

# 550 省道府谷机场连接线工程 水土保持方案报告书

(报批稿)

建设单位：府谷县交通运输局

编制单位：陕西永邦腾达技术服务有限公司

2023年06月





# 营业执照

(副本) (2-2)

统一社会信用代码

91610802MA70ET7N84

扫描二维码  
国家信用信息公示系  
统系统了解更多登  
记、备案、许可、监  
管信息



名称 陕西永邦腾达技术服务有限公司  
 类型 有限责任公司(自然人独资)  
 法定代表人 高文忠

注册资本 叁佰万元人民币  
 成立日期 2021年07月12日  
 营业期限 长期

住所 陕西省榆林市榆阳区航宇路街道荟景新园小  
 区4号楼2单元102室

经营范围 一般项目：水资源管理；水文服务；水利相关咨询服务；水污染治理；水环境污染防治服务；水土流失防治服务；土壤污染防治与修复服务；土地整治服务；土壤环境评估服务；土壤调查评估服务；环保咨询服务；环境保护监测；环境应急治理服务；生态资源监测；生态修复及生态保护服务；地质灾害治理服务；地质调查技术服务；社会稳定风险评估；工程管理服务；公路水运工程试验检测服务；气候可行性论证咨询服务；基础地质勘查；规划设计管理；防洪除涝设施管理；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；工程施工（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。  
 批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动（依法须经批准的项目须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）。

登记机关



2021

年 07 月 10 日

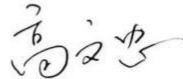
国家企业信用信息公示系统网址：<http://www.gsxt.gov.cn/>


市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过  
国家信用信息公示系统报送公示年度报告。

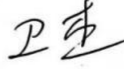
国家市场监督管理总局监制

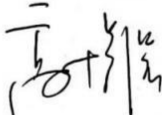
550 省道府谷机场连接线工程  
水土保持方案报告书责任页

(陕西永邦腾达技术服务有限公司)


批准：高文忠 总经理 


核定：李超 总工 

审查：卫杰 部门经理 

校核：高增强 项目负责人 

编写：袁林森 工程师（文本章节）袁林森

高磊 助理工程师（预测及监测章节）

李峰 助理工程师（附表、附件及附图）

## 目 录

<b>1 综合说明</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目简况.....	1
1.2 编制依据.....	4
1.3 设计水平年.....	7
1.4 水土流失防治责任范围.....	7
1.5 水土流失防治目标.....	8
1.6 项目水土保持评价结论.....	9
1.7 水土流失预测结果.....	10
1.8 水土保持措施布设成果.....	11
1.9 水土保持监测方案.....	16
1.10 水土保持投资及效益分析成果.....	16
1.11 结论.....	16
<b>2 项目概况</b> .....	<b>20</b>
2.1 项目组成及工程布置.....	20
2.2 施工组织.....	41
2.3 工程占地.....	51
2.4 土石方平衡.....	53
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建.....	59
2.6 施工进度.....	60
2.7 自然概况.....	61
<b>3 项目水土保持评价</b> .....	<b>68</b>
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价.....	68
3.2 建设方案与布局水土保持评价.....	70
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定.....	77
3.4 结论性意见.....	81
<b>4 水土流失分析与预测</b> .....	<b>83</b>
4.1 水土流失现状.....	83
4.2 水土流失影响因素分析.....	83
4.3 土壤流失量预测.....	84

---

4.4 水土流失危害分析 .....	95
4.5 指导性意见 .....	96
<b>5 水土保持措施 .....</b>	<b>99</b>
5.1 防治区划分 .....	99
5.2 措施总体布局 .....	100
5.3 分区措施布设 .....	104
5.4 施工要求 .....	127
<b>6 水土保持监测 .....</b>	<b>131</b>
6.1 监测范围和时段 .....	131
6.2 监测内容和方法 .....	132
6.3 点位布设 .....	137
6.4 实施条件及成果 .....	139
<b>7 水土保持投资估算及效益分析 .....</b>	<b>143</b>
7.1 投资估算 .....	143
7.2 效益分析 .....	157
<b>8 水土保持管理 .....</b>	<b>161</b>
8.1 组织管理 .....	161
8.2 后续设计 .....	162
8.3 水土保持监测 .....	163
8.4 水土保持监理 .....	164
8.5 水土保持施工 .....	164
8.6 水土保持设施验收 .....	165

**附表:**

单价分析表

**附件:**

附件 1: 方案编制委托书

附件 2: 陕西省发展和改革委员会《关于 550 省道府谷机场连接线工程可行性研究报告的批复》(陕发改基础〔2022〕2083 号)

附件 3: 本项目用地预审与选址意见书(用字第 610822202200016 号)

附件 4: 中共榆林市委政法委员会《关于 550 省道府谷机场连接线工程社会稳定风险评估的审核意见》(榆政法函〔2021〕347 号)

附件 5: 建筑垃圾外运承诺书

附件 6: 方案报告书技术审查意见

附件 7: 现场查勘意见

**附图: (单独成册)**

附图 1: 项目地理位置图

附图 2: 项目区水系图

附图 3: 榆林市水土保持区划图

附图 4: 项目区水土流失重点两区划分图

附图 5: 项目区土壤侵蚀模数图

附图 6: 工程总体布置图(含平、纵断面缩图)

附图 7: 水土保持措施布局及监测点位布设图

附图 8: 路基填沟工程防护措施布设图

附图 9: 施工便道水土保持典型措施布设图

附图 10: 施工营地水土保持典型措施布设图

附图 11: 排水工程典型设计图

附图 12: 综合护坡工程典型设计图

附图 13: 乔灌草绿化措施典型设计图

附图 14: 沉淀池措施典型设计图

附图 15: 排水沟、沉沙池典型设计图

附图 16: 临时排水沟、沉沙池典型设计图

附图 17: 临时堆土拦挡及苫盖措施典型设计图

# 1 综合说明

## 1.1 项目简况

### 1.1.1 项目基本情况

随着府谷机场的建成通航，府谷县域经济实力将继续稳步提升，与此同时也必将伴随着大量的客流和物流进出府谷县，从府谷机场的客货吞吐量和服务范围来看，未来府谷县的航空运输需求会不断增加。根据府谷机场的最终选址地点，目前途经机场的道路仅有一条县道，道路通行能力十分有限。该项目作为普通省道网的联络线之一，终点与府谷机场相接，其建设可分担大量新增的航空客货运需求，提高府谷机场的可达性，减少旅客及货物到达机场的时间成本，实现机场与区域路网的快速衔接，同时缓解周边现状路网的交通压力和拥堵问题，避免形成交通瓶颈路段。项目建成有利于提升府谷机场的运输能力与集散效率，发挥航空运输高效、快捷的运输优势，从而进一步加强府谷与外界的交流与沟通。

本项目是 550 省道府谷民用机场连接公路工程，为规划府谷民用机场对外联系的唯一通道，项目起点位于温李河村接国道 338，终点位于桑园梁接府谷机场，设置互通式立交联通温李河环线及府准路。该项目建设不仅承载了往返府谷机场的客流出行，对提升航空运输能力和县域经济实力具有重大意义。综上所述，本项目的建设是十分必要的。

550 省道府谷机场连接线工程位于陕西省榆林市府谷县府谷镇温李河村、沙后河村、院家峁村、苍贺峁村、桑园梁村和柴家塬村，路线起于温李河村与 338 国道相接，于府谷客运站西侧设桥跨过孤山川及温李河环线，向北沿后河川西岸坡面设线上行，经院庙梁后利用有利地形迂回展线爬坡，终于桑园梁村接规划府谷民用机场出入口。道路起点坐标：E111°1'40.27"，N39°3'52.09"；终点坐标：E111°1'7.75"，N39°6'7.80"。工程沿线有 338 国道、温李河环线、滨河西路、府庙路和乡村道路等，交通较为便捷。

本项目属于新建/建设类项目，路线全长 7.354km，起讫桩号为 K0+000 ~ K7+354。本工程采用双向四车道一级公路标准建设，设计时速 60km/h，路基宽

度 20.0m，新建桥涵设计汽车荷载等级采用公路-I 级，设计洪水频率为 1/100；本工程全线共设桥梁 2292 米/11 座（其中主线道路共设大桥 1522 米/6 座，互通区共设大中桥 770 米/5 座，均为新建桥梁），设涵洞 14 道；全线共设路线交叉 7 处（其中简易立交 1 处，分离式立交 1 处，等级平面交叉 3 处，管线交叉 1 处，乡村交叉 1 处）；配套建设道路景观绿化、排水工程和交通安全标识等基础设施。

主要控制点：温李河村、338 国道、府庙路、客运站、院庙梁村、桑园梁村、拟建府谷民用机场。

根据建设单位提供的本项目可行性研究报告及可研批复、建设项目用地预审与选址意见书和总平面布置图等资料内容，本项目总占地面积 59.25hm<sup>2</sup>。本项目占地包括永久占地和临时用地，永久占地 55.13hm<sup>2</sup>，包括路基工程（含 3 处填沟）、桥涵工程和交叉工程；临时占地 4.12hm<sup>2</sup>，主要为施工便道和施工营地。根据主体工程设计，项目占地中土地利用类型有旱地 4.47hm<sup>2</sup>（不占用基本农田），灌木林地 18.01hm<sup>2</sup>，其他草地 32.20hm<sup>2</sup>，内陆滩涂 0.27hm<sup>2</sup>，农村道路 3.95hm<sup>2</sup> 和农村宅基地 0.35hm<sup>2</sup>。

本项目土石方挖填总量为 479.82 万 m<sup>3</sup>，共开挖方量 239.91 万 m<sup>3</sup>（其中一般土石方 226.15 万 m<sup>3</sup>，表土剥离 13.40 万 m<sup>3</sup>，钻渣 0.36 万 m<sup>3</sup>）；共回填方量 239.91 万 m<sup>3</sup>（其中一般土石方 226.51 万 m<sup>3</sup>，表土回填 13.40 万 m<sup>3</sup>）；无借方；无余（弃）方，项目区内土石方挖填基本平衡。

本项目沿线建设共拆迁建筑物面积 6661m<sup>2</sup>/14 处，拆迁对象主要是沿线分布的砖砦房和厂房等，主体设计估算其拆迁过程中产生建筑垃圾约 1502m<sup>3</sup>，建设单位计划将建筑垃圾运至当地政府指定的建筑垃圾填埋场进行填埋消纳。拆迁安置由榆林市府谷县当地政府统一安排解决，拆迁户安置政府划定的区域内，本项目房屋拆迁实行货币化补偿制，拆迁工作以就地安置和不低于拆迁前生活水平为原则，费用已列入项目投资预算。

工程总投资 56745 万元，其中土建投资 32345 万元，所需资金除按照国家和省级有关规定申请补助外，其余资金由榆林市、府谷县政府筹措解决。



本项目施工工期 24 个月，计划于 2023 年 07 月开工，2025 年 06 月底完工。

### 1.1.2 项目前期工作进展情况

#### (1) 主体工程进展情况

2022 年 11 月 25 日，建设单位取得陕西省发展和改革委员会《关于 550 省道府谷机场连接线工程可行性研究报告的批复》（陕发改基础〔2022〕2083 号），详见附件 2。

2022 年 3 月 23 日，建设单位取得府谷县自然和规划局《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 610822202200016 号），详见附件 3。

2021 年 10 月 11 日，建设单位取得中共榆林市委政法委员会《关于 550 省道府谷机场连接线工程社会稳定风险评估的审核意见》（榆政法函〔2021〕347 号），详见附件 4。

2022 年 11 月，建设单位委托设计单位恒万达设计咨询有限公司编制完成《550 省道府谷机场连接线工程可行性研究报告》。

本项目的建设项目生产方案审查等手续，建设单位正在同步办理。

#### (2) 方案编制工作情况

为了贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和《陕西省水土保持条例》等法律法规，做好水土保持工作，2022 年 12 月，陕西永邦腾达技术服务有限公司受府谷县交通运输局委托，承担本项目水土保持方案编制工作，接受任务后，我公司立即组织相关技术人员成立项目组，在详细了解主体工程设计资料后，对现场进行了踏勘，利用无人机拍摄建设现状，并收集了项目区自然和社会经济等有关资料，同时对项目区水土流失现状和现有的水土保持设施等情况进行了调查和分析，于 2023 年 3 月完成了《550 省道府谷机场连接线工程水土保持方案报告书（送审稿）》的编写。

2023 年 4 月 17 日，陕西省水土保持和移民工作中心在西安组织召开了报告书技术审查会，并形成技术评审意见。会后，我公司根据评审意见修改完成了《550 省道府谷机场连接线工程水土保持方案报告书（报批稿）》。

在水土保持方案编制的过程中，建设单位和设计单位提供了良好的技术配合，并给予了大力的支持和协助，在此特致谢意。

### 1.1.3 自然简况

本项目位于榆林市府谷县府谷镇，地貌为黄土丘陵沟壑区地貌，气候属中温带半干旱大陆性季风气候区，年平均气温 9.1℃，年均降水量 428.6mm。项目区线路附近的主要河流有孤山川及其支流后河川，属黄河流域。项目区土壤类型主要为黄土性土，区内植被属从森林草原向典型草原过度的地带性植被，项目区现状林草覆盖率约为 30%。

项目区属于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区、陕西省水土流失重点治理区（I-2 陕北丘陵沟壑重点治理区），根据榆林市水土保持区划，本项目所在地属于 II 黄土丘陵坡沟兼治区（II<sub>3</sub> 东部丘陵沟壑剧烈侵蚀区）。根据现场调查并根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190—2007），项目区位于府谷县城区西北侧，现状主要土壤侵蚀以剧烈水蚀为主，其次为风力侵蚀和重力侵蚀，根据陕西省和榆林市水土保持规划图集等资料，确定项目区土壤侵蚀模数背景值为 21550t/（km<sup>2</sup>·a），土壤容许流失量为 1000t/（km<sup>2</sup>·a）。

## 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，自 2011 年 3 月 1 日起施行）；

（2）《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日，第七届全国人大常委会第十一次会议通过，2014 年 4 月 24 日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）；

（3）《中华人民共和国土地管理法》（1986 年 6 月 25 日第六届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议于 2004 年 8 月 28 日通过修改，2019 年 8 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议第三次修正）；

(4) 《中华人民共和国防洪法》（1997年8月29日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过，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通过修改）；

(5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第31号2004年12月29日，2016年11月7日修订）；

(6) 《中华人民共和国黄河保护法》（2022年10月30日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过，自2023年4月1日起施行）；

(7) 《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，自2013年10月1日起施行；2018年5月31日陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第三次会议修订）。

### 1.2.2 部委规章

(1) 《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023年1月17日水利部令第53号发布）；

(2) 《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部第12号令发布2000年1月31日实施，根据2014年8月19日《水利部关于废止和修改部分规章的决定》修改）；

(3) 《政府核准的投资项目目录（2016年本）》（2016年12月12日，国发〔2016〕72号）。

### 1.2.3 规范性文件

(1) 《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（2009年3月25日）；

(2) 《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》（2013年8月12日）；

(3) 《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自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）；

(4) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施验收自主验收规程（试行）的通知》（办水保〔2018〕133号）；

- (5) 《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》(办水总〔2018〕135号);
- (6) 《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);
- (7) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》(水保〔2019〕172号);
- (8) 《水利部关于印发水利建设市场主体信用信息管理暂行办法的通知》(2019年11月25日);
- (9) 《水利部办公厅关于做好生产建设项目水土保持承诺制管理的通知》(办水保〔2020〕160号,2020年7月28日);
- (10) 《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,2020年7月28日);
- (11) 《关于印发<生产建设项目水土保持方案技术审查要点>的通知》(水保监〔2020〕63号,2020年12月7日);
- (12) 《陕西省水利厅 陕西省交通运输厅关于进一步加强公路建设项目水土保持工作的通知》(陕水保发〔2021〕2号);
- (13) 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于加强新时代水土保持工作的意见》(2023年1月3日)。

#### 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) 《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T 51297-2018);
- (4) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018);
- (5) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007);
- (6) 《水利水电工程制图标准-水土保持图》(SL73.6—2015);
- (7) 《水土保持工程概(估)算定额》(水利部 水总[2003]67号);
- (8) 《土地利用现状分类》(GB/T21010—2017);

- (9) 《防洪标准》(GB/50201—2014)；
- (10) 《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)；
- (11) 《雨水控制与利用工程设计规范》(DB11/685)；
- (12) 《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)。

### 1.2.5 技术文件及资料

- (1) 本项目水土保持方案编制委托书；
- (2) 《550 省道府谷机场连接线工程可行性研究报告》(恒万达设计咨询有限公司, 2022 年 11 月)；
- (3) 《陕西省水土保持规划(2016-2030)》(陕水发〔2016〕35 号, 2016 年 10 月 27 日)；
- (4) 《榆林市水土保持区划图集》；
- (5) 《榆林地区实用水文手册》；
- (6) 《府谷县志》。

## 1.3 设计水平年

本工程建设期为 24 个月, 计划于 2023 年 07 月开工, 2025 年 06 月底完工。建设类项目设计水平年为主体工程完工后的当年或者后一年, 本方案设计水平年为主体工程完工的当年, 确定设计水平年为 2025 年。

## 1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)中“4.4.1 章节”规定, 生产建设项目水土流失防治责任范围应包括永久征地、临时占地(含租赁土地)以及其他使用与管辖区域。

根据建设单位提供的本项目可行性研究报告及可研批复、建设项目用地预审与选址意见书和总平面布置图等资料内容, 经计算, 本项目水土流失防治责任范围包括项目主体中路基工程、桥涵工程和交叉工程共计永久征地面积 55.13hm<sup>2</sup>, 项目施工便道和施工营地共计临时占地 4.12hm<sup>2</sup>, 本项目水土流失防治责任范围为 59.25hm<sup>2</sup>。不涉及租赁土地以及其他使用与管辖区域。

## 1.5 水土流失防治目标

### 1.5.1 执行标准等级

本项目属于建设类项目，项目区位于陕西省榆林市府谷县，据《全国水土保持区划》该地区属于西北黄土高原区，根据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》（办水保〔2013〕188号文），项目区属于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区；根据陕西省水利厅及发改委印发的《陕西省水土保持规划（2016-2030年）》中附图7-陕西省水土流失重点防治区划分成果图，本项目所在地属于陕西省水土流失重点治理区（I-2陕北丘陵沟壑重点治理区），根据榆林市水土保持区划，本项目所在地属于II黄土丘陵坡沟兼治区（II<sub>3</sub>东部丘陵沟壑剧烈侵蚀区）。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》规定，工程防治标准执行西北黄土高原区水土流失防治一级标准。

### 1.5.2 防治目标

（1）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。

（2）水土保持措施安全有效。

（3）水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复。

（4）水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项防治指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》GB/T 50434-2018的规定。

根据项目区位于国家级和省级水土流失重点治理区，本项目为建设类项目，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434），确定本项目水土流失防治标准执行西北黄土高原区水土流失一级标准。因此，本项目施工期和设计水平年的水土流失防治指标值按下列原则进行调整：

①水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率可根据干旱程度进行调整，项目区年平均降雨量为428.6mm，不属于干旱和极干旱区域，故此三项指标

均不作调整；

②“土壤流失控制比在轻度侵蚀为主的区域不应小于1，中度以上侵蚀为主的区域可降低0.1~0.2”，虽然项目区所在区域平均水土流失强度属于剧烈侵蚀区，但位于国家级和省级水土流失重点治理区并且执行西北黄土高原区水土流失防治一级标准，故土壤流失控制比不作调整。

③“位于城市区的项目，渣土防护率和林草覆盖率可提高1%~2%”，本项目未在城市区，故本项目的渣土防护率和林草覆盖率在此因素中不做调整。

④据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）中3.2.2节第4点：“对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：提高植物措施标准，林草覆盖率应提高1个~2个百分点。”本项目提高2个百分点。

依据修正办法修正后，本工程水土流失防治目标见表1.5-1。

表 1.5-1 本方案水土流失防治目标计算表

防治指标		一级标准		按干旱程度修正	按土壤侵蚀强度修正	是否位于城市区	按重点区域修正	最终采用值	
		施工期	设计水平年					施工期	设计水平年
西北黄土高原区水土流失防治指标值	1 水土流失治理度 (%)	—	93	0				—	93
	2 土壤流失控制比	—	0.8		0			—	0.8
	3 渣土防护率 (%)	90	92			0		90	92
	4 表土保护率 (%)	90	90					90	90
	5 林草植被恢复率 (%)	—	95	0				—	95
	6 林草覆盖率 (%)	—	22	0		0	+2	—	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

本项目建设符合《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》（GB50433-2018）等法律法规和技术标准的要求，不存在水土保持限制性因素，项目可行。鉴于项目区位于国家级和省级水土流失重点治理区，应提高项目建设水土流失防治标准为一级，同时优化施工工艺，减少地表扰动，有

效控制可能造成水土流失。项目建设基本可行。

### 1.6.2 建设方案与布局评价

主体工程布局合理，符合水土保持要求。工程占地、土石方平衡、施工组织及施工工艺等均符合规范要求，严格控制工程占地和施工范围，尽量将开挖土方综合利用，避免乱挖、乱弃，合理布置施工场地，避免新增占地，减少破坏和扰动地表范围，这些均符合水土保持要求。

工程建设不可避免的扰动地表，占压植被，损坏水土保持设施，由此造成的水土流失可以通过相应措施治理。鉴于项目区位于国家级和省级水土流失重点治理区，无法避让，项目建设水土流失防治标准应为一二级标准，同时强化建设期水土保持防治措施，优化施工工艺，减少地表扰动范围，有效控制可能造成水土流失。

主体设计的排水工程、工程和植物综合护坡、道路绿化等均能有效的防止水土流失，主体工程水土保持措施较为全面。本方案在上述分析基础上，进一步对水土流失防治进行分区，提出本项目包括工程措施、植物措施、施工临时措施在内的水土流失防治措施体系，对新增措施进行典型设计，使工程建设造成的水土流失得到有效的控制。水土保持措施经本水土保持方案完善后，项目建设基本不存在限制性的水土保持问题，本工程建设基本可行。

## 1.7 水土流失预测结果

(1) 工程建设期共扰动地表、损毁植被面积 $59.25\text{hm}^2$ ，自然恢复期预测面积 $26.01\text{hm}^2$ 。

(2) 本项目土石方挖填总量为 $479.82\text{万m}^3$ ，共开挖方量 $239.91\text{万m}^3$ （其中一般土石方 $226.15\text{万m}^3$ ，表土剥离 $13.40\text{万m}^3$ ，钻渣 $0.36\text{万m}^3$ ）；共回填方量 $239.91\text{万m}^3$ （其中一般土石方 $226.51\text{万m}^3$ ，表土回填 $13.40\text{万m}^3$ ）；无借方；无余（弃）方，项目区内土石方挖填基本平衡。

(3) 本工程建设过程中可能产生的水土流失总量为 $14.28\text{万t}$ ，新增水土流失量 $8.98\text{万t}$ 。



(4) 根据预测结果, 建设期是工程建设可能产生水土流失重点时段, 水土流失的重点区域为路基工程。

(5) 水土流失危害: ①对公路主体安全的危害; ②对项目区生态环境可能造成的危害; ③引起土地退化, 降低生态环境质量; ④增加公路的维护压力。

## 1.8 水土保持措施布设成果

根据实地调查(勘测)结果, 在确定的防治责任范围内, 依据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性和水土流失影响等, 将项目区分为5个防治分区, 分别为路基工程防治区、桥涵工程防治区、交叉工程防治区、施工便道防治区和施工营地防治区。

本项目主要的水土保持措施有: 表土剥离44.67公顷(剥离量13.40万立方米), 表土回覆13.40万立方米, 边沟8152.7米, 排水沟7609.1米, 截水沟8972.6米, 急流槽2176.5米, 沉沙池3座, 拱形骨架护坡52711.5平方米, 土地整治36.08公顷, 复耕10.07公顷; 景观绿化11.24公顷, 灌草绿化9.66公顷, 撒播草籽5.11公顷; 临时排水沟6454米, 临时沉沙池19座, 临时沉淀池22座, 临时拦挡2983米, 临时苫盖42106平米, 临时种草45500平米, 洒水降尘355台时。

本方案对各防治分区的水土保持措施见表1.8-1。

表1.8-1

项目水土保持措施设计情况统计表

防治分区	措施分类	措施名称	临时措施				
			单位	数量	布设位置	结构型式	实施时段
路基工程防治区	工程措施	排水工程	m	20062.5	路基两侧、边坡顶部、坡面等区域	均采用C25现浇水泥混凝土结构	2023年10月-2025年4月
		边沟	m	8152.7	主要布设沿线路基两侧，加设盖板	C25现浇水泥混凝土，60cm×60cm矩形断面	2023年10月-2025年4月
		排水沟	m	1017.5	布设在边沟，截水沟和急流槽衔接处	C25现浇水泥混凝土，60cm×60cm矩形断面	2023年10月-2024年9月
		截水沟	m	8715.8	位于挖方土质边坡上侧的坡面	C25现浇水泥混凝土，40×40cm U型断面	2024年3月-10月
		急流槽	m	2176.5	位于平台截水沟与挖方边沟顺接处以及挖方边沟与天然河沟相接处	C25现浇水泥混凝土，主体设计三种矩形断面及消力坎	2024年3月-2025年2月
		排水沟	m	5094.0	在填沟工程区域两侧布设排水沟	C25现浇混凝土结构，两种梯形断面，底宽0.6m，深0.6m，底宽1.0m，深1.0m，坡比均为1:1.0，壁厚15cm	2024年3月-2025年2月
		沉沙池	座	3	布设在填沟工程区域的排水沟末端	C25混凝土结构，矩形断面，长(a)×宽(b)×高(h)=3.0m×2.0m×1.0m，壁厚30cm	2024年4月-2025年2月
		拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	50583.4	主体线路工程路堤(堑)高度H>3.0m的路基边坡区域	C25预制混凝土，骨架厚度30cm，基础高1.0cm，拱圈高4.0m	2023年10月-2025年5月
		表土剥离	hm <sup>2</sup>	38.13	路基工程区内有肥力的原始表土层区域	剥离厚度为30cm，采用推土机进行作业	2023年9月-11月
		表土回填	万m <sup>3</sup>	11.44	路基工程范围内规划绿化区域	平均回覆厚度0.5m，并整平	2025年2月-5月
	土地整治	hm <sup>2</sup>	30.75	路基工程区的绿化恢复区域	清除砾石、杂物，翻松土地，施肥	2025年2月-4月	
	复耕	hm <sup>2</sup>	10.07	填沟工程区域表面平台实施复耕	整地，耕深0.2~0.4m，人工施肥，拖拉机牵引铧犁耕翻地	2024年10月-2025年5月	
	植物措施	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	5.06	拱形骨架护坡的骨架内培土植草	采用高羊茅和小冠花进行混播，配合比例为1:1，采取穴播的方式	2025年3月-6月
		植草护坡	hm <sup>2</sup>	3.12	路堤(堑)高度≤2.5m的土质边坡	灌草结合的方式，灌木选用紫穗槐、柠条，草种选用紫花苜蓿和早熟禾	2025年3月-6月
道路两侧景观绿化		hm <sup>2</sup>	10.86	路基工程的两侧平地区域	采用乔灌草综合景观绿化，形成路基绿化防护带	2025年3月-6月	

		植被恢复	hm <sup>2</sup>	1.64	填沟工程区域表面规划实施绿化区域	沙棘与柠条混播, 种子最低纯度≥95%, 发芽率≥90%, 草籽撒播量为 30kg/hm <sup>2</sup>	2024年10月-2025年6月
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	20.68	路基工程区实施绿化措施的区域	乔灌草等植被后期维护、管理	2025年3月-6月
	临时措施	临时排水沟	m	5103	路基两侧开挖临时边沟, 应和永久性路基排水边沟相结合修建	土质结构, 断面尺寸为底宽 0.3m, 深 0.4m, 边坡比 1: 0.5	2023年9月-2025年5月
		土质沉沙池	座	9	路基两侧开挖临时土质排水沟末端	土质结构, 底面尺寸为 1.5m×1.0m的矩形, 池深 1.5m, 边坡 1: 1.0	2023年9月-2025年5月
		密目网苫盖	m <sup>2</sup>	26755	路基工程的开挖裸露面和临时中转土方表面	密目网临时遮蔽, 用石块、砖等物压覆	2023年8月-2025年6月
		编织袋拦挡	m	2208	临时堆置的土方坡脚	编织袋拦挡设为梯形断面, 高 1.0m, 顶宽 0.5m, 两侧坡比 1: 0.5	2023年8月-2025年6月
		洒水车洒水	台时	205	项目路基工程施工区域	采用洒水车洒水, 抑尘、降尘	2023年7月-2025年6月
临时种草	hm <sup>2</sup>	4.55	本区域的临时堆置土方表面	草籽选用早熟禾, 播种密度 30kg/hm <sup>2</sup>	2023年10月-2025年4月		
桥涵工程防治区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.33	本区域征地内有肥力的原始表土层区域	剥离厚度为 30cm, 采用推土机进行作业	2023年9月-10月
		表土回填	万m <sup>3</sup>	0.40	本区域范围内规划绿化区域	平均回覆厚度 0.5m, 并整平	2024年8月-9月
		土地整治	hm <sup>2</sup>	0.81	本区域的撒播草籽区域	清除砾石、杂物, 翻松土地, 施肥	2024年9月-10月
	植物措施	种草绿化	hm <sup>2</sup>	0.81	除河滩、水面、公路、桥墩等不易绿化区域, 其余可绿化区域撒播草籽	草种选用高羊茅, 最低纯度≥95%, 发芽率≥90%, 种植密度 30kg/hm <sup>2</sup>	2024年9月-10月
	临时措施	沉淀池	座	22	本工程桥梁基础施工区域	矩形断面, 尺寸规格为 4m(长)×4m(宽)×1.5m(深), 边坡比 1:0.5	2023年8月-2024年10月
		密目网苫盖	m <sup>2</sup>	5036	桥涵工程的裸露地面和临时表土堆放区域	密目网临时遮蔽, 用石块、砖等物压覆	2023年9月-2024年11月
		编织袋拦挡	m	255	桥涵工程区临时堆置中转的土方坡脚布设	梯形断面, 高 1.0m, 顶宽 0.5m, 两侧坡比 1: 0.5	2023年9月-2024年11月
		临时排水沟	m	325	临时堆土区域周边布设	土质结构, 断面尺寸为底宽 0.3m, 深 0.4m, 边坡比 1: 0.5	2023年9月-2024年10月
		土质沉沙池	座	3	临时排水沟出口处接简易沉沙池	土质结构, 底面尺寸为 1.5m×1.0m的矩形, 池深 1.5m, 边坡 1: 1.0	2023年9月-2024年10月
	交叉工程	排水沟	m	1497.6	布设在交叉工程区路基边沟, 截水沟和急流槽的衔接区域	C25 现浇水泥混凝土, 60cm×60cm矩形断面	2024年7月-2025年5月

工程防治区	措施	截水沟	m	256.8	挖方土质边坡上侧的坡面水, 对于多级边坡, 在交叉工程区的边坡平台上布设	C25 现浇水泥混凝土, 40×40cm U型断面	2024 年 10 月-2025 年 5 月
		拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	2128.1	线路交叉工程的路堤(堑)高度H>2.5m的区域设置	C25 预制混凝土, 骨架厚度 30cm, 基础高 1.0cm, 拱圈高 4.0m	2024 年 5 月-2025 年 4 月
		表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.77	交叉工程区内有肥力的原始表土层	剥离厚度为 30cm, 采用推土机进行作业	2024 年 4 月-5 月
		表土回填	万m <sup>3</sup>	0.53	交叉工程范围内规划绿化区域	平均回覆厚度 0.5m, 并整平	2025 年 3 月-4 月
		土地整治	hm <sup>2</sup>	1.05	交叉工程区的绿化恢复区域	清除砾石、杂物, 翻松土地, 施肥	2025 年 3 月-4 月
	植物措施	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	0.21	交叉工程区拱形骨架护坡的骨架内培土植草	采用高羊茅和小冠花进行混播, 配合比例为 1: 1, 采取穴播的方式	2025 年 3 月-5 月
		植草护坡	hm <sup>2</sup>	0.46	本区路堤(堑)高度≤2.5m的土质边坡	灌草结合的方式, 灌木选用紫穗槐、柠条, 草种选用紫花苜蓿和早熟禾	2025 年 3 月-5 月
		道路两侧景观	hm <sup>2</sup>	0.38	交叉工程区的两侧平地区域	采用乔灌草综合景观绿化, 形成道路两侧的绿化防护带	2025 年 3 月-5 月
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.05	交叉工程区实施绿化措施的区域	乔灌草等植被后期维护、管理	2025 年 3 月-6 月
	临时措施	临时排水沟	m	286	本区域临时堆土的周边布设	土质结构, 断面尺寸为底宽 0.3m, 深 0.4m, 边坡比 1: 0.5	2024 年 4 月-2025 年 5 月
		土质沉沙池	座	2	临时排水沟出口处接简易沉沙池	土质结构, 底面尺寸为 1.5m×1.0m的矩形, 池深 1.5m, 边坡 1: 1.0	2024 年 3 月-2025 年 5 月
		密目网苫盖	m <sup>2</sup>	2155	交叉工程区的裸露地面和临时表土堆放区域	密目网临时遮蔽, 用石块、砖等物压覆	2024 年 3 月-2025 年 5 月
		编织袋拦挡	m	175.0	交叉工程区临时堆置中转的土方坡脚布设	梯形断面, 高 1.0m, 顶宽 0.5m, 两侧坡比 1: 0.5	2024 年 4 月-2025 年 5 月
	施工便道防治区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.60	施工便道区内有肥力的原始表土层	剥离厚度为 50cm, 采用推土机进行作业
表土回填			万m <sup>3</sup>	0.48	施工便道区范围内规划绿化区域	平均回覆厚度 0.5m, 并整平	2025 年 3 月-5 月
土地整治			hm <sup>2</sup>	1.62	施工便道区设计实施绿化恢复区域	清除砾石、杂物, 翻松土地, 施肥	2025 年 3 月-5 月
植物措施		植被恢复	hm <sup>2</sup>	1.62	本区域设计实施绿化恢复区域	撒播草籽, 紫花苜蓿和早熟禾, 种子最低纯度≥95%, 发芽率≥90%, 种植密度 30kg/hm <sup>2</sup>	2025 年 3 月-6 月
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.62	施工便道区的实施绿化恢复区域	绿化的植被后期维护、管理	2025 年 3 月-6 月

1 综合说明

临时措施	临时排水沟	m	365	布设在本区域临时堆置表土的周边	土质结构, 断面尺寸为底宽 0.3m, 深 0.4m, 边坡比 1: 0.5	2023 年 10 月-2025 年 5 月	
	土质沉沙池	座	2	临时排水沟出口处接简易沉沙池	土质结构, 底面尺寸为 1.5m×1.0m的矩形, 池深 1.5m, 边坡 1: 1.0	2023 年 10 月-2025 年 5 月	
	洒水车洒水	台时	85	施工便道路面车辆来往区域	采用洒水车洒水, 抑尘、降尘	2023 年 9 月-2025 年 5 月	
	编织袋拦挡	m	345	本区域施工便道和临时堆土的坡脚	梯形断面, 高 1.0m, 顶宽 0.5m, 两侧坡比 1: 0.5	2023 年 10 月-2025 年 6 月	
施工营地防治区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.83	施工营地临时占地区域内有肥力的原始表土层	剥离厚度为 50cm, 采用推土机进行作业	2023 年 9 月-10 月
		表土回填	万m <sup>3</sup>	0.55	施工营地区范围内规划绿化区域	平均回覆厚度 0.5m, 并整平	2025 年 3 月-4 月
		土地整治	hm <sup>2</sup>	1.85	施工营地区设计实施绿化恢复区域	清除砾石、杂物, 翻松土地, 施肥	2025 年 3 月-4 月
	植物措施	植被恢复	hm <sup>2</sup>	1.85	本区域设计实施绿化恢复区域	撒播草籽, 紫花苜蓿和早熟禾, 种子最低纯度≥95%, 发芽率≥90%, 种植密度 30kg/hm <sup>2</sup>	2025 年 4 月-6 月
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.85	施工营地区实施绿化恢复区域	绿化的植被后期维护、管理	2025 年 4 月-6 月
	临时措施	临时排水沟	m	465	布设在施工营地的临时堆置表土的周边	土质结构, 断面尺寸为底宽 0.3m, 深 0.4m, 边坡比 1: 0.5	2023 年 10 月-2025 年 5 月
		土质沉沙池	座	3	临时排水沟出口处接简易沉沙池	土质结构, 底面尺寸为 1.5m×1.0m的矩形, 池深 1.5m, 边坡 1: 1.0	2023 年 10 月-2025 年 5 月
		密目网苫盖	m <sup>2</sup>	8160	本区域的临时表土堆放表面区域	密目网临时遮蔽, 用石块、砖等物压覆	2023 年 8 月-2025 年 6 月
洒水车洒水		台时	65	施工营地场地硬化及车辆来往区域	采用洒水车洒水, 抑尘、降尘	2023 年 8 月-2025 年 6 月	

## 1.9 水土保持监测方案

本工程为建设类项目，建设类项目监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束。本项目施工准备期为 2023 年 07 月，设计水平年为 2025 年，故监测时段为 2023 年 7 月~2025 年 12 月，共计 30 个月（2.5 年）。

监测范围为水土流失防治责任范围，面积 59.25hm<sup>2</sup>。本方案水土保持监测内容包括水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害监测和水土保持措施监测等。

本项目监测方法采取定位监测、实地调查、无人机监测和巡查监测相结合的方法，本方案在项目区内确定设置 17 个监测点（其中路基工程区 10 个、桥涵工程区 2 个、交叉工程区 2 个、施工便道区 1 个、施工营地区 1 个和防治责任范围以外 1 个），共计布设 11 个扰动后水蚀监测点、5 个扰动后风蚀监测点、1 个水蚀背景值监测点。

## 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 2712.37 万元（其中主体已列投资 2136.72 万元，方案新增投资 575.65 万元）；工程措施投资 1681.60 万元，植物措施投资 579.39 万元，临时措施投资 105.86 万元；独立费用 217.91 万元（其中建设管理费 47.34 万元，水土保持监理费 48.00 万元，监测费 48.50 万元，科研勘测设计费 37.25 万元，水保设施自主验收费 36.82 万元）；基本预备费 26.88 万元；水土保持补偿费 100.72755 万元。

本方案实施以后，至设计水平年工程建设和水土保持各项指标数据，按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）分析：水土流失治理度 99.7%，土壤流失控制比 0.81，渣土防护率 99.9%，表土保护率 99.2%，林草植被恢复率 99.3%，林草覆盖率 43.9%，本方案实施以后，方案确定的六项指标均达到《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）要求的目标值。

## 1.11 结论

### （1）结论

本项目水土保持方案报告书对其建设过程中的水土保持各方面进行分析评

价均无重大制约因素。本项目的建设会在短时间内造成水土流失的加剧，通过实施本方案报告书中提出的水土流失防治措施，所产生的影响将可以得到有效控制，并能为环境所接受。同时，随着林草植物的逐年生长，项目防治责任范围内的植被覆盖度将不断提高，对项目区生态环境也将带来有益的影响。

## (2) 建议

建设单位应及时履行以下主要义务内容：

①本方案经水行政部门批复后，应及时足额缴纳水土保持补偿费，为以后自主验收提供支持性凭证等附件

②本方案建议生产建设单位应当依据批准的水土保持方案开展水土保持初步设计，按程序与主体工程设计一并报省级水行政主管部门进行备案，作为水土保持措施实施的依据。

③建设单位应及时落实本项目水土保持监测、监理等工作人员，做好建设过程中水土保持工作。

④根据水利部办公厅文件《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自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）、陕西省水土保持局《关于生产建设项目水土保持方案和验收行政审批改革的通知》（陕水保发〔2018〕25号）和《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），做好本项目建设期间水土保持工作和完工后的水土保持设施自主验收工作，落实建设单位水土流失防治责任。

本项目水土保持方案特性表

项目名称	550 省道府谷机场连接线工程		流域管理机构	黄河水利委员会	
涉及省(市、区)	陕西省	涉及地市或个数	榆林市	涉及县或个数	府谷县
项目规模	路线全长 7.354km	总投资(万元)	56745	土建投资(万元)	32345
开工时间	2023 年 07 月	完工时间	2025 年 06 月	设计水平年	2025 年
工程占地(hm <sup>2</sup> )	59.25	永久占地(hm <sup>2</sup> )	55.13	临时占地(hm <sup>2</sup> )	4.12
土石方量(万 m <sup>3</sup> )	挖方		填方	借方	余(弃)方
	239.91		239.91	/	/
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 陕西省水土流失重点治理区(I-2 陕北丘陵沟壑重点治理区)				
地貌类型	黄土丘陵沟壑区地貌	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	剧烈侵蚀		
防治责任范围(hm <sup>2</sup> )	59.25	容许土壤流失量 [t/km <sup>2</sup> ·a]	1000		
水土流失预测总量(t)	142817	新增水土流失量 (t)	89755		
水土流失防治标准执行等级	建设类项目/西北黄土高原区一级防治标准				
防治指标	水土流失治理度(%)	93	土壤流失控制比	0.80	
	渣土防护率(%)	92	表土保护率(%)	90	
	林草植被恢复率(%)	95	林草覆盖率(%)	24	
防治措施	分区	工程措施	植物措施	临时措施	
	路基工程区	排水工程 20062.5m(边沟 8152.7m、排水沟 1017.5m、截水沟 8715.8m 和急流槽 2176.5m), 填沟工程排水沟 5094.0m, 沉沙池 3 座, 拱形骨架护坡 50583.4m <sup>2</sup> , 表土剥离 38.13hm <sup>2</sup> , 表土回填 11.44 万 m <sup>3</sup> , 土地整治 30.75hm <sup>2</sup> , 复耕 10.07hm <sup>2</sup>	拱形骨架绿化 5.06hm <sup>2</sup> , 植草护坡 3.12hm <sup>2</sup> , 道路两侧景观绿化 10.86hm <sup>2</sup> , 植被恢复 1.64hm <sup>2</sup> , 抚育管理 20.68hm <sup>2</sup>	临时排水沟 5103m, 土质沉沙池 9 座, 密目网苫盖 26755m <sup>2</sup> , 编织袋拦挡 2208m, 洒水车洒水 205 台时, 临时种草 4.55hm <sup>2</sup>	
	桥涵工程区	表土剥离 1.33hm <sup>2</sup> , 表土回填 0.40 万 m <sup>3</sup> , 土地整治 0.81hm <sup>2</sup>	种草绿化 0.81hm <sup>2</sup>	沉淀池 22 座, 密目网苫盖 5036m <sup>2</sup> , 编织袋拦挡 255m, 临时排水沟 325m, 土质沉沙池 3 座	
	交叉工程区	排水工程 1754.4m(排水沟 1497.6m、截水沟 256.8m), 拱形骨架护坡 2128.1m <sup>2</sup> , 表土剥离 1.77hm <sup>2</sup> , 表土回填 0.53	拱形骨架绿化 0.21hm <sup>2</sup> , 植草护坡 0.46hm <sup>2</sup> , 道路两侧景观 0.38hm <sup>2</sup> , 抚育管	临时排水沟 286m, 土质沉沙池 2 座, 密目网苫盖 2155m <sup>2</sup> , 编织袋拦挡 175m	



