



中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司
CHENGDU ENGINEERING CORPORATION LIMITED

编号：2021-47

水保方案(川)字第 0086 号

工程设计综合资质甲级 A151001849

溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段复建公路

水土保持方案报告书

建设单位：金阳县交通运输局

编制单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

2021 年 6 月

溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段复建公路

水土保持方案报告书

建设单位：金阳县交通运输局

编制单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书 (正本)

单位名称：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

法定代表人：黄河溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳

单位等级：河连接线段复建公路水保方案使用

证书编号：水保方案(川)字第0086号

有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2018年09月30日



设计单位地址：四川省成都市温江区政和街8号

设计单位邮编：611130

项目联系人：朱永刚

联系电话：028-62683126 13308073960

电子信箱：103963@qq.com.cn

溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段复建公路

水土保持方案责任页

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司)

批 准: 何 涛(分公司总经理)

核 定: 朱永刚(分公司副总经理)

审 查: 熊 峰(分公司副总工程师)

校 核: 操昌碧(分公司副总工程师)

张 君(所长)

项目负责人: 周福仁(高级工程师)

编 写: 李 春(高级工程师)

李 媛(高级工程师)

胡蜀东(工程师)

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	7
1.7 水土流失调查结果	10
1.8 水土保持措施布设成果	10
1.9 水土保持监测方案	12
1.10 水土保持投资概算及效益分析成果	12
1.11 结论	12
2 项目概况	15
2.1 项目组成及工程布置	15
2.2 施工组织	29
2.3 工程占地	33
2.4 土石方平衡	34
2.5 拆迁安置与专项设施改(迁)建	37
2.6 施工进度	37
2.7 自然概况	38
3 项目水土保持评价	43
3.1 主体工程选址(线)水土保持评价	43
3.2 建设方案与布局水土保持评价	45
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	53
4 水土流失分析与调查	57
4.1 水土流失现状	57
4.2 水土流失影响因素分析	57
4.3 土壤流失量调查	59

4.4	水土流失危害分析	68
4.5	指导性意见	68
5	水土保持措施	70
5.1	防治区划分	70
5.2	措施总体布局	70
5.3	分区措施布设	73
5.4	施工要求	79
6	水土保持监测	84
6.1	监测范围与时段	84
6.2	内容和方法	84
6.3	点位布设	85
6.4	实施条件和成果	86
7	水土保持投资概算及效益分析	88
7.1	投资概算	88
7.2	效益分析	99
8	水土保持管理	104
8.1	组织管理	104
8.2	后续设计	104
8.3	水土保持监测	104
8.4	水土保持监理	105
8.5	水土保持施工	105
8.6	水土保持设施验收	106

附件:

附件 1: 关于金沙江溪洛渡水电站水土保持方案的复函(水函〔2004〕106 号)

附件 2: 关于印发《溪洛渡水电站四川库区金阳县务科至体可洛、西衙门至金阳河连接段、灯厂大桥至派来段和布拖县库区麻地湾滑坡复建公路初步设计报告审查意见》的通知(川扶贫移民规安〔2011〕389 号)

附件 3: 关于溪洛渡水电站库区金阳县务科至体可洛、西衙门至金阳河连接段、灯厂大桥至派来段复建公路初步设计报告审定本的批复(川扶贫移民发〔2012〕237 号)

附件 4: 溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段复建公路水土保持方案报告书技术审定意见及专家组名单

附图:

附图 2-1: 项目地理位置示意图

附图 2-2: 路线平纵缩图

附图 2-3: 路基标准横断面图

附图 2-4: 路基路面排水设计图

附图 2-5: 路基防护设计图

附图 2-6: 路面结构设计图

附图 2-7: 金口河大桥设计图

附图 2-8: 钢筋砼盖板涵设计图

附图 2-9: 河口隧道设计图

附图 2-10: 项目区水系分布图

附图 4-1: 项目区土壤侵蚀分布图

附图 5-1: 分区防治措施总体布局图(含防治责任范围及监测点位)

