

云南省天然气宣威新奥燃气有限公司
宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程

安全预评价报告

终稿

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

资质证书编号：APJ-（赣）-002

二〇二五年三月

云南省天然气宣威新奥燃气有限公司
宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程
安全预评价报告
终稿

评价机构名称：江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

资质证书编号：APJ-（赣）-002

法定代表人：应 宏

技术负责人：周红波

项目负责人：钱局东

2025 年 03 月

（安全评价机构公章）

云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工 业园区天然气供气工程

安全预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

2025 年 3 月

规范安全生产中介行为的九条禁令

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

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

三、禁止中介机构出具虚假或漏项、缺项技术报告的行为；

四、禁止中介机构出租、出借资格证书、在报告上冒用他人签名的行为；

五、禁止中介机构有应到而不到现场开展技术服务的行为；

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

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

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

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



安全评价机构 资质证书

(副本) (1-1)

统一社会信用代码: 913601007391635887

机构名称: 江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

办公地址: 江西省南昌市红谷滩新区世贸路872号金涛大厦A座16楼

法定代表人: 应宏

证书编号: APJ-(赣)-002

首次发证: 2020年03月05日

有效期至: 2030年03月04日

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

(发证机关盖章)

2022年 0月 28日

评价人员

	姓 名	证书编号	从业登记号	专业	签 字
项目负责人	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
项目组成员	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
	吴映琴	1800000000301265	033760	安全工程	
	杜达衡	S011053000110203001735	041638	安全工程	
	谢寒梅	S011035000110192001584	027089	电气工程	
	王 波	S011035000110202001263	024436	化学工程与 工艺	
	曾华玉	0800000000203970	007037	化工机械	
报告编制人	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
	吴映琴	1800000000301265	033760	安全工程	
	杜达衡	S011053000110203001735	041638	安全工程	
报告审核人	黄香港	S011035000110191000617	024436	化学工程与 工艺	
过程控制负责人	檀廷斌	1600000000200717	029648	化学工程与 工艺	
技术负责人	周红波	1700000000100121	020702	化工工艺	

前 言

凤凰山工业园区现有供气管道无法满足园区规划要求，迫切需要引入补充气源管道。引入清洁、高效的优质能源，对于缓解宣威市能源供给压力，调整产业结构，加快产业升级，提高人民的生活质量以及推进凤凰山工业园区的开发具有积极的意义。依据《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程云南省固定资产投资项目备案证》（备案号：2302-530381-04-05-306470），云南省天然气宣威新奥燃气有限公司为加快工程项目推进，拟进行宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程的建设。

根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）、《城镇燃气管理条例》（2010 年 11 月 19 日中华人民共和国国务院令第 583 号公布，根据 2016 年 2 月 6 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2010 年 12 月 14 日国家安全生产监督管理总局令第 36 号公布，自 2011 年 2 月 1 日起施行；根据 2015 年 4 月 2 日国家安全生产监督管理总局令第 77 号修正）、《云南省燃气管理条例》（2023 年 5 月 31 日云南省第十四届人民代表大会常务委员会第三次会议通过）等有关要求，需开展安全评价工作，为此云南省天然气宣威新奥燃气有限公司委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心对宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程进行安全预评价。

我公司接到委托后立即开展现场调研，在对拟建工程现场调研结果和相关资料充分分析的基础上，按照《安全预评价导则》（AQ8002-2007）的有关要求，编制完成了本工程安全预评价报告。本报告将作为工程设计单位进行安全设施设计的依据之一。同时，该报告还将为相关部门审批项目安全设计文件、工程投产后的生产运行和日常安全管理、以及实施监督和管理提供参考依据。

在评价报告编写过程中，得到了云南省天然气宣威新奥燃气有限公司有

关领导、相关部门和技术人员的大力支持，同时报告中也引用了前人的一些研究成果和技术资料，在此一并表示感谢！

目 录

前 言 I

目 录 I

第 1 章 编制说明 1

 1.1 评价目的 1

 1.2 评价原则 1

 1.3 评价依据 2

 1.3.1 法律、法规 2

 1.3.2 部门规章及规范性文件 4

 1.3.3 标准、规范 5

 1.3.4 其他依据 9

 1.4 评价范围 12

 1.5 评价程序 13

 1.6 评价基准日 14

第 2 章 建设项目概况 15

 2.1 建设项目基本情况 15

 2.1.1 建设单位简介及项目背景 15

 2.1.2 工程及相关工程概况 22

 2.1.3 可行性研究报告编制单位 25

 2.1.4 岩土工程勘察报告编制单位 26

 2.1.5 社会稳定风险评估报告编制单位 26

 2.1.6 地质灾害危险评估报告编制单位 27

 2.1.7 地震安全性评价报告编制单位 27

 2.1.8 洪水影响评价报告编制单位 28

 2.2 自然及社会环境概况 28

 2.2.1 行政区划 28

 2.2.2 地表状况 29

 2.2.3 线路沿线地区等级划分 29

2.2.4 气象条件 30

2.2.5 线路沿线水文条件 31

2.2.6 地质条件 33

2.2.7 地震 43

2.2.8 矿产压覆情况 46

2.2.9 交通、通信状况 47

2.2.10 社会风险 47

2.2.11 周边民房、企事业单位及敏感设施 49

2.3 项目描述 51

2.3.1 线路工程 51

2.3.2 输气工艺 69

2.3.3 站场工程 70

2.3.4 防腐及阴极保护 79

2.3.5 自控与通信 81

2.3.6 消防 87

2.3.7 公用工程 89

2.4 安全管理情况 92

2.4.1 组织机构及定员 92

2.4.2 维抢修和巡线 93

2.5 项目安全设施及投资 94

第 3 章 主要危险、有害因素辨识与分析95

3.1 主要物质危险、有害因素分析 95

3.1.1 主要危险、有害物质 95

3.1.2 主要危险物质特性 95

3.1.3 主要危险物质的危险、有害因素分析 98

3.2 生产过程的危险、有害因素分析 100

3.2.1 输送工艺危险、有害因素分析 100

3.2.2 站场危险、有害因素分析 104

3.2.3 燃气管道危险、有害因素分析 107

3.3 自然灾害和社会危害因素分析	109
3.3.1 自然灾害危害因素分析	109
3.3.2 社会危害因素分析	113
3.4 重大危险源辨识	114
3.4.1 方法介绍	114
3.4.2 重大危险源辨识	115
3.5 事故案例与事故原因分析	116
3.5.1 泄漏事故	116
3.5.2 洪水冲毁事故	117
3.5.3 穿越段管道撕裂事故	117
3.5.4 爆炸事故	118
3.6 主要危险有害物质及危险有害因素分布	119
第 4 章 评价单元划分与评价方法选择	120
4.1 评价单元的划分	120
4.1.1 评价单元划分原则	120
4.1.2 评价单元划分方法	120
4.1.3 本项目评价单元的划分	121
4.2 评价方法的选择	121
4.3 评价方法简介	121
4.3.1 安全检查表法（SCA）简介	121
4.3.2 预先危险性分析法（PHA）简介	122
4.3.3 事故树分析法简介	123
4.4 评价方法选用原因	125
4.5 各单元采用的评价方法汇总	125
第 5 章 定性、定量评价	127
5.1 安全条件及选址安全评价单元	127
5.1.1 站场安全条件及选址安全评价子单元	127
5.1.2 燃气输送管线安全条件及选址安全评价子单元	132

5.1.3 本单元小结	138
5.2 燃气输送管线安全评价单元	138
5.2.1 燃气输送管线安全检查表	138
5.2.2 燃气输送管道预先危险性分析	146
5.2.3 燃气输送管道事故树分析	148
5.2.4 本单元小结	152
5.3 站场安全评价单元	153
5.3.1 站场总平面布置防火间距	153
5.3.2 站场安全检查表	153
5.3.3 站场预先危险性分析	157
5.3.4 站场火灾、爆炸事故树分析	164
5.3.5 本单元小结	167
5.4 公用工程及辅助设施评价单元	167
5.4.1 公用工程及辅助设施安全检查表	167
5.4.2 公用工程及辅助设施预先危险性分析	170
5.4.3 低压触电事故树	172
5.4.4 本单元小结	174
5.5 安全管理评价单元	175
5.5.1 安全管理机构及人员评价	175
5.5.2 个体安全防护用品配备情况评价	176
5.5.3 安全管理制度、安全操作规程、安全生产责任制评价	176
5.5.4 应急预案	176
第 6 章 可能发生重大事故后果预测	178
6.1 可能发生的重大事故	178
6.2 重大事故后果预测	178
6.2.1 泄漏	178
6.2.2 火灾、爆炸	178
6.2.3 压力管道爆炸	179
6.2.4 第三方破坏	179

6.2.5 站场个人和社会因素	179
第 7 章 安全对策措施建议	180
7.1 可行性研究报告中提出的安全对策措施	180
7.1.1 站场安全对策措施	180
7.1.2 线路工程安全对策措施	181
7.1.3 工艺及设备安全对策措施	181
7.1.4 仪表自控系统安全对策措施	181
7.1.5 电气工程安全对策措施	182
7.1.6 公用工程安全对策措施	183
7.1.7 施工安全管理措施	183
7.1.8 运营安全管理措施	183
7.1.9 事故预防及应急救援措施	185
7.2 本报告补充的安全对策措施	185
7.2.1 设计中需补充的安全对策措施	186
7.2.2 施工期间的安全对策措施	196
7.2.3 运行期间的安全对策措施	200
7.3 安全管理对策措施及建议	207
7.3.1 建立安全管理机构	207
7.3.2 制定安全管理制度	208
7.3.3 安全教育培训	208
7.3.4 安全资金投入	209
7.3.5 事故应急救援	210
7.3.6 隐患排查与治理	211
7.3.7 事故管理	212
7.3.8 作业安全	212
7.3.9 职业健康	213
7.3.10 加强项目管理和工程监理	214
7.3.11 项目建设管理安全对策措施	214
第 8 章 安全预评价结论	216

8.1 主要危险、有害因素评价结果	216
8.2 重点防范的重大危险有害因素	216
8.3 安全预评价结论	216
附件	218
附图	221

第 1 章 编制说明

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，分析拟建工程存在的危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件；

2、对拟建工程固有的危险、有害因素进行定性和定量分析与评价，预测其危险等级或程度；

3、对拟建项目投产后运行过程中可能存在的危险、有害因素进行定性或定量的分析评价，对其控制手段进行分析，同时预测其安全等级；

4、补充提出消除、预防或减弱拟建项目危险性、提高系统安全运行等级的对策措施，为拟建项目下一步的安全设施设计提供依据，为拟建项目建成投产后的生产运行以及日常管理提供依据，以最终实现本质安全化；

5、为实现企业安全技术、安全管理的标准化和科学化创造条件，并为监督管理部门提供安全监管依据。

1.2 评价原则

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心在对该项目进行安全评价工作中，始终坚持以下原则：

1、严格执行国家现行有关法律、法规、标准和规范的要求，对该项目进行科学、客观、公正、独立的评价；

2、采用可靠、适用的评价技术和评价方法对该项目进行定性、定量评价，遵循针对性、技术可行性、经济合理性、可操作性的原则，提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理对策措施建议；

3、真实、准确地做出评价结论，并对在当时条件下做出的安全评价结果承担法律责任；

4、遵纪守法、恪守职业道德、诚实守信，对被评价单位的技术和商业秘密保密。

1.3 评价依据

1.3.1 法律、法规

1.《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第 88 号,2021 年 9 月 1 日施行)

2.《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令第 29 号,第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修正,2019 年 4 月 23 日施行)

3.《中华人民共和国防震减灾法》(中华人民共和国主席令第 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,2009 年 5 月 1 日起施行)

4.《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令第 69 号,2007 年 11 月 1 日起施行;2007 年 8 月 30 日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,2024 年 6 月 28 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修订)

5.《中华人民共和国水法》(中华人民共和国主席令第 74 号,根据 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《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第二次修正)

6.《中华人民共和国防洪法》(中华人民共和国主席令第 88 号,1997 年 8 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过,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《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正,1998 年 1 月 1 日施行)

7.《中华人民共和国水土保持法》(1991 年 6 月 29 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过,2010 年 12 月 25 日第十一届全国人

民代表大会常务委员会第十八次会议修订,2010 年 12 月 25 日中华人民共和国主席令第三十九号公布,自 2011 年 3 月 1 日起施行)

8.《中华人民共和国森林法》(中华人民共和国主席令第 18 号,根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》修改)

9.《中华人民共和国特种设备安全法》(2013 年 6 月 29 日中华人民共和国主席令第 4 号,2014 年 1 月 1 日起施行)

10.《地质灾害防治条例》(中华人民共和国国务院令第 394 号,自 2004 年 3 月 1 日起施行)

11.《城镇燃气管理条例》(2010 年 11 月 19 日中华人民共和国国务院令第 583 号公布,根据 2016 年 2 月 6 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订)

12.《建设工程安全生产管理条例》(中华人民共和国国务院令第 393 号,2004 年 2 月 1 日起施行)

13.《危险化学品安全管理条例》(2002 年 1 月 26 日中华人民共和国国务院令第 344 号公布,2011 年 2 月 16 日国务院第 144 次常务会议修订通过,根据 2013 年 12 月 7 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订)

14.《特种设备安全监察条例》(中华人民共和国国务院令第 373 号公布,中华人民共和国国务院令第 549 号修订,修订自 2009 年 5 月 1 日起施行)

15.《公路安全保护条例》(国务院令 593 号,2011 年 7 月 1 日起施行)

16.《铁路安全管理条例》(国务院令第 639 号,2014 年 1 月 1 日起施行)

17.《生产安全事故应急条例》(国务院令 708 号,2019 年 4 月 1 日起施行)

18.《电力设施保护条例》(1987 年 9 月 15 日国务院令第 239 号发布,根据 1998 年 1 月 7 日《国务院关于修改〈电力设施保护条例〉的决定》第一次修订,根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》第二次修订)

19.《云南省安全生产条例》（云南省第十届人民代表大会常务委员会第三十二次会议审议通过，云南省第十二届人大常委会第三十八次会议修订，2018 年 1 月 1 日起施行）

20.《云南省消防条例》（2010 年 9 月 30 日云南省第十一届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过，根据 2020 年 11 月 25 日云南省第十三届人民代表大会常务委员会第二十一次会议《云南省人民代表大会常务委员会关于修改部分地方性法规的决定》修正）

21.《云南省燃气管理条例》（2023 年 5 月 31 日云南省第十四届人民代表大会常务委员会第三次会议通过）

1.3.2 部门规章及规范性文件

1.《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2010 年 12 月 14 日国家安全生产监督管理总局令第 36 号公布，自 2011 年 2 月 1 日起施行；根据 2015 年 4 月 2 日国家安全生产监督管理总局令第 77 号修正）

2.《危险化学品目录（2015 版）》（国家安全生产监督管理总局 中华人民共和国工业和信息化部 中华人民共和国公安部 中华人民共和国环境保护部 中华人民共和国交通运输部中华人民共和国农业部 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 国家铁路局 中国民用航空局公告 2015 年第 5 号，应急管理部等 10 部门公告 2022 年第 8 号修订）

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

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

5.《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）

6.《防雷减灾管理办法》（2011 年 7 月 21 日中国气象局第 20 号令公布，

根据 2013 年 5 月 31 日公布的《中国气象局关于修改<防雷减灾管理办法>的决定》修订)

7.《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)

8.《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)

9.《生产安全事故应急预案管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第 88 号, 2019 年 6 月 24 日《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》经应急管理部第 20 次部务会议审议通过, 于 2019 年 7 月 11 日公布, 自 2019 年 9 月 1 日起施行)

10.《安全生产培训管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第 44 号, 根据 2013 年 8 月 29 日国家安全监管总局令第 63 号第一次修正, 根据 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正)

11.《关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》(财资〔2022〕136 号, 自 2022 年 11 月 21 日起施行)

12.《国务院安全生产委员会关于印发<全国城镇燃气安全专项整治工作方案>的通知》(安委〔2023〕3 号, 2023 年 8 月 9 日)

13.《消防监督检查规定》(2009 年 4 月 30 日中华人民共和国公安部令第 107 号发布, 根据 2012 年 7 月 17 日《公安部关于修改<消防监督检查规定>的决定(中华人民共和国公安部令第 120 号)》修订)

1.3.3 标准、规范

1.3.3.1 国家标准、规范

- 1.《城镇燃气设计规范(2020 版)》(GB50028-2006)
- 2.《天然气》(GB17820-2018)
- 3.《燃气工程项目规范》(GB55009-2021)
- 4.《城镇燃气输配工程施工及验收标准》(GB/T51455-2023)

5. 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）
6. 《城镇燃气分类和基本特性》（GB/T13611-2018）
7. 《城镇燃气调压器》（GB27790-2020）
8. 《城镇燃气输配系统用安全切断阀》（GB/T41315-2022）
9. 《城镇燃气工程基本术语标准》（GB/T50680-2012）
10. 《燃气系统运行安全评价标准》（GB/T50811-2012）
11. 《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）
12. 《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）
13. 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
14. 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）
15. 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）
16. 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
17. 《个体防护装备配备规范 第 2 部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020）
18. 《石油天然气工业管线输送系统用钢管》（GB/T 9711-2023）
19. 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）
20. 《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）
21. 《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）
22. 《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）
23. 《消防设施通用规范》（GB55036-2022）
24. 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）
25. 《建筑抗震设计规范（2024 年版）》（GB50011-2010）
26. 《建筑照明设计标准》（GB50034-2024）
27. 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
28. 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
29. 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB50343-2012）
30. 《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）

31. 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）
32. 《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）
33. 《水土保持综合治理技术规范 坡耕地治理技术》（GB/T16453.1-2008）
34. 《水土保持综合治理技术规范 荒地治理技术》（GB/T16453.2-2008）
35. 《水土保持综合治理技术规范 沟壑治理技术》（GB/T16453.3-2008）
36. 《3~110kV 高压配电装置设计规范》（GB50060-2008）
37. 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB50061-2010）
38. 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）
39. 《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）
40. 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T50062-2008）
41. 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
42. 《重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范》（GB/T 29328-2018）
43. 《室外给水设计标准》（GB50013-2018）
44. 《室外排水设计标准》（GB50014-2021）
45. 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB/T50064-2014）
46. 《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）
47. 《爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的设备》（GB3836.2-2021）
48. 《爆炸性环境 第 14 部分：场所分类 爆炸性气体环境》（GB3836.14-2014）
49. 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
50. 《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）
51. 《工业电视系统工程设计标准》（GB50115-2019）
52. 《入侵报警系统工程设计规范》（GB50394-2007）
53. 《<工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素>行业标准第 1 号修改单》（GBZ 2.1-2019/XG1-2022）
54. 《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）

55. 《工业设备及管道绝热工程设计规范》（GB50264-2013）
56. 《输送流体用无缝钢管》（GB/T8163-2018）
57. 《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》（GB/T21246-2020）
58. 《钢质管道外腐蚀控制规范》（GB/T21447-2018）
59. 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》（GB/T23257-2017）
60. 《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》（GB/T50698-2011）
61. 《埋地钢质管道直流干扰防护技术标准》（GB50991-2014）
62. 《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》（GB/T50538-2020）
63. 《危险化学品单位应急救援物资配备标准》（GB30077-2023）
64. 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）

1.3.3.2 行业标准、规范

1. 《安全预评价导则》（AQ8002-2007）
2. 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
3. 《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》（CJJ/T250-2016）
4. 《城镇燃气切断阀和放散阀》（CJ/T335-2010）
5. 《城镇燃气用防雷接头》（CJ/T385-2011）
6. 《城镇燃气报警控制系统技术规程》（CJJ/T146-2011）
7. 《城镇燃气标志标准》（CJJ/T153-2010）
8. 《城镇燃气加臭技术规程》（CJJ/T148-2010）
9. 《城镇燃气管网泄漏检测技术规程》（CJJ/T215-2014）
10. 《城镇燃气自动化系统技术规范》（CJJ/T259-2016）
11. 《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》（CJJ51-2016）
12. 《城镇燃气工程智能化技术规范》（CJJ/T 268-2017）
13. 《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》（CJJ95-2013）
14. 《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》（CJJ94-2009）
15. 《城镇燃气输配工程投产前安全检查规范》（T/CGAS017-2021）
16. 《城镇燃气雷电防护技术规范》（QX/T109-2021）

- 17.《城镇燃气输送用不锈钢焊接钢管》（YB/T4370-2023）
- 18.《石油天然气安全规程》（AQ2012-2007）
- 19.《危险场所电气防爆安全规范》（AQ3009-2007）
- 20.《生产安全事故应急演练基本规范》（YJ/T9007-2019）
- 21.《化学品作业场所安全警示标志规范》（AQ3047-2013）
- 22.《天然气管道运行规范》（SY/T5922-2012）
- 23.《石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测报警系统安全规范》
（SY/T6503-2022）
- 24.《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG21-2016）
- 25.《石油天然气管道系统治安风险等级和安全防范要求》
（GA1166-2014）
- 26.《城镇燃气系统反恐怖防范要求》（GA 1810-2022）

1.3.4 其他依据

- 1.委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心进行安全评价的委托书；
- 2.《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程云南省固定资产投资项目备案证》（备案号：2302-530381-04-05-306470，2025年2月14日变更）；
- 3.《宣威市住房和城乡建设局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址请示的回复》（宣威市住房和城乡建设局，2022年3月1日）；
- 4.《关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司关于申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址请示的回复》（宣威市应急管理局，2022年3月1日）；
- 5.《曲靖市生态环境局宣威分局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站的选址意见》（曲靖市生态环境局宣威分局，2022年3月31日）；
- 6.《宣威市林业和草原局关于凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂址选址涉林规划审查的复函》（宣威市林业和草原局，2022年3月28日）；

7.《宣威市水务局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司关于申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址的请示的回复函》（宣威市水务局，2022 年 3 月 8 日）；

8.《宣威市民政局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址请示的回复》（宣威市民政局，2022 年 3 月 8 日）；

9.《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司关于申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址的请示》（云南省天然气宣威新奥燃气有限公司，2022 年 2 月 22 日）以及云南曲靖钢铁集团、宣威经济及时开发区规划建设局同意其选址的回复；

10.《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程可行性研究报告》（中石化江汉石油工程设计有限公司，2023 年 08 月）；

11.《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程社会稳定风险评估报告》（云南旭峰工程设计咨询有限公司，2023 年 12 月）；

12.《关于<宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程社会稳定风险评估报告>备案的函》（中共宣威市委政法委员会，2024 年 1 月 10 日）；

13.《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程岩土工程勘察报告》（中石化江汉石油工程设计有限公司，2024 年 03 月）；

14.《昭通支线天然气管道工程项目二期 5#阀室迁建及改造项目岩土工程详细勘察报告》（陕西博天节能环保科技有限公司，2024 年 7 月）；

15.《宣威市国土空间规划委员会第 13 次会议纪要》（宣威市人民政府办公室，宣威市人民政府专题会议纪要第 2 期，2024 年 1 月 10 日）；

16.《项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（省厅查询 2023-1459 号）》（云南省自然资源厅信息中心，2023 年 12 月 25 日）；

17.《曲靖市自然资源和规划局关于宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目压覆矿产权的情况说明》（曲靖市自然资源和规划局，2024 年 1 月 4 日）；

- 18.《关于宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程压覆矿产调查区缩小的情况说明》（云南省天然气宣威新奥燃气有限公司，2024 年 2 月 4 日）；
- 19.《拟建项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（曲靖市查询）》（曲靖市自然资源和规划局，2024 年 2 月 6 日）；
- 20.《拟建项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（州、市国土局查询）》（宣威市自然资源局，2024 年 2 月 7 日）；
- 21.《曲靖市自然资源和规划局关于宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程用地未压覆矿产资源调查结果备案的函》（曲资规矿压备〔2024〕4 号，曲靖市自然资源和规划局，2024 年 2 月 26 日）；
- 22.《云南省宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程建设项目地质灾害危险评估报告》（西南能矿建设工程有限公司，2024 年 3 月）；
- 23.《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目工程场地地震安全性评价报告》（北京中勘震防科技发展有限公司，2024 年 3 月）；
- 24.《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程洪水影响评价报告》（云南狄尼环境科技有限公司，2024 年 3 月）。

说明：上述第 11~12、13、15~24 项依据主要依据 2023 年 2 月 15 日本项目的固定资产投资项目备案证来进行编制的，2023 年 2 月 15 日备案的建设内容为：“新建计量调压站 1 座，从计量调压站敷设 1 条长约 17.5km，管径 DN250、设计压力 4.0MPa 的输气管线去凤凰山工业园区末站。在凤凰山工业园区新建 1 座末站，从末站敷设城镇燃气中压管道向园区用户供气”。2025 年 2 月 14 日变更后备案证建设内容为：“工程起点为宣威花椒门站，由宣威花椒门站敷设 1 条长约 15.6km，管径 DN250，设计压力 4.0MPa 的城镇燃气高压管道去凤凰山工业园区调压柜。同时于凤凰山工业园区调压柜末端敷设约 0.6km 城镇燃气中压管道至凤凰山工业园区已建管网，设计压力为 0.4MPa，管径 DN300”。备案证变更前后首站的位置基本一致，变更后高压燃气管道相对变更前的长度缩短了，高压燃气管道路由基本未变动，故上述第 11~12、13、15~24 项依据仍适用于本项目。

1.4 评价范围

云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目线路分为高压管道和中压管道，高压管道起于本次新建宣威花椒门站，止于本次新建凤凰山工业园区调压柜；中压管道起于凤凰山工业园区调压柜，止于凤凰山工业园区中压管道阀井（凤凰山工业园区已建管网）处。

本工程高压管道自拟新建宣威花椒门站引出后向东敷设，在狐狸沟北侧穿越 G326，继续向东敷设，经小武场、小海子牧场，在小海子牧场东侧穿越威宁-宣威高速公路后，继续向东，经小松科，在虎头村南侧穿越 X57 和 G56 杭瑞高速公路，继续向东，在所乐村和石牌坊中间自西北向东南穿越北盘江，继续向东南方向敷设，在土木附近穿越铁路后，到达凤凰山工业园区调压柜。线路主要经过西宁街道和来宾街道两个街道办事处，线路长度约 15.6km（宣威花椒门站围墙外 2m 起算）。燃气管道设计压力为 4.0MPa，管径为 DN250。同时，新建凤凰山工业园区调压柜~凤凰山工业园区中压管道阀井（凤凰山工业园区已建管网）中压管道，长度 0.6km，管径 DN300，管线设计压力 0.4MPa。新建高压管道设置 4 座阀井，新建中压管道设置 1 座阀井。

本次评价范围为《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程可行性研究报告》（中石化江汉石油工程设计有限公司，2023 年 08 月）涉及的线路工程、站场工程及相关公辅设施：

1、线路工程

高压管线：宣威花椒门站~凤凰山工业园区调压柜 15.6km 天然气管道，设计压力为 4.0MPa，管径为 DN250。

中压线路：凤凰山工业园区调压柜~凤凰山工业园中压管道阀井处 0.6km 天然气管道，设计压 0.4MPa，管径 DN300。

2、站场

新建门站 1 座：宣威花椒门站

新建调压设施 1 座：凤凰山工业园区调压柜

3、与本工程相关的公用工程

4、工程界面

本工程与上游昭通支线的界面为宣威花椒门站（在本次工程范围内）围墙外。与下游用户界面为凤凰山工业园已建中压燃气管道接口。高压管线末站为凤凰山工业园区调压柜（在本次工程范围内）。本工程与昭通支线二期 5#阀室为合建站，昭通支线二期 5#阀室为宣威花椒门站的阀组区，云南省天然气宣威新奥燃气有限公司负责阀组区基础建设，曲靖能投天然气产业发展有限公司负责阀组区设备安装。

5、拟建昭通支线二期 5#阀室（为宣威花椒门站的阀组区），与宣威花椒门站一起合建，报告中一同评价。本项目的地质灾害评估、地震安全评价、社会稳定分析报告、职业卫生、环境保护等也不在评价范围内，但在报告中会有所提及。

1.5 评价程序

根据《安全预评价导则》（AQ8002-2007）的相关规定，安全评价的评价程序主要分为前期准备；辨识与分析危险、有害因素；划分评价单元；选择评价方法；定性、定量评价；提出安全对策措施及建议；做出评价结论；编制安全预评价报告。安全预评价程序如图 2-1 所示。

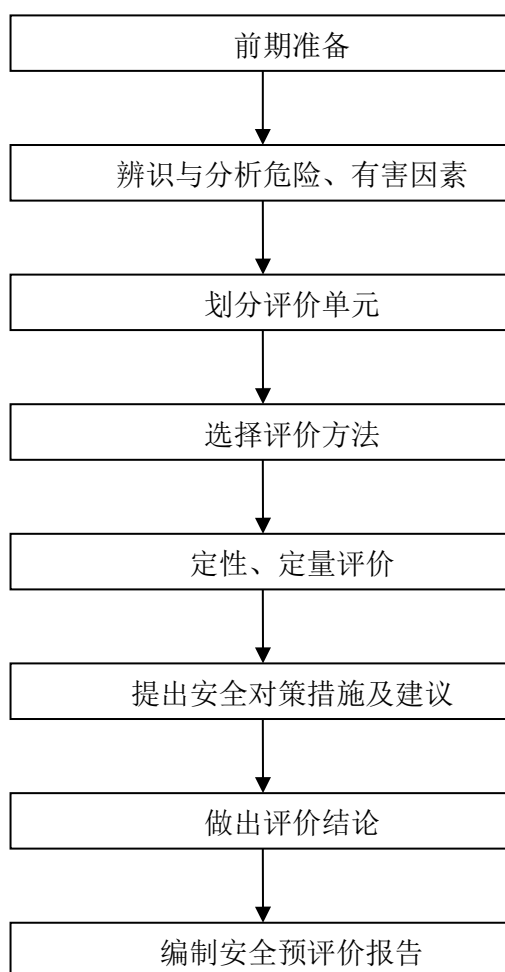


图 2-1 安全预评价程序框图

1.6 评价基准日

本次评价过程中，评价组首次进行现场勘察时间为 2024 年 3 月 6 日，第二次进行现场勘察时间为 2024 年 6 月 19 日，由此本报告评价基准日为 2024 年 6 月 19 日。

第 2 章 建设项目概况

2.1 建设项目基本情况

2.1.1 建设单位简介及项目背景

2.1.1.1 建设单位简介

本工程建设单位为云南省天然气宣威新奥燃气有限公司。云南省天然气宣威新奥燃气有限公司（原宣威市丰顺城市天然气发展有限公司）（以下简称“公司”）由云南省天然气有限公司和新奥能源发展有限公司组建的合资企业（国有控股），股权结构为云南省天然气有限公司控股 65%，新奥能源发展有限公司控股 35%，注册资本金 9500 万元。公司获得宣威市城镇燃气独家经营权。

1) 云南省能源投资集团有限公司

云南省能源投资集团有限公司是云南省委、省政府为加快实施产业强省战略，做大做强能源产业，推动云南经济社会全面协调可持续发展，于 2012 年 1 月 11 日经省政府批复同意组建，由省国资委履行监管职能的省属国有重要骨干企业，是云南省打好世界一流“绿色能源牌”的主力军和绿色能源战略国际化实施的排头兵，注册资本金 116.15 亿元。集团全面贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九大精神，坚定践行“四个革命、一个合作”国家能源安全新战略，紧紧围绕总书记考察云南时提出的“一个跨越”、“三个定位”、“五个着力”要求，主动服务融入国家战略和云南发展大局。

云南省能源投资集团有限公司主动落实省委、省政府加快绿色能源强省建设部署要求，按照“云南绿色能源产业发展主力军、实施绿色能源战略国际化排头兵、现代物流产业龙头企业、数字经济产业一流企业、服务国家‘一带一路’建设和面向南亚东南亚辐射中心领军企业”战略定位，以大视野、大担当、大责任更好发挥国企主力军作用，坚持党的全面领导，推动国企改革提速增效，加快国际化发展争创一流，聚焦绿色能源、现代物流、数字经济

三项主业，做大做强能源支柱产业，协同发展能源金融和能源建设板块，奋力实现高质量发展。集团资产质量、资本实力和核心竞争力不断增强，为云南产业转型升级和经济社会高质量跨越发展提供有力支撑。

截至 2021 年末，集团资产总额 2315 亿元，实现营收 1409 亿元、同比增长 7.13%，实现利润总额 32.51 亿元、同比增长 12.62%，资产负债率 63.20%。截至 2022 年 7 月末，集团资产总额 2504 亿元，实现营收 708 亿元，实现利润总额 28.59 亿元。集团参控股电力装机 1907 万 kW，占全省电力总装机的 17%。2021 年列中国企业 500 强第 175 位。

“十四五”，能投集团将坚决贯彻落实中央和省委、省政府决策部署，紧紧围绕云南绿色能源强省和产业强省建设，坚持改革创新，做强做优主业，推动高质量发展。牢固树立大能源发展理念，坚持能源全产业链发展，抢抓碳达峰、碳中和战略机遇，加大水电、风电、光伏等绿色能源产业布局。以新成立的省绿色能源产业集团为主体，打造全省新增 2000 万千瓦光伏项目、碳资产管理平台和锂矿资源开发平台。增强火电、煤炭、天然气利用效率，做好能源安全保供。促进绿色能源与绿色制造融合发展，延伸绿色硅材、新能源汽车产业链。加快现代物流转型升级、打造数字经济核心竞争力。不断增强集团的竞争力、创新力、控制力、影响力和抗风险能力。

集团力争到 2025 年，实现集团资产总额 5000 亿元，营业收入 2500 亿元，利税超 100 亿元，参控股装机达 3000 万 kW（控股装机 1500 万 kW）。通过“十四五”的努力，实现集团主要发展指标全面翻番，为云南绿色高质量发展增添新的强劲动能。

（2）云南省天然气有限公司

云南省天然气有限公司，是云南省委、省政府利用缅气入滇工程，按照“气化云南”的总体部署，授权云南省能源投资集团有限公司于 2013 年 1 月 8 日发起成立的全资子公司。公司定位为代表能投集团落实省委省政府燃气战略的实施平台，代表能投集团整合和投资燃气资源的投融资主体和整合主体，代表能投集团打造全省天然气输、储、配、销及管网规划、建设、运营为一体的综合性省属天然气运营商。

公司经营项目包括：天然气项目的开发、建设、运营，包括上游气源开发，中游管网建设，下游城市燃气利用项目、车用天然气利用项目、大工业用户直供等，天然气的销售。

天然气公司借助缅气入滇的契机，按照上控资源、中控网络、下拓市场的发展思路，以加快天然气开发利用步伐和天然气产业的培育发展为己任，快速实施全省支线管网布局和配套设施建设，取得了中石油西南管道分公司对天然气公司开展省内支线管网项目建设的大力支持。

未来，作为天然气开发建设的省级平台，借助公司上市的融资、整合平台，天然气公司将加快对外投资合作和全省天然气资源整合步伐，紧紧围绕“多气源、一张网”的模式，以促进能源结构调整、节能减排、扶持经济发展为要务，以保障清洁能源供应为重点，积极投身“五网”建设大会战，为我省决胜全面建成小康社会贡献力量。

3) 新奥能源发展有限公司

新奥能源发展有限公司是新奥集团旗舰产业，于 1992 年开始从事城市管道燃气业务，是国内规模较大的清洁能源分销商。新奥能源立足于“智能化低碳解决方案服务商”的全新战略定位，加速泛能业务发展，努力实现数智化转型升级。

新奥能源以泛能业务为突破，努力探索现代能源体系。新奥能源首创泛能理念，从用户需求出发，以能量全价值链开发为核心，打造因地制宜、清洁能源优先、多能互补，用供一体的能源系统。我们积极把握双碳政策及能源体制改革的机遇，重点开发低碳园区、低碳工厂、低碳建筑、低碳交通四大类客户用能需求，在深度认知客户的基础上，量身定制高性价比、最能满足客户需求的创新解决方案。

新奥能源奉行“创建现代能源体系，提高人民生活品质，成为一家受人尊敬的创新型智慧企业”的使命愿景，积极把握国家低碳发展的时代机遇，通过优化自身用能结构、利用清洁能源技术和不断升级的能源智慧管理能力，实现自身业务低碳转型的同时为客户提供更加低碳清洁的产品与服务，助力国家实现“双碳”目标，共创低碳未来。

2.1.1.2 项目背景

1) 云南省能源发展规划

多年来，云南省是缺油、少气的省份，天然气资源较少。同时，云南省能源产业发展中也存在一些困难和问题，尤其是在当前国际经济不景气的背景下，还存在市场需求与开发节奏不匹配、能源结构性矛盾短期内难以缓解、能源产业发展与民生和环保问题统筹困难、装备技术落后、科技创新不足、体制机制约束等诸多困难和挑战。随着经济的快速增长，云南省对能源的需求日益旺盛，为实现经济的可持续发展，云南省对绿色能源，尤其是天然气资源的需求十分迫切。

“十四五”时期是云南省经济社会发展的重要时期，是云南省全面小康的巩固阶段，也是云南省优化能源基地建设、巩固能源支柱产业地位、化解能源发展矛盾的重要机遇期。云南省规划要求按照市场需求，采取“宜管则管，宜罐则罐”的布局思路，加快省内天然气支线建设，加快天然气压缩母站、卫星站建设，完善城市燃气管网和调峰储备体系，到 2025 年，争取形成“一横三纵一中心”的省内天然气主干线网架，全省 16 个州、市全部实现用管道气。全省各州、市间天然气管网的互联互通更加完善，力争建设省、州市、县市区和上、中、下游协调有序的管网输配及运营管理体系。

2) 天然气发展利用相关政策

按照《云南省人民政府关于加快天然气利用发展的意见》（云政发〔2013〕161 号）、《云南省人民政府办公厅关于加快推进工业领域天然气利用的意见》（云政办发〔2015〕45 号）等相关文件指示精神，要求加快云南省天然气产供储销体系建设，同时加快云南省天然气管道的敷设和布局，力争至 2025 年实现各地州全覆盖。

《云南省人民政府关于加快天然气利用发展的意见》明确要求：新建城市新区和商业住宅，必须同步配套建设燃气庭院及户内管道设施；对原管道煤气和液化石油气（LPG）的居民用户转换使用天然气更换灶具和热水器费用，实行定额补贴；实现县级以上行政中心城市燃气设施全覆盖，管道气化率超过 20%；城市天然气使用量超过 15 亿 m^3 ，工业用气量超过 20 亿 m^3 ；

全省总消费量 35 亿 m^3 , 在全省一次能源消费总量中的比重提高到 3.5% 左右; 同时提出, 要推广天然气汽车利用。重点发展双燃料及液化天然气 (LNG)、压缩天然气 (CNG) 汽车项目。在出租车、城市公交车、城乡公交车、城建公共服务车、城市物流配送车等车辆中推广使用压缩天然气、液化天然气; 在中长途客车、载货汽车等车辆中推广使用压缩天然气、液化天然气; 有条件的内河、湖泊推广使用液化天然气、压缩天然气船舶。

云南省政府 2020 年出台《云南省人民政府关于进一步促进天然气协调稳定发展的实施意见》(云政发〔2020〕7 号) 进一步明确了天然气发展利用的相关政策及保障措施。

同时宣威市地方人民政府出台《宣威市人民政府办公室关于印发宣威市加快天然气利用发展实施方案的通知》(宣政办发【2021】219 号) 对城市燃气投资、建设、市场覆盖、配套、天然气发展政策支持及经济发展的贡献均提出了相关要求及实施细则。

3) 云南省加强生态环境的相关要求

云南省人民政府关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的实施意见要求到 2025 年, 生态环境质量进一步改善, 主要污染物排放总量大幅减少, 环境风险得到有效管控, 生态环境保护水平同全面建成小康社会目标相适应。到 2035 年, 基本形成有利于资源节约和生态环境保护的空间开发格局, 生产、生活、生态空间得到进一步优化, 绿色发展水平进一步提升, 生态环境质量保持优良, 生态产品供给能力明显增强, 坚持生态美、环境美、城市美、乡村美、山水美, 将云南建设成为中国最美丽省份, 实现建成全国生态文明建设排头兵的奋斗目标。

4) 凤凰山工业园区相关规划及现状

凤凰山工业园区位于曲靖市宣威市凤凰街道办事处, 东起东山脚, 南至河东新村-东山脚, 西至宣文公路-普宣高速公路东, 北到三星坡层板厂。规划用地面积 7.46km^2 。

园区东侧为东山, 西面田园, 总体地势东高西低, 盘龙河、贵昆铁路从园区内部穿越而过, 现状建设用地比较分散, 园区内拟分布有凤凰钢铁有限

公司、云维乙炔化工有限公司、恒邦磷化工有限公司、云南能投电力投资有限公司、凤凰山生猪养殖园等产业公司，另外还有梨园村、陈湾村等村庄用地。

凤凰山工业园区将规划建成集煤电、乙炔化工、氯化工、冶金、建材为一体的循环经济基地，对天然气作为燃料供应存在较大需求。

目前园区内已有曲钢集团凤凰钢铁有限公司、宣威市泓濤经贸有限公司、宣威市金龙福利锌业有限公司、云南省宣威市金路发展福利有限公司等入驻，采用管道天然气及企业自建的 LNG 储罐及配套气化设施为企业供气。

5) 凤凰山工业园区周边管网

昭通支线天然气管道工程项目位于云南省曲靖市、昭通市境内，该支线工程的管线起于中缅管道曲靖输油气站，止于昭通市昭通末站。项目分三期实施，目前一期、二期、三期均已建成投产，管线总长约 275km，管径 $\Phi 323.9\text{mm}$ ，设计压力 6.3MPa，设计输量 $3.92 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，管材主要选用 L360 埋弧焊钢管。新建 3 座站场，分别为经开分输清管站、宣威分输清管站、昭通末站，新建 13 座线路监视截断阀室。昭通支线宣威分输站目前运行压力为 4.0~4.2MPa，运行气量约为 $30 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。

目前凤凰山工业园区已建有一条接自宣威市城市中压管道，设计输量为 $6000 \text{Nm}^3/\text{h}$ 、设计压力 0.4MPa，De250 的 PE 管道为园区供气。

国家管网计划“十四五”期间，加快四川宜宾-云南昭通-曲靖-文山天然气主干管道（云南东干线）建设。

云南东干线起点位于四川省宜宾市，终点位于云南省文山市，总长约 630km，设计输量 $150 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ，设计压力为 10MPa，管径为 DN1200，计划于 2030 年投产。

2.1.1.3 项目建设必要性

1) 符合国家、地方天然气发展相关政策

本工程的建设符合国家、地方天然气市场发展政策导向，加快推进天然气利用，提高天然气在一次能源消费中的比重，稳步推进能源消费革命，构

建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，同时能够有效、有序的引导宣威市天然气利用的健康、快速发展，促进云南省天然气利用。

2) 优化能源结构、保障能源安全

天然气管道属于基础建设设施，目前宣威市下辖大部分乡镇仍未通城镇天然气，城镇燃气管网建设缓慢，已经严重制约了城市经济的发展。

本工程的建设将扩大宣威市管道天然气整体用量，提高天然气在一次能源中所占的比例，对于优化能源结构，实现能源多样化，降低单一某种能源的风险，增强能源安全保障程度，保障宣威市社会稳定、经济快速发展是非常必要的。

3) 有利于环境保护的需要

采用天然气作为能源，可减少煤和石油的使用量，因而大大改善环境污染问题。天然气作为一种洁净环保的优质能源，燃烧时产生的二氧化碳少，据统计使用天然气能减少二氧化碳排放量 60%，减少二氧化硫和粉尘排放量近 100%，减少氮氧化物排放量 50%，并有助于减少酸雨形成，缓解地球温室效应，从根本上改善环境质量。

因此，在工业园区大力推广使用天然气对改善环境质量，实现可持续发展，推进节能减排工作具有重要意义，是建设资源节约型、环境友好型社会的重要保证。

本工程的建设可以有效的控制环境污染，切实解决影响环境质量的突出问题，不断优化宣威市环境质量，降低主要污染物排放，保障群众身体健康。

4) 凤凰山工业园区现有供气管道无法满足园区规划要求，迫切需要引入补充气源管道

凤凰山工业园区目前管道气源主要来自宣威市城市中压管道，设计输量为 $6000\text{Nm}^3/\text{h}$ 、设计压力 0.4MPa ，管径为 $\text{De}250$ 。目前该管道实际供气能力为 $3700\sim 3800\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

凤凰山工业园规划气量 2023 年需求约 $0.60\times 10^8\text{Nm}^3/\text{a}$ ，现有管线从输气能力上看无法满足凤凰山工业园的市场需求。因此急需寻求其他气源管道保证凤凰山工业园及周边乡镇的供气，形成多渠道供应，利于其管网规划建设

工作的推进和天然气市场用气的稳定性。

5) 市场具有发展潜力，有利于宣威新奥燃气有限公司抢占终端市场

目前宣威新奥燃气有限公司供气区域气源以及管网设施无法满足凤凰山工业园区及周边街道市场发展的需求，本工程可解决宣威新奥燃气有限公司在凤凰山工业园区的气源问题。

目前凤凰山工业园区周边凤凰街道、来宾街道尚未通管道气，市场处于未开发状态，迫切需要充足、稳定的管道气源为其供气，未来还可在条件具备的情况下还可以延伸至周边各未通天然气的街道，具有极强的市场发展潜力。

本工程的实施有利于宣威新奥燃气有限公司抢占凤凰山工业园区及周边街道空白市场，扩大其在宣威市的市场份额。

6) 项目测算经济效益好，具有较强抗风险能力

根据对凤凰山工业园区及周边地区天然气市场调研、分析测算，通过分析本项目具有较好的经济效益，且盈亏平衡气量较低，可以为宣威新奥燃气有限公司带来较好的稳定收益。

在此背景下，云南省天然气宣威新奥燃气有限公司为提升凤凰山工业园区发展水平、改善能源结构，缓解环境承载压力，推动宣威市经济可持续发展。现特委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心进行《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目安全预评价报告》的编制工作。

2.1.2 工程及相关工程概况

2.1.2.1 工程名称

宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目

2.1.2.2 工程性质

本工程为新建工程。

2.1.2.3 设计规模

输送介质：天然气

来源：昭通支线管道气（中缅天然气气源）

质量：符合《天然气》（GB 17820-2018）标准中一类天然气要求

1、高压管线

线路全长：15.6km。

输送能力： $3.4 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ 。

管径和输送压力：管径为 DN250，直管段壁厚 7.1mm，热煨弯管壁厚 8.0mm，强度设计系数 0.4，设计压力 4.0MPa。

管线材质：全线采用 $\Phi 273.1$ 的 L245N 无缝钢管（SMLS）。

敷设方式：埋地敷设。

覆土厚度：一般不小于 1.2m，岩石段不小于 1.0m。

线路走向：本工程高压管道自拟新建宣威花椒门站引出后向东敷设，在狐狸沟北侧穿越 G326，继续向东敷设，经小武场、小海子牧场，在小海子牧场东侧穿越威宁-宣威高速公路后，继续向东，经小松科，在虎头村南侧穿越 X57 和 G56 杭瑞高速公路，继续向东，在所乐村和石牌坊中间自西北向东南穿越北盘江，继续向东南方向敷设，在土木附近穿越铁路后，到达凤凰山工业园区调压柜。线路主要经过西宁街道和来宾街道两个街道办事处，线路长度约 15.6km。

2、中压管线

线路全长：0.6km

管径和输送压力：管径 dn315mm，强度设计系数 0.4，设计压力 0.4MPa。

管线材质：聚乙烯 PE 管。

敷设方式：埋地敷设。

覆土厚度：一般不小于 1.2m，岩石段不小于 1.0m。

3、站场设置：本工程共涉及 1 座门站和 1 座调压站：宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜。宣威花椒门站设计规模为 $100 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ ，站场主

要功能为加热、调压、加臭；凤凰山工业园区调压柜设计规模为 $50 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ ，站场主要功能为调压。

穿跨越：沿线无水域大、中型穿跨越；穿越道路共 44 处，共 910m（其中，穿越高速公路 3 处，含待建宣会高速）；穿越小型水域共 5 处，穿越长度 130m；铁路穿越 1 处，穿越长度共计 80m。

防腐与阴极保护：

1) 高压燃气管道采用外防腐涂层+强制电流阴极保护的联合保护方案。线路直管、冷弯管外防腐采用常温型加强级三层 PE 外防腐；热煨弯管采用双层熔结环氧粉末（FBE）+聚丙烯胶粘带，管道补口采用带配套底漆的辐射交联聚乙烯热收缩带补口。

