

江西天然气井冈山有限公司  
井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）

# 安全预评价报告

## （备案稿）

建设单位：江西天然气井冈山有限公司

建设单位法定代表人：湛波

建设单位：江西天然气井冈山有限公司

建设单位联系人：吴明浩

建设单位联系电话：18179605450

2022年9月2日

江西天然气井冈山有限公司

井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）

## 安全预评价报告

（备案稿）

评价单位名称：江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

法定代表人：朱文华

技术负责人：马程

评价项目负责人：周红波

评价单位联系电话：0791-87379377

2022年9月2日

## 安全评价技术服务承诺书

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

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

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

四、我单位对本项目安全评价报告中结论性内容承担法律责任。

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心（公章）

2022 年 9 月 2 日

## 规范安全生产中介行为的九条禁令

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

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

三、禁止中介机构出具虚假或漏项、缺项技术报告的行为；

四、禁止中介机构出租、出借资格证书、在报告上冒用他人签名的行为；

五、禁止中介机构有应到而不到现场开展技术服务的行为；

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

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

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

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

## 安全评价报告评价人员

	姓 名	职业资格证书编号	从业编号	签 字
项目负责人	周红波	1700000000100121	020702	
项目组成员	王 波	S011035000110202001263	040122	
	占 伟	S011035000110192001525	027085	
	檀廷斌	1600000000200717	029648	
	倪宏华	S011035000110193001181	036831	
报告编制人	周红波	1700000000100121	020702	
报告审核人	戴 磷	1100000000200597	019915	
过程控制负责人	王海波	S011035000110201000579	032727	
技术负责人	马 程	S011035000110191000622	029043	

## 参与人员

姓 名	专 业	签 字
李景龙	安全工程	

## 前 言

江西天然气井冈山有限公司由江西天然气能源投资有限公司和吉安华润燃气有限公司于 2013 年 10 月 23 日共同出资成立，注册资本金 5000 万元，双方股东各占 50% 股份，目前资产总额 9900 万元。公司经营范围为燃气配套设施、设备、炉具、灶具、厨房电器等的销售、安装、维修、维护服务，管道燃气、燃气汽车用天然气（CNG 或 LNG）项目的投资、建设、运营和管理，经营其他与管道燃气有关的物资和服务。江西天然气井冈山有限公司拥有井冈山市所有行政管辖区域管道燃气特许经营权 30 年，现有居民用户 5500 余户、商业用户 20 户、工业用户 9 户，日供气量 50000 余方。公司建成的工程有古城门站（2018 年 11 月通气投产）、新城区 LNG 气化站，累计敷设中压天然气管道 18 公里，庭院管中、低压天然气管道 42 公里。

2018 年初，江西天然气井冈山有限公司收购了井冈山市星源天然气有限公司的资产并正常运营。公司现有职员 45 人，设总经理 1 人，并设有专职安全管理人员 1 人。公司架构包括股东会、董事会、监事会以及总经理、副总经理领导管理，下设五个部门：计划财务部、市场客服部、安全环保部、龙市管理处、工程管理部。

江西天然气井冈山有限公司 2020 年 12 月 30 日取得了吉安市发展和改革委员会核准的“关于核准井冈山市碧溪镇天然气利用工程的批复”，由于市场原因，该项目分两期进行建设，本期建设内容为“黄洋界大道（龙江大道至井冈山大道）、文明大道（黄洋界大道至拿山林场）、碧锦大道（拿山林场至泮塘大道）”的天然气管道工程。

江西天然气井冈山有限公司拟投资建设井冈山市碧溪镇天然气利用工程。本工程的建设符合政府需求，满足公司战略发展规划，将为改善碧溪镇能源消耗结构，减轻重质能源对环境影响，完善碧溪镇基础设施建设，实现节能减排，打造绿色环保生态添砖加瓦。

根据《危险化学品目录》（2015 版），本工程涉及到的危险化学品为天然气，不涉及剧毒化学品和易制毒化学品。天然气为重点监管的危险化学品。

为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，落实《中华人民共和国安全生产法》、《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，第 77 号修正）、《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2013]第 645 号）及《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 45 号，第 79 号修正）等国家法律、法规的有关要求，推进江西天然

气井冈山有限公司井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）在设计上实现本质安全化，江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心受江西天然气井冈山有限公司的委托，对江西天然气井冈山有限公司井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）进行安全预评价。

我中心于 2021 年 9 月 1 日组织项目评价组对现场进行了勘查。依据建设单位提供的工艺过程、物质、主要设备和操作条件等资料，研究该工程固有的危险、有害因素，预测主要事故种类。依据分析结果，划分出评价单元，进行定性、定量评价，确定各评价单元危险、有害因素和主要事故发生的原因及危险、有害程度。最后进行评价结果的综合分析，依据各单元评价结果，对该项目安全设施设计单位、施工单位和生产运行单位提出有针对性的安全对策措施建议，进而做出评价结论。根据上述评价过程，评价组按照《安全评价通则》（AQ8001-2007）、《安全预评价导则》（AQ8002-2007）、《陆上油气输送管道建设项目安全评价导则》（AQ/T3057-2019）的要求编制完成本报告。

评价组在工作中得到了江西天然气井冈山有限公司相关人员的大力支持和帮助，在此表示感谢。

# 目 录

1. 评价概述 .....	1
1.1 评价目的 .....	1
1.2 评价原则 .....	1
1.3 评价依据 .....	2
1.4 评价对象及范围 .....	8
1.5 评价程序 .....	10
1.6 附加说明 .....	11
2. 建设项目概况 .....	12
2.1 基本情况 .....	12
2.2 建设项目基本情况 .....	14
2.3 自然及社会环境概况 .....	16
2.4 线路工程 .....	19
2.5 配套及公用工程 .....	26
2.6 安全管理 .....	27
3. 危险、有害因素辨识与分析 .....	33
3.1 危险、有害物质 .....	33
3.2 危险工艺、重点监管的危险化学品辨识 .....	36
3.3 工艺过程中危险有害因素分析 .....	37
3.4 自然环境危害因素分析 .....	48
3.5 社会环境危险有害因素分析 .....	50
3.6 安全管理缺陷分析 .....	51

3.7 重大危险源辨识 .....	54
3.8 事故案例 .....	54
4. 评价单元划分及安全评价方法选择、简介 .....	61
4.1 评价单元划分的原则 .....	61
4.2 评价单元划分 .....	61
4.3 评价方法简介 .....	62
5. 定性、定量评价 .....	66
5.1 基本安全条件 .....	66
5.2 线路工程 .....	67
.....	79
5.3 安全管理 .....	88
6. 安全对策措施建议 .....	92
6.1 安全对策措施的原则 .....	92
6.2 可行性研究报告提出的安全对策措施 .....	92
6.3 本评价报告补充的安全对策措施 .....	93
7. 评价结论 .....	111
7.1 危险、有害因素辨识结果 .....	111
7.2 单元安全评价结果 .....	111
7.3 应重视的安全对策措施建议 .....	113
7.4 评价结论 .....	114
9. 附件 .....	117

# 1. 评价概述

## 1.1 评价目的

1、贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，落实《中华人民共和国安全生产法》、《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，第77号修正）、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第45号，第79号修正）等国家法律、法规的有关要求。

2、根据江西省天然气有限公司提供的井冈山市碧溪镇天然气利用工程有关资料描述的工艺过程、输送物质、主要设备和操作条件等，确定其与安全生产法律法规、标准、行政规章、规范的符合性，预测发生事故的可能性和严重程度，对输气管道建设项目存在的危害和风险进行识别、分析、评价。

3、提出安全对策措施，评价采取措施后的系统是否能满足安全要求，作出安全评价结论，为该建设项目安全设施设计提供依据，同时为当地应急管理部门及其他负有安全生产监督管理职责的部门对项目的安全监察提供参考依据。

## 1.2 评价原则

本次安全预评价所遵循的原则是：

1、认真贯彻国家现行安全生产法律、法规，严格执行国家标准与规范，力求评价的科学性与公正性。

2、采用科学、适用的评价技术方法，力求使评价结论客观，符合建设项目的生产实际。

3、深入现场，深入实际，充分发挥评价人员和有关专家的专业技术优

势，在全面分析危险、有害因素的基础上，提出较为有效的安全对策措施。

4、诚信、负责，为企业服务。

## 1.3 评价依据

### 1.3.1 法律、法规

《中华人民共和国安全生产法》（主席令 [2021] 第 88 号，2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，2021 年 9 月 1 日起实施）

《中华人民共和国劳动法》 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第二次修正

《中华人民共和国消防法》 主席令 [2008] 第 6 号，2008 年 10 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过，2009 年 5 月 1 日起实施，2019 年 4 月 23 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过修改，2021 年修改

《中华人民共和国防洪法》 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修改

《中华人民共和国职业病防治法》 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第四次修正

《中华人民共和国气象法》 2016 年 11 月 7 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议《关于修改〈中华人民共和国对外贸易法〉等十二部法律的决定》第三次修正

《中华人民共和国电力法》 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第三次修正

《中华人民共和国突发事件应对法》 2007 年 8 月 30 日中华人民

共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过

《中华人民共和国道路交通安全法》（国家主席令[2021]第 81 号，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议于 2021 年 4 月 29 日通过修订，自 2021 年 4 月 29 日起施行）

《中华人民共和国防震减灾法》 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》 2014 年 4 月 24 日中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订

《中华人民共和国特种设备安全法》 2013 年 6 月 29 日中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过

《工伤保险条例》 2010 年 12 月 8 日国务院第 136 次常务会议修改（国务院令 第 586 号）

《危险化学品安全管理条例》 2013 年 12 月 4 日国务院第 32 次常务会议修改（国务院令 第 645 号）

《城镇燃气管理条例》 2016 年 2 月 6 日国务院令 第 666 号修改

《劳动保障监察条例》 2004 年 10 月 26 日国务院第 68 次常务会议通过（国务院令 第 423 号）

《公路安全保护条例》 2011 年 2 月 16 日国务院第 144 次常务会议通过（国务院令 第 593 号）

《生产安全事故报告和调查处理条例》 国务院令 第 493 号

《生产安全事故应急条例》 国务院令 第 708 号

《江西省安全生产条例》 2017 年 7 月 26 日江西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十四次会议修订

《江西省消防条例》 2020 年 11 月 25 日江西省第十三届人民代表大会常务委员会第二十五次会议第六次修正

《江西省特种设备安全条例》 2017 年 11 月 30 日江西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过

《江西省石油天然气管道建设和保护办法》 江西省政府令第 221 号（自 2016 年 3 月 1 日起施行）

《江西省燃气管理办法》 江西省政府令第 122 号

《江西省生产安全事故隐患排查治理办法》 江西省人民政府令第 238 号

### 1.3.2 规章及规范性文件

《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》 国家安监总局令第 36 号（第 77 号令修改）

《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》 国发[2010]23 号

《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》 国家安监总局第 30 号令（第 63、80 号令修改）

《工作场所职业卫生监督管理规定》 国家安监总局令第 47 号

《职业病危害项目申报办法》 国家安监总局令第 48 号

《国家安全监管总局关于修改〈生产经营单位安全培训规定〉等 11 件规章的决定》 国家安监总局第 63 号令

《国家安全监管总局关于修改〈生产安全事故报告和调查处理条例〉罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》 国家安全生产监督管理总局令第 77 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》 国家安全生产监督管理总局令第 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》国家安全生产监督管理总局令第 80 号

《生产安全事故应急预案管理办法》 应急管理部令第 2 号

《危险化学品目录》（2015 年版）国家安全生产监督管理总局等十部门公告[2015]第 5 号

《重点监管的危险化学品名录》（2013 年完整版）

《重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则》（2013 年版）

《重点监管的危险化工工艺目录》（2013 年完整版）

《特种设备质量监督与安全监察规定》质技监局 13 号令

《特种设备作业人员监督管理办法》国家质量监督检验检疫总局令第 140 号

《产业结构调整指导目录（2021 年本）》2021 年 12 月 30 日国家发展改革委令第 49 号公布

《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录（2010 年本）》中华人民共和国工业和信息化部工产业〔2010〕第 122 号公告

《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》安监总科技〔2015〕75 号

《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）的通知》安监总科技〔2016〕137 号

《企业安全生产费用提取和使用管理办法》财企[2012]16 号

《重大生产安全事故隐患判定标准》安监总管三〔2017〕121 号

《消防监督检查规定》公安部令第 120 号

### 1.3.3 国家相关标准、规范

- 《城镇燃气报警控制系统技术规程》CJJ/T 146-2011
- 《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153-2010
- 《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250-2016
- 《城镇燃气自动化系统技术规范》CJJ/T 259-2016
- 《城镇燃气工程智能化技术规范》CJJ/T 268-2017
- 《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33-2005
- 《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》CJJ 51-2016
- 《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018
- 《燃气用埋地聚乙烯管材》GB 15558.1
- 《燃气用埋地聚乙烯管件》GB 15558.2
- 《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 修订版）
- 《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015
- 《建筑设计防火规范》（2018 版）GB50016-2014
- 《生产设备安全卫生设计总则》GB5083-1999
- 《生产过程安全卫生要求总则》GB/T12801-2008
- 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB7231-2003
- 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005
- 《建筑抗震设计规范》（2016 年版）GB50011-2010
- 《构筑物抗震设计规范》GB50191-2012
- 《供配电系统设计规范》GB50052-2009
- 《通用用电设备配电设计规范》GB50055-2011

- 《低压配电设计规范》 GB50054-2011
- 《电力工程电缆设计规范》 GB50217-2007
- 《防止静电事故通用导则》 GB12158-2006
- 《系统接地的型式及安全技术要求》 GB14050-2008
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014
- 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116-2013
- 《爆炸性气体环境用电器设备 第一部分：设备 通用要求》  
GB3836.1-2010
- 《天然气计量系统技术要求》 GB/T18603-2014
- 《用气体涡轮流量计测量天然气流量》 GB/T 21391-2008
- 《危险化学品重大危险源辨识》 GB18218-2018
- 《危险货物物品名表》 GB12268-2012
- 《化学品分类和危险性公示 通则》 GB13690-2009
- 《企业职工伤亡事故分类》 GB6441-1986
- 《工业企业设计卫生标准》 GBZ1-2010
- 《安全色》 GB2893-2008
- 《安全标志及其使用导则》 GB2894-2008
- 《消防安全标志》 GB13495-1992
- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 GB/T29639-2020
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（住建部公开版）  
GB/T 50493-2019
- 《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》 SH  
3501-2011

《城镇燃气行业防尘防毒技术规范》WS 714-2012

《城镇燃气防雷技术规范》QX/T 109-2009

《石油化工静电接地设计规范》SH3097-2000

《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507-2014

《压力管道安全技术监察规程-工业管道》TSG D0001-2009

《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG21-2016

《安全评价通则》AQ8001-2007

《安全预评价导则》AQ8002-2007

《陆上油气管道建设项目安全评价导则》AQ/T3057-2019

其它相关的专业性国家技术标准和行业标准。

### 1.3.4 与建设项目相关的文件、资料

- 1、建设单位营业执照
- 2、《关于核准井冈山市碧溪镇天然气利用工程的批复》（吉安发改能源综合字[2020]65号）
- 3、《井冈山市碧溪镇天然气利用工程项目建议书》湖南瑞华市政工程设计有限公司
- 4、其他相关资料

## 1.4 评价对象及范围

### 1.4.1 评价对象

根据江西天然气井冈山有限公司与江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心签订的安全评价委托书和技术服务合同，本次预评价对象江西天然气井冈山有限公司井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）。

## 1.4.2 评价范围

评价范围主要包括：

本期建设内容为拿碧快速路及碧溪镇行政区域内中压主管道，具体如下：

（拟建工程分为三段，即黄洋界大道（龙江大道至井冈山大道）、文明大道（黄洋界大道至拿山林场）、碧锦大道（拿山林场至泮塘大道）。

### ①黄洋界大道（龙江大道至井冈山大道）

起点为黄洋界大道与龙江大道交叉路口，终点为黄洋界大道与井冈山大道交叉路口处。

### ②井冈山市文明大道（黄洋界大道至拿山林场）

起点为黄洋界大道与井冈山大道交叉路口，终点为 321 省道拿山林场处。

### ③碧溪镇碧锦大道（拿山林场至泮塘大道）

起点为井冈山市 321 省道拿山林场，终点为碧溪镇 321 省道与泮塘大道相交路口处，主要为燃气干管，其他碧溪镇区域内燃气支管暂不进行建设。

环境保护、消防工程、防雷、特种设备、由环境保护、消防、防雷、特种设备、管道穿越公路等由主管部门审查认可；本评价报告中关于环境保护、消防、防雷、特种设备、管道穿越问题的评述不代替环境保护、消防、防雷、特种设备、管道穿越的审核。环保设施、消防设施、防雷、特种设备是否符合要求，以环保部门、消防、防雷、特种设备、公路等主管部门的审核认定结论为准。评价后变更或新增部分内容不在评价范围内。

涉及该项目的职业危害评价应由取得职业卫生技术服务机构进行，本

报告仅对有害因素进行简要辨识与分析，不给予评价。

## 1.5 评价程序

本次安全预评价的程序见图 1-1。



图 1-1 安全预评价程序框图

## 1.6 附加说明

本评价涉及的有关资料由江西省天然气井冈山有限公司提供，并对其真实性负责。

本评价是就江西天然气井冈山有限公司井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）涉及的路由等生产装置及相关公用辅助工程做出的安全预评价，若该工程的路由及生产经营状况发生变化，本评价结论不再适合。

本安全评价报告未盖“江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心”公章无效；涂改、缺页无效；安全评价人员未签名无效；安全评价报告未经授权不得复印，复印的报告未重新加盖“江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心”公章无效。

## 2. 建设项目概况

### 2.1 基本情况

#### 2.1.1 建设单位概况

##### 江西天然气井冈山有限公司

井冈山市碧溪镇天然气利用工程由江西天然气井冈山有限公司建设和管理。

江西天然气井冈山有限公司由江西天然气能源投资有限公司和吉安华润燃气有限公司于 2013 年 10 月 23 日共同出资成立，注册资本金 5000 万元，双方股东各占 50%股份，目前资产总额 9900 万元。公司经营范围为燃气配套设施、设备、炉具、灶具、厨房电器等的销售、安装、维修、维护服务，管道燃气、燃气汽车用天然气（CNG 或 LNG）项目的投资、建设、运营和管理，经营其他与管道燃气有关的物资和服务。江西天然气井冈山有限公司拥有井冈山市所有行政管辖区域管道燃气特许经营权 30 年，现有居民用户 5500 余户、商业用户 20 户、工业用户 9 户，日供气量 50000 余方。公司建成的工程有古城门站（2018 年 11 月通气投产）、新城区 LNG 气化站，累计敷设中压天然气管道 18 公里，庭院管中、低压天然气管道 42 公里。

2018 年初，江西天然气井冈山有限公司收购了井冈山市星源天然气有限公司资产并正常运营。

公司现有职员 45 人，设总经理 1 人，并设有专职安全管理人员 1 人。公司架构包括股东会、董事会、监事会以及总经理、副总经理领导管理，

下设五个部门：计划财务部、市场客服部、安全环保部、龙市管理处、工程管理部。

### 2.1.2 项目由来

碧溪镇全镇辖 18 个行政村，1 个社区，151 个村民小组，总人口 20189 人(2019 年)。全镇国土总面积 164.9 平方公里。

2019 年，全镇经济持续稳定发展，县下达招商引资工业企业税收任务 630 万元，全年完成工业企业税收入库计 790 万元，完成目标任务数的 112.55%。由于现行的县乡财政体制执行“基数核定，五年不变，全额包干”的财政体制，税收不纳入基数范畴。全镇实现工农业总产值 13934 万元，其中工业总产值实现 9392 万元。农民人均纯收入达到 4542 元。

目前，碧溪镇已完成《井冈山碧溪镇总体规划（2020-2035）》编制工作，为配合碧溪镇新经济产业园的项目建设，响应政府气化乡镇要求，积极推进乡镇天然气利用，在拿碧快速路拓建之际同时敷设市政中压天然气管道，亟需启动井冈山市碧溪镇天然气利用工程等碧溪镇镇区基础性工程建设。

《井冈山碧溪镇总体规划（2020-2035）》确定了碧溪镇的发展定位和城镇规划布局；《井冈山市碧溪镇天然气发展规划（2020-2035）》明确了碧溪镇天然气的专项规划；本项目为碧溪镇中压天然气管网建设实施提出建议，符合《井冈山碧溪镇总体规划（2020-2035）》和《井冈山市碧溪镇天然气发展规划（2020-2035）》。

### 2.1.3 项目建议书编制单位概况

江西天然气井冈山有限公司提供的为湖南瑞华市政工程设计有限公司编制的《井冈山市碧溪镇天然气利用工程项目建议书》及燃气管网工程相关图纸。湖南瑞华市政工程设计有限公司于 2009 年 6 月 11 日在长沙市开

福区市场监督管理局登记成立。法定代表人石文瑞，公司经营范围包括市政工程、风景园林工程的设计服务；建设工程、建筑行业工程、城市规划、消防设施工程、环保工程、压力管道设计；燃气管道工程设计与施工、油（汽）站的规划、设计；分布式燃气项目的技术开发、咨询及转让；园林绿化工程服务；工程技术咨询服务；能源技术咨询服务等。公司具有市政行业（城镇燃气工程）专业甲级资质，资质证书编号：A143008722。

#### 2.1.4 评价单位概况

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心成立于2002年6月，是全国第一批取得甲级资质的安全评价机构之一。2020年3月5日，江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心焕新了江西省应急管理局颁发的安全评价机构资质证书，证书编号：APJ-（赣）-002，业务范围：金属、非金属矿及其他矿采选业；陆上油气管道运输业；石油加工业，化学原料、化学品及医药制造业；烟花爆竹制造业；金属冶炼。

