

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司  
延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程  
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：焦健

建设项目单位联系人：延龙

建设项目单位联系电话：13909110047

(建设项目单位公章)

2023 年 04 月

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司延长县工业园区七  
姚线输油管道迁改工程  
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：段萌

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)

2023年04月

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司  
延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程  
安全预评价技术服务承诺书

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

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

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

四、我单位对本项目安全评价报告中结论性内容承担法律责任。

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

2023年4月26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

	姓名	职业资格证书编号	从业信息 识别卡编号	签字
项目负责人	吴爽	S011041000110202001456	040505	
项目组成员	赵雪姣	S011041000110203001200	040685	
	朱继科	S011041000110203001270	040820	
报告编制人	吴爽	S011041000110202001456	040505	
	赵雪姣	S011041000110203001200	040685	
	朱继科	S011041000110203001270	040820	
报告审核人	段萌	S011013000110193000285	036250	
过程控制 负责人	檀廷斌	1600000000200717	029648	
技术负责人	何俊超	S011041000110201000655	040821	

## 前 言

七里村-姚店输油管线隶属于陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司,投运于2003年8月,年设计输送能力为 $100 \times 10^4$  t/a,最大输送能力为 $120 \times 10^4$  t/a,最低起输量为 $43 \times 10^4$  t/a。管道全长42km,采用 $\Phi 219.1 \times 6$ mm,20#无缝钢管,设计压力为6.4MPa,起点为七里村采油厂输油站,终点为姚店输油站。

延长县工业园区位于延长县黑家堡镇,总规划面积5665亩,已开发面积1860亩,园区作为延长县能源化工工业发展重要载体和集中区,在投入使用延长油田伴生气资源循环利用项目的基础上,为扩大园区发展规模,目前已签订5万吨/年PBS/PBAT可降解塑料项目、黄河引水延长县城供水工程项目,正在洽谈年产6万吨食品添加剂(丁苯橡胶)项目。

目前七里村-姚店输油管线为已建管道,根据延长县提供的工业园区示意图,延长县工业园区项目与已建输油管道存在占压的情况,延长县工业园区项目占地范围内有七里村-姚店输油管线6.39km。为支持延长县工业园区项目建设,同时为保证七里村-姚店输油管线运行安全及延长县工业园区项目的安全,因此对七里村-姚店输油管线进行迁建。

延长县工业园区(西区)输油管线迁改工程改线为14.72km,迁建后管线从黑家堡镇南侧原七姚线管线104桩处上接出,向西沿山梁埋地敷设,后折向北敷设,在泥河口村西穿越一处冲沟后,继续向北沿山梁敷设,在罗家圪台东侧向北穿越一处冲沟后继续向北沿山梁敷设,最终在七姚线甘谷驿阀室东侧与原七姚线碰口。

陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司现拟建设延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程(以下简称“该项目”),并于2022年10月

12日取得了延安市行政审批服务局核发的《延安市行政审批服务局关于延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程核准的批复》(延行审投资发〔2022〕195号,项目代码:2210-610600-04-01-695098),建设地址:项目位于延安市宝塔区、延长县境内,建设规模及主要内容:该项目迁改七姚线输油管道长度约14.72千米,起于延长县黑家堡镇,止于宝塔区甘谷驿镇,管径DN200,设计压力6.4MPa。改建管线拟采用L290- $\phi$ 219.1 $\times$ 6.4无缝钢导管。总投资:4134.91万元。

该项目涉及的危险化学品为原油(CAS号:8002-05-9),其被列入《危险化学品目录(2015年版)》(2022调整),属于危险化学品,同时被列入《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拟建项目进行安全评价。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”)对其延长县工业园区七姚线输油管道迁改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/T 3057—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

括陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程(管线长度 14.72km, 设计压力 6.4MPa)的选址、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容。具体起止点: 起点为已建七姚线管线 104 桩(桩号 QY-001, 里程 0+000.00)处上接出, 终点为七姚线甘谷驿阀室(桩号 QY-214, 里程 13+611.42)东侧。

七姚线管线, 七姚线甘谷驿阀室不在本次评价范围之内, 该项目以后在生产及管理方面新增或变更内容不在本次评价范围之内。

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延长县工业园区七姚线输油管道迁改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
1.4 建设项目安全预评价的工作经过和程序	8
2 建设项目概况	10
2.1 基本情况	11
2.2 建设项目基本情况	12
2.3 自然和社会环境概况	15
2.4 线路工程	20
2.5 公用工程及辅助生产设施	29
2.6 安全管理情况	30
3 评价范围、单元划分与评价方法选择	32
3.1 评价范围	32
3.2 评价单元划分	32
3.3 评价方法选择	33
4 危险有害因素辨识	37
4.1 输送介质危险有害因素分析	37
4.2 自然和社会危险有害因素分析	39
4.3 生产工艺及设备设施危险、有害因素分析	43
4.4 线路工程事故类型分析	48
4.5 公用工程及辅助设施事故类型分析	61
4.6 安全管理事故类型分析	63
4.7 建设项目互相影响	64
4.8 重大危险源辨识	65
4.9 主要事故类型分析结果	65
4.10 事故案例与事故原因分析	66
5 单元安全评价	82
5.1 一般规定	82
5.2 输油管道单元安全评价	95

5.3 公用工程及辅助设施单元 .....	104
5.4 安全管理单元 .....	106
5.5 定量评价 .....	108
<b>6 安全管理 .....</b>	<b>113</b>
6.1 安全管理机构设置 .....	113
6.2 人员编制与安全管理人員设置 .....	113
6.3 个体安全防护用品配备 .....	113
6.4 抢修机构设置及设备配备 .....	113
6.5 安全投入 .....	113
6.6 外部依托力量 .....	113
<b>7 结论与建议 .....</b>	<b>114</b>
7.1 结论 .....	114
7.2 对安全设施设计的建议 .....	115
7.3 对施工的建议 .....	117
7.4 对生产运行的建议 .....	120
<b>8 与建设单位交换意见 .....</b>	<b>123</b>
<b>附录一 有关材料</b>	
(1) 安全评价委托书	
(2) 营业执照(副本)	
(3) 《延安市行政审批服务局关于延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程核准的批复》(延行审投资发〔2022〕195号,项目代码:2210-610600-04-01-695098)	
(4) 延安市行政审批服务局关于延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程临时使用林地的批复(延行审涉农发[2023]11号)	
(5) 现场勘察人员组成表	
(6) 专家组意见及修改确认表	
<b>附录二 有关图表</b>	
附图 1、管道走向图	
附图 2、线路平纵图(1~14)	

# 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延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程。

### 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陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程(管线长度 14.72km，设计压力 6.4MPa)的选址、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容。具体

起止点：起点为已建七姚线管线 104 桩(桩号 QY-001，里程 0+000.00)处上接出，终点为七姚线甘谷驿阀室(桩号 QY-214，里程 13+611.42)东侧。

七姚线管线，七姚线甘谷驿阀室不在本次评价范围之内，该项目以后在生产及管理方面新增或变更内容不在本次评价范围之内。

### 1.3 安全预评价的依据

#### 1.3.1 建设项目支持性文件

(1) 《延长县工业园区(西区)输油管线迁改工程线路专业说明书》(山东胜睿工程技术咨询有限公司)

(2) 《陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输第三分公司延长县工业园区(西区)输油管线迁改工程可行性研究报告》(山东胜睿工程技术咨询有限公司)

(3) 《延安市行政审批服务局关于延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程核准的批复》(延行审投资发〔2022〕195号，项目代码：2210-610600-04-01-695098)

(4) 其他资料

#### 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)

(2) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(中华人民共和国主席令〔2010〕第30号)

(3) 《中华人民共和国劳动法》(中华人民共和国主席令第28号，根据主席令〔2018〕第24号修正)

(4) 《中华人民共和国特种设备安全法》(中华人民共和国主席令〔2013〕

## 第 4 号)

(5) 《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令第 6 号, 依据主席令〔2021〕第 81 号)

(6) 《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)

(7) 《中华人民共和国水法》(中华人民共和国主席令〔2016〕第 48 号)

(8) 《中华人民共和国防洪法》(中华人民共和国主席令〔2016〕第 48 号)

(9) 《公路安全保护条例》(中华人民共和国国务院令〔2011〕第 593 号)

(10) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》(中华人民共和国国务院令〔2014〕第 653 号)

(11) 《基本农田保护条例》(中华人民共和国国务院令〔2011〕第 588 号)

(12) 《中华人民共和国道路交通安全法》(中华人民共和国主席令〔2011〕第 47 号)

(13) 《中华人民共和国河道管理条例》(中华人民共和国国务院令〔2018〕第 687 号)

(14) 《中华人民共和国公路法》(中华人民共和国主席令第八十六号, 2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议《关于修改〈中华人民共和国会计法〉等十一部法律的决定》第五次修正)

(15) 《危险化学品安全管理条例》(中华人民共和国国务院令〔2011〕第 591 号, 中华人民共和国国务院令〔2013〕第 645 号修订)

(16) 《特种设备安全监察条例》(中华人民共和国国务院令〔2009〕第 549 号)

(17) 《工伤保险条例》(中华人民共和国国务院令〔2003〕第 375 号, 根据国务院令〔2010〕第 586 号修正)

(18) 《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令〔2007〕第 493 号)

(19) 《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)

(20) 《陕西省安全生产条例》(陕西省第十二届人民代表大会常务委员会公告〔12 届〕第 51 号, 根据陕西省人民代表大会常务委员会公告〔13 届〕第 36 号修正)

(21) 《陕西省消防条例》(陕西省人民代表大会常务委员会公告〔十一届〕第二十号, 根据陕西省人民代表大会常务委员会公告〔13 届〕第 64 号修正)

(22) 《生产安全事故应急条例》(中华人民共和国国务院令〔2019〕第 708 号)

### 1.3.3 部门规章及有关文件

(1) 《危险化学品目录(2015 年版)》(2022 调整)(原国家安全生产监督管理局等十个部门公告 2022 年第 8 号令)

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

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

原国家安监总局令〔2015〕第 80 号第二次修正)

(4) 《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, 应急管理部令〔2019〕第 2 号修改)

(5) 《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〔2011〕第 40 号, 根据原国家安监总局令〔2015〕第 79 号修正)

(6) 《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》(原国家安监总局令〔2007〕第 16 号)

(7) 《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)

(8) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》(财企〔2012〕16 号)

(9) 《重点监管的危险化学品名录(2013 年完整版)》(原国家安全生产监督管理总局〔2013〕12 号)

(10) 《国家安全监管总局办公厅关于印发陆上油气输送管道建设项目安全评价报告编制导则(试行)和陆上油气输送管道建设项目安全审查要点(试行)的通知》(安监总厅管三〔2017〕27 号)

#### 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) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)

(5) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)

(6) 《化学品分类和危险性公示通则》(GB13690-2009)

- (7) 《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)
- (8) 《油气输送管道穿越工程施工规范》(GB50424-2015)
- (9) 《油气长输管道工程施工及验收规范》(GB50369-2014)
- (10) 《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)
- (11) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB13861-2022)
- (12) 《油气输送管道线路工程水工保护施工规范》(SY/T4126-2013)
- (13) 《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)
- (14) 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》(GB/T23257-2017)
- (15) 《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》(SY/T0414-2017)
- (16) 《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ230-2010)
- (17) 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)
- (18) 《用电安全导则》(GB/T13869-2017)
- (19) 《石油天然气工业管线输送系统用钢管》(GB/T9711-2017)
- (20) 《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB/T50470-2017)
- (21) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)
- (22) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- (23) 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017)
- (24) 《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》(SY/T0315-2013)
- (25) 《钢质管道冷弯管制作及验收规范》(SY/T5127-2018)
- (26) 《混凝土和钢筋混凝土排水管》(GB/T11836-2009)
- (27) 《油气输送用钢制感应加热弯管》(SY/T5257-2012)
- (28) 《石油天然气钢质管道无损检测》(SY/T4109-2020)
- (29) 《钢质管道焊接及验收》(GB/T31032-2014)

- (30) 《低压配电设计规范》(GB50054-2011)
- (31) 《安全色》(GB2893-2008)
- (32) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB7231-2003)
- (33) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)
- (34) 《建筑抗震设计规范(2016年版)》(GB50011-2010)
- (35) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)
- (36) 《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)
- (37) 《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)
- (38) 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)
- (39) 《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》(GB/T50698-2011)
- (40) 《油气输送管道跨越工程施工规范》(GB50460-2015)
- (41) 《油气输送管道跨越工程设计标准》(GB/T50459-2017)
- (42) 《钢质管道焊接及验收》(GB31032-2014)
- (43) 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017)
- (44) 《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T21447-2018)
- (45) 《埋地钢质管道腐蚀防护工程检验》(GB/T19285-2014)
- (46) 《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》(GB/T50538-2020)
- (47) 《阴极保护管道的电绝缘标准》(SY/T0086-2020)
- (48) 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》(GB/T23257-2017)
- (49) 《埋地钢质管道外防腐层保温层修复技术规范》(SY/T 5918-2017)
- (50) 《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》(SY/T17-1996)
- (51) 《油气输送管道工程测量规范》(GB/T50539-2017)

(52) 《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》(GB/T50892-2013)

(53) 《油气管道仪表及自动化系统运行技术规范》(SY/T6069-2020)

(54) 《压力管道监督检验规则》(TSGD7006-2020)

(55) 《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)

(56) 《特种设备安全技术规范》(TSG D0001-2009)

## 1.4 建设项目安全预评价的工作经过和程序

### 1.4.1 安全预评价工作经过

本次安全预评价，严格按照我公司安全评价过程控制文件的要求开展评价工作，主要评价工作经过如下：

(1)组织技术人员、市场人员、财务人员对该项目进行风险分析，确定风险可接受后签订技术服务合同；

(2)组建项目评价组，明确评价组成员各自的职责；

(3)熟悉项目基础资料，熟悉相关法律法规及标准要求，准备现场勘察的资料与设备；

(4)项目评价组在对企业提供的该项目相关文件、资料进行详细分析的基础上，对该项目周边环境、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等情况进行了现场踏勘及咨询；

(5)根据建设项目现场及管理实际情况，并依据《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)以及有关法律法规、标准规范、规章及文件的要求，项目评价组讨论并确定报告编写方案；

(6)项目评价组依据确定的编写方案，编写项目安全预评价报告初稿。报告初稿编写过程中及初稿完成后均多次与建设单位进行沟通和交换意见；

(7) 报告初稿经过三级审核并修改完善后，再次与建设单位进行了沟通和交流，并经确认后形成报告送审版提交审查。

#### 1.4.2 评价程序

##### (1) 前期准备

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

##### (2) 安全评价

###### 1) 辨识与分析危险、有害因素

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

###### 2) 划分评价单元

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

###### 3) 选择安全评价方法

根据建设项目预评价的实际情况，选择适用的安全评价方法。

###### 4) 定性、定量评价

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

###### 5) 提出安全对策措施建议

根据评价结果，依照国家有关的法律法规、标准、规章、规范的要求，

提出安全对策措施建议。安全对策措施建议应具有针对性、可操作性和经济合理性。

#### 6) 做出安全预评价结论

按照评价导则要求，将安全评价结果进行整理、归纳，并作出可接受程度的结论。

#### 7) 编制安全预评价报告

按照《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)的要求，编制安全评价报告。安全预评价程序框图详见图 1.1:

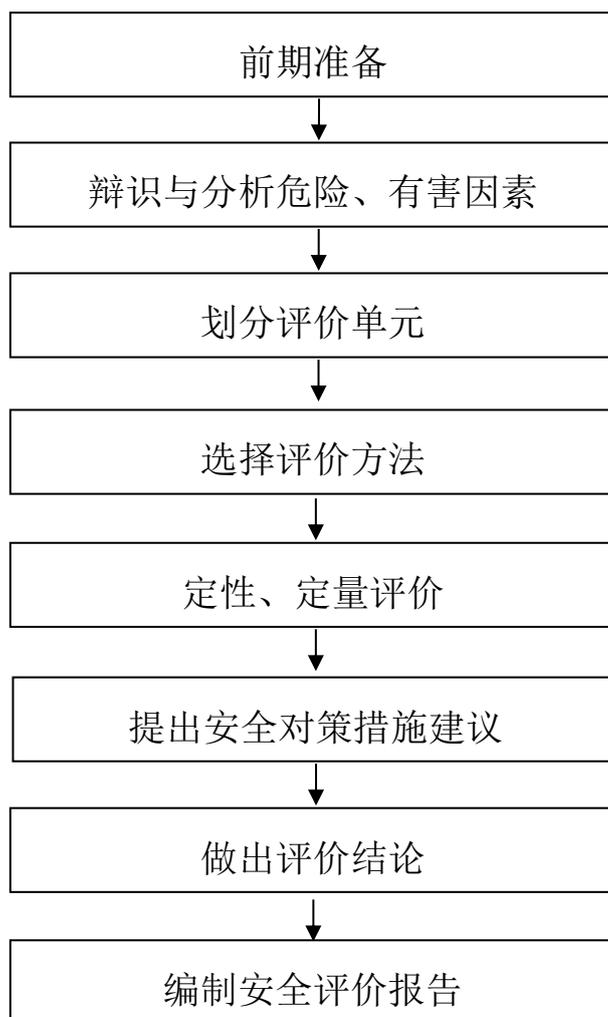


图 1-1 评价程序框图

## 2 建设项目概况

### 2.1 基本情况

#### 2.1.1 建设单位简介

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。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(许可证有效期至2019年12月14日);原油采购。(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)。

#### 2.1.2 可研单位简介

该公司委托山东胜睿工程技术咨询有限公司编制了《延长县工业园区(西区)输油管线迁改工程线路专业说明书》及《陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输第三分公司延长县工业园区(西区)输油管线迁改工程可行性研究报告》。

山东胜睿工程技术咨询有限公司成立于2018年8月20日,法定代表人:谢群山,统一社会信用代码:91370502MA3MB31T4Y,企业地址:山东省东营市东营区黄河路430-6号第2幢505室,经营范围:石油工程、建筑工程、燃气工程设计、技术咨询及技术服务;石油、天然气勘探开发及工程的技术开发、技术咨询、技术服务;建设项目职业病危害评价、职业病危害因素监测与评价;招投标咨询;工程项目管理;工程造价咨询;工程概预算编制审查;环境影响评价;安全评价咨询;节能评估咨询;合同能源管理;软件开发及销售;信息系统集成;工程监理;测绘服务;工程勘察;环境保护监测;环境治理;水土保持方案编制;环境工程;房屋租

赁；太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能、光伏发电系统的设计、安装、运行维护及技术咨询。（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）。

山东胜睿工程技术咨询有限公司工程设计证书：A237032624，工程勘查证书：B237032624。资质等级：石油天然气(海洋石油)行业乙级。

### 2.1.3 评价单位简介

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 6 日，法定代表人：应宏，注册地址：江西省南昌市红谷滩区世贸路 872 号金涛大厦 16 楼 1609 室、1610 室、1611 室，社会信用代码：913601007391635887，经营范围：建设项目(工程)劳动安全卫生预评价；建设项目(工程)竣工劳动安全卫生验收评价；劳动防护用品检测检验；安全生产科研及技术服务；安全标准咨询服务(以上项目依法需经批准的项目，需经相关部门批准后方可开展经营活动)。资质证书编号：APJ-(赣)-002，业务范围：金属、非金属矿及其他矿采选业；陆上油气管道运输业；石油加工业，化学原料、化学品及医药制造业；烟花爆竹制造业；金属冶炼。

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，建设单位委托具备相应资质的安全评价机构江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心对其陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程进行安全预评价工作。

## 2.2 建设项目基本情况

### 2.2.1 项目基本情况

项目名称：延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程

项目代码：2210-610600-04-01-695098

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

建设性质：改建

建设规模及主要内容：该项目迁改七姚线输油管道长度约 14.72 千米，起于延长县黑家堡镇，止于宝塔区甘谷驿镇，管径 DN200，设计压力 6.4MPa。

建设地址：项目位于延安市宝塔区、延长县境内

总投资：4134.91 万元

全线无阀室及相关站场。

该项目途径沿线的行政区域划分情况详见表 2.2.1-1：

表 2.2.1-1 输油管道途径沿线的行政区域划分情况表

序号	名称	行政区划	长度(km)
1	延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程	延安市延长县	12.7
2	延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程	延安市宝塔区	2.02
合计	——	——	14.72

### 2.2.2 输送工艺和设计输量、管径、设计压力、管线长度、管材、设计温度等情况

- 1、年设计输送能力： $100 \times 10^4 \text{t/a}$ ；
- 2、最大输送能力为  $120 \times 10^4 \text{t/a}$ ；
- 3、最低输量为  $43 \times 10^4 \text{t/a}$ ；
- 4、管线设计压力：6.4MPa；

- 5、输送介质：原油
- 6、设计温度：60°C；
- 7、管道长度：14.72km；
- 8、沿线最大冻土深度：宝塔区 77cm，延长县 80cm；
- 9、管道埋深：管顶覆土 1.5m；
- 10、管线规格：用 L360MS 高频直缝电阻焊钢管；
- 11、起点为已建七姚线管线 104 桩(桩号 QY-001，里程 0+000.00)处上接出，终点为七姚线甘谷驿阀室(桩号 QY-214，里程 13+611.42)东侧。

