

水保方案(川)字第 0114 号

S36 线大竹至垫江（四川境）高速公路 水土保持方案报告书

(报批稿)

建设单位：达州市交通运输局

编制单位：四川省国环环境工程咨询有限公司

二〇二一年七月

目 录

1 综合说明.....	1
1.1 项目简况	1
1.2 编制依据	4
1.3 设计水平年	5
1.4 水土流失防治责任范围	6
1.5 水土流失防治目标	6
1.6 项目水土保持评价结论	8
1.7 水土流失预测结果	10
1.8 水土保持措施布设成果	10
1.9 水土保持监测方案	18
1.10 水土保持投资及效益分析成果	19
1.11 结论.....	20
2 项目概况.....	24
2.1 项目组成及工程布置	24
2.2 施工组织	46
2.3 工程占地	71
2.4 土石方平衡	75
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	88
2.6 施工进度	89
2.7 自然概况	91
3 项目水土保持评价	100

3.1	主体工程选线水土保持评价	100
3.2	建设方案与布局水土保持评价	101
3.3	主体工程设计中水土保持措施界定	124
4	水土流失分析与预测	128
4.1	水土流失现状	128
4.2	水土流失影响因素分析	128
4.3	水土流失量预测	131
4.4	水土流失危害分析	142
4.5	指导性意见	143
5	水土保持措施	144
5.1	防治区划分	144
5.2	措施总体布局	145
5.3	分区措施布设	151
5.4	施工要求	209
6	水土保持监测	217
6.1	范围和时段	217
6.2	内容和方法	218
6.3	点位布设	222
6.4	实施条件和成果	224
7	水土保持投资估算及效益分析	227
7.1	投资估算	227
7.2	效益分析	241

8 水土保持管理	244
8.1 组织管理	244
8.2 后续设计	245
8.3 水土保持监测	246
8.4 水土保持监理	247
8.5 水土保持施工	248
8.6 水土保持设施验收	248

附表:

- 1、单价分析表。

附件:

- 1、四川省交通运输厅 四川省发展和改革委员会关于印发《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》的通知（川交发[2019]35号）；

- 2、《四川省交通运输厅关于进一步加快大竹至垫江高速公路项目前期工作的通知》（川交规划便[2021]481号）；

- 3、《四川交通运输厅 重庆市交通局关于大竹至垫江高速公路项目川渝省（市）界接线协议》；

- 4、《达州市人民政府关于S36线大竹至垫江（四川境）高速公路穿越大竹县高穴镇、天城镇饮用水源二级保护区的批复》（达市府函[2021]91号）；

- 5、大竹县水务局关于《中交第一公路勘察设计院有限公司第六交通设计院关于征求大竹至垫江高速公路弃土场征求意见的函》的反馈意见；

- 6、水土保持方案报告书技术审定意见。

附图：

- 1、项目地理位置图；
- 2、区域主要水系图；
- 3、项目区土壤侵蚀强度分布图；
- 4、推荐方案路线平纵面缩图；
- 5、路基标准横断面图；
- 6、路基排水工程设计图；
- 7、路基防护工程设计图；
- 8、何家湾大桥桥型布置图；
- 9、互通平面布置图；
- 10、弃渣场布置图；
- 11、水土流失防治责任范围、水土保持措施总体布局及水土保持监测点位图；
- 12、道路工程区水土保持措施典型设计图；
- 13、桥涵工程区水土保持措施典型设计图；
- 14、隧道工程区水土保持措施典型设计图；
- 15、互通工程区水土保持措施典型设计图；
- 16、辅助设施区水土保持措施典型设计图；
- 17、改移工程区水土保持措施典型设计图；
- 18、2#弃渣场平面布置图；
- 19、2#弃渣场水土保持措施典型设计图；
- 20、5#弃渣场平面布置图；

-
- 21、5#弃渣场水土保持措施典型设计图；
 - 22、7#弃渣场平面布置图；
 - 23、7#弃渣场水土保持措施典型设计图；
 - 24、11#弃渣场平面布置图；
 - 25、11#弃渣场水土保持措施典型设计图；
 - 26、12#弃渣场平面布置图；
 - 27、12#弃渣场水土保持措施典型设计图；
 - 28、13#弃渣场平面布置图；
 - 29、13#弃渣场水土保持措施典型设计图；
 - 30、15#弃渣场平面布置图；
 - 31、15#弃渣场水土保持措施典型设计图；
 - 32、弃渣场区排水、沉沙措施典型设计图；
 - 33、施工场地区水土保持措施典型设计图；
 - 34、施工道路区水土保持措施典型设计图；
 - 35、临时堆土典型设计图。

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

1、项目建设的必要性

S36线大竹至垫江（四川境）高速公路（本项目）是《四川省高速公路网规划（2019~2035年）》中的联络线，可便捷联系达州大竹和重庆垫江，是四川达州连接重庆市的省际通道，与重庆境内垫江~丰都~武隆（垫丰武）高速公路对接，促进川渝地区的互联互通。本项目的建设有利于全省对外的开发开放，夯实达州市东出北上综合交通枢纽的底部基础，填补大竹县东南向高速公路通道短板，对促进川渝毗邻地区资源共享、优势互补、旅游一体化协同发展、脱贫攻坚成果巩固等方面具有重要的战略意义。本项目定位为四川省高速公路网的重要联络线，是川渝结合部高速公路网的重要组成部分，是川东北和渝东北地区居民出行的重要通道。因此，本项目的建设是必要的。

2、地理位置

本项目位于达州市大竹县，整体呈从西北向东南方向走向，起于达州市大竹县牌坊乡附近（东经 107°7'54"、北纬 30°38'17"），与 G65 包茂高速相接，终点位于四川省和重庆市的省界（东经 107°20'57"、北纬 30°26'47"），接重庆垫江-丰都-武隆（垫丰武）高速公路。

3、建设内容及规模

本项目为新建建设类项目，采用全封闭、全立交的双向六车道高速公路标准，设计速度 100km/h，路基宽度 33.5m。本项目推荐方案 K 线全长 34.076km，路线桩号为 K0+000~K34+076，路面宽度 33.5m，全线共设桥梁 10192m/24 座，其中特大桥 2736m/2 座、大桥 7456m/22 座，占路线总长的 29.91%；共设隧道 8486m/2 座，全部为特长隧道，占路线总长的 24.90%；桥隧比 54.81%；设互通立交 5 处，其中 2 处为枢纽互通（1 处预留），3 处为一般服务性互通；设服务区 1 处。

本项目临时工程主要有弃渣场、施工场地和施工道路。项目沿线设置 18 处弃渣场、7 处施工场地，新建施工道路 33.71km，原路整修 10.68km。

4、占地面积

本项目总占地面积为 354.43hm²，其中永久占地面积 240.57hm²，临时占地 113.86hm²。永久占地包括道路、桥涵、隧道、互通工程、辅助设施、改移道路等；施工临时占地包括弃渣场、施工场地、施工道路等。项目区原始占地类型包括耕地、林地、住宅用地、水域及水利设施用地、交通运输用地和其他土地。其中，耕地面积 192.04hm²，林地面积 121.21hm²，住宅用地面积 20.97hm²，水域及水利设施用地面积 6.50hm²，交通运输用地面积 6.94hm²，其他土地面积 6.77hm²。

5、土石方平衡

根据主体设计资料统计分析，全线土石方开挖总量 929.10 万 m³（自然方，下同，含表土剥离 56.71 万 m³），土石方填筑总量 445.08 万 m³（含表土回覆 56.71 万 m³），外购方 50.73 万 m³（均为特殊路基换填砂砾石，采用外购），弃方量为 534.75 万 m³，折松方 803.09 万 m³。弃渣堆存于沿线设置的 18 处弃渣场内。

6、投资

项目总投资 853730 万元，其中土建投资为 603920 万元。项目资金来源为财政资金。

7、建设单位及工期安排

项目建设单位为达州市交通运输局。

本项目计划于 2021 年 12 月开工，计划于 2025 年 11 月完工，总工期 48 个月。

8、拆迁安置及专项设施改（迁）建

本项目涉及拆迁建筑砖混房 5.49 万 m²，砖瓦房 3.66 万 m²，坟墓 84 处、水池 21 个、电力线 14490m、电讯线 4500m。

根据国家相关政策，拆迁建筑和专项设施由建设单位一次性以货币形式进行补偿，由当地政府统一负责安置或迁建。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2021 年 1 月 12 日，四川省交通运输厅和重庆市交通局签订《关于大竹至垫江高速公路项目川渝省（市）界接线协议》，确定将四川省达州市大竹县石子镇陈家湾与重庆市垫江县新民镇堰塘湾交界处附近的明月山隧道作为两省（市）接线的控制点，两省（市）按自然省界各自负责境内路段的前期工作、审批事项、建设、收费、经营和管理等。

2021年1月20日至22日，四川省交通运输厅组织召开了《S36线大竹至垫江（四川境）高速公路工程可行性研究报告》（以下简称《报告》）专家评审会，认为《报告》内容基本齐全、文本规范，对建设的必要性、技术标准及建设时序进行了较全面论述，基本满足《公路工程项目可行性研究报告编制办法》有关要求。2021年3月，中交第一公路勘察设计研究院有限公司根据评审意见修改完成《S36线大竹至垫江（四川境）高速公路工程可行性研究报告（修编稿）》。

2021年4月6日，四川省交通运输厅印发了《四川省交通运输厅关于进一步加快大竹至垫江高速公路项目前期工作的通知》（川交规便[2021]481号），对本项目可行性研究报告及相关专题报告报审及批复时间节点进行了明确，并对相关工作提出了要求。

为了贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》、《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》和水土保持有关法律法规，确保工程建设过程中新增水土流失得到全面有效的治理，建设单位委托四川省国环环境工程咨询有限公司承担本项目水土保持方案报告书的编制工作。接受委托后，四川国环公司组成了本项目的水土保持方案报告书编制工作组，在对项目前期工作进程和初步成果进行认真分析、研究的基础上，制定了详细的工作计划，并对本项目区进行了调查和实地踏勘，就项目的土地利用与规划情况、植被分布状况、水土保持状况以及工程建设与水土流失防治等相关问题进行了深入调查，并广泛收集了相关资料。在认真分析工程前期研究成果及现场工作的基础上，结合对临近区域同类工程的调查，通过内业设计，于2021年4月编制完成《S36线大竹至垫江（四川境）高速公路水土保持方案报告书(送审稿)》。

2021年5月20日，四川省水利厅组织专家对《S36线大竹至垫江（四川境）高速公路水土保持方案报告书(送审稿)》开展技术评审，项目水土保持方案审查合格，针对专家组对方案提出的修改意见进行修改，于2021年7月完成了《S36线大竹至垫江（四川境）高速公路水土保持方案报告书（报批稿）》。

1.1.3 自然简况

项目区属四川省盆地东部平行岭谷区，地貌类型为浅切~中切丘陵地貌、低山地貌；工程区出露地层由新至老分别为第四系(Q₄)，侏罗系上统遂宁组(J_{3s})、中统上沙溪庙组(J_{2s})、中统下沙溪庙组(J_{2xs})、中统新田沟组(J_{2x})、中下统自流井组(J_{1~2z})、下统珍珠冲组(J_{1z})，三叠系上统须家河组(T_{3xj})、中统雷口

坡组(T_{2l})、下统嘉陵江组(T_{1j})等;项目区地震动峰值加速度均为0.05g,地震动反应谱特征周期为0.35s,地震基本烈度为VI度;项目区属于中亚热带湿润季风气候区,多年平均气温16.5℃,多年平均降雨量1182.4mm;项目区3年一遇1h降雨量为121.3mm,1/6h降雨量为39.5mm;5年一遇1h降雨量为129.4mm,1/6h降雨量为41.7mm;10年一遇1h降雨量为139.8mm,1/6h降雨量为44.7mm;≥10℃的积温5237.4℃;项目区发育的主要河流为黄滩河、白水河及东河等3条较大河流;项目区土壤有紫色土、黄壤、水稻土等3个大类;项目区属亚热带常绿阔叶林区,植被覆盖率约为38.13%。

项目区不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等。项目区所处大竹县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区,推荐线路涉及大竹县高穴镇兰家槽七吊钱集中式饮用水水源二级保护区和大竹县天城镇大茶园集中式饮用水水源二级保护区。项目区属于西南土石山区,区内容许土壤流失量为500t/km²a,大竹县水土流失类型主要为水力侵蚀,水土流失强度以轻度水力侵蚀为主。项目区平均土壤侵蚀模数背景值为1378t/(km²a),属于轻度侵蚀,年平均土壤流失量约4884t。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规和规范性文件

1、《中华人民共和国水土保持法》(1991年6月29日颁布,2010年12月25日修订,2011年3月1日起施行);

2、《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》(1993年12月发布,1997年修订,2012年9月21日修订,2012年12月1日执行);

3、《四川省饮用水水源保护管理条例》(2011年11月25日修订通过,2012年1月1日施行);

4、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》(1995年5月30日水利部1995第5号令,根据2017年12月22日《水利部关于废止和修改部分规章的决定》修改);

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》(办水保[2018]135号)。

1.2.2 技术标准

- 1、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- 2、《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；
- 3、《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；
- 4、《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；
- 5、《土地利用现状分类标准》（GB/T 21010-2017）；
- 6、《防洪标准》（GB50201-2014）；
- 7、《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；
- 8、《水利水电工程制图水土保持图》（SL73.6-2015）；
- 9、《水土保持设施监测通用技术条件》（SL 342-2006）；
- 10、《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发[2015]9号）；
- 11、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）；
- 12、《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；
- 13、《公路排水设计规范》（JTG/T D33-2012）；
- 14、《公路工程技术标准》（JTGB01-2014）；
- 15、《公路工程项目建设用地指标》（建标[2011]124号）；
- 16、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；
- 17、《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）；
- 18、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；

1.2.3 技术文件及资料

- 1、《S36 线大竹至垫江（四川境）高速公路可行性研究报告》（中交第一公路勘察设计研究院有限公司，2021年3月）；
- 2、《大竹县水土保持规划》（2015-2030年）；
- 3、项目区气象、水文、土壤、植被等其他资料。

1.3 设计水平年

本工程属于建设类项目，项目水土流失主要集中在工程建设期。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）相关规定，建设类项目的水土保持方案设计水平年为主体工程完工后的当年或后一年。本项目计划于2021年12月开工，2025年11月完工，结合施工期安排，本《方案》设计水平年为主体工

程完工后的后一年，即 2026 年。

1.4 水土流失防治责任范围

水土流失防治责任范围包括项目永久占地、临时占地（含租赁用地）及其管辖区域。本项目水土保持防治责任范围面积 354.43hm²，包括道路工程区、桥涵工程区、隧道工程区、互通工程区、辅助设施区、改移工程区、弃渣场区、施工场地区和施工道路区。

表 1.4-1 水土流失防治责任范围 单位：hm²

防治分区	占地面积 (hm ²)	备注
道路工程区	90.84	15.398km 路基
桥涵工程区	34.14	10192m/24 座桥梁
隧道工程区	1.88	8486m/2 座隧道
互通工程区	75.33	5 处互通式立交（其中 1 处预留）
辅助设施区	17.47	服务区 1 处、收费站 3 处、管理分中心及养护中心 1 处、隧道管理站 1 处
改移工程区	20.91	改移道路 11621.36m
弃渣场区	71.07	18 处弃渣场
施工场地区	13.93	7 处，其中新增占地 6 处
施工道路区	28.86	新建 33.71km，原路整修 10.68km
合计	354.43	

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

本项目位于大竹县，属于西南紫色土区。

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〉的通知》（办水保〔2013〕188 号）、《四川省水利厅关于印发〈四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果〉的通知》（川水函〔2017〕482 号），项目所在区域达州市大竹县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），项目位于各级人民政府和相关机构确定的水土流失重点预防区和重点治理区，应执行一级标准。故本项目水土保持方案执行南紫色土区一级防治标准。

1.5.2 防治目标

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《生产建设项目

《水土保持防治标准》(GB/T50434-2018)的相关要求,对水土保持防治指标进行修正。修正原则如下:

1、标准规定:位于极干旱地区的,林草植被恢复率和林草覆盖率可不作定量要求,水土流失治理度可降低5%~8%;位于干旱地区的,水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率可降低3%~5%。本项目位于湿润区,水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率不做修正。

2、标准规定: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。本项目所在区域土壤侵蚀以轻度为主,土壤流失控制比修正为1.0。

3、标准规定:在中山区的项目,渣土防护率可减少1%~3%;在极高山、高山区的项目渣土防护率可减少3%~5%。本项目所在区域属于丘陵、低山地貌,渣土防护率不做修正。

4、标准规定:位于城市区的项目,渣土防护率和林草覆盖率可提高1%~2%。本项目不属于城市区,渣土防护率和林草覆盖率不做修正。

5、标准规定: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,林草覆盖率应提高1~2%。本项目属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区,林草覆盖率提高2%。

经修正后,本项目水土保持防治指标如下表。

表 1.5-1 水土保持防治指标

防治指标	西南紫色土区一级标准		按土壤侵蚀强度修正	按项目所在区域修正	按林草植被限制修正	采用标准	
	施工期	设计水平年				施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	—	97				—	97
土壤流失控制比	—	0.85	≤1.0			—	1.0
渣土防护率(%)	90	92				90	92
表土保护率(%)	92	92				92	92
林草植被恢复率(%)	—	97				—	97
林草覆盖率(%)	—	23		+2		—	25

综上,经修正后各项指标如下,水土流失治理度97%,土壤流失控制比1.0,渣土防护率92%,表土保护率92%,林草植被恢复率97%,林草覆盖率25%。

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选线评价

通过制约性分析以及与主体设计、环评等单位的沟通，本项目制约性因素分析如下：

(1) 本项目所在的达州市大竹县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区。受四川省高速公路路网规划，本项目全线位于大竹县境内，因此无法避让国家级水土流失重点治理区。本方案要求提高水土流失标准及防护等级，在设计和施工中，应采取优化施工工艺、严格控制扰动地表和植被损坏面积、减少工程占地、加强工程管理等措施。

(2) 根据本项目环评成果，本项目 K12+290~K13+230 路段穿越大竹县高穴镇兰家槽七吊钱集中式饮用水水源保护区的二级保护区，K30+920~K31+505 路段穿越大竹县天城镇大茶园集中式饮用水水源保护区的二级保护区。在落实好环评报告中提出的环保措施风险防范措施，切实做好水源保护区的相关保护工作的基础上，拟建公路对饮用水水源保护区影响较小。本项目 2 次穿越集中式饮用水水源保护区的二级保护区取得了达州市人民政府的批复，详见附件 4。

(3) 本项目选线不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点实验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站；也不涉及其他自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等敏感区；选址（线）避让了河流两岸的植物保护带。

通过上述分析，本项目建设选线满足水土保持约束性规定。

1.6.2 建设方案与布局评价

1、建设方案评价

(1) 通过对隧道、桥梁工程的合理布设，本项目有效地避免了大面积的高填深挖，不涉及填高大于 20m 路堤，存在 2 处不可避免的挖深大于 30m 的路堑。对存在深挖路段进行了桥隧方案论证，建议下阶段主体工程应对深挖路段进一步进行路线优化调整，对于保留的深挖路段，应加强边坡防护设计；对填高大于 8m 的路段宜采用桥梁方案，以减少工程占地和土石方量，并提高截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准，工程建设方案总体可行。

(2) 本项目无法避让国家级水土流失重点治理区，主体设计通过优化工程

布置，减少了工程占地和土石方规模，水保方案在主体设计的基础上，根据技术标准要求，通过提高截排水及拦挡工程、植物措施的等级和标准来减少因工程建设带来的水土流失。

2、工程占地评价

(1) 本项目主体设计计列工程占地无漏项，在现阶段重点考虑了在满足工程施工需要的同时尽可能减少工程永久占地，其永久占地指标满足《公路工程项目建设用地指标》的要求；

(2) 永久占地方面，主体设计通过优化选线、合理调整平纵指标、优化桥梁及隧道工程布设等方式减少永久占地面积，最大程度减少因工程建设所带来的水土流失。

(3) 在临时占地方面，水保方案通过现场调查、核实，对弃渣场、施工便道等占地进行了优化，可认为弃渣场、施工场地、施工道路、表土堆放场在数量和占地方面均合理可行。

3、土石方平衡评价

本项目主体设计计列土石方量无漏项，且尽可能考虑了土石方综合利用，通过提高表土及石方的综合利用率，以达到减少工程弃渣数量的目的；同时通过合理调运来满足工程、保护土地资源等方面的要求。本阶段土石方平衡总体合理可行，建议在下阶段设计中继续优化路线走向及重要构筑物分布，进一步加大调配、利用力度，充分利用隧道出渣，必要时可与其他建设项目沟通协调，加强工程弃渣的综合利用。

4、弃渣场设置评价

根据项目区地形地貌特点，本项目弃渣场不可避免地会对场地周边的植被、景观产生一定的影响。严格按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关要求进行弃渣场选址：未涉及对公共设施、基础设施、工业企业和居民点有重大影响区域；未设置在河道、湖泊和建成水库管理范围；充分考虑在项目区荒沟、凹地和支毛沟进行弃渣场布置；针对弃渣场拟定了复耕、复绿后期恢复措施。同时考虑项目施工时序、项目区生态环境，合理布设位置，使之更满足水土保持的要求。本项目弃渣场设置符合法律法规和技术标准的规定，是合理可行的。

5、施工方法与工艺评价

本项目属于新建高速公路项目，在路基开挖、隧道掘进、桥梁施工方法和工艺等方面均参照同地区同类型高速公路的经验，力争减少扰动，从源头减轻水土流失。主体工程通过合理安排施工时序，尽量充分利用挖方，将余方量尽可能减小；尽量安排交叉施工，缩短施工工期。从水土保持的角度评价，本项目施工方法与工艺、施工组织等有利于减少施工过程中的水土流失，基本合理。

6、具有水土保持功能工程评价

本项目主体设计针对路基边坡防护、路基排水，互通边坡防护及排水，隧道洞内及洞口排水系统，服务区边坡防护及排水等布设了完善的工程措施体系。针对上述区域中可绿化恢复的区域，按照高速公路景观绿化设计规范布设了较完善的园林景观树种和生态恢复措施。本方案将上述主体设计的已有水土保持措施均纳入水土流失防治措施体系布局中。

1.7 水土流失预测结果

项目扰动地表面积 354.43hm²，损毁植被面积为林地面积 121.21hm²。

在水土流失预测年限内，本项目水土流失预测总量为 148806t，其中背景流失量为 25440t，新增水土流失量为 123366t。道路工程区、互通工程区和弃渣场新增流失量分别占总新增流失量的 31%、20%和 21%，是产生水土流失重点部位。施工期新增水土流失量占新增总流失量的 84%，是水土流失发生的主要时段。

本项目水土流失危害主要包括：弃土、弃石可能产生严重的水土流失，对下游村庄、河流、道路、农田及水利设施造成直接威胁；发生地质灾害将直接对工程的正常施工和安全运营造成严重破坏，引起施工器材和当地人民财产的损失；大量的水土流失将导致项目区土层减薄，土地肥力降低，土壤质地砂砾化，植被恢复困难；增加项目沿线的土壤侵蚀强度和水土流失总量；土石方工程将占用和损坏原地表蓄、排水系统；桥梁竣工后这些泥沙如不及时清除，将造成河流堵塞或水体污染。

1.8 水土保持措施布设成果

路线经过区域属于丘陵和低山地貌，按照水土流失防治责任范围内工程扰动破坏方式、新增水土流失类型和形式相近的原则，将防治责任范围划分为道

路工程区、桥涵工程区、隧道工程区、互通工程区、辅助设施区、改移工程区、弃渣场区、施工场地区和施工道路区 9 个防治区进行水土流失防治措施布设。各防治分区水土流失防治措施布局如下：

1、道路工程区

道路工程区已有水土保持措施较完善，已有措施包括骨架综合护坡、直接喷播植草、挂三维网植草、中央分隔带灌草绿化、路基排水等，需补充的措施主要是施工前的表土剥离措施、施工期临时排水、临时拦挡、临时苫盖措施以及绿化措施实施前的覆土措施。

(1) 工程措施

施工前对道路工程区进行表土剥离，剥离量为 17.01 万 m³（下划线表示水保方案新增措施，下同），实施时段为 2021 年 12 月~2022 年 1 季度；路基施工过程中在路基边坡、桥梁桥台边坡等处设置骨架护坡 46.82hm²，C20 砼 2.81 万 m³，实施时段为 2022 年 4 季度~2023 年 4 季度；路基施工过程中在挖方边坡外侧设置各类型截排水工程 12.281km，C20 砼 7.77 万 m³，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 1 季度；道路工程完工后在骨架护坡、中央分隔带进行绿化覆土，回覆表土量总计 7.74 万 m³，实施时段为 2024 年 4 季度~2025 年 2 季度；植物措施实施前对中央分隔带绿化区域进行土地整治，共整地 1.54hm²，实施时段为 2024 年 4 季度~2025 年 2 季度。

(2) 植物措施

路基边坡形成后设置直接喷播植草 1.40hm²，挂三维网植草 2.09hm²，骨架护坡内植草 35.58hm²，实施时段为 2023 年 3 季度~2024 年 1 季度；道路工程完工后对中央分隔带实施灌草绿化，栽植灌木 0.62 万株，撒播植草 1.54hm²，实施时段为 2025 年 1~3 季度。

(3) 临时措施

路基施工过程中在路基挖方边坡排水沟的临坡侧布置土袋拦挡 3739m，土袋工程量 1234m³，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 1 季度；路基施工过程中对尚未完成防护的边坡、裸露地表布置密目网苫盖 9.20hm²，实施时段为 2022 年 2 季度~2024 年 3 季度；路基施工过程中在挖方边坡外侧新增临时排水措施 12.281km，挖土方 0.43 万 m³，铺垫土工布 3.56hm²，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 1 季度。

2、桥涵工程区

桥梁工程中桥台锥坡区域的工程防护、排水等措施已纳入道路工程一并计列，因此不再重复计列其防护排水工程措施的数量。本方案补充桥涵工程区绿化和泥浆沉淀池、临时排水沟、临时覆盖等临时措施。

(1) 工程措施

桥梁工程完工后对旱桥桥下进行土地整治措施，整地面积 12.47hm²，实施时段为 2024 年 4 季度~2025 年 2 季度。

(2) 植物措施

对旱桥桥下施工扰动区域进行土地整治后采取栽种灌木和混播草籽方式绿化，灌草绿化面积为 9.98hm²，栽植灌木 3.99 万株，撒播草籽 998kg，实施时段为 2025 年 1~3 季度。

(3) 临时措施

桥梁工程施工过程中在桥梁两岸或桥下布设泥浆沉淀池 17 个、临时排水沟 6471m，挖土方 0.23 万 m³，铺垫土工布 1.66hm²，实施时段为 2022 年 3 季度~2023 年 2 季度；施工过程中对未完成施工的区域进行临时覆盖，布置密目网苫盖 3.75hm²，实施时段为 2022 年 3 季度~2024 年 3 季度。

3、隧道工程区

主体工程对隧道洞口采取骨架综合护坡、布设截排水沟。本方案新增隧道工程区表土回覆措施以及施工期临时排水措施。

(1) 工程措施

隧道工程施工过程中在洞口软质岩石边坡或土质边坡设置骨架护坡 0.74hm²，C20 砼 0.05 万 m³，实施时段为 2022 年 3 季度~2023 年 1 季度；施工过程中在洞门墙后侧设置各类型截排水工程 0.119km，C20 砼 0.18 万 m³，实施时段为 2022 年 1~3 季度。骨架护坡内绿化措施实施前进行表土回覆，共需回覆表土 0.11 万 m³，实施时段为 2023 年 1~2 季度。

(2) 植物措施

对隧道洞口骨架护坡进行表土回覆后采取植草绿化，植草绿化面积为 0.56hm²，实施时段为 2023 年 1~3 季度。

(3) 临时措施

施工过程中采用密目网对未及时完成防护的边坡进行临时覆盖，需布置密目

网苫盖 0.23hm^2 ，实施时段为 2022 年 1 季度~2025 年 2 季度；施工过程中在洞门墙后侧新增临时截排水沟 0.119km ，挖土方 0.01万 m^3 ，铺垫土工布 0.04hm^2 ，实施时段为 2022 年 1~3 季度。

4、互通工程区

互通工程区已有水土保持措施较完善，包括骨架综合护坡、直接喷播植草、挂三维网植草、排水工程等，需补充的措施主要是施工前的表土剥离措施、施工期临时排水、临时苫盖措施、绿化措施实施前的覆土和土地整治措施以及剥离表土临时堆存的防护措施。

(1) 工程措施

施工前对互通工程区进行表土剥离，剥离表土量为 11.05万 m^3 ，实施时段为 2021 年 12 月~2022 年 1 季度；互通工程施工过程中在边坡等处设置骨架护坡 9.28hm^2 ，C20 砼 0.56万 m^3 ，实施时段为 2022 年 4 季度~2023 年 4 季度；互通工程施工过程中设置各类型截排水工程 2.323km ，C20 砼 1.54万 m^3 ，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 2 季度；互通工程完工后进行边坡绿化覆土（骨架护坡）和场地绿化覆土，绿化覆土总计 14.29万 m^3 ，实施时段为 2024 年 4 季度~2025 年 3 季度；植物措施实施前对场地绿化区域进行土地整治，共整地 32.19hm^2 ，实施时段为 2024 年 4 季度~2025 年 3 季度。

(2) 植物措施

互通工程区边坡形成后采取绿化防护，设置直接喷播植草 0.28hm^2 ，挂三维网植草 0.41hm^2 ，骨架护坡内植草 7.05hm^2 ，实施时段为 2023 年 4 季度~2024 年 2 季度；互通工程区中间的三角区域可结合高速公路景观要求进行绿化、美化，互通工程区场地绿化 32.19hm^2 ，栽植乔木 8.05 万株，栽植灌木 12.88 万株，撒播草籽 3219kg，实施时段为 2024 年 4 季度~2025 年 3 季度；表土堆存完成后在表土堆体表面撒播草籽，撒播植草面积 10.26hm^2 ，实施时段为 2022 年 2~3 季度。

(3) 临时措施

施工过程中对未及时完成防护的边坡、裸露地表和表土土堆进行临时覆盖，互通工程区需布置密目网苫盖 13.04hm^2 ，实施时段为 2022 年 2 季度~2024 年 3 季度；施工过程中在路堤及路堑两侧新增临时排水设施 2.323km ，挖土方 0.09万 m^3 ，铺垫土工布 0.67hm^2 ，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 3 季度；表土堆存完成后在表土临时堆场外侧修建临时排水沟 2512m ，在临时排水沟的末端布

置简易沉沙池 12 座，实施时段为 2022 年 2~3 季度；在表土临时堆场外侧布设编织土袋挡墙进行临时拦挡，临时堆土防护共布设土袋临时挡墙 2386m，编织袋土方量 954m³，实施时段为 2022 年 2~3 季度。

5、辅助设施区

辅助设施区除建（构）筑物及地表硬化外，还配套了场内排水设施及场地绿化措施，措施实施后能够很好的起到防止水土流失的作用，满足工程区水土保持要求。本方案补充的措施主要是施工前的表土剥离措施、施工期临时排水、临时苫盖措施、绿化措施实施前的覆土和土地整治措施以及剥离表土临时堆存的防护措施。

（1）工程措施

施工前对辅助设施区进行表土剥离，剥离表土 3.57 万 m³，实施时段为 2024 年 1~2 季度；施工过程中在挖填边坡等处进行布设骨架护坡 2.98hm²，C20 砼 0.18 万 m³，实施时段为 2024 年 3~4 季度；施工过程中设置各类型截排水工程 0.794km，C20 砼 0.50 万 m³，实施时段为 2024 年 2~3 季度；主体工程完成后进行边坡绿化覆土（骨架护坡）和场地绿化覆土，辅助设施区绿化覆土总计 2.20 万 m³，实施时段 2024 年 4 季度~2025 年 2 季度；植物措施实施前对场地绿化区域进行土地整治，共整地 4.37hm²，实施时段为 2024 年 4 季度~2025 年 2 季度。

（2）植物措施

辅助设施区边坡形成后采取绿化防护，设置直接喷播植草 0.09hm²，挂三维网植草 0.13hm²，骨架护坡内植草 2.26hm²，实施时段为 2024 年 4 季度~2025 年 2 季度；空地可结合高速公路景观要求进行绿化、美化，辅助设施区场地绿化 4.37hm²，栽植乔木 1.09 万株，栽植灌木 1.75 万株，撒播草籽 437kg，实施时段为 2025 年 1~3 季度；表土堆存完成后在表土堆体表面撒播草籽，撒播植草面积 1.19hm²，实施时段为 2024 年 2 季度。

（3）临时措施

施工过程中对未及时完成防护的边坡、裸露地表和表土土堆进行临时覆盖，需布置密目网苫盖 2.08hm²，实施时段为 2024 年 1 季度~2025 年 1 季度；施工过程中对辅助设施区新增临时排水设施 0.794km，挖土方 0.28 万 m³，铺垫土工布 2.30hm²，实施时段为 2024 年 1~2 季度；表土堆存完成后在表土临时堆场外侧修建临时排水沟 873m，在临时排水沟的末端布置简易沉沙池 8 座，实施时段为 2024

年 1~2 季度；在表土临时堆场外侧布设编织土袋挡墙进行临时拦挡，共布设土袋临时挡墙 830m，实施时段为 2024 年 1~2 季度。

6、改移工程区

改移工程区已有水土保持措施主要为排水沟，需补充的措施主要是施工前的表土剥离措施、施工期临时排水、临时苫盖措施。

(1) 工程措施

改移工程施工时在改移道路一侧设置排水沟总长 2231.30m，实施时段为 2022 年 1~4 季度；施工前对改移工程区剥离表土 2.79 万 m³，实施时段为 2021 年 12 月~2022 年 1 季度。

(2) 临时措施

施工过程中对裸露地表布置密目网苫盖 1.16hm²，实施时段为 2022 年 1~4 季度；施工过程中对改移工程区新增临时排水设施 2.23km，实施时段为 2022 年 1~4 季度。

7、弃渣场区

弃渣场区弃渣前先剥离场地内表土，临时堆放于附近平缓地带用于后期绿化及复耕，并采取临时覆盖、拦挡、排水等措施；弃渣前在堆渣体坡脚设置挡渣墙，周边设置截、排水沟，出口处设置沉沙池；沟道型弃渣场上游沟口处设置拦洪坝；弃渣采用分级堆放方式，弃渣结束后及时进行整地、绿化和复耕措施。

(1) 工程措施

施工前对弃渣场区进行表土剥离，剥离表土量为 12.85 万 m³，实施时段为 2021 年 12 月~2022 年 1 季度；堆渣前在弃渣场下方设置挡渣墙 1.841km、在沟道型弃渣场上游沟口处设置拦洪坝 125m，实施时段为 2022 年 1~4 季度；在弃渣场四周设置截排水沟 1.193km，截排水沟出口设置沉沙池 47 个，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 1 季度；弃渣结束后回覆表土 22.94 万 m³，土地整治 71.07hm²，实施时段为 2025 年 1~3 季度。

(2) 植物措施

弃渣结束后进行复垦绿化，绿化面积共计 27.46hm²，栽植灌木 10.98 万株，撒播草籽 2746kg，实施时段为 2025 年 1~4 季度；表土堆存完成后在表土堆体表面撒播草籽，撒播植草面积 4.27hm²，实施时段为 2022 年 2~3 季度。

(3) 临时措施

弃渣过程中对裸露的渣体边坡和表土临时堆场采取密目网苫盖，布置密目网 18.46hm^2 ，实施时段为 2022 年 2 季度~2024 年 4 季度；表土堆存完成后在表土临时堆场四周设置土质排水沟 1719m、袋装土拦挡 1538m，实施时段为 2022 年 2~3 季度。

8、施工场地区

本方案新增施工场地区表土剥离与回覆、土地整治、复垦绿化、临时排水沉沙、临时遮盖、临时拦挡等措施。

(1) 工程措施

施工前对施工场地区进行表土剥离，剥离表土量为 3.72万 m^3 ，实施时段为 2021 年 12 月~2022 年 1 季度；施工场地区使用结束后恢复迹地，进行表土回覆，共需覆土 3.72万 m^3 ，实施时段为 2025 年 1~3 季度；植物措施实施前对施工场地区进行土地整治，共整地 13.93hm^2 ，实施时段为 2025 年 1~3 季度。

(2) 植物措施

施工场地区使用结束后需按占地类型进行绿化或复耕恢复，施工场地区复耕面积为 9.29hm^2 ，灌草绿化面积为 4.64hm^2 ，栽植灌木 1.86 万株，撒播草籽 464kg，实施时段为 2025 年 1~4 季度；表土堆存完成后在表土堆体表面撒播草籽，撒播植草面积 1.25hm^2 ，实施时段为 2022 年 2~3 季度。

(3) 临时措施

施工过程中对施工场地区新增排水沟 3544m，沉沙池 14 个，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 2 季度；施工期间对堆存材料采取土工布遮盖措施，新增土工布遮盖 1.39hm^2 ；对临时堆存表土和裸露地表采取密目网苫盖，布置密目网苫盖 1.25hm^2 ，实施时段为 2022 年 2 季度~2024 年 4 季度；表土堆存完成后在表土临时堆场外侧修建临时排水沟 1062m，在临时排水沟的末端布置简易沉沙池 8 座，实施时段为 2022 年 2~3 季度；在表土临时堆场外侧布设编织土袋挡墙进行临时拦挡，临时堆土防护共布设土袋临时挡墙 1009m，实施时段为 2022 年 2~3 季度。

9、施工道路区

本方案新增施工道路区表土剥离与回覆、土地整治、排水沟、喷播植草、灌草绿化、临时排水沉沙、临时遮盖、临时拦挡等措施。

(1) 工程措施

施工前对新建施工道路占地进行表土剥离，需剥离表土 5.72万 m^3 ，实施时

段为 2021 年 12 月~2022 年 1 季度；施工道路使用结束后恢复迹地，进行表土回覆，共需覆土 5.72 万 m³，实施时段为 2025 年 1~4 季度；植物措施实施前对施工道路区进行土地整治，共整地 21.91hm²，实施时段为 2025 年 1~4 季度；施工过程中改建施工便道一侧需修建排水沟 7.476km，沉沙池 15 个，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 2 季度。

(2) 植物措施

施工道路区边坡形成后采取绿化防护，喷播植草面积 5.19hm²，撒播植草面积 3.47hm²，实施时段为 2022 年 3 季度~2023 年 2 季度；新建施工道路使用结束后需按占地类型进行绿化或复耕恢复，复耕面积为 13.41hm²，灌草绿化面积为 8.51hm²，栽植灌木 3.40 万株，撒播草籽 851kg，实施时段为 2025 年 1~4 季度；表土堆存完成后在表土堆体表面撒播草籽，撒播植草面积 1.92hm²，实施时段为 2022 年 2~3 季度。

(3) 临时措施

施工过程中新建施工道路需修建临时排水沟 23.597km，沉沙池 47 个，实施时段为 2022 年 2 季度~2023 年 2 季度；施工过程中对裸露边坡和地表、表土土堆进行临时覆盖，布置密目网苫盖 1.92hm²，实施时段为 2022 年 2 季度~2024 年 4 季度；表土堆存完成后在表土临时堆场外侧修建临时排水沟 1166m，在临时排水沟的末端布置简易沉沙池 15 座，实施时段为 2022 年 2~3 季度；在表土临时堆场外侧布设编织土袋挡墙进行临时拦挡，共布设土袋临时挡墙 1108m，实施时段为 2022 年 2~3 季度。

表 1.8-1 水土流失防治措施汇总表

分区	工程措施	植物措施	临时措施
道路工程区	表土剥离 17.01 万 m ³ ，骨架护坡 46.82hm ² ，C20 砼 2.81 万 m ³ ，截排水工程 12.281km，C20 砼 7.77 万 m ³ ，绿化覆土 7.74 万 m ³ ，土地整治 1.54hm ²	喷播植草 1.40hm ² ，挂三维网植草 2.09hm ² ，骨架护坡内植草 35.58hm ² ；灌草绿化面积 1.54hm ² ，栽植灌木 0.62 万株，撒播草籽 154kg	土袋拦挡 3739m，密目网苫盖 9.20hm ² ，临时排水措施 12.281km
桥涵工程区	土地整治 12.47hm ²	灌草绿化面积 9.98hm ² ，栽植灌木 3.99 万株，撒播草籽 998kg	泥浆沉淀池 17 个，临时排水沟 6471m，密目网苫盖 3.75hm ²
隧道工程区	骨架护坡 0.74hm ² ，C20 砼 0.05 万 m ³ ，截排水工程 0.119km，C20 砼 0.18 万 m ³ ，表土回覆 0.11	骨架护坡内植草 0.56hm ²	密目网苫盖 0.23hm ² ，临时截排水沟 0.119km

	万 m ³		
互通工程区	表土剥离 11.05 万 m ³ , 骨架护坡 9.28hm ² , C20 砼 0.56 万 m ³ , 截排水工程 2.323km, C20 砼 1.54 万 m ³ , 绿化覆土 14.29 万 m ³ , 土地整治 32.19hm ²	喷播植草 0.28hm ² , 挂三维网植草 0.41hm ² , 骨架护坡内植草 7.05hm ² ; 场地绿化 32.19hm ² , 栽植乔木 8.05 万株, 栽植灌木 12.88 万株, 撒播草籽 3219kg, 表土临时堆场撒播植草 10.26hm ²	密目网苫盖 13.04hm ² , 场地临时排水设施 2.323km, 表土临时堆场排水沟 2512m、沉沙池 12 座, 临时拦挡 2386m
辅助设施区	表土剥离 3.57 万 m ³ , 骨架护坡 2.98hm ² , C20 砼 0.18 万 m ³ , 截排水工程 0.794km, C20 砼 0.50 万 m ³ , 绿化覆土 2.20 万 m ³ , 土地整治 4.37hm ²	喷播植草 0.09hm ² , 挂三维网植草 0.13hm ² , 骨架护坡内植草 2.26hm ² ; 场地绿化 4.37hm ² , 栽植乔木 1.09 万株, 栽植灌木 1.75 万株, 撒播草籽 437kg, 表土临时堆场撒播植草 1.19hm ²	密目网苫盖 2.08hm ² , 场地临时排水设施 0.794km, 表土临时堆场排水沟 873m、沉沙池 8 座, 临时拦挡 830m
改移工程区	排水沟 2231.30m, 剥离表土 2.79 万 m ³		密目网苫盖 1.16hm ² , 临时排水设施 2.23km
弃渣场区	表土剥离 12.85 万 m ³ , 表土回覆 22.94 万 m ³ , 土地整治 71.07 hm ² , 挡渣墙 1.841km, 拦洪坝 125m, 截排水沟 1.193km, 沉沙池 47 个	复垦绿化 27.46hm ² , 栽植灌木 10.98 万株, 撒播草籽 2746kg; 表土临时堆场撒播植草 4.27hm ²	密目网苫盖 18.46hm ² , 表土临时堆场土质排水沟 0.172km, 临时拦挡 1538m
施工场地区	表土剥离 3.72 万 m ³ , 表土回覆 3.72 万 m ³ , 土地整治 13.93hm ²	灌草绿化面积 4.64hm ² , 栽植灌木 1.86 万株, 撒播草籽 464kg; 表土临时堆场撒播植草 1.25hm ²	临时排水沟 3544m、沉沙池 14 个, 土工布遮盖 1.39hm ² , 密目网苫盖 1.25hm ² , 表土临时堆场排水沟 1062m、沉沙池 8 座, 临时拦挡 1009m
施工道路区	表土剥离 5.72 万 m ³ , 表土回覆 5.72 万 m ³ , 土地整治 21.91hm ² , 排水沟 7.476km, 沉沙池 15 个	边坡绿化喷播植草 5.19hm ² 、撒播植草 3.47hm ² ; 灌草绿化 8.51hm ² , 栽植灌木 3.40 万株, 撒播草籽 851kg; 表土临时堆场撒播植草 1.92hm ²	临时排水沟 23.597km, 沉沙池 47 个, 密目网苫盖 1.92hm ² , 表土临时堆场排水沟 1166m、沉沙池 15 座, 临时拦挡 1108m

注：“_____”表示新增水土保持措施。

1.9 水土保持监测方案

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)规定,生产建设项目水土保持监测范围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。本项目水土保持监测

范围主要为防治责任范围，本方案确定的防治责任范围 354.43hm²。监测分区与水土流失防治分区一致。

1、监测内容

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161号）规定，生产建设项目水土保持监测内容主要包括项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等方面。

2、监测时段

生产建设项目水土保持监测应从施工准备期开始至设计水平年结束，本项目的水土保持监测时段确定从 2021 年 12 月到设计水平年结束（即 2021 年 12 月-2026 年 12 月），总监测时间按 61 个月考虑。

3、监测方法

根据本项目特点，本方案采用定点监测为主，巡查监测为辅的方式。在监测点根据监测内容要求，定时观测和采样分析，获取监测数据。

4、监测点位布设

根据布设原则和水土流失预测综合分析，本方案初步选定 22 个定位监测点。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本工程水土保持总投资为 22496.72 万元，其中，主体工程已列投资为 15623.45 万元，水土保持方案新增投资为 6873.27 万元。新增投资中，工程措施费 4354.74 万元，植物措施费 309.91 万元，监测措施费 99.85 万元，临时措施费 759.57 万元，独立费用 305.48 万元，基本预备费 582.96 万元，水土保持补偿费 460.76 万元。

本方案的实施可治理水土流失面积 354.43hm²，恢复林草植被面积 147.20hm²，可减少水土流失量约 13 万 t。方案实施后水土流失治理度达到 99.95%，土壤流失控制比为 1.0，渣土防护率为 98.16%，表土保护率为 95.96%，林草植被恢复率达到 99.96%，林草覆盖率为 41.53%。通过水土保持措施的实施，各项指标均达到防治目标标准，有良好的水土保持效益，符合水土保持的相关规定。

1.11 结论

1、本项目不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等敏感区。路线方案在设计阶段已比较重视降低工程建设引发的水土流失，本方案认为工可阶段的推荐方案是合理且可行的。本工程水土保持限制因素为工程区位于国家划定的水土流失重点治理区内和路线涉及2处饮用水水源二级保护区，获得达州市人民政府的同意，通过采取适当提高防护标准、优化施工工艺等措施，最大限度的保护现有土地和植被资源，减少新增水土流失。从水土保持角度评价，在采取了合理的施工布置，并完善项目的水土保持工程措施、植物措施及临时措施后，该项目建设是可行的。

2、本项目存在深挖路段并进行了桥隧方案论证，建议下阶段主体工程应对深挖路段进一步进行路线优化调整，对于保留的深挖路段，应加强边坡防护设计；对填高大于8m的路段宜采用桥梁方案，以减少工程占地和土石方量，并提高截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准，工程建设方案总体可行。

3、通过水保方案对水土保持工程措施、植物措施及施工期的临时措施进行的补充布置和设计后，将与主体设计的具有水土保持功能的措施形成完整的水土保持体系，可有效控制因该项目建设造成的新增水土流失量，保护生态环境。因此，从水土保持角度评价，该项目建设是合理可行的。

4、建议主体工程在下阶段设计中进一步优化路线方案和平纵面线型，合理确定路线平纵面指标及重要工点分布；加强土石方平衡与综合利用，开展利用隧渣作为路基填料、路基防护排水工程及路面基层骨料的研究，使土石方利用更加合理，尽量减少弃方数量；开展水土保持后续专项设计，将相关水土保持投资纳入下阶段主体设计概算中。

5、合理安排工期，尽量避开在雨天进行土石方开挖、回填作业；雨季施工时，要加强施工管理，采取相应的临时防护措施，尽量减少公路建设所造成的水土流失。

6、及时开展水土保持监理、监测工作，严格实施水土保持监理、水土保持监测制度，发现问题及时解决，从管理入手保证工程质量，将施工期水土流失控制在最低限度；同时监测建成通车运营后水土保持工程的运行情况，以便水土保持正常、持续发挥效益。

7、在下阶段设计中，强化本项目水土保持措施设计，重点结合项目区环境

及地质特点，进一步优化弃渣场挡护和排水措施；强化主体工程和弃渣场表土剥离及保护堆存措施设计；加强项目建设区景观绿化和生态恢复的后续设计工作，在进行景观设计时应充分结合周围环境条件，植物的选择应以乡土物种为主，采用自然搭配，做到和周围环境的协调统一。

8、为将水土保持方案落到实处，必须将水土保持措施纳入主体工程招标文件，招标文件中要有相关水土保持要求，并列入中标合同书中；施工承包合同中应明确承包商防治水土流失的责任与义务。

9、建设单位和施工单位应与各级水行政主管部门密切联系，认真听取相关职能部门对项目水土保持工作的建议和意见，确保各项水土保持措施得到落实。

10、工程施工时，如弃渣场位置、数量或堆渣量发生变化，则应在弃渣前按照《水利部办公厅关于印发〈水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）〉的通知》（办水保[2016]65号）的相关要求，向原水保方案审批部门提出变更备案申请，经同意后方可实施。

11、施工结束后，建设单位应根据《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）和《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》（办水保[2019]172号）规定，及时开展水土保持设施自主验收，验收合格后才能投入使用。

12、在工程运行过程中，建设单位应定期对排水沟及沉沙池进行清淤，保证排水通畅。对工程区的植物措施定期进行抚育管理，并对缺苗断垄的区域进行补植。

水土保持方案报告书特性表

项目名称	S36线大竹至垫江(四川境)高速公路		流域管理机构		长江水利委员会	
涉及省区	四川省		涉及地市		达州市	
涉及市/县	大竹县		涉及市/县		大竹县	
项目规模	双向六车道高速公路,设计速度100km/h,路基宽度33.5m,路线总长34.076km。		静态投资(万元)		853730	
动工时间	2021年12月		完工时间		2025年11月	
工程占地(hm ²)	354.43		永久占地		240.57	
			临时占地		113.86	
土石方量(万m ³)	挖方		填方		外购方	
	929.10		445.08		50.73	
					余(弃)方	
					534.75	
重点防治区名称	嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区					
地貌类型	丘陵、低山		水土保持区划		西南紫色土区	
土壤侵蚀类型	水力侵蚀		土壤侵蚀强度		轻度	
防治责任范围面积(hm ²)	354.43		容许土壤流失量[t/(km ² a)]		500	
土壤流失预测总量(t)	148806		新增水土流失量(t)		123366	
水土流失防治标准执行等级	西南紫色土区一级标准					
防治目标	水土流失治理度(%)		97		土壤流失控制比	
	渣土防护率(%)		92		表土保护率(%)	
	植被恢复率(%)		97		林草覆盖率(%)	
					1.0	
					92	
					25	
防治措施及工程量	工程措施		植物措施		临时措施	
道路工程区	表土剥离 17.01 万 m ³ , 骨架护坡 46.82hm ² , C20 砼 2.81 万 m ³ , 截排水工程 12.281km, C20 砼 7.77 万 m ³ , 绿化覆土 7.74 万 m ³ , 土地整治 1.54hm ²		喷播植草 1.40hm ² , 挂三维网植草 2.09hm ² , 骨架护坡内植草 35.58hm ² ; 灌草绿化面积 1.54hm ² , 栽植灌木 0.62 万株, 撒播草籽 154kg		土袋拦挡 3739m, 密目网苫盖 9.20hm, 临时排水措施 12.281km	
桥涵工程区	土地整治 12.47hm ²		灌草绿化面积 9.98hm ² , 栽植灌木 3.99 万株, 撒播草籽 998kg		泥浆沉淀池 17 个, 临时排水沟 6471m, 密目网苫盖 3.75hm ²	
隧道工程区	骨架护坡 0.74hm ² , C20 砼 0.05 万 m ³ , 截排水工程 0.119km, C20 砼 0.18 万 m ³ , 表土回覆 0.11 万 m ³		骨架护坡内植草 0.56hm ²		密目网苫盖 0.23hm ² , 临时截排水沟 0.119km	
互通工程区	表土剥离 11.05 万 m ³ , 骨架护坡 9.28hm ² , C20 砼 0.56 万 m ³ , 截排水工程 2.323km, C20 砼 1.54 万 m ³ , 绿化覆土 14.29 万 m ³ , 土地整治 32.19hm ²		喷播植草 0.28hm ² , 挂三维网植草 0.41hm ² , 骨架护坡内植草 7.05hm ² ; 场地绿化 32.19hm ² , 栽植乔木 8.05 万株, 栽植灌木 12.88 万株, 撒播草籽 3219kg, 表土临时堆场撒播植草 10.26hm ²		密目网苫盖 13.04hm ² , 场地临时排水设施 2.323km, 表土临时堆场排水沟 2512m、沉沙池 12 座, 临时拦挡 2386m	
辅助设施区	表土剥离 3.57 万 m ³ , 骨架护坡 2.98hm ² , C20 砼 0.18 万 m ³ , 截排		喷播植草 0.09hm ² , 挂三维网植草 0.13hm ² , 骨架护坡内植		密目网苫盖 2.08hm ² , 场地临时排水设施	

	水工程 0.794km, C20 砼 0.50 万 m ³ , 绿化覆土 2.20 万 m ³ , 土地整治 4.37hm ²	草 2.26hm ² ; 场地绿化 4.37hm ² , 栽植乔木 1.09 万株, 栽植灌木 1.75 万株, 撒播草籽 437kg, 表土临时堆场撒播植草 1.19hm ²	0.794km, 表土临时堆场排水沟 873m、沉沙池 8 座, 临时拦挡 830m		
改移工程区	排水沟 2231.30m, 剥离表土 2.79 万 m ³		密目网苫盖 1.16hm ² , 临时排水设施 2.23km		
弃渣场区	表土剥离 12.85 万 m ³ , 表土回覆 22.94 万 m ³ , 土地整治 71.07hm ² , 挡渣墙 1.841km, 拦洪坝 125m, 截排水沟 1.193km, 沉沙池 47 个	复垦绿化 27.46hm ² , 栽植灌木 10.98 万株, 撒播草籽 2746kg; 表土临时堆场撒播植草 4.27hm ²	密目网苫盖 18.46hm ² , 表土临时堆场土质排水沟 0.172km, 临时拦挡 1538m		
施工场地区	表土剥离 3.72 万 m ³ , 表土回覆 3.72 万 m ³ , 土地整治 13.93hm ²	灌草绿化面积 4.64hm ² , 栽植灌木 1.86 万株, 撒播草籽 464kg; 表土临时堆场撒播植草 1.25hm ²	临时排水沟 3544m、沉沙池 14 个, 土工布遮盖 1.39hm ² , 密目网苫盖 1.25hm ² , 表土临时堆场排水沟 1062m、沉沙池 8 座, 临时拦挡 1009m		
施工道路区	表土剥离 5.72 万 m ³ , 表土回覆 5.72 万 m ³ , 土地整治 21.91hm ² , 排水沟 7.476km, 沉沙池 15 个	边坡绿化喷播植草 5.19hm ² 、撒播植草 3.47hm ² ; 灌草绿化 8.51hm ² , 栽植灌木 3.40 万株, 撒播草籽 851kg; 表土临时堆场撒播植草 1.92hm ²	临时排水沟 23.597km, 沉沙池 47 个, 密目网苫盖 1.92hm ² , 表土临时堆场排水沟 1166m、沉沙池 15 座, 临时拦挡 1108m		
投资 (万元)	15933.47 (4354.74)		4354.63 (309.91)	759.57 (759.57)	
水土保持总投资(万元)	22496.72 (6873.27)		独立费用(万元)	305.48	
监理费(万元)	80.00	监测费(万元)	99.85	补偿费(万元)	460.76
方案编制单位	四川省国环环境工程咨询有限公司		建设单位	达州市交通运输局	
法定代表人	王上辅		法定代表人	翟朝晖	
联系人及电话	杨本漫/16683103590		联系人及电话	胡杨/15228061777	
地址	成都市锦江区锦华路三段 88 号汇融国际 B 座 30F		地址	四川省达州市通川区来凤路 135 号	
邮编	610000		邮编	635000	
传真	—		传真	—	
电子邮箱	yangbenman2@163.com		电子邮箱	/	

注：“—”为水保方案新增水土保持措施，“()”为水保方案新增投资。

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 地理位置

S36线大竹至垫江（四川境）高速公路位于四川省东部，是《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》中的联络线，整体呈从西北向东南方向走向，起于达州市大竹县牌坊乡附近，与G65包茂高速相接，终点位于四川省和重庆市的省界，接重庆垫江-丰都-武隆（垫丰武）高速公路。路线起点（K0+000）地理坐标为东经107°7'54"、北纬30°38'17"，终点（K34+076）地理坐标为东经107°20'57"、北纬30°26'47"。行政区划涉及达州市大竹县。

本项目地理位置见附图1。

2.1.2 项目基本情况

2.1.2.1 技术标准

S36线大竹至垫江（四川境）高速公路作为四川省高速公路网中的一条重要加密通道，根据交通量预测结果和本项目在公路网中的功能、地位和作用，考虑本项目连接的相关高速公路采用的技术标准，借鉴四川省建设高速公路的经验，结合沿线地形地质条件，按照《公路工程技术标准》（JTGB01-2014）及《公路路线设计规范》（JTGD20-2017）的有关规定，确定本项目采用全封闭、全立交的双向六车道高速公路标准，设计速度100km/h，路基宽度33.5m。本项目采用的主要技术标准见表2.1-1。

表 2.1-1 本项目主要技术标准表

序号	技术指标名称	指标值
1	设计速度	100km/h
2	路基宽度	33.5m
3	平曲线最小半径	700m
4	不设超高最小半径	4000m
5	缓和曲线最小长度	85m
6	平曲线间最小直线长度	同向曲线 600m，反向曲线 200m
7	最小停车视距	160m

序号	技术指标名称	指标值
8	最大纵坡	4%
9	最短坡长	250m
10	竖曲线一般最小半径	凸型 10000m, 凹型 4500m
11	设计洪水频率	路基及一般桥涵 1/100, 特大桥 1/300
12	设计车辆荷载	公路-I级

2.1.2.2 路线走向及主要控制点

(1) 路线起终点

路线起点：推荐方案 K 线起点位于达州市大竹县牌坊乡，采用枢纽互通式立交与 G65 包茂高速公路衔接，考虑 G42 沪蓉高速公路复线（广安段），预留向西延伸的建设条件。

路线终点：推荐方案 K 线终点位于达州市大竹县石子镇明月山上，在四川省和重庆市省界处（隧道内）与规划垫丰武高速公路（目前处于初步设计阶段）顺接。

(2) 路线走向

本项目推荐路线方案 K 线起于大竹县牌坊乡石堰村附近，与包茂高速（设计桩号为 K77+020）衔接，设置牌坊枢纽互通后向东南前进，途径双口寨、红花村、官家村，在高穴镇南侧新店村附近设置高穴互通，并以桥梁形式跨越黄滩河，经老厂坝、荣华村，之后以隧道的形式穿越铜锣山，出隧道后向东布线经欣凤村，在童家乡南侧的田家湾附近设置童家互通，随后经大凌家沟，至玉竹村设置天城枢纽与规划城宣大邻高速衔接，延伸至天城镇北侧宝顶寨附近以桥梁的形式跨越东河，继续延伸至明月山，在明月山山坡上展线至隧道标高，以隧道的形式穿越明月山，在四川省和重庆市省界处（隧道内）与垫丰武高速公路顺接。路线全长 34.076km。

(3) 主要控制点

大竹县城、百岛湖省级湿地公园、龙潭省级湿地公园、包茂高速、牌坊乡、高穴镇、铜锣山、文星镇、童家乡、天城镇、石子镇、明月山、垫丰武高速等。

2.1.2.3 建设规模

本项目推荐方案路线 K 线全长 34.076km，全线共设桥梁 10192m/24 座，其中

特大桥2736m/2座、大桥7456m/22座，占路线总长的29.91%；共设隧道8486m/2座，全部为特长隧道，占路线总长的24.90%；桥隧比54.81%；设互通立交5处，其中2处为枢纽互通（1处预留），3处为一般服务性互通；设服务区1处；工程永久占用土地240.57hm²，路基土石方总量604.34万m³，其中挖方336.06万m³，填方268.28万m³；路基排水防护数量9.81万m³；总投资估算为85.37亿元，平均每公里造价2.51亿元。

本项目推荐方案工程建设规模详见表2.1-2。

表 2.1-2 推荐线建设工程量表

序号	主要工程项目		单位	推荐线(K线)	备注
1	新建路线长度		km	34.076	
2	路基宽度		m	33.5	
3	永久占地		hm ²	240.57	
4	拆迁面积		万 m ²	9.15	
5	路基路面	路基土石方(挖方)	万 m ³	269.25	
		路基土石方(填方)	万 m ³	211.97	
		路基防护	万 m ³	9.09	
		排水工程	万 m ³	9.81	
		路面工程	万 m ²	48.76	
6	主线桥梁	特大桥	m/座	2736/2	
		大桥	m/座	7456/22	
		中、小桥	m/座	0/0	
		桥梁合计	m/座	10192/24	
7	隧道	特长隧道	m/座	8486/2	
		长隧道	m/座	0/0	
		中、短隧道	m/座	0/0	
		隧道合计	m/座	8486/2	
8	桥隧比例		%	54.81	
9	涵洞、通道		道	64	
10	天桥		道	3	
11	互通式立交		处	5	1处预留
12	服务区/停车区		km/处	1	

序号	主要工程项目	单位	推荐线 (K 线)	备注
13	投资估算总额	亿元	85.373	
14	平均每公里造价	亿元	2.505	

2.1.3 项目组成及工程特性

S36大竹至垫江（四川境）高速公路为新建工程，工程主要由路基、路面、桥梁、隧道、互通工程、辅助设施、改移工程等主要工程和弃渣场、施工场地、施工道路等施工临时工程组成。项目组成及各单元工程主要特性见表2.1-4。

表 2.1-4 项目组成及主要技术指标表

一、项目的基本情况							
1	项目名称	S36 大竹至垫江（四川境）高速公路					
2	建设地点	达州市大竹县		所在流域		长江流域	
3	工程等级	大型	公路等级	高速公路		工程性质	新建
4	建设单位	达州市交通运输局					
5	技术指标	路线长度 (km)	34.076	设计速度 (km/h)	100	路基宽度 (m)	33.5
		路面结构类型	沥青砼	最大纵坡		4%	
6	总投资	85.37 亿元		土建投资		60.39 亿元	
7	建设期	2021 年 12 月 ~ 2025 年 11 月					
二、项目组成及主要技术指标							
项目组成		占地面积 (hm ²)			主要技术指标		
		合计	永久占地	临时占地	工程名称	单位	数量
主体工程	路基路面	90.84	90.84		路基	km	15.398
	桥梁	34.14	34.14		桥梁	m/座	10192/24
	隧道	1.88	1.88		隧道	m/座	8486/2
	互通工程	75.33	75.33		互通式立交	处	5
	辅助设施	17.47	17.47		分离式立交	处	3
	改移工程	20.91	20.91		涵洞、通道	道	64
					服务区	处	1
					匝道收费站	处	3
					监控中心	处	1
临时工程					拆迁建筑物	万 m ²	9.15
	弃渣场	71.07		71.07	弃渣场	个	18
	施工场地	13.93		13.93	施工道路	km	44.395
	施工道路	28.86		28.86	施工场地	个	7

合计	354.43	240.57	113.86			
三、项目土石方工程量 (万 m³)						
项目组成	挖方	填方	调入	调出	外购方	弃方
一般路基	269.25	211.97	25.58	12.35		70.55
特殊路基	43.62	50.73			50.73	43.62
桥梁	4.69					4.69
隧道	237.60	0.11	0.11	37.59		200.01
互通工程	188.49	100.14	34.11	12.11		110.35
辅助设施	130.37	22.80		2.25		105.32
改移工程	8.37	5.58		2.79		
弃渣场	12.85	22.94	10.09			
施工场地	11.39	10.23		1.16		
施工道路	22.47	20.58		1.68		0.21
合计	929.10	445.08	69.93	69.93	50.73	534.75

2.1.4 工程布置及主要建筑物

2.1.4.1 路基工程

一、路基横断面

(1) 路基宽度

根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)的有关规定,本项目采用路基宽度33.5m,行车道宽度为6×3.75m。

整体式路基: 0.75m土路肩+3.00m硬路肩+3×3.75m行车道+0.75m路缘带+2.0m中央分隔带+0.75m路缘带+3×3.75m行车道+3.00m硬路肩+0.75m土路肩。

路基标准断面图见附图 5。

(2) 路面横坡

标准的路面横坡采用 2%, 土路肩横坡采用 3%。

(3) 中央分隔带

中央分隔带考虑设置交通工程通讯管线及波形防护栏、绿化植树防眩等, 宽 2.0m。

(4) 用地界线

路堤两侧边沟沟口外 1m (农田路段) 或 2m (其它路段), 无边沟时为路堤坡脚或构造物外边缘以外 2m; 路堑坡顶以外 2m, 有截水沟时, 为截水沟沟口以外 1m。

