

目 录

1 综合说明	5
1.1 项目简况	5
1.2 编制依据	7
1.3 设计水平年	11
1.4 水土流失防治责任范围	11
1.5 水土流失防治目标	11
1.6 项目水土保持评价结论	12
1.7 水土流失预测结果	13
1.8 水土保持措施布设成果	14
1.9 水土保持监测方案	17
1.10 水土保持投资及效益分析成果	17
1.11 结论与建议	17
2 项目概况	20
2.1 项目组成及工程布置	20
2.2 施工组织	36
2.3 工程占地	41
2.4 土石方平衡	45
2.5 拆迁安置与专项设施改（迁）建	51
2.6 施工进度	51
2.7 自然概况	51
3 项目水土保持评价	66
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价	66
3.2 建设方案与布局水土保持评价	71
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	78
4 水土流失分析与预测	79
4.1 水土流失现状	79

4.2 水土流失影响因素分析	79
4.3 水土流失量预测	81
4.4 水土流失危害分析	106
4.5 指导性意见	106
5 水土保持措施	110
5.1 防治区划分	110
5.2 措施总体布局	110
5.3 分区措施布设	113
5.4 施工要求	151
6 水土保持监测	155
6.1 范围和时段	155
6.2 监测内容和方法	155
6.3 点位布设	158
6.4 实施条件和成果	161
7 水土保持投资估算及效益分析	163
7.1 投资估算	163
7.2 效益分析	219
8 水土保持管理	222
8.1 组织管理	222
8.2 后续设计	223
8.3 水土保持监测	223
8.4 水土保持监理	224
8.5 水土保持施工	225
8.6 水土保持设施验收	225

附表：

1. 防治责任范围表；
2. 防治标准指标计算表；
3. 单价分析表。

附件：

1. 《陕西省国土资源厅关于神木-安平煤层气管道工程（陕西境）建设项目用地预审初审意见的报告》（陕国土资字〔2018〕36号）；
2. 《吕梁市国土资源局关于神木-安平煤层气管道工程（山西段）项目建设用地预审初审意见的报告》（吕国土资行审〔2018〕49号）；
3. 《自然资源部关于神木-安平煤层气管道工程建设用地预审意见的复函》（自然资预审字〔2018〕65号）；
4. 《山西省发展和改革委员会关于支持建设神木-安平煤层气管道工程山西段项目的复函》（2018年6月21日）；
5. 《陕西省发展和改革委员会关于建设神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）的意见》（陕发改能油气〔2021〕168号）；
6. 《国家发展改革委关于神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）核准的批复》（发改能源〔2021〕1257号）；
7. 中联华瑞天然气有限公司关于神木-安平煤层气管道工程（陕西-山西段）给水意向书；
8. 《神安管道陕西-山西段初步设计内审会纪要》（中联公司工程建设中心 2021（62））；
9. 《神木市林业局关于同意中联煤层气有限责任公司建设神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）在陕西黄河省级重要湿地施工的行政许可决定》（神林资发〔2021〕19号）；
10. 项目委托书；
11. 《吕梁市行政审批服务管理局关于神木-安平煤层气管道工程（陕西-山西段）（山西段）防洪评价报告的批复》（吕审批农林发〔2022〕7号）。

附图：

序号	图号	图名
1	SXL-01	项目区地理位置图
2	SXL-02	项目区总体布置图

序号	图号	图名
3	SXL-03	项目区土地利用图
4	SXL-04	工程线路土地利用详细图
5	SA01T01-G1001#EPL-DW-0305	管沟断面典型图
6	SA01T01-G1001#EPL-DW-0301	一般线路段的施工作业带布置典型图
7	SA01T01-G1001#EPL-DW-0302 SA01T01-G1001#EPL-DW-0303	管道横坡敷设段的施工作业带布置典型图
8	SA01T01-G1001#EPL-DW-0304	管道通过岷岷、山脊施工作业带布置典型图
9	图储-32955/1	黄河定向钻穿越的平面布置图
10	图储-32955/2	黄河定向钻穿越的纵断面图
11	SA01T01-SP001#EPP-DW-0103	神木首站总平面布置图
12	SA01T01-SP001#EPP-DW-0104	神木首站竖向布置图
13	SA01T01-VR001#EPP-DW-0102	1#阀室总平面及竖向布置图
14	SA01T01-VR002#EPP-DW-0102	2#阀室总平面及竖向布置图
15	SA01T01-VR003#EPP-DW-0102	3#阀室总平面及竖向布置图
16	SXL-05	项目区水系图
17	SXL-06	项目区土壤侵蚀强度分布图
18	SXL-07	管道横坡敷设段水土保持措施典型设计图
19	SXL-08	管道顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）水土保持措施典型设计图
20	SXL-09	管道顺坡敷设段（ $10^{\circ}\leq$ 坡度）水土保持措施典型设计图
21	SXL-10	高陡边坡段水土保持措施典型设计图
22	SXL-11	岷岷、沟头防护段水土保持措施典型设计图
23	SXL-12	沟头填筑段水土保持措施典型设计图
24	SXL-13-1	神木首站水土保持措施典型设计图
25	SXL-13-2	神木首站消力池典型设计图
26	SXL-14	SK1#阀室水土保持措施典型设计图
27	SXL-15	SK2#阀室水土保持措施典型设计图
28	SXL-16	SK3#阀室水土保持措施典型设计图
29	SXL-17	公路顶管穿越水土保持措施典型设计图
30	SXL-18	河流沟渠穿越水土保持措施典型设计图
31	SXL-19	河流大型穿越水土保持措施典型设计图
32	SXL-20	河流中型穿越水土保持措施典型设计图
33	SXL-21	施工便道水土保持措施典型设计图
34	SXL-22	水土保持典型措施布设图
35	SXL-23	分区防治措施总体布置图（含监测点位）

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

拟建神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）属神木-安平煤层气管道项目的一部分，分山西-河北段和陕西-山西段两段建设，并分别立项，其中山西-河北段已基本建设完成，陕西-山西段拟于 2022 年 3 月建设。神木-安平煤层气管道项目由中联煤层气有限责任公司负责建设。该项目建设有利于促进煤层气开发利用，增加清洁能源供应，改善煤矿安全生产条件，减少温室气体排放，助力京津冀晋能源低碳转型，具有重要意义。本项目属于国家《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十三五”规划》重点工程项目，依据山西省发展和改革委员会《关于支持建设神木-安平煤层气管道工程山西段项目的复函》、陕西省发展和改革委员会《关于建设神木-安平煤层气管道工程（陕西-山西段）的意见》等开展前期工作的相关规划及批复文件的要求，国家发展和改革委员会以发改能源〔2021〕1257号文《关于神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）核准的批复》同意该项目建设。项目建设十分必要。

拟建神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）位于陕西省、山西省境内，从北向南途径 2 市、2 县（或县级市），管线全长 72.2 km（其中陕西省境内长 16.837km、山西省境内长 55.363km）。管线起于陕西省榆林市神木首站，向南途经榆林市的神木市、吕梁市的兴县。工程属大型工程，设计输气能力 50 亿 m^3/a ，设计压力 8MPa，管径 813mm。工程建设涉及输气管道、输气站场、监控阀室、穿跨越工程（河流穿越工程、公路穿越工程）、标志桩、警示牌、供电线路、施工便道等。全线共设输气站场 1 座（神木首站），监控阀室 3 座，管道各类标志桩及警示牌等 1453 个。管道沿线定向钻穿越大中型河流 1523.8m/2 次，开挖穿越中型河流 148.6m/1 次、小型河流 100m/1 次、沟渠 160m/2 次，顶管穿越等级以上公路 315m/8 次，开挖穿越非等级公路 290m/18 次。站场竖向布置采取平坡式，供水采用打井方式（两口井），排水采用雨污分流制排放方式，围墙外设置排水沟，收集站内排水沟排水和周边雨水，最终排入自然沟壑内；含油污水通过地埋管道收集至密闭排污罐外运处理，其它生产污水和生活废水经污水处理系统达到排放标准后收集至集水池内，用于站内绿化或外运，不外排；站外新建进站道路 55m。监控阀室竖向布置采取平坡式，新建进阀室道路 145m。新建施工便道 11.0km。架设供电线路 2.85km。本项目涉及拆迁房屋面积约 2600 m^2 ，厂房面积 1800 m^2 ；

专项设施改建电力线杆 70 个，光缆线杆 35 个；拆迁安置及专项设施改建补偿费由建设单位承担，拆迁安置及专项设施改建由当地政府统筹安排。

工程总占地 163.68hm²，其中永久占地 4.22hm²，临时占地 159.46hm²。土石方挖方总量 166.32 万 m³（其中表土剥离 53.69 万 m³），填方总量 166.32 万 m³（其中表土回填利用 53.69 万 m³），无弃方。工程由中联煤层气有限责任公司建设，估算总投资 100301 万元，其中土建投资 97171 万元。工程计划于 2022 年 3 月开工，2023 年 6 月完工，总工期 16 个月。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2018 年 6 月，项目取得山西省发展和改革委员会《关于支持建设神木-安平煤层气管道工程山西段项目的复函》，2021 年 2 月，项目取得陕西省发展和改革委员会《关于建设神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）的意见》，2021 年 8 月 30 日，国家发改委（发改能源〔2021〕1257 号）对神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）给予正式核准批复。

2021 年 4 月，主体设计单位大庆油田设计院有限公司完成《神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）可行性研究》报告，并获得中海石油（中国）有限公司的批复（中海油计〔2021〕216 号）。

2021 年 9 月，中国石油天然气管道工程公司完成《神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）初步设计》（a 版），大庆油田设计院有限公司对黄河穿越方案进行了优化，完成《神木-安平煤层气管道工程（陕西-山西段）黄河定向钻穿越说明书》（a 版）。2021 年 11 月，线路和黄河穿越的初步设计分别通过中海石油（中国）有限公司的内部审核和专家评审，并分别完成《神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）初步设计》（b 版）和《神木-安平煤层气管道工程（陕西-山西段）黄河定向钻穿越说明书》（b 版）。本项目水土保持方案报告书的编制是在 b 版初步设计的基础上编写完成。

项目的环境影响评价报告由北京中环博宏环境资源科技有限公司编制，目前处于上报评审后修改阶段，土地预审、矿产压覆资源评估报告、地质灾害危险性评估报告、地震灾害评价报告也正在上报审批阶段。

2021 年 6 月中国水利水电科学研究院受中联煤层气有限责任公司的委托，承担了本项目的水土保持方案报告书编制工作。接受任务后，项目组立即查阅主体工程可行性研究报告、初步设计，搜集项目区土壤、植被、气象、水文等相关资料，对项目区现场进行了查勘，再次收集更为详尽的现场资料，在水土流失预测的基础上，制定了

相应的水土保持防治措施，于 2021 年 9 月编制完成初稿，并组织专家召开内部评审会 3 次。于 2022 年 1 月编制完成了《神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

项目区地貌类型属黄土高原丘陵沟壑；气候类型属暖温带半干旱大陆性季风气候，年均气温 $8.9^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 $366\sim 493\text{mm}$ ，年蒸发量 $1983.9\sim 2288.9\text{mm}$ ，年均风速 $2\sim 2.4\text{m/s}$ ，最大冻土深度 $1.3\sim 1.4\text{m}$ ；土壤类型为黄土；植被类型为暖温带落叶阔叶林，森林覆盖率约为 $22.19\%\sim 43.20\%$ 。水土保持区划属西北黄土高原区；土壤侵蚀强度中度为主，容许土壤流失量为 $1000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。项目区属黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，神木市属于陕西省陕北丘陵沟壑重点治理区，兴县属于山西省黄河多沙粗沙区重点治理区。工程涉及的其他水土保持敏感点主要有陕西黄河重要湿地。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日，第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过；2010 年 12 月 25 日，第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订，2011 年 3 月 1 日起施行）；

(2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（1993 年 8 月 1 日中华人民共和国国务院令第 120 号发布，2011 年 1 月 8 日修订）；

(3) 《陕西省水土保持条例》（陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第四次会议通过，2013 年 10 月 1 日起施行）；

(4) 《山西省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（山西省十二届人大常委会第二十一次会议修订，2015 年 10 月 1 日实施）；

(5) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正）；

(6) 《中华人民共和国防洪法》（2015 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过第二次修正）；

(7) 《中华人民共和国河道管理条例》（1988 年 6 月 3 日国务院第七次常务会议通过）；

(8) 《中华人民共和国基本农田保护条例》（根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于

废止和修改部分行政法规的决定》修订)；

(9) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(2010年6月25日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过,2010年10月1日起施行)；

(10) 《建设工程质量管理条例》(中华人民共和国国务院令第279号,经2000年1月10日国务院第25次常务会议通过,2000年1月30日发布起施行)；

(11) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月24日,由中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订通过,自2015年1月1日起施行)；

(12) 《中华人民共和国气象法》(1999年10月31日,第九届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过。2016年11月7日,第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议第三次修正)。

1.2.2 部委规章

(1) 《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》(水利部第5号令,1995年5月30日水利部令第5号发布,2005年7月8日水利部令第24号第一次修改,2017年12月22日水利部令第49号第二次修改)；

(2) 《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部第12号令,2000年1月31日)；

(3) 《水利工程建设监理规定》(水利部令第28号,2007年2月1日实行;2017年12月22日水利部令第49号修改)；

(4) 《政府核准投资项目管理办法》(国家发展和改革委员会令第11号,2014年6月14日)；

(5) 《产业结构调整指导目录(2019年版)》(国家发展和改革委员会)。

1.2.3 规范性文件

(1) 《关于全国水土保持规划(2015-2030年)的批复》(国函〔2015〕160号),国务院,2015年10月4日；

(2) 《水利部、国家发展改革委、财政部、国土资源部、环境保护部、农业部、国家林业局关于印发<全国水土保持规划(2015-2030年)>的通知》(水规计〔2015〕507号),2015年12月15日；

(3) 《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》

（办水保〔2020〕161号），水利部办公厅，2020年7月28日；

（4）《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持监测规程（试行）>的通知》（办水保〔2015〕139号），水利部办公厅，2015年6月23日；

（5）《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》（办水保〔2013〕188号），水利部办公厅，2013年8月12日；

（6）《水利部办公厅关于印发<全国水土保持区划（试行）>的通知》（办水保〔2012〕512号），水利部办公厅，2012年11月15日；

（7）《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定（试行）的通知》（办水保〔2018〕135号）；

（8）财政部、国家发展改革委、水利部、中国人民银行关于印发《水土保持补偿费征收使用管理办法》的通知（财综〔2014〕8号，2014年5月1日）；

（9）陕西省财政厅、陕西省物价局、陕西省水利厅、陕西省地税局、中国人民银行西安分行关于印发《陕西省水土保持补偿费征收使用管理实施办法》的通知（有效）（陕财办综〔2015〕38号）；

（10）《国家发展改革委财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（发改价格〔2017〕1186号）；

（11）《山西省发展和改革委员会、山西省财政厅、山西省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》（晋发改收费发〔2018〕第464号）；

（12）《山西省水土保持规划（2016-2030年）》，山西省水利厅，2017年12月18日；

（13）《陕西省水土保持规划（2016-2030年）》，陕西省水土保持局，2016年10月。

1.2.4 规范标准

（1）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；

（2）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；

（3）《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）；

（4）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007）；

（5）《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL 773-2018）；

（6）《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）；

- (7) 《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002)；
- (8) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL 73.6-2015)；
- (9) 《防洪标准》(GB 50201-2014)；
- (10) 《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)；
- (11) 《石油天然气工程项目用地控制指标》(国土资规〔2016〕14号)；
- (12) 《水土保持遥感监测技术规范》(SL592-2012)；
- (13) 《主要造林树种苗木质量分级标准》(GB6000-1999)；
- (14) 《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB 50423-2013)；
- (15) 《油气输送管道跨越工程设计标准》(GB 50459-2017)；
- (16) 《油气输送管道工程测量规范》(GB50539-2017)；
- (17) 《油气输送管道工程水平定向钻穿越设计规范》(SY T 6968-2013)。

1.2.5 技术资料

- (1) 《神木-安平煤层气管道项目(陕西-山西段)可行性研究》，2021年4月；
- (2) 《关于神木-安平煤层气管道工程(陕西-山西段)可行性研究方案变更、份额相关费用及预算的批复》，中海石油(中国)有限公司文件，中海油计〔2021〕216号，2021年4月30日；
- (3) 《神木-安平煤层气管道项目(陕西-山西段)初步设计》(b版)，2021年11月；
- (4) 《神木-安平煤层气管道工程(陕西-山西段)黄河定向钻穿越说明书》(b版)，2021年11月；
- (5) 《国家发展改革委关于神木-安平煤层气管道项目(陕西-山西段)核准的批复》，国家发展和改革委员会，发改能源〔2021〕1257号，2021年8月30日；
- (6) 《神木-安平煤层气管道工程(陕西-山西段)项目地下穿越陕西黄河重要湿地生态影响评价报告》，2021年10月；
- (7) 《神木-安平煤层气管道工程黄河穿越防洪评价报告》，2021年10月；
- (8) 《吕梁市行政审批服务管理局关于神木-安平煤层气管道工程(陕西-山西段)(山西段)防洪评价报告的批复》，吕梁市行政审批服务管理局，吕审批农林发〔2022〕7号，2021年1月24日；
- (9) 《2018-2019陕西省水土保持公报》，陕西省水利厅，2021年；
- (10) 陕西省神木市和山西省兴县有关部门提供的气象、水文及水土保持相关资

料；

(11) 现场查勘所得的有关资料。

1.3 设计水平年

主体工程总工期 16 个月，计划于 2022 年 3 月开工，2023 年 6 月完工，因此水土保持方案设计水平年为工程完工后的当年，即 2023 年。

1.4 水土流失防治责任范围

本工程水土流失防治责任范围的面积为 163.68hm^2 ，其中永久占地面积 4.22hm^2 ，临时占地面积 159.46hm^2 。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据水利部《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188 号）、《陕西省水土保持规划（2016-2030 年）》、《山西省水土保持规划（2016-2030 年）》，项目所在的神木市和兴县均属于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区；神木市属于陕西省陕北丘陵沟壑重点治理区，兴县属于山西省黄河多沙粗沙区重点治理区；工程涉及的其他水土保持敏感点主要有陕西黄河重要湿地。因此，依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），本工程水土流失防治执行西北黄土高原区一级标准。

1.5.2 防治目标

水土流失防治的基本目标为本项目建设范围内的新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理；水土保持设施应安全有效；水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复。

本项目执行西北黄土高原区一级标准，法律标准规定由于项目处于国家级和省级水土流失重点治理区，应提高防治标准，本项目已是一级标准，故适当提高防治目标值，本方案水土流失治理度、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率均提高 1 个百分点，土壤流失控制比取定为 0.9；又根据标准 GB50433-2018 要求，林草覆盖率再提高 1 个百分点。由于项目区两县（市）均处于水土流失重点治理区，故本项目线型工程无需进行分段确定指标值。水土流失防治目标计算见附表 1。

设计水平年水土流失综合防治目标为：水土流失治理度 94%，土壤流失控制比 0.9，

渣土防护率 93%，表土保护率 91%，林草植被恢复率 96%，林草覆盖率 24%。

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

按照《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的规定要求，对主体工程水土保持制约性因素一一对照进行了分析与评价，分析评价可知：本工程存在无法避让国家级、省级水土流失重点治理区和黄河重要湿地水土保持制约性因素，通过提高防治标准和工程防护等级、优化施工工艺、减少植被损坏范围、加强补偿措施，补充完善主体工程措施，可有效控制可能造成的水土流失。同时，建议建设单位施工时进一步优化工程选线，避开丘陵沟壑的横切坡。在此基础上，符合水土保持要求，项目建设可行。

1.6.2 建设方案与布局评价

（1）建设方案评价

本项目存在无法避让国家级水土流失重点治理区，省级水土流失重点治理区。施工机具设备直接运至项目区内，建筑材料均外购，站场、阀室占地面积符合《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规〔2016〕14号）的规定，施工便道充分利用现有道路，严格控制管道开挖敷设临时占地宽度；管道穿越优先采用定向钻、顶管等非开挖穿越方式；各区域土方调运采用就近原则，就近调运相邻区域的多余土方，减少土石方开挖、回填量、运距，避免了设置取土场；通过定向钻、顶管等穿越方式、采取分段施工、施工生活区租住附近民房、充分利用沿线现有道路等先进施工工艺和方法，减少了工程占地和土石方量。本项目在建设方案和布局上符合水土保持要求。

（2）工程占地合理性评价

工程占地符合国家用地政策，项目用地符合《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规〔2016〕14号）的规定，永久占用耕地考虑了“占一补一”。工程总占地面积 163.68 hm^2 ，其中永久占地面积 4.22 hm^2 ，临时占地面积 159.46 hm^2 ，临时占地比例为 97.4%；工程占地以草地为主，占 41.9%，其次是园地、耕地（全部为旱田）、林地、水域、交通用地。管道作业带临时占地宽度 18~24m，施工便道充分利用现有便捷的交通道路，减少了扰动地表面积。工程占地面积、性质、类型基本合理。

（3）土石方平衡评价

本工程土石方挖方总量 166.32 万 m^3 （其中表土剥离 53.69 万 m^3 ），填方总量

166.32 万 m^3 (其中表土回填利用 53.69 万 m^3)，无借方和弃方。本工程土石方依据各类施工工艺分段进行调配，尽量做到各类施工工艺及各段土石方平衡。站场闸室与管道作业带间调运土方 18.66 万 m^3 ，其中神木首站余土 16.82 万 m^3 分别调运 11.55 万 m^3 和 5.27 万 m^3 用于沟头、岷岷治理和管道作业带区。土石方调配合理，符合水土保持要求。

(4) 本工程不设取土(料)场及弃渣场，所需建筑材料均外购。

(5) 主体工程施工方法与工艺评价

工程采用定向钻、顶管非开挖穿越施工工艺能减少施工对地面和植被的扰动破坏，管道敷设采用分层开挖、分层堆放、分层回填、分层压实的方式；工程采用分标段施工方式，避免暴雨和大风天气施工，缩短土石方裸露堆放时间，能有效减少水土流失量。施工生产尽量利用管道作业带，生活区租用附近民房及旅馆，减少工程占地；砂石料就近到合法料场采购。主体工程在进度控制、工期选择、施工顺序、施工布置和施工工艺等方面的设计基本合理，符合水土保持要求。

(6) 具有水土保持功能工程的评价

主体设计中具有水土保持功能的工程主要包括管道作业带区的支挡防护、坡面防护和冲刷防护三类地表防护工程；穿越工程区的浆砌石护岸、浆砌石护底和浆砌石防冲墙三类抗冲刷防护措施，站场区的围墙、挡土墙、骨架植草护坡、自然护坡、钢筋混凝土排水沟、钢筋混凝土涵管、站内和进场道路，以及闸室区进场道路侧的混凝土排水沟恢复工程。其中管道作业带区的浆砌石护坡，站场闸室区的骨架植草护坡、自然护坡、钢筋混凝土排水沟、钢筋混凝土涵管，河流穿越区的表土剥离，纳入本方案。本方案需补充的措施包括施工前的表土剥离，施工中的表土和深层土拦挡与苫盖，临时排水沟和沉沙池，水平台地、隔坡台地、浆砌石截排水沟、消力池、沉沙池、顺接措施、土谷坊、围埂、生态袋护坡，施工结束后的表土回覆、土地整治、复耕、植被恢复、站场绿化和自然护坡。

1.7 水土流失预测结果

经预测，工程建设总地表扰动面积 163.68 hm^2 ，其中耕地 33.80 hm^2 、园地 46.87 hm^2 、林地 7.80 hm^2 、草地 71.33 hm^2 、交通用地 0.58 hm^2 、水域 3.30 hm^2 。如不采取水土保持措施，工程建设期可能造成水土流失面积 163.68 hm^2 ，可能造成水土流失量为 52425.42t，新增水土流失量为 29523.88t。新增水土流失量主要发生在工程施工期管道作业带区的顺坡敷设段、高陡边坡段、岷岷和沟头防护段，并将其作为水土流失防治的重点区域。

1.8 水土保持措施布设成果

本项目全部位于西北黄土高原区，根据项目特点划分为管道作业带区、站场阀室区、公路穿越区、河流穿越区、施工便道区、堆管区6个一级防治分区。为了防治工程建设所产生的水土流失，减少对周边地区的影响，在本项目主体工程设计及水土保持方案编制中提出了多种措施进行综合治理。各防治分区的防护措施为：

1.8.1 管道作业带区

(1) 总体布局

结合项目区地貌特征和管道敷设方式的不同，将管道作业带区划分为横坡敷设段、顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）、顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^{\circ}$ ）、高陡边坡段、岷岷和沟头防护段、沟头填筑段。施工前对管道作业带区采取表土剥离措施。表土剥离后，堆置于管线一侧，并与管沟出土分开堆放。在堆土侧布设临时排水沟，排水沟为土质梯形断面，尺寸为 $0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），坡比为 1:1；沿临时排水沟布设沉沙池，布设间距约 1km，沉沙池为梯形断面土质结构，尺寸为 $2.0\text{m}\times 1.0\text{m}\times 4.0\text{m}$ （池底宽 $\times$ 池深 $\times$ 池长）。在 $10^{\circ}\leq$ 坡度 $<25^{\circ}$ 的顺坡敷设段，修建隔坡台地；在坡度 $\geq 25^{\circ}$ 的顺坡敷设段，修建生态袋护坡。在横坡敷设段设置浆砌石护坡。在岷岷和沟头防护段设置土质梯形断面围埂，埂高 0.8~1.5m，顶宽 0.4~0.5m。在横坡敷设段、高陡边坡段和沟头填筑段设置坡面截排水系统，用以将管线上方来水引入天然沟道。坡面截排水系统包括梯形浆砌石排水沟、矩形浆砌石截水沟、矩形浆砌石消力池、矩形沉沙池和顺接措施，顺接措施为长 5m 的浆砌石排水沟。施工过程中，采用编织袋挡墙对表土和管沟出土加以挡护，码高 0.5m（2层），底宽 0.3m，堆土面用密目防尘网苫盖保护。

施工结束后，通过土地整治措施恢复原土地利用类型。对占用耕地，土地整治复垦后交还农民种植；对占用非耕地区域，采取人工种植恢复植被。管道中心线两侧各 5m 范围内禁止种植深根植物，5m 范围外按照原有植被类型进行植被恢复。林地和草地选择抗逆性强的乡土草种和历经多年驯化适应的栽培品种，灌木选取沙柳和小叶杨，草种选择沙蒿、沙打旺和草木樨。园地根据原有树种进行恢复，主要为枣树。

(2) 主要措施量

① 工程措施：表土剥离及回覆量 47.94 万 m^3 ，复耕面积 33.29 hm^2 ，土地整治面积 104.0 hm^2 ，坡面整地工程 36.72 hm^2 ，浆砌石截水沟 5200m，浆砌石排水沟 5070m，浆砌石消力池 47 座，土质消力池 205 座，浆砌石护坡 5545.8 m^3 ，土质排水沟 47100m，土质

沉沙池 79 个，生态袋护坡 5843m^2 ，浆砌石沉沙池 246 座，顺接措施 246 个，土质围埂长 1290m 。

② 植物措施：林草措施面积 104.0hm^2 、乔木 44470 株、灌木 136910 株。

③ 临时措施：编织袋挡墙 1.06 万 m^3 ，苫盖面积 67.26 万 m^2 ，临时排水沟长 56.469km ，临时沉沙池 93 个。

1.8.2 站场闸室区

(1) 总体布局

站场闸室区包括神木首站、SK1#闸室、SK2#闸室、SK3#闸室、进场道路和供电线路。施工前对站场、闸室占地范围内的表土进行剥离，堆置于站场、闸室内空地，并在土方开挖区、临时堆土等周边依地势修建临时排水沟和临时沉沙池。施工过程中，对临时堆土进行拦挡和苫盖，在站场内部和围墙侧修筑矩形结构混凝土排水沟，排水沟末端修筑矩形结构浆砌石消力池、沉沙池和排水顺接措施。施工结束后进行表土回覆和土地整治，并对站场进行绿化，站场挖方区进行骨架植草护坡，站场西墙与神马路之间的临时占地和进场道路侧采用自然护坡，恢复道路排水沟。

(2) 主要措施量

① 工程措施：表土剥离量及回覆量 1.94 万 m^3 ，复耕 0.42hm^2 ，土地整治面积 1.74hm^2 ，混凝土排水沟长 650m ，消力池和沉沙池各 2 座，排水顺接措施 2 个，骨架植草护坡 1280m^2 。

② 植物措施：林草措施面积 2.28hm^2 ；乔木 127 株、灌木 125 株。

③ 临时措施：编织袋挡墙 42.1m^3 ，苫盖面积 5040m^2 ，临时排水沟长 880m ，临时沉沙池 4 个。

1.8.3 公路穿越区

(1) 总体布局

根据穿越方式的不同，公路穿越区分为等级公路顶管穿越和非等级公路开挖穿越。

施工前，对穿越工程临时占地采取表土剥离措施，表土剥离后集中堆放于临时堆土区，并在堆土区侧修建临时梯形土质排水沟，在排水沟末端布设临时梯形沉沙池。施工过程中，在临时堆土区四周进行编织袋挡护，堆土表面进行密目网苫盖。施工结束后，对公路两旁破坏的排水沟进行恢复，排水沟为梯形浆砌石结构；对临时占地进行表土回覆、土地整治和植被恢复。

(2) 主要措施量

① 工程措施：表土剥离及回覆量 0.82 万 m^3 ，土地整治面积 2.72hm^2 ，排水沟恢复长度 290m。

② 植物措施：林草措施面积 2.72hm^2 。

③ 临时措施：编织袋挡墙 0.02 万 m^3 ，苫盖面积 2.71万 m^2 ，临时排水沟长 3.12km，临时沉沙池 52 个。

1.8.4 河流穿越区

(1) 总体布局

根据穿越方式的不同，河流穿越区分为定向钻穿越和大开挖穿越。施工前，对穿越工程临时占地采取表土剥离措施，表土剥离后集中堆放于临时堆土区，并在堆土区侧修建临时梯形土质排水沟，在排水沟末端布设临时梯形沉沙池，在定向钻穿越的出入土点分别设泥浆池。施工过程中，在临时堆土区四周进行编织袋挡护，堆土表面进行密目网苫盖。施工结束后，在河流沟渠穿越区的下游修建土谷坊，土谷坊设梯形溢水口；对临时占地进行表土回覆、土地整治和植被恢复。

(2) 主要措施量

① 工程措施：表土剥离及回覆量 1.13 万 m^3 ，土地整治面积 3.77hm^2 ，土谷坊 65 座。

② 植物措施：林草措施面积 3.77hm^2 、栽植乔木 662 株。

③ 临时措施：编织袋挡墙 0.29 万 m^3 ，苫盖面积 5.06万 m^2 ，临时排水沟长 0.72km，临时沉沙池 12 个，泥浆池 4 座。

1.8.5 施工便道区

(1) 总体布局

施工前对新建施工便道区进行表土剥离，表土剥离后集中堆放于临时堆土区，并修建临时土质梯形排水沟和沉沙池。施工过程中，对临时堆土表面进行密目网苫盖；施工结束后，进行表土回覆、土地整治和植被恢复。

(2) 主要措施量

① 工程措施：表土剥离量 1.86 万 m^3 ，表土回覆量 1.86 万 m^3 ，土地整治面积 6.2hm^2 。

② 植物措施：林草措施面积 6.2hm^2 。

③ 临时措施：苫盖面积 4.02 万 m^2 ，临时排水沟长 10km，临时沉沙池 10 个。

1.8.6 堆管区

(1) 总体布局

施工前利用草垫进行铺垫，施工结束后撤除铺垫，进行土地整治并恢复植被。

(2) 主要措施量

① 工程措施：土地整治面积 3.52hm^2 。

② 植物措施：林草措施面积 3.52hm^2 。

③ 临时措施：草垫铺设面积 3.52hm^2 。

1.9 水土保持监测方案

水土保持监测的主要内容有主体工程进度情况、工程建设扰动土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果等，监测的重点区域为管道作业带区；监测方法包括调查监测法、地面观测法、无人机监测法和遥感监测法。定位观测共设 25 个监测点。

监测时段从施工准备开始，至设计水平年结束，即 2022 年 3 月至 2023 年 12 月，监测时长为 1.83 年。监测频次根据相关技术规范执行，建设期临时堆土场正在实施的水土保持措施建设情况等至少每 10 天监测记录 1 次，扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每 1 个月监测记录 1 次；运行期每年监测 2~3 次，当 24h 过程暴雨量大于 50mm 时需要进行加测。水土流失防治成效每季度监测 1 次，临时措施应每月监测 1 次。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目水土保持总投资 4085.03 万元，其中工程措施投资 2332.68 万元，植物措施投资 347.01 万元，临时措施投资 682.35 万元，独立费用 490.31 万元，基本预备费 115.57 万元，水土保持补偿费 117.10 万元。2022 年度投资估算金额 2844.05 万元，2023 年投资估算金额 1240.98 万元。

项目区水土保持措施实施后，防治责任范围内水土流失基本得到控制，到方案设计水平年，预期工程水土流失治理度 98%，土壤流失控制比 0.95，渣土防护率 100%，表土保护率 100%，林草植被恢复率 99.9%，林草覆盖率 74.9%。水土保持方案确定的各项防治目标均能得以实现。

1.11 结论与建议

(1) 结论

1) 本项目建设符合国家及地方产业政策，符合地方经济发展规划。主体工程选址及总体布局、施工工艺、施工组织设计、主体工程施工和管理等，不涉及《中华人民

共和国水土保持法》等相关法律法规所规定的绝对限制行为，不存在水土保持绝对制约因素。

2) 主体工程布置合理，主体设计在考虑自身安全运行的同时，布设水保措施，一定程度上减少了由于工程建设带来的水土流失危害，不至造成重大影响。

3) 通过对本项目建设可能造成水土流失情况分析，结合项目区的自然地理条件，落实本《方案》提出的各项水土保持防治措施后，可以实现水土流失防治目标。

4) 从水土保持角度分析，本项目建设可行。

(2) 建议

1) 下阶段主体设计时，进一步优化施工时序，土建工程尽量安排在非雨季施工，以减轻水土流失；优化施工组织设计，尽量减少施工用地，减小对地表的扰动，合理调配土石方，将工程建设的水土流失减少到最低限度；优化管线选线，尽量避开丘陵沟壑的横切坡。

2) 根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号），建议开展下阶段水土保持工作时，重视水土保持施工图设计。及时落实水土保持方案报告书中的水土保持措施，降低水土流失不利影响。

3) 表土为重要资源，建议施工单位在开挖地表时，做好表土的剥离，施工期进行妥善保管，用于后期植被恢复。

4) 开挖临时堆存的土石方应尽快回填利用，缩短土石方的临时堆放时间。

5) 施工单位应严格对施工工艺和程序进行管理，在施工过程中做到覆土和绿化等各道工序依次紧密衔接实施，以减少疏松地面的裸露时间。

6) 主体工程施工完毕后应尽快完成场地清理、平整，恢复原有土地功能。

7) 项目建设完工后，业主须及时委托第三方机构开展水土保持设施验收工作，经验收合格后，该项目方可正式投入运行使用，并报方案批复单位备案。

8) 在招标文件和合同中明确施工单位的水土保持责任和义务。建立规章制度，严格控制工程建设的扰动范围和临时堆土石的堆放，施工过程尽可能保护地表植被免遭破坏。

表 1 水土保持方案特性表					
项目名称	神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）		流域管理机构	水利部黄河水利委员会	
涉及省（市、区）	陕西省、山西省	涉及地市或个数	榆林市、吕梁市	涉及县或个数	神木市、兴县
项目规模	管道全长 72.2km，新建站场 1 座，监控阀室 3 座。	总投资（万元）	100301	土建投资（万元）	97171
动工时间	2022 年 3 月	完工时间	2023 年 6 月	设计水平年	2023 年
工程占地（hm ² ）	163.68	永久占地（hm ² ）	4.22	临时占地（hm ² ）	159.46
土石方量（万 m ³ ）	挖方		填方	借方	余（弃）方
	166.32		166.32	0	0
	53.69（表土）		53.69（表土）	0	0
重点防治区名称	黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区				
地貌类型		黄土高原丘陵沟壑	水土保持区划		西北黄土高原区
土壤侵蚀类型		水力侵蚀	土壤侵蚀强度		中度为主
防治责任范围面积(hm ²)		163.68	容许土壤流失量〔t/(km ² ·a)〕		1000
土壤流失预测总量(t)		52425.42	新增土壤流失量(t)		29523.88
水土流失防治标准执行等级		一级			
防治指标	水土流失治理度(%)		94	土壤流失控制比	0.9
	渣土防护率（%）		93	表土保护率(%)	91
	林草植被恢复率(%)		96	林草覆盖率(%)	24
防治措施及工程量	工程措施			植物措施	临时措施
	（1）管道作业带区：表土剥离及回覆量 47.94 万 m³，复耕面积 33.29hm²，土地整治面积 104.0hm²，坡面整地工程 36.72hm²，浆砌石截水沟 5200m，浆砌石排水沟 5070m，浆砌石消力池 47 座，土质消力池 205 座，浆砌石护坡 5545.8m³，土质排水沟 47100m，土质沉沙池 79 个，生态袋护坡 5843m²，浆砌石沉沙池 246 座，顺接措施 246 个，土质围埂长 1290m。 （2）站场阀室区：表土剥离量及回覆量 1.94 万 m³，复耕 0.42hm²，土地整治面积 1.74hm²，混凝土排水沟长 650m，消力池和沉沙池各 2 座，排水顺接措施 2 个，骨架植草护坡 1280m²。 （3）公路穿越区：表土剥离及回覆量 0.82 万 m³，土地整治面积 2.72hm²，排水沟恢复长度 290m。 （4）河流穿越区：表土剥离及回覆量 1.13 万 m³，土地整治面积 3.77hm²，土谷坊 65 座。 （5）施工便道区：表土剥离量 1.86 万 m³，表土回覆量 1.86 万 m³，土地整治面积 6.2hm²。 （6）堆管区：土地整治面积 3.52hm²。			（1）管道作业带区：林草措施面积 104.0hm²、乔木 44470 株、灌木 136910 株。 （2）站场阀室区：林草措施面积 2.28hm²；乔木 127 株、灌木 125 株。 （3）公路穿越区：林草措施面积 2.72hm²。 （4）河流穿越区：林草措施面积 3.77hm²、栽植乔木 662 株。 （5）施工便道区：林草措施面积 6.2hm²。 （6）堆管区：林草措施面积 3.52hm²。	（1）管道作业带区：编织袋挡墙 1.06 万 m³，苫盖面积 67.26 万 m²，临时排水沟长 56.469km，临时沉沙池 93 个。 （2）站场阀室区：编织袋挡墙 42.1m³，苫盖面积 5040m²，临时排水沟长 880m，临时沉沙池 4 个。 （3）公路穿越区：编织袋挡墙 0.02 万 m³，苫盖面积 2.71 万 m²，临时排水沟长 3.12km，临时沉沙池 52 个。 （4）河流穿越区：编织袋挡墙 0.29 万 m³，苫盖面积 5.06 万 m²，临时排水沟长 0.72km，临时沉沙池 12 个，泥浆池 4 座。 （5）施工便道区：苫盖面积 4.02 万 m²，临时排水沟长 10km，临时沉沙池 10 个。 （6）堆管区：草垫铺设面积 3.52hm²。
投资（万元）		2332.68		347.01	682.35
水土保持总投资（万元）		4085.03	独立费用（万元）	490.31	
监理费（万元）	112.87	监测费（万元）	123.20	补偿费（万元）	117.10
分省措施费（万元）	陕西省工程措施 540.27 万元、植物措施 76.55 万元、临时措施 160.05 万元；山西省工程措施 1792.41 万元、植物措施 270.46 万元、临时措施 522.30 万元。		分省补偿费（万元）	陕西省 67.52 万元；山西省 49.58 万元	
方案编制单位	中国水利水电科学研究院		建设单位	中联煤层气有限责任公司	
法定代表人	匡尚富		法定代表人	罗勇	
地址	北京市海淀区车公庄西路 20 号		地址	北京市朝阳区酒仙桥路乙 21 号 3 幢 16 层	
邮编	100048		邮编	100015	
联系人及电话	赵伟霞 15210479647		联系人及电话	崔波 18234156357	
传真	010-68451169		传真		
电子信箱	zhaowx@iwhr.com		电子信箱		
注：1 动工时间为施工准备期开始时间。 2 水土保持区划应填写《全国水土保持区划》中的一级区。 3 防治指标应填写设计水平年时的综合指标值。 4 防治措施及工程量指建设期各类防治措施的数量，如工程措施中填写拦挡的措施量、排水措施长度、边坡防护面积、土地整治面积、表土剥离数量、植物措施中填写林草措施面积；临时措施中填写临时拦挡措施量、排水措施长度、临时苫盖面积。 5 水土保持投资均指建设期的投资。					

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目的基本情况

(1) 主要技术指标

项目名称：神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）

建设性质：新建

工程建设功能：煤层气输气管道工程

建设单位：中联煤层气有限责任公司

等级与规模：设计输气能力 $50 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，设计压力 8.0MPa，管道线路全长 72.2km。

工程建设地点：陕西省神木市、山西省兴县

工程占地：总占地面积 163.68hm^2 ，其中永久占地 4.22hm^2 ，临时占地 159.46hm^2

工程投资：总投资为 100301 万元，其中土建投资 97171 万元。

建设工期：2022 年 3 月 ~ 2023 年 6 月，总工期 16 个月。

(2) 地理位置及路径走向

本工程管道起点为陕西省榆林市神木首站，终点为山西省兴县康宁压气站，途经陕西省神木市马镇、栏杆堡镇，山西省兴县瓦塘镇、高家村镇、孟家坪乡、康宁镇。管道出神木首站后向南偏东方向沿黄土塬、相对顺直完整的黄土梁顶部敷设，在世纪兴村转向东，在西津寺南侧穿越黄河，继续沿黄土梁敷设，局部穿越河流，在赵家川口村穿越蔚汾河，然后进入河谷，沿河谷两侧黄土塬、相对顺直完整的黄土梁顶部敷设至杨塔上村，沿山间较宽的沟谷敷设到达山西省兴县康宁压气站。

神木市段管道线路走向大体为东南方向，起自陕西省榆林市神木首站，向西穿越神马路县道，沿神马路、黄土梁敷设，穿越神马路支线后继续向南，经上刘家村、阴寨则、世纪兴村，到达位于刘家山村南侧的 1 号阀室，之后沿黄土梁向东南方向，穿越高陡边坡，敷设至黄河穿越西岸。管道在神木市境内线路全长约 16.837km，设 1 座阀室。

兴县段管道起自黄河穿越东岸，向南沿黄土梁敷设约 2.8km 后，连续穿越沿黄一路支线、岚漪河，经裴家湾村，向西到达 2# 阀室，后向南红草湾村，在铁路塔村西南穿越 X003 县道、铁路塔沟，向南经百家里村、沙湫村，后继续向南穿越迷虎沟，向南经桑娥村、在北西洼村南侧穿越在建静兴高速、G337 国道、蔚汾河，向南沿黄土梁至

3#阀室，穿越等级公路、南川河，向南沿黄土梁敷设约 15km，于横城村附近穿越 X64 县道，向东南方向进入山间谷地，到达康宁压气站。管道在兴县境内线路全长约 55.363km，河流中型穿越 2 处，设 2 座阀室。

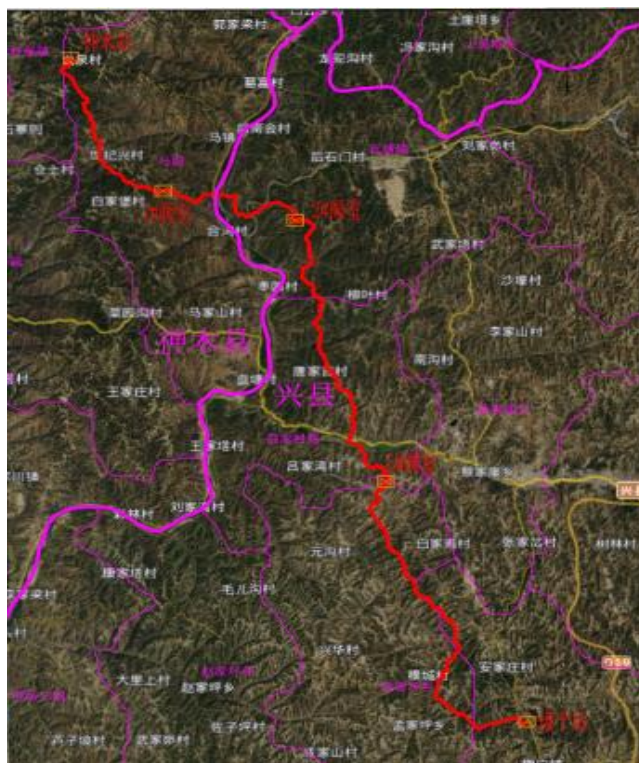


图 2.1-1 线路走向示意图

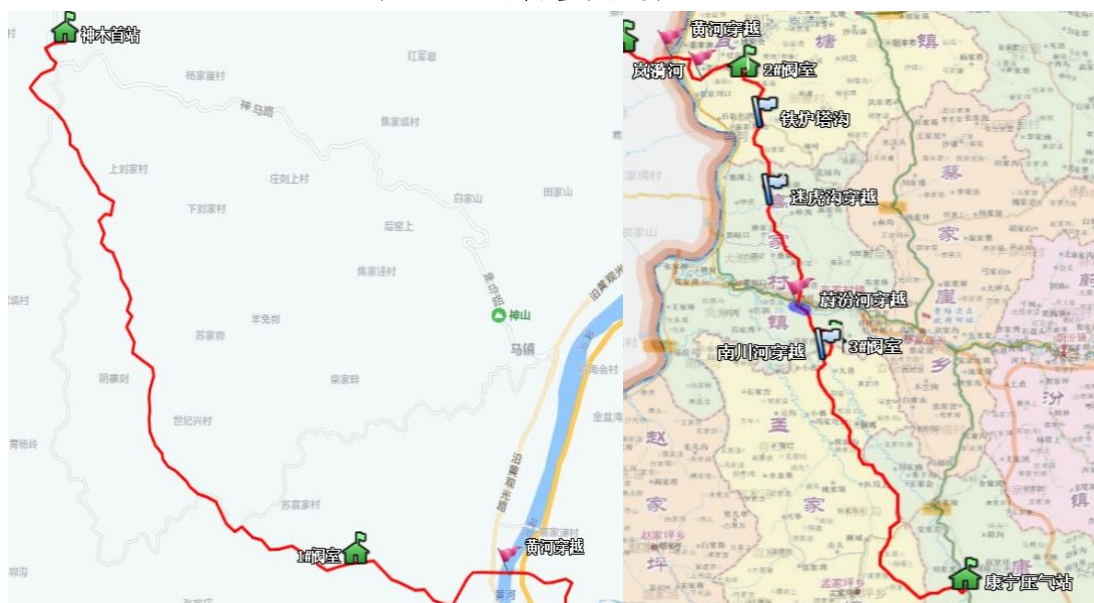


图 2.1-2 神木市线路走向示意图

图 2.1-3 兴县线路走向示意图

(3) 工程规模及特性

工程建设内容主要包括：

管道线路工程：敷设输气管道 72.2km。

管道穿越工程：穿越大型河流 1 处，中型河流 2 处，河流沟渠 3 处，等级公路 8 处，非等级公路 18 处。

站场工程：新建神木首站 1 座，新建进站道路 55m，架设供电线路 350m。

阀室工程：新建监控阀室 3 座（SK1#阀室、SK2#阀室、SK3#阀室），新建进阀室道路 145m，利用原有道路 1485m，架设供电线路 2500m。

施工辅助工程：施工便道利用原有道路 23.4km，新建施工便道 11km，设置堆管场 74 处。

警示牌、标志桩等附属系统工程：设置各类地面标识 1453 个。

2.1.2 项目组成及布置

2.1.2.1 管道线路工程

（1）一般线路段管道敷设

项目位于黄土高原丘陵沟壑地貌类型区，沿线岷岷、冲沟沟头发育，湿陷性黄土等不良地质多发，地形地貌类型较为复杂。针对项目区这些特征，主体设计中将管道敷设方式分为一般线路段管道敷设和特殊地段管道敷设。一般线路段管道敷设采用常规埋地敷设方法，结合管沟夯实回填，回填土需填至超过自然地面至少 0.3m。

1) 管沟开挖

根据线路沿途地形地貌、工程地质、水文及气象、冻土深度等自然条件以及农田耕作条件，确定本工程管线一般地段神木市管顶埋深为 1.5m，兴县管顶埋深为 1.4m。个别困难石方段，采取保护措施后可适当浅埋，但管顶埋深不小于 1.0m；对于可能受洪水冲刷的地段，根据现场情况、理论计算结果，宜适当加大埋深或采取相关措施（如过水面、防冲墙等）。对于卵砾石、碎石地段、石方段，管沟开挖须超挖 0.3m。河流小型穿越按照 50 年一遇洪水频率设计，当河床为基岩且在设计洪水下不被冲刷时，管顶应嵌入基岩深度不小于 0.5m；河床为非基岩时，管道埋设在冲刷线以下不小于 1m，且管顶埋深不应小于 2.5m；无冲刷或疏浚水域，管顶埋深不应小于 2.5m。管沟边坡坡度根据项目区土壤类型，一般取为 1:0.67。

当新建管道与已建管道并行敷设时，并行间距不小于 20m，公路、河流顶管穿越段，保证套管净间距不小于 10m，河流沟渠开挖穿越段，并行间距应根据新建管道的埋深进行计算，并使已建管道位于施工影响范围以外。本工程管道与已建管道并行敷

设 2.5km，位于兴县段 BA354~BA363 桩。作业带布置需使已建管道位于土石方的堆放侧，管沟开挖土石方堆放位置与在役管道的间距不小于 0.5m，并征得已建管道管理部门同意，防止施工机具频繁碾压已建管道。

当新建管道与已建管道交叉敷设时，施工前应准确探明交叉点位置，并做出明显的标识，标识点间距不大于 10m。交叉点两侧各 5m 范围内采用人工开挖，并采用橡胶板对已建管道进行包裹保护。人工开挖暴露已建管道的长度应尽量短，满足穿越要求即可。当暴露段长度可能造成挠度时，应对已建管道进行支撑，可采用袋装土或枕木。本工程管道与已建长输管道交叉 6 处，具体交叉情况见下表。本工程管道从已建管道（钢制）下方穿越，净间距不小于 0.5m，并设置穿越标志桩。

表 2.1-1 与已建管道交叉统计

序号	行政区划	交叉位置	管道名称	交叉角度	地质条件
1	兴县	BA354+38m	已建管道	41°	土方
2	兴县	BA355+144m	已建管道	23°	土方
3	兴县	BA357+39m	已建管道	22°	土方
4	兴县	BA358+123m	已建管道	23°	土方
5	兴县	BA361+12m	已建管道	34°	土方
6	兴县	BA362+140m	已建管道	70°	土方

管沟断面典型图如附图 SA01T01-G1001#EPL-DW-0305 所示。

2) 施工作业带宽度

施工作业带宽度的取值主要参照国家管网项目工程量建议值，同时结合该项目管道工程对管沟开挖宽度、土石方堆土宽度、沟机作业宽度的要求。另外，焊接方法的不同也会对施工作业带宽度产生影响，在地形起伏较大的地段，推荐采用沟下焊，可节约作业带宽度，而在地形起伏不大的地区，一般采取沟上焊方式。沟上焊时作业带宽度为 20m。对于局部困难段和林区段，施工作业带宽度可适当减少至 18m，对于横坡敷设段，因为劈方工程的需要，应通过拦挡等措施控制作业带宽度至 24m 以内。管道沿线的作业带宽度统计如表 2.1-2 所示，局部困难段统计如表 2.1-3 所示，其中的困难段类型包括高陡边坡、沟头防护、沟头填筑和岷岷。

表 2.1-2 作业带宽度统计表

序号	位置	施工作业带宽度 (m)	起止桩号	长度 (km)
1	沿线困难段	18	详见表 2.1-3	16.2
2	林区段	18	AA002-AA005、AA011-AA017、AA072-AA073、BA258-BA279、AA048-AA053、AA089-AA093、AA094-AA099、AA100-BA003、BA12-BA22、BA38-	26.5

序号	位置	施工作业带宽度 (m)	起止桩号	长度 (km)
			BA59、BA61-BA67、BA89-BA121、BA165-BA168、BA198-BA218、BA240-BA251、BA257-BA258、BA279-BA299、BA312-BA326、BA345-BA347、BA369-BA370	
3	横坡敷设段	24	AA04-AA06、AA107-AA108、BA037-BA038、BA086-BA087、BA232-BA234、BA253-BA258、BA260-BA261、BA264-BA266、BA309-BA310	3.1
4	其他敷设段	20	除了局部困难段、林区段和横坡敷设段外的其它桩号	25.4

