

档案号：

山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程

环境影响报告书

(公示稿)

建设单位：中石化中原天然气有限责任公司

评价单位：北京飞燕石化环保科技发展有限公司

二〇一九年十二月

目 录

概述.....	1
1 总论.....	4
1.1 编制依据.....	4
1.1.1 国家有关环保法律法规.....	4
1.1.2 地方有关环保法规及规划.....	5
1.1.3 环评有关技术规定.....	7
1.1.4 评价直接依据.....	7
1.2 评价目的与指导思想.....	8
1.2.1 评价目的.....	8
1.2.2 指导思想.....	8
1.3 评价方法与时段.....	8
1.3.1 评价方法.....	8
1.3.2 评价时段.....	9
1.4 环境影响要素识别和评价因子筛选.....	9
1.4.1 环境影响要素识别.....	9
1.4.2 评价因子筛选.....	11
1.5 评价工作等级与评价范围.....	12
1.5.1 生态环境.....	12
1.5.2 环境空气.....	12
1.5.3 地下水环境.....	12
1.5.4 地表水环境.....	13
1.5.5 声环境.....	13
1.5.6 土壤环境.....	14
1.5.7 环境风险.....	14
1.5.8 评级等级及范围汇总.....	14
1.6 评价标准.....	15
1.6.1 环境质量标准.....	15
1.6.2 污染物排放标准.....	18
1.7 评价重点.....	18
1.8 污染控制与环境敏感目标.....	19
1.8.1 污染控制目标.....	19
1.8.2 环境敏感目标.....	19
2 工程概况.....	22
2.1 项目概况.....	22
2.1.1 项目名称、建设性质、建设规模和建设地点.....	22
2.1.2 项目组成及建设内容.....	22
2.1.3 与山东管网南干线的关系.....	23
2.1.4 与文 23 储气库的关系.....	24
2.2 输气工艺.....	25

2.2.1 其他设计参数	25
2.2.2 气源组分及物性	25
2.3 线路工程	25
2.3.1 管道路由	25
2.3.2 管道敷设	27
2.3.3 穿、跨越工程	29
2.3.4 管道附属工程	29
2.4 公用工程	33
2.4.1 给水和排水	33
2.4.2 维修、抢修与应急	33
2.5 工程占地	35
2.6 机构及定员	35
2.7 主要技术经济指标	35
3 工程分析	36
3.1 施工期环境影响因素及污染源分析	36
3.1.1 施工工艺特征分析	36
3.1.2 施工期环境影响因素分析	43
3.1.3 施工期污染物汇总	46
3.2 运营期污染源分析	46
3.2.1 运营期污染因素及污染源分析	46
3.2.2 事故状态下的环境影响分析	47
4 现状调查与评价	48
4.1 自然环境概况	48
4.1.1 地理位置	48
4.1.2 地形地貌	49
4.1.3 气候、气象	49
4.1.4 水文、水系	49
4.1.5 植被	50
4.1.6 区域地质及水文地质条件	50
4.2 环境空气现状调查与评价	51
4.2.1 濮阳市区域环境空气质量状况	51
4.2.2 监测方案	52
4.2.3 监测结果与评价	52
4.3 地表水环境现状调查与评价	54
4.3.1 监测方案	54
4.3.2 监测结果及评价	55
4.4 地下水环境现状调查与评价	56
4.4.1 地下水开发利用现状	56
4.4.2 地下水污染源调查	56
4.4.3 地下水环境现状监测	57
4.5 土壤环境现状调查与评价	60
4.5.1 监测方案	60

4.5.2 监测结果与评价	63
5 环境影响预测与评价	64
5.1 生态环境影响评价与分析	64
5.1.1 生态环境现状调查与评价	64
5.1.2 施工期生态环境影响分析	77
5.1.3 运营期生态环境影响分析	87
5.1.4 小结	89
5.2 大气环境环境影响分析	89
5.2.1 施工期环境空气影响分析	89
5.2.2 运营期环境空气影响分析	90
5.2.3 小结	90
5.3 地表水环境影响分析	90
5.3.1 施工期地表水环境影响分析	90
5.3.2 大开挖对地表水体的影响分析	93
5.3.3 运营期地表水环境影响分析	97
5.3.4 小结	97
5.4 地下水环境影响分析	97
5.4.1 施工期地下水环境影响分析	97
5.4.2 运营期地下水环境影响预测评价	98
5.4.3 小结	98
5.5 声环境影响分析	99
5.5.1 施工期声环境影响分析	99
5.5.2 运营期声环境影响评价	101
5.5.3 小结	101
5.6 土壤环境影响分析	101
5.6.1 施工期对土壤环境影响分析	101
5.6.2 运行期对土壤环境影响分析	103
5.6.3 小结	103
5.7 固体废物环境影响分析	103
5.7.1 施工期固体废物环境影响评价	103
5.7.2 运营期固体废物环境影响分析	106
5.7.3 小结	106
6 管道路由选址可行性分析	107
6.1 与国家产业政策符合性分析	107
6.1.1 与产业政策符合性分析	107
6.1.2 与能源发展“十三五”规划的符合性分析	107
6.1.3 与天然气发展“十三五”规划的符合性分析	108
6.2 本项目与河南省管网发展规划的符合性	108
6.3 管道与濮阳市总体规划符合性分析	109
6.4 拟建管线路由可行性总体分析	110
6.4.1 路由的选择原则和确定程序	110
6.4.2 局部路由方案的比选	110

6.4.3 路由选址的可行性分析	114
6.5 小结	115
7 环境风险评价	116
7.1 评价总则	116
7.2 环境风险潜势初判	116
7.2.1 危险物质及工艺系统危险性 (P) 的判定	116
7.2.2 环境敏感特征 (E) 的判定	117
7.2.3 环境风险潜势判断	118
7.3 环境等级与评价范围	118
7.3.1 评价等级	118
7.3.2 评价范围	119
7.4 同类型事故统计分析	119
7.4.1 国外同类项目事故统计	119
7.4.2 国内同类项目事故统计与分析	133
7.4.3 统计、分析结论	136
7.5 风险识别	137
7.5.1 物质风险识别	137
7.5.2 设施风险识别	140
7.5.3 物质转移途径识别	142
7.5.4 风险识别结果	142
7.6 风险事故情形分析	142
7.6.1 风险事故情形设定	142
7.6.2 最大可信事故及其源项分析	142
7.7 风险影响预测	145
7.7.1 大气环境风险事故评价	145
7.7.2 水环境影响分析	147
7.8 环境风险管理	147
7.8.1 环境风险管理的目标	147
7.8.2 环境风险防范措施	147
7.8.3 应急预案	151
7.9 风险评价结论与建议	156
7.9.1 项目危险因素	156
7.9.2 环境敏感性 & 事故环境影响	156
7.9.3 环境风险防范措施和应急预案	157
7.9.4 结论	157
7.9.5 建议	157
7.10 小结	158
8 污染物总量控制与清洁生产分析	159
8.1 总量控制	159
8.2 清洁生产	159
8.2.1 本项目输送方式及输送工艺清洁生产分析	160
8.2.2 本项目采用的主要节能措施与技术	160

8.2.3 持续清洁生产	162
9 环境保护措施评述及建议	163
9.1 设计阶段环境保护措施	163
9.2 施工期环境保护措施	163
9.2.1 施工期生态环境保护措施	163
9.2.2 施工期污染防治措施	168
9.2.3 对道路交通影响的防治对策	171
9.3 工程“三同时”验收	172
9.4 环保投资	172
10 环境经济损益分析	174
10.1 经济效益分析	174
10.2 社会效益分析	174
10.3 环境效益分析	175
10.3.1 环境正效益分析	175
10.3.2 环境负效益分析	176
10.4 小结	176
11 环境管理与环境监测计划	177
11.1 环境管理制度	177
11.1.1 机构设置	177
11.1.2 机构职责	177
11.2 HSE（健康、安全与环境）管理体系建立	178
11.2.1 HSE 管理概述	178
11.2.2 HSE 管理体系的建立	178
11.2.3 HSE 管理文件编写	179
11.3 环境管理计划	179
11.3.1 建设期环境管理计划	179
11.3.2 营运期环境管理计划	182
11.4 施工期环境监理制度	182
11.4.1 实施环境监理的原则	183
11.4.2 环境监理工作的职责和重点	183
11.4.3 管道工程施工环境监理要点	184
11.5 环境监测	184
11.5.1 环境监测机构	184
11.5.2 施工期环境监测计划	184
11.5.3 应急监测	185
11.6 污染物排放清单	185
12 评价结论与建议	186
12.1 项目概况	186
12.2 产业政策符合性	186
12.3 规划符合性及路由合理性	186

12.4 工程环境影响	186
12.4.1 生态环境现状与影响评价	186
12.4.2 大气环境现状与影响评价	188
12.4.3 地表水环境现状与影响评价	188
12.4.4 地下水环境现状与影响评价	189
12.4.5 声环境影响评价	189
12.4.6 土壤环境影响评价	189
12.4.7 环境风险评价	189
12.5 符合清洁生产	189
12.6 总量控制	190
12.7 公众参与调查	190
12.8 环境管理与监测制度	190
12.9 环境经济损益分析	191
12.10 报告总结论	191
13 附件	- 1 -
13.1 委托书	- 1 -
13.2 标准请示函的回函	- 2 -
13.3 选址意见书	- 3 -
13.4 监测报告	- 4 -
14 附图	错误!未定义书签。
14.1 项目地理位置图	错误!未定义书签。
14.2 线路截断阀室平面布置图	错误!未定义书签。

概述

一、项目建设意义、背景及由来

国务院印发《关于促进天然气协调稳定发展的若干意见》中提出，要加强产供储销体系建设，促进天然气供需动态平衡；构建多层次储备体系，建立以地下储气库和沿海液化天然气（LNG）接收站为主、重点地区内陆集约规模化 LNG 储罐为辅，管网互联互通为支撑的多层次储气系统，强化天然气基础设施建设与互联互通。

据天然气消费情况预测 2035 年河南省天然气需求量将达到 $280 \times 10^8 \text{m}^3$ ，市场整体需求量巨大。同时，建设中的中原储气库群，将承担华北地区乃至全国范围内重要的储气调峰作用，储气调峰资源需要坚实的保障。根据《山东省储气设施规划建设方案（2018-2020 年）》规划，山东省沿海将建成 LNG 接收站 6 座，远期周转能力 $10500 \times 10^4 \text{t/a}$ （ $1470 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ），天然气资源量充足。在此背景下，为实现山东沿海 LNG 接收站资源的合理分配和利用，建设联通沿海 LNG 资源与中原储气库群、覆盖沿线用气市场的输气干线迫在眉睫。

山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程（以下简称“本项目”）作为沿海 LNG 外输通道，将山东沿海 LNG 接收站资源联通本省内中原储气库群，提高天然气供气的可靠性和灵活性，对保障河南省乃至华北地区天然气供应具有重要意义。

二、环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及国务院令 682 号《建设项目环境保护管理条例》中有关规定，中石化中原天然气有限责任公司委托北京飞燕石化环保科技发展有限公司对本项目进行环境影响评价。

接受委托后，环评单位对本项目前期工作成果进行了认真分析研究，组织相关专业技术人员到现场进行了实地踏勘与调查，广泛收集了相关资料，环评单位提前介入本项目可研设计，将避让环境敏感区作为选线的重要原则，同时关注全过程风险管理。在综合工程和环保选线研究成果、专家咨询意见、各项专题成果的基础上编制完成了本项目环境影响报告书。

三、分析判定相关情况

1) 产业政策符合性分析

本项目为天然气长输管线项目，属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令 21

号《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》鼓励类“第七石油、天然气”中“3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施及网络建设”项目。

本项目符合国家产业政策。

2) 选址、选线合理性分析

本项目可研阶段充分考虑与所在县市城镇总体规划、国民经济和社会发展规划、能源发展“十三五”规划、天然气发展“十三五”规划、石油天然气管道建设“十三五”规划、环境保护规划等相关规划的协调性，项目选址取得了濮阳市住房和城乡建设局的同意。

本项目不占用自然保护区、风景名胜区；管线不穿越地表水、地下水饮用水源保护区，环境影响在可接受范围内。

综上，本项目选址、选线符合相关要求。

3) “三线一单”相符性分析

(1) 与生态保护红线方案的相符性

根据2017年9月21日，河南省人民政府豫红线联席办〔2017〕1号《关于印发河南省生态保护红线划定工作实施方案的通知》，经核定本项目不涉及生态保护红线。

(2) 环境质量底线相符性

根据现状监测，评价范围内总体环境现状符合环境功能区划要求。此外，根据报告各专题分析表明：项目在采取相应的风险防控措施后，不会对周边环境造成不良影响，不会改变区域环境功能区质量要求。而且，随着项目建设完成以及区域能源结构的调整，将对区域大气环境质量具有明显的改善作用。

(3) 资源利用上线

本项目为天然气管线建设项目，管道建成后将为河南省濮阳地区提供清洁的天然气能源，本项目不设站场运营期几乎无资源消耗，对区域资源影响甚微。

(4) 环境准入负面清单

根据濮阳市发展改革委会同有关部门出台的《濮阳市开展市场准入负面清单制度改革工作方案》表示，全市范围内实施由国务院统一印发的《市场准入负面清单草案（试点版）》，本项目未列入负面清单中。

综上所述，本项目建设符合“三线一单”要求。

四、关注的主要环境问题

本项目为生态类线性工程，输送的介质为天然气；工程对环境的影响主要有施工期

生态、噪声、环境空气、地表水和地下水环境影响，以及运营期天然气泄露带来的环境风险。

本次环评通过对项目沿线区域的自然生态环境进行调查，分析评价区目前的环境质量，并根据本项目设计、施工及投产运营各阶段的基本特征，预测相应的环境影响，提出切实可行的环境保护措施和对策，从环境保护角度论证工程建设的可行性，为项目环保计划的实施和管理部门的决策提供依据。

本次评价以施工期对沿线生态环境、地下水环境的影响分析和运营期环境风险评价为重点。关注的主要问题是：管线路由走向的环境可行性，施工期生态环境、地下水环境影响及环境保护措施，运营期的风险防范措施。

五、环境影响报告书主要结论

山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程对于优化省内天然气管网，缓解区域天然气供需矛盾，优化能源结构，建设环境友好型社会，具有重要意义。项目的建设符合国家产业政策，使得区域能源配置更趋于合理，地区经济的效益在总体上提高，体现出能源供需的协调发展战略。

项目在设计选线的过程中，与各部门进行广泛的意见征询和协调。线路路由选择尽可能避开了环境保护目标，提出了保护措施。管道路由得到了沿线政府部门的许可，线路路由选址合理，总体上符合城市发展规划和土地利用规划。

项目各项工艺比较先进，满足清洁生产的要求。在建设过程中将会对沿线环境产生不同程度影响，运营期基本无污染物排放。在严格落实本报告提出的各项环保措施、风险防范措施和应急预案后，项目建设对环境的污染可得到有效防治和减缓，使工程建设对沿线环境影响降低到最小程度，环境风险可防控。在认真落实国家和地方相应环保法规、政策，严格执行环保“三同时”制度的前提下，从环境保护角度认为山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程是可行的。

山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程环评项目组

1 总论

1.1 编制依据

1.1.1 国家有关环保法律法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年12月修订);
- 2) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年4月修订);
- 3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2016年11月修订);
- 4) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月修订);
- 5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018年12月修订);
- 6) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月修订);
- 7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月实施);
- 8) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2016年7月);
- 9) 《中华人民共和国农业法》(2013年1月);
- 10) 《中华人民共和国防洪法》(2016年7月修订);
- 11) 《中华人民共和国文物保护法》(2015年4月);
- 12) 《中华人民共和国水法》(2016年7月修订);
- 13) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(2010年10月);
- 14) 《基本农田保护条例》(国务院令第257号);
- 15) 《中华人民共和国河道管理条例》(2017年3月修订);
- 16) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2016年7月修订);
- 17) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月修订);
- 18) 《关于进一步加强分散式饮用水水源地环境保护工作的通知》(中华人民共和国环境保护部,环办〔2010〕132号,2010年9月);
- 19) 《关于石油天然气管道建设使用林地有关问题的通知》(国家林业局,林资发〔2010〕105号);
- 20) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(中华人民共和国环境保护部,环发〔2012〕77号,2012年7月);
- 21) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(中华人民共和国环境保护部,环发〔2012〕98号);

- 22) 《关于印发〈企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）〉的通知》（国家环境保护部 环发〔2015〕4号，2015年1月）；
- 23) 《突发环境事件应急管理办法》（国家环境保护部，2015年6月）；
- 24) 《关于印发〈挥发性有机物排污收费试点办法〉的通知》（财税〔2015〕71号，2015年6月）；
- 25) 《国务院关于印发〈打赢蓝天保卫战三年行动计划〉通知》（国发〔2018〕22号）；
- 26) 《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号，2015年4月）；
- 27) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号，2016年5月）；
- 28) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月）；
- 29) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2017年9月1日实施），2018年4月18日，关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容的决定；
- 30) 《关于印发〈建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）〉的通知》（环办〔2013〕103号）；
- 31) 《关于印发〈建设项目环境影响评价信息公开机制方案〉的通知》（环发〔2015〕162号）；
- 32) 《关于发布〈建设项目危险废物环境影响评价指南〉的公告》（环保部公告2017年第43号）；
- 33) 《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评〔2017〕84号）；
- 34) 《关于印发〈“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案〉的通知》（环大气〔2017〕121号）；
- 35) 《关于强化建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见》（环环评〔2018〕11号）。

1.1.2 地方有关环保法规及规划

1.1.2.1 河南省

- 1) 《河南省建设项目环境保护条例》（2016年3月修订）；
- 2) 《河南省水污染防治条例》（河南省第十一届人民代表大会常务委员会公告第27号），2010年3月1日；

- 3) 《河南省人民政府办公厅关于印发河南省“十三五”节能减排综合工作方案的通知》(豫政办〔2017〕81号);
- 4) 《河南省人民政府办公厅关于印发河南省“十三五”生态环境保护规划的通知》(豫政办〔2017〕77号);
- 5) 《关于全省开展工业企业挥发性有机物专项治理工作中排放建议值的通知》(豫环坚办〔2017〕162号)。
- 6) 《河南省人民政府关于印发〈河南省蓝天工程行动计划〉的通知》(豫政〔2016〕27号) 2016年3月9日;
- 7) 《河南省环保厅关于贯彻落实〈建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法〉的通知》(豫环文〔2015〕18号);
- 8) 《河南省环境保护厅关于印发深化建设项目环境影响评价审批制度改革的实施意见的通知》(豫环文〔2015〕33号);
- 9) 《河南省固体废物污染环境防治条例》(2012年1月1日);
- 10) 《河南省环保厅关于加强环评管理防范环境风险的通知》(豫环文〔2012〕159号);
- 11) 《河南省林地保护管理条例》(2010年7月);
- 12) 《河南省生态公益林管理办法》(2012年10月);
- 13) 《河南省人民政府关于印发河南生态省建设规划纲要的通知》(豫政〔2013〕3号);
- 14) 《河南省环境保护厅关于加强环评管理防范环境风险的通知》(豫环文〔2012〕159号);
- 15) 《河南省人民政府办公厅关于印发河南省城市集中式饮用水源保护区划的通知》(豫政办〔2007〕125号);
- 16) 《河南省人民政府关于调整部分集中式饮用水水源保护区的通知》(豫政文〔2019〕19号);
- 17) 《河南省人民政府关于印发河南省主体功能区规划的通知》(豫政〔2014〕12号);
- 18) 《河南省实施〈中华人民共和国野生动物保护法〉办法》(2005年修正);
- 19) 《河南省野生植物保护条例》(2007年7月)。

1.1.2.2 濮阳市

- 1) 濮阳市人民政府关于印发《濮阳市 2019 年大气污染防治攻坚战实施方案》的通知（濮环攻坚办〔2019〕82 号）；
- 2) 《濮阳市“十三五”生态环境保护规划》（濮政办〔2017〕81 号），2017 年 9 月 18 日；
- 3) 《濮阳市环境保护局关于进一步明确建设项目环境影响评价文件审批权限的通知》（濮环〔2018〕54 号，2018 年 5 月 9 日）；
- 4) 《濮阳市大气污染防治条例》（濮阳市第八届人民代表大会常务委员会公 第 7 号，2019 年 7 月 1 日）；
- 5) 《濮阳市人民政府办公室关于印发濮阳市水环境生态补偿办法的通知》（濮政办〔2010〕92 号）；
- 6) 《濮阳市人民政府关于加强农村环境保护工作的意见》（濮政〔2011〕94 号）；
- 7) 《濮阳市人民政府关于进一步加强环境保护工作的意见》（濮政〔2013〕34 号）；
- 8) 《濮阳市人民政府关于印发濮阳市城市建筑垃圾管理办法（试行）的通知》（濮政〔2013〕16 号）；
- 9) 《关于印发濮阳市水环境生态补偿办法的补充通知》（濮环〔2012〕70 号）。

1.1.3 环评有关技术规定

- 1) 《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ 2.1-2016）；
- 2) 《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- 3) 《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- 4) 《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ 2.4-2009）；
- 5) 《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ 19-2011）；
- 6) 《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610-2016）；
- 7) 《环境影响评价技术导则-土壤环境》（HJ 964-2018）；
- 8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- 9) 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ 589-2010）。

1.1.4 评价直接依据

- 1) 委托书（见附件 1）；

2) 《山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程可行性研究报告》(中石化中原石油工程设计有限公司, 2019 年 6 月 A 版)。

1.2 评价目的与指导思想

1.2.1 评价目的

本项目建设以环境资源、能源等为基础, 其生产建设活动必然对沿线地区的自然生态环境等产生一定的负面影响。根据国家对建设项目环境影响评价类别的划分原则, 需要对本项目进行全面的环境影响评价工作, 编制环境影响报告书。通过对本项目环境影响评价将达到如下目的:

1) 从环境保护角度论证本项目建设的合理性, 并对工程替代方案进行综合的环境比选论证, 为进一步工程方案优化设计提供必要的科学依据。

2) 通过对沿线评价区域的自然生态环境进行调研, 进一步了解评价区域目前的环境质量、环境问题或环境污染等情况, 并根据本项目设计、施工及投产运营各阶段的基本特征, 预测其相应的环境影响, 并提出切实可行的环境保护措施和对策。

3) 为本项目施工期和运营期的环境管理提供辅助性决策信息和科学依据。

1.2.2 指导思想

通过现场实地踏勘, 充分了解收集评价区环境质量、环境生态现状资料, 并对一些敏感地区进行现状调查和监测。在工作过程中认真贯彻“点段结合”的原则, 针对性解决问题; 环评提前介入可研阶段优化路由; 尽量合理选线、选址, 减少对环境的影响; 生态保护与污染控制并重; 评价工作始终贯穿着减少污染、保护环境的目的。

1.3 评价方法与时段

1.3.1 评价方法

本次评价结合区段的环境特征和各评价要素, 有针对、有侧重的对环境要素进行监测与评价。通过类比调查, 选择适当的模式和参数, 定量或定性的分析项目施工期间和投产运行后对周围环境的影响, 以及事故状况下的影响, 针对评价结论反映出的主要问题, 结合国内外现有方法提出预防、恢复和缓解措施。结合工程沿线各城镇发展规划、环境功能区划、环境保护规划、生态保护规划等, 论证管道工程选址选线的环境可行性。最后综合分析各章节评价结论, 给出该项目建设的环境可行性结论。

1.3.2 评价时段

本项目环境影响评价主要包括施工期和营运期两个时段。

1.4 环境影响要素识别和评价因子筛选

1.4.1 环境影响要素识别

1.4.1.1 生态环境影响

本项目生态环境影响主要体现在施工期，生态环境影响主要为管沟开挖、管道穿越、阀室建设施工阶段，带来对土地表层的扰动、地貌改变、地表植被的破坏、土地利用格局变化、农、林、种植业损失；施工临时道路（包括耕地），水土流失和地表植被破坏。

营运期不会带来新的生态影响，生态环境按相应的环境保护措施，逐步恢复重建。

1.4.1.2 水环境影响

- 1) 施工期中小型河流开挖穿越对地表水环境的影响；
- 2) 清管试压排放水对地表水环境的影响；
- 3) 施工人员产生的生活污水排放对地表水环境的影响。

1.4.1.3 大气环境

- 1) 施工期大气环境影响主要为机械排放的废气和扬尘；
- 2) 运营期本项目管道密闭输送，无废气产生。大气环境影响主要为事故状态下天然气和泄漏燃烧产生的次生污染物对大气环境的影响。

1.4.1.4 声环境

- 1) 施工期施工机械产生的机械噪声。
- 2) 运营期管道密闭输送，无发声设备，不会产生噪声。

1.4.1.5 固体废弃物污染环境因素

- 1) 施工期产生的生活垃圾和定向钻施工产生的废弃泥浆。
- 2) 运营期管道密闭输送，无固废产生。

环境影响表征识别见表 1.4-1，环境影响要素识别见表 1.4-2。

表 1.4-1 环境影响表征识别

阶段	工程建设活动	环境影响内容
施 工 期	1 截阀室建设	①永久占用土地，改变土地利用的现有功能； ②被征土地的原使用者将按规定得到一定的补偿。
	1.1 施工机械操作	产生机械尾气和机械噪声
	1.2 施工人员日常生活	生活污水、生活固废排放
	2 管线敷设	临时占用部分土地，短期影响土地的使用功能或类型
	2.1 管沟开挖与回填	①破坏施工作业带内的土壤、植被和视觉景观； ②可能产生废弃土石方，且堆放不当易引起水土流失，污染地表水体或农田； ③运输、取弃填挖作业中产生扬尘。
	2.2 原材料运输	①运输车辆产生尾气、噪声和扬尘； ②临时料场占用土地，短期影响土地的使用功能或类型。
	2.3 施工机械操作	产生机械尾气和机械噪声
	2.4 施工便道建设	临时占用部分土地，对需要保留的巡线道路将永久性改变土地利用的原有功能
	2.5 施工人员日常生活	生活污水、生活固废排放
	2.6 施工营地	临时占用土地，短期影响土地的使用功能或类型
	3 穿跨越工程施工	临时占用部分土地，短期影响土地的使用功能或类型，有少量的施工机械或设备含油污水产生
	3.1 穿越河流	①开挖式穿越将对河流水质产生短期影响，致使河水泥沙含量增加； ②回填土或废弃土石方处置不当，可能造成河道淤积或水土流失； ③从河底挖出的淤泥如堆放或处理不当，可能引起农田或土壤污染； ④定向钻穿越河流会产生一定的废弃泥浆，堆放或处理不当，可能引起所穿越河流的污染，或对穿越点附件的农田或土壤造成污染。
	3.2 穿越铁路	采用顶管或定向钻施工工艺，事故发生概率极低。
	3.3 穿越高等级公路	采用顶管施工工艺，事故发生概率极低。
	4 名胜古迹保护	管线在选址路由时，避开了地上名胜古迹，但在施工中如发现地下文物时，应停止施工，及时向当地文物部门报告。
	5 试压、清管	废水排放对区域水环境短期内可能产生一定的影响，所排放废水必须经沉淀、过滤处理后排放。
运 营 期	6 管线正常工况	基本不对环境产生影响。
	7 输气管线事故	①管线发生泄漏对管线两侧环境和人员的影响； ②天然气发生泄漏引起火灾或爆炸事故，对事故区域环境空气质量和管线两侧人口集中居住区、社会关注区产生的影响。

本项目对环境的影响主要表现在施工期对自然、生态环境的影响，主要表征为施工过程对自然生态环境（地形地貌、植被、土壤与水土流失、动植物与生态、农业与土地利用）的影响，以及事故状态下对周边地下水和土壤环境的影响。本项目管道工程环境影响要素识别见下表：

表 1.4-2 环境影响要素识别

环境资源		施工期					运行期			
		施工带清理	管沟开挖	管道穿越	管道试压	施工便道	车辆运输	管道检修	清管作业	异常运行事故
自然环境	土壤侵蚀	●	■	▲		▲				
	地表植被	■	■			●				●
	空气质量	▲	▲	▲	▲	●	▲	●	▲	▲
	声环境		●	▲	●	●	●	●	▲	▲
	地表水			●						▲
	地下水			▲	▲					▲
	野生动物	●	▲			▲	▲			▲
	土壤质量		▲			▲				▲
	自然景观	▲	▲	▲		▲				▲

注：负面影响：■-明显 ●-一般 ▲-较小；正面影响：□-明显 ○-一般 △-较小；

1.4.2 评价因子筛选

根据环境影响要素识别、环境影响因子表征和环境影响程度，筛选评价因子见下表。

表 1.4-3 本项目环境影响评价因子

类别	环境要素	环境现状监测与评价因子
环境现状调查与评价因子	环境空气	VOCs、NMHC
	地表水	pH、COD、氨氮、SS、石油类和高锰酸盐指数
	地下水	pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、总大肠菌群、细菌总数、石油类和 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-}
	土壤	①重金属和无机物：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍；②挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯；③半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、萘；④其他因子：石油烃。
施工期环境影响评价因子	废气	TSP
	固体废物	废弃泥浆、生活垃圾、施工废料
	噪声	等效连续 A 声级， $Leq(A)$
	废水	COD、氨氮、SS
	生态	土地利用、农业与水土流失、动植物与生态、农业植被、土壤侵蚀

类别	环境要素	环境现状监测与评价因子
运营期环境影响评价因子(风险)	废气	甲烷、CO

1.5 评价工作等级与评价范围

1.5.1 生态环境

1) 评价等级

管道全长 26.2km，施工作业带宽度按 28m 计算，施工带面积为 0.734km²，施工便道基本利用现有道路，不设伴行路、渣场等占地工程，因此工程的扰动范围小于 20km²。

表 1.5-1 本项目生态环境评价工作级别

影响区域 生态敏感性	工程占地范围			项目概况 管道长 26.2km, 长度<100km	工作 等级
	面积≥20km ² 或 长度≥100km	面积 2km~20km ² 或 长度 50km~100km	面积≤2km ² 或长度≤50km		
特殊生态敏感区	一级	一级	一级	一般区域	三级
重要生态敏感区	一级	二级	三级		
一般区域	二级	三级	三级		

2) 评价范围

本评价将管线两侧各 500m 范围作为生态环境现状评价范围，对于生态敏感目标的调查主要在管线两侧 5km 范围内，管线两侧各 14m 的区域作为直接扰动影响评价范围。

1.5.2 环境空气

运营期输气管道敷设在地下，管道进行了防腐处理，密闭输送，拟建项目在正常情况下无废气污染物排放。因此，本项目大气环境影响评价不定级，不设评价范围。

1.5.3 地下水环境

1) 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境 (HJ 610-2016)》，评价工作等级的划分应依据建设项目行业分类和地下水环境敏感程度分级进行判定，线性工程根据所涉地下水环境敏感程度进行分段判定评价等级。

本项目为天然气管道项目，属于III类项目，线路评价范围内没有地下水集中饮用水水源保护区等地下水环境敏感区，管道附近村庄有居民主要取用各自乡镇水厂的水，武盛庄村、前胡村等部分村庄建有村供水井作为饮用水源。因此，敏感程度为较敏感，评价等级为三级。

评价等级分级具体确定见表 1.5-2。

表 1.5-2 地下水评价等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

2) 评价范围

本项目仅有天然气管道建设无站场工程，依据《环境影响评价技术导则 地下水环境 (HJ 610-2016)》，本项目评价范围为管线两侧向外延伸 200m 范围。

1.5.4 地表水环境

1) 评价等级

根据工程分析，本项目施工期废水主要来自人员在施工作业中产生的生活污水，该废水依托当地现有污水处理系统，运营期无废水排放。本次评价等级为三级 B。

2) 评价范围

当地现有污水处理设施。

1.5.5 声环境

1) 评价等级

根据 HJ 2.4-2009，确定项目声环境影响评价工作等级如下：

表 1.5-3 声环境影响评价等级判定依据

评价等级	判定依据		
	声环境功能区划	评价范围内敏感目标噪声级增量	受影响人口数量
一级	0 类区或对噪声有特别限制要求的保护区	>5dB (A)	显著增多
二级	1 类、2 类区	≥3dB (A)、≤5dB (A)	增加较多
三级	3 类、4 类区	<3dB (A)	变化不大
符合两个以上级别的，按较高级别的评价			

根据现场调查，沿线地区主要为农村地区，为 1、2 类区，敏感目标噪声级增量较小。本次声环境影响评价等级为二级。

2) 评价范围

根据导则中有关规定及周边的环境特征，本项目声环境影响评价范围确定为沿线两侧各 200m 范围内的环境敏感目标。

1.5.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），本项目为天然气管道项目，属于“交通运输仓储邮政业”中的“其他”，为IV类项目，可不开展土壤环境影响评价。本次仅对管道沿线土壤进行监测，进行现状评价。

本次土壤环境评价不定评价等级，不设评价范围。

1.5.7 环境风险

1) 评价等级

根据本项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性，确定各要素环境风险评价等级见下表（具体内容见本报告环境风险章节）。

表 1.5-4 评价工作级别

所在单元	环境要素	环境风险潜势初判		环境风险潜势划分	评价等级
		P	E		
管道工程	大气环境	P2	E3	III	二级

a 是相对详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

基于识别结果，本项目管道工程环境风险评价为二级评价。

2) 评价范围

大气环境风险评价范围为管道中心线两侧各 200m 范围。

1.5.8 评级等级及范围汇总

本项目的评级等级和评价范围见下表。

表 1.5-5 评价项目的工作等级和范围

环境要素	评价等级	评价范围
生态环境	三级	评价范围为管道沿程两侧各 500m 的带状区域，调查管道沿线两侧各 5km 范围内的生态环境敏感目标
地表水	三级 B	项目区现有污水处理设施
地下水	三级	管道两侧 200m 范围内的区域
环境空气	/	不设置大气环境影响评价范围
土壤	不定级	不设评价范围
声环境	二级	施工期为沿线两侧各 200m 范围内的村庄或居民区
环境风险	二级	管道沿线两侧各 200m 的带状区域

1.6 评价标准

1.6.1 环境质量标准

1.6.1.1 环境空气

环境空气常规因子评价执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准。特征污染物非甲烷总烃参照《大气污染物综合排放标准详解》。

表 1.6-1 环境空气质量标准限值

平均时间	项目						
	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	非甲烷总烃
单位	μg/m ³	μg/m ³	mg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³
1 小时平均	500	200	10	200	/	/	2.0
日均值	150	80	4	160	150	75	/

1.6.1.2 地表水环境

根据地表水环境现状及相关水功能区划,管道沿线穿越的地表水执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中标准限值,SS 参考执行《地表水资源质量标准》(SL 63-94)中标准。

表 1.6-2 本项目地区地表水环境质量标准值 (单位: mg/L pH 除外)

水质指标	pH	COD _{Cr}	石油类	SS	高锰酸盐指数	氨氮
III类	6~9	20	0.05	30	6	1.0
IV类	6~9	30	0.5	60	10	1.5
V类	6~9	40	1.0	150	15	2.0

1.6.1.3 地下水环境

地下水评价执行《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-2017)中的III类标准,石油类执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III类水质 0.05mg/L 的要求。

表 1.6-3 地下水环境质量标准值

污染物	III类标准限值	污染物	III类标准限值
pH (无量纲)	6.5≤pH≤8.5	挥发性酚类 (mg/L)	≤0.002
NH ₃ -N (mg/L)	≤0.50	溶解性总固体 (mg/L)	≤1000
亚硝酸盐 (mg/L)	≤1.00	总硬度 (mg/L)	≤450
总大肠菌群 (CFU° /100mL)	≤3.0	菌落总数 (CFU/mL)	≤100
硫酸盐 (mg/L)	≤250	硝酸盐 (mg/L)	≤20.0

1 总论

污染物	III类标准限值	污染物	III类标准限值
氯化物 (mg/L)	≤250	锌 (mg/L)	≤1.00
氟化物 (mg/L)	≤1.0	砷 (mg/L)	≤0.01
氰化物 (mg/L)	≤0.05	汞 (mg/L)	≤0.001
六价铬 (mg/L)	≤0.05	铅 (mg/L)	≤0.01
锰 (mg/L)	≤0.10	镉 (mg/L)	≤0.005
铁 (mg/L)	≤0.3	*石油类 (mg/L)	≤0.05

1.6.1.4 声环境

管道沿线声环境执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的标准, 沿线两侧村庄执行1类。交通干线两侧声环境执行4a类标准。

表 1.6-4 沿线声环境质量标准〔单位: dB (A)〕

环境质量标准	沿线两侧村庄		沿线公路、铁路穿越处一侧	
	昼间	夜间	昼间	夜间
《声环境质量标准》 (GB 3096-2008)	55	45	70	55
	1类		4a类	

1.6.1.5 土壤环境

阀室用地执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB 36600-2018)中建设用地土壤污染风险筛选值, 具体见下表。

表 1.6-5 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值(基本项目, 单位: mg/kg)

类别	序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值	
				第一类用地	第二类用地
重金属和无机物	1	砷	7440-38-2	20 ^①	60 ^①
	2	镉	7440-43-9	20	65
	3	铬(六价)	18540-29-9	3.0	5.7
	4	铜	7440-50-8	2000	18000
	5	铅	7439-92-1	400	800
	6	汞	7439-97-6	8	38
	7	镍	7440-02-0	150	900
挥发性有机物	8	四氯化碳	56-23-5	0.9	2.8
	9	氯仿	67-66-3	0.3	0.9
	10	氯甲烷	74-87-3	12	37
	11	1,1-二氯乙烷	75-34-3	3	9
	12	1,2-二氯乙烷	107-06-2	0.52	5
	13	1,1-二氯乙烯	75-35-4	12	66

1 总论

类别	序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值	
				第一类用地	第二类用地
	14	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	66	596
	15	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	10	54
	16	二氯甲烷	75-09-2	94	616
	17	1,2-二氯丙烷	78-87-5	1	5
	18	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	2.6	10
	19	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	1.6	6.8
	20	四氯乙烯	127-18-4	11	53
	21	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	701	840
	22	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	0.6	2.8
	23	三氯乙烯	79-01-6	0.7	2.8
	24	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.05	0.5
	25	氯乙烯	75-01-4	0.12	0.43
	26	苯	71-43-2	1	4
	27	氯苯	108-90-7	68	270
	28	1,2-二氯苯	95-50-1	560	560
	29	1,4-二氯苯	106-46-7	5.6	20
	30	乙苯	100-41-4	7.2	28
	31	苯乙烯	100-42-5	1290	1290
	32	甲苯	108-88-3	1200	1200
	33	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3, 106-42-3	163	570
	34	邻二甲苯	95-47-6	222	640
半挥发性有机物	35	硝基苯	98-95-3	34	76
	36	苯胺	62-53-3	92	260
	37	2-氯酚	95-57-8	250	2256
	38	苯并(a)蒽	56-55-3	5.5	15
	39	苯并(a)芘	50-32-8	0.55	1.5
	40	苯并(b)荧蒽	205-99-2	5.5	15
	41	苯并(k)荧蒽	207-08-9	55	151
	42	蒽	218-01-9	490	1293
	43	二苯并(a,h)蒽	53-70-3	0.55	1.5
	44	茚并(1,2,3-cd)芘	193-39-5	5.5	15
	45	萘	91-20-3	25	70
石油烃类	46	石油烃(C10-C40)	-	826	4500

管道附近土地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB 15618-2018)中农用地土壤污染风险筛选值。

表 1.6-6 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目，单位：mg/kg）

序号	污染物项目 ^{①②}		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5≤pH≤6.5	6.5≤pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

1.6.2 污染物排放标准

1.6.2.1 噪声

建筑施工过程中场界环境噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）中表 1 规定的排放限值，即昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）。

1.6.2.2 固体废物

1) 按照一般工业固体废弃物及危险废物进行分类，分别执行《一般工业固体废物贮存、处置场所污染控制标准》（GB 18599-2001）。

2) 《关于发布〈一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准〉（GB 18599-2001）等 3 项国家污染物控制标准修改单的公告》（环境保护部公告 公告 2013 年第 36 号）。

1.7 评价重点

本次评价以工程分析、施工期生态环境影响、营运期环境风险评价作为工作重点。

1.8 污染控制与环境敏感目标

1.8.1 污染控制目标

- 1) 控制施工期沿线各种污染物排放量，使周围的环境质量不低于现有的环境功能。
- 2) 控制和减轻管沟开挖及施工临时便道建设对地表植被和土壤的破坏而造成的水土流失，注意控制对局部生态环境敏感区的影响。
- 3) 控制沿线河流穿越施工对地表水体的影响，特别注意控制大开挖穿越、水体功能高的河流等。
- 4) 控制和减轻管沟开挖建设对管道沿线生态系统的影响，尽量减少对林木的砍伐、对基本农田的占用，并落实和制定植被及农田恢复的措施工作。
- 5) 控制和减轻施工活动对管道沿线周围居民的影响。

1.8.2 环境敏感目标

1.8.2.1 生态环境敏感目标

本项目涉及的生态敏感目标主要为管道沿线的基本农田。

本评价调查了管道附近 5km 的生态敏感目标，统计如下。

表 1.8-1 管道附近 5km 的生态敏感目标一览表

序号	类别	敏感目标名称	所属行政区	级别	主管部门	主要保护对象	与管道的关系
1	森林公园	范县黄河省级森林公园	濮阳市范县	省级	自然资源局	林地植被	管线距离公园边界最近处约 0.94km
2	生态保护红线	黄河湿地生物多样性维护生态保护红线区	河南省	省级	省政府	生物多样性维护、生态保护	距离管道约 1.2km，未穿越生态红线区
3		黄河干流水源保护生态保护红线区	河南省	省级	省政府	水源	距离管道约 1.1m，未穿越生态红线区
4	种质资源保护区	黄河鲁豫交界段国家级水产种质资源保护区	河南省	国家级	黄河流域渔业资源管理委员会	鱼类	距离管道约 3.5km，未穿越种质资源保护区

1.8.2.2 大气环境敏感目标

本项目不设大气环境影响评价范围，无大气敏感目标。

1.8.2.3 地表水环境敏感目标

管道穿越的地表水主要保护目标见下表。

表 1.8-2 穿越的主要地表水体敏感目标表

序号	地级市	名称	穿越地点	河流宽度 (m)	穿跨越长 度 (m)	穿跨越 方式	环境功能	水质 目标	是否是水 源保护区
1	范县	濮西干渠	辛庄乡	20.5	700	定向钻	农业用水	IV类	否

1.8.2.4 地下水环境敏感目标

根据导则，地下水环境保护目标为潜水含水层和可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层、集中式饮用水源地、分散式饮用水源地和涉及地下水的环境敏感区。

根据现场调查，本项目管道所在地居民用水主要取自各自乡镇镇水厂的水，部分村庄建有村供水井作为饮用水源，本项目主要的地下水敏感目标为评价范围内处于地下水下游方向的居民水井及区域浅层地下水资源。本项目地下水环境保护目标见下表所示。

表 1.8-3 本项目地下水敏感目标

序号	名称	位置关系	总人口 (人)	开采水量 (m ³ /d)	基本情况
1	武盛庄村	管线东南 80m, 地下水下游	3000	250	村供水井, 井深约 300m, 地下水埋深约 7~10m, 供水井距管线 640m
2	李桥村	管线南 129m, 地下水下游	2000	150	村内建有水厂, 井深约 200m, 地下水埋深约 10m, 供水井距管线 470m

1.8.2.5 声环境敏感目标

管道周围声环境敏感目标具体见下表 1.8-4。

1.8.2.6 环境风险敏感目标

管道周围环境风险敏感目标具体见下表 1.8-4。

表 1.8-4 管道周边环境敏感目标统计一览表

所在管段	序号	村庄	位置关系		评价范围内保护目标 (户数、人口)		环境要素
			相对位置	距离 (m)	户数	人口	
杨集 阀室 到储 气库	1	濮阳县户部寨武盛庄村			23	85	声、环境风险
	2	濮阳县户部寨李桥村			43	135	声、环境风险
	3	濮阳县户部寨岳庄			29	118	声、环境风险
	4	濮阳县户部寨前胡村			25	78	声、环境风险

1 总论

所在管段	序号	村庄	位置关系		评价范围内保护目标（户数、人口）		环境要素
			相对位置	距离（m）	户数	人口	
	5	濮阳县户部寨西王庄村			22	64	声、环境风险
	6	濮阳县户部寨双屯村			26	93	声、环境风险
	7	濮阳县户部寨黑马庄村			40	122	声、环境风险
	8	濮阳县户部寨前高庄村			15（散户）	46	声、环境风险

2 工程概况

2.1 项目概况

2.1.1 项目名称、建设性质、建设规模和建设地点

项目名称：山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程

建设性质：新建

建设单位：中石化中原天然气有限责任公司

建设内容：工程起自河南省濮阳市范县杨集乡东桑村东（范县杨集乡东桑庄豫鲁省界），止于文 23 储气库（文 23 储气库站外 2m），线路全长 26.2km，管径为 $\Phi 1219$ ，设计压力 10MPa。线路沿线涉河南 1 省 1 市。沿线设监控阀室 1 座。水域大中型穿越 2 处。本项目设计输量为 $100 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。

工程沿线经过河南省濮阳市范县和濮阳县，沿线行政区划统计见下表。

表 2.1-1 管道工程建设地点一览表

序号	线路名称	省	市	县（市、区）	长度（km）
1	山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程	河南省	濮阳市	濮阳县	11.4
2				范县	14.8
合计					26.2

2.1.2 项目组成及建设内容

本项目的组成及建设内容见下表。

表 2.1-2 本项目组成及建设内容

分类	项目	主要项目内容		单位	数量	备注
主体工程	输气工程	线路总长度		km	26.2	濮阳县境内 11.4km，范县境内 14.8km
		管径		mm	/	设计管径 $\Phi 1219$
		压力		MPa	10	
	穿越工程	黄河穿越		m/次	1500/1	爬大堤+定向钻
		濮西干渠		m/次	700/1	定向钻
		高速及等级公路穿越	高速及等级公路穿越		m/次	100/1
			m/次	25/1	S307 顶管穿越	
辅助工程	道路工程	施工	新建	km	2.4	
		便道	整修	km	0	
	附属工程	线路截断阀室		座	1	RTU 截断阀室
		三桩及警示牌		个	419	标志桩 262 个，警示牌 52 个，警示桩 105 个

2 工程概况

分类	项目	主要项目内容	单位	数量	备注
	水工保护	警示带	km	26.2	
		土方量	10^4m^3	68.0	
		管沟土方量	10^4m^3	60.3	
		作业带土方量	10^4m^3	7.3	
		回填细土方量	10^4m^3	0.00	
		回填原土方量	10^4m^3	68.0	
其他	用地面积	永久占地	10^4m^2	0.34	阀室、三桩、伴行路等
		临时占地	10^4m^2	75.24	施工场地、渣场等

2.1.3 与山东管网南干线的关系

2.1.3.1 山东管网南干线的简介

山东管网南干线工程起自青宁线日照输气站，管道长度约 510km，起点为青宁管道日照站，与青宁线联通，接收青岛 LNG 气源，末站为菏泽市鄄城县黄河穿越（豫鲁省界处），沿线设 6 座站场及 22 座阀室。

山东管网南干线一期设计输量为 $156 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，2025 年达产，主供山东省沿线各地市、济青二线、河南省市场及中原储气库群等。远期设计输量将达到 $332 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。



图 2.1-1 山东管网南干线管道路由整体走向示意图

2.1.3.2 本项目与山东管网南干线的关系

本项目管道和山东管网南干线属于两个项目，分别单独立项。

本联络线管道与山东管网南干线相连接与南干线的分割界面为豫鲁省界（范县杨集乡东桑庄）。分界点不设阀室，以地理边界为分割点。



图 2.1-2 本项目管道与山东管网和储气库的工作断面

2.1.4 与文 23 储气库的关系

2.1.4.1 文 23 概况

依据文 23 储气库整体规划设计，储气库设计注气能力 $2500 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 、采气能力 $4800 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，最大库容量 $104.21 \times 10^8 \text{m}^3$ ，工作气量 $44.68 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，项目分二期建设。

一期工程设计库容 $84.31 \times 10^8 \text{m}^3$ ，设计运行压力 $20.92 \sim 38.6 \text{MPa}$ ，运行工作气量 $32.67 \times 10^8 \text{m}^3$ ，补充垫气量 $40.90 \times 10^8 \text{m}^3$ 。设计注气能力 $1800 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 、采输气能力 $3600 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。

二期可研已上报中石化，目前未进行环评。二期库容增加 $14.73 \times 10^8 \text{Nm}^3$ 、运行压力 $20.92 \sim 38.6 \text{MPa}$ 、工作气量增加 $5.71 \times 10^8 \text{Nm}^3$ 、补充垫气量增加 $8.67 \times 10^8 \text{Nm}^3$ 。建成后注气能力增加 $300 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 、采气处理能力不变。

2.1.4.2 文 23 储气库环评及验收情况

2015 年 5 月 6 日原河南省环境保护厅以豫环审〔2015〕160 号，对文 23 地下储气库工程（一期工程）进行了批复。

文 23 地下储气库工程（一期工程）已经于 2017 年 6 月开工建设，目前，该项目未完成竣工环保验收。

2.2 输气工艺

2.2.1 其他设计参数

1) 标准状态

气体标准状态为压力 $1.01325 \times 10^5 \text{Pa}$ ，温度 20°C 。

2) 计算工作天数

根据《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015) 规定，年工作天数 350 天。

2.2.2 气源组分及物性

本项目近期资源为青宁线气源（青岛 LNG 气源）。

表 2.2-1 山东青岛 LNG 天然气组分表

组分	氮气	C1	C2	C3	C4	C5+	合计
组成 (mol%)	0.24	97.46	1.68	0.44	0.17	0.01	100

2.3 线路工程

2.3.1 管道路由

山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程管线途经区域为平原地区，地势较为平缓，交通依托条件较好。本项目管道路由走向示意图见下图。

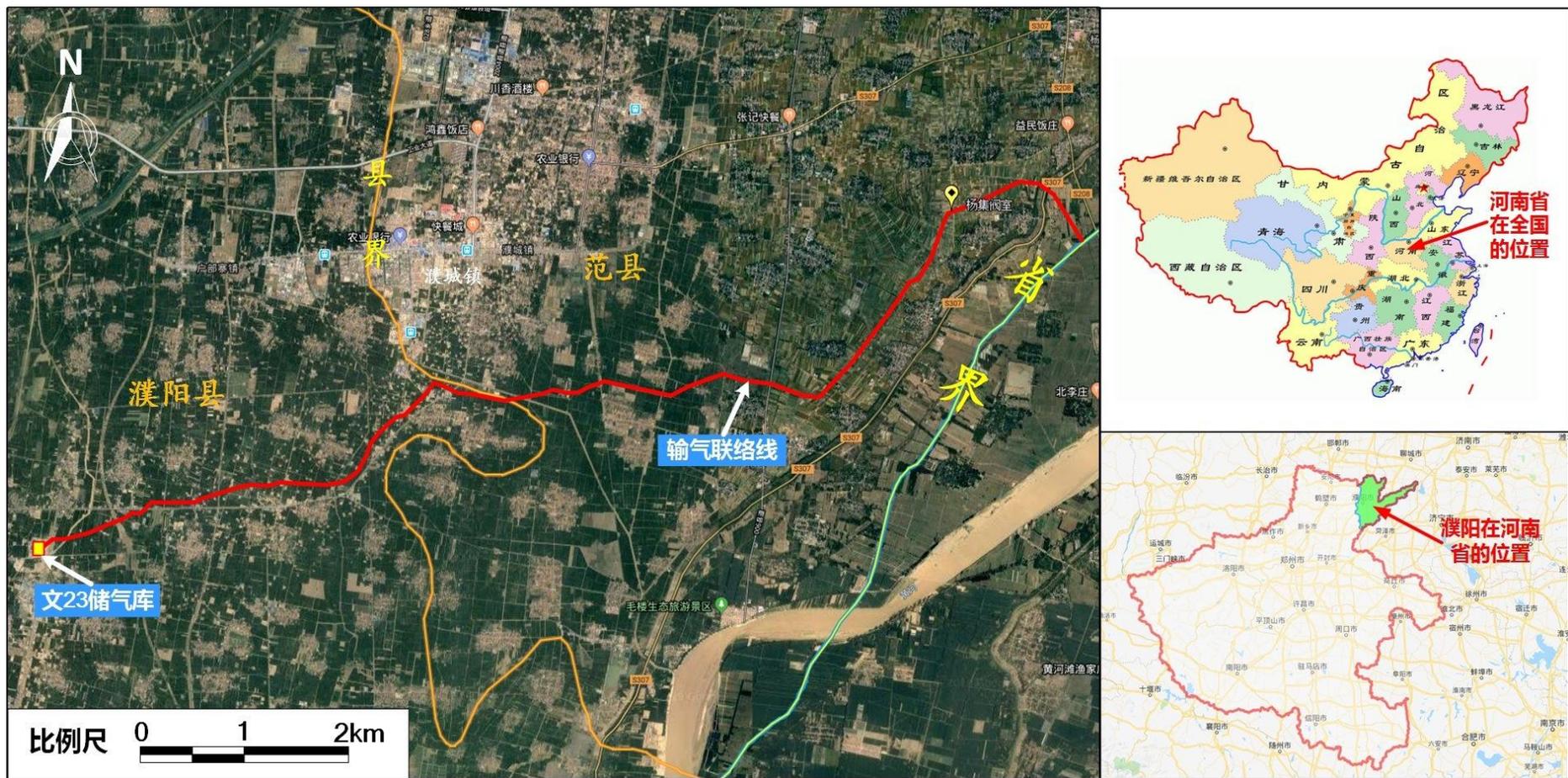


图 2.3-1 本项目地理位置示意图

范县境内线路长度约 14.8km，其中三级地区 5.4km，二级地区 9.4km。

濮阳县境内线路长度约 11.4km，全部为二级地区。

2.3.2 管道敷设

2.3.2.1 管沟深度

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

- 1) 管顶覆土深度不小于 1.2m，且大于最大冻土深度；
- 2) 管道河流、水域大中型穿越，执行《油气输送管道穿越工程设计规范》，对无最大冲刷深度资料的小型穿越（包括河流）的穿越段，管顶埋深应根据河底坡降和汇水条件、地质条件进行分析确定，为确保安全，应适当加大管道埋深；
- 3) 对于可能采用机械作业的农田、耕地等地区，考虑埋深不小于 1.5m；
- 4) 对于人为活动较多，易发生第三方破坏的地区，考虑埋深不小于 1.5m；
- 5) 管道在河流滩地范围内敷设时，埋设深度要根据河流穿越位置的冲刷深度及河流防洪等级等综合确定管道埋深；
- 6) 对于特殊地质地段，应根据相应的地质条件，应适当加大管道埋深或采用非开挖穿越方式；
- 7) 管道穿越已知的活动性断裂带时，必须采取合适的管沟尺寸和其它相应的技术措施保护管道安全。