(5) 超高加宽

在平曲线半径小于 2500m 路段设置超高，超高采用绕中央分隔带边缘旋转方式，两侧行车道成为独立的单向超高横坡，中央分隔带保持水平状态。

隧道及其前后用于过渡的路段采用分离式路基，部分路基横坡较陡的路段用台阶式路基，其他路段均采用整体式路基。路基设计标高为中央分隔带的外侧边缘标高，分离式路基为设计线右侧 1.0m 处标高（行车方向）。路基设计洪水频率为 1/100。

二、路基边坡

本项目路基设计高度主要受互通工程、设计洪水位、路基最小填土高度、路线海拔的控制，在保证路基处于干燥或中湿状态的原则下，尽量降低路基填土高度，以减少土方数量。根据沿线路基调查及地质调绘等资料判定的岩土类别、岩性、风化程度等，结合路堑边坡高度、地形条件，按照工程地质比拟法确定挖方边坡坡率与边坡形式。本项目路基填料主要为土石混合物，路堤稳定性较好。参照《公路路基设计规范》JTG D30-2015 拟定路基边坡如下：

(1) 路基填方边坡一般采用 1: 1.5 直线坡，当边坡高度大于 8m 时，8m 以下部分采用 1:1.75 坡率，变坡处设 2.0m 宽边坡平台，并设置 4% 的外倾横坡。当地面横坡陡于 1: 5 时，将基地挖成台阶，其宽度为大于 2m，台阶向内倾斜 2~4%，填方路段排水沟与路堤坡脚之间，设大于 1m 的护坡道，20m 以上边坡按照高填工点进行工点设计。

(2) 路堑边坡根据沿线岩土性质、路线经过区域的已成公路和其他人工建筑物的人工边坡、自然边坡的稳定情况，综合拟定本路挖方边坡平均坡度采用 1: 0.75~1: 1.5。一般在边沟外设 2.0m 宽碎落台，并视地质分阶层的位置及挖方边坡高度每 8~10m 设置一级 2.0m 宽的边坡平台。

(3) 路基填料的选择，路基填料优先选用符合要求的优质填料，对需要改良的填料通过掺灰等方式进行处理，确保填料强度、压实度要求的实现。首先考虑利用挖方路段土石方，其次应结合当地的国土资源综合开发规划选择贫瘠地段集中取土。本项目沿线有部分隧道开挖以及高边坡开挖，所得弃方量较大，因此路基填料主要采用沿线挖方的弃土弃石。

(4) 路基填筑的要求，路基填筑按清表、地基处理、地表压实、路基填筑

的顺序进行。路基压实度按现行规范要求实施。

三、特殊路基

路线走廊地形起伏不大，岩层以砂、泥岩为主，不良地质及特殊地质现象主要为软弱地基、滑坡、岩溶和采空区，现分述如下：

(1) 软弱地基

工程区大面积为泥岩、砂质泥岩与砂岩互层，构成丘陵、低山地貌，沟谷发育，沟谷堆积残坡积、坡洪积低液限黏土，在排泄不畅处和局部鱼塘、水库区黏土在地下水和地表水作用下多呈可塑~软塑状，形成软弱地基土，土体物理力学性质极差，地基允许承载力低，横向厚度变化大，当路堤填高较大时可产生不均匀沉降，路堤存在失稳风险，工后沉降难以满足规范要求。主要分布于丘间谷地的水塘及积水区。

根据路基填高、软基厚度等具体情况，根据软土不同的赋存条件，浅层软土采用换填、碎石盲沟处治；深厚软土采用强夯、碎石桩、或者塑料排水板处治；根据稳定需要铺设土工格栅，以防止路堤失稳。

(2) 滑坡

根据地调资料，在稳定性分析验算的基础上进行处治，对于小型浅表性滑坡，采取清方处理方案；对于规模较大，滑面较深的滑坡，除拟定路线从其上部或下部通过外，采取抗滑桩、抗滑挡土墙等措施进行处治。

(3) 岩溶

根据调查结果显示，路线走廊带内仅发育 1 处较大溶洞（老龙洞），距离路线较远，暂不治理，其余灰岩段落溶槽、溶坑等溶蚀现象较发育，主要采取回填、注浆、混凝土板跨越等处置方式。

(4) 采空区

三叠系须家河组（ T_3xj ）地层夹薄煤层，目前已多处开采，线路近垂直穿越煤系地层和采空区。该地层岩石强度较低，边坡多不稳定，隧道围岩质量一般较差，开挖洞室还会遇到瓦斯和废采煤巷道这些较特殊的工程地质问题。当隧道穿越这些地层时，应加强通风，对煤层开挖处必须灌浆、锚喷，处理后的空隙和冒落处，必须用不燃性材料充填密实，不得漏风，防止煤层自然。

特殊路基分布及处置措施工程量见表2.1-5。

表 2.1-5 特殊路基处理工程数量表

起讫桩号	路基长度 (m)	软弱地基		边坡				边坡及滑坡		沿河冲刷	岩溶处理		滑塌
		处治深度 h≤3m	处治深度 3m<h≤12m	4φ15.2 锚索	主动防护网	被动防护网	清理危岩	I、II级钢筋	C30 砼抗滑桩	镀锌钢丝石笼	注浆	C20 片石砼圪工	C20 片石砼圪工
		换填	碎石桩										
		(m ³)		(m)	(m ²)		(m ³)	(kg)	(m ³)				
K0+000~K2+736	1674.9	50210.5	7566.6	10790.0	5102.5	4708.5	9454.6	415326.6	2768.8	167.5	150.1	600.3	900.4
K2+736~K17+000	5089.1	152559.7	22990.4	32784.5	15503.4	14306.4	28726.8	1261929.0	8412.9	508.9	456.0	1823.9	2735.9
K17+000~K19+800	1132.0	33934.9	5113.9	7292.5	3448.5	3182.3	6389.9	280699.8	1871.3	113.2	101.4	405.7	608.6
K19+800~K22+800	882.0	30217.7	3984.5	5682.0	2686.9	2479.5	4978.7	218707.8	1458.1	88.2	79.0	316.1	474.2
K22+800~K27+800	2720.0	103409.6	21703.8	5718.7	8286.2	7646.5	15353.9	1043473.0	6956.5	272.0	243.7	974.8	1462.3
K27+800~K34+076	966.0			55430.5	2942.8	2715.6	5452.9	3929536.8	26196.9	96.6	86.6	346.2	519.3
合计	12464.0	370332.4	61359.2	117698.2	37970.3	35038.8	70356.8	7149672.9	47664.5	1246.4	1116.8	4467.1	6700.6

四、路基防护

(1) 填方边坡防护

填方路基边坡高度小于 4m 或坡度缓于 1:1.75 时，采用植草防护。填方边坡高度大于 4m 时，一般采用拱形护坡防护。拱形护坡骨架间隙内填土喷草籽以加固坡面及美化路容。经过堰塘、水库、河流地段常年受水侵蚀或流冲刷的路堤，一般高出设计水位 0.5m 以下位置的路基边坡采用实体护坡进行处理，护坡基础应置于清淤后夯实的土基或岩基上。农田地段路堤必须清除淤泥以及地表耕植土，并开沟排水，对湿软层还应采取换填或设置片石排水沟处理。在地面横坡较陡的路面，视具体情况采用衡重式挡土墙、护肩或护脚进行防护。

对于防护工程材料，护肩、护脚、实体护坡采用 C20 片石混凝土，拱形护坡采用 C20 砼，挡土墙采用 C20 片石砼。

(2) 挖方边坡防护

项目区内多为砂泥岩互层，且风化程度强烈，有未作防护的已成人工边坡坡比 1: 0.5 ~ 1: 0.75，其整体稳定性良好，但遇水极易受冲刷破坏，故挖方边坡均应作坡面防护。边坡高度小于 10m 时，坡面采用挂网植草防护。边坡高度在 10 ~ 20m 时，坡面采用圪工骨架 + 植草护坡。边坡高度大于 20m 时，20m 以下采用框架锚防护，20m 以上采用圪工骨架 + 植草护坡，对应稳定性较差的边坡采用锚杆、锚索加固。

路基防护措施工程数量见表 2.1-6。

表 2.1-6 路基防护工程数量表

起讫桩号	长度 (m)	三维网植 草(m ²)	φ32 锚 杆(m)	护坡	挡土墙	喷播植 草(m ²)
				C20 砼骨架 护坡(m ²)	C20 片石砼 (m ³)	
K0+000~K2+736	1674.9	2813.9	7428.6	62910.5	9684.2	1875.9
K2+736~K17+000	5089.1	8549.7	22571.1	191147.5	29424.5	5699.8
K17+000~K19+800	1132.0	1901.8	5020.6	42518.3	6545.1	1267.8
K19+800~K22+800	882.0	1481.8	8801.7	33128.2	5099.6	987.8
K22+800~K27+800	2720.0	4569.6	27143.4	102164.1	15726.7	3046.4
K27+800~K34+076	966.0	1622.9	9639.9	36283.2	5585.3	1081.9
合计	12464.0	20939.5	80605.3	468151.8	72065.4	13959.7

五、路基、路面排水

项目所在区雨量不是非常充沛且集中，但在 5 ~ 10 月多发生暴雨，强度大、频率高。水是危害路基稳定，造成公路病害的重要因素，为防止路基水毁及边坡

冲蚀，边沟、排水沟、截水沟应保持连贯畅通，自成系统，保证路基路面水及时排除。路基设计洪水频率为 1/100。

（1）路基排水

路基排水结合沿线水系及农灌设施进行系统设计，达到既使路基排水顺畅，又兼顾到沿线农田排灌的需要，边沟纵坡一般不小于 3‰。路堤两侧设置混凝土排水沟，挖方路段路基两侧设置混凝土边沟，边沟水经涵洞或排水沟引至路基外。当挖方边坡较高，边坡上方汇水面积较大时，于挖方边坡坡口 5m 以外适当位置设置截水沟。此外应根据地形的变化情况，设置急流槽或跌水井，以防止路基被冲刷，影响路基稳定。

（2）路面排水

路面排水由路肩排水和中央分隔带排水设施组成。双向横坡路段的路面水均以漫流形式直接排入路基边沟或路堤坡脚外，因圆曲线超高所形成的单向坡路基段，曲线内侧路面水与双向坡排水方式一致，曲线外侧路面水则漫流进入中央分隔带纵向排水沟内，并通过中央分隔带横向排水管引出路基，当填方高度较高时，在填方边坡坡面上设置拱形护坡以拦截、分流、汇集路面水于拱形护坡骨架急流槽内，避免路面水对路基边坡的冲刷。中央分隔带排水由纵向盲沟、竖井和横向排水管组成，超高成单向坡路段还应设置纵向排水沟，将曲线外侧路面水引至竖井集中，并通过横向排水管引入拱形护坡骨架急流槽或加深的路堑边沟中。

（3）排水沟尺寸

主体设计对边沟和排水沟采用矩形断面 50cm×70cm，衬砌厚度 30cm；堑顶截水沟采用半矩形断面 30cm×40cm，靠边坡一侧随边坡坡度，衬砌厚度 25cm；沉沙池一般采用长×宽×高=120cm×100cm×60cm，C20 现浇混凝土砌筑，衬砌厚度 40cm。边沟、排水沟下游与沉沙池连接，经沉淀后的排水与附近天然沟渠连接；地形坡度较陡路段可经急流槽（含效能坎、消力池）效能、防冲处理后再与沉沙池连接。

路基、路面排水工程数量见表 2.1-7。

表 2.1-7 路基、路面排水工程数量表

起讫桩号	长度(m)	排水工程	
		C20 砼边沟、排水沟 (m ³)	I、II级钢筋 (kg)
K0+000~K2+736	1674.9	10445.1	26067.7
K2+736~K17+000	5089.1	31736.3	79204.0
K17+000~K19+800	1132.0	7059.3	17617.9
K19+800~K22+800	882.0	5500.3	13727.0
K22+800~K27+800	2720.0	16962.4	42332.8
K27+800~K34+076	966.0	6024.1	15034.3
合计	12464.0	77727.5	193983.7

2.1.4.2 路面工程

根据项目区气候、地质条件及沿线筑路材料分布情况，全路主线及互通式立交各匝道均采用沥青砼路面，收费站采用水泥砼路面。

(1) 主线与枢纽互通匝道路面结构形式

4cm 改性沥青玛蹄脂碎石 SMA-13+6cm 中粒式改性沥青混凝土 AC-20+8cm 粗粒式沥青混凝土 AC-25+30cm 水泥稳定土碎石基层+20cm 水泥稳定土碎石底基层+15cm 级配碎石垫层；

(2) 一般互通匝道结构型式

4cm 改性沥青玛蹄脂碎石 SMA-13+6cm 中粒式改性沥青混凝土 AC-20+30cm 水泥稳定土碎石基层+20cm 水泥稳定土碎石底基层+15cm 级配碎石垫层；

(3) 收费站结构型式

28cm 水泥混凝土+20cm 水泥稳定碎石+20cm 水泥稳定土碎石底基层+15cm 级配碎石垫层；

(4) 桥面铺装结构型式

4cm 改性沥青玛蹄脂碎石 SMA-13+6cm 中粒式改性沥青混凝土 AC-20。

2.1.4.3 桥涵工程

一、设计标准

设计安全等级：一级；

设计洪水频率：特大桥 1/300，大、中、小桥、涵洞 1/100；

设计荷载等级：公路-I级；

地震动峰值加速度：0.05g；

桥面宽度：2×16.75m；

二、桥涵设计原则

(1) 桥涵构造物的设置满足河流水文的要求，桥涵孔径、建设规模与河流断面流量、流速、相应频率下的洪水位相适应确保桥涵构造物在要求洪水频率条件下的安全。

(2) 根据桥位地形、地质、水文、河（沟）床特征、路线平纵横指标、施工及养护条件等因素综合考虑进行桥型方案的选择与桥长设计，并遵循“经济、安全、环保、舒适、和谐”的原则。

(3) 桥梁跨径大小的选择应注重高跨比的协调，根据墩高和地质情况确定最经济的跨径。

(4) 桥孔设计必须综合考虑项目所在地区的现有路网、水网、环境因素及规划，发挥桥梁的综合效益和整体功能，对位于城镇附近的桥梁适当增加桥孔以方便沿线群众生活、生产、工作方便的需要。

(5) 桥梁结构型式的选择按照安全、适用、经济、美观和有利环保的原则，结合路线线形、地形、地质、材料来源、材料运输、施工场地、周围环境等条件综合考虑，对于远离市区的一般常规桥梁，尽量采用统一的预制拼装结构型式，便于机械化、工厂化及标准化生产，力求做到方便施工，缩短工期，降低造价；对于跨越主城区或主要城市道路时，应结合施工对现有道路的影响大小确定上下部结构形式。

(6) 对于有景观等特殊要求的桥梁，在满足功能要求的前提下，对主桥进行不同结构体系的比较，选择结构新颖、技术先进、环境协调、造价适中及施工技术成熟的桥梁方案，避免走极端化如过分追求景观效果而增加工程造价。力求桥梁景观满足当地的人文、社会及经济发展的要求，且能达到人文景观与环境的协调统一。

(7) 注重对自然环境的保护，充分重视土地资源对项目所在区域的重要性，适当增加桥梁长度，减少占地，避免高填深挖，尤其是城市范围占地要用长远和非常慎重的态度处理造价与用地的矛盾。

(8) 在满足泄洪排水要求的前提下，综合考虑桥址处的地形、地质、台背填土高度、两侧通道、公路的净空要求等因素，合理确定桥长。本项目中结合地形、地质条件，一般桥台最大填土高度按控制在 8m 以内，山区横向坡度陡、地

质条件差的桥台尽量放在挖方路段。

(9) 针对本项目地形起伏、横坡较陡、分离路基多，桥隧交替相连，施工困难等特点，在桥梁方案设计时，要充分考虑设计的合理性，施工的可行性；要统筹考虑桥、隧、路三者的合理衔接和过渡。

(10) 小桥涵的布设，采用逢沟设涵的原则；对于地处农田区渠道过于密集，位置相距不远，具有合并条件的渠道在不改变原有排灌系统的情况下予以适当改移、合并，并辅以线外工程相联接，以减小工程规模降低工程造价。

(11) 桥梁下部结构类型：柱式墩既能减轻墩身重量、节约圬工材料，又较美观、施工较方便。因此原则上墩高在 45m 以下应尽量采用柱式墩，大于 45m 时采用空心薄壁墩。桥台则根据桥头路基填土高度具体采用柱式、肋式桥台。

(12) 桥梁基础结构型式：根据不同的地质和结构物设置情况分别采用桩基础和明挖扩大基础。根据本项目的地质情况特点，原则上桥梁采用桩基础，涵洞采用扩大基础。

三、桥梁工程概况

本项目推荐方案全线共设桥梁 10192m/24 座（含互通立交主线桥），其中特大桥 2736m/2 座、大桥 7456/22 座，占路线总长度的 29.91%；设涵洞 32 道、通道 32 道。

本项目推荐方案桥梁设置情况见表 2.1-8。

表 2.1-8 全线桥梁设置情况一览表

序号	中心桩号	桥名	角度	孔数×跨径	桥梁全长	桥宽	桥梁面积	最大桥高	基础类型		结构类型			备注
									干处	湿处	上部构造	下部构造		
									%	%		桥墩及基础	桥台及基础	
1	K0+000.0	跨 G65 大桥	90	6×40+(40+50+40)+6×40	618.0	33.5	20703.0	15	100	0	预应力砼 T 梁、钢箱梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	
2	K1+412.5	徐家塔大桥	90	5×25	133.0	33.5	4455.5	18	100	0	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	
3	K1+810.0	小河坝大桥	90	4×30	128.0	33.5	4288.0	30	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
4	K3+355.0	石猪槽大桥	90	6×25	158.0	33.5	5293.0	20	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
5	K6+180.0	赖家沟大桥	90	8×25	208.0	33.5	6968.0	22	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
6	K6+527.5	石河坝大桥	90	9×25	233.0	33.5	7805.5	15	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
7	K7+640.0	王家湾大桥	90	12×25	308.0	33.5	10318.0	20	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	黄滩河
8	K8+920.0	荣华村大桥	90	10×30	308.0	33.5	10318.0	24	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
9	K9+597.5	荣华沟 1 号大桥	90	15×25	383.0	33.5	12830.5	18	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
10	K10+025.0	荣华沟 2 号大桥	90	14×25	358.0	33.5	11993.0	18	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
11	K17+605.0	小冲寨大桥	90	12×30	368.0	33.5	12328.0	26	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
12	K19+060.0	田坝湾大桥	90	27×30	818.0	33.5	27403.0	28	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
13	K20+200.0	徐家湾大桥	90	20×30	608.0	33.5	20368.0	26	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
14	K21+275.0	猫儿沟大桥	90	10×30	308.0	33.5	10318.0	26	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
15	K23+670.0	鱼箭口大桥	90	16×25	408.0	33.5	13668.0	20	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	上白水河
16	K24+220.0	黄家湾 1 号大桥	90	6×25	158.0	33.5	5293.0	15	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
17	K25+462.5	黄家湾 2 号大桥	90	7×25	183.0	33.5	6130.5	25	70	30	预应力砼 T 梁	柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	东河
18	K26+045.0	水竹沟大桥	90	10×25	258.0	33.5	8643.0	16	100	0	预应力砼 T 梁	薄壁墩、柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	
19	K26+760.0	潘家湾 1 号大桥	90	12×40	488.0	33.5	16348.0	34	100	0	预应力砼 T 梁	薄壁墩、柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	
20	K27+340.0	潘家湾 2 号大桥	90	4×40	168.0	33.5	5628.0	28	70	30	预应力砼 T 梁	薄壁墩、柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟

项目概况

序号	中心桩号	桥名	角度 度	孔数×跨径 孔×米	桥梁全长 m	桥宽 m	桥梁面积 m ²	最大 桥高 m	基础类型		结构类型			备注
									干处	湿处	上部构造	下部构造		
									%	%		桥墩及基础	桥台及基础	
21	K27+660.0	七星寨大桥	90	5×40	208.0	33.5	6968.0	28	100	0	预应力砼 T 梁	薄壁墩、柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	
22	K28+820.0	熊家湾特大桥	90	34×40	1368.0	33.5	45828.0	54	70	30	预应力砼 T 梁	薄壁墩、柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	跨河沟
23	K30+260.0	何家湾大桥	90	16×40	648.0	33.5	21708.0	70	100	0	预应力砼 T 梁	薄壁墩、柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	
24	K31+430.0	何家湾特大桥	90	34×40	1368.0	33.5	45828.0	70	100	0	预应力砼 T 梁	薄壁墩、柱式墩、桩基础	轻型桥台、桩基础	

四、重点桥梁介绍

熊家湾特大桥：本桥为跨越深沟而设。沟谷切割较深，边坡较陡，最大填土高度为 60m。主要为中低山地貌，山脉呈条带状展布，分布地层侏罗系和三叠系多套地层，地层岩性主要为石英砂岩、灰岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、页岩等。拟建大桥有乡村路通往桥位区起终点附近，交通较为便利，结合桥位处地质、水文、地形及被交路情况综合考虑，本桥上部跨径组合为 34×40m 预应力混凝土结构连续 T 梁，下部桥墩采用柱式墩、薄壁墩、桩基础，桥台采用柱式台、桩基础。

五、涵洞、通道设计

本项目全线共设涵洞 1440m/32 道，其中宽度 3m 以内 585m/13 道，宽度 5m 以内 855m/19 道。涵洞主要功能为排涝和灌溉，防洪标准为 1/100，设计安全等级为一级。涵洞结构型式的选择，本着因地制宜、就地取材、施工方便的原则，考虑使用性质、设计流量、沿线群众生产耕作条件及基础情况等因素，涵洞形式以钢筋混凝土盖板涵为主，涵洞孔径选择，除满足使用功能和清淤方便，同时兼顾沿线群众生产耕作需要，一般采用大孔径钢筋混凝土盖板涵，无水时也可方便当地群众穿越高速公路。盖板涵基础开挖采用反铲式挖掘机施工，两侧设 1:1 边坡，预留施工空间，人工配合清理基底。

为解决沿线两侧过往交通及田间耕作，一些机耕道路、人行大路与本公路交叉时均设置通道，全线共设置通道 1440m/32 道，其中 4m 宽盖板通道 576m/13 道，6m 宽盖板通道 864m/19 道。

2.1.4.4 隧道工程

一、技术标准

隧道等级：双向六车道高速公路；

设计速度：100km/h；

建筑限界：净宽：14.50m，净高 5.0m；

汽车荷载等级：公路-I 级；

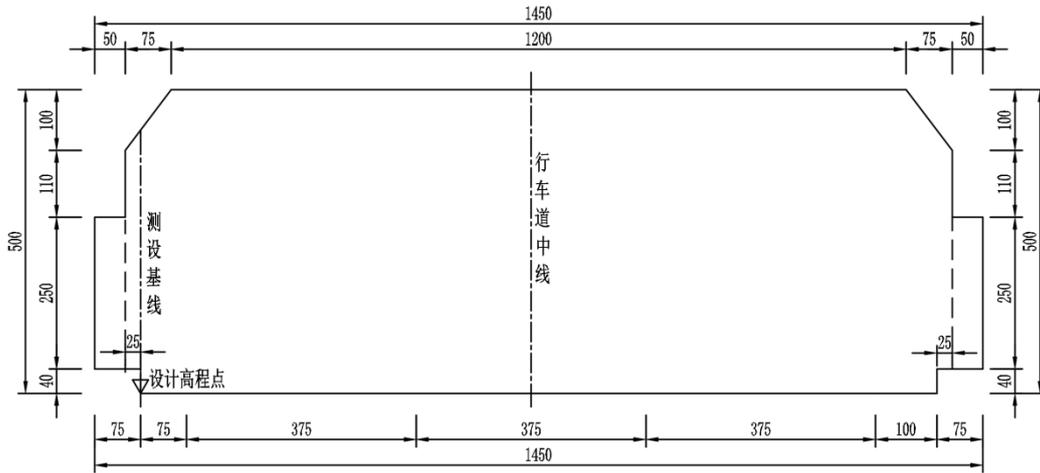
隧道洞内纵坡：≤3.0%，≥0.3%；

隧道洞内超高：<2.0%（超高另计）；

地震动峰值加速度 0.05g，地震动反应谱特征周期 0.35s。

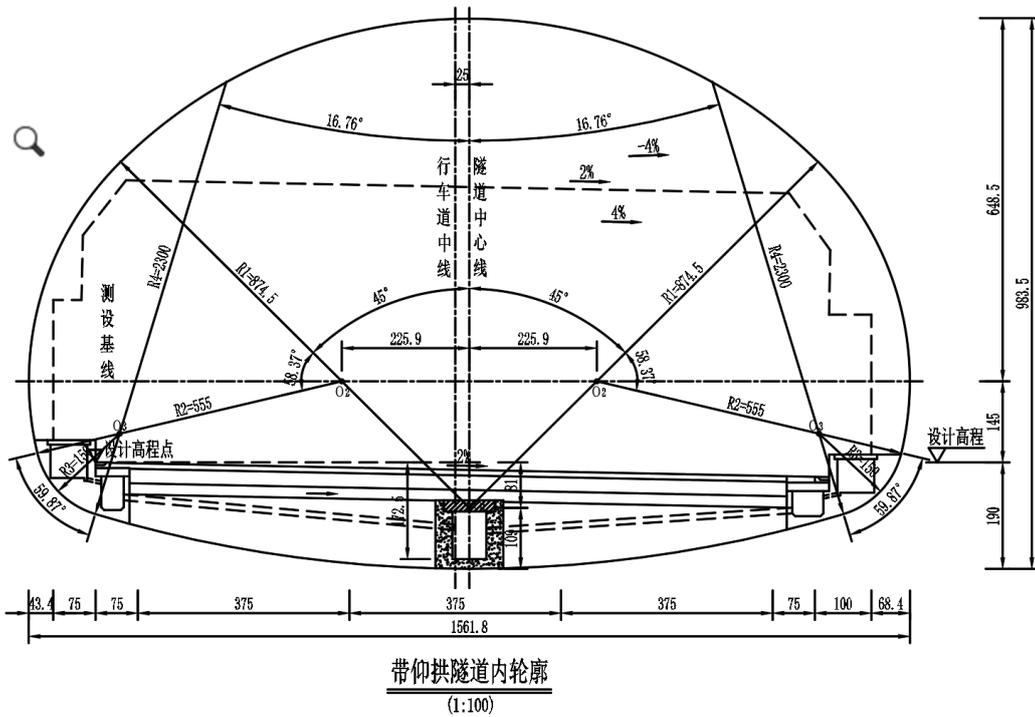
表 2.1-9 隧道建筑限界表

项目	净宽 (m)	净高 (m)	行车道 (m)	侧向宽度 (m)	检修道 (m)
主洞	14.50	5.0	3.75 × 3	0.75/1.00	0.75 × 2
紧急停车带	17.50	5.0	3.75 × 3+3	0.75/1.00	0.75 × 2
车行横通道	4.5	5.0	/	/	/
人行横通道	2.0	2.5	/	/	/



隧道建筑限界
(1:100)

图 2.1-1 隧道建筑界限图



带仰拱隧道内轮廓
(1:100)

图 2.1-2 隧道标准断面图

二、隧道设置

本项目推荐方案共布置隧道 8486m/2 座，均为特长隧道，占路线长度的 24.90%。其中明月山隧道为与重庆市共建隧道。隧道具体布设见表 2.1-10。

表 2.1-13 隧道概况一览表

序号	隧道名称	起讫桩号	长度 (m)	隧道结构型式
1	铜锣湾隧道	K10+235 ~ K16+795	6560	分离式
2	明月山隧道	K32+150 ~ K34+076	1926	分离式

三、洞口设计

隧道洞口遵循“早进洞、晚出洞、整体协调性和自然性”原则设计，洞口工程与周围景观、地形地貌协调，洞门简洁、隐蔽、淡化，实现仰坡“零”开挖以充分保护自然环境。

四、防排水设计

隧道防排水遵循“防、排、截、堵结合，因地制宜，综合治理”原则设计，对地表水、地下水进行妥善处理，使洞内外形成一个完善的防排水系统，从而达到排水通畅、防水可靠、经济合理、不留后患的目的。

(1) 隧道内防排水

防水措施：工程防水等级为二级。隧道结构采用复合式衬砌，其初期支护和二次衬砌间设防水板和无纺布；二次衬砌采用等级不低于 P8 的防水混凝土或防水钢筋混凝土；二次衬砌的沉降缝、衬砌类型变化处及施工缝设橡胶止水带。

排水措施：衬砌边墙脚外侧防水板与喷混凝土间设纵向盲沟；防水板背后设环向透水盲沟，纵向盲沟与中心排水沟间设横向导水管，将隧道衬砌背后地下水引至中心水沟排出；洞内清洗水通过路面侧水沟排出洞外。

(2) 隧道外防排水

洞口段顶部地面设置隐形截水沟与路基排水相衔接形成洞口地面排水系统。

六、通风设计

公路隧道的通风主要分为自然通风和机械通风两大类，当隧道长度较短且交通量较小时采用自然通风方式，否则需要机械通风，机械通风分为纵向式通风、横向式通风和组合通风三种方式，由于纵向全射流通风利用隧道纵向空间，特别是单向交通情况下充分利用交通风，具有安装简单、可维护性好和良好的经济性等优点而广泛采用。但是随着隧道长度的增加，采用纵向全射流通风面临正常运

管通风风速较高威胁行车安全、火灾工况下排烟的路径较长或射流风机布置较多而控制困难的问题，此时需要纵向进行分区段送排式通风。

本项目隧道为双洞单向行车高速公路隧道，考虑隧道断面、工程造价、运营管理等多方面因素，结合本工程的特点，选用纵向式通风，建议采用单斜井送排+全射流纵向式通风方式。

受主体工程设计阶段限制，现阶段暂时无法确定隧道涉及平导、竖井等工程的具体情况，主体设计将在下一设计阶段中进行具体设计。

2.1.4.5 互通工程

一、互通式立交

根据高速公路线路总布局，交通量及现有规划道路状况，本项目在牌坊乡、高穴镇、童家乡、天城镇设互通式立交，分别与包茂高速、县道X168、县道X028、规划城宣大邻高速、县道X032相接。本项目推荐方案共设5处互通式立交，与包茂高速、规划城宣大邻高速设枢纽互通式立交（其中天城枢纽互通为预留），与其它地方道路相交为一般互通式立交。

根据所连接道路的现有等级、地位及规划确定互通式立交连接线技术标准，连接线路基宽11m，设计速度40km/h。另外，与本项目相干扰的原有公路需改建时，按原路标准改建。

本项目主线全长约34.076km，共布设互通式立交5处，其中枢纽立交2处。互通立交设置平均间距6.288km，最大间距12.675km，最小间距2.330m。

互通式立交设置情况见表2.1-14。

表 2.1-14 互通式立交情况一览表

序号	立交名称	中心桩号	立交间距 (km)	互通型式	交叉型式	被交叉道路名称及等级	匝道		连接线		面积 (hm ²)	备注
							平均宽度 (m)	长度 (km)	平均宽度 (m)	长度 (km)		
1	牌坊枢纽	K0+000	6.145	十字枢纽	主线上跨	包茂高速/高速	12	2.050	/	/	33.23	
2	高穴互通	K6+145		12.675	A型单喇叭	主线上跨	X168/三级	12	1.680	11	0.23	13.59
3	童家互通	K18+820	4.000		A型单喇叭	主线上跨	X028/三级	12	1.480	11	0.12	14.24
4	天城枢纽	K22+820		2.330	十字枢纽	主线下穿	规划城宣大邻高速/高速	/	/	/	/	/
5	天城互通	K25+150	A型单喇叭		主线下穿	X032/三级	12	1.270	11	0.32	14.27	

二、分离式立体交叉

项目与公路、铁路交叉时均设置分离式立体交叉。主线上跨被交道路已计入桥梁工程，主线下穿分离式立体交叉共有 3 座。

三、连接线及辅道工程

本项目推荐方案连接线总长 0.67km，共 3 处。辅道工程与主线一同实施。连接线及辅道工程占地及土石方量纳入互通工程区计列。

2.1.4.6 附属工程及沿线设施

全路段设置服务区1处、收费站3处、管理分中心及养护中心1处、隧道管理站1处，全线交通监控与运营管理、通信、收费、养护、维修等管理业务采用“统一指挥、集中控制、专业分管”的动作机制。

(1) 服务区

本项目设置A类服务区1处，为童家服务区(K20+745)，位于大竹县童家乡，为双侧型服务区，占地10.67hm²。主体设计有排水工程、骨架护坡、喷播植草、挂三维网植草等边坡防护措施，场地绿化采用乔灌草景观绿化。

(2) 收费站

本项目设置收费站3处，除2座枢纽互通外，其余3处互通式立交均设置匝道收费站。单个收费站占地面积为0.60hm²，收费站总占地面积1.80hm²。

(3) 管理分中心及养护中心

管理中心按每个项目1处的标准设置。由于路线长度不超过100km，本项目设置管理分中心及养护中心1处，占地面积4.00hm²。管理分中心内设监控分中心、通信分中心。

本项目设置 STM-4 级别光纤数字通信网(支持 MSTP、RPR)。设置电源系统为监控、通信、收费设备提供不间断供电。光通信设备和程控交换机采用 -48VDC 电源供电，监控、收费设备采用交流 220V 供电。

(4) 隧道管理站

本项目拟在铜锣湾隧道入口设置隧道管理站1处，占地面积1.00hm²。

(5) 供电、照明设施

照明：本项目照明仅在收费广场和隧道设置，其它路段原则上不设照明。

供电：本项目供电系统主要为全线的收费站（通信站）、服务区及监控外场

设备服务，适当兼顾管理站等机构。各变电站的电源应优先采用地方可靠电源，由地方高压电源经架空线路引至各变电所的终端杆，然后由终端杆电缆引至变电站。

全线辅助设施数量及占地见表2.1-15。

表 2.1-15 辅助设施一览表

编号	辅助设施类型	数量	占地面积 (hm ²)	备注
1	服务区	1 处	10.67	童家服务区
2	收费站	3 处	1.80	高穴、童家、天城
3	管理分中心及养护中心	1 处	4.00	
4	隧道管理站	1 处	1.00	铜锣湾隧道
合计			17.47	

2.1.4.7 绿化工程

绿化工程由路基绿化（含边坡绿化、中央分隔带绿化）、隧道进出口绿化、互通绿化及辅助设施绿化组成。

一、路基绿化

(1) 边坡绿化

路基边坡绿化主要采用喷播植草、骨架护坡内植草、挂三维网植草等方式。

(2) 中央分隔带绿化

中央分隔带绿化从防眩功能、减少中分带水土流失等目的出发，在中央分隔带内栽植宽度为1m的易整形常青灌木及植草绿化。桥梁中央分隔带统一安装防眩板，不再做绿化设计。

二、隧道进出口绿化

隧道进出口绿化主要在隧道洞口骨架护坡内植草，保持水土同时增加隧道进出口景观效果。

三、互通立交绿化

在立交范围内以不妨碍行车视线为条件进行植树植草的立体绿化，由叶面颜色对比度较大的不同种类灌木组成抽象图案为主，图案力求舒展、大气，具有良好的动态美。

四、辅助设施绿化

辅助设施绿化工程主要包括服务区内植被绿化以及管理养护站内的绿化，服务区除了提供加油、厕所、餐饮、住宿等高速公路运营所必须的基本服务功能之

外，应注重景观效果的提升。绿化工程数量估算表见表2.1-16。

表 2.1-16 绿化工程数量估算表

行政区划	路基 (万 m ²)		隧道进出口 (万 m ²)	互通立交 (万 m ²)		辅助设施 (万 m ²)		小计 (万 m ²)
	边坡	中央分隔带		边坡	场地绿化	边坡	场地绿化	
大竹县	39.07	1.54	0.56	7.74	32.19	2.48	4.37	87.95

2.1.4.8 改移工程

改移道路工程为主线工程的通道、分离式立体交叉及平行主线的改移道路工程。本项目改移道路长度为11621.36m，改移道路宽度为4.5m，路面结构类型为水泥混凝土路面。改移道路工程量详见表2.1-17。

表 2.1-17 改移道路工程量表

编号	起讫桩号	排水沟 (m)	墙式护栏 (m)	挡墙 (m ³)	路线长度 (m)
1	K0+000 ~ K10+235	844.18	2110.45	2638.06	4396.77
2	K16+795 ~ K24+000	921.76	2304.40	2880.50	4800.83
3	K24+000 ~ K32+150	465.36	1163.40	1454.26	2423.76
K 线合计		2231.30	5578.25	6972.82	11621.36

2.2 施工组织

2.2.1 临时工程布置

本项目临时工程主要有弃渣场、施工营地、施工场地和施工道路等。由于本项目沿线均有居民点分布，因此项目参建单位办公及住宿原则上就近向沿线居民租房，尽量避免新建驻地引起新的水土流失。施工场地包括桥梁预制场、钢筋场、路面拌合站等，其中桥梁预制场与钢筋场合并设置。为保护沿线土地资源，在施工过程中，建议建设单位和施工单位在综合考虑征地、环保、水保、工程投资、施工运输条件等各方面情况下，尽量考虑将施工场地设置在永久占地范围内（例如辅助设施内），减少新增临时工程占地，以减轻因工程建设对沿线居民生活、农业生产、自然环境带来的不利影响。

表 2.2-1 本项目临时工程一览表

序号	工程名称	特性	占地 (hm ²)	备注
1	弃渣场	18 处，堆渣量 534.75 万 m ³ ，折松方 803.09 万 m ³	71.07	
2	施工场地	7 处，其中新增临时占地 6 处	13.93	
3	施工道路	新建 33.71km，原路整修 10.68km	28.86	
合计			113.86	

2.2.1.1 弃渣场

(1) 弃渣场规划原则

①从保护项目及生产、生活安全出发，全面规划，合理布局，以防为主，防治结合；

②弃渣场布置应根据现有场地条件，结合场内外交通条件进行合理规划；

③根据项目施工需要，弃渣场规划做到节约用地，利于弃渣堆放，设置有效的防护和排水措施，场地满足排水要求，做好水土保持工作，加强环境保护；

④从实际出发，因地制宜，挡渣工程就地取材，节省工程投资，做到技术上可行，经济上合理。

(2) 弃渣场选址原则

①弃渣场选址应根据弃渣场容量、占地类型与面积、弃渣运距及道路建设、弃渣组成及堆渣方式、防护措施工程量及弃渣场后期利用等情况，经综合分析后确定。

②严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃渣场。

③弃渣场选址应避免滑坡体等不良地质地段，不宜在泥石流易发区设置弃渣场；确需设置的，应确保弃渣场稳定安全。

④弃渣场不宜设置在汇水面积和流量大、沟谷纵坡陡、出口不易拦截的沟道；对弃渣场选址进行论证后，确需在此类沟道弃渣的，应采取安全有效的防护措施。

⑤涉及河道的应符合河流防洪规划和治导线的规定，弃渣场不得设置在河道、湖泊和建成水库管理范围内。

⑥弃渣场选址应遵循“少占压耕地、少损坏水土保持设施”的原则。山区、丘陵区弃渣场宜选择在高层地质和水文地质条件相对简单，地形相对平缓的荒沟、凹地、坡台地、支毛沟等；平原区弃渣场应优先选择洼地、凹地、荒地、平摊地等。

⑦弃渣场选址应充分利用取土（石、砂）场、废弃采坑、沉陷区等场地；应综合考虑弃渣结束后的土地利用。

(3) 弃渣场布置

本工程主体工程及其他临时附属工程土石方开挖总量 929.10 万 m^3 （自然方，下同），其中土方开挖 184.99 万 m^3 、石方开挖 744.11 万 m^3 ；土石方回填及填筑

共计 445.08 万 m^3 ，其中土方回填 109.62 万 m^3 、石方回填 335.46 万 m^3 ；外购砂砾石 50.73 万 m^3 。经土石方平衡后，共产生弃渣量 534.75 万 m^3 （其中土方 75.37 万 m^3 ，石方 459.38 万 m^3 ），折松方 803.09 万 m^3 （其中土方 100.24 万 m^3 ，石方 702.85 万 m^3 ）。

根据前期规划、道路沿线地形地貌条件、弃渣来源及在路段上的分布情况，结合现场调查及主体工程设计资料，本工程沿线共设置 18 个弃渣场，位于拟建公路两侧 0.50~4.00km 范围内，其中坡地型 14 个、沟道型 4 个；弃渣场总占地面积 71.07 hm^2 ，其中耕地 35.53 hm^2 、林地 35.54 hm^2 。各弃渣场具体分布情况和主要特性详见表 2.2-2。

表2.2-2 弃渣场特性表

渣场编号	地理位置	桩号	直线距离 (km)		渣场容量 (万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)	堆渣高程 (m)	平均堆渣高度 (m)	最大堆渣高度 (m)	占地类型及面积 (hm ²)			汇水面积 (km ²)	渣场级别	渣场类型	外环境关系
			左	右						耕地	林地	合计				
1#	高穴镇红花村 6 组 107.148 E 30.636 N	K0+800	1.20		20.00	16.18	371~384	8.75	13	0.71	1.14	1.85	0.02	5	坡地型	该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点; 周围无河道、湖泊、水库, 不涉及水源点; 施工期需新建 1350m 临时道路连接拟建高速公路。
2#	高穴镇红花村 6 组 107.151 E 30.638 N	K0+800	1.50		40.00	38.26	378~420	7.73	42	3.10	1.85	4.95	0.11	4	沟道型	该弃渣场位于华家沟, 沟长约 0.9km; 距离弃渣场 200m 处存在零星居民点, 但居民点位于渣场上方, 对其安全基本无影响; 弃渣场地质条件良好, 周围无其他环境敏感点; 弃渣场附近已有通村道路, 施工期还需新建 450m 临时道路连接拟建高速公路。
3#	高穴镇官家村 1 组 107.163 E 30.613 N	K4+200	1.30		32.00	27.29	357~376	5.91	19	3.34	1.28	4.62	0.04	5	坡地型	该弃渣场地质条件较好, 不存在地质灾害因素; 周围不存在工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点; 周围无河道、湖泊、水库等水源点; 弃渣场下游约 150m 处存在一段农业灌溉渠道, 施工期做好相应水土保持措施后对其无影响; 渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。
4#	高穴镇红花村 2 组 107.172 E 30.620 N	K4+000	2.75		15.00	13.04	355~365	6.65	10	1.05	0.91	1.96	0.01	5	坡地型	该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点; 周围无河道、湖泊、水库, 不涉及水源点; 弃渣场附近存在通村公路, 施工期还需新建 1000m 临时道路连接拟建高速公路。

项目概况

渣场编号	地理位置	桩号	直线距离 (km)		渣场容量 (万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)	堆渣高程 (m)	平均堆渣高度 (m)	最大堆渣高度 (m)	占地类型及面积 (hm ²)			汇水面积 (km ²)	渣场级别	渣场类型	外环境关系
			左	右						耕地	林地	合计				
5#	高穴镇荣华村 3 组 107.191 E 30.581 N	K8+900		1.50	43.00	39.14	365~398	10.87	33	1.21	2.39	3.60	0.10	4	沟道型	该弃渣场位于火烧丘，沟长约 2.3km；弃渣场地质条件良好；距离渣场上方 120m 处存在零星居民点，居民点高程高于最大堆渣高程，对其安全基本无影响；弃渣场附近存在农村居民用电架空线路，弃渣堆放时控制好放坡，保持足够的净空高度（2.5m）；渣场附近已有通村公路，施工期还需新建 300m 临时道路连接拟建高速公路。
6#	高穴镇清滩村 1 组 107.204 E 30.593 N	K8+900	1.10		38.00	35.75	358~376	14.59	18	0.58	1.87	2.45	0.05	5	坡地型	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点；渣场周围无河道、湖泊、水库，不涉及水源点；渣场附近无机动车道路，施工期需新建 1100m 临时道路连接拟建高速公路。
7#	高穴镇清滩村 7 组 107.215 E 30.607 N	K7+800	3.50		49.00	46.68	365~381	11.50	16	2.39	1.67	4.06	0.11	5	坡地型	距离该弃渣场 150m 处存在零星居民点，控制好堆渣范围后，对其安全基本无影响；弃渣场地质条件良好；弃渣场附近存在通村道路，施工期还需新建 500m 临时道路连接拟建高速公路。
8#	文星镇花桥村 8 组 107.262 E 30.531 N	K18+400		1.70	43.00	39.17	376~398	10.45	22	1.20	2.55	3.75	0.07	4	坡地型	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游约 400m 处存在零星居民点和居民用电架空线路，施工期严格按照征地红线控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其基本无影响；渣场上方 350m 处存在 1 个小（二）型水库（凤凰水库），高程高于最大堆渣高程，对其无影响；渣场附近存在通村公路，施工期还需新

项目概况

渣场编号	地理位置	桩号	直线距离 (km)		渣场容量 (万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)	堆渣高程 (m)	平均堆渣高度 (m)	最大堆渣高度 (m)	占地类型及面积 (hm ²)			汇水面积 (km ²)	渣场级别	渣场类型	外环境关系
			左	右						耕地	林地	合计				
																建 260m 临时道路连接拟建高速公路。
9#	文星镇花桥村 8 组 107.256 E 30.530 N	K18+400		2.60	47.00	43.26	373~389	8.06	16	2.34	3.03	5.37	0.14	5	沟道型	该弃渣场位于王家沟，沟长约 2.0km；该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点；周围无河道、湖泊、水库，不涉及水源点；渣场附近存在通村公路，施工期还需新建 750m 临时道路连接拟建高速公路。
10#	童家镇童家村 11 组 107.278 E 30.552 N	K18+600	2.60		60.00	56.99	386~405	9.81	19	3.39	2.42	5.81	0.10	4	坡地型	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游约 400m 处存在零星居民点和 1 处水塘，施工期间严格按照征地红线控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其基本无不利影响；渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。
11#	童家镇童家村 12 组 107.291 E 30.547 N	K20+500	2.80		92.00	88.45	375~399	11.17	24	4.49	3.43	7.92	0.22	4	坡地型	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场附近 500m 范围内存在居民聚居点，其中部分居民点高程高于最大堆渣高程，弃渣场对其无影响；施工期严格按照征地红线控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其余居民点基本无影响；渣场附近存在通村公路，施工期还需新建 680m 临时道路连接拟建高速公路。
12#	童家镇任家村 15 组 107.304 E 30.549 N	K20+700	2.80		64.00	59.47	364~384	16.12	20	1.29	2.40	3.69	0.03	4	坡地型	该弃渣场地质条件良好；渣场下游 200m 处存在零星居民点和居民供电线路，施工期严格按照征地红线严格控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其无影响；渣场附近有通村公路，施

项目概况

渣场编号	地理位置	桩号	直线距离 (km)		渣场容量 (万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)	堆渣高程 (m)	平均堆渣高度 (m)	最大堆渣高度 (m)	占地类型及面积 (hm ²)			汇水面积 (km ²)	渣场级别	渣场类型	外环境关系
			左	右						耕地	林地	合计				
																工期还需新建 450m 临时道路连接拟建高速公路。
13#	高明镇黄城村 2 组 107.324 E 30.537 N	K22+600	2.50		65.00	62.37	353~378	16.54	25	1.02	2.75	3.77	0.08	4	坡地型	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；距渣场 400m 处存在 1 条河流（西河），不涉及饮用水水源保护区；渣场附近 200m 范围内存在居民聚居点，但均位于弃渣场山脊另一侧，渣场下游 150m 处存在水塘，施工期严格按照征地红线控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其无影响；渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。
14#	高明镇高桥村 8 组 107.343 E 30.530 N	K24+300	1.20		60.00	54.34	373~404	16.88	31	0.81	2.41	3.22	0.05	4	坡地型	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；周围无河道、湖泊、水库，不涉及水源点，渣场下游 300m 处存在零星建筑物，但已部分垮塌，无人居住，为废弃建筑物，对其无影响；渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。
15#	高明镇双龙村 6 组 107.366 E 30.529 N	K25+400	3.00		55.00	50.55	365~402	15.80	37	2.21	0.99	3.20	0.17	4	沟道型	该弃渣场位于马家冲，沟长约 1.2km；该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点；渣场附近存在通村公路，施工期还需新建 700m 临时道路连接拟建高速公路。
16#	天城镇李子村 5 组 107.348 E 30.506 N	K26+800		0.50	46.00	41.36	377~400	12.42	23	2.79	0.54	3.33	0.09	4	坡地型	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游 500m 范围内不存在居民点等环境敏感点；距渣场 80m 处存在 1 个通讯信号

项目概况

渣场编号	地理位置	桩号	直线距离 (km)		渣场容量 (万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)	堆渣高程 (m)	平均堆渣高度 (m)	最大堆渣高度 (m)	占地类型及面积 (hm ²)			汇水面积 (km ²)	渣场级别	渣场类型	外环境关系
			左	右						耕地	林地	合计				
																塔, 高程高于最大堆渣高程, 施工期做好相应水土保持措施后对其无影响; 周围无河道、湖泊、水库, 不涉及水源点; ; 渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。
17#	石子镇东升村 4 组 107.321 E 30.460 N	K32+100		2.00	54.00	49.75	390~418	12.38	28	2.17	1.85	4.02	0.20	4	坡地型	该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场下游 500m 范围内不存在居民点等环境敏感点; 距渣场 850m 处存在 1 条河流 (东河), 不涉及饮用水水源保护区; 施工期做好相应水土保持措施后不会影响汛期行洪, 对其基本无影响; 渣场附近已有通村公路, 施工期还需新建 400m 临时道路连接拟建高速公路。
18#	石子镇东升村 2 组 107.307 E 30.466 N	K32+100		4.00	45.00	41.04	344~369	11.73	25	1.44	2.06	3.50	0.13	4	坡地型	该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场附近 500m 范围内存在居民聚居点, 高程均高于最大堆渣高程, 弃渣场对其无影响; 渣场堆渣范围内存在零星建筑物, 但已部分垮塌, 无人居住, 为废弃建筑物, 施工前做好相应拆迁补偿工作; 距渣场 600m 处存在 1 条河流 (东河), 不涉及饮用水水源保护区; 施工期做好相应水土保持措施后不会影响汛期行洪, 对其基本无影响; 渣场附近存在通村公路, 施工期还需新建 900m 临时道路连接拟建高速公路。
合计					868.00	803.09				35.53	35.54	71.07				

2.2.1.2 施工场地

本项目施工场地主要包括桥梁预制场、钢筋场、拌合站。

(1) 桥梁预制场、钢筋场

桥梁预制场与钢筋场合并设置,有条件的地段可结合地形条件布设在路基永久占地范围内。根据四川省高速公路建设经验和施工实际情况,结合项目沿线地形地貌和工程特点,桥梁预制场和钢筋场具体位置可在施工过程中进一步调整和优化。

(2) 拌合站

根据四川省高速公路建设经验,本项目拌合站可结合互通区和服务区等永久占地布设,也可视工程施工实际情况,沿路基范围布设,尽量减少新增临时占地,具体位置可在施工过程中进一步调整和优化。

本工程全线共设置施工场地 7 个,其中利用永久征地范围内的路基布置 1 个,沿线新增施工场地 6 个,新增临时占地 13.93hm²。施工后对场地硬结地表及建筑材料进行清理,拆迁相应的建筑物和设备,结合主体工程绿化进行场地恢复。施工场地布置见表 2.2-3。

表 2.2-3 施工场地一览表

编号	名称	桩号	工程说明	占地面积 (hm ²)	备注
一、桥梁预制场				5.93	
1	1#梁场	K1+150	桥梁预制场、钢筋棚	1.40	
2	2#梁场	K7+400	桥梁预制场、钢筋棚	1.20	
3	3#梁场	K19+600	桥梁预制场、钢筋棚	1.66	
4	4#梁场	K24+800	桥梁预制场、钢筋棚	1.67	
5	5#梁场	K29+700	桥梁预制场、钢筋棚		利用主线路基段
二、路面拌合站				8.00	
1	1#拌合站	K7+000	路面面层/基层混合料拌合	4.00	
2	2#拌合站	K25+300	路面面层/基层混合料拌合	4.00	
大竹县合计				13.93	

2.2.1.3 施工道路

本项目所处大竹县东南片区(铜锣山和明月山之间)的交通运输条件一般,仅有县道、乡村公路以及机耕道连接,省道目前处于规划阶段。为保证主体工程施工及弃渣运输,需新建及整修部分施工道路。经统计,本工程主体设计需新修施工道路约24.87km,整修施工道路约10.68km。水保方案经复核,新增弃渣场施

工道路约8.84km。施工道路路基宽度为4.5m，均为泥结碎石路面。

整修道路与各级地方公路网走向一致，主要用于满足施工时主体工程运输设备、预制件的需要。为了减少对已建成道路路基的影响，因此整修道路原则上予以保留。

新建施工道路主要为横向进出道路，主要用于施工时运输弃渣，采用泥结碎石路面，平均路基宽度约4.5m，可满足施工车辆错车需要。施工道路应顺山势修建，尽量减少施工道路的土石方数量，对施工道路边坡采取必要的防护措施。施工期间，道路两侧应修建临时排水设施。施工结束后，新建施工道路原则上进行绿化恢复，以减少对土地的占用。若地方政府要求保留新建施工道路以方便沿线居民出行，则建设单位和施工单位应对路面进行平整、硬化后交付地方使用，同时需明确后续水土流失治理责任不再由建设单位承担。主体工程设计施工道路情况详见表2.2-4，水保方案新增施工道路情况详见表2.2-5。

表 2.2-4 主体工程设计施工道路一览表

编号	起讫桩号	建设长度 (km)		路基 宽度 (m)	占地(hm ²)			
		新建	整修		耕地	林地	交通运输用地	小计
1	K0+000 ~ K10+235	9.33	4.01	4.5	3.64	2.43	2.61	8.68
2	K16+795 ~ 24+000	8.39	3.60	4.5	3.27	2.18	2.34	7.79
3	K24+000 ~ K32+150	7.15	3.07	4.5	2.79	1.86	1.99	6.64
大竹县合计		24.87	10.68		9.70	6.47	6.94	23.11

表 2.2-5 水保方案新增施工道路一览表

编号	桩号	建设长度 (km)		路基 宽度 (m)	占地(hm ²)			
		新建	整修		耕地	林地	交通运输用地	小计
1	K0+800	1.35		4.5	0.54	0.34		0.88
2	K0+800	0.45		4.5	0.20	0.09		0.29
3	K4+000	1.00		4.5	0.43	0.22		0.65
4	K7+800	0.50		4.5	0.22	0.11		0.33
5	K8+900	0.30		4.5	0.14	0.06		0.20
6	K8+900	1.10		4.5	0.43	0.29		0.72
7	K18+400	0.26		4.5	0.13	0.04		0.17
8	K18+400	0.75		4.5	0.33	0.16		0.49
9	K20+500	0.68		4.5	0.29	0.15		0.44
10	K20+700	0.45		4.5	0.19	0.10		0.29
11	K25+400	0.70		4.5	0.30	0.15		0.45
12	K32+100	0.40		4.5	0.17	0.09		0.26
13	K32+100	0.90		4.5	0.34	0.24		0.58

编号	桩号	建设长度 (km)		路基 宽度 (m)	占地(hm ²)			
		新建	整修		耕地	林地	交通运输用地	小计
大竹县合计		8.84			3.71	2.04		5.75

2.2.1.4 临时堆土场

由于本项目施工期长，现有交通运输条件参差不齐，设置专门的回填土和表土临时堆放场将增加公路占地和工程投资，另外长距离的运输也会增加沿线的水土流失。因此在施工过程中，优先考虑将回填土在工程永久占地范围内进行沿路临时集中堆放，不新增临时占地。剥离表土可运至互通工程、辅助设施等场地相对开阔，有临时堆放条件的区域；对于弃渣场、施工场地和施工道路等临时工程，可灵活堆存于临时工程一角，计入临时占地范围。临时堆土周围应采取临时拦挡、临时排水沉沙、临时遮盖等措施，以减少堆放期间的水土流失。表土临时堆放场规划详见2.4.1.3章节。

2.2.2 施工条件

2.2.2.1 运输条件

项目区内交通条件方便，有 G65 达渝、G42 邻垫、G5515 南大梁等高速公路干线，地方性干线道路有 G318、G210、S202、S404 等，沿线县道、乡道较为发达，交通运输方便，各种筑路材料及机械设备可根据需要选择经济合理的运输方式进行运输。

2.2.2.2 施工用水

本段公路沿线分布有黄滩河、上白水河、东河等，水源较丰富，对混凝土不具腐蚀性，可用作施工用水。作饮用水对相关指标进行检测。

2.2.2.3 施工用电

路线经过地区均有 35KV、10KV 高压线，根据工程的分段及施工队伍情况，确定工区、预制场等位置，于就近乡、镇所在地接线，项目中互通立交等重点工程，每处应自备发电机，作临时停电时备用，以使工程顺利进行。

2.2.2.4 筑路材料

项目区筑路材料储量较丰富。项目区路网通达情况一般，县道、地方道路可作为拟建公路筑路材料及设备运输道路。

砂砾石主要采自州河，成份为石英砂岩、砂岩、灰岩等，当地均在开采，可

购买或开采使用。上路距离 100km。桥梁等重点构筑物所需天然中、粗砂当地缺乏，需在陕西安康汉江河流采运，上路距离 350km，火车、汽车联运，运输道路较好。

片块石、碎石、机制砂在大竹县石桥铺镇、朝阳乡、与渠县县界附近等地均有分布，储量丰富。路面碎石可在峨眉山市九里镇新场、安康市紫阳县高滩镇。

木材可在本地购买；钢材、沥青可在达州市购买；水泥可在采用沿线水泥厂购买。本项目筑路材料料场调查情况见表 2.2-6。

表 2.2-6 沿线筑路材料料场一览表

序号	料场位置或名称	材料名称	上路桩号	支线运距	材 料 说 明	储量	开采时间	开采方式	运输方式	备注
				(km)						
1	高滩镇料场	碎石	K1+500	292	分布在安康市紫阳县高滩镇黄谷溪 310 省道右侧 200m 及高滩镇绕溪公路 2km 处，为辉绿岩，块状构造，岩质致密坚硬，可加工成各种规格石料。该料场覆盖层约 2m，本料场碎石用于路面上面层。	丰富	全年	购买	汽车	
2	九里镇料场	碎石	K1+500	490	料场位于峨嵋山市九里镇，玄武岩质硬，压碎值 8.2~13.6%，磨光值 44~46PSV，洛杉矶磨耗损失 10.3~14.9%，表观相对密度 2.912~2.970，吸水率 0.72~1.90%，与沥青的粘附性等级为 3~4 级，储量丰富。本料场碎石可用于路面上面层。	丰富	全年	购买	汽车	
3	栗山坪石灰岩矿	碎石，片、块石，砂	K3+500	65	该料场位于大竹县石桥铺镇，为达州海螺水泥有限责任公司水泥用灰岩矿，下伏灰色石灰岩，质纯，呈大块状，该处石料丰富，另外该矿区周边分布有多处石灰岩矿，魏家梁石灰岩矿区、达州山力矿业有限公司、蒲包乡金鑫矿石厂、蒲包乡大河沟采石场等，可生产各类片块石、碎石、砂等。本料场碎石用于除上面层以外所有的工程。	丰富	全年	购买	汽车	
4	冒鼓天石灰岩矿	碎石，片、块石，砂	K2+300	55	该料场位于大竹县朝阳乡，为四川洁竹水泥有限责任公司水泥用灰岩矿，下伏灰色石灰岩，质纯，呈大块状，该处石料丰富，另外该矿区周边分布有多处石灰岩矿，大竹县恒欣建材厂、朝阳乡丰金石灰厂、新乡叶家村二社碎石厂等，可生产各类片块石、碎石、砂等。本料场碎石用于除上面层以外所有的工程。	丰富	全年	购买	汽车	

项目概况

序号	料场位置或名称	材料名称	上路桩号	支线运距	材 料 说 明	储量	开采时间	开采方式	运输方式	备注
				(km)						
5	恒源矿业	碎石, 片、块石, 砂	K0+000	50	该采石场大竹与渠县县界附近, G318 国道旁, 分布有大小十余家采石场, 石灰岩, 质纯, 呈大块状, 该处石料丰富, 施工施工时可自采或购买。本料场碎石用于除面层以外所有的工程。	丰富	全年	购买	汽车	
6	汉江砂厂	中、粗砂	K0+000	350	在汉江河中边滩、漫滩上采集, 砂粒以中、粗砂为主, 成份以石英质为主。用采砂船采取, 每年有补给; 有十几家公司, 数量可协定。砂样筛分细度模数: 2.76-3.21。本料场中粗砂材料主要用于高标号混凝土工程, 也可用中粗砂与机制砂配合使用。	丰富	全年	购买	汽车	
7	州河砂厂	砂砾、卵砾石、碎石	K0+000	80	料场位于达州市河市镇州河边, 有多家砂厂, 从州河中采集砂卵、砾石后用碎石机加工成各种粒径的碎石, 砂, 有多艘采砂船, 砂、卵砾石为灰岩及砂岩。砂砾石材料主要用于透水性回填材料。细砂材料主要用浆砌、砂浆抹面等工程。	丰富	全年	购买	汽车	
8	达州市利森水泥厂	水泥	K1+500	60	年产量 200 万吨, 生产多种型号的水泥。	丰富	全年	购买	汽车	
9	达州市海螺水泥厂	水泥	K1+500	60	年产量较大, 生产多种型号的水泥。	丰富	全年	购买	汽车	
10	达州市热电厂	粉煤灰	K1+000	105	为电厂所产废渣, 货量充足, 日产量约 700 方。	丰富	全年	购买	汽车	

2.2.3 工程施工组织管理

2.2.3.1 施工管理机构

本项目由总承包部和监理部对全线施工计划、财务、外购材料、施工机械设备、施工技术及质量要求、竣工验收及工程决算、环境保护、水土保持等工作进行统一部署和管理，各地地方政府参与领导管理，以发挥其优势与积极性。监理机构对工程质量进行监督、计量与支付，确保工程质量和工期。

2.2.3.2 施工组织管理

为确保工程质量和工期，必须组建精干有效的管理机构，严格控制施工进度和质量。路段应根据工程数量、施工难易、工期安排等划分施工单元，施工单位采用公开招标方式确定，选择资质条件优良的施工队伍，保证工程质量，降低工程造价。工程实施中必须认真贯彻“百年大计，质量第一”的方针和国家有关质量法规，实行项目法人责任制、工程招投标制、监理制和合同管理制，强化质量管理，形成一套行之有效的质量管理体系。

1、项目法人责任制

实行项目法人责任制是为了强化建设单位的责任意识，确保工程质量。

2、招投标制

(1) 招标范围

本项目有隧道、桥梁和互通式立交等重点工程，为了保证工程质量和工期，降低造价，按照国家有关规定，工程设计、土建工程施工、设备安装、交通工程、设备采购均应按照国家招投标法，采用公开招、投标方式，选择设计、施工、监理单位和设备生产厂家。

(2) 招标组织形式

招标组织形式根据实际情况由业主自行组织或委托代理，采取国内招标形式。评标机构由招标人和评标委员会组成，评标委员会进行独立评标工作。勘察设计评标委员会的专家人员从交通运输部专家库随机抽取，施工评标委员会的专家人员从相关评标专家库随机抽取，人员数量将依据每次招标的项目数量和工程特点来确定。

3、工程监理制

按照交通运输部有关高速公路建设的规定，本项目参照国际惯用的FIDIC条款，采取监理负责制，并且对工程监理单位实行公开招标。监理单位必须持有资

质证书，按照合同规定向现场派驻相应的监理单位、人员和设备。监理单位必须持有相应的证书，严格执行法律、法规、技术标准、规范，切实履行监理合同，遵守职业道德。

4、合同管理制

实行严格的合同管理制，是要施工单位严格按照合同施工，保证工程质量和工期，减少投资，降低造价。施工单位必须具备与所投标项目相应的资质和资信等级。根据合同和承接项目的技术水平选配强有力的项目经理部班子，建立“横向到边，纵向到底，控制有效”的质量自检体系，认真按施工组织设计和阶段施工计划安排施工，禁止转包和违规分包，严格执行监理指令。

2.2.3.3 施工组织实施原则

项目全段施工组织应结合区域气候水文特征，充分考虑项目区干湿季分明，雨热同季，沿线河流（溪沟）汛期与雨季基本一致的特点，分合同段组织施工力量进行施工，各施工单位应制订周密的施工进度计划，组织优秀精良的施工队伍，配备先进的施工机械设备，采购充足且质量合格的筑路材料，同时加强各分项工程施工的衔接与配合，切实采取有效措施保证施工进度的顺利推进。

各分项工程遵循制订施工计划—施工准备—认可施工报告—组织实施—检验合格—转入下道工序的原则，并作好各工序间的衔接配合，使之按部就班、有条不紊的顺利进行。

①路基工程、排水工程施工，宜安排在枯水季节进行，以避免雨季对施工产生的不利影响，也能避免因地下水位上升造成的地基潮湿和干扰，减少对过湿路段地基的特殊处理，降低桥梁基础施工难度，从而有效确保工程质量，加快工程进度。