表 2.1-3 沿线困难段统计表

序号	难点类型	行政区划	起止桩号	长度 (km)	描述
1	高陡边坡	神木市	AA017-AA018	0.1	高 70m, 坡度 35 度, 采用单边定向钻。
2	高陡边坡	神木市	AA018-AA019	0.1	高 70m, 坡度 35 度, 采用单边定向钻。
3	高陡边坡	神木市	AA026-AA027	0.1	高 80m, 坡度 33 度, 采用单边定向钻。
4	高陡边坡	神木市	AA027-AA028	0.2	高 100m, 坡度 27 度, 采用单边定向钻。
5	高陡边坡	神木市	AA054-AA055	0.1	高 50m, 坡度 43 度, 采用单边定向钻。
6	高陡边坡	神木市	AA062-AA063	0.1	高 40m, 坡度 37 度, 采用单边定向钻。
7	高陡边坡	神木市	AA070-AA071	0.2	高 60m, 坡度 36 度, 采用单边定向钻。
8	高陡边坡	神木市	AA082-AA083	0.2	高 70m, 坡度 39 度, 采用单边定向钻。
9	高陡边坡	神木市	AA083-AA084	0.3	高 60m, 坡度 37 度, 采用单边定向钻。
10	高陡边坡	神木市	AA105-AA109	0.6	高 150m, 坡度 28 度, 崩塌落石, 作业空间受限, 优化路由开挖穿越, 埋深 1.5m 混凝土浇筑。
11	高陡边坡	兴县	BA001-BA006	0.5	高 150m, 坡度 29 度, 坡面破碎, 开挖穿越。
12	高陡边坡	兴县	BA016-BA017	0.2	高 70m, 坡度 30 度, 采用单边定向钻。
13	高陡边坡	兴县	BA049-BA050	0.1	高 50m, 坡度 35 度, 采用单边定向钻。
14	高陡边坡	兴县	BA050-BA051	0.2	高 60m, 坡度 30°, 采用单边定向钻。
15	高陡边坡	兴县	BA085-BA086	0.1	高 50m, 坡度 33 度, 采用单边定向钻。
16	高陡边坡	兴县	BA131-BA132	0.2	高 80m, 坡度 40 度, 采用单边定向钻。
17	高陡边坡	兴县	BA133-BA135	0.4	高 140m, 坡度 23°, 采用单边定向钻。
18	高陡边坡	兴县	BA197-BA200	0.3	高 90m, 坡度 30 度, 采用单边定向钻。

序号	难点类型	行政区划	起止桩号	长度(km)	描述
19	高陡边坡	兴县	BA333-BA335	0.3	高 70m, 坡度 38 度, 采用单边定向钻。
20	高陡边坡	兴县	BA370-BA371	0.6	高 70m, 坡度 38 度, 采用单边定向钻。
21	沟头防护	神木市	AA007-AA008	0.1	沿神马路一侧, 作业面较窄, 需进行沟头处理。
22	沟头防护	神木市	AA011-AA012	0.2	需进行沟头防护, 防止冲沟发育。
23	蝼蛄	神木市	AA014-AA015	0.1	管道通过黄土蝼蛄, 需进行沟头防护。
24	沟头防护	神木市	AA031-AA032	0.2	路由两侧沟头发育, 需进行沟头防护。
25	沟头填筑	神木市	AA033-AA034	0.1	路由两侧沟头发育, 需进行沟头防护。
26	沟头填筑	神木市	AA041-AA042	0.1	道路两侧沟头发育, 管道作业面窄, 需进行沟头防护。
27	沟头填筑	神木市	AA070-AA071	0.4	路由两侧沟头发育, 管道作业面窄, 需进行沟头防护。
28	蝼蛄	神木市	AA071-AA072	0.2	黄土蝼蛄, 道路两侧沟头发育, 管道作业面窄, 需进行沟头防护。
29	沟头填筑	神木市	AA073-AA074	0.1	管道沿公路一侧敷设, 管道作业面窄, 需进行沟头防护。
30	蝼蛄	神木市	AA080-AA081	0.1	黄土蝼蛄, 道路两侧沟头发育, 管道作业面窄, 需进行沟头防护。
31	沟头填筑	兴县	BA033-BA035	0.6	线路两侧沟头发育, 需进行沟头处理。
32	沟头填筑	兴县	BA039-BA040	0.1	管道沿公路一侧敷设, 管道作业面窄, 需进行沟头防护。
33	沟头填筑	兴县	BA070-BA071	0.2	线路两侧沟头发育, 需进行沟头处理。
34	蝼蛄	兴县	BA096-BA097	0.1	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
35	蝼蛄	兴县	BA099-BA100	0.1	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
36	沟头填筑	兴县	BA126-BA127	0.1	路由两侧沟头发育, 需进行沟头防护。
37	沟头填筑	兴县	BA143-BA144	0.2	路由两侧沟头发育, 需进行沟头防护。
38	蝼蛄	兴县	BA151-BA152	0.1	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
39	沟头填筑	兴县	BA186-BA189	0.8	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
40	沟头填筑	兴县	BA196-BA197	0.4	路由两侧沟头发育, 需进行沟头防护。
41	沟头填筑	兴县	BA222-BA223	0.1	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
42	沟头填筑	兴县	BA226-BA231	1	沿线 4 处于黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
43	沟头填筑	兴县	BA232-BA233	0.5	沿线 2 处于沟头发育, 需进行沟头防护。
44	沟头填筑	兴县	BA237-BA238	0.1	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。

序号	难点类型	行政区划	起止桩号	长度(km)	描述
45	沟头填筑	兴县	BA239-BA240	0.2	管道两侧沟头发育, 需进行沟头防护。
46	沟头填筑	兴县	BA241-BA242	0.3	道路一侧沟头发育, 需进行沟头防护。
47	沟头填筑	兴县	BA243-BA244	0.2	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
48	沟头填筑	兴县	BA259-BA260	0.1	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
49	沟头填筑	兴县	BA259-BA260	0.1	沿黄土梁鞍部通过, 需进行沟头防护。
50	沟头填筑	兴县	BA262-BA273	1.6	沿线 7 处沟头发育, 需进行沟头防护。
51	沟头填筑	兴县	BA275-BA292	2.9	沿线 11 处沟头发育, 需进行沟头防护。

(2) 特殊地段管道敷设

与一般线路段管道敷设方式相比, 特殊地段管道敷设时需要在管沟内、边坡、坡底等部位采取特殊的工程措施以阻止管沟内、管道作业带区及周边水土流失的发生, 起到保证管道安全的作用。结合具体的地貌类型, 需要特殊敷设的地段类型和管道敷设方式如下:

1) 横坡敷设段

管线横坡敷设时, 修建作业带一般都需要劈方, 施工结束后需要顺管道修建挡土墙才能恢复地貌; 同时根据以往工程经验, 管沟内经常形成地下暗流, 带走细颗粒回填物, 造成管沟塌陷或细土流失, 因此当横坡段管道纵坡小于 5° , 且管道敷设长度不小于 50m 时, 管沟内每隔 20~50m 设置一道截水墙。管道纵坡坡度大于 5° 时, 设置管沟截水墙, 截水墙间距根据坡度的不同设为 10~20m, 坡脚设置护坡或挡土墙。

管道沿黄土丘陵横坡敷设时, 将作业带整治成水平台地, 在填方地段修筑田坎, 视作业带上方汇流坡面长度大小, 可在整治成水平台地的后部设置排水沟, 或在开挖形成的塍顶设山坡截水沟, 将作业带上方坡面径流引至天然沟道, 防止地表径流对边坡和管沟的冲刷。

管道横坡敷设段的施工作业带布置典型图如附图 SA01T01-G1001#EPL-DW-0302 和附图 SA01T01-G1001#EPL-DW-0303 所示。

2) 纵坡敷设段

管道沿黄土丘陵纵坡敷设时, 结合管沟夯实回填, 坡度小于 10° 时直接埋设; 坡度 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 将作业带整治成隔坡台地, 在台地边缘修建拦水土埂, 并在台地内侧布设排水沟, 接入坡面自然水系, 减轻作业带径流冲刷。当坡度 $\leq 25^{\circ}$ 时, 管沟内采用生态袋素

土截水墙或水泥土截水墙，截水墙的间距根据坡度不同一般为 10~20m；坡度 $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 时，管沟内采用 2:8 水泥土截水墙，截水墙的间距根据坡度不同一般为 10m；当坡度 $\geq 50^{\circ}$ 时，管沟内采用 2:8 水泥土满沟回填后人工分层夯实。当管道沿黄土丘陵顺坡敷设，不能修成隔坡台地的陡坡地段，为防止坡面径流对管沟的冲刷引起水土流失，坡脚采用填土生态袋护坡，坡面修筑排水沟。

3) 沿线困难段

沿线困难段主要包括高陡边坡段、岷岷段、沟头防护段和沟头填筑段。在高陡边坡段，开挖施工比较困难，本工程优先选用单边斜井定向钻法穿越。在岷岷段、沟头防护段和沟头填筑段，主要是针对管线路由两侧的沟头发育、管道作业面窄等问题采取的防护措施，用 2:8 水泥土夯填拓宽作业面，即通过拓宽山梁或两侧填方，增加管道作业面宽度。

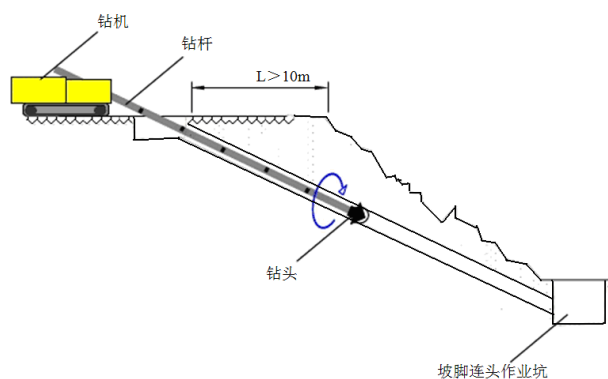


图 2.1-4 定向钻斜井钻孔示意图

管道通过狭窄的岷岷、沟头时，施工作业带布置如附图 SA01T01-G1001#EPL-DW-0304 所示。

经统计，管道线路工程一般敷设段（顺坡敷设且坡度 $< 10^{\circ}$ ）和特殊敷设段长度如表 2.1-4 所示。

表 2.1-4 管道线路工程一般敷设段和特殊敷设段长度统计表

单位：km

所属地区	顺坡敷设 (坡度 $< 10^{\circ}$)	顺坡敷 设段 (坡度 $\geq 10^{\circ}$)	横坡敷 设段	高陡边 坡段	岷岷防 护段	沟头防 护段	沟头填 筑段	合计
神木市	7.79	3.54	0.40	2.00	0.40	0.50	0.70	15.33
兴县	26.63	12.30	2.70	2.90	0.30	0	9.50	54.33
小计	34.42	15.84	3.10	4.90	0.70	0.50	10.20	69.66

2.1.2.2 管道穿越工程

本工程黄河穿越 1 处，采用定向钻穿越方式，穿越长度 934m；中型河流穿越 2 处，岚漪河和蔚汾河分别采用开挖穿越和定向钻穿越方式，穿越长度分别为 148.6m 和 589.8m，详见表 2.1-5。

表 2.1-5 河流大型穿越概况表

河流名称	所属地区	河床宽度 (m)	穿越方式	穿越长度 (m)	备注
黄河	陕西省神木市马镇	220	定向钻	934	大型
岚漪河	山西省兴县任家湾村	80	开挖	148.6	中型
蔚汾河	山西省兴县赵家川口村	100	定向钻	589.8	中型
合计				1672.4	

(1) 黄河定向钻穿越

黄河定向钻穿越点位于陕西省神木市和山西省吕梁市兴县交界处的黄河大北干流上。穿越入土点坐标 (X=4276686.25、Y=489388.14)，高程为 791.59m，位于山西省吕梁市瓦塘镇裴家村以南约 200m，出土点坐标 (X=4276652.57、Y=488478.77)，高程为 789.03m，位于陕西省神木市马镇西津寺以南约 400m，穿越地层为砂岩和泥岩层。河床平均水面宽度为 220m，水深 3.6m。入土点和出土点占地范围均为 60m×60m，出土点距离湿地距离约为 190m，入土点距离湿地距离约为 250m。穿越主河槽内管道管顶高程为 750.6m，管顶最小埋深为 21.49m，管顶距百年一遇冲刷最小距离为 10.90m。

经黄河水利委员会黄河水利科学研究院对黄河定向钻穿越工程的防洪评价，认为该工程等级为大型，设计使用年限为 30 年，设计洪水频率为 100 年一遇，符合《防洪标准》(GB50201-2014) 要求。穿黄管道工程建成后无阻水建筑物，不占用河道行洪面积，对河道行洪、防洪防凌、河道冲淤、河势及通航等没有影响。

黄河定向钻穿越的平面布置图如图储-32955/1，纵断面图如图储-32955/2 所示。

(2) 蔚汾河定向钻穿越

蔚汾河定向钻穿越场区位于山西省兴县赵家川口村，蔚汾河河道宽度约 100m，多年平均水深 1.5m。穿越水平长度 589.8m，主穿越层为砂岩层。东岸为入土点，西岸为出土点，入土侧施工场地约为 60m×60m，出土侧施工场地约为 40m×108m。依据勘察报告中的工程地质剖面图 (图 2.1-5)，蔚汾河地表以下 9.7m 范围内为卵石层，故入土点侧采用夯套管隔离卵石层，长度 114m，出土点采用开挖埋设混凝土套管隔离卵石层，长度 88m。定向钻穿越段管道最低点冲刷线以下管顶埋深为 18.0m。

经防洪评价（吕审批农林发〔2022〕7号），认为蔚汾河河道防洪标准为20年一遇，符合《防洪标准》（GB50201-2014）要求，管顶埋深满足100年一遇洪水冲刷要求，项目不会对河道行洪和河势稳定产生影响。

（3）岚漪河开挖穿越

岚漪河管道工程位于瓦塘镇裴家湾村西南400m处，穿越段长148.6m，水平段长99m，水平段设计管顶高程为779.273m。依据勘察报告中的工程地质剖面图（图2.1-5），岚漪河地表以下15m范围内均为卵石层，且穿越位置不具备定向钻回拖场地要求，不适宜定向钻穿越方式，故采用开挖穿越方案。

岚漪河河道宽度约80m，多年平均水深2.1m，主河槽管顶最小埋深为5.46m，位于设计冲刷线以下1.5m，管底高程为778.46m，管沟底高程为778.26m，河床底下的水平段管道的管沟最小挖深为6.5m，采用机械挖沟法成沟。管沟开挖时采取分台阶式放坡开挖，分台高度不宜大于5m，分阶处设置作业平台，管沟两侧作业平台宽度为4m，最下一级作业平台单侧采用8m，进行沟上焊接。边坡坡度值为角砾和卵石1:0.75。在管道入沟前，沟底先铺设200mm厚的粗砂垫层、细土垫层或袋装土垫层，采用细土或袋装土回填至管顶以上0.3m并压实，再采用原土（颗粒由较细到较粗）回填至管沟顶部0.85。

经防洪评价（吕审批农林发〔2022〕7号），认为岚漪河河道防洪标准为20年一遇，符合《防洪标准》（GB50201-2014）要求，管顶埋深满足100年一遇洪水冲刷要求，项目不会对河道行洪和河势稳定产生影响。

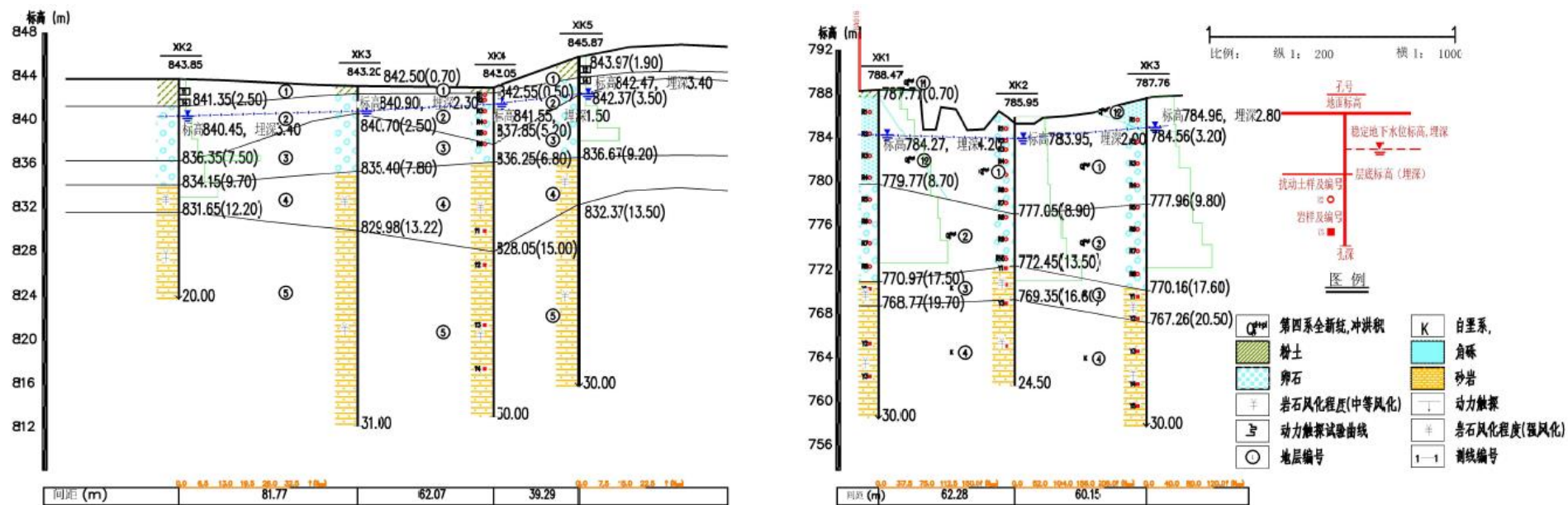


图 2.1-5 蔚汾河和岚漪河工程地质剖面图

(4) 河流、沟渠穿越

管道沿线河流沟渠小型穿越总计3处，以开挖方式通过为主。管道埋设于非基岩河床时，管道埋深在50年一遇冲刷线以下1m，且管顶埋深不应小于2.5m，并视水文条件，河流形态，设置护坡、护底等水工保护措施；河床为基岩时管顶嵌入稳定基岩深度不小于0.5m，并用混凝土覆盖封顶，防止淘刷。河流沟渠穿越统计表如表2.1-6所示。

表 2.1-6 河流沟渠穿越统计表

序号	名称	穿越位置	穿越长度(m)	穿越方式
1	铁炉塔沟	BA084-BA085	80	大开挖
2	迷虎沟	BA132-BA133	80	大开挖
3	南川河	BA230-BA231	100	大开挖
合计			260	

经防洪评价（吕审批农林发〔2022〕7号），认为迷虎沟、南川河河道防洪标准为20年一遇，铁炉塔沟河道防洪标准为10年一遇，符合《防洪标准》（GB50201-2014）要求，管顶埋深满足100年一遇洪水冲刷要求，项目不会对河道行洪和河势稳定产生影响。

(5) 公路穿越工程

管道沿线穿越高速公路1次，一级公路1次，其他等级公路6次，采用顶管方式通过，穿越长度315m；穿越非等级公路18次，穿越长度290m。等级和非等级公路穿越次数、长度和作业区面积统计汇总如表2.1-7~表2.1-9所示。

表 2.1-7 主要公路穿越统计汇总表

公路类型	穿越次数	穿越长度(m)	穿越方式	作业区面积(hm ²)
等级公路	8	315	顶管	2.04
非等级公路	18	290	开挖	3.30
合计		605		5.34

表 2.1-8 神木市主要公路穿越统计表

序号	名称	穿越位置	公路等级	穿越长度(m)	穿越方式	作业区面积(m ²)
1	神马路（县道）	AA003-AA004	三级	30	顶管	3400
2	在建道路	AA010-AA011	非等级	20	开挖直埋	400
3	土路	AA012-AA013	非等级	15	开挖+盖板	300
4	神马路支线	AA020-AA021	四级	20	顶管	3400
5	土路	AA026-AA027	非等级	15	开挖+盖板	300
6	水泥路	AA039-AA040	非等级	15	开挖+盖板	300
7	土路	AA050-AA051	非等级	15	开挖+盖板	300

序号	名称	穿越位置	公路等级	穿越长度(m)	穿越方式	作业区面积(m ²)
8	土路	AA053-AA054	非等级	15	开挖+盖板	300
9	县乡道	AA071-AA072	非等级	15	开挖+盖板	300
10	水泥路	AA077-AA078	非等级	15	开挖+盖板	300
11	水泥路	AA078-AA080	非等级	15	开挖+盖板	300
12	水泥路	AA084-AA085	非等级	15	开挖+盖板	300
13	水泥路	AA085-AA086	非等级	15	开挖+盖板	300
合计				220		10200

表 2.1-9 兴县主要公路穿越统计表

序号	名称	穿越位置	公路等级	穿越长度(m)	穿越方式	作业区面(m ²)
1	沿黄一号路支线(裴瓦线)	BA019-BA020	四级	25	顶管	3400
2	水泥路	BA108-BA109	非等级	15	开挖+盖板	300
3	水泥路	BA109-BA110	非等级	15	开挖+盖板	300
4	水泥路	BA116-BA117	非等级	15	开挖+盖板	300
5	X003 县道	BA083-BA084	三级	30	顶管	3400
6	在建静兴高速	BA189-BA191	高速	100	顶管	3400
7	土路	BA193-BA194	非等级	15	开挖+盖板	300
8	G337 国道(黄榆线)	BA194-BA195	一级	50	顶管	3400
9	等级公路(沥青)	BA228-BA229	四级	30	顶管	3400
10	水泥路	BA240-BA241	非等级	20	开挖+套管	400
11	X464 曹罗线	BA335-BA336	三级	30	顶管	3400
12	土路	BA353-BA354	非等级	15	开挖+盖板	300
13	水泥路	BA370-BA371	非等级	25	开挖+套管	500
合计				385		22800

2.1.2.3 站场工程

1) 站场地理位置

神木首站位于榆林市神木市栏杆堡镇瓦罗村东侧，靠近神马路（水泥），属黄土高原地貌，拟建场地为沟壑顶部坡地，东西向高差约 17m，南北向高差约 12m。

表 2.1-10 输气管道沿线站场设置

名称	位置	等级	面积 m ²	间距 km	类型
神木首站	榆林市神木市栏杆堡镇瓦罗村东侧	五级	37327.7	0	首站

2) 站场布置

a) 站场平面布置

神木首站总平面布置通过围墙、道路、间距等将站场分为：办公区、生产区以及放空区。各区块的平面布置分述如下：

根据地形、风向及交通条件，站场办公区布置在西南角，靠近出入口位置，包括综合用房、门卫、生活污水处理设施和综合设备间，区域内预留消防水罐和备品备件库建设场地；生产区和辅助生产区布置在站场北侧和东侧，包括工艺设备区、排污池，区域内预留压缩机区、变频装置室及 110KV 变电所建设场地；放空区布置在站场东北角，位于站场全年最小频率风向的上风侧，独立成区。道路采用混凝土道路，站内主要道路宽度为 6m，次要道路宽度为 4m，站外道路宽度为 6m。办公区采用铁艺围墙与其他区域进行分隔，站场总占地面积为 3.73hm²。

神木首站总平面布置如图 SA01T01-SP001#EPP-DW-0103。

b) 站场竖向设计

神木首站位于山顶崩地，地形高差较大，现状标高 1164.9~1193.2m，设计标高 1183.3~1185.5m。站场竖向设计采用平坡式，由西南向东北坡，坡度为 1%。站场整体为挖方，最大挖方高度约 9.5m，采用混凝土骨架加植草护坡；站场东侧和南侧局部为填方，最大填方高度约 4.5m。挖方区整平至围墙中心线外 3.5m，挖方区整平范围外采用自然护坡，坡比 1:0.75；填方区整平至围墙中心线，填方区设置挡土墙。站场内的雨水系统，由排水沟形式组成。雨水走向为：建、构筑物屋面（或平台顶面）→场地→道路→站内排水沟→站外排水沟→自然沟壑。

神木首站竖向布置如图 SA01T01-SP001#EPP-DW-0104。

c) 站场给排水、供电及通信

①给水

经调研，站场附近无可依托给水管网，采用打井取水作为水源，共打两口（一用一备）深度约为 300m 的深井，单口深井泵流量为 5m³/h。

②排水

站场附近无可依托排水沟，神木首站内排水采取分流制排放方式。站场综合用房等产生的生活污水通过埋地管道收集排入化粪池进行预处理，经一体化生活污水处理装置进行处理并达到标准后，用于站内绿化或依托当地环卫部门外运后处理。站内场地雨水流向周边道路，由道路收集进入站内排水沟，然后排向北围墙外排水沟；站场北侧和南侧挖方区边坡坡脚设置排水沟，收集站内、边坡雨水，最终排入站场东北角

和西南角的自然沟壑内。排雨水走向：建、构筑物屋面（或平台顶面）→场地→道路→站内排水沟→站外排水沟→自然沟壑。共设排水沟长 650m，排水沟底宽 0.5m，深 0.6m。因神马路无排水沟设置，且站外道路较短，为避免对神马路造成集中冲刷，站外道路雨水排放采用散排方式。

③供电

当地电网发达，本工程神木首站可在 10kV 电压等级经济半径内取得 10kV 外电源。神木首站采用 2 路 10kV 外电源作为主供电源，架空引入，距离为 350m，共需新立电杆 4 根，其中 2 根用于架设变压器 1 台。站内同时设置 1 套并联冗余式不间断电源 UPS 供电于站场控制、仪表、通信等重要负荷。

④通信

本工程在神木首站新建 STM-4 设备 1 套。SDH 光通信系统利用本工程新建光缆中的 4 芯光纤，传输各类业务数据。本工程 SCADA 数据通过租用 1 条神木首站至调控中心的 2Mbps 的公网电路，作为管道站场 SCADA 数据传输的公网备用传输信道。除建设管线专用通信网外，神木首站附近可提供各类数据的备用传输通道。本项目所经县区公网条件良好，可提供 DDN、GPRS、Nx2M 等多种方式。

4) 道路交通设计

(1) 站内道路

站内道路采用城市型混凝土道路，主要道路宽度为 6m，次要道路宽度为 4m。生产区内沿工艺设备区设置环形道路，宽度为 4m，转弯半径不小于 9m。站内道路长 700m。

(2) 站外道路

站外道路为长 55m 宽 6m 的郊区型混凝土道路，接站场西侧神马路。

5) 站内绿化

办公区空地均为绿化场地、站场西围墙与神马路之间整平后进行绿化，种植富于观赏性、当地常见、易存活的常绿乔木、灌木、草皮，绿化面积 7800m²。

2.1.2.4 阀室工程

根据主体设计，本工程新建 3 座监控阀室，由北至南分别为 SK1#阀室、SK2#阀室、SK3#阀室。阀室均处于丘陵坡地，场地平整采用半填半挖的形式，阀室围墙内采用平坡式布置。监控阀室主要设施包括阀组区、撬装化小屋和放空立管，阀组区均露天布置，阀室放空立管均设置在阀室围墙内，放空立管距离阀组区间距不小于 10m。阀室

所有场地均为方砖铺砌。因为阀室占地面积较小，且阀室区内无地面硬化，雨水采用散排方式。

3 个阀室均可在 10kV 电压等级经济半径内取得 10kV 外电源，电线杆架空引入。SK1#阀室线路长 300m，共需新立电杆 8 根，其中 2 根用于架设变压器 1 台；SK2#阀室线路长 700m，共需新立电杆 10 根；SK3#阀室线路长 1500m，共需新立电杆 20 根。每根电线杆的永久占地面积为 1.5m²，临时占地面积为 5.0m²。

阀室进场道路采用 3.5m 宽碎石道路，共需新建道路 145m，利用原有道路 1485m。

站场阀室外进场道路和供电线路设置情况分别如表 2.1-11 和表 2.1-12 所示。

表 2.1-11 站场阀室外进场道路设置情况一览表

序号	名称	新建道路 (m)	新建道路占地面积 (m ²)	利用原有道路 (m)
1	站场	55	330	
2	SK1#阀室	45	157.5	45
3	SK2#阀室	10	35	390
4	SK3#阀室	90	315	1050
合计		200	837.5	1485

表 2.1-12 站场阀室外供电线路设置情况一览表

序号	名称	线路长 (m)	电杆数量 (个)	占地面积 (m ²)
1	站场	350	4	26
2	SK1#阀室	300	8	52
3	SK2#阀室	700	10	65
4	SK3#阀室	1500	20	130
合计		2850	42	273

SK1#阀室总平面及竖向布置如图 SA01T01-VR001#EPP-DW-0102，SK2#阀室总平面及竖向布置如图 SA01T01-VR002#EPP-DW-0102，SK3#阀室总平面及竖向布置如图 SA01T01-VR003#EPP-DW-0102。

2.1.2.5 警示牌、标志桩等附属工程

管道地面标识包括里程桩、标志桩、加密桩、警示牌和标识带。管线每公里设置 1 个里程桩，一般与阴极保护测试桩合用。在管线水平方向改变位置设置转角桩，转角桩上要标明管线里程、转角角度等。当管道穿（跨）越大中型河流、二级以上公路时，在两侧设置穿跨越桩，穿跨越桩标明管线名称、公路的名称，线路里程，穿跨越长度，有套管的注明套管长度、规格和材质等。凡是与地下管道、电（光）缆交叉的位置，设置交叉桩。交叉桩上注明线路里程、交叉物名称、与交叉物的关系等。当管道外防腐层或管壁发生长距离变化时，在变化位置处设置结构桩，桩上要标明线路里程及变化前后的结构属性等。当管道上有特殊设施（如：固定墩）时设置设施桩，桩上要标明管线里程、设施的名称及规格。在方向改变大于 5 度的转角位置处，必须设置 3 个转

角标志桩，以明确指示转角位置和管道的来向及去向；在通过各类保护区的区段，为了防止保护区内其它工程施工可能给管道造成的意外破坏，间隔 200m 设置警示牌。

本工程共设置里程桩 71 个，标志桩 487 个，加密桩 828 个，设置警示牌共 67 个，标识带设置长度 68.73km。

2.2 施工组织

2.2.1 施工条件

1) 建筑材料

工程所用砂、石在就近的合法正规采砂、采石场购买，由供应方承担相应的水土流失防治责任，不纳入本工程的水土流失防治责任范围。

2) 施工用水用电

本工程管线施工采用燃油机械施工，施工现场无用水用电需求。本工程站场施工过程中，施工用水需求量较小，就近从市政供水点运水作为施工用水；施工电源采用 1 回 10kV 外电源作为主供电源，另设 1 套容量为 55kW 柴油发电机组作为备用电源。电源由站外就近 10kV 线路“T”接，架空引入。

3) 施工交通

本工程交通条件较为便利，沿线主要公路包括神马路、沿黄一号路、G337 国道和在建静兴高速。考虑管道施工的工效，一般 3~6km 布置一条进场道路，用于连通地方公路和管道作业带，提高运管和布管效率。本工程施工便道利用原有道路 23.4km，新建施工便道 11km，路基宽度 4.5m，路面宽度 3.5m，路肩宽度 2×0.5m，新建施工便道面积共 4.95hm²，路基边坡面积共 1.25hm²，加上护坡面积，施工便道区面积共 6.2hm²。

表 2.1-13 施工便道设置情况一览表

序号	起始桩号	终止桩号	施工便道长度 (km)	面积 (hm ²)
1	AA107	AA120	0.5	0.225
2	BA001	BA007	0.7	0.315
3	BA022	BA038	1.0	0.45
4	BA049	BA054	1.8	0.81
5	BA078	BA083	0.5	0.225
6	BA085	BA092	1.0	0.45
7	BA117	BA120	0.3	0.135
8	BA121	BA122	0.3	0.135
9	BA125	BA143	2.0	0.9
10	BA151	BA163	0.9	0.405
11	BA175	BA188	1.0	0.45
12	AA103	BA001	1.0	0.45
合计			11.0	4.95

按照 1km 左右布设一个堆管场的原则，工程共需布设堆管场 74 处，占地面积 3.52hm²。

4) 施工生产生活区布置

施工生产区：管线施工时序相对较短，为方便管线施工，在管线施工作业带内布置施工区，无需集中布置施工生产营地。施工生产区只含临时堆管场，需设置临时堆管场 74 处。

施工生活区：管线施工时序相对较短，施工人员较少，采用租用当地民房解决施工人员住宿问题。

2.2.2 施工时序

管线施工主要步骤为：测量定线——清除障碍物——平整工作带——钢管防腐绝缘——防腐钢管运输——布管、组装焊接——无损探伤——补口及防腐检漏——管沟开挖——钢管下沟——管道焊接——管沟回填——分段试压——站间连接——阴极保护——竣工验收。

2.2.3 施工方法和工艺

(1) 管道敷设施工方法与工艺

管道施工采用机械与人工相结合的方法；一般情况下要求对作业带上的附着物进行清除，即施工作业带扫线，表层土用推土机清基，管沟采用单斗挖掘机开挖（1m³反铲挖掘机），挖至距设计高程 0.3m~0.5m 时改用人工施工继续下挖，直至设计高程并清理槽底；管道经过石质地段沟槽采用爆破开挖，以机械松动清除石块为主，再辅以人工找补清除剩余部分，尽量减少因施工方法加大破坏程度。本工程管道埋深考虑冻土层深度，陕西省管道埋深不小于 1.5m，山西省管道埋深不小于 1.4m，作业带宽度 18~24m。管道采用 L450M 级钢管，壁厚 15.9mm。

开挖后的土石料堆放于管线开挖沟的一侧，作为回填料，另一侧布设施工道路和堆放管材；管道采用汽车运输，地面焊接后，用吊车整体吊放在管沟内；特殊地质段采用沟下焊接方式；管道铺设完毕，回填分层压实，管顶以上 0.8m 内用蛙式打夯机夯实，管顶 0.8m 以上土石料用拖拉机压实。黄土地区管沟回填应用灰土分层夯实，对于地质灾害多发地段应在管道下沟后立即回填。

采用爆破或液压镐开挖的方式形成管沟时，采用加强级三层 PE 外防腐形式对管道进行保护。为保护管道防腐层，先在管底以下 300mm 至管顶 300mm 范围内采用细土回

填，回填细土最大粒径应小于 20mm，细土来源于管沟土方筛分。细土上部采用管沟开挖石料回填，粒径不大于 250mm。管沟上若做护面时，管沟内回填土应压实，以防止护面出现不均匀沉降。

（2）穿越工程施工方法

1）顶管穿越法

顶管施工是通过竖井内的顶进系统推动混凝土管向端部的掘进提供推力，端部掘进采用机械动力驱动刀盘旋转，通过控制掘进速度和排渣量达到同地层压力动态平衡的一种顶进隧道施工方法，本工程中用于等级公路的穿越。顶管穿越施工设备主要包括液压千斤顶、挖掘机、顶铁及运土设备等。

穿越前首先在穿越两端布设施工场地，在场地中间各开挖一个操作坑，即发送坑和接收坑。发送坑的位置选在顶管穿越端自然地坪较低的一侧。在现场撒出两个操作坑的正确尺寸和位置的白灰线。依据顶进套管的规格，发送坑坑底尺寸一般定为：长 5m，宽 4m；深度比设计要求管底标高深 0.8m；接收坑坑底尺寸一般定为：长 4m，宽 4m，深度比设计要求管底标高深 0.2m；一般操作坑边坡比为 1: 0.5。根据操作坑开挖的深度及现场实际条件，为保证其边坡稳定性，适当采取必要的支护措施，确保施工安全。根据操作坑开挖的深度及现场实际条件，为保证其边坡稳定性，适当采取必要的支护措施，确保施工安全。应在管顶上方加设警示牌，施工时不允许路面受到任何破坏，而且顶箱涵作业坑选择在地面高程较低的一侧，承受顶进反作用力的作业坑底铺设枕木和导轨，导轨作为套管前进的轨道。穿越结束时，需恢复施工现场地貌。

有套管穿越公路时，为减少套管穿越对路基的影响，要求套管顶的埋深 $\geq 1.2\text{m}$ ，排水沟沟底下套管埋深 $\geq 1.0\text{m}$ ，套管应伸出公路边沟外 2m。保护套管应采用钢承口钢筋混凝土套管，套管规格为 DRCP III 1500 $\times$ 2000。采用开挖+盖板穿越公路时，管顶的埋深 $\geq 1.2\text{m}$ ，盖板伸出路堤坡脚或边沟外缘不少于 2m。沟底为石质时应先在沟底回填 30cm 厚的细土垫层，然后按以下工序回填：→管沟回填至管顶以上 50cm→铺设钢筋混凝土盖板和警示带→原土回填至路床底面→按原路面结构恢复路面。铺设盖板前管沟内回填土应分层碾压密实（密实系数不小于 0.9 且满足公路主管部门要求），分层回填层厚一般不大于 30cm。

2）定向钻穿越法

定向钻穿越法是一种由大型的定向钻机进行钻孔、扩孔、洗孔等过程以后再进行管道回拖的施工工艺，适合于粉土、粉质粘土、粘土、细砂、淤泥质粉土、粉质粘土、

黄土、砂夹卵石、砾石、软岩等地层的穿越，在本工程主要用于黄河穿越和蔚汾河穿越。最小埋深应大于设计洪水冲刷线以下 6m。施工时，在距河边 ≥ 100 m 处选择施工场地，布设导向孔，在河流的另一岸距河边 ≥ 100 m 处选择出土点，并开挖 1 条与穿越长度相当的发送沟道，从发送沟沿钻孔槽将管道拖出。定向钻施工过程中采用环保泥浆，泥浆回收循环利用，当定向钻工程完成后，部分可循环利用的泥浆由施工单位回收后重复利用，废弃泥浆进行无害化处理后，用专用的泥浆罐车拉运到当地环境保护部门指定的泥浆填埋场，泥浆池中的残余极少量泥土混合物就地深埋。

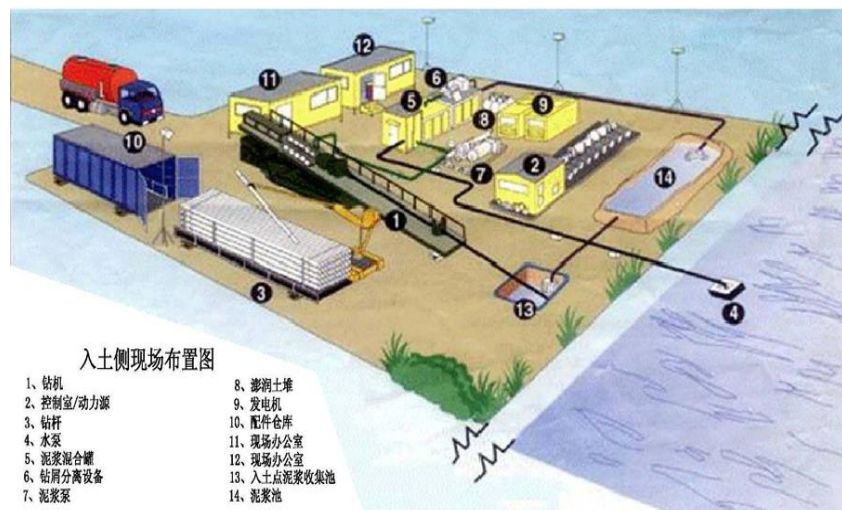


图 2.2-1 定向钻施工场地布局示意图（入土点）

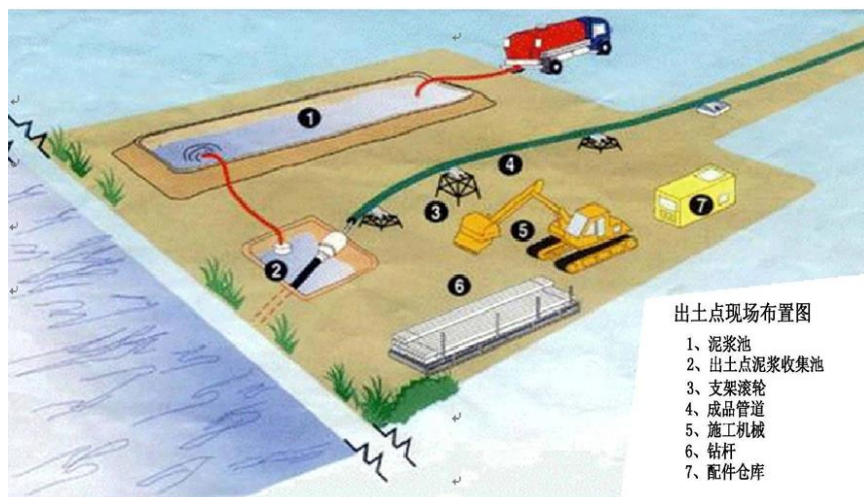


图 2.2-2 定向钻施工场地布局示意图（出土点）

3) 大开挖穿越河流法

大开挖施工作业一般选在枯水期进行。对于水面宽度较大的河流穿越采取分段土石围堰（原河道）导流，小型河流、沟渠采用明渠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

在穿越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。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图 2.2-3、2.2-4。

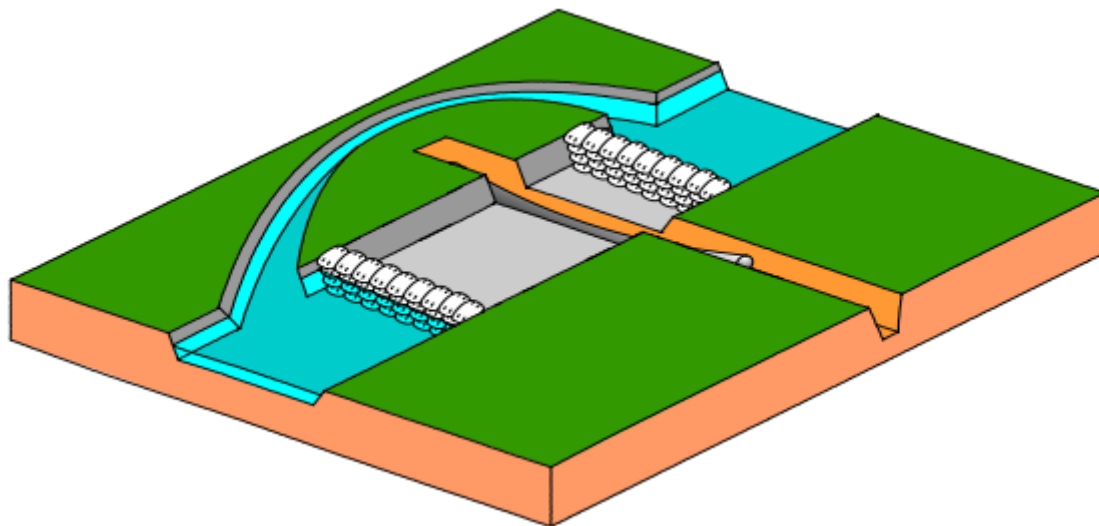
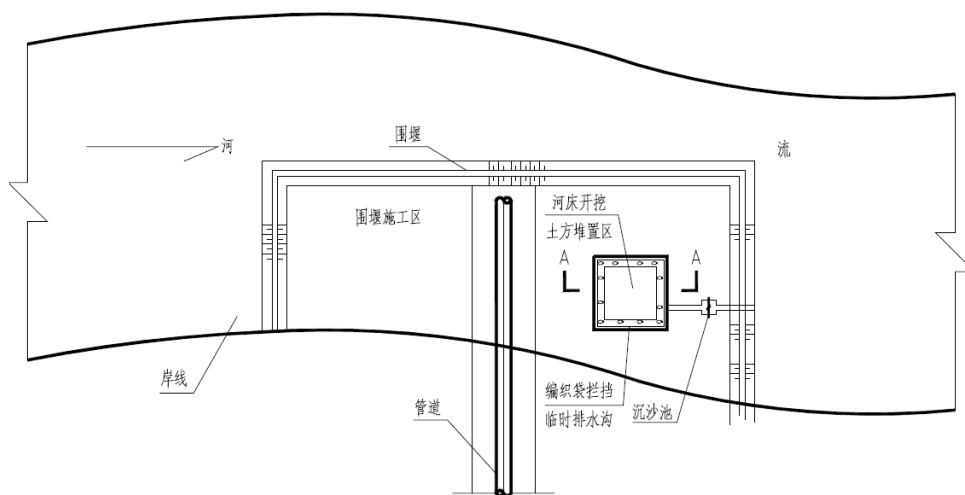


图 2.2-3 围堰导流开挖管沟法施工断面示意图



围堰开挖穿越临时防护措施布置图

图 2.2-4 围堰开挖穿越临时防护措施布置图

4) 大开挖穿越公路法

直接在路基上开挖管沟，其上铺设钢板以备日常通车，敷设完毕后回填开挖料，并对路面进行恢复。根据有关部门的要求，施工过程中，无论白天还是夜晚都应放置警告牌和路障，夜晚还需设置警示灯。标示桩距离路边沟外 2m 左右。

(3) 站场闸室施工方法

站场、闸室工程首先进行场地平整，土石方开挖前剥离表土集中堆放，用于后期覆土利用；场地平整采用推土机、挖掘机、压路机联合使用进行，采用挖掘机开挖土石方，用翻斗车或推土机将开挖土石料运至填方地段，并分层碾压（高挖、低填、压实），达到设计高程后开始建筑（构）物基础和各类管线施工；生产设施采用钻孔灌注桩桩基，为了提高桩基水平承载力，表层土需要预处理；管架基础采用钢筋混凝土柱下独立基础，基础间用连系梁拉结；大型建筑物采用灌注桩基础，小型建筑物采用筏型或箱型钢筋混凝土基础。

钻孔灌注桩施工方法：平整场地→泥浆制备→埋设护筒→铺设工作平台→安装钻机并定位→钻进成孔→清孔并检查成孔质量→下放钢筋笼→灌注水下混凝土→拔出护筒→检查质量。

混凝土基础施工方法：放线定位及标高测量→表土剥离→基础开挖→清底钎探→验槽处理→混凝土垫层→架设钢筋混凝土基础模板→绑扎钢筋→钢筋及预埋件的隐蔽验收→浇灌基础钢筋混凝土→基础回填机械配合人工分层夯填。

施工中修建场地排水，填方段修筑挡土（渣）墙，场地平整后进行建筑物及设备的建设与安装，同时将地面硬化。剥离的表土根据站场绿化需要，回填至绿化区，然后进行绿化。

(4) 施工便道施工方法

本工程需新建施工便道 11km，路基宽度 4.5m，路面宽度 3.5m，路肩宽度 2×0.5m。施工便道为临时性设施，施工前首先要清除地表植被，推土机铲平，并回填素土压实（密实度达到 90%以上），在某些地段也可加用砂石垫层加固。施工结束后，施工便道经过土地整治工程恢复原有植被类型。

2.3 工程占地

本项目永久占地面积 4.22hm²，临时占地面积 159.46hm²，总占地面积 163.68hm²，详见表 2.3-1。其中，神木市永久占地面积 3.88hm²，临时占地面积 35.84hm²，总占地面积 39.72hm²，详见表 2.3-2；兴县永久占地面积 0.34hm²，临时占地面积 123.62hm²，总占地面积 123.96hm²，详见表 2.3-3。按照土地利用类型划分，本项目耕地面积 33.80hm²、园地面积 46.87hm²、林地面积 7.80hm²、草地面积 71.33hm²、交通运输用地面积 0.58hm²、水域面积 3.30hm²。

表 2.3-1 主体工程占地情况汇总表

单位: hm²

占地类型	占地项目	旱地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域用地	占地面积
临时占地	管道作业带区	33.29	41.52	7.80	54.69			137.30
	站场阀室区	0.42	0.35		1.30			2.07
	公路穿越区				2.72	0.58		3.30
	河流穿越区		1.27		2.50		3.30	7.07
	施工便道区				6.20			6.20
	堆管区				3.52			3.52
	小计	33.71	43.14	7.80	70.93	0.58	3.30	159.46
永久占地	管道作业带区（只含三桩）				0.14			0.14
	站场阀室区	0.09	3.73		0.26			4.08
	河流穿越区				0.0024			0.0024
	小计	0.09	3.73		0.40			4.22
合计		33.80	46.87	7.80	71.33	0.58	3.30	163.68

表 2.3-2 神木市工程占地情况表

单位: hm²

占地类型	占地项目	旱地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域用地	占地面积
临时占地	管道作业带区	6.80	1.12	2.20	21.21			31.33
	站场阀室区		0.35		0.03			0.38
	公路穿越区				0.68	0.34		1.02
	河流穿越区		0.91					0.91
	施工便道区				1.40			1.40
	堆管区				0.80			0.80
	小计	6.80	2.38	2.20	24.12	0.34		35.84
永久占地	管道作业带区（只含三桩）				0.04			0.04
	站场阀室区		3.73		0.11			3.84
	小计		3.73		0.15			3.88
合计		6.80	6.11	2.20	24.27	0.34		39.72

表 2.3-3 兴县工程占地情况表

单位: hm²

占地类型	占地项目	耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域用地	占地面积
临时占地	管道作业带区	26.49	40.40	5.60	33.47			105.96
	站场阀室区	0.42			1.27			1.69
	公路穿越区				2.04	0.24		2.28
	河流穿越区		0.36		2.50		3.30	6.16
	施工便道区				4.80			4.80
	堆管区				2.72			2.72
	小计	26.91	40.76	5.60	46.81	0.24	3.30	123.62
永久占地	管道作业带区（只含三桩）				0.11			0.11
	站场阀室区	0.09			0.14			0.23
	河流穿越区				0.0024			0.0024
	小计	0.09			0.25			0.34
合计		27.00	40.76	5.60	47.06	0.24	3.30	123.96

2.4 土石方平衡

2.4.1 土石方平衡情况

依据主体工程可研报告及初设成果,根据各区施工工艺、地形地貌、占地等,分段进行调配,尽量做到各段自身土石方平衡及各区调配土石方平衡。经分析计算可知:本工程土石方开挖总量 166.32 万 m^3 (其中表土 53.69 万 m^3 ,土方 87.74 万 m^3 ,石方 24.89 万 m^3),填方总量 166.32 万 m^3 (其中表土 53.69 万 m^3 ,土方 87.74 万 m^3 ,石方 24.89 万 m^3),表土临时堆放 53.69 万 m^3 。各区土石方开挖、回填及调运情况详见表 2.4-2 和图 2.4-1。

(1) 站场阀室区

①神木首站

本区总开挖土方 18.36 万 m^3 (含表土剥离),剥离的表土临时堆存于场地空闲地内,部分用于后期绿化覆土,剩余部分调运至管道作业带;回填土方 0.32 万 m^3 ,回覆表土 0.31 万 m^3 ,共计回填土方 0.63 万 m^3 。调出表土至管道作业带 0.91 万 m^3 ;调出土方至管道作业带 16.82 万 m^3 ,其中调运至岷岷和沟头填筑处 11.55 万 m^3 (表 2.4-1),就近调运至管线工程 5.27 万 m^3 。

表 2.4-1 站场余方调运至管线岷岷和沟头治理段汇总表

序号	桩号位置	长度 (km)	工程量 (m^3)
1	AA040-AA042	0.1	1500
2	AA047-AA048	0.2	3000
3	AA076-AA077	0.2	3000
4	AA084-AA087	0.4	6000
5	BA038-BA040	0.5	7500
6	BA095-BA099	0.5	7500
7	BA104-BA105	0.2	3000
8	BA107-BA110	0.5	7500
9	BA140-BA143	0.2	3000
10	BA159-BA164	0.7	10500
11	BA167-BA168	0.1	1500
12	BA187-BA191	0.5	7500
13	BA246-BA247	0.1	1500
14	BA251-BA254	0.6	9000
15	BA255-BA256	0.1	1500
16	BA261-BA263	0.2	3000
17	BA269-BA270	0.2	3000
18	BA285-BA286	0.2	3000
19	BA288-BA289	0.2	3000
20	BA291-BA293	0.3	4500
21	BA295-BA298	0.3	4500
22	BA302-BA303	0.1	1500

序号	桩号位置	长度 (km)	工程量 (m ³)
23	BA305-BA306	0.1	1500
24	BA307-BA308	0.2	3000
25	BA308-BA313	0.7	10500
26	BA320-BA321	0.2	3000
27	BA324-BA325	0.1	1500
合计			115500

② 阀室区

SK1#阀室总开挖土石方 0.06 万 m³ (含表土剥离), 剥离的表土临时堆存于场地空闲地内, 部分调运至管道作业带; 回填土方 0.015 万 m³, 回覆表土 0.008 万 m³, 共计回填土方 0.02 万 m³, 调出表土至管道作业带 0.04 万 m³。

SK2#阀室总开挖土石方 0.294 万 m³ (含表土剥离), 剥离的表土临时堆存于场地空闲地内, 全部调运至管道作业带; 回填土方 0.02 万 m³, 其中从就近管道作业带外借土方 0.006 万 m³, 共计回填土方 0.21 万 m³, 分别调出表土和土石方 0.25 万 m³ 和 0.03 万 m³ 至作业带。

SK3#阀室总开挖土石方 1.03 万 m³ (含表土剥离), 剥离的表土临时堆存于场地空闲地内, 部分调运至管道作业带; 回填土方 0.048 万 m³, 回覆表土 0.38 万 m³, 共计回填土方 0.42 万 m³, 分别调出表土和土石方 0.04 万 m³ 和 0.56 万 m³ 至管道作业带。

综上, 阀室区开挖土石方共 1.38 万 m³, 其中表土 0.71 万 m³, 土方 0.67 万 m³; 回填土石方共 0.47 万 m³, 其中表土回覆 0.38 万 m³, 回填土方 0.08 万 m³。调出表土至作业带 0.33 万 m³; 调出土方至作业带 0.59 万 m³。

③ 供电系统

供电系统占地 0.027 hm²。经计算, 供电系统临时施工占地面积表土剥离量为 0.01 万 m³, 施工结束后表土回覆。

综上, 站场阀室区开挖土石方共 19.75 万 m³, 其中表土 1.95 万 m³, 土方 17.80 万 m³; 回填土石方共 1.10 万 m³, 其中表土回覆 0.70 万 m³, 回填土方 0.40 万 m³。调出表土至管道作业带 1.25 万 m³; 调出土方至管道作业带 17.40 万 m³, 调入管道作业带土方 0.006 万 m³ 至 SK2#阀室。