2) 宣威花椒门站站内地面上金属管道及设备采用防腐涂层保护；站场内埋地金属管道采用外防腐涂层+牺牲阳极阴极保护的联合保护方案。

3) 凤凰山工业园区调压站站内地面上管道外防腐层采用环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+丙烯酸聚氨酯面漆的配套防腐结构；埋地管道及管件采用“无溶剂液体环氧涂料（干膜厚度 $\geq 400\mu\text{m}$ ）+聚丙烯胶粘带（55%搭接）”的防腐结构。

自动控制：

本工程自动控制系统采用站控系统（SCS），并预留上传接口。

宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜由站控系统对工艺站场进行数据采集、监视控制和生产调度管理，采用调度中心控制级（预留）、站场控制级和就地控制级的三级控制方式。此外，自控系统还设置火灾报警系统和可燃气体监测和报警系统等。

通信工程：

本工程通信主要为管道运营提供通信配套设施，研究内容主要包括：工业以太网光纤传输系统、安防系统（工业电视监控系统、周界入侵报警系统、语音对讲应急广播系统、门禁系统）、备用通信系统。

本工程建立一套能适应于自动化 SCADA 系统、安防系统数据传输的工业以太网系统，为生产运行、管理沟通服务。

本工程由凤凰山工业园区调压柜至宣威花椒门站租用 1 条运营商的光缆，用于工业以太网光纤传输系统，租用纤芯数量为 6 芯。

本工程建设一个工控网及一个安防网。工控网采用分别在花椒门站及在凤凰山工业园区调压柜各设置两套工业以太网交换机（双冗余），用于传输仪控数据；安防网采用分别在花椒门站、凤凰山工业园区调压柜各设置 1 套工业以太网交换机，用于传输安防数据。

另外由花椒门站租用 1 条 2M DDN 电路至云南省天然气公司调度中心，用于传输仪控数据；租用 1 条 2M DDN 电路至宣威公司调度室，用于传输仪控数据；租用 1 条 20M DDN 电路至宣威公司调度室，用于传输安防数据。

供配电工程：

本工程宣威花椒门站采用 1 路 10kV 市电电源+备用柴油发电机组的供电方式，凤凰山工业园区调压柜采用 1 路 380V 市电电源供电+预留发电机接口供电方式。宣威花椒门站和调压柜分别设置 1 套 UPS 不间断电源，保证自控、通信、紧急截断阀等重要负荷的供电，配置蓄电池组，后备时间均为 1.5h。

消防：

宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜：在不同地点根据燃烧物的性质及火灾危险性配备一定数量的移动式灭火器材，扑灭初期火灾。

2.1.2.4 工程投资

本项目总投资（含增值税）8755 万元，其中建设投资 8576 万元、工程费 4868 万元、其他费用 3223 万元、预备费 485 万元。

2.1.3 可行性研究报告编制单位

该项目《可行性研究报告》由中石化江汉石油工程设计有限公司编制，该单位相关情况如下表所示：

表 2.1-1 可行性研究报告编制单位情况一览表

证书名称	工程咨询单位咨询证书
单位名称	中石化江汉石油工程设计有限公司
证书编号	甲212021010959

资质等级	甲级 业务：石油天然气、建筑		
发证机关	中国工程咨询协会		
有效期	至2025年1月20日	发证日期	2022年1月21日

2.1.4 岩土工程勘察报告编制单位

该项目《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程岩土工程勘察报告》由中石化江汉石油工程设计有限公司编制。昭通支线二期 5#阀室（为宣威花椒门站的阀组区），与宣威花椒门站一起合建。因此，宣威花椒门站采用《昭通支线天然气管道工程项目二期 5#阀室迁建及改造项目岩土工程详细勘察报告》（陕西博天节能环保科技有限公司，2024 年 7 月）中的相关地勘内容。两单位相关情况如下表所示：

表 2.1-2 地勘报告编制单位情况一览表

证书名称		工程勘察资质证书	
1			
单位名称		中石化江汉石油工程设计有限公司	
证书编号		B142001005	
发证单位		中华人民共和国住房和城乡建设部	
资质等级		工程勘察岩土工程专业甲级。 可承担本专业资质范围内各类建设工程项目的工程勘察业务，其规模不受限制	
有效期	至2028年12月28日	发证日期	2023年12月28日
2			
单位名称		陕西博天节能环保科技有限公司	
证书编号		B261110044	
发证单位		陕西省住房和城乡建设厅	
资质等级		工程勘察专业类（岩土工程）乙级	

2.1.5 社会稳定风险评估报告编制单位

该项目《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程社会稳定风险评估报告》由云南旭峰工程设计咨询有限公司编制，该单位相关情况如下表所示：

表 2.1-3 社会稳定风险评估报告编制单位情况一览表

证书名称	备案登记证书		
单位名称	云南旭峰工程设计咨询有限公司		
备案登记号	昆稳评第三方备KWPDSF（2022）22号		
发证单位	中共昆明市委政法委员会		
资质等级	昆明市重大决策社会稳定风险评估工作第三方机构		
有效期	至2025年6月15日	发证日期	2022年6月15日

2.1.6 地质灾害危险评估报告编制单位

该项目《云南省宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程建设项目地质灾害危险评估报告》由西南能矿建设工程有限公司编制，该单位相关情况如下表所示：

表 2.1-4 地质灾害危险评估报告编制单位情况一览表

证书名称	危险性评估		
单位名称	西南能矿建设工程有限公司		
证书编号	522017110190		
发证单位	中华人民共和国自然资源部		
资质等级	甲级		
有效期	至2024年6月14日	发证日期	2021年6月15日

2.1.7 地震安全性评价报告编制单位

该项目《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目工程场地地震安全性评价报告》由北京中勘震防科技发展有限公司编制，该单位相关情况如下表所示：

表 2.1-5 地震安全性评价报告编制单位情况一览表

证书名称	——		
单位名称	北京中勘震防科技发展有限公司		
证书编号	——		

发证单位	中国灾害防御协会		
资质等级	——		
有效期	——	发证日期	——

2.1.8 洪水影响评价报告编制单位

该项目《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程洪水影响评价报告》由云南狄尼环境科技有限公司编制，该单位相关情况如下表所示：

表 2.1-6 洪水影响评价报告编制单位情况一览表

单位名称	云南狄尼环境科技有限公司		
类型	有限责任公司（自然人投资或控股）		
法定代表人	周维		
登记机关	昆明市西山区市场监督管理局		
经营范围	一般项目：环保咨询服务；水土流失防治服务；环境保护监测；水环境污染防治服务；水资源管理；水利相关咨询服务；市政设施管理；园林绿化工程施工；灌溉服务；土石方工程施工；土地整治服务；土地调查评估服务；国内贸易代理；防洪除涝设施管理；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；智能无人飞行器制造；智能无人飞行器销售；导航、测绘、气象及海洋专用仪器制造；导航、测绘、气象及海洋专用仪器销售。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动） 许可项目：水利工程建设监理；测绘服务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）		
有效期	——	发证日期	2023年5月10日

2.2 自然及社会环境概况

根据《可行性研究报告》，本项目高压管线管道总长 15.6km，中压管线长 0.6km，工程区位于宣威市境内。工程区域内总体乡道密布，管道沿线主要以乡道为依托，道路交通条件较好，但存在局部区域交通依托条件较差。

2.2.1 行政区划

管道沿线行政区划统计见下表：

表 2.2-1 行政区划统计表

序号	管道名称	市（州）	县（市、区）	长度（km）
1	高压管道	曲靖市	宣威市	15.6
2	中压管道	曲靖市	宣威市凤凰街道	0.6
合计				16.2

2.2.2 地表状况

管道沿线地形地貌统计如下表：

表 2.2-2 地形地貌统计表

序号	线路名称	市（州）	县（市、区）	地形、地貌（km）				合计（km）
				平原	丘陵	山区	水网	
1	高压管道	曲靖市	宣威市	0	15.6	0	0	15.6
2	中压管道	曲靖市	宣威市	0	0.6	0	0	0.6
合计				0	16.2	0	0	16.2

2.2.3 线路沿线地区等级划分

城镇燃气管道地区等级的划分应符合下列规定：

1）沿管道中心线两侧各 200m 范围内，任意划分为 1.6km 长并能包括最多供人居住的独立建筑物数量的地段，作为地区分级单元。

注：在多单元住宅建筑物内，每个独立住宅单元按一个供人居住的独立建筑物计算。

2）管道地区等级应根据地区分级单元内建筑物的密集程度划分，并应符合下列规定：

- （1）一级地区：有 12 个或 12 个以下供人居住的独立建筑物。
- （2）二级地区：有 12 个以上，80 个以下供人居住的独立建筑物。
- （3）三级地区：介于二级和四级之间的中间地区。有 80 个或 80 个以上供人居住的独立建筑物但不够四级地区条件的地区、工业区或距人员聚集的室外场所 90m 内铺设管线的区域。
- （4）四级地区：4 层或 4 层以上建筑物（不计地下室层数）普遍且占多数、交通频繁、地下设施多的城市中心城区（或镇的中心区域等）。

- 3) 二、三、四级地区的长度应按下列规定调整：
- (1) 四级地区垂直于管道的边界线距最近地上 4 层或 4 层以上建筑物不应小于 200m。
- (2) 二、三级地区垂直于管道的边界线距该级地区最近建筑物不应小于 200m。
- 4) 确定城镇燃气管道地区等级，宜按城市规划为该地区的今后发展留有余地。
- 拟建项目管道周边情况见报告 2.2.11，根据沿线所经地区及周边可能发展变化，确定设计地区等级，详见下表：

表 2.2-3 沿线地区等级统计

序号	线路名称	市	县（市、区）	地区等级			合计	汇总地区等级
				二级地区	三级地区	四级地区	长度	
1	高压管道	曲靖市	宣威市	14	1.6	—	15.6	三级
2	中压管道	曲靖市	宣威市	—	—	—	—	—

2.2.4 气象条件

宣威地处云南高原东北部，高山深谷纵横交错，海拔高差大，夏秋和春冬分别受海洋性和大陆性气团影响，形成北亚热带、南温带、中温带多种气候带并存的低纬高原季风气候。其主要特点：冬无严寒，夏无酷暑，年温差小，日温差大，四季不分明；冬春干旱，夏秋湿润，降水集中，干湿分明，年变率大；光照充足，积温偏低，区域差异大。

多年平均气温13.4℃，最高年平均温14.6℃，最低年平均温12.7℃，年际相差1.9℃。最热月为7月，平均气温19.3℃，最冷月为1月，平均气温5.9℃, 极端最高气温33.9℃,极端最低气温-11.6℃；多年平均日照2018.5h，日照百分率为47%。日照最多年为2369.1h，最少1805.1h，极差564h；最多月是3月229.9h，最少月是9月126.2h。

宣威降水空间分布差异较大。东南部到东北部年降水1200～1400mm；冷凉山区在1600mm以上；西部地区年降水850～1000mm；西北部1000～

1200mm。以宣威城为中心的坝区，多年平均降水量为975.2mm，其降水的时间分布不均匀，全年分为明显的干、湿两季。每年11月～次年5月中旬，主要受大陆性气团控制，气温低、晴天多、光照足、蒸发大、降水少，其间降水为164.3mm，占全年总降水量的16.8%，为干季，故冬春多旱。每年5月下旬～10月，受西南季风和东南季风影响，湿度大、云量多、日照少，降水猛增，其间平均降水量815.7mm，占全年降水量的83.2%，尤其集中在6～7月，平均降水405mm，故6～7月多洪涝灾害。年降水量最多的为1304.8mm，最少的657.4mm。年均蒸发量1945.5mm。

宣威多偏南风，年均风速3.9m/s,最大风速25m/s。由于宣威海拔较高，且山脉多呈南北走向，故多大风。宣威平均每年有霜日38.7d，最多年61d，最少年23d。平均初霜期11月4日，终霜期3月30日。平均每年降雪10.6d，最多年降雪27d，最少年1d。

2.2.5 线路沿线水文条件

水文条件相关内容引用自《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程岩土工程勘察报告》（中石化江汉石油工程设计有限公司，2024年03月）。

1、区域水文条件概述

宣威市河流以老官营梁子、分水岭、公鸡山岭脊为界分属长江流域金沙江水系、珠江流域西江水系北盘江水系。主干流有西南的小江属长江水系，北、东北的可渡河及南、东南的革香河属珠江水系。自然河川径流量 24 亿 m^3 。

（1）珠江流域：

珠江流域在宣威市的集水面积为 4467.5 km^2 ，珠江流域西江水系北盘江干流在宣威市境内可分为革香河流域及可渡河流域。

革香河：为北盘江干流，发源于沾益马雄山北麓，全长 157.3km，径流面积 4703.1 km^2 。其中宣威市境内径流面积 2747.3 km^2 。主河道由南向北，经热水、板桥、榕城、来宾穿越东山背斜经东山、龙场、格宜、宝山向东、向

北与可渡河交汇，主要支流有龙场河、马场河、东河、西河、盘龙河、清水河、落水河等。

可渡河：为北盘江支流，发源于宣威市龙潭乡的蔑笆圈，主河道为宣威与贵州的威宁、水城的界河。由西北向东南流经龙潭、得禄、倘塘、杨柳、双河、阿都、文兴、普立与北盘江的干流革香河在普立的腊龙会集称为北盘江。可渡河全长 162.2km，径流面积 2975.8km²，其中宣威市境内径流面积 1720.2km²，其境内支流有：龙潭河、得禄河、倘塘河、梨树河、双河等，河网纷繁、曲折，构成一向东南汇流的树枝状水系。

（2）长江流域

长江流域在宣威市的集水面积为 1235.2km²，长江流域在宣威境内的主干河流为小江，属金沙江水系牛栏江支流，发源于西泽乡的小竹箐，全长 63.3km，流域面积 1235.2km²，多年平均径流量 3.209 亿 m³，流经西泽乡、热水乡，上段称西泽河，几条河在西泽河会集后称小江。在卜戛岔河注入牛栏江，支流多为季节河，沿河泉水较多。主要支流的扯卓河，径流面积 130.9km²，多年平均径流量为 6922.5 万 m³，平均流量 2m³/s~3m³/s。宣威市湖泊很少，为时令湖。启文湖 50 亩，三道口子 594 亩，窑上海子 3648 亩，共计 4292 亩，属常年湖泊。

2、沿线水文地质条件概述

（1）地下水类型及水化学特征

场区及附近范围地下水主要分为第四系松散堆积物孔隙潜水和基岩裂隙潜水。第四系松散堆积物孔隙潜水主要赋存于粉质黏土层中，由于场区覆盖层以粉质黏土为主，含水微弱，富水性差，在场区内多以上层滞水形式赋存。二叠系和三叠系火山岩、碎屑岩类风化裂隙潜水则主要赋存于砂岩、玄武岩风化裂隙中。

1) 第四系松散堆积物孔隙潜水

第四系松散堆积物孔隙潜水赋存于第四系松散堆积层中，场地内第四系以粉质黏土为主，粉质黏土结构致密，透水性差，含水微弱，局部地带存在上层滞水，上层滞水是赋存于包气带中局部隔水层或弱透水层上面的重力水，

它是大气降水与地表水等在下渗过程中局部受阻并不断积聚而成。场区附近调查范围，其水量较小，易于疏干。

2) 火山岩、碎屑岩类风化裂隙潜水

管道沿线基岩以泥岩、砂岩、玄武岩为主，主要赋存于基岩的风化裂隙内，含水量受裂隙发育程度决定，场区风化裂隙较发育，水量总体不大，矿化度普遍较低，主要受大气降水、水塘水及高处地下水补给。

(2) 地下水的补给、径流、排泄

管道线路地下水主要赋存于第四系松散堆积层及砂岩、泥岩、玄武岩的浅部风化带内，为第四系松散堆积层孔隙潜水和火山岩、碎屑岩类风化裂隙潜水。地表一定深度内的包气带，由于各土层分布不均匀，密实程度差异较大，含水量也各不相同，存在分布不均匀的局部隔水层，在局部隔水层积聚具有自由水面的上层滞水。上层滞水分布最接近地表，接受大气降水或少量人工的补给，主要以蒸发形式或向隔水底板边缘向下部潜水排泄。上层滞水变化显著，受季节影响较大。丰水期获得补给，积存一定水量，枯水期水量逐渐消失。由于分布范围小且补给有限，不能常年保持水位，水位受季节影响较大，水量动态变化显著。根据调查，江津段线路上层滞水分布范围小，总体水量较小，对管道开挖影响较小。

管道线路基岩风化裂隙的特点为裂隙延伸短而弯曲，裂隙面曲折不光滑，分支较多；风化带裂隙分布较密集，无固定方位，呈不规则网状相互连接；裂隙发育程度随深度增加而减弱，浅部裂隙发育，岩石破碎，裂隙多被泥质充填堵塞，向深处裂隙发育程度减弱，但泥质充填物减少。受大气降水、地表水或上层滞水的补给，管道沿线局部基岩风化裂隙带中赋存一定含水量的潜水。丰水期，潜水接受的补给量大于排泄量，潜水面上升，含水层厚度增大，埋藏深度变小；枯水期，排泄量大于补给量，潜水面下降，含水层变薄，埋藏深度加大。潜水的动态也有明显的季节变化。

2.2.6 地质条件

一、线路工程

燃气管道沿线地质条件相关内容引用自《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程岩土工程勘察报告》（中石化江汉石油工程设计有限公司，2024 年 03 月）（以下简称《岩土工程勘察报告》）、《云南省宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程建设项目地质灾害危险评估报告》（西南能矿建设工程有限公司，2024 年 3 月）（以下简称《地质灾害危险评估报告》）。

1、沿线地形地貌条件

拟建场区地处云南高原东北部，为云南高原向贵州高原过渡的斜坡地带。地势西北高，东南低。拟建管道所经区域地形地貌较为简单，主要为高原山地地貌。

2、沿线区域地层分布情况

拟建管道位于宣威城区北部，根据区域地质资料，拟建管道沿线主要分布地层有：上覆地层由第四系残坡积粉质黏土（ Q_4^{dl+el} ）及填土（ Q_4^{ml} ）组成；下伏基岩由峨眉山玄武岩组第二段-第三段（ $P_2\beta^{2-3}$ ）拉斑玄武岩、凝灰岩、玄武质火山角砾岩、上二叠统宣威群（ P_2xn ）粉砂岩、钙质粉砂岩、含粉砂泥岩、下三叠统飞仙关组（ T_1f ）含粉砂泥岩、岩屑砂岩、泥质粉砂岩、下二叠统栖霞组第二段-茅口组（ P_1q^2-m ）石灰岩、白云质灰岩、含燧石结核灰岩组成。

3、线路工程地质概况

拟建管道沿线所经地区以高原山地为主，上覆地层主要揭露第四系人工填土层、粉质黏土层，下伏基岩为火山角砾岩、粉砂岩、砂质泥岩、石灰岩。

4、线路沿线工程地质分段描述

本次线路工程地质勘察是在已搜集的区域地质资料的基础上，通过线路勘察，在拟建管道线路中线上以使用手工钻、测试视电阻率等主要手段，并辅以利用天然露头和人工露头进行地质调查和描述，了解地层、岩性等情况。现根据线路沿线地质勘察结果，将线路沿线各地貌单元的工程地质条件分段

叙述如下：

1) XW001 桩~XW021 桩：高原山地，地势有起伏，地层为强-中风化砂岩、泥岩、火山角砾岩，黄色-灰黑色，少量地段上部覆盖残坡积粉质黏土层，可塑状态，紫红色，夹碎石，厚度约 0.2m-1.0m，局部缓平缓地带土层厚度为 1.0m-2.5m，管道沿线主要林地和耕地，大部分地段基岩裸露。此段为石方段，土石等级V-VI级，局部地段为VII级，勘察时，沿线无地表水，地下水位埋深大于 3m。

2) XW021 桩~XW038 桩：高原山地，地势有起伏，地层为强-中风化粉砂岩、泥岩，黄色-紫红色，上部覆盖层为残坡积粉质黏土层，可塑状态，夹碎石，厚度约 0.3m-3.5m，主要林地和耕地。此段为土石混合段，土石等级II-VI级，勘察时，沿线无地表水，地下水位埋深大于 3m。

3) XW038 桩~XW053 桩：高原山地，地势有起伏，地层为强-中风化粉砂岩，黄色，上部覆盖层为残坡积粉质黏土层，可塑状态，夹碎石，厚度小于 0.5m，仅在少量沟谷、低洼处土层厚度大于 4m，大部地段基岩出露，主要林地和耕地。此段为石方段，土石等级V-VI级，勘察时，沿线无地表水，地下水位埋深大于 3m。

4) XW053 桩~XW088 桩：高原山地，地势有起伏，地层为强-中风化粉砂岩、泥岩，石灰岩、黄色-紫红色-灰白色，上部覆盖层为残坡积粉质黏土层和填土层，可塑状态，夹碎石，厚度约 0.3m-3.0m，局部大于 4m，主要林地和耕地。此段为土石混合段，土石等级II-VI级，勘察时，XW062-XW064 为水田，土层厚度大于 4m，地表水丰富，其余山区地下水位埋深大于 3m。

5、沿线特殊性岩土

管道沿线发育的特殊性土主要为填土、软土，管道沿线未发现盐渍土、膨胀性岩土、湿陷性土、黄土等其它特殊性岩土。

(1) 填土

1) 基本特征：

拟建线路多次经过乡间水泥路路基边缘区域，且 XW082-XW086 经过凤凰钢铁内部及工业园区边缘，地表分布有填土，不均匀，夹碎块石、混凝土块等，稍密~中密，湿~饱和，分布厚度一般 1.00m~4.00m 不等。

2) 防治措施建议：

拟建线路穿越填土区域，地势相对开阔，有自然放坡开挖空间的区段，建议管沟按不小于 1:1.00 自然放坡开挖，无自然放坡开挖空间的区段，建议采取分段支护、分段开挖的措施；管沟内采用砂土或细粒土换填处理。

(2) 软土

1) 基本特征：

拟建管线沿线软土主要分位于水田、河沟等的水网地段，软土成分主要为淤泥质土和粉质黏土，部分水田在勘察深度 4.00m 内未揭穿，灰黑色~褐黄色，松散~稍密，湿~饱和，含较多黏性土团粒，其天然含水量大，压缩性高，承载力较低，常年积水，不利于大型机械作业。

2) 防治措施建议：

管线通过水网地段的软土区时，土层多呈松散~稍密状，可采用排水、垫层等措施以提高地基承载力，管沟开挖时采用钢板桩支护，便与大型机械作业；对常年积水地段的管段，还应考虑采取加配重块、深埋等抗浮措施。

《岩土工程勘察报告》结论及建议如下：

(1) 结论

1) 拟建管道所经区域地形地貌较为简单，主要为高原山地地貌。

2) 根据已收集资料表明，拟建场区处无活动断裂和大型断裂存在。

3) 本工程管道处于曲靖市宣威市，境内有威宁-宣威高速公路、G56 杭瑞高速公路、S306、S207 等公路，同时有贵昆铁路从北到南途径宣威市，交通条件较为便利，但宣威市境内乡村公路建设情况较差，主要为石子路，通行较为困难。

4) 勘察期间，拟建管道沿线大部地段在勘察深度内未见稳定地下水位，

在穿越丘间谷地、养殖塘、河沟、水田等区段地下水位埋深较浅。

5) 拟建场区无季节性冻土分布。

6) 拟建管道沿线所经地区以高原山地为主，上覆地层主要揭露第四系人工填土层、粉质黏土层，下伏基岩为火山角砾岩、粉砂岩、砂质泥岩、石灰岩，分段描述详见《岩土工程勘察报告》6.2 节。

7) 沿线环境水对钢质管道的腐蚀性评价详见《岩土工程勘察报告》6.4 节。

8) 管道沿线岩土对钢质管道的腐蚀性评价详见《岩土工程勘察报告》6.5 节。

9) 管道沿线发育的特殊性土主要为填土、软土，未发现盐渍土、湿陷性土、黄土、膨胀土等其它特殊性岩土。

10) 场区抗震设防烈度 7 度，场地 50 年超越概率为 10%的地震动峰值加速度为 0.10g。地震分组为第三组，地震动反应谱特征周期值 I，类场地为 0.35s，I 类场地为 0.45s。

11) 拟建管道沿线可不用考虑地震液化影响。

12) 按照有关标准规范的规定进行方案布置并完成本次勘察，勘察报告中对岩土工程特性的分析和评价，仅代表勘探点位置在勘探深度内所揭露的岩土情况，线路地质分段描述系根据勘探点和调查推测得出。在勘探点之间和勘探点之外，岩土层的类型、深度、分布、工程特性，地下水的埋藏条件与腐蚀性，不良地质作用和地质灾害等情况可能存在较大变化。

(2) 建议

1) 根据本次线路详勘，拟建管道沿线地理环境较简单，少量地段交越地下管道、光缆、地上电力线、坟区等障碍物，局部陡坡地段管道施工存在诱发滑塌灾害风险。

2) 管线通过水网地段的软土区时，土层多呈松散~稍密状，普遍分布较厚，在勘察深度 4.00m 内未揭穿，可采用排水、垫层等措施以提高地基承载

力，管沟开挖时采用钢板桩支护，便与大型机械作业；对常年积水地段的管段，还应考虑采取加配重块、深埋等抗浮措施。

3) 管道采用开挖方式穿越河沟时，建议选择在枯水期施工，管道埋深应大于最大冲刷深度以下一定深度，管道敷设后，建议对管道上方做好水保措施；对于开挖施工困难的管段，也可考虑采取定向钻方式穿越。

6、地质灾害危险性评估

《地质灾害危险评估报告》结论及建议如下：

(1) 结论

1) 拟建“宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程”为新建油气管道工程。拟建天然气高压管道水平距离为 15.899km，中压管道水平距离为 0.955km；为油气管道工程，属**重要建设项目**；评估区地质环境条件**复杂**；地质灾害危险性评估等级综合确定为**一级**。评估面积 11.87km²。

2) 评估区管道线路主要分布在构造侵蚀剥蚀低中山、岩溶中山地貌中，区内斜坡区地形坡度以 10~25°为主，局部较陡，评估区地形地貌条件中等复杂。评估区地表主要覆盖第四系全新统残坡积层（Q₄^{el+dl}）和冲洪积层（Q₄^{al+pl}）；基岩为三叠系下统飞仙关组（T₁f）、二叠系上统宣威群（P₂xn）、二叠系上统峨眉山玄武岩组第二段至第三段（P₂β²⁻³）和石炭系上统马平群（C₃mp），岩性有砂岩、粉砂岩、含砾砂岩、石英砂岩、泥岩、煤层、灰岩等，岩性和岩相变化大，总体地层岩性条件中等复杂。评估区 2 条断层，评估区地质构造条件中等；区域地质构造条件复杂，区内新构造运动较强烈，地震基本烈度Ⅶ度，峰值加速度值为 0.10g，地壳稳定性属次稳定区，地质构造条件复杂。评估区岩土体类型划分为 5 个工程地质岩（土）组，工程建设活动主要集中砂、卵砾石、粘性土多层土体（I₁）、含碎石粉质粘土单层土体（I₂）中，土体结构松散，工程性质较差；区内不良地质现象主要为软弱结构面、岩溶、岩体风化和冲沟，特殊性岩土体为红粘土，工程地质条件中等。评估区内地下水类型为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩岩溶水和基岩裂隙

水。孔隙水以上层滞水和潜水为主，富水性弱；冲洪积孔隙水透水性强，补给条件好，富水性强；基岩裂隙水赋存在浅部的风化裂隙中，富水性中等；碳酸盐岩岩溶水在区内零散分布，赋存在碳酸盐裂隙及岩溶溶洞内，呈管状、带状分布，富水性中等；水文地质条件复杂。评估区植被较发育，土地利用现状多为林地和耕地，多数村庄主要分布于乡村公路边，区内人类工程活动主要为房屋建设、农业耕种和道路修建等，对地质环境的影响和破坏强烈。综上所述，评估区地质环境条件复杂程度确定为“复杂”。

3) 评估区共发育 3 处地质灾害点，其中滑坡 1 处、潜在不稳定斜坡 2 处。 H_1 为浅层残坡积层及强风化层，现状处于欠稳定状态，发展趋势不稳定，坡面物质松散，对下方房屋及过往车辆的危险性及危害性中等。 BW_1 为道路开挖边坡形成，边坡高陡，对下方道路、周边环境及林地的危险性及危害性中等； BW_2 为岩溶发育地段，边坡高陡，对下方道路、周边环境及林地的危险性及危害性中等~大。

4) 评估区共分布 3 处地质灾害点，工程建设规模小，工程建设加剧 H_1 引发滑动、崩落的可能小~中等，危险性和危害性小~中等；加剧 BW_1 引发滑动、崩落的可能小~中等，危险性和危害性中等；加剧 BW_2 引发滑动、崩落的可能中等，危险性和危害性中等~大。工程建设施工期及运营期遭受 H_1 产生灾害的可能小~中等，危险性和危害性小~中等；施工期及运营期遭受 BW_1 产生灾害的可能中等，危险性和危害性中等；施工期及运营期遭受 H_1 产生灾害的可能中等，危险性和危害性中等~大。

拟建设施为高压、中压管道，管径 DN250，管道埋深 1.5~2.5m，管槽开挖深度约 1.0~2.0m，底宽 0.5m；管槽施工开挖过程可能引发槽壁失稳，可能性中等，危害性及危险性中等；管槽施工开挖过程可能引发槽壁失稳，可能性小，危害性及危险性小；管道铺设后回填土体抚平，管下为原生土体，引发不均匀沉降造成管道可能性小，危害及危险性小。管道沟槽开挖后土方回填引发不均匀沉降、填土滑坡对拟建管道、周边道路、耕地、村庄、工厂

等造成局部掩埋、拉裂危害的可能性小，危害性及危险性小。管道开挖临时堆土、弃土引发坍塌、滑坡、泥石流造成危害的可能性小～中等，危害性及危险性小～中等；闸阀井、管道标志桩施工引发地质灾害的可能性小，危害性及危险性小。调压站建设引发地质灾害的可能性小～中等，危害性及危险性小～中等。

拟建工程遭受岩溶、冲沟、红粘土、冲沟不良地质作用造成危害的可能性小～中等，危害性及危险性小～中等。

拟建工程可能引发坍塌、滑坡、泥石流及不均匀沉降、岩溶塌陷等对周边村庄、工厂、道路等造成危害或造成周边边坡、斜坡失稳危害，发生危害的可能性小～中等，危害性及危险性小～中等。

5) 评估区地质灾害危险性划分为一个地质灾害危险性大区 (I)、5 个地质灾害危险性中等区 ($II_1 \sim II_5$) 和一个地质灾害危险性小区 (III)，共三级七区；其中，地质灾害危险性大区 (I) 占地面积 0.32km^2 ，占总面积 2.70%；地质灾害危险性中等区 ($II_1 \sim II_5$) 占地面积 2.51km^2 ，占总面积 21.14%；地质灾害危险性小区 (III) 占地面积 9.04km^2 ，占总面积 76.16%。

6) 主线高压管道 0.078782km 处于地质灾害危险性大区，场地适宜性为适宜性差；主线高压管道 8.62km 处于地质灾害危险性中等区，场地适宜性为基本适宜；主线高压管道 7.2km 处于地质灾害危险性小区，场地适宜性为适宜；总体而言，综合评定“云南省宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程”的场地适宜性为**基本适宜**。

(2) 建议

1) 严格按国家有关规范进行场地岩土工程勘察，查明建筑场地内各岩土层的物理力学指标，并根据场地岩土工程勘察资料及国家有关规范进行工程设计、施工。

2) 在拟建工程建设及运营过程中，应遵循国家现行规范规定，规范施工、认真管理。根据工程实际，采取适当的地质灾害防治措施，妥善处理建

筑施工、运营过程中诱发或产生的地质灾害和岩土工程问题。

3) 工程建设和生产运营期间均应建立健全地质灾害预警预报体系,发现地质灾害隐患及时采取相应措施,避免或减轻地质灾害对工程建(构)筑物和人员财产可能造成的危害。

4) 工程建成后,应加强建设区地质环境的恢复及保护,减少因人类不必要的工程活动造成地质环境破坏,加强生态治理,保护工程区周边的自然环境,防止产生新的水土流失和地质灾害。

5) 天然气管道属易燃易爆设施,场区地震烈度较高,工程建设过程严格按相关规范做好抗震设计工作。

6) 拟建工程未对弃土的堆放和处理进行规划,故须规划设计弃土场、拦渣坝、排洪沟等并按规定进行地质灾害危险性评估。弃土须堆放于弃土场之中,严禁乱堆乱放,以减少水土流失及防止填土滑坡、坡面泥石流的产生。

7) 其它说明:本报告是针对建设方所提供的《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程初步设计》开展的地质灾害危险评估工作,若后期的用地范围或管道工程位置有调整,应再次结合调整后的方案开展补充的地质灾害危险性评估工作。

二、宣威花椒门站

宣威花椒门站地质条件相关内容引用自《昭通支线天然气管道工程项目二期 5#阀室迁建及改造项目岩土工程详细勘察报告》(陕西博天节能环保科技有限公司,2024 年 7 月)。

1、地形、地貌

拟建场地位于云南省宣威市西北侧郊区,勘察场地地貌上属构造剥蚀—中山地貌单元。场地现状为林地,场地标高介于 2132.8m~2139.7m,相对高差约 6.9m。

2、场地地层岩性组成

根据钻探揭露,按地层成因、类型、结构、物理力学性质特征,勘察区

内地层表层为第四系植物层（ Q_4^{pd} ）耕土，下层为二叠系上统峨眉山玄武岩组（ $P_2\beta$ ）。现由上至下叙述如下：

（1）第四系植物层（ Q_4^{pd} ）耕土

①耕土：褐红色，褐黄色，稍湿，松散，以粉黏土为主，夹植物根系及全风化玄武岩碎粒，土质不均匀，欠固结，切面粗糙。该层层厚 0.6~1.0m，平均厚度 0.75m，整个场地均有分布，总体物理力学性质较差，均匀性差。

（2）峨眉山玄武岩组（ $P_2\beta$ ）层

②全风化玄武岩：褐黄色，褐红色，稍湿，可塑~硬塑状态，褐黑色、灰白色、青灰色、淡黄色（斑点状）玄武岩与粉黏土相间分布，岩石粒径 5~50mm。层厚 11.6~14.4m，平均厚度 13.48m，该层在拟建场地均有分布，总体物理力学性质较好。

3、场地稳定性及建筑适宜性

拟建场地除了存在耕土以外，现状无岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、大面积地面沉降及活动断裂等不良地质作用和地质灾害，现状下是稳定的，适宜本工程建设。但场地处于斜坡地段，场地平整后形成回填边坡，应进行支挡后方可适宜建设。

4、场地地基土的均匀性评价

场地地貌单元属构造剥蚀—中山地貌单元，根据钻探揭露，场地内地基土主要由耕土、全风化玄武岩（破碎）组成，场地平整后存在较厚回填土，综合判定拟建场地地基土为不均匀地基。

5、结论与建议

（1）建筑场地位于构造相对稳定地带，无新构造活动迹象，场地及附近未发现崩塌等影响工程稳定性的不良地质作用，现状坡处于稳定状态。同时场地建设过程中会产生人工回填边坡，需对边坡进行治理，场地治理稳定后基本适宜建设。

（2）本次勘察地表下未发现古河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对

工程不利的埋藏物。

(3) 本场地为抗震不利地段，场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度 $0.10g$ ，设计地震分组为第三组。

(4) 场地环境类型：II类；本次勘察期间未发现地下水，可不考虑地下水对地基结构的影响；场地土对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

(5) 拟建场地为不均匀地基；场地平整后存在耕土、人工填土等不利地层，当基础位于填土之上时，需对填土采取地基处理后方可作为基础持力层。

(6) 场地开挖后会产生人工填方边坡，存在失稳风险，需对边坡进行治理，边坡支护型式建议采用重力式挡土墙型式。

(7) 建筑基础开挖及施工过程中，应及时通知我方人员现场验槽，验收合格后方可进入下道工序施工。

(8) 施工过程中应严格按照规定做好拟建建筑物、边坡和周边环境的动态监测工作，做到信息化施工，发现问题应及时通知有关各方协商解决。

2.2.7 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）、《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）附录 A，场区抗震设防烈度 7 度，场地 50 年超越概率为 10%的地震动峰值加速度为 $0.10g$ 。地震分组为第三组，地震动反应谱特征周期值 I 类场地为 0.35s，II类场地为 0.45s。拟建管道区域地形起伏较大，在勘察和现场调查中未发现古河道、暗埋的塘浜沟谷等，根据《建筑抗震设计规范（2016 版）》（GB50011-2010）中相关分类标准，场地抗震地段为抗震一般地段。

根据《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目工程场地地震安全性评价报告》（北京中勘震防科技发展有限公司，2024 年 3 月），结论如下：

1、地震活动环境评价

1) 区域范围跨鲜水河—滇东地震带、右江地震带及长江中游地震带。在区域范围内,从公元 1494 年到 2024 年 2 月共记载到 4.7 级及以上地震 85 次;自 1970 年到 2024 年 2 月以来仪器记录到 M2.0-4.6 级地震 6169 次,其震源深度大多数在 5-20km 以内。

2) 据历史资料记载,近场区内发生过 4 次 5 级以上历史地震,1970 年以后有地震台网以来,发生 M1.0-4.6 级地震 116 次。近场区小震的分布并不均匀,地震主要分布在近场西部和南部,集中在破坏性地震的周边,地震发生频次高,近场区具备再次发生 5 级以上的背景和条件。

3) 历史地震对线路影响较弱;1572 年宣威 5 级地震、1713 年 2 月 26 日寻甸 6 $\frac{3}{4}$ 级地震、1733 年 8 月 2 日东川 7 $\frac{3}{4}$ 级地震、1833 年 9 月 6 日嵩明杨林 8 级地震、1894 年 8 月 24 日宣威 5 级地震、1906 年 1 月 7 日宣威 5 $\frac{1}{2}$ 级地震、1998 年 12 月 1 日宣威 5.1 级地震对线路影响烈度为 VI 度;其余地震对线路影响烈度小于 VI 度。

2、区域地震构造环境评价

研究区大地构造分属于扬子准地台和华南褶皱系。工程场地理位置处于扬子准地台滇东台褶带之曲靖台褶束。研究区新构造运动主要表现为掀斜性抬升及断裂差异活动。研究区小江断裂以西和以东地区构造应力场水平主压应力优势方位分别在 NNW-SSE 方向和 NW-SE 方向,近南北走向的小江断裂易于发生左旋走滑运动。研究区内潜在发生 8.0 级地震的断裂构造有全新世活动的则木河断裂和小江断裂;潜在发生 7.0 级地震的断裂有晚更新世活动的大凉山-越西断裂南段、鲁甸-昭通断裂、包谷垸-小河断裂和普渡河断裂南段;潜在发生 6.5 级地震能力的断裂有普渡河断裂北 147 段、五莲峰、会泽-彝良、会泽-者海、曲靖-陆良、路南-马龙和青峰-大龙潭断裂;具备发生 6.0 级地震可能性的断裂有弥勒-富源、弥勒-师宗、寻甸-来宾铺、昭觉-布拖、德干断裂、宁南-会理、一朵云、白邑-横冲、昭通-鲁纳、南盘江、威宁-水

城和神仙坡-黄家山断裂。这些断裂，分别为地震危险性概率分析之相应潜在震源区的地震构造。

3、近场区地震构造评价

1) 近场区大地构造分属两个三级大地构造单元-曲靖台褶束和会泽台褶束，工程场地位于曲靖台褶束。近场区内构造以北东向为主，晚第四纪以来，构造活动趋于稳定，绝大多数断裂已无近地表活动表现。

2) 近场区分布的断裂有寻甸-来宾铺断裂、黎山断裂、花鱼洞断裂、腻倮村-磨戛断裂、小红石-新屯-芹菜沟断裂、东山寺断裂、大松树断裂、卜西村-母宫屯断裂、屋德-大海子断裂和陈家村（或称猴子坡）断裂。上述断裂中，除寻甸-来宾铺断裂为晚更新世活动断裂外，其余断裂均为早中更新世断裂或前第四纪断裂。

3) 近场区内现有断裂中，东山寺断裂与线路相交（相交点坐标为 104.1667° , 26.267742° ），断裂活动时代为中更新世，断裂破碎带宽 20-100m，线路可不考虑断裂错动的影响，但需考虑断裂破碎带的影响；寻甸-来宾铺断裂距离线路 3.8km，断裂活动时代为晚更新世，其余断裂距离线路均较远，可不考虑上述断裂的影响。

4) 综合近场区内破坏性地震的活动及分布特点，认为近场区内具备再次发生 5 级以上地震的背景和条件。

4、断裂影响评价

根据现有资料及现场地质调查结果，寻甸-来宾铺断裂从线路北西侧通过，距离线路 3.8km，线路西侧的调查点表明断裂为中更新世末-晚更新世初期活动。

东山寺断裂与线路相交（相交点坐标为 104.1667° , 26.267742° ），断裂总体走向北北东，倾向北西，倾角 55° 以上，具有正断层性质。现场调查结果表明，断裂破碎带宽约 20-100m，活动时代为晚更新世。宣威附近的 4 次 $5\sim 5\frac{1}{2}$ 级历史地震或发生在宣威第四纪盆地，可能与此断裂有关。根据《油

气输送管道线路工程抗震技术规范》（GB/T50470-2017）中第 4.1.3（1）规定：“当管道通过基本地震动峰值加速度小于或等于 0.30g 地区的活动断层，且管底至基岩的土层厚度大于或等于 60m 时，或管道通过基本地震动峰值加速度大于 0.30g 以上地区的活动断层，且管底至基岩的土层厚度大于或等于 90m 时，可不分析断层潜在的地表断层影响”。

根据地震动参数区划结果，输气管线处于Ⅶ度（0.10g）地区，与线路相交的东山寺断裂为中更新世断裂，其它断裂距离线路均较远，因此，本工程可以不考虑断裂地表错动的影响。由于东山寺断裂破碎带宽 20-100m，该段线路需考虑断裂破碎带的影响。

2.2.8 矿产压覆情况

根据《项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（省厅查询 2023-1459 号）》（云南省自然资源厅信息中心，2023 年 12 月 25 日）、《曲靖市自然资源和规划局关于宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目压覆矿产权的情况说明》（曲靖市自然资源和规划局，2024 年 1 月 4 日）、《关于宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程压覆矿产调查区缩小的情况说明》（云南省天然气宣威新奥燃气有限公司，2024 年 2 月 4 日）、《拟建项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（曲靖市查询）》（曲靖市自然资源和规划局，2024 年 2 月 6 日）、《拟建项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（州、市国土局查询）》（宣威市自然资源局，2024 年 2 月 7 日）、《曲靖市自然资源和规划局关于宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程用地未压覆矿产资源调查结果备案的函》（曲资规矿压备〔2024〕4 号，曲靖市自然资源和规划局，2024 年 2 月 26 日），该项目经云南省自然资源厅、曲靖市自然资源和规划局、宣威市自然资源局三级查询，并经西南能矿建设工程有限公司调查核实，调查区压覆 1 个采矿权（云南云维股份有限公司宣威市凤凰山石灰岩矿）、1 个探矿权（云

南省宣威市凤凰山石灰岩矿详查）、未压覆国家出资探明矿产地。其中“云南云维股份有限公司宣威市凤凰山石灰岩矿、云南省宣威市凤凰山石灰岩矿详查”已注销，西南能矿建设工程有限公司通过“国地质资料馆”网站查询显示，该采矿权与探矿权均未提交过地质勘查报告，拟压覆范围未压覆重要矿产资源量。

经曲靖市自然资源和规划局审查，拟建项目未压覆国家探明矿产地、未压覆重要矿产资源。

2.2.9 交通、通信状况

本工程管道处于曲靖市宣威市，境内有威宁-宣威高速公路、G56 杭瑞高速公路、S306、S207 等公路，同时有贵昆铁路从北到南途径宣威市，交通条件较为便利。但宣威市境内部分乡村公路建设情况较差，主要为石子路，通行较为不便。

本工程管道地处曲靖市宣威市，移动信号全覆盖，能够满足通信要求。

2.2.10 社会风险

根据《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程社会稳定风险评估报告》（云南旭峰工程设计咨询有限公司，2023 年 12 月），得出以下结论：

本项目风险因素共计 8 大类，23 项，项目初始风险评估为中等风险，项目初始风险因素有政策规划和审批程序类中的立项审批程序、规划选址；征地拆迁及补偿类中的土地征收征用范围、土地房屋征收补偿标准；技术经济类中的资金筹措和保障、工程方案、隧道及地下建筑工程的施工可能引起的地面沉降的影响；生态环境影响类中的大气污染物排放、水体污染物排放、土壤及地下水污染、固体废弃物、噪声排放；项目管理类中的项目“五制”建设、项目单位六项管理制度、文明施工和质量管理、社会稳定风险管理体系；经济社会影响类中的宗教、习俗、就业影响、对周边交通的影响；安全卫生类中的安全，卫生与职业健康、火灾，洪涝灾害、社会治安和公共安全；媒体舆情中的媒体舆论导向及其影响等 8 类共 23 项。

其中：初始风险程度土地征收征用范围、大气污染物排放、隧道及地下建筑工程的施工可能引起的地面沉降的影响等 3 项因素风险较高。项目噪声排放、项目“五制”建设、项目单位六项管理制度、资金筹措和保障、宗教，习俗、就业影响、安全，卫生与职业健康、火灾，洪涝灾害、社会治安和公共安全、媒体舆论导向及其影响、水体污染物排放等 11 项因素风险较小。项目立项审批程序、规划选址、土地房屋征收补偿标准、工程方案、社会稳定风险管理体系、土壤及地下水污染、固体废弃物、文明施工和质量管理、对周边交通的影响等 9 项因素风险一般。

项目噪声排放、项目“五制”建设、项目单位六项管理制度、资金筹措和保障、宗教，习俗、就业影响、安全，卫生与职业健康、火灾，洪涝灾害、社会治安和公共安全、媒体舆论导向及其影响、水体污染物排放等 11 项因素风险较小，属于较小风险，即风险发生的可能性较小，或社会影响和损失不大，不影响项目的可行性。项目立项审批程序、规划选址、土地房屋征收补偿标准、工程方案、社会稳定风险管理体系、土壤及地下水污染、固体废弃物、文明施工和质量管理、对周边交通的影响等 9 项因素，属于一般风险，即风险发生的可能性不大，或社会影响和损失不大，一般不影响项目的可行性，应采取一定的防范化解措施。

土地征收征用范围、大气污染物排放、隧道及地下建筑工程的施工可能引起的地面沉降的影响等 3 项因素风险较高，属于较大风险，可能性较大，或社会影响和损失较大，影响和损失是可以接受的，需采取一定的防范化解措施。

项目初始风险评估为中等风险，落实措施后，项目噪声排放、项目“五制”建设、项目单位六项管理制度、资金筹措和保障、宗教，习俗、就业影响、安全，卫生与职业健康、火灾、洪涝灾害、**社会治安和公共安全**、媒体舆论导向及其影响、水体污染物排放等 11 项因素降为微小风险；项目立项审批程序、规划选址、土地房屋征收补偿标准、工程方案、社会稳定风险管理体系、土壤及地下水污染、固体废弃物、文明施工和质量管理、对周边交通的影响等 9 项因素风险降为较小风险；土地征收征用范围、大气污染物排

放、隧道及地下建筑工程的施工可能引起的地面沉降的影响等 3 项因素降为一般风险，符合《社会稳定风险等级评判参考标准》中低风险等级标准应由“不超过 4 个一般和其他较小和微小风险”的要求，最终预期的风险等级为低风险，发生的可能性和后果为：可能性较小，或社会影响和损失较小，不影响项目的可行性。综合评价风险等级为低风险（III）等级，项目产生引发社会稳定事件的可能性小，风险可控。

项目建设时机成熟、建设规模合理，技术方案可行。项目业主已制定了该项目的社会稳定风险防范预案和组织机构并报当地政府维稳管理部门备案。项目的合法性、合理性、可行性均已具备，项目的社会稳定风险具有可控性。

2.2.11 周边民房、企事业单位及敏感设施

根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006），中压燃气管道（0.4MPa）与周边建筑设施的间距要求：建筑物基础的水平净距不小于 1.5m；高压燃气管道（4MPa）与周边建筑设施的间距要求：燃气管道的强度设计系数为 0.4，管壁厚度为 7.1mm，与建筑物的水平净不小于 17m。