附图 5-2: 路基工程区水土保持措施设计图

附图 5-3: 桥涵工程区水土保持措施设计图

附图 5-4: 隧道工程区水土保持措施设计图

附图 5-5: 施工生产生活区水土保持措施设计图

附图 5-6: 施工道路区水土保持措施设计图



大坝沙 3#隧道出口



河口隧道进口



路旁及边坡绿化



金口河大桥

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

(1)项目建设必要性

金沙江溪洛渡水电站是金沙江下游河段水电梯级开发中的一座特大型水电站，坝址位于四川省雷波县和云南省永善县接壤的溪洛渡峡谷，距两县城分别为 20km 和 7km。水库总库容 122.3 亿 m^3 ，正常蓄水位 600m。拦河大坝采用混凝土双曲拱坝，坝顶高程 610m，坝顶弧长 698.07m，最大坝高 278m。初拟装机容量 12600MW，近期年发电量 573.5 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，是国家规划的“西电东送”的重要电源基地，兼有拦沙、防洪、改善下游航运的作用。

金阳县境内沿江公路大部分受淹，其中“红石仓至对坪”段全部受淹，“老渡口至山江乡”段零星受淹，受淹公路总长度 97km，大、中桥梁 372m/9 座。沿江公路除仓房至在建的金沙江通阳大桥段属省道 S208 线外，其余路段均为县乡道路，是联系沿江乡镇的交通干道，其沟通的集镇有：“德溪”、“热水河”、“芦稿”、“春江”“对坪”、“山江”及“派春”。其中“红石仓至双龙坝”段为等外级公路，其余均为参照四级公路标准修建。除“老渡口至山江乡”段(长 2.0km)为“沥青表处”路面外，其余为碎石路面。路基宽各段不相同：“红石仓至双龙坝”段路基宽 4.5m，路面宽 3.5m；“双龙坝至金阳河”段路基宽 6.5m，路面宽 6.0m；“目前年平均日交通辆在 200 辆以下，公路路况较好，能够满足交通要求。另外，“芦稿”至“派来”公路部分被淹，受淹长度约 2km。

本路段为金阳县库区沿江县乡重建公路【西衙门至金阳河段】终点至金阳河口与省道 S208 线重建公路连接路段。

因此，项目建设是必要的。

(2)项目情况

溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段重建公路路线全长 5.112km，起于金阳县库区沿江县乡重建公路【西衙门至金阳河段】终点(K57+201)，起点坐标：E103°15'48.46"、N27°34'21.67"；止于省道 S208 线重建公路 K5+396.74 处

(K62+313.29), 止点坐标: E103°13'14.32"、N27°34'27.14"; 全线均位于四川省凉山州金阳县境内; 建设单位为金阳县交通运输局。

项目为建设类项目, 采用四级公路标准建设, 设计速度 20km/h, 路基宽度 6.5m, 沥青砼路面。

项目建设路基总长度 5.112km; 桥梁 310m/1 座(大桥), 涵洞 109.3m/12 道(均为钢筋砼盖板涵); 隧道 1587m/2 座(限界宽均为 7m、限界高均为 4.5m), 其中长隧道 1118m/1 座, 短隧道 458m/1 座; 交叉工程 1 处; 交通工程主要为安全设施(波形护栏)、标志牌、公里桩、百米桩、界桩、标线等。

项目设置施工生产生活区 3 处, 总占地面积约 0.62hm², 包括预制场、拌合场、碎石加工厂等; 施工道路 1.16km/3 条, 占地面积约 0.53hm², 路基宽度 4.5m, 泥结碎石路面。

项目总占地面积 8.88hm², 其中永久占地 7.73hm², 临时占地 1.15hm², 占地类型包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、其他土地。永久占地为路基工程、桥梁工程、隧道工程占地; 涵洞工程占地位于路基工程占地范围内, 不重复计列。临时占地为施工生产生活区、施工道路占地。

项目土石方开挖总量 37.36 万 m³(自然方, 下同, 其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³、建渣 0.01 万 m³), 土石方填筑总量 37.36 万 m³(其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³), 区间调运 14.79 万 m³(其中表土 0.30 万 m³、土方 0.66 万 m³、石方 13.83 万 m³), 项目无余弃方。

项目总投资 15423.76 万元, 其中土建投资 12629.79 万元, 每公里造价 2470.62 万元。

项目仅涉及砖瓦房拆迁, 均由建设单位出资, 相关主管部门负责实施。

项目已于 2012 年 8 月动工, 2014 年 7 月完工, 总工期 24 个月。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2001 年 12 月, 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院(现更名为中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 以下简称: “成都院”、“我院”)编制完成《金沙江溪洛渡水电站水土保持方案报告书》, 2003 年 3 月 11 日至 16 日通过水电水利规划设计总院在成都市组织的技术评审。2004 年 6 月, 水利部以《关于金沙