		万 m <sup>3</sup> , 土地整治 1.05hm <sup>2</sup>	理 1.05hm <sup>2</sup>	
施工便道区		表土剥离 1.60hm <sup>2</sup> , 表土回填 0.48 万 m <sup>3</sup> , 土地整治 1.62hm <sup>2</sup>	植被恢复 1.62hm <sup>2</sup> , 抚育管理 1.62hm <sup>2</sup>	临时排水沟 365m, 土质沉沙池 2 座, 洒水车洒水 85 台时, 编织袋拦挡 345m
施工营地区		表土剥离 1.83hm <sup>2</sup> , 表土回填 0.55 万 m <sup>3</sup> , 土地整治 1.85hm <sup>2</sup>	植被恢复 1.85hm <sup>2</sup> , 抚育管理 1.85hm <sup>2</sup>	临时排水沟 456m, 土质沉沙池 3 座, 密目网苫盖 8160m <sup>2</sup> , 洒水车洒水 65 台时
投资 (万元)		1681.60	579.39	105.86
水土保持总投资 (万元)		2712.37	独立费用 (万元)	217.91
监理费 (万元)	48.00	监测费 (万元)	48.50	补偿费 (万元) 100.72755
方案编制单位	陕西永邦腾达技术服务有限公司		建设单位	府谷县交通运输局
法定代表人	高文忠		法定代表人	郭建忠
地址	陕西省榆林市榆阳区航宇路街道荟景新园小区 4 号楼 2 单元 102 室		地址	陕西省榆林市府谷县新区公共资源交易大楼
邮编	719000		邮编	719400
联系人/电话	高增强/13299199768		联系人/电话	王瑞齐/19829226070
传真	/		传真	/
电子信箱	1251046374@qq.com		电子信箱	19829226070@139.com

## 2 项目概况

### 2.1 项目组成及工程布置

#### 2.1.1 项目地理位置及线路走向

本工程位于陕西省榆林市府谷县府谷镇温李河村、沙后河村、院家峁村、苍贺峁村、桑园梁村和柴家塬村，路线起于温李河村与 338 国道相接，于府谷客运站西侧设桥跨过孤山川及温李河环线，向北沿后河川西岸坡面设线上行，经院庙梁后利用有利地形迂回展线爬坡，终于桑园梁村接规划府谷民用机场出入口。道路起点坐标：E111°1'40.27"，N39°3'52.09"；终点坐标：E111°1'7.75"，N39°6'7.80"。工程沿线有 338 国道、温李河环线、滨河西路、府庙路和乡村道路等，交通较为便捷。项目地理位置及交通情况见附图 1。

主要控制点有：温李河村、338 国道、府庙路、客运站、院庙梁村、桑园梁村、拟建府谷民用机场。

#### 2.1.2 项目特性

根据建设单位提供的设计资料：

- (1) 项目名称：550 省道府谷机场连接线工程；
- (2) 项目法人单位/建设单位：府谷县交通运输局；
- (3) 建设地点：陕西省榆林市府谷县府谷镇温李河村、沙后河村、院家峁村、苍贺峁村、桑园梁村和柴家塬村；
- (4) 建设性质：新建/建设类项目；
- (5) 建设规模：路线全长 7.354km；
- (6) 技术指标：本工程采用双向四车道一级公路标准建设，设计时速 60km/h，路基宽度 20.0m，新建桥涵设计汽车荷载等级采用公路-I 级，设计洪水频率为 1/100，其他各项技术指标按国家现行有关规范、规定执行；
- (7) 建设内容：本工程线路全长 7.354km，全线共设桥梁 2292 米/11 座（其中主线道路共设大桥 1522 米/6 座，互通区共设大中桥 770 米/5 座，均为新建桥梁），设涵洞 14 道；全线共设路线交叉 7 处（其中简易立交 1 处，分离式立交

1 处，等级平面交叉 3 处，管线交叉 1 处，乡村交叉 1 处)；配套建设道路景观绿化、排水工程和交通安全标识等基础设施；

(8) 工程总投资：工程总投资 56745 万元，其中土建投资 32345 万元；

(9) 建设工期：工程拟安排 24 个月施工期，计划于 2023 年 07 月开始开工建设，2025 年 06 月建设完工。

本工程主要技术指标见表 2.1-1。

**表 2.1-1 项目主要技术指标表**

一、基本情况				
项目名称	550 省道府谷机场连接线工程			
建设地点	陕西省榆林市府谷县府谷镇温李河村、沙后河村、院家峁村、苍贺峁村、桑园梁村和柴家塬村			
建设单位	府谷县交通运输局			
建设规模	线路长度 (km)	7.354		
技术指标	公路等级	一级公路		
	设计时速 (km/h)	60		
	路基宽度 (m)	20.0		
	车道数	双向四车道		
	行车道宽度 (m)	4×3.50		
	起讫桩号	K0+000 ~ K7+354		
	路面结构	沥青混凝土		
	设计荷载	公路-I 级		
	设计洪水频率	1/100		
施工条件	砂、石料供应	外购，不设专门的取料场		
	施工用水	由运水车从附近村庄乡镇拉运，平均运距 2.5km		
	施工用电	与供电部门协商，就近引接		
建设工期	2023 年 7 月开工，2025 年 6 月底建成，总工期 24 个月			
工程投资	总投资 56745 万元，其中土建投资 32345 万元			
二、工程组成及占地工程量				
项目组成	占地面积 (hm <sup>2</sup> )			
	永久占地	临时占地	小计	组成内容
路基工程	50.43	0.00	50.43	工程线路全长 7.354km
桥涵工程	2.08	0.00	2.08	全线共设桥梁 2292 米/11 座，设涵洞 14 道
交叉工程	2.62	0.00	2.62	全线共设路线交叉 7 处，其中简易立交 1 处，分离式立交 1 处，等级平面交叉 3 处，管线交叉 1 处，乡村交叉 1 处

施工便道	0.00	2.27	2.27	临时布设施工便道 4.96km	
施工营地	0.00	1.85	1.85	布置 3 处施工营地(均含预制场)	
合计	55.13	4.12	59.25		
<b>三、土石方工程量表</b>			<b>单位: 万 m<sup>3</sup></b>		
项目组成	挖填总量	挖方量	填方量	借方量	弃方量
路基工程	460.80	230.22	230.58		
桥涵工程	3.42	1.89	1.53		
交叉工程	6.56	3.28	3.28		
施工便道	5.00	2.50	2.50		
施工营地	4.04	2.02	2.02		
合计	479.82	239.91	239.91		

### 2.1.3 项目组成及布置

本项目由路基工程、桥涵工程、交叉工程、施工营地和施工便道等五部分组成。

**表 2.1-2 项目组成情况表**

工程项目	项目组成
路基工程	路线长度 7.354km, 路基宽度 20m。
桥涵工程	全线共设桥梁 2292 米/11 座(其中主线道路共设大桥 1522 米/6 座, 互通区共设大中桥 770 米/5 座, 均为新建桥梁), 设涵洞 14 道。
交叉工程	共设路线交叉 7 处, 其中简易立交 1 处, 分离式立交 1 处, 等级平面交叉 3 处, 管线交叉 1 处, 乡村交叉 1 处。
施工便道	施工便道 4.96km, 占地 2.27hm <sup>2</sup> 。
施工营地	布置 3 处施工营地(均含处预制场), 共计占地 1.85hm <sup>2</sup> 。

#### 2.1.3.1 路基工程

##### 一、路基起终点概况

路线起于温李河村接 338 国道, 向北设桥自府谷汽车站西侧跨过孤山川, 沿后河川西岸坡面设线上行, 经院庙梁村利用有利地形迂回展线爬坡, 终于桑园梁村接规划府谷民用机场出入口, 路线全长 7.354km。

##### 1、路线起点—温李河村与国道 338 相接

本项目为府谷民用机场连接公路, 亦为规划省道 550, 依据整体路网规划, 项目起点应于后河川沟口温李河村与国道 338 相接, 与其成 T 字形平面交叉。

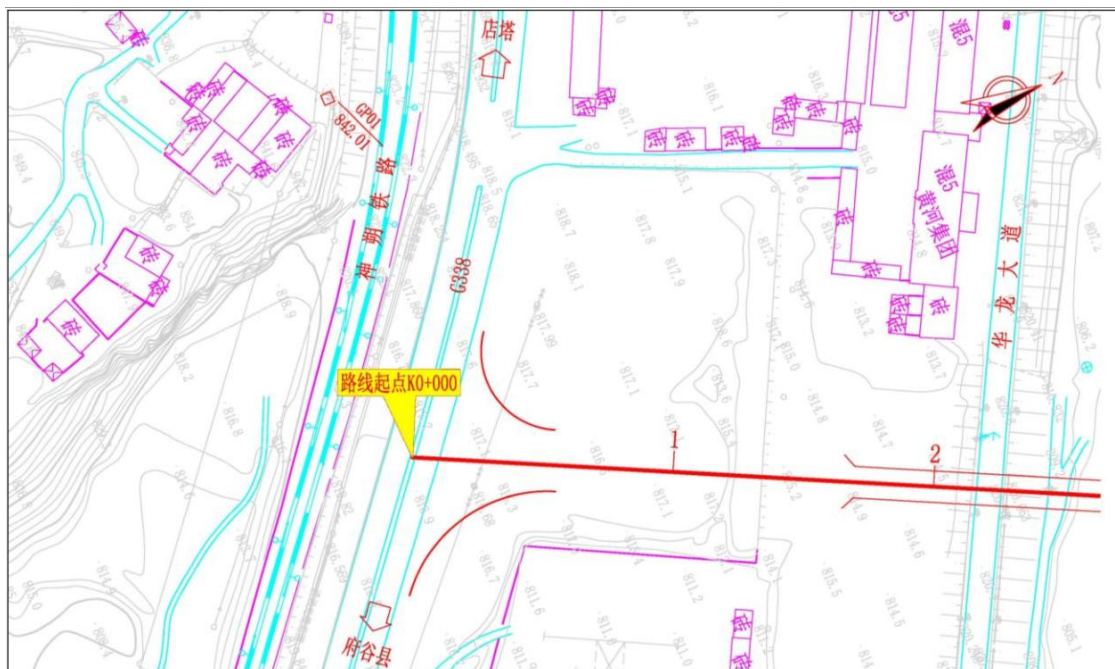


图 2.1-1 线路起点位置示意图

2、路线终点—与拟建府谷民用机场规划出入口相接

本项目为府谷民用机场连接公路，终至于桑园梁接府谷机场，具有唯一性。

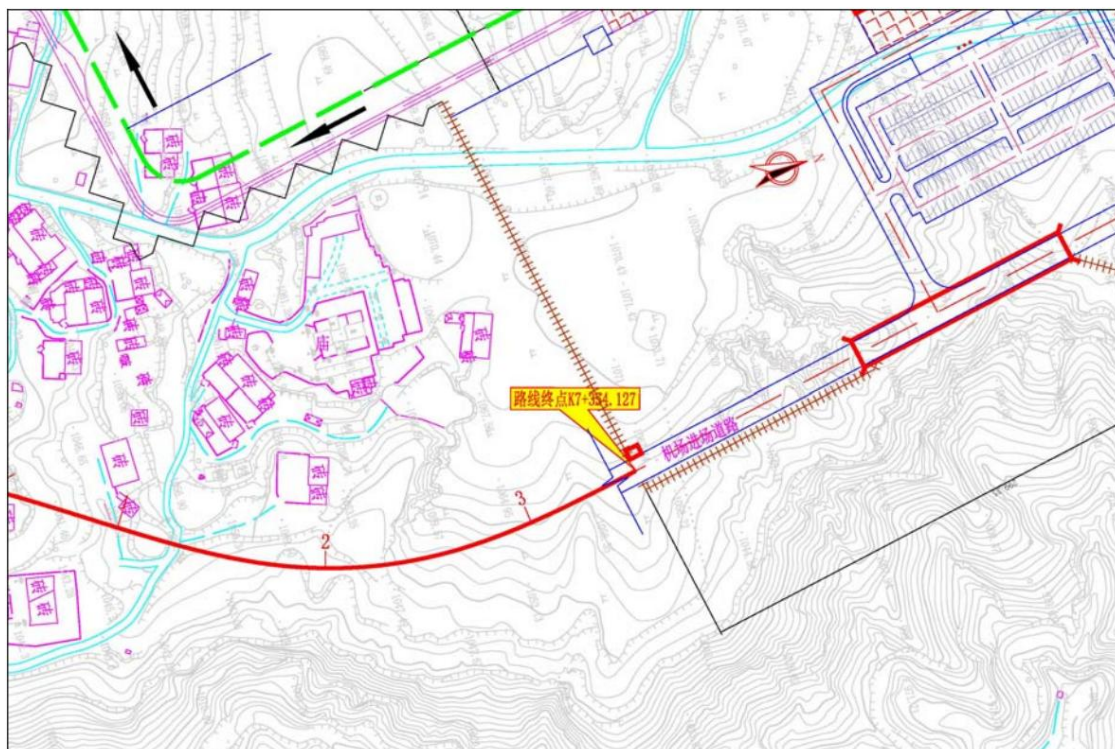


图 2.1-2 线路终点位置示意图

3、路线设计

本项目为全新线，在路线布设的考虑因素主要有：

①尽可能绕避府谷县规划区；

- ②尽量不侵占基本农田;
- ③终点接线考虑与拟建府谷民用机场预留接入口的协调;
- ④在节点布设时充分考虑交通转换方向,合理采用平交、互通等交叉方式,避免后期节点交通拥堵。

全线平面共设交点 14 个,平均每公里交点数 1.904 个,路线增长系数 1.712,平曲线最小半径 135m/1 处,曲线间直线最大长度 579.040m,全线平曲线占路线长度的 78.865%。

全线纵断面共设变坡点 12 处,平均每公里变坡 1.632 次,最大纵坡 4.5%/4 处,平均纵坡 3.1%,最短坡长 285 米,凸型竖曲线最小半径 4500m/1 处,凹型竖曲线最小半径 6000m/1 处,全线竖曲线占路线总长 31.735%。

工程线路总平面布置、平纵断面设计情况详见附图 6-1 及 6-2。

## 二、路基工程设计

### 1、路基宽度及横断面布置

根据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014),本项目主线采用一级公路标准,设计速度采用 60km/h,路基宽度 20m,全线均采用整体式路基。路幅组成为 20.m=0.75m(土路肩)+0.75m(硬路肩)+2×3.5m(行车道)+3.0m(中间带=2.0m 中分带+2×0.5m 左侧路缘带)+2×3.5m(行车道)+0.75m(硬路肩)+0.75m(土路肩)。

公路用地界限为一般填方路基坡脚或排水沟外侧 1.0m,挖方坡顶外侧 1.0m 或坡顶截水沟外侧 1.0m。

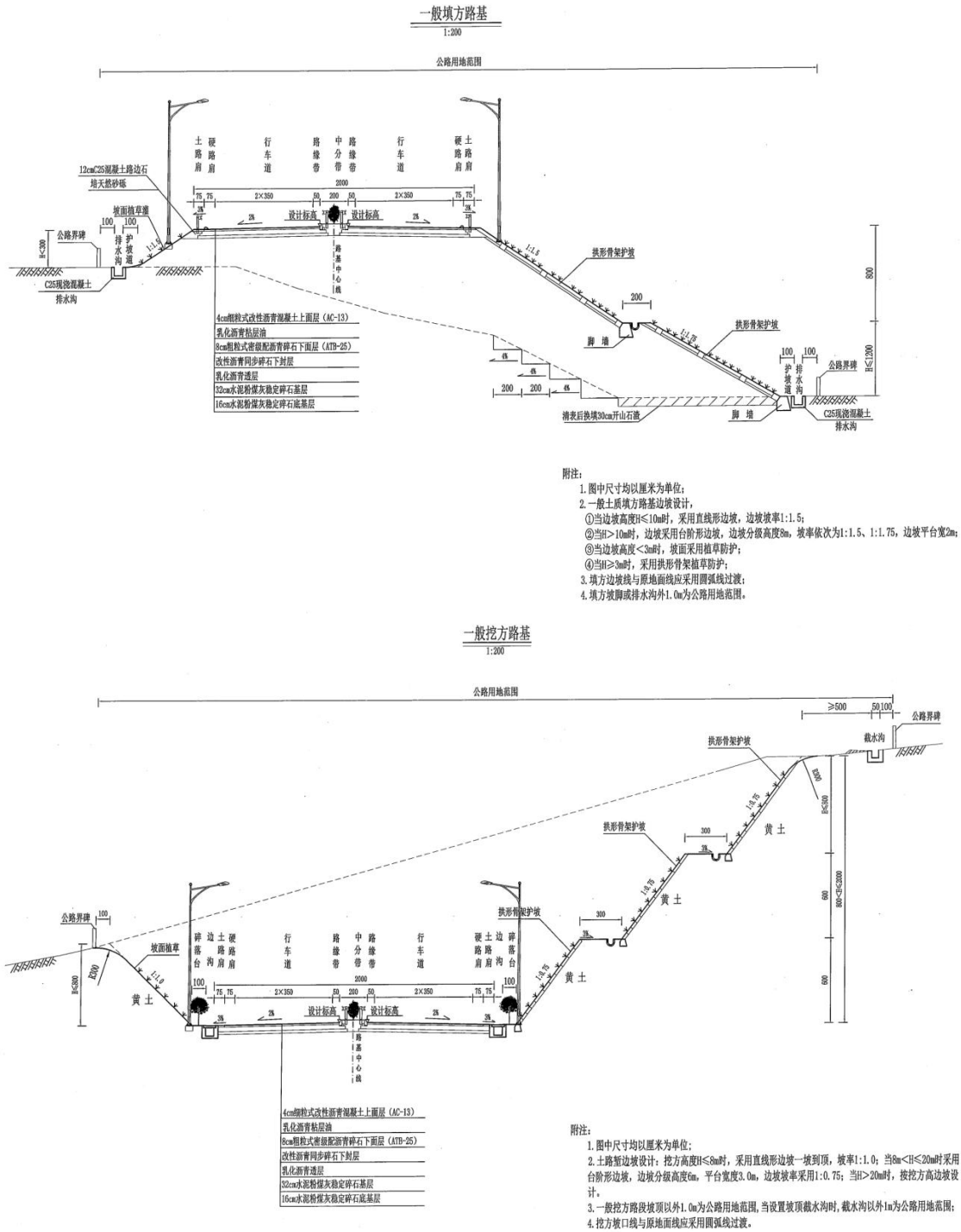


图 2.1-3 路基标准横断面设计图

## 2、路基材质

本项目中由于挖方远大于填方, 填方土体来源主要为路基挖方余料, 由于挖方远大于填方, 填料应进行优选, 尽量选用优质石渣填筑, 残坡积层仅用于培耕土或绿化用土。

### (1) 土质路基

土质路堤需分层填筑、采用机械分层压实。最大松铺厚度不超过 30cm；在施工过程中，应通过试验段在保证压实度的情况下，结合施工机械组合可进行合理调整。

## (2) 填石路堤

路线经过区域地质多为砂岩，风化程度为强风化~中风化不等，表层覆盖坡积碎石土；全线挖方大于填方，且项目附近取土困难，为充分合理利用挖方废弃料，节约工程造价，本项目采用填石路堤。

## 3、一般路基设计

设计路段地层大多由构造剥蚀丘陵区以及黄土梁峁沟壑区，挖方路基地层位于强-中风化砂泥岩互层以及黄土地层中，根据地层的岩性，填料的类型，参照当地既有公路边坡设计，结合地勘试验资料，通过力学验算和工程类比的方法综合确定路基边坡坡率。

### (1) 土质边坡

①当土质挖方边坡高度  $H \leq 8\text{m}$  时，采用直线形边坡，一坡到顶，边坡坡率 1:1.0；

②当  $8\text{m} < H \leq 20\text{m}$  时采用台阶形边坡，边坡分级高度 6m，边坡坡率 1:0.75，平台宽度 3.0m；

③当  $H > 20\text{m}$  时，按土质挖方高边坡设计；

④一般填方路基：当边坡高度  $H \leq 10\text{m}$  时，采用直线形边坡，边坡坡率 1:1.5；当  $8\text{m} < H \leq 20\text{m}$  时，边坡采用台阶形边坡，边坡分级高度 8m，坡率依次为 1:1.5、1:1.75、1:2，边坡平台宽 2m；当  $H > 20\text{m}$  时按高路堤设计。

### (2) 石质边坡

①石质边坡每 8.0m 设置碎落平台，平台宽度 2.0m，边坡坡率根据风化程度采用为 1: 0.75 ~ 1:1；

②当石质挖方边坡高度  $H \leq 10\text{m}$  时，采用直线形边坡，一坡到顶，边坡坡率 1:0.75；



③当  $8\text{m} \leq H \leq 30\text{m}$  时采用台阶形边坡，边坡分级高度  $8\text{m}$ ，边坡坡率  $1:0.75$ ，平台宽度  $2.0\text{m}$ ；

④当  $H > 30\text{m}$  时，按石质挖方高边坡设计。

### (3) 坡面防护

坡面防护充分借鉴当地已有工程防护形式，结合当地气候水文条件，采取工程防护与植物防护相结合。

#### ①填方边坡

对于填方边坡高度小于  $3\text{m}$  路段采用植草防护，大于  $3\text{m}$  路段采用拱型骨架植草防护。一般填方边坡采用拱形骨架护坡。对于土质挖方边坡采用拱形骨架护坡，石质挖方边坡采用窗孔式护面墙防护。

#### ②挖方边坡

土质挖方边坡高度小于  $3\text{m}$  时坡面采用植草防护，边坡高度大于  $3\text{m}$  时采用拱形骨架护坡。石质挖方边坡高度大于等于  $3\text{m}$  时，采用窗孔式护面墙防护，针对挖方边坡达 8 级及以上且上部为强风化段，风化程度高的上部采用锚杆框架梁防护，下部采用窗孔式护面墙，中部采用主动防护网防护。



图 2.1-4 坡面防护效果图

### (4) 碎落台、护坡道

填方边坡坡脚与填方边沟之间设置护坡道，护坡道宽度取  $1.0\text{m}$ 。挖方坡脚与路堑边沟之间设置碎落台，宽度为  $1.0\text{m}$ 。

### (5) 路拱横坡

一般路段行车道、路缘带及硬路肩路拱横坡采用  $2\%$ ，土路肩横坡采用  $3\%$ 。

### (6) 加宽超高方式

根据《公路路线设计规范》之规定，本段路线超高采用绕行车道中线旋转的过渡方式，超高缓和段长度根据超高渐变率和排水需要计算确定，本项目最大超高 6%。对半径小于等于 250m 的平曲线均设置加宽，本项目采用三类加宽。

整体式路基设计标高为中央分隔带的外侧边缘。超高方式以中央分隔带外侧边缘为旋转轴，外侧路幅绕自己旋转轴首先旋转到 2%，然后内外侧路幅再分别绕各自的旋转轴旋转到所需的超高值。

本项目为设置中分带的双向四车道公路，考虑中分带护栏遮挡视线，最不利车道为曲线外侧内幅车道，经计算，75m 停车视距对应的临界平曲线半径为 277m，本项目临界平曲线的段落有 3 处，采取加宽左侧路缘带以满足视距要求。

### (7) 紧急式停车带

根据《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）规定，一级公路右侧硬路肩宽度小于 2.50m 时，应设紧急停车带，故本项目根据地形设置了 8 处紧急停车带，在满足规范的最小要求前提下可根据现场实际情况灵活布置，停车带宽度为 3.5m，停车带与行车道间设置 50cm 分隔带。

## 4、高填深挖路基设计

### (1) 高填路基

#### ①高填路基段

本项目无填土高度大于 20m 路堤，路基跨沟填沟边坡大于 20m，采用路堤高边坡设计，边坡分级高度 8m，坡比均为 1: 2.0，边坡平台宽 2m。路基填沟共计三段 676m，分别为 K4+060 ~ K4+380、K4+610 ~ K4+867 及 K4+920 ~ K5+010，平均填高分别为 22m、33m 及 12m，本次对大于 20m 的前两段采用每 4m 分级强夯补压，减小路基沉降。

考虑到路基跨沟填方工程段的稳定安全，主体设计单位加强 3 处路基跨沟填方工程段防护标准，保障项目布设的 3 处填沟工程的土体稳定并对下游主体路基不产生危害影响。路基填沟段的具体防护措施设置情况设计详见附图，本项目主体设计的填沟工程位置及填土量、占地情况详见下表：

表 2.1-3 本项目主体设计的填沟位置及填土量、占地情况  
填沟工程数量表

550省道府谷民用机场连接公路工程

第 1 页 共 2 页 CIII-21-1

序号	上路中心桩号	工程名称	位置	上路运距 (m)	填沟土/石方 (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	填土方路基碾压	弃方碾压	场地整理	排水工程						防护工程				强夯补压				临时占用林地 (亩)	备注		
						压实度 ≥93%	压实度 ≥90%		排水沟			截水墙		急流槽		挡土墙				主夯 1200KN.m (1000m <sup>2</sup> )	间夯 1200KN.m (1000m <sup>2</sup> )	满夯 800KN.m (1000m <sup>2</sup> )			强夯沉降量 (1000m <sup>3</sup> )	
						万m <sup>3</sup>	万m <sup>3</sup>		10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	B(0.6)m×H(0.6)m梯形沟长度(m)	B(1.0)m×H(1.0)m梯形沟长度(m)	C25现浇混凝土(m <sup>3</sup> )	挖土方(m <sup>3</sup> )	长度(m)	C25现浇混凝土(m <sup>3</sup> )	C25现浇混凝土(m <sup>3</sup> )	挖土方(m <sup>3</sup> )	长度(m)	平均高度(m)							C25片石混凝土(m <sup>3</sup> )
1	K4+200	填沟1	两侧	300	127.2	26.9	0.5	70.5		2756.0	1708.7	7220.7	15.0	15.0	205.8	267.5	93.0	4.0	1308.5	871.5	67.5	67.5	67.5	14.9	105.7	
2	K4+750	填沟2	两侧	100	51.5	10.3	0.6	40.8	1892.0		753.0	3591.0	25.0	25.0	154.0	200.2	86.0	4.0	1210.0	805.9	25.2	25.2	25.2	5.5	61.2	
3	K4+950	填沟3	两侧	100	6.3	0.9	0.4	5.9	386.0		153.6	732.6	20.0	20.0	79.8	103.7	30.0	4.0	422.1	281.1					8.8	
合计					185.0	38.2	1.5		2278.0	2756.0	2615.4	11544.4	60.0	60.0	439.6	571.5	209.0		2940.6	1958.5	92.7	92.7	92.7	20.4	175.7	

## ②处理措施

先进行清表处理，清表 30cm 后，基底整平进行强夯处理，夯点采用梅花形布置，夯点间距为 4.5m，单击夯击能采用 1500KNm，满夯夯能采用 100KNm。可以有效减小路堤自身沉降，防止路面开裂；路堤材料回填一般路堤，人工的分层筑、分层压实，开始检测达到规范规定的压实度大于 95%后，方可进行强夯路堤补强施工。

高路堤范围存在结构物时，与结构物相邻区域（距挡墙、桥台、涵管 6 米水平区域内，距的洞垂直距离以上 8 米范围内）采用高频液压打夯机补强，保证压实度；涵管、通道顶部第一层松铺厚度为 50cm，松铺完成后使用压路机静压，直至压实度符合要求，第二层即可按照正常的路基施工松铺厚度进行，压路机进行微震碾压直至密实，以后则可按照正常施工程序进行。

## ③强夯施工

强夯施工的主要机具有起重机械、奔锤、脱钩装置等。强夯施工采用带自动脱钩装置的履带式起重机或其它专用设备。采用履带式起重机，在臂杆端部设置辅助门架，防止落锤时机架倾覆。

强夯施工前，夯坑内或场地积水应及时排除；应查明场地内范围的构筑物和各种地下管线的位置及标高等，并采取必要的措施，避免因重夯施工而造成破坏；当重夯施工所产生的振动，对邻近建筑物或设备产生有害的影响时，应采取挖减震沟的措施进行减震。

## （2）深挖路基

### ①深挖路基段

全线土质挖方边坡高度大于 20m，石质挖方边沟大于 30m 的路段共计 9 处，累计长度 1300m，最大挖方边坡高度 29.72m，本次对该九段设置步道方便后期维护检修。本项目深挖路堑桩号分布情况详见下表：

表 2.1-4 深挖路堑桩号分布情况一览表

序号	起讫桩号	处理长度 (m)	路堑边坡最大高度 (m)	综合坡率	稳定系数
1	K3+312 ~ K3+495	183	28.45	1:1.31	1.42
2	K3+930 ~ K4+111	181	26.90	1:1.34	1.41
3	K4+430 ~ K4+589	159	29.73	1:1.36	1.39
4	K5+631 ~ K5+778	147	24.15	1:1.29	1.42
5	K5+803 ~ K5+978	175	22.67	1:1.30	1.43
6	K5+995 ~ K6+120	125	21.70	1:1.32	1.43
7	K6+158 ~ K6+235	77	22.89	1:1.31	1.36
8	K6+434 ~ K6+563	129	24.34	1:1.34	1.36
9	K7+230 ~ K7+354	124	21.65	1:1.32	1.44
合计		1300			

根据主体线路工程的布置情况结合深挖路堑的分布情况，总结出项目产生的土石方开挖量较大，其中一部分用于道路的路基填筑，多余土石方运至 3 处路基跨沟填方工程区域回填。

#### ②处理措施及方法

深挖方路基设计按照规范和省厅相关文件的要求，借鉴交通部西部交通建设科技项目《黄土地区公路高边坡防护技术研究》，坚持安全经济、顺应自然、造型美观、与环境景观相协调的设计理念，采用已有的成功经验，利用工程类比法，并进行力学验算综合考虑路容美观，不同工况条件下确定合理设计坡率和防护、排水形式。

边坡形式采用台阶型边坡，采用“低分级、陡坡率、宽平台、固坡脚”的黄土边坡设计原则对边坡进行处治。考虑边坡坡脚应力集中，边坡高度单级坡高采用 6 米，坡率根据地质情况采用 1:0.75，并对第一级坡脚处设置矮脚墙，每三级为一组，平台宽度分别采用 3.0m、3.0m、5.0m。

坡面采用三叶地锦绿化或边坡植草绿化，平台植树绿化，平台设置现浇混凝土“U”型截水沟，通过边坡急流槽，汇集入第二级边坡平台截水沟，再通过急流槽排入边沟中。

石质路堑边坡：边坡分级高度 8m，坡率根据岩石风化程度采用 1: 0.75，平台宽度分别采用 2m、2m、4m；宽平台位置根据边坡高度灵活调整，尽量设置在

边坡中部及中风化与强风化交界处设置 4.0m 宽平台。对于二元结构(土石边坡),为增加坡体稳定,土、石分界处根据上部地质情况设置 3.0m 或 5.0m 的碎落平台。

为确保边坡稳定,边坡开挖应采用“逆作法”,自上而下逐级开挖。避免在土体较湿时大段落刷坡及开挖护面墙基础,发现坡面渗水时应立即停止刷坡,在渗水部位设置仰斜排水管进行疏导,并加强边坡的监测。路基高边坡施工前,应首先实施顶地表排水导流工程。本次挖方边坡设计考虑机械开挖,开挖速度不易过快,施工期间,开挖作业面应保持干燥,严禁在雨季施工。

土质边坡暴雨时必须采用塑料布等进行覆盖,严防雨水侵入坡体破坏坡面。对危及路基安全的冲沟、陷穴应及时回填夯实。高边坡采用动态设计,在施工过程中应加强监测。

#### 5、填挖交界处理

陡坡路堤设计结合地形、地质条件、边坡高度等进行综合考虑。当地面陡于 1:5 时,对基底进行挖台阶处理,台阶宽度不小于 2m,阶面设向内倾斜 2~4% 的横坡,并对路堤进行稳定性分析。结合地形和填土高度,因地制宜设置浆砌片石路肩挡墙等支挡防护工程。半填半挖路基应先将填挖交界处挖成台阶状,台阶宽度不小于 2m,向内倾斜 4% 的横坡;为减少路基的不均匀沉降,其压实度应提高规范要求的一个百分点。

#### 6、不良地质及特殊性岩土

根据地勘报告资料,本项目沿线存在的主要不良地质现象主要为人工填土。

项目区域内局部段落边坡表层人工填土及松散堆积体在自然状态下有小规模坍塌、沉降变形,高陡基岩边坡存在孤石等现象。项目沿线人工填土主要成份为碎石、块石及砂岩风化碎屑,含大量粉土,表层主要为粉土,结构较松散,欠固结。K0+396.5~K0+469.5 段及 K1+300~K1+400 段人工土厚度较大,分别约 10-15m、8m,分布不均,为防止后期路基产生不均匀沉降,按照地质钻孔显示人工填土厚度,对厚度小于等于 4m 的人工填土路基采用翻挖碾压,对厚度大于 4m 纯填土且远离构建筑物路基采用强夯,对存在大粒径石块人工填土采用素混

凝土桩基础进行处理，素混凝土桩按等边三角形布桩，桩径为 50cm，桩间距为 150cm，桩长应深入持力层不小于 2.0m。对于高陡基岩边坡存在孤石的路段，采用人工清理孤石，避免对后期施工及公路运营形成安全隐患。

处置方案：

a.路线经过软基路段，当软基厚度  $h \leq 2\text{m}$  时，挖除软弱土层，换填开山石渣；当软基厚度  $2\text{m} \leq h < 4\text{m}$  时，挖除上部 1m 淤泥质土，抛石挤淤，待块片石稳定后上部回填开山石渣。

b.路基通过沟底，局部为淤泥坝，淤泥深度为 6.0~10.5m，本次设计采用碎石桩处理，碎石桩直径  $D=500\text{mm}$ ，采用梅花桩布设，间距为  $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ ；碎石桩顶部铺设一层厚度为 50cm 的开山石渣垫层，碎石桩成孔孔径为 400mm，成桩桩径为 500mm，桩间距采用 1.2m，等边三角形布桩，桩长根据地质条件确定。

c.本项目对于 I 级非自重湿陷性黄土路段，本次设计不进行处理。对于 II 级湿陷性黄土路段及填方高度大于 8.0m 路段，清表换填 30cm 开山石渣后，采用重锤夯实，点夯两遍，满夯一遍。

d.路床处理主要为黄土填料的 CBR 值不满足规范要求，对挖土方路段路床顶面下 0~80cm 范围采用开山石渣填筑；石质挖方路段为微风化岩石时采用 20cm 开山石渣调平层处理，中~强风化岩石时采用 40cm 开山石渣换填处理。对于路槽底距原地面高度小于换填厚度，应下挖至换填高度；填方路段路床顶面下 0~80cm 范围采用开山石渣填筑；以保证路基填料的 CBR 值满足要求。

### 三、路面工程

#### (1) 设计依据

路面设计依据交通部颁《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）、《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）、《公路路面基层施工技术细则》（JTG/TF20-2015）的要求，结合沿线气候、水文、地质及筑路材料分布情况，依据交通量进行路面结构组合的设计和厚度计算。沥青路面具有行车条件好、开放交通早、振动、噪音小、初期投资省、维修方便等优点。

## (2) 路面设计方案

综合考虑沿线的气候、水文、筑路材料分布特征及路基稳定性等因素，推荐采用沥青混凝土路面。根据公路自然区划，路段位于III2a区，设计年限为15年，设计采用标准轴载BZZ-100。

根据交通量、道路等级对路面结构强度的要求，路面结构形式为：

### I 型（主线及温李河环线）

上面层：4cm 细粒式改性沥青混凝土 AC-13

粘层：乳化沥青

下面层：8cm 粗粒式密级配沥青碎石（ATB-25）

下封层：改性沥青同步碎石

透层：乳化沥青

基层：32cm 水泥粉煤灰稳定碎石

底基层：16cm 水泥粉煤灰稳定碎石

路面总厚 60 厘米

### II 型（桥面沥青铺装）

上面层：4cm 细粒式改性沥青混凝土 AC-13

粘层：乳化沥青

下面层：6cm 中粒式沥青混凝土 AC-20

### III 型（被交路为二级路平面交叉）

上面层：4cm 细粒式改性沥青混凝土 AC-13

粘层：乳化沥青

下面层：5cm 中粒式沥青混凝土 AC-20

下封层：改性沥青同步碎石

透层：乳化沥青

基层：20cm 水泥粉煤灰稳定碎石

底基层：20cm 水泥粉煤灰稳定碎石



路面总厚 49 厘米

#### IV 型（被交路为四级路平面交叉）

面 层：5cm 细粒式改性沥青混凝土 AC-13

下封层：改性沥青同步碎石

透 层：乳化沥青

基 层：20cm 水泥粉煤灰稳定碎石

底基层：18cm 水泥粉煤灰稳定碎石

路面总厚 43 厘米

所设计的接缝有纵向施工缝、纵向缩缝、横向施工缝、横向缩缝、横向胀缝、交叉口接缝等。

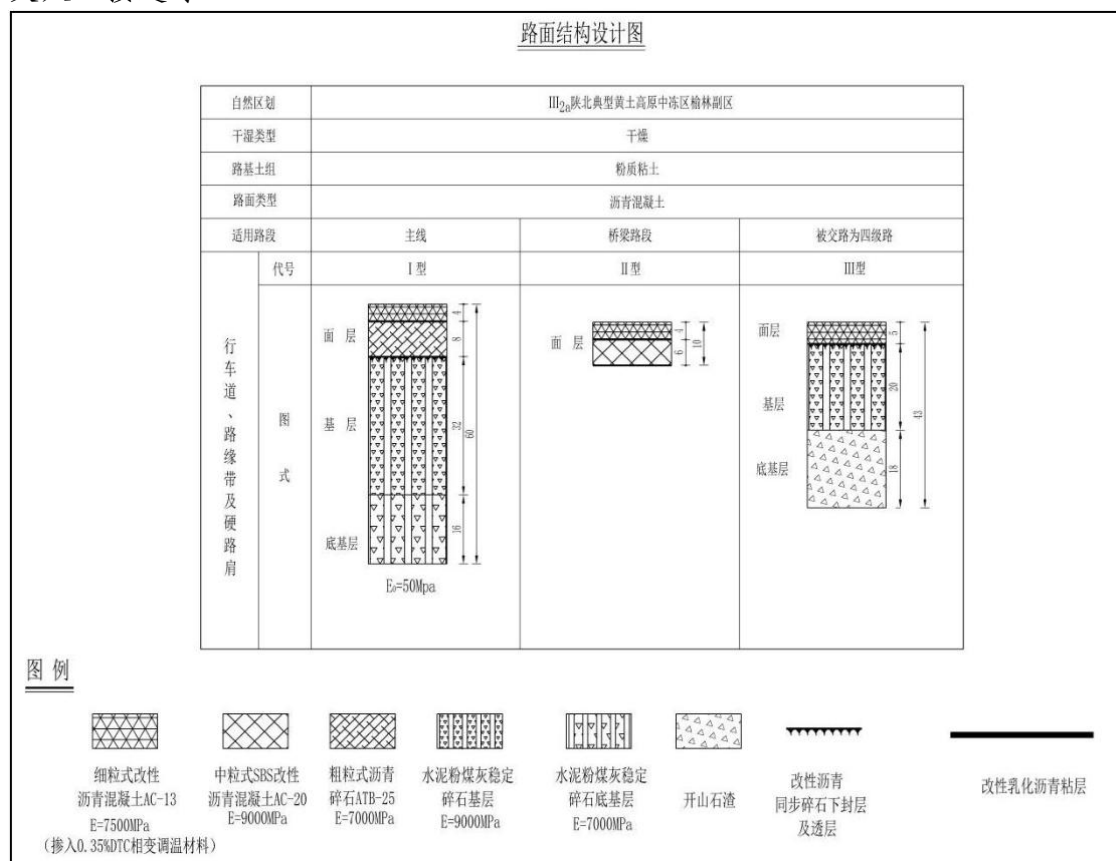


图 2.1-5 路面结构方案设计图

#### 四、路基、路面排水工程

本项目路基综合排水设计，从保证路基稳定、减少水土流失以及尽量减少对沿线环境影响的角度出发，充分考虑了工程建设的实际情况及环境的特殊要求，

对路基路面综合排水进行了系统设计，通过设置路侧排水沟、急流槽等连通排水沟以确保排水顺畅、路基稳定。

地面排水主要形式有：边沟、排水沟、截水沟、急流槽。

边沟：边沟主要收集路基范围的地面水。考虑陕北地区水土流失比较严重，防止淤塞采用开口矩形加盖板边沟，便于运营期间养护，为保证施工质量，采用现浇水泥混凝土，边沟尺寸根据汇水量大小，计算确定。

排水沟、截水沟：排水沟主要收集边沟，截水沟和急流槽的水排入涵洞或自然沟道中，根据地形条件采用矩形断面。截水沟拦截挖方边坡上侧的坡面水，对于多级边坡，在边坡平台上设置平台截水沟，单级边坡设置于边坡坡顶 5 米以外的坡面上，截水沟为减少开挖，断面形式采用矩形、“U”型，采用水泥混凝土浇筑。

急流槽：设置于陡坡路段，连接边沟或截水沟，采用 C25 混凝土砌筑。

排水渠：设置于互通范围温李河环线 K0+937 ~ K1+055 段，顺接涵洞出口排水，采用 C25 混凝土砌筑。

路面排水采用集中和散排两种方式。挖方路面采用散排漫流的方式。填方采用集中排水，集中排水是通过设在路肩边缘拦水带拦截路面水，由急流槽排入路侧路堤边沟。超高路段外侧路面雨水通过设置于中分带护栏底部的泄水孔经内侧路面排出。

本项目路基、路面排水设计详见主体工程设计图。

## 五、交通安全等基础设施

本项目安全设施由标志、标线、护栏、防眩板、桥梁护网、防撞垫、轮廓标、里程碑、里程碑、百米桩、百米牌、公路界碑等部分组成，以上设施均位于路基工程区范围内，不产生新增占地。

### 2.1.3.2 桥涵工程

#### 1、桥涵设计技术标准

(1) 设计洪水频率：大中小桥 1/100;

(2) 设计荷载：公路 - I 级；

(3) 桥梁宽度：

主线全幅标准桥宽  $20\text{m}=2 \times (0.5\text{m}(\text{防撞护栏})+8.5\text{m}(\text{行车道})+0.5\text{m}(\text{防撞护栏})) + 1.0\text{m}(\text{中央分隔带})$ ；