### 2.2 建设项目基本情况

#### 2.2.1 建设项目简介

项目名称：井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）

项目地址：井冈山市

项目性质：新建项目

建设单位：江西天然气井冈山有限公司

建设项目起点、终点：①黄洋界大道（龙江大道至井冈山大道）

起点为黄洋界大道与龙江大道交叉路口，终点为黄洋界大道与井冈山大道交叉路口处。

### ②井冈山市文明大道（黄洋界大道至拿山林场）

起点为黄洋界大道与井冈山大道交叉路口，终点为 321 省道拿山林场处。

### ③碧溪镇碧锦大道（拿山林场至泮塘大道）

起点为井冈山市 321 省道拿山林场，终点为碧溪镇 321 省道与泮塘大道相交路口处。

管道走向：本工程燃气中压管道自龙江大道起，沿线经黄洋界大道、文明大道、321 省道至泮塘大道。主管线长度约为 11.677km。

行政区划：吉安市井冈山市

总投资：本项目总投资约为 600 万元。

设计压力：本工程接气点为龙江大道已建中压埋地燃气管道 dn200，采用不增压密闭输送工艺。设计压力为 0.4Mpa。

项目建设主要内容：新建燃气中压管道自龙江大道起，沿线经黄洋界大道、文明大道、321 省道至泮塘大道。主管线长度约为 11.677km。

## 2.2.2 项目可依托的现有资源

本工程可依托的现有资源如下：

### （1）工艺设备设施

龙江大道已建中压埋地燃气管道

### （2）自动化控制设备

江西天然气井冈山有限公司现有的 PLC 系统及调控中心的 SCADA 系统。

### （3）外部消防

消防依托井冈山市公安消防大队。

#### (4) 定员及车辆配置

本工程由江西天然气井冈山有限公司建设管理，定员及车辆配置依托公司现有。

### 2.2.3 天然气组分

本项目天然气气源来自于龙江大道已建中压管网，其龙江大道中压管网气源主要来自井冈山门站，天然气质量符合《天然气》（GB17820-2018）标准的要求。

## 2.3 自然及社会环境概况

### 2.3.1 自然环境

#### 1. 气象条件

井冈山市属亚热带季风气候，四季分明，雨量充沛，年平均气温 14.2° C，一月份为最冷月，平均温度 3.2° C，七月份最热月，平均气温仅为 23.9° C，极端最高温度也只有 34.8° C；年平均降雨量 1856.3 毫米，年平均降雨日 213 天，年平均日照 1511 小时，平均雾日 96 天，年均雷暴日 68 天。茨坪因海拔高度和四面环山的地形影响，具有冬长、夏短、秋早、春晚的特点。

#### 2. 水文条件

井冈山市流域面积 10 平方千米以上的河流有 6 条，干支流总长 222.3 千米，市内主要河流有龙江、郑溪、拿山河、行洲河、大旺水，属赣江水系，有井冈冲、罗浮、灵坑、仙口、乔林 5 座水库。水资源总量为 11.58 亿立方 k907 米，分为地表水和地下水。地表水资源丰富，多年平均径流量达 9.33 亿立方米；地下水资源储量均为 3.6 亿立方米，多年平均径流量 2.25 亿立方米。井冈山市水能理论蕴藏量为 13.2 万千瓦，可供开发量 11.2 万千瓦，占理论蕴藏量的 84.8%，至 2009 年已开发利用 8.2 万千瓦，占可开发量的 73.4%。

### 3. 地形地貌

井冈山市山地面积占 87%，是一个山地面积为主的典型山区市。境内平均海拔达 381.5 米，主要山峰海拔多在千米以上，井冈山市最高峰江西坳海拔 1841 米，是一个山区市。

本工程拟建管线位于江西省井冈山市境内，沿道路敷设，沿线平缓，地势起伏较小。

表 2.3-2 地形地貌统计表

序号	省(自治区、 直辖市)	线路长度 km					
		平原	沟谷	丘陵	沟壑	山区	水网
1	江西省	--	--	11.667	--	--	--
总计		--	--	11.667	--	--	--

### 4. 沿线工程地质条件

本项目拟建场地位于井冈山市内。场地内及附近无滑坡、崩塌、泥石流等不良地质现象，亦无湿陷土、膨胀土等不良特殊性岩土存在。场地内无全新性活动断裂及小断层通过，场地稳定性好。

### 5. 地震设防烈度

根据《建筑抗震设计规范》（2016 年版）（GB50011-2010 附录 A），井冈山市抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。建筑场地类别为 II 类，设计特征周期值为 0.35s。

## 2.3.2 社会环境

### 1. 经济状况

2019 年全市实现生产总值(GDP)678597 万元，可比增长 8.1%。分产业看：第一产业增加值 55048 万元，可比增长 3.3%；第二产业增加值 116964 万元，可比增长 7.9%；第三产业增加值 506585 万元，可比增长 8.6%。分

结构看，第一产业增加值占生产总值比重为 8.1%；第二产业增加值比重为 17.2%；第三产业增加值比重为 74.7%。三次产业结构由 2010 年的 8.9:31.5:59.6 调整到 2019 年的 8.1:17.2:74.7。人均生产总值达到 43194 元，增长 7.9%。

## 2. 交通运输条件

井冈山市境内交通公路干线有 319 国道、泰井高速公路、井睦高速公路；铁路有吉衡铁路。截至 2018 年末，井冈山市公路实现公路货运量 48 万吨，增长 6.7%，货物周转量 17503 万吨千米，增长 1.1%；公路客运量 263 万人，增长 21.76%，客运周转量 39189 万人千米，增长 6.8%。铁路（井冈山站）全年发送旅客 62.89 万人次，同比下降 1.66%，到达旅客 63.58 万人次，同比下降 1.57%。截至 2018 年末，井冈山市境内公路通车里程为 881.416 千米，其中高速公路 9.79 千米。

## 3. 管线周边环境

本工程燃气中压管道自龙江大道起，沿线经黄洋界大道、文明大道、321 省道至泮塘大道。主管线长度约为 11.677km。龙江大道至文明大道分管道穿过市区，周边为大部分为居民楼或商铺；拟敷设在文明大道管道前段一公里位于市区，周边大部分居民楼或商铺等，井冈山市中医院管道南侧 42m 处；管道后段均位于城区外，管道周边存在部分村庄，井冈山香港希望小学位于管道南侧约 640m 处；碧锦大道段（拿山林场至泮塘大道）管道周边为农田、管道周边存在零散村庄、店铺；管道中段有上海常华希望小学位于管道北侧 20m 处；管道末段约 1km 位于碧溪镇街道内，管道周边为居民楼及商铺，碧溪镇中心小学位于管道北侧 120 处；管道末端北侧

有碧溪镇卫生所，距管道约 20m；南侧有碧溪镇中心小学，距管道约 200m；整段管道周边无其他敏感场所。

## 2.4 线路工程

### 2.4.1 管道本体

管段全线采用的管材为 PE 管，管径为 dn200，材质为 PE100 SDR11，长度约为 11.667km。

PE 管执行标准均要求满足符合《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统 第一部分：管材》GB/T15558.1-2015 标准的相关要求。

### 2.4.2 管道敷设

1) 聚乙烯燃气管道不得从建筑物或大型构筑物的下面穿越（不包括架空的建筑物和立交桥、城市轨道交通的高架桥等大型构筑物），不得在堆积易燃物、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越；不得与非燃气管道或电缆同沟敷设。

(2) 埋地燃气管道与建、构筑物或相邻管道之间的水平和垂直净距，不应小于《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 年版）第 6.3.3 条和《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 4.3.2 条规定。如受地形限制无法满足上述规定时，采取有效安全防护措施后，按设计要求净距可适当减小，但低压管道应不影响建（构）筑物和相邻管道基础的稳固性，中压管道距建筑物基础不应小于 0.5m 且距建筑物外墙面不应小于 1m。

表 2.4-1 地下燃气管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的水平净距 (m)

项目		地下燃气管道压力 (MPa)
		中压 A ( $\leq 0.4$ )
建筑物	基础	1.5
	外墙面 (出地面处)	-
给水管		0.5
污水、雨水排水管		1.2
电力电缆 (含电车电缆)	直埋	0.5
	在导管内	1.0
通信电缆	直埋	0.5
	在导管内	1.0
其他燃气管道	DN $\leq$ 300mm	0.4
	DN $>$ 300mm	0.5
热力管	直埋	1.0
	在管沟内 (至外壁)	1.5
电杆 (塔) 的基础	$\leq 35$ kV	1.0
	$> 35$ kV	2.0
通讯照明电杆 (至电杆中心)		1.0
铁路路堤坡脚		5.0
有轨电车钢轨		2.0
街树 (至树中心)		0.75

表 2.4-2 地下燃气管道与构筑物或相邻管道之间垂直净距 (m)

项目	地下燃气管道 (当有套管时, 以套管计)	
给水管、排水管或其它燃气管道	0.15	
热力管的管沟底 (或顶)	0.15	
电缆	直埋	0.50
	在导管内	0.15
铁路轨底	1.20	
有轨电车 (轨底)	1.00	

(3) 燃气管道埋设的最小覆土深度 (地面至管顶) 要求如下:

- 1) 埋设在车行道下、大型车辆停车区域, 不得小于 0.9m;
- 2) 埋设在非机动车道 (含人行道) 下, 不得小于 0.6m;
- 3) 埋设在机动车不可到达的地方时, 不得小于 0.5m;
- 4) 埋设在水田下时, 不得小于 0.8m;
- 5) 当埋深达不到上述要求时, 应采取保护措施。采取措施为: 加设管沟。管沟保护时管沟内采用干沙填实, 沟上设钢筋混凝土盖板。

(4) 聚乙烯燃气管道不得进入和穿过热力管沟。当聚乙烯燃气管道穿过

排水管沟、联合地沟及其他各种用途沟槽（不含热力管沟）时，应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020年版）的规定。加套管的套管应伸出构筑物外壁不应小于《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020年版）表 6.3.3-1 中燃气管道与该构筑物的水平净距，套管两端应采用柔性的防腐、防水材料密封。

（5）燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道时，宜垂直穿越，且应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020年版）和《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 的有关规定。应加设套管，燃气管道不得在穿越管段上设置弯头或弯管。

（6）聚乙烯燃气管道通过河流时，可采用河底穿越，在埋设聚乙烯燃气管道位置的河流两岸上、下游应设立标志，并应符合《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250 的有关规定。

（7）穿越水域的位置和方案应征得航务管理部门同意；利用现有公路、铁路、涵洞穿越时，应征得相关管理部门批准。

（8）燃气管道不得在铁路站场、有人值守道口、变电所、隧道设施的下方穿越；穿越铁路、道路应避开土石方区、高填方区、路堑、道路两侧为同坡向的陡坡等地段。

（9）在施工现场应对外观进行检查，穿越段管材表面划伤深度不应超过管材壁厚的 5%，且不超过 4mm。

（10）穿、跨越管道的施工和验收还应符合《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016。

（11）一般要求

1) 采用水平定向钻法敷设应符合现行行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250 的有关规定。

2 采用插入法敷设应符合现行行业标准《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CCJ/T147 的有关规定。

3) 管道的允许弯曲半径不应小于 25 倍公称外径。当弯曲管段上有承插接口（和钢塑转换管件）时，管道的允许弯曲半径不应小于 125 倍公称外径。

4) 当采用水平定向钻法敷设时，可不敷设警示带，宜将示踪线牢固绑在管道上一起敷设；挡采用插入法敷设时，可不敷设警示带和示踪线，但应采用地面标志等方法进行标识。

5) 聚乙烯燃气管道应在沟底标高和管基质量检查合格后，方准敷设。

#### (12) 管沟开挖与回填

1) 施工单位应会同建设等有关单位，核对管道路径、相关地下管道以及构筑物的资料，必要时局部开挖核实。

2) 管沟开挖采用人工开挖，施工前应按照设计图纸要求及各个区域的地质情况向施工人员作好管沟断面开挖要求（开挖深度及边坡比），堆土位置，地下隐蔽工程范围及技术要求的交底工作。管沟开挖前应将测量桩移至堆土一侧的用地范围内，弃土时不得将其埋没。

3) 管沟开挖时，若对邻近建、构筑物有影响，应加防护支撑后再进行施工。管沟开挖时，其堆土与管沟净距不应小于 0.5m。

4) 凡本管线与其它埋地金属管道交叉应垫坚固绝缘物隔离，并保证间距不小于 0.3m。本管线与电力、通信电缆、光缆交叉时，其垂直净距不应

小于 0.5m，中间用废旧轮胎隔垫。

5) 管沟验收：管沟开挖时其断面尺寸必须准确，沟底平直，沟内无塌方、无积水、无各种油类及杂物，转角点符合设计要求。

6) 沟槽尺寸要求见下表：

表 3.3-3 车行道沟槽尺寸要求(覆土深度>0.9m) (m)

管道公称直径(mm)	50~80	100~200	250~350
沟底宽度 a(m)	0.6	0.7	0.8
沟顶宽度 b(m)	1.05	1.15	1.24
沟槽深度 h(m)	1.2	1.3	1.4

表 3.3-4 非车行道(含人行道)沟槽尺寸要求(覆土深度≥0.6m)

管道公称直径(mm)	50~80	100~200	250~350
沟底宽度 a(m)	0.6	0.7	0.8
沟顶宽度 b(m)	0.6	0.7	1.1
沟槽深度 h(m)	0.9	1	1.1

表 3.3-5 庭院内(指绿化地及载货汽车不能进入之地)沟槽尺寸要求(覆土深度≥0.3m)

管道公称直径(mm)	50~80	100~200	250~350
沟底宽度 a(m)	0.6	0.7	0.8
沟顶宽度 b(m)	0.6	0.7	0.8
沟槽深度 h(m)	0.6	0.7	1

7) 管沟基础处理：在一般软土地区，管沟底铲平夯实即可；在岩土和石砾地区，为防止岩石棱角扎坏管道，需垫土或细砂 0.1m 厚。如遇沟底为建筑垃圾等腐蚀性较强的回填土地段，沟底基础需换土夯实。

8) 管沟回填：严格执行《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33-2005 关于回填土的规定。

### (13) 管道敷设

1) 下管时不得采用金属材料直接捆扎和吊运管道，并应放置滚到划伤、扭曲和出现过大的拉伸和弯曲。

2) 宜蜿蜒状敷设、并可随地形在一定的起伏范围内自然。

### 2.4.3 管道路由

本工程燃气中压管道自龙江大道起，沿线经黄洋界大道、文明大道、321 省道至泮塘大道。主管线长度约为 11.677km。

### 2.4.4 管道穿越、并行情况

#### 2.4.4.1 管道穿越道路

##### 1) 并行

本工程燃气管线与 321 省道并行敷设。管道敷设于省道东南侧，距离路边 1.5m。本工程采取的措施如下：

全线采用热熔对接或电熔连接，并尽量减少接头数量。

每 1km 设置 1 座阀门井。

热熔接头全线进行 100%翻边切除检查。

##### 2) 穿越

本工程燃气管道穿越宜井遂高速采用定向钻穿越，穿越其它道路采用开挖直埋方式穿越，共穿越道路 14 次（主要为城镇内道路 13 次和宜井遂高速 1 次）。

本工程燃气管线在 K43-K44 间与衡茶吉铁路交叉。设计采用水平定向钻穿越，敷设应符合现行行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 的有关规定。在定向钻入土点前，出土点后分别设置 PE 直埋阀门 dan200，1 座。

#### 2.4.4.2 管道与其他管道穿越、并行情况

由于甲方未提供其它地下管道准确位置，在实际施工过程中须先做探坑处理，管线位置可根据实际情况进行局部调整，但必须保证满足规

范要求。燃气管道与通讯照明电杆之间的水平净距不小于 1.0 米，与给水管之间的水平净距不小于 0.5 米，与污水、雨水排水之间的水平净距不小于 1.2 米。

燃气管道与给水管、排水管、电力电缆（在导管内）或其他燃气管道的垂直净距不小于 0.15 米。

当无法满足上述要求时，可根据《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 年版）相关要求采取相应措施后，适当减少净距。

#### 2.4.4.3 其他穿越

本工程无大中型河流穿越、铁路穿越。

#### 2.4.5 调压站

本工程采用不增压密闭输送工艺，不设置调压站。

#### 2.4.6 管道标识

管道建成投产后，为了方便运行人员的长期维护管理，拟管道沿线设置明显的、准确的线路标记。

聚乙烯燃气管道沿管道走向设置有效对的示踪、警示装置。警示带和地面装置的设置符合现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33-2005 和《城镇燃气标志标准》CJJ/T153-2010 的有关规定。

示踪线敷设在聚乙烯燃气管道的正上方，并有良好的导电性和有效的电气连接，示踪线上设置信号源井，信号源井可由阀门井替代。聚乙烯管道敷设完成后，用管道电缆探测器对已敷设的可探示踪线进行连通性和可探性测试，以确保可探示踪线已连接妥当。

警示带敷设在管顶上方 300--500mm 处，但不得敷设在路面结构层中；

警示带采用聚乙烯或不易分解的材料制造，颜色为黄色，且在警示带上印有醒目、永久性警示语。

本工程燃气管道的正上方 0.4 米处敷设燃气管道警示带；地面上需要铺设有燃气管道标志的标志桩，直线段按每 50 米设一个，转弯处、三通、四通处、管段末端处加设，以便识别检修和防止误挖。

为便于管道日常维护管理，在燃气管道穿越处两边设置警示牌，上面注明管道管径、走向、长度、管道埋深以及燃气公司抢险维修电话。

## **2.5 配套及公用工程**

### **2.5.1 通信工程**

根据《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 年版）、《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018、《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33-2005，本工程不需设置通信系统。

### **2.5.2 防腐与保温**

本工程拟采用 PE 管，PE 管不用防腐，但管道上附属的阀门等设施拟进行防腐处理。

### **2.5.3 消防**

本工程依托的消防部门是吉安市公安消防大队。

### **2.5.4 维抢修**

该公司维抢修工作委托江西省天然气管道设备安装工程有限责任公司进行，江西省天然气管道设备安装工程有限责任公司具备充足的抢修设备和人员，双方签订了管道保价服务合同，合同期为一年，合同到期前进行续期，日常巡检及小维修依托公司现有机具配置

和维护抢修体系，公司现有抢险抢修专用车 1 辆。

## 2.6 安全管理

### 2.6.1 安全管理机构设置及安全管理机构设置

根据《中华人民共和国安全生产法》，江西天然气井冈山有限公司成立了以公司主要负责人、各部门负责人等为委员的安全生产领导小组，成立了安全生产领导小组办公室，设置在安环部，负责组织领导企业的安全生产工作。同时配备有专职和兼职安全员，具体负责公司和站场的日常安全生产管理工作，安全管理形成了较为完善的三级 HSE 管理网络。公司安全生产组织架构见图 2.6-1。

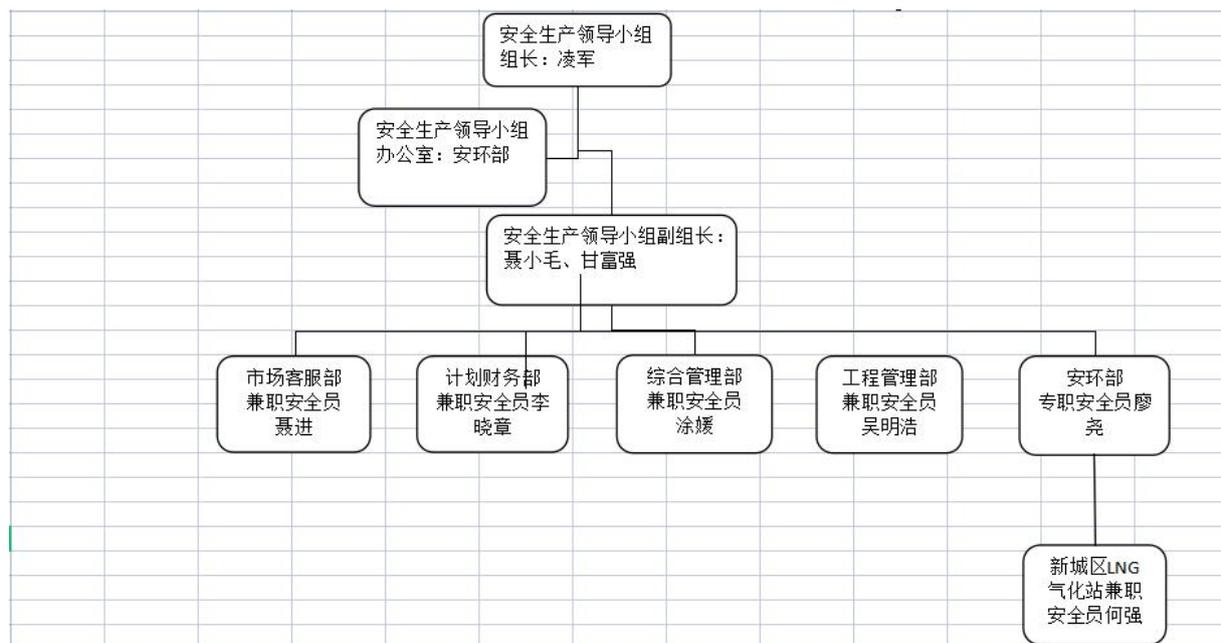


图 2.6-1 公司安全生产组织架构图

本工程由江西天然气井冈山有限公司建设管理，不再设置单独地组织机构。公司配备的专兼职安全员经过相应的安全教育培训并经考核合格，熟悉国家安全生产法律、法规和公司规章制度，熟悉项目工艺流程、操作规程，熟悉和掌握日常安全生产管理程序，有高度的责任心。

### 2.6.2 岗位安全责任制

公司制定了 HSE 管理委员会、安全生产管理委员会、管道保护工作领导小组、消防管理委员会等安全管理体系领导小组的职责，其内容基本涵盖了企业各级各类人员和各部门岗位的安全生产责任，使每位从业人员的安全生产责任与职务、岗位相匹配，符合有关规定要求。

### 2.6.3 安全生产管理规章制度和安全操作规程

该公司为使各项安全管理工作有章可循，根据国家和行业安全管理规章，制订有各种安全管理制度，如安全生产组织领导和安全生产责任制、安全生产管理办法、生产运行管理办法、安全检查管理规定、安全生产会议管理规定、安全生产台账管理规定、安全标志管理规范、“三级”安全教育管理规定等。该公司结合项目的实际情况，针对不同的设备特点，编制了本工程各岗位和各设备的操作规程，以便供员工规范操作、考核。

### 2.6.4 安全教育培训

该公司重视员工的安全教育培训工作，按照《生产经营单位安全培训规定》安监总局令第 3 号（2015 年修订）的要求，制订有《“三级”安全教育管理规定》，制订有安全教育培训计划，按计划对公司的主要负责人、安全管理人员、特种作业人员及“四新人员”的安全教育培训，经考试合格后持证上岗。在人员配置上严格执行持证上岗制度，严禁无证上岗。企业现有人员取证情况见表 2.6-1，特种作业人员持证情况见附件。

表2.6-1 公司在职员工安全生产资质证书统计表

序号	应持证件	证件代 号	姓名	专/兼职/学 岗	证件编号	有效期
1	危化品主要 负责人培训 合格证	——	凌军	专职	51390119830604143 3	2022/11/25
2	危化品安全 管理培训合 格证	——	聂小毛	专职	36240119640125635 7	2023/9/17
3	危化品安全 管理培训合 格证	——	吴明浩	专职	36042619850716521 2	2023/7/30
4	压力容器压 力管道安全 管理证	A			36042619850716521 2	2023/1/13
5	危化品安全 管理培训合 格证	——	龙忠义	专职	36243019740709261 X	2023/9/17
6	压力容器压 力管道安全 管理证	A			36243019740709261 X	2023/9/11

7	危化品安全管理培训合格证	——	何强	专职	36240219910326151 0	2023/9/17
8	压力容器压力管道安全管理证	A			36240219910326151 0	2025/3/29
9	危化品安全管理培训合格证	——	廖尧	专职	36222919920802321 9	2022/11/25
10	固定式压力容器操作证	R1	何强	专职	36240219910326100 0	2023/1/5
11		R1	肖建群	专职	36242619890221000 0	2024/1/30
12		R1	项招弟	专职	36243219860719302 5	2023/10/16
13		R1	张谋英	专职	36243219890511006 4	2023/9/16
14		R1	刘清芳	专职	43022419840202182 3	2023/9/16
15		R1	谢生宝	专职	36243219790609001 3	2025/4/1
16		R1	龙忠义	专职	36243019740709261 X	2025/4/15