2.3.2.2 管沟开挖

1) 管沟开挖前，应进行移桩，转角桩按转角的角平分线方向移动，其余轴线桩应平移至堆土一侧施工作业带边界线内，对于移桩困难的地段，可采用增加引导桩、参照物标记等方法确定原位置；

2) 开挖管沟前，需对施工作业带两侧各 50m 范围内的地下管道、电缆或其他地下构筑物详细排查。在地下设施两侧 3m 范围内，应采用人工开挖，并对挖出的地下设施给予必要的保护。对于重要地下设施，开挖前应征得其管理部门同意，必要时应在其监督下开挖；

3) 开挖管沟时，应注意保护地下文物，一旦发现文物，首先应保护现场，然后向

当地主管部门报告；

4) 在耕作区开挖管沟时，应将表层耕作土与下层土分别堆放。下层土放置在靠近管沟一侧。

5) 施工机械在纵坡上挖沟，必须根据坡度的大小、土壤的类别、性质及状态核算施工机械的稳定性，并采取相应的措施，确保安全操作；

6) 开挖管沟后，应及时检查验收，不符合设计要求时应及时修整。应做好管沟检查记录，验收合格后应及时办理工序交接手续。

2.3.2.3 管沟回填

1) 管道下沟后应及时进行管沟回填，管沟回填前，应清除管沟内积水并立即回填，如沟内积水无法完全排除，应制定保证管道埋深的稳管措施。

2) 农耕区及其他植被区的的管沟应将表层耕（腐）质土和下层土分别堆放，管沟回填时应将耕（腐）质土回填到表层。

3) 管沟回填土在不影响土地复耕或水土保持的情况下宜高出地面 0.3m，管沟挖出土应全部回填于沟上。在管道出土端和弯头两侧，回填土应分层夯实。

4) 当管沟纵向坡度较大时，应采取防止回填土下滑措施，并预防暴雨毁沟。

5) 特殊地质地段管沟回填时，应考虑采取防止管道或管沟沉降的措施。

2.3.2.4 管道转角

1) 当管道水平转角 $\leq 3^\circ$ 或竖向转角 $\leq 2^\circ$ 时，设计中应优先采用弹性敷设，弹性敷设曲率半径大于 1000D；弹性敷设无法满足时优先采用冷弯弯管，曲率半径取 50D；冷弯管无法满足时采用热煨弯管，热煨弯管曲率半径为 $R=6D$ ，尽量避免 80° 以上热煨弯管的使用。

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和人工弯管之间，应采用直管段连接，直管段长度不应小于管外直径且不应小于 500mm。弹性敷设管道的曲率半径不小于 1000D，垂直面上的弹性敷设管道的曲率半径尚应大于管子在自重作用下产生的挠度曲线的曲率半径。弹性敷设不得使用在管道平面和竖向同时发生变向处。

3) 平面转角在地形条件许可且经济的情况下，在施工中可以考虑采用多个冷弯管连接改变线路走向。

2.3.2.5 作业带宽度

沿线地形地貌为平原，借鉴国内西气东输一线、二线、三线、川气东送同类工程的施工经验，管道在平原地带施工，施工作业带宽度 28m。

2.3.3 穿、跨越工程

2.3.3.1 河流穿越

本工程水域大中型穿跨越共计 2 次，长约 2200m。水域大中型穿跨越情况见下表。

表 2.3-1 水域大中型穿跨越汇总表

序号	名称	地理位置	工程等级	穿越方式	穿越长度 (m)
1	黄河	范县杨集乡	大型	爬行大堤+定向钻	1500
2	濮西干渠	范县新庄乡	大型	定向钻	700

2.3.3.2 公路穿越

管道与公路交叉时，一般采用顶管和挖沟法穿越；公路顶管需根据地形地貌以及工程地质条件，两侧设置工作坑，工作坑支护方式可采用放坡法、土钉墙、钢板桩、重力式水泥土墙、悬臂式排桩或钻爆法等。穿越公路用套管采用钢承口顶进施工法用钢筋混凝土排水管，混凝土套管应伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于 2m。选用套管应满足《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》JC/T640 规定的 DRCPⅢ强度及稳定性要求。管道安装完成后需对套管内空间充砂或泥浆填充，套管顶部空隙灌注砂浆。

本工程穿越高速公路情况见下表。

表 2.3-2 高速公路穿越明细表

序号	名称	穿越位置	道路宽度 (m)	穿越方式	穿越长度 (m)	备注
1	阳新高速	濮阳县胡寨镇申庄	40	顶管	100	
2	S307	范县辛庄乡后辛村	25	/	0	在黄河大堤

2.3.4 管道附属工程

2.3.4.1 线路截断阀室

根据《输气管道工程设计规范》GB 50251 的要求，为了在管道发生事故时减少天然气的泄漏量、减轻管道事故可能造成的次生灾害，便于管道的维护抢修，应在管道沿线按要求设置线路截断阀室。截断阀一般选择在交通方便、地形开阔、地势较高的地方。

截断阀的最大间距应符合下列规定：

- 1) 在以一级地区为主的管段最大间距不宜大于 32km;
- 2) 在以二级地区为主的管段最大间距不宜大于 24km;
- 3) 在以三级地区为主的管段最大间距不宜大于 16km;
- 4) 在以四级地区为主的管段最大间距不宜大于 8km。

线路截断阀室间距如因地物、土地征用、工程地质或水文地质造成选址首先的可调整，一、二、三、四级地区调整分别不应超过 4km、3km、2km、1km。

本工程沿线共设 RTU 截断阀室 1 座。具体阀室明细见下表。

表 2.3-3 阀室明细表

序号	站阀名称	位置	里程 (km)	站阀间距 (km)	备注
1	起点	范县杨集乡桑庄	0	0	豫鲁省界
2	杨集阀室	范县杨集	3.5	3.5	
3	终点	濮阳县文留镇	26.2	19.8	

2.3.4.2 标志桩

根据《油气管道线路标识设置技术规范》的规定；管道沿线应设置以下标志桩：

里程桩：管线每公里设一个，一般与阴极保护桩合用。

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

穿跨越桩：管道穿（跨）越大中型河流、铁路、III级以上公路、重要灌渠的两侧，均设置穿越标志桩，穿越标志桩上应标明管道名称、穿越类型、铁路公路或河流的名称，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。

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

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

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

加密桩：每 100m 设置一个。

2.3.4.3 警示牌

为保护管道不受第三方破坏，提高管道沿线群众保护管道的意识，输气管道沿途设

置一定数量的警示牌。

警示牌设置位置：①管道经过人口密集区，在进出两端各设警示牌一块，中间每 300m 设置一块警示牌；②管道跨越河流冲涧处，两端各设置一块警示牌，并在通航河流跨越段中间悬挂明显警示标志；③管道穿越大中型河流处，在两岸大堤内外各设置一个警示牌，每条河流设置四块警示牌；④易发生或已多次发生危及管道安全行为的区域。

警示牌应设置在明显醒目的地方，安装应考虑到位置及朝向，辐射面宽，视线清晰，能够起到警示作用。可依托水工保护护坡、挡土墙等光滑面刻写标语。

2.3.4.4 警示带

为尽可能避免管道受第三方破坏，管道全线设置警示带。

警示带埋覆于地表与管线中间，起到标志警示作用，以免管道竣工后其他工程或者农垦开挖施工时管线时受无谓损伤，而造成重大事故。警示带广泛地应用于各种管道工程、电力电缆工程、通讯光缆工程等埋地隐蔽性工程的警示防护。

管道沿线设置警示带，敷设位置在管道管顶正上方 500mm 处。

2.3.4.5 施工便道

施工便道设置的一般性原则：管道中线 2~3km 范围内没有可供施工机械通行的道路，设置施工便道。

2.3.4.6 防腐

防腐层使管道与腐蚀环境隔绝开，作为管道保护的第一道屏障，是管道防止外部腐蚀的主要手段。但由于搬运或施工过程中对防腐层造成的损伤破坏，以及随着时间延长防腐层逐渐老化，将导致防腐层性能不断下降，引起管道腐蚀的加剧。因此必须采取阴极保护作为管道防腐层的补充手段，弥补防腐层缺陷对管道带来的腐蚀，延长管道的使用寿命。根据国内外多年的实践证明，对于埋地金属管道，采用防腐层和阴极保护联合保护的防腐措施不仅是行之有效的，而且是最为经济合理的。

本项目管道采用外防腐层和阴极保护联合保护的方案对管道进行保护。

管道内覆盖层不仅可以有效防止管道内腐蚀，还是提高管道输量的有效手段。目前许多国家都已普遍使用。通常情况下，喷涂内涂层后管道输送摩阻可降低 7~14%，管道输气量可增加 15~20%。因此在适当的管径和压力下，采用减阻内涂层可降低输气动力

损耗，降低输送功率，扩大增压站间距，减少增压站数量或降低压缩机功率。国内西气东输管道工程、川气东送管道工程、潜江-韶关输气管道工程均采取了减阻内涂层。对本工程管道采用内涂层降阻。

本管道工程途经地段为平原，多次穿越道路河流，相当数量地段土质比较松软，管道现场施工、运输条件较好；由于管径较大，在搬运及管道组装过程中外防腐层受力很大，同时沿线土壤腐蚀环境复杂，这些因素都对管道外防腐涂层的机械强度提出了很高的要求。因此，在进行防腐层选择时，除考虑防腐层的绝缘性能以及易于施工、补口、价格等因素外，还应着重考虑外防腐层的机械性能，选择抗冲击性能、耐磨性能好的外防腐材料。不同的土壤、地质环境，可以选择不同的防腐类型，但对本工程管道，由于管道规模非常大，必须综合考虑外防腐层的选择，如不同防腐层的补口形式、不同防腐层与阴极保护的匹配能力、阴保站的数量、防腐层的施工预制能力、长距离搬运、整体防腐形式的统一性等等。

根据管道敷设条件较差等自然条件和工程地质状况，以及防腐层的综合性能与涂敷作业的简便性、经济性、整体的统一性等因素，特别是考虑到国内施工队伍的能力现状，经综合比较，确定本工程管道外防腐层全线统一采用三层 PE 防腐层。

2.3.4.7 自动化控制

1) 自动控制方案

本工程自动控制系统依托山东管网南干线 SCADA 系统，阀室设置 1 套远程终端单元 (RTU)。

2) 远程终端单元 (RTU)

根据输气管道工艺生产运行及管理的需要，本项目阀室为监控阀室，采用 RTU 系统进行数据采集和监控，通过光缆实时上传阀室运行参数，同时接受调控中心命令，可实现对线路截断阀的远程控制。

RTU 不设置单独的操作员工作站。RTU 留有与便携式计算机进行数据通信的接口。操作人员可通过便携式计算机进行就地组态、监视或监控。

3) 可燃气体检测与报警系统

可燃气体检测与报警系统的作用是为了保障人身和生产安全。该系统检测泄漏的可燃气体浓度并及时报警，以预防火灾、爆炸和人身事故的发生。在阀室设置可燃气体探测器，可燃气体探测器信号传至 RTU，再经 RTU 传送至调控中心。

4) 天然气管道泄漏检测系统 (LDS)

我国管道工业的起步较晚,天然气管线的泄漏检测技术也相对比较落后,相对而言,输油管线的泄漏检测要成熟一些。濮阳联络线沿线从安全、运营等各方面来说,设置管道泄漏检测系统(LDS)是非常必要的。本工程选用光纤泄漏检测法,在阀室设置单/双通道光纤泄漏监测设备,用于光信号的发送、接收和温度监测。光纤利用通信光缆的备用芯。

2.3.4.8 消防

本工程设计范围为阀室的消防设计。

根据《石油天然气工程设计防火规范》、《建筑灭火器配置设计规范》的相关规定,阀室属五级站场,不需设置消防冷却水系统,只需采用移动式灭火器材,采用推车式、手提式灭火器,一旦发生火灾,可随时启用扑救。

根据《建筑灭火器配置设计规范》的要求,灭火器配置场所火灾危险等级为严重危险级和中危险级、轻危险级,各建筑物按相应级别配置推车式、手提式二氧化碳灭火器及磷酸铵盐干粉灭火器。

2.4 公用工程

2.4.1 给水和排水

本项目无站场设计内容,无用水量。

2.4.2 维修、抢修与应急

濮阳联络线的抢维修工作依托中原油建。

中原油建隶属于中石化石油工程建设公司,总部位于河南濮阳,公司建有专业维抢修应急中心和维抢修演练基地,具备完善的维抢修安全环保质量管理体系,适用于国内现有大多数长输管道的维抢修及带压封堵换管施工,其具体设备机具配置见下表。

表 2.4-1 中原油建维抢修设备配置表

类别	序号	设备名称	单位	数量	备注
起重、运输设备	1	汽车式起重机	台	4	NK-160E 16T
	2	汽车式起重机	台	3	NK-200E 35T
	3	双排座汽车	台	4	1.25T
	4	载重汽车	台	3	15T
	5	管子拖车	台	2	

2 工程概况

类别	序号	设备名称	单位	数量	备注
	6	平板拖车	台	3	
	7	接送班客车	台	4	中客车
	8	生产指挥车	台	7	越野车
动力设备	1	自行式移动电站	台	11	DFH1002-64
	2	柴油空压机	台	2	P185WIR 5.2/m ³
	3	空气压缩机	台	4	27m ³ /min
	4	电动试压泵	台	2	3DY-750/31.5
	5	柴油发电机	台	1	200KW
	6	柴油发电机	台	2	50KW
	7	空压机	台	30	6m ³ /min
焊接设备	1	逆变焊机	台	6	ZX7-400 (5X) IGBT
	2	手工/半自动弧焊机	台	20	林肯 DC-400
	3	内燃手工/半自动弧焊机	台	8	林肯 305G
工程、施工设备	1	履带式推土机	台	8	T140-1
	2	液压单斗挖掘机	台	10	1.2m ³
	3	液压破碎锤	台	8	V1200
	4	吊管机	台	7	18T
	5	吊管机	台	2	40T
	6	吊管机	台	6	70T
	7	振动压路机	台	1	15T
	8	管子外对口器	台	6	40"
	9	管子内对口器	台	2	40"
	10	喷砂除锈机	台	3	
	11	机械切割机	台	4	
	12	液压冷弯管机	台	1	40"
	13	注水试压泵橇	台	1	ZY-300
	14	注水泵	台	1	Q=150m ³ /h H=184m
	15	泥浆车	台	4	PN=30mpa H=1000m
	16	环形加热器	台	6	40"0-250℃
检测及其它设备	1	GPS 定位仪	台	4	eTrex-summit
	2	全站仪	台	2	ET-02/05
	3	风速计	台	5	
	4	测温仪	台	5	ST2L 0-250℃
	5	电火花检漏仪	台	5	SL-68B
	6	音频检漏仪	台	1	HT-IV
	7	工程维修车	台	1	
	8	压力自动记录仪	台	2	XGJA-1401mA 0MPa-20 MPa
	9	温度自动记录仪	台	3	XGJA-4200 Cu50 -50~50℃

2 工程概况

类别	序号	设备名称	单位	数量	备注
	10	空气浓度检测仪	台	3	

2.5 工程占地

1) 永久占地

本项目永久用地主要为阀室用地，其中范县 0.24 公顷；三桩用地共计 0.0768 公顷。

2) 临时占地

项目临时用地主要包含施工作业带、堆管场等占地，共计 63.4 公顷。

表 2.5-1 管道建设占地明细表

序号	管径 (mm)	管道长度 (km)	作业带临时 占地宽度 (m)	作业带临时占地 面积 (公顷)	堆管场 (公顷)	施工便道 (公顷)	临时占地总 面积 (公顷)
1	1219	26.2	28	61.6	0.4	1.44	63.4
合计				61.6	0.4	1.44	63.4

2.6 机构及定员

本工程组织机构依托山东管网南干线工程，河南段雇佣当地村民 4 人负责巡线工，巡线人员日常吃住均依托当地，不在本项目上工作。

2.7 主要技术经济指标

本部分的投资估算范围为输气管道工程的工程费用、其他费用、预备费、建设期利息及铺底流动资金。含增值税项目总投资为 41175 万元，其中建设投资为 40064 万元。

3 工程分析

3.1 施工期环境影响因素及污染源分析

3.1.1 施工工艺特征分析

3.1.1.1 管道施工过程描述

管道工程整个施工过程由装备先进的专业化施工队伍完成，施工过程如下：首先要测量定线，清理施工现场、平整工作带，修筑施工便道（以便施工人员、施工车辆、管材等进入施工场地），管材防腐绝缘后运到现场，开始布管、组装焊接，无损探伤，补口及防腐检漏，在完成管沟开挖、铁路、公路穿越、河流穿越等基础工作以后下沟，分段试压，站间连接，通球扫线，阴极保护，竣工验收。

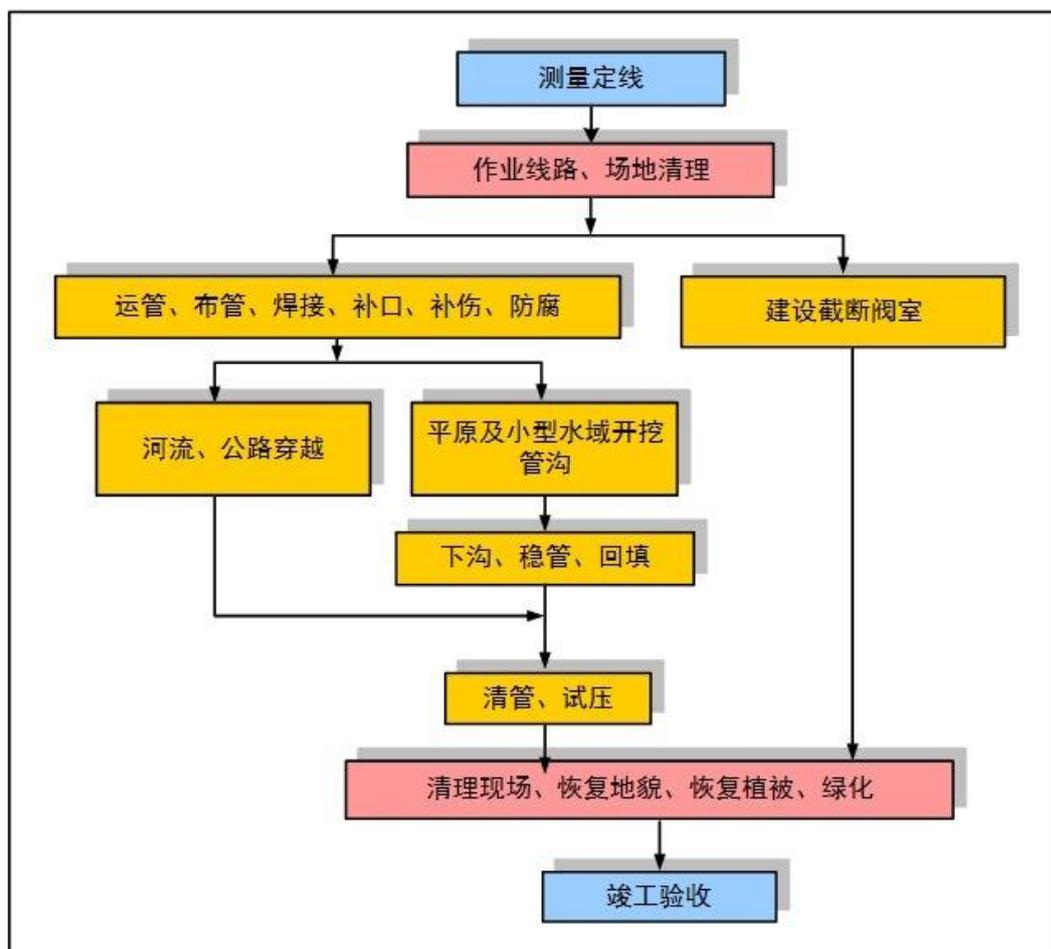


图 3.1-1 线路工程主要施工过程

上述工程建设完成后，对管沟覆土回填，清理作业现场，恢复地貌、恢复地表植被，竣工验收。

3.1.1.2 大开挖穿越施工

1) 大开挖穿越施工

管线穿越农田、草地、林地等地段或一般地方道路时采取大开挖方式施工，管道安装完毕后，立即按原貌恢复地面和路面。

本项目施工作业带占地宽度为 28m，此范围内影响施工机械通行及施工作业的石块、杂草、树木、农作物等将予以清理干净。根据管道稳定性要求，结合沿线土被、地形地质条件、地下水位状况确定，管道设计埋深（管顶覆土）约 1.2m。管沟断面采用梯形，管沟沟底宽度一般为管道结构外径加上 0.7m，边坡坡度为 1: 0.67。

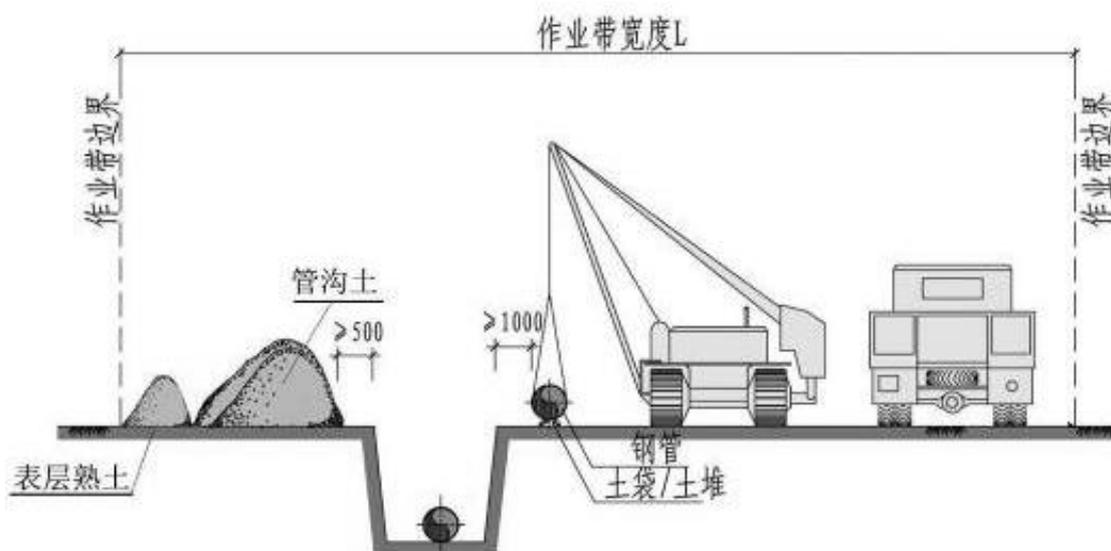


图 3.1-2 一般地段管道施工方式断面示意图

在农田、林地等地段开挖时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量（高出地面 0.3m），多余土方就近平整。管线转弯处和出土端设置固定墩，以保持管道的轴向稳定性。在管线沿途设置线路三桩（里程桩、转角桩和标志桩）。

2) 河流大开挖穿越施工

在河水较浅、水流量较小的小型河流以及一般性农渠或排涝沟采用大开挖施工方式，大开挖施工作业一般选在枯水期进行。小型河流、沟渠、水塘或鱼塘采用围堰导流开挖管沟或经降水后直接开挖管沟埋设的方式穿过；管沟穿越处的岸坡采用浆砌石护坡、护岸措施；管道埋设在河流河床设计冲刷线以下稳定层内。

围堰导流开挖管沟法，即先挖导流沟，用围堰对河流进行导流或截流至导流沟，然后再用机械或人工在河道开挖管沟。两端截水坝间的距离根据施工作业需要设置，一般

不小于 45m。穿越河流要保证管道的安全埋深，保证管道从河床底部稳定层通过。围堰导流开挖管沟法施工断面示意图见下图。

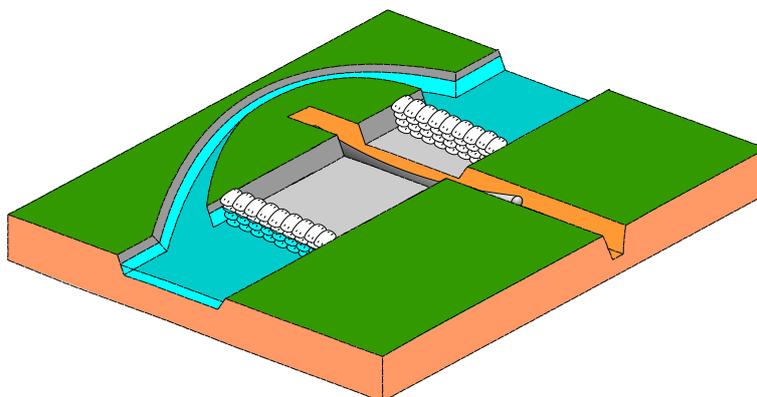


图 3.1-3 围堰导流开挖管沟法施工断面示意图

施工作业时首先在河流一侧开挖导流渠（有水时），然后开挖河床管沟，采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，其挖深根据工程等级与冲刷情况，一般按表确定。水下管沟底宽和边坡根据土壤性质、水流速度、回淤情况及施工条件确定，采用水下机械挖掘时，参数见表。回填物由下至上由细到粗，河床底砌筑干砌片石，两岸陡坡设浆砌块石护岸。

表 3.1-1 中小型水域挖沟埋设穿越管沟尺寸

土壤类别	沟底最小宽度 (m)	管沟边坡	
		沟深<2.5m	沟深≥2.5m
淤泥、粉砂、细砂	D+2.5	1: 3.5	1: 5.0
亚砂土、中砂、粗砂	D+2.0	1: 3.0	1: 3.5
砂土、含卵砾石土	D+1.8	1: 2.5	1: 3.0
亚粘土	D+1.5	1: 2.0	1: 2.5
粘土	D+1.2	1: 1.5	1: 2.0
岩石	D+1.2	1: 0.5	1: 1.0

注：D 为管道结构外径

表 3.1-2 中小型水域挖沟埋设穿越管管顶的最小埋深

类别	大型 (m)	中型 (m)	小型 (m)
有冲刷或疏浚水域，在设计洪水冲刷或规划疏浚线下	1.0	0.8	0.5
无冲刷或疏浚水域，在水床底面以下	1.5	1.3	1.0
河床为基岩，嵌入基岩深度	0.8	0.6	0.5

直接开挖管沟法，即根据河床地质、水量和水流速度情况，分别采用直接开挖管沟或降水后采取大开挖方式。

3.1.1.3 顶管穿越施工

高速公路以及主要公路采用横孔钻机或顶管法顶进混凝土套管进行穿越，套管顶部距公路、铁路路面不小于 1.2m，距路边沟底面不小于 0.5m。部分省道及县级以下沥青公路视车流量情况采用顶管方式穿越。

顶管施工技术是国内外比较成熟的一项非开挖敷设管线的施工技术，该技术分为泥水平衡法、土压平衡法和人工掘土顶进法。目前国内采用较多的是采用大推力的千斤顶直接将预制套管压入土层中，再在管内采用人工或机械掏挖土石、清除余土而成管的施工方法。主要分为测量放线、开挖工作坑、铺设导向轨道、安装液压千斤顶、吊放混凝土预制管、挖土、顶管、再挖土、再顶管、竣工验收等工序。

顶管施工工艺示意图见下图。

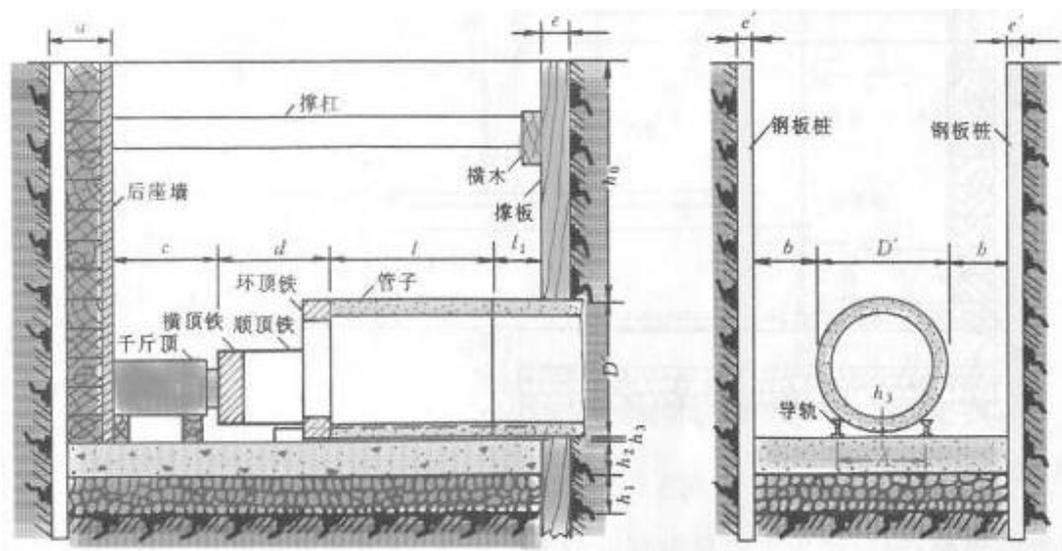


图 3.1-4 顶管施工工作坑构造和设施示意图

管道穿越公路施工方式断面示意图分别见下图。

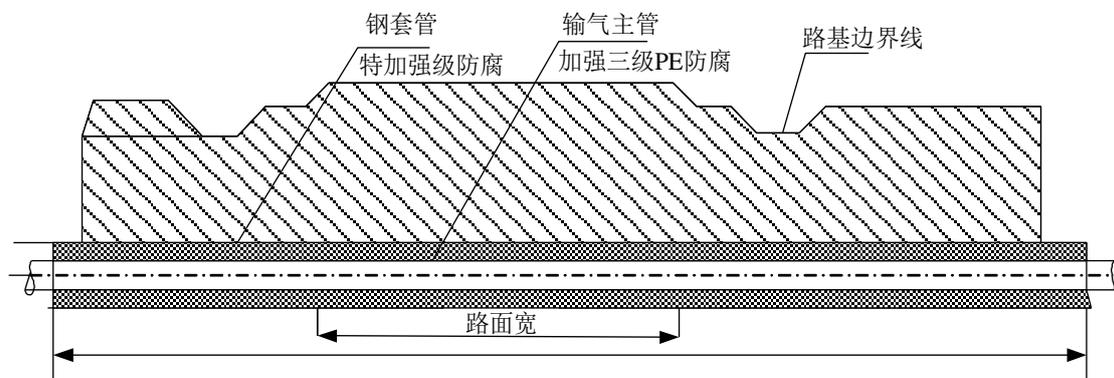


图 3.1-5 公路穿越施工方式断面示意图

3.1.1.4 定向钻穿越施工

本项目穿越河流采用定向钻穿越方式；在干线公路邻近有大、中型河流的地段，采用定向钻穿越。该技术主要特点为：

- 1) 完全可以保证管道设计埋深，大型水域管道埋深一般可在河床以下 20m（不低于 6m）；
- 2) 施工过程既不影响河道两侧的堤坝，又不影响航运和船舶抛锚，对水中生物也无影响；
- 3) 施工周期短。穿越 400m 的大型河流一般历时 15d 左右；
- 4) 施工人员少。穿越 400m 的大型河流一般仅需约 30 人；
- 5) 距穿越水域的水面一般都较远，施工作业废水和固体废物不会污染水体；
- 6) 施工占地少。出土和入土点的占地面积共计约 5 亩。

定向钻施工分别在河流两岸进行。根据施工场地条件，一侧安装钻机，钻机中心线与确定的管道入土点和出土点的延伸线相吻合，围绕钻机安装泥浆泵、泥浆罐、柴油机、微机控制室、钻杆、冲洗管、泥浆坑、扩孔器和切削刀等器材。另一侧布置焊管托滚架，在钻孔完成后，应提前完成整根管道的组装焊接、探伤、试压、防腐补口等工作，并在入土点和出土点的延伸线上布置发送托管架或发送沟，摆放好管道，同时要挖好泥浆坑。

具体定向钻施工过程为：首先用泥浆通过钻杆推动钻头旋转破土前进，按照设计的管道穿越曲线钻导向孔。当钻杆进尺达十余根时，开始下冲洗管，并使钻杆与冲洗管交替钻进。在钻进过程中，随时通过控向装置掌握钻头所处位置，通过调整弯管壳的方向，使导向孔符合设计曲线。导向孔完成和冲洗管出土后，钻杆全部抽回，在冲洗管出土端，连接上切削刀、扩孔器、旋转接头和已预制好的管道，然后开始连续回拖，即在扩孔器扩孔的同时，将钻台上的卡盘向上移动，拉动扩孔器和管道前进，管道就逐渐地被敷设在扩大的孔中，直至管端在入土点露出，完成管道的穿越。钻孔和扩孔的泥屑均随泥浆返回地面。

定向钻穿越施工需在河流两岸分别设置钻机场地（入土点）和回托管场地（出土点），钻机场地约占地 30m²，回托管场地占地约 20m²。

定向钻穿越施工过程断面示意图见下图。

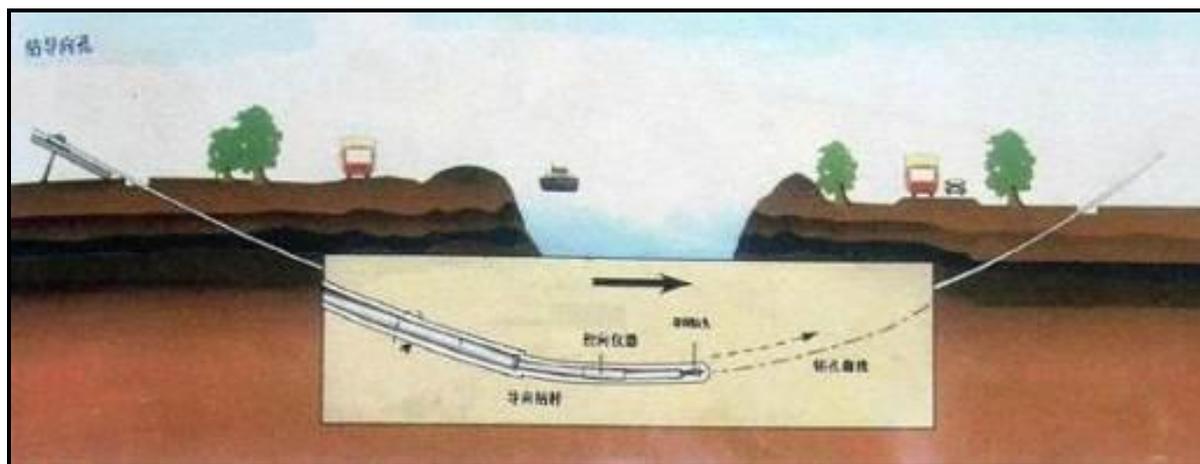


图 3.1-6 定向钻穿越施工钻导向孔过程断面示意图

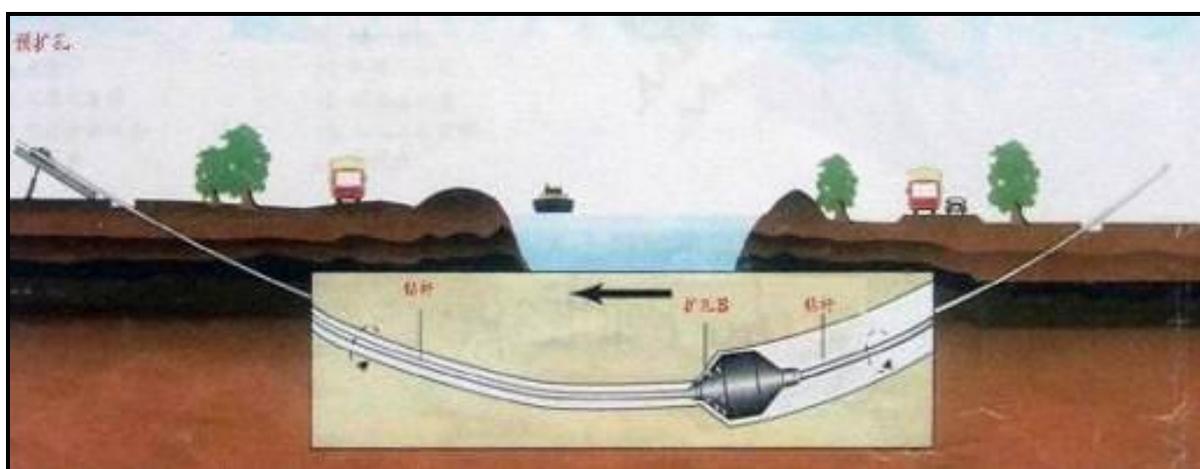


图 3.1-7 定向钻穿越施工预扩孔过程断面示意图

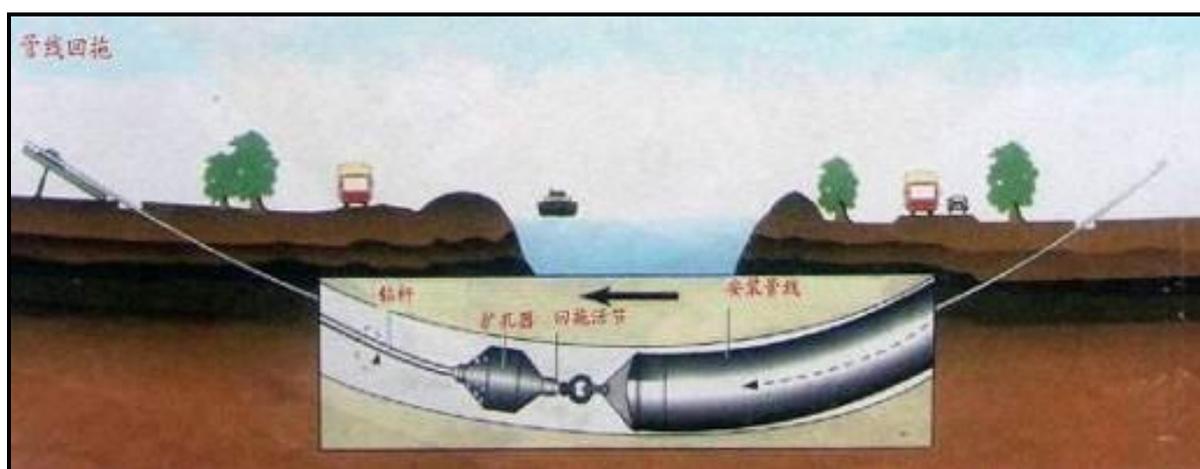


图 3.1-8 定向钻穿越施工管线回拖过程断面示意图

定向钻施工钻机场地和回托管场地平面布置分别见下图。

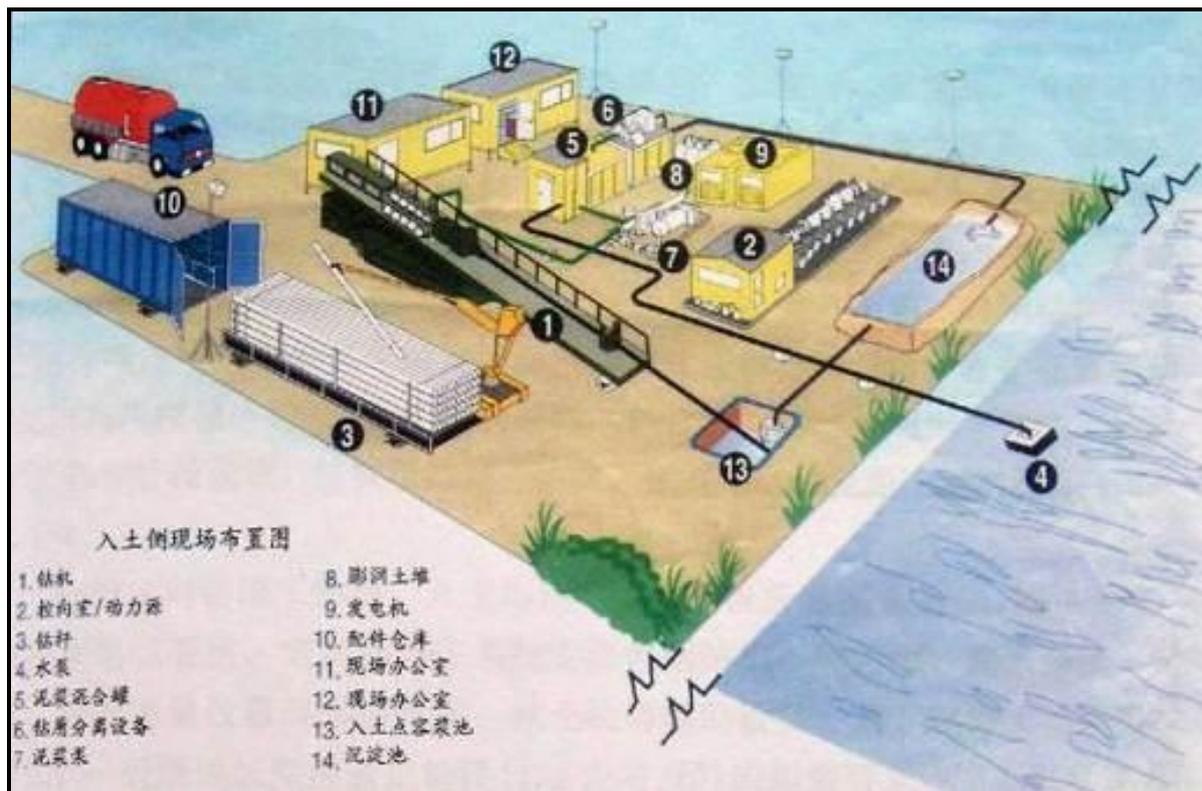


图 3.1-9 定向钻施工钻机场地平面布置图

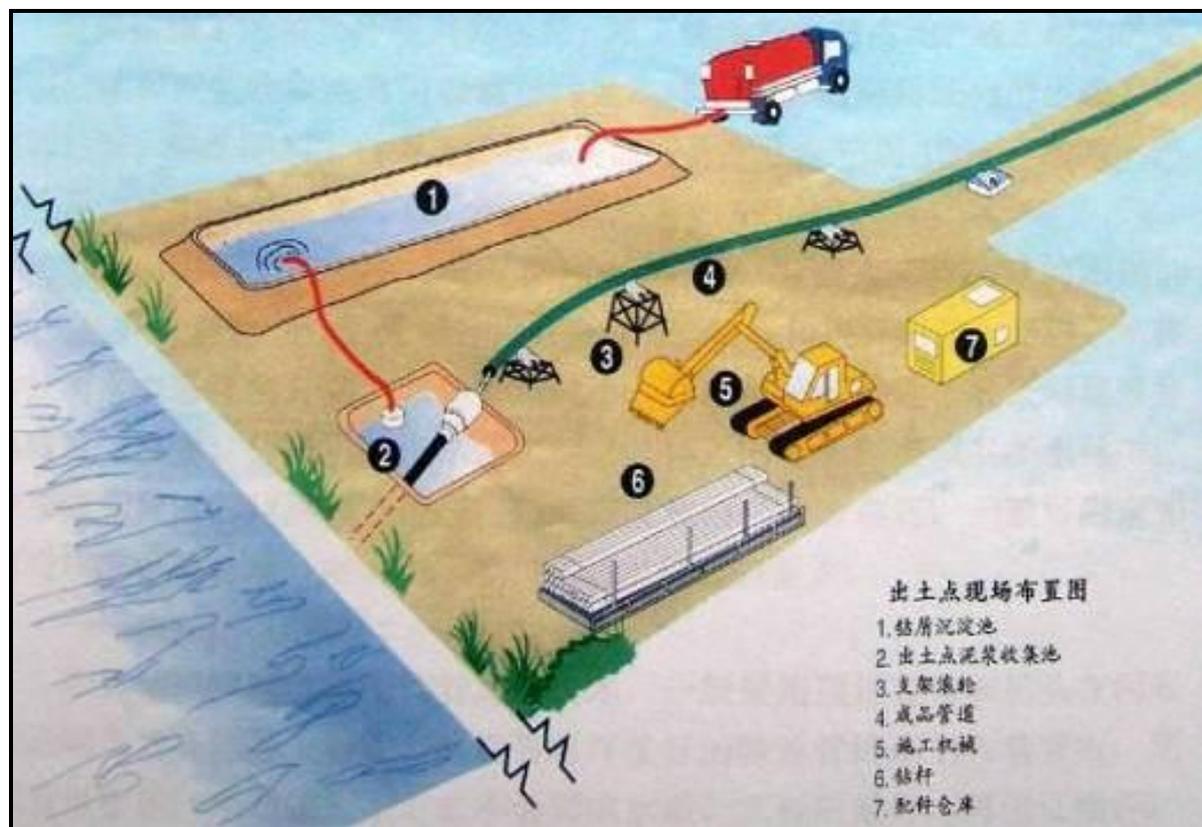


图 3.1-10 定向钻施工回托管场地平面布置图

施工中泥浆起护壁、润滑、冷却和冲洗钻头、清扫土屑、传递动力等作用，成份一般主要为膨润土和清水、少量（一般为 5%左右）的添加剂（羧甲基纤维素钠 CMC），无毒及无有害成分。泥浆在施工期间设置泥浆坑，重复利用，工程完成后剩余泥浆作为废物处置，一般采取自然干化后覆土掩埋恢复种植。

3.1.2 施工期环境影响因素分析

3.1.2.1 生态环境影响分析

工程施工期间对生态环境的影响主要表现在以下几方面：

1) 施工作业带清理、道路建设和管沟开挖

(1) 施工作业带清理、管沟开挖

管道经过的平原地区以农田为主，开挖管沟造成的土体扰动将使土壤的结构、组成及理化性质特性等发生变化，进而影响土壤的侵蚀状况、植被的恢复、农作物的生长发育等。

本项目管道主要采用沟埋方式敷设。管沟开挖整个施工作业带范围内的土壤和植被都会受到扰动或者破坏，尤其是在开挖管沟约 5m 的范围内，植被破坏严重；开挖管沟造成的土体扰动将使土壤的结构、组成及理化性质等发生变化，进而影响土壤的侵蚀状况、植被的恢复、农作物的生长发育等。

管道敷设过程将会因置换而产生一部分弃土方，这些弃方将会对生态环境产生一定的影响，此外山区段施工作业带平整也将产生弃石方，弃石方倘若堆放不当，则容易引发水土流失。

(2) 施工便道

施工便道的建设是管道施工期间对生态环境产生影响的主要活动之一。该过程常会破坏表层土的土壤结构和理化性质、毁坏大量的植被破坏动物的生存环境等，进而形成大量的生物斑痕。因此，施工过程中要尽量充分利用现有道路，对于无乡村道路至管线位置的部分地段如平原地带可以在适当位置临时修筑一定长度的施工便道来满足施工要求。

2) 穿越工程

(1) 河流穿越

穿越大中型河流时，在河床地质条件满足定向钻施工工艺条件前提下，优先采用定向钻穿越施工工艺，在地质条件不能满足定向钻施工工艺前提下，尽可能采取定向钻或

顶管穿越方式，避免对河流水质产生影响。

在穿越水量较小的河流、沟渠时，采用围堰导流开挖管沟或直接开挖管沟埋设的方式穿过。大开挖穿越河流的影响主要表现为增加河水的泥沙含量，进而增加河水的悬浮物含量，从而影响河水水质，管沟回填后，多余的土石方处置不当，有可能造成水土流失或者阻塞河道。

(2) 冲沟和沟渠穿越

本项目管道经过少量冲沟和沟渠，均采用大开挖沟埋方式穿越。管沟回填后，多余的土方量处置不当，有可能造成水土流失。因此，要重视该地区的水土保持工作。对于沟渠穿越，管道施工完毕比后，应立即恢复沟渠原貌，并根据实际情况选用过水面等水工保护形式对管道加以保护。

(3) 公路穿越

本项目采用顶管穿越公路，除产生少量弃土外，对环境的影响不大。

3) 工程占地

从工程永久性占地的土地利用类型来看，主要占用的是耕地和草地。根据可研，管道主要工程（不包括施工便道等）的施工作业带按 28m 计，临时性占地与扰动面积计算为 0.734km²，占用和扰动的土地类型主要是以耕地为主。

3.1.2.2 大气污染源和污染物

施工期间的大气污染源主要为工程车及运输车辆排放的尾气及扬尘，主要污染物有 NO_x、C_mH_n、CO 及颗粒物。

施工期开挖埋管过程为逐段进行，管道入土后即将地表恢复原状，从开挖到恢复原状一般时间很短，并且在施工过程中采取相应保护措施。因此，地面开挖时产生的扬尘很少。

管线在走向选择上尽量依托当地现有交通，避免修筑施工便道产生扬尘，偏僻地段修建施工便道，工程施工期短，车辆引起的扬尘量对大气环境的影响不大。

燃烧烟气主要发生在采用定向钻穿越、运输车辆、施工机械等作业期间柴油机等产生的燃料燃烧烟气。施工一般位于野外或农村居住区附近，具有排放量小、间歇性、短期性和流动性的特点，该类源对局部地区的环境影响较轻。

3.1.2.3 水污染源和污染物

施工期间的水污染源主要为施工人员的生活污水、管道施工及清管和试压排放的工程废水。

生活污水的主要污染物是 COD、SS，本项目施工期约为 12 个月，一般地段管线施工生活污水、COD 和氨氮排放量分别为 $26\text{m}^3/\text{km}$ 、 $7.8\text{kg}/\text{km}$ 和 $0.78\text{kg}/\text{km}$ 。管道全长 26.2km ，则预计生活污水排放总量约为 681t ，COD 总量约 0.2t ，氨氮总量约 0.02t 。

试压后排放水中的污染物主要是悬浮物、铁锈和泥砂。根据实际施工经验，清管和试压为分段进行，用水量一般为充满整个管道容积的 1.25 倍，部分水可重复利用（约达 50%）。废水排放总量约 15255.8t ，废水中除含少量铁锈、焊渣和泥砂外，基本不含其它污染物。

3.1.2.4 固体废物

1) 施工期间固体废物主要为施工人员的生活垃圾和施工垃圾（弃土、残土、废弃泥浆等）。施工期居民区生活垃圾按照日产生量定额 $1.0\text{kg}/\text{人日}$ 估算，施工期约为 12 个月，总施工人数按 30 人计算，施工期施工人员产生的生活垃圾约为 10.95t 。施工垃圾具有较大的分散性，局部排放量小、持续时间短。这些垃圾经收集后送当地环卫部门指定的垃圾填埋场处置。

2) 废弃泥浆

定向钻使用配制泥浆，主要成份为膨润土，含有少量 Na_2CO_3 ，呈弱碱性，对土壤的渗透性差，施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后剩余泥浆经 pH 调节为中性后作为废物收集在泥浆坑中，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，保证恢复原有地貌。本项目产生的废泥浆量约为 436.01t 左右，干重约为 43.6t 。

表 3.1-3 本项目废弃泥浆产生量估算结果

序号	名称	穿越方式	穿越长度	废弃泥浆量 (t)	泥浆干重 (t)
1	濮西干渠	定向钻	700	436.01	43.6
2	黄河	爬行大堤+定向钻	1500	1090.03	109.0
合计				1526.05	152.6