(2) 管道作业带区

管道作业带区开挖土石方共计 131.42 万 m³, 其中表土剥离量 47.94 万 m³, 开挖土方 64.01 万 m³, 开挖石方 19.47 万 m³, 全部用于管沟回填和表土回覆。考虑土石方综合利用, 神木首站余方 17.73 万 m³、阀室区余方 0.92 万 m³ 全部调入就近管道作业带。管道作业带区回填土石方共计 150.07 万 m³, 其中表土回覆 49.18 万 m³, 回填土方 81.42

万 m^3 ，回填石方 19.47 万 m^3 。

(3) 公路穿越区

顶管穿越公路临时施工占地面积内表土剥离量 0.82 万 m^3 ，开挖土方 0.47 万 m^3 。回覆表土 0.82 万 m^3 ，回填土方 0.47 万 m^3 。土方挖填平衡。

(4) 河流穿越区

黄河定向钻穿越共开挖土石方 6.23 万 m^3 ，其中表土 0.38 万 m^3 ，土方和石方 5.85 万 m^3 。表土回覆 0.38 万 m^3 ，回填土方和石方共 5.85 万 m^3 。土石方挖填平衡。岚漪河开挖穿越共开挖土石方 1.28 万 m^3 。土石方挖填平衡。开挖穿越河流一次性围堰土方主要来自于就近作业带，施工完毕后拆除围堰，适当晾干后平铺于管道作业带。蔚汾河采用定向钻穿越，开挖土石方共 2.93 万 m^3 ，其中表土 0.75 万 m^3 ，土方和石方 2.18 万 m^3 。表土回覆 0.75 万 m^3 ，回填土方和石方共 2.18 万 m^3 。土石方挖填平衡。河流沟渠穿越区采用开挖穿越，开挖土石方共 1.56 万 m^3 ，其中土方 0.47 万 m^3 ，石方 1.09 万 m^3 ；回填土石方共 1.56 万 m^3 。土石方挖填平衡。

综上，河流穿越区开挖土石方共 12.00 万 m^3 ，其中表土 1.13 万 m^3 ，土石方 10.87 万 m^3 ；回填土石方共 12.00 万 m^3 ，其中表土回覆 1.13 万 m^3 ，回填土方和石方 10.87 万 m^3 。土石方挖填平衡。

(5) 施工便道区

施工便道区采用“半挖半填”的方式进行道路平整，施工便道区临时占地面积内表土剥离量为 1.86 万 m^3 ，施工结束后经土地整治进行植被恢复。

综上，本工程土石方挖填平衡，调配合理，土石方总利用率为 100%。

2.4.2 表土剥离、堆放及利用

表土剥离的范围包括占用的耕地、林地、园地及草地，管道作业带区全部进行表土剥离，施工场地中的堆管场不需要剥离表土，林地、园地、草地表土剥离厚度 0.3m，耕地 0.5m。本工程表土剥离面积 156.27 万 m^2 ，剥离量为 53.69 万 m^3 ，回填量为 53.69 万 m^3 ，调入和调出均为 1.24 万 m^3 ，详见表 2.4-3。

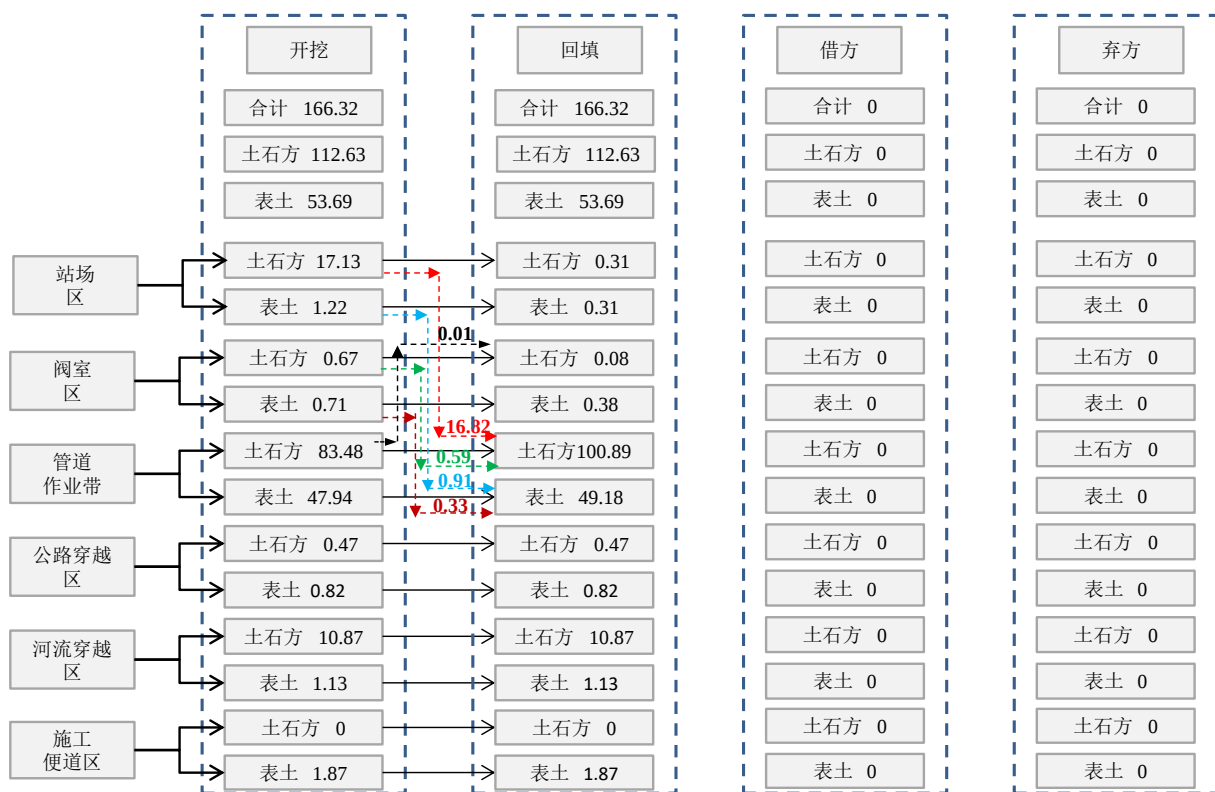
图 2.4-1 土石方流向图 单位: 万 m^3

表 2.4-2 土石方平衡表

单位: 万 m³

项目分区	二级分区	挖方				填方				调出					调入				
		表土	土方	石方	小计	表土	土方	石方	小计	土方	去向	石方	去向	小计	土方	来源	石方	来源	小计
管道作业带区	①管道作业带区	47.94	64.01	19.47	131.42	49.18	81.42	19.47	150.07	0.01	④	0		0.01	18.65	②③④⑤	0		18.65
站场阀室	②神木首站	1.22	17.13	0	18.36	0.31	0.31	0	0.63	17.73	①	0		17.73	0		0		0
	③SK1#阀室	0.04	0.02	0	0.06	0.01	0.02	0	0.02	0.04	①	0		0.04	0		0		0
	④SK2#阀室	0.25	0.04	0	0.29	0.00	0.02	0	0.02	0.28	①	0		0.28	0.01	①	0		0.01
	⑤SK3#阀室	0.42	0.61	0	1.03	0.38	0.05	0	0.42	0.60	①	0		0.60	0		0		0
	⑥供电系统	0.01	0.00	0	0.01	0.01	0.00	0	0.01	0.00		0		0	0		0		0
	合计	1.95	17.80	0	19.75	0.70	0.40	0	1.10	18.65		0		18.65	0.01		0		0.01
公路穿越区	⑦公路穿越区	0.82	0.47	0	1.28	0.82	0.47	0	1.28	0.00		0		0	0		0		0
河流穿越区	⑧河流穿越区	1.13	5.45	5.42	12.00	1.13	5.45	5.42	12.00	0.00		0		0	0		0		0
施工便道区	⑨施工便道区	1.86	0	0	1.86	1.86	0.00	0	1.86	0.00		0		0	0		0		0
总计	总计	53.69	87.73	24.89	166.32	53.69	87.74	24.89	166.32	18.66		0		18.66	18.66		0		18.66

表 2.4-3 表土剥离及回覆平衡表

项目分区	二级分区	占地类型	表土平衡情况														
			剥离面积 (hm ²)	平均剥离厚度 (m)	表土剥离量 (万 m ³)	堆存位置	覆土面积(hm ²)		覆土厚度 (m)		覆土用量(万 m ³)			调入 (万 m ³)	来源	调出 (万 m ³)	去向
							复绿	复耕	复绿	复耕	复绿	复耕	合计				
管道作业带区	①管道作业带区	旱地	33.29	0.5	16.65	施工作业带内一侧	0	33.29			0	17.27	17.27	0.62	②③ ④⑤	0	
		林草地	104.14	0.3	31.29		104.14	0	0.3		31.91		31.91	0.62	②③ ④⑤	0	
站场闸室	②神木首站	园地	4.08	0.3	1.22	本区临时堆土场	0.74	0	0.4		0.31		0.31			0.91	①
	③SK1#闸室	草地	0.14	0.3	0.04		0.03	0	0.3		0.01		0.01			0.03	①
	④SK2#闸室	旱地	0.51	0.5	0.25		0.00	0.42			0		0			0.25	①
	⑤SK3#闸室	草地	1.39	0.3	0.42		1.25	0	0.3		0.38		0.38			0.04	①
	⑥供电系统	草地	0.03	0.3	0.01		0.03	0	0.3		0.01		0.01			0.00	
	合计		6.15		1.95		2.05	0			0.70		0.70			1.24	
公路穿越区	⑦公路穿越区	草地	2.72	0.3	0.82	本区临时堆土场	2.72	0	0.3		0.82		0.82			0	
河流穿越区	⑧河流穿越区	草地	3.77	0.3	1.13	本区临时堆土场	3.77	0	0.3		1.13		1.13			0	
施工便道区	⑨施工便道区	草地	6.20	0.3	1.86	本区临时堆土场	6.20	0	0.3		1.86		1.86			0	
总计			156.27		53.69		118.88	33.71			36.42	17.27	53.69	1.24		1.24	

2.5 拆迁安置与专项设施改（迁）建

根据主体工程设计，本项目管道线路工程需迁移电力线杆 70 个，光缆线杆 35 个，拆迁坟地 23 座；管道中线两侧无法避让的百米村庄共 4 处，共 4400m²，拆迁现状统计如表 2.5-1 所示。本项目坟地、房屋、厂房的拆迁工作由拆迁办等主管部门统一实施，项目建设单位采用货币补偿方式进行赔偿；线杆迁移需与地方电网、通信主管部门协调，以补偿形式由地方电网、通信主管部门在天然气输气管道敷设完毕后对原输电、通信线路就近进行改建，改建过程中的水土流失防治责任由地方主管部门承担。

表 2.5-1 拆迁现状情况统计表

行政区域 \ 拆迁种类	房屋 (m ²)	厂房 (m ²)	合计
神木	1800	0	1800
兴县	800	1800	2600
合计	2600	1800	4400

2.6 施工进度

本工程计划于 2022 年 3 月开工，2023 年 6 月全部建设完成，总工期 16 个月。工程施工进度详见表 2.6-1。

表 2.6-1 工程施工进度横道图

水土保持措施	2022年				2023年	
	3月	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度
管道作业带区						
公路穿越区						
河流穿越区						
站场阀室区						
施工便道区						
堆管区						

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

根据陕西省和山西省水土保持规划，项目管道沿线地貌类型属黄土高原丘陵沟壑。经地质勘测，管道项目区占地范围内主要地形地貌单元为黄土丘陵、黄土覆盖低山石方和谷地，其长度分省统计如表 2.7-1 所示。

表 2.7-1 管道沿线地形划分统计表

单位: km

行政区域 \ 地形地貌	黄土丘陵	黄土覆盖低山石方	谷地	合计
神木市	13.4	1.8	1.6	16.8
兴县	41.0	10.3	4.1	55.4
合计	54.4	12.1	5.7	72.2

2.7.2 地质

(1) 区域地层

拟建管线沿线及其周边第四系马兰黄土地层分布广泛，自中更新统至全新统有冲积、冲洪积、风积等多种成因。

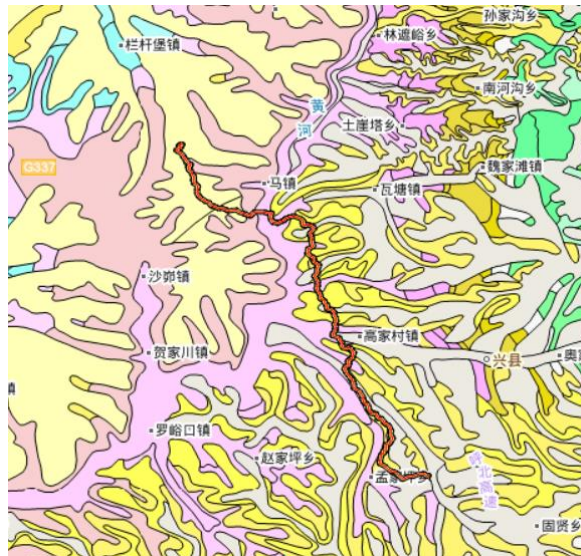


图 2.7-1 管道沿线区域地质图（红色为本段管道）

(2) 区域构造

管道路由所经区域一级构造单元为中朝准地台，次一级构造单元由西向东分别为陕甘宁台坳之陕北台凹、兴县～石楼南北向褶带和吕梁～太行断块。

(3) 沿线工程地质特征

管线沿线勘察深度范围内主要为马兰黄土（或 II 级，二类土），部分在坡脚可见基岩出露，上覆黄土覆盖层厚度约 0.5~2m。

(4) 沿线水文地质

神木市、兴县境内地下水主要是第四系松散岩类孔隙水、基岩孔隙裂隙潜水。本区受古沉积环境及构造的影响，不同的地貌单元，含水层所属时代、岩性、厚度结构等水文地质特征均有较大差异，同时地下水开发利用的实际条件也存在较大差。为此，结合已有勘探资料，将本区黄土台塬区埋深 250m 以下的地下水，包括潜水及浅层承压水定位浅层水，250m 以下为深层水，即深层承压水；低阶地和 I 级冲洪积平原区潜水含水岩组底板埋深 30~45m，II、III 级阶地和 II 级冲洪积平原区潜水含水岩组底板埋深 60~80m；而平原区浅层承压水含水岩组底板埋深 180~200m；以下则为深层承压水。根据现场踏勘成果及收集的资料，受地形地貌、岩性、岩相、构造等因素的控制，地

下水类型主要为松散岩类孔隙水。

(5) 地震烈度

管道线路通过陕西省神木市地区地震设计基本地震加速度为 $0.05g$ ，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 $0.40s$ ，抗震设防烈度为 6 度，设计地震分组为第二组；管道线路通过山西省兴县地区地震设计基本地震加速度为 $0.05g$ ，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 $0.45s$ ，抗震设防烈度为 6 度，设计地震分组为第三组。抗震地段类别为对管道抗震一般地段。

(6) 沿线灾害地质和不良地质现象

根据地质灾害危险性评估报告，项目区地质环境条件复杂程度为“简单~中等”类型，地质灾害危险性评估级别为“一级”。现状评估认为：评估区崩塌、滑坡、泥石流地质灾害不发育。预测评估认为：预测全部输气管线工程建设过程中引发或加剧崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害程度小，发育程度小，地质灾害危险性小；输气管线遭受泥石流地质灾害的可能性小，危害程度小，发育程度弱，地质灾害危险性小。结合现状评估和预测评估结果，综合评估认为输气管线评估区为地质灾害危险性小区（C），建设用地适宜性为“适宜”。

2.7.3 气象

神木市、兴县气候类型属暖温带半干旱大陆性季风气候，四季分明，差异悬殊。春季干燥，雨少风多；夏季炎热，雨量集中；秋季凉爽，气候宜人；冬季寒冷，降雪偏少。多年平均降水量为 $366\sim 493mm$ ，汛期 6~9 月份，年平均气温 $8.9^{\circ}C\sim 10^{\circ}C$ 左右，最大冻土层深度 $1.31\sim 1.44m$ 。根据神木市气象局、兴县气象局 1980-2018 年资料，沿线各地区的主要气象要素见表 2.7-2。

表 2.7-2 沿线地区主要气象要素表

地名	气温 ($^{\circ}C$)			年降水量			风速 (m/s)			蒸发量 (mm)	最大冻深 (m)	雷暴日
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最大	主导风向			
神木	8.9	39	-30	366	541	255	2	19	西北	2288.9	1.44	41
兴县	10	39	-20	493	844.6	181.1	2.4	20	西北	1983.9	1.31	40

2.7.4 水文

管道经过地区主要属黄河水系，属于黄河水系的河流主要有榆溪河、汾河和黄河及其支流（详见项目区水系图 SXL-05）。黄河水系的河流以大气降水补给为主，少量

为地下水补给，具有径流年际变化大、年内分布不均、含沙量大特点。

管道途经众多大小河流，主要经过黄河及其支流蔚汾河、岚漪河，沿线水文情况受气候、地形地貌、地质构造、土壤植被等条件控制和影响。水源主要由高山融水和大气降水构成；沿线蔚汾河、岚漪河等属黄河水系；但由于近年来山西干旱少雨，部分河流尤其是小型河流呈现出缺水甚至干涸状态。

黄河：中国第 2 大河，发源于巴颜喀拉山北麓约古宗列盆地，流经青、川、甘、宁、内蒙古、陕、晋、豫、鲁 7 省区，在山东省垦利县注入渤海。全长 5464km，流域面积 $75.24 \times 10^4 \text{km}^2$ 。据水文资料分析，黄河水沙特点是：来水来沙不平衡，含沙量大；流量、含沙量变幅大；年内来水来沙量集中，年际变化大。据下游济南泺口水文站水文资料，自 1949 年以来，黄河多年平均径流量 437.09 亿 m^3 ，最大为 961.4 亿 m^3 ，最小为 105.8 亿 m^3 ，多年平均输沙量 10.43 亿 t。本工程采用定向钻穿越黄河。

岚漪河：岚漪河属于黄河的一级支流，发源于岢岚县荷叶坪山马跑泉，至兴县木崖头乡育草沟村南东 1km 处入吕梁境，至裴家川口汇入黄河。河流为东西向流向，河全长 120km。流域面积 2167km^2 。河床比降为 8.59‰。多年平均径流量 $0.94 \times 10^8 \text{m}^3$ ，年平均输沙量 $1170 \times 10^4 \text{t}$ 。由于定向钻回拖场地受限，地质构造不满足定向钻穿越条件，故本工程采用大开挖方式穿越。

蔚汾河：蔚汾河属于黄河中游一级支流，发源于山西省岚县野鸡山，由界河口入山西省兴县境，至张家湾村汇入黄河。河全长 81.8km，流域面积 1478km^2 。河床比降 9.73%，多年平均径流量 $0.757 \times 10^8 \text{m}^3$ ，年均输沙量 $1440 \times 10^4 \text{m}^3$ 。本工程采用定向钻穿越蔚汾河。

2.7.5 土壤

管道沿线地形地貌、土壤、地下水等工程地质条件按桩号的分段统计结果如表 2.7-3 所示，管道沿线土壤类型主要为马兰黄土，偶有粉质黏土出现。黄土覆盖的局部层厚为 0.5-2m，部分厚度大于 4m，表层 30cm 深度内有植物根系发育。根据对项目区土壤理化性质的调研分析，项目区土壤剖面的养分含量有随土壤深度的增加呈明显减少的特征，因此该项目区虽然处于西北黄土高原区，但是从保护表土资源，利于后期植被恢复和保证农作物产量的角度分析，仍建议进行表土剥离。在耕地，表土剥离厚度取为 50cm，在林草地，表土剥离厚度取为 30cm。

表 2.7-3 神木市、兴县管道沿线土壤、地貌分布概况表

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
1	AA001桩~AA003m桩	0.293	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为农田，树木等，作物以玉米为主，局部种植枣树。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
2	AA003桩~AA004桩	0.090	穿越神马路(省道)				
3	AA004桩~AA007桩	0.275	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为农田，树木等，作物以玉米为主，局部种植枣树。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
4	AA007桩~AA009桩	0.116	黄土塬，一级台塬，管线沿沟谷横坡敷设，易产生地灾点，地表多为植物。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
5	AA009桩~AA016桩	0.643	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为农田，树木等，作物以玉米为主，局部种植枣树。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
6	AA016桩		黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为农田，树木等；管线经过小冲沟头。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
7	AA016桩~AA018桩	0.302	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
8	AA018桩~AA020桩	0.237	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草；管线顺坡向上敷设。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
9	AA020桩~AA021桩	0.252	穿越神马路支线		勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
10	AA021桩~AA050桩	4.731	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
11	AA050桩~AA052桩	0.579	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；需要地灾专项勘察，可能存在滑坡崩塌体，底部可见砂岩，块状，青灰色，表层植被覆盖，强风化，上部为马兰黄土。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
12	AA052桩~AA071桩	3.142	黄土塬, 一级台塬, 斜坡地形普遍, 地表开阔, 地表为杂草, 树木等;	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
13	AA071桩~AA072桩	0.189	黄土塬, 一级台塬, 斜坡地形普遍, 地表开阔, 地表为杂草, 树木等; 地灾点	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
14	AA072桩~AA080桩	1.354	黄土塬, 一级台塬, 斜坡地形普遍, 地表开阔, 地表为杂草, 树木等;	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
15	AA080桩~AA081桩	0.138	黄土塬, 一级台塬, 斜坡地形普遍, 地表开阔, 地表为杂草, 树木等; 地灾点	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
16	AA081桩~AA090桩	1.966	黄土塬, 一级台塬, 斜坡地形普遍, 地表开阔, 地表为杂草, 树木等;	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
17	AA090桩~AA103桩	1.779	出露基岩, 主要为砂岩, 厚层状, 强风化, 表层存在碎石土, 可见植被发育。	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚局部为 1~2m。用锹开挖并少数用镐开挖。②砂岩, 强风化, 灰白色, 厚层状, 最大揭露厚度 3m, 未揭穿。土石等级为 VI 级。	勘察期间未见地下水。	①二类土 ②次坚石	①Ⅱ级 ②Ⅵ级

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
18	AA103桩~BA001桩	1.130	穿越黄河		勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
19	BA001桩~BA015桩	2.621	黄土丘陵区，上部黄土覆盖层较薄，基岩出露，坡脚基岩较厚，地表多为植物，较为稳定。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层30cm深度内植物根系发育，层厚局部为1-2m。用锹开挖并少数用镐开挖。②砂岩，强风化，灰白色，厚层状，最大揭露厚度3m，未揭穿。土石等级为Ⅵ级。	勘察期间未见地下水。	①二类土 ②次坚石	①Ⅱ级 ②Ⅵ级
20	BA015桩~BA016桩	0.080	穿越沿黄一路支线		勘察期间未见地下水。	①二类土	Ⅱ级
21	BA016桩~BA039桩	3.281	黄土丘陵区，上部黄土覆盖层局部较薄，基岩出露，坡脚可见基岩，地表多为植物，较为稳定。	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层30cm深度内植物根系发育，层厚局部为1-2m，大部分4m未揭穿。用锹开挖并少数用镐开挖。②砂岩，强风化，灰白色，厚层状，最大揭露厚度3m，未揭穿。土石等级为Ⅵ级。	勘察期间未见地下水。	①二类土 ②次坚石	①Ⅱ级 ②Ⅵ级
22	BA039桩~BA040桩	0.099	黄土丘陵区，上部黄土覆盖层局部较薄，基岩出露，坡脚可见基岩，地表多为植物；地灾点	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层30cm深度内植物根系发育，层厚大于4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
23	BA040桩~BA044桩	0.412	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层30cm深度内植物根系发育，层厚大于4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
24	BA044桩~BA045桩	0.063	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；地灾点，易产生滑坡体	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
25	BA045桩~BA071桩	3.284	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
26	BA071桩~BA072桩	0.097	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；地灾点，横坡敷设，易产生临空面作业空间小	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
27	BA072桩~BA077桩	0.820	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
28	BA077桩~BA078桩	0.120	穿越 X003 县道		勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
29	BA078桩~BA093桩	2.295	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
30	BA093桩~BA096桩	0.303	黄土塬, 一级台塬, 地表为农作物, 穿越冲沟, 作业空间狭窄, 地表多为枣树林等。	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
31	BA096桩~BA113桩	2.840	黄土塬, 一级台塬, 斜坡地形普遍, 地表开阔, 地表为杂草, 树木等;	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
32	BA113桩~BA131桩	2.730	黄土丘陵区, 上部黄土覆盖层局部较薄, 基岩出露, 坡脚可见基岩, 地表多为植物, 较为稳定。	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚局部为 0.5-2m, 用锹开挖并少数用镐开挖。②砂岩, 强风化, 黄褐色, 厚层状, 勘探深度 4.0m, 未揭穿。土石等级为 VI 级。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
33	BA131桩~BA171桩	5.663	黄土塬, 一级台塬, 斜坡地形普遍, 地表开阔, 地表为杂草, 树木等;	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
34	BA171桩~BA172桩	0.290	穿越静兴高速(在建)		勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
35	BA172桩~BA174桩	0.290	黄土塬, 一级台塬, 斜坡地形普遍, 地表开阔, 地表为杂草, 树木等;	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
36	BA174桩~BA175桩	0.080	穿越 G337 国道		勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
37	BA175桩~BA176桩	0.155	河川沟谷区，地表开阔，地表为庄稼，树木等；	①粉质黏土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，局部可见碎石颗粒，碎石含量 30%，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
38	BA176桩~BA177桩	0.669	尉汾河穿越		勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
39	BA177桩~BA200桩	3.907	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
40	BA200桩~BA202桩	0.268	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；地灾点，易产生滑坡和崩塌体	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
41	BA202桩~BA206桩	0.396	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
42	BA206桩~BA207桩	0.078	穿越等级公路		勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
43	BA207桩~BA208桩	0.087	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
44	BA208桩~BA209桩	0.147	穿越南川河		勘察期间未见地下水。	①二类土	Ⅱ级
45	BA209桩~BA227桩	2.677	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
46	BA227桩~BA228桩	0.172	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；穿越沟渠，易产生地灾点	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
47	BA228桩~BA299桩	12.197	黄土塬，一级台塬，斜坡地形普遍，地表开阔，地表为杂草，树木等；	①马兰黄土，灰黄色，稍湿，稍密-中密，针状孔隙发育，见虫孔，垂直节理发育，土质均匀，偶见钙质结核，表层 30cm 深度内植物根系发育，层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
48	BA299桩~BA300桩	0.072	穿越 X464 曹罗线和宏远运输公司		勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级

序号	桩号区间	长度(km)	地形地貌	地层岩性	地下水位埋深(m)	土石分类	土石等级
49	BA300桩~BA303桩	0.627	河川沟谷区, 地表开阔, 地表为庄稼, 树木等;	①粉质黏土含碎石, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 局部可见碎石颗粒, 碎石含量 30%, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
50	BA303桩~BA312桩	1.461	黄土丘陵区, 上部黄土覆盖层局部较薄, 基岩出露, 坡脚可见基岩, 地表多为植物, 较为稳定。	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚局部为 0.5-2m, 用锹开挖并少数用镐开挖。②砂岩, 强风化, 黄褐色, 厚层状, 勘探深度 4.0m, 未揭穿。土石等级为 VI 级。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
51	BA312桩~BA321桩	2.356	河川沟谷区, 地表开阔, 地表为庄稼, 树木等;	①粉质黏土含碎石, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 局部可见碎石颗粒, 碎石含量 30%, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚大于 4.0m。用锹开挖并少数用镐开挖。	勘察期间未见地下水。	①二类土	①Ⅱ级
52	BA321桩~BA332桩	4.186	黄土丘陵区, 上部黄土覆盖层局部较薄, 基岩出露, 坡脚可见基岩, 地表多为植物, 较为稳定。	①马兰黄土, 灰黄色, 稍湿, 稍密-中密, 针状孔隙发育, 见虫孔, 垂直节理发育, 土质均匀, 偶见钙质结核, 表层 30cm 深度内植物根系发育, 层厚局部为 0.5-2m, 部分厚度大于 4m, 用锹开挖并少数用镐开挖。②砂岩, 强风化, 黄褐色, 厚层状, 勘探深度 4.0m, 未揭穿。土石等级为 VI 级。	勘察期间未见地下水。	二类土	Ⅱ级

2.7.6 植被

本工程管线所经过地区植被类型为暖温带落叶阔叶林, 由于长期人类活动(放牧、垦殖)的影响, 原始植被受破坏严重, 森林资源稀少, 现有的森林主要是在原始森林屡遭破坏后恢复起来的天然次生林。灌丛多为森林受破坏后的次生植被。地带性植被为草原化森林草原, 建群种以半干旱、多年生、丛生小禾草为主, 主要种属有大针茅、克氏针茅、长茅草、冷蒿、百里香、达乌里胡枝子等, 森林覆盖率约为

22.19%~43.20%。乔木有残存的油松、侧柏等，人工栽培的树种以旱柳、小叶杨、河北杨、刺槐、中槐、白榆为主。河谷地带多为农作区，主要栽培作物有糜子、谷子、土豆等。管道沿线地表植被统计见表 2.7-4。

表 2.7-4 管道沿线植被统计表 单位: km

行政区域 \ 植被	林地	耕地（旱田）	园地	草地	合计
神木市	1.1	3.4	2.6	9.0	16.1
兴县	2.8	13.5	20.2	18.6	55.1
合计	3.9	16.9	22.7	27.6	71.2

2.7.7 其他

本工程管线涉及 1 处重要生态敏感区陕西黄河重要湿地。本项目穿越黄河重要湿地的位置如图 2.7-2 所示，位于马盘路跨黄河桥下游河道窄且较顺直处。陕西黄河重要湿地的景观主要为黄河河道及附近河滩，工程采用定向钻方式穿越湿地，定向钻出、入土点及施工场地均位于湿地范围外（图 2.7-3~2.7-5）。



图 2.7-2 本项目路由穿越黄河位置图



图 2.7-3 设计路由穿越黄河场地东岸地貌



图 2.7-4 设计路由穿越黄河场地西岸地貌

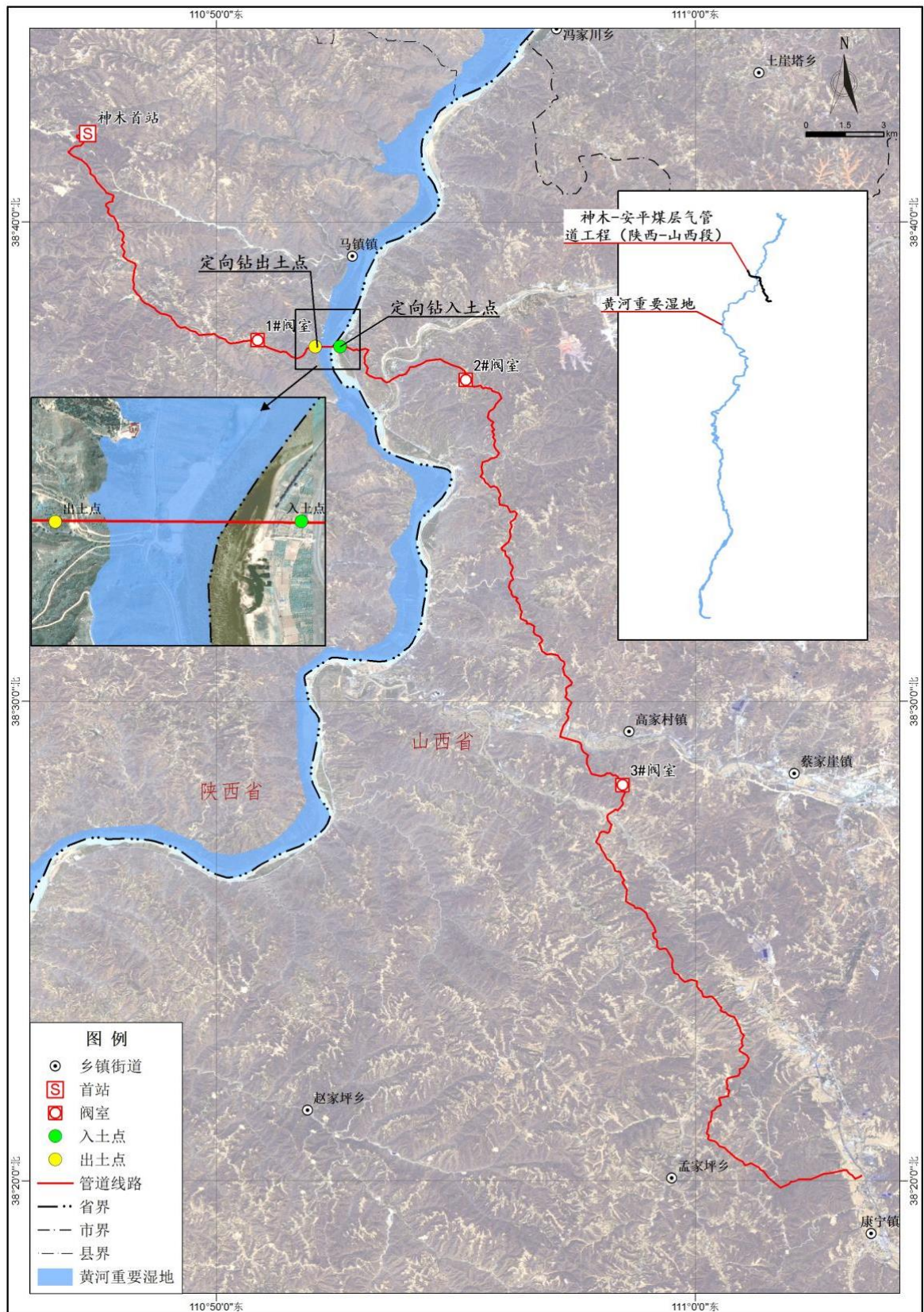


图 2.7-5 陕西黄河重要湿地穿越位置图

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

3.1.1 与《中华人民共和国水土保持法》的相符性分析

对照《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日修订实施）相关条文，根据各类法律条款的规定，对本项目主体工程情况的相符性进行了评价说明，如表3.1-1所示。

表 3.1-1 与《中华人民共和国水土保持法》有关规定的相符性分析

序号	法律条款规定	主体工程情况	相符性评价
1	第十七条：禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本工程选线避开了崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区，建设所需砂石料从地方人民政府划定合法料场购买。	符合
2	第十八条：水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	管线经过西北黄土高原区，该区域水土流失严重且生态环境脆弱，考虑相关政策、规划要求，该区域无法避让。本工程建设严格控制占地面积，管道敷设完成后及时对管沟进行填埋，并且在设计中提出了相应的防护措施和植被恢复措施，对水土流失影响较小。	符合
3	第二十四条：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可造成的水土流失。	本工程涉及黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，且无法避让。在工程建设中采取减小管道作业带宽度（由30m减少为20m）和尽量减少穿越长度措施，减少了地表扰动和植被损坏范围；截排水工程级别提高到一级，标准按10年一遇1小时最大降雨量设计；对穿越工程施工工艺进行优化，河流穿越采用定向钻施工工艺，乡道以上公路穿越采用顶管穿越方式，局部空间受限地区管道焊接采用沟下焊接方式，尽量减少地表扰动。	符合
4	第二十六条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，生产建设单位未编制水土保持方案或者水土保持方案未经水行政主管部门批准的，生产建设项目不得开工建设。	本项目生产建设单位依法对其建设的项目委托有相关资质的单位编报了水土保持方案，并取得审批部门的批准后方可开工建设。	符合
5	第二十七条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目中的水土保持设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。	按照相关规定，本工程编制水土保持方案，与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。项目建成	符合

序号	法律条款规定	主体工程情况	相符性评价
	时设计、同时施工、同时投产使用；生产建设项目竣工验收，应当验收水土保持设施；水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投产使用。	后必须组织水土保持设施专项验收，验收合格后才能投产使用。	
6	第二十八条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	经土石方平衡计算，本项目管线工程开挖土石方实现了挖填平衡，无弃方。	符合
7	第三十八条：对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围。对废弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地，应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。生产建设活动结束后，应当及时在取土场、开挖面和存放地的裸露土地上植树种草、恢复植被，对闭库的尾矿库进行复垦。在干旱缺水地区从事生产建设活动，应当采取防止风力侵蚀措施，设置降水蓄渗设施，充分利用降水资源。	本工程无取土场和弃渣场，主体设计中对占用土地的地表土进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围；施工结束后及时对管沟开挖面和裸露土地进行表土回填，植树种草、恢复植被或进行复垦。本工程处于半干旱区，不属于干旱区。	符合

3.1.2 与规范中的相关规定进行复核

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的相关规定，根据各类限制性规定的强制制约力，对本项目水土保持可行性的评价说明如表 3.1-2 所示。

表 3.1-2 本项目与技术规范限制性规定分析表

序号	项目名称	约束效力	相关规定	本工程执行情况	相符性评价
1	工程选址	严格限制行为	主体工程选址（线）应避让水土流失重点预防区和重点治理区。	管线经过黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，且无法避让。在设计中尽量减少扰动，最大限度地保护现有土地和植被的水土保持功能。	符合

序号	项目名称	约束效力	相关规定	本工程执行情况	相符性评价
			主体工程选址（线）应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	本工程不涉及	符合
			主体工程选址（线）应避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	本工程不涉及	符合
2	建设方案	严格限制行为	城镇新区的建设项目应提高植被建设标准和景观效果，还应建设灌溉、排水、雨水利用设施。	本工程不涉及	符合
			对于无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目，建设方案应符合下列规定：1）应优化方案，建设工程占地和土石方量；管道工程穿越宜采用隧道、定向钻、顶管等方式；2）截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级；3）宜布设雨洪集蓄、沉沙设施；4）提高植物措施标准，林草覆盖率应提高1个百分点。	本工程涉及黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，且无法避让。在工程建设中采取减小管道作业带宽度，部分穿越采用定向钻、顶管、单边定向钻方法等优化方案，尽量减少穿越长度、工程建设占地和土石方量；截排水工程级别提高到一级，布设了截排水工程、拦挡工程和沉沙设施，林草覆盖率执行一级标准且提高2个百分点。	符合
3	取土场选址	绝对限制行为	严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土（石、砂）场	本工程建设不涉及取土场	符合
		严格限制行为	取土（石、砂）场设置尚应符合下列规定：1）应符合城镇、景区等规划要求，并与周边景观相互协调；2）在河道取土（石、砂）的应符合河道管理的有关规定；3）应综合考虑取土（石、砂）结束后的土地利用。		
4	弃渣场选址	绝对限制行为	严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场	本工程无弃方，无需设置弃渣场。	符合
		严格限制行为	弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置尚应符合下列规定：1）涉及河道的应符合河		

序号	项目名称	约束效力	相关规定	本工程执行情况	相符性评价
			流防洪规划和治导线的规定，不得设置在河道、湖泊和已建成水库管理范围内；2）在山丘区宜选择荒沟、凹地、支毛沟，平原区宜选择凹地、荒地，风沙区宜避开风口；3）应充分利用取土（石、渣）场、废弃采坑、沉陷区等场地；4）应综合考虑弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）结束后的土地利用。		
5	施工组织	严格限制行为	应控制施工场地占地，避开植被相对良好的区域和基本农田。 应合理安排施工，防止重复开挖和土石多次倒运，减少裸露时间和范围。 在河岸陡坡开挖土石方，以及开挖下放有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时，宜设计渣石渡槽、溜渣洞等专门设施，将开挖的土石导出。 弃土、弃石、弃渣应分类堆放。 外借土石方应优先考虑利用其他工程废弃的土（石、渣），外购土（石、料）应选择合规的料场。 大型料场宜分台阶开采，控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围。 工程标段划分应考虑合理调运土石方，减少取土（石）方、弃土（石、渣）方和临时占地数量。	本工程占地、土方、施工进度、时序均符合水土保持要求，施工产生的裸露，通过水土保持方案提出完善措施。工程施工组织可以满足约束性规定要求。	符合
6	工程施工	严格限制行为	施工活动应控制在设计的施工道路、施工场地内。 施工开始时应首先对表土进行剥离或保护，剥离的表土应集中堆放，并采取防护措施。 裸露地表应及时防护，减少裸露时间；填筑土方时应随挖、随运、随填、随压。	均在施工作业带内 表土集中堆放和防护 管道敷设工期较短，裸露时间较短	符合 符合 符合

序号	项目名称	约束效力	相关规定	本工程执行情况	相符性评价
			临时堆土（石、渣）应集中堆放，并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。	经本方案补充临时措施后，符合要求	符合
			施工产生的泥浆应先通过泥浆沉淀池沉淀，再采取其他处置措施。	黄河穿越施工场地布置有泥浆池和泥浆罐，施工结束进行无害化处理后，拉运到当地环境保护部门指定的泥浆填埋场	符合
			围堰填筑、拆除应采取减少流失的有效措施。	采用一次围堰，有效减少水土流失	符合
			弃土（石、渣）场地应事先设置拦挡措施、弃土（石、渣）应有序堆放。	本工程建设不涉及弃渣场	符合
			取土（石、砂）场开挖前应设置截（排）水、沉沙池等措施。	本工程建设不涉及取土场	符合
			土（石、料、渣、矸石）方在运输过程中应采取防护措施，防止沿途散溢。	土石方调运过程中应做好防护	符合

通过对《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日修订实施）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）相关文件条文的复核，本项目避开了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起水土流失和生态恶化的地区，避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站，避开了饮用水水源保护区。

本项目水土保持制约性因素包括：①管线所经神木市及兴县属国家级水土流失重点治理区和省级重点治理区，该区域水土流失严重；②管线涉及陕西黄河重要湿地1处。

针对黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区无法避让的问题，本方案通过采取提高防治目标值和工程防护等级、优化施工工艺与方法（定向钻、顶管穿越）、加强施工组织管理、减少地表和植被损坏范围、减少土地开挖面积和裸露时间，优化设计减少弃土弃渣，提高土石方利用率，补充完善水土保持措施，可有效控制可能造成水土流失。

针对无法避让黄河重要湿地的问题，主体设计中采取了定向钻穿越方式，出入土点均在陕西黄河重要湿地范围以外。因在陕西黄河重要湿地范围内无开挖工程，工程建设不会对重要湿地内的景观造成影响，影响范围主要包括定向

钻施工作业区内由基础开挖产生的地表植被（枣树）清除，主体设计采用经济补偿的方式，施工结束经土地整治后立即交由当地负责人及时进行原有植被类型的恢复。

综上，主体工程选线符合水土保持要求，项目建设可行，但从工程安全角度出发，建议建设单位进一步优化施工路线，选线应尽量避免丘陵沟壑的横切坡。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

本项目存在无法避让国家级水土流失重点治理区和省级重点治理区。河流穿越优先采用定向钻穿越方式，等级公路优先采用顶管穿越方式，减少了占地面积。管道施工生产区尽量布置在施工作业带内，施工生活区采用临时租用工程沿线民房的方法解决，尽量减少施工征占地。本工程充分利用原有道路作为施工便道，减少了施工便道占地面积，新建施工便道需严格控制管道开挖敷设临时占地宽度。

各区域土方调运采用就近原则，就近调运相邻区域的多余土方，对于神木首站产生的余土进行了充分的综合利用，主要利用在岷岷、沟头治理和附近沿线管道敷设用土，避免了设置弃渣场。管道作业带区、站场区剥离的表土施工期间分别临时堆放在管道作业带区一侧和站场内的空地上，避免新增占地，施工结束后将其作为复耕和绿化前覆土，最大程度保护和利用表土。将截排水工程的工程等级提高了一级，提高了植物措施标准 2 个百分点。

综上，通过优化施工工艺和组织，减少了工程占地和土石方量。本项目在建设方案和布局上符合水土保持要求。

3.2.2 工程占地评价

（1）从占地面积分析

根据主体工程初步设计，经复核，项目站场用地面积符合《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规〔2016〕14 号）中限额指标要求。详见表 3.2-1。

（2）从占地类型和性质分析

临时占地方面，管道作业带临时占地宽度 18~24m，占地满足施工要求，同时适当减少了林地、施工困难段等占地宽度；工程建设尽可能利用已有交通条件，减少施工便道；施工生活区采取分散租赁附近农户或小旅馆的方式，不单独建设，这些做法有利于减少工程占地面积，符合水土保持要求。

表 3.2-1 占地指标分析表

序号	用地项	围墙中心线内用地（不含放空区）	围墙中心线内用地指标值（不含放空区）	与用地指标的差值	评价
	单位	m ²	m ²	m ²	
1	神木首站	31453.5	33500	-2046.5	符合限额指标要求
2	1#阀室	450	1500	-1050	符合限额指标要求
3	2#阀室	450	1500	-1050	符合限额指标要求
4	3#阀室	450	1500	-1050	符合限额指标要求

注 1：负值为节省用地、正值为超指标用地。

2：放空区指标为 400m²，本项目站场放空区围墙中心线内为 144m²，不超指标；阀室放空管布置在阀室内，不超指标。

3：国土资规【2016】14 号通知，《石油天然气工程项目用地控制指标》2017 年 1 月 1 日执行，本表数据采用新指标。该指标 5.1.1 条指出“站场用地指标系指站场围墙（围栏）外围线以内的用地面积”。

（2）从占地类型和性质分析

临时占地方面，管道作业带临时占地宽度 18~24m，占地满足施工要求，同时适当减少了林地、施工困难段等占地宽度；工程建设尽可能利用已有交通条件，减少施工便道；施工生活区采取分散租赁附近农户或小旅馆的方式，不单独建设，这些做法有利于减少工程占地面积，符合水土保持要求。

本工程总占地面积为 163.68hm²，其中永久占地 4.22hm²，临时占地 159.46hm²。按照土地利用类型划分：其中耕地 33.80hm²、园地 46.87hm²、林地 7.80 hm²、草地 71.33 hm²、交通用地 0.58hm²、水域 3.3hm²。从占地类型看，工程占地以耕地、林地、草地为主，耕地、园地、林地、草地占总征地面积的比例分别为 20.7%、28.6%、4.8%和 43.6%。从占地性质看，永久占地占比 2.6%，临时占地占比 97.4%。耕地占用会对当地的农业生产产生一定影响，通过采取占补平衡、调整产业结构、复耕、后期扶持等措施，可将影响降到最低，且本项目多为临时占地，工程建完后可恢复到原占地类型；占用园地、林地和草地会造成当地的植被覆盖率有所下降，短时期内会增加水土流失发生的可能性，

施工期间须采取措施防治水土流失，施工结束后可采取林草植被恢复措施进行植被恢复，以减小占用林地和草地对林草植被覆盖率及项目区水土流失影响。占用交通运输用地 0.58hm^2 ，占总占地面积 0.35% ，施工期间会增加水土流失发生的可能，但项目建成后，通过地面硬化可有效降低或减轻原水土流失强度。占用水域用地 3.3hm^2 ，占总占地面积 2.0% ，施工期间会增加水土流失发生的可能，管道敷设完毕后恢复原地貌，通过对河渠两岸进行治理，后期无水土流失风险。

结合以上分析，本项目占地类型基本合理，项目建成后可恢复原地貌，或建设成硬化路面降低或减轻原水土流失强度。但由于工程占用耕地、林地、草地面积较大，因此建议主体工程在施工过程中加强管理、优化施工工艺、严格控制施工扰动范围，以减少对管道沿线耕地及林地的扰动，施工结束后及时进行土地整治与复耕复绿。

3.2.3 土石方平衡评价

(1) 开挖回填土石方量

管道作业带总开挖土石方 83.48 万 m^3 ，集中堆放在管道一侧，回填土石方 100.89 万 m^3 ，从神木首站调用土方 16.82 万 m^3 （ 11.55 万 m^3 和 5.27 万 m^3 分别用于管道作业带岬岬、沟头填筑处和一般作业带），从阀室调用土石方 0.59 万 m^3 。调运土石方合理，符合水土保持要求。

神木首站总开挖土方 17.13 万 m^3 ，集中堆放在预留区东北侧临时堆土区，回填土方 0.31 万 m^3 ，余方 16.82 万 m^3 进行综合利用，其中 11.55 万 m^3 调运至管道作业带的岬岬和沟头填筑处， 5.27 万 m^3 调运至管线一般作业带；阀室总开挖土方 0.67 万 m^3 ，集中堆放在阀组区东南角临时堆土区，回填土方 0.08 万 m^3 ，余方 0.59 万 m^3 进行综合利用，调运至管线一般作业带。符合水土保持要求。

公路顶管和开挖穿越工程开挖土石方 0.47 万 m^3 ，集中堆放在作业区的临时堆土区，回填土方 0.47 万 m^3 ，无弃方。符合水土保持要求。

定向钻穿越黄河产生泥浆储存于泥浆池，待干化后由环保部门统一处理，黄河和蔚汾河定向钻穿越以及岚漪河开挖穿越产生的土石方量实现就地平衡；顶管穿越因为土方量较小，就地平铺于附近作业场区内；开挖穿越河流围堰土方主要来自于作业带，施工完毕后拆除围堰，平铺于作业带。河流穿越工程开

挖土石方 10.87 万 m^3 ，集中堆放在出入土点周边的临时堆土区，回填土方 10.87 万 m^3 ，无弃方。符合水土保持要求。

综上，本工程土石方开挖量 112.63 万 m^3 ，填方量 112.63 万 m^3 ，通过区间调运合理综合利用，无借方，无弃方，符合水土保持要求。详见表 2.4-2、图 2.4-1。

(2) 表土剥离与回覆量

管道作业带旱地剥离表土面积 33.29 hm^2 ，剥离厚度 0.5m，剥离量 16.65 万 m^3 ，回覆表土 17.27 万 m^3 ，从神木首站和阀室调用表土 0.62 万 m^3 ；林草地剥离表土面积 104.14 hm^2 ，剥离厚度 0.3m，剥离量 31.29 万 m^3 ，回覆表土 31.91 万 m^3 ，从神木首站和阀室调用表土 0.62 万 m^3 。符合水土保持要求。

站场草地剥离表土面积 4.08 hm^2 ，剥离厚度 0.3m，剥离量 1.22 万 m^3 ，回覆表土 0.31 万 m^3 ，调出表土 0.91 万 m^3 至邻近管道作业带区；阀室剥离表土面积 2.04 hm^2 （其中草地 1.53 hm^2 ，旱地 0.51 hm^2 ），剥离厚度旱地 0.5m、草地 0.3m，剥离量 0.71 万 m^3 （其中草地 0.46 万 m^3 ，旱地 0.25 万 m^3 ），回覆表土 0.38 万 m^3 ，调出表土 0.33 万 m^3 至邻近管道作业带区；供电系统草地剥离表土面积 0.03 hm^2 ，剥离厚度 0.3m，剥离量 0.01 万 m^3 ，回覆表土 0.01 万 m^3 。符合水土保持要求。

公路穿越区草地剥离表土面积 2.72 hm^2 ，剥离厚度 0.3m，剥离量 0.82 万 m^3 ，回覆表土 0.82 万 m^3 。符合水土保持要求。

河流穿越区草地剥离表土面积 3.77 hm^2 ，剥离厚度 0.3m，剥离量 1.13 万 m^3 ，回覆表土 1.13 万 m^3 。符合水土保持要求。

施工便道区草地剥离表土面积 6.20 hm^2 ，剥离厚度 0.3m，剥离量 1.86 万 m^3 ，回覆表土 1.86 万 m^3 。符合水土保持要求。

综上，本工程表土剥离总面积 156.27 万 m^2 ，表土剥离总量为 53.69 万 m^3 ，各区所剥离的表土均堆放在临时堆土区，通过区间调运合理综合利用，无借方，无弃方，符合水土保持要求。详见表 2.4-2、图 2.4-1。

3.2.4 施工方法与工艺评价

3.2.4.1 施工工艺分析与评价

施工工艺方面，本工程以管沟敷设为主，穿越工程设计综合考虑工程造价

和地层条件，尽量采用定向钻、顶管穿越方式。

管沟敷设施工工艺：管沟敷设采用挖掘机分层开挖，管道下沟后尽快分层回填、分层碾压，分段施工、随挖随填，能有效缩短松散土体裸露堆放的时间，减少水土流失量；管道爬坡敷设临时堆土采用台阶式堆放方式堆放在管道一侧，并及时拍实，有助于保持堆土稳定，施工结束后，沿等高线分级修筑隔坡挡墙，维护管道稳定的同时完成了坡地改造，符合水土保持要求；管道横坡敷设在下坡方向设置挡墙，维护管道稳定的同时具有水土保持功能，符合水土保持的要求。需补充剥离表土，表土和下层生土分开堆放，先回填生土，最后回覆表土。

河流穿越施工工艺：河流穿越工程施工一般安排在枯水期施工，以避免汛期，可有效减少因降水和洪水冲刷带走泥浆而造成水土流失，符合水土保持的要求。定向钻穿越河流工艺成熟，不会对河道和河堤造成破坏，且大大减少了工程扰动地表面积和土石方量，符合水土保持的要求。围堰大开挖穿越河流时，采用附近管道挖方土，无需设计取土场，减少了土石方开挖量，施工结束后对河道采取护底、护岸、防冲墙等水工保护措施，符合水土保持要求。

公路穿越施工工艺：穿越等级公路采取顶管穿越工艺，不会破坏路面、绿化带及其排水系统，减少了对地表的扰动和土石方量，符合水土保持要求；大开挖法穿越公路时，对公路采取恢复排水沟、行道树等措施，符合水土保持要求。

综上，本工程所采用的施工工艺在确保主体工程顺利实施的同时，考虑了水土保持要求，但应补充表土剥离及临时堆土防护，注重施工过程中临时防护，施工结束后及时复耕或恢复植被，能有效控制工程建设产生的水土流失。

3.2.4.2 施工组织设计评价

管道工程空间跨度大，采取分段施工方式，施工工艺包括沟埋敷设、定向钻穿越、顶管穿越、围堰开挖等，具有施工线路长、分段施工期短、施工工艺多样、土方开挖和填筑量较大等特点。主体工程设计从施工进度与时序安排、施工布置等方面进行了水土保持的考虑。

