

宁夏深中天然气开发有限公司
中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程
安全验收评价报告
(备案版)

评价单位名称：江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

法定代表人：应宏

技术负责人：周红波

评价项目负责人：吴爽

评价单位联系电话：0791-87379386

(安全评价机构公章)

2025 年 02 月 26 日

宁夏深中天然气开发有限公司
中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程
安全验收评价技术服务承诺书

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

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

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

四、我单位对本项目安全评价报告中结论性内容承担法律责任。

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

2025 年 02 月 26 日

宁夏深中天然气开发有限公司
中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程
安全验收评价报告评价人员

分 类	姓 名	职业资格证书编号	从业信息 识别卡编号	专业能力	签 字
项目负责人	吴 爽	S011041000110202001456	040505	石油工程	
项目组成员	赵雪姣	S011041000110203001200	040685	安全工程	
	朱继科	S011041000110203001270	040820	机械设计制造及自动化	
	王 波	S011035000110202001263	040122	油气储运	
	谢寒梅	S011035000110192001584	027089	电气	
	段 萌	S011013000110193000285	036250	仪表	
报告编制人	吴 爽	S011041000110202001456	040505	石油工程	
	赵雪姣	S011041000110203001200	040685	安全工程	
	朱继科	S011041000110203001270	040820	机械设计制造及自动化	
报告审核人	孙 喆	S011011000110191000056	020963	安全工程	
过程控制负责人	檀廷斌	1600000000200717	029648	工艺设备与控制	
技术负责人	周红波	1700000000100121	020702	防腐	

前 言

宁夏深中天然气开发有限公司(以下简称“该公司”)成立于 2007 年 04 月 04 日,住所:中卫市沙坡头区中央大道与机场大道交汇处金沙国际 17 号楼 101 号营业房,负责人:侯小平,类型:有限责任公司(外商投资企业与内资合资),经营范围:许可项目:燃气经营;燃气燃烧器具安装、维修;燃气汽车加气经营;石油、天然气管道储运;房屋建筑和市政基础设施项目工程总承包;建设工程施工;危险化学品经营;特种设备安装改造修理;建设工程设计;供电业务;输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验;烟草制品零售;食品销售;旅游业务(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)一般项目:五金产品零售;对外承包工程;阀门和旋塞销售;防火封堵材料销售;工程管理服务;仪器仪表销售;仪器仪表修理;工业工程设计服务;合同能源管理;电气设备修理;电线、电缆经营;密封件销售;热力生产和供应;土地使用权租赁;住房租赁;非居住房地产租赁;机械设备销售;广告设计、代理;广告制作;市政设施管理;国内贸易代理;劳动保护用品销售;计算机软硬件及辅助设备批发;办公设备销售;电子产品销售;技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广;文具用品批发;体育用品及器材批发;卫生洁具销售;卫生用品和一次性使用医疗用品销售;日用品销售;日用家电零售;建筑材料销售;针纺织品及原料销售;化妆品零售;母婴用品销售;厨具卫具及日用杂品批发;新鲜水果批发;新鲜蔬菜批发;鲜肉批发;鲜蛋批发;水产品批发;服装服饰批发;居民日常生活服务;礼品花卉销售;互联网销售(除销售需要许可的商品);企业管理;酒店管理;信息咨询服务(不含许可类信息咨询服务)(除许可业务外,可自主依法经营法律法规非禁止或限制的项目)。

由于国家管网西气东输中卫压气站进行扩建,导致其工艺装置区对宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站原有配套输气 DN200 高压输气管道存在占压情况,为了消除管道占压安全隐患及配合国家管网西

气东输中卫压气站建设考虑，宁夏深中天然气开发有限公司建设了中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程(以下简称“该项目”)，该项目起点为国家管网西气东输中卫压气站，终点为宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站。宁夏深中天然气开发有限公司对原有国家管网西气东输中卫压气站至宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站的 926m 高压输气管道采取氮气置换措施后，不再使用。

该项目于 2024 年 03 月 11 日取得了中卫市沙坡头区发展和改革局核发的《宁夏回族自治区企业投资项目备案证》，项目代码：2403-640502-04-01-647149，建设地点：中卫市沙坡头区常乐镇，建设性质：改建，备案建设内容：铺设管道 1780 米，埋深 1.5 米，配套建设阀井、检查井等设备。

实际建设规模及内容：该项目管道自国家管网西气东输中卫压气站东南侧引出，先往西南方向敷设后再往北敷设至宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站，从常乐天然气门站的东北方向进站，实际铺设管道长度 1745 米，设计压力 10.0MPa，工作压力 5.0-7.0MPa，管材选型为 L360N 无缝钢管 D219.1×10 PSL2 级，全线采用三层 PE 加强级外防腐层，管道阴极保护采用牺牲阳极保护方式。

该项目天然气输气管道输送的介质为天然气(CAS 号：8006-14-2)，其被列入《危险化学品目录(2022 调整)》中，属于危险化学品，还被列入《重点监管的危险化学品名录(2013 版)》中，属于重点监管的危险化学品。

该项目于 2024 年 9 月 23 日取得了中卫市应急管理局出具的《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》(卫危化项目安条审字〔2024〕8 号)，于 2024 年 10 月 15 日取得了中卫市应急管理局出具的《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》(卫危化项目安设审字〔2024〕12 号)。

依据《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令〔2014〕第 13 号，根据中华人民共和国主席令〔2021〕第 88 号修正)、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》(原国家安全生产监督管理总局令〔2012〕

第 45 号, 根据原国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 79 号修正)等法律、行政法规的要求, 宁夏深中天然气开发有限公司委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心(以下简称“我公司”)对其中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程(以下简称“该项目”)进行安全验收评价。

我公司接到委托后, 成立评价组, 在对工程相关资料进行充分了解、分析和现场调研的基础上, 根据安全验收评价工作的有关要求, 编制完成了该项目的安全验收评价报告。

本报告按照《安全验收评价导则》(AQ8003-2007)、《陆上油气管道建设项目安全验收评价导则》(AQ/T3056-2019)等相关标准及规范的要求, 针对该项目的实际情况, 评价过程中选择了安全检查表、事故后果模拟分析法等评价方法, 对该项目进行了定性、定量评价, 找出了该项目应重点防范的主要危险、有害因素, 有针对性地提出消除、预防和降低危险的对策措施, 进而给出安全验收评价结论, 并编制完成了该项目的安全验收评价报告。

在本次安全评价过程中得到了企业及有关人员的大力支持, 在此表示衷心感谢。

目 录

1 概述	1
1.1 安全验收评价的目的	1
1.2 安全验收评价的范围	1
1.3 安全验收评价的依据	2
1.4 安全验收评价的程序和工作经过	8
2 建设项目概况	10
2.1 建设单位简介	10
2.2 建设项目基本情况	11
2.3 自然及社会环境概况	18
2.4 线路工程	23
2.5 公用工程及辅助设施	32
3 危险、有害因素辨识及分析	36
3.1 主要物质危险有害因素分析	36
3.2 自然及社会环境危险有害因素分析	40
3.3 危险、有害因素分析	43
3.4 线路工程危险有害因素辨识与分析	48
3.5 公用工程及辅助设施危险有害因素分析	59
3.6 安全管理危险有害因素分析	62
3.7 辨识结果汇总	63
3.8 重大危险源辨识	64
3.9 事故案例与事故原因分析	64
4 安全评价单元划分及评价方法选择	70
4.1 评价单元的划分	70
4.2 评价方法的选择	71
4.3 评价方法和评价单元的对应关系	72
5 定性定量安全评价	74

5.1 线路工程评价单元	74
5.2 公用工程及辅助设施评价单元	78
5.3 安全管理评价单元	80
5.4 重大隐患检查单元	85
5.5 定量评价	86
6. 安全管理	90
6.1 安全管理机构设置	90
6.2 人员编制与安全管理人員設置	91
6.3 安全管理制度、操作规程	91
6.4 个体安全防护用品配备	92
6.5 抢修设备配备	93
6.6 应急预案	94
6.7 安全投入	95
6.8 外部依托力量	95
7 安全对策措施及建议	97
7.1 安全设施设计中提出的安全对策措施的落实情况	97
7.2 存在的问题及整改情况	104
7.3 补充的安全对策措施及建议	104
7.4 管道安全措施建议	105
7.5 安全管理建议	108
8 安全验收评价结论	110
9 与建设单位交换意见的情况结果	111
附录一 有关材料	
(1) 安全评价委托书	
(2) 现场勘察人员组成表	
(3) 营业执照	
(4) 《关于拆迁中卫联络站占压在役管道的函》(国家管网集团建设项	

目管理分公司西四线甘宁工程项目部)

(5)《宁夏回族自治区企业投资项目备案证》(项目代码:2403-640502-04-01-647149)

(6)《中卫市自然资源局关于中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程项目临时用地的批复》(卫自然资函〔2024〕52号)

(7)岩土工程勘察报告

(8)《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》(卫危化项目安条审字〔2024〕8号)

(9)《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》(卫危化项目安设审字〔2024〕12号)

(10)任命通知

(11)主要负责人及安全管理人员安全生产知识和管理能力考核合格证、燃气管网工燃气经营企业从业人员教育培训考核合格证

(12)工伤保险税收完税证明及雇主责任保险保险单

(13)三项制度目录(安全生产责任制、安全管理制度及操作规程)

(14)生产经营单位生产安全事故应急预案备案登记表

(15)安全设施设计单位营业执照、资质证书

(16)施工图设计单位资质证书

(17)施工单位营业执照及资质证书

(18)监理单位营业执照及资质证书

(19)无损检测单位营业执照及资质证书

(20)无损检测报告

(21)气源气质分析报告

(22)管道产品质量证明书

(23)管道防腐质量证明书及热收缩套产品质量合格证

(24)第三方施工方案报批申请文件

(25)沟槽开挖记录

- (26)管道里程、转角、测试、标志桩埋设记录
- (27)阴极保护工程施工记录
- (28)管沟回填验收记录
- (29)管道安装检查记录
- (30)隐蔽工程(封闭)记录
- (31)钢管防腐补口工程施工记录
- (32)防腐补口剥离强度试验记录表
- (33)管道防腐补口、补伤记录统计表
- (34)管道组对记录、管道焊接记录
- (35)钢制管道表面质量检查报告
- (36)管道吹扫、强度试验、严密性试验、清管、干燥记录
- (37)分项工程质量验收记录
- (38)阴极保护测试记录
- (39)特种设备监督检验证书及长输管道施工监督检验报告
- (40)安全设施设计总结报告
- (41)施工总结报告
- (42)检测总结报告
- (43)监理工作总结报告
- (44)试运行方案专家组意见表、试运行总结报告
- (45)施工变更联络单
- (46)现场勘查照片
- (47)安全不合格项整改照片
- (48)专家意见以及专家意见修改确认表

附录二 有关附图

- (1)地理位置图
- (2)管道平面布置图(共 3 张)

1 概述

1.1 安全验收评价的目的

安全评价的目的是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”安全生产方针，提高企业的本质安全程度和安全管理水平，预防、减少和控制建设项目生产中的危险、有害因素，降低生产安全风险，预防事故发生，保护建设单位和建设项目所在企业的财产安全及人员的健康和生命安全。本次安全验收评价的主要目的为：

(1) 为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，确保建设工程项目中的安全技术措施和设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，使建设项目建成后在安全方面符合国家的有关法规、标准和规定，为建设项目安全验收提供科学依据。

(2) 检查评价该项目安全设施的符合性和有效性，找出该项目投产运行后可能存在的主要危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件，以便企业采取补救措施，确保安全生产。

(3) 提出消除、预防或减弱建设项目危险性、提高项目安全运行等级的安全对策措施，为该项目生产运行以及日常管理提供依据，并为各级应急管理部门和行业主管部门实行安全监察、监督提供依据。

1.2 安全验收评价的范围

本次安全验收评价的对象为：宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程，评价范围为：该项目起点(国家管网西气东输中卫压气站东南侧围墙外)至终点(宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站东北侧围墙外)1745 米迁改输气管道及其选址、工艺设施、公用工程及辅助设施、安全管理等内容。

该公司原有的国家管网西气东输中卫压气站—宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站在役 DN200 高压输气管道(已废弃)不在本次

评价范围之内；国家管网西气东输中卫压气站以及宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站均不在本次评价范围之内；该项目今后的改、扩建不在本次评价范围内；该项目涉及的环保、职业卫生等不在本次评价范围之内。

1.3 安全验收评价的依据

1.3.1 建项目相关支持性文件

(1) 《关于拆迁中卫联络站占压在役管道的函》（国家管网集团建设项目管理分公司西四线甘宁工程项目部）

(2) 《宁夏回族自治区企业投资项目备案证》（项目代码：2403-640502-04-01-647149）

(3) 《中卫市自然资源局关于中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程项目临时用地的批复》（卫自然资函〔2024〕52号）

(4) 第三方施工方案报批申请

(5) 《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》（卫危化项目安条审字〔2024〕8号）

(6) 《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》（卫危化项目安设审字〔2024〕12号）

1.3.2 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〔2002〕第七十号，主席令〔2021〕第八十八号修正，自2021年9月1日起施行）

(2) 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令〔1998〕第四号，主席令〔2021〕第八十一号修正，自2021年4月29日起施行）

(3) 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令〔1994〕第二十八号，主席令〔2018〕第二十四号修正，自2018年12月29日起施行）

(4) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令〔1989〕第二十二号，主席令〔2014〕第九号修正，自2015年1月1日起施行）

(5)《中华人民共和国水土保持法》(中华人民共和国主席令〔1991〕第四十九号,主席令〔2010〕第三十九号修正,自2011年3月1日起施行)

(6)《中华人民共和国职业病防治法》(中华人民共和国主席令〔2001〕第六十号,主席令〔2018〕第二十四号修正,自2018年12月29日起施行)

(7)《中华人民共和国特种设备安全法》(中华人民共和国主席令〔2013〕第四号,自2014年1月1日起施行)

(8)《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(中华人民共和国主席令〔2010〕第三十号,自2010年10月01日起施行)

(9)《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令〔2007〕第六十九号,主席令〔2024〕第二十五号修订,自2024年11月1日起施行)

(10)《中华人民共和国防震减灾法》(中华人民共和国主席令〔1997〕第九十四号,主席令〔2008〕第七号修正,自2009年5月1日起施行)

(11)《中华人民共和国城乡规划法》(中华人民共和国主席令〔2007〕第七十四号,主席令〔2019〕第二十九号修正,自2019年4月23日起施行)

(12)《建设工程安全生产管理条例》(中华人民共和国国务院令〔2003〕第393号,自2004年2月1日起施行)

(13)《危险化学品安全管理条例》(中华人民共和国国务院令〔2002〕第344号,国务院令〔2013〕第645号修订,自2013年12月7日起施行)

(14)《特种设备安全监察条例》(中华人民共和国国务院令〔2003〕第373号,国务院令〔2009〕第549号修订,自2009年5月1日起施行)

(15)《生产安全事故应急条例》(中华人民共和国国务院令〔2019〕第708号,自2019年4月1日起施行);

(16)《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令〔2007〕第493号,自2007年6月1日起施行);

(17)《公路安全保护条例》(中华人民共和国国务院令〔2011〕第593

号，自 2011 年 7 月 1 日起施行)；

(18)《工伤保险条例》(中华人民共和国国务院令〔2003〕第 375 号，国务院令〔2010〕第 586 号修订，自 2011 年 1 月 1 日起施行)；

(19)《电力设施保护条例》(中华人民共和国国务院令〔2011〕第 588 号修订，自 2011 年 1 月 8 日起施行)

(20)《宁夏回族自治区安全生产条例》(2022 年 7 月 29 日宁夏回族自治区第十二届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修订，自 2022 年 10 月 1 日起施行)

(21)《宁夏回族自治区实施〈中华人民共和国消防法〉办法》(宁夏回族自治区人民代表大会常务委员会公告第 69 号，由宁夏回族自治区第十届人民代表大会常务委员会第十五次会议于 2010 年 1 月 16 日通过，自 2010 年 3 月 1 日起施行。)

1.3.3 部门规章及有关文件

(1)《危险化学品目录(2022 调整)》(中华人民共和国应急管理部等十部门联合公告 2022 年第 8 号)

(2)《危险化学品建设项目安全监督管理办法》(原国家安全生产监督管理总局令〔2012〕第 45 号，根据原国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 79 号修正)

(3)《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(原国家安监督管理总局令第 40 号，根据 2015 年 5 月 27 日原国家安全监管总局令第 79 号修正)

(4)《国家安全监管总局办公厅关于明确石油天然气长输管道安全监管有关事宜的通知》(安监总厅管三〔2014〕78 号)

(5)《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》(原国家安全生产监督管理总局)

(6)《重点监管的危险化工工艺目录(2013 年完整版)》(原国家安全生产监督管理总局)

(7)《特别管控危险化学品目录(第一版)》(应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告 2020 年第 3 号)

(8)《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》(应急〔2019〕78 号)

(9)《生产安全事故应急预案管理办法》(原国家安全生产监督管理总局令〔2016〕第 88 号, 应急管理部令〔2019〕第 2 号修正)

(10)《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(原国家安监总局令〔2010〕第 30 号, 原国家安监总局令〔2013〕第 63 号第一次修正, 原国家安监总局令〔2015〕第 80 号第二次修正)

(11)《生产经营单位安全培训规定》(原国家安监总局令〔2006〕第 3 号, 根据 2015 年 5 月 29 日原国家安全生产监管总局令第 80 号第二次修正)

(12)《企业安全生产费用提取和使用管理办法》(财资〔2022〕136 号)

(13)《国家安全监管总局住房城乡建设部 关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》(安监总管三〔2013〕76 号)

(14)《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号)

(15)《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》(国发(2010 年)23 号)

1.3.4 标准、规范

(1)《安全评价通则》(AQ8001-2007)

(2)《安全验收评价导则》(AQ8003-2007)

(3)《陆上油气管道建设项目安全验收评价导则》(AQ/T3056-2019)

(4)《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)

(5)《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)

(6)《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB/T50470-2017)

(7)《油气输送管道线路工程水工保护施工规范》(SY/T4126-2013)

- (8) 《油气长输管道工程施工及验收规范》(GB50369-2014)
- (9) 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017)
- (10) 《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T21447-2018)
- (11) 《埋地钢质管道腐蚀防护工程检验》(GB/T19285-2014)
- (12) 《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》(GB/T50538-2020)
- (13) 《阴极保护管道的电绝缘标准》(SY/T0086-2020)
- (14) 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》(GBT23257-2017)
- (15) 《埋地钢质管道外防腐层保温层修复技术规范》(SY/T5918-2017)
- (16) 《石油天然气工程总图设计规范》(SY/T0048-2016)
- (17) 《石油天然气工业管道输送系统》(GB/T24259-2023)
- (18) 《油气输送管道工程测量规范》(GB/T50539-2017)
- (19) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)
- (20) 《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)
- (21) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)
- (22) 《石油天然气工程建筑设计规范》(SY/T0021-2016)
- (23) 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017)
- (24) 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)
- (25) 《石油天然气工业管线输送系统用钢管》(GB/T9711-2023)
- (26) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》
(GB/T50493-2019)
- (27) 《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》(GB/T50892-2013)
- (28) 《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T21447-2018)
- (29) 《油气田及管道岩土工程勘察标准》(GB/T50568-2019)
- (30) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)
- (31) 《油气管道仪表及自动化系统运行技术规范》(SY/T6069-2020)
- (32) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T
29639-2020)

- (33) 《压力管道规范 长输管道》(GB/T34275-2017)
- (34) 《压力管道监督检验规则》(TSGD7006-2020)
- (35) 《压力管道定期检验规则—长输管道》(TSGD7003-2022)
- (36) 《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)
- (37) 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)
- (38) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- (39) 《天然气》(GB17820-2018)
- (40) 《钢质管道焊接及验收》(GB/T31032-2023)
- (41) 《建设工程施工现场消防安全技术规范》(GB50720-2011)
- (42) 《危险化学品企业特殊作业安全规范》(GB30871-2022)
- (43) 《石油天然气管道安全规范》(SY/T6186-2020)
- (44) 《建筑抗震设计标准(2024 年版)》(GB/T50011-2010)
- (45) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)
- (46) 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》(GB30077-2023)
- (47) 《个体防护装备配备规范 第 2 部分：石油、化工、天然气》
(GB39800.2-2020)

1.3.5 其他相关基础资料

- (1) 营业执照
- (2) 《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程安全设施设计》(中舜国际工程设计有限公司, 2024 年 10 月)
- (3) 《中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程岩土工程勘察报告》(宁夏科建基业岩土工程研究有限公司, 2024 年 1 月)
- (4) 施工、检测、监理记录和总结, 交工验收报告等有关竣工资料
- (5) 安全管理资料
- (6) 其他有关文件

1.4 安全验收评价的程序和工作经过

安全验收评价程序一般包括：

(1) 前期准备

明确评价对象和评价范围；组建评价组；收集国内外相关法律法规、标准、规章、规范；收集并分析评价对象的基础资料、相关事故案例；对类比工程进行实地调查等内容。

(2) 辨识与分析危险有害因素

根据评价对象的具体情况，辨识和分析危险、有害因素，确定其存在的部位、方式以及发生作用的途径和变化规律。

(3) 划分评价单元

评价单元划分应科学、合理，便于实施评价，相对独立且具有明显的特征界限。依据安全评价特点，以选址及自然条件、基本工艺条件、危险、有害因素分布及状况、便于实施评价为原则。

(4) 选择评价方法

根据建设项目的实际情况，选择适用的安全评价方法。

(5) 定性、定量评价

根据评价的目的、要求和评价对象的特点、工艺、功能或活动分布，选择科学、合理、适用的定性、定量评价方法，对危险、有害因素导致事故发生的可能性及其严重程度进行评价。

(6) 提出安全对策措施建议

根据评价结果，依照国家有关的法律法规、标准、规章、规范的要求，提出安全对策措施建议。安全对策措施建议应具有针对性、可操作性和经济合理性。

(7) 做出安全验收评价结论

按照评价导则要求，将安全评价结果进行整理、归纳，并作出明确结论。

(8) 编制安全验收评价报告

按照《安全验收评价导则》(AQ8003-2007)和《陆上油气管道建设项目安全验收评价导则》(AQ/T3056-2019)的要求,编制该项目的安全验收评价报告。

安全验收评价程序框图详见图 1.4:

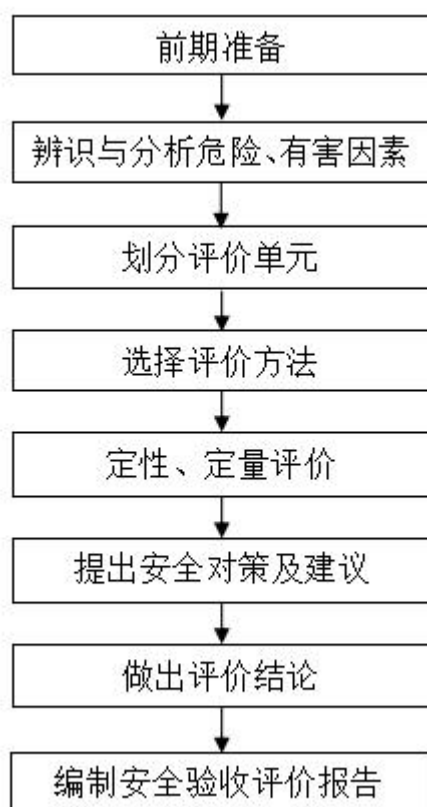


图 1.4 安全验收评价程序框图

2 建设项目概况

2.1 建设单位简介

宁夏深中天然气开发有限公司(以下简称“该公司”)成立于 2007 年 04 月 04 日,住所:中卫市沙坡头区中央大道与机场大道交汇处金沙国际 17 号楼 101 号营业房,负责人:侯小平,类型:有限责任公司(外商投资企业与内资合资),经营范围:许可项目:燃气经营;燃气燃烧器具安装、维修;燃气汽车加气经营;石油、天然气管道储运;房屋建筑和市政基础设施项目工程总承包;建设工程施工;危险化学品经营;特种设备安装改造修理;建设工程设计;供电业务;输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验;烟草制品零售;食品销售;旅游业务(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)一般项目:五金产品零售;对外承包工程;阀门和旋塞销售;防火封堵材料销售;工程管理服务;仪器仪表销售;仪器仪表修理;工业工程设计服务;合同能源管理;电气设备修理;电线、电缆经营;密封件销售;热力生产和供应;土地使用权租赁;住房租赁;非居住房地产租赁;机械设备销售;广告设计、代理;广告制作;市政设施管理;国内贸易代理;劳动保护用品销售;计算机软硬件及辅助设备批发;办公设备销售;电子产品销售;技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广;文具用品批发;体育用品及器材批发;卫生洁具销售;卫生用品和一次性使用医疗用品销售;日用品销售;日用家电零售;建筑材料销售;针纺织品及原料销售;化妆品零售;母婴用品销售;厨具卫具及日用杂品批发;新鲜水果批发;新鲜蔬菜批发;鲜肉批发;鲜蛋批发;水产品批发;服装服饰批发;居民日常生活服务;礼品花卉销售;互联网销售(除销售需要许可的商品);企业管理;酒店管理;信息咨询服务(不含许可类信息咨询服务)(除许可业务外,可自主依法经营法律法规非禁止或限制的项目)。

宁夏深中天然气开发有限公司是中国燃气控股有限公司的宁夏中卫子

公司，公司下设 9 个部门、3 个分公司及 1 个子公司，员工达 180 名，在中卫市行政区划范围内享有城市天然气项目的特许经营权。现已建成管网 940.41km（高压 148km、中压 357.7km、低压 434.71km），建成门站和区域调压站 11 座，在中卫市区和工业园区形成了有完整保障能力的双路和环网供气服务网络，目前共有已通气居民用户 97959 户，工商福用户 2333 户。建成了三路供气管线，年销气能力达 2.34 亿立方。