府准路连接线桥宽  $12\text{m}=\text{净 } 11+2 \times 0.5(\text{防撞护栏})$ ；

府准路左右线桥宽  $9\text{m}=\text{净 } 8+2 \times 0.5(\text{防撞护栏})$ ；

涵洞采用与路基同宽；

抗震设防烈度为 VI 度，设计基本地震加速度值小于  $0.05g$ 。

## 2、沿线桥涵分布情况

全线共设桥梁 2292 米/11 座（其中主线道路共设大桥 1522 米/6 座，互通区共设大中桥 770 米/5 座，均为新建桥梁）；本次设计新建涵洞共计 14 道，其中 1 道为 1-4m 的钢筋混凝土盖板涵，兼具排水及机耕通道用途，其余均为排水或泄洪涵洞，采用 1-1.5/2.0m 的钢波纹管涵。

## 3、典型大桥描述

### ①K0+285.50 孤山川大桥

桥梁在路线里程 K0+169.5 ~ K0+401.5 处跨越孤山川，桥梁中心桩号为 K0+285.50，桥梁全长 232m，本桥平面位于直线上，桥面横坡为双向 2%，纵断面位于  $R=4500\text{m}$  的竖曲线上。桥梁上部结构采用  $5 \times 40+25$ ；上部结构采用预应力砼(后张)小箱梁，先简支后连续；下部结构 0 号桥台采用肋板台，6 号桥台采用柱式台，桥墩采用柱式墩，墩台采用桩基础，桥面宽 20m。

### ②K1+798.50 左幅后河川支沟大桥

桥梁在路线里程 K1+652.5 ~ K1+944.5 处跨干沟，桥梁中心桩号为 K1+798.5，桥梁全长 292m，纵断面纵坡 2.9%；墩台径向布置。桥梁上部结构采用  $5 \times 25+4 \times 40$ ；上部结构采用预应力砼小箱梁，先简支后连续；下部结构采用柱式墩，墩台采用桩基础，桥面宽 27 ~ 20m。

### ③K1+798.50 右幅后河川支沟大桥

桥梁在路线里程 K1+652.5 ~ K1+944.5 处跨干沟,桥梁中心桩号为 K1+798.5,桥梁全长 292m,纵断面纵坡 2.9%;墩台径向布置。桥梁上部结构采用  $5 \times 25+4 \times 40$ ;上部结构采用预应力砼小箱梁,先简支后连续;下部结构采用柱式墩,墩台采用桩基础,桥面宽 27~20m。

#### ④K0+493.00 跨温李河环线中桥

桥梁在路线里程 K0+469.50 ~ K0+516.50 处跨越道路,桥梁中心桩号为 K0+493,桥梁全长 47m,本桥平面位于  $A=254.951$  的左偏缓和曲线上,纵断面纵坡 0.75%;桥台径向布置。桥梁上部结构采用  $1 \times 40$ ;上部结构采用预应力砼简支小箱梁;下部结构采用肋板台,桥台采用桩基础,桥面宽 20m。

#### ⑤K0+807.50 跨天然气管道中桥

桥梁在路线里程 K1+652.5 ~ K1+944.5 处跨天然气管道,桥梁中心桩号为 K1+798.5,桥梁全长 292m,本桥平面位于  $R=650m$  的左偏圆曲线上,桥面横坡为单向-3%,纵断面位于  $R=6000m$  的竖曲线上;桥台等角度布置。桥梁上部结构采用  $1 \times 20$ ;上部结构采用预应力砼简支空心板;下部结构采用扶壁台,桥台采用桩基础,桥面宽 27m。

### 4、涉河情况

根据建设单位提供资料,本项目涉及孤山川、后河川等河流的防洪影响评价报告正在编报审批,其中详细说明了线路大桥建设桥梁桩基础期间的度汛方案、导流措施、施工工艺和施工组织安排等内容。

### 5、本项目全线桥梁设置情况详见表 2.1-4。

**表 2.1-4 本项目路线桥梁设置情况表**

序号	中心桩号	桥长 (m)	孔数及孔径 (孔-米)	结构类型	备注
1	K0+285.50	232.0	5×40+25	装配式预应力混凝土连续箱梁	主线推荐线共设大桥 6 座 /1522m (折合双幅)
2	K1+798.50	292.0	5×25+4×40	装配式预应力混凝土连续箱梁	
3	K2+980.25	332.0	5×40+4×25	装配式预应力混凝土连续箱梁	
4	K3+621.00	105.0	5×20	装配式预应力混凝土空心板	
5	K5+145.00	247.0	4×40+(25+30+25)	装配式预应力混凝土连续箱梁+现浇预应力混凝土连续箱梁	
6	K6+849.00	367.0	4×25+4×40+4×25	装配式预应力混凝土连续箱梁	

7	K0+493.00	47.0	1-40	装配式预应力混凝土简支箱梁	互通区 共设大 中桥 5 座 /760m, 桥梁
8	K0+807.50	20.8	1-20	装配式预应力混凝土空心板	
9	AK0+460.00	463.9	4×25+(30+40+30) +5×25+(35)+ (20+32+28+20)	装配式预应力混凝土连续箱梁+ 现浇预应力混凝土连续箱梁	
10	AK0+802.00	125.0	3×20+3×20	装配式预应力混凝土空心板	
11	BK0+640.00	103.5	4×25	装配式预应力混凝土连续箱梁	
合计		2922			

### 2.1.3.3 交叉工程

#### 1、交叉设置情况

本项目全线共设路线交叉 7 处，其中简易立交 1 处，分离式立交 1 处，等级平面交叉 3 处，管线交叉 1 处，乡村交叉 1 处。

本项目主要交叉工程设置情况详见表 2.1-5。

**表 2.1-5 本项目主要交叉工程设置情况表**

序号	交叉桩号		被交路名称	被交路等级	交叉型式	备注
1	分离式立交	K0+220.9	华龙大道	二级	主线上跨	
2	简易立交	K0+495.6	温李河环线	城市次干道	主线上跨	
3	平面交叉	K0+000.0	338 国道	一级	T 字型	起点
4		K1+970.0	既有府庙路	四级	T 字型	
5		K4+150.0	府庙路连接线	二级	T 字型	
6	天然气管线	K0+807.5	陕京天然气一 线管道	高压管	设置桥梁跨越	
7	乡村交叉	K5+217.3	乡村道路	等外	T 字型	

#### 2、分离式立交

全线共设分离式立体交叉一处，即 K0+220.938 上跨华龙大道成分离式立体交叉。考虑区域内华龙大道与温李河环线为平行道路，功能基本一致，该段路基两端为两座跨孤山川大桥，若废弃该道路不利于资源剩余价值的继续利用，即主线采用分离式上跨华龙大道，不考虑与其联通转换，主线设置 5×40+25 米装配式预应力混凝土连续箱梁大桥上跨华龙大道，净空为 3.8 米（不小于 3.5 米），于华龙大道设置限高及大车禁行标志。

#### 3、简易立交

交叉方案布设主要从满足交通转换需求、提高技术指标、控制工程规模等方

面考虑，采用部分苜蓿叶立交型式，设置匝道，实现温李河环线、府准路与主线的交通转换，本次主线设置 40m 大桥上跨主线，匝道与主线、温李河环线均为平面交叉。温李河环线本次实施范围为 K0+469.5 ~ K0+904.611，实施范围内的人行道及管网工程由后期全线温李河环线一并实施。

#### 4、平面交叉

本项目全线共设有等级平面交叉 3 处，具体如下：

##### (1) K0+000 平面交叉

该处为主线与 G338 平面交叉，为 T 形平交，交叉角度为  $77^\circ$ ，被交路为一级公路，沥青砼路面，路基宽 20m，路面宽 18.5m，两侧各设 0.75m 路边石。本次初设为提高交通转换效率，在主线及被交路方向设置加减速车道，同时该交叉设计加铺转角，转角半径分别采用 30m 和 55m，该交叉计量范围包括被交路、加铺转角及加减速车道。

##### (2) K1+970 平面交叉

该处为主线与府庙路改路平面交叉，为 T 形平交，交叉角度为  $90^\circ$ ，被交路为四级公路，沥青砼路面，路基宽 6.5m，路面宽 6m，两侧各设 0.25m 路边石。本次初设为提高交通转换效率，在主线方向设置加减速车道，同时该交叉设计加铺转角，转角半径均采用 15m，该交叉计量范围包括被交路、加铺转角及加减速车道。

##### (3) K4+150 平面交叉

该处为主线与府庙路连接线平面交叉，为 T 形平交，交叉角度为  $78^\circ$ ，被交路为二级公路，沥青砼路面，路基宽 10.0m，路面宽 9.4m，两侧各设 0.3m 路边石。本次初设为提高交通转换效率，在主线及被交路方向设置加减速车道，同时该交叉设计加铺转角，转角半径分别采用 45m 和 35m，该交叉计量范围包括被交路、加铺转角及加减速车道。

##### (4) 管线交叉

本项目全线共设有管线交叉 1 处，通过与天然气公司人员现场踏勘，确定项

目沿线与贵公司所管辖天然气管道存在 1 处交叉，即路线 K0+807.500（天然气里程数 257#+122）处，交叉角度  $55^\circ$ ，拟设置 1-20m 装配式预应力混凝土空心板桥梁跨越，桥梁高度约 7.8 米，保证桥墩（台）边缘距管道边缘不小于 5 米。

### （5）乡村交叉及型式

项目沿线与 338 国道及多条地方道路交叉，主体设计过程中均考虑了项目与各道路的顺接，沿线与主要道路的关系如下：

- ①项目在起点与现状 338 国道成 T 字形平面交叉。
- ②项目在 K0+220.938 上跨华龙大道成分离式立体交叉。
- ③项目在 K0+495.567 与拟建温李河环线成部分苜蓿叶立体交叉。
- ④项目在 K4+150 处与拟建府庙路连接线成 T 字形平面交叉。
- ⑤项目终点顺接机场进场道路。

## 2.2 施工组织

### 2.2.1 施工布置

#### 1、施工便道布设

本项目主体设计施工便道结合项目沿线总平面布置情况和现有道路情况进行布设，本区域农村路网较为完善，沿线车辆以及进出施工场地可以通过既有公路和主体布置方案设计的施工便道进出项目区，并连接通往至项目的施工营地和主体建设区内，施工便道路面宽 4.0m，修建施工便道的宽度按 4.5m 考虑，路面采用 10cm 厚天然砂砾石铺筑，可解决主体工程路基的施工需求。本项目施工期间使用的 3 处填沟工程均为路基两侧填沟，建设期间使用的施工便道，填土完毕后便道占地计入填沟工程临时占地范围，本方案对其不设计施工便道。

经统计本项目共设置 4.96km 施工便道，考虑到施工便道部分转弯段的上下边坡范围和路基填筑等严格控制的范围，计算得施工便道的占地面积为  $2.27\text{hm}^2$ ，占地类型主要为灌木林地、其他草地和农村道路，占地性质均为临时占地，使用完毕后对施工便道临时占地等区域进行绿化恢复原地貌。本项目施工便道布设情况详见表 2.2-1。

表 2.2-1 施工便道布设情况表

序号	位置或桩号	便道长度 (m)	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	占地类型	恢复利用方向
1	K0+600 左侧	1200	0.56	农村道路、其他草地	原有用地
2	K3+050 右侧	2030	0.93	农村道路、其他草地	原有用地
3	K6+320 右侧	1730	0.78	灌木林地、其他草地	原有用地
合计		4960	2.27		

## 2、施工营地布设

根据主体设计资料，本项目施工营地包括路基路面施工营地、桥梁预制场、基层沥青混凝土拌合站、施工场地以及立交建筑物施工营地等。结合主体工程线路方案及桥梁、立交工程等建筑物的布置，共设置施工场地 3 处，共占地 1.85hm<sup>2</sup>，占地类型主要为灌木林地、其他草地，占地性质均为临时占地，使用完毕后对施工营地实施灌草植被绿化恢复原地貌。本项目施工营地布设情况详见表 2.2-2。

表 2.2-2 施工营地布设情况表

序号	位置或桩号	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	占地类型	主要施工范围	恢复利用方向
1	K0+320 左侧	0.80	灌木林地、其他草地	桥涵预制、拌和站、路基路面	原有用地
2	K1+850 右侧	0.45	灌木林地、其他草地	桥涵预制、拌和站、路基路面	原有用地
3	K6+600 左侧	0.60	灌木林地、其他草地	排水构建、路基路面、拌和站	原有用地
合计		1.85			

## 3、临时堆土区布设

本项目道路的临时堆土均就近布设在项目区主体线路工程的路基和边坡之间的空地区域内，沿线型堆放，均不用新增占地，就近堆置，线路标段内回填利用，可以减少土方运距，也便于布设水土保持临时防护措施，临时堆土场用于堆置剥离的表土和工程回填临时中转的土方，本工程沿主体线路布设的临时堆土区用于堆置工程建设中转土方和剥离的表土。

本项目剥离的表土临时堆放在临时堆土区，堆土堆放高度不大于 3.0m，坡比为 1:1.5，堆存期间采取临时拦挡、排水、沉砂和苫盖等水土保持措施。

### 2.2.2 施工条件

本项目建设用地位于榆林市府谷县府谷镇，距离城区较近，周边有乡镇村道



路，施工条件较为完善。

1、供电：全线电力供应可与当地电力部门联系，协调解决施工及生活用电，必要时可考虑自行发电，保障项目用电需求。

2、供水：本项目用水可通过运水车从附近村庄乡镇拉运，平均运距 2.5km，能够保证该项目用水需求，部分工程建设用水可直接从河流中取用。

3、通讯：移动通讯信号覆盖整个项目建设区域，且建设项目所在区域程控电话容量充足，可满足项目固定和移动通讯要求。

#### 4、筑路材料：

##### (1) 碎石

料场位于府谷县海则庙乡石料厂，可生产加工各种规格的碎石、块片石，石料质地坚硬，粒径均匀，强度较好，耐磨性强，可生产加工各种规格的碎石，用于路基防护、排水工程。沿现有道路直接上路，运输方便，可用于沥青混凝土路面面层和桥梁上部工程。

##### (2) 块片石、石渣

本次块片石、石渣可采用路基挖余方（石方），项目挖石方中石渣、片石满足工程技术要求，强度较好。

##### (3) 中粗砂

府谷县黄河河滩有多家砂场，所产的砂，砂质纯净，质量优良，储量丰富，满足工程需求，沿现有道路直接上路，运输方便。

##### (4) 粉煤灰

府谷清水川有清水川电厂，生产的粉煤灰储量丰富，各项指标均符合本工程使用要求，沿现有道路直接上路，运输方便。

##### (5) 水泥

府谷县东风水泥厂可生产的各种型号水泥，性能稳定，质量优良，产量大，满足工程需求，沿现有道路直接上路，运输方便。

##### (8) 钢筋、沥青

钢筋和沥青可从榆林市和府谷县购买运输方便。

工程主路材料在运输及临时堆放产生的水土流失由建设单位负责防治。

本项目建设有着较为优越的施工条件。一是施工场地环境较好，道路交通、用电、用水等基础设施和能源供应由统一规划、统筹解决；二是交通方便，施工材料、设备等可以运至现场，能节约运输费用；三是人力资源丰富，劳动力便宜，有利于降低施工工资成本；四是建筑材料供应充足，一些材料可就地取。

### 2.2.3 施工组织

#### 1、施工组织的一般原则

本项目施工原则应尽可能保证施工连续、协调、均衡和经济，施工组织以流水作业和平行作业为主。初步考虑同期路段中路基各标段全面铺开，同时进行桥涵工程、交叉工程、路基防护等项目的施工。

#### 2、准备工作

准备工作包括恢复中线、四通、平整场地和临时工程等。建设单位应亲自或委托承包商实施四通工程，确保施工单位顺利进场。施工单位在进场后的主要工作包括恢复中线、平整场地、局部临时工程及材料运输。但对有些临时工程可视工程进展情况，按需要适当调整安排，总的原则是施工准备工作要抓早、抓紧、抓全面，业主和承包商各负其责，通力合作。

##### ①路基工程（包括土石方、防护及排水）

路基土石方施工主要采用机械施工。挖填土方要在指定位置进行，做好水土保持工作。路基防护和排水工程应在路基基本成型后进行。路基工程施工组织设计要考虑降水影响，路基取土、填筑、碾压应尽量避免降水期或采取有效措施减少不良影响。

##### ②路面工程

路面工程应在路基和构造物工程完成后立即开工。

##### ③桥涵工程

跨径小于 20m 的采用预应力混凝土空心板，跨径大于等于 20m 的采用预应

力混凝土箱梁、T型刚构。施工方法以预制安装为主，可根据地形、地势及交通条件可采用架桥机、龙门式或吊机架设。应特别注意桥台台后填料的压实和采取必要的排水设施，以减少桥梁两端端部的跳车。

#### ④材料供应和运输

钢材、木材、沥青、水泥等主要外购材料和筑路材料建议在业主控制下或直接由业主负责采购供应，以保证材料质量和工期。并根据设计要求和施工组织计划，准确及时的供应到位。材料运输均采用汽车运输，施工单位对各种材料的规格用量、供货时间、临时堆放场地应做出周密的计划。

### 2.2.4 施工工艺

本工程由路基工程、桥涵工程和交叉工程组成。遵照“先难后易，先重点工程，后一般工程”的原则，首先开工建设工期较长、干扰较大的工程：桥涵工程等；其次是一般路基工程、桥涵工程和交叉工程；最后完成路面铺筑和沿线附属设施等。

#### 1、场地清理和清除表层土

公路用地及临时占地范围内，除设计图纸和工程师指定保护的实物外，地面以上的所有树木（包括树桩）、灌木、石头、垃圾、废料、栅栏、结构物和所有人为或非人为的障碍都应清除。

工程区路段沿线土地利用类型以灌木林地和其他草地为主，在路基施工前，对占用的耕地、疏林地等进行表层土剥离，剥离厚度 30cm。表层土剥离采用机械配合人工方式，施工机械采用推土机。剥离的表层土临时堆放于路基两侧，待路基完成后用于道路边坡覆土绿化。

#### 2、路基工程

##### ①一般规定

路基填筑前需开挖临时排水沟，保证雨水能够及时排出。临时排水需做到永临结合、排水通畅。

对于路堑路段的边坡开挖线至截水沟范围的原生植被在清表时需予以保留。

## ②填方路基

填方路基采用机械施工为主，适当配合人工的施工方案，按路面平行线分层控制填土标高，实行“划格上土”制度，并及时形成路拱。



填方路基边坡应在保证填筑宽度的情况下，及时清除散落在坡面上的浮土以保证边坡平顺，路床填筑完成后刷坡至设计边坡。

雨季施工或因故中断施工时，恢复路基填筑前需进行复压，冬季过后需对路堤进行补充压实，压实度满足相关要求。

## ③挖方路基

路基开挖前，必须根据路堑深度和纵向长度选择合适的开挖方法并制定开挖方案，先行完成排水沟施工并具备防护工程施工能力。

挖方路基要在征地范围内开挖截水沟，然后分层挖土，开挖至底面时，对底面进行平整和压实。土方开挖禁止使用爆破法施工。开挖时，应自上而下，按图纸或工程师指定边坡坡率进行分层开挖，严禁掏底或掏洞开挖，并重新按路基回填的有关要求，分层填筑到要求的设计标高。对于软石和强风化岩石，采用机械直接开挖。

路堑开挖施工以机械施工为主，适当配合人工施工的施工方案。除需考虑当地的地形条件、采用的机具等因素外，还需考虑土层分布及利用。深挖路堑边坡施工中应严格按照设计要求，分级开挖、分级进行坡面防护，防止边坡发生病害。

## ④半填半挖路基、路堤与路堑过渡段

半填半挖路段的开挖，必须待填方断面原地面处理好方可开挖挖方断面。对

挖方中非适用材料必须废弃，严禁填在半填断面内。

根据不同的自然边坡和坡体地质情况确定台阶的开挖方案，纵向填挖结合段，台阶设置应合理。

半填半挖地段开挖前应限期施做挖方区的临时排水，截断上游水流可能对填挖结合面的浸害；填筑前应先期施做路基护脚防护并随填筑高度增加加强边坡排水，防止边坡冲刷和水土流失。

#### ⑤路基排水

边沟、排水沟施工放样一般以两个结构物之间的长度为一个单元，以确保边沟、排水沟与结构物的进出水口顺利连接。排水沟必须在已碾压密实的土方上方开挖，沟坡面需夯实。

### 3、路面工程

全线路面采用沥青混凝土路面，路面结构层采用摊铺机摊铺，保证平整度及厚度；结构层以集中拌和和摊铺机法施工。汽车运输至工地，摊铺温度应满足施工规范要求；下封层采用撒布机机械化施工；路面施工应合理安排施工季节，避免在雨季及低温季节施工；施工过程中应加强养护及交通管理。

### 4、桥涵工程

#### ①桥涵工程

桥梁施工中，造成水土流失的主要环节是桥梁下部的基础施工部分。按桥梁基础位置，本项目桥梁可分为水中基础、干处基础两种类型。其中，水中桥梁施工工序为：搭建施工平台→基础施工→桥梁上部构造施工。干处桥梁施工工序为：平整施工场地→基础施工→桥梁上部构造施工。桥梁根据不同结构型式及部位，分别采用机械、机械与人工相结合或人工施工的方案。

跨越水体的桥梁基础施工应在枯水期进行，桥墩在水中的基础工程采用围堰施工工艺，为防止土石围堰被河流冲刷而造成水土流失，增加草袋围堰对临时围堰进行防护。水中围堰高度要求高出施工期间可能出现的最高水位 0.5~0.7m。围堰外形考虑河流断面被压缩后，流速增大引起水流对围堰、河床的集中冲刷等

因素，并满足堰身强度和稳定的要求。围堰要求防水严密，减少渗漏。桥梁水中基础采用钻孔灌注桩基础。钻孔灌注桩施工当场地为浅水时，采用施工平台，采取筑岛施工法；场地为深水时，采用钢管桩施工平台。采用灌注桩施工工艺的桥梁，涉及到用泥浆固壁造孔，在施工中用沉沙池将泥浆反复利用，循环作业，其施工工艺是在桩位埋设护筒，灌桩前在靠近桥位两头的征地范围内低洼处设置泥浆沉沙池，排出的泥浆通过管道流入沉沙池沉淀，沉淀后的上清液循环利用，清出的沉淀物运至指定的临时堆渣场集中堆放。施工废渣和淤泥就近运到填沟工程段填埋消纳，不得倾倒在水体中。

旱地桥梁在施工前，先放出墩台轮廓线，然后用机械平整场地，精确放出桩位中心点，人工配合，基础采用钻孔灌注桩基础时，应保证钻机置于平坦、稳固的地基上，同时作好水池及排水通道，防止施工时泥浆污染附近环境。

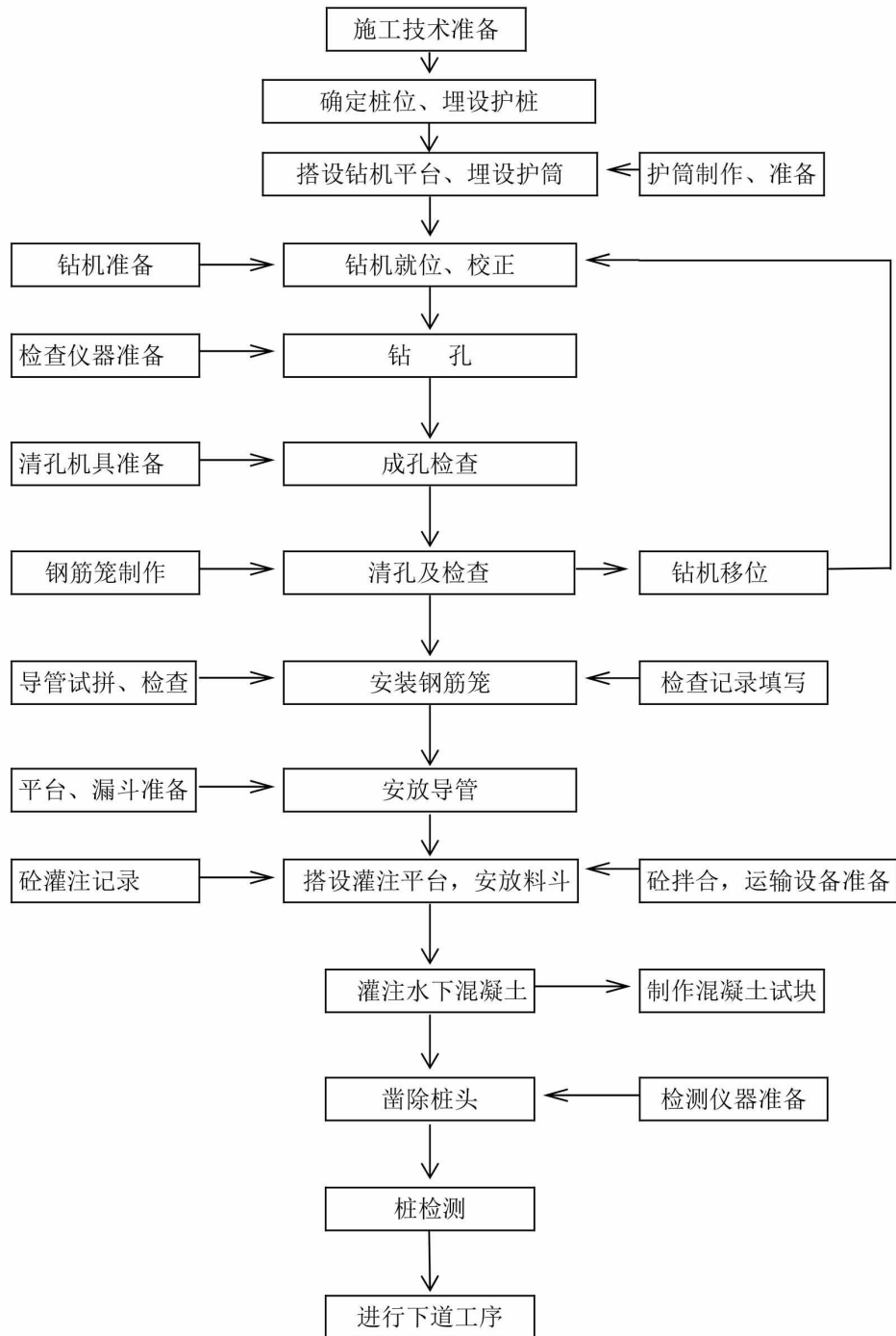


图 2.2-1 钻孔灌注桩施工工艺流程图

## ②涵洞工程

本工程涵洞主要采用板式或拱式结构，施工序为：测量放样→基坑开挖→地基检验、处理→基础施工→侧墙施工→支架安装→钢筋绑扎→顶模安装→顶板或拱圈浇筑→检查验收→洞口施工。

开挖基坑时，一般在基坑两侧预留出临时排水沟和集水坑，以降低基坑水位，

以免让地表水或地下水浸湿基底土质。涵洞布置以满足当地的防洪排涝要求为原则，适当合并，涵洞进出水口应与沟床顺直、于上下游排水系统衔接圆顺、稳固，水流顺畅。

### 5、施工便道

施工便道修筑前首先清除地表植被，在道路两侧根据地形布设临时边沟，然后用机械对路面进行碾压。整修道路在现有公路和乡村道路的基础上改造，拓宽路基、截弯取直等。受条件限制，施工便道设置在主线上时，施工便道的填料、压实、检测标准同主体路基工程。

### 6、施工营地

本工程沿线设置施工营地，施工队伍进驻前，先行开挖四周排水沟，对场地的杂草、树根等进行清除，采用推土机推平场地。施工营地为临时用地，表土剥离后，应集中堆放管理，以便用于工程完工后土地复垦、绿化等。作为施工生活和材料堆放场地，后期建筑垃圾等弃渣，应运往当地规划的指定弃渣场内。

### 7、施工现场水土保持管理措施

根据《生产建设项目水土保持技术标准》GB50433-2018，工程施工过程中，应符合以下水土保持管理措施：

- ①施工道路应控制在规定的范围内，减小施工扰动，采取拦挡、排水措施；
- ②主体工程动工前，应该将剥离熟土层并集中堆放，施工后作为绿化区覆土；
- ③减少地表裸露时间，遇暴雨或大风天气应加强临时防护措施。雨季填筑土方应随挖、随运、随填、随压、避免产生水土流失；
- ④临时堆土应集中堆放，设置沉砂、拦挡等措施；
- ⑤开挖土石应先设置排水、沉砂、拦挡等措施后再开挖；
- ⑥土料在运输过程中应采取保护措施，防止沿途撒溢，造成水土流失。

施工单位应根据报告的设计内容，落实水土保持方案报告书中的措施，工程建成后应采取绿化等措施恢复植被，在施工过程中加强临时防护措施，加大监管力度，在施工手册中专章给出水土保持实施细则，将水土保持方案报告书及设计文件中规定的水土保持措施进行细化，做到管理到位，监理到场，责任到人。



## 2.3 工程占地

根据建设单位提供的本项目可行性研究报告及可研批复、建设项目用地预审与选址意见书和总平面布置图等资料内容,本项目总占地面积  $59.25\text{hm}^2$ ,其中路基工程  $50.43\text{hm}^2$ ,桥涵工程  $2.08\text{hm}^2$ ,交叉工程  $2.62\text{hm}^2$ ,施工便道区  $2.27\text{hm}^2$ ,施工营地  $1.85\text{hm}^2$ 。

### (1) 按照占地性质划分

本项目占地包括永久占地和临时用地,永久占地  $55.13\text{hm}^2$ ,包括路基工程(含3处填沟)、桥涵工程和交叉工程;临时占地  $4.12\text{hm}^2$ ,主要为施工便道和施工营地。

### (2) 按照土地利用类型划分

根据主体工程设计,项目占地中土地利用类型有旱地  $4.47\text{hm}^2$ (不涉占用基本农田),灌木林地  $18.01\text{hm}^2$ ,其他草地  $32.20\text{hm}^2$ ,内陆滩涂  $0.27\text{hm}^2$ ,农村道路  $3.95\text{hm}^2$ 和农村宅基地  $0.35\text{hm}^2$ 。

项目具体占地面积及占地性质情况见表 2.3-1。

表 2.3-1

项目占地情况表

单位: hm<sup>2</sup>

项目组成	占地性质		占地类型						合计
			耕地	林地	草地	水域及水利设施用地	交通运输用地	住宅用地	
	永久占地	临时占地	旱地	灌木林地	其他草地	内陆滩涂	农村道路	农村宅基地	
路基工程	50.43	0.00	4.47	17.69	25.29	0.00	2.66	0.32	50.43
桥涵工程	2.08	0.00	0.00	0.00	1.81	0.27	0.00	0.00	2.08
交叉工程	2.62	0.00	0.00	0.00	1.95	0.00	0.64	0.03	2.62
施工便道	0.00	2.27	0.00	0.10	1.52	0.00	0.65	0.00	2.27
施工营地	0.00	1.85	0.00	0.22	1.63	0.00	0.00	0.00	1.85
合计	55.13	4.12	4.47	18.01	32.20	0.27	3.95	0.35	59.25

注: ①项目区占地类型按照《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)进行分类;  
 ②临时堆土均就近布设在项目区线路路基和边坡之间的空地区域内, 不新增占地;  
 ③路基工程的3处填沟段范围属永久占地性质。

## 2.4 土石方平衡

### 2.4.1 土石方来源分析

本工程中涉及土石方开挖及回填主要有以下几个项目：①沿线清除表层土；②主线路基及交叉工程土石方（包括路基工程、桥涵工程、路基路面排水及防护工程、交叉工程）；③施工场地、施工便道。

根据回填的土石方对材料质量的要求，本工程开挖产生的表层土、房屋拆迁垃圾和桥梁桩基钻渣均不能用于路基填筑。

本方案依据主体工程施工进度，工程在筑路施工之前，首先需将征地范围内耕地、林地和草地区域剥离表层耕植土、拆除沿线房屋等建构筑物；之后进行桥涵工程以及道路路基的构建；最后进行路面和沿线公路配套设施的施工。在桥涵工程与路基工程相连时，一般先桥涵工程，后路基工程，方便防护。

经过以上分析，从工程挖填方材料质量、挖填方先后顺序、挖填地点之间的距离、挖填数量及运输道路状况等因素的影响，本方案在对主体工程中土石方量进行统计的基础上，结合现场查勘，对土石方进行平衡。本项目土石方平衡应遵循以下几方面的原则：

#### 1、分段调运、就近调运的原则

在分段平衡的基础上，就近通过现有的公路运输。工程路段缺少填筑料时，首先考虑利用工程自身开挖料进行调运，调运过程中要考虑沿线地形、主要控制点等。

#### 2、综合利用原则

本方案将自身开挖的土石方首先用于路基填筑和路床的基础回填利用，能起到节省能耗，保护环境的目的，多余土石方运至路基跨沟填方区域回填。

#### 3、环境保护原则

为保护表土，用于后期绿化覆土，施工前期将表土分段集中堆放到路基两侧并采取措施防护。

## 2.4.2 土石方平衡分析

### 1、路基工程

根据本项目主体设计资料统计，工程建设过程中路基开挖共产生土石方量 230.22 万  $m^3$ ，其中开挖一般土石方 218.78 万  $m^3$ ，表土剥离 11.44 万  $m^3$ ；共回填土石方 230.58 万  $m^3$ ，其中回填一般土石方 219.14 万  $m^3$ ，表土回填 11.44 万  $m^3$ ，钻渣填沟 0.36 万  $m^3$ ；无借方；无余（弃）方，工程沿线土石方平衡及流向详见表 2.4-1。

本项目主体线路工程建设期间临时堆置土方或表土的区域，若扰动深度小于 20cm，其区域可不剥离表土，本方案设计建设单位宜采取铺垫等防护措施。

### 2、桥涵工程

本项目全线桥涵工程共开挖土石方 1.89 万  $m^3$ ，其中开挖一般土石方 1.13 万  $m^3$ ，表土剥离 0.40 万  $m^3$ ，钻渣 0.36 万  $m^3$ ；共回填土石方 1.53 万  $m^3$ ，其中回填一般土石方 1.13 万  $m^3$ ，表土回填 0.40 万  $m^3$ ，开挖土石方主要是桥梁桩基施工开挖土方和灌注桩施工产生的钻渣，产生的钻渣弃方量 0.36 万  $m^3$ ，就近运至 K4+060 ~ K4+380 段的填沟工程区域内填埋处理。

### 3、交叉工程

本项目全线交叉工程共开挖土石方 3.28 万  $m^3$ ，其中开挖一般土石方 2.75 万  $m^3$ ，表土剥离 0.53 万  $m^3$ ；开挖土石方全部回填利用，表土用于后期绿化覆土，本区域内土石方量基本平衡。

### 4、施工便道

本项目施工便道区场地平整和清理表土开挖共产生土石方量 2.50 万  $m^3$ ，其中一般土石方 2.02 万  $m^3$ ，表土剥离 0.48 万  $m^3$ ；开挖土石方全部回填利用，表土用于后期绿化覆土，本区域土方挖填数量基本平衡。

### 5、施工营地

本项目施工营地的场地平整和清理表土开挖共产生土石方量 2.02 万  $m^3$ ，其中一般土石方 1.47 万  $m^3$ ，表土剥离 0.55 万  $m^3$ ；开挖土石方全部回填利用，表

土用于后期绿化覆土，本区域土方挖填数量基本平衡。

综上所述，本项目土石方挖填总量为 479.82 万 m<sup>3</sup>，共开挖方量 239.91 万 m<sup>3</sup>（其中一般土石方 226.15 万 m<sup>3</sup>，表土剥离 13.40 万 m<sup>3</sup>，钻渣 0.36 万 m<sup>3</sup>）；共回填方量 239.91 万 m<sup>3</sup>（其中一般土石方 226.51 万 m<sup>3</sup>，表土回填 13.40 万 m<sup>3</sup>）；无借方；无余（弃）方，项目区内土石方挖填基本平衡。

本项目土石方平衡详见表 2.4-1、表 2.4-2 及流向图 2.4-1。

表 2.4-1

项目土石方平衡及流向表

单位: 万 m<sup>3</sup>

项目组成及分区		挖填方 总量	挖方				填方			调入		调出		外借		弃(余) 方	
序号	起讫桩号		小计	土石方	表土	钻渣	小计	土石方	表土	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
①	K0+000~K1+011	27.44	21.02	20.35	0.67		6.42	5.75	0.67								
②	K1+011~K2+002	16.12	11.11	10.46	0.65		5.01	4.36	0.65								
③	K2+002~K3+006	37.77	33.63	32.80	0.83		4.14	3.31	0.83								
④	K3+006~K4+015	63.05	59.93	59.01	0.92		3.12	2.20	0.92								
⑤	K4+015~K5+003	239.86	37.35	30.96	6.39		202.51	196.12	6.39	185.51	路基 区域						
⑥	K5+003~K6+005	46.22	41.24	40.63	0.61		4.98	4.37	0.61								
⑦	K6+005~K7+000	20.18	17.71	16.86	0.85		2.47	1.62	0.85								
⑧	K7+000~K7+354	10.16	8.23	7.71	0.52		1.93	1.41	0.52								
1	路基工程	460.80	230.22	218.78	11.44		230.58	219.14	11.44								
2	桥涵工程	3.42	1.89	1.13	0.40	0.36	1.53	1.13	0.40			0.36	⑤				
3	交叉工程	6.56	3.28	2.75	0.53		3.28	2.75	0.53								
4	施工便道	5.00	2.50	2.02	0.48		2.50	2.02	0.48								
5	施工营地	4.04	2.02	1.47	0.55		2.02	1.47	0.55								
合计		479.82	239.91	226.15	13.40	0.36	239.91	226.51	13.40								

注: 1.土石方平衡计算中的土石方量均以自然方计;

2.总土石方平衡验算: 挖方+调入+借方=填方+调出+弃方。

表 2.4-2

项目表土平衡及流向表

单位: 万 m<sup>3</sup>

项目名称		剥离	覆土	调入		调出		备注
		数量	数量	数量	来源	数量	去向	
①	路基工程	11.44	11.44					本项目表土全部来源于项目区剥离土方, 后期全部用于绿化覆土, 表土无外借和剩余
②	桥涵工程	0.40	0.40					
③	交叉工程	0.53	0.53					
④	施工便道	0.48	0.48					
⑤	施工营地	0.55	0.55					
合计		13.40	13.40					

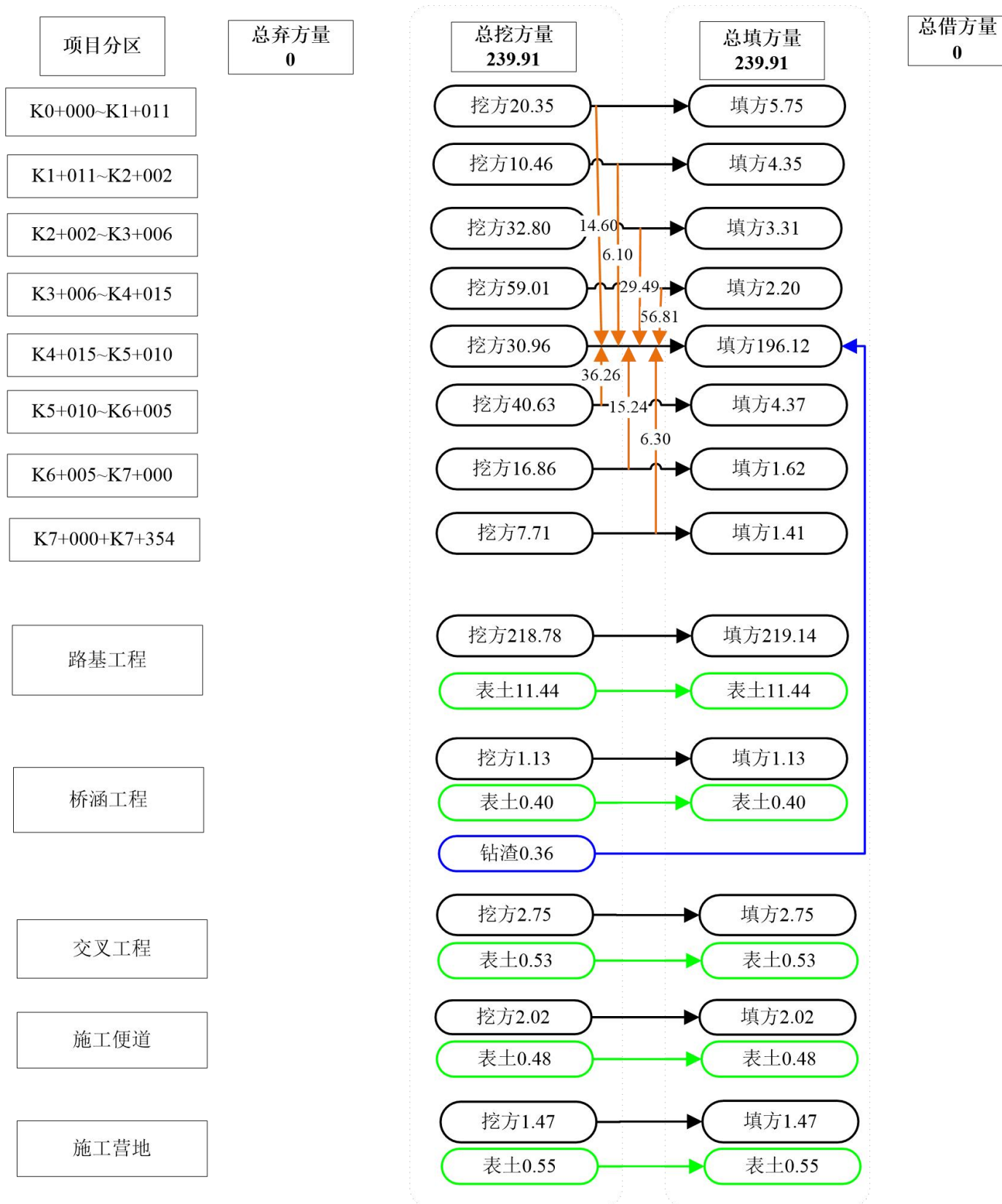


图 2.4-1 土石方流向图 (单位: 万 m³)



### 2.4.3 表土平衡及临时堆放

本工程设计应保护、合理利用表土资源，加强表土的剥离和保护工程。根据扰动地表实际情况确定剥离厚度，对项目区占用的旱地、灌木林地和其他草地等区域进行表土剥离，根据现状表土熟化层厚度，剥离厚度为 30cm 进行剥离，最终剥离的表土全部用于临时堆土场，考虑到项目建设期间的施工管理方便和充分利用项目区空地等现有条件，将临时堆土均就近布设在项目区主体线路工程的路基和边坡之间的空地区域内，便于布设水土保持临时防护措施，临时堆土场用于堆置剥离的表土和临时中转的土方，本工程沿主体线路布设临时堆土场，用于堆置中转土方和剥离的表土。

