

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司
周湾净化厂天然气外输管道工程
安全预评价报告

(备案版)

建设单位：陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司

建设单位法定代表人：郭广文

建设项目单位：陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司

建设项目单位主要负责人：郭广文

建设项目单位联系人：王红武

建设项目单位联系电话：15809110587

(建设单位公章)

2024年3月8日

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司

周湾净化厂天然气外输管道工程

安全预评价报告

(备案版)

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

审核定稿人：何俊超

评价负责人：吴 爽

评价机构联系电话：0791-87379386

(安全评价机构公章)

2024年3月8日

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司
周湾净化厂天然气外输管道工程
安全预评价技术服务承诺书

一、在该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、在该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，对该项目进行安全评价，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、我单位对该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

2024年3月8日

规范安全生产中介行为的九条禁令

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

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

三、禁止中介机构出具虚假或漏项、缺项技术报告的行为;

四、禁止中介机构出租、出借资格证书、在报告上冒用他人签名的行为;

五、禁止中介机构有应到而不到现场开展技术服务的行为;

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

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

八、禁止安全生产监管部门及其工作人员干预市场定,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。

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 | 化工 | |
| 项目组 成员 | 段萌 | S011013000110193000285 | 036250 | 电气 | |
| | 朱继科 | S011041000110203001270 | 040820 | 机械自动化 | |
| | 郑强 | 0800000000101605 | 001851 | 安全 | |
| | 罗沙浪 | S011035000110193001260 | 036829 | 化工机械 | |
| 报告 编制人 | 吴爽 | S011041000110202001456 | 040505 | 化工 | |
| | 朱继科 | S011041000110203001270 | 040820 | 机械自动化 | |
| | 段萌 | S011013000110193000285 | 036250 | 电气 | |
| 报告审核 人 | 赵雪姣 | S011041000110203001200 | 040685 | 安全 | |
| 过程控制 负责人 | 檀廷斌 | 1600000000200717 | 029648 | 化工工程 | |
| 技术负责 人 | 何俊超 | S011041000110201000655 | 040821 | 化工工艺 | |

前 言

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司(以下简称“该公司”)成立于2006年1月20日,负责人:郭广文,营业场所:陕西省延安市宝塔区枣园路延长石油大厦七楼。类型:有限责任公司分公司(国有控股),统一社会信用代码:916106007836664732。经营范围:许可经营项目:管道建设;成品油、原油、天然气及石油化工产品的管道输送;原油采购。

该公司拟建设周湾净化厂天然气外输管道工程(以下简称“该项目”),并于2023年6月20日取得了吴起县行政审批服务局核发的《陕西省企业投资项目备案确认书》(项目代码:2303-610626-04-01-229216),项目名称:周湾净化厂天然气外输管道工程。建设地点:陕西省延安市吴起县周湾镇;建设性质:新建。总投资:12509.8万元。建设规模及内容:该项目属于集团内部输气管道。新建周湾首站、牧兴庄末站各一座,以及首末站之间7.05km,牧兴庄末站至燃气集团输气站围墙外2m处约1.55km,线路总长8.6km。输气管径为D610×12.5mm,管材为L415M直缝埋弧焊管,设计压力8.0MPa,输气量 $800\times 10^4\text{Nm}^3/\text{d}$ 。

该项目输气管道全程埋地敷设,线路总长8.6km,设计压力8.0MPa,设计温度: $-30^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。该项目设计处理规模为 $800\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$,依据《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第3.2.3条,该项目为五级站场。

该项目涉及的天然气(CAS号:74-82-8)被列入《危险化学品目录(2022版)》,属于危险化学品,同时天然气被列入《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《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令〔2014〕第十三号,根据中华人民共和国主席令〔2021〕第八十八号修正),《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)等有关规定的要求,建设单位应当在建设项目的可行性研究阶段,委托具备相应资质的安全评价机构对新建项目进行安全预评价。因此陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输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”)对其周湾净化厂天然气外输管道工程进行安全预评价工作。

接受委托后,我公司成立了项目组,参考《安全预评价导则》(AQ8002-2007)、《陆上油气管道建设项目安全评价导则》(AQ/T3057—2019)的有关要求,开展对该项目的安全预评价工作。本次安全预评价的范围包括:1、周湾首站的选址、总平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容;2、牧兴庄末站选址、总平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容;3、周湾首站及牧兴庄末站之间7.05km的输气管道及牧兴庄末站至下游燃气集团输气站之间1.55km的输气管道的选址、总平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容。该项目后期改建、扩建及上游周湾净化厂、下游燃气集团输气站均不在本次评价范围内。

为使分析尽可能准确地反映建设项目的实际情况,项目组成员对建设项目进行了详细的现场检查,收集了大量能说明项目实际情况的资料和可靠数据,并依据建设单位提供的相关资料,研究系统固有的危险、有害因素,预测主要事故种类;然后根据分析结果划分出安全预评价单元,进行定性、定量评价,确定各评价单元危险、有害因素和主要事故发生的原因

及危险、有害程度；最后根据安全预评价的结果，有针对性地提出消除、预防和降低危险的安全对策措施，在此基础上编制完成了《陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司周湾净化厂天然气外输管道工程安全预评价报告》。

本报告经审查批准后，将为下一阶段的安全设施设计以及应急管理部门实施监督管理提供依据。

本报告在编制过程中得到了陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司及有关人员的大力支持，在此表示衷心地感谢！

目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 1 概述 | 1 |
| 1.1 安全预评价的目的 | 1 |
| 1.2 建设项目安全预评价的对象及范围 | 1 |
| 1.3 安全预评价的依据 | 2 |
| 2 建设项目概况 | 8 |
| 2.1 基本情况 | 8 |
| 2.2 建设项目基本情况 | 9 |
| 2.3 自然及社会环境概况 | 11 |
| 2.4 线路工程 | 13 |
| 2.5 站场工程 | 24 |
| 2.6 公用工程 | 29 |
| 3 评价范围、单元划分与评价方法选择 | 37 |
| 3.1 评价范围 | 37 |
| 3.2 评价单元的划分 | 37 |
| 3.3 评价方法的选择 | 38 |
| 3.4 评价方法和评价单元的对应关系 | 42 |
| 4 危险有害因素辨识 | 43 |
| 4.1 输送介质危险有害因素分析 | 43 |
| 4.2 危险、有害因素分析 | 46 |
| 4.3 自然及社会环境危险有害因素分析 | 50 |
| 4.4 线路工程危险有害因素分析 | 53 |
| 4.5 站场工程危险有害因素分析 | 66 |
| 4.6 公用工程及辅助设施危险有害因素分析 | 71 |
| 4.7 安全管理危险有害因素分析 | 77 |
| 4.8 建设项目互相影响 | 78 |

| | | |
|------|-----------------|-----|
| 4.9 | 重大危险源辨识 | 79 |
| 4.10 | 事故案例与事故原因分析 | 84 |
| 5 | 单元安全评价 | 91 |
| 5.1 | 一般规定 | 91 |
| 5.2 | 线路工程 | 113 |
| 5.3 | 站场工程 | 118 |
| 5.4 | 公用工程及辅助设施单元安全评价 | 126 |
| 5.5 | 安全管理单元 | 131 |
| 5.6 | 定量评价 | 134 |
| 5.7 | 辨识结果汇总 | 137 |
| 6 | 安全管理 | 138 |
| 6.1 | 安全管理机构设置 | 138 |
| 6.2 | 人员编制与安全管理人員设置 | 138 |
| 6.3 | 个体安全防护用品配置 | 139 |
| 6.4 | 抢修机构设置及设备配备 | 139 |
| 6.5 | 安全投入 | 139 |
| 6.6 | 外部依托力量 | 140 |
| 7 | 结论与建议 | 141 |
| 7.1 | 结论 | 141 |
| 7.2 | 对安全设施设计的建议 | 143 |
| 7.3 | 对施工的建议 | 145 |
| 7.4 | 对生产运行的建议 | 149 |
| 8 | 与建设单位交换意见 | 152 |
| 9 | 附件资料 | 153 |
| 10 | 现场影像 | 155 |

1 概述

1.1 安全预评价的目的

安全预评价的目的是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，提高企业的本质安全程度和安全管理水平，预防、减弱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人员健康、生命安全及财产安全。本次安全预评价的主要目的为：

- (1) 辨识与分析评价对象可能存在的主要危险、有害因素。
- (2) 确定项目与安全生产法律、法规、规章、标准的符合性。
- (3) 预测项目运行过程中发生事故的可能性及其严重程度。
- (4) 提出消除、预防和降低危险、危害后果的安全对策措施建议。
- (5) 为项目安全运行提供技术性指导，为应急管理部门实施监督提供参考依据，为建设项目初步设计提供依据。

1.2 建设项目安全预评价的对象及范围

1.2.1 建设项目安全预评价的对象

根据双方签订的安全评价“技术服务合同”的约定，在与陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司共同协商后确定本次安全预评价的对象为：陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司周湾净化厂天然气外输管道工程。

1.2.2 建设项目安全预评价的范围

本次安全预评价的范围包括：1、新建周湾首站的选址、总平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容；2、牧兴庄末站总选址、平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管

理等内容；3、首末站之间 7.05km，牧兴庄末站至燃气集团输气站围墙外 2m 处约 1.55km(接口位置坐标为 X=4132542.472,Y=521047.773(2000 坐标系)，埋地管道管底标高 1488.50m, 接口管道规格: $\Phi 610 \times 16 \text{L}415 \text{M}$ 直缝埋弧焊钢管，设计压力 8.0MPa)，线路总长 8.6km 的选址、总平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容。后期改建、扩建及上游周湾净化厂、下游燃气集团输气站不在本次评价范围内。

1.3 安全预评价的依据

1.3.1 建设项目支持性文件

- (1) 营业执照(副本)
- (2) 《陕西省企业投资项目备案确认书》(项目代码：2303-610626-04-01-229216)
- (3) 吴起县自然资源局《关于周湾净化厂天然气外输管道工程项目用地审查的函》(吴自然资函〔2023〕116号)
- (4) 吴起县林业局《关于周湾净化厂天然气外输管道工程选址意见函》(吴林函〔2023〕15号)
- (5) 《周湾净化厂天然气外输管道工程可行性研究报告》，陕西博天节能环保科技有限公司，2022年11月

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〔2014〕第十三号，根据中华人民共和国主席令〔2021〕第八十八号修正)，本法自 2002 年 11 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 4 号，中华人民共和国主席令〔2008〕第 6 号修订，中华人民共和国主席令〔2019〕第 29 号修正)，本法自 2009 年 5 月 1 日起施行；

(3) 《中华人民共和国防震减灾法》(中华人民共和国主席令〔2008〕第7号), 本法自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〔2007〕第69号), 本法自2007年11月1日起施行;

(5) 《危险化学品安全管理条例》(国务院令〔2011〕第591号, 国务院令〔2013〕第645号第二次修订), 本条例自2011年12月1日起施行;

(6) 《特种设备安全监察条例》(国务院令〔2009〕第549号), 本条例自2003年6月1日起施行;

(7) 《工伤保险条例》(国务院令〔2010〕第586号), 本实施办法自2004年6月1日起施行;

(8) 《安全生产许可证条例》(国务院令〔2004〕第397号, 国务院令〔2014〕第653号修改), 本条例自2021年8月5日起施行;

(9) 《生产安全事故报告和调查处理条例》(国务院令〔2007〕第493号), 本条例自2007年6月1日起施行;

(10) 《生产安全事故应急条例》(国务院令〔2019〕第708号), 本条例自2019年4月1日起施行;

(11) 《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》(国发〔2010〕23号), 本通知自2010年7月23日起实施;

(12) 《陕西省安全生产条例》(陕西省人民代表大会常务委员会公告〔10届〕第42号, 根据陕西省人民代表大会常务委员会公告〔12届〕第51号、〔13届〕第36号、〔14届〕第51号修正);

(13) 《陕西省消防条例》(陕西省人民代表大会常务委员会公告〔13届〕第64号);

(14) 《陕西省特种设备安全监察条例》(陕西省第十一届人民代表大会

常务委员会第八次会议通过，陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第十四次会议修正)，本条例自 2009 年 10 月 1 日起施行；

(15)《危险化学品单位应急救援物资配备要求》(GB 30077-2013)，本要求自 2014 年 11 月 1 日起实施。

1.3.3 部门规章及有关文件

(1)《危险化学品目录(2022 版)》(原国家安全生产监督管理总局等十部委联合公告 2015 年第 5 号，根据应急管理部等十部委公告 2022 年第 8 号调整)，2022 年 5 月 11 日发布；

(2)《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》(安监总危化〔2007〕255号)，2008年1月1日试行；

(3)《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(原国家安监总局令 40 号，根据 2015 年 5 月 27 日原国家安全监管总局令 79 号修正)，本规定自 2011 年 12 月 1 日起施行；

(4)《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》(安监总管三〔2011〕95 号)，本通知自 2011 年 6 月 21 日起实施；

(5)《国家安全监管总局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》(安监总管三〔2011〕142 号)，2011 年 7 月 1 日发布；

(6)《生产安全事故应急预案管理办法》(原国家安监总局令〔2016〕第 88 号公布，应急管理部令〔2019〕第 2 号修正)，本办法自 2009 年 5 月 1 日起实施；

(7)《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安监总局令〔2010〕第 30 号，国家安监总局令〔2013〕第 63 号第一次修正，国家安监总局令〔2015〕第 80 号第二次修正)，本规定自 2010 年 7 月 1 日起施行；

(8)《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》(国家安监总局令〔2007〕

第 16 号), 本规定自 2008 年 2 月 1 日起施行;

(9)《危险化学品企业事故隐患排查治理实施导则》(安监总管三〔2012〕103 号), 2012 年 8 月 7 日发布;

(10)《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〕第 76 号), 2013 年 6 月 20 日发布;

(11)《产业结构调整指导目录》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令〔2021〕第 49 号), 自 2011 年 6 月 1 日起施行。

1.3.4 标准、规范

- (1)《安全评价通则》(AQ8001-2007)
- (2)《安全预评价导则》(AQ8002-2007)
- (3)《陆上油气管道建设项目安全评价导则》(AQ-T3057-2019)
- (4)《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)
- (5)《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)
- (6)《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)
- (7)《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-92)
- (8)《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2007)
- (9)《石油天然气工业管线输送系统用钢管》(GB/T9711-2011)
- (10)《油气输送管道线路工程抗震设计规范》(GB/T50470-2017)
- (11)《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》(GB/T50892-2013)
- (12)《钢制管道内腐蚀控制规范》(GB/T23258-2020)
- (13)《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)(2018 版)
- (14)《建筑防火通用规范》(GB55037-2022)
- (15)《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)
- (16)《消防设施通用规范》(GB55036-2022)

- (17) 《危险货物物品名表》(GB12268-2012)
- (18) 《化学品分类和危险性公示 通则》(GB13690-2009)
- (19) 《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)
- (20) 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)
- (21) 《化工企业总图运输设计规范》(GB50489-2009)
- (22) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008)
- (23) 《生产设备安全卫生设计总则》(GB5803-1999)
- (24) 《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)
- (25) 《用电安全导则》(GB/T13869-2017)
- (26) 《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)
- (27) 《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013)
- (28) 《防止静电事故通用导则》(GB12158-2006)
- (29) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)
- (30) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- (31) 《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)
- (32) 《压力管道安全技术监察规程——工业管道》(TSG D0001-2009)
- (33) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)
- (34) 《安全色》(GB2893-2008)
- (35) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)
- (36) 《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)
- (37) 《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019)
- (38) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)
- (39) 《室外排水设计规范》(GB50014-2021)
- (40) 《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)
- (41) 《低压配电设计规范》(GB50054-2011)
- (42) 《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2014)

- (43) 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》(GB36894-2018)
- (44) 《石油化工静电接地设计规范》(SH/T 3097-2017)
- (45) 《石油化工装置防雷设计规范(2022年版)》(GB50650-2011)

2 建设项目概况

2.1 基本情况

2.1.1 建设单位基本情况

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司成立于2006年01月20日,注册地位于陕西延安市宝塔区枣园路延长石油大厦七楼,法定代表人为郭广文。经营范围包括许可经营项目:管道建设;成品油、原油、天然气及石油化工产品的管道输送;原油采购。

2.1.2 《可行性研究报告》编制单位基本情况

中国石油管道局工程有限公司成立于2000年02月17日,注册地位于廊坊市广阳区广阳道87号,法定代表人为孙全军。经营范围为:境内外各类介质油气储运工程,油气地面建设、化工石化、海洋石油、市政公用、工业与民用建筑、城市燃气、穿跨越、通讯电力、自动化、消防、防腐保温、土石方、水利、新能源工程及其分部分项工程的咨询、规划、勘察、测绘、设计、采购、施工、检测、项目管理;工程总承包、运行管理、维抢修、建设监理、设备监造、工程及物资招标;储罐机械清洗服务、带压开孔封堵、油气储运设施运行、维护;输油气管线投产、运行;石油石化设备、工程机械、轻型结构、钢结构、非标设备、压力容器、压力管道的设计、制造、销售与安装,锅炉安装工程施工。自营和代理各类商品和技术的进出口。高新技术产品研制、开发、销售;计算机系统集成及软硬件开发、咨询、推广、装让与服务;环境各类工程的技术咨询、技术服务、劳务输出;设备及场地租赁;普通货运,仓储;对外派遣实施上述境外工程所需劳务(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)

2.1.3 《安全预评价报告》编制单位基本情况

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心成立于2002年6月,是全国

第一批取得甲级资质的安全评价机构之一，注册地位于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。业务范围为：金属、非金属矿及其他矿采选业；陆上油气管道运输业；石油加工业，化学原料、化学品及医药制造业；烟花爆竹制造业；金属冶炼。

2.2 建设项目基本情况

2.2.1 项目基本情况

项目名称：周湾净化厂天然气外输管道工程

项目代码：2303-610626-04-01-229216

项目建设单位：陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司

生产管理单位：陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司

建设地址：陕西省延安市吴起县周湾镇。

建设性质：新建

建设规模及内容：该项目属于集团内部输气管道。新建周湾首站、牧兴庄末站各一座，以及首末站之间 7.05km，牧兴庄末站至燃气集团输气站围墙外 2m 处约 1.55km，线路总长 8.6km。输气管径为 D610×12.5mm，管材为 L415M 直缝埋弧焊管，设计压力 8.0MPa，输气量 $800 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。

该项目输气管道全程埋地敷设，线路总长 8.6km，设计压力 8.0MPa，设计温度： $-30^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 。该项目设计处理规模为 $800 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，依据《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 3.2.3 条，该项目为五级站场。

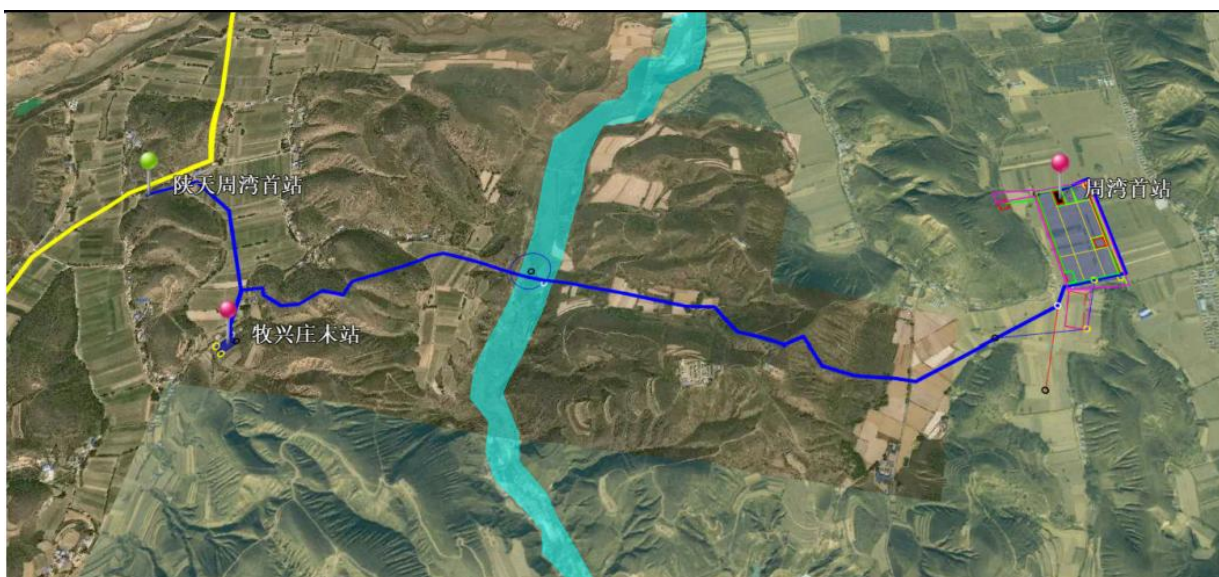


图 2.2.1-1 管线走向图

3、行政区划分

该项目天然气长输管线途径沿线的行政区域划分情况详见表 2-1 所示：

表 2.2.1-1 长输管线途径沿线的行政区域划分情况表

| 序号 | 省(自治区、直辖市) | 地级市 | 县/区 | 长度(km) | 备注 |
|----|------------|-----|-----|--------|----|
| 1 | 陕西省 | 延安市 | 吴起县 | 8.6 | |
| | | | 合计 | 8.6 | |

该项目新建的站场情况详见表 2.2.1-2 所示：

表 2.2.1-2 站场设置统计表

| 序号 | 站场/阀室名称 | 站场等级 | 位置 | 里程 km | 间距 km | 高程 m | 功能 | 输气管道地区等级 |
|----|---------|------|--|----------|----------|---------|----------|----------|
| 1 | 周湾首站 | 五级 | 北纬 37° 19' 43" 东经 108° 17' 46" 海拔 1460 米 | 0 | 7.05 | 1460 | 输气、计量 | 二级 |
| 2 | 牧兴庄末站 | 五级 | 北纬 37° 19' 10" 东经 108° 14' 43" 海拔 1480 米 | 7.05 | 7.05 | 1480 | 输气、计量、调压 | 二级 |

2.2.2 输送介质情况

该项目涉及的天然气气源来自周湾净化厂，该天然气属于《天然气》(GB 17820-2018)中一类气的规定。天然气组分一览表见下表：

表 2.2.2-1 天然气组分一览表

| 组 分 | C1 | C2 | C3 | CO ₂ | N ₂ | H ₂ S |
|---------|-------|------|------|-----------------|----------------|------------------|
| 周湾净化厂气源 | 95.38 | 1.03 | 0.11 | 2.68 | 0.79 | / |

2.2.3 输送工艺和设计参数情况

1、采用不加压密闭输送工艺流程。首末站场阀门由管道运输公司调控中心进行监控，各站进、出站阀门、电动放空阀、电动调节阀等重要阀门状态及计量参数均上传至管道运输公司调控中心。

2、线路总长 8.6 km，输气管径为 D610×12.5 mm，管材为 L415M 直缝埋弧焊管，输气量 $800 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。设计压力为：8.0Mpa，设计温度：-30/60℃。一般线路设计系数取 0.6，红柳河支流穿越段设计系数取 0.5。

2.3 自然及社会环境概况

2.3.1 自然环境

1、气象条件

该项目建设区域位于陕西省延安市吴起县，境属半干旱温带大陆性季风气候，气象资料见下表。

表 2.3.1-1 吴起县气象条件统计表

| 序号 | 地名 | 气温 ℃ | | | 年降水量 mm | | 风速 m/s | | | 年平均相对湿度% | 日照时数 h | 多年平均蒸发量 mm | 季节性冻土最大冻深 cm | 年雷暴日 d |
|----|-----|---------|------|-------|------------|-------|-----------|----|------|----------|-----------|---------------|-----------------|-----------|
| | | 多年平均 | 极端最高 | 极端最低 | 多年平均 | 最多 | 多年平均 | 最大 | 主导风向 | | | | | |
| 1 | 吴起县 | 8 | 38.3 | -26.7 | 442.6 | 113.4 | 1.4 | 17 | NNW | 60 | 2240.9 | 1576.7 | 99 | 28.6 |

2、水文条件

县域内河流均属黄河水系，干流深切，支流密布。流域面积 1km^2 以上的河流、沟溪有 636 条，其中流域面积 $1\sim 10\text{km}^2$ 的河流、沟溪有 516 条， $10\sim 50\text{km}^2$ 的有 93 条， $50\sim 100\text{km}^2$ 的有 33 条， 100km^2 以上的 10 条，总长 3255.96km，河网密度 $0.86\text{km}/\text{km}^2$ 。根据水文资料，吴起县多年地表径流量为 $1.3576\times 10^8\text{m}^3$ ，地下水多年平均天然补给量为 $0.5438\times 10^8\text{m}^3$ ，水资源总量 $1.9014\times 10^8\text{m}^3$ 。以白于山为界可分为两大流域，白于山以北属无定河流域，白于山以南属洛河流域。

3、地形、地貌

周湾镇地处丘陵沟壑区，白玉山系横亘全镇南部，山系以北地势南高北低，水系顺石拐子沟通往无定河。山系以南地势北高南低，向洛河川倾斜。最高山岭海拔 1792 米，最低河谷地带 1463 米。土地瘠薄，植被差，又受北部毛乌素沙漠气候的影响，风多雨缺，气候干燥，冬夏温差大，无霜期 160 天左右。土壤为沙壤土质。

2.3.2 社会环境

1、人文环境

周湾镇位于吴起县东北部，东靠本县长城乡，西连定边县胡尖山乡，北邻定边县黑滩乡，南毗五谷城乡。东西宽 10 公里，南北长 30 公里，总面积 238.3 平方公里。辖行政村 15 个，村民小组 89 个，自然村 151 个，总人口 2169 户，9672 人，镇内人口 713 人，其中非农业人口 149 人，人口密度为 36 人 / 平方公里。

2、交通运输

该项目道路依托条件良好，因此不考虑新建伴行道路，仅在部分路况条件较差的地段，进行整修，使道路条件满足管道建设及运行管理的需要。

施工中，车辆运输主要依托已建道路和施工作业带。局部地段线路，可隔一段距离修筑一定长度的施工便道。施工便道路面宽度为 4m。其做法

为推土机铲平，并回填素土压实(密实度达到 90%以上)，在某些地段也可加用砂石垫层加固。施工便道跨越沟渠处预埋直径 1m 的钢筋砼圆涵管。施工便道应进行临时征地，施工完毕后，应根据需要，恢复原来的地形、地貌。

通过对项目所在区域的整体分析，根据沿线的地形、地貌、地质、水文、地震等自然条件和交通、电力等社会依托条件，结合沿线的村镇规划，并参考以往类似工程伴行道路的建设经验，该项目施工便道设计主要是对沿线局部路面破坏严重或路宽不足 4.0m 的进行整修扩宽以满足设备进场而临时修建道路。

管线位于周湾新规划工业园区，远离人员居住密集的城镇，管道沿线用水主要为水压试验，拟采用车拉水；周湾首站及牧兴庄末站用电采用临时站场用电；管道焊接用电采用发电机供电；管道沿线可依托道路有郝羊路、八胡路等道路，交通依托条件较好，不需修建伴行道路。为便于施工机械进场，局部地段新修施工便道。

3、通信

该项目现在选择通讯方案：租用公网电路 2 条为主备用通信方式，传输质量相对较好，对环境要求较低，满足数据传输安全性。吴起县周湾镇现有联通、移动及电信通信设备实施，可满足接入站场内的需求。

4、治安条件

项目所在地设有吴起派出所，吴起县设有公安局，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

该项目线路总长 8.6 km，输气管径为 $D610 \times 12.5$ mm，管材为 L415M 直缝埋弧焊管，输气量 $800 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。设计压力为：8.0Mpa，设计温度：-

30/60℃。

气源来自周湾净化厂，自周湾首站围墙外 2m 接口接出(接口位置坐标为 X=4132542.472, Y=521047.773(2000 坐标系)，埋地管道管底标高 1488.50m, 接口管道规格: $\Phi 610 \times 16 \text{L}415 \text{M}$ 直缝埋弧焊钢管，设计压力 8.0MPa)，出周湾首站后向东敷设，随后往南敷设，接着往西敷约 1.9km，经前小口子、小口则村后折向西南敷设，穿越红柳河支流后沿八胡路敷设 500m，穿越八胡路后向西敷设 1km 至新建牧兴庄末站接口，由末站接口再输至下游陕天周湾首站至靖西三线接口。

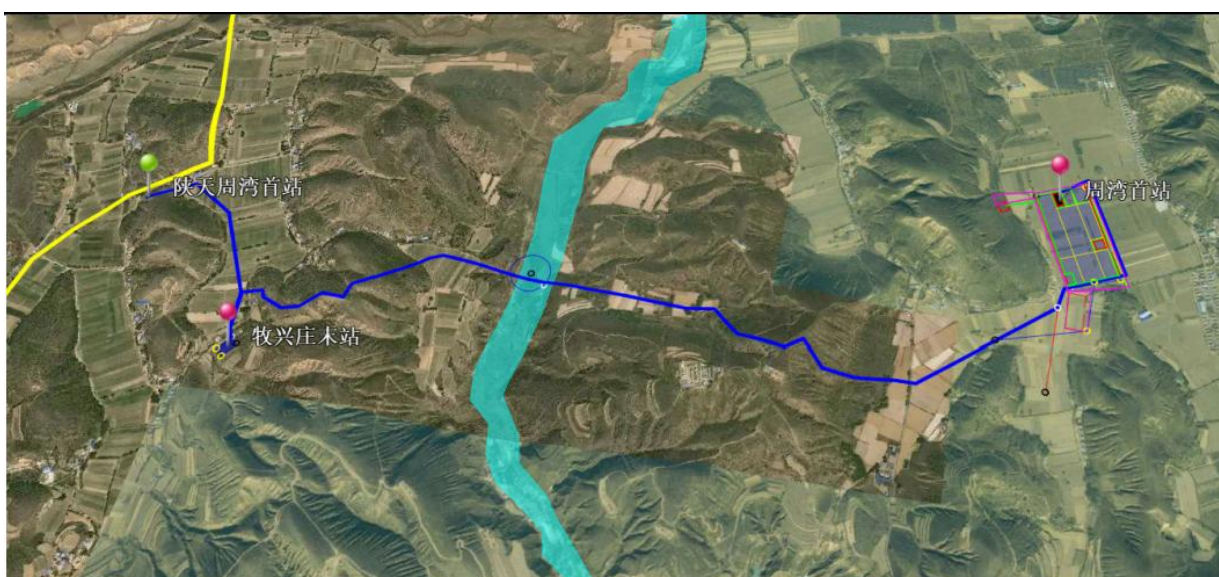


图 2.4.1-1 管线走向图

其中定向钻穿越红柳河支流 1500m，穿越道路 9 次，穿越八胡路 4 次，水泥路 1 次，土路 4 次。穿越道路采用顶钢筋混凝土套管 5 次，开挖加盖板 5 次。沿线现状地区等级为二级，一般线路段用管规格为 $D610 \times 12.5 \text{L}415 \text{M}$ 直缝埋弧焊钢管，定向钻穿越段及热煨弯管用管规格为 $D610 \times 14.2$ 。

2.4.2 管道敷设

该项目管道管径 D610mm，设计压力 8MPa。管道沿线地貌位平原丘陵，局部并行道路敷设，沿线地理环境、气候特征差异不大。全线大部分地段采用沟埋敷设为主，局部特殊穿越地段采用顶管等非开挖方式敷设，管顶埋深不小于 1.5m。在耕植区开挖管沟时，应严格将表层耕作土和底层生土分层堆放。道路穿越优先采用顶管穿越。

1、管沟沟底宽度

根据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)，结合该项目实际，当管沟深度小于 5m 时，管沟底部宽度为： $B=D+b$

式中：B-沟底宽度(m)；

D-钢管的结构外径(m)；

b-沟底加宽余量(m)

沟底加宽余量见表 2.4.2-1。

表 2.4.2-1 沟底加宽余量表

| 条件因素 | 沟上焊接 | | | | 沟下手工电弧焊接 | | | 沟下半自动焊接处管沟 | 沟下焊接弯管及碰口处管沟 | |
|------|----------|------|--------|-------------|----------|------|--------|------------|--------------|-----|
| | 土质管沟 | | 岩石爆破管沟 | 热煨弯管、冷弯管处管沟 | 土质管沟 | | 岩石爆破管沟 | | | |
| | 沟中有水 | 沟中无水 | | | 沟中有水 | 沟中无水 | | | | |
| b | 沟深 3m 以内 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 1.5 | 1.0 | 0.8 | 0.9 | 1.6 | 2.0 |
| 值 | 沟深 3~5m | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 1.6 | 2.0 |

注 1：当采用机械开挖管沟时，计算的沟底宽度小于挖斗宽度，则沟底宽度按挖斗宽度计算。

注 2：沟下焊接弯头、弯管、连头以及半自动焊焊接处的管沟加宽范围为工作点两侧各 1m。

当管沟沟深超过 5m 时，应根据土壤类别及物理力学性质确定底宽，并

将边坡适当放缓或加筑平台。

2、管沟坡度

根据区域砂土地层情况，该项目管沟边坡比不应陡于 1：1。

在水文地质条件不良的地段，管沟边坡应试挖确定；机械开挖时，管沟边坡土壤结构不得被搅动或破坏。管沟允许边坡坡度应根据试挖或土壤的内摩擦角、粘聚力、湿度和密度等物理力学特性确定，一般可按表 2-8 取值。

表 2.4.2-2 沟深小于 5m 的管沟边坡最陡坡度表

| 土壤类别 | 边坡坡度(高：宽) | | |
|------------------|-----------|--------|--------|
| | 坡顶无载荷 | 坡顶有静载荷 | 坡顶有动载荷 |
| 中密的沙土 | 1：1.00 | 1：1.25 | 1：1.50 |
| 中密的碎石类土(充填物为沙土) | 1：0.75 | 1：1.00 | 1：1.25 |
| 硬塑的粉土 | 1：0.67 | 1：0.75 | 1：1.00 |
| 中密的碎石类土(充填物为粘性土) | 1：0.5 | 1：0.67 | 1：0.75 |
| 硬塑的粉质粘土、粘土 | 1：0.33 | 1：0.50 | 1：0.67 |
| 老黄土 | 1：0.10 | 1：0.25 | 1：0.33 |
| 软土(经井点降水) | 1：1.00 | — | — |
| 硬质岩 | 1：0 | 1：0 | 1：0 |

3、作业带宽度

按照上述管沟成型规定，考虑该段线路地貌特点，结合管径实际情况，一般段管道作业带宽度宜取 16m，局部通过林地等地段尽量缩小占地管道作业带宽宜取 12m。

2.4.5 特殊地段管道敷设

1、山区顺坡敷设段

该项目顺坡敷设段采用三七灰土截水墙、浆砌石截水墙等，截水墙采用不定距(间距根据坡度大小进行确定)设置，截水墙尺寸根据现场情况进行选取。

2、穿越林区段

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。

3、与其他埋地管道、光(电)缆并行交叉敷设段

由于其他埋地管道和光(电)缆等埋设深度较浅，而该项目管道和施工机具重量大，在施工过程中，很可能会对其他管道和光(电)缆造成破坏。

为保证安全，必须采取必要的防护措施，以便于大型机械通过，保证不影响到已建管道及其他设施的安全和正常运营，具体敷设要求如下：

1)材料、设备进场的施工便道与其他埋地管道及光(电)缆交叉处应铺设厚钢板或设置钢制管桥以便于大型机械通过；

2)该项目管道与其他埋地管道或金属构筑物交叉时，其垂直净距不应小于 0.3m；与电力、通信电缆交叉时，其净距不应小于 0.5m；

3)施工单位施工前应获得相关管理单位的许可，签署安全生产管理协议，并应定期向其管理单位汇报施工的进展情况。

2.4.6 人员密集场所高后果区

1、人员密集场所高后果区

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.2.2 条,该项目拟设线路沿线只涉及二级地区,根据《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)第 6.1.2.1 条的表 2 可知,该项目新建的外输管线涉及 2 个高后果区,见表 2.4.6-1 高后果区明细:

表 2.4.6-1 高后果区明细

| 序号 | 市(设区)、县、乡、村 | 长度km | 级别 | 输气管道地区等级 | 距上下游站场/阀室距离(km) | 识别描述 |
|----|---------------|------|----|----------|-----------------|---|
| 1 | 延安市吴起县周湾镇小口则村 | 0.3 | II | 二级 | 7.05 | 1)管道经过二级地区,潜在影响范围内有II类特定场所; 2)周湾首站出站后管线西侧山体坡角处有散居住户及周湾净化厂。 |
| 2 | 延安市吴起县周湾镇小口则村 | 0.2 | I | 二级 | 1.55 | 1)管道经过周湾净化厂生活保障点围墙外。 |

在两个相邻里程桩之间,按一定距离埋设的用于确认管线走向的地面标记,同时用于管道埋深较浅的沟渠、重载车辆通过未做管道保护涵的道路以及管道经过人口稠密区、高后果区等特殊地段的地面警示标志。警示桩每 100m 设置 1 个警示桩,并设置在管道中心线上,特殊地点可根据实际情况设置。

2、与港口、飞机场、军事区、炸药库等设施的相互影响情况

该项目新建的外输管线沿线 200m 范围内无港口、飞机场、军事区、炸药库等设施,与上述设施之间不存在相互影响。

3、地质灾害及地震对管线的影响

该项目在大地构造上属于鄂尔多斯台向斜陕北台凹的一部分,鄂尔多斯台向斜的构造运动以升降运动为主,振荡幅度小,构造简单,无大型急剧褶皱和断层,长期以来属于一个相对稳定的地块。区内地质构造简单,沉积稳定,厚度大,且绝大多数断裂带的幅度与周边断裂带相比较小,因

此，除发生一些小型地震外，据历史记载几乎没有较大地震发生。管道沿线未经过滑坡、崩塌、冲沟、泥石流及地裂缝等不良地质。

根据《建筑抗震设计规范(2016版)》(GB50011-2010)，陕西省延安市吴起县的地震设防烈度为6度；设计基本地震加速度值为0.05g；设计地震分组为第三组。

2.4.7 山岭隧道

该项目新建的外输管线未穿越山岭隧道。

2.4.8 采矿区

该项目新建的外输管线未穿越采矿区。

2.4.9 河流大、中型穿(跨)越

该项目穿越水域1处，拟采用定向钻穿越工程，详见表2.4.9-1

表 2.4.9-1 该项目定向穿越水域

| 序号 | 名称 | 市(设区)、县 | 方式 | 长度m | 管径×壁厚 mm×mm | 穿跨越工程等级 |
|----|-------|---------|-------|------|----------------|---------|
| 1 | 红柳河支流 | 延安市吴起县 | 定向钻穿越 | 1500 | D610×14.2 | 中型 |

2.4.10 与架空电力线路并行交叉

该项目线路未与35kV及以上架空电力线路并行、交叉。

2.4.11 与铁路并行交叉

该项目线路未与铁路并行、交叉。

2.4.12 与公路并行交叉

该项目与公路交叉情况见表2.2.12-1

表 2.4.12-1 该项目与公路交叉情况

| 序号 | 名称 | 市(设区)、县 | 长度m | 交叉角度(°) | 方式 |
|----|-----|---------|-----|---------|-------|
| 1 | 八胡路 | 延安市吴起县 | 10 | 90 | 顶管+套管 |

| | | | | | |
|---|--------|--------|----|----|-------|
| 2 | 水泥路 | 延安市吴起县 | 10 | 90 | 顶管+套管 |
| 3 | 村道(土路) | 延安市吴起县 | 30 | 90 | 大开挖 |

该项目穿越八胡路及水泥路拟采用顶管+套管的方式,保护套管顶面或输送管道顶距路面的间距不小于 1.2m,距路面边沟底面不小于 1.0m。套管端部伸出路基坡脚外不小于 2m;当有路边沟时,套管端部伸出边沟外侧顶部不小于 2m。套管与并行管道套管净间距 $\geq 10\text{m}$,空间受限时,净间距 $> 5\text{m}$ 。穿越村道拟采用大开挖的方式。

一般情况下人工掘进一次性可开挖 30-50cm,严禁超挖,禁止开挖土洞长时间滞空,随挖随顶,降低坍塌风险。掘进工作面的顶部允许超挖 1.5cm,方便管道顶进,但在掘进工作面下方的 135° 范围内严禁超挖,保证管道外壁和土洞之间紧密贴紧。

顶管开始前,检查液压油泵及千斤顶的运行情况,确保力度保持垂直,缓慢匀速顶进。每顶进 50cm,检查顶进路线和标高、观测上部沉降情况,根据观测动态调整保护措施。

按照《输油气管道穿越工程设计规范》(GB 50423-2013)要求:当套管或者涵洞内空间充填细土将穿越管段埋入时,可不设检漏管及两端的封堵。

2.4.13 与其他管道并行交叉

表 2.4.13-1 与其他管道并行交叉明细表

| 序号 | 已有管道名称 | 市(设区)、县 | 交叉垂直间距m |
|----|-----------------------|---------|---------|
| 1 | 长庆油田第六采气厂安定作业区天然气管线 | 延安市吴起县 | 0.3 |
| 2 | 第六采气厂安定作业区生产保障大队自用气管线 | 延安市吴起县 | 0.3 |

该项目与管道交叉时,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等。

2.4.14 标识与伴行路

该项目拟按照《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017)

的要求在长输管线沿线设置标志桩、警示带、警示牌等。

1、管道标志桩

拟在沿线设置以下标志桩：

里程桩/测试桩：每公里拟设置 1 个，特殊情况下拟隔桩设置，里程桩与阴极保护测试桩拟合二为一。

转角桩：埋地管道干线在水平方向一次转角大于 5° 时，拟设置转角桩。

穿跨越桩：当管道穿越河流、三级以上公路、水渠时，拟在两侧设置穿跨越桩，穿跨越桩拟标明管道名称、公路或河流的名称、线路里程、穿跨越长度；有套管的拟注明套管长度、规格和材质等。

交叉桩：凡是与地下管道、电(光)缆交叉的位置，拟设置交叉桩。交叉桩上拟注明线路里程、交叉物名称、与交叉物的关系等。

设施桩：管道沿线设有固定墩、牺牲性阳极、杂散电流排流设施、辅助性阳极床及其地下附属设施处，拟设置相应设施桩。

2、警示带

该项目长输管线全线除加套管穿越公路、穿越河流外，均拟设置警示带，拟设的警示带宽 600mm，拟设置在距管顶以上 500mm 处。

3、警示牌

对人群密集、活动频繁或易于遭到车辆碰撞和人畜破坏的局部管段，拟设置警示牌，并拟采取保护措施。

2.4.15 阀室

结合《输气管道工程设计规范》阶段阀室设置原则和该项目实际情况，该项目不设置阀室。

2.4.16 主要工程量

该项目的的主要工程量见表 2-4.16-1：

表 2.4.16-1 主要工程量一览

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 工程量 | 备注 |
|-----|--------------------------------|----------------|---------|---------------|
| 一 | 线路长度 | km | | |
| 1 | 一般线路段长度 | km | 7.1 | 不含定向钻 |
| 2 | 定向钻穿越段 | km | 1.5 | 详细工程量见表2.12-2 |
| 二 | 地貌划分 | | | |
| 1 | 平地 | km | 3.4 | |
| 2 | 山地 | km | 3.7 | |
| 三 | 管道组对焊接 | | | |
| 1 | 一般线路段 | | | |
| 1.1 | D610×12.5mm L415M PSL2 直缝埋弧焊钢管 | km | 6.58 | 不含弯管 |
| 四 | 热煨弯管 | | | |
| 1 | D610×14.2mm L415M PSL2 直缝埋弧焊钢管 | m / 个 | 138/35 | |
| 五 | 冷弯弯管 | | | |
| 1 | D610×12.5mm L415M PSL2 直缝埋弧焊钢管 | m / 个 | 380/38 | |
| 六 | 穿越工程 | | | |
| 1 | 公路穿越 | | | |
| 1.1 | 顶钢筋混凝土套管穿水泥路 | m / 处 | 50/5 | |
| | 钢筋混凝土套管DRCF III 1200×2000 | 块 | 25 | GB/T 11836 |
| | 待建净化厂进站路预留套管DRCF III 1200×2000 | m / 处 | 1 | GB/T 11836 |
| | 绝缘支撑DN600 | 个 | 36 | |
| 1.2 | 开挖加盖板穿土路 | m / 处 | 32/4 | |
| 2.1 | 地下管线穿越 | 处 | 15 | |
| 2.2 | 地下光(电)缆穿越 | 处 | 5 | |
| 七 | 土石方量 | | | |
| 1 | 管沟土石方量 | | | 土:石=9:1 |
| 1.1 | 土方 | m ³ | 26613.9 | |
| 1.2 | 石方 | m ³ | 2957.1 | |
| 2 | 回填细土 | m ³ | 290 | |
| 3 | 扫线土方 | m ³ | 29820 | 清表0.3cm |
| 八 | 道路工程 | | | |
| 1 | 施工便道 | km | 2.0 | 4m宽 |
| 九 | 线路附属工程 | | | |
| 1 | 三桩 | 个 | 55 | |
| 2 | 高杆警示牌 | 个 | 18 | |
| 3 | 警示带 | km | 7.1 | 900mm宽 |
| 十 | 水工保护工程 | | | |
| 1 | 混凝土 | m ³ | 203.5 | |
| 2 | 浆砌石 | m ³ | 2442 | |
| 3 | 生态袋 | m ³ | 1424.5 | |
| 4 | 3:7灰土 | m ³ | 850 | |
| 十一 | 占地 | | | |
| 1 | 施工作业带临时占地 | m ² | 99400 | 作业带14m |
| | 平地 | m ² | 47600 | |
| | 山地 | m ² | 51800 | |
| 2 | 堆管场临时占地 | m ² | 4800 | 旱地 |
| 3 | 整修施工便道临时占地 | m ² | 8000 | 林地 |
| 4 | 永久征地 | m ² | 73 | 三桩一牌 |
| 十二 | 作业带经济作物赔偿 | | | 作业带14m |
| 1 | 旱地 | m ² | 52400 | |

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 工程量 | 备注 |
|----|-------------|----------------|-------|--------|
| 2 | 林地 | m ² | 59800 | |
| 十三 | 拆迁 | | | |
| 1 | 电线杆 | 个 | 2 | |
| 十四 | 无损检测 | | | |
| 1 | X射线探伤 | □ | 647 | |
| 2 | 超声波探伤 | □ | 647 | |
| 十五 | 清管、试压、扫线、干燥 | | | |
| 1 | 一般线路段试压 | km | 7.1 | |
| 2 | 通球、扫线、干燥 | km | 7.1 | |
| 3 | 内检测 | km | 7.1 | 智能变形测径 |
| 4 | 氮气置换 | km | 7.1 | |

表 2.4.16-2 穿越工程量

| 序号 | 工程量名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|---|----------------|------|------------|
| 一 | 穿越水平长度 | m | 1500 | 开料长1650m |
| 二 | 管道安装 | | | |
| 1 | D610×14.2mmL415M 直缝埋弧焊钢管材料及组焊检验 | m | 1650 | |
| 2 | 其中:冷弯弯管(R=40D):D610×14.2mm L415M 直缝埋弧焊钢管制作及安装 | 个 | 2 | |
| 三 | 焊口检验 | | | |
| 1 | X射线探伤 | □ | 142 | |
| 2 | 超声波探伤 | □ | 142 | |
| 四 | 清管、试压、测径 | m | 1650 | 1次强度、2次严密性 |
| 五 | 征地 | | | |
| 1 | 出入土端临时征地及地貌恢复 | m ² | 5200 | 耕地 |
| 2. | 施工便道 | m ² | 800 | 钻机进场路 |
| 3. | 永久用地 | m ² | 4. | |
| 4 | 回拖场地占用道路及恢复量 | m/处 | 10/1 | 混凝土 |
| 七 | 出入土端场地处理 | | | |
| 1 | 出入土场地硬化处理 | m ³ | 1040 | 碎石填垫 |
| 2. | 出入土端场地平整 | m ³ | 260 | |
| 八 | 两侧开挖敷设管道土方及回填分别量 | m ³ | 500 | |
| 九 | 警示标志 | | | |
| 1 | 警示牌 | 个 | 2 | |
| 2 | 警示带 | m | 40.0 | |
| 3. | 标志桩 | 个 | 2 | |
| 十 | 施工便道 | | | |
| 1 | 整修 | m | 100 | 钻机进场路 |
| 2 | 新修 | m | 100 | |

| | | | | |
|----|---------------------|---|------|--|
| 十一 | 光缆定向钻穿越 | | | |
| 1 | φ 114×6.5 无缝钢管材料及组焊 | m | 1650 | |
| 2 | φ 114 无缝钢管刷环氧防腐漆 | m | 1650 | |
| 3 | 焊接检验(100%超声波)焊口数 | 个 | 140 | |

2.5 站场工程

2.5.1 站场区域布置

1、周湾首站

(1)小周边

净化厂内，周湾首站东侧围墙外为周湾净化厂回注井；南边围墙外为周湾净化厂的压缩机厂房；西边围墙外为周湾净化厂的预留空地；北边围墙外为周湾净化厂围墙。

依据《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 3.2.3 条，该站场属五级站场，场地地貌单元属黄土涧地，土地类型为旱地。拟建场地所在位置未见洪水淹没痕迹，场区周边排水设施通畅，场区不存在地表汇水和被洪水淹没的可能性。地下水位埋深 9.0m，场地环境类型为 III 类，场地土对混凝土结构具有微腐蚀性、对混凝土结构中钢筋具有微腐蚀性，对钢结构(如管道)具有弱腐蚀性。工程建设适宜性为较适宜。该项目与场内建(构)筑物防火间距详见下表 2.5.1-1：

表 2.5.1-1 该项目与场内建(构)筑物防火间距一览表

| 站内建(构)筑物 | 方位 | 站外建(构)筑物 | 规范间距(m) | 拟设间距(m) | 符合性 | 依据规范 |
|----------|----|------------|---------|---------|-----|--|
| 站场装置(甲类) | 东 | 周湾净化厂回注井 | 15 | 30.53 | 符合 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.2.3 条 |
| | 南 | 周湾净化厂压缩机厂房 | 15 | 15.54 | 符合 | |

(2)大周边

周湾首站位于净化厂内，其经纬度为：北纬 37° 19' 43" 东经 108° 17' 46" 海拔 1460 米，位于吴起县周湾镇小口则村，净化厂东侧围墙外为

空地；净化厂南边围墙外为八胡路，围墙外 15m 处为架空电力线路 2 条(其中一条有绝缘层，另一条无绝缘层)、22.5m 处为架空通讯线路一条；净化厂西侧围墙外有民房；净化厂北边围墙外为农田。

依据《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 3.2.3 条，该站场属五级站场，该项目与场内建(构)筑物防火间距详见下表 2.5.1-2：

表 2.5.1-2 该项目设备、设施与场外建(构)筑物防火间距一览表

| 设备设施 | 方位 | 建(构)筑物 | 规范要求 防火间距(m) | 拟设防火 间距(m) | 符合性 | 依据 |
|--------------|----|------------------------|-----------------|---------------|-----|---|
| 站场装置 (甲类) | 南 | 八胡路 | 7.5 | 27.65 | 符合 | 《石油天然气工程 设计防火规范》 (GB 50183-2004) 第 4.0.4 条 |
| | | 架空通讯线(杆高 10m, 有绝缘层) | 15(1.5 倍杆高) | 22.5 | 符合 | |
| | | 架空电力线(杆高 10m, 有绝缘层) | 15(1.5 倍杆高) | 112 | 符合 | |
| | | 变压器 | 22.5 | 102 | 符合 | |
| | 西 | 小口则村 | 30 | 56 | 符合 | |

该项目与场内建(构)筑物防火间距符合《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)要求。

2、牧兴庄末站

牧兴庄末站经纬度为：北纬 37° 19' 10" 东经 108° 14' 43" 海拔 1480 米。位于吴起县周湾镇牧兴庄村，站场围墙东侧为八胡路，距离 25m 处有架空电力线(有绝缘层)，36m 处为民房；南侧为空地；西侧为空地；站场围墙北侧 276m 处为民房。

依据《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 3.2.3 条，该站场属五级站场，站场装置与周边建(构)筑物的防火间距详见下表 2.5.1-3：

表 2.5.1-3 站场装置与周边建(构)筑物的防火间距一览表

| 建(构)筑物 | 方位 | 建(构)筑物 | 规范要求 防火间距(m) | 拟设防火 间距(m) | 符合性 | 依据 |
|--------|----|----------|-----------------|---------------|-----|----------|
| 站场装置 | 东 | 架空电力线(杆高 | 15(1.5 倍杆高) | 25 | 符合 | 《石油天然气工程 |

| 建(构)筑物 | 方位 | 建(构)筑物 | 规范要求 防火间距(m) | 拟设防火 间距(m) | 符合性 | 依据 |
|--------|----|-------------|-----------------|---------------|-----|----------------------------------|
| (甲类) | | 10m, 有无绝缘层) | | | | 《设计防火规范》(GB 50183-2004)第 4.0.4 条 |
| | | 民房 | 30 | 36 | 符合 | |
| | | 八胡路 | 10 | 30 | 符合 | |
| | 北 | 民房 | 30 | 276 | 符合 | |

该项目与场内建(构)筑物防火间距符合《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)要求。

2.5.2 站场平面布置

周湾首站位于周湾净化厂内北侧方向,拟设置1套计量装置(撬装)。厂区道路及消防依托周湾净化厂。

新建牧兴庄末站为无人值守,站场自西向东分为辅助生产区、装置区和放空区。

辅助生产区位于站场西侧,拟设置辅助用房、厕所、雨水池。

装置区位于站场东侧,拟设置综合设备间1座、安装站控系统1套及污水池,拟新建工艺设施为收球筒、过滤分离器、计量撬、调压阀、进出站切断阀组和分析小屋。

放空区位于站场方位东南侧,拟设置放散管。

该站西南角拟设置1个宽4米的出入口,东南角拟设置1个宽1.5米的出入口。站内拟设宽4米的环形消防车道。站场装置与周边建(构)筑物的防火间距详见下表2.5.1-3:

表 2.5.1-3 牧兴庄末站站场装置与周边建(构)筑物的防火间距一览表

| 站内建(构)筑物 | 方位 | 站外建(构)筑物 | 规范间距(m) | 拟设间距(m) | 符合性 | 依据规范 |
|--------------|----|----------|---------|---------|-----|---------------------------------------|
| 站场装置 (甲类) | 东 | 放散管 | 40 | 68.11 | 符合 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2004)第 5.2.3 |
| | 西 | 辅助用房 | 12 | 17.64 | 符合 | |
| | | 雨水池 | 12 | 41.69 | 符合 | |
| | | 厕所 | 12 | 37.44 | 符合 | |

该项目与场内建(构)筑物防火间距符合《石油天然气工程设计防火规

范》(GB50183-2004)要求。

2.5.3 站场工艺

1、周湾首站

周湾首站为新建站场，位于周湾净化厂内，接收净化厂净化天然气，进站(进站温度：40~50℃、压力：3.80~7.67MPa、进站流量：433.44~800×10⁴Nm³/d)后经计量后输往牧兴庄末站(出站温度：40~46.9℃、压力：3.6~7.58MPa、出站流量：433.44~800×10⁴Nm³/d)。输气首站设计压力8.0Mpa。站内设置清管器发送设备，向下游牧兴庄末站发送清管器。该站事故状态及维修时的天然气放空，接入周湾净化厂放空系统。周湾首站工艺流程示意图如下图2.5.3-1所示：

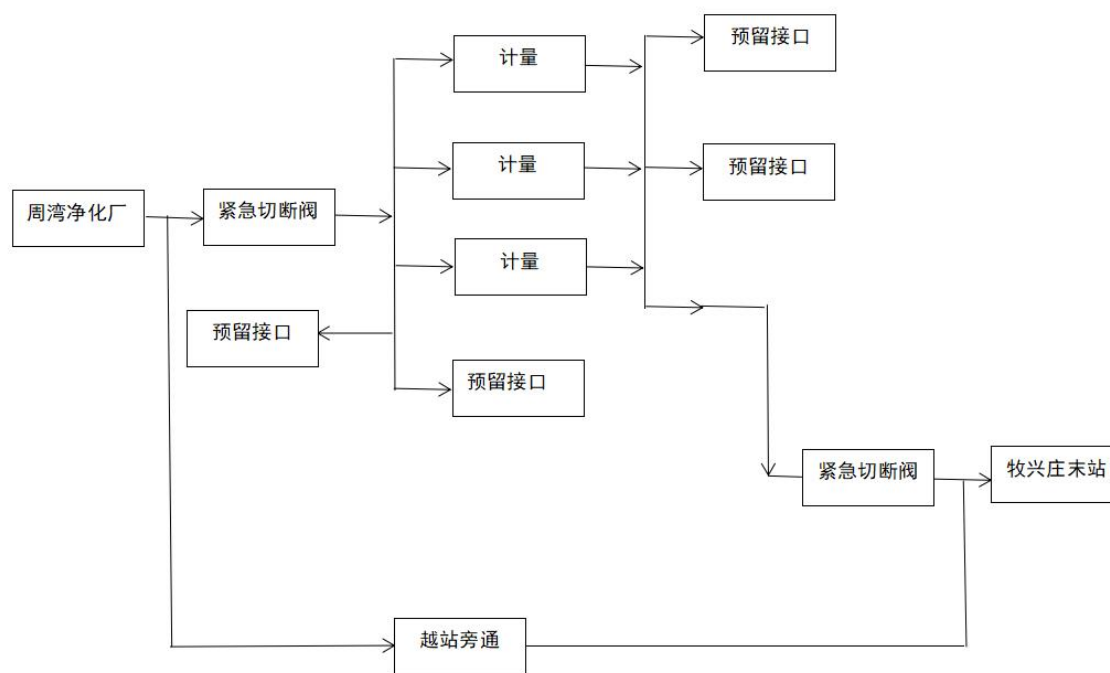


图 2.5.3-1 周湾首站工艺流程图

2、牧兴庄末站

牧兴庄末站接收周湾首站来气后，经过滤、计量和调压输送至陕天然气周湾首站。站内设置清管器接收设备，接收周湾输气首站来的清管器。

站内新建放空和排污系统。牧兴庄末站流程示意图如下：

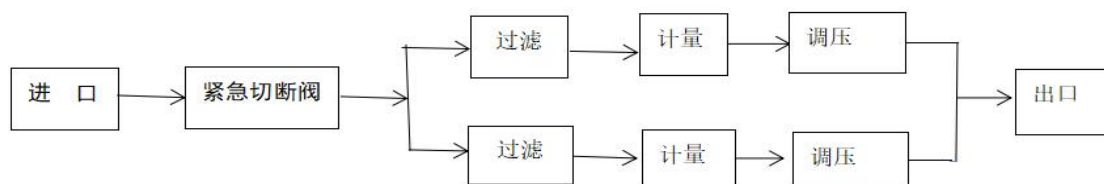


图 2.5.3-2 牧兴庄末站流程示意图

2.5.4 站场设备设施

该项目站场主要设备设施详见表 2.5.4-1：

表:2.5.4-1 主要设备设施一览表

| 站场名称 | 设备名称 | 规格 | 数量 | 单位 |
|-----------|---------|-------------|----|----|
| 周湾净化厂输气首站 | 计量装置 | / | 1 | 套 |
| 牧兴庄末站 | 卧式过滤分离器 | DN1200 | 2 | 台 |
| | 收球筒 | DN700/DN600 | 1 | 台 |
| | 放空立管 | DN200H=20m | 1 | 座 |
| | 汇气管 | DN600 L=11m | 2 | 台 |
| | | DN600 L=5m | 1 | 台 |
| 绝缘接头 | DN600 | 2 | 个 | |

2.5.5 站场主要建(构)筑物

该项目站场主要建(构)筑物详见表 2.5.5-1：

表 2.5.5-1 主要设备设施一览表

| 站场名称 | 建筑物名称 | 单位 | 数量 | 结构类型 |
|-----------|-------------------------|----|----|---------|
| 周湾净化厂输气首站 | 阀门基础(600×400×1300) | 座 | 27 | 混凝土基础 |
| | 管道支撑基础(400×400×1100) | 座 | 36 | 混凝土基础 |
| | 过滤分离器基础(1500×1500×1300) | 座 | 2 | 混凝土条形基础 |
| | 汇管 1 基础(800×400×800) | 座 | 2 | 混凝土基础 |
| | 汇管 2 基础(800×400×800) | 座 | 2 | 混凝土基础 |
| | 发球筒基础(800×1000×800) | 座 | 2 | 混凝土基础 |
| 牧兴庄末站 | 阀门基础(600×400×1300) | 座 | 27 | 混凝土基础 |
| | 管道支撑基础(400×400×1100) | 座 | 36 | 混凝土基础 |
| | 过滤分离器基础(1500×1500×1300) | 座 | 2 | 混凝土条形基础 |
| | 汇管基础(800×400×800) | 座 | 2 | 混凝土基础 |

| | | | | |
|--|-------------------------|---|---|---------|
| | 收球筒基础 (800×1000×800) | 座 | 2 | 混凝土基础 |
| | 分析小屋基础 (3000x3000) | 座 | 1 | 混凝土基础 |
| | 辅助用房 | 座 | 1 | 独立基础 |
| | 撬装发电机基础 (5000x2000x300) | 座 | 1 | 混凝土基础 |
| | 放空火炬 | 座 | 1 | 钢筋混凝土基础 |

2.6 公用工程

2.6.1 给排水

1、给水

该项目新建周湾净化厂输气首站用水依托周湾净化厂，定员为 25 人，年生活用水量约 1445.4m³/a，工艺装置区冲洗地面用水 74.25m³/a，总用水量月 1519.65 m³/a 经计量后进入站区，牧兴庄末站为无人值守站场，不涉及给水。

2、排水

周湾首站及牧兴庄末站站场雨水利用场地竖向散排至附近雨水口，由净化厂雨水管网统一收集处理。牧兴庄末站场地内雨水考虑依托站内外新建的排水沟等设施进行收集和排放。

2.6.2 供配电

1、电源

首站由周湾净化厂提供两路独立的低压电源，两路电源互为备用。正常时一路电源带负荷运行，一路电源备用；当其中一路电源故障或检修停运时，另一路电源自动投入运行。

末站引自附近 1 路 10kV 市电线路作为主供电源，并设置自备发电机作为备用电源，发电机的容量需满足站内重要负荷、二级负荷及部分三级负荷供电要求。

对重要负荷如 ESD 电动阀、仪表和通信等，站内均增设不间断电源 UPS(单机在线式)作为应急电源供电，后备时间 1.5 小时。

2、用电负荷

站区工艺生产设备、仪表设备(包括可燃气体检测报警器)和消防设备用电负荷等级拟为二级,其他设备用电负荷等级拟为三级。

3、防雷防静电设施

1)防雷措施

1)建筑物防雷措施

(1)防直击雷:采用装设在建筑物上的接闪网(带)或接闪杆或由其混合组成的接闪器。接闪网(带)应沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设,并在整个屋面组成不大于 $20\text{m}\times 20\text{m}$ 或 $24\text{m}\times 16\text{m}$ 的网格。所有接闪杆采用接闪带互相连接。

(2)利用建筑物柱子钢筋作为引下线,可按跨距设引下线,但引下线的平均间距不大于 25m 。

(3)首先利用基础内的钢筋作为接地装置,同时在建筑物外敷设人工环形接地体。

2)工艺装置区防雷措施

(1)防直击雷:有爆炸危险的露天布置的钢质密闭设备、容器等,必须设防雷接地。当其壁厚不小于 4mm 时,不装设接闪器,但要接地,且接地点不少于两处;两接地点间距离不大于 30m ,冲击接地电阻不大于 30Ω ;当其壁厚小于 4mm 时,设接闪杆(线)保护。

(2)防雷电感应:平行敷设的管道、构架等长金属物,其距小于 100mm 时采用金属线跨接,跨接点的间距不大于 30m ;交叉净距小于 100mm 时,其交叉处跨接。

3)路灯、工业电视监控杆、放空管等防雷措施

路灯、工业电视监控杆等金属物体,利用其本体作接闪器,整个金属杆作引下线,应具有连续的电气通路并与接地装置可靠连接。放空管的管

顶不设置接闪器，利用其金属管体做接闪器和引下线，应具有连续的电气通路并与接地装置可靠连接。

2) 防静电措施

地上或非充沙管沟敷设的工艺管道直线段每隔 100~200 米处，设置防静电、防感应雷的接地装置。在爆炸危险场所中凡生产储存过程有可能产生静电的管道、设备、金属导体等均应做防静电接地。输气管线的法兰(绝缘法兰除外)、阀门连接处，当连接螺栓数量少于 5 时，应采用金属线跨接。

在生产区域沿巡检道路入口处设本安型人体静电消除器。

2) 接地

电气设备应可靠接地，电缆接线盒、电缆金属铠装层、穿线的钢管等非带电金属导体应可靠接地。

站场均采用工作、保护接地及防雷防静电接地等共用同一接地装置，联合接地电阻值不大于 $4\ \Omega$ 。

放空立管接地单独设置，用镀锌扁钢和镀锌角钢作成环形接地网，其接地点应不少于 2 处，接地电阻不大于 $10\ \Omega$ 。

(4) 防爆电气的选择及防爆区域的划分

该项目拟根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)的有关规定进行防爆区域划分：

地面放空等区域拟划分为 0 区，原料气增压、分离装置区拟划分为 1 区，其他区域拟划分为 2 区。

该项目防爆区域内涉及的物质其对应的防爆级别和组别如下：

表 2.6.2-1 该项目防爆区域内涉及的物质其对应的防爆级别和组别一览表

| 序号 | 物质 | 防爆级别 | 防爆组别 | 拟选用的防爆级别和组别 |
|----|---------|------|------|-------------|
| 1 | 天然气(甲烷) | IIA | T1 | II B、T2 |

所有安装于爆炸危险环境内的电机、开关、灯具等均拟采用不低于防爆等级 II BT2 的防爆电气设备。

2.6.3 消防

1、周湾首站

周湾首站位于周湾净化厂内,周湾首站拟设位置有消防环状管网围绕,并且在已建消火栓保护半径之内。新建输气首站可依托周湾净化厂,不再设置消防水系统,消防时依托附近消火栓即可,仅在火灾危险场所配置一定数量的小型移动式灭火器材。

2、牧兴庄末站

牧兴庄末站无人值守,主要设备为进站切断阀组,出站切断阀组,为陕天然气供气计量橇。新建牧兴庄末站内建筑单体仅设置综合设备间,主要功能房间包括控制室、机柜间、配电间、工具间等。根据《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)8.1.2 集输油工程中的井场、计量站等五级站,集输气工程中的集气站、配气站、输气站、清管站、计量站及五级压气站、注气站,采用出水处理站可不设消防给水设施,牧兴庄末站属于五级站,所以本站不设消防水。在站场机柜间、UPS 间等建筑物内设置相应的火灾检测仪表对火灾情况进行监视报警。

消防设施的设置情况

该项目新建站场为了扑灭初期火灾,在各个区域布置一定级别和数量的移动式灭火器,详见下表:

表 2.6.3-1 灭火器配置情况表

| 序号 | 设备、材料名称 | 单位 | 数量合计 | 站场 | |
|----|-----------------------------|----|------|------|------|
| | | | | 新建首站 | 新建末站 |
| 1 | 推车式干粉灭火器 MFT/ABC35 | 具 | 12 | 6 | 6 |
| 2 | 手提式干粉灭火器 MF/ABC8 | 具 | 24 | 12 | 12 |
| 3 | 手提式 CO ₂ 灭火器 MT7 | 具 | 8 | 8 | 0 |
| 4 | 灭火器箱 XMDDD42 | 个 | 12 | 12 | 0 |
| 5 | 灭火器箱 XMDDD32 | 个 | 4 | 4 | 0 |
| 6 | 灭火器箱 XMDDD22 | 个 | 2 | 2 | 0 |

| | | | | | |
|---|----------------------|---|---|---|---|
| 7 | 手提式磷酸铵盐干粉灭火器 MF/ABC5 | 具 | 6 | 0 | 6 |
|---|----------------------|---|---|---|---|

2.6.4 供热采暖、通风

1、周湾首站控制室、机柜间供热采暖、通风

机柜间、操作室采用分体柜式空调夏季制冷，冬季制热，保证房间的温湿度。

2、牧兴庄末站辅助用房内机柜间、控制室、配电室、发电机房供热采暖、通风

发电机房采用防爆电暖器采暖；机柜间、控制室采用分体柜式空调夏季制冷，冬季制热，保证房间的温湿度；配电室采用分体柜式空调夏季制冷，补充消除室内设备产生余热。

该项目需要通风的房间为配电室、发电机房和储油间。通风量主要根据通风换气次数来确定，正常通风换气次数为 8~10 次/h。事故通风换气次数不小于 12 次/h。

(1) 配电室采用机械全面排风，外墙上部安装轴流风机，外墙下部设置铝合金防雨百叶风口。

(2) 发电机房采用机械全面排风，外墙上部安装防爆轴流风机，外墙下部安装铝合金百叶风口自然补风。

(3) 储油间采用机械平时排风和事故通风，外墙上、下部分别安装防爆轴流风机，风机与可燃气体报警联锁。

综上，该项目的供热采暖、通风满足需求。

2.6.5 通信

该项目租用公网电路 2 条为主备用通信方式，传输质量相对较好，对环境要求较低，满足数据传输安全性。

2.6.6 自控仪表

该项目输气站场自动化系统采用 SCADA (Supervisory Control And

Data Acquisition 监控和数据采集)系统, 在新建首站、牧兴庄末站各场站设置 SCS 系统(SCS-Station Control System), 将工艺数据上传到的管道输气第一分公司调度中心 SCADA 系统(延安)和总调度中心 SCADA 系统(延安), 实现对本外输工程工艺运行数据的采集和监控, 从而保证输气站场的生产和调度正常运行, 新建首站与已建二级调控中心 SCADA 系统的数据采用公网传输; 已建调控中心 SCAD 系统与新建首站站控系统之间通信的物理接口为 RJ45, 通信协议为 TCP/IP。

全线采用先进的 SCADA (监控和数据采集) 系统进行统一监控、优化和调度管理; 采用调度控制中心调度级、站场控制级和就地控制级的三级控制方式。

第一级为调度中心控制级: 进行远程监控, 实行统一调度管理。在正常情况下, 由二调中心对各站场进行监视和控制, 各站场控制无须人工干预。各工艺站场的控制系统在二调中心的统一指挥下完成各自的工作。

