表进行下步设计和施工。

评价结论：储配站扩建工程和管网的防腐，符合相应技术规范的要求。

5.5 调压装置

该扩建项目对于规模较大，楼房集中的居住小区可设置柜式调压装置，柜式调压装置的出口压力为 5000Pa，然后通过小区低压管网输送至用户；

LNG 气化后进入调压计量撬进行调压、计量并加臭后输送至下游。

调压设备：NG 调压器流量 10000m³/h，数量 1 台，进口压力

0.6MPa，出口压力 0.3~0.35MPa。BOG 调压流量 800m³/h，数量 1 台，调压采用“1+0”型式。

计量设备：采用气体涡轮流量计，量程比 1：16，精度为 1.5 级，流量计表头为机械的字轮显示。流量计配备体积修正仪，自动将工况流量转换成标准流量，并自动进行温度、压力和压缩系数的修正补偿。可存储一年或更长时间内的数据，对流量实现自动管理和监控功能。主路数量为 2 台，流量 10000Nm³/h。

评价结论：储配站扩建工程调压装置，应符合相应技术规范的要求。

5.6 易燃易爆场所

5.6.1 爆炸危险区域划分

表 5-22 爆炸性气体释放源判定表

序号	级别	条件	区域	释放源部位
1	第二级释放源	预计在正常运行下不会释放，即使释放也只是偶尔短时释放的释放源	以释放源为中心，半径为 4.5m，顶部与释放源的距离为 7.5m，及释放源至地坪以上的范围内	包括可能的泄漏源
2			以集中放散管、安全放散阀放散管管口为中心，当管口高度 h 距地坪小于或等于 4.5m 时，半径 b 为 5m，顶部距管口 a 为 7.5m	安全放散管及阀放散管管口
3			调压撬底部至地坪以上的范围(半径 c 不小于 4.5m)	容器底部至地坪以上
4			排污罐内部活塞或橡胶密封膜以上的空间	排污罐放散管管口
5			汇管等壁外 3m 内，顶(以放散管管口计)以上 7.5m 内	安全阀、排气孔和其它孔口处
6			阀门间内部的空间	撬装箱内部法兰、连接件和管道接头
7			阀门间外壁 4.5m 内，屋顶(以放散管管口计) 7.5m 内	泵和阀门的密封处

8		建筑物内部及建筑物外壁 4.5m 内，屋顶（以放散管管口计）以上 7.5m 内	空项
9		工艺装置区边缘外 4.5m 内，放散管管口以上（或最高的装置）7.5m 内	工艺装置区边缘外、集中放散管管口
10		地下调压室和地下阀室内部的空间	空项

表 5-23 爆炸危险区域划分检查表

序号	分区	条件	区域	检查结论
1	1 区	在正常运行时可能出现爆炸混合气体混合物的环境	装置地坪以下沟、坑	有
2	2 区	在正常运行时不可能出现爆炸混合气体混合物的环境,即使出现也仅是短时存在的爆炸混合气体混合物的环境	以安全放散阀放散管管口为中心，当管口高度 h 距地坪小于或等于 4.5m 时，半径 b 为 5m，顶部距管口 a 为 7.5m	有
3			底部至地坪以上的范围	有
4			安全阀、排气孔和其它孔口处	有
5			工艺装置区边缘外 4.5m 内，放散管管口以上（或最高的装置）7.5m 内	有
6	非爆炸区	没有释放源并不可能有易燃物质侵入的区域。	辅助用房、变配电间、消防泵房、门卫值班室	有
7		易燃物质可能出现的最高浓度不超过爆炸下限值的 10%。	通风条件较好区域等	有

表 5-24 爆炸危险区域符合性检查表

序号	释放源	危险区域	通风条件	电气防爆性	检查结论
1	表 6-27 第 1 项	1 区	不良	无沟、坑；无电气设备	符合
2	表 6-27 项	2 区	管口高出 10m 以上	集中放散，无电气设备	符合
3	表 6-27 项	2 区	敞开、通风良好	设防爆电机	符合
4	表 6-27 项	2 区	敞开、通风良好	集中放散，无电气设备	符合
5	表 6-27 项	2 区	通风良好	无电气设备	符合

本节评价结论：天然气爆炸性混合物属 II A 级 T1 组，选用的防爆电气的应是 II A 级 T1 组，旋转电机类的防爆结构可为：d、p 型；低压变压器类的防爆结构可为：d、e、o 型；低压开关和控制器类的防爆结构可为：d 型，其中电抗起动器和起动补偿器的防爆结构可为：ia、ib、e 型，固定式灯具的 2 区防爆结构可为：d、e 型。

依据《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）的要求，站场的进出站截断阀区、调压计量区、放空区为爆炸性气体环境 2 区；地坪以下沟坑为爆炸性气体环境 1 区；未设自动点火装置的放空竖管和放散管管口以下 4.5m、以上 7.5m 为爆炸性气体环境 0 区。

建设单位应依据最新规范与标准明确划分项目区域内的爆炸危险场所，确定危险等级。并报当地安全监督管理部位备案。

对易燃易爆场所的所有电器，应依据《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）的要求，按不同爆炸危险环境，配置不同的防爆电器。

5.6.2 爆炸危险区域划分及其符合性

爆炸性气体环境设置可燃气体和火灾检测探头。

建设单位应依据最新规范与标准明确划分项目区域内的爆炸危险场所，确定危险等级。并报当地安全监督管理部位备案。

对易燃易爆场所的所有电器，应依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）的要求，按不同爆炸危险环境，配置不同的防爆电器。

工艺流程符合生产规模的要求，且做到了力求简化、减少周转，使流程顺畅。

5.7 特种设备

根据《中华人民共和国特种设备安全法》的规定，该扩建项目 LNG 储罐属于特种设备。该公司制定了相应的管理制度和检修规程，

购定型产品，特种设备危险性大，应进行注册登记，贯彻准用制度，加强自检和互检，坚持实时监控。

5.8 强制检测设施

购入的安全阀、压力表均应附有合格证并应按期进行校验，使用经检测合格的测控仪表。

5.9 机械伤害防护设施

应采取防机械伤害、防高处坠落的安全措施和设置警示标志。安全警示标志应依据《安全标志使用导则》（GB16179），尽可能的位于或紧邻需警示部位的明显处。

5.10 维修和抢修

该扩建项目采取自备部分机修力量与社会协作相结合的方式。

通过自备机修能力，可以完成对管线、站场的维修、抢险，以及较小型的易损零部件的修配、制造，也包括简单的电修、仪修、阴保设施的维护等工作。评价认为工程可不设专门的抢维修中心，外管线和线路截断阀室、阴极保护站日常的检维修依托能满足该扩建项目的需要。但在管道发生断裂、漏气等事故抢维修依托时也应注意以下问题：

① 企业应建立站场、外管线和线路截断阀室等事故应急预案。

② 该扩建项目输送介质是天然气，依托的抢维修队伍与处理设施应能满足该扩建项目的需要。并与依托的抢维修队伍协调和交流事故应急预案、进行事故应急预案演练。

③ 应当确定依托的抢维修队伍能否及时进行处理，并以合同方式进行保证。

评价建议本管理部门对以上问题给予充分的重视，建立该扩建项目的事故应急救援预案时予以考虑。

5.11 职业危害防护

天然气对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息，当空气中甲烷达 25%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。

如果吸入：迅速脱离污染区，注意保暖，保持呼吸道畅通，呼吸困难时给氧。若呼吸停止，要先清洗口腔和呼吸道中的黏膜以及呕吐物，然后进行人工呼吸，送医院急救。

皮肤接触：立即用流动清水冲洗至少 10 分钟，若产生冻疮，就医。

5.12 工程施工因素分析

储配站装置的安全与施工质量密切相关。施工过程中必须按设计要求进行操作。

1) 工程必须通过招、投标的形式，经过竞标，择优录用有资质的站场和专业施工队伍进行施工。

2) 管道、站场、穿越和施工队伍在开工前需进行充分的准备工作，包括施工机具和车辆的维修、保养及人员技术培训，经考试合格后持证上岗（尤其是电焊工）。

3) 要做好施工组织设计，建立质量保证体系和安全保障体系。

4) 要防止人员伤亡事故的发生，主要是在储配站装置装卸运输、组装焊接、试压和下沟的关键工序上加以防范。制定安全操作规程，

进行全员安全教育。

5) 质检人员应跟班检查, 按规定做好原始记录, 对不合格的焊口返修后重检。储配站装置防腐层补口应按设计要求进行, 对施工中损坏的防腐层要加以补修。

6) 储配站装置试压是检验设备强度的关键, 要进行单体试压, 试压合格后与其它装置对接的焊口要进行环向焊缝 100% 检查。

储配站装置施工质量得到保证, 是储配站装置安全的必要条件, 必须引起管理部门的高度重视。

5.13 预先危险性分析

5.13.1 预先危险性分析过程

主要参照《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986) 划分的危险因素类别, 根据前述企业建成后潜在的危险因素分析可知, 火灾、爆炸、中毒、触电、机械伤害、车辆伤害等危险因素存在于生产过程中的方方面面。详见表 7-1。

为了使评价过程简洁直观, 本报告以危险因素为起点, 以工艺装置和为其服务的辅助设施为线索, 找出危险因素存在的各个部位, 并采用预先危险性分析法对各种危险因素在生产过程中导致成事故的可能性和严重程度进行定性评价。通过采用预先危险性分析法对诸多危险因素进行定性评价, 从中找出主要危险因素及其存在的部位, 为后面各单元重点评价找出依据。各种危险因素定性评价见表 5-25。

表 5-25 主要危险有害因素预先危险性分析

序号	危险因素	触发事件	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	存在部位
1	火灾爆炸	1、管道、调压计量装置中天然气泄漏遇明火 2、LNG 气化使用的装卸、输送液化天然气的管道、储存 LNG 的储罐等存	1. 器材、零件、设备材质不良破裂、超压、腐蚀损坏 2. 违章动火	人员伤亡设备损坏	IV	LNG 储存、气化工艺装置、调压计量装