3) 施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条及施工过程中产生的废混凝土等。根据类比调查，施工废料的产生量按 $0.2\text{t}/\text{km}$ 估算，本项目施工过程中产生的施工废料量约为

5. 24t。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。

3.1.2.5 噪声

噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、电焊机、定向钻等，其强度在 85~105dB (A)，具体见下表。

表 3.1-4 主要施工机械噪声强度

序号	噪声源	噪声强度 dB (A)	序号	噪声源	噪声强度 dB (A)
1	挖掘机	92	6	混凝土搅拌机	95
2	吊管机	88	7	混凝土翻斗车	90
3	电焊机	85	8	混凝土震捣棒	105
4	定向钻机	90	9	切割机	95
5	推土机	90	10	柴油发电机	100

3.1.3 施工期污染物汇总

施工期主要污染源及污染物见下表。

表 3.1-5 本项目施工期主要污染源和污染物统计表

项目	污染源	排放量及排放方式		主要污染物	排放去向
废气	车辆行驶、地面开挖、施工扬尘	少量	间断	粉尘	环境空气
	施工机械、运输车辆尾气	少量	间断	SO ₂ 、NO ₂ 、CmHn	环境空气
废水	施工人员生活污水	681m ³	间断	COD 产生量约 0.2t，氨氮产生量约 0.02t	依托当地生活污水处理系统
	管道清管、试压水	15255.8m ³	间断	少量铁锈、泥沙	经沉淀过滤后排放
固体废物	生活垃圾	10.95t	间断	生活垃圾	收集后由当地环卫部门处理
	废泥浆	1526.05t	间断	膨润土，少量 Na ₂ CO ₃ 和添加剂	干化填埋
	施工废料	5.24t	间断	碎铁屑、废弃混凝土、废焊条等	部分回收利用，剩余收集后委送至就近垃圾站处理
噪声	施工机械、车辆	85~100dB (A)	间断	噪声	环境空气

3.2 运营期污染源分析

3.2.1 运营期污染因素及污染源分析

运营期输气管道敷设在地下，管道进行了防腐处理，密闭输送，阀室放空立管仅在

事故状态下进行放空。

拟建项目在正常情况下，无污染物排放。

3.2.2 事故状态下的环境影响分析

在运行过程中，由于操作失误、设备或者阀门失控等原因导致大量天然气排入大气环境。一旦泄漏的天然气发生火灾爆炸，则会产生大量的 SO_2 、 NO_x 、CO 或其他污染物，从而污染事故附近的环境空气，并对附近的人群造成伤害。

本项目设计的自动化程度非常高，一旦发生上述情况，紧急截断阀门会迅速关闭，从而避免大量天然气的泄漏。项目事故状态下对环境的影响具 1 体见“环境风险评价”篇章。

4 现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

濮阳市为河南省地级市，位于河南省东北部，黄河下游，冀、鲁、豫 3 省交界处；东、南部与山东省济宁市、菏泽市隔河相望，东北部与山东省聊城市、泰安市毗邻，北部与河北省邯郸市相连，西部与河南省安阳市接壤，西南部与河南省新乡市相倚。

濮阳市是国家历史文化名城，总面积 4188 平方公里，辖濮阳县、清丰县、南乐县、范县、台前县和华龙区 5 县 1 区，设有 1 个国家级经济开发区、1 个工业园区和 1 个城乡一体化示范区，是国家重要商品粮生产基地和河南省粮棉油主产区之一，是中原油田所在地，大广高速、濮鹤高速、南林高速、濮范高速等高速公路贯穿全境。

本项目在濮阳市的位置示意图如下。



图 4.1-1 本项目管道在濮阳市的地理位置示意图

4.1.2 地形地貌

沿线县均为黄河冲积平原区。

4.1.3 气候、气象

河南濮阳市属北温带半湿润大陆季风气候区，四季分明。年最低气温出现在每年元月，月平均气温 -2.1°C ；最高气温多出现在每年7月，月平均气温 27°C ；年平均气温 13.4°C 。多年平均降水量 607.79mm ，蒸发量 1805.4mm ，绝对湿度为 $12.9\text{g}/\text{m}^3$ ，相对湿度 68% ，全年无霜期210天左右，太阳年总辐射量为 $1183\text{kcal}/\text{cm}^2$ 。降水量实际变化较大，丰水年最大降水量为 1067.6mm ，枯水年最小降水量为 264.5mm 。因受季风影响，年降雨量不均匀，冬季少、占 $10\%\sim 15\%$ ，年内降水量多集中在7、8、9三个月，约占全年降水量的 70% 左右。全市常年主导风向为北、南风，其次为东南风，年平均风速为 $2.8\text{m}/\text{s}$ ，瞬时最大风速为 $15.3\text{m}/\text{s}$ 。总之该区春季干旱多风，夏季炎热多雨，秋季旱涝交替，冬季干冷少雪。

表 4.1-1 沿线气象要素表

序号	气温 ($^{\circ}\text{C}$)			地温 ($^{\circ}\text{C}$)			最大冻土深度 (cm)	最大风速 (m/s)	年平均相对湿度 (%)	年平均降水量 (mm)
	极端最高	极端最低	年平均气温	埋深-1.6m处年平均地温	埋深-1.6m处冬季平均地温	埋深-1.6m处夏季平均地温				
1	41.4	-20	13.7	15.5	11.1	20.5	21	15.3	71	596.9

4.1.4 水文、水系

黄河流域西起巴颜喀拉山，东临渤海，南至秦岭，北抵阴山，流域面积 79.5万 km^2 。

从河源到内蒙古托克托为上游，其中兰州以上大部分地区植物被覆较好；玛多至青铜峡的干流多峡谷，水能资源丰富；青铜峡以下为河套平原，灌溉发达，可通航运。托克托至河南桃花峪为中游，也有丰富的水能资源；两岸为黄土高原，植被少，水土流失严重，是黄河洪水泥沙的主要来源。桃花峪到河口为下游，两岸绝大部分修建了大堤，泥沙淤积使河床一般高出两岸地面 $3\sim 5\text{m}$ ，多的达 10m ，故称悬河；沿岸多灌区，干流也可通航。河口附近，黄河入海水道不断淤积、延伸、改道，造陆作用强烈。各河段直接汇入干流的流域面积大于 1万 km^2 的支流有十条，以渭河的面积与水量最大。

全流域多年年平均降水量 466mm ，多年年平均蒸发量 $700\sim 1800\text{mm}$ 。流域内平均气温上游 $1^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ ，中游 $8^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$ ，下游 $12^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$ 。下游无霜期为 $200\sim 220$ 天，中游 $150\sim 180$

天，上游循化以上为 50-100 天。河南花园口站多年平均（1919~1974 年）实测年径流量为 470 亿 m^3 。对黄河防洪安全威胁最大的洪水发生在夏秋两季，称为伏秋大汛，其次为冬季的凌汛。黄河平均年输沙量约 16 亿 t。

4.1.5 植被

本次管道敷设区域为河南省濮阳市属于华北平原，地表植被种类单一以农田生态系统为主，平原地段地表植被主要是旱地、鱼塘、经济作物，有少量森林生态系统零散分布。

4.1.6 区域地质及水文地质条件

4.1.6.1 地质

1) 地层岩性

河南省位于中国中部，上太古界至新生界均有出露。以栾川—确山—固始断裂带为界，划分为华北、秦岭 2 个地层区，7 个地层分区。华北地层区的基底为上太古界—下元古界变质岩系。中元古界下部为中基性火山岩系，显示裂陷槽沉积特点。中元古界上部—中奥陶统为陆表海沉积，缺失上奥陶统一下石炭统。上石炭统一三叠系属海陆交互相—陆相沉积。三叠纪以后地层为断陷（断拗）盆地陆相沉积。秦岭地层区内由一系列构造岩片组成，地层之间多为断层接触，缺失二叠系—中三叠统。中生代以前各时代地层，除南秦岭地层分区的上震旦统一石炭系为过渡型浅海相沉积外，其余各时代地层均为活动型海相沉积，并遭受不同程度区域变质，其中发育有两套细碧—石英角斑岩和浊积岩组合。中、新生界皆为山间或山前断陷（拗）盆地陆相沉积。

本项目管线沿线穿越地层主要为第四系冲洪积（ Q_4^{al+pl} ）为主，主要包括第四系冲洪积粉质黏土、粉细砂、细砂等。粉质黏土，褐色，稍湿~湿，该层分布整个场区，厚度各地略有不同。粉细砂，含有石英、长石、石英等矿物，级配好，湿~饱和，分布于整个区域。

2) 区域地质构造

河南省地跨华北板块和华南板块，分界在内乡—桐柏—商城一线。华北板块包括华北地台和北秦岭褶皱带；华南板块分南秦岭褶皱带和大别地块。华北地台的基底构造复杂，构造线方向在焦作—高丘断裂带以北地区为 NNE 向，以南地区呈近 E-W 向或 NWW 向秦岭褶皱带内构造复杂，虽均呈 NWW 向带状展布，但北秦岭与南秦岭两褶皱带构造形态

极不相同。北秦岭褶皱带内褶皱形态复杂，断裂发育；南秦岭褶皱带则为隔挡式褶皱。省内断裂以 NWW 向和 NNW 向为主，次为 NW 向和 NW 向断裂，其中 8 条主要断裂在河南省地质构造发展演化、矿产形成中起着重要作用。

4.1.6.2 水文地质

本项目位于濮阳地区。区域松散岩类孔隙水含水层岩性为第四系冲洪积 (Q_4^{al+pl}) 为主，主要包括第四系冲洪积粉质黏土、粉细砂、细砂等。沿线地下水埋深较浅，约 5m 左右。水质为极硬水，矿化度在 600mg/L~1300mg/L，水化学为 $HCO_3 \cdot Cl-Na \cdot Mg$ 或 $HCO_3-Mg \cdot Ca$ 型水，单井涌水量在 $1000m^3/d \sim 3000m^3/d$ 。浅层地下水接受大气降水、黄河侧向补给以及灌溉入渗补给，排泄方式主要为人工开采排泄、植物蒸发排泄和侧向径流排泄；深层含水层由于埋深较大，人工开采量小，主要补给来源为侧向径流补给，地下水流向大致为自北向南，排泄方式为侧向径流排泄。

4.2 环境空气现状调查与评价

4.2.1 濮阳市区域环境空气质量状况

根据生态环境部环境工程评估中心，环境空气质量模型技术支持服务系统中查询，濮阳市 2017 年大气基本污染物环境质量现状值见下表。

表 4.2-1 濮阳市大气基本污染物环境质量现状

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu g/m^3$)	标准值 ($\mu g/m^3$)	占标率 (%)	达标情况
PM ₁₀	年平均质量浓度	107	70	152.9	超标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	64	35	182.9	超标
SO ₂	年平均质量浓度	20	60	33.3	达标
NO ₂	年平均质量浓度	40	40	100	达标
CO	第 95 百分位浓度	2.8mg/m ³	4mg/m ³	70	达标
O ₃	第 90 百分位浓度	182	160	113.75	超标

由上表可以看出，濮阳市 2017 年除 SO₂ 年均值、NO₂ 年均值及 CO 第 95 百分位浓度能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求外，其它各常规因子 PM₁₀、PM_{2.5} 和 O₃ 第 90 百分位浓度均出现超标现象。

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ 2.2-2018) 中的有关规定，“城市环境空气质量达标情况评价指标的六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标。”因此，濮阳市 2017 年环境空气质量判断为不达标。

2018年濮阳市人民政府办公室下发了关于印发《濮阳市2018年大气污染防治攻坚战实施方案》（濮政办〔2018〕8号）和《濮阳10个专项方案助力大气污染防治》等文件，经濮阳市人民政府采取一系列大气污染防治措施后，濮阳市的区域大气环境质量将不断得到改善。

4.2.2 监测方案

1) 监测点位和监测因子

本项目环境质量现状调查在评价范围内选取1个管道附近的村庄申庄村（距离管线370m）作为现状监测点。

表 4.2-2 各监测点位及监测项目一览表

序号	村庄名称和坐标	监测项目	备注
		1小时平均	
1#	申庄村	总烃、非甲烷总烃、VOC	监测时应记录风速、风向、温度、压力等气象参数

图 4.2-1 大气现状监测点位置图

2) 监测周期和频次

监测时间为2019年9月29日至10月5日，连续监测7天；获取地时间02，08，14，20时4个小时浓度值。监测同时观测各监测点风向、风速、温度、压力等气象条件。

3) 分析方法

大气污染物监测与分析方法见下表。

表 4.2-3 大气污染物监测与分析方法 单位：mg/m³

序号	检测项目	检测分析方法	检测依据	检出限
1	非甲烷总烃	环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法	HJ 604-2017	0.07mg/m ³
2	挥发性有机物	环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 644-2013	0.3-1.0μg/m ³

4.2.3 监测结果与评价

1) 大气环境质量评价方法

大气环境质量评价采用单因子评价指数法，其计算公式如下：

$$P_i = \frac{S_i}{C_i}$$

式中：Pi---某污染因子 i 的评价指数；

4 现状调查与评价

Si---某污染因子 i 的浓度值 (mg/Nm³);

Ci---某污染因子 i 的大气环境质量标准值 (mg/Nm³)。

2) 监测结果统计

各监测点环境空气质量现状监测期间的气象参数观测结果见下表。

表 4.2-4 现状监测期气象参数观测结果统计表

监测日期	监测时段	气温℃	气压 kPa	风向	风速 m/s	总云	低云
09月29日	02:00-03:00	19.3	101.3	东南风	2.1	7	5
	08:00-09:00	18.2	101.3	东南风	2.3	6	4
	14:00-15:00	30.5	100.9	东南风	1.8	5	3
	20:00-21:00	20.6	101.2	东南风	2.6	6	4
09月30日	02:00-03:00	19.1	101.3	东南风	2.4	7	5
	08:00-09:00	17.5	101.3	东南风	1.8	8	6
	14:00-15:00	30.3	100.9	东南风	1.5	6	4
	20:00-21:00	21.2	101.2	东南风	2.4	7	5
10月1日	02:00-03:00	19.1	101.3	东南风	1.6	9	7
	08:00-09:00	17.6	101.3	东南风	1.8	8	6
	14:00-15:00	30.2	100.9	东南风	1.3	7	5
	20:00-21:00	22.6	101.2	东南风	2.1	9	7
10月2日	02:00-03:00	18.1	101.3	东南风	1.8	7	5
	08:00-09:00	16.3	101.3	东南风	1.9	5	4
	14:00-15:00	30.4	100.9	东南风	1.7	5	3
	20:00-21:00	22.6	101.2	东南风	2.1	6	4
10月3日	02:00-03:00	21.2	101.2	东南风	1.7	7	5
	08:00-09:00	18.4	101.3	东南风	1.9	6	4
	14:00-15:00	31.5	100.9	东南风	1.5	5	3
	20:00-21:00	23.7	101.2	东南风	2.2	8	6
10月4日	02:00-03:00	14.5	101.5	东北风	1.7	8	6
	08:00-09:00	12.3	101.5	东北风	2.0	9	7
	14:00-15:00	25.1	101.3	东北风	1.6	6	4
	20:00-21:00	16.7	101.4	东北风	2.3	8	6
10月5日	02:00-03:00	13.4	101.4	东北风	1.6	7	5
	08:00-09:00	11.6	101.5	东北风	1.9	9	7
	14:00-15:00	18.8	101.3	东北风	1.5	8	6
	20:00-21:00	14.3	101.5	东北风	2.4	9	7

监测统计结果见下表所示。

表 4.2-5 大气环境质量现状监测结果统计 单位: mg/m³

4 现状调查与评价

监测点	评价因子	1 小时浓度范围	检出率%	超标率%	最大值占标准值的比例%	标准限值
申庄村	非甲烷总烃	1.03-1.57	100.0	0	78.5	2.0
	挥发性有机物	0.019-0.050	100.0	0	——	——

由监测结果可见：由居民区大气环境监测结果可以看出，管道附近的村庄申庄村处特征污染因子非甲烷总烃 1 小时浓度均未出现超标现象，能够满足《大气污染物综合排放标准详解》中标准限值的要求。

4.3 地表水环境现状调查与评价

4.3.1 监测方案

1) 监测点位和监测时间

表 4.3-1 监测点位与监测时间统计表

序号	名称	施工方式	监测断面	河宽 (m)	水深 (m)
1	濮西干渠	定向钻	穿越点	20.5	1.5

2) 监测因子

pH、COD_{Cr}、氨氮、SS、石油类和高锰酸盐指数

3) 监测时间与监测频率

连续监测 3 天，每天一次。采样时间与河流情况见下表。

图 4.3-1 地表水现状监测点平面位置图（濮西干渠）

4) 监测与分析方法

污染物分析方法按照《水质分析方法国家标准汇编》（第四版）和《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2002）的要求进行，具体方法及来源见下表。其中样品的采集、保存、运输均按标准方法要求进行。

表 4.3-2 水质监测分析方法（单位：mg/L，除 pH）

序号	污染物名称	检测依据	检出限
1	pH	GB/T 6920-86 玻璃电极法	——
2	化学需氧量 (COD _{Cr})	GB 11914-1989 重铬酸盐法	5
3	氨氮 (NH ₃ -N)	HJ 536-2009 纳氏试剂比色法	0.01
4	悬浮物 (SS)	GB 11901-1989 重量法	5
5	石油类	HJ 637-2012 红外分光光度法	0.04
6	耗氧量	高锰酸盐指数的测定 GB/T 11892-1989	0.5mg/L

5) 评价方法

本次评价所采用的评价方法为标准指数法，计算公式为：
$$P_i = \frac{C_i}{C_s}$$

式中： P_i —单项指数；

C_i —水质参数 i 的监测浓度值（取平均值），mg/l；

C_s —水质参数的标准值，mg/l；

对于 pH，单项标准指数计算公式为：

$P_i = (7.0 - pH_i)/(7.0 - pH_{sd})$ 当 ≤ 7.0 时；

$P_i = (pH_i - 7.0)/(pH_{su} - 7.0)$ 当 > 7.0 时。

式中： P_i —pH 标准指数；

pH_i —pH 实测值；

pH_{sd} —标准中 pH 的下限值；

pH_{su} —标准中 pH 的上限值。

当单项标准指数大于 1 时，说明水质超标，指数越大，超标越严重。

4.3.2 监测结果及评价

监测数据及分析结果分别见下表。

表 4.3-3 地表水监测数据及分析结果（单位：mg/L，除 pH）

监测点位	监测因子	浓度范围 (mg/L)	样本数	平均值	P 值	超标率 (%)	标准限值
濮西干渠 IV类	pH	7.61-7.82	3	/	0.31-0.41	0	6-9
	化学需氧量	22-28	3	25.0	0.73-0.93	0	30
	悬浮物	7-10	3	8.7	0.12-0.17	0	60
	氨氮	0.225-0.305	3	0.3	0.15-0.20	0	1.5
	石油类	<0.01	3	<0.01	0.01	0	0.5
	高锰酸盐指数	9.3-11.8	3	10.6	0.93-1.18	66.7	10

由上表数据可见：本项目管道穿越断面濮西干渠水质中除高锰酸盐指数出现超标现象外，其它各评价因子 pH、化学需氧量、氨氮、石油类均能够满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中的 IV 类标准要求，SS 能够满足《地表水资源质量标准》(SL 63-94) 中四级标准限值的要求。高锰酸盐指数最大超标倍数为 0.18 倍，主要为当地水质问题。

4.4 地下水环境现状调查与评价

4.4.1 地下水开发利用现状

为查清该项目沿线地下水环境保护目标和地下水环境现状，本次评价对项目周边地下水利用情况进行了全面调查，根据调查，本项目管道所在地居民用水主要取自各自乡镇镇水厂的水，部分村庄建有村供水井作为饮用水源，本次评价调查了项目周边的居民用水情况，对管线两侧 2000m 范围内的水井进行了排查，项目调查范围内地下水开发利用情况见下表所示。

表 4.4-1 地下水开发利用现状调查

序号	名称	位置关系（距离村庄边界）	总人口（人）	开采水量（m ³ /d）	基本情况
1	武盛庄村	地下水下游	3000	250	村供水井，井深约 300m，地下水埋深约 7~10m，供水井距管线 640m
2	丹徐庄村	地下水上游	800	70	村供水井，井深约 200m，地下水埋深约 10m，供水井距管线 500m
3	李桥村	地下水下游	2000	150	村内建有水厂，井深约 200m，地下水埋深约 10m，供水井距管线 470m
4	岳庄	地下水下游	100	/	饮用李桥村水厂的水。
5	前胡村	地下水上游	800	/	建有集中供水井，井深约 300m，地下水埋深约 10m，供水井位于地下水的上游，距管线 480m
6	西王庄村	地下水上游	700	/	
7	双屯村	地下水下游	3000	/	饮用户部寨镇水厂的水，供水井位于地下水的上游，镇水厂距管线距离约 2000m
8	黑马庄村	地下水下游	1100	/	
9	前高庄村	地下水上游	1500	/	

4.4.2 地下水污染源调查

本项目经过区域为平原区，沿线村庄相对较密集，农业集中，主要污染源为生活污染和农业污染。

1) 农业污染源

管线所经部分区域有小中型养殖场，牲畜粪便及其它垃圾堆积在无防渗措施的露天场地中，污染物随雨水等渗入地下，对地下水造成污染。

2) 生活污染源

此类污染源为本工程的主要污染源，由农村生活垃圾、生活废水的不合理处理所致。根据现场调查，本工程区调查范围内村庄厕所、牲口棚排水沟等设施，由于无防渗措施，未经处理的生活污水经下渗进入地下水，从而导致污染。

4.4.3 地下水环境现状监测

4.4.3.1 监测方案

1) 监测方法

地下水监测方法参照《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)中相关规定方法进行。地下水水位监测采样手工法测水位，用钢卷尺、测绳等测具测量井口固定点至地下水水面垂直距离两次，当连续两次静水位测量数值之差不大于 $\pm 1\text{cm}/10\text{m}$ 时，将两次测量数值及其均值记入《地下水采样记录表》内；地下水水质采样方法采用从井中采集水样，在充分抽汲后进行，抽汲水量不少于井内水体积的2倍，采样深度在地下水水面0.5m以下。对于封闭的生产井在抽水时从泵房出水管放水阀处采样，对于自喷的泉水，在涌口处出水水流的中心采样。地下水水质检测方法参照《生活饮用水卫生标准》(GB/T 5750-2006)和《地下水质量标准》(GB/T 16488-1996)中规定的方法进行。

2) 监测点位和频次

监测时间为2019年9月29日，一期监测。

根据工程特点、地下水开发利用情况并结合《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)的要求在沿线设置地下水水质监测点，同时观测地下水水位。监测点详见下表。

表 4.4-2 地下水现状监测点基本情况

序号	采样点位	井深 (m)	地下水埋深 (m)
1	前李胡村	520	集中供水
2	申庄村东)	420	集中供水
3	双屯村	62	43

图 4.4-1 地下水现状监测点平面位置图 (申庄村)

图 4.4-2 地下水现状监测点平面位置图 (前李胡村)

图 4.4-3 地下水现状监测点平面位置图 (双屯村)

4) 监测因子

地下水水化学主要组分： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 的浓度；

基本水质因子：pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、总大肠菌群、细菌总数；

附加因子：石油类

5) 监测与分析方法

样品的采集、保存、分析与质量控制均按《环境监测技术规范》进行。分析方法等详见下表。

表 4.4-3 水质监测分析方法水质（单位：mg/L，pH 除外）

序号	检测项目	检测分析方法	检测依据	检出限
1	pH	水质 pH 值的测定玻璃电极法	GB/T6920-1986	/
2	耗氧量	生活饮用水标准检验方法有机物综合指标（1.1 耗氧量酸性高锰酸钾滴定法）	GB/T5750.7-2006	0.05mg/L
3	总硬度	水质钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法	GB/T7477-1987	5.005mg/L
4	溶解性总固体	103~105℃烘干的可滤残渣重量法《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局（2002 年）	《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）	5mg/L
5	氨氮	水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法	HJ535-2009	0.025mg/L
6	SO_4^{2-}	水质无机阴离子（ F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} ）的测定离子色谱法	HJ84-2016	0.018mg/L
7	Cl^-			0.007mg/L
8	NO_3^-			0.016mg/L
9	NO_2^-			0.016mg/L
10	F^-			0.006mg/L
11	CO_3^{2-}	酸碱指示剂滴定法《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局（2002 年）	《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）	/
12	HCO_3^-			
13	K^+	水质可溶性阳离子（ Li^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）的测定离子色谱法	HJ812-2016	0.02mg/L
14	Na^+			0.02mg/L
15	Ca^{2+}			0.03mg/L
16	Mg^{2+}			0.002mg/L
17	汞	水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法	HJ694-2014	0.04μg/L
18	砷			0.3μg/L
19	镉	水质铜、铅、锌、镉的测定（第二部分 螯合萃取法）	GB/T7475-87	1.0μg/L
20	铅			10μg/L
21	铬（六价）	水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T7467-87	0.004mg/L

4 现状调查与评价

序号	检测项目	检测分析方法	检测依据	检出限
22	铁	水质 32 种元素的测定电感耦合等离子体发射光谱法	HJ776-2015	0.02mg/L
23	锰			0.004mg/L
24	氰化物	水质氰化物的测定容量法和分光光度法	HJ484-2009	0.004mg/L
25	挥发酚	水质挥发酚的测定 4-氨基安替吡啉分光光度法	HJ503-2009	0.01mg/L
26	总大肠菌群	生活饮用水标准检验方法微生物指标 (2.1 总大肠菌群多管发酵法)	GB/T5750.12-2006	/
27	菌落总数	生活饮用水标准检验方法微生物指标 (1.1 菌落总数平皿计数法)	GB/T5750.12-2006	/

6) 评价方法

采用标准指数评价法对地下水环境质量现状进行评价。公式如下：
$$I_i = \frac{C_i}{C_{0i}}$$

式中： I_i —第 i 种污染物的标准指数；

C_i —第 i 种污染物的监测浓度平均值 (mg/L)；

C_{0i} —第 i 种污染物的评价标准值 (mg/L)。

pH 标准指数计算公式为：

$$SpH = (7.0 - pH) / (7.0 - pH_{sd}) \quad pH \leq 7.0$$

$$SpH = (pH - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad pH > 7.0$$

式中： pH —实测值； pH_{sd} — pH 标准的下限值； pH_{su} — pH 标准的上限值。

水质参数的标准指数大于 1 时，表明该水质参数超过了规定的水质标准，已经不能满足使用要求。

评价标准执行《地下水质量标准》(GB/14848-93) 中的 III 类标准，石油类执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 0.05mg/L 的要求。

4.4.3.2 监测结果与评价

地下水水质现状监测结果见下表。

表 4.4-4 现状监测结果一览表

序号	监测因子	单位	前李胡村		申庄村		双屯村		评价标准
			监测结果	标准指数	监测结果	标准指数	监测结果	标准指数	
1	pH	——	7.81	0.54	7.59	0.39	7.55	0.37	6.5~8.5
2	总硬度	mg/L	309	0.69	412	0.92	327	0.73	≤450
3	溶解性总固体	mg/L	563	0.56	752	0.75	594	0.59	≤1000

4 现状调查与评价

4	耗氧量	mg/L	1.21	0.40	1.03	0.34	1.52	0.51	≤3.0
5	氨氮	mg/L	0.045	0.09	0.094	0.19	0.058	0.12	≤0.5
6	K ⁺	mg/L	0.91	—	1.32	—	1.18	—	—
7	Na ⁺	mg/L	186	0.93	203	1.02	191	0.96	≤200
8	Ca ²⁺	mg/L	62.8	—	59.9	—	71.3	—	—
9	Mg ²⁺	mg/L	38.1	—	41.6	—	33.8	—	—
10	CO ₃ ²⁻	mg/L	未检出	—	未检出	—	未检出	—	—
11	HCO ₃ ⁻	mg/L	317	—	283	—	536	—	—
12	Cl ⁻	mg/L	112	—	167	—	107	—	—
13	SO ₄ ²⁻	mg/L	190	0.76	236	0.94	124	0.50	≤250
14	NO ₃ ⁻	mg/L	0.016L	—	0.016L	—	1.21	0.06	≤20
15	NO ₂ ⁻	mg/L	0.016L	—	0.016L	—	0.016L	—	≤1.0
16	F ⁻	mg/L	2.01	—	1.32	—	1.59	—	—
17	砷	mg/L	3×10 ⁻⁴ L	—	3×10 ⁻⁴ L	—	3×10 ⁻⁴ L	—	≤0.01
18	汞	mg/L	4×10 ⁻⁵ L	—	4×10 ⁻⁵ L	—	4×10 ⁻⁵ L	—	≤0.001
19	挥发酚	mg/L	0.01L	—	0.01L	—	0.01L	—	≤0.002
20	氰化物	mg/L	0.004L	—	0.004L	—	0.004L	—	≤0.05
21	镉	mg/L	0.001L	—	0.001L	—	0.001L	—	≤0.005
22	铁	mg/L	0.02L	—	0.02L	—	0.02L	—	≤0.3
23	铅	mg/L	0.01L	—	0.01L	—	0.01L	—	≤0.01
24	锰	mg/L	0.004L	—	0.004L	—	0.004L	—	≤0.1
25	铬(六价)	mg/L	0.004L	—	0.004L	—	0.004L	—	≤0.05
26	总大肠菌群	MPN/100mL	<2.2L	—	<2.2L	—	<2.2L	—	≤3.0
27	细菌总数	MPN/100mL	45	0.45	71	0.71	63	0.63	≤100

由上述评价结果可以看出，评价区各地下水监测点中除申庄村处 Na⁺出现超标现象外，其它各监测点位中各监测因子均能够满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中的III类标准限值的要求。

4.5 土壤环境现状调查与评价

4.5.1 监测方案

1) 监测时间和监测点位

本次监测于2019年9月29日，监测点采样一次。

表 4.5-1 各土壤监测点采样表

序号	名称	阀室所在地	监测点位	监测点坐标
1	范县杨集阀室	西牛桥村西南	阀室周边居民点	

图 4.5-1 土壤采样点

2) 监测项目

重金属和无机物：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍

挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯

半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、萘

其他因子：石油烃。

3) 监测方法

表 4.5-2 各土壤监测方法

序号	检测项目	检测分析方法	检测依据	检出限
1	氧化还原电位	土壤氧化还原电位的测定电位法	HJ746-2015	/
2	阳离子交换量	土壤阳离子交换量的测定三氯化六氨合钴浸提-分光光度法	HJ889-2017	0.8cmol+/kg
3	渗透率	森林土壤渗滤率的测定（2 渗滤筒法）	LY/T1218-1999	/
4	土壤容重	土壤检测第 4 部分：土壤容重的测定	NY/T1121.4-2006	/
5	总孔隙度	森林土壤水分-物理性质的测定	LY/T1215-1999	/
6	砷	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 2 部分土壤中总砷的测定	GB/T22105.2-2008	0.01mg/kg
7	镉	土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法（石墨炉法）	GB/T17141-1997	0.01mg/kg
8	铬（六价）	固体废物六价铬的测定碱消解/火焰原子吸收分光光度法	HJ687-2014	2mg/kg
9	铜	土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法	HJ491-2019	1mg/kg
10	铅	土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T17141-1997	0.1mg/kg
11	汞	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 1 部分土壤中总汞的测定	GB/T22105.1-2008	0.002mg/kg
12	镍	土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法	HJ491-2019	3mg/kg
13	四氯化碳	土壤和沉积物挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法	HJ605-2011	1.3 μg/kg
14	氯仿			1.1 μg/kg
15	1,1-二氯乙烷			1.2 μg/kg

4 现状调查与评价

16	1,2-二氯乙烷			1.3 μg/kg
17	1,1-二氯乙烯			1.0 μg/kg
18	顺-1,2-二氯乙烯			1.3 μg/kg
19	反-1,2-二氯乙烯			1.4 μg/kg
20	二氯甲烷			1.5 μg/kg
21	1,2-二氯丙烷			1.1 μg/kg
22	1,1,1,2-四氯乙烷			1.2 μg/kg
23	1,1,2,2-四氯乙烷			1.2 μg/kg
24	四氯乙烯			1.4 μg/kg
25	1,1,1-三氯乙烷			1.3 μg/kg
26	1,1,2-三氯乙烷			1.2 μg/kg
27	三氯乙烯			1.2 μg/kg
28	1,2,3-三氯丙烷			1.2 μg/kg
29	氯乙烯			1.0 μg/kg
30	苯			1.9 μg/kg
31	氯苯			1.2 μg/kg
32	乙苯			1.2 μg/kg
33	苯乙烯			1.1 μg/kg
34	甲苯			1.3 μg/kg
35	间+对-二甲苯			1.2 μg/kg
36	邻-二甲苯			1.2 μg/kg
37	1,2-二氯苯			0.08mg/kg
38	1,4-二氯苯			0.08mg/kg
39	硝基苯			0.09mg/kg
40	苯胺			/
41	苯并(a)蒽			0.1mg/kg
42	苯并(a)芘			0.1mg/kg
43	苯并(b)荧蒽			0.2mg/kg
44	苯并(k)荧蒽			0.1mg/kg
45	蒽			0.1mg/kg
46	二苯并(a,h)蒽			0.1mg/kg
47	茚并(1,2,3-cd)芘			0.1mg/kg
48	萘			0.09mg/kg
49	氯甲烷	土壤和沉积物挥发性卤代烃的测定 空气相色谱-质谱法	HJ736-2015	3 μg/kg
50	石油烃	土壤和沉积物石油烃(C10-C40)的测定 气相色谱-质谱法	HJ1021-2019	6mg/kg
51	2-氯酚	土壤和沉积物酚类化合物的测定 气相色谱法	HJ703-2014	0.04mg/kg

4.5.2 监测结果与评价

本项目土壤监测结果如下。

表 4.5-3 土壤环境质量标准 (单位: mg/kg)

序号	采样点位	单位	监测结果	序号	采样点位	单位	监测结果
1	砷	mg/kg	11.5	27	苯	mg/kg	未检出
2	镉	mg/kg	0.08	28	氯苯	mg/kg	未检出
3	铜	mg/kg	18	29	1,2-二氯苯	mg/kg	未检出
4	铅	mg/kg	15.9	30	1,4-二氯苯	mg/kg	未检出
5	汞	mg/kg	0.056	31	乙苯	mg/kg	未检出
6	镍	mg/kg	20	32	苯乙烯	mg/kg	未检出
7	铬(六价)	mg/kg	未检出	33	甲苯	mg/kg	未检出
8	石油烃	mg/kg	未检出	34	间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	未检出
9	氯甲烷	mg/kg	未检出	35	邻二甲苯	mg/kg	未检出
10	四氯化碳	mg/kg	未检出	36	硝基苯	mg/kg	未检出
11	氯仿	mg/kg	未检出	37	苯胺	mg/kg	未检出
12	1,1-二氯乙烷	mg/kg	未检出	38	2-氯酚	mg/kg	未检出
13	1,2-二氯乙烷	mg/kg	未检出	39	苯并(a)蒽	mg/kg	未检出
14	1,1-二氯乙烯	mg/kg	未检出	40	苯并(a)芘	mg/kg	未检出
15	顺-1,2-二氯乙烯	mg/kg	未检出	41	苯并(b)荧蒽	mg/kg	未检出
16	反-1,2-二氯乙烯	mg/kg	未检出	42	苯并(k)荧蒽	mg/kg	未检出
17	二氯甲烷	mg/kg	未检出	43	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	未检出
18	1,2-二氯丙烷	mg/kg	未检出	44	茚并(1,2,3-cd)芘	mg/kg	未检出
19	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	未检出	45	蒽	mg/kg	未检出
20	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	未检出	46	萘	mg/kg	未检出
21	四氯乙烯	mg/kg	未检出	47	阳离子交换量	cmol+/kg	10.5
22	1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	未检出	48	氧化还原电位	mV	341.6
23	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	未检出	49	渗透率	mm/min	2.84
24	三氯乙烯	mg/kg	未检出	50	土壤容重	g/cm ³	1.39
25	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	未检出	51	孔隙度	%	64.8
26	氯乙烯	mg/kg	未检出				

由上表可知,本项目管道沿线村庄范县杨集西牛桥村西南处监测点表层土壤环境中各监测因子除砷、镉、铜、铅、汞、镍外均为未检出,全部监测因子均未出现超标现象,能够满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)表 1 中第二类用地风险筛选值和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB 15618-2018)中农用地土壤污染风险筛选值的要求。

5 环境影响预测与评价

5.1 生态环境影响评价与分析

5.1.1 生态环境现状调查与评价

5.1.1.1 调查与评价技术方法

生态环境现状调查与评价采用现场调查和卫星遥感影像图片解译相结合的方法，对评价区和项目扰动区域生态环境现状分别作出评价。

根据项目特点和评价时限，选择了美国陆地资源卫星 Landsat8 影像数据，时段为 2019 年 1 月和 2019 年 6 月，分辨率 15m；对各区域相关资料及专题图件进行收集分析，数字化 1:250000 行政区图、1:50000 地形图以及评价区周边地形地貌、水系、交通等信息；在上述工作基础上，粗略判断评价区周围土地利用、植被、敏感目标状况，从中找出分辨困难的点位；然后进行现场调查与定位实测，进一步明确评价区内土地利用类型、植被类型、土壤类型、敏感目标保护状况等生态环境质量现状，从而确定卫片中模糊点的生境组成；利用 RedGIS 软件将管线路由、卫星影像数据及各种相关图件与 1:50000 地形图进行配准，对影像进行纠正，其它作为辅助信息源，经人工目视解译、数据采集、制图，提取评价区内土地利用数据、植被数据、土壤侵蚀数据，敏感目标等数据生成各种分类统计图表及相关专题图，对生态环境现状给出定量与定性的评价。

土壤侵蚀现状调查是通过对评价区的植被、地形等因素分析后，将植被类型和地形坡度进行图形叠加处理，根据植被盖度、坡度等指标，参照土壤侵蚀分类分级标准（SL190~2007）对评价区土壤侵蚀进行分级评价，将各区域土壤侵蚀模数及对应面积代入土壤侵蚀现状评价模式，经计算得出评价区各级别土壤侵蚀量和土壤侵蚀总量，绘制出评价区土壤侵蚀现状图。土壤侵蚀强度分级标准见下表。

表 5.1-1 土壤侵蚀强度分级标准

水力侵蚀强度分级	
分级	平均侵蚀模数 [t/ (km ² · a)]
微度侵蚀	<200, 500, 1000
轻度侵蚀	200, 500, 1000~2500
中度侵蚀	2500~5000
强烈侵蚀	5000~8000

极强烈侵蚀	8000~15000
剧烈侵蚀	>15000

土壤侵蚀现状评价模式： $W_s = \sum_{i=1}^n M_{si} \cdot f_i$

$M_s = W_s / F$

式中： W_s ---所求区域的土壤侵蚀总量（t）

M_{si} ---土壤侵蚀模数（t/km²·a）

f_i ---土壤侵蚀模数为 M_{si} 所对应的面积（km²）

M_s ---所求区域平均土壤侵蚀模数（t/km²·a）

F ---评价区总面积（km²）， $F = \sum_{i=1}^n f_i$

敏感目标调查是通过广泛的资料收集、分析，结合现场观察和访问，调查管线两侧各 5km 以内特殊、重要以及一般生态敏感区和国家重点野生保护物种的种类、分布、栖息环境。在资料收集、分析和现场踏勘的基础上，确定敏感目标，利用 RS、GIS、GPS 技术进行相关数据采集、制图，计算敏感目标距评价区的距离。

5.1.1.2 评价区生态系统类型与功能

1) 生态系统类型

从管道沿线地形地貌来看，管道处在地势开阔、高低起伏不大的平原地带。从气候区划来分，管道全线所处地区的气候为温带季风型气候。地带性植被类型为暖温带落叶阔叶林。由于临近管道敷设区域人类活动干扰强烈，人工栽培植被占绝对优势，生物多样性程度偏低。

管线所在区域人口众多，农业以及工业尤为发达，绝大部分土地都已被人类开发使用，形成较为稳定的人工生态系统，人工栽培植被占绝对优势，生物多样性程度偏低。整个区域以农田生态系统为主，其次为人工林生态系统、村镇生态系统和水域生态系统。

(1) 人工林生态系统

评价区位于平原区，林地生态系统主要为人工杨树林，主要分布于田间、河岸、路旁及居民点四周。杨树林郁闭度较高，生态系统结构比较简单，林下一般没有灌木分布，草本层植物种类不丰富，主要包括蒲公英（*Taraxacum mongolicum*）、陈蒿（*Artemisia capillaris*）、野艾蒿（*Artemisia lavandulaefolia*）、狗尾草（*Setaria viridis*）、

牛筋草 (*Eleusine indica*) 等。尽管森林生态系统面积较小，但却具有非常重要的生态功能，例如涵养水源、为野生动物提供栖息地，调节区域小气候等。

(2) 农田生态系统

评价区是典型的农业区，因此农田生态系统是评价区最主要的生态系统类型，以种植玉米和水稻为主，此外还包括小面积大豆、花生等农作物。由于人类的频繁抚育及化肥等外来营养物质的输入，使得该生态系统净第一性生产力较高，对维持区域的生态环境质量，也起到非常重要的作用。

(3) 城镇生态系统

评价区人类活动密集，共包括居民点、工业用地、交通用地等斑块上百个，镶嵌分布于林地斑块及农田斑块内。该生态系统属于人类干扰最强烈的区域，植被覆盖率较低，生物多样性差，生态环境脆弱。

2) 生态功能区划

根据《河南省生态功能区划》，本工程跨越的生态功能区主要为内黄—濮阳土壤沙化控制农业生态功能区，生态功能区具体情况见下表和图。

表 5.1-2 本工程所在区域功能区划表

编号	功能区名称	主导功能	区域位置	存在问题	生态敏感性	服务功能	保护与发展
I-13-05-02	内黄—濮阳土壤沙化控制农业生态功能区	其他	位于安阳市的内黄、滑县平原地区。该区域分布在黄河、卫河、漳河故道上，包括濮阳县、濮阳市区的周边、元村、阳邵、韩村、固城、王什，台前县的黄河背河洼地，濮阳县南部的庆祖、八公桥镇、梁庄、王称堙、梨园、白堤、徐镇镇、郎中、习城。面积 3448.5km ² 。	地下水超量开采，形成大的漏斗区。施肥引起的土壤退化。	土壤沙化高度敏感	防风固沙、农业及林果生产	减少地下水的开采；保持农田林网生态完整性，控制沙化土壤；控制农业面源污染。

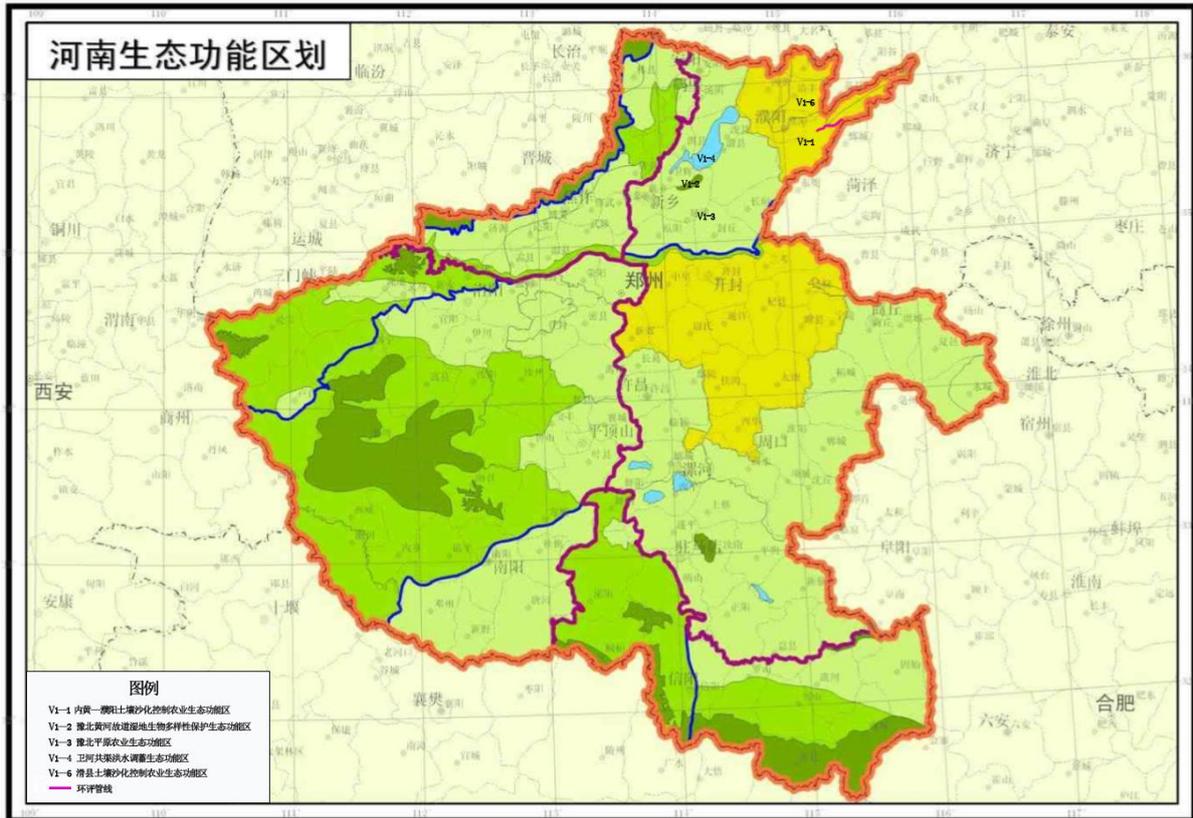


图 5.1-1 本工程所在区域功能区划图

5.1.1.3 评价区土地利用现状调查与评价

本项目位于濮阳市，该区域人口密集，农业发达，土地利用度极高，土地利用类型以农田为主，其次为建设用地，此地区工业较为发达，工矿仓储用地较多。评价区内交通运输用地较多，同时因其大面积农田以及较为密集的居民点的需要，坑塘水面、特别是沟渠的数量较其他地区较多。此地区林地多以片状分布于农田之间以及居民点附近，其余均以带状存在于河流两侧，道路两旁，或为田间林带。

根据本次遥感调查统计，本项目管道评价范围内，土地利用类型以耕地为主，其次为林地、工矿仓储用地和住宅用地，其他类型的用地相对较小。

评价区面积约为 26.2km² 的范围内，耕地面积约 20.30km²，占评价区总面积的 77.47%，其中水田面积约为 6.97km²，约占评价区总面积的 26.6%；旱地面积约为 13.33km²，约占评价区总面积的 50.87%。林地面积约为 1.50km²，占评价区总面积的 5.74%。草地面积约为 0.03km²，约占评价区总面积的 0.12%。工矿仓储用地面积约为 1.08km²，占评价区总面积的 4.13%；住宅用地面积约为 1.96km²，占评价区总面积的 7.48%，主要为农村宅基地。评价区水域及水利设施用地面积约为 0.31km²，占评价区总

面积 1.20%，其中，坑塘水面最大，面积约为 0.28km²。交通运输用地面积约为 0.60km²，占评价区总面积 2.28%。其它类型占地面积相对较小，评价区土地利用类型现状统计见下表和下图，项目区土地利用现状图见相关图集。

表 5.1-3 本项目管道工程评价范围土地利用类型统计表

土地利用类型		面积 (km ²)	面积百分比 (%)
一级类型	二级类型		
耕地	水田	6.97	26.60
	旱地	13.33	50.87
林地	乔木林地	1.50	5.74
草地	其他草地	0.03	0.12
工矿仓储用地	工业用地	1.08	4.13
住宅用地	农村宅基地	1.96	7.48
交通运输用地	公路用地	0.60	2.28
水域及水利设施用地	河流水面	0.28	1.05
	坑塘水面	0.04	0.15
其他土地	空闲地	0.41	1.58
合计		26.20	100

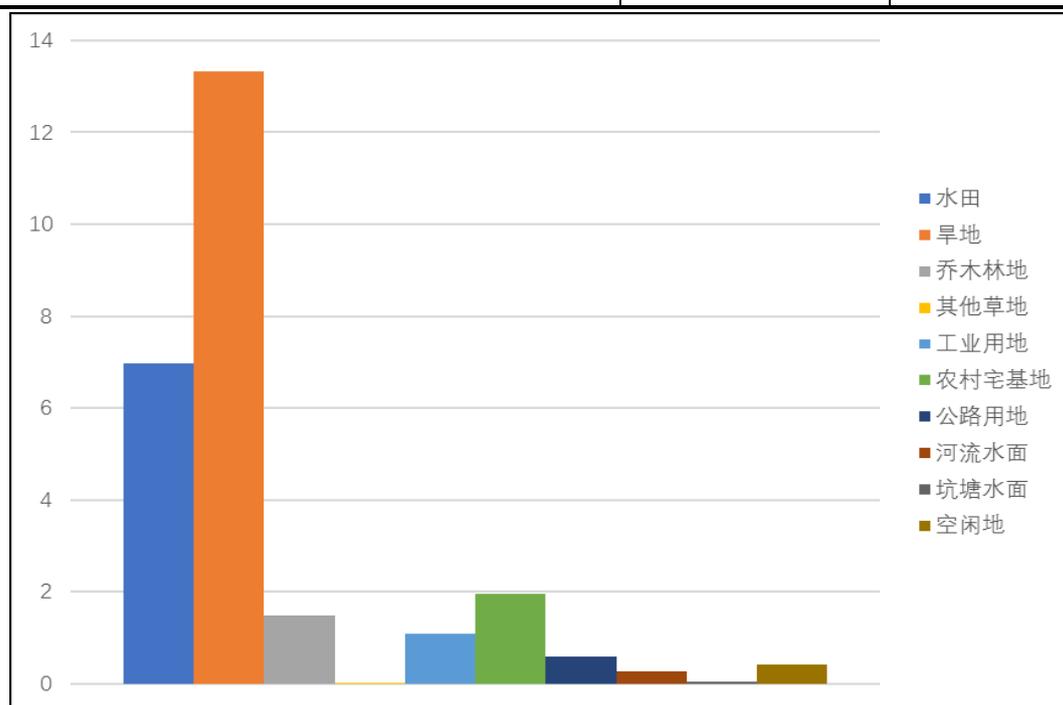


图 5.1-2 本项目管道工程评价范围土地利用现状统计图 (单位 km²)

5.1.1.4 评价区植被现状调查与评价

1) 植被概况

本管道沿线所经地区地势较为平坦，以平原为主，地带性植被类型属于暖温带落叶

阔叶林。由于农业开发历史悠久、开发程度高，城镇化发达，长久以来受人为活动干扰剧烈，地带性天然植被已经消失殆尽。自然植被主要为极少量生长在河流沟渠周边的芦苇以及田埂和林下的杂草。评价区人工栽培植被占绝对优势，生物多样性程度偏低。沿线的植被类型以人工林为主，主要为杨属、柳属等。评价区是典型的农业区，农作物以种植水稻、玉米为主，此外还包括小面积花生、大豆等农作物。

2) 植被现状评价

根据评价区内植被现状，结合本次遥感调查统计结果得知，面积约 26.2km²的评价区范围内，有植被区域主要为人工栽培植被，约占评价区总面积的 83.33%，无植被区域约占评价区总面积的 16.67%。

评价区内栽培植被面积为 21.83km²，以水稻和玉米、大豆、花生为主。其中，水稻面积为 6.98km²，约占评价区总面积的 26.60%；旱地作物以玉米、大豆、花生为主，面积为 13.33km²，约占评价区总面积的 50.87%；人工杨树、柳树林面积为 1.50km²，约占评价区总面积的 5.74%；分布在居民点和农田附近。

评价区内无植被区域面积为 4.37km²，约占评价区总面积的 16.67%，包括住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、河流水面和坑塘水面，以住宅用地面积最大。

具体统计情况见表 7.1-4、图 7.1-3 及相关图集。

表 5.1-4 本项目管道工程评价范围植被类型统计表

植被类型		面积 (km ²)	面积百 分比 (%)	斑块 个数
人工栽培植 被	杨树、柳树人工林	1.50	5.74	98
	人工草地	0.03	0.12	2
	水稻	6.97	26.60	31
	玉米、大豆、花生	13.33	50.87	83
无植被 区域	工业用地	1.08	4.13	57
	农村宅基地	1.96	7.48	96
	公路用地	0.60	2.28	12
	河流水面	0.28	1.05	21
	坑塘水面	0.04	0.15	7
	空闲地	0.41	1.58	10
合计		26.2	100	417