第二级为站场控制级: 在工艺站场通过站控系统对站内工艺变量及设备运行状态进行数据采集、监视控制及联锁保护。站场控制级的控制权限由调控中心设定, 经调控中心授权后, 才允许操作人员通过站控系统对各站进行授权范围内的操作。当通信系统发生故障或系统检修时, 用站控系统实现对各站的监视与控制。

第三级为就地控制级: 就地控制系统对工艺单体或设备进行手/自动就地控制。当进行设备检修或紧急切断时, 可采用就地控制方式。

站内设置独立的安全仪表系统(SIS), 在站控室设置 ESD、PSD 按钮, 在站场发生超压、火灾、爆炸、管线破裂等重大紧急情况时可自动/手动关闭站场, 确保站场安全, 保护设备和人员安全。新建首末站之间采用光缆+工业以太网交换机作为 SCADA 数据和通信数据的主用通信方式, 新建末站

至已建调控中心之间采用租用公网数字电路作为 SCADA 数据的主用通信方式。同时提供视频监控、话音、网络等通信服务。

2.6.7 防腐与保温

1、防腐结构

1) 该项目线路管道(包括冷弯管)全线采用常温型加强级 3LPE 防腐层, 热煨弯管采用双层熔结环氧粉末防腐层+聚丙烯胶粘带作为防腐层;

2) 线路段管道采用热熔胶型热收缩带体系进行补口, 定向钻穿越段采用光敏玻璃钢外护层;

3) 线路管道采用牺牲阳极法进行阴极保护, 牺牲阳极选用镁合金牺牲阳极;

4) 站场内埋地管道外防腐层采用粘弹体体系带进行防腐, 站场内地上管道采用氟碳涂层体系进行防腐;

5) 周湾净化厂输气首站和牧兴庄末站的站内埋地管道均采用牺牲阳极法进行区域阴保, 牺牲阳极选用镁合金牺牲阳极。从而使得金属腐蚀发生的电子迁移得到抑制, 避免或减弱管道腐蚀的发生。

在管道存在涂层缺陷的部位, 当阴极保护失效时, 埋地管道防腐层验收时, 进行外防腐层地面检漏, 应修复破损点及漏涂的防腐层缺陷。在阴极保护系统投运且管道极化完成后, 对管地电位及电流进行测量, 可采用密间隔电位测量法(CIPS)进行对管道阴极保护系统的有效性进行全面评价。

2、保温

该项目选用憎水型阻燃性岩棉保温材料, 工艺装置区设备保护层采用 0.5mm 镀锌铁皮, 管线保温层采用镀锌铁丝捆扎。

3、管道沿线杂散电流干扰防护方案

该项目在工艺站场的进、出站位置处设有绝缘接头，为防止强电冲击破坏绝缘接头的绝缘性能，该项目采用火花间隙对其进行强电冲击防护。

3 评价范围、单元划分与评价方法选择

3.1 评价范围

本次安全预评价的范围包括：1、新建周湾首站的选址、总平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容；2、牧兴庄末站总选址、平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容；3、首末站之间 7.05km，牧兴庄末站至燃气集团输气站围墙外 2m 处约 1.55km，线路总长 8.6km 的选址、总平面布置及建(构)筑物、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容。后期改建、扩建及上游周湾净化厂、下游燃气集团输气站不在本次评价范围内。

3.2 评价单元的划分

3.2.1 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。

3.2.2 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预评价的需要，考虑到该项目的特点等，依据《陆上油气管道建设项目安全评价导则》(AQ/T3057-2019)中的相关要求，将该项目划分为以下四个单元进行

评价：

第一评价单元：线路工程单元，该单元划分如下2个子单元：

- 1、选址及外部安全条件子单元；
- 2、线路子单元；

第二评价单元：站场工程单元，该单元划分如下3个子单元：

- 1、选址及外部安全条件子单元；
- 2、总平面布置及建(构)筑物子单元；
- 3、主要工艺装置子单元；

第三评价单元：公用工程及辅助设施单元，该单元划分如下3个子单元：

- 1、电气子单元；
- 2、给排水及消防子单元；
- 3、自控仪表子单元；
- 4、防腐保温子单元；

第四评价单元：安全管理单元

3.3 评价方法的选择

3.3.1 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所能提供安全评价初值和边界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。

3.3.2 采用评价方法的理由说明

(1) 运用安全检查表检查该项目的线路、站场、公用工程单元，对其全方位提出对策措施。

(2) 运用预先危险性分析法对站场主要生产工艺装置单元、输气管道单元及公用工程及辅助设施单元进行分析，以便预测存在的危险有害因素，确定危险有害因素的等级，提出有针对性的安全对策措施。

(3) 运用事故后果模拟分析法，确定天然气管道泄漏发生火灾爆炸的影响范围。

(4) 采用因果关系图法，综合考虑各种因素，逐步找到在安全管理中产生问题的根源。

3.3.3 采用的安全评价方法及介绍

根据该建设项目的特点，本次评价确定采用如下评价方法：

- (1) 预先危险性分析法 (PHA)
- (2) 安全检查表法 (SCL)
- (3) 事故后果模拟分析法
- (4) 因果关系图法

根据《安全预评价导则》(AQ8002-2007)、《陆上油气管道建设项目安全评价导则》(AQ/T3057-2019)，该项目涉及的物料、设备及评价方法的特点，在对该项目评价过程中选用安全检查表法、预先危险性分析、事故后果模拟分析法、因果关系图共 4 种评价方法进行评价。评价方法介绍如下：

- (1) 安全检查表法

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) 预先危险性分析(PHA)

预先危险性分析又称初步危险分析,是对系统存在的危险因素(类别、分布)、出现条件和可能导致的后果进行宏观、概率分析的系统安全分析方法,属定性评价,即分析、确定系统存在的危险、有害因素及其事故造成的原因事件、事故情况、结果、危险等级和采取的措施。其目的是发现系统的潜在危险因素,进而确定系统的危险等级,并提出相应的防范措施。它的特点是适合各阶段的安全分析。

在预先危险性中,为了衡量危险性的大小及其对系统的破坏程度,可以将各类危险性划分为以下四个等级:

I级:安全的,可以忽略的,不至于造成人员伤害和系统损坏。

II级:临界的,处于事故边缘状态,暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失,应予以排除和控制。

III级:危险的,会造成人员伤害和主要系统的损坏。为了人员和系统

安全，需立即需要采取措施。

IV级：灾难性的，会造成人员死亡或众多伤残、重伤及系统报废，必须立即排除。

(3) 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、中毒是常见的重大事故，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) 因果关系图

因果关系图也称鱼刺图，它是利用“头脑风暴法”，集思广益，寻找影响质量、时间、成本等问题的潜在因素，然后用图形的形式来表示的一种方法，它能帮助我们集中注意心搜寻产生问题的根源，并为收集数据指出方向。

因果图有三个显著基本特征：

- 1) 是对所观察的效应或考察的现象有影响的原因的直观表示；
- 2) 这些可能的原因的内在关系被清晰地显示出来；
- 3) 内在关系一般是定性的和假定的。

因此在构造因果图时最重要的考虑是要清晰理解因果关系。同时还要考虑所有可能的原因。一般可以从人、机(设备)、料(原料)、法(方法)、环(环境)及测量等多个方面去寻找。在一个具体的问题中，不一定每一个方面的原因都要具备。

3.4 评价方法和评价单元的对应关系

本报告新建项目预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 3.4-1:

表 3.4-1 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 | 线路单元 | 选址及外部安全条件子单元 | 安全检查表 |
| | | 线路子单元 | |
| 2 | 站场单元 | 选址及外部安全条件子单元 | 预先危险性分析 |
| | | 总平面布置及建(构)物子单元 | |
| | | 主要工艺装置子单元 | |
| 3 | 公用工程及辅助设施单元 | 电气子单元 | 预先危险性分析 |
| | | 给排水及消防子单元 | |
| | | 自控仪表子单元 | |
| | | 防腐保温子单元 | |
| 4 | 安全管理单元 | | 因果关系图法 |

4 危险有害因素辨识

4.1 输送介质危险有害因素分析

该项目新建长输管线输送的介质天然气(CAS号:74-82-8)、公辅工程涉及的氮气(用于吹扫或置换)[压缩的](CAS号:7727-37-9)均被列入《危险化学品目录(2022版)》。同时,天然气(CAS号:74-82-8)还被列入《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。

危险、有害物质的危险特性见表4.1-1:

表4.1-1 危险化学品的危险特性汇总表

| 序号 | 物质名称 | 闪点(°C) | 爆炸极限(V%) | CAS号 | 火灾分类 | 用途 | 主要危险有害因素 |
|----|---------|--------|----------|-----------|------|--------------|----------|
| 1 | 天然气 | -188 | 5.3~15 | 74-82-8 | 甲类 | 该项目新建管道的输送介质 | 火灾、爆炸、窒息 |
| 2 | 氮气[压缩的] | — | — | 7727-37-9 | 戊类 | 公辅工程 | 中毒和窒息 |

该项目危险、有害物质危险特性表如下:

表4.1-2 天然气危险有害特性表

| | |
|------|---|
| 特别警示 | 极易燃气体。 |
| 理化特性 | 无色、无臭、无味气体。微溶于水,溶于醇、乙醚等有机溶剂。分子量16.04,熔点-182.5°C,沸点-161.5°C,气体密度0.7163g/L,相对蒸气密度(空气=1)0.6,相对密度(水=1)0.42(-164°C),临界压力4.59MPa,临界温度-82.6°C,饱和蒸气压53.32kPa(-168.8°C),爆炸极限5.3%~15%(体积比),自燃温度537°C,最小点火能0.28mJ,最大爆炸压力0.717MPa。 主要用途:主要用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。 |
| 危害信息 | <p>【燃烧和爆炸危险性】 极易燃,与空气混合能形成爆炸性混合物,遇热源和明火有燃烧爆炸危险。</p> <p>【活性反应】 与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氧化氧及其他强氧化剂剧烈反应。</p> <p>【健康危害】 纯甲烷对人基本无毒,只有在极高浓度时成为单纯性窒息剂。皮肤接触液化气体可致冻伤。天然气主要组分为甲烷,其毒性因其他化学组成的不同而异。</p> |
| 安 | <p>【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</p> |

**全
措
施**

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，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆绑、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

【操作安全】

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

(2) 生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业(固定动火区必须距离生产区 30m 以上)。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。配气站严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。

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

(4) 含硫化氢的天然气生产作业现场应安装硫化氢监测系统。进行硫化氢监测，应符合以下要求：

——含硫化氢作业环境应配备固定式和便携式硫化氢监测仪；

——重点监测区应设置醒目的标志；

——硫化氢监测仪报警值设定：阈限值为 1 级报警值；安全临界浓度为 2 级报警值；危险临界浓度为 3 级报警值；

——硫化氢监测仪应定期校验，并进行检定。

(5) 充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。

【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) 天然气储气站中：

——与相邻居民点、工矿企业和其他公用设施安全距离及站场内的平面布置，应符合国家现行标准；

——天然气储气站内建(构)筑物应配置灭火器，其配置类型和数量应符合建筑灭火器配置的相关规定；

——注意防雷、防静电，应按《建筑物防雷设计规范》(GB50057)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

| | |
|----------------------|---|
| | <p>和防爆工具。</p> <p>(3) 车辆运输钢瓶时, 瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方, 堆放高度不得超过车辆的防护栏板, 并用三角木垫卡牢, 防止滚动。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。运输途中远离火种, 不准在有明火地点或人多地段停车, 停车时要有人看管。发生泄漏或火灾时要把车开到安全地方进行灭火或堵漏。</p> <p>(4) 采用管道输送时:</p> <p>——输气管道不应通过城市水源地、飞机场、军事设施、车站、码头。因条件限制无法避开时, 应采取保护措施并经国家有关部门批准;</p> <p>——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩;</p> <p>——输气管道采用地上敷设时, 应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段, 采取保护措施并设置明显的警示标志;</p> <p>——输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查, 及时处理输气管道沿线的异常情况, 并依据天然气管道保护的有关法律法规保护管道。</p> |
| <p>应急处置原则</p> | <p>【急救措施】</p> <p>吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>皮肤接触: 如果发生冻伤: 将患部浸泡于保持在 38~42℃ 的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感, 就医。</p> <p>【灭火方法】</p> <p>切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器, 尽可能将容器从火场移至空旷处。</p> <p>灭火剂: 雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p> <p>【泄漏应急处置】</p> <p>消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区, 无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器, 穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器, 使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向, 避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。</p> <p>作为一项紧急预防措施, 泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏, 下风向的初始疏散距离应至少为 800m。</p> |

表 4.1-3 氮气危险有害特性表

| | | | | | | |
|-------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| <p>标识</p> | <p>中文名: 氮(压缩的); 氮气</p> | | <p>危险化学品目录序号: 172</p> | | | |
| | <p>英文名: nitrogen, compressed</p> | | <p>UN 编号: 1066</p> | | | |
| | <p>分子式: N₂</p> | <p>分子量: 28.01</p> | <p>CAS 号: 7727-37-9</p> | | | |
| <p>理化性</p> | <p>外观与性状</p> | <p>无色无味压缩或气体。</p> | | | | |
| | <p>熔点(℃)</p> | <p>-209.8</p> | <p>相对密度(水=1)</p> | <p>0.81</p> | <p>相对密度(空气=1)</p> | <p>0.97</p> |
| | <p>沸点(℃)</p> | <p>-195.6</p> | <p>饱和蒸气压(kPa)</p> | | <p>1026.42/-173℃</p> | |

| | | | | | | |
|---------|-----------|--|----------|------|------|-----|
| 质 | 溶解性 | 微溶于水、乙醇。 | 临界温度(℃) | -147 | | |
| 毒性及健康危害 | 侵入途径 | 吸入。 | | | | |
| | 毒性 | LD50: | LC50: | | | |
| | 健康危害 | 空气中氮气含量过高,使吸入气氧分压下降,引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时,患者最初感胸闷、气短、疲软无力;继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳,称之为“氮酩酊”,可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度,患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。潜水员深替时,可发生氮的麻醉作用;若从高压环境下过快转入常压环境,体内会形成氮气气泡,压迫神经、血管或造成微血管阻塞,发生“减压病”。 | | | | |
| | 急救方法 | 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。呼吸心跳停止时,立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术,就医。皮肤、眼睛与液体接触发生冻伤时,用大量水冲洗,就医治疗。 | | | | |
| 燃烧爆炸危险性 | 燃烧性 | 不燃 | 燃烧分解物 | 氮气 | | |
| | 闪点(℃) | / | 爆炸上限(v%) | / | | |
| | 引燃温度(℃) | / | 爆炸下限(v%) | / | | |
| | 危险特性 | 不燃,但在日光曝晒下,或搬运时猛烈摔甩,或者遇高热,容器内压增大,有开裂和爆炸的危险。 | | | | |
| | 建规火险分级 | 戊 | 稳定性 | 稳定 | 聚合危害 | 不聚合 |
| | 禁忌物 | --- | | | | |
| | 储运条件与泄漏处理 | 储运条件:储存于阴凉、通风的仓间内,仓内温度不宜超过30℃。防止阳光直射。验收时应注意品名,注意验瓶日期,先进仓先发用。搬运时应轻装轻卸,防止钢瓶及附件损坏。泄漏处理:迅速撤离泄漏污染区人员至上风处,并进行隔离,严格限制出入。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。合理通风,加速扩散。漏气容器要妥善处理,修复、检验后再用。 | | | | |
| | 灭火方法 | 不燃,切断气源。用雾状水保持火场中容器冷却,可用雾状水喷淋加速液态蒸发,但不可使水枪射至液氮。 | | | | |

4.2 危险、有害因素分析

利用 GB/T13861-2022《生产过程危险有害因素分类与代码》对拟建项目进行危险和有害因素辨识。辨识结果如下表:

表 4.2-1 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、生理性危险和有害因素 | |
| | 12 行为危险和有害 | 1201 指挥错误 | 指挥人员指挥失误、违章操作 |

| | | | | |
|-------------|-------------------|---------------------|-----------------------|------|
| | 因素 | 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 | 设备、设施、管道等存在本质缺陷 | |
| | | 2102 防护缺陷 | 无防护或防护不当 | |
| | | 2103 电危害 | 电流、静电等 | |
| | | 2104 噪声 | 工艺设备设施等 | |
| | | 2105 振动危害 | 工艺设施、过往车辆等 | |
| | | 2106 电离辐射 | --- | |
| | | 2107 非电离辐射 | --- | |
| | | 2108 运动物危害 | 抛射物、坠落物等 | |
| | | 2109 明火 | 外来人员带明火等 | |
| | | 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 | |
| | | 2199 其他物理性危害和有害因素 | --- | |
| | | 22 化学性危险和有害因素 | 220102 易燃气体 | 含天然气 |
| | | | 2399 其他生物性危险和有害因素 | --- |
| 3 环境因素 | 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 采光照明不良 | --- | |
| | | 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 室外作业场地环境不良 | 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 | 工艺场所狭窄 | |
| | | 3204 作业场地杂乱 | 东西摆放杂乱 | |
| 3205 作业场地不平 | | 场地不平 | | |

| | | | |
|------------------------|----------------------|---------------------|--------|
| | | 3206 交通环境不良 | --- |
| | | 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 | 围栏缺陷 |
| | | 3211 作业场地地基下沉 | 地基下沉 |
| | | 3212 作业场地安全通道缺陷 | 安全通道不畅 |
| | | 3213 作业场地安全出口缺陷 | 安全出口不畅 |
| | | 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 |
| 4 管理因素 | 43 职业安全卫生管理制度不完善或未落实 | 3299 其他室外作业场所环境不良 | --- |
| | | 4301 建设项目“三同时”制度 | --- |
| | | 4302 安全风险分级管控 | --- |
| | | 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 | --- | | |

4.2.1 人的因素

影响评价范围内安全的人的因素主要为行为性危险和有害因素，具体包括：

1、指挥错误

由于指挥错误或不按有关规定指挥造成设备受损，人员伤害，这主要是基本功不够，心里素质差或感知延迟、对事故无预见性而造成的，指挥错误主要发生在设备、设施在运行过程中，特别是在正常运行时操作中，有的错误性质是严重的，其后果可直接导致设备损坏甚至危及人身安全。

2、操作失误

操作人员在操作过程中误操作，违章操作造成设备受损、人员伤害的事故也时有发生。

3、监护失误

操作人员在操作检修过程中，监护人员的监护不力，甚至判断失察和监护失误造成事故。

4、人员情绪不良

由于操作人员情绪不良，消极怠工，不能按照正常的操作过程操作，造成设备受损、人员伤亡事故。

4.2.2 物的因素

物的因素包括物理学及化学性两方面的因素，影响本评价范围内运行安全的物理性因素主要包括：设备、设施、管道、工具、附件缺陷、防护缺陷、电伤害等；化学性因素主要包括：天然气等。

4.2.3 环境的因素

对本评价范围内影响较大的自然灾害是雷电袭击、地震、洪水等。

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、电气设备及设施，均可能遭受雷击，导致设备损坏、人员伤亡、建（构）筑物损坏或电气系统故障，引起易燃物品的爆炸或着火。

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，可能发生淹溺，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。

4、滑坡、泥石流

下大雨有可能造成滑坡、泥石流，对管道造成威胁，严重时可能导致管道破裂，发生物料泄漏，造成火灾爆炸。

4.2.4 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、安全检查和隐患排查、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。该拟建项目涉及的物料主要为天然气，在检修、运行中安全管理是很重要的，因此，企业应根据国家有关法律、法规要求，建立健全安全管理机构，配备安全生产管理人员，制定符合企业实际情况的安全管理制度、岗位职责、操作规程和应急预案，确保安全管理体系运行的有效性。为了最大限度的发挥设备的功能，保证设备运行的效率，操作人员必须十分清楚管道、工艺设备设施等的技术参数、易发生的故障等情况，以便预先采取措施，以免由于企业管理方面的原因，造成原始资料遗失等，致使新接任的管理、操作人员无法了解设备、设施的具体情况，造成运营管理的盲目性。

4.3 自然及社会环境危险有害因素分析

4.3.1 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、滑坡、泥石流、地面沉降、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。地震可能造成生产设备损坏，天然气管线断裂，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。

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。雷击还可能引起电线、电气设备的绝缘击穿而发生短路事故，进而引发燃烧爆炸等事故。

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。

4、滑坡、泥石流、落石

该项目新建的长输管线主要沿山沟敷设，下大雨有可能造成滑坡、泥石流，可能导致管道破裂，发生物料泄漏，造成火灾爆炸。

该项目新建的长输管线所在区域涉及山区，在建设过程中存在山上落石的可能。

5、地面沉降

如果建(构)筑物基础设计、设备安装没有充分考虑土层的承压能力和遇洪水沉陷问题，地基处理不好，可能导致建(构)筑物地基下沉、天然气输送设备与管道连接处变形或断裂造成物料泄漏，导致火灾、爆炸等事故隐患。

建设单位在以后投产运行中应经常检查建(构)筑物、设备基础是否有下沉迹象，尤其在大雨过后，应当进行仔细检查，发现问题，及时采取措施，避免发生事故。

6、高温及严寒

长输管线若未采取保温措施，在高温环境下会使管道膨胀，严寒环境下会使管道冻破，当天然气泄漏遇点火源有发生火灾、爆炸事故的可能。

7、地质灾害

该项目长输管道敷设区域经过山沟地带，在施工过程中山体滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降等灾害随时可能发生，应注重山体滑坡、崩塌、泥石流的危害。滑坡地段可采用排水、支档、减缓坡度或减载等措施，还应注意管道敷设方向不得与滑坡方向垂直。

4.3.2 社会环境危险有害因素分析

该项目涉及的长输管道如果管道标志不清、不明显，当村民等人员修建房屋或进行其它施工时，可能产生违法占压管道、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、水工保护设施等)，均会造成管道的损伤，严重时可能发生管线断裂事故，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

虽然该项目按设计规范规定及自身的安全要求，避开了城市规划区、乡镇和村庄，但管道附近由于房屋建设取土、私自开挖等原因，可能会使管道裸露在外，破坏外防腐层。

2、公路建设危及管道安全分析

在公路新建和扩建中，公路部门与管道部门没有沟通，在管道上修建公路，甚至在施工中挖坏管道上的防腐层，可能会将钢管碰伤、铲破。

管线穿越道路处，过往车辆会对管道产生周期性疲劳损伤，影响管道寿命。

3、农民行为危及管道安全分析

该项目存在占用农民土地的现象，当农民的利益得不到满足，可能会发生故意铲断管线的事件；或农民在土地上栽种树木的时候，疏忽了地底下的管线，可能会在挖坑的时候将管线外层的保护层破坏、甚至挖断管线；大暴雨过后，山路无法通行时，为了尽快通车，在铲车修路时，可能会对沿路边敷设的管线造成影响，如压弯管线、使管线裸露在外、甚至铲断管线等。

4、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。

该项目运营单位在项目投产运行中应对重要管段紧密关注，增加巡线次数，确保管道安全、平稳输气。巡线过程中应细致排查。对管段的浅埋、漏管、村庄及各路口做到从严检查，对容易打孔或危险管段附近的闲杂房子重点布控。同时应加强对重要管段周围的工厂、村庄、群众的宣传力度，以各种形式广泛宣传，采取对违法活动积极举报，在各标志桩喷上举报电话等措施，做到防患于未然。

4.4 线路工程危险有害因素分析

4.4.1 管道本体危险有害因素分析

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，造成阀门、仪器仪表、管线等设备设施及连接部位泄漏而引起火灾、爆炸、中毒和窒息、容器爆炸等事故。

1、火灾、爆炸

天然气易燃、易爆，属甲类火灾危险品。天然气爆炸极限(体积)5%~16%，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)工艺流程不合理

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擦阻力损失时，一旦设计参数或工艺条件确定不合理，将造成管线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跨越公路等级、河流大小等情况，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；大冲沟定为小冲沟；大中型河流定为一般河流等，最终造成设计系数选取不恰当，管道壁厚计算不能满足现场实际情况。管道应力分析，强度、刚度及稳定性校核失误，造成管道变形，弯曲甚至断裂。

4)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。公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、设备选型不合理

在确定管道、管件、法兰、阀门、仪器仪表材料时，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；管道的法兰、垫片、螺丝组合未充分考虑振动失效，引起螺丝断裂、垫片损坏而引起泄漏。压力表、安全阀、安全保护装置等安全附件参数设计不合理，材质选用铸铁件，造成安全隐患，并使控制系统数据失真；管道长期在高压下运行疲劳失效，造成管道裂纹、断裂等；爆炸危险场所分区错误，引起电气设施防爆等级确定错误。

6)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、防腐能力不够甚至失效;管道内、外表面防腐材料选择不合理、施工方法不正确、厚度不能满足使用工况要求;管道阴极保护参数设置不合理、强制电流阴极保护系统失效或者牺牲阳极选材不当,而造成保护能力不够或过保护等。

7)管线布置、柔性考虑不周

管线平面布置不合理,管道受温度变化影响,未进行稳定性核算或未设置固定墩、补偿器等造成管道因热胀冷缩产生变性破坏或振动;管线未装安全阀造成管线憋压。埋地管道弯头的设置、弹性敷设、埋设地地质条件、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。

8)结构设计不合理

在管道结构设计中未充分考虑使用后定期检验或清管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、压力设备结构设计不合理,难以满足工艺操作要求甚至带来重大安全事故。

9)防雷、防静电设计缺陷

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

10)管道防护不合理

管道埋深不足、垫层未处理、覆土厚度不足，未设置挡土墙、地下防冲墙、护坡、排水沟、截水墙、施工后期未进行陡坎恢复及其他水工设施，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

焊接会使输气管道产生各种缺陷，较为常见的有裂纹、夹渣、未熔透、未熔合、焊瘤、气孔和咬边。输气管道一般均为埋地敷设。管道一旦建成、投产，一般情况下都是连续运行。因此管道中若存在焊接缺陷，不但难以发现，而且不易修复，会造成天然气的泄漏。

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)管沟、管架质量问题

管道采用埋地敷设。管沟质量对管道安装质量有一定影响：

a.管沟开挖深度不够,穿越深度不够，基础不实，遇洪水或河水冲刷覆土或河床，使管道悬空或拱起，造成变形、弯曲等。

b.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，造成损坏防腐覆盖层。

4)穿越质量问题

该项目管道穿越道路，穿越质量存在问题时，可能对管道影响有：

a.对于穿越地段的管道管理，容易漏检或检验控制不严，给管道运行带来危险。

b.河渠堤岸防护工程的施工或公路养护工程的施工可能对管道造成损坏。

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腐蚀绝缘涂层失效、管壁减薄、管道穿孔、甚至发生管线开裂事故。根据对大部分天然气管道的统计，这类管道泄漏事故约占管道泄漏事故的 30%。管道腐蚀分为管道内腐蚀和管道外腐蚀两种。

该项目的天然气成分不含硫，不涉及管道内腐蚀。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、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比较活跃，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破坏管道阴极保护电流的保护作用，使局部阴极保护失效，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。所谓交变应力即为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。

输气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。在输气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、压坏输气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，也会因地面车辆对埋地管道造成损害。

路面车流量、交叉管道、违章占压、路面下沉以及输气管道埋设深度不合理等均与第三方损害的发生密切相关。

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、盲板抽堵等可能导致泄漏引发火灾爆炸事故。

天然气中还有微量硫化氢，长期运行中因为接触杂质或钢质管道，作用生成硫化亚铁，尤其是过滤器处容易大量聚集硫化亚铁。硫化亚铁具有自燃性，如果未按规定对天然气质进行检测、未按期清管等，容易导致火灾、爆炸事故。

(2)其他爆炸

输气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(球阀、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、设备缺陷、设备防腐蚀材质不合格、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。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，天然气管道本体存在的事故类型有：火灾、爆炸、其他爆炸、中毒和窒息。

4.4.2 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，可导致外输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)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，遇洪水或河水冲刷覆土或河床，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、电力电缆或通信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。

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。

4.4.3 管道沿线地质灾害危险有害因素分析

外输管道地质灾害的主要类型包括滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷(包括采空区塌陷和岩溶塌陷)、特殊类岩土(如黄土湿陷、膨胀土胀缩、冻土冻融、盐渍土溶陷盐胀、风蚀沙埋等)等灾害,这种灾害若发生频率高,则其对沿线的外输管道危害较大,特别是滑坡、崩塌、采空区塌陷等灾害,常常造成管道架空或变形或断裂等严重后果,导致管道长距离失效。

在施工过程中山体滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降等灾害随时可能发生,应注重山体滑坡、崩塌、泥石流的危害。滑坡地段可采用排水、支档、减缓坡度或减载等措施,还应注意管道敷设方向不得与滑坡方向垂直。

4.4.4 地震危险有害因素分析

地震波影响的区域要比永久性土地移动所发生的区域广,破坏管道系统薄弱部分的可能性大,但是永久性土地移动比地震波产生的后果要严重的多,它往往造成严重的灾难性破坏。在地震时,永久性的土地移动对地下管道造成的最大扭曲,可以看作是地震中最严重的破坏形式。地震波对地下管道产生拉伸作用,但是由此动力激发的惯性效应极小,对管材的屈服点或断裂界限值的构成只占很小的比例。

大量事实证明,地震对设备设施的损坏,主要是由于大规模的地上移动引起的,因为大多数地下管道的损坏是由于土地的毁坏造成的,因此,地震本身对埋地管道的影响较小,但是若沿线存在活动断层,则在地震的作用下将对埋地管道造成破坏性影响。

4.4.5 标识与伴行路危险有害因素分析

该项目外输管道在山上敷设时,利用现有乡村路作为管道施工时的伴行

路，在无乡村路时，另设伴行路。

该项目按照《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017)的要求在外输管道沿线设置标志桩、警示带、警示牌等安全标识，若外输管道在建设时未严格按照要求设置这些安全标识，将不能明确、有效指示外输管道在沿线的具体布置位置，则周边居民的生产生活，如农用机碾压外输管道上方、种植根系旺盛的植物、将房屋等建筑物建设在管道上方等，都将影响外输管道的安全运行，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。

4.4.6 线路路由危险有害因素分析

管道位置选在土崩、断层、滑坡、沼泽、流沙、泥石流或高地地震裂度等不良地质地段上，易造成管道弯曲、扭曲、拱起甚至断裂及设备设施损坏；当与周围的建(构)筑物防火间距不符合标准要求时，容易受到影响，给其带来安全隐患。

穿越道路时，混凝土套管荷载设计不合理、埋深不足、来往车辆对管道产生振动等可能导致管道位移、变形等发生泄漏，遇点火源会发生火灾爆炸。此外，施工质量不合格、未按规范要求检测等也可能导致管道发生泄漏。

该项目管道采用大开挖方式穿越河流，水下管道敷设，管位位于河床或漫滩内，若未采用可行的水保措施，穿越管段发生漂浮，容易拉断管道，发生天然气泄漏事故。

管道内天然气流速对安全运行产生影响，流速过快容易产生静电，引起火灾爆炸事故；其次，高流速对管壁的摩擦、冲刷增大，造成管壁、弯头减薄，减少管道寿命。

综上所述，线路路由存在的事故类型有：火灾、爆炸。

4.4.7 施工、安装和运行过程中危险有害因素分析

该项目在施工、安装和运行过程中存在的事故类型有：

(1)起重伤害

起重设备安全装置、吊索、吊具等失效或起吊物装载不平衡，致使物件倾覆、起吊物脱落等。

操作人员未持证上岗，作业人员精力不集中，起重司机和司索工配合失误。

违章操作或违章指挥，人员违章进入作业危险区，在吊物下工作，人员躲闪不及。

(2)坍塌

边坡防护不当；沟边缘有管堆等重物挤压边坡；未按照规定严格执行管沟开挖标准，造成沟边垮塌；恶劣天气等其它自然原因均可能造成沟边垮塌事故。

采用大开挖施工时，对周围建(构)筑物的地基和土层原平衡状态影响较大，作业坑施工若支护、围护不良，可能导致坍塌事故发生。施工质量原因也会造成道路沉降、塌方、作业坑塌陷。

动土作业中，挖掘机操作人员无证操作、未按规定线路挖掘、车辆过于靠近管沟边缘等原因可能发生管沟坍塌。

该项目输气管道穿越冲沟，施工过程中水工保护不完善，特别是汛期施工时容易造成坍塌事故。

(3)触电

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。

(4)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。

(5)容器爆炸

管道、阀门等材质不合格、安全阀失效、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、安装不合理等都有可能在试压过程中，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。

(6)机械伤害

施工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伤害事故；工作场所环境不好，如工作场所照明不良，温度及湿度不适宜，噪声过高；砂轮机所采取的防护措施不当等，可能对人员造成机械伤害。

(7)物体打击

在高空有浮物、设施不牢固的地方或起重作业区内停留；在作业坑及设备安装等施工过程中起吊重物时绳断、脱钩。清管作业中，清管器设置地点选择不当，或者操作不当，会造成清管污物和清管球飞出伤人。

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线爆裂，碎片伤人。

(8)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、动土等特殊作业时，违规操作、违章指挥等可能挖断其他管道造成油气泄漏，引发火灾、爆炸事故。

3)管道建成后进行吹扫作业，若吹扫不彻底，可能造成杂物堵塞仪表、阀门等，引起设备失灵，导致人员处理错误，进而引起火灾、爆炸。

4)管道穿越河流时，若设置砣配重块或配重压袋进行稳管，一旦配重物损伤管道防腐层，可能造成天然气泄漏，引发火灾事故。

(9)车辆伤害

该项目大开挖穿越道路，存在断路作业，若作业期间无适当围栏、交通

警告牌等或安全措施不到位，容易引发车辆伤害事故。

施工中存在大量动土作业，作业人员无证操作等可能造成车辆伤害。

施工中其他车辆车况较差、施工道路路况不好，宽度不够、临时桥面的荷载强度不足等；车辆装载超限；驾驶员违章驾驶(酒后驾车、超限驾驶、疲劳驾驶、逆行、货运车辆载人等)可能造成车辆伤害。

(10)淹溺

若地下水深度超过作业坑底部，没有在施工前降水或施工过程因断电或设备故障等原因，不能及时排走坑内或沟内的地下涌出的水，安全技术措施不健全或安全防护设施不当，可能引发淹溺事故的发生。下雨导致坑、沟内积水，也会导致淹溺。

综上所述，施工、安装和运行过程中存在的事故类型有：起重伤害、坍塌、触电、其他伤害(辐射)、容器爆炸、机械伤害、物体打击、火灾、爆炸、车辆伤害、淹溺。

4.5 站场工程危险有害因素分析

4.5.1 站场区域布置危险有害因素分析

(1)选择下列地段和地区为厂址，有可能造成设备损坏、建筑物倒塌以及由于上述事故引起的易燃物质泄漏、火灾爆炸事故。

- 1)地震断层和抗震设防烈度高于九度的地震区；
- 2)有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段；
- 3)采矿陷落(错动)区界限内；
- 4)爆破危险范围内；
- 5)坝或堤决溃后可能淹没的地区；
- 6)IV级自重湿陷性黄土、厚度大的新近堆积黄土、高压缩性的饱和黄