17		R1	谢华云	专职	36243219760314152 2	2023/7/30
18		R1	陈晓红	专职	36243219730722000	2023/1/5
19		R1	简运生	专职	36243219680614000 0	2025/8/1
20		R1	谢建龙	专职	36243219650508000 0	2025/8/1
21		R1	刘群慧	专职	3654321983090602X	2025/8/1
22		R1	陈辉平	专职	36072119870121362 2	2025/8/1
23		R1	廖晨曦	专职	36240219891001002 7	2025/8/1
24		R1	王云	专职	36240219830107101 9	2024/12/1
25		R1	胡秀桂	专职	36243219781028151 X	2025/10/1
26		R1	廖尧	兼职	36222919920802321 9	2023/7/30
27	移动式压力容器充装	R2	陈辉平	专职	36072119870121362 2	2025/7/1

28		R2	肖建群	专职	36243219890511006 4	2025/7/1
29		R2	张谋英	专职	36243219890511006 4	2025/7/1
30	电工作业	——	刘军民	兼职	13624321974010405 12	2025. 3. 29

注：部分特种作业人员证件见附件

### 2.6.5 事故应急管理

该公司结合企业的特点和实际，依据国家有关法律、法规和规范，编制了《江西天然气井冈山有限公司安全事故应急预案》，预案分为综合应急预案专项应急预案。

公司重视事故应急预案的培训、演练工作，各站场（管道）按照预案和处置方案，分别进行了各类事件的应急培训、演练。按照应急演练计划，公司每年进行两次预案应急演练。

### 3. 危险、有害因素辨识与分析

本报告中事故分类将依据《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）的规定进行分类；危险化学品依据《危险化学品目录》（2015年版）进行分类；重大危险源辨识依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）进行辨识；防爆区域划分依据《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）进行划分。

#### 3.1 危险、有害物质

##### 3.1.1 物质的危险有害因素辨识与分析的依据

1. 依据《危险化学品目录》（2015版）和《危险货物品名表》（GB12268-2012）辨识危险化学品、剧毒化学品及主要危险特性。
2. 依据《高毒物品目录》（2003版）辨识项目中的高毒化学品。
3. 依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令 第445号）辨识易制毒化学品。
4. 依据《重点监管的危险化学品名录》（2013年完整版）辨识重点监管的危险化学品。
5. 依据《易制爆危险化学品名录》（2017年版）辨识项目中存在的易制爆危险化学品。
6. 依据《特别管控危险化学品目录》（2020年版）辨识项目中存在的特别管控危险化学品。
7. 参照《危险化学品安全技术全书》（国家安全生产监督管理局化学品登记中心组织编写），辨识危险化学品的理化性质、燃爆危险特性、健康

危害。

### 3.1.2 危险有害物质辨识及分析

#### 3.1.2.1 固有危险性分析

该项目输送的介质为天然气（NG）。

表 3.1-1 涉及的危险化学品汇总表

序号	危险品名称	危险化学品序号	危险性类别	爆炸极限	剧毒编号	易制毒性	是否重点监管危险化学品
1	天然气	2123	易燃气体	5.3%-15%	—	—	是

表 3.1-2 天然气的危险有害识别表

标识	中文名	甲烷, 天然气		英文名	methane Marsh gas	
	危险化学品序号	2123		UN 号	1971	分子式 CH <sub>4</sub>
	分子量	16.04		危险性类别	第 2.1 类易燃气体	
理化性质	外观与性状	无色无臭气体				
	熔点/°C	-182.5		溶解性	微溶于水, 溶于醇、乙醚。	
	沸点/°C	-161.5		相对密度 (水=1)	0.42(-164°C)	
	饱和蒸汽压/kPa	53.32(-168.8°C)		相对密度 (空气=1)	0.60	
	临界温度/°C	-82.6		燃烧热/kJ.mol <sup>-1</sup>	889.5	
	临界压力/MPa	4.59		最小引燃能量/mJ	无资料	
燃爆特性	燃爆特性	易燃易爆		有害燃烧产物	一氧化碳、二氧化碳	
	爆炸极限/%:	5.3-15		稳定性	稳定	
	引燃温度/°C	538		禁忌物	强氧化剂、氟、氯	
	火灾危险类别	甲类		爆炸危险级别组别	IIA T1	
	危险特性	易燃, 与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂接触剧烈反应				
灭火方法	切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂: 雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉					
毒性	LD50: 无资料 LC50: 无资料					
健康危害	甲烷对人基本无毒, 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					
急救	皮肤接触	若有冻伤, 就医治疗				
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医				
防护	工程控制	生产过程密闭, 全面通风				

	呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）
	眼睛防护	一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜
	身体防护	穿防静电工作服
	手防护	戴一般作业防护手套
	其他	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护
泄漏	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用	
操作	密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备	
储存	远离火种、热源。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备	
运输	采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。	

### 3.1.2.2 监控化学品、易制毒化学品、剧毒化学品等辨识

#### (1) 监控化学品

依据国务院令第 190 号《监控化学品管理条例》，该项目涉及的各种化学品中无监控化学品。

#### (2) 易制毒化学品

依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令第 445 号、第 703 号修改），该项目不涉及易制毒化学品。

#### (3) 易制爆化学品

根据《易制爆危险化学品名录（2017年版）》的规定，该项目不涉及易制爆化学品。

#### （4）剧毒化学品

对照国家十部委 2015 年颁发的《危险化学品目录（2015 版）》，该项目不涉及剧毒化学品。

#### （5）高毒物品

依据《高毒物品名录（2003 年版）》的规定，该项目不涉及高毒物品。

#### （6）特别管控危险化学品

根据《特别管控危险化学品目录》（2020 年版），可知该项目为不涉及特别管控危险化学品。

### 3.2 危险工艺、重点监管的危险化学品辨识

#### （1）重点监管的危险化工工艺

根据《重点监管的危险化工工艺目录》（2013 年完整版），该项目属于天然气管道运输，不涉及危险工艺。

#### （2）重点监管的危险化学品

依据《重点监管的危险化学品名录（2013 完整版）》，该项目涉及的化学品中天然气属于重点监管的危险化学品。对于重点监管的危险化学品按照《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》（安监总厅管三[2011]142 号）的要求进行应急处置。泄露时，消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏

物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。

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。

### 3.3 工艺过程中危险有害因素分析

输气管线工程以埋地敷设方式进行输送，具有隐蔽、单一和野外性的特点；根据输气管道易发生事故的特点，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与辨识，将可能造成事故的危险、有害因素分成以下几类。

#### 3.3.1 施工期的危险有害因素分析

在输气管道安装过程中存在的主要危险有害因素分析如下：

##### 3.3.1.1 火灾、爆炸

①该项目起点接龙江大道管线末端阀井，施工过程中，在工艺装置区不免要进行动火作业。动火管理不严，可能在动火作业过程中，如有一点防范措施不到位，就容易发生火灾、爆炸事故。

②现场施工人员在起点处抽烟、私动明火，在易燃易爆区使用非防爆工具和灯具，着装不符合防静电要求、系统吹扫不净等。这些不良行为可能引发起点处的火灾、爆炸事故。

③施工过程中如果发生管道磕、碰、划伤，伤痕深度不应超过管材壁厚的 10%等缺陷，都会使管道焊缝产生隐患，管道因不能承受设计压力的

作用而发生断裂，输送介质泄漏，易导致火灾、爆炸事故。

④施工过程中若不能按设计要求进行敷设、或连接完成后的接头未自然冷却，冷却过程中移动接头、拆卸加紧工具或对接头施加外力，则这些部位都会成为整条管道的薄弱环节，易发生介质泄漏，易导致火灾、爆炸事故。

⑤埋地管道未达到设计要求的埋设深度，受到水冲或因土层过薄而使管道拱出地面。管道在车辆载荷的反复冲击下发生断裂引发泄漏。

⑥施工过程中管道连接应在环境温度  $-5 \sim 45$  °C 范围内进行，施工环境对管道焊接的质量有较大影响，环境温度过低或在大风条件进行管道连接，熔体的温度下降较快，热损失较大，不易控制焊面熔化温度和融合时间，会出现局部过热或完全融合等现象，焊接质量不易保证，则这些部位都会成为整条管道的薄弱环节，易发生介质泄漏，易导致火灾、爆炸事故。

施工过程中管道桩基处理不当会引起管道基础沉降，造成管道断裂而引发天然气泄漏和火灾、爆炸事故。

⑦施工过程中管道试压是整条管道施工阶段的最后检验工作。因试压工作疏忽，达不到强度和严密性的试压要求，而使整条管道的承压能力降低。

### 3.3.1.2 机械伤害

在管道敷设、设备安装、现场施工过程中，如果防护措施不当或者施工设备操作不正确，存在机械伤害的可能。

### 3.3.1.3 物体打击

造成物体打击事故的原因主要有三个方面，一是设备设施缺陷，陈旧老化，安全性能差，无法承受突然增加的离心力，加上安全防护装置的不齐全，或损坏失灵等；作业场所防护设施缺乏，临边和洞口防护栏、安全网设置不到位，材料堆放不符合安全要求和建筑构件搭设未作固定等。二是未按规定穿戴个人劳动防护用品；冒险进入危险场所；作业时未观察周边环境；高空作业或坑内作业中操作方法错误等。三是没有严格执行法律法规和标准要求；安全意识淡薄，安全培训流于形式，内容肤浅。不切合实际；各项管理制度不健全，责任制贯彻不到位，安全交底不明确；现场管理混乱作业环境差，施工中立体交叉作业和违章作业等。

### 3.3.1.4 坍塌

坍塌，指物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成伤害的事故。

造成坍塌事故的原因主要有：挖沟时的土石塌方、脚手架坍塌、物料堆放不符合规范，物体堆放过高、不整齐、倾斜、基础不牢固、外力撞击等；脚手架重心偏移，整体失稳；建设仪表机柜间时，新浇混凝土屋顶上堆物过多，严重超载；怕麻烦、图省力、抢速度或有章不循，缺乏安全知识或经验不足，不按施工作业方案作业或违章指挥、违章操作，技术缺陷、管道混乱等。

### 3.3.1.5 起重伤害

造成起重伤害事故的原因分四个方面，一是物的不安全状态，如零部件质量缺陷、安装失误或不符合要求、设备设施陈旧老化等。二是人的不

安全行为，如司机缺乏责任心，操作技术差，精力不集中，对作业环境不熟悉；地面挂吊和指挥人员未按作业规程检查和指挥作业，违章操作；工作前未检查吊索、吊具；操作中造成失误。三是环境因素，主要有因雷电、地震等造成的倒塌和倾翻事故；因场地拥挤、杂乱造成的碰撞、挤压事故；因亮度不够和遮挡视线造成的碰撞事故等。四是管理缺陷，主要有其中性能差，维护保养不够致使机械性能达不到设计要求；起重设备安装不符合规定；吊具、吊索不符合要求；操作人员和指挥人员未经专业培训，无证上岗；违规租赁、借用起重机械，违规聘用司机；作业现场管理混乱，不执行专人专机规定，指挥人员不熟悉机械性能和现场环境，违章无人制止，导致现场管理失控。

### 3.3.1.6 触电

施工现场发生触电事故的主要原因有：违反《电气安全规程》的规定，未执行工作票制度；违反《建筑施工安全检查标准》有关外电防护的规定，未对作业现场采取防范措施，贸然进行危险作业；设备设施不符合电气安全技术规定，设备陈旧老化，无接地、接零保护措施，违章操作，维护保养不到位；作业人员安全意识差，冒险作业；现场管理混乱，电气线路乱拉乱接不符合规范，违章行为无人监管。

### 3.3.1.7 车辆伤害

管道施工作业过程中，在使用机动车辆运送人员或材料时，发生车辆伤害。

因此，施工现场存在的主要危险有害因素有：火灾、爆炸、高处坠落、物体打击、坍塌、起重伤害、触电、车辆伤害等。

### 3.3.1.8 高处坠落

在施工现场，高于地面 2m 以上的脚手架、平台、陡壁或洞、坑、沟等施工作业场所进行高处作业，安全防护措施不到位以及使用不合格防护设施，随意拆除、变更防护设施，使用不合格安全带、安全帽，在临边和洞口未设置防护栏杆及牢固盖板和安全网等可导致人员高处坠落。

由于施工现场管理混乱，个人安全意识薄弱，安全培训流于形式，无证作业、违章作业，如未经培训擅自登高，配备了安全带却不固定，在湿滑平台工作时麻痹大意，均可导致高处坠落事故。

### 3.3.1.9 高温

高温环境可影响劳动者的体温调节、水盐代谢及循环系统、消化系统、泌尿系统等。

该工程所在地夏季气温较高，极端最高气温为 34.8℃，夏季炎热及运行过程产生的热辐射可造成作业环境高温。导致作业人员容易疲劳，甚至脱水中暑、休克等。

## 3.3.2 运营期危险有害因素

### 3.3.2.1 火灾、爆炸

管道、法兰、阀门等发生泄漏，泄漏的天然气与空气接触，遇静电、明火等是发生火灾、爆炸的直接原因。天然气管道泄漏的主要因素如下：

#### 1. 植物破坏或人为破坏

1) 一般的草皮和灌木对 PE 燃气管道的影响不大，在绿化带下面，PE 燃气管道敷设按规范要求可正常敷设，且根系不发达的草和一般灌木不会对其产生较大影响。如果是根部特别发达的树或乔木时，其庞大的根系会

缠绕 PE 燃气管道，长时间的缠绕紧缩会压扁强度不高的 PE 燃气管道，甚至有的顶穿 PE 燃气管道或者一旦台风将树根拔起，被缠绕的 PE 燃气管道就会遭到破坏。人为破坏：人在刨树时，也很容易伤害强度不高的 PE 燃气管道，或遭到人员恶意破坏。

## 2. 设计不合理

设计质量的好坏对工程质量有直接的影响，管道强度设计计算时，对管道的受力载荷分析不当，管材、壁厚的选用不恰当，例如输气管道是根据管道所经地区的分级或管道穿跨越公路等级等情况，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，造成强度设计系数选取不恰当，若这种失误导致管道壁厚计算值偏低，将不能满足实际工况的安全。若管道应力分析，强度、刚度及稳定性校核失误，会造成管道变形、弯曲甚至断裂。

## 3. 施工缺陷

### 1) 不良操作对焊接质量的影响

不良操作是指在进行电熔连接时管件组装、定位、管材或插口管件表面氧化层的处理等操作不符合规范的要求，这些都会对接口质量造成不良影响并导致焊接失败，包括以下几种情况：

#### a) 焊接前对管材表面氧化层的刮除工作不充分。

此项问题在管道连接中较为常见，这是因为聚乙烯管材在生产过程中的冷却阶段会在管材表面形成一层约 0.1-0.2mm 的氧化层，因此进行电熔连接前必须对焊接区域的表面氧化层进行刮削处理。否则会大大增加不良接口的比率，甚至造成百分之百的熔接失败，对于电熔鞍型管件，焊接区

域电热丝包覆线表面的刮削也是非常重要的。

#### b) 电熔管件与待焊管材不同轴现象

电熔管件进行焊接时，电热丝通电后向周围的聚乙烯材料进行加热，正常情况下，聚乙烯材料的加热并膨胀是均匀的，电热丝将周围的聚乙烯材料加热到熔融状态，熔料会慢慢填满空隙，不会在焊接界面存在应力现象，因此能获得较稳定的焊接质量，电熔管件与待焊管材组装时存在不同轴现象，电热丝受到组件不同轴产生的空隙不均匀影响造成熔料发生从小空隙部位向大空隙部位位移情况，最终引起电热丝堆积直至短路，这种情况往往导致出现聚乙烯材料的呈液体状态喷出焊接界面的现象。

#### c) 焊接时管件和管材安装不到位

焊接时管材插入管件位置没有达到焊接前的划线位置，即插入位置不到位，这样一部分电热丝将不与管材接触而裸露在空气中，导致焊接时裸露的电热丝通电后受热不均而出现冒烟甚至短路现象，引起焊接失败。

电熔鞍型管件未夹紧导致的熔接失败电熔鞍型管件在安装时需对管件的螺丝进行均匀的拧紧工作，保证鞍型管件的整个焊接端面与管材紧密贴合在一起，如果安装时电熔鞍型管件与管材之间存在缝隙，会引起鞍型管件的空焊，导致焊接时裸露的电热丝通电后受热不均而出现冒烟甚至短路现象，引起焊接失败。

#### d) 焊接后采用冷水强制冷却

焊接后的电熔管件需进行正常的自然冷却以获得最佳的焊接效果，冷却阶段中电热管件和管材不能受外力左右，且不得采用冷水等方式进行强制冷却，因为电熔管件冷却的过程是聚乙烯（PE）材料收缩的过程，强制

冷却将引起焊接区域局部冷却不均匀导致焊接质量的下降。

## 2) 焊接工艺缺陷

### a、未熔接或熔接程度不够现象

此现象是指电熔管件焊接完成后，进行剥离试验时电熔管件与管材焊接处出现脆性开裂现象，此现象有可能在焊接完成后管件本身有发热现象，观察孔有顶出现象，甚至在焊接完成后的试压工作都有可能通过，但是在管道长时间运行后有可能会发生灾难性的事故。

出现此现象的原因有以下几点：

a) 部分厂家电熔焊机存在以下现象：焊接开始计时后输出电压需要大约 4 秒钟时间才能达到设定电压，这对于焊接时间较短的小口径电熔管件来说是致命的，例如 dn63mm 电熔套筒焊接时间仅为 50 秒，使用此种焊机进行焊接等于是将电熔套筒的焊接时间缩短的 10%，这种情况下焊接质量必然无法保证。

b) 现场焊接时的电压受焊机或工作环境的影响达不到电熔管件焊接要求，导致焊接热量低，焊接区域未达到熔融状态进行正常的焊接；

现场焊接时焊接时间过短，有可能是设置时间过短或焊接过程中断，焊接热量低于正常焊接的热量，导致焊接失败；

c) 熔管件与管材的间隙过大，管件焊接时聚乙烯（PE）原料达到熔融状态后也无法充分填满整个焊接界面的间隙，造成整个焊接界面未熔合或熔接强度过低；

d) 电熔管件或管材表面在焊接前存在沙土、水、油等污染，焊接时这些杂物直接夹杂在焊接界面中，导致焊接界面的熔接质量严重下降，从而

引起焊接面的脆性开裂现象。

#### b、电熔管件的过熔现象

电熔管件过熔现象电熔管件的过熔现象是指焊接时电熔管件出现聚乙烯（PE）原料呈流淌状溢出甚至喷出，管材或管件外观颜色发生变化。

出现过熔现象的原因很多，主要有以下几点：

a) 现场焊接时的电压受焊机或工作环境的影响超过电熔管件焊接要求，导致焊接热量过大，焊接区域达到熔融状态后继续加热导致聚乙烯（PE）原料受热过度造成聚乙烯（PE）原料呈流淌状溢出甚至喷出；

b) 现场焊接时焊接时间过长，有可能是设置时间过长或焊接过程出现异常，焊接热量超出正常焊接的热量，出现过熔现象。

过熔现象在焊接完成后的试压工作基本上都能通过，但过熔现象严重时对焊口处的聚乙烯（PE）原料会产生降解的影响从而影响焊口的焊接质量。

3) 若管沟开挖深度或穿越深度不够，或管沟基础不实，当回填压实，特别是采用机械压实时，将造成管道向下弯曲变形：地下水位较高而管沟内未及时排水就敷设管道，会使管道悬空，如果夯实不严，极易造成管道拱起变形。

4) 管道在敷设过程中，需要穿越公路、河流等其他设施，对于穿越段管道，由于敷设完以后难以检修，因此施工质量的优劣对充分保证穿越管道的质量显得尤为重要。

5) 由于施工人员的资质、能力缺陷，造成工程质量没有达到设计要求，导致工程存在事故隐患。

6) 不熟悉地质条件。可能造成管线下沉断裂。施工过程中不熟悉交叉穿越管线电缆情况可能损坏第三方管线设施。

7) 施工过程中无监护，操作人员违章，有可能被过往车辆撞伤，发生交通事故。

8) 输气管道承受外载过大，若埋入地下的管道距地表面太浅，承受来往车辆重载的压轧使管道受损，或回填压力过大，致使管道破裂。

#### 4. 材料及设备缺陷

对天然气管道管材的基本要求是：强度高、韧性好，可焊性好，专用的油气管道钢材可以满足这些条件，若管材的焊缝质量不合格，会留下事故隐患，特别焊缝较长，容易有应力集中现象，因而出现焊缝缺陷。需严格检查，才能保证管材的质量。

#### 5. 堵塞

由于埋深不够、气候寒冷、天然气含水等原因造成管道冻堵，是严重影响管道安全运营的一个隐患。本项目虽处于地形不复杂、气候不太寒冷地区，但冬季也是不可忽视的。

#### 6. 应力开裂

许多聚合物在使用过程中常发生开裂，开裂是物体在应力作用下发生过度形变的结果。因而产生开裂的原因是多方面的。它与聚合物的性质及结构的不均匀性有关，而出现开裂的最主要外界因素是应力的作用。聚合物在加工过程中，产生的内应力，以及在使用过程中受到应力的作用都会引起开裂。除应力外，其他环节介质的作用是造成开裂的另一个重要的因素，如热、氧化、环境与疲劳溶剂物质的作用。

热度可增加分子的运动，从而在较低的应力下产生物料的流动，引起热应力开裂。氧化开裂通常与热应力开裂同时发生。但前者含有化学降解，可能引起聚乙烯开裂的低分子量组分使用聚乙烯提前开裂。例如：某些表面活性剂由于具有很高的活动性和润滑性，能进入聚合物的裂纹中被吸附，而降解聚合物的表面性能，从而使裂纹扩大。聚乙烯埋地安装是，由于埋没后地基不均匀沉降及埋地时将管道弯曲配置等原因，使管道发生变形，致使材料内部慢慢出现流动，当内部变形达到某一临界值或与外部介质接触时，聚乙烯管材会出现龟裂，龟裂的持续增长将导致管道破坏。另外，管材在加工、运输和铺设施工中不可避免地造成表面划痕，在长期使用中，在环应力作用下管道发生蠕变，原始的微小裂纹沿着径向开始慢慢扩展，最终穿透管壁而导致应力开裂将直接关系到管材的使用寿命。

聚乙烯管材受到外界的冲击负荷是，产生一个裂纹，如果管内压力大于转为难压力则初始裂纹以每秒数十米的速度迅速扩展，这种过程叫做快速裂纹扩展过程。另外，管子口径越大、管壁约厚，发生快速裂纹扩展现象的危险性越大。

## 7. 道路穿越

本项目天然气管道有道路穿越、高速公路穿越，在园区内敷设的管道需穿越较多规划道路及企业出入口水泥路。由于多处穿越道路，在防护措施不当的前提下，可能由于道路上重型车辆等的碾压，导致输气管道的破裂，最终导致天然气泄漏，造成事故发生。