该项目改线路由走向示意图见图 2.2.1-1：

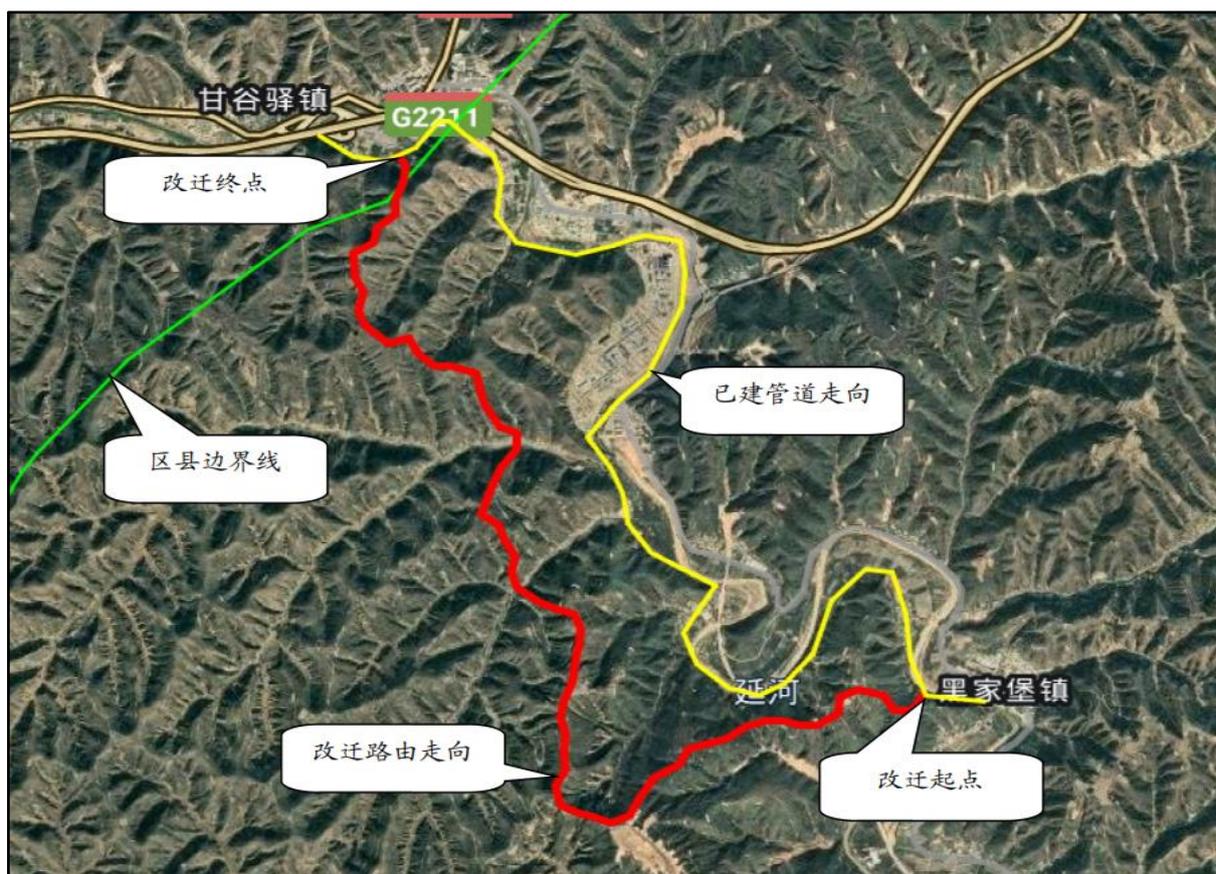


图 2.2.1-1 改线路由走向示意图

### 2.2.3 输送介质情况

该项目输送介质为原油。原油基本组成和物性表见表 2.2.3-1。

表 2.2.3-1 原油基本组成和物性表

组分名称	密度 (20℃)t/m <sup>3</sup>	凝点℃	粘度(20℃)mPa. s	胶质%	沥青质%	蜡含量 m%	初馏点℃
含量	0.8356	10	4.1	7.67	0.32	11.55	68

## 2.3 自然和社会环境概况

### 2.3.1 自然环境

该项目拟建管道沿线经过延安市宝塔区、延长县。

#### (1) 气象条件

该项目拟建管道沿线经过延安市宝塔区、延长县，属干旱半干旱地区，高原大陆性季风气候，四季变化较大，冬季主要受西伯利亚冷气团影响，严寒而少雪；春季因冷暖气团交替频繁出现，气温日差较大，潮、霜冻不时发生，并多有大风，间或有沙暴；夏季暑热，雨量增多，多以暴雨出现，同时伴有旱旱和伏旱；秋季多雨，降温快，早霜冻频繁。管道沿线气象条件参见下表 2.3.1-1。

表 2.3.1-1 沿线主要气相资料统计表

气象要素	单位	地名		
		宝塔区	延长县	
平均气压	hPa	908.0	924.6	
气温	年平均	℃	10.4	10.4
	极端最高	℃	39.3	41.1
	极端最低	℃	-23.0	-23.0
	年最冷月平均温度	℃	-5.0	-5.6
	年最热月平均温度	℃	23.6	24.2
平均相对湿度	%	59	62	
年平均降水量	mm	514.5	480.7	
最大日降水量	mm	139.9	115.1	
年平均蒸发量	mm	1638.9	1533.9	
风速	平均	m/s	1.6	1.2
	最大	m/s	15.0	13.3
	最多风向	--	SW	SE
地面温度	平均	℃	12.4	13.0
	极端最高	℃	67.5	73.0
	极端最低	℃	-29.7	-28.1
日照时数	h	2507.9	2481.9	

气象要素		单位	地名	
			宝塔区	延长县
大风日数		d	0.3	1.0
雷暴日数		d	26.7	28.0
霜日数		d	101.8	96.0
最大积雪深度		cm	12	14
冻土深度	标准冻深	cm	56	54
	最大冻深	cm	77	80

## (2) 水文条件

宝塔区境内地下水属黄土高原潜水。一般埋藏较深且水量小而不稳。水质不佳，味咸、涩、苦、臭。无开采价值。市郊区和延河、汾川河川面沿岸有浅层水，惟水量不大，靠河道汇流来补给地下水。形成局部补水段。可供开采。市内年平均降水 542.5 毫米，年有地表水 10175 万立方米，加上延河、汾川河以及丰富、乌阳、牡丹等川河流过境水 15248 万立方米，合计 25423 万立方米。除去灌溉农作物用水 2158 万立方米，人畜饮水、工业用水 500 万立方米外。尚有 22765 万立方米，可供发展农田灌溉、工业、人畜饮水。

延长县过境河(主要为延河)客水总量 2.23 亿立方米；自产水 12.726 亿立方米。其中，地表水径流总量 0.598465 亿立方米，占总降水量的 4.7%；浅层地下水总量 0.18926 亿立方米(地表水重复)，占总降水量的 1.5%；补给深层地下水 0.03821 亿立方米，占总降水量的 0.3%。通过土壤、水面、植物等途径蒸发、蒸腾水量 12.1275 亿立方米，占总降水量的 95%。境内年径流深由东南向西北递增，年平均径流深 25.29 毫米。

根据地勘报告显示，该项目管道敷设深度内见地下水，测得静水位埋深 0.60~1.00m，相应标高 855.38~867.72m，属第四系松散孔隙潜水，赋存于④砂岩及以下诸层中。该水主要受大气降水及延河支流补给，随地形向延河方向排泄。随季节，水位有变化，变幅约为 2.00m。

该项目桩号 9+148—9+202 之间见地表水,属延河支流,由东向西径流,地表水水面标高约为 856.00m。

### (3)地形、地貌

延安市宝塔区地势是西北、西南部高,中部隆起,呈两个环状向东倾斜的丘陵河谷地形。宝塔区境内黄土梁、峁基本呈连续状分布,沟涧地与沟谷地交互纵横,支离破碎,梁峁相间,黄土覆盖厚度 30~180 米。北部植被很差,水土流失严重,峁多于梁;南部植被好,水土流失轻微,梁多于峁;东南部还有少量残塬。此外,在各种坡面、陡壁发育有细沟、线沟、切沟、悬沟、崩沟、滑坡、黄土柱以及缓坡,地段发育有陷穴、浅凹等小地貌。延安市宝塔区境内沟谷地貌较为发育,干沟深切至基岩,谷地较宽;支沟甚多,沟壑密度每平方公里长 3.04~5.01 公里,地面分割度,河沟、干沟和冲沟合计面积占流域面积的 41~46%,最大为 60%以上。

延安市延长县地处黄土高原丘陵沟壑区。延河由西向东横贯全县,注入黄河。地势由西北向东南倾斜。海拔一般为 600~1100 米,南部童儿湾是全县最高点,海拔 1391 米。延河谷地比较平坦,约占全县总面积的 0.99%;其余广大区域,黄土梁峁丘陵沟壑交错分布,相对高度一般在 100~200 米之间;东部黄河沿岸地带,流水切蚀严重,形成峡谷和峁状丘陵地形,最低海拔 488 米。延长地貌属黄土宽梁残原类型,河谷地域见到的是短梁、低峁地貌。登梁四眺,地面大体呈齐一的宽梁残原。梁呈微穹形,宽 500~600 米或 1.2 公里,梁顶坡度  $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ ,邻近谷缘梁坡增至  $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。平展梁地为原,经长期的沟谷分割而成,面积不大的宽梁当地称小原。其下伏古地形在中更新世中期已具雏形,后又为黄土覆盖,因承袭性沟谷及现代冲沟的切割,演变为宽梁残原地貌。相对切割深度达 150~220 米,至今仍保留的宽梁乃是古

地形的延亘。现代冲沟不断发展,梁、原边坡的细沟切沟的侵蚀和顶坡的面状冲刷,加之沟谷崩塌、滑坡和泻溜,残原向梁地、梁地再分割,形成短梁和平岭的趋势。延安市延长县地势由西北向东南倾斜,南北高,中间低,呈谷峰型。海拔高度 470.6~1383 米,相对高差 912 米。县城海拔高度 800 米。

该项目管线沿线设计桩号 0+0.00—7+363 为山前坡脚及黄土梁岭地段,地势高差起伏较大;设计桩号 7+363—7+400 为山间冲沟地段,地势较平缓;设计桩号 7+400—9+148 为山前坡脚及黄土梁岭地段,地势高差起伏较大;设计桩号 9+148—9+202 为山间冲沟地段,河道内地势较平缓,山体两侧高差较大;设计桩号 9+202—13+579 为山前坡脚及黄土梁岭地段,地势高差起伏较大;设计桩号 13+579—13+611.42 为延河右岸 II 级阶地,地势平缓。勘探点地面标高介于 856.38~1091.70m。

### 2.3.2 地理位置及社会环境情况

#### (1) 地理位置

该项目拟建管道沿线经过延安市宝塔区、延长县。

延安市宝塔区位于陕西省北部,延安市中部,地处陕北黄土高原中部丘陵沟壑区与高原沟壑区交接的过渡地带,属黄河一级支流延河中下游。地理坐标:北纬  $36^{\circ} 10' 33'' \sim 37^{\circ} 2' 5''$ , 东经  $109^{\circ} 14' 10'' \sim 110^{\circ} 50' 43''$ 。东西宽 76 公里,南北长 96 公里,总面积 3556 平方公里,占陕西省总面积的 1.7%,占延安市总面积的 9.3%。东与延长毗邻,西与安塞接壤,南接甘泉、宜川、富县,北靠延川、子长县。海拔高度 860.6~1525 米。

延安市延长县位于陕西省东北部、延安地区东部,延河下游,西距延

安市 74km，南距省会西安市 374km，地理坐标为北纬  $36^{\circ} 13' 37'' \sim 36^{\circ} 45' 20''$ ，东经  $109^{\circ} 33' 4'' \sim 110^{\circ} 29' 43''$ 。东临黄河，与山西省大宁、永和县隔河相望，南接宜川以雷多河为界，西接延安宝塔区，北临延川县。延长县境内有渭(南)清(涧)公路(S201)、延(长)延(安)公路(S205)两条省道纵横而过，延安-延川高速公路在延长县西侧经过。

## (2) 人文环境

延安市延长县位于陕西省东北部、延安地区东部，全县东西长 72.9 公里，南北宽 55.05 公里，总面积 2368.73 平方公里。全县共辖 4 镇 10 乡，287 个行政村，764 个自然村。全县总人口为 12.9 万人，其中农业人口 11.4 万人。有汉、满、蒙、回、侗 5 个民族，其中汉族人数占 99%以上，有农业劳动力 32820 人，人口密度为每平方公里 54.9 人。

## (3) 交通运输

该项目位于陕西省延安市宝塔区、延长县。项目建设地点有村道，并拟在管线周围铺设施工便道，能够满足项目施工和后期巡线的需求。

## (4) 通信

该项目所在地设置有联通、移动及电信通信设施。

## (5) 治安条件

该项目拟建管道沿线经过延安市宝塔区、延长县。所在区域设有延安市宝塔区甘谷驿派出所、延川县黑家堡镇派出所，能够对出现的一般性治安案件进行处理，治安条件良好。

### 2.3.3 周边情况

该项目沿线经过的行政区域为宝塔区、延长县，沿线主要经过黄土梁峁段和河道、沟谷地段。黄土梁峁段主要为蒿草地，局部为树林。黄土山

地段以黄土梁峁、梁、峁为主，河道与沟谷地段以河流侵蚀阶地与河漫滩为主，地形起伏较大。该项目管线经过地区 200m 范围内无居民点、企事业单位等敏感点或设施。

## 2.4 线路工程

### 2.4.1 管道本体

该项目拟建的延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程线路长度为 14.72km, 拟选用 L360MS 高频直缝电阻焊钢管, 管道规格为  $\phi 219.1 \times 6.4\text{mm}$ 。

该项目一般地段试压的强度试验压力 8MPa, 严密性试验压力为 6.4MPa。

### 2.4.2 管道敷设

#### 2.4.2.1 管道敷设方式

该项目管道拟采用弹性敷设、热煨弯管两种形式埋地敷设，管道埋深为管顶覆土 1.5m。

穿越公路拟采用大开挖加套管及顶管方式；穿越河流拟采用大开挖方式；穿越水渠拟采用开挖、顶管两种方式，水渠穿越段管道，对于有衬砌的水渠，拟设埋设深度在渠底深度 1.2m 以下，其它水渠拟设管道埋设深度在现状渠底以下 2.5m。

管道与电缆交叉时，管道与电缆净距拟不小于 0.5m，拟对电(光)缆采取保护措施，如用角钢围裹住电缆，在电缆上方铺一层红砖等。管道与架空高压线交叉时，交叉点两侧管道拟采取加强防腐措施。

与其它管道交叉穿越时，两管净距拟不小于 0.3m。且拟从被穿越管道的下方穿过，并在交叉位置放置废旧轮胎等方法将两管道隔离。在交叉点两侧各 5m 范围内拟采用人工开挖，管道暴露后，拟采用橡胶板对被穿越管道进行包裹保护。

### 2.4.2.2 地区等级

根据《建筑抗震设计规范(2016年版)》(GB50011-2010)有关划分标准,该项目拟建场地属可进行建设的一般地段。

### 2.4.3 人员密集场所高后果区

#### 2.4.3.1 人员密集场所高后果区

##### (1) 输油管道高后果区识别标准

该项目输油沿线经过的行政区域为宝塔区、延长县,沿线主要经过黄土梁峁段和河道、沟谷地段。黄土梁峁段主要为蒿草地,局部为树林。该项目管线经过地区 200m 范围内无居民点、企事业单位等敏感点或设施。

根据《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)第 6.1.1 条规定,输油管道高后果区识别标准如下。

表 2.4.3-1 输油管道高后果区管段识别分级表

管道类型	识别项	分级
输油管道	a)管道中心线两侧各 200m 范围内,任意划分成长度为 2km 并能包括最大聚居户数的若干地段,四层及四层以上楼房(不计地下室层数)普遍集中,交通频繁,地下设施多的区段。	III 级
	b)管道中心线两侧各 200m 范围内,任意划分 2km 长度并能包括最大聚居户数的若干地段,户数在 100 户或以上的区段,包括市郊居住区、商业区、工业区、发展区以及不够四级地区条件的人口稠密区。	II 级
	c)管道两侧各 200m 内有聚居户数在 50 户或以上的村庄、乡镇等。	II 级
	d)管道两侧各 50m 内有高速公路、国道、省道、铁路及易燃易爆场所等。	I 级
	e)管道两侧各 200m 内有湿地、森林、河口等国家自然保护区。	II 级
	f)管道两侧各 200m 内有水源、河流、大中型水库。	III 级

注: 1) 识别高后果区时,高后果区边界设定为距离最近一幢建筑物外边缘 200m。

2) 高后果区分为三级, I 级表示最小的严重程度, III 级表示最大的严重程度。

##### (2) 高后果区识别工作的基本要求

1) 高后果区识别工作应由熟悉管道沿线情况的人员进行,识别人员应参加相关培训。

2) 识别统一结果应按照统一的格式填写。

3) 当识别出高后果区的区段相互重叠或相隔不超过 50m 时, 作为一个高后果区段管理。

4) 当输油管道附近地形起伏较大时, 可依据地形地貌条件、地下管涵等判断泄漏油品可能的流动方向, 对表 2.4.3-1 中 c)、d)、e)、f) 中的距离进行调整。

### (3) 高后果区识别结果

经核实, 该项目拟建的输油管道沿线无高后果区。

### 2) 与港口、飞机场、军事区、炸药库等设施的相互影响情况

该项目拟建的输油管道沿线 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。

## 2.4.4 地质灾害

该项目根据地勘报告显示, 勘探深度内地基土分为 4 层, 现自上而下分层描述如下:

①层素填土 Q4m1: 杂色~褐黄色, 稍湿, 稍密。见少量碎石、植物根系, 冲洪积特征明显。分布厚度 0.40~0.50m, 层底标高为 856.00~869.35m。(该层主要分布山间冲沟地段, 设计桩号 7+363—7+400 和设计桩号 9+148—9+202 之间)。

②层黄土状土 Q4m1: 褐黄色, 稍湿~湿, 稍密~密实, 可塑~坚硬状态。主要分布于阶地, 表层为耕植土, 混有少量细砂及碎石。该层不具湿陷性, 湿陷系数=0.002。压缩系数平均值  $1-2=0.24\text{MPa}^{-1}$ , 属中压缩性土。本层未揭穿, 揭露厚度 5.4m, 层底标高为 862.69m。(该层主要分布于设计桩号 13+579—13+611.42 之间)。

③层黄土 Q4eol: 褐黄色, 稍湿, 坚硬状态。主要分布于黄土梁峁地段

及山前坡脚地段，表层地表略有植被，见少量白色钙质条纹，针状孔隙发育，见虫孔、虫迹及蜗牛壳碎片。该层具湿陷性，湿陷系数=0.039，属中等湿陷性。压缩系数平均值  $1-2=0.12\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。本层未揭穿，揭露厚度 5.50~9.00m，层底标高为 855.42~1085.80m。（该层主要分布于设计桩号 0+0.00—7+363、7+400—9+148、9+202—13+579 之间）。

④砂岩 J：青灰色，表层约 0.10~0.50m 为强风化，其下为中风化，层理状分布，硅质胶结，细粒结构，长石、石英质，呈块状~短柱状。本层未揭穿。揭露厚度 4.00~5.20m，相应标高 850.80~864.75m。（该层主要分布于山间冲沟地段，设计桩号 7+363—7+400 和设计桩号 9+148—9+202 之间）。

经现场勘察，设计桩号 7+363—7+400 地段和桩号 9+148—9+202 地段为山间冲沟，如遇暴雨及山洪时，拟建管线存在安全隐患，建议管道敷设时采取相应的防水力侵蚀措施，可采用水工构筑物等方法进行防护。山前坡脚地段地势较陡，管道敷设时应做好安全防护措施，确保工程在施工人员的安全，此外，未发现其他不良地质作用存在，适宜建筑。

#### 2.4.5 地震

拟建管道沿线经过延安市宝塔区、延长县。该项目管道沿线无全新世活动断裂带。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)和《建设抗震设计规范》(GB50011-2010)，宝塔区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g；延长县抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。地震参数及全新世活动断裂带见表 2.4.5-1。

表 2.4.5-1 地震参数表

序号	市(设区)、县	影响长度 km	地震烈度	地震动峰值加速度 g
1.	延安市延长县	12.7	6	0.05

序号	市(设区)、县	影响长度 km	地震烈度	地震动峰值加速度 g
2.	延安市宝塔区	2.02	6	0.05

#### 2.4.6 山岭隧道

该项目拟建的输油管道未穿越山岭隧道。

#### 2.4.7 采矿区

该项目拟建的输油管道未穿越采矿区。

#### 2.4.8 河流大、中型穿(跨)越

该项目沿线穿越的小型河流均为季节性河流，对于砂卵石河床，拟采用间隔砌筑块石、铁丝石笼或散抛大块(卵)石的方式稳管；对于基岩性河床，拟采用现浇混凝土的方式稳管；对于冲刷较大的土质河床，首先要确定冲刷深度，将管道埋设在冲刷线以下 1.0m，必要时拟采用压重袋方式稳管。

该项目拟建的输油管道穿越河流 2 处，拟在枯水季节河道水流较小或干涸时，采用大开挖方式沟埋穿越。具体如下：

表 2.4.8-1 河流穿越工程统计表

序号	名称	穿越起点	穿越终点	穿越形式	穿越长度(m)	管径×壁厚(mm)	工程等级
1.	无名河 1	QY-116	QY-117	大开挖+混凝土连续浇筑	12	DN200×6.4	小型
2.	无名河 2	QY-138	QY-139	大开挖+混凝土连续浇筑	18	DN200×6.4	小型

#### 2.4.9 与架空输电线路并行交叉

该项目拟建输油管道穿越电缆处拟采用弹性敷设。拟在原已建管道两侧 5m 范围内采用人工开挖。该项目拟建的输油管道与架空输电线路 2 处并行，并行距离 10m，未与 35kV 及以上架空输电线路交叉。

#### 2.4.10 与铁路并行交叉

该项目拟设线路未与铁路并行、交叉。

### 2.4.11 与公路并行交叉

该项目拟建输油管道穿越公路拟采用顶管加套管及大开挖加套管，套管内拟填充细土，细土最大粒径不应大于 3mm。该项目拟建输油管道沿线无伴行道路。对于车流量较大、开挖困难的硬化道路，拟采用对公路路基破坏较小的顶管穿越，拟采用规格为 DRCP II 1200×2000 GB/T 11836 的套管保护；对于其它的土路，拟采用大开挖加套管的方式。该项目全线共穿越道路 31 处。具体如下：