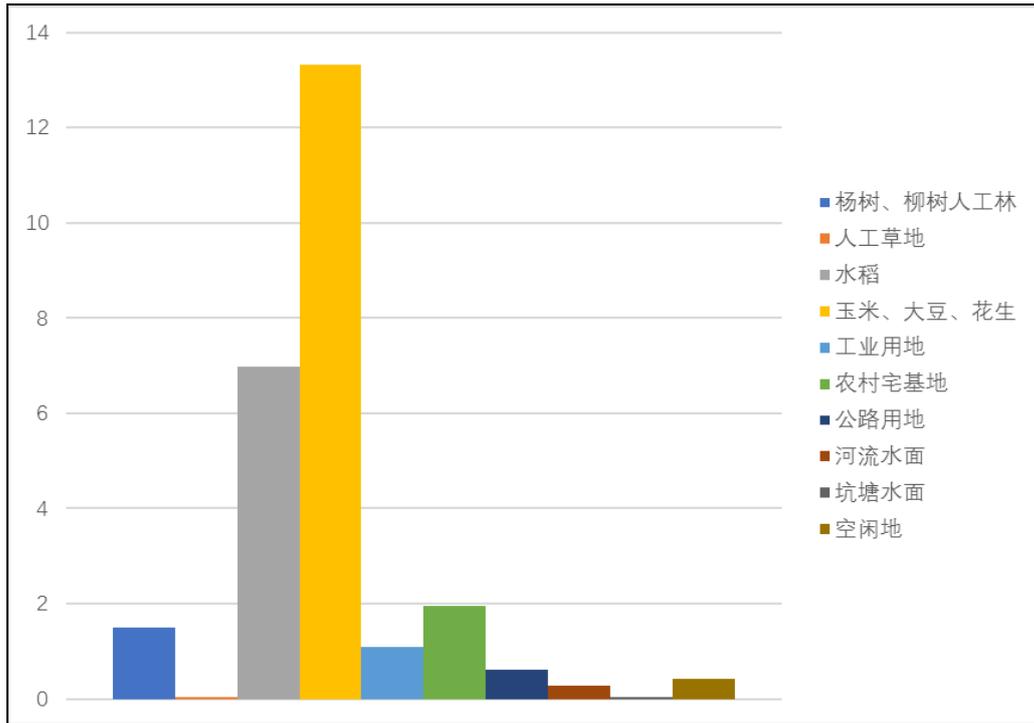


图 5.1-3 本项目管道工程评价范围植被现状统计图 (单位 km²)

5.1.1.5 评价区土壤侵蚀现状调查与评价

项目所在区域水土流失以水力侵蚀为主，侵蚀强度以微度侵蚀为主，项目区属于北方土石山区。

本项目管线沿线穿越地层主要为第四系冲洪积 (Q4a1+p1) 为主，主要包括第四系冲洪积粉质黏土、粉细砂、细砂等。粉质黏土，褐色，稍湿~湿，该层分布整个场区，厚度各地略有不同。粉细砂，含有石英、长石、石英等矿物，级配好，湿~饱和，分布于整个区域。

根据遥感影像解译统计知，本项目评价区范围内侵蚀类型主要以水力侵蚀为主，侵蚀强度类型主要表现为微度侵蚀，侵蚀面积为 22.25km²，占评价区总面积的 84.91%；无侵蚀区域面积约为 3.95km²，占评价区总面积的 15.09%。评价区每年土壤侵蚀总量 2405.58t。

评价区土壤侵蚀强度以微度侵蚀为主，侵蚀面积为 20.33km²，占评价区总面积的 77.59%，侵蚀量约为 1016.39t/a，占该段评价区总侵蚀量的 42.25%；轻度侵蚀区面积约 1.50km²，占该段评价区总面积的 5.74%，侵蚀量为 316.03t/a，占该段评价区土壤侵蚀总量的 13.14%；中度侵蚀区面积约 0.41km²，占该段评价区总面积的 1.58%，侵蚀量为 1073.16t/a，占该段评价区土壤侵蚀总量的 44.61%。

具体情况见评价区土壤侵蚀现状表和图。

表 5.1-5 本项目管道工程评价范围土壤侵蚀现状统计表

侵蚀强度	面积 (km ²)	面积 百分比 (%)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	侵蚀量 (t/a)	侵蚀量 百分比 (%)
无侵蚀区域	3.95	15.09	0	0	0.00
微度侵蚀	20.33	77.59	50	1016.39	42.25
轻度侵蚀	1.50	5.74	210	316.03	13.14
中度侵蚀	0.41	1.58	2600	1073.16	44.61
合计	26.20	100.00		2405.58	100.00

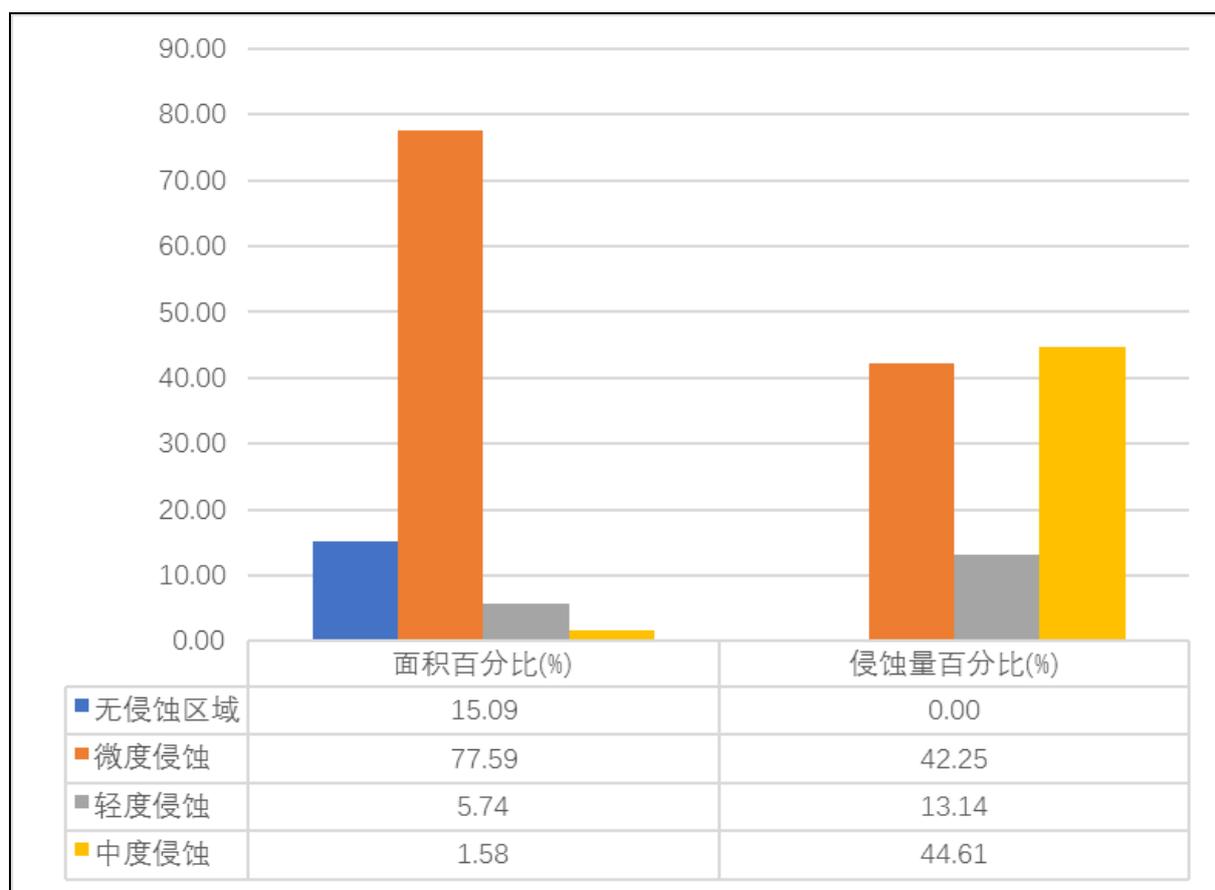


图 5.1-4 本项目管道工程评价范围土壤侵蚀现状统计图 (单位 km²)

5.1.1.6 评价区野生动植物调查

根据本项目拟建管线评价范围内生态环境现状调查结果得知,沿线区域在长期的人类活动的干扰下,受人为活动的影响明显,已形成较为稳定的人工生态系统,生物多样性程度偏低。管道路由两侧 500m 评价区范围内主要分布的野生动物是一些常见鸟类、鱼类、两栖类等物种,不存在珍稀野生动植物的适宜生境。原生植被早已被农作物及人工林所取代,无成片分布的地带性天然植被。管道沿线地表植被多为人工植被,主要是

农田和人工杨树林和柳树林等，人为活动较频繁，适宜野生动物生存的栖息环境多已被人工环境所替代，大型哺乳动物不会在此环境下觅食和栖息。管道沿线 500m 评价范围内，未发现古树名木以及珍稀保护植物物种及群落分布。本项目评价范围内野生动植物情况见下表。

表 5.1-6 本项目沿线主要野生植物名录

序号	种名	属名	科名	拉丁学名
1	鸭跖草	鸭跖草属	鸭跖草科	<i>Commelina communis</i>
2	扁秆蔗草	蔗草属	莎草科	<i>Scirpus planiculmis</i>
3	水葱	蔗草属	莎草科	<i>Scirpus tabernaemontani</i>
4	狗尾草	狗尾草属	禾本科	<i>Pennisetum alopecuroides</i>
5	虎尾草	虎尾草属	禾本科	<i>Chloris virgata</i>
6	白草	狼尾草属	禾本科	<i>Pennisetum centrasiaticum</i>
7	獐毛	獐毛属	禾本科	<i>Aeluropus sinensis</i>
8	芦苇	芦苇属	禾本科	<i>Phragmites australis</i>
9	星星草	碱茅属	禾本科	<i>Puccinellia tenuiflora</i>
10	白茅	白茅属	禾本科	<i>Imperata cylindrica</i>
11	稗草	稗属	禾本科	<i>Echinochloa crusgalli</i>
12	狗牙根	狗牙根属	禾本科	<i>Cynodon dactylon</i>
13	小画眉草	画眉草属	禾本科	<i>Eragrostis minor</i>
14	芒草	芒属	禾本科	<i>Miscanthus floridulus</i>
15	马唐	马唐属	禾本科	<i>Digitaria sanguinalis</i>
16	小黄花菜	萱草属	百合科	<i>Hemerocallis minor</i>
17	野西瓜苗	木槿属	锦葵科	<i>Hibiscus trionum</i>
18	猪毛菜	猪毛菜属	藜科	<i>Salsola collina</i>
19	反枝苋	苋属	苋科	<i>Amaranthus retroflexus</i>
20	皱果苋	苋属	苋科	<i>Amaranthus viridis</i>
21	马齿苋	马齿苋属	马齿苋科	<i>Portulaca oleracea</i>
22	牵牛	牵牛属	旋花科	<i>Pharbitis nil</i>
23	打碗花	打碗花属	旋花科	<i>Calystegia hederacea</i>
24	田旋花	旋花属	旋花科	<i>Convolvulus arvensis</i>
25	砂引草	砂引草属	紫草科	<i>Messerschmidia sibirica</i>
26	香薷	香薷属	唇形科	<i>Elsholtzia ciliata</i>
27	薄荷	薄荷属	唇形科	<i>Mentha haplocalyx</i>
28	藿香	藿香	唇形科	<i>Wrinkled Gianthyssop</i>
29	益母草	益母草属	唇形科	<i>Leonurus heterophyllus</i>
30	蓝萼香茶菜	香茶菜属	唇形科	<i>Rabdosia japonica</i>
31	毛水苏	水苏属	唇形科	<i>Stachys baicalensis</i>
32	萝藦	萝藦属	萝藦科	<i>Metaplexis japonica</i>

5 环境影响预测与评价

序号	种名	属名	科名	拉丁学名
33	苕菜	苕菜属	龙胆科	<i>Nymphoides peltatum</i>
34	鹅绒藤	鹅绒藤属	夹竹桃科	<i>Cynanchum chinense</i>
35	茜草	茜草属	茜草科	<i>Rubia cordifolia</i>
36	车前	车前属	车前科	<i>Plantago asiatica</i>
37	地黄	地黄属	玄参科	<i>Rehmannia glutinosa</i>
38	婆婆纳	婆婆纳属	玄参科	<i>Veronica polita</i>
39	六道木	六道木属	忍冬科	<i>Abelia biflora</i>
40	华蒲公英	蒲公英属	菊科	<i>Taraxacum borealisinense</i>
41	蒲公英	蒲公英属	菊科	<i>Herba Taraxaci</i>
42	山莴苣	山莴苣属	菊科	<i>Lactuca indica</i>
43	阿尔泰狗娃花	狗娃花属	菊科	<i>Heteropappus altaicus</i>
44	苦苣菜	苦苣菜属	菊科	<i>Sonchus oleraceus</i>
45	苣荬菜	苦苣菜属	菊科	<i>Sonchus brachyotus</i>
46	剪刀股	苦苣菜属	菊科	<i>Ixeris japonica</i>
47	茼蒿	蒿属	菊科	<i>Artemisia anethoicles</i>
48	茵陈蒿	蒿属	菊科	<i>Artemisia capillaries</i>
49	猪毛蒿	蒿属	菊科	<i>Artemisia scoparia</i>
50	黄花蒿	蒿属	菊科	<i>Artemisia annua</i>
51	蒙古鸦葱	鸦葱属	菊科	<i>Scorzonera mongolica</i>
52	刺儿菜	蓟属	菊科	<i>Cirsium segetum</i>
53	泥胡菜	泥胡菜属	菊科	<i>Hemistepta lyrata</i>
54	律草	律草属	桑科	<i>Humulus scandens</i>
55	赤麻	苧麻属	荨麻科	<i>Boehmeria silvestrii</i>
56	华北耧斗菜	耧斗菜属	毛茛科	<i>Aquilegia yabeana</i>
57	杨树	杨属	杨柳科	<i>Populus.</i>
58	柳树	柳属	杨柳科	<i>Salix babylonica</i>
59	苘麻	苘麻属	锦葵科	<i>AbutilonaviecnnaeGaerner</i>
60	紫花地丁	堇菜属	堇菜科	<i>Viola philippica</i>
61	诸葛菜	诸葛菜属	十字花科	<i>Orychophragmus violaceus</i>
62	播娘蒿	播娘蒿属	十字花科	<i>Descumia sophia</i>
63	芥菜	芥菜属	十字花科	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
64	地锦草	地锦草属	大戟科	<i>Euphorbia humifusa</i>
65	铁苋菜	铁苋菜属	大戟科	<i>Acalypha australis</i>
66	地榆	地榆属	蔷薇科	<i>Sanguisorba officinalis</i>
67	委陵菜	委陵菜属	蔷薇科	<i>Potentilla aiscolor</i>
68	歪头菜	野豌豆属	豆科	<i>Vicia unijuga</i>
69	亚麻	亚麻属	亚麻科	<i>Linum usitatissimum</i>

表 5.1-7 本项目沿线主要野生动物名录

序号	种名	拉丁学名	属	科	目	保护级别
1	大杜鹃	<i>Cuculus canorus</i>	杜鹃属	杜鹃科	鹃形目	
2	普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	翠鸟属	翠鸟科	佛法僧目	
3	短趾沙百灵	<i>Calandrella cheleensis</i>	沙百灵属	百灵科	雀形目	
4	云雀	<i>Alauda arvensis</i>	云雀属	百灵科	雀形目	
5	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	燕属	燕科	雀形目	
6	金腰燕	<i>Hirundo daurica</i>	燕属	燕科	雀形目	
7	黄鹡鸰	<i>Motacilla flava</i>	鹡鸰属	鹡鸰科	雀形目	
8	白鹡鸰	<i>Motacilla alba</i>	鹡鸰属	鹡鸰科	雀形目	
9	红尾伯劳	<i>Lanius cristatus</i>	伯劳属	伯劳科	雀形目	
10	棕背伯劳	<i>Lanius schach</i>	伯劳属	伯劳科	雀形目	
11	楔尾伯劳	<i>Lanius sphenocercus</i>	伯劳属	伯劳科	雀形目	
12	黑枕黄鹂	<i>Oriolus chinensis</i>	黄鹂属	黄鹂科	雀形目	
13	喜鹊	<i>Pica pica</i>	鹊属	鸦科	雀形目	
14	震旦鸦雀	<i>Paradoxornis heudei</i>	鸦雀属	鸦雀科	雀形目	
15	褐柳莺	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	柳莺属	莺科	雀形目	
16	黄眉柳莺	<i>Phylloscopus inornatus</i>	柳莺属	莺科	雀形目	
17	黄腰柳莺	<i>Phylloscopus proregulus</i>	柳莺属	莺科	雀形目	
18	树麻雀	<i>Passer montanus</i>	麻雀属	雀科	雀形目	
19	燕雀	<i>Fringilla montifringilla</i>	燕雀属	燕雀科	雀形目	
20	黄眉鹀	<i>Emberiza chrysophrys</i>	鹀属	鹀科	雀形目	
21	灰头鹀	<i>Emberiza spodocephala</i>	鹀属	鹀科	雀形目	
22	田鹀	<i>Emberiza rustica Pallas</i>	鹀属	鹀科	雀形目	
23	小鹀	<i>Emberiza pusilla</i>	鹀属	鹀科	雀形目	
24	苇鹀	<i>Emberiza pallasi</i>	鹀属	鹀科	雀形目	
25	中华大蟾蜍	<i>Bufo bufogargarizans</i>	蟾蜍属	蟾蜍科	无尾目	
26	黑斑蛙	<i>Rana nigromaculata</i>	蛙属	蛙科	无尾目	*
27	北方狭口蛙	<i>Kaloula borealis</i>	狭口蛙属	姬蛙科	无尾目	*
28	无蹼壁虎	<i>Gekko swinhonis</i>	壁虎属	壁虎科	有鳞目	*
29	赤链蛇	<i>Dinodon rufozonatum</i>	链蛇属	游蛇科	有鳞目	*
30	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>	锦蛇属	游蛇科	有鳞目	*
31	棕黑锦蛇	<i>Elaphe schrenckii</i>	锦蛇属	游蛇科	有鳞目	*
32	红点锦蛇	<i>Elaphe rufodorsata</i>	锦蛇属	游蛇科	有鳞目	*
33	黄脊游蛇	<i>Coluber spinalis</i>	游蛇属	游蛇科	有鳞目	*
34	丽斑麻蜥	<i>Eremias argus</i>	麻蜥属	蜥蜴科	蜥蜴目	*
35	中华鳖	<i>Trionyx sinensis</i>	鳖属	鳖科	龟鳖目	*
36	普通刺猬	<i>Erinaceus europaeus</i>	猬属	猬科	猬形目	*

37	蝙蝠	<i>Vespertilio. superans</i>	蝙蝠属	蝙蝠科	翼手目	
38	东亚家蝠	<i>Pipistrellus abramus</i>	伏翼属	蝙蝠科	翼手目	
39	黑田鼠	<i>Microtus. agrestis</i>	田鼠属	仓鼠科	啮齿目	
40	大仓鼠	<i>Cricetulus triton</i>	仓鼠属	仓鼠科	啮齿目	
41	黑线仓鼠	<i>Cricetulus barabensis</i>	仓鼠属	仓鼠科	啮齿目	
42	小家鼠	<i>Mus musculus</i>	鼠属	鼠科	啮齿目	
43	褐家鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	家鼠属	鼠科	啮齿目	
44	黑线姬鼠	<i>Apodemus agrarius</i>	姬鼠属	鼠科	啮齿目	
45	麝鼯	<i>Scaptochirus moschatus</i>	麝鼯属	鼯科	食虫目	
注：*为列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的动物						

5.1.1.7 生态敏感目标调查

1) 范县黄河省级森林公园

范县黄河省级森林公园位于濮阳市范县辛庄乡黄河大堤内，是省级森林公园，森林公园经营面积为 1267ha（约合 1.9 万亩）。地理坐标为东经 115° 21′ ~115° 43′，北纬 35° 38′ ~35° 55′。

该森林公园是 2002 年 12 月经河南省林业厅批准建立的（豫林护〔2002〕281 号），其目的是为了有效保护、培育和合理利用森林风景资源，开展旅游观光、休闲度假、文化娱乐和科普教育等森林旅游活动，充分发挥森林的生态效益和社会效益。该森林公园的主要树种为杨树，现状公园范围内分布有苹果树、农田和农村居民点等。

森林公园内共有植物 76 科，400 种。其中裸子植物 5 科，12 种被子植物 63 科，372 种；水生植物 5 科，6 种。具有一定观赏、应用价值的植物 100 余种。

拟建管线未穿越该森林公园，与公园最近距离约 950m。

图 5.1-5 本项目与范县省级湿地公园的位置关系示意图

2) 河南省生态保护红线

根据《河南省生态保护红线划定方案》，本项目距黄河干流水源保护生态保护红线区约 1.1km，距黄河湿地生物多样性维护生态保护红线区约 1.2km。

本项目不涉及生态红线，管道路由与生态红线划定的位置关系示意图如下。

图 5.1-6 本项目与濮阳市生态保护红线位置关系示意图

3) 黄河鲁豫交界段国家级水产种质资源保护区

黄河鲁豫交界河段国家级水产种质资源保护区总面积 10005.32 公顷，其中核心区面积 6102.92 公顷，实验区面积 3902.4 公顷。该保护区西南-东北纵贯 184.6km，产卵场共 8 处，自管道穿越点，到保护区东北端点约 97.7km，到保护区西南端点约 86.9km，距离上游最近产卵场 13.5km，下游产卵场 11.5km。

拟建管道未穿越黄河水体，管道工程与保护区的位置关系图见下图。

图 5.1-7 本项目与黄河鲁豫交界段国家级水产种质资源保护区位置关系示意图

5.1.2 施工期生态环境影响分析

5.1.2.1 对土地利用的影响预测与分析

1) 永久性工程占地影响分析

本项目管道工程永久性占地主要包括截断阀室、三桩和警示牌等，共计 0.3168hm²，永久性工程占用的土地利用类型主要为耕地和空闲地。

由于本管线工程需要永久性占地的设施是分散在约 26.2km 的地段，就沿线区域而言，每一工程各单元占地面积较小，且在沿线呈分散性布建。因此，本段管道主要工程永久占地对沿线地区的现有土地利用格局影响很小。

建议业主尽快向沿线地区的国土部门提出工程用地申请，早日得到批复；建设单位要与地方政府及有关职能部门积极协调，在施工前认真落实地方有关征地补偿手续及其费用，配合地方政府解决工程沿线扰动区域内的土地占补平衡问题；同时在施工和运行期间要落实本报告书中的有关环境保护措施，将永久性工程占地对沿线地区土地利用的影响减到最小。

2) 临时性工程占地影响分析

根据可研内有关工程临时占地的面积及范围，利用 GIS 技术将本项目管线路由的主要工程占地位置、面积与本次遥感调查所绘制的土地利用现状图进行叠加处理，得出管道所占用的土地利用类型情况，具体情况见下表。

表 5.1-8 工程临时占地类型及面积

占地类型	面积 (hm ²)	长度 (km)
乔木林地	1.88	0.67
其他草地	0.07	0.03

5 环境影响预测与评价

旱地	45.29	16.17
水田	22.41	8.00
工业用地	1.09	0.39
公路用地	1.19	0.43
河流水渠	0.39	0.14
空闲地	1.05	0.37
合计	73.36	26.2

从管道工程占用土地情况来看，主要是施工期间的临时占地。在管线及阀室施工过程中，施工便道、材料场、穿跨越工程施工作业场地、料场以及管道施工作业带等均属于临时性占地，一般仅在施工阶段会造成沿线土地利用功能的暂时改变，大部分用地在施工结束后、短期内（1年~2年）能恢复原有的土地利用功能。

（1）管道施工占地

管道工程大部分临时性占地主要集中在管道开挖埋设施工过程中，由于管道施工分段进行，施工时间较短，每段管线从施工到重新覆土约为三个月的时间，故在施工完毕、管道敷设完成后该地段土地利用大部分可恢复为原利用状态。

由于管道沿线近侧（约5m）不能再种植深根植物，一般情况下，该地段可以种植根系不发达的草本植物，以改善景观、防止水土流失。因此从用地类型看对林地用地有一定的影响。本工程临时占地仅占用耕地，对林地无影响。

临时占用林地面积1.88公顷，所涉及林地主要为人工林，从破坏的人工林分布现状来看，呈不连续状分布，总斑块数和平均面积相对都不大。

从宏观整体区域看，管道施工临时占地与扰动将不会影响到该区域的土地利用结构。在管道服务期满后，管线5m范围外可以重新种植深根作物，对土地利用的影响也将逐渐消失。

（2）材料堆放场、施工场地、施工便道占地

材料堆放场、施工场地在施工结束后绝大部分将恢复其原来的用地性质，不会对区域土地利用产生较大影响。

管线施工便道属于临时性工程占地，施工结束后大部分即可恢复原有用地使用性质，一部分的施工便道将作为农村道路或者为方便管道维护而保持下来，虽然改变了其原有的用地性质，但由于保留的施工便道比较少，不会对区域土地利用产生较大影响。

施工便道多按具体的施工工段设置，各工段占地一般为30d~45d，施工便道以依托现有县乡道路为主，新建道路基本是在管道两侧8m内，这部分占地见各段主要工程占

地类型表。施工期，施工范围内的农作物将被清除铲掉，施工便道需压实；施工结束后，施工便道占用的耕地可恢复原有种植。施工期施工便道对沿线生态环境的影响主要有：

①临时占地将破坏地表原有植被作物，其中对农作物而言将减少一季收成；

②施工过程中车辆碾压使占地范围内的土壤紧实度增加，对土地复耕后作物根系发育和生长不利；

③在干燥天气下，车辆行驶扬尘，使便道两侧作物叶面覆盖降尘，光和作用减弱，影响作物生长；降雨天气，施工车辆进出施工场地，施工便道上的泥土将影响到公路路面的清洁，干燥后会产生扬尘污染；

④河流穿越段施工便道的修建，将破坏河堤或堤外灌草植被。由于这部分土质较差，植被破坏后在短期内难以恢复，施工结束后应对河堤等重要地段实施必要的人工植被恢复抚育措施。

总之，在短期内，临时性工程占地将影响沿线土地的利用状况，施工结束后，随着生态补偿或生态恢复措施的实施，其影响将逐渐减小或消失。

4) 对土壤的影响分析

本建设项目对土壤的影响主要表现在建设期管线、阀室的建设对土壤的占压和扰动破坏。

在勘探阶段前期，勘探人员的踩踏和勘探设备的占压，其土壤影响面积和程度均较小；阀室建设阶段，如场地就地平整，对土壤的填挖均集中于建设场地内部，对场地外部影响较小。

永久占地主要为管道阀室、三桩及警示牌，永久占地已经改变了表土层土的性质和用途，这里主要分析工程临时占地对土壤的影响，临时占地在工程结束后 2~3 年耕作可恢复其原有使用功能。但因重型施工机械的碾压、施工人员的践踏、土体的扰动等原因，施工沿线的耕作土壤或自然土壤的理化性质、肥力水平将受到一定的影响，并进一步影响地表植被恢复。这种影响预计持续 2~3 年，随着时间的推移逐渐消失，最终使农作物的产量和品质恢复到原来的水平。具体表现如下：

(1) 扰乱土壤耕作层、破坏土壤结构

土壤结构是经过较长的历史时期形成的，管沟开挖和回填必将破坏土壤的结构。尤其是土壤中的团粒结构，一旦遭到破坏，必须经过较长的时间才能恢复，对农田土壤影响更大，农田土壤耕作层是保证农业生产的基础，深度一般在 15cm~25cm，是农作物根系生长和发达的层次。管道开挖必定扰乱和破坏土壤的耕作层，除管道开挖的部分受到

直接的破坏外，堆放开挖土也会占用农田、破坏农田的耕作土，此外，土层的混合和扰动，同样会改变原有农田耕作层的性质。因此在整个施工过程中，对土壤耕作层的影响最为严重。

(2) 混合土壤层次、改变土壤质地

土壤质地因地形和土壤形成条件的不同而有较大的变化，即使同一土壤剖面，表层土壤质地与底层的也截然不同。输气管道的开挖和回填，必定混合原有的土壤层次，降低土壤的蓄水保肥能力，易受风蚀，从而影响土壤的发育，植被的恢复；在农田区将降低土壤的耕作性能，影响农作物的生长，最终导致农作物产量的下降。

(3) 影响土壤养分

土体构型是土壤剖面中各种土层的组合情况。不同土层的特征及理化性质差异较大。就养分而言，表土层远较心土层好，其有机、全氮、速效磷、钾等含量高，紧实度、孔隙状况适中，适耕性强。施工对原有土体构型势必扰动，使土壤养分状况受到影响，严重者使土壤性质恶化，并波及其上生长的植被，甚至难以恢复。

根据有关资料统计，管道工程对土壤养分的影响与土壤的理化性状密切相关。在实行分层堆放，分层覆土的措施下，土壤中有机质将下降 30~40%，土壤养分将下降 30~50%，其中全氮下降 43%左右，磷素下降 40%，钾素下降 43%。这表明即使在管道施工过程中实行分层堆放和分层覆土等保护措施，管道工程对土壤养分仍有明显影响。事实上，在管道施工过程中，难以严格保证对表土实行分层堆放和分层覆土，因而管道施工对土壤养分的影响更为明显，最后导致土地生物生产量的下降。

(4) 影响土壤紧实度

管道铺设后的回填，一般难以恢复原有的土壤紧实度，施工中机械碾压，人员践踏等都会影响土壤的紧实度。土层过松，易引起水土流失，土体过紧，又会影响作物生长。

(5) 土壤污染

施工过程中将产生施工垃圾、生活垃圾以及焊渣、废弃外涂层涂料等废物。这些固体垃圾可能含有难于分解的物质，如不妥善管理，回填入土，将影响土壤质量。若在农田中，将影响土壤耕作和农作物生长。另外施工过程中，各种机器设备的燃油滴漏也可能对沿线土壤造成一定的影响。

5.1.2.2 占用基本农田的影响分析

根据《基本农田保护条例》，基本农田，是指按照一定时期人口和社会经济发展对

农产品的需求，依据土地利用总体规划确定的不得占用的耕地。根据《濮阳市土地利用总体规划（2006-2020年）》，本项目管道临时占地工程占用的耕地主要为基本农田，根据现场调查，本项目管道沿线种植作物主要为水稻、玉米、花生和大豆为主。沿线工程占用基本农田情况见下表。

表 5.1-9 本项目工程占用基本农田情况统计表

用地性质	占用耕地 (hm ²)	占用基本农田面积 (hm ²)
永久性工程	0.3168	0.0768
临时性工程	67.69	54.15
合计	68.0068	54.2288

从该工程占用基本农田面积统计表中分析知，本项目施工期占用基本农田 54.2288hm²，其中临时性工程占用基本农田 54.15hm²，约占工程占用基本农田总面积的 99.86%。施工期，管道穿越农田时应尽量减小施工作业带宽度，严格控制在施工作业带内施工，尽量采取人工开挖方式，减小机械作业对农田造成的破坏。施工期结束后，上述临时性工程占用的基本农田可恢复原有土地利用性质或使用功能，只是在短期内对基本农田的利用产生不利影响，随着施工期的结束，土地利用功能会得到很快恢复。

上述临时性工程所占用的基本农田，虽然在短期内会对基本农田的利用性质或使用功能产生不利影响，但在施工结束后，土地利用性质或使用功能将很快得到恢复。

永久性工程占用基本农田占地面积较小，就每一工程单元而言，且沿线呈分散性，对沿线地区基本农田保护不会带来较大影响。

根据《基本农田保护条例》第十五条规定“基本农田保护区经依法划定后，任何单位和个人不得改变或者占用。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开基本农田保护区，需要占用基本农田，涉及农用地转用或者征用土地的，必须经国务院批准。”

第十六条“经国务院批准占用基本农田的，当地人民政府应当按照国务院的批准文件修改土地利用总体规划，并补充划入数量和质量相当的基本农田。占用单位应当按照占多少、垦多少的原则，负责开垦与所占基本农田的数量与质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。”

占用基本农田的单位应当按照县级以上地方人民政府的要求，将所占用基本农田耕作层的土壤用于新开垦耕地、劣质地或者其他耕地的土壤改良。

在建设单位、设计单位对本工程永久性工程征地的有关经济补偿费用进行综合考虑、解决好地方基本农田规调工作的前提下，可以认为本工程永久性工程对沿线基本农田环境影响相对较小。

5.1.2.3 对农业生产影响分析

本项目管道沿线地区农业土地开发历史悠久，土地利用率高，后备农业土地资源较为紧缺，随着人口的增长和城镇化建设的日益加强，农业土地资源利用矛盾日益突出。

在管道施工期间，主要包括阀室建设、管道施工以及施工便道建设期，当季无法种植农作物，而且将破坏施工地面已有的农作物，这些都将造成一定的经济损失。管道维修保养也将影响农业收入。

对于永久占地，由于改变了原有土地和利用性质，这些土地上的农作物生产力将在管线服务期内永久损失。

在管道正常运行期内，对农业生产基本上不产生什么影响。但是由于在管线两侧 5m 范围内不能种植深根作物，对于原来为深根经济作物的地区会产生一定的损失。对于永久性占地，由于改变了原来的土地使用功能，对农业生产会造成一定的影响。

退役期阀室关闭，对农业生产的影响逐渐减弱，农作物完全恢复种植还需要 2~3 年不等的时间。

初步计算，本工程造成农作物损失面积约为 68.0068hm²，工程建设造成农作物经济损失约 158.92 万元。

表 5.1-10 本工程对农业生产造成的损失统计表

损失类型	农作物损失面积 (hm ²)	农作物单产 (t/hm ²)	农作物单位产值 (元/kg)	农作物损失总产值 (万元)
永久性工程	0.3168	7.49	3.12	0.74
临时性工程	67.69	7.49	3.12	158.18
合计	68.0068			158.92

5.1.2.4 对植被的影响预测与分析

1) 对植被的影响分析

在管线施工过程中，开挖管沟区将底土翻出，使土体结构几乎完全改变。挖掘区植被全部被破坏，其管线两侧的植被则受到不同程度的破坏和影响。

以管沟为中心两侧 2.5m 的范围内，植被将遭到严重破坏，原有植被成分基本消失，植物的根系也受到彻底破坏；在管沟两侧 2.5~5m 的范围内，由于挖掘施工中各种机械、车辆和人员活动的碾压、践踏以及挖出土的堆放，造成植被的破坏较为严重；管沟两侧 5~10m 的范围内，由于机械、车辆和人员活动较少，对植被的破坏程度相对较轻。

以管沟为中心两侧 2.5m 的范围，被破坏的植被要恢复到原有的程度相对比较困难；管沟两侧 2.5~5m 范围内，由于表土被碾压，践踏程度重，不但破坏了地表植被，也破坏了植物的浅根系，因此，施工作业中对管沟两侧 5m 范围内自然植被的影响是非常严重的，特别是森林植被的恢复需要较长的时间。

管线沿线主要分布的林地资源为人工有林地，在施工期间将导致一定数量的人工林被破坏。虽然在此期间不会造成严重的水土流失，但从景观上可能会形成较为明显的廊道。

从破坏的人工林分布现状来看，呈不连续状分布，总斑块数和平均面积相对都不大，因此管线穿越每个斑块所形成的带状廊道对该区域人工林地生态系统不会产生明显影响，影响范围也仅限于施工区。

2) 沿线植被受破坏情况分析预测

通过利用 GIS 技术将管道两侧施工扰动范围与植被类型图进行叠加处理，得出管道工程建设对植被的破坏情况见下表。

表 5.1-11 管道施工植被受破坏情况统计表

植被类型	损失面积 (hm ²)	平均生物量 (t/hm ²)	生物量损失 (t)
	临时占地		临时占地
杨树、柳树人工林	1.88	86.3	162.244
人工草地	0.07	2.2	0.154
玉米、毛豆等	45.29	5.2	235.508
水稻	22.41	4.7	105.327
合计	69.65	-	503.233

从管道沿线植被受破坏统计情况看，管道沿线受扰动和破坏的植被面积为 69.65hm²，占评价区总面积的 3.19%；从生物量损失看，管线建设将造成一次性生物量损失约 503.233t。

虽然管道建设将使生物量有所减少，但由于该管道沿线途径区域雨热条件和局部生境较好，无林带很快被浅根系植物覆盖，生物量将会有一定程度的增加。而且沿线扰动和破坏的植被多为农作物，在管道施工结束后可以恢复种植。从整体来看对沿线区域生

态环境造成的影响不大。

5.1.2.5 对土壤侵蚀的影响分析

1) 土壤侵蚀因素分析

拟建管道工程水土流失主要发生在施工期。管沟开挖、施工便道的平整、阀室的平整硬化等建设将破坏原有相对稳定的地表，使土壤结构疏松，作业区地表植被丧失，产生一定面积的裸露地面，诱发或加剧土壤侵蚀危害；采用定向钻和顶管工艺穿越河流、铁路、公路管段，将产生泥浆或弃土等，也将增加土壤侵蚀量。

一般而言，施工期土壤侵蚀的影响待施工结束后基本消除；营运期地表复原后，只要严格实施相应的水土保持措施，不会造成新的土壤侵蚀。

2) 土壤侵蚀预测方法

(1) 预测时段

拟建管道工程分段进行建设，且遵循边开挖边回填的作业工序要求，每段管道施工周期相对较短。本工程水土流失时段划分为施工期和运行期，其中管道建设水土流失主要集中在施工期，施工结束后临时性工程占用的农田地段即可恢复耕种，营运期对地表植被影响不大。占用的林地在线侧可恢复浅根系植物，其它区域仍可造林。因此，本次评价水土流失预测时段按不同施工项目扰动持续时间各异而定，管沟开挖、施工便道平整拟定为约 2 个月，阀室建设扰动时间约 1 个月。

(2) 工程地表扰动面积

本工程阀室等建设施工期间扰动土壤面积 0.3168hm^2 ；管沟开挖、施工便道等扰动土壤总面积为 75.2hm^2 。

(3) 侵蚀模数

根据沿线地区气候和土壤特性、工程扰动方式及土壤侵蚀现状分析结果，并参考有关工程项目环境影响评价规范和有关研究成果，本工程针对不同施工内容，给出相应土壤侵蚀模数可能值。管沟开挖、施工便道等建设侵蚀模数定为 $3000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，阀室、三桩等建设侵蚀模数定为 $1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

3) 土壤侵蚀预测结果

根据以上工程扰动面积、扰动时间和各工程侵蚀模数，计算出该段管道施工期间的土壤侵蚀量。

管沟开挖、施工便道等施工期间扰动土壤在不采取任何水土保持措施的前提下，产

生侵蚀量 31.73t。

结合工程施工扰动方式、程度及范围，上述水土流失量主要发生在沿线工程施工扰动建设区域内，对沿线区域而言，土壤侵蚀量不大。

表 5.1-12 本项目施工期土壤侵蚀情况统计表

施工内容	扰动面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	持续时 (月)	侵蚀量 (t)
管沟开挖、施工便道等建设	75.2	3000	2	31.33
阀室、三桩等建设	0.3168	1500	1	0.396
合计	75.5168	-	-	31.73

5.1.2.6 对景观生态的影响分析

1) 对景观格局的影响分析

本次变更评价管道路由穿越地区地貌多为较平坦地带。管道沿线区域内农业景观主导性比较明显，系统受人类活动干扰和控制程度较强，景观内部呈现以人工生态系统为主的生态格局，多年来的人类扰动范围与方式已固定形成，系统也处于相对稳定状态，当外界产生干扰时人工生态系统在人为推动下恢复平衡的能力较强，自然生态系统维持平衡的能力需根据具体扰动强度而定。

管道施工期间会直接影响到该地段的各类景观，由于管道施工对农业景观的影响是短暂的，它随着施工结束后的复种、复垦而结束，农田植被即可恢复到原来的景观，因此对农田景观影响不大，也就是说绝大部分区域农业景观的主导性仍然保留，景观整体生态格局没有发生大的变化。

同时，由于公路和河流是交通要道，工程施工对这三种景观的影响也比较大，但這些影响同样会随着施工的结束而消失。

相对而言，工程对林地景观的影响较大，因为林地在受到人类干扰和破坏后，其恢复时间较长，但由于本次管线经过的林地均为平原地带的人工林景观及少量的果园景观，且为零散的斑块，因此对景观的影响相对较小；阀室建设将形成永久性建筑物，局部景观彻底改变。

从整体看，管道施工期对整体景观生态格局影响很小。

2) 对林地生态景观的影响

施工期对林地景观生态影响比较大。首先，根据《石油天然气管道保护法》的有关规定，在管道中心线两侧 5m 的范围内不得种植深根型植物。因此施工结束后，施工作

业带中间近 10m 的范围内仅能种植浅根性植物和草皮，这不仅造成穿越段上层绿化空间的缺失，给景观带来不和谐。同时产生一定的“廊道效应”，对应有的景观恢复造成一定影响。而且，这种影响会长期存在。

其次，在管线穿越带中，为了方便弃土堆放、车辆行驶、人员活动等，必然会砍伐一些林木，使原本完整的林地景观产生断带，带来景观的破碎化。因此施工期对林地景观的影响是十分明显的，特别是在林带的两端更加明显。因此施工期间要尽可能减少对林木的砍伐和破坏，并及时进行复种，积极恢复原有的林地景观。

再次，施工期内会有废弃土石产生，影响景观。对石料弃渣的处理，应该根据附近地形及土地利用现状，将废弃渣石堆在凹地或者荒地上，堆渣前将表层熟土集中堆放，凹地填平后，将事先准备好的表层熟土回铺在弃渣上面，并在其上积极进行植被恢复。

5.1.2.7 对野生动植物的影响预测与分析

根据现状调查，在管线两侧 500m 评价区范围内未发现珍稀野生动物及其栖息环境，国家或地方重点保护植物绝大部分分布在管线影响范围外的风景名胜区、风景名胜区以及其他自然条件更好、受人为扰动较少的地带，管道工程的建设直接对珍稀野生动植物产生影响的可能性很小。

1) 对陆生生物影响

长输管道工程建设对陆生动物的影响主要体现在管线敷设施工期间。首先，由于管线敷设沿线区域内无大型野生动物，管道作为屏障对其迁移等活动的影响不大；其次，施工人员活动、施工机械、车辆的噪声对野生动物的短暂惊吓和干扰，影响动物的正常活；再次，由于管道敷设一般是分段进行的，管道施工活动对野生动物的影响是短时的、可逆的。施工结束后，这些影响会随着消失。

2) 对水生生物影响

管道工程建设对于大中型河流的穿跨越采用定向钻方式敷设，施工过程中，施工材料集中堆放，废弃物、废水、生活垃圾等妥善处理，应严格要求施工人员杜绝随地吐痰、便溺、丢弃废物的陋习，不能在水体区域内从事钓鱼、洗澡、打鱼等破坏环境的活动。则对水生生物不会产生影响。

5.1.3 营运期生态环境影响分析

5.1.3.1 对农业生产的影响分析

在管道正常运行期内，基本上对农业生产不会造成影响。但是由于在管线两侧 5m 范围内不能种植深根作物，对于原来为深根经济作物的地区会产生一定的损失。对于永久性占地，由于改变了原来的土地使用功能，这些土地上的农作物生产力将在管线服务期永久损失，给农业生产造成一定的影响。

退役期阀门关闭，对农业生产的影响逐渐减弱，农作物及其他果树的完全恢复种植还需要 2~3 年不等的时间。

5.1.3.2 对植被的影响分析

按照生态学理论，管道沿线的植被破坏具有暂时性，一般随着施工结束而终止。根据管线所经地区的土壤、气候等自然条件分析，施工结束后，周围植物渐次侵入，开始恢复演替过程。要恢复植被覆盖，采用人工植树种草的措施，可以加快恢复进程，2~3 年恢复草本植被，3~5 年恢复灌木植被，10~15 年恢复乔木植被。

需要指出的是，恢复的含义并非是完全恢复原施工前的植被种类组成和相对数量比例，而只是恢复至种类组成近似，物种多样性指数值近似的状态，但仍有所降低。

1) 正常运行状况下对植被影响

运行期正常情况下，管道所经地区处于正常状态，地表植被、农作物生长逐渐恢复正常。

根据已建成管道来看，在地下敷设天然气管道的区域，地表植被恢复较好，景观破坏程度很低。这证明了管道输送对生态环境影响最轻，影响范围最小，是一种清洁的运输方式。因此可以认为，正常输气过程中，管道对地表植被无不良影响。

2) 非正常（事故）状况下对植被的影响

事故是指因工程质量低劣、管理方面的疏漏、自然因素（地震、洪水冲刷）及人为破坏等原因造成输气管道的破损、断裂，致使大量天然气泄漏，造成火灾等。事故发生的可能性是存在的，但只要做好预防工作，事故发生的概率可以下降，造成的危害损失可以减少。

由于天然气的主要成分是甲烷。甲烷是无色、无味的可燃性气体，比重小于空气。如果发生泄漏，绝大部分很快会扩散掉，在无明火的情况下，不会发生火灾，不会对生

态环境造成危害。如有火源，可引起燃烧爆炸事件，可能会引发森林火灾，导致植被大面积的破坏，从而对生态环境产生重大影响。

5.1.3.3 对土壤的影响分析

管道施工结束后，通过采取一定的措施，土壤质量将逐渐得到恢复。管道正常运行期间对土壤的影响较小，主要是清管排放的残渣、污水，可能对土壤造成一定的影响。因此，在清管时只要做好回收工作，就可将其对土壤环境的影响降至最低程度。此外，类比调查表明：管道在运行期间，地表土壤温度比相邻地段高出 $1^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，蒸发量加大，土壤水分减少，冬季土表积雪提前融化，将可能形成一条明显的沟带。

总之，铺设管道虽改变了土壤结构和土壤养分状况，但通过采取一定的措施，土壤质量将会逐渐得到恢复。

5.1.3.4 对景观生态结构的影响分析

根据《石油天然气管道保护法》的有关规定，在管道中心线两侧各5.0m的范围内不得种植深根型植物。因此施工结束后，施工作业带中间近10m的范围内仅能种植浅根性植物和草皮，这不仅造成穿越段上层绿化空间的缺失，给景观带来不和谐。同时产生一定的“廊道效应”，对应有的景观恢复造成一定影响。而且，这种影响会长期存在。

对于永久占地，由于改变了原有土地和利用性质，这些土地上的农作物生产力将在管线运营期内永久损失。本工程阀室建设将形成永久性建筑物，局部景观彻底改变。在管道运营期，管道敷设区域农田植被能够逐渐恢复生长，农田景观结构也很快随之恢复。

5.1.3.5 对野生动植物的影响分析

与施工期相比，运营期间对野生动植物的影响较小。虽然管道沿线近侧不能再行种植深根植物，但根据现场调查，受工程影响的陆生植被均属一般常见种，其生长范围广，适应性强，不存在因局部植被生境破坏而导致植物种群消失或灭绝，对植物生长影响不大。

管道工程完工后，随着植被的恢复、施工影响的消失，动物的生存环境得以复原，由管道施工造成的对动物活动的影响逐渐消失。由于阀室产生的噪声较小，且距周围野生动物栖息地较远，因此，不会对野生动物的活动产生影响。

5.1.4 小结

本工程管道沿线所经区域生态系统类型以人工生态系统为主。主要为农田生态系统，其次为人工林生态系统、村镇生态系统、工业生态系统。

管道沿线土地利用类型以耕地为主，其次为林地、工矿仓储用地和住宅用地，其他类型的用地相对较小。

工程所在地带性植被类型属于暖温带落叶阔叶林。自然植被主要为极少量生长在河流沟渠周边的芦苇以及田埂和林下的杂草。评价区人工栽培植被占绝对优势，生物多样性程度偏低。沿线的植被类型以人工林为主，主要为杨树、柳树等。评价区是典型的农业区，农作物以种植水稻、玉米为主，此外还包括小面积花生、大豆等农作物。

5.2 大气环境环境影响分析

5.2.1 施工期环境空气影响分析

施工废气污染源主要来自地面开挖、回填、土石堆放和运输车辆行驶产生的扬尘(粉尘)、及施工机械(柴油机)、运输车辆排放的废气，废气中的主要污染物为SO₂、NO₂、CmHn等。这些污染物将对环境空气造成一定程度的污染，但这种污染是短期的，工程结束后，将不复存在。本分析主要利用同类工程的建设经验和监测结果，类比分析本项目施工期对沿线周围大气环境的影响。

5.2.1.1 扬尘(粉尘)的影响分析

本项目的扬尘(粉尘)主要产生于三个部分：管沟的地面开挖、填埋、土石方堆放；以及车辆运输过程产生的扬尘(粉尘)。施工期间产生的扬尘(粉尘)污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放以及风力等因素，其中受风力的影响因素最大，随着风速的增大，施工扬尘(粉尘)的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。

管道的地面开挖、填埋、土石方堆放过程为分段进行，施工时间较短，作业带内产生的扬尘(粉尘)为无组织面源排放，在平原、丘陵等地施工，根据类似工程的实际现场调查：在大风情况下施工现场下风向1m处扬尘浓度可达3mg/m³以上，25m处为1.53mg/m³，下风向60m范围内TSP浓度超标。但由于施工过程为分段进行，施工时间较短，在严格执行分层开挖、分层回填的操作制度、避免长距离施工、工程措施与生物措施相结合的情况下，总体而言，管线施工作业扬尘污染是短时的，且影响不会很大，各大气保护目标在管线施工期内会受到施工扬尘的影响较小。

施工阶段汽车运输过程中，也会产生扬尘污染。扬尘量、粒径大小等与多种因素有关，如路面状况、车辆行驶速度、载重量、天气情况等。其中风速、风向等天气状况直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、扬尘落地快、影响范围主要集中在运输道路两侧，而各大气保护目标与施工场地距离 80m 以上，故汽车运输扬尘对周边的环境空气影响程度和范围较小，影响时间也较短。如果采用硬化道路、道路定时洒水抑尘、车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。

本项目施工场地只要采取合理化管理、控制作业面积、土堆适当喷水、土堆和建筑材料遮盖、围金属板、大风天停止作业等措施，施工扬尘对周围敏感目标的影响可以降低至最低。

5.2.1.2 施工机械尾气影响分析

施工期间，运输汽车、管线在定向钻和顶管穿越等大型机械施工中，由于使用柴油机等设备，将产生燃烧烟气，主要污染物为 SO_2 、 NO_2 、 CmHn 等。但由于废气量较小，且施工现场均在野外，有利于空气的扩散，同时废气污染源具有间歇性和流动性，因此对局部地区的环境影响较轻。

5.2.2 运营期环境空气影响分析

本项目不包含站场工程，运行期管道密闭输送，无废气产生。

5.2.3 小结

施工废气污染源主要来自地面开挖、回填、土石堆放和运输车辆行驶产生的扬尘（粉尘）、及施工机械（柴油机）、运输车辆排放的废气，废气中的主要污染物为 SO_2 、 NO_2 、 CmHn 等。这些污染物将对环境空气造成一定程度的污染，但这种污染是短期的，工程结束后，将不复存在。

运营期本项目不包含站场工程，运行期管道密闭输送，无废气产生。

5.3 地表水环境影响分析

5.3.1 施工期地表水环境影响分析

施工期对地表水的水质影响主要发生在河流穿越施工过程中，根据沿线河流的水文、地质和环境特征，分别采用大开挖、定向钻等方式穿越。其中定向钻穿越均从河床

以下通过，穿越施工不会直接影响河流水质；大开挖穿越对河流水质有一定影响。

5.3.1.1 施工期主要废水来源及影响分析

管道施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水及管道安装完后清管试压排放的废水。

1) 生活污水

施工人员生活污水产生量按 80L/人·日计算，COD 和氨氮的浓度分别按 300mg/L 和 30mg/L 计算。根据管道施工过程类比调查，一般地段管线施工生活污水、COD 和氨氮排放量分别为 26m³/km、7.8kg/km 和 0.78kg/km。根据以往施工经验，施工队伍的吃住一般租用当地民房，同时施工是分段分期进行，具有较大的分散性，局部排放量很小，因此施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统。

2) 清管、试压排水

按地区等级和地形特点对试压管段进行分段，一般不超过 32km。管道工程清管、试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压，可重复利用，试压用水重复利用率可达 50% 以上。试压水应尽量重复利用，水中的主要污染物为悬浮物（≤70mg/L）。

本项目清管试压用水，为一次性排放，经沉淀后就近排放，此股废水中主要污染物为含少量铁锈、泥沙等悬浮物，经沉淀后即可去除，根据国内其它管线建设经验，这部分废水经沉淀后可重复利用或直接外排，不会对接纳水体产生大的影响，但是，由于这部分排水量大，排水时间短，因此，如不处理直接排放至附近的水体，将对沿途水域造成一定影响，必须做好废水的收集和排放的管理与疏导工作，通过简易的沉淀后就近排入附近沟渠、河流，应尽量避免排水造成局部土壤流失和污染。