江溪洛渡水电站水土保持方案的复函》(水函〔2004〕106号,详见附件1)对该水土保持方案予以批复。受设计深度所限,该水土保持方案中移民安置相关工程未开展详细设计,仅估列了水土保持工程量及投资,批复文件明确要求:“移民安置中配套水利设施、库周复建公路、复建电站等专项设施建设要落实各项水土保持要求,并分别编制水土保持方案,报省级水行政主管部门审批”。

在编报《金沙江溪洛渡水电站水土保持方案报告书》之后,我院于2011年4月完成溪洛渡水电站金阳县库区沿江县乡复建公路【西衙门至金阳河连接线段】的外业测设工作,于2011年5月完成溪洛渡水电站金阳县库区沿江县乡复建公路【西衙门至金阳河连接线段】两阶段初步设计和文件编制工作。

2011年6月25日至26日,四川省扶贫和移民工作局在四川成都主持召开了《溪洛渡水电站四川库区金阳县务科至体可洛、西衙门至金阳河连接段、灯厂大桥至派来段和布拖县库区麻地湾滑坡复建公路初步设计报告》的核定会议,印发了《关于印发溪洛渡水电站四川库区金阳县务科至体可洛、西衙门至金阳河连接段、灯厂大桥至派来段和布拖县库区麻地湾滑坡复建公路初步设计报告审查意见的通知》(川扶贫移民规安〔2011〕389号,详见附件2)。

2012年5月3日,四川省扶贫和移民工作局印发了《关于溪洛渡水电站库区金阳县务科至体可洛、西衙门至金阳河连接段、灯厂大桥至派来段复建公路初步设计报告审定本的批复》(川扶贫移民规安〔2012〕237号,详见附件3)。

综上,本水土保持方案是对《金沙江溪洛渡水电站水土保持方案报告书》中移民安置区所包含的单项移民安置工程配套工程—溪洛渡水电站金阳县库区沿江县乡复建公路【西衙门至金阳河连接线段】水土保持工作的深化设计,同时也是对《关于金沙江溪洛渡水电站水土保持方案的复函》中有关要求的落实。

受金阳县交通运输局的委托,我院承担了本工程的水土保持方案编制工作。通过现场查勘,分析现状工程建设情况,项目区地形地貌、水文地质、水土流失状况、土地利用状况等自然情况,提高水土保持工程措施和植物措施实用、合理、可操作性,在此基础上,我院于2021年3月编制完成《溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段复建公路水土保持方案报告书(送审稿)》。

2021年4月27日,四川省水利厅组织有关单位和专家在成都市对《溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段复建公路水土保持方案报告书(送审稿)》

开展技术评审(审定意见及专家组名单详见附件4)。我公司经补充、修改、完善,并送评审专家再次审核,于2021年6月编制完成《溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段复建公路水土保持方案报告书(报批稿)》。

1.1.3 自然简况

项目区地貌类型为中高山峡谷,出露地层主要为全新统残坡积层、崩坡积层、坡洪积层、冲洪积层,地震基本烈度为Ⅶ度。项目区气候类型属干热河谷气候,多年平均气温 15.7°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4892.5°C ,多年平均降水量 788.1mm ,20年、10年、5年、3年一遇1/6h暴雨分别为20.0、17.6、15.1、13.0mm。项目区地表水系主要为金沙江及其支沟,土壤类型以黄棕壤为主,植被类型主要为阔叶、针叶林带。根据《全国水土保持区划(试行)》,项目所在的金阳县位于西南岩溶区,容许土壤流失量 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,项目区土壤侵蚀强度和类型表现为中度水力侵蚀。项目所在的金阳县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区;项目不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等。

2013年5月4日,溪洛渡水电站开始进行第一阶段蓄水,2013年6月23日完成蓄水至死水位540m。2013年11月1日,溪洛渡水电站开始进行第二阶段蓄水,2013年12月8日完成蓄水至防洪限制水位560m。2014年8月21日,溪洛渡水电站开始进行第三阶段蓄水,2014年9月28日完成蓄水至正常蓄水位600m。