施工进度方面，工程本着坚持基本建设程序，加快建设速度的原则，本工程采取分段施工的方式，开设多个标段，缩短各标段的里程数，确保工程建设进度。

施工时序方面，合理安排施工时间和施工顺序。按照先“控制工程”后其它工程、先地下后地上的顺序进行，即河流穿越工程先期开工；河流围堰开挖安排在非汛期施工；管道开挖敷设按照开挖、堆土、敷设、回填的施工顺序进行，管沟开挖产生的临时堆土选择合理位置堆放于管沟一侧，管道放至管沟内后及时回填，尽量缩短松散土体裸露堆放的时间，同时避免在暴雨大风天气施工，减少水土流失量。

施工布置方面，施工生活区采取集中或分散租赁附近农户或小旅馆的方式，管道作业带的材料和设备堆置区、施工场地利用管道作业带；河流穿越工程的施工场地选择位于河堤或河岸 100~150m 以外，河流定向钻穿越工程的施工场地选择位于河堤坡脚 80m 以外地方，能减少废弃泥浆对河流的影响；施工用水就近解决，施工用电由施工单位自备柴油发电机组解决，尽量将施工扰动控制在工程建设范围内，减少占地和对周边环境的影响。

建筑材料方面，砂石料来源采取就近采购的方式解决，并明确所购买砂石料的水土流失防治责由卖方承担，签订防治责任书或合同。

综上，主体工程在进度控制、工期选择、施工顺序、施工布置及建筑材料购置等施工组织方面的设计基本合理，符合水土保持要求。建议主体设计单位在下一阶段设计过程中，进一步优化施工工艺，开展大中型河流穿越方式的论证，尽量减少大开挖穿越方式，减少对河堤和河床的扰动破坏；建设单位从合法料场采购砂、石料，并在供料合同中明确水土流失防治责任由采购方负责。

3.2.5 主体设计中具有水土保持功能工程的评价

1、管道作业带区

(1) 具有水土保持功能的工程

主体设计中管道作业带区具有水土保持功能的工程主要包括支挡防护、坡面防护和冲刷防护措施三类。其中，聚酯袋堡坎 8681m³，浆砌石堡坎 3107.42m³，干砌石堡坎 1991.0m³，主要根据地质条件用于管线经过农田时对田埂进行的地貌恢复；浆砌石挡墙/护坡 25120.37m³，聚酯袋挡墙 18668.5m³，混凝土截水墙 2007.11m³，二八水泥土截水墙 6906.37m³，浆砌石截水墙 12840.7m³，聚酯袋截水墙 10035.54m³，主要用于管线顺坡和横坡敷设时的支挡防护和坡面防护。其中，用于横坡敷设段的坡面浆砌石护坡纳入本工程水保措施体系。

(2) 对主体工程设计中本方案需补充完善的措施

主体设计对横坡敷设段的坡面防护布设了浆砌石护坡措施，但未考虑其它线路段的水保工程措施，本方案需补充完善的措施有：施工前作业带的表土剥离，施工过程中表土和土石方的拦挡与苫盖，临时截排水沟、沉沙池、水平台地、隔坡台地、浆砌石截排水沟、消力池、沉沙池、顺接措施、围埂、生态袋护坡等的修建，施工结束后的表土回覆、土地整治、复耕和植树种草。

2、站场阀室区

(1) 具有水土保持功能的工程

主体设计中站场区具有水土保持功能的工程主要包括站场区的围墙、挡土墙、骨架植草护坡、自然护坡、钢筋混凝土排水沟、钢筋混凝土涵管、站场内和进场道路。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），站场区挡墙和围墙是为保护主体工程稳定而布设的工程措施，是主体工程的重要分部工程，硬化主要是为主体工程服务，不纳入水土保持工程。骨架植草护坡和自然护坡是在稳定挖方边坡条件下布设，能够有效减少地面和坡面径流，满足水土保持要求，本方案将全部纳入，界定为水土保持措施。

(2) 对主体工程设计中本方案需补充完善的措施

主体设计对站场阀室区的边坡、排水设计了工程措施，但未设计施工过程中的水土保持防护措施，本方案需补充完善的措施有：施工前站场阀室区的表土剥离，施工过程中表土和土方的拦挡与苫盖，临时截排水沟、沉沙池，施工结束后的表土回覆、土地整治和植被恢复。

3、穿越工程区

(1) 具有水土保持功能的工程

主体设计中穿越工程区具有水土保持功能的工程主要包括浆砌石护岸、浆砌石护底和浆砌石防冲墙三类抗冲刷防护措施。其中，岚漪河大开挖穿越设置浆砌石护岸 400m，浆砌石护底 1000m；黄河定向钻穿越设置浆砌石防冲墙 24m³，C20 钢筋混凝土挂网 270.9m³，浆砌石挡墙 8192.08m³；河流沟渠穿越设置干砌石过水面 1402.58m³，浆砌石防冲墙 2826.91m³，浆砌石过水面 2265.88m³，混凝土连续浇筑 4087.62m³，用于管线穿越河流沟渠时防止河沟床冲刷下切设置的护底措施。本方案均不纳入水土保持措施。

(2) 对主体工程设计中本方案需补充完善的措施

主体设计对河流穿越工程中的冲刷防护措施进行了设计，但未设计施工过程中的水土保持防护，本方案需补充完善的措施有：施工前施工作业区的表土剥离，施工过程中表土和土石方的拦挡与苫盖，临时截排水沟、沉沙池，修建土谷坊、恢复截排水沟，施工结束后的表土回覆、土地整治和植被恢复。

4、施工便道区

主体设计对施工便道区无水保功能的工程设计。本方案需补充完善的措施有：施工前施工便道区的表土剥离，施工过程中表土的拦挡与苫盖，临时截排水沟、沉沙池，施工结束后的表土回覆、土地整治和植被恢复。

5、堆管区

主体设计对堆管区无水保功能的工程设计。本方案需补充完善的措施有：堆放管子前的草垫铺垫和施工结束后的草垫拆除。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

按照《生产建设项目水土保持技术标准》中界定的方法，经过分析界定，主体工程中纳入到本方案水土保持投资的措施有：（1）管道作业带区的浆砌石护坡；（2）站场阀室区的自然护坡、骨架植草护坡、钢筋混凝土排水沟和钢筋混凝土涵管；（3）河流穿越区的表土剥离。具体工程量和投资如表 3.3-1 所示。

表 3.3-1 主体工程纳入水土保持投资的水土保持措施工程量表

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	投资（万元）
1	管道作业区				
(1)	浆砌石护坡	m ³	5545.8	511	283.39
2	站场阀室区				
(1)	自然护坡	m ²	3900	90	35.10
(2)	骨架植草护坡	m ²	1280	200	25.6
(3)	钢筋混凝土排水沟	m	650	505	32.825
(4)	钢筋混凝土涵管	m	50	1321	6.605
3	河流穿越区				
(1)	表土剥离	m ³	3823.2	5.98	2.29
合计					385.81

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

本项目区处于黄土高原丘陵沟壑地貌类型区，水土流失类型以水力侵蚀为主，水土流失强度多属中度。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）中土壤侵蚀强度分类分级标准，结合项目区地形、地貌、降雨、土壤、植被等水土流失影响因子的特性，通过现场调查及专家咨询，确定侵蚀模数多在 $3000 \sim 8000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 之间。根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号），本项目所在地神木市及兴县属黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，水土流失防治执行西北黄土高原区一级标准。工程线路的土壤侵蚀强度分布图见附图 SXL-06。

4.2 水土流失影响因素分析

建设中大规模的土石方开挖和地表扰动，会影响甚至破坏项目区内土壤、植被及地形条件，造成新的水土流失，在自然恢复期随着植物措施的防护，人为活动对地表的扰动很小，项目建设区内水土流失量将大大减小，水土流失因素将以自然因素为主。根据主体工程设计资料 and 项目建设区的土地类型，结合现场勘查，对工程建设开挖扰动、占压地表和损坏植被面积进行统计。管道工程总地表扰动面积 163.68hm^2 ，扣除耕地、交通运输用地、水域用地后，工程损坏植被面积共 125.99hm^2 。

工程扰动地表面积统计详见表 4.2-1。

表 4.2-1 工程扰动地表面积

单位: hm^2

项目分区	项目组成	耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域用地	小计
管道作业带区	横坡敷设段	1.71	0.95	1.14	2.09			5.89
	顺坡敷设段 (坡度 $<10^\circ$)	18.25	22.68	1.34	27.52			69.79
	顺坡敷设段 (坡度 $\geq 10^\circ$)	7.82	9.72	0.57	12.72			30.83
	高陡边坡段	0.95	1.9		6.46			9.31
	岷岷和沟头防护段	0.38	0.38	0.57	0.95			2.28
	沟头填筑段	4.18	5.89	4.18	4.94			19.19
站场阀室区	神木首站		4.08					4.08
	SK1#阀室				0.14			0.14
	SK2#阀室	0.51						0.51
	SK3#阀室				1.39			1.39
	供电线路				0.027			0.03
公路穿越区					2.72	0.58		3.3
河流穿越区	河流沟渠穿越区						1.8	1.8
	河流大型穿越区		1.27					1.27
	河流中型穿越区				2.5		1.5	4
施工便道区					6.2			6.2
堆管区					3.52			3.52
合计		33.8	46.87	7.8	71.33	0.58	3.3	163.68

4.3 水土流失量预测

4.3.1 预测单元

本工程均处于黄土高原丘陵沟壑地貌类型区，根据不同的项目组成，水土流失预测单元划分为 6 个一级预测单元，分别为管道作业带区、站场阀室区、公路穿越区、河流穿越区、施工便道区、堆管区。根据地形地貌特征，管道作业带区细化为横坡铺设段、顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）、顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^{\circ}$ ）、高陡边坡、岷岷、沟头防护及填筑段。根据扰动方式、扰动后地表的物质组成、气象特征等相近的原则划分一般扰动地表区、工程开挖面和工程堆积体 3 个二级预测单元。预测单元划分详见表 4.3-1。

表 4.3-1 水土流失预测单元划分表

单位: hm^2

项目分区	预测单元	二级分类	施工期		自然恢复期	
			三级分类	预测面积	三级分类	预测面积
管道作业带区	横坡敷设段	一般扰动地表区	地表翻动型	5.89	植被破坏型	4.18
		工程开挖面	上方无来水	1.28		
		工程堆积体	上方无来水	1.86		
	顺坡敷设段 (坡度 $<10^\circ$)	一般扰动地表区	地表翻动型	69.79	植被破坏型	51.54
		工程开挖面	上方无来水	15.15		
		工程堆积体	上方无来水	22.04		
	顺坡敷设段 (坡度 $\geq 10^\circ$)	一般扰动地表区	地表翻动型	30.83	植被破坏型	23.01
		工程开挖面	上方无来水	6.7		
		工程堆积体	上方无来水	9.74		
	高陡边坡、岷岷、沟头防护及填筑段	一般扰动地表区	地表翻动型	30.78	植被破坏型	25.27
		工程开挖面	上方无来水	6.68		
		工程堆积体	上方无来水	9.72		
站场阀室区	神木首站	一般扰动地表区	地表翻动型	4.08	植被破坏型	0.78
		一般扰动地表区	工程堆积体	0.27		
	SK1#阀室	一般扰动地表区	地表翻动型	0.14	植被破坏型	0.03
		一般扰动地表区	工程堆积体	0.03		
	SK2#阀室	一般扰动地表区	地表翻动型	0.51		
		一般扰动地表区	工程堆积体	0.08		
	SK3#阀室	一般扰动地表区	地表翻动型	1.39	植被破坏型	1.25
		一般扰动地表区	工程堆积体	0.44		
	供电线路	一般扰动地表区	植被破坏型	0.03	植被破坏型	0.03

项目分区	预测单元	二级分类	施工期		自然恢复期	
			三级分类	预测面积	三级分类	预测面积
公路穿越区		一般扰动地表区	地表翻动型	3.3	植被破坏型	2.72
		工程堆积体	上方无来水	0.07		
河流穿越区	河流沟渠穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	1.8	植被破坏型	1.8
		工程开挖面	上方无来水	0.39		
		工程堆积体	上方无来水	0.57		
	河流大型穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	1.27	植被破坏型	1.27
		工程堆积体	上方无来水	0.07		
	河流中型穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	4	植被破坏型	4
		工程开挖面	上方无来水	0.87		
		工程堆积体	上方无来水	1.16		
施工便道区		一般扰动地表区	植被破坏型	6.2	植被破坏型	6.2
堆管区		一般扰动地表区	植被破坏型	3.52	植被破坏型	3.52

4.3.2 预测时段

水土流失预测时段分为建设期（施工准备期、施工期）和自然恢复期 2 个时段。一般情况，水土流失主要发生在建设期，同时自然恢复期也会产生一定程度的水土流失。根据主体工程施工进度，主体工程施工准备期与施工期为 1.33 年。根据工程建设进度安排及工程区自然条件，参照有关技术规范要求，确定本工程水土流失预测时间段。其中，管道作业带区管道敷设采用分段施工方式，施工期约为 0.5 年左右；施工便道和堆管场施工期约为 1 年左右，站场和阀室施工时长约为 0.75 年左右，详见表 4.3-2。

工程计划于 2021 年 3 月开工，2023 年 6 月完工，总工期 16 个月。根据各预测单元的施工扰动时间，按照有关技术标准要求，按最不利条件确定预测时段。项目区属水蚀区建设期的预测时段主要根据主体设计各项目分区的施工进度来确定，并考虑施工建设对水土保持最不利的影响。当主体工程施工跨雨季时按雨季占全年的比例计算，施工期超过雨季时按全年考虑；自然恢复期则根据项目区的自然条件而定，自然恢复期按 3 年考虑。

工程建成后因施工造成水土流失的各种因素在各项水土保持措施实施后逐渐消失，各项水土保持措施功能日益得到发挥，生态环境逐步得到恢复和改善，水土流失量逐渐减少直至达到新的稳定状态。本项目建设完成后不再产生开挖，弃土等工程活动，在实施了本方案提出的水土保持措施后，工程运营期不产生新增水土流失。

表 4.3-2 各区水土流失预测时段划分表

项目分区	预测单元	二级分类	施工期	自然恢复期
管道作业带区	横坡敷设段	一般扰动地表区	0.5	3
		工程开挖面	0.5	3
		工程堆积体	0.5	3
	顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）	一般扰动地表区	0.5	3
		工程开挖面	0.5	3
		工程堆积体	0.5	3
	顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^{\circ}$ ）	一般扰动地表区	0.5	3
		工程开挖面	0.5	3
		工程堆积体	0.5	3
	高陡边坡、岷岷、沟头防护及填筑段	一般扰动地表区	0.5	3
		工程开挖面	0.5	3
		工程堆积体	0.5	3
站场阀室区	神木首站	一般扰动地表区	0.5	3
		一般扰动地表区	0.5	3
	SK1#阀室	一般扰动地表区	0.75	3
		一般扰动地表区	0.75	3
	SK2#阀室	一般扰动地表区	0.75	3
		一般扰动地表区	0.75	3
	SK3#阀室	一般扰动地表区	0.75	3
		一般扰动地表区	0.75	3
公路穿越区	供电线路	一般扰动地表区	1	3
		一般扰动地表区	1	3
河流穿越区	河流沟渠穿越区	一般扰动地表区	0.5	3
		工程开挖面	0.5	3
		工程堆积体	0.5	3
	河流大型穿越区	一般扰动地表区	0.5	3
		工程堆积体	0.5	3
	河流中型穿越区	一般扰动地表区	0.5	3
		工程开挖面	0.5	3
		工程堆积体	0.5	3
施工便道区		一般扰动地表区	1	3
堆管区		一般扰动地表区	1	3

4.3.3 土壤侵蚀模数

（1）原地貌土壤侵蚀模数的确定

本项目区的水土流失背景值按照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）等资料，结合实地调

查综合分析确定。经过外业调查复核、咨询当地水行政主管部门和水土保持专家的意见，采取土地利用、坡度和植被覆盖度三因子综合判别土壤侵蚀强度等级和面积。据统计，项目工程区扰动土地总面积 163.68hm²，项目区年土壤流失量 7449.68t，平均土壤侵蚀模数 4552t/（km²·a）。

表 4.3-3 不同土地利用类型土壤侵蚀强度

项目分区	预测单元	土地利用现状	土壤类型	面积 (hm ²)	侵蚀方式	植被覆盖度 (%)	强度级别	平均侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀量 (t)
管道作业带区	横坡敷设段	耕地	黄土	1.71	水力侵蚀	/	中度	4200	71.82
		园地	黄土	0.95	水力侵蚀	50~60	中度	3800	36.1
		林地	黄土	1.14	水力侵蚀	60~70	中度	3600	41.04
		草地	黄土	2.09	水力侵蚀	50~55	中度	3800	79.42
		小计		5.89				3900	228.38
	顺坡敷设段 (坡度 <10°)	耕地	黄土	18.25	水力侵蚀	/	中度	4500	821.25
		园地	黄土	22.678	水力侵蚀	50~60	中度	4200	952.48
		林地	黄土	1.337	水力侵蚀	60~70	中度	4000	53.48
		草地	黄土	27.521	水力侵蚀	50~55	中度	4200	1155.89
		交通设施用地	黄土	0	水力侵蚀	/	中度	3000	0
		小计		69.786				4300	2983.1
	顺坡敷设段 (坡度 ≥10°)	耕地	黄土	7.821	水力侵蚀	/	强烈	5000	391.07
		园地	黄土	9.719	水力侵蚀	40~50	中度	4500	437.36
		林地	黄土	0.573	水力侵蚀	50~60	中度	4300	24.64
		草地	黄土	12.721	水力侵蚀	50~55	中度	4600	585.14
		小计		30.834				4700	1438.22
	高陡边坡、岬岬、 沟头防护及填筑段	耕地	黄土	5.51	水力侵蚀	/	强烈	5400	297.54
		园地	黄土	8.17	水力侵蚀	40~50	强烈	5100	416.67
		林地	黄土	4.75	水力侵蚀	50~60	中度	4800	228
		草地	黄土	12.35	水力侵蚀	50~55	强烈	5100	629.85
		小计		30.78				5100	1572.06
站场阀室区	神木首站	园地	黄土	4.083	水力侵蚀	50~60	中度	4200	171.48
	SK1#阀室	草地	黄土	0.141	水力侵蚀	50~55	中度	4600	6.49

项目分区	预测单元	土地利用现状	土壤类型	面积 (hm ²)	侵蚀方式	植被覆盖度 (%)	强度级别	平均侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀量 (t)
	SK2#闸室	耕地	黄土	0.509	水力侵蚀	/	中度	4200	21.36
	SK3#闸室	草地	黄土	1.387	水力侵蚀	50~55	中度	4600	63.8
	供电系统	草地	黄土	0.027	水力侵蚀	50~65	中度	4600	1.26
公路顶管穿越区		交通设施用地	黄土	0.58	水力侵蚀	/	中度	3000	17.4
		草地	黄土	2.72	水力侵蚀	50~55	强烈	5100	138.72
河流穿越区	河流沟渠穿越区	水域用地	黄土	1.8	水力侵蚀	/	强烈	5000	90
	河流大型穿越区	园地	黄土	1.274	水力侵蚀	50~55	强烈	5000	63.7
	河流中型穿越区	水域用地	黄土	1.5	水力侵蚀	/	强烈	5000	75
		草地	黄土	2.5	水力侵蚀	50~55	强烈	5000	125
施工便道区		草地	黄土	6.2	水力侵蚀	50~65	中度	4600	285.2
堆管区		草地	黄土	3.52	水力侵蚀	50~65	中度	4600	161.92
总计				163.68				4552	7449.68

(2) 扰动后土壤侵蚀模数的确定

本段管道工程穿越陕晋黄土高原丘陵沟壑地貌类型区,属于黄河流域,土壤容许流失量为 $1000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。项目区以中度水力侵蚀区为主,管道穿越河流有黄河、岚漪河、蔚汾河等。

本工程扰动后的土壤侵蚀模数采用数学模型法确定。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018),扰动后各侵蚀单元的计算如下:

①一般扰动地表区

一般扰动地表区的植被破坏型,按照下式计算:

$$M = 100 * R K L_y S_y B E T$$

式中:

M——植被破坏型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数, $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$;

R——降雨侵蚀力因子, $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{km}^2\cdot\text{h})$, $R_n = 0.053p^{1.655}$;

K——土壤可蚀性因子, $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$;

L_y ——一般扰动地表坡长因子, 无量纲;

S_y ——一般扰动地表坡度因子, 无量纲;

B——植被覆盖因子, 无量纲;

E——工程措施因子, 无量纲;

T——耕作措施因子, 无量纲。

一般扰动地表区植被破坏型土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-4、4.3-5。

表 4.3-4 施工期一般扰动地表区植被破坏型土壤侵蚀模数计算表

(t/(km²·a))

序号	项目	因子	公式	预测单元						
				横坡敷设段	顺坡敷设段 (坡度<10°)	顺坡敷设段 (≥10°)	高陡边坡、岷岷、沟头防护及填筑段	穿越工程区	站场阀室区	施工辅助区
1	植被破坏型	M	$M = 100 * R K L_y S_y B E T$	12079.74	10004.39	16774.77	17528.03	14572.15	10866.14	10223.83
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.067 p_n^{1.627}$	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89
	年降雨量	p_n		493	493	493	493	493	493	493
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda / 20)^m$	1.58	1.58	1.58	0.60	1.42	1.22	1.47
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	50	50	50	7.10	40.50	30	43.30
	斜坡长度 (m)	λ_x		50.80	50.60	51.30	8.00	41.50	30.60	43.90
	坡长指数	m		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	2.37	1.96	3.29	9.13	3.18	2.75	2.16
	坡度	θ		10.18	8.83	12.93	27.44	12.60	11.36	9.48

序号	项目	因子	公式	预测单元						
				横坡敷设段	顺坡敷设段（坡度<10°）	顺坡敷设段（≥10°）	高陡边坡、岷岷、沟头防护及填筑段	穿越工程区	站场阀室区	施工辅助区
1.5	植被覆盖因子	B		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.6	工程措施因子	E		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.7	耕作措施因子	T		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

表 4.3-5 自然恢复期一般扰动地表区植被破坏型土壤侵蚀模数计算表

(t/(km²·a))

序号	项目	因子	公式	预测单元						
				横坡敷设段	顺坡敷设段 (坡度<10°)	顺坡敷设段 (≥10°)	高陡边坡、 岷、沟	穿越工程区	站场阀室区	施工辅助区
1	植被破坏型	M	$M = 100 * RKL_y S_y BET$	6039.87	5002.19	8387.39	8764.01	7286.08	5433.07	5111.92
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.067p_n^{1.627}$	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89
	年降雨量	p_n		493	493	493	493	493	493	493
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda / 20)^m$	1.58	1.58	1.58	0.60	1.42	1.22	1.47
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	50.00	50.00	50.00	7.10	40.50	30.00	43.30
	斜坡长度 (m)	λ_x		50.80	50.60	51.30	8.00	41.50	30.60	43.90
	坡长指数	m		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	2.37	1.96	3.29	9.13	3.18	2.75	2.16
	坡度	θ		10.18	8.83	12.93	27.44	12.60	11.36	9.48

序号	项目	因子	公式	预测单元						
				横坡敷设段	顺坡敷设段（坡度<10°）	顺坡敷设段（≥10°）	高陡边坡、 岷、沟	穿越工程区	站场阀室区	施工辅助区
1.5	植被覆盖因子	B		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.6	工程措施因子	E		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.7	耕作措施因子	T		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

一般扰动地表区的地表翻扰型，按照下式计算：

$$M = 100 * RK_{yd} L_y S_y BET$$

式中：

Myd——地表翻扰型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数，t/（km²·a）；

R——降雨侵蚀力因子，MJ·mm/（hm²·h）；

Kyd——地表翻扰后土壤可蚀性因子，t·hm²·h/（hm²·MJ·mm），Ky_d=N·K；

N——地表翻扰后可蚀性因子增大系数。

一般扰动地表区地表翻动型土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-6、4.3-7。

表 4.3-6 施工期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表 (t/(km²·a))

序号	项目	因子	公式	预测单元					
				横坡敷设段	顺坡敷设段 (坡度<10°)	顺坡敷设段 (≥10°)	高陡边坡、岷岷、 沟头防护及填筑段	穿越工程区	站场闸室区
1	地表翻扰型	M	$M = 100 * RK_{yd}L_yS_yBET$	16485.97	15621.97	21549.63	26804.00	15621.97	15264.27
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.067p_n^{1.627}$	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89
	年降水量	p_n		493	493	493	493	493	493
	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1.2	可蚀性因子增大系数	N		2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
	土壤可蚀性系数	K		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1.3	一般扰动地表坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda / 20)^m$	1.58	1.14	1.14	0.57	1.14	1
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	50.00	25.98	25.98	6.50	25.98	20.15
	斜坡长度 (m)	λ_x		50.40	26.30	26.50	7.00	26.30	20.44
	坡长指数	m		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.4	一般扰动地表坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	1.52	2.00	2.75	6.85	2.00	2.21
	坡度 (°)	θ		7.22	8.95	11.37	21.79	8.95	9.68
1.5	植被覆盖因子	B		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.6	工程措施因子	E		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.7	耕作措施因子	T		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

表 4.3-7 自然恢复期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表

(t/(km²·a))

序号	项目	因子	公式	预测单元					
				横坡敷设段	顺坡敷设段 (坡度<10°)	顺坡敷设段 (≥10°)	高陡边坡、岬岬、 沟头防护及填筑段	穿越工程区	站场阀室区
1	地表翻扰型	M	$M = 100 * RK_{yd}L_yS_yBET$	6594.39	6248.79	8619.85	10721.60	6248.79	6105.71
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.067p_n^{1.627}$	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89
	年降水量	p_n		493	493	493	493	493	493
	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1.2	可蚀性因子增大系数	N		2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
	土壤可蚀性系数	K		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1.3	一般扰动地表坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda / 20)^m$	1.58	1.14	1.14	0.57	1.14	1
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	50.00	25.98	25.98	6.50	25.98	20.15
	斜坡长度 (m)	λ_x		50.40	26.30	26.50	7.00	26.30	20.44
	坡长指数	m		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.4	一般扰动地表坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	1.52	2.00	2.75	6.85	2.00	2.21
	坡度 (°)	θ		7.22	8.95	11.37	21.79	8.95	9.68
1.5	植被覆盖因子	B		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
1.6	工程措施因子	E		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.7	耕作措施因子	T		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

②工程开挖面

项目开挖面施工期土壤侵蚀模数可按照上方无来水工程开挖面土壤流失量公式计算，计算公式如下：

$$M = 100 * RG_{dw} L_{dw} S_{dw}$$

式中：

M—上方无来水工程开挖面测算单元土壤侵蚀模数，t/（km²·a）；

G_{kw}—上方无来水工程开挖面土质因子，无量纲；

L_{kw}—上方无来水工程开挖面坡长因子，无量纲；

S_{kw}—上方无来水工程开挖面坡度因子，无量纲。

工程开挖面土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-8。

表 4.3-8 上方无来水开挖面土壤侵蚀模数计算表面土壤侵蚀模数计算表 (t/(km²·a))

序号	项目	因子	公式	预测单元				
				横坡敷设段	顺坡敷设段 (坡度<10°)	顺坡敷设段 (坡度≥10°)	高陡边坡、岷岷、沟 头防护及填筑段	穿越工程区
1	工程开挖面	M_{kw}	$M = RG_{kw}L_{kw}S_{kw}$	14276.57	15840.08	17988.55	17988.55	14276.57
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.067p_n^{1.627}$	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89
	年降水量	p_n		493	493	493	493	493
1.2	工程开挖面土石 质因子	G_{kw}	$G_{kw} = 0.004e^{(4.28CLA(1-SIL)/\rho)}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	土体密度	ρ		1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
	粉粒 (0.002~0.05mm)含量	SIL		0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
	粘粒 (< 0.002mm)含量	CLA		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
1.3	开挖面坡长因子	L_{kw}	$L_{kw} = (\lambda/5)^{-0.57}$	4.97	5.52	6.26	6.26	4.97
	坡长 (m)	λ		0.30	0.25	0.20	0.20	0.30
1.4	开挖面坡度因子	S_{kw}	$S_{kw}=0.8\sin\theta+0.38$	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
	坡度 (°)	θ		60	60	60	60	60

③工程堆积体

各工程区的开挖土方临时堆放及表土临时堆放区域，周边布设有临时排水沟，因此施工期该区域可按照工程堆积体上方无来水土壤流失量公式计算；自然恢复期该部分可参照一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀量测算。其中上方无来水土壤流失量公式如下：

$$M = 100 * XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}$$

式中：

M_{dw} —上方无来水工程堆积体测算单元土壤侵蚀模数， $t/(km^2 \cdot a)$ ；

X —工程堆积体形态因子，无量纲；

R —降雨侵蚀力因子， $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$ ；

G_{dw} —上方无来水工程堆积体土石质因子， $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；

L_{dw} —上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

S_{dw} —上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲。

根据上式计算，工程堆积体上方无来水土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-9。

表 4.3-9 上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算表面土壤侵蚀模数计算表

(t/(km²·a))

序号	项目	因子	公式	分区					
				横坡敷设段	顺坡敷设段 (坡度<10°)	顺坡敷设段 (坡度≥10°)	高陡边坡、岷岷、沟头 防护及填筑段	穿越工程区	站场闸室区
1	工程堆积体	M_d	$M = 100 * XRG_{dw}$	$L_{dw}S_{dw}$ 18240.05	17132.89	26089.08	29291.11	19240.41	15960.12
	工程堆积体形态因子	X		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
2	降雨侵蚀力因子	R	$0.067p_n^{1.627}$	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89	1611.89
	年降水量	p_n		493	493	493	493	493	493
3	工程堆积体实质因子	G_{dw}	$G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta}$	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037
4	堆积体坡长因子	L_{dw}	$L_{dw} = (\lambda/5)^{f_1}$	3.35	3.15	3.84	4.31	2.83	3.84
	坡长 (m)	λ		25	23	30	35	20	30
5	堆积体坡度因子	S_{dw}	$S_{dw} = (\theta/25)^{d_1}$	10	10	1.25	1.25	1.25	0.76
6	坡度 (°)	θ		25	25	30	30	30	20

4.3.4 预测结果

本工程施工期（含施工准备期）水土流失面积 163.68hm^2 ，经预测背景值水土流失量为 5727.66t ，地表扰动后水土流失量为 23352.62t ，新增水土流失量为 17624.97t ；自然恢复期水土流失面积为 125.60hm^2 ，背景值水土流失量为 17173.88t ，自然恢复期造成的水土流失量为 29072.79t ，新增水土流失量为 11898.91t 。施工期和恢复期新增水土流失量总计为 29523.88t 。

表 4.3-10 施工期水土流失量预测表

项目分区	预测单元	二级分类	施工期	侵蚀模数 (t/(km ² ·a))		施工期 预测面积	预测 时段 (a)	预测侵蚀量 (t)		
			三级分类	背景值	扰动值			背景值	扰动值	增加值
管道作业带区	横坡敷设段	一般扰动地表区	地表翻动型	3900	16486	5.89	0.5	114.86	485.51	370.66
		工程开挖面	上方无来水	3900	14277	1.28	0.5	24.94	91.3	66.36
		工程堆积体	上方无来水	3900	18240	1.86	0.5	36.27	169.63	133.36
	顺坡敷设段 (坡度<10°)	一般扰动地表区	地表翻动型	4300	15622	69.79	0.5	1500.41	5451	3950.59
		工程开挖面	上方无来水	4300	15840	15.15	0.5	325.83	1200.25	874.43
		工程堆积体	上方无来水	4300	17133	22.04	0.5	473.81	1887.86	1414.04
	顺坡敷设段 (坡度≥10°)	一般扰动地表区	地表翻动型	4700	21550	30.83	0.5	724.6	3322.32	2597.72
		工程开挖面	上方无来水	4700	17989	6.7	0.5	157.35	602.25	444.89
		工程堆积体	上方无来水	4700	26089	9.74	0.5	228.82	1270.16	1041.34
	高陡边坡、岷岷、沟头防护及填筑段	一般扰动地表区	地表翻动型	5100	26804	30.78	0.5	784.89	4125.14	3340.25
		工程开挖面	上方无来水	5100	17989	6.68	0.5	170.45	601.19	430.74
		工程堆积体	上方无来水	5100	29291	9.72	0.5	247.86	1423.55	1175.69
站场阀室区	神木首站	一般扰动地表区	地表翻动型	4200	15264	4.08	0.5	85.74	311.6	225.86
		一般扰动地表区	工程堆积体	4200	15960	0.27	0.5	5.65	21.47	15.82
	SK1#阀室	一般扰动地表区	地表翻动型	4600	15264	0.14	0.75	4.87	16.16	11.29
		一般扰动地表区	工程堆积体	4600	15960	0.03	0.75	0.94	3.25	2.31
	SK2#阀室	一般扰动地表区	地表翻动型	4200	15264	0.51	0.75	16.02	58.22	42.2
		一般扰动地表区	工程堆积体	4200	15960	0.08	0.75	2.61	9.91	7.3
	SK3#阀室	一般扰动地表区	地表翻动型	4600	15264	1.39	0.75	47.85	158.78	110.93
		一般扰动地表区	工程堆积体	4600	15960	0.44	0.75	15.31	53.14	37.82
	供电线路	一般扰动地表区	植被破坏型	4600	10224	0.03	1	1.26	2.79	1.54

项目分区	预测单元	二级分类	施工期	侵蚀模数 ($t/(km^2 \cdot a)$)		施工期	预测时段 (a)	预测侵蚀量 (t)		
			三级分类	背景值	扰动值	预测面积		背景值	扰动值	增加值
公路穿越区		一般扰动地表区	地表翻动型	3000	15622	3.3	0.5	49.5	257.76	208.26
		工程堆积体	上方无来水	3000	19240	0.07	0.5	0.98	6.28	5.3
河流穿越区	河流沟渠穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	5000	15622	1.8	0.5	45	140.6	95.6
		工程开挖面	上方无来水	5000	14277	0.39	0.5	9.77	27.9	18.13
		工程堆积体	上方无来水	5000	19240	0.57	0.5	14.21	54.68	40.47
	河流大型穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	5000	15622	1.27	0.5	31.85	99.51	67.66
		工程堆积体	上方无来水	5000	19240	0.07	0.5	1.63	6.26	4.63
	河流中型穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	5000	15622	4	0.5	100	312.44	212.44
		工程开挖面	上方无来水	5000	14277	0.87	0.5	21.72	62.01	40.29
		工程堆积体	上方无来水	5000	19240	1.16	0.5	28.96	111.43	82.47
施工便道区		一般扰动地表区	植被破坏型	4600	10224	6.2	1	285.2	633.88	348.68
堆管区		一般扰动地表区	植被破坏型	4600	10224	3.52	1	161.92	359.88	197.96
合计								5727.66	23352.62	17624.97

表 4.3-11 自然恢复期水土流失预测表

项目分区			二级分类	自然恢复期	侵蚀模数 (t/(km ² ·a))				施工期预 测面积	预测时 段 (a)	预测侵蚀量 (t)		
一级分 区	二级分区			三级分类	背景值	扰动值 (第 1 年)	扰动值 (第 2 年)	扰动值 (第 3 年)			背景值	扰动值	增加值
管 线 工 程 区	管道 作业 带 区	横坡敷设段	一般扰动地表区	植被破坏型	3900	6594	6264.67	5934.95	4.18	3	489.06	785.59	296.53
		顺坡敷设段 (坡度 <10°)	一般扰动地表区	植被破坏型	4300	6249	5936.35	5623.91	51.54	3	6648.18	9178.12	2529.94
		顺坡敷设段 (坡度 ≥10°)	一般扰动地表区	植被破坏型	4700	8620	8188.86	7757.87	23.01	3	3244.79	5653.43	2408.64
		高陡边坡、岷岷、 沟头防护及填筑段	一般扰动地表区	植被破坏型	5100	10722	10185.52	9649.44	25.27	3	3866.31	7721.64	3855.33
	穿越 工程 区	公路穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	3000	14277	13562.75	12848.92	2.72	3	244.80	1106.72	861.92
		河流沟渠穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	5000	14277	13562.75	12848.92	1.80	3	270.00	732.39	462.39
		河流大型穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	5000	14277	13562.75	12848.92	1.27	3	191.10	518.37	327.27
		河流中型穿越区	一般扰动地表区	地表翻动型	5000	14277	13562.75	12848.92	4.00	3	600.00	1627.53	1027.53
	施工 辅助 区	施工便道区	一般扰动地表区	植被破坏型	4600	5112	4856.32	4600.72	6.20	3	855.60	903.28	47.68
		堆管区	一般扰动地表区	植被破坏型	4600	5112	4856.32	4600.72	3.52	3	485.76	512.83	27.07
		供电线路	一般扰动地表区	植被破坏型	4600	5112	4856.32	4600.72	0.03	3	3.77	3.98	0.21
站 场 阀 室 区	神木 首站		一般扰动地表区	植被破坏型	4200	5433	5161.42	4889.76	0.78	3	98.28	120.78	22.50
	SK1# 阀室		一般扰动地表区	地表翻动型	4600	5433	4980.31	4527.56	0.03	3	3.73	4.40	0.67
	SK3# 阀室		一般扰动地表区	地表翻动型	4600	5433	4980.31	4527.56	1.25	3	172.50	203.74	31.24
	合计							125.60		17173.88	29072.79	11898.91	

表 4.3-12 不同分区水土流失量汇总表

序号	预测分区	面积(hm ²)	施工期预测水土流失量 (t)	自然恢复期预测水土流失量 (t)	预测水土流失量合计 (t)	施工期预测水土流失量 (t)	自然恢复期预测水土流失量 (t)	新增水土流失量(t)
1	管线工程-横坡敷设段	5.89	746.45	785.59	1532.04	570.38	296.53	866.91
2	管线工程-顺坡敷设段 (坡度<10°)	70.37	8539.11	9178.12	17717.23	6239.07	2529.94	8769.01
3	管线工程-顺坡敷设段 (坡度≥10°)	30.83	5194.73	5653.43	10848.16	4083.95	2408.64	6492.59
4	管线工程-高陡边坡、岷峴、沟头防护及填筑段	30.78	6149.87	7721.64	13871.51	4946.68	3855.33	8802.01
5	管线工程-公路穿越区	2.72	264.05	1106.72	264.05	213.57	861.92	1075.49
6	管线工程-河流沟渠穿越区	1.80	223.18	732.39	223.18	154.20	462.39	616.59
7	管线工程-河流大型穿越区	1.27	105.77	518.37	105.77	72.30	327.27	399.56
8	管线工程-河流中型穿越区	4.00	485.87	1627.53	485.87	335.20	1027.53	1362.73
9	管线工程-施工辅助区	9.75	996.55	1420.08	2416.63	548.17	74.95	623.12
10	站场阀室区	6.12	632.53	328.92	753.31	453.55	54.41	507.96
	合计	163.68	23352.62	29072.79	48232.27	17624.97	11898.91	29523.88

4.4 水土流失危害分析

管道线路较长, 经历不同的水土流失分区, 在项目建设过程中, 地表将受到不同程度的破坏, 局部地貌发生较大改变, 建设期内对水土流失影响较大, 如不及时采取措施, 将加剧项目区的水土流失, 对主体工程及周边地区的生态环境造成严重危害。

(1) 扩大侵蚀面积

项目建设线路长, 所经地区为黄土丘陵区, 地貌类型较为复杂, 土壤侵蚀以水力侵蚀为主。项目建设过程中, 管道线路长、跨度大, 工程施工方式多样, 工程扰动地表面积较大, 扩大和增加了水土流失面积。若在施工过程中不加以治理和防护, 势必加剧这一区域众多的水土流失灾害, 还会给主体工程的安全带来不稳定因素。

(2) 加剧洪涝灾害对下游及周边地区可能形成的危害

项目建设管道线路多次穿越河流, 若防治措施, 产生的水土流失有可能淤塞下游河道, 降低河道的行洪能力, 影响行洪及灌溉, 加剧洪涝灾害。不仅给当地农业带来影响, 而且危害生态环境和当地群众的生命财产安全。

(3) 诱发不良地质灾害

工程穿越黄土丘陵区, 为泥石流、滑塌等地质灾害多发区。管道的开挖堆土、堆土等, 将改变这地区原有的地貌, 水路也发生变化, 加剧这一区域水土流失、诱发泥石流, 造成众多水土流失灾害, 并给主体工程的安全带来不稳定因素, 在这一区域施工应强化水土流失防治, 防止诱发泥石流、崩塌、泻留、滑坡等不良地质灾害。

(4) 占用农田, 影响农业耕种

项目建设管道沿线穿越众多农业生产区, 将损坏耕地、果园等, 如不采取有效的土地整治措施, 将影响农民正常耕作, 农田生产力降低, 造成一定的农业损失。

4.5 指导性意见

4.5.1 预测结论

通过对工程建设水土流失类型、分布及水土流失量进行综合分析预测, 主要预测结论如下:

(1) 管道工程总扰动地表面积 163.68hm^2 。其中神木市扰动地表面积 39.72hm^2 , 兴县扰动地表面积 123.96hm^2 。工程损坏植被面积为 125.99hm^2 。

(2) 根据本工程初步设计报告, 结合施工和生产工艺, 进行土石方平衡分析可知,

本工程无弃方。

(3) 工程建设地表扰动后水土流失量为 52425.42t, 新增水土流失量为 29523.88t。

(4) 管道线路长, 扰动面积加大, 多次穿越河流沟渠、公路等, 且管道在黄土丘陵地质灾害多发区敷设, 若施工时不注意防护容易加剧项目区的水土流失, 诱发地质灾害, 影响植被恢复, 从而影响生态环境及工程安全。

4.5.2 综合分析

水土流失预测分为施工期(含施工准备期)和自然恢复期, 施工期(含施工准备期)因各项工程施工, 使地表植被及地貌遭到破坏, 原有的水土保持功能降低, 造成一定的水土流失。自然恢复期随着植被的恢复及建筑物的硬化, 水土流失量逐渐降低。根据不同预测时段新增水土流失量分布图 4.5-1, 施工期为水土流失产生的重要时段。根据不同预测单元预测水土流失量和新增水土流失量图 4.5-2, 管线工程-顺坡敷设段(坡度 $<10^{\circ}$)、管线工程-顺坡敷设段(坡度 $\geq 10^{\circ}$)和管线工程-高陡边坡、岷岷和沟头防护及填筑段预测水土流失量和新增水土流失量较大; 根据不同预测单元单位面积新增土壤流失量表 4.3-12, 管线工程中的顺坡敷设段和困难段(高陡边坡、岷岷和沟头防护段)管道作业带区单位面积新增土壤流失量最大。在工程建设过程中, 管线工程是水土流失发生的重点地段。

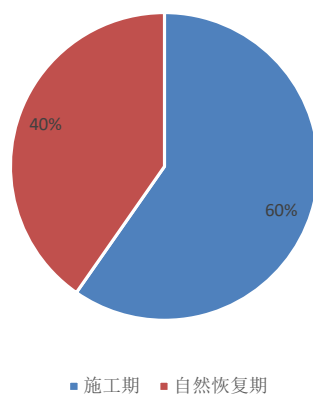


图 4.5-1 新增水土流失量分布图

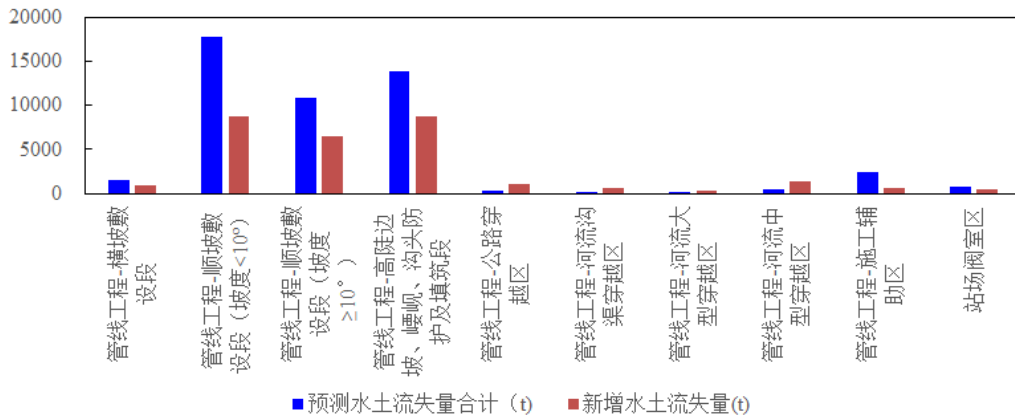


图 4.5-2 水土流失量分布图

施工期土壤流失主要集中在管道作业带、施工便道区等施工建设区域，新增的土壤侵蚀主要集中在施工扰动及临时堆土的堆放形成的新增水土流失。施工结束后侵蚀活动逐渐减弱，且危害有限易于控制。

4.5.3 对水土流失防治的指导性意见

(1) 防治重点时段和区域

从不同时段水土流失量分布图可以看出，施工期新增水土流失量大于自然恢复期新增水土流失量，应加强对施工期各单项工程的临时防护措施。

通过各防治单元水土流失量及危害的分析，确定管线工程区中的顺坡敷设段及困难段（高陡边坡、岷岷、沟头防护和填筑段）是本工程水土流失防治和监测的重点。

(2) 防护措施的意见

防护措施应以工程措施为基础，结合植物措施，并以临时措施作为辅助。根据各类工程的施工特点和工程性质，管线工程应以加强施工过程中的临时拦挡和后期恢复原地貌及原土地利用类型为主。在丘陵地区，管道敷设应设置临时拦挡，在平缓地区，及时恢复原来地貌及地表植被、复耕等。管道穿越公路、河流沟渠时，临时堆土应做好防护措施。站场工程施工以临时性拦挡为主，并辅助以植物措施。道路工程施工以加强边坡防护为主。

(3) 施工进度安排的意见

根据预测结果，施工期是新增水土流失最严重的时期，在施工过程中应加快主体工程施工速度，缩短工期，尤其在水土流失较严重的地区，有效缩短强度流失时段。在施工期，加强临时防护，尽量避开雨季及大风季节施工，加强在此时段的防护措施。植物措施结合主体工程施工进度的安排，分期、分批地实施。

(4) 水土保持监测的意见

水土流失防治重点时段、重点区域，也应该是水土流失监测的重点时段和重点区域，建议将管线工程中的顺坡敷设段、高陡边坡、岷岷和沟头防护及填筑段、站场阀室区等分区作为水土保持监测的重点区段。管线工程应重点监测施工期水土流失、土地整治复垦、植被恢复措施的防治效果；站场阀室区应重点监测施工期水土流失、土地整治恢复、植被恢复措施的防治效果。

综上所述，工程建设对项目区的水土流失影响主要集中在施工准备期及施工期，施工活动改变、损坏原有的地貌及地表的植被，造成地表裸露，使土地原有的固定土壤及抗侵蚀能力急剧下降，加剧了水土流失。管线工程中的顺坡敷设段和困难段（高陡边坡、岷岷、沟头防护及填筑段）是主体工程建设对地面扰动范围较大的区域，可能造成的水土流失量也较大，水土流失类型以水力侵蚀为主，因此这些区域需采取工程措施、植物措施及临时措施，构成行之有效的防治体系，遏制新增水土流失的发生和发展。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治分区的依据

依据主体工程布局、建设内容、施工扰动特点、建设时序和项目区地形地貌、水土流失特点等因素进行分区。

5.1.2 分区结果

本项目全部位于西北黄土高原区，根据项目特点划分为管道作业带区、站场阀室区、公路穿越区、河流穿越区、施工便道区、堆管区 6 个一级防治分区。水土流失防治分区及重点防治项目见表 5.1-1。

表 5.1-1 水土流失防治分区及重点防治项目

一级防治分区	包括的主要工程区域	重点防治项目	面积 (hm ²)		
			神木市	兴县	合计
管道作业带区	管道作业带、标志桩、警示牌等	顺坡敷设段、高陡边坡段、岷峒和沟头防护段、沟头填筑段	31.37	106.07	137.44
站场阀室区	站场、阀室、进站道路、供电线路	站场、阀室	4.22	1.92	6.14
公路穿越区	等级以上公路穿越、非等级道路穿越区	工作坑、临时堆土区	1.02	2.28	3.30
河流穿越区	大中型河流穿越、小型河流及沟渠穿越区	黄河跨越区、岚漪河开挖区、蔚汾河跨越区、铁炉塔沟、迷虎沟和南川河穿越区	0.91	6.16	7.07
施工便道区	施工便道	施工便道	1.40	4.80	6.20
堆管区	临时堆管场		0.80	2.72	3.52
合计			39.72	123.96	163.68

5.2 措施总体布局

水土流失防治措施总体布局，遵循“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”方针，按照预防和治理相结合的原则，坚持局部与整体防治，采取工程措施、植物措施、临时措施合理配置，兼顾生态效益和经济效益，按分区进行防治措施总体布置。

(1) 管道作业带区

施工前对管道作业带区采取表土剥离措施，表土剥离后，堆置于管线一侧，并与

管沟出土分开堆放。在堆土侧布设临时排水沟，排水沟为土质梯形断面，尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），坡比为 1:1；沿临时排水沟布设沉沙池，布设间距约 1km，沉沙池为梯形断面土质结构，尺寸为 $2.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 4.0\text{m}$ （池底宽 $\times$ 池深 $\times$ 池长）。在坡度 $\geq 10^\circ < 25^\circ$ 的顺坡敷设段，修建隔坡台地；在坡度 $\geq 25^\circ$ 的顺坡敷设段，修建生态袋护坡。在横坡敷设段设置浆砌石护坡。在岷岷和沟头防护段设置土质梯形断面围埂，埂高 $0.8 \sim 1.5\text{m}$ ，顶宽 $0.4 \sim 0.5\text{m}$ 。在横坡敷设段、高陡边坡段和沟头填筑段设置坡面截排水系统，用以将管线上方来水引入天然沟道。坡面截排水系统包括梯形浆砌石排水沟、矩形浆砌石截水沟、矩形浆砌石消力池、矩形沉沙池和顺接措施，顺接措施为长 5m 的浆砌石排水沟。施工过程中，采用编织袋挡墙对表土和管沟出土加以挡护，码高 0.5m （2层），底宽 0.3m ，堆土面用密目防尘网苫盖保护。

施工结束后，通过土地整治措施恢复原土地利用类型。对占用耕地，土地整治复垦后交还农民种植；对占用非耕地区域，采取人工种植恢复植被。管道中心线两侧各 5m 范围内禁止种植深根植物， 5m 范围外按照原有植被类型进行植被恢复。林地和草地选择抗逆性强的乡土草种和历经多年驯化适应的栽培品种，灌木选取沙柳和小叶杨，草种选择沙蒿、沙打旺和草木樨。园地根据原有树种进行恢复，主要为枣树。

（2）站场阀室区

施工前对站场、阀室占地范围内的表土进行剥离，表土堆置于站场、阀室内空地，并在土方开挖区、临时堆土等周边依地势修建临时排水沟和临时沉沙池。施工过程中，对临时堆土进行拦挡和苫盖，在站场内部和围墙侧修筑矩形结构混凝土排水沟，排水沟末端修筑矩形结构浆砌石消力池、沉沙池和排水顺接措施。施工结束后进行表土回覆和土地整治，并对站场进行绿化，站场挖方区进行骨架植草护坡，站场西墙与神马路之间的临时占地和进场道路侧采用自然护坡，恢复道路排水沟。

（3）公路穿越区

施工前，对穿越工程临时占地采取表土剥离措施，表土剥离后集中堆放于临时堆土区，并在堆土区侧修建临时梯形土质排水沟，在排水沟末端布设临时梯形沉沙池。施工过程中，在临时堆土区四周进行编织袋挡护，堆土表面进行密目网苫盖。施工结束后，对公路两旁破坏的排水沟进行恢复，排水沟为梯形浆砌石结构；对临时占地进行表土回覆、土地整治和植被恢复。

（4）河流穿越区

施工前，对穿越工程临时占地采取表土剥离措施，表土剥离后集中堆放于临时堆

土区，并在堆土区侧修建临时梯形土质排水沟，在排水沟末端布设临时梯形沉沙池，在定向钻穿越的出入土点分别设泥浆池。施工过程中，在临时堆土区四周进行编织袋挡护，堆土表面进行密目网苫盖。施工结束后，在河流沟渠穿越区的下游修建土谷坊，土谷坊设梯形溢水口；对临时占地进行表土回覆、土地整治和植被恢复。

(5) 施工便道区

施工前对新建施工便道区进行表土剥离，表土剥离后集中堆放于临时堆土区，并修建临时土质梯形排水沟和沉沙池。施工过程中，对临时堆土表面进行密目网苫盖；施工结束后，进行表土回覆、土地整治和植被恢复。

(6) 堆管区

施工前利用草垫进行铺垫，施工结束后撤除铺垫，进行土地整治并恢复植被。

项目工程水土流失防治措施体系框图见图 5.2-1。



图 5.2-1 水土流失防治措施体系框图（※表示主体工程已有措施）

5.3 分区措施布设

本方案水土流失防治区共划分为6个一级防治分区，分别是管道作业带区、站场阀室区、公路穿越区、河流穿越区、施工便道区和堆管区。下面按各防治分区分工程措施、植物措施和临时防护措施的具体防治措施体系内容，分别进行水土保持工程典型设计。

5.3.1 防治措施总体设计

(1) 工程措施设计原则及标准

设计原则：①以控制水力侵蚀为重点，构建或恢复护坡、排水体系；②与植物措施相结合；③设计标准比主体工程等级提高一级。

设计标准：截、排水设施按10年一遇1小时暴雨标准设计。

(2) 植物措施总体设计

站场植物措施级别为1级，采用园林绿化工程标准；其他区域为2级。根据项目区自然条件及各绿化部位的具体立地条件，按“适地适树，适地适草”的原则，选择优良的乡土树种和经多年种植已适应环境的树种和草种，同时所选树种有较强的抗污染性能，水土保持功能，适生品种。