环评要求禁止向Ⅲ类及以上或具有饮用功能的水体排放清管试压水。清管试压水排放前须征得当地环保部门同意，按照其要求排放。

5.3.1.2 定向钻穿越对地表水环境的影响分析

定向钻穿越是一种环境影响较小的穿越施工方法，管道穿越地表水应优先考虑，尤其是在环境敏感区段。

1) 定向钻施工方式介绍

定向钻穿越是一种先进的管道穿越施工方法。定向钻穿越的管道孔在河床以下，距离河床 10m 以上，具有不破坏河堤、不扰动河床等优点。由于定向钻穿越施工场地，要

求“入土点”、“出土点”设在堤岸外侧，定向钻技术在河流河床下 10~20m 处穿越，不对堤岸工程、河流水温、水利条件及水体环境产生影响，施工地点距离穿越水域的水面一般较远，施工作业废水不会污染水体；施工时只会对河堤两侧土层暂时破坏，施工完成恢复河堤原貌后，不会给河堤造成不利影响；施工期和运营期河面景观均无改变；大型水域管道埋深一般在河床以下，施工过程既不影响河道两侧的堤坝，也不影响航运和船舶抛锚，对主河道水流不会产生阻隔作用，不会扰动河流水文、水利条件、河水水质和相关水利设施，基本不会对水环境造成影响。

穿越过程中需在入土点与出土点分设泥浆池，一般泥浆池达到安全填埋，对地表水体造成的影响很小，从已有工程的施工现场来看，泥浆池均设有防渗膜，造成泄漏的几率较小，对泥浆池的大小设计是根据定向钻穿越河流长度所需泥浆量的多少来进行设计的。

在穿越点的水源保护区范围内禁止设置泥浆池。

2) 定向钻施工主要影响

- 施工时，对河堤两侧土层会暂时破坏；
- 施工结束后还将产生一定量的固体废物；
- 施工过程产生的生活污水和生活垃圾等。

3) 采取的措施

针对本工程而言，为了最大限度的减轻定向钻施工对穿越水体的影响，施工过程中必须实施以下环保措施：

- 禁止向水体内存放一切污染物。
- 禁止生活污水和生活垃圾直接进入河道。
- 在穿越河流的两堤外堤脚内禁止给施工机械加油、存放油品储罐，禁止在河流主流区和漫流区内清洗施工机械、车辆和排放污水。
- 防止设备漏油遗撒在水体里。加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布，并在重点地方设立接油盘等，同时及时清理漏油。
- 泥浆池要按照规范设立，其容积要考虑 30%的余量，以防雨水冲刷外溢，泥浆池底要采用防渗膜进行防渗处理，保证泥浆不渗入地下。
- 施工结束后，产生的废弃泥浆经分离后进行固化处理，可留在泥浆池中，固化后覆土掩埋恢复种植；分离出的污水可运走，经处理达标后排放；废钻屑用于加筑堤坝和进行场地恢复等。

——施工多余土方可用于沿岸护堤，不得随意弃置。

——施工结束后要尽快恢复出、入土地地的原貌，减少水土流失。

——泥浆池底部和四周应铺有 PVC 材料，防止污水下渗。施工结束后剩余泥浆经 pH 调节后作为废物收集在泥浆坑中，经当地环保部门同意，固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，保证恢复原有地貌，或送当地环保部门指定的垃圾堆放场处置。

5.3.2 大开挖对地表水体的影响分析

5.3.2.1 大开挖施工分析

大开挖穿越方式适合于河水较浅、水量较少、河漫滩较宽阔的河流，施工作业一般选在枯水期进行。在河流一侧开挖导流渠，然后开挖河床管沟，采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，管顶埋深约在冲刷层以下 1.5m。待施工完成后，经覆土复原，使河床稳固。

对于中、小河沟渠的开挖，一般在非汛期进行。每年 6~9 月份的汛期，水位高出非汛期水位 1m 左右，给施工带来更大难度。施工过程中一般先采用草袋围堰，截流两端水源，然后再进行大开挖，并在管线通过后恢复河床原貌。

对于水量较大的小型河流和沟渠，采用围堰导流开挖方式，对于水塘，先进行围堰抽水，再开挖，施工时，在河床内挖沟铺设施工时，对河床有暂时性破坏，施工完成后，经覆盖复原，对河流河床和面貌不产生影响。

5.3.2.2 大开挖施工对水环境的影响

在开挖穿越施工中，对河流水质会产生短期影响。主要表现为：

1) 对河流的影响

开挖穿越在施工期将对河流水质产生短期影响，主要是使河水中泥沙含量显著增加。但这种影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况，施工过后，原有河床形态得到恢复，不会对水体功能和水质产生明显影响。

沿线以开挖方式穿越的河流或水渠，多为水浅、河道较窄、流量较小的季节性河流，开挖施工作业多在枯水期，根据现场实地调研结果，在枯水期沿线季节性河流水量较少，开挖时，其一，对河水水质造成短暂影响，其二，开挖作业对河床造成暂时性破坏，开

挖深度一般在设计冲刷线以下 1.5m, 待施工完成后, 经覆土复原, 采用河床稳固措施后, 不会对河床及水体环境产生影响。

对于水量较大的小型河流和沟渠, 采用围堰导流开挖方式, 施工时, 在河床内挖沟铺设施工时, 对河床有暂时性破坏, 施工完成后, 经覆盖复原, 对河流河床和面貌不产生影响; 开挖河道穿越在施工期将对河流水质产生短期影响, 在围堰导流过程中可能使河水中泥沙等悬浮物含量增加, 设置导流沟, 破坏了部分汇水区的植被, 造成流入河道的泥沙增加, 但这种影响是局部的, 在河水流过一段距离后, 由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况, 施工过后, 原有河床形态得到恢复, 不会对水体功能和水质产生明显影响; 在围堰导流开挖过程中, 会产生一定量的泥沙和泥土, 回填一部分, 多余部分应及时处理, 不要裸露于地表, 影响地貌, 可用于修筑堤坝等。

2) 对水生生物和下游农业用水的影响分析

施工过程中的开挖活动可能阻隔、影响水域的固有水文规律, 开挖将使地下水向管沟方向侧渗, 可能沿管沟形成水流, 造成周围局部高出地段地下水位下降或使管沟两侧地下潜流受阻, 河流的开挖作业一般选在枯水期, 一般水量较小, 有些河流基本干涸, 开挖施工对水生生物和下游农业用水量影响较小, 若施工期赶在灌溉季节, 施工将采用围堰导流的方式, 分段施工, 不会对水进行截流, 另外, 小型河流的施工较短, 一般为 3~5 天, 影响是短期的和局部的。

根据现场踏勘期间, 已和当地渔业局进行过对接, 本项目大开挖方式施工的河流穿越段没有鱼类“三场”分布。

3) 对水土流失的影响分析

施工中做好导流及临时防护工程, 有效的防治洪水冲刷, 减少水土流失,

总之, 采取开挖方式施工时, 建设单位应该对本项目的线路选择及河流穿越点的选择上, 要充分考虑地表水功能和类型, 在施工期间尽量使地表水水质的影响降至最低。

4) 采取的环保措施

在穿越施工期间, 只要采取以下强化管理等措施, 管道施工对河流影响会很小。大开挖穿越施工中应采取的主要环保措如下:

——采取开挖方式施工时, 建设单位应该对本项目的线路选择及河渠穿越点的选择上, 要充分考虑地表水功能和类型, 在施工期间尽量使地表水水质的影响降至最低。

——建设单位应加强施工期环境管理, 管沟开挖、临时道路修建、河流、水渠穿越施工应避开雨季, 减少水土流失和对水生生态系统的影响;

- 尽量选择在枯水期施工；
- 严格施工组织，优化施工方案，尽量缩短施工时间；
- 严格执行地方河道管理中有关规定；
- 禁止向水体排放一切污染物；
- 严禁在河流两堤外堤脚内建立施工营地和施工临时厕所；
- 严禁在河流及近岸内清洗施工机械、运输车辆；
- 严禁向河道内排放污水和固体废物；
- 在穿越河流的两堤不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆。机械设备若有漏油现象要及时清理散落机油；
- 注意不要将两岸施工现场的洒落机油等污染物落入河流；
- 对水质要求较高的河流，应设置坑池将管道试压水中的悬浮泥沙沉淀过滤后再行排放；
- 施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧，压实、或用于修筑堤坝；必须注意围堰土在施工结束后的清理工作，避免阻塞河道，应严格执行河道管理的有关规定，尽量减少对堤坝等水工安全设施的影响。

根据现状调查，采取大开挖穿越的河流中，为了保护地表水，最大限度的减轻大开挖施工对穿越水体的影响，在穿越施工期间，要严格执行《中华人民共和国水污染防治法》及地方河道管理中有关规定，尽量减少对水工设施的影响；并严格实施关于大开挖施工方式的有关环境保护要求及相应保护措施。

5.3.2.3 管道敷设对地表水环境的影响分析

施工中土地开挖、施工场地平整、施工临时占地和废弃土方堆放等活动不仅将破坏当地的植被和土壤，也影响了当地的地表径流，造成某些小沟渠流水不畅，甚至堵塞或流向改变，使当地水文条件发生变化，水系的排洪能力下降，但这种影响是暂时的。

- 1) 管道开挖过程中，挖出的土石如未能及时回填，遇雨水冲刷进入附近水体，影响水域水质。
- 2) 施工物料如堆放管理不严，受雨水冲刷进入附近水体，对水域造成影响。
- 3) 施工弃渣和施工人员的生活垃圾如不妥善处理，随意堆放，受雨水冲刷进入附近水体，将对其水质造成影响。

通过以上分析，通过对施工弃渣、施工人员生活垃圾妥善处置；对施工材料堆放严格管理，及时填埋开挖土石；加强穿越河流的施工管理，工程施工过程中造成的水环境影响程度已降到最低。

5.3.2.4 施工作业方案和施工场地布置合理性分析

采用定向钻的穿越方式，定向钻穿越是一种在技术上和设备上均较为成熟可靠的先进的施工工艺，完全可以保证管道设计埋深，大型水域管道埋深一般可在河床以下 20m（不低于 6m），施工过程不影响河道两侧的堤坝，对水中生物也无影响，距离穿越水域的水面一般都较远，施工作业废水和固体废物不会污染水体，同时，建设单位在施工过程中，禁止倾倒生活垃圾、粪便及其他废弃物、向水域排放污水、集中堆放工业废渣、生活垃圾、粪便和其他废弃物等，因此，本项目施工作业方案和施工场地布置合理，对地表水环境影响不大。

5.3.2.5 施工活动对河流水文特征的影响分析

本管道工程施工采用了定向钻的方式穿越大中型河流，施工不会改变河流的水流、水文条件。但在施工中土地开挖、施工场地平整、施工临时占地和废弃土方堆放等活动不仅将破坏当地的植被和土壤，也影响了当地的地表径流，造成某些小沟渠流水不畅，甚至堵塞或流向改变，使当地水文条件发生变化，水系的饮水、排洪能力下降，但这种影响是暂时的。

5.3.2.6 施工期其它因素造成地表水环境影响分析

1) 管道开挖过程中，挖出的土石如未能及时回填，遇雨水冲刷进入附近水体，影响水域水质。

2) 施工物料堆放管理不严，受雨水冲刷进入附近水体，对水域造成影响。

3) 施工弃渣和施工人员的生活垃圾如不妥善处理，随意堆放，受雨水冲刷进入附近水体，将对其水质造成影响。

通过以上分析，通过对施工弃渣、施工人员生活垃圾妥善处置；对施工材料堆放严格管理，及时填埋开挖土石；加强穿越河流的施工管理，工程施工过程中造成的水环境影响程度已降到最低。

5.3.3 运营期地表水环境影响分析

正常工况下，由于管线是全封闭系统，运输的天然气不会与管线穿越的河流水体之间发生联系，采用防腐层和阴极保护联合方式，如不发生泄漏事故。由于天然气密度比空气小，沸点极低（ -161.5°C ），且几乎不溶于水，在事故状态下，即一旦输气管道穿越河流处发生破裂，天然气对水质的直接影响很小。

5.3.4 小结

施工期通过对施工弃渣、施工人员生活垃圾妥善处置；对施工材料堆放严格管理，及时填埋开挖土石；加强穿越河流的施工管理，工程施工过程中造成的水环境影响程度已降到最低。

正常工况下，由于管线是全封闭系统，运输的天然气不会与管线穿越的河流水体之间发生联系，采用防腐层和阴极保护联合方式，如不发生泄漏事故，由于天然气密度比空气小，沸点极低（ -161.5°C ），且几乎不溶于水，在事故状态下，即一旦输气管道穿越河流处发生破裂，天然气对水质的直接影响很小。

5.4 地下水环境影响分析

5.4.1 施工期地下水环境影响分析

1) 管道施工影响

管道在敷设过程中，其开挖的深度及区域地下水的埋深情况决定其对地下水环境的影响程度。工程可行性研究报告根据有关规范规定及管道所经地区的地区等级、土壤类别及物理力学性质，并考虑到管道稳定性等要求综合确定管道管顶覆土深度不小于1.2m，农田、耕地等区，埋深1.5m。沿线地下水埋深不等，一般在1m~30m。管沟施工可能揭露地下水位，扰动浅表水层，增加地下水浊度，但因施工时间短，泥沙影响范围小，只在管线附近几米的范围，对地下水影响极微，管线施工结束就可恢复正常。

2) 施工产生废水影响

施工人员生活污水：管道施工人员生活污水产生量约 $26\text{m}^3/\text{km}$ ，施工生活废水主要污染物为COD和氨氮。管道沿线地区，施工时就近租用民房可不设置施工营地，生活污水主要依托当地的生活污水处理系统。因此，施工期生活污水对沿线地下水环境的影响较小。

施工生产废水：施工期废水主要为试压废水。试压用水一般采用清洁水，其中的污

染物主要为悬浮物，采用沉淀处理后回用于农灌、道路洒水或选择合适的地点排放，试压废水禁止排放至具有饮用水功能的地表水体。因此，试压废水基本不会对地下水造成影响。

5.4.2 运营期地下水环境影响预测评价

运营期管线埋设于地下，管道输送介质为天然气，为不含硫、不含水的纯甲烷气体，运营期间无废水产生。管道防腐设计严格按照相关规定，采用外防腐层和阴极保护联合保护的方案对管道进行保护，因此正常状态下对地下水环境基本无影响。

管道运营期间的非正常状态可能有，阀门、法兰泄漏或泵、管道、流量计、仪表连接处泄漏；水击及腐蚀；监控的仪器仪表出现故障而造成的误操作产生天然气泄漏；撞击或人为破坏等造成管道破裂而泄漏；由自然灾害而造成的破裂泄漏等。一旦管道破裂出现泄漏时，天然气将通过土壤孔隙逸出进入大气，即使位于地下水位以下的管道出现泄漏时，天然气不溶于水也会从水中逸出进入包气带土壤，再从土壤孔隙逸出进入大气，不会对地下水产生影响。

运营期后期由于防腐效果降低，管道外铁锈（金属氧化物）可能随入渗的雨水进入地下，影响地下水水质。由于大部分管道离地下水面较远，铁锈要经过较厚的土壤层才能进入地下水，在入渗过程中部分铁锈会被土壤吸附，进入地下水的铁锈很少，对地下水水质影响轻微。但在服务期满，管道不用时应挖出管道，恢复原地貌。

综上，在正常状况下管道的运行对地下水环境基本无影响。

5.4.3 小结

本项目施工对地下水环境的影响主要表现在地下水埋深浅的区域施工对地下水环境的影响，但这种影响一般只在管线附近几米的范围，对地下水影响极微，管线施工结束就可恢复正常，在严格施工管理的情况下，对地下水环境的影响可接受。

运营期管道埋设于地下水，对地下水几乎无不良影响。后期由于防腐效果降低，管道外铁锈（金属氧化物）可能随入渗的雨水进入地下，影响地下水水质，由于土壤吸附的吸附作用，进入地下水的铁锈很少，对地下水水质影响轻微。

5.5 声环境影响分析

5.5.1 施工期声环境影响分析

5.5.1.1 施工噪声源

施工对噪声环境的影响中主要是由施工机械和运输车辆造成。

各施工区段内随着项目进展,将采用不同的机械设备施工,如在挖沟时采用挖掘机,布管时使用运输车辆,焊接时使用电焊机及发电机,管线入沟时采用吊管机,回填时使用推土机,这些施工均为白天作业,根据施工内容交替使用施工机械,并随施工位置变化移动,管道施工每60km为一个施工区段,作业周期约为20d。

穿越施工地点选择在交通方便、场地开阔的一侧,施工周期取决于采用的施工方式和穿越长度及地质情况,每项穿越工程的施工时间一般在20~40d不等,一般白天施工,噪声源主要是发电机、定向钻机噪声等。

根据类比调查和现场踏勘监测以及项目可行性研究报告提供的主要设备选型等有关资料分析,设备高达105dB(A)以上的噪声源施工机械有:挖掘机、吊管机、电焊机、定向钻机、推土机、混凝土搅拌机、切割机、石料运输车等。

表 5.5-1 主要施工机械噪声值 单位: dB (A)

序号	噪声源	噪声强度 dB (A)	序号	噪声源	噪声强度 dB (A)
1	挖掘机	92	6	混凝土搅拌机	95
2	吊管机	88	7	混凝土翻斗车	90
3	电焊机	85	8	混凝土震捣棒	105
4	定向钻机	90	9	切割机	95
5	推土机	90	10	柴油发电机	100

5.5.1.2 噪声预测公式

当声源的大小与预测距离相比小的多时,可以将此声源看作点源,声源噪声值随距

离衰减的计算公式如下: $L_2 = L_1 - 20 \lg \frac{r_2}{r_1}$

式中: r_1 、 r_2 ---为距声源的距离 (m);

L_1 、 L_2 ---为声源相距 r_1 、 r_2 处的噪声声级 dB (A)。

5.5.1.3 预测结果及分析

1) 不同施工机械噪声随距离的衰减分布

通常施工场地上有多台不同类型的施工机械同时作业，它们的辐射声级将叠加，其强度增量视噪声源种类、数量、相对分布的距离等因素而不同。施工噪声随距离衰减后的预测值见下表。

表 5.5-2 施工噪声随距离的衰减情况 单位：dB (A)

噪声源 \ 距离, m	10	20	40	80	100	200	400	800	1000
挖掘机	80	74	68	62	60	54	48	42	40
吊管机	76	70	64	58	56	50	44	38	36
电焊机	73	67	61	55	53	47	41	35	33
定向钻机	78	72	66	60	58	52	46	40	38
推土机	78	72	66	60	58	52	46	40	38
混凝土搅拌机	83	77	71	65	63	57	51	45	43
混凝土翻斗车	78	72	66	60	58	52	46	40	38
切割机	83	77	71	65	63	57	51	45	43
柴油发电机	88	82	76	70	68	62	56	50	48
混凝土震捣棒	93	87	81	75	73	67	61	55	53

在线路施工中，使用挖掘机的时间较长，噪声强度较高，持续时间较长，而其它施工机械如混凝土震捣棒、混凝土搅拌机、混凝土翻斗车、切割机、推土机等一般间歇使用，且施工时间较短，故挖掘机施工噪声基本反映了管线施工噪声的影响水平。定向钻和顶管穿越施工的主要噪声源为定向钻机、柴油发电机，源强 90~100dB (A)，一般白天施工，施工周期为 20~40d，应采取加隔声降噪措施。

从计算可知：主要机械在 40m 以外均不超过建筑物施工场界昼间噪声限值 75dB(A)，而在夜间若不超过 55dB (A) 的标准，其距离要远到 200m 以上。

2) 施工机械对管线两侧近距离噪声保护目标的影响

本项目的施工机械混凝土搅拌机、混凝土翻斗机、切割机和柴油发电机基本在阀室施工、定向钻穿越大型河流等时使用，使用频率低，挖掘机使用频率最高，因此，以挖掘机为代表说明本项目施工期噪声影响，计算结果可知，本项目施工期设备噪声声级值以施工管道沿线向外逐渐减弱，距声源 200m 以外挖掘机的噪声声级值已低于 54dB (A)。管线两侧 200m 以内的噪声保护目标的声环境在施工期会受到施工噪声的影响，噪声水平有不同程度的增加，噪声值会超过标准限值。但是，施工噪声是短暂的且具有分散性，

一般在白天施工，不会对夜间声环境产生影响。因此，一般施工噪声对周围居民的生活影响不是很大。

3) 大型穿越对周围村庄的影响

大型穿跨越工程施工场地较大，噪声源多，噪声持续时间相对较长，大型穿跨越工程为昼夜连续施工，根据噪声预测结果，在距离定向钻机 200m 以外的噪声值就衰减到 55dB (A) 以下，满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 的 1 类功能区昼间的要求。本项目仅在濮西干渠和黄河大型河流采用定向钻穿越，一般施工场地距离居民集中区等保护目标较远，可见大型穿跨越工程施工场地噪声对周围居民影响不大。要求穿跨越施工场地尽可能将固定的噪声机械放置远离居民房屋处，合理移动噪声源行进路线，尽可能避免大量高噪声设备同时施工，禁止夜间强噪声设备（如定向钻、挖掘机、推土机、装载机、起重机、柴油发电机）运行，加强施工监理，进行施工现场噪声测量，必要时可根据情况适当建立单面声障。做好与当地居民的沟通，避免噪声扰民现象发生。

5.5.2 运营期声环境影响评价

正常工况下，管道密闭输送基本无噪声产生，因此项目正常工况对周边居民的影响较小。

5.5.3 小结

施工期由于本项目施工机械噪声源强较高，施工噪声将对周边声环境质量产生较大的影响，建设单位也应当采取有效的施工噪声防治措施，将噪声影响降至最低。运行期本项目管道运行期管道密闭输送，无发声设备，无噪声产生。

5.6 土壤环境影响分析

5.6.1 施工期对土壤环境影响分析

1) 阀室建设土地平整对土壤的影响

施工期由于机械的碾压及施工人员的践踏，在作业区周围的土壤将被严重压实，部分施工区域的表土将被铲去，另一些区域的表土将可能被填埋，从而使施工完成后的土壤表土层缺乏原有土壤的肥力，不利于植物的生长和植被恢复。

阀室的建设，将增加不透水地面，势必造成一定范围的植被破坏，开挖土方使地表裸露，极易造成土壤水蚀或风蚀，但阀室占地面积很小，且本项目仅有一个阀室，对区域土壤环境的影响很小。

施工对土层的扰动，改变了土壤结构与容重。植被的破坏，使裸露地表对太阳热能的吸收量增加，对热量的反射率也随之变化，这将导致施工影响区域内地面热量平衡状况的改变。

2) 管线施工对土壤环境影响

管线施工对土壤环境影响较大的是埋地敷设部分，需要对地表土壤进行开挖和填埋，对土壤环境的影响表现在：

①局部破坏土壤结构

土壤结构的形成需要漫长的时间，土壤结构是土壤质量好坏的重要指标，特别是团粒结构是土壤质量的重要指标，团粒结构占的比重越高，表示土壤质量越好，团粒结构一旦被破坏，恢复需要较长时间，而且比较困难。施工过程中对土地的开挖和填埋，容易破坏团粒结构，干扰团粒结构的自然形成过程。施工过程中的机械碾压、人员践踏等活动都会对土壤结构产生不良影响。

②局部破坏土壤层次，改变土壤质地

土壤在形成过程中具有一定的分层特性，土壤表层为腐殖质层，中层为淋溶淀积层，底层为成土母质层。管线开挖和回填过程中，必然会对土壤原有层次产生扰动和破坏，使不同层次、不同质地的土体产生混合，特别是耕层土壤被混合后，将对农作物的生长和产量有所影响。

③对开挖地带的土壤紧实度有一定的影响

在施工机械作业中，机械设备的碾压，施工人员的践踏使土壤紧实度增高，短期内影响土壤中的水分循环。

④开挖地带的土壤养分部分造成流失

在土壤剖面中各个土层中，就养分状况而言，表土层（腐殖质层、耕作层）远比心土层养分好，其有机质、全氮、全磷均较其他层次高。施工作业对原有的土体构型产生扰动，使土壤性质发生变化，土壤养分状况受到影响，从而影响植物的生长。

根据国内外有关资料，管线工程对土壤养分的影响与土壤本身的理化性质和施工作业方式密切相关。在实行分层堆放、分层覆土的措施下，一般情况下，土壤的有机质下降 30%~40%，土壤养分下降 30%~50%，其中全氮下降 43%左右，磷素下降 40%，钾素下降 43%。因此，在实际操作中，一定要强化施工队伍的施工作业管理和要求，对开挖的表层土实行分层堆放和分层覆土，避免土壤中的各种养分流失。

⑤施工废物对土壤环境的影响

在管线施工中废弃的物质有管线外层保温、防腐等工序的废弃物。这些固体废物如不及时清运，将有可能残留于土壤中，对后期恢复期的土壤耕作和农作物的生长有一定影响。因此应严格规范施工要求，施工期的固体废物必须在施工完毕后进行清运。

⑥对土壤生物的影响

由于上述土壤理化性质和土体构型的改变，使土壤中的微生物、原生动物及其它节肢动物、环节动物、软体动物的栖息环境改变。由于施工带影响宽度在 26~34m，且呈带状分布在整个评价区域，所以土壤生物的生态平衡在施工结束后很快会得到恢复。

总之，管道工程的施工改变了土壤的环境状况，最终将影响到地表植被的恢复，特别是影响到农作物的产量，导致产量降低。

5.6.2 运行期对土壤环境影响分析

本项目输送物料为对土壤几乎无污染的天然气，在运营期，正常工况下，与土壤不接触，即使发生泄漏事故，天然气对土壤的影响也很小。

5.6.3 小结

施工期工程改变了土壤的环境状况，将影响到地表植被的恢复，特别是影响到农作物的产量，导致产量降低。运营期本项目输送天然气对土壤几乎无污染，正常工况下，与土壤不接触，即使发生泄漏事故，天然气对土壤的影响也很小。

5.7 固体废物环境影响分析

5.7.1 施工期固体废物环境影响评价

5.7.1.1 废弃泥浆环境影响分析

1) 废弃泥浆来源

本项目废弃泥浆来定向钻施工过程，在定向钻穿越施工过程中所用泥浆有成孔和护孔壁性能，起清扫钻屑、传递动力、降低钻进及回拖阻力等作用。

2) 本项目所用泥浆的组分

本项目所用泥浆主要由膨润钠土和水，并掺入适量的添加剂组成。

膨润钠土系采用一类天然的较特殊粘土，具有较高的膨胀性和较强的粘度，本身无毒无害无污染，在国家重点工程——西气东输穿越中均予以采用。

3) 泥浆配制

(1) 膨润土和水配制成施工使用的水溶液状泥浆，根据水质状况，加入少量纯碱，使水的 pH 值达到 9.0 左右，根据土质条件、施工管径、施工长度等情况在 1m³ 水中加入 2-3kg 添加剂。

(2) 现场设置专门的泥浆配置区，在专用的泥浆搅拌、配制槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在金属结构的泥浆槽内，不向环境中溢流。

(3) 为减少环境污染和有效的保证泥浆的供应量，在施工现场安装泥浆回收处理系统，使泥浆循环使用。

4) 泥浆的使用和废弃

在钻孔和扩孔过程中，从钻孔返回的泥浆过滤出钻屑及杂质后可重复使用。管线回拖过程中泥浆的消耗量最大，回拖前需用泥浆充满整个钻孔，在管线回拖过程的前半段，管线的逐渐入孔，受管线的挤压作用，泥浆从入土点的钻孔涌出，在管线回拖过程中，泥浆随管线从出土点钻孔流出。故管线回拖前，需先在两岸出土点附近分别挖好废弃泥浆坑，准备接纳废弃泥浆。

管线回拖成功后，产生的废弃泥浆流入预先挖成的废弃泥浆坑和回拖发送沟内，施工完成后剩余的泥浆无回收、再利用价值，经固化处理后，剩余的干泥浆量较少，就地理入防渗的泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，保证恢复原有地貌，或送当地环保部门指定的地方处置。

5) 废弃泥浆环境影响分析

(1) 废弃泥浆浸出液的检测结果

① 废弃泥浆分析样品来源

分析样品取自川气东送管道工程的定向钻的施工场地的废弃泥浆池。

② 分析方法

根据危险废物鉴别技术规范 (HJ/T298-2007)、《工业固体废物采样技术规范》(HJ/T20)、《危险废物鉴别标准》(GB5085) 对采集的样品进行了检测分析。

③ 检测结果

2007 年 9 月 15 日至 16 日，中石化西南分公司环境监测站对样品进行了检测。标准参照《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》(GB/T5085.3-2007) 和《污水排放综合标准》(GB8978-1996) 一级标准。

根据《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007) 的规定，固体废物浸出液中任何一种危险成分含量超过标准限值，则判定该固体废物是具有浸出毒性的危险

废物。

表 5.7-1 水平定向钻废弃泥浆浸滤液的检测结果

监测项目	测定值	GB/T 5085.3-2007 标准值	GB 8978-1996 标准值
pH 值	9.10		6~9
COD _{cr}	49		60
石油类	0.25		5
氯化物	128.6		
六价铬	未检出	5	0.5
铜	0.35	100	0.5
铅	未检出	5	1.0
锌	0.15	100	2.0
镉	未检出	1	0.1
铁	0.132		
锰	未检出		2.0
砷	未检出	5	0.5
汞	未检出	0.1	0.05

由上表的检测数据可以看出，本废弃泥浆分析样品的浸出液中没有任何一种危险成分含量超过标准限值，因此，定向钻废弃泥浆属于第Ⅱ类一般工业固体废物。

(2) 废弃泥浆环境影响分析

本项目定向钻施工的入土点和出土点均选在河堤外侧，并便于施工的场地。由于废弃泥浆量干重很少，且属于第Ⅱ类一般工业固体废物，因此对土壤环境的影响较小，对施工地点的局部环境不会产生明显的不利影响，并且，废弃泥浆池在保护区范围之外，并且其位置需要征得当地环保部门的同意，因此，废弃泥浆池对环境的影响也不大。

为减少本项目固体废弃物的产生，减轻固体废物的排放对周围环境的影响，施工过程中应对废弃泥浆的使用、处置处理进行全过程的管理和控制，具体措施如下：

①施工现场设置专门的配浆区，在专用的泥浆搅拌、配置槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在金属结构的泥浆槽内，不得向环境中溢流。

②施工前需在两岸出入土点附近分别挖好泥浆池。泥浆池的位置应选择出入土点较近处，并且适合永久储存泥浆，尽量少占用养殖区、耕地等。每个泥浆池的表层土单独堆放，用于恢复原有地貌。

③施工期间，从钻孔返回的泥浆过滤出钻屑和杂质后，尽可能重复利用，减少废弃泥浆的产生量。

④施工期间严格操作规程，合理制定操作参数，防止施工过程中出现跑浆等事故。

⑤如果穿越水体为 II、III 类水体，或穿越区位于水源保护区，应在施工结束后将废弃泥浆清运，送至当地环保部门规定的地点进行填埋处置，同时利用泥浆池的表层土恢复泥浆池的地表原貌。

⑥如果穿越水体为 IV 类以下，穿越区不位于水源保护区，施工结束后，废弃泥浆可以选择在泥浆池内就地风干，然后覆土填埋的方式。泥浆池原表层土覆盖在泥浆池的最上面，并至少保证有 40cm 厚的表层土为原状土，可根据原地貌情况在其上进行绿化，恢复原有地貌。

5.7.1.2 施工废料对环境的影响分析

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条及施工过程中产生的废混凝土等。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。施工废料全部得到有效的处理和处置，因此施工废料对环境的影响较小。

5.7.1.3 生活垃圾对环境的影响分析

本项目施工人员租住沿线民房，生活垃圾可以托当地环卫处理，因此不会对环境产生太大影响。

5.7.2 营运期固体废物环境影响分析

本项目运行期无固体废物产生。

5.7.3 小结

本项目固体废物组成相对简单，就某一施工工段而言固废产生量较小，且沿线施工产生的固废均能得到妥善处置，施工期产生的固废对环境的影响较小。

6 管道路由选址可行性分析

6.1 与国家产业政策符合性分析

6.1.1 与产业政策符合性分析

本工程属于天然气管道工程，项目的建设有助于落实国家能源发展战略，提高我国相关企业的抗风险能力，确保我国经济持续、稳定、健康的发展。本项目属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（修正）（国家发展改革委令 2011 第 9 号，国家发展改革委 2013 第 21 号令）中“七、石油、天然气”“3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施及网络建设”类项目，为国家“鼓励类”项目。

因此，本项目符合国家产业政策。

《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》中主要任务提到：加快天然气管网和储气设施建设。按照西气东输、北气南下、海气登陆的供气格局，加快天然气管道及储气设施建设，形成进口通道、主要生产区和消费区相连接的全国天然气主干管网。本项目气源为山东管网管道气源，属于国家大力开发及发展的天然气，同时，本项目的建设可以实现山东沿海天然气资源的外输。提高途经省市的天然气消费比重，优化能源结构。

因此，本项目建设与《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》是相符的。

6.1.2 与能源发展“十三五”规划的符合性分析

在能源发展“十三五”规划中指出：能源发展要补齐能源基础设施短板。按照系统安全、流向合理、优化存量、弥补短板的原则，稳步有序推进跨省区电力输送通道建设，完善区域和省级骨干电网，加强配电网建设改造，着力提高电网利用效率。科学规划、整体布局，统筹推进油气管网建设，增强区域间协调互济供给能力和终端覆盖能力。加强能源储备应急体系建设。

拟建管道项目属于区域油气管网建设，能增强区域间的协调互济供给能力和终端覆盖能力，本项目的建设能够平衡天然气的需求量在时间上的波动和不均衡性保障管道沿线供气，同时可以做事故应急储备，有助于天然气输气管网运行的优化，带动当地地方经济的发展。

因此，本项目的建设是符合能源发展“十三五”规划的要求的。

6.1.3 与天然气发展“十三五”规划的符合性分析

在天然气发展“十三五”规划的“重点任务”中指出需“加快天然气管网建设”、“加快储气设施建设提高调峰储备能力”。

……

“十三五”是我国天然气管网建设的重要发展期，要统筹国内外天然气资源和各地区经济发展需求，整体规划，分步实施，远近结合，适度超前，鼓励各种主体投资建设天然气管道。依靠科技进步，加大研发投入，推动装备国产化。加强政府监管，完善法律法规，实现管道第三方准入和互联互通，在保证安全运营前提下，任何天然气基础设施运营企业应当为其他企业的接入请求提供便利。

同时，随着国家《加快推进天然气利用的意见》、《中长期油气管网规划》及《天然气发展“十三五”规划》发布与实施，在已初步形成的京津冀、长三角、珠三角、西北、东北等八大储气基地基础上急需加大地下储气库扩容改造和新建力度，这已成为天然气工业发展的重点任务，并将天然气储气库纳入国家天然气“十三五”规划重点建设项目中。

因此，本项目的建设是符合天然气发展“十三五”规划的要求的。

6.2 本项目与河南省管网发展规划的符合性

《河南省“十三五”天然气发展规划》表明：天然气已成为我省经济社会发展重要的清洁能源支撑。……天然气是一种优质、高效、清洁的低碳能源，天然气二氧化碳排放量是煤炭的 95%、燃料油的 72%；发电和工业燃料上天然气热效率比煤炭高约 10%，天然气冷热电三联供热效率较燃煤发电高近 1 倍；大型燃气-蒸汽联合循环机组二氧化硫排放浓度几乎为零、氮氧化物排放量是超低排放煤电机组的 73%，工业锅炉上二氧化硫、氮氧化物排放量天然气是煤炭的 17%、20%；与煤炭、燃料油相比，天然气无粉尘排放。到 2020 年，河南省天然气消费量将达到 170 亿立方米，可分别替代和节约 3000 万吨和 1100 万吨标煤，减排二氧化碳约 5500 万吨、二氧化硫约 35 万吨。

积极引进外来资源：充分利用国家主干管道河南境内分输站分布广泛优势，紧密跟踪国家规划干线河南境内分输站分布情况，统筹资源引进，进一步扩大现有的西一线、西二线、榆济线、山西煤层气等资源量，积极拓展西三线、新粤浙、鄂安沧线等新的资源，发挥企业自主采购 CNG、LNG 的灵活性，研究连云港-商丘管道，利用沿海接收站引进 LNG 资源，进一步增强省内安全供气保障能力，力争 2020 年全省引进外来资源量达

到 163 亿立方米。

完善基础设施，提高保障能力：深入实施“气化河南”工程，依托国家主干线，以市场为导向，实现引进通道、消费中心、地下储气库的有效联网，推动天然气管道向产业集聚区、重点乡镇、新型社区、农村等延伸，构建国家资源干线、省域输气主线、市域供气管线、县域配气支线四级天然气输配网络，逐步形成覆盖全省多环多支、环支相扣的输配管网，实现所有省辖市和部分重点县双管道及有条件的地区多气源、多管道供气。积极推进储气设施建设，提高应急调峰能力。

据天然气消费情况预测 2035 年河南省天然气需求量将达到 $280 \times 10^8 \text{m}^3$ ，市场整体需求量巨大。建设中的中原储气库群，将承担华北地区乃至全国范围内重要的储气调峰作用，储气调峰资源需要坚实的保障。

山东省天然气远期周转能力 $10500 \times 10^4 \text{t/a}$ ，天然气资源量充足。本项目将中原天然气管道与山东富裕的天然气资源联通，将山东沿海 LNG 接收站资源联通省内，提高天然气供气的可靠性和灵活性，对保障河南省乃至华北地区天然气供都具有重要意义。

6.3 管道与濮阳市总体规划符合性分析

根据《濮阳市城乡总体规划（2015-2035 年）》，规划范围包括市域（濮阳市行政辖区）、规划区、中心城区（主城区和濮阳县城）三个层次。



图 6.3-1 濮阳市城乡总体规划（2015-2035 年）

本项目位于濮阳县和范县，属于濮阳市的边缘地带，管道路由与《濮阳市城乡总体规划（2015-2035年）》不矛盾。

6.4 拟建管线路由可行性总体分析

6.4.1 路由的选择原则和确定程序

本项目路由的确定，吸取了以前的建设经验。对工程路由的确定采取了环评工作在可行性研究报告阶段介入，对拟定的比选线路进行初步评价，充分听取环境初步评价的意见，能避免对环境影响的尽量避免，采取避让或改线等措施，以减少对管道沿线环境敏感区域的影响。

1) 路由选择原则

- (1) 符合地区管网总体规划布局，有利于完善区域管网；
- (2) 线路力求顺直、平缓，以缩短线路长度，河流穿跨越位置的选择应服从线路总走向，线路走向尽量避开城镇、工矿企业和人口稠密区；
- (3) 线路在可能的情况下尽量靠近和利用现有的公路、铁路、管廊；
- (4) 选择有利地形，尽量避开施工难度较大等不良工程地质段，以方便施工，减少线路保护工程量，确保管道长期、安全、可靠运行；
- (5) 线路尽量避开重要的军事设施、易燃易爆仓库、国家重点保护单位的安全保护区；
- (6) 线路走向应与所经地区的城市规划、水利规划、交通规划、电力能源规划等工程规划一致。

2) 路由确定程序

在设计单位提出了初选管线路由后，由建设单位、设计单位、规划选址论证、环境影响评价等单位对初选路由进行了现场踏勘。

6.4.2 局部路由方案的比选

6.4.2.1 黄河穿越方案

结合宏观路由方向、文 23 地下储气库及“濮阳县黄河湿地省级保护区”的位置，根据调查资料，综合考虑河槽宽度、大堤宽度、两岸地形等因素，本工程设计拟选出 3 个黄河穿越点。具体见下图。



图 6.4-1 黄河穿越点位置方案示意图



图 6.4-2 黄河穿越各方案与生态保护红线的位置关系示意图

1) 方案描述

方案一：北岸在濮阳县王称固乡张赵楼村北，南岸在鄄城县董口镇芦庄村西，河槽

宽度约 570m，穿越点上下游均无险工，大堤宽度约 5.2km。穿越点两岸地形平坦，多为耕地，交通便利。穿越附近无在建工程。

穿越方式拟选用两岸爬大堤+连续 4 定向钻方式穿越，穿越总长度约 5370m。

方案二：北岸在范县辛庄乡后辛村南，南岸在鄆城县旧城镇老宅庄北，河槽宽度约 720m，穿越点上游有险工，大堤宽度约 4.9km。穿越点两岸地形平坦，多为耕地，交通便利。本方案与日濮洛原油管道黄河穿越平行。

穿越方式拟选用两岸爬大堤+连续 5 定向钻方式穿越，穿越总长度约 6210m。

方案三：北岸在范县杨集乡东桑村东，南岸在鄆城县旧城镇谌周庄，河槽宽度约 540m，穿越点无险工，大堤宽度约 5.5km。穿越点两岸地形平坦，多为耕地，交通便利。穿越点上游 320m 处有浮桥。

穿越方式拟选用两岸爬大堤+连续 5 次定向钻方式穿越，穿越总长度约 6250m。

通过搜集相关资料，方案一穿越兰考—聊城断裂带，河道摆动有增大趋势，对管道安全不利，方案二、方案三受影响较小。

2) 穿越方案比选

表 4.3-1 黄河穿越对比表

关注角度	优缺点	方案一	方案二	方案三（本次评价路由）
工程角度	优点	①穿越长度较短，投资低。	①穿越长度最短，投资较低； ②不穿越兰考—聊城断裂带。	①不穿越兰考—聊城断裂带。②范县、鄆城县河务局均同意本方案。
	缺点	①穿越兰考—聊城断裂带，或对管道安全产生不利影响。	①路由长度较方案一长。②不符合鄆城县当地规划。	①穿越长度较方案一、方案二长，投资高。
环境角度	优点	①穿越长度在三个方案中最短，施工期生态影响较小。	①不穿生态生态保护红线；②不穿越兰考—聊城断裂带。	①不穿生态生态保护红线；②不穿越兰考—聊城断裂带。
	缺点	①穿越兰考—聊城断裂带，或对管道安全产生不利影响。②穿越生态保护红线。	①穿越长度与方案三基本相当，施工期生态影响三个方案中较大。②不符合鄆城县当地规划。③本方案与日濮洛原油管道黄河穿越平行，环境风险相较其他两个方案大。	①穿越长度与方案二基本相当，施工期生态影响三个方案中较大。
比选结果	经过以上对比，综合考虑，推荐方案三。			

6.4.2.2 油区段穿越方案

管道在濮阳县境内路由途经中原油田油区，设计进行了两个比选方案。



图 6.4-3 路由方案比选示意图

方案一路由：管道在比选起点范县高庄村向西敷设，进入濮阳县，经大屯村、双屯村，后沿 Z013 向西南敷设，经沙窝村、邵村、肖庄、前高庄，到达比选终点文 23 储气库。本方案线路长度 12.5km。

方案二路由：管道在比选起点范县高庄村向西南敷设，经马垓村、孟洼村，后进入濮阳县，经李拐村、前郭龙、金庄、后赵楼村、前赵楼村，折向西北敷设到达比选终点文 23 储气库。本方案线路长度 13.7km。

方案主要工程量对比见下表。

表 4.3-1 路由对比方案主要工程量对比表

序号	项目		方案一（本次评价路由）	方案二	
1	管道长度	总长 (km) D1219 (km)		12.5	13.7
		地貌	平原 (km)	12.5	13.7
		高速公路 (m/处)		100/1	200/2
		县道 (m/处)		120/4	60/2
		其他公路 (m/处)		120/6	220/11
		水域小型穿越 (m/处)		120/4	120/4
2	道路工程	施工便道 (km)	新建	1.0	1.6
			改、扩建	1.6	2.2
3	土石方	土方量 (10^4m^3)		8.16	10.08
4	水工保护	砌石保护 (m^3)		2500	3300
		草袋素土 (m^3)		450	600

6 管道路由选址可行性分析

序号	项目		方案一（本次评价路由）	方案二
5	征地	临时占地（10 ⁴ m ² ）	19.04	23.25
6	拆迁	大棚（10 ⁴ m ² ）	0.1	0.2
7	油区	经过长度（km）	9	3
8	重要赔偿	青苗赔偿（10 ⁴ m ² ）	15.23	18.60
		树木赔偿（10 ⁴ m ² ）	0.35	0.72
		经济作物（10 ⁴ m ² ）	3.46	3.93

以上方案优缺点对比见下表。

表 4.3-1 路由对比方案优缺点对比表

关注角度	优缺点	方案一（本次评价路由）	方案二
工程角度	优点	①路由较方案二短 1.1km，投资低；②高速穿越次数少 1 处，赔偿低；③大棚拆迁量小，赔偿少；④管道沿 Z013 敷设，便于施工和维护，且对地方土地利用影响小。⑤规划局支持本路由。	①经过油区长度较方案二短 6km，地下管道交叉次数少，施工难度小。
	缺点	①经过油区长度较方案二长 6km，地下管道交叉次数多，难度大。	①路由较方案一长 1.2km，投资高；②高速穿越次数多 1 处，赔偿高；③大棚拆迁量大，协调难度大，赔偿高；④对地方土地利用影响大。
环境角度	优点	管道长度短，优化线路后管道沿线 200m 范围内无居民区，风险最小；施工期最短，施工期扬尘和尾气排放最少	①管道施工所需土石方量大，对生态影响较方案一大。
	缺点	管道施工穿越油区线路长，环境风险较方案二大。	管道施工穿越油区线路段，环境风险较方案一小
比选结果	经过以上对比，综合考虑，推荐方案一。		

6.4.3 路由选址的可行性分析

本项目管道所经区域主要为平原地带，生态系统类型主要为农田生态系统，地表植被主要为农作物。

管线在设计选线时走向力求顺直、平缓，以节约钢材、减少投资；尽可能靠近或利用现有铁路、公路；尽量避开施工难度较大和不良工程地质段，确保管道可靠、安全运行，确有困难时，选择合适的位置和方式通过，并采取相应的工程措施。

对于主要环境保护河流，管线做最大程度的避让，在穿越河流时尽量采用对河流影响较小的定向钻方式进行施工。穿越铁路及主要公路时，采取有效的顶管施工方式，同时充分考虑，减少管线与已建或正在修建工程的相互干扰。

整体上看，管线在施工期和运营期间对周围环境产生的影响较小，本项目所选路由基本可行。

6.5 小结

本项目建设符合国家相关产业政策；线路对沿线各级政府的发展规划没有限制性影响，管道路由远离居民聚集区，平行公路、渠道等敷设，尽可能降低对沿线各级地方政府发展的影响；

本项目线路路由对拟定的比选线路进行初步评价，针对沿线居民区等遵循“避让优化”原则，以减少对管道沿线环境敏感区域的影响。管道选线对环境不可避免会产生一定的影响，但在采取一定的避让和防治措施后，选线总体合理。

7 环境风险评价

7.1 评价总则

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，分析建设项目建设和运营期可能发生的突发性事件，引起有毒有害易燃易爆物质的泄漏所造成的环境影响及其损害程度，提出合理可行的防范、应急和减缓措施，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少公害的目的。

本项目环境风险评价按照《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018)、《关于检查化工石化等新建项目环境风险的通知》(原环保总局环办〔2006〕4号文)、《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77号)和《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98号)的精神，进行环境风险评价，通过对风险识别、风险事故情形分析和风险影响预测，提出本项目的风险防范措施和应急预案，为项目建设提供技术决策依据，促进工程建设，把环境风险尽可能降低。

7.2 环境风险潜势初判

7.2.1 危险物质及工艺系统危险性(P)的判定

7.2.1.1 危险物质数量与临界量比值(Q)

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录B中对应临界量的比值Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。对于长输管线项目，按照两个截断阀室之间管段危险物质最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为Q；

当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值(Q)：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

本项目管道按照《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)的规定依据地区分级设置截断阀室，评价将截断阀室间的管道作为2个功能单元，危险物质最大存在量Q值在“Q≥100”之间。

表 7.2-1 输气管道工程危险物质存在量表及辨识结果 (单位: t)

序号	名称	长度 km	天然气的量 t	重大危险源临界量 t	危险物质 Q 值
1	文 23 储气库至杨集阀室段	19.8	1575.67	10	157.57
2	杨集阀室至箕山阀室段	20.5	1631.22	10	163.12

7.2.1.2 行业及生产工艺 (M)

根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018)“附录 C 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级”中表 C.1 行业及生产工艺 (M) 的要求,油气管线的 M 值为 10,因此本项目的 M 值为 10 (M3)。

7.2.1.3 危险物质及工艺系统危险性 (P)

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)“附录 C 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级”要求,本项目 Q 值属于“ $Q \geq 100$ ”,M 值=10 属于 M3,因此项目危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级为 P2。

表 7.2-2 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级表

危险物质数量 与临界量比值 (Q)	行业及生产工艺 (M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

7.2.2 环境敏感特征 (E) 的判定

本项目属于输送天然气管道,天然气密度比空气小,沸点极低 (-161.5°C),且几乎不溶于水。发生泄漏和火灾爆炸事故时,根据天然气输气管道实际发生事故情况案例,只待天然气燃烧完后火即熄灭。不用水灭火故无消防废水产生,本项目正常生产和事故状态下对水体水环境质量和水文要素基本无影响。本次评价主要分析对大气环境的影响。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)“附录 D 环境敏感程度 (E) 的分级”,本项目周边环境敏感特征情况见下表。

表 7.2-3 本项目环境敏感特征表

类型	环境敏感特征						所在管段	每公里管段 人口数
	序号	村庄	相对位置	距离 (m)	户数	人口		
大气	1	武盛庄村			23	85	杨集阀室 至文 23	37.4
	2	李桥村			43	135		

7 环境风险评价

环境敏感特征							所在管段	每公里管段人口数
类型	序号	村庄	相对位置	距离 (m)	户数	人口		
	3	岳庄			29	118	储气库段	
	4	前胡村			25	78		
	5	西王庄村			22	64		
	6	双屯村			26	93		
	7	黑马庄村			40	122		
	8	前高庄村			15 (散户)	46		
每公里管段人口数 (最大)							741	
大气环境敏感程度 E 值							E3	

由上表可知，本项目管道周边大气环境敏感程度为高度敏感区 (E3)。

7.2.3 环境风险潜势判断

根据建设项目涉及的危险物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目环境风险水平进行概化分析，按照下表确定环境风险潜势。

表 7.2-4 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感区 (E1)	IV+	IV	III	III
环境中度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区 (E3)	III	III	II	I

注：IV+为极高环境风险。

本项目大气环境风险潜势初判情况见下表。

表 7.2-5 本项目环境风险潜势综合等级

类别	环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)	环境风险潜势综合等级
管道工程	E3	P2	III

7.3 环境等级与评价范围

7.3.1 评价等级

根据建设项目涉及物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，依据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018) 规定确定本项目的风险评价工作等级为二级评价。

评价工作等级表见下表。

表 7.3-1 评价工作级别

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a
a 是相对详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

7.3.2 评价范围

管道工程大气环境风险评价范围：管道中心线两侧各 200m 范围。

7.4 同类型事故统计分析

风险评价以概率论为理论基础，将受体特征（如水体、大气环境特征或生物种群特征）和影响物特征（数量、持续时间、转归途径及形式等）视为在一定范围内随机变动的变量，即随机变量，从而进行环境风险评价。因此工业系统及其各个行业系统，历史的事事故统计及其概率是预测拟建项目的重要依据。本评价对类似项目有关的事事故资料进行归纳统计。

输气管道运输因其输送能力大、安全系数高、经济性强，已成为石油和天然气最主要的运输方式之一。大规模的输气管道建设已成为各国经济发展必不可少的重要因素之一。在美国、加拿大和欧洲，天然气管道已连接成国际性、全国性或地区性管网，形成了庞大的供气系统，不仅保障了本地区、本国的天然气供应，而且解决了国际间的天然气贸易，提高了整个管道系统的效率。

7.4.1 国外同类项目事故统计

7.4.1.1 欧洲

欧洲是天然气工业发展比较早，也是十分发达的地区，经过几十年的发展和建设，该地区的跨国管道已将许多欧洲国家相连，形成了密集复杂的天然气网络系统。为了更有效地掌握输气管道事故发生的频率和原因，1982 年开始，6 家欧洲气体输送公司联合开展了收集所属公司管道事故的调查工作。这项工作得到了各大输气公司的积极响应，并据此成立了一个专门组织即欧洲输气管道事故数据组织（EGIG）。目前，EGIG 已经涵盖了 17 家欧洲主要天然气管道运营单位，管道长度约 $14.3 \times 10^4 \text{km}$ （管道压力 $\geq 1.5 \text{MPa}$ ，包括 DN100mm 以下的管道）。这个数据库已经在世界各地的燃气管道安全分析中广泛应用，对提高管道安全发挥了作用。

1) 事故率统计

2018年3月, EGIG发布了“10th EGIG report”, 对1970年~2016年共47年间该组织范围内所辖的输气管道的事故进行统计分析。根据该报告, 1970年~2016年间, 共发生事故1366起。每年发生的事故次数统计见图7.4-1。