		<p>在一定的压力，如管道、储罐材料选用不当，或管道受摩擦磨损强度下降，或安全附件不全或不可靠，工艺控制不好造成管道、储罐的超压或疲劳失效，发生物理爆炸；气化器存在一定的压力，因超压或疲劳失效，发生物理爆炸。</p> <p>3、LNG 气化使用的装卸、输送易燃液化天然气管道装置中由于静电接地不良导致静电火花，引发火灾。</p> <p>4、LNG 气化生产装置中配套使用电气设备、设施，包括电机、电气设备，输配电设备，同时使用的电缆、电线，这些可能因负荷过载、绝缘老化，异物侵入等引起电气火灾。</p> <p>5、装卸、储罐、管道天然气泄漏与空气混合，遇到火花导致火灾爆炸。</p> <p>6、撞击或人为损坏造成容器、管道泄漏，发生爆裂。</p> <p>7、由自然灾害（如雷击、台风、地震）造成设备爆裂，引发火灾。</p> <p>8、容器、设备制造质量缺陷、维护管理不周、未按有关规定及操作规程操作导致容器、设备故障，引起液化天然气泄漏。</p> <p>9、转动部件不洁而摩擦产生高温及高温物件遇易燃物品。</p> <p>10、未按有关规定及操作规程进行现场检修动火、用火，引发火灾。</p> <p>11.火源</p>	<p>3.防雷防静电设施故障</p> <p>4.电气系统故障</p> <p>5.日常检修不到位</p> <p>6.安全管理不到位</p> <p>7.安全操作规程不健全</p>			置、调压箱、管线
2	中毒窒息	1 天然气泄漏	<p>1.设备管件维修不及时</p> <p>2 通风不良</p> <p>3 操作失误</p>	人身受伤	III	LNG 储存、气化装置、调压装置、管线
3	触电	1.设备、线路漏电	<p>1.安全管理不到位</p> <p>2.违章带电作业</p>	1.人员触电伤亡	III	工艺装置、调压计量装置、厂区

			3.绝缘部件损坏 4.接地不良、失效 5.漏电保护装置失灵	2.设备损坏		内所有建构筑物
4	物体打击	物体（如工具、配件等）未在指定位置而落下	1.安全防护措施有缺陷 2.设备（设施）有故障 3.人员违章作业 4.运输车辆上物件放置不稳	1.物件受到损坏 2.人员遭受伤害	II	建构筑物、生产装置、消防设施
5	高处坠落	1.没有安全防护设施	1.违章操作 2.安全防护设施不健全 3.职工安全意识差	人员受伤	II	储罐、槽车、调压装置、建构筑物
6	车辆伤害	1.车辆引起的物体下落伤人 2.装卸车时倒车撞人、撞物	1. 车辆违章行驶 2. 人员违章作业	1.人员受伤 2.车辆受损 3.物体受损	II	LNG 槽车运输、卸车、厂区内外道路系统

5.13.2 预先危险性分析小结

火灾、爆炸因素引起的后果非常严重，其危险等级为“IV级”；触电危险、中毒窒息危险等级次之，其危险等级为“III级”；物体打击、车辆伤害、高处坠落、机械伤害等级较一般，其危险等级为“II级”。

从评价结果可以发现，火灾、爆炸危险因素一旦发生，会造成人员重大伤亡及系统严重破坏。因此本报告在后面的单元，将针对火灾、爆炸危险因素采用进一步深入评价，并找出引起事故发生的各种原因事件，制定出防范措施，防止破坏性事故发生。另外，评价结果还告

诉我们，触电后果也很严重，因此本报告将利用安全检查表评价方法对引起触电事故的电气及自控仪表系统重点检查，对存在的隐患部位，提出紧急整改措施。其它危险因素发生，事故的严重程度处于边缘状态，即暂时不会造成人员伤亡和系统损坏，但必须采取控制措施，因此本报告将对这些危险因素进行进一步分析，提出防止这些危险因素发生的对策措施。

5.14 管道介质泄漏原因事故树评价

泄漏是管道的典型事故，也是引起其他一些事故的重要原因。介质泄漏危害评价是长输管道安全评价的重要组成部分。现以管线天然气泄漏为例，采用事故树评价法评价介质泄漏原因的重要度。

以“管线气体泄漏”作为顶上事件，将“外力破坏”、“违章作业”、“安装质量”、“设备故障”、“腐蚀”这几个引起泄漏的主要因素作为多事件的中间事件，绘制出管线气体泄漏事故树(图 5-1)。事故树的成功树很容易换算，故只画事故树。

由事故树最小割(径)集最多个数的判别方法判断，成功树的最小径集为 2 个，所以从最小径集入手进行分析。

(1) 函数式

事故树的成功树结构函数式为：

$$\begin{aligned}
 T' &= A'_1 A'_2 A'_3 A'_4 A'_5 \\
 &= X'_1 X'_2 X'_3 X'_4 X'_5 X'_6 X'_7 X'_8 X'_9 X'_{10} X'_{11} X'_{12} B'_1 (B'_2 + B'_3) \\
 &= X'_1 X'_2 X'_3 X'_4 X'_5 X'_6 X'_7 X'_8 X'_9 X'_{10} X'_{11} X'_{12} \quad X'_{13} X'_{14} X'_{15} X'_{16} \quad (X'_{17} X'_{18} X'_{19} \\
 &\quad X'_{20} + C'_1 C'_2) \\
 &= X'_1 X'_2 X'_3 X'_4 X'_5 X'_6 X'_7 X'_8 X'_9 X'_{10} X'_{11} X'_{12} \quad X'_{13} X'_{14} X'_{15} X'_{16} \quad (X'_{17} X'_{18} X'_{19} \quad X'_{20} + \\
 &\quad X'_{21} X'_{22} X'_{23} X'_{24} X'_{25} X'_{26}) \\
 &= X'_1 X'_2 X'_3 X'_4 X'_5 X'_6 X'_7 X'_8 X'_9 X'_{10} X'_{11} X'_{12} X'_{13} X'_{14} X'_{15} X'_{16} X'_{17} X'_{18} X'_{19} X'_{20} + X'_1 X'_2 X'_3 \\
 &\quad X'_4 X'_5 X'_6 X'_7 X'_8 X'_9 X'_{10} X'_{11} X'_{12} \quad X'_{13} X'_{14} X'_{15} X'_{16} X'_{17} X'_{18} X'_{19} \quad X'_{20} \quad X'_{21} X'_{22} X'_{23} \quad X'_{24} \\
 &\quad X'_{25} X'_{26}
 \end{aligned}$$

从而得出二个最小径集：

$$P_1 = \{ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, \\ X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20} \}$$

$$P_2 = \{ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, \\ X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26} \}$$

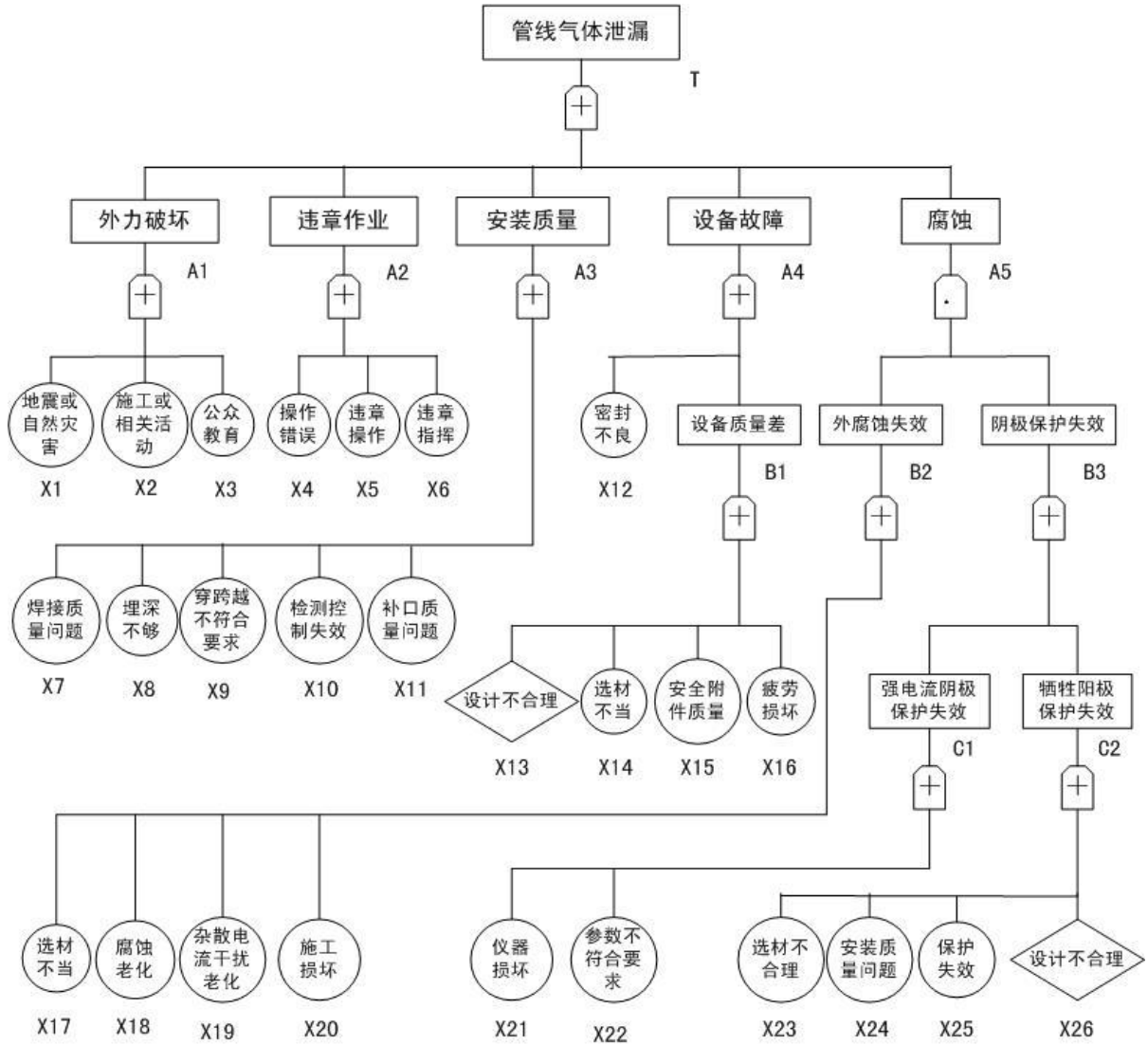


图 5-1 管道泄漏事故树

(2) 结构重要度分析

$x_1 \sim x_{16}$ 同在两个最小径集中； $x_{17} \sim x_{20}$ 同在一个最小径集中； $x_{21} \sim x_{26}$ 同在一个最小径集中。根据判别结构重要度近似方法，得到：