由于国家管网西气东输中卫压气站进行扩建，导致其工艺装置区对宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站原有配套输气 DN200 高压输气管道存在占压情况，为了消除管道占压安全隐患及配合国家管网西气东输中卫压气站建设考虑，宁夏深中天然气开发有限公司建设了中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程。

2.2 建设项目基本情况

建设单位：宁夏深中天然气开发有限公司

建设项目单位：宁夏深中天然气开发有限公司

项目名称：中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程

项目代码：2403-640502-04-01-647149

备案建设内容：铺设管道 1780 米，埋深 1.5 米，配套建设阀井、检查井等设备。

实际建设规模及内容：该项目管道自国家管网西气东输中卫压气站东南侧引出，先往西南方向敷设后再往北敷设至宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站，从常乐天然气门站的东北方向进站，实际铺设管道长度 1745 米，设计压力 10.0MPa，工作压力 5.0-7.0MPa，管材选型为 L360N 无缝钢管 D219.1×10 PSL2 级，全线采用三层 PE 加强级外防腐层，管道阴极保护采用牺牲阳极保护方式。

管道设计输气规模： $35 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$

建设地点：中卫市沙坡头区常乐镇

建设性质：改建

输送介质：天然气

总投资：200 万元人民币

管道施工监督检验情况：该项目管道于 2024 年 12 月 31 日取得了宁夏特种设备检验检测院核发的《特种设备监督检验证书》，证书编号：NDJ11202400014，根据《长输管道施工监督检验报告》可知，该长输管道施工监督检验结论符合要求。

2.2.1 建设项目“三同时”执行情况

2.2.1.1 建设项目“三同时”执行情况

宁夏深中天然气开发有限公司委托中润安全技术有限公司编制了《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程安全评价报告》(2024 年 9 月)，并于 2024 年 9 月 23 日取得了中卫市应急管理局核发的《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》(卫危化项目安条审字〔2024〕8 号)；委托中舜国际工程设计有限公司编制了《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程安全设施设计》(2024 年 10 月)，并于 2024 年 10 月 15 日取得了中卫市应急管理局核发的《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》(卫危化项目安设审字〔2024〕12 号)。

该公司委托山东一滕建设集团有限公司承担该项目的管道施工及安装工作，委托方宇工程咨询有限公司承担该项目的监理工作。该项目于 2024 年 10 月 25 日开工，于 2024 年 12 月 12 日竣工。

表 2.2.1 建设项目三同时执行情况

“三同时”阶段	委托单位	资质证书	资质等级及资质范围	完成日期
安全评价	中润安全技术有限公司	APJ-(陕)-012	陆上油气管道运输业	2024. 9
安全设施设计	中舜国际工程设计有限公司	A261012237	石油天然气(海洋石油)行业管道输送专业乙级	2024. 10
		TS1861S40-2026	压力管道设计长输管道	

“三同时”阶段	委托单位	资质证书	资质等级及资质范围	完成日期
			(GA1、GA2)	
施工图设计	重庆市川东燃气工程设计研究院	A250003207	石油天然气(海洋石油)行业管道输送专业乙级	2024. 10
		TS1810314-2025	压力管道设计长输管道(GA1、GA2)	
施工	山东一滕建设集团有限公司	D137093333	石油化工工程施工总承包壹级	2024. 12
		TS3810943-2028	长输管道安装(GA1)	
施工监理	方宇工程咨询有限公司	E261003647	石油化工工程专业资质乙级	2024. 12
无损检测	河北恒惠检测技术有限公司	TS7VII13188-2027	核准项目代码: CG	2024. 12
安全验收评价	江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心	APJ-(赣)-002	陆上油气管道运输业	2025. 2

2.2.1.2 建设项目总结

(1) 安全设施设计总结

该项目安全设施设计单位为中舜国际工程设计有限公司。中舜国际工程设计有限公司成立于2015年4月，注册资金5000万元人民币，总部位于国家中心城市陕西省西安市，是一家以石油天然气及化工储运领域、建筑及市政工程领域、环境工程领域的工程设计为主体，集项目规划咨询服务、项目管理、工程技术服务科技产品开发为一体的科技型工程设计公司。

中舜国际工程设计有限公司拥有石油天然气(海洋石油)行业管道输送专业乙级(A261012237)、压力管道设计长输管道(GA1)(TS1861S40-2026)等资质，资质符合设计要求。

根据中舜国际工程设计有限公司编制的《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程安全设施设计总结报告》可知，该项目安全设施设计阶段的安全条件与安全条件审查阶段一致，且安全设施设计对项目存在的危险和有害因素进行了全面分析，采取了针对性的安全防范措施。在充分落实本设计要求的基础上，加强运行阶段的

完整性管理，管道系统安全可以得到保障。

(2) 施工总结

该项目施工单位为山东一滕建设集团有限公司。山东一滕建设集团有限公司成立于 2002 年 7 月 12 日，法定代表人为李树强，注册资本为 61000 万元，统一社会信用代码为 913709837409658284，企业注册地址位于肥城市仪阳开发区，所属行业为建筑安装业，经营范围包含：许可项目：建筑智能化工程施工；消防设施工程施工；施工专业作业；房屋建筑和市政基础设施项目工程总承包；住宅室内装饰装修；建筑物拆除作业（爆破作业除外）；人防工程防护设备制造；特种设备制造；特种设备设计；特种设备安装改造修理；电气安装服务；建筑智能化系统设计；建筑劳务分包；建设工程施工。（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）一般项目：对外承包工程；体育场地设施工程施工；土石方工程施工；园林绿化工程施工；金属门窗工程施工；装卸搬运；建筑装饰、水暖管道零件及其他建筑用金属制品制造；金属结构制造；金属结构销售；金属材料制造；建筑材料销售；专用设备制造（不含许可类专业设备制造）；建筑工程机械与设备租赁；钢压延加工；工业工程设计服务；建筑工程用机械制造；普通机械设备安装服务；特种设备销售；再生资源回收（除生产性废旧金属）；再生资源销售；生产性废旧金属回收；电子专用设备销售；环境保护专用设备制造；五金产品批发；建筑装饰材料销售；建筑废弃物再生技术研发；信息系统集成服务；智能控制系统集成；劳务服务（不含劳务派遣）；工程管理服务；工程造价咨询业务；招投标代理服务；政府采购代理服务；办公用品销售；制冷、空调设备销售；泵及真空设备销售；光伏设备及元器件销售；电子元器件零售；电子元器件批发；液压动力机械及元件销售；机械设备销售；日用家电零售；第二类医疗器械销售；第一类医疗器械销售。（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）。

山东一滕建设集团有限公司拥有石油化工工程施工总承包壹级(D137093333)、长输管道安装(GA1)(TS3810943-2028)等资质,资质符合施工要求。

根据山东一滕建设集团有限公司编制的《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程施工总结报告》可知,该项目单位工程合格率达到 100%,单位工程优率达到 90%以上,工程质量优良标准;管道现场熔接一次合格率 95%以上(按口数计),补合格率 100%;工程设备、材料质量合格率 100%;管道埋深一次合格率 100%;阀门安装一次合格、对号率 100%;投产试运一次成功。通过以上质量保证措施,该单位圆满完成了中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程的施工任务,各施工工序及施工内容均达到设计要求和规范标准。

(3)检测总结

该项目无损检测单位为河北恒惠检测技术有限公司。河北恒惠检测技术有限公司成立于 2018-10-18,法定代表人为李建才,注册资本为 800 万元,统一社会信用代码为 91130102MA0CT9NFXB,企业注册地址位于中国(河北)自由贸易试验区正定片区园博园大街 2 号联东 U 谷 8 号楼,所属行业为专业技术服务业,经营范围包含:许可项目:检验检测服务;特种设备检验检测;民用核安全设备无损检验;建设工程质量检测;水利工程质量检测;船舶检验服务。(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)一般项目:计量技术服务;公路水运工程试验检测服务;工程和技术研究和试验发展;技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。(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)。

河北恒惠检测技术有限公司拥有特种设备检验检测资质,资质证书编号:TS7VII13188-2027,核准项目代码:CG,资质符合检测要求。

根据河北恒惠检测技术有限公司编制的《宁夏深中天然气开发有限公

司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程总结报告》可知，该单位圆满完成了中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程的无损检测任务，各检测工序及检测内容均达到设计要求和规范标准。

(4) 监理总结

该项目监理单位为方宇工程咨询有限公司。方宇工程咨询有限公司成立于 2001 年 7 月 3 日，法定代表人为兰小宇，注册资本为 5000 万元，统一社会信用代码为 91610000730391998F，企业注册地址位于西安市新城区尚勤路 151 号 8 层，所属行业为建筑装饰、装修和其他建筑业，经营范围包含：一般项目：工程管理服务；工业工程设计服务；专业设计服务；信息技术咨询服务；物业管理；物业服务评估；政府采购代理服务；采购代理服务；招投标代理服务；社会稳定风险评估；水利相关咨询服务；环保咨询服务；咨询策划服务。（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：建设工程监理；工程造价咨询业务；体育场地设施经营（不含高危险性体育运动）；安全评价业务；单建式人防工程监理；公路工程监理；各类工程建设活动。（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，具体经营项目以审批结果为准）。

方宇工程咨询有限公司拥有石油化工工程专业资质乙级资质(E261003647), 资质符合监理要求。

根据方宇工程咨询有限公司中卫监理部编制的《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程监理工作总结报告》可知，在该项目监理过程中，在各方的大力支持和全力合作下，该监理项目部完成了各项监理任务，取得较好的监理成效，各施工工序及施工内容均达到设计要求和规范标准，施工过程未发生质量安全事故。

(5) 试运行总结

该项目建设单位为宁夏深中天然气开发有限公司，该公司试运行方案经专家评审并出具了专家组评审意见。

根据该公司编制的《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道试运行总结报告》可知，自 2024 年 12 月 11 日场站输气至今，中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道工程满足安全运营需求，具备安全验收条件。

2.2.2 行政区划

该项目天然气输气管道沿线的行政区域划分情况统计见下表 2.2.2 所示：

表 2.2.2 沿线区划统计表

序号	名称	省(自治区、直辖市)	市(设区)	县/区	长度(m)
1	中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程	宁夏回族自治区	中卫市	沙坡头区	1745
合计					1745

2.2.3 站场设置及地区等级统计

该项目只涉及管道，不涉及站场。

根据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.2.2 章节可知，沿管道中心线两侧各 200m 范围内，任意划分为 2km 长并能包括最大聚居户数的若干地段，按划定地段内的户数应划分为四个等级，该项目输气管道途径工业区，长度为 1745m，长度不足 2km，因此将该项目输气管道划分为一个地段，管道沿线地区等级见表 2.2.3 所示：

表 2.2.3 管道沿线地区等级划分表

序号	起止桩号	管道路径	长度(m)	地区等级	备注
1	G+0(0+000)---G+34+2(1+745)	国家管网西气东输中卫压气站至宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站	1745	三级地区	管道中心线两侧各 200m 范围内户数在 100 户以上的工业区

2.2.4 物料介质

根据企业提供的资料，该项目天然气输气管道输送的天然气为符合《天

然气》(GB17820-2018)标准中的一类气。一类气技术指标为硫化氢含量： $\leq 6\text{mg/m}^3$ ，总硫含量(以硫计)： $\leq 20\text{mg/Nm}^3$ ，二氧化碳含量： $\leq 3\%$ 。

该项目新建管道输送的天然气(CAS 号：8006-14-2)被列入《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》中，属于重点监管的危险化学品。根据企业提供的气质分析报告(详见附件)及中舜国际工程设计有限公司编制的《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程安全设施设计》(2024 年 10 月)等内容，该项目天然气气质情况见下表：

表 2.2.4-1 天然气物性表

气源%	密度 (kg/m^3)	高位发热量 (MJ/m^3)	低位发热量 (MJ/m^3)	烃露点 ($^{\circ}\text{C}$)	水露点 ($^{\circ}\text{C}$)
国家管网西气东输 中卫压气站	0.7100	37.5645	33.8738	--	-8.3990

表 2.2.4-2 天然气组分表

序号	成分	含量%
1	CH_4	94.1932
2	C_2H_6	2.6528
3	C_3H_8	0.6694
4	iC_4H_{10}	0.0901
5	nC_4H_{10}	0.0911
6	iC_5H_{12}	0.0205
7	nC_5H_{12}	0.0166
8	C_6^{+}	0.0409
9	N_2	1.5528
10	CO_2	0.6726
11	H_2S	3.8230mg/m^3
12	总硫(以硫计)	13.5800mg/m^3

2.3 自然及社会环境概况

2.3.1 自然环境

(1)气象条件

中卫地区属中温带干旱大陆性高原气候区，气候干燥，雨雪稀少，日照充分，蒸发强烈，风大砂多，夏季炎热而短促，冬季寒冷而漫长，冷热变化急剧，年温差、日温差大，属典型的大陆性气候。七~九月份为雨季，

雨量占全年降雨量的 70~80%左右, 偶有暴雨冰雹出现, 一般年平均降雨量为 218.6mm, 年最大降雨量为 270mm, 年最小降雨量为 98mm, 年平均蒸发量为 1574mm, 年最大蒸发量为 1815mm, 最小蒸发量为 1454mm, 年最高气温 38.7℃; 最低气温-27.70℃, 年平均气温 8~9℃, 一月平均最低气温-7.9℃左右, 七月平均最高气温 23.5℃左右。每年 11 月开始冰冻期, 翌年 3 月解冻。

最大积雪深度 110mm, 定时最大风速 28.0m/秒, 西北偏西风。基本雪压值为 0.1kN/m²; 10m 处基本风压值 0.45kN/m²。标准冻土深度 0.83m。

(2) 地形地貌

中卫市地势西南高, 东北低, 市区平均海拔 1225 米, 地貌类型分为黄河冲积平原、台地、沙漠、山地与丘陵五大单元。

中卫市西北部腾格里沙漠边缘卫宁北山面积 12 万公顷, 占全市土地总面积的 7%; 中部卫宁黄河冲积平原 10 万公顷, 占全市土地总面积的 5.9%; 位于山区与黄河南岸之间的台地 6 万公顷, 占全市土地面积的 3.5%; 南部陇中山地与黄土丘陵面积 142.45 万公顷, 占全市土地面积的 83.6%。

由宁夏科建基业岩土工程有限公司于 2024 年 1 月编制的《中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程岩土工程勘察报告》可知, 该项目位于中卫市沙坡头区常乐镇、定武高速北侧。该项目建设场区采用 CGCS2000 国家坐标系, 1985 国家高程基准。测绘基准点(BM 点)由建设单位提供, 采用水准仪引测得各钻孔孔口高程在 1233.53m~1257.56m 之间, 地表最大高差 24.03m。该场区地势高差大, 地貌单元属香山洪积扇前缘。

(3) 地质

宁夏地处中国东西部两个性质不同的构造地域衔接地带, 地质构造相当复杂。由于剧烈地质运动, 宁夏境内形成了银吴平原、卫宁平原等平原、盆地。中卫地区地处卫宁区域东西向构造带内, 该构造带内共分布着大战场—古城子复背斜带、卫宁北山复向斜带、香山复背斜带三个大的褶皱带。

卫宁平原地层上部出露主要以全新统上部冲积层的粉质黏土、粉土、砂、粉砂、砾石等为主，其中，中卫地区圆砾、卵石层厚度在 20~40m，地层稳定密实。

经查询中国地震灾害防御中心“地震活动断层探察数据中心”，该项目场区位于中卫市沙坡头区常乐镇，距南侧香山—天景山断裂 5.66km，该断裂为全新世断裂。

由宁夏科建基业岩土工程有限公司于 2024 年 1 月编制的《中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程岩土工程勘察报告》可知，根据勘察揭示，在该项目场区勘察深度范围内，除填土外，其下均为第四系黄河冲积相堆积地层。整个场区地层自上而下可分为下述三层，现分层描述如下：

①素填土：杂色~黄褐色，稍湿，松散，主要为粉细砂，次为砂砾石、角砾，为堆填时间超过十年的老填土，不均匀，该层整个场区分布连续。

②粉细砂层 Q_4^{al} ：黄褐色~灰褐色，中密状，稍湿，夹薄层中粗砂、角砾层，属于中~低压缩性土，矿物成份以长石、石英为主，含云母等少量暗色矿物，该层在场区分布连续。

③角砾层 Q_4^{pl} ：杂色，中密—密实，稍湿，以棱角和次棱角为主，成份以石英岩灰岩为主，分选性差，磨圆度好。粒径大于 2mm 的颗粒超过总质量的 50%，粉细砂、砾砂及中粗砂充填于其间。地层厚度较大，变化较小。场区内普遍分布。实度自上而下呈增强趋势。勘察未穿透此层，据区域地质资料，该层为巨厚层状。

勘察结果表明，该场地地貌类型单一，地层结构较简单，主要土层分布连续，厚度较稳定，场区范围内无暗浜、土洞、塌陷等其它不良地质作用。

(4) 水文

中卫市黄河自西向东穿境而过，全长约 182 千米，占黄河在宁夏流程

397 千米的 45.8%，年均流量 1039.8 立方米/秒，年均过境流量 328.14 亿立方米，最大自然落差 144.13 米。

由宁夏科建基业岩土工程研究有限公司于 2024 年 1 月编制的《中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程岩土工程勘察报告》可知，勘察深度范围内未见地下水，根据区域水文地质资料，该区地下水位埋深在 40-50m 左右，因此，该项目可不考虑地下水的影响。

(5) 地震

按照国家标准《建筑抗震设计标准(2024 年版)》(GB/T50011-2010)、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)的有关规定，该项目区域抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.2g，设计地震分组：第三组，特征周期 0.45s。

2.3.2 社会环境

(1) 人文环境

常乐镇位于宁夏回族自治区中卫市城区西南部，南连山区，北靠黄河，距市区 10 公里。总面积约 918 平方公里。常乐镇辖 15 个行政村、1 个居民委员会，总人口 2.1 万人，其中回民 290 人，耕地面积 2.9 万亩。常乐镇山川共济，是历史悠久的引黄灌区之一。

(2) 经济状况

常乐镇 2023 年实现地区生产总值 12.08 亿元，同比增长 21%。向上争取各类项目资金 1724.51 万元，完成固定资产投资 297 万元，农村居民人均可支配收入 17367 元，增长 6.4%。2023 年共实施政府投资项目 10 个，完成投资 1081.79 万元。高效推进西气东输三线、四线工程，中卫压气站二站等重点项目，招商引资实际到位资金 4.7899 亿元。全年累计硬化村道 6.8 公里，敷设给排水管网 7000 余米，新建过水路面 3 处，购置农业机械 36 台，盘活低效闲置土地 320.4 亩，为经济发展提供有力支撑。现代农业稳步发展。全年高效完成农作物种植 83078 亩，总产量 14.41 万吨。

其中：粮食作物种植 20501 亩，产量 1.19 万吨；经济作物种植 62577 亩，产量 13.22 万吨。推动规模养殖场健康绿色发展，现存栏奶牛 17523 头、肉牛 6293 头、生猪 7846 头、羊 57470 只、家禽 42.3 万只。积极推进宁藜藜麦饲草绿色循环产业示范园区建设，促进农业现代化和绿色化高质量发展。大力推广村党支部领办合作社发展模式，成立村党支部领办合作社 18 个，整合土地资源 1 万余亩，累计投入资金 1000 余万元，带动群众务工 5400 余人次，群众增收 530 余万元，村集体经济增收 500 余万元，同比增长 125.6%。积极探索退出压砂地后续产业发展，在罗泉、熊水村退出压砂地种植小茴香 3000 亩。纵深推进“六大提升行动”，投资 40 余万元改造帮扶车间，建设海乐村吨袋加工车间，新增就业岗位 30 余个，年产值 800 余万元，人均增收 3 万余元。积极探索西片灌区党建共同体(融合发展区)产业发展模式，规模化种植青贮玉米 5000 余亩，为村集体增收 126.21 万元。持续深化“常乐豆腐”非遗品牌效应，大路街村争取各类资金 240 万元，建设常乐豆腐加工坊。加快推进中卫市·黄河常乐胜境农文旅融合项目及乐河园生态农场，全镇产业结构不断优化。

(3) 交通运输条件

常乐镇已形成以公路运输为主的交通运输网络。中营高速公路、迎大公路、中靖公路横跨全镇，境内有 2 个高速出口，境内公路长 97 千米。

该项目输气管道线路长度较短，且周边道路依托条件较好，无需新建和整修其他道路工程。

(4) 通信条件

项目所在地设有联通、移动及电信通信设施。

(5) 治安条件

该项目距离中卫市公安局大约 10.5 公里路程，距离常乐派出所大约 3.5 公里路程，能够对出现的一般性治安案件进行处理，治安条件良好。

2.4 线路工程

2.4.1 管道本体

该项目管道自国家管网西气东输中卫压气站东南侧引出，先往西南方向敷设后再往北敷设至宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站，从常乐天然气门站的东北方向进站，实际铺设管道长度 1745 米，设计压力 10.0MPa，工作压力 5.0-7.0Mpa，线路管材选型为 L360N 无缝钢管 D219.1×10 PSL2 级。

在常乐天然气门站东北侧管线终点处附近新设置了一座阀井，阀井阀门利旧原直埋钢制球阀 DN200(无放散)，该阀门启闭正常，密封性能良好，阀门与管道连接方式为焊接。

该项目管道级别为：GA1 级长输管道。

2.4.2 管道敷设

2.4.2.1 敷设方式

该项目天然气输气管道全线采用埋地敷设，管道顶部埋深为 1.5m，采用弹性敷设、热煨弯头等方式来满足管道变向安装要求。

该项目天然气管道采取顶管穿越敷设的方式穿越迎大公路与国家管网西气东输中卫压气站之间的水泥路 1 次，水平长度 10m，套管采用 D377×10 加强级防腐(3PE)螺旋管。

2.4.2.2 管道通过人口密集区、规划区等敏感区域的安全措施

(1) 该输气管道全线地区等级为三级，管道设计系数按照 0.5 设计。

(2) 经过现场勘察及查阅竣工资料，穿越迎大线公路通往国家管网西气东输中卫压气站的水泥路的套管管顶覆土均不小于 1.5m。管道上方 0.5m 埋设有标识带，现场未设置有警示牌及标志桩，现已整改完成。高后果区段间隔 50m 设置了加密桩。

(3) 全线管道采用了三层 PE 加强级防腐及牺牲阳极阴极保护。

(4) 查阅相关施工记录，对高后果区段管道焊接、防腐、补口、焊口检测在监理现场监督下实施，并有完整施工记录；严格控制了管道埋深，全线管道埋深均符合设计要求。

2.4.3 高后果区

2.4.3.1 辨识依据

依据《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)第 6.1.2.1 条，管道经过区域符合表 2.4.3-1 中任何一条的为高后果区：

表 2.4.3-1 输气管道高后果区管段识别分级表

管道类型	识别项	分级
输气管道	管道经过的四级地区，地区等级按照 GB50251 中相关规定执行	III级
	管道经过的三级地区	II级
	如管径大于 762mm，并且最多允许操作压力大于 6.3MPa，其天然气管道潜在影响区域内有特定场所的区域	II级
	如管径小于 273mm，并且最多允许操作压力小于 1.6MPa，其天然气管道潜在影响区域内有特定场所的区域	I级
	其他管道两侧各 200m 内有特定场所的区域	I级
	除三级、四级地区外，管道两侧各 200m 内有加油站、油库等易燃易爆场所	II级
识别高后果区时，高后果区边界设定为最近一栋建筑物外边缘 200m。高后果区分别为三级，I 级表示最小的严重程度，III级表示最大的严重程度。		

根据《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)的相关规定，该项目管道管径 D219.1，设计压力 10.0MPa，经过地区等级为三级，为 II 级高后果区。具体见表 2.4.3-2。

表 2.4.3-2 高后果区统计表

序号	起点桩号	终点桩号	长度(m)	级别	输气管道地区等级	位置
1	G+0(0+000)	G+34+2(1+745)	1745	II级	三级	常乐镇枣林村

2.4.3.2 辨识结果

经辨识，该项目天然气输气管道沿线区域为三级地区，等级为 II 级，详见表 2.4.3-3 高后果区统计表：

表 2.4.3-3 高后果区统计表

序号	地理位置	起止桩号	长度	级别	输气管道地区等级	上下游站场/阀室	识别描述
----	------	------	----	----	----------	----------	------

1	中卫市沙坡头区常乐镇枣林村	G+0 (0+000) --G+34+2 (1+745)	1745m	Ⅱ级	三级	上游站场：国家管网西气东输中卫压气站 下游站场：宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站	b)管道经过三级地区
---	---------------	------------------------------	-------	----	----	--	------------

2.4.3.3 高后果区安全措施

该项目在高后果区主要采取的措施主要有：

- (1)增大管道壁厚：管道一般路段壁厚为 10.0mm，顶管穿越处、弯管壁厚为 10.0mm。
- (2)管道全线采用 3PE 加强级外防腐及牺牲阳极阴极保护。
- (3)管道上方 0.5m 埋设标识带，设置标志桩和警示牌，间隔不大于 50m 设置一个标志桩。
- (4)施工时，对高后果区段焊接、防腐、补口、焊口检测均在监理现场监督下实施，并有完整施工记录。
- (5)增加管道巡查频次。