绿化管护的主要内容为：补植、土、肥、水管理、防治病、虫、杂草、修剪及保护管理更新复壮等。绿化管理工作分为重点管护和一般管护两个阶段。重点管护阶段是指栽植验收之后至3~5年，草地为1年之内，其管护目标应以保证成活、恢复生长为主。一般管护是指重点管护之后，成活生长已经稳定后的长时间管护阶段。主要工作是整形修剪、土、肥、水管理及病、虫、杂草防治等。根据管护期的不同，进行月份检查、季度检查和年度检查。月份检查和季度检查的重点是浇水、整形修剪、扶正、踏实以及病、虫、杂草防治等；年度检查的内容是保存率、覆盖率等。

补植：重点管护期的缺株，必须及时补植；草地覆盖率低于95%或有秃斑的，必须及时补植。补植季节可根据当地气候及树种生态习性确定，应选择相同品种、规格较大的苗木。

整形与修剪：修剪在休眠期进行。

土壤管理：松土、培土宜结合施肥、浇水同时进行，还可采用客土、掺沙等土壤改良方法。每年第一次松土应在杂草旺盛生长之前进行，以后各次视部位不同分别在生长中、后期进行。松土方式可采用全面松土、带状或块状松土等。松土深度一般为

5~10cm 为宜。

施肥：重点管护期应根据植物的生物学特性、生长情况、土壤贫瘠程度，以及气候等因素，合理确定施肥量和施肥次数。乔、灌木在 3 年内每年追施 1 次。施肥应多采用有机肥和无机肥，多施有机肥。施肥方式为穴状、环状、辐射状和叶面施肥等。

浇水：根据实情况，制定详细的计划，如浇水的水量、次数、间隔时间等。乔、灌木在重点管护期内，适时浇水。夏季浇水宜清晨和傍晚进行。施肥后及时浇水，以利于肥料溶解和吸收。不能采用含盐量或矿化度较高的水源进行浇灌。

（3）临时防护措施设计原则

①开挖施工前应对将受到扰动破坏的区域采取表土剥离措施，应循序渐进进行，避免增大侵蚀破坏。②构建临时排水及沉沙、拦挡措施体系。③与主体工程紧密配合，以防治施工期的水土流失为重点。④排水措施设计标准 10 年一遇 1h 降雨。

5.3.2 管道作业带区典型设计

（1）横坡敷设段

1) 工程措施

① 表土剥离与回覆

横坡敷设段管线占地类型包括草地、耕地、园地和林地，全部采取表土剥离措施，剥离后集中堆放在管沟一侧，然后将开挖的生土堆放在表土旁。施工结束后，将表土回覆至本区作业带上方。横坡敷设段表土剥离与回覆工程量见表 5.3.2-1。

表 5.3.2-1 管道作业带区横坡敷设段表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	表土剥离面积 (hm ²)	表土剥离量 (m ³)	表土回覆量 (m ³)
神木市	草地	0.76	2280	2280
兴县	耕地	1.71	8550	8550
	园地	0.95	2850	2850
	林地	1.14	3420	3420
	草地	1.33	3990	3990
合计		5.89	21090	21090

② 坡面整地工程

管道在黄土梁峁沿等高线横坡敷设时，结合管沟回填，将管道作业带分段平整成水平台地，以减少水土流失，水平台地结构如图 5.3.2-1 所示。

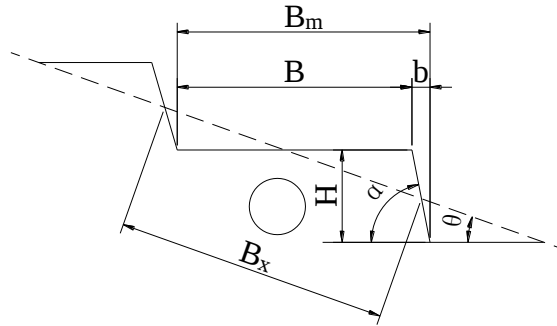


图 5.3.2-1 沿等高线横坡敷设时管道作业带整治成水平台地示意图

图中： θ —原地面坡度， $(^\circ)$ ；

α —田坎坡度， $(^\circ)$ ；

H —田坎高度，m； $H = B_x \sin \theta$

B_x —原坡面斜宽，m； $B_x = H \cos \theta$

b —田坎占地宽，m。 $b = H \cot \alpha$

B_m —田面毛宽，m； $B_m = H \cot \alpha$

B —田面净宽，m； $B = B_m - b = H(\cot \theta - \cot \alpha)$

当挖填方相等时，挖方和填方量按下式计算：

$$V = \frac{1}{2} \left(\frac{B}{2} \times \frac{H}{2} \times L \right) = \frac{1}{8} BHL \quad (5-1)$$

管道作业带横坡敷设段坡面整地工程量见表 5.3.2-2。

表 5.3.2-2 管道作业带区横坡敷设段坡面整地工程量表

位置	成地类型	田面净宽 (m)	田坎坡度 ($^\circ$)	田坎高度 (m)	工程量 (m^3)
神木	水平台地	10.5	80	1.0	525
兴县	水平台地	10.5	80	1.0	3544
合计					4069

③ 土地整治

在管道敷设完成后，通过土地整治措施恢复原土地利用类型。对于耕地，采用复耕措施，整治形式包括推土机平整场地和全面整地；对于其他土地类型，采用推土机平整场地措施。横坡敷设段土地整治工程量见表 5.3.2-3。

表 5.3.2-3 管道作业带区横坡敷设段土地整治工程量表

位置	土地整治面积 (hm^2)	整治形式	整治后利用方向
神木市	0.76	推土机平整场地	草地
兴县	1.71	复耕	耕地

位置	土地整治面积 (hm ²)	整治形式	整治后利用方向
	0.95	推土机平整场地	园地
	1.14	推土机平整场地	林地
	1.33	推土机平整场地	草地
合计	5.89		

④ 坡面截排水工程

在开挖形成的埝顶 5m 外设山坡截水沟，拦截上方坡面来水并引至天然沟道，防止地表径流对边坡和管沟的冲刷。在整治完成的水平台地后部设置排水沟，将坡面来水拦截后排出作业带，引至天然沟道。

截水沟：浆砌石梯形断面结构，边坡 1:0.65，底宽 0.30m，深度 0.30m，侧墙和底板厚 0.25m，碎石垫层厚 0.10m，每隔 15m 设沉陷缝一道，缝内用沥青麻絮填塞。

排水沟：排水沟为浆砌石矩形断面结构，断面尺寸 0.30×0.30m，侧墙厚 0.15m，每隔 15m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填塞沥青麻絮，碎石垫层厚 0.10m。工程量见表 5.3.2-3。

消力池：在截排水沟末端布设消力池对下泄水流进行消能，使之平稳顺接进入下游沟道，防止对沟床沟岸冲刷淘蚀。消力池为浆砌石矩形断面结构，底板厚 0.30m，侧墙宽 0.25m，基础外伸 0.15m。排水沟和截水沟末端各设置 1 个消力池，结构尺寸和工程量见表 5.3.2-4。

表 5.3.2-4 管道作业带区横坡敷设段坡面截排水工程断面尺寸及工程量表

位置	措施	长度 (m)	深度 (m)	底宽 (m)	基础厚 (m)	侧墙宽 (m)	消力池个数	工程量 (m ³)				
								土方开挖 (m ³)	土方回填 (m ³)	碎石垫层 (m ³)	浆砌石 (m ³)	伸缩缝 (m ²)
神木	截水沟	700	0.3	0.3	0.25	0.25		271.6	62.7	56.0	105.0	7.0
	排水沟	700	0.3	0.3	0.15	0.15		163.8	37.8	42.0	63.0	4.2
	消力池	3	1.0	1.5	0.30	0.25	2	31.20	44.16	1.32	9.20	
兴县	截水沟	3000	0.3	0.3	0.25	0.25		1164.2	268.7	240.0	450.0	30.0
	排水沟	3000	0.3	0.3	0.15	0.15		702.0	162.0	180.0	270.0	18.0
	消力池	3	1.0	1.5	0.30	0.25	7	109.20	677.46	4.62	32.20	
	合计							2442.0	1252.8	523.9	929.4	59.2

浆砌石护坡：横坡敷设段的劈山护坡采用浆砌石护坡，护坡量 5545.8m³。护坡工程在主体设计中已包括，本方案不再设计。

2) 植物措施

管道敷设完毕后，对于占用耕地进行复耕后，交还农民种植。占地类型为草地时，按照沙蒿+沙打旺+草木樨混播种草，恢复草地植被。占地类型为林地时，管道两侧各5m范围外进行乔灌木结合植被恢复，5m范围以内采取混播种草进行植被恢复。占用园地时，管道两侧5m范围外种植枣树，5m范围以内按照灌木结合措施进行植被恢复。横坡敷设段植被恢复面积共4.18hm²，其中草地2.09hm²，林地1.14hm²，园地0.95hm²。工程量详见表5.3.2-5。

表 5.3.2-5 横坡敷设段植物措施工程量表

位置	措施名称		种类	设计籽苗用量 (株 kg/hm ²)	面积 (hm ²)	种苗、草籽量 (kg, 株)
神木	草地	种草	沙蒿	30	0.76	26
			沙打旺	60		50
			草木樨	60		50
兴县	草地	种草	沙蒿	30	1.33	44
			沙打旺	60		88
			草木樨	60		88
	林地	5m 范围内种草	沙蒿	30	1.14	14
			沙打旺	60		28
			草木樨	60		28
		5m 范围外灌木结合	沙柳	6000		13300
			小叶杨	1800		1197
			草木樨	60		40
	园地	5m 范围以外	枣树	1100	0.95	610
		5m 范围内种草	沙柳	6000		2375
			草木樨	60		24

3) 临时措施

在横坡敷设段，对于剥离的表土和管沟开挖及削方的深层土，集中堆放于管沟一侧，沿堆土外侧采用编织袋装土挡墙加以挡护，堆土面用密目防尘网苫盖保护。坡面整地工程削方量共4069m³，管沟开挖量按底宽1.2m，沟深2.1m，顶宽5.4m，松散系数取1.33计算，开挖方量28572m³。编织袋装土后绑扎封口，装土有效长度0.50m，厚0.25m，宽0.30m。装土扎口后顺袋长逐条码放，码高0.5m（2层），底宽0.3m，垒筑时上下层间要咬茬错缝踩实，工程结束后倒出回填管沟，回收编织袋。防尘网沿临时堆土面覆盖，防尘网在坡脚处与袋装土接合并压实，顶部用石块镇压。临时防护措施工程量见表5.3.2-6。

表 5.3.2-6 横坡敷设段临时堆土防护工程量表

位置	临时堆土位置	管线长 (km)	堆土量 (m ³)	防护工程量		
				编织袋挡墙 (m ³)	编织袋 (条)	防尘网 (m ²)
神木	管沟一侧	0.4	4212	60.0	1600	3827
兴县	管沟一侧	2.7	28430	405.0	10800	25709
合计		3.1	32642	465	12400	29536

临时排水沟：本工程属于水蚀区，沿管线临时堆土区一侧设计临时排水沟，拦截施工期间开挖面上方雨水，防治施工过程中因降雨冲刷而导致的水土流失，临时土质排水沟 3.1km，采用梯形断面，尺寸为 0.30m×0.30m（底宽×深），坡比为 1:1，临时排水沟坡降为 0.0015。临时排水沟施工时应充分压实，工程量见表 5.3.2-7。

表 5.3.2-7 横坡敷设段临时土质排水沟工程量表

位置	渠底宽 (m)	渠深 (m)	边坡	渠长 (km)	土方开挖 (m ³)
神木	0.3	0.3	1:1	0.4	72
兴县	0.3	0.3	1:1	2.7	486
合计				3.1	558

临时沉沙池：沉沙池与排水沟相接，起到沉淀泥沙的作用，进一步拦蓄泥沙，降低水土流失。沉沙池基础原土夯实，含沙水流沉淀后用于施工场地的洒水降尘。沉沙池为梯形断面土质结构，每 1km 设置 1 个，管道作业区共设沉沙池 4 座。沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.2-8。

表 5.3.2-8 横坡敷设段临时沉沙池工程量表

位置	池底宽 (m)	池深 (m)	边坡	池长 (m)	个数	土方开挖 (m ³)
神木	2.0	1.0	1:1	4.0	1	12
兴县	2.0	1.0	1:1	4.0	3	36
合计					4	48

管道作业带区横坡敷设段的水土保持措施典型设计图详见附图 SXL-07。

(2) 顺坡敷设段（坡度<10°）

1) 工程措施

① 表土剥离与回覆

施工前，对顺坡敷设段作业区内的表土采取剥离措施。管沟开挖和坡面整地时先将表土剥离，集中堆放在管沟一侧，然后将开挖的生土堆放在表土旁。剥离的表土作为后期土地复垦所用。横坡敷设段表土剥离与回覆工程量见表 5.3.2-9。

表 5.3.2-9 管道作业带区顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	表土剥离面积 (hm^2)	表土剥离量 (m^3)	表土回覆量 (m^3)
神木	耕地	4.494	22470	22470
	园地	0.782	2346	2346
	林地	1.141	3423	3423
	草地	9.9	29700	29700
兴县	耕地	13.756	68780	68780
	园地	21.896	65688	65688
	林地	0.196	588	588
	草地	17.621	52863	52863
合计		69.79	245858	245858

② 土地整治

在管道敷设完成后，通过土地整治措施，恢复顺坡敷设段原土地利用类型。对于耕地，采用复耕措施，整治形式包括推土机平整场地和全面整地；对于其他土地类型，采用推土机平整场地措施。顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）土地整治工程量见表 5.3.2-10。

表 5.3.2-10 施工作业带顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）土地整治工程量表

位置	土地整治面积 (hm^2)	整治形式	整治后利用方向
神木	4.494	复耕	耕地
	0.782	推土机平整场地	园地
	1.141	推土机平整场地	林地
	9.9	推土机平整场地	草地
兴县	13.756	复耕	耕地
	21.896	推土机平整场地	园地
	0.196	推土机平整场地	林地
	17.621	推土机平整场地	草地
合计	69.79		

2) 植物措施

管道敷设完毕后，对于占用耕地进行复耕后，交还农民种植。占地类型为草地时，

按照沙蒿+沙打旺+草木樨混播种草，恢复草地植被。占地类型为林地时，管道两侧各5m范围外进行乔灌木结合植被恢复，5m范围以内采取混播种草进行植被恢复。占用园地时，管道两侧5m范围外种植枣树，5m范围以内按照灌木结合措施进行植被恢复。本区植被恢复面积共51.54 hm²，其中草地27.52 hm²，林地1.34 hm²，园地22.68 hm²。工程量详见表5.3.2-11。

表 5.3.2-11 顺坡敷设段（坡度<10°）植物措施工程量表

位置	措施名称		树（草）种	种苗用量 （株、 kg/hm ² ）	面积 （hm ² ）	需苗（籽）量 （株、kg）
神木	草地	种草	沙蒿	30	9.900	326
			沙打旺	60		654
			草木樨	60		654
	林地	5m 范围内种草	沙蒿	30	1.141	18
			沙打旺	60		36
			草木樨	60		36
		5m 范围外灌木结合	沙柳	6000		3243
			小叶杨	1800		973
			草木樨	60		32
	园地	5m 范围以外	枣树	1100	0.782	407
		5m 范围内种草	沙柳	6000		2469
			草木樨	60		24
兴县	草地	种草	沙蒿	30	17.621	582
			沙打旺	60		1162
			草木樨	60		1162
	林地	5m 范围内种草	沙蒿	30	0.196	4
			沙打旺	60		6
			草木樨	60		6
		5m 范围外灌木结合	沙柳	6000		557
			小叶杨	1800		167
			草木樨	60		6
	园地	5m 范围以外	枣树	1100	21.896	11409
		5m 范围内种草	沙柳	6000		69145
			草木樨	60		692

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

对于剥离的表土和管沟开挖的深层土，集中堆放于管沟一侧，沿堆土外侧采用编织袋装土挡墙加以挡护，堆土面用密目防尘网苫盖保护。编织袋装土后绑扎封口，装土有效长度0.50m，厚0.25m，宽0.30m。装土扎口后顺袋长逐条码放，码高0.5m（2层），底宽0.3m，垒筑时上下层间要咬茬错缝踩实，工程结束后倒出回填管沟，回收编织袋。防尘网沿临时堆土面覆盖，防尘网在坡脚处与袋装土接合并压实，顶部用石

块镇压。临时防护措施工程量见表 5.3.2-12。

表 5.3.2-12 管道作业带顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）临时堆土防护工程量表

位置	临时堆土位置	管线长 (km)	堆土量 (m^3)	防护工程量		
				编织袋挡墙 (m^3)	编织袋 (条)	防尘网 (m^2)
神木	管沟一侧	8.911	159190.67	1337	35644	77643
兴县	管沟一侧	28.958	516835.27	4344	115832	252274
合计		37.869	676025.94	5681	151476	329917

②临时排水沟

在顺坡敷设段布设临时排水沟，拦截施工期间开挖面上方雨水，防治施工过程中因降雨冲刷而导致的水土流失，临时土质排水沟 37.87km，采用梯形断面，尺寸为 $0.3m \times 0.3m$ （底宽 $\times$ 深），坡比为 1:1，临时排水沟坡降为 0.0015。临时排水沟施工时应充分压实，工程量见表 5.3.2-13。

表 5.3.2-13 施工作业带顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）临时土质排水沟工程量表

位置	渠底宽 (m)	渠深 (m)	边坡	渠长 (km)	土方开挖 (m^3)
神木	0.3	0.3	1:1	8.911	1604
兴县	0.3	0.3	1:1	28.958	5212
合计				37.869	6816

③临时沉沙池

沉沙池与排水沟相接，起到沉淀泥沙的作用，进一步拦蓄泥沙，降低水土流失。沉沙池基础原土夯实，含沙水流沉淀后用于施工场地的洒水降尘。沉沙池为梯形断面土质结构，每 1km 设置 1 个，管道作业区共设沉沙池 38 座。沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.2-14。

表 5.3.2-14 管道作业带顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）临时沉沙池工程量表

位置	池底宽 (m)	池深 (m)	边坡	池长 (m)	个数	土方开挖 (m^3)
神木	2.0	1.0	1:1	4.0	9	108
兴县	2.0	1.0	1:1	4.0	29	348
合计					38	456

管道作业带区顺坡敷设段（坡度 $<10^{\circ}$ ）的水土保持措施典型设计图详见附图 SXL-08。

（3）顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^{\circ}$ ）

1) 工程措施

①表土剥离与回覆

施工前，对顺坡敷设段管（坡度 $\geq 10^{\circ}$ ）作业区全部采取表土剥离措施。施工过程中

中先将表土剥离，集中堆放在管沟一侧，然后将开挖的生土堆放在表土旁。剥离的表土作为后期土地平整复垦之用。横坡敷设段表土剥离与回覆工程量见表 5.3.2-15。

表 5.3.2-15 管道作业带区顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^\circ$ ）表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	表土剥离面积（ m^2 ）	表土剥离量（ m^3 ）	表土回覆量（ m^3 ）
神木	耕地	1.926	9630	9630
	园地	0.335	1005	1005
	林地	0.489	1467	1467
	草地	4.504	13512	13512
兴县	耕地	5.895	29475	29475
	园地	9.384	28152	28152
	林地	0.084	252	252
	草地	8.216	24648	24648
	合计	30.833	108141	108141

②土地整治

在管道敷设完成后，通过土地整治措施，恢复原土地利用类型。对于耕地，首先修建隔坡台地，田面宽度 6m，之后进行全面整地措施。对于其他土地类型，修建隔坡台地，台地宽度 6m，在台地边缘修建拦水土埂，土埂为梯形断面，顶宽 0.3m，高 0.3m，坡比为 1:1。在台地内侧布设土质排水沟，拦截上方雨水，防治施工过程中因降雨冲刷而导致的水土流失。土质排水沟采用梯形断面，尺寸为 0.3m $\times$ 0.3m（底宽 $\times$ 深），坡比为 1:1，坡降为 0.0015，施工时应充分压实，各级台地的排水沟在一端连通后就近接入天然沟道。为进一步拦蓄泥沙并降低水土流失，在排水沟末端设置梯形断面沉沙池，每 0.5km 设置 1 个，共设置 79 个。土地整治工程量见表 5.3.2-16，排水沟工程量见表 5.3.2-17，沉沙池工程量见表 5.3.2-18。

表 5.3.2-16 管顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^\circ$ ）土地整治工程量表

位置	土地整治类型	土地平整面积（ hm^2 ）	整治形式	整治后利用方向
神木	耕地	1.926	隔坡台地、全面整地	耕地
	园地	0.335	隔坡台地	园地
	林地	0.489	隔坡台地	林地

位置	土地整治类型	土地平整面积 (hm ²)	整治形式	整治后利用方向
	草地	4.504	隔坡台地	草地
兴县	耕地	5.895	隔坡台地、全面整地	耕地
	园地	9.384	隔坡台地	园地
	林地	0.084	隔坡台地	林地
	草地	8.216	隔坡台地	草地
	合计	30.833		

表 5.3.2-17 顺坡敷设段 (坡度 $\geq 10^\circ$) 排水沟工程量表

位置	渠底宽 (m)	渠深 (m)	边坡	排水沟长 (km)	土方开挖 (m ³)
神木	0.3	0.3	1:1	12.4	2224
兴县	0.3	0.3	1:1	26.9	4839
合计				39.2	7063

表 5.3.2-18 顺坡敷设段 (坡度 $\geq 10^\circ$) 沉沙池工程量表

位置	池底宽 (m)	池深 (m)	边坡	池长 (m)	个数	土方开挖 (m ³)
神木	2.0	1.0	1:1	4.0	25	297
兴县	2.0	1.0	1:1	4.0	54	645
合计					79	942

③生态袋护坡

对于坡度 $\geq 25^\circ$ 的顺坡敷设段,除进行常规的土地整治外,为防止坡面径流冲刷对管道经过区域的冲刷引起水土流失,在坡脚处采用生态袋绿化护坡。坡度 $\geq 25^\circ$ 的作业段长度为 4.1km,全部位于兴县境内。生态袋以聚丙烯或聚酯纤维为原料,在土壤中不易降解、抗老化、抗紫外线,耐腐蚀,具有透水不透土的过滤功能。生态袋中填充种植土,可按一定比例加入草种和肥料,植物可以通过生态袋体自由生长。生态袋装土后封口,装土有效长度 0.60m,厚度 0.30m,宽 0.40m。生态袋沿坡脚错茬码放,上下层见咬茬错缝踩实,护坡宽度与作业带宽度相同,护坡高度取 1.5m。生态袋绿化护坡工程量见表 5.3.2-19。

表 5.3.2-19 顺坡敷设段 (坡度 $\geq 25^\circ$) 生态袋绿化护坡工程量表

位置	措施	护坡总长度 (m)	护坡厚度 (m)	护坡量 (m ³)	生态袋数量 (条)	护坡面积 (m ²)
兴县	生态袋护坡	3895.00	0.3	1753	24344	5843

对于坡度 $\geq 25^\circ$ 的顺坡敷设段,在每个坡段的坡顶内侧 5m 外设截水沟,拦截上方来水并引至天然沟道,防止地表径流对边坡和管沟的冲刷。截水沟采用梯形断面,尺寸为 0.3m $\times$ 0.3m (底宽 $\times$ 深),坡比为 1:1,坡降为 0.0015。在截水沟末端布设消力池对

下泄水流进行消能，使之平稳顺接进入下游沟道，防止对沟床沟岸冲刷淘蚀。消力池为浆砌石矩形断面结构，底板厚 0.30m，侧墙宽 0.25m，基础外伸 0.15m。消力池末端布设浆砌石沉沙池，进一步沉淀泥沙。每个消力池出口设一个沉沙池，共 2 座。沉沙池为浆砌石矩形断面结构，底板厚 0.25m，侧墙宽 0.25。依据 GB 51018，池厢深度取 1.5m，宽度取 1.2 m，长度取 2.5m。为保证从消力池来的水平稳顺利的排入自然沟道，不对周边造成冲刷侵蚀，需布置排水顺接措施，顺接长度为 5m，排水顺接措施为浆砌石排水沟，断面形状尺寸同排水沟。结构尺寸和工程量见表 5.3.2-20 和 5.3.2-21。

表 5.3.2-20 施工作业带顺坡敷设段（坡度 $\geq 25^\circ$ ）排水沟工程量表

位置	沟底宽 (m)	沟深 (m)	边坡	截水沟长 (km)	土方开挖 (m ³)
兴县	0.3	0.3	1:1	7.8	1402.00

表 5.3.2-21 施工作业带顺坡敷设段（坡度 $\geq 25^\circ$ ）消力池、沉沙池及顺接措施尺寸及工程量表

位置	措施	长度 (m)	深度 (m)	底宽 (m)	基础厚 (m)	侧墙宽 (m)	消力池个数	工程量 (m ³)			
								土方开挖	土方回填	碎石垫层	浆砌石
兴县	消力池	3	1.0	1.5	0.30	0.25	205	3198.00	1476.00	123.00	943.00
	沉沙池	2.5	1.5	1.2	0.25	0.25	205	3049.38	1437.56	87.13	907.13
	顺接措施	5	0.6	0.5	0.25	0.25	205	1742.50	768.75	102.50	650.88

2) 植物措施

管道敷设完毕后，对于占用耕地进行复耕后，交还农民种植。占地类型为草地时，按照沙蒿+沙打旺+草木樨混播种草，恢复草地植被。占地类型为林地时，管道两侧各 5m 范围外进行乔灌草结合植被恢复，5m 范围以内采取混播种草进行植被恢复。占用园地时，管道两侧 5m 范围外种植枣树，5m 范围以内按照灌草结合措施进行植被恢复。顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^\circ$ ）植被恢复面积共 23.01hm²，其中草地 12.72hm²，林地 0.573 hm²，园地 9.72hm²。工程量详见表 5.3.2-22。

表 5.3.2-22 施工作业带顺坡敷设段（ $10^\circ \leq$ 坡度）植物措施工程量表

位置	措施名称		树（草）种	种苗用量 (株、g/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗（籽）量 (株、kg)
神木	草地	种草	沙蒿	30	4.504	148
			沙打旺	60		298
			草木樨	60		298
	林地	5m 范围内种草	沙蒿	30	0.489	8
			沙打旺	60		16
			草木樨	60		16
			沙柳	6000		1390

位置	措施名称		树(草)种	种苗用量 (株、g/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗(籽)量 (株、kg)
		5m 范围外灌草结合	小叶杨	1800		417
			草木樨	60		14
	园地	5m 范围以外	枣树	1100	0.335	175
		5m 范围内种草	沙柳	6000		1058
			草木樨	60		10
兴县	草地	种草	沙蒿	30	8.216	272
			沙打旺	60		542
			草木樨	60		542
	林地	5m 范围内种草	沙蒿	30	0.084	2
			沙打旺	60		2
			草木樨	60		2
		5m 范围外灌草结合	沙柳	6000		239
			小叶杨	1800		72
			草木樨	60		2
	园地	5m 范围以外	枣树	1100	9.384	4890
		5m 范围内种草	沙柳	6000		29634
			草木樨	60		296

3) 临时措施

对于剥离的表土和管沟开挖的深层土，集中堆放于管沟一侧，沿堆土外侧采用编织袋装土挡墙加以挡护，堆土面用密目防尘网苫盖保护。编织袋装土后绑扎封口，装土有效长度 0.50m，厚 0.25m，宽 0.30m。装土扎口后顺袋长逐条码放，码高 0.5m（2 层），底宽 0.3m，垒筑时上下层间要咬茬错缝踩实，工程结束后倒出回填管沟，回收编织袋。防尘网沿临时堆土面覆盖，防尘网在坡脚处与袋装土接合并压实，顶部用石块镇压。管道作业带区顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^\circ$ ）临时防护措施工程量见表 5.3.2-23。

表 5.3.2-23 管道作业带顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^\circ$ ）临时堆土防护工程量表

位置	临时堆土位置	管线长 (km)	堆土量 (m ³)	防护工程量		
				编织袋挡墙 (m ³)	编织袋(条)	防尘网(m ²)
神木	管沟一侧	3.818	88904.62	573	15272	40168
兴县	管沟一侧	12.411	224151.86	1862	49644	130514
合计		16.229	313056.48	2435	64916	170682

管道作业带区顺坡敷设段（坡度 $\geq 10^\circ$ ）的水土保持措施典型设计图详见附图 SXL-9。

(4) 高陡边坡段

1) 工程措施

① 表土剥离与回覆

高陡边坡敷设段采用单边定向钻穿越方式。定向钻出入口作业区采取表土剥离措施，集中堆放在作业区一侧，按 1:1.0 的边坡堆放。剥离的表土作为后期土地整治复垦之用。高陡边坡段表土剥离与回覆工程量见表 5.3.2-24。

表 5.3.2-24 高陡边坡段表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	表土剥离面积 (hm^2)	表土剥离量 (m^3)	表土回覆量 (m^3)
神木	耕地	0.42	2094.75	2094.75
	草地	3.77	11311.65	11311.65
兴县	耕地	0.53	5120.5	5120.5
	园地	1.90	3072.3	3072.3
	草地	2.69	9216.9	9216.9
合计		9.31	30816.1	30816.1

② 土地整治

在管道敷设完成后，通过土地整治措施，恢复定向钻出入口原土地利用类型。对于耕地，采用复耕措施，整治形式包括推土机平整场地和全面整地；对于其他土地类型，采用推土机平整场地措施。高陡边坡段土地整治工程量见表 5.3.2-25。

表 5.3.2-25 高陡边坡段土地整地工程量表

位置	土地整治面积 (hm^2)	整治形式	整治后利用方向
神木	0.42	复耕	耕地
	3.77	推土机平整场地	草地
兴县	0.53	复耕	耕地
	1.90	推土机平整场地	园地
	2.69	推土机平整场地	草地
合计	9.31		

③ 坡面截排水工程

在高陡边坡定向钻入土点后的坡顶位置设置截水沟，拦截上方坡面来水，降低来水对沟头的冲刷。在靠近天然沟道的位置，设置排水沟，将截水沟来水引至天然沟道，并在排水沟下方设置消力池、沉沙池和顺接工程，使下泄水流平稳进入下游沟道，防止对沟床沟岸冲刷淘蚀。

截水沟：浆砌石梯形断面结构，边坡 1:0.65，底宽 0.30m，深度 0.30m，侧墙和底板厚 0.25m，碎石垫层厚 0.10m，每隔 15m 设沉陷缝一道，缝内用沥青麻絮堵塞。

排水沟：排水沟为浆砌石矩形断面结构，断面尺寸 0.40×0.40m，侧墙厚 0.30m，每

隔 15m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填塞沥青麻絮，碎石垫层厚 0.10m。

消力池：消力池为浆砌石矩形断面结构，底板厚 0.30m，侧墙宽 0.25m，基础外伸 0.15m。消力池设置在排水沟末端。

沉沙池：沉沙池为浆砌石矩形断面结构，底板厚 0.25m，侧墙宽 0.25m。依据 GB 51018，池厢深度取 1.5m，宽度取 1.2 m，长度取 2.5m。结构尺寸和工程量见表 5.3.1-23。

为保证从消力池来的水平稳顺利的排入自然沟道，不对周边造成冲刷侵蚀，需布置排水顺接措施，顺接长度为 5m，排水顺接为浆砌石排水沟，断面形状尺寸同排水沟，结构尺寸和工程量见表 5.3.2-26。

表 5.3.2-26 高陡边坡坡面截排水系统尺寸及工程量表

位置	措施	长度 (m)	深度 (m)	底宽 (m)	基础 厚(m)	侧墙 宽(m)	消力 池个 数	工程量				
								土方开 挖(m ³)	土方 回填 (m ³)	碎石垫 层(m ³)	浆砌石 (m ³)	伸缩缝 (m ²)
神木	截水沟	400	0.3	0.3	0.25	0.25		218.90	59.40	55.20	159.50	10.63
	排水沟	300	0.4	0.4	0.15	0.15		115.50	48.00	24.00	67.50	4.50
	消力池	3	1	1.5	0.3	0.25	10	78.00	45.00	6.00	33	
	沉沙池	2.5	1.5	1.2	0.25	0.25	10	74.38	45.00	7.50	29.38	
	顺接	5	0.6	0.4	0.25	0.25	10	38.25	12.00	6.00	26.25	
兴县	截水沟	350	0.3	0.3	0.25	0.25		191.54	51.98	48.30	139.56	9.30
	排水沟	350	0.4	0.4	0.15	0.15		134.75	56.00	28.00	78.75	5.25
	消力池	3	1	1.5	0.3	0.25	10	78.00	45.00	6.00	33	
	沉沙池	2.5	1.5	1.2	0.25	0.25	10	74.38	45.00	7.50	29.38	
	顺接	5	0.6	0.4	0.25	0.25	10	38.25	12.00	6.00	26.25	
	合计							1041.94	419.38	194.50	622.56	29.68

2) 植物措施

高陡边坡管道作业段原地貌为耕地、园地和草地。管道敷设完毕后，对于占用耕地进行复耕后，交还农民种植。占地类型为草地时，按照混播种草，恢复草地植被。占用园地时，管道两侧 5m 范围外种植枣树，5m 范围以内采取混播种草进行植被恢复。本区植被恢复面积共 8.36hm²，其中园地 1.9hm²，草地 6.46hm²。工程量详见表 5.3.2-27。

表 5.3.2-27 高陡边坡段植物措施工程量表

位置	措施名称		树(草)种	种苗用量 (株、 kg/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗(籽) 量(株、 kg)
神木	草地	种草	沙蒿	30	3.77	114
			沙打旺	60		226

位置	措施名称		树(草)种	种苗用量 (株、 kg/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗(籽) 量(株、 kg)
			草木樨	60		226
兴县	园地	两侧 5m 范围以外	枣树	1100	1.9	990
			沙蒿	30		30
		两侧 5m 范围内种草	沙打旺	60		60
			草木樨	60		60
			沙蒿	30		92
	草地	种草	沙打旺	60	2.69	184
			草木樨	60		184

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

本工程高陡边坡穿越共计 20 处。对出口处作业坑、施工过程中产生的顶出土以及临时排水沟和临时沉淀池开挖土集中堆放在穿越点附近。每处穿越作业区布设集中堆土点 1 处,共布设 20 处,施工完成后结合场地平整和土地平整就地利用。工程量见表 5.3.2-28。

表 5.3.2-28 高陡边坡段临时挡土与苫盖工程量表

布置区段	措施名称	穿越总长度 (km)	堆土方量 (m ³)	防护工程量		
				编织袋挡墙 (m ³)	编织袋 (条)	防尘网 (m ²)
神木	定向钻穿越 10 处	2	17830.512	123.05	3281	19104.79
兴县	定向钻穿越 10 处	2.9	23154.901	159.80	4261	24809.69

②临时排水沟和临时沉沙池

在高陡边坡作业区施工场地临时布置土质排水沟排除积水,排水沟采用梯形断面,边坡 1:1,排水沟坡降为 0.0015,在穿越工程两端作业区各布设 40 条排水沟,总长度 4200m。每条排水沟末端布置 1 个梯形沉沙池,临时排水沟和沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.2-29。

表 5.3.2-29 高陡边坡段临时排水沟和沉沙池工程量表

布置区域	措施名称	个(条)数	长度 (m)	底宽 (m)	深度 (m)	边坡	土方开挖量 (m ³)
神木	临时土质排水沟	20	100	0.5	0.5	1:1	1000
	临时沉沙池	20	6	3	1	1:1	480
兴县	临时土质排水沟	20	110	0.5	0.5	1:1	1100
	临时沉沙池	20	6	3	1	1:1	480

管道作业带区高陡边坡段的水土保持措施典型设计图详见附图 SXL-10。

(5) 岷岷、沟头防护段

1) 工程措施

黄土丘陵沟壑沟道狭窄，沟道比降大，沟坡较陡，河床质为砂卵石，局部地段为基岩，洪水峰高量大，在洪水的冲刷作用下沟头前进、沟底下切、沟岸扩张，易造成管道悬空变形破坏，拟布置沟头防护工程，防止坡面水流沿沟头下泄，引起溯源侵蚀，进而危及管道安全。

①沟头防护

沟头防护工程防御标准为 10 年一遇 3~6h 最大暴雨，来水量可按照下列公式计算：

$$W=10KRF \quad (5-2)$$

式中： W —沟头来水量， m^3 ；

F —沟头以上集水面积， hm^2 ；

R —10 年一遇 3h~6h 最大降水量，mm；

k —径流系数。

经计算，本工程沟头以上坡面来水量不大，采用围埂式蓄水型沟头防护工程，形式为土质梯形断面围埂，埂高 0.8~1.5m，顶宽 0.4~0.5m，内外边坡比 1:1.0。围埂位置根据管道沟壑和沟头深度确定，沟头深 10m 以内的围埂位置距沟头或管壑边缘 3~5m。围埂蓄水量可按下列公式计算：

$$V=L(HB/2) \quad (5-3)$$

式中： V —围埂蓄水量， m^3 ；

L —围埂长度，m；

H —埂内蓄水深度，m；

B —埂内平均蓄水宽度，m。

黄土丘陵沟头防护工程量见表 5.3.2-30。

表 5.3.2-30 岷岷和沟头防护段围埂结构尺寸及工程量表

位置	序号	数量 (处)	埂高 (m)	顶宽 (m)	底宽 (m)	迎水 坡比	埂长 (m)	工程量 (m^3)	
								土壤开挖	土方夯填
神木	1	3	1	0.5	2.5	1	240	360	360
	2	7	1.5	0.5	3.5	1	577.5	1732.5	1732.5
兴县	1	3	1	0.5	2.5	1	229.5	344.25	344.25
	2	3	1.5	0.5	3.5	1	243	729	729
	合计	16					1290	3165.75	3165.75

②表土剥离与回覆

岷岷及沟头防护作业段采取表土剥离措施，集中堆放在作业区一侧。剥离的表土作为后期土地平整复垦之用。岷岷、沟头防护段表土剥离与回覆工程量见表 5.3.2-31。

表 5.3.2-31 岷岷和沟头防护段表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	表土剥离面积 (hm ²)	表土剥离量 (m ³)	表土回覆量 (m ³)
神木	耕地	0.19	950	950
	林地	0.57	1710	1710
	草地	0.95	2850	2850
兴县	耕地	0.19	950	950
	园地	0.38	1140	1140
合计		2.28	7600	7600

③土地整治

在管道敷设完成后，通过土地整治措施，恢复原土地利用类型。对于耕地，采用复耕措施，整治形式包括推土机平整场地和全面整地；对于其他土地类型，采用推土机平整场地措施。岷岷和沟头防护段土地整治工程量见表 5.3.2-32。

表 5.3.2-32 岷岷和沟头防护段整地工程量表

位置	土地类型	土地平整面积 (hm ²)	整治形式	整治后利用方向
神木	耕地	0.19	复耕	耕地
	林地	0.57	推土机平整场地	林地
	草地	0.95	推土机平整场地	草地
兴县	耕地	0.19	复耕	耕地
	园地	0.38	推土机平整场地	园地
合计		2.28		

2) 植物措施

岷岷及沟头穿越作业段原地貌包含有耕地、林地、园地和草地。管道敷设完毕后，对于占用耕地进行复耕后，交还农民种植。占地类型为草地时，按照混播种草模式恢复草地植被。占地类型为林地时，管道两侧各 5m 范围外进行乔灌草结合植被恢复，5m 范围以内采取混播种草进行植被恢复。占用园地时，管道两侧 5m 范围外种植枣树，5m 范围以内按照灌草结合措施进行植被恢复。工程量详见表 5.3.2-33。

表 5.3.2-33 岷岷和沟头防护段植物措施工程量表

位置	措施名称		树(草)种	种苗用量 (株、 kg/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗 (籽)量 (株、 kg)
神木	草地	种草	沙蒿	30	0.95	28
			沙打旺	60		58
			草木樨	60		58
	林地	两侧 5m 范围以内 种草	沙蒿	30	0.57	10
			沙打旺	60		18
			草木樨	60		18

位置	措施名称		树(草)种	种苗用量 (株、 kg/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗 (籽)量 (株、 kg)
兴县	园地	两侧 5m 范围外灌 草结合	沙柳	6000		1620
			小叶杨	1800		486
			草木樨	60		16
		两侧 5m 范围以外	枣树	1100	0.38	198
			沙蒿	30		6
			沙打旺	60		12
			草木樨	60		12
		两侧 5m 范围内种 草				

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

本工程岷岷和沟头作业区共计 16 处。对于剥离的表土和管沟开挖的深层土，集中堆放于管沟一侧，沿堆土外侧采用编织袋装土挡墙加以挡护，堆土面用密目防尘网苫盖保护。管沟开挖量按底宽 1.2m，沟深 2.1m，顶宽 5.4m，松散系数取 1.33 计算，开挖方量 367635m³。编织袋装土后绑扎封口，装土有效长度 0.50m，厚 0.25m，宽 0.30m。装土扎口后顺袋长逐条码放，码高 0.5m（2 层），底宽 0.3m，垒筑时上下层间要咬茬错缝踩实，工程结束后倒出回填管沟，回收编织袋。防尘网沿临时堆土面覆盖，防尘网在坡脚处与袋装土接合并压实，顶部用石块镇压。临时防护措施工程量见表 5.3.2-34。

表 5.3.2-34 岷岷和沟头防护段临时挡土与苫盖工程量表

位置	临时堆土位置	管线长 (km)	堆土量 (m ³)	防护工程量		
				编织袋挡墙 (m ³)	编织袋 (条)	防尘网 (m ²)
神木	管沟一侧	0.9	15623.51	135	3600	7857.99
兴县	管沟一侧	0.3	5544.77	45	1200	2631.33
合计		1.20	21168.28	180	4800	10489.32

②临时排水沟

本工程属于水蚀区，沿管线布设临时排水沟，拦截施工期间开挖面上方雨水，防治施工过程中因降雨冲刷而导致的水土流失，临时土质排水沟 1.2km，采用梯形断面，尺寸为 0.3m×0.3m（底宽×深），坡比为 1:1，临时排水沟坡降为 0.0015。临时排水沟施工时应充分压实，并预留高度 10%的沉降率。工程量见表 5.3.2-35。

管道作业带区岷岷、沟头防护段的水土保持措施典型设计图详见附图 SXL-11。

(6) 沟头填筑段

1) 工程措施

① 表土剥离与回覆

沟头填筑段采取表土剥离措施，剥离后集中堆放在作业区一侧。剥离的表土作为后期土地整治复垦之用。工程量见表 5.3.2-36。

表 5.3.2-35 施工作业带顺坡敷设段（坡度 $<15^{\circ}$ ）临时土质排水沟工程量表

位置	渠底宽 (m)	渠深 (m)	边坡	渠长 (m)	土方开挖 (m ³)
神木	0.3	0.3	1:1	900	162
兴县	0.3	0.3	1:1	300	54
合计				1200	216

表 5.3.2-36 沟头填筑段表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	表土剥离面积 (hm ²)	表土剥离量 (m ³)	表土回覆量 (m ³)
神木	草地	1.33	3990	3990
兴县	耕地	4.18	20900	20900
	园地	5.89	17670	17670
	林地	4.18	12540	12540
	草地	3.61	10830	10830
合计		19.19	65930	65930

② 土地整治

在管道敷设完成后，通过土地整治措施，恢复原土地利用类型。对于耕地，采用复耕措施，整治形式包括推土机平整场地和全面整地；对于其他土地类型，采用推土机平整场地措施。工程量见表 5.3.2-37。

表 5.3.2-37 沟头填筑段整地工程量表

位置	土地类型	土地平整面积 (hm ²)	整治形式	整治后利用方向
神木	草地	1.33	推土机平整场地	草地
兴县	耕地	4.18	复耕	耕地
	园地	5.89	推土机平整场地	园地
	林地	4.18	推土机平整场地	林地
	草地	3.61	推土机平整场地	草地
合计		19.19		

③ 坡面截排水系统

在沟头填筑段的坡顶位置设置截水沟，拦截上方坡面来水，降低来水对填筑段沟头的冲刷。在靠近天然沟道的位置，设置排水沟，将截水沟来水引至天然沟道，并在

排水沟下方设置消力池、沉沙池和顺接措施，使下泄水流平稳进入下游沟道，防止对沟床沟岸冲刷淘蚀。结构尺寸和工程量见表 5.3.2-38。

2) 植物措施

①植被恢复

沟头填筑穿越作业段原地貌包含有耕地、林地、园地和草地。管道敷设完毕后，对于占用耕地进行复耕后，交还农民种植。占地类型为草地时，按照混播种草模式恢复草地植被。占地类型为林地时，管道两侧各 5m 范围外进行乔灌木结合植被恢复，5m 范围以内采取混播种草进行植被恢复。占用园地时，管道两侧 5m 范围外种植枣树，5m 范围以内按照灌木结合措施进行植被恢复。沟头填筑段植被恢复面积共 15.01hm²，其中林地 4.18 hm²，草地 4.94 hm²，园地 5.89 hm²；填筑边坡恢复植被面积 30.30hm²。工程量详见表 5.3.2-39。

表 5.3.2-38 沟头填筑段坡面截排水系统工程量表

位置	措施	长度 (m)	深度 (m)	底宽 (m)	基础 厚(m)	侧墙 宽(m)	消力 池个 数	工程量				
								土方开 挖(m ³)	土方回 填(m ³)	碎石 垫层 (m ³)	浆砌石 (m ³)	伸缩缝 (m ²)
神木	截水沟	120	0.3	0.3	0.25	0.25		65.67	17.82	16.56	47.85	3.19
	排水沟	90	0.4	0.4	0.15	0.15		34.65	14.40	7.20	20.25	1.35
	消力池	3	1	1.5	0.3	0.25	3	23.40	13.50	1.80	9.90	
	沉沙池	2.5	1.5	1.2	0.25	0.25	3	22.31	13.50	2.25	8.81	
	顺接	5	0.6	0.4	0.25	0.25	3	11.48	3.60	1.80	7.88	
兴县	截水沟	630	0.3	0.3	0.25	0.25		344.77	93.56	86.94	251.21	16.75
	排水沟	630	0.4	0.4	0.15	0.15		242.55	100.80	50.40	141.75	9.45
	消力池	3	1	1.5	0.3	0.25	18	140.40	81	10.80	59.40	
	沉沙池	2.5	1.5	1.2	0.25	0.25	18	133.88	81	13.50	52.88	
	顺接	5	0.6	0.4	0.25	0.25	18	68.85	21.60	10.80	47.25	
	合计							1087.95	440.78	202.05	647.18	30.74

表 5.3.2-39 沟头填筑段植物措施工程量表

位置	措施名称		树(草)种	种苗用量 (株、kg/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗(籽)量 (株、kg)
神木	草地(管线区)	种草	沙蒿	30	1.33	40
			沙打旺	60		80
			草木樨	60		80
	填筑边坡	种草	沙蒿	30	2.10	64
			沙打旺	60		126
			草木樨	60		126
兴县	园地	两侧 5m 范围外	枣树	1100	5.89	3069
		两侧 5m 范围内种草	沙蒿	30		94
			沙打旺	60		186

位置	措施名称		树(草)种	种苗用量 (株、kg/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗(籽)量 (株、kg)
	林地	两侧 5m 范围内种草	草木樨	60	4.18	186
			沙蒿	30		66
			沙打旺	60		132
		两侧 5m 范围外灌草结合	草木樨	60		132
			沙柳	6000		11880
			小叶杨	1800		3564
			草木樨	60		118
	草地	种草	沙蒿	30	3.61	108
			沙打旺	60		216
			草木樨	60		216

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

在沟头填筑作业区, 对于剥离的表土和管沟开挖的深层土, 集中堆放于管沟一侧, 沿堆土外侧采用编织袋装土挡墙加以挡护, 堆土面用密目防尘网苫盖保护。管沟开挖量按底宽 1.2m, 沟深 2.1m, 顶宽 5.4m, 松散系数取 1.33 计算, 开挖方量 367635m³。临时防护措施工程量见表 5.3.2-40。

表 5.3.2-40 沟头填筑段临时挡土与苫盖工程量表

位置	临时堆土位置	管线长 (km)	堆土量 (m ³)	防护工程量		
				编织袋挡墙 (m ³)	编织袋 (条)	防尘网 (m ²)
神木	管沟一侧	0.7	11758.53	105.00	2800	6115.77
兴县	管沟一侧	9.4	169019.06	1410.00	37600	81902.36
合计		10.10	180777.59	1515.00	40400.00	88018.14

②临时排水沟

本工程属于水蚀区, 沿管线设计临时排水沟, 拦截施工期间开挖面上方雨水, 防治施工过程中因降雨冲刷而导致的水土流失, 临时排水沟 10.1km, 尺寸为 0.3m×0.3m (底宽×深), 坡比为 1:1, 临时排水沟坡降为 0.0015。临时排水沟工程量见表 5.3.2-41。

表 5.3.2-41 沟头填筑段临时土质排水沟工程量表

位置	渠底宽 (m)	渠深 (m)	边坡	渠长 (m)	土方开挖 (m ³)
神木	0.3	0.3	1:1	700	126
兴县	0.3	0.3	1:1	9400	1692
合计				10100	1818

③临时沉沙池

沉沙池与排水沟相接，起到沉淀泥沙的作用，进一步拦蓄泥沙，降低水土流失。沉沙池基础原土夯实，含沙水流沉淀后用于施工场地的洒水降尘。沉沙池为梯形断面土质结构，每 1km 设置 1 个，管道作业区共设沉沙池 11 座。沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.2-42。

表 5.3.2-42 沟头填筑段作业段临时沉沙池工程量表

位置	个数	底长 (m)	底宽 (m)	深度 (m)	边坡	土方开挖量 (m ³)
神木	1	4	2	1	1:1	16
兴县	10	4	2	1	1:1	160
合计	11					176

管道作业带区沟头填筑段的水土保持措施典型设计图详见附图 SXL-12。

5.3.3 站场阀室区典型设计

(1) 神木首站

1) 工程措施

① 表土剥离与回覆

施工前对站场占地范围内的全部表土进行剥离保护，剥离面积 4.03m²（不包含进站道路），施工后在站场区内绿地进行表土回覆，剩余表土就近用于管道作业带区绿化恢复前的表土回覆。具体工程量见表 5.3.3-1。

表 5.3.3-1 站场区绿化表土剥离工程量表

站场名称	土地类型	剥离面积 (hm ²)	剥离量 (m ³)	覆土工程量 (m ³)
神木首站	园地	4.03	12090	12090

② 土地整治

施工后对站内绿化区域采用推土机平整措施进行土地整治，整治面积 3900m²，整治后进行绿化。

③ 排水沟

站内场地雨水流向周边道路，由道路收集进入站内排水沟，然后排向北围墙外排水沟；站场北侧和南侧挖方区边坡坡脚设置排水沟，收集站内、边坡雨水，最终排入站场东北角和西南角的自然沟壑内。排雨水走向为：建、构筑物屋面（或平台顶面）→场地→道路→站内排水沟→站外排水沟→自然沟壑。

排水沟采用钢筋混凝土现浇，长度为 650m，其中 150m 为盖板沟。排水沟为矩形断面结构，依据 GB 51018，排水沟底宽取 0.5m，深 0.6m；排水沟比降随自然地形布置，且不小于 0.5%。沟壁为 C30 钢筋混凝土，壁厚 0.2m，内表面抹 1:2 水泥砂浆（掺 5%防水粉），沟底为 0.1m 厚 C20 混凝土+0.2m 厚的 3:7 灰土垫层。盖板购买承重型铸

铁篦子成品。

在排水沟末端布设消力池对下泄水流进行消能，使之平稳顺接进入下游沟道，防止对沟床沟岸冲刷淘蚀。消力池为浆砌石矩形断面结构，底板厚 0.30m，侧墙宽 0.25m，基础外伸 0.15m。站场东北角和西南角的排水沟接入自然沟道处各设置 1 个消力池，结构尺寸和工程量见表 5.3.3-2。

表 5.3.3-2 神木首站站场区排水沟结构尺寸及工程量表

位置	长度 (m)	深度 (m)	底宽 (m)	工程量								
				土方 开挖 (m³)	土方 回填 (m³)	水泥 砂浆 抹面 (m²)	底部 灰土 垫层 (m²)	现浇 C30 砼 沟底 (m³)	现浇 C30 钢 筋砼 沟壁 (m³)	钢筋 (kg)	铸铁 盖板 (m²)	混凝 土涵 管 (m)
神木站	650.0	0.6	0.5	760.5	292.5	390.0	130.0	65.0	78.0	2184.0	75.0	50.0

消力池末端布设浆砌石沉沙池，进一步沉淀泥沙。每个消力池出口设一个沉沙池，共 2 座。为保证从消力池来的水平稳顺利的排入自然沟道，不对周边造成冲刷侵蚀，需布置排水顺接措施，排水顺接为浆砌石排水沟，断面形状尺寸同排水沟，结构尺寸和工程量见表 5.3.3-3。

表 5.3.3-3 神木首站站场区消力池、沉沙池及顺接措施结构尺寸及工程量表

位置	名称	个数	长度 (m)	深度 (m)	底宽 (m)	基础厚 (m)	侧墙宽 (m)	工程量 (m³)			
								土方 开挖	土方 回填	碎石 垫层	浆砌 石
神木站	消力池	2	3	1.0	1.5	0.30	0.25	31.20	44.16	1.32	9.20
	沉沙池	2	2.5	1.5	1.2	0.25	0.25	29.75	42.73	0.95	8.85
	顺接措施	2	5	0.6	0.5	0.25	0.25	17.00	23.10	1.20	6.35