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》(1991.6.29主席令第49号公布,2010.12.25主席令第39号修订,2011.3.1施行)

(2) 《四川省<中华人民共和国水土保持法>实施办法》(1993.12.15通过,1997.10.17第1次修正,2012.9.21第2次修订,2012.12.1施行)

(3) 《四川省<中华人民共和国水土保持法>实施办法》(1993.12.15通过,1997.10.17第1次修正,2012.9.21第2次修订,2012.12.1施行)

(4) 《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》(1995.5.30水利部令第

5号发布, 2005.7.8水利部令第24号第一次修正, 2017.12.22水利部令第49号第二次修正)

(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, 2018.7.12)

1.2.2 技术标准

- (1) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)
- (2) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)
- (3) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)
- (4) 《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T 51297-2018)
- (5) 《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL 773-2018)
- (6) 《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002)
- (7) 《水土保持工程概算定额》(水总〔2003〕67号)
- (8) 《水土保持监测设施通用技术条件》(SL 342-2006)
- (9) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)
- (10) 《水工挡土墙设计规范》(SL 379-2017)
- (11) 《水利水电工程水土保持技术规范》(SL 575-2012)
- (12) 《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)
- (13) 《防洪标准》(GB 50201-2014)
- (14) 《水利水电工程制图 水土保持图》(SL 73.6-2015)
- (15) 《造林技术规程》(GB/T 15776-2016)
- (16) 《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017)

1.2.3 技术文件及资料

- (1) 《溪洛渡水电站金阳县库区沿江县乡重建公路【西衙门至金阳河连接线段两阶段初步设计】》
- (2) 《金阳县水土保持规划(2015-2030年)》
- (3) 施工记录、结算资料
- (4) 项目区生态环境等其他基础资料

1.3 设计水平年

项目已于 2012 年 8 月动工, 2014 年 7 月完工, 总工期 24 个月。本水土保持方案为补办性质, 故设计水平年确定为 2021 年。

1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)之规定, 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)以及其他使用与管辖区域。

本项目不涉及租赁土地、其他使用与管辖区域, 因此水土流失防治责任范围为永久征地、临时占地范围, 面积共计 8.88hm², 包括路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区, 均位于四川省凉山州金阳县。本项目水土流失防治责任范围统计见表 1-1。

防治责任范围统计表

表 1-1

分区	水土流失防治责任范围(hm ²)			行政区划
	永久征地	临时占地	小计	
路基工程区	7.45		7.45	四川省凉山州金阳县
桥梁工程区	0.20		0.20	
隧道工程区	0.08		0.08	
施工生产生活区		0.62	0.62	
施工道路区		0.53	0.53	
合计	7.73	1.15	8.88	

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

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)和《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), 项目所在的金阳县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区; 根据《水利部办公厅关于印发<全国水土保持区划(试行)>的通知》(办水保〔2012〕512号), 项目所在的金阳县属于西南岩溶区(云贵高原区); 按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)规定, 本项目水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准。

1.5.2 防治目标

(1)基本目标

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)规定,项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制,原有水土流失得到治理;水土保持设施应安全有效;水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复。

(2)六项指标

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)规定,水土流失防治标准中的六项指标包含水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率。六项指标应根据干旱程度、原地貌土壤侵蚀强度、地形地貌、地理位置、是否涉及各级水土流失重点防治区等因素进行调整。

1)项目区位于湿润地区,水土流失治理度和林草植被恢复率不调整;

2)项目区原地貌土壤侵蚀强度以中度为主,土壤流失控制比不应小于 1;

3)项目区位于中高山峡谷区,考虑缓解当地水土流失防治压力,渣土防护率不调整;

4)项目区位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区,林草覆盖率提高 2%。

综合考虑,本项目设计水平年水土流失防治目标值确定为水土流失治理度 97%、土壤流失控制比 1.00、渣土防护率 92%、表土保护率 95%、林草植被恢复率 96%、林草覆盖率 23%。

本项目水土流失防治目标值统计见表 1-2。

水土流失防治目标表

表 1-2

防治指标	指标值(一级标准)		按原地貌土壤侵蚀强度调整	按两区项目调整	目标值(一级标准)	
	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	+0.15		-	1.00
渣土防护率(%)	90	92			90	92
表土保护率(%)	95	95			95	95
林草植被恢复率(%)	-	96			-	96
林草覆盖率(%)	-	21		+2	-	23