剥离的表土沿线临时堆放在项目各分区占地范围内，不新增扰动范围，堆放高度不大于 3.0m，采取临时拦挡、排水、沉砂和苫盖等措施。

表 2.4-2 表土临时堆场设置一览表 细化

项目组成	编号	桩号	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	堆土量 (万 m <sup>3</sup> )	堆高 (m)	坡比	堆土范围
路基工程	L1	K0+145	0.28	0.67	3.0	1:1.5	K0+000~K1+011
	L2	K1+110	0.26	0.65	3.0	1:1.5	K1+011~K2+002
	L3	K2+235	0.32	0.83	3.0	1:1.5	K2+002~K3+006
	L4	K3+475	0.36	0.92	3.0	1:1.5	K3+006~K4+015
	L5	K4+230	2.51	6.39	3.0	1:1.5	K4+015~K5+010
	L6	K5+655	0.25	0.61	3.0	1:1.5	K5+010~K6+005
	L7	K6+170	0.32	0.85	3.0	1:1.5	K6+005~K7+000
	L8	K7+095	0.25	0.52	3.0	1:1.5	K7+000~K7+354
	小计		4.55	11.44			
桥涵工程	剥离表土 0.40 万 m <sup>3</sup> ，集中堆放在桥梁下非桥墩和水域占地范围内，堆高 3.0m，坡比 1:1.5。						
交叉工程	剥离表土 0.53 万 m <sup>3</sup> ，分别集中堆放在互通区范围内，堆高 3.0m，坡比 1:1.5。						
施工便道	剥离表土 0.48 万 m <sup>3</sup> ，沿线型堆放在施工便道一侧，堆高 3.0m，坡比 1:1.5。						
施工场地	剥离表土 0.55 万 m <sup>3</sup> ，分别集中堆放在施工场地一角，堆高 3.0m，坡比 1:1.5。						

## 2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本项目沿线建设共拆迁建筑物面积 6661m<sup>2</sup>/14 处，拆迁对象主要是沿线分布的砖砼房和厂房等，主体设计估算其拆迁过程中产生建筑垃圾约 1502m<sup>3</sup>，建设单位计划将建筑垃圾运至当地政府指定的建筑垃圾填埋场进行填埋消纳。拆迁安置由榆林

市府谷县当地政府统一安排解决，拆迁户安置政府划定的区域内，本项目房屋拆迁实行货币化补偿制，拆迁工作以就地安置和不低于拆迁前生活水平为原则，费用已列入项目投资预算。

地方政府在拆迁安置中要考虑水土保持，如包干合同中要注明水土保持责任，拆迁垃圾集中处理，费用纳入水土流失治理费用。

## 2.6 施工进度

本项目施工工期 24 个月，计划于 2023 年 07 月开工，2025 年 06 月底完工，其中施工准备期 2 个月，主体工程施工期 22 个月。详细施工进度安排见表 2.6-1。

表 2.6-1 本项目施工总进度横道图

序号	年份季度 项目组成	2023 年				2024 年				2025 年			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
一	准备工程			—									
二	路基工程			—	—	—	—	—	—	—	—		
三	桥涵工程			—	—	—	—	—					
四	交叉工程					—	—	—	—	—	—		
五	施工便道			—	—	—	—	—	—	—	—		
六	施工营地			—	—	—	—	—	—	—	—		

## 2.7 自然概况

### 2.7.1 地质、地震

#### 1、地质构造

工程路线所经区域位于鄂尔多斯盆地，构造上属于华北地台，天环向斜东翼伊陕斜坡地带，区内出露中生界地层，侏罗系基岩起伏较小，为单斜地层，微向西斜，形成单斜构造，三叠基岩起伏大，为单斜地层，鄂尔多斯地块构造运动以升降为主，在三叠纪构造运动强，震荡幅度较大，可见构造运动荡起时，形成背斜地层，倾角相同形成等腰三角形，无大型褶皱和断层。

第四纪以来，区内新运动构造表现为震荡性上升，西部地壳上升幅度明显大于东部，在地势上表现为西高东低，北高南低，在地貌上表现为西部以风沙活动为主的剥蚀地貌，地势较平坦，东部以流水为主的侵蚀地貌，震荡性上升伴随河流下切，中更新统地层被风力、水力剥蚀，侵蚀，工程区部分基岩裸露。

#### 2、地层结构

根据工程地质调绘结合地勘资料，沿线地层主要由三叠系中统纸坊组岩层、侏罗系下统组岩层、侏罗系中下统组岩层、第三系上新统（N<sub>2</sub>）、第四系中更新统风积层、上更新统风积层及全新统人工堆积层、坡积层、冲积层等构成。现由老至新分述如下：

##### （1）三叠系中统纸坊组（T<sub>2z</sub>）：

上部为暗紫色砂质泥岩与砂岩不等厚互层，以泥岩为主，砂岩交错层理发育，泥岩含球状灰质结核，下部为灰黄色厚层块状砂岩，夹紫红色砂质泥岩。

##### （2）侏罗系下统富县组（J<sub>1f</sub>）：

上部紫红、暗紫色泥岩砂质泥岩与灰黄、灰褐色薄层硅质砂岩不等厚互层为主，下部为灰、灰白色砂岩，含砾砂岩及砂岩，中夹 0.5~1.0 米炭质泥岩。

##### （3）侏罗系中下统延安组（J<sub>1-2y</sub>）：

灰白、深灰色细砂岩、砂质泥岩、泥质砂岩，夹有炭质泥岩及少量黑色页岩和可采煤层，以泥砂岩为主。

##### （4）第三系上新统(N<sub>2</sub>)

下部(保德组): 岩性为砂砾石层、砂层, 桔黄色~浅棕色粘土, 粉砂土, 夹砂板, 局部夹淡水灰岩或泥灰岩薄层, 厚度 0~80m。

上部(静乐组): 岩性以深红色粉砂质粘土, 粘土夹数层钙质结核层, 厚度 0~30m。

#### (5) 第四系中更新统 ( $Q_2$ ):

第四系中更新统风积 ( $Q_2^{col}$ ) 层: 以离石黄土 (粉质粘土、粉土、古土壤) 为主, 上部夹粉细砂薄层。

#### (6) 第四系上更新统 ( $Q_3$ ):

第四系上更新统风积 ( $Q_3^{col}$ ) 层: 以棕黄色~灰黄色马兰黄土 (粉质粘土、粉土、古土壤) 为主, 稍湿, 硬塑, 土质均匀, 结构疏松, 垂直节理发育, 分布于黄土梁峁顶部。

#### (7) 第四系全新统 ( $Q_4$ ):

##### ① 第四系全新统人工堆积、坡积 ( $Q_4^{mc}$ 、 $Q_4^{dl}$ ) 层:

地层主要为填筑土、粉土及粉细砂。填筑土成因为人工堆积, 灰黄色, 稍密-中密, 稍湿, 土质不均匀, 主要分布于现有旧路路基上; 粉细砂及粉土呈黄褐色或浅黄色, 稍湿, 可塑, 松散, 土质不均匀, 含少量碎石, 分布于斜坡坡面及坡脚上。

##### ② 第四系全新统冲积 ( $Q_4^{al}$ ) 层:

地层主要为粉质黏土、粉土、粉细砂、中粗砂等。粉质黏土及粉土呈褐黄色或灰黄色, 稍湿, 软塑-可塑, 土质较均匀; 粉细砂及中粗砂呈褐黄色, 稍密, 湿, 矿物成份主要为石英、长石、云母等, 分选性一般, 级配差, 偶含砾石。该层主要分布于有常年流水沟道内, 木瓜川河床及河岸两侧。

### 3、地震

根据国家质量技术监督局颁发的《中国地震动参数区划图》(GB 18306-200) 附录 A.0.1 的规定, 本项目线路区地震动反应谱特征周期为 0.45s, 地震动峰值加速度 0.05g, 地震基本烈度相当于 VI 度。

### 4、地下水

府谷县境内地下水主要分为第四系冲积层潜水、黄土层潜水、基岩风化带潜水及承压水，因各地地质地貌条件的差异和地下水补给、径流、排泄等条件的不同，其富水程度和水质的好坏也有所不同。

第四系冲积层潜水：主要分布在黄河、孤山川及其它河流或大冲沟的漫滩地带。含水层为近代冲积的中、细砂及砂卵石层，不同程度含有泥质。其中县城南侧的黄河漫滩的潜水，呈带状分布，滩面延伸长达 10km，宽度 150~200m，含水层上部为中、细砂，下部为砂砾石，厚度 25~28.24m，水位埋深 1~5m，为地下水富集带。孤山川下游的高石崖、沙川沟、李家坟一带及庙沟门上游地段的漫滩地带属中等富水区。其它河流及大冲沟内水量较为贫乏。

黄土层潜水：主要分布在西、北部的部分梁峁地区，其下部常系以新第三系红土层作为垫层而形成含水层，于梁峁边缘的沟脑地带形成泉水溢出。单泉流量一般为 0.1~0.5 升/秒，在旱季时流量显著减少或干涸。含水层为中更新黄土，厚度 29.98m，水位埋深 58.73m，为极贫水区。水质较好，可利用灌溉农田。

基岩风化带潜水：主要为裂隙水。在基岩上部 30~50m 深度内，岩性较为松软，裂隙的张开性及连通性较好，地下水接受补给的条件和径流条件也较好，因而常为地下水的富集带。在本县境内，基岩以中生界侏罗系延安组最为发育，由中、细砂岩夹泥页岩及煤层组成。厚度达 234.88m，分布范围约占县境面积的 85%以上。该地层一般发育有北北东、北西西和北北西、北东东四组裂缝，其裂缝面平直、微张，延伸性及连通性都较好，故为地下水的较好贮存场所。但由于冲沟发育，河谷及主要冲沟都深切数十米乃至近百米，因而对河谷及冲沟之间的地下水起着积极的疏干作用，并于沟岸形成大量泉水溢出，从而使河（沟）之间的潜水埋藏深度增大。泉水流量根据季节性变化，单泉流量多在 0.1~0.5 升/秒间。该潜水在新民镇、赵石窑、红草沟、李家沟等地段属中等富水区，而其余地段属贫水区和极贫水区。

根据地质勘察报告，项目区沿线勘探的深度范围内揭露一层地下水，地下稳定水位埋深在 50m 以上。该层水属地下潜水，主要补给来源为地表水和季节性降水下渗。

### 5、不良地质和特殊性岩土

根据地勘报告资料，本项目沿线存在的主要不良地质现象主要为人工填土。项目区域内局部段落边坡表层人工填土及松散堆积体在自然状态下有小规模坍塌、沉降变形，高陡基岩边坡存在孤石等现象。项目沿线人工填土主要成份为碎石、块石及砂岩风化碎屑，含大量粉土，表层主要为粉土，结构较松散，欠固结。K0+396.5~K0+469.5段及K1+300~K1+400段人工土厚度较大，分别约10-15m、8m，分布不均，为防止后期路基产生不均匀沉降，按照地质钻孔显示人工填土厚度，对厚度小于等于4m的人工填土路基采用翻挖碾压，对厚度大于4m纯填土且远离构建筑物路基采用强夯，对存在大粒径石块人工填土采用素混凝土桩基础进行处理，素混凝土桩按等边三角形布桩，桩径为50cm，桩间距为150cm，桩长应深入持力层不小于2.0m。对于高陡基岩边坡存在孤石的路段，采用人工清理孤石，避免对后期施工及公路运营形成安全隐患。

处置方案：根据危岩的情况，进行清理、窗口式护面墙防护治理。

### 2.7.2 地形地貌

府谷县地处蒙古高原与陕北黄土高原东北部的接壤地带，毛乌素沙漠东南缘。研究区总体地势北西高，南东低，最高点位于大寨沟沟脑分水岭山峰，最低点位于黄河漫滩。

项目区沿线为黄土丘陵沟壑区地貌，海拔高程在890~1125m之间，梁面单元宽缓平坦，宽一般为100~250m，最宽可达500m以上，以10°~20°的坡角向西侧沟谷倾斜。梁顶窄狭，沿分水线有较大的起伏；峁顶弯起，面积不大。梁峁之间纵横交织地分布着大大小小的沟壑，地面十分破碎。梁峁沟壑区岩性均一，透水性好，汇水面积小，水土流失严重；侵蚀河谷地貌单元由于水系较发育，高差较大，黄土剥蚀严重，多处基岩裸露。沟谷多下切至基岩，因此从塬、梁、峁的分水线至沟底的相对高差往往很大，一般都在100~200米间。横断面多呈“V”字形或“U”字型，沟坡一般60°~80°，陡者直立，形成悬崖峭壁，地形极险恶。

### 2.7.3 气象

项目区所在府谷县属于中温带半干旱大陆性季风气候，由于受极地大陆冷气

团控制时间长，加之地势偏高，河流湖泊小，森林植被差等下垫面因素影响，其气候特点表现为冬季寒冷，时间长；夏季炎热，干燥多封，时间短；春季干旱少雨雪，温差大。年平均气温 9.1℃，极端最低气温-24℃，极端最高气温 38.9℃，最热为 7 月份，平均 23.9℃，最冷为 1 月份，平均-8.4℃。年平均降水量 428.6mm，年最大降水量 849.6mm，年最小降水量 211.7mm，年平均蒸发量 1192.2mm，相当降水量的 2.5 倍，最大风速 16.1m/s。年内降水量变化大，年内降水主要集中在 7-9 月份，占总量的 69%，尤以 8 月份最多，平均为 132.5mm，约占总量的 25%，并多以暴雨形式出现。年内主要气象灾害有干旱、暴雨、洪涝、冰雹、大风、沙尘、寒潮和低温冻害等。

项目区受极地大陆冷气团控制时间长，受海洋热带气团影响时间短，加之深居内陆，地势较高，下面保温、保水性不好，所以大陆性气候显著，项目所在区域标准冻结深度为 114.00cm，最大冻结深度为 142.00cm。

项目区主要气象要素统计结果见表 2.7-1。

**表 2.7-1 项目区主要气象特征值表**

项目	数据	单位	数据	备注
多年平均无霜期		天	177	最长 212 天
历年最大冻土厚度		cm	142	1977.03.04
最大积雪深度		cm	13	1993.01.09
多年平均气温		℃	9.1	
历年极端最高气温		℃	38.9	1966.06.21
历年极端最低气温		℃	-24	1998.01.18
≥10℃的积温平均值		℃	3444.1	平均持续天数为 175 天
多年平均相对湿度		%	49	
多年平均降雨量		mm	428.6	
多年平均蒸发量		mm	1192.2	
多年最大降雨量		mm	849.6	1967 年
多年最小降雨量		mm	211.7	1965 年
最大 24 小时降雨量		mm	181.6	1995.07.29
年最大 1h 降雨量		mm	21.8	
主导风向			SSW	
多年平均风速		m/s	2.5	
平均大风日数		d	29.4	

### 2.7.4 水文

项目区线路涉及的河流有孤山川及其支流后河川，属黄河流域。

孤山川：发源于内蒙古准格尔旗绝立概川。自内蒙古羊市塔入境，流经本县庙沟门、三道沟、孤山、傅家塬、高石崖、府谷 6 个乡镇，由高石崖乡高家湾村汇入黄河。县内流长 57km，占全长 79km 的 72.2%。县内流域面积 1018km<sup>2</sup>，占全流域面积 1272km<sup>2</sup> 的 80%。年平均流量 3.48m<sup>3</sup>/s，年径流总量 1.097 亿 m<sup>3</sup>，县内有 172 条有水沟道注入孤山川。

后河川：为孤山川的支流，勘察期属枯水季节，河流水量较小，局部地段干涸。后河川水库，地址在高石崖乡沙庄，距离项目区最近约 1.0km，建于 1976 年，为均质土坝，长 240m，高 52m，总库容 768 万 m<sup>3</sup>，有效库容为 400 万 m<sup>3</sup>，设计灌溉面积 1400 亩，有效灌溉面积 800 亩。项目区水系分布见附图 2。

### 2.7.5 土壤

府谷县土壤分为风沙土、黄绵土、红土、黑垆土、淤土、潮土、草甸土、盐土、紫色土、栗钙土、沼泽土 11 个土类、16 个亚类、23 个土属、84 个土种，以黄绵土类、红土类和风沙土类土壤为主。

项目区沿线土壤主要以黄绵土为主，又叫黄土性土壤，因其土质疏松、绵软、色泽而得名。府谷县境内的黄绵土面积占比较大，占全县总土地面积的 30% 左右，广泛分布在每个乡村的梁峁坡地和川道高阶地上。它是在马兰黄土母质上经长期耕种熟化、侵蚀、沉积共同作用下而形成的。该土壤发育很弱，无明显的土壤剖面，其基本性状与黄土母质十分相近，如土质疏松绵软，通气性和耕作性好，透水性强，具强石灰性，有机质含量低，一般不超过 1%，含氮量也低。

项目区表土层可利用价值高，本工程施工前对占地范围内进行表土剥离，表土剥离面积 44.67hm<sup>2</sup>，剥离厚度为 30cm。表土在项目区内空闲位置堆放用于后期绿化区覆土，以减少土方借弃量和工程投资。在堆土前，应按照“先拦后弃”的原则，布设临时防护工程，如编织袋挡墙、临时排水沟等，防止暴雨径流对堆土边坡造成冲刷。工程施工结束后，及时将表土回覆在绿化区，为植被生长创造条件。



### 2.7.6 植被

府谷县属半干旱大陆性季风气候区，植被类型是从森林草原向典型草原过渡的地带性植被。从整个植被景观看，其主要植被类型、特征及分布如下：

(1) 干草原 广泛分布于黄土丘陵沟壑地区的梁峁顶、沟坡及少量覆沙的沙区黄土梁上。建群植物主要为针茅属的长芒草，百草属的百里香，甘草属的甘草等。

(2) 落叶阔叶灌丛 大部分分布在黄土丘陵沟壑区和沙区的黄土梁地。灌丛主要有柠条、沙棘、马茹茹、黑格兰、酸枣等群系。

(3) 沙生植被 主要分布在风沙区的流动、半固定和固定沙丘上。本区由于与沙漠连接，自然环境受到沙漠的多方面影响。

(4) 农作物 耕地主要农作物主要有小米、玉米和土豆等。油料作物主要有向日葵、黄豆和油菜籽等。

项目区沿线主要植被以灌丛和荒草为主。其特点是：生长季短，休眠期长，郁闭较差，覆盖率低。主要植被品种有：沙柳、柠条、沙蒿、还有少量长芒草、白里草香等。项目区现状林草覆盖率约为 30%。

### 2.7.7 水土保持敏感区

项目区位于陕西省榆林市府谷县，据《全国水土保持区划》该地区属于西北黄土高原区，根据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》（办水保〔2013〕188号文），项目区属于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区；根据陕西省水利厅及发改委印发的《陕西省水土保持规划（2016-2030年）》中附图7-陕西省水土流失重点防治区划分成果图，本项目所在地属于陕西省水土流失重点治理区（I-2 陕北丘陵沟壑重点治理区），根据榆林市水土保持区划，本项目所在地属于II黄土丘陵坡沟兼治区（II<sub>3</sub>东部丘陵沟壑剧烈侵蚀区）。

根据工程总平面布置及现场勘查，工程沿线不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地、湖泊和水库等敏感区。

### 3 项目水土保持评价

#### 3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

根据《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）等相关规范性文件中关于水土保持限制和约束性规定，进行主体工程选址分析与评价。

（1）根据《中华人民共和国水土保持法》的限制性因素对项目进行了分析，详见表 3.1-1。

表 3.1-1 工程执行《中华人民共和国水土保持法》对照表

法律条款	条款内容	本项目情况	制约因素
第十七条	地方各级人民政府应当加强对取土、挖砂、采石等活动的管理，预防和减轻水土流失。	本项目未在崩塌、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。	无制约因素。
	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。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的范围，由县级以上地方人民政府划定并公告。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的划定，应当与地质灾害防治规划确定的地质灾害易发区、重点防治区相衔接。		
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。	项目区没有位于水土流失严重、生态脆弱的地区	存在制约因素，施工期间应严格保护地表植被。
	在侵蚀沟的沟坡和沟岸、河流的两岸以及湖泊和水库的周边，土地所有权人、使用权人或者有关管理单位应当营造植物保护带。禁止开垦、开发植物保护带。	本项目未在限制区开垦、开发植物保护带。	无制约因素。
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，有效控制可能造成的水土流失。	项目区位于国家级和省级重点治理区，项目选址无法避让。	存在限制性因素，项目建设需要提高防治标准，强化建设期水土保持防治措施。
第二十五条	在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目，生产建设单位应当编制水土保持方案，报县级以上人民政府水行政主管部门审批，并按照经批准的水土保持方案，采取水土流失预防和治理措施。	建设单位已委托相关技术单位编制水土保持方案	无制约因素。

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。	项目区路基建设土方挖填平衡，拆迁工程产生的建筑垃圾，应运至当地建筑垃圾填埋场消纳处理	无制约因素。
第三十二条	在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。	本方案已计列水土保持补偿费	无制约因素。
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。	工程建设前进行表土剥离，集中堆放保存，并采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。施工结束后回覆表层土，恢复原地类。	无制约因素。

本工程区属于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区和陕西省水土流失重点治理区（I-2 陕北丘陵沟壑重点治理区），项目建设过程中不可避免地扰动地表、开挖、建筑、回填等，对周边环境的影响较大，会产生一定的水土流失，在施工过程中通过提高项目建设水土流失防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏范围，有效控制可能造成的水土流失。

综上所述，项目建设基本符合《中华人民共和国水土保持法》相关要求。

（2）本方案根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中“3.2.1 主体工程选址（线）应避让下列区域”，结合本项目特点进行分析，其相符性分析见表 3.1-2。

**表 3.1-2 《生产建设项目水土保持技术标准》约束性规定分析表**

序号	水保技术标准中约束性规定	本工程情况	符合性比较
1	水土流失重点预防区和重点治理区	项目区位于国家级和省级重点治理区，项目选址无法避让。	存在约束性因素
2	河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	项目区不涉及	不存在约束性因素
3	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。	项目区不涉及	不存在约束性因素

经过上表的综合分析，本项目位于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区

和陕西省水土流失重点治理区（I-2 陕北丘陵沟壑重点治理区），无法避让，应严格保护地表植物等，提高项目建设水土流失防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏范围，强化建设期水土保持防治措施，有效控制可能造成水土流失。项目选址基本合理可行。

从水土保持角度分析，本方案对主体工程与《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》(GB50433-2018)的相符性作了一一排查，项目建设符合水土保持要求。同时，本方案将从项目总体布置、施工组织、防治措施、土石方量、破坏原地貌、水土流失危害等方面对主体工程进行水土保持制约性因素分析与评价。

## 3.2 建设方案与布局水土保持评价

### 3.2.1 建设方案评价

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中“3.2.2 章节”，并结合本项目建设情况，建设方案应符合下列规定：

表 3.2-1 生产建设项目水土保持技术标准对建设方案的水土保持分析与评价

序号	要求内容	分析意见	解决方法
1	公路、铁路工程在高填深挖路段，应采用加大桥隧比例的方案，减少大填大挖；填高大于 20m，挖深大于 30m 的，应进行桥隧替代方案论证；路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上，应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案。	属于公路	①本项目布设 11 座桥梁，加大桥梁比例，减少大填大挖；②填高大于 20m 路段布设为路基填沟工程，不涉及挖深大于 30m 的路段；③路基边坡采用工程与植物相结合进行防护。
2	城镇区的建设项目应提高植被建设标准，注重景观效果，配套建设灌溉、排水和雨水利用设施。	项目位于府谷县府谷镇	主体设计中已注重道路的景观效果，并配套建设截排水和雨水利用等设施。
3	山丘区输电工程塔基应采用不等高基础，经过林区的应采用加高杆塔跨越方式。	不属于输电工程	/
4	对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，减少工程占地和土石方量；公路、铁路等项目填高大于 8m 宜采用桥梁方案。 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~2 个百分点。	项目区属于陕西黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区和陕西省水土流失重点治理区（I-2 陕北丘陵沟壑重点治理区），无法避让。	①公路沿线涉及 3 处填高大于 8m 区域。主体设计考虑实际地形多为沟壑地段，弃土对外运输困难，同时为降低工程造价和消化余土，将设置桥梁路段调整为路基，进行填沟设计，解决沿线弃土；同时，为保护耕地资源，减少占地，路基挖余方土尽量自身利用，对路线跨越干沟有条件填筑的，由桥梁跨越改为填筑路基。主体工程优化的设计方案，可相应减少工程占地和土石方量；②排水工程等级和防洪标准提高一级；③布设排水、沉沙设施；④提高植物措施标准，道路两侧应采用景观绿化进行美化，林草覆盖率应提高 2 个百分点。

综上所述，本工程主体设计的建设方案基本符合生产建设项目水土保持技术标准的要求。

### 3.2.2 工程占地

#### (1) 按照占地性质划分

本项目总占地面积  $59.25\text{hm}^2$ ，占地包括永久占地和临时用地，永久占地  $55.13\text{hm}^2$ ，包括路基工程(含 3 处填沟)、桥涵工程和交叉工程；临时占地  $4.12\text{hm}^2$ ，主要为施工便道和施工营地。

依据主体设计中本工程实际占地指标为  $5.9359\text{hm}^2/\text{km}$ ，规范用地总体指标控制值为  $6.1232\text{hm}^2/\text{km}$ ，本工程建设符合《公路工程项目建设用地指标》的要求。工程占地性质方面，永久占地比重达到了 73%，项目建设期间施工临时设施区布设应尽量减少占地和扰动，在工程建设完工后，均可按照设计要求进行建设恢复，总体上符合节约用地和减少扰动的水土保持要求。

#### (2) 按照土地利用类型划分

根据主体工程设计，项目占地中土地利用类型有旱地  $4.47\text{hm}^2$ （不占用基本农田），灌木林地  $18.01\text{hm}^2$ ，其他草地  $32.20\text{hm}^2$ ，内陆滩涂  $0.27\text{hm}^2$ ，农村道路  $3.95\text{hm}^2$  和农村宅基地  $0.35\text{hm}^2$ 。

工程占地类型方面，主要为旱地、农村道路、灌木林地和其他草地等，不占用基本农田，主体设计将路基填沟工程的表面实施复耕，做到旱地农田的占补平衡工作。本项目用地范围应按照相关要求做好征占用土地的报批手续，施工过程中能做好临时防护，严格控制施工范围，尽量减少工程建设对地表、植被的扰动和破坏，后期注重原土地利用类型的恢复，做好项目区周边耕地、林地和草地的保护工作，保持项目区景观的协调。

主体工程在设计中严格控制用地宽度。公路永久用地采用最小用地界，节约主体线路工程占地。填方路堤在通过旱地及经济作物区的填方较高路段，尽量考虑设置挡墙、护坡、护脚等防护设施，缩短边坡长度，节约用地；挖方路段根据不同的质地条件采取不同的坡率，在保证稳定的情况下，尽可能少破坏植被，减

少挖方。工程占地类型和占地面积合理，基本符合水土保持要求，无漏项，临时占地满足施工要求。建议在后续设计中进一步复核细化路基工程设计，减少占地，落实分段施工，缩短开挖土方临时堆置时间并加强落实后期土地恢复工作。

### 3.2.3 土石方平衡

本项目土石方挖填总量为 479.82 万  $m^3$ ，共开挖方量 239.91 万  $m^3$ （其中一般土石方 226.15 万  $m^3$ ，表土剥离 13.40 万  $m^3$ ，钻渣 0.36 万  $m^3$ ）；共回填方量 239.91 万  $m^3$ （其中一般土石方 226.51 万  $m^3$ ，表土回填 13.40 万  $m^3$ ）；无借方；无余（弃）方，项目区土石方挖填基本平衡。

#### 1、土石方挖填数量

主体工程的土石方包含工程各区域表土剥离及回填；路基工程挖方、路基跨沟填方，拆迁产生的建筑垃圾，软基路段处理等数量；桥涵工程区包含桥梁、涵洞基坑开挖、回填以及钻孔造成的挖填土石方量；交叉工程包含区内所有路基、桥梁、涵洞的挖填土石方；施工场地和施工便道的填挖方量包含场地内场地平整等挖填土石方量。查阅设计资料后，各分区的土石方数量计算合理，没有漏项。

#### 2、土石方调配

本项目土石方平衡中分段及分区以桥梁为节点控制因素进行平衡，节点设置合理，土石方应多用于工程沿线低洼区域填筑和抬高地坪建设，需做好施工组织，考虑时序。

#### 3、表土保护方案

本项目表土来源于项目前期剥离的表土，表土剥离厚度为 30cm，现堆放于项目主体线路工程的路基和边坡之间的空地区域内，采用梯形堆放，最大堆土高度不超过 3.0m。在施工期间，临时开挖土方堆置时间较短，开挖土方少，故对其上部采用密目网苫盖的防护措施，坡脚实施编织袋装土进行临时拦挡。

综上所述，本项目土石方挖、填环节方案可行，土石方调配科学、土石方平衡基本合理，渣土实施防护措施、表土进行有效保护，满足水土保持要求。

### 3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本项目不涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区内设置取土（石、砂）场。

### 3.2.5 弃土（渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

本项目路基工程建设土方挖填平衡，不产生余（弃）方，故不涉及在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域布设弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场。

### 3.2.6 施工方法与工艺评价

#### 3.2.6.1 施工组织

本项目施工过程中加强施工组织管理，采用先进的施工方法与工艺。施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱堆放，施工组织中增加水土保持要求，施工单位严格按照施工组织施工。

施工条件方面，项目区对外交通较为便利，可以满足本项目所需材料、设备、机械等的运输需求；施工用水、用电条件成熟，均满足施工要求。

施工布置方面，施工营地区就近布置，提高工作效率，降低施工对周边环境的影响，从水土保持的角度分析，布置较为合理。

施工时序方面，各个区域紧密安排，减少了施工作业面裸露时间，合理统筹，节约成本。总体上来说，施工时序的安排均考虑了在工程建设的同时也注重水土保持、生态环境的保护。从施工组织分析，本项目符合水土保持要求，不存在限制性因素。

#### 3.2.6.2 施工工艺

本项目施工均采用较为先进的施工工艺，采取以机械施工为主，适当配合人力施工，并考虑以专业化、机械化的施工队伍为主。

①公路路基填筑以机械施工为主，在路基两侧红线范围内沿线开挖临时排水设施。路基填到设计标高后，人工刷坡，尽量采用较缓的坡率，结合绿化，排水

等设置成圆滑、渐变的坡面。

②特殊地质路基段。区内土质崩塌进行清方、刷坡，小型滑坡分别采用抗滑桩、支撑渗沟、悬挂铁网或清方卸载等综合措施予以治理。

③一般边坡采用柔性支护和绿色防护的做法可以增加边坡稳定性，使其与原地貌融为一体，有利于生态恢复，可有效的减少因坡面径流冲刷产生的水土流失。高边坡分级开挖，并采用锚固方式整体加固，采用框架内填充植生袋方法绿化，可以有效的防止泥石流、滑坡等地质灾害的发生。

④路基开挖前，根据路堑深度和纵向长度选择合适的开挖方法并制定开挖方案，先行完成排水沟施工并具备防护工程施工能力。挖方路基要在征地范围内开挖截水沟，然后分层挖土，开挖至底面时，对底面进行平整和压实。可以降低雨水的侵蚀强度，减少水土流失。

⑤工程土石方调运采用自卸汽车运输，运输过程中加盖盖板，可有效防止沿途散溢造成不必要的水土流失，填沟工程填土结束后，进行土地整治，恢复原地貌，提高了水土资源的利用率。

⑥施工场地在施工过程中，对地表扰动较大，松散的土方易受周边的地表径流的冲刷，造成水土流失，应加强施工过程中的临时防护措施。

综上所述，本工程施工工艺满足水土保持要求。本方案建议在施工过程中应按照水土保持要求规范操作，土石方填挖应做到随挖、随运、随填、随压，避免水土流失。各工艺注意施工过程中的临时防护，减小裸露面，雨季施工要加强临时覆盖措施。主体设计对于施工期间临时防护措施的考虑仍有不足，本方案将进行补充完善，并针对施工中工程管理和有关注意事项提出建议，以有效减少水土流失的发生。

### 3.2.7 主体工程设计中水土保持功能工程的评价

#### (1) 路基工程

##### A、工程措施



①主体设计对本区域施工前期清基施工中提出了剥离表土的要求，并在施工后期绿化前将剥离的表土用于绿化覆土，但未对剥离表土、绿化覆土提出具体设计，同时投资估算章节也未列入该部分内容。

表土为珍贵资源，主体设计中提出剥离表土用于施工后期绿化覆土，符合水土保持要求，本方案予以肯定，但主体设计既未对该部分措施提出量化，同时也未考虑其施工期间的堆存防护措施，本方案针对该部分，将在后续措施中补充细化，从而使该措施得以具体实施，进一步避免新的水土流失。

②排水措施。主体工程对该区路基、路面综合排水进行系统设计，通过设置边沟、排水沟、填沟工程周边排水沟、截水沟、急流槽及桥涵等构造物满足路基排水要求。中间带、路面、路肩均考虑设置了纵横向排水设施，超高路段设置了路缘带边沟和横向排水管等。

水土保持评价：该区路基排水工程体系完善，排水工程按照 100 年一遇标准设计，各单元工程之间的衔接合理、有效，能够保证路基安全，符合生态理念，满足水土保持要求。本方案在排水沟末端补充沉沙池，减少泥沙对排水管道、河流的淤积。

### ③边坡防护工程

路堤（堑）高度  $H > 3.0\text{m}$  时，采用拱形骨架护坡；路堤（堑）高度  $\leq 3.0\text{m}$  时，采用植草护坡；骨架护坡内植草属于水土保持工程。主体设计采用骨架护坡既能满足路堤、路堑边坡稳定，又能有效防止坡面径流对新生裸露面的冲刷，有利于防止水土流失，其种植的植被能大大改善项目区周边的生态环境、增强了景观协调性。

水土保持评价：主体设计的边坡防护工程为工程与植物措施相结合的综合护坡，其护坡建设能够保证工程边坡安全，骨架框格内植草和坡面种草绿化符合生态公路的理念，满足水土保持要求。同时，主体设计对该本项目路基跨沟填方工程的边坡上布设了灌草植物措施，在填土表面平台提出复耕措施，但未明确详细

设计内容，本方案将予以补充完善。

#### B、植物措施

路堤（堑）高度  $H > 3.0\text{m}$  时，边坡采用拱形骨架护坡；路堤（堑）高度  $\leq 3.0\text{m}$  时，采用植草护坡。

水土保持评价：该区路基（堑）边坡采用拱形骨架护坡、植草护坡进行综合防护，数量充足、设计完善，符合生态理念要求，满足水土保持要求。

### （2）桥涵工程

#### A、工程措施

主体设计对该区的桥墩、桥台边坡，采取了全面的工程防护措施。工程措施主要包括锥形浆砌片石全面护坡、护面墙等工程措施，并根据路基、桥梁衔接设置完整的排水系统（排水系统工程量已计入路基工程区）。

水土保持评价：主体设计的工程防护措施对于河流冲刷和降雨冲刷引起的水土流失都有很好的防护作用，满足水土保持要求。

### （3）交叉工程

#### A、工程措施

主体设计对该区采取了边坡防护、排水措施，边坡防护和排水措施与路基工程区基本相同。

水土保持评价：主体设计在该区采取了边坡防护及排水措施，措施方式合适、数量充足，能够满足交叉工程区运营期水土保持要求。

#### B、植物措施

主体设计对该区内的边坡上布设了植物措施，采取植草护坡和拱形骨架护坡两种形式，并对于互通立交区内的绿岛区从景观与水土保持双重角度进行植物措施设计。

水土保持评价：在该区，主体设计的植物措施能够满足水土保持要求，且数量充足。

### 3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

#### 3.3.1 水土保持工程界定原则

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定：

- （1）应将主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施；
- （2）难以区分是否以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行界定；即假定没有这些工程，主体设计功能仍然可以发挥作用，但会产生较大的水土流失此类工程应界定为水土保持措施；
- （3）具体界定可按《生产建设项目水土保持技术标准》附录 D 的规定进行。

#### 3.3.2 具有水土保持功能，不界定为水土保持工程的措施

##### （1）路面硬化

主体设计路面为沥青混凝土硬化，路面的硬化和铺砌可以有效的排导路面的积水，可以防止地面长期受雨水浸渍导致路面损坏，还能够有效防止因雨水击溅和冲刷而造成水土流失，对于维护道路及周边区域生态环境发挥了重要作用。但该硬化为道路主要组成部分，其投资不计入水土保持方案投资。

（2）路基挡土墙：主体工程在设计期间，将对主体线路工程的路基上下边坡，路基跨沟填方工程区域等布设浆砌石挡土墙，该挡土墙作用主要是保证路基主体工程安全运行，其投资不计入水土保持方案投资。

（3）排水涵管：主体工程在穿越自然沟渠或人工渠道时修建涵管，共设置涵管 14 道，涵管以主体建设内容为主，其投资不计入水土保持方案投资。

#### 3.3.2 具有水土保持功能，界定为水土保持工程的措施

主体工程设计中应界定为水土保持工程的主要是对路基工程、桥涵工程、交叉工程等采取的排水工程、边坡防护工程和植被绿化等措施。

##### （1）工程措施

###### ① 排水工程

为保证路基路面的稳定，防止路面积水影响行车安全，工程设计通过设置完

整的排水设施同时对各类设施进行综合设计,以实现迅速排除路基、路面范围内的地表水和地下水的目的。排水主要有边沟、截水沟、排水沟及路面边缘排水设施等。路基排水工程属于水土保持工程。桥梁区根据路基、桥梁衔接设置完整的排水系统(排水系统工程量已计入路基工程区)属于水土保持工程。

交叉工程区内的各类桥面及边坡排水、场地周边排水设施均界定为水土保持工程措施。

## ②边坡防护工程

路堤(堑)高度  $H > 3.0\text{m}$  时,采用拱形骨架护坡;路堤(堑)高度  $\leq 3.0\text{m}$  时,采用植草护坡;骨架护坡框格内植草属于水土保持工程。主体设计采用骨架护坡既能满足路堤、路堑边坡稳定,又能有效防止坡面径流对新生裸露面的冲刷,有利于防止水土流失,其种植的植被能大大改善项目区周边的生态环境、增强了景观协调性。

主体设计的边坡防护工程采用骨架护坡和框格内植草等,属于工程与植物措施相结合的综合护坡,依据《生产建设项目水土保持技术标准》附录 D.0.2 第 2 条规定,应界定为水土保持工程措施。

## (2) 植物措施

主体设计为使生硬、单调的公路线形变得丰富多彩,降低工程建成后对周围环境景观的负面影响,将绿化,美化以及景观观赏和窗口示范等功能和谐优化,融为一体,创建一条景观环保型“绿色生态公路”,主体工程设计在互通立交的空坪隙地布设乔、灌草相结合的植物措施。这些景观绿化措施不仅可以起到美化环境、减轻并防止污染、净化和改善大气的环境质量等作用,还可以改善地温和气温,改善小气候。

主体设计的道路和边坡植被绿化措施,不仅起到蓄水保土、坡面防护作用,也营造了公路沿线的绿色风景带,美化了区域环境,道路和边坡植被绿化均界定为水土保持植物措施。

根据以上对主体设计中与水土保持有关的工程设计进行全面判别分析,将主体工程设计以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施。主体工程设计的水土保持措施工程量及投资见表 3.3-1。

**表 3.3-1 主体工程设计的水土保持措施工程量及投资表**

序号	项目	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
<b>第一部分 工程措施</b>					<b>1752.56</b>
<b>一</b>	<b>路基工程区</b>				<b>1290.35</b>
1	排水工程	m	20062.5		566.70
1.1	边沟	m	8152.7		284.10
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	4065.1	586.35	238.36
	盖板 C25 混凝土	m <sup>3</sup>	710.3	592.76	42.10
	土方开挖	m <sup>3</sup>	8830.5	4.12	3.64
1.2	排水沟	m	1017.5		31.52
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	518.2	605.73	31.39
	土方开挖	m <sup>3</sup>	306.8	4.12	0.13
1.3	截水沟	m	8715.8		183.89
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	2992.7	612.6	183.33
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1357.8	4.12	0.56
1.4	急流槽	m	2176.5		67.19
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	971.3	685.52	66.58
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1477.4	4.12	0.61
2	拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	50583.4		723.65
	C25 预制混凝土	m <sup>3</sup>	11986.3	536.71	643.32
	砂砾石垫层	m <sup>2</sup>	4315.1	186.18	80.34
<b>三</b>	<b>交叉工程区</b>				<b>90.54</b>
1	排水工程	m	1754.4		53.31
1.1	排水沟	m	1497.6		45.77
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	751.7	605.73	45.53
	土方开挖	m <sup>3</sup>	584.1	4.12	0.24
1.2	截水沟	m	256.8		7.54
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	122.36	612.60	7.50
	土方开挖	m <sup>3</sup>	106.8	4.12	0.04
2	拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	2128.1		37.23
	C25 预制混凝土	m <sup>3</sup>	587.3	536.71	31.52
	砂砾石垫层	m <sup>2</sup>	306.5	186.18	5.71
<b>第二部分 植物措施</b>					<b>568.19</b>
<b>一</b>	<b>路基工程区</b>				<b>542.91</b>

1	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	5.06		110.58
	灌草植被	m <sup>2</sup>	50583	21.86	110.58
2	植草护坡	hm <sup>2</sup>	3.12		48.63
	植草	m <sup>2</sup>	31175	15.60	48.63
3	道路两侧景观绿化	hm <sup>2</sup>	10.86		383.70
	乔灌草绿化	m <sup>2</sup>	108606	35.33	383.70
<b>三</b>	<b>交叉工程区</b>				<b>25.28</b>
1	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	0.21		4.65
	灌草植被	m <sup>2</sup>	2128	21.86	4.65
2	植草护坡	hm <sup>2</sup>	0.46		7.19
	植草	m <sup>2</sup>	4610	15.60	7.19
3	道路两侧景观绿化	hm <sup>2</sup>	0.38		13.43
	乔灌草绿化	m <sup>2</sup>	3802	35.33	13.43
	<b>合计</b>				<b>2320.75</b>

### 3.3.4 本方案补充完善的水土保持措施

#### (1) 路基工程

增加对路基工程区表土的利用和防护措施；增加施工期间临时排水、沉沙、拦挡、苫盖及洒水措施。

#### (2) 桥涵工程

增加对桥涵工程区表土的利用和防护措施；增加施工结束后对施工迹地的种草绿化措施；增加施工期间临时排水、沉沙、苫盖、泥浆沉淀措施。

#### (3) 交叉工程

增加对交叉工程区表土的利用和防护措施；增加施工期间临时排水等措施；增加植物措施抚育管理。

#### (4) 施工场地

增加施工区表土的利用措施，完善施工区施工期间场地周边的临时排水、拦挡、沉沙、苫盖、洒水等措施；补充完善施工完毕后临时占地恢复措施。

#### (5) 施工便道

增加对交叉工程区表土的利用和防护措施；增加施工期间临时排水、沉沙等措施；补充完善施工完毕后临时占地恢复措施。

本方案将主体设计措施和方案补充完善的水土保持措施统计汇总详见下表:

**表 3.3-2 水土流失防治措施布局表**

防治分区	措施类型	主体已列措施	方案新增措施
路基工程区	工程措施	边沟、排水沟、截水沟、急流槽、拱形骨架护坡	表土剥离及回填、土地整治、复耕、沉沙池
	植物措施	灌草护坡绿化、道路两侧绿化	抚育管理
	临时措施	/	临时排水、沉沙、拦挡、苫盖、洒水、临时种草
桥涵工程区	工程措施	/	表土剥离及回填、土地整治
	植物措施	/	种草绿化
	临时措施	/	沉淀池、临时排水、沉沙、苫盖、拦挡
交叉工程区	工程措施	排水沟、截水沟、拱形骨架护坡	表土剥离及回填、土地整治
	植物措施	灌草护坡绿化、景观绿化	抚育管理
	临时措施	/	临时排水、沉沙、拦挡、密目网苫盖
施工便道区	工程措施	/	表土剥离及回填、土地整治
	植物措施	/	植被恢复、抚育管理
	临时措施	/	临时排水、沉沙、拦挡、洒水
施工营地	工程措施	/	表土剥离及回填、土地整治
	植物措施	/	植被恢复、抚育管理
	临时措施	/	临时排水、沉沙、苫盖、洒水

### 3.4 结论性意见

(1) 本项目建设基本符合《中华人民共和国水土保持法》相关要求; 不涉及《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)中明确规定的强制性条款。项目区位于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区和陕西省水土流失重点治理区(I-2 陕北丘陵沟壑重点治理区), 无法避让, 虽然属于水土保持限制性因素, 但是本项目在建设过程中, 应严格保护地表植物等, 提高项目建设水土流失防治标准, 优化施工工艺, 减少地表扰动和植被破坏范围, 强化建设期水土保持防治措施, 有效控制可能造成水土流失, 满足水土保持要求。项目选址(线)基本合理可行。

(2) 本项目总体布置合理, 施工有序, 防治措施较为完善, 施工后期恢复破坏的原地貌类型, 减少施工过程中产生的水土流失危害, 满足水土保持的要求。

本项目存在土方开挖，主体设计应该在施工过程中应该严格控制土方开挖量，减少开挖，以减少堆弃方。

(3) 主体工程设计中线路平面布置、施工组织及施工工艺进行优化，尽量减少工程建设土石方，节约建设用地，减少工程建设引起的水土流失，保护区域生态环境，符合水土保持要求。

(4) 主体工程水土保持措施较为全面，设计的排水工程、工程和植物综合护坡、道路绿化等均能有效的防止水土流失，但是施工期间的临时防护措施不够完善，本方案予以补充。

(5) 工程施工将扰动原地表，产生大量的土方，如不采取有效的防护措施，将会加剧项目区水土流失，降低土地生产力，影响附近水库上游水质及项目区周边生态环境，导致环境的恶化。

(6) 建议工程建设过程中严格按照主体工程设计的施工工艺，遵循施工组织设计，对主体工程设计和本方案新增的水土保持措施保质保量完成，以保证水土保持设施防护效果，积极控制项目建设和生产过程中的水土流失。

综上所述，主体工程设计中十分重视水土保持工作。在主体工程的路线布设、排水工程设计、边坡工程防护、临建工程布设、土石方平衡、施工工艺及组织等方面，符合水土保持相关法律法规、规范的约束性规定。



## 4 水土流失分析与预测

### 4.1 水土流失现状

该项目位于陕西省榆林市府谷县境内，据《全国水土保持区划》该地区属于西北黄土高原区，根据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》（办水保〔2013〕188号文），项目区属于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区；根据陕西省水利厅及发改委印发的《陕西省水土保持规划（2016-2030年）》中附图7-陕西省水土流失重点防治区划分成果图，本项目所在地属于陕西省水土流失重点治理区（I-2 陕北丘陵沟壑重点治理区），根据榆林市水土保持区划，本项目所在地属于II黄土丘陵坡沟兼治区（II<sub>3</sub> 东部丘陵沟壑剧烈侵蚀区）。

根据现场调查并根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190—2007），现状主要土壤侵蚀以剧烈水蚀为主，其次为风力侵蚀和重力侵蚀，根据陕西省和榆林市水土保持规划图集等资料，确定项目区土壤侵蚀模数背景值为21550t/(km<sup>2</sup>·a)，土壤容许流失量为1000t/(km<sup>2</sup>·a)。

### 4.2 水土流失影响因素分析

从工程建设时段看，产生水土流失的环节主要在施工期，从施工工艺上看，产生水土流失主要是基础开挖回填。由于项目建设过程开挖、填筑及占压土地等施工活动，不可避免地扰动、损坏原地貌植被和水土保持设施，使其原有的水土保持功能降低或丧失，导致该区水土流失进一步加剧，生态环境进一步恶化。本项目新增水土流失影响因素包括自然因素和人为因素。自然因素主要是水力侵蚀。人为因素为施工活动造成地表抗侵蚀力降低，原地表植被受到扰动和破坏，地表裸露，土壤表层松散性加大、固结性降低，施工机械的碾压和人员往来践踏等破坏了施工场地的植被和天然稳定地表，降低其水土保持功能。

侵蚀营力：项目区土壤侵蚀主要外营力为水力。

抗侵蚀力：抗侵蚀力主要包括地形地貌，地面物质组成及结构，植被类型、

结构和覆盖度，在无人为干扰情况下，其抗侵蚀力基本保持不变。在项目的建设过程中，由于地表物质、地形地貌、地表植被等遭受人为破坏和干扰，与原地貌及其组成物质相比，土壤结构松散，地表植被大面积减少或完全消失，抗侵蚀力减弱，加剧了土壤侵蚀。

各单项工程施工过程的水土流失环节分析详见表 4.2-1。

**表 4.2-1 水土流失环节分析表**

序号	防治分区	产生新增水土流失的因素	外营力	侵蚀类型
施工期				
1	路基工程	路基工程的开挖、回填，形成人造边坡；人员和机械扰动与碾压	水力 风力	水蚀 风蚀
2	桥涵工程	桥涵工程的桩基建设产生的钻渣和机械扰动与碾压		
3	交叉工程	交叉工程的开挖、回填，互通区域建设，人员和机械扰动与碾压		
4	施工便道	工程建设过程中，施工人员和机械来往碾压、践踏土体		
5	施工营地	场地的平整，基础设施的建设、使用、拆除，建材的堆放、人员和机械扰动与碾压		
自然恢复期				
各防治分区		植被与土壤结皮尚未完全恢复	水力	水蚀

从上表分析可知，主体工程施工过程中，土石方挖、填、搬、运施工，是项目区建设过程造成水土流失的重点环节。

### 4.3 土壤流失量预测

#### 4.3.1 预测单元

本项目属新建建设类项目，新增水土流失主要发生在项目建设区内。根据扰动地表方式、扰动时间相同、水土流失成因相同、水土流失强度基本一致等的原则将本项目建设期和自然恢复期预测单元划分为 5 个预测单元，分别为路基工程、桥涵工程、交叉工程、施工便道和施工营地。水土流失预测单元划分见表 4.3-1。

#### 4.3.2 预测时段

该工程属于建设类项目，水土流失预测时段包括施工期和自然恢复期，预测时间按最不利因素考虑，超过本区整个雨季时段，按照整年计算，不超过雨季长

度的按占雨季长度比例计算。自然恢复期主要指在不采取水土保持措施的情况下,依靠自然力量,植被逐步恢复或地表自然硬化结皮,水土流失逐步趋于稳定,直至土壤侵蚀强度低于土壤流失容许值或背景值的时间。项目区年平均降水量为428.6mm,本方案确定其自然恢复期按照5年计算。

#### (1) 施工期

施工期工程建设相对比较集中,地表物质、地形地貌、地表植被和土壤结构遭受人为干扰和破坏,新增水土流失严重。根据主体工程施工组织设计和时序安排,确定施工期水土流失预测时段为2023年7月~2025年6月。

#### (2) 自然恢复期

在各项工程施工结束后,除被工程道路路面占压和工程硬化的区域外,其它区域在不采取措施的情况下,植被恢复或表土形成相对稳定的结构仍需要一定时期。工程建设区地处半干旱区域,根据当地已有经验和有关资料,植被达到稳定生长或表土形成相对稳定并发挥水土保持功能需要5年,因此自然恢复期确定为5年。故自然恢复期预测时段为2025年7月到2030年6月。

据此,本项目水土流失预测时段为2023年7月至2030年6月底。各个施工期,自然恢复期的预测单元和预测时段详见表4.3-1。

**表 4.3-1 水土流失预测范围及时段表**

序号	预测单元	施工工期	预测范围 (hm <sup>2</sup> )		预测时段 (a)	
			施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期
1	路基工程	2023.08~2025.05	50.43	20.68	2.0	5
2	桥涵工程	2023.09~2024.12	2.08	0.81	1.5	5
3	交叉工程	2024.03~2025.05	2.62	1.05	1.5	5
4	施工便道	2023.07~2025.06	2.27	1.62	2.0	5
5	施工营地	2023.07~2025.06	1.85	1.85	2.0	5
合计			59.25	26.01		

### 4.3.3 土壤侵蚀模数

#### 1、土壤侵蚀模数背景值

根据现场调查并根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007),现状主

要土壤侵蚀以剧烈水蚀为主，其次为风力侵蚀，通过数学模型法综合计算，确定项目区土壤侵蚀模数背景值为  $21550t/(km^2 \cdot a)$ ，土壤容许流失量为  $1000t/(km^2 \cdot a)$ 。

## 2、工程建设期间土壤侵蚀模数计算

针对工程的建设特点和各区周边地区的情况，在项目区水土流失现状调查的基础上，结合工程建设各种施工活动扰动或破坏的土地面积及堆置物的结构组成、堆放位置和堆放形式，分析各项目建设分区的水土流失特点，利用数学模型法确定土壤侵蚀模数。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) 地表翻扰型一般扰动地表土壤侵蚀模数计算公式如下：

$$M_{yd} = 100RK_{yd}L_yS_yBET$$

式中：

$M_{yd}$ ——地表翻扰型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数， $t/km^2 \cdot a$ ；

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

$K_{yd}$ ——地表翻扰后土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；

$L_y$ ——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；

式中各因子的确定：

①降雨侵蚀力因子  $R_d$

$$R_d = 0.067p_d^{1.627}$$

$p_d$ ——多年平均降雨量， $mm$ ；取  $428.6mm$ ；

经计算， $R_d$ 取  $2615.62MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$ 。

②地表翻扰后土壤可蚀性因子  $K_{yd}$

$$K_{yd}=NK$$

K——土壤可蚀性因子， $t \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h} / (\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$ ，府谷县取  $0.0130t \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h} / (\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$ ；

N——地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，无量纲，可取 2.13；

$K_{yd}$  取值：施工期  $0.0115t \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h} / (\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$ ，自然恢复期  $0.0081t \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h} / (\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$ 。

③一般扰动地表坡长因子  $L_y$

$$L_y=(\lambda/20)^m$$

$$\lambda=\lambda_x \cos \theta$$

$\lambda$ ——计算单元投影坡长，m。对一般扰动地表，投影坡长 $\leq 100\text{m}$ 时按实际值计算，投影坡长 $>100\text{m}$ 按  $100\text{m}$  计算；

$\theta$ ——计算单元坡度，取值  $0^\circ \sim 90^\circ$ 。

$m$ ——坡长指数，其中 $\theta \leq 1^\circ$ 时， $m$ 取 0.2； $1^\circ < \theta \leq 3^\circ$ 时， $m$ 取 0.3； $3^\circ < \theta \leq 5^\circ$ 时， $m$ 取 0.4； $\theta > 5^\circ$ 时， $m$ 取 0.5。

$\lambda_x$ ——测算单元斜坡长度，m；

④一般扰动地表坡度因子  $S_y$

$$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$$

$\theta$ ——测算单元坡度。对一般扰动地表，坡度 $\leq 35^\circ$ 时按实际值计算，超过  $35^\circ$ 按  $35^\circ$ 计算。

⑤植被覆盖因子 B

项目区施工期植被覆盖率因子 B 取 0.242；自然恢复期 B 取 0.073；

⑥工程措施因子 E

项目区没有水土保持工程措施，E 取 1。

⑦耕作措施因子 T

本期工程扰动地表原地表为非农地，T 值取 1。

表 4.3-2 一般扰动地表地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	项目区
1	地表翻扰型	Myd	$Myd=100RKydLySyBET$	13861.72
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.053pn^{1.655}$	2615.62
	年降水量	pn		428.6
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	Kyd	$Kyd=NK$	0.0115
	可蚀性因子增大系数	N		2.13
	土壤可蚀性因子	K		0.0175
1.3	堆积体坡长因子	Ly	$Ly=(\lambda/20) m$	0.81
	水平投影长度 (m)	$\lambda$	$\lambda=\lambda_x \cos\theta$	9.99
	计算单元斜坡长度 (m)	$\lambda_x$		10
	坡长指数	m		0.3
1.4	坡度因子	Sy	$Sdw=-1.5+17/[1+e(2.3-6.1\sin\theta)]$	0.38
	坡度 (°)	$\theta$		5
1.5	植被覆盖因子	B		0.242
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1

2) 上方无来水工程开挖面测算单元土壤侵蚀模数,  $t/km^2 \cdot a$ ;

$$M_{kw}=100RG_{kw}L_{kw}S_{kw}$$

式中:

$M_{kw}$ ——上方无来水的工程开挖面测算单元土壤侵蚀模数,  $t/km^2 \cdot a$ ;

$G_{kw}$ ——上方无来水工程开挖面土质因子,  $hm^2 \cdot h$ ;

$L_{kw}$ ——上方无来水工程开挖面坡长因子;

$S_{kw}$ ——上方无来水工程开挖面坡度因子。

式中各因子的确定:

①上方无来水工程开挖面土质因子  $G_{kw}$

$$G_{kw}=0.004e^{4.28SIL(1-CLA)/\rho}$$

P——土体密度,  $g/cm^3$ , 取  $1.8g/cm^3$ ;

SIL——粉粒 (0.002~0.05mm) 含量, 取 0.25;

CLA——黏粒 (<0.002mm) 含量, 取 0.10。

②上方无来水工程开挖面坡长因子  $L_{kw}$

$$L_{kw} = (\lambda/5)^{-0.57}$$

③上方无来水工程开挖面坡度因子  $S_{kw}$

$$S_{kw} = 0.8\sin\theta + 0.38$$

表 4.3-3 施工期上方无来水开挖面土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	项目区
1	工程开挖面	M	$M_{kw} = 100R_{Gkw}L_{kw}S_{kw}$	5530.35
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.053pn^{1.655}$	2615.62
	年降水量	pn		428.6
1.2	工程开挖面土石质因子	Gkw	$0.004e^{\frac{4.285IL(1-CLA)}{\rho}}$	0.01
	土体密度	$\rho$		1.56
	粉粒(0.002~0.05mm)含量	SIL		0.25
	黏粒(<0.002mm)含量	CLA		0.1
1.3	堆积体坡长因子	Lkw	$L_{dw} = (\lambda/5)^{-0.57}$	0.76
	坡长(m)	$\lambda$		8.14
1.4	堆积体坡度因子	Skw	$S_{dw} = 0.8\sin\theta + 0.38$	0.95
	坡度(°)	$\theta$		45

3) 一般扰动地表区的植被破坏型, 按照下式计算:

$$M = 100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T$$

式中:

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

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

按照年降水量公式计算  $R_n = 0.053pn^{1.655}$ ;

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

$L_y$ ——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。

表 4.3-4 一般扰动地表区植被破坏型土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	项目区
1	植被破坏型	M	$M_{kw}=100RKLySyBET$	2157.93
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.053pn^{1.655}$	2615.62
	年降水量	pn		428.6
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0081
1.3	堆积体坡长因子	Ly	$Ly=(\lambda/20)m$	0.62
	坡长(m)	$\lambda$	$\lambda=\lambda x \cos\theta$	5.98
	水平投影长度	$\lambda x$		6
	坡长指数	m		0.4
1.4	坡度因子	Sy	$Sdw=-1.5+17/[1+e(2.3-6.1\sin\theta)]$	0.98
	坡度(°)	$\theta$		5
1.5	植被覆盖因子	B		0.073
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1

4) 风力侵蚀一般扰动地表土壤侵蚀模数计算公式如下:

本项目风力作用下施工期(含施工准备期)一般扰动地表土壤流失量测算计算公式如下:

$$m_{fd4}=Q \cdot I \cdot J \cdot A \cdot G_f$$

$$Q=(\mu_m/1.3)^3 \cdot ((ETP-p)/ETP) \cdot x$$

$$ETP=0.19 \cdot (20+tem)^2 \cdot (1-r_m)$$

式中:

$m_{fd4}$ —县域气象站累年值月值气象资料工程堆积体计算单元风蚀量, t;

Q—计算当月单位面积风蚀率, t/km<sup>2</sup>;

I—粗糙干扰因子, 无量纲;

J—地表物质紧实程度系数, 无量纲, 无测试数据时, 取松方系数 1.33;;

$G_f$ —风蚀可蚀性因子, 无量纲, 参考表格, 取 0.39;



$\mu_m$ —计算当月平均风速，m/s；

ETP—计算当月潜在蒸散发，mm；

p—计算当月降水量，mm；

x—计算当月天数，d；

tem—计算当月平均气温，℃；

$r_m$ —计算当月平均空气相对湿度，取小数。

经计算，本项目风力作用下施工期（含施工准备期）一般扰动地表土壤流失量测算计算结果详见表 4.3-5。

表 4.3-5 风力侵蚀一般扰动地表土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	扰动地表区域
1	一般扰动地表	mf4	$mf4=Q*I*J*G_f$	1380.5
1.1	单位面积风蚀率	Q	$Q=(\mu_m/1.3)^3*((ETP-p)/ETP)*x$	1061.9
	粗糙干扰因子	I	$I=e^{-0.045v}$	0.47
	地表物质紧实程度系数	J		1.33
	风蚀可蚀性因子	Gf		0.39
	地表植被覆盖度，%	v		30
	计算当月平均风速	$\mu_m$		2.61
1.2	计算当月潜在蒸散发	ETP	$0.19*(20+tem)^2*(1-r_m)$	107.29
	计算当月降水量	p		65.1
	计算当月天数	x		19
	计算当月平均气温	tem		7.2
	计算当月平均空气相对湿度，取小数	$r_m$		0.86

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），扰动后土壤侵蚀模数采用利用数学模型法确定土壤侵蚀模数综合值，项目各分区建设期间的土壤侵蚀背景模数详见下表：

表 4.3-5 各预测单元土壤侵蚀模数 单位：t/km<sup>2</sup>.a

一级分区	二级分区	三级分区	主要扰动方式	土壤侵蚀模数
路基工程	工程开挖面	上方有来水、地表翻扰型、植被破坏型	路基建设土方开挖及回填以及边坡工程等建设	78530
桥涵工程	一般扰动地表	上方无来水	桥涵工程的桩基建设	68186
交叉工程	工程开挖面	上方有来水、地	交叉工程中互通区域的	77883

		表翻扰型	建设	
施工便道	一般扰动地表	上方无来水、植被破坏型	机械来往碾压、践踏土体	76806
施工营地	一般扰动地表	上方无来水、植被破坏型	机械来往碾压、践踏土体	75728

## 2、自然恢复期侵蚀强度的确定

自然恢复期土壤侵蚀模数取值应按扰动后土壤侵蚀强度依自然恢复年限不同递减比例确定，根据有关调查成果，自然恢复第一年土壤侵蚀模数为扰动期的0.6-0.8，第二年土壤侵蚀模数为扰动期土壤侵蚀模数的0.4-0.6，第三年土壤侵蚀模数为扰动期土壤侵蚀模数的0.3-0.4。本项目各预测区背景值、扰动后及自然恢复期土壤侵蚀模数具体数值见表4.3-6。

表 4.3-6 水土流失预测侵蚀强度取值表

预测区	侵蚀强度 (t/km <sup>2</sup> ·a)						
	背景值	扰动后	自然恢复期				
			第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
路基工程	21550	78530	62824	51044	37694	27485	22538
桥涵工程	21550	68186	54548	44321	32729	25910	22092
交叉工程	21550	77883	62306	50624	37384	27259	22275
施工便道	21550	76806	61444	49924	36867	29186	22043
施工营地	21550	75728	60582	49223	36349	28777	21961

## 4.3.4 预测结果

### 4.3.4.1 预测方法

水土流失预测主要采用实际调查、经验公式等方法，有关预测参数的确定采用该区同类工程类比分析。

水土流失预测的主要内容及方法见表4.3-7。

#### (1) 实际调查法

对于扰动原地貌、损坏土地和植被、损坏水土保持设施的类型和数量的预测，主要通过查阅主体工程可研报告、利用设计图纸及现场调查的方法确定。

对于弃土（渣）量的预测，主要依据主体可行性研究报告资料，分析土石方平衡关系确定。

表 4.3-7 水土流失预测内容及方法

序号	预测内容	技术方法
1	扰动原地貌、破坏地表情况预测	查阅设计技术资料、图纸，并结合实地查勘测量分析
2	工程弃土弃石量预测	查阅设计资料，现场查勘，土石方平衡分析
3	可能造成水土流失总量和新增水土流失量预测	参照相关试验和已有监测成果，采用经验公式法进行预测
4	可能造成水土流失危害预测	现状调查及对水土流失量的预测结果进行综合分析，说明水土流失对工程、土地资源、周边生态环境等方面的影响

## (2) 经验公式法

开挖扰动地表、填土堆放区可能造成新增水土流失量的预测，依据造成加速土壤侵蚀的面积、施工扰动前后土壤侵蚀模数和流失年限，采用经验公式法进行预测。

土壤流失量可按下式计算：

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^3 F_i \times M_{ik} \times T_{ik}$$

新增土壤流失量按下列公式计算：

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^3 F_i \times \Delta M_{ik} \times T_{ik}$$

$$\Delta M_{ik} = \frac{(M_{ik} - M_{i0}) + |M_{ik} - M_{i0}|}{2}$$

式中：

W—扰动地表土壤流失量，t；

$\Delta W$ —扰动地表新增土壤流失量，t；

i—预测单元（1，2，3，……，n）；

k—预测时段，1，2，3，指施工准备期、施工期和自然恢复期；

$F_i$ —第 i 个预测单元的面积， $\text{km}^2$ ；

$M_{ik}$ —扰动后不同预测单元不同时段土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

$\Delta M_{ik}$ —不同单元各时段新增土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

$M_{i0}$ —扰动前不同预测单元土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

$T_{ik}$ —预测时段（扰动时段），a。

#### 4.3.4.2 水土流失量预测

本工程建设过程中可能产生的水土流失总量为 14.28 万 t，新增水土流失量 8.98 万 t。预测水土流失量分区统计见表 4.3-8。

表 4.3-8 水土流失量预测计算表

预测单元	预测时段	土壤侵蚀背景值 t/km <sup>2</sup> ·a	扰动后侵蚀模数 t/km <sup>2</sup> ·a	侵蚀面积 (hm <sup>2</sup> )	侵蚀时间 (a)	背景流失量(t)	预测流失量(t)	新增流失量(t)
路基工程	建设期	21550	78530	50.43	2.0	21735	79205	57470
	自然恢复期第1年	21550	62824	20.68	1.0	4457	12992	8535
	自然恢复期第2年	21550	51044	20.68	1.0	4457	10556	6099
	自然恢复期第3年	21550	37694	20.68	1.0	4457	7795	3339
	自然恢复期第4年	21550	27485	20.68	1.0	4457	5684	1227
	自然恢复期第5年	21550	22538	20.68	1.0	4457	4661	204
	小计					44018	120893	76875
桥涵工程	建设期	21550	68186	2.08	1.5	672	2127	1455
	自然恢复期第1年	21550	54548	0.81	1.0	175	442	267
	自然恢复期第2年	21550	44321	0.81	1.0	175	359	184
	自然恢复期第3年	21550	32729	0.81	1.0	175	265	91
	自然恢复期第4年	21550	25910	0.81	1.0	175	210	35
	自然恢复期第5年	21550	22092	0.81	1.0	175	179	4
	小计					1545	3582	2037
交叉工程	建设期	21550	77883	2.62	1.5	853	3081	2229
	自然恢复期第1年	21550	62306	1.05	1.0	226	654	428
	自然恢复期第2年	21550	50624	1.05	1.0	226	532	305
	自然恢复期第3年	21550	37384	1.05	1.0	226	393	166
	自然恢复期第4年	21550	27259	1.05	1.0	226	286	60
	自然恢复期第5年	21550	22275	1.05	1.0	226	234	8
	小计					1984	5180	3196
施工便道	建设期	21550	76806	2.27	2.0	978	3487	2509
	自然恢复期第1年	21550	61444	1.62	1.0	349	995	646
	自然恢复期第2年	21550	49924	1.62	1.0	349	809	460
	自然恢复期第3年	21550	36867	1.62	1.0	349	597	248
	自然恢复期第4年	21550	29186	1.62	1.0	349	473	124
	自然恢复期第5年	21550	22043	1.62	1.0	349	357	8
	小计					2724	6718	3994
施工营地	建设期	21550	75728	1.85	2.0	797	2802	2005
	自然恢复期第1年	21550	60582	1.85	1.0	399	1121	722
	自然恢复期第2年	21550	49223	1.85	1.0	399	911	512
	自然恢复期第3年	21550	36349	1.85	1.0	399	672	274

	自然恢复期第4年	21550	28777	1.85	1.0	399	532	134
	自然恢复期第5年	21550	21961	1.85	1.0	399	406	8
	小计					2791	6444	3654
合计	建设期			59.25		25036	90702	65666
	自然恢复期第1年			26.01		5605	16204	10599
	自然恢复期第2年			26.01		5605	13166	7561
	自然恢复期第3年			26.01		5605	9722	4117
	自然恢复期第4年			26.01		5605	7185	1580
	自然恢复期第5年			26.01		5605	5837	232
	合计					53062	142817	89755

根据项目各分区施工扰动前后土壤侵蚀量,各预测分区在建设期、自然恢复期水土流失量预测见表 4.3-9,各预测分区水土流失量预测见表 4.3-10。

**表 4.3-9 分时段水土流失量统计表**

时段	水土流失总量 (t)	新增水土流失量 (t)
施工期	90702	65666
自然恢复期 (一)	16204	10599
自然恢复期 (二)	13166	7561
自然恢复期 (三)	9722	4117
自然恢复期 (四)	7185	1580
自然恢复期 (五)	5837	232
合计	142817	89755

**表 4.3-10 分区水土流失量统计表**

预测单元	背景水土流失总量 (t)	扰动后水土流失量 (t)	新增水土流失 (t)
路基工程	44018	120893	76875
桥涵工程	1545	3582	2037
交叉工程	1984	5180	3196
施工便道	2724	6718	3994
施工营地	2791	6444	3654
合计	53062	142817	89755

#### 4.4 水土流失危害分析

项目建设过程中人为活动造成水土流失的原因主要是开挖、回填、占压等活动以及临时堆土产生水土流失。工程建设期间可能造成水土流失危害主要表现在以下方面:

##### 1.对公路主体安全的危害

通过野外工程地质调绘,本项目区是典型的以黄土丘陵沟壑等地貌为主的黄土高原地区,林草覆盖率较低,地表裸露较为明显,生态条件较差,涵储和截留

雨水的功能较差，生态环境条件较脆弱，易发生区域的暴雨洪水灾害和严重的水土流失。同时由于黄土的水理性质差，遇水崩解，抗冲蚀性弱，在重力和水的作用下易引发路基病害。

## 2.对项目区生态环境可能造成的危害

公路施工建设过程中，项目建设区内的原地貌将会被严重扰动，地表土层和植被也遭到破坏，大大降低了地表土壤的抗蚀能力。路线经过居民点、农林用地、交通河流等多种区域，建设过程中如不注意水土流失的临时防护，在雨季会造成周边径流泥沙量的增加，在旱季会产生大量扬尘，给周边群众的生产、生活造成不便，影响沿线植被的生长，导致生态环境恶化。

## 3.引起土地退化，降低生态环境质量

工程建设过程中，由于机械碾压、土石压占和地表植被剥离，改变了原土体结构，地表裸露，抗蚀能力降低，一些含有丰富有机质的表层土易被侵蚀，降低土壤肥力，造成原地表的水土保持设施的损害，造成水土保持功能下降，加剧水土流失。生态环境质量和水土保持功能大大减弱。

## 4.增加公路的维护压力

工程建设沿线路基边坡发生水蚀，对路堤和路堑造成了一定的冲蚀；风力吹蚀路基，并可在局部部位形成少量积沙；公路路基发生的水蚀以及积沙，会增加公路的维护负担。

# 4.5 指导性意见

## 4.5.1 预测结论

(1) 工程建设期共扰动地表、损毁植被面积 $59.25\text{hm}^2$ ，自然恢复期预测面积 $26.01\text{hm}^2$ 。

(2) 本项目土石方挖填总量为 $479.82\text{万m}^3$ ，共开挖方量 $239.91\text{万m}^3$ （其中一般土石方 $226.15\text{万m}^3$ ，表土剥离 $13.40\text{万m}^3$ ，钻渣 $0.36\text{万m}^3$ ）；共回填方量 $239.91\text{万m}^3$ （其中一般土石方 $226.51\text{万m}^3$ ，表土回填 $13.40\text{万m}^3$ ）；无借方；无余（弃）方，项目区土石方挖填基本平衡。

(3) 本工程建设过程中可能产生的水土流失总量为 $14.28\text{万t}$ ，新增水土流失

量8.98万t。

(4) 根据预测结果，建设期是工程建设可能产生水土流失重点时段，水土流失的重点区域为路基工程。

(5) 水土流失危害：①对公路主体安全的危害；②对项目区生态环境可能造成的危害；③引起土地退化，降低生态环境质量；④增加公路的维护压力。

#### 4.5.2 指导性意见

图 4-1 各预测分区

图 4-2 各预测时段

##### (1) 水土流失重点时段和部位

由图 4-1 可知，路基工程水土流失总量最大，为本工程的水土流失重点区域。

由图 4-2 可知，本工程在建设期产生水土流失量最大，故建设期为本工程水土流失重点时段。

##### (2) 水土流失防治措施

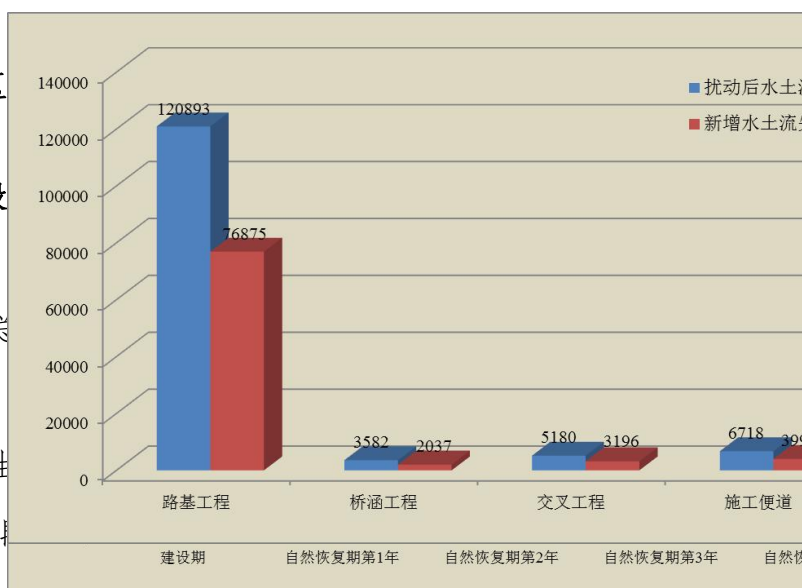
从水土流失预测结果可以看出，本工程产生水土流失的重点区域为路基工程，项目施工期水土流失量较大，防治措施布设应在施工期加强工程措施和临时措施，及时有效的防止由于工程建设活动产生流失，在施工完毕后对临时占地及时进行植被恢复，减少植被恢复期流失量。

##### (3) 施工进度安排

根据预测结果，工程施工期水土流失量较大，主要原因是施工期地表扰动面积大、扰动活动剧烈，应加强施工期进度管理，紧凑安排施工，施工期避开大雨天气，减少地表裸露面和时间。

##### (4) 水土保持监测

根据预测结果分析，本项目监测的重点时段为施工期，监测的重点部位为路基工程，水土流失类型监测主要为水力侵蚀和风力侵蚀，监测时应针对不同区域、不同时期采取简单易行的监测方法。







## 5 水土保持措施

### 5.1 防治区划分

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中“4.4.2章节”规定，水土流失防治分区应符合下列规定：

1、应根据实地调查（勘测）结果，在确定的防治责任范围内，依据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等进行分区。

2、分区的原则应符合下列规定：

1) 各区之间应具有显著差异性；

2) 同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似；

3) 根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级；

4) 一级区应具有控制性、整体性、全局性，线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区，二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区；

5) 各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433 - 2018）的规定，考虑水土流失防治分区原则、主体工程布局、施工工艺特点、单元工程功能、水土流失特点和防治措施布局等因素，将项目区分为5个防治分区，分别为路基工程防治区、桥涵工程防治区、交叉工程防治区、施工便道防治区和施工营地防治区。

本工程水土流失防治分区情况见表5.1-1。

**表 5.1-1 水土流失防治分区划分表**

序号	防治分区	面积 (hm <sup>2</sup> )	范围
1	路基工程防治区	50.43	工程路基路面、挖填边坡、路基填沟工程、截排水和绿化等区域
2	桥涵工程防治区	2.08	桥梁 11 座和 14 道涵洞区域
3	交叉工程防治区	2.62	路线交叉 7 处，包括平面立交和立体交叉等区域
4	施工便道防治区	2.27	工程建设期间的临时便道区域
5	施工营地防治区	1.85	工程建设布置的预制场、拌合站和办公生活区等
合计		59.25	

## 5.2 措施总体布局

### 5.2.1 防治措施布设原则

(1) 根据工程所处地区、项目实际和具体特点，因地制宜、预防为主、保护优先、全面布局，工程措施、植物措施、临时措施合理配置，统筹兼顾，形成综合防护体系；

(2) 项目区内的排水集雨系统全面、系统，结合雨洪利用的要求设计排水系统，以蓄渗和收集为主，保证雨水得到充分利用，尽量减少项目区维护费用。

(3) 绿化工程要注意同类项目的成功经验，保证美观的前提下尽量选用水保树种。

(4) 施工期防治目标以保土、抑尘为重点，兼顾雨水、废水的排放与利用，以定性指标作为监督检查的依据。施工期控制指标为：临时苫盖率、临时绿化时限、施工期的单位面积雨水滞蓄量等。

(5) 验收期（对应于设计水平年）目标以强调项目区的蓄水、保土、抑尘降霾等功能为重点，以定量指标作为水土保持功能监督检查的依据。

(6) 工程措施要尽量选用当地材料，做到技术上可靠、经济上合理。注重借鉴同类项目水土保持的成功经验，尽量做到高科技、低投入、高效益，有效地防治项目建设过程中新增和原有的水土流失。

### 5.2.2 树草种选择

本项目主体设计对公路的绿化采用乔灌花草相结合景观绿化，绿化品种选择以乡土树种和草种为主，兼顾美化要求。结合主体工程设计内容，本项目的树草种详见主体设计植物配置表。

### 5.2.3 防治措施体系

本项目水土保持措施总体布局思路是：以防治水土流失、恢复植被、改善项目水土保持责任范围内生态环境、保证主体工程正常安全运行为最终目的；以对周边环境和安全不造成负面影响为出发点；根据主体工程设计的水土保持分析评价与水土流失预测成果，工程施工期以主体工程区为重点，同时配合主体工程设

计中已有的水土保持设施，综合规划、并布设水土流失防治措施体系。做到“点、线、面”结合，形成完整的防护体系。

在主体工程中具有水保功能工程的基础上，根据各防治分区地形、地质、水土流失特点等，采用相应措施，做好水土流失防治工作。措施配置中，工程措施控制大面积、高强度水土流失，并为植物措施的实施创造条件；植物措施与工程措施配套，提高水保效果，减少工程投资，改善生态环境。本方案在主体工程设计的水土保持分析评价与水土流失预测等成果基础上，对各防治分区措施布局分述如下：

### （1）路基工程防治区

①区内表土剥离，并对临时堆放在该区内的表土提出临时排水、沉沙、苫盖、绿化措施，后期表土回覆并采取土地整治措施，确保表层土的利用；②路堤（堑）高度  $H \leq 3.0\text{m}$  时，边坡采用草灌混植防护；路堤（堑）高度  $H > 3.0\text{m}$  时，边坡采用骨架护坡；③修筑路基边沟、排水沟和填沟工程周边排水沟、沉沙池，路基边坡截水沟和急流槽等构建完善的排水系统；④在路基两侧修建永临结合的排水沟，临时排水沉沙设施；⑤对高填方路基段填土坡脚进行临时拦挡；⑥在施工期间进行洒水降尘；⑦施工完毕后对填沟工程表面实施复耕，坡面实施灌草绿化。

### （2）桥涵工程防治区

①区内表土剥离，并对临时堆放在该区内的表土提出临时排水、沉沙、苫盖措施，后期表土回覆并采取土地整治措施，确保表层土的利用；②对桥梁钻孔灌注桩施工产生的泥浆，设置泥浆沉淀池，收集灌注桩钻渣，钻渣沉淀后运往路基填沟；③对桥梁基坑开挖的土方，用袋装土临时拦挡；④施工结束后，对桥下施工迹地植草绿化。

### （3）交叉工程防治区

①区内表土剥离，并对临时堆放在该区内的表土提出临时排水、沉沙、拦挡和苫盖措施，后期表土回覆并采取土地整治措施，确保表层土的利用；②在该内布设完善的排水系统，确保排水流畅；③对裸露边坡设置灌草护坡和骨架护坡；

④在立交工程区内空地布置进行永久绿化；⑤在高填方路基段填土坡脚进行临时拦挡。

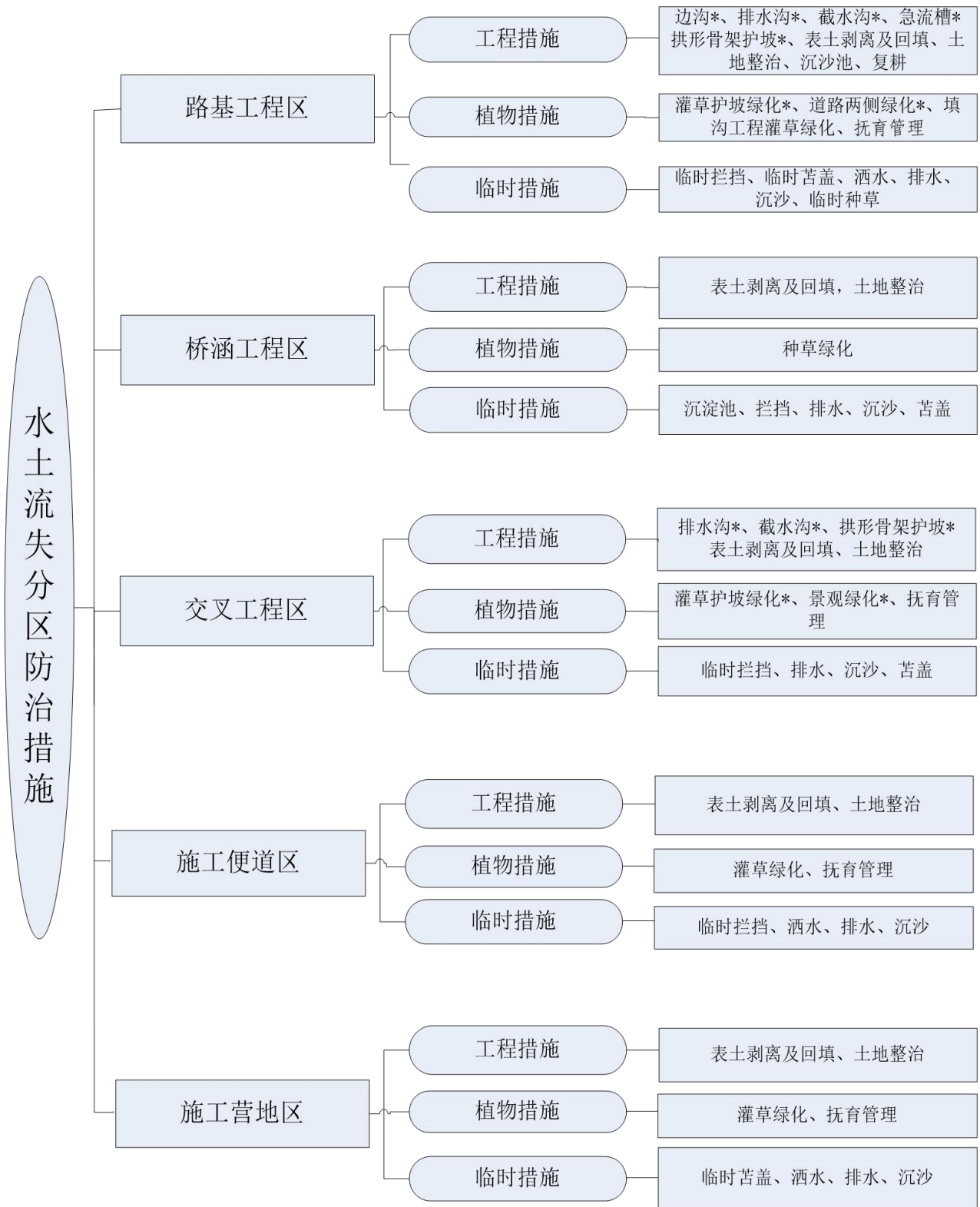
#### (4) 施工便道区

①区内表土剥离、后期表土回覆，确保表层土的利用；②在施工过程中对该道路一侧或两侧布设土质排水沟，在排水沟出水口位置布设土质沉沙池；③待工程结束后，对施工便道进行土地整治与覆土回填，并恢复原土地利用类型。

#### (5) 施工营地区

①区内表土剥离、后期表土回覆，确保表层土的利用；②在施工过程中对该防治区周边布设土质排水沟，在排水沟出水口位置布设土质沉沙池；③在施工材料堆放过程中采用苫盖、拦挡和洒水等措施；④施工结束后拆除临建设施，采取土地整治措施；并恢复原土地利用类型。

本项目水土流失防治措施体系框图见图 5.2-1。



注：带“\*”表示主体工程已列措施。

图 5.2-1 水土流失防治措施体系框图

## 5.3 分区措施布设

### 5.3.1 路基工程区

本区包括公路主体线路工程的路基、边坡等，本区水土流失防治重点为路基两侧排水、边坡防护、道路绿化和施工期的临时防护措施。

#### 一、工程措施

##### 1、排水工程（主体已列）

为保证路基稳定，减少冲刷和防止水毁，结合沿线地形特征，采取因地制宜，分段自成体系的原则进行设计。充分利用自然地形条件，将流向路基及路基范围内的水流，采用边沟、截水沟、排水沟、急流槽和涵管等排入天然河沟。根据排水功能，本次设计采用边沟、排水沟、截水沟收集路基范围内或流向路基范围的地面水，通过急流槽和涵管等将路基水集中排入天然河沟。