④护坡

站场北侧和南侧挖方区采用骨架植草护坡，护坡面积 1280m²，护坡工程在主体设计中已包括，本方案不再设计。

2) 植物措施

①站场区护坡

站场西围墙与神马路之间为站场区临时占地，总面积 0.35hm²，施工结束后采用自然护坡的形式，护坡工程在主体设计中已包括，本方案不再设计。

②站场绿化

站场绿化包括场区绿化和站内道路绿化。场区绿化措施主要选择站场建筑物周边空地、办公区及辅助生产区等，林草立地条件为(I)高原耕地类型，选择的树草种为垂柳、碧桃、黄刺玫、野牛草等。

站场施工结束后，在土地整治的基础上，对站场道路采取针阔叶树种隔株混交及林下种草的绿化措施；站场空地建植草坪稀植点缀观赏小乔木和灌木的乔、灌、草相结合的园林式绿化措施，总绿化面积 0.39hm²。

站场道路的林型配置及种植方式为碧桃+垂柳+野牛草。在道路两侧，按照 3m 的株距，分别隔株单行栽植碧桃和垂柳，在树下留出 1.5m 宽的绿化带，按照 150kg/hm² 播种量，撒播野牛草草种，形成乔、草混交道路绿化带。站场空地绿化配置方式为碧桃+黄刺玫+野牛草。在站场空地，按照不规则排布稀植碧桃、黄刺玫等观赏乔、灌木，在树下地面按照 150kg/hm² 播种量，撒播野牛草建植草坪，形成乔、灌、草混交绿地。工程量见表 5.3.3-4。

表 5.3.3-4 站场植物措施工程量表

措施名称	类别	树(草)种	设计种苗用量	面积(hm ²)	需苗、木量 (株、kg)
站场空地绿化	乔木	碧桃	160 株/hm ²	0.39	62
	乔木	垂柳	166 株/hm ²		65
	灌木	黄刺玫	320 株/hm ²		125
	种草	野牛草	30kg/hm ²		12

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

站场挖方调运后，需在场内设置临时堆放。堆放位置选在站场西围墙与神马路之间的临时用地上。外侧采用编织袋装土拦护，袋装土沿堆土外侧坡脚码放，堆土面采用防尘网苫盖保护，临时堆土工程量见表 5.3.3-5。

表 5.3.3-5 站场区临时堆土防护工程量表

站场名称	堆土方量 (m ³)	苫盖面积 (m ²)	编织袋挡墙(m ³)	编织袋(条)
神木首站	6253	2634	17.10	456

②临时土质排水沟

在站场土方开挖、临时堆土等周边依地势修筑临时土质排水沟，临时土质排水沟

为梯形断面，边坡 1:1.0，渠底坡降为 0.0015，工程量见表 5.3.3-6。

表 5.3.3-6 站场区临时土质排水沟工程量表

站场名称	渠底宽 (m)	渠深 (m)	边坡	渠长 (m)	土方开挖 (m ³)
神木首站	0.4	0.4	1:1	580	186

③临时沉沙池

在站场临时土质排水沟出口布设临时土质沉沙池，拦蓄泥沙。沉沙池为梯形断面土质结构，边坡为 1:1，基础原土夯实，含沙水流沉淀后用于施工场地的洒水降尘。应及时对沉沙池进行清淤，清淤频率视降雨及泥沙分布情况而定。本区设沉沙池 1 个，结构尺寸及工程量见表 5.3.3-7。

表 5.3.3-7 站场区临时沉沙池工程量表

站场名称	结构尺寸			工程量
	池底	池深 (m)	边坡	土方开挖 (m ³)
神木首站	2m*6m	1.0	1:1	18

神木首站水土保持措施设计详见附图 SXL-13。

(2) 站场道路

1) 工程措施

神木首站新建进站道路 55m，路基宽度 7m，路面宽度 6m，路肩宽度 2×1.0m，总占地面积 495m²，其中路肩边坡面积 110m²。修筑前，对路面区的表土进行剥离并集中堆放，剥离区域包括整个路基及路肩边坡范围，共 495m²，剥离表土部分用于路面两侧及邻近管线作业区的复垦和植被恢复。

表 5.3.3-8 进场道路区表土剥离与回覆工程量表

位置	表土剥离面积 (m ²)	表土剥离 (m ³)	表土回覆 (m ³)
神木首站	495	148.5	148.5

2) 植物措施

道路修筑完成后，路面两侧采用自然护坡，撒播野牛草草种，形成 1m 宽的绿化带，播种量为 150.0kg/hm²。

表 5.3.3-9 进场道路自然护坡工程量表

措施名称	类别	树(草)种	设计种苗用量 (kg/hm ²)	面积(m ²)	需草籽量 (kg)
自然护坡	种草	野牛草	150	110	1.65

3) 临时措施

进场道路区剥离表土堆放在站场临时堆土区，不再单独设置。

(3) 站场供电线路

1) 工程措施

站场供电线路布设电杆 4 根, 永久占地 5.3m^2 , 临时占地 17.5m^2 , 施工前对占地范围内的表土进行剥离保护, 施工后进行表土回覆。在绿化恢复前作为表土进行回覆, 工程量见表 5.3.3-10。

表 5.3.3-10 供电线路表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	剥离面积 (m^2)	剥离量 (m^3)	表土回覆量 (m^3)
电杆	草地	22.8	6.8	6.8

2) 植物措施

电杆安装完成后, 对占地区域进行植草恢复植被, 恢复面积 22.8m^2 , 按照沙蒿 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ +沙打旺 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ +草木樨 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 播种量混播种草。

表 5.3.3-11 供电线路植物工程量表

位置	面积 (m^2)	需草籽量 (kg)
电杆	22.8	0.34

(4) 阀室

1) 工程措施

① 表土剥离与回覆

施工前对阀室占地范围内的全部表土进行剥离保护, 剥离面积总计 2.04hm^2 , 施工结束后剥离表土就近用于管道作业带区植被恢复前的表土回覆。工程量见表 5.3.3-12。

表 5.3.3-12 阀室表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	剥离面积 (hm^2)	表土剥离量 (m^3)	表土回覆量 (m^3)
SK1#阀室	草地	0.14	424	424
SK2#阀室	耕地	0.51	2543	2543
SK3#阀室	草地	1.39	3833.91	3833.91
合计		2.04	6801	6801

② 土地整治

施工后在阀室临时占地作业区进行土地整治。对于耕地, 采用复耕措施, 整治形式包括推土机平整场地和全面整地; 对于草地, 采用推土机平整场地措施。土地整治面积合计 1.70hm^2 。工程量见表 5.3.3-13。

表 5.3.3-13 阀室土地整治工程量表

位置	土地整治面积 (hm^2)	整治形式	土地平整面积 (hm^2)
SK1#阀室	0.14	推土机平整场地	0.03
SK2#阀室	0.51	复耕	0.42

位置	土地整治面积 (hm ²)	整治形式	土地平整面积 (hm ²)
SK3#阀室	1.39	推土机平整场地	1.25
合计	2.04		1.70

2) 植物措施

①植被恢复

阀室区临时占地在用地结束后恢复原用地类型，土地整治后植草，按照沙蒿 30kg/hm²+沙打旺 60kg/hm²+草木樨 60kg/hm²播种量混播种草，工程量详见表 5.3.3-14。

表 5.3.3-14 阀室植物措施工程量表

阀室名称	原用地类型	面积 (hm ²)	需草籽量 (kg)
SK1#阀室	草地	0.027	4.05
SK3#阀室	草地	1.250	187.50
合计		1.277	191.55

②护坡

阀室区的填挖方区采用自然护坡的形式，护坡面积 135m²，自然放坡并在坡面植草，按照沙蒿 30kg/hm²+沙打旺 60kg/hm²+草木樨 60kg/hm²播种量混播种草，工程量详见表 5.3.3-15。

表 5.3.3-15 阀室护坡植物工程量表

阀室名称	护坡形式	护坡面积 (m ²)	需草籽量 (kg)
SK1#阀室	自然放坡	50	0.75
SK2#阀室	自然放坡	50	0.75
SK3#阀室	自然放坡	35	2.78
合计		135	2.025

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

对阀室施工期间产生的临时堆土，堆放在距回填区域较近且不影响施工的地方。堆土外侧采用编织袋装土拦护，袋装土沿堆土外侧坡脚码放，堆土面采用防尘网苫盖保护，根据主体设计，1#阀室区总挖方量 510m³，2#阀室区总挖方量 430m³，3#阀室区总挖方量 4161 m³，临时堆土工程量见表 5.3.3-16。

表 5.3.3-16 阀室区临时堆土防护工程量表

站场名称	堆土方量 (m ³)	苫盖面积 (m ²)	编织袋挡墙(m ³)	编织袋(条)
1#阀室	510	411	6.3	168
2#阀室	430	325	5.4	145
3#阀室	4161	1670	13.3	355
合计	5101	2406	25	668

②临时土质排水沟

在阀室土方开挖、临时堆土等周边依地势修筑临时土质排水沟，临时土质排水沟为梯形断面，边坡 1:1.0，渠底坡降为 0.0015，工程量见表 5.3.3-17。

③临时沉沙池

在阀室临时土质排水沟出口布设临时土质沉沙池，拦蓄泥沙。沉沙池为梯形断面土质结构，边坡为 1:1，基础原土夯实，含沙水流沉淀后用于施工场地的洒水降尘。本区设沉沙池 3 个，结构尺寸及工程量见表 5.3.3-18。

表 5.3.3-17 阀室区临时土质排水沟工程量表

站场名称	渠底宽 (m)	渠深 (m)	边坡	渠长 (m)	土方开挖 (m ³)
1#阀室	0.4	0.4	1:1	115	37
2#阀室	0.4	0.4	1:1	90	29
3#阀室	0.4	0.4	1:1	95	30
合计				300	96

表 5.3.3-18 阀室区临时沉沙池工程量表

站场名称	结构尺寸			工程量
	池底	池深 (m)	边坡	土方开挖 (m ³)
1#阀室	2m*3m	1.0	1:1	9
2#阀室	2m*3m	1.0	1:1	9
3#阀室	2m*3m	1.0	1:1	9
合计				27

阀室水土保持措施设计详见附图 SXL-14~ SXL-16。

(5) 进阀室道路

1) 工程措施

阀室区新建进站碎石道路 145m (1#、2#和 3#阀室分别长 45、10 和 90m)，路面宽 3.5m，路基宽 4.5m，路肩宽度 2×0.5m，总占地面积 797.5m²，其中路肩边坡面积 145m²。修筑前，对路面区的表土进行剥离并集中堆放，剥离区域包括整个路基及边坡范围，剥离面积 797.5m²，剥离厚度 0.3cm，剥离土方量 239.3m³，剥离表土用于路面两侧及邻近管线作业区的复垦和植被恢复。

2) 植物措施

道路修筑完成后，路面两侧采用自然护坡，护坡面积 0.0145hm²，自然放坡并在坡面植草，按照沙蒿 30kg/hm²+沙打旺 60kg/hm²+草木樨 60kg/hm²播种量混播种草，工程量详见表 5.3.3-19。

表 5.3.3-19 进站道路区护坡工程量表

位置	护坡形式	护坡面积 (m ²)	需草籽量 (kg)
1#阀室	自然放坡	45	0.675
2#阀室	自然放坡	10	0.15

位置	护坡形式	护坡面积 (m ²)	需草籽量 (kg)
3#阀室	自然放坡	95	1.425
合计		145	2.18

3) 临时措施

进场道路区剥离表土堆放在阀室临时堆土区, 不再单独设置。

(6) 阀室供电线路

1) 工程措施

阀室供电线路布设电杆 38 根, 永久占地 57 平方米, 临时占地 190 平方米, 对占地范围内的表土进行剥离保护, 剥离表土在绿化恢复前用于表土回覆, 工程量见表 5.3.3-20。

表 5.3.3-20 供电线路表土剥离和回覆工程量表

阀室	措施位置	剥离面积 (m ²)	剥离量 (m ³)	回覆量 (m ³)	剥离区地类
SK1#	电杆	52	15.6	15.6	草地
SK2#	电杆	65	19.5	19.5	草地
SK3#	电杆	130	39	39	草地

2) 植物措施

电杆安装完成后, 对临时占地区域进行土地整治, 植草恢复植被。按照草木樨 150kg/hm² 播种量种草, 工程量详见表 5.3.3-21。

表 5.3.3-21 供电线路植物工程量表

阀室	措施位置	面积 (m ²)	需草籽量 (kg)
SK1#	电杆	40	0.6
SK2#	电杆	50	0.75
SK3#	电杆	100	1.5

5.3.4 公路穿越区典型设计

1) 工程措施

① 表土剥离与回覆

施工前对公路顶管穿越工程临时施工场地进行表土剥离, 剥离的表土集中堆放在顶管作业区内设置的临时堆土场, 施工结束后进行表土回覆。工程量见表 5.3.4-1。

5.3.4-1 公路穿越表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	措施面积 (hm ²)	剥离面积 (hm ²)	表土剥离 (万 m ³)	表土回覆 (万 m ³)
神木	草地	0.68	0.68	0.204	0.204
兴县	草地	2.04	2.04	0.612	0.612
合计		2.72	2.72	0.82	0.82

② 土地整治

施工结束后采取推土机平整场地措施进行土地整治，恢复原土地利用类型为草地。土地整治工程量见表 5.3.4-2。

③排水沟恢复工程

对管道开挖穿越公路时破坏的道路排水沟，应按原标准、原规模及时恢复，保证排水畅通。顶管穿越不扰动排水沟，开挖穿越原状恢复。路边排水沟均为浆砌石结构。底宽 0.3m，深 0.3m，边坡 1:0.65。本区道路排水沟恢复工程量见表 5.3.4-3。

表 5.3.4-2 公路顶管穿越施工场地土地整治工程量表

位置	措施面积 (hm ²)	整治形式	整治后利用方向
神木	0.68	推土机平整场地	草地
兴县	2.04		
合计	2.72		

表 5.3.4-3 公路开挖穿越排水沟恢复工程量表

位置	穿越类别	底宽 (m)	渠深 (m)	墙厚 (m)	管道穿越		挖方 (m ³)	弃填 (m ³)	浆砌石 (m ³)	碎石垫层 (m ³)	伸缩缝 (m ²)
					次数	长度 (m)					
神木	非等级公路开挖穿越	0.3	0.3	0.15	11	170	52.7	12.2	10.2	15.3	1.0
兴县	非等级公路开挖穿越	0.3	0.3	0.15	7	120	37.2	8.6	7.2	10.8	0.7
合计					18	290	89.9	20.8	17.4	26.1	1.7

2) 植物措施

公路顶管穿越区临时占地类型为林地，在管道两侧各 5m 范围外进行乔灌木结合植被恢复，5m 范围以内混播种草进行植被恢复。工程量详见表 5.3.4-4。

表 5.3.4-4 公路顶管穿越植物措施工程量表

位置	分区	措施名称	树(草)种	种苗用量 (株、kg/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗(籽)量 (株、kg)
神木	公路穿越区	草地	沙蒿	30	0.68	20
			沙打旺	60		40
			草木樨	60		40
兴县	公路穿越区	草地	沙蒿	30	2.04	62
			沙打旺	60		122
			草木樨	60		122

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

本段线路，穿越各类公路26次，对施工过程中产生的土方堆放在穿越点附近，堆土底面呈正方形，边坡1:1.5，穿越两端各布设集中堆土点1处，共布设52处；堆土面用

防尘网苫盖，周边采用底宽0.3米、高0.5米的编织袋挡土墙进行拦挡，施工完成后结合场地平整和土地平整就地利用。工程量见表5.3.4-5。

表 5.3.4-5 公路穿越工程临时堆土防护工程量

位置	穿越长度 (m)	堆土方量 (m ³)	编织袋挡土墙 (m ³)	编织袋数 (条)	防尘网 (m ²)
神木公路穿越堆土点 26处	220	4176	86	2288	6085
兴县公路穿越堆土点 26处	385	10241	156	4160	21062
合计	605	14417	242	6448	27147

②临时排水沟和临时沉淀池

在顶管和定向钻穿越工程两端施工场地临时布置土质排水沟排除积水，排水沟采用梯形断面，边坡 1:1，排水沟坡降为 0.0015，在穿越工程两端作业区各布设 1 条排水沟。每条排水沟末端布置 1 个梯形沉沙池，临时排水沟和沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.4-6。

表 5.3.4-6 公路穿越工程区临时排水沟和沉沙池工程量表

位置	措施名称	个(条) 数	底长 (m)	底宽 (m)	深度 (m)	边坡	土方开挖量 (m ³)
神木	临时土质排水沟	26	60	0.3	0.3	1:1.0	211
	临时沉沙池	26	4	2	1	1:1.0	208
兴县	临时土质排水沟	26	60	0.3	0.3	1:1.0	211
	临时沉沙池	26	4	2	1	1:1.0	208

公路顶管穿越区的水土保持措施典型设计详见附图 SXL-17。

5.3.5 河流穿越区典型设计

管道在本区定向钻穿越黄河 1 次，开挖穿越中型河道 2 次，小型河流开挖穿越 3 次，顶管穿越等级公路 8 次，开挖穿越非等级公路 18 次。

(1) 黄河穿越

1) 工程措施

①表土剥离与回覆

为了保护和利用有限的表土资源，施工前对黄河定向钻穿越工程入土点和出土点施工场地进行表土剥离，剥离的表土集中堆放在定向钻入土点和出土点作业区内设置的临时堆土场内，施工结束后进行表土回覆。工程量见表 5.3.5-1 所示。

②土地整治

施工结束后采取推土机平整场地措施对土地进行整治，恢复原土地利用类型为园地。土地整治工程量见表 5.3.5-2。

5.3.5-1 黄河穿越表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	剥离面积 (hm ²)	表土剥离量 (万 m ³)	表土回覆量 (万 m ³)
神木	园地	0.36	0.11	0.11
兴县	园地	0.91	0.27	0.27
	合计	1.27	0.38	0.38

表 5.3.5-2 黄河穿越施工场地土地整治工程量表

位置	土地整治面积 (hm ²)	整治形式	整治后利用方向
神木县	0.36	推土机平整场地	园地
兴县	0.91		
合计	1.27		

2) 植物措施

黄河穿越临时用地占用枣树园地，管道两侧 5m 范围以内混播种草进行植被恢复。在管道两侧各 5m 范围外按照枣树进行植被恢复。工程量详见表 5.3.5-3。

表 5.3.5-3 黄河穿越植物措施工程量表

位置	分区	措施名称		树 (草) 种	种苗用量 (株/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗 (籽) 量 (株、kg)
神木县	黄河穿越区	园地	5m 范围内种草	沙蒿	30	0.36	6
				沙打旺	60		12
				草木樨	60		12
		园地	5m 范围外种枣树	枣树	1100		188
兴县	黄河穿越区	园地	5m 范围内种草	沙蒿	30	0.91	14
				沙打旺	60		28
				草木樨	60		28
		园地	5m 范围外种枣树	枣树	1100		474

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

本段线路，黄河定向钻穿越对施工过程中产生的出土集中堆放在穿越点附近，堆土底面呈正方形，边坡 1:1.5，穿越两端各布设集中堆土点 1 处，共布设 2 处；堆土面用防尘网苫盖，周边采用底宽 1 米、高 0.6 米的编织袋挡土墙进行拦挡，施工完成后结合场

地平整和土地平整就地利用。工程量见表5.3.5-4。

表 5.3.5-4 黄河穿越工程临时堆土防护工程量

位置	堆土方量 (m ³)	编织袋挡土墙 (m ³)	编织袋数 (条)	防尘网 (m ²)
神木黄河穿越堆土点	26901	600	16000	10538
兴县黄河穿越堆土点	55994	1200	32000	21037
合计	82895	1800	48000	31575

②临时排水沟和临时沉淀池

在定向钻穿越工程两端施工场地临时布置土质排水沟排除积水，排水沟采用梯形断面，边坡 1:1，排水沟坡降为 0.0015，在穿越工程两端作业区各布设 1 条排水沟。每条排水沟末端布置 1 个梯形沉沙池，临时排水沟和沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.5-5。

表 5.3.5-5 黄河穿越工程临时排水沟和沉沙池工程量表

位置	措施名称	个 (条) 数	底长 (m)	底宽 (m)	深度 (m)	边坡	土方开挖量 (m ³)
神木	临时土质排水沟	1	60	0.5	0.5	1:1.0	23
	临时沉沙池	1	6	3	1	1:1.0	15
兴县	临时土质排水沟	1	60	0.5	0.5	1:1.0	23
	临时沉沙池	1	6	3	1	1:1.0	15

③泥浆池

采用定向钻穿越蔚汾河施工时，对产生的泥浆需进行收集处理，在施工场地设泥浆池 2 座，泥浆干化后回填平铺施工场地，用于绿化。每座泥浆池长 20m，宽 20m。深 1.5m，池内覆盖土工膜，简易开挖夯实而成。开挖土方 600 m³，铺设土工膜 624 m²。

河流大型穿越区水土保持措施典型设计详见附图 SXL-18。

(2) 蔚汾河岚猗河穿越

1) 工程措施

①表土剥离与回覆

为了保护和利用有限的表土资源，对中型河流蔚汾河定向钻穿越工程临时施工场地进行表土剥离，剥离的表土集中堆放在定向钻作业区内设置的临时堆土场内，施工结束后进行表土回覆。具体工程量见表 5.3.5-6。

表 5.3.5-6 蔚汾河定向钻穿越区表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	剥离面积 (hm ²)	表土剥离 (万 m ³)	表土回覆 (万 m ³)
兴县	草地	2.5	0.75	0.75
合计		2.5	0.75	0.75

②土地整治

施工结束后采取推土机平整场地措施对土地进行整治，恢复原土地利用类型为草地。土地整治工程量见表 5.3.5-7。

表 5.3.5-7 蔚汾河定向钻穿越施工场地土地整治工程量表

位置	土地整治面积 (hm ²)	整治形式	整治后利用方向
兴县	2.5	推土机平整场地平	园地
合计	2.5		

2) 植物措施

蔚汾河定向钻穿越区临时占地类型为林地，按照管道两侧各 5m 范围外进行灌草结合植被恢复，5m 范围以内按照混播种草进行植被恢复。工程量详见表 5.3.5-8。

表 5.3.5-8 蔚汾河定向钻穿越区植物措施工程量表

位置	分区	措施名称		树 (草) 种	种苗用 量 (株、 kg/hm ²)	面积 (hm ²)	需苗 (籽) 量 (株、 kg)
兴县	河流中 型穿越 区	草地	5m 范围 内种草	沙蒿	30	2.5	75
				沙打旺	60		150
				草木樨	60		150

3) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

本段线路，穿越中型河流2次，对施工过程中产生的出土集中堆放在穿越点附近，堆土底面呈正方形，边坡1:1.5，岚漪河和蔚汾河穿越两端各布设集中堆土点1处，共布设2处；堆土面用防尘网苫盖，周边采用底宽1米、高0.6米的编织袋挡土墙进行拦挡，施工完成后结合场地平整和土地平整就地利用。工程量见表5.3.5-9。

表 5.3.5-9 岚漪河和蔚汾河穿越工程防治分区临时堆土防护工程量

位置	穿越长度 (m)	堆土方量 (m ³)	编织袋挡土墙 (m ³)	编织袋数 (条)	防尘网 (m ²)
兴县岚漪河开挖穿越堆土点 2 处	150	15960	192	5120	3435
兴县蔚汾河定向钻穿越堆土点 2 处	210	28994	326	8704	5787
合计	366	33800	518	13824	9222

②临时排水沟和临时沉淀池

在河流中型开挖工程两端施工场地临时布置土质排水沟排除积水，排水沟采用梯形断面，边坡 1:1，排水沟坡降为 0.0015，在穿越工程两端作业区各布设 1 条排水沟。

每条排水沟末端布置 1 个梯形沉沙池，临时排水沟和沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.5-10。

表 5.3.5-10 岚漪河和蔚汾河穿越工程临时排水沟和沉沙池工程量表

位置	措施名称	个 (条) 数	底长 (m)	底宽 (m)	深度 (m)	边坡	土方开挖量 (m ³)
兴县	临时土质排水沟	4	60	0.5	0.5	1:1.0	90
	临时沉沙池	4	6	3	1	1:1.0	60

③泥浆池

采用定向钻穿越蔚汾河施工时，对产生的泥浆需进行收集处理，在施工场地设泥浆池 2 座，泥浆干化后回填平铺施工场地，用于绿化。每座泥浆池长 20m，宽 20m。深 1.5m，池内覆盖土工膜，简易开挖夯实而成。开挖土方 600m³，铺设土工膜 624m²。

河流中型穿越区水土保持措施典型设计详见附图 SXL-19。

(3) 河流沟渠穿越区

1) 工程措施

①土谷坊

在管道穿越冲沟的下游，选择沟床比降较缓（5%~10%），沟底、岸坡地形条件稳定，且在谷坊拦蓄淤积范围之内，布置谷坊工程，以巩固沟床、抬高沟道侵蚀基准面，稳定沟坡、沟岸，确保管道安全稳定。防御标准为 10 年一遇 3~6h 最大暴雨。中海拔黄土梁峁地貌类型区土料丰富，谷坊的类型以土谷坊为主。土谷坊的填筑料主要来源于管沟开挖弃土。谷坊设梯形溢水口，宽度为 1m，深度为 1.5m，边坡 1:1.0。根据现场调查和图上量算，结合黄土冲沟分布情况，共布设土谷坊 65 座。

表 5.3.5-11 河流沟渠穿越工程土谷坊结构尺寸及工程量表

位置	序号	数量 (座)	坝高 (m)	顶宽 (m)	底宽 (m)	迎水 坡比	背水 坡比	平均 坝长 (m)	工程量 (m ³)		
									削坡	清基	土方弃 填
兴县	1	35	2	1.5	5.9	1:1.2	1:1.0	12	483	1239	3108
	2	30	3	1.5	9	1:1.3	1:1.2	15	720	2025	7087.5
合计		65							1203	3264	10195.5

2) 临时措施

①临时堆土挡护与苫盖

本段线路，河流沟渠穿越 3 次，对施工过程中产生的开挖土集中堆放在穿越点附近，堆土底面呈正方形，边坡 1:1.5，穿越两端各布设集中堆土点 1 处，共布设 6 处；堆土面用防尘网苫盖，周边采用底宽 1.0 米、高 0.6 米的编织袋挡土墙进行拦挡，施工完成后结

合场地平整和土地平整就地利用。工程量见表5.3.5-12。

表 5.3.5-12 河流沟渠穿越工程防治分区临时堆土防护工程量

位置	穿越长度 (m)	堆土方量 (m ³)	编织袋挡土墙 (m ³)	编织袋数 (条)	防尘网 (m ²)
兴县河流穿越堆土点 3处	260	21280	547	14592	9801
合计	260	21280	547	14592	9801

②临时排水沟和临时沉淀池

在开挖穿越工程两端施工场地临时布置土质排水沟排除积水，排水沟采用梯形断面，边坡 1:1，排水沟坡降为 0.0015，在穿越工程两端作业区各布设 1 条排水沟。每条排水沟末端布置 1 个梯形沉沙池，临时排水沟和沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.5-13。

表 5.3.5-13 河流沟渠穿越工程临时排水沟和沉沙池工程量表

位置	措施名称	个(条) 数	底长 (m)	底宽 (m)	深度 (m)	边坡	土方开挖量 (m ³)
兴县	临时土质排水沟	6	60	0.5	0.5	1:1.0	135
	临时沉沙池	6	6	4	1	1:1.0	108

河流沟渠穿越的水土保持措施典型设计详见附图 SXL-20。

5.3.6 施工便道区典型设计

1) 工程措施

①表土剥离与回覆

施工前对新建施工便道占地范围内的全部表土进行剥离，施工结束后对此部分表土在原有区域进行回覆。具体工程量见表 5.3.6-1。

表 5.3.6-1 施工便道表土剥离与回覆工程量表

位置	土地类型	剥离面积 (hm ²)	表土剥离 (m ³)	表土回覆 (m ³)
神木	草地	1.4	4200	4200
兴县	草地	4.8	14400	14400
合计		6.2	18600	18600

②土地整治

施工结束后对新建施工便道占地范围采取推土机平整场地措施进行土地整治，恢复原土地利用类型为草地，土地整治面积为 6.2hm²。

2) 植物措施

施工便道建成后，路基两侧采用植草自然护坡，护坡面积 1.25hm²，按照沙蒿

30kg/hm²+沙打旺 60kg/hm²+草木樨 60kg/hm²播种量混播种草，工程量详见表 5.3.6-2。

表 5.3.6-2 施工便道区护坡工程量表

位置	便道长度 (km)	护坡面积 (m ²)	需草籽量 (kg)
神木市	0.5	625	9.38
兴县	9.5	11875	178.17
合计	10	12500	187.55

施工结束后，施工便道经过土地整治工程进行植被恢复，按照沙蒿 30kg/hm²+沙打旺 60kg/hm²+草木樨 60kg/hm²播种量混播种草，工程量详见表 5.3.6-3。

表 5.3.6-3 施工便道区植物措施工程量表

位置	措施面积 (hm ²)	沙蒿 (kg)	沙打旺 (kg)	草木樨 (kg)
神木市	1.4	42	84	84
兴县	4.8	144	288	288
合计	6.2	186	372	372

3) 临时措施

①临时堆土苫盖

施工便道区的临时措施主要包括临时堆土防护与苫盖措施。对剥离的表土呈带状沿路边堆放，底宽 3.5m，堆高 1.0m，边坡 1:1.5，堆土面稍加拍实后用防尘网苫盖保护。剥离土防护工程量见表 5.3.6-4。

表 5.3.6-4 施工辅助区表土防护工程量表

措施类别	位置	堆土方量 (m ³)	堆放形式	防尘网苫盖面积 (m ²)
施工便道区	神木	4632	梯形、底宽 3.5m、堆高 1.0m	9447
	兴县	15213	梯形、底宽 3.5m、堆高 1.0m	30796
合计		19845		40243

②临时排水沟

本工程属于水蚀区，沿临时堆土区设计临时排水沟 10.0 km，拦截施工期间临时堆土上方的雨水，防治施工过程中因降雨冲刷而导致的水土流失，尺寸为 0.3m×0.3m（底宽×深），坡比为 1:1，临时排水沟坡降为 0.0015。

表 5.3.6-5 施工辅助区临时土质排水沟工程量表

位置	渠底宽 (m)	渠深 (m)	边坡	渠长 (m)	土方开挖 (m ³)
神木	0.3	0.3	1:1	2333	420
兴县	0.3	0.3	1:1	7666	1380
合计				10000	1800

③临时沉沙池

沉沙池与排水沟相接，起到沉淀泥沙的作用，进一步拦蓄泥沙，降低水土流失。沉沙池基础原土夯实，含沙水流沉淀后用于施工场地的洒水降尘。沉沙池为梯形断面土质结构，每 1km 设置 1 个，施工便道区共设沉沙池 10 座。沉沙池结构尺寸及工程量见表 5.3.6-6，其中每个沉沙池的土方开挖量为 9.0m^3 。

表 5.3.6-6 施工辅助区临时沉沙池工程量表

位置	池底宽 (m)	池深 (m)	边坡	池长 (m)	个数	土方开挖 (m^3)
神木	2.0	1.0	1:1	3.0	2	18.0
兴县	2.0	1.0	1:1	3.0	8	72.0
合计					10	90.0

施工便道区水土保持措施典型设计详见附图 SXL-21。

5.3.7 堆管区典型设计

本项目堆管区面积 3.52hm^2 。施工前，在堆管厂区铺设草垫用以保护自然植被，铺设面积 3.52hm^2 ，其中神木境内 0.8hm^2 ，兴县境内 2.72hm^2 ；施工后，将草垫撤出，采用土地整治措施后，按照沙蒿 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ +沙打旺 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ +草木樨 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 播种量混播种草。

5.3.8 水土保持措施工程量汇总

方案水土保持措施工程量见表 7-10 至表 7-18。水土保持典型措施布设见附图 SXL-22。

5.4 施工要求

本项目水土保持措施的实施进度与主体工程的建设相一致，根据主体工程施工进度及水土保持工程特点，确定防治工程的期限和年度计划。水土保持措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。水土保持方案实施的进度总原则为：体现预防为主方针，综合考虑生态效应和社会效应。

5.4.1 施工组织

a) 交通情况及工地运输

沿线交通较发达，公路以钟羊南路为公路交通的主要干道，县、乡、村（连）之间道路成网。道路情况较好，交通条件较便利。水土保持措施施工可利用主体工程使用的道路。

b) 施工场地布置和材料来源

1) 场地布置

水土保持工程施工集中在主体工程项目建设区范围内，且工程量较小，所需的施工场地面积较小，为避免施工设施重复建设，施工场地利用主体工程施工场地。

2) 材料站布置

除植物措施外，水土保持工程的主要材料与主体工程基本相同，因此可与主体工程沿线设立的材料站和相关办公场地共用，不再新建。

3) 砂、石、水来源

本工程在主体工程和水土保持工程施工中所施工的砂、石量不大，管线沿线有开采许可证的采砂采石场很多，买卖和运输均很方便，工程所用砂、石考虑就近在有开采许可证的采砂、采石场购买。其水土流失防治责任相应由砂、石料场自行负责。基础施工用水量较少，就近在附近养殖塘内取用。施工水源与主体工程一样。

5.4.2 施工方法

水土保持工程施工分三个阶段：一是施工准备；二是基础施工；三是布置水土保持设施。

a) 施工准备

施工准备阶段主要是施工备料。

b) 基础施工

水土保持工程基础施工主要包括排水沟、临时排水沟等，施工时在确保安全和质量的前提下，尽量减小开挖的范围，避免不必要的开挖和过多的破坏原状土，以利于环保及水土保持的要求。

c) 布置水土保持设施

1) 工程措施施工

(1) 施工单位应做到先防护后开挖，使开挖出的土石方限定在尽可能小的范围内并采用装土编织袋拦挡；

(2) 工程施工应合理安排施工顺序，尽量分片开挖、及时回填，减少施工对土地扰动，减少开挖土的临时堆放。

(3) 优先考虑施工区周边排水沟的开挖，作好施工区内的排水工作，使施工区的地面径流和废水有组织顺畅排出。

(4) 施工过程，混凝土拌和采用铁板垫底，避免混凝土浆残留原地，以利于植被尽快恢复生长。

(5) 施工期间，对于开挖出的表土，考虑作为后期植物措施的绿化覆土，暂时堆

放在各施工区内。临时堆土回覆结束后，立即清理场地，对临时堆土区域进行翻土和准备植被恢复。

2) 植物措施施工

(1) 苗木运输

苗木采用汽车运输，裸根苗为防车板磨损苗木，车厢内先垫上草袋等物。苗木装车根系向前，树梢向后，顺序安放。同时为防止运输期间苗木失水，苗根干燥，同时避免碰伤，将苗木用绳子捆住，苗木根部用水草袋包裹。

(2) 苗木栽植

起苗时注意不要破皮伤根，不要使苗木受干遭冻，注意苗木保湿降温。尽量减少苗木（尤其是根系）在空气中的暴露时间，最大限度地降低苗木体内的水分散失，最好是边起苗边栽植。植苗时，注意不要窝根；覆土应高出苗木原埋痕约 2cm~3cm；浇水保湿，以利成活。

(3) 苗木养护管理措施

通过人为的措施创造比较优越的环境，以满足苗木幼树对光照、温度、水分、养分、空气和空间等方面的需求；通过控制环境条件，保证苗木正常生长，形成良好的干形，具体措施主要有：

①松土：新林郁闭前，每年要松土 1 次~2 次，将杂草翻入土中充当肥料。可在植物生长旺盛的雨季前进行。松土深度一般为 5cm~20cm，以不伤害幼树根系为原则，并掌握里浅外深，树小浅松，树大深松，夏秋浅松，冬季深松。

②施肥：根据树种特性及其生长阶段需要，适时施用各种有机肥、无机肥或微生物肥料，以改善树苗营养状况和增加土壤肥力。为减少施肥对水源造成污染，本方案建议尽可能使用绿肥，如在松土时将杂草翻入土中充当肥料。

③抗旱防冻以及防止病虫害：关注气候变化，加强预报工作，在灾害性天气到来前做好相应的防护措施，保护幼树。

5.4.3 水土保持措施实施进度安排

根据《中华人民共和国水土保持法》规定的“建设项目的水土保持措施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”原则，本工程将根据主体工程的进度，合理安排水土保持措施的实施进度，发挥其效用，尽可能减少施工过程中产生的水土流失。进度安排原则如下：

a) 各建设施工区的护坡、挡土墙、截（排）水沟应在施工前期完成。

b) 各建设区的临时防护措施应与主体工程施工同步进行。土建施工结束后立即进行土地整治,覆土绿化。

c) 施工结束后,及时对临时堆土区域进行绿化,恢复植被。

神木-安平煤层气管道项目(陕西-山西段)水土保持措施实施进度安排见图 5.4-1。

水土保持措施			2022年				2023年	
			3月	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度
管道 作业 带区	主体工程(含准备期)		—					
	工程措施	表土剥离	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		水平台地			.....	.....		
		隔坡台地			.....	.....		
		围堰					.....	.....
		坡面截排水系统			.....	.....	.....	.....
		生态袋护坡			.....	.....	.....	.....
		浆砌石护坡			.....	.....	.....	.....
		表土回覆			.....	.....	.....	.....
		土地整治			.....	.....	.....	.....
		复耕			.....	.....	.....	.....
	植物措施	植树种草		.....	.....	.....	.....	.....
	临时措施	临时拦挡		.....	.....	.....	.....	.....
		临时苫盖	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		临时排水、沉沙	.....	.....	.....	.....	.....	.....
站场 阀室 区	主体工程(含准备期)		—					
	工程措施	表土剥离	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		排水沟(包含涵管)		.....	.....	.....		
		消力池		.....	.....	.....		
		沉沙池		.....	.....	.....		
		顺接措施		.....	.....	.....		
		骨架植草护坡		.....	.....	.....		
		土地整治		.....	.....	.....		
		表土回覆		.....	.....	.....		
		复耕				.....	.....	.....
	植物措施	站场绿化						
		自然护坡						
		道路自然护坡					.....	.....
	临时措施	临时拦挡		.....	.....	.....	.....	.....
		临时苫盖		.....	.....	.....	.....	.....
		临时排水、沉沙		.....	.....	.....	.....	.....
公路 穿越 区	主体工程(含准备期)		—					
	工程措施	表土剥离	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		排水沟恢复		.....	.....	.....		
		表土回覆					.....	.....
		土地整治					.....	.....
	植物措施	种草					.....	.....
	临时措施	临时拦挡		.....	.....	.....	.....	.....
		临时苫盖		.....	.....	.....	.....	.....
		临时排水、沉沙		.....	.....	.....	.....	.....
河流 穿越 区	主体工程(含准备期)		—					
	工程措施	表土剥离			.....	.....		
		土谷坊			.....	.....		
		表土回覆					.....	.....
		土地整治					.....	.....
	植物措施	植树种草					.....	.....
		临时拦挡			.....	.....	.....	.....
		临时苫盖			.....	.....	.....	.....
		泥浆池			.....	.....	.....	.....
		临时排水、沉沙			.....	.....	.....	.....
施工 便道 区	主体工程(含准备期)		—					
	工程措施	表土剥离	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		表土回覆						.....
		土地整治						.....
	植物措施	自然护坡						.....
		植草						.....
	临时措施	临时苫盖		.....	.....	.....	.....	.....
		临时排水、沉沙		.....	.....	.....	.....	.....
堆管 区	主体工程(含准备期)		—					
	工程措施	土地整治		.....	.....	.....	.....	.....
	植物措施	植草		.....	.....	.....	.....	.....
	临时措施	草垫铺垫		.....	.....	.....	.....	.....

图 5.4-1 水土保持措施实施进度横道图

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围及单元划分

本项目水土保持监测范围为该项目的水土流失防治责任范围，根据工程设计和施工进度安排，对防治责任范围内的水土保持生态环境变化、水土流失动态分析及水土保持防治措施实施效果等内容进行动态监测，并灵活掌握监测区域的变化。

本工程监测范围划分为站场阀室区、管道作业带区、穿越工程区、施工辅助区等4个监测单元。

6.1.2 监测时段

本工程2022年3月开始准备施工，2023年6月完工，建设总工期16个月。监测时段从施工准备开始，至设计水平年（即2023），监测时长为1.83年。

6.2 监测内容和方法

6.2.1 监测内容

监测的主要内容有主体工程进度情况、工程建设扰动土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果等，监测的重点区域是站场区及管道作业带区，监测的重点内容包括水土保持生态环境的状况、工程扰动土地及植被占压情况、水土流失动态变化、水土保持措施（含临时防护措施）实施状况、水土保持措施防治效果（植物措施的监测重点是成活率和保存率）、施工准备期前应对土壤侵蚀的背景值以及重大水土流失事件进行监测。

a) 主体工程进度情况

主要监测主体工程地表土建部分的实施情况。

b) 水土流失影响因素

水土流失影响因素监测应包括：气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素；项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况。

c) 工程扰动土地面积

主要包括：扰动土地总面积、永久和临时占地面积、项目建设区面积、直接影响区面积、损坏水土保持设施面积等。

d) 水土流失灾害隐患

主要包括：降雨、坡面坡度、水位、渣体堆高和体积、植被类型及覆盖度，水土流失设施数量和质量等，对水土流失产生的背景进行调查。

e) 水土流失及造成的危害

主要包括：工程建设扰动地貌、损坏土地和植被造成的水土流失量的监测；项目建设造成临时弃土增加的水土流失量的监测。

f) 水土保持工程建设情况

主要包括：施工期临时防护实施情况监测，边坡防护稳定情况。

主体工程具有水土保持功能设施的实施数量、质量、稳定性及防护和治理效果情况监测。

水土保持方案新增水土保持措施实施数量、质量、稳定性及防护和治理效果监测。

g) 水土流失防治效果

主要包括：水土保持工程的实施情况、控制水土流失程度、改善生态环境的作用、效益等。

地形、地貌、植被恢复情况监测。

植物措施成活率、保存率、覆盖度监测。

6.2.2 监测方法

监测方法依据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号）执行，采用定位监测、调查监测和遥感监测相结合的方法。由于本工程建设涉及范围较广，因此水土保持监测以调查监测为主，同时在分输站工程和线路工程有代表性的水土流失地段设置固定监测点。

a) 定位监测

1) 侵蚀沟样法

在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5m~10m 宽的坡面，侵蚀沟按大（沟宽>100cm）、

中（沟宽 30~100cm）、小（沟宽<30cm）分三类统计，每次降雨后或多次降雨后，测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，推算流失量。

输气管线管道作业带区临时堆土坡面采用该方法进行监测。

2) 沉沙池法

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为 20m²，在标准地下游设置沉沙池，通过测出沉沙池内的淤积量，从而推算出该区域的土壤流失量。

输气管线管道作业带区和站场区标准地下游采用该方法进行监测，监测排水含沙量。

b) 调查监测

1) 现场巡查法

调查监测是指定期采取全线调查的方式，通过现场实地勘测，采用全站仪结合 1:2000 地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按标段测定不同工程和标段的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦渣工程、护坡工程、土地整治等）实施情况。

2) 标准地调查法

对项目区的水土保持植物措施应设立固定标准地，每年 10 月定期对标准地进行调查，植被调查的主要内容为：树高、冠幅、生物量、盖度、郁闭度、成活率、保存率及植物种类等。

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求灌木林 3m×3m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。计算公式为：

$$D = f_e / f_d \times 100\% \quad C = f / F \times 100\%$$

式中：D---林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C---林草覆盖度，%；

f_d ---样方面积，m²；

f_e ---样方内树冠（草冠）垂直投影面积，m²；

f ---林地（或草地）面积，hm²；

F ---类型区总面积, hm^2 。

c) 无人机监测

以调查区地形图为基础, 根据调查区域地形、地貌设计航摄方案。主要包括航摄比例尺、重叠度、航摄时间等。在航摄区域布设一定数量的地面标志, 检测无人机起飞后即可野外航摄。具体工作包括: 整理航摄范围内航片、清除异常航片、错误纠正、重复航片的清除等。拍摄结束后, 利用遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正、调色等处理。从而通过野外调查, 获取工程建设现状, 水土保持措施实施情况, 发现工程建设完成后的遗留问题; 建立解译标志; 依据解译标志针对影像提取植被覆盖度及土地利用信息; 利用 GIS 坡度分析功能从 DEM 数据空间分析获取坡度信息等。

d) 遥感监测

本工程空间跨距较长, 采取全线普查法获取水土流失数据的难度大, 投入大, 时间长。因此, 监测区域的土壤侵蚀背景数据及施工前后扰动、治理效果等, 主要通过遥感调查与典型调查相结合的途径获得。以遥感影像为数据源, 按水利部办公厅“关于印发《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》的通知”(办水保〔2015〕139号)文件规定, 对监测区域进行外业调查, 建立遥感解译标志, 通过解译, 获得监测区域在施工前后各种土地利用类型、土壤侵蚀类型和侵蚀强度的分布、面积和空间特征数据。

6.2.3 监测频次

监测频次根据相关技术规范执行, 建设期临时堆土场正在实施的水土保持措施建设情况等至少每 10 天监测记录 1 次, 扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每 1 个月监测记录 1 次; 运行期每年监测 2 次~3 次, 当 24h 过程暴雨量大于 50mm 时需要进行加测。水土流失防治成效每季度监测 1 次, 临时措施应每月监测 1 次。

6.3 点位布设

a) 布设原则

监测点位布设原则主要以能有效完整地监测水土流失状况、水土流失危害及各类防治措施效果为主, 应具有典型性和可操作性。

b) 监测点布设

本工程采用定位观测和调查的方法进行水土流失监测，依据不同地区降雨条件、地形、地质条件，分别设立水土保持监测点，共设 25 个监测点。

本工程神木市和兴县各监测点监测项目、监测内容及方法、监测频次及监测点布设位置详见表 6.3-1 和表 6.3-2。本项目各监测点监测项目、监测内容及方法、监测频次及监测点布设位置汇总情况详见表 6.3-3，监测点位布设图详见附图 SXL-24。

表 6.3-1 神木市水土保持监测点位布设统计表

防治分区	监测点数	监测内容
管道作业带区	5	主体工程实施进度，顺坡敷设段、高陡边坡段、崾崄和沟头防护段、沟头填筑段等项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，管沟开挖、土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化情况，水土保持工程措施防治效果等。
站场阀室区	2	主体工程实施进度，重点监测神木首站和 SK1#阀室项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，水土保持工程措施防治效果，植物措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度等。
公路穿越区	1	主体工程实施进度，项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，重点监测神马路顶管穿越点，土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化情况。
河流穿越区	1	主体工程实施进度，项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，重点监测黄河定向钻穿越，土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化情况。
施工便道区	1	主体工程实施进度，重点监测施工便道项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，水土保持工程防治效果等。
合计	10	

表 6.3-2 兴县水土保持监测点位布设统计表

防治分区	监测点数	监测内容
管道作业带区	5	主体工程实施进度，重点监测顺坡敷设段、高陡边坡段、崾崄和沟头防护段、沟头填筑段等项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，管沟开挖、土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化
站场阀室区	2	主体工程实施进度，SK2#和 SK3#阀室项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，水土保持工程措施防治效果等。
公路穿越区	2	主体工程实施进度，项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，重点监测在建静兴高速公路和

防治分区	监测点数	监测内容
		G337 国道（黄榆线）顶管穿越，管沟开挖、土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化情况，水土保持工程措施防治效果等。
河流穿越区	5	主体工程实施进度，项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，重点监测黄河定向钻穿越、岚漪河开挖和蔚汾河定向钻穿越、南川河、迷虎沟开挖穿越，管沟开挖、土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化情况，水土保持工程措施防治效果等。
施工便道区	1	主体工程实施进度，重点监测施工便道项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，水土保持工程防治效果等。
合计	15	

表 6.3-3 本项目水土保持监测点位布设统计表

防治分区	监测点数	监测内容
管道作业带区	10	主体工程实施进度，重点监测顺坡敷设段、高陡边坡段、岷岷和沟头防护段、沟头填筑段等项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，管沟开挖、土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化情况，水土保持工程措施防治效果等。
站场阀室区	4	主体工程实施进度，神木首站、SK1#、SK2#和 SK3# 阀室项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，水土保持工程措施防治效果，植物措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度等。
公路穿越区	3	主体工程实施进度，项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，重点监测神马路顶管穿越、在建静兴高速公路和 G337 国道（黄榆线）顶管穿越，管沟开挖、土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化情况，水土保持工程措施防治效果等。
河流穿越区	6	主体工程实施进度，项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，重点监测黄河定向钻穿越、岚漪河开挖和蔚汾河定向钻穿越、南川河、迷虎沟开挖穿越，管沟开挖、土石方临时堆置以及管道敷设完毕土石回填后的水土流失变化情况，水土保持工程措施防治效果等。
施工便道区	2	主体工程实施进度，重点监测施工便道项目建设区水土流失情况和水土流失程度变化情况，水土保持工程防治效果等。
合计	25	

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设施设备

a) 土建设施

本工程在开展水土保持监测时，可充分利用主体工程或新增水土保持方案中设计的部分设施进行监测，仅在定位监测处设侵蚀沟样方进行观测，其工程量详见表 6.4-1。

b) 消耗性材料

这类材料包括 50m 皮尺、2m 抽式标杆等，详见表 6.4-1。

c) 损耗性设备

这类设备包括 GPS 定位仪、数码照相机、计算机、烘箱、天平等详见表 6.4-1。

表 6.4-1 水土保持监测设施列表

序号	项目	单位	数量
1	监测设施		
	沉沙池	座	4
	临时沉沙池	座	5
	侵蚀沟样方监测单元	个	10
2	监测设备		
2.1	消耗性材料		
	50m 皮尺	条	12
	钢卷尺	把	12
	2m 抽式标杆	支	24
	集水桶	个	22
	泥沙测量仪器(量筒、比重计)	个	22
	取样玻璃仪器(三角瓶、量杯)	个	88
	采样工具(铁铲、铁锤、水桶)	批	88
2.2	损耗性设备		
	无人机	台	1
	计算机	台	1
	数码照相机	台	1
	GPS 定位仪	台	1
	土壤水分测定仪	台	2
	烘箱	台	2
	雨量计	台	2
	天平	台	2
	测高仪	个	2
	植被测量仪器(测绳、剪刀、坡度仪)	批	2

6.4.2 监测人工

建设单位应按要求开展水土保持监测工作，本工程监测人工设 6 人，其中工程师 2 人，监测员 4 人。

6.4.3 监测单位

鉴于本项目挖填土石方总量超过 200 万立方米，根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）文件要求，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。监测单位的选择应符合水土保持监测的相关规定，监测单位负责完成业主委托的水土保持监测工作，确保监测工作能按方案要求顺利完成。

6.4.4 监测成果

（1）承担本项目水土保持监测的建设单位必须按方案设计的监测重点、内容、方法和时段等，工作开展前应编制具体的《生产建设项目水土保持监测实施方案》，并报送至各级水行政主管部门及建设单位。

（2）工程运行期间，建设单位应于每个季度第一个月内向各级水行政主管部门报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告表》，同时提供大型或重要位置弃土（渣）场的照片等影像资料给水行政主管部门及建设单位。

（3）因降雨或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后向各级水行政主管部门报备。

（4）《生产建设项目水土保持监测总结报告》应于监测任务完成三个月内分别报送陕西省和山西省水利厅。

（5）监测数据真实可靠。图片及影像资料、监测评价结论能真实客观反应实际情况，评价结论中应包括对六项防治目标达标情况的计算评价。

（6）根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）的要求，编制水土保持方案报告书的项目，应当依法开展水土保持监测工作。实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管部门要将监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

- (1) 遵循国家和地方颁布的有关水土保持政策法规。
- (2) 凡治理因工程建设造成的水土流失所采取的措施和所需费用，均列入主体工程投资中，设计估算包括方案新增水土保持设计估算。
- (3) 价格水平年为 2021 年第 4 季度。
- (4) 编制深度为初步设计深度。
- (5) 涉及估算的主要材料、工程措施单价、植物措施单价主体已有的与主体一致，不足部分依据水利部“水总〔2003〕67 号”文发布的《水土保持工程概（估）算编制规定》及 2015 版进行编制，并按办水总〔2016〕132 号文件，及水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知（办财务函〔2019〕448 号）调整。
- (6) 苗木单价按地方所在市场价计列；
- (7) 建设过程中发生的水土流失防治费用，从基本建设投资中列支；生产运行期发生的水土流失防治费用，在生产运行费中列支；
- (8) 主体工程设计的水土保持工程措施投资，纳入本《方案》水土保持总投资。

7.1.1.2 编制依据

本工程水土保持方案费用估算编制的主要依据有：

- (1) 关于印发《建设项目可行性研究投资估算编制规定》的通知（中油计〔213〕29 号）；
- (2) 关于印发《石油建设安装工程概算指标》（2005 版）的通知（油计字〔2005〕358 号）；
- (3) 《神木-安平煤层气管道项目（陕西-山西段）可行性研究报告》中投资估算及经济效益章节；
- (4) 《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》（水利部水总〔2003〕67

号文)；

①《开发建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》

②《水土保持工程概算定额》

③《施工机械台时费定额》；

(5)《水土保持补偿费征收使用管理办法》(财综〔2014〕8号文)；

(6)《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》
(发改价格〔2015〕299号)；

(7)《水利部办公厅关于印发<水利工程营业税改征增值税计价依据调整
办法>的通知》(水利部办公厅,办水总〔2016〕132号,2016年7月5日)；

(8)