该项目对高后果区管道所采取的措施可满足《输气管道高后果区完整性管理规范》(SY/T7380-2017)高后果区管理措施要求。

2.4.4 地质灾害

由宁夏科建基业岩土工程有限公司于 2024 年 1 月编制的《中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程岩土工程勘察报告》可知，场区②层粉细砂湿陷系数均小于 0.015,不具湿陷性,建议按不湿陷场地考虑。勘察结果表明，该场地地貌类型单一，地层结构较简单，主要土层分布连续，厚度较稳定，场区范围内无暗浜、土洞、塌陷等其它不良地质作用，适宜该工程的建设。勘察深度范围内未见地下水，根据区域水文地质资料，该区地下水位埋深在 40-50m 左右，因此，该工程可不考虑地下水的影响。勘察范围内，场地无暗浜、土洞、塌陷等其它不良地质作用。

2.4.5 地震

根据《建筑抗震设计标准(2024 年版)》(GB/T50011-2010)，该项目所在区域抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第三组。根据《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB/T 50470-2017)，位于设计地震动峰值加速度大于或等于 0.20g 地区的一般线路管道，进行抗拉伸和抗压缩校核。

该项目建设场地的基本地震加速度值为 0.2g，根据《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程安全设施设计》可知，该项目管道进行了抗拉伸和抗压缩校核验算，经计算地震动引起管道的最大轴向拉、压应变与内压和温度变化产生的管道轴向应变之和为 0.0005，小于埋地管道抗震设计轴向容许拉伸应变 0.01，满足要求。

2.4.6 管道穿越

2.4.6.1 山岭隧道

该项目天然气输气管道未穿越山岭隧道。

2.4.6.2 采矿区

该项目天然气输气管道未穿越采矿区。

2.4.6.3 河流大、中型穿(跨)越

该项目天然气输气管道未穿(跨)越河流。

2.4.6.4 与架空输电线路并行交叉

该项目输气管道与高压架空电线交叉情况详见表 2.4.6-1。

表 2.4.6-1 与架空输电线路交叉一览表

序号	桩号	单项名称	次数	备注
1	G+10(0+500)---G+11(0+550)	与 110kV 高压架空电线交叉	1	交叉角度约 90°
2	G+16(0+800)---G+16+1(0+812)	与 10kV 高压架空电线交叉	1	
3	G+22(1+100)---G+22+1(1+133)	与 10kV 高压架空电线交叉	1	
4	G+23(1+150)---G+23+1(1+186)	与 10kV 高压架空电线交叉	2	
5	G+24(1+200)---G+25(1+250)	与 0.4kV 架空电线交叉	1	

6	G+31(1+550)--G+32(1+600)	与 110kV 高压架空电线交叉	1	交叉角度约 55°
7	G+31(1+550)--G+32(1+600)	与 10kV 高压架空电线交叉	1	
8	G+32+1(1+616)--G+32+2(1+646)	与 10kV 高压架空电线交叉	1	
9	G+34(1+700)--G+34+2(1+745)	与 10kV 高压架空电线交叉	3	

该项目输气管道与高压架空电线并行情况详见表 2.4.6-2。

表 2.4.6-2 与架空输电线路并行一览表

序号	桩号	单项名称	并行长度 (m)	并行最近距离 (m)
1	G+12+1(0+604)--G+23+1(1+186)	与 110kV 高压架空电线并行	582	62.4
2	G+32+2(1+646)--G+34+1(1+735)	与 10kV 高压架空电线并行	64	4.6

该项目输气管道与 110kV 高压交流输电线路塔的距离检查，详见表 2.4.6-3。

表 2.4.6-3 与 110kV 架空输电线路塔水平间距表

序号	桩号	电压等级 及线路名称	市(设区)、县	与最高杆(塔)水平 间距标准要求 (m)	与交流 接地体 间距标准 要求 (m)	与最高杆(塔)及 接地体实际水平 间距(m)	是否 符合 标准 要求	标准 依据
1	G+10(0+500)--G+11(0+550)(输气管道与110kV高压架空电线交叉点位置)	交流架空输电线路(110kV)	中卫市沙坡头区常乐镇	开阔地区：最高杆(塔)的高度(25m)； 受限制区域：5m	5m	62.5	符合	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第4.3.12条
2	G+13(0+650)--G+14(0+700)	交流架空输电线路(110kV)	中卫市沙坡头区常乐镇	开阔地区：最高杆(塔)的高度(25m)； 受限制区域：5m	5m	62.4	符合	
3	G+22(1+100)	交流架空输电线路(110kV)	中卫市沙坡头区常乐镇	开阔地区：最高杆(塔)的高度(25m)； 受限制区域：5m	5m	58.0	符合	
4	G+30+1(1+506)--G+31(1+550)	交流架空输电线路(110kV)	中卫市沙坡头区常乐镇	开阔地区：最高杆(塔)的高度(25m)； 受限制区域：5m	5m	33.4	符合	
5	G+31(1+550)--G+32(1+600)(输	交流架空输电线路	中卫市沙坡头区常	开阔地区：最高杆(塔)的高度(25m)	5m	47.7	符合	

	气管道与110kV 高压架空电线交 叉点位置)	(110kV)	乐镇	； 受限制区域：5m				
--	-------------------------------	---------	----	---------------	--	--	--	--

2.4.6.5 与铁路并行交叉

该项目天然气输气管道未与铁路并行、交叉。

2.4.6.6 与公路、桥梁并行交叉

该项目天然气输气管道未与桥梁并行交叉。

该项目天然气管道与定武高速公路、迎大线公路并行情况详见表

2.4.6-4。

表 2.4.6-4 与公路并行一览表

序号	桩号	并行公路名称	并行长度(m)	并行最近距离(m)	标准要求间距	是否符合标准要求	标准依据
1	G+1+1 (0+090) --G+12 +1 (0+604)	定武高速公路	514	50	公路用地界 3m 外	符合	《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015)第4.1.1条
2	G+26+1 (1+328) --G+32 +1 (1+616)	迎大线公路	288	8	公路用地界 3m 外	符合	

该项目天然气管道采取顶管穿越敷设的方式穿越迎大公路与国家管网西气东输中卫压气站之间的水泥路 1 次，水平长度是 10m，套管采用 D377×10 加强级防腐(3PE)螺旋管，详见表 2.4.6-5。

表 2.4.6-5 与道路交叉(穿越)一览表

序号	穿越名称	市(设区)、县	桩号区间	穿越长度	穿越方式	穿越角度(°)	备注
1	水泥路	中卫市沙坡头区	G+27+1 (1+375) --G+28 (1+400)	10m	顶管穿越	90	

2.4.6.7 与地下障碍物并行及交叉情况

(1) 与已建管道并行统计

该项目天然气管道与附近在役“西二线、西四线、西气东输三号联络线”高压输气管道存在并行情况，并行情况详见表 2.4.6-6。

表 2.4.6-6 与已建管道并行统计表

序号	桩号	已有管道名称	并行管道长度(m)	并行最近距离(m)	标准要求间距(m)	是否符合标准要求	标准依据
1	G+0 (0+000) --G+12+1 (0+604)	西二线	604	14.4	6	符合	《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015)第4.4.2条
2	G+26+1 (1+328) --G+34 +2 (1+745)	西四线	417	10.5	6	符合	
3	G+12+1 (0+604) --G+32 +1 (1+616)	西气东输三号联络线	1012	8.8	6	符合	

(2) 与已建管道、电缆线交叉统计

该项目天然气管道与附近在役“西一线、西二线、西三线、西四线、西气东输三号联络线”及电缆等存在交叉情况，交叉情况详见表 2.4.6-7。

表 2.4.6-7 与已建管道、电缆线交叉统计表

序号	桩号	坐标	已有管道名称	穿越方式	与已建管道相对位置	实际垂直净距(m)	标准要求垂直净距(m)	是否符合标准要求	标准依据
1	G+0+1 (0+005.7)	--	西二线	大开挖上穿	交叉一次，交叉角度110°。	0.77	0.3	符合	《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015)第4.3.11条
2	G+12+1 (0+604) --G+13 (0+650)	(X=4147084.894, Y=35512894.089)	西二线	大开挖上穿	交叉一次，交叉角度95°。	1.97	0.3	符合	
3	G+16+1 (0+812) --G+17 (0+850)	(X=4147227.886, Y=35512762.924)	西气东输三号联络线	大开挖上穿	交叉一次。交叉角度135°。	1.87	0.3	符合	

4	G+18(0+900)	(X=4147252.81 1, Y=35512716.87 3)	西三 线	大 开 挖 上 穿	交叉 一 次, 交叉 角度 110 °。	0.8 7	0. 3	符 合
5	G+20(1+000)--G+21(1+024)	(X=4147372.21 5, Y=35512697.92 6)	西气 东输 三号 联络 线	大 开 挖 上 穿	交叉 一 次, 交叉 角度 95°	1.5 7	0. 3	符 合
6	G+22(1+100)--G+22+1(1+1 33)	(X=4147438.53 9, Y=35512699.58 5)	西一 线	大 开 挖 下 穿	交叉 一 次, 交叉 角度 90°	0.5	0. 3	符 合
7	G+24(1+200)--G+25(1+250)	(X=4147518.63 6, Y=35512670.07 5)	西气 东输 三号 联络 线	大 开 挖 上 穿	交叉 一 次, 交叉 角度 125 °。	1.8 7	0. 3	符 合
8	G+26(1+300)--G+26+1(1+3 28)	(X=4147556.91 7, Y=35512603.73 4)	西四 线	大 开 挖 上 穿	交叉 一 次, 交叉 角度 90°	4.7 7	0. 3	符 合
9	G+32+1(1+616)--G+32+2(1 +646)	(X=4147809.12 0, Y=35512731.10 9)	西气 东输 三号 联络 线	大 开 挖 上 穿	交叉 一 次, 交叉 角度 135 °。	0.8 7	0. 3	符 合
1 0	G+32+2(1+646)--G+33+1(1 +680)	(X=4147799.92 3, Y=35512757.56 7)	中压 燃气 管道	大 开 挖 下 穿	交叉 一 次	0.6	0. 3	符 合
1 1	G+34+1(1+735)	(X=4147788.49 4, Y=35512831.88 8)	埋地 电缆 线 (10k V)	大 开 挖 下 穿	交叉 一 次	1.5	0. 5	符 合

2.4.7 标识与伴行路

(1) 标识

该项目按照《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017)的要求在输气管道沿线设置转角标志桩、测试桩、直线桩、高后果警示牌、警示带等，交叉桩已整改完善。

表 2.4.7 标识设置统计表

序号	桩 名	单位	数量
1	起点标志桩	个	1
2	转角标志桩	个	18
3	直线桩	个	15
4	智能测试桩	个	5
5	交叉桩	个	9
6	高后果警示牌	个	2

(2) 伴行路

该项目输气管道线路长度较短，且周边迎大线、水泥路、砂砾路等道路依托条件较好，无需新建和整修其他伴行道路工程。

2.4.8 阀室

该项目迁改管道经过地区等为三级地区，根据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.5.1 条可知，输气管道应设置线路截断阀(室)，管道沿线相邻截断阀之间的间距应符合下列规定：

- 1 以一级地区为主的管段不宜大于 32km；

2 以二级地区为主的管段不宜大于 24km；

3 以三级地区为主的管段不宜大于 16km；

4 以四级地区为主的管段不宜大于 8km；

5 本条第 1 款至第 4 款规定的线路截断阀间距，如因地物、土地征用、工程地质或水文地质造成选址受限的可作调增，一、二、三、四级地区调增分别不应超过 4km、3km、2km、1km。

该项目迁改段管道长度为 1745m，满足《输气管道工程设计规范》

(GB50251-2015)第 4.5.1 条，即阀室之间的间距符合三级地区的管段不宜大于 16km 的要求。因此该项目不设置线路截断阀室。

2.4.9 废旧输气管道处理

该项目按照《报废油气长输管道处置技术规范》(SY/T 7413-2018)的相关要求，对原有高压输气管道采用氮气置换后废弃处理，不再使用，废弃长度约 926m。废弃的输气高压管道与新建输气高压管道之间已断开不连通。

2.5 公用工程及辅助设施

2.5.1 供配电

该项目对流量、压力、温度进行计量监测的电气化系统依托常乐门站现有的控制系统，均在长乐门站进行显示、控制。

常乐门站电源引自站外倪滩 524 主线 10kV 线路，站内设置了 1 台 50kVA 变压器，变压至 380V/220V 埋地敷设至配电室，由配电室向站内用电设备供电。常乐门站发电机房设置了一台 30kW 的柴油发电机组作为停电和事故状态下的应急电源，应急电源设有自动和手动启动装置，正常工作电源和应急电源间设置双电源转换开关，当正常工作电源发生故障或停电时，应急电源自动启动，当正常工作电源恢复时，自动切换恢复到工作电源。常乐门站通信、仪表自动化系统(含 ESD 紧急停车系统功能)、电动切断阀、可燃气体检测报警系统等均设置 UPS 不间断电源，UPS 容量 3kVA，供电故障时可保证系统至少 30min 的正常用电。常乐门站雷电防护装置均经检测符合要求，站内所有金属设备、管道、构架、平台、电缆金属外皮等金属物均与接地装置可靠连接，所有进站管道，首末端、分支处均可靠接地。

该项目仅涉及埋地输气管道，不涉及场站及阀室工程，不涉及火灾危险环境存在电气设备，不涉及防爆电气设备及爆炸危险环境内的电缆线路等。

2.5.2 自控仪表

该项目仅涉及埋地输气管道，不涉及场站及阀室工程，不涉及自控仪表系统的新、改、扩建，不涉及爆炸性气体环境可燃气体和有毒气体检测报警系统。

该项目输气管道可依托常乐门站原有自控系统对管道内流量、压力、温度进行监测，天然气计量也可依托上游国家管网西气东输中卫压气站计量撬计量装置进行计量，依托常乐门站设置的紧急切断阀及安全放散系统。常乐门站进出站场具备紧急切断功能，站内设置紧急停车（ESD）功能，当站内发生超压、火灾等紧急情况下自动关闭站场，确保站场安全。常乐门站调压器设置了 2 级调压，一级与二级调压器均设置了安全切断阀，当调压器运行压力过高，连锁的安全切断阀会切断调压器天然气进口。站场设置有视频监控系统 and 可燃气体检测报警系统，常乐门站自控系统采用的是以计算机为核心的监控与数据采集系统(SCADA)，由调度控制中心、站控系统 & RTU、通信系统组成，站控系统设置一套 PLC 用于控制工艺设备，实现站内数据采集、监视控制、安全保护和站内统一调度管理。宁夏深中天然气开发有限公司的调度控制中心设置有阴极保护在线监测系统。

2.5.3 通信

该项目巡线人员配备移动电话，同时配备无线防爆对讲机，满足巡线抢修时的应急通信。该项目输气管道可依托常乐门站原有自控系统对管道内天然气流量、压力、温度等工艺参数进行计量监测，常乐门站通信系统主要为自控 SCADA 系统的数据传输。该项目设置的智能测试桩，可通过 GPRS 将采集的数据上传到宁夏深中天然气开发有限公司调度控制中心的燃气智慧监管平台，调度控制中心位于宁夏深中天然气开发有限公司营业大厅一楼。

2.5.4 防腐与阴极保护

(1) 管道防腐方案

根据《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T21447-2018)第 6.1.1 条的规定,该项目输气管道采用外防腐层加阴极保护的联合保护措施。管道外防腐均采用三层 PE 加强级外防腐层,阴极保护采用牺牲阳极阴极保护方式。

(2) 管道外防腐

该项目输气管道采用加强级三层结构聚乙烯防腐层(三层 PE),补口补伤是管道工程中针对管道损伤或焊缝处进行修复和防腐处理的重要工序。

该项目补口采用带环氧底漆的热熔胶型热收缩带(套)。对小于或等于 30mm 的损伤,采用聚乙烯补伤片修补;对大于 30mm 的损伤,采用补伤片和热熔胶型热收缩带修补。在损伤部位先填满与补伤片配套的胶粘剂(或粘弹体防腐膏),再包覆补伤片和热熔胶型热收缩带。对于直径不超过 10mm 的漏点或损伤,且损伤深度不超过管体防腐层厚度的 50%时,采用配套的专用聚乙烯粉末或热熔补伤棒修补。

该项目迁改管道下沟回填前进行 100%电火花检测,检漏电压为 15KV,检测合格。

(3) 阴极保护

该项目输气高压管道较短,采用牺牲阳极阴极保护方式,镁合金牺牲阳极型号为 C-AZ63B-11-S,牺牲阳极间隔 200m 设置一处。该项目设置有 5 个智能测试桩,智能测试桩内部安装电位采集器,通过 GPRS 将采集的数据上传到宁夏深中天然气开发有限公司调度控制中心的燃气智慧监管平台,可实现在线监测阴极保护的功能,调度控制中心位于宁夏深中天然气开发有限公司营业大厅一楼。

2.5.5 放散

该项目管道的放散依托国家管网西气东输中卫压气站、宁夏深中天然气开发有限公司中卫常乐天然气门站原有放散系统。

2.5.6 管道吹扫、试压、清管、干燥

(1) 管道吹扫

根据该公司提供的管道吹扫记录可知，该项目管道经过三次吹扫，吹扫介质为空气，吹扫压力 0.3MPa，靶板检查结果：无尘土、无铁锈、无焊渣。

(2) 强度试验及严密性试验

根据该公司提供的管道强度试验记录可知，该项目采用洁净水对管道进行了强度试验，试验压力 15.0MPa，稳压时间不低于 4h，强度试验结论：合格。

根据该公司提供的管道严密性试验记录可知，该项目采用洁净水对管道进行了严密性试验，试验压力 10.0MPa，稳压时间 24h，严密性试验结论：无压力降，合格。

(3) 管道清管

根据该公司提供的管道清管记录可知，该项目采用了二次清管，清管球型号采用 D215，清管长度为 1745m，根据第二次清管记录结果，清扫球无变形，球体表面无严重划痕，收球端无灰尘，未见出水，无异物。

(4) 管道干燥

根据该公司提供的管道干燥记录可知，该项目每次装入 3 组海绵球，并通气干燥了三次，第三次结束后，海绵球无变形，无水分，干燥结论：合格。

2.5.7 无损检测

该项目施工完成后，委托河北恒惠检测技术有限公司对管道进行了无损检测，根据该企业提供的无损检测报告可知，该检测公司进行超声波检测及射线检测，检测比例均为 100%，超声波检测结果为质量符合 I 级焊缝验收等级要求，射线检测结果为质量符合 II 级要求，结论均为合格。

3 危险、有害因素辨识及分析

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

该项目涉及的主要物质为天然气(CAS 号 8006-14-2)。物质主要特性如下表 3.1.1 所示：

根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》的规定，天然气被列入首批重点监管的危险化学品。

表 3.1.1 危险化学品的危险特性汇总表

序号	物质名称	闪点(℃)	爆炸极限(V%)	CAS 号	火灾危险性分类	危险化学品分类	主要危险有害因素
1	天然气〔富含甲烷的〕	-188	5.3～15	8006-14-2	甲类	易燃气体,类别1	火灾、爆炸、中毒和窒息

3.1.2 主要危险、有害物质的特性列表

该项目涉及的危险、有害物质的危险特性表如下表所示：

表 3.1.2 天然气理化特性表

标识	中文名	天然气	英文名	methane
	分子式	CH ₄	CAS 号 8006-14-2	UN 编号：1971
	分子量	16.04	危险性类别	第 2.1 类易燃气体
理化性质	熔点(℃)	-182.5	沸点(℃)	-161.5
	燃烧热 (kJ/mol)	889.5	饱和蒸气压 (kPa)	53.32(-168.8℃)
	相对密度	(水=1) 0.42(-164℃) (空气=1) 0.55		
	外观性状	无色无臭气体		
	溶解性	微溶于水，溶于醇、乙醚		
	稳定性	---	聚合危害	---
	禁忌物	强氧化剂、氟、氯	燃烧(分解)产物	一氧化碳、二氧化碳
	主要用途	用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。		
燃爆特性	燃烧性	易燃	建规火险分级	甲
	闪点(℃)	-188	引燃温度(℃)	538
	爆炸下限(V%)	5.3	爆炸上限 (V%)	15
	危险特性	易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。		

	灭火方法	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。
毒性及健康危害	车间卫生标准	未制定标准
	侵入途径	吸入、皮肤接触。
	急性毒性	LD50：无资料 LC50：无资料
	健康危害	甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。
急救措施	皮肤接触	若有冻伤，就医治疗。
	眼睛接触	---
	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	---
应急处置原则	【急救措施】 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 皮肤接触：如果发生冻伤：将患部浸泡于保持在 38~42℃的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感，就医。 【灭火方法】 切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。 灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。 【泄漏应急处置】 消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。 作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 800m。	
安全措施	【一般要求】 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。 密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。 在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩带供气式呼吸器。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，重点储罐需设置紧急切断装置。	

	避免与氧化剂接触。 生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，容器必须接地和跨接，防止产生静电。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。 【特殊要求】 【操作安全】 (1)天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。 (2)生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业(固定动火区必须距离生产区 30m 以上)。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。站内严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。 (3)站内不准独立进行操作。非操作人员未经许可，不准进入储配站。 【储存安全】 (1)储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 30℃。 (2)应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应备有泄漏应急处理设备。 (3)储配站中： ——与相邻居民点、工矿企业和其他公用设施安全距离及场站内的平面布置，应符合《城镇燃气设计规范(2020 版)》(GB50028-2006)的相关规定； ——储配站内建(构)筑物应配置灭火器，其配置类型和数量应符合《压缩天然气供应站设计规范》(GB51102-2016)的相关规定； ——注意防雷、防静电，应按《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)的规定设置防雷设施，工艺管网、设备、自动控制仪表系统应按标准安装防雷、防静电接地设施，并定期进行检查和检测。 【运输安全】 (1)运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。 (2)槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具。 (3)车辆运输钢瓶时，瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方，堆放高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有人看管。发生泄漏或火灾时要把车开到安全地方进行灭火或堵漏。 (4)采用管道输送时： ——输气管道不应通过城市水源地、飞机场、军事设施、车站、码头。因条件限制无法避开时，应采取保护措施并经国家有关部门批准； ——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩； ——输气管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志； ——输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查，及时处理输气管道沿线的异常情况，并依据天然气管道保护的有关法律法规保护管道。
防护措施	工程控制：生产过程密闭，全面通风。 呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具(半面罩)。 眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。

	身体防护：穿防静电工作服。 手防护：戴一般作业防护手套。 其他防护：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。
--	---

根据该项目天然气成分及所包含物质的特性，可以看出，天然气具有以下危险、危害特性：

(1) 易燃性

天然气为甲类火灾危险性物质，闪点比较低，天然气在作业场所弥漫、扩散或聚积，在空气中只要较小的点燃能量就会燃烧，因此，具有较大的火灾危险性。

(2) 易爆性

天然气的爆炸极限为 5.3~15%，天然气与空气组成混合气体，其浓度达到爆炸极限范围时，遇火即发生爆炸。且爆炸浓度极限范围愈宽，爆炸下限浓度越低，发生爆炸的危险性就越大。天然气的爆炸范围较宽，爆炸下限浓度值较低，爆炸危险性较大。

(3) 毒性

天然气为烃类混合物，属低毒性物质，但长期接触可导致神经衰弱综合征。甲烷属“单纯窒息性”气体，高浓度时因缺氧窒息而引起中毒，空气中甲烷浓度达到 25-30%时出现头昏、呼吸加速、运动失调。硫化氢为中等毒性物质，具有臭鸡蛋气味，是强烈的神经毒物。对粘膜亦有明显的刺激作用，对人体的影响主要表现为急性中毒。较高浓度下发生“电击样”中毒，慢性接触硫化氢可引起嗅觉减退。

(4) 热膨胀性

天然气的体积随着温度的升高而膨胀，特别明显。如果管道、储存容器遭受暴晒或靠近高温热源，管道、容器内的介质受热膨胀造成内压增大而膨胀。这种热胀冷缩作用往往损坏管道、容器，造成介质泄漏。另外，在着火现场附近，受到火焰辐射高热时，可能因膨胀爆裂增加火势，扩大灾害范围。

(5) 静电电荷积聚性

管道内天然气与管壁摩擦，会产生静电。压缩天然气从管口或破损处高速喷出时，由于强烈的摩擦作用，也会产生静电。静电的危害主要是静电放电。如果静电放电产生的电火花能量达到或大于天然气的最小点火能且浓度正处在燃烧、爆炸极限范围内时，就会立即引起燃烧、爆炸。而由于天然气的喷射、冲击等缘故所产生的电位能远远超过其最低点火能量，因此应高度重视静电危险。

(6) 易扩散、流动性

天然气有流动扩散的特性，如有泄漏会很快向四周流散。飘荡在空间的天然气，是引起火灾、爆炸的危险因素，天然气与空气混合后，遇点火源，极易发生火灾、爆炸事故。

3.2 自然及社会环境危险有害因素分析

3.2.1 自然环境危险有害因素分析

自然环境危险、有害因素主要包括地震、雷击、暴雨、高温及严寒等。

(1) 地震

地震是一种来自地球内部运动所产生的巨大破坏作用的自然现象。地震可能造成天然气管道断裂，导致天然气泄漏，如果泄漏的天然气达到爆炸极限，遇到点火源可能发生火灾、爆炸及建(构)筑物的倒塌事故。该项目天然气输气管道按抗震设防烈度为 8 度设防的。

(2) 雷击

雷电是一种大气中放电现象，产生于积雨云中，能在放电区释放出极大的能量，产生极高的温度和响声。雷电可能直接对人体放电以及对人体的二次放电，可能危及生命。管道的阴极保护桩在雷雨天气存在着被雷击的危险。由于雷电具有电流很大、电压很高、冲击性很强的特点，一旦被雷电击中，不但可能损坏阴极保护，还可能会使管道破裂，引发火灾和爆炸事故，造成人员伤亡和财产损失。