在项目建设中应充分考虑对穿越点的防护，采用顶砵套管或钢管对穿越管道进行防护（套管与管道之间设置绝缘支撑），可有效避免道路上方

运行车辆对管道的破坏，因此，一般情况下穿越道路的管道不存在危险性，但必须确保保护套管的强度，施工过程中必须确保施工质量，绝缘支撑必须严格落实。

### 3.3.2.2 有害气体

由于天然气主要成分是甲烷，根据化学品安全技术说明书的论述，甲烷对人基本无毒。但长期低浓度吸入，仍然会对人员造成身体慢性伤害，可引起头痛、头晕、乏力和心跳加速、食欲减退等症状。四氢噻吩具有麻醉作用，小鼠吸入中毒时，出现运动性兴奋、共济失调、麻醉，最后死亡。慢性中毒实验中，小鼠表现为行为异常、体重增长停顿及肝功能改变。对皮肤有弱刺激性。

## 3.4 自然环境危害因素分析

### 3.4.1 气象

**雷电：**如果设备设施的防雷设施未设置、设置不合理，或防雷设施损坏未及时进行修复，将造成直接雷击破坏。对于电气设施，如果接地不良、布线错误、各供电线路、电源线、信号线、通信线、馈线未安装相应的避雷器或未采取屏蔽措施，将有可能遭受感应雷击，造成电力、电气系统损害。

**气温：**PE管在较高温度下其耐压强度会降低，温度过低将导致其变脆。

**山洪：**山洪是由于暴雨引起江河水量迅速增加及水位急剧上涨的现象。暴雨山洪是由较大强度的降雨而形成的山洪，山洪对输气管道造成的危害有：损坏电力、通信系统，引起电力、通信中断，以致于管道系统无法正常工作；冲刷管道周围的泥土，会导致管道裸露或悬空，使管道在热应力

和重力的作用下拱起等弯曲变形；大面积的山洪会使管道地基发生沉降，造成管道的变形甚至断裂。

### 3.4.2 地震

地震灾害是由传播的地震波和永久性地土变形而引起的。地震波所能影响的区域要比永久性地土变形影响区域大，破坏管道系统薄弱部位的可能性大，而永久性的地土变形比地震波的危害更大，常引起灾难性破坏。由于 PE 管机械强度较低，地震对输气管道可能造成冲击致使管道穿孔等破坏；永久性地土变形，如地表断裂、土壤液化、塌方等引起管线断裂或严重变形，构（建）筑物倒塌；地震波对输气管道产生拉伸作用，但由此动力激发的惯性效应极小，不至于造成按规范标准建设的输气管道的破坏，但有可能使那些焊接质量较差的薄弱管段破坏。

### 3.4.3 地面沉降

地面沉降是指在一定的地表面积内所发生的地面水平面降低的现象。作为自然灾害，地面沉降发生有着一定的地质原因，如松散地层在重力作用下变成致密地层、地质构造作用。地震都会导致地面沉降。也有人为因素，如人类过度开采石油、天然气、固体矿床等直接导致了地面沉降。地面沉降对输气管道造成的危害有：导致管道下部悬空或产生相应变形，严重时发生断裂；管道损坏，管道连接处变形或断裂。

### 3.4.4 水土流失

（1）由于 PE 材料的化学性能，裸露管道受暴晒、雨淋，可能与油类、酸、碱、盐活性剂接触造成损坏，缩短管道的使用寿命；

（2）破坏管道埋深 1.2~1.5m 埋深的恒压作用，使管道在热应力的作

用下产生拱起或下垂等弯曲变形，甚至产生破坏。

### 3.5 社会环境危险有害因素分析

#### 3.5.1 周边环境对生产装置、设施的影响

本工程中压管道远离医院、学校，周边无客运站、城镇规划区、港口、码头、飞机场、军事区等设施，可以认为中压管道该方面影响并不明显。

#### 3.5.2 社会环境对建设项目的影晌

根据管道事故不完全统计，人为外力破坏已成为输气管道泄漏、火灾、爆炸事故的主要原因之一。

##### 3.5.2.1 无意破坏

管道运营企业只购买输气管道使用权，而未购买管道土地所有权。而输气管道管线长、面广、点多，所经行政区域范围大，因此造成对其管理的难度增大，在其经过的范围内，由于建构筑物的施工、道路和桥梁等基础设施的建设、各种地下管线的敷设都是各自为政，没有统一规划，涉及的管理部门众多，难于协调，所以在施工的同时，经常出现有损输气管道的现象。对于穿越公路的管理，当公路进行维护施工作业时，如果未充分考虑管线的安全，很有可能对其造成破坏。由于只有管道使用权，因此管道附近大型建构筑物施工、爆破作业将带来管道地基沉降，引起管道悬空，这样既破坏管道埋深恒压状态，又引起管道弯曲、变形甚至断裂。在管道附近空地甚至管道上修建公路、房屋、建构筑物等设施、或进行开挖沟渠、挖沙、采矿、生产、打井等作业，又增加了管道的负荷、破坏了管道的恒压状态，造成管道弯曲变形甚至损坏。在管道附近如种植深根植物，深根植物的根系将缠绕、挤压、损坏管道。

### 3.5.2.2 有意破坏

输气管道内输送的介质为天然气，具有较高的经济价值，一旦盗取可以获得一定的经济利益。一些不法分子为了获取经济利益，不惜冒着生命危险破坏国家财产，进行盗油活动，给国家、企业带来了巨大的经济损失。输气管道有意破坏表现为盗、扒管道、阀门或附属设施，在管道上开孔盗油，或者人为蓄意破坏管线设施等。不法分子频繁的在输气管线上开孔盗窃，造成的严重后果有：管道安全受到威胁、油品泄漏、火灾爆炸事故随时可能发生、造成经济损失、对社会稳定造成极大的负面影响。

### 3.5.2.3 违章建筑

违章建筑指在管道建成后，在管道上方或在管道两侧防护带内兴建的各种建筑，这种违章行为对管道的安全及居民的安全构成了严重威胁，也给违章建筑本身种下了不安全隐患。

## 3.6 安全管理缺陷分析

### 3.6.1 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动、气动等控制阀门，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) 发电机等

开启发电机未实施有效的检查或未按程序操作、启动，造成设备损坏或破坏。

### 5) 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、标注不俱全，采用不许使用的作业工具等，都有可能产生安全事故。

### 3.6.2 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、安全检查和隐患治理、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，缺乏规范的检查、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

为了安全可靠的供气，应建立完善健全的燃气工程资料档案管理制度。

压力管道等为特种设备。根据《特种设备安全监察条例》，特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。安全技术档案应当包括以下内容：

(1) 特种设备的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护

说明等文件以及安装技术文件和资料；

(2) 特种设备的定期检验和定期自行检查的记录；

(3) 特种设备的日常使用状况记录；

(4) 特种设备及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录；

(5) 特种设备运行故障和事故记录。

根据《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》CJJ51—2006，城镇燃气供应单位的档案管理部门应收集燃气设施运行、维护和抢修资料，建立档案并对其实施动态管理；有条件的地区宜建立燃气管网地理信息系统。

### 3) 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，造成设备腐蚀、漏气，并使系统带隐患工作。

## 3.7 重大危险源辨识

本工程为燃气管网建设工程，天然气通过敷设的管道输送至签约用户。根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）规定的适用范围，“危险化学品的厂外运输（包括铁路、道路、水路、航空、管道等运输方式）”不适用本标准。

## 3.8 事故案例

### 案例一：西气东输 21 标段“8.15”预留管沟塌方事故

2002 年 8 月 15 日西气东输 21 标段，发生一起塌方埋人，致使一名儿

童窒息死亡事故。

## 一、事故经过

某施工单位在线路里程 FL019 有一转角，管线下沟后，因弯头未到未及时进行连头作业，故该处约 30 米管沟没有回填，2002 年 8 月 15 日下午，当地附近村庄的小孩在预留管沟内掏土玩耍时，致使沟边土方坍塌，造成两名小孩被埋，其中一名 6 岁女童因埋得较深，

营救不及时，导致窒息死亡。

## 二、事故原因分析

- 1、施工单位不严格执行施工设计规范，管沟开挖边坡不符合设计要求；
- 2、风险识别不够，现场警示、防护措施不到位。

## 三、事故预防措施与对策

1、对较深的管沟应采取防塌桩及进行台阶式放坡的措施，防止不可预见的塌方事故的再次发生。

2、加强现场安全监护与警示。对施工未完工的预留坑，应派专人看守或加设卫栏，并悬挂警示牌。

3、加强对附近社区村镇居民的 HSE 知识教育和宣传，提高防范意识，教育儿童不要到管道施工现场，做到防患于未然。

### 案例二：“1.20”天然气管道爆炸着火事故案例

2006 年 1 月 20 日 12 时 17 份，西南油气田分公司输气管理处人寿运销部富加输气站发生天然气管道爆炸着火事故，造成 10 人死亡、3 人重伤、47 人轻伤。

## 一、基本情况

富加站位于四川省眉山市仁寿县富加镇，是集过滤、分离、调压、计量、配气等为一体的综合性输气站。输气管理处两条干线威青线和威成线通过富加站，设计日输气量  $950 \times 104 \text{m}^3/\text{d}$ ，设计压力 4.0MPa，其中威青线（管线直径  $\phi 720 \text{mm}$ ）建成投产于 1976 年，威成线（管线直径  $\phi 630 \text{mm}$ ）建成投产于 1967 年。事故前威青线的日输气量为  $50 \times 104 \text{m}^3$ ，运行压力为 1.5~2.5MPa。事故发生时，该管段的日输气量为  $26 \times 104 \text{m}^3$ 、压力 1.07MPa，气流方向为文官至汪洋。

威青、威成线建成投产 30 多年来，由于城乡经济建设发展，该地区已由一、二类地区上升为三、四类地区，管道两侧 5 米范围内形成了大量违章建筑物等安全隐患。2005 年该油气田分公司组织实施威成线三、四类地区（钢铁—汪洋段）安全隐患整改和威青、威成线场站适应性大修改造。工程由某工程公司设计、某输气分公司承建、某监理公司负责监理。于 2005 年 9 月 1 日正式动工，原计划 12 月 15 日主体工程结束。因从意大利进口的球阀推迟到货（原计划 2005 年 11 月 30 日到货，实际到货时间为 2006 年 1 月 10 日），变更计划为 2006 年 1 月 19 日进行威青线的碰口作业。

## 二、事故经过

1 月 19 日 7 时 30 分，开始施工，18 时 30 分施工完毕；

1 月 20 日 8 时 30 分，组织从富加至文官方向置换空气；

1 月 20 日 10 时 30 分，完成置换空气作业，开始缓慢升压；

1 月 20 日 10 时 40 分、11 时 40 分，作业人员两次巡检无异常。压力缓慢升至 1.07MPa，恢复正常流程。

12 时 17 分，富加站至文宫站方向距工艺装置区约 60 米处，因中 720 输气管线泄漏的天然气携带硫化亚铁粉末从裂缝中喷射出来遇空气氧化自燃，引发泄漏天然气管外爆炸（第一爆炸），因第一次爆炸后的猛烈燃烧，使管内天然气产生相对负压，造成部分高热空气迅速回流管内与天然气混合，引发第二次爆炸。当班工人立即向输气处调度室报告了事故情况，同时向富加镇政府和派出所报告；12 时 20 分左右，富加站至汪洋站段方向距工艺装置区约 63 米处，又发生了与第二次爆炸机理相同的第三次爆炸。当第一次爆炸发生后，富加集输站值班宿舍内的员工和家属，在逃生过程中恰遇第三爆炸点爆炸，导致多人伤亡。

输气管理处在接到报告后，输气调度室立即通知文宫、汪洋两站紧急关断干线截断球阀并进行放空。

13 时 11 分，文宫站至汪洋站段放空完毕。13 时 30 分，事故现场大火扑灭。17 时 40 分，临近建构筑物余火被扑灭。

此次事故共造成 10 人死亡、3 人重伤，损坏房屋 21 户计 3040 平方米，输气管道爆炸段长 69.05 米，直接经济损失 995 万元。

### 三、原因分析

#### （1）直接原因

φ720 管材螺旋焊缝存在缺陷，在一定内压作用下管道出现裂纹，导致天然气大量泄漏。泄漏点上方刚好有一颗白杨树（树干直径 400 毫米，约高 17 米，主根部径向展开直径 1.8 米左右），由于根系发育使土质变得较为疏松，泄漏的天然气在根系发育的树兜下聚集，加之泄漏的天然气携带硫化亚铁粉末从裂缝中喷射出来遇空气氧化自燃，引发泄漏天然气爆炸（系

管外爆炸），同时造成管道撕裂。因第一次爆炸后的猛烈燃烧，使管内天然气产生相对负压，造成部分高热空气迅速回流管内与天然气混合，引发第二次爆炸，约 3 分钟后引发第三次爆炸（爆炸机理与第二次爆炸相同）。

## （2）间接原因

1、管道运行时间长，管材疲劳受损。威远—青白江输气管线（威青线）建于 1975 年，1976 年投产，由于管材生产和抬运布管时产生的缺陷以及当时检测技术手段落后等条件的限制，导致管线先天存在较大缺陷。加之该管道已建成投运 30 年，运行时间较长，且 90 年代流向调配、管输压力频繁变化，导致管道局部产生金属疲劳。

2、管道建设时期，防腐工艺落后。因为当时防腐绝缘材料及防腐绝缘手段、施工工艺的限制，管道未能得到有效保护，管道外层腐蚀严重。

3、管道内壁也受到腐蚀。该管道投产以来，曾在相当长时期内输送低含硫湿气，管线处于较强内腐蚀环境，导致管内发生腐蚀，伴有硫化亚铁粉末产生。

4、第一爆点上方白杨树根系发育使土质变得较为疏松：，为天然急泄通并在管外聚集爆炸提供了条件。同时管道附近还有其他根深植物。

5、富加输气站场及进、出管道两侧存在较多建构筑物，且场站周围建构筑物过密，以致逃生通道狭窄，人员不能及时安全撤离。

6、员工、家属和附近居民在逃生过程中恰遇第三爆炸点爆炸。

7、油气田分公司对基层单位的安全生产管理工作存在不足，特别是输气管理处对役龄较长的输气管线存在的安全隐患重视不够，管道巡查保护不力，对仁寿富加输气站周围建筑密集的问题未能及时发现并予以整改。

8、仁寿县人民政府没有充分认识到天然气管线周围民用建构物过多已经对管线的安全运行造成隐患，对小集镇规划、建设审批的指导和督促检查不力，仁寿县规划和建设局对小城镇建设管理工作重视不够：对有关规划和建设项目的事批把关不严，致使富加输气站周边民用建构物过多。

### （3）管理原因

1、本次威青线大修工程投产方案采用天然气直接置换空气方式，严重违反了《天然气管道运行管理规范》SY/T5922-2004 标准的规定，并且没有按规定在置换结束后对排放口排出气体进行检测。

2、施工组织方案不落实。虽然按照威青线施工组织方案成立了由输气管理处及运销部两级领导和技术人员组成的现场领导组、技术组、保镖组、后勤保障组等组织，但是在投产作业过程中，没有到现场对工程技术质量和安全环保检查把关。

3、西南油气田修建富加站值班宿舍时，未严格执行《石油天然气管道保护条例》及有关规范的规定，在管线、场站的安全距离内建房，并将场站逃生通道选择在管道上方。而且，违反有关规定允许员工家属住在场站值班宿舍。

4、管道巡护责任不落实，管理人员对巡线工执行管道巡护操作规程的情况监督检查不力，致使管道上方和管道附近深根植物长期存在，没有及时处置。

#### 四、事故教训

- 1、对所有易燃易爆气体的停气碰头、置换作业都必须使用氮气进行置换。
- 2、对储存、集输、生产易燃易爆气体、液体的装置、管线等必须采取防化学腐蚀措施，并按要求定期进行检测。
- 3、在易燃易爆气体、液体的管线、场站安全距离内禁止修建房屋、宿舍，必须合理选择应急逃生通道。
- 4、对于投产、大修改造等关键施工必须要有领导干部和现场安全监督进行严格把关。

## 4. 评价单元划分及安全评价方法选择、简介

### 4.1 评价单元划分的原则

划分评价单元应符合科学、合理的原则。该项目评价单元划分遵循以下原则和方法：

- 1、以危险、有害因素类别为主划分评价单元；
- 2、以装置、设施和工艺流程的特征划分评价单元；
- 3、将安全管理、外部周边情况单独划分为评价单元。

### 4.2 评价单元划分

评价单元是在危险、有害因素分析的基础上，分析评价目标和评价方法的需要，按照建设项目生产工艺或场地特点，将生产工艺或场所划分成若干个相对独立的部分。针对项目的风险特点，科学、合理、无遗漏的原则。本项目划分为基本安全条件单元、线路工程单元、配套及公用工程单元、安全管理单元。通过项目工程存在的危险、有害因素的综合分析，针对其不同的评价单元，选用了不同的评价方法进行评价，见表 4.2-1。

表 4.2-1 评价单元划分及评价方法一览表

序号	评价单元	子评价单元	采用的评价方法
1	基本安全条件	建设、可研单位资质 工艺、设备的成熟性	常规安全检查
2	线路工程	管道规划与建设 管道本体 管道敷设	安全检查表 事故树分析评价 预先危险性分析
3	安全管理	安全管理组织机构及人员设置 岗位安全责任制 安全生产管理制度和安全操作规程 安全教育培训 事故应急管理	常规安全检查

按照上述划分评价单元的原则，为适应评价方法和评价目的的需要，在评价中还将上述评价主单元适当的划分为若干子单元进行细化评价。

## 4.3 评价方法简介

### 4.3.1 预先危险性分析评价

#### 一、评价方法简介

预先危险性分析又称初步危险分析（简称为 PHA），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、估计事故发生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。

#### 二、分析步骤

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。

#### 三、预先危险性等级划分

预先危险性等级划分及风险等级划分，见下表：

表 4.3-1 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，必须予以果断排除并进行重点防范

表 4.3-2 事故发生的可能性等级划分表

等级	等级说明	具体发生情况	总体发生情况
A	频繁	频繁发生	频繁发生
B	很可能	在寿命期内会出现若干次	多次发生
C	有时	在寿命期内可能有时发生	偶尔发生
D	极少	在寿命期内不易发生，但有可能发生	很少发生，但并非不可能发生
E	几乎不能	很不容易发生，以至于可认为不会发生	几乎不发生，但有可能

表 4.3-3 风险评价指数矩阵

严重性等级 可能性等级	IV（灾难的）	III（危险的）	II（临界的）	I（安全的）
A（频繁）	1	2	7	13
B（很可能）	2	5	9	16
C（有时）	4	6	11	18
D（极少）	8	10	14	19
E（几乎不可能）	12	15	17	20

表 4.3-4 风险指数风险接受准则表

危险等级	风险程度
18-20	安全的，不需采取措施即可接受
10-17	临界的，处于事故状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡或财产损失，是有控制接受的风险，应予排除或采取措施
6-9	危险的，会造成人员伤亡或财产损失，是不希望的风险，要立即采取措施
1-5	会造成灾难性事故，不可接受的风险，必须立即进行排除

#### 4.3.2 事故树分析评价方法（FTA）

事故树（FTA）也称故障树，事故树分析是一种演绎推理分析方法，是安全系统工程重要的分析方法之一，具体做法是从被称作顶上事件的特定

事件开始，逐层分析发生的原因，一直分析到不能再分析或不需要继续分析为止，然后将这些原因与特定事件用相关的逻辑符号连接起来。从而得出一个完整的因果结构图，也就是人们称之为的事故树。然后再运用逻辑运算法则对事故树进行化简计算并作出定性、定量分析。

事故树的分析步骤主要有：

(1) 确定要分析的系统的对象事件，即顶上事件。

(2) 收集相关资料，如果各事故概率、系统构成要素等。

(3) 原因事件调查与分析即调查分析原因事件与顶上事件有直接关系的中间事件以及引发中间事件的下层事件。

(4) 编制事故树

以顶上事件即要分析的对象事件为起点，一层一层，一级一级地向下找出所有的原因事件，直到基本事件或正常事件、省略事件为止。同时按逻辑关系画出事故树。每一个顶上事件对应一株事故树。

(5) 定性、定量分析

定性、定量分析，首先要对已画出的事故树进行化简，求出最小割集或最小径集并运用数学方法确定各基本事件的结构重要度，再按结构重要度进行排序。如果有可靠完善的基本事件发生概率，可进一步进行顶上事件发生概率计算和概率重要度分析以及临界重要度分析，以确定临界重要度的顺序。

(6) 结果分析

对定性、定量分析的结果及重要度排序展开研究，一方面要找出预防或降低事故发生的所有可能方案；另一方面从已确定的预防或降低事故概率方案中，选出一种或几种既有效又经济的预防、控制方案，从而得出分

析结果、评价结论。

### 4.3.3 安全检查表法

安全检查表法是辨识危险源的基本方法，其特点是简便易行。根据法规、标准制定检查表，并对类比装置进行现场（或设计文件）的检查，可预测建设项目在运行期间可能存在的缺陷、疏漏、隐患，并原则性的提出装置在运行期间（或工程设计、建设）应注意的问题。

安全检查表编制依据：

- 1) 国家、行业有关标准、法规和规定
- 2) 同类企业有关安全管理经验
- 3) 以往事故案例
- 4) 企业提供的有关资料

在上述依据的基础上，编写出本扩建工程有关场地条件、总体布局等设计的安全检查表。

## 5. 定性、定量评价

### 5.1 基本安全条件

#### 5.1.1 建设、可研单位资质

井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）由江西天然气井冈山有限公司建设和管理。江西天然气井冈山有限公司位于江西省井冈山市新城区八面山大道 29 号，注册资本金为 5000 万人民币，成立于 2013-10-23，目前公司的主要经营范围是燃气配套设施、设备、炉具、灶具、厨房电器等的销售、安装、维修、维护服务，管道燃气、燃气汽车用天然气（CNG 或 LNG）项目的投资、建设、运营和管理，经营其他与管道燃气有关的物质和服务（国家有专项规定的除外）。

江西天然气井冈山有限公司未提供该建设工程的可行性研究报告。公司提供了由湖南瑞华市政工程设计有限公司编制的《井冈山市碧溪镇天然气利用工程项目建议书》及初步设计等资料。湖南瑞华市政工程设计有限公司经营范围包括市政工程、风景园林工程的设计服务；建设工程、建筑行业工程、城市规划、消防设施工程、环保工程、压力管道设计；燃气管道工程设计与施工、油（汽）站的规划、设计；分布式燃气项目的技术开发、咨询及转让；园林绿化工程服务；工程技术咨询服务；能源技术咨询服务等。公司具有市政行业（城镇燃气工程）专业甲级资质，资质证书编号：A143008722。