②对控制影响工期的重点工程，如特长隧道、特大桥等，可提前进场先期开工，必要时应以机械创造多个作业面同时施工作业，以确保工程质量和建设任务如期完成。对于其它难度大或工期长的工段，也应尽量提前安排施工，以保证全线如期通车。

③当采用分段招投标实施时，对合同段的划分应注意填挖方数量的相对平衡，避免产生跨越合同单元的土石方调运给施工带来干扰。

④对于高填方路段一定要分层填筑，并且控制每层的填筑厚度，达到规范要

求的压实度，在路基填筑至设计标高时也可使用强夯法使路基更加密实，减少后期沉降，保证行车安全舒适。

⑤对于不良地质路段，施工时有危岩的要先清除危岩，滑坡路段一定要在其上方先行砌筑浆砌片石截排水沟，完成截排水工程后在坡体稳定的情况下再行施工。

2.2.3.4 施工工艺

一、路基工程

(1) 一般路基施工

全线路基土石方工程量大，施工队伍拟采用机械化施工为主、人工为辅。挖填路段施工时首先将原地表土剥离，集中堆放在指定的表土临时堆场内，作为施工结束后渣场、施工临时占地、边坡绿化和道路中央隔离带等绿化、复耕用土。

在路基挖方路段可布置多个作业面，以推土机或挖掘机作业，配以铲运机、装载机和自卸翻斗车转运至填方路段或弃渣场；填方路段以装载机械或推土机配以人工平整，分层碾压密实。路基防护工程及排水工程基本采用砌石圪工。作业中根据具体情况，调整各种机械的配套。

填筑路基采用水平分层填筑施工，即按照横断面全宽分成水平层次逐层向上填筑。如原地面不平，应由最低处分层填起，每填一层，经过压实并符合压实度规定要求后，再填上一层。填筑过程中，每层完成应形成4%的横坡以便排水良好。

若填方路基分几个作业阶段施工，不在同一时间填筑，则先填地段应按坡度分成台阶；若两个地段同时填筑，则应分层相互交叠衔接，其衔接长度不得小于2m。

高填方地段应严格控制填方速度，当日沉降量在中心处大于3cm，在路基边缘处大于1.5cm时，应放缓填土速度或停止施工，待稳定后再继续施工。

路堑边坡开挖以爆破和机械开挖为主，边坡防护以人工为主，为确保边坡的稳定和防护达到预期的效果，开挖方式应从上而下进行，边开挖边防护。设有挡墙的挖方边坡应进行跳槽施工，即采用间隔开挖，间隔施工挡墙，以免造成滑坡或坍塌。

(2) 特殊路基施工

根据路基填高、软基厚度等具体情况，根据软土不同的赋存条件，软弱路基

施工方法及工艺要求如下:

①施工放样

为保证换填路堤断面几何尺寸准确性,直线段边桩设置间距 20m,曲线段边桩设置间距 10m,并用红油漆标明里程桩号,并测出纵断面高程和横断面高程。为保证地基有足够的压实度,每层填料填筑到基坑边缘无法用机械压料的时候,采用小型压路机或人工处理压实,并用白灰散出两条明显的填筑边线。

②施工工艺及流程

路在位于浅层软弱土、原地表土有指标不满足填筑要求,水浸、淤泥,设计采用碎石土或天然砂砾换填进行处理。首先对换填的范围和深度进行核实,再测设路基中线桩、边线桩,用白灰作明显的轮廓线标志,并且按实测的中线桩和边线桩数据绘制施工图交现场指挥人员,按图施工。其次,疏干地表水,清除树根、杂草。低填浅挖处理时,两边宽度应该超挖 1m 宽,在软土路基施工时,路基两侧必须换填至红线(征地线),而且设置 1: 1 的内坡高;最后根据试验结论,选择符合设计要求的换填取料地点。在施工时。在路堤两侧开挖排水沟,水沟深度要深于换填深度最少 50cm,保证很彻底的降低水位,避免积水对基地步造成软化。在水流无法自然流出的路段,则采用抽水机将水抽出,以保证地基水能及时的排除,要保证在水位觉底降低后,方可进行换填施工。按施工时测量放出的边桩范围,用机械将浅层软土换填区域挖除,为了避免开挖时对坑底土层的扰动,保留有 20cm 的土层不挖去,待换填前再人工清理,如底部起伏较大,应挖成阶梯搭接,并按先深后浅的顺序施工,排水畅通(基底做成不小于 4%的横坡),并且保证底部的开挖宽度不小于路堤宽度加放坡宽度。基坑开挖后,经测量绘制实际开挖图,在基坑中作好换填宽度和高度标志,填写报检表,报请监理工程师签认,根据换填部份所处的路基部位,按照先深后浅的顺序进行换填施工。采用符合设计的碎石土或天然砂砾分层填筑并碾压达到相应的压标准。换填验收合格后,及时进行上部路基的施工。砂砾石换填按照“四区段,八流程”作业方式作业。碾压遵循先低后高的原则,从两侧向中间,纵向进退式进行(先两侧后中间),先慢后快、先静压 2 遍后再进行震动碾压的操作方式,碾压时各区段交接处应重叠碾压,纵向搭接长度不小于 2m,纵向行与行之间轮迹不小于 0.4m,横向同层接头处重叠压实不小于 1.0m,上下两层接头处应错开不小于 3m。

③施工注意事项

鱼塘施工: 在施工过程中,若施工在鱼塘段,要根据鱼塘深度、边坡的稳定性,放样换填边线,若边线不足,请求补证宽度,满足施工要求,保证施工进度,以及施工质量。并在换填外侧修筑围堰,保证主线清淤彻底。在鱼塘抽水时,要一步到位的将水抽至合适地段(根据现场实际地形等情况定),防止重新渗入开挖时,若开挖至设计高程,而基地未能满足设计要求,则请求,业主、设计代表、监理,四方决定开挖深度。换填时,要严格遵守施工规范及设计要求,保证每层填筑厚度以及压实度满足要求。

稻田地施工: 在稻田地施工段,在是施工时,红线边开挖水沟,深度大于开挖深度0.5-1m,保证地下水能够比较彻底的排除,必要时采用抽水机抽水。开挖时,若开挖至设计高程,而基地未能满足设计要求,业主、设计代表监理,四方决定开挖深度。换填时,要严格遵守施工规范及设计要求,保证每层填筑厚度以及压实度满足要求。

雨季施工: 对于雨季施工时,首先要防止地表水流入基坑,在换填地段修筑小围堰,为了保证施工质量,雨季尽量施工其他路段。

填土、摊铺、平整: 进行碾压前对填筑层的分层厚度和大致平整程度进行检查,确认层厚和平整度符合要求方向进行碾压。填料应分层填筑,且应尽量减少层数,每种填料层厚度 25cm,以保证压实度满足设计要求。换填区段按照网格化布料,用推土机摊铺、整平,使填层在纵向和横向平顺均匀,以保证压路机碾压轮表面能基本均匀接触面进行压实,达到最佳碾压效果。

碾压: 碾压时由路基两侧开始向中心纵向碾压,按照初压、复压、终压三步骤进行。初压宜低速,复压宜中速,终压宜快速。在碾压 4 遍后开始检测,基地基系数 $K_{30} \geq 120\text{Mpa/m}$,空隙 $n \leq 32$ 。含水量适宜的填料及时碾压,防止松散填料在空气中暴露时间过长,导致含水量损失难以压实。含水量不适宜的填料应进行调整处理后方可进行碾压,碾压程序:低速静压一遍(速度 1.2km/h)→中速振压(速度 2.1km/h~2.6km/h,振压 3 遍)→检测压实度→中速振压一遍(速度 2.5km/h~3.5km/h)→检测压实度→中速振压一遍(速度 2.5km/h~3.5km/h)碾压遵循先低后高的原则,从两侧向中间,纵向进退式进行,碾压时相邻两次轮迹重叠不小于 40cm。

二、路面工程

公路路面施工应严格按照《公路沥青路面施工技术规范》进行,采用机械化

施工方案。为保证路面各结构层具有足够的强度和稳定性，底基层采用稳定土拌合机，无机结合料稳定碎石基层采用专用拌合设备厂拌，摊铺机铺摊。沥青混合料采用固定式拌合设备厂拌，沥青混合料摊铺机铺摊，半幅路面全宽一次摊铺完成。

三、桥涵施工

(1) 桥梁上部结构施工

本项目桥梁上部结构主要采用装配式预应力混凝土T梁或钢箱梁。这些上部结构均在桥梁制造工厂预制，运至现场拼装。

(2) 桥台及基础施工

本项目桥梁的桥台及基础主要包括轻型桥台及桩基础。

桩柱式桥台及桩基施工工艺如下：

按施工方法可分为沉桩、钻孔灌注桩、挖孔桩，其中沉桩又分为锤击沉桩法、振动沉桩法、射水沉桩法、静力压桩法。

①**沉桩**：锤击沉桩法一般适用于松散、中密砂土、黏性土，桩锤有坠锤、单动汽锤、双动汽锤、柴油机锤、液压锤等，可根据土质情况选用适用的桩锤；振动沉桩法一般适用于砂土，硬塑及软塑的黏性土和中密及较松的碎石土；射水沉桩法适用在密实砂土，碎石土的土层中，用锤击法或振动法沉桩有困难时，可用射水法配合进行；静力压桩法在标准贯入度 $N < 20$ 的软黏土中，可用特制的液压机或机力千斤顶或卷扬机等设备沉入各种类型的桩；钻孔埋置桩为钻孔后，将预制的钢筋混凝土圆形有底空心桩埋入，并在桩周压注水泥砂浆固结而成，适用于在黏性土、砂土、碎石土中埋置大量的大直径圆桩。

②**钻孔灌注桩**适用于黏性土、砂土、砾卵石、碎石、岩石等各类土层。

③**挖孔灌注桩**适用于无地下水或少量地下水，且较密实的土层或风化岩层，如空气污染物超标，必须采取通风措施。

(3) 桥墩及基础施工

本项目桥梁桥墩及基础主要为桩柱式墩及桩基，采用钻孔灌注桩基础施工工艺。

①钻孔灌注桩施工的主要工序

钻孔注桩施工的主要工序有：埋设护筒、制备泥浆、钻孔、清孔、钢筋笼制作与吊装、灌注水下混凝土等。

埋设护筒：护筒能稳定孔壁、防止坍孔，还有隔离地表水、保护孔口地面、固定桩孔位置和起到钻头导向作用等。护筒要求坚固耐用、不漏水，其内径应比钻孔直径大（旋转钻约大 20cm，潜水钻、冲击或冲抓锥约大 40cm）。每节长度约 2~3m。一般常用钢护筒，在陆上与深水中均能使用。钻孔完成，可取出重复使用。在深水中埋设护筒时，先打入导向架，再用锤击或振动加压沉入护筒。护筒入土深度视土质与流速而定。护筒平面位置的偏差不得大于 5cm，倾斜度不得大于 1%。

泥浆制备：钻孔泥浆由水、黏土（膨润土）和添加剂组成，具有浮悬钻渣、冷却钻头、润滑钻具，增大静水压力。并在孔壁形成泥皮，隔断孔内外渗流，防止坍孔的作用。通常采用塑性指数大于 0.0025，粒径小于 5mm 的黏土颗粒含量大于 50% 的黏土，通过泥浆搅拌机或人工调和，贮存在泥浆池内，再用泥浆泵输入钻孔内。

钻孔：一般采用螺旋钻头或冲击锥等成孔，或用旋转机具辅以高压水冲成孔。根据井孔中土（钻渣）的取出方法不同，常用的方法有：螺旋钻孔、正循环回转钻孔、反循环回转钻孔、潜水钻机钻孔、冲抓钻孔、冲击钻孔、旋挖钻机钻孔。

成孔检查与清孔：钻孔的直径、深度和孔形直接关系到成桩质量，是钻孔桩成败的关键。为此，除了钻孔过程中严谨操作、密切观测监督外，在钻孔达到设计要求深度后，应采用适当器具对孔深、孔径、孔形等认真检查。

钢筋笼制作与吊装：钢筋笼的制作应符合设计和规范要求，长桩骨架宜分段制作，分段长度应根据吊装条件确定；后场制作时应在固定胎架上进行。以保证钢筋笼的顺直；注意在钢筋笼外侧设置控制保护层厚度的垫块；钢筋笼起吊入孔一般用吊机。无吊机时，可采用钻机钻架、灌注塔架。

灌注水下混凝土：灌注水下混凝土时配备的搅拌机等设备，应能满足桩孔在规定时间内灌注完毕。灌注时间不得长于首批混凝土初凝时间。若估计灌注时间长于首批混凝土初凝时间，则应掺入缓凝剂。

水下混凝土一般用钢导管灌注，导管内径为 200~350mm，视桩径大小而定。导管使用前应进行水密承压和接头抗拉试验，严禁用压气试压。

混凝土拌合物运至灌注地点时，应检查其均匀性和坍落度等，如不符合要求。应进行第二次拌合，二次拌合后仍不符合要求时，不得使用。

首批灌注混凝土的数量应能满足导管首次埋置深度和填充导管底部的需要。

首批混凝土拌合物下落后，混凝土应连续灌注。

在灌注过程中，导管的埋置深度宜控制在2~6m，在灌注过程中，应经常探测井孔内混凝土面的位置，及时地调整导管埋深。

为防止钢筋骨架上浮，当灌注的混凝土顶面距钢筋骨架底部1m左右时，应降低混凝土的灌注速度。当混凝土拌合物上升到骨架底口4m以上时，提升导管，使其底口高于骨架底部2m以上，即可恢复正常灌注速度。

在灌注过程中，特别是潮汐地区和有承压水地区；应注意保持孔内水头。

桥梁桥墩及基础在施工过程中所产生的钻渣、泥浆（需干化处理），运至相应土石方平衡分析段落内规划的弃渣场堆放。

②涉水桥墩施工

涉水桥墩在实施时根据河流水深、流速及距离河岸位置选用沙袋围堰或筑岛围堰施工。

沙袋围堰：水深较浅的涉水桥梁基础施工可考虑采用沙袋围堰。围堰标准按5年一遇洪水水位标准设计，围堰顶部高程高出设计水位以上0.5m，迎水面采用大块石或竹笼装块卵石防护。围堰筑岛顶面面积应满足钻机和吊机行走需要，宽度不应小于4.5m。桩位四周设排水沟，并在墩位附近设泥浆调节池，用于观测钻渣情况。围堰要求防水严密，减少渗漏。围堰填料主要来源于路基挖方，施工完毕后及时拆除围堰，其废料可将其运至附近弃渣场进行处置，禁止向河道倾倒。

筑岛围堰：水深较浅且桥墩距离河岸较近的涉水桥梁基础施工可考虑采用筑岛围堰。筑岛围堰施工，首先视现场情况清除水下一定深度的淤泥，再回填堰体。堰体填料可使用路基挖出的土方加外砂卵石进行混合改良，用汽车将填料运至筑岛河堤附近用挖机将混合料同弃土按照3:1的比例混合，用装载机装运，由河边开始逐渐向前推挤，避免直接倒入河中被水洗去泥土。筑岛迎水面坡度为1: 2，背水面坡度为1: 1.5。宽度上游迎水面应超出承台边缘不小于5m，背水面也不宜小于3m，以便后期施工。筑岛顶面应高出常水位1.0m，填筑完成后用压路机压实，压路机应不小于18T。汛期采用围堰外侧平铺沙袋护坡、上游外侧设置防撞墩、拦截网等措施，防止汛期洪水对桥梁支架冲击。筑岛修建时及修建完成后，应保证河流通畅。围堰排水主要是排除天然降水、施工用水及施工弃水。根据围堰渗水特性及扩大基础工作面地下水情况估算，围堰顶部设定一定坡度，围堰周

围设排水沟，在围堰两端设集水坑，污水在集水坑沉淀后抽排至河道里，不污染河水，集水坑沉淀物定期清理。

(4) 涵洞施工

盖板涵基础开挖采用反铲式挖掘机施工，两侧设1:1边坡，预留施工空间，人工配合清理基底。盖板采用集中预制、吊车吊装、汽车运至工地的方式。混凝土采用拌和机现场拌和，吊机吊运铺设导管浇注，采用插入式振动棒振捣密实。盖板涵施工顺序为从起点方向的涵洞向终点方向的涵洞依次施工。

四、隧道施工

隧道洞身按新奥法施工原理进行施工，即以系统锚杆、喷砼、钢筋网、格栅钢架等组成的联合初期支护与二次模筑砼相结合的复合衬砌型式；洞身衬砌支护参数根据隧道围岩级别，共拟定了III、IV、V三种衬砌结构型式。

分离式隧道施工工序为上台阶开挖→上台阶拱墙支护→下台阶开挖→下台阶边墙支护→仰拱施作→二次衬砌整体浇筑。

隧道洞口施工顺序为：洞口开挖→施作仰拱→铺设拱部防水层→拱上回填。其中当洞口处为基岩时，临时开挖边坡为1:0.3，为土层时，坡比为1:0.5；洞口开挖完毕后砌筑混凝土或块石洞门墙，在洞门墙后铺设排水沟，汇入纵向排水管沿洞门墙背向下引排至路基边沟；洞口前两侧山体开挖边坡比为1:0.75，并根据实际情况采用骨架护坡。隧道洞身衬砌按新奥法(NATM)设计，初期采用钢筋网喷锚支护，施工应紧跟掌子面及时进行，控制围岩变形，最大限度地发挥围岩的自承能力。对于围岩条件较差的洞口段，应科学地选用施工方法，并按照“管超前、弱爆破、强支护、紧衬砌、勤观测”的原则进行施工，确保安全、快速成洞。

隧道防排水要使隧道建成后达到洞内基本干燥的要求，保证结构和设备的正常使用和行车安全。由于隧道所处位置山高坡陡、沟谷深切，地表水地下水排泄条件好，有利于隧道的施工。

根据施工方案，推荐线路隧道工程可能造成水土流失影响是隧道出渣及洞口开挖施工对地表形成的破坏。本工程隧道不设施工支洞，减小了因设置施工支洞而增加工程弃渣和支洞洞口地表破坏；本工程隧道洞口开挖坡比较小，减小了洞口开挖所破坏的地表面积，同时，洞口开挖完毕后随即砌筑混凝土或块石洞门墙，在洞门墙后铺设排水沟，汇入纵向排水管沿洞门墙背向下引排至路基边沟，并对洞口开挖边坡采用骨架护坡，缩短了水土流失时段；隧道出渣

除部分综合利用外，其余全部运往弃渣场堆放，这些都尽可能的减小了因隧道施工造成的水土流失危害。

五、防护及排水工程

本项目路基防护及排水工程基本采用砌石圪工，该部分技术难度低，应以人工铺砌为主；对于特殊路基防护工程，由相应资质的施工企业进行施工。

六、表土剥离及堆存

本项目须将项目区（包括永久和临时占地）所涉及到的适合耕种的表层土壤进行剥离，并用于原地或异地土地复垦、土壤改良、造地及其他用途的剥离、存放、搬运、耕层构造与检测等。表土剥离地类包括耕地和林地等。

表土剥离能减少土地资源浪费，有效保护地表熟土资源不被流失；减少复垦造地时外调土产生的额外资金投入，额外费用和时间；保证剥离表土的土壤肥力；保证了作物产量和建设使用土地面积，增效显著。

（1）土壤储量调查

可剥离表土按工程实际需求进行剥离，在有关土地管理、环境保护、水文资源专家的指导下，进行了地点选择，并依据保留场地施工前的土壤和景观资料，确定表土剥离的厚度，设计排水系统，堆放和回填剥离的表土与土壤，以及对回铺前土体和土壤进行检测。取土样时需经过一定阶段的土壤沉实期，取土深度均为 0~20cm 和 20~40cm。

（2）土壤的剥离

表土剥离时既要保证剥离的表土具有充足的肥力，还要将剥离的表土性状改变控制在最小范围内，尽量不改变土壤团粒结构，并在被剥离的表土堆放时间内，不发生新的水土流失。

在进行土壤剥离前，要对被剥离表土地区进行测量，依照同等高线的原则进行放线，划分表土剥离条带。采用推土机、铲斗等机械挖掘为主、人工挖掘为辅的方式进行表土剥离施工。依据被剥离表土地区交通道路的实际状况，从路边开始向两侧展开剥离施工的作业面。若无交通道路则从条带高程最低处开展表土剥离施工作业面。先清理土壤层上部植被，然后根据土壤厚度分布图，分别掘取沃土层和潜在沃土层。

（3）表土的堆存

剥离表土临时堆放，就近按层次堆放储存，施工完成后回铺。剥离的土层堆

放时应覆盖土工编织物，防止产生扬尘；土体扬撒部分草籽以防水土流失和土壤风化；土体坡脚用沙袋码放堆置，防止土体滑坡。宜树则树、宜草则草、宜藤则藤，适物种植，美化环境，防止水土流失。取土工程完毕后，按原来层次顺序进行剥离土壤的回填，可先粗略平整，再精平，应考虑到土壤的沉降，回填的土层坡度不应大于 2° 。

七、弃渣场

弃渣场主要遵循先挡后弃原则进行施工，标准化施工流程如下：

第一步：表土剥离

施工前剥离占地范围内的表层土，集中堆放在渣场范围内，周边采用编织袋装土拦挡并设置临时排水沟，表面覆盖无纺布。剥离的表土堆置在弃渣场内、施工后进行土地整治并绿化覆土。

第二步：弃渣场基底处理

①地面横坡缓于 $1:5$ 时，清表后可直接弃土。地面横坡在 $1:5\sim 1:2.5$ 时，清表后，挖台阶，台阶高度 1m ，宽度不小于 1m ，台阶向内坡度为 3% 。

②在挡墙上方，渣体底部铺设纵向盲沟，排出渗入弃土中的水。

第三步：砌筑挡墙

挡渣墙应避免雨季选择旱季施工，严禁雨天施工。做好施工场地的排水设施，基坑不得受水浸泡。弃渣场采用C20砼挡墙护脚，墙顶平台宽不小于 3m ；挡墙基底埋深不小于 2.0m ，基底换填 0.5m 的碎石垫层。挡渣墙施作时应做好地基处理，基底承载力不小于 250kPa ，设有倾斜基底的挡渣墙，不得随意改缓或改陡，以免影响墙身的稳定。基坑岩土严格按设计要求开挖。挡渣墙砌筑后应及时回填夯实，墙前基坑顶面应作成向外不小 4% 的排水坡度。应严格控制挡渣墙后弃方方量及弃方坡率。为了墙身自身的稳定性，待墙身强度达到设计强度的 70% 后，方可进行弃渣，并应保证墙身的自稳。材料强度必须满足设计要求。整个挡渣墙浇筑过程中，不得出现水平施工通缝。挡渣墙高出地面部分，从原地面开始沿墙面每隔 $2\sim 3\text{m}$ 交错设置向墙外排水坡度为 4% 的泄水孔，泄水孔为直径 0.1m 的圆孔。墙背采用 0.3m 厚砂夹卵石作为反滤层。为使墙后积水不渗入基础，在最底排水孔下设置隔水层。在易汇水区域设置渣场时，根据地形、地貌及汇区流量于渣场周边设置环形截水沟，同时在弃渣过程中应加强施工组织，利用弃渣中弱风化岩石于渣场底铺设不小于 0.5m 厚透水层，以便渣场积水通过拦渣墙泄水孔排出，保证渣

场整体稳定。考虑到后期覆土要求，挡渣墙顶部高程宜高出堆渣起坡点0.4m，堆渣边坡按1: 2.5 ~ 1:3控制，堆渣时分层碾压密实，后期覆土。

第四步：修建截水沟

在弃渣场周围自上而下修建截水沟，根据弃渣场上游汇水面积计算确定截水沟断面尺寸，截水沟末端设置消力池及沉沙池，最后顺接至自然沟渠中。

第五步：分层堆渣及修建渣体排水沟

自下而上分层堆渣，单层厚度不超过1m，每填筑一层即进行修整碾压，压实度不小于80%。弃渣场分级堆放，每级设平台，平台宽大于2m。弃渣场内部顶面设置人字横坡，坡度不小于2%；渣体表面布设矩形排水沟，顺接至截水沟内。

第六步：绿化

通过现场调查并结合项目区气候类型，对当地乡土树种和草种的生长情况、生态学和生物学特性进行分析和比选，选择并确定适宜于本方案立地条件的树种和草种。

2.3 工程占地

根据主体工程设计公路用地数量估算表，本项目总占地面积为 354.43hm²，其中永久占地面积 240.57hm²，临时占地 113.86hm²。永久占地包括道路、桥涵、隧道、互通工程、辅助设施、改移道路等；施工临时占地包括弃渣场、施工场地、施工道路等。项目区原始占地类型包括耕地、林地、住宅用地、水域及水利设施用地、交通运输用地和其他土地。其中，耕地面积 192.04hm²，林地面积 121.21hm²，住宅用地面积 20.97hm²，水域及水利设施用地面积 6.50hm²，交通运输用地面积 6.94hm²，其他土地面积 6.77hm²。具体情况见表 2.3-1。

表 2.3-1 工程占地情况表 单位: hm²

行政区划	起讫桩号	占地性质	占地条目	占地类型						总计	
				耕地	林地	水域及水利设施用地	住宅用地	交通运输用地	其他土地		
大竹县	K0+000 ~ K10+235	永久占地	道路工程	26.34	7.65		3.09		0.04	37.12	
			桥涵工程	2.63	4.78	2.09				9.50	
			隧道工程	0.05	0.31					0.36	
			互通工程	35.09	11.59				0.14	46.82	
			辅助设施	1.29	0.31					1.60	
			改移工程	3.96	1.58				2.37	7.91	
			小计	69.36	26.22	2.09	3.09		2.55	103.31	
		临时占地	弃渣场	9.86	13.62					23.48	
			施工场地	4.40	2.19					6.59	
			施工道路	5.60	3.54			2.61		11.75	
			小计	19.86	19.35			2.61		41.82	
		合计			89.22	45.57	2.09	3.09	2.61	2.55	145.13
		大竹县	K16+795 ~ K24+000	永久占地	道路工程	7.81	11.95		2.17		0.32
桥涵工程	4.52				1.37	2.52				8.41	
隧道工程	0.12				0.55					0.67	
互通工程	10.71				3.53					14.24	
辅助设施	12.39				2.88					15.27	
改移工程	4.32				1.73				2.59	8.64	

行政区划	起讫桩号	占地性质	占地条目	占地类型						总计	
				耕地	林地	水域及水利设施用地	住宅用地	交通运输用地	其他土地		
大竹县	K16+795 ~ K24+000		小计	39.87	22.01	2.52	2.17		2.91	69.48	
		临时占地	弃渣场	18.15	12.16					30.31	
			施工场地	1.11	0.56					1.67	
			施工道路	4.21	2.63			2.34		9.18	
			小计	23.47	15.35			2.34		41.16	
		合计			63.34	37.36	2.52	2.17	2.34	2.91	110.64
大竹县	K24+000 ~ K32+150	永久占地	道路工程	2.25	13.51		15.71			31.47	
			桥涵工程	8.73	5.61	1.89				16.23	
			隧道工程	0.18	0.67					0.85	
			互通工程	10.74	3.53					14.27	
			辅助设施	0.50	0.10					0.60	
			改移工程	2.18	0.87				1.31	4.36	
			小计	24.58	24.29	1.89	15.71		1.31	67.78	
		临时占地	弃渣场	7.52	9.76					17.28	
			施工场地	3.78	1.89					5.67	
			施工道路	3.60	2.34			1.99		7.93	
			小计	14.90	13.99			1.99		30.88	
		合计			39.48	38.28	1.89	15.71	1.99	1.31	98.66

行政区划	起讫桩号	占地性质	占地条目	占地类型						总计	
				耕地	林地	水域及水利设施用地	住宅用地	交通运输用地	其他土地		
大竹县	K0+000 ~ K34+076	永久占地	道路工程	36.40	33.11		20.97		0.36	90.84	
			桥涵工程	15.88	11.76	6.50				34.14	
			隧道工程	0.35	1.53					1.88	
			互通工程	56.54	18.65				0.14	75.33	
			辅助设施	14.18	3.29					17.47	
			改移工程	10.46	4.18				6.27	20.91	
			小计	133.81	72.52	6.50	20.97		6.77	240.57	
		临时占地	弃渣场	35.53	35.54					71.07	
			施工场地	9.29	4.64					13.93	
			施工道路	13.41	8.51			6.94		28.86	
			小计	58.23	48.69			6.94		113.86	
		合计			192.04	121.21	6.50	20.97	6.94	6.77	354.43

注：K10+235 ~ K16+795 段为铜锣湾特长隧道，K32+150 ~ K34+076 段为明月山特长隧道，特长隧道段不计入占地面积。

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土分析

2.4.1.1 表土剥离

本项目表土可剥离区域为工程占用耕地、林地的范围，根据工可报告和现场调查，耕地分布区域坡度较缓，表土厚度为20-30cm，而水田分布面积较大，剥离表土的可行性不强；林地分布区域坡度较陡，表土厚度为10-20cm，而部分林地处于沟坡且土层较薄，剥离表土的可行性不强。桥梁的施工主要为桥墩施工，占地比较小，桥梁工程占用耕地和林地的区域主要为未扰动区域，本方案不考虑表土剥离进行二次扰动，即使桥底地表被施工临时占压，施工结束后可直接通过土地整治，表层土翻松即可进行迹地恢复或植被补植；隧道洞口横坡较陡，且土层较薄或无基岩出露，可利用表土较少，因此隧道工程区不宜进行表土剥离。结合项目区地形条件、表土剥离工艺、表土层厚度，耕地表土剥离厚度按30cm考虑，林地表土剥离厚度按20cm考虑。因此，除去不便剥离的部分耕地及林地外，经测算，可剥离表土的面积为237.40hm²，可剥离表土量为59.10万m³，实际剥离表土面积为224.99hm²，表土实际剥离量56.71万m³。

2.4.1.2 表土需求

本项目由道路工程、桥涵工程、隧道工程、互通工程、辅助设施、改移工程、弃渣场、施工场地和施工道路等组成。路基工程中央分隔带绿化面积1.54hm²、覆土0.40m，挖填边坡骨架护坡绿化35.58hm²、覆土0.20m，挂三维网植草、喷播植草等绿化不作为本方案的覆土范畴。隧道工程、互通工程、辅助设施边坡绿化同路基边坡，覆土0.20m，场地景观绿化覆土0.4m。弃渣场堆放的主要为石方，为了更好改善后期恢复的立地条件，边坡绿化覆土0.2m，复耕覆土0.4m。施工场地区和施工道路区恢复植被的迹地覆土0.2m，恢复复耕的迹地覆土0.3m。桥梁工程施工扰动主要为桥墩和桥台范围，占地多为未扰动区域，施工结束后撒播草籽绿化作为补植，不需要表土覆土；改移道路为硬化地表，不需要表土覆土。因此，经统计，本项目表土覆土需求量为56.71万m³。

表 2.4-1 表土平衡表

项目区域	剥离位置	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)	覆土位置	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (cm)	覆土量 (万 m ³)
道路工程区	耕地	34.62	30	10.39	骨架护坡	35.58	20	7.12
	林地	33.11	20	6.62	中央分隔带	1.54	40	0.62
隧道工程区					骨架护坡	0.56	20	0.11
互通工程区	耕地	24.41	30	7.32	骨架护坡	7.05	20	1.41
	林地	18.65	20	3.73	场地绿化	32.19	40	12.88
辅助设施区	耕地	9.71	30	2.91	骨架护坡	2.26	20	0.45
	林地	3.29	20	0.66	场地绿化	4.37	40	1.75
改移工程区	耕地	6.51	30	1.95				
	林地	4.18	20	0.84				
弃渣场区	耕地	19.12	30	5.74	复耕	43.62	40	17.45
	林地	35.54	20	7.11	绿化	27.45	20	5.49
施工场地区	耕地	9.29	30	2.79	复耕	9.29	30	2.79
	林地	4.64	20	0.93	绿化	4.64	20	0.93
施工道路区	耕地	13.41	30	4.02	复耕	13.41	30	4.02
	林地	8.51	20	1.70	绿化	8.51	20	1.70
合计		224.99		56.71		190.47		56.71

2.4.1.3 表土堆存

由于本项目施工期长，现有交通运输条件参差不齐，设置专门的剥离表土临时堆放场对道路沿线剥离表土进行集中堆放将增加公路占地和工程投资，另外长距离的运输也会增加沿线的水土流失。因此在施工过程中，优先考虑将剥离表土在工程永久占地范围内进行沿路临时集中堆放。对于互通工程、辅助设施等场地相对开阔，有临时堆放条件的区域，可以考虑将剥离表土在永久占地范围内堆存保护；对于弃渣场、施工场地和施工道路等临时工程，可灵活堆存于临时工程一角，计入临时占地范围。

本项目共剥离表土56.71万 m^3 ，表土临时堆放场按平均堆高3.0m考虑，表土堆放需占地18.90 hm^2 。道路工程区、改移工程区和互通工程区剥离表土运至互通工程区空余地点集中堆放，辅助设施区、弃渣场区、施工场地区和施工道路区剥离表土就地堆放，未新增临时占地。表土堆放场周围采用编织土袋临时拦挡、临时排水沉沙、撒播草籽、密目网苫盖，以期减少堆放期间的水土流失。

本项目表土临时堆放场规划见表2.4-2。

表 2.4-2 表土临时堆场一览表

编号	堆放位置		表土堆放量 (万 m^3)	平均堆高 (m)	占地面积 (hm^2)	备注
1	K0+000	牌坊枢纽	13.65	3	4.52	利用互通工程区
2	K6+145	高穴互通	5.57	3	1.86	
3	K18+820	童家互通	5.81	3	1.93	
4	K25+150	天城互通	5.84	3	1.95	
5	K6+145	高穴立交收费站	0.12	3	0.04	利用辅助设施区
6	K18+820	童家互通收费站	0.12	3	0.04	
7	K20+745	童家服务区	2.18	3	0.73	
8	K25+150	天城互通收费站	0.12	3	0.04	
9	K10+235	隧道管理站	0.20	3	0.07	
10	K22+820	管理中心及养护中心	0.82	3	0.27	利用弃渣场区
11	K0+800	1#弃渣场	0.33	3	0.11	
12	K0+800	2#弃渣场	0.84	3	0.28	
13	K4+200	3#弃渣场	0.93	3	0.31	
14	K4+000	4#弃渣场	0.36	3	0.12	
15	K8+900	5#弃渣场	0.67	3	0.22	
16	K8+900	6#弃渣场	0.55	3	0.18	
17	K7+800	7#弃渣场	0.76	3	0.25	
18	K18+400	8#弃渣场	0.86	3	0.29	
19	K18+400	9#弃渣场	0.94	3	0.31	

编号	堆放位置		表土堆放量 (万 m ³)	平均堆高 (m)	占地面积 (hm ²)	备注
20	K18+600	10#弃渣场	1.11	3	0.37	
21	K20+500	11#弃渣场	1.38	3	0.46	
22	K20+700	12#弃渣场	0.64	3	0.21	
23	K22+600	13#弃渣场	0.64	3	0.21	
24	K24+300	14#弃渣场	0.59	3	0.20	
25	K25+400	15#弃渣场	0.50	3	0.17	
26	K26+800	16#弃渣场	0.45	3	0.15	
27	K32+100	17#弃渣场	0.70	3	0.23	
28	K32+100	18#弃渣场	0.60	3	0.20	
29	K1+150	1#施工场地区	0.37	3	0.12	利用施 工场地区
30	K7+400	2#施工场地区	0.32	3	0.11	
31	K19+600	3#施工场地区	0.44	3	0.15	
32	K24+800	4#施工场地区	0.45	3	0.15	
33	K7+000	6#施工场地区	1.07	3	0.36	
34	K25+300	7#施工场地区	1.07	3	0.36	
35	K0+800	1#施工道路	0.23	3	0.08	利用施 工道路 区
36	K0+800	2#施工道路	0.08	3	0.03	
37	K4+000	3#施工道路	0.17	3	0.06	
38	K7+800	4#施工道路	0.09	3	0.03	
39	K8+900	5#施工道路	0.05	3	0.02	
40	K8+900	6#施工道路	0.19	3	0.06	
41	K18+400	7#施工道路	0.05	3	0.02	
42	K18+400	8#施工道路	0.13	3	0.04	
43	K20+500	9#施工道路	0.12	3	0.04	
44	K20+700	10#施工道路	0.08	3	0.03	
45	K25+400	11#施工道路	0.12	3	0.04	
46	K32+100	12#施工道路	0.07	3	0.02	
47	K32+100	13#施工道路	0.15	3	0.05	
48		主体工程施工道路	4.20	3	1.40	
合计			56.71		18.90	

注：主体工程施工道路具体位置未知，剥离的表土均集中堆放在各施工道路范围内平缓处。

2.4.2 土石方平衡

本方案根据工程设计文件、运距、地形地貌、施工条件、土石料质量等原则按自然结点进行分段，按“挖方+调入+外购方=填方+调出+弃方”进行平衡。对特长隧道以隧道中点进行平衡，并考虑合理运距将隧道进出口一定距离内的路基纳入隧道段落，方便隧道洞渣的调运和利用；对跨江（河）大桥，如果桥址处没有既有运输条件，以河流中线进行分段平衡；对于路基考虑挖填路段分布及物料组成进行分段平衡。土石方平衡具体分段详见表 2.4-2。

表 2.4-2 土石方平衡分段表

序号	起讫桩号	路线长度 (km)	平衡节点
1	K0+000~K3+355	3.355	石猪槽大桥
2	K3+355~K7+640	4.285	王家湾大桥 (跨黄滩河)
3	K7+640~K9+597	1.957	荣华沟 1 号大桥
4	K9+957~K13+515	3.558	铜锣山隧道中点
5	K13+515~K17+605	4.090	小冲寨大桥
6	K17+605~K21+275	3.670	猫儿沟大桥
7	K21+275~K23+670	2.395	鱼箭口大桥 (跨上白水河)
8	K23+670~K27+340	3.670	潘家湾 2 号大桥
9	K27+340~K30+260	2.920	何家湾大桥
10	K30+260~K34+076	3.816	路线终点
合计		34.076	

全线公路设计高程 343.901m ~ 568.082m，最低点位于 K7+640 王家湾大桥桥头附近，最高点位于 K32+150 明月山隧道入口附近，最大纵坡 4%，路线高程布设结合纵面指标进行选择，尽量做到挖填平衡，以减少弃渣量和外借土石方。挖方含一般路基表土剥离和开挖、特殊路基软弱土挖除、桥梁基础及桥台开挖、隧道开挖等。填方主要是一般路基的填筑和特殊路基换填砂砾石填筑，一般路基填筑主要利用相邻路段路基开挖余方。表土主要为永久征地和临时占地范围内的上层腐殖土，在土石方开挖前根据按需剥离的原则进行集中剥离，以满足后期绿化的要求，提高植物的存活率，同时减少弃渣量。

根据主体工程土石方调运安排，多余土石方量优先考虑作为相邻路段路基填料回填使用，交通条件好的路段可运至较远路段回填，以最大限度减少弃方。

根据项目组成，本工程土石方计算包含一般路基、特殊路基、桥梁、隧道、互通工程、辅助设施、改移道路、弃渣场、施工场地、施工道路 10 部分。其中，一般路基、特殊路基、桥梁、隧道、互通工程、辅助设施、改移道路土石方量由

主体工程设计提供土石方数量估算表；弃渣场、施工场地、施工道路受设计阶段限制，土石方量由水保方案补充。

经土石方平衡分析，全线土石方开挖总量 929.10万m^3 （自然方，下同，含表土剥离 56.71万m^3 ），土石方填筑总量 445.08万m^3 （含表土回覆 56.71万m^3 ），外购方 50.73万m^3 （均为特殊路基换填砂砾石，采用外购），弃渣总量为 534.75万m^3 ，折松方 803.09万m^3 （其中土方 100.24万m^3 ，石方 702.85万m^3 ；土方系数1.33，石方系数1.53），堆存于沿线设置的18处弃渣场内。在渣体的堆积过程中，应尽量将渗透性能较好的泥岩、砂岩堆置在渣体前缘，使渣体排水良好，降低渣体浸润线；同时，将土质弃渣尽量堆放在弃渣顶部，便于弃渣场使用完毕后的绿化。

主体设计对项目沿线筑路材料料场进行了调查(详见2.2.2.4筑路材料章节)，项目区筑路材料储量丰富，沿线均有料场分布，可满足本工程建设需求。受设计阶段限制，本项目工可阶段暂时无法确定具体料场，待后续设计阶段确定具体料场后应签订外购协议，协议中需明确料场开采及物料运输过程中相关的水土流失防治责任。

本项目土石方平衡见表2.4-3。土石方流向框图见图2.4-1。

表 2.4-3 全线土石方平衡表

单位: 万 m³ (自然方)

起讫桩号	长度	项目名称	挖方				填方					调入			调出			外购方	弃方			去向		
			表土	土	石	软基换土	小计	表土	土	石	砂砾石	小计	表土	土	石	表土	土	石	砂砾石	土	石		小计	
K0+000 - K3+355	3.355	一般路基	2.93	3.50	54.80		61.23	0.76	3.77	31.76		36.29		0.27		2.17					23.04	23.04	1#弃渣场 16.18万m ³ , 2#弃渣场 38.26万m ³ , 3#弃渣场 27.29万m ³ (松方)	
		特殊路基				5.46	5.46				6.45	6.45						6.45	5.46		5.46			
		桥梁工程		0.45			0.45													0.45		0.45		
		隧道工程																						
		互通工程	4.87	2.40	53.32		60.59	6.30	2.33	17.07		25.70	1.43			0.07	11.01				25.24	25.24		
		辅助设施																						
		改移工程	0.37	0.74			1.11		0.74			0.74			0.37									
		弃渣场	1.17				1.17	2.28				2.28	1.11											
		施工场地	0.37	0.49	0.21		1.07	0.37	0.49	0.21		1.07												
		施工道路	0.79	0.68	1.41		2.88	0.79	0.48	1.41		2.68				0.20								
小计	10.50	8.26	109.74	5.46	133.96	10.50	7.81	50.45	6.45	75.21	2.54	0.27		2.54	0.27	11.01	6.45	5.91	48.28	54.19				
K3+355 - K7+640	4.285	一般路基	2.08	7.24	43.01		52.33	0.97	5.77	42.28		49.02			1.11	1.47	0.73						4#弃渣场 9.74万m ³ (松方)	
		特殊路基				6.88	6.88				7.87	7.87						7.87	6.88		6.88			
		桥梁工程		0.44			0.44													0.44		0.44		
		隧道工程																						
		互通工程	1.99	0.82	5.99		8.80	2.58	2.42	17.73		22.73	0.59	1.60	11.74									
		辅助设施	0.12	0.24	0.06		0.42	0.08	0.24	0.06		0.38				0.04								
		改移工程	0.47	0.94			1.41		0.94			0.94				0.47								
		弃渣场	1.29				1.29	2.32					1.03											
		施工场地	1.44	1.82	0.78		4.04	1.44	1.82	0.78		4.04												
		施工道路	0.85	0.64	1.50		2.99	0.85	0.51	1.50		2.86				0.13								
小计	8.24	12.14	51.34	6.88	78.60	8.24	11.70	62.35	7.87	90.16	1.62	1.60	11.74	1.62	1.60	0.73	7.87	7.32		7.32				

项目概况

起讫桩号	长度	项目名称	挖方					填方					调入			调出			外购方		弃方				去向
			表土	土	石	软基换土	小计	表土	土	石	砂砾石	小计	表土	土	石	表土	土	石	砂砾石	土	石	小计			
K7+640 - K9+597	1.957	一般路基	1.38	1.48	19.28		22.14	0.44	3.19	19.28		22.91		1.71		0.94								4#弃渣场 3.30万m ³ (松方)	
		特殊路基				2.10	2.10				2.41	2.41						2.41	2.10		2.10				
		桥梁工程		0.38			0.38													0.38		0.38			
		隧道工程																							
		互通工程																							
		辅助设施																							
		改移工程	0.22	0.43			0.65		0.43				0.43				0.22								
		弃渣场	1.98				1.98	3.14					3.14	1.16											
		施工场地																							
		施工道路	0.57	0.43	1.02		2.02	0.57	0.32	1.02		1.91					0.11								
小计	4.15	2.72	20.30	2.10	29.27	4.15	3.94	20.30	2.41	30.80	1.16	1.71		1.16	0.11		2.41	2.48		2.48					
K9+597 - K13+515	4.285	一般路基	0.54	0.40	2.93		3.87	0.89	2.13	15.64		18.66	0.35	1.73	12.71								5#弃渣场 39.14万m ³ , 6#弃渣场 35.75万m ³ , 7#弃渣场 46.68万m ³ (松方)		
		特殊路基				4.19	4.19				4.83	4.83						4.83	4.19		4.19				
		桥梁工程		0.21			0.21												0.21		0.21				
		隧道工程		4.59	87.25		91.84	0.04				0.04	0.04			3.33	12.71		1.26	74.54	75.80				
		互通工程																							
		辅助设施	0.20	0.39	0.11		0.70	0.13	0.39	0.11		0.63				0.07									
		改移工程	0.32	0.64			0.96		0.64			0.64				0.32									
		弃渣场																							
		施工场地																							
		施工道路	0.11	0.08	0.19		0.38	0.11	0.08	0.19		0.38													
小计	1.17	6.31	90.48	4.19	102.15	1.17	3.24	15.94	4.83	25.18	0.39	1.73	12.71	0.39	3.33	12.71	4.83	5.66	74.54	80.20					

项目概况

起讫桩号	长度	项目名称	挖方					填方					调入			调出			外购方	弃方			去向	
			表土	土	石	软基换土	小计	表土	土	石	砂砾石	小计	表土	土	石	表土	土	石	砂砾石	土	石	小计		
K13+515 - K17+605	4.090	一般路基	0.64	0.17	1.23		2.04	0.93	0.65	4.77		6.35	0.29	0.48	3.54									8#弃渣场 39.17万m ³ , 9#弃渣场 43.26万m ³ , 10#弃渣场 56.99万m ³ (松方)
		特殊路基				4.38	4.38				5.04	5.04							5.04	4.38		4.38		
		桥梁工程		0.18			0.18													0.18		0.18		
		隧道工程		5.51	86.33		91.84	0.04				0.04	0.04			0.48	3.54			5.03	82.79	87.82		
		互通工程																						
		辅助设施																						
		改移工程	0.33	0.67			1.00		0.67			0.67				0.33								
		弃渣场																						
		施工场地																						
		施工道路	0.17	0.13	0.30		0.60	0.17	0.13	0.30		0.60												
小计	1.14	6.66	87.86	4.38	100.04	1.14	1.45	5.07	5.04	12.70	0.33	0.48	3.54	0.33	0.48	3.54	5.04	9.59	82.79	92.38				
K17+605 - K21+275	3.670	一般路基	3.70	1.51	39.30		44.51	0.83	2.54	27.54		30.91		1.03	2.87						11.76	11.76	11#弃渣场 88.45万m ³ , 12#弃渣场 59.47万m ³ , 13#弃渣场 62.37万m ³ , 14#弃渣场 54.34万m ³ , 15#弃渣场 50.55万m ³ (松方)	
		特殊路基				6.24	6.24				7.06	7.06						7.06	6.24		6.24			
		桥梁工程		0.86			0.86												0.86		0.86			
		隧道工程																						
		互通工程	2.10	9.80	87.23		99.13	2.70	1.31	9.58		13.59	0.60			1.03				7.46	77.65	85.11		
		辅助设施	2.31	12.81	110.86		125.98	1.42	2.20	16.15		19.77				0.89				10.61	94.71	105.32		
		改移工程	0.30	0.60			0.90		0.60			0.60				0.30								
		弃渣场	4.93				4.93	8.39				8.39	3.46											
		施工场地	0.45	0.58	0.25		1.28	0.45	0.58	0.25		1.28												
		施工道路	1.05	0.79	1.86		3.70	1.05	0.79	1.86		3.70												
小计	14.84	26.95	239.50	6.24	287.53	14.84	8.02	55.38	7.06	85.30	4.06	1.03		4.06	1.03		7.06	25.17	184.12	209.29				

项目概况

起讫桩号	长度	项目名称	挖方					填方					调入			调出			外购方砂砾石	弃方			去向		
			表土	土	石	软基换土	小计	表土	土	石	砂砾石	小计	表土	土	石	表土	土	石		土	石	小计			
K21+275 - K23+670	2.395	一般路基	0.49	0.39	1.75		2.63	0.54	1.44	2.33		4.31	0.05	1.05	0.58									16# 弃渣场 1.90 万 m ³ (松方)	
		特殊路基				1.19	1.19				1.35	1.35							1.35	1.19		1.19			
		桥梁工程		0.24			0.24													0.24		0.24			
		隧道工程																							
		互通工程																							
		辅助设施	0.82	1.59	0.44		2.85	0.49	0.86	0.29		1.64					0.33	0.73	0.15						
		改移工程	0.20	0.39			0.59	0.39				0.39					0.20								
		弃渣场	0.64				0.64	1.12				1.12	0.48												
		施工场地																							
		施工道路	0.51	0.79	1.18		2.48	0.51	0.47	0.75		1.73						0.32	0.43						
小计	2.66	3.40	3.37	1.19	10.62	2.66	3.16	3.37	1.35	10.54	0.53	1.05	0.58	0.53	1.05	0.58	1.35	1.43		1.43					
K23+670 - K27+340	3.670	一般路基	2.94	1.41	4.51		8.86	0.83	2.45	5.12		8.40		1.04	0.61	2.11								16# 弃渣场 18.3 1万 m ³ (松方)	
		特殊路基				13.18	13.18				15.72	15.72							15.72	13.18		13.18			
		桥梁工程		0.59			0.59													0.59		0.59			
		隧道工程																							
		互通工程	2.09	0.31	17.57		19.97	2.71	4.25	31.16		38.12	0.62	3.94	13.59										
		辅助设施	0.12	0.25	0.05		0.42	0.08	0.25	0.05		0.38				0.04									
		改移工程	0.21	0.41			0.62		0.41			0.41				0.21									
		弃渣场	1.54				1.54	3.28				3.28	1.74												
		施工场地	1.46	1.98	0.86		4.30	1.46	1.09	0.59		3.14					0.89	0.27							
		施工道路	0.63	0.73	1.71		3.07	0.63	0.58	1.37		2.58					0.15	0.34							
小计	8.99	5.68	24.70	13.18	52.55	8.99	9.03	38.29	15.72	72.03	2.36	4.98	14.20	2.36	1.04	0.61	15.72	13.77		13.77					

项目概况

起讫桩号	长度	项目名称	挖方					填方					调入			调出			外购方砂砾石	弃方			去向
			表土	土	石	软基换土	小计	表土	土	石	砂砾石	小计	表土	土	石	表土	土	石		土	石	小计	
K27+340 - K30+260	2.920	一般路基	1.61	3.01	54.84		59.46	0.66	2.47	31.03		34.16				0.95				0.54	23.81	24.35	16#弃渣场 21.15万m ³ , 17#弃渣场 17.30万m ³ (松方)
		特殊路基																					
		桥梁工程			0.83		0.83													0.83		0.83	
		隧道工程																					
		互通工程																					
		辅助设施																					
		改移工程	0.16	0.33			0.49		0.33			0.33				0.16							
		弃渣场	1.30				1.30	2.41				2.41	1.11										
		施工场地		0.41	0.29		0.70		0.41	0.29		0.70											
		施工道路	0.64	0.74	1.74		3.12	0.64	0.59	1.74		2.97									0.15		
小计	3.71	5.32	56.87		65.90	3.71	3.80	33.06		40.57	1.11			1.11				1.52	23.81	25.33			
K30+260 - K34+076	3.816	一般路基	0.70	0.58	10.90		12.18	0.88	0.08		0.96	0.18							0.50	10.90	11.40	17#弃渣场 32.45万m ³ , 18#弃渣场 41.04万m ³ (松方)	
		特殊路基																					
		桥梁工程		0.51			0.51													0.51			0.51
		隧道工程		5.39	48.53		53.92	0.03			0.03	0.03				3.94	13.59		1.45	34.94	36.39		
		互通工程																					
		辅助设施																					
		改移工程	0.21	0.43			0.64		0.43			0.43				0.21							
		弃渣场																					
		施工场地																					
		施工道路	0.40	0.31	0.52		1.23	0.40	0.25	0.52		1.17								0.06			0.06
小计	1.31	7.22	59.95		68.48	1.31	0.76	0.52		2.59	0.21			0.21	3.94	13.59		2.52	45.84	48.36			

项目概况

起讫桩号	长度	项目名称	挖方					填方					调入			调出			外购方砂砾石	弃方			去向
			表土	土	石	软基换土	小计	表土	土	石	砂砾石	小计	表土	土	石	表土	土	石		土	石	小计	
K0+000 - K34+076	34.076	一般路基	17.01	19.69	232.55		269.25	7.73	24.49	179.75		211.97	0.87	7.31	17.44	10.15	1.47	0.73		1.04	69.51	70.55	1#-18# 弃渣场
		特殊路基				43.62	43.62				50.73	50.73							50.73	43.62		43.62	
		桥梁工程		4.69			4.69													4.69		4.69	
		隧道工程		15.49	222.11		237.60	0.11				0.11	0.11				7.75	29.84		7.74	192.27	200.01	
		互通工程	11.05	13.33	164.11		188.49	14.29	10.31	75.54		100.14	3.24	5.54	25.33		1.10	11.01		7.46	102.89	110.35	
		辅助设施	3.57	15.28	111.52		130.37	2.20	3.94	16.66		22.80				1.37	0.73	0.15		10.61	94.71	105.32	
		改移工程	2.79	5.58			8.37		5.58			5.58				2.79							
		弃渣场	12.85				12.85	22.94				22.94	10.09										
		施工场地	3.72	5.28	2.39		11.39	3.72	4.39	2.12		10.23					0.89	0.27					
		施工道路	5.72	5.32	11.43		22.47	5.72	4.20	10.66		20.58					0.91	0.77		0.21		0.21	
全线合计			56.71	84.66	744.11	43.62	929.10	56.71	52.91	284.73	50.73	445.08	14.31	12.85	42.77	14.31	12.85	42.77	50.73	75.37	459.38	534.75	

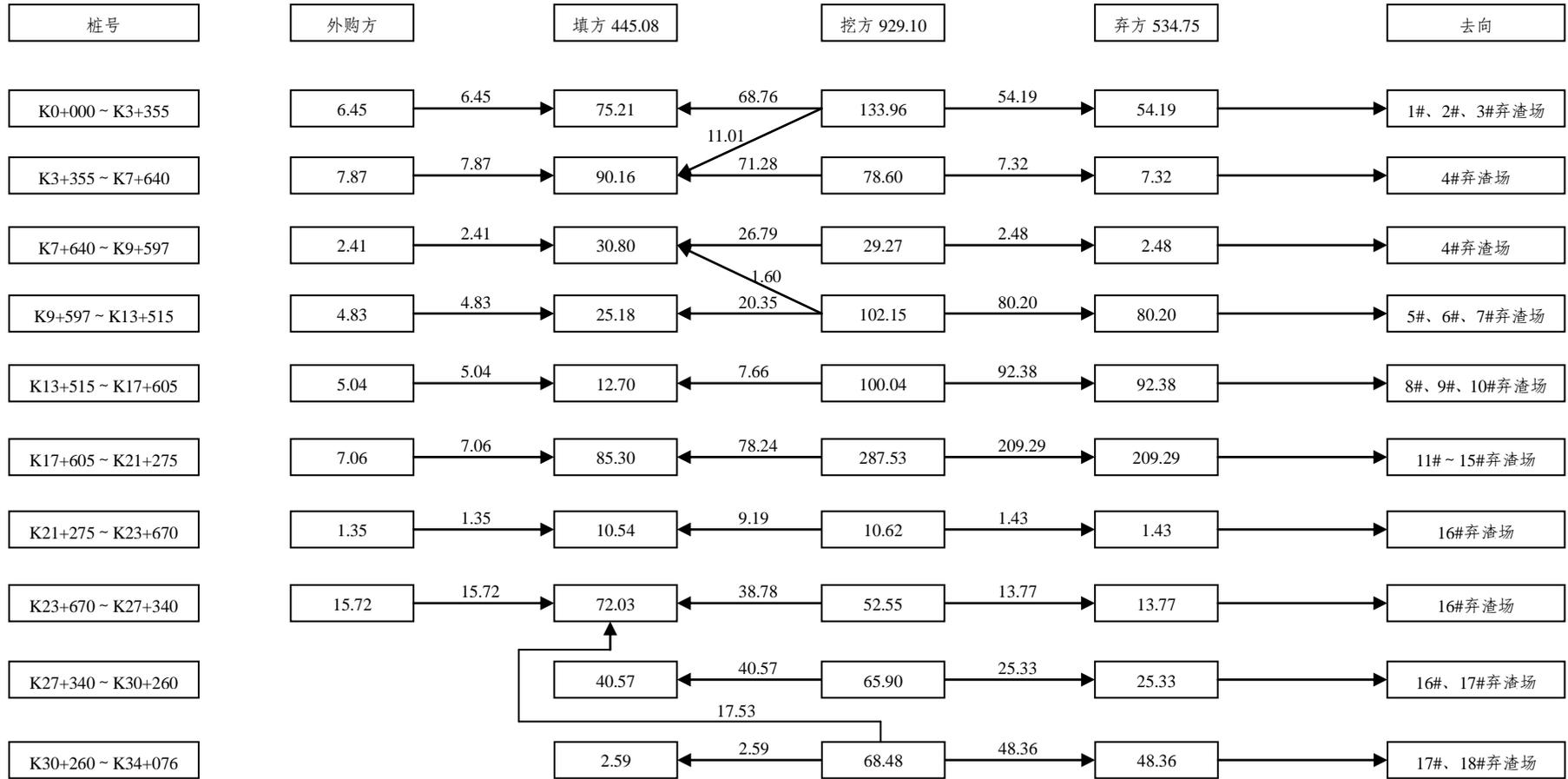


图 2.4-1 项目土石方平衡流向框图 单位: 万 m³

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

拆迁安置工程主要涉及各类拆迁建筑物和专项设施迁建。具体操作中应按照原规模、原标准或恢复原功能所需投资补偿，建筑物迁建补偿费应支付给有关地方人民政府，专项设施迁建补偿费根据签订的迁建协议支付给其主管单位。因扩大规模、提高标准增加的迁建费用，由有关地方人民政府或有关单位自行解决。

2.5.1 各类拆迁建筑物、电力电讯设施

经统计，永久占地范围内拆迁建筑砖混房5.49万m²，砖瓦房3.66万m²，坟墓84处、水池21个、电力线14490m、电讯线4500m。拆迁安置过程中产生的建筑垃圾应及时收集，并清运至沿线城镇垃圾处理场进行妥善处置，其水土流失防治责任由地方政府负责。建筑拆迁具体情况详见表2.5-1，电力、电讯设施拆迁具体情况详见表2.5-2。

表 2.5-1 推荐线拆迁建筑数量估算表

起止桩号	砖混房 (m ²)	砖瓦房 (m ²)	坟墓 (处)	水池 (个)
K0+000 ~ K10+235	18499	12333	27	4
K16+795 ~ K24+000	22582	15055	26	9
K24+000 ~ K32+150	13824	9216	31	8
大竹县合计	54906	36604	84	21

表 2.5-2 推荐线拆迁电力、电讯设施数量估算表

起止桩号	拆迁电力线			拆迁电讯线	
	高压线 (m)	低压线 (m)	杆 (根)	电讯线 (m)	杆 (根)
K0+000 ~ K10+235	3200	4510	30	2500	20
K16+795 ~ K24+000	2400	2480	20	1200	18
K24+000 ~ K32+150	1100	800	13	800	10
大竹县合计	6700	7790	63	4500	48

2.5.1 拆迁安置水土保持要求

在工程拆迁安置和专项设施拆迁、改建过程中，必然产生建筑垃圾，主要为剩余的土石方、木料、砖块、水泥块、瓦砾等废弃物。拆迁安置和专项设施拆迁、改建过程中产生的建筑垃圾不计入本工程，应将建渣及时收集并集中清运至项目沿线城镇垃圾处理场进行集中处置，防止造成新增水土流失。

项目拆迁安置及由此引起的水土流失防治工作，专项设施拆迁、改建及由此

引起的水土流失防治工作均交由地方政府负责。按照国家相关补偿政策由建设方出资以拆迁安置费及专项设施拆迁、改建费的形式实行货币化补偿，专项设施拆迁、改建应按照原规模、原标准或恢复原功能所需投资补偿。城（集）镇拆迁安置补偿费支付给有关地方人民政府，企事业单位和专项设施迁建补偿费，根据签订的迁建协议支付给法人或主管单位。因扩大规模、提高标准增加的迁建费用，由有关地方人民政府或有关单位自行解决。在拆迁补偿过程中需坚持公平、公开、公正、透明原则，确保不出现次生环境问题。对拆迁安置的水土保持要求包括：

（1）农村居民新址应及时采取植物措施，对房前屋后裸露边坡和场地进行绿化美化；

（2）若安置区上游有较大汇水面积，应在安置区上游修建拦洪排水沟，防止洪水冲刷建设期裸露地表和影响安置区安全；

（3）若安置区布置在坡地上游，应在坡脚处修截水沟，防止泥沙淤积下游农田沟道；

（4）安置区内外排水去向应不影响下游农田沟道；

（5）充分利用土地，按照“适地适树”原则，结合当地自然环境条件，充分考虑经济效益与生态效益的结合，推荐安置区庭院种植经济树种；

（6）安置区（点）场地边坡开挖面，采取砌石种草护坡措施防治水土流失。

2.6 施工进度

本项目计划于 2021 年 12 月开工，计划于 2025 年 11 月完工，总工期 48 个月。项目实施进度安排见表 2.6-1。

表 2.6-1 项目实施进度一览表

项目名称	2021 年	2022 年				2023 年				2024 年				2025 年			
	12 月	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度
施工准备期	■																
路基工程		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
路面工程											■	■	■	■	■		
桥涵工程				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
隧道工程		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
互通工程				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
辅助设施											■	■	■	■	■		
交安及绿化														■	■	■	■

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

项目区属四川省盆地东部平行岭谷区，地跨“三山两槽”，呈“川”字形，三条山脉平行并列，东北—西南走向，西为华蓥山脉(西山)，中为铜锣山脉(中山)，东为明月峡山脉(东山)。山脊一般海拔 600~1000m 之间，西山万里坪为境内最高峰，海拔 1196.2m。三山之间为宽阔的浅丘地带，称谓东西两槽，俗称西槽为山前，宽 18km，东槽为山后，宽 12km，大都属于海拔 300~500m，相对高差 20~100m 的丘陵，以浑园低丘，方山中丘，单斜低丘，中丘居多。路线走廊带的地形、地貌单元受地质构造和岩性控制明显。将工作区划分为两个地貌类型。

1、浅切~中切丘陵地貌

主要分布于走廊带中部东西两槽之间，绝对高程一般 300~500m，相对高差多在 20~80m，平缓宽谷较为发育，短而多，形成珊瑚状丘陵，河谷横断面多呈箱形，丘陵形态多呈圆丘、块丘状。主要分布于：K0+000（起点）~K9+150、K16+950~K26+700 段。

2、低山地貌

本项目低山地貌可分为脊状~条状中低山及溶蚀侵蚀中低山两个单元。脊状~条状中低山，主要为铜锣山脉和明月峡山脉，分布于背斜构造上，海拔 600~1000m，高出周围丘陵顶 200~500m。台地多呈条带状，四周上部壁立，台面不平整。纵横沟谷极为发育，沟谷多呈“V”字型，坡角 25° 以上。溶蚀侵蚀中低山，主要分布于铜锣山脉和明月峡山脉山脊一带，海拔 600~1000m，主要出露地层包含侏罗系和三叠系，岩性多以可溶性薄~厚层的灰岩、泥质灰岩和白云岩等为主，岩溶较为发育，主要表现为溶蚀沟槽、溶蚀洼地、溶洞等形式。主要分布于：K9+150~K16+950、K26+700~K34+076.299（终点）段。

2.7.2 地质、地震

2.7.2.1 地质

工程区区域地质构造位于新华夏系第三沉降带之四川盆地的东部，属川东弧形构造带的组成部分。区内构造形迹以北北东~北东向梳状褶皱为主，背斜近轴部局部伴生有逆冲断层，南部因川黔经向构造带伸入。成生了一系列南北向压性构造行迹，与北北东~北东向构造形迹形成一系列复杂的复合关系。北部受南大

巴山弧形构造带晚近活动向外波及影响，局部成生了北西向构造行迹。

工程区构造主要为川东弧形构造带的组成部分，区内构造形迹以北北东~北东向梳状褶皱为主，背斜近轴部局部伴生有逆冲断层，沿线仅发育瓦屋咀~饶家垆冲断层。

2.7.2.2 地层岩性

工程区出露地层由新至老分别为第四系(Q₄)，侏罗系上统遂宁组(J_{3s})、中统上沙溪庙组(J_{2s})、中统下沙溪庙组(J_{2xs})、中统新田沟组(J_{2x})、中下统自流井组(J_{1~2z})、下统珍珠冲组(J_{1z})，三叠系上统须家河组(T_{3xj})、中统雷口坡组(T_{2l})、下统嘉陵江组(T_{1j})等，其岩性特征简述如下：