1、周边人居

XW008~XW013 周边有民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 22m。XW014~XW017 两侧有民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 45m。XW017~XW020 南侧有民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 56m。XW023~XW032 两侧为陈家村民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 45m。XW032~XW034 东侧有两处民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 55m。XW036~XW040 两侧有民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 57m。XW042~XW043 西侧有一处民房，距离燃气管道约 160m。XW044~XW046 南侧为稻田冲村的民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 59m。XW046~XW051 两侧为小松棵村民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 54m。XW051~XW061 两侧为虎头村民房，最近民房距离燃气管道的距离约为 20m。XW062~XW068 东北侧为杨家村、西南侧为下左所村，最近民房距

离燃气管道的距离约为 26m。XW068~XW075 北侧为所乐坝村、南侧为梨园村，最近民房距离燃气管道的距离约为 83m。XW080~XW084 两侧为所乐村，最近民房距离燃气管道的距离约为 10m。

根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006），所涉及的高压管道（4MPa）与民房（建筑物）的水平净距不应小于 17m。上述周边民房，除 XW080~XW084 所乐村周边民房水平距离不满足要求外，其他的均满足。为满足燃气管道与周边的民居的距离要求，需考虑部分民房的拆迁或进一步优化线路路由。

2、工业园区及企事业单位

XW072~XW084 中压燃气管道穿越凤凰工业园区，燃气管线两侧有多家企业，如凤凰钢铁有限公司、宣威市金龙福利锌业有限公司等。根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006），所涉及的中压管道与建筑物基础的水平净距不应小于 1.5m。上述工业园区企业与中压燃气管线的水平距离均超过 1.5m，故满足标准要求。

3、敏感设施

XW001~XW017 以南为花椒水库，该水库与输气管线之间最近距离约为 350m。根据《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程洪水影响评价报告》（云南狄尼环境科技有限公司，2024 年 3 月），该项目燃气管道避开了水库管理范围及保护范围线，满足《云南省水利工程管理条例》要求，对花椒水库蓄水无影响。

XW080~XW082 附近有凤凰幼儿园和中源石化加油站，与高压燃气管道的距离分别约为 132m、248m。所涉及的高压管道与凤凰幼儿园和中源石化加油站的水平净距均大于 17m。



图 2.2-2 中源石化加油站



图 2.2-3 花椒水库

2.3 项目描述

2.3.1 线路工程

2.3.1.1 线路走向

本工程高压管道自拟新建宣威花椒门站引出后向东敷设，在狐狸沟北侧穿越 G326，继续向东敷设，经小武场、小海子牧场，在小海子牧场东侧穿

越威宁-宣威高速公路后，继续向东，经小松科，在虎头村南侧穿越 X57 和 G56 杭瑞高速公路，继续向东，在所乐村和石碑坊中间自西北向东南穿越北盘江，继续向东南方向敷设，在土木附近穿越铁路后，到达凤凰山工业园区调压柜。线路主要经过西宁街道和来宾街道两个街道办事处，线路长度约 15.6km（宣威花椒门站围墙外 2m 起算）。燃气管道设计压力为 4.0MPa，管径为 DN250。同时，新建凤凰山工业园区调压柜~凤凰山工业园区中压管道阀井（凤凰山工业园区已建管网）中压管道，长度 0.6km，管径 DN300，管线设计压力 0.4MPa。



图 2.3-1 本工程线路走向示意图（红色虚线）

2.3.1.2 管材选用

本工程全线以二级地区为主，局部为三级地区。考虑本地区未来发展，全线按照三级地区考虑，设计强度系数按 0.4 考虑。根据可研和初步设计，本工程管材选用见下表。

表 2.3-1 本工程管材选用

序号	线路名称	直管（冷弯）用管类型	热弯用管类型	钢管采用钢级
1	高压管道（Φ273.1）	无缝钢管（SMLS）	无缝钢管（SMLS）	L245N
2	中压管道（dn315）	PE管	PE管	-

表 2.3-2 本工程高压管线壁厚选择

设计压力 (MPa)	管径 (mm)	钢级	地区等级	直管段壁厚 (mm)		热煨弯管壁厚 (mm)	
				计算壁厚	选取壁厚	计算壁厚	选取壁厚
4.0	273.1	L245	三级	5.57	7.1	6.42	8.0

管道校核：

《可行性研究报告》对本工程管道进行了管道强度校核、稳定性校核、刚度校核、穿越段校核，本工程沿线管道选材均满足要求。本场地的抗震设防烈度为 7 度，第三组，设计基本地震加速度 0.10g，小于 0.2g，《可行性研究报告》中未对工程管道进行抗震验算。根据《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）6.2.4，7 度及 7 度以上的整体连接埋地管道应进行截面应变增量验算，故下一步设计中应补充该项目管道的抗震验算。

2.3.1.3 管道敷设

一、一般线段敷设

1、一般要求

- 1）在相邻的反向弹性弯管之间以及弹性弯管和人工弯管之间，应采用直管段连接，直管段长度不应小于钢管的外径。
- 2）根据管道的稳定性计算，确定在出入站、大中型的穿越两端，管道起伏段、出土端、大角度纵向弯头的两侧是否加设固定墩。
- 3）在线路沿线要求设置里程桩、标志桩、测试桩、警示牌等，测试桩与里程桩合并。
- 4）对于公路穿越，原则上路边沟外缘线外 10m 内的穿越段要求采用相同的设计系数（可以根据实际穿越情况适当圆整为整根管段的倍数），在穿越段内尽量不要出现弯头、弯管。
- 5）开挖管沟之前需对施工作业带两侧各 50 米范围内的地下管道、电缆或其它地下建构筑物详细排查。
- 6）下沟前应检查管沟的深度、标高和断面尺寸，并应符合设计要求。对管体防腐层应用高压电火花检漏仪进行 100%检查，检漏电压不低于 20kV，如有破损和针孔应及时修补。冬季施工时，下沟应选择在晴天中午气温较高

时。管沟回填应至少高出地面 0.3m，管沟挖出土应全部回填于沟上，耕作土应置于回填土的最上层。在管道出土端和弯头两侧，回填土应分层夯实。

7) 为节省占地，应严格控制管道施工作业带宽度。本线路一般地段按 10m 宽计。

8) 根据不同的地形、地貌和管径情况，采用不同的组焊、下沟方式。

2、管沟回填

(1) 一般地段岩石、砾石段管沟，应在沟底先铺设细土或砂垫层，压实后的厚度不宜小于 0.3m。管沟回填时，应先用细土或砂回填至管顶以上 0.3m 后，方可用原开土回填并压实，回填土中的岩石和碎石块最大粒径不应超过 250mm。

(2) 一般地段的管沟回填，应留有沉降余量，回填土在不影响土地复耕或水土保持的情况下宜高出地面 0.3m 以上。对于回填后可能遭受地表汇水冲刷或浸泡的管沟，回填土应压实，压实系数不宜小于 0.85，并应满足水土保持的要求。软土等特殊地质地段管沟回填时，应尽量不要过多扰动原状土，防止管道或管沟沉降。

(3) 当管沟纵向坡度较大时，采取设置截水墙等防止回填土下滑的措施，并预防暴雨毁沟。

(4) 城镇燃气管道出土端、进出站（阀室）和固定墩前后端，回填土时应分层夯实，分层厚度不应大于 0.3m，夯实系数不宜小于 0.9，单侧夯实段长度应根据计算确定。

(5) 管沟回填后，应恢复地貌，并保护耕植层，方式水土流失和积水。

3、管沟深度

根据有关规范规定及管道所经地区的地区等级、土壤类别及物理力学性质，并考虑到管道稳定性等要求综合确定，除了特殊位置需要采用跨越、顶管外，其余管道采用埋地敷设为主。管道埋深一般要求如下：

1) 管顶覆土深度一般不小于 1.2m，石方段不小于 1.0m，部分地段管道

沿河谷敷设，应根据水文情况采取相应的稳管和防冲刷保护措施。

- 2) 对于特殊地质地段，应根据相应的地质条件，考虑适当管道埋深。
- 3) 石方地段管底应超挖 0.2m，并回填细土至管顶以上 0.3m；
- 4) 管道穿越河流、沟渠时，管顶埋设应置于河床稳定层以下，必要时加设配重块。
- 5) 对无最大冲刷深度资料的小型穿越（包括河流、冲沟）的穿越段，管顶埋深应根据河底坡降和汇水条件、地质条件等综合进行分析确定。为确保安全，应适当加大城镇燃气管道埋深，且需要满足《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》（CJJ/T250-2016）要求。对有防洪评价中有要求的，按防洪评价意见确定埋深。

4、施工作业带

（1）长输管道施工作业带应以少占良田、好地为原则，根据长输管道施工特点并结合本工程实际，在一般地段，施工作业带应考虑机械化施工所需要的宽度。本工程燃气管道施工作业带宽度详见下表。

表 2.3-3 施工作业带宽度

序号	管径 mm	作业带宽度（m）				
		平原	丘陵	山区	与（DN500）同沟敷设段	局部受限地区
1	273.1	10	12	10	15	8
注：当经过环境敏感点、经济作物区等特殊地段时，可适当缩小作业带宽度。						

- （2）在管道通过人口稠密区、经济作物区、等特殊地带，可考虑采取沟下组焊等占地宽度较小的施工作业方式，减少施工作业带宽度。
- （3）在施工作业带范围内，对于影响施工机具通行或施工作业的石块、杂草、树木应清理干净，沟、坎应予以平整。有积水的地市低洼地段应排水，施工作业带清理时，应注意对土地的保护，减少或防止产生水土流失。
- （4）清理和平整施工作业带时，应注意保护标志桩，如果破坏应立即恢复。

二、特殊地段管道敷设

1、崩塌、滑坡

对于受地形条件的限制，管道无法避让滑坡的情况，应对通过滑坡段的管道进行保护，如设置抗滑桩、抗滑挡土墙，同时设置截、排水沟等多种治理措施；对于坡体较薄的崩塌、滑坡，应将管道置于稳定的岩层或土层中，并采取适当工程措施。

2、高陡斜坡

部分管道线路通过高陡边坡和陡崖，致使管道工程施工难度大、施工安全性差，易受到上方危石坠落的影响，而造成施工安全事故，并破坏管道。施工中应对管道通过区内松动危岩或滚石进行清除，避免给施工人员带来不安全因素，施工时用小药量或人工开挖，管道置于稳定基岩内，管顶可采取现浇混凝土的方式护管；对于较陡的地段立管较长时，应采取锚固的方式予以稳管。同时，在设计时考虑提高管道自身的安全性和稳定性，如适当加大壁厚、增大焊口探伤照片比例等。在管道上、下山段，通过高陡斜坡时，首先应采取局部降坡和斜坡管道锚固措施，搞好护坡堡坎，排水等设施的设计和施工，以保证管道安全。

3、穿越林区地段的施工

对于林区内的管道施工，作业带宽度可适当减小，并应预先编制施工安全预案，确保林区内的施工安全。管沟开挖严禁采用爆破方式进行；管沟成型组焊前，应清除管沟附近的树枝、树叶，组焊建议采用沟下焊方式；焊接过程中，应对焊接区一定范围设置临时的隔阻材料（如钢板），防止电弧和火花进入林区；严禁在树林边或树林内吸烟、引弧；对于材料中的易燃物质，应设置于空旷的场地且远离焊接区；施工中应配备一定数量的移动灭火器。

4、管道穿越公路、铁路

管道穿越位置宜选在稳定的公路路基下，尽量避开石方区、高填方区、路堑和道路两侧为半挖半填的同坡向陡坡地段。

管道穿越公路、铁路应垂直交叉通过。必须斜交时，斜交角度大于 60° 。路基下面的管段不允许出现转角或进行平、竖面曲线敷设。

穿越高等级公路可采用顶管方案；穿越一般公路时，可采用大开挖或顶管方式，均采用钢筋混凝土套管保护，套管顶至路面埋深不小于 1.2m。

穿越一般公路时，可视公路车流量、重车量及可能改造提高等级情况，采用套管或裸管敷设，管顶距地面埋深不小于 1.2 m。

5、管道与其他建（构）筑交叉

一般情况下，管道与其它埋地构筑物交叉原则上应位于先建（构）筑物的下方。

与管道交叉时，尽量垂直交叉，条件受限时交角不能小于 60° ，并且两管间净距不小于 0.3m。

与电缆交叉时，管道与电缆净距不小于 0.5m，还要对电缆采取保护措施，如用角钢围裹住电缆。

与架空高压线交叉时，交叉点两侧管道要采取加强防腐措施。

6、与高压输电线较近段

本工程输气干线因受地形、地物及城市规划等条件限制，局部被迫靠近高压线并与其并行，管线设计需采取特殊的阴极保护措施，保证管道的安全。

与高压线较近段，在施工中应加强施工人员、施工机具设备的安全绝缘措施，如：施工人员应穿绝缘鞋，戴绝缘手套，或者在绝缘保护垫上操作等。在高压线附近进行管道焊接时，焊管必须接地。任何情况下都不得把管道与高压线塔接地连接起来。施工不宜采用大型机具。雷雨天气必须停止施工作业。

7、经过经济作物区段

管线通过经济作物区时，为减少管线施工对经济作物、果园的损坏，施工作业带宽度应尽量缩窄，宜采用沟下组焊方式减小施工作业带宽度，本工程燃气管道通过经济作物区的施工作业带宽度管道宜为 6m。

8、山区困难地段管道施工技术措施

(1) 山区困难地段指纵坡大于 30° 、横坡大于 15° 等地段。施工的难点主要集中在运管、布管工序，故山区困难地段的重点是在运管、布管方案的选择上。根据运管、布管方案，管道组焊可采取以下几种工艺：

- 1) 管子布放于沟下后，进行沟下组焊。
- 2) 陡坡段管道在坡顶或坡脚组焊，分段发送，沟底连头。
- 3) 组焊完成后，整体发送。

目前主要采取机械布管，沟下焊接施工方式。

(2) 施工作业带开辟、清理、沟边便道修筑

山区困难地段的施工作业带开辟一般采用削峰降坡结合修筑之字形绕行便道的方式满足布管要求：

1) 削峰降坡

加大扫线土石方工程量的投入以降低坡度形成良好的施工作业带，这是减小安装难度、提高施工机械设备效率和人工效率的最佳途径。部分地段坡度超过机械爬行能力，扫线时从山峰顶部开始到山脚进行挖方以达到降低作业带坡度，保证施工机械顺利布管、组焊的要求。除特殊地段外，作业带扫线后坡度纵坡最大应小于 18° ，横坡最大应小于 15° 。通过扫线可将纵坡、横坡降至 10° 以下地段，扫线后可以进行沟上焊接施工；通过扫线可将纵坡降至 $10^\circ \leq \alpha \leq 18^\circ$ ，横坡降至 $10^\circ \leq \beta \leq 15^\circ$ ，可采取先挖沟进行沟下焊接的施工。

坡地扫线对地貌破坏较大，扫线时，在满足施工要求的前提下，应根据实际情况减少作业带的宽度。焊接完成后管沟开挖的土石方堆放在管沟外侧，多余土石方可以平整铺垫在机械行走区域。

2) 修筑之字形绕行便道

山区困难地段的沟边便道要求能满足履带式设备通行，部分地方陡坎机械不能连续从作业带通过，现场施工时要考虑沿山体修筑之字形绕行便道，间隔约 50m 与作业带相交时在管沟旁边开挖、平整作业平台，以满足吊管机

将管子布放于管沟内。

（3）施工作业带、沟边便道临时水工措施

在斜坡和沟槽地段应采用石料或编织袋装土砌筑挡土墙（护坡），避免出现水土流失同时加固作业便道。

（5）管沟开挖、回填

一般地段管沟采用挖掘机结合人工开挖，人工清理沟壁、平整沟底。对石方段管沟，采取超挖 200mm，下沟前做 200mm 厚细土垫层。山区困难段一般情况表土较薄、裸露基岩，为保证管道一次细土回填，可外购土方运输至沟边，用编织袋装土对管道进行包裹保护（厚度>300mm），再采用原土回填。

（5）运管与布管

山区困难地段的管子主要依靠吊管机从临时堆管场运至沟边。布管包括：

1）轻轨布管

对部分坡度 $\geq 30^\circ$ 的地段，吊管机无法行走，不宜提前布管，而是采取边施工边布管，用设在坡顶的卷扬机，以及管沟内的轻型轨道。牵引运管小车，由沟内把管子布至山坡上，运一根，组焊一根，利用管线自身锚固，避免管道滑移。

2）联管吊装

沿山体的盘山路，施工可利用山顶施工作业带与盘山公路相交点作为操作平台，在山顶上将管子连接成管段（二联管或三联管），利用吊车或吊管机将管段放入沟中。当陡坡地段较长时，可利用山下卷扬机牵引管段，山上卷扬机后溜的方式进行布管。

3）索道布管法

① 峭壁、陡坡地段，可利用架设索道，管子、机具通过索道进行运输。

② 根据测量，在坡顶、坡脚高点分别架设“人”字桅杆，将主索通过“人”字桅杆固定。主索上安装滑动小车，小车通过钢丝绳、滑轮组与卷扬机相连。

③ 一台卷扬机拉动滑动小车（小车起吊管子或机具等），作水平方向的移动，将管子运至布管目的地；另一台卷扬机牵引提升绳，作竖直方向的移

动，便于管道就位。

三、管道焊接检验

1、焊接和检测方案

本工程推荐线路焊接方式以半自动焊接为主，补焊采用手工焊。施工单位可根据实际情况和焊接机组的技术特点选择合适的焊接工艺，以保证焊接质量和焊接速度。

管道焊接、修补或返修完成后应及时进行外观检查，检查前应清除表面熔渣、飞溅和其它污物。外观检查不合格的焊缝不得进行无损检测。所有焊缝经外观检查合格后应进行全周长 100%无损检测。

焊缝质量检查标准执行《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB 50369-2014）相关要求。

2、焊接工艺规程制定及焊接工艺评定

管道现场焊接开始前，应进行相应的焊接工艺试验，制定现场对口焊接及缺陷修补的焊接工艺规程并进行焊接工艺评定。

外观检查、无损探伤检查标准均按《城镇燃气输配工程施工及验收标准》（GB/T51455-2023）执行。

四、清管、试压、干燥、投运

1、管道清扫

为保证管道在建设中不进入杂物，保持整个管道系统的清洁，宜在整个管道建设的下述环节安排管道清扫：单根管道在组焊前，应先进行人工清扫；管道施工完成后应采用清管器对全线进行分段站间清管。

2、管道试压

本工程强度试压、严密性试压介质分别采用洁净水、空气（或惰性气体）。试验压力按所在的地区等级来确定。强度试压、严密性试压均严格按《城镇燃气输配工程施工及验收标准》（GB/T51455-2023）执行。

3、干燥

管道干燥可采用干空气法（用露点低于-40℃的干燥空气）。

干燥前，应用清管器清扫管道内残余水，用泡沫清管器清扫检验之后采

用干燥压缩空气进行吹扫。干燥空气吹扫时，在管道末端配置水露点分析仪，干燥后排出气体水露点应连续4h比管道输送条件下最低环境温度至少低5℃。

4、置换空气

试压、吹扫、干燥完毕后，须采用氮气进行置换空气工作，以保证在未投产前管内的防锈蚀和天然气进气时的安全。用氮气置换空气时，当置换管道末端放空管口置换气中氧气浓度小于2%，每间隔5min连续3次取样分析，均达到此指标为置换合格。

5、投运

试压合格后，管道管理单位应根据《天然气管道运行规范》（SY/T5922-2012）相关规定制定投运方案及相应的生产安全事故应急预案，经相关部门审查通过后实施。

6、智能检测

投运完成后，建议对管道全线进行智能检测，以取得管道原始状态资料，为管道完整性管理提供比对数据。

7、管道测绘

管道建设完成后，建议对管道全线进行1:2000，左右各60m范围的平面测绘，测绘具体要求按业主相关要求执行。

五、管道占地

管道线路占地分为永久占地和临时占地，永久占地主要是管线桩位和站场永久占地，临时占地主要为施工作业带、施工便道等。而沿线为管道建设所修建的伴行道路要做永久征地。

1、永久性征地

本管道线路工程永久征地主要为线路三桩和站场征地。

2、临时占地

管道临时占地主要有以下几方面：

（1）施工作业带；

（2）堆管场用地；

3、施工临时通道及施工便道占地。

2.3.1.4 穿越工程

一、穿越工程概况

本工程高压管道线路长度 15.6km，管径 273.1mm，设计压力 4.0MPa，；中压管道线路长度 0.6km，管径 DN300，设计压力 0.4MPa。本工程穿越道路 44 处，共 910m；其中，现有道路开挖加盖板穿越 23 处，共 160m，待建高速预埋套管 1 处，共 140m，现有道路开挖加套管穿越 15 处，共 126m，现有道路顶管穿越 4 处，共 234m，现有道路定向钻穿越 1 处，共 250m。穿越水域小型共 5 处，穿越长度 390m；其中，开挖加混凝土浇筑穿越 4 处，共 90m；定向钻穿越盘龙河 1 处，共 300m。穿越现有沪昆铁路 1 处，穿越长度共计 80m，穿越方式采用顶管穿越。

二、公路穿越

油气管道穿（跨）越公路和公路桥梁自然地面以下空间、以及公路跨越油气管道前，各地公路管理机构或油气管道管理机构，应按照有关规定，委托具有相应资质的单位，开展安全技术评价，出具评价报告。

公路的穿越位置及穿越方式除根据现场情况及技术因素外，还应征得其主管部门的意见，以确保穿越工程顺利的完成。

本工程穿越道路 44 处，共 910m。其中，现有道路开挖加盖板穿越 23 处，共 160m，待建高速预埋套管 1 处，共 140m，现有道路开挖加套管穿越 15 处，共 126m，现有道路顶管穿越 4 处，共 234m，现有道路定向钻穿越 1 处，共 250m，本工程沿线公路穿越工程统计情况如下。

表 2.3-4 公路穿越统计表

序号	道路名称	穿越位置	穿越地形	路面宽度（m）	穿越方式	穿越长度（m）
1	碎石路	XW004~ XW005	丘陵	4	开挖加盖板	8
2	碎石路	XW005~ XW006	丘陵	4	开挖加盖板	8
3	水泥路	XW007~ XW008	丘陵	6	开挖加套管	10
4	碎石路	XW008~ XW009	丘陵	4	开挖加盖板	8
5	碎石路	XW011~ XW012	丘陵	4	开挖加盖板	8
6	G326 秀河线	XW016~ XW017	丘陵	10	顶管	50
7	碎石路	XW018~ XW019	丘陵	4	开挖加盖板	8

序号	道路名称	穿越位置	穿越地形	路面宽度(m)	穿越方式	穿越长度(m)
8	水泥路	XW019~XW020	丘陵	6	开挖加套管	10
9	碎石路	XW023 - XW024	丘陵	4	开挖加盖板	10
10	碎石路	XW023 - XW024	丘陵	4	开挖加盖板	6
11	碎石路	XW024 - XW025	丘陵	4	开挖加盖板	6
12	水泥路	XW028 - XW029	丘陵	10	开挖加套管	16
13	水泥路	XW032 - XW033	丘陵	4	开挖加套管	8
14	碎石路	XW034 - XW035	丘陵	4	开挖加盖板	8
15	碎石路	XW035 - XW036	丘陵	4	开挖加盖板	6
16	碎石路	XW036 - XW037	丘陵	4	开挖加盖板	8
17	水泥路	XW037 - XW038	丘陵	4	开挖加套管	8
18	水泥路	XW037 - XW038	丘陵	4	开挖加套管	6
19	水泥路	XW037 - XW038	丘陵	4	开挖加套管	8
20	水泥路	XW037 - XW038	丘陵	4	开挖加套管	6
21	水泥路	XW038 - XW039	丘陵	4	开挖加套管	6
22	水泥路	XW038 - XW039	丘陵	4	开挖加套管	6
23	待建宣会高速	XW039 - XW040	丘陵	12（匝道）	预埋套管	140
24	碎石路	XW041 - XW042	丘陵	4	开挖加套管	6
25	宣威高速	XW041 - XW042	丘陵	38	顶管	140
26	碎石路	XW042 - XW043	丘陵	4	开挖加盖板	6
27	碎石路	XW042 - XW043	丘陵	4	开挖加盖板	6
28	碎石路	XW043 - XW044	丘陵	4	开挖加套管	6
29	碎石路	XW046 - XW047	丘陵	4	开挖加盖板	6
30	碎石路	XW047 - XW048	丘陵	6	开挖加盖板	14
31	水泥路	XW049 - XW050	丘陵	6	开挖加套管	6
32	沥青路	XW050 - XW051	丘陵	6	开挖加套管	10
33	水泥路	XW051 - XW052	丘陵	4	开挖加套管	8
34	碎石路	XW052 - XW053	丘陵	4	开挖加盖板	6
35	碎石路	XW052 - XW053	丘陵	4	开挖加盖板	6
36	碎石路	XW056 - XW057	丘陵	4	开挖加盖板	4
37	碎石路	XW058 - XW059	丘陵	4	开挖加盖板	6
38	X57	XW060 - XW061	丘陵	14	顶管	30
39	碎石路	XW062 - XW063	丘陵	4	开挖加盖板	6
40	碎石路	XW066 - XW067	丘陵	4	开挖加盖板	6
41	杭瑞高速	XW066 - XW067	丘陵	26	顶管	40
42	碎石路	XW067 - XW068	丘陵	4	开挖加套管	8
43	水泥路	XW070 - XW071	丘陵	6	开挖加套管	10
44	S306	XW083 - XW084	丘陵	30	定向钻	250

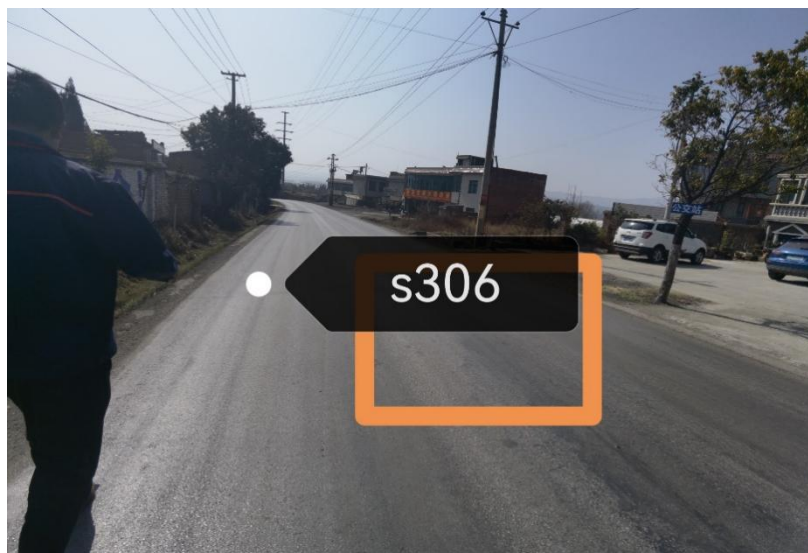


图 2.3-1 省道 306 图片



图 2.3-2 杭瑞高速



图 2.3-3 G326 国道



图 2.3-4 威宣高速路堤

三、水域小型穿越

河流穿越执行《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》（CJJ/T250-2016）。

本工程水域小型穿越共 5 处，穿越长度 390m。其中，开挖加混凝土浇筑穿越 4 处，共 90m；定向钻穿越盘龙河 1 处，共 300m。穿越河流时，采用配重块进行稳管。

表 2.3-5 沿线河流小型穿越明细表

序号	水域名称	穿越位置	水域宽度（m）	穿越方式	设计埋深	穿越长度（m）
1	水沟	XW012~ XW013	5	开挖加混凝土浇筑	在冲刷线以下1.0m，且管顶埋深不应小于2.5m	20
2	水沟	XW026~ XW027	5	开挖加混凝土浇筑		20
3	水沟	XW066~ XW067	6	开挖加混凝土浇筑		30
4	水沟	XW068~ XW069	5	开挖加混凝土浇筑		20
5	盘龙河	XW072~ XW073	20	定向钻		300

四、铁路穿越

铁路穿越设计和施工应取得铁路部门的批准。本工程铁路穿越 1 处，为沪昆铁路，穿越长度共计 80m。其中现有铁路穿越 1 处，穿越长度为 80m。本工程铁路穿越采用顶管穿越的方式。

表 2.3-6 沿线铁路穿越明细表

桩号	铁路名称	位置	铁路 单（双）线	路基宽度 （m）	穿越 方式	是否单 独试压	穿越长度 （m）
XW074~ XW075	沪昆铁路	宣威市来宾镇	单线	42	顶管	是	80



图 2.3-5 沪昆铁路

五、与输电线路并行、交叉

本工程管道与高压输电线并行及交叉情况见下表。

表 2.3-7 管道与输电线路并行统计表

序号	名 称	所在区域位置	并行间距（m）	并行长度（m）	备注
1	110kV平宣1回线	XW001~ XW011	11~63	1450	
2	110kV黄凤线	XW068+140m~ XW073	10~90	460	

表 2.3-8 管道与输电线路交叉明细表

县（市、区、镇）	穿越位置	110kV及以上	交叉角度	备注
宣威市西宁街道	XW023~XW024	1	61°	
宣威市双龙街道	XW044~XW045	1	46°	220kV虹平线
宣威市双龙街道	XW048~XW049	1	63°	220kV虹平线
宣威市来宾镇	XW059~XW060	1	60°	220kV虹平线
宣威市来宾镇	XW061~XW062	1	90°	110kV

宣威市来宾镇	XW068~XW069	1	31°	110kV顺平格凤线
宣威市来宾镇	XW068~XW069	1	28°	110kV黄凤线
宣威市来宾镇	XW074~XW075	1	90°	27.5kV沪昆铁路电力线路



图 2.3-5 220kV 虹平线

六、与地下构筑物和其他管道的并行、交叉

目前，现场勘察时，未发现该项目管道与地下构筑物和其他管道的并行、交叉的情况。下一步设计中，应进一步细化、核实该项目管道与地下构筑物和其他管道的并行、交叉的情况，特别是凤凰工业园区内敷设的管段。

2.3.1.5 线路阀门设置

根据本项目可研，本工程管道根据沿线市场分部情况设置高压阀井 4 座和中压接头处 1 座阀井，具体见下表。高、中压阀井深为 1.9m。

表 2.3-9 阀井设置表

阀井名称	位置	预留接口
高压管道阀井1	(XW-015) +21m	DN250
高压管道阀井2	(XW-038) +27m	DN250
高压管道阀井3	(XW-061) +10m	DN250
高压管道阀井4	(XW-077) +12m	DN250
中压管道阀井1	凤凰山工业园区已建管网	DN250/500

但可研中未明确新建门站、调压站室外进、出口管道上的阀门设置。

2.3.1.6 施工便道

本城镇燃气管道项目施工道路主要依托乡村道路。本工程管道 2~3km 范围内没有可供施工接卸通行的道路时，设置施工便道。大部分施工便道利用已有道路，只需新建部分施工便道。但利用的已有道理存在宽度不足等问题，对原有路面进行加宽（扩建）以满足施工车辆通行需要。在边坡陡峭、征地受限路段设置挡土墙收坡。

施工便道主要工程量详见下表。

表 2.3-10 道路主要工程量

序号	市（州）	地形、地貌（km）		合计
		丘陵		
		新建	扩建	
1	宣威市	2.05	4.1	6.15

2.3.1.7 线路附属设施

一、固定墩的设置

根据可研报告，本工程管道线路工程不设置固定墩。

三、管道标志桩（测试桩）、警示带、警示牌及特殊安全保护设施

根据可研报告，管道沿线拟设置以下标志：

里程桩：管线每公里设一个，一般与阴极保护桩合用。

转角桩：管道水平改变方向的位置，均应设置转角桩。转角桩上要标明管道里程，转角角度等。

交叉桩：凡与地下管道、电（光）缆和其它地下构筑物交叉的位置应设置交叉标志桩。交叉标志桩上应注明线路里程、交叉物的名称、与交叉物的关系。

结构桩：管道外防腐层或管道壁厚发生变化时，应设置结构桩，桩上要表明线路里程，并注明在桩前和桩后管道外防护层的材料或管道壁厚。

设施桩：当管道上有特殊设施（如：固定墩）时，应设置设施桩。桩上要表明管道的里程、设施的名称及规格。

加密桩：人口密集段每 100m 设置一个，设置在管道中心线上，特殊地

点根据实际情况设置。警示桩：每 50m 设置一个。

警示牌：①管道经过人口密集区，在进出两端各设警示牌一块，中间每 300m 设置一块警示牌；②环境敏感点穿越两端各设置一块警示牌，中间每 200m 与警示桩交替设置；③采石场、取土场、采矿区域；④易发生或已多次发生危及管道安全行为的区域。警示牌应设置在明显醒目的地方，可依托水工保护护坡、挡土墙等光滑面刻写标语。

警示带：管道全线设置警示带，敷设位置在管道管顶正上方 500mm 处。

2.3.2 输气工艺

2.3.2.1 物料组分

本工程天然气气源为昭通支线管道气，本工程天然气组分见下表。

表 2.3-11 昭通支线管道天然气组分表

序号	组成	mol%
1	C ₁	99.07
2	C ₂	0.12
3	C ₃	0.03
4	i-C ₄	0.01
5	C ₉ +	0.08
6	H ₂ O	0.01
7	CO ₂	0.50
8	N ₂	0.18
9	合计	1.00

2.3.2.2 输气工艺

- 1、设计压力
- 高压管线设计压力为 4.0MPa，中压管线设计压力为 0.4MPa。
- 2、设计年输送天数：350 天。
- 3、管道地温：管道埋深处地温按宣威市多年平均气温 14℃考虑。
- 4、沿线传热系数：平均总传热系数取 1.75W/m²·℃。
- 5、标准状态：气体标准状态为压力 101.325kPa（绝对压力），温度 20℃。

6、管道长度

各段管道长度见下表：

表 2.3-12 管道分段长度统计

序号	起、终点	长度（km）	备注
1	宣威花椒门站~凤凰山工业园区调压柜	15.6	
2	凤凰山工业园区调压柜~凤凰山工业园区中压管道 阀井	0.6	

2.3.3 站场工程

本工程共涉及 2 座站场，即宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜，执行《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）。

2.3.3.1 站场设置

表 2.3-13 沿线站场设置一览表

序号	站场、阀室	位置描述 (市、县、镇)	里程 (km)	间距 (km)	类型	备注
1	宣威花椒门站	曲靖市宣威市	0	-	过滤、计量、加热、 调压、加臭	新建
2	凤凰山工业园区调压柜	曲靖市宣威市	18	18	调压	新建

2.3.3.2 站场工艺

考虑到凤凰山工业园区调压柜选址的局限性，在征询云南省天然气宣威新奥燃气有限公司意见的基础上，本次凤凰山工业园区调压柜的设计压力暂按 1.6MPa 进行设计（宣威花椒门站-凤凰山工业园区调压柜燃气管道压力安 4.0MPa 进行设计，满足远期的输送要求），到远期不能满足凤凰工业园区供气时，再按 4.0MPa 设计压力对凤凰山工业园区调压柜进行选址和技改。

一、站场规模及设计参数

1、站场规模

宣威花椒门站上游为昭通支线，下游为凤凰山工业园区调压柜。凤凰山工业园区调压柜上游为宣威花椒门站，下游为凤凰山工业园区用户。

宣威花椒门站设计规模： $50 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ ，（预留远期 $50 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 的设备接口）。

凤凰山工业园区调压柜设计规模： $50 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。

2、站场设计参数

1) 宣威花椒门站各系统设计压力、设计温度如下：

加热、调压、排污系统： $6.3 \text{MPa}/-19 \sim 70^\circ\text{C}$ ；

高压放空系统： $1.6 \text{MPa}/-45 \sim 70^\circ\text{C}$ ；

中压放空系统： $1.6 \text{MPa}/-19 \sim 70^\circ\text{C}$ 。

2) 凤凰山工业园区调压柜各系统设计压力、设计温度如下：

设计压力： 1.6MPa

设计温度： $-19 \sim 70^\circ\text{C}$

3、站场设置功能

1) 宣威花椒门站：天然气过滤、计量、加热、调压、加臭、站场数据采集与监控、站场紧急截断、事故状态及维修时的放空和排污、站场辅助配套系统。

2) 凤凰山工业园区调压柜：天然气过滤、调压、计量、站场数据采集与监控。

二、工艺流程

1、宣威花椒门站

1) 正常流程

进站后的天然气经电加热器橇 Z0501-X0501A/B 加热、调压橇 Z0501-X0502A/B 调压至 1.6MPa ，经加臭后输往下游凤凰山工业园区调压柜。

2) 紧急切断流程

紧急关断系统划分为：

一级关断 ESD-1：站场泄压关断（一键放空硬按钮）；

二级关断 ESD-2：站场保压关断（一键保压硬按钮）。

（1）一级关断 ESD-1（全部动作自动联锁发生）

站场泄压关断：生产流程及辅助流程均关断。关闭出站紧急截断阀 ESDV0101，打开紧急泄压阀 BDV0801、BDV0802 泄压。主要由以下原因触发：

- a、站场发生爆炸、火灾后巡检人员人工确认触发；
- b、其他原因人工触发。

（2）二级关断 ESD-2（全部动作自动联锁发生）

站场保压关断：全站不泄压关断。生产流程及辅助流程均关断，关闭出站紧急截断阀 ESDV0101，所有放空阀保持关闭。主要由以下原因触发：

- a、来气管线或下游管线爆管等故障停输巡检人员人工确认触发；
- b、站场可燃气体检测报警，巡检人员人工确认触发；
- c、其他原因人工触发。

3）放空流程

放空流程的设置主要有三种：设备放空、站场放空、站外管线放空。

第一种，设备放空。站内设备及管线上设有手动放空，能够在检修时实现放空。

第二种，站场放空。站内设有紧急泄压阀，在站场事故切断时，（ESD-1）立即开启，放空站场内天然气。

第三种，站外管线放空。通过进出站管线上的放空阀能够放空本站与上下游管线之间的天然气，实施检修。

4）排污流程

在汇管上设有排污阀，通过排污管道将收集的污液集中排到排污池。

2、凤凰山工业园区调压柜

进站后的天然气经调压柜 Z-0601 内过滤、计量、调压后，输往下游工业园用户。

三、工艺用管

根据可研报告，站内管材选用符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）。

站场内选用管线壁厚选择详见下表。

表 2.3-14 站内选用管线材质及壁厚

公称直径 (mm)	外径 (mm)	设计压力 (MPa)	钢管材质	计算壁厚 (mm)	选取壁厚 (mm)	钢管类型	执行标准
宣威花椒门站							
250	273.1	6.3	L360N	8.85	9	无缝钢管	GB/T 9711
200	219.1	6.3	L245N	8.2	8.8	无缝钢管	GB/T 9711
150	168.3	6.3	L245N	6.87	7.5	无缝钢管	GB/T 9711
100	114.3	6.3	L245N	5.52	6.5	无缝钢管	GB/T 9711
50	60.3	6.3	L245N	4.09	5	无缝钢管	GB/T 9711
100	114.3	1.6	L245N	3.41	5	无缝钢管	GB/T 9711
50	60.3	1.6	L245N	3.1	5	无缝钢管	GB/T 9711
凤凰山公园区调压柜							
300	323.9	1.6	L360N	1.44	7.1	无缝钢管	GB/T 9711
250	273.1	1.6	L360N	1.21	6.3	无缝钢管	GB/T 9711

2.3.3.3 主要设备选型

工艺站场主要设备有加热装置、调压装置、加臭装置和各类阀门。

1、加热装置

宣威花椒门站进站压力/温度为 3.5~5.5MPa/10~15℃，在凤凰山工业园区调压柜供给用气压力/温度为 0.35MPa/≥0℃。为避免调压后产生冰堵，在门站调压前需设置加热设施。

本工程在宣威花椒门站设置 140kW 电加热器 2 套（1 用 1 备），单台设备处理量为 50×10⁴Nm³/d，同时预留接口，远期可增设 1 套电加热器。

2、调压装置

本工程在宣威花椒门站设置调压装置 2 套（1 用 1 备），调压前/调压后压力为 3.5~5.5MPa/1.6MPa，单台设备处理量为 50×10⁴Nm³/d，同时预留接口，远期可增设 1 套调压装置。

3、加臭橇

为满足燃气使用安全需求，需要在燃气中注入一定的加臭剂。本工程在宣威花椒门站设置 900g/h 加臭橇 1 座，可满足远期 100×10⁴Nm³/d 气量时的

加臭能力。

4、放空立管

本工程放空系统利用放空立管，用于紧急状况及站场检修的泄放要求。

放空立管规格为 DN150，H=15m，可满足泄放需求。

5、调压柜

本工程在凤凰山工业园区设置 1 套调压柜，调压柜进口压力/温度为 1.41~1.58MPa/5~10℃，出口压力/温度为 0.35MPa/≥0℃。本工程在凤凰山工业园区调压柜内设置篮式过滤器 2 套（1 用 1 备）、涡轮流量计 2 套（1 用 1 备）、调压装置 2 套（1 用 1 备），单路设备处理量为 $50 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。

6、阀门

本工程站内所选用的各种阀门除满足其功能要求外，还要具有密封性能好，使用寿命长，操作维护方便，价格便宜的特点。选用的阀门有：球阀、旋塞阀、节流截止放空阀、阀套式排污阀、安全阀。

2.3.3.4 站场平面布置及周边环境

一、宣威花椒门站

花椒门站位于云南省宣威市西北侧郊区，距离市中心约 4.5km，场地理位置属于林地，外部交通不便。站址北侧有一乡村小路，站场外接路北侧接入。

本站为新建合建站（与 5#阀室合建），站区南北布局设计，南侧为工艺装置区，包含阀组区（为 5#阀室的阀组，设置在本站内，与本站合建）、过滤分离计量撬、加热调压加热撬；北侧为电控一体化小屋和发电机；工艺装置区四周设置环形道路（其西侧道路在两大门外侧），工艺装置区的西北角设置污水池；整个站区的西侧设置放散管，其四周设置 1.8m 高的镂空围栏，在放散管的东侧围栏处设置放空区小门。

本站站场区域间距严格按照《城镇燃气设计规范（2020 年版）》（GB50028-2006）的规定执行，站内露天燃气工艺设备与站外建构筑物的防

火间距按照甲类生产厂房与厂外建构筑物的防火间距的要求执行。

宣威花椒门站与站外建（构）筑物之间的安全距离如下。

表 2.3-15 宣威花椒门站区域布置防火间距表

序号	周边建构筑物及设施	方位	与站场距离（m）		符合性	与放散总管距离（m）		符合性
			标准值	设计值		标准值	设计值	
1	厂外道路路边	东北侧	15	64	符合	10	89	符合
2	110kV高压电塔（塔高约30m）	北侧	45（1.5倍杆高）	108	符合	60（2倍杆高）	94	符合

本检查表与站场的距离依据《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）3.4.3、10.2.1编制，与放散总管距离依据《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）6.5.12编制

根据现场勘查，除上述设施外，宣威花椒门站周边 100m 范围内无民房、企事业单位等其它建筑设施。

表 2.3-16 宣威花椒门站总平面布置防火间距表

名称	周围设施	规范要求的防火间距（m）	实际设计间距（m）	是否符合规范要求
工艺装置区	撬装柴油发电机	10	12	符合
	电控一体化小屋	10	12	符合
	门站围墙	10	10	符合
放散总管（放空立管）	撬装柴油发电机	25	36.7	符合
	电控一体化小屋	25	25.9	符合
	工艺装置区	20	32.6	符合
	站内道路（路边）	2	22	符合
	围墙	2	2	符合

本检查表与工艺装置区的距离依据《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）5.2.2、《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）6.5.5编制，与放散总管距离依据《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）6.5.12编制

二、凤凰山工业园区调压柜

凤凰山工业园区调压柜位于云南省宣威市，选址位置外部交通不便，北侧为一实体围墙，南侧为挡墙，挡墙后是一未知碎石平整场地。调压柜外接路需从北侧围墙处改造，设置 1 座人行小门，外接人行路接北侧乡村小路（约

50m 开外），乡村小路接省道 S306。

凤凰山工业园区调压柜平面布置为东西布局设计，东侧调压柜，西侧为辅助设施区，辅助设施区自北而南分别为：户外动力配电柜、户外 UPS 一体柜、通信机柜。站区四周设置高 1.8m 的镂空围栏，东北侧围栏处设置人行小门。

调压柜区域间距严格按照《城镇燃气设计规范（2020 年版）》（GB50028-2006）、《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）的规定执行，调压柜与站外建（构）筑物之间的安全距离如下。

表 2.3-17 凤凰山工业园区调压柜区域布置防火间距表

序号	周边建构筑物及设施	方位	规范要求距离（m）	实际距离（m）
1	建筑外墙	东侧	4	54
2	建筑外墙	西侧	4	17
3	城镇道路	北侧	2	42
4	省道 S306	北侧	2	67
5	高压电杆（110kV）（塔高 25m）	东侧	37.5（1.5 倍杆高）	52

凤凰山工业园区调压柜设置 1 座次高压调压柜，调压柜西侧布置户外动力配电柜、户外 UPS 一体柜及通信机柜，周边设置 1.8m 高镂空围墙，北侧设置 DM1.5m 宽人行小门 1 樘。

调压柜围墙内布置严格按照《城镇燃气设计规范（2020 年版）》（GB50028-2006）的相关规定执行，站内安全间距见下表。

表 2.3-18 凤凰山工业园区调压柜总平面布置防火间距表

名称	周围设施	规范要求的防火间距（m）	实际设计间距（m）	是否符合规范要求
调压柜	户外电力柜	4	4	符合
调压柜	围墙	-	1.5	符合



图 2.3-6 花椒门站北侧 110kV 高压电力线路



图 2.3-7 目前已有进入拟建花椒门站站址土路



图 2.3-8 拟建凤凰山工业园区调压柜东侧高压线路



图 2.3-9 拟建凤凰山工业园区调压柜站址及男北侧挡墙（围墙）



图 2.3-10 评价师现场照片

2.3.4 防腐及阴极保护

2.3.4.1 防腐方案

1、线路管道防腐

(1) 一般线路段管道直管、冷弯管外防腐采用常温型加强级三层PE外防腐；热煨弯管外防腐采用双层熔结环氧粉末+聚丙烯胶粘带的结构进行防腐。

(2) 定向钻穿越段管道防护层采用环氧玻璃钢，干膜厚度不应小于1.2mm（二布五油）。

(3) 管道补口采用无溶剂液体环氧涂料（干膜厚度 $\geq 400\mu\text{m}$ ）+热熔胶型聚乙烯热收缩补口带；管道补伤采用热熔修补棒、补伤片、补伤片+聚乙烯热收缩补口带。

2、站场管道防腐层

(1) 站内地上管道外防腐层采用环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+丙烯酸聚氨酯面漆的配套防腐结构。

(2) 与站外管道管径相同的站内埋地管道采用常温型加强级三层PE防腐层，其他埋地管道及管件采用“无溶剂液体环氧涂料（干膜厚度 $\geq 400\mu\text{m}$ ）+聚丙烯胶粘带（55%搭接）”的防腐结构。

(3) 土壤界面管段埋地防腐层应延伸至地上约200mm，室外管道同时应在地面上下各250mm范围缠绕铝箔胶带作耐候处理。

2.3.4.2 阴极保护

线路管道阴极保护采用强制电流阴极保护；临时阴保采用带状镁合金牺牲阳极。为检测管道阴极保护参数，在线路管道上设置阴极保护测试桩。宣威花椒门站站内埋地工艺管道采用镁合金牺牲阳极进行阴极保护。

1、线路阴极保护

本工程线路管道采用强制电流法进行阴极保护。

本工程供气主管道阴极保护需设1座阴极保护站，设置在宣威花椒门站，

但宣威花椒门站平面布置图未明确阴极保护站的具体位置，下一步设计需进一步明确。阴极保护站主要由阴极保护设备、辅助阳极地床、参比电极和连接电缆等部件构成。

（1）阴极保护测试系统

管道沿线应设置普通测试桩用于测试管道保护数据，测试桩设置原则如下：

- 普通线路沿线每 1km 设置 1 支电位桩；
- 铁路、高等级公路、大型河流等穿越处应设置一支穿越测试桩（电位桩）；
- 定向钻穿越处两端应设置一支电流测试桩；
- 与外部管道交叉处宜设置交叉测试桩（电位桩），但在测试电缆与其它管道焊接时需取得对方业主/管理单位的许可；
- 现场实际安装时，可前后移动、调整、合并，尽可能减少测试桩的设置数量以减少对管道防腐层的破坏。