综上所述，项目的建设单位具有天然气管网的投资、运营及管理资质，项目建议书编制单位具有燃气工程的设计、施工，工程勘察，工程设计的资质。

## 5.1.2 工艺、设备的成熟性分析

### 1、工艺控制系统对比

本工程主要建设井冈山市碧溪镇天然气管网，采用不增压密闭输送工艺，不新建站场、阀室，不新增计量、调压装置。

本工程选用经过生产实践考验、可靠的产品，设备供应商具有良好的售后服务和维修能力。本工程采用聚乙烯管，属于国内成熟设备，不属于淘汰类设备。

综上所述，本工程采用的工艺属于国内成熟的工艺，不属于国内首次使用的工艺；采用的工艺、设备、材料均属于国内先进、常用水平，无淘汰、禁止类的工艺、设备。

## 5.2 线路工程

### 5.2.1 安全检查表评价

根据《城镇燃气管理条例》（国务院令第 666 号）、《城镇燃气规划规范》（GB/T 51098-2015）、《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006（2020 版））、《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250-2016、《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 等法律法规、标准规范建立本项目线路工程检查表。

表 5.2-1 线路工程检查表

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论
<b>一、管道规划与建设</b>				
1.	国家对燃气经营实行许可证制度。从事燃气经营活动的企业，应当具备下列条件： （一）符合燃气发展规划要求； （二）有符合国家标准的燃气气源和燃气设施；	《城镇燃气管理条例》第十五条	具备所述条件	符合

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论
	<p>(三) 企业的主要负责人、安全生产管理人员以及运行、维护和抢修人员经专业培训并考核合格;</p> <p>(四) 法律、法规规定的其他条件。</p> <p>符合前款规定条件的, 由县级以上地方人民政府燃气管理部门核发燃气经营许可证。</p> <p>申请人凭燃气经营许可证到工商行政管理部门依法办理登记手续。</p>			
2.	<p>燃气管理部门应当会同有关部门制定燃气安全事故应急预案, 建立燃气事故统计分析制度, 定期通报事故处理结果。</p> <p>燃气经营者应当制定本单位燃气安全事故应急预案, 配备应急人员和必要的应急装备、器材, 并定期组织演练。</p>	《城镇燃气管理条例》第三十九条	企业编制有本单位燃气安全事故应急预案, 配备应急人员和必要的应急装备、器材, 并定期组织演练。	符合
3.	城镇燃气规划应结合当地资源状况及发展需求, 统筹并科学合理选择各类气源, 满足市场需求、保障供需平衡。	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 3.0.1 条	结合当地资源状况及发展需求, 统筹并科学合理选择本工程气源	符合
4.	城镇燃气规划应近、远期相结合, 统筹近期建设和远期发展的关系, 且应适应城市远景发展的需要。	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 3.0.4 条	统筹近期建设和远期发展的关系, 适应城市远景发展的需要	符合
5.	燃气气源选择应遵循国家能源政策, 坚持降低能耗、高效利用的原则; 应与本地区的能源、资源条件相适应, 满足资源节约、环境友好、安全可靠的要求。	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 5.0.2 条	气源选择与本地区的能源、资源条件相适应, 满足资源节约、环境友好、安全可靠的要求	符合
6.	燃气管道的设计压力分级应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的规定。	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 6.1.1 条	本工程设计压力符合现行 GB 50028 的规定	符合
7.	<p>燃气管网系统的压力级制选择应符合下列规定:</p> <p>1 应简化压力级制, 减少调压层级, 优化网络结构;</p> <p>2 输配系统的压力级制应通过技术经济比较确定;</p> <p>3 最高压力级制的设计压力, 应充分利用门站前输气系统压能, 并结合用户用气压力、负荷量和调峰量等综合确定; 其他压力级制的设计压力应根据城市或镇规划布</p>	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 6.1.2 条	采用密闭不增压输送; 通过技术经济比较确定; 设计压力根据城市或镇规划布局、负荷分布、用户用气压力等因素确定	符合

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论
	局、负荷分布、用户用气压力等因素确定。			
8.	<p>城镇燃气管网敷设应符合下列规定：</p> <p>1 燃气主干管网应沿城镇规划道路敷设，减少穿跨越河流、铁路及其他不宜穿越的地区；</p> <p>2 应减少对城镇用地的分割和限制，同时方便管道的巡视、抢修和管理；</p> <p>3 应避免与高压电缆、电气化铁路、城市轨道交通等设施平行敷设；</p> <p>4 与建(构)筑物的水平净距应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028和《城市工程管线综合规划规范》GB 50289的规定。</p>	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 6.2.1 条	本工程主干管网沿城镇规划道路敷设，无穿跨越河流、铁路及其他不宜穿越的地区；避免与高压电缆、电气化铁路、城市轨道交通等设施平行敷设；与建(构)筑物的水平净距按规定要求执行。	符合
9.	<p>城镇中压燃气管道布线，宜符合下列规定：</p> <p>1 宜沿道路布置，一般敷设在道路绿化带、非机动车道或人行步道下；</p> <p>2 宜靠近用气负荷，提高供气可靠性；</p> <p>3 当为单一气源供气时，连接气源与城镇环网的主干管线宜采用双线布置。</p>	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 6.2.6 条	中压燃气管道沿道路布置，一般敷设在道路绿化带、非机动车道或人行步道下	符合
10.	应根据城镇燃气供气规模、运营模式，按照安全可靠、技术先进、合理适用、有利发展的原则，规划燃气指挥调度中心、维修抢修站、客户服务网点等燃气系统配套设施。	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 9.0.1 条	企业已有调度中心、维抢修力量	符合
11.	城镇燃气运行调度系统宜设主控中心及本地站。	《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015 第 9.0.3 条	本工程依托现有调度控制中心	符合
12.	<p>城镇燃气输配系统压力级制的选择，门站、储配站、调压站、燃气干管的布置，应根据燃气供应来源、用户的用气量及其分布、地形地貌、管材设备供应条件、施工和运行等因素，经过多方案比较，择优选取技术经济合理、安全可靠的文案。</p> <p>城镇燃气干管的布置，应根据用户用量及其分布，全面规划，并宜按逐步形成环状管网供气进行设计。</p>	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第 6.1.3 条	本工程燃气干管的布置根据用户用量及其分布，全面规划，并按逐步形成环状管网供气进行设计。	符合

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论																					
13.	<p>城镇燃气管的设计压力 (P) 分为 7 级, 并应符合表 6. 1. 6 的要求。</p> <table border="1"> <caption>表 6. 1. 6 城镇燃气设计压力 (表压) 分级</caption> <thead> <tr> <th colspan="2">名称</th> <th>压力 ( Mpa )</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">高压燃气管道</td> <td>A</td> <td>2.5&lt;P≤4.0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1.6&lt;P≤2.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">次高压燃气管道</td> <td>A</td> <td>0.8&lt;P≤1.6</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0.4&lt;P≤0.8</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">中压燃气管道</td> <td>A</td> <td>0.2&lt;P≤0.4</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0.01≤P≤0.2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">低压燃气管道</td> <td>P&lt;0.01</td> </tr> </tbody> </table>	名称		压力 ( Mpa )	高压燃气管道	A	2.5<P≤4.0	B	1.6<P≤2.5	次高压燃气管道	A	0.8<P≤1.6	B	0.4<P≤0.8	中压燃气管道	A	0.2<P≤0.4	B	0.01≤P≤0.2	低压燃气管道		P<0.01	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第 6. 1. 6 条	本工程燃气管网设计压力 0. 4MPa。	符合
名称		压力 ( Mpa )																							
高压燃气管道	A	2.5<P≤4.0																							
	B	1.6<P≤2.5																							
次高压燃气管道	A	0.8<P≤1.6																							
	B	0.4<P≤0.8																							
中压燃气管道	A	0.2<P≤0.4																							
	B	0.01≤P≤0.2																							
低压燃气管道		P<0.01																							
14.	燃气输配系统各种压力级别的燃气管道之间应通过调压装置相连。当有可能超过最大允许工作压力时, 应设置防止管道超压的安全保护设备。	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第 6. 1. 7 条	采用密闭不增压输送, 各段管道压力相同。	符合																					
<b>二、管道本体</b>																									
15.	<p>中压和低压燃气管道宜采用聚乙烯管、机械接口球墨铸铁管、钢管或钢骨架聚乙烯塑料复合管, 并应符合下列要求:</p> <p>1 聚乙烯燃气管应符合现行的国家标准《燃气用埋地聚乙烯管材》GB 15558. 1 和《燃气用埋地聚乙烯管件》GB 15558. 2 的规定;</p> <p>2 机械接口球墨铸铁管道应符合现行的国家标准《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的规定;</p> <p>3 钢管采用焊接钢管、镀锌钢管或无缝钢管时, 应分别符合现行的国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091、《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 的规定;</p> <p>4 钢骨架聚乙烯塑料复合管应符合国家现行标准《燃气用钢骨架聚乙烯塑料复合管》CJ/T 125 和《燃气用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》CJ/T 126 的规定。</p>	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第 6. 3. 1 条	本项目中压燃气管道采用符合现行国家标准的聚乙烯管	符合																					
<b>三、管道敷设</b>																									
16.	<p>地下燃气管道不得从建筑物和大型构筑物 (不包括架空的建筑物和大型构筑物) 的下面穿越。</p> <p>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, 不应小于表 6. 3. 3-1 和表 6. 3. 3-2 的规定。</p>	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第 6. 3. 3 条	本工程燃气管道不从建筑物和大型构筑物的下面穿越。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拟按规范要求执行。	符合																					
17.	地下燃气管道埋设的最小覆土厚度 (路面至	《城镇燃气设计规	本工程管道控制埋深	符合																					

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论
	管顶)应符合下列要求: 1 埋在车行道下时,不得小于0.9m; 2 埋设在非机动车车道(含人行道)下时,不得小于0.6m; 3 埋在机动车不可能到达的地方时,不得小于0.3m; 4 埋设在水田下时,不得小于0.8m。 注:当不能满足上述规定时,应采取行之有效的安全防护措施。	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第6.3.4条	车行道下1.2m,其余部分1.0m。	
18.	地下燃气管道的基础宜为原土层。凡可能引起管道不均匀沉降的地段,其基础应进行处理。	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第6.3.6条	基础为原土层。可能引起管道不均匀沉降的地段对基础进行处理。	符合
19.	地下燃气管道不得在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越,并不宜与其他管道或电缆同沟敷设。当需要同沟敷设时,必须采取防护措施。	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第6.3.7条	管道不在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越,不与其他管道或电缆同沟敷设。当需要同沟敷设时,采取防护措施。	符合
20.	燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道时应符合下列要求: 1 穿越铁路和高速公路的燃气管道,应加套管; 注:当燃气管道采用定向钻穿越并取得铁路或高速公路部门同意时,可不加套管。 4 燃气管道宜垂直穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道。	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第6.3.9条	本工程中压燃气管道穿越高速公路的燃气管道加套管。穿越段垂直高速公路。	符合
21.	在次高压、中压燃气干管上,应设置分段阀门,并应在阀门两侧设置放散管。在燃气支管的起点处,应设置阀门。	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第6.3.13条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
22.	地下燃气管道上的检测管、凝水缸的排水管、水封阀和阀门,均应设置护罩或护井。	《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第6.3.14条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
23.	采用水平定向钻法敷设应符合现行行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250的有关规定。	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ68-2018 第6.1.2条	拟按要求施工	符合
24.	采用插入法敷设应符合现行行业标准《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T147的有关规定。	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ68-2018 第6.1.3条	拟按要求施工	符合

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论
25.	不同压力级制的燃气管道之间应通过调压装置连接。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.1.4 条	采用密闭不增压输送，各段管道压力相同	符合
26.	燃气管道与附件的材质应根据管道的使用条件确定，其性能应符合国家现行相关标准的规定。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.1.5 条	拟选用符合国家现行相关标准材质的燃气管道与附件	符合
27.	聚乙烯燃气管道敷设应在沟底标高和管基质量检查合格后进行。	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.3.1 条	拟按要求施工	符合
28.	聚乙烯燃气管道下管时，不得采用金属材料直接捆扎和吊运管道，并应防止管道划伤、扭曲和出现过大的拉伸和弯曲。	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.3.2 条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
29.	聚乙烯燃气管道宜呈蜿蜒状敷设，并可随地形在一定的起伏范围内自然弯曲敷设。管道的弯曲半径应符合本标准第 6.1.4 条的规定，不得使用机械或加热方法弯曲管道	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.3.3 条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
30.	<p>示踪线、地面标志、警示带、保护板的敷设和设置应符合下列规定：</p> <p>1 示踪线应敷设在聚乙烯燃气管道的正上方；并应有良好的导电性和有效的电气连接，示踪线上应设置信号源井。</p> <p>2 地面标志应随管道走向设置，并应符合现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 和《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153 的有关规定。</p> <p>3 警示带的敷设应符合下列规定：</p> <p>1) 警示带宜敷设在管顶上方 300mm~500mm 处，但不得敷设在路面结构层内；</p> <p>2) 对于公称外径小于 400mm 的管道，可在管道正上方敷设一条警示带；对于公称外径大于或等于 400mm 的管道，应在管道正上方平行敷设 2 条水平净距为 100mm~200mm 的警示带；</p> <p>3) 警示带宜采用聚乙烯或不易分解的材料制造，颜色应为黄色，且在警示带上应印有醒目、永久性警示语。</p> <p>4 保护板应有足够的强度，且上面应有明显的警示标识；保护板宜敷设在管道上方距管顶大于 200mm、距地面 300mm~500mm 处，但不得敷设在路面结构层内。</p>	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.3.4 条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论
31.	聚乙烯燃气管道敷设完毕并经外观检验合格后,应及时进行沟槽回填。除连接部位可外露外,管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于 0.5m。	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.4.1 条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
32.	聚乙烯燃气管道沟槽回填应从管道两侧同时对称均衡进行,并应保证管道不产生位移。	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.4.2 条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
33.	管道沟槽回填时,不得回填淤泥、有机物或冻土,回填土中不得含有石块、砖及其他杂物。	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.4.3 条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
34.	聚乙烯燃气管道的回填施工应符合下列规定: 1 管底基础至管顶以上 0.5m 范围内,应采用人工回填和轻型压实设备夯实方式,不得采用机械推土回填。 2 回填、夯实应分层对称进行,每层回填土的高度应为 200mm~300mm,不得单侧回填、夯实。 3 管顶 0.5m 以上采用机械回填压实时,应从管轴线两侧同时均匀进行,并夯实、碾压。	《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.4.4 条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
35.	燃气管道与建(构)筑物及其他管线之间应保持一定的距离,并应符合国家有关标准的规定。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.2.1 条	拟按标准规定执行	符合
36.	地下燃气管道不得从建筑物和地上大型构筑物的下面穿越,但架空的建筑物和大型构筑物除外。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.2.2 条	拟建燃气管道不从建筑物和地上大型构筑物的下面穿越	符合
37.	地下燃气管道应根据冻土层、路面荷载和道路结构层确定其埋设深度。当埋设深度不能满足技术要求时,应采取有效的安全防护措施。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.2.3 条	管道埋设深度能够满足技术要求	符合
38.	当地下燃气管道穿过排水管沟、热力管沟、电缆沟、联合地沟、隧道及其他沟槽时,应采取防止燃气泄漏到沟槽中的措施。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.2.5 条	不穿过此类管沟	符合
39.	当燃气管道穿越铁路、公路、河流和城镇主要干道时,应采取不影响交通、水利设施和保证燃气管道安全的防护措施。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.2.6 条	项目建议书及设计未提及	提出对策措施建议
40.	在设计压力大于或等于 0.01MPa 的燃气管道上,应根据检修和事故处置的要求设置分段阀门。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.2.7 条	为便于维修以及事故时切断燃气,拟在下列各处设置阀门:过桥、过河流两端;中压管道每 1 公里左右设置一处;中压支管起点处;预留发展用户处;	符合

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论
41.	在燃气管道的建设和维护过程中, 应保证施工人员及其周边环境的安全。	《城镇燃气技术规范》GB50494-2009 第 6.2.8 条	制定有相关防范与治理方案	符合
42.	燃气管道穿跨越方式应根据障碍物结构类型、施工周期要求、交通条件等因素综合确定。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 3.0.1 条	穿跨越方式根据障碍物结构类型、施工周期要求、交通条件等因素综合确定	符合
43.	燃气管道穿跨越位置应根据工程具体情况选择, 宜垂直穿跨越铁路、公路、河流等障碍物。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 3.0.2 条	燃气管道垂直穿越铁路公路	符合
44.	穿跨越河流两岸上、下游及穿跨越铁路、公路、城市道路等处应设立标志, 并应符合现行行业标准《城镇燃气标志标准》CJJ / T 153 的有关规定。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 3.0.4 条	穿越公路、城市道路等处设立穿越标志	符合
45.	穿跨越燃气管道的材料应根据输送介质、设计压力、设计温度、设计使用寿命以及环境条件等因素确定, 并应符合下列规定: 1 高压、次高压燃气管道应采用钢管, 管材性能应符合现行国家标准《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB / T 9711, 三级和四级地区, 高压燃气管道材料钢级不应低于 L245。管径小于等于 DN300 的钢管, 可采用符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB / T 8163、《高压化肥设备用无缝钢管》GB 6479 和《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310 规定的无缝钢管。 2 当中压和低压燃气管道采用钢管时, 管材性能应符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB / T 8163、《高压化肥设备用无缝钢管》GB 6479、《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310、《低压流体输送用焊接钢管》GB / T 3091 的有关规定。 3 当中压和低压燃气管道采用 PE 管时, 管材性能应符合现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯 (PE) 管道系统 第 1 部分: 管材》GB 15558.1 的有关规定。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 3.0.5 条	中压燃气管道采用 PE100 SDR11 的聚乙烯管	符合
46.	当穿跨越管段位于抗震设防烈度为 6 度及高于 6 度地区时, 燃气管道、管道附件及支撑结构等设施应进行抗震设计, 并应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 的有关规定。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 3.0.8 条	方案未提及	提出对策措施建议

序号	检查内容	依据	检查说明	检查结论
47.	燃气管道穿跨越工程所用的管材、设备和管道附件等，应具有产品合格文件。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 3.0.9 条	拟选用合格产品	符合
48.	燃气管道穿越铁路、公路、城市道路、河流时，穿越位置的选择应满足管道穿越施工和维护对空间和环境的要求。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 4.1.1 条	穿越位置满足管道穿越施工和维护对空间和环境的要求	符合
49.	燃气管道穿越铁路、高速公路时，应加设套管。当采用水平定向钻穿越时，在征得铁路或高速公路管理部门同意后，可不加设套管。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 4.1.2 条	穿越宜井遂高速加设套管	符合
50.	当燃气管道利用现有铁路、公路、涵洞穿越时，应征得相关管理部门的批准。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 4.1.5 条	不利用现有铁路、公路、涵洞穿越	符合
51.	燃气管道不得在铁路站场、有人值守道口、变电所、隧道设施的下方穿越。穿越铁路、道路应避开土石方区、高填方区、路堑、道路两侧为同坡向的陡坡等地段。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 4.1.6 条	不在铁路站场、有人值守道口、变电所、隧道设施的下方穿越。	符合
52.	燃气管道穿越铁路、公路、城市道路、河流时，与周围建筑物、构筑物或其他管线的水平和垂直净距应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 4.1.7 条	拟按标准规定执行	符合
53.	当燃气管道穿越公路时，燃气管道或套管最小覆土厚度应符合下列规定： 1 距路面不得小于 1.2m； 2 距公路边沟底不得小于 1.0m； 3 当不能满足以上要求时，应采取有效的防护措施。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 4.1.9 条	管道控制埋深车行道路下 1.2m	符合
54.	当燃气管道采用加设钢质套管的方式穿越时，钢质套管的设计应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB 50423 的有关规定。钢质套管的壁厚应考虑腐蚀余量。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 4.1.12 条	按规定选用穿越段套管	符合
55.	燃气管道不得在穿越管段上设置弯头或弯管。	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 第 4.1.14 条	在穿越管段上无弯头或弯管	符合

评价结论：对本工程的管道规划与建设、管道本体、管道敷设、调压装置共列检查项 55 项，其中符合项 43 项，12 项未在设计方案中提及。综上所述，本线路工程基本符合符合《城镇燃气管理条例》（国务院令第 666 号）《城镇燃气规划规范》（GB/T 51098-2015）《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006（2020 版））《城镇燃气技术规范》（GB50494-2009）《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250-2016、《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 等法律法规、标准规范的有关规定。

本工程设计方案应考虑：

（1）在次高压、中压燃气干管上，应设置分段阀门，并应在阀门两侧设置放散管。在燃气支管的起点处，应设置阀门。

（2）地下燃气管道上的检测管、凝水缸的排水管、水封阀和阀门，均应设置护罩或护井。

（3）聚乙烯燃气管道下管时，不得采用金属材料直接捆扎和吊运管道，并应防止管道划伤、扭曲和出现过大的拉伸和弯曲。

（4）聚乙烯燃气管道宜呈蜿蜒状敷设，并可随地形在一定的起伏范围内自然弯曲敷设。管道的弯曲半径应符合本标准第 6.1.4 条的规定，不得使用机械或加热方法弯曲管道。

（5）示踪线、地面标志、警示带、保护板的敷设和设置应符合《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.3.4 条的相关规定。

（6）聚乙烯燃气管道敷设完毕并经外观检验合格后，应及时进行沟槽回填。除连接部位可外露外，管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于 0.5m。

(7) 聚乙烯燃气管道沟槽回填应从管道两侧同时对称均衡进行，并应保证管道不产生位移。

(8) 管道沟槽回填时，不得回填淤泥、有机物或冻土，回填土中不得含有石块、砖及其他杂物。

(9) 聚乙烯燃气管道的回填施工应符合下列规定：

①管底基础至管顶以上 0.5m 范围内，应采用人工回填和轻型压实设备夯实方式，不得采用机械推土回填。

②回填、夯实应分层对称进行，每层回填土的高度应为 200mm~300mm，不得单侧回填、夯实。

③ 管顶 0.5m 以上采用机械回填压实时，应从管轴线两侧同时均匀进行，并夯实、碾压。

(10) 当地下燃气管道穿过排水管沟、热力管沟、电缆沟、联合地沟、隧道及其他沟槽时，应采取防止燃气泄漏到沟槽中的措施。

(11) 当燃气管道穿越公路和城镇主要干道时，应采取不影响交通和保证燃气管道安全的防护措施。

(12) 燃气管道、管道附件及支撑结构等设施应进行抗震设计。

## 5.2.2 管道天然气故障事故树分析评价

### 1) 燃气管道故障树模型的建立

对城镇聚乙烯燃气管道(简称燃气管道，下同)可能发生的事故进行全面分析后，建立了燃气管道故障树模型。该模型由 1 个故障树和 5 个子故障树组成，其中子故障树分别为管道附属设施失效、管道老化、应力破坏、外界干扰、管道划痕与缺陷故障树。