$$I_{f(1)} = I_{f(2)} = I_{f(3)} = I_{f(4)} = I_{f(5)} = I_{f(6)} = I_{f(7)} = I_{f(8)} = I_{f(9)} = I_{f(10)} = I_{f(11)} = I_{f(12)} = I_{f(13)} = I_{f(14)} = I_{f(15)} = I_{f(16)}$$

$$I_{\varphi(12)} = I_{f(13)} = I_{f(14)} = I_{f(15)} = I_{f(16)} \quad I_{f(17)} = I_{f(18)}$$

$$= I_{f(19)} = I_{f(20)}$$

$$I_{f(21)} = I_{f(22)} = I_{f(23)} = I_{f(24)} = I_{f(25)} = I_{f(26)}$$

因此，只要判定 $I_{f(1)}$ 、 $I_{f(17)}$ 、 $I_{f(21)}$ 大小即可。根据结构重要度系数计算公式计算得：

$$I_{\varphi(1)} = \frac{1}{2^{20-1}} + \frac{1}{2^{22-1}} = \frac{5}{2^{21}}$$

$$I_{\varphi(17)} = \frac{1}{2^{20-1}} = \frac{4}{2^{21}}$$

$$I_{\varphi(21)} = \frac{1}{2^{22-1}} = \frac{1}{2^{21}}$$

因此，得到结构重要度顺序为：

$$I_{f(1)} = I_{f(2)} = I_{f(3)} = I_{f(4)} = I_{f(5)} = I_{f(6)} = I_{f(7)} = I_{f(8)} = I_{f(9)} = I_{f(10)} = I_{f(11)} = I_{f(12)} = I_{f(13)} = I_{f(14)} = I_{f(15)} = I_{f(16)} > I_{f(17)} = I_{f(18)} = I_{f(19)} = I_{f(20)} > I_{f(21)} = I_{f(22)} = I_{f(23)} = I_{f(24)} = I_{f(25)} = I_{f(26)}$$

(3) 结论

由上面分析可知，外力破坏、违章作业、安装质量、设备故障及腐蚀等因素构成了输气管线天然气泄漏事故发生的基本因素。 $x_1 \sim x_{16}$ 的结构重要度系数最大，也就是说，外力破坏、违章作业、安装质量、设备故障是造成管线气体泄漏事故发生的最重要因素。其次，外防腐层失效亦是造成管线天然气泄漏的重要原因之一。

6 定量评价及分析

6.1 危险度评价法过程和结果

1) 150m³ LNG 立式储罐危险度评价计算。

LNG 立式储罐主要危险物质为天然气，属甲类可燃物，故物质取 10 分；

LNG 立式储罐最大贮量为 150m³，故容量取 10 分；

LNG 立式储罐中天然气在低温下贮存，故温度取 0 分；

LNG 立式储罐运行的设计压力 0.84MPa，故压力取 0 分；

LNG 立式储罐操作具有危险性，取值 2 分；

综上所述，LNG 立式储罐综合得分为 22 分，为 I 级，属高度危险。

6.2 蒸气云爆炸事故后果分析

(1) 分析评价内容

由于存储设备、设施、带压输送设备等都是具有一定的压力，所以 LNG 泄漏后，会迅速蒸发、扩散，与空气混合，在一定范围内形成爆炸性蒸气云，一旦遇到着火源，就会发生爆炸。蒸气云爆炸不仅对处于爆源（蒸气云）中的人员、建筑物及设备造成严重伤害和破坏，爆炸发生时所产生的爆炸波也将对爆源周围的人员、建筑物及设备产生危害。

在多数情况下，气体燃料与空气混合形成蒸气云的直接爆轰需要巨大的能量。因此，蒸汽云爆炸事故一般是爆燃过程，极少是爆轰过程。尽管如此，预测蒸气云爆炸产生的冲击波效应仍然十分重要。主要有以下三方面原因：

a 泄爆产生的烧热湍流射流可实现蒸气云爆轰，爆燃也可以通过火焰加速转化成爆轰；

b 爆燃产生的冲击波效应很难预测，因为爆燃与爆轰不同，不止一个状态，而有无数个可能的状态，每个爆燃状态对应的冲击波效应都不一样；

c 假定发生的事故是爆轰总是能够给出最坏情况下的估计。

选取 LNG 储存单元中一个 150m³ 储罐可能造成严重后果的非正常泄漏作为评价对象，针对 LNG 发生爆炸事故时的冲击波分布、人体伤害的程度及对周围设施造成的损坏进行计算、评价。具体内容包括：

计算蒸气云爆炸波的特性参数；

评价爆炸波对人体的伤害。

(2) 评价方法

冲击波超压

在蒸气云爆轰时，其冲击波参数用下面的公式计算：

$$\begin{cases} \ln(p_s/p_a) = -0.9126 - 1.5058\ln(R') + 0.1675\ln^2(R') - 0.0320\ln^3(R') \\ 0.3 \leq R' \leq 12 \end{cases}$$

式中： p_s —冲击波正项最大超压，Pa；

p_a —大气压力， 1.01325×10^5 Pa；

R' —无量纲距离。用下式计算：

$$R' = R / (E_0/p_a)^{\frac{1}{3}}$$

式中： R —目标到蒸气云中心的距离，m；

E_0 —爆源总能量，E。用下式计算：

$$E_0 = 0.01WQ_c$$

式中： 0.01—地面爆炸系数；

W —蒸气云对爆炸冲击波有实际贡献的燃料质量，kg；

Q_c —燃料的燃烧热，kJ/kg。

(3) 爆炸的伤害分区

爆炸的伤害区域即为人员伤害区域。为了估计可能出现的爆炸所造成的人员伤亡情况，一种简单但也较为合理的预测程序是将危险源周围划分为死亡区、重伤区、轻伤区和安全区。根据人员因爆炸而死亡概率的不同，将爆炸危险源周围由里向外依次划分为以下四个区域：

●死亡区

该区内人员如缺少防护，则被认为将无例外地蒙受严重伤害或死亡，其内径为零，外径记为 $R_{0.5}$ ，表示外圆周处人员因冲击波作用导致肺出血而死亡的概率为 50%，它与爆炸量间的关系由下式确定：

$$R_{0.5} = 13.6(W_{TNT}/1000)^{\frac{1}{3}}$$

式中： W_{TNT} —爆源地 TNT 当量，kg。用下式计算：

$$W_{TNT} = 1.8\alpha WQ_c / Q_{TNT}$$

式中：1.8—地面爆炸系数；

α —蒸气云当量系数，取 0.04；

Q_{TNT} —TNT 爆热，可取为 $4.52 \times 10^3 \text{kJ/kg}$ ；

●重伤区

该区内的人员如缺少防护，则绝大多数人员将遭受严重伤害，极少数人可能死亡或受轻伤。其内径就是死亡内径 $R_{0.5}$ ，外径为 $R_{e0.5}$ ，代表该处人员因冲击波作用而耳膜破裂的概率为 50%，它要求的冲击波峰值超压为 44000Pa 。这里应用了超压准则。冲击波超压 ΔP_s 可按下列下式计算：

$$\Delta P_s = \begin{cases} 1 + 0.1567Z^{-3} & \Delta P_s > 5 \\ 0.137Z^{-3} + 0.119Z^{-2} + 0.269Z^{-1} - 0.091 & 1 < \Delta P_s < 5 \end{cases}$$

●轻伤区

该区内的人员如缺少保护，则绝大多数人员将遭受轻微伤害，少

数人将受重伤或平安无事,死亡的可能性极小。该区内径为 $R_{e0.5}$, 外径为 $R_{e0.01}$, 表示外边界处耳膜因冲击波作用而破裂的概率为 1%, 它要求的冲击波峰值超压为 17000Pa。

●安全区

该区内的人员即使无防护,绝大多数人也不会受伤,死亡的概率则几乎为零。该区内径为 $R_{e0.01}$, 外径为无穷大。

●财产损失半径 $R_{财}$

对于爆炸性破坏,财产损失半径 $R_{财}$ 的计算公式为:

$$R_{财} = K_{II} W_{TNT}^{\frac{1}{3}} / \left[1 + (3175 / W_{TNT})^2 \right]^{\frac{1}{6}}$$

式中: K_{II} —二级破坏系数, $K_{II}=4.6$

(4) 蒸气云爆炸冲击波超压对人体的伤害

根据上述以及重伤区和轻伤区的冲击波超压值,即可确定蒸气云爆炸冲击波超压对人体的伤害情况,见下表。

表 6-1 LNG—空气云团爆炸冲击波超压对人体伤害 (单位: m)

死亡半径 $R_{0.5}$	108	死亡区	0~108
重伤半径 $R_{e0.5}$	174	重伤区	108~1174
轻伤半径 $R_{e0.01}$	310	轻伤区	174~310
		安全区	310~+∞