表 2.4.11-1 道路穿越工程统计表

序号	名称	穿越起点	穿越终点	穿越形式	穿越长度(m)
1.	土路	QY-001	QY-002	大开挖+套管	8
2.	土路	QY-008	QY-009	大开挖+套管	8
3.	土路	QY-016	QY-017	大开挖+套管	12
4.	土路	QY-019	QY-020	大开挖+套管	10
5.	土路	QY-029	QY-030	大开挖+套管	12
6.	土路	QY-033	QY-034	大开挖+套管	10
7.	土路	QY-045	QY-046	大开挖+套管	10
8.	硬化道路	QY-049	QY-050	顶管	10
9.	土路	QY-057	QY-058	大开挖+套管	10
10.	硬化道路	QY-069	QY-070	顶管	10
11.	硬化道路	QY-071	QY-072	顶管	8
12.	土路	QY-075	QY-076	大开挖+套管	12
13.	硬化道路	QY-078	QY-079	顶管	8
14.	硬化道路	QY-080	QY-081	顶管	10
15.	硬化道路	QY-085	QY-086	顶管	8
16.	硬化道路	QY-088	QY-089	顶管	10
17.	硬化道路	QY-090	QY-091	顶管	10
18.	土路	QY-109	QY-110	大开挖+套管	8
19.	土路	QY-116	QY-117	大开挖+套管	8
20.	硬化道路	QY-116	QY-117	顶管	10
21.	硬化道路	QY-120	QY-121	顶管	10
22.	硬化道路	QY-133	QY-134	顶管	8
23.	土路	QY-136	QY-137	大开挖+套管	10
24.	硬化道路	QY-139	QY-140	顶管	10
25.	土路	QY-142	QY-143	大开挖+套管	10
26.	土路	QY-144	QY-145	大开挖+套管	10
27.	土路	QY-155	QY-156	大开挖+套管	8
28.	土路	QY-177	QY-178	大开挖+套管	10
29.	土路	QY-178	QY-179	大开挖+套管	12

序号	名称	穿越起点	穿越终点	穿越形式	穿越长度(m)
30.	土路	QY-184	QY-185	大开挖+套管	16
31.	土路	QY-213	QY-214	大开挖+套管	10

#### 2.4.12 与其他管道并行交叉

该项目穿越已建管道拟采用弹性敷设，非焊接连接的管道拟采用未作防腐的 L290  $\phi$  219.1 $\times$ 6.4 无缝钢管对半切割或切割 1/3 而成，两面涂刷沥青后，垫于瓦管或承插铸铁管道底部，然后拟在原已建管道两侧 5m 范围内采用人工开挖。该项目拟建输油管道穿越地下已建管道 18 处。具体如下：

表 2.4.12-1 管道穿越工程统计表

序号	名称	穿越起点	穿越终点	穿越形式	处
1.	地下已建输油管道	QY-017	QY-018	大开挖	1
2.	地下已建输油管道	QY-018	QY-019	大开挖	1
3.	地下已建输油管道	QY-018	QY-019	大开挖	1
4.	地下已建输油管道	QY-026	QY-027	大开挖	1
5.	地下已建输油管道	QY-029	QY-030	大开挖	1
6.	地下已建输油管道	QY-046	QY-047	大开挖	1
7.	地下已建输油管道	QY-047	QY-048	大开挖	1
8.	地下已建天然气管道	QY-064	QY-065	大开挖	1
9.	地下已建天然气管道	QY-071	QY-072	大开挖	1
10.	地下已建注水管道	QY-125	QY-126	大开挖	1
11.	地下已建注水管道	QY-131	QY-132	大开挖	1
12.	地下已建注水管道	QY-134	QY-135	大开挖	1
13.	地下已建输油管道	QY-138	QY-139	大开挖	1
14.	地下已建天然气管道	QY-138	QY-139	大开挖	1
15.	地下已建光缆	QY-139	QY-140	大开挖	1
16.	地下已建输油管道	QY-160	QY-161	大开挖	1
17.	地下已建输油管道	QY-213	QY-214	大开挖	1
18.	地下已建输油管道	QY-213	QY-214	大开挖	1

#### 2.4.13 标识与伴行路

1) 里程桩：从起点开始，拟每公里设 1 个，可与阴极保护测试桩合用；

2) 交叉标志桩：与地下管道、电(光)缆和其它地下构筑物交叉的位置拟设置交叉标志桩。交叉标志桩上拟注明线路里程、交叉物的名称、与交叉物的关系。

3) 穿越标志桩：拟在穿越道路、河流两侧均设置穿越标志桩，穿越标

志桩上标明管线名称、穿越类型、公路或水渠的名称，线路里程，穿越长度，有套管的应注明套管的长度、规格和材质。

4) 转角桩：拟在管道水平改变方向的位置设置转角桩，转角桩上拟标明管线里程、转角角度等。

5) 警示牌：拟在一般道路穿越河流、水渠及道路处拟设置警示牌。警示牌立柱拟采用  $\phi 108 \times 4$  无缝钢管制作，材质 Q235A，面板及立柱防锈漆、底漆各一遍、面漆两遍，面漆拟采用反光氟碳漆喷刷；基础拟采用 C20 混凝土现浇，基础底座拟置于均匀密实的土层之中，基础埋深小于冻土深度时，拟用砂夹石换填至冻土深度。警示牌拟采用螺栓连接和现浇基础直埋两种方式安装。立柱埋地部分及地脚螺栓拟刷氯丁胶乳沥青两遍。

6) 高杆警示桩：拟设在醒目的地方，管道沿线转角桩、警示桩及标志桩均拟采用高杆桩。桩拟采用埋地方式，桩体根部拟采用 3 根钢筋支撑固定，拟采用现浇混凝土进行稳定。

7) 固定支墩：拟在管道起末点、穿跨越两端、管线坡度较大处、管线水平转向较大处设置 30t 固定支墩，共计 6 个。固定墩基础拟采用 c30 混凝土浇筑，水泥拟采用地热矿渣硅酸盐水泥。固定墩设置具体如下。

表 2.4.13-1 道路穿越工程统计表

序号	名称	里程
1.	固定支墩 01	0+327.50
2.	固定支墩 02	2+575.45
3.	固定支墩 03	6+761.33
4.	固定支墩 04	7+935.28
5.	固定支墩 05	9+754.65
6.	固定支墩 06	13+138.87

8) 管道警示带：对于全线开挖段管沟，拟在输油管道的正上方距管顶 500mm 的位置设置警示带。警示带拟采用聚乙烯等高强度、耐老化材料符合

制成，厚度约为 0.15mm-0.2mm。

9) 管线施工作业带：作业带宽度为 12m。

10) 水工保护：a. 草袋素土护坡：单层铺砌草袋装素土，厚度为 0.4m，土料就地取材，碎石含量不超过 10%。草袋规格拟选用  $0.5 \times 0.7 \times 0.2\text{m}^3$  (装满土后)，即每方素土约需要 21 个草袋。b. 草袋素土截水墙：草袋交替码砌，码砌时袋与袋之间的缝隙拟用细土填实。每个草袋体积为  $0.7 \times 0.5 \times 0.2\text{m}^3$ ，实际填料体积按草袋体积 70% 计。土料就地取材，不含有大土块和碎石。砌筑截水墙拟在沟底、水平距管侧 0.3m 的位置加装保护光缆线路的套管，套管两端伸出截水墙两侧各一米。c. 浆砌石截水墙：拟采用块石或片石浆砌的结构形式，石料拟选用强度不小于 MU30 的硬质块石或片石，有效直径不小于 15cm，用 M7.5 砂浆砌筑，砂浆饱满度不小于 95%。截水墙与管线交叉时，拟采用 8mm 厚的橡胶板或胶皮包裹管线，搭接 0.2m，在两侧各延伸 0.5m。砌筑截水墙时拟在沟底、水平距管侧 0.3m 的位置加装保护光缆线路的  $\phi 75$  高密度聚乙烯套管，套管两端伸出截水墙两侧各 1 米。如砌筑截水墙时硅芯管光缆已经下沟，则将聚乙烯管沿一侧剖开扣在硅芯管光缆上，将聚乙烯管砌在截水墙里，两侧伸出各 1 米。

#### 2.4.14 阀室

该项目未设置阀室。根据《输 28、油管道工程设计规范》(GB50253-2014) 第 4.4.2 条规定：“原油、成品油管道线路截断阀的间距不宜超过 32km，人烟稀少地区可适当加大间距”。

该项目七姚线输油管道迁改工程线路长度为 14.72km，因此，无需新增阀室，线路的截断依托原有截断系统。

## 2.4.15 主要工程量

该项目的的主要工程量见表 2.4.15-1:

表 2.4.15-1 主要工程量一览表

序号	名称、规格及标准号	单位	数量	备注
一	线路			
1.	线路实长	km	14.72	
2.	线路用管			
(1)	直管用钢管			
	L360MS- $\phi$ 219.1 $\times$ 6.4 高频直缝电阻焊钢管	m	14163	
(2)	热弯弯管制作、组装焊接(R=6D)			
	L360MS - $\phi$ 219.1 $\times$ 7.1 高频直缝电阻焊钢管	m/个	557/336	
二	焊口数	个	2443	
三	穿越工程			
1	道路穿越			
	硬化道路顶管穿越 DRCP II 1200 $\times$ 2000	m/处	112/12	
	土路大开挖加套管穿越 RCP II 600 $\times$ 2000	m/处	194/19	
2	河流小型穿越	m/处	30/2	大开挖
3	地下管道穿越	处	17	大开挖
4	地下电(光)缆	处	14	大开挖
四	线路附属工程			
1	固定墩	个	6	
2	三桩			
	里程桩	个	13	
	转角桩	个	214	
	标志桩	个	78	
3	加密桩	个	74	
4	警示牌	个	47	
5	警示带	km	14.72	
五	水工保护			
	草袋素土	m <sup>3</sup>	8301	
	浆砌石	m <sup>3</sup>	3238	
	C25 混凝土	m <sup>3</sup>	180	
六	管道标志桩	m <sup>3</sup>	426	

## 2.5 公用工程及辅助生产设施

### 2.5.1 自控仪表及监控设施

该项目输油管道泄漏检测系统光缆与输油管道同沟敷设，依托原有的自控仪表系统。

## 2.5.2 通信

该项目输油管线拟同沟敷设 12 芯地埋光缆 1 条，并与原油光缆续接，且区域内运营商网络已全面覆盖。

## 2.5.3 防腐

该项目防腐保温层拟采用硬质聚氨酯泡沫塑料结构。一般段防腐层拟采用环氧粉末普通级；穿越段防腐层拟采用环氧粉末加强级。保温层拟采用厚度为 30mm(轴向偏心距 $\pm 5$ mm)聚氨酯泡沫塑料。

补口防腐层拟采用无溶剂液体环氧涂料三道；补口保温层拟采用聚氨酯泡沫塑料(现场预制)；外保护层拟采用聚乙烯热收缩套。防腐保温层端面用防水帽密封防水。

## 2.5.4 阴极保护

由于原线采用强制电流阴极保护，本次改线管道与原管道管径相同，外防腐层相同，该项目管线依托原有强制电流保护系统进行保护，并拟在沿线设置电位测试桩。

## 2.6 安全管理情况

### 2.6.1 安全管理机构设置

该项目由陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司建设，安全管理依托原有安全管理机构陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司输油三处生产调度组，输油三处下设生产调度组、安全保卫科、综合办公室。

### 2.6.2 劳动定员及安全管理人員配置

该项目无新增人员，依托原有人员。

输油管道全线实行二级管理，一级管理为延长管道运输公司，二级管

理为生产调度中心。调度中心设立专职安全管理人员一名，取得了安全生产知识和管理能力考核合格证，负责管道全线的安全生产。同时调度中心组织机构中设置维修队，负责日常的维修、保养及检测检验。

### 2.6.3 安全投资

该项目用于安全防范、监控、检测、检验与防护的专项装备、安全教育以及警示标识专项费用合计约 289 万元，安全投资占工程总投资的 7.0%。

### 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陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程(管线长度 14.72km, 设计压力 6.4MPa)的选址、工艺设施、配套的公用工程和安全管理等内容。具体起止点: 起点为已建七姚线管线 104 桩处上接出, 终点为七姚线甘谷驿阀室东侧。

七姚线管线, 七姚线甘谷驿阀室不在本次评价范围之内, 该项目以后在生产及管理方面新增或变更内容不在本次评价范围之内。

#### 3.2 评价单元划分

##### 3.2.1 评价单元划分原则

以便于实施评价、评价单元划分合理并无遗漏为原则, 根据建设项目的实际情况和项目(工程)危险有害因素的特点进行评价单元的划分。

应针对输油管道建设项目的风险特点, 按照科学、合理、无遗漏的原则划分评价单元, 评价单元的划分应能保证安全评价的顺利实施, 一般分为线路、站场、公用工程单元和安全管理等。

##### 3.2.2 评价单元划分结果

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/T 3057—2019)中的相关要求, 将该项目划分为以下三个单元进行评价:

表 3.2.2-1 评价单元及其对应的子单元

序号	单元	子单元
1	输油管道单元	线路选择子单元
		线路工程子单元
		管道施工、安装子单元

序号	单元	子单元
2	公用工程及辅助设施单元	通信子单元
		阴极保护子单元
		自控仪表子单元
3	安全管理单元	

### 3.3 评价方法选择

#### 3.3.1 评价方法的选择

根据该项目的特点，本次评价确定采用的评价方法为：

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

#### 3.3.2 评价方法简介

##### (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。

安全检查表的优点：

- 1) 能够事先有充足的时间编制和讨论检查表。这样可以做到系统化、完整化、不漏掉任何可能导致危险的关键因素，可以克服目的性不明确，走过场的安全检查方法，起到提高检查质量的效果。
- 2) 安全检查表用提问方式，给人的印象深刻，有问就有答，能使人知道如何做才是正确的，因而可起到安全教育的作用。
- 3) 可以和生产责任制相结合，由于不同检查对象有不同的检查表，易于分清责任，检查表还可以注明对改进措施的要求，隔一段时间可以重新

检查改进。

4) 安全检查表简明易懂，容易掌握，既适合我国现阶段使用，又可以为进一步使用更先进的安全系统工程方法，进行事故预测和安全评价。

### (2) 预先危险性分析法

预先危险性分析法又称初步危险分析，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。

在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏程度，将各类危险性划分为 4 个等级，见表 3.3.2-1：

表 3.3.2-1 危险性等级划分表

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

### (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，但对辨识危险性是可参考的。本报告采用事故后果模拟分析法对输油管道单元中设备设施及工艺子单元进行模拟分析。

#### (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。

画因果图的方法如下：我们在一条直线(也称为脊)的右端写上所要分析的问题，在该直线的两旁画上与该直线成 60 度夹角的直线(称为大枝)，在其端点标上造成问题的大因，再在这些直线上画若干条水平线(称为中枝)，在线的端点写出中因，还可以对这些中枝上的原因进一步分析，提出小原因，如此便形成了一张因果图。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。

### 3.3.3 评价方法与评价单元的对应关系

评价方法和评价单元的对应关系见表 3.3.3-1：

表 3.3.3-1 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	输油管道单元	线路选择子单元	安全检查表
		线路工程子单元	预先危险性分析、事故后果模拟分析法
		管道施工、安装子单元	
2	公用工程及辅助设施单元	通信子单元	预先危险性分析
		阴极保护子单元	
		自控仪表子单元	
3		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

#### 4.1.1 项目涉及的危险有害物质名称、数量

该项目涉及的危险有害物质为原油，其名称、数量等情况详见下表 4.1.1-1。

表 4.1.1-1 危险有害物质名称、数量等情况一览表

名称	CAS 号	最大储量(t)	输送方式	输送条件	
				设计温度(°C)	设计压力(MPa)
原油	8002-05-9	无储存	埋地管道	60	6.4

#### 4.1.2 危险有害物质辨识

该项目涉及的危险化学品为原油(CAS 号: 8002-05-9)，其被列入《危险化学品目录(2015 年版)》(2022 调整)，属于危险化学品，同时被列入《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。原油的危险有害特性详见表 4.1.2-1。

表 4.1.2-1 原油危险有害特性表

特别警示	易燃粘稠液体。
理化特性	<p>原油即石油，是一种粘稠的、深褐色(有时有点绿色的)流动或半流动粘稠液，略轻于水。原油相对密度一般在 0.75~0.95 之间，少数大于 0.95 或小于 0.75，相对密度在 0.9~1.0 之间的称为重质原油，小于 0.9 的称为轻质原油。</p> <p>原油粘度范围很宽，凝固点差别很大(-60~30°C)，沸点范围为常温到 500°C 以上。它由不同的碳氢化合物混合组成，其主要组成成分是烷烃，还含有硫、氧、氮、磷、钒等元素。可溶于多种有机溶剂，不溶于水，但可与水形成乳状液。不同油田的石油成分和外观可以有很大差别。</p> <p>主要用途：原油主要被用来作为燃油和生产各种油品等，也是许多化学工业产品，如溶剂、化肥、杀虫剂和塑料等的原料。</p>
危害信息	<p><b>【燃烧和爆炸危险性】</b> 易燃，遇明火或热源有燃烧爆炸危险。</p> <p><b>【健康危害】</b> 石油对健康的危害取决于石油的组成成分，对健康危害最典型的是苯及其衍生物，含苯的新鲜石油对人体危害的急性反应症状有：味觉反应迟钝、昏迷、反应迟缓、头痛、眼睛流泪等，长期接触可引起白血病发病率的增加。</p>

安全措施	<p><b>【一般要求】</b></p> <p>操作人员必须经过专门培训, 严格遵守操作规程, 熟练掌握操作技能, 具备应急处置知识。</p> <p>严加密闭, 防止泄漏, 工作场所提供充分的局部排风和全面通风, 远离火种、热源, 工作现场严禁吸烟。</p> <p>在可能泄漏原油的场所内, 应该设置可燃气体报警仪, 使用防爆型的通风系统和设备, 配备两套以上重型防护服。戴安全防护眼镜。穿相应的防护服。戴防护手套。高浓度环境中, 应该佩戴防毒口罩。必要时应佩戴自给式呼吸器。储罐等压力设备应设置液位计、温度计, 并应带有远传记录和报警功能的安全装置。</p> <p>避免与强氧化剂接触。</p> <p>生产、储存区域应设置安全警示标志。搬运时要轻装轻卸, 防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能存在残留有害物时应及时处理。</p> <p><b>【特殊要求】</b></p> <p><b>【操作安全】</b></p> <p>(1) 往油罐或油罐汽车装油时, 输油管要插入油面以下或接近罐的底部, 以减少油料的冲击和与空气的摩擦。</p> <p>(2) 当进行灌装原油时, 邻近的汽车、拖拉机的排气管要戴上防火帽后才能发动, 存原油地点附近严禁检修车辆。</p> <p>(3) 注意仓库及操作场所的通风, 使油蒸气容易逸散。</p> <p><b>【储存安全】</b></p> <p>(1) 储存于阴凉、通风的仓库内。远离火种、热源。库房内温度不宜超过 30℃。</p> <p>(2) 保持容器密闭。应与氧化剂、酸类物质分开存放。储存间采用防爆型照明、通风等设施。禁止使用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。灌装时, 注意流速不超过 3m/s, 且有接地装置, 防止静电积聚。</p> <p>(3) 注意防雷、防静电, 厂(车间)内的储罐应按《建筑物防雷设计规范》(GB 50057) 的规定设置防雷、防静电设施。</p> <p><b>【运输安全】</b></p> <p>(1) 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准, 运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。</p> <p>(2) 严禁与氧化剂、食用化学品等混装混运。运输时所用的槽(罐)车应有导静电拖线, 槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置, 禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。运输途中应防曝晒、防雨淋、防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区, 勿在居民区和人口稠密区停留。</p> <p>(3) 输油管道地下铺设时, 沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩, 并设警示标志。运行应符合有关法律法规规定。</p>
应急处置原则	<p><b>【急救措施】</b></p> <p>吸入: 将中毒者移到空气新鲜处, 观察呼吸。如果出现咳嗽或呼吸困难, 考虑呼吸道刺激、支气管炎或局部性肺炎。必要时给吸氧, 帮助通气。</p> <p>食入: 禁止催吐。可给予 1~2 杯水稀释。尽快就医。</p> <p>皮肤接触: 脱去污染的衣物, 用大量水冲洗皮肤或淋浴。</p> <p>眼睛接触: 用大量清水冲洗至少 15 分钟, 尽快就医。冲洗之前应先摘除隐形眼镜。</p> <p><b>【灭火方法】</b></p> <p>消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服, 在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却, 直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音, 必须马上撤离。</p>

	<p>用泡沫、干粉、二氧化碳、砂土灭火。</p> <p><b>【泄漏应急处置】</b></p> <p>根据液体流动和蒸气扩散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。消除所有点火源(泄漏区附近禁止吸烟、消除所有明火、火花或火焰)。作业时所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。在保证安全的情况下堵漏。防止泄漏物进入水体、下水道、地下室或密闭空间。用泡沫覆盖抑制蒸气产生。用干土、砂或其它不燃性材料吸收或覆盖并收集于容器中。用洁净非火花工具收集吸收材料。大量泄漏：在液体泄漏物前方筑堤堵截以备处理。雾状水能抑制蒸气的产生，但在密闭空间中的蒸气仍能被引燃。</p> <p>作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离周围至少为 50m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 300m。</p>
--	--

注：数据来源于《重点监管的危险化学品名录(2013年完整版)》。

由该项目涉及的危险化学品的危险有害特性分析可知，该项目涉及的危险化学品存在的事故类型为：火灾、爆炸、中毒和窒息。

## 4.2 自然和社会危险有害因素分析

### 4.2.1 自然环境危害、有害因素分析

该项目工程地点不良的自然环境因素有：恶劣的天气(高低温、雷击、暴雨、大风等)、地震、地质影响、土壤的腐蚀性、人文活动的频繁、周围违章建筑、管道经过地区植物根茎的破坏、管道经过河流、公路及其它管道线路等。