(3) 暴雨及地面沉降

中卫地区七~九月份为雨季，雨量占全年降雨量的 70~80%左右，偶有暴雨冰雹出现，一般年平均降雨量为 218.6mm，年最大降雨量为 270mm，年最小降雨量为 98mm，当雨量过大，天然气输气管道的地基处理不当，将会发生地面不均衡沉降或地坑，将危及管道基础的稳定。严重时，因排水不畅，大量降水处理不及时，可能发生水淹，水的浮力可引起管道断裂，造成天然气泄漏，引发火灾、爆炸。

(4) 高温及严寒

中卫地区年最高气温 38.7℃；最低气温-27.70℃，年平均气温 8~9℃，一月平均最低气温-7.9℃左右，七月平均最高气温 23.5℃左右。每年 11 月开始冰冻期，翌年 3 月解冻。工作人员长时间处于夏季高温环境下工作，会心情烦躁、大量排汗、注意力不易集中、肌肉易疲劳、动作的准确性和协调性降低、反应迟钝，工作能力下降、易出现操作失误，并有可能发生急性中暑，还可能造成心肌肥大、高血压、消化道疾病、肾功能受损等。夏季应防止作业场所的高温中暑。输气管道若敷设不符合要求，如埋深不足，管沟遭到破坏等，在高温环境下会使输气管道膨胀，严寒环境下会使输气管道冻破，当天然气泄漏遇点火源有发生火灾、爆炸事故的可能。

(5) 地质灾害

该项目天然气输气管道敷设区域主要受地震、暴雨洪水造成的地质灾害。改线管道若埋深不足，管沟回填时未分层夯实，可能渗水会产生不均匀沉降而使管道失稳。

由宁夏科建基业岩土工程研究有限公司于 2024 年 1 月编制的《中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程岩土工程勘察报告》可知，场区②层粉细砂湿陷系数均小于 0.015，不具湿陷性，建议按不湿陷场地考虑。勘察结果表明，该场地地貌类型单一，地层结构较简单，主要土层分布连续，厚度较稳定，场区范围内无暗浜、土洞、塌陷等其它不良地质作用，

适宜该工程的建设。勘察深度范围内未见地下水，根据区域水文地质资料，该区地下水位埋深在 40-50m 左右，因此，该项目可不考虑地下水的影响。勘察范围内，场地无暗浜、土洞、塌陷等其它不良地质作用。

3.2.2 社会环境危险有害因素分析

该项目涉及的天然气输气管道如果管道标志不清、不明显，其他公司建设施工及周边居民施工时，可能产生占压管道、野蛮施工损坏管道、人为拆除管道附属物(管道的标志桩、保护桩等)，均会造成管道的损伤，严重时可能发生管道断裂事故，当天然气泄漏处理不及时，可能发生火灾、爆炸及人员中毒事故，对沿线周边居民、其他公司员工、道路行车行人等的安全造成威胁。另外，还可能存在不法分子打孔盗气现象，巡线人员被打事件。

(1) 城镇建设对管道安全构成的危害分析

随着中国经济的快速发展，城镇建设也得到了快速发展，城镇规划变动也越来越频繁。虽然新建管道都按设计规范规定及自身的安全要求，避开了城市规划区、乡镇和人员集中的村庄，但管道附近由于其他企业建设取土，或居民乱建房屋取土等使管道裸露在外，破坏外防腐层的现象也时有发生。

(2) 公路建设危及管道安全分析

随着交通建设的发展，若管道附近道路扩建或在管道区域内新增规划道路，公路部门与管道部门没有沟通，在管道之上修建公路，甚至在施工中挖坏管道上的防腐层，将钢管碰伤、铲破事故时有发生。

(3) 管道打孔盗气对管道安全造成严重危害分析

打孔盗气已成为破坏管道安全运行的重要因素，虽然其手段越来越高，但也极易造成漏气。

3.3 危险、有害因素分析

依据《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)对该项目进行危险和有害因素辨识，具体见下表：

表 3.3 危险有害因素辨识

危险有害因素名称			存在部位及原因
1 人的因素	11 心理、生理性危险和有害因素	1101 负荷超限	工作人员及操作人员
		1102 健康状况异常	
		1103 从事禁忌作业	
		1104 心理异常	
		1105 辨识功能缺陷	
		1199 其他心理、生理危险和有害因素	
	12 行为性危险和有害因素	1201 指挥错误	指挥人员指挥失误、违章指挥
		1202 操作错误	操作人员误操作、违章操作
		1203 监护失误	监护人员
		1299 其他行为性危险和有害因素	违反劳动纪律行为等
2 物的因素	21 物理性危险和有害因素	2101 设备、设施、工具、附件缺陷	管道存在本质缺陷
		2102 防护缺陷	---
		2103 电危害	---
		2104 噪声	---
		2105 振动危害	过往车辆等
		2106 电离危害	---
		2107 非电离危害	---
		2108 运动物危害	---
		2109 明火	---
		2110 高温物质	---
		2111 低温物质	---
		2112 信号缺陷	无信号或信号缺陷
		2113 标志标识缺陷	无标志或标志缺陷
		2114 有害光照	直射光、眩光等
		2115 信息系统缺陷	监测设备断电、数据丢失等
		2199 其他物理性危险和有害因素	---
	22 化学性危险和有害因素	2201 理化危险	天然气
		2202 健康危险	---
		2299 其他化学性危险和有害因素	---
		2203 易燃液体	---
	23 生物性危险和有害因素	2301 致病微生物	---
		2302 传染病媒介物	---
		2303 致害动物	---
		2304 致害植物	---
		2399 其他生物性危险和有害因素	---
3 环境因素 3106	31 室内作业场所环境不良	3101 室内地面滑	---
		3102 室内作业场所狭窄	---
		3103 室内作业场所杂乱	---

		3104 室内地面不平	--
		3105 室内梯架缺陷	--
		3106 地面、墙和天花板上的开口缺陷	--
		3107 房屋基础下沉	--
		3108 室内安全通道缺陷	--
		3109 房屋安全出口缺陷	--
		3110 采光照度不良	--
		3111 作业场所空气不良	--
		3112 室内温度、湿度、气压不适	--
		3113 室内给排水不良	--
		3114 室内涌水	--
		3199 其他室内作业场所环境不良	--
	32 室外作业场所环境不良	3201 恶劣气候与环境	大风、大雪、洪水、冰雹、风沙、地震、雷电等
		3202 作业场地和交通设施湿滑	作业场地湿滑
		3203 作业场地狭窄	场所狭窄
		3204 作业场地杂乱	物品摆放杂乱
		3205 作业场地不平	场地不平
		3206 交通环境不良	道路有缺陷
		3207 脚手架、阶梯和活动梯架缺陷	--
		3208 地面及地面开口缺陷	地面有缺陷
		3209 建(构)筑物和其他结构缺陷	--
		3210 门和周界设施缺陷	--
		3211 作业场地地基下沉	地基下沉
		3212 作业场地安全通道缺陷	--
		3213 作业场地安全出口缺陷	--
		3214 作业场地光照不良	光照不良
		3215 作业场地空气不良	空气不良
		3216 作业场地温度、湿度和气压不适	环境条件不适
		3217 作业场地涌水	--
		3218 排水系统故障	--
		3299 其他室外作业场地环境不良	--
	33 地下(含水下)作业环境不良	3301 隧道/矿井顶板或巷帮缺陷	--
		3302 隧道/矿井作业面缺陷	--
		3303 隧道/矿井底板缺陷	--
		3304 地下作业面空气不良	--
		3305 地下火	--
		3306 冲击地压(岩爆)	--
		3307 地下水	--
		3308 水下作业供氧不当	--
		3399 其他地下作业环境不良	--
	39 其他作业环境不良	3901 强迫体位	--
		3902 综合性作业环境不良	--
		3999 以上未包括的其他作业环境不良	--
4 管理因素	41 职业安全卫生管理机构设置和	--	管理缺陷

	人员配备不健全		
	42 职业安全卫生责任制不完善或未落实	--	
	43 职业安全卫生管理规章制度不完善或未落实	4301 建设项目“三同时”制度	
		4302 安全风险风级管控	
		4303 事故隐患排查治理	
		4304 培训教育制度	
		4305 操作规程	
		4306 职业卫生管理制度	
		4399 其他职业安全卫生管理规章制度不健全	
	44 职业安全卫生投入不足	--	
	46 应急管理缺陷	4601 应急资源调查不充分	
		4602 应急能力、风险评估不全面	
		4603 事故应急预案缺陷	
		4604 应急预案培训不到位	
		4605 应急预案演练不规范	
		4606 应急演练评估不到位	
		4699 其他应急管理缺陷	
	49 其他管理因素缺陷	--	

3.3.1 人的因素

在项目存在人员自身或人为性质的危险和有害因素。在人、物和环境产生的不安全因素中，人的因素是最重要的，大量的统计数字表明，90%的事故都是由人为过失引起的，而作为管理和技术人员的过失，则有可能发生灾难性事故。

人的不安全因素主要表现在思想意识、技术和心理或生理方面。即意识不到“安全第一”在生产中的意义，麻痹大意；技术上不熟练，违章作业，缺乏处理事故的经验；过度疲劳或带病上岗、酒后上岗、情绪波动和逆反心理等也易造成事故发生。

在作业过程中，因物(物料、设施等)及环境因素的影响，存在一定的火灾、爆炸、机械伤害、物体打击等潜在危险性，而触发这些潜在危险的主要因素往往是人的不安全行为或不安全状态，具体表现如下：

(一)心理、生理性危险和有害因素

1) 负荷超限

企业员工长时间连续工作造成身体严重疲惫，若继续工作很有可能发生意外伤害；或连续进行简单而重复的作业，麻痹大意也可能发生事故伤害。

2) 健康状况异常

感冒发烧或身体某些部位正在恢复当中进行上岗作业，很有可能发生意外事故，应严禁身体不适者进行危险作业。

3) 心理异常

若作业人员情绪低落，受其他事件影响，思想不集中，或思想过于激进，不听指挥，冒险作业，或由于刚开始上岗作业，情绪特别紧张，均有可能发生意外事故。

(二) 行为性危险和有害因素

1) 违章指挥

由于指挥错误或不按有关规定指挥造成管道受损、人员伤害，这主要是基本功不够，心理素质差或感知迟钝、对事故无预见而造成。

2) 操作错误

操作人员在操作过程中误操作、违章操作造成管道受损、人员伤害的事故在企业中也时有发生。

3) 监护失误

受限空间等检维修过程中，监护人员的监护不利，甚至判断失察或监护失误造成事故。因此，要加强人员的安全培训等安全工作。

3.3.2 物的因素

影响该项目安全的物的因素包括：物理性及化学性两方面的因素，其中物理性因素主要包括：设施、工具、附件缺陷、防护缺陷、电伤害等；化学性因素主要包括：天然气。

(一) 物理性因素

(1) 设施、工具、附件缺陷

①管道焊缝焊接不严密、地基不均匀沉降导致管道连接处变形开裂、管道由于输送介质中含有的杂质对其腐蚀造成密封不良；

②设施表面外形质量存在缺陷，表面有尖角立棱和不合理的凹凸部位。

(2) 防护缺陷

①无防护：未配备劳动防护用品。

②防护装置、设施缺陷：防护装置、设施、防护用品损坏、失效、失灵等。

③防护不当：防护装置、设施和防护用品不符合要求，使用不当。

(3) 标志标识缺陷

管道未设置安全警示标志，或警示标志不清晰、不规范、标志内容与场所不适应、标志位置过高或过低等。

(二) 化学性因素

该项目化学性因素分析详见第 3.1 节。

3.3.3 环境的因素

对该项目影响较大的自然灾害是雷电袭击、地震、暴雨等，会造成一定的损失。

(1) 室外环境

①地震

强烈的地震可能造成管道断裂，同时使天然气大量泄漏，进而引发火灾、爆炸等事故，并造成人员伤亡。

②雷击

管道的阴极保护桩在雷雨天气存在着被雷击的危险。由于雷电具有电流很大、电压很高、冲击性很强的特点，一旦被雷电击中，不但可能损坏阴极保护，还可能会使管道破裂，引发火灾和爆炸事故，造成人员伤亡和财产损失。

③暴雨

当雨量过大或洪水自然灾害发生时，因排水不畅，大量降水处理不及时，可能发生水淹，造成电力、通信系统中断、毁坏；引起管道断裂，造成天然气泄漏，引发火灾、爆炸。

3.3.4 管理的因素

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

(1) 安全管理组织机构不健全：未设置安全管理组织机构及配备相应的安全管理人员。

(2) 安全生产责任制未落实。

(3) 安全管理制度制定的不完善或制度虽然完善，但执行不到位，有章不遵，也易发生事故。

(4) 未按规定执行建设项目“三同时”制度。

(5) 未制定安全操作规程，或不按操作规程操作。

(5) 事故应急预案制定不完善或未经演练。

(6) 培训制度不完善：安全管理人员及从业人员若未经安全知识培训，不具备相应的安全知识；特种作业人员若未经有关业务主管部门定期培训并考核合格。

(7) 安全投入不足，或未严格执行安全专项资金专款专用。

3.4 线路工程危险有害因素辨识与分析

3.4.1 管道本体的危险有害因素分析

管道输送在工艺设计、施工、运行管理过程中，可能存在设计不合理、施工质量问题、腐蚀、疲劳等因素，造成管道连接部位泄漏而引起火灾、爆炸、中毒和窒息、压力管道爆炸等事故。

(1) 火灾、爆炸

天然气易燃、易爆，属甲类火灾危险性。天然气的自燃温度为 482～632℃，爆炸极限浓度(体积)5.3%～15%，遇明火高热易引起爆炸。管道发生火灾爆炸往往是泄漏引起的，导致管道输送泄漏的原因具体分析如下：

1) 设计不合理

① 工艺流程

输气管道运行安全与系统总流程、各段工艺流程有着非常密切的关系。工艺流程设置合理，并且能够满足输送操作条件的要求时，系统运行就平稳，安全可靠就高。否则，将给系统安全运行造成十分严重的隐患，甚至使系统无法运行。

② 系统工艺计算不正确

在进行水力等工艺计算以确定输送摩阻损失时，一旦设计参数或工艺条件确定不合理，将造成管道路由设置的选取不当，从而给系统造成各种安全隐患。

③ 管道强度计算不准确

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

④ 埋深选择不合理

管道埋深不符合规范要求，管道位于冻土层，冬季寒冷地区可能造成管道冻裂发生泄漏。道路穿越处埋深不足受车辆碾压会产生振动，从而引起交变应力发生泄漏。

⑤ 材料选材选型不合理

在确定管道、管件材料时，未充分考虑材料与介质的匹配性，导致使

用过程中产生腐蚀。管道长期在高压下运行疲劳失效，造成管道裂纹、断裂等。

⑥防腐设计不合理

防腐设计时未充分考虑土壤电阻率、管道附近电气设施引起的杂散电流的影响，造成管道防腐层的老化、防腐能力不够直至失效；管道内、外表面防腐材料选择不合理、施工方法不正确、厚度不能满足使用工况要求；管道牺牲阳极选材不当，而造成保护能力不够或过保护等。

⑦结构设计不合理

在管道结构设计中若未充分考虑使用后定期检验或清管及收发球装置设置要求，造成管道投入使用后不能保证管道内检系统或清管球的通过，而不能定期检验或清污；或者管道结构设计不合理，难以满足工艺操作要求甚至带来重大安全事故。

⑧管道布置、柔性考虑不周

管道敷设不合理，管道受温度变化影响，未进行稳定性核算等造成管道因热胀冷缩产生变性破坏或振动。埋地管道弯头的设置、弹性敷设、埋设地质条件、温差变化等，对运行管道产生管道位移具有重要影响，柔性分析中如果未充分考虑或考虑不全面，将会引起管道弯曲、拱起甚至断裂。管内介质不稳定流动或穿越公路处地基振动产生的管道振动导致管道位移，在振动分析时也未充分考虑或考虑不全。

⑨管道防护不合理

管道埋深不足、垫层未处理、覆土厚度不足，可能会造成管道破损或者扭裂，进而引起天然气泄漏，如遇火源可能会发生爆炸。

2) 施工质量问题

①焊接缺陷

焊接会使管道产生各种缺陷，较为常见的有裂纹、夹渣、未熔透、未熔合、焊瘤、气孔和咬边。该项目天然气管道为埋地敷设、连续运行。因

此，管道中若存在焊接缺陷，不但难以发现，而且不易修复，会造成天然气的泄漏。

②补口、补伤质量问题

在施工过程中，由于各种原因造成钢管内外表面的防腐涂层损坏，特别是外表面涂层的损坏，在损坏处要补伤。补口、补伤质量不良会影响管道抗腐蚀性能，而引起管道腐蚀失效。影响补口、补伤质量的因素有：补口、补伤前，表面处理达不到要求；补口时防腐层搭接不符合要求；补伤时面积不够又未加防护带；补口、补伤强度或厚度不符合要求。

3) 腐蚀失效

腐蚀失效是管道主要失效形式之一，管道腐蚀是造成管道穿孔、破裂常见的因素，各种形式的腐蚀都有可能导致防腐绝缘涂层失效、管壁减薄、管道穿孔、甚至发生管道开裂事故。管道腐蚀主要分为管道内腐蚀和管道外腐蚀两种。

①管道内腐蚀

天然气中若含有 H_2S 、 CO_2 气体，在有水存在的环境中易形成酸性介质，酸性介质残留在特别是管道弯头、低洼积水处和气液交界面处等极易形成恶劣的腐蚀环境，若管道未做内防腐或防腐质量差，管道很容易发生内壁腐蚀。

②管道外腐蚀

管道外腐蚀是在外防腐层破坏或剥离、阴极保护不完全或被屏蔽的情况下发生的。腐蚀速率与埋地管道所处的土壤类型、电阻率、含水量、pH 值、硫化物含量、氧化还原电位、微生物和植物根茎等因素有关。

如果防腐材料及涂层施工质量存在问题，施工中如果防腐层破损或开裂，在土壤中的水、盐、碱作用下会造成管道外腐蚀。阴极保护失效和防腐绝缘涂层老化等也会导致管道外腐蚀。天然气管道沿线土壤中各种微生物和植物根茎若比较活跃，则微生物和植物根茎会破坏管道的外防腐层。

管道在高压线路附近通过时，地层的强杂散电流将增加管道腐蚀的危险性。

4) 疲劳失效

管道在交变应力作用下发生的破坏现象称为疲劳破坏。所谓交变应力即因载荷作用而产生随时间周期或无规则变化的应力。交变应力引起的破坏与静应力引起的破坏现象截然不同，即使在交变应力低于材料屈服极限的情况下，经过长时间反复作用，也会发生突然破坏。

管道在穿越道路处地基振动产生管道振动，输气将在管道内部产生不规则的压力波动，从而引起交变应力。

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

5) 第三方破坏

第三方破坏是指外力对管道系统的有害影响。外力分为自然外力和人为外力。在管道系统中第三方破坏主要是由人为外力造成的。人为外力破坏可分为直接人为外力破坏和间接人为外力破坏。

直接人为外力破坏是指人为因素直接作用于管道设施造成管道设施损坏而产生天然气泄漏等事故。近几年来由于道路施工而挖坏、铲坏、压坏管道及其辅助设施的现象屡见不鲜。

间接人为外力破坏是指人为因素间接作用于管道设施所造成的破坏，如在埋地管道上方构筑建筑物或堆积重物，日积月累对管道造成的损坏，一旦管道破裂，极有可能造成灾难性的事故。另外，如管道埋设深度设计不合理，也会由于地面车辆对埋地管道造成损害。

路面车流量、靠近建筑工地、交叉线道、违章占压、路面下沉以及管

道埋设深度不合理等均与第三方损害的发生密切相关。

若存在擅自开启、关闭管道阀门，采用移动、切割、打孔、砸撬、拆卸等手段损坏管道，移动、毁损、涂改管道标志，在埋地管道上方巡查便道上行驶重型车辆等危害管道安全的行为，容易导致管道发生泄漏、火灾、爆炸等事故。

在管道线路中心线两侧各五米地域范围内，若存在种植乔木、灌木或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物，取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工，挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物等危害管道安全的行为，容易导致管道发生泄漏、火灾、爆炸等事故。

6) 不规范作业

作业人员不按操作规程作业，尤其是动火、临时用电、抽堵盲板等可能导致介质泄漏引发火灾、爆炸事故。

(2) 容器爆炸

管道出现爆炸主要表现是爆管事故，导致爆管的可能原因有：①试压阶段，可能因为材质不合格(管材等)、设计不合理、焊接不符合要求、安装不合理、管路堵塞、仪表误差、操作失误、安全阀失效、管道腐蚀、试压方案不合理、系统隔离措施不到位等导致压力超过接近管材的强度极限发生爆炸。②运行阶段，如果管路堵塞、仪表误差、操作失误、安全阀失效、截断阀故障、控制系统故障、防腐蚀材质不合格、设计不合理、焊接不符合要求、安装不合理等原因，也可能发生超压爆炸。当管道发生爆管时，管内压力瞬间突降，释放大量的能量和冲击波，危及人身安全和周围环境。

(3) 中毒和窒息

天然气泄漏可能导致人员中毒和窒息危险。该项目天然气气源中所含硫化氢极少，一般不会引起人员中毒，但天然气浓度过高时，空气中的氧

含量明显降低，会使人窒息。当空气中甲烷达到 25%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速。若不及时脱离此区域，可致窒息死亡。

氮气吹扫时，排放口氮气向外泄漏时，可能导致附近人员发生中毒和窒息。

综上所述，管道本体存在的危险有害因素主要有：火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息。

3.4.2 管道敷设危险有害因素分析

该项目管道采用埋地敷设。管道敷设施工质量等对管道后期长期运行有一定影响，严重时，可导致输气管道运行后发生管道破裂等使天然气泄漏的现象，如遇点火源极易发生火灾甚至爆炸事故。

(1)输气管道未按管道埋地施工程序施工，直接造成管道敷设施工质量问题，导致管道后期不能满足压力或防腐等要求。严重时，管道运行后易发生因无法承压或管道腐蚀造成管道破裂，使得天然气泄漏。

(2)管道敷设时，若管沟开挖深度不够或穿越深度不够，使管道悬空或拱起，造成变形、弯曲等。

(3)管道敷设时，沟底土及管道两侧和上部回填土中砂石粒度超差，将损坏管道外层的防腐覆盖层。

(4)管道敷设时，若需要设置管架时，管架强度不够，支撑的管道将下沉而变形。

(5)管道敷设时，埋地管道的覆土层厚度不够，将影响管道的安全运行。

(6)管道敷设时，埋地管道若与其他管道、电力电缆等并行或交叉敷设，若安全间距不够，将互相影响其安全运行。

(7)新安装的输气管道若与原管道规格材质不一致，容易造成管道碰口处焊接质量容易出现质量问题，严重时，管道运行后易发生管道焊缝处破裂，使得天然气泄漏。若管道材质不符合要求，不满足设计压力要求，可能造

成管道超压破裂，使得天然气泄漏。

另外在管道敷设时，管沟边坡坡度、管沟宽度、管沟开挖方式等不符合相关规范要求或未按设计施工，将会影响管道的安全使用。

综上所述，管道敷设中存在的危险有害因素主要有：火灾、爆炸、中毒和窒息。

3.4.3 管道穿越存在的危险有害因素分析

该项目天然气输气管道沿线穿越了一般水泥道路一次。

主要是水泥路上的过往车辆对管道具有周期性的疲劳损伤，对管道寿命有一定的影响。若管道穿越道路埋深深度、穿越方式、穿越位置、交叉角度等不符合相关规范要求，或顶管穿越处路面沉降不满足要求，或施工时未严格按照设计要求施工等均将影响管道的长期、安全运行，严重时，随着时间的迁移，将使管道变形、破坏管道，进一步导致天然气泄漏，遇点火源发生火灾爆炸事故。

综上所述，管道穿越中存在的危险有害因素主要有：火灾、爆炸。

3.4.4 标识与伴行路危险有害因素分析

该项目输气管道线路长度较短，且周边迎大线、水泥路、砂砾路等道路依托条件较好。

管道沿线设置有标志桩、警示带、警示牌等安全标识，若管道在更换安全标识时未严格按照原有安全标识置换，或由于其他因素导致安全警示标识缺失等，将不能明确、有效指示管道在沿线的具体布置位置，则其他公司、周边居民等的建设、生产生活都将影响管道的安全运行，甚至引起管道变形、破裂，造成天然气泄漏，遇点火源发生火灾、爆炸事故等。

综上所述，标识与伴行路中存在的危险有害因素主要有：火灾、爆炸。

3.4.5 人员密集场所高后果区危险有害因素分析

该项目天然气输气管道的地区等级为三级，依据《油气输送管道完整

性管理规范》(GB 32167-2015)，管道经过区域涉及人员密集场所高后果区。

管道高后果区是油气输送管道完整性管理的重点，该项目天然气管道沿线存在高后果区，则需要对高后果区进行安全风险管控：

(1) 应依据《油气输送管道完整性管理规范》(GB 32167-2015) 和《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)，对高后果区发生管道泄漏后可能产生的后果进行分析和评估，并制定安全对策措施。