财产损失半径 $R_{财}$

根据公式可得 $R_{财}=249m$

这种情况是极为少见的,尽管如此,预测这种蒸气云爆炸的情况也还是必要的。

6.3 站场与周边环境的相互影响分析

6.3.1 该建设项目内在的危险、有害因素对周边居民生活的影响

宜丰港华 LNG 储配站扩建工程周边 250m 范围内无居民生活区,且天然气的相对密度仅 0.657, 泄漏后主要向上扩散。因此,该扩建

项目站场发生泄漏产生的可燃气体扩散对附近的民居和企业生活区无影响。发生火灾、爆炸事故不会涉及到附近民居及公共设施，爆炸冲击波对周边民居建筑物不会造成影响。

6.3.2 周边居民生活对建设项目的影

项目站场周边民居距本建设项目的储配站生产装置满足防火间距的要求，居民日常活动不会对该扩建项目造成影响。

6.3.3 建设项目内在的危险、有害因素对周边单位的影响

经现场勘察，在该扩建项目储配站装置南面有江西巧天工生物公司，距该扩建项目南面围墙 20m，该扩建项目发生火灾、爆炸事故对周边企业可能造成一定财产损失。

6.3.4 周边单位生产、经营活动对建设项目的影

江西巧天工生物公司如果发生火灾、爆炸事故对该扩建项目可能造成一定财产损失。

6.3.5 当地自然条件对建设项目的影

1) 雷击

中国国家气象局发布的年雷暴日指数分布统计，海南、广东、广西、云南、贵州、江西、湖南、湖北、福建、浙江等地区是我国的强雷区，该扩建项目地处多雷地带，属雷击区，易受雷电袭击，雷击可能造成设备损坏和人员伤亡，也能引发可燃物质发生火灾、爆炸事故，同时雷击可使电气出现故障或损坏电气设备。因此，防雷设施必须完备。

2) 地质灾害

地质灾害主要包括不良地质结构，造成建筑、基础下沉等，影响安全运行。如发生地震灾害，则可能损坏设备，造成人员伤亡，甚至引发火灾、爆炸事故，造成严重事故。该扩建项目所在地无不良地质条件，地震烈度<VI 度。在进行地质勘探，基础设在持力层上的基础上，基本上无地质灾害。

3) 冰冻

该扩建项目地处东亚季风区，全年平均无霜期 279 天以上，发生冰冻危害概率较低。

4) 洪水及内涝

该扩建项目排水顺畅，无内涝威胁。

6.3.6 周边应急资源及分布对建设项目事故状态的反应程度

1) 消防组织

该扩建项目消防依托宜丰县消防队伍，储配站距宜丰县消防救援大队距离约 12km，可在 15min 内赶到现场。

2) 救护机构

该扩建项目存在的人员伤害主要包括窒息、火灾、灼伤(热灼伤和化学灼伤)及坠落、物体打击等造成的骨折和器官损害。该扩建项目救护依托当地医疗部门，最近的具有相应救护能力的医院距离该扩建项目不到 3km，伤者可得到及时救护。

7 事故应急救援预案

7.1 企业应急救援预案和政府应急救援体系

事故应急救援预案有外部预案和内部预案构成，他们既相互独立又协调一致。对同一种事故，政府部门根据当地安全状况制定外部预案，长输管道运行单位负责制定内部预案。

外部预案包括该地区内涉及易燃、易爆和危险化学品生产的企业、公共场所、要害设施等内部预案，应充分考虑与内部预案的接口，如联络、信号、报警和协调等，并保证地方政府、安全生产监督、消防安全、公共安全、化学救援、卫生救护等协调一致控制突发事故。外部预案与内部预案的关系呈大环套小环的结构。企业内部应急救援预案应并入地方政府编制的区域性化学事故应急救援预案体系中，使之成为区域性化学事故应急救援体系的有机组成部分。

企业内部预案在总体控制下编制，可将各分系统的不同目标、不同情况下的应急救援方法和程序汇编入总的预案中，其制定程序和地方政府外部应急救援预案程序基本一致，只是更强调其针对性、专业性。

7.2 应急救援预案框架

应急救援预案是一个复杂系统，包括一系列的操作规程，其框架见图 7-1。

7.3 应急救援预案基本要素

7.3.1 方针和原则

事故应急救援工作应在预防为主的前提下，贯彻“统一指挥，分级负责，区域为主，单位自救与社会救援相结合”的原则。其中预防

工作是化学事故应急救援工作的基础，除了平时做好事故的预防工作，避免或减少事故的发生外，落实好救援工作的各项准备措施，做到预先准备，一旦发生事故就能及时实施救援。化学事故所具有的发生突然、扩散迅速、危害途径多、作用范围广的特点，也决定了救援行动必须达到迅速、准确和有效，因此，救援工作只能实行统一指挥下的分级负责制。以区域为主，并根据事故的发展情况，采取单位自救与社会救援相结合的形式，充分发挥事故单位及地区的优势和作用。

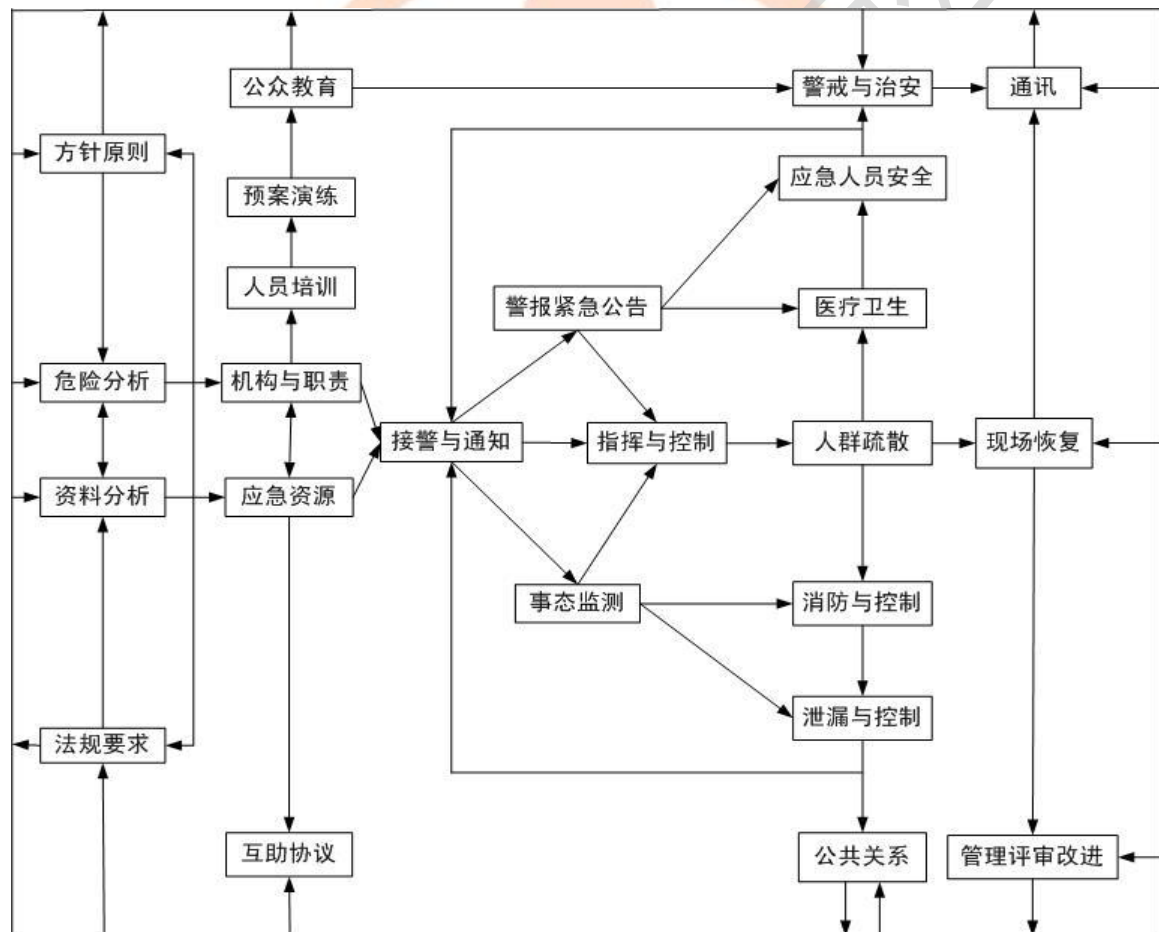


图 7-1 应急救援预案框架图

7.3.2 应急策划

应急策划包括以下内容：

1) 企业基本情况

- 2) 危险目标
- 3) 资料分析
- 4) 法律法规要求

7.3.3 应急准备

应急准备包括以下方面的内容：

- 1) 应急救援组织机构、人员和职责
- 2) 应急救援保障
- 3) 应急培训计划
- 4) 演练计划
- 5) 通信联络方式
- 6) 互助协议
- 7) 事故发生后应采取的工艺处理措施
- 8) 检测、抢险、救援及控制措施
- 9) 预案分级响应条件
- 10) 应急救援程序
- 11) 事故应急救援关闭程序

7.3.4 应急响应

应急响应包括以下方面的内容：

- 1) 接警和通知
- 2) 人员疏散与安置
- 3) 警戒与治安
- 4) 医疗和卫生服务
- 5) 应急人员安全
- 6) 公共关系
- 7) 应急救援专业队伍

8) 消防抢险

9) 资源管理

7.3.5 现场恢复

从应急救援行动到清消和恢复,应采取专门的程序来完成。这主要是根据事故类型和损坏的严重程度,具体问题具体解决,主要考虑以下内容:组织重新进入人员、调查损坏区域、宣布紧急状态结束、开始对事故原因进行调查,并评价事故损失,组织力量进行污染区的清消、恢复等。

7.3.6 该扩建项目应急预案重点

企业应针对 LNG 储配站装卸过程中可能发生的天然气重大泄漏情况,以及天然气输送过程发生重大泄漏情况制定天然气意外泄漏的事故应急预案,提高防止重、特大突发事故能力。

8 安全对策措施及建议

8.1 工程项目可研报告中已提出的安全对策与措施

该扩建项目项目可研报告中对工程中的易燃、易爆、有毒、有害物质的防护设置了必要的防护措施，并拟实施有效的控制，以防止和减少事故的发生。对输送天然气过程中存在易燃、易爆、有毒有害物质的危险部位和场所，设置了一定的安全防范措施，对于落实工程的安全方面的要求，有积极的作用。主要的安全防范措施如下：