土和III级膨胀土等工程地质恶劣地区。

该项目站区未处于上述地段，抗震设防烈度为6度，无不良地质构造，适合输气站场的建设。

(2) 站址周边500m范围内无其它引用水源地、自然保护区、风景名胜区、重点文物保护单位等环境敏感点，及法律、行政法规规定予以保护的其他区域。如果该项目发生火灾、爆炸事故，主要对站内有影响，所以要加强站内安全管理。

(3) 项目选择地，应有便利的交通环境，如果交通不便利，将会影响工程施工、检修及正常生产。该项目选址所在地交通较为便利。

(4) 周湾首站站外约56m有5户民宅，牧兴庄末站周边西北方向276m有1户民宅，正东方向36m有1户民宅若人员在站区周围使用明火、焚烧树叶等，其火星有可能飘进站区，若站内存在物料泄漏，遇火星会引发火灾、爆炸事故。

(5) 站场周边有山体，当降雨量极大时，可能会引起山体滑坡或泥石流，将会对站内建(构)筑物的基础产生影响，严重者会发生坍塌。

综上所述，该项目站场选址不当可能导致火灾、爆炸、坍塌等事故。

4.5.2 站场平面布置危险有害因素分析

(1) 总平面布置方面的危险、有害因素体现在功能分区、防火间距和安全距离等方面，总平面布置如不合理，可能潜在下列危险：

1) 如果项目内部功能分区不明确，工艺流程不顺，物流运输折返，不但投资增加，还可能存在触电、噪声等危险、有害因素。

2) 平面布置对建(构)筑物防火间距如不能满足要求，会增加火灾蔓延扩大等危险。

3) 变配电所若设置在容易沉积灰尘、导电尘埃或高温、可能发生火灾等场所，将严重影响变压器的安全运行，导致变压器故障、漏电、触电、

火灾或其他事故。

4) 压缩机房、装置区等如果场地狭窄，人员通行不畅，则在人员参观、巡检、以及设备检修期间可能造成物体打击、机械伤害、起重伤害、挤压等事故。

5) 如果项目内部道路不顺畅，物流、人流混合，或路面宽度不够，转弯半径不足，以及消防道路不符合要求，可能引起车辆伤害和延误火灾事故救援。

6) 如果管线、管架平面布置、竖向处理、共沟敷设不合理，可能引起火灾、触电、相互污染等危险。

7) 场地竖向设计不合理，不但造成大填大挖，而且可能引起洪水淹没或场地雨水不能顺利排除的危险。

8) 若未设置安全警示标志，或占用并阻塞消防通道，可能影响操作人员视线，发生车辆伤害、物体打击等事故，同时一旦发生火灾，将增加救援难度。

综上所述，总平面布置若不合理，可能存在的主要危险、有害因素有：火灾、触电、车辆伤害、物体打击、机械伤害、起重伤害、噪声与振动等。

(2) 建(构)筑物的危险、有害因素分析

1) 建(构)筑物的耐火等级若不能满足要求，地基处理不好，可能造成坍塌或事故的扩大化。

2) 建(构)筑物的抗震级别若达不到要求，一旦发生地震等地质灾害，会导致坍塌、造成人员伤亡和财产损失。

3) 建(构)筑物若未按规范要求设置防雷接地设施，可能受雷击影响发生火灾、坍塌等事故。

4) 建(构)筑物的地基处理、基础选型、建(构)筑物形式、荷载大小及抗震等级未充分考虑厂区地质情况，可能会导致地基沉降、房屋坍塌等事

故的发生。

5) 楼梯等若未按要求设置护栏或盖板，各类梯子、平台设计选材不当、焊接不牢靠，可能发生高处坠落事故。

6) 建(构)筑物的隔音效果不好，机器运转时产生的噪音会对周边建筑内的人员产生影响。

7) 机械设备运转时会产生较强的振动。若设计安装未采取隔减振措施，工作环境将产生严重的振动，造成振动危害。

综上所述：若建(构)筑物的设计不符合要求，可能存在的主要危险、有害因素有：火灾、坍塌、高处坠落、噪声与振动等。

4.5.3 站场工艺过程危险有害因素分析

(1) 火灾、爆炸

1) 天然气增压、分离装置涉及的设备较多，天然气为易燃易爆气体，如果某个设备或其管道密封不严或破损，阀门、法兰密封不严或损坏，天然气泄漏，遇明火、电火花、静电火花等激发能源，可能引起火灾事故，泄漏的天然气可与空气形成爆炸性混合气体，达到爆炸极限后，遇明火、电火花、静电火花等，会造成爆炸事故。

2) 存在天然气的装置区域内未采用防爆电气设备或防爆级别不符合环境要求，因电气火花可能引发火灾爆炸事故。

3) 天然气在输送管道、生产设备内流动，易产生静电，导除静电的设施不完善，可能造成火灾爆炸事故。

4) 在天然气易积聚的场所，使用易产生火花的金属工具或机械装备，甚至现场人员未穿着防静电服装，一旦天然气泄漏，摩擦产生的静电火花会引起火灾。

5) 装置区未设置可燃气体检测报警装置或可燃气体检测报警装置不完善，会造成天然气聚集，遇明火、电火花、静电火花等会发生火灾、爆炸

事故。

6) 原料气装置的避雷装置和防静电设施失效，天然气泄漏遇雷电或静电引起火灾、爆炸。

(2) 容器爆炸

原料气装置区涉及压力容器，如果未采购有资质单位产品或未安装安全附件，超过设计压力，会造成压力容器爆炸；压力容器超压运行或安全附件失灵、违章操作等也会发生爆炸事故。

(3) 中毒和窒息

天然气在空气中的浓度达到25%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力，注意力不集中，呼吸和心跳加速等，甚至因缺氧而窒息、昏迷，若装置泄漏，气体外泄或检修清洗置换不彻底会引起窒息事故。

在检修配置的氮气转换装置的容器时，若未对氮气管道加装盲板，有可能导致氮气进入容器，致使检修人员窒息。

(4) 机械伤害

检修过程中，由于机械故障、误启动、违反操作规程等原因，可能造成设备伤人事故。

压缩机等设备局部照明不足或照明灯具放置位置不利于操作者观察，会产生错误操作导致机械伤害事故。

装置区的压力容器、压力管道等属承压装置，如果设备上的零部件固定不牢或设备超压就可能发生物体飞出，高压介质刺漏，造成人员伤害。

使用的机械转动设备，由于设备制造质量或安装不符合要求，或设计与安装本身存在缺陷，缺乏安全防护装置，操作人员不小心磕碰到设备的棱角等部位，人为的违章指挥、违章操作及设备维修不及时、在非正常状态下工作等原因，均可能发生机械伤害事故。

(5) 触电

- 1) 电气装置安装不良、绝缘不良、工人违章等有触电的危险；
- 2) 用电设备没有接地、接零保护，一旦设备漏电造成人员触电；
- 3) 电气装置有裸露部分、电线绝缘部分损坏，可造成人员触电和电气短路引发火灾。

(6) 噪声与振动

压缩机房内的设备在运转过程中会产生噪音和振动，噪声对人体的危害是多方面的，不仅可使人患上职业性耳聋，还可能引起其它疾病。

(7) 高处坠落

在生产巡查或检修进行高处作业时，若防护设施设置不当、操作人员精力不集中、无人监护等易造成作业人员发生高处坠落事故。

综上所述，原料气工艺过程中存在的危险、有害因素有火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、机械伤害、触电、噪声与振动和高处坠落。

4.6 公用工程及辅助设施危险有害因素分析

4.6.1 电气系统危险有害因素分析

(1) 火灾

该项目涉及较多的变配电、用电设备及电线电缆，由于设备缺陷、安装、使用、维护不当等原因，可能导致电气设备非正常发热，从而引起电气火灾，或者电气设施遭受雷击，将直接导致电气火灾的发生。

天然气属于易燃易爆物质，如果生产场所未采用隔爆型仪表，或隔爆型仪表选型不满足工艺要求，在运行过程中可能产生火花，一旦天然气发生泄漏，容易引发火灾爆炸事故。

如果可燃气体泄漏蔓延至配电室内，配电室内电气设施由于故障产生电气火花，遇到可燃气体时会发生爆炸事故。

由于开关的选择不合适，遮断容量不能满足系统短路的需求，开关的灭弧室不能有效的灭弧，从而导致开关的爆炸。

变压器进口和出口线路出现短路或内部绝缘被击穿后，大的短路电流就可引起高温使变压器油起火，形成变压器的着火事故。

雷电流的热效应还能引起电气火灾。

(2) 触电

电气系统在以下情况下容易发生触电事故：

- 1) 电气设备或线路绝缘因击穿、老化、腐蚀、机械损坏等失效；
- 2) 电气设备未装设屏护装置将带电体与外界相隔离；
- 3) 带电体与地面、其它带电体和人体范围之间的安全距离不符合要求；
- 4) 低压电气设备未装设漏电保护装置或漏电保护装置失效；
- 5) 有触电危险的场所未采用相应等级的安全电压；
- 6) 用电设备金属外壳保护接地不良；
- 7) 人员操作、监护、防护缺陷等，均可能导致触电。

8) 因变压器等故障停电、电力线路维修停电等，若没有做好监护、安全警示标志缺失、未及时向厂区人员通知等，在电力恢复供应时，有可能造成人员触电。

由以上分析可知，供配电系统发生触电事故的可能性较大，应注意安全防护，尽量避免触电事故的发生。

综上所述，电气系统存在的危险、有害因素有火灾、触电。

4.6.2 给排水及消防系统危险有害因素分析

(1) 火灾事故扩大化

1) 消防电源不符合要求，没有设置专用的供电回路，当生产出现重大事故，造成停电，消防用电也随之断电，消防系统瘫痪，起不到扑救火灾的作用，会延误灭火的时间，将导致火灾事故的扩大化。

2) 如果消防设施未定点放置，或灭火器、消火栓等被其他物料占压、消防通道堵塞致使消防车辆无法通过，都会造成极大的事故隐患。

3)消防设施若未经常检查,过期或损坏的应及时更换或检修,人员未定期进行消防培训和演练,或由于消防设施损坏以及人员培训演练不够而造成火灾处置不及时,使损失进一步扩大。

4)消防给水管网系统如果管网材质不好或日常检修不到位,由于管网破裂或阀门生锈,紧急情况发生时,消防给水系统瘫痪,火灾蔓延,会发生更大的火灾和爆炸事故;如果消防水量不足、水压低、水供给系统故障,或消火栓位置不当和数量少,同样会引起上述事故扩大。

5)消防通道不畅或宽度不够,会影响消防车辆通行或回转,不利于火灾扑救,使事故扩大化。

(2) 淹溺

如果消防水池设计不合理,池顶未设防护设施,人员不慎跌入,或者未安排专人值班,一旦有人跌入水池,难以及时发现,及时救援,容易发生淹溺事故。

如果站区排水设施设计不合理,出现较大的洪水时无法及时排除,会造成人员的淹溺,设备的损坏,甚至造成停产。

(3) 触电

给水、排水泵属于电气设备,操作人员违章作业或者设备漏电可能引发触电事故。

(4) 机械伤害

消防设施如消防泵、消火栓等在维修过程中可能由于不慎导致机械伤害事故。消防泵转动部位缺少或者安全防护罩损坏,加之操作人员操作安全意识差,可能造成机械伤害事故。

(5) 噪声与振动

大量泵类设备在运行过程中会产生噪声与振动危害。

综上所述:给排水及消防系统可能存在的主要危险、有害因素为:淹

溺、触电、机械伤害、噪声与振动。

4.6.3 自控、仪表系统危险有害因素分析

(1) 火灾

1) 自动控制系统中存在大量用电仪器、仪表、计算机、电气设备及电缆电线等，如果选型、配置、安装不符合安全技术要求时，容易因短路、过热、高温而导致火灾的发生。

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) 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，大火可能引燃至控制室室内，室内的电气设备、电缆、仪表等将被烧毁。

4) 工作人员用易燃液体清擦表盘、仪表或地面时，遇到明火将引发火灾。

5) 在室内违反规定，随意乱拉电线，任意增设电气设备，加大电气负荷，增加了火灾发生的可能性。

(2) 触电

1) 自动控制系统中存在大量用电的仪器、仪表、计算机等电气设备及电缆电线，在运行、检修过程中存在触电事故发生的可能。

2) 仪表测量发电机电压、电流、频率、功率、功率因数、有功电能及运行时间时，测量管线没有保护或测量管线、阀门、仪表本身漏电，可能因工作人员误触造成触电伤害。

(3) 高处坠落

高处坠落主要存在于现场仪表、管线、阀门等的检修过程中，因现场仪表、管线、阀门等的安装位置较高，检修过程中存在高空作业，若未系安全带、高空作业安全防护设施不符合要求、高空作业搭设的架子不牢固、

选择了不够安全的作业方式、登高作业未办理登高作业证等原因，均可能发生人员高处坠落。

(4) 其它

1) 自动控制系统失灵、自保护系统拒动或误动、自动调节装置失常、电源故障、集散控制系统失灵、测温装置指示错误、测压装置指示错误等故障，是发电机等装置发生系统事故的触发事件，会导致一系列的危险、有害因素的发生。

2) 计算机病毒、网络黑客、恶意代码等通过网络侵入自动控制系统，并以各种形式对系统发起恶意破坏和攻击，特别是集团攻击时，容易出现一次系统事故、大面积停电事故、二次系统的崩溃或瘫痪，致使机组的正常控制系统遭到破坏，出现指令失效等，运行人员对机组失去正常控制，可能引发损坏事故。

3) 标志缺陷：

a. 警告牌：例如裸露带电部分附近的警告牌不明显有可能引起触电事故。

b. 警示标志：自动控制系统中属于保护的重要端子设备，都有明显的警示标志，如误触、误碰等都可能造成保护误动。

4) 仪表设计、选型、联锁

a. 处于爆炸危险区的仪表采用相应防爆等级的仪表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。远传信号的检测仪表选用电动仪表；防爆/防护等级：

Exd II BT4/IP55（最低）—室内；

Exd II BT4/IP65（最低）—室外。

两引压管之间的间距应在 1.5cm 以上。超过间距 1m，引压管应加固定支撑；温度、压力变送器选用智能型，其输出信号为 4~20mADC（HART 通

信协议), 供电 24VDC, 二线制; 开关型仪表的输出接点采用无源接点, 接点容量最小为 24VDC, 2A。

综上所述, 自控、仪表系统存在的主要危险、有害因素为: 火灾、触电、高处坠落。

4.6.4 防腐、保温危险有害因素分析

(1) 土壤性质

土壤的孔隙度、含水量、电阻率、pH值以及含盐量等对土壤的腐蚀性有极大影响。

1) 孔隙度的影响

土壤的孔隙有利于氧气的渗入和水分保存, 孔隙度越大管道腐蚀越严重。

2) 土壤中含水量的影响

随着含水量增加腐蚀速率增加, 当含水量超过一定值以后, 由于水量增加氧的扩散渗透受到阻碍, 土壤中的可溶性盐已全部溶解, 即尽管含水量增加, 但不再有新的盐分溶解, 从而使腐蚀速率减小。当土壤中含水在10%以下时, 由于水分的短缺, 土壤电阻加大, 腐蚀速率急速降低。

3) 电阻率的影响

土壤电阻率与土壤的含水量、含盐量、孔隙度等很多因素有关, 土壤电阻率越小腐蚀速率越高。

4) pH值的影响

大部分土壤属中性, pH值在6~8之间, 随着pH值的降低腐蚀速率增加。

5) 含盐量的影响

一般土壤中的含盐量为0.10088%~0.115%, 土壤中含盐量越大电导率也越大, 从而提高土壤的腐蚀性。当土壤中含CaCO₃时, 其腐蚀速率随CaCO₃含量的增加而降低。

(2) 杂散电流的影响

当环境中存在埋地管线或金属构筑物时,杂散电流的一部分又可能流入、流出埋地管线或金属构筑物,产生干扰腐蚀。根据腐蚀干扰源的不同,可分为直流干扰和交流干扰。杂散电流腐蚀程度,要比一般的土壤腐蚀剧烈得多。

(3) 土壤中的微生物的影响。

硫酸盐还原菌生存在土壤中是一种厌氧菌,它参加电极反应,将可溶的硫酸盐转化为硫化氢,加速了腐蚀作用。

(4) 温度的影响。

温度对腐蚀速度有很大影响,一般来讲,温度每升高 20°C ,腐蚀速度加快一倍。

4.7 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。

4.7.1 人的不安全行为

1、操作失误

主要变现为操作失误、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

2、造成安全装置失效

具体表现是人为拆除安全装置、安全装置堵塞失去作用、调整错误造

成安全装置失效和其他原因。

3、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。

4.7.2 安全管理缺陷

许多事故的发生和扩大往往是安全管理方面不到位而导致，具体表现在以下方面：

1、对人的失误控制的缺陷，如安全教育和培训不够、安全生产岗位责任制和的安全管理制度不健全或未能贯彻执行。

2、工艺过程、作业程序的缺陷，如工艺技术错误或不当，无作业程序文件或文件有误，无安全操作规程或未认真执行操作规程。

3、用人单位的缺陷，如人事安排不合理、负荷超限、务必要的监督、禁忌作业等以及组织机构不完善，缺乏安全检查、隐患整改、监督考核的机制。

4、对物(含作业环境)的性能控制的缺陷，如涉及定期检测和日常检测等方面的缺陷，具体表现在：

对特种设备和强检设施的定期检验检测，如压力管道等特种设备的定期校验，对安全阀、压力表、可燃气体报警器的未定期校验等。

防雷防静电接地的未按要求定期检测。

其他动力、电器设备的日常维护保养、检测检修等。

4.8 建设项目互相影响

4.8.1 该项目对毗邻项目的影响

(1)开挖管沟若未探明已建管道具体埋设位置，或未对已建管道采取相应保护措施，从已建管道下方或上方穿过，垂直净距如果不足 0.3m，可能会挖断已建管道，造成管道泄漏，引发火灾、爆炸等事故。

(2) 新建周湾首站与周湾净化厂同时开工建设, 开工过程中可能会发生灼烫、触电、机械伤害、起重伤害、物体打击、高处坠落、车辆伤害、淹溺、坍塌、容器爆炸、噪声与振动、其他伤害; 牧兴庄末站无毗邻项目。

(3) 若该项目管道建设后发生火灾爆炸事故, 可能会影响附近架空电力线路, 造成大面积停电现象。

4.8.2 毗邻项目对该项目的影响

在该项目建设中或建成运行后, 原有天然气管道在正常运行及检维修过程中, 发生天然气泄漏, 遇火花可能会造成火灾爆炸, 对该项目的长输管线造成严重威胁。

若在该项目建成运行后, 受交流电干扰可能击穿防腐层, 引起防腐失效, 进而引起管道腐蚀泄漏, 导致天然气泄漏, 遇火源可能会发生爆炸。

综上所述, 建设项目相互间的主要危险、有害因素为: 火灾、爆炸。

4.9 重大危险源辨识

根据《陆上油气管道建设项目安全评价导则》(AQ/T 3057—2019) 第 7.7 节相关规定: 建设项目范围内的油库应按照 GB 18218 进行危险化学品重大危险源辨识, 该项目为天然气管道输送项目不涉及上述提到的油库, 因此不予辨识。

利用南京安元科技有限公司提供的计算软件对拟设管线进行个人风险与社会风险分析如下:

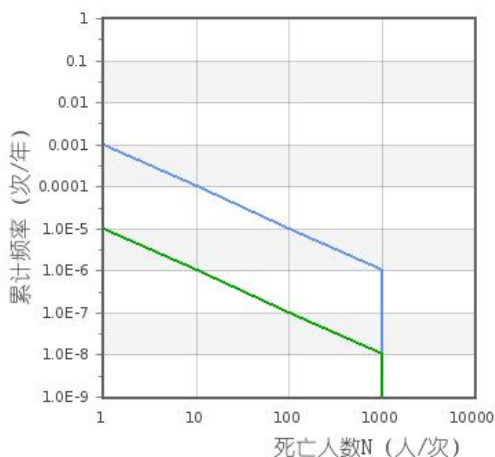
个人风险是指假设个体 100% 处于某一危险场所且无保护, 由于发生事故而导致的死亡频率, 单位为次/年。系统根据预设的个人风险标准, 采用个人风险等值线填充的形式来进行模拟分析。

标准名称: 中国: 《GB36894-2018》在役装置

个人风险标准详细配置(单位: 次/年)

| 风险等级 | 风险值 | 风险颜色 |
|------|---------|------|
| 一级风险 | 0.00003 | |
| 二级风险 | 0.00001 | |

标准名称：中国：《GB36894-2018》



| | | |
|------|----------|--|
| 三级风险 | 0.000003 | |
| 四级风险 | | |
| 五级风险 | | |
| 六级风险 | | |

社会风险是指能够引起大于等于 N 人死亡的事故累积频率 (F), 也即单位时间内 (通常每年) 的死亡人数, 常用社会风险曲线 (F-N 曲线) 表示。其中虚线部分代表社会风险标准曲线, 介于两条虚线之间的区域为“尽可能降低区”, 上方的区域为“不可接受区”, 下方的区域为“可接受区”, 实线表示该区域的实际社会风险分布情况。

标准名称：中国：《GB36894-2018》

社会风险标准曲线

气象条件

| 参数名称 | 参数取值 |
|------|------|
| | |

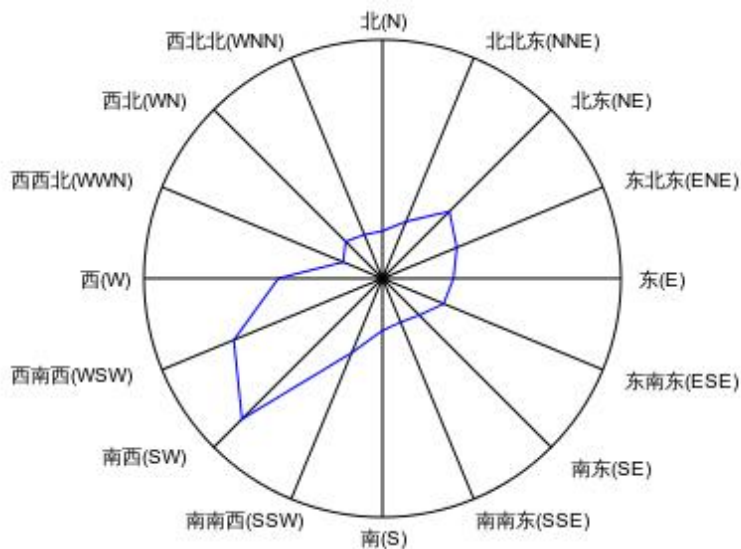
| | |
|----------------------------|----------|
| 所在区域 | 延安 |
| 地面类型 | 村落、分散的树林 |
| 辐射强度 | 强(白天日照) |
| 大气稳定度 | B |
| 环境压力(pa) | 101000 |
| 环境平均风速(m/s) | 1.4 |
| 环境大气密度(kg/m ³) | 1.293 |
| 环境温度(K) | 298 |
| 建筑物占地百分比 | 0.03 |

人口区域密度

区域人口密度(个/m²):0.002

风向玫瑰图

风向玫瑰图所属地域：延安



装置基本参数

装置名称：管道

装置编号：01

装置坐标：773.18, 460

物料名称：甲烷

装置类型：管道

泄漏模式：中孔泄漏

泄漏源强：连续泄漏源强 $<10\text{kg/s}$

事故类型：喷射火灾(JET FIRE)

存储燃料质量(Kg)：1922.25

燃料燃烧热(Kj/Kg)：55536.16

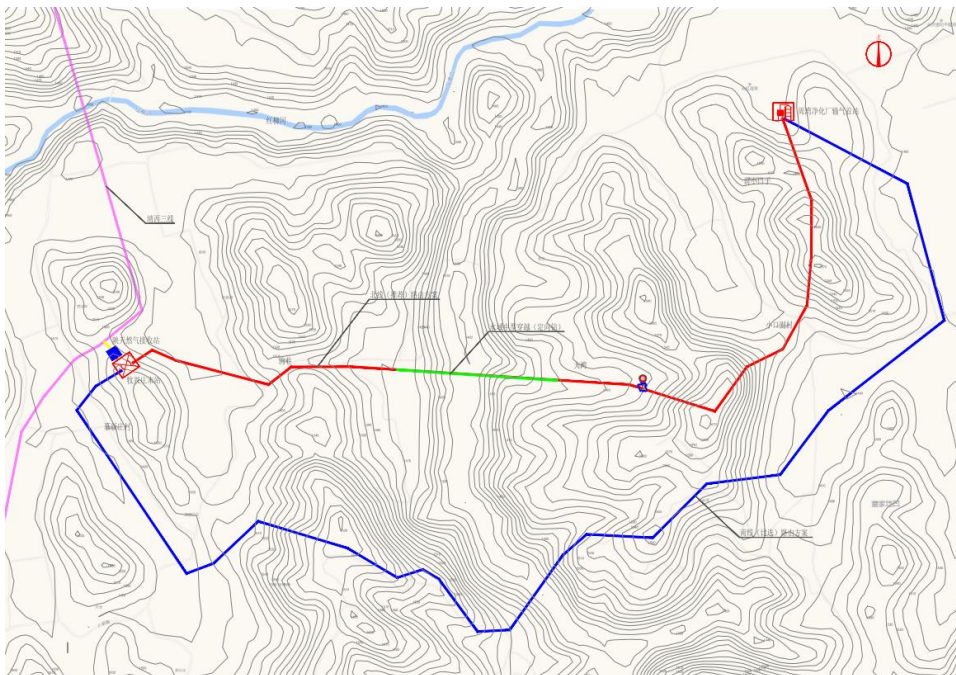
燃料泄漏速率(Kg/s)：68.6

人员暴露时间(s)：60

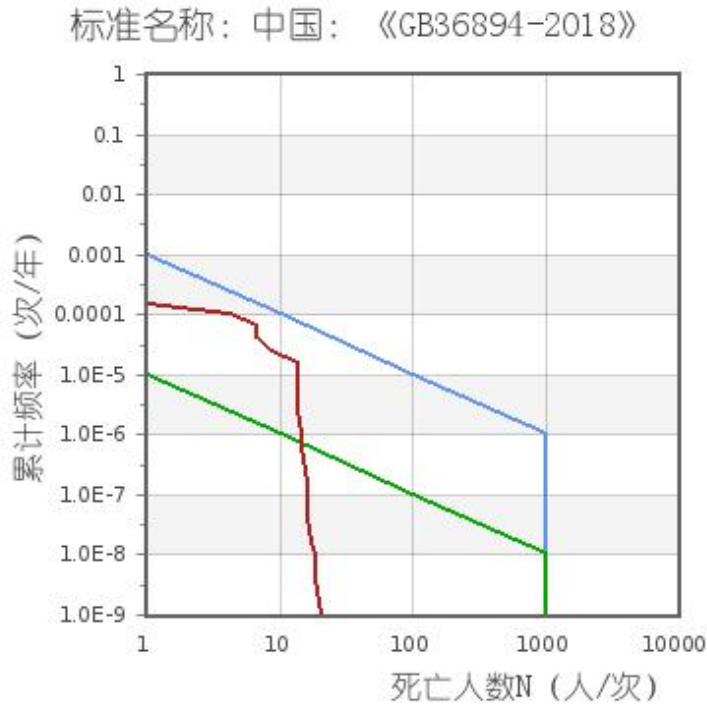
风险模拟结果

1. 区域总体风险模拟

(1) 个人风险模拟



(2) 社会风险模拟

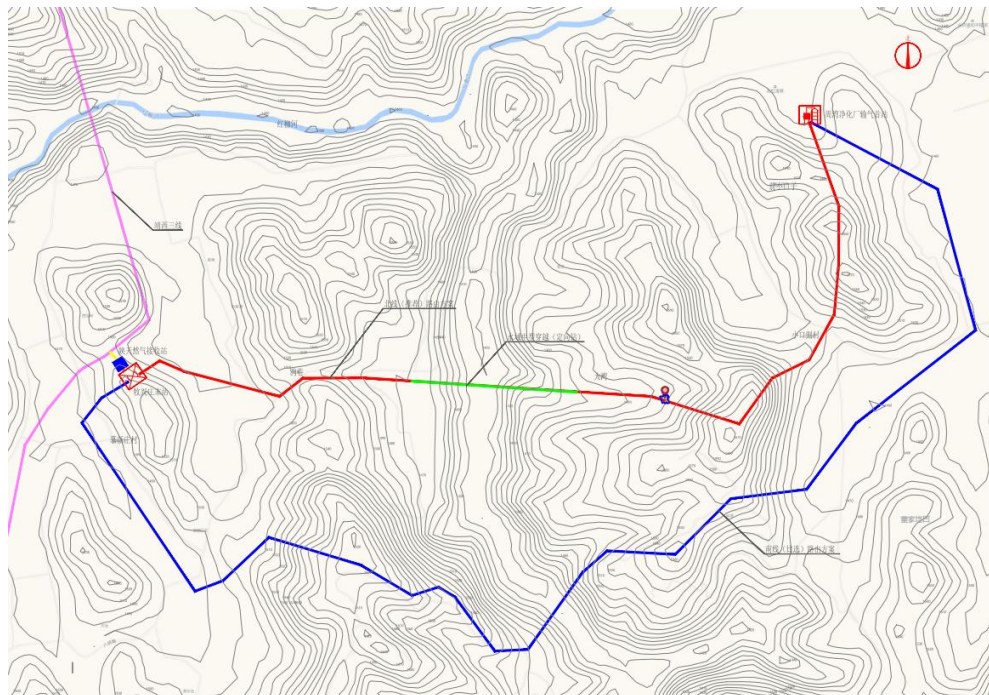


潜在生命损失(PLL)：0.001083939

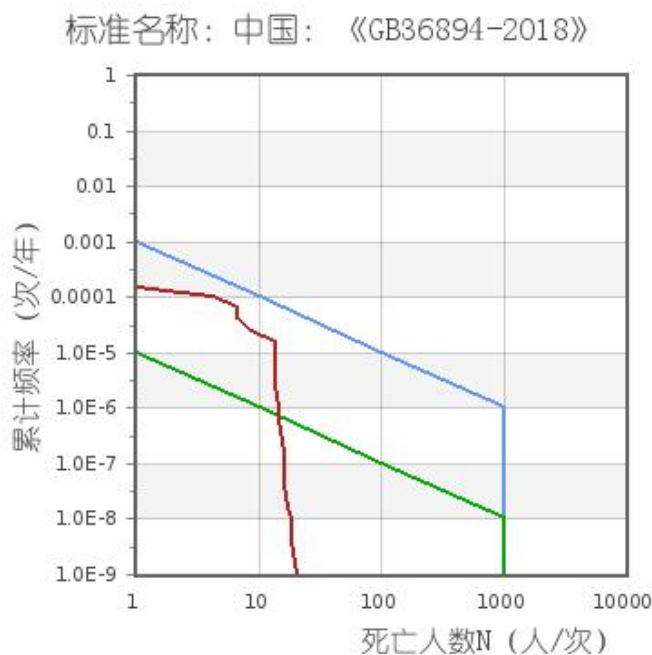
区域人口密度(个/m²):0.002

2. 管道

(1) 个人风险模拟



(2) 社会风险模拟



潜在生命损失 (PLL) : 0.001083939

4.10 事故案例与事故原因分析

案例一：

1、事故经过

1997年8月，南充至成都天然气外输管道因管道第三方施工，破坏了天然气管道，导致天然气发生泄漏事故，经济损失达3600万元。同时由于部分群众自我保护意识增强，迅速疏散，没有发生人员伤亡，但是设备及管道损坏严重。

2、原因分析

(1) 设计单位在设计方案中，在走向图纸上未标注主管道的走向及具体位置。

(2) 第三方施工单位在施工过程中，为制定严密的施工方案，盲目施工，导致天然气泄漏，这是事故发生的主要原因。

(3)建设单位对项目设计审查把关不严,在项目施工中,对施工过程的监督力度不够。作业人员疏忽大意,未及时关闭及暂停天然气,导致管道断裂后天然气持续泄漏。

3、针对此类事故的防范措施

(1)设计单位在设计方案中,严格按照国建相关标准和规范进行设计。

(2)在施图纸上标注主管道的走向及具体位置。

(3)第三方施工单位在施工过程中,制定严密的施工方案,精心组织、科学施工。

(4)建设单位加强管线巡查力度。

(5)制定事故应急救援预案并定期进行演练。

4、此事故吸取的教训:

(1)认真落实管道保护法,增加管道运营保护意识。

(2)和管道周边沿线单位做好技术沟通及交流。

案例二:

1、事故经过

2006年2月18日下午5点15分,京石高速公路良乡机场出口南800m处,一根200mm粗的天然气支线因液化气管线开挖施工损坏,造成天然气泄漏。为确保安全,京石高速长阳至阎村段道路被临时封闭,周边部分群众也被紧急疏散。据附近仓库的职工卢先生回忆,事发时,一辆正在作业的挖掘机挖断了天然气管道,大量的白色气体从管道缺口处喷出,“足有3m来高”。

房山区政府接到报警后,立即启动突发事件应急预案,组织各方力量做好安全警戒、交通管制、消防准备、群众疏散和事故现场隐患排查等工作。消防队赶到了现场,用水枪稀释空气中的天然气浓度。警察也对附近居民进行了疏散,封锁了出事地点周围的所有路口,距离事发地点方圆500m的范围禁止通行。

由于事发地点临近京石高速公路，为确保过往车辆安全，交通部门对长阳至阎村段道路实施临时交通管制。出京方向的车辆从杜家坎实行分流，绕行宛平城、京周路，进京方向的车辆从阎村实行分流，绕行京良路、京周路。

市燃气集团抢修队伍抵达现场后，立即采取降压、控制现场天然气浓度的措施，并组织抢修工作。

2、事故原因分析

由于正在施工的挖掘机挖断天然气管道造成了此次天然气泄漏事故，这是导致事故发生的直接原因。

3、事故教训及对策措施

在天然气泄漏后，及时将事故上报政府有关部门，立即启动突发事件应急预案，公安、交通、消防等各方配合，指挥得力，第一时间疏散周边群众、进行事故排查，燃气抢修队也立即采取措施组织抢修。本次事故各方责任明确，并有切实可行的应急预案，才避免了事故的扩大化、严重化。

对于危险化学品，确定为重大危险源的，必须在属地进行突发事件应急预案的备案，并在备案通过后，向全厂或全公司职工宣读，进行相关安全知识培训，组织应急预案模拟演练，并将各方责任明确化，这样在突发事件发生时我们才可将危险降到最低，达到安全作业的目的。

案例三：

1、事故经过

富加站位于四川省眉山市仁寿县富加镇马鞍村4组，是集过滤分离、调压、计量、配气等为一体的综合性输气站场。输气管理处两条干线威青线和威成线通过富加站，设计日输气量 $950 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，设计压力4.0MPa，其中威青线(管线直径 $\Phi 720\text{mm}$)建成投产于1976年，威成线(管线直径 $\Phi 630\text{mm}$)建成投产于1967年。2005年该油气田分公司组织实施威成线三、