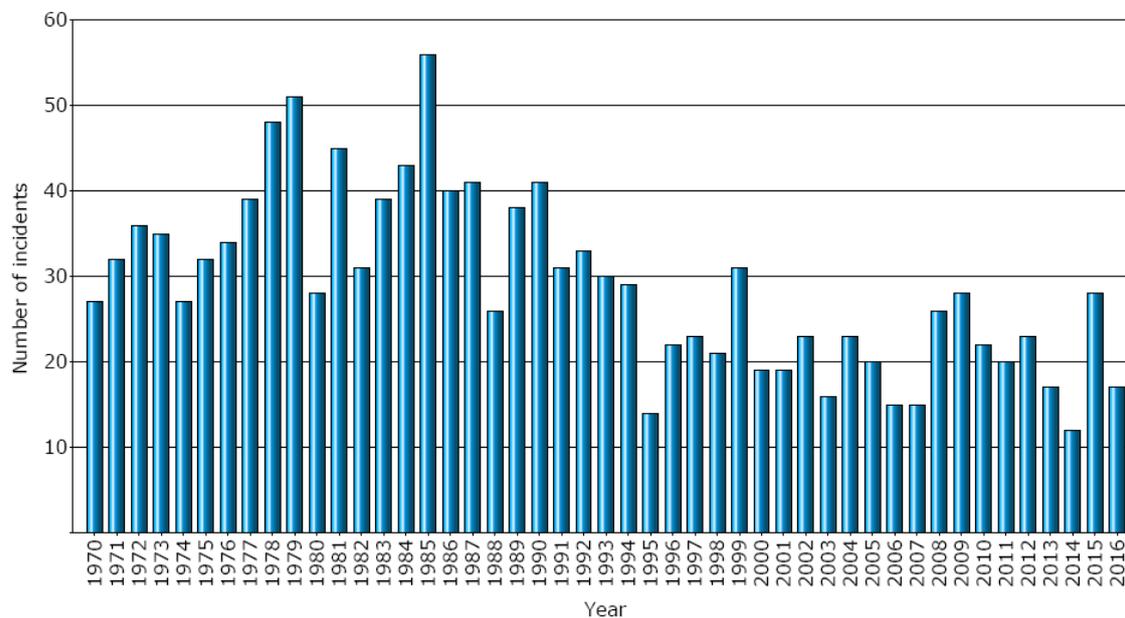


图 7.4-1 历年事故次数统计 (1970-2016)

EGIG对1970~2016年47年间、EGIG前几期报告所对应时间段、近40年、近30年、近20年、近10年以及近5年等各个时间段的事故率进行了对比, 具体见表7.4-1。1970~2016年间总事故率为0.31/1000km·a, 与1970~2013年间总事故率0.33/1000km·a相比, 稍微有所下降。2012~2016近5年间, 事故率仅为0.14/1000km·a。

表 7.4-1 不同时段事故率统计

统计时段	统计年数	事故次数 (次)	统计管道总长 (km·a)	事故率 (/1000km·a)
1970-2007	38年	1173	3.15×10^6	0.372
1970-2010	41年	1249	3.55×10^6	0.351
1970-2013	44年	1309	3.98×10^6	0.329
1970-2016	47年	1366	4.41×10^6	0.310
1977-2016	近40年	1143	4.12×10^6	0.278
1987-2016	近30年	723	3.44×10^6	0.210
1997-2016	近20年	418	2.53×10^6	0.165
2007-2016	近10年	208	1.39×10^6	0.150
2012-2016	近5年	97	0.72×10^6	0.136

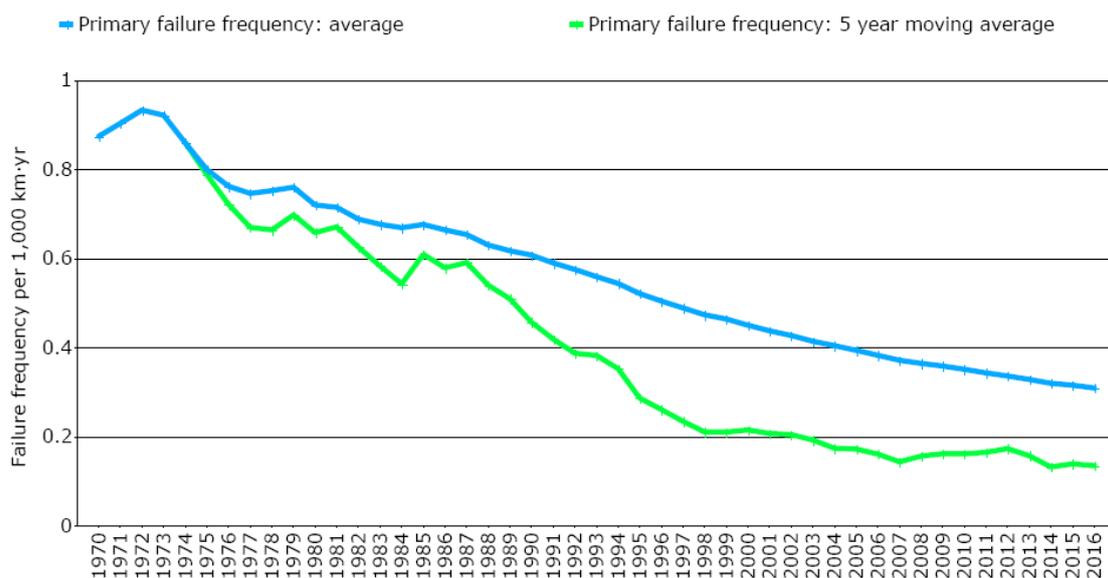


图 7.4-2 事故率变化趋势 (EGIG)

图 7.4-2 为 1970~2016 年间的事故率变化情况。从该图可知，事故率逐年稳步下降，从 1970 年的 0.87/1000km·a，降至 2016 年的 0.31/1000km·a；其 5 年移动平均事故率更是降至最初的六分之一，由 0.86/1000km·a 降至 0.14/1000km·a。

②事故原因统计

根据统计，近十年来，腐蚀和第三方破坏导致的事故占比不相下。第三方破坏事故占比 28.37%，腐蚀事故占比 25%，施工和材料缺陷事故占比 17.79%，地基位移、其他原因和误操作等事故分别位于第 4~6 位，详见图 7.4-3。前三项事故原因不仅是造成欧洲输气管道事故的主要因素，而且也是整个世界管道工业中事故率最高的三大因素。

图 7.4-3 欧洲输气管道事故原因统计 (2007-2016)

图 7.4-4 不同原因导致的各种类型泄漏事故率统计 (2007-2016)

图 7.4-4、表 7.4-2 展示了不同事故原因导致的各种泄漏孔径的事故率数值。虽然近年来事故率有所下降，但是对于某种孔径的泄漏来说，其产生原因依然没变。导致穿孔事故和破裂事故的原因依然主要是第三方破坏，针孔泄漏依然主要是由腐蚀导致的。

表 7.4-2 不同原因导致的各种类型泄漏事故率统计 (2007-2016)

泄露孔径类型	事故率 (1000km·a)					
	第三方破坏	腐蚀	施工/材料缺陷	热损伤	地基位移	其他未知原因
破裂	0.0058	0.0000	0.0022	0.0000	0.0065	0.0007
穿孔	0.0195	0.0007	0.0014	0.0014	0.0079	0.0014

针孔	0.0166	0.0353	0.0224	0.0043	0.0065	0.0123
未知	0.0007	0.0014	0.0007	0.0000	0.0014	0.0007

A. 第三方破坏

第三方破坏指的是由外在原因或由第三方以及不可抗拒的外力而引发的管道事故，它是造成欧洲输气管道事故的首要原因，近十年来约占事故总数的 28.37%。随着对如何防止第三方破坏的重视，近十年来由第三方破坏引发的事故率已降至 0.043/1000km·a。EGIG 调查结果还显示管道事故的发生频率与管道直径、埋深和壁厚均有关系。图 7.4-5 至图 7.4-7 分别列出了因第三方破坏引发的管道事故率与不同管径、埋深和壁厚的关系。

图 7.4-5 不同管径管道因第三方破坏导致的各类泄漏事故率统计（1970-2016）

图 7.4-6 不同埋深的管道因第三方破坏引起的各类泄漏事故率统计（1970-2016）

图 7.4-7 不同壁厚的管道因第三方破坏引起的各类泄漏事故率统计（1970-2016）

由图 7.4-5 至图 7.4-7 得出的结论为：管径较小的管道，其事故率高于管径较大管道的事故率。因为管径小，管壁相应较薄，容易出针孔或孔洞，所以小管径管道更容易受到第三方破坏；管道埋深越深，第三方破坏事故率越低；管道壁厚越厚，第三方破坏事故率也越低；研究还显示，近年来各种埋深度的管道与之前同样埋深的管道相比，事故率也有所下降；15mm 以上壁厚的管道，没有发生过第三方破坏事故。

B. 腐蚀

腐蚀也是欧洲输气管道泄漏的主要原因之一，且通常发生在薄壁管上。根据 EGIG 的统计结果，近十年来腐蚀引发的事故率排在第二位，占事故总数的 25%。图 7.4-8~图 7.4-10 给出了腐蚀导致的管道事故率与管道建设年代、防腐层类型和壁厚之间的关系。

图 7.4-8 不同年代建设的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计（1970~2016）

图 7.4-9 采用不同防腐层的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计（1970~2016）

图 7.4-10 不同壁厚的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计（1970~2016）

从图 7.4-8~图 7.4-10 可知：早期建设的管道，主要采用沥青作为防腐层，事故率较高；近年来，大多数管道采用诸如聚乙烯类材料的现代涂层，腐蚀事故率明显下降；聚乙烯涂层与其他类型涂层相比，可大大降低管道的腐蚀事故率。

腐蚀事故率随着管道壁厚增加而下降。主要原因为：腐蚀过程跟时间有关，跟管道壁厚没有关系。但是管壁越薄越容易因腐蚀而损坏。管壁越厚的管道，发生腐蚀损坏需要的时间就越长，因此也就有更多的机会被检测到。

EGIG 还对腐蚀事故有关的两个方面的数据进行了统计，分别为腐蚀发生位置（内腐蚀、外腐蚀、未知位置）和腐蚀类型（全面腐蚀、点状腐蚀、裂纹腐蚀）。具体见图 7.4-11。

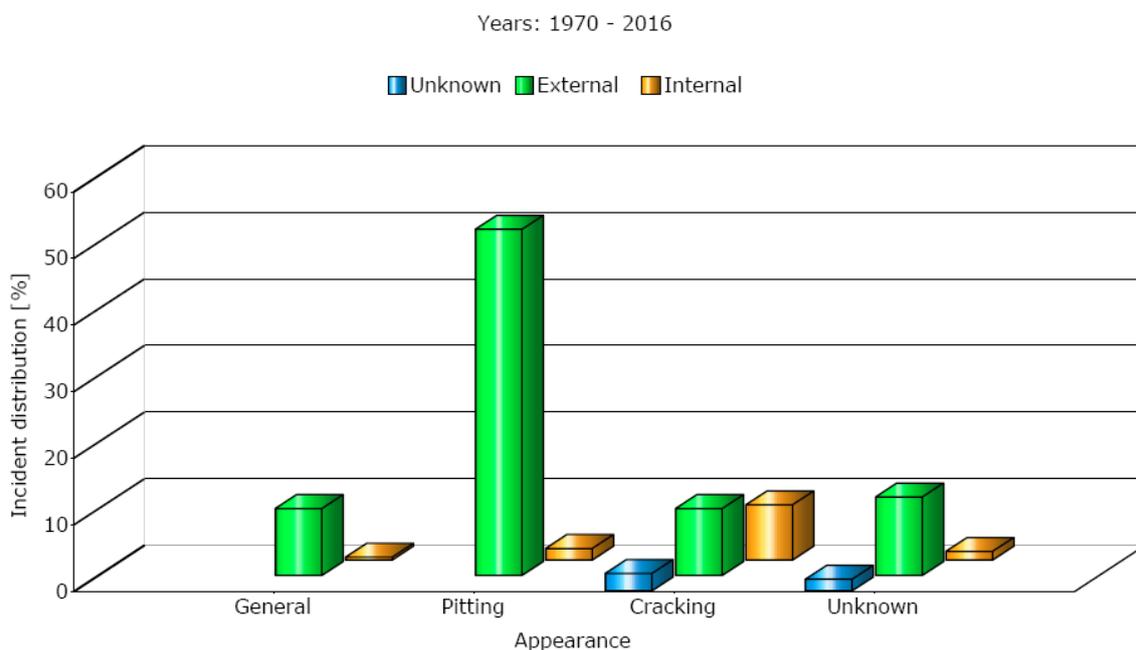


图 7.4-11 1970~2016 年间管道腐蚀发生位置以及腐蚀类型统计

根据统计得知，点状腐蚀是最普遍的腐蚀类型，几乎所有带有点状腐蚀的事故都发生管道的外表面。裂纹腐蚀是第二大腐蚀类型，且在管道内外表面均有发生。近年来，所有的裂纹腐蚀均发生在管道外表面。全面腐蚀即金属表面出现均匀的腐蚀现象，这种类型的腐蚀通常在管道外表面被检测到。

C. 施工缺陷及材料缺陷

根据 EGIG 的统计，近十年（2007~2016 年）来，施工和材料缺陷在欧洲输气管道事故因素中占第三位，所占比例为 17.79%。EGIG 对 1970~2016 年之间发生的，因施工和材料缺陷导致的事故进行了统计（见图 7.4-12、图 7.4-13）。

总而言之，近年来由施工和材料缺陷导致的事故率逐年下降。由于施工技术的提高，新建管道发生的施工缺陷事故率越来越少。

**图 7.4-12 不同建设年限的管道 因施工缺陷导致的各种类型泄漏孔径事故率统计
(1970~2016 年)**

**图 7.4-13 建于不同年代的管道因材料缺陷导致的各类泄漏孔径事故率统计
(1970 年-2016)**

图 7.4-14 对各种等级管材，因材料缺陷导致的，各种类型泄漏孔径的事故率进行了统计。

**图 7.4-14 不同等级管材的管道因材料缺陷导致的各类泄漏孔径事故率统计 (1970
年-2016)**

E. 热损伤

图 7.4-15 对各种管径管道因热损伤造成的事故率进行了统计，并对出各种类型泄漏孔径的事故率也进行了区分。总的来说，热损伤事故率随管径增大而降低，并且对于各种泄漏孔径的事故率而言均是如此。

**图 7.4-15 不同管径的管道因热损伤导致的各类泄漏孔径事故率统计 (1970 年
-2016)**

F. 地基位移

地基位移在近十年的管道事故原因中，大概占比 15%。

1970~2016 年期间，各种管径管道因地基位移导致的各种类型泄漏孔径事故率统计见图 7.4-16。统计表明，1970~2016 年期间，由地基位移导致的事故率随管径增大而降低。47 英寸以上管径的管道只发生过一次地基位移事故。

**图 7.4-16 不同管径管道因地基位移导致的各类泄漏孔径事故率统计
(1970 年-2016)**

图 7.4-17 导致地基位移事故的具体原因统计 (1970 年-2016)

地基位移事故产生的原因很多，图 7.4-17 对地基位移事故具体原因进行了统计。统计表明，滑坡是导致地基位移最主要的原因，占比在 60%以上。

G. 其他未知原因

在 EGIG 统计目录中, 被划入“其他未知原因”的事故中, 29.3%的事故原因是雷击。1970-2016 年期间, EGIG 数据库中记录有 29 起跟雷击有关的事故, 事故率相当于 0.0066/1000km·a。EGIG 对雷击事故导致的泄漏孔径进行调查, 发现 29 起雷击事故中, 其中 27 起为针孔泄漏, 另外 2 起为穿孔泄漏。迄今为止, 还没有由地震导致的事故记录。

7.4.1.2 美国

OPS (Office of Pipeline Safety) 是美国联邦政府指定的输油和输气管道管理部门, 管道事故资料较详实。表 7.4-3 所列为 1991~2017 年美国陆上输气管道事故统计。

表 7.4-3 美国输气管道事故统计

年份	长度		事故 数次	伤亡人数		财产损失 (美元)	事故危害伤亡 (次·km·a)
	英里	Km		死亡	受伤		
1992	283071	455461	50	3	14	\$10,020,965	7.46×10^{-7}
1993	285043	458634	81	1	16	\$17,582,268	4.58×10^{-7}
1994	293438	472142	52	0	15	\$41,386,306	6.11×10^{-7}
1995	288846	464753	41	0	7	\$6,818,250	3.67×10^{-7}
1996	277861	447078	62	1	5	\$10,947,086	2.16×10^{-7}
1997	287745	462982	58	1	5	\$10,056,885	2.23×10^{-7}
1998	295601	475622	72	1	11	\$34,165,324	3.50×10^{-7}
1999	290042	466678	41	2	8	\$14,726,834	5.23×10^{-7}
2000	293716	472589	65	15	16	\$15,206,371	1.01×10^{-6}
2001	284453	457685	67	2	5	\$12,095,165	2.28×10^{-7}
2002	296794	477542	57	1	4	\$15,879,093	1.84×10^{-7}
2003	295403	475303	81	1	8	\$45,456,172	2.34×10^{-7}
2004	296945	477785	83	0	2	\$10,697,343	5.04×10^{-8}
2005	294800	474333	106	0	5	\$190,703,949	9.94×10^{-8}
2006	293706	472573	108	3	3	\$31,383,314	1.18×10^{-7}
2007	294939	474557	86	2	7	\$43,176,634	2.21×10^{-7}
2008	297267	478303	93	0	5	\$111,977,088	1.12×10^{-7}
2009	298964	481033	92	0	11	\$43,988,350	2.49×10^{-7}
2010	299356	481664	84	10	61	\$582,994,584	1.75×10^{-6}
2011	299734	482272	105	0	1	\$109,224,929	1.97×10^{-8}
2012	298622	480483	89	0	7	\$49,108,395	1.64×10^{-7}
2013	298388	480106	96	0	2	\$45,503,483	4.34×10^{-8}
2014	297898	479318	120	1	1	\$49,318,605	3.48×10^{-8}

7 环境风险评价

2015	297331	478406	132	6	16	\$56,084,271	3.48×10^{-7}
2016	297079	478000	86	3	3	\$53,830,132	1.46×10^{-7}
2017	297547	478753	97	3	3	\$35,241,216	1.29×10^{-7}
平均值	293329	471966	80.1	2.1	9.3	\$61,430,653	3.35×10^{-7}

从统计结果可以看出,在 1991~2017 年的 27 年里,美国输气管道共发生了 2163 次事故,年平均事故率约为 80.1 次,事故率平均为 1.70×10^{-4} 次/(km·a),事故死亡率平均为 3.35×10^{-7} /(次·km·a)。

(3) 前苏联

前苏联的石油天然气工业在 80 年代得到了迅猛发展,这一时期建设的输气管道包括著名的乌连戈依-中央输气管道系统,它把西伯利亚天然气输送到了西欧。前苏联输气管道在几十年的运营中,出现过各种类型的事故,表 7.4-4 列出的是 1981~1990 年期间发生事故的统计结果。各种事故原因统计分析结果列于表 7.4-5。

表 7.4-4 1981 年~1990 年前苏联输气管道事故统计数据

年份	事故次数	事故原因								
		外部腐蚀	内部腐蚀	外部干扰	材料缺陷	焊接缺陷	施工缺陷	设备缺陷	违反操作规程	其他原因
1981	88	36	3	15	14	7	11	1	/	1
1982	55	22	3	9	6	5	5	1	/	4
1983	76	39	4	8	10	3	7	/	1	4
1984	87	28	12	9	9	13	9	/	3	4
1985	96	34	5	14	16	13	7	3	2	2
1986	82	21	10	16	10	8	10	2	2	3
1987	93	22	9	26	7	12	6	2	4	5
1988	54	17	4	7	9	4	4	2	3	4
1989	67	11	2	17	10	10	4	5	3	5
1990	54	18	/	6	9	6	2	1	4	8

表 7.4-5 1981 年~1990 年前苏联输气管道事故原因分析

事故原因		事故次数	占总事故的比例 (%)
腐蚀	外部腐蚀	300	33.0
	内部腐蚀	0	6.9
第三方破坏		0	16.9
材料缺陷		0	13.3
焊接缺陷		0	10.8
施工和设备缺陷	施工缺陷	82	8.6
	设备缺陷	17	2.3
违反操作规程		17	2.9

其他原因	40	5.3
合计	752	100

在 1981~1990 年 10 年间，前苏联由于各种事故原因造成输气管道事故共 752 次，平均事故率为 0.46×10^{-3} 次/ (km·a)。从上两个表的统计结果可以看出，各种事故原因依其在事故总次数中所占的比例排序为：腐蚀 39.9% (其中外腐蚀 33.0%，内腐蚀 6.9%)，第三方破坏 16.9%，材料缺陷 13.3%，焊接缺陷 10.8%，施工缺陷 8.6%，违反操作规程、设备缺陷和其他原因所占比例较低，分别为 2.9%、2.3%和 5.3%。不同事故发生频率见图 7.4-18。

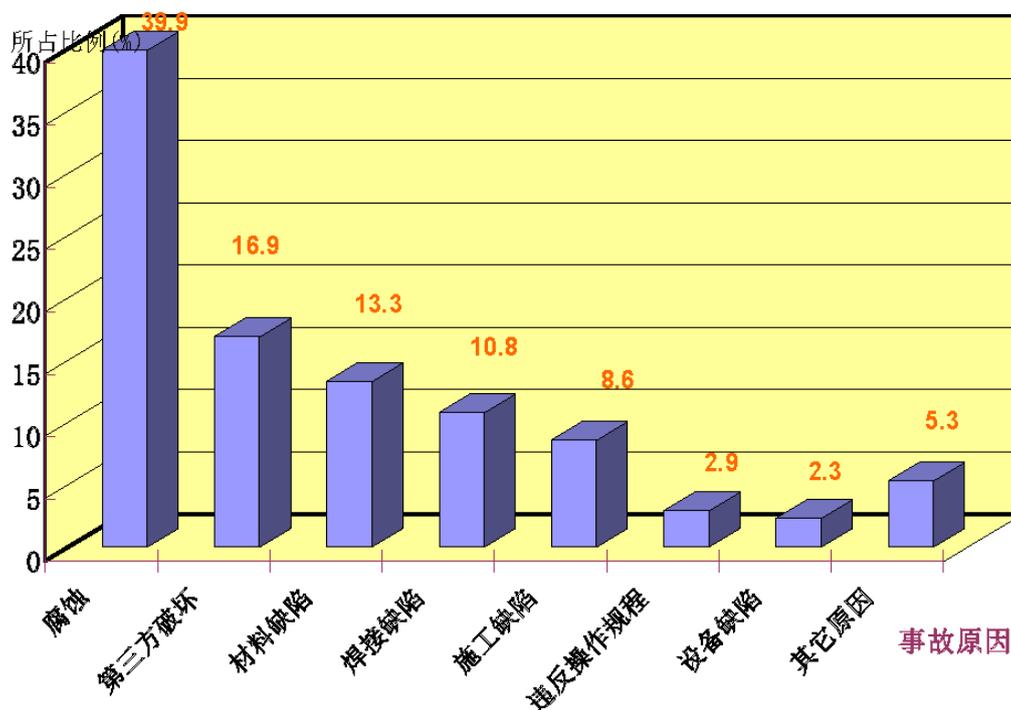


图 7.4-18 事故原因频率分布图

以下对表 7.4-4 和表 7.4-5 中所列事故发生次数和发生原因进行析和讨论。

①腐蚀

腐蚀是造成输气管道穿孔、泄漏最常见也是最重要的因素。从表 7.4-4 和表 7.4-5 中数据可以看出，1981 年到 1990 年，前苏联因腐蚀造成的输气管道事故累计有 300 次，其中内部腐蚀导致的事故有 52 次，占 10 年间管道事故总数的 6.9%；外部腐蚀导致的事故 248 次，占事故总数的 33.0%，腐蚀在所有事故因素中所占比例最高，也是造成天然气管道事故的最主要原因。前苏联在输气管道的建设中，交通运输方便的敷设地段已基本采用了制管厂预制的聚合物防腐绝缘覆盖层的钢管，但是由于管材绝缘层的粘附稳定性不够，在管道储存、运输或使用时，绝缘层有脱落现象，同时，腐施工、补口条

件不稳定，施工不规范及阴极保护的效果欠佳，都影响到了管道整体的防腐效果。

从以上两个表还可以看出，虽然内、外腐蚀导致的事故次数较高，但还是呈逐年下降趋势。这是因为以下几个方面的原因：首先各个部门对腐蚀问题给予了高度重视，相应地提高了防腐材料等级和施工建设标准；二是随着天然气需求量的增长，不断加大管道直径，管道壁厚也随之增加，管材的抗腐蚀性能得到保证；三是有关部门采取了一些从根本上改进输气管道防腐现状的措施，如投资建设了新型的三层复合防腐层生产厂，使这种综合性能优良的防腐层得以大规模应用，同时为了保证外防腐层的涂敷质量，外防腐涂层与制管实现了一体化，外防腐层在管道出厂时已按要求涂敷完成，这样就提高了防腐等级和防腐层质量。管道的现场补口采用能进行冷、热涂敷的绝缘带，该绝缘带的保护寿命很长，提高了现场补口质量。此外，从 1991 年起，前苏联开始启用更高质量的阴极保护系统，对管道进行全面、可靠、安全的保护。采取以上这些措施后，管道腐蚀得到了一定程度的扼制，腐蚀因素导致的事故次数逐年下降。

② 第三方破坏

第三方破坏主要指外来原因或第三方责任而引起的管道事故。从上两个表的结果看出，80 年代的 10 年间，前苏联因第三方破坏或影响而导致的管道事故有 127 次，占事故总数的 16.9%，这类因素是仅次于腐蚀的第二大事故因子。其中 1987 年发生次数尤为严重，共有 26 次，其中一个主要原因是当时输气管道上大量削减了巡线人员，削弱了监测和保护工作，当年仅机械损伤就发生了 17 次，超过了前一年一倍之多。因此加强管道巡线和保护，是一个值得注意的问题。

同时也看到，1981 年到 1990 年前苏联因腐蚀和第三方破坏造成的事故占到了事故总数的近 50%，可见这两类事故的严重性。

③ 管材缺陷

在 80 年代前苏联输气管道运行中，管材缺陷是导致事故的第三位原因，在这十年当中共发生了 100 次此类事故，占到了事故总次数的 13.3%，平均每年发生 10 次，其中 1985 年共发生了 16 次材料缺陷导致的事故，是发生次数最多的一年。

管材本身质量差多是因为金属材质及制造工艺的缺陷引起，其中管材卷边、分层、制管焊缝缺陷、管段热处理工艺等均可影响到管材质量。上述的材料缺陷事故多发生在前苏联哈尔泽斯克制管厂等前苏联国内厂家制造的钢管上，只有少数几次是发生在国外进口的管材上，如 1989 年由于管道质量差而导致 10 次事故，只有 1 次事故发生在进口的管材上。这说明当时前苏联的制管质量、水平和其他发达国家相比仍有一定的差距。

事实上，80年代初期在修建乌连戈依-中央输气管道时，前苏联就向德国和日本进口了约 $200 \times 10^4 \text{t}$ 直径为 1420mm 的钢管。

④焊接缺陷

焊接是管道施工至关重要的环节，焊接质量直接影响到管道的整体质量。管道焊接缺陷主要表现在焊接边缘错位、未焊透与未熔合、夹渣、气孔和裂纹等，这些缺陷大多数由焊工责任心不强、工作不认真以及违反焊接工艺规程所造成的。上面两个表的统计结果显示：前苏联输气管道在 80 年代共发生了 81 次因焊接缺陷导致的事故，占事故总比例的 10.8%，焊接缺陷造成的事故次数排在腐蚀、外部干扰、材料缺陷之后，位居第四。例如 1989 年对铺设通往波尔达夫卡压气站的管道进行试压时，所焊接的 3770 个焊口就有 40 个破裂，出现了不能允许的焊接边缘错位、焊缝未熔合、管壁内部有毛边等缺陷，给管道的安全运行留下了隐患。

应该看到的是，前苏联的焊接技术随着管道建设规模的不断扩大，其水平在世界上遥遥领先，其中开发最为成功的就是无需焊条进行熔化焊接的电阻焊技术，并且在 1983 年修建乌连戈依-中央输气管道建设中已得到了使用。在这条管道的建设中，自动焊接完成了大约 50% 的焊接工作，其缺陷率是手工焊接的 52%，检测证明凡是焊接缺陷率高的地方都是与手工焊接有关，特别是用手工焊接的特殊部位，如焊接阀件、管件及补焊的位置，而这些位置是无法用自动焊接完成的。这充分说明提高手工焊接的质量仍是非常重要的。

⑤施工缺陷和设备缺陷

天然气输气管道是输送易燃、易爆气体的动力管道，它的施工和安装质量直接关系到管道的安全性和可靠性、使用期限和生产管理、维修工作量大小等重要问题。在实际施工过程中，常因施工和设备缺陷造成管道碰伤及擦伤，进而引发事故。表 7.4-4 和表 7.4-5 结果已经显示出，在所统计的年份内，前苏联输气管道因施工缺陷和设备缺陷引发了 82 次事故，占到全部事故总数的 10.9%，其中 1987 年以后这两类事故的总数比前几年有所下降，说明施工质量问题已经得到了有关部门的重视，并采取了一些行之有效的方法。这其中就包括线路的施工组织由分工明细的专业化作业改为施工流水作业线，按照施工过程的各个环节，把各专业联合起来进行统一管理，如清理和平整线路，管道运输和排管，管道组装焊接，涂敷绝缘与补口，河流、公路、铁路穿跨越，配管及弯管作业等过程也纳入流水作业线内，强化了管理，提高了施工质量。这一经验值得拟建工程借鉴。

⑥违反操作规程

违反操作规程的情况有很多种，如在施工阶段不按设计或规范要求施工，管道埋深达不到设计要求；在穿越河流或沼泽地施工时，配重块没有按设计要求的数量装配，使管道的稳定性得不到保证；管道下沟时，管沟中有石块、稀泥或积水，防腐层受到破坏；冬季施工时管沟回填土中混杂着冰雪，结果使输气管道投产时就发生上浮，管体内产生的附加应力形成事故隐患等等。同样从上述两个表中可以看出，1981年到1990年间，前苏联输气管道因为违反操作规程而导致的事故有22次，占整个管道事故总数的2.3%，并且在1987年以后的各年间此类事故的发生频率仍没有降低，说明违章作业时有发生，仍没有得到完全控制。分析违章作业得以发生的原因，主要是因为班组长、队长、工地主任在现场对每道工序进行质量检查的水平低；其次是青年工人及工程技术人员对质量问题缺乏责任感；还有安装单位施工进度不协调，造成不同工序间脱节；承包单位对所进行的施工进行技术监督的力度比较薄弱也是其中不可忽视的因素。

综上所述，在整个80年代，前苏联输气管道因各种原因导致的事故呈逐年下降趋势，事故次数减少的主要原因是占到事故总数约40%的腐蚀事故逐年减少，特别是后五年（1986~1990年）减少幅度较大，这期间总计发生的腐蚀事故是114次，而头五年（1981~1985年）发生的腐蚀事故次数总共有186次，要比后五年多出1/3以上。腐蚀事故减少的原因，首先是因为设计、施工和运营各环节都更加注重防腐质量，提高了施工质量，减少了事故隐患。其次，随着前苏联国内和欧洲天然气需求量的增长，80年代建设了数条直径在1220mm~1420mm的大口径跨国输气管道和国内输气管网。这些管道的管材钢级较高（X70），管壁相应较大，加之管道运行年限不长，所以事故次数较少。

管道发生事故的频率除与管道所处环境、施工建设过程中的各项标准和规范是否得到切实贯彻和执行有关外，还与管道本身管径和壁厚等属性有一定的关系。表7.4-6列出的是1985年到1992年间前苏联不同直径输气管道事故统计结果。

表 7.4-6 1985年~1992年前苏联不同直径输气管道事故次数统计

年份	事故次数	管径 (mm)			
		1420	1220	1020	≤820
1985	103	5	25	29	44
1986	77	6	15	19	37
1987	95	5	10	27	53
1988	47	7	6	8	26
1989	69	5	7	21	36
1990	43	7	10	13	13

7 环境风险评价

1991	42	4	14	15	9
1992	21	3	3	5	10
合计	497	1462	1310	1157	228
所占比例 (%)		8.5	18.1	27.5	45.9

表中结果显示，事故发生次数最多的管道直径在 820mm 以下，8 年间共有 228 次，占总数的 45.9%；随着管径的逐步增加，事故发生次数依次减少，管径为 1020mm、1220mm、1420mm 时，事故发生率分别为 27.5%、18.1% 和 8.5%；1420mm 的管径，事故平均发生率约为 5% 左右，明显低于其他管径的事故发生率，这也说明了建设大直径、壁厚相应增加的输气管道对管道的安全运行是有利的。

4) 其他统计资料

(1) 泄漏孔径与点燃概率的统计

表 7.4-7 给出了世界范围内发生管道事故时，天然气泄漏后被点燃的统计数据。结果显示，三种泄漏类型中，以针孔泄漏类型被点燃的概率最小，其次是穿孔，破裂类型特别是管径大于 0.4m 的管道破裂后，天然气被点燃的概率明显增大。

表 7.4-7 天然气被点燃的概率

损坏类型	天然气被点燃的概率 ($\times 10^{-2}$)
针孔	1.6
穿孔	2.7
破裂 (管径 < 0.4m)	4.9
破裂 (管径 \geq 0.4m)	35.3

(2) 管道性能与不同泄漏类型的统计

事故频率与管道性能之间也有一定关系。表 7.4-8 和表 7.4-9 的数据显示不同壁厚、管径和管道埋深条件下事故频率的统计情况。

表 7.4-8 管道壁厚与不同泄漏类型的关系 (事故频率 $10^{-3}/\text{km}\cdot\text{a}$)

项目		针孔/裂纹	穿孔	破裂
管道壁厚 (mm)	≤ 5	0.191	0.397	0.213
	5~10	0.029	0.176	0.044
	10~15	0.01	0.03	/
管道直径 (mm)	≤ 100	0.229	0.371	0.32
	125~250	0.08	0.35	0.11
	300~400	0.07	0.15	0.05
	450~550	0.01	0.02	0.02

表 7.4-9 不同埋深管道发生事故的比例

埋深 (cm)	不详	0~80	80~100	>100

事故率 (10 ⁻³ 次/km·a)	0.35	1.125	0.29	0.25
-------------------------------	------	-------	------	------

分析上面两个表的结果可以知道,事故发生的频率与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系,较小管径的管道,其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率,因为管径小,管壁相应较薄,容易出针孔或孔洞,所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管;此外,管道埋深也与事故率有着密切的关系,随着管道埋深的增加,管道事故发生率明显下降,这是因为埋深增加可以减少管道遭受外力影响和破坏的可能性。

(3) 施工年代与发生事故的关系

通过调查不同年代施工的管线发生事故情况,了解其相应关系。表 7.4-10 是事故频率与不同施工年代的关系。由表可以看出,1954 年至 1963 年期间建设的管道,由于施工缺陷和材料缺陷导致的事故具有较高的频率。由于采用经过改进的施工标准和严格的检测方法,最近几年这一类事故的频率有所下降。

表 7.4-10 事故频率与施工年代的关系 (事故频率 10⁻³/km·a)

施工年代	施工缺陷	材料缺陷
1954 年以前	0.11	0.02
1954 年~1963 年	0.18	0.06
1964 年~1973 年	0.05	0.04
1974 年~1983 年	0.04	0.03

5) 国外输气管道事故比较

(1) 事故率

由于不同的国家对事故率的统计标准有一定的差异,而且在同一个国家也并不是所有的事故都能得到准确和及时的上报。欧洲、美国、前苏联地区的管道事故率对比见表 7.4-11。

表 7.4-11 欧洲、美国、前苏联输气管道事故率对比

地区或国家	纠正的事故数 (10 ⁻³ 次/ (km·a))
欧洲	0.31
美国	0.17
前苏联	0.46

(2) 事故原因

比较上述国家和地区输气管道的事故原因,发现尽管事故原因在不同国家所占比例不同,即引起事故的原因排序不同,但结果基本相同,即主要为外力影响、腐蚀、材料及施工缺陷三大原因。在欧洲和美国,外部影响是造成管道事故的首要原因;在欧洲较

小直径管道受外部影响的程度一直高于大直径管道，这主要与管壁厚度与管道埋深有密切关系，随着大直径管道建设数量的增多，外部影响造成的管道事故在欧洲已有所下降；在美国，外部影响造成的管道事故占到全部事故的 50% 以上。前苏联外部影响造成的事故占总数的 16.9%，排在腐蚀原因之后，是第二位事故原因。从以上结果可以看出，外部影响是造成世界输气管道事故的主要原因。比较结果也同时显示，在每年的管道事故中，腐蚀造成的事故比例也比较大。前苏联 1981 年到 1990 年期间因腐蚀造成的事故有 300 次，占全部事故的 39.9%，居该国输气管道事故原因的首位；在欧洲，1970 年到 2016 年腐蚀事故率为 25%，排在外部影响之后，位居第二。加拿大的事故中，腐蚀是第一位的原因，所占比例有 45%，其中均匀腐蚀是 27%，应力腐蚀 18%。材料失效和施工缺陷在美国和欧洲是事故原因的前几位的因素。在美国，材料缺陷或结构损坏引发的事故有 275 次，占全部事故的 24.2%；欧洲同类事故占总事故的 16%。在前苏联，因材料缺陷、焊接缺陷和施工缺陷导致的事故次数分别是 100 次（13.3%）、81 次（10.8%）和 82 次（10.9%），合计事故率为 35%，超过了外部影响的比率（16.9%）。由此可见，材料失效和施工缺陷对管道安全运行的危害是比较大的。

7.4.2 国内同类项目事故统计与分析

1) 国内输气管道概况

我国天然气开发和输送主要集中在川渝地区，随着我国其它气田的勘探开发，在西部地区先后建成了几条有代表性的输气管道，随着总长 4000km 的西气东输工程的建设，我国天然气管道建设已进入了一个高速发展时期。

2) 四川输气管道事故统计和原因分析

川渝地区经过四十余年的天然气勘探开发，目前已成为我国重要的天然气工业基地，从 60 年代开始相继建成了川渝地区南半环供气系统并与 1989 年建成的北半环供气系统相连接，形成了环形输气干线，盆地内至今已建成输气管道约有 5890km，承担着向川、渝、滇、黔三省一市的供气任务，是西南三省一市经济发展的命脉。下表列出了 1969~1990 年四川天然气管道事故统计结果。

表 7.4-12 1969~1990 年四川天然气管道事故统计

事故原因	事故次数	事故率 (%)
腐蚀	67	43.22
其中：内腐蚀	(46)	(29.67)
外腐蚀	(21)	(13.55)

7 环境风险评价

施工和材料缺陷	60	38.71
其中：施工质量	(41)	(26.45)
制管质量	(19)	(12.26)
不良环境影响	22	14.20
人为破坏及其它原因	6	3.87
合计	155	100

从表中可以看出，在 1969~1990 年的 21 年间，四川输气管道共发生 155 次事故，其中腐蚀引发的有 67 次，占事故总数的 43.22%，是导致事故的首要原因；施工和材料缺陷事故共有 60 次，占总数的 38.71%，仅次于腐蚀因素而列于事故原因的第二位；由不良环境影响而导致的事故有 22 次，占到事故总数的 14.20%，位居第三。

从表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。

下表给出了川渝南北干线净化气管道事故类型的统计数据。纳入统计的天然气事故是指由于各种原因导致管道破损、造成天然气泄漏并影响正常输气的意外事件。统计的输气管道为川渝南北干线净化气输送管道及其支线。其管径为 325mm~720mm，壁厚 6mm~12mm，运行压力 0.5MPa~6.4MPa，管道总长 1621km。

表 7.4-13 川渝南北干线净化气输送管道事故统计（1971~1998 年）

事故原因	事故次数				百分比 (%)
	71-80 (年)	81-90 (年)	91-98 (年)	合计	
局部腐蚀	12	37	16	65	44.8
管材及施工缺陷	32	19	12	63	43.5
外部影响	1	2	7	10	6.9
不良环境影响	1	3	1	5	3.4
其它	0	2	0	2	1.4
合计	46	63	36	145	100

由上表统计结果显示，在 1971~1998 年间，川渝南北干线净化气输送管道中，因腐蚀引起的管道事故均居各类事故之首，共发生了 65 起，占全部事故的 44.8%；其次是材料失效及施工缺陷，次数与腐蚀事故相当，这两项占输气管道事故的 80%左右；由外部影响和不良环境影响而导致的事故各有 10 次和 5 次，分占事故总数的 6.9%和 3.4%，位居第三、四位。

从上两个表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷、外力及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似

的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。外力影响虽然比例不高，但有逐年上升的趋势，特别是第三者破坏即人为盗气造成的管道损伤。进入 90 年代以后，随着我国经济飞速发展，地方保护主义及社会环境的变化造成管道侵权事件频频发生，在管道上人为打孔盗油盗气的情况急剧上升，严重危害管道安全，并造成巨大的财产损失，已引起了人们的高度重视。面对第三者破坏愈演愈烈的情况，如何保证本项目不受或少受人为破坏就显得非常重要。

3) 国内 90 年代输气管道事故分析

进入 90 年代，随着陕甘宁气田的勘探开发，我国在西部地区建设了以陕京线、靖西线和靖银线为代表的标志着我国 90 年代输气管道建设技术水平的三条管道。其中 1997 年建成的陕京线是目前国内陆上长度、规模、投资最大的天然气长输管道工程。以上三条管道从 1997 年投产以来，共发生了 2 次事故，均由洪水引发并发生在地质灾害比较多的黄土高原地区，统计结果见下表。

表 7.4-14 90 年代我国主要输气干线事故率*

管道名称	管道长度 (km)	运行年限 (a)	出现事故次数	出现事故 时间	事故率 (10^{-3} 次/km·a)
陕京线	853	2.417	1	1998.8	0.485
靖西线	488.5	3.5	1	1999.9	0.585
靖银线	320	3.083	0	/	0.0
合计	4758 (km·a)		2	/	0.42

4) 第三者破坏对管道安全运行的危害

第三方破坏是指人为偷油盗气造成的管道损伤以及管道沿线修筑道路、建筑施工、农民耕地等活动引起的管道损伤。随着我国经济飞速发展，在管道上人为打孔盗油盗气的情况急剧上升，严重危害管道安全，并造成巨大的财产损失，已引起了人们的高度重视。

5) 事故调查分析

输气管道事故原因在事故总数占前三位的基本上是外部干扰、材料时效和施工缺陷及腐蚀。管道事故的发生频率与直径、壁厚和埋深有关系。事故发生的频率是与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系，较小的管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出真空或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；此外，管道埋深也与事故率有着密切的关系，随着管道埋深的增加，管道事故发生率明显下降，这事因为埋深增加可以减少管道受外力影响和破坏的可

能性。

我国新疆的西部输气管道由于所采用的设备、材料已接近国际水平，加之防腐材料及手段、自动化水平的提高，设备故障、腐蚀和误操作等原因造成的事故比例将会降低。但由于这些地区自然环境恶劣，灾害性地质较严重，自然灾害方面的事故将会继续发生。对自然灾害特别是地质灾害的防范要从设计、施工等诸方面倍加重视。

从设计上使管道的安全有了一定的保证，同时，随着防腐材料研究的不断发展，其性能越来越好，通过采用这些优良的防腐层（三层 PE）、可靠的阴极保护措施、加强管道的日常维护和外部环境监测等手段，管道的防腐状况得到了有效的改善。

7.4.3 统计、分析结论

通过对国内外输气管道事故进行统计和事故原因分析，可知以下几点：

1) 在 70 年代和 80 年代的不同阶段，世界主要输气大国的输气管道泄漏事故类型可分为针孔泄漏、穿孔和破裂三种；较小直径的管道事故高于较大直径的管道，管子壁厚越大、埋地越深，受外部影响或干扰越小；本项目采用了较大的管径（813mm），壁厚按照地区类别进行设计，埋深也有一定要求（1.2~1.5m），从设计上使管道的安全有了一定保证，但同时需要从施工安装的各个环节加以落实，确保质量，以减少事故发生。

2) 国外不同地区和不同国家输气管道事故原因在事故总数中虽然所占比例不同，排序不同，但前三项不外乎为外部干扰、腐蚀及材料失效和施工缺陷；在欧美等国管道事故中，外力影响占第一位，其次是施工和材料缺陷，第三是腐蚀；我国输气管道的事故原因以腐蚀为主，施工和材料缺陷及不良环境的影响居后，但是近年来人为破坏的事故增长势头非常迅猛。因此在本项目的设计、建设和运营中，应采取各种技术、防范措施，防止或减少这些事故因素。

3) 随着世界输气管道向着长距离、大直径、高强度和高压力及高度自动化遥控和智能管理方向发展，提高管材等级和施工、质检标准，采用性能更加优良的防腐材料和有效的日常监控和维修措施，各类事故都会随之减少，本项目亦然。

4) 我国新建的输气管道由于所采用的设备、材料已接近国际水平，加之防腐材料及手段、自动化水平的提高，设备故障、腐蚀和误操作等原因造成的事故比例将会降低。但由于这些地区自然环境恶劣，灾害性地质较严重，自然灾害方面的事故将会继续发生。对自然灾害特别是地质灾害的防范要从设计、施工等诸方面倍加重视。

5) 为了避免或尽量减少管道建设及运行中的各类事故，本项目建设应借鉴先进的

经验，从设计和施工的各个环节入手，在防腐、管材以及施工技术等方面都要制定各种严格的规章制度并切实落实，从各个方面保证工程的安全性；同时在运行后要建立完整的事故报告制度，建立管道动态运行管理数据库，为管道建设和今后运营打下坚实的基础。

7.5 风险识别

7.5.1 物质风险识别

7.5.1.1 天然气

1) 易燃性

天然气属于甲类火灾危险物质，在空气中只要较小的点燃能量就会燃烧，因此具有较大的火灾危险性。

2) 易爆性

天然气与空气组成混合气体，其浓度处于一定范围时，遇火即发生爆炸。天然气（甲烷）的爆炸极限范围为 5.3~15（%V/V），爆炸浓度极限范围愈宽，爆炸下限浓度值越低，物质爆炸危险性就越大。

3) 毒性

天然气为烃类混合物，属低毒性物质，但长期接触可导致神经衰弱综合症。甲烷属“单纯窒息性”气体，高浓度时因缺氧窒息而引起中毒，空气中甲烷浓度达到 25%~30% 时出现头晕，呼吸加速、运动失调。

4) 热膨胀性

石油及石油产品、天然气的体积随着温度的升高而膨胀，特别是天然气随温度升高膨胀特别明显。如果站场容器遭受暴晒或靠近高温热源，容器内的介质受热膨胀造成容器内压增大而膨胀。这种热胀冷缩作用往往损坏储存容器，造成介质泄漏。天然气储存容器在低温下还可能引起外压失稳。

5) 静电荷聚集性

虽然静电荷主要发生在油品的运输、流动、装卸等工艺中，但是压缩气体从管口或破损处高速喷出时，由于强烈的摩擦作用，也会产生静电。静电的危害主要是静电放电。如果静电放电产生的电火花能量达到或大于可燃物的最小点火能，就会立即引起燃烧、爆炸。

表 7.5-1 天然气的性质

中文名称	甲烷；沼气			英文名称	Methane; Marsh gas		
外观与气味	无色无臭气体						
熔点(°C)	-182.5	沸点(°C)	-161.5	闪点(°C)	<-50	自燃温度(°C)	537
相对密度	水=1	0.42 (-164°C)		毒性	级别		
	空气=1	0.55			危害程度		
爆炸极限(V%)	5.3~15			灭火剂	雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉		
工作场所空气中容许浓度 (mg/m ³)	MAC		PC-TWA		PC-STEL		
毒物侵入途径	吸入、食入、经皮吸收						
物质危险性类别	第 2.1 类 易燃气体			火灾危险性分类	甲 _A		
爆炸物质级别及组别	级别		I		组别		T ₁
危险货物编号	21007	UN 编号	1971		CAS No.	74-82-8	
包装类别	II 类包装			包装标志	易燃气体		
危险性	与空气混合能形成爆炸性混合物；遇明火、高热会引起燃烧爆炸。						
灭火方法	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。						
健康危害	空气中甲烷浓度过高，能使人窒息。当空气中甲烷达 25~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、精细动作障碍等，甚至因缺氧而窒息、昏迷。						
泄漏紧急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。						
操作处置注意事项	密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。						
储存注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30°C。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。						

本工程天然气来自山东南干线管道，天然气气质满足《输气管道工程设计规范》GB 50251-2015 及《天然气》GB 17820-1999 的规定。

6) 易扩散性：天然气的泄漏不仅会影响管道的正常输送，还会污染周围的环境，甚至使人中毒，更为严重的是增加了火灾爆炸的危险。当管道系统密封不严时，天然气极易发生泄漏，并可随风四处扩散，遇到明火极易引起火灾或爆炸。

7.5.1.2 CO 危险特性

拟建管道发生泄漏事故时，泄漏天然气遇明火或高温发生火灾爆炸时伴生的二次污染物主要是 CO，其性质见下表。

表 7.5-2 CO 的性质

标识	中文名	一氧化碳		CAS	630-08-0	RTECS 号	FG3500000
	英文名	Carbon monoxide		分子量	28	UN 编号	1016
	分子式	CO				危险货物编号	21005
理化性质	外观与性状	无色无味气味					
	溶解性	微溶于水，溶于乙醇、本、氯仿等多数有机溶剂					
	熔点 (°C)	-205	相对密度 (水=1)	1.25 (0°C)	燃烧热 (kJ/mol)	285.624	
	沸点 (°C)	-191.5	相对密度 (空气=1)	0.97	饱和蒸汽压 (kPa)	无资料	
	燃烧性	易燃	临界温度 (°C)	-140.2	临界压力 (MPa)	3.50	
闪点 (°C)	<-50	引燃温度 (°C)	610	燃烧 (分解) 产物	二氧化碳		
建规火险分级	甲类	爆炸下限 (V%)	12.5	爆炸上限 (V%)	74.2		
稳定性	稳定	禁忌物	强氧化剂		聚合危害	不聚合	
危险性类别	第 2.1 类易燃气体		危险货物包装标志	2	包装类别	052	
危险性特性	一种易燃易爆气体，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸						
灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。						
储运注意事项	储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30°C。应与氧化剂、碱类、食用化学品分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。						
健康危害	一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。急性中毒：轻度中毒者出现头痛、耳鸣、心悸、呕吐、无力，血液碳氧血红蛋白浓度可高于 10%；中度中毒者除上述症状外，还有皮肤粘膜呈樱红色、脉快、烦躁、步态不稳、浅至中度昏迷，血液碳氧血红蛋白浓度可高于 30%；重度患者深度昏迷、瞳孔缩小、肌张力增强、频繁抽搐、大小便失禁、休克、严重心肌损害等，血液碳氧血红蛋白可高于 50%。慢性影响：能否造成慢性中毒及对心血管影响无定论。						
急救	吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。						
防护措施	工程防护	生产过程密闭，加强通风；提供安全淋浴和洗眼设备。					
	呼吸系统防护	空气中浓度超标时，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器、一氧化碳过滤式自救器。					
	眼睛防护	一般不需要特殊防护					

7 环境风险评价

	防护服	穿相应的防护服。
	其他	工作现场严禁吸烟。实行就业前和定期的体检。避免高浓度吸入。进入限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。
泄漏处置	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离 150m，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以用管路导至炉中、凹地焚之。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	

7.5.2 设施风险识别

输气管道可能因土壤腐蚀、杂散电流腐蚀、材料缺陷和焊口缺陷、自然灾害、第三方破坏等因素引起埋地天然气管道泄漏或断裂。根据国内外输气管道事故案例说明管道部分在主管道部门，截断阀部分均存在风险。

表 7.5-3 国内输气管道天然气泄漏事故

序号	管道	发生时间	事故原因	事故描述
1	仁寿县富加镇的中石油西南油气田分公司富加输气站的出站管道	2006年1月20日		首先发生爆炸，埋在地下的管道爆炸形成十几 m 长、两三 m 深的大坑。几分钟后，该输气站的进站管道也发生爆炸，爆炸引起火灾，并将镇上 100m 范围内建筑物的门窗和玻璃震坏，截至 1 月 20 日 23 时，爆炸事故共造成 10 人死亡，3 人重伤，47 人轻伤。爆炸现场 1km 范围内的 1837 名群众被迫疏散。
2	泸州市天然气公司安富天然气管理所直径 108mm 管道	2004年5月29日	管道局部的防腐层受到外力破坏，导致腐蚀穿孔、检修不及时、管理失误造成	造成泸州市纳溪区炳灵路一栋居民楼前的人行道突然发生爆炸，大楼附一层的 10 多户人家顷刻之间变为废墟。这起爆炸事故共造成 5 人死亡，35 人受伤，10 多户居民的家园被彻底摧毁，80 多户居民受灾，数万人的正常生活受到影响。
3	1986 年投产的天然气管道，1995 年更换了部分管道，连接新旧管的三通接口处	1999 年 12 月 18 日	管道严重腐蚀；材料裂纹；未能及时发现隐患	爆炸产生的冲击波将爆管西侧约 4m 长的新管道扭断，东侧 16m 长的新管道撕裂扭断，北侧旧管道连同阀门一起扭断并向北飞出巧 15m 远，爆炸碎片向南飞出 70 多 m 远，并将院墙外的杂草引燃起火，外泄的天然气着火，事故造成巨大的经济损失
4	重庆开县天然气主管道	2005 年 11 月 25 日	直径 100mm 天然气主管道突然发生爆裂	2 万余居民疏散转移。
5	重庆沙坪坝区	2005 年 9 月	野蛮施工，堆土加载管	天然气大量泄漏后发生爆炸燃烧，高