1) 天然气储配站站内各建构筑物与站外建构筑物之间的防火间距及放空管与站内、外建构筑物的防火间距均按《城镇燃气设计规范》（2020 版）相关要求设置；选址远离居民区，处于全年最小风频的上风侧。

2) 天然气储配站按功能设放空区、工艺区、生产辅助区和生活办公区，天然气储配站与外界设置两个出入口，天然气储配站四周设实体围墙；站内已建丙类厂房合理种植花卉、草坪，建筑周围栽种树木；本站地势平坦，站区竖向做平地式，站内雨水采用自然排放与有组织排放相结合的方式，雨水排向站区西侧。

3) 天然气储配站调压计量区为甲类火灾危险区域，建筑物结构为门式钢架结构，耐火等级二级；站内生产倒班房、综合楼、门卫、仓库和生产辅助用房均为框架结构，外墙采用银灰色铝塑板及白色外墙涂料，耐火等级二级。

4) 工艺和设备选型均按相关规范要求确定；

5) 项目消防系统按相关规范要求配置灭火器；

6) 供电负荷等级应满足《供配电系统设计规范》中所述“二级”负荷的要求，采用双回路供电。天然气储配站工作电源由市电提供一

路 10KV 高压电源；由于市电只能提供一路电源，所以另一路备用电源由站内柴油发电机组提供。

7) 站内的调压计量区等生产工艺装置区依据《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》均为2区爆炸危险环境场所，其电气设计按规范的要求进行设计及选择电气设备。装置区内的所有电气设备均选用隔爆型，防爆等级不低于Exd II AT1，防护等级室内不低于IP45，室外不低于IP55。爆炸危险区域内的配电线路采用室外铠装电缆直接埋地敷设，入户及引出地面处加装保护钢管并用防爆胶泥封堵，室内采用电缆或电线穿钢管明装敷设，钢管配线在不同的区域之间加装防爆隔离密封装置。

站内其它非爆炸危险环境场所的电力及照明设备按其所在的环境选用防护型或通用型电气设备，防护等级室内不低于IP45，室外不低于IP65。配电线路采用室外铠装电缆直接埋地敷设，入户及引出地面处加装保护钢管，室内采用电缆或电线穿钢管、聚乙烯阻燃型塑料管沿墙内暗敷设。

8) 站内照明：

(1) 照明灯具及光源：站内、装置区等场所照明灯具选用高压钠灯、金属卤化物灯等高效节能灯具；控制室、办公室等办公场所选用细管径三基色T8、T5直管荧光灯；在发电机房等场所选用节能灯。灯具均配高效节能电子镇流器，功率因数不低于0.9。

(2) 应急照明：在控制室、发电机房、生产辅助用房的疏散走廊等人员密集或重要场所均设置事故应急照明。

(3) 照度：控制室、办公室等房间的照度达到300lx，发电机房等房间的照度达到200lx，其它功能房间的照度达到100lx；应急照明照度要求达到普通照明照度的20%以上。

(4) 照明配线：在爆炸危险场所的照明线路采用电线穿镀锌钢管明装敷设，相邻爆炸危险场所及不同的区域之间加防爆隔离密封。（普通环境）照明采用电线穿阻燃型硬质塑料管墙内暗敷设。

9) 站内调压计量区具有爆炸危险环境的建、构筑物为第二类防雷建、构筑，其它均为第三类防雷建筑物。

(1) 防止直击雷：站内的调压计量区、生产辅助用房等建、构筑物均采用避雷网或避雷针保护，防雷接地电阻不大于 10Ω 。

(2) 防止雷电感应和雷电波进入：建筑物内的所有电气设备金属外壳、金属管线等金属构件均做等电位联结并接地；建筑物的进、出电缆及所有金属管道均采取埋地引入，电缆均选用铠装电缆，并在入户处把所有金属管道、电缆保护管及铠装电缆的金属铠装层两端均做好接地，在建筑物电源进线配电箱处加装电涌保护器。

(3) 为减少或降低间接接触电击的接触电压和不同金属部件间的电位差，工艺装置区做等电位联结；所有电气设备的金属外壳、电缆保护管及铠装电缆金属外皮两端、所有工艺设备及金属构件均做等电位联结，金属工艺管道的首、末端、分支处均做接地。站内采用共用接地装置，所有电气设备保护接地、仪表自控系统接地、防雷、防静电接地均接在一起，其接地电阻不大于 10Ω 。

(4) 站内建筑物防雷电波侵入措施

进、出调压计量间、生产辅助用房等建筑物的电缆及所有金属管道均采取埋地引入，电缆均选用铠装电缆，所有金属管道、电缆保护管、铠装电缆的金属铠装层均做接地。

(5) 站内自控、监控及信息系统的防雷

a) 控制室设置等电位联接和接地保护，把室内的电气和电子设备的金属外壳、机 柜、机架、金属管、屏蔽线缆外层、信息设备防静电接地、安全保护接地、电涌保护器 接地等均同等电位接地端子板可靠连接。

b) 自控系统 UPS 电源侧加装电涌保护器，降低电源系统的过电压。

c) 站区自控、监控系统的模拟量信号、数字信号在控制室的仪表柜均加装防雷端子，防止信号系统过电压。

d) 在信息系统的各信号输入端子均加装信号防雷端子，防止信息系统过电压。

10) 项目自控设计范围包括一次就地指示、一次远传仪表、控制阀门、可燃气体报警系统、自动加臭系统、超声波流量计量系统及监控系统。

综合储配站监控系统预留与 SCADA 系统数据通讯接口，数据上传建设方调度中心。

流量计量采用高准确度、高性能的超声波流量检测与计量系统，每台流量计配置有将所检测到的流量信号转换为标准电子信号的变送器。这些信号将被传送到安装在站控制室内相应的流量计算机上。每台流量计成套配置1台流量计算机。流量计算机是流量计算装置，它接收流量检测仪表的流量信号以及由其它检测仪表来的压力、温度、气体组份等信号，并根据有关标准进行计算，将工况流量转换为标准状态下的体积流量。流量计算机还将完成流量的指示、累计、存储等功能。

11) 储配站内设置独立的燃气泄漏报警系统，该系统主要由可燃气体报警控制器和可燃气体探测器组成。调压计量区设置可燃气体

探测器，天然气泄漏检测选用催化燃烧气体传感器。当各检测区 CH₄ 泄漏浓度达到 1%（体积百分比）时控制室发出声光报警信号，并在可燃气体报警控制器显示报警地址及报警时间。

12) 紧急停车及联锁方案(ESD)

(1) CH₄ 浓度达到报警设定值时报警控制器发出声光报警信号；

(2) 控制室设置紧急切断按钮。紧急情况下按 EST 关闭进出站总阀门；

(3) 上位机设置紧急切断软按钮 1，切断进站电动阀；设置紧急切断软按钮，切断出站电动阀；

13) 防爆和防护等级

处于爆炸危险性场所的电动仪表及电气设备按隔爆型设计。选用根据生产工艺特点及燃气规范，生产区为 2 区爆炸危险环境，现场安装的用电仪表防爆等级为隔爆型，防爆等级不低于 Exd II AT1，室内安装用电仪表 IP55（最低），室外安装用电仪表防护等级不低于 IP65（最低）。仪表系统设计为安全防爆系统。

14) 仪表系统供电及接地

(1) 自控设备供电 电子计算机房用电负荷等级及供电要求按照现行国家标准《供配电系统设计规范》的规定执行。本系统需要为仪表及计算机、通讯系统提供可靠的供电电源，并配置在线式、长效型 UPS 电源，延时供电时间 1 小时。

供电类型：交流 220 VAC 50Hz；电压（波动±5%） 50Hz（波动±0.5HZ）；

直流 24V±0.3V DC。纹波电压（波动<0.2%）

(2) 系统接地

根据上述设计内容，接地系统设计为 1 个独立接地网；控制系统工作接地电阻不大于 4Ω ；所有的仪表设备外壳、防爆接线箱、电缆保护管、电缆屏蔽层、铠装层及仪表盘等均应与电气接地网良好的接地，接地电阻不大于 4Ω 。

15) 地下燃气管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的水平和垂直净距满足《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 和《聚乙烯燃气管道工程技术规程》CJJ63-2008 的相关要求。

16) 为了防止其它地下工程施工时对已敷设的燃气管道造成破坏，埋地燃气管道安装完工后，回填时在燃气管道上方覆土 0.5m 处设置夹金属可探测黄色警示带，以警示施工作业者注意下部有燃气管道。

17) 项目综合管理系统采用完整的城市天然气综合管理系统 SCADA 系统（监控与数据采集系统）。

18) 项目将建立完善组织结构、合理配备劳动定员和后方设施。

8.2 本评价补充提出的安全对策措施

本次评价针对下一步初步设计及施工、运行提出一些补充的安全对策措施，在项目后续执行中应予落实。

8.2.1 站场

1) 平面布置

(1) 站内应设环形消防道路。

(2) 天然气接收站与架空电力线路、架空通信线的安全距离应大于 1.5 倍杆高。地区架空电力线路，严禁穿越生产区。

(3) 项目设施初始现阶段用户不多，LNG 储罐满足供气区内平均 10 日需求量问题不突出，今后工业用户发展后，应充分考虑储罐容量、备用储罐、消防等及时调整，过渡期，考虑使用槽车补充供气