(8)《陕西省水土保持补偿费征收使用管理实施办法》的通知陕财办综
〔2015〕38号；

(9)山西省发展和改革委员会、山西省财政厅、山西省水利厅《关于水土
保持补偿费收费标准的通知》(晋发改收费发〔2018〕464号)；

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制说明

1、费用构成及编制方法

水土保持工程总投资分为工程静态投资和水土保持补偿费两大部分。其中,
工程静态投资分为水土保持工程投资和基本预备费。水土保持工程投资由水土
保持工程措施、植物措施、监测措施、临时措施、独立费用和预备费 6 部分组
成。

(1) 基础单价

1) 人工预算单价

根据主体工程设计,工程所在地为陕北地区,神木市和兴县人工工日单价
分别为 100 元/工日和 95 元/工日,人工工时预算单价分别为 12.5 元/时和 11.88
元/时。

2) 主要材料预算单价

材料价格主要包括材料原价、材料运杂费、材料采保费。主体工程中已有
的材料预算价格与主体工程单价一致,主体工程中未涉及的材料预算价格参照

《陕西工程造价信息》和《山西工程造价信息》2021年第4期价格，未列入部分参考市场价格确定。材料采购及保管费按材料运到工地仓库价格的2%计算。

苗木、种子的预算价格按当地市场价格加运杂费、采购及保管费计算，采购及保管费率按运到工地价的2.0%计算。

计算公式：材料预算单价=（材料原价+包装费+运杂费）×（1+采购及保管费）

主要材料价格表如表7.1-1所示。

表 7.1-1 陕西省主要材料价格表（单位：元）

序号	材料	单位	原价	运杂费 (5%)	采购费 及保管 费 (2%)	预算单 价	备注
1	水泥 325#	t	285.00	14.25	5.99	305.24	
2	砂	m ³	50.00	2.50	1.05	53.55	
3	碎石	m ³	75.00	3.75	1.58	80.33	
4	砂浆	m ³	155.00	7.75	3.26	166.01	
5	机砖	千块	285.00	14.25	5.99	305.24	
6	板枋材	m ³	1100.00	55.00	23.10	1178.10	
7	C30 混凝土	m ³	195.00	9.75	4.10	208.85	
8	铁件	kg	7.80	0.39	0.16	8.35	
9	水	m ³	4.50				主体工程价
10	电	kW.h	6.00				主体工程价
11	风	m ³	0.12				主体工程价
12	柴油	kg	7.10				主体工程价
13	密目网	m ²	0.50	0.03	0.01	0.54	
14	编织袋	个	0.40	0.02	0.01	0.43	
15	小叶杨	株	4.20	0.21	0.09	4.50	
16	沙柳	株	0.95	0.05	0.02	1.02	
17	草木樨	kg	45.80	2.29	0.96	49.05	
18	碧桃	株	10.50	0.53	0.22	11.25	
19	沙蒿	kg	30.00	1.50	0.63	32.13	
20	沙打旺	kg	40.12	2.01	0.84	42.97	
21	野牛草	kg	45.00	2.25	0.95	48.20	
22	黄刺玫	株	2.30	0.12	0.05	2.46	
23	枣树	株	8.9	0.45	0.19	9.53	
24	垂柳	株	4.5	0.23	0.09	4.82	
25	农家肥	m ³	450	22.50	9.45	481.95	
26	土工膜	m ²	4.5	0.225	0.0945	4.8195	

表 7.1-2 山西省主要材料价格表 (单位: 元)

序号	材料	单位	原价	运杂费 (5%)	采购费 及保管 费 (2%)	预算单 价	备注
1	水泥 325#	t	285.00	14.25	5.99	305.24	
2	砂	m ³	50.00	2.50	1.05	53.55	
3	碎石	m ³	75.00	3.75	1.58	80.33	
4	砂浆	m ³	155.00	7.75	3.26	166.01	
5	机砖	千块	285.00	14.25	5.99	305.24	
6	板枋材	m ³	1100.00	55.00	23.10	1178.10	
7	C30 混凝土	m ³	195.00	9.75	4.10	208.85	
8	铁件	kg	7.80	0.39	0.16	8.35	
9	水	m ³	4.50				主体工程价
10	电	kW.h	6.00				主体工程价
11	风	m ³	0.12				主体工程价
12	柴油	kg	7.20				主体工程价
13	密目网	m ²	0.60	0.03	0.01	0.64	
14	编织袋	个	0.35	0.02	0.01	0.37	
15	小叶杨	株	4.20	0.21	0.09	4.50	
16	沙柳	株	0.95	0.05	0.02	1.02	
17	草木樨	kg	45.80	2.29	0.96	49.05	
18	沙蒿	kg	30.00	1.50	0.63	32.13	
19	沙打旺	kg	41.20	2.06	0.87	44.13	
20	枣树	株	9	0.45	0.19	9.64	
21	农家肥	m ³	450	22.50	9.45	481.95	
22	土工膜	m ²	4.5	0.225	0.0945	4.8195	

3) 机械台时费

与主体设计文件中采用的机械台班价格一致, 不足部分采用《水土保持工程概算定额》附录一《施工机械台时费定额》进行计算。

表 7.1-3 机械台时费汇总表-陕西省 (单位: 元)

序号	定额 编号	名称及规格	台时费	折旧 费	修理 替换 费	安拆 费	人工 费	动力燃 料费
1	1031	推土机 74KW	147.93	19.00	22.81	0.86	30.00	75.26
2	3074	胶轮车	0.90	0.26	0.64			
3	2006	砂浆搅拌机 0.35m ³	48.77	3.99	6.18	1.55	16.25	20.80
4	2047	振捣器 1.1kW	2.34	0.32	1.22			0.80
6	4030	塔式起重机 10t	131.81	41.37	16.89	3.10	33.75	36.70
7	2050	自卸汽车 5t	111.98	10.73	5.37		16.25	79.63
8	8045	拖拉机 37kw	58.6	3.04	3.65	0.16	16.25	35.5

表 7.1-4 机械台时费汇总表-山西省 (单位: 元)

序号	定额编号	名称及规格	台时费	折旧费	修理替换费	安拆费	人工费	动力燃料费
1	1031	推土机 74KW	147.93	19.00	22.81	0.86	30.00	76.40
2	3074	胶轮车	0.90	0.26	0.64			
3	2006	砂浆搅拌机 0.35m ³	48.77	3.99	6.18	1.55	16.25	20.80
4	2047	振捣器 1.1kW	2.34	0.32	1.22			0.80
6	4030	塔式起重机 10t	131.81	41.37	16.89	3.10	33.75	36.70
7	2050	自卸汽车 5t	111.98	10.73	5.37		16.25	80.24
8	8045	拖拉机 37kw	57.78	3.04	3.65	0.16	15.44	35.5

(2) 工程单价及取费

水土保持措施工程单价由直接工程费 (包括直接费、其它直接费和现场经费)、间接费、企业利润和税金组成。费率取值与主体工程一致, 按工程所在地分别计取, 不足部分参考水土保持或相关行业规定。

企业利润: 工程措施取直接工程费与间接费之和的 7%, 植物措施取直接工程费与间接费之和的 5%。

税金: 工程位于城区以外, 税金取直接工程费、间接费与企业利润三项之和的 9%, 本方案各项费率取费及计算基础见表 7.1-5。

表 7.1-5 工程单价及取费率表

费用名称	计算基础	费率 (%)				
		土石方工程	砼工程	其他工程	土地整治	植物措施
其他直接费	直接费	4	4	4	3	2.5
现场经费	直接费	4	6	5	3	4
间接费	直接工程费	5	4.3	4.4	3	3.3
企业利润	直接工程费+间接费	7	7	7	7	5
税金	直接工程费+间接费+企业利润	9	9	9	9	9

根据相关规定, 可研阶段投资估算单价扩大 10%。陕西省和山西省单价汇总表见表 7.1-6 和表 7.1-7。

表 7.1-6 水土保持工程单价汇总表-陕西省

单位: 元

序号	编号	工程名称	单位	单价	其中								
					人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	现场经费	间接费	企利业润	税金	扩大 10%
1	1153	表土剥离	m ³	7.24	0.46	0.49	4.02	0.20	0.20	0.27	0.40	0.54	0.66
2	1155	表土回覆	m ³	9.52	0.61	0.65	5.28	0.26	0.26	0.35	0.52	0.71	0.87
3	1006	土方开挖	m ³	28.51	17.25	2.35		0.78	0.78	1.06	1.56	2.14	2.59
4	1093	土方回填	m ³	59.83	40.75	0.98		1.34	1.34	2.22	3.26	4.49	5.44
5	1146	推土机平整场地	hm ²	13324.39	875.00	1381.01	7248.57	285.14	293.69	302.50	727.01	1000.16	1211.31
6	8045	全面整地	hm ²	1753.63	237.50	544.60	468.80	37.53	38.65	39.81	95.68	131.63	159.42
7	9373	隔坡台地	hm ²	110343.00	66950.00	2292.53	9467.52	2361.30	2432.14	2505.10	6020.60	8282.63	10031.18
8	3001	碎石垫层	m ³	213.67	63.50	82.86		5.85	7.32	7.02	11.66	16.04	19.42
9	3006	砌砖	m ³	406.83	72.28	199.83	4.30	11.06	16.58	13.07	22.20	30.54	36.98
10	3079	水泥砂浆	m ²	22.23	10.73	4.12	0.25	0.60	0.91	0.71	1.21	1.67	2.02
11	3053、3054	编织袋填筑、拆除	m ³	243.05	166.25	0.57		6.67	6.94	9.02	13.26	18.24	22.10
12	3005	苫盖措施	m ²	2.72	1.25	0.61		0.07	0.10	0.09	0.15	0.20	0.25
13	8057	人工种草(沙蒿)	hm ²	1105.52	750.00	48.20		19.95	31.93	28.05	43.91	82.98	100.50
14	8057	人工种草(沙打旺)	hm ²	1128.04	750.00	64.45		20.36	32.58	28.62	44.80	84.67	102.55
15	8057	人工种草(草木樨)	hm ²	1140.68	750.00	73.58		20.59	32.94	28.94	45.30	85.62	103.70
16	8092	植苗造林(沙柳)	株	1.98	1.38	0.05		0.04	0.06	0.05	0.08	0.15	0.18
17	8088	植苗造林(枣树)	株	12.80	8.67	0.56		0.23	0.38	0.32	0.51	0.96	1.16
18	8092	植苗造林(小叶杨)	株	13.16	9.13	0.37		0.24	0.39	0.33	0.52	0.99	1.20
19	8088	植苗造林(碧桃)	株	13.35	9.13	0.50		0.24	0.39	0.34	0.53	1.00	1.21

序号	编号	工程名称	单位	单价	其中								
					人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	现场经费	间接费	企利润	税金	扩大 10%
20	8088	植苗造林（黄刺玫）	株	1.49	0.75	0.33		0.03	0.04	0.04	0.06	0.11	0.14
21	8088	植苗造林（垂柳）	株	13.17	9.13	0.37		0.24	0.39	0.33	0.52	0.99	1.20
22	8057	人工种草（野牛草）	hm ²	1138.90	750.00	72.29		20.56	32.89	28.90	45.23	85.49	103.54
23	8136	幼林抚育（第 1 年）	hm ²	3493.55	1800.00	720.00		63.00	103.32	88.65	138.75	262.23	317.60
24	8136	幼林抚育（第 2 年）	hm ²	2523.12	1400.00	420.00		45.50	74.62	64.02	100.21	189.39	229.37
25	8136	幼林抚育（第 3 年）	hm ²	1872.65	1100.00	250.80		33.77	55.38	47.52	74.37	140.57	170.24
26	3005	草垫铺拆	m ²	6.84	1.25	3.42	0.00	0.19	0.24	0.22	0.37	0.51	0.62
27	3004	铺土工膜	m ²	14.32	4.50	5.33	0.00	0.39	0.41	0.53	0.78	1.07	1.30
28	3018	浆砌石	m ³	423.00	主体已有								
29	4022	伸缩缝	m ²	230.00	主体已有								

表 7.1-7 水土保持工程单价汇总表-山西省

单位: 元

序号	编号	工程名称	单位	单价	其中								
					人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	现场经费	间接费	企利业润	税金	扩大10%
1	1153	表土剥离	m ³	7.21	0.44	0.49	4.02	0.20	0.20	0.27	0.39	0.54	0.66
2	1155	表土回覆	m ³	9.47	0.58	0.64	5.28	0.26	0.26	0.35	0.52	0.71	0.86
3	1006	土方开挖	m ³	27.25	16.39	2.35		0.75	0.75	1.01	1.49	2.05	2.48
4	1093	土方回填	m ³	57.08	38.71	0.98		1.34	1.34	2.12	3.11	4.28	5.19
5	1146	推土机平整场地	hm ²	13252.63	831.25	1373.57	7248.57	283.60	292.11	300.87	723.10	994.78	1204.78
6	8045	全面整地	hm ²	1640.04	225.63	481.95	462.30	35.10	36.15	37.23	89.48	123.11	149.09
7	9373	隔坡台地	hm ²	105509.38	63602.50	2192.10	9467.52	2257.86	2325.60	2395.37	5756.87	7919.80	9591.76
8	3001	碎石垫层	m ³	209.04	60.33	82.86		5.73	7.16	6.87	11.41	15.69	19.00
9	3006	砌砖	m ³	406.83	72.28	199.83	4.30	11.06	16.58	13.07	22.20	30.54	36.98
10	3079	水泥砂浆	m ²	22.23	10.73	4.12	0.25	0.60	0.91	0.71	1.21	1.67	2.02
11	3053、3054	编织袋填筑、拆除	m ³	230.73	157.94	0.42		6.33	6.59	8.56	12.59	17.32	20.98
12	3005	苫盖措施	m ²	2.81	1.19	0.73		0.08	0.10	0.09	0.15	0.21	0.26
13	8057	人工种草(沙蒿)	hm ²	1053.58	712.50	48.20		19.02	30.43	26.73	41.84	79.08	95.78
14	8057	人工种草(沙打旺)	hm ²	1078.50	712.50	66.19		19.47	31.15	27.37	42.83	80.96	98.05
15		人工种草(草木樨)	hm ²	1088.74	712.50	73.58		19.65	31.44	27.63	43.24	81.72	98.98
16	8092	植苗造林(沙柳)	株	1.88	1.31	0.05		0.03	0.06	0.05	0.07	0.14	0.17
17	8088	植苗造林(枣树)	株	12.80	8.67	0.56		0.23	0.38	0.32	0.51	0.96	1.16
18	8092	植苗造林(小叶杨)	株	12.53	8.67	0.37		0.23	0.37	0.32	0.50	0.94	1.14
19	8136	幼林抚育(第1年)	hm ²	3493.55	1800.00	720.00		63.00	103.32	88.65	138.75	262.23	317.60
20	8136	幼林抚育(第2年)	hm ²	2523.12	1400.00	420.00		45.50	74.62	64.02	100.21	189.39	229.37
21	8136	幼林抚育(第3年)	hm ²	1872.65	1100.00	250.80		33.77	55.38	47.52	74.37	140.57	170.24

序号	编号	工程名称	单位	单价	其中								
					人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	现场经费	间接费	企利业润	税金	扩大10%
22	3005	草垫铺拆	m ²	6.74	1.19	3.42	0.00	0.18	0.24	0.22	0.37	0.51	0.61
23	3004	铺土工膜	m ²	13.99	4.28	5.33	0.00	0.38	0.40	0.52	0.76	1.05	1.27
24	3018	浆砌石	m ³	423.00	主体已有								
25	4022	伸缩缝	m ²	230.00	主体已有								

(3) 费用组成

1) 工程措施

工程措施估算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

2) 植物措施

植物措施费由苗木和种子等材料费及种植费组成。材料费由苗木和种子的预算价格乘以数量进行编制；种植费按《水土保持工程概算定额》进行编制。

3) 临时措施

施工临时防护措施费由临时防护措施费和其它临时工程费组成，临时防护工程按设计方案的设计工程量乘以工程单价计算，其它临时工程按第一部分工程措施和第二部分植物措施投资的 2.0%计取。

4) 独立费用

独立费用由建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监理费、水土保持监测费、水土保持设施竣工验收费五项组成。

a. 建设管理费：按工程措施、植物措施、临时措施三部分之和的 2%计算。

b. 科研勘测设计费：参考《工程勘察设计收费管理规定》（计价格〔2002〕10号）和发改价格〔2006〕1352号文计算，并按合同价复核。

c. 水土保持监理费：施工期水土保持监理费，参照国家发改委、建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670号）进行计算。

施工监理收费=施工监理收费基准价×（1+浮动幅度值）

施工监理服务收费基准价=施工监理服务收费基价×专业调整系数×工程复杂程度调整系数×高程调整系数。

d. 水土保持监测费：施工期间水土保持监测费由人工费、监测土建设施费、消耗材料费、设备折旧费组成。

水土保持监测费=人工费+土建设施费+消耗材料费+折旧费

e. 水土保持设施竣工验收费：参考《国家计委关于印发建设项目前期工作咨询收费暂行规定》（计价格〔1999〕1283号文），并根据实际工程量和当地市场价激烈。

5) 预备费

预备费按工程措施费、植物措施费、临时工程费、独立费用四部分合计的3%计取。

6) 水土保持补偿费：补偿费标准，陕西省按照《陕西省水土保持补偿费征收使用管理实施办法》（陕财办综〔2015〕38号）文计征、《国家发展改革委财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（发改价格〔2017〕1186号）；山西省按照山西省发展和改革委员会 山西省财政厅 山西省水利厅《关于水土保持补偿费收费标准的通知》（晋发改收费发〔2018〕464号）文件计征。

表 7.1-8 水土保持补偿费计征依据及标准

省	法规依据	计征方式及标准
陕西省	《国家发展改革委财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（发改价格〔2017〕1186号）、《陕西省水土保持补偿费征收使用管理实施办法》（陕财办综〔2015〕38号）	按占用、扰动、损坏原地貌、植被或水土保持设施面积计征，收费标准每平方米1.7元。
山西省	山西省发展和改革委员会 山西省财政厅 山西省水利厅《关于水土保持补偿费收费标准的通知》（晋发改收费发〔2018〕464号）	按照征占用土地面积一次性计征，每平方米0.4元（不足1平方米的按1平方米计）

7.1.2.2 估算成果

本项目水土保持总投资 4085.03 万元，其中工程措施投资 2332.68 万元，植物措施投资 347.01 万元，临时措施投资 682.35 万元，独立费用 490.31 万元，基本预备费 115.57 万元，水土保持补偿费 117.10 万元。2022 年度投资估算金额 2844.05 万元，2023 年投资估算金额 1240.98 万元。

详细结果见表 7.1-9 至附表 7.1-21。

表 7.1-9 水土保持投资总表 (万元)

序号	工程或费用名称	建安工程费	植物措施费	独立费用	合计
第一部分	工程措施				2332.68
1	管道作业带区	2332.7			2025.65
2	站场阀室区	137.4			137.43
3	公路穿越区	18.0			18.04
4	河流穿越区	107.6			107.59
5	施工便道区	39.3			39.28
6	堆管场区	4.7			4.69
第二部分	植物部分				347.01
1	管道作业带区		259.9		259.86
2	站场阀室区		37.5		37.53
3	公路穿越区		2.7		2.65
4	河流穿越区		6.3		6.25
5	施工便道区		37.3		37.27
6	堆管场区		3.4		3.45
第三部分	临时措施				682.35
1	管道作业带区			480.08	480.08
2	站场阀室区			3.35	3.35
3	公路穿越区			15.83	15.83
4	河流穿越区			89.25	89.25
5	施工便道区			16.43	16.43
6	堆管场区			23.81	23.81
7	其他临时工程			53.59	53.59
第一~三部分合计					3362.05
第四部分独立费用					490.31
1	建设管理费			67.24	67.24
2	科研勘测设计费			94.00	94.00

序号	工程或费用名称	建安工程费	植物措施费	独立费用	合计
3	水土保持工程建设 监理费			112.87	112.87
4	水土保持监测			123.20	123.20
5	水保设施竣工验收 费			93.00	93.00
第一~四部 分合计					3852.35
五	基本预备费				115.57
	静态总投资				3967.92
六	水土保持补偿费				117.10
	水土保持总投资				4085.03

表 7.1-10 工程措施投资表-陕西省

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
	总计				540.27
一	管道作业带区				
1)	横坡敷设段				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	2280	7.24	1.65
1.2	表土回覆	m ³	2280	9.52	2.17
2	坡面整地工程	hm ²	0.76		
2.1	土方开挖	m ³	525	28.51	1.50
2.2	土方回填	m ³	525	59.83	3.14
3	土地整治				
3.1	土地整治	hm ²	0.76		
3.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.76	13324.39	1.01
4	浆砌石截水沟	m	700		
4.1	土方开挖	m ³	271.6	28.51	0.77
4.2	土方回填	m ³	62.7	59.83	0.38
4.3	碎石垫层	m ³	56	213.67	1.20
4.4	浆砌石	m ³	105	423.00	4.44
4.5	伸缩缝	m ²	7	230.00	0.16
5	浆砌石排水沟	m	700		
5.1	土方开挖	m ³	163.8	28.51	0.47
5.2	土方回填	m ³	37.8	59.83	0.23
5.3	碎石垫层	m ³	42	213.67	0.90
5.4	浆砌石	m ³	63	423.00	2.66
5.5	伸缩缝	m ²	4.2	230.00	0.10
6	浆砌石消力池	个	3		
6.1	土方开挖	m ³	31.2	28.51	0.09
6.2	土方回填	m ³	44.16	59.83	0.26
6.3	碎石垫层	m ³	1.32	213.67	0.03
6.4	浆砌石	m ³	9.2	423.00	0.39
6	浆砌石护坡	m ³	998.24		36.84
2)	顺坡敷设段 (坡度 <10°)				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	57939	7.24	41.97
1.2	表土回覆	m ³	57939	9.52	55.14
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	4.494		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	4.494	13324.39	5.99
2.1.2	全面整地	hm ²	4.494	1753.63	0.79
2.2	土地整治	hm ²	11.823		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	11.823	13324.39	15.75

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
3)	顺坡敷设段(坡度$\geq 10^\circ$)				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	25614	7.24	18.56
1.2	表土回覆	m ³	25614	9.52	24.38
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	1.926		
2.1.1	隔坡台地	hm ²	1.926	110343.00	21.25
2.1.2	全面整地	hm ²	1.926	1753.63	0.34
2.2	土地整治	hm²	5.328		
2.2.1	隔坡台地	hm ²	5.328	110343.00	58.79
3	($10^\circ \leq$坡度$< 25^\circ$)土质排水沟	m	12400		
3.1	土方开挖	m ³	2244	28.51	6.40
4	($10^\circ \leq$坡度$< 25^\circ$)土质沉沙池	个	25		
4.1	土方开挖	m ³	297	28.51	0.85
5	(坡度$\geq 25^\circ$)生态袋护坡	m			
4)	高陡边坡段				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	13406.4	7.24	9.71
1.2	表土回覆	m ³	13406.4	9.52	12.76
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	0.42		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.42	13324.39	0.56
2.1.2	全面整地	hm ²	0.42	1753.63	0.07
2.2	土地整治	hm ²	3.77		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	3.77	13324.39	5.02
2	浆砌石截水沟	m	400		
2.1	土方开挖	m ³	218.9	28.51	0.62
2.2	土方回填	m ³	59.4	59.83	0.36
2.3	碎石垫层	m ³	55.2	213.67	1.18
2.4	浆砌石	m ³	159.5	423.00	6.75
2.5	伸缩缝	m ²	10.63	230.00	0.24
3	浆砌石排水沟	m	300		
3.1	土方开挖	m ³	115.5	28.51	0.33
3.2	土方回填	m ³	48	59.83	0.29
3.3	碎石垫层	m ³	24	213.67	0.51
3.4	浆砌石	m ³	67.5	423.00	2.86
3.5	伸缩缝	m ²	4.5	230.00	0.10
4	浆砌石消力池	个	10		
4.1	土方开挖	m ³	78	28.51	0.22

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
4.2	土方回填	m ³	45	59.83	0.27
4.3	碎石垫层	m ³	6	213.67	0.13
4.4	浆砌石	m ³	33	423.00	1.40
5	沉沙池	个	10		
5.1	土方开挖	m ³	74.38	28.51	0.21
5.2	土方回填	m ³	45	59.83	0.27
5.3	碎石垫层	m ³	7.5	213.67	0.16
5.4	浆砌石	m ³	29.38	423.00	1.24
6	顺接工程	个	10		
6.1	土方开挖	m ³	38.25	28.51	0.11
6.2	土方回填	m ³	12	59.83	0.07
6.3	碎石垫层	m ³	6	213.67	0.13
6.4	浆砌石	m ³	26.25	423.00	1.11
5)	岷岷和沟头防护段				
1	沟头防护-围堰长度	m	817.5		
1.1	土方开挖	m ³	2092.50	28.51	5.97
1.2	土方回填	m ³	2092.50	59.83	12.52
1	表土剥离与回覆				
2.1	表土剥离	m ³	5510	7.24	3.99
2.2	表土回覆	m ³	5510	9.52	5.24
2	土地整治				
2.1	复耕	hm²	0.19		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.19	13324.39	0.25
2.1.2	全面整地	hm ²	0.19	1753.63	0.03
2.2	土地整治	hm ²	1.52		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	1.52	13324.39	2.03
6)	沟头填筑段				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	3990	7.24	2.89
1.2	表土回覆	m ³	3990	9.52	3.80
2.2	土地整治	hm ²	1.33		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	1.33	13324.39	1.77
2	浆砌石截水沟	m	120		
2.1	土方开挖	m ³	65.67	28.51	0.19
2.2	土方回填	m ³	17.82	59.83	0.11
2.3	碎石垫层	m ³	16.56	213.67	0.35
2.4	浆砌石	m ³	47.85	423.00	2.02
2.5	伸缩缝	m ²	3.19	230.00	0.07
3	浆砌石排水沟	m	90		
3.1	土方开挖	m ³	34.65	28.51	0.10
3.2	土方回填	m ³	14.4	59.83	0.09
3.3	碎石垫层	m ³	7.2	213.67	0.15

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
3.4	浆砌石	m ³	20.25	423.00	0.86
3.5	伸缩缝	m ²	1.35	230.00	0.03
4	浆砌石消力池	个	3		
4.1	土方开挖	m ³	23.4	28.51	0.07
4.2	土方回填	m ³	13.5	59.83	0.08
4.3	碎石垫层	m ³	1.8	213.67	0.04
4.4	浆砌石	m ³	9.9	423.00	0.42
5	沉沙池	个	3		
5.1	土方开挖	m ³	22.31	28.51	0.06
5.2	土方回填	m ³	13.5	59.83	0.08
5.3	碎石垫层	m ³	2.25	213.67	0.05
5.4	浆砌石	m ³	8.81	423.00	0.37
6	顺接工程	个	3		
6.1	土方开挖	m ³	11.48	28.51	0.03
6.2	土方回填	m ³	3.6	59.83	0.02
6.3	碎石垫层	m ³	1.8	213.67	0.04
6.4	浆砌石	m ³	7.88	423.00	0.33
二	站场阀室区				
1)	神木首站				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	12090	7.24	8.80
1.2	表土回覆	m ³	12090	9.52	11.51
2	土地整治				
2.1	土地整治	hm ²	0.39		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.39	13324.39	0.52
3	现浇钢筋混凝土排水沟(主体已有)	m	650		39.43
4	浆砌石消力池	个	2		
4.1	土方开挖	m ³	31.2	28.51	0.09
4.2	土方回填	m ³	44.16	59.83	0.26
4.3	碎石垫层	m ³	1.32	213.67	0.03
4.4	浆砌石	m ³	9.2	423.00	0.39
5	沉沙池	个	2		
5.1	土方开挖	m ³	29.75	28.51	0.08
5.2	土方回填	m ³	42.73	59.83	0.26
5.3	碎石垫层	m ³	0.95	213.67	0.02
5.4	浆砌石	m ³	8.85	423.00	0.37
6	顺接工程	个	2		
6.1	土方开挖	m ³	17	28.51	0.05
6.2	土方回填	m ³	23.1	59.83	0.14
6.3	碎石垫层	m ³	1.2	213.67	0.03
6.4	浆砌石	m ³	6.35	423.00	0.27

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
主体已有	自然护坡	m ²	3900		35.1
主体已有	骨架植草护坡	m ²	1280		25.6
2)	进站场道路				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	148.5	7.24	0.11
1.2	表土回覆	m ³	148.5	9.52	0.14
3)	站场供电线路				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	6.8	7.24	0.005
1.2	表土回覆	m ³	6.8	9.52	0.006
4)	阀室				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	424	7.24	0.307
1.2	表土回覆	m ³	424	9.52	0.404
2	土地整治	hm ²	0.03		
2.1	推土机平整场地	hm ²	0.03	13324.39	0.04
5)	进阀室道路	m	45		
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	79.76	7.24	0.058
1.2	表土回覆	m ³	79.76	9.52	0.076
6)	阀室供电线路				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	15.6	7.24	0.011
1.2	表土回覆	m ³	15.6	7.24	0.011
2	土地整治				
2.1	土地整治	hm ²	0.052		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.052	13324.39	0.069
三	公路穿越区				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	2040	7.24	1.48
1.2	表土回覆	m ³	2040	9.52	1.94
2	土地整治	hm ²	0.68		
2.1	推土机平整场地	hm ²	0.68		
3	排水沟恢复	m	170		
3.1	土方开挖	m ³	52.7	28.51	0.15
3.2	土方回填	m ³	12.2	59.83	0.07
3.3	浆砌石	m ³	10.2	423.00	0.43
3.4	碎石垫层	m ³	15.3	213.67	0.33
3.5	伸缩缝	m ²	1	230.00	0.02
四	河流穿越区				
1)	黄河穿越区				
1	表土剥离与回覆				

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
主体已有	表土剥离	m ³	1080	7.24	0.81
1.2	表土回覆	m ³	1080	9.52	1.07
2	土地整治	hm ²	0.36		
2.1	推土机平整场地	hm ²	0.36	13324.39	0.480
五	施工便道区				
1	表土剥离与回覆				
1.2	表土剥离	m ³	4200	7.24	3.04
1.3	表土回覆	m ³	4200	9.52	4.00
2	土地整治	hm ²	1.4		
2.1	推土机平整场地	hm ²	1.4	13324.39	1.87
六	堆管场区				
1	土地整治	hm ²	0.8		
1.1	推土机平整场地	hm ²	0.8	13324.39	1.07

表 7.1-11 工程措施投资表-山西省

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
	总计				1792.41
一	管道作业带区				
1)	横坡敷设段				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	18810	7.21	13.56
1.2	表土回覆	m ³	18810	9.47	17.81
2	坡面整地工程	hm ²	5.13		
2.1	土方开挖	m ³	3544	27.25	9.66
2.2	土方回填	m ³	3544	57.08	20.23
3	土地整治				
3.1	复耕	hm ²	1.71		
3.1.1	推土机平整场地	hm ²	1.71	13252.63	2.27
3.1.2	全面整地	hm ²	1.71	1640.04	0.28
3.2	土地整治	hm ²	3.42		
3.2.1	推土机平整场地	hm ²	3.42	13252.63	4.53
4	浆砌石截水沟	m	3000		
4.1	土方开挖	m ³	1164.2	27.25	3.17
4.2	土方回填	m ³	268.7	57.08	1.53
4.3	碎石垫层	m ³	240	209.04	5.02
4.4	浆砌石	m ³	450	423.00	19.04
4.5	伸缩缝	m ²	30	230.00	0.69
5	浆砌石排水沟	m	3000		
5.1	土方开挖	m ³	702.00	27.25	1.91
5.2	土方回填	m ³	162.00	57.08	0.92
5.3	碎石垫层	m ³	180.00	209.04	3.76
5.4	浆砌石	m ³	270.00	423.00	11.42
5.5	伸缩缝	m ²	18.00	230.00	0.41
6	浆砌石消力池	个	3		
6.1	土方开挖	m ³	109.2	27.25	0.30
6.2	土方回填	m ³	677.46	57.08	3.87
6.3	碎石垫层	m ³	4.62	209.04	0.10
6.4	浆砌石	m ³	32.2	423.00	1.36
6	浆砌石护坡	m ³	4547.56		246.55
2)	顺坡敷设段(坡度<10°)				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	187919	7.21	135.44
1.2	表土回覆	m ³	187919	9.47	177.92
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	13.756		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	13.756	13252.63	18.23
2.1.2	全面整地	hm ²	13.756	1640.04	2.26

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
2.2	土地整治	hm ²	39.713		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	39.713	13252.63	52.63
3)	顺坡敷设段(坡度 $\geq 10^\circ$)				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	82527	7.24	59.79
1.2	表土回覆	m ³	82527	9.52	78.54
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	5.895		
2.1.1	隔坡台地	hm ²	5.895	110343.00	65.05
2.1.2	全面整地	hm ²	5.895	1753.63	1.03
2.2	土地整治	hm ²	17.684		
2.2.1	隔坡台地	hm ²	17.684	110343.00	195.13
3	($10^\circ \leq \text{坡度} < 25^\circ$) 土质排水沟	m	26900		
3.1	土方开挖	m ³	4839	27.25	13.19
4	($10^\circ \leq \text{坡度} < 25^\circ$) 土质沉沙池	个	54		
4.1	土方开挖	m ³	645	27.25	1.76
5	(坡度 $\geq 25^\circ$) 生态袋护坡	m ²	5843		
5.1	生态袋绿化护坡	m ³	1753	381.12	66.81
5.2	生态袋数量	条	24344	0.50	1.22
6	(坡度 $\geq 25^\circ$) 土质排水沟	m	7800		
6.1	土方开挖	m ³	1402	27.25	3.82
7	(坡度 $\geq 25^\circ$) 土质消力池	个	205		
7.1	土方开挖	m ³	3198	28.51	9.12
7.2	土方回填	m ³	1476	59.83	8.83
7.3	碎石垫层	m ³	123	213.67	2.63
7.4	浆砌石	m ³	943	423.00	39.89
8	沉沙池	个	205		
8.1	土方开挖	m ³	3049.38	28.51	8.69
8.2	土方回填	m ³	1437.56	59.83	8.60
8.3	碎石垫层	m ³	87.13	213.67	1.86
8.4	浆砌石	m ³	907.13	423.00	38.37
9	顺接工程	个	205		
9.1	土方开挖	m ³	1742.5	28.51	4.97
9.2	土方回填	m ³	768.75	59.83	4.60
9.3	碎石垫层	m ³	102.5	213.67	2.19
9.4	浆砌石	m ³	650.88	423.00	27.53
4)	高陡边坡段				
1	表土剥离与回覆				

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
1.1	表土剥离	m ³	17409.7	7.21	12.55
1.2	表土回覆	m ³	17409.7	9.47	16.48
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	0.53		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.53	13324.39	0.71
2.1.2	全面整地	hm ²	0.53	1753.63	0.09
2.2	土地整治	hm ²	4.59		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	4.59	13324.39	6.12
2	浆砌石截水沟	m	350		
2.1	土方开挖	m ³	191.54	27.25	0.52
2.2	土方回填	m ³	51.98	57.08	0.30
2.3	碎石垫层	m ³	48.30	209.04	1.01
2.4	浆砌石	m ³	139.56	423.00	5.90
2.5	伸缩缝	m ²	9.30	230.00	0.21
3	浆砌石排水沟	m	350.00		
3.1	土方开挖	m ³	134.75	27.25	0.37
3.2	土方回填	m ³	56	57.08	0.32
3.3	碎石垫层	m ³	28	209.04	0.59
3.4	浆砌石	m ³	78.75	423.00	3.33
3.5	伸缩缝	m ²	5.25	230.00	0.12
4	浆砌石消力池	个	10		
4.1	土方开挖	m ³	78	27.25	0.21
4.2	土方回填	m ³	45	57.08	0.26
4.3	碎石垫层	m ³	6	209.04	0.13
4.4	浆砌石	m ³	33	423.00	1.40
5	沉沙池	个	10		
5.1	土方开挖	m ³	74.38	28.51	0.21
5.2	土方回填	m ³	45	59.83	0.27
5.3	碎石垫层	m ³	7.5	213.67	0.16
5.4	浆砌石	m ³	29.38	423.00	1.24
6	顺接工程	个	10		
6.1	土方开挖	m ³	38.25	28.51	0.11
6.2	土方回填	m ³	12	59.83	0.07
6.3	碎石垫层	m ³	6	213.67	0.13
6.4	浆砌石	m ³	26.25	423.00	1.11
5)	岷岷和沟头防护段				
1	沟头防护-围埂长度	m	472.5		
1.1	土方开挖	m ³	1073.25	28.51	3.06
1.2	土方回填	m ³	1073.25	59.83	6.42
1	表土剥离与回覆				
2.1	表土剥离	m ³	2090	7.21	1.51
2.2	表土回覆	m ³	2090	9.47	1.98

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	0.19		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.19	13324.39	0.25
2.1.2	全面整地	hm ²	0.19	1753.63	0.03
2.2	土地整治	hm ²	0.38		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	0.38	13324.39	0.51
6)	沟头填筑段				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	61940	7.21	44.64
1.2	表土回覆	m ³	61940	9.47	58.64
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	4.18		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	4.18	13324.39	5.57
2.1.2	全面整地	hm ²	4.18	1753.63	0.73
2.2	土地整治	hm ²	13.68		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	13.68	13324.39	18.23
2	浆砌石截排水沟	m	630		
2.1	土方开挖	m ³	344.77	27.25	0.94
2.2	土方回填	m ³	93.56	57.08	0.53
2.3	碎石垫层	m ³	86.94	209.04	1.82
2.4	浆砌石	m ³	251.21	423.00	10.63
2.5	伸缩缝	m ²	16.75	230.00	0.39
3	浆砌石截排水沟	m	630		
3.1	土方开挖	m ³	242.55	27.25	0.66
3.2	土方回填	m ³	100.8	57.08	0.58
3.3	碎石垫层	m ³	50.4	209.04	1.05
3.4	浆砌石	m ³	141.75	423.00	6.00
3.5	伸缩缝	m ²	9.45	230.00	0.22
4	浆砌石消力池	个	18		
4.1	土方开挖	m ³	140.4	27.25	0.38
4.2	土方回填	m ³	81	57.08	0.46
4.3	碎石垫层	m ³	10.8	209.04	0.23
4.4	浆砌石	m ³	59.4	423.00	2.51
5	沉沙池	个	18		
5.1	土方开挖	m ³	133.88	28.51	0.38
5.2	土方回填	m ³	81	59.83	0.48
5.3	碎石垫层	m ³	13.5	213.67	0.29
5.4	浆砌石	m ³	52.88	423.00	2.24
6	顺接工程	个	18		
6.1	土方开挖	m ³	68.85	28.51	0.20
6.2	土方回填	m ³	21.6	59.83	0.13
6.3	碎石垫层	m ³	10.8	213.67	0.23

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
6.4	浆砌石	m ³	47.25	423.00	2.00
二	站场阀室区				
1)	阀室				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	6376.91	7.21	4.60
1.2	表土回覆	m ³	6376.91	9.47	6.04
2	土地整治				
2.1	复耕	hm ²	0.42		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.42	13252.63	0.56
2.1.2	全面整地	hm ²	0.42	1640.04	0.07
2.2	土地整治	hm ²	1.25		
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	1.25	13252.63	1.66
2)	进阀室道路	m	100		
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	159.54	7.21	0.11
1.2	表土回覆	m ³	159.54	9.47	0.15
3)	阀室供电线路				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	58.5	7.21	0.04
1.2	表土回覆	m ³	58.5	7.21	0.00
2	土地整治				
2.1	土地整治	hm ²	0.0195		
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.0195	13252.63	0.03
三	公路穿越区				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	6120	7.21	4.41
1.2	表土回覆	m ³	6120	9.47	5.79
2	土地整治	hm ²	2.04		
2.1	推土机平整场地	hm ²	2.04	13252.63	2.70
2	排水沟恢复	m	120		
3.1	土方开挖	m ³	37.2	28.51	0.11
3.2	土方回填	m ³	8.6	59.83	0.05
3.3	浆砌石	m ³	7.2	423.00	0.30
3.4	碎石垫层	m ³	10.8	213.67	0.23
3.5	伸缩缝	m ²	0.7	230.00	0.02
四	河流穿越区				
1)	黄河穿越区				
1	表土剥离与回覆				
主体已有	表土剥离	m ³	2730	7.24	1.98
1.1	表土回覆	m ³	2730	9.52	2.60
2	土地整治	hm ²	0.91		

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
2.1	推土机平整场地	hm ²	0.91	13252.63	1.21
2)	河流中型穿越区				
1	表土剥离与回覆				
1.1	表土剥离	m ³	7500	7.24	5.43
1.2	表土回覆	m ³	7500	9.52	7.14
2	土地整治	hm ²	2.5		
2.1	推土机平整场地	hm ²	2.5	13252.63	3.31
3)	河流沟渠穿越区				
1	土谷坊	座	65		
1.1	土谷坊削坡	m ³	1203	32.71	3.93
1.2	土谷坊清基	m ³	3264	29.98	9.79
1.3	土谷坊土方夯填	m ³	10195.5	68.50	69.84
五	施工便道区				
1	表土剥离与回覆				
1.2	表土剥离	m ³	14400	7.21	10.38
1.3	表土回覆	m ³	14400	9.47	13.63
2	土地整治	hm ²	4.8		
2.1	推土机平整场地	hm ²	4.8	13252.63	6.36
六	堆管场区				
1	土地整治	hm ²	2.72		
1.1	推土机平整场地	hm ²	2.72	13324.39	3.62

表 7.1-12 工程措施投资表-总计

序号	项目	单位	工程量	合计（万元）
	总计			2332.68
一	管道作业带区			2025.65
1)	横坡敷设段			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	21090	15.21
1.2	表土回覆	m ³	21090	19.98
2	坡面整地工程	hm ²	5.89	
2.1	土方开挖	m ³	4069	11.16
2.2	土方回填	m ³	4069	23.37
3	土地整治	hm ²	5.89	
3.1	复耕	hm ²	1.71	
3.1.1	推土机平整场地	hm ²	1.71	2.27
3.1.2	全面整地	hm ²	1.71	0.28
3.2	土地整治	hm ²	4.18	
3.2.1	推土机平整场地	hm ²	4.18	5.55
4	浆砌石截水沟	m	3700	
4.1	土方开挖	m ³	1435.8	3.95
4.2	土方回填	m ³	331.4	1.91
4.3	碎石垫层	m ³	296	6.21
4.4	浆砌石	m ³	555	23.48
4.5	伸缩缝	m ²	37	0.85
5	浆砌石排水沟	m	3700	
5.1	土方开挖	m ³	865.8	2.38
5.2	土方回填	m ³	199.8	1.15
5.3	碎石垫层	m ³	222	4.66
5.4	浆砌石	m ³	333	14.09
5.5	伸缩缝	m ²	22.2	0.51
6	浆砌石消力池	个	6	
6.1	土方开挖	m ³	140.4	0.39
6.2	土方回填	m ³	721.62	4.13
6.3	碎石垫层	m ³	5.94	0.12
6.4	浆砌石	m ³	41.4	1.75
7	浆砌石护坡		5545.80	283.39
2)	顺坡敷设段（坡度<10°）			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	245858	177.41
1.2	表土回覆	m ³	245858	233.06
2	土地整治	hm ²	69.786	
2.1	复耕	hm ²	18.25	
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	18.25	24.22
2.1.2	全面整地	hm ²	18.25	3.04

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
2.2	土地整治	hm ²	51.536	
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	51.536	68.38
3)	顺坡敷设段(坡度 $\geq 10^\circ$)			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	108141	78.34
1.2	表土回覆	m ³	108141	102.92
2	土地整治			
2.1	复耕	hm ²	7.821	
2.1.1	隔坡台地	hm ²	7.821	86.30
2.1.2	全面整地	hm ²	7.821	1.37
2.2	土地整治	hm ²	23.012	
2.2.1	隔坡台地	hm ²	23.012	253.92
3	($10^\circ \leq \text{坡度} < 25^\circ$) 土质排水沟	m	39300	
3.1	土方开挖	m ³	7083	19.59
4	($10^\circ \leq \text{坡度} < 25^\circ$) 土质沉沙池	个	79	
4.1	土方开挖	m ³	942	2.60
5	(坡度 $\geq 25^\circ$) 生态袋护坡	m		
5.1	生态袋绿化护坡	m ³	1753	66.81
5.2	生态袋数量	条	24344	1.22
6	(坡度 $\geq 25^\circ$) 土质排水沟	m	7800	
6.1	土方开挖	m ³	1402	3.82
7	(坡度 $\geq 25^\circ$) 土质消力池	个	205	
7.1	土方开挖	m ³	3198	9.12
7.2	土方回填	m ³	1476	8.83
7.3	碎石垫层	m ³	123	2.63
7.4	浆砌石	m ³	943	39.89
8	沉沙池	个	205	
8.1	土方开挖	m ³	3049.38	8.69
8.2	土方回填	m ³	1437.56	8.60
8.3	碎石垫层	m ³	87.13	1.86
8.4	浆砌石	m ³	907.13	38.37
9	顺接工程	个	205	
9.1	土方开挖	m ³	1742.5	4.97
9.2	土方回填	m ³	768.75	4.60
9.3	碎石垫层	m ³	102.5	2.19
9.4	浆砌石	m ³	650.88	27.53
4)	高陡边坡段			
1	表土剥离与回覆			

序号	项目	单位	工程量	合计（万元）
1.1	表土剥离	m ³	30816.1	22.26
1.2	表土回覆	m ³	30816.1	29.24
2	土地整治	hm²	9.31	
2.1	复耕	hm ²	0.95	
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.95	1.27
2.1.2	全面整地	hm ²	0.95	0.17
2.2	土地整治	hm ²	8.36	
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	8.36	11.14
2	浆砌石截水沟	m	750	
2.1	土方开挖	m ³	410.44	1.15
2.2	土方回填	m ³	111.38	0.65
2.3	碎石垫层	m ³	103.5	2.19
2.4	浆砌石	m ³	299.06	12.65
2.5	伸缩缝	m ²	19.93	0.46
3	浆砌石排水沟	m	650	
3.1	土方开挖	m ³	250.25	0.70
3.2	土方回填	m ³	104	0.61
3.3	碎石垫层	m ³	52	1.10
3.4	浆砌石	m ³	146.25	6.19
3.5	伸缩缝	m ²	9.75	0.22
4	浆砌石消力池	个	20	
4.1	土方开挖	m ³	156	0.43
4.2	土方回填	m ³	90	0.53
4.3	碎石垫层	m ³	12	0.25
4.4	浆砌石	m ³	66	2.79
5	沉沙池	个	20	
5.1	土方开挖	m ³	148.76	0.42
5.2	土方回填	m ³	90	0.54
5.3	碎石垫层	m ³	15	0.32
5.4	浆砌石	m ³	58.76	2.49
6	顺接工程	个	20	
6.1	土方开挖	m ³	76.5	0.22
6.2	土方回填	m ³	24	0.14
6.3	碎石垫层	m ³	12	0.26
6.4	浆砌石	m ³	52.5	2.22
5)	岷岷和沟头防护段			
1	沟头防护-围堰长度	m	1290	
1.1	土方开挖	m ³	3165.75	9.03
1.2	土方回填	m ³	3165.75	18.94
1	表土剥离与回覆			
2.1	表土剥离	m ³	7600	5.50
2.2	表土回覆	m ³	7600	7.22

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
2	土地整治	hm²	2.28	
2.1	复耕	hm ²	0.38	
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.38	0.51
2.1.2	全面整地	hm ²	0.38	0.07
2.2	土地整治	hm ²	1.9	
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	1.9	2.53
6)	沟头填筑段			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	65930	47.53
1.2	表土回覆	m ³	65930	62.44
2	土地整治	hm ²	19.19	
2.1	复耕	hm ²	4.18	
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	4.18	5.57
2.1.2	全面整地	hm ²	4.18	0.73
2.2	土地整治	hm ²	15.01	
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	15.01	20.00
2	浆砌石截水沟	m	750	
2.1	土方开挖	m ³	410.44	1.13
2.2	土方回填	m ³	111.38	0.64
2.3	碎石垫层	m ³	103.5	2.17
2.4	浆砌石	m ³	299.06	12.65
2.5	伸缩缝	m ²	19.94	0.46
3	浆砌石排水沟	m	720	
3.1	土方开挖	m ³	277.2	0.76
3.2	土方回填	m ³	115.2	0.66
3.3	碎石垫层	m ³	57.6	1.21
3.4	浆砌石	m ³	162	6.85
3.5	伸缩缝	m ²	10.8	0.25
4	浆砌石消力池	个	21	
4.1	土方开挖	m ³	163.8	0.45
4.2	土方回填	m ³	94.5	0.54
4.3	碎石垫层	m ³	12.6	0.26
4.4	浆砌石	m ³	69.3	2.93
5	沉沙池	个	21	
5.1	土方开挖	m ³	156.19	0.45
5.2	土方回填	m ³	94.5	0.57
5.3	碎石垫层	m ³	15.75	0.34
5.4	浆砌石	m ³	61.69	2.61
6	顺接工程	个	21	
6.1	土方开挖	m ³	80.33	0.23
6.2	土方回填	m ³	25.2	0.15
6.3	碎石垫层	m ³	12.6	0.27

序号	项目	单位	工程量	合计（万元）
6.4	浆砌石	m ³	55.13	2.33
二	站场闸室区			137.43
1)	神木首站			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	12090	8.80
1.2	表土回覆	m ³	12090	11.51
2	土地整治			
2.1	土地整治	hm ²	0.39	
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.39	0.52
3	现浇钢筋混凝土排水沟	m	650	39.43
4	浆砌石消力池	个	2	
4.1	土方开挖	m ³	31.2	0.09
4.2	土方回填	m ³	44.16	0.26
4.3	碎石垫层	m ³	1.32	0.03
4.4	浆砌石	m ³	9.2	0.39
5	沉沙池	个	2	
5.1	土方开挖	m ³	29.75	0.08
5.2	土方回填	m ³	42.73	0.26
5.3	碎石垫层	m ³	0.95	0.02
5.4	浆砌石	m ³	8.85	0.37
6	顺接工程	个	2	
6.1	土方开挖	m ³	17	0.05
6.2	土方回填	m ³	23.1	0.14
6.3	碎石垫层	m ³	1.2	0.03
6.4	浆砌石	m ³	6.35	0.27
主体已有	自然护坡	m ²	3900	35.10
主体已有	骨架植草护坡	m ²	1280	25.60
2)	进站场道路			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	148.5	0.11
1.2	表土回覆	m ³	148.5	0.14
3)	供电线路			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	6.8	0.005
1.2	表土回覆	m ³	6.8	0.006
4)	闸室			
1	表土剥离与回覆			
1.2	表土剥离	m ³	6800.91	4.90
1.2	表土回覆	m ³	6800.91	6.44
2	土地整治			
2.1	复耕	hm ²	0.42	

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.42	0.56
2.1.2	全面整地	hm ²	0.42	0.07
2.2	土地整治	hm ²	1.28	
2.2.1	推土机平整场地	hm ²	1.28	1.70
5)	进阀室道路	m	145	
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	239.3	0.17
1.2	表土回覆	m ³	239.3	0.23
6)	阀室供电线路			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	74.1	0.05
1.2	表土回覆	m ³	74.1	0.01
2	土地整治			
2.1	土地整治	hm ²	0.0715	
2.1.1	推土机平整场地	hm ²	0.0715	0.10
三	公路穿越区			18.04
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	8160	5.89
1.2	表土回覆	m ³	8160	7.74
2	土地整治			
2.1	推土机平整场地	hm ²	2.72	2.70
2	排水沟恢复	m	290	
3.1	挖方	m ³	89.9	0.26
3.2	夯填	m ³	20.8	0.12
3.3	浆砌石	m ³	17.4	0.74
3.4	碎石垫层	m ³	26.1	0.56
3.5	伸缩缝	m ²	1.7	0.04
四	河流穿越区			107.59
1)	黄河穿越区			
1	表土剥离与回覆			
主体已有	表土剥离	m ³	3810	2.79
1.2	表土回覆	m ³	3810	3.67
2	土地整治			
2.1	推土机平整场地	hm ²	1.27	1.69
2)	河流中型穿越区			
1	表土剥离与回覆			
1.1	表土剥离	m ³	7500	5.43
1.2	表土回覆	m ³	7500	7.14
2	土地整治			
2.1	推土机平整场地	hm ²	2.5	3.31
3)	河流沟渠穿越区			
1	土谷坊	座	65	

序号	项目	单位	工程量	合计（万元）
1.1	土谷坊削坡	m ³	1203	3.93
1.2	土谷坊清基	m ³	3264	9.79
1.3	土谷坊土方夯填	m ³	10195.5	69.84
五	施工便道区			39.28
1	表土剥离与回覆			
1.2	表土剥离	m ³	18600	13.42
1.3	表土回覆	m ³	18600	17.63
2	土地整治			
2.1	推土机平整场地	hm ²	6.2	8.23
六	堆管场区			4.69
1	土地整治	hm ²	3.52	
1.1	推土机平整场地	hm ²	3.52	4.69