①边沟：边沟主要收集路基范围的地面水。考虑陕北地区水土流失比较严重，防止淤塞采用矩形加盖板边沟，便于运营期间养护，为保证施工质量，采用 C25 现浇水泥混凝土，尺寸采用 60cm×60cm 矩形断面，靠路基一侧壁厚为 30cm，底部厚度为 15cm，剩余一侧壁厚为 25cm。边沟（I 型）适用于全线，边沟型式不宜频繁变化、衔接过渡困难，同时，也利于路容美观。

边沟排水纵坡一般路段与路线同坡，对于排水困难路段采用加深边沟方法以保证排水纵坡（不小于 1.0%）。经统计，主体设计的边沟（I 型）长度共计 8152.7m。

②排水沟：排水沟主要收集边沟，截水沟和急流槽的水排入涵洞或自然沟道中，根据地形条件采用矩形断面，断面形式采用 60cm×60cm 矩形断面，材料采用 C25 现浇水泥混凝土，壁厚 0.15m，排水沟（II 型）多用于坡脚，排离路基边坡流水。经统计，主体设计的排水沟（II 型）长度共计 1017.5m。

③截水沟：截水沟拦截挖方土质边坡上侧的坡面水，对于多级边坡，在边坡平台上设置 U 型 40×40cm 平台截水沟（III 型），单级边坡设置于边坡坡顶 5m 以外的坡面上，石质路段平台截水沟采用 40cm×40cm 矩形断面，材料采用 C25 现浇现浇混凝土。经统计，主体工程设计截水沟（III 型）长度共计 8715.8m。

④急流槽：设置于平台截水沟与挖方边沟顺接处以及挖方边沟与天然河沟相接处。急流槽每隔 2m 设一防滑台，用于陡坡路段连接边沟或截水沟，采用 C25 混凝土浇筑。经统计，主体设计的急流槽长度共计 2176.5m。

本项目边沟、排水沟、截水沟、急流槽结构尺寸详见主体工程设计图。

本方案按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）以及《防洪标准》（GB50201-2014）要求，对项目区截排水工程采用 100 年一遇设计暴雨值进行校核。根据项目区降雨资料，按谢才公式进行计算。本方案对各集水区取最大汇水面积进行计算。

$$Q_m = 0.278KIF$$

式中： $Q_m$  - 坡面最大径流量（洪峰流量  $m^3/s$ ）；

0.278 - 单位换算系数；

$K$  - 径流系数，根据《榆林地区实用水文手册》，本项目取 0.45；

$I$  - 100 年一遇 1h 最大降雨强度，根据陕西省暴雨图集，取 63.1mm/h；

$F$  - 集水面积（ $km^2$ ）。

表 5.3-1 集水区域洪峰流量计算

名称	换算系数	径流系数 K	雨力 I (mm/h)	汇水面积 F ( $km^2$ )	洪峰流量 Q ( $m^3/s$ )
边沟	0.278	0.45	63.1	0.05	0.352
排水沟	0.278	0.45	63.1	0.07	0.496
截水沟	0.278	0.45	63.1	0.03	0.213
急流槽	0.278	0.45	63.1	0.04	0.281

按明渠均匀流公式谢才公式进行复核计算，计算得水深后增加安全超高 0.1~0.2m。

$$Q = CA\sqrt{Ri}$$

式中：A—排水沟过水断面面积， $A_{\text{设}} = \frac{Q_{\text{设}}}{C\sqrt{Ri}}$

Q—设计坡面最大径流量（过流能力） $m^3/s$ ；

C—谢才系数；

$i$ —排水沟比降，根据地形条件而定；

$R$ —水力半径：按式  $R=A/x$  进行计算；

$X$ —排水沟断面湿周；

$C$  值的计算：按式  $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$  进行计算；

$n$ —糙率，混凝土结构取 0.017；

根据以上公式及计算过程，本区域截排水沟、急流槽等过水能力复核结果见表 5.3-2。

表 5.3-2 排水沟断面及水力计算成果表

名称	断面尺寸 (m)		水力计算								
	底宽 $b$	高 $h$	水深 $h_l$	比降 $i$	边坡系数 $m$	湿周 $X$	过水断面 $\omega$	水力半径 $R$	粗糙率 $n$	谢才系数 $C$	过水能力 $Q$
边沟	0.6	0.6	0.4	0.01	0	1.05	0.26	0.21	0.017	26.25	0.435
排水沟	0.6	0.6	0.4	0.02	0	1.26	0.32	0.23	0.017	35.17	0.557
截水沟	0.4	0.4	0.3	0.03	0	0.94	0.20	0.18	0.017	28.72	0.396
急流槽	0.5	0.4	0.3	0.05	0	1.05	0.26	0.21	0.017	32.16	0.427

本方案根据路线总平面布置情况，按照主体道路建设的坡度和坡面建设的坡度，选取相应的典型位置，复核过水流量时的均为道路排水工程最小过流能力，其中边沟的过水能力为  $0.435\text{m}^3/\text{s} >$  洪峰流量  $0.352\text{m}^3/\text{s}$ ；排水沟的过水能力为  $0.557\text{m}^3/\text{s} >$  洪峰流量  $0.496\text{m}^3/\text{s}$ （根据主体设计的道路建设的最小坡度，本项目的边沟及排水沟与主体保持一致取 0.02，复核边沟及排水沟最不利比降和汇水面积情况下的过流能力，均能满足工程 100 年一遇的降雨量需求）；截水沟的过水能力为  $0.396\text{m}^3/\text{s} >$  洪峰流量  $0.213\text{m}^3/\text{s}$ ；急流槽的过水能力为  $0.427\text{m}^3/\text{s} >$  洪峰流量  $0.281\text{m}^3/\text{s}$ 。

综上分析计算，本项目主体设计的主体线路工程道路路基边沟、截水沟、排水沟和急流槽最小过流能力均可以满足要求。

## 2、填沟工程排水沟

主体设计对项目区路基跨沟填方区域周边布设排水沟，可有效收集填方区域地表面和周边山体的雨水，保障路基工程安全的同时将汇水排至沟道下游。主体



设计填沟工程布设排水沟为 C25 现浇混凝土结构，分为两种结构形式，断面均为梯形，尺寸分别为底宽 60cm，深 60cm，底宽 100cm，深 100cm，侧墙和底板厚均为 15cm，坡比均为 1:1.0。经统计，主体设计在 3 处路基跨沟填方区域共设计排水沟 5094.0m，C25 现浇混凝土 3115.0m<sup>3</sup>。

本方案对 3 处路基跨沟填方区域的排水沟过水流量进行复核计算，进行水文计算校核排水沟的过水流量，根据项目区降雨资料，按谢才公式进行计算。本方案对各集水区取最大汇水面积进行计算。

$$Q_m = 0.278KIF$$

式中：Q<sub>m</sub> - 坡面最大径流量（洪峰流量 m<sup>3</sup>/s）；

0.278 - 单位换算系数；

K - 径流系数，根据《榆林地区实用水文手册》，本项目取 0.45；

I - 100 年一遇 1h 最大降雨强度，根据陕西省暴雨图集，取 63.1mm/h；

F - 汇水上游的集水面积（km<sup>2</sup>）。

表 5.3-3 集水区域洪峰流量计算

项目区域	换算系数	径流系数 K	雨力 I (mm/h)	汇水面积 F (km <sup>2</sup> )	洪峰流量 Q (m <sup>3</sup> /s)
填沟 1	0.278	0.45	63.1	0.15	1.184
填沟 2	0.278	0.45	63.1	0.10	0.798
填沟 3	0.278	0.45	63.1	0.08	0.632

按明渠均匀流公式谢才公式进行复核计算，计算得水深后增加安全超高 0.2~0.5m。

$$Q = CA\sqrt{Ri}$$

$$A_{\text{设}} = \frac{Q_{\text{设}}}{C\sqrt{Ri}}$$

式中：A—排水沟过水断面面积，

Q—设计坡面最大径流量（过流能力）m<sup>3</sup>/s；

C—谢才系数；

i—排水沟比降，根据地形条件而定；

R—水力半径：按式  $R=A/x$  进行计算；

X—排水沟断面湿周；

C 值的计算：按式  $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$  进行计算；

n—糙率，混凝土结构取 0.017；

根据以上公式及计算过程，本区域排水沟过水能力复核结果见表 5.3-4。

表 5.3-4 排水沟断面及水力计算成果表

名称	断面尺寸 (m)		水力计算								
	底宽 b	高 h	水深 h <sub>1</sub>	比降 i	边坡系数 m	湿周 X	过水断面 A	水力半径 R	粗糙率 n	谢才系数 C	过水能力 Q
0.6m 排水沟	0.6	0.6	0.40	0.03	1.0	1.36	1.24	0.32	0.017	37.56	1.035
1.0m 排水沟	1.0	1.0	0.70	0.03	1.0	2.05	0.75	0.62	0.017	51.73	2.516

经复核，主体设计对填沟 2 和填沟 3 布置的 0.6m 排水沟过水能力为 1.035m<sup>3</sup>/s > 洪峰流量 0.798m<sup>3</sup>/s，填沟 1 的 1.0m 排水沟过水能力为 2.516m<sup>3</sup>/s > 洪峰流量 1.184m<sup>3</sup>/s，综上所述，主体设计的 0.6m×0.6m 排水沟和 1.0m×1.0m 排水沟的过流能力均可以满足填沟工程区域的排洪要求。

### 3、沉沙池/消力池（方案新增）

主体工程对路基跨沟填方工程区域设计的排水沟较为完善，但缺少排水沟末端的沉沙和消能设施，本方案设计在 3 处填沟工程的排水沟末端沉沙池，可兼有消力作用，采用 C25 混凝土结构，为矩形断面，其尺寸为：长（a）×宽（b）×高（h）= 3.0m×2.0m×1.0m，侧壁和底板厚度均为 30cm。

方案设计在路基跨沟填方工程的排水沟末端共布设沉沙池 3 座，排水沟末端的沉沙池/消力池措施符合水土保持要求，场地内排水沟和沉沙池应定期维护，遇降雨后及时清淤、修整，同时做好巡视并维护，必要时标示安全警示标志等。

### 4、拱形骨架护坡（主体已列）

根据主体设计，主体线路工程路堤（塄）高度 H>3.0m 时，采用 C25 预制混凝土拱型骨架防护，骨架内培土植草，骨架厚度 30cm，基础高 1.0cm，拱圈高 4.0m，在拱圈及肋柱上采用 C25 预制混凝土镶边，以拦截水流，使路面雨水及坡面雨水在边坡上集中排除，并通过护坡道导流槽直接流入路基排水沟。经统计主体设计路基工程区的拱形骨架护坡面积为 50583.4m<sup>2</sup>。

### 5、表土剥离及回填（方案新增）

本方案设计对于路基工程区内有肥力的原始表土层，在工程施工前预先对线路可剥离表土区域进行剥离，剥离厚度为 30cm，剥离面积 38.13hm<sup>2</sup>，表土剥离应采用推土机进行作业，施工时应避开大风天气，剥离的表土集中堆放在路基和边坡之间的空地区域内，做好临时防护措施，用于施工结束后绿化覆土。施工结束后，对路基范围内规划绿化区域进行表土回填，回填表土总量 11.44 万 m<sup>3</sup>。

### 6、土地整治（方案新增）

主体施工结束后对路基工程区的绿化恢复区域和 3 处路基跨沟填方工程区域采用机械与人工结合方式进行土地整治。工作内容包括：清除工程占地范围内的砾石、杂物，将凹地回填平整，利用拖拉机翻松土地，地面平整后增施有机肥、复合肥或者其他肥料，本区域设计土地整治面积 30.75hm<sup>2</sup>。

### 7、复耕（方案新增）

本项目的路基跨沟填方工程填土结束后，表面将形成与道路齐平的平台，本方案结合主体设计内容将填沟工程使用完毕后对平台表面实施复耕，经统计，3 处路基跨沟填方工程区域共计复耕面积为 10.07hm<sup>2</sup>。

## 二、植物措施

### 1、道路景观绿化（主体已列）

主体工程设计在路基布设了较为完善的植物防护措施，包括拱内植草护坡、路基边坡草灌绿化、道路两侧植树乔灌草绿化。

①主体工程设计对路堤（堑）高度  $H > 3.0\text{m}$  时，边坡采用拱形骨架护坡；拱形骨架采用 C25 混凝土砌筑，骨架内培土植草，草种主要选用高羊茅和小冠花等，经统计，骨架护坡植草面积 50583m<sup>2</sup>。

②主体设计对该区路堤（堑）高度  $\leq 3.0\text{m}$  时，采用植草护坡，采用灌草结合的方式，护坡绿化面积 31175m<sup>2</sup>，灌木主要选用紫穗槐、柠条等，草种主要选用紫花苜蓿和早熟禾等。

③路基工程两侧实施乔灌草综合绿化，栽植新疆杨、油松、刺槐和侧柏等乔木，紫穗槐、柠条和沙棘等灌木，撒播小冠花、紫花苜蓿等草籽，在道路两侧单

排栽植乔灌木，可形成路基绿化防护带，经统计，道路两侧乔灌草综合景观绿化面积为 10.86hm<sup>2</sup>。

### 2、填沟工程坡面植被恢复（方案新增）

本项目的 3 处路基跨沟填方工程位于荒沟中，本方案设计对主体设计的填方工程下游坡面处进行绿化恢复，根据当地自然环境，本方案结合主体设计对填土的边坡区域其实施灌草绿化，绿化主要为紫穗槐与柠条混播，选择用草籽播种，种子最低纯度≥95%，发芽率≥90%。经统计，方案设计的草籽撒播量为 30kg/hm<sup>2</sup>，草籽选用紫穗槐与柠条混播，填沟工程坡面绿化面积 1.64hm<sup>2</sup>，需撒播草籽量 49.2kg。

### 3、栽植养护（方案新增）

#### ①整地方式与时间

根据项目区气候、土壤条件和绿化栽植要求，整地时间在夏、秋、冬季，绿化在每年春秋两季；灌木采用栽植穴，坑径×坑深为 40cm×40cm；种草为全面整地。

#### ②栽植方法

灌木：采用穴植方法，栽植穴规格均为 40cm×40cm，每坑栽植 1 株苗木。在栽植时应注意其栽植的技术要点，即“三填、两踩、一提苗”，栽植深度一般以超过原根系 5~10cm 为准。

草种：采用撒播方法，将草籽均匀撒在整好的地上，然后用耙或耢等方法覆土埋压，覆土厚度一般为 0.5~1.0cm。草籽撒播一般在雨季或墒情较好时。

根据项目区气候、土壤条件和绿化栽植要求，整地时间在夏、秋、冬季，绿化在每年春秋两季；植苗后当年或第二年，根据苗木成活情况，进行补植。对成活率低于 85%的或是有成块死亡的，都需要补植。补植苗采用同树种，同规格的优质苗。成活率不合格的草地，或个别地段有成块死亡的应及时补播。

苗木栽植后定期进行松土、除草、平茬等。松土与扶苗、除蔓等结合进行，对影响幼树生长的高密杂草，要及时割除，每年 1 至 3 次。松土除草应做到里浅外深，不伤苗木根系，深度一般为 5~10cm。灌木应在栽植后第 3 年进行平茬复壮，以后每隔 3 年进行一次，平茬应采取等高带状方式，留茬高度略高于地面。

对幼苗定期进行除蘖、修枝、除虫等抚育管理，对养护条件较好还应定期进行修剪、浇水、施肥等。植树后及时灌水 2~3 次，每次每穴浇水量 50L 左右，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌，每次浇灌用水量为 100~140L 左右。

### 三、临时措施

#### 1、密目网苫盖（方案新增）

本方案设计在路基工程的开挖裸露面和临时中转土方和表土堆放期间，为防止大风天气造成沿线的尘土飞扬和暴雨期间造成的泥土冲刷，设计对临时堆放的土方采用密目网苫盖措施。经统计，项目路基工程区共需铺盖密目网 26755m<sup>2</sup>。

#### 2、临时排水沟（方案新增）

由于路基工程主体在路基填筑过程中土壤边坡松散，抗蚀性差，降雨时易产生水土流失。为此，本方案设计在路基两侧开挖临时排水沟，临时边沟的开挖应和永久性路基排水边沟相结合修建。本方案通过水文水利计算土质排水沟断面尺寸，过水流量及设计标准能够满足排水要求；具体过程如下：

##### 1) 设计标准

根据《防洪标准》，临时排水沟设计标准采用 10 年一遇。

##### 2) 排水渠设计流量计算

洪峰流量根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），计算公式采用：

$$Q=0.278kiF$$

式中：Q—洪峰流量，m<sup>3</sup>/s；

k—径流系数；

i—10 年一遇最大 1h 降雨强度；

F—集水面积，km<sup>2</sup>。

本项目主体路基工程区占地主要为周边的灌木林地和其他草地，径流系数参照《水利水电工程水土保持技术规范》和《榆林地区实用水文手册》，加权平均

后取 0.40，临时土质排水沟设计流量计算见下表：

**表 5.3-5 排水沟设计流量计算成果表**

名称	计算参数	径流系数 K	设计雨强 i (mm)	汇水面积 F (km <sup>2</sup> )	设计流量 Q (m <sup>3</sup> /s)
临时排水沟		0.40	36.2	0.05	0.201

### 3) 排水沟断面设计

临时排水沟断面设计按明渠均匀流公式进行渠道纵横断面设计。其计算公式为：

$$A = Q/v, \quad v = C\sqrt{Ri}, \quad R = \frac{A}{\chi}, \quad C = \frac{1}{n}R^{1/6}$$

式中：Q—渠道的设计流量，m<sup>3</sup>/s；A—渠道过水断面面积，m<sup>2</sup>；

R—水力半径，m；

C—谢才系数；

i—水力坡降；

n—渠道糙率。

临时排水沟的纵坡根据具体布置的地形坡度取值。渠道糙率系数 n 根据渠道衬砌结构类别取值。为了保持渠床稳定，渠道通过设计流量时的平均流速（设计流速）应满足： $V_{不淤} < V_{设计} < V_{不冲}$ ，渠道的允许不冲流速 < 4.0m/s，一般渠道的不淤流速不小于 0.3m/s。

渠道超高的选定根据《灌溉与排水工程设计规范》（CB50288-99）中 6.12 条规定，4、5 级渠道岸顶超高应用如下公式确定：

$$\Delta h = h/4 + 0.2$$

式中： $\Delta h$ —渠道超高（m）；

h—渠道通过最大流量时的水深（m）。

临时排水沟结构型式根据同类工程经验，参考当地常见临时排水沟类型，选择土质结构。临时排水沟纵、横断面的计算成果见下表：

**表 5.3-6 临时排水沟水力要素表**

名称	底宽 B (m)	过水深 h (m)	纵坡 i	糙率 n	流速 v (m/s)	流量 Q (m <sup>3</sup> /s)	超高 $\Delta h$ (m)	渠深 H (m)
临时排水沟	0.30	0.24	0.01	0.025	0.239	0.235	0.16	0.40

### 4) 选定断面

根据计算结果，临时土质排水沟的过水能力为  $0.235\text{m}^3/\text{s} >$  洪峰流量  $0.201\text{m}^3/\text{s}$ ，过流能力均可以满足要求。临时排水沟采用土质梯形断面，深  $0.40\text{m}$ ，底宽  $0.30\text{m}$ ，边坡  $1: 0.5$ ，人工开挖排水沟成型后，对开挖断面进行夯实。排水沟出口应引至地势较缓的自然沟道或者施工道路的排水沟，本防治区布设临时排水沟  $5103\text{m}$ 。

### 3、土质沉沙池（方案新增）

方案设计在各段临时排水沟出口处接临时简易沉沙池，沉沙池计算参照《水利水电工程沉沙池设计规范》（SL269-2001），参照已有沉沙池经验，设计采用准静止泥沙沉降法。结合项目区黄土的土质条件，假定：泥沙下沉速率取定  $\omega = 24.4\text{mm}/\text{s}$ ，洪峰流量取 10 年一遇标准计算，采用箱式沉沙池，沉沙池长宽比取值范围为  $1.2 \sim 3$ ，依据沉沙池池口面积试算。进入沉沙池总泥沙量按以下公式计算：

$$W_s = \lambda \times M_s \times F / \gamma_c$$

式中： $W_s$ ——进入沉沙池总泥沙量， $\text{m}^3$ ；

$\lambda$ ——输移比，取为  $0.45$ ， $1/a$ ；

$M_s$ ——场地平均土壤侵蚀模数（ $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）；

$F$ ——汇水面积， $\text{km}^2$ ；

$\gamma_c$ ——泥沙容重， $\text{t}/\text{m}^3$ ，取值  $1.65\text{t}/\text{m}^3$ 。

沉沙池设计面积按以下公式试算：

$$S = k \times Q / \omega$$

式中： $S$ ——沉沙池池口面积， $\text{m}^2$ ；

初定  $S = L \times B$ ， $L = (1.2 \sim 3) B$ （ $L$  为池长  $2.0\text{m}$ ， $B$  为池宽  $1.0\text{m}$ ）

$k$ ——为影响因子，取为  $1.0$ ；

$Q$ ——洪峰流量， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$\omega$ ——泥沙沉速， $\text{m}/\text{s}$ 。

沉沙池容积按下式计算：

$$V=\varphi\times W_s/n$$

式中：V——沉沙池容积， $m^3$ ；

$\varphi$ ——沉沙池效率，取为 75%；

$W_s$ ——进入沉沙池总泥沙量， $m^3$ ；

n——沉沙池清除次数。

则泥沙淤积深  $H_s=V/s$

泥沙有效沉降设计净水深  $H_p$ 按以下公式计算：

$$H_p=L\times\omega/(k\times v)$$

式中  $v\leq 0.15m/s$ ，计算中取  $0.15m/s$ ，其余符号含义同上；

沉沙池深： $H=H_s+H_p+H_0$

其中： $H_s$  为泥沙淤积深度， $H_p$ 为泥沙有效沉降设计净水深， $H_0$  为设计超高，取为  $0.30m$ 。采用  $L=(1.2\sim 3)B$ ，取 2 倍，设计沉沙池断面并验算其个数。

经计算，沉沙池采用土质结构，横断面为倒梯形：底面尺寸为  $1.5m\times 1.0m$  的矩形，池深  $1.5m$ ，边坡 1: 1.0；沉沙池顶高程与上下游排水沟顶高程一致。人工开挖沉沙池成型后，对开挖断面进行夯实，夯实土体厚度为  $10cm$ ，本防治区布设临时土质沉沙池 9 座。

临时排水沟和沉沙池应定期维护，遇降雨后及时清淤、修整，施工结束后，对临时排水及沉沙设施进行回填平整。同时做好巡视并维护，必要时标示安全警示标志等。

#### 4、编织袋拦挡（方案新增）

本方案设计在路基工程区临时堆置中转的土方坡脚设置采取编织土袋拦挡措施，编织袋错位堆砌，根据编织袋尺寸，本方案编织袋挡墙设为梯形断面，高  $1.0m$ ，顶宽  $0.5m$ ，两侧坡比 1: 0.5。根据临时堆土布设情况统计，本防治区共布设编织袋挡墙  $2208m$ 。

#### 5、洒水车洒水（方案新增）

考虑到本项目施工过程中有较大的尘土，本方案设计对路基工程建设期间实



施洒水降尘措施，经估算共需洒水车 205 台时。

#### 6、临时种草（方案新增）

本防治区工期较长，路基工程区内堆放 5.71 万 m<sup>3</sup> 表土，堆土边坡控制在 1:1.5 左右，堆高不超过 3.0m，本方案设计对其表层临时绿化。在该区内临时堆放的表土表面撒播早熟禾草籽，播种密度 30kg/hm<sup>2</sup>，撒播面积 4.55hm<sup>2</sup>，共需撒播早熟禾草籽 136.5kg。

路基工程区水土保持措施工程量统计见表 5.3-7。

**表 5.3-7 路基工程防治区措施工程量统计表**

序号	防治措施	单位	数量	备注
一	工程措施			
1	排水工程	m	20062.5	主体已列
1.1	边沟	m	8152.7	
1.2	排水沟	m	1017.5	
1.3	截水沟	m	8715.8	
1.4	急流槽	m	2176.5	
2	填沟工程排水沟	m	5094.0	主体已列
3	沉沙池/消力池	座	3	方案新增
4	拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	50583.4	主体已列
5	表土剥离	hm <sup>2</sup>	38.13	方案新增
6	表土回填	万 m <sup>3</sup>	11.44	方案新增
7	土地整治	hm <sup>2</sup>	30.75	方案新增
8	复耕	hm <sup>2</sup>	10.07	方案新增
二	植物措施			
1	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	5.06	主体已列
2	植草护坡	hm <sup>2</sup>	3.12	主体已列
3	道路两侧景观绿化	hm <sup>2</sup>	10.86	主体已列
4	填沟工程坡面绿化	hm <sup>2</sup>	1.64	方案新增
5	抚育管理	hm <sup>2</sup>	20.68	方案新增
三	临时措施			
1	临时排水沟	m	5103	方案新增
2	土质沉沙池	座	9	方案新增
3	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	26755	方案新增
4	编织袋拦挡	m	2208	方案新增
5	洒水车洒水	台时	205	方案新增
6	临时种草	hm <sup>2</sup>	4.55	方案新增
	早熟禾草籽	kg	136.5	

### 5.3.2 桥涵工程区

本区防治重点为桥梁钻孔灌注桩施工产生的泥浆以及基础开挖产生的松散土石方。方案增加了施工过程中的临时拦挡、排水和沉沙等措施，施工期在桥梁钻孔作业区结合排水沟布设泥浆沉淀池等措施。施工结束后，桥下施工迹地采取撒播植草方式绿化。

#### 一、工程措施

##### 1、表土剥离及回填（方案新增）

对于桥涵工程征地内有肥力的原始表土层，在工程施工前预先进行剥离，剥离面积 1.33hm<sup>2</sup>，平均剥离厚度 30cm，剥离表土临时堆存于桥梁征地范围内，用于施工结束后绿化覆土。施工结束后，对桥涵工程区内绿化区域进行表土回填，回填表土总量 0.40 万 m<sup>3</sup>。

##### 2、土地整治（方案新增）

本方案补充桥梁施工结束后，对桥下桩基周边的迹地进行土地整治，共需土地整治面积为 0.81hm<sup>2</sup>。

#### 二、植物措施

##### 1、种草绿化（方案新增）

桥梁施工过程中可能破坏桥下植被，施工结束后，在可绿化区域（除河滩、水面、公路、桥墩等不易绿化区域）撒播草籽进行绿化，草种选用高羊茅，最低纯度≥95%，发芽率≥90%，种植密度 30kg/hm<sup>2</sup>，种植面积 0.81hm<sup>2</sup>，需草籽 24.3kg。

**表 5.3-8 桥涵工程防治区植物措施工程量表**

防治分区	措施类型	部位	措施名称		单位	工程数量
桥涵工程	植物措施	桥底施工迹地	撒播植草	面积	hm <sup>2</sup>	0.81
				草籽	kg	24.3

#### 三、临时措施

##### 1、沉淀池（方案新增）

本工程桥梁桩基均采用钻孔灌注桩的施工工艺，在灌注桩施工中，涉及到用泥浆固壁造孔，为了减少施工期间泥浆漫流造成流失，同时也为了更好的处理桥梁基础施工产生的钻渣、泥浆，应布设泥浆沉淀池，施工期间，泥浆及钻渣经沉

沉淀池沉淀后，泥浆继续用于钻孔使用，而钻渣及部分泥浆则在沉淀池内干化、填埋。这样既提高了泥浆循环利用率，又能妥善处理废弃的钻渣、泥浆。

沉淀池采用矩形断面，尺寸规格为 4m（长）×4m（宽）×1.5m（深），地面上高 0.5m，开挖边坡控制在 1: 0.5。开挖土方堆置在池的四周并构成沉淀池的容积，堆放边坡控制在 1: 1.5，堆高控制在 1m~1.5m，顶宽控制在 0.5m，并对其进行拍实，以形成沉淀池地上部分。施工结束后，泥浆池四周堆置土方用于回填池体，并整平。设计在每座桥梁的下游岸边选择地形较高处设置泥浆沉淀池，该区共布设沉淀池 22 座。

## 2、临时拦挡（方案新增）

本方案设计在桥涵工程区临时堆置中转的土方坡脚设置采取编织土袋拦挡措施，编织袋错位堆砌，根据编织袋尺寸，本方案编织袋挡墙设为梯形断面，高 1.0m，顶宽 0.5m，两侧坡比 1: 0.5。根据临时堆土布设情况统计，本防治区共布设编织袋挡墙 255m。

## 3、临时排水沟、沉沙池（方案新增）

本区内需临时堆放 0.46 万 m<sup>3</sup> 表土，为避免因降雨产生水流乱流，需要设置临时排水沟。临时排水沟采用土质梯形断面，深 0.40m，底宽 0.30m，边坡 1: 0.5，人工开挖排水沟成型后，对开挖断面进行夯实。排水沟出口应引至地势较缓的自然沟道或河道内。

在临时排水沟出口处接简易沉沙池，将临时排水沟收集的雨水沉淀后排出。沉沙池采用土质结构，横断面为倒梯形：底面尺寸为 1.5m×1.0m 的矩形，池深 1.5m，边坡 1: 1.0。

经统计，本防治区共需布设临时排水沟 325m，临时沉沙池 3 座。

## 4、临时苫盖（方案新增）

本方案设计在桥涵工程的裸露地面和临时表土堆放期间，为防止大风天气造成沿线的尘土飞扬和暴雨期间造成的泥土冲刷，设计对临时堆放的土方采用密目网苫盖措施。经统计，项目桥涵工程区共需铺盖密目网 5036m<sup>2</sup>。

表 5.3-9 桥涵工程防治区措施工程量统计表

序号	防治措施	单位	数量	备注
一	工程措施			
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.33	方案新增
2	表土回填	万 m <sup>3</sup>	0.40	方案新增
3	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.81	方案新增
二	植物措施			
1	种草绿化	hm <sup>2</sup>	0.81	方案新增
	草籽	kg	24.3	
三	临时措施			
1	沉淀池	座	22.0	方案新增
	土方开挖	m <sup>3</sup>	715.0	
2	临时排水沟	m	325.0	方案新增
	人工挖排水沟	m <sup>3</sup>	117.0	
3	沉沙池	座	3.0	方案新增
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	36.5	
4	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	5036.0	方案新增
5	编织袋拦挡	m	255.0	方案新增

### 5.3.3 交叉工程区

本项目交叉工程防治区与路基工程防治区基本类似，在边坡防护、截排水措施、植被建设、临时措施等方面有借鉴意义。

#### 一、工程措施

##### 1、排水工程（主体已列）

①排水沟：排水沟主要收集交叉工程区路基边沟，截水沟和急流槽的水排入涵洞或自然沟道中，根据地形条件采用矩形断面，断面形式采用 60cm×60cm 矩形断面，材料采用 C25 现浇水泥混凝土，壁厚 0.15m。经统计，主体设计交叉工程区的排水沟（II型）长度共计 1754.4m。

②截水沟：截水沟拦截挖方土质边坡上侧的坡面水，对于多级边坡，在交叉工程区的边坡平台上设置 U 型 40×40cm 平台截水沟（III型），单级边坡设置于边坡坡顶 5m 以外的坡面上。经统计，主体设计交叉工程区截水沟（III型）长度共计 256.8m。

##### 2、拱形骨架护坡（主体已列）

根据主体设计，线路交叉工程区域的路堤（堑）高度  $H>3.0\text{m}$  时，采用 C25 预制混凝土拱型骨架防护，骨架内培土植草，骨架厚度 30cm，基础高 1.0m，拱圈高 4.0m，在拱圈及肋柱上采用 C25 预制混凝土镶边，以拦截水流，使路面雨水及坡面雨水在边坡上集中排除，并通过护坡道导流槽直接流入路基排水沟。经统计，交叉工程区域的拱形骨架护坡面积为  $2128.1\text{m}^2$ 。

### 3、表土剥离及回填（方案新增）

本方案设计对于交叉工程区内有肥力的原始表土层，在工程施工前预先对可剥离表土区域进行剥离，剥离厚度为 30cm，剥离面积  $1.77\text{hm}^2$ ，表土剥离应采用推土机进行作业，施工时应避开大风天气，剥离的表土集中堆放在交叉工程区的空地区域内，做好临时防护措施，用于施工结束后绿化覆土。施工结束后，对交叉工程范围内规划绿化区域进行表土回填，回填表土总量  $0.53\text{万 m}^3$ 。

### 4、土地整治（方案新增）

主体施工结束后对交叉工程区的绿化恢复区域采用机械与人工结合方式进行土地整治。工作内容包括：清除工程占地范围内的砾石、杂物，将凹地回填平整，利用拖拉机翻松土地，地面平整后增施有机肥、复合肥或者其他肥料，本区域设计土地整治面积  $1.05\text{hm}^2$ 。

## 二、植物措施

### 1、道路景观绿化（主体已列）

主体工程设计在路基布设了较为完善的植物防护措施，包括拱内植草护坡、路基边坡草灌绿化、交叉工程区道路两侧植树乔灌草绿化。

①主体工程设计对交叉工程区路堤（堑）高度  $H>3.0\text{m}$  时，边坡采用拱形骨架护坡；拱形骨架采用 C25 混凝土砌筑，骨架内培土植草，草种主要选用高羊茅和小冠花等，经统计，骨架护坡植草面积  $2128\text{m}^2$ 。

主体设计对交叉工程区路堤（堑）高度  $\leq 3.0\text{m}$  时，采用植草护坡，采用灌草结合的方式，护坡绿化面积  $4610\text{m}^2$ ，灌木主要选用紫穗槐、柠条等，草种主要选用紫花苜蓿和早熟禾等。

②交叉工程区道路两侧平地区域实施乔灌草综合绿化，栽植新疆杨、油松、刺槐和侧柏等乔木，紫穗槐、柠条和沙棘等灌木，撒播小冠花、紫花苜蓿等草籽，在道路两侧单排栽植乔灌木，形成路基绿化带，经统计，交叉工程区道路两侧乔灌草综合景观绿化面积为 0.38hm<sup>2</sup>。

## 2、栽植养护（方案新增）

交叉工程区实施乔灌草绿化的抚育管理参照路基工程区植物措施的栽植养护方法进行实施。

## 三、临时措施

### 1、密目网苫盖（方案新增）

本方案设计在交叉工程区的开挖裸露面和临时中转土方和表土堆放期间，为防止大风天气造成沿线的尘土飞扬和暴雨期间造成的泥土冲刷，设计对临时堆放的土方采用密目网苫盖措施。经统计，项目交叉工程区共需铺盖密目网 2155m<sup>2</sup>。

### 2、临时排水沟、沉沙池（方案新增）

本区内需临时堆放 0.53 万 m<sup>3</sup>表土，为避免因降雨产生水流乱流，需要设置临时排水沟。临时排水沟采用土质梯形断面，深 0.40m，底宽 0.30m，边坡 1: 0.5，人工开挖排水沟成型后，对开挖断面进行夯实。排水沟出口应引至地势较缓的自然沟道内。

在临时排水沟出口处接简易沉沙池，将临时排水沟收集的雨水沉淀后排出。沉沙池采用土质结构，横断面为倒梯形：底面尺寸为 1.5m×1.0m 的矩形，池深 1.5m，边坡 1: 1.0。

经统计，本防治区共需布设临时排水沟 286m，临时沉沙池 2 座。

### 3、编织袋拦挡（方案新增）

本方案设计在交叉工程区临时堆置中转的土方坡脚设置采取编织土袋拦挡措施，编织袋错位堆砌，根据编织袋尺寸，本方案编织袋挡墙设为梯形断面，高 1.0m，顶宽 0.5m，两侧坡比 1: 0.5。根据临时堆土布设情况统计，本防治区共布设编织袋挡墙 175m。

表 5.3-10 交叉工程防治区措施工程量统计表

序号	防治措施	单位	数量	备注
一	工程措施			
1	排水工程	m	1754.4	主体已列
1.1	排水沟	m	1497.6	
1.2	截水沟	m	256.8	
2	拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	2128.1	主体已列
3	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.77	方案新增
4	表土回填	万 m <sup>3</sup>	0.53	方案新增
5	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.05	方案新增
二	植物措施			
1	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	0.21	主体已列
2	植草护坡	hm <sup>2</sup>	0.46	主体已列
3	道路两侧景观绿化	hm <sup>2</sup>	0.38	主体已列
4	抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.05	方案新增
三	临时措施			
1	临时排水沟	m	286	方案新增
	人工挖排水沟	m <sup>3</sup>	102.96	
2	沉沙池	座	2	方案新增
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	24.34	
3	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	2155	方案新增
4	编织袋拦挡	m	175.0	方案新增

### 5.3.4 施工便道区

#### 一、工程措施

##### 1、表土剥离及回填（方案新增）

本方案设计对施工便道区内有肥力的原始表土层，在工程施工前预先进行剥离，剥离厚度为 30cm，剥离面积 1.60hm<sup>2</sup>，表土剥离应采用推土机进行作业，施工时应避开大风天气，剥离的表土集中堆放在施工便道一侧，做好临时防护措施，用于施工结束后绿化覆土。施工结束后，对施工便道临时占地区域进行表土回填，回填表土总量 0.48 万 m<sup>3</sup>。

##### 2、土地整治（方案新增）

主体施工结束后对施工便道区域采用机械与人工结合方式进行。工作内容包括：清除工程占地范围内的砾石、杂物，将凹地回填平整，利用拖拉机翻松土地，

地面平整后增施有机肥、复合肥或者其他肥料，设计土地整治面积 1.62hm<sup>2</sup>。

## 二、植物措施

### 1、种草绿化（方案新增）

施工便道使用完毕后需实施撒播草籽进行绿化，草种选用紫花苜蓿和早熟禾，种子最低纯度 $\geq 95\%$ ，发芽率 $\geq 90\%$ ，种植密度 30kg/hm<sup>2</sup>，种植面积 1.62hm<sup>2</sup>，需草籽量 48.6kg。

### 2、抚育管理（方案新增）

本方案设计对施工便道区恢复的绿化做好后期的抚育管护，本区域抚育管理参照主体路基工程区的栽植养护方法进行实施。

## 三、临时措施

### 1、临时排水沟、沉沙池（方案新增）

本防治区内临时堆放 0.48 万 m<sup>3</sup> 表土，为避免因降雨产生水流乱流，需要设置临时排水沟。临时排水沟采用土质梯形断面，深 0.40m，底宽 0.30m，边坡 1:0.5，人工开挖排水沟成型后，对开挖断面进行夯实。排水沟出口应引至地势较缓的自然沟道内。

在临时排水沟出口处接简易沉沙池，将临时排水沟收集的雨水沉淀后排出。沉沙池采用土质结构，横断面为倒梯形：底面尺寸为 1.5m×1.0m 的矩形，池深 1.5m，边坡 1: 1.0。

经统计，本项目施工便道区共需布设临时排水沟 365m，临时沉沙池 2 座。

### 2、洒水车洒水（方案新增）

考虑到本项目施工便道使用过程中有较大的尘土，本方案设计对施工便道路面实施洒水降尘措施，经估算共需洒水车 85 台时。

### 3、编织袋拦挡（方案新增）

本区域在施工便道和临时堆土的坡脚设置采取编织土袋拦挡措施，编织袋错位堆砌，根据编织袋尺寸，本方案编织袋挡墙设为梯形断面，高 1.0m，顶宽 0.5m，



两侧坡比 1: 0.5。施工便道区共计编织袋挡墙 345m。

施工便道区水土保持措施工程量统计见表 5.3-11。

**表 5.3-11 施工便道防治区措施工程量统计表**

序号	防治措施	单位	数量	备注
一	工程措施			
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.60	方案新增
2	表土回填	万 m <sup>3</sup>	0.48	方案新增
3	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.62	方案新增
二	植物措施			
1	植被恢复	hm <sup>2</sup>	1.62	方案新增
	撒播草籽	kg	48.6	
2	抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.62	方案新增
三	临时措施			
1	临时排水沟	m	365	方案新增
	人工挖排水沟	m <sup>3</sup>	116.8	
2	沉沙池	座	2	方案新增
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	24.36	
3	洒水车洒水	台时	85	方案新增
4	编织袋拦挡	m	345	方案新增

### 5.3.5 施工营地区

#### 一、工程措施

##### 1、表土剥离及回填（方案新增）

本方案设计对施工营地临时占地区域内有肥力的原始表土层，在工程施工前预先进行剥离，剥离厚度 30cm，剥离面积 1.83hm<sup>2</sup>，表土剥离应采用推土机进行作业，施工时应避开大风天气，剥离的表土集中堆放在施工营地周边空地区域内，做好临时防护措施，用于施工结束后绿化覆土。施工结束后，对施工营地临时占地区域进行表土回填，回填表土总量 0.55 万 m<sup>3</sup>。

##### 2、土地整治（方案新增）

主体施工结束后对施工营地区域采用机械与人工结合方式进行。工作内容包  
括：清除工程占地范围内的砾石、杂物，将凹地回填平整，利用拖拉机翻松土地，  
地面平整后增施有机肥、复合肥或者其他肥料，设计土地整治面积 1.85hm<sup>2</sup>。

## 二、植物措施

### 1、种草绿化（方案新增）

施工营地使用完毕后需实施撒播草籽进行绿化，草种选用紫花苜蓿和早熟禾，种子最低纯度 $\geq 95\%$ ，发芽率 $\geq 90\%$ ，种植密度  $30\text{kg}/\text{hm}^2$ ，种植面积  $1.85\text{hm}^2$ ，需草籽量  $55.5\text{kg}$ 。

### 2、抚育管理（方案新增）

本方案设计对施工营地区恢复的绿化做好后期的抚育管护，本区域抚育管理参照主体路基工程区的栽植养护方法进行实施。

## 三、临时措施

### 1、临时排水沟、沉沙池（方案新增）

本防治区内临时堆放  $0.55$  万  $\text{m}^3$  表土，为避免因降雨产生水流乱流，需要设置临时排水沟。临时排水沟采用土质梯形断面，深  $0.40\text{m}$ ，底宽  $0.30\text{m}$ ，边坡  $1:0.5$ ，人工开挖排水沟成型后，对开挖断面进行夯实。排水沟出口应引至地势较缓的自然沟道内。

在临时排水沟出口处接简易沉沙池，将临时排水沟收集的雨水沉淀后排出。沉沙池采用土质结构，横断面为倒梯形：底面尺寸为  $1.5\text{m}\times 1.0\text{m}$  的矩形，池深  $1.5\text{m}$ ，边坡  $1: 1.0$ 。

经统计，本项目施工营地区共需布设临时排水沟  $465\text{m}$ ，临时沉沙池  $3$  座。

### 2、密目网苫盖（方案新增）

施工营地在使用期间，为防止大风天气造成的尘土飞扬和暴雨期间造成的泥土冲刷，本方案设计对临时堆土和堆料表面采用密目网苫盖措施。根据工程量计算，本防治区共需铺盖密目网  $8160\text{m}^2$ 。