等手段。

(4) LNG 储罐区应按要求设置防火堤。

(5) 液化天然气储罐和储罐区的布置应符合下列要求：

a. 储罐之间的净距不应小于相邻储罐直径之和的 $1/4$ ，且不应小于 1.5m ；储罐组内的储罐不应超过两排；

b. 储罐组四周必须设置周边封闭的不燃烧体实体防护墙，防护墙的设计应保证在接触液化天然气时不应被破坏；

c. 防护墙内的有效容积(V)应符合下列规定：

1) 对因低温或因防护墙内一储罐泄漏着火而可能引起防护墙内其他储罐泄漏，当储罐采取了防止措施时。

V 不应小于防护墙内最大储罐的容积；

2) 当储罐未采取防止措施时， V 不应小于防护墙内所有储罐的总容积；

d. 防护墙内不应设置其他可燃液体储罐；

e. 严禁在储罐区防护墙内设置液化天然气钢瓶灌装口；

f. 容积大于 0.15m^3 的液化天然气储罐（或容器）不应设置在建筑物内。任何容积的液化天然气容器均不应永久地安装在建筑物内。

2) 安全设施

(1) 关键部件和附件充分考虑工艺过程及物料特性的要求，阀门等根据要求选择，保证其良好的密闭性能。

(2) 城镇燃气加臭剂应符合下列要求：加臭剂和燃气混合在一起后应具有特殊的臭味；加臭剂不应对人体、管道或与其接触的材料有害；加臭剂的燃烧产物不应对人体呼吸有害，并不应腐蚀或伤害与此燃烧产物经常接触的材料；加臭剂溶解于水的程度不应大于 2.5% (质量分数)；加臭剂应有在空气中应能察觉的加臭剂含量指标。燃气

中加臭剂的最小量应符合下列规定：

- a. 无毒燃气泄漏到空气中，达到爆炸下限的 20% 时，应能察觉；
- b. 有毒燃气泄漏到空气中，达到对人体允许的有害浓度时，应能察觉；

(3) LNG 槽车卸车应采用万向管道充装系统。

(4) 储配站内设置独立的燃气泄漏报警系统，该系统主要由可燃气体报警控制器和可燃气体探测器组成。调压计量区设置可燃气体探测器，天然气泄漏检测选用催化燃烧气体传感器。当各检测区 CH₄ 泄漏浓度达到 1%（体积百分比）时控制室发出声光报警信号，并在可燃气体报警控制器显示报警地址及报警时间。可燃气体探测器设置应符合下列规定：

- a. 可燃气体和有毒气体检测报警系统的气体探测器、报警控制单元、现场警报器等供电负荷，应按一级用电负荷中特别重要的负荷考虑，宜采用 UPS 电源装置供电。
- b. 释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域内，可燃气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 10m。
- c. 汽车装卸站的装卸车鹤位与探测器的水平距离不应大于 10m。
- d. 检测比空气轻的可燃气体或有毒气体时，探测器的安装高度宜在释放源上方 2.0m 内。
- e. 探测器应安装在无冲击、无振动、无强电磁场干扰、易于检

修的场所，探测器安装地点与周边工艺管道或设备之间的净空不应小于 0.5m。

f. 液化烃、甲 b、乙 a 类液体等产生可燃气体的液体储罐的防火堤内，应设探测器。可燃气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 10m。

(5) 液化天然气储罐必须设置安全阀，安全阀的开启压力及阀口总通过面积应符合国家现行《压力容器安全技术监察规程》的规定。

(6) 液化天然气储罐安全阀的设置应符合下列要求：a. 必须选用奥氏体不锈钢弹簧封闭全启式；b. 单罐容积为 100m^3 或 100m^3 以上的储罐应设置 2 个或 2 个以上安全阀；c. 安全阀应设置放散管，其管径不应小于安全阀出口的管径。放散管宜集中放散；d. 安全阀与储罐之间应设置切断阀。

(7) 储罐应设置放散管。

(8) 储罐进出液管必须设置紧急切断阀，并与储罐液位控制连锁。

(9) 液化天然气储罐仪表的设置，应符合下列要求：

a. 应设置两个液位计，并应设置液位上、下限报警和连锁装置。

注：容积小于 3.8m^3 的储罐和容器，可设置一个液位计（或固定长度液位管）。

b. 应设置压力表，并应在有值班人员的场所设置高压报警显示器，取压点应位于储罐最高液位以上。

c。采用真空绝热的储罐，真空层应设置真空表接口。

(10)液化天然气气化器的液体进口管道上宜设置紧急切断阀，该阀门应与天然气出口的测温装置连锁。

(11)液化天然气气化器或其出口管道上必须设置安全阀，安全阀的泄放能力应满足下列要求：

a.环境气化器的安全阀泄放能力必须满足在 1.1 倍的设计压力下，泄放量不小于气化器设计额定流量的 1.5 倍。

b.加热气化器的安全阀泄放能力必须满足在 1.1 倍的设计压力下，泄放量不小于气化器设计额定流量的 1.1 倍。

(12)液化天然气气化器和天然气气体加热器的天然气出口应设置测温装置并应与相关阀门连锁；热媒的进口应设置能遥控和就地控制的阀门。

(13)对于有可能受到土壤冻结或冻胀影响的储罐基础和设备基础，必须设置温度监测系统并应采取有效保护措施。

(14)储罐区、气化装置区域或有可能发生液化天然气泄漏的区域内应设置低温检测报警装置和相关的连锁装置，报警显示器应设置在值班室或仪表室等有值班人员的场所。

(15)爆炸危险场所应设置燃气浓度检测报警器。报警浓度应取爆炸下限的 20%，报警显示器应设置在值班室或仪表室等有值班人员的场所。

(16)液化天然气气化站内应设置事故切断系统，事故发生时，应切断或关闭液化天然气或可燃气体来源，还应关闭正在运行可能

使事故扩大的设备。

(17) 液化天然气气化站内设置事故切断系统应具有手动、自动或手动自动同时启动的性能,手动启动器应设置在事故时方便到达的地方,并与所保护设备的间距不小于 15m,手动启动器应具有明显的功能标志。

(18) 液化天然气立式储罐固定喷淋装置应在罐体上部和罐顶均匀分布。

3) 装卸运输应符合下列要求:

a、装运易爆、剧毒、易燃液体、可燃气体等危险化学品,应采用专用运输工具。

b、危险化学品装卸配备工具,专用装卸器具的电气设备应符合防火、防爆要求。

c、有毒、有害液体的装卸应采用密闭操作技术,并加强作业场所通风,配置局部通风和净化系统以及残液回收系统。

d、装卸对人身有毒害及腐蚀性的物品时 操作人员应根据危险性穿戴相应的防护用品。

e、装卸作业现场要远离热源,通风良好;电器设备应符合国家有关规定要求,严禁使用明火灯具照明,照明灯应具有防爆性能;易燃易爆货物的装卸场所要有防静电和避雷装置。

f、危险货物装卸完毕,作业现场应清扫干净。

g、进入库区的所有机动车辆,必须安装防火罩。

k、危险货物运输时,应严格执行许可证规定,运输应有相应资

质的单位进行运输，其运输应遵守国家的相关规定。危险货物厂内运输应按规定路线、规定速度行驶，从物流大门出入。

1、在有危险化学品存在场所按规范设置化学品安全周知卡和危害告知。

8.2.2 电气安全措施

1) 供电装置应按有关规范设置完善的保护装置，如过载保护、过流保护、失压保护和速断开关、隔离开关、防雷装置、接地装置等。

2) 新建的变电站应符合有关规范的要求，其耐火等级不应低于二级。其结构应保证通风良好满足防雨雪、防潮、防尘、防小动物的基本要求。

3) 变配室的门应向外开，当其长度超过7m时，应设置两个出入口。配电屏后维护通道净宽应不小于0.8m，通道上方低于2.3m的裸导线应加防护措施。

4) 为防止触电伤害事故，高压配电柜前应铺高压绝缘橡皮垫。低压配电柜前应铺绝缘皮垫。变配电所应配置绝缘操作杆、验电器、高压绝缘手套、绝缘靴等辅助绝缘用具，对操作人员应配绝缘鞋、护目镜等防护用品。

5) 项目的电缆、电线穿过墙体、穿楼板的孔洞应采用防火材料堵塞。

6) 项目的电气设备应按有关规范的要求进行安全接地，其接地电阻应符合相关规范要求。

7) 项目应按规范设计、安装完善的防雷接地系统，并定期进行检验、监测，确保防雷装置各组件完好有效，接地电阻满足有关规范的要求。

8) 变配电室应设置“止步、高压危险”等警告标志。机旁电气操

作箱应有明显的有电标志。电气控制柜应明显低标出其所控制的设备及编号。

9) 配电室内应配备相应数量的干粉灭火器或二氧化碳灭火器。

10) 高压电器的裸露部分应设有安全防护围栏。

11) 选用具有“五防”功能的开关设备。

12) 为设备检修选用的手持电器、手持灯具的工作电压，应符合有关规定。

13) 为手持电器装用的插座之前应设有漏电保安器。

14) 供电负荷设计：接收站的控制系统、通讯系统、远线控制的截断阀室的自动化控制系统及事故照明应为二级负荷，对这些特别重要的负荷要采用不间断电源（UPS）供电，蓄电池的后备时间应按发电机组的启动方式确定。

15) 电气系统的防火措施：

①集中控制室、仪表室等人员集中的房间，维护结构和装饰材料满足耐火极限要求，楼梯、门等满足疏散要求。所有配电室、发电机出线间、电缆夹层、电缆竖井的门均采用防火门，防火门均朝有利于人员疏散的方向开启，耐火极限大于1h。穿墙、穿楼板电缆及管道四周的孔洞，采用防火材料堵塞，并严禁汽水和油管道穿越上述房间。

②配电装置室的设计，满足下列各项要求：长度大于7m的配电装置室，有两个出口；装配式配电装置的母线分段处，设置有门洞的隔墙；充油电气设备间的门若开向不属配电装置范围的建筑物内时，其门为非燃烧体或难燃烧体的实体门。配电装置室的门内侧装设不用钥匙开启的弹簧锁，严禁使用门闩。相邻配电装置之间有门时，门能向两个方向开启。配电装置室按照事故排烟要求，设置足够的事故通风装置。配电装置室内通道保证畅通无阻，不设置门槛，并没有与配