(2) 应根据高后果区的建筑物及地下构筑物情况，分析形成封闭空间发生爆炸的可能位置，并采取相应的安全措施。

(3) 应分析评估天然气中硫化氢的含量对人员中毒的影响情况，并制定应急措施。

(4) 可通过以下措施减少管道途经人员密集场所的高后果区管道泄漏量：

1) 安装有效的泄漏监测系统；

2) 标识管道运营单位的联系方式，鼓励当地居民对管道的初期泄漏进行举报；

(5) 应开展宣传教育，让高后果区人员知道管道的位置、介质的危害性、发生泄漏和事故前兆的识别、各种情况下的逃生路线和逃生方法、泄漏后火源的控制等相关知识。

(6) 应在高后果区明显位置标注逃生路线和安全区域，管道上方设置明显的标识桩或标识牌。

(7) 应建立与高后果区行政管理部门、交通管理部门、消防部门、医疗机构的有效联络，并制定包括人员疏散、火源控制、交通管制、医疗救助、火灾扑救、管道抢修等内容的应急预案。

(8) 应定期对高后果区的应急预案进行联合演练。

(9) 应配备齐全的应急抢修工具及物资，并定期检查应急物资的完好性。

上述这些高后果区的安全风险管控措施若落实不到位，当发生管道内天然气泄漏且遇点火源时极易发生火灾、爆炸事故，将会对周边人员、建筑物等产生严重影响，甚至危及人员的生命安全。同时，管道周边其他公司、周边居民的生活、生产也可能会对沿线管道产生影响，将影响管道的长期、安全运行。

3.4.6 维检修和运行过程中危险有害因素分析

该项目天然气输气管道在维检修和运行过程中存在的主要危险、有害因素有：

(1) 坍塌

维检修中，管沟开挖，土石方堆放、输气管道敷设安装、都可能发生坍塌事故，会造成人员伤亡。钢管堆放高度超过 3m，最下层的管子没有固定，管垛失稳，会发生坍塌事故。

(2) 触电

维检修用电焊机的软线长期在地上拖拉，致使绝缘损坏破裂短路；电焊地线乱接乱搭；电焊机本身和电源线绝缘损坏；起重机械作业离高压线路近；人员违章操作等都可能造成人员触电。

(3) 其他伤害(辐射)

焊接作业时会产生对人体有害的电焊弧光，属非电离辐射，长期接触均会对人体造成其他伤害(辐射)危害。在焊接过程中，眼部受到强烈的红外线辐射，会立即感到强烈的灼伤和灼痛，发生闪光幻觉。当可见光线辐射人的眼睛时会产生疼痛感，看不清东西，通常叫“晃眼”，在短时间内失去劳动能力。紫外线过度照射人的眼睛，可引起眼睛急性角膜炎和结膜炎，即电光眼炎。

金属检测探伤采用 X 射线探伤，存在有电离其他伤害(辐射)危害。

作业过程中，人员防护不当或防护缺失，暴露于辐射环境；管理不当；焊接过程违章作业；UT、RT 射线检测过程，作业人员未正确佩戴劳保用品

都会对岗位人员或周围人群造成其他伤害(辐射)危害。

(4) 容器爆炸

若管道材质不合格、管道焊接不符合要求、仪表误差、试压参数设置不当、试压过程操作失误、无安全警示标志、设计不合理及安装不合理等都有可能造成管道泄漏或爆裂爆炸。焊接使用的氧气、乙炔气瓶等不合格、暴晒等也可能发生爆炸。

(5) 机械伤害

维检修现场人员和车辆较多，如果安全操作规程不健全或管理不善，对操作者缺乏训练，不按规程进行操作，没有穿戴合适的防护服和符合国家标准的防护工具；机械设备在非最佳状态下运转，机械设备在设计、结构和制造工艺上存在缺陷，机械设备组成部件、附件和安全防护装置的功能退化等均可能导致机械伤害事故。

(6) 物体打击

管道试压过程中，因压力略大于设计压力，若管件质量不合格可能造成管道爆裂，碎片伤人。

(7) 火灾、爆炸

1) 管道气体置换投产过程中，如置换不彻底，天然气在管道内与空气形成爆炸性混合物，遇点火源会发生爆炸。

2) 管道运行中若进行动火、动土等进行特殊作业时，违规操作、违章指挥等可能挖断其他管道造成天然气泄漏，引发火灾、爆炸事故。

3) 管道维检修后进行吹扫作业，若吹扫不彻底，可能造成杂物堵塞仪表、阀门等，引起失灵，导致人员处理错误，进而引起火灾、爆炸。

(8) 车辆伤害

生产过程中的车辆伤害可能来自汽车、消防车辆或其他车辆等，可能对巡线人员造成车辆伤害的危险。

(9) 中毒和窒息

如果在检修维修过程中，若管道置换不彻底，泄漏的有毒气体可能使作业人员发生中毒和窒息。

综上所述，维检修和运行过程中存在的危险有害因素主要有：坍塌、触电、其他伤害、容器爆炸、机械伤害、物体打击、火灾、爆炸、车辆伤害、中毒和窒息。

3.5 公用工程及辅助设施危险有害因素分析

3.5.1 自动控制系统危险有害因素分析

该项目自动控制系统依托常乐门站原有自控系统监测管道压力、温度及流量等参数。

(1) 火灾

1) 自动化控制系统中，存在大量用电仪器、仪表、电气设备及电缆电线等，容易因短路、过热而导致火灾的发生。

2) 电气设备维护不良致使端子排脏污、绝缘老化、大负载导线连接处松动，或者人为引起短路，都可能产生火花或电弧，引起火灾。

3) 在控制室内违反规定，随意乱拉电线、任意增设电气设备、加大电气负荷，增加火灾发生的可能性。

4) 进入控制室等的电缆孔洞未用耐火填料封堵严密，当外部电缆故障着火时，大火能引燃至控制室内，室内的电器设备、电缆、仪表等将被烧毁。

(2) 触电

自动化单元有大量用电的仪器、仪表、计算机等电气设备及电线，在运行、检修过程中存在触电事故发生的可能。

(3) 容器爆炸(爆管)

若依托常乐门站的自控仪表系统不可靠，如缺少检测仪表、控制阀失效、控制系统失效或故障，均可能导致该项目输气管道超压运行，可能引起容器爆炸(爆管)事故。

(4) 其他危险有害因素

该项目依托原有自动控制系统，若自动化控制系统的仪表选型不合理，操作系统、通讯总线、电源等未采用冗余系统，可能因自动化控制系统的故障，导致不能正常检测管线内介质流量、压力及天然气泄漏等多种事故。

综上所述，自动化控制系统存在的主要危险、有害因素为：火灾、触电、容器爆炸(爆管)等。

3.5.2 通信系统危险有害因素分析

若巡线应急抢修通信系统不能正常工作，在发生事故时不能及时联系到巡线及抢维修人员，可能会造成事故的扩大化。该项目输气管道可依托常乐门站原有自控系统对管道内流量、压力、温度进行计量监测，常乐门站通信系统主要为自控 SCADA 系统的数据传输，通信系统故障，数据不能正常传输，可能导致输气管道超压运行，可能发生容器爆炸(爆管)事故。

综上所述，自动化控制系统存在的主要危险、有害因素有：容器爆炸(爆管)。

3.5.3 管道防腐危险有害因素分析

(1) 火灾、爆炸

1) 防腐蚀设计不合理

防腐蚀设计时未充分考虑土壤电阻率、管道附近建(构)筑物和电气设备引起的杂散电流的影响，造成管道防腐层的老化、防腐能力不够直至失效；管道内、外表面防腐材料选择不合理、厚度不能满足使用工况要求；管道牺牲阳极选材不当，而造成保护能力不够或过保护等。

2) 腐蚀失效

腐蚀失效是管道主要失效形式之一，管道腐蚀是造成天然气管道穿孔、破裂常见的因素，各种形式的腐蚀都有可能导致绝缘涂层失效、管壁减薄、管道穿孔、甚至发生管道开裂事故。管道腐蚀分为管道内腐蚀和管道外腐蚀两种。

①管道内腐蚀

天然气中含有 H_2S 、 CO_2 气体，在有水存在的环境中易形成酸性介质，酸性介质残留在特别是管道弯头、低洼积水处和气液交界面处等极易形成恶劣的腐蚀环境，若管道未做内防腐或防腐质量差，管道很容易发生内壁腐蚀。

②管道外腐蚀

管道外腐蚀是在外防腐层破坏或剥离、阴极保护不完全或被屏蔽的情况下发生的。腐蚀速率与埋地管道所处的土壤类型、电阻率、含水量、pH 值、硫化物含量、氧化还原电位、微生物和植物根茎等因素有关。

由于输气管道野外敷设，沿线不可避免会与某些可能产生杂散电流的干扰源或设施相交叉或平行，这些干扰源或设施都会对管道造成不同程度的不良影响。管道穿越电网密集地区时，这些地段可能存在杂散电流干扰腐蚀的问题。

另外，防腐材料耐老化性能差，阴极保护失效，管材抗蚀性差等都会加速管道腐蚀。

3) 施工方法不正确

钢管未防腐的焊接部位及防腐涂层损坏处等在进行补伤补口时，补伤补口质量不良会影响管道抗腐蚀性能，从而引起管道腐蚀失效。

(2) 中毒和窒息

一旦管道防腐层或阴极保护失效，会加速管道的破坏，天然气泄漏可能导致人员窒息危险。天然气浓度过高时，空气中的氧含量明显降低，会使人窒息。当空气中甲烷达到 25%~30% 时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速。若不及时脱离此区域，可致窒息死亡。

综上所述，管道防腐存在的危险、有害因素主要为：火灾、爆炸、中毒和窒息等。

3.6 安全管理危险有害因素分析

据统计，企业事故中，由于违反安全操作规程和劳动纪律及工艺纪律造成事故的机率较大，可见，安全管理在企业中的地位是至关重要的，安全管理制度的不完善和执行不到位都可能引起诸多事故的发生。

3.6.1 人的不安全行为

(1) 操作失误

主要表现为操作失误、忽视安全和忽视警告。违章指挥、违章操作、违反劳动纪律等。违章作业的主要原因有：

管理和操作人员技术水平、业务素质不高，安全意识、责任心不强、思想麻痹大意等。

企业对管理和操作人员未进行或未充分进行培训教育，甚至使用不具备资格的人员从事管理、操作等，造成火灾、爆炸、容器爆炸等事故。

(2) 其他

使用不安全设备，使管道处于不安全状态等。在必须使用个人防护用品的场合中，忽视使用，可能造成中毒和窒息等事故。

3.6.2 安全管理缺陷

该项目存在以下方面的安全管理缺陷，均可能会导致事故。

(1) 该项目如果不能树立“安全第一，预防为主”的思想，未建立、健全安全生产责任制，或者安全生产责任制得不到很好的落实。

(2) 该项目安全生产管理制度不健全，或没有与时俱进的持续改进，不符合科学和实际，用于指导企业安全管理工作时，会产生指挥错误、操作错误及其它行为性危险有害因素，进而导致泄漏、火灾、爆炸等事故的发生。

(3) 该项目若不能制定科学、实用的安全技术规程和作业安全规程，领导人员会产生指挥失误，操作人员会出现误操作；制定的安全技术规程和

作业安全规程若不能有效的落实，也可能产生违章指挥、违章作业及其它行为性危险有害因素，进而导致泄漏、火灾、爆炸、容器爆炸(爆管)等事故的发生。

(4) 该项目施工及运行过程中，若未配备专职安全生产管理人员进行安全管理，可能导致各类事故发生。

(5) 该项目若未严格执行“三同时”制度，未进行安全风险分级管控和隐患排查治理，未对相关人员进行安全教育培训，则不能保证安全生产，可能导致各类事故发生。

(6) 该项目事故应急预案编制、演练情况落实的不好，易导致职工在事故应急救援时产生过度紧张等心理性危险有害因素，指挥错误、操作错误及其它行为性危险有害因素和应急救援工具不合适等其它危险有害因素。

(7) 该项目若未配备必要的应急物资，应急能力不足，发生事故后可能导致事故扩大化。

(8) 该项目检修作业过程中若危险性作业不遵守《危险化学品企业特殊作业安全规范》(GB30871-2022)相关规定，可能导致泄漏、火灾、爆炸、中毒和窒息等事故发生。

(9) 输气管道运行后若未定期检验，管道防腐情况未按要求定期检测，标志桩、测试桩未按要求进行日常检查，其他方面的日常维护保养工作不到位等，均可能导致管道被第三方破坏、占压，甚至发生泄漏、火灾、爆炸等事故。

(10) 高后果区若未定期开展风险评价，未从管道内外检测、腐蚀防护、应急演练与资源、人防、物防、技防等多维度加强安全管理措施，一旦发生天然气泄漏，甚至发生火灾、爆炸等事故，可能对周边企业、居民造成一定影响。

3.7 辨识结果汇总

宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管

道改造工程存在的主要危险、有害因素及其分布详见表 3.7 所示：

表 3.7 主要危险、有害因素分布表

各个单元 危险、 有害因素	线路工程						公用工程及 辅助设施	安全管 理
	管道本 体	管道敷 设	管道 穿越	标识与伴 行路	高后果 区	维检修和运 行		
火灾	△	△	△	△	△	△	△	△
爆炸	△	△	△	△	△	△	△	△
容器爆炸	△	--	--	--	--	△	△	△
触电	--	--	--	--	--	△	△	△
中毒和窒息	△	△	--	--	--	△	△	△
坍塌	--	--	--	--	--	△	--	△
机械伤害	--	--	--	--	--	△	--	△
车辆伤害	--	--	--	--	--	△	--	△
物体打击	--	--	--	--	--	△	--	△
其他伤害(辐射)	--	--	--	--	--	△	--	△

通过危险有害因素的分析可知：

该项目存在的主要危险、有害因素为：火灾、爆炸；次要危险、有害因素为：中毒和窒息、容器爆炸、触电、坍塌、机械伤害、车辆伤害、物体打击、其他伤害(辐射)等。

3.8 重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)可知，该项目为天然气管道输送项目，危险化学品的厂外管道运输不在危险化学品重大危险源辨识范围内，因此不予辨识。

3.9 事故案例与事故原因分析

案例一：中缅天然气管道黔西南州晴隆段“6·10”泄漏燃爆事故

一、事故经过

2018 年 6 月 10 日 23 时 13 分，中石油中缅输气管道贵州段 33#~35# 阀室之间光缆中断信号报警；23 时 15 分，管道运行系统报警；23 时 16 分，35#、36#阀室自动截断；23 时 20 分，发现位于晴隆县沙子镇三合村处管道（35#、36#阀室之间，桩号 K0975-100m 处）发生泄漏并燃爆。造成燃爆点附

近晴隆县异地扶贫搬迁项目工地 24 名工人受伤(其中 1 人于 2018 年 6 月 30 日经医治无效死亡)，部分车辆、设备、供电线路和农作物、树木受损。

二、事故原因及性质

(一)直接原因

经调查，因环焊缝脆性断裂导致管内天然气大量泄漏，与空气混合形成爆炸性混合物，大量冲出的天然气与管道断裂处强烈摩擦产生静电引发燃烧爆炸，是导致事故发生的直接原因。

现场焊接质量不满足相关标准要求，在组合载荷的作用下造成环焊缝脆性断裂。导致环焊缝质量出现问题的因素包括现场执行 X80 级钢管道焊接工艺不严、现场无损检测标准要求低、施工质量管理不严等方面。

(二)间接原因

1. 施工单位中国石油天然气管道局第三工程公司主体责任不落实，施工过程质量管理失控。一是违法分包工程。二是施工图未完成即开展焊接施工。三是现场施工管理混乱。四是对从业人员资格审查不严。五是档案资料缺失。六是隐患整改不到位。

2. 山东泰思特检测有限公司执行检测标准不严，管理混乱。一是射线底片评审存在焊接缺陷未评定情况。二是部分无损检测报告与原始记录不符。三是射线检测报告评片人、审核人签名普遍存在代签现象。四是项目经理长期不在项目现场，未履行项目经理职责。

3. 辽宁辽河石油工程建设监理有限公司未认真履行监理职责，对施工、检测单位存在的问题失察。一是监理人员资格不符合相关要求。二是监理人员冒名顶替。三是伪造现场施工监理记录。

4. 中国石油天然气管道局质量管理失控，对下属单位监督指导不力。一是编制的焊接作业指导书内容不全，未明确管道焊接层数，且编制、审核、批准均无人员签字。二是施工前未进行施工图会审，伪造施工图会审资料。三是对中国石油天然气股份有限公司管道建设项目经理部组织的飞

检发现的焊接质量问题，督促责任单位整改不到位。四是对中国石油天然气管道工程有限公司、中国石油天然气管道局第三工程公司、中油管道物资装备总公司的质量体系运行管理不到位，未能及时发现、纠正施工过程中存在的质量管理问题。

5. 中国石油天然气股份有限公司管道建设项目经理部未切实履行建设单位职责，管理不到位。一是中缅天然气管道(中国境内段)未批先建。二是未按质量体系文件要求足额配备项目部管理人员，项目部未配备主管工程项目副经理。三是对项目施工质量管理不到位，对参建各方存在的问题检查督促不力，质量考核流于形式，未能及时发现、纠正施工过程中的质量管理问题。对飞检发现的管道焊接质量问题，跟踪督促整改不力。

6. 石油天然气管道工程质量监督站履行监管职责不到位。对参建各方施工质量监督不严，对施工过程中存在的质量问题失察，履行政府监督管理职责不到位。

7. 扬州市富达劳务有限公司。与中国石油天然气管道局第三工程公司签订劳务分包合同，但实际并未派遣劳务作业人员参与中缅天然气管道(中国境内段)项目施工。参与项目施工劳务作业人员为中国石油天然气管道局第三工程公司自行组织，但该劳务公司为中国石油天然气管道局第三工程公司向违法承包人王江支付工程款提供便利，致使违法分包行为得以实施。

(三) 事故性质

经调查认定，该起事故是由于管道建设施工质量缺陷造成的较大生产安全责任事故。

三、防范和整改措施

(一) 开展隐患排查整治。对中缅天然气管道全线开展环焊缝施工焊接质量隐患排查整治，彻底消除安全隐患，严防此类事故再次发生，切实履行安全生产主体责任和社会责任。

(二) 切实加强施工现场管理。中国石油天然气股份公司要逐条梳理事

故暴露的现场施工管理混乱的问题，进一步理顺现场施工管理体制机制，加强监督检查，切实督促建设单位、施工单位等参建各方认真履行现场施工管理职责，坚决防范今后管道建设施工质量出现问题。

(三)加强石油天然气管道运营安全管理。特别要加强人员密集高后果区及地质条件复杂、地质情况不明区域管段的安全管理，强化巡查力度，必要时应进行管道位移、变形等在线监测。确有必要时应改线，避开人员密集区域。进一步完善应急预案，加强应急能力建设，开展应急演练。

(四)完善紧急情况处置措施。鉴于天然气管道发生断裂泄漏后的严重危害，今后在处置危及管道运营的安全隐患时，要根据现场情况采取有效的安全防范措施(停输、减压等)，确保处置过程安全。

案例二：四川泸州(长江)经济开发区“4·20”天然气集输管道受损事故

一、事故经过

2019年4月20日14时30分左右，旋挖钻机操作员倪明全按升辉建司项目部的安排，相继对N13塔位B、C、D桩基孔进行施钻作业。16时30分左右，倪明全操作旋挖钻机开始对该桩位D桩基孔进行施钻。17时30分左右，钻机钻进困难、声音异常，倪明全以为是钻到坚硬岩层，但未停止施钻，仍强行施钻10多分钟，钻头突然下沉，钻穿了泰阳线高压天然气集输管道涵洞的钢筋混凝土衬砌层，下沉的钻头砸中天然气管道，致使天然气管道位移和管壁凹陷。倪明全为提钻回转钻头时，对天然气管道管壁造成进一步损伤。经事后测量，导致管道受损长约90cm，局部最大凹陷4cm。

二、事故原因及性质

(一)直接原因

升辉建司旋挖钻机操作员倪明全在N13塔位D孔施钻中，在钻进困难、钻头异响时，未及时停钻查明情况，违规强行施钻，造成天然气管道严重受损和重大经济社会损失。

(二)间接原因

1. 乐山城电，参与施工前复测中，忽视 N13 塔位附近明显的天然气管线标识桩和“区域风险导图”牌，导致设计的 N13 塔位与泰阳线高压天然气集输管道重叠，并在设计文件中作出误导性说明；设计前收集资料存在疏漏，未向天然气管道单位函询；设计交底不明确不具体。

2. 升辉建司，雇用未取得资格的人员从事测量放线工作；施工前测量放线定点(查勘)、现场复测中忽视 N13 塔位附近明显的天然气管线标识桩和“区域风险导图”牌，未及时发现和提出勘察设计错误；未经批准擅自在 220KV 林杨一二线保护区施工；未制定旋挖钻机操作规程；未对旋挖钻机操作人员进行安全技术交底；未按规定对从业人员进行岗前安全培训考核。

3. 四川建科，参与对 N13 塔位测量放线定点时，忽视 N13 塔位附近明显的天然气管线标识桩和“区域风险导图”牌，未及时发现纠正勘察设计错误。

4. 蜀南气矿，未按规定将泰阳线高压天然气集输管道穿越临港大道处作为必检点；未对管道巡护业务承揽单位实施有效统一管理，对巡线员未按规定巡护的问题失察。

5. 佳运公司，泰阳线高压天然气集输管道巡线员未按规定巡护；未对管理人员和巡线员进行有效的岗前培训考核。

(三) 事故性质

调查认定，这是一起电力建设项目勘察设计错误、违章施工、相关方履职不到位而导致的生产安全责任事故。

三、事故防范措施建议

(一) 各项目参建单位严格按照法律法规、标准规范的规定，切实履行建设、勘察、设计、施工和监理职责，严格燃气、电力、通信、给排水等地下管网的施工作业，及时全面函询相关部门和地下管网单位，按报批规划设计，施工前认真开展现场查勘和安全技术交底，确保勘察准确、设计

规范、施工有序、监理履职；石油天然气管道企业要加强对沿线管道的巡查巡护和管理，设置明显的标识标牌标桩，及时发现违法违规行为，避免类似事故发生。

(二)生产经营单位和各级政府、部门，要按照《中华人民共和国突发事件应对法》《泸州市人民政府办公室关于进一步规范突发事件信息报送工作的通知》(泸市府办函〔2017〕28号)《泸州市安全生产委员会办公室关于进一步加强当前自然灾害、生产安全事故信息报送和应急值守工作的通知》(泸市安办〔2018〕206号)等规定，严格突发事件信息报告的程序、内容、时限和“一事双报”要求，严禁瞒报、漏报、迟报。要严格落实《生产安全事故应急条例》的有关规定，加强应急救援队伍建设和应急物资储备，完善应急救援预案，加强应急处置演练。应急处置措施要科学、果断、及时，防止事故险情持续存在，杜绝险情变事故、贻误应急处置最佳时机等问题，坚决避免扩大事故危害和发生次生、衍生灾害，确保人民群众生命财产安全。

(三)各级各部门要切实强化依法治理，持续开展“执法清零”行动。对企业安全生产主体责任不落实，无法保证安全生产的，要一律予以停产停业整顿；对可能造成爆炸、火灾、泄漏、垮塌等群死群伤重大险情的，要从快、从重严惩不贷；对发生较大以上生产安全事故的企业，要一律实施联合惩戒；对经整改仍不符合安全生产条件的，要一律依法提请关闭。

4 安全评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元的划分

4.1.1 评价单元划分的理由说明

评价单元的划分一般将生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按照评价的需要将一个评价单元再划分为若干个子单元或者更细的单元。常用的评价单元划分原则如下：

- (1) 以危险、有害因素的类别为主划分评价单元
- (2) 按照布置的相对独立性划分
- (3) 按照工艺条件划分
- (4) 按照贮存、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。

4.1.2 评价单元划分的结果

根据上述评价单元的划分原则，结合该项目的实际情况和安全评价的需要，考虑到该项目的特点等，依据《陆上油气管道建设项目安全验收评价导则》(AQ/T3056-2019)中的相关要求，将该项目划分为以下三个单元进行评价：

- 第一评价单元：线路工程单元
- 第二评价单元：公用工程及辅助设施单元(自控及通信子单元、防腐与阴极保护子单元)
- 第三评价单元：安全管理单元
- 详见表 4.1.2 所示：

表 4.1.2 评价单元划分结果

序号	单元	子单元
1	线路工程	—
2	公用工程及辅助设施	自控及通信

序号	单元	子单元
		防腐与阴极保护
3	安全管理	---

4.2 评价方法的选择

4.2.1 评价方法的选择的原则

选择安全评价方法应遵循充分性、适应性、系统性、针对性和合理性的原则。

充分性是指在选择安全评价方法之前，应该充分分析评价的系统，掌握足够多的安全评价方法，并充分了解各种安全评价方法的优缺点、适应条件和范围，同时为安全评价工作准备充分的资料。

适应性是指选择的安全评价方法应该适应被评价的系统。

系统性是指安全评价方法与被评价的系统能提供安全评价初值和边值条件应形成一个和谐的整体。

针对性是指所选择的安全评价方法应该能够提供所需的结果。

合理性是指在满足安全评价目的，能够提供所需的安全评价结果的前提下，应该选择计算过程最简单，所需基础数据最少和最容易获取的安全评价方法。

4.2.2 采用评价方法的理由说明

(1)根据划分的评价单元，采用安全检查表法对各评价单元是否符合相关的国家法律、法规、标准、规章、规范进行检查，并依据检查的符合情况，提出补充的安全对策措施。

(2)在风险程度的分析过程中，运用事故后果模拟分析法对天然气泄漏引起的事故进行评价。

4.2.3 采用的安全评价方法及介绍

根据该项目的特点，本次评价确定采用如下评价方法：

(1) 安全检查表法(SCL)

安全检查表法是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统危险性评价方法。目前，安全检查表在我国不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患，还对各检查项目给予量化，用于进行系统安全评价。