(1) 恶劣的天气(高低温、雷击、雨、雪、洪水、冰雹等)

#### 1) 高低温

极端的环境温度可导致管道内气体压力变化，而且管道会因为热胀冷缩而开裂；雷电天气会使管道感应大量电荷，电荷消散过程会产生强大的电流和高电压，会造成管道、仪表、信号线路、阴极保护设备等设备、设施的破坏或不良影响。

人体有最适宜的环境温度，当其超过一定范围时，会产生不适感甚至中暑。气温对人的作用广泛，作用时间长。在高温和烈日曝晒下，作业及检维修人员长时间在野外等高温环境中工作可引起中暑、高血压、心肌受

损和消化功能障碍等病症，也易出现操作失误。

在冬季寒冷天气，人员长时间在野外等低温环境下工作，会出现动作不灵，反应迟钝，严重时可被冻伤，进而引发事故。

## 2) 雷击

雷电是一种大气中的放电现象，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) 雨、雪、洪水、冰雹

若管道敷设时未考虑积雪厚度、冻层深度等影响，管道材质选型不符合要求等，当遇到大雪时段，若管道使用年限较长，积雪厚度过大，有可能压断管道或管道支护设施，或防护设施坍塌、坠落造成原油泄漏；若遇到极寒天气，管道埋深厚度不够，导致管道冻裂、断裂引发原油泄漏，发生火灾、爆炸等事故。

在汛期当雨量过大时，可能淹没地势低洼处的设备设施。当形成洪水时，可能对穿跨越管段(若保护措施不完善或出现裸露)造成冲击，冲刷可能导致管道裸露、飘移等，使管道受损或断裂，威胁设备和管道的安全运行。

## (2) 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，输油管线断裂，导致原油泄漏，如果泄漏的原油遇到点火源可能发生火灾、爆炸的事故。

## (3) 地质影响

输油管道敷设区域经过山坡、冲沟地带，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) 土壤的腐蚀性

管线沟埋敷设，处于周围的土壤环境之中，由于地层滑坡、蠕动，或是地震引起管线滑移，将会使管线断裂、错位；地震造成站场建筑与设备破坏，导致人员伤亡及管道运行中断；地震产生的电磁场变化干扰仪器、仪表的正常工作，导致事故。周围土壤对管线具有一定的腐蚀性。

#### (5) 人文活动的频繁

人文活动对管线的影响主要是人对管线及管线附属设施的故意破坏、不合理的施工等。

#### (6) 地面沉降及管道经过地区植物根茎的破坏

如果管道敷设没有充分考虑湿陷性黄土的特性、土层的承压能力和遇洪水沉陷问题，管沟地基处理不好不均匀沉降，可能导致输油管道连接处变形或断裂造成物料泄漏，发生火灾、爆炸等事故。违章建筑的基础沉降、高大植物的根茎也会造成管线的破坏。

#### (7) 管道经过河流、公路及其它管道线路

管线过公路处，公路的基础沉降会使管线受压，车辆经过时产生的高压和震动可使金属疲劳、开裂、管线脱焊断裂。

### 4.2.2 社会环境危险、有害因素分析

根据管道事故不完全统计，社会危险、危害因素(人为外力破坏)已成为管道泄露、火灾、爆炸事故的主要原因之一。

如果管道标志不清楚、不明显，他人在进行其它施工时，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)等，均会造成管道的损伤，严重时可能发生管线断裂事故，如果原油泄漏处理不及时，可能发生火灾、爆炸及人员中毒和窒息事故，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，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) 管道打孔盗油对管道安全造成严重危害分析

打孔盗油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，但也极易造成漏油。

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、平稳输油。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。

#### 4.3 生产工艺及设备设施危险、有害因素分析

利用《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)对该项目进行危险和有害因素辨识。辨识如下表：

表 4.3-1 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、生理危险和有害因素	
	12 行为性危险和有害因素	1201 指挥错误	指挥人员指挥失误、违章指挥
		1202 操作错误	操作人员误操作、违章操作
		1203 监护失误	监护人员
		1299 其他行为性危险和有害因素	违反劳动纪律行为等
2 物的因素	21 物理性危险和有害因素	2101 设备、设施、工具、附件缺陷	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	机械装置
		2105 振动危害	机械装置
		2106 电离危害	--
		2107 非电离危害	--
		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
		2115 信息系统缺陷	监测设备断电、数据丢失等
		2199 其他物理性危险和有害因素	--
	22 化学性危险和有害因素	2201 理化危险	--
		2202 健康危险	--
		2299 其他化学性危险和有害因素	原油等
		2203 易燃液体	原油
	23 生物性危险和有害因素	2301 致病微生物	--
		2302 传染病媒介物	--
		2303 致害动物	--
2304 致害植物		--	
2399 其他生物性危险和有害因素		--	
3 环境因素 3106	31 室内作业场所环境不良	3101 室内地面滑	--
		3102 室内作业场所狭窄	--
		3103 室内作业场所杂乱	--
		3104 室内地面不平	--
		3105 室内梯架缺陷	--
		3106 地面、墙和天花板上的开口缺陷	--
		3107 房屋基础下沉	--
		3108 室内安全通道缺陷	--
		3109 房屋安全出口缺陷	--
		3110 采光照度不良	--
		3111 作业场所空气不良	--
		3112 室内温度、湿度、气压不适	--
		3113 室内给排水不良	--
	3114 室内涌水	--	
	3199 其他室内作业场所环境不良	--	
32 室外作业场所环境不良	3201 恶劣气候与环境	大风、大雪、洪水、冰雹、风沙、地震、雷电等	
	3202 作业场地和交通设施湿滑	作业场地湿滑	
	3203 作业场地狭窄	场所狭窄	
	3204 作业场地杂乱	物品摆放杂乱	
	3205 作业场地不平	场地不平	
	3206 交通环境不良	道路有缺陷	
	3207 脚手架、阶梯和活动梯架缺陷	--	
	3208 地面及地面开口缺陷	地面有缺陷	
	3209 建(构)筑物和其他结构缺陷	--	
	3210 门和周界设施缺陷	--	
3211 作业场地地基下沉	地基下沉		
3212 作业场地安全通道缺陷	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	
		3217 作业场地涌水	--	
		3218 排水系统故障	--	
		3299 其他室外作业场地环境不良	--	
	33 地下(含水下)作业环境不良	3301 隧道/矿井顶板或巷帮缺陷	--	
		3302 隧道/矿井作业面缺陷	--	
		3303 隧道/矿井底板缺陷	--	
		3304 地下作业面空气不良	--	
		3305 地下火	--	
		3306 冲击地压(岩爆)	--	
		3307 地下水	--	
		3308 水下作业供氧不当	--	
		3399 其他地下作业环境不良	--	
	39 其他作业环境不良	3901 强迫体位	--	
		3902 综合性作业环境不良	--	
		3999 以上未包括的其他作业环境不良	--	
4 管理因素	41 职业安全卫生管理机构设置和人员配备不健全	--	管理缺陷	
	42 职业安全卫生责任制不完善或未落实	--		
	43 职业安全卫生管理规章制度不完善或未落实	4301 建设项目“三同时”制度		
		4302 安全风险风级管控		
		4303 事故隐患排查治理		
		4304 培训教育制度		
		4305 操作规程		
		4306 职业卫生管理制度		
		4399 其他职业安全卫生管理规章制度不健全		
	44 职业安全卫生投入不足	--		
	46 应急管理缺陷	4601 应急资源调查不充分		
		4602 应急能力、风险评估不全面		
		4603 事故应急预案缺陷		
		4604 应急预案培训不到位		
		4605 应急预案演练不规范		
4606 应急演练评估不到位				
4699 其他应急管理缺陷				
49 其他管理因素	--			

	缺陷	
--	----	--

### (1) 人的因素

影响该项目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，人员伤亡，这主要是基本功不够，心理素质差或感知延迟、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、人员伤亡的事故也时有发生。

#### 3) 监护失误

操作人员在检维修过程中，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规程操作，造成设备受损、人员伤亡事故。

### (2) 物的因素

物的因素包括物理性及化学性两方面的因素，影响该项目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、电危害、噪声与振动等；化学性因素主要包括：原油。

#### 1) 静电

金属设备、管道都可能产生静电，静电可能产生静电火花，遇可燃液

体原油引起火灾爆炸事故。

## 2) 噪声

噪声对人的危害是多方面的。噪声可以使人耳聋，还可能引起高血压、心脏病、神经官能症等疾病。噪声还会污染环境，影响人们的正常生活和生产活动，特别强烈的噪声还能损坏建筑物与影响仪器设备等的正常运行。

## 3) 振动

该项目施工过程中的大型机械属于产生噪声的振动设备，如果操作时未考虑振动因素，可能导致设备下陷，致使管线被拉裂、设备损坏，引发火灾爆炸事故。

### (3) 环境的因素

对该项目影响较大的自然灾害是地震、雷击、暴雨、滑坡、泥石流等。

#### ① 地震

强烈的地震可能造成管道断裂，同时使原油大量泄漏，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，引起原油的爆炸或着火。

#### 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，可能发生水淹，造成电力、通信系统中断、毁坏；引起管道断裂，造成原油泄漏，引发火灾、爆炸。

#### ④ 滑坡、泥石流

该项目沿山建设，下大雨有可能造成滑坡、泥石流，对项目造成威胁，

严重时可能导致管道破裂，发生物料泄漏，造成火灾爆炸。

#### (4)管理的因素

管理的因素是指管理和安全管理责任缺失所导致的危险和有害因素。该项目存在以下方面的安全管理缺陷，均可能会导致事故。

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

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

3) 该项目若不能制定科学、实用的安全技术规程和作业安全规程，领导人员会产生指挥失误，操作人员会出现误操作；制定的安全技术规程和作业安全规程若不能有效的落实，也可能产生违章指挥、违章作业及其它行为性危险有害因素。

4) 该项目建成后，未配备专职安全生产管理人员。

5) 项目的安全设施设计，由不具有相应资质的设计单位承担，不能保证设计质量。

6) 该项目应严格执行“三同时”，否则不能保证安全生产。

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

### 4.4 线路工程事故类型分析

#### 4.4.1 管道本体事故类型分析

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

原油为甲类易燃液体。原油爆炸极限为 1.1%~6.4%，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

输油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道路等级、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，进而引起原油泄漏，如遇火源可能会发生爆炸。

### 2、施工质量问题

#### 1) 碰口、焊接缺陷

焊接会使输油管道产生各种缺陷，较为常见的有裂纹、夹渣、未熔透、未熔合、焊瘤、气孔和咬边。该项目输油管道为埋地敷设。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，会造成原油的泄漏。

#### 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. 河渠河流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，管道腐蚀是造成管道穿孔、破裂常见的因素，各种形式的腐蚀都有可能导致防腐绝缘涂层失效、管壁减薄、管道穿孔、甚至发生管线开裂事故。管道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。输油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。

输油管道在穿越道路处地基振动产生管道振动，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。在输油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原油泄漏等事故。近几年来由于道路施工而挖坏、铲坏、压坏输油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、路面下沉以及输油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。

## 7、其他原因

输油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。

综上所述，输油管道本体存在的事故类型有：火灾、爆炸。

#### 4.4.2 管道敷设事故类型分析

该项目管道拟采用埋地敷设。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，可导致集输管道运行后发生管道破裂等使原油泄漏的现象，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，使得原油泄漏。

(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 管道沿线地质灾害事故类型分析

管道沿线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，则其对沿线的集输管道危害较大，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 地震事故类型分析

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 标识与伴行路事故类型分析

该项目输油管道在山上敷设时，利用现有道路作为管道施工时的伴行路，在无乡村路时，另设伴行路。

该项目拟按照《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017)的要求在集输管道沿线设置标志桩、警示带、警示牌等安全标识，若集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、有效指示集输管道在沿线的具体布置位置，则周边居民的生产生活，如农用机碾压集输管道上方、种植根系旺盛的植物、将房屋等建筑物建设在管道上方等，

都将影响集输管道的安全运行，甚至引起管道变形、破裂，造成原油泄漏，遇点火源发生火灾、爆炸事故等。

#### 4.4.6 线路路由事故类型分析

管道位置选在土崩、断层、滑坡、沼泽、流沙、泥石流或高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。

该项目管道拟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，发生原油泄漏事故。

管道内原油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、安装和运行过程中事故类型分析

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。

该项目输油管道穿越冲沟，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

在高处有浮物、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。

2) 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。

3) 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，可能造成原油泄漏，遇明火引发火灾事故。

#### (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 公用工程及辅助设施事故类型分析

##### 4.5.1 自控仪表事故类型分析

###### (1) 火灾

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

2) 电气设备维护不良、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。

###### (2) 触电

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

###### (3) 其他危险有害因素

若自动化控制系统的仪表选型不合理, 操作系统、通讯总线、电源等未采用冗余系统, 可能因自动化控制系统的故障, 导致不能正常检测管线内介质流量、压力及原油泄漏等多种事故。

##### 4.5.2 通信系统事故类型分析

若通信系统损坏, 在发生事故时不能及时联系到巡线及抢维修人员, 可能会造成事故的扩大化。

##### 4.5.3 防腐与阴极保护事故类型分析

###### (1) 火灾、爆炸

###### 1) 防腐蚀设计不合理

防腐蚀设计时未充分考虑土壤电阻率、管道附近建(构)筑物和电气设

备引起的杂散电流的影响，造成管道防腐层的老化、防腐能力不够直至失效；管道内、外表面防腐材料选择不合理、厚度不能满足使用工况要求；管道阴极保护参数设置不合理、或者牺牲阳极选材不当，而造成保护能力不够或过保护等。

## 2) 腐蚀失效

腐蚀失效是管道主要失效形式之一，管道腐蚀是造成管道穿孔、破裂常见的因素，各种形式的腐蚀都有可能导致绝缘涂层失效、管壁减薄、管道穿孔、甚至发生管线开裂事故。

管道防腐层被破坏或剥离、阴极保护不完全或被屏蔽的情况均会发生管道腐蚀。腐蚀速率与埋地管道所处的土壤类型、电阻率、含水量、pH 值、硫化物含量、氧化还原电位、微生物和植物根茎等因素有关。

由于原油管道野外敷设，沿途不可避免会与某些可能产生杂散电流的干扰源或设施相交叉或平行，这些干扰源或设施都会对管道造成不同程度的不良影响。管道穿越电网密集地区时，管线附近不可避免的存在高压输电线路伴行地段以及干扰接地体，这些地段可能存在杂散电流干扰腐蚀的问题。

另外，防腐材料耐老化性能差，阴极保护失效，管材抗蚀性差等都会加速管道腐蚀。

## 3) 施工方法不正确

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

小结，防腐与阴极保护存在的事故类型为：火灾、爆炸。

综上所述，公用工程及辅助设施存在的事故类型有：火灾、爆炸、触

电。

## 4.6 安全管理事故类型分析

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。

### 4.6.1 人的不安全行为

#### (1) 操作失误

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

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

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

#### (2) 造成安全装置失效

如人为拆除安全装置、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，如使用不牢固的设施、使用无安全感的设备和其他原因。盘坐不安全位置，如平台护栏等。在必须使用个人防护用品的场合中，忽视使用。

### 4.6.2 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安全管理制度的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,可能造成火灾、爆炸等事故。

(3)用人单位的缺陷,如人事安排不合理、负荷超限、缺少必要的监督、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,可能造成火灾、爆炸等事故。

(4)对物(含作业环境)的性能控制的缺陷,如涉及检测和不符合处理等方面的缺陷,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、压力表的未定期校验等,可能造成火灾、爆炸、容器爆炸等事故。

防雷防静电接地的未按要求定期检测,可能造成火灾、爆炸等事故。

综上所述,安全管理存在的事故类型有:火灾、爆炸、容器爆炸。

## 4.7 建设项目互相影响

### 4.7.1 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,从已建管道上方或下方穿过,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)与上下游预留接口衔接时,应严格执行动火票制度,做好方案设计,按操作规程执行,以免造成上下游已建设施发生火灾等事故。

#### 4.7.2 毗邻项目对该项目的影响

若在该项目建设中或建成运行后，原有管道在正常运行及检维修过程中，发生原油泄漏，遇明火可能会造成火灾爆炸，对该项目输油管道造成严重威胁。

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，导致原油泄漏，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。

#### 4.8 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，该项目为原油管道输送项目不涉及上述提到的油库，因此不予辨识。

#### 4.9 主要事故类型分析结果

##### 4.9.1 辨识结果汇总

该项目存在的主要事故类型分析结果见表 4.9.1-1：

表 4.9.1-1 该项目存在的主要事故类型分析结果汇总表

危险有害因素	场所、作业	自然和社会危险有害因素	线路工程					公用工程及辅助设施			安全管理	
			管道本体	管道敷设	管道沿线地质灾害	地震	标志与伴行路	线路路由	自控仪表	通信		防腐与阴极保护
危险有害因素	火灾	△	△	△	—	—	△	△	△	—	△	△
	其他伤害	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	触电	—	—	—	—	—	—	—	△	—	—	—
	机械伤害	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	起重伤害	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	物体打击	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	车辆伤害	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	淹溺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
坍塌	△	—	—	△	△	—	—	—	—	—	—	

场所、作业 危险有害因素	自然和社会危险有害因素	线路工程						公用工程及辅助设施			安全管理
		管道本体	管道敷设	管道沿线地质灾害	地震	标志与伴行路	线路路由	自控仪表	通信	防腐与阴极保护	
容器爆炸	△	△	△	—	—	△	△	△	—	△	△

注：△：表示存在的危险有害因素，—：表示不存在的危险有害因素。

通过事故类型的分析可知：

该项目存在的主要事故类型为：火灾、爆炸，次要事故类型为：其他伤害、触电、机械伤害、起重伤害、物体打击、车辆伤害、淹溺、坍塌、容器爆炸等。

#### 4.9.2 生产安全事故现场应急处置方案的建议

管道建设单位应根据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)，编制现场应急处置方案，主要包括管道泄漏、火灾、爆炸、其他伤害(辐射)、触电、机械伤害、起重伤害、物体打击、车辆伤害、淹溺、坍塌、容器爆炸等事故的现场应急处置方案。

#### 4.10 事故案例与事故原因分析

##### 案例 1：俄罗斯一原油管线多次失火事故

##### 一、事故单位基本情况及事故简要经过

国际储运公司是中国石油大连中石油国际事业公司(80%股份)与大连港股份公司(20%股份)的合资企业，成立于 2005 年 9 月，注册资金 1 亿元人民币。国际储运公司原油罐区的日常运营和检维修工作由中国石油天然气股份有限公司大连石化分公司负责。国际储运公司原油罐区内建有 20 个储罐，库存能力 185 万立方米；周边还有其他单位大量原油罐区、成品油罐区和液体化工产品罐区，储存原油、成品油、苯、甲苯等危险化学品。

事故当天，新加坡太平洋石油公司所属 30 万吨“宇宙宝石”油轮在向

国际储运公司原油罐区卸送最终属于中油燃料油股份有限公司(中国石油控股的下属子公司)的原油;中油燃料油股份有限公司委托天津辉盛达石化技术有限公司(以下简称辉盛达公司)负责加入原油脱硫剂作业,辉盛达公司安排上海祥诚商品检验技术服务有限公司大连分公司(以下简称祥诚公司)在国际储运公司原油罐区输油管道上进行现场作业。所添加的原油脱硫剂由辉盛达公司生产。

7月15日15时30分左右,“宇宙宝石”油轮开始向国际储运公司原油罐区卸油,卸油作业在两条输油管道同时进行。20时左右,祥诚公司和辉盛达公司作业人员开始通过原油罐区内一条输油管道(内径0.9米)上的排空阀,向输油管道中注入脱硫剂。7月16日13时左右,油轮暂停卸油作业,但注入脱硫剂的作业没有停止。18时左右,在注入了88立方米脱硫剂后,现场作业人员加水对脱硫剂管路和泵进行冲洗。18时8分左右,靠近脱硫剂注入部位的输油管道突然发生爆炸,引发火灾,造成部分输油管道、附近储罐阀门、输油泵房和电力系统损坏和大量原油泄漏。事故导致储罐阀门无法及时关闭,火灾不断扩大。原油顺地下管沟流淌,形成地面流淌火,火势蔓延。事故造成103号罐和周边泵房及港区主要输油管道严重损坏,部分原油流入附近海域。

## 二、事故原因初步分析

在“宇宙宝石”油轮已暂停卸油作业的情况下,辉盛达公司和祥诚公司继续向输油管道中注入含有强氧化剂的原油脱硫剂,造成输油管道内发生化学爆炸。

## 三、事故防范措施建议

1. 严格港口接卸油过程的安全管理,确保接卸油过程安全。一要切实

加强港口接卸油作业的安全管理。要制定接卸油作业各方协调调度制度，明确接卸油作业信息传递的流程和责任，严格制定接卸油安全操作规程，进一步明确和落实安全生产责任，确保接卸油过程有序可控安全。二要加强对接卸油过程中采用新工艺、新技术、新材料、新设备的安全论证和安全管理。各有关企业、单位要立即对接卸油过程加入添加剂作业进行一次全面排查。凡加入有氧化剂成份添加剂的要立即停止作业。接卸油过程中一般不应同时进行其他作业，确实需要在接卸油过程中加入添加剂或进行其他作业的，要对加入添加剂及其加入方法等有关作业进行认真科学的安全论证，全面辨识可能出现的安全风险，采取有针对性的防范措施，与罐区保持有足够的安全距离，确保安全。加剂装置必须由取得相应资质的单位设计、制造、施工。三要加强对承包商和特殊作业安全管理，坚决杜绝“三违”（违章指挥、违章操作和违反劳动纪律）现象。接卸油过程环节多、涉及单位多，稍有不慎就会导致安全事故。有关单位要增强安全意识，完善安全管理制度，强化作业现场的安全管理，尤其要加强对承包商的管理，严禁以包代管、包而不管。要采取有效措施杜绝“三违”现象，加强对特殊作业人员的安全生产教育和培训，使其掌握相关的安全规章制度和安全操作规程，具备必要的安全生产知识和安全操作技能，确保安全生产。建立健全“三违”责任追究制度，依法查处渎职责任。