电装置无关的管道通过。

③电缆设施防火，符合下列要求：在电缆隧道及重要回路的电缆沟中，在必要部位设置防火墙。电缆沟单独设置，不布置热管道、油管道内且不穿越上述管道，电缆沟用砂充填。在主厂房内易受外部着火影响的区域，采取防火措施。在电力电缆接头两侧紧靠2~3m的区域，以及沿该电缆并行敷设的其它电缆同一长度范围，采取阻止延燃的措施。电缆沟设计远离油源。防火包带、涂料，难燃或耐火槽盒，难燃、耐燃型电缆具备必要的强度及耐久性，满足预期的有效阻止延燃性或耐燃性的要求，并符合难燃或耐燃性能基本考核标准。电缆隧道采用自然通风，设置带有爬梯的人孔，相邻人孔间最大距离不大于75m，人孔距终端不超过5m，人孔直径不小于700mm。电缆沟排水采取隔断措施，防止热蒸汽反冲入，并分段组织好电缆沟和电缆隧道排水。

15) 柴油发电机室柴油发电机排烟口应设阻火器，柴油储存间应和发电机组分开设置，输送油品管道应有导除静电措施。

8.2.3 消防和防雷、防静电措施

1) 消防

(1) 该扩建项目 LNG 储配站设消防给水系统。项目下一步设计中应按规范要求考虑接入县区消防管网，补充完善相关内容。LNG 储罐区应设置泡沫灭火系统。

(2) 各工艺装置区、主要建筑物、仪表电器设备间等场所，依据其火灾危险度及区域大小设置不同数量、不同类型的移动式磷酸铵盐灭火器或泡沫型灭火器。

(3) LNG 储配站内建（构）筑物配置灭火器配置类型和数量应按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的

规定进行核算。每一配置点的灭火器数量不应少于两个，多层框架应分层配置。

(4) 防火间距内应无易燃物、毒物堆积。

(5) 设在综合楼中门站和管网中控室应设置火灾自动报警系统。工艺装置、储运设施的控制室应设火灾报警专用电话。

(6) 消防通道应畅通无阻。

(7) 按规范要求合理配置可燃气体报警探头。

2) 防、雷防静电措施

(1) 变配电室、发电机间等外设环形接地网。进线开关柜及低压开关柜设置 SPD+B+C 组合式浪涌保护器，终端配电箱设置末端浪涌保护。

(2) 管线的始末端、分支处及直线段每隔 100~200 米处，设置防静电、防感应雷的接地装置。

(3) 放空管管底部设集中接地装置。

(4) 所有电气设备的金属外壳均应可靠接地。

(5) 站场内的工作接地、保护接地、静电接地和建构筑物的防雷接地采用统一的接地系统，综合接地电阻不大于 10Ω 。通信系统所有设备均应做良好的防雷、防静电和保护接地。接地系统采用联合接地的方式，接地电阻不大于 10Ω 。接地线连接到机房公用的接地排上。

(6) 为保证设备安全和系统的可靠，在控制系统的所有 I/O 点、数据通信接口、电源等有可能将感应雷电所引起的高压引入系统的关键部位，应采取防护措施，以避免雷电感应的高压窜入，造成设备损坏。主要的现场检测仪表应具有防雷保护的功能。防雷击或浪涌的保护设备应采用高可靠性产品。

(7) 在进入爆炸危险区外部设置人体放静电设施。

(8) 在罐车卸车场所，建议设置独立避雷针防直击雷。

8.2.4 施工安全对策措施

1) 应严格挑选有资质和业绩的施工队伍，确认施工单位的合法性、适应性、可靠性、技术资质水平和安全保证条件。施工单位应具有十分丰富的管道及站场施工经验，建立质量保证体系，确保施工质量。

承建穿越工程的施工单位应具有相应级别的压力管道安装许可证、相应级别的压力容器制造许可证或安装许可证。承建防爆电气设备安装的施工单位应具有相应项目的资格证书。

焊接压力管道的焊工，应按《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》进行考试，取得焊工合格证。

无损检测人员应按《锅炉压力容器无损检测人员资格考核规则》进行考核，取得相应的资格。

2) 对工程中使用的设备、机具、配件应严格进行施工前的检验，检验合格后才能允许施工安装。

3) 施工过程中途径、跨越、交叉现有其他管道、电缆、光缆等设施场所，应事先尽量详细收集相关信息，资料，需与相关方事先沟通的，尽量事先协调好相关事宜，做到本项目的施工不影响和伤害到现有其他管道、电缆、光缆等设施场所。

施工中的安全技术和劳动保护应按国家现行标准《石油化工施工安全技术规程》SH3505 的有关规定执行。

4) 材料和设备的规格、型号、材质、质量应符合设计及有关产

品标准的规定。

5) 材料和设备（包括工艺设备和电气仪表设备，以下同）必须是有生产许可证的专业制造厂生产，应具有有效的质量证明文件。其质量不得低于国家现行有关标准的规定，不合格的产品不得使用。

6) 严格施工监理制度，选择有相应资质和业绩的监理单位对施工质量进行监督检验。

7) 施工完毕后应由具有检验资格的单位按有关验收规范、规定，对工程质量进行监督检验。

8) 严格执行《安全用火管理制度》，按制度规定的要求和程序办理施工用火票。落实安全用火措施，经监护人确认后方可动火。

8.2.5 应补充的安全管理对策措施

1) 明确安全管理的方针和目标，必须依据新的生产要求制订符合国家职业安全健康政策和法律、法规的职业安全健康方针和目标。

2) 建立、健全安全生产管理机构，落实专职安全管理人员，建立完善安全生产责任制度、安全生产规章制度、管理措施、操作规程，事故应急救援预案等。

3) 应根据企业生产活动的危险、有害因素明确控制的重点及优先顺序，以利于制订具体的管理方案，切实改善企业的职业安全健康状况；定期给职工体检，建立职工体检情况档案。

4) 建议积极推广标准化安全管理，按照《企业安全生产标准化基本规范》基本要素：安全生产目标、组织机构和职责、安全投入、法律法规与安全管理制度、教育培训、生产设备设施、作业安全、隐患排查和治理、危险源监控、职业健康、应急救援、事故报告、调查

和处理、绩效评定和持续改进等要求建立标准化体系，实施安全目标控制，实现全面安全管理。

5) 强化人的因素，提高人员素质，对新员工进行安全意识和安全技术培训，提高危险辨识能力和自我保护意识。

6) 对调压撬等特种经营设备的采购应选取获得国家特种经营设备生产许可企业的产品；对危险性较大的生产设备及配套的安全装置应按国家的有关规定检验、操作、维修、保养，保持设备、设施的完好状态。

7) 安全和职业危害防护专用设备，包括通风、除尘、消防、降噪、标志、防护等设施，要指定专业人员负责维护保养，确保正常运行。

8) 对国家有强检要求的设备及安全阀等附件设施在投入使用前应经法定检验机构检验合格后方可投入使用。压力表、安全阀等安全附件、可燃气体报警仪、火灾报警设备和联锁装置等监控、控制器应制定定期校验、记录计划。同时，必须加强安全管理，确保安全设施有效。

9) 要加强对设备运行时的监视、检查、定期维修保养等管理工作，保持设备、设施的完好状态。建立设备台帐。建立对管网及户内设施的安全巡查制度。

10) 应严格执行动火审批制度，动火前应检测可燃物的浓度，动火时须有专人监护，并准备适用的消防器材。

11) 新增员工上岗前应进行“三级教育”，应组织特种作业人员

参加相关部门的培训，经考核合格后持证上岗。

12) 在考虑该扩建项目定员中，应按《安全生产法》的要求，合理配置专职安全管理人员。

13) 按导则要求编制事故应急救援预案，配备事故抢险抢修的设备设施。

8.2.6 应补充的职业危害防护对策措施

1) 有人值守站场应配备必要药品、急救箱，并依托当地医疗机构。

2) 有人值守站场应根据人员情况配备浴室和淋浴设备，女工单设休息室、卫生间和浴室。人员休息场所应建在站场设施的上风向。

3) 按国家有关规定，应为现场作业人员配备必要的工作鞋、口罩、去油污用品等个体劳动防护用品。

4) 有人值守站场根据人员情况配备防毒面具和可燃气体检漏仪、噪声仪等检测仪器。

5) 设计中优先选用低噪声电机，并采取必要的隔声、消音措施，使工作场所的声压级达到《工业企业噪声控制设计规范》(GBJ 87-85)和《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2002)的要求。

6) 对于气体放空设备安装消音器。

7) 宜对建设项目进行职业卫生评价，当需要采取卫生防护措施和配置卫生辅助设施时，要与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，使之符合卫生要求。

8.2.7 需要强调的其他安全对策措施

1) 总变（配）电所，变（配）电间的室内地坪应比室外地坪高 0.6m

2) 站内的电缆沟应有防止可燃气体积聚及防止可燃液体的污水进入沟内的措施。电缆沟通入变(配)电室、控制室的墙洞处,应填实、密封。

3) 甲、乙类火灾危险性厂房应设向外开启的门,且不宜少于两个,其中一个能满足最大设备进出要求,建筑面积小于或等于 100m²时可设一个向外开启的门。

4) 埋地输气管道同地面建(构)筑物的最小间距应符合《输气管道工程设计规范》(GB50251-2003)规定。

5) 当输气管道通过杂散电流干扰区时,应按国家现行标准《埋地管道直流排流保护技术标准》的有关规定采取防护措施。

6) 站控计算机系统应采取保证安全可靠的冗余技术措施。重要的站应采用双机热备用运行方式;系统中应设置故障自动切换装置

7) 应制定检维修过程中置换空气的安全措施。

8) 项目建成后应采用露点仪定期检测管道内、天然气储配站等处天然气的水露点。如果水露点超标,要及时进行清管作业,防止水结冰冻坏管网及截止阀,或造成截止阀的失灵。

9) 当天然气供气起源不足否压力偏低,即上游客户因各种原因不能保证下游客户的天然气供应时,可能造成下游工业企业的停产、停业,影响企业产品的交付。更有甚者,可能造成设备损坏,影响产品质量产量等。建议该企业应设置一定量的天然气储存罐或配备天然气槽罐车,以保证不能停气的工业用户或居民用户的用气需求。