1) 安全检查表的优点

- ①避免传统的安全检查中存在的疏忽、遗漏等弊端，可以全面地查出危险、有害因素，有效防止检查工作中漏项；
- ②依据有关法律、法规和标准，在检查表中列出了检查要求，使检查工作科学化、系统化、规范化；
- ③安全检查表简明易懂、使用方便、易于掌握。

2) 安全检查表的缺点

针对不同的检查，必须编制完善的检查表，编制工作量大，检查表的质量受编制人员知识水平和经验影响。

(2) 事故后果模拟分析法

事故后果模拟分析法是对一种可能发生的事故分析其后果，它是危险源危险性分析的重要组成部分，目的在于定量的描述一个可能发生的重大事故对该项目周围环境造成危害的严重程度。

火灾、爆炸是常见的重大事故，经常造成严重的人员伤亡和巨大财产损失，对其事故后果分析，用数学模型描述，即假设按理想情况的前提下建立数学模型，虽和实际有些出入，但对辩识危险性是可参考的。本报告采用事故后果模拟分析法。

4.3 评价方法和评价单元的对应关系

本报告安全评价过程中所划分的评价单元与所采用的评价方法的对应关系详见表 4.3：

表 4.3 评价方法和评价单元的对应关系

序号	单元	子单元	评价方法
1	线路工程	--	安全检查表法、事故后果模拟法
2	公用工程及辅助	自控及通信	安全检查表法

序号	单元	子单元	评价方法
	设施	防腐与阴极保护	安全检查表法
3	安全管理	--	安全检查表法

5 定性定量安全评价

5.1 线路工程评价单元

该项目天然气输气管道，全长 1745m，设计压力为 10.0MPa，根据《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）和《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）等规范要求进行安全检查分析，安全检查表分析情况详见表 5.1：

表 5.1 线路工程评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	评价结果
1	线路选择应符合下列要求： ①线路走向应根据工程建设目的和气源、市场分布，结合沿线城镇、交通、水利、矿产资源和环境敏感区的现状与规划，以及沿途地区的地形、地质、水文、气象、地震等自然条件，通过综合分析和多方案技术经济比较，确定线路总体走向；②线路宜避开环境敏感区，当路由受限需要通过环境敏感区时，应征得其主管部门同意并采取保护措施；③大中型穿（跨）越工程和压气站位置的选择，应符合线路总体走向。局部线路走向应根据大中型穿（跨）越工程和压气站的位置进行调整；④线路应避开军事禁区、飞机场、铁路及汽车客运站、海（调）港码头等区域；⑤除为管道工程专门修建的隧道、桥梁外，不应在铁路或公路的隧道内及桥梁上敷设输气管道。输气管道从铁路或公路桥下交叉通过时，不应改变桥梁下的水文条件。	《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）第 4.1.1 条	该项目管道气源接自国家管网西气东输中卫压气站，线路未经过环境敏感区，未经过军事禁区、飞机场、铁路及汽车客运站、海（调）港码头等区域。	符合
2	输气管道的设计压力应根据气源条件、用户需要、管材质量及管道附近的安全因素，经技术经济比较后确定。	《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）第 3.1.3 条	该项目输气管道的设计压力 10.0MPa，可满足需要。	符合
3	输气管道应避开滑坡、崩塌、塌陷、泥石流、洪水严重侵蚀等地质灾害地段，宜避开矿山采空区及全新世活动断层。当受到条件限制必须通过上述	《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）第 4.1.2 条	该项目输气管道未经过滑坡、崩塌、塌陷、泥石流、洪水严重侵蚀等地质灾害地段以及开矿	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	评价结果
	区域时,应选择危害程度较小的位置通过,并采取相应的防护措施。		山采空区及全新世活动断层地段。	
4	输气管线通过的地区,应按沿线居民户数和(或)建筑物的密集程度,划分为四个地区等级,并应依据地区等级做出相应的管道设计。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.2.1 条	该项目针对管道通过地区进行了辨识分析和设计。	符合
5	地区等级划分应符合下列规定: 1 沿管线中心线两侧各 200m 范围内,任意划分成长度为 2km 并能包括最大聚居户数的若干地段,按划定地段内的户数应划分为四个等级。在乡村人口聚集的村庄、大院及住宅楼,应以每一独立户作为一个供人居住的建筑物计算。地区等级应按下列原则划分: 1)一级一类地区:不经常有人活动及元永久性人员居住的区段 2)一级二类地区:户数在 15 户或以下的区段; 3)二级地区:户数在 15 户以上 100 户以下的区段;三级地区:户数在 100 户或以上的区段,包括市郊居住区、商业区、工业区、规划发展区以及不够四级地区条件的人口稠密区; 4)四级地区:四层及四层以上楼房(不计地下室层数)普遍集中、交通频繁、地下设施多的区段。 2 当划分地区等级边界线时,边界线距最近一幢建筑物外边缘不应小于 200m; 3 在一、二级地区内的学校、医院以及其他公共场所等人群聚集的地方,应按三级地区选取设计系数; 4 当一个地区的发展规划足以改变该地区的现有等级时,应按发展规划划分地区等级。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.2.2 条	该项目管道按规定划分地区等级,为三级地区。	符合
6	输气管道应采用埋地方式敷设,特殊地段可采用土堤或地面形式敷设。	输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.3.1 条	该项目输气管道采用埋地方式敷设。	符合
7	埋地管道覆土层最小厚度应符合表 4.3.2 的规定。在不能满足要求的覆土厚度或外荷载过大、外部作业可能危及管道之处,均应采取保护措施。	输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.3.2 条	该项目天然气输气管道严格按照设计的埋深深度进行施工。	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	评价结果
8	输气管道通过人工或天然障碍物时，应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423 和《油气输送管道跨越工程设计规范》GB50459 的有关规定。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.3.10 条	根据现场勘查，结合施工、监理资料及竣工图，该项目穿越水泥路等符合规范要求。	符合
9	弯管不得使用裙皱弯或虾米弯弯管代替，管子对接偏差不应大于 3°。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.3.16 条	经询问工作人员，查阅施工、监理资料及竣工图可知，该项目涉及的热煨弯管未使用裙皱弯或虾米弯弯管代替，管子对接偏差不大于 3°。	符合
10	输气管道应设置线路截断阀(室)。管道沿线相邻截断阀之间的间距应符合下列规定： 以一级地区为主的管段不宜大于 32km；以二级地区为主的管段不宜大于 24km；以三级地区为主的管段不宜大于 16km；以四级地区为主的管段不宜大于 8km。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.5.1 条	该项目地区为三级地区，管道总长 1745m，无需设置线路截断阀(室)。	符合
11	输气管道的设计输送能力应按设计委托书或合同规定的年或日最大输气量计算。当采用年输气量时，设计年工作天数应按 350d 计算。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 3.1.1 条	该项目输气管道设计规模为 $35 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。	符合
12	管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和警示牌等永久性标识。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.8.1 条	该项目管道沿线缺少交叉桩。	不符合
13	输气管道的最小管壁厚度不应小于 4.5mm，钢管外径与壁厚之比不应大于 100。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 5.1.3 条	该项目采用 L360N 无缝钢管 D219.1×10 PSL2 级，输气管道的管壁厚度 10.0mm，钢管外径与壁厚之比为 21.91，小于 100。	符合
14	输气管道所用钢管及管道附件的选材，应根据操作压力、温度、介质特性、使用地区等因素，经技术经济比较后确定。采用的钢管和钢材，应具有良好的韧性和焊接性能。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 5.2.1 条	该项目采用 L360N 无缝钢管 D219.1×10 PSL2 级，具有良好的韧性和焊接性能。	符合
15	钢级不明的材料不应用于管道及其管道附件的制作。铸铁和铸钢不应用于制造管件。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 5.2.4 条	该项目采用 L360N 无缝钢管 D219.1×10 PSL2 级，管材符合要求。	符合
16	油气管道不应利用公路、铁路的排水涵洞进行穿越。	《油气输送管道穿越工程设计规范》	该项目天然气管道未利用道路排水涵洞进行穿	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	评价结果
		(GB50423-2013) 第 7.1.8 条	越。	
17	采用套管等保护方法穿越公路时。宜采用钢筋混凝土涵洞、钢筋混凝土套管或者钢质套管。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 7.3.1 条	该项目输气管道穿越迎大公路与国家管网西气东输中卫压气站之间的水泥路，采用了 D377 加强级防腐 (3PE) 螺旋管保护。	符合
18	在穿越公路的管段上，不应设置水平或竖向曲线及弯管。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 7.1.2 条	该项目穿越迎大公路与国家管网西气东输中卫压气站之间的水泥路时，管道未设置水平、竖向曲线及弯管。	符合
19	埋地输气管道与其他埋地管道、电力电缆、通信光(电)缆交叉的间距应符合下列规定： 1 输气管道与其他管道交叉时，垂直净距不应小于 0.3m，当小于 0.3m 时，两管间交叉处应设置坚固的绝缘隔离物，交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段，应确保管道防腐层无缺陷。 2 输气管道与电力电缆、通信光(电)缆交叉时，垂直净距不应小于 0.5m，交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段，应确保管道防腐层无缺陷。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.3.11 条	该项目输气管道与其他埋地管道、电力电缆、通信光(电)缆交叉的间距符合规定，详见表 2.4.6-6。	符合
20	不受地形、地物或规划限制地段的并行管道，最小净距不应小于 6m。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.4.2 条	该项目天然气管道与附近在役“西二线、西四线、西气东输三号联络线”高压输气管道存在并行情况，最小并行净距为 8.8m。	符合
21	管道企业应当建立、健全管道巡护制度，配备专门人员对管道线路进行日常巡护。管道巡护人员发现危害管道安全的情形或者隐患，应当按照规定及时处理和报告。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第二十二條	该公司建立、健全有管道巡护制度，并配专人对管道线路进行日常巡护，发现问题及时解决。	符合
22	在管道线路中心线两侧各五米地域范围内，禁止下列危害管道安全的行为： (一)种植乔木、灌木、藤类、芦苇、	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条	该项目输气管道线路中心两侧 5m 地域范围内无条款中的危害管道安全的行为。	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	评价结果
	竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物； (二)取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工； (三)挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物。			
23	石油天然气管道不得穿过与其无关的建筑物。	《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第6.1.5条	该项目输气管道未穿越其他无关建筑物。	符合

评价小结：输气管道评价单元安全检查表共设检查项 23 项，经检查，22 项目符合《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)和《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)等法律、规范相关条款的要求，1 项不符合项为：该项目管道沿线缺少交叉桩。

5.2 公用工程及辅助设施评价单元

该项目公用工程及辅助设施单元符合性评价，分为 2 个子单元进行评价，主要依据《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)、《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T21447-2018)、《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017)、《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)等规范的有关条款编制安全检查表进行评价，具体评价内容及评价结果见表 5.2 所示：

表 5.2 公用工程安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	评价结果
自控及通信子单元				
1	输气管道应设置测量、控制、监视仪表及控制系统。	《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015)第8.1.1条	该项目输气管道可依托常乐门站原有自控系统，设置了测量、控制、监视仪表及控制系统，可对管道内流量、	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	评价结果
2	输气管道应根据规模、环境条件及管理需求确定自动控制水平,宜设置监控与数据采集(SCADA)系统。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 8.1.2 条	压力、温度等进行监测,常乐门站设置了紧急切断阀及安全放散系统,站场设置有视频监控系统和可燃气体检测报警系统,常乐门站自控系统采用的是以计算机为核心的监控与数据采集系统(SCADA),由调度控制中心、站控系统及RTU、通信系统组成,站控系统设置一套PLC用于控制工艺设备,实现站内数据采集、监视控制、安全保护和站内统一调度管理。	
3	监控与数据采集(SCADA)系统宜包括调度控制中心的计算机系统、管道各站场的控制系统、远程终端装置(RTU)以及数据通信系统。系统应为开放型网络结构,具有通用性、兼容性和可扩展性。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 8.1.3 条		
4	输气管道调度控制中心应设置在调度管理、通信联络、系统维修、交通方便的地方。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 8.2.1 条	该项目天然气输气管道的调度控制中心在宁夏深中天然气开发有限公司营业大厅一楼,其设置满足要求。	符合
5	输气管道巡回检查、管道事故抢修和维修的部门,可配备满足使用条件的移动通信设备。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 9.0.8 条	管道巡线工配备有移动通信设备。	符合
防腐与阴极保护子单元				
6	钢质管道外防腐层应具备良好的电绝缘性、机械性、防潮防水性、附着力、耐化学性和热老化性、耐微生物浸蚀等基本性能,且易于施工和修补。	《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T21447-2018)第 5.1.1 条	该项目输气管道采用 3PE 防腐层,满足要求。	符合
7	埋地油气长输管道、油气田外输管道和油气田内埋地集输干线管道应采用阴极保护;其他埋地管道宜采用阴极保护。	《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017)第 4.1.1 条	该项目输气管道采用牺牲阳极进行阴极保护。	符合
8	阴极保护应与防腐层联合实施。	《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017)第 4.1.2 条	该项目输气管道采用 3PE 防腐层,输气管道采用牺牲阳极进行阴极保护。	符合
9	阴极保护测试装置应与阴极保护系统同步安装。测试装置应沿管道线路走向进行布设,相邻测试装置间隔宜不大于 3km。在城镇市区或工业区,相邻测试装置间隔不应大	《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017)第 7.1.1 条	该项目管道总长 1745m,共设置了 5 个阴极保护智能测试桩。	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	评价结果
	于 1km；在杂散电流干扰影响区域内，测试装置可适当加密。测试装置宜安装在管道上方，并进行标识。			

评价小结：公用工程及辅助设施评价单元安全检查表共设检查项目 9 项，经检查，全部符合相关规范的条款要求。

5.3 安全管理评价单元

该项目安全管理符合性评价，主要依据《中华人民共和国安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》、《中华人民共和国消防法》、《特种设备安全监察条例》、《宁夏回族自治区安全生产条例》、《生产安全事故应急预案管理办法》、《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》等相关法律、法规和规范性文件，以及标准、规范的有关条款编制安全检查表进行评价，具体评价内容及评价结果见表 5.3 所示：

表 5.3 安全管理评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
1	生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证，并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。	《中华人民共和国安全生产法》第二十三条	该公司设有专项安全生产投资。	符合
2	矿山、金属冶炼、建筑施工、道路运输单位和危险物品的生产、经营、储存单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。	《中华人民共和国安全生产法》第二十四条	该公司成立有安全生产委员会，下设有安全监察部，并配备有专职安全生产管理人员。	符合
3	危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、金属冶炼、建筑施工、道路运输单位的主要负责人和安全生产管理人员，应当由主管的负有安全生产监督管理职责的部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。	《中华人民共和国安全生产法》第二十七条	主要负责人和安全生产管理人员均取得了安全生产知识和管理能力考核合格证。	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
4	生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。	《中华人民共和国安全生产法》第五十一条	该公司提供有效期内的工伤保险及雇主责任保险等证明文件。	符合
5	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、建筑施工单位应当建立应急救援组织；生产经营规模较小的，可以不建立应急救援组织，但应当指定兼职的应急救援人员。	《中华人民共和国安全生产法》第八十二条	该项目应急救援组织依托公司现有的应急救援组织。	符合
6	生产经营单位应当教育和督促从业人员严格执行本单位的安全生产规章制度和安全操作规程；并向从业人员如实告知作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。	《中华人民共和国安全生产法》第四十四条	制订有安全操作规程，并进行安全培训教育。	符合
7	生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《中华人民共和国安全生产法》第四十五条	公司能按期发放劳动防护用品。	符合
8	管道企业应当建立、健全管道巡护制度，配备专门人员对管道线路进行日常巡护。管道巡护人员发现危害管道安全的情形或者隐患，应当按照规定及时处理和报告。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第二十二条	公司配有专职巡线人员。	符合
9	管道企业应当配备管道保护所必需的人员和技术装备，研究开发和适用先进的管道保护技术，保证管道保护所必需的经费投入。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第二十四条	公司管道保护有经费概算。	符合
10	管道企业应当制定本企业管道事故应急预案，并报管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门备案；配备抢险救援人员和设备，并定期进行管道事故应急救援演练。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十九条	《宁夏深中天然气开发有限公司生产安全事故应急预案》于 2024 年 12 月 31 日在中卫市沙坡头区应急管理局备案，备案编号：卫沙 应 急 （ 预 备）64050120240421108 号。	符合
11	管道停止运行、封存、报废的，管道企业应当采取必要的安全防护措施，并报县级以上地方人民政府主管管道保护工作的部门备案。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第四十二条	该项目对原有高压输气管道采用氮气置换后废弃处理，不再使用，废弃长度约 926m，废弃的输气高压管道起点、终点与新建输气管道断开不连通，并向主管部门	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
			备案。	
12	生产经营单位应当加强生产安全事故应急工作，建立、健全生产安全事故应急工作责任制，其主要负责人对本单位的生产安全事故应急工作全面负责。	《生产安全事故应急预案管理办法》 第四条	该公司应急预案经主要负责人签发，并发布全公司。	符合
13	生产经营单位应当建立健全并执行下列安全生产规章制度： (一)全员安全生产责任制和考核、奖惩制度； (二)安全生产会议制度； (三)安全生产资金和设施、设备投入保障制度； (四)安全生产教育、培训制度； (五)场所、设施、设备安全管理制度； (六)安全风险分级管控制度； (七)安全检查和事故隐患排查治理制度； (八)危险作业及变更管理制度； (九)对承包、承租单位等相关方的安全管理制度； (十)职业卫生管理制度和劳动防护用品配备、使用、管理制度； (十一)生产安全事故报告、应急救援和调查处理制度； (十二)安全生产档案制度； (十三)法律、法规规定的其他制度。 生产经营单位应当定期对本单位的安全生产规章制度的执行情况进行评估，并根据评估结果及时修改。	《宁夏回族自治区安全生产条例》第十六条	该公司建立健全并执行上述安全生产规章制度。	符合
14	生产经营单位应当按照国家有关规定对从业人员进行安全生产教育、培训，培训结束后，应当进行考核。未经安全生产教育、培训或者考核不合格的，不得上岗作业。从事特种作业的，还应当进行专门的安全作业培训，取得特种作业相应资格。生产经营单位应当建立安全生产教育、培训档案，如实记录从业人员安全生产教育培训的时间、内容、	《宁夏回族自治区安全生产条例》第十九条	该公司对从业人员进行安全生产教育、培训，培训结束后，进行了考核。经安全生产教育、培训或者考核合格后上岗作业。从事特种作业的，进行了专门的安全作业培训，取得特种作业相应资格。该公司建立了安全生产教育、培训档案。	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
	参加人员、师资、学时记录、考核结果等情况，档案的保存期限不得少于五年。 生产经营单位应当将其使用的劳务派遣人员、实习人员、灵活用工人员，纳入本单位从业人员统一管理，进行安全生产教育培训。			
15	危险物品的生产、经营、储存、装卸单位，应当按照行业等有关规定设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。	《宁夏回族自治区安全生产条例》二十三条	该公司设置了安全生产管理机构，配备了专职安全生产管理人员。	符合
16	生产经营单位应当定期组织开展生产安全事故隐患排查，采取技术、管理等有效措施及时消除隐患；对不能及时消除的隐患，应当制定治理方案，明确整改时限，落实整改措施。事故隐患排查治理情况应当如实记录，记录档案保存期限不得少于五年。	《宁夏回族自治区安全生产条例》三十二条	该公司定期组织开展了生产安全事故隐患排查，采取技术、管理等有效措施及时消除隐患，并记录隐患排查情况。	符合
17	特种设备安装、改造、修理竣工后，安装、改造、修理的施工单位应当在验收后三十日内将相关技术资料和文件移交特种设备使用单位。特种设备使用单位应当将其存入该特种设备的安全技术档案。	《中华人民共和国特种设备安全法》第二十四条	施工单位将相关技术资料和文件移交给该公司，并进行了存档。	符合
18	企业对新建的管道，在投入运行前应编制投产方案，经审查批准并严格执行。建立生产运行管理规章制度，试运投产记录表格和上下游联络机制，并保证通信畅通。投产试运方案应进行现场交底，操作人员应经安全技术培训合格。制定事故应急预案，落实抢修队伍和应急救援人员，配备各种抢修设备及安全防护设施，并进行应急演练。管道系统的电气、仪表、自动化、通信、消防、安全及各项公用工程等，按有关施工及验收规范预验收合格。整体联合试运前，管道单机试运、分系统应调试合格。阴极保护系统验收合格并投入使用。	《石油天然气管道安全规范》(SY/T6186-2020)第8.2条	该项目试运行正常。建立了生产运行管理规章制度，操作人员经安全技术培训合格。制定了事故应急预案，落实抢修队伍和应急救援人员，配备各种抢修设备及安全防护设施，并进行应急演练。阴极保护系统验收合格并投入使用。	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
19	任何单位和个人不得生产、经营、使用国家禁止生产、经营、使用的危险化学品。国家对危险化学品的使用有限制性规定的，任何单位和个人不得违反限制性规定使用危险化学品。	《危险化学品安全管理条例》第五条	该项目不涉及国家禁止生产、经营、使用的危险化学品。	符合
20	危险化学品的包装应当符合法律、行政法规、规章的规定以及国家标准、行业标准的要求。 危险化学品包装物、容器的材质以及危险化学品包装的型式、规格、方法和单件质量(重量)，应当与所包装的危险化学品的性质和用途相适应。	《危险化学品安全管理条例》第十七条	该项目产品通过管道输送，不进行包装。	符合
21	从事危险化学品经营的单位(以下统称申请人)应当依法登记注册为企业，并具备下列基本条件： (一)经营和储存场所、设施、建筑物符合《建筑设计防火规范》(GB50016)、《石油化工企业设计防火规范》(GB50160)、《汽车加油加气站设计与施工规范》(GB50156)、《石油库设计规范》(GB50074)等相关国家标准、行业标准的规定； (二)企业主要负责人和安全生产管理人员具备与本企业危险化学品经营活动相适应的安全生产知识和管理能力，经专门的安全生产培训和安全生产监督管理部门考核合格，取得相应安全资格证书；特种作业人员经专门的安全作业培训，取得特种作业操作证书；其他从业人员依照有关规定经安全生产教育和专业技术培训合格； (三)有健全的安全生产规章制度和岗位操作规程； (四)有符合国家规定的危险化学品事故应急预案，并配备必要的应急救援器材、设备； (五)法律、法规和国家标准或者行业标准规定的其他安全生产条件。	《危险化学品经营许可证管理办法》第六条	该公司取得了营业执照，企业主要负责人及安全管理人员取得安全生产知识和管理能力考核合格证，该公司建立有各种安全规章制度和岗位操作规程，《宁夏深中天然气开发有限公司生产安全事故应急预案》于2024年12月31日在中卫市沙坡头区应急管理局备案，备案编号：卫沙应急(预备)64050120240421108号。	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
22	应急预案的编制应当符合下列基本规定； (一)有关法律、法规、规章和标准的规定； (二)本地区、本部门、本单位的安全生产实际情况； (三)本地区、本部门、本单位的危险性分析情况； (四)应急组织和人员的职责分工明确，并有具体的落实措施； (五)有明确、具体的应急程序和处置措施，并与其应急能力相适应； (六)有明确的应急保障措施，满足本地区、本部门、本单位的应急工作需要； (七)应急预案基本要素齐全、完整，应急预案附件提供的信息准确； (八)应急预案内容与相关应急预案相衔接。	《生产安全事故应急预案管理办法》 第八条	该企业应急预案按照有关法律、法规、规章和标准的规定进行编制； 按照本地区、本部门、本单位的安全生产实际情况及危险性进行了分析；应急组织及人员的职责分工明确，并定期组织演练；有明确、具体的应急程序和处置措施；该预案基本要素齐全、完整。	符合

评价小结：该公司配备了专职安全管理人员，制定了相应的安全管理制度和安全生产责任制；对从业人员进行了安全教育和培训，配备了个人防护用品和应急救援器材；日常管理满足安全生产要求，安全投入能有效实施；企业编制了事故应急救援预案并进行了备案，配备了必要的应急救援器材和消防设施。

安全管理评价单元共检查 22 项，经检查，全部符合相关规范的条款要求。

5.4 重大事故隐患检查单元

依据《特种设备重大事故隐患判定准则》(GB45067-2024)对该项目压力管道是否构成特种设备重大事故隐患进行检查分析，详见下表 5.4。

表 5.4 特种设备重大事故隐患检查单元安全检查表

序号	检查项目及内容	实际情况	依据	检查结果
1	特种设备未取得许可生产、因安	该项目管道取得许可	《特种设备重大事故隐患判	不构成

序号	检查项目及内容	实际情况	依据	检查结果
	全问题国家明令淘汰、已经报废或者达到报废条件。	生产，不是国家明令淘汰、已经报废或者达到报废条件的产品。	定准则》(GB45067-2024) 第 4.1 条 a)	
2	特种设备发生过事故，未对其进行全面检查、消除事故隐患。	该项目压力管道试运行期间未发生过事故。	《特种设备重大事故隐患判定准则》(GB45067-2024) 第 4.1 条 b)	不构成
3	未按规定进行监督检验或者监督检验不合格。	已按规定进行了压力管道监督检验。	《特种设备重大事故隐患判定准则》(GB45067-2024) 第 4.1 条 c)	不构成
4	定期检验的检验结论为“不符合要求”或“不允许使用”。	不涉及	《特种设备重大事故隐患判定准则》(GB45067-2024) 第 4.4 条 a)	不构成
5	安全阀、爆破片装置、紧急切断装置缺失或失效。	该项目压力管道依托常乐门站设置的安全阀、紧急切断装置，安全阀、紧急切断装置均正常使用。	《特种设备重大事故隐患判定准则》 (GB45067-2024) 第 4.4 条 b)	不构成