测试桩埋设在管道正上方，应尽可能设置在小路边、田埂上等易进入位置，尽量不占用农田，也不得设置在水域内，以方便管理人员安全进入测试。为此，测试桩现场实际安装时，测试桩的位置可前后移动、调整、合并，调整范围为整里程位置前后 50m 范围内。另外，电位桩、交叉桩、电流桩等各类测试桩根据实际情况可考虑合并设置。

（2）临时阴极保护

根据地质勘察资料，管道沿线土壤电阻率变化较大，在 $14.07\sim1052.53\Omega\cdot\text{m}$ 之间，整体以弱~微腐蚀性为主；部分管道土壤为强腐蚀性。

为避免管道下沟回填后，在强制电流阴极保护系统投运前发生电化学腐蚀，根据《埋地钢质管道阴极保护技术规范》（GB/T21448-2017）的规定，管道应采取临时阴极保护。设计采用带状镁阳极（ 0.37kg/m ）对管道进行临

时阴极保护，每公里设置 1 处带状镁阳极，每处设置 10m 带状镁阳极。带状镁阳极通过测试桩与管道连接，待强制电流阴极保护系统投运前，断开临时阴极保护。

2、站场内阴极保护

工艺站场内的埋地管道以及放空管道采用牺牲阳极阴极保护。凤凰山工业园区调压柜埋地管道较少，仅 10m，不采用阴极保护措施。

2.3.4.4 干扰防护

一、直流电流干扰防护

可研中，未进行直流干扰防护设计。该工程穿越沪昆铁路电力线路时，会受到其直流电流的干扰，建议下一步设计中进行穿越沪昆铁的直流干扰防护设计。

二、交流电流干扰防护

本工程与高压输电线并行及交叉情况，存在交流电流干扰。本工程采用固态去耦合器进行交流干扰防护，接地采用带状锌阳极。

2.3.5 自控与通信

2.3.5.1 自动控制系统

一、站控系统

宣威花椒门站设置 1 套过程控制系统（PCS）、1 套安全仪表系统（SIS）、1 套可燃气体报警系统和 1 套火灾自动报警系统。本站按无人值守站进行设计。控制系统实现天然气加热、压力调节，站内工艺过程的远程数据采集、监控、管理，站场设置可燃气体泄漏检测报警和站场火灾检测报警。

1、站控系统配置

站控制系统主要由以下几部分构成：

1) 基本过程控制系统：基本过程控制系统的过程控制单元采用可编程序逻辑控制器（PLC），控制器处理模块、电源模块、通信模块采用 1：1

冗余配置。

2) 安全仪表系统：安全仪表系统的控制单元采用可编程序逻辑控制器 (PLC)，安全仪表系统独立设置，安全仪表系统的安全完整性等级为 SIL2，控制器处理模块、电源模块、通信模块采用 1：1 冗余配置。

3) 工作站

4) 网络设备

主要包括：交换机、路由器、工业防火墙、安全审计系统和网络附件。

5) 数据通信设备

与第三方设备的通信采用基于 Modbus RTU 协议的 RS 485 接口。

6) 站控制系统软件包

2、站控系统功能

1) 站场基本过程控制系统的基本功能如下：

- 对现场的工艺变量进行数据采集、处理和上传；
- 逻辑控制和联锁保护；
- 接受调控中心下达的命令；
- 提供人机对话的窗口，显示动态工艺流程及各种工艺变量和其它有关参数，显示实时趋势曲线和历史曲线；
- 报警、事件处理，控制系统具备系统日志记录功能；
- 数据存储及处理；
- 控制权限切换应满足调度控制中心控制权限切换的相关要求；
- 分输日指定功能；
- 站场火气系统的监视和报警；
- 电力主要数据监视；
- 站场与调控中心数据中断监测；
- 打印报警和事件报告；
- 打印生产报表。

2) 安全仪表系统设置的安全功能包括:

- 和应急电源以一级供电电源站泄压关断:

- 关闭出站紧急切断阀, 关断生产流程及辅助流程, 打开紧急放空阀泄压, 停除消防电源和应急电源以外的供电电源。

二、可燃气体报警系统

在站场工艺区按要求设置可燃气体浓度检测仪表, 对可能存在的天然气外泄进行检测。在机柜室内设置可燃气体报警盘, 接收现场检测仪表信号并输出报警信号到站控系统。站场配置便携式气体检测仪, 操作人员巡检时随身携带。

三、火灾自动报警系统

在电控一体化小屋内设置点型感烟复合探测器, 设置独立的报警控制器, 通过报警控制器将报警信号上传至站控制系统。火灾报警系统由 UPS 供电, 同时自带 8h 蓄电池。

四、主要仪表选型

检测控制仪表是采集工艺过程变量、执行控制系统命令的关键环节, 是保障整个系统安全可靠运行的重要因素。因此, 选择仪表时必须满足其所需的精确度要求, 以及其所处位置的等级、温度和防爆等级的要求。具体如下:

1) 远传仪表一般选用电动仪表, 电动变送器为智能型, 其输出信号为 4-20mA (HART 通信协议, 二线制)。

2) 开关型仪表的输出采用无源接点。

3) 就地指示温度仪表采用双金属温度计; 远传温度变送器采用一体化智能温度变送器 (检测元件为 Pt100 的铂热电阻), 测地温度变送器配套一体化法兰保护套管。

4) 就地压力检测仪表采用弹簧管式不锈钢压力表; 远传压力变送器采用智能型压力变送器。

5) 远控开关阀采用电动阀门。

6) 出站紧急切断阀采用气液联动球阀。

7) 站内紧急放空采用电动旋塞阀。

8) 压力控制系统(调压橇)采用“安全切断阀(SSV)+监控调压阀(PCV)+工作调节阀(PV)”的配置方式,安全切断阀采用自力式安全切断阀,监控调压阀采用自力式调压阀,工作调压阀采用电动调节阀。

9) 工艺装置区可燃气体检测装置:采用点红外式可燃气体探测器。

防爆和防护等级:仪表的防爆类型和防护等级根据国家有关爆炸和火灾危险场所电气装置设计规范等规范的规定,按照仪表安装场所的爆炸危险类别、范围、组别确定防爆和防护等级。处于爆炸危险性场所的电动仪表及电气设备一般按照隔爆型设计。所选用的电气设备必须具有公认的权威机构颁发的符合有关标准的防爆合格证书。

五、机柜间

宣威花椒门站为无人值守,设置1套电控一体化小屋(由电气专业开料),自控机柜设置于电控一体化小屋内。凤凰山工业园区调压柜 RTU 系统采用户外露天设置,选用 IP65 级别产品。

六、防雷

为保证设备安全和系统的可靠,在 PLC 系统的所有 I/O 点、数据通信接口、供电接口等有可能将感应雷电引起高压引入系统的部位,采取防护措施,避免雷电感应造成的设备损坏。现场仪表侧具有防电涌保护功能。现场仪表做有效的接地,接入现场的等电位接地网,防止现场管路出现的静电和杂散电流。

七、供电和接地

站场控制系统、火灾自动报警系统、可燃气体报警控制器、站内紧急泄放阀使用 UPS 不间断电源供电;现场仪表的 24VDC 电源由系统机柜提供。UPS 后备时间为 1.5 小时。普通电动阀门由电专业提供普通 380VAC 电源。

仪表及控制系统的工作接地、保护接地和防雷防静电接地与电气共用接地网。

2.3.5.2 通信系统

设计通信系统包括：工业以太网光纤传输系统、安防系统（包含工业电视监控系统、周界入侵报警系统、语音对应急广播系统、门禁系统）以及备用通信系统。

本工程将建立一套适配于自动化 SCADA 系统、安防系统数据传输的工业以太网系统，旨在为生产运行、管理沟通提供服务。

本工程从凤凰山工业园调压柜至花椒门站租用 1 条运营商的光缆，用于工业以太网光纤传输系统，租用的纤芯数量为 6 芯。

此外，还租用公网电路至云南省天然气公司调度中心，用于传输仪控数据；租用公网电路至宣威公司调度室，用于传输仪控数据；租用公网电路至宣威公司调度室，用于传输安防数据。

1、工业以太网光纤传输系统

本工程构建一套适配自动化 SCADA 系统、安防系统数据传输的工业以太网系统，为生产运行、管理沟通提供支持。

本工程自凤凰山工业园调压柜至花椒门站租用 1 条运营商光缆，用于工业以太网光纤传输系统，租用纤芯数量为 6 芯。

本工程打造一个工控网和一个安防网。工控网于花椒门站及凤凰山工业园区调压柜分别设置两套工业以太网交换机（双冗余），用以传输仪控数据；安防网在花椒门站和凤凰山工业园区调压柜分别设置 1 套工业以太网交换机，用于传输安防数据。

此外，由花椒门站租用 1 条 2M DDN 电路至云南省天然气公司调度中心，用于传输仪控数据；租用 1 条 2M DDN 电路至宣威公司调度室，用于传输仪控数据；租用 1 条 20M DDN 电路至宣威公司调度室，用于传输安防数据。

2、工业电视监控系统

本工程为凤凰山工业园区调压柜建设视频监控系统，主要供宣威公司调度室对站场装置区、站场出入口人员进出状况、关键设施、重要岗位生产情

况以及围墙四周进行监视，以便防范意外闯入，及时察觉险情并报警，以及确认火灾等情况。

凤凰山工业园区调压柜的工业电视监控系统信号先经由安防网传输至花椒门站，随后与花椒门站的工业电视监控系统信号一同传输至宣威公司调度室，进行远程存储、监视及控制。

3、周界入侵报警系统

本工程分别于宣威花椒门站及凤凰山调压柜设置 1 套周界入侵报警系统。

本工程在站场围墙上设置周界防越系统，该系统采用分布式振动光缆，能够有效地探测各类入侵行为，报警响应时间不超过 2s。系统以光缆作为传感器件，通过对直接接触及光纤（缆）或经由承载物（如铁丝网、围栏等）传递的各种扰动，进行持续且实时的监控。

全光组件无需供电，仅由无源器件（全光器件）构成，无任何电磁干扰或电磁辐射，不会受到雷电、静电等的破坏，可安装于潮湿、水域环境，能够浸水作业。

系统应具备高可靠性、安全性，反应迅速、准确，且使用寿命长。

入侵发生时，系统能够及时发出报警，系统控制服务器能自动记录、存储、显示、打印发生入侵的防区、时间等信息。

在围墙四周安装一圈振动光缆，可依据现场实际需求通过软件设置防区，周界防越系统与工业电视监控系统联动，联动时间不超过 4 秒。系统接入视频监控平台。

大门入口采用 1 对激光对射探测器对大门进出人员进行监测。

凤凰山工业园区调压柜的周界入侵报警系统信号先通过安防网传输至花椒门站，随后与花椒门站的周界入侵报警系统信号一同传输至宣威公司调度室，以进行远程管理及控制。

4、门禁系统

分别在宣威花椒门站及凤凰山工业园区调压柜设置 1 套门禁系统前端，每处配置 1 台人脸识别一体机、出门开关、电磁锁等前端设备。凤凰山工业园区调压柜的门禁系统数据先通过安防网传输到花椒门站，再与花椒门站的

门禁系统信号一同上传至宣威公司调度室进行管理。

5、语音对讲及应急广播系统

分别在宣威花椒门站及凤凰山工业园区调压柜设置 1 套语音对讲及应急广播系统前端。花椒门站设置 1 套防爆话站及扬声器，以及 1 套防水话站及扬声器；凤凰山工业园区调压柜设置 1 套防水话站及扬声器。

凤凰山工业园区调压柜的语音对讲及应急广播系统数据先通过安防网传输到花椒门站，再与花椒门站的语音对讲及应急广播系统信号一同上传至宣威公司调度室进行管理。

6、备用通信系统

本工程在凤凰山工业园区调压柜租用 1 条 2Mbps 的专线电路至花椒门站，作为自控数据传输的备用通信方式。当主用通信方式发生故障时，通信系统将自动切换为备用通道进行自控数据的传输。

7、通信电源及接地

站场的通信设备采用 AC220V 不间断电源供电。

入侵报警系统由系统厂家附带一套 UPS 电源，UPS 电源需保证入侵报警系统运行的备用时间 ≥ 8 小时；门禁系统由系统厂家附带一套 UPS 电源，UPS 电源需保证门禁系统出入口的执行装置运行的备用时间 ≥ 48 小时。

本次通信系统采用联合接地，在机柜间设接地系统一套，接地电阻 ≤ 1 欧姆；机柜间内的通信设备及线缆均应与接地体做可靠的连接；各种线缆接入设备前两端均采用 SPD 保护。摄像机立杆采用带避雷针的立杆，采用扁钢下引至接地网，接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。

2.3.6 消防

1、消防对象

包括宣威花椒门站中工艺装置区、电控一体化小屋、发电机和箱变，凤凰山工业园区调压柜站的调压柜与户外动力配电柜、户外 UPS 一体柜、通信机柜等生产设施。

2) 火灾危险类别

根据规范要求，站内工艺装置区、调压柜的火灾危险等级被认定为严重危险级，其可能发生的火灾危险性类别为甲 A 类，可能发生的火灾种类为气体火灾。

电控一体化小屋、发电机、箱变、户外动力配电柜、户外 UPS 一体柜、通信机柜的火灾危险等级按中危险级考虑，其可能发生的火灾种类为液体火灾或者电气火灾。

3) 消防依托

根据《宣威特色工业园区总体规划修编》（2018-2035），凤凰山园区设置有消防站，站内车辆不少于 9 台。因此本次工程依托于凤凰山园区消防站。

4) 消防系统设计

根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）和《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014），本次消防系统设计方案如下：

（1）扑救天然气火灾的根本措施在于切断气源，本工程所辖各工艺装置采取了紧急停机系统和切断气源的有效措施，在紧急情况下（压力异常超高、火灾等）进行切断；

（2）在不同地点根据燃烧物的性质及火灾危险性配备一定数量的移动式灭火器材，扑灭装置区、综合楼的初期火灾。

5) 移动式灭火设备

依据《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）要求，站内可能发生火灾的各类场所，根据其火灾危险性、区域大小等实际情况，分别设置一定数量不同类型、不同规格的移动式灭火器材，以便及时扑救初期零星火灾。

本工程消防配置情况见下表：

表 2.3-19 消防系统主要工程量表

区域	危险等级	K	保护面积(m²)	型号	单具 灭火 级别	数量	最小 配备 灭火 级别	配备 灭火 级别
宣威花椒门站								
工艺装置区	C类严重危	1	162	MF/ABC8	144B	4	324B	1170B

区域	危险等级	K	保护面积(m²)	型号	单具 灭火 级别	数量	最小 配备 灭火 级别	配备 灭火 级别
宣威花椒门站								
	险级			MFT/ABC50	297B	2		
电控一体化 小屋	E类中危险 级	1	18	MT7	55B	2	18B	110B
发电机	B/E类中危 险级	1	4.5	MF/ABC5	89B	2	4.5B	178B
箱变	E类中危险 级	1	15	MF/ABC5	89B	2	30B	178B
凤凰山工业园区调压柜								
调压柜	C类严重危 险级	1	36.4	MF/ABC5	89B	2	72.8B	178B
户外动力配 电柜、户外 UPS一体 柜、通信机 柜	E类中危险 级	1	1.76	MT7	55B	2	1.76B	110B

2.3.7 公用工程

2.3.7.1 供配电

一、供电方案

1、花椒门站

依据本工程的负荷等级和容量，花椒门站计划采用 1 回 10kV 市电加备用柴油发电机组的供电方式。对于自控、通信、紧急放空阀等重要负荷，还应依照国家规范要求设置不间断电源，以确保供电。

在花椒门站南侧，计划紧邻建设 1 座站场，由博天设计公司负责，该项目规划建设 1 路 10kV 架空线路。本工程花椒门站的 10kV 电源就近从该项目新建的 10kV 架空线路上“T”接。

2、凤凰山工业园区调压柜

从附近农网引入一路电压等级为 380V 的市电电源进行供电，采用低压架空线路架设至场区附近，在距离场区围墙 20m 处设置终端杆，并在终端杆

上设置开关箱。

二、变（配）电

1、变配电系统

1) 花椒门站

在花椒门站设置 1 座 10/0.4kV 户外箱变，为站场供电。

箱变内设置 1 面 10kV 进线柜、1 面 10kV 计量柜、1 面 10kV 出线柜，1 台干式变压器（SCB14-315/10，10/0.4kV，负载率 82%），3 面低压配电屏。

低压进线柜设置电力、控制及反馈信号电缆连接端子排及中间继电器，继电器常开干接点接入非消防用电回路分励脱扣器，站场 ESD 紧急情况时，由 SIS 系统切断非消防用电回路电源。

在花椒门站设置 1 座电控一体化小屋，小屋集成电力 UPS、仪控、通信、防腐等设备。

2) 凤凰山工业园区调压柜

调压柜场区内设置 1 台户外不锈钢动力配电柜，380V 低压电缆进线，为调压柜供电。

调压柜场区内设置 1 套户外 UPS 不间断电源，为场区仪控、通信等重要负荷供电，后备时间为 1.5 小时。

不锈钢动力配电柜具备 ATS 切换功能，配电柜预留发电机接口。

2、接线方式

10kV 侧及 0.4kV 侧均为单母线接线方式。

0.4kV 侧为中性点直接接地方式，低压系统接地型式采用 TN-C-S 系统。

3、无功补偿方式及容量

根据《电力系统无功补偿配置技术原则》，凤凰山工业园区调压站在变压器最大负荷时，其高压侧功率因数应达到 0.95 及以上。主要措施为：低压侧采用集中自动补偿的方式，使补偿后变压器低压侧功率因数达到 0.95 及以上，补偿容量为 30kVar。

三、防雷、防静电与接地措施

保证设备安全和系统的可靠，在 PLC 系统的所有 I/O 点、数据通信接口、

供电接口等有可能将感应雷电引起高压引入系统的部位，采取防护措施，避免雷电感应造成的设备损坏。

现场仪表侧具有防电涌保护功能。现场仪表做有效的接地，接入现场的等电位接地网，防止现场管路出现的静电和杂散电流。

仪表及控制系统的工作接地、保护接地和防雷防静电接地与电气共用接地网。

四、爆炸危险区域划分

爆炸危险区域内的电气设计严格执行《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）中相关规定。

爆炸性环境电气设备所处危险区域等级基本为 2 区，电气设备保护级别采用 Gb 级，电气设备防爆结构采用隔爆型、增安型、本质安全型以及正压型。

爆炸危险场所的电缆，采用铜芯阻燃电缆，且绝缘电线和电缆的截面选择符合有关规定，本工程爆炸性环境电气设备防爆等级选型不低于IIBT4。

2.3.7.2 建（构）筑物

本工程建筑物的设计使用年限为 50 年，耐火等级为二级，所在地区的抗震设防烈度为 7 度，地基基础设计等级：丙级。主要建筑物的情况如下表：

表 2.3-20 站场内构筑物一览表

序号	站场名称	单体名称	结构型式	抗震设防烈度	抗震设防分类	基本风压 (kN/m²)	基本雪压 (kN/m²)
1	宣威花椒门站	撬装房基础	钢筋混凝土	7度	丙类	0.3	0.4
2	宣威花椒门站	设备基础	钢筋混凝土	7度	丙类	0.3	0.4
3	凤凰山工业园区调压柜	设备基础	钢筋混凝土	7度	丙类	0.3	0.4

2.3.7.3 给排水

宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜水源为宣威市供水市政管道。

宣威花椒门站排雨水设计为有组织排水。由于西侧围墙外地面标略高于站内，同时征地受限，无法在墙角设置截水沟，考虑通过围墙下部泄水孔对围墙外少量雨水进行收集，排水沟汇集站内场地雨水后，从站场东南角排至站外低洼处。排水沟净宽 0.4m，采用 C25 混凝土浇筑，带玻璃钢格栅盖板。

2.4 安全管理情况

2.4.1 组织机构及定员

2.4.1.1 组织机构

本工程由云南省天然气宣威新奥燃气有限公司投资建设，并由该公司负责日常运维管理。本工程的运营模式为输销一体模式。

云南省天然气宣威新奥燃气有限公司对凤凰山工业园区末站所属机构在生产、行政、计划、财务、人事、物资、设备、技术、安全等方面进行全面管理与监督。凤凰山工业园区末站员工主要负责站场运维工作，不涉及天然气购销结算业务。

2.4.1.2 劳动定员

定员原则为：人员配备以高素质、低定员为主导思想，坚持人员精简、后备充足、运转灵活的原则。

本工程宣威花椒门站和凤凰山工业园区调压柜均为无人值守站场，站场无新增定员。新增巡线工 2 人，日常办公依托云南省天然气宣威新奥燃气有限公司。

2.4.1.3 人员教育培训

本管道自动化水平较高，因此要求生产一线运行管理人员要有高中以上学历和业务水平，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，即在本工程投产前 8 个月组织人员进行培训。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。

2.4.1.4 事故应急救援

项目建成后，拟建立事故应急救援体系，编制生产安全事故应急预案，应急预案编制完成后组织专家评审并至应急管理部门备案，成立应急救援机构，依托社会救援力量，根据设计要求配置必要的应急救援物资实施救援。

2.4.2 维抢修和巡线

1、巡线

目前设计方案尚未对巡线方案进行具体设计，初步计划采用人工巡线方式，驾驶车辆或步行，配置 GPS、通信工具等器材进行巡线。

2、维抢修

为确保本工程建成投产后，管线、站场等能正常、安全地生产运行，对管线、站场的维修、抢修等工作是必不可少的。为此，必须配备一定的维修、抢修能力，满足正常生产运行的需要。

（1）原则

- 1）管道工程的维修、检修、抢修工作具有很强的专业性，需要组建相应的专业维抢修队伍，配备必要的管道维修、抢修设备和器具。
- 2）充分利用管输公司维抢修中心的维修和抢修力量。
- 3）充分利用定员编制人员完成日常维护、维修工作。
- 4）充分利用与其他企业合作的维修和抢修力量。
- 5）大修及事故抢修依托社会专业公司完成。

（2）工作内容

1）本工程的生产维修任务为：对管线、站场的维护、检修、抢修，以及较小型的易损零部件的更换，也包括简单的电修、仪修、阴保设施的维护等。

2）对于管线阀门、大型设备及部件的维修，需要专门的技术、工具和设备，则主要依托设备生产厂家或专门维修公司进行维修。

3) 编制维修计划、外委组织管理，审查外委公司的抢修预案。

4) 维护、维修、抢修人员培训工作，尤其是管线阀门等大型设备及部件的维修人员培训工作，由公司统一制定培训计划，采取请进来或走出去的方法进行培训。

5) 管子、管件、阀门以及小型的易损零部件，也包括简单的电修、仪修、阴保设施的易损配件的采购、保管和发放。

(3) 维抢修设置方案

根据本工程的管道、场站及运行管理模式，由维抢修班负责。维抢修工作由生产安全部统一指挥。

2.5 项目安全设施及投资

本项目总投资 8755 万元，安全设施投资包含在总投资中，安全设施投资主要包含：工艺设备安全设施、可燃气体检测报警系统、安全仪表等）、防洪和水工保护措施、应急救援器材、维（抢）修设施等方面。

目前可行性研究报告中尚未明确安全设施及其投资明细，建议在下一步安全设施设计中予以明确。

第 3 章 主要危险、有害因素辨识与分析

3.1 主要物质危险、有害因素分析

3.1.1 主要危险、有害物质

本工程管道输送介质为天然气，天然气主要组分为甲烷，按照《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）的有关规定，天然气的火灾危险性类别为甲类；另外宣威花椒门站涉及加臭工艺，加臭剂为四氢噻吩，发电机使用燃料为柴油。

3.1.2 主要危险物质特性

1) 天然气

天然气的理化特性见下表：

表 3.1-1 天然气的理化特性表

标识	中文名：天然气（含甲烷，压缩的）；沼 气			危险货物编号：21007
	英文名：natural gas, NG			
	分子式：/	分子量：/		CAS 号：8006-14-2
理化性质	外观与性状	无色无臭气体。		
	熔点（℃）	/	相对密度（空气=1）	0.55
			相对密度（水=1）	0.415
	沸点（℃）	-161.5	饱和蒸气压（kPa）	/
	溶解性	微溶于水，溶于乙醇、乙醚。		
健康危害	侵入途径	吸入。		
	毒性	LD50： LC50:		
	健康危害	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。空气中甲烷浓度达到 25%～30%时，出现头昏、呼吸加速、运动失调。		
	急救方法	应使吸入天然气的患者脱离污染区，安置休息并保暖；当呼吸失调时进行输氧；如呼吸停止，应先清洗口腔和呼吸道中的粘液及呕吐物，然后立即进行口对口人工呼吸，并送医院急救。		
	燃烧性	易燃	燃烧（分解）产物	/
	闪点（℃）	/	爆炸上限（v%）	15

燃烧爆炸危险性	引燃温度（℃）	537	爆炸下限（v%）	5.3
	危险特性	蒸气能与空气形成爆炸性混合物；遇热源、明火着火、爆炸危险。与五氟化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化溴、强氧化剂接触剧烈反应。		
	储运条件与泄漏处理	储运条件： 储存在阴凉、通风良好的专用库房内或大型气柜，远离容易起火的地方。与五氟化溴、氯气、二氧化氯、三氟化氮、液氧、二氟化氧、氧化剂隔离储运。 泄漏处理： 切断火源，勿使其燃烧，同时关闭阀门等，制止渗漏；并用雾状水保护阀门人员；操作时必须穿戴防毒面具与手套。对残余废气或钢瓶泄漏出气要用排风机排至空旷地方。		
	灭火方法	用泡沫、雾状水、二氧化碳、干粉。		

2）四氢噻吩

四氢噻吩的理化特性见下表：

表 3.1-2 四氢噻吩的理化特性表

标识	中文名	四氢噻吩；四甲撑硫；四氢硫杂茂
	分子式	C ₄ H ₈ S
	分子量	88.17
	危规号	32111
	CAS号	110-01-0
理化性质	危险物类别	易燃液体，类别2；皮肤腐蚀/刺激，类别2；眼损伤/眼刺激，类别2A；危害水生环境-慢性毒性，类别3
	性状	无色液体，具有强烈的不愉快气味。
	熔点（℃）	-96.2
	沸点（℃）	119~121
	相对密度（水=1.0）	1.0
	相对密度（空气=1.0）	/
	饱和蒸汽压（kPa）	2.4
	溶解性	不溶于水，可溶于乙醇、乙醚、苯、丙酮。
燃烧爆炸危险性	燃烧性	易燃
	闪点（℃）	12
	爆炸下限（%）	1.1
	爆炸上限（%）	12.3
	禁忌物	强氧化剂。
	燃烧（分解）产物	一氧化碳、二氧化碳、氧化硫、硫化氢
	避免接触条件	
	危险特性：遇明火、高热及强氧化剂易引起燃烧。蒸气可能会移动到火源并回闪。	

	灭火方法：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。 灭火剂：泡沫、干粉、二氧化碳、沙土。
危害	健康危害：本品具有麻醉作用。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。 侵入途径：吸入；食入；皮肤接触；眼睛接触。

3) 柴油

柴油的理化特性见下表：

表 3.1-3 柴油的理化特性表

识	中文名	柴油			危险货物编号		无资料	
	英文名	Diesel oil; Diesel fuel			UN 编号		无资料	
理化性质	外观与性状	稍有粘性的浅黄至棕色液体。						
	主要成分	烷烃、芳烃、烯烃等。						
	熔点（℃）	-18		相对密度（水=1）		0.84～0.9		
	沸点（℃）	282～338		饱和蒸汽压（kPa）		/		
	主要用途	用作柴油机的燃料。						
健康危害	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收。						
	健康危害	皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。						
燃烧爆炸危险性	燃烧性	易燃		有害燃烧产物		一氧化碳、二氧化碳。		
	闪点（℃）	50~60		爆炸上限（v%）		无资料		
	引燃温度（℃）	257		爆炸下限（v%）		无资料		
	危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。						
	建规火险分级	乙	稳定性	稳定	聚合危害	不能出现		
	禁忌物	强氧化剂、卤素。						
	灭火方法	消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。						
毒理学资料	急性毒性	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料						
	其他有害作用	该物质对环境有危害，建议不要让其进入环境。对水体和大气可造成污染，破坏水生生物呼吸系统。对海藻应给予特别注意。						
	废弃处置方法	处置前应参阅国家和地方有关法规。建议用焚烧法处置。						
包装与储运	危险性类别	易燃液体，类别 3			危险货物包装标志		7	
	包装方法	无资料						
	储存注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。						
	运输注意事项	运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不						

		泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽（罐）车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂、卤素、食用化学品等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。运输车船必须彻底清洗、消毒，否则不得装运其它物品。船运时，配装位置应远离卧室、厨房，并与机舱、电源、火源等部位隔离。公路运输时要按规定路线行驶。
	操作注意事项	密闭操作，注意通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩），戴化学安全防护眼镜，戴橡胶耐油手套。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。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、卤素接触。充装要控制流速，防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物质。
急救措施	皮肤接触	立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。
	眼睛接触	提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。
	食入	尽快彻底洗胃。就医。
防护措施	工程控制	生产过程密闭，全面通风。
	呼吸系统防护	空气中浓度超标时，建议佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。紧急事态抢救或撤离时，应该佩戴空气呼吸器。
	眼睛防护	戴化学安全防护眼镜。
	身体防护	穿一般作业防护服。
	手防护	戴橡胶耐油手套。
	其他防护	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。
泄露应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，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，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用活性炭或其它惰性材料吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。	

3.1.3 主要危险物质的危险、有害因素分析

- 一、天然气的有关特性如下：
- 1、易燃性
- 天然气中各组分的爆炸下限均小于10%，其火灾危险性分类属于甲_B类，属易燃气体。
- 2、易扩散性

天然气的密度比空气小，泄漏后不容易积聚在低洼处，有较好的扩散性。但是，当大量的天然气泄漏时，若遇适合的天气（如无风），使得大量天然气聚集，有形成爆炸蒸气云的危险。

3、易爆性

天然气的爆炸下限低，爆炸极限范围比较宽，若泄漏到空气中，容易与空气形成爆炸性混合气体，遇火源或高热，有发生爆炸的危险。在生产过程中，若遇高热，使容器内温度升高、压力增大，有使容器发生开裂和爆炸的危险。

4、窒息

本工程管道输送天然气的主要成分为甲烷，虽然甲烷本身无毒，但空气中甲烷含量过高能使人窒息，当空气中甲烷的含量达到 25%~30% 时，会使人发生缺氧症状，可以引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中等，甚至引发窒息、昏迷。

另外，天然气为烃类混合物，属于低毒性物质，长期接触可出现神经衰弱综合症。

5、压缩性

天然气具有极强的压缩性，管道输送的天然气采用压力输送，高压天然气可造成管道、容器爆炸，并可能造成管道破裂困难、裂口很长的事故。

二、柴油的有关特性如下：

1、可燃性

柴油是一种易燃液体，与空气混合后，在一定的浓度范围内遇到火源能够燃烧。其燃烧过程是一个复杂的化学反应，释放出大量的热能，为柴油发电机提供动力。

2、安定性

在储存和使用过程中，柴油应具有良好的安定性，不易氧化变质。否则，会产生胶质和沉渣，堵塞滤清器和喷油嘴，影响发动机的正常工作。

3、腐蚀性

柴油中可能含有少量的硫化物、有机酸等物质，对金属材料具有一定的腐蚀性。长期接触这些物质，会导致发动机部件的磨损和损坏，因此需要对柴油的质量进行严格控制。

在储存过程中，如果油罐密封不严、通风不良，柴油挥发产生的油气积聚在一定空间内，达到爆炸极限后，遇到火源（如明火、电火花、静电等）就可能引发爆炸。

柴油发电机运行时，喷油嘴喷出的柴油雾滴与空气混合形成可燃混合气，如果发动机内部的燃烧系统出现故障，如火花塞点火不良、喷油嘴雾化不均匀等，可能导致可燃混合气在气缸外燃烧，引发火灾。此外，发电机周围的电气设备如果存在漏电、短路等问题，产生的电火花也可能点燃泄漏的柴油。

柴油挥发产生的油气中含有多种有害物质，如苯、甲苯、二甲苯等芳烃类化合物，以及一些有机硫化物等。长期吸入这些油气，会对人体的呼吸系统、神经系统等造成损害，引起头痛、头晕、乏力、恶心、呕吐等症状，严重时甚至会导致中毒昏迷。

3.2 生产过程的危险、有害因素分析

3.2.1 输送工艺危险、有害因素分析

1、天然气泄漏危险性分析

在天然气输送过程中，管道、阀门一旦发生泄漏，遇到点火源，将引起火灾、爆炸。导致泄漏的主要原因如下：

（1）工艺管线、阀门等因材质不合格、腐蚀、应力变形、焊接质量差、法兰连接处密封不良等原因，导致天然气泄漏。

（2）管线由于受大气、土壤中水、氧、酸性污染物等物质的作用而可能引起腐蚀；天然气中含有的杂质可能造成管道腐蚀。腐蚀可能导致管道壁厚大面积减薄，导致管道变形、穿孔，从而引起天然气泄漏。

(3) 冬季天气严寒，地上管道保温措施不好，会造成管线冻裂。此外由于管道的热胀冷缩原因，会造成管道弯头变形，管线在热应力作用下发生拱起损坏，最终导致天然气泄漏。

(4) 第三方作业未依据管线布置图详细计划，人员未按计划开挖，违章作业等可能导致管道破损，引发天然气泄漏。

(5) 管线敷设于园区、道路，如管线埋深不足，承重层支撑能力不足，可能受到车辆长期碾压引发道路损坏，可能引发管道破损泄漏。

2、火灾、爆炸危险性分析

正常输送过程中，天然气是密闭输送，不具备发生火灾爆炸的条件，但由于输送设备、管道的阀门、法兰、连接处破裂或泄漏，造成介质外泄，一旦遇到点火源即可引发火灾、爆炸事故。因此发生火灾爆炸的两个关键因素是天然气外泄和遇到点火源。天然气泄漏后起火的时间不同，造成的后果也不同，通常会造成以下后果：

立即起火：当天然气从管道中外泄立即被点燃，发生扩散燃烧，产生喷射性火焰或形成火球，形成池火灾，它能迅速地危及泄漏现场，造成现场附近人员受伤或引燃附近可燃物质造成火灾事故进一步扩大，这种事故影响范围局限于火灾附近一定范围的区域。

滞后起火：天然气泄漏后与空气混合形成可燃蒸气云团，并随风漂移，遇到点火源即可发生燃烧或爆炸，这种事故能引起较大范围内的破坏，事故造成的影响和伤害也很大。

导致火灾爆炸的主要原因如下：

(1) 设备设施的危险因素

1) 输气管线由于腐蚀造成穿孔；焊缝开裂出现裂纹；不法分子在管线上打孔或偷气，造成跑气；由于地震、滑坡、山洪等自然灾害而引起的管线破裂；管线系统超压，生产运行失控等。

2) 工艺管线、阀门、储罐因材质不合格、腐蚀、应力变形、焊接质量

差、密封不良、操作不当等情况，管线内的天然气泄漏，遇火源引发火灾爆炸。

3) 冬季天气寒冷，管道由于保温不好及热胀冷缩原因，导致管线冻裂，天然气泄漏，遇火源引发火灾爆炸。

(2) 工艺操作的危险因素

1) 未严格按照设备操作规程操作，倒错流程，有可能造成设备、管线、阀门的超压运行，从而导致设备损坏，天然气泄漏，遇火源引发火灾爆炸。

2) 管路、设备中物料的流动、阀门开启过大、人员着装不符合防静电要求等均可产生静电，静电放电引起天然气发生火灾爆炸；

3) 在易燃易爆区吸烟、使用非防爆工具、手机，检修作业中动火制度不落实、安全措施不力等违章行为等均可能引发火灾爆炸事故。

(3) 仪表、电气的危险因素

1) 作业区电气设备选型不当、长时间运行、老化或超负荷运行，可造成设备及其线路发热着火而引起火灾、爆炸事故；

2) 作业区的电气设备可能因接地设施失效、线路绝缘损坏、短路、接点接触不良、未设置保护、不符合防爆要求等原因产生电气火花，若遇到事故状态下的易燃物料泄漏，可能引起火灾爆炸；

3) 设备、设施的防雷、防静电接地设施不符合设计规范要求或损坏失效可引起雷电或静电火灾爆炸事故；

(4) 点火源可能存在的主要形式有：

1) 明火点火源

在易燃易爆场所使用火柴、打火机、灯火等违禁品及以上场所吸烟，设备、管线的维修和焊接时，未严格按动火方案管理或防范措施不得力，形成点火源，并诱发火灾爆炸。

2) 电气点火源

在爆炸危险性气体场所未按要求选择相应防爆等级的电器、仪表设施或

选择的防爆等级不够，以及防爆电器设备和线路安装不规范，都可能形成电气点火源，并诱发火灾爆炸。

3) 碰撞火花

管道输送泵等设备机体摩擦、碰撞产生火花、穿钉子鞋与地面或金属碰撞火花等都可能诱发火灾爆炸。

4) 静电点火源

未穿符合规范要求的防静电服装、在气体或液体高速流动的场所未进行可靠的防静电接地等都可能积聚静电荷，形成静电点火源诱发火灾爆炸。

5) 雷电点火源

防雷接地或防雷设施安装不符合要求，直接落雷，雷电荷引起的浪涌等都可能形成雷电点火源诱发火灾爆炸。

6) 其它火源

违章使用不防爆的通讯设备及工具、车辆产生的火花等。

3、天然气管道冰堵危害

由于投产干燥不彻底、干线管道清管作业方法不当、输送露点较高的气源、节流等原因，在天然气管道输送过程中造成冰堵现象。天然气冰堵现象威胁着燃气管道的安全运行，影响正常输气和平稳供气、影响天然气流量计量准确性、导致控制单元无法准确检测到信号，造成阀门误关断。

4、加臭剂

加臭剂为四氢噻吩。是无色透明有挥发性的液体，有强烈的不愉快气味。不溶于水，可混溶于乙醇、乙醚、苯、丙酮。潜在的危害性：

(1) 泄漏后可造成人员中毒，并对环境造成污染。

(2) 四氢噻吩为易燃液体。遇高热、明火及强氧化剂易引起燃烧。并产生一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、氧化硫等有害物质。

3.2.2 站场危险、有害因素分析

该项目涉及的站场为宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜，引发站场事故的主要危险、有害因素表现为：站内管道破裂、站场设备故障和设备、设施泄漏等。

3.2.2.1 站场设备

1、压力容器和压力管道爆炸

站场过滤分离器属于压力容器、天然气管道属于压力管道。如超出额定工作压力工作、腐蚀、机构损伤、疲劳开裂等可能导致压力容器、压力管道超压爆炸，继而引发火灾爆炸。

2、过滤分离器

过滤分离设备去除天然气中的水分和固体颗粒，当过滤分离器的滤芯堵塞，而差压变送计又失灵，或安全阀定压过高或发生故障没有及时排放天然气，就会由于憋压而引发泄漏或火灾、爆炸事故。

3、与设备相连的仪表、阀门、法兰等若安装不当、密封不可靠会导致天然气泄漏，站场管道、设备腐蚀引发泄漏或火灾爆炸事故。由于阀门质量或日常维护不当，当启闭阀门时丝杠顶出，若人员站位不当将造成人员伤害。

4、柴油发电机

宣威花椒门站设置了柴油发电机作为备用电源，如果柴油泄漏，将可能导致火灾、爆炸事故。另外，发电机室通风不良导致发电过程中产生的烟尘或高温烟气集积、通风不良导致集积等可能会引发窒息危险。发电机排烟管温度较高，可能导致灼烫，排烟管口未设阻火器，其散发火星可能成为点火源。

5、调压橇

上游来气温度低，调压后易导致调压橇低压端冻堵。

6、放空设施

(1) 放空装置无避雷装置或失效；避雷装置电阻值超标等可能会引发雷电危害危险；

(2) 放空装置高度不符合规范要求；放空管与站内设施及设备、装置及建构筑物之间的防火距离不符合规范要求；

(3) 放空装置在工艺设计、材料选用、系统结构安全、排放量、排放时间的长短、排放点周围的环境条件、排放时的气象条件、排放时采取的安全管理措施等存在缺陷，均可能影响安全放空。

3.2.2.2 自动控制

站场的现场仪表是系统实现 PLC 系统的关键，当其有关的检测系统，如压力检测系统、温度检测系统、火灾报警系统、可燃气体检测系统等发生故障，会造成误判断或不动作。产生误判断而切断管道输送，会造成不必要的经济损失；管道泄漏，如不能及时发现，将会造成更大的泄漏事故，甚至引起火灾、爆炸事故。

3.2.2.3 公用工程

公用工程的主要危险存在于电气设备、通信设备和给排水及消防系统，如果出现变配电或通信系统故障，可能对设备及管道运行带来危害。电气设备线路，若有漏电及破损，且保护装置失效，人触及带电体时，会发生触电危险。如果消防系统出现故障，一旦发生事故，则会造成严重损失。

当宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜中的 UPS 全停电，发电机也无法启动的情况下，整个系统会造成停运且下游重要设备停气等危险。

宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜使用的变压器，出现过载、超负荷运行、电气线路短路等可能会引发电气火灾。变压器、电气线路发生漏电且漏电保护器失效等，作业人员或巡检人员靠近时会引发触电危险。

3.2.2.4 站场周边环境

拟建宣威花椒门站周边环境为：距离东北侧场外道路约 64m，距离北侧

110kV 高压电塔约 108m，电塔高度约 30m。宣威花椒门站区域布置均满足规范要求。北侧 110kV 高压电塔等距离本项目距离较远，正常情况对本项目无影响；但若 110kV 架空电力线发生较大火灾，可能导致本项目受到火灾影响。

拟建凤凰山工业园区调压柜周边环境为：距离东侧民房外墙约为 54m，距离西侧民房外墙约为 17m，距离北侧城镇道路约为 42m，距离北侧省道 S306 约 67m，距离东侧高压电杆约为 52m。凤凰山工业园区调压柜区域布置均满足规范要求。东侧民房、西侧民房、东侧高压电杆等距离本项目距离较远，正常情况对本项目无影响；但若架空电力线、周边民居发生较大火灾，可能导致本项目受到火灾影响。

3.2.2.5 总平面布置

1、宣威花椒门站工艺区如未布置于区域主导风向下风向处，可能在天然气泄漏后，扩散的天然气飘入电控一体化小屋，引发窒息、火灾爆炸等。

2、工艺区设备布置间距、检修场所预留不足，可能在检修过程引发事故；

3、工艺区消防通道不满足要求，可能影响消防救援。

3.2.2.6 建（构）筑物

若站内建筑物、设备安装基础未按要求设计，施工时未按设计施工，可能导致建筑物的地基不牢等现象，地层不能承受时，可造成地块下陷、开裂，引起建筑物、设备倾斜，甚至下沉倒塌，设备损坏，造成物料泄漏，引起火灾、爆炸。

若站内建构筑物耐火等级、材料、质量、结构、层数、占地面积、防火间距、安全疏散等方面不符合要求，将会增大生产区域内的火灾危险性。

3.2.2.7 其它有害因素

1、放空

燃气管道运行中当管道发生事故时需要通过放空管进行事故排放，或当管道运行压力超过设定值时，进行泄压排放，使天然气直排进入大气，当天然气与空气混合达到爆炸极限时，就存在爆炸危险。

2、固体废物排放

由于腐蚀和积累，天然气输送系统中会有一些固体废物，主要成分是氧化铁和少量的其它氧化物，如氧化镁、氧化锰、氧化铝等。其中的细小粉尘可能会堵塞过滤分离器或小的出口孔。这些固体废物毒性虽较低，但不宜直接处置，在定期清运和集中处理过程中应避免直接接触。

3、管理缺陷

由于管理制度的不健全或没有得到有效的执行、操作规程缺失、违章指挥等原因，就会造成事故发生。

燃气管道运行过程中还存在操作人员意外伤害的可能，如接触电气设备时可能发生触电事故，天然气泄漏发生火灾、爆炸或窒息事故，另外还可能发生灼烫、机械伤害等事故。

4、电缆火灾

本工程爆炸危险区域的电缆腐蚀、绝缘失效等遇电气短路或周边高热物质等可能会引发火灾。电缆长久运行未及时更换导致老化、毁坏等也可能会引发火灾。

3.2.3 燃气管道危险、有害因素分析

在正常情况下天然气是在密闭系统中输送的，一旦系统发生故障导致密闭输送的天然气发生泄漏，天然气与空气混合形成爆炸性气体，达到爆炸极限或遇点火源就会发生火灾、爆炸事故。

3.2.3.1 管道材料缺陷或焊接缺陷

管材缺陷可导致管道强度达不到要求而出现裂缝或断裂现象；施工质量不过关、管道接头焊接质量差或未焊透等原因，会造成管道强度不够，不能

维持安全运行的要求，在管道运行中受到频繁的温度波动、振动等作用会引发裂纹从而发生天然气泄漏事故。

3.2.3.2 管道内表面磨损、腐蚀

天然气中含有的砂、铁锈等尘粒、机械杂质随气流流动，可能磨损管道造成破坏。另外，天然气管道内腐蚀主要发生于易于沉积水的低洼部位，管道中的水来自投产前试压水残留以及天然气本身所携带的微量水。

3.2.3.3 管道外表面腐蚀

管线附近的开挖、农耕等活动易造成外防腐层破坏，若未进行及时修补或修补不能满足防腐需要且阴极保护不充分会导致天然气管道外表面腐蚀。天然气管道在安装、运输、运行等过程中防腐层剥离对阴极保护产生屏蔽从而引发管道外表面腐蚀。

管道在敷设过程中与电力线路平行和交叉，电力线路等电力设施易在燃气管道埋地点附近产生杂散电流而干扰腐蚀未得到有效减缓导致管道外表面腐蚀。交流、直流输电线路发生故障时，对附近地下金属管道可产生千伏以上的高压感应电压，它威胁着人身安全，同时又可击穿管道的防腐层，甚至形成电弧烧穿管道。换流站及其接地极是直流输电线路放电的集中点，危害极大，在以后的工作中未加强电力线路附近管线的腐蚀检测、管道选线时未考虑换流站及其接地极与管道的安全距离，设计过程中未考虑换流站及其接地极正常及事故排流等措施会引发严重危害管道的事故。

3.2.3.4 应力腐蚀开裂

应力腐蚀开裂是指受拉伸应力作用的金属材料在某些特定的介质中，由于腐蚀介质与应力的协同作用而发生的脆性断裂现象。应力腐蚀开裂是埋地管道发生突发性破坏事故的主要危险之一。从腐蚀的类型看，点腐蚀和缝隙腐蚀造成的危害性相对较小，易于控制，而应力腐蚀开裂事故往往是在没有明显预兆的情况下，突然发生管道的灾难性破坏，其后果极其严重。

3.2.3.5 与其他管道并行

本工程施工时如不经细致勘察，不按方案施工，未勘察出并行的其他管线，或者与其他管线未预留足够安全距离、检修距离，可能造成其他管线损坏引发天然气泄漏。该项目燃气管道采用强制电流阴极保护，外加电流可能造成相互影响，造成钢质管道腐蚀。本项目建成后可能与其他管道交叉并行，发生火灾爆炸、压力管道爆炸事故会造成相互影响。

3.2.3.6 其他有害因素

1、燃气管道发生事故导致天然气泄漏发生火灾、爆炸或中毒、窒息事故。

2、管线或站场进行维修施工时，若现场施工人员误操作或不遵守施工规程，将导致设备设施损坏造成天然气泄漏，进而被引燃发生火灾、爆炸事故。

3、在对燃气管道巡线过程中因交通事故等原因会导致巡线人员受伤，以及输气站场内因车辆进出违章驾驶会导致车辆伤害。人工巡线通常还会因工作量大、条件艰苦、管理不到位等因素，带来人员坠落、森林火灾、巡检不到位等问题。

4、管线在运行过程中不仅会感应正雷、还会感应负雷，若其接地体失效或安装缺陷会引发雷电危害危险。

3.3 自然灾害和社会危害因素分析

3.3.1 自然灾害危害因素分析

3.3.1.1 地震

地震是地壳运动的一种表现，虽然发生频率低，但因目前尚无法准确预报，具有突发的性质，一旦发生，财产和环境损失十分严重。地震产生地面竖向与横向震动，导致地面开裂、裂缝、塌陷，还可引发火灾、滑坡等次生灾害，对管道工程的危害主要表现在可使管道位移、开裂、折断；可破坏站