2. 持续开展隐患排查治理工作，进一步加强危险化学品各环节的安全管理。各地、各有关部门和生产经营单位要认真贯彻落实国务院第 118 次常务会议精神，全面加强企业安全生产工作，尤其要加强危险化学品生产、经营、运输、使用等各个环节安全管理与监督，进一步建立健全危险化学品从业单位事故隐患排查治理制度，持续深入地开展隐患排查治理工作，

严格做到治理责任、措施、资金、期限和应急预案“五落实”。对重大隐患要实行挂牌督办，跟踪落实。当前，正值高温雷雨季节，容易发生危险化学品事故。各地要加强危险化学品安全生产监管工作，督促有关企业进一步加强对危险化学品生产、储存设施的安全监控，特别是加强危险化学品重大危险源的安全管理，切实落实责任，强化措施，保证安全生产。

3. 深刻吸取事故教训，合理规划危险化学品生产储存布局。各地、各有关部门和单位要深刻吸取此次事故教训，认真做好大型危险化学品储存基地和化工园区(集中区)的安全发展规划，合理规划危险化学品生产储存布局，严格审查涉及易燃易爆、剧毒等危险化学品生产储存建设项目。同时，要组织开展已建成基地和园区(集中区)的区域安全论证和风险评估工作，预防和控制潜在的生产安全事故，确保危险化学品生产和储存安全。

4. 切实做好应急管理各项工作，提高重特大事故的应对与处置能力。各地、各有关部门要加强对危险化学品生产厂区和储罐区消防设施的检查，督促各有关企业进一步改进管道、储罐等设施的阀门系统，确保事故发生后能够有效关闭；督促企业进一步加强应急管理，加强专兼职救援队伍建设，组织开展专项训练，健全完善应急预案，定期开展应急演练；加强政府、部门与企业间的应急协调联动机制建设，确保预案衔接、队伍联动、资源共享；加大投入，加强应急装备建设，提高应对重特大、复杂事故的能力。各类危险化学品从业单位要认真研究分析本单位重大危险源情况，建立健全重大危险源档案，加强监控和管理，建立科学有效的监控系统，确保一旦发生险情，能够迅速响应、快速处置。与此同时，要加强应急值守，完善应急物资储备，扎扎实实做好应急管理各项基础工作，切实提高应急管理水平。

### 案例 3: 青岛“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸事故

#### 一、基本情况

##### 1. 事故单位情况

中国石油化工集团公司(以下简称中石化集团公司),是经国务院批准于 1998 年 7 月在原中国石油化工总公司基础上重组成立的特大型石油石化企业集团,是国家独资设立的国有公司,注册资本 2316 亿元。

中国石油化工股份有限公司(以下简称中石化股份公司),是中石化集团公司以独家发起方式于 2000 年 2 月设立的股份制企业,主要从事油气勘探与生产、油品炼制与销售、化工生产与销售等业务。

中石化股份公司管道储运分公司(以下简称中石化管道分公司),是中石化股份公司下属的从事原油储运的专业化公司,位于江苏省徐州市,下设 13 个输油生产单位,管辖途经 14 个省(区、市)的 37 条、6505 公里输油管道和 101 个输油站(库)。

中石化管道分公司潍坊输油处(以下简称潍坊输油处),是中石化管道分公司下属的输油生产单位,位于山东省潍坊市,负责管理东黄输油管道等 5 条、872 公里管道。

中石化管道分公司黄岛油库(以下简称黄岛油库),是中石化管道分公司下属的输油生产单位,位于山东省青岛经济技术开发区,负责港口原油接收及转输业务。黄岛油库油罐总容量 210 万立方米(其中,5 万立方米油罐 34 座,10 万立方米油罐 4 座)。

潍坊输油处青岛输油站(以下简称青岛站),是潍坊输油处下属的管道运行维护单位,位于山东省青岛市胶州市,负责管理东黄输油管道胶州、高密界至黄岛油库的 94 公里管道。

## 2. 青岛经济技术开发区情况。

青岛经济技术开发区(以下简称开发区)是经国务院批准于 1984 年 10 月成立的。目前管理区域总面积 478 平方公里,有黄岛、薛家岛等 7 个街道办事处和 1 个镇,322 个村(居),常住人口近 80 万人。2012 年,完成地区生产总值 1365 亿元。

## 3. 东黄输油管道相关情况。

东黄输油管道于 1985 年建设,1986 年 7 月投入运行,起自山东省东营市东营首站,止于开发区黄岛油库。设计输油能力 2000 万吨/年,设计压力 6.27 兆帕。管道全长 248.5 公里,管径 711 毫米,材料为 API5LX-60 直缝焊接钢管。管道外壁采用石油沥青布防腐,外加电流阴极保护。1998 年 10 月改由黄岛油库至东营首站反向输送,输油能力 1000 万吨/年。

事故发生段管道沿开发区秦皇岛路东西走向,采用地埋方式敷设。北侧为青岛丽东化工有限公司厂区,南侧有青岛益和电器集团公司、青岛信泰物流有限公司等企业。

事故发生时,东黄输油管道输送埃斯坡、罕戈 1:1 混合原油,密度 0.86 吨/立方米,饱和蒸汽压 13.1 千帕,蒸汽爆炸极限 1.76%-8.55%,闭杯闪点  $-16^{\circ}\text{C}$ 。油品属轻质原油。原油出站温度  $27.8^{\circ}\text{C}$ ,满负荷运行出站压力 4.67 兆帕。

## 4. 排水暗渠相关情况。

事故主要涉及刘公岛路(秦皇岛路以南并与秦皇岛路平行)至入海口的排水暗渠,全长约 1945 米,南北走向,通过桥涵穿过秦皇岛路。秦皇岛路以南排水暗渠(上游)沿斋堂岛街西侧修建,最南端位于斋堂岛街与刘公岛路交汇的十字路口西北侧,长度约为 557 米;秦皇岛路以北排水暗渠(下游)

穿过青岛丽东化工有限公司厂区，并向北延伸至入海口，长度约为 1388 米。斋堂岛街东侧建有青岛益和电器设备有限公司、开发区第二中学等单位；斋堂岛街西侧建有青岛信泰物流有限公司、华欧北海花园、华欧水湾花园等企业及居民小区。

排水暗渠分段、分期建设。1995 年、1997 年先后建成秦皇岛路桥涵南、北半幅(南半幅长 30 米、宽 18 米、高 3.29 米，北半幅长 25 米、宽 18 米、高 2.87 米)。秦皇岛路桥涵以南沿斋堂岛街的排水明渠于 1996 年建设完成；1998 年、2002 年、2008 年经过 3 次加设盖板改造，成为排水暗渠(暗渠宽 8 米、高 2.5 米)。秦皇岛路桥涵以北的排水暗渠于 2004 年、2009 年分两期建设完成(暗渠宽 13 米、高 2.0-2.5 米不等)。排水暗渠底板为钢筋混凝土，墙体为浆砌石，顶部为预制钢筋混凝土盖板。

#### 5. 东黄输油管道与排水暗渠交叉情况。

输油管道在秦皇岛路桥涵南半幅顶板下架空穿过，与排水暗渠交叉。桥涵内设 3 座支墩，管道通过支墩洞孔穿越暗渠，顶部距桥涵顶板 110 厘米，底部距渠底 148 厘米，管道穿过桥涵两侧壁部位采用细石混凝土进行封堵。管道泄漏点位于秦皇岛路桥涵东侧墙体外 15 厘米，处于管道正下部位置。

#### 一、事故经过

1993 年 2 月，俄罗斯西西伯利亚岛瓦特镇附近的一条从下瓦尔托夫斯克的秋明油田到古比雪夫的新原油管线破裂，大量原油流出，并引起火灾，严重破坏了昂贵的进口设备，包括敷设管路的设备。花费两天时间扑灭了大火，火灾中损失了 1.8 万多桶原油。

不久后，一条原油采集管线破裂，在下瓦尔托夫斯克附近燃起大火，

使 50 多口油井关闭。据说可能是一辆推土机破坏了乌瓦特镇附近的主干线，另外金属疲劳也会是事故出现的原因。

另外，在西西伯利亚斯维德洛夫斯克州北部谢罗夫市附近的管路爆炸，大量气体外泄，破坏了附近森林，但无人死亡。一天后，维修组修好管路，对彼尔姆地区企业燃气供应已恢复。爆炸发生在下图拉和彼尔姆之间的总管线，50 个大气压的气体从开裂管路处喷出，并被引燃爆炸。

## 二、事故原因分析

油管破裂，原油溢出引起的。

## 案例 2：大连中石油国际储运有限公司“7·16”输油管道爆炸火灾事故

### 二、事故发生经过及应急处置情况

#### 1. 原油泄漏处置情况

企业处置情况。

11 月 22 日 2 时 12 分，潍坊输油处调度中心通过数据采集与监视控制系统发现东黄输油管道黄岛油库出站压力从 4.56 兆帕降至 4.52 兆帕，两次电话确认黄岛油库无操作因素后，判断管道泄漏；2 时 25 分，东黄输油管道紧急停泵停输。

2 时 35 分，潍坊输油处调度中心通知青岛站关闭洋河阀室截断阀（洋河阀室距黄岛油库 24.5 公里，为下游距泄漏点最近的阀室）；3 时 20 分左右，截断阀关闭。

2 时 50 分，潍坊输油处调度中心向处运销科报告东黄输油管道发生泄漏；2 时 57 分，通知处抢维修中心安排人员赴现场抢修。

3 时 40 分左右，青岛站人员到达泄漏事故现场，确认管道泄漏位置距

黄岛油库出站口约 1.5 公里，位于秦皇岛路与斋堂岛街交叉口处。组织人员清理路面泄漏原油，并请求潍坊输油处调用抢险救灾物资。

4 时左右，青岛站组织开挖泄漏点、抢修管道，安排人员拉运物资清理海上溢油。

4 时 47 分，运销科向潍坊输油处处长报告泄漏事故现场情况。

5 时 07 分，运销科向中石化管道分公司调度中心报告原油泄漏事故总体情况。

5 时 30 分左右，潍坊输油处处长安排副处长赴现场指挥原油泄漏处置和入海原油围控。

6 时左右，潍坊输油处、黄岛油库等现场人员开展海上溢油清理。

7 时左右，潍坊输油处组织泄漏现场抢修，使用挖掘机实施开挖作业；7 时 40 分，在管道泄漏处路面挖出 2 米×2 米×1.5 米作业坑，管道露出；8 时 20 分左右，找到管道泄漏点，并向中石化管道分公司报告。

9 时 15 分，中石化管道分公司通知现场人员按照预案成立现场指挥部，做好抢修工作；9 时 30 分左右，潍坊输油处副处长报告中石化管道分公司，潍坊输油处无法独立完成管道抢修工作，请求中石化管道分公司抢维修中心支援。

10 时 25 分，现场作业时发生爆炸，排水暗渠和海上泄漏原油燃烧，现场人员向中石化管道分公司报告事故现场发生爆炸燃烧。

(2) 政府及相关部门处置情况。

11 月 22 日 2 时 31 分，开发区公安分局 110 指挥中心接警，称青岛丽东化工有限公司南门附近有泄漏原油，黄岛派出所出警。

3 时 10 分，110 指挥中心向开发区总值班室报告现场情况。至 4 时 17

分，开发区应急办、市政局、安全监管局、环保分局、黄岛街道办事处等单位人员分别收到事故报告。4时51分、7时46分、7时48分，开发区管委会副主任、主任、党工委书记分别收到事故报告。

4时10分至5时左右，开发区应急办、安全监管局、环保分局、市政局及开发区安全监管局石化区分局、黄岛街道办事处有关人员先后到达原油泄漏事故现场，开展海上溢油清理。

7时49分，开发区应急办副主任将泄漏事故现场及处置情况报告青岛市政府总值班室。

8时18分至27分，青岛市政府总值班室电话调度青岛市环保局、青岛海事局、青岛市安全监管局，要求进一步核实信息。

8时34分至40分，青岛市政府总值班室将泄漏事故基本情况通过短信报告市政府秘书长、副秘书长、应急办副主任。

8时53分，青岛市政府副秘书长将泄漏事故基本情况短信转发市经济和信息化委员会副主任，并电话通知其立即赶赴事故现场。

9时01分至06分，青岛市政府副秘书长、市政府总值班室将泄漏事故基本情况分别通过短信报告市长及4位副市长。

9时55分，青岛市经济和信息化委员会副主任等到达泄漏事故现场；10时21分，向市政府副秘书长报告海面污染情况；10时27分，向市政府副秘书长报告事故现场发生爆炸燃烧。

## 2. 爆炸情况。

为处理泄漏的管道，现场决定打开暗渠盖板。现场动用挖掘机，采用液压破碎锤进行打孔破碎作业，作业期间发生爆炸。爆炸时间为2013年11月22日10时25分。

爆炸造成秦皇岛路桥涵以北至入海口、以南沿斋堂岛街至刘公岛路排水暗渠的预制混凝土盖板大部分被炸开，与刘公岛路排水暗渠西南端相接的长兴岛街、唐岛路、舟山岛街排水暗渠的现浇混凝土盖板拱起、开裂和局部炸开，全长波及 5000 余米。爆炸产生的冲击波及飞溅物造成现场抢修人员、过往行人、周边单位和社区人员，以及青岛丽东化工有限公司厂区内排水暗渠上方临时工棚及附近作业人员，共 62 人死亡、136 人受伤。爆炸还造成周边多处建筑物不同程度损坏，多台车辆及设备损毁，供水、供电、供暖、供气多条管线受损。泄漏原油通过排水暗渠进入附近海域，造成胶州湾局部污染。

### 3. 爆炸后应急处置及善后情况。

爆炸发生后，山东省委书记姜异康、省长郭树清迅速率领有关部门负责同志赶赴事故现场，指导事故现场处置工作。青岛市委、市政府主要领导同志立即赶赴现场，成立应急指挥部，组织抢险救援。中石化集团公司董事长傅成玉立即率工作组赶赴现场，中石化管道分公司调集专业力量、中石化集团公司调集山东省境内石化企业抢险救援力量赶赴现场。王勇国务委员在事故现场听取山东省、青岛市主要领导同志的工作汇报后，指示成立了以省政府主要领导同志为总指挥的现场指挥部，下设 8 个工作组，开展人员搜救、抢险救援、医疗救治及善后处理等工作。当地驻军也投入力量积极参与抢险救援。

现场指挥部组织 2000 余名武警及消防官兵、专业救援人员，调集 100 余台(套)大型设备和生命探测仪及搜救犬，紧急开展人员搜救等工作。截至 12 月 2 日，62 名遇难人员身份全部确认并向社会公布。遇难者善后工作基本结束。136 名受伤人员得到妥善救治。

青岛市对事故区域受灾居民进行妥善安置，调集有关力量，全力修复市政公共设施，恢复供水、供电、供暖、供气，清理陆上和海上油污。当地社会秩序稳定。

### 三、事故原因和性质

#### 1. 直接原因。

输油管道与排水暗渠交汇处管道腐蚀减薄、管道破裂、原油泄漏，流入排水暗渠及反冲到路面。原油泄漏后，现场处置人员采用液压破碎锤在暗渠盖板上打孔破碎，产生撞击火花，引发暗渠内油气爆炸。

#### 原因分析：

通过现场勘验、物证检测、调查询问、查阅资料，并经综合分析认定：由于与排水暗渠交叉段的输油管道所处区域土壤盐碱和地下水氯化物含量高，同时排水暗渠内随着潮汐变化海水倒灌，输油管道长期处于干湿交替的海水及盐雾腐蚀环境，加之管道受到道路承重和振动等因素影响，导致管道加速腐蚀减薄、破裂，造成原油泄漏。泄漏点位于秦皇岛路桥涵东侧墙体外 15 厘米，处于管道正下部位置。经计算、认定，原油泄漏量约 2000 吨。

泄漏原油部分反冲出路面，大部分从穿越处直接进入排水暗渠。泄漏原油挥发的油气与排水暗渠空间内的空气形成易燃易爆的混合气体，并在相对密闭的排水暗渠内积聚。由于原油泄漏到发生爆炸达 8 个多小时，受海水倒灌影响，泄漏原油及其混合气体在排水暗渠内蔓延、扩散、积聚，最终造成大范围连续爆炸。

#### 2. 间接原因。

(1) 中石化集团公司及下属企业安全生产主体责任不落实，隐患排查治

理不彻底，现场应急处置措施不当。

1) 中石化集团公司和中石化股份公司安全生产责任落实不到位。安全生产责任体系不健全，相关部门的管道保护和安全生产职责划分不清、责任不明；对下属企业隐患排查治理和应急预案执行工作督促指导不力，对管道安全运行跟踪分析不到位；安全生产大检查存在死角、盲区，特别是在全国集中开展的安全生产大检查中，隐患排查工作不深入、不细致，未发现事故段管道安全隐患，也未对事故段管道采取任何保护措施。

2) 中石化管道分公司对潍坊输油处、青岛站安全生产工作疏于管理。组织东黄输油管道隐患排查治理不到位，未对事故段管道防腐层大修等问题及时跟进，也未采取其他措施及时消除安全隐患；对一线员工安全和应急教育不够，培训针对性不强；对应急救援处置工作重视不够，未督促指导潍坊输油处、青岛站按照预案要求开展应急处置工作。

3) 潍坊输油处对管道隐患排查整治不彻底，未能及时消除重大安全隐患。2009年、2011年、2013年先后3次对东黄输油管道外防腐层及局部管体进行检测，均未能发现事故段管道严重腐蚀等重大隐患，导致隐患得不到及时、彻底整改；从2011年起安排实施东黄输油管道外防腐层大修，截至2013年10月仍未对包括事故泄漏点所在的15公里管道进行大修；对管道泄漏突发事件的应急预案缺乏演练，应急救援人员对自己的职责和应对措施不熟悉。

4) 青岛站对管道疏于管理，管道保护工作不力。制定的管道抢维修制度、安全操作规程针对性、操作性不强，部分员工缺乏安全操作技能培训；管道巡护制度不健全，巡线人员专业知识不够；没有对开发区在事故段管道先后进行排水明渠和桥涵、明渠加盖板、道路拓宽和翻修等建设工程提

出管道保护的要求，没有根据管道所处环境变化提出保护措施。

5) 事故应急救援不力，现场处置措施不当。青岛站、潍坊输油处、中石化管道分公司对泄漏原油数量未按应急预案要求进行研判，对事故风险评估出现严重错误，没有及时下达启动应急预案的指令；未按要求及时全面报告泄漏量、泄漏油品等信息，存在漏报问题；现场处置人员没有对泄漏区域实施有效警戒和围挡；抢修现场未进行可燃气体检测，盲目动用非防爆设备进行作业，严重违规违章。

(2) 青岛市人民政府及开发区管委会贯彻落实国家安全生产法律法规不力。

1) 督促指导青岛市、开发区两级管道保护工作主管部门和安监部门履行管道保护职责和安全生产监管职责不到位，对长期存在的重大安全隐患排查整改不力。

2) 组织开展安全生产大检查不彻底，没有把输油管道作为监督检查的重点，没有按照“全覆盖、零容忍、严执法、重实效”的要求，对事故涉及企业深入检查。

3) 黄岛街道办事处对青岛丽东化工有限公司长期在厂区内排水暗渠上违章搭建临时工棚问题失察，导致事故伤亡扩大。

(3) 管道保护工作主管部门履行职责不力，安全隐患排查治理不深入。

1) 山东省油区工作办公室已经认识到东黄输油管道存在安全隐患，但督促企业治理不力，督促落实应急预案不到位；组织安全生产大检查不到位，督促青岛市油区工作办公室开展监督检查工作不力。

2) 青岛市经济和信息化委员会、油区工作办公室对管道保护的监督检查不彻底、有盲区，2013 年开展了 6 次管道保护的专项整治检查，但都没

有发现秦皇岛路道路施工对管道安全的影响；对管道改建计划跟踪督促不力，督促企业落实应急预案不到位。

3) 开发区安全监管局作为管道保护工作的牵头部门，组织有关部门开展管道保护工作不力，督促企业整治东黄输油管道安全隐患不力；安全生产大检查走过场，未发现秦皇岛路道路施工对管道安全的影响。

(4) 开发区规划、市政部门履行职责不到位，事故发生地段规划建设混乱。

1) 开发区控制性规划不合理，规划审批工作把关不严。开发区规划分局对青岛信泰物流有限公司项目规划方案审批把关不严，未对市政排水设施纳入该项目规划建设及明渠改为暗渠等问题进行认真核实，导致市政排水设施继续划入厂区规划，明渠改暗渠工程未能作为单独市政工程进行报批。事故发生区域危险化学品企业、油气管道与居民区、学校等近距离或交叉布置，造成严重安全隐患。

2) 管道与排水暗渠交叉工程设计不合理。管道在排水暗渠内悬空架设，存在原油泄漏进入排水暗渠的风险，且不利于日常维护和抢维修；管道处于海水倒灌能够到达的区域，腐蚀加剧。

3) 开发区行政执法局(市政公用局)对青岛信泰物流有限公司厂区明渠改暗渠审批把关不严，以“绿化方案审批”形式违规同意设置盖板，将明渠改为暗渠；实施的秦皇岛路综合整治工程，未与管道企业沟通协商，未按要求计算对管道安全的影响，未对管道采取保护措施，加剧管体腐蚀、损坏；未发现青岛丽东化工有限公司长期在厂区内排水暗渠上违章搭建临时工棚的问题。