本报告采用故障树分析法，把燃气管道事故作为顶上事件，由顶上事件开始，建立燃气管道故障树，如图 1 所示。

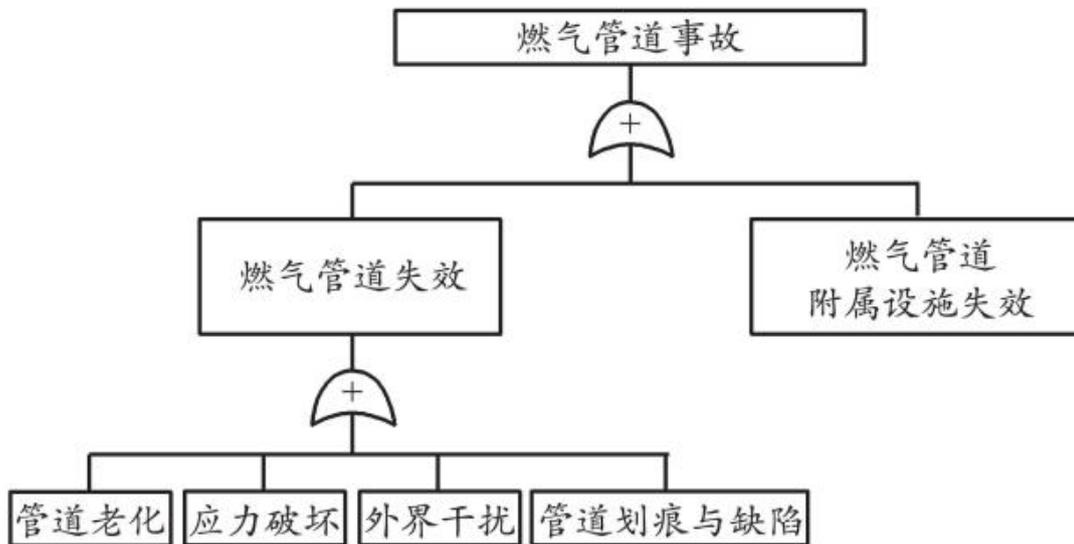
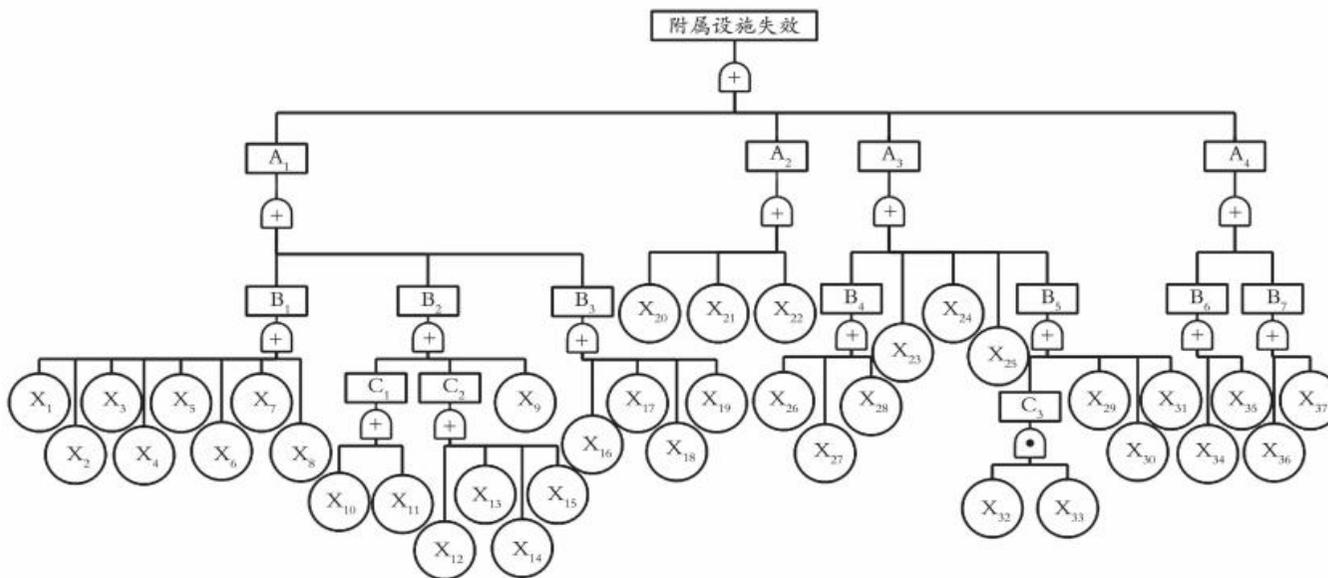


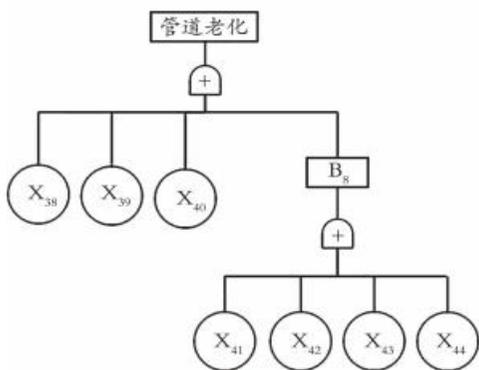
图 1 燃气管道故障树

## 2) 燃气管道子故障树模型

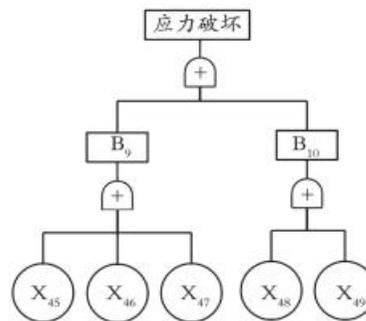
通过逻辑分析和推理，分析造成中间事件的所有可能原因及基本事件间的关系，建立燃气管道 5 个子故障树模型如图 2 所示。



(a)燃气管道附属设施失效



(b)管道老化



(c)应力破坏

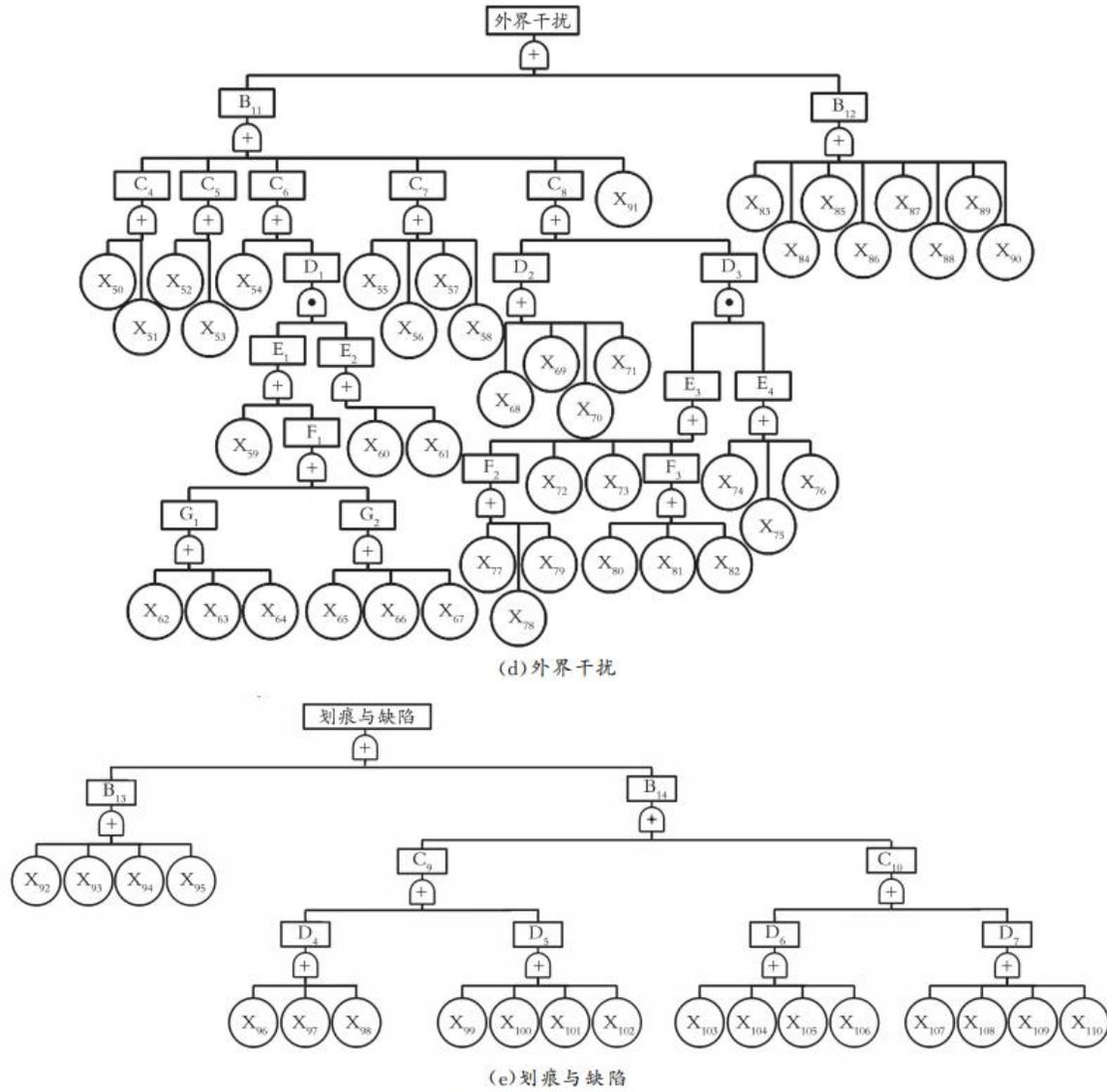


图 2 燃气管道子故障树

## 事故名称及其符号说明

### 燃气管道故障树的事故名称及其编号见表 1

表 1 燃气管道故障树的事故名称及其编号

编号	事故名称	编号	事故名称	编号	事故名称
A <sub>1</sub>	阀门泄漏	X <sub>6</sub>	填料过脏	X <sub>59</sub>	巡线维护制度不健全
A <sub>2</sub>	水井泄漏	X <sub>7</sub>	阀杆加工不合格	X <sub>60</sub>	违规占压处理制度不健全
A <sub>3</sub>	调节阀泄漏	X <sub>8</sub>	填料填充过乱	X <sub>61</sub>	负责人员处理不力
A <sub>4</sub>	补偿器泄漏	X <sub>9</sub>	第三方破坏	X <sub>62</sub>	负责人领导不力
A <sub>5</sub>	管道老化	X <sub>10</sub>	阀体耐腐蚀能力差	X <sub>63</sub>	巡查制度不合理
A <sub>6</sub>	应力破坏	X <sub>11</sub>	强腐蚀介质与阀体接触	X <sub>64</sub>	惩处力度不够
A <sub>7</sub>	外界干扰	X <sub>12</sub>	强氧化介质与阀体接触	X <sub>65</sub>	巡查人员失职
A <sub>8</sub>	管道划痕与缺陷	X <sub>13</sub>	阀体抗腐蚀能力差	X <sub>66</sub>	巡查投入不足
B <sub>1</sub>	调料室泄漏	X <sub>14</sub>	阀体存在应力作用	X <sub>67</sub>	巡查人员技术水平不足
B <sub>2</sub>	阀体泄漏	X <sub>15</sub>	阀体延展性差	X <sub>68</sub>	有关标识不明显或有误
B <sub>3</sub>	法兰泄露	X <sub>16</sub>	温差引起的形变	X <sub>69</sub>	其他施工单位施工时被意外破坏
编号	事故名称	编号	事故名称	编号	事故名称
B <sub>4</sub>	调节阀体泄漏	X <sub>17</sub>	垫片压紧不足	X <sub>70</sub>	地下管网路线与图纸不符
B <sub>5</sub>	调压器密封件泄漏	X <sub>18</sub>	结合面粗糙度过大	X <sub>71</sub>	施工人员的技术存在缺陷
B <sub>6</sub>	补偿器断裂	X <sub>19</sub>	垫片塑性回弹力下降	X <sub>72</sub>	相关法律意识淡薄
B <sub>7</sub>	补偿器泄漏	X <sub>20</sub>	井盖泄漏	X <sub>73</sub>	施工单位没有相关施工资质
B <sub>8</sub>	化学物质引起的腐蚀	X <sub>21</sub>	井阀泄漏	X <sub>74</sub>	现场检查人员失职
B <sub>9</sub>	拉应力	X <sub>22</sub>	水泵故障	X <sub>75</sub>	施工管理方存在漏洞
B <sub>10</sub>	交变应力	X <sub>23</sub>	强制安装	X <sub>76</sub>	有关领导监管不足
B <sub>11</sub>	外力引起的破坏	X <sub>24</sub>	蓄意破坏	X <sub>77</sub>	未与地下管道管理单位沟通
B <sub>12</sub>	操作失误造成的破坏	X <sub>25</sub>	外力撞击	X <sub>78</sub>	管道分布资料缺失
B <sub>13</sub>	管道划痕	X <sub>26</sub>	调压箱附件腐蚀泄漏	X <sub>79</sub>	其他管道未按图纸施工
B <sub>14</sub>	管道缺陷	X <sub>27</sub>	阀杆阻塞	X <sub>80</sub>	施工单位管理不足
C <sub>1</sub>	阀体腐蚀	X <sub>28</sub>	阀体金属部分腐蚀	X <sub>81</sub>	部分施工工人责任心差
C <sub>2</sub>	阀体开裂	X <sub>29</sub>	密封圈老化未更换	X <sub>82</sub>	施工单位存在侥幸心理
C <sub>3</sub>	皮膜损坏	X <sub>30</sub>	高压泄漏	X <sub>83</sub>	设计失误
C <sub>4</sub>	路面、土地塌陷	X <sub>31</sub>	密封垫片损坏	X <sub>84</sub>	操作人员失误
C <sub>5</sub>	管道破坏性盗取	X <sub>32</sub>	皮膜工作时震动	X <sub>85</sub>	未按规定操作
C <sub>6</sub>	违章占压	X <sub>33</sub>	更换皮膜不及时	X <sub>86</sub>	安全防范意思淡薄
C <sub>7</sub>	道路交通造成破坏	X <sub>34</sub>	安装尺寸不匹配	X <sub>87</sub>	管道及管件超龄运转
C <sub>8</sub>	外界施工造成破坏	X <sub>35</sub>	补偿器过小出现应力损坏	X <sub>88</sub>	已损部件未及时修改
C <sub>9</sub>	管体材料缺陷	X <sub>36</sub>	塑料补偿器老化	X <sub>89</sub>	管理部门管理不当
C <sub>10</sub>	管道连接缺陷	X <sub>37</sub>	金属补偿器腐蚀	X <sub>90</sub>	事故处理办法欠妥
D <sub>1</sub>	未及时移除重物	X <sub>38</sub>	运行时间超过设计年限	X <sub>91</sub>	蓄意破坏
D <sub>2</sub>	意外事故	X <sub>39</sub>	管道温差变化较大	X <sub>92</sub>	安装内衬管时造成划痕
D <sub>3</sub>	违规操作	X <sub>40</sub>	管道长期受紫外线照射	X <sub>93</sub>	铺管工艺划痕

D <sub>4</sub>	材料加工工艺缺陷	X <sub>41</sub>	与化学物质接触	X <sub>94</sub>	施工时出现划痕
D <sub>5</sub>	材质缺陷	X <sub>42</sub>	强氧化物质引起的腐蚀	X <sub>95</sub>	搬运时出现划痕
D <sub>6</sub>	焊接缺陷	X <sub>43</sub>	强碱性物质引起的腐蚀	X <sub>96</sub>	热处理不当
D <sub>7</sub>	安装存在缺陷	X <sub>44</sub>	强酸性物质引起的腐蚀	X <sub>97</sub>	管材椭圆度不合格
E <sub>1</sub>	未及时发现缺陷	X <sub>45</sub>	内应力过大	X <sub>98</sub>	壁厚不均匀
E <sub>2</sub>	未及时处理缺陷	X <sub>46</sub>	应力集中	X <sub>99</sub>	选材不当
E <sub>3</sub>	施工单位违章作业	X <sub>47</sub>	应力残余	X <sub>100</sub>	管材中有杂质
E <sub>4</sub>	未及时发现并制止违章操作	X <sub>48</sub>	内压波动	X <sub>101</sub>	管材中有气泡
F <sub>1</sub>	巡线维护制度不落实	X <sub>49</sub>	管线外部载荷波动	X <sub>102</sub>	抗压性差
F <sub>2</sub>	地下管网分布不清楚	X <sub>50</sub>	人为因素造成的塌陷	X <sub>103</sub>	焊接材料不合格
F <sub>3</sub>	野蛮施工	X <sub>51</sub>	自然灾害引起的塌陷	X <sub>104</sub>	焊接操作不规范
G <sub>1</sub>	管理存在漏洞	X <sub>52</sub>	存在违法行为	X <sub>105</sub>	焊接工艺选择不当
G <sub>2</sub>	巡查失效	X <sub>53</sub>	监管不力	X <sub>106</sub>	焊接后没有进行检修
X <sub>1</sub>	阀体密封不严	X <sub>54</sub>	违章停放重物	X <sub>107</sub>	弯头过度拉伸
X <sub>2</sub>	不按规范操作	X <sub>55</sub>	交通意外事故引起露天管道被撞击	X <sub>108</sub>	管段检错过大
X <sub>3</sub>	阀杆磨损	X <sub>56</sub>	路面载荷发生变化	X <sub>109</sub>	法兰质量不合格
X <sub>4</sub>	阀杆发生形变	X <sub>57</sub>	车辆违规运行	X <sub>110</sub>	野蛮施工
X <sub>5</sub>	填料老化	X <sub>58</sub>	管道埋深不够		

### 3) 故障树定性分析

#### 1 故障树分析理论基础

定性分析就是根据已经完成的故障树进行布尔代数化简，求出最小割集、最小径集及各基本事件的结构重要度，并根据所得数据对城镇聚乙烯燃气管道故障树加以分析。

**故障树最小割集：**最小割集表示引起故障发生的最小基本事件的集合，因此它能反映系统的危险程度。最小割级可以用行列法来进行求解。行列法，就是从顶上事件开始，按照一定次序用底端的输入事件替代其上部的输出事件，依次替代，要求替代所有的基本事件。

**故障树最小径集：**最小径集是指不会引起故障发生的基本事件的集合，因此它能反映系统的可靠性。求解最小径集的方法有很多，通常是将已知故障树转化为相对的成功树，因此故障树的最小径集可以由成功树的最小割集来确定。

故障树结构重要度：结构重要度是从结构上判断顶上事件受各基本事件的影响程度,因此它能反映基本事件的重要性。

燃气管道故障树的结构复杂,而最小割集是构成故障树的最小部分,因此可以通过最小割集求解基本事件的结构重要度。如果给各个最小割集中的基本事件都赋予值 1,那么依据最小割集中基本事件的重要度判断准则即可拟定近似判定式[10] :

$$I\phi(i) = \sum \frac{1}{2^{n_i-1}}$$

式中 , $x_i$  为第  $i$  个基本事件 ; $K_j$  为所有的基本事件 ; $I\phi(i)$  为基本事件  $x_i$  的结构重要度 ; $n_i$  为包含基本事件  $x_i$  的最小割集中的基本事件数。

## 2.2 故障树最小割集分析

本文通过行列法来计算最小割级。求解最小割集时,要由上到下逐层置换,首先从顶上事件开始,遇或门联结的事件则纵向排列,遇与门联结的事件则横向排列,直至底基事件,最后对结果进行化简除去重复事件集合,即可得出最小割集。

在燃气管道故障树中,经计算得出该故障树的最小割集为 117 个。

在燃气管道附属设施失效子故障树中,共有一阶最小割集 29 个 ( $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、 $X_8$ 、 $X_9$ 、 $X_{16}$ 、 $X_{17}$ 、 $X_{18}$ 、 $X_{19}$ 、 $X_{20}$ 、 $X_{21}$ 、 $X_{22}$ 、 $X_{23}$ 、 $X_{24}$ 、 $X_{25}$ 、 $X_{26}$ 、 $X_{27}$ 、 $X_{28}$ 、 $X_{29}$ 、 $X_{30}$ 、 $X_{31}$ 、 $X_{34}$ 、 $X_{35}$ 、 $X_{36}$ 、 $X_{37}$ ),二阶最小割集 2 个( $X_{10}X_{11}$ 、 $X_{32}X_{33}$ ),四阶最小割集 1 个( $X_{12}X_{13}X_{14}X_{15}$ ),共计 32 个最小割集。

在燃气管道老化、管道应力破坏和管道划痕与缺陷子故障树中,各个事件之间都用或门连接。因此,每一个基本事件都为一阶最小割集,燃气

管道老化、管道应力破坏和管道划痕与缺陷故障树的一阶最小割集个数，分别为：6 个 (X38、X39、X40、X42、X43、X44)、5 个(X45、X46、X47、X48、X49)和 19 个(X92、X93、X94、X95、X96、X97、X98、X99、X100、X101、X102、X103、X104、X105、X106、X107、X108、X109、X110)。

在燃气管道外界干扰子故障树中，共有一阶最小割级 31 个 (X50、X51、X52、X53、X54、X55、X56、X57、X58、X59、X60、X61、X62、X63、X64、X65、X66、X67、X68、X69、X70、X71、X83、X84、X85、X86、X87、X88、X89、X90、X91)，二阶最小割级 24 个 (X72 X74、X72 X75、X72 X76、X73X74、X73 X75、X73 X76、X74 X77、X75 X77、X76 X77、X74 X78、X75X78、X76X78、X74X79、X75X79、X76X79、X74X80、X75X80、X76 X80、X74 X81、X75 X81、X76 X81、X74 X82、X75 X82、X76X82)，共计 55 个最小割级。