评价小结：通过检查表分析可知，该项目不存在特种设备重大事故隐患。

5.5 定量评价

该项目涉及的天然气输气管道输送过程中若发生泄漏，高压气体会从破裂处喷出，对人员造成窒息事故。若泄漏的天然气浓度达到爆炸极限，遇点火源极易发生火灾、爆炸，可能造成更为严重的人员伤亡和财产损失。

本次评价将根据气体泄漏模型确定天然气管道的气体泄漏量，通过火灾爆炸事故后果模拟法定量评价可能造成的损害。

该项目迁改管道设计压力 10.0MPa，管径为 D219.1。管线所输送天然气高发热值为 37000kJ/Nm³，低发热值 34000kJ/Nm³，气体密度为 0.7163kg/m³。

管道在运行中，采取压力和流量检测与控制，设置紧急截断阀等措施，一般泄漏时间较短，本次评价假设泄漏时间为 10min。

根据以往事故案例统计和分析可知，外部干扰引起的事故中，管道泄

漏多表现为孔洞型泄漏，约占外部干扰事故的 56.7%，随着制造、加工工艺的提高和埋深的增加，管线完全断裂的可能性很小，因此，本次评价将泄漏事故规模划分为两级：

①小型泄漏：泄漏孔径 20mm

②中型泄漏：泄漏孔径 80mm

对应面积 $A_1 = 3.14 \times (20 \div 2)^2 = 3.14 \times 10^{-4} \text{m}^2$

对应面积 $A_1 = 3.14 \times (80 \div 2)^2 = 5.024 \times 10^{-3} \text{m}^2$

(1)判断气体流动类型

$$\frac{P_0}{P} = \frac{1.01 \times 10^5}{10.0 \times 10^6} = 0.0101$$

$$\left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k}{k-1}} = \left[\frac{2}{1.3+1} \right]^{\frac{1.3}{1.3-1}} = 0.546$$

式中： P_0 ——环境压力，Pa

P ——管道内介质压力，Pa

k ——介质绝热系数，天然气取 1.3。

$\frac{P_0}{P} < \left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k}{k-1}}$ ，因此天然气泄漏时的气体流动属于音速流动。

(2)计算泄漏速度与泄漏量

对于音速流动，泄漏速度通过下式计算：

$$Q_0 = C_d A P \sqrt{\frac{Mk}{RT} \left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

式中： Q_0 ——泄漏速度，kg/s

C_d ——泄漏系数，当裂口为圆形时取 1.0

A ——裂口面积， m^2

P ——管道内介质压力，Pa

M ——介质分子量，天然气按甲烷计算，取 0.016kg/mol

k ——介质绝热系数，天然气取 1.3

R ——气体常数，取 8.314J/(mol*K)

T ——介质温度，K

①小型泄漏：

$$Q_0 = 1.0 \times 3.14 \times 10^{-4} \times 10 \times 10^6 \sqrt{\frac{0.016 \times 1.3}{8.314 \times 293.15} \left[\frac{2}{1.3+1} \right]^{\frac{1.3+1}{1.3-1}}} = 5.37 \text{ kg/s}$$

10min 泄漏量为 $m_1 = 5.37 \times 600 = 3222 \text{ kg}$

②中型泄漏：

$$Q_0 = 1.0 \times 5.024 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^6 \sqrt{\frac{0.016 \times 1.3}{8.314 \times 293.15} \left[\frac{2}{1.3+1} \right]^{\frac{1.3+1}{1.3-1}}} = 85.89 \text{ kg/s}$$

10min 泄漏量为 $m_2 = 85.89 \times 600 = 51534 \text{ kg}$

(2) 等效 TNT 当量计算及损害控制半径的确定

1) 等效 TNT 当量计算

天然气从管线内泄漏处理如果没有立即点燃，扩散到空气中，当达到起爆炸极限范围时，点火及发生爆炸，造成大范围的伤害事故。等效 TNT 当量计算公式如下：

$$m_{TNT} = \frac{Q_d}{Q_{TNT}} = \frac{mH_d}{Q_{TNT}}$$

式中： m ——泄漏天然气的质量

H_d ——天然气燃烧热，用甲烷的燃烧热表示， $5.56 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$

Q_{TNT} ——TNT 标准爆源的暴热值，取 4500 kJ/kg

小型泄漏 $m_{TNT} = 3222 \times 5.56 \times 10^4 / 4500 = 39809.6 \text{ kg}$

中型泄漏 $m_{TNT} = 51534 \times 5.56 \times 10^4 / 4500 = 636731.2 \text{ kg}$

2) 伤害等级及危害计算

根据荷兰应用研究院 TNO(1979) 建议，可按下式预测泄漏天然气爆炸的冲击波损害半径：

$$R = C_s (N \cdot E)^{1/3}$$

$$E = VH_c$$

式中： R ——损害半径

C_s ——经验常数，取决于损害等级，参照下表取值

N ——效率因子，一般取 10%

E ——爆炸能量，kJ

V ——天然气体积， m^3

H_c ——天然气高燃烧热值。

表 5.5-1 损害等级表

损害等级	C_s	设备损坏	人员伤害
1	0.03	重创建筑物的加工设备	1%死于肺部伤害 > 50%耳膜破裂 > 50%被碎片击伤
2	0.06	损坏建筑物外表可修复性破坏	1%耳膜破裂 1%被碎片击伤
3	0.15	玻璃破碎	被碎玻璃击伤
4	0.4	10%玻璃破碎	

常温常压下该项目天然气高发热值为 $37000\text{KJ}/\text{m}^3$ ，密度为 $0.7163\text{kg}/\text{m}^3$ ，则对小型泄漏 $V_1=39809.6/0.7163=55576.71\text{m}^3$ ，中型泄漏 $V_2=636731.2/0.7163=888916.93\text{m}^3$ 。按上式计算损害半径结果如下表 5.5-2：

表 5.5-2 损害半径表

损害等级	C_s	小型泄漏(孔径 20mm)	中型泄漏(孔径 80mm)	设备损坏	人员伤害
1	0.03	17.71	42.51	重创建筑物的加工设备	1%死于肺部伤害 > 50%耳膜破裂 > 50%被碎片击伤
2	0.06	35.42	85.02	损坏建筑物外表可修复性破坏	1%耳膜破裂 1%被碎片击伤
3	0.15	88.55	212.55	玻璃破碎	被碎玻璃击伤
4	0.4	236.10	566.86	10%玻璃破碎	/

由上表 5.5-1 及 5.5-2 可以看出，当泄漏 10min 后遇点火源发生爆炸，对于小型泄漏(孔径 20mm)，周围 17.71m 范围内损害等级达到 1 级，即泄漏天然气爆炸产生的冲击波将重创范围内建筑物的加工设备，1%人员死于肺部伤害，半数以上人员耳膜破裂或被碎片击伤。当为中型泄漏(孔径 80mm)时，1 级损害范围扩大至 42.51m。随着范围的扩大，损害等级都将降低。

6. 安全管理

6.1 安全管理机构设置

该项目依托该公司现有安全管理机构可满足应急管理要求，该公司成立了安全生产委员会，组织架构如下图 6.1 所示。

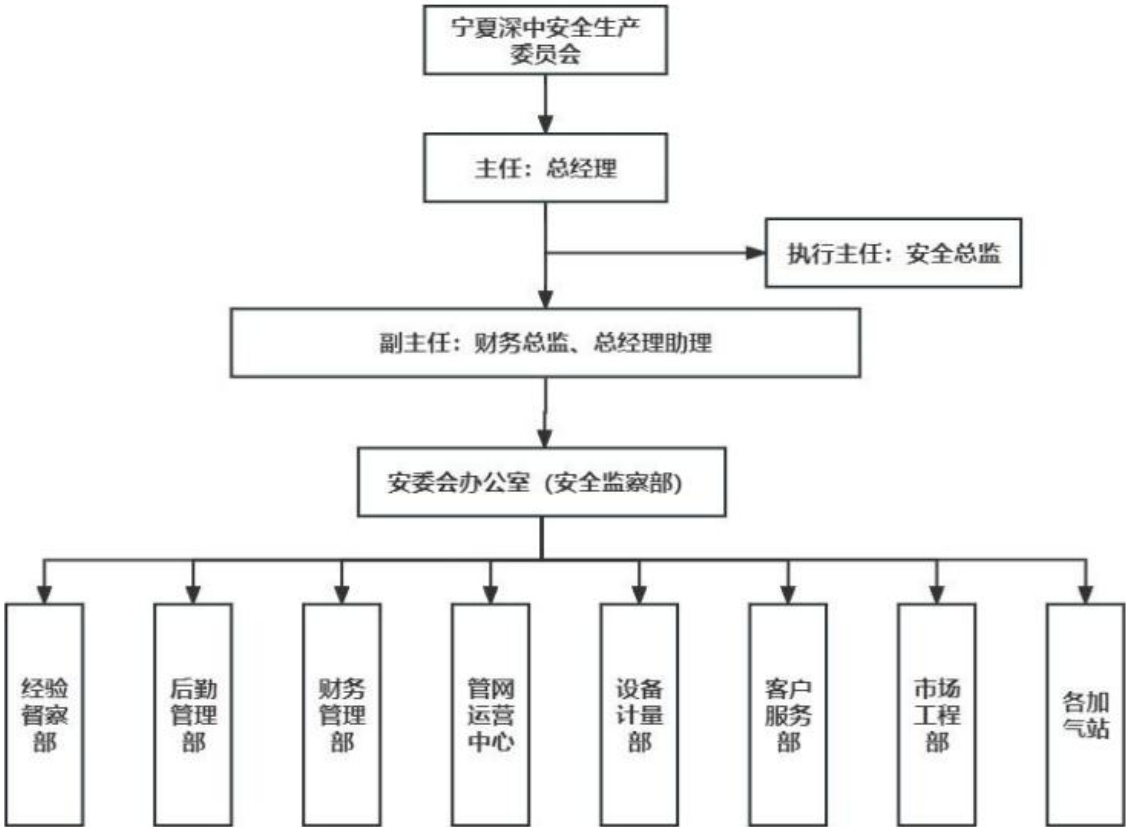


图 6.1 组织机构图

主任：总经理 侯小平

执行主任：安全总监(兼应急抢险现场指挥 郭昊)

副主任：财务总监 任元明

总经理助理 马 英

成员：各部门负责人、专兼职安全员

安全生产管理委员会下设办公室，安委会办公室设在安全监察部，承担安委会日常工作，办公室主任由安全监察部经理兼任，办公室工作人员由安全监察部相关人员组成。

6.2 人员编制与安全管理人員設置

该项目线路工程定员依托宁夏深中天然气开发有限公司已有人员。该公司配有安全生产主要负责人和专职安全管理人员。主要负责人及专职安全管理人员均取得了安全生产知识和管理能力考核合格证，管网巡检工取得了燃气经营企业从业人员教育培训考核合格证，人员取证情况见表 6.2。

表 6.2 人员证件一览表

序号	姓名	证书类型	人员类型	证号	有效期限/发证日期	发证机关
1	侯小平	安全生产知识和管理能力考核合格证	主要负责人	640321198211011513	2023. 04. 26-2026. 04. 25	中卫市应急管理局
2	郭昊		安全总监	622301199306246494	2023. 09. 28-2026. 09. 27	中卫市应急管理局
3	刘宗青		安全生产管理人员	64032419930422161X	2023. 09. 28-2026. 09. 27	中卫市应急管理局
4	李琪		安全生产管理人员	622301199411240537	2022. 03. 08-2025. 03. 07	中卫市应急管理局
5	陈浩洁		安全生产管理人员	640321199105151349	2023. 11. 30-2026. 11. 29	中卫市应急管理局
6	崔静		安全生产管理人员	640321199903161744	2024. 05. 18-2027. 05. 17	中卫市应急管理局
7	冯云	燃气经营企业从业人员教育培训考核合格证	燃气管网工	宁 36420230501872GJ	2023. 08. 15	宁夏回族自治区住房和城乡建设厅

6.3 安全管理制度、操作规程

(1) 安全管理制度

宁夏深中天然气开发有限公司 2024 年 5 月 30 日印发了《宁夏深中安全管理制度》，包含了安全管理组织架构及职责、全员安全生产责任制、安全目标、计划及承诺管理制度、安全档案管理制度、法律法规和标准规范管理制度、作业安全管理制度、设备设施安全管理制度、消防安全管理制度、风险隐患管理制度、安全教育管理制度、安全生产费用管理制度、安

全考核管理制度、交通安全管理制度、值班管理制度、反恐怖防范制度、安全生产会议管理制度等。

(2) 安全操作规程

宁夏深中天然气开发有限公司 2024 年 5 月 30 日印发了《宁夏深中安全操作规程及生产制度》，包含了生产运营组织架构及岗位职责、生产运营体系管理制度、生产运营体系操作规程等。生产运营体系操作规程分为场站类操作规程和管网维抢类操作规程。

1) 场站类操作规程

包含了门站供气操作规程、门站停气作业操作规程、门站放空操作规程、热水炉操作规程、电动阀门操作规程、加臭系统操作规程、NH 系列调压器操作规程、AQZ 型切断阀操作规程、过滤器维护维修操作规程、主、副路切换操作规程、手动阀门操作规程、配电柜操作规程、柴油发电机操作规程、安全附件(压力表、温度计、安全阀等)拆装操作规程、正压式空气呼吸器操作规程、干粉灭火器操作规程、消防水泵操作规程、消防栓操作规程等。

2) 管网维抢类操作规程

PE 电熔焊机操作规程、调压箱(柜)操作规程、手持式角磨机操作规程、夹管器操作规程、电锤操作规程、阀井(室)操作规程、牺牲阳极保护测试桩操作规程、户内维修换作规程、流量计维护清洗操作规程、便携式燃气泄漏激光检测仪、VT 460 乙烷分析仪操作规程、RD 8200 操作规程、RTK 操作规程、便携式乙烷色谱分析仪 PGC、燃气 PE 管道声波定位仪 GL2 操作规程、正压式空气呼吸器佩戴操作规程、三角救援架操作规程等。

6.4 个体安全防护用品配备

该公司为员工配备了各种必需的防护用具和用品，包括胶皮手套、防静电工作服、防毒面具、绝缘鞋、防护眼镜等。

表 6.4 个人防护用品配备一览表

序号	类别	数量	单位
----	----	----	----

1	防毒面具	按从业人员数量配备	具
2	防静电服	按从业人员数量配备	套
3	防护靴	按从业人员数量配备	双
4	防护手套	按从业人员数量配备	双
5	安全帽	按从业人员数量配备	个
6	线手套	按从业人员数量配备	双
7	耳塞	按从业人员数量配备	双

6.5 抢修设备配备

该项目输气管道巡检周期为快速巡查 1 次/日，日常巡查不少于 1 次/周，管道出现突发情况及时进行抢修。该项目抢修机构及维抢修人员依托宁夏深中天然气开发有限公司现有人员、应急设备、应急物资以及管道维抢修车辆等设施。由宁夏深中天然气开发有限公司直接领导，负责管道工程的维护、检修、抢修管理工作，配备机动维护人员，配备工程巡检车，备齐常用的易损零部件、材料和维修工具，对管道所辖线路和站场进行巡查维护，并对突发小故障进行抢修。该公司应急、抢险物资装备符合《危险化学品单位应急救援物资配备要求》(GB30077-2023)关于作业场所配备的要求，清单如下表 6.5 所示。

表 6.5 应急、抢险物资装备清单

序号	名称	规格	数量	部门、分子公司	状态	存放位置
1	千斤顶	16 吨	2	个	完好	抢险车
2	管钳	18 寸	1	把	完好	抢险车
3	扬镐		2	把	完好	抢险车
4	大锤	18 磅	1	把	完好	抢险车
5	长钢钎	2 米	1	个	完好	抢险车
6	铁锹		4	把	完好	抢险车
7	夹管器		1	套	完好	抢险车
8	阀井钥匙		3	套	完好	抢险车
9	手锤	8 磅	1	把	完好	抢险车
10	刀锯		4	把	完好	抢险车
11	活口扳手	375 活口	1	个	完好	抢险车
12	轻型套筒	24 件套	1	套	完好	抢险车
13	防爆工具	14 件套	1	套	完好	抢险车
14	活动扳手	375	1	把	完好	抢险车

15	发电机	9000w	1	台	完好	抢险车
16	角磨机	220v	1	台	完好	抢险车
17	防爆风机	220v	2	台	完好	抢险车
18	电镐	220v	1	台	完好	抢险车
19	移动电源线盘	20 米	1	个	完好	抢险车
20	潜水泵	220v	1	台	完好	抢险车
21	380v 临时电源线	50 米	1	根	完好	抢险车
22	两用电锤	220v	1	台	完好	抢险车
23	典雾灯	220v	2	只	完好	抢险车
24	电焊机	220v 直流	1	台	完好	抢险车
25	防爆探照灯	220v	4	台	完好	抢险车
26	防爆对讲机		4	台	完好	抢险车
27	车顶大功率探照灯	50w	1	台	完好	抢险车
28	长管空气送风机	220v	1	台	完好	抢险车
29	电动刀具		1	台	完好	抢险车
30	空呼机		2	个	完好	抢险车
31	安全绳	10 米	1	根	完好	抢险车
32	安全绳	6 米	2	根	完好	抢险车
33	干粉灭火器		4	个	完好	抢险车
34	二氧化碳灭火器		1	个	完好	抢险车
35	施工标志牌		4	个	完好	抢险车
36	防火服		2	套	完好	抢险车
37	锥形警示桩		10	个	完好	抢险车
38	地埋警示带	50 米	1	卷	完好	抢险车
39	警戒警示带	50 米	2	盘	完好	抢险车
40	抢险车		6	辆	完好	公司
41	拖车式发电机		1	台	完好	
42	防火服		12	套	完好	
43	防毒面具		11	个	完好	
44	正压式空气呼吸器		8	具	完好	

6.6 应急预案

该公司按照《生产安全事故应急预案管理办法》(原安监总局令〔2016〕第 88 号, 应急管理部令〔2019〕第 2 号修正)及《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)的要求编制了《宁夏深中天然气开发有限公司生产安全事故应急预案》, 并于 2024 年 12 月 31 日在中卫

市沙坡头区应急管理局备案，备案编号：卫沙应急（预备）64050120240421108 号，组织人员进行培训，并定期进行演练。该预案包括《天然气长输管道泄漏、着火、爆炸专项应急救援预案》以及《高、中、低压管道漏气、着火、爆炸现场处置方案》，现场处置方案中明确了火灾、爆炸、中毒和窒息及天然气泄漏具体的处置措施。

6.7 安全投入

该项目总投资为 200 万元，其中安全专项投资为 6.8 万元，占该项目建设投资的比例为 3.4%。安全专用投资估算详见下表。

表 6.7 项目安全专项费用估算表

序号	安全设施名称	数量	投资概算(万元)
一	生产环节安全专项防范措施		4.3
1	阴极保护	1 项	2
2	管道标志		2.3
2.1	里程桩	1 项	0.3
2.2	穿越桩	1 项	0.1
2.3	电位测试桩	1 项	0.2
2.4	转角桩	1 项	0.2
2.5	警示带	1705m	1.5
二	管道检测		2.5
1	PCM 检测	1 项	1
2	焊口检测	1 项	1.5
三	合计		6.8
四	安全专用投资占工程总投资比例		3.4%

6.8 外部依托力量

该项目发生安全生产事故时，可依托该公司以及国家管网西气东输中卫压气站进行抢险救援工作，同时亦可依托中卫市沙坡头区消防救援大队(119)、常乐镇卫生院及中卫市人民医院(120)等外部救援力量进行抢险救援工作。该项目距离中卫市沙坡头区消防救援大队距离约 13 公里，20 分钟左右可到达；该项目距离常乐镇卫生院距离约 3.4 公里，5 分钟左右可

到达；该项目距离中卫市人民医院距离约 11 公里，19 分钟左右可到达，外部救援力量依托条件良好。

7 安全对策措施及建议

7.1 安全设施设计中提出的安全对策措施的落实情况

该项目的安全设施根据中舜国际工程设计有限公司编制的《宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程安全设施设计》进行安全设施施工建设。

该项目安全设施的落实及采纳情况详见表 7.1：

表 7.1 安全设施的落实情况

序号	《安全设施设计》中的安全对策和建议	结论
一、线路工程		
1	根据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)以及项目条件，该项目线路沿线按三级地区设计，强度设计系数取 0.5。	已落实，该项目管道强度设计系数取 0.5。
2	该项目管道设计压力较高，综合考虑管道安全、投资及采购等因素，管材选用无缝钢管。在满足强度、稳定性的要求的同时，考虑到与原管线保持一致、维抢修、可焊性等因素，综合考虑本次迁改管道 D219.1 管道选用 L360N 无缝钢管，管道腐蚀余量 1.5mm-2mm。	已落实，该项目全段管材选型为 L360N 无缝钢管 D219.1×10mm。
3	该项目管道一般直管段壁厚计算结果为 6.1mm，选用壁厚为 10mm；热煨弯管的壁厚计算结果为 7.1mm，选用壁厚为 10.0mm。	已落实，该项目一般直管段壁厚和热煨弯管壁厚均选用 10mm。
4	管线焊接前必须按规定编制焊接工艺评定及焊接工艺规程，焊接施工严格按照该项目焊接工艺规程要求执行。	已落实，查看施工资料，在管道焊接前，有经审查通过的焊接工艺评定并按焊接工艺规程要求严格执行。
5	检测人员在上岗前，应取得建设单位认可的资格证书；检测承包商的检测工艺，应通过建设单位认可的认证机构的评定之后，方可实施检测。X 射线检测 (RT)、超声波检测 (UT) 检测设备应满足工艺评定要求，并按要求定时校验。	已落实，该项目由河北恒惠检测技术有限公司进行了无损检测并出具了报告。
6	该项目管道的清管与试压按照《油气长输管道工程施工及验收规范》(GB50369-2014) 执行。管道应在下沟回填后进行分段清管、测径和试压。试压前采用清管器进行清管，且清管次数不少于两次，以开口端不再排除杂物为合格。清管合格后，压力试验前，要用带有铝质测径板的清管器进行管道的变形测径，测径板的直径取管道最小内径的 92.5%。本工程线路压力试验介质采用洁净	已落实，根据施工资料可知，该项目管道在下沟回填后进行分段清管、测径和试压。试压前采用了清管器进行清管。清管合格后，压

序号	《安全设施设计》中的安全对策和建议	结论															
	水，水压试验应符合《输气管道设计规范》GB 50251-2015 和《输送石油天然气及高挥发性液体钢质管道压力试验》GB/T16805-2017 的要求。严密性试验在强度试验合格后进行。试压合格后，连接各管段的连头焊缝进行 100%超声检测和射线检测。	力试验前，采用带有铝质测径板的清管器进行管道的变形测径。该项目线路压力试验介质采用洁净水，水压试验符合要求。严密性试验在强度试验合格后进行。试压合格后，连接各管段的连头焊缝进行了 100%超声检测和射线检测。															
7	1)本工程线路压力试验介质采用洁净水，水压试验应符合《输气管道设计规范》GB 50251-2015 和《输送石油天然气及高挥发性液体钢质管道压力试验》GB/T16805-2017 的要求。 2)分段水压试验的管段长度不宜超过 35km，试验压力在低点处产生的环向应力不应大于管材标准规定的最小屈服强度的 1.05 倍，其他地区等级管线的每个试压段，试验压力在低点处产生的环向应力不应大于管材标准规定的最小屈服强度的 95%，水质应为无腐蚀性洁净水，试压宜在环境温度为 5℃以上进行，低于 5℃时，应采取防冻措施，注水宜连续，并应采取措施排除管线内的气体，水压试验合格后，应将管段内积水清扫干净。 3)试压充水宜加入隔离球，并应在充水时采取背压措施，以防止空气存于管内，隔离球可在试压后取出，应避免在管线高点开孔排气，压力试验宜在 24 小时后进行，以缩小温度差异。 4)该项目管道进行强度试压和严密性试压，压力试验介质采用洁净水。试验压力与稳压时间见表 4.2-6。 表 4.2-6 试验压力值、稳压时间及允许压降值 <table><tr><th>检验项目</th><th>强度试验</th><th>严密性试验</th></tr><tr><td>一般线路段压力</td><td>1.5 倍设计压力</td><td>设计压力</td></tr><tr><td>升压步骤</td><td>升压阶段间隔 30 分钟，升压速度不大于 0.1MPa/min</td><td>--</td></tr><tr><td>稳压时间</td><td>4h</td><td>24h</td></tr><tr><td>合格标准</td><td>管道目测无变形、无泄漏</td><td>压力降不大于 1%试验压力值，且不大于 0.1MPa</td></tr></table> 5)严密性试验在强度试验合格后进行。分段试压合格后，连接各管段的连头焊缝进行 100%超声检测和射线检测，不再进行试压，预制件及连头管段在安装之前预先试压。	检验项目	强度试验	严密性试验	一般线路段压力	1.5 倍设计压力	设计压力	升压步骤	升压阶段间隔 30 分钟，升压速度不大于 0.1MPa/min	--	稳压时间	4h	24h	合格标准	管道目测无变形、无泄漏	压力降不大于 1%试验压力值，且不大于 0.1MPa	由施工资料可知，该项目管道进行强度试压和严密性试压，压力试验介质采用洁净水。试验压力与稳压时间符合要求。严密性试验在强度试验合格后进行。各管段的连头焊缝进行了 100%超声检测和射线检测，
检验项目	强度试验	严密性试验															
一般线路段压力	1.5 倍设计压力	设计压力															
升压步骤	升压阶段间隔 30 分钟，升压速度不大于 0.1MPa/min	--															
稳压时间	4h	24h															
合格标准	管道目测无变形、无泄漏	压力降不大于 1%试验压力值，且不大于 0.1MPa															