(5) 青岛市及开发区管委会相关部门对事故风险研判失误，导致应急响应

应不力。

1) 青岛市经济和信息化委员会、油区工作办公室对原油泄漏事故发展趋势研判不足，指挥协调现场应急救援不力。

2) 开发区管委会未能充分认识原油泄漏的严重程度，根据企业报告情况将事故级别定为一般突发事件，导致现场指挥协调和应急救援不力，对原油泄漏的发展趋势研判不足；未及时提升应急预案响应级别，未及时采取警戒和封路措施，未及时通知和疏散群众，也未能发现和制止企业现场应急处置人员违规违章操作等问题。

3) 开发区应急办未严格执行生产安全事故报告制度，压制、拖延事故信息报告，谎报开发区分管领导参与事故现场救援指挥等信息。

4) 开发区安全监管局未及时将青岛丽东化工有限公司报告的厂区内明渠发现原油等情况向政府和有关部门通报，也未采取有效措施。

### 3. 事故性质

经调查认定，山东省青岛市“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故是一起生产安全责任事故。

## 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

本报告共划分了输油管道单元、公用工程及辅助设施单元、安全管理单元共三个评价单元，其中输油管道单元又划分为线路选择子单元、线路工程子单元及管道施工、安装子单元共三个子单元；公用工程及辅助设施单元又划分为通信子单元、阴极保护子单元、自控仪表子单元。每个评价单元按照本报告表 3.3.1-1 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) 《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)
- (2) 《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)
- (3) 《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)
- (4) 《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)
- (5) 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》(GB/T23257-2017)
- (6) 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T 6064-2017)

#### 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、连锁、警告。

3、安全对策措施应具有针对性、可操作性和经济合理性。

4、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

该项目可研中提出的安全对策措施建议详见表 5.1.4-1：

表 5.1.4-1 可研中提出的安全对策措施建议

序号	建议
1	管道线路工程：1) 坚持“安全第一、环保优先、以人为本、经济适用”设计理念； 2) 严格执行国家和地方的法律、法规及国家、行业的相关设计标准规范； 3) 在符合线路总体走向的条件下，合理选择穿越位置，缩短管线穿越长度； 4) 尽量绕避地震断裂带、采空区等不良地质地段，确保管道长期安全运行； 5) 线路走向力求顺直的同时尽量避免穿越果园、林地等多年经济作物种植区； 6) 尽量利用现有公路，其他已建管道伴行路等设施，便于施工及今后的维护，减少工程量及投资； 7) 线路充分考虑沿线城市的总体规划和政府相关部门的合理建议，尽量绕避相关区域，以利于路由的批复。
2	管道穿跨越：1) 技术上安全可靠，节省投资； 2) 不阻塞河道，不破坏河流的原有形态，不对防洪、防汛构成不利影响； 3) 交通方便、施工便利、施工期限短，不影响整个工程进度； 4) 通过方式选择根据现场的地质、自然状况并考虑工程投资等进行合理的综合比较后决定。
3	公路穿越：管道穿越油区土路，采取大开挖加钢套管穿越。穿越等级公路采用顶管穿越。穿越公路时，严格执行《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423-2013 中有关规定。大开挖穿越公路时，根据有关部门的要求，施工过程中，无论白天还是夜晚都应在公路两侧放置警告牌和路障，夜晚还需设置警示灯。标志桩距离路边沟外 2m 左右。穿越公路时，保护套管或输送管道顶距路面的间距不小于 1.2m，距公路边沟底面不小于 1.0m。套管长度：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

序号	建议
	不小于 2m。穿越公路施工前必须经公路主管部门同意。对开挖道路根据具体情况,有必要时,修建临时道路以便车辆正常通行。
4	地下光(电)缆、地下管道穿越:(1)输油管道与其它埋地管道交叉时,其垂直净距不应小于 0.3m,当小于 0.3m 时,两管间应设置坚固的绝缘隔离物;两条管道在交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段,应确保管道防腐层无缺陷。(2)输油管道与电力电缆、通信光(电)缆交叉时,其垂直净距不应小于 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。本工程所在区域地下管网较为复杂,预计本工程穿越气田管道 30 次,穿越地下光(电)缆 30 次。
5	管道标志桩:根据《管道干线标记设置技术规范》(SY/T6064-2017)的规定,沿线应设置以下标志桩:里程桩/测试桩:应每公里设置 1 个,特殊情况下可隔桩设置,里程桩与阴极保护测试桩可合二为一。转角桩:埋地管道干线在水平方向转角大于 5°,应设置转角桩。穿越桩:当管道 III 级以上公路、水渠时,应在两侧设置穿跨越桩,穿跨越桩应标明管道名称、公路的名称,线路里程,穿跨越长度,有套管的应注明套管长度、规格和材质等。交叉桩:凡是与地下管道、电(光)缆交叉的位置,应设置交叉桩。交叉桩上应注明线路里程、交叉物名称、与交叉物的关系等。2)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,应设置警示牌,并采取保护措施。以上各种桩的设置及标记内容与格式按《油气管道线路标识设置技术规范》SY/T6064-2017 中有关规定执行。
6	对于工程施工作业带和施工直接影响区域需进行如下水保措施: 1)施工作业带占用农田时,工程结束后,将临时占用的农田尽可能恢复。 2)施工作业带占用荒地时,施工结束后,对施工占地种植灌草进行绿化。 3)为方便当地居民生产、生活,施工道路有部分保留作为乡村道路。施工结束后,对废弃的道路根据原地表土利用方式进行复耕或绿化。 4)对于工程弃渣,可利用施工作业带及沿线地形地貌,填凹垫低进行处理。
7	对于管道所经地区的路由选择、工艺站场选址必须充分考虑所经地区和城市的中、长期发展规划,避免因城市的发展或其他潜在危害因素而影响管道安全运行的问题。
8	设计应对本管道工程地质灾害评价报告中提出的工程区的地质灾害及环境问题,采取合理的防治措施,以防达到预防和减轻地质灾害的目的。对工程不良地段,在设计选线上应根据地质灾害报告中的要求尽量避免,对不能完全绕避的地方,应适当增加管道安保系数,并在施工设计中采取边坡开挖、切坡、筑堡坎等方法保证管道的运行安全。
9	按地区等级及沿途发展的情况,设置线路截断阀室。截断阀室为气液联动球阀,事故状态下可根据管道内压降速率的变化情况自动关闭,有效实现对输油管道的分段截断,防止事故扩大,减少天然气损失。根据阀室的重要性的管理需要设置 RTU 控制系统。
10	管道与公路伴行时,应保持足够安全距离。管道经过的重要地段及重要的穿越按规范对管壁加厚,以增强管道的安全性。管道穿越公路时,应垂直交叉,并从公路基下穿越。公路穿越两侧应按要求设置明显的穿越标志桩和警示带。
11	改建管道与已建管道、电(光)缆相交时,管沟开挖前应查明其具体位置,从其下方穿越,并采取有效的隔垫保护已建管道、电(光)缆不被破坏。
12	管道在穿越省道等公路时均采用套管进行保护。
13	管道通过冲沟底部或穿越河床时,管道埋深于基岩及冲刷线下,加强稳管措施,以免洪水及泥石流对管道产生冲刷破坏。
14	根据地区等级,管道分段进行强度试压和严密性试验,并应满足相关规范要求。
15	选用符合工程特点及相关标准的钢管,保证管道用管不因质量而爆炸。
16	管道焊缝质量在外观检查合格后需进行 100%无损探伤检查。
17	管道干燥采用无油干空气,并要求置换管道末端放空管口气体含氧量不大于 2%。
18	管道的防腐采用外防腐层加阴极保护;防腐涂层外加阴极(强制电流)的电法保护可有效的防止管道腐蚀穿孔,避免漏气事故发生。

序号	建议
19	在输油管道敷射的同时，在管顶上方敷设警示带，以降低第三方破坏的几率。
20	管道无损检测：1)焊缝应先进行外观检查，外观检查合格后方可进行无损检测。焊缝外观检查应符合《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014 的要求。 2)无损检测应符合国家现行标准《钢制管道焊接及验收》(GB/T31032-2014)、本工程焊接工艺评定、《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T4109-2020 的相关要求规定，管道合格级别为II级。

### 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、线路选择		
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
二、管道线路布置及管道敷设		
1	埋地输油管道同地面建(构)筑物的最小间距应符合下列规定： 1 原油、成品油管道与城镇居民点或重要公共建筑的距离不应小于 5m。 2 原油、成品油管道临近飞机场、海(河)港码头、大中型水库和水工建(构)筑物敷设时，间距不宜小于 20m。 3 输油管道与铁路并行敷设时，管道应敷设在铁路用地范围边线 3m 以外，且原油、成品油管道距铁路线不应小于 25m、液化石油气管道距铁路线不应小于 50m。如受制于地形或其他条件限制不满足本条要求时，应征得铁路管理部门的同意。	《输油管道工程设计规范》 (GB50253-2014)第 4.1.6 条

序号	安全对策措施建议	依据
	<p>4 输油管道与公路并行敷设时,管道应敷设在公路用地范围边线以外,距用地边线不应小于 3m。如受制于地形或其他条件限制不满足本条要求时,应征得公路管理部门的同意。</p> <p>5 原油、成品油管道与军工厂、军事设施、炸药库、国家重点文物保护单位的最小距离应同有关部门协商确定。液化石油气管道与军工厂、军事设施、炸药库、国家重点文物保护设施的距离不应小于 100m。</p> <p>6 液化石油气管道与城镇居民点、重要公共建筑和一般建(构)筑物的最小距离应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028 的有关规定。</p>	
2	管道与通信光缆同沟敷设时,其最小净距(指两断面垂直投影的净距)不应小于 0.3m。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 4.1.10 条
3	埋地管道的埋设深度,应根据管道所经地段的农田耕作深度、冻土深度、地形和地质条件、地下水深度、地面车辆所施加的载荷及管道稳定性的要求等因素,经综合分析后确定。管顶的覆土层厚度不宜小于 0.8m。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 4.2.3 条
4	管沟回填后,应恢复原地貌,并保护耕植层,防止水土流失和积水。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 4.2.7 条
5	当输油管道一侧邻近冲沟或陡坎时,应对冲沟的边坡、沟底和陡坎采取加固措施。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 4.2.8 条
6	当埋地输油管道同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,两条管道的交叉角不宜小于 30°;管道与电力、通信电缆交叉时,其垂直净距不应小于 0.5m。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 4.2.11 条
7	输油管道通过人工或天然障碍物(水域、冲沟、铁路、公路等)时,应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423 和《油气输送管道跨越工程设计规范》GB50459 的有关规定。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 4.2.12 条
8	穿越位置应符合线路总体走向,线路局部走向应按穿越位置做适当调整。	《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 5.1.1 条
9	管道通过高陡的黄土边坡(单面坡)或冲沟(两面坡)时,应根据地质条件、边坡稳定性、坡度、高度、冲沟底部水文条件选择合理的穿越或跨越方式。对于坡度较缓、坡面稳定。	《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017)第 5.1.4 条
10	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
11	输油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。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第 7.1.1 条
12	在穿越公路的管段上,不应设置水平或竖向曲线及弯管。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第 7.1.2 条
13	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
14	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	《油气输送管道穿越工程设

序号	安全对策措施建议	依据
	时,应增加牺牲阳极保护。	计规范》(GB50423-2013)第7.1.4条
15	输油管道穿越公路时,其穿越点四周应有足够的空间,满足管道穿越施工、维护及邻近建(构)筑物和设施安全距离的要求。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第7.1.7条
16	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
<b>三、主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施</b>		
1	输油管道应采取防腐层与阴极保护联合腐蚀控制措施。输油管道的防腐蚀设计应符合现行国家标准《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T21447和《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448的有关规定。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.3.1条
2	采用强制电流保护方式时,应避免或抑制对邻近金属构筑物的干扰影响。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.3.4条
3	埋地输油管道的保温层应符合现行国家标准《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》GB/T50538的有关规定。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.3.8条
4	保温层外部宜有保护层,保护层材料应具有足够的机械强度和韧性,化学性能稳定,且具有耐老化、防水和电绝缘的性能。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.3.10条
5	管道沿线应设置里程桩、标志桩、转角桩、阴极保护测试桩和警示牌等永久性标志,管道标志的标识、制作和安装应符合现行行业标准《管道干线标记设置技术规范》SY/T 6064的有关规定。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.6.1条
6	里程桩应沿管道从起点至终点,每隔1km至少设置1个。阴极保护测试桩可同里程桩合并设置。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.6.2条
7	在管道平面改变方向时应设置水平转角桩。转角桩宜设置在折转管道中心线上方。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.6.3条
8	管道穿跨越人工或天然障碍物时,应在穿跨越处两侧及地下建(构)筑物附近设置标志桩。通航河流上的穿跨越工程,应在最高通航水位和常水位两岸岸边明显位置设置警示牌。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.6.4条
9	当管道采用地上敷设时,应在行人较多和易遭车辆碰撞的地方,设置标志并采取保护措施。标志应采用具有反光功能的涂料涂刷。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.6.5条
10	管道通过以下地段时应设置水工保护设施: 1 采用开挖方式穿越河流、沟渠段; 2 顺坡敷设和沿横坡敷设段; 3 通过田坎、地坎段; 4 通过不稳定边坡和危岩段。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.7.1条
11	管道通过不稳定边坡或危岩地段时,应根据不稳定边坡的下滑力和危岩坠落的冲击力,采取边坡支挡、加大管道埋深或采取覆盖物等措施对管道进行防护。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.7.7条
12	输油管道所采用的钢管、管道附件的材质选择应根据设计压力、温度和所输介质的物理性质,经技术经济比较后确定。采用的钢管和钢材应具有良好的韧性和可焊性。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第5.3.1条

序号	安全对策措施建议	依据
13	输油管道线路用钢管应采用管线钢, 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/T 9711 的有关规定; 输油站内的工艺管道应优先采用管线钢, 也可采用符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 规定的钢管。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014) 第 5.3.2 条
14	管道附件和其他钢管材料应采用镇静钢。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014) 第 5.3.3 条
15	当钢管储存、运输、施工的环境温度或运行温度低于 0℃时, 应对钢管和管道附件材料提出韧性要求。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014) 第 5.3.4 条
16	钢制锻造法兰及其他锻件, 应符合国家现行标准《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》NB/T 47008、《低温承压设备用碳素钢和合金钢锻件》NB/T 47009 和《承压设备用不锈钢和耐热钢锻件》NB/T 47010 的有关规定。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014) 第 5.3.6 条
17	当穿越段含有坚硬土层或卵石等, 管道下溜时, 应对外防腐层采取保护措施。	《黄土地区油气输送管道线路设计规范》(SY/T7363-2017) 第 5.4.2 条
18	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《输油管道工程设计规范》GB50253 的有关规定。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 3.1.1 条
19	穿越工程用于输送气的钢管, 应符合现行国家标准《石油天然气工业管线输送用钢管》GB/T 9711 的有关规定, 并应根据所输介质性质、钢管规格、钢材等级、使用条件补充有关技术条件要求。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 3.2.1 条
20	穿越工程应获得设计所必需的水文资料。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 3.3.1 条
21	选择冲沟穿越位置时, 应避开可能发生滑坡、崩塌的地段。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 3.4.4 条
22	穿越湿陷性黄土冲沟, 应综合设计沟项的截水、排水、导水工程、坡面的防护工程、沟底的稳管及防冲蚀工程, 导水沟宜将水导入天然泄水沟中。采用开挖斜巷方式穿越高陡边坡时, 洞身应进行回填, 洞口应做防水处理。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 3.4.5 条
23	穿越区域的地下水或岩土层具有腐蚀性时, 除管段自身防腐满足要求外, 稳管措施所用材料应有抗腐蚀的性能。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 4.1.7 条
24	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。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 5.1.2 条
25	穿越管段应根据地基土层的稳定性和密实性, 采取防止地表塌陷的措施。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 5.1.5 条
26	在水平定向钻穿越的管段上, 除管端封头外不应有任何附件焊接或附加于管体上。若需在水域两侧设止水环, 可在回拖完成后在穿越管段两端设置, 并保持防腐涂层的完整。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 第 5.1.6 条
27	采用套管穿越公路、铁路时, 套管内径应大于输送管道外径	《油气输送管道穿越工程设

序号	安全对策措施建议	依据
	300mm 以上。套管采用人工顶管施工方法时,套管内直径不宜小于 1m。	计规范》(GB50423-2013)第 7.1.11 条
28	套管中的输送管道应设置绝缘支撑,设计中应提出保持管道防腐涂层完整性的技术要求。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第 7.3.4 条
29	管道抗震设计和校核应符合下列规定: 1 管道应按基本地震动参数进行抗震设计,其中重要区段内的管道应按 1.3 倍的基本地震动峰值加速度及速度计算地震作用; 2 管道应采用罕遇地震动参数进行抗震校核。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)第 4.1.1 条
30	穿跨越工程结构抗震设计和校核应符合下列规定: 1 穿跨越工程结构应按基本地震动参数进行抗震设计,大型穿跨越工程结构应按 1.3 倍的基本地震动峰值加速度计算地震作用; 2 穿跨越工程结构主体应按高于本地区基本地震动参数一段时,应按比 0.40g 地段更高的要求采取抗震措施; 3 大型跨越工程结构应采用罕遇地震动参数进行防倒塌校核; 4 当基本地震动峰值加速度大于 0.40g 时,应进行专题设计。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)第 4.1.2 条
31	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。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)第 7.1.2 条
<b>四、公用工程和辅助生产设施</b>		
1	输油管道应设置监视、控制和调度管理系统,宜采用监控与数据采集(SCADA)系统。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 7.1.2 条
2	输油管道的监控与数据采集(SCADA)系统应包括控制中心的计算机系统、输油站站控制系统、远控截断阀的控制系统及数据传输系统。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 7.1.3 条
3	输油管道的控制方式宜采用控制中心控制、站控制系统控制和设备就地控制。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 7.1.4 条
4	设计文件应标明输油管道及管道附件母材及焊接材料的规格、型号和焊缝及接头形式。应对焊接方法、焊接检验和验收合格标准提出明确要求。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 9.1.1 条
5	输油管道必须进行强度试压和严密性试压。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 9.2.1 条
6	线路段管道在试压前应设临时清管设施进行清管,不得使用站内清管设施。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 9.2.2 条
7	穿跨越管段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 的有关规定,应合格后再同相邻管段连接。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 9.2.3 条
8	用于更换现有管道或改线的管段,在同原有管道连接前应单独试压,试验压力不应小于原管道的试验压力。同原管道连接的焊缝,应按本规范第 9.1.8 条的规定进行 100%射线探伤检验和 100%超声波探伤检验。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 9.2.5 条
9	试压介质应采用无腐蚀性的清洁水。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 9.2.7 条

序号	安全对策措施建议	依据
10	<p>原油管道强度试压和严密性试压应符合下列规定：</p> <p>1 输油管道一般地段的强度试验压力不应小于管道设计内压力的 1.25 倍，通过入口稠密区的管道强度试验压力不应小于管道设计内压力的 1.5 倍；管道严密性试验压力不应小于管道设计内压力。强度试验持续稳压时间不应小于 4h；当无泄漏时，可降低压力进行严密性试验，持续稳压时间不应小于 24h。</p> <p>2 输油站内管道及设备的强度试验压力不应小于管道设计内压力的 1.5 倍，严密性试验压力不应小于管道设计内压力。强度试验持续稳压时间不应小于 4h；当无泄漏时，可降低压力进行严密性试验，持续稳压时间不应小于 24h。</p> <p>3 强度试压时，管线任一点的试验压力与静水压力之和所产生的环向应力不应大于钢管的最低屈服强度的 90%。</p>	《输油管道工程设计规范》 (GB50253-2014)第 9.2.8 条
11	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
12	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
13	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
14	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
15	防护设计应根据水域特性、水文参数、水域及周边地貌、地质情况，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。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第 4.5.1 条
16	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
17	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》(GB/T23257-2017)第 9.5.1 条
18	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》(GB/T23257-2017)第 9.5.2 条
19	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》(GB/T23257-2017)第 9.5.3 条

序号	安全对策措施建议	依据
20	对于大于 30mm 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》(GB/T23257-2017)第 9.5.4 条
21	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》(GB/T23257-2017)第 9.5.8 条
22	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
23	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
24	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
<b>五、安全管理和应急管理</b>		
1	管道焊接应按现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB50253 与《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369 的有关规定执行。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第 8.1.1 条
2	穿越管段试压前应进行清管,试压后应再进行清管。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第 8.2.1 条
3	穿越管段应分强度试压与严密性试压两阶段进行,严密性试压应在强度试压合格后进行。在稳压时间内压降不大于试验压力的 1%为合格。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第 8.2.4 条
4	穿越管段应采用无腐蚀性洁净水作为试压介质。试压时环境温度不宜低于 5° C ;若环境温度在 5° C 以下试压,应采取防冻措施。	《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)第 8.2.5 条
5	油气输送管道线路工程设计文件中,应明确工程抗震设防依据和设防标准。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)第 3.0.1 条
6	抗震措施应根据管道线路工程的重要性、设计地震动参数、场地类型、工程地质条件以及发生地震灾害的影响程度综合确定。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)第 3.0.3 条
7	在油气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。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)第 3.0.8 条
8	施工准备工作应包括下列内容: 1 在管道线路工程设计交底及图纸会审工作中,应对抗震设计部分进行专项交底,并做好会审记录; 2 承担管道线路抗震施工的单位应对各级施工人员进行专项作业培训。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)第 8.1.3 条
9	管道抗震工程施工所采用的管材、管件等材料的材质、规格应符合设计要求,其质量应符合国家现行标准的规定。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)第 8.2.1 条