四类地区(钢铁一汪洋段)安全隐患整改和威青、威成线场站适应性大修改造。

1月20日12时17分,富加站至文宫站方向距工艺装置区约60米处,因 $\Phi 720$ 输气管线泄漏的天然气携带硫化亚铁粉末从裂缝中喷射出来遇空气氧化自燃,引发泄漏天然气管外爆炸(第一爆炸),因第一次爆炸后的猛烈燃烧,使管内天然气产生相对负压,造成部分高热空气迅速回流管内与天然气混合,引发第二次爆炸。当班工人立即向输气处调度室报告了事故情况,同时向富加镇政府和派出所报告;12时20分左右,富加站至汪洋站段方向距工艺装置区约63米处,又发生了与第二次爆炸机理相同的第三次爆炸。当第一次爆炸发生后,富加外输站值班宿舍内的员工和家属,在逃生过程中恰遇第三爆炸点爆炸,导致多人伤亡。输气管理处在接到报告后,输气调度室立即通知文宫、汪洋两站紧急关断干线截断球阀并进行放空。13时11分,文宫站至汪洋站段放空完毕。13时30分,事故现场大火扑灭。17时40分,临近建构筑物余火被扑灭。

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

2、原因分析

1) 直接原因

$\Phi 720$ 管材螺旋焊缝存在缺陷,在一定内压作用下管道出现裂纹,导致天然气大量泄漏。加之泄漏的天然气携带硫化亚铁粉末从裂缝中喷射出来遇空气氧化自燃,引发泄漏天然气爆炸(系管外爆炸),同时造成管道撕裂。因第一次爆炸后的猛烈燃烧,使管内天然气产生相对负压,造成部分高热空气迅速回流管内与天然气混合,引发第二次爆炸,约3分钟后引发第三次爆炸(爆炸机理与第二次爆炸相同)。

2) 间接原因

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

(2)管道建设时期,防腐工艺落后,管道外层腐蚀严重。管道曾在相当长时期内输送低含硫湿气,管道内壁也受到腐蚀,伴有硫化亚铁粉末产生。

(3)第一爆点上方白杨树根系发育使土质变得较为疏松,为天然气泄漏并在管外聚集爆炸提供了条件。同时管道附近还有其他根深植物。

(4)富加输气站场及进、出管道两侧存在较多建构筑物,且场站周围建构筑物过密,以致逃生通道狭窄,人员不能及时安全撤离。员工、家属和附近居民在逃生过程中恰遇第三爆炸点爆炸。

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

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

3)管理原因

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

(2)施工组织方案不落实。虽然按照威青线施工组织方案成立了由输气管理处及运销部两级领导和技术人员组成的现场领导组、技术组、后勤保

障组等组织，但是在投产作业过程中，没有到现场对工程技术质量和安全环保检查把关。

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

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

3、针对此类事故的防范措施

1)严格执行管道运行管理的标准规范。

在天然气管道运行管理方面，要把推荐性行业标准 SY/T5922《天然气管道运行管理规范》当作强制性标准来执行，对所有停气碰头置换作业实行标准化和格式化管理，无论管径大小的置换作业必须使用氮气置换。加快基地建设步伐，对达不到安全要求的房屋、值班室及逃生通道进行全面排查，并组织认真整改。

2)加强管道安全保护工作的监督和管理。

各单位及所属防腐办公室和巡线工必须切实有效履行巡线职责，严格按照操作规程定时、定线、定点巡检。加强与地方政府之间的联系，建立警企及地企联建、联治、联防的天然气管道合作长效保护机制。

3)举一反三，查找问题，堵塞漏洞，严格隐患整改。

(1)认真组织开展地面外输系统全面评估工作。从本质安全、隐患和违章占压、适应能力、操作规程和制度、安全风险评估等五个方面，对从气井井口至天然气销售门站的整个地面外输工程系统进行全面清理、分析和评估。

(2) 积极推广以在役外输管线的检测与评价技术为代表的新技术,提高决策的科学性。除继续对天然气管线进行常规检测外,还应不断引入和采用管线智能检测技术、国外管道安全评估技术、场站及进出站工艺管线检测等技术,摸清管线及场站设施现状,指导管线运行与维修。

4) 切实加强基层建设和员工队伍建设。

对操作员工要抓好以增强责任心、提高执行力和操作技能为主要内容的基层队伍建设。要抓好专业培训基地的建设,进一步提高一线操作员工的专业知识和业务技能。要充分发挥思想政治工作的优势,不断创新方式方法,既坚持正面教育为主,又注意发挥纪律、制度的约束作用,推进基层建设上新水平。

5) 狠抓安全环保基础工作,努力提升安全环保基础管理水平。

一是要做好各级应急预案的修订工作,完善四级应急预案体系,扎实做好预案的演练工作。二是结合岗位特点,对现有操作规程和技术规范进行清理、修订和完善,抓好生产一线员工岗位应知应会培训,严格执行操作规程。三是要认真吸取事故教训,进一步查找工作和管理上的薄弱环节,制订有针对性的整改措施。

5 单元安全评价

5.1 一般规定

5.1.1 评价单元选用的评价方法

本报告共划分了线路工程单元、站场工程单元、公用工程及辅助设施单元及安全管理单元共四个评价单元。

其中，线路工程单元分为：选址及外部安全条件子单元、线路子单元共2个子单元；站场单元分为：选址及外部安全条件子单元、总平面布置及建(构)物子单元、主要工艺装置子单元共3个子单元；公用工程及辅助设施单元分为：电气子单元、给排水及消防子单元、自控仪表子单元、防腐保温子单元共4个子单元；每个评价单元按照本报告表3.4-1列出的评价方法进行评价。

5.1.2 制定安全对策措施的依据

报告主要参照以下标准规范提出安全对策措施：

- (1) 《石油天然气工程总图设计规范》(SY/T0048-2016)
- (2) 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)
- (3) 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)
- (4) 《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)
- (5) 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017)
- (6) 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》(GB/T23257-2017)
- (7) 《石油天然气安全规程》(AQ2012-2007)
- (8) 《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T21447-2018)
- (9) 《阴极保护管道的电绝缘标准》(SY/T0086-2012)

5.1.3 制定安全对策措施的原则

1、安全技术措施等级顺序

1) 直接安全技术措施。生产设备本身应具有本质安全性能，不出现任何

事故和危害。

2) 间接安全技术措施。若不能或不完全能实现直接安全技术措施时，必须为生产设备设计出一种或多种安全防护，最大限度地预防、控制事故或危害的发生。

3) 指示性安全技术措施。间接安全技术措施也无法实现或实施时，须采用检测报警装置、警示标志等措施，警告、提醒作业人员注意，以便采取相应的对策措施或紧急撤离危险场所。

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

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

3、安全对策措施应具有针对性、可操作性和经济合理性。

4、安全对策措施应符合国家有关法规、标准及设计规范的要求。

5.1.4 《可行性研究报告》中提出的主要安全措施

该项目可行性研究报告中提出的安全对策措施建议详见表 5.1.4-1：

表 5.1.4-1 可行性研究报告中提出的安全对策措施建议

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|---|
| 1 | 本线路部分段位于丘陵间沟谷内，沟谷地形不宽阔，且周边山体汇水面大，在沟谷内尤其是沟谷内临沟谷陡坎敷设段及冲沟沟口位置，在雨季降水量大的条件下，洪水的冲刷侵蚀作用强烈，建议深埋，将管道埋置于稳定层位中，临沟谷陡坎敷设段建议调整管线尽量偏离陡坎，并采取合理的水保措施。 |
| 2 | 管道敷设要求： 由于其他埋地管道和光(电)缆等埋设深度较浅，而本工程管道和施工机具重量大，在施工过程中，很可能会对其他管道和光(电)缆造成破坏。为保证安全，必须采取必要的防护措施，以便于大型机械通过，保证不影响到已建管道及其他设施的安全和正常运营，具体敷设要求如下： 1) 材料、设备进场的施工便道与其他埋地管道及光(电)缆交叉处应铺设厚钢板或设置钢制管桥以便于大型机械通过； 2) 本工程新建管道与其他埋地管道或金属构筑物交叉时，其垂直净距不应小于 0.3m；与电力、通信电缆交叉时，其净距不应小于 0.5m； |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|---|
| | 3) 施工单位施工前应获得相关管理单位的许可, 签署安全生产管理协议, 并应定期向其管理单位汇报施工的进展情况。 |
| 3 | <p>水工保护措施:</p> <p>1) 为确保管道安全所采取的特有的水工保护措施, 如防冲墙、混凝土连续浇筑、压重块等;</p> <p>2) 以主体设计功能为主、同时兼有水土保持功能的工程, 如挡土墙、截水墙、护坡、护岸、截排水沟、堡坎等。</p> |
| 4 | <p>主要水工保护及水土保持措施如下:</p> <p>1) 平原段 管道在平原段穿越林草地, 表层土壤较薄, 下方为砂土层。管沟回填后剩余的弃渣要堆放到指定的弃渣场, 严禁弃石随意堆放。</p> <p>2) 横坡敷设段 为减小坡面汇水冲刷对管沟回填土的影响, 通常设置截排水渠、护面、挡土墙等措施进行防护疏导。对于在丘陵地形起伏较大的临坡敷设管道, 可采用混凝土或浆砌石挡墙进行支护, 挡墙设置相应的伸缩缝、泄水孔、垫层等。</p> <p>3) 顺坡敷设段 当管线顺坡通过坡面时, 在坡面径流的冲刷下, 管沟回填土容易遭受侵蚀, 其侵蚀过程是由面蚀向沟蚀的发展。沟蚀发展的最终阶段会造成整个管沟回填土全部流失, 进而使管线暴露甚至悬空。工程防护主要包括: 草袋护面、三七灰土截水墙等。</p> |
| 5 | <p>穿越河流防泄漏污染措施:</p> <p>(1) 详细探明地层岩土的不均匀性, 施工阶段制定不同地层穿越施工时的泥浆排量参数, 施工过程中及时调整钻进速度和泥浆排量。</p> <p>(2) 施工过程中避免越级扩孔和增加适量的添加剂; 按一定比例加大泥浆材料用量, 采用高效膨润土配制泥浆, 从而达到提高泥浆粘度, 保证孔壁坚固的目的, 同时又不失泥浆的润滑和流动性。</p> <p>(3) 采用环保泥浆原料, 及时处理因冒浆引发的问题。</p> <p>(4) 钻头附近设置泥浆压力检测设备, 施工中严格控制泥浆压力, 根据泥浆返回成份, 及时调整泥浆配比。</p> <p>(5) 施工完成后, 为确保地面不会因为管壁和孔壁间泥浆收缩而产生较大的沉降, 需向管壁和围土间脱空区进行二次注浆作业, 适当增加泥浆粘度, 使得泥浆充满整个脱空区, 减小泥浆收缩带来的影响;</p> <p>(6) 沿管道布置不少于 3 个观测点, 对管道附近地面的沉降变形进行观测, 并做好记录, 观测结果提交工程建设管理部门。</p> |
| 6 | 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等。 |
| 7 | 本工程应充分吸取其他管道经验, 在高后果区有针对性的制定防范措施, 降低事故概率。 |
| 8 | 试压时环境温度不宜小于 5℃; 若环境温度低于 5℃, 应采取防冻措施。 |
| 9 | <p>回拖时采用吊车吊篮或托架措施, 使管道入洞角度与实际钻孔角度一致。</p> <p>回拖施工时应采取降低浮力的措施, 确保有效减小管道与孔洞上的摩擦力, 达到降低钻机回拖力的效果, 使管道回拖安全顺利的完成。降浮时不得破坏内防腐层, 管道在钻孔内保证有效重力不得超过 2kN。本工程管道回拖入洞采取合适的回拖吊装曲线方案。在整个回拖过程中, 吊管机和吊车应全程配合, 直到回拖完毕。</p> |
| 10 | 施工方尽量避免冬季施工。当存在冬季施工时, 应在低温环境下搭建施工用保温大棚, 对钻机、泥浆泵等核心设备进行保温, 提供一个可供设备正常运转的温度环境。 |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|---|
| | <p>1) 定向钻钻机应搭建保温大棚, 保证设备正常工作。必要时可采用柴油暖风机进行加热, 保证设备工作所需的正常温度。</p> <p>2) 可在泥浆罐(箱)区域搭建全封闭活动板房保温棚, 泥浆罐(箱)用高压蒸汽管线缠绕3-4圈, 直接利用高压蒸汽对泥浆罐(箱)进行加热处理, 保证罐(箱)内泥浆的温度, 外表用石棉质保温片全包, 石棉质保温片厚度为5cm, 从而减少泥浆的热损耗。暖棚内再根据取暖面积大小及棚内温度加设若干高压蒸汽管线。使暖棚内环境温度达到5℃以上。</p> <p>3) 输水管、泥浆管等重要附属设施应采取保温措施, 管路的保温可采用聚氨酯发泡法保温。聚氨酯厚5cm, 外围缠绕防雨布。</p> |
| 11 | 工程施工应避免防洪期, 尽量选择在中低水位期。 |
| 12 | 施工前做好周密的应急方案, 做好钻进过程中可能出现问题的应对措施。 |
| 13 | 工程施工完成后, 及时进行拆除废弃临时设施, 多余材料及建筑垃圾清运出场。 |
| 14 | 施工废弃的油污及其他各种废弃物都要装车运走, 保证施工后场地干净。 |
| 15 | 对施工现场进行平整, 恢复到原地貌状态, 对农田的恢复达到耕种条件。 |
| 16 | 施工废弃的泥浆, 应根据当地的环保部门的要求外运并进行无害化处理。 |
| 17 | 管道系统应按照发生第三方损坏的可能性与后果进行风险分级, 并设置相应级别的防护措施: 一级风险部位采取一级防护, 二级风险部位采取二级防护, 三级风险部位采取三级防护。国家或省级人民政府有具体要求的, 可进行升级管理。 |
| 18 | 应坚持人防、物防、技防相结合的原则对管道系统进行安全防护。 |
| 19 | 新建管道应在设计阶段按照《油气管道安全防护规范》(Q/SY1490-2012)的相关要求设置安全防护设施, 与管道主体工程同时设计, 同时施工, 同时投产。 |
| 20 | <p>本工程线路安全防护措施如下:</p> <p>1) 一级防护</p> <p>(1) 对全线人口密集区、环境敏感区域等重要区段提高设计系数;</p> <p>(2) 加设加密桩;</p> <p>(3) 对全线人口密集区加设警示牌;</p> <p>(4) 在管道上方设置标识带;</p> <p>(5) 全线统筹配置专职或兼职巡线员, 每日巡检不得少于一次;</p> <p>(6) 对全线人口密集区、第三方施工易发区、环境敏感区域、隐蔽区域等重点部位应着重监查、监控。</p> <p>2) 二级防护</p> <p>(1) 对主要穿越区段提高设计系数;</p> <p>(2) 主要穿越处两侧设置警示牌;</p> <p>(3) 穿越开挖段在管道上方设置标识带;</p> <p>(4) 对沿线穿越处, 每日巡检不得少于一次;</p> <p>(5) 对道路交叉穿越等重点部位应着重监查、监控。</p> <p>3) 隧道应定期进行巡护; 应安装远程视频监视系统, 将监视结果远传至区域管理中心; 可设置专职安保人员值守;</p> <p>4) 对第三方施工和特殊区域(高流量公路: 高速、国道、省道等, 城镇人口密集区, 工矿厂房区, 城镇规划区)、隐蔽区域等重点部位应着重监查、监控。</p> <p>5) 非常态时期安全防范要求: 安保防恐工作部门负责人带班组织防范工作, 其他人员保持24h通信畅通; 增派必要的安保力量, 必要时可申请派驻武警等专业力量加强重点部位、重点场所等守护工作; 根据当地党委、政府、各有关部门或防恐部门要求, 采取的其他必要防范措施。</p> |
| 21 | 周湾净化厂分输首站和牧兴庄末站控制室控制室、机柜间均新建, 且控制室和机柜 |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|---|
| | <p>间满足以下要求。</p> <p>吊顶：控制室宜设吊顶；</p> <p>层高：设空调装置时一般取 3.0m~3.3m，不设空调装置时不宜小于 3.3m；</p> <p>地面：采用防静电的活动地板，并应满足设备承重和水平度要求；</p> <p>墙面：控制室墙面应平整、光滑、不起灰；使用的涂料、油漆应不反光，色调以浅色为宜；必要时墙面应有吸音措施；</p> <p>采暖、通风和空调的设置应符合《油气田及管道工程计算机控制系统设计规范》(GB/T 50823)；</p> <p>机柜间要求环境温度：冬季 20℃±2℃，夏季 26℃±2℃，温度变化率小于 5℃/h；相对湿度保持在 30%~70%，且不得结露。房间内不允许设置水暖气。</p> |
| 22 | <p>依据《中华人民共和国网络安全法》的要求，针对牧兴庄末站调控中心网络安全做以下措施：</p> <p>1) 不允许从互联网进行对 SCADA 系统访问与操作。非授权的工作站不应接入 SCADA 系统，在网络设备上未投入使用的网络接口应进行“非使能”设置。同时周期地检查未投入使用的网络接口。远程访问的人机界面或者操作员工作站必须有逻辑上的安全保护。通过工业防火墙、网闸等防护设备对工业控制网络安全区域之间进行逻辑隔离安全防护。在牧兴庄末站调控中心与各站通信信道出口处设置防火墙，用于实现各站场与调控中心之间交互数据的网络防护。</p> <p>2) 在输气第一分公司调控中心设置网络安全审计系统，及时发现、报告并处理网络攻击或异常行为。保留工业控制系统的相关访问日志，并对操作过程进行安全审计。网络安全审计系统要求采用专用硬件平台和专用安全操作系统，机架式独立硬件(非 Windows 平台)，双电源，旁路式部署。系统支持网关、网桥、旁路模式部署；网关模式，支持 NAT、路由转发、DHCP、GRE、OSPF 等功能。SCADA 系统不应有未授权的后门(由程序员编写，以正式或非正式的方式获得权限，来访问程序、在线服务或整个计算机系统的程序代码)，对被用作后门进入 SCADA 网络的任何媒介都要严格控制。</p> <p>3) 主机防护软件对设备采用“白名单”方式进行安全保护，以此防止病毒、木马、恶意软件的攻击。对已知的病毒进行检测和防护，防止病毒的感染及传播。随着技术的进步，通过 U 盘传播病毒、恶意软件的风险极高，应要对 USB 接口的使用进行严格管理。在控制系统的上位机上安装工业主机安全防护系统是主机安全防护的有效手段。工业主机防护产品应具备 USB 安全管理能力，通过“注册-授权-审计”等典型安全措施，对 U 盘的使用全程管理，严防非授权 U 盘引入病毒。主机防护软件部署在牧兴庄末站调控中心工程师和操作员工作站上。安全管理平台部署在牧兴庄末站调控中心。</p> <p>4) 应对整个工业控制网络安全进行第三方评估，并出具评估报告。评估机构应为全国等级保护测评机构推荐目录中推荐的测评机构。测评人员需具有信息安全等级测评师证书和对工控类设备测试的能力。工控安全异常监测与安全审计系统(硬件)和工业防火墙(硬件)设置在网络安全机柜内，网络安全机柜放置在机柜间内。本工程在输气第一分公司网络安全系统上扩容，并相应增加网络安全设备。</p> |
| 23 | <p>动力配电和线路附设方式：</p> <p>1) 配电系统采用低压配电系统采用放射式+树干式供电。线路电压损失应满足用电设备正常工作及电动机起动时端电压的要求。</p> <p>2) 室内部分采用电缆穿镀锌钢管暗敷，室外部分采用铠装电缆直埋敷。电缆进出建筑物的墙洞处采取防火防水等隔离密封措施。一般场所照明线路采用铜芯绝缘电线穿镀锌钢管沿墙、屋顶暗配，爆炸危险场所的照明线路采用钢管明配。</p> |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|--|
| 24 | <p>1) 建筑物防雷措施</p> <p>(1) 防直击雷：采用装设在建筑物上的接闪网(带)或接闪杆或由其混合组成的接闪器。接闪网(带)应沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设，并在整个屋面组成不大于 20m×20m 或 24m×16m 的网格。所有接闪杆采用接闪带互相连接。</p> <p>(2) 利用建筑物柱子钢筋作为引下线，可按跨距设引下线，但引下线的平均间距不大于 25 m。</p> <p>(3) 首先利用基础内的钢筋作为接地装置，同时在建筑物外敷设人工环形接地体。</p> <p>2) 工艺装置区防雷措施</p> <p>(1) 防直击雷：有爆炸危险的露天布置的钢质密闭设备、容器等，必须设防雷接地。当其壁厚不小于 4 mm 时，不装设接闪器，但要接地，且接地点不少于两处；两接地点间距离不大于 30 m，冲击接地电阻不大于 30 Ω；当其壁厚小于 4 mm 时，设接闪杆(线)保护。</p> <p>(2) 防雷电感应：平行敷设的管道、构架等长金属物，其距小于 100 mm 时采用金属线跨接，跨接点的间距不大于 30 m；交叉净距小于 100 mm 时，其交叉处跨接。</p> <p>3) 路灯、工业电视监控杆、放空管等防雷措施</p> <p>路灯、工业电视监控杆等金属物体，利用其本体作接闪器，整个金属杆作引下线，应具有连续的电气通路并与接地装置可靠连接。放空管的管顶不设置接闪器，利用其金属管体做接闪器和引下线，应具有连续的电气通路并与接地装置可靠连接。</p> |
| 25 | <p>根据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T50065)规定，本工程防静电及接地采用以下措施：</p> <p>1) 防静电：地上或非充沙管沟敷设的工艺管道直线段每隔 100~200 米处，设置防静电、防感应雷的接地装置。在爆炸危险场所中凡生产储存过程有可能产生静电的管道、设备、金属导体等均应做防静电接地。输气管线的法兰(绝缘法兰除外)、阀门连接处，当连接螺栓数量少于 5 时，应采用金属线跨接。在生产区域沿巡检道路入口处设本安型人体静电消除器。</p> <p>2) 接地：电气设备应可靠接地，电缆接线盒、电缆金属铠装层、穿线的钢管等非带电金属导体应可靠接地。站场均采用工作、保护接地及防雷防静电接地等共用同一接地装置，联合接地电阻值不大于 4 Ω。放空立管接地单独设置，用镀锌扁钢和镀锌角钢作成环形接地网，其接地点应不少于 2 处，接地电阻不大于 10 Ω。</p> |
| 26 | <p>信息设备的防电涌措施</p> <p>1) 进入建筑物的交流供电线路，在线路的总配电装置等 LPZ0A 或 LPZ0B 与 LPZ1 区交界处，设置 I 类试验的电涌保护器作为第一级保护；在配电线路配电箱、电子设备配电箱等后续防护区交界处，可设置 I 类或 II 类试验的电涌保护器作为后级保护，各电子信息设备的信号线、数据线等均应装设电涌保护器(SPD)，应由相关专业设计实施。在 UPS 交流电源侧可根据所在防雷分区选择装设 I 类或 II 类试验的电涌保护器。</p> <p>2) 电子信息系统设备的机房设置等电位连接。电子信息设备的金属外壳、机柜、机架、金属管、屏蔽线缆的外层、信息设备防静电接地、安全保护接地以最短的距离与等电位连接网络的接地端子连接。</p> <p>3) 电子信息设备的信号线采用屏蔽电缆，电缆金属铠装层两端及在进入建筑物处应接地。</p> |
| 27 | <p>电气设备的选型遵循运行安全可靠、经济合理的原则，尽可能采用国内先进可靠和高效节能的电气产品。</p> <p>1) 10kV 开关柜采用空气绝缘型+真空负荷开关环网柜；</p> |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|--|
| | 2) 变压器选用 10/0.4kV 干式变压器，不低于三级能效； 3) 低压开关柜采用组合抽屉式低压开关柜； 4) 天然气发电机组采用快速起动的自动化机型； 5) 不间断电源(UPS)采用单机在线式，蓄电池后备时间 1.5 小时。 |
| 28 | 防火措施： (1) 单体建(构)筑物之间满足相应的防火间距要求； (2) 生产及辅助生产性建筑根据生产性质确定火灾危险性分类，各建筑单体按照规范要求划分防火分区，单层建筑整个单体为一个防火分区，各功能房间满足安全出口及规范的疏散距离要求；特殊功能房间面对疏散走廊如控制室机柜间均采用甲级防火门；所有建筑单体依据《建筑防烟排烟系统技术标准》(GB51251-2017)相关规定确定设置防烟措施。 (3) 各建筑单体的耐火等级为二级，其中控制室、机柜间、UPS 间为一级。所有建筑构件满足相应的耐火极限要求； (4) 所有建筑内部装修材料燃烧等级依据《建筑内部装修设计防火规范》(GB50222-2017)相关规定确定。 |
| 29 | 根据相关专业提供的爆炸危险性条件，控制室、机柜间外墙面向工艺设备区上不设外窗。 |
| 30 | 湿陷性黄土技术措施 (1) 散水宽度及做法应根据 GB50025-2018《湿陷性黄土地区建筑标准》执行，湿陷性等级不确定情况下，散水宽度暂按 1.5m 宽设计，且散水坡度不小于 5%。散水采用混凝土散水，每 6~10m 设伸缩缝。 (2) 对于湿陷性等级为甲、乙类的建筑物进行沉降观测。 (3) 主要建筑物布置在地基湿陷等级低的地段； (4) 建筑物的体形和纵横墙布置，应有利于加强空间刚度，并有适应或抵抗湿陷变形的能力。 (5) 采用合理的雨水排水系统，多层建筑的室内外高差不小于 450mm。 |
| 31 | 牧兴庄末站位于寒冷气候区，依据《工业建筑节能设计统一标准》(GB 51245-2017)的相关要求，采取以下建筑节能措施： (1) 寒冷地区甲类公共建筑需满足体形系数不大于 0.50，屋面传热系数不大于 0.45W/(m ² .K)，墙体传热系数不大于 0.50W/(m ² .K)，门窗传热系数不大于 3.0 W/(m ² .K)，周边地面热阻值不小于 0.60 (m ² .K) / W；寒冷 B 区一类工业建筑需满足体形系数不大于 0.15，屋面传热系数不大于 0.65W/(m ² .K)，墙体传热系数不大于 0.75W/(m ² .K)，门窗传热系数不大于 3.70 W/(m ² .K)，屋顶透光部分传热系数不小于 3.50(m ² .K) / W； (2) 合理控制窗墙比，采用保温隔热性能好的断桥铝合金中空玻璃窗、塑钢中空玻璃窗，并控制外窗的气密性等级不低于 6 级，外门的气密性等级不低于 4 级； (3) 建筑单体的外墙、屋面的保温层厚度按实际工程计算确定。采取有效措施，保证建筑围护结构内表面不结露； |
| 32 | (1) 建筑材料以及装饰装修材料选用环保产品，以避免对人体和环境的影响； (2) 在建筑材料的选择上优先选用工程所在地相关主管部门推荐名录中的建材产品，不采用国家和地方禁止和限制使用的建筑材料及制品。 |
| 33 | 根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》，在综合设备间屋顶设置太阳能光伏板，光伏板的布置与设计功率等参数由电力专业确定。 |
| 34 | 抗震措施： 抗震设防分类满足现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50223-2008) |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|---|
| | <p>的规定。综合设备间为重点设防类建筑物。</p> <p>对于重点设防类建(构)筑物,按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施,按本地区抗震设防烈度确定地震作用。</p> <p>结构平面、抗侧力构件在满足建筑功能的前提下力求对称、规则布置,尽量避免平面、竖向不规则或扭转不规则结构,达到“小震不坏、中震可修、大震不倒”的设防目标,根据建筑的使用功能和特点,遵循强柱弱梁、强节点、强锚固的设计原则,并对薄弱部位采取有效的加强措施,确保结构安全。</p> |
| 35 | <p>设备基础形式:管(阀)墩、设备基础均采用钢筋混凝土结构,对于较大体积设备基础应沿基础各边缘配置构造钢筋;对于其它小型设备基础及管(阀)等,应沿基础柱身设置纵向钢筋和封闭箍筋。当施工过程中无法按先深后浅顺序施工或回填无法压实时,对开挖和回填范围内的基础采用垫层加厚或其它有效措施,确保安全,避免沉降和倾覆。</p> |
| 36 | <p>主要结构材料</p> <p>混凝土:结构构件最低混凝土强度等级的选用根据现行国家标准《混凝土结构通用规范》(GB 55008-2021)、《混凝土结构设计规范(2015年版)》(GB 50010-2010)及《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB/T 50046-2018)中的相关要求执行。钢筋混凝土强度等级不低于C30,垫层素混凝土强度等级不低于C15。</p> <p>钢筋:采用符合抗震性能指标的HRB400E级钢筋。</p> <p>钢材:采用Q235级钢材,质量等级不低于B级,性能要求满足现行国家标准《钢结构设计标准》(GB 50017-2017)的规定。</p> <p>填充墙:室内±0.000以下部分采用强度不小于MU20的混凝土普通砖,容重不大于24kN/m³,砌筑砂浆采用强度不小于Mb10专用砌筑砂浆。</p> |
| 37 | <p>防腐蚀设计</p> <p>依据现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB/T 50046-2018)确定对于基础混凝土的防腐措施。</p> <p>微腐蚀:无需采取防腐措施;</p> <p>弱腐蚀:基础与土壤直接接触表面刷环氧沥青涂层,厚度≥300μm。基础底部设150mm厚C20混凝土垫层。基础混凝土强度等级不低于C30;</p> <p>中腐蚀:基础与土壤直接接触表面刷环氧沥青涂层,厚度≥500μm。基底底部100mm厚C20聚合物水泥混凝土垫层。基础混凝土强度等级不低于C35;</p> <p>强腐蚀:根据腐蚀介质确定是否采用抗硫酸盐水泥,基础与土壤直接接触表面刷环氧沥青涂层,厚度≥1mm。基底底部100mm厚C20聚合物水泥混凝土垫层。基础混凝土强度等级不低于C40。</p> <p>钢结构的防腐蚀设计执行现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB/T 50046-2018)中的相关规定,防锈涂层一般应由底涂料、中间涂料及面涂料组成,应选用相互间结合良好的涂层配套,且不得和防火材料发生化学反应。</p> <p>钢材除锈等级不低于Sa2½。</p> <p>钢结构防腐采用底漆为环氧富锌(干膜厚度≥70μm)+中间漆为环氧云铁(干膜厚度≥70μm)+面漆为丙烯酸聚氨酯(干膜厚度≥100μm)的防腐结构,涂层干膜总厚度应≥240μm。</p> <p>依据现行国家标准《化工工程管架、管墩设计规范》(GB 51019-2014),室外钢梯、操作平台、设备支架的耐火等级为二级,应选用室外非膨胀型钢结构防火涂料,耐火极限不小于2小时。</p> |
| 38 | <p>节能降耗措施</p> <p>1)设计中,通过合理设置放空管段的长度,减少天然气放空损耗。</p> |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|--|
| | <p>2) 站内设备选型, 选用密闭性能好, 使用寿命长, 能耗低的阀门和设备, 避免和减少由于阀门等设备密封不严造成的天然气损耗。简化站内流程, 减少站内压降损失及能耗。</p> <p>站内设备运行采用数据采集集中监控, 借助先进的管理软件和计算机系统, 使管道系统优化运行, 对站场外输气温度进行监控, 在安全的前提下, 尽量少开加热炉, 减少运行中的能量损耗。合理确定供配电线路导线和电缆的截面, 降低线路损耗。选用节能型低损耗变压器, 合理选择变压器容量, 降低损耗。</p> <p>3) 确定合理的输气温度, 使各站场进出站温度维持在 0 度以上, 既避免因温度过低导致管道运行的不利影响, 又降低了综合能耗。</p> <p>4) 合理确定供配电线路导线和电缆的截面, 降低线路损耗。选用节能型低损耗变压器, 合理选择变压器容量, 降低损耗。选用静电电容器, 自动进行无功补偿, 以提高系统的功率因数。选择高效节能型的光源和灯具, 户外照明路灯采用光电集中控制。</p> <p>5) 选用符合国家标准的高能效比空调设备。高低压配电室、UPS 间等有温度要求和设备散热的房间, 采用通风措施能解决的优先采用通风措施, 节约电能。优化通风系统, 减少通风阻力, 在发电机房、UPS 间和高低压配电间等通风房间采用自然补风, 降低通风系统能耗。</p> |
| 39 | <p>环境保护设计原则:</p> <p>本工程本着全面规划、合理布局、预防为主、防治结合、清洁生产、达标排放、与主体工程同时设计, 同时施工, 同时投产的“三同时”的原则, 采用合理的储运工艺, 选用可靠的设备和材料, 采取先进的施工方法和措施, 完善职工队伍管理, 尽量减少污染物的排放; 并对排放的污染物采取有效的处理, 达标排放, 以使管道所经地区的大气、水体、土壤、植被等自然生态与生活环</p> |
| 40 | <p>施工期环保对策措施</p> <p>1) 尽量避开农作物生长季节, 尽量采用人工作业, 减轻施工对陆域生态环境的影响; 尽量缩小施工作业范围, 减少施工占地。</p> <p>2) 采取分层开挖管沟、分层堆放、分层回填的措施; 减少裸地的暴露时间; 避免在暴雨、大风等恶劣天气条件下施工。</p> <p>3) 施工完毕后做好土地的平整工作, 尽量恢复原有地貌。</p> <p>4) 在居民区等人群集中区域附近施工时, 要减少夜间作业, 以防噪声扰民。</p> <p>5) 施工废料, 经分类收集后回收利用, 或运送至指定的抛废区, 杜绝随处丢弃。</p> <p>6) 施工结束后凡施工破坏的地方都要及时修整, 恢复原貌。</p> <p>7) 试压用水可采用市政水或采取外运水。试压后排出的废水主要污染物为悬浮物, 试压废水先排放至新建盛水池中, 外运至当地相关环保部门指定地点集中处置。</p> <p>8) 散体材料装卸必须采取防风遮挡等降尘措施; 定期对作业面和土堆洒水, 使其保持一定湿度, 降低施工期的粉尘散发量; 对施工临时堆放的土方, 应采取防护措施, 如加盖防尘网、喷淋保湿等, 防止扬尘污染; 在施工现场进行合理化管理, 统一堆放材料, 尽量减少搬运环节, 搬运时轻举轻放, 防止包装袋破裂。</p> |
| 41 | <p>运营期环保对策措施</p> <p>1) 站内管线通过管道强度设计系数确定管道的壁厚度和防护等级, 加强站内管线的安全性。采用自动控制的截断阀, 便于管道维修, 同时可在管道破损时尽量减轻损失和影响, 防止事故扩大。场站均按规范建设放空管, 用于集中排放因误操作、设备故障或火灾等事故产生的放空, 有利于环境保护和防火安全。</p> <p>2) 站内排水采用分流制排放方式。道路喷洒、绿化等冲洗废水, 含有少量机械杂质, 采用无组织排放方式; 生活排水经排水管道汇集以重力流方式排至化粪池, 经过化</p> |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|--|
| | 粪池初步处理后定期外运。 3) 放空选择在远离人群区域。通过吸声、隔声、消声等噪声控制技术,防治噪声的传播。站内放空总管理地敷设,放空时可以通过调节放空阀的开度来控制放空时间,以减小放空时的气体流速,降低噪音。 4) 对清管收球作业以及分离器检修等产生的少量铁锈粉尘,在排污池中水封存储,定期收集后处理。 |
| 42 | 由于新建管道为线性工程,沿线管道不可避免地与交流接地体、高压输电线平行或交叉。为避免交流干扰,在选线过程中,管道尽量与高压输电线路垂直交叉,应保证管线与架空送电线路、交流接地体最小间距符合相关标准要求。对无法绕避的存在交流干扰影响区的管段,应采取必要的排流保护措施。初步设计中,需要现场情况核实,线路两侧 100m 范围内,与 110kv 以上高压线平行段超过 500m 的路段,需要进行阴极保护处理和安全措施。 |
| 43 | 工艺站场及设备措施: (1) 站场满足与周围居民、企业、设施、交通线路、水域的防火、防爆、卫生、净空、环境保护等要求。 (2) 设计中严格按照有关消防、安全等规范的条件确定防火、防爆等级,并按确定的等级,采取相应防护措施。 (3) 应按《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058-2014)的要求选择防爆电器设备,安装防雷、防静电设施;在站场天然气易泄漏处,设可燃气体报警器,且报警信号接到 SCADA 控制系统。 (4) 收发球装置、计量系统等设备设施存在高压泄露、火灾、雷击等风险,应采取防泄露、防火措施。 (5) 站场场地平整,道路布置满足消防、运输和检、维修的要求。 (6) 站场建筑应采取抗震措施。 (7) 增加安防设备和措施,加大反恐巡查,防治人为故意破坏。 (8) 为防止工艺运行参数超出限定值,对站场出站、调压系统、过滤分离器、电加热器等设备设置保护设定值。各站场的分输支路采用安全切断阀+安全切断阀+工作调节阀的设计方案。当去分输用户的压力大于设定值时,安全切断阀关闭并发出报警信号,以保证下游设施的安全。当安全切断阀处于关闭状态后,需人工手动进行复位。 (9) 当站场操作人员遇到地震、火灾、严重泄漏或暴恐袭击等危险时,可手动触发 ESD 按钮(站控室、工艺设备区等处)。当站场发出 ESD 信号时,立即关闭进、出站 ESD 阀,当进出站 ESD 截断阀完全关闭后,打开进站放空电动球阀和出站放空电动球阀,放空站内天然气。为实现站场触发 ESD 时切断电源(应急供电系统、消防系统电源除外)功能,站场电力设计时,消防系统电源应与站场其他生产用电电源分开。ESD 截断阀和进、出站自动放空阀均由 UPS 供电,以保证站场断电后阀门仍可操作。在站场、阀室发生泄漏或火灾时,火气系统启动,触发自动 ESD 逻辑,关闭站场进出口阀门,并紧急放空站内天然气。 |
| 44 | 长输管线措施: 1) 管线路由严格遵守国家法律、法规,执行国家和行业的相关设计规范和标准; 2) 选线中始终将管道安全放在首位,管线尽量避开地质灾害严重地段,如滑坡体、崩塌、泥石流、沉陷等不良工程地质区;尽量避开矿产资源区、地震高烈度区和大型活动断裂带。避开有爆炸、火灾危险性的场所及强腐蚀性地段; 3) 尽量避开机场控制区、军事区、车站及其他人口密集场所,避开重点文物保护区,对国家和省市级自然保护区应尽量绕避; |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|---|
| | <p>4) 设计选用质量可靠的管材和工艺设备，确保带压管道运行安全。</p> <p>5) 工程将采用国际先进的 SCADA 控制系统，并设置 ESD 紧急停车系统，一旦管道发生较大泄漏或事故破裂，可自动切断管道输送，以保证管道周边的安全。</p> <p>6) 管道穿越不同特殊地段，设计采用不同的敷设方式，保证管道安全。如：管道穿越公路时加套管保护；管道穿越河流、沟坝等处加大管道埋深等。</p> <p>7) 针对管道经过地区进行专项水工保护设计，为保证管道安全运营，防止管道在汛期因受水流冲刷而产生裸管、悬空、褶皱甚至爆裂等现象，加强管道周边地区的水工保护尤为重要。</p> <p>8) 穿越河流的管道，增设牺牲阳极保护措施，加强管道的保护。</p> <p>9) 管线采用外防腐，并外加强制电流阴极保护对管道进行腐蚀控制。</p> <p>10) 充分考虑管道施工的可操作性，选择有利地形，避开天然及人工障碍物。管线附近修建便于巡线人员和管道检测人员行走的便道。</p> |
| 45 | <p>防护措施：</p> <p>1) 站场设置与居住区之间有足够宽的卫生防护距离，满足规范 GBZ1-2010《工业企业设计卫生标准》的要求。</p> <p>2) 站场工艺设备区根据所需实现的功能分区块设计。在管道干线事故或站场发生火灾时可紧急自动截断，以实现在事故状态下对工艺站场的隔离。</p> <p>3) 同时为确保站场安全，设有安全放空设施，在事故状态、检修等情况下可自动或手动放空。</p> <p>4) 设备订货时考虑噪声限制要求。长期连续运行产生高噪声的场所和设备应采取消声、隔声措施，调节阀、减压阀，应选择低噪声阀门。生产性噪声在治理手段仍无法达到卫生限值时采用有效的个人防护措施。</p> <p>5) 所选用的设备应是经过生产实践考验的、高可靠性的产品。</p> <p>6) 本工程消防系统针对沿线站场采用社会依托与配置移动灭火器相结合的消防方式。</p> <p>7) 野外巡线员工避开每天高温时间，在巡线车上配置必要的急救箱、饮料。在通信覆盖不良区域选择合适的通讯工具，以备应急医疗救援需求，做好个人防护。</p> <p>8) 防爆场所划、设备选型、防雷、防静电设计符合规范要求。设置自动化应急柴油发电机组作为后备电源。对特别重要的负荷，如仪表控制、通信、ESD 阀门及应急照明等采用不间断电源 UPS 供电，后备时间 2h。</p> <p>9) 防火、防爆的安全距离满足规范要求。</p> <p>10) 对站场非工艺设备区适当位置进行绿化，栽种树木、草坪及花卉。</p> <p>11) 焊接作业时，可产生一氧化碳、氮氧化物、臭氧、锰及其无机化合物、电焊烟尘、电焊弧光，对焊接人员视力造成损害。其中氧化锰为电焊烟尘中的重要毒物，吸入烟尘后可引起咳嗽、咳痰等呼吸道症状，长期吸入高浓度的电焊烟尘会引起慢性肺组织纤维增生为主的电焊工尘肺。电焊作业，尤其是特种焊工作业时加强作业现场的通风，同时需配置防护工具，防止强光对眼睛的损伤及有毒烟尘对身体的危害。</p> |
| 46 | <p>管理措施：</p> <p>1) 依托企业成立应急救援管理组织与机构，制定较为完善的应急救援措施，包括天然气泄漏的应急，意外伤害应急，突发公共卫生事件应急，高温中暑应急等应急救援预案；</p> <p>2) 依托企业定期组织员工进行应急救援培训和演习，专项预案每年至少一次，应急计划每年至少两次，由公司或预案相关职能部门组织进行；</p> <p>3) 在危险区域配备有相应的应急救援设备，在场站主控室配有两套正压式空气呼吸</p> |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|--|
| | 器； 4) 工艺站场与当地医疗机构建立应急救援依托关系。如按照依托企业现行管理模式，能够满足应急救援需求，符合《工业企业设计卫生标准》相关要求； 5) 建立严格的操作规程和制度，经常向职工进行安全和健康防护教育，定期进行体检，站场配备适当的现场急救设备和药品。 |
| 47 | 本工程施工期间可能带来的噪声、扬尘等影响。建议建设单位应将各项环保措施落实到位，并合理安排施工场地，做好防尘、降噪措施，加强施工人员的管理，减少项目施工对周边居民正常的生活、工作带来的影响，从而降低或消除社会稳定风险。 |
| 48 | 建议尽早核准开工建设，早日发挥项目工程的经济和社会效益。 |
| 49 | 加强项目管理的专业队伍建设，充分灌输质量意识，强化参与工程管理工作人员的专业素质，提高对实施全过程的控制力，确保工程质量的水平。 |
| 50 | <p>施工安全风险防范、化解措施</p> <p>(1) 建设单位在组织本项目建设的过程中应充分发挥组织、监管作用，委托专业管道工程施工队伍，并对安全制度的执行情况进行日常监督；</p> <p>(2) 施工单位必须严格管理现场作业人员，特别是大型机械设备操作人员、特殊工种作业人员，必须经过专门的安全作业培训，在取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业；</p> <p>(3) 施工单位技术管理人员在工程方案实施前应认真核对和分析优化方案，充分考虑当地实际的地质条件和水文环境，规避施工安全风险；</p> <p>(4) 加强项目工程监理，监理单位对于可能影响安全又无法立即整改的问题，坚决做到先停工，待整改措施落实到位后再施工。</p> |
| 51 | <p>水土流失风险防范、化解措施</p> <p>(1) 施工期间尽可能减少对水体和植被的破坏，防止泥沙流入水体；施工完成后实施植被恢复工程；</p> <p>(2) 施工过程中要合理安排进度和工期，避免开挖后作业面长期闲置产生水土流失，施工临时弃渣要运至地势平坦处堆放，并尽快回填，减少准积的时间。</p> <p>(3) 工期风险防范、化解措施</p> <p>(4) 施工周边交通出行安全风险防范、化解措施</p> <p>a. 建设单位应和施工单位、运输单位在相关的施工、承运等合同中明确车辆安全进场风险责任条款，加强行车司机的安全教育，在村内道路限速行驶，通过时减少连续鸣笛；</p> <p>b. 施工期间，应合理组织大型施工车辆进场时间，尽量减小对当地交通出行的影响，要避开附近学校上学、放学时段，不要造成施工现场周围交通不畅或发生事故等；</p> <p>c. 工程车辆行驶在较低等级的道上时，道路等级不能满足要求，需要对现有道路进行改造。改造期间做好交通组织，占用道路的应另外设置村民安全通道，减小对原有交通的影响。对已被破坏的道路，项目建成后应进行还建、新建；</p> <p>d. 施工期土石方运输和运营期燃料运输实行加盖篷布，运输土方、施工垃圾等易产生扬尘的车辆要严密遮盖，物料不要装得过满，以防途中洒漏，影响环境；</p> <p>e. 项目穿越道路铺设顶管时可能需要对公路做临时封闭。施工单位在施工前应和当地乡镇部门和公路交通管理部门沟通协商，合理组织施工时间，对封闭的道路做好安全出行提示，若设置临时辅道应加强安全引导措施。施工完成后对破坏的道路及时恢复。</p> |
| 52 | 项目稳定风险管理体系风险防范、化解措施 |