1、第四系(Q₄)

全新统残坡积层(Q^{4el+dl})：广泛分布于丘陵斜坡、坡麓地带，主要为黄灰、褐黄灰色粉质黏土、黏土，少量砂泥岩风化残块组成。可塑~硬塑状，干~稍湿，一般往下黏土含量增加，往上则粉土及碎屑物略增，该岩性为原地表岩土经风化冲刷在原地及短距离搬运堆积而成，一般厚度0.5~2.0m，个别地段2.0~4.0m。

全新统坡洪积层(Q^{4dl+pl})：主要为褐色、红褐色粉质黏土。软塑~可塑状，稍湿~湿，以粉粘粒为主，表层0.2~0.5m为耕植土，含植物根系。该层广泛分布于丘间谷底、沟槽及冲沟地带，厚度一般2.0m~5.0m，最厚可达9.0m。

全新统冲洪积层(Q^{4al+pl})：广泛分布于冲积平原、河漫滩等地区，主要为灰色、黄灰、褐黄灰色粉质黏土、黏土和含粉土砂砾石层，一般厚度8~25m。

2、侏罗系

(1) 上统遂宁组(J_{3s})主要为鲜红色含钙质粉砂质泥岩、粉砂岩，夹暗紫色、浅灰色中至厚层状含钙质长石石英砂岩；具有波痕、泥裂、蠕虫钻钻孔，细小而特别清晰的交错层理普遍发育，厚度约337~674m。

(2) 中统上沙溪庙组(J_{2s})主要为紫红色粉砂质泥岩、含粉砂质水云母泥岩，含钙质结核与黄灰色浅灰色块状长石砂岩，岩屑亚长石砂岩不等厚互层，厚度约1482~1719m。

(3) 中统下沙溪庙组(J_{2xs})呈带状分布，主要为紫红色粉砂质泥岩、含粉砂质水云母泥岩夹块状岩屑亚长石砂岩。底有10~20m块状长石岩屑砂岩、含少许脉石英砾石，交错层理发育、松散。厚度约269~465m。

(4) 中统新田沟组(J_{2x})呈带状分布,主要为杂色粉砂质泥岩夹中厚层长石岩屑石英砂岩、岩屑亚长石砂岩,厚度0~155m。

(5) 中下统自流井组(J_{1~2z})呈带状分布,主要为紫红色钙质泥岩及浅灰色中至厚层状含生物碎屑重结晶灰岩,厚度28~204m。

(6) 下统珍珠冲组(J_{1z})呈带状分布。上部为杂色粉砂质泥岩、水云母页岩、粉砂岩夹薄至中厚层岩屑石英砂岩。下部为浅灰色中至厚层状石英砂岩,含砾石、坚硬,厚度188~232m。

3、三叠系

(1) 上统须家河组(T_{3xj})呈带状分布。灰白色块状石英砂岩、岩屑亚长石砂岩、岩屑砂岩、钙质页岩等,夹炭质页岩和煤层,厚度34~337m。

(2) 中统雷口坡组(T_{2l})呈带状分布。紫红色粉砂质水云母页岩夹灰绿、灰黄色含粉砂质水云母页岩及薄层状泥质灰岩、含泥白云质灰岩及钙质页岩等,厚度60~185m。

(3) 下统嘉陵江组(T_{1j})呈带状分布。主要为灰色中厚层状灰岩、含泥质灰岩和白云质灰岩、白云岩等,厚度82~237m。

2.7.2.3 地震

工程区大地构造上位于扬子准地台的二级构造单元中四川台坳的川东陷褶束,路线起点离龙华釜山断裂带(东北端)最近都有40~50km,项目区总体上受活动断裂带的影响较弱。从历史地震监测统计情况来看,华釜山断裂带引起的地震活动主要分布在南溪~宜宾一带,项目区走廊带所在的北东段附近小震活动少,至今没有中强地震发生。因此,本项目走廊带内地震活动性不强,主要受外围强震的影响。

根据《中国地震动峰值加速度区划图(1:400万)》(GB18306~2015),项目区地震动峰值加速度均为0.05g,地震动反应谱特征周期为0.35s,地震基本烈度为VI度。

2.7.2.4 不良地质

路线走廊带位于丘陵、低山地貌上,地形地貌较复杂,区内地质构造简单,多为舒缓状褶皱(向、背斜),丘陵区岩性较简单,大部分为砂、泥岩或砂泥岩互层,中低山区地层岩性较复杂,灰岩、白云岩、砂岩、页岩、泥岩均有分布。通过工程地质调绘,拟建线路沿线发育的不良地质主要有岩溶、滑坡及采空区。

总的来说，项目区场地稳定性一般，但在采取相应处理措施后，均适宜该公路项目的修建。

2.7.3 气象

大竹县属亚热带季风湿润气候区，总的气候特点是：气候温暖湿润，四季分明，热量丰富，日照适宜，雨热同季，但伏旱高温，春季寒潮低温，秋绵雨等农业气象灾害频繁，对农业生产影响较大。县内气温的地域分布是南高北低，三山低于两槽，且垂直变化明显（海拔升高 100m，平均气温降低 0.59℃）。大竹县多年平均气温 16.5℃，最高气温一般出现在 8 月（月平均气温 26.6℃），极端最高温度 40.2℃（1995 年 9 月 7 日）。最低气温一般出现在 1 月（月平均气温 6.0℃），极端最低气温 -4.7℃（1991 年 12 月 28 日）。≥10℃的积温 5237.4℃。受地形、天气状况等因素影响，大竹县属全国的少日照区，年均日照 1205.2h，最多 1383.2h（2001 年），最少 1023.4h（1989 年），年均日照百分率为 28.4%，全县日照时数的地域分布是北多南少，季节分布是夏季最多（平均占年日照时数的 39%），冬季最少（平均占年日照时数的 20%），年内 8 月最多，达 215.5h，最少的 1 月，只有 34.4h。受大气环流、地理位置、地貌等因素的制约和影响，大竹县降水、季节分布明显不均，集中在夏秋季节。大竹县多年平均降雨量 1182.4mm，季节分配不均，年最多降水量 1419.5mm（2000 年），年最少降水量 841.9mm（1987 年），夏秋两季降水量最多，其中夏季约占全年降水量的 45%，秋季占全年降水量的 28%。实测最大一日降水量 183.9mm（1989 年 7 月 10 日）。大竹县多年平均陆面蒸发量 947.2mm，最小蒸发量 783.9mm（1986 年），最大蒸发量 1134.9mm（2001 年）。年均最大相对湿度为 87%，年均最小相对湿度为 82%，年际间变幅 5%。无霜期 285 天。主导风向为北东北，年频率达 14%；多年平均风速 1.2m/s，最大风速达 27.0m/s（2001 年 7 月 21 日）。大竹县具有冬干，春旱加伏旱，十年八旱的特点，降雨多以雨洪形式出现，无法利用，形成两极分化，一方面洪灾严重，另一方面干旱严重，因此，干旱及洪涝是大竹县最主要的灾害性天气，同时还有冰雹、霜冻、大风等灾害性天气。

表 2.7-1 大竹县气象特征值统计表

气温 (°C)	多年平均	16.5
	极端最高	40.2
	极端最低	-4.7
	≥10°C 积温	5237.4
年降雨量 (mm)	多年平均	1182.4
	最大	1419.5
	最小	841.9
主导风向		NEN
多年平均风速 (m/s)		1.2
多年平均相对湿度 (%)		82~87
多年平均蒸发量 (mm)		947.2
多年平均日照数 (h)		1205.2
多年平均无霜期 (d)		285

表 2.7-2 大竹县短历时暴雨特征值表

时段	均值 H (m)	Cv	Cs/Cv	各频率暴雨量 (mm)		
				p=5%	p=10%	p=20%
1/6h	15.8	0.37	3.5	27.0	23.7	20.1
1h	43	0.43	3.5	79.1	67.5	55.9
6h	72	0.47	3.5	139.0	116.6	95.0
24h	103	0.52	3.5	209.1	174.1	137.0

2.7.4 水文

大竹县内河流属长江流域，4 条较大的河流东柳河、铜钵河、黄滩河、东河及其 7 条支流以及众多的小溪，形成树枝状，有水面面积 1494hm²。

东柳河：源于铜锣山黄泥扁西侧朝阳乡境的花土地。北流至庞家咀出县境，注入州河，全长 72.5km，流域面积 850.3km²，其中县境内 742km²，水面面积 435hm²，年均流量 16.5m³/s，多年平均径流量 5.21 亿 m³。主要支流有回龙河、柳城河。

铜钵河（又名柳宝河）：源于白坝乡百羊坡下遇河沟。北流至安吉乡入达川区，县内长 40.5km，流域面积 587km²，其中县境内 284km²，水面面积 267.46hm²，年均流量 12.2m³/s，多年平均径流量 3.84 亿 m³，主要支流有兴隆河。

黄滩河（原称西河）：源于西河乡八角庙。南流至高家乡后入邻水县。境内长 46.9km，流域面积 518km²，其中县境内 483km²，水面面积 140.53hm²，多年

平均流量 $10.0\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 3.17亿 m^3 。主要支流有西河（又名清水河）。

东河：源于八渡乡华星寨南。向南流至张家乡入邻水县。县内长 58km ，流域面积 633km^2 ，其中县境内 531km^2 ，水面面积 206.47hm^2 。多年平均流量 $11.6\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 3.64亿 m^3 ，主要支流有高滩河、上白水河、中白水河。

项目区水系图见附图2。

2.7.5 土壤

大竹县境内土壤有新积土、紫色土、黄壤、水稻土等 4 个大类（含 6 个亚类、12 个土属、63 个土种、99 个变种）。

新积土类：分布于溪河两岸的河曲平坝，含 1 个土属（紫色新积土属）、3 个土种（潮沙土、潮沙泥土、黄夹泥土）。占全县旱地面积的 1.86% 。土层深厚，土壤疏松，矿质养份较丰富。适宜栽种小麦、玉米、红苕、高粱、油菜、花生、甘蔗等。

紫色土类：广布于两槽和山麓、深丘一带，含 1 个亚类（棕紫泥土亚类）、3 个土属（红棕紫泥土属、灰棕紫泥土属、暗紫泥土属），总计 18 个土种。占全县旱地面积的 90.28% 。土壤自然肥力高，矿质养分丰富，质地中壤至重壤，一般呈中性反应。光热条件较好，宜种作物广，是全县粮、麻、果等的主要产地。

黄壤土类：分布于县境内三低山的脊部至山腰一带。含 2 个土属（冷沙黄泥土属、矿子黄泥土属），总计 7 个土种。占全县旱地面积的 7.86% 。土壤盐基物质较缺乏、矿质胶体品质差，有机质含量较高，光热条件差，土性冷凉，微生物活性弱，分解慢，有效养分低，种植作物面积少。常种小麦、玉米、红苕、油菜、土苕等。

水稻土类：主要分布在向斜槽谷内的浅丘平坝和中丘的中部，其次零星分布于低山沟谷和岩溶槽谷，含 3 个亚类（冲积性水稻土亚类、紫色性水稻土亚类、黄壤性水稻土亚类），计 6 个土属、35 个土种。占农业耕地面积的 52.87% 。土体较厚，质地沙壤至轻粘，多属重壤；微酸至微碱性反应，多属中性。有机质、全氮、碱解氮，速效钾的含量属中等水平的居多。全磷和速效磷多系低水平。是小麦、水稻、油菜，即麦—稻、油菜—水稻两熟制的主产地。

项目施工前对耕地和林地范围内可剥离的表土进行剥离，剥离面积 224.99hm^2 ，耕地表土剥离厚度 30cm ，林地表土剥离厚度 20cm ，剥离表土量 56.71万 m^3 。

2.7.6 植被

大竹县属亚热带常绿阔叶林区，原生植被均已被破坏，现状均为次生林，现有林地大部分为人工林、四旁林，森林覆盖率 40.31%。森林主要分布于三山，中山（铜锣山）以竹林为主，东山（明月山）和西山（华釜山）以用材林为主。

根据调查，本项目沿线多为耕地、用材林和竹林地，植被覆盖率约为38.13%。

2.7.7 其它

本项目不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园以及重要湿地等敏感区；涉及国家级水土流失重点治理区和2处饮用水水源保护区。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保[2013]188号）和《四川省省级水土流失重点预防保护区和重点治理区划分成果》（川水函[2017]482号），本项目涉及的达州市大竹县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区。

根据达州市人民政府《达州市人民政府关于划定万源市、宣汉县和大竹县乡镇及以下集中式饮用水水源地保护区的批复》（达市府函[2020]124号），本项目推荐线穿越大竹县高穴镇兰家槽七吊钱集中式饮用水源保护区和大竹县天城镇大茶园集中式饮用水源保护区。本项目推荐线路与各敏感区的相互关系见图 2.7-1 ~ 2.7-2。

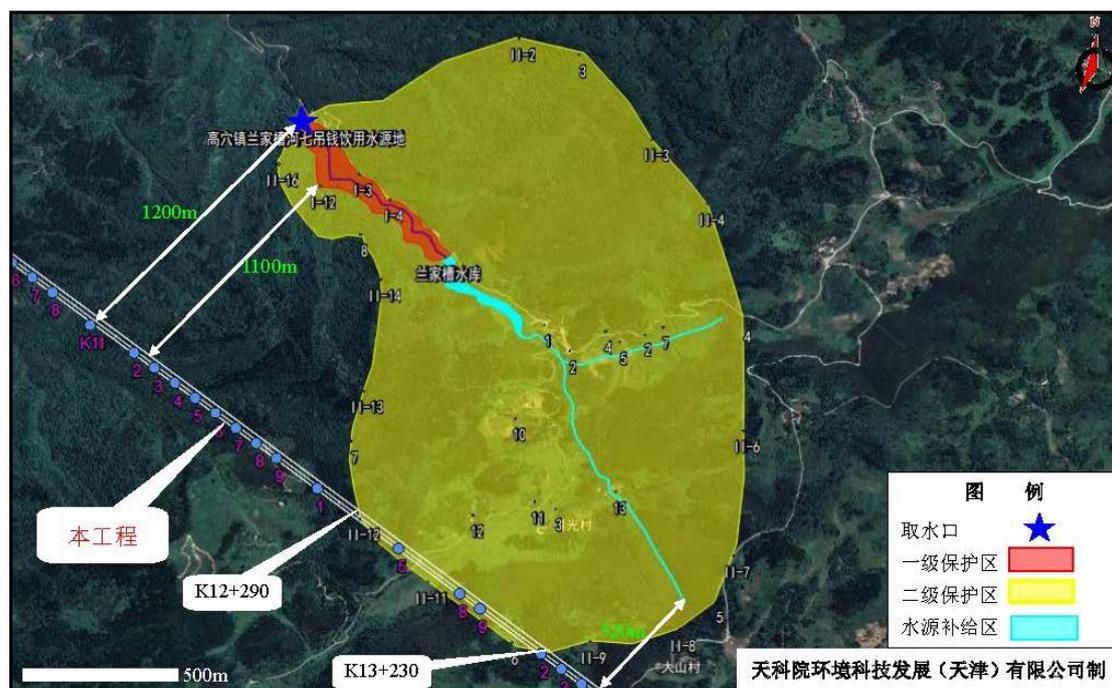


图 2.7-1 推荐线路与高穴镇兰家槽七吊钱集中式饮用水源保护区位置关系示意图

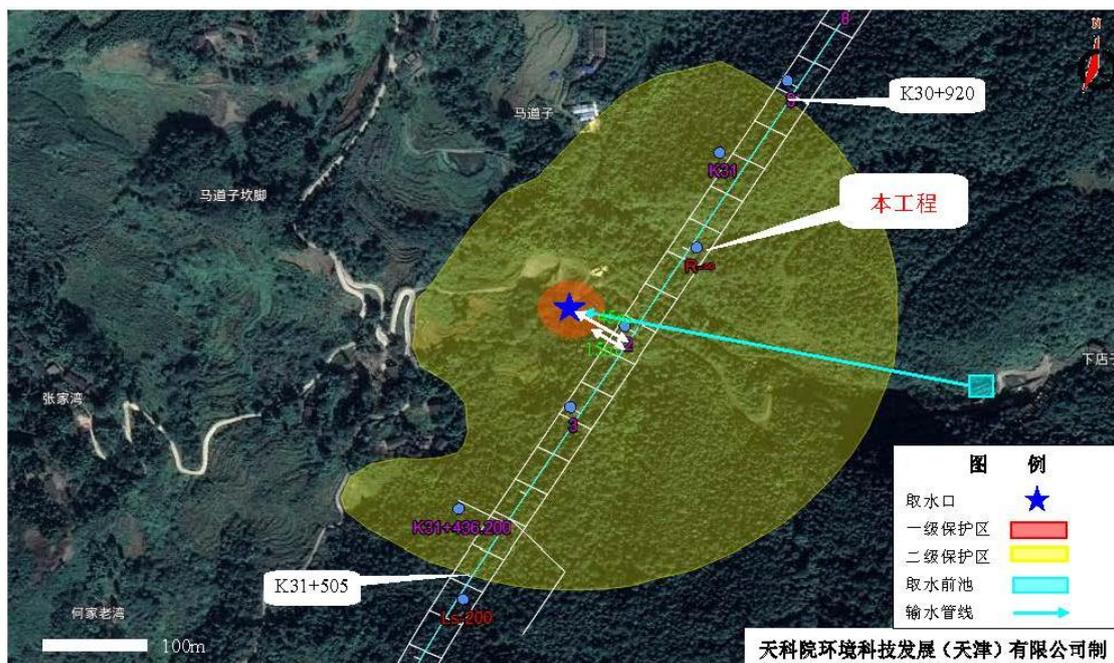


图 2.7-2 推荐线路与天城镇大茶园集中式饮用水源保护区位置关系示意图

表 2.7-2 本项目涉及饮用水源情况一览表

序号	水源地名称	乡镇	行政区 县	水源类 型	保护区批 复文号	保护区批复范围			位置关系
						一级保护区	二级保护区	准保护区	
1	大竹县高穴镇 兰家槽七吊钱 集中式饮用水 水源地	高穴 镇	大竹县	河流型	达市府函 [2020]124 号	坝址至取水口上游兰家槽水库（约 900m），多年平均水位对应的高程 线下的水域，及其边界两岸纵深 50m，但右岸不超过道路临河侧的 全部陆域范围。	除一级保护区外，取水口 上游汇水区域内的全部 水域和陆域范围。	无。	路线在 K12+290 ~ K13+230 处以 铜锣湾隧道穿越该饮用水水源保 护区二级保护区。
2	大竹县天城镇 大茶园集中式 饮用水源地	天城 镇	大竹县	地下水	达市府函 [2020]124 号	以取水点为中心，30m 范围内的圆 形地表区域。	除一级保护区外，以取水 点为中心，300m 范围内， 但不超过最近道路外侧 的地下水径流区域。	无。	路线在 K30+920 ~ K31+505 处以 何家湾特大桥（主跨 40m，桥墩不 涉水，距取水口约 45m）跨越该饮 用水水源保护区二级保护区。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选线水土保持评价

3.1.1 水土保持制约性因素分析

本项目属于线性建设项目，对照《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订）和《生产建设项目水土保持技术标准（GB 50433-2018）》，主体工程选线水土保持制约因素分析见表 3.1-1。

表 3.1-1 主体工程选线合理性及水土保持制约因素性分析表

序号	依据文件	约束性条件	本项目情况	分析评价
1	水土保持法	生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防和重点治理区；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。	项目所在的达州市大竹县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区。	受四川省高速公路网规划制约，路线无法绕避水土流失重点治理区，因此采用水土流失防治一级标准。
2		禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本项目不涉及。	符合规定。
3		水土流失严重、生态脆弱的地区，应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。	项目建设区不属于水土流失严重、生态脆弱的地区，并且采取了保护植物的措施，恢复了大量植被。	符合规定。
4	生产建设项目水土保持技术标准	主体工程选址（线）应避让水土流失重点预防区和重点治理区。	项目所在的达州市大竹县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区。	受四川省高速公路网规划制约，路线无法绕避水土流失重点治理区，方案采用一级标准，并提高了林草覆盖率2个百分点，提出优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施。
5		主体工程选址（线）应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	主体工程选线不涉及河流两岸的植物保护带。	符合规定。
6		主体工程选址（线）应避开全国水土保持监测网络中的水土保	项目沿线占地范围内没有监测站、试	符合规定。

序号	依据文件	约束性条件	本项目情况	分析评价
		持监测站点，重点试验区，不得占用国家确定的水土保持长期定位观测站。	验区和观测站。	

通过对照《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）的分析评价，项目区不属于水土流失严重和生态环境脆弱区，不属于国家重要江河、湖泊的水功能一级区和饮用水源区；项目区域未涉及国家水土保持监测网络中的水土保持监测站点和重点试验区，未涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，未通过湿地等环境敏感区域。因无法避让国家级水土流失重点治理区和 2 处饮用水水源二级保护区，存在一定水土保持制约性因素，通过主体工程在建设中优化施工方案，优化施工工艺，减少土石方挖填量，避免大规模土石方施工，做好施工期间临时防护，同时方案中提高防治标准等级，可满足水土保持要求。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

拟建公路推荐方案K线符合高速公路网规划，与现有路网相协调，并合理的选择了路线的起点、终点及互通立交位置。推荐路线方案力求为当地经济发展服务，与公路沿线产业布局的现状及发展规划相同，与沿线城乡规划相结合，方便出入，有利于吸引交通量，提高拟建公路的运营效益。

本项目位于丘陵和低山区，地形起伏较大，对高填深挖路段主体设计尽量采用桥隧方案，桥隧比为 54.81%，减少了大填大挖。经核查分析，工可阶段主体工程共设 2 处挖深大于 30m 的深挖路段，没有填高大于 20m 的高填路段，并就深挖路段进行了桥隧方案论证，比选情况见表 3.2-1。对高填深挖路段采取了骨架护坡、框架锚杆（索）进行防护，确保了路堑边坡的稳定。2 处深挖路段分别位于童家互通和童家服务区范围，不宜设置隧道，由于挖深和土石方量均较大，为优化深挖路段和工程土石方量，经与主体设计沟通，将在初步设计阶段对童家服务区选址进行相应调整。建议下阶段主体工程应对高填深挖路段进一步进行桥隧方案优化论证，对于保留的高填深挖路段，施工时应提前在周边布设截排水措施，雨季及时对开挖裸露面进行遮盖，以减少水土流失及生态环境破坏。

表 3.2-1 深挖路段桥隧方案比选分析表

项目	序号	起讫桩号	最大挖深 (m)	桥隧方案比选分析
深挖 路段	1	K18+300~K18+500	44.54	该通过路段为童家互通,不宜设置隧道。
	2	K20+770~K20+980	38.10	该通过路段为童家服务区,不宜设置隧道。

根据《生产建设项目水土保持技术标准(GB 50433-2018)》以及对建设方案的分析情况,建设方案符合技术标准的相关规定,具体详见表 3.2-2。

表 3.2-2 工程建设方案评价分析表

序号	建设方案评价条款	建设方案评价结论
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或挖深大于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。	本项目已尽可能地加大桥隧比,减少大挖大填。受控于路线工程地质及施工安全等条件综合考虑,且与桥隧方案进行了必选,高填深挖方案更优。本项目路堤、路堑在保证稳定的基础上,主体设计均考虑采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案。
2	对无法避免水土流失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1~2个百分点;
3	与水土保持敏感区的关系	路线穿越大竹县高穴镇兰家槽七吊钱集中式饮用水水源保护区二级保护区
		路线穿越大竹县天城镇大茶园集中式饮用水水源保护区二级保护区

本项目推荐线涉及2处饮用水水源保护区的二级保护区，相关情况如下：

大竹县高穴镇兰家槽七吊钱集中式饮用水水源保护区二级保护区：根据图纸结合现场调查核实，在符合路线总体走向的基础上，本项目工可推荐 K 线方案在 K12+290~K13+230 处以铜锣湾隧道穿越该饮用水水源保护区二级保护区，穿越保护区路段总长 0.94km。本路段受饮用水源保护区分布及周边地形条件限制，该路段难以完全绕避饮用水水源保护区。

大竹县天城镇大茶园集中式饮用水源地二级保护区：根据图纸结合现场调查核实，在符合路线总体走向的基础上，本项目工可推荐 K 线方案在 K30+920~K31+505 处以何家湾特大桥（主跨 40m，桥墩不涉水，距取水口约 45m）跨越该饮用水水源保护区二级保护区，穿越保护区路段总长 0.585km。本路段受饮用水源保护区分布及周边地形条件限制，该路段难以完全绕避饮用水水源保护区。

根据《四川省饮用水源保护管理条例》和《关于加强公路规划和建设环境影响评价工作的通知》（环发〔2007〕184号）文件要求，地表水饮用水水源二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。因工程条件和自然因素限制，确需穿越饮用水水源二级保护区或准保护区的，建设单位应当事先征得有关机关同意，且需要减少施工期间扬尘和运营期间汽车尾气对水源的影响，加强防撞设计，设置路面桥面径流水收集系统及沉淀池，对发生事故后的桥面路面径流水进行收集安全处置，确保饮用水安全。

根据本项目环评结论，拟建公路路线涉及2处乡镇集中式饮用水水源保护区，针对高穴镇兰家槽七吊钱集中式饮用水水源地、天城镇大茶园集中式饮用水水源地，道路两侧设置加强型防撞护栏，路面设置事故池及径流收集装置可有效降低危险化学品泄露导致的水质污染风险。后续设计和施工中若路线发生偏移，进入水源保护区路线不得增加，同时不得进入其他水源保护区。未在水源保护区内设置取土场、弃渣场、施工场地等临时工程。在建设和营运过程中，应落实好环评报告中提出的环保措施风险防范措施，切实做好水源保护区的相关保护工作。确保饮用水源水质不受污染，保障沿线人民群众饮水安全。在采取以上措施的基础上，拟建公路对地表水水源保护区影响较小。

拟建公路可能对饮用水源保护区的影响包括施工期和运行期，施工期主要是路基土石方开挖对两侧植被的破坏、桥梁基础施工和施工生产生活废水对水质的影响、建筑材料运输与堆放的影响。公路营运期主要是桥面径流以及危险

品运输事故风险。本项目属交通基础设施建设项目，在主体工程设计中，应设置桥梁径流收集系统，加强桥梁防撞设计，并设置警示标志。在项目施工阶段，加强施工管理，营运阶段做好管理措施，可降低事故风险对饮用水源的影响。通过采取上述措施，项目建设和运营对饮用水源的影响较小，无制约性因素。本项目已取得《达州市人民政府关于 S36 线大竹至垫江（四川境）高速公路穿越大竹县高穴镇、天城镇饮用水源二级保护区的批复》（达市府函[2021]91 号），原则同意本项目穿越大竹县高穴镇兰家槽七吊钱集中式饮用水水源保护区二级保护区和大竹县天城镇大茶园集中式饮用水源地二级保护区，项目建设符合相关规定的要求。

综上所述，本项目存在高填深挖路段进行了桥隧方案论证，涉及饮用水源二级保护区进行了可行性论证，工程建设方案总体可行。建议下阶段主体工程应对深挖路段进一步进行路线优化调整，对于保留的高填深挖路段，应加强边坡防护设计；对填高大于 8m 的路段宜采用桥梁方案，以减少工程占地和土石方量，并提高截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准。

3.2.2 工程占地评价

本工程占地包括永久占地和临时占地，占地总面积为 354.43hm^2 ，其中永久占地 240.57hm^2 ，临时占地 113.86hm^2 。永久占地包括路基路面、桥涵、隧道、互通工程、附属设施、改移工程等；临时占地包括弃渣场、施工道路和施工场地等。

（一）与《公路工程项目建设用地指标》的符合性分析

本项目地处低山丘陵区，采用双向6车道高速公路技术标准，路基宽度33.5m。推荐方案路线全长34.076km，其中隧道里程合计为8.486km，桥梁、路基及互通区里程长度合计为25.59km。根据工可文件，推荐方案K线除隧道外分为两种地形区，II类地形区路线长度17.695km，III类地形区路线长度7.895km。

根据《公路工程项目建设用地指标〔建标(2011)124号〕》文件规定，本项目III类地形区和II类地形区各30.85%和69.15%，通过宽度、互通间距系数调整（本项目互通间距为6.8152km，III类地形互通调整系数为1.10，II类地形互通调整系数为1.09），调整后本项目最终用地指标不应超过 $9.3343\text{hm}^2/\text{km}$ ，本项目平均每公里占地 $7.0598\text{hm}^2/\text{km}$ ，低于公路建设项目用地总体指标规定，符合国家节约用地的总体目标。

综上所述，本项目总体用地指标符合《公路工程项目建设用地指标》相关标

准，符合国家节约用地和减少扰动的要求。

(二) 占地类型的合理性分析

本项目永久占地240.57hm²，其中耕地133.81hm²，林地72.52hm²，水域及水利设施用地6.50hm²，住宅用地20.97hm²，其他土地6.77hm²；临时占地113.86hm²，其中耕地58.23hm²，林地48.69hm²，交通运输用地6.94hm²。工程占地情况分析见表3.2-3。

表 3.2-3 工程占地情况分析表

项目		耕地	林地	水域及水利设施用地	住宅用地	交通运输用地	其他土地	小计
永久占地	面积 (hm ²)	133.81	72.52	6.50	20.97		6.77	240.57
	比例 (%)	55.62	30.15	2.70	8.72		2.81	100.00
临时占地	面积 (hm ²)	58.23	48.69			6.94		113.86
	比例 (%)	51.14	42.76			6.10		100.00
合计	面积 (hm ²)	192.04	121.21	6.50	20.97	6.94	6.77	354.43
	比例 (%)	54.18	34.20	1.83	5.92	1.96	1.91	100.00

从上表可以看出，本项目耕地占比较高，达54.18%，其次为林地，占34.20%，其他地类占用较少。项目位于低山丘陵地区，地形起伏不大，丘顶以人工林为主，丘间耕地广布。本项目占地类型与区域土地利用现状总体一致，工程占地计列无漏项，占地类型合理。

(三) 临时占地合理性分析

根据设计文件，水土保持项目组通过现场踏勘和与主体沟通，对弃渣场、施工场地和施工道路等临时工程进行优化，明确本项目临时占地面积合计113.86hm²，现就各临时工程占地情况分析如下：

(1) 弃渣场

本项目（含临时工程）弃渣量534.75万m³（自然方），折松方803.09万m³。水土保持方案对临时占地进行细化，根据土石方平衡规模，配合主体设计，经现场调查确定了弃渣场选址，细化弃渣堆存高度及堆渣范围，最后确定弃渣场18处，临时占地为71.07hm²。

弃渣处置和弃渣场选址中体现了减量化、资源化、规范化特点，满足法律法规要求。

(2) 施工场地

通过咨询，主体设计受设计阶段制约以及设计重点不同等因素影响，同时也考虑到保证有足够的预制场、拌和场占地，总共布置了13.93hm²临时占地来保障施工场地用地。水保方案经核实后，施工场地已尽可能利用永久占地，新增临时占地13.93hm²。

施工场地的布设尽可能利用永久占地，将预制场优先布置在隧道洞口以及桥头的永久占地区范围内，冷、热拌场布置在服务区、立交区和养护工区永久性占地范围内，确实不能满足施工需要的，再临时征地布设施工场地，有效的减少了临时占地面积，减少了对地表的扰动。

(3) 施工道路

本项目主体设计规划布设了35.55km施工道路（含新建、改扩建道路），临时占地23.11hm²。水保方案通过现场调查，目前沿线各乡镇有地方道路，通过改扩建，通过对通往路基、隧道进出口等施工道路的新建，能够有效满足工程建设需要。但部分路段无法直接通达弃渣场，水保方案新增弃渣场施工道路8.84km，新增临时占地5.75hm²。经水保方案补充后，认为本项目施工道路布置在数量、占地规模上都是合理可行的。

(4) 表土临时堆场

主体设计受设计阶段以及设计重点不同等因素影响，未考虑布置剥离表土临时堆放场。水保方案经现场核实后，认为项目剥离出的表土可以在互通、管养服务设施占地内进行分散堆放；从各临时工程剥离出的表土可以在场内就近堆放，从而有效减少工程临时占地规模，故无需再单独布置剥离表土堆放场。

通过上述分析，本项目相关用地指标符合《公路工程项目建设用地指标》规定，符合国家节约用地和减少扰动的要求；用地类型合理，符合项目区实际；临时占地尽量结合永久占地布设，在满足施工要求的前提下减少了地表扰动。因此拟建项目工程占地基本合理。工程位于国家级水土流失重点预防区，下阶段设计建议加强平纵指标的控制，减少高填方路段，或以桥梁代替，或设置路堑墙收缩坡脚以减少占地和扰动。

3.2.3 土石方平衡评价

(一) 表土平衡及堆存评价

根据对工程表土可剥离区域、剥离量的分析，结合项目区地形条件、施工

方法、表土层厚度，以及目前的技术经济条件，对工程占地范围内表土进行了剥离，共计 56.71 万 m^3 ，剥离表土满足主体工程绿化及临时设施迹地恢复覆土的需要，表土资源得到了有效保护，表土保护率达到 95.96%。根据第二章表土堆存规划，表土临时堆放利用互通工程、附属设施区、弃渣场、施工场地和施工道路等区域进行堆放，考虑表土剥离及利用分散，且量相对较小，利用主体工程及临时工程征占地范围堆置可减少地表扰动及植被破坏，施工时序可行。

（二）土石方平衡分析

主体工程土石方调配遵循“移挖作填”的原则，能够利用做路基填料的挖方应调配至本段或相邻填方路段，加强余方的综合利用，以减少取土方、弃渣和临时占地数量。本项目土石方平衡以项目沿线地形地貌、主要工程建筑物（特长隧道、跨河大桥）、施工条件、土石料质量等为分段原则，利用工程区既有交通条件，将土石方调配控制在 5km 以内，并将挖方尽量回填利用减少弃渣量，同时避免了土石方调配运距太远，增加施工组织难度和工程投资，土石方调配距离较为合理。

经土石方平衡分析，全线土石方开挖总量 929.10 万 m^3 （自然方，下同，含表土剥离 56.71 万 m^3 ），土石方填筑总量 445.08 万 m^3 （含表土回覆 56.71 万 m^3 ），外购方 50.73 万 m^3 （均为特殊路基换填砂砾石，采用外购），弃渣总量为 534.75 万 m^3 （折松方 803.09 万 m^3 ）。

本项目因涉及 2 座特长隧道，隧道工程挖方量较大。此外童家互通和童家服务区因涉及深挖路段，土石方开挖量较大。为优化深挖路段和工程土石方量，经与主体设计沟通，将在初步设计阶段对童家服务区选址进行相应调整。

本项目弃方由一般路基土石方、特殊路基土方、隧道废弃土石方、桥梁施工挖土及钻渣、互通及连接线工程土石方、附属设施场地平整土石方等几部分组成，共 534.75 万 m^3 ，占工程挖方的 57.56%。其中：

1、特殊路基换填挖出的土方中，软基土不能用于路基填筑，全部废弃。若将隧道开挖石方用作特殊路基回填，在组织、工序和调运上难以协调，不符合项目施工实际；同时，回填土石要求较高，主体工程建议通过购买砂砾石进行换填。外购砂砾石选择合规的料场，料场水土流失防治责任主体为料场经营者。

2、本项目桥隧比例较高，约 54.81%，隧道挖方约 237.60 万 m^3 ，合理利用隧道挖方是本项目处理好土石弃渣的关键。根据隧道地质条件介绍，本项目隧道挖方主要为砂岩、灰岩、泥岩、白云岩、粉砂质泥岩，为侏罗系下统珍珠冲组，三

叠系上统须家河组、中统雷口坡组、下统嘉陵江组，岩体破碎，岩溶发育程度较高。项目土石方平衡尽量考虑隧道弃渣的利用，但由于一般路基、互通工程、附属设施等项目均为挖方多于填方，没有调运的可能；而本阶段尚无法明确施工组织安排及相关防护工程可以利用的石方量，因此隧道洞渣利用较少。通过土石方平衡分析可知，本项目利用隧道土石方 37.59万m^3 ，占隧道挖方的 15.82% ，基本为本桩利用和邻近路段调运，运距不超过 10km 。隧道施工中，特长隧道采用双面出渣方式，隧道洞渣就近运至隧道洞口附近的弃渣场堆放，弃渣场容量满足工程需求。因在工可阶段，只有初步地质勘查资料，对隧道地质情况的判断不够准确，设计隧道挖方利用率较低，在下阶段设计中应根据详细地勘资料研究隧道挖方利用量、利用方向，建议利用于互通工程区造景、防护工程和排水工程修筑等，尽量减少工程弃渣。

3、桥梁施工挖土及钻渣多为表层土及钻渣泥浆，一般不能用于路基填筑。因此，全部废弃。

4、互通工程、附属设施、改移工程土石方处理类似于路基工程，挖除土石方首先考虑回填利用，不足部分可通过运调处理，同时减少弃渣量。

临时工程土石方由水保方案结合项目区地形地貌条件估算，由于项目区为低山丘陵地貌，地形起伏不大，土石方基本能在自身内部挖填平衡，减少了长距离调运及弃渣，及由此增加的地表扰动，符合水土保持相关要求。

综上所述，因项目建设需开挖一般路基、特殊路基、桥梁、隧道、互通工程、附属设施、改移工程、弃渣场、施工场地、施工道路等区域的土石方总量 929.10m^3 ，项目回填利用挖方 445.08万m^3 ，回填利用率 47.90% ，利用率较高。

建议工程在下阶段设计中，应根据设计深度的不断深入，继续优化路线走向及重要构筑物分布，进一步加大调配力度，充分将开挖土石方用作路基填料；进一步研究弃土用于互通立交景观造景、弃石用于路基防护排水工程等综合利用方案的合理性和可行性，最大限度地减少永久弃方，并减少因土石方开挖、堆弃造成的扰动地表面积，更好的满足水土保持的要求。

3.2.4 取土（石、料）场设置分析评价

本项目特殊路基换填需回填 50.73万m^3 砂砾石，若采用隧道开挖石方用作特殊路基回填，在组织、工序和调运上难以协调，不符合项目施工实际；同时，回填土石要求较高，主体工程建议通过购买砂砾石进行换填。外购砂砾石选择

具有开采许可的合法商品料开采商，料场水土流失防治责任主体为料场经营者。主体设计对项目沿线筑路材料料场进行了调查(详见2.2.2.4筑路材料章节)，项目区筑路材料储量丰富，沿线均有料场分布，可满足本工程建设需求。受设计阶段限制，本项目工可阶段暂时无法确定具体料场，待后续设计阶段确定具体料场后应签订外购协议，协议中需明确料场开采及物料运输过程中相关的水土流失防治责任由建材经营方负责。

本项目不单独设置取料场，能有效减少因料场开采及运输过程中的水土流失，符合水土保持要求。

3.2.5 弃渣场设置分析评价

本工程沿线共设置 18 个弃渣场，其中坡地型 14 个、沟道型 4 个；弃渣总量 803.09 万 m^3 ；弃渣场总占地面积 71.07 hm^2 ，其中耕地 35.53 hm^2 、林地 35.54 hm^2 。

1、弃渣场规模合理性分析与评价

本工程全线共设置 18 个弃渣场，其中弃渣量在 10~30 万 m^3 之间的有 3 个(1#、3#、4#)、30~50 万 m^3 之间的有 9 个(2#、5#~9#、16#~18#)、50 万 m^3 以上的有 6 个(10#~15#)。

本工程规划弃渣量和占地面积最大的 11#弃渣场位于 K20+500 路段左侧 2.80km 处，渣场容量 92.00 万 m^3 ，弃渣量 88.45 万 m^3 ，占地面积 7.92 hm^2 ，主要供 K18+820~K20+745(童家互通~童家服务区)路段弃渣；规划堆渣高度最高的 2#弃渣场位于 K0+800 路段左侧 1.50km 处，最大堆渣高度 42m，弃渣量 38.26 万 m^3 ，主要供 K0+000~K1+810(牌坊枢纽~小河坝大桥)路段弃渣。以上 2 个规模较大的弃渣场通过相应水土保持措施后对周边环境敏感点基本无不利影响，弃渣场的规模和分布合理；其余路段弃渣场规模相对较小，渣场容量满足弃渣要求，通过新建少量施工道路可满足交通运输要求，弃渣场与工程区的地形条件和工程规模相符。

总体来看，本工程弃渣场规模可以满足工程建设和水土保持两方面的需要，符合水土保持要求。

2、弃渣场选址合理性分析与评价

根据现场勘查，结合弃渣场的外环境关系，方案拟定的弃渣场地质条件稳定，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害因素；堆渣范围内没有居民聚居点、工业企业、公共基础设施、水源保护地等环境影响敏感点，堆渣范围内的零星房屋、

坟墓等实物纳入主体工程拆迁安置。虽然部分弃渣场附近存在居民点、公共基础设施、水库、河流等环境影响敏感点，但均位于弃渣场安全防护距离外，且通过相应水土保持措施后对其基本无不利影响。本工程弃渣场选址时优先考虑荒山、荒沟、荒地作为弃渣区域，但工程区农耕发达，渣场选址不可避免的占用耕地资源，弃渣场占地类型主要为耕地和林地，下阶段设计中应优化设计方案，合理安排施工组织，尽量减少弃渣量，减少占用土地资源。

总体来看，本工程弃渣场选址合理，通过相应水土保持措施后对周边环境敏感点基本无不利影响，符合水土保持要求。

3、弃渣场恢复措施的合理性分析与评价

弃渣场选址不可避免占用部分耕地，方案要求各弃渣场堆渣完成后对弃渣场顶面采取覆土、整地、复耕等方式进行农业恢复，坡面采取覆土、整地、绿化等措施尽可能恢复原地貌，最大程度防治水土流失。弃渣场的恢复措施能有效减少水土流失量，符合水土保持要求。

4、与水土保持专项设施的关系

通过咨询地方水行政主管部门和当地乡镇工作人员，结合现场勘查，本工程所有弃渣场均未损坏和占压已建的水土保持专项设施治理工程，弃渣场对工程区水土保持专项设施无不良影响。

5、与沿线环境敏感区的关系

根据弃渣场规划和现场勘查结果，本工程弃渣场占地范围均位于沿线城镇规划区以外，不影响城镇发展规划，且均不涉及自然保护区、饮用水水源地、文物古迹、风景名胜区、地质公园、重要湿地等环境敏感区域。

6、对弃渣场选址调整、变更的建议

下阶段设计工作中应继续优化交通线路方案，加强土石方平衡与综合利用，尽量减少弃渣总量。如果弃渣场位置或弃渣量发生重大变化，则应按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）和“办水保〔2016〕65号”文件的相关要求做好弃渣场设计变更工作，同时按照“水保〔2019〕160号”文件的具体要求完善变更手续。

7、评价结论

根据以上内容分析与评价，本工程弃渣场严格按照《生产建设项目水土保持

技术标准》(GB 50433-2018)的相关要求进行选址;弃渣场地质条件良好,不存在崩塌、滑坡、泥石流等潜在地质灾害;占地范围内未涉及公共设施、基础设施、已有水土保持设施、工业企业、居民点等环境敏感点;弃渣场未设置在河道、湖泊、水库的管理范围内,不影响河流汛期行洪;针对占用的耕地充分考虑了后期绿化、复耕等措施;弃渣场设置不影响城镇发展规划,不涉及自然保护区、饮用水水源地、风景名胜区等环境敏感区域;弃渣场采取相应水土保持措施后对周边及下游 500m 范围内的居民点等环境敏感点基本无不利影响;弃渣场与主体工程运距、弃渣运输线路和运输方案安排合理,充分考虑了工程施工时序,符合主体工程施工要求。

综上所述,本工程设置的弃渣场数量、规模、选址、弃渣量及后期恢复均满足水土保持要求,不存在水土保持制约性因素,通过采取相应水土保持措施后均能使不利影响和水土流失量降到最低,弃渣场设置是合理可行的。

表3.2.4 弃渣场设置分析评价一览表

渣场编号	地理位置	桩号	与拟建高速相对位置 (km)	弃渣量 (万 m ³)	渣场级别	渣场类型	占地面积 (hm ²)	汇水面积 (km ²)	外环境关系	水土保持制约性因素的分析评价				评价结论
										地质条件	影响环境敏感点	河道、湖泊、水库管理范围	影响环境敏感区域	
1#	107.148 E 30.636 N	K0+800	左侧 1.20	16.18	5	坡地型	1.85	0.02	该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点; 周围无河道、湖泊、水库, 不涉及水源点; 施工期需新建 1350m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理, 满足水土保持要求
2#	107.151 E 30.638 N	K0+800	左侧 1.50	38.26	4	沟道型	4.95	0.11	该弃渣场位于华家沟, 沟长约 0.9km; 距离弃渣场 200m 处存在零星居民点, 但居民点位于渣场上方, 对其安全基本无影响; 弃渣场地质条件良好, 周围无其他环境敏感点; 弃渣场附近已有通村道路, 施工期还需新建 450m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理, 满足水土保持要求
3#	107.163 E 30.613 N	K4+200	左侧 1.30	27.29	5	坡地型	4.62	0.04	该弃渣场地质条件较好, 不存在地质灾害因素; 周围不存在工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点; 周围无河道、湖泊、水库等水源点; 弃渣场下游约 150m 处存在一段农业灌溉渠道, 施工期做好相应水土保持措施后对其无影响; 渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理, 满足水土保持要求
4#	107.172 E 30.620 N	K4+000	左侧 2.75	13.04	5	坡地型	1.96	0.01	该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点; 周围无河道、湖泊、水库, 不涉及水源点; 弃渣场附近存在通村公路, 施工期还需新建 1000m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理, 满足水土保持要求

渣场编号	地理位置	桩号	与拟建高速相对位置(km)	弃渣量(万m ³)	渣场级别	渣场类型	占地面积(hm ²)	汇水面积(km ²)	外环境关系	水土保持制约性因素的分析评价				评价结论
										地质条件	影响环境敏感点	河道、湖泊、水库管理范围	影响环境敏感区域	
5#	107.191 E 30.581 N	K8+900	右侧 1.50	39.14	4	沟道型	3.60	0.10	该弃渣场位于火烧丘，沟长约 2.3km；弃渣场地质条件良好；距离渣场上方 120m 处存在零星居民点，居民点高程高于最大堆渣高程，对其安全基本无影响；弃渣场附近存在农村居民用电架空线路，弃渣堆放时控制好放坡，保持足够的净空高度（2.5m）；渣场附近已有通村公路，施工期还需新建 300m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求
6#	107.204 E 30.593 N	K8+900	左侧 1.10	35.75	5	坡地型	2.45	0.05	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点；渣场周围无河道、湖泊、水库，不涉及水源点；渣场附近非机动车道路，施工期需新建 1100m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求
7#	107.215 E 30.607 N	K7+800	左侧 3.50	46.68	5	坡地型	4.06	0.11	距离该弃渣场 150m 处存在零星居民点，控制好堆渣范围后，对其安全基本无影响；弃渣场地质条件良好；弃渣场附近存在通村道路，施工期还需新建 500m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求
8#	107.262 E 30.531 N	K18+400	右侧 1.70	39.17	4	坡地型	3.75	0.07	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游约 400m 处存在零星居民点和居民用电架空线路，施工期严格按照征地红线控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其基本无影响；渣场上方 350m 处存在 1 个小（二）型水库（凤凰水库），高程高于最大堆渣高程，对其无影响；渣场附近存在通村公	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求

渣场编号	地理位置	桩号	与拟建高速相对位置 (km)	弃渣量 (万 m ³)	渣场级别	渣场类型	占地面积 (hm ²)	汇水面积 (km ²)	外环境关系	水土保持制约性因素的分析评价				评价结论
										地质条件	影响环境敏感点	河道、湖泊、水库管理范围	影响环境敏感区域	
									路, 施工期还需新建 260m 临时道路连接拟建高速公路。					
9#	107.256 E 30.530 N	K18+400	右侧 2.60	43.26	5	沟道型	5.37	0.14	该弃渣场位于王家沟, 沟长约 2.0km; 该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点; 周围无河道、湖泊、水库, 不涉及水源点; 渣场附近存在通村公路, 施工期还需新建 750m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理, 满足水土保持要求
10#	107.278 E 30.552 N	K18+600	左侧 2.60	56.99	4	坡地型	5.81	0.10	该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场下游约 400m 处存在零星居民点和 1 处水塘, 施工期间严格按照征地红线控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其基本无不利影响; 渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理, 满足水土保持要求
11#	107.291 E 30.547 N	K20+500	左侧 2.80	88.45	4	坡地型	7.92	0.22	该弃渣场地质条件较好, 不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害; 渣场附近 500m 范围内存在居民聚居点, 其中部分居民点高程高于最大堆渣高程, 弃渣场对其无影响; 施工期严格按照征地红线控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其余居民点基本无影响; 渣场附近存在通村公路, 施工期还需新建 680m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理, 满足水土保持要求
12#	107.304 E 30.549 N	K20+700	左侧 2.80	59.47	4	坡地型	3.69	0.03	该弃渣场地质条件良好; 渣场下游 200m 处存在零星居民点和居民供电线路, 施工期严格按照征地红线严格控制堆渣范围	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理, 满足水土

渣场编号	地理位置	桩号	与拟建高速相对位置 (km)	弃渣量 (万 m ³)	渣场级别	渣场类型	占地面积 (hm ²)	汇水面积 (km ²)	外环境关系	水土保持制约性因素的分析评价				评价结论
										地质条件	影响环境敏感点	河道、湖泊、水库管理范围	影响环境敏感区域	
									并做好相应水土保持措施后对其无影响；渣场附近有通村公路，施工期还需新建 450m 临时道路连接拟建高速公路。					保持要求
13#	107.324 E 30.537 N	K22+600	左侧 2.50	62.37	4	坡地型	3.77	0.08	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；距渣场 400m 处存在 1 条河流（西河），不涉及饮用水水源保护区；渣场附近 200m 范围内存在居民聚居点，但均位于弃渣场山脊另一侧，渣场下游 150m 处存在水塘，施工期严格按照征地红线控制堆渣范围并做好相应水土保持措施后对其无影响；渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求
14#	107.343 E 30.530 N	K24+300	左侧 1.20	54.34	4	坡地型	3.22	0.05	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；周围无河道、湖泊、水库，不涉及水源点，渣场下游 300m 处存在零星建筑物，但已部分垮塌，无人居住，为废弃建筑物，对其无影响；渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求
15#	107.366 E 30.529 N	K25+400	左侧 3.00	50.55	4	沟道型	3.20	0.17	该弃渣场位于马家冲，沟长约 1.2km；该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游 500m 范围内无工业企业、居民点、重要基础设施等环境敏感点；渣场附近存在通村公路，施工期还需新建 700m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求
16#	107.348 E 30.506 N	K26+800	右侧 0.50	41.36	4	坡地型	3.33	0.09	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游 500m 范围内不存在居民点等环境敏感点；距渣	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土

渣场编号	地理位置	桩号	与拟建高速相对位置 (km)	弃渣量 (万 m ³)	渣场级别	渣场类型	占地面积 (hm ²)	汇水面积 (km ²)	外环境关系	水土保持制约性因素的分析评价				评价结论
										地质条件	影响环境敏感点	河道、湖泊、水库管理范围	影响环境敏感区域	
									场 80m 处存在 1 个通讯信号塔，高程高于最大堆渣高程，施工期做好相应水土保持措施后对其无影响；周围无河道、湖泊、水库，不涉及水源点；渣场附近已有通村公路可连接至拟建高速公路。					保持要求
17#	107.321 E 30.460 N	K32+100	右侧 2.00	49.75	4	坡地型	4.02	0.20	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场下游 500m 范围内不存在居民点等环境敏感点；距渣场 850m 处存在 1 条河流（东河），不涉及饮用水水源保护区；施工期做好相应水土保持措施后不会影响汛期行洪，对其基本无影响；渣场附近已有通村公路，施工期还需新建 400m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	不影响	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求
18#	107.307 E 30.466 N	K32+100	右侧 4.00	41.04	4	坡地型	3.50	0.13	该弃渣场地质条件较好，不存在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害；渣场附近 500m 范围内存在居民聚居点，高程均高于最大堆渣高程，弃渣场对其无影响；渣场堆渣范围内存在零星建筑物，但已部分垮塌，无人居住，为废弃建筑物，施工前做好相应拆迁补偿工作；距渣场 600m 处存在 1 条河流（东河），不涉及饮用水水源保护区；施工期做好相应水土保持措施后不会影响汛期行洪，对其基本无影响；渣场附近存在通村公路，施工期还需新建 900m 临时道路连接拟建高速公路。	良好	纳入主体工程拆迁安置	不涉及	不影响	弃渣场选址合理，满足水土保持要求

3.2.6 施工方法（工艺）分析评价

3.2.6.1 施工组织的水土保持分析与评价

从水土保持的角度来看，施工组织首先明确了建设指挥部和专职的监理部，这为管理好项目建设中的水土保持工作打下了牢靠的基础。在建设指挥部的统一管理下，建设单位可以根据批复的水土保持方案和设计，有计划、有针对性的完成相关水土保持措施的建设；而监理部则对这些水土保持措施的质量进行严格把关，确保水土保持措施能有效地发挥作用。

由于项目区内气象水文雨热同期，沿线河流汛期与雨季基本一致，涉水工程在枯水季施工可以有效地降低工程过程带来的水土流失，将新增水土流失降低到最小程度。如果工程施工时段不可避免地延长到雨季，各工程单元应在雨季到来前完成对筑路材料的遮蔽，以减少降雨所带来的冲刷和水土流失；对于已进行施工的路基边坡和弃渣场则对坡面进行遮蔽，有条件的地方采用植物措施进行防护，同时保证截排水沟的畅通，以减少降水对路基、弃渣体边坡的冲刷。

隧道施工中，特长隧道采用双面出渣方式，隧道出渣根据需求和土体情况尽量用作路基填料，其余全部及时运往指定弃渣场堆放。

3.2.6.2 施工工艺的水土保持分析与评价

根据公路工程的建设特点，以及工程沿线的地形地貌、地质岩性、土壤、植被及水文气象等自然环境特征，确定该公路工程建设过程中可能导致水土流失的主要工序包括以下几个方面：

（一）路基开挖与填筑

工程建设过程中，路基的开挖和填筑将会对沿线的原始地貌造成较大的变化，产生大量的裸露边坡，这将导致坡面径流速度加大，冲刷力增强。同时，路基的施工直接导致地表原始植被的丧失和土壤结构的破坏，使得地表土壤的抗冲蚀能力降低，为水土流失的加剧创造了条件。

（1）挖方工程

挖方工程以机械施工为主，人工施工为辅，布置多个作业面，对土方及松动爆破后的岩石，以挖土机或推土机作业，配以装载机和自卸翻斗车运输至填方路段或及时弃于弃渣场，严禁在路上滞留，以免造成新的水土流失。

（2）填方工程

填方工程在施工过程中以装载机或推土机伴以人工找平，或采用平地机找

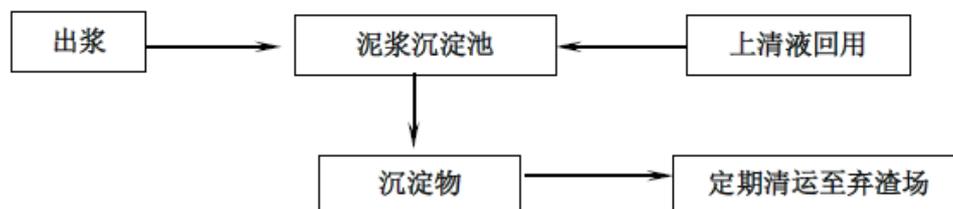
平，压路机碾压密实。挖、填路段应根据施工情况及时修建各类临时措施、工程措施和植物措施，将可能产生的水土流失降低到最小。

（二）桥梁施工

本项目桥梁上部构造将采用预应力砼筒支钢箱梁和预应力砼T梁，桥梁上部结构及涵洞的盖板将采用集中进行预制，汽车运输、工地架桥机或起重机架设安装的施工方法，减少建设过程中对水体的水土流失危害。桥的下部结构应在枯水期修建，并在汛期来临之前清理完施工垃圾。桥台及桥墩基础施工会对一定范围内地表造成的较大的扰动，土壤抗蚀能力降低，开挖方的清运将会带来大量的水土流失，为新的水土流失的发生创造了条件。

涉水桥墩在实施时根据河流水深、流速及距离河岸位置选用沙袋围堰、筑岛围堰施工，其施工工艺成熟可行，可有效降低涉水施工过程中的水土流失。

桥梁基础施工产生的泥浆是桥梁施工水土流失的主要来源，容易造成水质污染，对于钻渣泥浆的处理一般采用泥浆沉淀、上清液回用的方法，在桥梁两岸设置沉砂池，其施工工艺为：



（三）隧道施工

本项目共设置特长隧道2座。隧道拟采用两边掘进的方式开挖。隧道开挖采用人工挖掘或弱爆破形式，隧道出渣将采用汽车运输，运至临近填方路段或附近的弃渣场，弃渣运输过程中为防止散落和扬尘污染应加盖篷布。

根据施工方案，推荐线路隧道工程可能造成的水土流失影响是隧道出渣及洞口开挖施工对地表形成的破坏。本工程隧道洞口开挖坡比较小，减小了洞口开挖所破坏的地表面积，同时，洞口开挖完毕后随即砌筑混凝土或块石洞门墙，在洞门墙后铺设排水沟，汇入纵向排水管沿洞门墙背向下引排至路基边沟，并对洞口开挖边坡采用骨架护坡防护，缩短了水土流失时段；隧道出渣除部分综合利用外，其余全部运往弃渣场堆放，这些都尽可能的减小了因隧道施工造成的水土流失危害。

（四）弃渣

公路工程建设过程中，弃渣过程一般都是采用松散堆弃。在防护措施没有施工以前，由于弃渣结构差，土质松散，空隙率大，且表面无植被防护，遇暴雨或上游汇水下泄时，易造成严重的冲沟侵蚀。故为防止渣体的水土流失，渣体在堆放前渣体坡脚修建挡渣墙，渣体顶部以上修建截水沟。完成后，并及时进行绿化生态防护，并持续养护。

（五）施工道路

施工道路宽度较窄、等级较低，一般结合地形设置，施工中土石方量相对较小，弃渣量很少。施工道路的开挖和填筑不仅对沿线地貌进行再塑，还破坏原地表的水土保持功能，增加原地表水土流失量。故施工道路形成后，应及时对挖填边坡进行处理，根据边坡高度采取植物绿化措施或工程措施；使用结束后对路面进行恢复。

（六）施工场地

本项目施工场地结合地形布设，土石方量不大，但场地使用将对原地表植被构成破坏，损坏水土保持设施，加大了原地表水土流失量；施工结束后临时设施拆除，迹地裸露，在短时间内也将加大工程区水土流失。故施工场地使用结束后应及时进行迹地恢复。

（七）表土临时堆放

主体工程绿化用土区域较为分散，为方便工程后期用土需要，方案建议：表土临时堆放可利用互通工程区和附属设施区等区域进行堆放，不新增临时占地，施工单位可根据互通工程区及附属设施区占地区域空地情况，结合实际的组织安排，灵活选择表土堆存地点，一般尽量利用阴坡，避免阳光直射，降低土壤肥力。表土堆放时平均堆高约3.0m，堆场周围用土填草袋拦挡，表面用密目网覆盖，并撒播草籽，减少堆放期间的水土流失和养分流失。

临时工程区的弃渣场占地范围较大，而表土堆存的区域较小，剥离的表土可就近堆放在场地范围内，利用边角地带暂存，方便后期使用。施工场地区和施工道路也剥离利用了少量表土，均就近堆放在场地范围内。

表土剥离在工程准备期进行，而表土一般在工程将结束时才会使用，堆存期较长。本项目施工期为4年，工程区夏季降水丰富，受降水冲刷和阳光曝晒影响，若对表土临时堆放场不采取防护措施，将使表土肥力丧失、表土量减少，造成堆

放期间的水土流失。因此，在堆放期间需对表土临时堆放场采用绿化措施或临时拦挡、临时排水沉沙、覆盖措施加以防护。

(八) 综上所述，主体工程的施工工艺从水土保持角度考虑基本合理。但存在以下问题：主体工程未对工程表土剥离，弃渣场的施工工艺及防护措施进行设计，本方案将在防护措施章节中进行施工工艺及防护措施设计。

(九) 本方案提出水土保持要求和建议：各项工程开挖土石方前，应先将表层熟土剥离并按照本方案设计临时堆存防护。道路土石方开挖应尽量避免暴雨时段施工，桥梁墩台也应避开雨季和雨天，并在雨季到来之前做好边坡防护及排水设施。控制土石方工程的施工周期，采用边开挖、边回填、边碾压的施工方案，尽可能减少疏松土壤的裸露时间。弃渣按照设计要求运到指定地点堆放，并按照设计要求先拦后弃，分层压实堆放，做好弃渣场的防护设施，避免先流失后治理的现象发生，减小治理难度。

3.2.7 主体工程中具有水土保持功能工程的评价

3.2.7.1 路基工程

路基施工中，将对占地红线内的树木、耕地、各类建筑等进行清除，并根据设计进行平场，修建路基防护工程、排水工程等。

(1) 填方边坡防护

填方路基边坡高度小于 4m 或坡度缓于 1:1.75 时，采用植草防护。填方边坡高度大于 4m 时，一般采用拱形护坡防护。拱形护坡骨架间隙内填土喷草籽以加固坡面及美化路容。经过堰塘、水库、河流地段常年受水侵蚀或流冲刷的路堤，一般高出设计水位 0.5m 以下位置的路基边坡采用实体护坡进行处理。在地面横坡较陡的路面，视具体情况采用衡重式挡土墙、护肩或护脚进行防护。

填方路堤采用喷播植草、三维网植草为单独的植物措施，骨架护坡为植物措施和工程措施相结合的综合防护，均应界定为水土保持工程。采用实体护坡、路堤或路肩挡土墙、护肩或护脚等防护措施为单纯的工程防护，不应界定为水土保持工程。主体设计边坡防护措施均按照公路工程设计标准进行设计，其设计标准远高于水土保持工程设计标准，故主体设计边坡防护措施满足水土保持要求。

(2) 挖方边坡防护

边坡高度小于 10m 时，坡面采用挂网植草防护。边坡高度在 10~20m 时，坡面采用圪工骨架+植草护坡。边坡高度大于 20m 时，20m 以下采用框架锚防

护，20m 以上采用圬工骨架 + 植草护坡，对应稳定性较差的边坡采用锚杆、锚索加固。

挖方路堑采用挂网植草、骨架护坡等防护措施，均应界定为水土保持工程。框架梁锚杆加固防护、护面墙防护为纯工程防护措施，不应界定为水土保持工程。主体设计边坡防护措施均按照公路工程设计标准进行设计，其设计标准远高于水土保持工程设计标准，故主体设计边坡防护措施满足水土保持要求。

（三）不良地质路段的处理及防护

本项目涉及的不良地质及特殊地质现象主要为软弱地基、滑坡、岩溶和采空区等。根据不同程度，采取换填土石方、碎石桩、主动防护网、被动防护网、抗滑桩等措施。

对于特殊路基所采取的上述处理措施将有利于路基稳定，不再产生流失物质来源，有利于水土保持，但这些措施主要为工程项目的安全营运所考虑，是工程本身必需的，不应界定为水土保持工程。

（四）路基排水

路基排水结合沿线水系及农灌设施进行系统设计，达到既使路基排水顺畅，又兼顾到沿线农田排灌的需要，边沟纵坡一般不小于 3‰。路堤两侧设置混凝土排水沟，挖方路段路基两侧设置混凝土边沟，边沟水经涵洞或排水沟引至路基外。当挖方边坡较高，边坡上方汇水面积较大时，于挖方边坡坡口 5m 以外适当位置设置截水沟。此外应根据地形的变化情况，设置急流槽或跌水井，以防止路基被冲刷，影响路基稳定。

主体设计对边沟和排水沟采用矩形断面 50cm×70cm，衬砌厚度 30cm；堑顶截水沟采用半矩形断面 30cm×40cm，靠边坡一侧随边坡坡度，衬砌厚度 25cm；沉沙池一般采用长×宽×高=120cm×100cm×60cm，C20 现浇混凝土砌筑，衬砌厚度 40cm。边沟、排水沟下游与沉沙池连接，经沉淀后的排水与附近天然沟渠连接；地形坡度较陡路段可经急流槽（含效能坎、消力池）效能、防冲处理后再与沉沙池连接。

路基的截、排水工程可使坡面汇水有效排出，避免了对开挖坡面的冲刷造成的水土流失，均应界定为水土保持工程。主体工程路基设计洪水频率为 1/100，远高于水土保持截排水工程设计标准，满足水土保持要求。