7 环境风险评价

序号	管道	发生时间	事故原因	事故描述
	井口镇天然气输气管道	6日	道受外力影响变形断裂	温火柱将附近百余m处民房引燃。酿成1人死亡、18人受伤的重大事故，造成直接经济损失370余万元，影响到云、贵、川、渝四地的天然气输送。
6	靖西线天然气管道	2005年5月22日	施工挖破	发生严重天然气泄漏事故。
7	四川仪陇天然气管道	2004年10月24日	天然气管道爆裂	泄漏缺口15cm长、5cm宽，泄漏量非常大，周围还形成了大团白雾，空气中天然气浓度已达到爆炸极限。
8	陕京输气管道神木县神木镇处	2004年10月6日	机动车挖掘破坏埋地管道且没有及时发现、爆炸。	天然气泄漏200万m ³ 。泄漏时间长达7小时。经济损失600余万元，未造成人员伤亡。
9	民庆油田第采气)集气管道主干线	2004年6月7日	高速公路施工，挖掘破坏	大量天然气泄漏。
10	胜利油田至齐鲁石化输气管道	2003年9月24日	施工破坏	临淄北环路施工，一铲土机铲破天然气管道。
11	川西北某市开发区一输气管道	2003年3月9日	挖掘机挖破管道，造成泄漏	大然气从缺口喷涌而出，使管道中断运行26小时。
12	曹威线，徐威线输气管道	2003年	施工缺陷	盲目施工造成管道悬空，最长段400m，悬空最高约50m。
13	陕京输气管道	1998年	洪水引发涡击振动	洪水冲击管道，引起涡击振动，导致管道断裂。
14	川东开发公司某输气站	1998年7月	管道检修过程中天然气抽空，致使管内硫化铁自燃，引起天然气燃烧，混合气体进入到另一设备中与天然气再混合形成高压爆炸混合物后遇硫化铁自燃即发生强烈化学爆炸。	站场发生了强烈爆炸，导致全站设备损毁，人员伤亡的特大安全事故。
15	南充至成都天然气管道	1997年8月5日	天然气管道内腐蚀穿孔破裂	经济损失达250万元。
16	某输气干线	1986年5月	天然气室内更换干线放空阀，漏失在室内与空气形成爆炸混合物后遇明火、电火花等发生的化学爆炸，爆炸强度约1MPa。	DN400输气干线放空后阀，由于操作欠妥，干线两端放空阀开启，施工氧割法兰时热抽吸出天然气燃烧，强行割下法兰后将大火熄灭，在地上修焊口30min后（法兰割口离地面高1.2m），将法兰拿回割口电焊时发生了爆炸并继续燃烧3.5h，3个施工人员当场被严重烧伤，阀室及室内集输设施严重

序号	管道	发生时间	事故原因	事故描述
				烧坏，造成了重大的经济损失。

7.5.3 物质转移途径识别

本项目输气管道泄漏产生的天然气和燃烧后产生的 CO 均为气态污染物，进入大气环境，通过大气扩散对项目周围大气环境造成危害。

7.5.4 风险识别结果

1) 本项目输送的是为天然气，按照《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2015) 标准，天然气属于甲 B 类火灾危险物质。主要事故类型为天然气泄漏、火灾爆炸。

2) 本项目气源来自山东天然气管道，天然气达到规定的产品质量标准进入输气管道外输。其主要成分甲烷含量在 $98.3 \times 10^{-2} \text{mol}$ 以上，气源组分中总硫含量非常低，天然气泄漏燃烧产生的 SO_2 污染物浓度有限 ($< 0.01 \times 10^{-6}$)，不会产生二氧化硫毒性终点浓度和造成事故周围环境 SO_2 污染物显著增加和超标；本项目管道发生泄漏事故时，泄漏天然气遇明火或高温热能而发生火灾爆炸将会伴生 CO 二次污染物，CO 属于有毒有害物质。

7.6 风险事故情形分析

7.6.1 风险事故情形设定

根据管道工程的特点以及有毒有害、易燃易爆物质放散的起因，本评价对主要危险性管段分析、火灾爆炸指数分析及类比调查分析结果，潜在危害是火灾爆炸和有毒物质泄漏。

7.6.2 最大可信事故及其源项分析

7.6.2.1 最大可信事故筛选

本评价最大可信事故设定及风险预测分析均以输气管道发生泄漏事故为假定事故情景。

考虑到本项目环境风险影响主要是爆炸火灾事故后对环境次生影响，最大可信事故选择主要考虑本项目管道可控节点内沿线人口分布情况及天然气在线量和周边敏感程度情况，拟建项目最大可信事故设定见下表。

表 7.6-1 拟建项目最大可信事故情景设定

7 环境风险评价

管段	节点间距 (km)	在线量 (t)	是否构成重大危险源	管线两侧 200m 敏感目标		筛算结果
				户数	人口数	
文 23 储气库至杨集阀室段	19.8	1575.67	是	223	741	管道附近人数最多
杨集阀室至箕山阀室段	20.5	1631.22	是	/	/	在线量最大

7.6.2.2 事故概率

最大可信事故中管线事故概率参照下表中的概率。

表 7.6-2 用于重大危险源定量风险评价的泄漏概率表

部件类型	泄漏模式	泄漏概率	数据来源
50mm<内径≤150mm 的管道	泄漏孔径 1mm	2.00E-5 (m·a ⁻¹)	DNV 和 COVO Study
	全管径泄漏	2.60E-7 (m·a ⁻¹)	
内径>150mm 的管道	泄漏孔径 1mm	1.10E-5 (m·a ⁻¹)	
	全管径泄漏	8.80E-8 (m·a ⁻¹)	
容器	整体破裂	1.00×10 ⁻⁶ (a ⁻¹)	
本项目输气管道管径为 φ1219，发生全管径泄露的概率为全管径泄漏 8.80E-8 (m·a ⁻¹)。			

7.6.2.3 最大可信事故源项

最大可信事故源项是对所识别选出的危险物质，在最大可信事故情况下的释放率和释放时间的设定。在设定的事故下，采用 CAMEO 软件进行预测。

CAMEO 是美国开发的一套专门为化学品泄漏事故应急人员以及应急规划和培训人员设计的计算机软件，它集成了一组化学品数据库，一个风险模拟程序 ALOHA (Areal Location of Hazardous Atmosphere) 以及一个绘图程序 MARPLOT。CAMEO 的数据库记录了超过了 6000 种化学品的物理化学信息、火灾和爆炸危险性、对健康的危害、消防措施、清洁程序以及推荐的防护装备。

本环评选取文 23 储气库至杨集阀室段管段作为分析对象，利用 ALOHA 风险模拟程序，设定天然气管道全断裂情景进行考虑，计算管道断裂事故天然气释放速率，进而核算天然气泄漏火灾事故次生污染物源强。

根据 ALOHA 风险模拟程序，管道断裂事故天然气释放速率见下表和下图。

表 7.6-3 最大可信事故的源项

风险源类别	事故地点	最大可控节点距离 (km)	泄漏速率最大值 (kg/s)	管存量 (t)	总泄漏量最大值 (t)	泄漏时间 (s)
管道泄漏	文 23 储气库至杨集阀室段	19.8km	875.37	1571.24	1575.67	1800

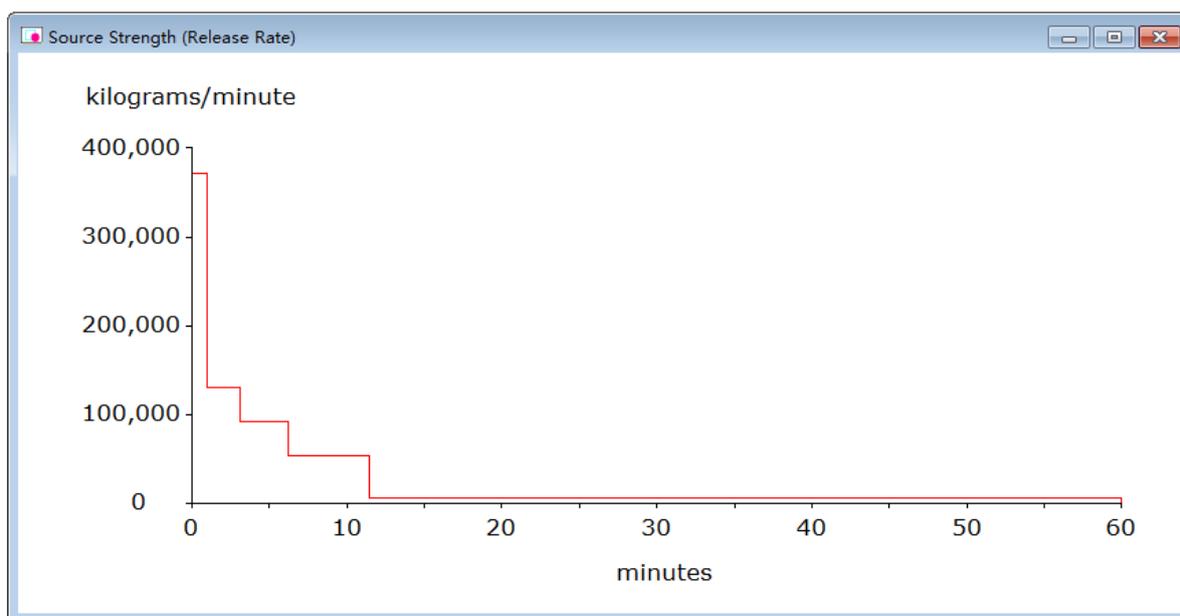


图 7.6-1 管道断裂事故天然气释放速率图

7.6.2.4 最大可信事故概率

为反映管道工程事故发生几率，以每年单位长度天然气管道的事故次数（管道事故率）作为类比分析基础。根据国内外管道事故统计结果，计算天然气管道事故率总体水平。即：美国九十年代后： 1.5×10^{-4} 次/（km·a）；欧洲： 3.8×10^{-4} 次/（km·a），国内： 4.2×10^{-4} 次/（km·a）。

本项目输气管道全长 26.2km。以国内天然气管道事故率为类比基础，本项目发生事故总体水平为 0.0110 次/a，表明本项目在营运期存在发生事故的可能，应该引起重视，最大限度地降低外部干扰和施工缺陷及材料失效等方面事故原因出现的可能，使管道能够安全平稳地营运。

由同类项目事故统计分析可知，管道断裂事故概率为 2×10^{-5} 次/（km·a），断裂后被点燃的概率为 0.353。因此管道断裂引起火灾爆炸的概率为 7.06×10^{-6} 次/（km·a）。本项目发生断裂引起火灾爆炸概率为 0.0001 次/a，表明此类事故发生概率非常低，但是不为零。

7.7 风险影响预测

7.7.1 大气环境风险事故评价

7.7.1.1 甲烷

1) 预测模式

按最大可信事故源项设定，天然气在大气中的扩散采用《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)中 AFTOX 烟团模式。

2) 气象条件

风速 1.5m/s，温度 25℃，相对湿度 50%，大气稳定度取 F 类。

3) 预测参数

天然气管道断裂后，气流的抬升高度直接影响到预测结果，为此评价单位收集了一些天然气管道事故的有关报道并咨询了安全评价单位，多数大孔径、高压力管道断裂时天然气气流的喷射高度可达 60m 以上，本报告按照保守抬升高度按 30m 进行预测评价。

由于管道采用气动阀门关段，根据管道直径计算切断时间。 $\phi 1219$ 管道完全截断，需要 32 秒。完全截断后采用导则风险模拟程序进行预测，确定管道泄漏后各时段及对应源强。

4) 事故情形预测主要参数

本次大气环境风险评价选取最不利气象条件进行后果预测。

表 7.7-1 天然气泄漏预测参数表

参数类型	选项	参数	
基本情况	事故源经度	115° 21' 43.68"	
	事故源纬度	35° 41' 34.84"	
	事故源类型	泄漏	
气象参数	气象条件类型	最不利气象	最常见气象
	风速/(m/s)	1.5	/
	环境温度/℃	25	/
	相对湿度/%	50	/
	稳定度	F	/
其他参数	地面粗糙度/m	0.5	
	是否考虑地形	否	
	地形数据精度/m	/	

5) 计算结果

一旦管道发生泄漏事故，两端阀室迅速关闭，在破裂口泄漏天然气将喷射而出形成烟团，由于甲烷气体质量比空气轻，烟团可迅速上升、扩散。预测结果表明，在最不利气象条件下，设定的管线破裂天然气泄漏扩散至大气环境，造成环境风险事故情形下，高峰浓度超过大气毒性终点浓度-1（ $260000\text{mg}/\text{m}^3$ ）的最远距离为 410m；天然气高峰浓度小于大气毒性终点浓度-2（ $150000\text{mg}/\text{m}^3$ ）的最远距离为 660m。

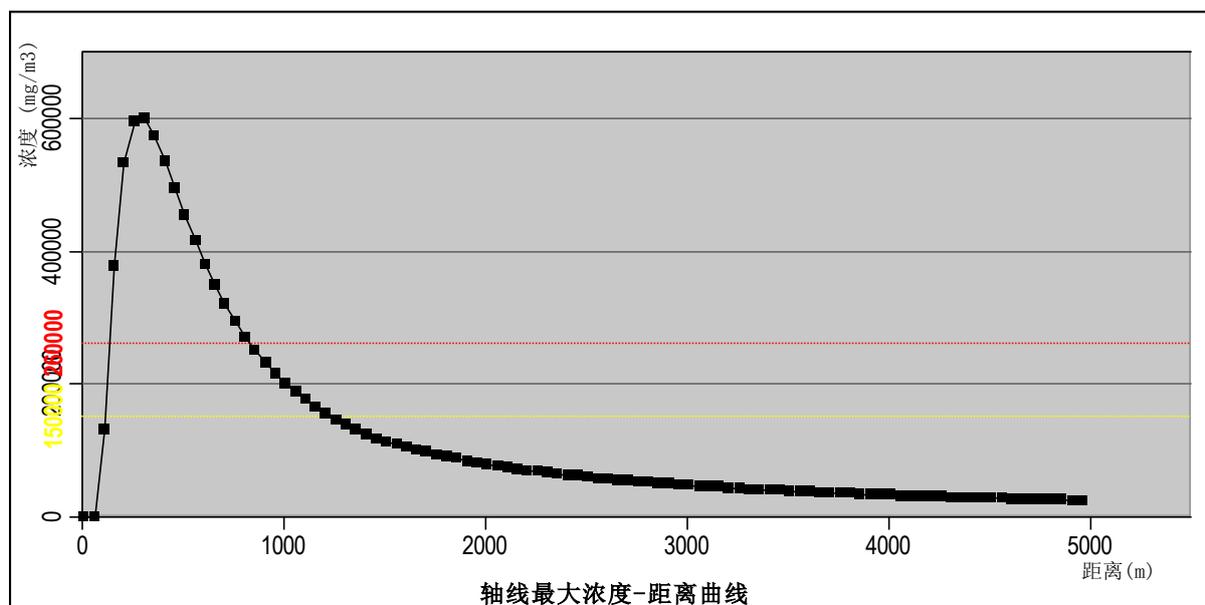


图 7.7-1 本项目泄漏甲烷轴线浓度-距离曲线图

7.7.1.2 伴生 CO

1) 源项确定

输气管段发生天然气泄漏，极易引发火灾。天然气瞬时大量泄漏，易产生不完全燃烧，会产生一氧化碳。参照《北京环境总体规划研究》（第二卷）中天然气燃烧产生的污染物的参数进行计算：CO 的产生系数为 $0.35\text{g}/\text{m}^3$ 天然气。

拟建项目管道破裂，天然气泄漏发生火灾爆炸事故时，天然气的泄漏速率采用风险导则模拟程序进行模拟，产生 CO 的源项见下表。

表 7.7-2 天然气燃烧伴生污染物 CO 排放源项

风险源	事故地点	天然气泄漏量 (t)	CO 最大速率 (g/s)
管道工程	文 23 储气库至杨集阀室段	1575.67	450.36

2) 预测模式

本节预测模式与 7.7.1.1 节预测模式一致。

3) 预测结果

由上表可见：最大管存量控制节点单元发生断裂事故最大气体藏量发生泄漏事故发生火灾，在设定预测条件下，CO 毒性终点浓度-1（ $380\text{mg}/\text{m}^3$ ）的最远距离为 260m，CO 毒性终点浓度-2（ $95\text{mg}/\text{m}^3$ ）的最远距离为 560m。

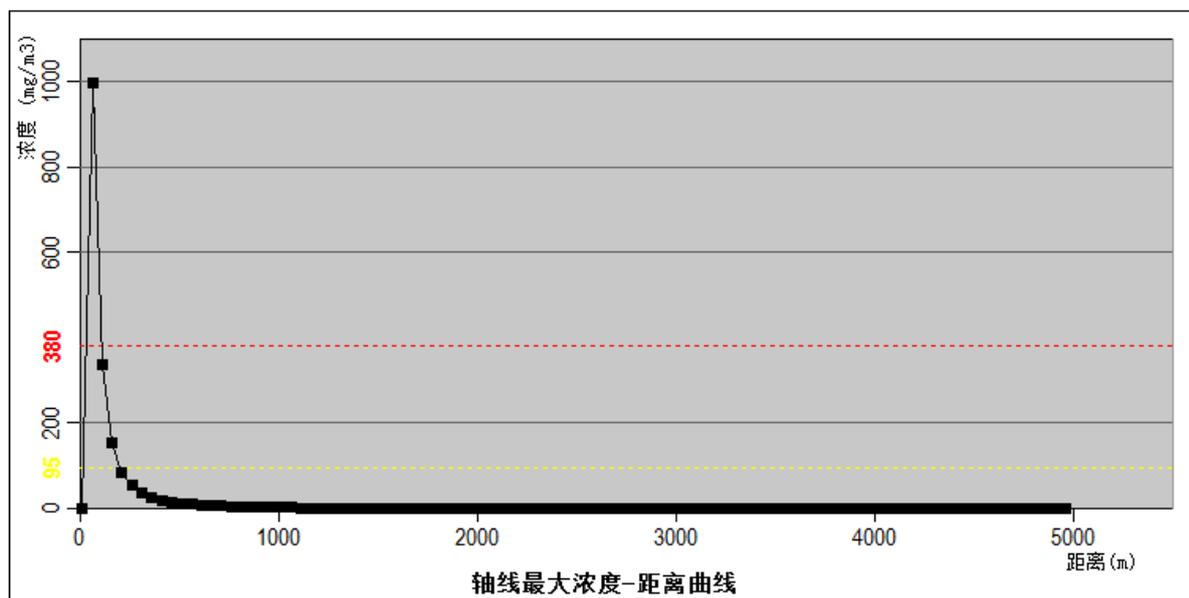


图 7.7-2 本项目火灾伴生 CO 轴线浓度-距离曲线图

7.7.2 水环境影响分析

由于天然气密度比空气小，沸点极低（ -161.5°C ），且几乎不溶于水，在事故状态下，即一旦输气管道穿越河流处发生破裂，天然气对水质的直接影响很小。

如果发生管道火灾爆炸事故的抢维修会扰动水体，增加水体悬浮物，短期内会影响水质。建设单位应通过严格管理，规范施工，可将影响降低到最小。

7.8 环境风险管理

7.8.1 环境风险管理的目标

环境风险管理目标是采用最低合理可行原则（as low as reasonable practicable, ALARP）管控环境风险。采取的环境风险防范措施应与社会经济技术发展水平相适应，运用科学的技术手段和管理方法，对环境风险进行有效的预防、监控、响应。

7.8.2 环境风险防范措施

7.8.2.1 环境风险管理制度

企业建有完善的环境风险防控和应急措施制度，环境风险防控重点岗位设有明确的

责任人，建有定期巡检和维护责任制度。

企业定期对职工开展环境风险和环境应急管理方面宣传和培训。

企业应该建有突发环境事件信息报告制度，日常运行中各项环境风险管理制度均得到落实。

7.8.2.2 环境管理措施

按照《中华人民共和国石油天然气管道保护法》（2010年10月）提出要求如下：

1) 按《石油天然气管道保护法》要求加强管理

建设单位应向沿线群众进行有关管道设施安全保护的宣传教育，配合公安机关做好管道设施的安全保卫工作，以保障管道及其附属设施的安全运行。

2) 在管道线路中心线两侧各5m地域范围内，禁止取土、挖塘等容易损害管道的作业活动。

3) 在穿越河流的管道线路中心线两侧各500m地域范围内，禁止挖砂、挖泥、采石、水下爆破。

4) 在管道线路中心线两侧各200m和管道的站场、阀室附属设施周边500m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。应当向管道所在地县级以上人民政府主管管道保护工作的部门提出申请。

5) 建立环境风险管理体系

管道在运营期必须制定综合管理、HSE管理和风险管理体系，综合管理体系和安全管理体系为风险管理提供技术保障。综合管理体系包括：管理组织结构、任务和职责，制定操作规程，安全章程，职员培训，应急计划，建立管道系统资料档案。为了防范事故风险，必须编制主要事故预防文件。

6) 建立输气管道完整性管理体系

为了保证输气管道沿线居民和财产的安全，管道建成后，建议管道公司建立输气管道完整性管理体系，做好管道沿线的调查，主要包括：

(1) 靠近管道的大致人数（包括考虑人工或自然障碍物可提供的保护等级）；

(2) 活动范围受限制或制约的场所（如医院、学校、幼儿园、养老院、监狱），特别是未加保护的外部区域内的大致人数；

(3) 可能的财产损坏和环境破坏；

(4) 公共设施和设备；

收集以上资料，从而为制定本工程天然气管道事故应急救援预案提供依据。

7) 在管道系统投产运行前，应制订出供正常、异常或紧急状态下的操作手册和维修手册，并对操作、维修人员进行培训，持证上岗，避免因严重操作失误而造成的事故；

8) 制订应急操作规程，在规程中应说明发生管道事故时应采取的操作步骤，规定抢修进度，限制事故的影响，另外还应说明与管道操作人员有关的安全问题；

9) 操作人员每周应进行安全活动，提高职工的安全意识，识别事故发生前的异常状态，并采取相应的措施；

10) 对管道附近的居民加强教育，进一步宣传贯彻、落实《石油天然气管道保护条例》，减少、避免发生第三方破坏的事故；

11) 对重要的仪器设备有完善的检查项目、维护方法；按计划进行定期维护；有专门档案（包括维护记录档案），文件齐全。

7.8.2.3 线路工程前期及设计阶段的事故防范措施

1) 管道风险防范措施

(1) 选择线路走向时，尽可能避开居民区；

(2) 提高设计系数，增加管线壁厚，以及其它保护管道的措施，以增强管道抵抗外部可能造成破坏的能力；

(3) 根据《输气管道工程设计规范》的要求，输气管道通过的地区，应按沿线居民户数和建筑物的密集程度，划分为四个地区等级，并依据地区等级作出相应的管道设计。

2) 线路用管选择

目前国内钢管厂家均能生产符合国家标准的钢管。

3) 防腐蚀措施

(1) 外防腐

为保证管道的长期安全运行，抑制电化学腐蚀的发生，外防腐层的选用应遵循安全第一、环保优先的设计原则，本工程管道外防腐层全线采用工厂预制的三层 PE 外防腐层。

(2) 阴极保护

埋地管道采用外防腐层可有效的减缓管道的平均腐蚀，延长管道寿命。但在管道的施工和运行中，外防腐层不可避免的会存在缺陷和孔隙。缺陷和孔隙处的管道与腐蚀介

质接触，会产生局部腐蚀。且外防腐层的存在，会形成大阴极小阳极的腐蚀电池，加速缺陷和孔隙处的管道腐蚀，造成腐蚀穿孔。采用阴极保护，可有效地对存在缺陷和孔隙处的管道实施保护。

本工程输气联络线、集输管道、输卤管线利用强制电流阴极保护系统。

(3) 自动控制系统

本工程自动化系统主要包括控制中心 SCADA 系统、监控阀室 RTU 控制系统。

7.8.2.4 管道工程施工阶段的事故防范措施

- 1) 在施工过程中，加强监理，确保涂层施工质量；
- 2) 建立施工质量保证体系，提高施工检验人员的水平，加强检验手段；
- 3) 制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录；
- 4) 进行水压试验，排除更多的存在于焊缝和母材的缺陷，从而增加管道的安全性；
- 5) 选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。

7.8.2.5 管道工程运行阶段的事故防范措施

- 1) 严格控制天然气的气质，定期清管排除管内的积水和污物，以减轻管道内腐蚀；
- 2) 定期进行管道壁厚的测量，对严重管壁减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故发生；
- 3) 每半年检查管道安全保护系统（如截断阀、安全阀、放空系统等），使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度；
- 4) 在公路、河流穿越点的标志不仅清楚、明确，并且其设置应能从不同方向，不同角度均可看清；
- 5) 加大巡线频率，提高巡线的有效性；每天检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告；
- 6) 对穿越河流等敏感地段的管道应每三年检查一次；
- 7) 在洪水期，应特别关注河流穿越段管道的安全；
- 8) 各放空管事故放空时，应注意防火。

7.8.3 应急预案

7.8.3.1 现有应急预案体系

应急预案是在贯彻预防为主的前提下，对建设项目可能出现的事故，为及时控制危害源，抢救受害人员，指导组织居民撤离，消除危害后果而组织的救援活动的预想方案。它需要建设单位和社会救援相结合。

中国石化集团根据《国家突发公共事件总体应急预案》和《国家突发环境事件应急预案》，制订了《中石化重特大事件应急预案》预案按工业生产事件、自然灾害事件、公共卫生事件、社会安全事件分类分别制订了总体应急预案和 18 个专项应急预案，18 个专项应急预案包括《08 环境事件应急预案》。

按照环境保护部《突发环境事件信息报告办法》中突发环境事件分级标准，按照突发事件严重性和紧急程度，突发环境事件分为特别重大（I 级）、重大（II 级）、较大（III 级）和一般（IV 级）四级。

1) 特别重大（I 级）突发环境事件

凡符合下列情形之一的，为特别重大突发环境事件：

- (1) 因环境污染直接导致 10 人以上死亡或 100 人以上中毒的。
- (2) 因环境污染需疏散、转移群众 5 万人以上的。
- (3) 因环境污染造成直接经济损失 1 亿元以上的。
- (4) 因环境污染造成区域生态功能丧失或国家重点保护物种灭绝的。
- (5) 因环境污染造成地市级以上城市集中式饮用水水源地取水中断的。
- (6) 1、2 类放射源失控造成大范围严重辐射污染后果的。
- (7) 跨国界突发环境事件。

2) 重大（II 级）突发环境事件

凡符合下列情形之一的，为重大突发环境事件：

- (1) 因环境污染直接导致 3 人以上 10 人以下死亡或 50 人以上 100 人以下中毒的。
- (2) 因环境污染需疏散、转移群众 1 万人以上 5 万人以下的。
- (3) 因环境污染造成直接经济损失 2000 万元以上 1 亿元以下的。
- (4) 因环境污染造成区域生态功能部分丧失或国家重点保护野生动植物种群大批死亡的。
- (5) 因环境污染造成县级城市集中式饮用水水源地取水中断的。

(6) 重金属污染或危险化学品生产、贮运、使用过程中发生爆炸、泄漏等事件，或因倾倒、堆放、丢弃、遗撒危险废物等造成的突发环境事件发生在国家重点流域、国家级自然保护区、风景名胜区或居民聚集区、医院、学校等敏感区域的。

(7) 1、2 类放射源丢失、被盗、失控造成环境影响，或进口货物严重辐射超标的事件。

(8) 跨省（区、市）界突发环境事件。

3) 较大（III级）突发环境事件

凡符合下列情形之一的，为较大突发环境事件：

(1) 因环境污染直接导致 3 人以下死亡或 10 人以上 50 人以下中毒的。

(2) 因环境污染需疏散、转移群众 5000 人以上 1 万人以下的。

(3) 因环境污染造成直接经济损失 500 万元以上 2000 万元以下的。

(4) 因环境污染造成国家重点保护的动植物物种受到破坏的。

(5) 因环境污染造成乡镇集中式饮用水水源地取水中断的。

(6) 3 类放射源丢失、被盗或失控，造成环境影响的。

(7) 跨地市界突发环境事件。

4) 一般（IV级）突发环境事件

除特别重大突发环境事件、重大突发环境事件、较大突发环境事件以外的突发环境事件。

中国石化集团天然气分公司根据企业自身的特点，制定了应急预案体系，与环境保护密切相关的专项预案有《环境事件专项应急专项预案》。

7.8.3.2 本项目应急预案

本项目建成后管理单位应结合中石化的管理要求，针对本项目特点制定该项目的环境风险应急预案。本次评价给出应急预案框架参考，运营单位根据政府主管部门和行业主管部门要求参考本报告应急预案框架制定本项目环境风险应急预案。

环境应急预案体现自救互救、信息报告和先期处置特点，侧重明确现场组织指挥机制、应急队伍分工、信息报告、监测预警、不同情景下的应对流程和措施、应急资源保障等内容。

重点说明可能的突发环境事件情景下需要采取的处置措施、向可能受影响的居民和单位通报的内容与方式、向环境保护主管部门和有关部门报告的内容与方式，以及与政

府预案的衔接方式，形成环境应急预案。

环境应急预案经企业有关会议审议，由企业主要负责人签署发布。

1) 应急预案总体框架

本次环评根据环境风险评价的结果和项目特点，提出应急预案总体框架。应急预案总体框架见下图，事故应急方案主要内容及要求见下表。

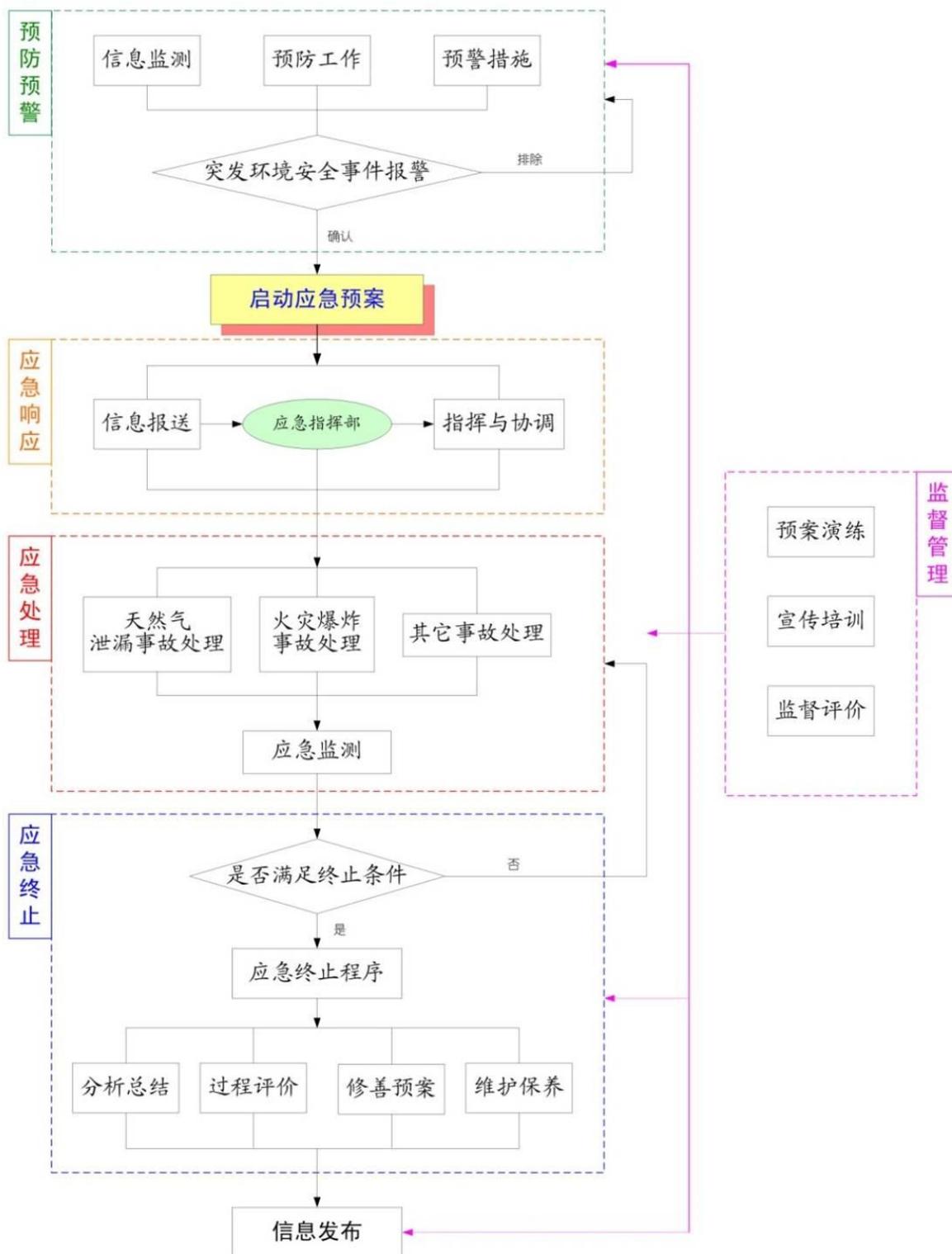


图 7.8-1 应急预案总体框架

表 7.8-1 事故应急方案主要内容及要求

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急组织及	该组织必须能够识别本操作区及下属站场可能发生的事故险情，并有对事故做

7 环境风险评价

	职责	出正确处理的能力；应全面负责站场的安全生产运行，负责制定应急抢险的原则以及编制各类可能发生的工程事故的应急计划，对装置的紧急停工及事故处理作出预案。
3	应急教育与 应急演习	①应急组织机构对本岗位人员要加强日常的应急处理能力的培养和提高；②向本站场的职工大力宣传有关生产安全操作规程和人身安全防范知识，减少无意识和有意识的违章操作。对职工进行应急教育，特别是工艺站场的操作人员，向他们提供有关物料的化学性质及其必要的资料；③对应急计划中有关的每一个人的职责要有明确分工，对每一项具体的应急计划都要进行定期演练，做到有条不紊，各负其责，确保发生事故时能立即赶赴现场，进行有效的处理和防护工作；应与消防队进行定期的信息交流，建立正常的执勤制度，并定期开展消防演习。
4	应急设施、 设备与器材	配备必要的抢修、抢险及现场保护、清理的物资和设备，特别是在发生火灾、爆炸危险性较高的敏感区域附近，应急设备不但要事先提供、早作准备，而且应定期检查，使其一直保持能够良好使用状态。
5	应急通讯联 络	配备畅通的通讯设备和通讯网络，一旦发生事故，就要采取紧急关停、泄压等控制事故和减轻事故影响所必须采取的行动，同时与有关抢险、救护、消防、公安等部门联系，迅速取得援助，并在最短时间内赶到事故现场抢修和处理，以使事故的影响程度降到最低。
6	应急抢险	①由谁来报警、如何报警；②谁来组织抢险、控制事故；③事故抢险和控制方法的要求以及应急器材的使用、分配等；④除自己必备的救护设备外，还应考虑到一旦发生重大伤亡事故情况下所需要的医疗救护，应事前和有关医院、交通等部门约定事故情况下的救援措施；⑤要有专门的人员来组织现场人员撤离，并有保护事故现场、周围可能受影响的职工、居民及周围的设备、邻近的建筑物措施。
7	应急监测	①发生天然气泄漏事故时，应急监测的主要内容是对周围大气环境监测和站场空气中有毒有害物质浓度的监测；②发生有毒有害物质泄漏事故后，应委托当地劳动卫生部门进行现场监测，并写出事故影响报告，以确定事故影响的范围、程度，为制定应急策略提供依据。
8	应急安全与 保卫	应制定事故情况下安全、保卫措施，必要时请当地公安部门配合，防止不法分子趁火打劫。
9	事故后果评 价及应急报 告	对事故后果进行评价，确定事故影响范围、危险程度，并写出事故后果评价报告及事故的应急报告，为以后的应急计划提供准确有用的资料。
10	应急状态终 止与恢复措 施	规定应急状态终止程序 事故现场善后处理、恢复措施 邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
11	公众教育和 信息	对管道及站场邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
12	附件	与应急事故有关的多种附件材料的准备和形成

2) 应急预案的制定和实施

根据环发〔2015〕4号（环境保护部文件2015年1月9日印发）《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》结合本项目特点制定环境风险应急预案在

试生产前完成备案。

3) 应急预案演练计划

项目运行后应制定应急预案演练计划，根据演练计划定期进行应急预案的演练，根据演练中发现的问题对应急预案进行修改完善。

7.9 风险评价结论与建议

7.9.1 项目危险因素

本项目涉及的危险物质为天然气具有易燃易爆的特性。根据项目危险特性及物质毒性分析，筛选出可以控制的两个节点间的管道作为功能单元为主要危险区，其主要危险特征为天然气泄漏和火灾爆炸产生的伴生污染物进入大气环境造成危害。

根据各管段贮存物料，筛选出可以控制的两个节点间的管道为主要危险区，其主要危险特征为天然气泄露，发生火灾爆炸事故，伴生污染物会对大气环境造成危害。

7.9.2 环境敏感性及事故环境影响

7.9.2.1 环境敏感性

本项目属于输送天然气管道，天然气密度比空气小，沸点极低（ -161.5°C ），且几乎不溶于水。发生泄漏和火灾爆炸事故时，根据天然气输气管道实际发生事故情况案例，只待天然气燃烧完后火即熄灭。不用水灭火故无消防废水产生，本项目正常生产和事故状态下对水体水环境质量和水文要素基本无影响。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）“附录 D 环境敏感程度（E）的分级”的要求识别表明，本项目周边大气环境敏感程度为高度敏感区（E3）。

7.9.2.2 大气环境风险影响

在设定最不利气象条件下，设定的管线破裂一旦管道发生泄漏事故，两端阀室迅速关闭，在破裂口泄漏天然气将喷射而出形成烟团，由于甲烷气体质量比空气轻，烟团可迅速上升、扩散。预测结果表明，在最不利气象条件下，设定的管线破裂天然气泄漏扩散至大气环境，造成环境风险事故情形下，高峰浓度超过大气毒性终点浓度-1（ $260000\text{mg}/\text{m}^3$ ）的最远距离为 410m；天然气高峰浓度小于大气毒性终点浓度-2（ $150000\text{mg}/\text{m}^3$ ）的最远距离为 660m。

由上表可见：最大管存量控制节点单元发生断裂事故最大气体藏量发生泄漏事故发

生火灾，在设定预测条件下，CO 毒性终点浓度-1（380mg/m³）的最远距离为 260m，CO 毒性终点浓度-2（95mg/m³）的最远距离为 560m。

7.9.2.3 水环境风险影响

由于天然气密度比空气小，沸点极低（-161.5℃），且几乎不溶于水，在事故状态下，即使输气管道穿越河流处发生破裂，天然气对水质的直接影响很小。如果发生管道火灾爆炸事故的抢维修会扰动水体，增加水体悬浮物，短期内会影响水质。建设单位应通过严格管理，规范施工，可将影响降低到最小。

7.9.3 环境风险防范措施和应急预案

7.9.3.1 大气环境风险防范措施

根据《输气管道工程设计规范》（GB 50251-2015）的要求，本工程管道工程从防腐措施、阴极保护、合理设置截断阀、采用 SCADA 控制系统、设置应急抢险指挥通信系统等方面采取防范措施。

7.9.3.2 风险应急预案

本评价提出了项目应编制事故应急预案，由于目前项目还处于可行性研究阶段，因此建设单位应在项目投入试生产前建立完善的管理制度，编制具有可操作性、针对性的应急预案，并做好与环境敏感区主管部门和地方政府相关主管部门应急预案联动。

7.9.4 结论

本项目事故风险在采取环境风险防范措施和事故应急预案、在落实各项环保措施和采取本报告书提出的有关建议、落实项目大气风险防范设施的设计、做好与环境敏感区主管部门和地方政府相关主管部门风险应急预案有效联动的前提下，基本满足国家相关环境保护和安全法规、标准的要求。本项目风险可防可控，但企业仍需要提高风险管理水平和强化风险防范措施。

7.9.5 建议

1) 本项目具有潜在的事故风险，尽管最大可信事故概率较小，下一步设计中应强化管道本质安全设计，加强施工质量和运营期管理，这是确保避免风险事故发生的根本措施。

2) 建设单位应定期维护、适时更新风险防范设施, 确保风险防范措施的有效性, 最大限度避免风险事故的发生。

3) 当出现事故时, 要采取紧急的工程应急措施, 如必要, 应采取社会应急措施, 以控制事故和减少对环境造成的危害。

4) 按照“企业自救、属地为主、分级响应、区域联动”的原则, 结合本项目特点制定突发环境事故应急预案, 并实现与地方政府或相关管理部门突发环境事故应急预案的有效衔接。

5) 建设单位必须高度重视, 做到风险防范警钟常鸣, 安全生产管理常抓不懈, 严格落实各项风险防范措施, 不断完善风险管理体系和应急预案。

7.10 小结

风险评价的结果表明, 在保证工程本质安全的前提下进一步采取安全防范措施和事故应急预案、落实各项环保措施和本报告书提出的有关建议, 拟建管道从环境风险的角度考虑是可防可控的。

8 污染物总量控制与清洁生产分析

8.1 总量控制

运营期输气管道敷设在地下，管道进行了防腐处理，密闭输送，阀室放空立管仅在事故状态下进行放空。拟建项目在正常情况下，无污染物排放。

本项目不涉及污染物总量控制指标，不需要申请总量指标。

8.2 清洁生产

清洁生产是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

清洁生产就是把工业污染控制的重点从原来的末端治理转移到全过程的污染控制，全过程体现在原料、工艺、设备、管理、三废排放、产品、销售、使用等各个方面，从而使污染物的发生量、排放量最小化。最终目的是为了提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，以实现经济和环境协调持续发展。

清洁生产评价指标可分为六大类：生产工艺与装备要求；资源能源利用指标；产品指标、污染物产生指标、废物回收利用指标；环境管理指标。

自 1992 年联合国环境与发展大会正式提出“清洁生产”以来，我国政府积极响应，在同年批准的《环境与发展十大对策》中首次提出了“新建、扩建、改建项目，技术起点要高，尽量采用能耗物耗小、污染物排放量少的清洁工艺”；在 1993 年召开的第二次全国工业污染防治工作会议上明确提出“工业污染防治必须从单纯的末端治理向对生产全过程控制转变，实行清洁生产”；1996 年颁发的《国务院关于环境保护若干问题的决定》再次强调了要推行清洁生产。自 1992 年以来，我国推行清洁生产的工作经历了十年由试点到全面推广的过程，经九届全国人民代表大会常务委员会通过的，自 2003 年 1 月 1 日起实施的《中华人民共和国清洁生产促进法》，以法律的形式将清洁生产提高到了一个新的高度。

实施清洁生产是一种新的、创造性的理念，它将整体预防的环境战略持续应用于生产和服务，以增加生态效率和减少人类及环境的风险。

本项目属于管线建设，它只是一中运输手段，是输送产品的中间环节，本身不出产

品，因此与生产企业的清洁生产分析有较大的差别。管道项目的清洁生产主要体现在：施工期对生态环境的影响、运营期的技术指标、污染防治措施以及管理制度等几方面。

8.2.1 本项目输送方式及输送工艺清洁生产分析

本项目天然气采用管道运输，与铁路、水路、公路等运输方式相比，管道运输具有运输能耗低、运输周转损耗小、运输成本低、安全性高、环境污染小等方面的优势。不同的运输方式清洁生产综合指标比较见下表。

表 8.2-1 不同的运输方式清洁生产综合指标比较

指 标	运输方式				
	管道	铁路	公路	内河（驳船）	海运（远洋油轮）
运输成本	1	4.6	20.68	1.6	0.4
能耗	1	2.0	8.5	水运：0.5	
运输周转损耗率	0.2-0.3%	0.71%	0.45%	水运：0.45%	
事故伤亡人数（人/t·km）	1	33	333	/	/
事故发生率	1	5.9	16.7	/	/

注：表中数值除运输周转损耗率外，均是其他运输方式与管道运输比值。

8.2.2 本项目采用的主要节能措施与技术

1) 输送工艺先进性

密闭输气能量可以传递，各站提供的能量可以充分利用，基本上能够消除节流损失，能量利用率高。

2) 使用先进水平的控制系统，实现管输最优化

本工程完成后各控制使用了世界上较先进的 SCADA 自动控制系统，使输送介质的工艺条件实现由计算机自动控制，减少由于人工控制而产生的损耗；同时由于 SCADA 控制系统拥有事故自动报警、停车装置，当管道出现问题时能够自动地及时切断介质输送系统，以保证管道安全、可靠、高效、经济地运行，最大限度地减少由于事故泄漏造成对环境的污染，减少操作人员，提高生产技术水平、操作效率和经济效益。

3) 定期清管，提高管道输送效率

依托的文 23 储气库站场均具有清管功能，可以定期清管，减少管道阻力，节省能源，同时又能减轻管道内壁腐蚀，延长管道寿命。

4) 定向钻施工方式

本项目在主要河流的穿越上采用定向钻施工方式，该施工方式具有施工周期短、费

用低、需用人员少、环境影响小等优点，因此与其它开挖穿越方式相比，定向钻穿越具有不可比拟的先进性。

定向钻穿越方式在整个穿越施工过程中对水体几乎没有直接危害，对生态环境的影响相比之下也是最小的，同时对河流的航运也不产生影响。因此对于大、中型河流的穿越，定向钻施工方式是最优的选择。

本项目在设计、施工、运营中实施清洁生产技术的汇总见下表。

表 8.2-2 工程实施清洁生产措施汇总

分类	清洁生产方案	具体内容及效果
生产工艺和技术	优化线路走向	线路走向进行优化，尽量缩短线路整体长度，保证管道系统压力降最小，以降低运行过程中的能耗。线路尽量避开地震断裂带、采空区等不良工程地带，实在无法避让的不良工程地带根据具体情况在设计和施工时采取相应的水工保护措施，保证管道的安全、稳定、可靠，减少事故发生频率，防止事故发生带来不良环境影响。
	优化工艺方案	优化工艺参数，降低能耗；提高系统输送压力，减少沿线压降损失；
	利用 SCADA 系统，优化系统运行管理	采用先进的 SCADA 系统，确保管道及设备在最佳状态下运行，避免能源的损耗。
	采用密闭不停气的清管工艺	实现不停气清管，避免清管过程中天然气大量放空；设置清管装置，定期清管，提高管道输送效率。
	合理设置线路截断阀室	本项目中段沿线设置 1 座截断阀室，在管道发生断裂或重大泄漏时，事故段两端的截断阀自动关闭，将管输天然气的损失减小至最低程度。同样管道检修时，也可通过关闭检修段上下游截断阀，来减小天然气的放空量，将管输天然气的损失限制在局部范围内。
	选用高效设备	选用密封性能好、能量耗费少的阀门和设备，避免或减少了阀门等设备由于密封不严，耗电量大而造成的能源损耗。
	合理防腐	管道外防腐层全线采用环氧粉末聚乙烯复合结构（三层 PE）。一般地段埋地管道采用普通级三层 PE，穿越铁路、公路、河流、山体等处管道采用加强级三层 PE 防腐。合理的防腐方式减少了由于管道腐蚀引起事故发生的可能性。
施工清洁生产控制措施	加强施工管理，规范施工过程	在实施工程监理的同时，同时进行环境监理工作，规范施工行为，最大程度减轻对环境的影响。
	先进的施工方式	大型河流穿跨越采用定向钻技术，可以将管道施工对地表水环境的影响降到最低。
	确定合理施工带宽度	减少了临时占地，减轻对沿线生态环境的扰动和破坏。
	依托社会，减少施工营地建设	减少营地建设等产生的环境影响。
	生态恢复、水土保持	对临时占地要恢复原有地貌，对管道占用耕地及时复耕，占用林地采用植草等措施，保护生态、防止水土流失。
	节水措施	清管和试压为分段进行，水源重复利用率达 50%。

8.2.3 持续清洁生产

《中华人民共和国清洁生产促进法》第一章第二条指出：清洁生产是指不断采用改进设计，使用清洁的能源和原料，采用先进的工艺技术与设备，改善管理、综合利用、从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

因此，推行清洁生产是一个不间断的过程。本项目的建设单位在工程的建设施工和生产运营中，应制订相应的预防污染的计划，根据工程情况有组织、有计划的安排与协调，有序的推行清洁生产。

要实现清洁生产，除了采取先进的生产工艺和技术外，还应注意以下几点：

- 1) 更新观念，寻求工业生产和环境保护之间协调统一的新途径；
- 2) 提高管理技巧，增强职工的主人翁意识和责任感；
- 3) 加强人员培训，提高职工清洁生产意识和技能；
- 4) 加强外部联系，积极与地方环保部门协调，确定合理的管理目标；加强宣传与地方有关部门协作，确保管道的安全运行。

综上所述，本项目建成运行后，在提高运输量和利用率、节省运输费用和储存成本、增强运输和储存安全性、削减非甲烷总烃挥发等方面具有明显的优势，充分体现了本项目清洁生产的先进性。

9 环境保护措施评述及建议

9.1 设计阶段环境保护措施

在线路走向及方案选择中，充分重视对生态环境的保护，尽量避免或减少经过自然保护林区、风景名胜区、地表水源保护区和地下水源保护区。

- 1) 符合管网总体规划布局，有利于建设和完善区域管网。
- 2) 线路力求顺直、平缓，缩短线路长度，尽量减少与障碍物交叉。
- 3) 线路在可能的情况下尽量靠近和利用现有的公路，方便运输、施工和生产维护管理和职工生活。
- 4) 选择有利地形，尽量避免施工难度较大和不良工程地质段，以方便施工，减少线路保护工程量，确保管道长期、安全、可靠运行。
- 5) 线路尽量避免重要的军事设施、易燃易爆仓库的安全保护区。
- 6) 线路尽量避免水网密集区和连片鱼塘地带。
- 7) 线路走向应与所经地区的城市规划、水利规划、交通规划。
- 8) 线路走向尽量避免城镇、工矿企业和人口稠密区。

9.2 施工期环境保护措施

9.2.1 施工期生态环境保护措施

9.2.1.1 工程占地保护措施

1) 严格控制施工占地

(1) 本工程管径较大，应对管线占地合理规划，合理设置施工作业带范围：管道通过经济作物区时，为减少管道施工对经济作物的损坏，施工作业带宽度应尽量缩窄，宜采用沟下组焊方式减小施工作业带宽度。

(2) 不得在施工作业带范围以外从事施工活动，严禁在规定的行车路线以外的地方行驶和作业，保持路外植被不被破坏。

(3) 尽量沿道路纵向平行布设，不仅便于施工及运行期检修维护，而且还可以避免修筑专门的施工便道，从而尽可能减少土壤扰动和地表植被破坏，减少裸地和土方的暴露面积。

(4) 尽量利用原有公路或已有工程的伴行路进行施工作业，沿已有车辙行驶，若

无原有公路，则按先修道路，后设点作业的原则进行。杜绝车辆乱碾乱轧的情况发生，不随意开设便道，以免破坏植被。

(5) 严禁施工材料乱堆乱放，划定适应的堆料场，以防对植物的破坏范围扩大。

2) 恢复原有土地利用格局

(1) 施工结束后，应尽量恢复地貌原状。施工时，对管沟开挖的土壤做分层开挖、分层堆放，分层回填压实，以保护植被生长层所需的熟土，降低对土壤养分的影响，尽快使土壤恢复生产力。

(2) 对管沟回填后多余的土方，应均匀分散在管道中心两侧，并使管沟与周围自然地表形成平滑过渡，不得形成汇水环境，防止水土流失。

(3) 道路施工中挖填方尽量实现自身平衡。对管线修筑过程中产生的弃土区及取土、取砂砾料区，都要平整，然后洒上一次水，再让其自然恢复。

(4) 对废泥浆池做到及时掩埋、填平、覆土、压实，以利于土壤、植被的恢复。

9.2.1.2 生物多样性的保护措施

1) 在施工过程中，加强施工人员的管理，杜绝因施工人员对野生植物的滥砍滥伐而造成沿线地区的生态环境破坏。

2) 加大对保护野生动物的宣传力度，大力宣传两栖、爬行动物、鸟类对农林卫生业的作用，禁止施工人员对野生动物滥捕滥杀，做好野生动物的保护工作。

3) 对水生动物的一般保护措施为：切实加强对水环境的保护，重点是管道穿越的规划有III类以上水体功能的河流，避免沿线局部水域发生富营养化，把对水生生物栖息环境的影响减少到最低程度。