| 序号 | 可行性研究报告的建议 |
|----|--|
| | <p>(1) 根据项目实际情况及时制定相关应急预案，针对工程中的风险因素，研究制定对应的预防和应急处置措施。预案应符合周密、具体、清晰、可行的原则，内容包括：组织领导、职责分工及其联络方式、预防和处置的具体措施，责任追究办法等；</p> <p>(2) 建设单位应密切联系当地政府部门，既要依靠当地政府部门在本工程征地拆迁过程中的领导和维稳作用，又要坚持建设单位主动深入一线有重点地了解、掌握真实情况，及时化解矛盾；</p> <p>(3) 加强宣传教育工作，事先对公众开展正面的宣传教育工作，使公众了解项目建设的必要性、对当地社会经济的贡献。</p> |
| 53 | <p>施工单位拖欠工人工资风险防范、化解措施</p> <p>(1) 建设单位对建设资金的使用严格按批准的设计文件、年度财政预算、年度投资计划和基建财务管理的各项规定执行，严格执行《基本建设财务管理规定》、《建设工程价款结算暂行办法》法律法规，保障项目建设资金足额到位；</p> <p>(2) 本项目将严格执行工人工资保证金制度，在施工单位进场时，需按照要求缴纳一定比例的保证金，作为发生工资拖欠情况下的垫付款。同时建设单位对施工单位用工情况进行监督，及时发现问题，尽早处置。</p> |

5.1.5 本报告补充的安全对策措施建议

本报告补充的安全对策措施建议详见表 5.1.5-1：

表 5.1.5-1 本报告补充的安全对策措施

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|----------------|--|---|
| 一、选址及外部安全条件子单元 | | |
| 1 | 管道宜绕避黄土冲沟沟头。不能避开时应选择稳定沟头地段穿越，并应采取冲沟治理措施。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 4.0.8 条 |
| 2 | 线路通过黄土塬时，应符合下列要求： 1 管道宜远离陷穴、沟头发育的黄土塬边缘。 2 管道临近黄土塬边缘敷设时，应采取排水或加固措施。 3 对农田、果园等地段，宜采取防止管沟沉陷的措施。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 4.0.9 条 |
| 3 | 管道通过黄土梁峁、冲沟地段时，应符合下列要求： 1 对深窄型“V”型冲沟，宜选取水平定向钻、单边定向钻或斜井穿越通过方式。当不具备穿越条件时，可采用跨越方式。 2 对宽浅型且沉积物较稳定的沟谷地段，宜采用埋设方式通过。穿越黄土冲沟两侧坡面地段，应避开可能发生滑坡、崩塌的地段，并应避开侧坡汇水位置。 3 管道线路沿黄土窄梁敷设，当顶部宽度小于 15m 时，应根据岩土工程勘察情况，采取防止两侧坡面侵蚀的措施。 4 管道线路不宜在坡陡沟深的冲沟内顺沟敷设。如环境条件限制难以避开时，应查明设计冲刷深度、洪水位及冲沟岸坡稳定性，并应采用防冲墙、截水墙等防止沟底下切的措施。 5 管道临近冲沟、陡坎时，应对管道稳定性有不良影响的冲沟、斜坡、沟底和陡坎采取加固措施。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 4.0.10 条 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|--------|--|--|
| 二、线路单元 | | |
| 1 | 当道路高出附近地面 2.5m 以上,且在距道路边缘 15m 范围内有工艺装置或可燃气体、可燃液体储罐及管道时,应在该段道路的边缘设护墩、矮墙等防护设施。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.3.4 条 |
| 2 | 散发油气的生产设备,宜为露天布置或棚式建筑内布置。甲、乙类火灾危险性生产厂房泄压面积、泄压措施应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GBJ 16 的有关规定执行。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 6.9.2 条 |
| 3 | 当不同火灾危险性类别的房间布置在同一栋建筑物内时,其隔墙应采和非燃烧材料的实体墙。天然气压缩机房或油泵房宜布置在建筑物的一端,将人员集中的房间布置在火灾危险性较小的一端。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 6.9.3 条 |
| 4 | 变、配电所不应与有爆炸危险的甲、乙类厂房毗邻布置。但供上述甲、乙类生产厂房专用的 10kV 及以下的变、配电间,当采用无门窗洞口防火墙隔开时,可毗邻布置。当必须在防火墙上开窗时,应设非燃烧材料的固定甲级防火窗。变压器与配电间之间应设防火墙。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 6.9.5 条 |
| 5 | 甲、乙类工艺设备平台、操作平台,宜设 2 个通向地面的梯子。长度小于 8m 的甲类设备平台和长度小于 15m 的乙类设备平台,可设 1 个梯子。 相邻的平台和框架可根据疏散要求设走桥连通。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 6.9.6 条 |
| 6 | 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 |
| 7 | 管线穿跨越铁路、公路、河流时,其设计应符合《原油和天然气输送管道穿跨越工程设计规范穿越工程》SY/T 0015.1、《原油和天然气输送管道穿跨越工程设计规范 跨越工程》SY/T 0015.2 及油气外输设计等国家现行标准的有关规定。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 7.1.2 条 |
| 8 | 当管道沿线有重要水工建筑、重要物资仓库、军事设施、易燃易爆仓库、机场、海(河)港码头、国家重点文物保护单位时,管道设计除应遵守本规定外,尚应服从相关设施的设计要求。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 7.1.3 条 |
| 9 | 埋地外输管道与其他地下管道、通信电缆、电力系统的各种接地装置等平行或交叉敷设时,其间距应符合国家现行标准《钢质管道及储罐腐蚀控制工程设计规范》SY 0007 的有关规定。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 7.1.4 条 |
| 10 | 外输管道与架空输电线路平行敷设时,安全距离应符合下列要求: 1 管道埋地敷设时,安全距离不应小于表 7.1.5 的规定。2 当管道地面敷设时,其间距不应小于本段最高杆(塔)高度。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 7.1.5 条 |
| 11 | 原油和天然气埋地外输管道同铁路平行敷设时,应距铁路用地范围边界 3m 以外。当必须通过铁路用地范围内时,应征得相关铁 | 《石油天然气工程设计防火规范》 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|----|--|---|
| | 路部门的同意,并采取加强措施。对相邻电气化铁路的管道还应增加交流电干扰防护措施。 管道同公路平行敷设时,宜敷设在公路用地范围外。对于油田公路,外输管道可敷设在其路肩下。 | (GB50183-2004)第7.1.6条 |
| 12 | 埋地天然气外输管道的线路设计应根据管道沿线居民户数及建(构)筑物密集程度采用相应的强度设计系数进行设计。管道地区等级划分及强度设计系数取值应按现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251中有关规定执行。当输送含硫化氢天然气时,应采取安全防护措施。 | 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第7.3.1条 |
| 13 | 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 |
| 14 | 埋地输气管道与高压交流输电线路杆(塔)和接地体之间的距离宜符合下列规定:1 在开阔地区,埋地管道与高压交流输电线路杆(塔)基脚间的最小距离不宜小于杆(塔)高;2 在路由受限地区,埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小距离不宜小于表4.3.12的规定,在采取故障屏蔽、接地、隔离等防护措施后,表4.3.12的距离可适当减小。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第4.3.12条 |
| 15 | 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 |
| 16 | 受地形、地物或规划限制地段的并行管道,采取安全措施后净距可小于6m,同期建设时可同沟敷设,同沟敷设的并行管道,间距应满足施工及维护需求且最小净距不应小于0.5m。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第4.4.3条 |
| 17 | 埋地管道与高压输电线路的距离宜符合下列规定: 1、在开阔地区,埋地管道与高压输电线路杆塔基角间控制的最小距离不宜小于杆塔高度。 2、在路径受限地区,埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离一般情况下不宜小于GB/T 50698-2011《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》第5.1.5条在采取故障屏蔽、接地、隔离等防护措施后,可适当减小。 | 《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》(GB/T 50698-2011)第5.1.5条 |
| 18 | 管道不宜在狭窄冲沟内顺沟敷设。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013) 第3.4.9条 |
| 19 | 油气管道不宜与公路、铁路反复交叉穿越;需要与公路、铁路交叉时,其穿越点宜选在公路、铁路的路堤段和管道的直线段,穿越宜避开高填方区、路堑、路两侧为同坡向的陡坡地段。当条件受限时也可从公路、铁路的桥梁下交叉穿越。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013) 第7.1.1条 |
| 20 | 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 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|----|--|---|
| | | 程设计规范》 (GB50423-2013) 第 7.1.2 条 |
| 21 | 对三级及三级以下公路穿越,可采用挖沟法埋设。当套管或涵洞内充填细土将穿越管段埋入时,可不设排气管及两端的严密封堵。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013) 第 7.1.3 条 |
| 22 | 采用钢套管穿越公路的管段,对管道阴极保护形成屏蔽作用时,应增加牺牲阳极保护。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013) 第 7.1.4 条 |
| 23 | 油气管道穿越公路、铁路时,其穿越点四周应有足够的空间,满足管道穿越施工、维护及邻近建(构)筑物和设施安全距离的要求。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013) 第 7.1.7 条 |
| 24 | 油气管道不应利用公路的排水涵洞进行穿越。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013) 第 7.1.8 条 |
| 25 | 光缆与输气管道同沟敷设时,应符合现行行业标准《输油(气)管道同沟敷设光缆(硅芯管)设计及施工规范》SY/T 4108 的有关规定。光纤容量应预留适当的富裕量以备今后业务发展的需要。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第 9.0.2 条 |
| 26 | 输气管道通信宜在调度控中心设自动电话交换系统,电话交换系统应具有调度功能。站场电话业务宜接入当地公共电话网。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第 9.0.6 条 |
| 27 | 监控和数据采集(SCADA)系统数据传输当设置备用传输通道时,宜采用与主用传输通道不同的通信路由。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第 9.0.7 条 |
| 28 | 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 |
| 29 | 站场值班室应设火警电话,火警电话宜为公网直拨电话或消防部门专用火警系统电话。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第 9.0.9 条 |
| 30 | 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 |
| 31 | 监控与数据采集(SCADA)系统宜包括调度控制中心的计算机系 | 《输气管道工程 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|-------------------------------|--|---|
| | 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。 | 《设计规范》 (GB50251-2015) 第 8.1.3 条 |
| 32 | 仪表及控制系统的选型,应根据输气管道特点、规模、发展规划、安全生产要求,经方案对比论证确定,选型宜全线统一。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第 8.1.4 条 |
| 三、主要生产工艺装置单元 | | |
| 1 | 集中控制室设置非防爆仪表及电气设备时,应符合下列要求: 1 应位于爆炸危险范围以外。 2 含有甲、乙类油品、可燃气体的仪表引线不得直接引入室内。 | 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第 6.1.2 条 |
| 2 | 甲、乙类油品储罐、容器、工艺设备和甲、乙类地面管道当需要保温时,应采用非燃烧保温材料;低温保冷可采用泡沫塑料,但其保护层外壳应采用不燃烧材料。 | 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第 6.1.7 条 |
| 3 | 甲、乙类油品储罐、容器、工艺设备的基础;甲、乙类地面管道的支、吊架和基础应采用非燃烧材料,但储罐底板垫层可采用沥青砂。 | 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第 6.1.8 条 |
| 4 | 总变(配)电所,变(配)电间的室内地坪应比室外地坪高 0.6m。 | 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第 6.1.13 条 |
| 5 | 站场内的电缆沟,应有防止可燃气体积聚及防止含可燃液体的污水进入沟内的措施。电缆沟通入变(配)电室、控制室的墙洞处,应填实、密封。 | 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第 6.1.14 条 |
| 四、主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施 | | |
| 1 | 正压通风设施的取风口,宜位于含甲、乙类介质设备的全年最小频率风向的下风侧。取风口应高出爆炸危险区 1.5m 以上,并应高出地面 9m。 | 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第 6.3.9 条 |
| 2 | 弯管应符合下列规定: 1 线路用热煨弯管的曲率半径不应小于管子外径的 5 倍,并应满足清管器或检测仪器能顺利通过的要求; 2 热煨弯管的任何部位不得有裂纹和其他机械损伤,其两端部 100mm 长直管段范围内的圆度不应大于连接管圆度的规定值,其他部位的圆度不应大于 2.5%; 3 不应采用有环向焊缝的钢管制作热煨弯管。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.3.14 条 |
| 3 | 输气管道采用弹性敷设时应符合下列规定: 1 弹性敷设管道与相邻的反向弹性弯管之间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管子外径值,且不应小于 500mm; | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.3.15 条 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|----|---|--|
| | 2 弹性敷设管道的曲率半径应满足管子强度要求, 且不应小于钢管外径的 1000 倍, 垂直面上弹性敷设管道的曲率半径还应大于管在自重作用下产生的挠度曲线的曲率半径。 | |
| 4 | 管道通过较大的陡坡地段以及受温度变化影响, 应校核管道的稳定性, 并宜根据计算结果确定设置锚固或采取其他管道稳定的措施。当采用锚固墩时, 管道与锚固墩之间应有良好的电绝缘。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.3.17 条 |
| 5 | 钢级不明的材料不应用于管道及其管道附件制作。铸铁和铸钢不应用于制作管件。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 5.2.4 条 |
| 6 | 钢管表面的凿痕、槽痕、刻痕和凹痕等有害缺陷处理应符合下列规定: 1 钢管在运输、安装或修理中造成壁厚减薄时, 管壁上任一点的厚度不应小于按本规范式(5.1.2)计算确定的钢管壁厚的 90%。2 凿痕、槽痕应打磨光滑; 对被电弧烧痕所造成的“冶金学上的刻痕”应打磨掉。并圆滑过渡, 打磨后的管壁厚度小于本规范第 5.2.7 条 1 款的规定时, 应将管子受损部分整段切除, 不得嵌补。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 5.2.7 条 |
| 7 | 管道附件应符合下列规定: 1 管件的制作应符合国家现行标准《钢板制对焊管件》GB/T13401、《钢制对焊无缝管件》GB12459、《钢制对焊管件》SY/T0510 的规定及《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T5257 的相关规定。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 5.3.1 条 |
| 8 | 需要通过清管器和检测仪器的阀门, 应选用全通路阀门。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 5.3.9 条 |
| 9 | 清管扫线与测径应符合下列规定: 1 输气管道试压前应采用清管器进行清管, 且清管次数不应少于两次。2 清管扫线应设临时清管器收发设施和放空口, 不应使用站内设施。3 管道试压前宜用测径板进行测径。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 11.2.1 条 |
| 10 | 输气管道试压应符合下列规定: 1 输气管道应进行强度试验和严密性试验, 试压管段应按本规范第 4.2.2 条规定的地区等级并结合地形分段; 2 经试压合格的管段间相互连接的焊缝经超声波和射线照相检验合格, 可不再进行试压。3 穿跨越管段的试压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 的相关规定。4 参与管道试压的试压头、连接管道、阀门及其组合件等的耐压能力, 应能承受管道的最大试验压力, 试压头与管道连接的环焊缝应进行 100%射线检测, 检测应符合本规范第 11.1.9 条第 4 款规定。5 试压过程中, 应采取安全措施, 试压介质应安全排放并应符合环境保护要求。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 11.2.2 条 |
| 11 | 输气管道严密性试验应符合下列规定: 1 严密性试验应在强度试验合格后进行; 2 线路管道严密性试验可用水或气体作试验介质, 宜与强度试验介质相同; 3 严密性试验压力应为设计压力, 并应以稳定 24h 不泄漏为合格。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 11.2.4 条 |
| 12 | 管道干燥及验收应符合下列规定: 1 管道的干燥应在试压、清管扫水结束后进行, 宜采用站间干燥, 可采用吸水性泡沫清管塞多次吸附后, 再用干燥气体(压缩空气或氮气等)吹扫、真空蒸发、注入甘醇类吸湿剂清洗等方法或以上方法的组合进行管内干燥, 管道 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 11.3.1 条 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|-----------------|---|--|
| | 末端应用水露点检测仪进行检测；2 管道干燥方法应减少对环境的不利影响；3 当采用干燥气体吹扫时，可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℃、变化幅度不大于 3℃，注入管道的干燥气体温度不低于 5℃，且不应大于防腐层的耐受温度；4 当采用真空法时，选用的真空表精度不应小于 1 级，干燥后管道内气体水露点连续 4h 低于-20℃(相当于绝对压力 100Pa)；5 当采用甘醇类吸湿剂时，干燥后管道末端排出甘醇含水量的质量百分比小于 20%。 | |
| 13 | 管道气体置换应符合下列规定：1 管道内的气体置换应在干燥结束后或投产前进行，置换过程中的混合气体应集中放空，置换管道末端应用检测仪对气体进行检测；2 采用天然气推动惰性气体作隔离段置换空气时，隔离气段的长度应保证到达置换管线末端天然气与空气不混合，置换管道末端测得的含氧量不应大于 2%。3 用天然气置换管道内惰性气体时，置换管道末端天然气含量不应小于 80%；4 置换过程中管内气体流速不宜大于 5m/s；5 储配站可结合线路管道一并置换，当储配站单独置换时，应先用惰性气体置换工艺管道及设备内空气，再用天然气置换惰性气体，置换管道末端天然气含量不应小于 80%；6 管道干燥结束后，如果不能立即投入运行，宜用干燥氮气置换管内气体，并保持内压 0.12MPa～0.15MPa(绝)的干燥状态下的密闭封存。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 11.3.2 条 |
| 五、公用工程和辅助生产设施单元 | | |
| 1 | 仪表控制间设置非防爆仪表及电气设备时，应符合下列要求： 1 在使用或生产天然气凝液和液化石油气的场所，仪表控制间室内地坪宜比室外地坪高 0.6m。 2 含有甲、乙类油品和可燃气体的仪表引线不宜直接引入室内。 3 当与甲、乙类生产厂房毗邻时，应采用无门窗洞口的防火墙隔开。当必须在防火墙上开窗时，应设固定甲级防火窗。 | 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)第 6.1.3 条 |
| 2 | 管道外防腐层类型、等级的选择应根据地形与地质条件、管道所处环境的腐蚀性、地理位置、输送介质温度、杂散电流、经济性等综合因素确定。管道外防腐层的性能及施工技术要求应符合国家现行相关标准的规定。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.6.2 条 |
| 3 | 管道阴极保护设计应根据工程规模、土壤环境、管道防腐层质量等因素，经济合理地选用保护方式，并应符合现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T21448 的有关规定。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.6.3 条 |
| 4 | 阴极保护管道应设置阴极保护参数测试设施，宜设置阴极保护参数监测装置。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.6.6 条 |
| 5 | 管道通过土(石)坎、陡坡、冲沟、峒岬、沟渠等特殊地段时，应因地制宜设置保护管道、防止水土流失的水工保护措施。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.7.2 条 |
| 6 | 山地敷设埋地管道的水工保护设计应符合下列规定： 1 管道顺坡埋地敷设时，应依据管道纵坡坡度、回填土特性和管沟地质条件，在管沟内设置截水墙，截水墙的间距宜为 10m～20m； 2 管道横坡向埋地敷设时，管沟附近坡面应保持稳定，水工保 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.7.5 条 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|----|--|--|
| | <p>护设计应根据地形、地质条件综合布置坡面截、排水系统和支挡防护措施；</p> <p>3 应依据边坡坡度在坡脚处设置护坡或挡土墙防护措施；</p> <p>4 宜根据边坡雨水汇流流量在坡面设置截、排水沟。排水沟应充分利用原始坡面沟道，出水口设置位置不应对管道、耕地或邻近建(构)筑物形成冲刷。</p> | |
| 7 | 输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、交叉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 |
| 8 | 通过人口密集区、易受第三方损坏地段的埋地管道应加密实质标示桩和标示牌，并应在管顶上方连续埋设警示带。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.8.3 条 |
| 9 | 平面改变方向一次转角大于 5° 时，应设置转角桩。平面上弹性敷设的管道，应在弹性敷设段设置加密标示桩。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 4.8.4 条 |
| 10 | 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 |
| 11 | 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 |
| 12 | 输气管道通信方式，应根据输气管道管理营运对通信的要求以及行业的通信网络规划确定。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 第 9.0.1 条 |
| 13 | 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 |
| 14 | 黄土地区水工保护设计应查清黄土分布范围、厚度及其变化规律、沿线黄土的成因类型和地层特征、湿陷性类型和等级，管线所处的地貌单元及地表水、地下水等情况。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 8.1.1 条 |
| 15 | 黄土地区的水工保护与水土保持设计应相互协调、互为补充。设计应遵循预防为主、防治结合的原则，优先选用生态型防护措施，采取合理的综合整治方案及有效的工程措施；水工保护与水土保持应按照水土保持评价、环境影响评价及防洪评价的要求进行设计。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 8.1.2 条 |
| 16 | 水工保护设计应结合现场实际和当地成功经验作法进行针对性设计，同时应根据施工期间现场实际的地质、地形状况进行动态补充设计。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 8.1.4 条 |
| 17 | 应根据冲沟的水流性质、地形、地质等因素，结合管道敷设条件，选用适宜的护岸、护底、护脚、稳管和地表排水等防护措施。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 8.4.1 条 |
| 18 | 防护设计应根据水域特性、水文参数、水域及周边地貌、地质 | 《油气输送管道穿越工 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|----|---|---|
| | 情况, 结合防护位置, 采用适宜的护岸、护底、护脚、稳管和地表排水防护措施。 | 《程设计规范》 (GB50423-2013) 第 4.5.1 条 |
| 19 | 防护工程采用的建筑材料, 应符合相关材料标准的规定; 填筑材料宜就地取材。不应采用重黏土、粉砂、淤泥、盐渍土或有机质土壤填筑。填筑物应分层夯实或压实, 达到规定的密实度要求。 | 《油气输送管道穿越工程 设计规范》 (GB50423-2013) 第 4.5.3 条 |
| 20 | 补伤可采用辐射交联聚乙烯补伤片、热收缩带、聚乙烯粉末、热熔修补棒和粘弹体加外护等方式。 | 《埋地钢质管道聚乙烯 防腐层》 (GBT23257-2017) 第 9.5.1 条 |
| 21 | 对于小于或等于 30 mm 的损伤, 可采用辐射交联聚乙烯补伤片修补。补伤片的性能应达到热收缩带的规定, 补伤片对聚乙烯的剥离强度应不低于 50 N/cm。 | 《埋地钢质管道聚乙烯 防腐层》 (GBT23257-2017) 第 9.5.2 条 |
| 22 | 修补时, 应先除去损伤部位的污物, 并将该处的聚乙烯层打毛。然后将损伤部位的聚乙烯层修切圆滑, 边缘应形成钝角, 在孔内填满与补伤片配套的胶粘剂, 然后贴上补伤片。补伤片的大小应保证其边缘距聚乙烯层的孔洞边缘不小于 100 mm。贴补时应边加热边用辊子滚压或戴耐热手套用手挤压, 排出空气, 直至补伤片四周胶粘剂均匀溢出。 | 《埋地钢质管道聚乙烯 防腐层》 (GBT23257-2017) 第 9.5.3 条 |
| 23 | 对于大于 30 mm 的损伤, 可按照 9.5.2 的规定贴补伤片, 然后在修补处包覆一条热收缩带, 包覆宽度应比补伤片的两边至少各大 50mm。 | 《埋地钢质管道聚乙烯 防腐层》 (GBT23257-2017) 第 9.5.4 条 |
| 24 | 现场施工过程的补伤, 每 20 个补伤抽查一处剥离强度, 不合格时, 应加倍抽查。加倍抽查仍出现不合格时, 则对应的 20 个补伤应全部返修。 | 《埋地钢质管道聚乙烯 防腐层》 (GBT23257-2017) 第 9.5.8 条 |
| 25 | 穿越管段应根据穿越工程需要选取适宜的防腐涂层。当所选防腐涂层种类与线路段相同时, 应比相邻线路管段提高一个等级, 或采用该种涂层标准中的最高级。防腐涂层的防腐、补口及补伤, 应按管段所用防腐涂层的相关标准要求执行。 | 《油气输送管道穿越工 程设计规范》 (GB50423-2013) 第 8.3.2 条 |
| 26 | 管道支撑件、护管或稳管构筑物处于腐蚀性环境中时, 应采用相应的防腐蚀措施。 | 《油气输送管道穿越工 程设计规范》 (GB50423-2013) 第 8.3.4 条 |
| 27 | 穿越管段的补口和补伤, 应按照管段所用防腐涂层的相关标准要求执行, 并应按照管道施工安装、运营环境条件提出相应的技术要求。 | 《油气输送管道穿越工 程设计规范》 (GB50423-2013) 第 8.3.8 条 |
| 28 | 石油天然气生产装置区的消防用水量应根据油气、站场设计规模、火灾危险类别及固定消防设施的设置情况等综合考虑确定, 但不应小于表 8.6.1 的规定。火灾延续供水时间按 3h 计算。 | 《石油天然气工程设计 防火规范》 (GB50183-2004) 第 8.6.1 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|----------|--|---|
| | | 条 |
| 29 | 消防泵房及其配电室应设应急照明,其连续供电时间不应少于20min。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第9.1.2条 |
| 30 | 工艺装置内露天布置的塔、容器等,当顶板厚度等于或大于4mm时,可不设避雷针保护,但必须设防雷接地。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第9.2.2条 |
| 31 | 甲、乙类厂房(棚)的防雷,应符合下列规定: 1 厂房(棚)应采用避雷带(网)。其引下线不应少于2根,并应沿建筑物四周均匀对称布置,间距不应大于18m。网格不应大于10m×10m或12m×8m。 2 进出厂房(棚)的金属管道、电缆的金属外皮、所穿钢管或架空电缆金属槽,在厂房(棚)外侧应做一处接地,接地装置应与保护接地装置及避雷带(网)接地装置合用。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第9.2.7条 |
| 32 | 对爆炸、火灾危险场所内可能产生静电危险的设备和管道,均应采取防静电措施。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第9.3.1条 |
| 33 | 地上或管沟内敷设的石油天然气管道,在下列部位应设防静电接地装置: 1 进出装置或设施处。 2 爆炸危险场所的边界。 3 管道泵及其过滤器、缓冲器等。 4 管道分支处以及直线段每隔200~300m处。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第9.3.2条 |
| 34 | 石油天然气生产装置采用计算机控制的集中控制室和仪表控制间,应设置火灾报警系统和手提式、推车式气体灭火器。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第8.6.7条 |
| 35 | 生产经营单位生产、经营、运输、储存、使用危险物品或者处置废弃危险物品,必须执行有关法律、法规和国家标准或者行业标准,建立专门的安全管理制度,采取可靠的安全措施,接受有关主管部门依法实施的监督管理。 | 《中华人民共和国安全生产法》第三十九条 |
| 36 | 石油天然气站场消防设施的设置,应根据其规模、油品性质、存储方式、储存容量、储存温度、火灾危险性及其所在区域消防站布局、消防站装备情况及外部协作条件等综合因素确定。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第8.1.1条 |
| 六、安全管理单元 | | |
| 1 | 按要求完善配置个人防护用品。 | 《中华人民共和国安全生产法》第47条 《个体防护装备配备规范》第4条 《危险化学品单位应急 |

| 序号 | 安全对策措施建议 | 依据 |
|----|----------|--------------|
| | | 救援物资配备要求》第6条 |

5.2 线路工程

长输管线选址及外部安全条件子单元安全检查表见表 5.2-1:

表 5.2-1 长输管线选址及外部安全条件子单元安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 拟设情况 | 检查结果 |
|----|---|--|------------------------------------|------|
| 1 | <p>线路的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)越工程位置的选择，应符合线路总走向。局部走向应根据大中型穿(跨)越工程的位置进行调整。4 线路必须避开军事禁区、飞机场、铁路及汽车客运站、海(河)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。6 与公路并行的管道路由宜在公路用地界 3m 以外，与铁路并行的管道路由宜在铁路用地界 3m 以外，如地形受限或其他条件限制的局部地段不满足要求时，应征得道路主管部门的同意。7 线路宜避开城乡规划区，当受条件限制，需要在城乡规划区通过时，应征得城乡规划主管部门的同意，并采取安全保护措施。8 石方地段的管线路由爆破挖沟时，应避免对公众及周围设施的安全造成影响。9 线路宜避开高压直流换流站接地极、变电站等强干扰区域。10 埋地管道与建(构)筑物的间距应满足施工和运行管理需求，且管道中心线与建(构)筑物的最小距离不应小于 5m。</p> | <p>《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.1.1 条</p> | <p>该项目埋地管道与建构筑物距离满足施工需求且大于 5m。</p> | 符合 |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 拟设情况 | 检查结果 |
|----|---|---|--|------|
| 2 | 输气管道宜避开滑坡、崩塌、塌陷、泥石流、洪水严重侵蚀等地质灾害地段,宜避开康山采空区及全新世活动断层。当收到条件限制必须通过上述区域时,应选择危害程度较小的位置通过,并采取相应的防护措施。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第4.1.2条 | 该项目拟选线路选择地质危害程度较小的位置通过,并采取相应的防护措施。 | 符合 |
| 3 | 油气管道不宜与公路反复交叉穿越,需要与公路交叉时,其穿越点宜选在公路的路堤和管道的直线段,穿越宜避开高填方区、路堑、路两侧为同坡向的陡坡地段。当条件受限时也可从公路的桥梁下交叉穿越。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第7.1.1条 | 该项目新建管道穿越八胡路3次,其他土路7次。 | 符合 |
| 4 | 埋地输气管道与其他埋地管道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。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第4.3.11条 | 该项目管道与长庆油田第六采气厂安定作业区天然气管线交叉2次,第六采气厂安定作业区生产保障大队自用气管线穿越2次,其垂直净距0.3m。 | 符合 |
| 5 | 线路宜选择在黄土塬,相对连续、顺直、完整的黄土梁,以及宽浅、不易受流水冲刷的河谷地段通过。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第4.0.2条 | 该项目管线线路的选择符合要求。 | 符合 |
| 6 | 管道不宜敷设于新建或规划水库下游泄洪影响区内。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第4.0.6条 | 该项目管线敷设区域内无水库。 | 符合 |
| 7 | 黄土地区线路选择与设计除应符合本规范外,尚应符合现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB 50253、《输气管道工程设计规范》GB 50251、《油气输送管道穿越工程设计规范》GB 50423和《油气输送管道跨越工程设计规范》GB 50459的规定。 | 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第4.0.15条 | 该项目管线线路的选择符合要求。 | 符合 |

评价小结:长输管线选址及外部安全条件子单元检查表共设检查项7项,经检查,该项目新建管线拟选路线的周边环境均符合规范相关条款的要求。

用安全检查表对该项目长输管道拟选线路的周边情况、拟设的管道敷设方式、拟设的穿越情况进行安全检查分析，安全检查表分析情况详见表 5.2-2；

表 5.2-2 线路工程安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 拟设情况 | 检查结果 |
|----|---|---|--|------|
| 1 | 输气管道选用的钢管应符合现行国家标准《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T9711 中的 PSL2 级、《高压锅炉用无缝钢管》GB/T5310、《高压化肥设备用无缝钢管》GB6479 及《输送流体用无缝钢管》GB/T8163 的有关规定。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第 5.2.2 条 | 该项目长输管道一般线路段用管规格为 D610×12.5L415M 直缝埋弧焊钢管，定向钻穿越段及热煨弯管用管规格为 D610×14.2。满足《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T9711 中的 PSL2 级。 | 符合 |
| 2 | 输气管道的强度设计系数应符合表 4.2.3 的规定。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第 4.2.3 条 | 该项目长输管道的强度系数按本表选取。 | 符合 |
| 3 | 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 | 该项目一般直管段拟设的钢管外径与壁厚之比满足要求。 | 符合 |
| 4 | 输气管道应采用埋地方式敷设，特殊地段也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 | 该项目长输管道拟采用埋地方式敷设。 | 符合 |
| 5 | 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，应采取保护措施。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第 4.3.2 条 | 该项目埋地长输管道覆土层最小厚度拟按本表选取，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，拟采取保护措施。 | 符合 |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 拟设情况 | 检查结果 |
|----|--|---|-------------------------------------|------|
| 6 | 管沟边坡坡度应根据土壤类别、物理力学性质(如黏聚力、内摩擦角、湿度、容重等)、边坡顶部附近载荷情况和管沟开挖深度综合确定。当无上述土壤的物理性质资料时,对土壤构造均匀、无地下水、水文地质条件良好、深度不大于5m且不加支撑的管沟,其边坡坡度值可按表4.3.3确定。深度超过5m的管沟,应根据实际情况可采取将边坡放缓、加筑平台或加设支撑。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第4.3.3条 | 该项目管沟边坡坡度拟按照本条实施。 | 符合 |
| 7 | 选择的穿越位置应符合线路总体走向,应避开一级水源保护区。对于大、中型穿越工程,线路局部走向应按所选穿越位置进行调整,并应符合下列要求: 1 穿越位置宜选在岸坡稳定地段。若需在岸坡不稳定地段穿越,则应对岸坡作护岸、护坡整治加固工程。 2 穿越位置不宜选择在全新世活动断裂带及影响范围内。3 穿越宜与水域轴线正交通过。若需斜交时,交角不宜小于60°,采用定向钻穿越时,不宜小于30°。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013)第3.3.2条 | 该项目长输管道拟穿越红柳河支流,属小型穿越,穿越位置符合线路整体走向。 | 符合 |
| 8 | 穿越管段与公路桥梁、铁路桥梁、水下隧道并行敷设的最小距离应根据穿越形式确定,并应符合下列要求: 1 当采用开挖管沟埋设时,管道中线距离特大桥、大桥、中桥、水下隧道最近边缘不应小于100m;距离小桥最近边缘不应小于50m。 2 当采用水平定向钻穿越时,穿越管段距离桥梁墩台冲刷坑外边缘不宜小于10m,且不应影响桥梁墩台安全;距离水下隧道的净距不应小于30m。 3 当采用隧道穿越时,隧道的埋深及边缘至墩台的距离不应影响桥梁墩台的安全;管道隧道与公路隧道、铁路隧道净距不宜小于30m。 4 当不能满足上述要求时,应协商确定。 | 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013)第3.3.7条 | 该项目新建的长输管道穿越铁路高架桥和公路高架桥,未与其并行。 | 符合 |
| 9 | 管道沿线应设置里程桩、转角桩、交叉桩和警示牌等永久性标示。 | 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015) 第4.8.1条 | 该项目新建的长输管道沿线拟设置里程桩、转角桩、交叉桩和警示牌等标示。 | 符合 |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 拟设情况 | 检查结果 |
|----|--|---|---|------|
| 10 | 应每公里设置一个，特殊情况下可隔桩设置，里程桩和测试桩宜合并设置。 | 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T 6064—2017)第 5.1.1 条 | 该项目新建的长输管道沿线拟每公里设置一个里程桩，拟将里程桩与阴极保护测试桩二合一。 | 符合 |
| 11 | 5.2.1 埋地管道在水平方向一次转角大于 5°，应设置转角桩。5.2.2 转角桩设置在转折管道中点正上方。 | 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T 6064—2017) | 该项目新建的埋地长输管道拟按要求设置转角桩。 | 符合 |
| 12 | 5.3.1 管道穿越铁路处，宜在铁路用地边界线外两侧设置穿越桩。5.3.2 管道穿越高速公路、I 级—II 级公路宜在两侧 5m 范围内(高速公路以围栏起算)设置穿越桩。 | 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T 6064—2017) | 该项目新建的长输管道沿线拟按要求设置穿越桩。 | 符合 |
| 13 | 5.10.1 管道上方宜设置警示带，靠近人口密集区、工业商业活动区、基础设施建设区、环境敏感区等高后果区应设置警示带。城镇规划建设可能造成非高后果区升级为高后果区的区域，也应设置警示带。 5.10.2 同沟敷设管道应在每条管道上方设置警示带。 | 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T 6064—2017) | 该项目新建的长输管道沿线拟按要求设置警示带。 | 符合 |
| 14 | 5.11.1 管道经过下列区域宜设置警示牌：a)采石场、取土场、采矿区域。b)地质灾害易发区或已多次发生危及管道安全行为的区域。c)人口密集区、工业建设地段等。d)公路、铁路、河流、山体等穿跨越区域。 | 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T 6064—2017) | 该项目新建的长输管道沿线拟按要求设置警示牌。 | 符合 |
| 15 | 管道通过土石坎、田坎、陡坡、河流、冲沟、堰坝、沟渠、不稳定边坡地段时，应因地制宜地采取保护管道和防止水土流失的水工保护措施。 | 《输气管道工程设计规范》(GB50251—2015)第 4.7.2 条 | 该项目新建的长输管道通过河流时，拟采用草袋装土等方式砌筑临时水保措施。 | 符合 |

评价小结：线路工程子单元检查表共设检查项 15 项，经检查，该项目长输管线拟选线路的周边情况、拟设的管道敷设方式、拟设的穿越情况等均符合规范相关条款的要求。

5.3 站场工程

5.3.1 选址及外部安全条件子单元

站场工程的选址及外部安全条件单元选用安全检查表法进行检查, 详见表 5.3.1-1:

表 5.3.1-1 站场工程的选址及外部安全条件单元安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 拟设情况 | 检查结果 |
|----|--|---|--|------|
| 1 | 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 | 该项目拟根据天然气站场、周边情况的特点及火灾危险性, 并结合地形、风险进行合理布置。 | 符合 |
| 2 | 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 | 该项目拟选的站场位于工区内, 避开了窝风地段。 | 符合 |
| 3 | 石油天然气站场与周围居住区、相邻厂矿企业、交通线等的防火间距, 不应小于表 4.0.4 的规定。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004) 第 4.0.4 条 | 该项目新建的站场站场与周边建筑物之间的防火间距满足要求。 | 符合 |
| 4 | 厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷, 且用水、用电量(特别)大的工业企业宜靠近水源及电源地。 | 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 第 3.0.6 条 | 该项目生产、生活用水及电源依托周湾净化厂, 满足要求。 | 符合 |
| 5 | 厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。 | 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 第 3.0.8 条 | 该项目选择的厂址地质条件满足工程建设需要。 | 符合 |
| 6 | 厂址应满足适宜的地形坡度, 尽量避开自然地形复杂、自然坡度大的地段, 应避免将盆地、积水洼地作为厂址。 | 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 第 3.0.10 条 | 该项目厂址地形满足要求。 | 符合 |

站场工程的选址及外部安全条件单元安全检查表共检查 6 项, 经检查全部符合要求。

5.3.2 总平面布置及建(构)物子单元

总平面布置及建(构)筑物单元安全检查表见表 5.3.2-1:

表 5.3.2-1 总平面布置及建(构)筑物单元安全检查表

| 序号 | 检查项目 | 检查依据 | 拟设情况 | 检查结果 |
|----|--|--|---|------|
| 1 | 石油天然气站场总平面布置, 应根据其生产工艺特点、火灾危险性等级、功能要求, 结合地形、风向等条件, 经技术经济比较确定。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.1.1 条 | 新建的站场站场的总平面布置考虑了工艺特点、火灾危险性、功能要求、地形及风向等条件。 | 符合 |
| 2 | 石油天然气站场内的锅炉房、35kV 及以上的变(配)电所、加热炉、水套炉等有明火或散发火花的地点, 宜布置在站场或油气生产区边缘。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.1.3 条 | 石油天然气站场内的锅炉房、35kV 及以上的变(配)电所、加热炉、水套炉等有明火或散发火花的地点布置符合条件。 | 符合 |
| 3 | 空气分离装置, 应布置在空气清洁地段并位于散发油气、粉尘等场所全年最小频率风向的下风侧。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.1.4 条 | 厂区无空气分离装置。 | 符合 |
| 4 | 石油天然气站场内的油气管道, 宜地上敷设。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.1.6 条 | 站内管道地上敷设。 | 符合 |
| 5 | 石油天然气站场内的绿化, 应符合下列规定: 1、生产区不应种植含油脂多的树木, 宜选择含水分较多的树种。 2、工艺装置区或甲、乙类油品储罐组与其周围的消防车道之间, 不应种植树木。 3、在油品储罐组内地面及土筑防火堤坡面可植生长高度不超过 0.15m、四季常绿的草皮。 4、液化石油气罐组防火堤或防护墙内严禁绿化。 5、站场内的绿化不应妨碍消防操作。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.1.8 条 | 厂区无绿化区。 | 符合 |
| 6 | 五级石油天然气站场总平面布置的防火间距, 不应小于表 5.2.3 的规定。。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.2.3 条 | 新建站场为五级站场, 站场内总平面布置的防火间距满足要求。 | 符合 |
| 7 | 五级油品站场和天然气站场值班休息室(宿舍、厨房、餐厅)距甲、乙类油品储罐不应小于 30m, 距甲、乙类工艺设备、容器、厂房、汽车装卸设施不应小于 22.5m; 当值班休息室朝向甲、乙类工艺设备、容器、厂房、汽车装卸设施的墙壁为耐火 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)第 5.2.4 条 | 新建站场为五级站场, 值班休息室距甲、乙类油品储罐、工艺设备、容器、厂房、汽车装卸设施间距满足要求。 | 符合 |

| 序号 | 检查项目 | 检查依据 | 拟设情况 | 检查结果 |
|----|--|---|---|------|
| | 等级不低于二级的防火墙时, 防火间距可减少(储罐除外), 但不应小于 15m, 并应方便人员在紧急情况下安全疏散。 | | | |
| 8 | 天然气密闭隔氧水罐和天然气放空管排放口与明火或散发火花地点的防火间距不应小于 25m, 与非防爆厂房之间的防火间距不应小于 12m。 | 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004) 第 5.2.5 条 | 天然气密闭隔氧水罐和天然气放空管排放口与明火或散发火花地点的防火间距满足要求。 | 符合 |

总平面布置及建(构)筑物单元安全检查表共检查 8 项, 经检查全部符合《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)等相关规范的条款要求。

5.3.3 主要工艺装置子单元

该项目生产工艺装置单元采用预先危险性分析法进行分析, 分析情况详见表 5.3.3-1:

表 5.3.3-1 主要生产工艺装置单元预先危险性分析表

| 工艺/设施 | 危险因素 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|-------|------|------|----------|------|------|------|
|-------|------|------|----------|------|------|------|

| 工艺/设施 | 危险因素 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|------------|------|------------------|--|-----------|------|---|
| 原料气增压、分离装置 | 火灾爆炸 | 天然气燃烧爆炸 | <p>1. 天然气为易燃易爆气体，如果设备或管道密封不严或破损，阀门、法兰密封不严或损坏，天然气泄漏，遇明火、电火花、静电火花等激发能源，引起火灾事故，泄漏的天然气可与空气形成爆炸性混合气体，达到爆炸极限后，遇明火、电火花、静电火花等，会造成爆炸事故。</p> <p>2. 存在天然气的装置区域内未采用防爆电气设备或防爆级别不符合环境要求，因电气火花引发火灾爆炸事故。</p> <p>3. 天然气在输送管道、生产设备内流动，易产生静电，导除静电的设施不完善，造成火灾爆炸事故。</p> <p>4. 在天然气易积聚的场所，使用易产生火花的金属工具或机械装备，现场人员未穿着防静电服装，一旦天然气泄漏，摩擦产生的静电火花引起火灾。</p> <p>5. 装置区未设置可燃气体检测报警装置或可燃气体检测报警装置不完善，造成天然气聚集，遇明火、电火花、静电火花等发生火灾、爆炸事故。</p> <p>6. 装置区避雷装置和防静电设施失效，天然气泄漏遇雷电或静电引起火灾、爆炸。</p> | 人员伤亡、财产损失 | IV | <p>1. 装置内设备和管道定期进行巡检、维修，发现泄漏或损坏及时处理。</p> <p>2. 存在天然气的装置区域内采用防爆级别符合要求的电气设备。</p> <p>3. 完善设备和管道的静电接地设施，并定期进行维护。</p> <p>4. 对操作人员进行培训，制定并严格操作规程。</p> <p>5. 定期检查法兰、快速接头密封密封情况。</p> <p>6. 在天然气易积聚的场所，使用防爆工具和机械设备，人员穿着防静电工作服。</p> <p>7. 装置区按要求设置可燃气体监测报警装置，定期检验其完好性。</p> <p>8. 完善装置区防雷防静电设施，并确保完好。</p> <p>9. 对于设备和管道中易泄漏的阀门和管道经常进行检查维护。</p> <p>10. 厂内设置禁止吸烟、当心火灾标志、禁止用手机标志。严格执行动火制度。</p> <p>11. 防爆场所使用相应级别的防爆电器。</p> <p>12. 设置符合规范的防雷、防静电系统。</p> <p>13. 设置紧急切断系统。</p> <p>14. 设置自动保护系统，在事故状态下安全停车。</p> |
| | 容器爆炸 | 安全附件超压、失灵，容器超压运行 | <p>1. 未采购有资质单位产品或未安装安全附件；</p> <p>2. 压力容器超压运行或安全附件失灵</p> <p>3. 违章操作。</p> | 人员伤亡财产损失 | IV | <p>1. 购买有生产压力容器资质厂家生产的合格产品，并定期检测合格。</p> <p>2. 严格操作规程，确保压力容器不超压运行。</p> <p>3. 加强人员管理，确保不发生</p> |

| 工艺/设施 | 危险因素 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|-------|-------|--|--|------|------|---|
| | | | | | | 人员违章指挥、违章操作事故。 |
| | 中毒和窒息 | 人员吸入天然气 | 维检修设备时，置换吹扫置换不彻底，作业现场通风不良，或未按照操作规程作业，作业人员未佩戴劳动防护用品，会造成作业人员窒息的危险。 | 人员伤亡 | III | 1. 制定检维修安全操作规程； 2. 检维修时严格按照安全操作规程作业； 3. 检维修时保持作业场所通风畅通； 4. 作业人员佩戴劳动防护用品。 |
| | 机械伤害 | 机械转动设备碰撞人体 | 电机、压缩机等运转设备转动部位没有安装防护罩，或安装的防护罩存在缺陷、防护罩因检修拆除没有及时恢复。 | 人员受伤 | II | 给电机、压缩机等运转设备转动部位安装防护罩。 |
| | 触电 | 1、接触漏电设备。 2、雷击。 3、违章操作。 4、安全防护措施和劳保措施不完备。 | 1. 绝缘部件老化损坏、发生短路。 2. 开关柜不符合“五防”要求。 3. 保护装置失灵。 4. 人员安全意识淡薄，违反操作规程。 5. 防雷设施失效。 6. 接地、漏电保安器、绝缘保护等防护措施不完备。 | 人员伤亡 | III | 1. 增强人员保护意识。 2. 不定期检查和维护设备。 3. 避雷设施应定期检测。 4. 对设备进行维修时，一定要切断电源，并在刀闸操作手柄上悬挂“禁止合闸，有人工作”的警示牌。 |
| | 噪声与振动 | 压缩机等设备运转。 | 1. 压缩机等设备安装不当。 2. 个人防护不当。 | 人员受伤 | II | 1. 压缩机安装时应设防振基础。 2. 必要时，操作人员配备护耳塞。 |
| | 高处坠落 | 1、操作失误，人体失去平衡； 2、操作平台坍塌、人体坠落； 3、操作 | 1、操作规程不健全或违章操作； 2、操作平台设计或施工不合技术要求； 3、无防护栏杆，不带安全带； 4、恶劣天气室外高空作业； 5、安全管理不健全，操作工没有体检或未办理高空作业证； 6、职工安全意识差，未做好施工前安全注意事项及安全设施的准备； | 人员伤亡 | III | 1、加强人员安全培训，提高安全意识，严禁违章操作； 2、操作平台的防护栏杆应符合要求； 3、高处作业应带安全带； 4、恶劣天气室外严禁高空作业； 5、制定完善的安全管理制度，高空作业人员应体检并办理高空作业证； 6、现场应有监护人监护。 |

| 工艺/设施 | 危险因素 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|-------|------|----------------|---|------|------|---|
| | | 工有恐高症。 | 7、监护人监护不到位。 | | | |
| | 灼烫 | 人员接触设备、管道的高温部位 | 1、安全保护装置不符合要求； 2、高温设备、管道保温损坏； 3、操作人员违章操作。 | 人员受伤 | II | 1、加强设备管理与维护，发现问题及时解决； 2、高温设备、管道表面不允许裸漏； 3、为操作人员配备劳动防护用品； 4、现场配备应急救护用品。 |

主要生产工艺装置，即原料气增压、分离装置单元预先危险性分析结果：火灾、爆炸、容器爆炸危险等级为IV级，一旦发生，有可能造成人员伤亡或财产损失。应有防范此类事故切实可行的措施、制度和应急抢险的预案、抢险工具，制定完善的安全操作规程，才能保证安全生产。

中毒和窒息、触电、高处坠落危险等级为III级，会造成人员伤亡。为了人员安全，需立即采取措施。

机械伤害、噪声与振动、灼烫危险等级为II级，在发生事故时，同样也会对人员造成一定的伤害和设备损坏，建议企业制定安全对策措施和管理制度，以防止这些事故发生。

线路设备、设施及工艺子单元预先危险性分析见表 5.3.3-2：

表 5.3.3-2 线路设备、设施及工艺子单元预先危险性

| 危险因素 | 阶段 | 触发事件 | 形成事故原因 | 影响 | 危险指数 | 措施建议 |
|----------|----|------|---------------|------|------|--|
| 其他爆炸(爆管) | 试压 | 试压 | 材质不合格(球阀、管材等) | 人员伤亡 | IV | 1. 选用正规厂生产的管道；2. 关键阀门(放空阀、旁通阀、排污阀、手动球阀等)使用进口阀门；3. 委托具有监造能力的采办严把制管质量关。 |
| | | | 设计不合理 | | | 1. 设计严格论证并审批；2. 设计单位、人员要具有设计资质。 |
| | | | 焊接不符合要求 | | | 管道焊接设计、施工单位施工、焊接人员要求、焊接材料选用、焊缝的形式和尺寸设计、焊件的预热和焊后热处理以及焊缝的质量检验与试验均应按照《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)11.1 要求进行。 |
| | | | 安装不合理 | | | 1. 管道施工安装单位具有合法资质，安装中防止外防腐层损坏；2. 施工设计严格论证并审批； |

| 危险因素 | 阶段 | 触发事件 | 形成事故原因 | 影响 | 危险指数 | 措施建议 | |
|------|----|------|--------|----|------|---|-------------------------------------|
| | | | | | | 3. 现场监理、监督严格执法；4. 各管道安装完成现场验收。 | |
| | | | 管路堵塞 | | | 做到施工完工时、生产单位验收时、上级验收时的三级清管通球。 | |
| | | | 仪表误差 | | | 1. 按审批的设计选用、安装、测试仪表；2. 严把仪表进货质量。 | |
| | | | 操作失误 | | | 1. 严格按照标准要求试压；2. 严格操作规程；3. 按强度试压、气密性试压合理选择施压介质，强度试压压力满足地区等级要求；4. 试压时间应符合标准和设计要求。 | |
| | | | 安全阀失效 | | | 1. 由专业人员按照试压要求严格定值；2. 建议使用优质安全阀产品。 | |
| | | | 管道腐蚀 | | | 1. 阴极保护装置应符合标准要求。 2. 严格施工管理，防止装卸、施工时管道外防腐层破坏； 3. 阴极保护供电电源应可靠，经常检查； 4. 对恒电位仪、切换控制柜、电缆和阳极等的施工、安装运行过程中要加强监督检查，防止有缺陷的设备投入使用，及时发现设备故障，采取补救措施； 5. 加强宣传，防止第三方对阴极保护装置的破坏； 6. 对接地电阻达不到要求的状况应采用阻剂对阳极地床周围进行降阻处理； 7. 管线的阴极保护状况应定期进行检验，防止保护失效。 | |
| | | | | | | 试压方案不合理 | 由工程技术人员对试压方案进行技术论证，按照国家标准进行修改完善。 |
| | | | | | | 系统隔离措施不到位 | 组织专业技术人员对管道隔离情况进行逐段排查，确保试压管段符合方案要求。 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | 运行 | 超压 |

| 危险因素 | 阶段 | 触发事件 | 形成事故原因 | 影响 | 危险指数 | 措施建议 |
|-------|----|----------|-----------------|------------|------|--|
| | | 设备缺陷 | 设备防腐蚀材质不合格 | 财产损失, 人员伤亡 | IV | 1. 合理选材; 2. 选择具有监造能力的采办; 3. 关键部位选用进口设备和钢管。 |
| | | | 设计不合理 | | | 1. 合理设计; 2. 设计审批。 |
| | | | 焊接不符合要求 | | | 管道焊接设计、施工单位施工、焊接人员要求、焊接材料选用、焊缝的形式和尺寸设计、焊件的预热和焊后热处理以及焊缝的质量检验与试验均应按照《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)11.1要求进行。 |
| | | | 安装不合理 | | | 1. 按安装规程施工; 2. 严格施工监理及监督; 3. 进行安装验收; 4. 试运行检验。 |
| 火灾、爆炸 | 运行 | 天然气泄漏遇火源 | 设计不合理 | 财产损失, 人员伤亡 | IV | 1. 委托有资质有经验的企业设计; 2. 设计审批; 3. 对工艺流程、管道强度、防腐蚀、穿越等重点考虑。 |
| | | | 施工质量问题 | | | 1. 委托有资质的单位施工; 2. 委托有资质的监理单位对施工进行监理; 3. 特种作业人员持证上岗作业; 4. 按行业规范严格进行施工验收; 5. 重点加强对焊接、补口、补伤、穿越质量的检查和验收。 |
| | | | 腐蚀失效 | | | 1. 合理选材和设计; 2. 设备进行防腐处理(防腐层、电法保护); 3. 控制天然气内腐蚀介质; 4. 阴极保护法保护装置可靠有效。 |
| | | | 疲劳失效 | | | 1. 严把焊接质量, 特别是第一道焊口质量; 焊口探伤; 2. 对压力管道定期检测检验 3. 加强巡检, 尤其是穿越及转弯部位。 |
| | | | 第三方破坏 | | | 1. 加强巡线和做好应急准备; 2. 定期检测检验和维修, 保证标识完好。 |
| | | | 设备故障 | | | 1. 按设计选用、安装仪表附件(关键仪表建议使用进口设备)。 2. 加强检查、维护和保养 |
| | | | 操作不规范 | | | 建立操作规程、人员上岗培训合格后上岗制度。 |
| 中毒和窒息 | 运行 | 天然气大量泄漏 | 管道腐蚀破坏, 天然气意外泄漏 | 人员伤亡 | III | 1. 设备防腐可靠有效; 2. 定期管线巡视; 3. 设置报警装置; 4. 选用可靠运行控制系统; |

| 危险因素 | 阶段 | 触发事件 | 形成事故原因 | 影响 | 危险指数 | 措施建议 |
|------|----|------|--------|----|------|--|
| | | | | | | 5. 自控系统安全可靠; 6. 进行法制宣传, 防止不法分子破坏; 7. 操作人员佩带空气呼吸器等。 |

评价小结: 设备、设施及工艺子单元预先危险性分析结果:

其他爆炸(爆管)、火灾、爆炸的危险等级为IV级, 会造成人员严重伤亡或财产巨大损失, 需立即设法消除。

中毒和窒息的危险等级为III级, 会造成人员伤亡和主要系统损坏, 为了人员和系统安全, 需采取措施控制。

5.4 公用工程及辅助设施单元安全评价

5.4.1 电气子单元

电气子单元预先危险性分析详见表 5.4.1-1:

表 5.4.1-1 电气子单元预先危险性分析表

| 事故类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|------|--|---|-----------|------|---|
| 火灾 | 1、电气设备 & 电缆起火; 2、雷击起火; 3、短路; 4、人为明火; 5、静电。 | 1、电缆中间头制作不良、压接头不紧、接触电阻过大, 长期运行造成电缆头过热烧穿绝缘, 或长期运行没有定期检修, 检修不到位, 导致电缆火灾发生; 2、电气设备选型、缆线不合理或质量不合格; 3、消防设施未配备、配备不足或损坏; 4、防雷设施不良; 5、人员安全意识淡薄, 违反操作规程; 6、乱拉通讯电缆, 产生漏电或短路。 | 人员伤亡、财产损失 | IV | 1、经常检查、定期检测电气设备的保护接地、接零装置, 保证连接牢固, 符合要求。不得随便乱动或私自修理车间内的电器设备; 经常接触和使用的配电箱、配电板、闸刀开关、按钮开关、插座、插销以及导线等, 必须保持完好, 不得有破损或将带电部分裸露; 2、防止电气火灾, 还要注意线路电器负荷不能过高, 电气设备安装位置距易燃可燃物不能太近, 电气设备运行是否异常, 注意防潮等; 3、电气设备选型应符合标准要求; 4、加强人员安全培训, 提高安全意识; 5、建、构筑物防雷设施应定期检测。 |
| 触电 | 1、接触漏电设备; 2、雷击; | 1、绝缘部件老化损坏、发生短路; 2、开关柜不符合“五防” | 人员伤亡 | III | 1、在使用手电钻、电砂轮等手持电动工具时, 必须安装漏电保护器, 工具导电外壳要进行防护性接地或 |

| 事故类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|------|--|---|------|------|--|
| | 3、违章操作； 4、安全防护措施和劳保措施不完备。 | 要求； 3、保护装置失灵； 4、人员安全意识淡薄，违反操作规程； 5、防雷设施失效； 6、接地、漏电保护器、绝缘保护等防护措施不完备； 7、不按规定穿戴绝缘靴、绝缘手套等劳保用品； 8、未执行工作票和工作许可制度，停送电不规范； 9、高压带电作业； 10、单独作业无人监护。 | | | 接零，并要防止移动工具时，导线被拉断； 2、电气作业人员要遵守电工作业安全操作规程，坚持维护检修制度，特别是高压检修工作的安全，必须坚持工作票、工作监护等工作制度。 3、避雷设施应定期检测； 4、对设备进行维修时，一定要切断电源，并在刀闸操作手柄上悬挂“禁止合闸，有人工作”的警示牌； 5、有触电危险的场所应设置明显的电气安全警示标志；所有电气作业人员必须熟练掌握触电急救方法； 6、高压设备无论带电与否，值班人员不得单人移开或越过遮拦进行工作；在高压设备或大容量低压总盘上倒闸操作及在带电设备附近工作时，必须由两人进行，且由经验丰富的人员担任监护。 |
| 高处坠落 | 1、操作失误，人体失去平衡； 2、操作平台坍塌、人体坠落； 3、操作工有恐高症。 | 1、操作规程不健全或违章操作； 2、操作平台设计或施工不合技术要求； 3、无防护栏杆，不带安全带； 4、恶劣天气室外高空作业； 5、安全管理不健全，操作工没有体检或未办理高空作业证； 6、职工安全意识差，未做好施工前安全注意事项及安全设施的准备； 7、监护人监护不到位。 | 人员伤亡 | III | 1、加强人员安全培训，提高安全意识，严禁违章操作； 2、操作平台的防护栏杆应符合要求； 3、高处作业应带安全带； 4、恶劣天气室外严禁高空作业； 5、制定完善的安全管理制度，高空作业人员应体检并办理高空作业证； 6、现场应有监护人监护。 |

评价小结：电气子单元存在的危险、有害因素有：火灾、触电、高处坠落。其中火灾的危险等级为IV级；触电、高处坠落的危险等级为III级。

5.4.2 给排水及消防子单元

给排水及消防子单元预先危险性分析详见表 5.4.2-1：

表 5.4.2-1 给排水及消防子单元预先危险性分析表

| 危险因素 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|----------|-------------------|--|--------------|------|---|
| 火灾爆炸事故扩大 | 消防设施不利使初期火灾不能及时扑救 | 变电室未配备二氧化碳灭火器。 | 人员伤亡 财产损失 | III | 变电室应配2台4公斤二氧化碳灭火器。 |
| 触电 | 人员接触带电体 | 1、电器开关、电缆绝缘不好； 2、电机外壳未接地； 3、带电作业； 4、工作人员未穿防护服。 | 人员伤亡 | III | 1、电器设施应保持良好绝缘； 2、电机外壳安装接地设施； 3、严禁带电作业，并有专人监护； 4、电气检修应穿防护服。 |
| 噪声与振动 | 职工在噪声环境中作业 | 1、选用设备超出国家标准； 2、设备基础安装不当； 3、转动设备故障作业； 4、个人防护不当。 | 人员受伤 | II | 1、购置噪声符合规定的设备； 2、产生噪声与振动的设备应按规范要求安装稳固； 3、定期检查维修，防止故障作业； 4、必要时，操作人员配备护耳塞。 |