序号	《安全设施设计》中的安全对策和建议	结论
	6) 试压中如有泄漏，泄压后修补，修补合格后重新试压。	
8	1) 迁改段管道在投入使用进行干燥，干燥在试压、清管结束后进行，干燥应符合《天然气管道、液化天然气站(厂)干燥施工技术规范》SY/T4114-2016 的要求。 2) 干燥方式可采用吸水性泡沫清管塞反复吸附、干燥空气(用露点低于-40℃的干燥空气)、真空蒸发等上述一种或几种方法组合。 3) 当采用干燥气体吹扫时，在管道末端配备水露点分析仪，干燥后排出气体水露点值应连续 4h 比管道输送条件下最低环境温度低至少 5℃，变化幅度不大于 3℃为合格。 4) 当采用真空法时，选用的真空表精度为 1 级，真空干燥过程中定期检测管体的温度和内压，管体温度不应低于 5℃，当管内压力降到 0.1kpa 时，关闭真空泵，密闭 4h，管道内压力变化值小于 0.6kpa 即为合格。 5) 管道干燥结束后，如果没有立即投入运行，宜充入干燥氮气，保持管内为微正压密封，防止外界湿气重新进入管道，否则应重新进行干燥。	已落实，根据施工资料可知，该项目管道在投入使用前进行了干燥，干燥在试压、清管结束后进行。管道干燥采用干燥海棉球吸附管内的水蒸气和残余水。管道干燥前对管道进行吹扫，将管道内的污物清除干净。干燥验收合格。
9	天然气管道试运投产编制试运投产方案。试运投产前要作好周边居民的宣传工作，置换、升压过程中要加强周边地区的警戒和监控；同时，做好试运人员的劳动保护和安全防护工作。该项目管线干燥完成后采用干燥氮气置换空气、系统管道投产前采用天然气置换氮气的置换方案。	已落实，根据试运行总结报告和现场勘查情况，该项目目前试运行正常。项目管线干燥完成后采用了干燥氮气置换空气、系统管道投产前采用了天然气置换氮气的置换方案。
10	管道采用直埋敷设。	已落实，该项目管道全线采用埋地敷设。
11	该项目管道上方覆土厚度 $\geq 1.5\text{m}$ 。	已落实，根据施工资料，该项目管道上方覆土均大于 1.5m。
12	管沟开挖前，应对沿线地下管道、光缆、电缆等地下建(构)筑物进行详细调查，了解其位置、埋深，施工开挖严禁对地下建(构)筑物造成破坏。对于穿越地下管道、光(电)缆等重要设施，开挖前应征得其管理部门的同意，必要时应在其监督下开挖。	已落实，施工单位在管沟开挖前，对沿线地下管道、光缆等进行了调查，了解位置和埋深，并编制了动土作业方案。根据施工资料，施工过程中未对地下建(构)筑物造成破坏。对

序号	《安全设施设计》中的安全对策和建议	结论
		于穿越地下管道、光(电)缆等重要设施,开挖前征得了中卫市沙坡头区发展和改革局的同意,详见附件“第三方施工方案报批申请”。
13	施工作业带占地宽度应根据现场具体情况确定,根据管道覆盖土层厚度、沟底加宽裕量、施工便道的宽度等条件。该项目施工作业带宽度一般地段为 16m。特殊地段根据现场情况进行增加或减少。	已落实,该项目施工作业带根据现场具体情况确定。
14	(1)管道下沟 一般段管道下沟前应进行沟底测量,并平整沟底,清除沟中的杂物,管沟回填土石块粒径不得大于 250mm,不得含有树枝等有机质。管道在下沟前要认真检查管道,如有折弯或压瘪等缺陷,应割除更换。管道在下沟过程中避免损坏防腐层。 当管沟弯曲半径不够时,应及时处理管沟,严禁“憋管”下沟。管道下沟后应与沟底相吻合,管道应紧贴沟底,在不受外力的情况下妥善就位,不得悬空。 (2)管沟回填 1)一般地段管道下沟后应及时回填,回填前应排除沟内积水,山区易冲刷地段、高水位地段、人口稠密区及雨季施工等应立即回填。 2)耕作土地段的管沟应分层回填,应将表面耕作土置于最上层。 3)管沟回填前宜完成阴极保护测试引线焊接,并引出地面。 4)管道下沟后,回填应符合下列要求: ①回填土应平整密实; ②石方、戈壁或冻土段管沟应先回填细土至管顶上方 300mm,后回填原土石方。细土的最大粒径不应大于 20mm,原土石方最大粒径不得大于 250mm; ③黄土地段管沟回填须用原土分层夯实,夯实系数不得小于 0.9; ④黄土地段的管沟回填应将管沟两侧各 5m 范围内的溶陷洞穴回填夯实,夯实系数不得低于 0.9。 ⑤陡坡地段管沟回填宜采取袋装土分段回填。 5)下沟管道的端部,应预留出 50 倍管径且不小于 30m 管段暂不回填。 6)管沟回填土宜高出地面 0.3m 以上,覆土应与管沟中心线一致,其宽度为管沟上开口宽度,并应做成有规则的外形。管道最小覆	已落实,根据施工资料,管道按照要求下沟及回填。

序号	《安全设施设计》中的安全对策和建议	结论
	土层厚度应符合要求。 7)管沟中心线两侧 10m 以内的冲沟沟头均应采取草袋装 3:7 灰土堵塞，并在沟头与管线之间修筑以沟头为中心的半环形排水沟并引至安全地带。 8)管沟回填完毕后，应恢复原有地形地貌和地表植被。 9)输气管道出土端、弯头、弯管两侧非嵌段及固定墩处，回固填土必须分层夯实，夯实系数不得小于 0.9。 10)管沟回填土自然。沉降密实后，应对管道防腐层进行地面检漏，且应符合设计规定。一般地段自然沉降宜为 30 天，沼泽地段及地下水位高的地段自然沉降宜为 7 天。	
15	连头处设置在地形、地质条件较好的地段。连头处的管道焊接严格执行连头焊接工艺规程，焊接完成后进行 100%超声检测和 100%射线检测。	已落实，连头处设置在地形、地质条件较好的地段。连头处的管道焊接严格执行连头焊接工艺规程，焊接完成后进行 100%超声检测和 100%射线检测。
16	施工完毕后，土壤筛查回填至原场地标高，按照相关施工及验收规范对现场场地原地貌进行恢复。	已落实，施工完毕后按要求对现场场地原貌进行了恢复。
17	管道穿越涉及的道路为进入国家管网西气东输中卫压气站厂区的普通水泥路，采用顶管敷设的方式进行穿越。当该项目输气管道与其它地下管道交叉时，其垂直净距不小于 0.5m，两管间交叉处设置坚固的绝缘隔离物，确保两管道不接触，同时管道在交叉点两侧各延伸 10m 以上管道做特加强级防腐。管道穿越地下线缆时采用弹性敷设方式，两者垂直净距不小于 0.5m，同时管道在交叉点两侧各延伸 10m 以上管道做特加强级防腐。	已落实，该项目天然气管道采用 3PE 防腐层，顶管穿越迎大公路与国家管网西气东输中卫压气站之间的水泥路 1 次，水平长度是 10m，套管采用 D377 加强级防腐 (3PE) 螺旋管。该项目管道与其它地下管道和线缆的垂直净距不小于 0.5m，管道穿越地下线缆时采用弹性敷设方式，该项目管道与其他管道交叉处采用水泥板隔离。
18	该项目管道与公路、架空输电线路、其他已建管道的距离均符合要求。	已落实，详见本报告 2.4.6 节。
19	根据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)以及《油气输送	已落实，该项目经过地

序号	《安全设施设计》中的安全对策和建议	结论
	管道完整性管理规范》(GB32167-2015),该项目管道管径 D219.1,设计压力 10.0MPa,经过地区等级为三级,为 II 级高后果区。采取的安全防范措施有: 1)加强管道安全警示:如密集树立安全警示牌、安全标语、设置警示带等; 2)加强巡线频率:加大对第三方施工、蓄意破坏等外部干扰活动的防治; 3)运用检测、监测技术:全面掌握管道安全状况,以便及早发现和处理隐患。	区等级为三级,为 II 级高后果区。
20	采取的抗震措施: 1)采用降低计算应变的措施,增加钢管壁厚; 2)设置热煨弯管,且弯管的曲率半径不应小于 6 倍的管道外径。	已落实,该项目管道一般直管段壁厚计算结果为 6.1mm,选用壁厚为 10mm;热煨弯管的壁厚计算结果为 7.1mm,选用壁厚为 10.0mm。热煨弯管曲率半径为 $R \geq 6D$。
21	管道标识的设置和制作应按照《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017)的要求执行。 1. 里程桩 用于标记管道里程、位置,沿线每公里设置一个,与阴极保护测试桩合用。 2. 标志桩 用于标记管道方向变化、管道与地面工程(地下隐蔽物)交叉、管理单位交叉、管道结构变化(管径、壁厚、防护层)、管道附属设施的地面标识。 1)转角桩:在管线水平方向改变位置,设置转角桩,转角桩上要标明管线里程、转角角度等。 2)交叉桩:该项目输气管道与地下管道、电(光)缆交叉的位置,设置交叉桩。交叉桩上注明线路里程、交叉物名称、与交叉物的关系等。 3 警示带 用于防止第三方施工破坏管道而设置的地下标记,警示带设置在距该项目输气管道上方(顶部)300mm-500mm,设置宽度不小于管道外径的 1.2 倍,警示带的厚度为 0.15mm-0.2mm,使用寿命大于 20 年,颜色采用黄色,原料用聚乙烯塑料。警示带上标明“下有输气管道、管理单位、报警电话、管道名称及规格”等相关内容,字体不小于 100mm×100mm。	未落实,该项目管道沿线缺少交叉桩。

序号	《安全设施设计》中的安全对策和建议	结论
22	该项目按照《报废油气长输管道处置技术规范》(SY/T 7413-2018)的相关要求,对原有高压输气管道废弃处理,废弃长度 926m,废弃后的管道若影响其他建设项目施工,则对影响施工的部分废弃管道进行拆除处理。废弃的输气高压管道与输气高压管道不连通,废弃的输气高压管道起点、终点断开处采取焊接封堵隔离。废弃的输气高压管道采取氮气置换。	已落实,对原有高压输气管道废弃处理,废弃长度约 926m,废弃的输气高压管道起点、终点与新建输气管道断开不连通,废弃的输气高压管道采取氮气置换。
二、公用工程		
23	该项目输气管道采用加强级三层结构聚乙烯防腐层(三层 PE)。根据目前国内的技术水平和该项目实际情况,出厂自带防腐的热煨弯管,其外防腐采用双层熔结环氧粉末防腐层。	已落实,该项目输气管道采用加强级三层结构聚乙烯防腐层(三层 PE)。热煨弯管出厂自带防腐,其外防腐采用双层熔结环氧粉末防腐层。
24	该项目输气高压管道较短,采用牺牲阳极阴极保护方式,镁合金牺牲阳极型号为 C-AZ63B-11-S,牺牲阳极间隔 1km 设置一处,共设置 2 组。根据《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448—2017)第 7.1 节测试装置的设置要求,该项目每 1km 设置一支电位测试桩,用于测试该处的阴极保护电位,共设置 2 个测试桩,电缆线型号 YJV-0.6/1.0kV--1×10mm ² ,测试桩的参比电极材质为硫酸铜。	已落实,该项目输气管道采用牺牲阳极阴极保护方式,该项目管道总长 1745m,共设置了 5 个阴极保护智能测试桩。
25	线路部分管道防腐层完整性检测: 1. 防腐管在下沟前应进行防腐层外观及漏点检测,检测频率为 100%,检测电压 15 kV。如有漏点应进行修补至合格,并填写记录。 2. 管沟回填土自然沉降密实后,需对管道进行地面检漏。可采用交流电流衰减法(PCM)或交流电位梯度法(ACVG)相结合的方式进行检测,检测方法应符合《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》(GB/T 21246-2020)的相关规定。 3. 检测的主要项目包括防腐层破损点的准确位置和相关信息(里程、参照物情况描述),对检出的漏点应在地面做出清晰的标识,并做好相应记录。	已落实,该项目对管道进行了防腐层完整性检测。

通过列表分析可知,该项目对于安全设施设计提出的安全对策措施除 1 项外均已落实完成,1 项未落实为:该项目管道沿线缺少交叉桩。

7.2 存在的问题及整改情况

针对现场检查出的不合格项，我公司向宁夏深中天然气开发有限公司出具了安全不合格项整改措施。建设单位对现场检查提出的不合格项进行了整改，不合格项及其整改完成情况详见整改确认书：

安全评价项目整改确认书

项 目 名 称		宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程		
整改复查单位		江西赣安安全生产科学技术服务中心(盖章)		
复 查 人 员		吴爽、朱继科	复查日期	2025 年 1 月 6 日
序号	存在的问题	依据	整改情况	复查结论
1	该项目管道沿线缺少交叉桩。	《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.8.1 条	该项目管道沿线已安装交叉桩。	符合
复查意见及结论:				
经复查,该企业已完成整改。经评价组评议,确认符合安全条件。				
复查组长(签字):		复查组成员(签字):		
日 期: 2025 年 1 月 6 日				

7.3 补充的安全对策措施及建议

(1) 依据《压力管道定期检验规则—长输管道》(TSG D7003-2022)第 1.8.1 条,首次定期检验应当在管道投用后 3 年内完成,建议企业严格按照规范要求对天然气管道进行年度检查、全面检验及合于使用评价。

(2)加强依托常乐门站的通信系统、自控系统的维护管理,确保正常操作和事故状态下及时动作,以防止事故的进一步扩大。

(3) 加强对管道穿越段和沿线的巡查及管道保护宣传的力度,最大限度地减少自然灾害和人为因素对管道的破坏。确保阴极保护系统的正常运行,对管道腐蚀状况要进行监测,发现问题及时采取措施。

(4) 该项目管道内输送的介质为易燃易爆物质天然气,为保证与待修系

统有效地隔绝，在所有连接处应堵上盲板，以便安全检修。

(5) 检维修时应采用惰性气体吹扫置换，并保证置换后的甲烷和氧气含量符合规范要求。

(6) 该项目天然气输气管道沿线涉及人员密集的高后果区，企业应加大对周边人员的安全宣传力度，发动群众监督、举报沿线管道问题，严格按照高后果区进行管理。

(7) 建议企业与周边其他企业搞好协作关系。

(8) 建议企业不断完善应急抢险物资。

7.4 管道安全措施建议

7.4.1 压力管道方面的安全措施

(1) 进一步完善该项目依托常乐门站的自动控制和自动连锁装置并确保其有效运行以保证其有效性。

(2) 应指定具有压力管道专业知识的技术人员负责安全技术管理工作。

(3) 建立压力管道的技术档案：包括压力管道检验合格报告、设计技术文件、制造单位产品质量合格证明、安装技术资料、压力管道维修等技术文件和资料。

(4) 压力管道的定期检验：

①外部检查：安全监察人员在压力管道运行中的年度检查，每年不少于一次。

②内外部检验：专业检验人员在压力管道停用时检验。分为：安全状况等级 1-3 级的，至少每六年一次；安全状况等级为 3-4 级的，至少每三年一次。

③型式试验：压力管道停用时所进行的超过工作压的气压试验或液压试验，其周期为每十年一次。

(5) 企业应当按照《压力管道定期检验规则—长输管道》(TSG D7003-2022)的要求，首次定期检验应当在管道投用后 3 年内完成，以后的

定期检验周期按照本规则由检验机构确定。

(6) 企业应当建立并有效实施年度检查管理制度。年度检查工作可以由企业安全管理人员组织经过专业培训的人员进行，也可以委托具有长输管道定期检验资质的检验机构进行。

(7) 企业应制定严格的压力管道巡回检查制度，明确检查人员、检查时间、检查部位、应检查的项目。

(8) 属于下列情况之一的管段，应当缩短检验周期：

- 1) 1 年内多次发生非人为因素造成的泄漏事故的；
- 2) 腐蚀情况异常的；
- 3) 具有应力腐蚀倾向或者已发生应力腐蚀的；
- 4) 承受交变载荷，可能导致疲劳失效的；
- 5) 防腐(保温)层损坏严重或者无有效阴极保护的；
- 6) 未开展年度检查或年度检查中发现除本条前几项以外的危及管道本体安全的；
- 7) 超过设计使用年限或者投用 30 年以上的；
- 8) 使用单位认为应当缩短检验周期的。

7.4.2 防火防爆安全对策措施

(1) 定期检验消防器材，确保事故时能可靠使用，以便能及时扑灭初期火灾。

(2) 确保消防通讯畅通。

(3) 建立事故应急预案，并定期演练。

(4) 加强员工消防技能培训，能扑救初期火灾、会报警、会自救、他救和组织人员疏散。

(5) 在危险区域内动火，必须按动火级别办理动火许可证。

7.4.3 检修作业

该项目中的火灾爆炸及中毒窒息是天然气管道检修作业过程中易发生

的安全事故，因此，应予以重视。

(1) 认真做好工器具准备工作

应根据检修需要准备好电气焊设备、工器具及各种劳动防护用品，在防火防爆场所，应选用防爆电器及铜质等不发火工具，穿戴防静电服，并佩戴合格的防护用品，如防毒面具或长距离供氧系统等。

(2) 做好隔离

检修前先要停止需检修管道的工作，关闭阀门等工作，将其与整个系统前后环节隔离好。最好拆除一节管路，用盲板将连接管口封死，使其完全隔离，避免其它介质进行入动火容器内。盲板必须保证足够的强度，严密不漏气、不破裂。

(3) 做好容器内残留物料的置换和清洗

检修前应用惰性气体进行吹扫置换。未经置换处理或虽处理但未取样分析的管道，均不能动火焊割。在置换后，还要仔细地清洗管道的内外。

(4) 严格进行施工前的气体取样分析和施工过程中的监测

在检修前必须用气体浓度测量仪对管道内的气体成分、有毒有害介质进行分析，确保易燃气体浓度和有毒有害介质浓度在安全范围内，符合国家标准规定，并检查各种监护措施和急救措施全部到位、工器具安全可靠后，方可动火。

(5) 现场监护

在进行检修时应指派两人以上进行现场监护，监护人应了解介质的理化性能、爆炸性、毒性、中毒症状等，应熟练掌握应急救援方法。并备好足够的消防器材和急救防护用具，如氧气呼吸器、防毒面具、安全带和救生器等。

(6) 及时清理现场

检修作业完成后应清理现场，清理所有材料、工具等，并组织检查现场，确认无遗留火种后，方可离开现场。

(7) 严格进行检修资质管理

管道应该由有经验的人员进行检修，进行动火作业的焊工必须是经考核合格持有特种作业人员作业资格证书并且有实际工作经验的焊工。应根据管道的实际使用腐蚀情况，确定检修周期，一般为 1 到 5 年 1 次。

(8) 严格办理《动火许可证》手续

管道检修作业在动火前应办理《动火许可证》，《动火许可证》必须经过安全部门等相关部门的审批。批准人在确认安全防范措施无误及落实到位后，方可签字批准动火作业。

(9) 检修作业前应要对检修人员交待作业任务，进行安全措施交底。

(10) 在检修作业之前应制定《应急处置预案》，并配备必需的应急救援设施。

(11) 配备完善的维抢修机具，确保事故状态下能及时到位，并在最短时间内完成管道的维抢修作业。

7.5 安全管理建议

(1) 建立健全安全生产责任制度，严格按照要求配备符合国家要求的专(兼)职安全管理和技术人员。新上岗人员必须进行严格的三级安全教育和专业培训，考试合格后方可上岗。其他作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得岗位操作资格证书后方能上岗。对转岗、复工人员应参照新职工的办法进行培训和考试。对职工每年至少进行两次安全技术培训和考核。

(2) 组织和引导全体职工认真开展危害识别和风险评估，识别控制危险源；编制岗位以及重要工艺设施的安全检查表，并定期进行对照检查。

(3) 制定事故应急预案并定期进行演练(综合、专项预案每年至少 1 次，现场处置每半年至少 1 次)，不断提高职工处理突发事件的能力。除专业消防队员外，还应组织义务消防队员，并定期组织消防训练使每个职工都会使用消防器材。

(4) 操作人员除在操作室、控制室通过仪表监控外，还应对现场进行

24h 巡回检查。

(5) 操作人员必须严格执行规章制度和安全操作规程，严禁违章作业。

(6) 要根据生产岗位和工作环境的不同特点，配备完善适用的防护用品，切实加强管理。

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

(8) 建议企业与国家管网西气东输中卫压气站签署安全管理协议，划分各自安全管理责任及范围。

(9) 建议企业依据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2014〕第 13 号，根据中华人民共和国主席令〔2021〕第 88 号修正）相关条款，投保安全生产责任保险，加强安全生产标准化、信息化建设，构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，健全风险防范化解机制，提高安全生产水平，确保安全生产。

8 安全验收评价结论

(1) 该项目的评价、设计、施工、监理单位均具有相应的资质，并在有效期内。该项目严格按照安全设施“三同时”的要求，聘请有资质的单位进行了安全设施设计专篇的编制，并通过审核，该项目严格按照图纸施工，确保工程质量。

(2) 该项目采用密闭输送工艺，工艺技术成熟，与国内同类项目相当。

(3) 该项目选用的工艺技术成熟、安全可靠，管道路由走向布置科学、合理，与其他建构筑物保持了符合要求的防火间距；管道设计管材选择、管径选择与下游管道保持一致，能满足管道安全运行的需要。

(4) 该项目针对安全设施设计专篇提出的对策措施，基本落实到位，运行后涉及的主要危险有害因素是：火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、车辆伤害等危险有害因素。该项目应重点防范的危险有害因素主要有：火灾、爆炸。

(5) 该项目主体公司是宁夏深中天然气开发有限公司，按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)编制了《宁夏深中天然气开发有限公司生产安全事故应急预案》，并于2024年12月31日在中卫市沙坡头区应急管理局备案，备案编号：卫沙应急(预备)64050120240421108号。

(6) 针对评价单元检查表检查出的问题，企业已全部整改到位。

综上所述：宁夏深中天然气开发有限公司中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程安全设施与主体工程做到了“同时设计、同时施工、同时投入生产和使用”的三同时要求。该项目的安全设施符合国家有关安全生产的法律法规、标准、规章、规范的要求，具备安全设施竣工验收条件。

9 与建设单位交换意见的情况结果

在本次评价过程中，我公司评价组多次与建设单位联系，从各个方面互通情况，充分商讨、研究交换意见。对评价组提出的一些建设性的意见，建设单位能足够重视，积极协调解决。

在评价报告完成后，我公司将评价报告的主要内容及对策措施和建议与企业沟通和协商，并达成了共识；在与企业积极交换意见，充分协商的情况下，完成了该项目安全验收评价报告。

附录一 有关材料

- (1) 安全评价委托书
- (2) 现场勘察人员组成表
- (3) 营业执照
- (4) 《关于拆迁中卫联络站占压在役管道的函》(国家管网集团建设项目管理分公司西四线甘宁工程项目部)
- (5) 《宁夏回族自治区企业投资项目备案证》(项目代码: 2403-640502-04-01-647149)
- (6) 《中卫市自然资源局关于中卫市常乐天然气门站配套输气高压管道改造工程项目临时用地的批复》(卫自然资函〔2024〕52号)
- (7) 岩土工程勘察报告
- (8) 《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》(卫危化项目安条审字〔2024〕8号)
- (9) 《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》(卫危化项目安设审字〔2024〕12号)
- (10) 任命通知
- (11) 主要负责人及安全管理人员安全生产知识和管理能力考核合格证、燃气管网工燃气经营企业从业人员教育培训考核合格证
- (12) 工伤保险税收完税证明及雇主责任保险保险单
- (13) 三项制度目录(安全生产责任制、安全管理制度及操作规程)
- (14) 生产经营单位生产安全事故应急预案备案登记表
- (15) 安全设施设计单位营业执照、资质证书
- (16) 施工图设计单位资质证书
- (17) 施工单位营业执照及资质证书
- (18) 监理单位营业执照及资质证书
- (19) 无损检测单位营业执照及资质证书
- (20) 无损检测报告

- (21) 气源气质分析报告
- (22) 管道产品质量证明书
- (23) 管道防腐质量证明书及热收缩套产品质量合格证
- (24) 第三方施工方案报批申请文件
- (25) 沟槽开挖记录
- (26) 管道里程、转角、测试、标志桩埋设记录
- (27) 阴极保护工程施工记录
- (28) 管沟回填验收记录
- (29) 管道安装检查记录
- (30) 隐蔽工程(封闭)记录
- (31) 钢管防腐补口工程施工记录
- (32) 防腐补口剥离强度试验记录表
- (33) 管道防腐补口、补伤记录统计表
- (34) 管道组对记录、管道焊接记录
- (35) 钢制管道表面质量检查报告
- (36) 管道吹扫、强度试验、严密性试验、清管、干燥记录
- (37) 分项工程质量验收记录
- (38) 阴极保护测试记录
- (39) 特种设备监督检验证书及长输管道施工监督检验报告
- (40) 安全设施设计总结报告
- (41) 施工总结报告
- (42) 检测总结报告
- (43) 监理工作总结报告
- (44) 试运行方案专家组意见表、试运行总结报告
- (45) 施工变更联络单
- (46) 现场勘查照片
- (47) 安全不合格项整改照片
- (48) 专家意见以及专家意见修改确认表

附录二 有关附图

(1) 地理位置图

(2) 管道平面布置图(共 3 张)