场设施，导致水、电、通讯线路中断，引发更为严重的次生灾害。

管道在不同地震烈度场中的行为特征见下表：

表 3.3-1 管道在不同地震烈度场中的行为特征

地震烈度	管道及地物行为	地表现象
VII	山体崩塌，个别情况下裂缝，偶有塌方	潮湿疏松处地表有裂缝
VIII	地下管道接头处受破坏，道路裂缝、塌方	地表裂缝可达10cm以上，有泥沙冒出，水位较高、地形破裂处，滑坡、崩塌普遍
IX	道路出现裂缝，部分地下管道遭破坏	滑坡、山崩
X	地下管道破裂	滑坡、山崩普遍
XI	地下管道完全破坏	地表巨大破坏

饱和砂土在地震力作用下，收到强烈振动后土粒会处于悬浮状态，致使土体丧失抗剪切强度而地基失效的现象，称之为地震液化。地震液化是一种典型的突发性地质灾害，它是饱和砂土和低塑性粉土与地震力相互作用的结果。

管道沿线地震基本烈度较高，土壤成分以粘性土、细砂等成分为主，且含水量较高，有发生地震时砂土液化的可能，对管道安全可能造成不利影响。地下水埋深较浅，分布有饱和粉细砂和粉土，强震时可能发生砂土液化，对工程造成危害。

3.3.1.2 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。松散地层在重力作用下致密地层、地质构造作用、地震都会导致地面沉降。地面沉降导致埋地管道下部悬空或产生相应的变形，严重时发生断裂。

本工程所在地如果发生地面沉降等，对设施及设备、工艺管道、燃气管道可能会引发不同程度毁坏。

3.3.1.3 滑坡和泥石流

滑坡发生与地质结构关系密切。当土质结构疏松，垂直节理发育，冲刷形成的边坡陡峻，在雨汛期地表水沿垂直节理下渗至基岩界面时遇阻，形成

地下水活跃带，致使该界面岩土软化，抗剪强度下降，在重力和地下水动水压力作用下，沿分界面滑动而产生滑坡。

泥石流是山区爆发的特殊洪流，泥石流的形成原因是斜坡上的岩体或土体，遇到突发性强降水过程，在重力的作用下，沿一定的滑动面整体下滑的现象。它饱含泥沙、石块以至巨大的砾石，破坏力极强。洪水是在遭强暴雨的情况下忽然雨水聚集成渠并冲刷地表，冲刷泥沙、石块流动形成泥石流。

本工程线路全线位于云贵高原，局部冲沟发育地形较破碎，沿线主要经过谷地、中、低山；部分线路沿沟谷敷设。管道经过地区存在滑坡和泥石流地段，如果采取措施不到位，发生滑坡和泥石流时将对管道造成破坏。

在管线敷设时部分地表植被遭到破坏，如果遇到地震、长时间降水或其它震动条件时，或在暴雨时易引起滑坡并导致泥石流的发生，使燃气管道失稳或砸坏燃气管道，影响管道建设和安全运营。

3.3.1.4 河水冲刷及坍岸

冲刷是在地表水的动力作用下，地表、冲沟或河床中的碎屑物被搬运，造成河床和岸坡磨蚀的现象。坍岸主要指充数作用造成河岸或冲沟岸坡的坍塌现象。

本工程涉及小型水域穿越，如气候变化异常河流洪水冲刷河道和河岸，一旦冲毁河流的水工保护，对穿越沟渠的管道将形成很大的威胁。而且山区水流较急，更易对水工保护设施毁坏，造成河岸或冲沟岸坡的坍塌，管道裸露。

3.3.1.5 土壤腐蚀

本工程埋地管道穿越不同类型的土壤会形成宏电池腐蚀。土壤腐蚀是造成管道穿孔泄漏最常见也是最重要的因素，可导致输送介质泄漏，引起其它次生灾害，如火灾、爆炸事故和环境污染等。据国外资料统计，45%的管道损坏都是管道腐蚀引起的；金属管道在土壤中的腐蚀基本上属于电化学腐蚀，

其腐蚀性强弱可以用土壤电阻率来衡量。管道沿线土壤电阻率变化较大，在 $14.07\sim 1052.53\Omega\cdot\text{m}$ 之间，整体以弱~微腐蚀性为主；部分管道土壤为强腐蚀性，土壤腐蚀对管道的影响较大。

3.3.1.6 雷暴

雷电的危害方式分为直击雷、感应雷、球形雷三种，最常见的直击雷和感应雷。管道工程的地面设施相对于埋地管道是优良的接闪器，当附近空中有雷云时，可能形成感应电荷中心，从而遭受直接雷击破坏。管道本身是优良的导体，也容易成为雷电的泄放通道而受损。

另外，埋地管道受到雷云影响后，感应出电荷并积聚到一定程度，会出现强烈的放电过程。本工程外防腐层采用三层 PE 结构，由于三层 PE 的电绝缘性能优异，使管道的放电速度很慢，一旦发生局部放电，其他部位也会发生猛烈的对地消散过程，这会在管道内部形成一股强大的电流，即浪涌。对于三层 PE 防腐层，当这种浪涌不能由防腐层的漏点快速泄放入地时，管道上绝缘或接触不良的部分就产生高压，引起二次放电，使管道设施受损。特别对管道的阴极保护设备造成破坏。该项目所在地区年均雷暴天数为 63 天，雷暴天气对管道会产生一定的影响。

3.3.1.7 森林火灾

本工程穿越林地约 5.6km，发生森林火灾会对管道造成不同程度的影响。主要是林火后高温辐射及树冠火花飘散等给工程的运行带来影响。严重时会引起燃气管道，造成更大的次生灾害。另外，管道在施工期间，如果管理不善，在焊接等过程中易引起山林火灾。另外，如果管道发生泄漏，遇点火源发生火灾爆炸事故，将引起森林大火的发生，导致重大财产损失。

森林防火期内，在林区作业和通过林区的各种机动车辆，必须安设防火装置，并采取其他有效措施，严防漏火、喷火和机车闸瓦脱落引起火灾。行驶在林区的司乘人员要对乘车员工进行防火安全教育，严防丢弃火种。在林

区野外操作机械设备的人员，必须遵守森林防火规定和安全操作规程，严防失火。

3.3.1.8 高温危害

管道所在地区夏季较热，人员在高温季节露天作业时会受到高温危害。高温作业对心血管系统，消化系统及肝脏、呼吸系统、神经系统都会产生不利影响。

3.3.1.9 洪水

洪水可以破坏管道的稳固结构和管道的防腐层，使地表改变造成管道裸露、位移、变形，甚至断裂，裸露的管道受到洪水长期浸泡，还可加剧腐蚀。

根据可行性研究报告及现场调查情况，站场无洪水危险，但如发生气候剧变或其他原因，发生洪水，可能导致水淹站场。

3.3.2 社会危害因素分析

3.3.2.1 第三方破坏

第三方破坏主要指管道沿线修筑道路、建设施工、耕作和人为打孔盗气等活动引起的管道损伤，它可归纳为无意破坏和有意破坏两类。

1、无意破坏

由于人类的正常经济作业，在进行修路、建筑、开采建筑材料等地面活动及地下施工作业时，可能与管道发生交叉，如果与相关部门缺乏沟通，施工时可能造成管道破坏。近年来，经济发展较快，在管道周边进行经济建设时，如果缺乏有效的沟通或者野蛮施工，以及巡线管理不到位，都存在对管道的施工破坏。

管道的违章占压，也是近年来难以处理的危险因素，部分在管道附近甚至管道上方修建公路、房屋、建筑的行为，既构成了对管道基础的破坏，引起基础下沉，又增加了管道的负荷，造成管道弯曲变形甚至损坏。

2、有意破坏

管道沿线存在着不法分子为了自身利益或牟取暴利，对管输介质或管道附属设施进行偷盗的危害。有意破坏对管道造成的经济损失、人身伤亡及社会影响非常严重，造成的损失也越来越大。近几年国内的一些不法分子对管道进行破坏和偷盗的案件也屡屡发生，人为盗气现象愈来愈多，使管道安全受到严重威胁。

3.3.2.2 穿越工程对管道的影响

本工程管道线路沿线无水域大、中型穿跨越；穿越道路 44 处，共 910m；穿越小型水域共 5 处，穿越长度 130m；铁路穿越 1 处，穿越长度共计 80m。管道穿越沟渠处，一旦有较大降雨在短时间内形成极强的洪水径流，流速急且夹杂石头、泥沙对穿越沟渠的管道具有一定的威胁。公路上的过往车辆会对管道具有周期性的疲劳损伤，对管道的寿命有一定的影响。

3.3.2.3 区域规划变化对管道的影响

管道目前经过地区等级为二、三级，今后随着城市、乡村的发展，地区等级可能超过三级达到四级，人员活动的增加可能导致管道泄漏事故。

本工程道路穿越多为乡村道路，采用盖板防护，如今后区域发展道路等级可能升高，如安全警示标示缺失、维护不当等，易在进行道路施工时损坏管道设施。

3.4 重大危险源辨识

3.4.1 方法介绍

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）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的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

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

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

$$\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1$$

式中：

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

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

3.4.2 重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中规定，本标准不适用于危险化学品的管道运输，即不适用于本项目的城镇燃气管道输送。本项目纳入重大危险源辨识范围的危险化学品为天然气、四氢噻吩，天然气、四氢噻吩的临界量分别为 50t、1000t。宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜均未设置天然气储气设施，仅有站内的管道中有天然气；宣威花椒门站设置四氢噻吩储罐。由此，宣威花椒门站分为天然气使用单元和四氢噻吩储存单元，凤凰山工业园区调压柜涉及到天然气使用单元。

1、宣威花椒门站重大危险源辨识

（1）天然气使用单元

根据设计，宣威花椒门站不同直径天然气管道长度分别为：DN250：36m、DN200：32m、DN150：3m、DN100：92m、DN50：44m。这些管道内天然气的总体积约为 3.63m³。天然气 6.3MPa、4MPa、1.6MPa 下（按纯甲烷估算）的密度分别约为 47.8kg/m³、28.9kg/m³、11.2kg/m³。宣威花椒门站均按 6.3MPa 的天然气密度进行计算，则站内管道内的天然气质量为 3.63 × 47.8=173.514kg≈0.174t。

则 0.174/50=0.00348<<1；

因此，宣威花椒门站天然气使用单元不构成重大危险源。

（2）四氢噻吩储存单元

本工程仅在宣威花椒门站设置四氢噻吩储罐储存量较小，四氢噻吩的临界量为 1000t，故宣威花椒门站四氢噻吩储存单元不构成重大危险源。

2、凤凰山工业园区调压柜重大危险源辨识

根据设计，凤凰山工业园区调压柜不同直径天然气管道长度分别为：DN300：12m、DN250：12m、DN200：3m。这些管道内天然气的总体积约为 1.53m^3 。天然气 4MPa、1.6MPa 下（按纯甲烷估算）的密度分别约为 $28.9\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $11.2\text{kg}/\text{m}^3$ 。宣威花椒门站均按 4MPa 的天然气密度进行计算，则站内管道内的天然气质量为 $1.53 \times 28.9 = 44.217\text{kg} \approx 0.044\text{t}$ 。

则 $0.044/50 = 0.00088 < 1$ ；

因此，凤凰山工业园区调压柜天然气使用单元不构成重大危险源。

综上，宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目未构成重大危险源。

3.5 事故案例与事故原因分析

3.5.1 泄漏事故

1、事故概况

2023 年 8 月 12 日，福建某建设公司明知鲤城区站前大道施工点有地下燃气管道，却未通知燃气企业派员现场确认点位和监护，擅自组织作业人员进行打桩作业，导致站前大道中压穿越天然气管道损坏，燃气泄漏。泉州燃气公司接报后立即对受损管道进行断管封堵停气，启用新延路环网供气的应急措施，未造成人员伤亡和火灾等次生灾害。

2、事故原因分析

- （1）施工单位缺乏对燃气管道进行保护；
- （2）施工建设危及燃气管道安全；
- （3）施工单位盲目作业、野蛮施工。

3、事故教训及防范措施

- (1) 施工单位应加强对燃气管道的保护;
- (2) 施工过程中应采取有针对性的安全措施对燃气管道进行保护;
- (3) 当施工可能危及燃气管道安全时, 应制定施工方案, 并经论证后才能作业。

3.5.2 洪水冲毁事故

1、事故概况

1999 年洛河发生大洪水, 位于某某县附近的城镇燃气管道发生了断裂, 停输 70h, 造成严重经济损失。管道断口形状呈不规则几何形状, 为塑性断裂。

2、事故原因分析

- (1) 水文条件不利于穿越管道的安全;
- (2) 管道埋设位置不利;
- (3) 设计承重、埋深不合适。

3、事故教训及防范措施

- (1) 燃气管道应敷设在有利的条件区域;
- (2) 应按规范要求埋设燃气管道;
- (3) 应请有资质的设计、施工、安装等单位进行相关作业。

3.5.3 穿越段管道撕裂事故

1、事故经过

1998 年 8 月 1 日, 由于陕西府谷县突降大雨, 位于地界川处的陕京一线 257 号桩附近新城川穿越段管道被冲出, 管道破裂漏气, 造成管道停输 66 小时。发生事故处河床坡度大, 洪水近乎泥石流。穿越处 2m 以下为基岩, 混凝土敷盖层直接浇注在管体上, 但没有与基岩形成一体。洪水冲出混凝土敷盖层后, 加大了对管体的荷载和冲击力, 造成管道破裂。数吨重的混凝土块都被冲到了 300m 远的下游。

2、事故原因

由于在制订水工保护方案时, 对可能发生的洪水灾害估计不足, 致使设

计出现偏差，且混凝土直接浇注在管体上，洪水冲蚀造成的管道径向失稳，从而导致管道变形、破裂。

3、事故教训

- (1) 强化水工保护方案设计；
- (2) 请有资质的、经验丰富的设计单位对水工保护进行设计。

3.5.4 爆炸事故

1.事故概况

2000 年 2 月 19 日零时 06 分，山东三力工业集团有限公司濮阳分公司发生地下废弃天然气管线爆炸事故，造成 15 人死亡，56 人受伤，其中重伤 13 人，直接经济损失 342.6 万元。

2.发生原因

①三力公司在施工时对地下 529mm 废弃天然气管道处理不当，盲板封堵焊接质量差，随着蓄热室周围温度升高，管道内残余的天然气受热升温形成正压，穿过其端口盲板焊接气孔进入电缆沟。电缆沟内积聚达到爆燃浓度，并沿电缆沟穿孔进入 6#炉常规电控柜，6#炉常规电控柜内空气开关电热作用引燃天然气，是造成电缆沟着火的直接原因；

②由于电缆沟着火，火焰烘烤横穿电缆沟内的废弃的 529mm 管线外壁 1 小时 21 分，使管线内温度达到了天然气和氧气的反应温度，放出大量热量，致使管线内气体压力升高，超过了废弃的 529mm 管线端口焊接盲板承受压力，盲板炸飞，可燃气体冲出废弃的 529mm 管线，由于 5#炉蓄热室墙体阻挡，喷出的可燃气体向上和反向扩散，遇炉窑明火再次发生爆燃，是造成这次特大伤亡事故的直接原因；

③由于现场人员误认为电缆沟着火是电缆短路起火，对废弃管道发生爆炸预料不到，在电缆沟发生火灾造成车间停电的情况下，当班职工加热护炉，未及时撤离现场，是造成这次事故伤亡人数较多的主要原因。

3.6 主要危险有害物质及危险有害因素分布

本工程主要危险有害物质及危险有害因素分布见下表：

表 3.6-1 主要危险有害因素分布表

序号	主要危险、有害因素	主要存在部位
1	火灾、爆炸	拟建项目燃气管道；拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜；检修及安装过程等处。
2	中毒和窒息	拟建项目燃气管道；拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜；检修及安装过程等处。
3	灼烫	拟建项目工艺装置区；检修及安装过程等处。
4	车辆伤害	拟建项目宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜的进出口、站区道路等处。
5	高处坠落	辅助用房等建构筑物顶部及作业平台、临边洞口等处。
6	雷电危害	拟建宣威花椒门站的辅助用房等建构筑物处。
7	机械伤害	拟建项目的工艺装置区、检修及安装等处。
8	物体打击	拟建项目的工艺装置区、检修及安装等处。
9	触电	配电柜、配电箱、变压器等各用电设备处。
10	噪声	拟建项目的工艺装置区、检修及安装等处。
11	静电危害	拟建项目的工艺装置区、燃气管道、检修及安装等处。
12	压力管道爆炸	拟建项目的工艺装置区、燃气管道、检修及安装等处。
13	地震	拟建项目所在地。
14	地面沉降	拟建项目所在地。
15	滑坡和泥石流	拟建项目所在地。
16	土壤腐蚀	拟建项目所在地。
17	森林火灾	拟建项目所在地。
18	高温危害	拟建项目所在地。
19	洪水	拟建项目所在地。
20	社会危害因素	拟建项目所在地。

第 4 章 评价单元划分与评价方法选择

4.1 评价单元的划分

4.1.1 评价单元划分原则

评价单元划分是在对危险、有害因素辨析的基础上，根据评价目的和评价方法的需要，将系统分成若干子单元的需要评价的单元，以提高评价的客观性和准确性。

评价单元的划分，一般将生产工艺、工艺装置、物料的特性及危险、有害因素类别、分布状况综合考虑后，进行划分。

4.1.2 评价单元划分方法

常用的评价单元划分方法有：

1.以危险、有害因素的类别为主划分评价单元。

（1）对工艺方案、总体布置及自然条件、环境对系统影响等综合方面的危险、有害因素的分析评价，可将整个系统作为一个评价单元；

（2）将具有共性危险因素、有害因素的场所和装置划为一个单元。

2.以装置和物质特征划分评价单元。

（1）按装置工艺功能划分；

（2）按布置的相对独立性划分；

（3）按工艺条件划分评价单元；

（4）按贮存、处理危险物品的潜在化学能、毒性和危险物品的数量划分评价单元；

（5）根据以往事故资料，将发生事故能导致停产、波及范围大、造成巨大损失和伤害的关键设备作为一个单元；

（6）将危险性大且资金密度大的区域作为一个评价单元；

（7）将危险性特别大的区域、装置作为一个评价单元；

(8) 将具有类似危险性潜能的单元合并为一个大单元。

4.1.3 本项目评价单元的划分

根据上述安全评价单元的划分原则和方法，将拟建项目分为 5 个评价单元进行安全预评价，拟建项目评价单元划分情况如下：

- 1.安全条件及选址评价单元；
 - (1) 站场安全条件及选址安全评价子单元；
 - (2) 燃气输送管线安全条件及选址子单元；
- 2.燃气输送管线安全评价单元；
- 3.站场安全评价单元；
- 4.公用工程及辅助系统评价单元；
- 5.安全管理评价单元。

4.2 评价方法的选择

安全评价方法是对系统的危险因素、危害因素及其危险、危害程度进行分析、评价的方法。目前，已开发出数十种不同特点、不同适用范围和应用条件的评价方法。按其特性可分为定性安全评价和定量安全评价。

结合被评价单位的实际情况，针对拟建项目的情况，我们选择评价方法时，主要采用安全检查表法（SCA）、预先危险性分析评价法（PHA）、事故树（FTA）等进行分析评价。

4.3 评价方法简介

4.3.1 安全检查表法（SCA）简介

在安全系统工程中，安全检查表法是安全管理中最基础、最初步的一种方法。对于给定系统来说，安全检查表不仅是实施安全检查和诊断的一种有效的工具，也是发现潜在危险，旨在预防的有效手段，同时还是查找事故原

因的一种方法。

安全检查表是一份进行安全检查或出了事故进行诊断的项目明细表，通常检查人员是根据现场工艺特点、生产装置情况、安全标准规范以及事故教训等进行周密考虑，将系统中需要查明的问题或需要检查的项目一一列在表上，以备安全检查 and 事故分析查询时使用。使用时按项目可用“是”或“否”，用“√”或“×”，或用简单参数进行回答。

安全检查表的优缺点：

1) 优点

(1) 避免传统的安全检查中易发生的疏忽、遗漏等弊端，可全面地查出危险、有害因素（包括各类隐患）和工作漏项。

(2) 应用预先编制的系统检查表并依据有关法规、标准在检查表中列出了检查要求，使检查工作标准化、规范化。

(3) 对不同的检查对象、检查目的有不同的检查表，应用范围广。

(4) 安全检查表简明易懂、实用方便、易于掌握，能弥补有关人员知识、经验不足的缺陷，减少盲目性。

(5) 检查人员依据安全检查表进行检查，检查结果即为履行职责的凭证。

2) 缺点

针对不同的需要，须事先编制大量的检查表，工作量大，且安全检查表的质量受编制人员的知识水平和经验影响。

4.3.2 预先危险性分析法（PHA）简介

预先危险性分析（PHA）也可称为危险性预先分析，是一种对系统存在的危险性类别、出现危险状态的条件、导致事故的后果，做一概略的分析而采用的分析方法。

1.功能

大体识别与系统有关的一切主要危险；

鉴别产生危害的原因；

估计事故发生时对系统的影响；

将已经识别的危险分级，并提出削减与控制危险的措施。

2.分级标准

I级：可忽略的，不至于造成人员伤害和系统损坏。

II级：临界的，不会造成人员伤害和主要系统的损坏，并且可能排除和控制。

III级：危险（致命）的，会造成人员伤害和主要系统损坏，为了人员和系统安全，需立即采取措施。

IV级：破坏（灾难）性的，会造成人员死亡或众多伤残，及系统报废。

3.分析步骤

预先危险性分析的步骤大致为：

（1）了解系统的基本目的、工艺流程及环境因素等；

（2）划分系统；

（3）参照类似系统的事故教训及经验，分析系统中可能出现的危险。

危害及其等级；

（4）确定危害的原因；

（5）提出消除或控制危险的对策

4.3.3 事故树分析法简介

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、先后秩序和因果关系绘成程序方框图，表示导致灾害、伤害事故的各种因素间的逻辑关系。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，为判明灾害、伤害的发生途径及事故之间的关系，故障树分析法提供了一种最形象、最简洁的表

达形式。

事故树分析的基本程序如下：

1.熟悉系统

要详细了解系统状态及各种参数，绘出工艺流程图或布置图。

2.调查事故

收集事故案例，进行事故统计，设想给定系统可能要发生的事故。

3.确定顶上事件

要分析的对象事件即为顶上事件。对所调查的事故进行全面分析，从中找出后果严重且较易发生的事故作为顶上事件。

4.确定目标值

根据经验教训和事故案例，经统计分析后，求解事故发生的概率（频率），作为要控制的事故目标值。

5.调查原因事件

调查与事故有关的所有原因事件和各种因素。

6.画出事故树

从顶上事件起，逐级找出直接原因事件，到所要分析的深度，按其逻辑关系，画出事故树。

7.定性分析

按事故树结构进行简化，确定各基本事件的结构重要度。

8.求出事故发生概率

确定所有原因发生概率，标在事故树上，并进而求出顶上事件（事故）发生概率。

9.进行比较

分可维修系统和不可维修系统进行讨论，前者要进行对比，后者求出顶上事件发生概率即可。

10.定量分析

原则上是上述 10 个步骤，在分析时可视具体问题灵活掌握，如果事故树规模很大，可借助计算机进行。目前我国 FTA 一般都考虑到第 7 步进行定性分析为止，也能取得较好效果。

4.4 评价方法选用原因

安全检查表：应用安全检查表可避免传统的安全检查中易发生的疏忽、遗漏等弊端，可全面地查出危险、有害因素（包括各类隐患）和工作漏项；安全检查表应用范围广；安全检查表简明易懂、应用方便、易于掌握，能弥补有关人员知识、经验不足的缺陷，减少盲目性。

事故树分析法：应用事故树分析法可以辨识导致事故的基本事件与人为失误的组合，可为人们提供设法避免或减少导致事故基本原因的线索，从而降低事故发行的可能性；可为导致灾害事故的种种因素及逻辑关系做出全面、简洁和形象的描述；便于查明系统内固有或潜在的各种危险因素，为设计、施工、管理提供科学依据。使有关人员、作业人员全面了解和掌握各项防灾要点；便于进行逻辑运算，进行定性、定量分析和系统评价。

预先危险性分析法：应用预先危险性分析（PHA）可识别与系统有关的主要危险；鉴别产生危险的原因；预测事故出现对人体及系统产生的影响；判定已识别的危险性等级，并提出针对性的安全对策措施。

4.5 各单元采用的评价方法汇总

表 4-1 评价方法汇总表

序号	评价单元名称	采用的评价方法
1	安全条件及选址评价单元	
(1)	站场安全条件及选址安全评价子单元	安全检查表。
(2)	燃气管道安全条件及选址安全评价子单元	安全检查表。
2	燃气管线安全评价单元	事故树、预先危险性分析法、安全检查表。

序号	评价单元名称	采用的评价方法
3	站场安全评价单元	预先危险性分析法、事故树、安全检查表。
4	公用工程及辅助设施单元	事故树、预先危险性分析法、安全检查表。
5	安全管理评价单元	分析评价。

第 5 章 定性、定量评价

5.1 安全条件及选址安全评价单元

5.1.1 站场安全条件及选址安全评价子单元

5.1.1.1 站场内在的危险有害因素对安全生产的影响分析

根据本报告“第 3 章 主要危险、有害因素辨识与分析”的结果可知：拟建项目站场主要存在火灾、爆炸、中毒、窒息、雷电危害、机械伤害、压力管道爆炸、静电危害等危险有害因素。

拟建项目站场内在的危险有害因素对以后的安全生产可能会造成停产、停业、环境污染、人员伤亡、严重经济损失、较大财产损失等，但可行性研究报告中已提出了相应的安全防护技术措施（包括预防事故设施、控制事故设施、减少与消除影响事故设施），下一步设计、施工过程中采纳并落实这些安全防护技术措施，并对建设方案进行优化的条件下其影响程度基本在可接受范围内。

5.1.1.2 站场与周边建筑物、设施防火间距

表 5.1-1 宣威花椒门站区域布置防火间距安全检查表

序号	周边建构 筑物及设 施	方位	与站场距离（m）		符合性	与放散总管距离（m）		符合 性
			标准值	设计值		标准值	设计值	
1	厂外道路 路边	东北 侧	15	64	符合	10	89	符合
2	110kV高压 电塔（塔高 约30m）	北侧	45（1.5倍 杆高）	108	符合	60（2倍杆高）	94	符合

本检查表与站场的距离依据《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）3.4.3、10.2.1编制，与放散总管距离依据《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）6.5.12编制

表 5.1-2 凤凰山工业园区调压柜区域布置防火间距安全检查表

序号	周边建构筑物及设施	方位	规范要求距离（m）	实际距离（m）
1	建筑外墙	东侧	4	54
2	建筑外墙	西侧	4	17

序号	周边构筑物及设施	方位	规范要求距离（m）	实际距离（m）
3	城镇道路	北侧	2	42
4	省道 S306	北侧	2	67
5	高压电杆（110kV）（塔高 25m）	东侧	37.5（1.5 倍杆高）	52

从以上两个检查表可以看出，宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜与周边建筑物、设施的防火间距满足《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）、《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）要求。

5.1.1.3 周边设施（单位）生产、经营活动和居民生活对站场在安全方面的影响分析

周边的设施（单位）生产、经营活动和居民对拟建站场可能会造成一定的影响，其具体分析如下所示。

- 1、拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜周边的架空电力线，对拟建项目可能会造成倒杆、断线、烧线、交线、火灾、爆炸等事故，对在此区域作业的人员可能会引发物体打击、触电等危险，但与架空电力线的防火距离符合现行标准、规范文件要求的情况下，其影响程度基本在可接受范围。
- 2、拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜周边道路上行驶车辆发生交通事故、危险化学品泄漏事故，对拟建项目可能会造成毁坏、火灾、爆炸、泄漏等危险，对此区域人员可能会造成车辆伤害等危险，但与道路的防火距离符合现行标准、规范文件要求的情况下，其影响程度基本在可接受范围。
- 3、拟建凤凰山工业园区调压柜周边的民房等构筑物发生火灾、危险物品泄漏等事故，对凤凰山工业园区调压柜可能会造成火灾、爆炸、毁坏等危险，对此区域人员可能会造成灼烫、物体打击、中毒、窒息等危险，但拟建凤凰山工业园区调压柜与周边的民房等构筑物之间的防火距离符合现

行标准、规范要求，其影响程度基本在可接受范围。

5.1.1.4 拟建站场对周边设施（单位）生产、经营活动和居民生活在安全方面的影响分析

拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜在运行过程中，可能会引发天然气泄漏、火灾、爆炸、压力管道爆炸等事故，对其周边的设施（单位）造成的影响分析如下。

1、对周边的架空电力线等可能会造成火灾、爆炸、断线、烧线等危险，从而引发下游重要用户停电等事故。但拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜与架空电力线的防火距离符合现行标准、规范文件要求的情况下，其影响程度基本在可接受范围。

2、对周边的道路可能会造成交通堵塞、火灾等事故，对在此道路上行驶车辆乘坐人员可能会造成车辆伤害、中毒、窒息等危险。但拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜与道路的防火距离符合现行标准、规范文件要求的情况下，其影响程度基本在可接受范围。

3、对周边的民房等建构筑物可能会引发火灾、爆炸、毁坏等危险，对居住人员可能会引发中毒、窒息、灼烫等危险，但拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜与周边的民房等建构筑物之间的防火距离符合现行标准、规范要求，其影响程度基本在可接受范围。

5.1.1.5 自然条件对拟建站场的影响分析

自然条件对拟建项目可能会造成一定的影响，其具体分析如下所示：

1.拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜所在地发生强降雨；水文条件异常等可能会引发站场内工艺装置及设备毁坏、泄漏等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围内。

2.拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜所在地出极端高温天气，对拟建项目站场可能会造成火灾、泄漏、管道爆炸等危险，对巡检人员可能

会造成中暑等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围内。

3.拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜所在地出现极端低温天气、长时间降冻雨，对拟建项目站场可能会造成管道及设备毁坏、功能异常等危险，对巡检人员可能会造成冻伤等危险，下一步的设计、施工过程中采取防冻措施的情况下，其影响程度基本在可接受范围内。

4.拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜所在地的边坡、台阶处设计、施工时，未考虑设置防护措施或强度不足等可能会引发滑坡、坍塌危险。特别是站场的东侧山体坡度较大，下一步设计、施工时，应考虑采取安全防护措施，如在坡脚设防滚石挡墙、防滚石护栏（护网）或增加坡体的强度及稳定性等措施。

5.拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜所在地未进行地质勘察，或勘察发现问题未及时采取有效措施，或地质条件异常等对拟建项目站场可能会造成设备及工艺管线变形、移位；地基下沉、地震等危险；但正常情况下其影响程度在可接受范围内。

因此，自然条件对拟建项目站场可能会造成一定的影响，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围内。

5.1.1.6 站场选址安全检查表

根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）等标准、规范，对站场的选址进行安全评价，安全检查表如下。

表 5.1-3 站场选址安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
1	站址应符合城镇总体规划的要求。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.5.2条（1）	拟建项目已取得宣威市发展和改革委员会出具的投资项目备案证，符合宣威市的总体规划要求。	符合
2	站址应具有适宜的地形、工程	《城镇燃气设计规范	根据该项目岩土工程勘察	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	地质、供电、给水排水和通信等条件。	《(2020版)》 (GB50028-2006) 第6.5.2条(2)	报告,拟建项目所在地地形、工程地质条件,基本适宜项目建设。站址挨近凤凰工业园区,其供电、给排水、通信等从就近城网引入进线。	
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。	《城镇燃气设计规范(2020版)》 (GB50028-2006) 第6.5.2条(3)	花椒门站选址为一处坡地,未占用农田。	符合
4	燃气工程应实现供气连续稳定和运行安全,并应遵循下列原则: 符合国家能源、生态环境、土地利用、防灾减灾、应急管理政策; 保障人身、财产和公共安全; 鼓励工程技术创新; 积极采用现代信息技术; 提高工程建设质量和运行维护水平。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 1.0.3	该项目可研过程中,遵循了国家和当地的相关政策,积极现代化技术,同时对建设质量和运行维护水平提出了严格要求。	符合
5	燃气供应系统设施的设置应与城乡功能结构相协调,并应满足城乡建设发展、燃气行业发展和城乡安全的需要。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 2.1.4	拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜的设置满足宣威市建设发展、燃气行业发展和城乡安全的需要。	符合
6	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/T51098-2015) 3.0.1	该项目规划结合了宣威市凤凰工业园区的发展,科学合理选择气源。	符合
7	城镇燃气规划的编制应与城市或镇的总体规划、详细规划相衔接,规划范围及期限的划分应与城市或镇规划相一致。	《城镇燃气规划规范》 (GB/T51098-2015) 3.0.2	拟建项目已取得宣威市发展和改革委员会出具的投资项目备案证,符合宣威市的总体规划要求。	符合
8	城镇燃气规划应与城镇道路交通、水系、给水、排水、电力、电信、热力及其他专业规划相协调。	《城镇燃气规划规范》 (GB/T51098-2015) 3.0.3	该项目站场与城镇道路交通、水系、给水、排水、电力、电信、热力及其他专业规划相协调。	符合
9	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《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。	《城镇燃气设计规范(2020版)》 (GB50028-2006) 第6.5.5条(2)	根据5.1.1.2,站场与站外建构筑物之间的防火间距满足《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)的要求。	符合
10	当高压储气罐罐区设置检修用集中放散装置时,集中放散	《城镇燃气设计规范(2020版)》	花椒门站未涉及到放散管。	未涉及

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	装置的放散管与站外建、构筑物的防火间距不应小于表6.5.12-1的规定。	(GB50028-2006) 第6.5.12条 (6)		
11	区域布置应根据石油天然气站场、相邻企业和设施的特点及火灾危险性,结合地形与风向等因素,合理布置。	《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004) 第4.0.1条	拟建项目站场拟根据站场、相邻企业和设施的特点及火灾危险性,结合地形与风向等因素,合理布置。	符合
12	石油天然气站场宜布置在城镇和居住区的全年最小频率风向的上风侧。在山区、丘陵地区建设站场,宜避开窝风地段。	《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004) 第4.0.2条	拟建项目各站场所在地地势平坦,不在山区、丘陵地区,亦不在窝风地段。	符合

由上述安全检查表的结果可知:拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜与周边建筑物、设施的防火间距满足《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)、《城镇燃气设计规范(2020版)》(GB50028-2006)要求;拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜的站址选择符合《城镇燃气设计规范(2020版)》(GB50028-2006)、《燃气工程项目规范》(GB55009-2021)、《城镇燃气规划规范》(GB/T51098-2015)、《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)等标准、规范的要求。

5.1.2 燃气输送管线安全条件及选址安全评价子单元

5.1.2.1 燃气输送管线内在的危险有害因素对安全生产的影响分析

根据本报告“第3章 主要危险、有害因素辨识与分析”的结果可知:拟建燃气输送管线主要存在火灾、爆炸、中毒、窒息、压力管道爆炸、静电危害等危险有害因素。

拟建项目燃气输送管线内在的危险有害因素对以后的安全生产可能会造成停产、停业、环境污染、人员伤亡、严重经济损失、较大财产损失等,但可行性研究报告中已提出了相应的安全防护技术措施(包括预防事故设施、控制事故设施、消除或减少影响事故设施等),下一步设计、施工过程中采

纳并落实这些安全防护技术措施、并对建设方案进行优化的条件下其影响程度基本在可接受范围内。

5.1.2.2 燃气输送管线与周边建筑物、设施防火间距

表 5.1-3 本项目高压、中压燃气输送管线防火间距安全检查表

序号	周边建筑、设施	标准值（m）	设计值（m）	符合性	备注
高压燃气管道					
1	建筑物外边缘	17	除XW080~XW084所乐村周边民房水平距离不满足要求外，其余均大于17m	不符合	进一步优化管线路由，或者考虑部分民房的拆迁，使其与周边建筑的水平净距不小于17m。
中压燃气管道					
1	建筑物基础	1.5	均大于1.5	符合	

从上检查表可以看出，该项目除 XW080~XW084 高压燃气管线与所乐村民房的水平净距不满足要求外，其余的高压、中压燃气管线与周边建筑、设施的防火间距满足《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）要求。建议进一步优化管线路由，或者考虑部分民房的拆迁，使高压燃气管道与周边民房等建筑的水平净距不小于 17m。

5.1.2.3 周边设施（单位）生产、经营活动和居民生活对燃气输送管线在安全方面的影响分析

拟建项目燃气管线周边的设施（单位）对其可能会造成一定的影响，其影响结果分析如下。

1. 拟建燃气管道周边的县乡级道路、公路等发生交通事故、道路维修、扩建等，对拟建管道可能会造成毁坏、泄漏、火灾等危险，但设计、施工过程中采取防护措施、考虑安全距离的情况下，其影响程度基本在可接受范围。
2. 拟建燃气管道周边的民房、生产厂房等建构物发生火灾、倒塌等事故对拟建项目可能会造成毁坏、泄漏、中止供天然气等危险，但设计、施工过程中采取防护技术措施、考虑防火距离符合现行标准规范、文件要求的情

况下，其影响程度基本在可接受范围。

3. 拟建燃气管道周边的其他埋地管道例如电缆、电信等其他管线或发生火灾、烧线等事故，对拟建项目燃气管道可能会造成毁坏、火灾、爆炸等危险，但设计、施工过程中，考虑距电缆、电信等其他管线的安全距离符合现行标准、规范、文件要求，其影响程度基本在可接受范围。

4. 拟建燃气管道周边的农田、耕地里劳作的农民焚烧废弃物、废草、秸秆；耕作时毁坏管道等可能会引发火灾、管道爆炸、泄漏等危险，但设计、施工过程中考虑其埋深符合现行标准、规范、文件要求，其影响程度基本在可接受范围。

5. 拟建燃气管道周边的现有管道在施工、检修等过程中发生火灾、泄漏等危险，对拟建管道可能会造成泄漏、火灾、毁坏等危险，在拟建管线与现有管道安全距离符合规范要求的条件下其影响程度基本在可接受范围内。

6. 拟建燃气管道周边的河流、沟渠、水塘、水库等发生洪水、满水等事故，对拟建燃气管道可能会造成毁坏、断裂等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围。

5.1.2.4 拟建燃气输送管线对周边设施（单位）生产、经营活动和居民生活在安全方面的影响分析

拟建项目燃气输送管线发生天然气泄漏、管道爆炸等事故，对周边的影响情况分析如下：

1. 对周边农田、耕地可能会造成毁坏、经济损失、环境污染等危险，对农田、耕地里劳作的农民可能会造成中毒、窒息、物体打击等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围。

2. 对现有管道可能会造成毁坏、火灾、管道爆炸等危险，在与拟建管道安全距离符合规范要求的情况下其影响程度基本在可接受范围。

3. 对周边的通信电缆及光缆可能会造成毁坏、信号中断、火灾等危险，

但正常情况下其影响程度基本在可接受范围。

4. 对周边的河流（特别是草海）、沟渠、水塘、水库等可能会造成环境污染等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围。

5. 对周边的县乡道路、公路等可会造成交通事故、交通堵塞、路基毁坏等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围。

6. 对周边的民房、生产厂房等建构物可能会造成火灾、爆炸等危险，但设计、施工过程中考虑防火距离符合现行标准、规范要求的情况下，其影响程度基本在可接受范围。

5.1.2.5 自然条件对燃气输送管线的影响分析

自然条件对拟建燃气输送管道亦会造成一定的影响，具体影响情况如下：

1. 拟建燃气输送管道、线路阀井所在地发生强降雨；水文条件异常等可能会引发燃气管道毁坏、泄漏等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围内；

2. 拟建燃气输送管道、线路阀井所在地出极端高温天气，对拟建燃气输送管道可能会造成火灾、泄漏、管道爆炸等危险，对巡检人员可能会造成中暑等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围内；

3. 拟建燃气输送管道、线路阀井所在地出极端低温、冻雨天气，对拟建燃气输送管道可能会造成毁坏、泄漏、管道爆炸、功能异常等危险，对巡检人员可能会造成冻伤等危险，但正常情况下其影响程度基本在可接受范围内；

4. 拟建燃气输送管道、线路阀井所在地未进行地质勘察，或勘察发现问题未及时采取有效措施，或地质条件异常等，对拟建燃气输送管道可能会造成管线变形、移位；地基下沉、地震等危险；但正常情况下其影响程度基本在可接受范围内。

5.1.2.6 第三方破坏对燃气输送管线的影响分析

1. 建筑、施工损伤管道

拟建项目燃气输送管道部分是经过人口稠密的城镇区域，由于各种施工管理涉及的管理部门众多，在缺乏有效机制和观念淡漠情况下，难以协调。所以，在施工时，经常会出现损坏燃气管道的现象。因此，在设计中应尽量避免相应的区域，在不能避开的情况下，应采取合理的设计以减少相应的影响，保证其安全；并在日常的管理过程中充分与各部门进行协调，以保证燃气管网的安全。

2.违章建筑占压管道

有些单位和个人在燃气管道附近空地甚至管道上修建公路、房屋、建构筑物等，或进行开挖沟渠、挖沙、生产、打井等作业，造成占压埋地管道的现象。这种占压现象，既构成了对管道基础的破坏，引起下沉，又增加了管道的负荷，造成管道弯曲变形甚至损坏。因此，拟建项目建成后应设置相应的安全警示标志，并跟其他部门积极协调，以保证本项目的安全。

3.有意破坏

一些不法人员为了获取经济利益，盗、扒燃气管道防腐层，偷盗仪器仪表、阀门或附属设施，并人为蓄意破坏管线其他设施。

5.1.2.7 燃气管道输送线路选择安全检查表

根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）等标准、规范，对燃气管道输送线路选择进行安全评价，安全检查表如下。

表 5.1-4 燃气管道输送线路选择安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
1	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。	《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006） 第6.3.3条	拟建项目燃气管道拟埋地敷设，且设计时考虑不穿越建筑物和大型构筑物。	符合
2	城镇燃气管道通过的地区，应按沿线建筑物的密集程度划分为四个管道地区等级，并依据管道地	《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006	根据可研报告，该项目燃气管道涉及到二、三级地区，考虑到管道周边的未来规划	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	区等级作出相应的管道设计。	） 第6.4.2条	和发展，全线按照三级地区来进行管道设计。	
3	燃气管网系统宜结合城镇远期规划，优先选择较高压力级制管网，提高供气压力。	《城镇燃气规划规范》 (GB/T51098-2015) 6.1.3	本项目结合宣威市远期规划，选择高压级别（4.0MPa）进行燃气输送。	符合
4	城镇高压燃气管道布线，应符合下列规定： 1 高压燃气管道不应通过军事设施、易燃易爆仓库、历史文物保护区、飞机场、火车站、港口码头等地区。当受条件限制，确需在本款所列区域内通过时，应采取有效的安全防护措施。 2 高压管道走廊应避开居民区和商业密集区。 3 多级高压燃气管网系统间应均衡布置联通管线，并设调压设施。 4 大型集中负荷应采用较高压力燃气管道直接供给。 5 高压燃气管道进入城镇四级地区时，应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028的有关规定。	《城镇燃气规划规范》 (GB/T51098-2015) 6.2.5	该项目的高压燃气管道未通过军事设施、易燃易爆仓库、历史文物保护区、飞机场、火车站、港口码头等地区。高压管道避开了居民区和商业密集区。目前该项目管道未涉及到城镇四级地区。	符合
5	燃气输配管道应结合城乡道路和地形条件，按满足燃气可靠供应的原则布置，并应符合城乡管线综合布局的要求。输配管网系统的压力级制应结合用户需求、用气规模、调峰需要和敷设条件等进行配置。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 5.1.2	该项目燃气管道路由结合城乡道路和地形条件，按满足燃气可靠供应的原则布置，并符合城乡管线综合布局的要求。选择的压力级满足宣威市及凤凰工业园区的远期规划。	符合
6	液态燃气输配管道、高压A及高压A以上的气态燃气输配管道不应敷设在居住区、商业区和其他人员密集区域、机场车站与港口及其他危化品生产和储存区域内。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 5.1.3	本项目属高压A气态燃气输配管道，未敷设在居住区、商业区和其他人员密集区域、机场车站与港口及其他危化品生产和储存区域内。	符合

由上述安全检查表的结果可知：拟建项目燃气管道路线选择符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）等标准、规范的要求。

5.1.3 本单元小结

由上述安全评价结果可知：

1.拟建项目站场的站址选择符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）等标准、规范的要求。

2.拟建项目燃气管道输送线路选择符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）等标准、规范的要求。

3.拟建项目对周边、周边对拟建项目、拟建项目对自然条件、拟建项目内在的危险因素对拟建项目等可能会造成一定的影响，但正常情况下其影响程度在可接受范围内，拟建项目安全条件满足现行标准、文件要求。

存在问题：

XW080~XW084 高压燃气管线与所乐村民房的水平净距不满足要求，建议进一步优化管线路由，或者考虑部分民房的拆迁，使高压燃气管道与周边民房等建筑的水平净距不小于 17m；或者采取行之有效的保护措施（沿燃气管道的上方设置加强钢筋混凝土板（板应有足够宽度以防侧面侵入），或增加管壁厚度至 9.5mm 以上），高压燃气管道与周边民房等建筑的水平净距可缩减至 9m。

5.2 燃气输送管线安全评价单元

5.2.1 燃气输送管线安全检查表

根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）、《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》（CJJ/T250-2016）等标准、规范，对燃气输送管道进行安

全评价，安全检查表见下表。

表 5.2-1 燃气输送管线安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
1	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： 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/T3091、《输送流体用无缝钢管》GB/T8163的规定。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.3.1条	拟建项目中压燃气管道拟采用聚乙烯管（PE管）。	符合
2	地下燃气管道埋设的最小覆土厚度（路面至管顶）应符合下列要求： （1）埋设在机动车道下时，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）埋设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，应采取有效的安全防护措施。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.3.4条	拟建项目中压管道的最小覆土深度：当埋设在车行道下不得小于0.9m；当埋设在非机动车道下时，不得小0.6m。	符合
3	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（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.3.6条	根据岩土工程勘察报告，本项目燃气管道路由选址适宜项目建设，同时可研中要求设计中考虑可靠的地面沉降防范和补救措施。	符合
4	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，必须采取有效的安全防护措施。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.3.7条	拟建项目中压燃气管道没有敷设在腐蚀性液体场地下面，不与其它管道同沟敷设。	符合
5	地下燃气管道从排水管（沟）、热力管沟、隧道及其他各种用途沟槽内穿过时，应将燃气管道敷设在套管内。套管伸出构筑物外壁不应小于表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。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.3.8条	拟建项目管道不从排水管（沟）、热力管沟、隧道及其他各种用途沟槽内穿过。	不涉及
6	燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道或城镇主要干道时应符合下列要求： 1 穿越铁路或高速公路的燃气管	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006）	本项目高压燃气管道穿越铁路1处、高速公路3处，均垂直穿越铁路、高速公路。穿越已有高速公	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	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。 2 穿越铁路的燃气管道的套管，应符合下列要求： 1) 套管埋设的深度：铁路轨底至套管顶不应小于1.20m，并应符合铁路管理部门的要求； 2) 套管宜采用钢管或钢筋混凝土管； 3) 套管内径应比燃气管道外径大100mm以上； 4) 套管两端与燃气管的间隙应采用柔性的防腐、防水材料密封，其一端应装设检漏管； 5) 套管端部距路堤坡脚外的距离不应小于2.0m。 3 燃气管道穿越电车轨道或城镇主要干道时宜敷设在套管或管沟内；穿越高速公路的燃气管道的套管、穿越电车轨道或城镇主要干道的燃气管道的套管或管沟，应符合下列要求： 1) 套管内径应比燃气管道外径大100mm以上，套管或管沟两端应密封，在重要地段的套管或管沟端部宜安装检漏管； 2) 套管或管沟端部距电车道边轨不应小于2.0m；距道路边缘不应小于1.0m。 4 燃气管道宜垂直穿越铁路、高速公路、电车轨道或城镇主要干道。	第6.3.9条	路2处，采用顶管方式；穿越待见高速公路1处，采用预埋套管方式。穿越沪昆铁路采用顶管方式。可研中要求穿越铁路的燃气管道的套管满足这些要求。	
7	燃气管道通过河流时，可采用穿越河底或采用管桥跨越的形式。	《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）第6.3.10条	拟建项目本工程水域小型穿越共5处。其中，开挖加混凝土浇筑穿越4处，定向钻穿越盘龙河1处，均采用穿河底。	符合
8	燃气管道穿越河底时，应符合下列要求： (1) 燃气管道宜采用钢管； (2) 燃气管道至河床的覆土厚度。应根据水流冲刷条件及规划河床确定。对不通航河流不应小于0.5m；对通航的河流不应小于1.0m，还应考虑疏浚和投锚深度；	《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）第6.3.11条	拟建项目燃气管道均采用钢管，穿越河底时，开挖穿越时可研中考虑采用现浇混凝土连续覆盖的方式进行稳管，并明确穿越两侧埋设警示标志。	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	(3) 稳管措施应根据计算确定； (4) 在埋设燃气管道位置的河流两岸上、下游应设立标志。			
9	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（2020版）》 (GB50028-2006) 第6.3.13条	可研中拟建项目中压管道干管上设置了一个阀井，但未明确该阀门两侧是否设置放散管。	需完善
10	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（2020版）》 (GB50028-2006) 第6.3.14条	该项目燃气管道设置阀门井，即管道阀门设置护井。	符合
11	高压燃气管道采用的钢管和管道附件材料应符合下列要求： 1 燃气管道所用钢管、管道附件材料的选择，应根据管道的使用条件（设计压力、温度、介质特性、使用地区等）、材料的焊接性能等因素，经技术经济比较后确定。 2 燃气管道选用的钢管，应符合现行国家标准《石油天然气工业输送钢管交货技术条件 第1部分：A级钢管》GB/T9711.1（L175级钢管除外）、《石油天然气工业输送钢管交货技术条件 第2部分：B级钢管》GB/T9711.2和《输送流体用无缝钢管》GB/T8163的规定，或符合不低于上述三项标准相应技术要求的其他钢管标准。三级和四级地区高压燃气管道材料钢级不应低于L245。 3 燃气管道所采用的钢管和管道附件应根据选用的材料、管径、壁厚、介质特性、使用温度及施工环境温度等因素，对材料提出冲击试验和（或）落锤撕裂试验要求。 4 当管道附件与管道采用焊接连接时，两者材质应相同或相近。 5 管道附件中所用的锻件，应符合国家现行标准《压力容器用碳素钢和低合金钢锻件》JB4726、《低温压力容器用低合金钢锻件》JB4727的有关规定。 6 管道附件不得采用螺旋焊缝钢管制作，严禁采用铸铁制作。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 (GB50028-2006) 第6.4.4条	该项目高压燃气管道采用无缝钢管（SMLS），钢级为L245N，满足要求。	符合
12	燃气管道强度设计应根据管段所处地区等级和运行条件，按可能同时出现的永久荷载和可变荷载的	《城镇燃气设计规范（2020版）》	该项目地震设防烈度7度，可研中未考虑管道所	需完善