给排水及消防子单元存在的主要危险有害因素有：火灾事故扩大化、触电、噪声与振动；其中火灾爆炸事故扩大、触电的危险等级为III级，噪声与振动的危险等级为II级。另外，消防设施不利使初期火灾不能及时扑救，还可能导致火灾爆炸事故扩大，导致人员伤亡财产损失。

5.4.3 自控仪表子单元

自控仪表子单元预先危险性分析详见表 5.4.3-1：

表 5.4.3-1 自控、仪表子单元预先危险性分析表

| 事故类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|------|----------------------------------|---|--------------|------|---|
| 火灾 | 1、电气设备及电缆起火； 2、短路； 3、人为因素。 | 1、自动控制系统中存在大量用电仪器、仪表、计算机、电气设备及电缆电线等，如果选型、配置、安装不符合安全技术要求时，容易 | 人员伤亡 财产损失 | IV | 1、经常检查、定期检测电气设备的保护接地、接零装置，保证连接牢固，符合要求。经常接触和使用的配电箱、配电板、闸刀开关、按钮开关、插座、插销以及导线等，必须保持完好，不得有破损或将带电 |

| 事故类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|------|--|--|------|------|--|
| | | <p>因短路、过热、高温而导致火灾的发生。</p> <p>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。</p> <p>3、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，大火可能引燃至控制室内，室内的电气设备、电缆、仪表等将被烧毁。</p> <p>4、工作人员用易燃液体清擦表盘、仪表或地面时，遇到明火将引发火灾。</p> <p>5、在室内违反规定，随意乱拉电线，任意增设电气设备，加大电气负荷，增加了火灾发生的可能性。</p> | | | <p>部分裸露；</p> <p>2、防止电气火灾，还要注意线路电器负荷不能过高，电气设备安装位置距易燃可燃物不能太近，电气设备运行是否异常，注意防潮等；</p> <p>3、电气设备选型应符合标准要求；</p> <p>4、加强人员安全培训，提高安全意识。</p> |
| 触电 | <p>1、接触漏电设备；</p> <p>2、违章操作；</p> <p>3、安全防护措施和劳保措施不完备。</p> | <p>1) 自动控制系统中存在大量用电的仪器、仪表、计算机等电气设备，在运行、检修过程中存在触电事故发生的可能。</p> <p>2) 仪表测量发电机电压、电流、频率、功率、功率因数、有功电能及运行时间时，测量管线没有保护或测量管线、阀门、仪表本身漏电，可能因工作人员误触造成触电伤害。</p> | 人员伤亡 | III | <p>1、经常检查、定期检测电气设备的保护接地、接零装置，保证连接牢固，符合要求。经常接触和使用的配电箱、配电板、闸刀开关、按钮开关、插座、插销以及导线等，必须保持完好，不得有破损或将带电部分裸露；</p> <p>2、注意线路电器负荷不能过高，电气设备安装位置距易燃可燃物不能太近，电气设备运行是否异常，注意防潮等；</p> <p>3、电气设备选型应符合标准要求；</p> <p>4、加强人员安全培训，提高安全意识。</p> |
| 高处坠落 | <p>1、操作失误，人体失</p> | <p>1、操作规程不健全或违章操作；</p> <p>2、操作平台设计或施</p> | 人员伤亡 | III | <p>1、加强人员安全培训，提高安全意识，严禁违章操作；</p> |

| 事故类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|------|--------------------------------------|--|------|------|--|
| | 去平衡； 2、操作平台坍塌、人体坠落； 3、操作工有恐高症。 | 工不合技术要求； 3、无防护栏杆，不带安全带； 4、恶劣天气室外高空作业； 5、安全管理不健全，操作工没有体检或未办理高空作业证； 6、职工安全意识差，未做好施工前安全注意事项及安全设施的准备； 7、监护人监护不到位。 | | | 2、操作平台的防护栏杆应符合要求； 3、高处作业应带安全带； 4、恶劣天气室外严禁高空作业； 5、制定完善的安全管理制度，高空作业人员应体检并办理高空作业证； 6、现场应有监护人监护。 |

自控、仪表子单元存在的危险、有害因素有：火灾、触电、高处坠落。其中火灾的危险等级为IV级；触电、高处坠落的危险等级为III级。

5.4.4 防腐保温子单元

防腐保温预先危险性分析详见表 5.4.4-1：

表 5.4.4-1 防腐保温预先危险性分析表

| 事故类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|----------|------|----------|-----------|------|--|
| 其他爆炸（爆管） | 试压 | 管道腐蚀 | 财产损失，人员伤亡 | IV | 1. 阴极保护装置应符合标准要求。 2. 严格施工管理，防止装卸、施工时管道外防腐层破坏； 3. 阴极保护供电电源应可靠，经常检查； 4. 对恒电位仪、切换控制柜、电缆和阳极等的施工、安装运行过程中要加强监督检查，防止有缺陷的设备投入使用，及时发现设备故障，采取补救措施； 5. 加强宣传，防止第三方对阴极保护装置的破坏； 6. 对接地电阻达不到要求的状况应采用阻剂对阳极地床周围进行降阻处理； 7. 管线的阴极保护状况应定期进 |

| 事故类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施 |
|-------|----------|----------------|-----------|------|--|
| | | | | | 行检验,防止保护失效。 |
| | 设备缺陷 | 设备防腐蚀材质不合格 | 财产损失,人员伤亡 | IV | 1.合理选材; 2.选择具有监造能力的采办; 3.关键部位选用进口设备和钢管。 |
| 火灾爆炸 | 天然气泄漏遇火源 | 天然气泄漏遇火源 | 财产损失,人员伤亡 | IV | 1.合理选材和设计; 2.设备进行防腐处理(防腐层、电法保护); 3.控制天然气内腐蚀介质; 4.阴极保护法保护装置可靠有效。 |
| 中毒和窒息 | 天然气大量泄漏 | 管道腐蚀破坏,天然气意外泄漏 | 人员伤亡 | III | 1.设备防腐可靠有效; 2.定期管线巡视; 3.设置报警装置; 4.选用可靠运行控制系统; 5.自控系统安全可靠; 6.进行法制宣传,防止不法分子破坏; 7.操作人员佩带空气呼吸器等。 |

防腐保温子单元存在的危险、有害因素有：其他爆炸（爆管）、火灾爆炸、中毒和窒息。其中的其他爆炸（爆管）、火灾爆炸的危险等级为IV级；中毒和窒息的危险等级为III级。

5.5 安全管理单元

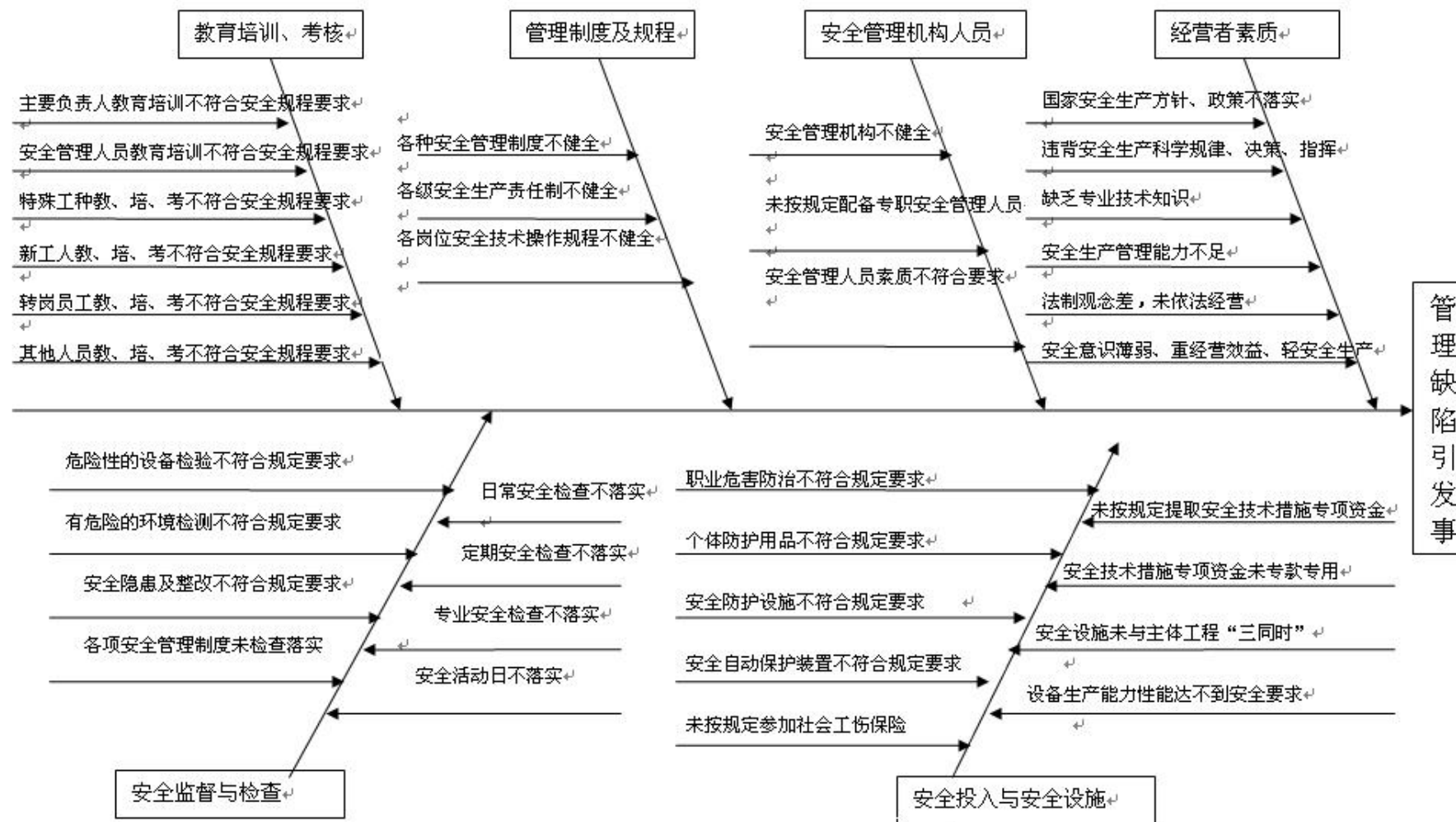
安全管理是企业的重要组成部分，企业法定代表人是安全生产第一责任人。安全管理涉及到方方面面，现采用因果关系图(鱼刺图)方式阐明管理缺陷与各种引发事故的关系。

因果关系图(鱼刺图)是由原因和结果两部分组成。现从人的不安全行为(安全管理、设计者、操作者)和物的不安全状态两大因素中从大到小，从粗到细，由表及里深入分析，得出以下鱼刺图，因果分析：

(1)造成安全管理缺陷(结果)有6大因素(原因)：即经营者素质低、安全管机构不健全或不符合要求、未建立健全管理制度和安全规程、安全教育培训与考核不符合要求、安全监督与检查不到位、安全设施投入不足；

(2) 第一阶段的 6 大因素又是第二阶段的 6 个结果，导致这 6 个结果的又各有各的原因，例如经营者素质低是造成安全管理缺陷这一结果是原因之一，但它同时又是第二阶段的结果。导致经营者素质低又有 6 个原因：即国家安全生产方针与安全生产劳动保护政策不落实、违背科学生产规律决策、指挥、缺乏专业知识、安全生产能力不足、法制观念差、安全意识薄弱。

其它 5 个导致安全管理缺陷的原因做为下一个阶段的结果也有其原因，安全管理缺陷引发事故的因果关系图详见图 5.5-1：



附图 5.5 安全管理缺陷引发事故

5.6 定量评价

若天然气管道发生泄漏，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，遇火源发生火灾、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。该项目输气管道拟选用设计压力 8.0MPa，外径 Φ D610mm，一般线路段用管规格为 D610 \times 11L415M 直缝埋弧焊钢管，定向钻穿越段及热煨弯管用管规格为 D610 \times 12.5L415M 直缝埋弧焊钢管，管道设计输量 25 \times 108Nm³/a，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

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

②中型泄漏：泄漏孔径 80mm

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

$$P_0/P=(1.01 \times 10^5)/(8.0 \times 10^6)=0.012625$$

$$\left[\frac{2}{k+1}\right]^{\frac{k}{k-1}}=\left[\frac{2}{1.3+1}\right]^{\frac{1.3}{1.3-1}}=0.5457$$

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

对应音速流动，泄漏速度通过下式计算：

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

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

代入公式(1)：

①小型泄漏：

$$Q_0 = 1.0 \times 3.14 \times 10^{-4} \times 8.0 \times 10^6 \times \sqrt{\frac{0.016 \times 1.3}{8.314 \times 293.15}} \times \left(\frac{2}{1.3+1}\right)^{\frac{1.3+1}{2(1.3-1)}}$$

=4.30kg/s，10min 泄漏量为 $m_1 = 4.30 \times 600 = 2580\text{kg}$ 。

②中型泄漏：

$$Q_0 = 1.0 \times 5.024 \times 10^{-3} \times 8.0 \times 10^6 \times \sqrt{\frac{0.016 \times 1.3}{8.314 \times 293.15}} \times \left(\frac{2}{1.3+1}\right)^{\frac{1.3+1}{2(1.3-1)}}$$

=68.6kg/s，10min 泄漏量为 $m_2 = 68.6 \times 600 = 41160\text{kg}$ 。

(2) 伤害等级及危害计算

根据荷兰应用研究院 TNO(1979) 建议, 可按下式预测蒸汽云爆炸的冲击波损害半径:

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

(2)

$$E = VH_c$$

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, kJ/m^3

表 5.6-1 损害等级表

| 损害等级 | CS | 设备损坏 | 人员伤亡 |
|------|------|-----------------|-----------------------------|
| 1 | 0.03 | 重建建筑物的加工设备 | 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 $36.44MJ/m^3$, 密度为 $0.7826kg/m^3$, 则对小型泄漏 $V_1=2580/0.7826=3296.7m^3$, 对中型泄漏 $V_2=41160/0.7826=52593.9m^3$ 。按(2)式计算损害半径结果见表 5.6-2:

表 5.6-2 损害半径表(m)

| 损害等级 | CS | 小型泄漏(孔径 20mm) | 中型泄漏(孔径 80mm) |
|------|------|---------------|---------------|
| 1 | 0.03 | 6.87 | 17.30 |
| 2 | 0.06 | 13.74 | 34.59 |
| 3 | 0.15 | 34.35 | 86.48 |
| 4 | 0.4 | 91.61 | 230.62 |

由上表可以看出,设计压力 8.0MPa 的输气管道,泄漏 10min 后遇点火源发生爆炸,对于小型泄漏(孔径 20mm),周围 6.87m 范围内损害等级达到 1 级,即蒸汽云爆炸产生的冲击波将重创建筑物的加工设备,1%的人员死于肺部伤害,50%以上的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 17.30m。

5.7 辨识结果汇总

5.7.1 辨识结果汇总

周湾净化厂天然气外输管道工程项目存在的主要危险、有害因素及其分布详见表 5.7.1-1:

表 5.7.1-1 主要危险、有害因素分布表

| 场所、作业 危险有害因素 | 选址与周边环境 | 总平面布置及建(构)筑物 | 原料气增压、分离、过程 | 管线 | | | 公用工程及辅助设施 | | | |
|-----------------|---------|--------------|-------------|------|------|------------|-----------|--------|-------|----|
| | | | | 管道本体 | 线路路由 | 施工、安装和运行过程 | 电气 | 给排水及消防 | 自控、仪表 | 空压 |
| 火灾 | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | — | △ | △ |
| 爆炸 | △ | — | △ | △ | △ | △ | — | — | △ | △ |
| 中毒和窒息 | — | — | △ | △ | — | — | — | — | △ | △ |
| 灼烫 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | △ |
| 触电 | — | △ | △ | — | — | △ | △ | △ | △ | △ |
| 机械伤害 | — | △ | △ | — | — | △ | — | △ | △ | △ |
| 起重伤害 | — | △ | — | — | — | △ | — | — | — | — |
| 物体打击 | — | △ | — | — | — | △ | — | — | — | — |
| 高处坠落 | — | △ | △ | — | — | — | — | — | — | — |
| 车辆伤害 | — | △ | — | — | — | △ | — | — | — | — |
| 淹溺 | — | — | — | — | — | △ | — | △ | — | — |
| 坍塌 | △ | △ | — | — | — | △ | — | — | — | — |
| 容器爆炸 | — | — | △ | — | — | — | — | — | △ | — |
| 噪声与振动 | — | △ | △ | — | — | — | — | △ | △ | △ |
| 低温麻醉 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 其他爆炸 | — | — | — | △ | — | △ | — | — | — | — |
| 其他伤害 | — | — | — | — | — | △ | — | — | — | — |

注: △: 表示存在的危险有害因素, —: 表示不存在的危险有害因素。

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、中毒和窒息, 次

要危险、有害因素为：灼烫、触电、机械伤害、起重伤害、物体打击、高处坠落、车辆伤害、淹溺、坍塌、容器爆炸、噪声与振动、低温麻醉、其他爆炸、其他伤害。

5.7.2 生产安全事故现场应急处置方案的建议

建设单位应根据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)，针对站场和长输管线，编制现场应急处置方案，主要包括管道泄漏、火灾、爆炸、容器爆炸(管道爆破)、触电、中毒和窒息、车辆伤害、起重伤害、高处坠落、其他伤害(辐射)等事故的现场应急处置方案。

6 安全管理

6.1 安全管理机构设置

拟建项目的安全管理依托陕西延长石油(集团)管道运输输气第一分公司原有安全管理机构，《关于调整安全生产委员会成员的通知》说明安全生产委员会办公室设在安全保卫科，负责安委会日常工作。

6.2 人员编制与安全管理人員设置

该项目新建的站场及长输管线拟设置人员及安全管理人員，具体如下：

表 6.2-1 劳动定员表

| 机构 | 岗位名称 | 定员(人) | 备注 |
|----|-------------|-------|-----------|
| 1 | 站长 | 3 | 一正两副 |
| 2 | 安全员 | 1 | |
| 3 | 综合干事 | 2 | |
| 4 | 运行班长 | 4 | |
| 5 | 站控工 | 4 | 四班三倒，每班一人 |
| 6 | 输气工 | 4 | 四班三倒，每班一人 |
| 7 | 电气操作工 | 1 | |
| 8 | 管道安全检查工(野外) | 4 | |

| 机构 | 岗位名称 | 定员(人) | 备注 |
|----|------|-------|----|
| 9 | 司机 | 2 | |
| 小计 | | 25 | |

6.3 个体安全防护用品配置

该项目牧兴庄末站无人值守，周湾首站定员 25 人，根据《中华人民共和国安全生产法》第 47 条、《个体防护装备配备规范》第 4 条、《危险化学品单位应急救援物资配备要求》第 6 条要求配置个人防护用品，详见下表 6.3-1 所示：

表 6.3-1 个人防护用品配备一览表

| 序号 | 防护用品名称 | 数量 |
|----|----------|------|
| 1 | 防静电手套 | 50 副 |
| 2 | 正压式空气呼吸器 | 25 个 |
| 3 | 防毒面具 | 25 个 |
| 4 | 防静电工作服 | 32 套 |
| 5 | 绝缘鞋 | 32 双 |
| 6 | 安全帽 | 32 顶 |

6.4 抢修机构设置及设备配备

管道维护及抢修是输气公司的一项非常重要的日常工作，是保障管道正常运行和管道寿命的重要组成部分。通过充分调研分析，在保证管线的设备、管道附件和设施正常运行中的维护和保养，满足巡线、检测、抢修的基本要求，且具有机动灵活，反应迅速，功能强，效率高的特点，综合考虑管线生产的安全可靠性，必要性和经济性，使事故损失控制在最小范围内。该项目的抢险及维护检修任务主要考虑依托管输公司应急保障中心，并考虑配备本管道相应管径及压力的专用抢修设备，如对口器、卡具等。该项目不考虑新建维抢修队。

6.5 安全投入

该项目用于消防安全设施、泄漏报警及紧急停车系统、防雷设施、监

控系统、教育设施、防范措施、应急措施等专项费用合计约 625.49 万元，安全投资占该项目全部投资的 5%。

6.6 外部依托力量

该项目新建周湾首站、牧兴末站设备设施及长输管线发生泄漏等事件时，可依托周湾净化厂的力量进行抢险作业。

7 结论与建议

7.1 结论

(1)建设、可行性研究单位的合法性

该项目建设单位为陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司, 该公司统一社会信用代码: 916106007836664732。经营范围: 管道建设; 成品油、原油、天然气及石油化工产品的管道输送; 原油采购。

该项目《可行性研究报告》由中国石油天然气管道工程有限公司编制, 该公司设计证书编号: A113016099, 勘查证书编号: B113016099。资质等级: 石油天然气行业甲级。

(2)采用国内外可靠、成熟、适用的技术、设备和材料, 在确保实现输气功能和安全的前提下, 优先采用国产设备和材料, 提高国产化水平, 尽量降低工程投资。

该项目不涉及国内首次使用的新工艺、新技术、新材料、新设备。

(3)管道路由、站场选址的合规性

该项目拟选的外输管线线路符合《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)相关条款的要求。

周湾净化厂首站位于陕西省延安市吴起县北偏西方向约 7.6km, 位于周湾净化厂内预留用地内, 其他设施依托周湾净化厂。首站拟选站址所在地形平坦, 社会及交通依托较好。

牧兴庄末站位于丘陵顶, 符合湿陷性黄土地区站场一般性做法, 交通一般, 距离管道线位较近, 与周边村落基本满足《石油天然气工程设计防

火规范》GB50183-2004 中表 4.0.4 石油天然气站场区域布置防火间距的要求，基本满足站场建设的基本要求，并与地方自然资源与规划局部门落实，该地块为非基本农田。放空区位于站外，处于站场全年最小频率风向的上风向。

(4)选用的主要技术、工艺的安全性

1)输气工艺：该项目采用不加压输送工艺流程。首末站均由管输公司管理，其中站场阀门由管输公司已建调控中心进行监控，同时各站进、出站阀门、电动放空阀、电动调节阀等重要阀门状态及计量参数均上传至管输公司已建调控中心；

2)自动控制：全线采用先进的 SCADA(监控和数据采集)系统进行统一监控、优化和调度管理；采用调度控制中心调度级、站场控制级和就地控制级的三级控制方式，对主要工艺参数进行监控与采集，减少现场操作人员，提高管理水平。

(5)危险有害因素识别的全面性，提出的安全对策与建议的可行性

本报告从新建的外输管线输送的介质、自然和社会环境、线路工程、公用工程、管道施工、安装及运行以及安全管理等方面进行了危险有害因素辨识、辨识范围较全面。

《可研》提出的安全对策措施和本报告补充的安全对策措施可满足该项目中辨识的危险有害因素的预防、控制、减少和消除的要求。

(6)应急处置方案编制建议的可行性

本报告对可能发生的火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息等事故提出了针对性的应急处置方案编制建议，其对策措施具有较高的操作性。

综上所述：陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司周湾净化厂天然气外输管道工程从安全角度考虑符合国家有关法律、法规、标准、规章、规范及有关规定的要求，在认真落实可研及本报告提出的安全对策措施后，其风险能够控制在可承受的范围，具备项目建设的安全条件。

7.2 对安全设施设计的建议

(1)与公路并行的管道路由宜在公路用地界 3m 以外，如受地形受限或其它条件限制的局部地段不满足要求时，应征得道路管理部门的同意。

(2)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。

(3)油气管道不宜与公路反复交叉穿越；需要与公路交叉时,其穿越点宜选在公路的路堤段和管道的直线段，穿越宜避开高填方区、路堑、路两侧为同坡向的陡坡地段。

(4)采用钢套管穿越公路的管段,对管道阴极保护形成屏蔽作用时,应增加牺牲阳极保护。

(5)弯管应符合下列规定：

1)线路用热煨弯管的曲率半径不应小于管子外径的 5 倍,并应满足清管器或检测仪器能顺利通过的要求；

2)热煨弯管的任何部位不得有裂纹和其他机械损伤,其两端部 100mm 长

直管段范围内的圆度不应大于连接管圆度的规定值,其他部位的圆度不应大于 2.5%;

3)不应采用有环向焊缝的钢管制作热煨弯管。

(6)输气管道采用弹性敷设时应符合下列规定:

1)弹性敷设管道与相邻的反向弹性弯管之间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管子外径值,且不应小于 500mm;

2)弹性敷设管道的曲率半径应满足管子强度要求,且不应小于钢管外径的 1000 倍,垂直面上弹性敷设管道的曲率半径还应大于管在自重作用下产生的挠度曲线的曲率半径。

(7)管道附件应符合下列规定: 1 管件的制作应符合国家现行标准《钢板制对焊管件》GB/T13401、《钢制对焊无缝管件》GB12459、《钢制对焊管件》SY/T0510 的规定及《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T5257 的相关规定。

(8)清管扫线与测径应符合下列规定: 1 输气管道试压前应采用清管器进行清管,且清管次数不应少于两次。2 清管扫线应设临时清管器收发设施和放空口,不应使用站内设施。3 管道试压前宜用测径板进行测径。

(9)定向穿越工程必须有详细地勘报告,穿越工程设计前,应取得所输介质物性资料及输送工艺参数。介质物性资料及输送工艺参数的要求应符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB50251 的有关规定。

(10)采用弹性敷设时,穿越管段曲率半径不宜小于 1500 倍钢管外径;且不应小于 1200 倍钢管外径。

(11)在需要设防的地面位移地段不应设置三通、阀门、固定墩等部件。

当需要设置热煨弯管时，其曲率半径不应小于 6 倍管道外径。

(12)输气管道应按 GB 50251 等相关规范设置满足标准和实际生产过程的测量、控制、监视仪表及控制系统。

(13)管道设计单位应具有相应等级设计资质。

7.3 对施工的建议

(1)在开工前应根据设计文件提出的钢种等级、管道规格、焊接接头形式进行焊接工艺评定,并应根据焊接工艺评定结果编制焊接工艺规程。

(2)管道施工应由具有相应资质的单位承担。

(3)管道施工应实行工程监理和第三方质量监督。

(4)管道施工承包商应按设计图纸施工，若需对设计进行修改，应取得原设计单位的设计修改文件，并经建设单位、监理签认。

(5)管道焊接的无损检测应由具有相应资质的单位承担。

(6)在输送管道线路工程设计文件(图件)中,应明确抗震措施,对抗震专用材料和构件、配件应提出材质、规格、数量及安装要求,对施工工艺应提出相应的要求。

(7)管道抗震工程施工所使用的专项材料需代用时,应经原设计部门复核,经复核符合抗震设计要求后,原设计部门应重新出具抗震设计修改文件,并按修改后的设计文件进行采购、检查和验收。

(8)同一处的非裂纹缺陷的焊缝返修次数不宜超过 1 次。存在裂纹缺陷和超过返修次数的焊缝应割口重焊。

(9)当施工单位按照合同规定的范围完成工程项目后,应由建设单位组织施工单位和设计单位、监理单位共同对管道线路工程进行检查和验收,内容应

包括抗震施工验收。

(10)工程交工验收除应符合现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369 的有关规定外,施工单位的资料尚应包括下列内容:

- 1)图纸会审涉及抗震问题的记录;
- 2)抗震措施实施项目所涉及材料、构配件等的抗震性能检(试)验结果;
- 3)防滑坡工程检查报告;
- 4)更换液化土施工报告;
- 5)标准贯入试验记录;
- 6)回填疏松砂土施工报告;
- 7)管道柔性接头、管道隔震部件安装记录;
- 8)钢结构和管线 构件检查记录;
- 9)通过活动断层的管道与断层交角记录;
- 10)管道线路工程抗震施工竣工图;
- 11)管道线路工程抗震施工检查表。

(11)施工过程中,不同专业或不同施工单位之间应办理交接验收手续,按规定形成记录,并应经监理工程师(建设单位项目技术负责人)检查签字认可。

(12)施工前应与陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司周湾净化厂进行联系,确认管线接口,明确安全界面,施工过程中加强彼此联系,发现问题及时沟通,若出现安全事故,应急相互救援,减少损失。

(13)施工时,管道通过果园时,应提前与果园相关人员进行沟通,保证施工过程的顺利进行,同时,施工时严格控制线路走向,避免后期管道被果

树根系破坏。

(14)线路尽可能选在黄土塬、宽谷、平缓斜坡和停止发展的沟谷区域；减少同已建地下管道和光缆的交叉，减少穿越公路、河流、水库、沟谷；大中型河流穿跨越位置确定与线路整体走向相结合，并严格遵循规范、规范要求，保证与已建管道穿跨越位置的安全距离；站间管线设置转角桩、里程桩。

(16)站外管线取直以缩短建设长度，尽量不破坏沿线已建设施，少占耕地，油气集输管道宜与其他管道、道路、供配电线路、通信线路组成走廊带，同类性质且埋深接近的管道，如原油、伴生气和采出水管道宜同沟敷设，油气集输管道路由选线应尽量沿连续梁峁敷设，杜绝沿河堤、水库敷设，杜绝穿越村镇，减少沿车辆通行较为频繁的公路一侧敷设。管道宜避开滑坡、崩塌、泥石流等不良工程地质区，当受地形限制必须通过上述区域时，应选择灾害程度相对较小的区域通过，并采取必要的安全措施

(17)若设计、施工考虑不周，套管选型不当、强度不足，或重型车辆（甚至超载）反复碾压，有导致管线变形破裂而漏气的可能，甚至遇明火发生火灾爆炸事故。建议下一步设计中管线穿越的地理位置、穿越方式、穿越长度及采取的保护措施等进行进一步说明。

(18)根据《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB 50423-2013)第 3.4.6 条的规定，因黄土冲沟深陡，施工扫线破坏原地貌时，穿越冲沟管段的设计应考虑施工扫线时形成的新纵断面。施工回填后，应根据水土保持部门要求恢复地貌，做水土保持工程。

(19)根据《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB 50423-2013)第 3.4.7 条的规定，管道不宜从土层未固结稳定的淤土坝穿越，当必须穿越时，应对土层厚度、固结程度等地质条件做勘察评价，并采取安全保障措施。

(20)根据《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB 50423-2013)第 7.1.9 条的规定，油气管道穿越公路时，套管顶部最小覆盖层厚度应符合表 7.1.9

的要求。

(21) 根据《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB 50423-2013) 第 7.1.7 条的规定，管道穿越公路时，其穿越点四周应有足够的空间，满足管道穿越施工、维护及邻近建构筑物 and 设施安全距离的要求。

(22) 生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责：

- (一) 建立、健全本单位安全生产责任制；
- (二) 组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程；
- (三) 组织制定并实施本单位安全生产教育和培训计划；
- (四) 保证本单位安全生产投入的有效实施；
- (五) 督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患；
- (六) 组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案；
- (七) 及时、如实报告生产安全事故。

(23) 生产经营单位应当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，并教育、督促从业人员正确佩戴、使用，不得以现金或者其他物品替代劳动防护用品的提供。

(24) 生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员，应当具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。

矿山、金属冶炼、建筑施工、道路运输单位，危险物品的生产、经营、储存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进行考核。

生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，未经安全生产教育和培训合格的，不得上岗作业。

生产经营单位的特种作业人员，应当按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。

(25) 生产经营单位应当根据本单位的生产经营特点，对生产工序、设

备进行风险辨识并确定风险等级，进行日常安全生产巡查，定期进行专项安全生产排查，每月至少进行一次综合安全生产检查。

安全生产管理人员对检查中发现的事故隐患应当及时上报并提出处理意见，跟踪事故隐患治理情况并记录在案。

(26)在站场内可能发生天然气泄漏处置设置可燃气体探头，检测气体泄漏情况并进行报警。

(27)爆炸危险区域内的电气设备选型、安装、电力线路敷设等，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)的有关规定。

(28)天然气进站管道上应设置紧急切断阀。可手动操作的紧急切断阀的位置应便于发生事故能及时切断气源。

7.4 对生产运行的建议

(1)企业在后期应根据《生产安全事故应急条例》(中华人民共和国国务院令 第 708 号)、《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)等的要求，建立应急组织机构，配备应急人员、应急物资等，并针对现场生产过程的实际情况编制可能出现事故的应急措施。

(2)企业应建立健全安全生产责任制、完善安全生产管理制度、制定切实可行的操作规程。

(3)企业应加强管道沿线巡查力度，确保管道周边环境的安全。

(4)企业应加强管道沿线周边环境的勘查，发现在管道上方建设构筑物或其他不安全状态时，应及时上报处理。

(5)企业应及时更换管道沿线的安全警示标识,发现警示带、转角桩,里程桩等损坏时应及时更换。

(6)企业应对周边居民加强安全教育宣传,建议居民发现管道泄漏等问题时及时向企业上报。

(7)企业应关注管道的气源成分、气源量等重要参数,确保管道的输送能力能够满足要求。

(8)企业在对管道进行维修时,应编制维修方案,辨识风险,制定应急措施。

(9)企业应严格落实动火作业、有限空间作业等的管理制度。

(10)企业应按规范要求定期对管道进行检测。

(11)生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训,保证从业人员具备必要的安全生产知识,熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程,掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员,不得上岗作业。

(12)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。国家鼓励生产经营单位投保安全生产责任保险。

(13)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。

(14)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进行考核。

(15)在生产运行过程中,应与陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运

输公司周湾净化厂保持联系，及时沟通，若该企业或陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司周湾净化厂出现安全生产问题，应及时告知，并采取有效的安全措施，减小事故损失。

8 与建设单位交换意见

在本次评价过程中，我公司评价组多次与建设单位、设计单位联系，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，完成了该项目的安全预评价报告。

9 附件资料

- 1、安全评价委托书
- 2、现场勘验人员组成表
- 3、现场勘验记录表
- 4、陕西省安全评价检测检验机构诚信承诺书
- 5、营业执照
- 6、《关于周湾净化厂天然气外输管道工程项目用地审查的函》（吴自然资函〔2023〕116号）
- 7、《吴起县林业局关于周湾净化厂天然气外输管道工程选址意见函》（吴林函〔2023〕15号）
- 8、项目备案备案确认书
- 9、土地使用证明材料
- 10、《关于周湾净化厂天然气外输管道工程初步设计的批复》（陕油管输生发〔2023〕50号）
- 11、《关于周湾净化厂天然气外输管道工程可行性研究报告的批复》（陕油管输生发〔2022〕256号）
- 12、设计单位资质
- 13、周湾净化厂天然气外输管道工程岩土工程勘察报告
- 14、周湾首站区域位置图
- 15、周湾首站站场周边关系图
- 16、周湾首站总平面布置图

- 17、周湾首站工艺及仪表自控流程图
- 18、牧兴庄末站区域位置图
- 19、牧兴庄末站站场周边关系图
- 20、牧兴庄末站总平面布置图
- 21、牧兴庄末站工艺及仪表自控流程图
- 22、输气管线走向示意图
- 23、周湾首站至牧兴庄末站管道平纵图(1-7)
- 24、牧兴庄末站至陕天接收首站管道平纵图(1-2)
- 25、C1:ZW015-ZW016 号桩红柳河支流定向钻穿越平纵图

10 现场影像



图 10-1 现场照片(一)



图 10-2 现场照片(二)