（五）路基绿化工程

路基绿化工程包括路基边坡绿化、中央分隔带绿化等，所采用有三维网直接绿化、喷播植草、骨架护坡内植草、灌草景观绿化等。绿化工程考虑了地形地貌、气候、土壤、物种等多种因素，可以有效地减少降雨对挖填坡面的冲刷，减少因工程建设带来的水土流失，均应界定为水土保持工程。路基绿化工程按生态公益林标准执行，符合水土保持林草工程标准，满足水土保持要求。

3.2.7.2 路面工程

(1) 路面硬化

路面底基层和沥青面层主要是为了行车需要，兼水土保持功能。尤其是路面铺装沥青混凝土后，不会再产生水土流失，但这些工程不应界定为水土保持工程。

(2) 路面排水

路面排水由路肩排水和中央分隔带排水设施组成。双向横坡路段的路面水均以漫流形式直接排入路基边沟或路堤坡脚外，因圆曲线超高所形成的单向坡路基段，曲线内侧路面水与双向坡排水方式一致，曲线外侧路面水则漫流进入中央分隔带纵向排水沟内，并通过中央分隔带横向排水管引出路基，当填方高度较高时，在填方边坡坡面上设置拱形护坡以拦截、分流、汇集路面水于拱形护坡骨架急流槽内，避免路面水对路基边坡的冲刷。中央分隔带排水由纵向盲沟、竖井和横向排水管组成，超高成单向坡路段还应设置纵向排水沟，将曲线外侧路面水引至竖井集中，并通过横向排水管引入拱形护坡骨架急流槽或加深的路堑边沟中。

路面排水工程主要为了排出路面积水，保证行车安全，不应界定为水土保持工程。

3.2.7.3 桥梁工程

本项目桥梁工程可能引起水土流失的主要是桥台修筑对地表的破坏，防护措施主要是桥台边坡的防护、排水措施。其中桥台的挡墙、护脚和护肩、实体护坡等工程措施主要起稳定路基的作用，同时兼有一定的水土保持功能，在本方案中不归为水保措施；涉水桥墩施工选用沙袋围堰或筑岛围堰施工，围堰的修建主要为保障桥梁工程顺利建设，围堰不界定为水土保持措施；而截水沟、排水沟等能有效减轻径流及雨水对土壤的冲刷作用，主要起着水土保持功能，因此属于水土保持措施。受设计阶段限制，相关措施均纳入路基防护工程数量中，其设计标准均满足水土保持要求。

3.2.7.4 隧道工程

隧道工程施工工序主要包括洞身开挖、土石方运输等，采取的防护措施有：

(1) 洞门墙：工程建设初期，对洞口环绕开挖面采用C20或C25砼墙进行防护，后期采用大理石镶面。洞门墙仰角一般为1:0.15。

(2) 边坡仰坡喷砼和锚杆支护：对于洞口前为硬质岩石或岩石面较破碎的挖方边坡采用喷砼防护，部分部位加插锚杆。

(3) 洞口防护工程：洞口前开挖边坡为土质边坡挖方边坡高度 $\leq 12\text{m}$ 的软质岩石、土质边坡，一般按1:0.75边坡采用骨架护坡防护。

(4) 洞口截排水工程：洞门墙后侧设排水沟，截流上游山坡汇水，由纵向排水管沿洞门墙背引至路基边沟，可有效防止洞口开挖面被水流冲刷后产生流失。

隧道洞门墙、边坡仰坡喷砼和锚杆支护主要起保证工程稳定和防止隧洞漏水的作用，同时兼具防止开挖面水土流失的功能，但不应界定为水土保持工程。隧道洞口骨架护坡防护可尽快恢复开挖坡面，有效减少水土流失，故应界定为水土保持工程。隧道洞口排水主要作用为对隧道上方山体汇水进行截流，使其顺排水沟进入路基排水系统，可有效防治山体汇水对开挖面冲刷造成的水土流失，主要水土保持功能，应界定为水土保持工程。隧道工程措施设计标准均满足水土保持要求。

3.2.7.5 互通工程

互通工程包括三维网植草、骨架护坡、喷播植草、挡土墙、排水沟、植被绿化等，其中挡土墙为单纯的工程防护，因此不属于水土保持措施；排水沟、三维网植草、喷播植草及其它工程和植物措施结合的综合护坡主要目的是防护路基，兼有水土保持作用，计入水土保持投资。互通工程采用乔、灌、草相结合的方式绿化，在美化沿线景观的同时，可有效防治地表水土流失，故属于水土保持措施。互通工程场地绿化按园林绿化工程标准执行，远高于水土保持林草工程设计标准，满足水土保持要求；排水工程设计标准高于水土保持截排水工程设计标准；主体已有水土保持措施设计标准满足水土保持要求。

3.2.7.6 辅助设施

工程收费站建设在路基上，基本全部硬化，无防护措施。管理中心、服务区、养护工区场地周边需设置截排水设施，场地内部以硬化为主；对于无工程防护的

扰动地表将采用乔灌草进行绿化恢复。

场地周边的截排水设施及骨架护坡，应界定为水土保持工程。乔、灌、草绿化措施在美化景观的同时，可有效防治地表水土流失，应界定为水土保持工程。辅助设施场地绿化按园林绿化工程标准执行，远高于水土保持林草工程设计标准；排水工程设计标准高于水土保持截排水工程设计标准；主体已有水土保持措施设计标准满足水土保持要求。

3.2.7.7 改移工程

改移道路设置挡土墙防护，挡土墙为单纯的工程防护，因此不属于水土保持措施；改移道路一侧布置排水沟，排水沟能有效减轻径流及雨水对土壤的冲刷作用，主要起着水土保持功能，因此属于水土保持措施。改移道路排水工程设计标准高于水土保持截排水工程设计标准，满足水土保持要求。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 水土保持措施的界定原则

《生产建设项目水土保持技术标准》规定以下原则：

①主导功能原则。以防治水土流失为目的的工程为水土保持工程；以主体设计功能为主，同时具有水土保持功能的工程，不作为水土保持工程；

②责任区分原则。对建设项目临时征地、占地范围内的各项防护工程均作为水土保持工程；

③试验排除原则。难以区分以主体设计功能为主或以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行排除。假定没有这些工程，主体设计功能仍旧可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应作为水土保持工程。

3.3.2 主体工程水土保持措施

本项目主体工程中路基及边坡防护排水工程、绿化工程在保证公路自身安全、美化公路的同时，也具有较好的水土保持功能，主要表现在以下几个方面：

①主体工程设计中考虑了边坡开挖对水土流失的影响，针对不同特点的边坡，选择不同的防护形式。所采用的防护形式有：护肩（脚）、挡土墙、截排水沟、生态防护等。这些防护措施有效的减弱了地表径流对坡面的直接冲刷，增强土壤的抗蚀性，通过截水沟，将形成的坡面径流引走，对水土保持、维护边坡稳定起到了防护效果。

②路基路面工程设计了完善的排水系统,对于降雨情况下的路面路基积水的排泄起到了至关重要的作用,极大地降低了径流对坡面地表的冲击原动力,既防止了洪水冲毁、破坏路基,又对保护土壤减少侵蚀起到了积极作用。路基排水设计降雨的重现期是遵照路基排水设计规范选取,设计断面合理,工程数量充足。

③公路建成后,由于路面采用沥青、水泥混凝土固化,路面将全被压实,基本不存在发生水土流失的条件,因此路面也在一定程度上发挥了水土保持功能。

④路基边坡在施工结束后进行植被恢复,使破坏的地表得到恢复,有效地控制坡面径流对表层土壤的冲蚀,对公路用地范围内的水土保持有积极的作用。

⑤隧道绿化主要体现隧道洞口绿化,绿化措施可以使被扰动的隧道洞口得到恢复,减少径流对地表的冲刷,对隧道的水土保持有积极的作用。

⑥互通、辅助工程绿化工程主要为边坡和场地绿化,其绿化措施减少对扰动区域的水土流失,对工程的水土保持有积极的作用。

⑦主要施工工艺分析:工程施工建设均选用当前国内普遍采用的成熟工艺和技术,能够确保施工进度按时完成、减少施工占地和影响范围。从水土保持角度上看,缩短工程扰动时间和减少工程占地均有利于减缓和控制水土流失,故工程施工工艺合理。

主体工程设计中水土保持措施工程量及投资见表 3.3-2。

表 3.3-2 主体工程设计中水土保持措施工程量及投资表

项目	措施类型	措施内容		单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
路基 (含 桥 涵)	工程措施	骨架护坡	C20混凝土	万m ³	2.81	8484753.50	2384.22
		排水工程	C20混凝土	万m ³	7.77	8484753.50	6592.65
	植物措施	边坡绿化	喷播植草	hm ²	1.4	132000.00	18.48
			三维网植草	hm ²	2.09	361300.00	75.51
			骨架护坡植草	hm ²	35.58	156400.00	556.47
		中央分隔带 绿化	绿化面积	hm ²	1.54		6.93
			栽植灌木	万株	0.62	17300.36	1.07
			灌木	万株	0.62	77770.00	4.82
			撒播草籽	hm ²	1.54	242.76	0.04
			草籽	kg	154	64.84	1.00
隧道	工程措施	骨架护坡	C20混凝土	万m ³	0.05	8484753.50	42.42
		排水工程	C20混凝土	万m ³	0.18	8484753.50	152.73
	植物措施	隧道洞口	骨架护坡植草	hm ²	0.56	156400.00	8.76
互通	工程措施	骨架护坡	C20混凝土	万m ³	0.56	8484753.50	475.15

项目	措施类型	措施内容		单位	工程量	单价(元)	合计 (万元)
(含 连接 线)	排水工程	C20混凝土	万m ³	1.54	8484753.50	1306.65	
			喷播植草	hm ²	0.28	132000.00	3.70
	边坡绿化	三维网植草	hm ²	0.41	361300.00	14.81	
			骨架护坡植草	hm ²	7.05	156400.00	110.26
			绿化面积	hm ²	32.19		2825.87
	场地绿化	植物措施	栽植乔木	万株	8.05	176186.25	141.83
			乔木	万株	8.05	3155200.00	2539.94
			栽植灌木	万株	12.88	17300.36	22.28
			灌木	万株	12.88	77770.00	100.17
			撒播草籽	hm ²	32.19	242.76	0.78
			草籽	kg	3219	64.84	20.87
			辅助 设施	工程措施	骨架护坡	C20混凝土	万m ³
排水工程	C20混凝土	万m ³				0.5	8484753.50
边坡绿化	植物措施	喷播植草		hm ²	0.09	132000.00	1.19
		三维网植草		hm ²	0.13	361300.00	4.70
		骨架护坡植草		hm ²	2.26	156400.00	35.35
场地绿化	植物措施	绿化面积		hm ²	4.37		382.70
		栽植乔木		万株	1.09	176186.25	19.20
		乔木		万株	1.09	3155200.00	343.92
		栽植灌木		万株	1.75	17300.36	3.03
		灌木		万株	1.75	77770.00	13.61
		撒播草籽		hm ²	4.37	242.76	0.11
		草籽		kg	437	64.84	2.83
改移 道路	工程措施	排水工程	排水沟	km	2.23	215000.00	47.95
合计							15623.45

3.3.3 主体工程设计存在的问题

主体工程设计主要是出于对工程建筑物与施工安全的考虑,设计中提到的措施的防护目的与水土保持存在一定的差异,部分防治措施体系不完善或防护效果不能完全满足水土保持要求。水保方案将根据水土流失防治分区对其存在的问题进行分析评价。

(1) 道路工程区: 缺少路基边坡的临时措施设计。在施工过程中松散土方受降水冲刷,可能产生较大的水土流失,本水保方案将对此补充施工期临时工程措施,以及表土的剥离与回覆措施。

(2) 桥涵工程区: 受设计阶段制约,主体设计未考虑桥梁绿化措施、临时

措施，本水保方案将补充相应的施工期临时防护措施和后期绿化措施。

(3) 隧道工程区：缺少隧道工程的临时措施设计，水保方案将对此补充施工期临时工程措施以及管理措施要求。

(4) 互通工程区：由于互通工程的水土流失主要来源于主体工程挖填方边坡，而主体工程已采取措施来防治挖填方边坡的水土流失，但缺少施工期间的临时排水沉沙措施，以及对临时堆放于互通工程区的剥离表土临时防护措施。本方案将针对堆放的表土设置土袋拦挡、密目网苫盖、撒播草籽等措施，另外还对施工扰动区域增加临时排水、沉沙等措施。

(5) 辅助设施区：由于辅助设施区的水土流失主要来源于剥离表土产生的流失和主体工程挖填方边坡，而主体工程已采取措施来防治挖填方边坡的水土流失，但缺少施工期间的临时排水沉沙措施以及对临时堆放于辅助设施区的剥离表土临时防护措施，本方案中将予以补充。

(6) 改移工程区：改移工程区主体已有措施为道路两侧排水沟，未考虑施工期临时措施，以及表土的剥离保护措施，本方案中将予以补充。

(7) 弃渣场区：弃渣场防治区缺乏必要的防护、恢复措施设计以及弃渣临时堆放、表土临时防护设计，水保方案将补充相应的临时措施、工程挡防排水措施、绿化措施。

(8) 施工场地区：施工场地区（包括预制场、拌和站等）缺乏必要的防护与恢复措施设计以及表土临时防护设计，水保方案将补充相应的临时措施、排水措施、恢复措施。

(9) 施工道路区：施工道路缺乏临时排水、沉沙措施以及使用结束后的恢复措施，本方案中将予以补充。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

根据《大竹县水土保持规划》(2015-2030年),大竹县水土流失面积712.71km²,占幅员面积的34.28%,以水力侵蚀为主,侵蚀强度为轻度为主,流失面积296.65km²,占水土流失面积的41.62%,其次是中度,流失面积247.71km²,占水土流失面积的35.04%,大竹县水土流失类型主要为水力侵蚀,水土流失强度以轻度水力侵蚀为主。

根据《水利部关于全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》(办水保[2013]188号)和《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知(川水函[2017]482号),本项目涉及的达州市大竹县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区。项目区属西南土石山区,容许土壤流失量为500t/km²a。

大竹县水土流失现状见表4.1-1。

表 4.1-1 大竹县水土流失现状表

项目名称		国土面积	微度	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
东部河谷丘陵	面积(km ²)	355.25	244.06	38.67	40.77	16.77	10.27	4.74
	比例(%)	100.00	68.69	10.89	11.48	4.72	2.89	1.33
西部河谷丘陵	面积(km ²)	556.68	373.90	64.67	76.59	27.11	12.16	2.25
	比例(%)	100.00	67.17	11.62	13.76	4.87	2.18	0.40
东部低山丘陵	面积(km ²)	260.15	150.34	49.84	36.33	11.62	6.60	5.42
	比例(%)	100.00	57.78	19.16	13.97	4.47	2.54	2.08
中部低山丘陵	面积(km ²)	401.87	253.81	68.23	49.96	18.64	8.45	2.78
	比例(%)	100.00	63.16	16.98	12.43	2.10	2.10	0.69
西部低山丘陵	面积(km ²)	504.87	344.00	75.24	46.06	13.23	13.23	5.18
	比例(%)	100.00	68.14	14.90	9.12	2.62	2.62	1.03
合计	面积(km ²)	2078.82	1366.11	296.65	249.71	50.71	50.71	20.34
	比例(%)	100.00	65.72	14.27	12.01	4.44	2.44	0.98

4.2 土流失影响因素分析

4.2.1 施工期水土流失影响分析

本项目位于低山丘陵地貌区,项目建设区占用土地类型包括耕地、林地、住宅用地、水域及水利设施用地和交通运输用地。项目沿线土壤侵蚀以轻度侵蚀为主。

公路工程属一次性基础设施建设项目,根据本段公路工程特点及工程建设条件、工程施工工序等,工程建设对水土流失的影响主要集中在建设期,在此期间工程占地、路基挖填、桥梁基础及桥台开挖、隧道开挖、弃渣等工程活动都会扰动或再塑地表,并使地表植被受到不同程度的破坏,地表抗蚀能力减弱,产生新的水土流失。公路投入使用后,工程防护及相应的水保、环保措施发挥作用,将有效地控制公路用地范围内的水土流失,同时随着植被的逐渐恢复,造成的水土流失将逐渐减弱、稳定,达到轻度以下的水平,实现局部治理和改善水土流失状况的目的。项目建设期间主要产生的水土流失影响包括:

(一) 施工扰动造成的水土流失影响

工程施工扰动将改变原有地貌,损坏或压埋原有植被,对原有水土保持设施造成破坏,使地表土层抗蚀能力减弱,降低其水土保持功效。

(二) 路基挖填带来的水土流失影响

由于本项目里程较长,受路线技术标准的限制,沿线土石方规模较大。在路基施工中,将开挖山体、填筑路基。工程施工开挖容易造成自然山体表面失稳,产生滑塌,开挖的山体在未防护前,表层土裸露,土体松散,失去原有植被的防冲、固土能力,如受雨水冲刷,会造成严重的水土流失。填方路段在填筑过程中,将形成新的填土边坡,在未防护前受雨水冲刷也会造成水土流失。

(三) 桥涵施工中的水土流失影响

路线在跨越河流时需修建过水桥梁,虽然桥梁工程土石方量不如路基开挖巨大,但是由于桥梁施工直接面对水体进行工程操作,施工过程中土石方的临水堆放、水下工程的施工、施工围堰的构建、洪水的陡涨陡落等都可能造成比较严重的水土流失问题。

(四) 隧道施工中的水土流失影响

隧道洞口开挖虽然扰动面积较小,但坡度较陡,开挖的山体在未防护前,表层土裸露,如受雨水冲刷,会造成水土流失。隧道内土石方开挖,除自身少量利用外,大部分均需运至弃渣场处置,弃渣的水土流失影响主要体现在弃渣堆放时。

(五) 工程弃渣水土流失影响

由于弃渣体是一个相对松散的堆积体,含有大量松散的土体和石块,自身稳定性较差,如不采取防护措施,遇雨水冲刷容易产生大量的水土流失,可能堵塞下游沟渠或损毁下游农田,甚至对附近居民房屋造成威胁。

(六) 临时工程水土流失影响

本项目临时工程主要包括：施工便道、施工场地区等。这些临时工程占地，也将对占地范围内的植被和土壤结构造成一定程度的破坏，为水土流失的发生和加剧创造条件。

4.2.2 自然恢复期水土流失影响分析

本项目采用沥青砼路面，排水沟采取浆砌片（块）石或片石砼，护坡采取挡土墙、护面墙及网格护坡、植草等多种形式，路基、路面及弃渣场均进行整治、防护。工程完工后，工程施工破坏面将基本无裸露面。

公路投入运行后，其防护工程也完成并发挥作用，可以有效地控制由公路建设引起的水土流失。但是公路边坡大多采用植物生态护坡，临时工程如弃渣场的植物防护以及临时占地范围内的植被恢复等，一般在1~3年内才能逐步稳定，达到较好的水土保持效果，因此在自然恢复期还有一定程度的水土流失。

总体来说，在水土保持工程和植物措施有效发挥作用后，公路构筑物内的水土流失可得到完全控制，项目建设区的水土流失可达到轻度以下水平，工程建设造成的水土流失可得到基本治理，并使工程占地区域内的水土流失状况得到明显改善。

4.2.3 扰动地表面积

工程在施工过程中将不可避免的扰动地面，改变原有地貌，损害或压埋了原有植被，不同程度的对原有具有水土保持功能的设施造成破坏，造成工程区水土流失量的增加。

本工程扰动地表面积主要是在项目建设过程中路基开挖和填筑、桥梁基础建设、隧道洞口开挖、互通工程、辅助设施区等主体工程各建筑物施工，以及弃渣堆放、施工道路、施工场地区开挖和平整等对原地表构成扰动和破坏。经统计，本工程扰动地表面积共 354.43hm²，其中工程永久工程扰动地表面积 240.57hm²，施工临时设施扰动地表面积 113.86hm²，详见表 4.2-1。

表 4.2-1 扰动地表面积统计 单位: hm^2

行政区划	占地性质	占地类型						总计
		耕地	林地	水域及水利设施用地	住宅用地	交通运输用地	其他土地	
大竹县	永久占地	133.81	72.52	6.50	20.97		6.77	240.57
	临时占地	58.23	48.69			6.94		113.86
	合计	192.04	121.21	6.50	20.97	6.94	6.77	354.43

4.2.4 损毁植被面积

项目区域原始占地类型为耕地、林地、住宅用地、水域及水利设施用地、交通运输用地和其他土地，损毁植被面积为林地占地面积 121.21hm^2 。

4.2.5 弃土(石、渣)量

经土石方平衡分析，全线土石方开挖总量 929.10万 m^3 (自然方，下同，含表土剥离 56.71万 m^3)，土石方填筑总量 445.08万 m^3 (含表土回覆 56.71万 m^3)，外购方 50.73万 m^3 (均为特殊路基换填砂砾石，采用外购)，弃渣总量为 534.75万 m^3 (折松方 803.09万 m^3)，堆存于沿线设置的 18 处弃渣场内。

4.3 水土流失量预测

4.3.1 预测单元

本项目水土流失预测范围为项目水土流失防治责任范围，共 354.43hm^2 。根据各工程区地形地貌、扰动方式、扰动后地表物质组成和气象特征等，将水土流失预测范围分为如下预测单元：道路工程区、桥涵工程区、隧道工程区、互通工程区、辅助设施区、改移工程区、弃渣场区、施工场地区和施工道路区。具体见下表。

表 4.3-1 工程水土流失预测单元划分表

预测单元	扰动方式	施工期	自然恢复期
		预测面积 (hm ²)	预测面积 (hm ²)
道路工程区	上方无来水工程堆积体	40.55	40.61
	上方无来水工程开挖面	50.29	
桥涵工程区	上方无来水工程开挖面	34.14	9.98
隧道工程区	上方无来水工程开挖面	1.88	0.56
互通工程区	上方无来水工程开挖面	75.33	39.93
辅助设施区	上方无来水工程开挖面	17.47	6.85
改移工程区	上方无来水工程堆积体	9.34	/
	上方无来水工程开挖面	11.57	/
弃渣场区	上方无来水工程堆积体	71.07	71.07
施工场地区	一般扰动地表的地表翻扰型	13.93	13.93
施工道路区	一般扰动地表的地表翻扰型	28.86	28.86

4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018),本工程为新建建设类项目,其水土流失预测时段分为施工期(含施工准备期)和自然恢复期。

(1) 施工期(含施工准备期)

施工期为实际扰动地表时间,根据主体工程施工进度安排,本项目施工期(含施工准备期)为2021年12月至2025年11月。每个预测单元的预测时段按最不利情况考虑,超过雨季长度的按全年计,不超过雨季(项目区每年雨季为5~9月)长度的按照所占雨季长度的比例计算,

(2) 自然恢复期

自然恢复期为施工扰动结束后,不采取水土保持措施的情况下,土壤侵蚀强度自然恢复到扰动前土壤侵蚀强度所需要的时间,根据项目区气候条件(亚热带湿润季风气候区),本项目自然恢复期预测时段取2年。

表 4.3-2 项目各工程单元水土流失预测时段表

预测单元	施工期 预测时间 (a)	自然恢复期 预测时间 (a)
道路工程区	4.0	2.0
桥涵工程区	4.0	2.0
隧道工程区	4.0	2.0
互通工程区	4.0	2.0
辅助设施区	4.0	2.0
改移工程区	4.0	/
弃渣场区	4.0	2.0
施工场地区	4.0	2.0
施工道路区	4.0	2.0

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 土壤侵蚀模数背景值

根据地方水保部门提供的水土保持规划报告和土壤流失现状图,结合项目区地形图分析,并经现场踏勘调查项目区土地利用类型、面积、地形坡度和植被覆盖率等,同时结合项目区地貌、土壤和气候特征,参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)推求各工程单元不同土地利用类型下的侵蚀强度,根据经验确定项目区各个工程单元各种土地利用类型下的侵蚀强度,根据四川省水利厅关于印发《四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定》的函(川水函[2014]1723号),微度流失项目区土壤侵蚀模数背景值取 $300\text{t}/\text{km}^2\text{a}$;微度以上的流失区,背景值一般取标准中的区间平均值。

经计算,项目区平均土壤侵蚀模数背景值为 $1378\text{t}/(\text{km}^2\text{a})$,属于轻度侵蚀。项目建设区各工程区域不同地形条件下的平均土壤侵蚀模数背景值详见下表。

表 4.3-3 土壤侵蚀模数背景值计算表

预测单元	占地类型	面积 (hm ²)	坡度 (°)	林草覆盖度 (%)	侵蚀强度	平均侵蚀模数 (t/km ² a)	流失量 (t/a)
道路工程区	耕地	36.40	5~8	/	轻度	1500	546
	林地	33.11	8~15	30~45	轻度	1500	497
	住宅用地	20.97	/	/	微度	300	63
	其他土地	0.36	5~8	/	轻度	1500	5
	小计	90.84				1223	1111
桥涵工程区	耕地	15.88	5~8	/	轻度	1500	238
	林地	11.76	8~15	30~45	轻度	1500	176
	水域及水利设施用地	6.5	/	/	/	/	/
	小计	34.14				1214	415
隧道工程区	耕地	0.35	5~8	/	轻度	1500	5
	林地	1.53	8~15	30~45	轻度	1500	23
	小计	1.88				1500	28
互通工程区	耕地	56.54	5~8	/	轻度	1500	848
	林地	18.65	8~15	30~45	轻度	1500	280
	其他土地	0.14	5~8	/	轻度	1500	2.10
	小计	75.33				1500	1130
辅助设施区	耕地	14.18	5~8	/	轻度	1500	213
	林地	3.29	8~15	30~45	轻度	1500	49
	小计	17.47				1500	262
改移工程区	耕地	10.46	5~8	/	轻度	1500	157
	林地	4.18	8~15	30~45	轻度	1500	63
	其他土地	6.27	5~8	/	轻度	1500	94
	小计	20.91				1500	314
弃渣场区	耕地	35.53	5~8	/	轻度	1500	533
	林地	35.54	8~15	30~45	轻度	1500	533
	小计	71.07				1500	1066
施工场地区	耕地	9.29	5~8	/	轻度	1500	139
	林地	4.64	8~15	30~45	轻度	1500	70
	小计	13.93				1500	209
施工道路区	耕地	13.41	5~8	/	轻度	1500	201
	林地	8.51	8~15	30~45	轻度	1500	128
	交通运输用地	6.94	/	/	微度	300	21
	小计	28.86				1211	350
	合计	354.43				1378	4884

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数

(一) 施工期土壤侵蚀模数

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

1、一般扰动地表

一般扰动地表的地表翻扰型测算单元土壤侵蚀模数, 按照下式计算:

$$M_{yd}=100 \cdot R \cdot K_{yd} \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T$$

$$K_{yd}=NK$$

式中:

M_{yd} —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, $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$;

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

N —地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数, 无量纲;

L_y —一般扰动地表坡长因子, 无量纲, $L_y = (\lambda/20)^m$, $\lambda = \lambda_x \cos \theta$, L_y 为坡长因子, λ 为水平投影坡长;

S_y —一般扰动地表坡度因子, 无量纲, $S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$, θ 为坡度($^\circ$);

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;

根据上式计算, 一般扰动地表的地表翻扰型土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-4。

表 4.3-4 施工期一般扰动地表的地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	施工场地区	施工道路区
1	地表翻扰型	M	$M=100 \cdot R \cdot K_{yd} \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T$	4798	5876
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.053pn^{1.655}$	5555.2	5555.2
1.2	土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.014	0.014
	增大系数	N		2.13	2.13
	土壤可蚀性因子	K		0.0066	0.0066
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	1.73	2.12
	水平投影坡长	λ	$\lambda = \lambda_x \cos\theta$	57.97	86.94
	斜坡长度	λ_x		60	90
	坡长指数	m		0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin\theta)}]$	3.68	3.68
	坡度 (°)	θ		14	14
1.5	植被覆盖因子	B		0.095	0.095
1.6	工程措施因子	E		1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1

2、工程开挖面

边坡开挖区域周边布设有截排水沟，因此该区域施工期土壤侵蚀模数可按照上方无来水工程开挖面土壤流失量公式计算；上方无来水工程开挖面公式如下：

$$M_{kw} = 100 \cdot R \cdot G_{kw} \cdot L_{kw} \cdot S_{kw}$$

式中：

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

G_{kw} —上方无来水工程开挖面土质因子，无量纲；

L_{kw} —上方无来水工程开挖面坡长因子，无量纲；

S_{kw} —上方无来水工程开挖面坡度因子，无量纲。

根据上式计算，上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-5。

表 4.3-5 上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	道路工程区	桥涵工程区	隧道工程区	互通工程区	辅助设施区	改移工程区
1	工程开挖面	M	$M=100 \cdot R \cdot G_{kw} \cdot L_{kw} \cdot S_{kw}$	13296	10443	10251	9398	9586	12831
1.2	降雨侵蚀力因子	R		5555.2	5555.2	5555.2	5555.2	5555.2	5555.2
1.3	工程开挖面土石质因子	G_{kw}	$G_{kw}=0.004e^{4.28SIL(1-CLA)/p}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	土体密度	ρ		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	粉粒 C(0.002~0.05mm)含量	SIL		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	黏粒 (<0.002mm)含量	CLA		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1.4	开挖面坡长因子	L_{kw}	$L_{kw}=(\lambda/5)^{0.57}$	1.34	1.14	1.14	1.06	1.06	1.34
	水平投影坡长 (m)	λ		3	4	4	4.5	4.5	3
1.5	开挖面坡度因子	S_{kw}	$S_{kw}=0.8\sin\theta+0.38$	1.07	0.99	0.97	0.95	0.97	1.04
	坡度 (°)	θ		60	50	48	46	48	55

3、工程堆积体

工程堆积体上方无来水土壤流失量公式如下：

$$M_{dw} = 100 \cdot X \cdot R \cdot G_{dw} \cdot L_{dw} \cdot S_{dw}$$

中：

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

X—工程堆积体形态因子，无量纲；

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

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

L_{dw} —上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

S_{dw} —上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲。

根据上式计算，上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-6。

表 4.3-6 上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	道路工程区	改移工程区	弃渣场区
1	工程堆积体	M	$M=100 \cdot X \cdot R \cdot G_{dw} \cdot L_{dw} \cdot S_{dw}$	8972	8246	9839
1.1	工程堆积体形态因子	X		1	1	1
1.2	降雨侵蚀力因子	R		5555.2	5555.2	5555.2
1.3	工程堆积体土石质因子	G_{dw}	$G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta}$	0.012	0.012	0.012
1.4	堆积体坡长因子	L_{dw}	$L_{dw} = (\lambda/5)^{d_1}$	1.35	1.23	1.35
	水平投影坡长 (m)	λ		8	7	8
1.5	堆积体坡度因子	S_{dw}	$S_{dw} = (\theta/25)^{d_1}$	1	1	1.10
	坡度 (°)	θ		25	25	28

(二) 自然恢复期土壤侵蚀模数

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018), 本标准适用于水力作用下生产建设项目土壤流失量的事前预测、事中监测和事后计算。自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算如下:

1、一般扰动地表

一般扰动地表的植被破坏型测算单元土壤侵蚀模数, 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/(km²·a);

R—降雨侵蚀力因子, MJ·mm/(hm²·h);

K—土壤可蚀性因子, t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

L_y —一般扰动地表坡长因子, 无量纲, $L_y = (\lambda/20)^m$, $\lambda = \lambda_x \cos\theta$, L_y 为坡长因子, λ 为水平投影坡长;

S_y —一般扰动地表坡度因子, 无量纲, $S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}]$, θ 为坡度(°);

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;

根据上式计算, 一般扰动地表的植被破坏型土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-7。

表 4.3-7 自然恢复期般扰动地表的植被破坏型土壤侵蚀模数计算表

项目	因子	公式	道路工程区	桥涵工程区	隧道工程区	互通工程区	辅助设施区	弃渣场区	施工场地区	施工道路区
植被破坏型	M	$M=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T$	2833	1804	1872	1950	2463	3005	2195	2692
降雨侵蚀力因子	R		5555.2	5555.2	5555.2	5555.2	5555.2	5555.2	5555.2	5555.2
土壤可蚀性因子	K		0.0066	0.0066	0.0066	0.0066	0.0066	0.0066	0.0066	0.0066
坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20) \text{ m}$	2.22	1.72	2.22	1.86	1.93	1.98	1.72	2.11
水平投影坡长	λ	$\lambda = \lambda_x \cos\theta$	99	59.4	99	69.3	74.25	79.2	59.4	89.1
斜坡长度	λ_x		100	60	100	70	75	80	60	90
坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin\theta)}]$	1.74	1.43	1.15	1.43	1.74	2.07	1.74	1.74
坡度 (°)	θ		8	7	6	7	8	9	8	8
植被覆盖因子	B		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1	1
耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1	1

4.3.4 预测结果

1、水蚀量预测模式

根据《生产建设项目水土保持技术规范》（GB/T 50433-2018）的要求，原地貌土壤流失量采用的经验公式如下：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji})$$

式中：

W——土壤流失量（t）；

j ——预测时段，j=1，2，即指施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段；

i ——预测单元，i=1，2，3，……，n-1，n；

F_{ji} ——第j预测时段、第i预测单元的面积（ km^2 ）；

M_{ji} ——第j预测时段、第i预测单元的土壤侵蚀模数 $[\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})]$ ；

T_{ji} ——第j预测时段、第i预测单元的预测时段长（a）。

具体预测结果如下：

表 4.3-8 本项目水土流失预测汇总表

预测期	扰动单元	扰动形式	时间(a)	面积 (hm ²)	原地貌土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	扰动后土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	扰动前土壤流失量 (t)	扰动后土壤流失量 (t)	新增土壤流失量 (t)
施工期	道路工程区	上方无来水工程堆积体	4	40.55	1223	8972	1984	14553	12569
		上方无来水工程开挖面	4	50.29	1223	13296	2460	26746	24286
	桥涵工程区	上方无来水工程开挖面	4	34.14	1214	10443	1658	14261	12603
	隧道工程区	上方无来水工程开挖面	4	1.88	1500	10251	113	771	658
	互通工程区	上方无来水工程开挖面	4	75.33	1500	9398	4520	28318	23798
	辅助设施区	上方无来水工程开挖面	4	17.47	1500	9586	1048	6699	5651
	改移工程区	上方无来水工程堆积体	4	9.34	1500	8246	560	3081	2521
		上方无来水工程开挖面	4	11.57	1500	12831	694	5938	5244
	弃渣场区	上方无来水工程堆积体	4	71.07	1500	9839	4264	27970	23706
	施工场地区	一般扰动地表的的地表翻扰型	4	13.93	1500	4798	836	2673	1837
施工道路区	一般扰动地表的的地表翻扰型	4	28.86	1211	5876	1398	6783	5385	
小计							19535	137793	118258
自然恢复期	道路工程区	一般扰动地表的植被破坏型	2	40.61	1223	2833	993	2301	1308
	桥涵工程区		2	9.98	1214	1804	242	360	118
	隧道工程区		2	0.56	1500	1872	17	21	4
	互通工程区		2	39.93	1500	1950	1198	1557	359
	辅助设施区		2	6.85	1500	2463	206	337	131
	弃渣场区		2	71.07	1500	3005	2132	4271	2139
	施工场地区		2	13.93	1500	2195	418	612	194
	施工道路区		2	28.86	1211	2692	699	1554	855
小计							5905	11013	5108
合计							25440	148806	123366

由以上计算分析可知：在水土流失预测年限内，本项目水土流失预测总量为 148806t，其中背景流失量为 25440t，新增水土流失量为 123366t。道路工程区、互通工程区和弃渣场新增流失量分别占总新增流失量的 31%、20% 和 21%，是产生水土流失重点部位。施工期新增水土流失量占新增总流失量的 84%，是水土流失发生的主要时段。

4.4 水土流失危害分析

本项目路线涉及的达州市大竹县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，由于公路线路长、占地面积大、土石方量较多，在降水及人为活动影响下，建设期间会给项目沿线的地表植被带来较大的扰动，占用和损坏现有的水土保持设施，增加土壤侵蚀强度，如果不采取任何水土保持措施，盲目施工将会造成以下危害：

(1) 本项目施工期间施工区域内将会产生大量的弃土、弃石，如果不采取有效拦挡措施，可能产生严重的水土流失，对下游村庄、河流、道路、农田及水利设施造成直接威胁。若大量泥沙直接下泄进入下游河流，势必增加河流泥沙含量，抬升下游河床，缩小行洪断面，减弱泄洪能力。若冲入灌排渠系，则淤积下游渠道，既影响排洪，亦影响农田灌溉。若弃渣场失稳将有可能产生滑塌、沉陷或泥石流，不仅淹没损毁农田，还危及下游水利工程安全。

(2) 路基高陡边坡的开挖和填筑、弃渣堆放、建筑材料的临时堆放与转存等施工过程将影响原有土体单元的稳定性，为水土流失的加剧创造客观条件，特别是对于可能发生滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的路段，由于路基施工和渣料堆放等工程活动催动，万一遇到雨季施工，极有可能导致上述地质灾害活跃，如果不及时做好相应路段的施工预防和灾害治理工作，一旦地质灾害发生，将直接对工程的正常施工和安全运营造成严重破坏，引起施工器材和当地人民财产的损失。

(3) 大量的水土流失将导致项目区土层减薄，土地肥力降低，土壤质地砂砾化，植被恢复困难。同时汛期雨水强度偏大且汇流时间较短，森林植被涵养水源的能力下降，坡面径流速度也会提高，将增大洪水峰值和洪水总量；而冬干春旱之际，由于原有植被严重破坏，加之土壤质地恶化，植被涵养水源的能力和土壤渗蓄雨水的能力严重下降，造成项目区抗旱能力降低。

(4) 项目建设期间造成大面积裸露疏松地表, 由于没有任何植被覆盖, 在雨季极易产生坡面汇流, 不仅直接影响工程稳定性, 严重时还将造成大量的冲沟乃至切沟侵蚀, 增加项目沿线的土壤侵蚀强度和水土流失总量。

(5) 该项目大量的土石方工程将占用和损坏原地表蓄、排水系统, 改变原有的表面径流排泄、汇流通道, 如果项目建设不采取相应的水保措施, 水土资源将产生流失, 农林灌溉用水亦不能有效保证, 对当地人民的生产生活造成不利影响。

(6) 桥梁工程施工中, 为了提高钻孔灌注桩施工时泥浆的性能指标, 常掺入碳酸钠、硝基腐殖酸钠盐等化学物质, 这些物质超过一定限度, 就可能使泥浆的 pH 值大于 6~9 的容许排放范围, 将对沿河植被、土壤和水体造成污染破坏。另外在明挖地基、就地灌注桩基础或沉井基础施工时, 常需挖出大量泥渣排入河道; 在河中筑岛、筑围堰时, 则需填入大量泥沙, 桥梁竣工后这些泥沙如不及时清除, 将造成河流堵塞或水体污染。

4.5 指导性意见

根据《中华人民共和国水土保持法》规定, 为控制项目建设期新增水土流失, 保护生态环境, 同时保障道路施工、运行安全, 对本项目进行水土保持综合治理是必要的。因此, 本水保方案将在明确水土流失防治责任范围的前提下, 根据各工程单元的特点和水土流失预测结果, 分别采取不同的水土保持措施。根据预测结果可以看出, 本项目道路工程区、互通工程区、弃渣场区是新增水土流失的主要来源。因此, 应将该区域作为本项目水土流失的防治重点, 做好相应的防护措施; 其它各临时工程区也要采取必要的防护措施, 并在场地使用结束后及时进行迹地恢复。

同时, 为防止项目建设新增大量的水土流失, 控制和减少可能造成水土流失及危害, 应加强水土流失监测工作。对道路工程区、桥涵工程区、隧道工程区、互通工程区、辅助设施区、改移工程区、弃渣场区、施工场地区和施工道路区应分期(施工准备期、施工期和自然恢复期)进行水土流失监测。其中道路工程区、互通工程区和弃渣场区是水土保持监测的重点部位, 施工期是水土保持监测的重点时段。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用和管辖的区域。

本工程项目水土流失防治责任范围为永久征地及临时占地范围，共计 354.43hm²，包括永久占地 240.57hm² 和临时占地 113.86hm²。

5.1.2 防治分区

5.1.2.1 分区目的、原则

（1）分区目的：合理布设措施，分区进行典型设计，计算工程量。

（2）分区依据：根据现场实地调查勘测成果，在确定的防治责任范围内，依据主体工程布局、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。

（3）分区原则：

本方案防治分区根据项目区的气候特点、地形地貌类型、新增水土流失的特点及项目主体工程布局及建设时序进行划分。分区的划定遵循以下原则：

- ①分区内气象水文、地形地貌特征、土壤植被等生态特征具有相似性；
- ②分区与地方水土保持规划中水土流失防治分区的划分相协调和一致；
- ③分区内主体工程建设时序以及工程建设新增水土流失特点相似。

5.1.2.2 防治分区

本工程由主体工程及施工临时工程组成，主体工程包括路基、桥涵、隧道、互通工程、辅助设施、改移道路等；施工临时工程包括弃渣场、施工场地和施工道路等。

路线经过区域属于丘陵和低山地貌，按照水土流失防治责任范围内工程扰动破坏方式、新增水土流失类型和形式相近的原则，将防治责任范围划分为道路工程区、桥涵工程区、隧道工程区、互通工程区、辅助设施区、改移工程区、弃渣场区、施工场地区和施工道路区 9 个防治区进行水土流失防治措施布设。根据以上分析，本工程水土流失防治区分区结果详见表 5.1-1。

表 5.1-1 水土流失防治分区表 单位: hm^2

防治分区	占地面积 (hm^2)	备注
道路工程区	90.84	15.398km 路基
桥涵工程区	34.14	10192m/24 座桥梁
隧道工程区	1.88	8486m/2 座隧道
互通工程区	75.33	5 处互通式立交 (其中 1 处预留)
辅助设施区	17.47	服务区 1 处、收费站 3 处、管理分中心及养护中心 1 处、隧道管理站 1 处
改移工程区	20.91	改移道路 11621.36m
弃渣场区	71.07	18 个弃渣场
施工场地区	13.93	7 处, 其中新增占地 6 处
施工道路区	28.86	新建 33.71km, 原路整修 10.68km
合计	354.43	

5.2 措施总体布局

根据水土流失防治分区和对本项目已有水土保持工作的分析、评价,在主体工程已有水土保持措施基础上,明确防治目标,针对主体工程未考虑的地方进行补充设计,结合工程实际和项目区水土流失特点,因地制宜,因害设防,提出总体防治思路,明确综合防治措施体系,工程措施、植物措施以及临时措施有机结合并新增部分水土保持措施。

5.2.1 措施布设原则

(1) 因地制宜、因害设防。充分考虑项目区地形、植被等因素和工程建设特性,针对水土流失产生的特性进行措施布设。植物措施所用树(草)种优先采用乡土物种,以提高植被成活率和适应性。

(2) 总体设计、全面布局。对工程建设的全部区域、全过程进行措施设计,做到全范围、全时段、全过程的水土流失防治。

(3) 科学配置、综合防治。采取工程措施、植物措施相结合,永久措施与临时措施相结合的方式综合治理。

(4) 重点区域重点防治。针对水土流失的重点区域采用重点防护措施,如弃渣场、施工便道等。

(5) 与主体工程相协调。各项措施的布设应与主体工程设计功能以及主体工程设计的水土保持措施相协调一致。

(6) 与周边环境相协调。结合本项目区周边环境,在保证防治效果的基础

上优先采用植物措施，适地适树、适地适草，保护项目区自然生态环境。

(7) 分区防治原则。本方案各项防治措施的布设按照防治分区进行布设。

5.2.2 水土流失防治总体布局及措施体系

项目区水土保持措施总体布局以工程措施为主，植物措施和临时工程为辅，工程措施、植物措施和临时工程有机结合，点、线、面上水土流失治理相互辅佐。充分发挥工程措施和临时措施控制性和时效性，保证在短时期内遏制或减少水土流失，再利用植物措施的蓄水保土，保护新生地表，实现有效防治水土流失、绿化美化周边环境的目的。

按照所划分的水土流失防治分区，在分析评价主体工程设计中具有水土保持功能工程的基础上，重点完成弃渣场、道路工程区等的水土流失防治，并补充完善各个防治分区在施工建设过程中的各项临时防护措施；植物措施的实施以当地适生林草品种为主，紧密结合当地水土保持防治经验，以形成完整的、科学的水土流失防治措施体系，达到良好的防治效果。

(1) 道路工程区

根据设计文件，主体设计中在路基边坡采用骨架护坡、三维网植草、喷播植草、截排水沟等防护。但受设计阶段制约，未考虑施工期临时措施，水保方案将对此补充施工期临时措施以及表土的剥离与回覆措施。

(2) 桥涵工程区

根据设计文件，主体工程对桥梁桥台两侧边坡采用骨架护坡和排水沟，桥台防护及桥面截排水沟与天然水系顺接（防护和排水等工程措施全部计入路基工程防治区中）。受设计阶段制约，主体设计未考虑桥梁绿化措施、临时措施，因此水保方案将对此进行补充。

(3) 隧道工程区

根据设计文件，主体设计中在隧道洞口采用骨架护坡、截排水沟等防护。水保方案将补充施工期临时措施等。

(4) 互通工程区

根据设计文件，主体设计中在互通挖填边坡采用骨架护坡或植草护坡进行防护，并设置完善的排水设施，平坦区域采用乔灌草结合的方式进行绿化、美化。但受设计阶段制约，未考虑施工期临时措施，水保方案将对此补充施工期临时措

施，以及表土的剥离与回覆、临时堆存表土的防护等措施。

(5) 辅助设施区

根据设计文件，主体设计中在辅助设施区挖填边坡采用骨架护坡或植草护坡进行防护，并设置完善的排水设施，除硬化地表区域外，其余区域均采用绿化措施。但受设计阶段制约，未考虑施工期临时措施，水保方案将对此补充施工期临时措施，以及表土的剥离与回覆、临时堆存表土的防护等措施。

(6) 改移工程区

根据设计文件，主体设计对改移工程区布设了排水设施，但未考虑施工期临时措施，水保方案将对此补充施工期临时措施，以及表土的剥离保护措施。

(7) 弃渣场区

弃渣场区缺乏必要的防护、恢复措施设计以及弃渣临时堆放、表土临时防护设计，水保方案将补充相应的临时措施、工程挡防排水措施、绿化措施。

(8) 施工场地区

施工场地区缺乏必要的防护与恢复措施设计以及临时防护设计，水保方案将补充相应的临时措施、排水措施、恢复措施。

(9) 施工道路区

施工道路区缺乏防护措施设计，水保方案将补充相应的排水措施、恢复措施。

本项目的水土流失防治体系总体布局详见表 5.2-1，防治体系框图见图 5.2-1。

表 5.2-1 水土流失防治体系总体布局

防治分区	措施类型	项目及部位	措施名称	备注
道路工程区	工程措施	路基排水	边沟、截排水沟、急流槽、沉沙池	主体已有
		路基边坡	骨架护坡	主体已有
		路基	表土剥离、表土回覆	方案新增
		中央分隔带	土地整治	方案新增
	植物措施	路基边坡	喷播植草、挂三维网植草、骨架护坡植草	主体已有
		中央分隔带	灌草景观绿化	主体已有
	临时措施	路基边坡	密目网苫盖、土袋拦挡	方案新增
路基排水		临时排水沟、临时沉沙池	方案新增	
裸露地表		密目网苫盖	方案新增	
桥涵工程区	工程措施	旱桥桥下	土地整治	方案新增
	植物措施	旱桥桥下	灌草绿化	方案新增
	临时措施	旱桥桥下	密目网苫盖	方案新增
		桥墩施工	泥浆沉淀池、临时排水沟	方案新增
隧道工程区	工程措施	洞口	骨架护坡	主体已有
		洞口	截排水沟、沉沙池	主体已有
		洞口	表土回覆	方案新增
	植物措施	洞口	骨架护坡植草	主体已有
	临时措施	洞口	临时排水沟、临时沉沙池、密目网苫盖	方案新增
互通工程区	工程措施	路基边坡	骨架护坡	主体已有
		路基排水	边沟、截排水沟、急流槽、沉沙池	主体已有
		占地区域	表土剥离、表土回覆、土地整治	方案新增
	植物措施	路基边坡	喷播植草、挂三维网植草、骨架护坡植草	主体已有
		场地平整区域	乔灌草景观绿化	主体已有
		表土临时堆放场	撒草绿化	方案新增
	临时措施	占地区域	临时排水沟、临时沉沙池、密目网苫盖	方案新增
表土临时堆放场		土袋拦挡、密目网苫盖、土质排水沟、土质沉沙池	方案新增	
辅助设施区	工程措施	挖填边坡	骨架护坡	主体已有
		占地区域	截排水沟、沉沙池	主体已有
		占地区域	表土剥离、表土回覆、土地整治	方案新增
	植物措施	挖填边坡	骨架护坡植草	主体已有
		场地平整区域	乔灌草景观绿化	主体已有
		表土临时堆放场	撒草绿化	方案新增
	临时措施	占地区域	临时排水沟、临时沉沙池、密目网苫盖	方案新增
表土临时堆放场		土袋拦挡、密目网苫盖、土质排水沟、土质沉沙池	方案新增	
改移工程区	工程措施	路基排水	排水沟	主体已有
		占地区域	表土剥离	方案新增
	临时措施	路基排水	临时排水沟、临时沉沙池	方案新增
		裸露地表	密目网苫盖	方案新增
弃渣场区	工程措施	占地区域	表土剥离、表土回覆、土地整治	方案新增
		渣体坡脚	挡渣墙	方案新增
		上游沟口	拦洪坝	方案新增
		渣体排水	截排水沟、盲沟、沉沙池	方案新增
	植物措施	渣体坡面	撒草绿化	方案新增
		渣体顶面	复垦绿化	方案新增
		表土临时堆放场	撒草绿化	方案新增
临时措施	渣体坡面	密目网遮盖	方案新增	

水土保持措施

		表土临时堆放场	土袋拦挡、密目网苫盖、土质排水沟、土质沉沙池	方案新增
施工场地区	工程措施	占地范围	表土剥离、表土回覆、土地整治	方案新增
	植物措施	占地范围	灌草绿化	方案新增
		表土临时堆放场	撒草绿化	方案新增
	临时措施	材料堆放场	土工布遮盖	方案新增
		施工场地内	临时排水沟、临时沉沙池	方案新增
		表土临时堆放场	土袋拦挡、密目网苫盖、土质排水沟、土质沉沙池	方案新增
施工道路区	工程措施	新建施工道路	表土剥离、表土回覆、土地整治	方案新增
		改建施工道路	排水沟、沉沙池	方案新增
	植物措施	路基边坡	喷播植草、撒草绿化	方案新增
		新建施工道路	灌草绿化	方案新增
		表土临时堆放场	撒草绿化	方案新增
	临时措施	路基排水	临时排水沟、临时沉沙池	方案新增
		表土临时堆放场	土袋拦挡、密目网苫盖、土质排水沟、土质沉沙池	方案新增



注：“*”表示主体工程已计列水土保持工程

图 5.2-1 水土流失防治体系框图

5.3 分区措施布设

5.3.1 水土保持工程等级与设计标准

1、工程措施标准

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）中规定，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，截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。

本项目截排水工程级别采用5年一遇短历时暴雨标准设计。本项目弃渣场级别为4级~5级，挡渣墙工程建筑物级别对应采用4级。弃渣场防护工程设计标准详见表5.3-1。

表5.3-1 弃渣场级别及防护工程设计标准一览表

渣场编号	桩号	弃渣量 (万 m ³)	最大堆 渣高度 (m)	渣场 级别	渣场 类型	渣场失事对主 体工程或环境 造成的危害程 度	拦挡工程建筑物级别				防洪标准 [重现期 (年)]	截、排水工程 标准
							挡渣墙工程		排洪工程			
							规 范 值	调 整 后	规 范 值	调 整 后		
1#	K0+800	16.18	13	5	坡地型	无危害	5	4				5年一遇 10min短历时
2#	K0+800	38.26	42	4	沟道型	较轻	5	4	4	3	50	
3#	K4+200	27.29	19	5	坡地型	无危害	5	4				
4#	K4+000	13.04	10	5	坡地型	无危害	5	4				
5#	K8+900	39.14	33	4	沟道型	较轻	5	4	4	3	50	
6#	K8+900	35.75	18	5	坡地型	无危害	5	4				
7#	K7+800	46.68	16	5	坡地型	无危害	5	4				
8#	K18+400	39.17	22	4	坡地型	较轻	5	4				
9#	K18+400	43.26	16	5	沟道型	无危害	5	4	5	4	30	
10#	K18+600	56.99	19	4	坡地型	无危害	5	4				
11#	K20+500	88.45	24	4	坡地型	较轻	5	4				
12#	K20+700	59.47	20	4	坡地型	较轻	5	4				
13#	K22+600	62.37	25	4	坡地型	较轻	5	4				
14#	K24+300	54.34	31	4	坡地型	较轻	5	4				
15#	K25+400	50.55	37	4	沟道型	较轻	5	4	4	3	50	
16#	K26+800	41.36	23	4	坡地型	较轻	5	4				
17#	K32+100	49.75	28	4	坡地型	较轻	5	4				
18#	K32+100	41.04	25	4	坡地型	较轻	5	4				

2、植物措施标准

本项目水土保持工程设计标准根据《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）确定。互通工程和辅助设施的植被恢复与建设工程等级为1级，设计标准按照园林绿化工程标准设计；路基工程边坡生态防护及路侧绿化采用2级

标准，在生态公益林标准基础上适当提高；桥梁工程、弃渣场、施工场地、施工道路的植被恢复与建设工程等级为3级，设计标准按照生态公益林绿化标准执行，详见表5.3-2。

表 5.3-2 水土保持措施级别及设计标准

措施类型	工程名称	防治分区	执行级别	设计标准
植物措施	林草植被工程	互通工程区	1	根据景观、游憩、环境保护和生态防护等多种功能的要求，执行工程所在地区园林绿化工程标准
		辅助设施区		
		道路工程区	2	根据生态防护和环境保护要求，按生态公益林标准执行
		弃渣场区	3	
		施工场地地区	3	
		施工道路区	3	

根据对当地适生物种的调查，为满足防治水土流失、恢复项目区绿化和美化环境要求，本着“安全、舒适、美观、生态”原则，根据项目区立地条件和沿线气候特点，选择适生能力强、生长速度快、栽培和养护容易的优良树草种，对沿线路基边坡、路侧绿化带等采用由圬工防护以及乔灌草为一体的防护措施，对边坡进行综合处置。具体的绿化美化物种选择详见表 5.3-3。

表 5.3-3 项目区适生植物特性表

植物名称	形态特性及生长习性	栽植区域
乔木	杜英 杜英科杜英属常绿乔木，高5~15m，喜温暖潮湿环境，耐寒性稍差，海拔2000m以下均可生长。稍耐阴，根系发达，萌芽力强，耐修剪。喜排水良好、湿润、肥沃的酸性土壤。速生树种，枝叶繁茂，材质好，适应性强，病虫害少。花期6~7月，花白色；深秋季节，树叶转绯红色，景观效果好。	路基路侧
	刺槐 又名洋槐，豆科落叶乔木，高10~25m。在年平均气温8℃~14℃、年降雨量500~900mm的地方生长良好。喜光，喜土层深厚、肥沃、疏松、湿润的壤土，抗风性差，萌芽力和根蘖性都很强。	路基路侧
	紫薇 落叶灌木或小乔木，高可达7m。树型优美，树干光滑，花色艳丽，花期6~9月，花期长。喜暖湿气候，喜光，略耐阴，喜肥，尤喜深厚肥沃的砂质壤土，耐干旱，能抗寒，萌蘖性强。具有较强的抗污染能力，对二氧化硫、氟化氢及氯气的抗性较强。	路基路侧 中央分隔带 互通工程区 辅助设施区
	鸡爪槭 槭树科槭属落叶小乔木；树冠伞形。每年花果期5~9月，花、果紫色。鸡爪槭喜分布于北纬30-40度地区，喜欢阳光，忌西射，西射会焦叶。较耐阴，在高大树木庇荫下长势良好。对二氧化硫和烟尘抗性较强。其叶形美观，入秋后转为鲜红色，色艳如花，灿烂如霞，为优良的观叶树种。	路基路侧 互通工程区 辅助设施区
	银杏 银杏科、银杏属落叶乔木，高可达40m，胸径可达4m，树形美观，是常用行道树、庭院景观植物。叶扇形，秋季落叶前变为黄色。银杏为喜光树种，深根性，对气候、土壤的适应性较宽，但生长较为缓慢。	互通工程区
	垂丝海棠 蔷薇科苹果属落叶小乔木，最高可达5m，树形多样，叶茂花繁，可装点园林。每年花期3-4月，花粉红色，果期9-10月。喜温暖湿润环境，适生于阳	互通工程区

植物名称	形态特性及生长习性	栽植区域	
	光充足、背风之处，不耐阴，也不甚耐寒。土壤要求不严，容易栽培。		
白玉兰	白玉兰是中国有名的观赏树种，有2500多年的栽培历史，是木兰科常绿乔木，高可达17m。枝广展，呈阔伞形树冠，树形优美。每年花期4-9月，夏季盛开，花白色，通常不结实。白玉兰适应性较广，长江流域各省均可栽植，生长迅速，枝繁叶茂，对土壤肥力要求较高。	互通工程区 辅助设施区	
天竺桂	樟科常绿乔木，高10~15m，枝叶有香气，每年花期4-5月，果期7-9月。喜温暖湿润气候及排水良好的微酸性土壤，忌积水。对臭氧、二氧化硫的抗性较强。	互通工程区 辅助设施区	
紫叶李	蔷薇科李属落叶小乔木，喜阳光、温暖湿润气候，有一定的抗旱能力。对土壤适应性强，不耐干旱，较耐水湿，但在肥沃、深厚、排水良好的黏质中性、酸性土壤中生长良好，不耐碱。以沙砾土为好，粘质土亦能生长，根系较浅，萌生力较强。	中央分隔带 互通工程区 辅助设施区	
金合欢	豆科落叶乔木，喜温暖湿润和阳光充足环境，对气候和土壤适应性强，生长迅速。每年6-7月有粉红色花序。性喜光，喜温暖，耐寒、耐旱、耐土壤瘠薄及轻度盐碱，对二氧化硫、氯化氢等有害气体有较强的抗性。	路基路侧 临时工程区	
乔木	侧柏	常绿乔木，高达20余m。适应性强，对土壤要求不严，在酸性、中性、石灰性和轻盐碱土壤中均可生长。耐干旱瘠薄，喜光，喜湿润肥沃排水良好的钙质土壤，浅根性，但侧根发达，萌芽性强、耐修剪、寿命长，抗烟尘、二氧化硫、氯化氢等有害气体，多分布于山地及丘陵坡地的下部、坡麓。	临时工程区
	红叶石楠	常绿小乔木或灌木，喜温暖潮湿的生长环境，在阳光照射下，红色叶片色彩更为鲜艳。具有极强的抗阴能力和抗干旱能力，抗盐碱性较好，耐修剪，对土壤要求不严格，适宜生长于各种土壤中，对气候、气温的要求比较宽松，易移植。	中央分隔带 互通工程区 辅助设施区
	红花继木	金缕梅科、继木属常绿灌木或小乔木。喜光，稍耐阴，喜温暖，耐寒冷，耐旱，适应性强，萌芽力和发枝力强，耐修剪。耐瘠薄，但适宜在肥沃、湿润的微酸性土壤中生长。光照充足时叶片呈暗红色，阴处叶色易变绿，花期4~5月/9-10月，花期长，花紫红色。	互通工程区 辅助设施区
	法国冬青	忍冬科荚蒾属常绿灌木或小乔木，最高可达10m左右。树冠倒卵形，枝干挺直；叶对生，表面暗绿色，常年苍翠欲滴；每年花期5-6月，花白色，圆锥花序；果熟期9-10月。喜温暖湿润性气候，喜光耐阴，长江中下游流域常见。根系发达，萌芽力强，耐修剪，易整形，是一种理想的园林绿化树种。	中央分隔带
灌木	紫穗槐	豆科落叶灌木，高1-4m，树形美观，每年花、果期5-10月，花紫色，穗状花序。喜欢干冷气候，耐干旱能力也很强，又能固氮。对光线要求充足，对土壤要求不严。	路基路侧
	贴梗海棠	蔷薇科木瓜属落叶灌木，高达2m。其枝秆丛生，枝上有刺；叶片卵形至椭圆形；花2~6朵簇生于二年生枝上，花期4月，花色多，红色、粉色、白色，其花朵鲜润丰腴、绚烂耀目，是庭园中主要春季花木之一；果球形至卵形，直径3-5cm，果期10月。喜光，有一定耐寒能力，对土壤要求不严。	中央分隔带
	金叶女贞	木犀科女贞属落叶灌木，喜光，而耐阴性较差，耐寒力中等，适应性较强，喜疏松肥沃、通透性良好的沙壤土。性强健，耐修剪，萌发力强。叶子为金黄色，花银白色，颜色艳丽，常用于庭院及道路绿化。	中央分隔带
	金边黄杨	黄杨科常绿灌木，喜温暖湿润和阳光充足环境，较耐寒，耐干旱和半阴，	互通工程区

植物名称	形态特性及生长习性	栽植区域	
	要求疏松、肥沃和排水良好的沙壤土。树形优美，耐修剪，常用庭院绿化植物。	辅助设施区	
毛叶丁香	木犀科丁香属常绿灌木，叶小而密，每年花期6-7月，花淡紫色，喜阳性，耐旱，较耐寒，耐瘠薄，对土壤要求不严，生长较快，耐修剪，是常用庭院绿化植物。	中央分隔带 互通工程区 辅助设施区	
黄花槐	豆科、槐属草本或亚灌木，高不足1m。茎、枝、叶轴和花序密被金黄色或锈色茸毛。羽状复叶；每年夏季开花，花黄色，花色艳，总状花序顶生；秋冬季节结果，荚果串珠状。喜阳光充足、排水良好的地方，对土壤肥力要求不高，其适应性和抗性强，生长旺，是优良的园林绿化树种。	临时工程区	
黄荆	马鞭草科落叶灌木或小乔木，高达6m，枝叶有香气。适应性很强，萌芽能力强，生长迅速，常见于山坡、路旁，耐干旱瘠薄土壤，对土壤无特殊要求，均可栽植。	临时工程区	
马桑	马桑科马桑属落叶灌木。喜光性强，在裸露的阳坡上生长良好。适应性强，既耐干旱瘠薄又耐水湿，适生区年均温13~20℃，在40℃以上高温和-10℃左右的低温下，仍能正常生长。忌长期积水。除酸性较强的红壤外，其他土壤均可，尤以钙质紫色土生长最好。	临时工程区	
草本	黑麦草	禾本科多年生草本，喜温凉湿润气候，耐寒耐热性均差，不耐阴，不耐旱，尤其夏季高热、干旱更为不利。对土壤要求比较严格，喜肥不耐瘠。	所有绿化区域
	狗牙根	禾本科多年生草本。喜热而不耐寒，适应的土壤范围极广，从沙土到重粘土各种土壤均能生长，但以湿润、排水良好的中等粘重土生长最好。在一般情况下，具有强大的营养繁殖能力和竞争能力。	所有绿化区域
	白三叶草	豆科多年生草本。喜温暖湿润气候，生长适温20-25℃，低于-15℃即死亡，35℃以上有夏枯现象。不耐干旱，能耐半荫，耐瘠薄土壤，适宜疏松肥沃、排水良好的砂质壤土或壤土。	所有绿化区域
	紫花苜蓿	豆科多年生草本，喜欢温暖和半湿润到半干旱的气候，在降水量较少的地区，也能忍耐干旱，适应性广。抗寒性较强，高温潮湿气候则生长不良。根系发达，可做饲料，亦可做绿化观赏。	所有绿化区域
	高羊茅	禾本科多年生地被植物，性喜寒冷潮湿、温暖的气候，在肥沃、潮湿、富含有机质、pH值为4.7~8.5的细壤土中生长良好。不耐高温；喜光，耐半阴，对肥料反应敏感，抗逆性强，耐酸、耐瘠薄，抗病性强。	所有绿化区域

5.3.2 道路工程区

根据防治措施总体布局，道路工程区已有水土保持措施较完善，包括骨架综合护坡、直接喷播植草、挂三维网植草、中央分隔带灌草绿化、路基排水等，需补充的措施主要是施工前的表土剥离措施、施工期临时排水、临时拦挡、临时苫盖措施以及绿化措施实施前的覆土措施。道路工程区防治措施布置如下：

1、工程措施

1) 骨架护坡（主体已有）

对于边坡防护，本项目主体设计主要采用骨架护坡、挡土墙等防护型式，材

料为C20砼等，在路基边坡、桥梁桥台边坡等处进行布设，用于减轻边坡受降水、路面水、坡面汇水的冲刷，并通过泄水槽及坡面绿化来加强防护效果。经统计，本项目路基工程设置骨架护坡 46.82hm^2 ，C20砼 2.81万m^3 。