### 3、洒水车洒水（方案新增）

考虑到本项目施工过程中有较大的尘土，本方案设计对施工营地使用期间实施洒水降尘措施，经估算共需洒水车  $65$  台时。

施工营地区水土保持措施工程量统计见表 5.3-12。

表 5.3-12 施工营地防治区措施工程量统计表

序号	防治措施	单位	数量	备注
一	工程措施			
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.83	方案新增
2	表土回填	万 m <sup>3</sup>	0.55	方案新增
3	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.85	方案新增
二	植物措施			
1	植被恢复	hm <sup>2</sup>	1.85	方案新增
	撒播草籽	kg	55.5	
2	抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.85	方案新增
三	临时措施			
1	临时排水沟	m	465	方案新增
	人工挖排水沟	m <sup>3</sup>	167.4	
2	沉沙池	座	3	方案新增
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	36.51	
3	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	8160	方案新增
4	洒水车洒水	台时	65	方案新增

## 5.3.6 防治措施工程量汇总

本项目各防治分区水土保持措施工程量汇总情况见表 5.3-13。

表 5.3-13 各防治区水土保持措施工程量汇总表

防治分区	措施类型	工程名称	单位	数量	
路基工程区	工程措施	排水工程	m	20062.5	主体已列
		边沟	m	8152.7	
		排水沟	m	1017.5	
		截水沟	m	8715.8	
		急流槽	m	2176.5	
		填沟工程排水沟	m	5094.0	主体已列
		沉沙池/消力池	座	3	方案新增
		拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	50583.4	主体已列
		表土剥离	hm <sup>2</sup>	38.13	方案新增
		表土回填	万 m <sup>3</sup>	11.44	方案新增
		土地整治	hm <sup>2</sup>	30.75	方案新增
		复耕	hm <sup>2</sup>	10.07	方案新增
	植物措施	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	5.06	主体已列
		植草护坡	hm <sup>2</sup>	3.12	主体已列
		道路两侧景观绿化	hm <sup>2</sup>	10.86	主体已列
		填沟工程坡面绿化	hm <sup>2</sup>	1.64	方案新增
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	20.68	方案新增

	临时措施	临时排水沟	m	5103	方案新增
		沉沙池	座	9	方案新增
		密目网苫盖	m <sup>2</sup>	26755	方案新增
		编织袋拦挡	m	2208	方案新增
		洒水车洒水	台时	205	方案新增
		临时种草	hm <sup>2</sup>	4.55	方案新增
桥涵工程区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.33	方案新增
		表土回填	万 m <sup>3</sup>	0.40	方案新增
		土地整治	hm <sup>2</sup>	0.81	方案新增
	植物措施	种草绿化	hm <sup>2</sup>	0.81	方案新增
	临时措施	沉淀池	座	22	方案新增
		临时排水沟	m	325	方案新增
		沉沙池	座	3	方案新增
		密目网苫盖	m <sup>2</sup>	5036	方案新增
		编织袋拦挡	m	255	方案新增
交叉工程区	工程措施	排水工程	m	1754.4	主体已列
		排水沟	m	1497.6	
		截水沟	m	256.8	
		拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	2128.1	主体已列
		表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.77	方案新增
		表土回填	万 m <sup>3</sup>	0.53	方案新增
		土地整治	hm <sup>2</sup>	1.05	方案新增
	植物措施	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	0.21	主体已列
		植草护坡	hm <sup>2</sup>	0.46	主体已列
		道路两侧景观绿化	hm <sup>2</sup>	0.38	主体已列
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.05	方案新增
	临时措施	临时排水沟	m	286	方案新增
		沉沙池	座	2	方案新增
		密目网苫盖	m <sup>2</sup>	2155	方案新增
编织袋拦挡		m	175.0	方案新增	
施工便道区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.60	方案新增
		表土回填	万 m <sup>3</sup>	0.48	方案新增
		土地整治	hm <sup>2</sup>	1.62	方案新增
	植物措施	植被恢复	hm <sup>2</sup>	1.62	方案新增
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.62	方案新增
	临时措施	临时排水沟	m	365	方案新增
		沉沙池	座	2	方案新增
		洒水车洒水	台时	85	方案新增
		编织袋拦挡	m	345	方案新增

施工营地区	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.83	方案新增
		表土回填	万 m <sup>3</sup>	0.55	方案新增
		土地整治	hm <sup>2</sup>	1.85	方案新增
	植物措施	植被恢复	hm <sup>2</sup>	1.85	方案新增
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.85	方案新增
	临时措施	临时排水沟	m	465	方案新增
		沉沙池	座	3	方案新增
		密目网苫盖	m <sup>2</sup>	8160	方案新增
		临时洒水	台时	65	方案新增

## 5.4 施工要求

### 5.4.1 原则

1) 与主体工程配合、协调进行施工，利用主体工程创造的水、电、交通、通讯等施工条件。

2) 按照“三同时”的原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。

3) 施工进度安排坚持“保护优先、先拦后弃、及时跟进”的原则，临时堆土要先进行拦挡，然后再堆存；临建工程施工完毕后，按照占地类型及时进行恢复，尽快实施整地绿化。

### 5.4.2 施工条件

#### 1) 材料供应

本工程水泥、绿化种子、苗木、草袋、密目网、砂石料等材料从榆林市或府谷县购买。

#### 2) 施工用水、用电、交通

施工用水、用电、交通依托主体工程水源、电源及施工道路。

#### 3) 施工组织形式

本工程建设项目的实施依托于主体工程，由工程建设单位纳入主体工程建设招标投标工作中一并完成。

### 5.4.3 施工方法

#### (1) 工程措施

1) 表土剥离、覆土

表土剥离、覆土采用 74kW 推土机施工。

2) 土地整治

土地整治采用人力或机械，施肥，翻耕。

3) 排水沟（边沟）

施工顺序为：放线—开挖—修坡—清基—支模—浇筑。

4) 沉沙池

现浇施工顺序：放线—开挖—修坡—清基—浇筑。

(2) 植物措施

1) 撒播草籽

人工撒播草籽，用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。

2) 栽植灌木

根据项目区土壤类型，直接挖坑栽植、浇水、覆土保墒，每个植树穴内栽植 2 株灌木，灌木选择穴状整地 40cm×40cm。

3) 栽植乔木

根据项目区土壤类型，直接挖坑栽植、浇水、覆土保墒，每个植树穴内栽植 1 株乔木，灌木选择穴状整地 60cm×60cm。

4) 抚育管理

对植物措施应加强日常抚育养护管理，尤其是在工程建成初期，抚育养护管理更为重要，主要抚育养护措施有：定期按需浇水施肥防虫防菌，保证苗木成活率；定期检查苗木生长情况，对未成活的苗木要及时补种。

(3) 临时措施

1) 临时苫盖：采用密目网苫盖作业面，苫盖时用重物压住密目网，以防被风吹起。

2) 临时装土草袋拦挡：就地装施工开挖土，装土袋品字型布置，施工完毕后拆除。

### 3) 洒水

洒水采用水车移动洒水，洒水时间根据天气状况而定。

### 4) 临时排水沟、沉沙池

放线，人工开挖，夯实。

#### 5.4.4 施工进度安排

参照主体工程施工进度，各项水土保持措施的实施进度与相应的工程进度衔接。各防治区内的水土保持措施配合主体工程同时实施，相互协调，有序进行。按照主体工程施工组织设计建设工期，遵循“三同时”制度，依水土保持分区措施布设、施工季节、施工顺序，分期实施，合理安排。根据本地区气象条件，绿化措施实施时间与本地区造林种草季节保持一致，计划在春季或秋季对绿化场地进行土地整治，植树种草。拦挡措施遵循“先拦后弃”原则，堆土前设置编织土袋挡墙，洒水、密目网措施随着生产活动和天气变化情况进行。

坚持“因地制宜，因害设防”的原则，首先安排水土流失严重区域的防治措施，在措施安排上，工程措施、植物措施、临时措施应根据轻重缓急、统筹考虑，施工管理措施贯穿整个施工期间。原则上应对工程措施优先安排，植物措施可略为滞后，但须根据植物的生物学特性，合理安排季节实施。水土流失防治措施实施进度安排见表 5.4-1。

表 5.4-1 水土保持工程实施进度横道图

防治分区	措施	2023 年				2024 年				2025 年				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
主体工程				—————										
路基工程区	工程措施			———	———	———	———	———			———	———	———	———
	植物措施										———	———		
	临时措施			.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
桥涵工程区	工程措施			———	———	———	———	———						
	植物措施						———	———						
	临时措施			.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
交叉工程区	工程措施					———	———	———		———	———	———		
	植物措施									———	———			
	临时措施				.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
施工便道区	工程措施			———	———	———	———				———	———		
	植物措施										———	———		
	临时措施			.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
施工营地区	工程措施			———	———	———					———	———		
	植物措施										———	———		
	临时措施			.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		

注：主体工程施工进度 ——— 工程措施施工进度 ——— 植物措施施工进度 ——— 临时措施施工进度 .....



## 6 水土保持监测

### 6.1 监测范围和时段

#### 6.1.1 监测范围

根据水利部办公厅“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）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）和《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，确定本项目水土保持监测范围应包括水土保持方案确定的水土流失防治责任范围，以及项目建设与生产过程中扰动与危害的其他区域。根据不同工程对地表扰动特点不同，按照工程类型将项目区分为不同监测分区，在不同监测区选择有代表性的地段或场地布设定位监测点。

本项目水土保持监测范围为项目建设区面积 59.25hm<sup>2</sup>。本项目监测范围与分区具体详见表 6.1-1。

表 6.1-1 水土保持监测范围及分区表

监测分区	范围	监测面积 (hm <sup>2</sup> )
主体线路工程防治区	工程路基路面、挖填边坡、路基填沟工程、截排水和绿化等区域	50.43
桥涵工程防治区	桥梁 11 座和 14 道涵洞区域	2.08
交叉工程防治区	路线交叉 7 处，包括平面立交和立体交叉等区域	2.62
施工便道防治区	工程建设期间使用临时便道区域	2.27
施工营地防治区	工程建设布置的预制场、拌合站和办公生活区等	1.85
合计		59.25

#### 6.1.2 监测时段

根据主体工程建设进度和水土保持措施实施进度安排，为保证监测的实时性和准确性，水土保持监测应与主体工程建设同步进行。依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）文件规定，建设类项目监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束。

本工程为建设类项目，施工准备期为 2023 年 7 月，设计水平年为 2025 年，故监测时段为 2023 年 7 月~2025 年 12 月，共计 30 个月（2.5 年）。

## 6.2 监测内容和方法

### 6.2.1 监测内容

按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）的要求，结合本项目的建设特点，监测内容包括水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害监测和水土保持措施监测等。

本工程监测内容主要包括扰动土地情况监测、水土流失情况监测、水土保持措施防治效果监测、施工准备前的土壤侵蚀的背景值监测和施工过程中的重大水土流失事件监测等五大类。

#### （1）项目区水土保持生态环境变化监测

监测内容包括：工程建设对土地的扰动面积、土石方挖方、填方数量及占地面积等；项目区林草覆盖度。

同时通过监测，确定工程建设损坏水保设施面积、扰动地表面积、工程防治责任范围面积、工程永久和临时征地面积、水土保持措施防治面积、防治责任范围内可绿化面积、已采取的植物措施面积等。

#### （2）项目区水土流失动态状况监测

主要包括工程建设过程中和自然恢复期的水土流失面积、分布、流失量和水土流失强度变化情况，以及对周边地区生态环境造成的危害情况等。

#### （3）项目区水土保持防治措施效果监测

主要包括水土保持防治措施的数量和质量：防护工程的稳定性、完好程度和运行情况；各项防治措施的拦渣保土效果。

#### （4）土壤侵蚀模数背景值监测

在项目建设区周边未受扰动的区域下方设置监测点，监测该区域侵蚀量，从而计算土壤侵蚀模数背景值。

#### （5）水土流失六项防治目标监测

为了给项目水土保持验收提供技术依据,监测结果应计算出项目的水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和植被覆盖率等6项防治目标的达到值。

### 6.2.2 监测方法

本项目监测方法采取定位监测、实地调查、遥感监测、无人机监测和巡查监测相结合的方法。

#### (1) 实地调查监测

对地形、地貌、植被的变化情况、建设项目占用土地面积、扰动地表面积情况、工程挖方、填方数量,填土数量及堆放占地面积等项目的监测采用实地调查结合设计资料分析的方法进行;工程建设对项目区及周边地区可能造成水土流失危害的评价采用实地调查结合实地量测等方法进行;对防治措施的数量和质量、林草成活率、保存率、生长情况及覆盖度、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况及各项防治措施的拦渣保土效果等项目监测采用实地样方调查结合量测、计算的方法进行。

#### (2) 定位监测

对水土流失量变化及水土流失程度变化,采用定位观测的方法进行,对防治效果情况采用调查监测。

##### ① 水蚀监测

本工程项目区内的风蚀和水蚀比较严重,采用侵蚀沟法、沉沙池法和测钎法监测其侵蚀情况,具体方法如下:

a 侵蚀沟法:侵蚀沟调查法主要适用于临时堆土、堆料、新修坡面等坡面的水土流失量测定。首先量测坡面形成初期的坡度、坡长、地面组成物质、容重等,每次降雨或多次降雨后侵蚀沟的体积。具体是在监测重点地段对一定面积内(实测样方面积根据具体情况确定,一般为 $100\text{m}^2$ 的坡面)的侵蚀沟分类统计,每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深,最终推算其流失量。

b 沉沙池法：利用项目区已设置的排水沟作为急流槽，利用排水沟出口处的沉沙池作为观测对象，在每次降雨后观测记录在各次降雨过程中各沉沙池内水位标高、沉沙面标高等数据，取沉沙池中单位体积沉沙先称重，再烘干称重，计算出沉沙比重。同时，清空沉沙池。通过以上数据，结合沉沙池内控尺寸、本次降雨量等分析计算出项目区整个监测期内土壤推移质量以及观测区内的径流量，从而得出项目区观测期内的水土流失量。

### ②风蚀监测

风蚀监测（包括土壤含水量及土壤容重）：对风蚀强度的监测采用测钎法和集沙仪，同时测定土壤含水量及土壤紧实度、植被覆盖度等。

a.测钎法：每 15 天量测量插钎离地面的高度变化，监测记录内容见表 6.2-1，并算得土壤风蚀量；土壤含水量（采用土壤水分快速测定仪或常规法）、土壤物理组成（采用粒径 0.01mm 的土壤筛）与风蚀强度观测同步进行。

每个小区面积为 5m×10m，沿主导风向每隔 1m 布置 1 个测钎，每组布置 11 个测钎，共布设 5 组 55 个（布设方法如图 6-1）。

表 6.2-1 土壤风蚀监测记录表

小区编号	测钎编号	观测时间	风向	风力 (m/s)	间隔时间 (d)	测钎高度变化 (mm)			备注
						埋高	测高	变化	
1	1								
	2								
	3								
	...								

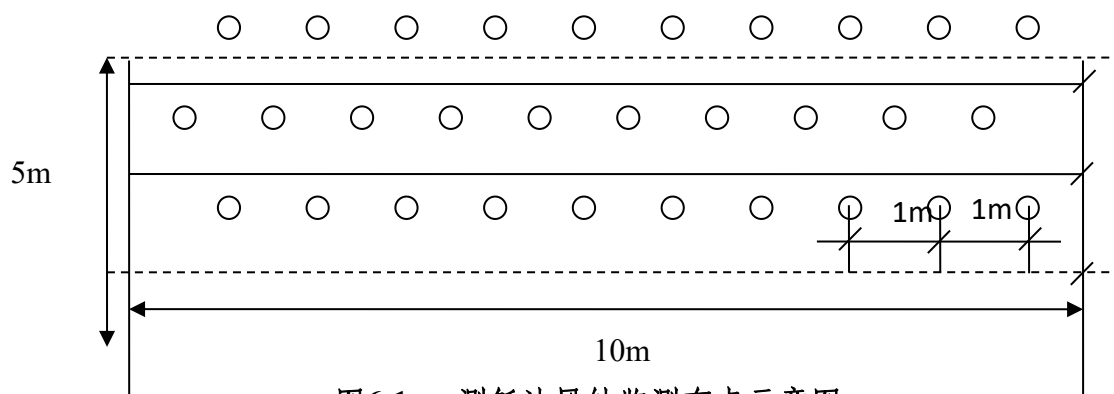


图6-1 测钎法风蚀监测布点示意图

每刮一次大风后，增测一次风蚀（积）数量。同时设置风速风向自记仪，记录每天地面风速资料（包括大风出现的时间、频次），整理统计监测年内各级起

沙风的历时。同时收集当地气象站的平均起沙风速、大风日数、频次等；同步观测土壤含水量（采用烘干称重法）、土壤容重（采用环刀法）。按以下公式计算测钎法风蚀模数。

$$Ms=1000Dsr$$

其中：Ms——风蚀模数， $t/km^2 \cdot a$ ；

Ds——年平均侵蚀厚度， $mm/a$ ；

r——土壤容重， $g/cm^3$

### ③防护措施效果及稳定性监测

采取实地定点测量法和实地调查相结合的方法，按《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T1577-1995）规定进行测算；扰动土地面积情况、减少水土流失量、水土流失面积治理情况、拦渣率、林草措施的覆盖度等通过调查监测法进行。

### （3）遥感监测

采取遥感监测方法，能节省人力、缩短工作周期、提高成果精度，并且可实现对项目区进行全面的水土流失动态监测。对 1/5 万的数字化地形图进行解译，得出监测所需因子数据，对照地面监测相互印证。

以高分辨率的遥感影像（QUICK BIRD、IKONOS、SPOT 中根据卫星情况选择一种）为主要数据源，结合相关资料和地面调查、第一次建立的“数字管道”获得的监测区在施工前各水土流失类型区和土壤侵蚀等级的分布、面积和空间特性数据，第二次通过遥感影像解译获得施工期监测重点监测点的水土流失数据和防护措施实施情况，将遥感监测成果进行数据前后对比、空间分析等，可实现对项目区的水土流失进行动态监测。

在项目施工期，采用高分辨率遥感影像，对照 1: 5 万地形图，进行土地利用、植被覆盖度的遥感解译，利用项目区已经生成的 DEM 和坡度空间数据，根据中华人民共和国行业标准 SL 190 - 2007《土壤侵蚀分类分级标准》，通过水土流失影响较大的坡度、土地利用、植被覆盖度等因子综合分析，进行空间分析，

生成项目区土壤侵蚀类型和强度图层,与该工程第一次本底水土流失数据进行对比,可以得出工程开发建设过程中造成水土流失的分布、面积和强度等信息。

#### (4) 无人机监测

定期用无人机对管线水土流失状况进行监测,利用影像资料详细分析施工期间工程对土地扰动情况、植被破坏情况、水土流失状况。

#### (5) 巡查

通过巡查方法,监测项目区总体水土流失变化情况和水土保持措施实施情况。

### 6.2.3 监测频次

进场前先对项目区内进行全面的普查,统计出目前项目建设的实际情况,统计出工程建设目前已损坏水保设施面积、扰动地表面积、工程防治责任范围面积、工程建设区面积、水土保持措施防治面积、防治责任范围内可绿化面积、已采取的植物措施面积等内容。

本项目根据实际情况,结合《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)和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018),监测频次详见下表:

(1) 建设项目在整个建设期(含施工准备期)内必须全程开展监测,构筑物区重点监测基础土方施工阶段。

(2) 扰动土地情况至少每月监测1次。

(3) 正在实施的水土保持措施建设情况至少每10天监测记录一次。

(4) 扰动地表面积、水土保持措施拦挡效果等至少每1个月监测记录一次。对工程土石方集中挖填、堆放等重点区段进行加测。

(5) 水土流失状况至少每月监测1次,发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合拦挡、排水等措施,设置必要的控制站,进行定量监测。

(6) 主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等至少每3个月监测记录一次。

(7) 水土流失防治成效应至少每季度监测 1 次，其中临时措施应至少每月监测 1 次。

(8) 水蚀的定位监测频次为雨季每月至少一次，一年 7-8 次为宜，遇暴雨、大风等情况应及时加测。

(9) 植物措施每年 4-5 月、9-10 月进行监测。

(10) 遥感监测在施工前开展 1 次，施工期每年不少 1 次。

(11) 遇暴雨、大风等情况应及时加测，水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。由于项目区降雨主要集中在 7~10 月，故在其他时段进行常规监测频次，7 月~10 月除开展常规监测外还需在一次降雨出现 1 小时内的雨量 $\geq 16\text{mm}$  或 24 小时内的雨量 $\geq 50\text{mm}$  时准备加测。

## 6.3 点位布设

### 6.3.1 监测点位选取原则及监测点位

#### (1) 监测点位选取原则

水土保持监测包括定位观测和调查两种方法，其中定位观测需根据水土流失预测和分析确定具体的点位，并遵循以下原则：

1) 代表性原则。所布设的监测点位和监测内容，必须能足够代表监测范围内水土流失的状况，而且又不致造成过大的经济消耗。

2) 全面性原则。所布设的监测点位和监测内容应充分考虑区域特征和工程特点，不仅能反映建设项目水土流失共性，还能获取不同工程项目水土流失的个性信息。

3) 充分考虑自然环境特征原则。点位和内容设计还必须考虑监测范围内的自然环境特征及各种环境条件对水土流失的作用的区别。

4) 可行性原则。进行点位布设和内容设计时必须充分考虑实施的可行性。

#### (2) 定位监测点布设

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）要求，监测点布设原则和选址要求，在实地踏勘的基础上，针对项目区工程特点、施工

布置、水土流失特点和水土保持措施的布局特征，并考虑观测与管理的方便性，本方案在项目区内确定设置 17 个监测点（其中路基工程区 10 个、桥涵工程区 2 个、交叉工程区 2 个、施工便道区 1 个、施工营地区 1 个和防治责任范围以外 1 个），共计布设 11 个扰动后水蚀监测点、5 个扰动后风蚀监测点、1 个水蚀背景值监测点。

各防治分区水土保持监测点布置情况见表 6.3-1。

**表 6.3-1 监测点位布设情况表**

监测时段	监测分区	监测点位位置	监测点数	监测点类型
2023 年 7 月~2025 年 12 月	路基工程区	路基工程沿线的挖方边坡、填方边坡区域、路基跨沟填沟工程区域	10	水蚀监测点 6 个、风蚀监测点 4 个
	桥涵工程区	工程沿线的孤山川大桥、后河川大桥和其他桥涵等	2	水蚀监测点 2 个
	交叉工程区	项目沿线立体交叉、平面交叉区域	2	水蚀监测点 1 个、风蚀监测点 1 个
	施工便道区	临时施工便道	1	水蚀监测点 1 个
	施工营地区	施工营地区域	1	水蚀监测点 1 个
	防治责任范围以外	未扰动区域	1	水蚀背景值监测点
合计		17 个		

**表 6.3-2 水土保持监测点位、方法、频次一览表**

监测时段	监测区域	监测方法	监测点位	监测内容	监测频次
施工准备期至设计水平年	路基工程区	侵蚀沟法 沉沙池法 测钎法	路基边坡、临时堆土区	水蚀、风蚀强度及量	侵蚀量每月一次，雨季（7-9 月）每月一次，风季（12-5 月）每月一次； R24h≥50mm 暴雨日加测 1 次。 大风（风速≥8 级）统计数据后归零。
	桥涵工程区	侵蚀沟法 沉沙池法 测钎法	桥涵施工区	水蚀、风蚀强度及量	
	交叉工程区	侵蚀沟法 沉沙池法 测钎法	路线交叉处	水蚀、风蚀强度及量	
	施工便道区	侵蚀沟法 沉沙池法 测钎法	表土及开挖土方堆放处	水蚀、风蚀强度及量	
	施工营地区	侵蚀沟法 沉沙池法 测钎法	预制场、拌合场和堆料场、临时堆土区	水蚀、风蚀强度及量	
防治责任范围外	侵蚀沟法 测钎法	未扰动区域	水力、风力侵蚀背景值		



## 6.4 实施条件及成果

### 6.4.1 监测条件

1) 监测人员：监测人员需 3 名监测人员。

2) 监测设备仪器：本工程所需水土保持监测主要设施及仪器设备表见表

6.4-1。

表 6.4-1 监测设施及设备统计表

序号	项目名称	单位	数量
一	监测人工费		
1	监测工程师	人	3
二	土建设施费		
1	简易径流监测小区	处	1
三	监测设备折旧费		
1	坡度仪	台	2
2	过滤装置	套	2
3	GPS	台	2
4	风向风速自记仪	台	1
5	自记雨量计	个	2
6	烘箱	台	1
7	摄像设备	台	2
8	笔记本电脑	台	1
9	无人机	台	1
四	消耗性材料费		
1	铝盒	个	20
2	环刀	个	20
3	50m 卷尺	个	2
4	5m 卷尺	个	4
5	蒸发皿	个	4
6	游标卡尺	把	3
7	标志绳	m	100
8	取样桶	个	5
9	量筒	个	2
10	自记雨量记录纸	卷	5
11	集流桶	个	2
12	采样工具（铁铲、铁锤、水桶）	批	2

表 6.4-2 本项目水土保持监测费用计算表

序号	项目名称	单位	数量	备注	单价/折旧费	合计(元)
一	监测人工费					375000
1	监测工程师	人	3	2.50	60000	375000
二	土建设施费					5000
1	简易径流监测小区	处	1		5000	5000
三	监测设备折旧费					21600
1	坡度仪	台	2		1000	2000
2	过滤装置	套	2		800	1600
3	GPS	台	2		1000	2000
4	风向风速自记仪	台	1		1000	1000
5	自记雨量计	个	2		1000	2000
6	烘箱	台	1		3000	3000
7	摄像设备	台	2		1000	2000
8	笔记本电脑	台	1		2000	2000
9	无人机	台	1		6000	6000
四	消耗性材料费					8400
1	铝盒	个	20		20	400
2	环刀	个	20		15	300
3	50m 卷尺	个	2		60	120
4	5m 卷尺	个	4		20	80
5	蒸发皿	个	4		200	800
6	游标卡尺	把	3		500	1500
7	标志绳	m	1000		2	2000
8	取样桶	个	5		20	100
9	量筒	个	2		50	100
10	自记雨量记录纸	卷	5		200	1000
11	集流桶	个	2		500	1000
12	采样工具(铁铲、铁锤、水桶)	批	2		500	1000
	合计					485000

### 6.4.2 监测成果

根据监测结果进行统计分析,编制季报、年报,及时报送建设单位和当地水土保持行政主管部门,最终编制水土保持监测报告,做出评价和结论,作为监督检查和竣工验收的依据。监测报告主要包括以下内容:

(1)建设单位应在主体工程开工1个月内,向当地水行政主管部门报送《生

产建设项目水土保持监测实施方案》，同时对项目建设区进行一次全面监测。

(2) 工程建设期间，监测单位要及时对监测资料和监测成果进行统计、整理分析，应于每季度的第一个月内报送上季度的《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的弃土（渣）场的照片或影像资料。

(3) 建设单位应在每年1月底前报送上一年度监测报告，监测年度报告宜与第四季度报告结合上报。

(4) 因降雨、大风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1周内报告有关情况。

(5) 水土保持监测任务完成后，应于3个月内报送《生产建设项目水土保持监测总结报告》。

(6) 监测表格：作为监测成果的附表。

(7) 监测图件：主要包括工程地理位置图、水土流失防治责任范围图、工程建设前水土流失现状图、水土保持措施布局图、工程竣工后水土保持现状图等，作为监测成果的附图。

8) 监测季报和监测总计报告应采用监测三色评价法：

按照《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）文件要求，监测季报和监测总计报告应采用“监测三色评价法”进行“绿黄红”进行三色评价。

三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。三色评价采用评分法，满分为100分；得分80分及以上的为“绿”色，60分及以上不足80分的为“黄”色，不足60分的为“红”色。

监测季报三色评价得分为本季度实际得分，监测总结报告三色评价得分为全部监测季报得分的平均值。

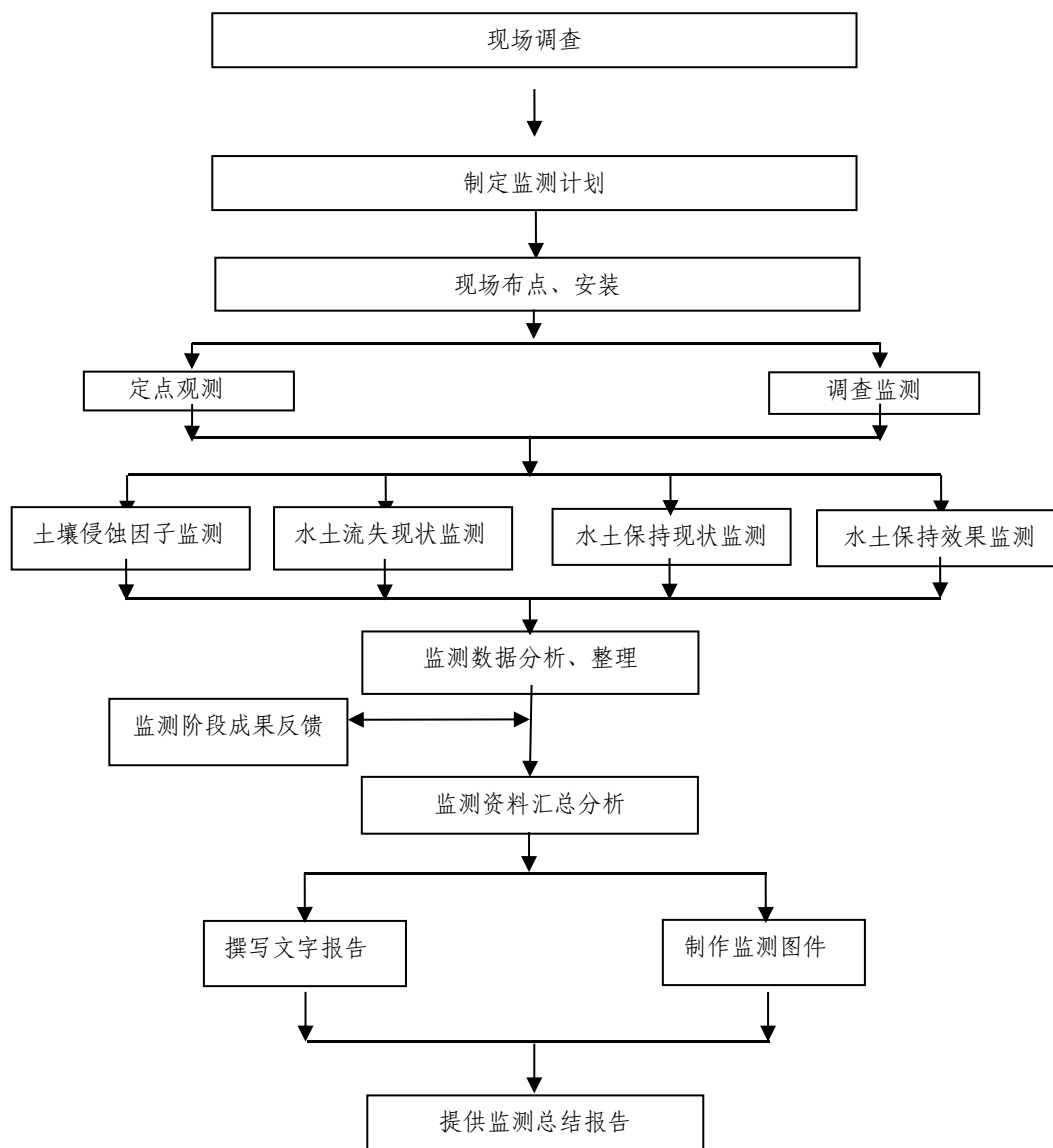


图 6.4-1 水土保持监测程序

## 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

##### (1) 编制原则

1) 本项目估算的编制依据、价格水平年、主要工程单价、费用计取等与主体工程一致,不能满足要求的部分,选用《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》(水利部水总〔2003〕67号)进行补充,并结合当地发布的信息价或市场调查价进行计列;

2) 主要材料价格、施工机械台时费、主要工程单价及单价中的有关费率与主体工程一致;

3) 水土保持方案投资价格水平年与主体工程一致,为当地2023年第1季度价格水平;

4) 对于主体工程已列的工程措施和植物措施等费用按照设计计列,并在水土保持总估算中予以说明;

5) 各项工程、植物单价扩大10%。

##### (2) 编制依据

1) 《开发建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》(水利部水总〔2003〕67号);

2) 《水土保持工程概(估)算定额》(水利部水总〔2003〕67号);

3) 《水土保持机械台时费概(估)算定额》(水利部水总〔2003〕67号);

4) 《《国家发展改革委、建设部关于印发〈建设工程监理与相关服务收费管理规定〉的通知》(发改价〔2007〕670号);

5) 《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);

6) 《关于水土保持补偿费收费标准(试行)的通知》(发改价格〔2014〕886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(办水总〔2016〕132号);

8) 《陕西省物价局、陕西省财政厅转发国家发展改革委、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》(陕价费发〔2017〕75号);

9) 《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);

10) 《陕西省财政厅等五部门关于明确水土保持补偿费征收问题的通知》(陕财办税〔2020〕9号);

11) 《财政部关于水土保持补偿费等四项非税收入划转税务部门征收的通知》(财税〔2020〕58号)。

12) 主体工程相关设计资料。

## 7.1.2 编制说明及估算成果

### 7.1.2.1 编制说明

#### 1、基础单价编制

##### 1) 人工预算单价

根据陕西省交通厅“关于印发《(公路工程建设项目投资估算编制办法)(公路工程建设项目概算预算编制办法)补充规定》的通知”陕交发〔2019〕93号,人工预算单价采用主体工程预算单价,取105.89元/工日(13.24元/工时)。

##### 2) 材料预算单价

主要材料价格采用主体工程预算单价,不足部分按水保〔2003〕67号文补充,按照办水总〔2016〕132号文件,工程措施材料采购及保管费费率调整为2.8%,植物措施材料采购及保管费费率调整为0.55%~1.1%。苗木、种子的预算价格按当地市场价格加运杂费及采购及保管费计算,采购及保管费率按运到工地价的1.1%计算。

施工机械使用费:按《水土保持工程概算定额》所规定的施工机械台时费定

额进行计算，根据《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），施工机械台时费定额的折旧费除以 1.13 调整系数，修理及替换设备费除以 1.09 调整系数，安装拆卸费不变。

3) 施工电价：施工电价与主体工程一致，按施工临时用电 1.20 元/度计算。

4) 施工水价：施工用水与主体工程一致，按施工临时用水 3.85 元/m<sup>3</sup> 计算。

5) 砂石料单价：按外购价计算，预算价超过 60 元/m<sup>3</sup>，部分按规定计取税金后，列入相应部分之后。

## 2、工程单价编制

### 1) 工程单价

按常规施工方法及有关定额进行计算，工程单价由直接工程费、间接费、利润和税金组成，其中直接工程费分为基本直接费和其他直接费。

### 2) 各项费用的取费标准

各项费用的取费费率见表 7.1-1。

**表 7.1-1 费率取值表**

项目	措施	计算基础	费率 (%)
其他直接费费率	工程措施	直接费	3
	林草措施	直接费	2
现场经费费率	土石方工程	直接费	5
	其他工程	直接费	5
	植物措施	直接费	4
间接费费率	土石方工程	直接工程费	5
	混凝土工程	直接工程费	4.3
	基础处理工程	直接工程费	6.5
	其他工程	直接工程费	4.4
	植物措施	直接工程费	3.3
企业利润费率	工程措施	直接工程费+间接费	7
	植物措施	直接工程费+间接费	5
税金	工程措施	直接工程费+间接费+企业利润	9
	植物措施	直接工程费+间接费+企业利润	9
扩大系数		直接工程费+间接费+企业利润+税金	10

## 3、水土保持措施投资估算编制

### 1) 工程措施投资

工程措施概算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

## 2) 植物措施投资

植物措施费由苗木、草、种子等材料费及种植费组成。植物措施材料费由苗木、草、种子的预算价格乘以数量进行编制；种植费按种植工程量乘以种植工作单价计算。

## 3) 施工临时工程投资

施工临时工程投资包括临时防护措施和其它临时工程投资两部分。临时防护措施投资按设计工程量乘以工程单价编制；其它临时工程投资按工程措施和植物措施之和的 2% 计算。

## 4) 界定为水土保持措施的单价

根据估算的编制依据、价格水平年、主要工程单价、费用计取等与主体工程一致原则，主体工程已设计具有水土保持功能并计入水土保持投资的措施单价直接引用主体工程设计分析单价，方案新增的措施不在主体设计内容内的按照“水利部水总〔2003〕67号”进行单价分析。

**表 7.1-2 主体工程设计具有水保功能措施单价汇总表**

序号	措施单价名称	单位	价格(元)	备注
1	C25 现浇混凝土(边沟)	m <sup>3</sup>	586.35	主体设计 已列水土 保持措施 单价
2	盖板 C25 混凝土(边沟)	m <sup>3</sup>	592.76	
3	C25 现浇混凝土(排水沟)	m <sup>3</sup>	605.73	
4	C25 现浇混凝土(截水沟)	m <sup>3</sup>	612.60	
5	C25 现浇混凝土(急流槽)	m <sup>3</sup>	685.52	
6	C25 片石混凝土(挡土墙)	m <sup>3</sup>	620.37	
7	C25 预制混凝土(拱形骨架护坡)	m <sup>3</sup>	536.71	
8	砂砾石垫层(拱形骨架护坡)	m <sup>3</sup>	186.18	
9	灌草植被护坡	m <sup>2</sup>	21.86	
10	植草护坡	m <sup>2</sup>	15.60	
11	乔灌草景观绿化	m <sup>2</sup>	35.33	

## 4) 独立费用投资

独立费用主要包括建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监理费、水土保持监测费、水土保持设施验收费。

### ① 建设管理费



建设管理费按照本方案防治措施投资中的第一、第二、第三部分之和作为计算基价，乘以相应的费率 2% 计算而得。

#### ②水土保持监理费

按国家发展改革委发布的《关于放开建设项目服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号），根据工程量计列，总监理工程师按 10 万元/年取费，监理工程师按 8 万元/年/人取费，监理员按 6 万元/年/人取费，包括项目驻点监理的交通费、差旅费和保险费等。

#### ③科研勘测设计费

科研勘测设计费为工程勘测设计费，包含的工作内容为水土保持方案报告书编制费和初步设计费用；该项目计费是按照国家相关主管部门和有关行业的计费标准收取。

#### ④水土保持监测费

水土保持监测费包括人工费、土建设施费、消耗材料及设备费和监测设备使用费等内容。

#### ⑤水土保持设施验收费

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自主验收的通知》（水保〔2017〕365号），计列第三方机构编制水土保持设施验收报告费。

**表 7.1-3 水土保持独立费用投资估算表** 单位：万元

序号	工程或费用名称	编制依据及计算公式	费用
一	建设管理费	$(\text{工程措施费} + \text{植物措施费} + \text{临时工程费}) \times 2\%$	52.29
二	水土保持监理费	$(1 \text{ 名总监 } 10 \text{ 万/年} + 1 \text{ 名监理工程师 } 8 \text{ 万/年} + 1 \text{ 名监理员 } 6 \text{ 万/年}) \times 5.0 \text{ 年}$	48.00
三	科研勘测设计费	参照国家相关主管部门和有关行业的计费标准	51.50
四	水土保持监测费	$3 \text{ 名监测工程师 } 6 \text{ 万/年} \times 2.5 \text{ 年}$	45.00
		监测设施费	0.50
		监测设备折旧费	2.16
		监测消耗性材料费	0.84
		监测费小计	48.50
五	水土保持设施自主验收费	参照国家相关主管部门和有关行业的计费标准	51.80
	合计		279.79

### 5) 基本预备费

可行性研究阶段按一至三部分合计（新增水土保持措施投资）的 6% 计算。

### 6) 水土保持补偿费

根据《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）、《陕西省物价局、陕西省财政厅转发国家发展改革委、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》（陕价费发〔2017〕75号）和《陕西省财政厅等五部门关于明确水土保持补偿费征收问题的通知》（陕财办税〔2020〕9号）文件，本项目计征水土保持补偿费面积为本项目用地红线范围面积 59.2515hm<sup>2</sup>，水土保持补偿费计征标准为 1.7 元/m<sup>2</sup>，经计算水土保持补偿费共 100.72755 万元。

**表 7.1-4 水土保持补偿费计算表**

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元/m <sup>2</sup> ）	合计（元）
一	水土保持补偿费				<b>1007275.5</b>
1	项目区征占地面积	m <sup>2</sup>	592515	1.7	<b>1007275.5</b>

根据《财政部关于水土保持补偿费等四项非税收入划转税务部门征收的通知》（财税〔2020〕58号）和《国家税务总局关于水土保持补偿费等政府非税收入项目征管职责划转有关事项的公告》（2020年第21号）的规定，自2021年1月1日起，水土保持补偿费等四项非税收入划转至税务部门征收。建设单位应在项目开工建设前，应向当地税务部门一次性足额缴纳。

#### 7.1.2.2 估算成果

本项目水土保持总投资 2712.37 万元（其中主体已列投资 2136.72 万元，方案新增投资 575.65 万元）；工程措施投资 1681.60 万元，植物措施投资 579.39 万元，临时措施投资 105.86 万元；独立费用 217.91 万元（其中建设管理费 47.34 万元，水土保持监理费 48.00 万元，监测费 48.50 万元，科研勘测设计费 37.25 万元，水保设施自主验收费 36.82 万元）；基本预备费 26.88 万元；水土保持补偿费 100.72755 万元。

（1）投资估算总表：见表7.1-5；

（2）分区措施投资表（包括工程措施、植物措施、临时措施）：见表7.1-6；

- (3) 分年度投资估算表：见表7.1-7；
- (4) 主要材料单价汇总表：见表7.1-8；
- (5) 各项措施工程单价汇总表：见表7.1-9；
- (6) 施工机械台时费汇总表：见表7.1-10。

**表7.1-5 总估算表** 单位：万元

编号	工程或费用名称	建安工程费	栽植费	苗木费	独立费用	主体已列	方案新增	总投资
<b>一</b>	<b>分区措施费</b>	<b>2366.85</b>	<b>266.51</b>	<b>312.88</b>	<b>0.00</b>	<b>2136.72</b>	<b>230.13</b>	<b>2366.85</b>
<b>(一)</b>	<b>工程措施</b>	<b>1681.60</b>				<b>1568.53</b>	<b>113.07</b>	<b>1681.60</b>
1	路基工程区	1564.30				1477.99	86.31	1564.30
2	桥涵工程区	5.28					5.28	5.28
3	交叉工程区	97.55				90.54	7.01	97.55
4	施工便道区	6.75					6.75	6.75
5	施工营地区	7.72					7.72	7.72
<b>(二)</b>	<b>植物措施</b>	<b>579.39</b>	<b>266.51</b>	<b>312.88</b>	<b>0.00</b>	<b>568.19</b>	<b>11.20</b>	<b>579.39</b>
1	路基工程区	551.05	253.48	297.57		542.91	8.14	551.05
2	桥涵工程区	0.28	0.13	0.15			0.28	0.28
3	交叉工程区	25.66	11.80	13.86		25.28	0.39	25.66
4	施工便道区	1.12	0.51	0.60			1.12	1.12
5	施工营地区	1.28	0.57	0.70			1.28	1.28
<b>(三)</b>	<b>临时措施</b>	<b>105.86</b>					<b>105.86</b>	<b>105.86</b>
1	路基工程区	41.31					41.31	41.31
2	桥涵工程区	5.38					5.38	5.38
3	交叉工程区	2.81					2.81	2.81
4	施工便道区	5.20					5.20	5.20
5	施工营地区	5.94					5.94	5.94
6	其他措施	45.22					45.22	45.22
<b>二</b>	<b>独立费用</b>				<b>217.91</b>		<b>217.91</b>	<b>217.91</b>
1	项目建设管理费				47.34		47.34	47.34
2	水土保持监理费				48.00		48.00	48.00
3	科研勘测设计费				37.25		37.25	37.25
4	水土保持监测费				48.50		48.50	48.50
5	水土保持设施自主验收费				36.82		36.82	36.82
	<b>一至二部分合计</b>	<b>2366.85</b>	<b>266.51</b>	<b>312.88</b>	<b>217.91</b>	<b>2136.72</b>	<b>448.04</b>	<b>2584.76</b>