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	组合进行设计。当管道位于地震设防烈度7度及7度以上地区时,应考虑管道所承受的地震荷载。	(GB50028-2006) 第6.4.5条	承受的地震荷载。	
13	城镇燃气管道的强度设计系数(F)应符合表6.4.8的规定。	《城镇燃气设计规范(2020版)》 (GB50028-2006) 第6.4.8条	该项目全线燃气管道的强度设计系数为0.4,满足要求。	符合
14	穿越铁路、公路和人员聚集场所的管道以及门站、储配站、调压站内管道的强度设计系数,应符合表6.4.9的规定。	《城镇燃气设计规范(2020版)》 (GB50028-2006) 第6.4.9条	该项目全线燃气管道的强度设计系数为0.4,满足表6.4.9的规定。	符合
15	下列计算或要求应符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251的相应规定: 1 受约束的埋地直管段轴向应力计算和轴向应力与环向应力组合的当量应力校核; 2 受内压和温差共同作用下弯头的组合应力计算; 3 管道附件与没有轴向约束的直管段连接时的热膨胀强度校核; 4 弯头和弯管的管壁厚度计算; 5 燃气管道径向稳定校核。	《城镇燃气设计规范(2020版)》 (GB50028-2006) 第6.4.10条	该项目高压燃气管道的轴向和径向稳定性校核、强度校核、刚度校核均按照《输气管道工程设计规范》GB 50251相关规定进行计算。	符合
16	燃气管道阀门的设置应符合下列要求: 1 在高压燃气干管上,应设置分段阀门;分段阀门的最大间距:以四级地区为主的管段不应大于8km;以三级地区为主的管段不应大于13km;以二级地区为主的管段不应大于24km;以一级地区为主的管段不应大于32km。 2 在高压燃气支管的起点处,应设置阀门。 3 燃气管道阀门的选用应符合国家现行有关标准,并应选择适用于燃气介质的阀门。 4 在防火区内关键部位使用的阀门,应具有耐火性能。需要通过清管器或电子检管器的阀门,应选用全通径阀门。	《城镇燃气设计规范(2020版)》 (GB50028-2006) 第6.4.10条	考虑到管道沿线未来的发展,按照全线三级地区考虑,高压管道15.6km,设置4个阀井;中压管道0.6km,设置1个阀井。高压燃气管段小于13km,满足要求。	符合
17	城乡给水排水和燃气热力工程中各类结构的抗震验算应符合下列规定: 3 7度及7度以上的整体连接埋地	《建筑与市政工程抗震通用规范》 (GB55002-2021) 6.2.4	该项目地震设防烈度7度,可研中未进行燃气埋地管道的抗震验算。	需完善

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	管道应进行截面应变量验算。			
18	调压站（或调压箱或调压柜）的工艺设计应符合下列要求： 2 高压和次高压燃气调压站室外进、出口管道上必须设置阀门；中压燃气调压站室外进口管道上，应设置阀门。 3 调压站室外进、出口管道上阀门距调压站的距离： 当为地上单独建筑时，不宜小于10m，当为毗连建筑物时，不宜小于5m； 当为调压柜时，不宜小于5m； 当为露天调压装置时，不宜小于10m； 当通向调压站的支管阀门距调压站小于100m时，室外支管阀门与调压站进口阀门可合为一个。	《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）第6.6.10条	可研中，未明确在宣威花椒门站室外进、出口管道上是否设置阀门。	需完善
19	输配管道及附属设施的保护范围应根据输配系统的压力分级和周边环境条件确定。最小保护范围应符合下列规定： 1 低压和中压输配管道及附属设施，应为外缘周边0.5m范围内的区域； 2 次高压输配管道及附属设施，应为外缘周边1.5m范围内的区域； 3 高压及高压以上输配管道及附属设施，应为外缘周边5.0m范围内的区域。	《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）5.1.6	可研中，未明确中压燃气管道、高压燃气管道的最小保护范围。	需明确
20	输配管道及附属设施的控制范围应根据输配系统的压力分级和周边环境条件确定。最小控制范围应符合下列规定： 1 低压和中压输配管道及附属设施，应为外缘周边0.5m～5.0m范围内的区域； 2 次高压输配管道及附属设施，应为外缘周边1.5m～15.0m范围内的区域； 3 高压及高压以上输配管道及附属设施，应为外缘周边5.0m～50.0m范围内的区域。	《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）5.1.7	可研中，未明确中压燃气管道、高压燃气管道的最小控制范围。	需明确
21	埋地输配管道不得影响周边建（构）筑物的结构安全，且不得在	《燃气工程项目规范》	燃气管道未在建筑物和地上大型构筑物（架空的	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	建筑物和地上大型构筑物(架空的建、构筑物除外)的下面敷设。	(GB55009-2021) 5.1.13	建、构筑物除外)的下面敷设。	
22	埋地输配管道应根据冻土层、路面荷载等条件确定其埋设深度。车行道下输配管道的最小直埋深度不应小于0.9m, 人行道及田地下输配管道的最小直埋深度不应小于0.6m。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 5.1.14	拟建项目燃气管道埋深符合要求。	符合
23	输配管道不应在排水管(沟)、供水管渠、热力管沟、电缆沟、城市轨道交通隧道、城市轨道交通隧道和地下人行通道等地下构筑物内敷设。当确需穿过时,应采取有效的防护措施。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 5.1.16	拟建项目未在排水管(沟)、供水管渠、热力管沟、电缆沟、城市轨道交通隧道、城市轨道交通隧道和地下人行通道等地下构筑物内敷设。	符合
24	当输配管道穿越铁路、公路、河流和主要干道时,应采取不影响交通、水利设施并保证输配管道安全的防护措施。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 5.1.17	可研中,未明确燃气管道穿越铁路、公路、河流和主要干道时应采取的不影响交通、水利设施的安全防护措施。	需明确
25	输配管道安装结束后,必须进行管道清扫、强度试验和严密性试验,并应合格。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 5.1.24	可研中,已要求燃气管道安装结束后,必须进行管道清扫、强度试验和严密性试验,并应合格。	符合
26	输配管道进行强度试验和严密性试验时,所发现的缺陷必须待试验压力降至大气压后方可进行处理,处理后应重新进行试验。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 5.1.25	可研中,已要求:燃气管道进行强度试验和严密性试验时,所发现的缺陷必须待试验压力降至大气压后方可进行处理,处理后应重新进行试验。	符合
27	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) 3.0.1	拟建项目燃气管道穿跨越方式是根据障碍物结构类型、施工周期要求、交通条件等因素确定的。	符合
28	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) 3.0.2	拟建项目燃气管道大部分情况下是垂直穿跨越铁路、公路、河流等障碍物。	符合
29	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) 4.1.2	可研中已明确燃气管道穿越铁路、高速公路时应征得铁路或高速公路管理部门同意。	符合
30	燃气管道穿越采用的套管宜为钢管或钢筋混凝土管,套管内径应比	《城镇燃气管道穿跨越工程技术规	拟建项目套管穿越时,套管的直径是DN800,比	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	燃气管道外径大100mm以上。	程》 (CJJ/T250-2016) 4.1.4	DN250燃气管道的外径大100mm以上。	
31	城镇给水排水和燃气热力工程中，输水、输气等埋地管道穿越活动断裂带时，应采取下列措施： 1 管道应敷设在套管内，管道与套管之间的间隙应用柔性防腐、防水材料密封；套管周围应填充干砂。 2 管道及套筒应采用钢管。 3 断裂带两侧的管道上，应在适当位置设置紧急关断阀门。	《建筑与市政工程抗震通用规范》 (GB55002-2021) 6.2.10	根据本项目工程场地地震安全性评价报告，拟建项目燃气管线经过东山寺断裂，但可研中未明确相应的安全对策措施。	需明确

由上述安全检查表的结果可知：拟建项目燃气管道基本符合《城镇燃气设计规范(2020 版)》(GB50028-2006)、《燃气工程项目规范》(GB55009-2021)、《城镇燃气规划规范》(GB/T51098-2015)、《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB55002-2021)、《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》(CJJ/T250-2016)等标准、规范的要求。

- 但可行性研究报告中未明确以下问题：
- 1、拟建项目中压管道干管上设置了一个阀井，但未明确该阀门两侧是否设置放散管。
 - 2、该项目地震设防烈度 7 度，燃气管道选用时，未考虑燃气管道所承受的地震荷载，未进行燃气埋地管道的抗震验算。
 - 3、未明确在宣威花椒门站室外进、出口管道上是否设置阀门。
 - 4、未明确中压燃气管道、高压燃气管道的最小保护范围。
 - 5、未明确中压燃气管道、高压燃气管道的最小控制范围。
 - 6、未明确燃气管道穿越铁路、公路、河流和主要干道时应采取的不影响交通、水利设施的安全防护措施。
 - 7、未明确拟建项目燃气管线经过东山寺断裂的相应安全对策措施。

5.2.2 燃气输送管道预先危险性分析

表 5.2-2 燃气输送管道预先危险性分析表

危险因素	产生原因	触发条件	可能后果	危险等级	对策措施
火灾爆炸	1.天然气泄漏； 2.天然气泄漏后在空气中形成爆炸氛围； 3.管道设计不合理或选材不当； 4.管道抗震设防不足，安全设施不符合要求； 5.耐高压强度不够、耐腐蚀性差。 6.管道存在制造缺陷，如制造单位无资质证书、焊接质量差、质量不合格等。 7.施工、安装缺陷，施工质量差未进行气密性、耐压试验。 8.管道、阀门、法兰等密封不好。 9.管道内部压力过高；管道超压运行等。 10.未定期对管道及安全附件进行检验、检测、检修、更换，或超年限使用等。	1.检修过程违章动火。 2.火灾、爆炸危险场所存在点火源 3.作业人员吸烟、使用打火机。 4.天然气由于流动、冲击等，易产生静电积聚。若管道的防静电措施不落实或效果不佳，则会产生静电积聚，从而产生较高的静电电位，并可能发生静电放电，产生静电火花。 5.操作人员，若身着化纤衣物，同时脚穿绝缘鞋时，由于行走、活动和工作产生静电。 6.防雷设施不齐备，或因管理疏忽，导致防雷效果降低，甚至失去作用。 7.杂散电流窜入天然气管道。 8.金属工具、法兰盘、鞋钉等金属物，与管道等发生摩擦或撞击，可能产生火花。 9.第三方破坏。	人员伤亡 管道损毁	IV	1.设计中应严格执行国家相关要求，合理设计管道、采用符合要求的材质、按要求设置相应的安全防护设施。 2.施工作业时加强点火源管理。 3.爆炸危险区内按规范要求使用相应等级的防爆电器。 4.安装避雷防静电设施，并定期进行检查。 5.设置安全警示标志。 6.严格执行操作规程，严禁使用易产生火花的工具或穿着易产生静电的服装。 7.加强巡查和维护保养，及时消除跑、冒、滴、漏，保持密封、密闭。 8.加强职工安全教育培训。 9.严格执行操作规程及动火审批制度。 10.可能发生泄漏的阀门、法兰连接处等处设置必要的可燃气体检测报警仪，并将信号接至控制室。 11.在适当场所设置火灾自动报警仪。 12.按要求对安全附件进行效验。 13.定期请具有资质的单位对压力管道进行全面检测。
压力管道爆炸	1.设计、安装缺陷：如设备、管道本体质量差、用材不当、存在先天性制造质量缺陷（焊接裂缝和未焊透等）或安装过程中存在质量问题。 2.疲劳：长期压力交变引起疲劳裂纹及疲劳断裂等。 3.腐蚀：未开展定	1.超压：因超出额定工作压力运行，使管道、连接件、管道附件破裂而导致爆炸。 2.管道堵塞：管道因进入异物、腐蚀、物料夹带等原因可能造成堵塞，使其内部憋压而导致超压爆炸。 3.压力未能及时卸放；相关放空、卸放	人员伤亡 管道损毁	IV	1.委托具有相应设计资质的单位进行设计，保证设备、设施设计合理，确保材料选型、抗震设防、安全设施等能够满足工艺条件要求。 2.购买具有相应制造资质的单位生产的质量合格的设备、管道等。 3.委托具有资质的施工、监理单位对项目建设进行监理、施工，确保施工质量。 4.施工竣工后，应组织项目建设设

	期检验,年久失修,压力管道及其连接件、附件被腐蚀,强度不够,焊缝破损都会引起管道承受不了内部的压力,致使发生爆炸。	设施不完善。			计单位联合验收。 5.严格执行各项规章制度、安全操作规程,严禁超压运行。 6.加强职工的安全教育,提高安全素质,杜绝“三违”现象发生。 7.定期请有资质的单位校验安全附件。 8.加强巡回检查制,发现问题及时处理,确保安全运行。 9.设备投入运行前,按要求进行检漏、耐压试验。 10.定期请具有资质的单位对压力容器、压力管道进行全面检测。
中毒窒息	1.设计、安装缺陷:如设备、管道本体质量差、用材不当、存在先天性制造质量缺陷(焊接裂缝和未焊透等)或安装过程中存在质量问题。 2.天然气瞬时大量泄漏; 3.火灾时,人员吸入天然气燃烧产生的二氧化碳、一氧化碳。	1.人员未按要求佩戴劳动防护用品。 2.未对管道内残余的天然气浓度、氧浓度进行检测,违章操作。	人员伤亡	II	1.委托具有相应设计资质的单位进行设计,保证设备、设施设计合理,确保材料选型、抗震设防、安全设施等能够满足工艺条件要求。 2.购买具有相应制造资质的单位生产的质量合格的设备、管道等。 3.委托具有资质的施工、监理单位对项目建设进行监理、施工,确保施工质量。 4.施工竣工后,应组织项目建设设计单位联合验收。 5.在天然气泄漏可能发生中毒窒息的场所设安全警示标志。 6.加强巡查和维护保养,及时消除跑、冒、滴、漏,保持密封、密闭。 7.加强职工安全教育培训,提高自我保护意识。 8.定期请具有资质的单位对压力管道进行全面检测。 9.为作业人员配备相应的劳动防护用品。
雷电和静电危害	1.防雷装置的选型不合理,不符合要求。 2.防雷装置设计不合理,未覆盖所有管道。 3.防雷装置安装存在缺陷。 4.长时间运行后,防雷装置受腐蚀失效或防雷接地电阻	1.雷雨天气,发生雷电放电; 2.静电积聚并放电。 3.带压天然气放空时,产生静电火花,可能引发火灾爆炸事故。	人员伤亡 管道损坏	II	1.采用合格、有效的防雷装置。 2.定期请具有相关资质的单位做防雷、防静电检测。 3.为从业人员配发相应的劳保用品。 4.加强对从业人员对安全教育。 5.采取有效的防静电措施。 6.严格执行各项操作规程,进入火灾、爆炸危险区域不得穿着化纤衣物、钉鞋等易产生火花服装。 7.委托具有设计资质的单位进行

	不符合要求。 5.由于管道破损，带压的天然气积聚喷出，产生静电火花，可能引发火灾爆炸事故				防雷防静电系统设计、施工。
社会危害	1.人为破坏； 2.恐怖袭击； 3.未按规定巡线； 4.无在线监控系统。	1.未制定安全管理制度； 2.未制定安全操作规程； 3.巡线人员缺乏安全知识。	人员伤亡 管道损坏	II	1.对管线制定有效的防护措施； 2.应定期制定反恐怖袭击应急救援预案，并定期参加演练； 3.应制定巡线计划，并按规定巡线； 4.应设置在线监控系统； 5.应按规范要求制定安全管理制度、安全操作规程； 6.加强安全教育培训，并经考试合格后持证上岗。

由上表预先危险性分析的结果可知：拟建项目燃气输送管道在运行过程中的火灾、爆炸、压力管道爆炸、雷电和静电危害危是主要事故类型，是III级或III级以上是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，下一步设计过程中，应立即采取相应的防范技术措施。

5.2.3 燃气输送管道事故树分析

拟建项目燃气管道由于穿越河流、公路等，在运行过程中受到腐蚀、第三方破坏等因素的影响，管道失效不可避免，一旦发生泄漏，会导致爆炸或人员中毒、窒息，造成的综合经济损失难以预料。因此，如何安全有效地管理和维护管线，提高管线的安全性和可靠性成为天然气的重要问题。此处将事故树分析法用于燃气管线失效分析，可找出失效的原因，并提出相应的改进措施。下面以管道失效作为顶上事件，进行分析。

5.2.3.1 管道失效事故树图

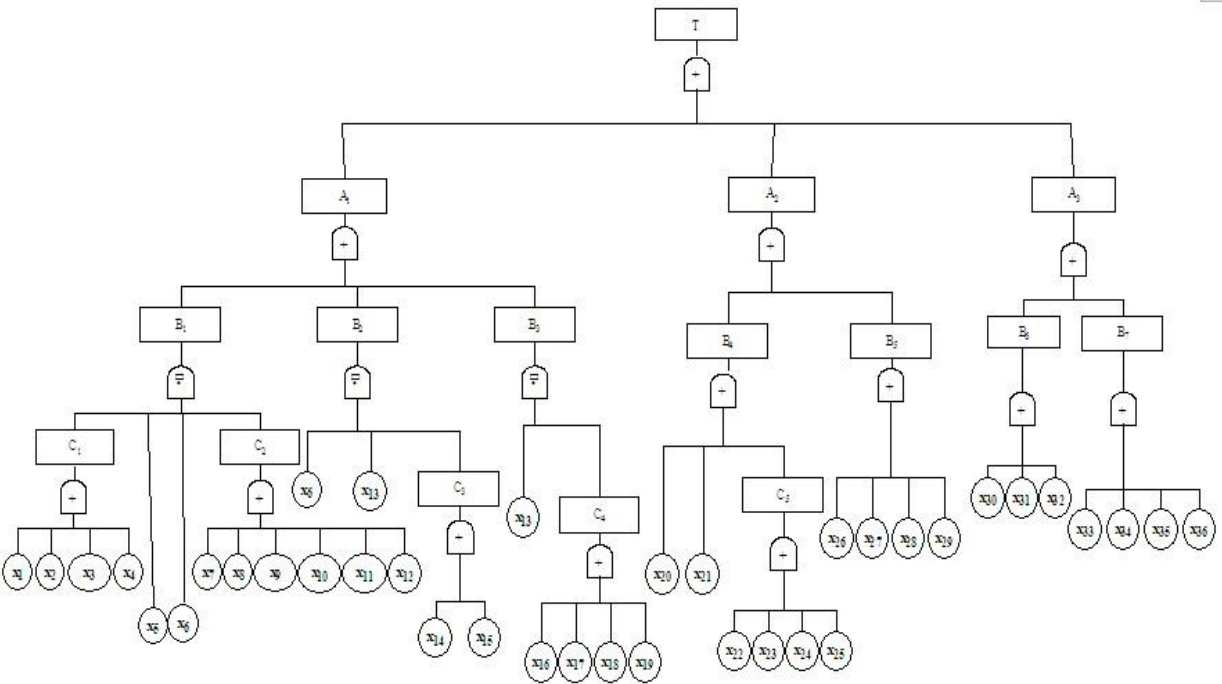


图 5.2-1 管道失效事故树

以上管道失效事故树图中的代码情况如下表所示。

表 5.2-3 管道失效事故树图代码情况表

代码编号	代码表示情况	代码编号	代码表示情况
T	管道失效事故	A ₁	腐蚀
A ₂	存在缺陷	A ₃	第三方破坏
B ₁	外腐蚀	B ₂	内腐蚀
B ₃	应力腐蚀	B ₄	存在初始缺陷
B ₅	存在施工缺陷	B ₆	自然灾害
B ₇	人为破坏	C ₁	阴极保护失效
C ₂	土壤腐蚀性	C ₃	天然气含酸性物质
C ₄	作用应力	C ₅	管材存在缺陷
X ₁	阴极保护距离小	X ₂	保护电位小
X ₃	地床存在杂散电流	X ₄	保护方式不当
X ₅	防腐绝缘层质量差	X ₆	抗蚀性差
X ₇	土壤PH值低	X ₈	土壤含细菌
X ₉	土壤氧化还原电位高	X ₁₀	土壤含硫化物
X ₁₁	土壤含水率高	X ₁₂	土壤含盐量高
X ₁₃	露点过高	X ₁₄	天然气中含CO ₂
X ₁₅	天然气中含H ₂ O	X ₁₆	残余应力
X ₁₇	应力集中	X ₁₈	外应力
X ₁₉	内应力	X ₂₀	加工质量差

代码编号	代码表示情况	代码编号	代码表示情况
X ₂₁	强度设计不合理	X ₂₂	材料机械性能差
X ₂₃	金相组织不均匀	X ₂₄	管线含杂质
X ₂₅	晶粒粗大	X ₂₆	安装质量差
X ₂₇	焊接质量差	X ₂₈	管沟质量差
X ₂₉	机械损伤	X ₃₀	地震
X ₃₁	洪水冲刷	X ₃₂	软土沉陷
X ₃₃	管道上方违章施工	X ₃₄	管道上方违章建筑
X ₃₅	钻孔盗气	X ₃₆	违章作业

5.2.3.2 管道失效事故树定性分析

用布尔代数化简法，得出 47 个最小割集为：

$$P_1=\{X_1, X_5, X_6, X_7\};$$
$$P_3=\{X_1, X_5, X_6, X_9\};$$
$$P_5=\{X_1, X_5, X_6, X_{11}\};$$
$$P_7=\{X_2, X_5, X_6, X_7\};$$
$$P_9=\{X_2, X_5, X_6, X_9\};$$
$$P_{11}=\{X_2, X_5, X_6, X_{11}\};$$
$$P_{13}=\{X_3, X_5, X_6, X_7\};$$
$$P_{15}=\{X_3, X_5, X_6, X_9\};$$
$$P_{17}=\{X_3, X_5, X_6, X_{11}\};$$
$$P_{19}=\{X_4, X_5, X_6, X_7\};$$
$$P_{21}=\{X_4, X_5, X_6, X_9\};$$
$$P_{23}=\{X_4, X_5, X_6, X_{11}\};$$
$$P_{25}=\{X_6, X_{13}, X_{14}\};$$
$$P_{27}=\{X_{13}, X_{16}\};$$
$$P_{29}=\{X_{13}, X_{18}\};$$
$$P_{31}=\{X_{20}\};$$

$$P_2=\{X_1, X_5, X_6, X_8\};$$
$$P_4=\{X_1, X_5, X_6, X_{10}\};$$
$$P_6=\{X_1, X_5, X_6, X_{12}\};$$
$$P_8=\{X_2, X_5, X_6, X_8\};$$
$$P_{10}=\{X_2, X_5, X_6, X_{10}\};$$
$$P_{12}=\{X_2, X_5, X_6, X_{12}\};$$
$$P_{14}=\{X_3, X_5, X_6, X_8\};$$
$$P_{16}=\{X_3, X_5, X_6, X_{10}\};$$
$$P_{18}=\{X_3, X_5, X_6, X_{12}\};$$
$$P_{20}=\{X_4, X_5, X_6, X_8\};$$
$$P_{22}=\{X_4, X_5, X_6, X_{10}\};$$
$$P_{24}=\{X_4, X_5, X_6, X_{12}\};$$
$$P_{26}=\{X_6, X_{13}, X_{15}\};$$
$$P_{28}=\{X_{13}, X_{17}\};$$
$$P_{30}=\{X_{13}, X_{19}\};$$
$$P_{32}=\{X_{21}\};$$

$$P_{33}=\{X_{22}\};$$

$$P_{34}=\{X_{23}\};$$

$$P_{35}=\{X_{24}\};$$

$$P_{36}=\{X_{25}\};$$

$$P_{37}=\{X_{26}\};$$

$$P_{38}=\{X_{27}\};$$

$$P_{39}=\{X_{28}\};$$

$$P_{40}=\{X_{29}\};$$

$$P_{41}=\{X_{30}\};$$

$$P_{42}=\{X_{31}\};$$

$$P_{43}=\{X_{32}\};$$

$$P_{44}=\{X_{33}\};$$

$$P_{45}=\{X_{34}\};$$

$$P_{46}=\{X_{35}\};$$

$$P_{47}=\{X_{36}\}。$$

根据结构重要度分析法则，利用最小割集，推算各基本事件的结构重要度。通过比较计算，得出结构重要度的顺序为： $I_{\Phi}(6) > I_{\Phi}(5) > I_{\Phi}(13) > I_{\Phi}(20) = I_{\Phi}(21) = I_{\Phi}(22) = I_{\Phi}(23) = I_{\Phi}(24) = I_{\Phi}(25) = I_{\Phi}(26) = I_{\Phi}(27) = I_{\Phi}(28) = I_{\Phi}(29) = I_{\Phi}(30) = I_{\Phi}(31) = I_{\Phi}(32) = I_{\Phi}(33) = I_{\Phi}(34) = I_{\Phi}(35) = I_{\Phi}(36) > I_{\Phi}(1) = I_{\Phi}(2) = I_{\Phi}(3) = I_{\Phi}(4) > I_{\Phi}(7) = I_{\Phi}(8) = I_{\Phi}(9) = I_{\Phi}(10) = I_{\Phi}(11) = I_{\Phi}(12) = I_{\Phi}(16) = I_{\Phi}(17) = I_{\Phi}(18) = I_{\Phi}(19) > I_{\Phi}(14) = I_{\Phi}(15)。$

通过对结构重要度的分析得知，引起管线失效的主要因素以及需要采取的措施有：

1.第三方破坏

包括人为因素破坏和自然灾害破坏。如管道上方违章施工、管道上方违章建筑、钻孔盗气。因此应对管道标以明显标志，并定期进行安全检查；

2.腐蚀

包括外腐蚀、内腐蚀和应力腐蚀。土壤、阴极保护失效和绝缘涂层老化等均会导致管线外腐蚀；而输送介质中含 CO_2 、水等会造成内腐蚀；施工、安装不当等又会引起应力腐蚀。因此，要加强阴极保护，确保涂层质量好，改善清管效果，并要尽可能避免施工时应力的存在；

3.缺陷

包括初始缺陷和施工缺陷。初始缺陷是在制造、施工和运输过程中产生的；安装缺陷则是在管段施工过程中形成。这些缺陷的存在导致管道整体强度降低，直接影响管道运行的可靠性。因此，应加强管材质量检查，建立严格的施工质量检测制度。

5.2.4 本单元小结

由上述分析评价结果可知：

1.《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）、《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》（CJJ/T250-2016）等标准、规范的要求。

2.拟建燃气管道在运行过程中火灾、爆炸、压力管道爆炸、雷电和静电危害是主要事故类型，是Ⅲ级或Ⅲ级以上危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，下一步设计过程中应立即采取相应的防范对策措施。

3.由燃气管道失效事故树分析评价的结果可知：导致燃气管道失效事故的原因主要为：第三方破坏、燃气管道腐蚀、燃气管道缺陷等。

4.存在问题：

拟建项目可行性研究报告中未明确以下问题：

但可行性研究报告中未明确以下问题：

（1）拟建项目中压管道主管上设置了一个阀井，但未明确该阀门两侧是否设置放散管。

（2）该项目地震设防烈度 7 度，燃气管道选用时，未考虑燃气管道所承受的地震荷载，未进行燃气埋地管道的抗震验算。

（3）未明确在宣威花椒门站室外进、出口管道上是否设置阀门。

（4）未明确中压燃气管道、高压燃气管道的最小保护范围。

（5）未明确中压燃气管道、高压燃气管道的最小控制范围。

（6）未明确燃气管道穿越铁路、公路、河流和主要干道时应采取的不影响交通、水利设施的安全防护措施。

（7）未明确拟建项目燃气管线经过东山寺断裂的相应安全对策措施。

5.3 站场安全评价单元

5.3.1 站场总平面布置防火间距

依据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）对拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜的总平面布置防火间距进行检查，检查表如下。

表5.3-1 拟建站场总平面布置防火间距安全检查表

名称	周围设施	规范要求的防火间距（m）	实际设计间距（m）	是否符合规范要求
宣威花椒门站				
工艺装置区	撬装柴油发电机	10	12	符合
	电控一体化小屋	10	12	符合
	门站围墙	10	10	符合
放散总管（放空立管）	撬装柴油发电机	25	36.7	符合
	电控一体化小屋	25	25.9	符合
	工艺装置区	20	32.6	符合
	站内道路（路边）	2	22	符合
	围墙	2	2	符合
凤凰山工业园区调压柜				
调压柜	户外电力柜	4	4	符合
	围墙	-	1.5	符合

通过上述检查表，拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜的总平面布置防火间距满足《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）的相关要求。

5.3.2 站场安全检查表

根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工

程项目规范》（GB55009-2021）等标准、规范，对拟建站场进行安全评价，安全检查表见下表。

表 5.3-2 站场安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
1	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。	《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006） 第6.5.5条	拟建站场分为生产区和辅助区。	符合
	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《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。站内建筑物的耐火等级不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016“二级”的规定。		根据5.3.1，站内的各建构筑物之间的防火间距满足《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）的要求。站内建筑物的耐火等级不低于二级。	符合
	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，距办公、生活建筑不应小于18m，距围墙不应小于10m。与站内生产建筑的间距按工艺要求确定。		根据5.3.1，站内露天工艺装置区与围墙的距离满足要求。	符合
2	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。加臭量应符合本规范第3.2.3条的有关规定。	《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006） 第6.5.6条	宣威花椒门站设置加臭橇。	符合
3	门站和储配站的工艺设计应符合下列要求： 1 功能应满足输配系统输气调度和调峰的要求； 2 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；门站进站总管上宜设置分离器； 3 调压装置应根据燃气流量、压力降等工艺条件确定设置。 4 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，在寒冷或风沙地区宜采用全封闭式厂房； 5 进出站管线应设置切断阀门和绝缘法兰； 6 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； 7 当长输管道采用清管工艺时，其	《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006） 第6.5.7条	拟建花椒门站设计时，满足输配系统输气调度和调峰的要求；设置计量和调压装置，装置前应设过滤器；调压装置根据燃气流量、压力降等工艺条件确定设置；站内计量调压装置和加压设备露天布置；进出站管线应设置紧急切断阀门；站场设置清管器的接收装置；站内管道上设置安全阀和发散装置。可研要求站内设备、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。	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	清管器的接收装置宜设置在门站内； 8 站内管道上应根据系统要求设置安全保护及放散装置； 9 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。			
4	集中放散装置的放散管与站内建、构筑物的防火间距不应小于表 6.5.12-2 的规定；放散管管口高度应高出距其 25m 内的建构筑物 2m 以上，且不得小于 10m。	《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006） 第 6.5.7 条（6）	本工程放空系统利用放空立管。	不涉及
5	集中放散装置宜设置在站内全年最小频率风向的上风侧。	《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006） 第 6.5.7 条（7）	宣威市多偏南风，集中放散管设置在场站的北侧，即位于最大频率风向的下风侧（最小频率风向的上风侧）。	符合
6	站内工艺管道应采用钢管。燃气管道设计压力大于 0.4MPa 时，其管材性能应分别符合现行国家标准《石油天然气工业输送钢管交货技术条件》GB/T 9711、《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 的规定；设计压力不大于 0.4MPa 时，其管材性能应符合现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的规定。 阀门等管道附件的压力级别不应小于管道设计压力。	《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006） 第 6.5.13 条	拟建宣威花椒门站和宣威凤凰山工业园区调压柜工艺管道采用钢管，刚才的选型满足《石油天然气工业输送钢管交货技术条件》GB/T 9711、《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163、《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的规定。阀门等管道附件的压力级别不小于管道设计压力。	符合
7	自然条件和周围环境许可时，宜调压装置设置在露天，但应设置围墙、护栏或车挡。	《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006） 第 6.6.2 条	拟建项目可行性研究报告中未明确调压站调压装置的围墙、护栏或车挡。	需完善
8	调压站（含调压柜）与其他建筑物、构筑物的水平净距应符合表 6.6.3 的规定。	《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006） 第 6.6.3 条	由表 5.3-1 可知，调压柜与其他建筑物、构筑物的水平净距符合要求。	符合
9	调压器应能满足进口燃气的最高、最低压力的要求。	《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006） 第 6.6.9 条	拟建项目调压器满足进口燃气的最高、最低压力要求。	符合
	调压器的压力差，应根据调压器前燃气管道的最低设计压力与调压器后燃气管道的设计压力之差值确定。		拟建项目调压器的压力差，拟根据调压器前燃气管道的最低设计压力与调压器后燃气管道的设计压力之差值确定。	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	调压器的计算流量,应按该调压器所承担的管网小时最大输送量的1.2倍确定。		可行性研究报告中未明确调压器计算流量时应按该调压器所承担的管网小时最大输送量的1.2倍确定。	需完善
10	连接未成环低压管网的区域调压站和供连续生产使用的用户调压装置宜设置备用调压器,其他情况下的调压器可不设备用。	《城镇燃气设计规范(2020版)》(GB50028-2006)第6.6.10条	拟建项目调压器一用一备。	符合
	高压和次高压燃气调压站室外进、出口管道上必须设置阀门; 中压燃气调压站室外进口管道上,应设置阀门。		拟建项目可行性研究报告中未明确宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜室外进、出口管道上阀门的具体设置要求。	需完善
	调压站室外进、出口管道上阀门距调压站的距离: 当为地上单独建筑时,不宜小于10m,当为毗连建筑物时,不宜小于5m; 当为调压柜时,不宜小于5m; 当为露天调压装置时,不宜小于10m; 当通向调压站的支管阀门距调压站小于100m时,室外支管阀门与调压站进口阀门可合为一个。		拟建项目可行性研究报告中未明确宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜室外进、出口管道上阀门距调压站的距离。	需完善
	在调压器燃气入口处应安装过滤器。		拟在调压器燃气入口处安装过滤器。	符合
	在调压器燃气入口(或出口)处。应设防止燃气出口压力过高的安全保护装置(当调压器本身带有安全保护装置时可不设)。		拟建项目可行性研究报告中未明确调压器燃气入口处是否设置出口压力过高的安全保护装置。	需完善
	调压站内调压器及过滤器前后均应设置指示式压力表,调压器后应设置自动记录式压力仪表。		拟建项目调压站内调压器及过滤器前后均拟设指示式压力表。	符合
11	地上调压站内调压器的布置应符合下列要求: 1 调压器的水平安装高度应便于维护检修; 2 平行布置2台以上调压器时,相邻调压器外缘净距、调压器与墙面之间的净距和室内主要通道的宽度均宜大于0.8m。	《城镇燃气设计规范(2020版)》(GB50028-2006)第6.6.11条	拟建项目调压器的水平安装高度和调压器间的安全间距满足要求。	符合
12	当燃气厂站设有生产辅助区及生活区时,生活区应与生产区分区布置。当燃气厂站具有汽车加气功能时,汽车加气区、加气服务用房	《燃气工程项目规范》(GB55009-2021)4.1.3	拟建宣威花椒门站和凤凰山工业园区调压柜未设置生产辅助区及生活区。	不涉及

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	与站内其他设施应采用围护结构分隔。			
13	燃气厂站边界应设置围护结构。液化天然气、液化石油气厂站的生产区应设置高度不低于2.0m的不燃性实体围墙。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 4.1.5	拟建宣威花椒门站（不属于液化天然气站）四周设置高1.8m的围墙。	符合
14	燃气厂站内建筑物与厂站外建筑物之间的间距应符合防火的相关要求。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 4.1.6	根据5.1.1.2, 拟建站场与厂站外建筑物之间的间距应符合防火的相关要求。	符合
15	燃气厂站道路和出入口设置应满足便于通行、应急处置和紧急疏散的要求，并应符合表4.1.8的规定。	《燃气工程项目规范》 (GB55009-2021) 4.1.8	拟建宣威花椒门站和凤凰山工业园区调压柜各设有1个出口，满足便于通行、应急处置和紧急疏散的要求。	符合

由上述安全检查表的结果可知：拟建项目站场的设计基本符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）等标准、规范的要求，但可行性研究报告中未明确以下问题：

- (1) 未明确调压站调压装置是否设置围墙、护栏或车挡；
- (2) 未明确调压器计算流量时应按该调压器所承担的管网小时最大输送量的 1.2 倍确定；
- (3) 未明确宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜室外进、出口管道上阀门的具体设置要求；
- (4) 未明确宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜室外进、出口管道上阀门距调压站的距离；
- (5) 未明确调压器燃气入口处是否设置出口压力过高的安全保护装置。

5.3.3 站场预先危险性分析

5.3.3.1 站场的预先危险性分析

表 5.3-3 站场预先危险性分析

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
火灾爆炸	1.天然气泄漏； 2.遇明火； 3.站场工艺装置区电气设备不防爆； 4.站场各工艺装置之间的防火距离不符合规范要求。	1.安全阀等安全附件失灵，管道严重超压； 2.材料受到腐蚀； 3.设计制造安装缺陷； 4.违反操作规程静电起火； 5.易燃易爆气体遇火种； 6.火花； 7.静电、雷击。	人员伤亡、财产损失	IV	1.严格按照规定进行设计，制造，施工； 2.严格执行操作规范和工业动火规定； 3.严格执行设备，装置的检修和保养制度； 4.定期对压力管道进行检验，确认其安全寿命； 5.严格遵守相关作业规程作业，杜绝违章作业； 6.控制消除火种； 7.根据介质和土壤环境，做好管线防腐； 8.设置防静电、防雷接地； 9.燃气管道要按规范规定设紧急关断阀和放空装置； 10.站场工艺装置区电气设备应设置成防爆型； 11.站场各工艺装置之间的防火距离应按现行标准规范要求留足防火距离。
压力管道爆炸	1.设计、安装缺陷：如设备、管道本体质量差、用材不当、存在先天性制造质量缺陷（焊接裂缝和未焊透等）或安装过程中存在质量问题。 2.疲劳：长期压力交变引起疲劳裂纹及疲劳断裂等。 3.腐蚀：未开展定期检验，年久失修，压力管道及其连接件、附件被腐蚀，强度不够，焊缝破损都会引起管道承受不了内部的压力，致使发生爆炸。	1.超压：因超出额定工作压力运行，使管道、连接件、管道附件破裂而导致爆炸。 2.管道堵塞：管道因进入异物、腐蚀、物料夹带等原因可能造成堵塞，使其内部憋压而导致超压爆炸。 3.压力未能及时卸放；相关放空、卸放设施不完善。	人员伤亡 管道损毁	IV	1.委托具有相应设计资质的单位进行设计，保证设备、设施设计合理，确保材料选型、抗震设防、安全设施等能够满足工艺条件要求。 2.购买具有相应制造资质的单位生产的质量合格的设备、管道等。 3.委托具有资质的施工、监理单位对项目建设进行监理、施工，确保施工质量。 4.施工竣工后，应组织项目建设设计单位联合验收。 5.严格执行各项规章制度、安全操作规程，严禁超压运行。 6.加强职工的安全教育，提高安全素质，杜绝“三违”现象发生。 7.定期请有资质的单位校验安全附件。 8.加强巡回检查制，发现问题及时处理，确保安全运行。 9.设备投入运行前，按要求进

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
					行检漏、耐压试验。 10.定期请具有资质的单位对压力容器、压力管道进行全面检测。
雷电和静电危害	1.防雷装置的选型不合理，不符合要求。 2.防雷装置设计不合理，未覆盖所有管道。 3.防雷装置安装存在缺陷。 4.长时间运行后，防雷装置受腐蚀失效或防雷接地电阻不符合要求。 5.由于管道破损，带压的天然气积聚喷出，产生静电火花，可能引发火灾爆炸事故。	1.雷雨天气，发生雷电放电； 2.静电积聚并放电。 3.带压天然气放空时，产生静电火花，可能引发火灾爆炸事故。	人员伤亡 管道损坏	II	1.采用合格、有效的防雷装置。 2.定期请具有相关资质的单位做防雷、防静电检测。 3.为从业人员配发相应的劳保用品。 4.加强对从业人员对安全教育。 5.采取有效的防静电措施。 6.严格执行各项操作规程，进入火灾、爆炸危险区域不得穿着化纤衣物、钉鞋等易产生火花服装。 7.委托具有设计资质的单位进行防雷防静电系统设计、施工。
中毒、窒息	1.站场工艺装置区等易发生天然气、加臭剂泄漏区域、加臭剂量不足，无检漏报警装置； 2.站场工艺设计、施工缺陷； 3.加臭剂量不足或质量缺陷，导致大量天然气泄漏。	1.作业人员未穿戴劳动防护用品； 2.作业人员缺乏安全管理知识； 3.作业人员未执行安全操作规程。	人员伤亡 管道损坏	II	1.站场工艺装置区等易发生天然气、加臭剂泄漏区域，应设置检漏报警装置； 2.请有资质的、经验丰富的设计、施工单位对站场进行相关作业； 3.应按要求配发劳动防护用品并严格按照其要求执行； 4.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗； 5.应按要求制定安全操作规程，并严格按照其要求执行； 6.应向有资质的生产厂家或经营单位购买加臭剂，并按规定添加至装置内； 7.应按要求向天然气中添加加臭剂。
车辆伤害	1.站场出入口、道路设计、施工缺陷； 2.站场内道路路基缺陷； 3.站场内道路转弯	1.站场出入口无安全警示标识； 2.作业人员缺乏安全管理知识； 3.作业人员未执行安全操作规程。	人员伤亡 管道损坏	II	1.请有资质的设计、施工单位对站场出入口、道路进行设计、施工作业； 2.站场内道路路基应符合现行标准、规范要求； 3.站场内道路转弯半径、宽度

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
	半径、宽度不足。				应符合现行标准、规范要求； 4.站场出入口应设置有效的安全警示标识； 5.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗； 6.应按规范要求制定安全操作规程，并严格按照其要求执行。
机械伤害	1.站场内使用的电机等转动或传动设备设计时未考虑设置机械防护罩； 2.机械防护装置材质、施工缺陷； 3.机械设备安装基检修距离缺陷。	1.作业人员缺乏安全知识； 2.作业人员未穿戴劳动防护用品； 3.作业现场无安全警示标识。	人员伤亡 管道损坏	II	1.电机等转动或传动机械设备应设置机械防护装置； 2.向有资质的单位或生产厂家购买机械防护装置的材料，并请有资质、经验丰富的施工单位进行相关作业； 3.机械设备的安安全基础高度、检修距离等应符合规范要求； 4.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗； 5.应按规范要求配置劳动防护用品； 6.应按规范要求设置“当心机械伤害”等安全警示标志。
高处坠落	1.辅助用房等构筑物顶部及作业平台、临边洞口设计时未考虑设置防护栏杆或防护网； 2.防护栏杆或防护网强度等参数不符合规范要求。	1.作业人员缺乏安全知识； 2.作业人员未穿戴劳动防护用品； 3.作业现场无安全警示标识。	人员伤亡 管道损坏	II	1.设计、施工时，应考虑辅助用房等构筑物顶部及作业平台、临边洞口设置防护栏杆或防护网； 2.防护栏杆、防护网的强度等参数应符合规范要求； 3.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗； 4.应按规范要求配置劳动防护用品，高处作业时应系安全带； 5.应按规范要求设置“当心高处坠落”等安全警示标志。
触电	1.站场区域的配电柜、配电箱等作业区域无绝缘胶垫； 2.站场区域内的配电线路破损、布置不规范； 3.电气线路、电气设备的材质缺陷。	1.作业人员缺乏安全知识； 2.作业人员未穿戴劳动防护用品； 3.作业现场无安全警示标识。	人员伤亡 管道损坏	II	1.站场区域的配电柜、配电箱等作业区域应设置绝缘胶垫； 2.站场区域内的配电线路应按规范要求进行布置，并定期进行维护保养； 3.站场内的电气线路、电气设备的材质应符合规范要求； 4.应按规范要求配置劳动防护

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
					用品，高处作业时应系安全带； 5.应按要求设置“当心触电”等安全警示标志； 6.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗。

由上表分析结果可知：拟建站场在运行过程中的火灾、爆炸、压力管道爆炸是主要事故类型，是Ⅲ级或Ⅲ级以上是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，下一步设计过程中应立即采取相应的防范对策措施。

5.3.3.2 过滤分离装置的预先危险性分析

表 5.3-4 过滤分离装置预先危险性分析

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
火灾爆炸	1.天然气泄漏； 2.遇明火； 3.开关、控制柜不防爆。	1.滤芯堵塞，引起管道、设备超压破裂； 2.排污管的球阀质量不合格（密封不严） 3.设备腐蚀； 4.操作失误； 5.仪表故障； 6.密封件失效； 7.焊口缺陷； 8.外界干扰； 9.明火； 10.雷击、静电引发。	人员伤亡、财产受损	IV	1.发现压力不正常及时更换滤芯； 2.选用质量合格的阀门，发现漏气及时更换； 3.设备防腐(防腐层、阴极保护)； 4.控制天然气内腐蚀介质； 5.按设计选用、安装、测试仪表； 6.岗前培训，制定操作规程； 7.焊口探伤，管线运行前试压； 8.安全用火制度，动火进行防护； 9.防雷、静电接地设施良好； 10.开关、控制柜应设成防爆型。
中毒窒息	1.天然气泄漏； 2.过滤分离装置周边无可燃气体检测报警装置或失效。	1.设备腐蚀穿孔； 2.意外泄漏； 3.超压； 4.联锁失效； 5.操作失误； 6.人员在危险区。	人员受伤、财产受损	II	1.设备防腐，定期检测； 2.实行自动化控制； 3.超压联锁保护，紧急放空； 4.运行前试压； 5.人员远离危险区域； 6.必要时人员进行防护； 7.执行安全操作规程；

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
					8.配备可燃气体检测报警器。
触电	1.带动过滤分离器工作的电气设备设计、施工缺陷； 2.电气线路布置混乱； 3.落地式配电柜无绝缘胶垫。	1.作业人员缺乏安全知识； 2.未制定安全操作或未执行； 3.作业人员未穿戴劳动防护用品。	人员受伤、财产受损	II	1.请有资质的、经验丰富的设计单位对过滤分离器进行设计、施工作业； 2.应按要求，布置站场电气线路； 3.落地式配电柜、控制柜前应设置绝缘胶垫； 4.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗； 5.应按要求制定安全操作规程，并严格按照其要求执行； 6.应按要求配发劳动防护用品。