2) 截排水工程（主体已有）

本项目路基工程排水系统包括边沟、截水沟、排水沟、急流槽、沉沙池等排水设施，各排水设施须联通、顺畅，最后接引至自然沟渠内。

主体设计对边沟和排水沟采用矩形断面 $50\text{cm}\times 70\text{cm}$ ，衬砌厚度 30cm ；埝顶截水沟采用半矩形断面 $30\text{cm}\times 40\text{cm}$ ，靠边坡一侧随边坡坡度，衬砌厚度 25cm ；沉沙池一般采用长 \times 宽 \times 高= $120\text{cm}\times 100\text{cm}\times 60\text{cm}$ ，C20 现浇混凝土砌筑，衬砌厚度 40cm 。边沟、排水沟下游与沉沙池连接，经沉淀后的排水与附近天然沟渠连接；地形坡度较陡路段可经急流槽（含效能坎、消力池）效能、防冲处理后再与沉沙池连接。经统计，本项目路基工程设置各类型截排水工程 12.281km ，C20 砼 7.77万m^3 。

3) 表土剥离（方案新增）

为保护、利用工程区表土资源，在施工准备阶段需对道路工程区进行表土剥离，表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主，人工挖掘为辅的方式。剥离的表土运至邻近互通工程区设置的表土临时堆场进行堆放。经初步估算，道路工程区可剥离面积为 67.73hm^2 ，剥离厚度按耕地剥离 30cm 、林地剥离 20cm ，道路工程区需剥离表土 17.01万m^3 。

4) 表土回覆（方案新增）

绿化施工前进行表土回覆。道路工程区覆土包括路基边坡绿化覆土（骨架护坡）和中央分隔带绿化覆土。骨架护坡覆土面积为 35.58hm^2 ，覆土厚度按 20cm ，共需覆土 7.12万m^3 。中央分隔带绿化覆土面积 1.54万hm^2 ，覆土厚度按 40cm ，共需覆土 0.62万m^3 。道路工程区绿化覆土总计 7.74万m^3 ，覆土来源为前期剥离的表土。

5) 土地整治（方案新增）

植物措施实施前对中央分隔带绿化区域进行土地整治，对场地进行平整、翻挖，清除混凝土块等，保证后续绿化措施实施，共整地 1.54hm^2 。

2、植物措施

1) 边坡绿化（主体已有）

路基边坡采用直接喷播植草、挂三维网植草、骨架护坡内植草绿化。经统计，本项目设置直接喷播植草 1.40hm^2 ，挂三维网植草 2.09hm^2 ，骨架护坡内植草 35.58hm^2 。草种选择狗牙根、高羊茅、白三叶等物种混播，草籽密度不低于 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，保证边坡绿化效果。

2) 中央分隔带绿化（主体已有）

中央分隔带绿化从防眩功能、减少中分带水土流失等目的出发，在中央分隔带内栽植宽度为 1m 的易整形常青灌木及植草绿化。为了尽快达到绿化和水土保持效果，灌木可选用慈竹、马桑、黄荆、海桐、火棘、法国冬青、红叶李、小叶黄杨、红叶石楠等树种，栽植密度为 4000 株/ hm^2 ；草籽可选用狗牙根、高羊茅、白三叶等混播，草籽撒播密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。中央分隔带灌草绿化面积 1.54hm^2 ，经估算，需栽植灌木 0.62 万株，需撒播草籽 154kg 。

3、临时措施

1) 土袋拦挡（方案新增）

受地形条件及地层岩性影响，本项目存在个别挖填高度较大的路段，虽然主体工程设计了挡土墙、骨架护坡、锚杆等防治措施，但路基开挖和填筑边坡，土质松散，容易顺坡滚落造成对沿线环境的影响。为了减少土石下落带来的水土流失，本方案在挖方边坡设装土草袋，具体做法为：把挖方中的土方装袋，铺设在路基挖方边坡排水沟的临坡侧作临时挡护；施工结束后，对临时挡护区域进行清理，将装土草袋和拦挡下来的土石方一并清运至弃渣场。装土草袋临时挡墙高度拟定为 0.8m 、宽 0.5m 。经初步估算，道路工程区需布置土袋拦挡 3739m ，土袋工程量 1234m^3 。

2) 密目网苫盖（方案新增）

由于土石方工程可能持续施工到夏秋雨季，因此应考虑到降雨和径流对尚未完成防护的边坡、裸露地表形成冲刷，故采用密目网对未及时完成防护的边坡、裸露地表进行临时覆盖。根据四川省一般公路建设经验，丘陵、山区公路平均边坡面积为 $0.6 \sim 1.2$ 万 m^2/km （平原区取最低值的 80% ），按 30% 路基边坡需进行雨季临时覆盖估算。经初步估算，道路工程区需布置密目网苫盖 9.20hm^2 。

3) 临时排水措施（方案新增）

虽然主体工程已在路堤及路堑两侧设置了排水沟或边沟，在挖方边坡外侧布置了截水沟，但这些排水设施都是在工程即将完工时才能使用。为防治施工期间

的水土流失，本方案拟设置临时截排水沟和沉沙池，完善施工时的排水系统。

临时截排水沟和沉沙池的设置应与主体工程协调一致，做到永临结合。即尽量在主体工程布设排水设施的区域进行，避免重复建设。考虑到这些排水措施使用时段短，且为临时措施，故临时截排水沟和沉沙池采用夯实土形式，周边铺垫土工布，其尺寸大小与主体工程一致。在主体工程后期施工时，将夯实土的截排水设施改造成C20混凝土的即可。经初步估算，方案新增临时排水措施12.281km，挖土方0.43万m³，铺垫土工布3.56hm²。

4、管理措施

有效地控制施工期水土流失，使主体工程设计中具有水土保持功能的措施充分发挥其作用关键在于施工。施工方法的正确与否，是影响公路工程建设水土流失的重要因素，必须采取科学的管理模式，从招投标、监理、合同管理等多方面入手，严格控制施工组织设计，确保施工工艺合理，防治公路施工建设影响范围内的水土流失。据此，方案中提出以下管理措施：

1) 土石方开挖应尽量避免雨季施工，并在雨季到来之前做好边坡防护及排水设施，并及时将弃渣运至弃渣场，禁止就地弃渣。

2) 控制土石方工程的施工周期，尽可能减少疏松土壤的裸露时间。

3) 开挖边坡的砌筑工程，在达到设计稳定边坡后及时护砌，同时做好坡面、坡脚排水系统，做到施工一段，砌筑加固防护一段。

4) 排水沟和沉砂池应定期清理，保障施工区域排水畅通，清理出的泥沙运往弃渣场进行掩埋堆弃。

道路工程区水土保持措施工程量汇总见表5.3-4。

表 5.3-4 道路工程区水土保持措施工程量表

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
一	工程措施					
1	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	2.81	2.81	
2	排水工程	C20 混凝土	万 m ³	7.77	7.77	
3	表土剥离		万 m ³	17.01		17.01
4	表土回覆		万 m ³	7.74		7.74
5	土地整治		hm ²	1.54		1.54
二	植物措施					

1	边坡绿化	喷播植草	hm ²	1.40	1.40	
		三维网植草	hm ²	2.09	2.09	
		骨架护坡植草	hm ²	35.58	35.58	
2	中央分隔带绿化	绿化面积	hm ²	1.54	1.54	
		栽植灌木	万株	0.62	0.62	
		撒播草籽	kg	154	154	
三	临时措施					
1	路基边坡	土袋拦挡	长度	m	3739	3739
			工程量	m ³	1234	1234
2	临时排水	长度	km	12.281	12.281	
		挖土方	万 m ³	0.43	0.43	
		土工布	hm ²	3.56	3.56	
3	密目网苫盖		hm ²	9.20	9.20	

注：由于主体设计将桥台锥坡防护、排水工程量一并计入路基工程，故上表中工程防护和排水措施包含路基边坡、桥台锥坡2个部位的总数量。

5.3.3 桥涵工程区

本项目设有特大桥2736m/2座，大桥7456m/22座，桥梁占路线长度的29.91%。根据主体设计资料，桥梁工程中桥台锥坡区域的工程防护、排水等措施已纳入道路工程一并计列，因此不再重复计列其防护排水工程措施的数量。本方案补充桥涵工程区绿化和临时措施。

1、工程措施

1) 土地整治（方案新增）

桥梁的施工主要为桥墩施工，占地比较小，桥梁工程占地区域主要为未扰动区域，即使桥底地表被施工临时占压，施工结束后可直接通过土地整治，表层土翻松即可进行迹地恢复或植被补植。为保证后续绿化措施实施，本方案新增早桥桥下进行土地整治措施，整地面积 12.47hm²。

2、植物措施

1) 灌草绿化（方案新增）

本项目桥梁工程早桥部分占地 12.47hm²，部分现状植被稀疏，部分在桥梁施工过程中被局部扰动或破坏，从水土保持及绿化美化公路的角度出发，本方案考虑对早桥桥下施工扰动区域进行土地整治后栽种灌木和混播草籽方式绿化。绿化灌木选用黄荆、火棘等树种，草籽选择高羊茅、狗牙根等草籽混播。灌木栽植密度为 4000 株/hm²，草种播种密度为 100kg/hm²，植物绿化面积按早桥占地面积

的 80% 计列。经初步估算，本项目桥梁工程灌草绿化面积为 9.98hm^2 ，栽植灌木 3.99 万株，撒播草籽 998kg。

3、临时措施

1) 泥浆沉淀池、临时排水沟（方案新增）

桥梁施工中桥墩桩基施工会产生泥浆，需对泥浆进行沉淀、疏干后运至指定地点，因此，本方案拟在桥梁两岸或桥下布设泥浆沉淀池进行处理，经沉淀池沉淀后的泥浆虑干、晒干后运往附近弃渣场集中堆放，该部分弃渣量已纳入项目土石方平衡分析。根据桥墩宽度、涉水墩数量、施工时间，初步确定泥浆沉淀池大小为上底长 \times 宽=4.0 \times 2.0，下底长 \times 宽=2.5 \times 0.5，池深 1.5m，内坡比 1:0.5，出水端设 0.4 \times 0.4（底宽 \times 高，内坡比 1:0.5）梯形排水沟与附近河道（或自然沟渠）相连，沉淀池及排水沟均采用夯实土形式，内衬土工布，沉沙池及排水沟开挖土石方可作为沉沙池顶挡坎，在施工结束后，将挡坎回填至沉沙池内，恢复场地平整。经初步估算，桥涵工程区设置泥浆沉淀池 17 个，临时排水沟 6471m，挖土方 0.23 万 m^3 ，铺垫土工布 1.66hm^2 。

2) 密目网苫盖（方案新增）

由于施工期跨越雨季，因此应考虑到降雨和径流对扰动破坏区域形成冲刷，故采用密目网对未完成施工的区域进行临时覆盖。经初步估算，桥涵工程区需布置密目网苫盖 3.75hm^2 。

4、管理措施

水土保持方案对桥涵工程施工期水土流失防治提出相关的水土保持要求：

- 1) 桥梁基础施工时应注意对开挖土石方的收集，并将其运至指定的弃渣场；
- 2) 桥梁的基础施工应在枯水期内完成，在雨季来临前将施工区域内的废方和垃圾清除干净，防止进入溪沟造成水土流失。

- 3) 对于涉水桥墩，施工围堰拆除后应及时运送至弃渣场堆放。

桥涵工程区水土保持措施工程量汇总见表 5.3-5。

表 5.3-5 桥涵工程区水土保持措施工程量表

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
一	工程措施					
1	土地整治		hm ²	12.47		12.47
二	植物措施					
1	绿化面积		hm ²	9.98		9.98
2	栽植灌木		万株	3.99		3.99
3	撒播草籽		kg	998		998
三	临时措施					
1	泥浆沉淀池	数量	个	17		17
		挖土方	万 m ³	0.02		0.02
		土工布	hm ²	0.05		0.05
2	临时排水沟	长度	km	6.471		6.471
		挖土方	万 m ³	0.21		0.21
		土工布	hm ²	1.61		1.61
3	密目网苫盖		hm ²	3.75		3.75

5.3.4 隧道工程区

本项目共设隧道 8486m/2 座，全部为特长隧道，占路线总长的 24.90%。根据主体设计，隧道洞口采取骨架综合护坡、布设截排水沟。本方案新增隧道工程区表土回覆措施以及施工期临时排水措施。

1、工程措施

1) 骨架护坡（主体已有）

洞口软质岩石边坡或土质边坡开挖一般按 1:0.75 边坡进行放坡，并设置 C20 砼拱形护坡进行防护。经初步估算，本项目隧道工程区需设置骨架护坡 0.74hm²，C20 砼 0.05 万 m³。

2) 截排水工程（主体已有）

为截流上游山坡汇水，防治山坡汇水对隧道洞门的冲刷，洞门墙后侧设截排水沟，并沿洞门墙侧急流槽引至路边沟，经路基排水系统消能、沉淀后接引至自然沟渠内。隧道工程区截排水沟尺寸与道路工程区相同，经初步估算，需设置各类型截排水工程 0.119km，C20 砼 0.18 万 m³。

3) 表土回覆（方案新增）

绿化措施实施前进行表土回覆。经初步估算，隧道工程区骨架护坡内植草面

积为 0.56hm^2 ，因此绿化覆土面积为 0.56hm^2 ，覆土厚度按 20cm ，共需回覆表土 0.11 万 hm^2 。

2、植物措施

1) 边坡绿化（主体已有）

主体设计隧道洞口采用骨架护坡内植草绿化，经初步估算，骨架护坡内植草绿化面积为 0.56hm^2 。草种选择狗牙根、高羊茅、白三叶等物种混播，草籽密度不低于 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，保证边坡绿化效果。

3、临时措施

1) 密目网苫盖（方案新增）

由于施工期跨越雨季，因此应考虑到降雨和径流对尚未完成防护的边坡形成冲刷，故采用密目网对未及时完成防护的边坡进行临时覆盖。经初步估算，隧道工程区需布置密目网苫盖 0.23hm^2 。

2) 临时排水措施（方案新增）

虽然主体工程已在洞门上游设置了截排水沟，但这些排水设施都是在工程即将完工时才能使用。为防治施工期间的水土流失，本方案拟设置临时截排水沟和沉沙池，完善施工时的排水系统。

临时截排水沟和沉沙池的设置应与主体工程协调一致，做到永临结合。即尽量在主体工程布设排水设施的区域进行，避免重复建设。考虑到这些排水措施使用时段短，且为临时措施，故临时截排水沟和沉沙池采用夯实土形式，周边铺垫土工布，其尺寸大小与主体工程一致。在主体工程后期施工时，将夯实土的截排水设施改造成 $\text{C}20$ 混凝土的即可。经初步估算，新增临时截排水沟 0.119km ，挖土方 0.01 万 m^3 ，铺垫土工布 0.04hm^2 。

4、管理措施

对于隧道工程，水保方案补充以下相关的水土保持管理措施：

(1) 在隧道施工前应先完成对应消纳隧道弃渣的渣场拦挡和排水措施，严格执行“先拦后弃”的原则；

(2) 应对隧道洞口边仰坡开挖面及时采取综合防护措施，隧道洞口在完成防护措施后，及时绿化恢复。

隧道工程区水土保持措施工程量汇总见表 5.3-6。

表 5.3-6 隧道工程区水土保持措施工程量表

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
一	工程措施					
1	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.05	0.05	
2	排水工程	C20 混凝土	万 m ³	0.18	0.18	
3	表土回覆		万 m ³	0.11		0.11
二	植物措施					
1	边坡绿化	骨架护坡植草	hm ²	0.56	0.56	
三	临时措施					
1	临时排水	长度	km	0.119		0.119
		挖土方	万 m ³	0.01		0.01
		土工布	hm ²	0.04		0.04
2	密目网苫盖		hm ²	0.23		0.23

5.3.5 互通工程区

根据防治措施总体布局，互通工程区已有水土保持措施较完善，包括骨架综合护坡、直接喷播植草、挂三维网植草、排水工程等，需补充的措施主要是施工前的表土剥离措施、施工期临时排水、临时苫盖措施、绿化措施实施前的覆土和土地整治措施以及剥离表土临时堆存的防护措施。互通工程区防治措施布置如下：

1、工程措施

1) 骨架护坡（主体已有）

互通工程区边坡防护与路基工程一致，主体设计主要采用骨架护坡、挡土墙等防护型式，材料为C20砼等，在边坡等处进行布设，用于减轻边坡受降水、路面水、坡面汇水的冲刷，并通过泄水槽及坡面绿化来加强防护效果。经统计，互通工程区设置骨架护坡9.28hm²，C20砼0.56万m³。

2) 截排水工程（主体已有）

互通工程区截排水工程包括边沟、截水沟、排水沟、急流槽、沉沙池等排水设施，各排水设施须联通、顺畅，最后接引至自然沟渠内。各截排水设施尺寸与路基工程一致。经统计，互通工程区设置各类型截排水工程2.323km，C20砼1.54万m³。

3) 表土剥离（方案新增）

为保护、利用工程区表土资源，在施工准备阶段需对互通工程区进行表土剥离，表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主，人工挖掘为辅的方式。剥离的表土可利用互通永久占地内设置表土临时堆场堆放。经初步估算，互通工程区可剥离面积为 43.06hm^2 ，剥离厚度按耕地剥离 30cm 、林地剥离 20cm ，互通工程区需剥离表土 11.05万 m^3 。

4) 表土回覆（方案新增）

绿化施工前进行表土回覆。互通工程区覆土包括边坡绿化覆土（骨架护坡）和场地绿化覆土。经初步估算，骨架护坡覆土面积为 7.05hm^2 ，覆土厚度按 20cm ，共需覆土 1.41万 m^3 。场地绿化覆土面积 32.19hm^2 ，覆土厚度按 40cm ，共需覆土 12.88万 m^3 。互通工程区绿化覆土总计 14.29万 m^3 ，覆土来源为前期剥离的表土。

5) 土地整治（方案新增）

植物措施实施前对场地绿化区域进行土地整治，对场地进行平整、翻挖，清除混凝土块等，保证后续绿化措施实施，共整地 32.19hm^2 。

2、植物措施

1) 边坡绿化（主体已有）

边坡绿化采用直接喷播植草、挂三维网植草、骨架护坡内植草绿化。经统计，互通工程区设置直接喷播植草 0.28hm^2 ，挂三维网植草 0.41hm^2 ，骨架护坡内植草 7.05hm^2 。草种选择狗牙根、高羊茅、白三叶等物种混播，草籽密度不低于 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，保证边坡绿化效果。

2) 场地绿化（主体已有）

互通工程区中间的三角区域可结合高速公路景观要求进行绿化、美化。根据主体工程设计，互通工程区采用乔木+灌木+撒草绿化方式，乔木栽植密度按 $2500\text{株}/\text{hm}^2$ ，绿化物种可选择侧柏、桉木、刺槐、白杨、刺桐、红椿、青冈、黄花槐、紫薇、合欢、小叶榕、洋紫荆、龙爪槐等；灌木栽植密度按 $4000\text{株}/\text{hm}^2$ ，绿化物种可选择慈竹、马桑、黄荆、海桐、火棘、法国冬青、红叶李、小叶黄杨、红叶石楠等；撒播草籽密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，绿化物种可选择狗牙根、高羊茅、白三叶等混播。经初步估算，互通工程区场地绿化 32.19hm^2 ，栽植乔木 8.05万株 ，栽植灌木 12.88万株 ，撒播草籽 3219kg 。

3) 表土临时堆场绿化（方案新增）

互通用地红线内布设临时表土堆放场，鉴于本项目施工期较长，为避免表土堆放期间发生崩塌、面侵、沟蚀等水土流失及土壤肥力下降，本水保方案拟在表土堆体表面撒播草籽，草种可选择狗牙根、高羊茅、白三叶等混播，撒播植草面积 10.26hm^2 ，草籽按 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 实施，需草籽 1026kg 。

3、临时措施

1) 密目网苫盖（方案新增）

由于土石方工程可能持续施工到夏秋雨季，因此应考虑到降雨和径流对尚未完成防护的边坡、裸露地表以及剥离表土形成冲刷，故采用密目网对未及时完成防护的边坡、裸露地表和表土土堆进行临时覆盖。经初步估算，互通工程区需布置密目网苫盖 13.04hm^2 。

2) 临时排水措施（方案新增）

虽然主体工程已在路堤及路堑两侧设置了排水沟或边沟，在挖方边坡外侧布置了截水沟，但这些排水设施都是在工程即将完工时才能使用。为防治施工期间的水土流失，本方案拟设置临时截排水沟和沉沙池，完善施工时的排水系统。

临时截排水沟和沉沙池的设置应与主体工程协调一致，做到永临结合。即尽量在主体工程布设排水设施的区域进行，避免重复建设。考虑到这些排水措施使用时段短，且为临时措施，故临时截排水沟和沉沙池采用夯实土形式，周边铺垫土工布，其尺寸大小与主体工程一致。在主体工程后期施工时，将夯实土的截排水设施改造成 C20 混凝土的即可。经初步估算，新增临时排水设施 2.323km ，挖土方 0.09 万 m^3 ，铺垫土工布 0.67hm^2 。

3) 表土临时堆场土质排水沟、沉沙池（方案新增）

本项目施工期较长，需在表土临时堆场外侧修建临时排水沟，排水沟采用土质排水沟，采用规格为底宽 30cm ，深 30cm ，边坡 $1:1$ 的梯形排水沟，可满足排水要求。修建排水沟总长 2512m ，排水沟挖土方 452m^3 。在临时排水沟的末端布置简易沉沙池。沉沙池的尺寸为净长 2.0m ×净宽 1.2m ×净深 1.0m ，边坡坡率为 $1:0.5$ ，沉沙池单位工程量为：土方开挖 $4.50\text{m}^3/\text{座}$ ，设置沉沙池 12 座。排水沉沙设施开挖的土方应作夯实处理，严禁随意丢弃。

4) 表土临时堆场土袋拦挡（方案新增）

在表土临时堆场外侧布设编织土袋挡墙进行临时拦挡，土袋挡墙高 0.8m 、宽 0.5m ，采用的土袋规格尺寸为 $L\times B\times H=0.8\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.3\text{m}$ ，土袋装土来源为其

堆放的土方。经计算分析，临时堆土防护共布设土袋临时挡墙 2386m，编织袋土方量 954m³。土袋可根据需要重复利用，利用完后对编织袋拆除。

4、管理措施

1) 土石方开挖应尽量避免雨季施工，并在雨季到来之前做好边坡防护及排水设施，并及时将弃渣运至弃渣场，禁止就地弃渣。

2) 控制土石方工程的施工周期，尽可能减少疏松土壤的裸露时间。

3) 开挖边坡的砌筑工程，在达到设计稳定边坡后及时护砌，同时做好坡面、坡脚排水系统，做到施工一段，砌筑加固防护一段。

4) 排水沟和沉砂池应定期清理，保障施工区域排水畅通，清理出的泥沙运往弃渣场进行掩埋堆弃。

互通工程区水土保持措施工程量汇总见表 5.3-7。

表 5.3-7 互通工程区水土保持措施工程量表

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
一	工程措施					
1	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.56	0.56	
2	排水工程	C20 混凝土	万 m ³	1.54	1.54	
3	表土剥离		万 m ³	11.05		11.05
4	表土回覆		万 m ³	14.29		14.29
5	土地整治		hm ²	32.19		32.19
二	植物措施					
1	边坡绿化	喷播植草	hm ²	0.28	0.28	
		三维网植草	hm ²	0.41	0.41	
		骨架护坡植草	hm ²	7.05	7.05	
2	场地绿化	绿化面积	hm ²	32.19	32.19	
		栽植乔木	万株	8.05	8.05	
		栽植灌木	万株	12.88	12.88	
		撒播草籽	kg	3219	3219	
3	表土临时堆场绿化	绿化面积	hm ²	10.26		10.26
		撒播草籽	kg	1026		1026
三	临时措施					
1	临时排水	长度	km	2.323		2.323
		挖土方	万 m ³	0.09		0.09
		土工布	m ²	0.67		0.67

2	密目网苫盖		hm ²	13.04		13.04
3	表土临时堆场土质排水沟	长度	km	2.512		2.512
		挖土方	m ³	452		452
4	土质沉沙池	个数	个	12		12
		挖土方	m ³	54		54
5	临时拦挡	填土编织袋	m ³	954		954
		编织袋拆除	m ³	954		954

5.3.6 辅助设施区

辅助设施区除建（构）筑物及地表硬化外，还配套了场内排水设施及场地绿化措施，措施实施后能够很好的起到防止水土流失的作用，满足工程区水土保持要求。本方案补充的措施主要是施工前的表土剥离措施、施工期临时排水、临时苫盖措施、绿化措施实施前的覆土和土地整治措施以及剥离表土临时堆存的防护措施。辅助设施区防治措施布置如下：

1、工程措施

1) 骨架护坡（主体已有）

辅助设施区边坡防护与路基工程一致，主体设计主要采用骨架护坡、挡土墙等防护型式，材料为C20砼等，在挖填边坡等处进行布设，用于减轻边坡受降水、路面水、坡面汇水的冲刷，并通过泄水槽及坡面绿化来加强防护效果。经统计，辅助设施区设置骨架护坡2.98hm²，C20砼0.18万m³。

2) 截排水工程（主体已有）

辅助设施区截排水工程包括截排水沟、沉沙池等排水设施，各排水设施须联通、顺畅，最后接引至自然沟渠内。各截排水设施尺寸与路基工程一致。经统计，辅助设施区设置各类型截排水工程0.794km，C20砼0.50万m³。

3) 表土剥离（方案新增）

为保护、利用工程区表土资源，在施工准备阶段需对辅助设施区进行表土剥离，表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主，人工挖掘为辅的方式。剥离的表土可利用辅助设施区永久占地内设置表土临时堆场堆放。经初步估算，辅助设施区可剥离面积为13.00hm²，剥离厚度按耕地剥离30cm、林地剥离20cm，辅助设施区需剥离表土3.57万m³。

4) 表土回覆（方案新增）

绿化施工前进行表土回覆。辅助设施区覆土包括边坡绿化覆土（骨架护坡）

和场地绿化覆土。经初步估算，骨架护坡覆土面积为 2.26hm^2 ，覆土厚度按 20cm ，共需覆土 0.45万 m^3 。场地绿化覆土面积 4.37hm^2 ，覆土厚度按 40cm ，共需覆土 1.75万 m^3 。辅助设施区绿化覆土总计 2.20万 m^3 ，覆土来源为前期剥离的表土。

5) 土地整治（方案新增）

植物措施实施前对场地绿化区域进行土地整治，对场地进行平整、翻挖，清除混凝土块等，保证后续绿化措施实施，共整地 4.37hm^2 。

2、植物措施

1) 边坡绿化（主体已有）

边坡绿化采用直接喷播植草、挂三维网植草、骨架护坡内植草绿化。经统计，辅助设施区设置直接喷播植草 0.09hm^2 ，挂三维网植草 0.13hm^2 ，骨架护坡内植草 2.26hm^2 。

2) 场地绿化（主体已有）

辅助设施区以永久性建筑物和场地硬化为主，其余空地可结合高速公路景观要求进行绿化、美化。根据主体工程设计，辅助设施区采用乔木+灌木+撒草绿化方式，乔木栽植密度按 $2500\text{株}/\text{hm}^2$ ，绿化物种可选择侧柏、桉木、刺槐、白杨、刺桐、红椿、青冈、黄花槐、紫薇、合欢、小叶榕、洋紫荆、龙爪槐等；灌木栽植密度按 $4000\text{株}/\text{hm}^2$ ，绿化物种可选择慈竹、马桑、黄荆、海桐、火棘、法国冬青、红叶李、小叶黄杨、红叶石楠等；撒播草籽密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，绿化物种可选择狗牙根、高羊茅、白三叶等混播。经初步估算，辅助设施区场地绿化 4.37hm^2 ，栽植乔木 1.09万株 ，栽植灌木 1.75万株 ，撒播草籽 437kg 。

3) 表土临时堆场绿化（方案新增）

在服务区、收费站等永久用地红线内布设临时表土堆放场，鉴于本项目施工期较长，为避免表土堆放期间发生崩塌、面侵、沟蚀等水土流失及土壤肥力下降，本水保方案拟在表土堆体表面撒播草籽，草种可选择狗牙根、高羊茅、白三叶等混播，撒播植草面积 1.19hm^2 ，草籽按 $100\text{kg}/\text{hm}$ 实施，需草籽 119kg 。

3、临时措施

1) 密目网苫盖（方案新增）

由于土石方工程可能持续施工到夏秋雨季，因此应考虑到降雨和径流对尚未完成防护的边坡、裸露地表以及剥离表土形成冲刷，故采用密目网对未及时完成

防护的边坡、裸露地表和表土土堆进行临时覆盖。经初步估算，辅助设施区需布置密目网苫盖 2.08hm^2 。

2) 临时排水措施（方案新增）

虽然主体工程已在辅助设施区域设置了截排水沟，但这些排水设施都是在工程即将完工时才能使用。为防治施工期间的水土流失，本方案拟设置临时截排水沟和沉沙池，完善施工时的排水系统。

临时截排水沟和沉沙池的设置应与主体工程协调一致，做到永临结合。即尽量在主体工程布设排水设施的区域进行，避免重复建设。考虑到这些排水措施使用时段短，且为临时措施，故临时截排水沟和沉沙池采用夯实土形式，周边铺垫土工布，其尺寸大小与主体工程一致。在主体工程后期施工时，将夯实土的截排水设施改造成 C20 混凝土的即可。经初步估算，新增临时排水设施 0.794km ，挖土方 0.28万 m^3 ，铺垫土工布 2.30hm^2 。

3) 表土临时堆场土质排水沟、沉沙池（方案新增）

本项目施工期较长，需在表土临时堆场外侧修建临时排水沟，排水沟采用土质排水沟，采用规格为底宽 30cm ，深 30cm ，边坡 $1:1$ 的梯形排水沟，可满足排水要求。修建排水沟总长 873m ，排水沟挖土方 157m^3 。在临时排水沟的末端布置简易沉沙池。沉沙池的尺寸为净长 2.0m ×净宽 1.2m ×净深 1.0m ，边坡坡率为 $1:0.5$ ，沉沙池单位工程量为：土方开挖 $4.50\text{m}^3/\text{座}$ ，设置沉沙池 8 座。排水沉沙设施开挖的土方应作夯实处理，严禁随意丢弃。

4) 表土临时堆场土袋拦挡（方案新增）

在表土临时堆场外侧布设编织土袋挡墙进行临时拦挡，土袋挡墙高 0.8m ，宽 0.5m ，采用的土袋规格尺寸为 $L\times B\times H=0.8\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.3\text{m}$ ，土袋装土来源为其堆放的土方。经计算分析，临时堆土防护共布设土袋临时挡墙 830m ，编织袋土方量 332m^3 ，土袋可根据需要重复利用，利用完后对编织袋拆除。

4、管理措施

1) 土石方开挖应尽量避免雨季施工，并在雨季到来之前做好边坡防护及排水设施，并及时将弃渣运至弃渣场，禁止就地弃渣。

2) 控制土石方工程的施工周期，尽可能减少疏松土壤的裸露时间。

3) 排水沟和沉砂池应定期清理，保障施工区域排水畅通，清理出的泥沙运往弃渣场进行掩埋堆弃。

辅助设施区水土保持措施工程量汇总见表 5.3-8。

表 5.3-8 辅助设施区水土保持措施工程量表

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
一	工程措施					
1	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.18	0.18	
2	排水工程	C20 混凝土	万 m ³	0.50	0.50	
3	表土剥离		万 m ³	3.57		3.57
4	表土回覆		万 m ³	2.20		2.20
5	土地整治		hm ²	4.37		4.37
二	植物措施					
1	边坡绿化	喷播植草	hm ²	0.09	0.09	
		三维网植草	hm ²	0.13	0.13	
		骨架护坡植草	hm ²	2.26	2.26	
2	场地绿化	绿化面积	hm ²	4.37	4.37	
		栽植乔木	万株	1.09	1.09	
		栽植灌木	万株	1.75	1.75	
		撒播草籽	kg	437	437	
3	表土临时堆场绿化	绿化面积	hm ²	1.19		1.19
		撒播草籽	kg	119		119
三	临时措施					
1	临时排水	长度	km	0.794		0.794
		挖土方	万 m ³	0.28		0.28
		土工布	hm ²	2.30		2.30
2	密目网苫盖		hm ²	2.08		2.08
3	表土临时堆场土质排水沟	长度	km	0.873		0.873
		挖土方	m ³	157		157
4	土质沉沙池	个数	个	8		8
		挖土方	m ³	36		36
5	临时拦挡	填土编织袋	m ³	332		332
		编织袋拆除	m ³	332		332

5.3.7 改移工程区

根据防治措施总体布局，改移工程区已有水土保持措施主要为排水沟，需补充的措施主要是施工前的表土剥离措施、施工期临时排水、临时苫盖措施。改移工程区防治措施布置如下：

1、工程措施

1) 排水沟 (主体已有)

改移工程区设置有排水沟,排水沟采用C20混凝土材质,矩形断面,尺寸为0.4m×0.4m。经统计,改移工程区设置排水沟总长2231.30m。

排水沟过流能力校核:

场地内汇水流量按《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)中的推荐计算公式进行计算。

计算公式:

$$Q=16.67\varphi qF \quad (5-1)$$

式中: Q ——设计径流量 (m^3/s);

q ——设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度 (mm/min);

φ ——径流系数;

F ——汇水面积 (km^2)。

改移工程在施工建设过程中,排水沟最大汇水面积约在 $0.0050km^2$ 左右。

q 设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度按 5 年一遇 10min 短历时暴雨强度 $2.01mm/min$ 。

φ 径流系数按 0.8 计算。

则设计径流量 $Q=16.67\times 0.8\times 0.0050\times 2.01=0.134m^3/s$ 。

排水沟排水能力按明渠均匀流公式计算。

根据明渠均匀流公式

$$Q=AC\sqrt{Ri} \quad (5-2)$$

Q ~流量 (m^3/s);

A ~过水断面面积 (m^2);

C ~谢才系数;

R ~水力半径 (m);

i ~水力比降。

计算结果详见表 5.3-9。

表 5.3-9 排水沟水力学计算成果表

项目名称	渠深	水深	底宽	糙率	底坡	过水面积	湿周	流量
	(m)	h(m)	b(m)	n	I	$\omega(m^2)$	$\chi(m)$	$Q(m^3/s)$
排水沟	0.40	0.30	0.40	0.02	0.01	0.12	1.0	0.145

根据公式计算，采用规格为底宽 0.4m，深 0.4m 的排水沟最大过水流量为 $0.145m^3/s >$ 设计径流量 $0.134m^3/s$ ，满足工程需求。

2) 表土剥离（方案新增）

为保护、利用工程区表土资源，在施工准备阶段需对改移工程区进行表土剥离，表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主，人工挖掘为辅的方式。剥离的表土运至互通工程区永久占地内设置的表土临时堆场堆放。经初步估算，改移工程区可剥离面积为 $10.69hm^2$ ，剥离厚度按耕地剥离 30cm、林地剥离 20cm，改移工程区需剥离表土 2.79 万 m^3 。

2、临时措施

1) 密目网苫盖（方案新增）

由于土石方工程可能持续施工到夏秋雨季，因此应考虑到降雨和径流对裸露地表形成冲刷，故采用密目网对裸露地表进行临时覆盖。经初步估算，改移工程区需布置密目网苫盖 $1.16hm^2$ 。

2) 临时排水措施（方案新增）

虽然主体工程已在改移工程区设置了排水沟，但这些排水设施都是在工程即将完工时才能使用。为防治施工期间的水土流失，本方案拟设置临时排水沟和沉沙池，完善施工时的排水系统。

临时排水设施的设置应与主体工程协调一致，做到永临结合。即尽量在主体工程布设排水设施的区域进行，避免重复建设。考虑到这些排水措施使用时段短，且为临时措施，故临时排水设施采用夯实土形式，周边铺垫土工布，其尺寸大小与主体工程一致。在主体工程后期施工时，将夯实土的排水设施改造成 C20 混凝土的即可。经初步估算，新增临时排水设施 2.23km，挖土方 0.04 万 m^3 ，铺垫土工布 $0.49hm^2$ 。

改移工程区水土保持措施工程量汇总见表 5.3-10。

表 5.3-10 改移工程区水土保持措施工程量表

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
一	工程措施					
1	排水沟		km	2.23	2.23	
2	表土剥离		万 m ³	2.79		2.79
二	临时措施					
1	密目网苫盖		hm ²	1.16		1.16
2	临时排水	长度	km	2.23		2.23
		挖土方	万 m ³	0.04		0.04
		土工布	hm ²	0.49		0.49

5.3.8 弃渣场区

根据施工组织设计和土石方平衡计算,本工程共产生弃渣量 534.75 万 m³(其中土方 75.37 万 m³,石方 459.38 万 m³),折松方 803.09 万 m³(其中土方 100.24 万 m³,石方 702.85 万 m³);沿线共设置 18 个弃渣场,其中坡地型 14 个,沟道型 4 个;弃渣场总占地面积 71.07hm²,其中耕地 35.53hm²、林地 35.54hm²。

弃渣场区水土保持措施总体布局为:弃渣前先剥离场地内表土,临时堆放于附近平缓地带用于后期绿化及复耕,并采取临时覆盖、拦挡、排水等措施;弃渣前在堆渣体坡脚设置挡渣墙,周边设置截、排水沟,出口处设置沉沙池;沟道型弃渣场上游沟口处设置拦洪坝;弃渣采用分级堆放方式,弃渣结束后及时进行整地、绿化和复耕措施。

5.3.8.1 施工期水土保持要求

根据主体工程施工进度安排,本工程施工总工期为 48 个月,即从 2021 年 12 月到 2025 年 11 月,各弃渣场弃渣堆放将经历 4 个雨季,为有效控制弃渣场水土流失,特提出施工期水土保持要求:

1、施工单位出渣必须严格按批复方案规划的弃渣场集中堆放,不得沿途、沿河、沿沟随意倾倒;弃渣场使用必须严格遵循“先拦后弃”的原则,挡渣墙基础应设置在稳定的地基层上,挡渣墙的安全性必须满足规范要求。

2、弃渣前遵循“按需剥离、应剥、可剥、尽剥”的原则对场地内表土进行剥离,临时堆放于附近平缓地带,并采取相应拦挡、排水、覆盖等措施防治水土流失;弃渣结束后及时回填表土,全面整地,进行绿化和复耕。

3、为导排渣体上游坡面汇水，保证渣体稳定，防治水土流失，应在渣体底部设置片石盲沟，顶部边缘设置截、排水沟。

4、本工程弃渣主要含黏土、砂岩、泥岩等，在弃渣堆放过程中，应尽量将粒径较大的块石和渗透性能较好的泥岩、砂岩堆放在渣体前缘，以保证渣体排水良好，降低渣体浸润线，提高堆渣体的稳定性；同时将土质弃渣尽量堆放在渣体顶部，改善弃渣场后期绿化、复耕等条件。

5、弃渣堆放过程中应采取自下而上、分级堆放的方式，局部陡坡进行削坡处理，保证边坡稳定；堆渣较高的渣体可分级设置马道。

6、在施工过程中，若提出其它弃渣方案，必须进行水土保持设计变更，并报经相关部门批准后方能实施。

5.3.8.2 设计标准

1、工程等级及洪水标准

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)相关规定和要求，结合工程环境特点、弃渣场类型、弃渣量、规模以及渣场失事对主体工程和周围环境造成的危害程度等特性，确定本工程各弃渣场工程级别及设计标准。

本工程建设涉及的大竹县属嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)，本工程所有弃渣场截排水工程、拦挡工程的工程等级和洪水标准均提高一级。

2、植物措施设计标准

本工程弃渣场的植被恢复与建设工程等级为3级，对于有可能进行土地改造的弃渣场应进行土地整治，并根据其质量条件和工程区需要对地表加工处理，分别改造成农业和林业用地，因此本方案在进行植被恢复时按原占地类型分别恢复为农业用地和林业用地。设计标准如下：

苗木和草种均选用I、II级标准：灌木树种苗高50cm，地径大于1cm，多年生；草种纯度90%，发芽率85%以上。

在进行植物措施设计时，应考虑和道路及周围环境的和谐、一致性，按照“适地适树”的原则合理选择绿化树种，恢复和提高植被覆盖率，达到保持水土、改善生态环境、保护生物多样性的目的。

3、临时措施设计标准

弃渣场临时措施主要为剥离表土的临时拦挡、排水、覆盖、临时绿化等。根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 结合实际情况, 本工程临时防护工程为 5 级建筑物, 周围设置临时排水沟、沉沙池, 并采取临时拦挡、覆盖等措施。

5.3.8.3 弃渣场地质条件

根据主体工程提供的沿线总体地质情况和弃渣场区域地质资料, 本工程设置的 18 个弃渣场共分为丘陵和低山两种地貌类型, 地质条件概述详见下表:

表5.3-11 弃渣场地质条件一览表

地貌类型	分布情况(桩号)	所含弃渣场	弃渣场地质条件概述
浅切~中切丘陵地貌	K0+000~K9+150	1~7#	相对高差多在 20~80m, 平缓宽谷较为发育, 短而多, 形成珊瑚状丘陵, 形态多呈圆丘、块丘状。地层岩性较为简单, 大部分为砂、泥岩或砂泥岩互层。基岩出露不明显, 出露地层由新到老分别为第四系(Q ₄)、侏罗系、三叠系。表土层主要为褐色、红褐色粉质黏土、黏土, 含少量砂泥岩风化残块, 一般厚度 0.5~2.0m, 其中表层 0.2~0.5m 为耕植土。下伏砂岩、泥岩互层, 稍密~中密状, 地基承载力基本容许值 $f_{a0}=0.50\text{MPa}$ 。
	K16+950~K26+700	8~15#	
低山地貌	K9+150~K16+950	16~18#	分为脊状~条状中低山和溶蚀侵蚀中低山两个单元, 其中 16~18#弃渣场属脊状~条状中低山地貌, 分布于明月峡山脉背斜构造上, 台地多呈条状带, 四周上部壁立, 台面不平整。地层岩性较复杂, 灰岩、白云岩、砂岩、页岩、泥岩均有分布。基岩出露不明显, 出露地层由新到老分别为第四系(Q ₄)、侏罗系、三叠系。表土层主要为褐色、红褐色粉质黏土, 一般厚度 0.5~1.5m, 其中表层 0.2~0.5m 为耕植土。下伏灰岩、砂岩、页岩互层, 中密~密实状, 地基承载力基本容许值 $f_{a0}=0.80\text{MPa}$ 。
	K26+700~K34+076		

5.3.8.4 工程措施

一、拦挡工程

1、挡渣墙(方案新增)

(1) 拦挡工程稳定安全系数

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018) 要求, 必须对堆渣体边坡、挡渣墙抗滑、抗倾及地基承载力进行稳定性分析。参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014) 的有关规定, 弃渣场边坡及挡护建筑物、地基承载力等稳定安全系数取值详见下表:

表 5.3-12 弃渣场边坡及挡护建筑物稳定安全系数表

渣场级别	渣场规模		渣场失事危害程度	挡护建筑物级别	渣体边坡稳定		基底抗滑稳定		基底抗倾稳定		地基承载力	
	堆渣量 V (万 m ³)	堆渣高度 H (m)			一般情况	地震情况	一般情况	地震情况	一般情况	地震情况	一般情况	地震情况
1	1000≤V≤2000	150≤H≤200	严重	2	1.25	1.10	1.35	1.10	1.60	1.50	1.20	1.20
2	500≤V<1000	100≤H<150	较严重	3	1.20	1.10	1.30	1.10	1.50	1.40	1.20	1.20
3	100≤V<500	60≤H<100	不严重	4	1.20	1.05	1.25	1.10	1.45	1.35	1.20	1.20
4	50≤V<100	20≤H<60	较轻	5	1.15	1.05	1.20	1.05	1.40	1.30	1.20	1.20
5	V<50	H<20	无危害	5	1.15	1.05	1.20	1.05	1.40	1.30	1.20	1.20

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB 18306-2015)结合本工程弃渣场实际地质条件,弃渣场均位于VI度地震带,故不考虑地震等非正常情况。本工程弃渣场边坡及挡护建筑物稳定安全系数允许值详见下表:

表 5.3-13 本工程弃渣场稳定安全系数允许值表

渣场级别	挡护建筑物级别	渣体边坡稳定	基底抗滑稳定	基底抗倾稳定	地基承载力
4、5	4	≥1.20	≥1.25	≥1.45	≤1.20f

注: f 为天然地基承载力设计值,取 200kPa。

(2) 堆渣体设计参数

本工程弃渣以一般路基、特殊路基和隧道弃渣为主,主要包括壤土、粉质黏土、砂岩、泥岩等。结合区域地质资料和工程土石方分析,弃渣天然密度在 1.80~2.20t/m³左右,施工单位处理弃渣时要求压实度达到 85%以上。因此,经堆放、压实处理后,弃渣容重应在 2.20t/m³左右。弃渣中含有部分粘性土,粘性土由于粘聚力的存在对土压力值得影响很大,而目前阶段由于粘聚力的数值难以恰当的确定,因此考虑采用内摩擦角的方法进行计算,将粘聚力的影响考虑在内摩擦角这一参数中,然后按砂性土计算,即:将粘聚力考虑为 0。根据以上分析,本工程堆渣体设计的物理学参数详见下表:

表 5.3-14 堆渣体设计参数表

项目	天然容重 (kN/m ³)	堆放、压实后容重(kN/m ³)	抗剪强度		备注
			综合内摩擦角 φ(°)	计算粘聚力 C(g/cm ³)	
堆渣体	18.00~22.00	20.00	24~26	0	

(3) 挡渣墙设计断面计算

1) 计算方法

弃渣场挡渣墙稳定性分析采取理正岩土 6.0 版(挡土墙设计)计算。工程区各类岩土体物理力学参数详见下表:

表 5.3-15 各类岩土体物理力学参数表

岩土名称	风化状态	干密度 (ρ_s)	抗压强度		抗剪断指标				允许承载力 [σ_0] MPa
			干	饱和	岩体/岩体		砂/岩体		
		g/cm^3	(MPa)		f'	C' (MPa)	f'	C' (MPa)	
粉质粘土 夹碎石	软塑	1.55			$\varphi=5.0^\circ$, $C=8KPa$				0.06 ~ 0.10
	可塑	1.69			$\varphi=10^\circ$, $C=10KPa$				0.1 ~ 0.12
	硬塑	1.77			$\varphi=15^\circ$, $C=16KPa$				0.15 ~ 0.2
块碎石土	松散	1.90			$\varphi=20^\circ$, $C=0KPa$				0.15 ~ 0.18
砂岩	强风化				0.40 ~ 0.45	0.15	0.45 ~ 0.50	0.35	0.6 ~ 0.8
	弱风化	2.23	26.8	6.33	0.50 ~ 0.55	0.50	0.60 ~ 0.65	0.55	1.0 ~ 1.5
	新鲜	2.34	43.1	16.43	0.60 ~ 0.70	0.60	0.70 ~ 0.80	0.65	2.0 ~ 3.0
粉砂质 泥岩	强风化				0.35 ~ 0.40	0.10	0.40 ~ 0.45	0.10	0.3 ~ 0.5
	弱风化	2.22	16.7	4.3	0.40 ~ 0.45	0.20	0.50 ~ 0.55	0.30	0.7 ~ 1.0
	新鲜	2.40	20.3	8.92	0.55 ~ 0.60	0.30	0.65 ~ 0.70	0.40	1.0 ~ 1.2
粉砂岩	强风化				0.35 ~ 0.40	0.10	0.40 ~ 0.45	0.10	0.3 ~ 0.5
	弱风化	2.28	24.3	4.34	0.40 ~ 0.45	0.20	0.50 ~ 0.55	0.30	0.6 ~ 0.8
	新鲜	2.51	28.9	4.76	0.45 ~ 0.50	0.25	0.55 ~ 0.60	0.35	0.8 ~ 1.0

2) 参数取值

根据以上参考表, 结合各弃渣场地形、地貌、地质等实际情况, 各主要参数取值如下:

- ①地面横坡——根据各弃渣场地形条件计算, 本工程大约在 $4 \sim 16^\circ$ 之间;
- ②坡面线分段——根据各弃渣场堆高和弃渣组成确定, 堆渣体设计边坡 $1:2.5 \sim 1:3$ (其中堆高不超过 20m 的堆渣体设计边坡为 $1:2.5$, 堆高超过 20m 的堆渣体设计边坡为 $1:3$), 每隔 15m 设置一层宽 2m 的马道;
- ③地基土容重——根据沿线地质情况, 本工程取 $18kN/m^3$;
- ④基底摩擦系数——0.50;
- ⑤圪工之间摩擦系数——0.40;
- ⑥地基土摩擦系数——弃渣主要包括壤土、粉质黏土、砂岩、泥岩等, 根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002), 结合各类弃渣含量综合考虑, 本工程取 0.45。

(3) 挡渣墙断面设计

为便于弃渣场挡渣墙统一施工, 结合弃渣场实际情况, 本方案共设置 2 种典型断面形式的挡渣墙 (分别为挡 I 断面和挡 II 断面), 且均为重力式挡渣墙, 挡渣墙断面设计尺寸详见下表:

表 5.3-16 挡渣墙断面尺寸设计表

拦挡工程类型	重力式挡渣墙	
	挡 I 断面	挡 II 断面
适用范围 [堆高 h (m)]	h≤20	h>20
挡渣墙材料	M7.5 浆砌块石	M7.5 浆砌块石
墙身高 (m)	2	3
墙顶宽 (m)	0.6	1
墙底宽 (m)	1.6	2.5
墙趾台阶宽 (m)	0.5	0.5
基础宽 (m)	2.1	3
基础深 (m)	0.8	1
面坡倾斜坡度	1 : 0.5	1 : 0.5
背坡倾斜坡度	1 : 0.0	1 : 0.0
墙底倾斜坡率	0.05 : 1	0.05 : 1
坡面起始至墙顶距离 (m)	0.2	0.3
适用弃渣场	1#、3#、4#、6#、7#、9#、 10#、12#	2#、5#、8#、11#、13#、14#、 15#、16#、17#、18#

①挡 I 断面

挡渣墙形式为重力式挡墙，采用 M7.5 浆砌块石砌筑，设计断面尺寸为：地面以上墙高 2.0m、墙顶宽 0.6m、墙底宽 1.6m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1 : 0.5。为防止挡渣墙因地基不均匀沉降和温度变化引起墙体开裂，沿墙线方向每隔 10m 设置一道缝宽 2cm 的变形缝，缝内填塞沥青麻絮或杉板等止水材料。为降低挡渣墙后水位，减小墙身水压力，增加墙体稳定性，墙体内设置排水孔，孔内设 $\Phi 50\text{mmPVC}$ 排水管，距回填后地面 0.3m、间距 2.0m、排距 1.5m、呈梅花型布置、排水管比降 2%、向下游倾斜，进口处包裹复合土工布反滤。挡渣墙基础采用 M7.5 浆砌块石，埋深约 0.8m，底宽 2.1m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。

②挡 II 断面

挡渣墙形式为重力式挡墙，采用 M7.5 浆砌块石砌筑，设计断面尺寸为：地面以上墙高 3.0m、墙顶宽 1.0m、墙底宽 2.5m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1 : 0.5。为防止挡渣墙因地基不均匀沉降和温度变化引起墙体开裂，沿墙线方向每隔 10m 设置一道缝宽 2cm 的变形缝，缝内填塞沥青麻絮或杉板等止水材料。为降低挡渣墙后水位，减小墙身水压力，增加墙体稳定性，墙体内设置排水孔，孔内设 $\Phi 50\text{mmPVC}$ 排水管，距回填后地面 0.3m、间距 2.0m、

排距 1.5m、呈梅花型布置、排水管比降 2%、向下游倾斜，进口处包裹复合土工布反滤。挡渣墙基础采用 M7.5 浆砌块石，埋深约 1.0m，底宽 3.0m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。

4) 堆渣体边坡稳定性分析

根据《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），本方案采用瑞典条分法对堆渣体边坡稳定性进行计算，计算软件采用理正岩土系列软件，计算目标采用安全系数计算。根据各弃渣场堆渣体设计的物理学参数和物理性质，堆渣体边坡稳定性计算结果详见下表：

表 5.3-17 弃渣场堆渣体边坡稳定性验算成果表

渣场编号	堆渣量 (万 m ³)	最大堆渣高度(m)	堆渣体设计坡比	基底摩擦系数	内摩擦角(°)	稳定安全系数	
						计算值	允许值
1#	16.18	13	1:2.5	0.50	26	2.13	1.20
2#	38.26	42	1:3.0	0.50	26	1.86	1.20
3#	27.29	19	1:2.5	0.50	24	2.05	1.20
4#	13.04	10	1:2.5	0.50	26	2.41	1.20
5#	36.14	33	1:3.0	0.50	26	2.29	1.20
6#	35.75	18	1:2.5	0.50	25	2.37	1.20
7#	46.68	16	1:2.5	0.50	26	1.98	1.20
8#	42.17	22	1:3.0	0.50	25	1.80	1.20
9#	43.26	16	1:2.5	0.50	25	2.33	1.20
10#	56.99	19	1:2.5	0.50	26	2.39	1.20
11#	88.45	24	1:3.0	0.50	24	2.10	1.20
12#	59.47	20	1:2.5	0.50	24	2.01	1.20
13#	62.37	25	1:3.0	0.50	26	1.95	1.20
14#	54.34	31	1:3.0	0.50	25	1.94	1.20
15#	50.55	37	1:3.0	0.50	24	2.07	1.20
16#	41.36	23	1:3.0	0.50	25	2.16	1.20
17#	49.75	28	1:3.0	0.50	26	1.93	1.20
18#	41.04	25	1:3.0	0.50	26	2.35	1.20

根据计算结果，各弃渣场堆渣体边坡稳定性均满足相关标准要求，堆渣体自身稳定性较好，不会产生滑动。

5) 挡渣墙稳定性分析

① 抗滑稳定性验算

根据库仑定律，墙后土体主动土压力系数计算公式如下：

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cos(\alpha + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

式中： K_a —主动土压力系数；

φ —内摩擦角（°），根据弃渣场实际情况取 24°~26°；

α —墙背与竖直方向夹角（°），取 0°；

δ —墙后土体与墙背的外摩擦角（°），根据弃渣场实际情况取 12°；

β —堆渣体边坡坡度（°），根据堆渣体边坡坡比确定。

墙后土体主动土压力计算公式如下：

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

式中： E_a —主动土压力（kN/m）；

γ —墙后土体容重（kN/m³），取 20kN/m³；

H —地面以上挡渣墙高度（m），根据最大堆渣高度分别取 2m、3m；

K_a —主动土压力系数。

抗滑稳定安全系数计算公式如下：

$$K_s = \frac{(G + E_{ay})\mu}{E_{ax}}$$

式中： K_s —抗滑稳定安全系数；

G —挡渣墙每延米自重（kN/m），根据挡渣墙断面形式分别取 85.36kN/m、181.50kN/m；

E_{ax} —主动土压力在平行于基底方向的土压力分力（kN/m）， $E_{ax} = E_a \cdot \cos(\alpha + \delta)$ ；

E_{ay} —主动土压力在垂直于基底方向的土压力分力（kN/m）， $E_{ay} = E_a \cdot \sin(\alpha + \delta)$ ；

α —墙背与竖直方向夹角（°），取 0°；

δ —墙后土体与墙背的外摩擦角（°），取 12°；

μ —挡渣墙基底与地基土体摩擦系数，取 4.50。

②抗倾稳定性验算

抗倾稳定安全系数计算公式如下：

$$K_t = \frac{Ge_1 + E_{ay}e_2}{E_{ax}e_3}$$

式中： K_t —抗倾稳定安全系数；

G —挡渣墙每延米自重（kN/m）；

e_1 —墙重对墙趾的力臂（m）；

e_2 —主动土压力在垂直于基底方向的土压力分力对墙趾的力臂（m）；

e_3 —主动土压力在平行于基底方向的土压力分力对墙趾的力臂（m）；

E_{ax} —主动土压力在平行于基底方向的土压力分力（kN/m）， $E_{ax}=E_a \cdot \cos(\alpha+\delta)$ ；

E_{ay} —主动土压力在垂直于基底方向的土压力分力（kN/m）， $E_{ay}=E_a \cdot \sin(\alpha+\delta)$ ；

α —墙背与垂直方向夹角（°）；

δ —墙后土体与墙背的外摩擦角（°）。

③挡渣墙基底应力计算

基底应力计算公式如下：

$$P_{\min}^{\max} = \frac{P}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

式中： P_{\max} —挡渣墙基底每延米最大应压力设计值（kPa）；

P_{\min} —挡渣墙基底每延米最小应压力设计值（kPa）；

P —作用于基底面竖直载荷（kN）；

A —基底面积（m²）；

B —基底总宽度（m）；

e —竖直载荷对基底中心点产生的偏心距（m），由公式

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_{b1} - M_{b2}}{\sum V}$$

求得；式中： M_{b1} —力对墙趾的稳定力矩（N/m）、 M_{b2} —力对

墙趾的倾覆力矩（N/m）。

④计算结果

根据挡渣墙设计情况，各项物理学参数选取相应的数值，结合以上各项公式计算，本工程挡渣墙稳定性分析计算成果详见下表：

表 5.3-18 挡渣墙稳定性分析计算成果表

渣场 编号	堆渣量 (万 m ³)	最大 堆渣 高度 (m)	渣场 级别	挡渣墙工程 级别 (调整 后)	抗滑稳定安全系数		抗倾稳定安全系数		最大基底应力(kP)	
					计算值	允许值	计算值	允许值	计算值	允许值
1#	16.18	13	5	4	1.95	1.25	4.03	1.45	162	240
2#	38.26	42	4	4	1.80	1.25	4.45	1.45	180	240
3#	27.29	19	5	4	2.33	1.25	4.54	1.45	215	240
4#	13.04	10	5	4	2.16	1.25	3.84	1.45	200	240
5#	36.14	33	4	4	1.94	1.25	3.69	1.45	204	240
6#	35.75	18	5	4	2.16	1.25	4.01	1.45	162	240
7#	46.68	16	5	4	2.29	1.25	4.20	1.45	174	240
8#	42.17	22	4	4	2.38	1.25	3.76	1.45	211	240
9#	43.26	16	5	4	2.00	1.25	3.99	1.45	169	240
10#	56.99	19	4	4	1.89	1.25	4.02	1.45	180	240
11#	88.45	24	4	4	1.81	1.25	4.09	1.45	210	240
12#	59.47	20	4	4	1.83	1.25	4.11	1.45	225	240
13#	62.37	25	4	4	2.22	1.25	3.94	1.45	220	240
14#	54.34	31	4	4	2.11	1.25	3.70	1.45	164	240
15#	50.55	37	4	4	1.74	1.25	4.03	1.45	218	240
16#	41.36	23	4	4	1.82	1.25	4.33	1.45	207	240
17#	49.75	28	4	4	2.25	1.25	3.68	1.45	189	240
18#	41.04	25	4	4	2.13	1.25	4.44	1.45	190	240

由计算结果可知,不同类型的挡渣墙各项稳定系数和墙基基底应力计算结果均满足规范要求,各弃渣场挡渣墙设计合理可行。

2、拦洪坝(方案新增)

本工程共布置4个沟道型弃渣场,雨季上游来水量较大,方案针对沟道型弃渣场除在下游坡脚设置挡渣墙以外,还在上游沟口处设置拦洪坝分流上游沟道汇水,分流后经截、排水沟排入自然沟渠。

拦洪坝采用C20混凝土浇筑,根据上游沟道流量、汇水面积、沟道长度、沟道宽度、沟道深度等特性,确定沟道型弃渣场排洪工程建筑物级别为3~4级,拦洪坝断面尺寸为:顶宽0.5m、底宽0.9m、地面以上高1.0m、基础埋深0.5m、两侧设0.2m宽墙趾、迎水坡面及背水坡面坡度均为1:0.2、基础宽1.3m。

二、排水工程(方案新增)

根据弃渣场实际情况,本方案拟对弃渣场采取永久性截、排水沟和排水盲沟结合泥沙池的排水措施导排坡面来水和弃渣场渗水。

1、设计坡面来水洪峰流量计算

(1) 坡地型弃渣场

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 排水沟设计流量计算公式如下:

$$Q=16.67\phi qF$$

式中: Q —设计最大流量 (m^3/s);

ϕ —径流系数, 根据实际地形地貌、地表种类并结合植被覆盖情况, 取 0.80;

q —设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度 (mm/min);

F —汇水面积 (km^2)。

由于工程区缺乏自记雨量资料, 利用标准降雨强度等值线图及有关转换系数, 按下列公式计算降雨强度:

$$q=C_p C_t q_{5,10}$$

式中: q —设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度 (mm/min);

C_p —重现期转换系数;

C_t —降雨历时转换系数;

$q_{5,10}$ —5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度 (mm/min)。

经计算, 采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨标准下, 坡地型弃渣场设计坡面来水最大流量计算结果详见下表:

表 5.3-19 坡地型弃渣场坡面洪水计算表

渣场编号	设计最大流量 Q (m^3/s)	径流系数 ϕ	设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度 q (mm/min)	汇水面积 F (km^2)	5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度 $q_{5,10}$ (mm/min)	重现期转换系数 C_p	降雨历时转换系数 C_t	降雨历时 t (min)	汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时 t_1 (min)	沟内汇流历时 t_2 (min)
1#	0.29	0.80	1.08	0.02	2.0	1.0	0.54	21.08	15.47	6.51
3#	0.66	0.80	1.24	0.04	2.0	1.0	0.62	15.71	10.59	4.31
4#	0.21	0.80	1.58	0.01	2.0	1.0	0.79	18.50	5.79	2.15
6#	0.77	0.80	1.16	0.05	2.0	1.0	0.58	22.82	10.91	4.90
7#	2.26	0.80	1.54	0.11	2.0	1.0	0.77	10.19	5.02	3.05
8#	1.12	0.80	1.20	0.07	2.0	1.0	0.60	20.05	12.15	3.40
10#	1.15	0.80	0.86	0.10	2.0	1.0	0.43	38.71	8.72	3.61
11#	2.99	0.80	1.02	0.22	2.0	1.0	0.51	29.15	15.60	7.82
12#	0.58	0.80	1.44	0.03	2.0	1.0	0.72	27.92	10.36	6.15
13#	1.05	0.80	0.98	0.08	2.0	1.0	0.49	34.59	20.59	10.82

渣场编号	设计最大流量 Q (m ³ /s)	径流系数 φ	设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度 q (mm/min)	汇水面积 F (km ²)	5年重现期和10min降雨历时的标准降雨强度 q _{5,10} (mm/min)	重现期转换系数 C _p	降雨历时转换系数 C _t	降雨历时 t (min)	汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时 t ₁ (min)	沟内汇流历时 t ₂ (min)
14#	0.71	0.80	1.06	0.05	2.0	1.0	0.53	28.40	17.63	4.50
16#	1.49	0.80	1.24	0.09	2.0	1.0	0.62	20.51	7.01	3.21
17#	2.88	0.80	1.08	0.20	2.0	1.0	0.54	31.06	11.85	5.49
18#	1.63	0.80	0.94	0.13	2.0	1.0	0.47	12.03	4.17	2.08

根据地形条件,弃渣场可从两边导排上游洪水,因此截水沟设计流量可按坡面设计最大流量的 50%考虑。

(2) 沟道型弃渣场

本工程沟道型弃渣场坡面洪水流量根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)附录 A 水文计算说明,结合《四川省暴雨统计参数图集》暴雨资料中最大 1/6h、1h、6h、24h 暴雨均值及变差系数等值线图的查值成果计算出本工程的设计暴雨成果,利用推理公式求得。推理公式为:

$$Q=0.278\Psi (S/\tau^n) F$$

式中: Q—设计最大流量 (m³/s);

Ψ—洪峰径流系数;

S—暴雨雨力 (mm/h);

τ—流域汇流时间 (h);

n—暴雨公式指数;

F—汇水面积 (km²)。

工程区位于川东北丘陵和中低山区,区域植被覆盖度较高,根据流域下垫面条件,选取产汇流参数计算公式分别计算出流域产流参数和汇流参数。

流域产流参数:

$$\text{均值 } \mu=6F^{-0.19}; (\text{取 } C_V=0.15)$$

流域汇流参数:

$$m=0.318\theta^{0.204} (\theta \leq 30)$$

$$m=0.055\theta^{0.72} (\theta > 30)$$

式中: θ—流域特征参数, $\theta=L/(J^{1/3}F^{1/4})$

L—河长 (km);

J—比降 (‰);

F—流域面积 (km²)。

各时段设计暴雨统计参数采用《四川省中小流域暴雨洪水手册》综合成果作为流域短历时设计暴雨。采用所选取的产汇流计算参数及流域特征值,用推理公式计算出各沟道型弃渣场沟道设计最大流量成果详见下表:

表 5.3-20 沟道型弃渣场坡面洪水计算表

渣场编号	设计最大流量 Q (m ³ /s)	沟道长度 L (km)	径流系数 Ψ	汇流时间 τ (h)	设计防洪标准 [重现期(年)]	汇水面积 F (km ²)
2#	2.15	0.9	0.80	0.87	50	0.11
5#	2.79	2.3	0.80	1.15	50	0.10
9#	3.51	2.0	0.80	1.32	30	0.14
15#	3.78	1.2	0.80	1.25	50	0.17