表 7.1-13 植物措施投资表-陕西省

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
	总计				76.55
一	管道作业带区				
1)	横坡敷设段				
1	林草措施面积	hm ²	0.76		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.76	1105.52	0.084
1.2	沙蒿草籽	kg	26	32.13	0.08
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.76	1128.04	0.09
1.4	沙打旺草籽	kg	50	42.97	0.21
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.76	1140.68	0.09
1.6	草木樨草籽	kg	50	49.05	0.25
2)	顺坡敷设段(坡度<10°)				
1	林草措施面积	hm ²	11.823		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	11.041	1105.52	1.22
1.2	沙蒿草籽	kg	344	32.13	1.11
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	11.041	1128.04	1.25
1.4	沙打旺草籽	kg	690	42.97	2.96
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	11.823	1140.68	1.35
1.6	草木樨草籽	kg	722	49.05	3.54
1.7	植苗造林(沙柳)	株	5712	1.98	1.13
1.8	沙柳	株	5712	1.02	0.58
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	973	13.16	1.28
1.1	小叶杨	株	973	4.50	0.44
1.11	植苗造林(枣树)	株	407	12.80	0.52
1.12	枣树	株	407	9.53	0.39
1.13	幼林抚育	hm ²	1.141	9049.37	1.03
3)	顺坡敷设段(坡度≥10°)				
1	林草措施面积	hm ²	5.328		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	4.993	1105.52	0.55
1.2	沙蒿草籽	kg	156	32.13	0.50
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	4.993	1128.04	0.56
1.4	沙打旺草籽	kg	314	42.97	1.35
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	5.328	1140.68	0.61
1.6	草木樨草籽	kg	338	49.05	1.66
1.7	植苗造林(沙柳)	株	2448	1.98	0.48
1.8	沙柳	株	2448	1.02	0.25
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	417	13.16	0.55
1.1	小叶杨	株	417	4.50	0.19
1.11	植苗造林(枣树)	株	175	12.80	0.22
1.12	枣树	株	175	9.53	0.17
1.13	幼林抚育	hm ²	0.824	9049.37	0.75
4)	高陡边坡段	hm ²			
1	林草措施面积	hm ²	3.77		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	3.77	1105.52	0.42

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
1.2	沙蒿草籽	kg	113.12	32.13	0.36
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	3.77	1128.04	0.43
1.4	沙打旺草籽	kg	226.24	42.97	0.97
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	3.77	1140.68	0.43
1.6	草木樨草籽	kg	226.24	49.05	1.11
5)	岷岷和沟头防护段				
1	林草措施面积	hm ²	1.52		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	19.00	1105.52	2.10
1.2	沙蒿草籽	kg	32.78	32.13	0.11
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.52	1128.04	0.17
1.4	沙打旺草籽	kg	76.00	42.97	0.33
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	1.52	1140.68	0.17
1.6	草木樨草籽	kg	92.00	49.05	0.45
1.7	植苗造林(沙柳)	株	1620.00	1.98	0.32
1.8	沙柳	株	1620.00	1.02	0.17
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	486.00	13.16	0.64
1.1	小叶杨	株	486.00	4.50	0.22
1.12	幼林抚育	hm ²	1.52	9049.37	1.38
6)	沟头填筑段				
1	林草措施面积	hm ²	1.33		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	1.33	1105.52	0.15
1.2	沙蒿草籽	kg	40.00	32.13	0.13
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.33	1128.04	0.15
1.4	沙打旺草籽	kg	80.00	42.97	0.34
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	1.33	1140.68	0.15
1.6	草木樨草籽	kg	80.00	49.05	0.39
二	站场闸室区				
1)	神木首站				
1	林草措施面积	hm ²	0.39		
1.1	人工种草(野牛草)	hm ²	0.39	1138.90	0.04
1.2	野牛草草籽	kg	59	48.20	0.28
1.3	植苗造林(垂柳)	株	62	13.17	0.08
1.4	垂柳	株	62	4.82	0.03
1.5	植苗造林(碧桃)	株	65	13.35	0.09
1.6	碧桃	株	65	11.25	0.07
1.7	植苗造林(黄刺玫)	株	125	1.49	0.019
1.8	黄刺玫	株	125	2.46	0.03
1.9	幼林抚育	hm ²	0.39	9049.37	0.35
主体已有	自然护坡	m ²	0.35		35.1
2)	进场道路				
1	林草措施面积	hm ²	0.011		
1.1	人工种草(野牛草)	hm ²	0.011	1138.90	0.0013
1.2	野牛草草籽	kg	1.65	48.20	0.0080
3)	站场供电线路				
1	林草措施面积	hm ²	0.00228		
1.1	人工种草(草木樨)	hm ²	0.00228	1140.68	0.0003

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
1.2	草木樨草籽	kg	0.34	49.05	0.0017
4)	闸室区				
1	SK1#闸室				
1.1	闸室及道路护坡林草措施面积	hm ²	0.0095		
1.1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.0095	1105.52	0.0011
1.1.2	沙蒿草籽	kg	0.285	32.13	0.0009
1.1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.0095	1128.04	0.0011
1.1.4	沙打旺草籽	kg	0.57	42.97	0.0024
1.1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.0095	1140.68	0.0011
1.1.6	草木樨草籽	kg	0.57	49.05	0.0028
1.2	闸室临时占地林草措施面积	hm ²	0.027		
1.2.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.027	1105.52	0.0030
1.2.2	沙蒿草籽	kg	0.81	32.13	0.0026
1.2.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.027	1128.04	0.0030
1.2.4	沙打旺草籽	kg	1.62	42.97	0.0070
1.2.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.027	1140.68	0.0031
1.2.6	草木樨草籽	kg	1.62	49.05	0.0079
1.3	供电工程林草措施面积	hm ²	0.004		
1.3.1	人工种草(草木樨)	hm ²	0.004	1140.68	0.00046
1.3.2	草木樨草籽	kg	0.6	49.05	0.00294
三	公路穿越区				
1	林草措施面积	hm ²	0.68		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.68	1105.52	0.08
1.2	沙蒿草籽	kg	20	32.13	0.06
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.68	1128.04	0.08
1.4	沙打旺草籽	kg	40	42.97	0.17
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.68	1140.68	0.08
1.6	草木樨草籽	kg	40	49.05	0.20
四	河流穿越区				
1)	黄河穿越区				
1	林草措施面积	hm ²	0.36		
1.1	植苗造林(枣树)	株	188	12.80	0.24
1.2	枣树	株	188	9.53	0.18
1.3	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.36	1105.52	0.04
1.4	沙蒿草籽	kg	6	32.13	0.02
1.5	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.36	1128.04	0.04
1.6	沙打旺草籽	kg	12.00	42.97	0.05
1.7	人工种草(草木樨)	hm ²	0.36	1140.68	0.04
1.8	草木樨草籽	kg	12.00	49.05	0.06
1.9	幼林抚育	hm ²	0.36	9049.37	0.33
五	施工便道区				
1	林草措施面积(护坡)	hm ²	0.0625		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.0625	1105.52	0.01

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
1.2	沙蒿草籽	kg	1.875	32.13	0.01
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.0625	1128.04	0.01
1.4	沙打旺草籽	kg	3.75	42.97	0.02
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.0625	1140.68	0.01
1.6	草木樨草籽	kg	3.75	49.05	0.02
2	林草措施面积(临时用地)	hm ²	1.4		
2.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	1.4	1105.52	0.15
2.2	沙蒿草籽	kg	42	32.13	0.13
2.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.4	1128.04	0.16
2.4	沙打旺草籽	kg	84	42.97	0.36
2.5	人工种草(草木樨)	hm ²	1.4	1140.68	0.16
2.6	草木樨草籽	kg	84	49.05	0.41
六	堆管场区				
1	林草措施面积	hm ²	0.8		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.8	1105.52	0.09
1.2	沙蒿草籽	kg	24	32.13	0.08
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.8	1128.04	0.09
1.4	沙打旺草籽	kg	48	42.97	0.21
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.8	1140.68	0.09
1.6	草木樨草籽	kg	48.00	49.05	0.24

表 7.1-14 植物措施投资表-山西省

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
	总计				270.46
一	管道作业带区				
1)	横坡敷设段				
1	林草措施面积	hm ²	3.42		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	2.47	1053.58	0.26
1.2	沙蒿草籽	kg	58	32.13	0.19
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	2.47	1078.50	0.27
1.4	沙打旺草籽	kg	116	44.13	0.51
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	3.42	1088.74	0.37
1.6	草木樨草籽	kg	180	49.05	0.88
1.7	植苗造林(沙柳)	株	15675	1.88	2.95
1.8	沙柳	株	15675	1.02	1.60
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	1197	12.53	1.50
1.10	小叶杨	株	1197	4.50	0.54
1.11	植苗造林(枣树)	株	1150	12.80	1.47
1.12	枣树	株	1150	9.64	1.11
1.13	幼林抚育	hm ²	1.14	6029.19	0.69
2)	顺坡敷设段(坡度<10°)				
1	林草措施面积	hm ²	39.713		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	17.817	1053.58	1.88
1.2	沙蒿草籽	kg	586	32.13	1.88
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	17.817	1078.50	1.92
1.4	沙打旺草籽	kg	1168	44.13	5.15
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	39.713	1088.74	4.32
1.6	草木樨草籽	kg	1174	49.05	5.76
1.7	植苗造林(沙柳)	株	69702	1.88	13.13
1.8	沙柳	株	69702	1.02	7.11
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	388	12.53	0.49
1.1	小叶杨	株	388	4.50	0.17
1.11	植苗造林(枣树)	株	26494	12.80	33.91
1.12	枣树	株	26494	9.64	25.54
1.13	幼林抚育	hm ²	22.092	6029.19	13.32
3)	顺坡敷设段(坡度≥10°)				
1	林草措施面积	hm ²	17.684		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	8.3	1053.58	0.87
1.2	沙蒿草籽	kg	274	32.13	0.88
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	8.3	1078.50	0.90
1.4	沙打旺草籽	kg	544	44.13	2.40
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	17.684	1088.74	1.93
1.6	草木樨草籽	kg	842	49.05	4.13
1.7	植苗造林(沙柳)	株	29873	1.88	5.63
1.8	沙柳	株	29873	1.02	3.05
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	72	12.53	0.09
1.1	小叶杨	株	72	4.50	0.03

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
1.11	植苗造林(枣树)	株	4890	12.80	6.26
1.12	枣树	株	4890	9.64	4.71
1.13	幼林抚育	hm ²	9.468	6029.19	5.71
4)	高陡边坡段				
1	林草措施面积	hm ²	4.59		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	4.59	1053.58	0.48
1.2	沙蒿草籽	kg	182.00	32.13	0.58
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	4.59	1078.50	0.50
1.4	沙打旺草籽	kg	244.00	44.13	1.08
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	4.59	1088.74	0.50
1.6	草木樨草籽	kg	244.00	49.05	1.20
1.7	植苗造林(枣树)	株	990.00	12.80	1.27
1.8	枣树	株	990.00	9.64	0.95
1.9	幼林抚育	hm ²	1.90	6029.19	1.15
5)	岷岷和沟头防护段				
1	林草措施面积	hm ²	0.39		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.39	1053.58	0.04
1.2	沙蒿草籽	kg	6.00	32.13	0.02
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.39	1078.50	0.04
1.4	沙打旺草籽	kg	12.00	44.13	0.05
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.39	1088.74	0.04
1.6	草木樨草籽	kg	12.00	49.05	0.06
1.7	植苗造林(沙柳)				
1.8	沙柳				
1.9	植苗造林(小叶杨)				
1.1	小叶杨				
1.11	植苗造林(枣树)	株	198.00	12.80	0.25
1.12	枣树	株	198.00	9.64	0.19
1.13	幼林抚育	hm ²	0.39	6029.19	0.24
6)	沟头填筑段				
1	林草措施面积	hm ²	13.68		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	13.68	1053.58	1.44
1.2	沙蒿草籽	kg	93.00	32.13	0.30
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	13.68	1078.50	1.48
1.4	沙打旺草籽	kg	185.00	44.13	0.82
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	13.68	1088.74	1.49
1.6	草木樨草籽	kg	277.00	49.05	1.36
1.7	植苗造林(沙柳)	株	61600.00	1.88	11.61
1.8	沙柳	株	61600.00	1.02	6.28
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	5544.00	12.53	6.94
1.1	小叶杨	株	5544.00	4.50	2.49
1.11	植苗造林(枣树)	株	4859.00	12.80	6.22
1.12	枣树	株	4859.00	9.64	4.68
1.13	幼林抚育	hm ²	10.07	6029.19	6.07
2	SK2#闸室				

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
2.1	闸室及道路护坡林草措施面积	hm ²	0.006		
2.1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.006	1053.58	0.0006
2.1.2	沙蒿草籽	kg	0.18	32.13	0.0006
2.1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.006	1078.50	0.0006
2.1.4	沙打旺草籽	kg	0.36	44.13	0.0016
2.1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.006	1088.74	0.0007
2.1.6	草木樨草籽	kg	0.36	49.05	0.0018
2.2	供电工程林草措施面积	hm ²	0.005		
2.2.1	人工种草(草木樨)	hm ²	0.005	1088.74	0.0005
2.2.2	草木樨草籽	kg	0.75	49.05	0.0037
3	SK3#闸室				
3.1	闸室及道路护坡林草措施面积	hm ²	0.13		
3.1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.13	1053.58	0.014
3.1.2	沙蒿草籽	kg	3.9	32.13	0.013
3.1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.13	1078.50	0.014
3.1.4	沙打旺草籽	kg	7.8	44.13	0.034
3.1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.13	1088.74	0.014
3.1.6	草木樨草籽	kg	7.8	49.05	0.038
3.2	闸室临时占地林草措施面积	hm ²	1.25		
3.2.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	1.25	1053.58	0.13
3.2.2	沙蒿草籽	kg	37.5	32.13	0.12
3.2.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.25	1078.50	0.13
3.2.4	沙打旺草籽	kg	75	44.13	0.33
3.2.5	人工种草(草木樨)	hm ²	1.25	1088.74	0.14
3.2.6	草木樨草籽	kg	75	49.05	0.37
3.3	供电工程林草措施面积	hm ²	0.1		
3.3.1	人工种草(草木樨)	hm ²	0.1	1088.74	0.0109
3.3.2	草木樨草籽	kg	1.5	49.05	0.0074
三	公路穿越区				
1	林草措施面积	hm ²	2.04		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	2.04	1053.58	0.21
1.2	沙蒿草籽	kg	62	32.13	0.20
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	2.04	1078.50	0.22
1.4	沙打旺草籽	kg	122.00	44.13	0.54
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	2.04	1088.74	0.22
1.6	草木樨草籽	kg	122	49.05	0.60
四	河流穿越区				
1)	黄河穿越区				
1	林草措施面积	hm ²	0.91		
1.1	植苗造林(枣树)	株	474	12.80	0.61
1.2	枣树	株	474	9.64	0.46

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
1.3	人工种草(沙蒿)	hm ²	7.00	1053.58	0.74
1.4	沙蒿草籽	kg	1.82	32.13	0.01
1.5	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.91	1078.50	0.10
1.6	沙打旺草籽	kg	28.00	44.13	0.12
1.7	人工种草(草木樨)	hm ²	0.91	1088.74	0.10
1.8	草木樨草籽	kg	28.00	49.05	0.14
1.9	幼林抚育	hm ²	0.91	6029.19	0.55
2)	河流中型穿越区				
1	林草措施面积	hm ²	2.5		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	2.5	1053.58	0.26
1.2	沙蒿草籽	kg	75	32.13	0.24
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	2.5	1078.50	0.27
1.4	沙打旺草籽	kg	150.00	44.13	0.66
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	2.5	1088.74	0.27
1.6	草木樨草籽	kg	150	49.05	0.74
五	施工便道区				
1	林草措施面积(护坡)	hm ²	1.1875		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	1.1875	1053.58	0.13
1.2	沙蒿草籽	kg	35.665	32.13	0.11
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.1875	1078.50	0.13
1.4	沙打旺草籽	kg	71.25	44.13	0.31
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	1.1875	1088.74	0.13
1.6	草木樨草籽	kg	71.25	49.05	0.35
2	林草措施面积(临时用地)	hm ²	4.8		
2.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	4.8	1053.58	0.51
2.2	沙蒿草籽	kg	84	32.13	0.27
2.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	144	1078.50	15.53
2.4	沙打旺草籽	kg	288	44.13	1.27
2.5	人工种草(草木樨)	hm ²	144	1088.74	15.68
2.6	草木樨草籽	kg	288	49.05	1.41
六	堆管场区				
1	植被保护面积	hm ²	2.72		
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	2.72	1053.58	0.29
1.2	沙蒿草籽	kg	81.6	32.13	0.26
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	2.72	1078.50	0.29
1.4	沙打旺草籽	kg	163.2	44.13	0.72
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	2.72	1088.74	0.30
1.6	草木樨草籽	kg	163.20	49.05	0.80

表 7.1-15 植物措施投资表-总计

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
	总计			347.01
一	管道作业带区			259.86
1)	横坡敷设段			
1	林草措施面积	hm ²	4.18	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	3.23	0.34
1.2	沙蒿草籽	kg	84	0.27
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	3.23	0.35
1.4	沙打旺草籽	kg	166	0.73
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	4.18	0.46
1.6	草木樨草籽	kg	230	1.13
1.7	植苗造林(沙柳)	株	15675	2.95
1.8	沙柳	株	15675	1.60
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	1197	1.50
1.10	小叶杨	株	1197	0.54
1.11	植苗造林(枣树)	株	1150	1.47
1.12	枣树	株	1150	1.11
1.13	幼林抚育	hm ²	1.14	0.69
2)	顺坡敷设段(坡度<10°)			
1	林草措施面积	hm ²	51.536	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	28.858	3.10
1.2	沙蒿草籽	kg	930	2.99
1.3	人工种草(沙打旺)	株	28.858	3.17
1.4	沙打旺草籽	株	1858	8.12
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	51.536	5.67
1.6	草木樨草籽	kg	1896	9.30
1.7	植苗造林(沙柳)	株	75414	14.26
1.8	沙柳	株	75414	7.69
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	1361	1.77
1.1	小叶杨	株	1361	0.61
1.11	植苗造林(枣树)	株	26901	34.43
1.12	枣树	株	26901	25.93
1.13	幼林抚育	hm ²	23.233	14.35
3)	顺坡敷设段(坡度≥10°)			
1	林草措施面积	hm ²	23.012	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	13.293	1.43
1.2	沙蒿草籽	kg	430	1.38
1.3	人工种草(沙打旺)	株	13.293	1.46
1.4	沙打旺草籽	株	858	3.75
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	23.012	2.53
1.6	草木樨草籽	kg	1180	5.79
1.7	植苗造林(沙柳)	株	32321	6.11
1.8	沙柳	株	32321	3.30
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	489	0.64
1.10	小叶杨	株	489	0.22

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
1.11	植苗造林(枣树)	株	5065	6.48
1.12	枣树	株	5065	4.88
1.13	幼林抚育	hm ²	10.292	6.45
4)	高陡边坡段			
1	林草措施面积	hm ²	8.36	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	8.36	0.90
1.2	沙蒿草籽	kg	295.12	0.95
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	8.36	0.92
1.4	沙打旺草籽	kg	470.24	2.05
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	8.36	0.93
1.6	草木樨草籽	kg	470.24	2.31
1.7	植苗造林(枣树)	株	990	1.27
1.8	枣树	株	990	0.95
1.9	幼林抚育	hm ²	1.9	1.15
5)	岷岷和沟头防护段			
1	林草措施面积	hm ²	1.91	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	19.39	2.14
1.2	沙蒿草籽	kg	38.775	0.12
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.91	0.21
1.4	沙打旺草籽	kg	88	0.38
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	1.91	0.22
1.6	草木樨草籽	kg	104	0.51
1.7	植苗造林(沙柳)	株	1620	0.32
1.8	沙柳	株	1620	0.17
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	486	0.64
1.1	小叶杨	株	486	0.22
1.11	植苗造林(枣树)	株	198	0.25
1.12	枣树	株	198	1.57
1.13	幼林抚育	hm ²	1.91	0.24
6)	沟头填筑段			
1	林草措施面积	hm ²	15.01	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	15.01	1.59
1.2	沙蒿草籽	kg	133	0.43
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	15.01	1.63
1.4	沙打旺草籽	kg	265	1.16
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	15.01	1.64
1.6	草木樨草籽	kg	357	1.75
1.7	植苗造林(沙柳)	株	61600	11.61
1.8	沙柳	株	61600	6.28
1.9	植苗造林(小叶杨)	株	5544	6.94
1.1	小叶杨	株	5544	2.49
1.11	植苗造林(枣树)	株	4859	6.22
1.12	枣树	株	4859	4.68
1.13	幼林抚育	hm ²	10.07	6.07
二	站场闸室区			37.53
1)	神木首站			

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
1	林草措施面积	hm ²	0.74	
1.1	人工种草(野牛草)	hm ²	0.39	0.04
1.2	野牛草草籽	kg	59	0.28
1.3	植苗造林(垂柳)	株	62	0.08
1.4	垂柳	株	62	0.03
1.5	植苗造林(碧桃)	株	65	0.09
1.6	碧桃	株	65	0.07
1.7	植苗造林(黄刺玫)	株	125	0.02
1.8	黄刺玫	株	125	0.03
1.9	幼林抚育	hm ²	0.39	0.35
主体已有	自然护坡	m ²	0.35	35.10
2)	进场道路			
1	林草措施面积	hm ²	0.011	
1.1	人工种草(野牛草)	hm ²	0.011	0.0013
1.2	野牛草草籽	kg	1.65	0.0080
3)	站场供电线路			
1	林草措施面积	hm ²	0.00228	
1.1	人工种草(草木樨)	hm ²	0.00228	0.0003
1.2	草木樨草籽	kg	0.34	0.0017
4)	阀室区			
1	SK1#阀室			
1.1	阀室及道路护坡林草措施面积	hm ²	0.0095	
1.1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.0095	0.0011
1.1.2	沙蒿草籽	kg	0.285	0.0009
1.1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.0095	0.0011
1.1.4	沙打旺草籽	kg	0.57	0.0024
1.1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.0095	0.0011
1.1.6	草木樨草籽	kg	0.57	0.0028
1.2	阀室临时占地林草措施面积	hm ²	0.027	
1.2.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.027	0.0030
1.2.2	沙蒿草籽	kg	0.81	0.0026
1.2.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.027	0.0030
1.2.4	沙打旺草籽	kg	1.62	0.0070
1.2.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.027	0.0031
1.2.6	草木樨草籽	kg	1.62	0.0079
1.3	供电工程林草措施面积	hm ²	0.004	
1.3.1	人工种草(草木樨)	hm ²	0.004	0.0005
1.3.2	草木樨草籽	kg	0.6	0.0029
2	SK2#阀室			
2.1	阀室及道路护坡林草措施面积	hm ²	0.006	
2.1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.006	0.0006

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
2.1.2	沙蒿草籽	kg	0.18	0.0006
2.1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.006	0.0006
2.1.4	沙打旺草籽	kg	0.36	0.0016
2.1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.006	0.0007
2.1.6	草木樨草籽	kg	0.36	0.0018
2.2	供电工程林草措施面积	hm ²	0.005	
2.2.1	人工种草(草木樨)	hm ²	0.005	0.0005
2.2.2	草木樨草籽	kg	0.75	0.0037
3	SK3#闸室			
3.1	闸室及道路护坡林草措施面积	hm ²	0.13	
3.1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	0.13	0.014
3.1.2	沙蒿草籽	kg	3.9	0.013
3.1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	0.13	0.014
3.1.4	沙打旺草籽	kg	7.8	0.034
3.1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	0.13	0.014
3.1.6	草木樨草籽	kg	7.8	0.038
3.2	闸室临时占地林草措施面积	hm ²	1.25	
3.2.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	1.25	0.13
3.2.2	沙蒿草籽	kg	37.5	0.12
3.2.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.25	0.13
3.2.4	沙打旺草籽	kg	75	0.33
3.2.5	人工种草(草木樨)	hm ²	1.25	0.14
3.2.6	草木樨草籽	kg	75	0.37
3.3	供电工程林草措施面积	hm ²	0.1	
3.3.1	人工种草(草木樨)	hm ²	0.1	0.011
3.3.2	草木樨草籽	kg	1.5	0.007
三	公路穿越区			2.65
1	林草措施面积	hm ²	2.72	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	2.72	0.29
1.2	沙蒿草籽	kg	82	0.26
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	2.72	0.30
1.4	沙打旺草籽	kg	162	0.71
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	2.72	0.30
1.6	草木樨草籽	kg	162	0.79
四	河流穿越区			6.25
1)	黄河穿越区			
1	林草措施面积	hm ²	1.27	
1.1	植苗造林(枣树)	株	662	0.85
1.2	枣树	株	662	0.64
1.3	人工种草(沙蒿)	hm ²	7.36	0.78
1.4	沙蒿草籽	kg	7.82	0.03
1.5	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.27	0.14
1.6	沙打旺草籽	kg	40	0.18

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
1.7	人工种草(草木樨)	hm ²	1.27	0.14
1.8	草木樨草籽	kg	40	0.20
1.9	幼林抚育	hm ²	1.27	0.87
2)	河流中型穿越区			
1	林草措施面积	hm ²	2.5	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	2.5	0.26
1.2	沙蒿草籽	kg	75	0.24
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	2.5	0.27
1.4	沙打旺草籽	kg	150	0.66
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	2.5	0.27
1.6	草木樨草籽	kg	150	0.74
五	施工便道区			37.27
1	林草措施面积(护坡)	hm ²	1.25	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	1.25	0.13
1.2	沙蒿草籽	kg	37.54	0.12
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	1.25	0.14
1.4	沙打旺草籽	kg	75	0.33
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	1.25	0.14
1.6	草木樨草籽	kg	75	0.37
2	林草措施面积(临时用地)	hm ²	6.2	
2.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	6.2	0.66
2.2	沙蒿草籽	kg	126	0.40
2.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	145.4	15.69
2.4	沙打旺草籽	kg	372	1.63
2.5	人工种草(草木樨)	hm ²	145.4	15.84
2.6	草木樨草籽	kg	372	1.82
六	堆管场区			3.45
1	植被保护面积	hm ²	3.52	
1.1	人工种草(沙蒿)	hm ²	3.52	0.38
1.2	沙蒿草籽	kg	105.6	0.34
1.3	人工种草(沙打旺)	hm ²	3.52	0.38
1.4	沙打旺草籽	kg	211.2	0.93
1.5	人工种草(草木樨)	hm ²	3.52	0.39
1.6	草木樨草籽	kg	211.20	1.04

表 7.1-16 临时措施投资表-陕西省

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计(万 元)
	总计				160.05
一	管道作业带区				
1)	横坡敷设段				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	60	243.05	1.46
2	编织袋	条	1600	0.43	0.07
3	苫盖措施	m ²	3827	2.72	1.04
4	排水沟	m	400		
4.1	土方开挖	m ³	72	28.51	0.21
5	沉沙池	个	1		
5.1	土方开挖	m ³	12	28.51	0.03
2)	顺坡敷设段(坡度<10°)				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	1337	243.05	32.50
2	编织袋	条	35644	0.43	1.53
3	苫盖措施	m ²	77643	2.72	21.14
4	排水沟	m	8911		
4.1	土方开挖	m ³	1604	28.51	4.57
5	沉沙池	个	9		
5.1	土方开挖	m ³	108	28.51	0.31
3)	顺坡敷设段(坡度≥10°)				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	573	243.05	13.93
2	编织袋	条	15272	0.43	0.66
3	苫盖措施	m ²	40168	2.72	10.93
4)	高陡边坡段				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	123.05	243.05	2.991
2	编织袋	个	3281	0.43	0.14
3	苫盖措施	m ²	19104.79	2.72	5.20
4	临时排水沟	m	2000		
4.1	土方开挖	m ³	1000	28.51	2.85
5	临时沉沙池	个	20		
5.1	土方开挖	m ³	480	28.51	1.37
5)	岷岷和沟头防护段				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	135	243.05	3.28
2	编织袋	条	3600	0.43	0.15
3	苫盖措施	m ²	7857.99	2.72	2.14
4	临时排水沟	m	900		
4.1	土方开挖	m ³	162	28.51	0.46
6)	沟头填筑段				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	105	243.05	2.55
2	编织袋	条	2800	0.43	0.12
3	苫盖措施	m ²	6115.77	2.72	1.66
4	临时排水沟	m	700		

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计(万元)
4.1	土方开挖	m ³	126	28.51	0.36
5	临时沉沙池	个	1		
5.1	土方开挖	m ³	16	28.51	0.046
二	站场阀室区				
1)	神木首站				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	17.1	243.05	0.42
2	编织袋	条	456	0.43	0.02
3	苫盖措施	m ²	2634	2.72	0.72
4	临时排水沟	m	580		
4.1	土方开挖	m ³	186	28.51	0.53
5	临时沉沙池	个	1		
5.1	土方开挖	m ³	18	28.51	0.05
2)	阀室区				
1	1#阀室				
1.1	编织袋填筑、拆除	m ³	6.3	243.05	0.15
1.2	编织袋	条	168	0.43	0.01
1.3	苫盖措施	m ²	411	2.72	0.11
1.4	临时排水沟	m	115		
1.4.1	土方开挖	m ³	37	28.51	0.11
1.5	临时沉沙池	个	1		
1.5.1	土方开挖	m ³	9	28.51	0.03
三	公路穿越区				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	86	243.05	2.09
2	编织袋	条	2288	0.43	0.10
3	苫盖措施	m ²	6085	2.72	1.66
4	临时排水沟	m	1560		
4.1	土方开挖	m ³	211	28.51	0.60
5	临时沉沙池	个	26		
5.1	土方开挖	m ³	208	28.51	0.59
四	河流穿越区				
1)	黄河穿越区				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	600	243.05	14.58
2	编织袋	条	16000	0.43	0.69
3	苫盖措施	m ²	10538	2.72	2.87
4	临时排水沟	m	60		
4.1	土方开挖	m ³	23	28.51	0.07
5	临时沉沙池	个	1		
5.1	土方开挖	m ³	15	28.51	0.04
6	泥浆池	座	1		
6.1	土方开挖	m ³	300	28.51	0.86
6.2	铺土工膜	m ²	312	14.32	0.45
五	施工便道区				

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计(万元)
1	苫盖措施	m ²	9447	2.72	2.57
2	临时排水沟	m	2333		
2.1	土方开挖	m ³	420	28.51	1.20
3	临时沉沙池	个	2		
3.1	土方开挖	m ³	18	28.51	0.05
六	堆管场区				
1	草垫铺拆	m ²	8000	6.84	5.47
七	其他临时工程	%	616.84	2	12.34

表 7.1-17 临时措施投资表-山西省

序号	项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
	总计				522.30
一	管道作业带区				
1)	横坡敷设段				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	405	230.73	9.34
2	编织袋	条	10800	0.32	0.35
3	苫盖措施	m ²	25709	2.81	7.22
4	排水沟	m	2700		
4.1	土方开挖	m ³	486	27.25	1.32
5	沉沙池	个	3		
5.1	土方开挖	m ³	36	27.25	0.10
2)	顺坡敷设段 (坡度<10°)				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	4344	230.73	100.23
2	编织袋	条	115832	0.32	3.71
3	苫盖措施	m ²	252274	2.81	70.88
4	排水沟	m	28958		
4.1	土方开挖	m ³	5212	27.25	14.20
5	沉沙池	个	29		
5.1	土方开挖	m ³	348	27.25	0.95
3)	顺坡敷设段 (坡度≥10°)				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	1862	230.73	42.96
2	编织袋	条	49644	0.32	1.59
3	苫盖措施	m ²	130514	2.81	36.67
4)	高陡边坡段				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	159.8	230.73	3.69
2	编织袋	个	4261	0.32	0.14
3	苫盖措施	m ²	24809.69	2.81	6.97
4	临时排水沟	m	2200		
4.1	土方开挖	m ³	1100	27.25	3.00
5	临时沉沙池	个	20		
5.1	土方开挖	m ³	480	27.25	1.31
5)	峽峴和沟头防护段				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	45	230.73	1.04
2	编织袋	条	1200	0.32	0.04
3	苫盖措施	m ²	2631.33	2.81	0.74
4	临时排水沟	m	300		
4.1	土方开挖	m ³	54	27.25	0.15
6)	沟头填筑段				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	1410	230.73	32.53
2	编织袋	个	37600	0.32	1.20
3	苫盖措施	m ²	81902.36	2.81	23.01
4	临时排水沟	m	9400		
4.1	土方开挖	m ³	1692	27.25	4.61
5	临时沉沙池	个	10		
5.1	土方开挖	m ³	160	27.25	0.44
二	站场闸室区				

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计 (万元)
2	2#闸室				
2.1	编织袋填筑、拆除	m ³	5.4	230.73	0.12
2.2	编织袋	条	145	0.32	0.00
2.3	苫盖措施	m ²	325	2.81	0.09
2.4	临时排水沟	m	90		
2.4.1	土方开挖	m ³	29	27.25	0.08
2.5	临时沉沙池	个	1		
2.5.1	土方开挖	m ³	9	27.25	0.02
3	3#闸室				
3.1	编织袋填筑、拆除	m ³	13.3	230.73	0.31
3.2	编织袋	条	335	0.32	0.01
3.3	苫盖措施	m ²	1670	2.81	0.47
3.4	临时排水沟	m	95		
3.4.1	土方开挖	m ³	30	27.25	0.08
3.5	临时沉沙池	个	1		
3.5.1	土方开挖	m ³	9	27.25	0.02
三	公路穿越区				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	156	230.73	3.60
2	编织袋	条	4160	0.32	0.13
3	苫盖措施	m ²	21062	2.81	5.92
4	临时排水沟	m	1560		
4.1	土方开挖	m ³	211	27.25	0.58
5	临时沉沙池	个	26		
5.1	土方开挖	m ³	208	27.25	0.57
四	河流穿越区				
1)	黄河穿越区				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	1200	230.73	27.69
2	编织袋	条	10538	0.32	0.34
3	苫盖措施	m ²	21037	2.81	5.91
4	临时排水沟	m	60		
4.1	土方开挖	m ³	23	27.25	0.06
5	临时沉沙池	个	1		
5.1	土方开挖	m ³	15	27.25	0.04
6	泥浆池	座	1		
6.1	土方开挖	m ³	300	27.25	0.82
6.2	铺土工膜	m ²	312	13.99	0.44
2)	中型河流穿越区				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	518	230.73	11.95
2	编织袋	条	13824	0.32	0.44
3	苫盖措施	m ²	9222	2.81	2.59
4	临时排水沟	m	240		
4.1	土方开挖	m ³	90	27.25	0.25
5	临时沉沙池	个	4		
5.1	土方开挖	m ³	60	27.25	0.16
6	泥浆池		2		
6.1	土方开挖	m ³	600	27.25	1.64

序号	项目	单位	工程量	单价(元)	合计 (万元)
6.2	铺土工膜	m ²	624	13.99	0.87
3)	河流沟渠穿越区				
1	编织袋填筑、拆除	m ³	547	230.73	12.62
2	编织袋	条	14592	0.32	0.47
3	苫盖措施	m ²	9801	2.81	2.75
4	临时排水沟	m	360		
4.1	土方开挖	m ³	135	27.25	0.37
5	临时沉沙池	个	6		
5.1	土方开挖	m ³	108	27.25	0.29
五	施工便道区				
1	苫盖措施	m ²	30796	2.81	8.65
2	临时排水沟	m	7666		
2.1	土方开挖	m ³	1380	27.25	3.76
3	临时沉沙池	个	8		
3.1	土方开挖	m ³	72	27.25	0.20
六	堆管场区				
1	草垫铺拆	m ²	27200	6.74	18.35
七	其他临时工程	%	2062.86	2	41.26

表 7.1-18 临时措施投资表-总计

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
	总计			682.35
一	管道作业带区			480.08
1)	横坡敷设段			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	465	10.80
2	编织袋	条	12400	0.41
3	苫盖措施	m ²	29536	8.26
4	排水沟	m	3100	
4.1	土方开挖	m ³	558	1.53
5	沉沙池	个	4	
5.1	土方开挖	m ³	48	0.13
2)	顺坡敷设段(坡度<10°)			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	5681	132.73
2	编织袋	条	151476	5.24
3	苫盖措施	m ²	329917	92.01
4	排水沟	m	37869	
4.1	土方开挖(临时排水沟)	m ³	6816	18.78
5	沉沙池	个	38	
5.1	土方开挖(临时沉沙池)	m ³	456	1.26
3)	顺坡敷设段(坡度≥10°)			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	2435	56.89
2	编织袋	条	64916	2.25
3	苫盖措施	m ²	170682	47.60
4)	高陡边坡段			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	282.85	6.68
2	编织袋	个	7542	0.28
3	苫盖措施	m ³	43914.48	12.17
4	临时排水沟	m	4200	
4.1	土方开挖	m ³	2100	5.85
5	临时沉沙池	个	40	
5.1	土方开挖	m ³	960	2.68
5)	堰坝和沟头防护段			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	180	4.32
2	编织袋	个	4800	0.19
3	苫盖措施	m ³	10489.32	2.88
4	临时排水沟	m	1200	
4.1	土方开挖	m ³	216	0.61
6)	沟头填筑段			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	1515	35.09
2	编织袋	个	40400	1.32
3	苫盖措施	m ³	88018.13	24.68
4	临时排水沟	m	10100	
4.1	土方开挖	m ³	1818	4.97
5	临时沉沙池	个	11	
5.1	土方开挖	m ³	176	0.48
二	站场闸室区			3.35

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
1)	神木首站			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	17.1	0.416
2	编织袋	条	456	0.020
3	苫盖措施	m ²	2634	0.717
4	临时排水沟	m	580	
4.1	土方开挖	m ³	186	0.530
5	临时沉沙池	个	1	
5.1	土方开挖	m ³	18	0.051
2)	阀室区			
1)	1#阀室			
1.1	编织袋填筑、拆除	m ³	6.3	0.15
1.2	编织袋	条	168	0.01
1.3	苫盖措施	m ²	411	0.11
1.4	临时排水沟	m	115	
1.4.1	土方开挖	m ³	37	0.11
1.5	临时沉沙池	个	1	
1.5.1	土方开挖	m ³	9	0.03
2	2#阀室			
2.1	编织袋填筑、拆除	m ³	5.4	0.12
2.2	编织袋	条	145	0.00
2.3	苫盖措施	m ²	325	0.09
2.4	临时排水沟	m	90	
2.4.1	土方开挖	m ³	29	0.08
2.5	临时沉沙池	个	1	
2.5.1	土方开挖	m ³	9	0.02
3	3#阀室			
3.1	编织袋填筑、拆除	m ³	13.3	0.31
3.2	编织袋	条	335	0.01
3.3	苫盖措施	m ²	1670	0.47
3.4	临时排水沟	m	95	
3.4.1	土方开挖	m ³	30	0.08
3.5	临时沉沙池	个	1	
3.5.1	土方开挖	m ³	9	0.02
三	公路穿越区			15.83
1	编织袋填筑、拆除	m ³	242	5.69
2	编织袋	条	6448	0.23
3	苫盖措施	m ²	27147	7.57
4	临时排水沟	m	3120	
4.1	土方开挖	m ³	422	1.18
5	临时沉沙池	个	52	
5.1	土方开挖	m ³	416	1.16
四	河流穿越区			89.25
1)	黄河穿越区			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	1800	42.27
2	编织袋	条	26538	1.03
3	苫盖措施	m ²	31575	8.78

序号	项目	单位	工程量	合计(万元)
4	临时排水沟	m	120	
4.1	土方开挖	m ³	46	0.13
5	临时沉沙池	个	2	
5.1	土方开挖	m ³	30	0.08
6	泥浆池	座	2	
6.1	土方开挖	m ³	600	1.67
6.2	铺土工膜	m ²	624	0.88
2)	中型河流穿越区			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	518	11.95
2	编织袋	条	13824	0.44
3	苫盖措施	m ²	9222	2.59
4	临时排水沟	m	240	
4.1	土方开挖	m ³	90	0.25
5	临时沉沙池	个	4	
5.1	土方开挖	m ³	60	0.16
6	泥浆池		2	
6.1	土方开挖	m ³	600	1.64
6.2	铺土工膜	m ²	624	0.87
3)	河流沟渠穿越区			
1	编织袋填筑、拆除	m ³	547	12.62
2	编织袋	条	14592	0.47
3	苫盖措施	m ²	9801	2.75
4	临时排水沟	m	360	
4.1	土方开挖	m ³	135	0.37
5	临时沉沙池	个	6	
5.1	土方开挖	m ³	108	0.29
五	施工便道区			16.43
1	苫盖措施	m ²	40243	11.22
2	临时排水沟	m	9999	
2.1	土方开挖	m ³	1800	4.96
3	临时沉沙池	个	10	
3.1	土方开挖	m ³	90	0.25
六	堆管场区			23.81
1	草垫铺拆	m ²	27200	23.81
七	其他临时工程	%	2679.70	53.59

表 7.1-19 独立费用投资表

序号	费用名称		金额 (万元)
一	水土保持工程建设管理费	一至三部分之和的 2%	67.24
二	科研勘测设计费	参考相关资料根据实际工作量计列。	94.0
三	水土保持监理费	参照《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知 (发改价格〔2007〕670 号文), 按水保监[2008]8 号文中有关规定计算。	112.87
四	水土流失监测费	施工期间水土保持监测费由人工费、监测土建设施费、消耗材料费、设备折旧费组成	123.20
五	水土保持专项验收收费	参考相关资料根据实际工作量计列	93.00
合计			490.31

表 7.1-20 水土保持面积补偿表

省名	地级市	县 (区)	面积 (hm ²)	征收标准 (元/m ²)	水土保持补偿费 (万元)
陕西省	榆林市	神木市	39.72	1.70	67.52
山西省	吕梁市	兴县	123.96	0.40	49.58
	小计		163.68		117.10

表 7.1-21 分年度投资估算表

序号	工程或费用名称	合计	分年度投资	
			2022 年	2023 年
第一部分	工程措施	2332.68	1663.58	669.10
1	管道作业带区	2025.65	1417.95	607.69
2	站场阀室区	137.43	109.95	27.49
3	公路穿越区	18.04	14.43	3.61
4	河流穿越区	107.59	86.07	21.52
5	施工便道区	39.28	31.42	7.86
6	堆管场区	4.69	3.75	0.94
第二部分	植物部分	347.01	138.81	208.21
1	管道作业带区	259.86	103.94	155.91
2	站场阀室区	37.53	15.01	22.52
3	公路穿越区	2.65	1.06	1.59
4	河流穿越区	6.25	2.50	3.75
5	施工便道区	37.27	14.91	22.36
6	堆管场区	3.45	1.38	2.07
第三部分	临时措施	682.35	545.88	136.47
1	管道作业带区	480.08	384.06	96.02
2	站场阀室区	3.35	2.68	0.67
3	公路穿越区	15.83	12.67	3.17
4	河流穿越区	89.25	71.40	17.85
5	施工便道区	16.43	13.14	3.29
6	堆管场区	23.81	19.05	4.76
7	其他临时工程	53.59	42.88	10.72
第四部分独立费用		490.31	306.44	183.87
1	建设管理费	67.24	42.03	25.22
2	科研勘测设计费	94.00	58.75	35.25
3	水土保持工程建设监理费	112.87	70.54	42.32

序号	工程或费用名称	合计	分年度投资	
			2022 年	2023 年
4	水土保持监测	123.20	77.00	46.20
5	水保设施竣工验收费	93.00	58.13	34.88
五	基本预备费	115.57	72.23	43.34
六	水土保持补偿费	117.10	117.10	0.00
	水土保持总投资	4085.03	2844.05	1240.98

7.2 效益分析

水土流失防治效益分析主要是对照方案采取的水土流失防治措施，预测可能达到的防治效果。具体的量化指标为水土流失治理度、土壤流失控制比、表土保护率、渣土防护率、林草植被恢复率和林草覆盖率等 6 项控制性指标。根据方案设计的水土保持措施的数量，可明确水土保持方案实施后水土流失治理面积、林草植被建设面积、可减少水土流失量、渣土挡护量、表土剥离及保护量，从而计算设计水平年六项防治指标的预期达到值。

(1) 水土流失总治理度

经计算，项目区造成水土流失的面积为 163.68hm²，水土流失治理达标面积为 160.37hm²，主体工程硬化、永久建筑和水面占地面积 6.99hm²，水土流失治理度为 98.0%。

表 7.2-1 扰动土地整治率、治理度计算表

项目分区	扰动土地面积 (hm ²)	水保措施防治面积 (hm ²)			建筑物占压及水面面积 (hm ²)	水土流失总治理度 %
		工程措施 (hm ²)	植物措施 (hm ²)	合计 (hm ²)		
管道作业带区	137.44	137.44	104.00	137.43		100.0
站场阀室区	6.15	6.15	2.28	6.15	3.69	100.0
公路穿越区	3.30	3.30	2.72	3.30		100.0
河流穿越区	7.07	3.77	3.77	3.77	3.30	53.3
施工便道去	6.20	6.20	6.20	6.20		100.0
堆管场区	3.52	3.52	3.52	3.52		99.9
合计	163.68	160.37	122.49	160.37	6.99	98.0

(2) 土壤流失控制比

项目防治责任范围面积 163.68hm²，未采取水土保持措施时，项目建设区新增水土流失量 29523.88t；经计算，采取水土保持措施治理后，项目区减少水土流失量约 44983.71t，平均土壤流失强度为 1050.0t/(km²·a)，土壤流失控制比为 0.95。

（3）渣土防护率

经计算，本项目临时堆放表土及管沟开挖土石方数量为 166.32 万 m³，采取挡护措施的临时堆土总量为 166.32 万 m³，渣土防护率为 100%。

（4）表土保护率

本项目实际剥离的表土数量为 53.69 万 m³，施工期间采取了表土拦挡及临时苫盖等防护措施表土总量为 53.69 万 m³，表土保护率为 100%。

（5）林草植被恢复率

项目区内可恢复植被面积 122.49hm²，植物措施面积 122.67hm²，本项目林草植被恢复率 99.9%。

表 7.2-2 林草植被覆盖率及林草覆盖率计算表

项目分区	扰动土地面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	植被恢复率 (%)	植被覆盖率 (%)
管道作业带区	137.44	104.00	104.00	100.0	75.7
站场阀室区	6.15	2.28	2.46	100.0	37.1
公路穿越区	3.30	2.72	2.72	100.0	82.4
河流穿越区	7.07	3.77	3.77	100.0	53.3
施工便道去	6.20	6.20	6.2	100.0	100.0
堆管场区	3.52	3.52	3.52	100.0	100.0
合计	163.68	122.49	122.67	100.0	74.8

（6）林草覆盖率

项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积 122.49hm²，建设区总面积 163.68m²，林草覆盖率为 74.9%。

（7）综合防治指标的分析

通过以上的定量分析，本水土保持方案的实施后，可以有效控制工程建设造成的水土流失，确保工程安全运行，同时减少对水土资源的破坏，恢复植被，绿化美化环境，改善区域生态环境。各项水土流失防治指标均达到了水土流失防治目标值，具体见表 7.2-3。

表 7.2-3 工程实施水土保持方案后达到的防治目标

评估指标	指标值	计算依据	单位	数量	计算结果
水土流失治理度 (%)	94	水土流失治理达标面积	hm ²	160.37	98.0
		水土流失面积	hm ²	163.68	
土壤流失控制比	0.9	年平均土壤流失量允许值	t	1636.78	0.95
		年平均土壤流失量达到值	t	1718.62	
渣土防护率 (%)	93	临时堆土总防护量	万 m ³	166.32	100.0
		总开挖量	万 m ³	166.32	
表土保护率 (%)	91	保护表土量	万 m ³	53.69	100.0
		可剥离表土量	万 m ³	53.69	
林草植被恢复率 (%)	96	林草植被面积	hm ²	122.49	99.9
		可恢复林草植被面积	hm ²	122.67	
林草覆盖率 (%)	24	林草植被面积	hm ²	122.67	74.9
		项目建设区总面积	hm ²	163.68	

8 水土保持管理

8.1 组织管理

8.1.1 组织领导

根据国家有关法律法规，水土保持方案报水行政主管部门批准后，建设单位将成立与环境保护相结合的水土保持方案实施管理机构，并设专人负责水土保持工作，协调好水土保持方案与主体工程的关系，负责组织实施审批的水土保持方案，全力保证水土保持工作按年度、按计划进行，并主动与当地水行政主管部门密切配合，自觉接受地方水行政主管部门的监督检查。水土保持方案实施管理机构主要工作职责如下：

1、认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持工作方针，确保水土保持工程安全，充分发挥水土保持工程效益。

2、建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，制定水土保持方案详细实施计划，及时向水行政主管部门通报监理、监测工作开展情况，按年度报告水土流失治理情况。

3、工程施工期间，与设计、施工单位保持畅通联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持设施的正常建设，最大限度减少人为造成的水土流失与生态环境的破坏。

4、经常深入工程现场进行检查，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实情况，为有关部门决策提供基础资料。

5、建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，为水土保持工程验收提供相关资料。

8.1.2 管理措施

在日常管理中，建设单位主要采取以下管理措施：

1、切实加强领导，真正做到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查，接受社会监督。

2、加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工人员和各级管理人员以及工程附近群众的水土保持意识。

3、将水土保持方案内容纳入主体工程招投标文件中，要求施工单位在投标文件中，对水土保持措施的落实做出承诺。

4、制定详细的水土保持方案实施进度，加强计划管理，以确保各项水土保持措施与主体工程同步实施，同期完成，同时验收。

5、制定表土利用管理措施，以提高表土利用率。

8.2 后续设计

1、水土保持方案经水行政主管部门批复后，设计单位应分区复核土石方平衡、水土流失防治责任范围、水土流失防治分区、水土保持措施总体布局，建设单位将委托主体工程设计单位根据批复的水土保持方案完成水土保持工程初步设计和施工图设计。主体工程初步设计中必须有水土保持专项设计，并纳入已批复方案中的防治措施和投资估算；施工图设计中水土保持工程应单独成册。

2、下阶段应按批复的本方案开展水土保持施工图设计与复核，完善水土保持施工图设计，编报项目水土保持工程实施技术要求，用以指导施工，加强实施管理，重点应规范施工行为，严格按设计施工，不能将方案附图简单引用作为施工图。应根据方案确定的工程等级和标准，进一步开展相应计算复核。

3、项目初步设计审查时将邀请方案审批机关参加，水土保持工程施工阶段的后续设计成果应报省级水行政主管部门备案。

4、水土保持方案批复后，若有重大的变更，应补充或者修改水土保持方案并报水行政主管部门批准。

8.3 水土保持监测

1、根据水利部《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》的要求，项目开工前生产建设单位应及时委托具有水土保持监测能力的监测单位按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）和《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的要求完成本工程的水土保持监测工作。

2、根据水保〔2019〕160号，编制水土保持方案报告书的项目，应当依法开展水土保持监测工作。实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管

部门要将监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

3、开展监测工作前应编制《水土保持监测实施方案》，监测成果应根据相关要求，按时向水土保持方案审批机关和当地水行政主管部门报告生产建设项目监测实施方案、季报、年报和总结报告，并及时公开监测成果，作为监督检查和水土保持设施竣工验收的依据之一。

4、监测工作在工程监测任务结束后、水土保持竣工验收前，严格按照水土保持相关规定，提交水土保持监测报告及临时措施的影像资料。

5、项目水土保持监测报告应单独成册，并明确水土保持方案实施后已经治理的水土流失面积、整治扰动土地面积、林草植被建设面积、减少水土流失量、土石方综合利用率、表土剥离率和6项防治指标实际达到值。

8.4 水土保持监理

1、水土保持工程监理应列入工程监理任务，监理合同中应明确水土保持工程监理任务。根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号），本项目满足征占地面积在200公顷以上或者挖填土石方总量在200万立方米以上的标准，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。工程完工后，监理公司应在水土保持竣工验收前提交水土保持专项监理报告及临时措施的影像资料。

2、加强水土保持工程的建设监理工作，形成以项目法人、承包商、监理工程师三方相互制约，以监理工程师为核心的管理模式，以至达到降低造价、保证进度、提高水土保持工程施工质量的目的。水土保持监理的主要内容为水土保持工程合同管理，按照合同控制工程建设的投资、工期和质量，并协调有关各方的关系，包括水土保持方案实施阶段的招标工作、勘测设计、施工等建设全过程。

3、依据《水土保持工程监理规范》（SL523-2011），施工期的水土保持监理措施主要为协助项目负责人编写开工报告；审查承包商选择的分包单位，组织设计交底和图纸会审；审查承包商提出的施工技术措施、施工进度计划和资金、物资、设备计划等；督促承包商执行工程承包合同，按照国家和行业技术标准及批准的设计文件施工；监督工程进度和质量，检查安全防护措施；核实完成的工程量；签发工程付款凭证，整理合同文件和技术档案资料；处理违约

事件；协助项目负责人进行工程各阶段验收；提交水土保持设施竣工验收报告。

8.5 水土保持施工

1、施工单位应贯彻落实预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益的水土保持方针。

2、按照减少扰动地表面积、减少扰动裸露时间、先拦后弃、先工程措施再植物措施的原则安排水土保持措施的实施。

3、施工进度应能保证各水土保持措施施工的组织性、计划性、有序性；材料、资金、设备等资源的有效配置；还应考虑施工顺序、施工季节、施工质量和分期实施；确保各项水土保持措施与主体工程同时竣工验收，同时投产使用。

4、工程措施宜安排在非主汛期、大的土方工程宜避开汛期。植物措施应以春季和秋季为主，临时措施应伴随施工的全过程。

5、加强水土保持宣传教育，进行安全教育的同时应进行水土保持和生态环境教育，形成人人关注水土保持和生态环境的局面。

8.6 水土保持设施验收

在项目投产使用前，生产建设单位及时组织水土保持设施验收，根据《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施验收的通知》（水保〔2017〕365号）、《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》等相关文件和标准的要求，委托第三方机构依据批复的水土保持方案报告书、设计文件的内容和工程量，对水土保持设施完成情况进行检查并完成水土保持设施验收报告的编制工作。水土保持验收报告编制完成后，建设单位应当按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，确保水土保持设施验收合格。

水土保持设施验收合格后，通过生产建设单位官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。对于公众反应的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。在社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。

本工程通过水土保持设施验收后，生产建设单位应及时将各方资料整理归，

以备后期水行政主管部门的监督核查；组织运行管理部门对水土流失防治责任范围内的水土保持设施进行后续运行管理和维护，及时对后期出现破损的水土保持措施进行补充完善，保证其能充分发挥水土保持功能。