由上表分析结果可知：拟建项目过滤分离装置区的火灾、爆炸是主要事故类型，是III级或III级以上是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，下一步设计过程中应立即采取防范对策措施。

5.3.3.3 调压及加臭装置的预先危险性分析

表 5.3-5 调压及加臭装置的预先危险性分析

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
火灾爆炸	1.调压计量及加臭装置设计、安装缺陷； 2.材质缺陷； 3.与周边建构筑物之间的防火距离不符合规范要求； 4.电气设备不防爆。	1.作业人员缺乏安全知识； 2.作业现场无安全警示标识； 3.未制定安全操作规程或未执行； 4.作业区域有明火、使用易产生火花工具。	财产损失、人员伤亡	IV	1.请有资质的设计、施工单位对调压计量及加臭装置进行设计、施工作业； 2.调压、计量及加臭装置的材质应符合规范要求； 3.与周边建构筑物之间的防火距离应符合规范要求； 4.电气设备例如：开关、控制柜等应采用防爆型； 5.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗； 6.作业现场应配置有效、醒目的安全警示标识； 7.应按要求制定安全操

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
					作规程，并严格按照其要求执行； 8.作业区不得有明火、火花、不得使用易产生火花的工具。
压力管道爆炸	1.调压、计量及加臭装置区的工艺管道设计、安装缺陷； 2.超压、超负荷使用； 3.工艺设计缺陷。	1.作业人员缺乏安全知识； 2.作业现场无安全警示标识； 3.未制定安全操作规程或未执行。	人员受伤、财产受损	II	1.请有资质的设计、施工单位对调压计量及加臭装置进行设计、施工作业； 2.严禁超压、超负荷使用； 3.严格按现行标准、规范要求对调压、计量及加臭装置的工艺进行设计； 4.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗； 5.作业现场应配置有效、醒目的安全警示标识； 6.应按规范要求制定安全操作规程，并严格按照其要求执行。
中毒、窒息	1.天然气、加臭剂发生泄漏； 2.调压、计量及加臭装置周边无可燃气体检测报警装置或失效； 3.加臭剂量不足或质量缺陷，导致大量天然气泄漏。	1.设备腐蚀穿孔； 2.意外泄漏； 3.超压； 4.联锁失效； 5.操作失误； 6.人员在危险区。	财产损失、人员伤亡	III	1.定期对调压及计量装置进行维护、保养； 2.实行自动化控制； 3.超压联锁保护，紧急放空； 4.运行前试压； 5.人员远离危险区域； 6.必要时人员进行防护； 7.执行安全操作规程； 8.配备可燃气体检测报警器； 9.应向有资质的生产厂家或经营单位购买加臭剂，并按规定添加至装置内； 10.应按规范要求向天然气中添加加臭剂。
雷电危害	1.调压、计量及加臭装置无避雷装置； 2.避雷装置材质缺陷； 3.避雷装置设计、安装缺陷。	1.作业人员缺乏安全知识； 2.作业现场无安全警示标识； 3.未制定安全操作规程或未执行。	人员受伤、财产受损	II	1.调压、计量及加臭装置应设置避雷装置； 2.向有资质的单位购买避雷装置； 3.请有资质的设计、施工等单位对避雷装置设计、安装； 4.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗；

危险因素	触发条件	产生原因	事故后果	危险等级	对策措施
					5.作业现场应配置有效、醒目的安全警示标识； 6.应按规范要求制定安全操作规程，并严格按其要求执行。
静电危害	1.调压、计量及加臭装置无静电接地装置； 2.静电接地装置材质缺陷； 3.静电接地装置计、安装缺陷。	1.作业人员缺乏安全知识； 2.作业现场无安全警示标识； 3.未制定安全操作规程或未执行。	人员受伤、财产受损	II	1.调压、计量及加臭装置应设置静电接地装置； 2.应向有资质的单位购买静电接地装置； 3.应请有资质的设计、施工、安装等对静电接地装置进行设计、安装； 4.应加强从业人员安全教育培训，并经考试合格后持证上岗； 5.作业现场应配置有效、醒目的安全警示标识； 6.应按规范要求制定安全操作规程，并严格按其要求执行。

由上述分析的结果可知：拟建项目调压及加臭装置的火灾、爆炸、中毒、窒息等是主要事故类型，是III级或III级以上是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，下一步设计过程中应立即采取防范对策措施。

5.3.4 站场火灾、爆炸事故树分析

5.3.4.1 站场火灾、爆炸事故树图

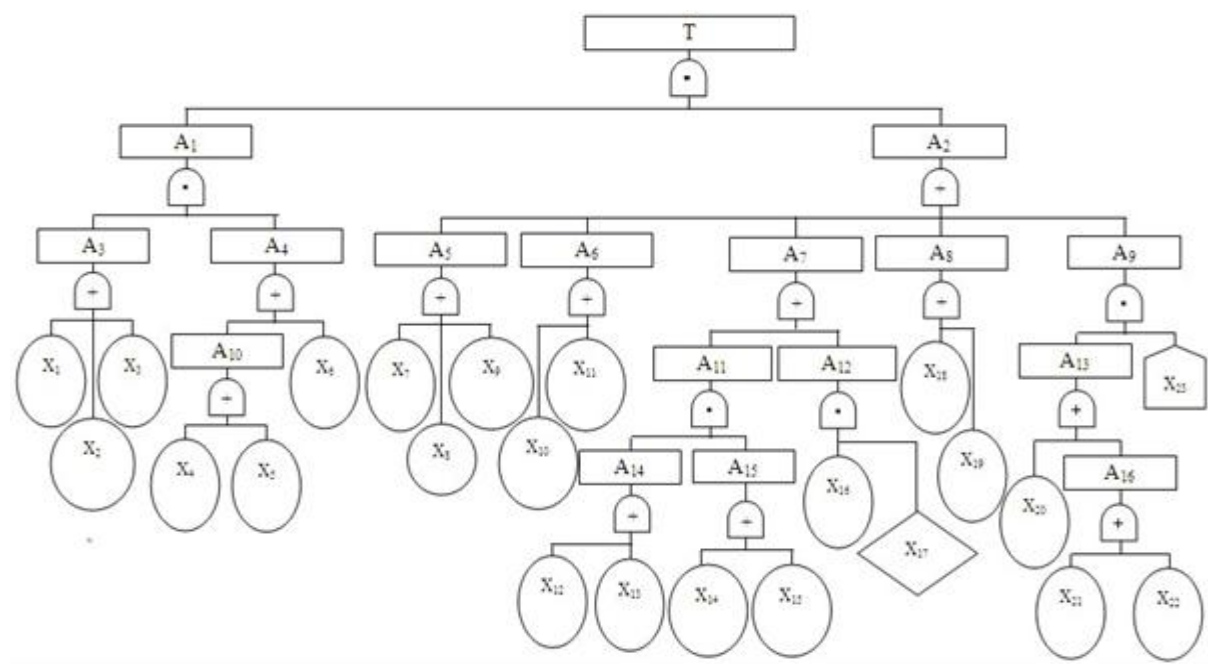


图 5.3-1 站场火灾、爆炸事故树图

以上站场火灾、爆炸事故树图中的代码情况如下表所示。

表 5.3-6 站场火灾、爆炸事故树图代码情况表

代码编号	代码表示情况	代码编号	代码表示情况
T	站场火灾、爆炸事故	A ₁	达到爆炸极限
A ₂	火源	A ₃	天然气泄漏
A ₄	处理不及时	A ₅	明火
A ₆	撞击火花	A ₇	静电火花
A ₈	电火花	A ₉	雷击火花
A ₁₀	报警装置失效	A ₁₁	装置静电放电
A ₁₂	人体静电放电	A ₁₃	避雷器失效
A ₁₄	静电积累	A ₁₅	接地不良
A ₁₆	避雷器故障	X ₁	装置密封不良
X ₂	放散总管位置不当	X ₃	设备腐蚀缺陷
X ₄	未装报警器	X ₅	报警器失灵
X ₆	操作人员脱岗	X ₇	装置区内吸烟
X ₈	违章动火	X ₉	清管污物（FeS）自燃
X ₁₀	用铁质工具作业	X ₁₁	穿有铁钉的鞋工作
X ₁₂	介质流速过高	X ₁₃	容器内壁粗糙
X ₁₄	未设防静电接地装置	X ₁₅	接地电阻不合要求
X ₁₆	穿化纤服	X ₁₇	与导体接近
X ₁₈	非防爆电器	X ₁₉	防爆电器损坏
X ₂₀	未设避雷装置	X ₂₁	避雷设施损坏

代码编号	代码表示情况	代码编号	代码表示情况
X ₂₂	接地电阻超标	X ₂₃	雷击

5.3.4.2 站场火灾、爆炸事故树定性分析

由于站场火灾、爆炸事故树的最小割集较复杂、且数量较多。评价组根据实际情况，假定各基本事件的发生概率相等或不考虑各基本事件的发生概率，经计算构成三事件割集的 13 个基本事件的结构重要度最大。即发生事故的可能性最大，他们是：X₁（装置密封不良）、X₂（放空管位置不当）、X₃（设备腐蚀缺陷）、X₄（未装报警器）、X₅（报警器失灵）、X₆（操作人员脱岗）、X₇（装置区内吸烟）、X₈（违章动火）、X₉（清管污物（FeS）自燃）、X₁₀（用铁质工具作业）、X₁₁（穿有铁钉的鞋工作）、X₁₈（非防爆电器）、X₁₉（防爆电器损坏），这 13 个基本事件是防止事故的重点。

由上述事故树定性分析可知：要防范站场火灾、爆炸事故的发生，必须采取以下技术措施。

- 1.站场内各类设备应选用安全可靠设备，并加以防腐处理；
- 2.阀门是对工艺生产过程控制的机构，选用阀门在满足其功能要求的同时，应具有密封性好、可靠性高、操作维护方便等优点；
- 3.气体放空口应设置在设备和管线的高点，站场内泄压放空应引入同级压力放空管线通向放散总管；
- 4.在站场内可能聚集天然气的位置，设置燃气体泄漏检测报警装置；
- 5.建立健全安全管理制度、安全操作规程，按规范要求配发劳动防护用品，加强员工安全教育培训；
- 6.站场爆炸危险区域内的电气设备应选用防爆型号；
- 7.站场内设置公用接地网，作为防雷、防静电、电气等公用接地装置；
- 8.爆炸危险区域内的所有设备应可靠接地，其电阻值应符合规范要求。

5.3.5 本单元小结

由上述分析评价结果可知：

1.拟建站场的设计基本符合《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）等标准、规范要求。

2.站场的火灾、爆炸、压力管道爆炸；过滤分滤装置火灾、爆炸；调压及计量装置的火灾、爆炸、中毒和窒息是主要事故类型，是Ⅲ级或Ⅲ级以上危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，下一步设计过程中应立即采取相应的防范对策措施。

3.要防范站场火灾、爆炸事故的发生，站场内必须采取有效的防腐蚀措施、爆炸危险区域的电气设备应设成防爆型、电气线路应穿钢管敷设。

4.存在问题：拟建项目可行性研究报告中未明确以下问题。

（1）未明确调压站调压装置是否设置围墙、护栏或车挡；

（2）未明确调压器计算流量时应按该调压器所承担的管网小时最大输送量的1.2倍确定；

（3）未明确宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜室外进、出口管道上阀门的具体设置要求；

（4）未明确宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜室外进、出口管道上阀门距调压站的距离；

（5）未明确调压器燃气入口处是否设置出口压力过高的安全保护装置。

5.4 公用工程及辅助设施评价单元

5.4.1 公用工程及辅助设施安全检查表

根据《城镇燃气设计规范（2020版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）等标准、规范，对拟建项目公用工程及辅助设备进行安全检查，具体内容见下表所示。

表 5.4-1 公用工程及辅助设施安全检查表

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
1	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。其设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》（GB50057）的“第二类防雷建筑物”的规定。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.5.22条	拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜内“2区”爆炸危险场所的建构筑物拟按“第二类”工业建筑物防雷要求设计。	符合
2	当调压站内、外燃气管道为绝缘连接时，调压器及其附属设备必须接地，接地电阻应小于100Ω。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.6.15条	拟建项目防静电接地装置与防雷接地装置合并使用，站场场区采用联合接地，其接地电阻不大于4Ω；放空区进行独立接地，接地电阻不小于10Ω。	符合
3	钢质燃气管道和储罐必须进行外防腐。其防腐设计应符合国家现行标准《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》CJJ95和《钢质管道及储罐腐蚀控制工程设计规范》SY 0007的有关规定。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.7.1条	拟建项目采用钢质燃气管道，对管道进行防腐，防腐设计符合CJJ95、SY 0007的要求。	符合
4	采用涂层保护埋地敷设的钢质燃气干管宜同时采用阴极保护。 市区外埋地敷设的燃气干管，当采用阴极保护时，宜采用强制电流方式，并应符合国家现行标准《埋地钢质管道强制电流阴极保护设计规范》SY / T0036的有关规定。 市区内埋地敷设的燃气干管，当采用阴极保护时，宜采用牺牲阳极法，并应符合国家现行标准《埋地钢质管道牺牲阳极阴极保护设计规范》SY / T 0019的有关规定。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.7.4条	拟建项目线路管道采用强制电流法进行阴极保护，工艺站场内的埋地管道以及放空管道采用牺牲阳极阴极保护。	符合
5	城市燃气输配系统，宜设置监控及数据采集系统。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.8.1条	拟建项目燃气输配系统拟采用监控及数据采集系统。	符合
6	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。	《城镇燃气设计规范（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.8.2条	该项目监控及数据采集系统应拟采用电子计算机系统为基础的装备和技术。	符合
7	监控及数据采集系统的主站	《城镇燃气设计规范	本项目自控、通信等	符合

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	机房，应设置可靠性较高的不间断电源设备及其备用设备。	《（2020版）》 （GB50028-2006） 第6.8.15条	采用UPS不间断电源供电，配置蓄电池组，后备时间1.5h。	
8	燃气厂站具有爆炸危险的建（构）筑物不应存在燃气聚积和滞留的条件，并应采取有效通风、设置泄压面积等防爆措施。	《燃气工程项目规范》 （GB55009-2021）4.1.12	拟建花椒门站电控一体化小屋设置相应的通风设施。	符合
9	燃气厂站内的建（构）筑物及露天钢质燃气储罐、设备和管道应采取防雷接地措施。	《燃气工程项目规范》 （GB55009-2021）4.1.13	拟建项目站场内的设备和管道拟采取防雷接地措施。	符合
10	燃气厂站的供电电源应满足正常生产和消防的要求，站内涉及生产安全的设备用电和消防用电应由两回线路供电，或单回路供电并配置备用电源。	《燃气工程项目规范》 （GB55009-2021）4.1.15	本项目自控、通信等重要设备供电拟采用单回路供电和采用UPS不间断电源供电，配置蓄电池组，后备时间1.5h。	符合
11	燃气厂站仪表控制系统应设置不间断电源装置。	《燃气工程项目规范》 （GB55009-2021）4.2.16	本项目站场仪表控制系统拟设置UPS不间断电源装置。	符合
12	燃气厂站内设置在有爆炸危险环境的电气、仪表装置，应具有与该区域爆炸危险等级相对应的防爆性能。	《燃气工程项目规范》 （GB55009-2021）4.2.18	本项目站场内拟设置的电气、仪表装置，具有与该区域爆炸危险等级相对应的防爆性能。	符合
13	燃气厂站爆炸危险区域内，可能产生静电危害的储罐、设备和管道应采取静电导消措施。	《燃气工程项目规范》 （GB55009-2021）4.2.19	拟建项目站场工艺装置区采用防接地以及防爆人体静电消除装置。	符合
14	输配管道沿线应设置管道标志。管道标志毁损或标志不清的，应及时修复或更新。	《燃气工程项目规范》 （GB55009-2021）5.1.28	拟建项目管道沿线设置相应的标志桩、里程桩等管道标志。	符合
15	燃气调压站的电气、仪表设备应根据爆炸危险区域进行选型和安装，并应设置过电压保护和雷击保护装置。	《燃气工程项目规范》 （GB55009-2021）5.2.17	可研中，未明确拟建项目工艺装置区电气、仪表设备的过电压保护和雷击保护装置。	需完善
16	长度大于7m的配电装置室，应有两个出口，并宜布置在配电装置室的两端；长度大于60m时，宜增添一个出口；当配电装置室有楼层时，一个出口可设在通往屋外楼梯的平台处。	《3~110kV高压配电装置设计规范》 （GB50060-2008） 第7.0.1.1条 《低压配电设计规范》 （GB50054-2011）第4.3.2条	可研中，拟建项目未明确配电室出口情况。	需完善
17	配电装置室可固定窗采光，并	《3~110kV高压配电装	拟建项目可行性研究	需完善

序号	检查内容	检查依据	设计情况	检查结果
	应采取防止玻璃破碎时小动物进入的措施。	置设计规范》 (GB50060-2008) 第7.0.1.5条	报告中未提及。	
18	在使用过程中有可能遭受雷击的生产设备，必须采取适当的防护措施，以使雷击时产生的电荷被安全、迅速导入大地。	《生产设备安全卫生设计总则》 (GB5083-1999) 第6.10条	拟建项目建构筑物、电气设备拟设置避雷装置。	符合
19	第三类防雷建筑物防直击雷的措施，宜采用装设在建筑物上的避雷网（带）或避雷针或由这两种混合组成的接闪器。避雷网（带）应按本规范附录二的规定沿屋角，屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设。并应在整个屋面组成不大于20m×20m或24m×16m的网格。平屋面的建筑物，当其宽度大于20m时，可仅沿周边敷设一圈避雷带。	《建筑物防雷设计规范》 (GB50057-2010) 第4.4.1条	拟建项目建构筑物、电气设备拟设置避雷装置，并明确避雷装置的规格等设计参数。	符合
20	配电室不宜设置在建筑室地下室最低层。设置在地下室最低层时，应采取防止水进入措施。	《低压配电设计规范》 (GB50054-2011) 第4.3.8条	拟建项目配电室未设置在地下室。	符合

由上述安全检查结果可知：拟建项目公用工程及辅助设施的设计基本符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014）、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）等标准、规范要求。

但可行性研究报告中未明确下问题：

- （1）未明确拟建项目工艺装置区电气、仪表设备的过电压保护和雷击保护装置。
- （2）未明确配电室的出口情况。
- （3）未明确配电室防止玻璃破碎时小动物进入的措施。

5.4.2 公用工程及辅助设施预先危险性分析

表 5.4-2 供配电、给排水及其它预先危险性分析

事故类型	产生原因	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
火灾爆炸	1.违章作业引发短路事故。 2.用闸刀直接起动或断开大容量负荷。 3.带负荷拔熔断器引起相间电弧短路。 4.线路、电动机、变弧器超载运行导致绝缘材料过热起火。 5.导线接头连接松动或焊接缺陷使接触电阻过高，导致接头过热起火。 6.电动机风扇等散热装置发生叶片断裂使电器热量积累，电缆沟内电缆过密，散热不良。	1、违章作业； 2、直接断开大容量负荷； 3、短路； 4、绝缘材料过热起火； 5、电缆沟内电缆密，散热不良。	可能会造成人员伤亡、财产损失。	II	1.严格执行供、配电系统的有关安全操作规程，杜绝违章操作。 2.设计中应考虑过载、过电流、短路等电气保护装置，同时还应装设漏电流超过预定值时，能发出光报警信号或自动切断电源的漏电保护器。 3.严禁带负荷拔熔断器、用闸刀直接起动或断大容量负荷，严禁超载运行。 4.安装和日常检修必须保证导线连接紧固和焊接质量。 5.加强巡回检查，发现电动机、电缆温度异常时应及时解决。
触电	1.低压系统带负荷拉开裸露的闸刀开关。 2.线路发生短路或误操作引起短路。 3.高压系统因误操作产生强烈电弧。 4.在带电设备附近作业、不符合安全距离或无监护措施，作业人员接近带电体（间距小于安全距离或放电距离）而产生的强烈电弧。 5.供配电线路或电气设备工作完毕，未办理工作票终结手续盲目送电。 6.误触相线，包括单相触电（包括中性点直接接地单相触电、中性点不接地单相触电）、两相触电、跨步电压、接触电压和雷击触电。 7.电气操作时未核对设备名称、编号、位置状态，直接接触及正在运行的带电设备。 8.装设地线不验电。 9.超越安全警戒线误碰带电设备。 10.导线、电缆破损接触	1.线路短路； 2.误操作产生强烈电弧； 3.在带电设备附近作业，安全距离不符合要求； 4.未办理工作票； 5.误触相线； 6.直接接触正在运行的带电体； 7.装设地线未验收； 8.超越安全警戒线； 9.导线、电缆破损接触导电设备。	人员伤亡	III	1.电气设计遵照有关设计标准规范的要求，采用绝缘、屏护和间距、过电流速断保护装置等防止直接接触电击的防护措施。 2.在变、配电系统中，进行送电、停电、开机、停机、检修、改变运行方式等操作，执行者设备停、送电联系单制度。 3.配电柜（箱）、电缆、电线、电机等电气设备，进厂进行检查、检验工作，安装前后对电气设备的绝缘和耐压进行试验，安装应遵循标准和规范的要求。 4.电气设备采用保护接零措施，使用漏电保护装置进行保护，在高、低压供电系统处，悬挂警示标志。 5.系统采用中性点接地，并全部连接在一起，并入全厂接地电网。 6.在带电设备附近作业，必须符合安全距离，采取可靠监护措施，作业人员不得接近带电体。 7.定期进行接地引下线和接地电阻的检测，发现问题即时进行整改。 8.在腐蚀场所和环境下进行供电的线路，应进行穿管和地下引线，并加强绝缘处理，避免发生短路。 9.线路检修时按规定装设接地线、临时停电装设的接地线在送

事故类型	产生原因	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	金属等导电物、架空线断后搭落在金属等导电物上、电气设备的线圈绝缘损坏而引起外壳带电。				电前应及时拆除。 10.加强线路巡查，重视电气试验工作，发现问题及时整改。
雷电危害	放散管、辅助生产用房等处。	1.未设置避雷网（带）或断开； 2.未定期进行检测； 3.发现问题未及时整改； 4.缺乏安全意识。	可能会造成人员伤亡、财产损失。	Ⅲ	1.应按规定设备避雷网（带）； 2.每年雷雨季节请有资质的单位对防雷设施进行检测，发现问题及时整改； 3.对作业人员加强安全教育； 4.定期对防雷设施进行检测。
淹溺	作业人员误入拟建项目污水池等处。	1.作业人员违章操作； 2.未穿戴劳动防护用品或失效； 3.无防护栏或未盖盖板； 4.光线不足。	可能会造成人员伤亡、财产损失。	Ⅱ	1.严格按操作规程作业； 2.正确佩戴有效的劳动防护用品； 3.增设防护栏或设置盖板； 4.保护作业现场有足够的采光。
地震、高温危害、冻雨危害	拟建项目所在地自然条件异常。	1.无自然灾害事故应急救援预案； 2.作业人员缺乏安全知识。	可能会造成人员伤亡、财产损失。	Ⅱ	1.应制定自然灾害事故应急救援预案并进行演练； 2.加强从业人员安全教育培训。

通过预先危险性分析可知：Ⅲ级或Ⅲ级以上是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，需立即采取防范对策措施。触电、雷电危害是主要事故类型，在下一步设计及施工过程中需要采取防范对策措施，其他事故为需要引起重视的危险因素。

5.4.3 低压触电事故树

5.4.3.1 低压触电事故树图

拟建项目使用的电气设备、设施，有直接发生触电伤害事故的危险性。低压触电伤害事故是多发性事故，主要是设备故障和人员误操作、环境不良等原因造成，如设备的金属外壳因绝缘老化、损坏、绝缘性能降低、击穿带

电；接地、接零失效；电气设备使用、保管、维修缺陷；人员违反安全操作规程、无证上岗等，都会造成触电伤害事故的发生，给安全生产和社会带来不利的影响。

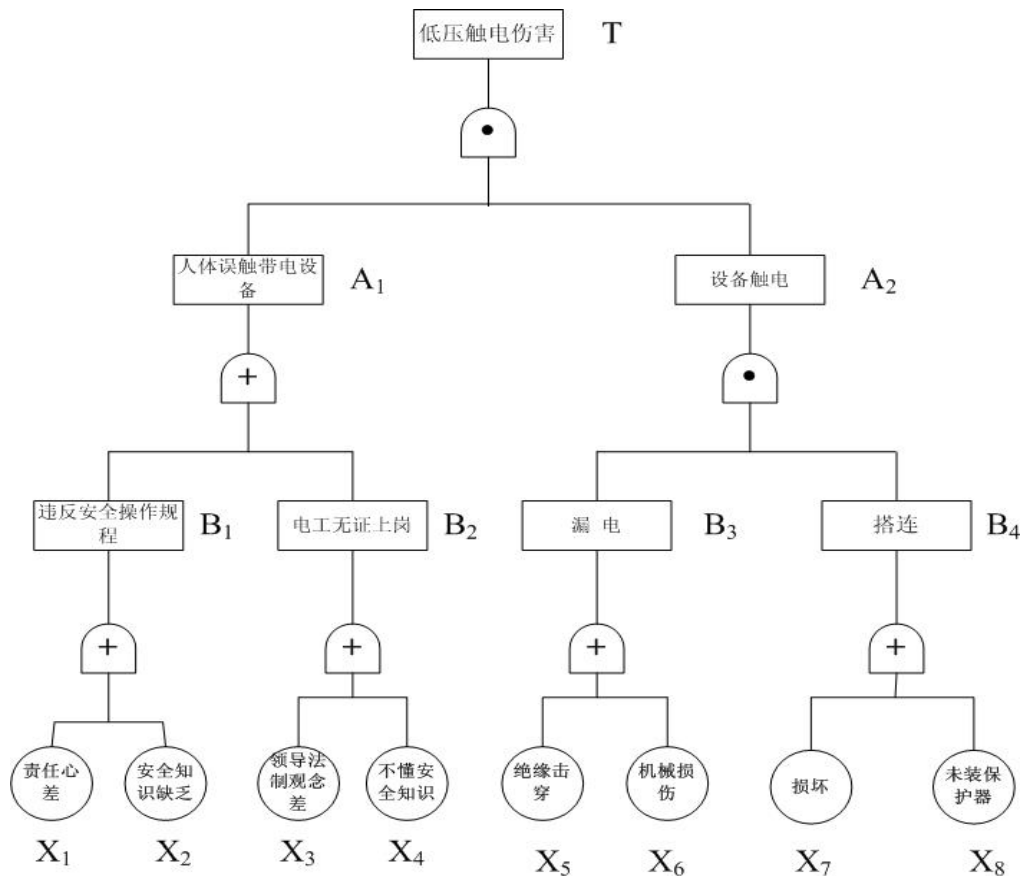


图 5.4-1 低压触电伤害事故树

5.4.3.2 事故树定性分析

1.求最小径集

$$T'=A_1'+A_2'$$
$$=B_1'B_2'+B_3'+B_4'$$
$$=X_1X_2X_3X_4+X_5X_6+X_7X_8$$

求得最小径集为：

$$P_1=\{X_1, X_2, X_3, X_4\}$$
$$P_2=\{X_5, X_6\}$$
$$P_3=\{X_7, X_8\}$$

2.结构重要度分析

依据结构重要度“四原则”进行分析：

$$I_{\Phi}(1) = I_{\Phi}(2) = I_{\Phi}(3) = I_{\Phi}(4)$$

$$I_{\Phi}(5) = I_{\Phi}(6) = I_{\Phi}(7) = I_{\Phi}(8)$$

所以， $I_{\Phi}(5) = 1/2$ ； $I_{\Phi}(1) = 1/8$

3.评价结果

最小径集为 3 个

结构重要度排序为

$$I_{\Phi}(5) = I_{\Phi}(6) = I_{\Phi}(7) = I_{\Phi}(8) > I_{\Phi}(1) = I_{\Phi}(2) = I_{\Phi}(3) = I_{\Phi}(4)$$

从触电伤害危险性分析结果可以看出：

（1）防止触电伤害事故的发生，必须提高工作人员的安全素质和责任心。电工为特种作业，必须经有关部门专业知识与技能的培训、考核合格持证上岗；

（2）对电气设备要定期进行维护、检修，发现故障（缺陷）要及时处理，保证各类电气设备、线路在无故障的情况下运行，确保安全；

（3）事故树为 3 个最小径集，最小径集表示系统的安全性，事故树有一个最小径集，顶上事件不发生事故就有一种，所以只要避免人为失误、电气设备故障和有害环境因素的产生，电气触电伤害事故是可以避免的。

5.4.4 本单元小结

1.拟建项目公用工程及辅助设施的设计基本符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014）、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）等标准、规范要求。等标准、规范要求。

2.由预先危险性分析的结果可知：触电、雷电危害等是公用工程及辅助设施评价单元中的主要事故隐患，需要采取防范对策措施，其他事故为需要引起重视的危险因素。

3.由低压触电事故树可知：防止触电伤害事故的发生，必须提高工作人员的安全素质和责任心。电工为特种作业，必须经有关部门专业知识与技能的培训、考核合格持证上岗；对电气设备要定期进行维护、检修，发现故障（缺陷）要及时处理，保证各类电气设备、线路在无故障的情况下运行，确保安全。

4.存在问题：

可研中未明确以下问题：

（1）未明确拟建项目工艺装置区电气、仪表设备的过电压保护和雷击保护装置。

（2）未明确配电室的出口情况。

（3）未明确配电室防止玻璃破碎时小动物进入的措施。

5.5 安全管理评价单元

5.5.1 安全管理机构及人员评价

本工程燃气管道沿线交通条件一般。鉴于城镇燃气管道的特殊性、重要性及复杂性，为了保证城镇燃气管道的安全运行和适修性，提高管道的可靠性，本工程投产后将由云南省天然气宣威新奥燃气有限公司负责其经营管理、运行操作及维护抢修，组建专业维、抢修队以保证本管道的维、抢修工作；同时，本工程宣威花椒门站和凤凰山工业园区调压柜均为无人值守站场，站场无新增定员。新增巡线工2人，日常办公依托云南省天然气宣威新奥燃气有限公司。

为确保管道顺利投产和安全运行，要求生产运行岗位的人员在上岗前进行岗位培训，即在本工程投产前8个月组织人员进行培训。培训按各个岗位分别进行，对于重要设备的维护、维修人员，须在设备生产期间即到制造商所在地进行培训，并要求参加设备调试。

根据上述可研内容陈述可知，本工程运行后，由云南省天然气宣威新奥

燃气有限公司直接进行管理，对管线的生产管理进行统一指挥、统一调度、全程监控；安全管理人员和操作人员在上岗前进行岗位培训，经培训考试合格后，持证上岗；符合安全管理的要求。

5.5.2 个体安全防护用品配备情况评价

根据本项目的可行性研究报告，要求云南省天然气宣威新奥燃气有限公司为员工提供相应的防护用品。

1) 按照不同工种，不同劳动环境和条件，或同工种，不同劳动环境和条件，发给职工具有不同防护功能的护品（如个人防护用品、工作服、工作鞋等），如配备防静电工作服、安全带、安全帽、防冻手套、防噪声耳塞、耳罩等。

2) 运维人员尚应配备防暑降温、防寒保暖用品。

3) 站场尚应配备适当的消防战斗服、防火服、防毒口罩、防毒面具和空气呼吸器等。

可研中描述较为简单，建议下一步设计中应按照《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》（GB39800.2-2020）及《石油天然气作业场所劳动防护用品配备规范》（SY/T6524-2017）的相关规定要求细化完善本项目作业人员劳动防护用品的配置。

5.5.3 安全管理制度、安全操作规程、安全生产责任制评价

可研中，未对该项目的安全管理制度、安全操作规程、安全生产责任制作出相应的要求。建议下一步设计中应按照《中华人民共和国安全生产法》、《云南省安全生产条例》等法律法规完善该项目的该项目的安全管理制度、安全操作规程、安全生产责任制。

5.5.4 应急预案

云南省天然气宣威新奥燃气有限公司根据项目情况拟完善事故应急救援体系和预案，并定期参加演练。

编制应急预案的基本要求如下：

1、应急预案的编制应符合《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）等标准、规范的要求。根据工程调压站、管道建设运行的不同环节，制定相应的具有针对性的应急预案。

2、根据本工程特点，工程所涉及事故预案主要包括但不仅限于以下几个方面：

- （1）各类施工作业发生的设备或人员伤害事故应急救援预案
- （2）站场天然气泄漏火灾、爆炸事故应急预案
- （3）管道天然气泄漏火灾、爆炸事故应急预案
- （4）管道爆裂事故应急预案
- （5）调压站紧急停电事故应急预案

3、针对本工程实际情况，在编制事故应急预案时，应建立完善事故救援通讯网络，加强与地方相关部门的联系，做好包括地企联动的预案。

4、在编制事故应急预案时，应将附近村民、单位纳入其中，在组织演练时，应召集附近居民进行配合演练。

5、在编制事故应急预案时，应注意针对事故危害程度、影响范围和单位控制事态的能力，将事故分为不同的响应等级，按照分级负责的原则，明确应急响应级别。以保证不同级别事故的合理处理范围，减小事故对周围人群的影响范围，减小不必要的社会影响。

6、在制定燃气管道泄漏的应急预案时，应按人为破坏或自然灾害等原因制定应对措施。

第 6 章 可能发生重大事故后果预测

6.1 可能发生的重大事故

由“第 3 章 主要危险、有害因素辨识与分析”可知，拟建项目运行过程中可能存在的危险、有害因素有：火灾、爆炸、中毒和窒息、高处坠落、车辆伤害、压力管道爆炸、机械伤害、触电、雷电危害、静电危害、地震、高温危害、冻雨等。

拟建项目可能发生的重大事故如下：

- 1.天然气输配管道、阀门等设计、安装缺陷；腐蚀或毁坏等可能会引发泄漏危险；
- 2.拟建项目天然气输配管道、各站场装置发生泄漏等可能会引发火灾、爆炸危险；
- 3.拟建项目天然气输配管道等超温、超压运行等可能会引发压力管道爆炸危险；
- 4.拟建项目区域周边人员有意识、无意识破坏等可能会引发第三方破坏等社会危害危险。

6.2 重大事故后果预测

拟建项目发生泄漏、火灾、爆炸、压力管道爆炸、第三方破坏等事故，可能会造成的重大事故后果预测如下：

6.2.1 泄漏

拟建项目天然气输配管道、各站场装置或设施及设备发生泄漏事故，可能会造成严重人员伤亡、重大经济损失。

6.2.2 火灾、爆炸

拟建项目天然气输配管道、各站场发生火灾、爆炸事故，可能会造成重大经济损失及严重设备毁坏。

6.2.3 压力管道爆炸

拟建项目天然气输配管道、各站场工艺管道发生压力管道爆炸事故，可能会造成重大经济损失、周边建构筑物毁坏。

6.2.4 第三方破坏

拟建项目天然气输配管道、各站场工艺管道发生第三方破坏事故，可能会造成重大经济损失、周边建构筑物毁坏、社会动乱。

6.2.5 站场个人和社会因素

拟建项目站场因个人因素—操作失误、安全意识淡薄、培训不到位等，以及因社会因素—第三方施工破坏、第三方故意破坏（蓄意、偷盗等）、周边环境改变等，可能会发生火灾、爆炸事故，造成重大经济损失、周边建构筑物毁坏、社会动乱。

第 7 章 安全对策措施建议

7.1 可行性研究报告中提出的安全对策措施

根据《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程可行性研究报告》（中石化江汉石油工程设计有限公司，2023 年 08 月）中的内容，其提出的安全对策措施如下：

7.1.1 站场安全对策措施

- 1、本工程共涉及 2 座站场，即宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜，执行《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）。
- 2、调压站的总体布置、防火间距、道路设置等按设计规范进行，保持各区的安全距离。
- 3、站场选址严格执行国家、行业及地方制定的有关法规、规定、标准和规范。
- 4、站址选择在周边能够提供良好的道路交通和社会依托条件的地带。本工程消防、用水、用电依托方便；调压站在满足安全距离条件下，选择在距离村村通道路较近区域，方便进场道路接入。
- 5、避开不良工程地质地段及其它不宜设站的地段，尽量选择在地势平缓、开阔的地带。与附近工业、企业、仓库、车站及其它公用设施的安全距离均符合国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB50183、《城镇燃气设计规范（2020 版）》GB50028 及相关规范的要求。
- 6、站场的总体布置按设计规范进行，保持各区的安全距离，设有事故情况下的消防通道和疏散口。总平面布置严格遵守《石油天然气工程设计防火规范》GB50183、《城镇燃气设计规范（2020 版）》GB50028 中要求的防火间距。
- 7、总平面布置考虑了站场布置方向与风向的关系，将辅助用房布置在工艺装置区的上风侧，避免工艺装置区对辅助用房产生影响。

8、充分考虑站场 HSE 的要求，并考虑值班人员的操作方便及安全，设置安全的逃生通道。

7.1.2 线路工程安全对策措施

1、选择有利地形，尽量避开施工难度较大和滑坡、崩塌、泥石流等不良工程地质段，以方便施工，减少线路保护工程量，确保管道长期、安全、可靠运行。地灾评价单位已进行了初步排查，线路已对排查到的不良地质区域进行了避让。

2、根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）的要求，燃气管道通过的地区，按沿线居民户数和建筑物的密集程度，划分为四个地区等级，并依据地区等级作出相应的管道设计。

3、选用符合标准规范的钢管，保证管道用管不因质量而发生爆管。

4、管道全线用管均采用无缝钢管；管道与线性工程并行、交叉，安全间距满足相关规范要求。

5、管道已绕避沿线军事区、易燃易爆仓库等安全保护区。

6、全线管道焊缝均采用 100%射线和 100%超声波探伤。

7、采用性能良好的加强 3PE 外防腐层和强制电流阴极保护保护管道，同时对并行和交叉的高压电线进行初步调查和避让，并提出对应措施。

8、沿线按规范要求设置了警示牌、转角桩，并为了保障每 50m 间距内至少有 1 个警示标识，不足的加设加密桩。

7.1.3 工艺及设备安全对策措施

1、调压站的设备、管道设计压力均按规范规定确定。

2、站场内设有 BDV 阀、手动放空阀及安全阀，同时站场设置了放空管在紧急情况下能实现对设备及管线的放空。

7.1.4 仪表自控系统安全对策措施

1、严格遵守国家的法律法规，执行国家及行业或国际上公认的标准及规范。

2、本着安全可靠、操作平稳、数据准确、科学管理的原则，实现遥测、遥控。

3、采用的设备、系统及材料技术先进、性能价格比高，能满足所处环境和工艺条件，在工业应用中被证明是成熟的产品。

4、采用以计算机为核心的监控及数据采集（简称 SCADA）系统，实现燃气管道工程全线的动态管理和自动监控。

5、过程控制单元和安全控制单元采用可编程控制器（PLC），为保证系统的可靠性，PLC 的处理器、通信模块、电源模块等按热备冗余设计。

6、设置了安全仪表系统（SIS），SIS 系统是保证管道及沿线站场安全的逻辑控制系统。

7、对燃气管道运行的全过程进行实时监测、自动控制，达到有人值守、远程操作的管理水平。为了防止泄漏引起爆炸、燃烧，对站场都配了便携式可燃气体检测仪，供操作工定时巡回使用，一旦天然气泄漏会发生警告，以便防患于未然；在输气站场设置火灾检测与报警系统，对控制室、配电室、等房间的火灾情况进行监视报警。

8、仪表、设备的选型以技术先进、性能稳定、可靠性高、性能价格比高、能够满足所需精度要求、能够满足现场环境及工艺条件要求等为原则，保证燃气管道安全、高效、平稳运行。

9、仪表的防爆类型根据国家有关爆炸和火灾危险场所电气装置设计规范的规定，按照仪表安装场所的爆炸危险类别、范围、组别确定。

7.1.5 电气工程安全对策措施

1、根据《供配电系统设计规范》GB50052 的有关要求，调压站内自控、通信、仪表、SCADA 负荷为重要负荷；电动阀等生产负荷为二级负荷；生活负荷、照明负荷为三级负荷。

2、调压站爆炸危险区的电器设备，按 2 区防爆场所选用。电气设计按防爆规范等级采用防爆电器，以避免可能泄漏的天然气遇电器火花而产生爆炸。

3、采用了防雷和防静电火花与天然气接触发生爆炸危害的措施。

4、为防止雷电侵入波过电压，在电源配电箱上安装并联式电涌保护器，UPS 的进线侧安装串联式电涌保护器。

7.1.6 公用工程安全对策措施

1、本工程宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜设置了一定数量的灭火器；

2、工程设基本维修队伍并配备基本维修工具，维抢修依托本站的工作人员。

7.1.7 施工安全管理措施

1、施工单位要制定 HSE 管理制度和机构，明确责任主体和责任人。

2、施工方要分环节制定安全操作规程，定期展开培训。

3、施工管理方、施工方均要建立日常检查制度，特别应对重要作业区域、重大危险作业区域进行重点检查和巡查，发现问题和隐患，及时报告有关部门解决，并做好记录，检查情况记录到安全检查台帐。

4、施工管理方、施工方要建立连锁应急求援机制，并定期开展应急救援演练。

7.1.8 运营安全管理措施

一、日常安全管理措施

1、加强管理建设单位应向沿线群众进行有关管道设施安全保护的宣传教育，配合公安机关做好管道设施的安全保卫工作，以保障管道及其附属设施的安全运行：

（1）在管道中心线两侧各 5m 范围内，禁止取土、挖塘等容易损害管道的作业活动；

（2）在管道中心线两侧及管道设施场区外各 50m 范围内，禁止爆破、开山、修筑大型建筑物、构筑物工程；

（3）在管道中心线两侧各 50m 至 500m 范围内进行爆破，应事先报告建设方主管部门同意后，在采取安全保护措施后方可进行。

2、建立安全风险管理体系

管道在运营期必须制定综合管理、HSE 管理和风险管理体系。综合管理体系包括：管理组织结构、任务和职责，制定操作规程，安全规章，职工培训，应急计划，建立管道系统资料档案等。为了防范事故风险，必须编制主要事故预防文件。

3、在管道系统投产运行前，应制订出供正常、异常或紧急状态下的操作手册和维修手册，并对操作、维修人员进行培训，持证上岗，避免因严重操作失误而造成的事故。

4、制订应急操作规程，在规程中应说明发生管道事故时应采取的操作步骤，规定抢修进度，限制事故的影响，另外还应说明与管道操作人员有关的安全问题。

5、操作人员每周应进行安全活动，提高职工的安全意识，识别事故发生前的异常状态，并采取相应的措施。

6、对燃气管道附近的居民加强教育，进一步宣传贯彻，减少、避免发生第三方破坏的事故。

7、对重要的仪器设备有完善的检查项目、维护方法；按计划进行定期维护；有专门档案（包括维护记录档案），文件齐全。

8、定期进行管道壁厚的测量，对严重管壁减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故发生。

9、定期检查管道安全保护系统（如截断阀、安全阀、放空系统等），使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。

10、在公路穿越点的标志不仅清楚、明确，并且其设置应能从不同方向，不同角度均可看清。

11、放散管事故放空时，应注意防火。

7.1.9 事故预防及应急救援措施

1、事故应急预案

应急预案是重大危险源控制管理的重要组成部分，生产经营单位必须制定关于重大危险源的事故应急救援预案，并定期检验和评价其有效程度，以便必要时进行修改。同时，要把有关应急救援知识通过安全教育和培训，及时告知从业人员和相关人员，以便在紧急情况下采取应急措施。

根据《中华人民共和国安全生产法》第七十九条“危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、金属冶炼、城市轨道交通运营、建筑施工单位应建立应急救援组织”以及《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020），结合本工程实际情况制定应急救援预案，尤其是制定关于燃气管道和调压站的泄漏及火灾爆炸事故应急预案，并组织员工演练。

2、安全防范措施

站场安全防范措施如下：

a.在站场四周采用 H=2.5m 的实体围墙，围墙上设置铁丝网；隔墙采用 H=2.5m 的实体围墙；放空管四周采用 H=2.5m 的栅栏围墙，竖杆间距不大于 150mm。

b.门卫值班室均位于周界内侧，且均为砖混结构。

c.站场四周设置周界防范系统，对周界、周界出入口和所有重要部位实施 24h 监控。

d.设置覆盖站场所有区域的电子巡查系统。

e.在周界主出入口外设缓冲区，缓冲区设置防冲撞装置或实体阻挡设施。

7.2 本报告补充的安全对策措施

根据《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》（CJJ/T250-2016）、《石油天然气工

程设计防火规范》(GB50183-2004)、《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)、《低压配电设计规范》(GB50054-2011)、《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)、《3~110kV 高压配电装置设计规范》(GB50060-2008)等标准、规范、部门规章的要求,对拟建项目下一步设计过程中需补充的安全对策措施提出了相关要求,具体情况如下:

7.2.1 设计中需补充的安全对策措施

7.2.1.1 站场安全对策措施

1、拟建宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜的设计应按《城镇燃气设计规范(2020 版)》(GB50028-2006)、《燃气工程项目规范》(GB55009-2021)、《城镇燃气规划规范》(GB/T51098-2015)、《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)等规范中的要求进行设计。

2、露天设置的调压站应设置围墙、护栏或车挡。

3、下一步设计中,调压器计算流量时应按该调压器所承担的管网小时最大输送量的 1.2 倍确定。

4、高压燃气调压站室外进、出口管道上必须设置阀门;中压燃气调压站室外进口管道上,应设置阀门;

调压站室外进、出口管道上阀门距调压站的距离应符合下列要求:

(1) 当为地上单独建筑时,不宜小于 10m,当为毗连建筑物时,不宜小于 5m;

(2) 当为调压柜时,不宜小于 5m;

(3) 当为露天调压装置时,不宜小于 10m;

(4) 当通向调压站的支管阀门距调压站小于 100m 时,室外支管阀门与调压站进口阀门可合为一个。

5、在调压器燃气入口(或出口)处,应设防止燃气出口压力过高的安

全保护装置（当调压器本身带有安全保护装置时可不设）。

6、下一步设计需进一步明确宣威花椒门站平面布置中阴极保护站的具体位置。

7、由于宣威市冬天较为严寒，若后期宣威市燃气的供应量剧增，宣威花椒门站采用电加热器进行加热解冻经济性差，建议下一步设计中进一步优化宣威花椒门站的加热方式。

8、由于宣威花椒门站为无人值守站，对站场监控、数据采集、自动化要求较高，建议参照中石油昆仑燃气有限公司无人值守站的相关要求进一步优化设计。

9、宣威花椒门站高压、低压燃气采用同一放空管，建议进一步进行优化设计：（1）建议校核放空管是否满足放空量要求。（2）建议高压、低压燃气分别采用单独的放空管。（3）或者在高压和低压放空系统分别安装独立的放空控制阀，且这些阀门应具有良好的密封性能和快速切断能力；确保在放空操作时，能够准确控制高压和低压系统的放空量，避免相互干扰；同时，阀门应具备远程控制和就地手动控制功能，以便在不同情况下都能灵活操作。

7.2.1.2 燃气管道安全对策措施

1、XW080~XW084 高压燃气管线与所乐村民房的水平净距不满足要求，建议进一步优化管线路由，或者考虑部分民房的拆迁，使高压燃气管道与周边民房等建筑的水平净距不小于 17m；或者采取行之有效的保护措施（沿燃气管道的上方设置加强钢筋混凝土板（板应有足够宽度以防侧面侵入），或增加管壁厚度至 9.5mm 以上），高压燃气管道与周边民房等建筑的水平净距可缩减至 9m。

2、拟建项目线路存在 3 处地质灾害点，其中滑坡 1 处、潜在不稳定斜坡 2 处，下一步设计中应明确这 3 处地质灾害点具体的安全对策措施。

3、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。

4、该项目燃气管道地震设防烈度 7 度，下一步设计中应考虑管道所承受的地震荷载。

5、该项目燃气管道地震设防烈度 7 度，下一步设计中整体连接埋地管道应进行截面应变量验算（抗震验算）。

6、下一步设计中，应明确中压燃气管道、高压燃气管道的最小保护范围。（1）低压和中压输配管道及附属设施，应为外缘周边 0.5m 范围内的区域；（2）高压及高压以上输配管道及附属设施，应为外缘周边 5.0m 范围内的区域。