2、排水沟过水能力计算及尺寸设计

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014),弃渣场排水沟过水能力计算采用以下公式:

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

式中: Q—过水流量 (m³/s);

A—过水面积 (m²);

C—谢才系数;

R—水力半径 (m);

i—底坡 (沟底比降)。

其中,谢才系数 C 由公式 $C=R^{1/6}/n$ 求得 (R 为水力半径、n 为糙率);水力半径 R 由公式 $R=A/\chi$ 求得 (A 为过水面积、 χ 为湿周)。

根据各弃渣场坡面设计洪水流量计算结果,本方案拟设置 4 种尺寸排水沟 (分别为排 I、排 II、排 III 和排 IV) 力求满足各弃渣场排水要求,排水沟尺寸设计及最大过水流量计算结果详见下表:

表 5.3-21 弃渣场排水沟参数计算成果表

类型	断面	底坡 i	糙率 n	沟内坡比	底宽 (m)	深 (m)	安全超高 (m)	过水面积 A (m ²)	湿周 χ (m)	水力半径 R (m)	谢才系数 C	流量 Q (m ³ /s)
排 I	矩形	0.01	0.015	1:0	0.60	0.50	0.20	0.30	1.60	0.19	50.44	0.66
排 II	矩形	0.01	0.015	1:0	0.80	0.80	0.20	0.64	2.40	0.27	53.49	1.77
排 III	矩形	0.01	0.015	1:0	1.00	0.80	0.20	0.80	2.60	0.31	54.78	2.43
排 IV	矩形	0.01	0.015	1:0	1.20	1.00	0.20	1.20	3.20	0.38	56.62	4.16

根据以上计算结果，本工程弃渣场截、排水措施典型设计选择详见下表：

表 5.3-22 弃渣场截（排）水沟典型设计表

渣场编号	截水沟设计最大流量 (m ³ /s)	排水沟设计最大流量 (m ³ /s)	截水沟断面尺寸	排水沟断面尺寸	备注
1#	0.14	0.27	排 I	排 I	截（排）水沟边墙及底板均采用 0.3m 厚 M7.5 浆砌片石砌筑
2#	1.08	2.15	排 II	排 III	
3#	0.31	0.62	排 I	排 I	
4#	0.10	0.20	排 I	排 I	
5#	1.40	2.79	排 II	排 IV	
6#	0.37	0.73	排 I	排 II	
7#	1.06	2.12	排 II	排 III	
8#	0.53	1.05	排 I	排 II	
9#	1.71	3.42	排 II	排 IV	
10#	0.58	1.15	排 I	排 II	
11#	1.50	2.99	排 II	排 IV	
12#	0.27	0.54	排 I	排 I	
13#	0.49	0.98	排 I	排 II	
14#	0.36	0.71	排 I	排 II	
15#	1.89	3.78	排 III	排 IV	
16#	0.75	1.49	排 II	排 II	
17#	1.44	2.88	排 II	排 IV	
18#	0.77	1.53	排 II	排 III	

3、沉沙池设计

为防止弃渣场排水影响下游河流水系，同时保证排水通畅，需在截、排水沟出口设置沉沙池顺接自然沟渠，减少弃渣场水土流失。

根据沿线弃渣场的汇水流量和排水设计，本方案采用厢式沉沙池，设计尺寸为：3.0m（长）×2.0m（宽）×1.5m（高），用 M_{7.5} 浆砌片石砌筑，厚度 0.3m，内侧采用 M₁₀ 水泥砂浆抹面，厚 2.0cm。经沉沙池过滤沉淀后的排出水需就近排入附近自然沟渠或排灌系统，不得随意排入农田，以免冲毁或淤积当地农田。沉沙池应定期清运，以保障沉沙效果。

4、排水盲沟设计

为减小降雨形成的下渗水对堆渣体的影响，在沟道型弃渣场底部设置排水盲沟排出下渗水。排水盲沟采用矩形断面，设计尺寸为：1.0m（宽）×1.2m（高），厚 30cm，采用干砌片石砌筑。完成后在顶部摊铺 40cm 厚的碎砾石作为反滤层。

三、土地整治

1、表土剥离（方案新增）

为保护表土资源，保障弃渣场后期绿化和复耕的需要，弃渣场使用前需对占

地范围内的表土层进行剥离，采用人工结合机械方式剥离。根据现场勘察情况，弃渣场占地类型为耕地和林地，按照“按需剥离、应剥、可剥、尽剥”的原则，弃渣场区耕地剥离面积 19.12hm²，平均剥离厚度为 0.3m；林地剥离面积 35.54hm²，平均剥离厚度为 0.2m，共计剥离表土约 12.85 万 m³。剥离表土临时堆放于各弃渣场附近平缓角落（不影响施工、不新增临时占地），平均堆放高度 3.0m，并采取相应拦挡、排水、覆盖等水土保持临时措施防治水土流失。本工程弃渣场区表土剥离情况详见下表：

表 5.3-23 弃渣场区表土剥离计算表

渣场编号	剥离面积 (hm ²)			剥离厚度 (m)		剥离表土 (万 m ³)	表土临时堆场面积 (hm ²)
	耕地	林地	小计	耕地	林地		
1#	0.34	1.14	1.48	0.30	0.20	0.33	0.11
2#	1.58	1.85	3.43	0.30	0.20	0.84	0.28
3#	2.26	1.28	3.54	0.30	0.20	0.93	0.31
4#	0.58	0.91	1.49	0.30	0.20	0.36	0.12
5#	0.63	2.39	3.02	0.30	0.20	0.67	0.22
6#	0.58	1.87	2.45	0.30	0.20	0.55	0.18
7#	1.43	1.67	3.10	0.30	0.20	0.76	0.25
8#	1.15	2.55	3.70	0.30	0.20	0.86	0.29
9#	1.10	3.03	4.13	0.30	0.20	0.94	0.31
10#	2.09	2.42	4.51	0.30	0.20	1.11	0.37
11#	2.32	3.43	5.75	0.30	0.20	1.38	0.46
12#	0.53	2.40	2.93	0.30	0.20	0.64	0.21
13#	0.31	2.75	3.06	0.30	0.20	0.64	0.21
14#	0.36	2.41	2.77	0.30	0.20	0.59	0.20
15#	0.99	0.99	1.98	0.30	0.20	0.50	0.17
16#	1.14	0.54	1.68	0.30	0.20	0.45	0.15
17#	1.09	1.85	2.94	0.30	0.20	0.70	0.23
18#	0.64	2.06	2.70	0.30	0.20	0.60	0.20
合计	19.12	35.54	54.66			12.85	4.27

2、表土回覆与整地（方案新增）

弃渣场堆渣结束后，应及时进行表土回填及全面整地，对有可能进行土地改造的弃渣场尽量采取复耕措施，改造为耕地，其余区域采取绿化措施防治水土流失，覆土来源为弃渣场剥离表土和道路工程区剥离的多余表土，共计约 22.94 万 m³。为了保持水肥起见，覆土底层应进行夯实，以阻止降水和肥力的迅速下渗。根据弃渣场实际情况，复耕措施平均覆土厚度为 0.4m，绿化措施平均覆土厚度为 0.2m。弃渣场区表土回覆及整地情况详见下表：

表 5.3-24 弃渣场区表土回覆与整地计算表

渣场编号	回覆面积 (hm ²)			覆土厚度 (m)		回覆表土 (万 m ³)	全面整地 (hm ²)
	复耕	绿化	小计	复耕	绿化		
1#	0.80	1.05	1.85	0.40	0.20	0.53	1.85
2#	3.64	1.31	4.95	0.40	0.20	1.72	4.95
3#	3.82	0.80	4.62	0.40	0.20	1.69	4.62
4#	1.11	0.85	1.96	0.40	0.20	0.61	1.96
5#	1.60	2.00	3.60	0.40	0.20	1.04	3.60
6#	1.09	1.36	2.45	0.40	0.20	0.71	2.45
7#	2.97	1.09	4.06	0.40	0.20	1.41	4.06
8#	1.47	2.28	3.75	0.40	0.20	1.04	3.75
9#	3.14	2.23	5.37	0.40	0.20	1.70	5.37
10#	3.94	1.87	5.81	0.40	0.20	1.95	5.81
11#	5.60	2.32	7.92	0.40	0.20	2.70	7.92
12#	1.50	2.19	3.69	0.40	0.20	1.04	3.69
13#	1.81	1.96	3.77	0.40	0.20	1.12	3.77
14#	1.17	2.05	3.22	0.40	0.20	0.88	3.22
15#	2.55	0.65	3.20	0.40	0.20	1.15	3.20
16#	2.89	0.44	3.33	0.40	0.20	1.25	3.33
17#	2.45	1.57	4.02	0.40	0.20	1.29	4.02
18#	2.06	1.44	3.50	0.40	0.20	1.11	3.50
合计	43.61	27.46	71.07			22.94	71.07

四、典型设计

根据《四川省水利厅关于印发〈四川省水土保持方案编制与审查中若干技术问题暂行规定〉的函》(川水函〔2014〕1723号),结合本工程弃渣场实际情况,本方案选取 2#、5#、7#、11#、12#、13#、15#弃渣场作为典型设计,其中包括不同类型、不同级别、弃渣量最大、堆渣高度最高等特征的弃渣场,能够代表本工程弃渣场水土保持措施设计的典型,故本方案选取这 7 个弃渣场作为典型设计,其余弃渣场设计方案相同或相似。

1、2#弃渣场

该弃渣场位于桩号 K0+800 路段左侧 1.50km 处,渣场容量 40.00 万 m³,实际弃渣量 38.26 万 m³,堆渣高程 378~420m,平均堆高 7.73m,最大堆高 42.00m,占地面积 4.95hm²,汇水面积 0.11km²,渣场级别为 4 级,属沟道型弃渣场。

弃渣场使用前对场地内表土进行剥离,共计剥离表土 0.84 万 m³,临时堆放于弃渣场一角作为后期绿化和复耕回覆用土。该弃渣场渣体采用三级堆放方式,各级堆放边坡均为 1:3,在高程 393m 和 408m 处各设置 1 道宽 2.00m 的马道。

按照“先拦后弃”的原则和弃渣场安全稳定性分析结果，弃渣前在下游坡脚设置 42m 长的“挡 II 断面”形式的 M7.5 浆砌块石重力式挡渣墙，即：地面以上墙高 3.0m、墙顶宽 1.0m、墙底宽 2.5m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1 : 0.5；基础埋深约 1.0m，底宽 3.0m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。同时为减少雨季沟道汇水对弃渣场的冲刷，在上游沟口处设置 30m 长的拦洪坝分流上游沟道汇水。拦洪坝采用 C20 混凝土浇筑，断面尺寸为：顶宽 0.5m、底宽 0.9m、地面以上高 1.0m、基础埋深 0.5m、两侧设 0.2m 宽墙趾、迎水坡面及背水坡面坡度均为 1 : 0.2、基础宽 1.3m。

为导排坡面来水，在堆渣体顶部设置 258m 截水沟，周边设置 405m 排水沟。根据坡面来水最大设计流量和过流能力计算结果，截水沟采用“排 II”类型，排水沟采用“排 III”类型设计尺寸可满足弃渣场排水要求。为排出渣顶下渗水，根据弃渣场原天然沟渠走向，需在弃渣场底部设置 152m 排水盲沟。截水沟下游与排水沟出口均设置沉沙池并接入周边自然沟渠或排灌系统。

弃渣场弃渣完成后先进行迹地清理，再回覆表土并全面整地，后期做好绿化和复耕工作。经统计，覆土量为 1.72 万 m^3 、整地面积 4.95 hm^2 、绿化面积 1.31 hm^2 、复耕面积 3.64 hm^2 。

2、5#弃渣场

该弃渣场位于桩号 K8+900 路段右侧 1.50km 处，渣场容量 43.00 万 m^3 ，实际弃渣量 39.14 万 m^3 ，堆渣高程 365 ~ 398m，平均堆高 10.87m，最大堆高 33.00m，占地面积 3.60 hm^2 ，汇水面积 0.10 km^2 ，渣场级别为 4 级，属沟道型弃渣场。

弃渣场使用前对场地内表土进行剥离，共计剥离表土 0.67 万 m^3 ，临时堆放于弃渣场一角作为后期绿化和复耕回覆用土。该弃渣场渣体采用三级堆放方式，各级堆放边坡均为 1 : 3，在高程 380m 和 395m 处各设置 1 道宽 2.00m 的马道。按照“先拦后弃”的原则和弃渣场安全稳定性分析结果，弃渣前在下游坡脚设置 50m 长的“挡 II 断面”形式的 M7.5 浆砌块石重力式挡渣墙，即：地面以上墙高 3.0m、墙顶宽 1.0m、墙底宽 2.5m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1 : 0.5；基础埋深约 1.0m，底宽 3.0m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。同时为减少雨季沟道汇水对弃渣场的冲刷，在上游沟口处设置 28m 长的拦洪坝分流上游沟道汇水。拦洪坝采用 C20 混凝土浇筑，断面尺寸为：顶宽

0.5m、底宽 0.9m、地面以上高 1.0m、基础埋深 0.5m、两侧设 0.2m 宽墙趾、迎水坡面及背水坡面坡度均为 1:0.2、基础宽 1.3m。

为导排坡面来水，在堆渣体顶部设置 180m 截水沟，周边设置 340m 排水沟。根据坡面来水最大设计流量和过流能力计算结果，截水沟采用“排 II”类型，排水沟采用“排 IV”类型设计尺寸可满足弃渣场排水要求。为排出渣顶下渗水，根据弃渣场原天然沟渠走向，需在弃渣场底部设置 205m 排水盲沟。截水沟下游与排水沟出口均设置沉沙池并接入周边自然沟渠或排灌系统。

弃渣场弃渣完成后先进行迹地清理，再回覆表土并全面整地，后期做好绿化和复耕工作。经统计，覆土量为 1.04 万 m^3 、整地面积 3.60 hm^2 、绿化面积 2.00 hm^2 、复耕面积 1.60 hm^2 。

3、7#弃渣场

该弃渣场位于桩号 K7+800 路段左侧 3.50km 处，渣场容量 49.00 万 m^3 ，实际弃渣量 46.68 万 m^3 ，堆渣高程 365~381m，平均堆高 11.50m，最大堆高 16.00m，占地面积 4.06 hm^2 ，汇水面积 0.11 km^2 ，渣场级别为 5 级，属坡地型弃渣场。

弃渣场使用前对场地内表土进行剥离，共计剥离表土 0.76 万 m^3 ，临时堆放于弃渣场一角作为后期绿化和复耕回覆用土。该弃渣场渣体采用一级堆放方式，堆放边坡为 1:2.5。按照“先拦后弃”的原则和弃渣场安全稳定性分析结果，弃渣前在底部坡脚设置 78m 长的“挡 I 断面”形式的 M7.5 浆砌块石重力式挡渣墙，即：地面以上墙高 2.0m、墙顶宽 0.6m、墙底宽 1.6m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1:0.5；基础埋深约 0.8m，底宽 2.1m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。

为导排坡面来水，在堆渣体顶部设置 142m 截水沟，周边设置 306m 排水沟。根据坡面来水最大设计流量和过流能力计算结果，截水沟采用“排 II”类型，排水沟采用“排 III”类型设计尺寸可满足弃渣场排水要求。截水沟下游与排水沟出口均设置沉沙池并接入周边自然沟渠或排灌系统。

弃渣场弃渣完成后先进行迹地清理，再回覆表土并全面整地，后期做好绿化和复耕工作。经统计，覆土量为 1.41 万 m^3 、整地面积 4.06 hm^2 、绿化面积 1.09 hm^2 、复耕面积 2.97 hm^2 。

4、11#弃渣场

该弃渣场位于桩号 K20+500 路段左侧 2.80km 处，渣场容量 92.00 万 m^3 ，实际弃渣量 88.45 万 m^3 ，堆渣高程 375 ~ 399m，平均堆高 11.17m，最大堆高 24.00m，占地面积 7.92 hm^2 ，汇水面积 0.22 km^2 ，渣场级别为 4 级，属坡地型弃渣场。

弃渣场使用前对场地内表土进行剥离，共计剥离表土 1.38 万 m^3 ，临时堆放于弃渣场一角作为后期绿化和复耕回覆用土。该弃渣场渣体采用二级堆放方式，各级堆放边坡均为 1 : 3，在高程 390m 处设置 1 道宽 2.00m 的马道。按照“先拦后弃”的原则和弃渣场安全稳定性分析结果，弃渣前在底部坡脚设置 217m 长的“挡 II 断面”形式的 M7.5 浆砌块石重力式挡渣墙，即：地面以上墙高 3.0m、墙顶宽 1.0m、墙底宽 2.5m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1 : 0.5；基础埋深约 1.0m，底宽 3.0m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。

为导排坡面来水，在堆渣体顶部设置 274m 截水沟，周边设置 530m 排水沟。根据坡面来水最大设计流量和过流能力计算结果，截水沟采用“排 II”类型，排水沟采用“排 IV”类型设计尺寸可满足弃渣场排水要求。截水沟下游与排水沟出口均设置沉沙池并接入周边自然沟渠或排灌系统。

弃渣场弃渣完成后先进行迹地清理，再回覆表土并全面整地，后期做好绿化和复耕工作。经统计，覆土量为 2.70 万 m^3 、整地面积 7.92 hm^2 、绿化面积 2.32 hm^2 、复耕面积 5.60 hm^2 。

5、12#弃渣场

该弃渣场位于桩号 K20+700 路段左侧 2.80km 处，渣场容量 64.00 万 m^3 ，实际弃渣量 59.47 万 m^3 ，堆渣高程 364 ~ 384m，平均堆高 16.12m，最大堆高 20.00m，占地面积 3.69 hm^2 ，汇水面积 0.03 km^2 ，渣场级别为 4 级，属坡地型弃渣场。

弃渣场使用前对场地内表土进行剥离，共计剥离表土 0.64 万 m^3 ，临时堆放于弃渣场一角作为后期绿化和复耕回覆用土。该弃渣场渣体采用二级堆放方式，各级堆放边坡均为 1 : 2.5，在高程 379m 处设置 1 道宽 2.00m 的马道。按照“先拦后弃”的原则和弃渣场安全稳定性分析结果，弃渣前在底部坡脚设置 130m 长的“挡 I 断面”形式的 M7.5 浆砌块石重力式挡渣墙，即：地面以上墙高 2.0m、墙顶宽 0.6m、墙底宽 1.6m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1 : 0.5；基础埋深约 0.8m，底宽 2.1m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。

为导排坡面来水，在堆渣体顶部设置 187m 截水沟，周边设置 465m 排水沟。

根据坡面来水最大设计流量和过流能力计算结果，截、排水沟均采用“排 I”类型设计尺寸可满足弃渣场排水要求。截水沟下游与排水沟出口均设置沉沙池并接入周边自然沟渠或排灌系统。

弃渣场弃渣完成后先进行迹地清理，再回覆表土并全面整地，后期做好绿化和复耕工作。经统计，覆土量为 1.04 万 m^3 、整地面积 3.69hm^2 、绿化面积 2.19hm^2 、复耕面积 1.50hm^2 。

6、13#弃渣场

该弃渣场位于桩号 K22+600 路段左侧 2.50km 处，渣场容量 65.00 万 m^3 ，实际弃渣量 62.37 万 m^3 ，堆渣高程 353 ~ 378m，平均堆高 16.54m，最大堆高 25.00m，占地面积 3.77hm^2 ，汇水面积 0.08km^2 ，渣场级别为 4 级，属坡地型弃渣场。

弃渣场使用前对场地内表土进行剥离，共计剥离表土 0.64 万 m^3 ，临时堆放于弃渣场一角作为后期绿化和复耕回覆用土。该弃渣场渣体采用二级堆放方式，各级堆放边坡均为 1 : 3，在高程 368m 处设置 1 道宽 2.00m 的马道。按照“先拦后弃”的原则和弃渣场安全稳定性分析结果，弃渣前在底部坡脚设置 98m 长的“挡 II 断面”形式的 M7.5 浆砌块石重力式挡渣墙，即：地面以上墙高 3.0m、墙顶宽 1.0m、墙底宽 2.5m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1 : 0.5；基础埋深约 1.0m，底宽 3.0m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。

为导排坡面来水，在堆渣体顶部设置 100m 截水沟，周边设置 318m 排水沟。根据坡面来水最大设计流量和过流能力计算结果，截水沟采用“排 I”类型，排水沟采用“排 II”类型设计尺寸可满足弃渣场排水要求。截水沟下游与排水沟出口均设置沉沙池并接入周边自然沟渠或排灌系统。

弃渣场弃渣完成后先进行迹地清理，再回覆表土并全面整地，后期做好绿化和复耕工作。经统计，覆土量为 1.12 万 m^3 、整地面积 3.77hm^2 、绿化面积 1.96hm^2 、复耕面积 1.81hm^2 。

7、15#弃渣场

该弃渣场位于桩号 K25+400 路段左侧 3.00km 处，渣场容量 55.00 万 m^3 ，实际弃渣量 50.55 万 m^3 ，堆渣高程 365 ~ 402m，平均堆高 15.80m，最大堆高 37.00m，占地面积 3.20hm^2 ，汇水面积 0.17km^2 ，渣场级别为 4 级，属沟道型弃渣场。

弃渣场使用前对场地内表土进行剥离，共计剥离表土 0.50 万 m^3 ，临时堆放

于弃渣场一角作为后期绿化和复耕回覆用土。该弃渣场渣体采用三级堆放方式，各级堆放边坡均为 1:3，在高程 380m 和 395m 处各设置 1 道宽 2.00m 的马道。按照“先拦后弃”的原则和弃渣场安全稳定性分析结果，弃渣前在下游坡脚设置 40m 长的“挡 II 断面”形式的 M7.5 浆砌块石重力式挡渣墙，即：地面以上墙高 3.0m、墙顶宽 1.0m、墙底宽 2.5m、墙趾台阶宽 0.5m、墙背与水平方向垂直、墙面坡度 1:0.5；基础埋深约 1.0m，底宽 3.0m，基础开挖面回填大块石渣防止雨水冲刷。同时为减少雨季沟道汇水对弃渣场的冲刷，在上游沟口处设置 25m 长的拦洪坝分流上游沟道汇水。拦洪坝采用 C20 混凝土浇筑，断面尺寸为：顶宽 0.5m、底宽 0.9m、地面以上高 1.0m、基础埋深 0.5m、两侧设 0.2m 宽墙趾、迎水坡面及背水坡面坡度均为 1:0.2、基础宽 1.3m。

为导排坡面来水，在堆渣体顶部设置 157m 截水沟，周边设置 280m 排水沟。根据坡面来水最大设计流量和过流能力计算结果，截水沟采用“排 II”类型，排水沟采用“排 IV”类型设计尺寸可满足弃渣场排水要求。为排出渣顶下渗水，根据弃渣场原天然沟渠走向，需在弃渣场底部设置 193m 排水盲沟。截水沟下游与排水沟出口均设置沉沙池并接入周边自然沟渠或排灌系统。

弃渣场弃渣完成后先进行迹地清理，再回覆表土并全面整地，后期做好绿化和复耕工作。经统计，覆土量为 1.15 万 m^3 、整地面积 3.20 hm^2 、绿化面积 0.65 hm^2 、复耕面积 2.55 hm^2 。

根据以上弃渣场典型设计，结合其他弃渣场实际情况，本工程弃渣场区新增水土保持工程措施工程量统计详见下表：

表 5.3-25 弃渣场区新增水土保持工程措施工程量统计表

渣场 编号	挡渣墙					拦洪坝				截、排水沟			盲沟			沉沙池				土地整治		
	长度 (m)	土石方 开挖 (m ³)	土石方 回填 (m ³)	M7.5 浆 砌块石 (m ³)	PVC 排 水管 (m)	长度 (m)	土石方 开挖 (m ³)	土石方 回填 (m ³)	C20 混 凝土 (m ³)	长度 (m)	土石方 开挖 (m ³)	M7.5 浆 砌片石 (m ³)	长度 (m)	土石方 开挖(m ³)	片石、碎 石(m ³)	数量 (个)	土石方 开挖 (m ³)	M7.5 浆 砌片石 (m ³)	M10 砂 浆抹面 (m ²)	表土 剥离 (万 m ³)	表土 回覆 (万 m ³)	全面 整地 (hm ²)
1#	68	194.37	58.09	263.84	146.20					642	879.54	423.72				2	33.70	15.69	40.72	0.33	0.53	1.85
2#	42	179.40	57.81	346.50	165.90	30	105.90	35.10	40.50	663	1560.21	621.00	152	369.36	279.68	2	33.70	15.69	39.16	0.84	1.72	4.95
3#	76	217.23	64.93	294.88	163.40					608	832.96	401.28				2	33.70	15.69	40.32	0.93	1.69	4.62
4#	60	171.50	51.26	232.80	129.00					212	290.44	139.92				2	33.70	15.69	40.72	0.36	0.61	1.96
5#	50	213.57	68.82	412.50	197.50	28	98.84	32.76	37.80	520	1356.20	549.60	205	498.15	377.20	3	50.54	23.54	56.64	0.67	1.04	3.60
6#	103	294.41	88.00	399.64	221.45					761	1431.37	618.90				2	33.70	15.69	40.32	0.55	0.71	2.45
7#	78	222.95	66.64	302.64	167.70					448	1310.96	517.56				2	33.70	15.69	39.16	0.76	1.41	4.06
8#	121	516.84	166.55	998.25	477.95					735	1338.95	584.70				2	33.70	15.69	37.76	0.86	1.04	3.75
9#	95	271.55	81.16	368.60	204.25	42	148.26	49.14	56.70	630	1649.17	668.04	168	408.24	309.12	4	67.39	31.39	75.52	0.94	1.70	5.37
10#	165	471.63	140.97	640.20	354.75					835	1554.35	674.22				3	50.54	23.54	60.48	1.11	1.95	5.81
11#	217	926.91	298.68	1790.25	857.15					804	2099.78	850.80				5	84.24	39.24	95.90	1.38	2.70	7.92
12#	130	371.58	111.07	504.40	279.50					652	893.24	430.32				3	50.54	23.54	61.08	0.64	1.04	3.69
13#	98	418.60	134.89	808.50	387.10					418	827.06	352.20				2	33.70	15.69	40.32	0.64	1.12	3.77
14#	152	649.26	209.21	1254.00	600.40					806	1505.02	652.20				3	50.54	23.54	61.08	0.59	0.88	3.22
15#	40	170.85	55.06	330.00	158.00	25	88.25	29.25	33.75	437	1182.99	469.92	193	468.99	355.12	2	33.70	15.69	39.16	0.50	1.15	3.20
16#	84	358.80	115.62	693.00	331.80					688	1492.96	619.20				2	33.70	15.69	40.32	0.45	1.25	3.33
17#	142	606.54	195.45	1171.50	560.90					794	2057.98	834.60				4	67.39	31.39	76.72	0.70	1.29	4.02
18#	120	512.57	165.17	990.00	474.00					557	1298.69	519.30				2	33.70	15.69	39.16	0.60	1.11	3.50
合计	1841	6768.56	2129.38	11801.50	5876.95	125	441.25	146.25	168.75	11210	23561.87	9927.48	718	1744.74	1321.12	47	791.88	368.77	924.54	12.85	22.94	71.07

5.3.8.5 植物措施

1、立地条件

本工程弃渣场堆渣体以土石弃渣为主，立地条件较差，渣场表面可通过前期剥离表土回覆改善立地条件。结合区域自然条件，堆渣体边坡覆土厚度按 0.2m 计，可满足常见灌草种生长。在运行期，通过植物自然生长达到对弃渣场表面的绿化和立地条件的改善。

2、植物措施配置

弃渣场设计中对堆渣边坡进行生态护坡处理，采取栽植灌木结合撒播草种的措施进行绿化和植被恢复。根据区域植被分布情况，灌木选用常见、根系发达、生长能力强、便于养护的黄荆、马桑等，栽植密度为 4000 株/hm²；草种选择狗牙根与三叶草，按 1:1 的比例混播，播种密度为 100kg/hm²。弃渣场区绿化面积共计 27.45hm²，绿化覆土料源为渣场剥离的表土和主体工程剩余部分表土。

绿化前表土临时堆放于弃渣场一角，由于表土临时堆放时间超过一个植物生长周期，需在堆体表面播撒草籽进行临时绿化，草种选择狗牙根与三叶草，撒播草籽面积为 4.27hm²，按 1:1 的比例混播，播种密度为 100kg/hm²。

植物措施实施后 2 年内应调查植被生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。

本工程弃渣场区新增水土保持植物措施工程量统计详见表 5.3-26。

表 5.3.26 弃渣场区新增水土保持植物措施工程量统计表

渣场编号	绿化面积 (hm ²)	绿化覆土 (万 m ³)	栽植灌木 (株)	播撒草籽 (kg)		
				弃渣场边坡绿化	表土临时绿化	合计
1#	1.05	0.21	4200	105	11	116
2#	1.31	0.26	5240	131	28	159
3#	0.80	0.16	3200	80	31	111
4#	0.85	0.17	3400	85	12	97
5#	2.00	0.40	8000	200	22	222
6#	1.36	0.27	5440	136	18	154
7#	1.09	0.22	4360	109	25	134
8#	2.28	0.46	9120	228	29	257
9#	2.23	0.45	8920	223	31	254
10#	1.87	0.37	7480	187	37	224
11#	2.32	0.46	9280	232	46	278
12#	2.19	0.44	8760	219	21	240
13#	1.96	0.39	7840	196	21	217

渣场编号	绿化面积 (hm ²)	绿化覆土 (万 m ³)	栽植灌木 (株)	播撒草籽 (kg)		
				弃渣场边坡绿化	表土临时绿化	合计
14#	2.05	0.41	8200	205	20	225
15#	0.65	0.13	2600	65	17	82
16#	0.44	0.09	1760	44	15	59
17#	1.57	0.31	6280	157	23	180
18#	1.44	0.29	5760	144	20	164
合计	27.46	5.49	109840	2746	427	3173

5.3.8.6 临时措施

1、表土临时堆放（方案新增）

为满足弃渣场后期绿化及复耕用土，弃渣场使用前需对占地范围内的表土层进行剥离，临时堆放于各弃渣场附近角落（不影响施工、不新增临时占地），尽量选择阴坡堆放，有利于保持土壤肥力。为防止施工期表土产生水土流失，对集中堆放的表土需采取临时防护措施。

各弃渣场内表土平均按 3.0m 高度进行堆放，根据临时堆放场地分布情况和地形坡度及排水情况，在下沿采用编织袋装土进行拦挡。临时防护断面设计尺寸为顶宽 0.5m，底宽 1.0m、高 0.8m 的梯形断面，外边坡约 1: 0.3，形成封闭区，控制土料流失。同时在坡脚设置临时土质排水沟，排水沟采用梯形断面，设计尺寸为底宽 0.3m，深 0.3m，内边坡 1: 1。

2、堆渣体坡面临时覆盖（方案新增）

在施工期间，初步形成的堆渣体边坡为裸露面，因结构松散，受降雨影响极易产生水土流失。因此，方案拟对裸露的渣体边坡采取密目网进行临时覆盖，覆盖面积按弃渣场占地面积 20% 考虑。

本工程弃渣场区新增水土保持临时措施工程量统计详见下表：

表 5.3-27 弃渣场区新增水土保持临时措施工程量统计表

渣场编号	袋装土拦挡			临时排水沟		临时覆盖
	长度 (m)	编织袋装土 (m ³)	袋装土拆除 (m ³)	长度 (m)	土石方开挖 (m ³)	密目网 (hm ²)
1#	45	27.00	27.00	53	9.54	0.48
2#	82	49.20	49.20	90	16.20	1.27
3#	110	66.00	66.00	127	22.86	1.23
4#	68	40.80	40.80	70	12.60	0.51
5#	76	45.60	45.60	91	16.38	0.94
6#	70	42.00	42.00	82	14.76	0.67
7#	89	53.40	53.40	105	18.90	1.06

渣场编号	袋装土拦挡			临时排水沟		临时覆盖
	长度 (m)	编织袋装土 (m ³)	袋装土拆除 (m ³)	长度 (m)	土石方开挖 (m ³)	密目网 (hm ²)
8#	103	61.80	61.80	110	19.80	1.04
9#	110	66.00	66.00	119	21.42	1.38
10#	118	70.80	70.80	137	24.66	1.53
11#	155	93.00	93.00	173	31.14	2.04
12#	79	47.40	47.40	85	15.30	0.95
13#	65	39.00	39.00	70	12.60	0.96
14#	53	31.80	31.80	64	11.52	0.84
15#	62	37.20	37.20	65	11.70	0.81
16#	73	43.80	43.80	78	14.04	0.82
17#	105	63.00	63.00	114	20.52	1.03
18#	75	45.00	45.00	86	15.48	0.90
合计	1538	922.80	922.80	1719	309.42	18.46

表 5.3-28 弃渣场区水土保持措施工程量表

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
一	工程措施					
1	表土剥离		万 m ³	12.85		12.85
2	表土回覆		万 m ³	22.94		22.94
3	土地整治		hm ²	71.07		71.07
4	挡渣墙	长度	km	1.841		1.841
		土方开挖	万 m ³	0.68		0.68
		土方回填	万 m ³	0.21		0.21
		M7.5 浆砌块石	万 m ³	1.18		1.18
		PVC 排水管	km	5.877		5.877
5	拦洪坝	长度	m	125		125
		土方开挖	万 m ³	0.04		0.04
		土方回填	万 m ³	0.01		0.01
		C20 混凝土	万 m ³	0.02		0.02
	截排水沟	长度	km	1.193		1.193
		土方开挖	万 m ³	2.53		2.53
		M7.5 浆砌片石	万 m ³	1.12		1.12
5	沉沙池	个数	个	47		47
		土方开挖	万 m ³	0.08		0.08
		M7.5 浆砌片石	万 m ³	0.04		0.04
		水泥砂浆抹面	m ²	924.54		924.54
二	植物措施					

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
1	复垦绿化	绿化面积	hm ²	27.46		27.46
		栽植灌木	万株	10.98		10.98
		撒播草籽	kg	2746		2746
2	表土临时堆场 绿化	绿化面积	hm ²	4.27		4.27
		撒播草籽	kg	427		427
三	临时措施					
1	密目网苫盖		hm ²	18.46		18.46
2	表土临时堆场 土质排水沟	长度	km	0.172		0.172
		挖土方	m ³	309		309
3	临时拦挡	填土编织袋	m ³	923		923
		编织袋拆除	m ³	923		923

5.3.9 施工场地区

根据统计,项目沿线拟定了7处施工场地,其中1处利用主线路基工程永久占地布设,另新增临时占地13.93hm²布设6处。对于利用路基永久占地布设的施工场地,原则上不再设计永久防护排水措施和绿化恢复措施,工程措施、植物措施由道路工程区计列。为减少占地范围内的水土流失,结合各工场扰动地表的特点,本方案采取管理措施与水土保持措施进行综合防治。

1、工程措施

1) 表土剥离(方案新增)

为保护、利用工程区表土资源,在施工准备阶段需对施工场地区进行表土剥离,表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主,人工挖掘为辅的方式。剥离的表土利用施工场地区内设置表土临时堆场堆放。施工场地区可剥离面积为13.93hm²,剥离厚度按耕地剥离30cm、林地剥离20cm,经初步估算,施工场地区需剥离表土3.72万m³。

2) 表土回覆(方案新增)

施工场地区使用结束后恢复迹地,进行表土回覆。施工场地区表土回覆面积13.93hm²,其中恢复植被的迹地覆土20cm,恢复复耕的迹地覆土30cm,经初步估算,共需覆土3.72万m³,覆土来源为前期剥离的表土。

3) 土地整治(方案新增)

植物措施实施前对施工场地区进行土地整治,对场地进行平整、翻挖,清

除混凝土块等，保证后续绿化措施实施，共整地 13.93hm²。

2、植物措施

1) 灌草绿化（方案新增）

施工场地区使用结束后需按占地类型进行绿化或复耕恢复。对于绿化恢复区域，采用栽种灌木和混播草籽方式绿化。绿化灌木选用黄荆、火棘等树种，草籽选择高羊茅、狗牙根等草籽混播。灌木栽植密度为 4000 株/hm²，草种播种密度为 100kg/hm²。经初步估算，施工场地区复耕面积为 9.29hm²，灌草绿化面积为 4.64hm²，栽植灌木 1.86 万株，撒播草籽 464kg。

2) 表土临时堆场绿化（方案新增）

施工场地区剥离表土集中堆放于表土临时堆场，鉴于本项目施工期较长，为避免表土堆放期间发生崩塌、面侵、沟蚀等水土流失及土壤肥力下降，本水保方案拟在表土堆体表面撒播草籽，草种可选择狗牙根、高羊茅、白三叶等混播，撒播植草面积 1.25hm²，草籽按 100kg/hm² 实施，需草籽 125kg。

3、临时措施

1) 临时排水（方案新增）

本项目施工期 4 年，为减少施工期地面径流对施工生产设施造成影响，在场地内及周边宜设置排水沟，在排水沟出口处设置沉沙池使汇水在池中流速减缓、沉淀泥沙。考虑施工场地区的临时性，即在施工结束后进行迹地恢复，临时排水沟采用土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5；设计沉沙池开挖断面为 2.0m×1.5m×1.0m，采用夯实土型式，铺垫土工布，两端分别连接排水沟，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟或排灌系统。排水沟和沉沙池开挖土石方全部用于场地平整。土工布每年更换一次。

限于设计深度原因，本方案暂按每个施工场地区排水沟出口均布置 2 个沉沙池考虑，后续设计进一步落实其布设位置和数量。经初步估算，施工场地区新增排水沟 3544m，沉沙池 14 个，挖土方 0.12 万 m³，铺垫土工布 0.95hm²。

2) 土工布遮盖（方案新增）

对堆存材料采取土工布遮盖措施，土工布可进行重复使用，经初步估算，新增土工布遮盖 1.39hm²。

3) 密目网遮盖（方案新增）

考虑到降雨和径流会对剥离表土形成冲刷,故采用密目网对表土土堆进行临时覆盖。经初步估算,施工场地区需布置密目网苫盖 1.25hm^2 。

3) 表土临时堆场土质排水沟、沉沙池(方案新增)

本项目施工期较长,需在表土临时堆场外侧修建临时排水沟,排水沟采用土质排水沟,采用规格为底宽 30cm ,深 30cm ,边坡 $1:1$ 的梯形排水沟,可满足排水要求。修建排水沟总长 1062m ,排水沟挖土方 191m^3 。在临时排水沟的末端布置简易沉沙池。沉沙池的尺寸为净长 $2.0\text{m}\times$ 净宽 $1.2\text{m}\times$ 净深 1.0m ,边坡坡率为 $1:0.5$,沉沙池单位工程量为:土方开挖 4.50m^3 /座,设置沉沙池 8 座。排水沉沙设施开挖的土方应作夯实处理,严禁随意丢弃。

4) 表土临时堆场土袋拦挡(方案新增)

在表土临时堆场外侧布设编织土袋挡墙进行临时拦挡,土袋挡墙高 0.8m 、宽 0.5m ,采用的土袋规格尺寸为 $L\times B\times H=0.8\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.3\text{m}$,土袋装土来源为其堆放的土方。经计算分析,临时堆土防护共布设土袋临时挡墙 1009m ,编织袋土方量 404m^3 ,土袋可根据需要重复利用,利用完后对编织袋拆除。

4、管理措施

1) 严格施工管理,禁止施工材料乱堆、乱放,及时清除排水沟的淤积物,保证排水系统的畅通。

2) 施工场地区必须首先完成场地的工程排水措施才能进行场地平整,以减少扰动地表因降雨带来的水土流失。

3) 施工结束后,及时拆除临时建筑,清理场地,将废弃物运往弃渣场堆放;对清理后的场地进行整治,绿化恢复以植草为主,以达到水土保持的效果。

施工场地区水土保持措施工程量汇总见表 5.3-29。

表 5.3-29 施工场地区水土保持措施工程量表

序号	防护工程	单位	工程量		
			总量	主体设计	方案新增
一	工程措施				
1	表土剥离	万 m^3	3.72		3.72
2	表土回覆	万 m^3	3.72		3.72
3	土地整治	hm^2	13.93		13.93
二	植物措施				

1	灌草绿化	绿化面积	hm ²	4.64		4.64
		栽植灌木	万株	1.86		1.86
		撒播草籽	kg	464		464
2	表土临时堆场绿化	绿化面积	hm ²	1.25		1.25
		撒播草籽	kg	125		125
三	临时措施					
1	临时排水沟	长度	km	3.544		3.544
		挖土方	万 m ³	0.11		0.11
		土工布	hm ²	0.93		0.93
2	临时沉沙池	个数	个	14		14
		挖土方	万 m ³	0.01		0.01
		土工布	hm ²	0.02		0.02
3	土工布遮盖		hm ²	1.39		1.39
4	密目网苫盖		hm ²	1.25		1.25
5	表土临时堆场土质排水沟	长度	km	1.062		1.062
		挖土方	m ³	191		191
6	土质沉沙池	个数	个	8		8
		挖土方	m ³	36		36
7	临时拦挡	填土编织袋	m ³	404		404
		编织袋拆除	m ³	404		404

5.3.10 施工道路区

本项目施工道路采用改建和新建两种方式，部分路段交通基础条件较好，部分路段连接既有乡村道路的区域，以及连接弃渣场等施工场地处需要新建施工道路。改建施工道路的原有道路排水措施相对完善，可继续用作地方乡村道路；而新建施工道路在施工结束后，也可根据当地政府要求予以保留。受设计阶段限制，本方案按新建施工道路使用结束后恢复迹地计算。本项目共计改建施工道路10.68km，新建施工道路33.71km，水保方案采用工程措施+植物措施+临时措施进行治理。

1、工程措施

1) 表土剥离（方案新增）

为保护、利用工程区表土资源，在施工准备阶段需对新建施工道路占地进行表土剥离，表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主，人工挖掘为辅的方式。剥离的表土就近利用施工道路范围区内设置表土临时堆场堆放。经初步估算，施工道路区可剥离面积为21.91hm²，剥离厚度按耕地剥离30cm、林地剥离

20cm，施工道路区需剥离表土 5.72 万 m^3 。

2) 表土回覆（方案新增）

新建施工道路使用结束后恢复迹地，进行表土回覆。经初步估算，施工道路区表土回覆面积 21.91hm^2 ，其中恢复植被的迹地覆土 20cm，恢复复耕的迹地覆土 30cm，共需覆土 5.72 万 m^3 ，覆土来源为前期剥离的表土。

3) 土地整治（方案新增）

植物措施实施前对施工道路区进行土地整治，对场地进行平整、翻挖，清除混凝土块等，保证后续绿化措施实施，共整地 21.91hm^2 。

4) 排水沟、沉沙池（方案新增）

改建的施工道路为沿线各乡镇地方公路网的组成部分，施工完成后，施工道路也可用于当地居民出行，故施工道路水土保持工程措施主要是设置排水边沟排导路面水，拟在道路挖方边坡一侧修建排水沟，材料为 C20 砼，尺寸为底宽 0.4m、高 0.4m 的矩形断面，混凝土厚度为 20cm。此外，为防止施工道路排水影响下游农田、灌渠和河流水系，减少水土流失，因此需设置沉沙池对排出水进行处理。沉沙池投入运行后需定期进行清淤、保证畅通。经沉沙池沉淀后的排出水只能就近排入附近的自然沟道，不得随意外排。沉沙池尺寸为长×宽×高=2.0m×1.5m×1.0m，池壁厚 0.2m；采用 C20 砼材质。经初步估算，改建施工道路一侧需修建排水沟 7.476km，沉沙池 15 个，挖土方 0.12 万 m^3 ，C20 砼 0.25 万 m^3 。

2、植物措施

1) 边坡绿化（方案新增）

本项目施工期较长，虽然施工道路挖填高度不大，但为保证施工期道路的完整性，减少水土流失，施工道路挖方边坡形成后采用喷播植草的形式进行绿化防护，填方边坡形成后采用撒播植草的形式进行绿化防护。草种选择高羊茅、狗牙根等草籽混播，草种播种密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经初步估算，施工道路区边坡绿化喷播植草面积 5.19hm^2 ，撒播植草面积 3.47hm^2 。

2) 灌草绿化（方案新增）

新建施工道路使用结束后需按占地类型进行绿化或复耕恢复。对于绿化恢复区域，采用栽种灌木和混播草籽方式绿化。绿化灌木选用黄荆、火棘等树种，草籽选择高羊茅、狗牙根等草籽混播。灌木栽植密度为 4000 株/ hm^2 ，草种播种密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经初步估算，新建施工道路区域复耕面积为 13.41hm^2 ，灌草绿

化面积为 8.51hm^2 ，栽植灌木 3.40 万株，撒播草籽 851kg。

3) 表土临时堆场绿化 (方案新增)

施工道路区剥离表土集中堆放于表土临时堆场，鉴于本项目施工期较长，为避免表土堆放期间发生崩塌、面侵、沟蚀等水土流失及土壤肥力下降，本水保方案拟在表土堆体表面撒播草籽，草种可选择狗牙根、高羊茅、白三叶等混播，撒播植草面积 1.92hm^2 ，草籽按 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 实施，需草籽 192kg。

3、临时措施

1) 临时排水沟、沉沙池 (方案新增)

新建施工道路修建过程中还需设置道路临时排水系统，作为临时道路，道路排水系统可采取土质排水沟，根据项目区降水情况，排水沟拟采用梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5。根据道路排水需求设置相应配套的土质沉沙池，沉沙池断面尺寸为长×宽×高= $2.0\text{m}\times 1.5\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，矩形断面，设计容积 3.0m^3 。土质排水沟及土质沉沙池周边用土工布铺垫。经初步估算，新建施工道路需修建临时排水沟 23.597km，沉沙池 47 个，挖土方 0.77 万 m^3 ，土工布铺垫 6.22hm^2 。

2) 密目网苫盖 (方案新增)

考虑到降雨和径流会对剥离表土形成冲刷，故采用密目网对表土土堆进行临时覆盖。经初步估算，施工道路区需布置密目网苫盖 1.92hm^2 。

3) 表土临时堆场土质排水沟、沉沙池 (方案新增)

本项目施工期较长，需在表土临时堆场外侧修建临时排水沟，排水沟采用土质排水沟，采用规格为底宽 30cm，深 30cm，边坡 1:1 的梯形排水沟，可满足排水要求。修建排水沟总长 1166m，排水沟挖土方 210m^3 。在临时排水沟的末端布置简易沉沙池。沉沙池的尺寸为净长 2.0m×净宽 1.2m×净深 1.0m，边坡坡率为 1: 0.5，沉沙池单位工程量为：土方开挖 $4.50\text{m}^3/\text{座}$ ，设置沉沙池 15 座。排水沉沙设施开挖的土方应作夯实处理，严禁随意丢弃。

4) 表土临时堆场土袋拦挡 (方案新增)

在表土临时堆场外侧布设编织土袋挡墙进行临时拦挡，土袋挡墙高 0.8m、宽 0.5m，采用的土袋规格尺寸为 $L\times B\times H=0.8\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.3\text{m}$ ，土袋装土来源为其堆放的土方。经计算分析，临时堆土防护共布设土袋临时挡墙 1108m，编织袋土方量 443m^3 。土袋可根据需要重复利用，利用完后对编织袋拆除。

4、管理措施

1) 加强管理, 坚持文明施工, 施工中路基土石方尽量挖填平衡, 严禁向道路边坡及河道、冲沟内倾倒弃渣。

2) 在路面形成后及时开挖排水沟, 以疏导上游坡面汇水, 并在施工中加强维护, 保证流水通畅, 道路建成后要加强道路的管理和维护, 每年雨季期间要组织人力疏浚排水沟, 防止雨水漫流, 同时对道路出现的崩塌、塌方及时清理和维修。

施工道路区水土保持措施工程量汇总见表 5.3-30。

表 5.3-30 施工道路区水土保持措施工程量表

序号	防护工程		单位	工程量		
				总量	主体设计	方案新增
一	工程措施					
1	表土剥离		万 m ³	5.72		5.72
2	表土回覆		万 m ³	5.72		5.72
3	土地整治		hm ²	21.91		21.91
4	排水沟	长度	km	7.476		7.476
		挖土方	万 m ³	0.11		0.11
		C20 砼	万 m ³	0.24		0.24
5	沉沙池	个数	个	15		15
		挖土方	万 m ³	0.01		0.01
		C20 砼	万 m ³	0.01		0.01
二	植物措施					
1	边坡绿化	喷播植草	hm ²	5.19		5.19
		撒播植草	hm ²	3.47		3.47
		撒播草籽	kg	347		347
2	灌草绿化	绿化面积	hm ²	8.51		8.51
		栽植灌木	万株	3.40		3.40
		撒播草籽	kg	851		851
3	表土临时堆场绿化	绿化面积	hm ²	1.92		1.92
		撒播草籽	kg	192		192
三	临时措施					
1	临时排水沟	长度	km	23.597		23.597
		挖土方	万 m ³	0.75		0.75
		土工布	hm ²	6.14		6.14
2	沉沙池	个数	个	47		47
		挖土方	万 m ³	0.02		0.02
		土工布	hm ²	0.08		0.08

3	密目网苫盖		hm ²	1.92		1.92
4	表土临时堆场土质排水沟	长度	km	1.166		1.166
		挖土方	m ³	210		210
5	土质沉沙池	个数	个	15		15
		挖土方	m ³	67.5		67.5
6	临时拦挡	填土编织袋	m ³	443		443
		编织袋拆除	m ³	443		443

5.3.11 防治措施工程量汇总

在对主体工程已有水土保持功能措施的分析评价的基础上，本方案补充完善了各防治区水土保持措施，与主体设计共同构成完整的项目水土保持措施体系。水土保持措施工程量汇总见表 5.3-31 所示。

表 5.3-31 水土保持措施工程量汇总表

防治分区	防护工程		单位	工程量	措施归属	
道路工程区	工程措施	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	2.81	主体已有
		排水工程	C20 混凝土	万 m ³	7.77	主体已有
		表土剥离		万 m ³	17.01	方案新增
		表土回覆		万 m ³	7.74	方案新增
		土地整治		hm ²	1.54	方案新增
	植物措施	边坡绿化	喷播植草	hm ²	1.40	主体已有
			三维网植草	hm ²	2.09	主体已有
			骨架护坡植草	hm ²	35.58	主体已有
		中央分隔带绿化	绿化面积	hm ²	1.54	主体已有
			栽植灌木	万株	0.62	主体已有
			撒播草籽	kg	154	主体已有
	临时措施	路基边坡土袋拦挡	长度	m	3739	方案新增
			工程量	m ³	1234	方案新增
		临时排水	长度	km	12.281	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.43	方案新增
			土工布	hm ²	3.56	方案新增
	密目网苫盖		hm ²	9.20	方案新增	
桥涵工程区	工程措施	土地整治		hm ²	12.47	方案新增
	植物措施	旱桥桥下绿化	绿化面积	hm ²	9.98	方案新增
			栽植灌木	万株	3.99	方案新增
	植物措施	旱桥桥下	撒播草籽	kg	998	方案新增
临时措施	密目网苫盖		hm ²	3.75	方案新增	

防治分区	防护工程		单位	工程量	措施归属	
桥涵工程区	临时措施	泥浆沉淀池	数量	个	17	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.02	方案新增
			土工布	hm ²	0.05	方案新增
		临时排水	长度	km	6.471	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.21	方案新增
			土工布	hm ²	1.61	方案新增
隧道工程区	工程措施	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.05	主体已有
		排水工程	C20 混凝土	万 m ³	0.18	主体已有
		表土回覆		万 m ³	0.11	方案新增
	植物措施	边坡绿化	骨架护坡植草	hm ²	0.56	主体已有
	临时措施	临时排水	长度	km	0.119	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.01	方案新增
			土工布	hm ²	0.04	方案新增
		密目网苫盖		hm ²	0.23	方案新增
	互通工程区	工程措施	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.56
排水工程			C20 混凝土	万 m ³	1.54	主体已有
表土剥离			万 m ³	11.05	方案新增	
表土回覆			万 m ³	14.29	方案新增	
土地整治			hm ²	32.19	方案新增	
绿化措施		边坡绿化	喷播植草	hm ²	0.28	主体已有
			三维网植草	hm ²	0.41	主体已有
			骨架护坡植草	hm ²	7.05	主体已有
		场地绿化	绿化面积	hm ²	32.19	主体已有
			栽植乔木	万株	8.05	主体已有
			栽植灌木	万株	12.88	主体已有
			撒播草籽	kg	3219	主体已有
		表土临时堆场绿化	绿化面积	hm ²	10.26	方案新增
撒播草籽			kg	1026	方案新增	
临时措施		临时排水	长度	km	2.323	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.09	方案新增
			土工布	hm ²	0.67	方案新增
		表土堆场土质排水沟	长度	km	2.512	方案新增
			挖土方	m ³	452	方案新增
临时措施		土质沉沙池	个数	个	12	方案新增
			挖土方	m ³	54	方案新增

防治分区	防护工程		单位	工程量	措施归属	
互通工程区	临时措施	临时拦挡	填土编织袋	m ³	954	方案新增
			编织袋拆除	m ³	954	方案新增
		密目网苫盖		hm ²	13.04	方案新增
辅助设施区	工程措施	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.18	主体已有
		排水工程	C20 混凝土	万 m ³	0.50	主体已有
		表土剥离		万 m ³	3.57	方案新增
		表土回覆		万 m ³	2.20	方案新增
		土地整治		hm ²	4.37	方案新增
	植物措施	边坡绿化	喷播植草	hm ²	0.09	主体已有
			三维网植草	hm ²	0.13	主体已有
			骨架护坡植草	hm ²	2.26	主体已有
		场地绿化	绿化面积	hm ²	4.37	主体已有
			栽植乔木	万株	1.09	主体已有
			栽植灌木	万株	1.75	主体已有
			撒播草籽	kg	437	主体已有
	表土临时堆场绿化	绿化面积	hm ²	1.19	方案新增	
	撒播草籽	kg	119	方案新增		
	临时措施	临时排水	长度	km	0.794	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.28	方案新增
			土工布	hm ²	2.30	方案新增
		表土堆场土质排水沟	长度	km	0.873	方案新增
			挖土方	m ³	157	方案新增
		土质沉沙池	个数	个	8	方案新增
			挖土方	m ³	36	方案新增
临时拦挡		填土编织袋	m ³	332	方案新增	
		编织袋拆除	m ³	332	方案新增	
密目网苫盖		hm ²	2.08	方案新增		
改移工程区	工程措施	排水沟	km	2.23	主体已有	
		表土剥离	万 m ³	2.79	方案新增	
	临时措施	密目网苫盖		hm ²	1.16	方案新增
		临时排水	长度	km	2.23	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.04	方案新增
土工布	hm ²		0.49	方案新增		
弃渣场区	工程措施	表土剥离	万 m ³	12.85	方案新增	
		表土回覆	万 m ³	22.94	方案新增	

防治分区	防护工程		单位	工程量	措施归属	
弃渣场区	工程措施	土地整治		hm ²	71.07	方案新增
		挡渣墙	长度	km	1.841	方案新增
			土方开挖	万 m ³	0.68	方案新增
			土方回填	万 m ³	0.21	方案新增
			M7.5 浆砌块石	万 m ³	1.18	方案新增
			PVC 排水管	km	5.877	方案新增
		拦洪坝	长度	m	125	方案新增
			土方开挖	万 m ³	0.04	方案新增
			土方回填	万 m ³	0.01	方案新增
			C20 混凝土	万 m ³	0.02	方案新增
		截排水沟	长度	km	1.193	方案新增
			挖土方	万 m ³	2.53	方案新增
			M7.5 浆砌片石	万 m ³	1.12	方案新增
		沉沙池	个数	个	47	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.08	方案新增
			M7.5 浆砌片石	万 m ³	0.04	方案新增
			水泥砂浆抹面	m ²	924.54	方案新增
		植物措施	复垦绿化	绿化面积	hm ²	27.46
	栽植灌木			万株	10.98	方案新增
	撒播草籽			kg	2746	方案新增
	表土临时堆场绿化		绿化面积	hm ²	4.27	方案新增
			撒播草籽	kg	427	方案新增
	临时措施	表土堆场土质排水沟	长度	km	0.172	方案新增
挖土方			m ³	309	方案新增	
临时拦挡		填土编织袋	m ³	923	方案新增	
		编织袋拆除	m ³	923	方案新增	
		密目网苫盖	hm ²	18.46	方案新增	
施工场地区	工程措施	表土剥离		万 m ³	3.72	方案新增
		表土回覆		万 m ³	3.72	方案新增
		土地整治		hm ²	13.93	方案新增
	植物措施	灌草绿化	绿化面积	hm ²	4.64	方案新增
			栽植灌木	万株	1.86	方案新增
			撒播草籽	kg	464	方案新增
	植物措施	表土临时堆场绿化	绿化面积	hm ²	1.25	方案新增
			撒播草籽	kg	125	方案新增

防治分区	防护工程		单位	工程量	措施归属	
施工场地区	临时措施	临时排水沟	长度	km	3.544	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.11	方案新增
			土工布	hm ²	0.93	方案新增
		临时沉沙池	个数	个	14	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.01	方案新增
			土工布	hm ²	0.02	方案新增
		表土堆场土质排水沟	长度	km	1.062	方案新增
			挖土方	m ³	191	方案新增
		土质沉沙池	个数	个	8	方案新增
			挖土方	m ³	36	方案新增
		临时拦挡	填土编织袋	m ³	404	方案新增
			编织袋拆除	m ³	404	方案新增
		土工布遮盖		hm ²	1.39	方案新增
		密目网苫盖		hm ²	1.25	方案新增
施工道路区	工程措施	表土剥离		万 m ³	5.72	方案新增
		表土回覆		万 m ³	5.72	方案新增
		土地整治		hm ²	21.91	方案新增
		排水沟	长度	km	7.476	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.11	方案新增
			C20 混凝土	万 m ³	0.24	方案新增
		沉沙池	个数	个	15	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.01	方案新增
			C20 混凝土	万 m ³	0.01	方案新增
	植物措施	边坡绿化	喷播植草	hm ²	5.19	方案新增
			撒播植草	hm ²	3.47	方案新增
			撒播草籽	kg	347	方案新增
		灌草绿化	绿化面积	hm ²	8.51	方案新增
			栽植灌木	万株	3.40	方案新增
撒播草籽			kg	851	方案新增	
表土临时堆场绿化		绿化面积	hm ²	1.92	方案新增	
	撒播草籽	kg	192	方案新增		
临时措施	临时排水沟	长度	km	23.597	方案新增	
		挖土方	万 m ³	0.75	方案新增	
		土工布	hm ²	6.14	方案新增	

防治分区	防护工程		单位	工程量	措施归属	
施工道路区	临时措施	临时沉沙池	个数	个	47	方案新增
			挖土方	万 m ³	0.02	方案新增
			土工布	hm ²	0.08	方案新增
		表土堆场土质排水沟	长度	km	1.166	方案新增
			挖土方	m ³	210	方案新增
		土质沉沙池	个数	个	15	方案新增
			挖土方	m ³	67.5	方案新增
		临时拦挡	填土编织袋	m ³	443	方案新增
			编织袋拆除	m ³	443	方案新增
		密目网苫盖		hm ²	1.92	方案新增

5.4 施工要求

5.4.1 设计原则

本项目属线型工程，土地扰动面积较大，工程水土流失主要集中在施工期。结合本项目特点，对项目施工提出如下要求：

- 1、结合工程实际和项目区水土流失现状，因地制宜、因害设防、防治结合、总体设计、全面布局、科学配置。
- 2、减少对原地貌和植被的破坏，弃土（石、渣）应集中堆放。
- 3、项目建设过程中应注重生态环境保护，设置临时性防护措施，减少施工过程中造成的人为扰动及产生的废弃土（石、渣）。
- 4、注重吸收当地水土保持的成功经验。
- 5、树立人与自然和谐的理念，尊重自然规律，注重与周边景观相协调。
- 6、工程措施、植物措施、临时措施要合理配置、统筹兼顾、形成综合防护体系。
- 7、工程要尽量选用当地材料，做到技术上可靠、经济上合理。
- 8、植物措施要尽量选用当地的品种，并考虑绿化美化效果。
- 9、防治措施布设要与主体工程密切配合，相互协调，形成整体。

5.4.2 施工条件

5.4.2.1 交通条件

本项目所处地区运输方式主要为公路，工程区周边可服务于本项目建设的道路有：G318、G210、S202、S404 及纵横交错的县乡村道路，一起构成该区

域公路网。工程区属低山丘陵地貌，地形条件较差，在局部路段、个别隧洞进出口及弃渣场等区域需设置施工道路、临时便桥与主路及现有道路连接。根据既有路网情况和主要构筑物位置，本项目主体工程区和各临时工程区拟新修和整修施工道路 44.395km，可以满足施工要求。

5.4.2.2 市场供应条件

（一）砂卵石料

本工程砂卵石料全部外购，水保工程所用砂卵石料直接利用主体工程外购料。

（二）片块石料

项目区分布大量砂岩，力学强度高，可作桥涵、挡渣墙、边沟工程料石、块石、条块石使用，本工程片块石料全部外购，水保工程所用片块石料直接利用主体工程外购料。

（三）水电供应条件

本水保工程的用水和供电可直接利用主体工程供水供电设施，无须另设。

施工供水、供电工程在建设前应做好规划，开挖沟槽、铺设管线要控制用地范围，尽量减少地表扰动，建设完成后要及时恢复扰动地表，若有废弃的土石方应及时运往附近弃渣场集中堆放，不得零散地堆放在施工区域周围。

（四）树（苗）草籽供应

道路沿线大竹县水利及林牧业部门有固定的购置苗木及种源渠道，本方案绿化树草籽可从当地苗木生产企业购买。

5.4.3 施工布置

5.4.3.1 施工场地

由于各标段水土保持措施由主体工程中标企业负责实施，水土保持施工场地可直接利用主体工程施工场地。

5.4.3.2 临时生产、生活设施布置

主体工程各施工场地区内各设施可满足施工要求，水土保持工程措施施工中水泥库房、临时生活用房均可利用主体工程相应临时设施。

道路绿化措施因三材用量少，所需临时设施及场地少，易于解决，可不单独设置。

5.4.4 施工方法

5.4.4.1 工程措施

(1) 表土剥离: 结合场地平整或挖填方需求, 用推土机铲除表土(厚度20~30cm), 用装载机、汽车等将表土运送至指定地点堆放。

(2) 表土回铺: 用推土机将表土铲装、运送至回铺地点, 将土推平、整理。

(3) 浆砌块石挡渣墙: 按照挡渣墙设计尺寸, 人工开挖挡渣墙基础, 然后采用0.4m³搅拌机拌制水泥砂浆, 人工堆砌浆砌片石, 最后将开挖土石方回填至挡渣墙基座上部。

(4) 浆砌片石截排水沟: 按照设计尺寸, 人工开挖排水沟, 开挖土方用于场地平整, 然后用浆砌片石筑砌, 厚度30~40cm。

(5) 浆砌片石沉沙池: 按照设计尺寸, 人工开挖沉沙池, 开挖土方用于场地平整, 然后用浆砌片石筑砌, 厚度30cm。

(6) 土地整治: 用拖拉机牵引铧犁耕翻地, 耕深0.50m左右, 然后平整土地, 人工施土杂肥。

5.4.4.2 植物措施

(1) 绿化物种选择

本项目位于大竹县, 工程区属亚热带常绿阔叶林区, 根据现场调查及周边高速公路绿化物种, 方案建议本项目绿化物种选择: 侧柏、桉木、刺槐、慈竹、红叶李、黄荆、狗牙根、高羊茅、白三叶、油麻藤、葛藤、爬山虎等物种。

(2) 后期管理要求

结合工程区气候条件, 植物措施可在春、秋两季实施。在植苗及草种撒播前, 需对迹地进行清理、翻松, 促进土壤熟化, 从而提高造林成活率。整地时应严格按照设计规格进行, 改善立地条件和土壤理化性质, 保证土壤墒情。

种植过程中, 应严格按照水土保持造林规程规范, 对起苗、运苗、栽植等环节进行严格控制, 保证苗木质量, 草种应对其进行筛选, 以保证种子质量, 并经过消毒、药物浸泡等处理措施后进行撒播。

在植物措施实施后至工程运行初期, 应对苗木进行抚育管理, 进行补植、浇水等抚育管理。

5.4.4.3 临时措施

本项目水土保持工程设计的临时措施主要有:

(1) 土袋挡墙：利用挖除的土方装入编织袋中，扎紧袋口，将沙袋码放在规划堆土场地周围，沙袋上下交错码放。

(2) 密目网苫盖：将密目网铺在渣体表面，并用砖石压护。

(3) 夯实土排水沟：按照设计尺寸，人工开挖排水沟，开挖土方用于场地平整，然后夯实土质周边。

(4) 夯实土沉沙池：按照设计尺寸，人工开挖沉沙池，开挖土方用于场地平整，然后夯实土质周边。

(5) 钻渣沉淀池：按照设计尺寸，人工开挖沉淀池，开挖土石方可作为沉淀池四周的挡坎，在施工结束后，将挡坎回填至沉淀池内。

5.4.5 施工质量要求

水土保持工程实施后，各项治理措施必须符合规定的质量要求，并经规定的质量测定方法确定后，才能作为治理成果进行数量统计。

水土保持各项治理措施的基本要求是总体布局合理，各项措施位置符合规划要求，规格、尺寸、质量使用材料、施工方法符合施工和设计标准，经暴雨考验后基本完好。

排水沟能有效地控制地表径流，排水去处要妥善处理。在经规定频率的暴雨考验后，排水沟及护坡等的完好率在 90% 以上。水土保持种草的位置应符合各类草种所需要的立地条件，种草密度达到设计要求。采用经济价值高、保土保水能力强、抗污染性能好的优良草种，当年出苗率与成活率在 80% 以上，3 年后保存率在 70% 以上。

5.4.6 实施进度安排

5.4.6.1 进度安排原则

(1) 按照“三同时”原则，坚持预防为主，及时防治；

(2) 坚持“边施工、边防护”的原则，结合主体工程施工及时控制施工过程中的水土流失；

(3) 工程弃渣坚持“先挡后弃”的原则，即渣体坡脚挡护、排水设施在渣体堆渣前或初期完成；

(4) 临时占地区在用完 after 拆除临时设施并清理迹地，及时进行场地恢复；

(5) 植物措施在具备条件后尽快实施。

5.4.6.2 实施进度安排

水土保持方案的实施与主体工程施工同期进行，纳入工程施工招标文件。各承包方在建设主体工程的同时完成水土保持措施。

针对主体工程及水土保持方案施工要求、应首先对开挖面施行边沟、排水沟等排排水措施，防止开挖边坡遭坡面和周边径流冲刷，在对边坡进行稳定处理后及时种植植被进行绿化，以便能尽快发挥植物措施防治水土流失的作用和改善环境的功能。

在填筑过程中应先修建挡渣墙，防止填筑料崩塌。在渣体防护措施时，应首先对原地表表土进行剥离、堆放并采取临时措施挡护，随后进行挡渣墙施工。弃渣堆放完成后，及时对渣体表面进行绿化、复耕等。

水土保持措施实施安排见图 5.4-1。

图 5.4-1 水土保持措施施工进度表

防治分区	措施类型	措施名称	2021 年	2022 年				2023 年				2024 年				2025 年			
			12 月	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度
道路工程区	工程措施	表土剥离	■	■															
		排水工程			■	■	■	■	■										
		骨架护坡					■	■	■	■	■								
		表土回覆、土地整治								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	植物措施	边坡绿化								■	■	■	■						
		中央分隔带绿化															■	■	■
	临时措施	土袋拦挡			■	■	■	■	■										
		临时排水			■	■	■	■	■										
		密目网苫盖			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
桥涵工程区	工程措施	土地整治																■	■
	植物措施	旱桥桥底绿化																■	■
	临时措施	临时排水				■	■	■	■	■									
		泥浆沉淀池				■	■	■	■	■									
		密目网苫盖			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
隧道工程区	工程措施	排水工程		■	■	■	■												
		骨架护坡				■	■	■	■										
		表土回覆						■	■	■									
	植物措施	边坡绿化						■	■	■	■								
		临时排水		■	■	■	■	■	■										
			密目网苫盖		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
互通工程区	工程措施	表土剥离	■	■															
		排水工程			■	■	■	■	■										
		骨架护坡					■	■	■	■	■								
		表土回覆、土地整治									■	■	■	■	■	■	■	■	

水土保持措施

防治分区	措施类型	措施名称	2021年	2022年				2023年				2024年				2025年				
			12月	1季度	2季度	3季度	4季度													
互通工程区	植物措施	边坡绿化																		
		场地绿化																		
		表土临时堆场绿化																		
	临时措施	临时排水																		
		临时拦挡																		
		密目网苫盖																		
辅助设施区	工程措施	表土剥离																		
		排水工程																		
		骨架护坡																		
		表土回覆、土地整治																		
	植物措施	边坡绿化																		
		场地绿化																		
		表土临时堆场绿化																		
	临时措施	临时排水																		
		临时拦挡																		
密目网苫盖																				
改移工程区	工程措施	表土剥离																		
		排水工程																		
	临时措施	临时排水																		
		密目网苫盖																		
弃渣场区	工程措施	表土剥离																		
		挡渣墙、拦洪坝																		
		截排水沟、沉沙池																		
		表土回覆、土地整治																		
	植物措施	复垦绿化																		

水土保持措施

防治分区	措施类型	措施名称	2021年	2022年				2023年				2024年				2025年				
			12月	1季度	2季度	3季度	4季度													
防治分区	临时措施	表土临时堆场绿化			■	■														
		临时排水			■	■	■	■												
		临时拦挡			■	■	■	■												
		密目网苫盖			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
施工场地区	工程措施	表土剥离	■	■																
		表土回覆、土地整治																■	■	
	植物措施	灌草绿化																	■	■
		表土临时堆场绿化			■	■														
	临时措施	临时排水、沉沙			■	■	■	■												
		临时拦挡			■	■	■	■												
临时遮盖				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
施工道路区	工程措施	表土剥离	■	■																
		排水沟、沉沙池			■	■	■	■												
		表土回覆、土地整治																■	■	
	植物措施	边坡绿化				■	■	■	■											
		灌草绿化																	■	■
		表土临时堆场绿化			■	■														
	临时措施	临时排水、沉沙			■	■	■	■												
		临时拦挡			■	■	■	■												
密目网苫盖				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

注：■ 为主体已有水保措施，■ 为方案新增水保措施。

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测目的

1、对施工建设过程中的水土流失进行适时监测和监控。及时掌握项目区水土流失发生的时段，强度和空间分布情况，了解水土保持措施的防护效果，及时发现问题以便采取相应的补救措施，确保各项水土保持措施能正常发挥作用，最大限度减少水土流失。

2、为同类生产建设项目水土流失预测和制定防治方案提供依据。通过水土保持监测，积累水土流失预测的实测资料和数据，为确定预测参数、预测模型和制定科学的防治方案服务，最大限度的为提高生态效益提供基础数据。同时对水土保持方案提出的防治措施进行实地检验、总结促进防治措施体系的针对性。

3、水土保持监测是水土保持专项验收的重要依据。通过全程的水土保持监测，评价项目建设过程中的施工准备、建设实施、生产运行等环节的水土流失防治效果，判断是否达到国家规定的防治标准和方案确定的防治目标，为项目的水土保持专项验收提供依据。

4、为水土保持监督管理提供数据资料。通过积累各类项目建设过程中的水土保持监测成果。可以分析总结不同建设时段中易产生水土流失的环节及空间分布，为监督检查提供依据，提高管理水平。

5、及时了解生产建设项目水土保持方案实施情况，促进水土保持方案的实施。

6.1.2 监测范围

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）规定，生产建设项目水土保持监测范围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。本项目水土保持监测范围主要为防治责任范围，本方案确定的防治责任范围 354.43hm²，包括道路工程区、桥涵工程区、隧道工程区、互通工程区、辅助设施区、改移工程区、弃渣场区、施工场地区和施工道路区。

6.1.3 监测时段

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）规定，生产建设项目水土保持监测应从施工准备期开始至设计水平年结束。由于项目区降雨多集中在 5~9 月，因此 5~9 月为本项目的重点监测时段。本项目计划于 2021 年 12 月开工，2025 年 11 月完工。本项目的水土保持监测时段确定从 2021 年 12 月到设计水平年结束

(即 2021 年 12 月-2026 年 12 月)，总监测时间按 61 个月考虑。

根据水土流失预测结果，施工期是水土保持监测重点时段。施工期应重点监测扰动地表面积、土壤流失量和水土保持措施实施情况。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161 号)规定，生产建设项目水土保持监测内容主要包括项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等方面。其中：

在扰动土地方面，应重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量及变化情况；

在水土流失状况方面，应重点监测实际造成的水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况；

在水土流失防治成效方面，应重点监测实际采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等；

在水土流失危害方面，应重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害等。

6.2.2 监测方法

依据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161 号)，监测单位应当针对不同监测内容和重点综合采取卫星遥感、无人机遥感、视频监控、地面观测、实地调查量测等多种方式，充分运用互联网+、大数据等高新信息技术手段，不断提高监测质量和水平，实现对生产建设项目水土流失的定量监测和过程控制。

根据本项目特点，本方案采用定点监测为主，巡查监测为辅的方式，遥感监测作为建议性措施。在监测点根据监测内容要求，定时观测和采样分析，获取监测数据。

1、水土流失影响因素

(1) 气象

降雨和风等资料可通过监测范围内或附近条件类似的气象站和水文站收集。

(2) 地形地貌

地形地貌通过实地调查结合项目区勘探资料进行收集。

(3) 地表组成物质

通过实地调查获得。

(4) 植被生长情况

通过实地调查，应按照植被类型选择3~5个有代表性样地，测定林地郁闭度和灌草地盖度，取其平均值作为郁闭度（盖度）。郁闭度采用样线法和照相法确定，盖度采用网格法和照相法测定。

(5) 扰动范围

通过实地调查结合项目施工资料收集，实地测量采用测绳、测尺、全站仪、GPS等。

(6) 防治责任范围

通过实地调查结合施工资料确定，并对资料进行现场测量核对。

(7) 弃土（石、渣）量

查阅资料基础上，结合现场测量，得出位置、数量、占地面积和弃土（石、渣）量。

2、水土流失状况监测

(1) 水土流失面积监测

水土流失面积通过普查法获得。

(2) 土壤侵蚀强度监测

土壤侵蚀强度根据《土壤侵蚀分类分级标准》SL190-2007确定。

(3) 土壤流失量监测

土壤侵蚀量通过定点监测获得，选择集沙池法进行定点监测。遥感监测作为建议措施。

① 集沙池法

集沙池法适用于径流冲刷物颗粒较大、汇水面积不大、有几种出口汇水区的土壤流失监测。按照设计频次观测集沙池中的泥沙厚度。宜在集沙池四角及中心量测泥沙厚度，并计算泥沙密度。土壤流失量可采用下式计算。

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{5} S \rho_s \times 10^4$$

式中：

S_T ——汇水区土壤流失量（g）；

h_i ——集沙池四角和中心点的泥沙厚度（cm）；

S——集沙池底面面积 (m^2) ;

ρ_s ——泥沙密度 (g/cm^3) 。

②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。

3、水土流失危害监测

水土流失危害监测采用实测法、调查法、问询法进行监测。

4、水土保持措施监测

(1) 工程措施监测

工程措施采用实地调查结合设计资料、监理资料、施工资料进行监测。

(2) 植物措施监测

植物措施类型、面积、成活率在综合分析相关资料基础上,实地调查确定。

郁闭度与盖度采用样地调查法进行预测。

林草覆盖率在统计林草地面积基础上分析得出。

(3) 临时措施

临时措施采用实地调查结合设计资料、监理资料、施工资料,同时结合问询等方法进行监测,并拍照或摄制影像资料。

6.2.3 监测频次

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161号）结合本项目的实际情况，监测频次如下：

1、水土流失影响因素监测

（1）地形地貌状况在整个监测期监测 1 次。

（2）地表组成物质在施工准备期前和试运行期各监测 1 次。

（3）植被状况在施工准备期前测定 1 次。

（4）地表扰动情况、水土流失防治责任范围全线巡查每季度不少于 1 次，典型地段监测每月 1 次。

（5）大型和重要渣场正在使用的，每 10 天监测 1 次；其他时段每季度监测不少于 1 次；其他渣场每季度监测不少于 1 次。

2、水土流失状况监测

（1）水土流失类型及形式每年不少于 1 次。

（2）水土流失面积每季度 1 次。

（3）土壤侵蚀强度在施工准备期前和监测期末各 1 次，施工期每年不少于 1 次。

3、水土流失危害监测

水土流失危害事件发生后 1 周内完成监测工作。

4、水土保持措施监测

（1）植物措施监测方法

1）植物类型及面积每季度调查 1 次。

2）成活率、保存率及生长状况在栽植 6 个月后调查成活率，且每年调查 1 次保存率及生长状况。

3）郁闭度、盖度每年在植被生长最茂盛的季节监测 1 次

（2）工程措施监测方法

措施的数量、分布和运行状况重点区域每月监测 1 次，整体状况每季度 1 次。

（3）临时措施实施情况每季度统计 1 次。

（4）水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

（5）水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

6.3 点位布设

1、监测点位的布设原则

水土保持监测点位的选取应根据水土流失预测、分析的内容来确定，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，而且又不造成过大的经济负担。

(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、监测点位的场地选择要求

本项目为线形工程，监测点位的布设要求能有效地、完整地监测水土流失状况、危害以及各类防治措施的效果，以典型水保工程监测为主，重点与一般相结合，以点带线、点段结合。监测场地的选择要求如下：

(1) 每个监测点都要有较强的代表性，对所在水土流失类型区和监测重点要有代表意义，原地貌与扰动地貌应具有一定的可比性；

(2) 各种观测场地应适当集中，不同监测项目宜相互结合；

(3) 监测场地应尽量避免人为活动的干扰；

(4) 交通方便，便于监测管理；

(5) 简易土壤侵蚀观测场应避免周边来水对观测场的影响；

(6) 重力侵蚀监测点应根据开发建设项目可能造成的侵蚀部位布设

3、监测点位的布设

根据本项目水土流失预测结果及以上监测点位的布点原则和场地选择要求，在实地踏勘的基础上，针对工程区特点、施工布置、水土流失特点和水土保持措施的布局特征，根据预测结果结合项目实际情况，本方案施工期（含施工准备期）及林草恢复期共布设 22 个监测点，并设置相应的监测设施和设备进行重点监测。

(1) 道路工程区在 K0+630（挖深 23m），K9+270（填高 18m），K18+370（挖深 48m），K27+980（填高 21m），各设置 1 个道路工程区定点监测点。

(2) 桥涵工程区在熊家湾特大桥（K28+820）、何家湾特大桥（K31+430）桥位基

础施工区各设置 1 个桥涵工程区定点监测点。

(3) 隧道工程区在铜锣湾隧道进口 (K10+235)、铜锣湾隧道出口 (K16+795) 和明月山隧道进口 (K32+150) 处各设置 1 个隧道工程区定点监测点。

(4) 互通工程区定点监测点设置在高穴互通 (K6+145) 处。

(5) 辅助设施区点监测点设置位于童家服务区 (K20+745)。

(6) 弃渣场区选择 2#弃渣场 (沟道型, 堆渣高度最大)、5#弃渣场 (沟道型)、9#弃渣场 (沟道型)、11#弃渣场 (坡地型, 堆渣量最大)、13#弃渣场 (坡地型, 堆渣量第二大)、14#弃渣场 (坡地型, 平均堆渣高度最大)、15#弃渣场 (沟道型), 各设置 1 个弃渣场区定点监测点。

(7) 施工场地区选择在 4#梁场 (K24+800) 处设置 1 个定点监测点。

(8) 施工道路区选择在 K0+800、K18+400、K32+100 处各设置 1 个施工道路区定点监测点。

监测点位布置详见下表。

表 6.3-1 水土保持定位监测点位布置表

监测区域	监测点编号	点位位置	监测内容	监测方法	监测时段
道路工程区	监 1	K0+630 (挖方段)	扰动土地情况监测; 表土剥离情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期 (含施工 准备期)、林草 恢复期
	监 2	K9+270 (填方段)			
	监 3	K18+370 (挖方段)			
	监 4	K27+980 (填方段)			
桥涵工程区	监 5	熊家湾特大桥 (K28+820)	扰动土地情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期 (含施工 准备期)、林草 恢复期
	监 6	何家湾特大桥 (K31+430)			
隧道工程区	监 7	铜锣湾隧道进口 (K10+235)	扰动土地情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期 (含施工 准备期)、林草 恢复期
	监 8	铜锣湾隧道出口 (K16+795)			
	监 9	明月山隧道进口 (K32+150)			
互通工程区	监 10	高穴互通 (K6+145)	扰动土地情况监测; 表土剥离情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期 (含施工 准备期)、林草 恢复期
辅助设施区	监 11	童家服务区 (K20+745)	扰动土地情况监测; 表土剥离情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期 (含施工 准备期)、林草 恢复期
弃渣场区	监 12	2#弃渣场 (沟道型)	扰动土地情况监测; 表土剥离情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期 (含施工 准备期)、林草 恢复期
	监 13	5#弃渣场 (沟道型)			
	监 14	9#弃渣场 (沟道型)			
	监 15	11#弃渣场 (坡地型)			

弃渣场区	监 16	13#弃渣场(坡地型)	扰动土地情况监测; 表土剥离情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期(含施工 准备期)、林草 恢复期
	监 17	14#弃渣场(坡地型)			
	监 18	15#弃渣场(沟道型)			
施工场地区	监 19	4#梁场(K24+800)	扰动土地情况监测; 表土剥离情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期(含施工 准备期)、林草 恢复期
施工道路区	监 20	K0+800	扰动土地情况监测; 表土剥离情况监测; 水土流失情况监测; 水土保持措施监测	实地量测、地面 观测、资料分 析、遥感监测	施工期(含施工 准备期)、林草 恢复期
	监 21	K18+400			
	监 22	K32+100			

6.4 实施条件和成果

6.4.1 实施条件

1、监测人员

监测项目部人员应不少于3名。监测项目部应设总监测工程师、监测工程师、监测员等岗位，各岗位职责为：

(1) 总监测工程师为项目部负责人，全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果质量。

(2) 监测工程师负责监测数据的采集、整理、汇总、校核，编制监测实施方案、监测季度报告、监测年度报告、监测总结报告等。

(3) 监测员协助监测工程师完成监测数据的采集和整理，并负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理。

2、监测设施设备及费用

水土保持监测费应包括消耗性材料费、监测设备折旧费和监测人工费。对监测设备只计折旧费，不计算监测设备购置费；监测人工费参照监理费按人年费用计取。计费时段应从监测开始，至设计水平年结束。本项目监测费用按实际需要的工作量，同时参照同类工程进行计算，共计 104.96 万元。

表 6.4-1 水土保持监测费统计表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	人工费及差旅费				813000	
1	高级职称技术人员	人/年	1	100000	542000	至设计水平年结束，按 65 个月计
2	一般技术人员	人/年	1	50000	271000	
二	消耗性材料费用				6910	
1	集流桶	只	100	20	2000	
2	标志绳	m	1000	1.5	1500	

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)	备注
3	小钢架	个	300	2	600	
4	标志牌	块	50	25	1250	
5	取样瓶	只	300	2	600	
6	米尺	只	6	20	120	
7	100m 卷尺	只	6	40	240	
8	室内分析用消耗材料	套	300	2	600	
三	设备折旧费				133600	
1	雨量筒	套	3	1000	2400	按 5 年使用期折旧
2	自计雨量计	个	3	4000	9600	按 5 年使用期折旧
3	天平	台	2			不计费
4	烘箱	台	2			不计费
5	GPS 仪器	台	2	4000	6400	按 5 年使用期折旧
6	数码相机	台	2	9000	14400	按 5 年使用期折旧
7	笔记本电脑	台	2	8000	12800	按 5 年使用期折旧
8	无人机及相关软件	台	1	20000	16000	按 5 年使用期折旧
9	汽车	辆	1	180000	72000	按 10 年使用期折旧
四	土建工程费				31000	
1	径流小区	处	5	5000	25000	
2	简易观测场 (测钎法)	处	5	1200	6000	
五	建设期观测运行费				65000	
合 计					1049510	

6.4.2 监测成果

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161号)及《水利部办公厅印发生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保〔2015〕139号)规定:监测单位在监测工作开展前要制定监测实施方案;在监测期间要做好监测记录和数据整编,按季度编制监测报告;在水土保持设施验收前应编制监测总结报告。监测实施方案、日常监测记录和数据、监测意见、监测季报和总结报告,应及时提交生产建设单位。监测单位发现可能发生水土流失危害情况的,应随时向生产建设单位报告。

工程建设期间,应当在每季度的第一个月内向审批水土保持方案的水行政主管部门报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告表》;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;水土保持监测任务完成后,应整理、分析监测季度报告,分析评价土壤流失情况和水土流失防治效果,并于3个月内报送《生产建设项目水土保持监测总结报告》。工期3年以上的项目,应每年第一个季度末报送上一年度监测报告,本工程工期53个月,应编制监测年报。

监测总结报告应内容全面、语言简明、数据真实、重点突出、结论客观。应包含水土保持监测特性表、防治责任范围表、水土保持措施监测表、土壤流失量统计表、扰动土地整治率等六项指标计算及达标情况表。监测总结报告应附照片集。报告附图应包含项目区地理位置图、水土保持监测点分布图、防治责任范围图等。附图应按相关制图规范编制。

影像资料包括照片集和影音资料。照片集应包含监测项目部和监测点照片。同一监测点每次监测应拍摄同一位置、角度照片不少于三张。照片应标注拍摄时间。

生产建设项目水土保持监测成果应按照档案管理相关规定建立档案。

生产建设项目水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。三色评价结论是生产建设单位落实参建单位责任、控制施工过程中水土流失的重要依据，也是各流域管理机构 and 地方各级水行政主管部门实施监管的重要依据。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

1、本水土保持方案估算编制的项目划分、费用构成、编制方法等严格按照《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（2016）、《水土保持工程估算定额》及《生产建设项目水土保持技术规范》等进行编制。

2、水土保持工程作为主体工程的重要内容，其投资估算价格水平年与主体工程一致。主要材料估算价格参照四川省建设工程造价信息及达州市现行材料价格。本水土保持方案投资估算价格水平年为 2021 年第 1 季度。

3、本工程水土保持投资估算作为主体工程投资估算组成部分，计入建设项目总投资估算中。对于主体工程中界定为水土保持工程的防护措施投资，将其列入本方案的投资总估算中，和新增的水土保持措施估算投资一起构成该水保方案的估算总投资。

7.1.1.2 编制依据

- 1、《水土保持投资概（估）算定额》（水利部水总[2003]67号）；
- 2、《水利工程施工机械台时费定额》（水总[2002]116号）；
- 3、四川省水利厅《关于发布〈四川省水利水电工程概（估）算编制规定〉的通知》（川水发[2015]9号）；
- 4、《公路工程概算定额》（JTG/T 3831-2018）；
- 5、《公路工程预算定额》（JTG/T 3832-2018）；
- 6、《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）；
- 7、国家发展和改革委员会《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）；
- 8、关于印发《水土保持补偿费征收使用管理办法》的通知（财综[2014]8号）；
- 9、《四川省发展和改革委员会 四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》（川发改价格〔2017〕347号）；
- 10、四川省水利厅关于印发《增值税税率调整后〈四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定〉相应调整办法》的通知（川水函[2019]610号）；
- 11、《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》(国家税务总局公告 2020 年第 21 号)。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制说明

1、基础价格

本工程水土保持投资估算的编制依据、价格水平年、基础单价和主要工程单价等均与主体工程一致，不足部分参考相关规定。

2、人工预算单价

本项目人工与主体工程一致，工程措施人工费及植物措施人工费，为 94.94/工日，即为 11.87 元/工时计入直接费。

3、主要材料及机械单价

钢材、砂、碎石、水泥、草籽等主要材料的单价与主体工程预算单价一致，绿化用的苗木、肥料等价格根据市场调查确定。

表 7.1-1 材料单价表

编号	名称及规格	单位	预算价格
1	水泥	元/t	413.03
2	中(粗)砂	元/m ³	208.22
3	水	元/m ³	2.43
4	电	元/kw.h	0.72
5	柴油(0号, -10号, -20号)	元/kg	6.57
6	密目网	元/m ²	1.41
7	编织袋	元/个	1.08
8	防雨布	元/m ²	5.08
9	土工布(宽4~5m, 150g重)	元/m ²	5.48
10	C20混凝土	元/m ³	382.7
11	板枋材	元/m ³	1130.8
12	钢模版	元/t	4406.77
13	铁件	元/kg	2.89
14	块石	元/m ³	152.93
15	化肥	元/t	904.64
16	机砖	元/千匹	675.22
17	M10砂浆	元/m ³	339.24
18	PVC排水管	元/m	12.00
19	汽油92#	元/kg	7.87
20	片石、碎石	元/m ³	172.08
21	草籽	元/kg	64.84
22	乔木(综合单价)	元/株	315.52
23	灌木(综合单价)	元/株	7.78

表 7.1-2 机械单价表

序号	名称及规格	台时费 (元)	折旧 费	修理及替 换设备费	安拆 费	人工 费	动力燃 料费
1	手扶拖拉机11kW	14.15	0.81	2.12	0.08	5.36	5.78
2	液压单斗挖掘机1.0m ³	138.40	25.63	20.33	1.68	30.50	60.26
3	液压单斗挖掘机2.0m ³	174.82	39.06	24.68	3.56	38.04	69.48
4	混凝土搅拌机0.4m ³	30.32	3.29	5.34	1.65	11.87	8.17
5	胶轮架子车	0.81	0.23	0.58			
6	履带式拖拉机37kw	59.58	3.04	3.40	0.16	19.50	33.48
7	插入式振动器1.1kw	2.14	0.28	1.10			0.76
8	风(砂)水枪6m ³ /min	35.32	0.24	0.42			34.66
9	推土机74KW	101.71	12.00	12.81	0.86	26.50	49.54
10	拖式铲运机6~8m ³	16.69	7.13	8.76	0.80	0.00	0.00
11	装载质量5t以内载货汽车	65.23	4.28	3.40	0.16	21.40	35.99

4、措施单价

本工程工程措施单价由直接工程费、间接费、企业利润、税金组成。

工程措施单价由直接工程费、间接费、企业利润、税金组成。

(1) 直接工程费

直接工程费由基本直接费和其他直接费组成。

①基本直接费

包括人工费、材料费和施工机械使用费。

人工费=定额劳动量(工时)×人工估算单价(元/工时)

材料费=定额材料用量×材料估算单价

机械使用费=定额机械使用量(台时)×施工机械台时费(元/台时)

②其他直接费

其他直接费=基本直接费×其他直接费率

(2) 间接费

由直接工程费×间接费率计算

(3) 企业利润

按(直接工程费+间接费)×企业利润率计算

(4) 税金

按(直接工程费+间接费+企业利润)×综合税率计算,根据“四川省水利厅关于印发《增值税税率调整后〈四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定〉相应调整办法》的通知(川水函[2019]610号)”计取税金。

(5) 工程措施单价

工程单价=直接工程费+间接费+企业利润+税金。

各项费率详见下表。

表 7.1-3 工程措施单价费率表

编号	项目	计算基础	土石方工程	其它工程	植物措施
一	直接工程费				
1	直接费				
2	其他直接费	直接费	4.6	4.6	3.0
二	间接费	直接工程费	5.5	4.4	3.3
三	企业利润	一+二	7.0	7.0	7.0
四	税金	一+二+三	9.0	9.0	9.0
五	扩大系数	一+二+三+四	10.0	10.0	10.0

5、估算编制

(1) 工程措施投资估算

工程措施投资估算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

(2) 植物措施投资估算

植物措施由苗木、草、种子等材料费、种植费和抚育管护费组成。植物措施材料费由苗木、草、种子等的预算价格乘以设计数量进行编制。栽(种)植费由工程单价乘以设计数量后即得。

(3) 监测措施投资估算

监测措施由监测人工费和监测设施设备材料费组成。

(4) 临时措施投资估算

①临时防护工程

按临时防护措施的实际工程量乘以工程单价编制。

②其他临时工程

其他临时工程按(1)~(3)部分之和的1.5%计算。

(5) 独立费用

包括建设管理费、水土保持监理费、科研勘测设计费、水土保持自主验收费、招标代理服务费、经济技术咨询费六项组成。

①建设管理费：按水土保持投资中工程措施、植物措施、监测措施、施工临时工程之和的2%计算。

② 科研勘测设计费：结合本工程实际情况，本工程取65万元。

③ 水土保持监理费：结合工程实际情况计列，本工程取58万元。

④水土保持自主验收费：参照国家相关标准，结合本工程实际情况计列，本工程取 50 万元。

⑤招标代理服务费：结合本工程实际情况计列，本工程不计取此费用。

⑥经济技术咨询费：结合本工程实际情况计列，本工程不计取此项费用。

(6) 基本预备费

按水土保持工程措施、植物措施、监测措施、施工临时工程及独立费用五部分费用之和的 10% 计算。

(7) 水土保持补偿费

根据《四川省发展和改革委员会 四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》（川发改价格[2017]347 号）及《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》（国家税务总局公告 2020 年第 21 号），水土保持补偿费按征占地面积 1.3 元/m² 计算，本项目占地面积 354.43hm²，水土保持补偿费共计 460.76 万元，向税务部门缴纳。

7.1.2.2 投资估算成果

本工程水土保持总投资为 22496.72 万元，其中，主体工程已列投资为 15623.45 万元，水土保持方案新增投资为 6873.27 万元。新增投资中，工程措施费 4354.74 万元，植物措施费 309.91 万元，监测措施费 99.85 万元，临时措施费 759.57 万元，独立费用 305.48 万元，基本预备费 582.96 万元，水土保持补偿费 460.76 万元。详见投资估算表 7.1-4~7.1-8。

表 7.1-4 水土保持投资总估算表 (单位: 万元)

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费		独立费用	新增水土保持投资小计	主体已有投资	合计
				栽(种)植费	苗木、草、种子费				
第一部分 工程措施		4354.74	0.00		0.00	0.00	4354.74	11578.73	15933.47
1	道路工程区	496.69					496.69	8976.87	9473.56
2	桥涵工程区	3.01					3.01		3.01
3	隧道工程区	1.62					1.62	195.15	196.77
4	互通工程区	466.43					466.43	1781.80	2248.23
5	辅助设施区	113.69					113.69	576.96	690.65
6	改移工程区	62.73					62.73	47.95	110.68
7	弃渣场区	2636.24					2636.24		2636.24
8	施工场地区	141.73					141.73		141.73
9	施工道路区	432.61					432.61		432.61
第二部分 植物措施		0.00	0.00	105.28	204.63	0.00	309.91	4044.72	4354.63
1	道路工程区							657.39	657.39
2	桥涵工程区			7.15	37.50		44.65		44.65
3	隧道工程区						0.00	8.76	8.76
4	互通工程区			0.25	6.65		6.90	2954.64	2961.54
5	辅助设施区			0.03	0.77		0.80	423.93	424.73
6	弃渣场区			19.77	105.97		125.73		125.73
7	施工场地区			3.36	18.28		21.65		21.65
8	施工道路区			74.73	35.45		110.18		110.18
第三部分 监测措施			99.85				99.85		99.85
1	监测设备 (含人工及折旧费)		90.25				90.25		90.25
2	建设期观测运行费(含耗材)		9.60				9.60		9.60
第四部分 临时措施		759.57					759.57	0.00	759.57
1	道路工程区	146.20					146.20		146.20
2	桥涵工程区	51.14					51.14		51.14
3	隧道工程区	1.87					1.87		1.87
4	互通工程区	92.25					92.25		92.25
5	辅助设施区	67.37					67.37		67.37
6	改移工程区	14.79					14.79		14.79
7	弃渣场区	97.52					97.52		97.52
8	施工场地区	61.63					61.63		61.63
9	施工道路区	155.32					155.32		155.32

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费		独立费用	新增水土保持投资小计	主体已有投资	合计
				栽(种)植费	苗木、草、种子费				
10	其他临时工程	71.47					71.47		71.47
第五部分 独立费用						305.48	305.48		305.48
1	建设管理费					110.48	110.48		110.48
2	工程建设监理费					80.00	80.00		80.00
3	科研勘测设计费					65.00	65.00		65.00
4	水土保持设施验收报告编制费					50.00	50.00		50.00
I	第一至五部分合计	5114.31	99.85	105.28	204.63	305.48	5829.55	15623.45	21453.00
II	基本预备费						582.96		582.96
III	水土保持补偿费						460.76		460.76
IV	工程投资总计	5114.31	99.85	105.28	204.63	305.48	6873.27	15623.45	22496.72

表 7.1-5 新增水土保持分部工程投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第一部分 工程措施					4354.74
1	道路工程区				496.69
1.1	表土剥离	万m ³	17.01	224844.90	382.46
1.2	表土回覆	万m ³	7.74	147096.55	113.85
1.3	土地整治	hm ²	1.54	2415.84	0.37
2	桥涵工程区				3.01
2.1	土地整治	hm ²	12.47	2415.84	3.01
3	隧道工程区				1.62
3.1	表土回覆	万m ³	0.11	147096.55	1.62
4	互通工程区				466.43
4.1	表土剥离	万m ³	11.05	224844.90	248.45
4.2	表土回覆	万m ³	14.29	147096.55	210.20
4.3	土地整治	hm ²	32.19	2415.84	7.78
5	辅助设施区				113.69
5.1	表土剥离	万m ³	3.57	224844.90	80.27
5.2	表土回覆	万m ³	2.20	147096.55	32.36
5.3	土地整治	hm ²	4.37	2415.84	1.06
6	改移工程区				62.73
6.1	表土剥离	万m ³	2.79	224844.90	62.73
7	弃渣场区				2636.24

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
7.1	表土剥离	万m ³	12.85	224844.90	288.93
7.2	表土回覆	万m ³	22.94	147096.55	337.44
7.3	土地整治	hm ²	71.07	2415.84	17.17
7.4	挡渣墙	km	1.841		937.83
7.4.1	土石开挖	万m ³	0.68	203555.28	13.84
7.4.2	土石回填	万m ³	0.21	564277.39	11.85
7.4.3	M7.5浆砌块石	万m ³	1.18	7670181.62	905.08
7.4.4	PVC排水管	km	5.877	12000.00	7.05
7.5	拦洪坝	m	125		18.35
7.5.1	土石开挖	万m ³	0.04	203555.28	0.81
7.5.2	土石回填	万m ³	0.01	564277.39	0.56
7.5.3	C20混凝土	万m ³	0.02	8484753.50	16.97
7.6	截排水沟	km	1.193		1001.79
7.6.1	土石开挖	万m ³	2.53	203555.28	51.50
7.6.2	M7.5浆砌块石	万m ³	1.12	8484753.50	950.29
7.7	沉沙池	个	47		34.74
7.7.1	土石开挖	万m ³	0.08	203555.28	1.63
7.7.2	M7.5浆砌块石	万m ³	0.04	7670181.62	30.68
7.7.3	M10砂浆抹面	m ²	924.54	26.31	2.43
8	施工场地区				141.73
8.1	表土剥离	万m ³	3.72	224844.90	83.64
8.2	表土回覆	万m ³	3.72	147096.55	54.72
8.3	土地整治	hm ²	13.93	2415.84	3.37
9	施工道路区				432.61
9.1	表土剥离	万m ³	5.72	224844.90	128.61
9.2	表土回覆	万m ³	5.72	147096.55	84.14
9.3	土地整治	hm ²	21.91	2415.84	5.29
9.4	排水沟	km	7.476		205.87
9.4.1	土石开挖	万m ³	0.11	203555.28	2.24
9.4.2	C20混凝土	万m ³	0.24	8484753.50	203.63
9.5	沉沙池	个	15		8.69
9.5.1	土石开挖	万m ³	0.01	203555.28	0.20
9.5.2	C20混凝土	万m ³	0.01	8484753.50	8.48
第二部分 植物措施					309.91
1	桥涵工程区				44.65
1.1	旱桥桥下绿化	hm ²	9.98		44.65
1.1.1	栽植灌木(栽植费)	万株	3.99	17300.36	6.90
1.1.2	灌木	万株	3.99	77770.00	31.03
1.1.3	撒播	hm ²	9.98	242.76	0.24
1.1.4	草籽	kg	998.00	64.84	6.47
2	互通工程区				6.90
2.1	表土临时堆场绿化	hm ²	10.26		6.90
2.1.1	撒播	hm ²	10.26	242.76	0.25
2.1.2	草籽	kg	1026.00	64.84	6.65

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
3	辅助设施区				0.80
3.1	表土临时堆场绿化	hm ²	1.19		0.80
3.1.1	撒播	hm ²	1.19	242.76	0.03
3.1.2	草籽	kg	119.00	64.84	0.77
4	弃渣场区				125.73
4.1	复垦绿化	hm ²	27.46		122.86
4.1.1	栽植灌木(栽植费)	万株	10.98	17300.36	19.00
4.1.2	灌木	万株	10.98	77770.00	85.39
4.1.3	撒播	hm ²	27.46	242.76	0.67
4.1.4	草籽	kg	2746.00	64.84	17.81
4.2	表土临时堆场绿化	hm ²	4.27		2.87
4.2.1	撒播	hm ²	4.27	242.76	0.10
4.2.2	草籽	kg	427.00	64.84	2.77
5	施工场地区				21.65
5.1	灌草绿化	hm ²	4.64		20.80
5.1.1	栽植灌木(栽植费)	万株	1.86	17300.36	3.22
5.1.2	灌木	万株	1.86	77770.00	14.47
5.1.3	撒播	hm ²	4.64	242.76	0.11
5.1.4	草籽	kg	464.00	64.84	3.01
5.2	表土临时堆场绿化	hm ²	1.25		0.84
5.2.1	撒播	hm ²	1.25	242.76	0.03
5.2.2	草籽	kg	125.00	64.84	0.81
6	施工道路区				110.18
6.1	边坡绿化				70.84
6.1.1	喷播植草	hm ²	5.19	132000.00	68.51
6.1.2	撒播	hm ²	3.47	242.76	0.08
6.1.3	草籽	kg	347.00	64.84	2.25
6.2	灌草绿化	hm ²	8.51		38.05
6.2.1	栽植灌木(栽植费)	万株	3.40	17300.36	5.88
6.2.2	灌木	万株	3.40	77770.00	26.44
6.2.3	撒播	hm ²	8.51	242.76	0.21
6.2.4	草籽	kg	851.00	64.84	5.52
6.3	表土临时堆场绿化				1.29
6.3.1	撒播	hm ²	1.92	242.76	0.05
6.3.2	草籽	kg	192.00	64.84	1.24
第三部分 监测措施					99.85
1	人工及设备折旧费				90.25
2	建设期观测运行费(含耗材)				9.60
第四部分 临时措施					759.57
1	道路工程区				146.20
1.1	土袋挡墙	m	3739.00		32.87
1.1.1	填筑土袋	m ³	1234.00	216.47	26.71
1.1.2	土袋拆除	m ³	1234.00	49.88	6.16
1.2	临时排水沟	km	12.281		77.30

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
1.2.1	土石开挖	万m ³	0.43	203555.28	8.75
1.2.2	土工布	hm ²	3.56	192541.91	68.54
1.3	密目网苫盖	hm ²	9.20	39171.45	36.04
2	桥涵工程区				51.14
2.1	密目网苫盖	hm ²	3.75	39171.45	14.49
2.2	泥浆沉淀池	个	17.00		1.37
2.2.1	土石开挖	万m ³	0.02	203555.28	0.41
2.2.2	土工布	hm ²	0.05	192541.91	0.96
2.3	临时排水沟	km	6.471		35.27
2.3.1	土石开挖	万m ³	0.21	203555.28	4.27
2.3.2	土工布	hm ²	1.61	192541.91	31.00
3	隧道工程区				1.87
3.1	临时排水沟	km	0.119		0.97
3.1.1	土石开挖	万m ³	0.01	203555.28	0.20
3.1.2	土工布	hm ²	0.04	192541.91	0.77
3.2	密目网苫盖	hm ²	0.23	39171.45	0.90
4	互通工程区				92.25
4.1	临时排水沟	km	2.323		14.73
4.1.1	土石开挖	万m ³	0.09	203555.28	1.83
4.1.2	土工布	hm ²	0.67	192541.91	12.90
4.2	土质排水沟	km	2.512		0.92
4.2.1	土石开挖	m ³	452.00	20.36	0.92
4.3	土质沉沙池	个	12.00		0.11
4.3.1	土石开挖	m ³	54.00	20.36	0.11
4.4	土袋挡墙	m			25.41
4.4.1	填筑土袋	m ³	954.00	216.47	20.65
4.4.2	土袋拆除	m ³	954.00	49.88	4.76
4.5	密目网苫盖	hm ²	13.04	39171.45	51.08
5	辅助设施区				67.37
5.1	临时排水沟	km	0.794		49.98
5.1.1	土石开挖	万m ³	0.28	203555.28	5.70
5.1.2	土工布	hm ²	2.30	192541.91	44.28
5.2	土质排水沟	km	0.873		0.32
5.2.1	土石开挖	m ³	157.00	20.36	0.32
5.3	土质沉沙池	个	8.00		0.07
5.3.1	土石开挖	m ³	36.00	20.36	0.07
5.4	土袋挡墙	m			8.84
5.4.1	填筑土袋	m ³	332.00	216.47	7.19
5.4.2	土袋拆除	m ³	332.00	49.88	1.66
5.5	密目网苫盖	hm ²	2.08	39171.45	8.15
6	改移工程区				14.79
6.1	密目网苫盖	hm ²	1.16	39171.45	4.54
6.2	临时排水沟	km	2.23		10.25
6.2.1	土石开挖	万m ³	0.04	203555.28	0.81

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
6.2.2	土工布	hm ²	0.49	192541.91	9.43
7	弃渣场区				97.52
7.1	表土临时堆场土质排水沟	km	0.172		0.63
7.1.1	土石开挖	m ³	309	20.36	0.63
7.2	土袋挡墙	m	1538.00		24.58
7.2.1	填筑土袋	m ³	923.00	216.47	19.98
7.2.2	土袋拆除	m ³	923.00	49.88	4.60
7.3	密目网苫盖	hm ²	18.46	39171.45	72.31
8	施工场地区				61.63
8.1	临时排水沟	km	3.544		20.15
8.1.1	土石开挖	万m ³	0.11	203555.28	2.24
8.1.2	土工布	hm ²	0.93	192541.91	17.91
8.2	临时沉沙池	个	14.00		0.59
8.2.1	土石开挖	万m ³	0.01	203555.28	0.20
8.2.2	土工布	hm ²	0.02	192541.91	0.39
8.3	土质排水沟	km	1.062		0.39
8.3.1	土石开挖	m ³	191	20.36	0.39
8.4	土质沉沙池	个	8		0.07
8.4.1	土石开挖	m ³	36	20.36	0.07
8.5	土袋挡墙	m			10.76
8.5.1	填筑土袋	m ³	404.00	216.47	8.75
8.5.2	土袋拆除	m ³	404.00	49.88	2.02
8.6	防雨布遮盖	hm ²	1.39	178275.38	24.78
8.7	密目网苫盖	hm ²	1.25	39171.45	4.90
9	施工道路区				155.32
9.1	临时排水沟	km	23.597		133.49
9.1.1	土石开挖	万m ³	0.75	203555.28	15.27
9.1.2	土工布	hm ²	6.14	192541.91	118.22
9.2	临时沉沙池	个	47.00		1.95
9.2.1	土石开挖	万m ³	0.02	203555.28	0.41
9.2.2	土工布	hm ²	0.08	192541.91	1.54
9.3	土质排水沟	km	1.166		0.43
9.3.1	土石开挖	m ³	210	20.36	0.43
9.4	土质沉沙池	个	15		0.14
9.4.1	土石开挖	m ³	67.5	20.36	0.14
9.5	土袋挡墙	m			11.80
9.5.1	填筑土袋	m ³	443.00	216.47	9.59
9.5.2	土袋拆除	m ³	443.00	49.88	2.21
9.6	密目网苫盖	hm ²	1.92	39171.45	7.52
10	其他临时工程	%	1.50	4764.50	71.47
第五部分 独立费用					305.48
1	建设管理费	%	2.00	5524.07	110.48
2	工程建设监理费				80.00

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
3	科研勘测设计费				65.00
4	水土保持设施验收报告编制费				50.00
第六部分 基本预备费		%	5829.55	10.00	582.96
第七部分 水土保持补偿费		hm²	354.43	1.30	460.76
水土保持静态总投资合计					6873.27

表 7.1-6 主体工程已有水土保持措施工程量及投资

项目	措施类型	措施内容	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)	
道路工程区	工程措施	骨架护坡	C20混凝土	万m ³	2.81	8484753.50	2384.22
		排水工程	C20混凝土	万m ³	7.77	8484753.50	6592.65
	植物措施	边坡绿化	喷播植草	hm ²	1.40	132000.00	18.48
			三维网植草	hm ²	2.09	361300.00	75.51
			骨架护坡植草	hm ²	35.58	156400.00	556.47
		中央分隔带绿化	绿化面积	hm ²	1.54		0.00
			栽植灌木	万株	0.62	17300.36	1.07
			灌木	万株	0.62	77770.00	4.82
			撒播草籽	hm ²	1.54	242.76	0.04
			草籽	kg	154	64.84	1.00
隧道工程区	工程措施	骨架护坡	C20混凝土	万m ³	0.05	8484753.50	42.42
		排水工程	C20混凝土	万m ³	0.18	8484753.50	152.73
	植物措施	隧道洞口	骨架护坡植草	hm ²	0.56	156400.00	8.76
互通工程区	工程措施	骨架护坡	C20混凝土	万m ³	0.56	8484753.50	475.15
		排水工程	C20混凝土	万m ³	1.54	8484753.50	1306.65
	植物措施	边坡绿化	喷播植草	hm ²	0.28	132000.00	3.70
			三维网植草	hm ²	0.41	361300.00	14.81
			骨架护坡植草	hm ²	7.05	156400.00	110.26
		场地绿化	绿化面积	hm ²	32.19		0.00
			栽植乔木	万株	8.05	176186.25	141.83
			乔木	万株	8.05	3155200.00	2539.94
			栽植灌木	万株	12.88	17300.36	22.28
			灌木	万株	12.88	77770.00	100.17
撒播草籽	hm ²	32.19	242.76	0.78			
草籽	kg	3219	64.84	20.87			
辅助设施区	工程措施	骨架护坡	C20混凝土	万m ³	0.18	8484753.50	152.73
		排水工程	C20混凝土	万m ³	0.5	8484753.50	424.24
	植物措施	边坡绿化	喷播植草	hm ²	0.09	132000.00	1.19
			三维网植草	hm ²	0.13	361300.00	4.70
			骨架护坡植草	hm ²	2.26	156400.00	35.35
		场地绿化	绿化面积	hm ²	4.37		0.00
			栽植乔木	万株	1.09	176186.25	19.20

项目	措施类型	措施内容	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)	
			乔木	万株	1.09	3155200.00	343.92
			栽植灌木	万株	1.75	17300.36	3.03
			灌木	万株	1.75	77770.00	13.61
			撒播草籽	hm ²	4.37	242.76	0.11
			草籽	kg	437	64.84	2.83
改移工程区	工程措施	排水工程	排水沟	km	2.23	215000.00	47.95
合计						15623.45	

表 7.1-7 监测措施投资表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	人工费及差旅费				762000	
1	高级职称技术人员	人/年	1	100000	508000	至设计水平年结束, 按61个月计
2	一般技术人员	人/年	1	50000	254000	
二	消耗性材料费用				6910	
1	集流桶	只	100	20	2000	
2	标志绳	m	1000	1.5	1500	
3	小钢架	个	300	2	600	
4	标志牌	块	50	25	1250	
5	取样瓶	只	300	2	600	
6	米尺	只	6	20	120	
7	100m 卷尺	只	6	40	240	
8	室内分析用消耗材料	套	300	2	600	
三	设备折旧费				133600	
1	雨量筒	套	3	1000	2400	按5年使用期折旧
2	自计雨量计	个	3	4000	9600	按5年使用期折旧
3	天平	台	2			不计费
4	烘箱	台	2			不计费
5	GPS 仪器	台	2	4000	6400	按5年使用期折旧
6	数码相机	台	2	9000	14400	按5年使用期折旧
7	笔记本电脑	台	2	8000	12800	按5年使用期折旧
8	无人机及相关软件	台	1	20000	16000	按5年使用期折旧
9	汽车	辆	1	180000	72000	按10年使用期折旧
四	土建工程费				31000	
1	径流小区	处	5	5000	25000	

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
2	简易观测场(测钎法)	处	5	1200	6000	
五	建设期观测运行费				65000	
合计					998510	

表 7.1-8 水土保持投资分年度实施计划表(单位:万元)

序号	工程或费用名称	分区分项投资额	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年
第一部分 工程措施		15933.47	1275.10	5955.77	3915.11	3915.11	872.38
1	道路工程区	9473.56	382.46	2992.29	2992.29	2992.29	114.22
2	桥涵工程区	3.01					3.01
3	隧道工程区	196.77		65.05	65.05	65.05	1.62
4	互通工程区	2248.23	248.45	593.93	593.93	593.93	217.98
5	辅助设施区	690.65	80.27	192.32	192.32	192.32	33.42
6	改移工程区	110.68	62.73	47.95			
7	弃渣场区	2636.24	288.93	1992.71			354.61
8	施工生产生活区	141.73	83.64				58.09
9	施工道路区	432.61	128.61	71.52	71.52	71.52	89.43
第二部分 植物措施		4354.63	0.00	0.00	0.00	820.47	3534.17
1	道路工程区	657.39				650.46	6.93
2	桥涵工程区	44.65					44.65
3	隧道工程区	8.76					8.76
4	互通工程区	2961.54				128.77	2832.77
5	辅助设施区	424.73				41.23	383.50
6	弃渣场区	125.73					125.73
7	施工生产生活区	21.65					21.65
8	施工道路区	110.18					110.18
第三部分 监测措施		99.85	10.40	24.96	24.96	24.96	14.56
1	监测设备(含人工及折旧费)	90.25	9.40	22.56	22.56	22.56	13.16
2	建设期观测运行费(含耗材)	9.60	1.00	2.40	2.40	2.40	1.40
第四部分 临时措施		759.57	498.31	72.91	72.91	72.91	42.53
1	道路工程区	146.20	113.92	9.01	9.01	9.01	5.26
2	桥涵工程区	51.14	38.15	3.62	3.62	3.62	2.11
3	隧道工程区	1.87	1.07	0.23	0.23	0.23	0.13
4	互通工程区	92.25	46.49	12.77	12.77	12.77	7.45
5	辅助设施区	67.37	60.07	2.04	2.04	2.04	1.19
6	改移工程区	14.79		14.79			
7	弃渣场区	97.52	32.75	18.08	18.08	18.08	10.55
8	施工生产生活区	61.63	35.05	7.42	7.42	7.42	4.33
9	施工道路区	155.32	148.58	1.88	1.88	1.88	1.10

序号	工程或费用名称	分区分项投资额	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年
10	其他临时工程	71.47	7.44	17.87	17.87	17.87	10.42
第五部分 独立费用		305.48	156.51	27.62	27.62	27.62	66.11
1	建设管理费	110.48	11.51	27.62	27.62	27.62	16.11
2	工程建设监理费	80.00	80.00				
3	科研勘测设计费	65.00	65.00				
4	水土保持设施验收报告编制费	50.00					50.00
基本预备费		582.96	62.71	145.19	145.19	145.19	84.69
水土保持补偿费		460.76	460.76				
水土保持总投资分年度合计		22496.72	2448.99	6241.24	4185.79	5006.26	4614.44

7.2 效益分析

7.2.1 水土保持基础效益

依据第4章“水土流失分析与预测”结果分析，本工程项目建设区共占压、扰动和影响的土地面积为 354.43hm²，在预测时段内水土流失总量为 148806t，其中新增水土流失量 123366t。在水土保持方案实施后，能有效地控制因工程建设带来的新增水土流失，防止土壤被雨水、径流冲刷，保护了水土资源，可减少水土流失量约 13 万 t。工程建成后随着工程水土保持措施运行逐步稳定，植物措施作用逐步发挥，主体工程永久占地区域水土流失可以达到微度以下水平，在一定程度上减轻和改善了当地的水土流失现状。至设计水平年水土保持各项措施实施后水土流失治理度等指标详见表 7.2-1。

1、水土流失治理度

治理度=（水土流失治理达标面积/水土流失总面积）×100%

2、土壤流失控制比

控制比=项目区容许土壤流失量/方案实施后土壤侵蚀强度

项目区容许土壤流失量 500t/km²a

3、渣土防护率

防护率=（防护永久弃渣或临时堆土/永久弃渣或临时堆土）×100%

4、表土保护率

保护率=（保护表土量/可剥离表土量）×100%

5、林草植被恢复率

林草植被恢复系数=（林草植被面积/可恢复林草植被面积）×100%

6、林草覆盖率

林草覆盖率 = (林草植被面积 / 项目建设区总面积) × 100%

表 7.2-1 工程完工后指标计算情况表

序号	指标名称及计算结果	预计达标值	方案设计值
1	水土流失治理度 (%)	水土保持措施面积 (hm ²)	建设区扰动地表面积 (hm ²)
	99.95	354.26	354.43
2	土壤流失控制比	项目区容许土壤流失量 t / (km ² a)	方案实施后土壤侵蚀强度 t / (km ² a)
	1.0	500	500
3	渣土防护率 (%)	防护弃渣或临时堆土 (万 m ³)	永久弃渣或临时堆土 (万 m ³)
	98.16	524.91	534.75
4	表土保护率 (%)	防治责任范围内保护表土量 (万 m ³)	防治责任范围内可剥离表土量 (万 m ³)
	95.96	56.71	59.10
5	林草植被恢复率 (%)	林草植被面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)
	99.96	147.20	147.26
6	林草覆盖率 (%)	林草植被面积 (hm ²)	项目建设区总面积 (hm ²)
	41.53	147.20	354.43

表 7.2-2 水土保持方案编制目的达标情况表

评估指标	标准值	计算依据	计算结果	评估结论
水土流失治理度 (%)	97	水土流失治理达标面积 / 水土流失总面积	99.95	达标
土壤流失控制比	1.0	容许土壤流失量 / 侵蚀模数达到值	1.0	达标
渣土防护率 (%)	92	防护永久弃渣或临时堆土 / 永久弃渣或临时堆土	98.16	达标
表土保护率 (%)	92	保护表土量 / 可剥离表土量	95.96	达标
林草植被恢复率 (%)	97	林草类植被面积 / 可恢复林草植被面积	99.96	达标
林草覆盖率 (%)	25	林草类植被面积 / 项目建设区面积	41.53	达标

7.2.2 生态效益

由上表可以看出, 本方案的实施可治理水土流失面积 354.43hm², 恢复林草植被面积 147.20hm², 可减少水土流失量约 13 万 t。方案实施后水土流失治理度达到 99.95%, 土壤流失控制比为 1.0, 渣土防护率为 98.16%, 表土保护率为 95.96%, 林草植被恢复率达到 99.96%, 林草覆盖率为 41.53%。通过水土保持措施的实施, 各项指标均达到防治目标标准, 有良好的水土保持效益, 符合水土保持的相关规定。植物措施的实施美化了环境, 优化了建设区植被系统, 既能涵养水分, 又能调节小气候、减少水土流失, 从整体上改善了项目建设区的生态环境。

7.2.3 社会效益

通过认真贯彻水土保持法律法规，因地制宜采取水土保持预防、治理、监督检查和监测措施，使项目建设期可能发生的水土流失及危害降到最低限度，从而确保项目建设顺利进行，不仅有利于项目区社会经济发展，又美化工程区环境，促进当地经济持续发展。项目实施后，可促进项目区国民经济、社会事业稳步发展，实现项目建设带动地方经济发展的目标，将明显增加地方税收和劳动就业，并产生巨大的社会效益。

7.2.4 经济效益

项目区水土保持措施产生的经济效益以间接经济效益为主。对于该项目而言，间接经济效益体现在采取工程措施、临时措施和植物措施后，一方面增强项目区地表径流导排能力；另一方面减少水土流失量，避免对项目区裸露地表的冲刷，有利于项目建设过程中水土流失的控制，为区域后续类似项目的水土流失防治提供良好的防治经验和示范带头作用。

8 水土保持管理

依照《中华人民共和国水土保持法》，为保证本工程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，实施保障措施。本工程水土保持方案实施保障措施包括水土保持工程后续设计、招投标、施工管理、水土保持监测、水土保持竣工验收、资金保障等方面。

8.1 组织管理

8.1.1 组织机构

建设单位应充分重视由于工程的兴建可能给该地区带来的水土流失危害，为保证水土保持方案、措施的顺利实施，建立强有力的组织领导是十分必要的。

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审批后，由建设单位负责组织实施，同时应协调本方案与主体工程的关系。在工程建设期，建设单位安排专人负责水土保持方案的委托编制、报批和方案的实施工作，在实施过程中委托主体工程监理单位进行水土保持监理。

1、人员编制

水土保持管理机构（办公室）由建设单位安排专人担任领导，有关技术人员参加。协调好水保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。

2、工作职责

①认真贯彻、执行“预防为主、全面规划、综合防治、因地制宜、加强管理、注重效益”的水土保持方针。

②建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，按年度向水行政主管部门报告水土流失防治情况，制定水土保持方案的详细计划。

③工程施工期间，负责与设计、施工、监理单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持工程的正常开展和顺利进行，并保证水土保持按时竣工，最大限度地减少本工程建设可能造成水土流失和生态环境的破坏。

④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。

⑤建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，总结经验，不断改进水土保持管理工作。

⑥加强管理人员的培训和工作业绩考核，使工程能够发挥最佳的经济效益和生态、环境效益。

3、操作程序

①严格执行生产建设项目水土保持方案申报和审批制度。

②水土保持措施的设计与相应的主体工程一起，参与招、投标工作。

③由建设单位按招、投标方式选定工程监理单位（应包括水土保持方案实施的监理），对方案的实施进行全过程监理。

④在施工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。

⑤施工完成后，按照设计要求进行验收。

8.1.2 管理措施

在日常管理工作中，建设单位主要采取以下管理措施：

1、水土保持措施是生态建设的重要内容，建设单位要把水土保持工作列入重要议事日程，切实加强领导，真正作到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施，施工中加强管理、文明施工、定期检查，并接受社会监督。

2、加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工承包商和各级管理人员的水土保持意识。

3、制定详细的水土保持方案实施进度，加强计划管理，以确保各项水土保持措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

4、成立专业的技术监督队伍，确保水土保持工程的工程质量，使其能够发挥出最大作用。

5、及时将水土保持工程施工的进度情况向当地水行政主管部门报送。

8.2 后续设计

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）》，生产建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步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经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。

1、水土保持方案经批准后，生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准。水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应当经原审批机关批准。否则，根据《中华人民共和国水土保

持》第五十三条规定，生产建设项目的地点、规模发生重大变化，未补充、修改水土保持方案或者补充、修改的水土保持方案未经原审批机关批准的，由县级以上人民政府水行政主管部门责令停止违法行为，限期补办手续；逾期不补办手续的，处五万元以上五十万元以下的罚款；对生产建设单位直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予处分。

2、施工阶段：后期施工，项目业主必须严格按照审批的水土保持方案进行。经审批的项目，如性质、规模、建设地点等发生变化时，项目单位或个人应及时进行水土保持工程设计变更，并按照《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》的程序上报审批，重大变更需另行编报水土保持方案。

3、后续设计中，建设单位应委托相关单位进行后续水土保持专项设计，具体包括表土保护与利用专题设计报告、工程区植被恢复与景观设计专题、弃渣场地质勘察报告、弃渣场防护工程施工图设计、弃渣场稳定性评价报告（堆渣量大于等于 50 万 m^3 或堆渣高度大于等于 20m 的弃渣场需要做稳定性评价报告）等。

8.3 水土保持监测

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

本项目的水土保持工程建设过程中，建设单位可自行监测或委托具有水土保持监测能力和监测经验的水土保持技术服务单位进行水土保持监测。在水土保持监测文件中落实水土保持监测的具体内容和要求，由监测单位开展水土流失动态变化及防治效果的监测。接受监测任务后，应编制水土保持监测实施方案。承担水土保持工程监测工作的单位根据监测合同开展工作，并及时编制工程项目水土保持监测方案，监测单位应针对本项目施工特点进行监测：扰动土地情况、取土（石、料）情况、水土流失情况、水土保持措施等；同时建立施工过程中水土保持监测的影像、照片等档案资料，发生水土流失危害事件的，应现场通知建设单位，并展开监测，填写记录表，5日内编

制水土流失危害监测报告并提交建设单位。水土保持监测任务完成后，整理、分析监测季度报告和监测年度报告，分析评价土壤流失情况和水土流失防治效果，编制监测总结报告。

8.4 水土保持监理

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），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。其中，征占地面积在 20hm^2 以上或者挖填土石方总量在 20 万 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 200hm^2 以上或者挖填土石方总量在 200 万 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。**本项目征占地面积大于 200hm^2 且挖填土石方总量在 200 万 m^3 以上，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。**监理单位对水土保持工程从质量、进度和投资等方面实行全方位、全过程控制，切实把水土保持方案落到实处。

1、监理目的

水土保持监理是落实水土保持方案的重要措施，通过水土保持监理可为有效防治水土流失提供质量保障，确保达到水土保持方案提出的防治目标和水土保持资金的使用效益，同时为水土保持竣工验收工作奠定基础。

2、监理内容

(1) 根据有关法律、法规及工程承包合同中的水土保持要求，对施工单位的水土保持工作采取检查和指令文件等监理方式进行现场监督检查，监理工程建设的各项施工活动的水土保持措施是否与工程建设同步实施，通过质量控制、进度控制和投资控制，保证水土保持设施的如期建设和功能的正常发挥，结合现场巡查，提出要求限期完成的有关水土保持工作。

(2) 在施工的各个阶段随时进行质量监督，提交监理日志、监理月报，及时向建设单位汇报施工中出现的問題。

(3) 对施工单位的水土保持季报、年报进行审查，提出审查、修改意见。

(4) 依据有关法律、法规及工程承包合同，协助处理各种水土保持纠纷。

(5) 编制水土保持监理工作报告，作为开发建设项目水土保持设施验收的基础和水土保持验收报告必备的专项报告，工作报告主要对水土保持监理工作进行总结，提出

存在的重大水土保持问题和解决问题的方法，以及水土保持监理工作计划安排和工作重点，定期归档监理成果。

8.5 水土保持施工

1、水土保持措施的施工建设应与主体工程一同开展，由施工单位统一实施。

2、水土保持工程施工中，建设单位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范围内的水土流失负责。

3、为了保证水土保持工程的质量，施工单位采取了各种有效措施防治在其利用或占用的土地上发生不必要的水土流失，以及对占用地范围外土地的侵占及水土、植被资源的损坏。

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、砌石等，直到工程完成，各道工序的质量都及时进行测定，不合要求的及时改正，保证其质量经受暴雨、洪水的考验。

5、植物措施从总体部署、施工设施到工程整地、种籽、苗木、栽植等直到完成，各道工序的质量都及时进行测定，不合要求的及时改正。并加强植物措施的后期抚育工作，作好幼林（草）抚育和管护，确保其成活率与保证率，以求尽早发挥植物措施的水土保持效益。

6、水土保持方案经批准后，主动与各级水行政主管部门取得联系，自觉接受地方水行政主管部门的监督检查。在水土保持工程施工过程中，如需进行设计变更，施工单位需及时与建设单位、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。

7、要求施工单位制定详细的水土保持方案实施进度计划，加强水土保持工程的计划管理，以确保各项水土保持设施与主体工程同时施工，确保水土保持工程质量。

8.6 水土保持设施验收

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）和《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》（办水保[2019]172号）相关规定，生产建设单位是生产建设项目水土保持设施验收的责任主体，应当在生产建设项目投产使用或者竣工验收前，自主开始水土保持设施验收，完成报备并取得报备回执。

生产建设项目水土保持设施验收一般应当按照编制验收报告、组织竣工验收、公开验收情况、报备验收材料的程序开展。

1、编制水土保持方案报告书的生产建设项目，其生产建设单位应当组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。水土保持设施验收报告结论为具备验收条件的，生产建设单位组织开展水土保持设施竣工验收，形成的水土保持设施验收鉴定书应当明确水土保持设施验收合格与否的结论。

2、生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，及时在其官方网站或者其他公众知悉的网站公示水土保持设施验收材料，公示时间不得少于 20 个工作日。对于公众反应的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。编制水土保持方案报告书的生产建设项目水土保持设施验收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。

3、生产建设单位应当在水土保持设施验收通过三个月内，向审批水土保持方案的水行政主管部门或者水土保持方案审批机关的同级水行政主管部门报备水土保持设施验收材料。

4、验收时，应严格按照《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）、《四川省水利厅转发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》（川水函〔2018〕887号）进行水土保持竣工验收。

5、根据《水利部印发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），编制水土保持方案的生产建设项目投产运行前，建设单位要依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，明确验收结论，公开验收情况，并向水土保持方案审批机关报备验收材料。生产建设单位自主验收水土保持设施，要严格执行水土保持标准、规范、规程确定的验收标准和条件，项目建设存在未依法依规履行水土保持方案及重大变更的编报审批程序、未依法依规开展水土保持监测、废弃土石渣未堆放在经批准的水土保持方案确定的专门存放地等九类情形之一的，不得通过水土保持设施验收。水土保持法规定，水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投入使用。否则将承担相应的水土保持法律责任。

水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投入使用。《水土保持法》第五十四条规定，水土保持设施未经验收或者验收不合格将生产建设项目投产使

用的，由县级以上人民政府水行政主管部门责令停止生产或者使用，直至验收合格，并处五万元以上五十万元以下的罚款。