三	基本预备费						26.88	26.88
四	水土保持补偿费						100.73	100.73
	水土保持总投资	2366.85	266.51	312.88	254.73	2136.72	575.65	2712.37

表 7.1-5 分区措施投资表（包括工程措施、植物措施、临时措施）

序号	工程名称	单位	工程量	单价	投资（万元）
<b>第一部分 工程措施</b>					<b>1681.60</b>
一	路基工程区				1564.30
1	排水工程	m	20062.5		566.70
1.1	边沟	m	8152.7		284.10
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	4065.1	586.35	238.36
	盖板 C25 混凝土	m <sup>3</sup>	710.3	592.76	42.10
	土方开挖	m <sup>3</sup>	8830.5	4.12	3.64
1.2	排水沟	m	1017.5		31.52
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	518.2	605.73	31.39
	土方开挖	m <sup>3</sup>	306.8	4.12	0.13
1.3	截水沟	m	8715.8		183.89
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	2992.7	612.60	183.33
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1357.8	4.12	0.56
1.4	急流槽	m	2176.5		67.19
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	971.3	685.52	66.58
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1477.4	4.12	0.61
2	填沟工程排水沟	m	5094.0		187.64
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	3115	586.35	182.65
	土方开挖	m <sup>3</sup>	12116	4.12	4.99
3	沉沙池	座	3		0.93
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	36.51	15.24	0.06
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	14.85	586.35	0.87
4	拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	50583.4		723.65
	C25 预制混凝土	m <sup>3</sup>	11986.3	536.71	643.32
	砂砾石垫层	m <sup>2</sup>	4315.1	186.18	80.34
5	表土剥离	hm <sup>2</sup>	38.13	13897.45	52.99
6	表土回填	m <sup>3</sup>	114390	7.35	84.06
7	土地整治	hm <sup>2</sup>	30.75	6174.99	18.99
8	复耕	hm <sup>2</sup>	10.07	5191.60	5.23
二	桥涵工程区				5.28
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.33	13897.45	1.85
2	表土回填	m <sup>3</sup>	3990	7.35	2.93
3	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.81	6174.99	0.50
三	交叉工程区				97.55
1	排水工程	m	1754.4		53.31

1.1	排水沟	m	1497.6		45.77
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	751.7	605.73	45.53
	土方开挖		584.1	4.12	0.24
1.2	截水沟	m	256.8		7.54
	C25 现浇混凝土	m <sup>3</sup>	122.4	612.60	7.50
	土方开挖	m <sup>3</sup>	106.8	4.12	0.04
2	拱形骨架护坡	m <sup>2</sup>	2128.1		37.23
	C25 预制混凝土	m <sup>3</sup>	587.3	536.71	31.52
	砂砾石垫层	m <sup>2</sup>	306.5	186.18	5.71
3	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.77	13897.45	2.46
4	表土回填	m <sup>3</sup>	5310	7.35	3.90
5	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.05	6174.99	0.65
四	施工便道区				6.75
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.60	13897.45	2.22
2	表土回填	m <sup>3</sup>	4800	7.35	3.53
3	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.62	6174.99	1.00
五	施工营地区				7.72
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.83	13897.45	2.54
2	表土回填	m <sup>3</sup>	5490	7.35	4.03
3	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.85	6174.99	1.14
<b>第二部分 绿化措施</b>					<b>579.39</b>
一	路基工程区				551.05
1	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	5.06		110.58
	灌草植被	m <sup>2</sup>	50583.4	21.86	110.58
2	植草护坡	hm <sup>2</sup>	3.12		48.63
	植草	m <sup>2</sup>	31175	15.60	48.63
3	道路两侧景观绿化	hm <sup>2</sup>	10.86		383.70
	乔灌草绿化	m <sup>2</sup>	108606	35.33	383.70
4	填沟工程坡面绿化	hm <sup>2</sup>	1.64		0.53
	紫穗槐与柠条混播	hm <sup>2</sup>	1.64	1353.27	0.22
	草籽	kg	49.2	62.50	0.31
5	抚育管理	hm <sup>2</sup> ·a	20.68	3678.51	7.61
二	桥涵工程区				0.28
1	种草绿化	hm <sup>2</sup>	0.81	1353.27	0.11
	草籽	kg	27.6	62.50	0.17
三	交叉工程区				25.66
1	拱形骨架绿化	hm <sup>2</sup>	0.21		4.65
	灌草植被	m <sup>2</sup>	2128	21.86	4.65
2	植草护坡	hm <sup>2</sup>	0.46		7.19
	植草	m <sup>2</sup>	4610	15.60	7.19
3	道路两侧景观绿化	hm <sup>2</sup>	0.38		13.43

	乔灌草绿化	m <sup>2</sup>	3802	35.33	13.43
4	抚育管理	hm <sup>2</sup> ·a	1.05	3678.51	0.39
四	施工便道区				1.12
1	紫花苜蓿与早熟禾混播	hm <sup>2</sup>	1.62	1353.27	0.22
	撒播草籽	kg	48.6	62.50	0.30
2	抚育管理	hm <sup>2</sup> ·a	1.62	3678.51	0.60
五	施工营地				1.28
1	紫花苜蓿与早熟禾混播	hm <sup>2</sup>	1.85	1353.27	0.25
	撒播草籽	kg	55.5	62.50	0.35
2	抚育管理	hm <sup>2</sup> ·a	1.85	3678.51	0.68
<b>第三部分 临时措施</b>					<b>105.86</b>
一	路基工程区				41.31
1	临时排水沟	m	5013		0.74
	土方开挖	m <sup>3</sup>	1804.7	4.12	0.74
2	临时沉砂池	座	9		0.14
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	91.53	15.24	0.14
3	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	26755	5.28	14.12
4	编织袋拦挡	m	2208		20.08
	草袋装土堆砌	m <sup>3</sup>	2208	81.33	17.96
	草袋装土拆除	m <sup>3</sup>	2208	9.59	2.12
5	洒水车洒水	台时	205	232.31	4.76
6	临时种草	hm <sup>2</sup>	4.55	1353.27	0.62
	早熟禾草籽	kg	136.5	62.50	0.85
二	桥梁工程区				5.38
1	沉淀池	座	22.0		0.29
	土方开挖	m <sup>3</sup>	715.0	4.12	0.29
2	临时排水沟	m	325.0		0.05
	人工挖排水沟	m <sup>3</sup>	117.0	4.12	0.05
3	沉沙池	座	3.0		0.06
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	36.5	15.24	0.06
4	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	5036.0	5.28	2.66
5	编织袋拦挡	m	255.0		2.32
	草袋装土堆砌	m <sup>3</sup>	255.0	81.33	2.07
	草袋装土拆除	m <sup>3</sup>	255.0	9.59	0.24
三	交叉工程区				2.81
1	临时排水沟	m	286		0.04
	人工挖排水沟	m <sup>3</sup>	102.96	4.12	0.04
2	沉沙池	座	2		0.04
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	24.34	15.24	0.04
3	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	2155	5.28	1.14
4	编织袋拦挡	m	175.0		1.59

	草袋装土堆砌	m <sup>3</sup>	175.0	81.33	1.42
	草袋装土拆除	m <sup>3</sup>	175.0	9.59	0.17
四	施工便道区				5.20
1	临时排水沟	m	365		0.05
	土方开挖	m <sup>3</sup>	116.8	4.12	0.05
2	临时沉砂池	座	2		0.04
	土方开挖	m <sup>3</sup>	24.36	15.24	0.04
3	洒水车洒水	台时	85	232.31	1.97
4	编织袋拦挡		345		3.14
	草袋装土堆砌	m <sup>3</sup>	345	81.33	2.81
	草袋装土拆除	m <sup>3</sup>	345	9.59	0.33
五	施工营地区				5.94
1	临时排水沟	m	465		0.07
	人工挖排水沟	m <sup>3</sup>	167.4	4.12	0.07
2	沉砂池	座	3		0.06
	人工挖柱坑	m <sup>3</sup>	36.51	15.24	0.06
3	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	8160	5.28	4.31
4	洒水车洒水	台时	65	232.31	1.51
<b>第四部分 其他措施</b>		<b>%</b>	<b>2260.99</b>	<b>2</b>	<b>45.22</b>

表 7.1-6 项目分年度投资估算表

编号	工程或费用名称	合计	其中		
			2023 年	2024 年	2025 年
<b>一</b>	<b>分区措施费</b>	<b>2366.85</b>	<b>457.93</b>	<b>739.02</b>	<b>1169.90</b>
<b>(一)</b>	<b>工程措施</b>	<b>1681.60</b>	<b>420.40</b>	<b>504.48</b>	<b>756.72</b>
1	路基工程区	1564.30	391.08	469.29	703.94
2	桥涵工程区	5.28	1.32	1.58	2.38
3	交叉工程区	97.55	24.39	29.27	43.90
4	施工便道区	6.75	1.69	2.03	3.04
5	施工营地区	7.72	1.93	2.32	3.47
<b>(二)</b>	<b>植物措施</b>	<b>579.39</b>	<b>0.48</b>	<b>202.79</b>	<b>376.12</b>
1	路基工程区	551.05	0.00	192.87	358.18
2	桥涵工程区	0.28	0.00	0.10	0.18
3	交叉工程区	25.66	0.00	8.98	16.68
4	施工便道区	1.12	0.22	0.39	0.50
5	施工营地区	1.28	0.26	0.45	0.57
<b>(三)</b>	<b>临时措施</b>	<b>105.86</b>	<b>37.05</b>	<b>31.76</b>	<b>37.05</b>
1	路基工程区	41.31	14.46	12.39	14.46
2	桥涵工程区	5.38	1.88	1.61	1.88
3	交叉工程区	2.81	0.98	0.84	0.98

4	施工便道区	5.20	1.82	1.56	1.82
5	施工营地区	5.94	2.08	1.78	2.08
6	其他措施	45.22	15.83	13.57	15.83
<b>二</b>	<b>独立费用</b>	<b>217.91</b>	<b>82.32</b>	<b>45.07</b>	<b>90.52</b>
1	项目建设管理费	47.34	15.15	15.15	17.04
2	水土保持监理费	48.00	14.40	14.40	19.20
3	科研勘测设计费	37.25	37.25	0.00	0.00
4	水土保持监测费	48.50	15.52	15.52	17.46
5	水土保持设施自主验收费	36.82	0.00	0.00	36.82
	<b>一至二部分合计</b>	<b>2584.76</b>	<b>540.25</b>	<b>784.09</b>	<b>1260.42</b>
<b>三</b>	<b>基本预备费</b>	<b>26.88</b>	<b>8.60</b>	<b>8.60</b>	<b>9.68</b>
<b>四</b>	<b>水土保持补偿费</b>	<b>100.73</b>	<b>100.73</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	<b>水土保持总投资</b>	<b>2712.37</b>	<b>649.58</b>	<b>792.69</b>	<b>1270.09</b>

表 7.1-8 主要材料单价汇总表 单位：元

序号	项目	单位	价格(元)	备注
1	人工	工日	105.89	参照主体设计
2	电	kwh	1.20	
3	水	m <sup>3</sup>	3.85	
6	柴油	kg	8.65	
7	农家肥	m <sup>3</sup>	85	
8	密目网	m <sup>2</sup>	2.00	
9	草籽费	kg	62.5	
10	编织袋	个	0.75	



表 7.1-9 各项措施工程单价汇总表

单位：元

序号	项目名称	单位	单价(元)	其中									
				人工费	材料费	机械费	其它直接费	现场经费	间接费	企业利润	税金	价差	扩大
1	场地平整、清理表层土	100m <sup>2</sup>	138.97	9.27	13.81	71.99	2.85	4.75	5.65	7.58	10.43		12.63
2	土地整治	1hm <sup>2</sup>	6174.99	4341.51	96.05		88.75	133.13	153.76	336.92	463.51		561.36
3	土方开挖	100m <sup>3</sup>	411.96	63.53	52.95	166.68	8.50	14.16	15.29	22.48	30.92		37.45
4	土方回填	100m <sup>3</sup>	626.21	41.03	42.66	346.74	12.91	21.52	23.24	34.17	47.00		56.93
5	回填种植土	100m <sup>3</sup>	734.86	109.86	24.05	371.20	15.15	25.26	27.28	40.10	55.16		66.81
6	人工挖柱坑	100m <sup>3</sup>	1524.21	1027.14	20.54		31.43	52.38	56.57	83.16	114.41		138.56
7	密目网苫盖	100m <sup>2</sup>	527.88	132.36	228.26		10.82	18.57	21.45	28.80	39.62		47.99
8	撒播草籽	1hm <sup>2</sup>	1353.27	794.18	187.50	0.00	187.50	39.27	34.34	12.68	101.58		123.02
9	抚育管理	1hm <sup>2</sup>	3678.51	1906.03	762.41		53.37	106.74	93.34	146.09	276.12		334.41
10	编织袋土填筑	100m <sup>3</sup>	26136.94	15380.58	2499.75		536.41	894.02	1062.09	1426.10	1961.91		2376.09
11	编织袋土拆除	100m <sup>3</sup>	3359.07	2223.70	74.25		68.94	114.90	136.50	183.28	252.14		305.37
12	洒水车洒水	台时	232.31		31.42	127.51	4.77	7.95	9.44	12.68	17.44		21.12
13	复耕	1hm <sup>2</sup>	5191.60	1178.03	768.40	1638.35	71.70	179.24	210.96	283.27	389.70		471.96

表 7.1-10 施工机械台时费汇总表 单位: 元

序号	名称及规格	台时费	其中					定额
			折旧费/1.13	修理及替换设备费/1.09	安拆费	人工费	动力燃料费	编号
1	油动挖掘机 0.5m <sup>3</sup> (单斗)	151.53	19.44	18.78	1.48	35.74	76.09	1001
2	推土机 74kw	146.93	1.68	20.93	0.86	31.77	91.69	1030
3	自卸汽车 5.0t	88.96	9.50	4.93		7.48	67.06	3012
4	拖拉机 37kw	50.19	2.69	3.35	0.16	7.48	36.51	1043
5	砂浆搅拌机 0.4m <sup>3</sup>	36.41	2.91	4.90	1.07	17.21	10.32	2002
6	胶轮架子车	0.82	0.23	0.59				3059
7	插入式振动器 1.1kw	2.36	0.28	1.12			0.96	2033
8	风(砂)水枪 6m <sup>3</sup> /min	58.91	0.21	0.39			58.31	2050
9	变频机组 8.5kv	18.06	3.08	7.30			7.68	2035
10	混凝土输送泵(50m <sup>3</sup> )	143.21	34.17	23.97	2.66	31.77	50.64	2018
11	洒水车(8m <sup>3</sup> )	127.51	14.06	20.12		17.21	76.12	3040

## 7.2 效益分析

本方案编制是以减轻和控制项目建设过程中新增水土流失、改善项目区及周边生态环境为目的，通过恢复和改善因工程建设开挖、扰动破坏的土地和植被资源，合理有效的利用土地资源，从而保证项目区及周边自然环境能够长期良性循环。水土保持效益分析主要水土流失控制程度、从水、土资源保护、恢复和合理利用情况、生态环境保护、恢复、改善情况几个方面进行。

### 7.2.1 防治效果分析

根据本方案实施措施情况，至设计水平年工程建设和水土保持各项指标数据，按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)分析见表 7.2-1:

表 7.2-1 设计水平年工程建设和水土保持各项指标统计表

防治分区	防治责任范围	水土流失总面积	水土流失治理达标面积				可恢复林草植被面积	可减少水土流失量
			永久建筑及地面硬化面积	植物措施面积	工程措施面积	小计		
路基工程区	50.43	50.43	19.21	20.68	10.39	50.28	20.85	62307
桥涵工程区	2.08	2.08	1.24	0.81	0.01	2.06	0.82	1651
交叉工程区	2.62	2.62	1.33	1.05	0.21	2.59	1.06	2590
施工便道区	2.27	2.27	0.65	1.62	0.00	2.27	1.62	3235
施工营地区	1.85	1.85	0.00	1.85	0.00	1.85	1.85	2960
合计	59.25	59.25	22.43	26.01	10.61	59.05	26.20	72743

#### (1) 水土流失治理度

$$\text{水土流失治理度}(\%) = \frac{\text{水土流失治理达标面积}}{\text{水土流失总面积}} \times 100\%$$

项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。项目区内水土流失总面积为 59.25hm<sup>2</sup>，水土保持措施治理达标面积 59.05hm<sup>2</sup>，经计算水土流失治理度为 99.7%，达到了水土流失治理度 93%的防治目标。

#### (2) 土壤流失控制比

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{容许土壤流失量}}{\text{治理后平均土壤流失量}}$$

项目防治责任范围内容许土壤流失量与治理后的每平方公里年平均土壤流失量之比。本方案对工程建设扰动范围内可能造成水土流失的区域均采取了治理措施，对开挖、堆垫等场地应进行防护、整治，并采取必要的拦挡措施。通过水土保持监测，对施工过程中发生的土壤流失及时采取控制措施，使各阶段的土壤流失防治均达到防治目标。经土壤流失量测算结果，自然恢复期土壤侵蚀模数降到 26492t/(km<sup>2</sup>·a)，治理后土壤流失控制比达到 0.81，达到了土壤流失控制比 0.80 的防治目标。

### (3) 渣土防护率

$$\text{渣土防护率}(\%) = \frac{\text{实际拦挡的堆土数量}}{\text{堆土总量}} \times 100\%$$

项目水土流失防治责任范围内采取措施实际拦护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

本项目通过采取相应措施，对防治责任范围内的临时堆土进行有效防护，实际拦挡的堆土数量主要为项目区弃（余）土方、表土和中转土方共计 239.91 万 m<sup>3</sup>，总堆土为 239.76 万 m<sup>3</sup>，渣土防护率达 99.9%，达到了渣土防护率 92% 的防治目标。

### (4) 表土保护率

$$\text{表土保护率}(\%) = \frac{\text{保护的表土数量}}{\text{可剥离表土总量}} \times 100\%$$

项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。

经计算，项目区内可剥离的表土为 13.51 万 m<sup>3</sup>，保护的表土数量为 13.40 万 m<sup>3</sup>，表土保护率为 99.2%，达到了表土保护率 90% 的防治目标。

### (5) 林草植被恢复率

$$\text{林草植被恢复率}(\%) = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\%$$

项目水土流失防治责任范围内，林草植被面积占可恢复林草植被（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比。

项目区经计算可恢复植被绿化面积为 26.20hm<sup>2</sup>，林草植被面积为 26.01hm<sup>2</sup>，计算得林草植被恢复率为 99.3%，达到了 95%的防治目标。

#### (6) 林草覆盖率

$$\text{林草覆盖率}(\%) = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{项目区总面积}} \times 100\%$$

项目区建设面积为 59.25hm<sup>2</sup>，本项目方案设计的植物措施 26.01hm<sup>2</sup>，林草覆盖率为 43.9%，达到林草覆盖率 24%防治目标。

通过水土保持方案的实施，项目区设计水平年水土流失治理效果均达到或超过治理目标，见表 7.2-2。

表 7.2-2 本方案水土流失防治效果分析表

评估指标	评估依据	单位	数值	目标值	设计实现值	评估结果
水土流失治理度	水土流失达标面积	hm <sup>2</sup>	59.05	93	99.7%	可以实现
	水土流失总面积		59.25			
土壤流失控制比	容许土壤流失量	t/(km <sup>2</sup> ·a)	21550	0.80	0.81	可以实现
	治理后每平方公里年平均土壤流失量		26492			
渣土防护率	实际拦渣的永久弃渣、临时堆土数量	万 m <sup>3</sup>	239.76	92	99.9%	可以实现
	永久弃渣和临时堆土总量		239.91			
表土保护率	保护表土数量	万 m <sup>3</sup>	13.40	90	99.2%	可以实现
	可剥离表土总量		13.51			
林草植被恢复率	林草类植被面积	hm <sup>2</sup>	26.01	95	99.3%	可以实现
	可恢复林草植被面积		26.20			
林草覆盖率	林草类植被面积	hm <sup>2</sup>	26.01	24	43.9%	可以实现
	项目建设区总面积		59.25			

本方案实施以后，至设计水平年工程建设和水土保持各项指标数据，按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）分析：水土流失治理度 99.7%，土壤流失控制比 0.81，渣土防护率 99.9%，表土保护率 99.2%，林草植

被恢复率 99.3%，林草覆盖率 43.9%，本方案实施以后，方案确定的六项指标均达到《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）要求的目标值。

综上所述，因工程建设带来的水土流失将得到有效地控制，同时各项措施的建成，将减轻工程建设区域的原生水土流失，取得良好的生态效益。

### 7.2.2 水土保持效益分析

本方案实施后水土流失防治责任范围内的生态环境将得到明显改善，方案布设植物措施面积 26.01hm<sup>2</sup>，临时用地都恢复其原有功能，适宜绿化面积的 99% 以上都进行了造林种草绿化，同时，建设单位按照本方案落实相关水土保持措施可减少水土流失量约 7.27 万 t。对路基开挖面、上下边坡和临时用地区域区采取土地整治、覆土绿化或植被恢复，从景观角度出发，选取植物的立地条件、对原有工程中的水土保持措施进行了补充和调整，使项目区的生态环境得到明显的恢复和改善。具体表现为：

（1）通过各项水保措施的综合治理，项目区治理度明显提高，林草措施面积增大，林草覆盖率也相应提高，项目区的土壤侵蚀模数大幅度下降，使土壤氮、磷、钾及有机质含量显著增加，土地生产力、产出率逐步提高。

（2）通过土地整治措施使部分未利用和难利用土地得到充分利用，即宜林宜草地，实施土地整治，提高了土地利用率。

（3）由于项目区林草覆盖率的提高，使项目区周边的生态环境得到改善，生态安全有了保障，从而为实现人与自然的和谐发展奠定了基础。

## 8 水土保持管理

依照《中华人民共和国水土保持法》中“三同时”的原则，为保证本项目水土保持方案顺利实施、工程新增水土流失得到有效控制、项目工程区及周边生态环境良性发展，项目业主单位应在组织领导、技术力量和资金来源等方面制定切实可行的方案，实施保证措施。本项目水土保持方案实施保证措施包括水土保持工程后续设计、招投标、施工管理、水土保持工程监理、水土保持监测、资金保障等方面。

### 8.1 组织管理

生产建设项目水土保持工作是生态环境保护和建设的重要内容，也是建设生态陕西的重要内容。建设单位应当高度重视水土保持工作，落实机构、人员，建立水土保持工程目标责任制，并制定详细的水土保持方案实施、检查和验收的具体方法和要求，将水土保持工程列为质量考核的内容之一，并定期向水行政主管部门报告水土流失防治情况。

#### (1) 组织机构、人员

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报经水行政主管部门批准后，由建设单位负责组织实施，协调本方案与主体工程的关系，保证各项水土保持设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。因此在工程筹建期，建设单位应指定专人负责水土保持方案的编报和实施工作，把水土保持工作列入重要议事日程，在建设期设置水土保持管理机构(办公室，由有关技术人员组成)，协调本方案与主体工程的关系，全力保证该项工程的水土保持工作按计划进行，真正做到责任、措施和投入“三到位”，并自觉接受社会和主管部门的监督。

#### (2) 工作职责

a. 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。

b. 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，制定水土保持方案的详细实施计划，每年向水土保持方案审批部门报告水土保持方案实施情况。

c. 工程建设期间，大力加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工单位和各级管理人员的水土保持意识，并加强管理。建设单位负责协调设计、施工、监理、监测单位之间的联系。同时，对工程现场进行定期或不定期的检查，掌握工程建设期和自然恢复期的水土流失及其防治措施的落实状况，以确保各项水土保持措施真正实施到位。

d. 水土保持工程建成后，为保证工程的安全和正常运行，充分发挥工程的效益，必须制定科学的、切实可行的运行规程。

e. 建立、健全各项档案管理制度，不断积累、分析、整编水土保持资料，总结经验，不断改进水土保持管理工作，同时为水土保持工程竣工验收提供相关资料依据。

### (3) 操作程序

a. 严格执行开发建设项目水土保持方案申报和审批制度。

b. 水土保持措施的初步设计、施工与相应的主体工程一起，参与招、投标工作。

c. 由建设单位委托有相应资质的水土保持工程监理单位，对水土保持措施的实施进行全过程监理。

d. 由建设单位自行监测或委托有相应能力的水土保持监测单位，进行工程建设全过程的水土流失监测。

e. 在实施过程中委托有相应资质的施工单位负责建设，施工单位必须严格按照设计要求施工。

f. 施工完成后，按照设计要求进行验收。

## 8.2 后续设计

本方案建议生产建设单位应当依据批准的水土保持方案开展水土保持初步设计和施工图设计，按程序与主体工程设计一并报省级水行政主管部门进行备案，作为水土保持措施实施的依据。

水土保持方案经批准后，生产建设项目地点、位置、规模以及水土保持措施发生重大变化的，应当补充、修改水土保持方案，编制水土保持方案变更报告，



报原审批部门批准。

### 8.3 水土保持监测

依据《国务院关于第一批清理规范 89 项国务院部门行政审批中介服务事项的决定》（国发〔2015〕58 号），本项目建设单位可自行编制水土保持监测报告，也可委托有关机构编制项目水土保持监测报告。

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，水土保持方案确定的监测位置、监测内容、监测时段及频次作好水土保持监测工作，对监测结果进行统计分析，作出评价，通过监测发现问题后要及时解决。每年对监测结果进行综合评价与分析，编制水土保持监测报告，并报送水行政主管部门。水土保持监测报告是水保各项指标验收的重要依据，监测机构需对监测数据的真实性负责。

实施生产建设项目水土保持监测三色评价是新时期创新监管方式，强化人为水土流失监管的重要手段，由承担生产建设项目水土保持监测工作的单位（以下简称水土保持监测单位）依据监测情况，对生产建设单位水土流失防治情况进行评价，在水土保持监测季度报告和总结报告中提出“绿黄红”三色评价结论。

1.评价指标。生产建设项目水土保持监测三色评价从组织管理、弃土堆置、措施落实、水土流失状况四个方面，按照突出重点、数据可靠的原则，分类细化提出 15 项评价指标。

2.评价标准。生产建设项目水土保持监测三色评价采用评分法，满分为 100 分。得分 80 分以上的为“绿色”，60 分以上 80 分以下的为“黄”色，60 分以下的为“红”色，监测季度报告三色评价得分为该季度得分，监测总结报告三色评价得分为最近一期监测季度报告得分与之前监测季度报告得分加权平均值之和，最近一期监测季度报告的权重为 40%，之前监测季度报告得分的算术平均值权重为 60%，发生严重水土流失危害事件的生产建设项目，以及拒不执行水行政主管部门限期整改要求的，其监测三色评价结论“红”色。

3.评价运用。水行政主管部门和流域管理机构要强化水土保持监测三色评价运用，应当将三色评价结论作为实施重点监管，开展责任追究或信用惩戒，以及

确定国家水土保持生态文明示范工程的重要依据。

## 8.4 水土保持监理

本项目由建设单位委托监理单位或依托主体工程监理按照水土保持监理标准和规范开展本项目的水土保持工程施工监理工作。凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。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，征占地面积在  $20\text{hm}^2$  以上或者挖填土石方总量在  $20$  万  $\text{m}^3$  以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在  $200\text{hm}^2$  以上或者挖填土石方总量在  $200$  万  $\text{m}^3$  以上的项目，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。

本项目征占地面积为  $59.25\text{hm}^2$ ，挖填土石方总量为  $479.82$  万  $\text{m}^3$ ，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。

水土保持工程必须纳入监理制度，施工现场配备专业水土保持监理工程师和工程监理员，形成以项目法人、施工单位、监理工程师三方相互制约，以监理工程师为核心的合同管理模式，以期达到“资金投入有效合理、施工进度得到保证，水土保持工程质量得到确保”的目的。

监理工作制度主要包括以下几个方面：设计文件的审查和设计交底制度，施工组织设计审核制度，开工申请制度，工程材料检验和复验制度，工序质量检查和技术复核制度，分项（部位）工程中间验收制度，进度监督和报告制度。

监理单位在具体监理工作中，一要对水土保持工程建设的全过程进行投资控制、质量控制、进度控制；二要及时了解、掌握水土保持工程建设的各类信息，并对其进行管理。

监理人员在日常工作中应及时整理、归档有关的水土保持资料，定期向水土保持监理单位和建设单位报告现场水土保持工作情况，负责编写水土保持工程监理报告，监理报告应报送建设单位和当地水行政主管部门备案。

## 8.5 水土保持施工

（1）水土保持工程应实施开工告知制度，在施工过程中，建设单位需对施

工单位提出具体的水土保持工程施工要求,并要求施工单位对其责任范围内的水土流失负责。

(2) 施工期间,施工单位应严格按照工程设计图纸和施工技术要求施工,并满足施工进度的要求。

(3) 施工单位应采取各种有效措施防止在其占用的土地上发生不必要的水土流失,防止其对占用地范围外土地的侵占及植被资源的损坏。施工过程中应注重保护表土和植被。

(4) 各类工程措施,从总体部署、施工设计到清基、备料、开挖、填筑等全部完成,各道工序的质量都应及时进行测定,不符合要求的应及时改正,以确保工程安全及治理效果。

(5) 植物措施从总体部署、施工设计到工程整地、植物选择、播种栽植等全部完成,各道工序的质量都应及时进行测定,不合要求的应及时更改。此外,还应加强抚育管理,确保其成活率与保存率,以求充分发挥植物措施的水土保持效益。

(6) 在水土保持施工过程中,如需进行设计变更,施工单位需及时与设计单位、设计单位和监理单位协商,按相关程序要求实施变更或补充设计,并经批准后方可实施。

## 8.6 水土保持设施验收

根据《陕西省水土保持条例》生产建设项目建成后在试生产运行六个月内,建设单位须向水土保持方案审批部门申请水土保持设施验收。未经验收或者验收不合格的,不得投产使用。分期建设、分期投入生产或者使用的生产建设项目,应当分期验收相应的水土保持设施。

根据水利部办公厅文件《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自主验收的通知》(水保〔2017〕365号)和陕西省水土保持局《关于生产建设项目水土保持方案和验收行政审批改革的通知》(陕水保发〔2018〕25号),文件确定自主验收内容和程序:

(一) 组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。依法编制水土保持方案

报告书的生产建设项目投产使用前，生产建设单位应当根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。第三方机构是指具有独立承担民事责任能力且具有相应水土保持技术条件的企业法人、事业单位法人或其他组织。

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023年1月17日水利部令第53号发布），生产建设项目投产使用前，生产建设单位应当按照水利部规定的标准和要求，开展水土保持设施自主验收，验收结果向社会公开并报审批水土保持方案的水行政主管部门备案。水行政主管部门应当出具备案回执。其中，编制水土保持方案报告书的，生产建设单位组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。承担生产建设项目水土保持方案技术评审、水土保持监测、水土保持监理工作的单位不得作为该生产建设项目水土保持设施验收报告编制的第三方机构。

各级水行政主管部门和流域管理机构不得以任何形式推荐、建议和要求生产建设单位委托特定第三方机构提供水土保持设施验收报告编制服务。

（二）明确验收结论。水土保持设施验收报告编制完成后，生产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，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，生产建设项目方可通过竣工验收和投产使用。

（三）公开验收情况。除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，通过其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。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

（四）报备验收材料。生产建设单位应在向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。报备材料包括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。生产建设单位、第三方机构和水土保持监测机构分别对水土保

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等材料的真实性负责。对编制水土保持方案报告表的生产建设项目，其水土保持设施验收及报备的程序和要求，各省级水行政主管部门可根据当地实际适当简化。

水土保持设施验收合格投入运行后，其后续管理和维护由建设单位负责。建设单位应定期或不定期地对水土保持设施进行检查、观测，以便掌握其运行状态，并进行日常养护工作，发现问题及时采取补救措施，消除隐患，防治水土流失，维护工程安全和有效运行。

附表：单价分析表

1、场地平整、清理表层土

定额编号：01146		定额单位：100m <sup>2</sup>			
工作内容：推平。					
编号	项目	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				102.68
1	直接费				95.07
①	人工费	工时	13.24	0.70	9.27
②	材料费				13.81
	零星材料费	%	81.26	17.00	13.81
③	机械费				71.99
	74kW 推土机	台时	146.93	0.49	71.99
2	其它直接费	%	95.07	3.00	2.85
3	现场经费	%	95.07	5.00	4.75
二	间接费	%	102.68	5.50	5.65
三	企业利润	%	108.33	7.00	7.58
四	税金	%	115.91	9.00	10.43
五	合计	元			126.34
六	估算单价	元		1.10	138.97

2、土地整治

定额编号：08042		定额单位：1.0hm <sup>2</sup>			
工作内容：人工施肥，耕翻地。					
编号	工、料、机名称	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				4659.43
1	直接费				4437.56
①	人工费	工时	13.24	328.00	4341.51
②	材料费				96.05
	农家土杂肥	m <sup>3</sup>	85.00	1.00	85.00
	其他材料费	%	85.00	13.00	11.05
2	其它直接费	%	4437.56	2.00	88.75
3	现场经费	%	4437.56	3.00	133.13
二	间接费	%	4659.43	3.30	153.76
三	企业利润	%	4813.20	7.00	336.92
四	税金	%	5150.12	9.00	463.51
五	扩大	%	5613.63	10.00	561.36
	合计	元			6174.99

### 3、土方开挖

定额编号：01192				定额单位：100m <sup>3</sup>	
工作内容：挖松，就近堆放					
编号	工、料、机名称	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				305.82
1	直接费				283.17
①	人工费	工时	13.24	4.80	63.53
②	材料费				52.95
	零星材料费	%	230.22	23.00	52.95
③	机械费				166.68
	液压挖掘机 0.5m <sup>3</sup>	台时	151.53	1.10	166.68
2	其它直接费	%	283.17	3.00	8.50
3	现场经费	%	283.17	5.00	14.16
二	间接费	%	305.82	5.00	15.29
三	企业利润	%	321.11	7.00	22.48
四	税金	%	343.59	9.00	30.92
五	合计	元			374.51
六	估算单价	元		1.10	411.96

### 4、土方回填

定额编号：01152				定额单位：100m <sup>3</sup>	
工作内容：推松、运送、卸除、拖平、空回。					
编号	项目	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				464.87
1	直接费				430.43
①	人工费	工时	13.24	3.10	41.03
②	材料费				42.66
	零星材料费	%	387.78	11.00	42.66
③	机械费				346.74
	74kW 推土机	台时	146.93	2.36	346.74
2	其它直接费	%	430.43	3.00	12.91
3	现场经费	%	430.43	5.00	21.52
二	间接费	%	464.87	5.00	23.24
三	企业利润	%	488.11	7.00	34.17
四	税金	%	522.28	9.00	47.00
五	合计	元			569.28
六	估算单价	元		1.10	626.21

### 5、回填种植土

定额编号:	水保[2003]01195+01094 (参)			定额单位: 100m <sup>3</sup>	
工作内容:	装、运 0.5km、卸土、空回; 人工倒运、打碎土地并耙平				
序号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费				545.52
(一)	直接费				505.11
1	人工费				109.86
	人工	工时	8.3	13.24	109.86
2	材料费				24.05
	零星材料费	%	5	481.06	24.05
3	机械费				371.20
	油动挖掘机 0.5m <sup>3</sup>	台时	1.35	151.53	204.57
	推土机 74kw	台时	0.68	146.93	99.91
	自卸汽车 5t	台机	0.75	88.96	66.72
(二)	其他直接费	%	3.00	505.11	15.15
(三)	现场经费	%	5.00	505.11	25.26
二	间接费	%	5.00	545.52	27.28
三	企业利润	%	7.00	572.80	40.10
四	税金	%	9.00	612.89	55.16
五	扩大	%	10.00	668.05	66.81
	合计	元			734.86

### 6、人工挖柱坑

定额编号:	水保[2003]01047 (参)			定额单位: 100m <sup>3</sup>	
工作内容:	挖坑, 抛土并倒运至坑边 0.5m 以外, 修整底边。				
序号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费				1131.49
(一)	直接费				1047.68
1	人工费				1027.14
	人工	工时	77.6	13.24	1027.14
2	材料费				20.54
	零星材料费	%	2	1027.14	20.54
3	机械费				
(二)	其他直接费	%	3	1047.68	31.43
(三)	现场经费	%	5	1047.68	52.38
二	间接费	%	5	1131.49	56.57
三	企业利润	%	7	1188.07	83.16
四	税金	%	9	1271.23	114.41
五	扩大	%	10	1385.64	138.56
	合计	元			1524.21



7、密目网苫盖

定额编号:	水保[2003]03005			定额单位: 100m <sup>2</sup>	
工作内容:	场内运输、铺设、缝接(针缝)。				
序号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费				390.01
(一)	直接费				360.62
1	人工费				132.36
	人工	工时	10	13.24	132.36
2	材料费				228.26
	密目网	m <sup>2</sup>	113	2.00	226.00
	其他材料费	%	1	226.00	2.26
3	机械费				
(二)	其他直接费	%	3.0	360.62	10.82
(三)	现场经费	%	5.0	371.44	18.57
二	间接费	%	5.5	390.01	21.45
三	企业利润	%	7.0	411.46	28.80
四	税金	%	9.0	440.27	39.62
五	扩大	%	10	479.89	47.99
	合计	元			527.88

8、撒播草籽

定额编号:	水保[2003]08057			定额单位: 1.0hm <sup>2</sup>	
工作内容:	撒播草籽、覆土保墒、清理。				
序号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费				1040.58
(一)	直接费				981.68
1	人工费				794.18
	人工	工时	60	13.24	794.18
2	材料费				187.50
	草籽	kg	60	62.50	0.00
	其它材料费	%	5.0	3750.00	187.50
3	机械费				
(二)	其他直接费	%	2.0	981.68	19.63
(三)	现场经费	%	4.0	981.68	39.27
二	间接费	%	3.3	1040.58	34.34
三	企业利润	%	5.0	1074.92	53.75
四	税金	%	9.0	1128.66	101.58
五	扩大	%	10.0	1230.24	123.02
	合计	元			1353.27

### 9、抚育管理

定额编号：08136			定额单位：1hm <sup>2</sup> ·a		
工作内容：松土、除草、培垡、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等抚育工作。					
编号	工、料、机名称	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				2828.54
1	直接费				2668.44
①	人工费	工时	13.24	144.00	1906.03
②	材料费				762.41
	零星材料费	%	1906.03	40.00	762.41
2	其它直接费	%	2668.44	2.00	53.37
3	现场经费	%	2668.44	4.00	106.74
二	间接费	%	2828.54	3.30	93.34
三	企业利润	%	2921.89	5.00	146.09
四	税金	%	3067.98	9.00	276.12
五	扩大	%	3344.10	10.00	334.41
	合计	元			3678.51

### 10、编织袋土填筑

定额编号：03053			定额单位：100m <sup>3</sup> 堰方体		
工作内容：装土、封包、堆筑。					
编号	工、料、机名称	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				19310.76
1	直接费				17880.33
①	人工费	工时	13.24	1162.00	15380.58
②	材料费				2499.75
	编织袋	m <sup>3</sup>	0.75	3300	2475.00
	其他材料费	%	2475.00	1.00	24.75
2	其它直接费	%	17880.33	3.00	536.41
3	现场经费	%	17880.33	5.00	894.02
二	间接费	%	19310.76	5.50	1062.09
三	企业利润	%	20372.85	7.00	1426.10
四	税金	%	21798.95	9.00	1961.91
五	扩大	%	23760.85	10.00	2376.09
	合计	元			26136.94

### 11、编织袋土拆除

定额编号：03054		定额单位：100m <sup>3</sup> 堰方体			
工作内容：拆除、清理。					
编号	工、料、机名称	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				2481.78
1	直接费				2297.95
①	人工费	工时	13.24	168.00	2223.70
②	材料费				74.25
	其他材料费	%	2475.00	3.00	74.25
2	其它直接费	%	2297.95	3.00	68.94
3	现场经费	%	2297.95	5.00	114.90
二	间接费	%	2481.78	5.50	136.50
三	企业利润	%	2618.28	7.00	183.28
四	税金	%	2801.56	9.00	252.14
五	扩大	%	3053.70	10.00	305.37
	合计	元			3359.07

### 12、洒水车洒水

定额编号：水保[2003]3040		定额单位：1 台时			
施工方法：装水、喷洒					
编号	工、料、机名称	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				171.64
1	直接费				158.92
①	材料费				31.42
	水	m <sup>3</sup>	3.85	8.00	30.80
	其他材料费	%	30.80	2.00	0.62
②	机械费				127.51
	洒水车 8t	台时	127.51	1.00	127.51
2	其它直接费	%	158.92	3.00	4.77
3	现场经费	%	158.92	5.00	7.95
二	间接费	%	171.64	5.50	9.44
三	企业利润	%	181.08	7.00	12.68
四	税金	%	193.75	9.00	17.44
五	合计	元			211.19
六	估算单价	元		1.10	232.31

13、复耕

定额编号：08046+01147		定额单位：1hm <sup>2</sup>			
工作内容：全面整地，耕深 0.2~0.4m。人工施肥，拖拉机牵引铧犁耕翻地。					
编号	工、料、机名称	单位	单价（元）	定额	金额（元）
一	直接工程费				3835.71
1	直接费				3584.78
①	人工费	工时	13.24	89.00	1178.03
②	材料费				768.4
	农家土杂肥	m <sup>3</sup>	85	8.00	680
	其他材料费	%	680	13.00	88.4
③	机械费				1638.35
	74kW 推土机	台时	146.93	7.53	1106.35
	37kW 拖拉机	台时	50.19	10.60	532.00
2	其他直接费	%	3584.78	2.00	71.70
3	现场经费	%	3584.78	5.00	179.24
二	间接费	%	3835.71	5.50	210.96
三	企业利润	%	4046.68	7.00	283.27
四	税金	%	4329.95	9.00	389.70
五	合计	元	4719.64		4719.64
六	估算单价	元		1.10	5191.60