### 2.3 故障树最小径集分析

求燃气管道故障树的最小径集，首先将故障树转化为与之对偶的成功树，求得成功树的最小割集，即可得出故障树的最小径集。

燃气管道附属设施失效子故障树的最小径集共计 16 个，分别为：

$$J_1 = (X_1, \dots, X_{10}, X_{12}, X_{16}, \dots, X_{32}, X_{34}, \dots, X_{37})$$

$$J_2 = (X_1, \dots, X_{10}, X_{12}, X_{16}, \dots, X_{31}, X_{33}, \dots, X_{37})$$

$$J_3 = (X_1, \dots, X_{10}, X_{13}, X_{16}, \dots, X_{32}, X_{34}, \dots, X_{37})$$

$$J_4 = (X_1, \dots, X_{10}, X_{13}, X_{16}, \dots, X_{31}, X_{33}, \dots, X_{37})$$

$$J_5 = (X_1, \dots, X_{10}, X_{14}, X_{16}, \dots, X_{32}, X_{34}, \dots, X_{37})$$

$$J_6 = (X_1, \dots, X_{10}, X_{14}, X_{16}, \dots, X_{31}, X_{33}, \dots, X_{37})$$

$$J7 = (X1, \dots, X10, X15, X16, \dots, X32, X34, \dots, X37)$$

$$J8 = (X1, \dots, X10, X15, X16, \dots, X31, X33, \dots, X37)$$

$$J9 = (X1, \dots, X9, X11, X12, X16, \dots, X32, X34, \dots, X37)$$

$$J10 = (X1, \dots, X9, X11, X12, X16, \dots, X31, X33, \dots, X37)$$

$$J11 = (X1, \dots, X9, X11, X13, X16, \dots, X32, X34, \dots, X37)$$

$$J12 = (X1, \dots, X9, X11, X13, X16, \dots, X31, X33, \dots, X37)$$

$$J13 = (X1, \dots, X9, X11, X14, X16, \dots, X32, X34, \dots, X37)$$

$$J14 = (X1, \dots, X9, X11, X14, X16, \dots, X31, X33, \dots, X37)$$

$$J15 = (X1, \dots, X9, X11, X15, \dots, X32, X34, \dots, X37)$$

$$J16 = (X1, \dots, X9, X11, X15, \dots, X31, X33, \dots, X37)$$

燃气管道老化子故障树的最小径集只有 1 个：

$$J17 = (X38, X39, X40, X42, X43, X44)$$

燃气管道应力破坏子故障树的最小径集也只有 1 个：

$$J18 = (X45, X46, X47, X48, X49)$$

燃气管道外界干扰子故障树的最小径集有 2 个：

$$J19 = (X50, \dots, X73, X77, \dots, X91)$$

$$J20 = (X50, \dots, X71, X74, \dots, X76, X83, \dots, X91)$$

燃气管道划痕与缺陷子故障树的最小径集有 1 个：

$$J21 = (X92, \dots, X110)$$

故障树结构重要度分析

对燃气管道故障树的结构重要度进行分析，经过计算可得出每个子故障树的结构重要度。

燃气管道附属设施失效子故障树的结构重要度为：

$$\begin{aligned} & I(X37) = I(X36) = I(X35) = I(X34) = I(X31) = I(X30) = I(X29) = I(X28) \\ & = I(X27) = I(X26) = I(X25) = I(X24) = I(X23) = I(X22) = I(X21) = I(X20) \\ & = I(X19) = I(X18) = I(X17) = I(X16) = I(X9) = I(X8) = I(X7) = I(X6) = I(X5) \\ & = I(X4) = I(X3) = I(X2) = I(X1) > I(X33) = I(X32) = I(X11) = I(X10) > I(X15) \\ & = I(X14) = I(X13) = I(X12) \end{aligned}$$

燃气管道老化子故障树的结构重要度为：

$$I(X44) = I(X43) = I(X42) = I(X40) = I(X39) = I(X38)$$

燃气管道应力破坏子故障树的结构重要度为：

$$I(X49) = I(X48) = I(X47) = I(X46) = I(X45)$$

燃气管道外界干扰子故障树的结构重要度为：

$$\begin{aligned} & I(X91) = I(X90) = I(X89) = I(X88) = I(X87) = I(X86) = I(X85) = I(X84) \\ & = I(X83) = I(X71) = \\ & I(X70) = I(X69) = I(X68) = I(X67) = I(X66) = I(X65) = I(X64) = I(X63) \\ & = I(X62) = I(X61) = I(X60) = I(X59) = I(X58) = I(X57) = I(X56) = I(X55) \\ & = I(X54) = I(X53) = I(X52) = I(X51) = I(X50) > I(X76) = I(X75) = \\ & I(X74) > I(X82) = I(X81) = I(X80) = I(X79) = I(X78) = I(X77) = I(X73) \\ & = I(X72) \end{aligned}$$

燃气管道划痕与缺陷子故障树的结构重要度为：

$$\begin{aligned} & I(X92) = I(X93) = I(X94) = I(X95) = I(X96) = I(X97) = I(X98) = I(X99) \\ & = I(X100) = I(X101) = I(X102) = I(X103) = I(X104) = I(X105) = I(X106) = \\ & I(X107) = I(X108) = I(X109) = I(X110) \end{aligned}$$

#### 4) 结 论

(1)通过对燃气管道可能发生的故障进行全面分析，建立了燃气管道故障树模型。

(2)由燃气管道故障树最小割级分析可以得出：燃气管道失效比管道附属设施失效更容易使管道在运行过程中出现故障;在管道失效模块中，外界干扰对管道能否安全运营的影响最大；管道划痕与缺陷、管道老化和应力破坏对管道运营的影响依次降低。因此，应从设计、管理、维护、监督等各个方面建立健全的安全保障体系，提高输气管道的安全可靠性能。

(3)由燃气管道故障树最小径集分析可以得出：因为城镇人口密集，活动频繁，所以导致城镇聚乙烯燃气管道发生事故的较大，应加强监督管理，增加管道巡线频率和日常维护工作，以降低管道发生事故的几率及对人身安全、环境和经济的危害。

(4)分析燃气管道各个子故障树的结构重要度可以得出：从 X12 到 X15 的基本事件之间存在相互限制作用，从 X72 到 X82 的基本事件之间也存在相互限制作用，因此整个故障树体系安全结构重要度相对较低，但不可忽视其潜在的危害性，应从日常的监督、维护方面加强管理，保障管道的安全运行。

#### 5.2.3 管道预先危险性分析评价

管道预先危险性分析见表 5.2-2。

表 5.2-2 管道预先危险性分析表

潜在事故	危险因素	触发原因	后果	危险等级	消减措施
火灾、爆炸	蠕变	(1) 存在管内外应力。 (2) 高温环境 (3) 存在腐蚀性有机溶剂	管道蠕变失效	IV	(1) 增加补偿装置； (2) 避开存在高温环境进行管道敷设；

潜在事故	危险因素	触发原因	后果	危险等级	消减措施
					(3) 避开存在腐蚀性物质环境等进行管道敷设。
	管线破裂	(1) 输气管道的强度设计不满足运行工况变化的要求； (2) 焊接质量不合格； (3) 管道材质质量不合格； (4) 管道附件材质质量不合格； (5) 未做压力实验； (6) 超压破裂； (7) 人为破坏； (8) 输气管道穿越公路时未加套管。	天然气泄漏	IV	(1) 应对工程所用材料、管道附件的合格证、质量证明书以及材质证明书进行检查，当对其质量（或性能）有怀疑时应进行复验； (2) 管件的内外表面应光滑、平整。不允许有气泡、裂口、明显的凹陷、裂纹、颜色不均等缺陷。管件应完整无缺陷，浇口及溢边应修整平整。 (3) 严格管道施工质量； (4) 按规范要求压力实验； (5) 坚持巡线，发现打孔盗气现象及时上报处理； (6) 加强对沿线居民和用户的宣传教育。
	阀门损坏	(1) 阀门质量不合格； (2) 安装前未做压力实验； (3) 焊接质量不合格。	天然气泄漏	IV	(1) 严把进货质量； (2) 严格施工质量； (3) 按规范要求压力实验； 严禁误操作。
其他伤害	管道拱起变形	(1) 管沟基础不实； (2) 施工存在质量问题。	容易断裂	III	(1) 规范设计； (2) 加强施工监理。

输气管道单元潜在的危險、有害因素有火灾、爆炸、其他伤害。火灾、爆炸的影响等级为IV级（灾难性的），造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范；其他伤害的影响等级为III级（危险的），会造成人员伤亡及系统损坏，要采取防范对策措施。

## 5.3 安全管理

### 5.3.1 安全管理机构设置及安全管理人员设置

江西天然气井冈山有限公司成立了以公司主要负责人、各部门负责人等为委员的安全生产委员会，负责组织领导企业的安全生产工作。同时配

备有专职和兼职安全员，具体负责公司和站场的日常安全生产管理工作，安全管理形成了较为完善的三级 HSE 管理网络。

本工程由江西天然气井冈山有限公司建设管理，不再设置单独地组织机构。公司配备的专兼职安全员经过相应的安全教育培训并经考核合格，熟悉国家安全生产法律、法规和公司规章制度，熟悉项目工艺流程、操作规程，熟悉和掌握日常安全生产管理程序，有高度的责任心，符合有关法律法规要求。

#### **5.4.2 岗位安全责任制**

公司制定了 HSE 管理委员会、安全生产管理委员会、管道保护工作领导小组、消防管理委员会等安全管理体系领导小组的职责，其内容基本涵盖了企业各级各类人员和各部门岗位的安全生产责任，使每位从业人员的安全生产责任与职务、岗位相匹配，符合有关规定要求，但建设项目完成后应修订安全生产责任制，确保安全生产责任制落实到全员。

#### **5.4.3 安全生产管理规章制度和安全操作规程**

该公司为使各项安全管理工作有章可循，根据国家和行业安全管理规章，制订有各种安全管理制度，如安全生产组织领导和安全生产责任制、安全生产管理办法、生产运行管理办法、安全检查管理规定、安全生产会议管理规定、安全生产台账管理规定、安全标志管理规范、“三级”安全教育管理规定等。该公司结合工程的实际情况，针对不同的设备特点，编制了本工程各岗位和各设备的操作规程，以便供员工规范操作、考核。

#### **5.4.4 安全教育培训**

该公司重视员工的安全教育培训工作，按照《生产经营单位安全培训

规定》安监总局令第3号（2015年修订）的要求，制订有《“三级”安全教育管理规定》，制订有安全教育培训计划，按计划对公司的主要负责人、安全管理人员、特种作业人员及“四新人员”的安全教育培训，经考试合格后持证上岗。在人员配置上严格执行持证上岗制度，严禁无证上岗。企业现有人员取证情况见表2.6-1，特种作业人员持证情况见附件。

#### 5.4.5 事故应急管理

该公司结合企业的特点和实际，依据国家有关法律、法规和规范，编制了《江西天然气井冈山有限公司安全事故应急预案》，预案分为综合应急预案专项应急预案。

公司重视事故应急预案的培训、演练工作，各站场（管道）按照预案和处置方案，分别进行了各类事件的应急培训、演练。按照应急演练计划，公司每年进行两次预案应急演练。

### 5.7 事故模型分析

事故后果表						
危险源	泄漏模式	灾害模式	死亡半径 (m)	重伤半径 (m)	轻伤半径 (m)	多米诺半径 (m)
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道中孔泄漏	闪火：静风，E类	30	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道大孔泄	闪火：静风，E类	30	/	/	/

管道	漏					
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道完全破裂	闪火：静风，E类	30	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道中孔泄漏	闪火：1.2m/s，E类	27	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道大孔泄漏	闪火：1.2m/s，E类	27	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道完全破裂	闪火：1.2m/s，E类	27	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道中孔泄漏	云爆	26	45	76	36
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道大孔泄漏	云爆	26	45	76	36
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道完全破裂	云爆	26	45	76	36
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道中孔泄漏	闪火：2.1m/s，D类	19	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道大孔泄漏	闪火：2.1m/s，D类	19	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道完全破裂	闪火：2.1m/s，D类	19	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道中孔泄漏	闪火：4.9m/s，C类	17	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道大孔泄漏	闪火：4.9m/s，C类	17	/	/	/
井冈山天然气有限公司：中压燃气管道	管道完全破裂	闪火：4.9m/s，C类	17	/	/	/

## 6. 安全对策措施建议

### 6.1 安全对策措施的原则

依据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国消防法》、《中华人民共和国石油天然气管道保护法》、《中华人民共和国特种设备安全法》、《石油天然气工程设计防火规范》、《输气管道工程设计规范》等相关法律、法规、标准、文件，提出安全对策措施及建议。

1) 安全技术措施等级顺序当安全技术措施与经济效益发生矛盾时，应优先考虑安全技术上的要求，并按下列安全技术措施等级顺序选择安全技术措施。

直接安全技术措施、间接安全技术措施、指示性安全技术措施、若间接、指示性安全技术措施仍然不能避免事故、危害发生，则应采用安全操作规程、安全教育、安全培训和个体防护用品等措施来预防、减弱系统的危险、危害程度。

2) 根据安全技术措施等级顺序的要求应遵循的具体原则：消除、预防、减弱、隔离、连锁、警告。

3) 安全对策措施应具有针对性、可操作性和经济合理性。

4) 对策措施应符合国家有关法规、标准及设计规范的规定。

### 6.2 可行性研究报告提出的安全对策措施

企业未提供《可研》，未提相应的安全对策措施。本报告主要依据项目建议书和初步设计及相关资料。

## 6.3 本评价报告补充的安全对策措施

### 6.3.1 燃气管网安全措施

#### 一、燃气管道

1. 燃气管道的设计使用年限不应小于 30 年。
2. 在管道安装结束后，应进行管道吹扫、强度试验和严密性试验，并应符合国家现行标准的规定。
3. 燃气管道与建(构)筑物及其他管线之间应保持一定的距离，并应符合国家有关标准的规定。
4. 地下燃气管道应根据路面荷载和道路结构层确定其埋设深度。当埋设深度不能满足技术要求时，应采取有效的安全防护措施。
5. 当地下燃气管道穿过排水管沟、热力管沟、电缆沟、联合地沟、隧道及其他沟槽时，应采取防止燃气泄漏到沟槽中的措施。
6. 当燃气管道穿越公路和城镇主要干道时，应采取不影响交通和保证燃气管道安全的防护措施。
7. 在设计压力大于或等于 0.01MPa 的燃气管道上，应根据检修和事故处置的要求设置分段阀门。
8. 在燃气管道的建设和维护过程中，应保证施工人员及其周边环境的安全。
9. 聚乙烯燃气管应符合现行的国家标准《燃气用埋地聚乙烯管材》GB 15558.1 和《燃气用埋地聚乙烯管件》GB 15558.2 的规定。
10. 凡可能引起管道不均匀沉降的地段，其基础应进行处理。
11. 地下燃气管道穿过排水管（沟）、热力管沟、联合地沟、隧道及

其他各种用途沟槽内穿过时，应将燃气管道敷设于套管内。套管伸出构筑物外壁不应小于 GB50028 中表 6. 3. 3-1 中燃气管道与该构筑物的水平净距。套管两端应采用柔性的防腐、防水材料密封。

12. 在中压燃气干管上，应设置分段阀门，并应在阀门两侧设置放散管。在燃气支管的起点处，应设置阀门。

13. 地下燃气管道上的检测管、凝水缸的排水管、水封阀和阀门，均应设置护罩或护井。

14. 聚乙烯燃气管道下管时，不得采用金属材料直接捆扎和吊运管道，并应防止管道划伤、扭曲和出现过大的拉伸和弯曲。

15. 聚乙烯燃气管道宜呈蜿蜒状敷设，并可随地形在一定的起伏范围内自然弯曲敷设。管道的弯曲半径应符合本标准第 6. 1. 4 条的规定，不得使用机械或加热方法弯曲管道。

16. 示踪线、地面标志、警示带、保护板的敷设和设置应符合《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6. 3. 4 条的相关规定。

17. 聚乙烯燃气管道敷设完毕并经外观检验合格后，应及时进行沟槽回填。除连接部位可外露外，管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于 0. 5m。

18. 聚乙烯燃气管道沟槽回填应从管道两侧同时对称均衡进行，并应保证管道不产生位移。

19. 管道沟槽回填时，不得回填淤泥、有机物或冻土，回填土中不得含有石块、砖及其他杂物。

20. 聚乙烯燃气管道的回填施工应符合下列规定：

①管底基础至管顶以上 0.5m 范围内，应采用人工回填和轻型压实设备夯实方式，不得采用机械推土回填。

②回填、夯实应分层对称进行，每层回填土的高度应为 200mm~300mm，不得单侧回填、夯实。

③管顶 0.5m 以上采用机械回填压实时，应从管轴线两侧同时均匀进行，并夯实、碾压。

21. 地下燃气管道与交流电力线接地体的净距不应小于现行 GB50028 表 6.7.5 的规定。

22. 埋地输气管道与其他埋地管道、电力电缆、通信光(电)缆交叉的间距应符合下列规定：

(1) 输气管道与其他管道交叉时，垂直净距不应小于 0.3m，当小于 0.3m 时，两管间交叉处应设置坚固的绝缘隔离物，交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段，应确保管道防腐层无缺陷；

(2) 输气管道与电力电缆、通信光(电)缆交叉时，垂直净距不应小于 0.5m，交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段，应确保管道防腐层无缺陷。

23. 埋地输气管道与高压交流输电线路杆(塔)和接地体之间的距离宜符合下列规定：

(1) 在开阔地区，埋地管道与高压交流输电线路杆(塔)基脚间的最小距离不宜小于杆(塔)高；

(2) 在路由受限地区，埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离不宜小于现行 GB50251 表 4.3.12 的规定。在采取故障屏蔽、接地、隔离等防护措施后，规定的距离可适当减小。

## 二、燃气管道穿越

1. 本工程管道穿公路工程应根据公路部门要求确定进行专项评价。
2. 燃气管道穿跨越位置确定后，应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和《油气田及管道岩土工程勘察规范》GB 50568 的有关规定，根据设计要求，取得下列工程测量和工程地质资料：（1）工程测量资料应包括 1：200~1：1000 平面地形图和横向 1：200~1：1000、纵向 1：50~1：200 断面图。（2）工程地质报告应包括 1：200~1：1000 地质剖面图、柱状图、岩土力学指标、地震、水文地质及工程地质的结论意见。
3. 当燃气管道穿越铁路时，燃气管道或套管顶部最小覆土厚度应符合下列规定：
  - 1) 距铁路路肩不得小于 1.7m；
  - 2) 距自然路面或边沟底不得小于 1.0m；
  - 3) 当不能满足以上要求时，应采取有效的防护措施。
4. 当燃气管道采用加设套管穿越铁路、电车轨道、城镇主干道时，套管端部距铁路堤坡脚、电车道边轨的净距不应小于 2m，距路边缘的净距不应小于 1m。套管两端应密封，重要地段，套管宜安装检漏管。
5. 穿越段燃气管道、管道附件及支撑结构等设施应进行抗震设计，并应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 的有关规定。
6. 材料与设备在入库和进入施工现场安装前，应进行检查，材质、规格、型号应符合设计文件和合同的规定。当对外观质量有异议或设计文件有要求时，应进行质量检验，不合格的不得使用。

7. 穿越钢制燃气管道的焊缝检验应符合下列规定：

(1) 焊缝的外观质量不得低于现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683 规定的 II 级质量要求。

(2) 焊缝应进行 100% 超声检测和 100% 射线检测。

(3) 焊缝无损检测合格等级应符合设计要求。当设计无要求时，射线检验不得低于现行行业标准《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》NB / T 47013. 2 中的 II 级质量要求；超声检验不得低于现行行业标准《承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测》NB / T 47013. 3 中的 I 级质量要求。

8. 水平定向钻穿越的管材当采用 PE 管材时，应采用 SDR11 系列管材，并应符合现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯 (PE) 管道系统 第 1 部分：管材》GB 15558. 1 的有关规定。

9. 水平定向钻法穿越设计前，应收集施工区域内地下管线及其附属设施的相关资料。

10. 水平定向钻穿越的入土角和出土角，应根据穿越长度、穿越深度和管道弹性敷设条件等综合确定。入土角宜为  $8^{\circ} \sim 18^{\circ}$ ，出土角宜为  $4^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 。

11. 水平定向钻穿越的入土直线段和出土直线段的长度不宜小于 10m。

12. 顶管法穿越的地质勘察勘探孔应布置在管道设计轴线的两侧 10m 范围内，不宜布置在顶管管体范围内；当顶管法穿越水域时，勘探孔应布置在管道设计轴线的两侧 20m 范围内。

13. 顶管法穿越的顶进方法选择应符合现行国家标准《油气输送管道

穿越工程设计规范》GB 50423 的有关规定。

14. 顶进管道上部的覆土层厚度不宜小于管道外径的 3 倍，且应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

15. 顶进管道应采用钢管的管道规格及接口形式应符合设计要求。

16. 顶进管道的接头应符合下列规定：

(1) 顶进管道的密封性能应满足设计文件要求。

(2) 顶进管道的接头在最大允许偏斜的情况下应保持密封性能。

(3) 在剪切力(剪切运动)作用下，管道接头应保持密封性能。

(4) 当管道之间使用垫环传递轴向力时，垫环的宽度不宜大于管壁厚度。

(5) 当采用钢筋混凝土管时，宜采用钢承口的管道接口形式(F 形管接口形式)；当曲线顶管采用钢筋混凝土管时，应加长钢套环的长度，木垫衬应采用松木。

(6) 当采用钢管时，应采用焊接连接。焊口处应进行等级不低于燃气管道补口的防腐处理。

17. 管道穿越时，套管的底部应放置在密实而均匀的地层上。

18. 采用套管穿越公路时，套管内径应大于输送管道外径 300mm 以上。套管采用人工顶管施工方法时，套管内直径不宜小于 1m。

19. 套管长度宜伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于 2m；当穿过路堑时，应长出路堑顶不小于 5m。被穿越的公路、铁路有扩建规划时，应按照扩建后的情况确定套管长度。

20. 采用直接钻孔法敷设穿越管道或者套管时，其钻孔孔洞直径不应超过输送管道或者套管外直径 50mm。

### 6.3.2 安全管理方面对策措施

1. 主要负责人和安全管理人員应经过培训并取得安全管理资格证书，在证书有效期限到期前及时参加培训考核，领取新证。
2. 根据实际情况，完善安全生产责任制、安全管理制度和操作规程。
3. 现场人员穿防静电工作服，且禁止在易燃易爆场所穿脱。禁止在防静电工作服上附加或佩带任何金属物件，在现场设置消除静电的触摸装置。
4. 制定各种作业的安全技术操作规程。规程应包括紧急停车及异常处理等内容。严格工艺管理，强化操作纪律和劳动纪律。
5. 对于新建埋地管道，保护工程的勘察、设计和施工应与主体工程同步进行，并应在管道埋地后六个月内投入运行。
6. 为了防止事故发生，在操作中应严格遵守安全操作规程，如有发生重大事故的隐患时，应立即采取有效安全措施，消灭事故于萌芽，如定期排放集液池中的雨水，及时处理运行中出现的故障，才能保证正常生产，并应逐步应用现代化的管理手段和方法，加强管道的安全技术管理。
7. 根据运行经验和现状，制定操作、维护和人员培训程序文件。
8. 建设项目必须由具备相应资质和相关设计经验的设计单位负责设计，对涉及“两重点一重大”的装置，按照《化工建设项目安全设计管理导则》（AQ/T3033-2010）的要求，在装置初步设计阶段进行危险与可操作性分析（HAZOP），消除设计缺陷，提高装置的本质安全水平。
9. 特种设备
  - （1）特种设备必须经相应检测检验机构监督检验，方可交付使用。
  - （2）特种设备有关技术资料应在验收 30 日内移交使用单位，并建立

相应技术档案。

(3) 特种设备使用单位，应当使用符合安全技术规范要求的特种设备。特种设备投入使用前，使用单位应当核对其是否附有符合《特种设备安全监察条例》第十五条规定的相关文件。

(4) 按规范要求检查压力表。

(5) 安全阀校验合格后，校验单位应当出具检验报告并且对校验合格的安全阀加装铅封。

## 10. 个体防护

(1) 天然气属于重点监管的危险化学品，员工穿防静电工作服，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。