10) 项目选用的生产设备、阀门、管道及管件等的选型应符合相关的规格要求,确保产品质量。

11) 天然气要按首批重点监管的危险化学品安全措施和事故应急处置原则管理。

12) 天然气储配站应按照《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)、《安全色》(GB2893-2020)的规定要求,在相应作业场所附近设置安全标志,防止误操作事故发生。

8.2.8 事故应急救援预案的编制

1) 企业应按《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020 的要求在原有预案的基础上进一步完善该项目的应急救援预案,配置救援器材和劳动防护用品,以保证应急救援预案的有效性,在事故发生后能及时予以控制,防止重大事故的蔓延,有效的组织抢险和救助。该项目事故应急救援预案必须与企业总体预案相衔接。

2) 制订事故应急救援预案的原则是“以防为主,防救结合”,做到“预防为主、自救为主、统一指挥、分工负责”。

3) 制定事故应急救援预案时,应具体描述意外事故和紧急情况发生时所采取的措施,其基本要求是:具体描述可能的意外事故和紧急情况及其后果;确定应急期间负责人及所有人员在应急期间的职责;应急期间起特殊作用人员(例如:消防员、急救人员、毒物泄漏处置人员)的职责、权限和义务;疏散程序;危险物料的识别和位置及其处置的应急措施;与外部应急机构的联系(消防部门、医院等);与应急管理部门、公安部门、保险机构及相邻的交流;重要记录和设备等保护(如装置布置图、危险物质数据、联络电话号码等)。

4) 制定事故应急救援预案时,除了针对重大危险源以外,对易燃、易爆、有毒的关键生产装置和重点生产部位都要制定应急救援预案,针对情况的不同,分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。包括:发生火灾时的应急救援预案;发生爆炸时的应急救援预案;发生火灾、爆炸、中毒等综合性事故时的应急救援预案;发生中

毒窒息事故的应急救援预案；生产装置区、原料储存区发生意外泄漏或事故性溢出时的应急救援预案；发生自然灾害时的应急救援预案；其他应急救援预案。

5) 编制的应急预案应当具备实用性、基本要素的完整性、预防措施的针对性、组织体系的科学性、响应程序的可操作性、应急保障措施的可行性、各类应急预案的衔接性。应急预案应当组织专家对本单位编制的应急预案进行评审；参加应急预案评审的人员应当包括应急预案涉及的政府部门工作人员和有关安全生产及应急管理方面的专家。

6) 经评审合格并经企业负责人签署发布的应急预案应报所在地县级以上地方人民政府应急管理部门和有关主管部门备案。

7) 应当制定应急预案演练计划，根据事故预防重点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练；应急预案演练结束后，应急预案演练组织单位应当对应急预案演练效果进行评估，撰写应急预案演练评估报告，分析存在的问题，并对应急预案提出修订意见。

8) 发生事故后，应当及时启动应急预案，组织有关力量进行救援，并按照规定将事故信息及应急预案启动情况报告应急管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门。

8.2.9 危险化学品安全对策措施建议

8.2.9.1 重点监管的危险化学品安全对策措施

该项目涉及的危险化学品液化天然气为重点监管的危险化学品。重点监管的危险化学品储存设施应做到：

【一般要求】

操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。

密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。

在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩带供气式呼吸器。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。

储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，重点储罐需设置紧急切断装置。

避免与氧化剂接触。

生产、贮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。

【操作安全】

(1) 天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。

(2) 生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业（固定动火区必须距离生产区 30m 以上）。生产需要或检修期间需动火时，

必须办理动火审批手续。配气站严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。

(3) 天然气配气站中，不准独立进行操作。非操作人员未经许可，不准进入配气站。

(4) 充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。

8.2.9.2 特别管控危险化学品安全对策措施

一、建设信息平台，实施全生命周期信息追溯管控

推进全国危险化学品监管信息共享平台建设，构建特别管控危险化学品从生产、储存、使用到产品进入物流、运输、进出口环节的全生命周期追溯监管体系，完善信息共享机制，确保相关部门监管信息实时动态更新。探索在特别管控危险化学品的产品包装以及中型散装容器、大型容器、可移动罐柜和罐车上加贴二维码或电子标签，利用物联网、云计算、大数据等现代信息技术手段，逐步实现特别管控危险化学品的全生命周期过程跟踪、信息监控与追溯。

二、研究规范包装管理

加强与相关部门的沟通协调，推动规范特别管控危险化学品产品包装的分类、防护材料、标志标识等技术要求以及中型散装容器、大型容器、可移动罐柜和罐车的设计、制造、试验方法、检验规则、标志标识、包装规范、使用规范等技术要求，推动实施涉及特别管控危险化学品的危险货物的包装性能检验和包装使用鉴定。

三、严格安全生产准入

对特别管控危险化学品的建设项目从严审批，严格从业人员准入，对不符合安全生产法律法规、标准和产业布局规划的建设项目一律不

予审批，对符合安全生产法律法规、标准和产业布局规划的建设项目，依法依规予以审批，避免“一刀切”。

四、强化运输管理

建立健全并严格执行充装和发货查验、核准、记录制度，加强运输车辆行车路径和轨迹、卫星定位以及运输从业人员的管理，从源头杜绝违法运输行为，降低安全风险。利用危险货物道路运输车辆动态监控，强化特别管控危险化学品道路运输车辆运行轨迹以及超速行驶、疲劳驾驶等违法行为的在线监控和预警。加快推动实施道路、铁路危险货物运输电子运单管理，重点实现特别管控危险化学品的流向监控。

五、实施储存定置化管理

相关单位（港口、学校除外）应在危险化学品专用仓库内划定特定区域、仓间或者储罐定点储存特别管控危险化学品，提高管理水平，合理调控库存量、周转量，加强精细化管理，实现特别管控危险化学品的定置管理。加强港口危险货物储存管理，危险货物港口经营人应当在危险货物专用仓库、堆场、储罐储存特别管控危险化学品，并严格按照有关法律法规标准实施隔离，建立作业信息系统，实时记录特别管控危险化学品的种类、数量、货主信息等，并在作业场所以外备份。

六、其他要求

通过水运、空运、铁路、管道运输的特别管控危险化学品，应依照相关法律、行政法规及有关主管部门的规定执行。

9 评价结论

根据宜丰港华燃气有限公司提供的《LNG 储配站扩建工程可行性研究报告》（LNG 储配站扩建工程）及其他技术资料，通过对主要危险有害因素分析，以及采用相应安全评价方法的综合评价，提出评价结论。

9.1 该扩建项目主要危险有害因素

该扩建项目工艺过程中存在潜在的火灾、爆炸、电气伤害、机械伤害、车辆伤害、高处坠落等主要危险因素；天然气及加臭剂发生泄漏可能引起人员中毒窒息，机泵、柴油发电机、放散管放空等设施产生的噪声等危害，对操作人员的健康存在潜在的危害。

该扩建项目天然气储配站构成危险化学品三级重大危险源，不涉及监控化学品、易制毒危险化学品、易制爆危险化学品、剧毒化学品；液化天然气属于重点监管危险化学品、特别管控危险化学品。

9.2 该项目建设方案评价结论

1) 从 LNG 储配站扩建工程地址的选择考虑，该扩建项目拟定的位置、平面布置等均符合安全方面的要求。

2) 储配站总平面布置能够满足《城镇燃气设计规范》（2020 版）（GB50028-2006）中有关总平面布置的要求。

3) 该扩建项目供电负荷级别设计能够符合国家标准《输气管道工程设计规范》（GB50250-2015）的相关规定。防雷（接地）设计符合《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010 年版）的相关规定。

4) 该扩建项目防火设计符合《建筑设计防火规范》（GB50016-2014（2018 版））相关规定。

9.3 天然气泄漏危险原因和风险程度评价结论

采用事故树评价法对天然气管网管道泄漏原因进行评价。评价结果表明，外力破坏、违章作业、安装质量、设备故障及腐蚀是造成管道天然气泄漏事故发生的最重要因素。

用火灾爆炸事故后果评价法对液化天然气 150m³ 低温低压储罐，采用蒸汽云爆炸（VCE）模型评价一个 150m³ 储罐破裂泄漏，发生 VCE 爆炸对人体的伤害及周围设施的破坏程度。评价结果表明，储配站储罐单元一旦发生火灾爆炸事故，危害是很大的。如果因为某种原因储罐发生破裂泄漏，液化天然气（LNG）与空气混合形成的混合气体发生爆炸时，人员的伤害范围半径在 310m 以内；设备、设施的破坏范围半径在 249m 以内。由于对建构筑物的破坏范围覆盖了 LNG 储配站大部分区域；所以一旦发生此类爆炸事故，必将造成储罐区内设备、管道破坏，形成更大范围的 LNG 泄漏，从而产生大量的 LNG 与空气的混合气体，如果条件适宜，将进一步发生爆炸事故，造成更巨大的损失。

从总体上看，该扩建项目采取的预防火灾爆炸措施还是比较有效的，然而由于火灾爆炸危险是该扩建项目工程的主要危险有害因素之一，在设计和今后生产中也要严加注意，密切监控，避免恶性事故的发生。

9.4 职业卫生分析

1) 天然气储配站放散管放空的噪声都在非正常情况下产生，建议戴上护耳器具保护人员听力。

2) 对于加臭装置，建议项目竣工后对加臭装置进行加臭剂浓度

检测，并在现场设置冲洗喷淋设施。

3) 对夏季巡线高温作业期间，加强对职工的防暑降温保护措施。

9.5 综合评价结论

通过对宜丰港华燃气有限公司 LNG 储配站扩建工程项目可行性研究报告的分析调研和评价，该扩建项目符合国家相关法律、标准要求，选择了较为、成熟的输配、管道敷设工艺、设备及先进的 SCADA 安全控制系统，方案可行；总体上符合现阶段安全要求。但应根据本安全评价报告中提出的应补充的安全对策措施，在初步设计中进行修改与补充，以保证该扩建项目建成投产后安全设施、措施符合国家相关法律法规、标准规定。据此，本报告认为该扩建工程项目的风险是可以控制的，其风险程度是可以接受的。