9.2.1.3 植被保护和恢复措施

1) 植物保护措施

植物保护的一般原则为：在保证施工的前提下，首先应尽量缩窄管道通过生态功能区和密集林区等区段的施工作业带宽度，减少对植被的破坏面积；其次应保存施工区的熟化土，对于建设中永久占地、临时用地占用耕地部分的表层土予以收集保存；最后，施工结束后及时清理、松土、覆盖收集的耕作土，复耕或选择当地适宜植物及时恢复绿化。

(1) 对于木本植物的较小（胸径 10cm 以下）植株进行移植，木本植物的较大植株

和草本植物要进行采种繁殖。

(2) 施工便道的选线应避免和尽量减少对地表植被的破坏和影响。工程结束后，立即对施工便道进行恢复。管线施工过程中，尽可能不破坏地形、地貌；施工完毕后，尽可能将施工地带地形、地貌恢复至施工前时的地形地貌。

(3) 加强施工人员的环保意识。在开挖过程中，不随意砍伐植物，如发现有国家重点保护植物，要报告当地环保部门，立即组织挽救，应进行异地移栽保护。

(4) 加强环境管理。加大宣传力度，采取各种方式，如宣传栏、挂牌等，让施工人员了解植物的显著的特征，会识别分布在此地的国家重点保护植物。对已经发现的保护物种，环境监理的工作就显得十分重要，尤其是在施工期，工程单位与环保部门要合作，建立完善的管理体系，使之有法可依，执法有效，确保国家重点保护植物资源的安全。

2) 植被恢复措施及建议

(1) 施工结束后，施工单位应负责清理现场。凡受到施工车辆、机械破坏的地方都要及时修正，恢复原貌，植被一时难以恢复的可在来年予以恢复。

(2) 对于原农业用地，在覆土后施肥，恢复农业用地。对不能复垦为耕地和不能继续利用的施工便道且不能退耕的，根据气候条件采取种树种草绿化措施。

(3) 绿化设计原则

临时用地范围内植被恢复：临时用地深翻处理后，对作为农用地以外的部分应植种草恢复植被，农用地周边结合当地的农田林网营造绿化林带。施工中应加强施工管理，不破坏边界以外的植被，两侧植被恢复除考虑管道防护、水土保持外，使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

在植被恢复建设过程中，应根据工程沿线的环境特点，除考虑选择适合当地环境的无中外，还应在布局上考虑多物种的交错分布，既提高了植物种类的多样性又不至于太大改变原来的生态组分，增强其稳定性。

草种、树种的选择：在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种的选择应对各地区的地形、土壤和气候条件经过详细的调查以当地优良乡土树种为主，适当引进新的优良树种草种，保证绿化栽植的成活率。

9.2.1.4 对农业生态系统的保护措施

1) 将农业损失纳入到工程预算中，管道通过农业、牧业区时，尤其是占用耕地、

果园、菜地、粮棉油地等经济农业区时应尽量缩小影响范围，减少损失，降低工程对农业、牧业生态环境的干扰和破坏。

2) 本工程所涉及的永久占地和临时占地有应按有关土地管理办法的要求，逐级上报有审批权的政府部门批准，对于永久占地，应纳入地方土地利用规划中，并按有关土地管理部门要求认真执行。

3) 本工程临时占地中部分为基本农田。对于临时占地，除在施工中采取措施减少对基本农田的破坏外，在施工结束后，还应做好基本农田的恢复工作，应立即实施复垦措施，并可与农民协商，由农民自行复垦。除补偿因临时占地对农田产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

4) 根据《基本农田保护条例》，非农业建设经批准占用基本农田的，按照保持耕地面积动态平衡，应“占多少、垦多少”，没有条件开垦或开垦耕地不符合要求的应按省、自治区、直辖市规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新耕地。

5) 对于永久占地，根据《基本农田保护条例》的要求，将所占耕地的耕作层土壤用于新开垦耕地、劣质地或其他耕地的土壤改良。

6) 通过向沿线相关的土地管理部门了解，得知对于工程永久占用的基本农田，应按照规定程序办理征地手续，并交纳基本农田开发补偿费，同时缴纳基本农田建设基金。以上所交纳费用，专门用于耕地开发和农田建设。土地管理部门将以后的土地利用规划中对基本农田的分布进行相应的调整，以确保基本农田数量不减少。

7) 根据当地农业活动特点，因地制宜地选择施工季节，尽量避开农作物生长期和收获期，以减少农业当季损失。

8) 提高施工效率，缩短施工时间，同时采取边铺设管道边分层覆土的措施，减少裸地的暴露时间，保持耕作层肥力，缩短农业生产季节的损失。

9) 管道施工中要采取保护土壤措施，对农业熟化土壤要分层开挖，分别堆放，分层回填，减少因施工造成生土上翻、耕层养分损失、农作物减产的后果，回填时还应留足适应的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。

10) 在施工中应尽量减少对农田防护树木的砍伐，完工后根据不同的地区特点采取植被恢复措施，种植速生树木和耐贫瘠的先锋灌木草本植物，在农地可种植绿肥作物，加速农业土壤肥力的恢复。

11) 施工完成后做好现场清理及恢复工作，尽可能降低施工对农田生态系统带来的不利影响。

12) 处理好管道与农田水利工程的关系, 尽可能减少对排灌渠道的破坏, 管道经过坡地时要增设护堤坡, 防止坍塌造成的滑坡等, 并结合修筑梯田, 植树种植绿化, 加速生态环境的恢复。

13) 在施工时, 应避免农田基础设施受碾压而失去正常使用功能, 导致灌溉区受益范围内农作物生长受影响。

9.2.1.5 林地恢复措施

管道途经道路与河流两侧分布有林地, 工程施工将占用林地, 因此, 工程应重点从以下几个方面对林地进行恢复:

1) 加强对施工人员及施工活动的管理

施工过程中, 加强对施工人员的管理, 禁止施工人员对植被滥砍滥伐, 严格限制人员的施工活动范围。

管道通过林区时, 工程施工将占用林地和砍伐树木, 应事先向林业主管部门申报, 并进行合理的赔偿。

施工便道尽量避开林带, 以空隙地为主, 尽可能不破坏原有地形、地貌。

2) 施工后的植被恢复

根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的规定: 在管道线路中心线两侧各五米地域范围内, 禁止种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能破坏管道防腐层的深根植物。因此, 施工结束后, 在管道覆土上采取播撒草籽、栽植花、草等措施恢复植被。

施工结束后, 施工便道两侧裸露的地面, 采取播撒草籽、栽植花、草、种植灌木等措施恢复植被。

9.2.1.6 地表水体生态保护措施

1) 管道所经区域内河流时, 在过河管道的施工过程中, 制定有利的措施, 加强对河流生物、鱼类的保护, 尽量减少对水资源的破坏。

2) 所有河流上的穿越为鱼类保留在一定季节所游经的通道。

3) 为防止河流生态环境受到影响, 大型河流穿越选用定向钻穿越方式, 小型河流穿越采用大开挖方式进行施工时, 尽量选择枯水期进行, 且河底面应砌干砌片石, 两岸护坡设浆砌块石护岸, 防止水土流失。

4) 穿越河流施工过程中, 应严格要求施工人员杜绝随地吐痰、便溺、丢弃废物的陋习, 不能在水体区域内从事钓鱼、洗澡、打鱼等破坏环境的活动。

9.2.1.7 土壤保护措施

采用挖沟埋管为主的管道施工中, 管沟挖过程中实施“分层开挖、分层堆放和分层回填”的措施, 开挖过程中生熟土分开堆放, 管线建设完毕后及时尽量恢复沿线地表原貌, 比如种植新的草地和其他与新环境相宜的植物, 使土壤生态环境的影响得到有效的控制。

9.2.1.8 生态景观环境影响减缓措施

1) 加强施工队伍职工环保教育, 规范施工人员行为。教育职工爱护环境, 保护施工场地及周围的作物和树木。

2) 严格划定施工作业范围, 在施工带内施工。在保证施工顺利进行的前提下, 尽量减少占地面积。在林地、果园内施工, 应少用机械作业, 最大限度的减少对树木的破坏, 对景观的破坏。

3) 施工中应执行分层开挖的操作规范, 而且施工带不宜过长, 施工完毕后, 立即按土层顺序回填, 同期绿化, 减轻对景观生态环境的破坏。

9.2.2 施工期污染防治措施

9.2.2.1 废气污染防治措施

施工废气主要来自地面开挖和运输车辆行驶产生的扬尘及施工机械(柴油机)排放的烟气。

1) 施工扬尘

相比其它施工废气而言, 施工扬尘是造成周围大气环境污染最严重的, 根据可研报告, 为减少施工过程中扬尘的产生量, 拟采取如下措施:

(1) 开挖施工过程中产生的扬尘, 采用洒水车定期对作业面和土堆洒水, 使其保持一定湿度, 降低施工期的粉尘散发量。

(2) 在施工现场进行合理化管理, 统一堆放材料, 设置专门库房堆放水泥, 尽量减少搬运环节, 搬运时轻举轻放, 防止包装袋破裂。

(3) 施工现场设置围栏或部分围栏, 缩小施工扬尘的扩散范围。

(4) 当风速过大时，应停止施工作业，并对堆存的沙粉等建筑材料采取遮盖措施。

(5) 保持运输车辆完好，不过满装载，尽量采取遮盖、密闭措施，减少沿程抛洒，及时清扫散落在路面上的泥土和建筑材料，冲洗轮胎，定时洒水压尘，减少运输过程中的扬尘。施工扬尘量随管理手段的提高而降低，如果管理措施得当，扬尘量将降低 50~70%，大大减少对环境的影响。本项目在施工过程中，在落实以上措施的同时，应注意加强对施工队伍的管理，如建立施工规章制度，找通过 ISO14000 认证的施工单位等。

2) 柴油机排放尾气

对于施工机械（柴油机）排放的尾气，主要产生在定向钻施工现场。本项目主要是在穿越河流时采用定向钻施工方式。经线路实际踏勘可知，本项目大型河流穿越点周围地势开扩，远离敏感点，有利于废气的扩散，且污染源本身排放量较小，并具有间歇性和短期性，因此不会对周围环境造成很大的污染。

9.2.2.2 废水污染防治措施

施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水及管道安装完后清管、试压中排放的废水。

1) 生活污水

根据以往施工经验，施工队伍的吃住一般依托当地的旅馆和饭店，同时施工是分段分期进行，具有较大的分散性，局部排放量很小，因此施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统。

2) 清管试压水

清管、试压废水主要含铁锈和泥沙等杂质，经沉淀过滤后排入附近的沟渠河流。

由于管道清管和试压是分段进行的，局部排放量相对较少，同时废水中主要含少量铁锈、焊渣和泥砂，因此，经收集进行沉淀处理后，可排入附近功能要求不高的沟渠、河流是可行的。

针对本项目沿线河流较为多的情况，在施工各标段，禁止施工单位向沿线河流中排放污水（包括生活和生产废水）；在清管试压阶段产生的废水要求施工单位与当地村镇进行良好的沟通，争取做到废水的充分合理利用，同时应做好防范工作，防止废水溢流到附近河流中。

为减少对水资源的浪费，在清管试压过程中尽量收集好此股废水，提高其重复使用率，同时加强废水的收集和排放的管理与疏导工作，排放去向应符合当地的排水系统要

求，杜绝不经处理任意排放，避免造成局部土壤流失。

9.2.2.3 固体废物污染防治措施

施工期的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土、施工废料等。

1) 生活垃圾

施工期产生的生活垃圾具有较大的分散性，且持续时间短。施工人员吃住一般依托当地的旅馆和饭店或民居，其垃圾处理均依托当地的处理设施。施工营地排放的生活污染物统一收集处理。

2) 废弃泥浆

施工结束后剩余泥浆经 pH 调节后作为废物收集在泥浆坑中，固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，保证恢复原有地貌，或送当地环保部门指定地点处置。

在采取上述措施的同时，建议在定向钻穿越施工中，尽量循环使用泥浆，以便减少废泥浆的产生量，同时也减少新泥浆的用量。

3) 工程弃土

施工过程中产生的弃土主要为管道开挖敷设时或穿越公路、铁路敷设时多余的泥土和碎石。在不同地段采取不同的措施，将该部分土石方全部利用。

(1) 在耕作区开挖时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）土分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量（高出地面 0.3~0.5m），多余土方就近平整。

(2) 在穿越公路、铁路时，顶管产生的多余泥土和碎石用于地方乡道建设填料、或道路护坡。

4) 施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条及施工过程中产生的废混凝土等。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。

9.2.2.4 噪声防治措施

施工期噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、电焊机、定向钻等，其强度在 85~105dB (A)。施工期拟采取如下噪声防治措施：

1) 施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，尽量选用低噪声

的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，同时加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的工况，以便从根本上降低噪声源强。

2) 在居民区附近施工时严格执行当地政府控制规定，特别是居民区，严禁在晚上10时至次日6时进行高噪声施工，夜间施工应向环保部门申请，批准后才能根据规定施工。

3) 在施工中严格控制作业时间，根据具体情况，合理安排施工时间，提高操作水平，与周围居民做好沟通工作，减少对敏感地点的影响，防止发生噪声扰民现象。

4) 运输车辆应尽可能减少鸣号，尤其是在晚间和午休时间。

5) 合理布局施工现场，避免在同一地点安排大量动力机械设备，以免局部声级过高。

6) 建立临时声障，在施工过程中可根据情况适当建立单面声障。

本工程施工期建设单位还应注意以下事项：

(1) 进行施工作业可能产生环境噪声污染的，施工单位应当在开工十五日前向当地环境保护行政主管部门申报该工程的项目名称、施工场所、期限、噪声值以及所采取的防治措施。

(2) 进行施工作业时，应当采取环境噪声污染防治措施，并不得超过建筑施工场界噪声限值。

(3) 在城市建成区内进行施工作业的，除受特殊地质条件限制外，不得使用蒸汽桩机、锤击桩机等噪声严重超标的设备。确需使用的，不得在夜间和午间作业。

(4) 在噪声敏感建筑物集中区域内（特别是在历城区飞跃大道路段），禁止产生噪声污染的夜间建筑施工作业；但因特殊需要必须在夜间连续施工作业的，应当有环境保护行政主管部门出具的证明，并采取有效的防治措施。

如若确需进行夜间施工作业的，建设单位应当提前三日公告噪声污染影响范围内的居民。

9.2.3 对道路交通影响的防治对策

1) 对采用开挖方式穿越的道路，建设单位应与施工单位共同制定施工方案，方案中需要考虑到在交通敏感的道路附近设计临时便道，并做到在尽可能短的时间内完成道路开挖、管道埋设、泥土回填等工作。

2) 施工时，挖出的泥土除回填以外，应及时清运，以免泥土堆积占用道路、影响

交通，保证开挖道路的交通运行。

3) 在当地的交通高峰时间，应停止或减少施工运输车辆，以减少拥挤度，防止发生交通事故。

4) 施工路段应设交通标识符，夜间设醒目的交通标志灯。各施工路段还应设安全监督员，防止行人及交通工具误落开挖的沟内。

5) 凡造成道路和通道数目减少的地方，应用交通灯或由交通管理人员进行疏导。

9.3 工程“三同时”验收

本工程“三同时”验收内容见下表：

表 9.3-1 环保“三同时”一览表

阶段	项目	内容	
施工期	管沟开挖现场	①是否执行了“分层开挖、分层堆放、分层回填”的操作制度；②施工机械作业是否超越了作业带宽度；③管沟回填后多余的土方处置是否合理。	
	穿越河段	①穿越河段的水工保护，施工是否严格按设计方案执行，施工质量是否能达到要求；②施工机械的废油、作业废水等是否流入河床。	
	敏感区段	施工时间是否对珍稀动物的生存、繁殖造成影响。	
	文物保护单位	①施工机械作业是否超越了作业带宽度；②施工是否严格按设计方案执行；③是否有故意破坏文物的行为。	
	其它	①施工结束后是否及时清理现场、恢复了地貌，是否及时采取了生态恢复和水土保持措施；②施工季节是否合适；③有无砍伐、破坏施工区以外的作物和植被，有无采摘花果等行为。	
	环境监测、监理	施工期实施环境监测、监理，对报告书提出的施工期环保措施进行落实	
运营期	环境要素	工程内容	措施具体内容
	环境风险	截断阀室	阀室
		管道防腐	对管道进行防腐处理
		阴极保护站	阀室
		增加管道壁厚	环境敏感区、大型穿跨越、与油气管道交叉段增加管道壁厚，提高设计等级。
		应急设施	配备通信和抢维修设备

9.4 环保投资

根据《石油化工企业环境保护设计规范》中的有关规定，建设项目的环境保护投资计算方法为：凡为防治污染、保护环境所设的装置、设备和设施，其投资应全部计入环境保护投资；生产需要又为环境保护服务的设施，其投资应按不同的比例部分计入环境保护投资；某些特殊的环境保护设施，其投资可按实际计入。

本工程估算总投资为 41175 万元，其中环境保护投资为 3877.18 万元，占该工程总

投资的 9.4%，详细分项见下表。

表 9.4-1 环保投资一览表

类别	工程名称	措施内容	分项总投资 (万元)	计入环保投资 比例 (%)	环保投资 (万元)
生态保护和恢复措施	恢复地貌、植被、防止水土流失	恢复土地的原有用途	972.27	100	972.27
	水工保护措施	方案评价	20	100	20
	定向钻穿越		5552.91	10	555.29
环境风险预防措施	工程防腐及阴极保护	采用先进的防腐技术	1198.88	30	359.66
	管线泄漏在线检测系统	泄漏检测及报警系统	800	30	
	截断阀室	1 座阀室	792.92	30	237.88
应急措施	火灾及可燃气体检测报警系统	/	1600	30	480
	便携式气体检测仪	/	800	30	240
	泄压保护系统	/	2000	30	600
	消防设施	/	50	100	50
	防雷、防静电措施	/	200	30	60
	警示标志	警示	62.08	100	62.08
合计					3877.18

10 环境经济损益分析

本项目建设不可避免的会对管道沿线的自然环境产生一定影响。在进行本项目的效益分析时，不仅要考虑工程的经济效益，还应考虑对自然环境造成的影响，同时也要从提高社会经济效益为出发点，分析对社会和经济的影响。本章将对该项目建设的社会、经济效益、环境损益进行分析，并按照定性和定量相结合的方法，着重从环境经济损益角度分析该项目对沿线环境的影响程度。

10.1 经济效益分析

根据可研报告本项目管道总长度 26.2km，总投资 41175 万元，其中建设投资为 40064 万元，其中环境保护投资为 3877.18 万元，占该工程总投资的 9.4%，这些措施投资绝大部分在可研报告中已经得到考虑，对本项目建设和运营阶段保护生态环境，将减轻工程建设带来的不利影响。

由于本项目的污染物排放量较小、污染因子较为单一，所需用污染治理设施的环保措施投资相对较少，而生态补偿与风险投资所占比例较为合理。

本项目的建成还具有一定的间接经济效益，例如使用天然气发电与燃煤电厂比可大大节约投资投入，减少运营成本，主要为煤炭的运费等，同时还可以缓解铁路与公路运输压力，提高居民生活质量等。

10.2 社会效益分析

河南省天然气需求量增长迅速，市场整体需求量巨大，建设中的中原储气库群将承担华北地区乃至全国范围内重要的储气调峰作用。

本项目和山东管网连通，进而可实现与山东省网、河南省网连通，将实现与榆济管道、山东省天然气管网、中原油田文 23 储气库、文 96 储气库等连通，构建中石化的全国性管网，为储气库调峰资源提供坚实的保障，有利于河南省内构筑多元化供气格局，不断夯实天然气资源基础，增加有效供应，确保供气安全。本项目对完善中石化管网互联互通，提高中石化供气的可靠性和灵活性。

本工程对于缓解国内天然气供需矛盾，优化能源结构，建设环境友好型社会，具有重要意义，项目的建设符合国家产业政策，将使区域的能源配置更趋于合理，使得项目区经济的效益在总体上大大提高，体现出中国能源供需的协调发展战略。

10.3 环境效益分析

10.3.1 环境正效益分析

天然气是目前最为清洁的燃料，其他燃油、燃煤相对于燃气突出的问题就是 SO_2 和烟尘污染较为明显，本项目替代燃煤有利于当地环境空气质量改善。

10.3.1.1 天然气替代其它燃料的污染物削减量估算

1) 估算基础数据

据有关研究结果表明：使用天然气发电基本上不向大气环境中排放 SO_2 、 NO_x 的排放量只有燃煤排放量的 19.2%。

1m^3 天然气 8657kcal 热值（热效率 85%），1kg 煤 55008657kcal 热值（热效率 55%），根据两种燃料的热值换算， 1m^3 天然气的热值相当于 2.433kg 煤的热值。

2) 污染物消减量估算

本项目建成后，每年供应天然气 $100 \times 10^8 \text{m}^3$ ，可替代燃煤约 $2578 \times 10^4 \text{t}$ ，燃煤硫含量按 0.6% 估算，每年可减少 SO_2 排放量约 309476t。

10.3.1.2 产生的环境效益

用天然气替代燃煤和燃油，可以减少 SO_2 的排放量，带来以下环境效益：

1) 节省 SO_2 处理费用

据统计，处理 SO_2 所需费用为 1.0 元/kg，则项目建成后每年可直接节约 SO_2 治理费用 154738 万元。

2) 降低由环境空气污染引起的疾病

根据国内外环境统计资料介绍，环境空气污染可导致的疾病主要有慢性气管炎、哮喘、肺癌等。污染区（按 SO_2 超过国家二级标准考虑）比清洁区慢性气管炎发病率高 9.4%，比清洁区肺心病发病率高 11%。

3) 减少由于运输带来的环境污染

管道运输是一种安全、稳定、高效的运送方式。由于天然气采用管道密闭输送，运输中不会对环境造成污染。而利用煤炭或石油，需要车船运输，运输中会产生一定量的大气污染物，如汽车尾气、二次扬尘。因此，利用天然气避免了运输对环境的污染问题，保护了生态环境，具有较好的环境效益。

10.3.2 环境负效益分析

本项目的负影响因素包括三个方面：施工期陆地生态资源损失以及潜在的风险事故对生态的影响。

1) 施工期生态资源损失（恢复补偿）分析

管道施工对陆地生态的影响包括以下几个方面：

- ◆ 土地利用状况变化
- ◆ 农业产量一次性损失和恢复性损失
- ◆ 林业经济损失
- ◆ 水产养殖业经济损失

本项目工程占地包括永久性和临时性工程占地；临时性工程占地主要包括沿线施工作业带、临时施工便道、大中型穿跨越工程施工场地及建材或构筑物件、施工器材堆放场地等，除林地外，对其他穿越段原有土地利用方式的影响是短期的。

2) 营运期风险事故对生态资源的影响分析

本项目建成投入运营后，在正常情况下管道本身没有污染物排出。管道运输天然气将有效的降低无组织挥发及事故泄漏，对环境的污染比任何其它形式都小，有利于生态环境保护。

10.4 小结

本项目在施工期和运营期产生的各类污染物及对生态环境的影响考虑较为全面，采取了相应的环境保护措施，对于减轻工程建设所带来的不利影响将起到积极的作用。项目建设对环境造成的负影响大部分是暂时可逆的，经济效益较好，社会效益显著，从经济损益角度分析项目可行。

从长远角度考虑管道工程有利于环境质量改善，正面影响大于负面影响；同时社会效益明显。

11 环境管理与环境监测计划

环境管理是企业管理的一项重要内容，加强环境监督管理力度，尽可能的减少“三废”排放数量及提高资源的合理利用率，把对环境的不良影响减小到最低限度，是企业实现环境、生产、经济协调持续发展的重要措施。环境监测是环境管理的重要组成部分，是工业污染防治的依据和环境监督管理工作的哨兵，加强环境监测是了解和掌握项目排污特征，研究污染发展趋势及防治对策的重要依据与途径。

本项目施工期的各种作业活动，将会给环境带来一定的影响。为最大限度地减轻施工作业对生态环境的影响，本章针对本项目在施工期的环境污染特征，提出了施工期的环境管理、施工环境监理、HSE（健康、安全与环境）管理和环境监测计划的内容。

11.1 环境管理制度

企业开展环境管理的目的是在项目施工阶段和运营阶段履行监督与管理职责，确保项目在各阶段执行并遵守有关环保法规，协助地方环保管理部门做好监督监测工作，了解项目明显与潜在的环境影响，制定针对性的监督管理计划与措施。

环境管理包括机构设置及职责、管理制度、管理计划、环保责任制等内容。

11.1.1 机构设置

本项目的运营将由中石化中原天然气有限责任公司，管道的管理、生产运营等纳入分公司。

建议建设单位项目部在施工期成立安全环保小组，项目部建立实施 HSE 管理体系，有专人专职负责施工期的环境管理工作，确保施工期不发生环境污染事件，同时监督环保设施的“三同时”。

11.1.2 机构职责

1) 建立健全的 HSE 管理机构

中石化中原天然气有限责任公司已有完善的 HSE 管理体系，本项目建成投运后，根据拟设定的机构应完善 HSE 管理体系，成立 HSE 管理委员会，成员由经理、主管 HSE 副经理、HSE 专职管理人员组成。日常管理工作由主管 HSE 副经理主持，实行逐级负责制。

2) 制定环境管理计划

环境管理机构应负责制定环境保护计划，并根据本项目项目施工、运营特点分别制

定环境保护要求；制定发生事故的应急计划，监督各项环保措施的落实及环保工程的检查和预验收；负责协调与沿线市（县）环保、水利、土地、交通等部门的关系；负责有关环保文件、技术资料的收集建档。

11.2 HSE（健康、安全与环境）管理体系建立

HSE 管理体系是国际石油石化企业通用的一种管理模式，具有系统化、科学化、规模化的特点，被国外大石油公司广泛采用。

11.2.1 HSE 管理概述

本项目的 HSE 包括施工期与运营期，主要包括 HSE 组织结构的建立、规章制度的制定和操作规程的编写、应急措施的建立、人员的培训、责任的确定及事故预防等。

11.2.2 HSE 管理体系的建立

本项目设立环境管理体系领导小组，组员由行政主管、安全环保和技术人员担任，并任命 1~2 名兼职的 HSE 现场监督员，由熟悉 HSE 技术、经过专门 HSE 管理培训并有一定管理能力的人员担任。HSE 管理小组成立后，公司赋予 HSE 管理人员权利和责任，并为管理小组 HSE 管理的各项活动提供必要的物质条件和支持。HSE 管理体系的建立程序如下图。

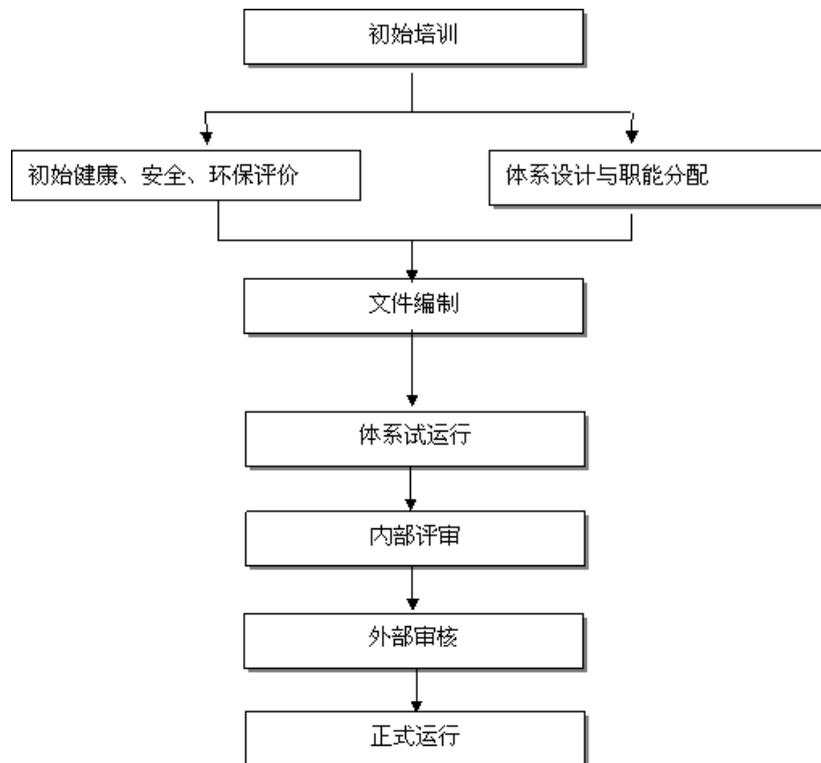


图 11.2-1 HSE 管理体系建立程序

11.2.3 HSE 管理文件编写

本项目建立 HSE 管理体系时，应编制 HSE 管理手册、各种程序管理文件、管理作业文件和各类操作规程。本项目施工期和投入运行后，HSE 管理小组应在管理体系框架下，为本项目的 HSE 管理和安全操作选定必要的规章制度和操作规程。包括：

- 1) 施工期的安全操作规程；
- 2) 清管试压过程安全操作规程；
- 3) 生产过程安全操作规程；
- 4) 设备检修过程安全操作规程；
- 5) 正常运行过程安全操作规程；
- 6) 非正常运行过程安全操作规程；
- 7) 应急处理故障、事故过程安全操作规程；
- 8) 各种特殊作业安全操作规程；
- 9) 施工期、运行期的环境保护管理规程。

11.3 环境管理计划

为了最大限度地减轻施工期作业活动对沿线生态环境的不利影响，减少营运期事故的发生，确保管道安全运行，建立科学有效的环境管理体制，落实各项环保措施显得尤为重要。根据 HSE 管理体系及清洁生产的要求，结合沿线区域环境特征，分施工期和营运期提出本项目的环境管理计划。

11.3.1 建设期环境管理计划

本管道工程的施工期是对生态环境影响最大的时期，不合理的施工布局有可能增加占地面积，扩大环境影响范围。另外，施工期还可能会发生线路调整、设计方案变更，产生新的环境问题和敏感保护目标，但也可能通过这些调整、变更而减少环境影响或改善环境条件。总之，这是一个最为活跃且最为多变时期，它给生态环境保护既造成巨大压力，同时也存在很多改善的机会。因此，必须建立这一时期的环境管理计划。

- 1) 明确 HSE 机构在施工期环境管理上的主要职责
 - ① 贯彻执行国家环境保护的方针、政策和法律、法规；
 - ② 负责制定本项目施工作业的环境保护规定，根据施工中各工种的作业特点，分别制定各工种的环境保护方案，制定发生事故的应急计划；

③ 负责组织施工期间的环境监理，审定、落实并督促实施生态恢复和污染治理方案监督生态恢复、污染治理资金和物资的使用；

④ 监督检查保护生态环境和防止污染设施与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的执行情况；

⑤ 监督施工期各项环保措施的落实及环保措施的落实情况；

⑥ 负责协调与沿线环保、水利、土地等部门的关系；

⑦ 负责调查处理工程建设中的环境破坏和污染事故；

⑧ 组织开展工程建设期间的环境保护的宣传教育与培训工作。

2) 强化施工前的 HSE 培训

在施工作业之前必须对全体施工人员进行 HSE 培训，以提高施工人员的环保知识、环保意识和处理跟环境有关的突发事件的能力。内容包括：

① 了解国家和地方有关环境方面的法律、法规和标准；

② 了解施工段的主要环境保护目标和要求；

③ 认识遵守有关环境管理规定的重要性，以及违反规定带来的后果的严重性；

④ 保护动植物、地下水及地表水水源的方法；

⑤ 收集、处理固体废物的方法；

⑥ 对施工作业中发现的文物古迹的处理方法等。

3) 加强施工承包方的管理

施工承包方是施工作业的直接参与者，他们的管理水平好坏将直接关系到环境管理的好坏，为此，在施工单位的选择与管理上应提出如下要求：

① 在技术装备、人员素质等同的条件下，选择环境管理水平高、环保业绩好的承包方。施工期对环境的破坏程度与施工承包方的素质和管理水平有直接的关系，因此在工程招标过程中，对施工承包方的选择，除要考虑实力、人员素质和技术装备外，还要考虑其 HSE 的业绩，优先选择那些 HSE 管理水平高、环保业绩好的队伍。

② 在承包合同中应明确承包方的环保责任和义务，将有关环境保护条款，如环境保护目标、采取的水、气、声、生态保护及水土保持措施等，列入合同当中，并将环保工作的好坏作为工程验收的标准之一。

③ 施工承包方应按中石化中原天然气有限责任公司的要求，建立相应的 HSE 管理机构，明确管理人员、职责等。在施工作业前，还应编制详细的环境管理方案，连同施工计划一起呈报中石化中原天然气有限责任公司 HSE 部门及其它相关环保部门，批准后

方可开工。环境管理方案应包括以下措施：

- ☆ 减少施工扬尘、粉尘、施工机械及车辆废气排放等大气污染防治措施；
- ☆ 降低施工机械及车辆噪声、施工噪声；
- ☆ 防止污染地表水环境的措施；
- ☆ 施工废渣、生活垃圾等处理处置措施；
- ☆ 限定施工活动范围、减少施工作业对土壤和植被的扰动和破坏、保护动植物等生态保护措施。

④ 施工单位要严格执行施工前的 HSE 培训考核制度，施工人员必须经过相关部门的环保知识的宣传、教育和培训考核之后，成绩合格者方能进行施工，施工时要做到文明施工，环保施工。

⑤ 施工单位要严格执行施工期的各项环保规定，落实各项环保措施，按要求选择适宜的施工时间、尽量缩小施工范围、废渣和垃圾集中堆放、泥浆和废土等按规定进行处置、施工结束后做到工完料净、按规定对土地进行恢复。

⑥ 在施工作业带两侧树立明显标志，严禁跨区域施工。

⑦ 建设单位的环境监管人员应随时对施工现场的环保设施、作业环境，以及环保措施的落实执行情况进行认真的检查，并做好记录。

⑧ 对施工中出现的与环保有关的问题进行及时的协调和解决。

4) 做好生态环境恢复的管理工作

管道工程施工现场环境管理要点见下表。

表 11.3-1 管道工程施工现场环境管理要点

影响因素		防治措施建议	实施机构	监督机构
生态保护	土地占用	严格控制施工占地面积，严格控制施工作业带面积和宽度，施工现场严格管理，划定活动范围，尽量减少农田和林地的占用时间，施工结束后尽快恢复临时性占用耕地；	施工单位环保管理人员	项目部环保管理机构
	生物多样性	加强对施工人员的管理，严禁对野生动植物的破坏等		
	植被	选择适宜生态类型及时恢复植被种植		
	农业生态	采取分层开挖分层回填措施，尽量使农田地段有养分土层不流失		
	林地	尽量减少林地占地，减少树木砍伐数量；在确保施工正常进行的前提下尽量减小施工作业带宽度；最大程度地恢复临时占用林地		
	水土保持	主体工程与水保措施同时施工，作好挡土防护措施等		

影响因素		防治措施建议	实施机构	监督机构
	河流穿越段	检查穿越方式是否获得主管部门批复，严禁施工废弃物丢入河道，大开挖穿越河流要做好护岸恢复，定向钻穿越河流，泥浆池要做好防渗，严禁泥浆流入地表水体，施工结束后做好废弃泥浆和泥浆池的处置工作		
污染防治	施工扬尘	施工现场采取降尘措施，施工现场设置围栏等等		
	废水	做好施工人员生活污水的收集，不能随意乱排，试压水尽量重复利用，试压废水不能排放到有饮用功能的地表水体		
	固体废物	废弃泥浆经固化处理后，按规范处置；充分利用工程弃土进行修路；施工废料回收利用，不能利用的弃渣送弃渣场		
	噪声	选用低噪声的设备、噪声敏感地段对高噪声设备能增加围挡的采取增加围挡，保持设施良好的运行工况，选择合理的施工时间等		

11.3.2 营运期环境管理计划

11.3.2.1 环境管理主要任务

- 1) 协助环保部门进行环境保护设施的竣工验收工作；
- 2) 对领导和职工特别是兼职环保人员进行环保方面的培训；
- 3) 制定环保管理制度；
- 4) 制定环境事故应急预案，定期组织演练；
- 5) 针对生产运行中存在的环境污染问题，向主管领导和生产部门提出建议和技术处理措施。

11.3.2.2 管道工程管理计划

在管道营运期，环境管理除抓好日常各种环保设施的运行、维护等工作外，工作重点应针对管线破裂后泄漏着火爆炸、事故排放等重大事故的预防和处理上。为此，必须制定相应的事故预防措施、事故应急措施以及恢复补偿措施等。

表 11.3-2 管道工程环境管理计划主要内容

序号	环境管理内容	管理内容	管理机构
1	大气污染	设备：加强设备维护，防止泄漏	运行单位 环保管理部门
2	事故应急	制定环境事故应急预案；配备必备的环境应急物资；定期组织事故应急演练	
3	管理制度	针对项目特点制定环境管理制度和环境监测制度	

11.4 施工期环境监理制度

由于本项目施工期较长，施工对环境影响较大，因此建议本项目施工期实行环境监

理制度，能够对施工期防止污染环境，且对于项目环境保护竣工验收提供可靠的依据。

由建设单位（甲方）聘请有资质的环境监理单位（第三方）对施工单位、承包商、供应商（统称乙方）执行国家、地方和中国石化集团公司环境保护法律、法规、制度、标准、规范的情况依法进行监督检查，目的是协助甲方落实施工期间的各项环境保护合同条款和协议，确保本项目的建设符合国家、地方环保法规的要求。

11.4.1 实施环境监理的原则

1) 工程环境监理单位和人员的资质

建设单位应委托具有工程监理资质并经过环境保护专业培训的单位承担工程环境监理工作，环境监理单位和人员的资质按照交通部关于工程监理的有关规定执行。

2) 工程招标、合同等文件的管理

建设单位应依据本环境影响报告书、工程设计等文件的有关要求，制定施工期工程环境监理计划，并在施工招标文件、施工合同、工程监理招标文件和监理合同中明确施工单位和工程监理单位的环境保护责任和目标任务。

3) 工程环境监理的原则要求

①环境监理的依据：国家和地方有关的环境保护法律、法规和文件，环境影响报告书或项目的环境行动计划、技术规范、设计文件，工程和环境质量标准等。

②环境监理主要内容：主要包括环保达标监理和环保工程监理。环保达标监理是使主体工程的施工符合环境保护的要求，噪声、废气、污水等排放应达到本环境影响报告书中列出的标准；环保工程监理包括生态环境保护、水土保持等，同时包括污水处理设施、绿化等在内的环保设施建设的监理。

③环境监理单位：建设项目的工程总监办负责对工程和环境实施统一监理工作。一般可在总监办设置一名工程环境监理的兼职或专职的副总监，重点负责工程的环境监理工作。驻地办可任命一定数量的工程环境监理工程师（工程监理工程师兼任），具体落实各项工程的环境保护工作。

④环境监理考核：工程监理考核内容中应包括工程环境监理的相应内容，并单独完成工程环境监理情况的总结报告，该总结报告应作为环保单项验收的资料之一。环境保护单项工程考核和验收时，应有交通管理部门负责环保工作的人员参加。

11.4.2 环境监理工作的职责和重点

环境监理是能否起到监督作用，其监理人员的自身素质十分重要。为此，从事环境

监理工作的人员至少应当是：

1) 具备环保专业知识，熟悉国家环保法律、法规、政策，了解管道沿线各地环保要求、功能区划和执行环境标准的级别和类别；

2) 接受过正规的 HSE 专门培训，并取得有关资质证书，有一定的工作经历和现场施工经验。

11.4.3 管道工程施工环境监理要点

管道工程施工环境监理要点见下表：

表 11.4-1 现场环境监理要点

序号	场地	监理要点	监理要求
1	管沟开挖	①农田地段是否执行了“分层开挖、分层堆放、分层回”的操作制度； ②施工作业是否超越了作业带宽度； ③挖土方放置是符合要求，回填后多余的土方处置是否合理； ④施工人员是否按操作规程及相关规定作业； ⑤施工完成后是否进行了清理、临时占地是否恢复植被及耕种。	环评中环保措施落实到位
2	穿跨越河段	①穿越河段的水工保护，施工是否严格按设计方案执行，施工质量是否能达到要求； ②泥浆是否经过处理，泥浆分离水排放去向是否合适； ③施工机械的废油、作业废水等是否流入河床； ④废弃泥浆处置是否符合规范等。	各项环保措施落实到位

11.5 环境监测

11.5.1 环境监测机构

本工程环境监测工作为施工期，可委托管道沿线有资质的环境监测单位承担。

11.5.2 施工期环境监测计划

施工期环境监测主要是对沿线施工作业场地及周围环境质量进行的现场监测工作，其范围、工程和频率可视当地具体情况，并根据当地环保部门的要求而确定。施工期具体监控监测计划见下表。

表 11.5-1 施工期环境监控监测计划

监测内容	监测指标	监测位置	工作方式	监测频率	实施单位
大中型河流	SS、COD	穿越段上游 500m、下游 1000m 处各设 1 个监测点	现场监测	施工期间进行 1 次，施工结束后 1 次	建设单位委托的环境监理单位
噪声	Leq (A)	以工程所穿经的村庄为重点	工程评价范围内的村庄	施工期间进行 2 次	建设单位委托的环境监理单位

监测内容	监测指标	监测位置	工作方式	监测频率	实施单位
固体废物	生活垃圾 废弃泥浆	施工作业场地，其中以定向钻穿越施工场地为重点	现场随机检查	施工期间进行2次	建设单位委托的环境监理单位
大气	施工扬尘	管道附近的村庄敏感点	现场随机检查	施工期间进行3次	建设单位委托的环境监理单位
地下水	饮用井水 水质/水位	周围居民用水井	现场监测	施工期间进行1次	建设单位委托的环境监理单位

11.5.3 应急监测

11.5.3.1 大气监测

在事故现场下风向一定范围内设置监测点，发生爆炸着火事故时应该在下风向居民点增设监测点，按事故类型对相关地点进行高频次监测如每半小时监测一次。监测项目有非甲烷总烃、CO、甲烷等。

11.5.3.2 水质监测

穿越河流处发生事故时，应对事故点下游设置几道河流断面进行COD、石油类监测，应至少每小时一次监测河流下游不同断面的水质。

11.6 污染物排放清单

运营期输气管道敷设在地下，管道进行了防腐处理，密闭输送。拟建项目在正常情况下，无污染物排放。

12 评价结论与建议

12.1 项目概况

拟建山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程位于河南省濮阳市。管道始于范县杨集乡东桑村东（范县杨集乡东桑庄豫鲁省界），止于文 23 储气库（文 23 储气库站外 2m），管道全长 26.2km。设计管径为 $\Phi 1219$ ，设计压力 10MPa。沿线设监控阀室 1 座。水域大中型穿越 2 处。本项目设计输量为 $100 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。

本工程估算总投资为 41175 万元，其中环境保护投资为 3877.18 万元，占该工程总投资的 9.4%。

12.2 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（发展改革委令 2011 第 9 号）中“七、石油、天然气”“3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施及网络建设”类项目，为国家“鼓励类”项目。本项目符合国家产业政策。

12.3 规划符合性及路由合理性

本项目管道路由选址在确定过程中与沿线规划部门进行了充分沟通，设计单位充分采纳了选址选线建议，从环保角度对管道路由选址进行了优化调整，对穿越的环境敏感目标采取了切实有效的环保措施。

为切实加强对主要环境敏感目标的保护，经多方案路由比选，优化穿越方案和路由，穿越的环境敏感目标均取得了相关主管部门的同意函。

本项目管道从环境保护角度分析路由选址可行。

12.4 工程环境影响

12.4.1 生态环境现状与影响评价

12.4.1.1 生态环境现状

1) 生态系统类型

管道工程沿线所经区域地貌以平原为主，村镇分布较为密集，聚集人口较多，故其生态系统以人工生态系统为主，其主要生态系统类型为农田生态系统，局部区域有小面积的林地生态系统；在此区域自然生态系统分布较少，管道沿线基本没有分布。

12.4.1.2 生态环境影响评价

1) 土地利用影响预测

从工程永久性占地的土地利用类型来看，主要占用的是草地。根据可研，管道主要工程的施工作业带按两侧各 14m 计，临时性占地与扰动面积计算为 73.36hm²，占用和扰动的土地类型主要是以耕地为主。

从管道工程占用土地情况来看，主要是施工期间的临时占地。在管线、阀室施工过程中，施工便道、材料场、穿跨越工程施工作业场地以及管道施工作业带等均属于临时性土地，一般仅在施工阶段会造成沿线土地利用功能的暂时改变，大部分用地在施工结束后、短期内（1 年~2 年）能恢复原有的土地利用功能。

上述临时性工程所占用的基本农田，虽然在短期内会对基本农田的利用性质或使用功能产生不利影响，但在施工结束后，土地利用性质或使用功能将很快得到恢复。

永久性工程主要为阀室，占地面积较小，对沿线地区基本农田保护不会带来较大影响。

2) 植被的影响

在管线施工过程中，开挖管沟区将底土翻出，使土体结构几乎完全改变。挖掘区植被全部被破坏，其管线两侧的植被则受到不同程度的破坏和影响。虽然管道建设将使生物量有所减少，但是管道沿线扰动和破坏的植被多为农作物，在管道施工结束后可以恢复种植。

从整体来看对沿线区域生态环境造成的影响不大。

3) 土壤侵蚀影响预测

拟建管道工程水土流失主要发生在施工期。管沟开挖、施工便道的平整、阀室的平整硬化等建设将破坏原有相对稳定的地表，使土壤结构疏松，作业区地表植被丧失，产生一定面积的裸露地面，诱发或加剧土壤侵蚀危害；采用定向钻和顶管工艺穿越河流、铁路、公路管段，将产生泥浆或弃土等，也将增加土壤侵蚀量。一般而言，施工期土壤侵蚀的影响待施工结束后基本消除；营运期地表复原后，只要严格实施相应的水土保持措施，不会造成新的土壤侵蚀。

12.4.2 大气环境现状与影响评价

12.4.2.1 大气环境现状

由监测结果可知，由居民区大气环境监测结果可以看出，管道附近的村庄申庄村处特征污染因子非甲烷总烃 1 小时浓度均未出现超标现象，能够满足《大气污染物综合排放标准详解》中标准限值的要求。

12.4.2.2 大气环境影响评价

施工废气污染源主要来自地面开挖、回填、土石堆放和运输车辆行驶产生的扬尘(粉尘)、及施工机械(柴油机)、运输车辆排放的废气，废气中的主要污染物为 SO_2 、 NO_2 、 CmHn 等。这些污染物将对环境空气造成一定程度的污染，但这种污染是短期的，工程结束后，将不复存在。

本项目不包含站场工程，运行期管道密闭输送，无废气产生。

12.4.3 地表水环境现状与影响评价

12.4.3.1 地表水环境现状

本项目管道穿越断面濮西干渠水质中除高锰酸盐指数出现超标现象外，其它各评价因子 pH、化学需氧量、氨氮、石油类均能够满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中的IV类标准要求，SS 能够满足《地表水资源质量标准》(SL 63-94) 中四级标准限值的要求。高锰酸盐指数最大超标倍数为 0.18 倍，主要为当地水质问题。

12.4.3.2 地表水环境影响评价

施工期通过对施工弃渣、施工人员生活垃圾妥善处置；对施工材料堆放严格管理，及时填埋开挖土石；加强穿越河流的施工管理，工程施工过程中造成的水环境影响程度已降到最低。

正常工况下，由于管线是全封闭系统，运输的天然气不会与管线穿越的河流水体之间发生联系，采用防腐层和阴极保护联合方式，如不发生泄漏事故，由于天然气密度比空气小，沸点极低 (-161.5°C)，且几乎不溶于水，在事故状态下，即一旦输气管道穿越河流处发生破裂，天然气对水质的直接影响很小。

12.4.4 地下水环境现状与影响评价

本项目施工对地下水环境的影响主要表现在地下水埋深浅的区域施工对地下水环境的影响，但这种影响一般只在管线附近几米的范围，对地下水影响极微，管线施工结束就可恢复正常，在严格施工管理的情况下，对地下水环境的影响可接受。

营运期管道埋设于地下水，对地下水几乎无不良影响。后期由于防腐效果降低，管道外铁锈（金属氧化物）可能随入渗的雨水进入地下，影响地下水水质，由于土壤吸附的吸附作用，进入地下水的铁锈很少，对地下水水质影响轻微。

12.4.5 声环境影响评价

施工期设备噪声声级值以施工管道沿线向外逐渐减弱，距声源 200m 以外挖掘机的噪声声级值已低于 54dB (A)。管线两侧 200m 以内的噪声保护目标的声环境在施工期会受到施工噪声的影响，噪声水平有不同程度的增加，噪声值会超过标准限值。但是，施工噪声是短暂的且具有分散性，一般在白天施工，不会对夜间声环境产生影响。因此，一般施工噪声对周围居民的生活影响不是很大。

运营期管道密闭输送，无噪声产生。

12.4.6 土壤环境影响评价

施工期工程改变了土壤的环境状况，将影响到地表植被的恢复，特别是影响到农作物的产量，导致产量降低。营运期本项目输送天然气对土壤几乎无污染，正常工况下，与土壤不接触，即使发生泄漏事故，天然气对土壤的影响也很小。

12.4.7 环境风险评价

拟建工程采取了一系列环境风险防范措施和应急措施，项目建成后将制定环境风险应急预案，配备应急物资，定期进行应急演练，本项目建成后及时到环保主管部门进行备案，项目最大可信事故风险评价结果表明落实好环境风险防范措施和应急措施后环境风险可控。

12.5 符合清洁生产

1) 本项目采用了运输能耗低、运输周转损耗小、运输成本低、安全性高、环境污染小的管道输送工艺；在设计时充分优化路由，保证管道的安全性，减少可能带来的环境影响；项目设置截断阀室，有效控制风险影响。

2) 选用高效节能的电气设备；选择高效、节能型灯具，户外照明用灯采用光电集

中控制等。

3) 采用 SCADA 系统, 优化系统运行管理, 全线由控制中心进行数据采集、监视控制和生产调度管理, 采用全线调度中心控制级、站场控制级和就地控制级的三级控制方式, 确保管道及设备在最佳状态下运行, 避免能源的损耗。

4) 合理防腐, 管道外防腐层采用环氧粉末聚乙烯复合结构(三层 PE)。一般地段埋地管道采用普通级三层 PE, 穿越公路、河流等处管道采用加强级三层 PE 防腐。合理的防腐方式减少了由于管道腐蚀引起事故发生的可能性。

5) 保证运行期污染物达标排放。

通过上述分析可见, 由于本项目采用了先进的输送工艺, 减少了“三废”排放源, 从工艺技术、能耗、防腐、节水、施工管理、污染物的排放、运营管理等各方面均符合清洁生产原则。

12.6 总量控制

本项目不涉及污染物总量控制指标, 不需要申请总量指标。

12.7 公众参与调查

本次公众参与调查根据《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令 部令第4号)、《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98号)等的有关规定, 制定了该工程公众参与的工作程序和工作方法, 编制和公示了公众参与调查表。公众参与采用互联网公示、报纸公示、公示信息张贴等方式进行公众调查。

网上公示、报纸公示和在相关基层组织信息公告栏公示期间目前均未接到反对本工程建设的意见。

12.8 环境管理与监测制度

本项目应建立施工期和运营期的 HSE 管理程序框架和运行方案, 对生产管理人员和施工人员、操作人员进行 HSE 培训, 将使各种施工作业和运营活动中人员的健康、安全得到保证, 对环境的破坏和影响降低到最小程度。

根据本项目建设项目特点, 管道工程需根据国家有关的法律法规和中石化的环保制度开展施工环境监理工作, 为项目竣工环保验收提供技术资料。

建设单位应根据本报告提出的环境监测计划结合施工和运营期的实际情况完善、落实监测计划。

12.9 环境经济损益分析

本项目建设对环境造成的负影响是暂时可逆的，经济效益较好，从经济损益分析角度项目可行。

12.10 报告总结论

山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程对于缓解区域天然气供需矛盾，优化能源结构，建设环境友好型社会，具有重要意义。项目的建设符合国家产业政策，将使国内的能源配置更趋于合理，使得地区经济的效益在总体上提高，体现出能源供需的协调发展战略。

项目在设计选线的过程中，与各部门进行广泛的意见征询和协调。线路路由尽可能避开了环境保护目标，提出了保护措施。管道路由得到了沿线政府部门的许可，线路路由选址合理，总体上符合城市发展规划和土地利用规划。

项目各项工艺比较先进，满足清洁生产的要求。在建设过程中将会对沿线环境产生不同程度影响，运营期基本无污染物排放。在严格落实本报告提出的各项环保措施、风险防范措施和应急预案后，项目建设对环境的污染可得到有效防治和减缓，使工程建设对沿线环境影响降低到最小程度，环境风险可防控。在认真落实国家和地方相应环保法规、政策，严格执行环保“三同时”制度的前提下，本项目从环境保护角度认为山东管网南干线与文 23 储气库联络线工程是可行的。

13 附件

13.1 委托书

13.2 标准请示函的回函

13.3 选址意见书

13.4 监测报告