(2) 只允许健康状况适宜佩戴的人使用呼吸保护装备进入密闭空间及进行有关的工作。

(3) 呼吸保护装备的空气气源应避免导入受污染的空气，所供应的空气质量应符合现行国家标准，不容许直接使用工业用途的气源。

(4) 个人防护装备应由单位集中保管，定期检查，并依据国家规定进行保养，保持良好和适用的状态。

(5) 应按 GB 11651、GB/T 18664 的要求，为接触毒物的作业人员配备符合国家标准和行业标准的个体防护装备。

## 11. 事故应急预案

(1) 本工程建成后，企业应按照相关条款的规定，对应急救援预案进行修订、评审，并定期演练、评估，做好记录。

(2) 企业应为保证应急救援工作及时有效，配备足够数量的应急救援

器材，并保持完好，包括：a) 抢险抢修器材；b) 个体防护用品；c) 通讯联络器材；d) 照明、交通运输工具等。

(3) 企业应对应急救援器材维护、保管、检查，并做好记录。

(4) 企业应建立应急通讯网络并保证应急通讯网络的畅通；报警方法、联络号码和信号使用规定要置于明显位置，保证相关人员熟悉掌握。

(5) 企业应当建立健全燃气安全评估和风险管理体系，发现燃气安全事故隐患的，应当及时采取措施消除隐患。

## 12. 运行、维护和抢修

(1) 建立、健全安全生产管理制度及运行、维护、抢修操作规程。

(2) 配备专职安全管理人员，抢修人员应 24h 值班；应设置并向社会公布 24h 报修电话。

(3) 在城镇燃气设施运行、维护和抢修中，应利用监控及数据采集系统，逐步实现故障判断、作业指挥及事故统计分析的智能化。

(4) 城镇燃气设施或重要部位应设置标志，并应定期进行检查和维护。燃气设施运行、维护和抢修过程中，应设置安全标志。标志的设置和制作应符合现行行业标准《城镇燃气标志标准》CJJ / T 153 的有关规定。

(5) 建立燃气安全事故报告和统计分析制度，并应制定事故等级标准。制定事故抢修制度和事故上报程序。

(6) 针对具体的装置、场所或设施、岗位应编制现场处置方案。应急预案应按有关规定进行备案，组织实施演习每年不得少于 1 次，并应对预案及演习结果进行评定。

(7) 对于停止运行、报废的管道，管道所属企业应及时进行处置；暂

时没有处置的应采取安全措施，继续对其进行管理，并应与运行中的室外管道及室内管道进行有效隔断。报废的室外及室内管道在具备条件时应予以拆除。

(8) 当城镇燃气设施运行、维护和抢修需要切断电源时，应在安全的地方进行操作。

(9) 人员进入阀门井和检查井等场所前，应先检查所进场所是否有燃气泄漏；人员在进入阀门井、检查井内作业前，还应检查其他有害气体及氧气的浓度，确认安全后方可进入。作业过程中应有专人监护，并应轮换操作。

(10) 进入阀门井和检查井等场所作业时，应符合下列规定：

- ① 应穿戴防护用具，进入地下场所作业应系好安全带；
- ② 维修电气设备时，应切断电源；
- ③ 带气检修维护作业过程中，应采取防爆和防中毒措施，不得产生火花；
- ④ 应连续监测可燃气体、其他有害气体及氧气的浓度，如不符合要求，应立即停止作业，撤离人员。

(11) 根据供应规模设立抢修机构和配备必要的抢修车辆、抢修设备、抢修器材、通信设备、防护用具、消防器材、检测仪器等装备，并应保证设备处于良好状态。

(12) 消防设施和器材的管理、检查、维修和保养等应设专人负责，并应定期对其进行检查和补充，消防设施周围不得堆放杂物。

(13) 站内防雷、防静电装置应完好并处于正常运行状态。防雷装置应

按国家有关规定定期进行检测，检测宜在雷雨季节前进行，检测结果应符合设计要求；防静电装置检测每半年不得少于 1 次。

(14) 安全装置及仪器仪表等应按国家有关规定进行运行维护、定期校验和更换。

(15) 定期对燃气设施进行安全评价，并应符合现行国家标准《燃气系统运行安全评价标准》GB / T 50811 的有关规定。

(16) 接到抢修报警后应迅速出动，并应根据事故情况联系有关部门协作抢修。抢修作业应统一指挥，服从命令，并应采取安全措施。

(17) 当发生中毒、火灾、爆炸事故，危及燃气设施和周围人身财产安全时，应协助公安、消防及其他有关部门进行抢救、保护现场和疏散人员。

(18) 当燃气管线发生较大事故处理完成后，应对燃气管线及存在类似风险的燃气设施进行全面安全评价。评价内容及方法应符合现行国家标准《燃气系统运行安全评价标准》GB / T 50811 的有关规定。

#### (19) 抢修现场

① 抢修人员到达现场后，应根据燃气泄漏程度和气象条件等确定警戒区、设立警示标志。在警戒区内应管制交通，严禁烟火，无关人员不得留在现场，并应随时监测周围环境的燃气浓度。

② 抢修人员应佩戴职责标志。进入作业区前应按规定穿戴防静电服、鞋及防护用具，并严禁在作业区内穿脱和摘戴。作业现场应有专人监护，严禁单独操作。

③ 当燃气设施发生火灾时，应采取切断气源或降低压力等方法控制火势，并应防止产生负压。

④ 当燃气泄漏发生爆炸后，应迅速控制气源和火种，防止发生次生灾害。

⑤ 管道和设备修复后，应对周边夹层、窨井、烟道、地下管线和建(构)筑物等场所的残存燃气进行全面检查。

⑥ 当事故隐患未查清或隐患未消除时，抢修人员不得撤离现场，并应采取安全措施，直至隐患消除。

#### (20) 抢修作业

① 燃气设施泄漏的抢修宜在降压或停气后进行。

② 当燃气浓度未降至爆炸下限的 20% 以下时，作业现场不得进行动火作业，警戒区内不得使用非防爆型的机电设备及仪器、仪表等。

③ 抢修时，与作业相关的控制阀门应有专人值守，并应监视管道内的压力。

④ 当抢修中暂时无法消除漏气现象或不能切断气源时，应及时通知有关部门，并应做好现场的安全防护工作。

⑤ 处理地下泄漏点开挖作业时，应符合下列规定：

A. 抢修人员应根据管道敷设资料确定开挖点，并应对周围建(构)筑物的燃气浓度进行检测和监测；当发现漏出的燃气已渗入周围建(构)筑物时，应根据事故情况及时疏散建(构)筑物内人员并驱散聚积的燃气。

B. 应对作业现场的燃气的浓度进行连续监测。当环境中燃气浓度超过爆炸下限的 20%，应进行强制通风，在浓度降低至允许值以下后方可作业。

C. 应根据地质情况和开挖深度确定作业坑的坡度和支撑方式，并应设专人监护。

⑥ 钢质管道的泄漏抢修，应符合下列规定：

- A. 钢质管道泄漏点进行焊接处理后，应对焊缝进行内部质量和外观检查。
- B. 钢质管道抢修作业后，应对防腐层进行修复，并应达到原管道防腐层等级。
- C. 当采用阻气袋阻断气源时，应将管道内的燃气压力降至阻气袋有效阻断工作压力以下；阻气袋应采用专用气源工具或设施进行充压，充气压力应在阻气袋允许充压范围内。

⑦ 当聚乙烯管道发生断管、开裂等意外损坏时，抢修作业应符合下列规定：

- A. 抢修作业中应采取措施防止静电的产生和聚积；
- B. 应在采取有效措施阻断气源后进行抢修；
- C. 进行聚乙烯管道焊接抢修作业时，当环境温度低于 $-5^{\circ}\text{C}$ 或风力大于 5 级时，应采取防风保温措施；
- D. 使用夹管器夹扁后的管道应复原并标注位置，同一个位置不得夹 2 次。

⑧ 动火作业应符合下列规定：

- A. 运行中的燃气设施需动火作业时，应有城镇燃气供应企业的技术、生产、安全等部门进行配合和监护。
- B. 城镇燃气设施动火作业区内应保持空气流通，动火作业区内可燃气体浓度应小于其爆炸下限的 20%。在通风不良的空间内作业时，应采用防爆风机进行强制通风。
- C. 城镇燃气设施动火作业过程中，操作人员不得正对管道开口处。

D. 旧管道接驳新管道动火作业时，应采取措施使管道电位达到平衡。

E. 城镇燃气设施停气动火作业应监测管段或设备内可燃气体浓度的变化，并应符合下列规定：

a. 当有燃气泄漏等异常情况时，应立即停止作业，待消除异常情况并再次置换合格后方可继续进行；

b. 当作业中断或连续作业时间较长时，应再次取样检测并确认合格后，方可继续作业；

c. 燃气管道内积有燃气杂质时，应采取有效措施进行处置。

F. 城镇燃气设施带气动火作业应符合下列规定：

a. 带气动火作业时，燃气设施内应保持正压，且压力不宜高于800Pa，并应设专人监控压力；

b. 动火作业引燃的火焰，应采取可靠、有效的方法进行扑灭。

⑨ 用户室内燃气泄漏抢修作业应符合下列规定：

A. 接到用户泄漏报告后，应立即派人到现场进行抢修。

B. 在抢修作业现场，不得接听和拨打电话，移动电话应处于关闭状态。

C. 抢修人员进入事故现场，应立即控制气源、消除火种、切断电源、通风并驱散积聚室内的燃气。

D. 应准确判断泄漏点，彻底消除隐患。严禁用明火查漏，当未查清泄漏点时，抢修人员不得撤离现场，并应采取安全措施，直至隐患消除。

E. 作业时，应避免由于抢修造成其他部位泄漏，并应采取防爆措施，严禁产生火花。

⑩ 修复供气后，应进行复查，确认安全后，抢修人员方可撤离。

### 6.3.3 现场施工安装过程中安全防范措施

1. 严格挑选施工队伍，施工单位必须具有管道施工资质，持有质量技术监督局颁发的压力管道安装许可证，建立质量保证体系，确保输气站场和管道施工质量合格率达到 100%。

2. 施工安装队伍应设置专职安全管理机构，配备专职安全管理人员。

3. 建立健全安全管理制度，建立安全生产责任制，并落实到人，开挖深基坑应编制安全专项施工方案，专项施工方案应有针对性，并按有关规定进行设计计算。

4. 施工安装队伍应制定防触电、防坍塌、防起重及机械伤害、防火灾、防物体打击等主要内容的专项应急救援预案，并对施工现场易发生重大安全事故的部位、环节进行监控；施工现场应建立应急救援组织，培训、配备应急救援人员，定期组织员工进行应急救援演练；按应急救援预案要求，应配备应急救援器材和设备。

5. 施工现场应配备足够的消防器材。

6. 施工现场应设立安全标志：（1）施工现场入口处及主要施工区域、危险部位应设置相应的安全警示标志牌；（2）施工现场应绘制安全标志布置图；（3）应根据工程部位和现场设施的变化，调整安全标志牌设置；（4）施工现场应设置重大危险源公示牌。

7. 输气前置换：项目建设完成后，通气前应使用惰性气体（如氮气）对管道内气体进行置换合格后方可通气。

8. 本工程在碧溪镇居民区附近进行施工，管道路由距现有建构筑

物、设施等距离较近的，为防止施工过程中破坏园区已有设施，需采取相应措施进行保护。

9. 管道穿越公路时，其穿越点四周应有足够的空间，满足管道穿越施工、维护及邻近建(构)筑物和设施安全距离的要求。

10. 施工单位应在穿越施工前核实施工区域内的地下管线及障碍物的相关资料。

11. 施工准备应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424 的有关规定。

12. 穿越段聚乙烯燃气管道的施工应符合下列规定：

(1) 聚乙烯燃气管道连接前应对管材按设计要求进行核对，并应在施工现场进行外观检查，管材表面划伤深度不应超过管材壁厚的 5%；

(2) 聚乙烯管道焊接前应进行焊接工艺评定，并应符合现行行业标准《聚乙烯燃气管道工程技术规程》CJJ 63 的有关规定；

(3) 穿越前应按现行行业标准《聚乙烯燃气管道工程技术规程》CJJ 63 的有关规定对热熔及电熔焊接后的管道进行外观检查，且焊口应进行 100% 切边检查。

13. 水平定向钻法穿越及顶管法穿越应符合《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T250-2016 中穿越工程施工要求。

14. 管道吹扫

(1) 管道安装检验合格后，应由施工单位负责组织吹扫工作，并应在吹扫前编制吹扫方案；

(2) 吹扫口应设在开阔地段并加固，吹扫时应设安全区域，吹扫出口前严禁站人；

- (3) 吹扫压力不得大于管道的设计压力，且不应大于 0.3 Mpa；
  - (4) 吹扫气体流速不宜小于 20 m/s，且不宜大于 40m/s；
  - (5) 每次吹扫管道的长度，应根据吹扫的介质、压力、气量来确定，不宜超过 500m；
  - (6) 调压器、凝水缸、阀门等设备不应参与吹扫，待吹扫合格后再安装；
  - (7) 当目测排气无烟尘时，应在排气口设置白布或涂白漆木靶板检验，5min 内靶上无尘土、塑料碎屑等其他杂物为合格；
  - (8) 吹扫应反复进行数次，确认吹净为止，同时做好记录；
  - (9) 吹扫合格、设备复位后，不得再进行影响管内清洁的作业。
13. 强度试验：
- (1) 管道系统应分段进行强度试验，试验管段长度不宜超过 1km；
  - (2) 强度试验用压力计应在效验有效期内，其量程应为试验压力的 1.5~2 倍，其精度不得低于 1.5 级；
  - (3) 强度试验压力应为设计压力的 1.5 倍，且最低试验压力 SDR11 聚乙烯管道不应小于 0.40MPa；
  - (4) 进行强度试验时，压力应逐步缓升，首先升至试验压力的 50%，进行初检，如无泄漏和异常现象，继续缓慢升压至试验压力。达到试验压力后，宜稳压 1h 后。观察压力计不应小于 30min，无明显压力降为合格；
  - (5) 经分段试压合格的管段相互连接的接头，经外观检验合格后，可不再进行强度试验。

14. 管道干燥结束后，如果没有立即投入运行，宜充入干燥氮气，保持内压大于 0.12~0.15MPa（绝）的干燥状态下的密封，防止外界湿气重新

进入管道，否则应重新进行干燥。

15. 管道施工过程中，为了方便运行人员的长期维护管理，必须在管道沿线设置明显的、准确的线路标记。

16. 聚乙烯燃气管道应沿管道走向设置有效对的示踪、警示装置。警示带和地面装置的设置应符合现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33-2005 和《城镇燃气标志标准》CJJ/T153-2010 的有关规定。

17. 示踪线应敷设在聚乙烯燃气管道的正上方，并应有良好的导电性和有效的电气连接，示踪线上应设置信号源井，信号源井可由阀门井替代。聚乙烯管道敷设完成后，应用管道电缆探测器对已敷设的可探示踪线进行连通性和可探性测试，以确保可探示踪线已连接妥当。

18. 警示带宜敷设在管顶上方 300--500mm 处，但不得敷设在路面结构层中；警示带宜采用聚乙烯或不易分解的材料制造，颜色应为黄色，且在警示带上印有醒目、永久性警示语。

19. 燃气管道的正上方 0.4 米处应敷设燃气管道警示带；地面上需要铺设有燃气管道标志的标志桩，直线段按每 50 米设一个，转弯处、三通、四通处、管段末端处加设，以便识别检修和防止误挖。

20. 为便于管道日常维护管理，在燃气管道穿越处两边设置警示牌，上面注明管道管径、走向、长度、管道埋深以及燃气公司抢险维修电话。

## 7. 评价结论

### 7.1 危险、有害因素辨识结果

1、本工程施工期存在潜在火灾、爆炸、机械伤害、物体打击、坍塌、起重伤害、触电、车辆伤害、高处坠落、高温等危险有害因素，运营期天然气发生泄漏可能导致火灾、爆炸、有害气体等危险有害因素。本工程需重点防范的危险因素为火灾、爆炸。

2、本工程为城镇燃气管网建设工程，不适用《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）。

3、本工程输送的天然气（NG）被列入《危险化学品目录》（2015年版），且属于重点监管危险化学品。本工程不涉及易制毒化学品、监控化学品、剧毒化学品、易制爆危险化学品、高毒物品、特别管控危险化学品，无重点监管的危险化学品工艺。

### 7.2 单元安全评价结果

主要的安全评价方法及其评价结果

（1）采用安全检查表，根据相关规范对该工程线路工程进行了检查，该工程管道规划与建设、管道本体、管道敷设、调压装置基本符合规范要求。本工程后期设计方案应考虑：①在次高压、中压燃气干管上，应设置分段阀门，并应在阀门两侧设置放散管。在燃气支管的起点处，应设置阀门。②地下燃气管道上的检测管、凝水缸的排水管、水封阀和阀门，均应设置护罩或护井。③聚乙烯燃气管道下管时，不得采用金属材料直接捆扎和吊运管道，并应防止管道划伤、扭曲和出现过大的拉伸和弯曲。④聚乙

烯燃气管道宜呈蜿蜒状敷设，并可随地形在一定的起伏范围内自然弯曲敷设。管道的弯曲半径应符合本标准第 6.1.4 条的规定，不得使用机械或加热方法弯曲管道。⑤示踪线、地面标志、警示带、保护板的敷设和设置应符合《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ63-2018 第 6.3.4 条的相关规定。⑥聚乙烯燃气管道敷设完毕并经外观检验合格后，应及时进行沟槽回填。除连接部位可外露外，管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于 0.5m。⑦聚乙烯燃气管道沟槽回填应从管道两侧同时对称均衡进行，并应保证管道不产生位移。⑧管道沟槽回填时，不得回填淤泥、有机物或冻土，回填土中不得含有石块、砖及其他杂物。⑨聚乙烯燃气管道的回填施工应符合下列规定：1、管底基础至管顶以上 0.5m 范围内，应采用人工回填和轻型压实设备夯实方式，不得采用机械推土回填。2、回填、夯实应分层对称进行，每层回填土的高度应为 200mm~300mm，不得单侧回填、夯实。3、管顶 0.5m 以上采用机械回填压实时，应从管轴线两侧同时均匀进行，并夯实、碾压。⑩当地下燃气管道穿过排水管沟、热力管沟、电缆沟、联合地沟、隧道及其他沟槽时，应采取防止燃气泄漏到沟槽中的措施。⑪当燃气管道穿越公路和城镇主要干道时，应采取不影响交通和保证燃气管道安全的防护措施。⑫燃气管道、管道附件及支撑结构等设施应进行抗震设计。

(2) 由燃气管道故障树最小割级分析可以得出：①燃气管道失效比管道附属设施失效更容易使管道在运行过程中出现故障;在管道失效模块中，外界干扰对管道能否安全运营的影响最大；管道划痕与缺陷、管道老化和应力破坏对管道运营的影响依次降低。因此，应从设计、管理、维护、监督等各个方面建立健全的安全保障体系，提高输气管道的安全可靠。②

由燃气管道故障树最小径集分析可以得出：因为城镇人口密集，活动频繁，所以导致城镇聚乙烯燃气管道发生事故的较大，应加强监督管理，增加管道巡线频率和日常维护工作，以降低管道发生事故的几率及对人身安全、环境和经济的危害。③分析燃气管道各个子故障树的结构重要度可以得出：从 X12 到 X15 的基本事件之间存在相互限制作用，从 X72 到 X82 的基本事件之间也存在相互限制作用，因此整个故障树体系安全结构重要度相对较低，但不可忽视其潜在的危害性，应从日常的监督、维护方面加强管理，保障管道的安全运行。

(3) 管道预先危险性分析可知，输气管道潜在的危险、有害因素有为火灾、爆炸，其他伤害，火灾、爆炸的影响等级为IV级（灾难性的），其他伤害的影响等级为III级（危险的），必须采取防范对策措施并重点防范。

(4) 本工程安全管理机构及人员配置依托江西天然气井冈山有限公司。江西天然气井冈山有限公司成立了安全生产委员会，建立了安全网络，编制了安全管理制度、安全操作规程和事故应急救援预案，对员工进行了安全教育培训，特种作业人员均持证上岗，在生产中能够严格实施各项管理制度，其安全生产管理能满足安全生产的要求。

### 7.3 应重视的安全对策措施建议

本工程应重视的安全对策措施建议包括管道规划与建设、管道本体、管道敷设、电气设备的选型、安装，防雷、防静电，安全管理机构的设置、事故应急救援预案等。应在设计和施工、运营时认真落实。

以上列举的几种情况，在生产过程中应作为重点予以防范。

加强操作人员的安全培训，提高职工的安全意识和防范能力，确保

本企业的安全生产。

在实际工作中还应重点重视以下措施：

(1) 安装符合要求的防雷设施，并按规定定期检验检测，防止雷击、静电聚积导致火灾爆炸事故。

(2) 带电设备应符合国家相应规范的要求，设有良好保护措施，防止人员触电事故的发生。

(3) 加强安全培训，线路管理员、巡线员、设备管理员等必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。

## 7.4 评价结论

1、本工程的建设单位具有天然气管网的规划、投资、建设及管理资质，项目建议书及初步设计单位具有燃气工程的设计、施工，工程勘察，工程设计的资质。

2、根据《产业结构调整指导目录（2021 年本）》，本工程属于鼓励类中的“原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”，符合国家产业政策。

3、本工程已取得吉安市发展和改革委员会核准的“关于核准井冈山市碧溪镇天然气利用工程”的批复。

4、本项目采用的工艺属于国内成熟的工艺，不属于国内首次使用的工艺；采用的工艺、设备、材料均属于国内先进、常用水平，无淘汰、禁止类的工艺、设备。

5、评价结论

建设单位能按照《中华人民共和国安全生产法》等安全生产法律、法规、标准、规范的要求，贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，将本建设工程的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用列入工作程序，进行了安全预评价，具备申请建设项目安全审查备案的条件。

本报告认为，江西天然气井冈山有限公司井冈山市碧溪镇天然气利用工程（一期）在采取本报告提出的安全对策措施后，潜在的危险、有害因素可得到有效控制，安全风险在可接受范围内。

### 8. 与建设单位交换意见情况

报告编制完成后，经中心内部审查后，送江西天然气井冈山有限公司进行征求意见，江西天然气井冈山有限公司同意报告的内容。

序号	与建设单位交换内容	建设单位意见
1	提供给评价机构的相关资料（包括附件中的复印文件）均真实有效。	真实有效
2	评价报告中涉及到的物料品种、数量、含量及其理化性能、毒性、包装和运输条件等其它相关描述是否存在异议。	无异议
3	评价报告中涉及到的工艺、技术以及设施、设备等的规格型号、数量、用途、使用温度、使用压力、使用条件等及其它相关描述是否存在异议。	无异议
4	评价报告中对建设项目的危险有害因素分析结果是否存在异议。	无异议
5	评价报告中对建设项目安全条件分析是否符合你单位的实际情况。	符合实际情况
6	评价报告中对建设项目提出的安全对策措施、建议，你单位能否接受。	可以接受
评价单位：江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心		建设单位：江西天然气井冈山有限公司 
项目负责人：		负责人： 

## 9. 附件

- 1、建设单位营业执照
- 2、关于核准井冈山市碧溪镇天然气利用工程的批复（吉安市发展和改革委员会 吉安发改能源综合字[2020]65 号）
- 3、公司安全管理相关资料
- 4、管线走向示意图

### 现场影像记录