序号	安全对策措施建议	依据
10	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。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017) 第 8.2.2 条
11	焊接施工前, 应根据管道抗震设计文件提出的钢管等级、壁厚、焊接材料、焊接方法和工艺要求进行焊接工艺评定, 制订焊接及返修工艺规程。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017) 第 8.3.1 条
12	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。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017) 第 8.3.5 条
13	穿越段管道抗震工程施工除应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424 的有关规定外, 还应符合下列规定: 1 大开挖管道穿越时, 穿越前施工单位应对管沟的成型进行一次自检, 沟长、沟直、沟深、沟宽、边坡坡度和曲线变化等情况应符合设计和施工组织设计的有关要求。 2 穿越管线管沟回填前, 应对回填土质、深度进行检查, 并应符合设计要求。 3 当采用套管穿越时, 应检查内管的支撑和防腐绝缘是否完好。若使用钢套管, 则应检测内管与套管的电绝缘性能。检查或检测合格后, 应按设计要求进行填充或密封套管两端。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017) 第 8.5.1 条
14	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。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017) 第 9.0.1 条
15	管道线路工程场地地震安全性评价的验收资料应包括下列内容: 1 管道沿线地震危险性分析结论; 2 管道沿线主要断层评价结果; 3 非埋地管段的场地地震动反应谱和时程曲线; 4 设计地震动参数对管道沿线分区的结果; 5 管道沿线地震地质灾害预测结果。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017) 第 9.0.3 条
16	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验(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。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017) 第 9.0.4 条

序号	安全对策措施建议	依据
17	<p>该公司主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责：</p> <p>(一) 建立健全并落实本单位全员安全生产责任制，加强安全生产标准化建设；</p> <p>(二) 组织制定并实施本单位安全生产规章制度和操作规程；</p> <p>(三) 组织制定并实施本单位安全生产教育和培训计划；</p> <p>(四) 保证本单位安全生产投入的有效实施；</p> <p>(五) 组织建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制，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；</p> <p>(六) 组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案；</p> <p>(七) 及时、如实报告生产安全事故。</p>	《中华人民共和国安全生产法》第二十一条
18	<p>该公司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，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。</p>	《中华人民共和国安全生产法》第二十八条
19	<p>该公司新建、改建、扩建工程项目(以下统称建设项目)的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。</p>	《中华人民共和国安全生产法》第三十一条
20	<p>该公司必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。</p>	《中华人民共和国安全生产法》第五十一条
21	<p>该公司应当遵守本法和有关规划、建设、安全生产、质量监督、环境保护等法律、行政法规，执行国家技术规范的强制性要求，建立、健全本企业有关管道保护的规章制度和操作规程并组织实施，宣传管道安全与保护知识，履行管道保护义务，接受人民政府及其有关部门依法实施的监督，保障管道安全运行。</p>	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第七条
22	<p>该公司应当完善管道巡护制度，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。</p>	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第二十二条
23	<p>该公司应当制定本企业管道事故应急预案，并报管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门备案；配备抢险救援人员和设备，并定期进行管道事故应急救援演练。</p>	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十九条
24	<p>该公司应当具备安全生产条件所必需的资金投入，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证。</p> <p>该公司应当按照国家有关规定，提取并使用安全生产费用，专门用于保障和改善安全生产条件，安全生产费用在成本中列支。</p>	《陕西省安全生产条例》第十三条
25	<p>该公司应当建立健全全员全岗位的安全生产责任制和安全生产全过程责任追溯制度，明确安全生产责任范围、考核标准及责任追溯等内容，并与安全生产责任人签订安全生产责任书。</p>	《陕西省安全生产条例》第十四条
26	<p>该项目应配备 1 名专职安全生产管理人员。</p>	《陕西省安全生产条例》第十五条
27	<p>该项目的主要负责人和安全生产管理人员，应当具备与本单</p>	《陕西省安全生产条例》第十

序号	安全对策措施建议	依据
	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。且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。 该公司特种作业人员,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。	六条
28	该公司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。	《陕西省安全生产条例》第十七条
29	该公司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。	《陕西省安全生产条例》第十八条
30	该公司应健全健全特种设备安全技术档案,安全技术档案应包括: (一)特种设备的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护说明等文件以及安装技术文件和资料; (二)特种设备的定期检验和定期自行检查的记录; (三)特种设备的日常使用状况记录; (四)特种设备及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录; (五)特种设备运行故障和事故记录; (六)高耗能特种设备的能效测试报告、能耗状况记录以及节能改造技术资料。	《特种设备安全监察条例》第二十六条
31	管道运营期周期性地定期进行高后果区识别,识别时间间隔最长不超过 18 个月。当管道及周边环境发生变化,及时进行高后果区更新。	《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)第 4.5 条
32	该公司应明确管道完整性管理的负责部门及职责要求,并对完整性管理从业人员进行培训。	《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)第 4.8 条
33	风险评价工作应达到如下要求: a)管道投产后 1 年内应进行风险评价; b)高后果区管道进行周期性风险评价,其他管段可依据具体情况确定是否开展评估; c)应根据管道风险评价的目标来选择合适的评价方法; d)应在设计阶段和施工阶段进行危害识别和风险评价,根据风险评价结果进行设计、施工和投产优化,规避风险; e)设计与施工阶段的风险评价宜参考或模拟运行条件进行。	《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)第 7.1.2 条
34	该公司应当加强生产安全事故应急工作,完善生产安全事故应急工作责任制,其主要负责人对本单位的生产安全事故应急工作全面负责。	《生产安全事故应急条例》第四条
35	该公司应当针对本单位可能发生的生产安全事故的特点和危害,进行风险辨识和评估,制定相应的生产安全事故应急	《生产安全事故应急条例》第五条

序号	安全对策措施建议	依据
	救援预案，并向本单位从业人员公布。	
36	该公司应急预案编制的应按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)的要求进行编制。	《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 (GB/T29639-2020)
37	施工前应进行现场调查、图纸会审，设计文件交底及技术和安全交底，应根据设计和标准规范编制施工组织设计及专项施工方案、措施并获得批准，进行资源准备。	《石油天然气管道安全规范》 (SY/T6186-2020)第7.4条
38	管道施工应按规定实行工程监理、工程质量监督和压力管道安装监督检验。	《石油天然气管道安全规范》 (SY/T6186-2020)第7.5条
39	施工单位应按设计图纸施工，若需对设计进行修改，应取得原设计单位的设计修改文件，并经建设方、监理方签认。	《石油天然气管道安全规范》 (SY/T6186-2020)第7.6条
40	在公路附近开挖管沟时，应设警告牌、信号灯、护栏等安全措施。	《石油天然气管道安全规范》 (SY/T6186-2020)第7.8条
41	管道焊接前应按规定进行焊接工艺评定，应根据评定合格的焊接工艺编制焊接规程。焊接工艺规程在管道焊接作业时应严格执行。	《石油天然气管道安全规范》 (SY/T6186-2020)第7.9条
42	该公司应当遵守法律、行政法规有关建设工程质量管理的规定。应当依照有关法律、行政法规的规定，选择具备相应资质的勘察、设计、施工、工程监理单位进行管道建设。管道的安全保护设施应当与管道主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。使用的管道产品及其附件的质量，应当符合国家技术规范的强制性要求。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第十六条
43	该公司应当定期对管道进行检测、维修，确保其处于良好状态；对管道安全风险较大的区段和场所应当进行重点监测，采取有效措施防止管道事故的发生。对不符合安全使用条件的管道，管道企业应当及时更新、改造或者停止使用。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第二十三条
44	进行下列施工作业，施工单位应当向管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门提出申请： (一)穿越管道的施工作业； (二)在管道线路中心线两侧各五米至五十米和本法第五十八条第一项所列管道附属设施周边一百米地域范围内，新建、改建、扩建铁路、公路、河渠，架设电力线路，埋设地下电缆、光缆，设置安全接地体、避雷接地体； (三)在管道线路中心线两侧各二百米和本法第五十八条第一项所列管道附属设施周边五百米地域范围内，进行爆破、地震法勘探或者工程挖掘、工程钻探、采矿。 县级人民政府主管管道保护工作的部门接到申请后，应当组织施工单位与管道企业协商确定施工作业方案，并签订安全防护协议；协商不成的，主管管道保护工作的部门应当组织进行安全评审，作出是否批准作业的决定。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十五条
45	该公司对改建的管道，在投入运行前应编制投产方案，经审查批准并严格执行。建立生产运行管理规章制度，试运投产记录表格和上下游联络机制，并保证通信畅通。投产试运方案应进行现场交底，操作人员应经安全技术培训合格。制定事故应急预案，落实抢修队伍和应急救援人员，配备各种抢修设备及安全防护设施，并进行应急演练。管道系统的电气、	《石油天然气管道安全规范》 (SY/T6186-2020)第8.2条

序号	安全对策措施建议	依据
	仪表、自动化、通信、消防、安全及各项公用工程等，按有关施工及验收规范预验收合格。整体联合试运前，管道单机试运、分系统应调试合格。阴极保护系统验收合格并投入使用。运营单位应协调供油和用油单位，保证有充足的油源满足投产需要，为试运行投产做好充分准备。	
46	对员工及相关方进行安全宣传和教育，在清管、置换期间无关人员不得进入工作区域两侧 50m 以内。试生产期间应加强管道穿(跨)越点巡检。	《石油天然气管道安全规范》(SY/T6186-2020)第 8.3 条
47	试生产运行正常后、管道竣工验收之前，应按规定进行安全验收评价及安全设施验收。	《石油天然气管道安全规范》(SY/T6186-2020)第 8.4 条
48	管道的设计单位应当取得相应的设计许可证书。管道工程设计应当符合本规程以及 GB/T20801 的要求(包括使用单位规定的附加要求)，保证所设计的管道能够安全、持续、稳定、正常的生产运行。	《特种设备安全技术规范》(TSG D0001-2009)第三十五条

## 5.2 输油管道单元安全评价

### 5.2.1 线路选择子单元

线路选择子单元安全检查表见表 5.2.1-1:

表 5.2.1-1 线路选择子单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	项目情况	评价结果
1	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
2	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不在新建或规划水库下游泄洪影响区内。	符合
3	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、《输油管道工程设计规范》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
4	管道不应通过饮用水水源一级保护区、飞机场、火车站、海(河)港码头、军事禁区、国家重点文物保护范围、自然保护区的核心区。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第 4.1.3 条	该项目管道未通过饮用水水源一级保护区、飞机场、火车站、海(河)港码头、军事禁区、国家重点文物保护范围、自然	符合

序号	检查内容	检查依据	项目情况	评价结果
			保护区的核心区等。	
5	输油管道应避免滑坡、崩塌、塌陷、泥石流、洪水严重侵蚀等地质灾害地段。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.1.4条	该项目输油管道避开了地质灾害地段。	符合
6	埋地输油管道同地面建(构)筑物的最小间距应符合下列规定: 1 原油管道与城镇居民点或重要公共建筑的距离不应小于5m。 4 输油管道与公路并行敷设时,管道应敷设在公路用地范围边线以外,距用地边线不应小于3m。	《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)第4.1.6条	该项目输油管道同周边建(构)筑物间距符合要求。	符合

线路选择子单元共检查6项,经检查全部符合要求。

### 5.2.2 线路工程子单元

线路工程子单元预先危险性分析见表5.2.2-1:

表5.2.2-1 线路工程子单元预先危险性

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
容器爆炸	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《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)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; 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

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				
			管道腐蚀			用优质安全阀产品。				
						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	1. 管路堵塞 2. 仪表误差 3. 操作失误 4. 控制系统故障	财产损失，人员伤亡	IV	1. 可靠运行系统，运行前测试； 2. 选用有资质厂家合格产品； 3. 按设计选用、安装、测试仪表； 4. 运行前严格按照设计要求试压； 5. 制定操作规程，人员岗前培训； 6. 定期清管。				
						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《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)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	原油泄漏遇火源	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队施工进行监理； 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；						

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
						2. 设备进行防腐处理(防腐层、电法保护); 3. 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。

线路工程子单元预先危险性分析结果:

容器爆炸、火灾、爆炸的危险等级为IV级, 会造成人员严重伤亡或财产损失巨大损失, 需立即设法消除。

### 5.2.3 管道施工、安装和运行子单元

管道施工、安装和运行子单元预先危险性分析见表 5.2.3-1:

表 5.2.3-1 管道施工、安装和运行子单元预先危险性分析

序号	危险部位	危险因素	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
1	施工、安装	起重伤害	1、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。 2、操作人员无证; 作业人员精力不集中, 起重司机和司索工配合失误。 3、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, 人躲闪不及。	人员伤亡	III	1、钢丝绳、吊钩等重要零部件, 检查防护栏杆等防护装置, 保证安全可靠。 2、操作人员应经培训后持证上岗。作业人员应集中精力, 协调配合。 3、合理制定操作规程, 严格遵守“十不吊”。严禁超载、斜吊。
2	施工、安装	坍塌	1、边坡防护不当; 2、沟边上缘有重物挤压边坡; 3、未按照规定严格执行管沟开挖标准, 造成沟边垮塌;	人员伤亡	III	1、制定具体位置的边坡护理方案; 2、对坑、沟周围要进行压实处理, 站立重型设备的位置要与沟、坑保持至少 2 米以上的安全距离, 且站立位置下的土层必须压实。 3、制定严格的操作规程, 加强作业人

序号	危险部位	危险因素	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
			4、其它自然原因造成沟边垮塌事故。 5、恶劣天气影响。 6、脚手架不稳固 7、作业坑施工若支护、围护不良,可能导致坍塌事故发生。 8、施工质量原因也会造成公路沉降、塌方、作业坑塌陷。			员的教育,并严格执行,严防违章作业; 4、对不同的地址条件进行勘探,根据不同的地址条件设计边坡开挖方案,保证开挖管沟的安全; 5、大风、雨雪等恶劣天气时,禁止施工; 6、作业前对脚手架进行安全检查,确保安全后方可作业。 7、完善作业坑安全支撑和防护。 8、大开挖施工开始后,对道路路面、路基部分进行监测,并及时把沉降量反应给施工人员,确保施工的安全正常进行。
3	施工、安装	机械伤害	1、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防护工具。 2、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。 3、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。 4、工艺规程不符合安全要求。 5、砂轮机所采取的防护措施不当。	人员伤亡	III	1、加强机械设备的安全管理。安全管理好,可使不安全状态与不安全行为减少;反之,则会使不安全状态和不安全行为增加,甚至会成为发生事故的根本原因。 2、控制机械设备的危险和有害因素,以人为目标,对危险部位给予文字、声音、颜色、光等信息,提醒人们注意安全。 3、装设安全防护装置,杜绝或减少机械设备在正常工作期间,或故障状态下,甚至在操作者失误情况下发生人身或设备事故。 4、严格按照机械设备的安全操作规程进行操作,不得违章作业。 5、操作各种机械人员必须经过专业培训,掌握机械设备性能的基础知识,经考试合格持上岗证上岗。上岗作业中,必须精心操作,正确使用劳动防护用品,严禁无证人员开动机械设备。
4	施工、安装和运行	容器爆炸	1、管道、阀门等材质不合格; 2、安全阀失效; 3、管道焊接不符合要求; 4、仪表误差; 5、试压操作失误; 6、无安全警示标志; 7、设计不合理;	人员伤亡	IV	1、选用符合要求的管道、阀门,严把制管质量关。 2、选用合格、适用的安全阀。 3、电焊人员资格及能力审批; 4、电焊条及焊接工艺符合标准要求; 5、施工设计严格论证并审批; 6、现场监理、监督严格执法; 7、使用焊口检验仪器验收等。 8、按审批的设计选用、安装、测试仪

序号	危险部位	危险因素	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
			8、安装不合理； 9、气瓶不合格。			表； 9、严格按照规范或规程操作试压； 10、合理选择施压介质，强度试压的压力要满足压力等级要求； 11、试压时间应符合标准和设计要求； 12、使用优质的截断阀； 13、设备进货应验收； 14、安装前应检查并做耐压试验。 15、设立工艺流程标志、阀门开关标识、安全警示标志、防火警示标志等； 16、选用具备输油管道设计资质的单位进行合理设计； 17、选用具有资质的安装单位，严格施工监理及监督； 18、安装验收后进行试运行检验； 19、选用检测合格的气瓶，按规范摆放，防止暴晒。
5	施工、安装	物体打击	1、高处有未被固定的浮物因被碰或风吹等坠落； 2、高处作业时工具抛掷； 3、在作业坑及设备安装等施工过程中起吊重物时绳断、脱钩、井上物体放置不当跌入井下造成的物体打击； 4、未带安全帽； 5、设施、设备存在缺陷； 6、大开挖施工过程中吊车向工作井内下管、挂管方式不当及钢丝绳卡头连接不当，钢丝绳断裂造成的物体打击； 7、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。	人员伤亡	III	1、高处物件必须合理摆放并固定牢靠； 2、加强对员工的安全意识教育，杜绝“三违”，避免起重、高处作业区和其它有危险区域行进和停留； 3、起吊重物要捆绑牢固，必要时应试吊，作业前检查钢绳、钩具等有无损坏，清除工作井口地面杂物、土石等。 4、作业人员、进入现场的其他人员都应穿戴必要的防护用品，特别是安全帽。不要在高处有浮物或设施不牢固将要倒塌的地方行进或停留。 5、对设施设备的安全附件经常性的检查保养，确保正常有效，及时更换损坏的安全设施。 6、起吊重物要捆绑牢固，作业前检查钢绳、钩具等有无损坏。 7、清管前进行安全培训，清管器周围禁止人员逗留。
6	施工、安装	其他伤害(辐	1、人员防护不当或防护缺失，暴露于辐射环境；	人员受伤	II	1、焊工操作、RT 射线检测操作要求按照规程执行； 2、焊工操作人员、UT、RT 射线检测人

序号	危险部位	危险因素	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
		射)	2、管理不当； 3、焊接过程违章作业； 4、UT、RT 射线检测过程，作业人员未正确佩戴劳保用品。			员要求持证操作； 3、加强焊工、UT、RT 射线检测人员教育，并进行作业前教育，严防违章作业事故发生； 4、严格要求作业人员配备劳保用品，并正确使用劳保用品。
7	施工、安装	车辆伤害	1、车况较差。 2、施工道路路况不好，宽度不够、临时桥面的荷载强度不足等； 3、车辆装载超限； 4、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）。 5、施工期间过往车辆流量大，若作业期间无适当围栏、交通警告牌等安全措施或安全措施不到位，容易引发车辆伤害。 6、断路作业时未作出明显提示	人员伤亡	III	1、现场施工、运输车辆车况良好。 2、施工道路路面平坦，并有足够的承载能力，路面宽度应大于 4m，弯道和会车处的路面宽度应大于 10m，弯道的转弯半径应大于 18m。临时性桥涵承载能力应达到要求。 3、装管高度不应超标，管子伸出车后的长度不宜超过 4m。 4、遵守交通规则，严禁违章驾驶。 5、施工现场按要求设置围栏、交通警告牌等安全措施。 6、断路作业时应在作业区附近设置路栏、道路作业警示灯、导向标等交通警示设施。
8	施工、安装	触电	1、由于电焊机的软线长期在地上拖拉，致使绝缘损坏破裂短路而引起火灾；电焊地线乱接乱搭引发火灾； 2、电焊机本身和电源线绝缘损坏，造成短路发热而起火； 3、起重机械作业离高压线路近。 4、人员违章操作。 5、临时用电乱拉乱接。	人员伤亡	III	1、电焊机软线应尽量避免在地上拖拉，若需拖拉，也须轻轻地拖拉，二次线接头不能超过三个，禁止扭接、搭接。 2、焊机地线不可乱接乱搭。若发现电焊机本身绝缘损坏，也应及时修理更换。 3、起重作业时应与高压线保持一定的距离。 4、电焊工应经培训合格，遵章操作。 5 规范临时用电管理制度，实行工作票制度。
9	施工、安装和运行	火灾、爆炸	1、施工维修时，施工人员误触相邻管段或设备，导致原油泄漏； 2、焊接产生电火花； 3、动火不按照规定。 4、气体置换不彻底，与空气混合遇点火源	人员伤亡、财产损失	IV	1、参与施工单位制定的施工方案，开挖时保护原有设备设施； 2、选用有施工资质的施工单位； 3、制定施工防火防爆的应急预案； 4、维修时隔离原有设施设备； 5、严格执行操作规程，杜绝违章作业； 6、实行动火作业工作票制度，规范动

序号	危险部位	危险因素	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
			发生爆炸。			火作业行为； 7、清除或隔离作业场所内可燃物； 8、对置换气体进行检测，确保完全置换，作业现场设置可燃气体探测器； 9、作业现场严格控制点火源。
10	施工、安装	淹溺	1、安全防护不当； 2、违反操作规程； 3、洪水、暴雨； 4、地下水涌出； 5、地下水涌出或抽水设备因断电设备故障停。	人员伤亡	III	1、加强安全防护； 2、遵守操作规程； 3、防止作业坑积水； 4、防止穿越引沟积水； 5、施工前进行降水作业，将水位降到管底标高以下。配备备用发电机和抽水泵。
11	运行	爆炸	1、设备、管道的操作(工作)压力大于设计工作压力； 2、由于设备、管道的长期运行，因氧化腐蚀、固体物质的冲蚀等，造成了设备、管道壁厚的减薄，使管道的实际承压能力远远小于设计工作压力； 3、原油泄漏以后挥发成油气，与空气混合形成了燃烧或爆炸性混合物，在遇到明火情况下而发生火灾或爆炸； 4、维修管道时，没有制定严格的施工方案，动火措施不正确或措施落实不到位，导致了施工过程中火灾爆炸事故的发生。	人员伤亡	III	1、系统超压严禁运行，若生产需要提高生产力，必须制定可靠的安全措施，并报上级主管部门和安全技术部门审查批准； 2、输油管道的设备、管道，应严格按照设计要求安装和施工，投产时，必须对系统整体进行施压试验，合格以后才能投入生产； 3、管道上的安全附件，必须定期检查、校验、保证灵敏、可靠； 4、定期对管道的而技术状况进行检查，对腐蚀比较严重的管道，应及时给予维修或更换。

管道施工、安装和运行子单元预先危险性分析结果：

容器爆炸、火灾、爆炸危险等级为IV级，会造成人员严重伤亡或财产损失，需立即设法消除。

起重伤害、坍塌、机械伤害、物体打击、车辆伤害、触电的危险等级为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。

其他伤害(辐射)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。

### 5.3 公用工程及辅助设施单元

#### 5.3.1 自控仪表子单元

用预先危险性分析法对自控仪表子单元进行分析,见表 5.3.1-1:

表 5.3.1-1 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。	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。
触电	1、接触漏电设备; 2、违章操作; 3、安全防护措施和劳保措施不完备。	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。	人员伤亡	Ⅲ	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; 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; 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。

自控系统子单元存在的危险、有害因素有:火灾、触电。其中火灾的

危险等级为IV级，会造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范；触电的危险等级为III级，会造成人员伤亡，要立即采取防范对策措施。

### 5.3.2 通信子单元

用预先危险性分析法对通信子单元进行分析，见表 5.3.2-1：

表 5.3.2-1 通信子单元安全检查表

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
事故扩大化	1、人员破坏 2、设备损坏	1、通信故障 2、通信系统损坏	财产损失	II	1、定期对通信设备进行维护更新。 2、购买正规厂家的合格产品。 3、配备多套通信设备。

通信子单元预先危险性分析结果：

事故扩大化危险等级为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。

### 5.3.3 防腐及阴极防护子单元

用预先危险性分析法对防腐及阴极防护子单元进行分析，见表 5.3.3-1：

表 5.3.3-1 防腐及阴极防护子单元安全检查表

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	泄漏的原油遇到点火源	1、阴极保护失效 2、阴极保护设置不合理。	人员伤亡、财产损失	IV	1、经常检查阴极保护设施。 2、禁止携带火种进行管线巡检。 3、经常检查管道本体。

防腐及阴极保护子单元预先危险性分析结果：

火灾、爆炸的危险等级为IV级，会造成人员伤亡、财产损失，必须予以果断排除并进行重点防范。

## 5.4 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 5.4-1：

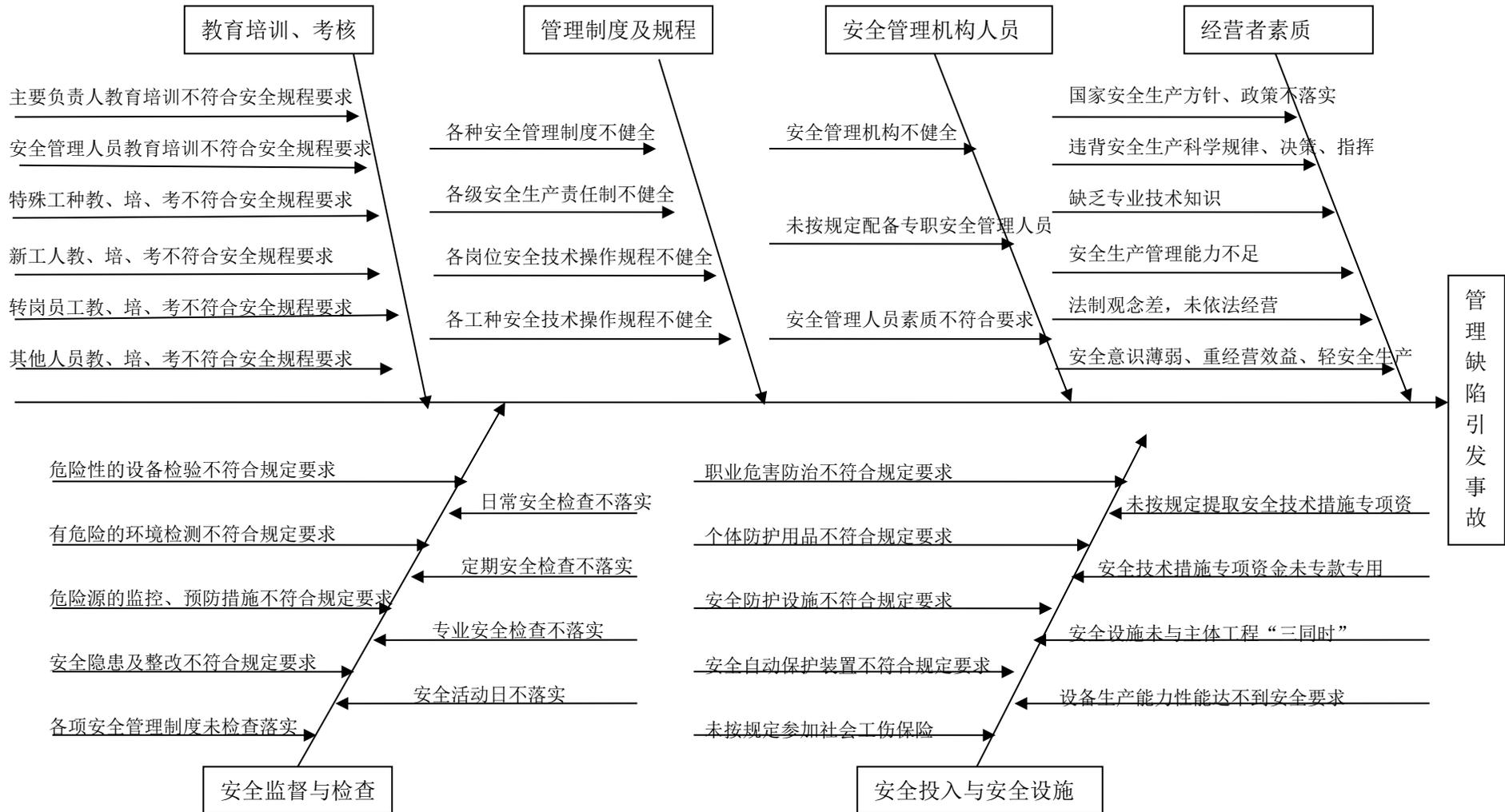


图 5.4-1 安全管理缺陷引发事故的因果关系图

## 5.5 定量评价

本次评价分别以原油管道破裂 20%、50%、100%时，计算可能的原油泄漏量。然后根据可能发生的火灾事故进行模拟计算可能造成的损失后果。该项目可燃液体原油泄漏后流到地面形成液池，遇到火源燃烧形成池火。

### (1) 泄漏量的计算

按照该项目管道设计  $100 \times 10^4 \text{t/a}$  输油能力，年操作时间是 350 天计算，折合成  $33 \text{kg/s}$  的流量。

1) 当管道破损 20%时，输油管道可能的泄漏量见下表：

表 5.5-1 输油管道出现破裂 20%时的泄漏量表

泄漏速度(kg/s)	30分钟泄漏量(kg)	60分钟泄漏量(kg)
6.6	11880	23760

2) 当管道破损 50%时，输油管道可能的泄漏量见下表：

表 5.5-2 输油管道出现破裂 50%时的泄漏量表

泄漏速度(kg/s)	30分钟泄漏量(kg)	60分钟泄漏量(kg)
16.5	29700	59400

3) 当管道破损 100%时，输油管道可能的泄漏量见下表：

表 5.5-3 输油管道出现破裂 100%时的泄漏量表

泄漏速度(kg/s)	30分钟泄漏量(kg)	60分钟泄漏量(kg)
33	59400	118800

### (2) 火焰高度

假设液池为一半径为  $r$  的圆池子，其火焰高度可按下式计算：

$$h = 84 r \left[ \frac{dm / dt}{\rho \cdot (2gr)^{0.5}} \right]^{0.6}$$

式中： $h$ ——火焰高度， $m$ ；

$r$ ——液池半径， $m$ ；

$\rho$ ——周围空气密度， $\text{kg/m}^3$ ， $\rho = 1.293 \text{kg/m}^3$ ；

$g$ ——重力加速度， $g = 9.8 \text{m/s}^2$ ；

$dm/dt$ ——燃烧速度,  $kg/(m^2/s)$ , 根据相关资料可得: 原油的最大质量燃烧速率为  $0.0781kg/(m^2/s)$ , 原油的燃烧热为  $41030kJ/kg$ 。

发生池火灾事故的形式的火焰高度计算如下:

连续泄漏·(泄漏持续 10 分钟以上)时, 液池半径按照下式进行计算。

$$r = \sqrt{\frac{32 mg}{\pi p}}$$

式中:  $m$ ——泄漏液体量,  $kg$ ;

$g$ ——重力加速度,  $g=9.8m/s^2$ ;

$p$ ——管道中液体压力,  $Pa$ 。

经计算, 当输油管道出现破裂 20%、50%、100%时, 在 30 分钟的泄漏量液池半径分别为 1.54m、2.44m、3.44m。

经计算, 当输油管道出现破裂 20%、50%、100%时, 在 60 分钟的泄漏量液池半径分别为 2.19m、3.44m、4.87m。

### (3) 池火灾伤害半径

输油管道不同损坏程度下泄漏后不同时间形成的池火灾火焰高度计算结果见下表:

表 5.5-4 不同损坏程度和不同泄漏时间液池燃烧时火焰高度表

管道损坏程度	泄漏速度(kg/s)	泄漏量(kg)	泄漏后燃烧火焰高度(m)	泄漏持续时间(h)
20%	6.6	11880	8.64	0.5
		23760	11.05	1.0
50%	16.5	29700	12.04	0.5
		59400	15.16	1.0
100%	33	59400	15.16	0.5
		11880	19.34	1.0

### (4) 热辐射通量

液池燃烧时放出的总辐射热通量为:

$$Q = (\pi r^2 + 2\pi rh) \frac{dm}{dt} \cdot n \cdot h_c / \left[ \frac{dm}{dt}^{0.6} + 1 \right]$$

式中：Q——总热辐射通量，kW；

$h_c$ ——液体燃烧热， $h_c=941030\text{kJ/kg}$ ；

n——效率因子，可取 0.13-0.35，取 0.35。

不同损坏程度和不同泄漏时间液池燃烧时放出的总辐射热通量计算结果如下表。

表 5.5-5 不同损坏程度和不同泄漏时间液池燃烧时放出的总辐射热通量表

管道损坏程度	泄漏速度 (kg/s)	泄漏量 (kg)	泄漏后燃烧火焰高度 (m)	泄漏持续时间 (h)	放出的总辐射热通量 (kW/m <sup>2</sup> )
20%	6.6	11880	8.64	0.5	6151.55
		23760	11.05	1.0	11289.9
50%	16.5	29700	12.04	0.5	12735.56
		59400	15.16	1.0	24647.85
100%	33	59400	15.16	0.5	24647.85
		11880	19.34	1.0	45013.67

#### (5) 人员伤害及设备损坏距离

火灾通过辐射热的方式影响周围环境，当火灾产生的热辐射强度足够大时，可能烧毁设备装置造成人员伤亡。不同入射通量造成伤害损失的情况见下表。

假设全部辐射热量由液池中心点的小球辐射出来，则在距某一距离 X 处的入射热辐射强度的计算公式：

$$I = \frac{Qt_c}{4\pi X^2}$$

式中：I——热辐射强度，kW/m<sup>2</sup>；

Q——总辐射热量，kW；

$t_c$ ——热传导系数，本报告取 1；

X——目标点到液池中心距离，m。

不同的入射通量对设备、人体损害程度见下表。

表 5.5-6 不同损坏程度和不同泄漏时间液池燃烧时放出的总辐射热通量表

入射通量(kW/m <sup>2</sup> )	对设备的损害	对人的损害
37.5	对设备全部损坏	1%死亡/10s 10%死亡/1min
25.0	在无火焰，长时间辐射下，木柴燃烧的最小能量	重大损失/10s 10%死亡/1min
12.5	有火焰时，木柴燃烧塑料熔化的最低能量	一度烧伤/10s 1%死亡/1min
4.0		20s 以上感觉疼痛，未必起泡
1.6		长期辐射无不舒服感

根据造成对人伤害 1%死亡/10s 或 10%死亡/1min 的入射通量为 37.5kW/m<sup>2</sup>，可按上式计算出相应的伤害距离，其伤害距离统计结果见表 5.5-6。

表 5.5-7 造成对人伤害 1%死亡/10s 或 10%死亡/1min 的入射通量为 37.5kW/m<sup>2</sup> 的伤害距离一览表

管道损坏程度	泄漏量(kg)	泄漏后燃烧火焰高度(m)	泄漏持续时间(h)	放出的总辐射热通量(kW/m <sup>2</sup> )	对人的损害1%死亡/10s或10%死亡/1min伤害半径	对人的损害长期辐射无不舒服感伤害半径
20%	11880	8.64	0.5	6151.55	3.61	13.49
	23760	11.05	1.0	11289.9	4.89	33.70
50%	29700	12.04	0.5	12735.56	5.20	25.17
	59400	15.16	1.0	24647.85	7.23	35.02
100%	59400	15.16	0.5	24647.85	7.23	35.02
	11880	19.34	1.0	45013.67	9.78	47.32

根据以上“池火灾模型”模拟计算结果，可得出：

对于发生管道断裂后半小时，发生池火灾造成人员死亡距离为 7.23m，安全距离为 35.02m 以外。

对于发生管道断裂后一小时，发生池火灾造成人员死亡距离为 9.78m，安全距离为 47.32m 以外。

输油管道的安全应是输油安全工作的重点，生产中应充分防火防爆，规范用火管理制度，落实用火安全措施，建立防火安全责任制，编制生产安全

事故应急预案并定期演练，制定科学的操作规程并严格执行，认真巡检，以避免灾害的发生。

## 6 安全管理

### 6.1 安全管理机构设置

该项目由陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司建设,安全管理依托原有安全管理机构陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司输油三处生产调度组,输油三处下设生产调度组、安全保卫科、综合办公室。

### 6.2 人员编制与安全管理人員设置

该项目无新增人员,依托原有人员。

输油管道全线实行二级管理,一级管理为延长管道运输公司,二级管理为生产调度中心。调度中心设立专职安全管理人员一名,取得了安全生产知识和管理能力考核合格证,负责管道全线的安全生产。同时调度中心组织机构中设置维修队,负责日常的维修、保养及检测检验。

### 6.3 个体安全防护用品配备

该项目个体安全防护用品拟依托公司配置的个人防护用品。

### 6.4 抢修机构设置及设备配备

该项目抢修机构拟依托陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司输油三处生产调度组。

### 6.5 安全投入

该项目用于安全防范、监控、检测、检验与防护的专项装备、安全教育以及警示标识专项费用合计约 289 万元,安全投资占工程总投资的 7.0%。

### 6.6 外部依托力量

该项目发生安全生产事故时,可依托陕西延长石油(集团)有限责任公司管道运输公司进行抢险作业,同时亦可依托当地应急管理部门进行抢险作业。

## 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,该公司取得了延安市行政审批服务局核发的营业执照。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。(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)。

该项目《可行性研究报告》由山东胜睿工程技术咨询有限公司编制,该公司工程设计证书:A237032624,工程勘查证书:B237032624。资质等级:石油天然气(海洋石油)行业乙级。

#### (2) 采用国内首次使用的新工艺、新技术、新材料、新设备的安全性

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

该项目拟选的输油管道线路符合《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)相关条款的要求。

#### (4) 选用的主要技术、工艺的安全性

该项目拟建的输油管道的管输工艺、技术已在国内外大量工程中应用,工艺、技术成熟可靠。

#### (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

本报告从拟建的输油管道输送的介质、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延长县工业园区七姚线输油管道迁改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) 当埋地输油管道同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，两条管道的交叉角不宜小于 30°；管道与电力、通信电缆交叉时，其垂直净距不应小于 0.5m。

(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。当条件受限时也可从公路的桥梁下交叉穿越。

(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) 当输油管道需改变平面走向或为适应地形变化改变纵向坡度时，可采用弹性弯曲、冷弯管和热煨弯管，不得采用虾米腰弯头或褶皱弯头，并应

符合下列规定：1 在平面转角较小或地形起伏不大的情况下，应优先采用弹性弯曲敷设，并应符合下列规定：1)弹性敷设管道的曲率半径应满足钢管强度要求，且不宜小于钢管外直径的 1000 倍。竖向下凹的弹性弯曲管段，其曲率半径尚应大于管道在自重条件下产生的挠度曲线的曲率半径。2)弹性敷设管道与相邻的反向弹性弯曲管段之间及弹性弯曲管段与弯管之间，应采用直管段连接，直管段长度不应小于钢管的外径，且不应小于 0.5m。2 当采用热煨弯管时，其曲率半径不宜小于钢管外直径的 5 倍，且应满足清管器或检测器顺利通过的要求。3 当采用冷弯管改变平面走向或纵向坡度时，冷弯管应符合本规范第 5.4 节的规定，其最小弯管半径应符合表 4.2.2 的要求。

(6) 输油管道应采用地下埋设方式。当受自然条件限制时，局部地段可采用土堤埋设或地上敷设。

(7) 当输油管道一侧邻近冲沟或陡坎时，应对冲沟的边坡、沟底和陡坎采取加固措施。

(8) 管沟回填后，应恢复原地貌，并保护耕植层，防止水土流失和积水。

(9) 输油管道线路用钢管应采用管线钢，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/T 9711 的有关规定；输油站内的工艺管道应优先采用管线钢，也可采用符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 规定的钢管。

(10) 管道附件和其他钢管材料应采用镇静钢。

(11) 输油管道必须进行强度试压和严密性试压。

(12) 线路段管道在试压前应设临时清管设施进行清管，不得使用站内清管设施。

(13) 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《输油管道工程设计规范》GB50253 的有关规定。

(11) 输油管道应按《输油管道工程设计规范》GB50253 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。

(12) 管道设计单位应具有石油天然气(海洋石油)行业、专业甲级资质要求。管道工程设计应当符合《特种设备安全技术规范》(TSG D0001-2009)以及 GB/T20801 的要求(包括使用单位规定的附加要求), 保证所设计的管道能够安全、持续、稳定、正常的生产运行。

(13) 输油管道在穿越河流时, 应该采取稳管或沉管措施防止管道因为静、动水的浮力飘起来。

(14) 在陡坎、陡坡上敷设管道时, 应该在管沟内每隔一定距离设置截水墙, 防止管沟回填土被雨水冲走。

(15) 企业应注重管道沿线的水工保护工作, 加强汛期前后对管道巡线工作。

### 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》GB 50369 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, 管道通过耕地时, 应提前与耕地相关人员进行沟通, 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) 管道施工单位应对管道的安装质量负责, 管道开工前, 建设方向向主管部门办理开工审批手续, 并报相关部门备案。

(15) 施工前应进行现场调查、图纸会审, 设计文件交底及技术和安全交底, 应根据设计和标准规范编制施工组织设计及专项施工方案、措施并获得批准, 进行资源准备。

(16) 在公路附近开挖管沟时, 应设警告牌、信号灯、护栏等安全措施。

(17) 施工单位应根据不同施工阶段和周围环境及季节、气候的变化, 在施工现场采取相应的安全施工措施。施工过程中应加强测量与监测, 保证施工安全。

(18) 管道焊接前应按规定进行焊接工艺评定, 应根据评定合格的焊接工艺编制焊接规程。焊接工艺规程在管道焊接作业时应严格执行。

(19) 施工现场没出碰口点应设置灭火器以及施工警示牌、作业点围警示带。碰口处应接地良好。非现场施工人员全部撤离碰口施工现场。

(20) 现场动火时, 动火施工区域应设置警戒, 防止与动火工作无关人员或设备等进入施工区域。必须由专门人员现场监护, 严禁私自动火。

(21) 在施工过程中，当管道与电缆或者其他管道交叉时候，要严格按照《中华人民共和国石油天然气管道保护法》、《输油管道工程设计规范》等有关法律及规范要求施工。在施工过程中尽量避开滑坡、泥石流等地质不好的地区，要加强保护措施和预防措施，加强水工的保护，减少自然灾害对管道的危害性。

(22) 施工过程中严格按照管道施工的要求进行，加强管道施工管理以及工程质量监管。

#### 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〔2019〕第708号)、《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，应急管理部令〔2019〕第2号修改)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) 企业应结合本项目完善原有安全生产责任制、安全生产管理制度、安全操作规程，完善管道安全技术档案，包括管道使用登记表、管道设计技术文件、管道竣工资料、使用维护说明、管道定期检验和定期自行检查的记录和报告、阴极保护运行记录、管道维修改造竣工资料、管道安全装置定期校验、修理、更换记录、管道运行故障、事故记录和事故处理报告、安全防护用品管理、使用记录、管道日常使用状况和维护保养记录、管道完整性评价技术档案。

(3) 企业应加强管道沿线巡查力度及管道安全使用管理，组织安全检查、开展隐患排查、落实隐患治理，定期对管道自行检查、检测、维修和巡护，确保其处于良好状态。分级建立管道事故应急救援预案，配备抢险救援人员

和必要的应急器材,定期进行事故应急救援演练,确保管道周边环境的安全。

(4) 管道沿线应设置管道标志,管道标志毁损或者安全警示不清的,企业应及时修复或者更新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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 企业应严格落实动火作业、有限空间作业等的管理制度。

(9) 企业应按规范要求定期对管道进行检测。

(10) 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。

(11) 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。

(12) 企业应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。

(13) 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。

(14) 在生产运行过程中,应与上下游单位保持联系,及时沟通,若该企

业或上下游出现安全生产问题，应及时告知，并采取有效的安全措施，减小事故损失。

(15) 试生产运行正常后、管道竣工验收之前，应按规定进行安全验收评价及安全设施验收。

(16) 管道在投入运行前应编制投产方案，经审查批准并严格执行。投产试运方案应进行现场交底，操作人员应经安全技术培训合格。对员工及相关方进行安全宣传和教育，在清管、置换期间无关人员不得进入工作区域两侧 50m 以内。

(17) 试生产期间应加强管道穿(跨)越点巡检。

## 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。

## 附录一 有关资料

- (1) 安全评价委托书
- (2) 营业执照(副本)
- (3) 《延安市行政审批服务局关于延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程核准的批复》(延行审投资发〔2022〕195号,项目代码:2210-610600-04-01-695098)
- (4) 延安市行政审批服务局关于延长县工业园区七姚线输油管道迁改工程临时使用林地的批复(延行审涉农发[2023]11号)
- (5) 现场勘察人员组成表
- (6) 专家组意见及修改确认表

## 附录二 有关图表

附图 1、管道走向图

附图 2、线路平纵图(1~14)