7、在输配管道及附属设施的保护范围内，不得从事下列危及输配管道及附属设施安全的活动：（1）建设建筑物、构筑物或其他设施；（2）进行爆破、取土等作业；（3）倾倒、排放腐蚀性物质；（4）放置易燃易爆危险物品；（5）种植根系深达管道埋设部位可能损坏管道本体及防腐层的植物；（6）其他危及燃气设施安全的活动。

8、下一步设计中，应明确中压燃气管道、高压燃气管道的最小控制范围。（1）低压和中压输配管道及附属设施，应为外缘周边 0.5m~5.0m 范围内的区域；（2）高压及高压以上输配管道及附属设施，应为外缘周边 5.0m~50.0m 范围内的区域。

9、在输配管道及附属设施保护范围内从事敷设管道、打桩、顶进、挖掘、钻探等可能影响燃气设施安全活动时，应与燃气运行单位制定燃气设施保护方案并采取安全保护措施。

10、在输配管道及附属设施的控制范围内从事以下活动：（1）建设建筑物、构筑物或其他设施；（2）进行爆破、取土等作业；（3）倾倒、排放腐蚀性物质；（4）放置易燃易爆危险物品；（5）种植根系深达管道埋设部位可能损坏管道本体及防腐层的植物；（6）其他危及燃气设施安全的活动，

或进行管道穿跨越作业时，应与燃气运行单位制定燃气设施保护方案并采取安全保护措施。在最小控制范围以外进行作业时，仍应保证输配管道及附属设施的安全。

11、下一步设计中，应明确燃气管道穿越铁路、公路、河流和主要干道时应采取的不影响交通、水利设施的安全防护措施。

12、拟建项目燃气管线经过东山寺断裂，应采取下列措施：（1）管道应敷设在套管内，管道与套管之间的间隙应用柔性防腐、防水材料密封；套管周围应填充干砂。（2）管道及套筒应采用钢管。（3）断裂带两侧的管道上，应在适当位置设置紧急关断阀门。

13、下一步设计中，应进一步细化、核实该项目管道与地下构筑物和其他管道的并行、交叉的情况，特别是凤凰工业园区内敷设的管段。

14、由于燃气管线均为临时用地，仅有调压站用地为永久用地，目前压覆矿产查询范围为凤凰工业园区调压站征地范围外延 50m 范围。根据《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）5.1.6~5.1.10，输配管道及附属设施的最小保护范围为：中压燃气管道及其附属设施应为外缘 0.5m 范围内区域，高压燃气管道及其附属设施应为外缘 5.0m 范围内区域；输配管道及附属设施的最小控制范围为：中压燃气管道及其附属设施应为外缘 0.5m~5.0m 范围内区域，高压燃气管道及其附属设施应为外缘 5.0m~50.0m 范围内区域。在保护范围内不得从事：（1）建设建筑物、构筑物或其他设施；（2）进行爆破、取土等作业；（3）倾倒、排放腐蚀性物质；（4）放置易燃易爆危险物品；（5）种植根系深达管道埋设部位可能损坏管道本体及防腐层的植物；（6）其他危及燃气设施安全的活动；在控制范围内从事以上活动，或进行管道穿跨越作业时，应与燃气运行单位制定燃气设施保护方案并采取安全保护措施。由于矿产企业存在爆破、取土等作业，建议下一步设计中核实高压燃气管道及其附属设施外缘 50.0m 范围内的矿产压覆情况，根据矿产压覆情况进一步优化城镇燃气管道路由，或采取相应的安全保护措施。

7.2.1.3 主要危险有害因素安全对策措施

7.2.1.3.1 防火、防爆安全对策措施

1.拟建项目防火、防爆应符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）等法律法规、标准规范等的要求。

2.拟建项目站场内建构筑物的装修材料的应符合《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》（CJJ94-2009）要求。

3.拟建项目站场内建构筑物与站内外建构筑物的防火距离应符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）等标准、规范要求。

4.站场内各工艺装置区的电气设备应设置成防爆型。

7.2.1.3.2 防雷电安全对策措施

1.拟建项目建构筑物、电气系统的防雷应符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）等标准、规范要求。

2.建构筑物、电气系统等应有可靠的防雷电保护措施。

3.配电装置应设置防雷电波侵入设施。

4.设计单位应严格按《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）等标准、规范的要求，对拟建项目内的建、构筑物、装置等的防雷装置进行设计。

5.燃气调压站的电气、仪表设备应根据爆炸危险区域进行选型和安装，并应设置过电压保护和雷击保护装置。

7.2.1.3.3 防高处坠落安全对策措施

1.在建（构）筑物、设施及设备顶部；安装及检修平台；各台阶等处易发生坠落危险的区域应设置便于操作、巡检和维修作业的扶梯、平台、围栏

等附属设施。

2.在易发生高处坠落作业地点拟设安全防护网、安全警示标识。

3.高处作业岗位应配置安全带、安全绳。

4.不得安排高处作业禁忌者参加高处作业。

7.2.1.3.4 防机械伤害安全对策措施

1.转（传）动机械设置处应设置有效的机械防护装置。

2.操作人员在设备运行时可能触及的可动零部件，必须配置必要的安全防护装置。

3.高速旋转或往复运动的机械零部件应设计可靠的防护设施、挡板或安全围栏。

7.2.1.3.5 防中毒和窒息安全对策措施

1.拟建项目应按《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）等标准、规范的要求，对作业场所有毒有害物质采取有效的防护措施。

2.作业区域有毒有害物质浓度不应超过国家接触限值。

3.拟建项目作业人员应正确配戴有效的劳动防护用品例如防毒面具、口罩等。

7.2.1.3.6 防压力管道爆炸安全对策措施

1.拟建燃气管道的设计应符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《压力管道规范工业管道 第 1 部分：总则》（GB/T20801.1-2020）、《压力管道规范工业管道 第 3 部分：设计与计算》（GB/T20801.3-2020）等标准、规范要求中的规定。

2.拟建项目燃气管道的设计、安装、施工、监理等单位应具有相关的资质。

7.2.1.3.7 防静电危害安全对策措施

1.拟建项目应按《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）等标准、规范的要求，对站场、燃

气管道的静电危害采取有效的防护措施。

2.拟建项目燃气管道、站场生产区域等设备上应设置静电接地装置。

3.拟建站场的生产区域人员应穿戴防静电工作服。

7.2.1.3.8 防社会危害安全对策措施

1.正确评估管道周边城市建设和农村整体发展的未来趋势。

2.与地下构筑物交叉处，行政区分界处，穿越大中形河流两岸，穿越公路两侧，固定墩安装处要设置标志桩。以便于今后的维修和管理。

3.通过发布地区公告、开展公众教育和媒体宣传等手段，提高对当地居民公众保护管道的意识。实施土地使用控制，减少管道故障。

4.除了要经常对管道周围进行巡视外，还需作出具体的土地使用控制规定，如管道两侧 5m 以内不得取土和构筑建筑物，20m 内不允许与管道平行敷设电缆等。

5.加大对管道干线的维护管理力度，建立完善的巡检制度。确定专门的巡线人员，配备专用的巡视车辆及器材。

7.2.1.4 供配电安全对策措施

1.拟建项目供配电应按《低压配电设计规范》（GB50054-2011）、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）、《3~110kV 高压配电装置设计规范》（GB50060-2008）、《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）、《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）等标准、规范要求进行设计。

2.长度大于 7m 的配电装置室，应有两个出口，并宜布置在配电装置室的两端；长度大于 60m 时，宜增添一个出口；当配电装置室有楼层时，一个出口可设在通往屋外楼梯的平台处。

3.配电装置室应设防火门，并应向外开启，防火门应装弹簧锁，严禁用门闩。相邻配电装置室之间如有门时，应能双向开启。

4.配电装置室可固定窗采光，并应采取防止玻璃破碎时小动物进入的措

施。

5.配电装置室内通道应保证畅通无阻，不得设立门槛，并不应有与配电装置无关的管道通过。

6.配电室应设置防火、防潮及防止小动物窜入带电部位的措施。

7.高低压配电室配电柜（屏）前、后、两端的操作维护通道宽度应符合规范要求。

8.落地式配电柜、控制柜处应设置绝缘胶垫；

9.设计单位应按照《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）、《危险场所电气安全防爆规范》（AQ3009-2007）中对电气方面的有关要求设计。

10.配电箱手柄须操作灵活，动作可靠。

7.2.1.5 加臭剂的储存、使用安全对策措施

1.四氢噻吩的购置、运输必须按国家有关危险化学品的管理办法执行。

2.四氢噻吩要在温度低于 25℃的库房内储存，并不得与他物品混合存放。

3.操作人员必须有两人以上同时操作，并穿戴好防护衣、口罩、手及眼镜等，不得猛力移动储液桶。

4.清理应用含氯漂液冲洗，残液应拌砂掩埋，不得乱排。

7.2.1.6 其他安全对策措施

1.设计、施工、安装、验收必须按《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《城镇燃气输配工程施工及验收标准》（GB/T51455-2023）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）等标准、规范、规定中的要求进行，且下一步的设计、施工、安装、监理单位必须具有相应的资质。

2.应按《城镇燃气标志标准》（CJJ/T153-2010）、《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）中的要求设置安全警示标志。

3.设计单位应参照《国家安全生产监督管理总局关于印发<危险化学品建设项目安全设施目录（试行）>和<危险化学品建设项目安全设施设计专篇编制导则（试行）>的通知》（安监总危化[2007]225 号）中的要求明确安全设施，并按（1）预防事故设施、（2）控制事故设施、（3）减少与消除事故影响设施详细列出。

4.下一步设计过程中应按《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020），并参照《石油天然气作业场所劳动防护用品配备规范》（SY/T6524-2017）中的要求对劳动防护用品的配备进行设计。

5.请设计单位考虑站场内、外绿化的防火要求。

6.下一步设计过程中应明确站场急救物资的数量、名称、配置地点、型号等情况。

7.下一步设计过程中应明确安全资金投入预计数目、投入明细等情况。

8.站场内道路的布置，应符合下列要求：（1）应满足生产、运输、安装、检修、消防安全和施工的要求；（2）应有利于功能分区的划分；（3）道路的走向宜与区内主要建筑物、构筑物轴线平行或垂直，并应呈环行布置；（4）应与竖向设计相协调，应有利于场地及道路的雨水排除；（5）与厂外道路应连接方便、短捷；（6）洁净厂房周围宜设置环形消防车道，环形消防车道可利用交通道路设置，有困难时，可沿厂房的两个长边设置消防车道。

9.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。

10.站控制室不得有燃气管道穿过，可燃气体和易燃液体的引压，取源管路严禁引入站控制室。

11.处于爆炸危险性场所的电气设备按其相应场所的爆炸危险性等级进行选型设计。所选用的电气设备必须具有公认的权威机构颁发的符合有关标准的防爆认证证书。

12.站场仪表和自控设备的耐候性必须满足空气湿度的要求，控制室应设置干燥通风系统，以免造成电子线路板长期处在潮湿环境中形成腐蚀、短路等不良现象。

13.拟建项目下一步设计过程中，应对该输配系统的监控与系统调度进行设计，并采取有效的安全技术措施。

14.应对天然气放空方式、管线检漏采取有效的技术措施。

15.应对防止管道、站场发生恐怖袭击采取有效的防护措施。

16.应对主管道故障停气采取有效的防护措施。

17.拟建项目下一步设计中，应根据管道沿线土壤情况、地下杂散电流等情况对燃气管道的防腐、阴极保护采取有效的、可行的技术措施。

18.拟建项目下一步设计中，应对抢维修设备、设施进行设计。

19.该工程穿越沪昆铁路电力线路时，会受到其直流电流的干扰，建议下一步设计中进行穿越沪昆铁的直流干扰防护设计。

20.建设单位在穿越沪昆铁路施工前，需向铁路主管部门申请并获批，施工中要采取措施保护铁路设施。

21.建议按照《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》（CJJ95-2013）进一步优化该项目的管道腐蚀、阴极保护及交、直流干扰防护设计。

22.建议按照《城镇燃气自动化系统技术规范》（CJJ/T259-2016）进一步优化该项目的自动化系统、通信网络系统设计。

23.拟建项目高压管道经过凤凰工业园区，危险性较大。建议企业按照《城镇燃气工程智能化技术规范》（CJJ/T 268-2017）建立城镇燃气工程化系统，提升城镇燃气供应的安全性、环保性、适应性、经济性及能源利用率，实现智能气网。

24.拟建项目高压管道经过凤凰工业园区，考虑到工业园区未来的发展及长远规划，建议下一步设计将经过凤凰工业园区高压管道段按照四级城镇燃气管道地区进行管道的选型、计算及设计。

25.应选用质量可靠、性能优良的阀门、仪表等设备，确保其在高压、恶劣环境下能够正常运行。阀门应具有良好的密封性、快速切断能力和抗腐蚀性，仪表应准确可靠，能够实时监测阀井内的压力、温度等参数。建议在阀井内安装可燃气体泄漏报警装置、压力超限报警装置等安全设备，实现对阀井内天然气泄漏、压力异常等情况的实时监测和报警。同时，配备必要的通风设施，及时排出泄漏的天然气，降低爆炸和中毒风险。

26.建议下一步设计进一步优化凤凰山工业园区调压柜埋地管道的阴极保护。

27.穿越电力线路时，当杂散电流较大时，建议对燃气管道采用排流及屏蔽的措施，以降低燃气管道的腐蚀。排流措施有直接排流法、极性排流法、强制排流法等；屏蔽措施有绝缘层屏蔽、安装绝缘接头、屏蔽网保护、阴极保护屏蔽等。

7.2.2 施工期间的安全对策措施

1.在工程建设期间，必须遵守“生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用”的安全规定。

2.建设单位与施工单位应签订施工期间安全生产责任书。

3.建设单位应认真学习,严格贯彻执行《建设工程安全生产管理条例》,并对设计单位、施工单位、监理单位加强安全生产管理,按有关规定进行审查,明确安全生产责任,制定相应的施工安全管理方案,责成施工单位制定应急预案。施工期中主要的危险、有害因素有高处坠落、起重伤害、车辆伤害、物体打击、机械伤害、坍塌、灼烫、触电及火灾等危险因素和粉尘、毒物、噪声等危害因素。项目的施工、安装、检修单位必须具有设备、设施的施工、安装、检修资质。

4.在施工过程中施工人员必须严格遵守三大纪律：进现场戴好安全帽，

上高空系好安全带，严禁高空落物。

5.特种作业人员：起重工、电焊工、电工、架子工、行车操作工、机动车驾驶员等必须持证上岗。

6.施工过程必须选用质量合格的施工机械（具）。

7.施工场所应符合施工现场的一般规定：施工总平面布置应符合国家防火、工业卫生等有关规定；施工现场排水设施应全面规划，以保证施工期场地排水需要；施工场所应做到整洁、规整。垃圾，废料应及时清除，做到“工完、料尽、场地清”，坚持文明施工。在高空清扫的垃圾和废料，不得向下抛掷，进入施工现场的人员必须正确佩戴安全帽，严禁酒后进入施工现场。

8.起重作业应符合起重工作的一般规定：起重作业的指挥和操作人员必须由专业人员担任，起重设备在使用前应对其安全装置进行检查，保证其灵敏有效；起重机吊运重物时一般应走吊运通道；不明重量、埋在地下的物料不得起吊；禁止重物在空中长时间停留；风力六级及六级以上时，不得进行起重作业；大雪、大雾、雷雨等恶劣天气或照明不足导致信号不明时，不得进行起重作业。

9.施工现场的道路应坚实、平坦，双车道宽度不得小于 6m，单车道宽度不得小于 3.5m，载重汽车的弯道半径一般不得小于 15m。

10.施工期用电应符合施工用电的一般规定：施工用电的布设应按已批准的施工组织设计进行，并符合当地供电局的有关规定，不得任意接线、施工用电设施竣工后应该经过验收合格后方可投入使用。施工用电应明确管理机构并由专业班组负责运行及维护；严禁非电工拆装施工用电设施；施工用电设施投入使用前，应制定运行、维护、使用、检修等管理制度。

11.高处作业人员应进行体格检查，体检合格者方可从事高处作业；高处作业平台、走道、斜道等应装设 1.05m 高的防护栏杆和 18cm 高挡脚板或设防护立网；高处作业使用的脚手架，梯子及安全防护网应符合相应的规定，在恶劣天气时应停止室外高处作业，高处作业必须系好安全带，安全带应挂

在上方的牢固可靠处。

12.高处禁止倾倒垃圾、废物等，在通道上方应加装硬制防护顶，通道应避开上方有作业地区。

13.施工过程中工程运输量大，周围道路交通繁忙，施工单位应充分考虑运输对施工进度和安全的影响，设置安全标志，合理安排工作时间和工作任务。

14.施工场地在夜间施工或光线不好的地方应加装照明设施。

15.各种机械设备应定期进行检查，发现问题及时解决，机械设备在使用时严格遵照操作规程操作，尽量减少误操作以防止机械伤害的发生。另外，各种机械设备的安全防护装置应做到灵敏有效。

16.做好现场的防火工作，配备必要的消防器材，如干粉灭火器、CO₂灭火器等，保证施工现场消防通道畅通无阻。保温材料、各种油类、氧气、乙炔贮罐等现场严禁吸烟，应设立禁烟区标志。非火警严禁动用拆除现场消防器材。用电焊机等设备时，要带好防护眼镜，周围严禁火种或可燃物，防止火花飞溅，防止火灾发生，及时关闭氧气、乙炔阀门或电源。

17.在地面以下施工的场所作好支护，防止坍塌事故的发生。

18.施工过程中所有孔、洞、井、池等均应加盖或设防护栏杆。

19.在有害场所进行施工作业时，应做好个体防护，对在有害场所工作的施工人员定期进行体检。

20.施工过程中应考虑与周边建、构筑物之间的安全，并采取的效的安全对策措施。

21.建议施工单位按设计单位的要求对自动联锁装置进行安装。

22.应严格按设计单位提供的图纸进行施工，若有变更请及时与设计单位进行协商，并由设计单位出具变更计说明。

23.在穿跨越冲沟的施工时，应按照管道敷设要求进行施工，监理单位应做好监理工作。

24.为保证管道工程的安全需求，管道在水渠及二级以上公路的穿越管段，必须独立进行强度试压和严密性试验，合格后再同相邻管段连接。乡间公路穿越可不独立进行试压。

25.焊接管件的个数、长度、焊接人、产品厂家等都要有详细的记录，资料要保存详细、齐全并备案保存。

26.应防止管道损伤，包括管道防腐层的损伤和管材的损伤等。一旦发现损伤要做好补伤工作，补口质量要达到要求。建议监理单位制订一个判别管道损坏后可用或不用的标准，严禁使用损坏或废弃的管道及材料。

27.射线探伤工作易受作业区域内其它工作的干扰，构成了现场探伤作业的特殊性，如采取措施不当极易造成人员探伤照射事故。现场探伤作业应采取以下措施：（1）现场探伤作业单位必须有认证资质；（2）编制现场探伤作业防护方案；（3）制定各部门职责；（4）进行现场放射防护监测。

28.在施工过程中，还应注意以下几点：（1）作业时间尽可能避开雨季，以减少气候对焊接质量的影响。确实无法避免时，应制定相应的加热、除潮、保温等焊接措施；（2）制定防止水和泥土进入管道的施工措施；（3）制订专门的补口计划，保证补口质量，防止留下隐患。

29.向有资质的生产厂家购买各种设施及设备、劳动防护用品，并向其索取产品合格证等资料。

30.拟建项目在施工过程中应制定有效的施工方案。

31.拟建项目在施工过程中，应按施工土方开挖、管沟敷设等相关规范方面的要求进行相关作业，并采取有效的防护措施。

32.森林防火期内，在林区作业和通过林区的各种机动车辆，必须安设防火装置，并采取其他有效措施，严防漏火、喷火和机车闸瓦脱落引起火灾。行驶在林区的司乘人员要对乘车员工进行防火安全教育，严防丢弃火种。在林区野外操作机械设备的人员，必须遵守森林防火规定和安全操作规程，严防失火。

33.爆破作业应与其他设施保持安全距离，应以小药量松动爆破为主，清除爆破为辅，避免爆破所造成的岩隙发育、边坡失稳或引发新的地质灾害。

7.2.3 运行期间的安全对策措施

- 1.企业应为新进员工缴纳工伤保险费。
- 2.认真学习公司制定的各项安全制度，严格执行各项规章制度及操作规程，建立安全管理台帐。
- 3.加强对消防设施的维护保养，灭火器定期进行检验，保证灭火器的有效性，经常保持消防器材的清洁卫生。
- 4.建立劳动防护用品发放记录、安全教育记录。
- 5.定期对防雷防静电装置进行检测，发现问题及时整改。
- 6.定期对从业人员进行安全培训教育。
- 7.严禁使用国家明令禁止、淘汰的设施及设备或材料。
- 8.应对新进员工进行“三级”安全教育培训，经考试合格后方可上岗作业。
- 9.灭火器的配置应符合以下要求：（1）灭火器应设置在位置明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散；（2）对有视线障碍的灭火器设置点，应设置指示其位置的发光标志；（3）灭火器的摆放应稳固，其铭牌应朝外。手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上，其顶部离地面高度不应大于 1.50m；（3）底部离地面高度不宜小于 0.08m。灭火器箱不得上锁；（4）灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性的地点。当必须设置时，应有相应的保护措施；（5）灭火器不得设置在超出其使用温度范围的地点；（6）一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于 2 具；（7）每个设置点的灭火器数量不宜多于 5 具；（8）每个灭火器设置点实配灭火器的灭火级别和数量不得小于最小需配灭火级别和数量的计算值；（9）灭火器设置点的位置和数量应根据灭火器的最大保护距离确定，并应保证最不利点至少在 1 具灭火器的保护范围内；（10）灭火器的配置数量应根据其建筑面积确定；（11）灭火器

的配置类型应根据火灾种类、危险等级确定，配电室应配置干粉或二氧化碳灭火器，办公楼、辅助用房应配置干粉灭火器。

10.灭火器、火灾报警器等消防用具以及严禁人员进入的危险作业区的护栏采用红色。

11.应有资质的生产厂家或经营单位购买加臭剂。

12.企业应严格按《国务院关于加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23号）、《云南省人民政府贯彻落实国务院关于加强企业安全生产工作通知的实施意见》（云政发〔2010〕157号）等文件中的相关要求要求进行标准化建设。

13.作业场所职业危害应符合有关标准、规范要求。

14.应定期对燃气输送管线、各站场进行巡回检查，发现问题及时处理。

15.应按《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第四号）等法律、标准、文件中的规定对特种设备进行检测、检验。

16.应建立、健全安全生产管理制度及运行、维护、抢修操作规程。

17.城镇燃气供应单位应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。

18.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。

19.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/T153-2010）的有关规定。

20.对于停止运行、报废的管道，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。

21.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。

22.人员进入燃气调压室、计量室、阀室、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。

23.进入燃气调压室、计量室、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。

24.进入厂站工艺装放置区的机动车辆应在排气管出口加装消火装置，并应限速行驶。

25.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。消防通道的地面上应有明显的安全标志，应保持畅通无阻。

26.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。

27.压力容器、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。

28.燃气供应单位应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/T50811-2012）的有关规定。

29.企业制定的安全生产管理制度和操作规程应包括下列内容：（1）事故统计分析制度；（2）隐患排查和分级治理整改制度；（3）城镇燃气管道及其附属系统、厂站内工艺管道的运行、维护制度和操作规程；（4）供气设备的运行、维护制度和操作规程；（5）用户燃气设施的报修制度及检查、维护的操作规程；（6）日常运行中发现问题及事故处理的报告程序。

30.进入厂站内工艺装置区、放空区不得携带火种、非防爆型无线通信设备，未经批准不得在厂站内工艺装置区、放空区从事可能产生火花性质的操作。

31.高压设备进行维护时，应有人监护。

32.施工完毕未投入运行的燃气管道应采取安全措施，并应符合下列规定：

（1）宜采用惰性气体或空气保压，压力不宜超过运行压力，并应按《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》（CJJ51-2016）第4.2节的有关规定进行检查和维护；（2）未投入运行的管道与运行管道应采取有效隔断，不得单独使用阀门做隔断；（3）未进行保压的管道，应在通气前重新进行压力试验，试验合格后方可通气运行。

33.运行、维护制度应明确燃气管道运行、维护的周期，并应做好相关记录。运行、维护中发现问题应及时上报，并应采取有效的处理措施。

34.燃气管道巡检应包括下列内容：（1）在燃气管道设施保护范围内不应有土体塌陷、滑坡、下沉等现象，管道不应裸露；（2）未经批准不得进行爆破和取土等作业；（3）管道上方不应堆积、焚烧垃圾或放置易燃易爆危险物品、种植深根植物及搭建建（构）筑物等；（4）管道沿线不应有燃气异味、水面冒泡、树草枯萎和积雪表面有黄斑等异常现象或燃气泄出声响等；（5）穿跨越管道、斜坡及其他特殊地段的管道，在暴雨、大风或其他恶劣天气过后应及时巡检；（6）架空管道及附件防腐涂层应完好，支架固定应牢靠；（7）燃气管道附件及标志不得丢失或损坏。

35.地下燃气管道的检查应符合下列规定：（1）地下燃气管道应定期进行泄漏检查；泄漏检查应采用仪器检测，检查内容、检查方法和检查周期等应符合现行行业标准《城镇燃气管网泄漏检测技术规程》（CJJ/T215-2014）的有关规定。（2）对燃气管道的阴极保护系统和在役管道的防腐层应定期进行检查；检查周期和内容应符合现行行业标准《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》（CJJ95-2013）的有关规定；在土体情况复杂、杂散电流

强、腐蚀严重或人工检查困难的地方，对阴极保护系统的检测可采用自动远传检测的方式。（3）运行中的钢质管道第一次发现腐蚀漏气点后，应查明腐蚀原因并对该管道的防腐涂层及腐蚀情况进行选点检查，并应根据实际情况制定运行、维护方案。（4）当钢质管道服役年限达到管道的设计使用年限时，应对其进行专项安全评价。

36.阀门的运行、维护应符合下列规定：（1）应定期检查阀门，不得有燃气泄漏、损坏等现象；（2）阀门井内不得积水、塌陷，不得有妨碍阀门操作的堆积物；（3）应根据管网运行情况对阀门定期进行启闭操作和维护保养；（4）无法启闭或关闭不严的阀门，应及时维修或更换；（5）带电动、气动、电液联动、气液联动执行机构的阀门，应定期检查执行机构的运行状态。

37.凝水缸的运行、维护应符合下列规定：（1）护罩（或护井）、排水装置应定期进行检查，不得有泄漏、腐蚀和堵塞的现象及妨碍排水作业的堆积物；（2）应定期排放积水，排放时不得空放燃气；（3）排出的污水应收集处理，不得随地排放。

38.调压装置的运行应符合下列规定：（1）调压装置应定期进行检查，内容应包括调压器、过滤器、阀门、安全设施、仪器、仪表、换热器等设备及其工艺管路的运行工况及运行参数，不得有泄漏等异常情况。（2）过滤器前后压差应定期进行检查，并应及时排污和清洗。（3）应定期对切断阀、安全放散阀、水封等安全装置进行可靠性检查。

39.调压装置的维护应符合下列规定：（1）当发现调压器及各连接点有燃气泄漏、调压器有异常喘振或压力异常波动等现象时，应及时处理；（2）应及时清除各部位油污、锈斑，不得有腐蚀和损伤；（3）新投入使用和保养修理后重新启用的调压器，应在经过调试达到技术要求后，方可投入运行；（4）停气后重新启用的调压器，应检查进出口压力及有关参数。

40.加臭装置的运行、维护除应符合现行行业标准《城镇燃气加臭技术规

程》（CJJ/T148-2010）的规定外，尚应符合下列规定：（1）加臭装置初次投入使用前或加臭泵检修后，应对加臭剂输出量进行标定；（2）带有备用泵的加臭装置应定期进行切换运行，每3个月不得少于1次；（3）向现场储罐补充加臭剂的过程中，应保持加臭剂原料罐与现场储罐之间密闭连接，现场储罐内排出的气体应进行吸附处理，加臭剂气味不得外泄；（4）加臭剂原料罐宜采用可循环使用的储罐，一次性原料罐的处理应符合国家有关规定；（5）加臭剂浓度检测点宜选取在管网末端，且应具有覆盖性。

41.高压设备进行拆装维护保养时，宜采用惰性气体进行间接置换。置换作业应符合《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》（CJJ51-2016）第6.2.2条的规定。

42.城镇燃气供应单位应制定事故抢修制度和事故上报程序。

43.城镇燃气供应单位应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。

44.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。

45.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。

46.当燃气厂站或管线发生较大事故处理完成后，应对燃气厂站或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/T50811-2012）的有关规定。

47.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。

48.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。

49.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。

50.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。

51.管道和设备修复后,应对周边夹层、窖井、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。

52.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。

53.燃气设施泄漏的抢修宜在降压或停气后进行。

54.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。

55.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。

56.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。

57.处理地下泄漏点开挖作业时,应符合下列规定:(1)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。(2)应对作业现场的燃气或一氧化碳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%或一氧化碳浓度超过规定值时,应进行强制通风,在浓度降低至允许值以下后方可作业。(3)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。

58.当调压站、调压箱因调压设备、安全切断设施失灵等造成出口超压时,应立即关闭调压器进出口阀门,并应对超压管道放散降压,排除故障。当压力超过下游燃气设施的设计压力时,还应对超压影响区内的燃气设施进行全

面检查，排除所有隐患后方可恢复供气。

59.在宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜爆炸危险区域内，应设置固定式可燃气体浓度报警装置并定期检测。电气、仪表装置应具有与该区域爆炸危险等级相对应的防爆性能。地上或管沟敷设的天然气管道应设防静电和防感应雷的共用接地装置，接地电阻不应大于 30Ω 。定期对设备进行维护和检查，确保设备运行良好，避免因设备故障引发事故。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。严禁在爆炸危险区域内进行可能产生火花的作业。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。在生产、使用、储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。进入爆炸危险区域的人员应穿戴防静电服和防静电鞋，必要时佩戴空气呼吸器。

60.在宣威花椒门站、凤凰山工业园区调压柜的进出口管道以及重要的分支管道上安装的紧急切断阀，应确保在发生紧急情况时能够快速切断燃气供应。这些阀门应具备故障安全功能，即在失去动力或控制信号时能自动关闭。生产期间，应制定严格的设备维护计划，对紧急切断阀、压力传感器、控制器等相关设备进行定期检查、维护和校准，确保其处于良好的运行状态。及时更换老化或损坏的部件，防止因设备故障而导致紧急切断功能失效。确保紧急切断阀和相关控制设备配备备用电源正常有效，如不间断电源（UPS）或备用发电机，以保证在市电中断的情况下，紧急切断系统仍能正常工作。

7.3 安全管理对策措施及建议

7.3.1 建立安全管理机构

1.根据企业实际情况设置独立的安全管理机构；并明确拟建项目的安全管理部门及安全管理方式。

2.按规定配备各级专（兼）职安全管理人员、注册安全工程师。

3.法人、主要负责人和安全管理人员应按规定经安全培训考核合格，持

证上岗。

4.每班必须配置安全员，并且跟班作业。

7.3.2 制定安全管理制度

1.应建立各级各类人员及岗位安全责任制；

2.应制定适用的安全管理制度；

3.应制定各岗位、主要设备安全操作规程；

4.应建立健全安全管理台帐，例如：事故台帐、劳动防护用品发放台帐、安全教育台帐、主要安全装置台帐、安全检查台帐、安全生产奖惩台帐、巡检检查记录台帐等。

7.3.3 安全教育培训

1.法定代表人、主要负责人和安全生产管理人员、操作员应经相关部门培训考核合格后方可任职。每班工作必须有不少于 1 名持证的安全员跟班作业；

（1）主要负责人和安全生产管理人员的初次培训时间不得少于 48 学时，再培训时间不得少于 16 学时；

（2）新上岗的临时工、合同工、劳务工、轮换工、协议工等进行强制性安全培训，保证其具备本岗位安全操作、自救互救以及应急处置所需的知识和技能后，方能安排上岗作业；

（3）新上岗的从业人员安全培训时间不得少于 72 学时，每年接受再培训的时间不得少于 20 学时；

（4）拟建项目运行期间采用新工艺、新技术或者使用新设备、新材料时，应当对有关从业人员重新进行有针对性的安全培训。

2.应按《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第四号）中的规定特种设备管理员进行培训，并经考试合格后持证上岗；

3.电工、危险化学品作业工等作业人员必须经有关部门培训考核合格、

持证上岗；

4.应对新员工进行“三级”安全教育培训；操作岗位人员转岗、离岗六个月以上重新上岗者，应进行车间(工段)、班组安全教育培训，经考核合格后，方可上岗工作；

5.企业应对相关方的作业人员进行安全教育培训。作业人员进入作业现场前，应由作业现场所在单位对其进行进入现场前的安全教育培训；

6.对外来参观、学习等人员进行有关安全规定、可能接触到的危害及应急知识等内容的安全教育和告知，并由专人带领。

7.3.4 安全资金投入

根据有关规定，新建、改建、扩建工程项目的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。公司应严格按照《关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》（财资〔2022〕136号，自2022年11月21日起施行）提取和使用安全生产费用，保证安全生产所需要的资金投入，使公司具备安全生产条件，安全设施投资应当纳入建设项目概算。安全资金主要用在以下方面：

1、购置购建、更新改造、检测检验、检定校准、运行维护安全防护和紧急避险设施、设备支出[不含按照“建设项目安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用”（以下简称“三同时”）规定投入的安全设施、设备]；

2、购置、开发、推广应用、更新升级、运行维护安全生产信息系统、软件、网络安全、技术支出；

3、配备、更新、维护、保养安全防护用品和应急救援器材、设备支出；

4、企业应急救援队伍建设（含建设应急救援队伍所需应急救援物资储备、人员培训等方面）、安全生产宣传教育培训、从业人员发现报告事故隐患的奖励支出；

5、安全生产责任保险、承运人责任险等与安全生产直接相关的法定保险支出；

6、安全生产检查检测、评估评价（不含新建、改建、扩建项目安全评价）、评审、咨询、标准化建设、应急预案制修订、应急演练支出；

7、与安全生产直接相关的其他支出。

7.3.5 事故应急救援

1.根据《生产经营单位生产安全事故应急救援预案编制导则》（GB/T29639-2020）要求，建立健全综合应急救援预案、专项应急救援预案和现场处置方案。

2.完善管道沿线遭到第三方破坏的事故应急救援预案。

3.公司加强与当地政府相关部门的协作与沟通，积极报告本项目的基本情况、危险特性以及发生事故后可能波及的范围、严重程度及应急救援措施，并将其相关内容编入《事故应急救援预案》。

4.将管道事故风险的性质、影响范围和应急防范措施告知政府、周边的村庄、群众及其他单位和人员。

5.定期组织应急预案演练，并作好记录。应急预案演练结束后，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并进行修订。

6.公司应根据站场和燃气管道周边的情况变化，并结合自身实际，对应急预案进行及时修订完善、评审，并将修订、评审后的应急预案报负有安全监管职责的部门备案。

7.加强同属地政府的应急预案衔接对接，同政府共同组织应急处置及撤离演练，增强周边群众参与度。

8.撤离时，按照应急预案，组织群众向上风向或侧风向撤离至安全区域。

9.健全、落实企业主要负责人是安全生产应急管理第一责任人的工作责

任制，层层建立安全生产应急管理责任体系。

10.依法设置安全生产应急管理机构，配备专职或者兼职安全生产应急管理人员，建立应急管理工作制度。

11.建立专（兼）职应急救援队伍或与邻近专职救援队签订救援协议，配备必要的应急装备、物资，危险作业必须有专人监护。

12.开展从业人员岗位应急知识教育和自救互救、避险逃生技能培训，并定期组织考核。

13.向从业人员告知作业岗位、场所危险因素和险情处置要点，高风险区域设立明显标识，确保逃生通道畅通。

14.落实从业人员在发现直接危及人身安全的紧急情况时停止作业，或在采取可能的应急措施后撤离作业场所的权利。

15.在险情或事故发生后第一时间做好先期处置，及时采取隔离和疏散措施，并按规定立即如实向当地政府及有关部门报告。

16.每年对应急投入、应急准备、应急处置与救援等工作进行总结评估。

17.根据项目实际需求制定以下专项应急救援预案：《压力管道爆炸事故应急救援预案》、《泄漏应急救援预案》、《自然灾害事故应急救援预案》、《公共事故应急救援预案》、《环境事故应急救援预案》、《相邻单位应急救援预案》并定期进行演练。

7.3.6 隐患排查与治理

1.建立隐患排查治理的管理制度，明确部门、人员的责任。

2.制定隐患排查工作方案，明确排查的目的、范围、方法和要求等。

3.对隐患进行分析评估，确定隐患等级，登记建档。

4.根据隐患排查的结果，及时整改。不能立即整改的，制定隐患治理方案，内容应包括目标和任务、方法和措施、经费和物资、机构和人员、时限和要求。

5.在隐患治理完成后对治理情况进行验证和效果评估。

6.企业应根据生产经营状况及隐患排查治理情况，采用技术手段、仪器仪表及管理方法等，建立安全预警指数系统，每月进行一次安全生产风险分析。

7.3.7 事故管理

1.按规定及时向上级单位和有关政府部门报告，并保护事故现场及有关证据。

2.按照相关法律法规、管理制度的要求，组织事故调查组或配合政府和有关部门对事故、事件进行调查、处理。

3.定期对事故、事件进行统计、分析。

4.对员工进行有关事故案例的教育。

7.3.8 作业安全

1.建立至少包括下列危险作业的作业安全管理制度，明确责任部门、人员、许可范围、审批程序、许可签发人员等；主要包括：危险区域动火作业、进入受限空间作业、高处作业、大型吊装作业、临时用电作业、其他危险作业等。

2.应对生产现场和生产过程、环境存在的事故隐患进行排查、评估分级，并制定相应的控制措施。

3.应禁止与生产无关人员进入生产操作现场。

4.进入受限空间作业安全要求：执行作业许可审批制度。应采取可靠的置换或通风措施。按规定进行气体检测，合格后方可进入；有专人监护，采取便于有限空间内外人员联系的措施。

5.对生产作业过程中人的不安全行为进行辨识，并制定相应的控制措施。

6.落实危险作业管理制度，执行工作票制度。

7.电气、高速运转机械等设备，应实行操作牌制度。

8.按规定为从业人员配备与工作岗位相适应的个体防护装备，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

9.建立警示标志和安全防护的管理制度。

10.在检维修、施工、吊装等作业现场设置警戒区域，以及站区内的坑、沟、池、井、陡坡等设置安全盖板或护栏等。

11.建立有关承包商、供应商等相关方的管理制度。

12.建立有关人员、机构、工艺、技术、设施、作业过程及环境变更的管理制度。

7.3.9 职业健康

1.建立职业健康的管理制度。

2.建立健全职业健康档案和员工健康监护档案。

3.定期对职业危害场所进行检测，并将检测结果公布、存入档案。

4.存在粉尘、有毒有害物质、噪声、高温等职业危害因素的场所和岗位应按规定进行专门管理和控制。

5.对可能发生急性职业危害的有毒、有害工作场所，应当设置报警装置，制定应急预案，配置现场急救用品和必要的泄险区。

6.指定专人负责保管、定期校验和维护各种防护用具，确保其处于正常状态。

7.指定专人负责职业健康的日常监测及维护监测系统处于正常运行状态。

8.与从业人员订立劳动合同（含聘用合同）时，应将工作过程中可能产生的职业危害及其后果、职业危害防护措施和待遇等如实以书面形式告知从业人员，并在劳动合同中写明。

9.对员工及相关方宣传和培训生产过程中的职业危害、预防和应急处理措施。

10.按规定及时、如实地向当地主管部门申报生产过程存在的职业危害因

素。

11.下列事项发生重大变化时，应向原申报主管部门申请变更：（1）新、改、扩建项目。（2）因技术、工艺或材料等发生变化导致原申报的职业危害因素及其相关内容发生重大变化。企业名称、法定代表人或主要负责人发生变化。

7.3.10 加强项目管理和工程监理

1.选择具有相应资质、建设经验丰富、业绩优良的施工队伍进行施工。

2.选择具有相应资质的、质量过硬的生产厂家的设备。

3.项目实施阶段应组织好施工图纸的会审和设计交底，确保安全设施按设计与主体工程同时施工。

4.施工图设计完成后交当地消防大队进行消防审查，保证工程建设质量及安全设施的投入。

5.竣工验收阶段应组织好试车和调试工作，确保安全设施和措施达到设计技术和质量要求，与主体工程同时投入使用。

6.应严格按国家标准、规范进行施工及验收。

7.应请的资质的监理单位对项目进行监理。

8.特种设备例如压力管道等的安装单位应具有特种设备安装资质。

7.3.11 项目建设管理安全对策措施

1.《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司关于申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址的请示》（云南省天然气宣威新奥燃气有限公司，2022年2月22日）以及云南曲靖钢铁集团、宣威经济及时开发区规划建设局同意其选址的回复、《曲靖市生态环境局宣威分局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站的选址意见》（曲靖市生态环境局宣威分局，2022年3月31日）等相关文件中的项目建设规模与投资项目建设规模不一致，需进一步与相

关部门进行反馈和沟通，完善相应的文件。

2.根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2010年12月14日国家安全生产监督管理总局令第36号公布，自2011年2月1日起施行；根据2015年4月2日国家安全生产监督管理总局令第77号修正）等相关文件要求办理相关行政审批手续。

3.根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2010年12月14日国家安全生产监督管理总局令第36号公布，自2011年2月1日起施行；根据2015年4月2日国家安全生产监督管理总局令第77号修正）中的要求，编制项目安全设施设计专篇。

4.项目竣工、试运行之后，正式运行之前应请有资质的单位对拟建项目进行安全验收评价。

5.按设计要求和相关规范进行施工、监理、验收。

6.按当地行政管理部门的其他意见完善行政审批手续。

第 8 章 安全预评价结论

8.1 主要危险、有害因素评价结果

拟建项目建设及生产活动中存在的主要危险、有害因素有：火灾、爆炸、压力容器爆炸、压力管道爆炸、中毒、窒息、触电、高处坠落、物体打击、机械伤害、车辆伤害、噪声等。

8.2 重点防范的重大危险有害因素

拟建项目运行过程中应重点防范的重大事故是：火灾、爆炸、其他爆炸（压力管道爆炸）、第三方破坏等。其危害主要是：重大经济损失、财产损失、人员伤亡。

8.3 安全预评价结论

通过对云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目安全评价，得出下列结论：

1. 拟建项目已经宣威市发展和改革委员会等单位批准建设。

2. 拟建项目内在的危险有害因素对安全生产可能会造成一定的影响，但下一步设计、施工过程中采纳并落实可行性研究报告中提出的安全防护技术措施、并对建设方案进行优化的条件下其影响程度在可接受范围内；拟建项目与周边环境、周边环境与拟建项目、自然条件与拟建项目均可能会造成一定的影响，但正常情况下其影响程度可以接受。

3. 拟建项目燃气输送管道的选线设计符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）等标准、规范要求。

4.拟建项目站场选址的设计符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）等标准、规范要求。

5.拟建项目燃气输送管道、站场的设计符合《城镇燃气设计规范（2020 版）》（GB50028-2006）、《燃气工程项目规范》（GB55009-2021）、《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）、《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）、《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》（CJJ/T250-2016）等标准、规范要求。

6.拟建项目公用工程、辅助设施的设计满足相关规范、标准的要求。

7.拟建项目在采纳可行性研究报告、本安全预评价报告提出的安全对策措施的情况下，拟建项目风险可以接受。

综上所述，评价组认为：云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目在落实可行性研究报告及本评价报告提出的安全对策与建议后，符合国家有关法律法规、标准规范的要求。

在下一步设计、工程施工和生产运行过程中，应将本工程可行性研究报告和本报告中提出的安全对策措施落实到位，根据国家和行业的安全法律法规、标准规范制定相应的安全管理制度、安全操作规程和安全生产责任制等，并在日常工作中严格落实执行，工程应具备国家和行业规定的安全条件。

附件

附件 1：委托书及真实性承诺；

附件 2：建设单位营业执照；

附件 3：投资项目备案证；

附件 4：《宣威市住房和城乡建设局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址请示的回复》（宣威市住房和城乡建设局，2022 年 3 月 1 日）；

附件 5：《关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司关于申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址请示的回复》（宣威市应急管理局，2022 年 3 月 1 日）；

附件 6：《曲靖市生态环境局宣威分局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站的选址意见》（曲靖市生态环境局宣威分局，2022 年 3 月 31 日）；

附件 7：《宣威市林业和草原局关于凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂址选址涉林规划审查的复函》（宣威市林业和草原局，2022 年 3 月 28 日）；

附件 8：《宣威市水务局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司关于申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址的请示的回复函》（宣威市水务局，2022 年 3 月 8 日）；

附件 9：《宣威市民政局关于云南省天然气宣威新奥燃气有限公司申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址请示的回复》（宣威市民政局，2022 年 3 月 8 日）；

附件 10：《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司关于申请审查凤凰山工业园区天然气供气项目管道路由、厂站选址的请示》（云南省天然气宣威新奥燃气有限公司，2022 年 2 月 22 日）以及云南曲靖钢铁集团、宣威经济及时开发区规划建设局同意其选址的回复；

附件 11：《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程可行性研究报告》

（中石化江汉石油工程设计有限公司，2023 年 08 月）封面、资质；

附件 12：《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程社会稳定风险评估报告》（云南旭峰工程设计咨询有限公司，2023 年 12 月）封面、资质及结论；

附件 13：《关于<宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程社会稳定风险评估报告>备案的函》（中共宣威市委政法委员会，2024 年 1 月 10 日）；

附件 14：《云南省天然气宣威新奥燃气有限公司宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程岩土工程勘察报告》（中石化江汉石油工程设计有限公司，2024 年 03 月）封面、资质及结论；

附件 15：《昭通支线天然气管道工程项目二期 5#阀室迁建及改造项目岩土工程详细勘察报告》（陕西博天节能环保科技有限公司，2024 年 7 月）封面及结论；

附件 16：《宣威市国土空间规划委员会第 13 次会议纪要》（宣威市人民政府办公室，宣威市人民政府专题会议纪要第 2 期，2024 年 1 月 10 日）；

附件 17：《项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（省厅查询 2023-1459 号）》（云南省自然资源厅信息中心，2023 年 12 月 25 日）；

附件 18：《曲靖市自然资源和规划局关于宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目压覆矿产权的情况说明》（曲靖市自然资源和规划局，2024 年 1 月 4 日）；

附件 19：《关于宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程压覆矿产调查区缩小的情况说明》（云南省天然气宣威新奥燃气有限公司，2024 年 2 月 4 日）；

附件 20：《拟建项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（曲靖市查询）》（曲靖市自然资源和规划局，2024 年 2 月 6 日）；

附件 21：《拟建项目用地调查区国家探明产产地、矿业权压覆情况查询结果表（州、市国土局查询）》（宣威市自然资源局，2024 年 2 月 7 日）；

附件 22：《曲靖市自然资源和规划局关于宣威市凤凰山工业园区天然

气供气工程用地未压覆矿产资源调查结果备案的函》（曲资规矿压备〔2024〕4号，曲靖市自然资源和规划局，2024年2月26日）；

附件 23：《云南省宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程建设项目地质灾害危险评估报告》（西南能矿建设工程有限公司，2024年3月）封面、资质及结论；

附件 24：《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程项目工程场地地震安全性评价报告》（北京中勘震防科技发展有限公司，2024年3月）封面、资质及结论；

附件 25：《宣威市凤凰山工业园区天然气供气工程洪水影响评价报告》（云南狄尼环境科技有限公司，2024年3月）封面、资质及结论。

附图

- 附图 1：工程系统图；
- 附图 2：宣威花椒门站总平面布置图；
- 附图 3：宣威花椒门站工艺流程图；
- 附图 4：宣威花椒门站工艺管道仪表流程图；
- 附图 5：宣威花椒门站控制系统配置图；
- 附图 6：宣威花椒门站通讯设备供电系统图；
- 附图 7：凤凰山工业园区调压柜区域位置图；
- 附图 8：凤凰山工业园区调压柜总平面布置图；
- 附图 9：凤凰山工业园区调压柜竖向布置图；
- 附图 10：凤凰山工业园区调压柜工艺管道仪表流程图；
- 附图 11：凤凰山工业园区调压柜 RTU 系统配置图；
- 附图 12：凤凰山工业园区调压柜通讯设备供电系统图；
- 附图 13：线路走向图（1~15）；
- 附图 14：高压管道阀井工艺安装图；
- 附图 15：中压管道阀井工艺安装图。