注:上表中“两区”是指水土流失重点预防区和重点治理区。

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址(线)评价

项目不可避免的位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准，以控制水土流失。项目不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

综上所述，从水土保持角度分析，主体工程选址(线)合理。

1.6.2 建设方案与布局评价

(1)建设方案

本工程共计设置桥梁 310m/1 座，隧道 1587m/2 座，全线路基无填高大于 20m 及挖深大于 30m 的高填深挖路段分布，避免了大填大挖。

项目所在的金阳县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准；施工生产生活设施、施工道路等紧临主体公路布设，施工布置紧凑；剥离表土堆存在主体公路路基征地范围内，减少了工程占地；工程开挖土石方全部综合利用，无余弃方；截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准提高一级；工程建设对金沙江岸坡植被产生一定破坏，本水土保持方案将林草覆盖率提高 2%。

综上，工程建设方案无明显制约性因素，在局部的施工区域，由于工程开挖、占压等施工活动，改变破坏了原地貌和植被，可能加大水土流失。但在主体设计及本水土保持方案的要求下规范施工，不会显著加剧项目区大范围的水土流失。因此，从水土保持角度分析，本工程建设方案合理可行。

(2)工程占地

从占地的可恢复性分析，工程永久占地在工程完工后被建构筑物、硬化地表所覆盖，无法恢复其原有土地功能；临时占地在工程建设期间均为临时使用，施工结束后，拆除临建设施，可按照其原有土地类型进行土地恢复，并通过实施各类水土保持措施，使项目区水土保持现状不低于工程建设期前状态。

综上，本项目永久占地是在满足相关规划、技术标准下工程建设的必然占地范围；剥离表土堆存在主体路基征地范围内，减少了工程占地；项目占地符合节约用地和减少扰动的要求，因此，从水土保持角度分析，本项目占地是合理的。

(3)土石方平衡

根据水土保持要求,本水土保持方案对所有项目组成的土石方量进行了全面计列,补充了项目涉及的表土剥离与回覆数量。

根据现状调查,项目区可剥离表土地类为耕地、园地、林地、草地,面积共计 6.29hm²;可剥离表土厚度分别为耕地 20cm、园地 15cm、林地 10cm、草地 10cm 左右,可剥离表土数量共计 0.79 万 m³,本项目在建设过程中未全部剥离表土;但经分析,本项目实际剥离表土面积 6.54hm²,表土剥离量 0.76 万 m³,表土保护率达到 95.68%,满足西南岩溶区一级标准要求。

本项目主要土石方工程——一般路基工程开挖土石方全部利用,项目建设涉及的土石方数量符合最优化原则。主体设计按照每公里路段进行土石方调运分析,未设置料场,减少了临时占地数量,符合节点适宜、时序可行、运距合理原则。由于本项目位于高山峡谷地貌区的河谷区域,土石方全部综合利用,无余弃方。

因此,从水土保持角度分析,本项目土石方平衡是合理的。

(4)取土(料)场设置

本项目未设置料场、取土场。

(5)弃土场设置

本项目未设置弃渣场。

(6)施工方法与工艺

主体工程采用的施工方法、工艺等技术成熟,当前在国内普遍使用,适合山地区域的施工特点,减少了施工占地和影响范围,因此,从水土保持角度分析,本项目施工方法与工艺是合理的。

(7)具有水土保持功能工程

经现场查勘及查阅施工资料,本项目在建设过程中实施的水土保持措施包括工程措施、植物措施、临时措施,在减少土壤侵蚀、保持水土方面发挥着重要的作用。

(1)路基工程区

路基工程区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括临山体侧排水边沟、截水沟,具备条件区域表土剥离,路旁及边坡区域表土回覆;植物措施包括路旁及边坡栽植乔木、撒播草籽绿化;临时措施包括剥离表土堆存带坡脚土袋拦挡及拆除,裸露面无纺布遮盖;各项水土保持措施已发挥良好效益,无水土保

持遗留问题。

(2)桥涵工程区

桥涵工程区在项目建设过程中实施的水土保持植物措施为桥台锥坡撒播草籽绿化；临时措施为桥台锥坡坡脚钢筋石笼拦挡；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(3)隧道工程区

隧道工程区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括洞外截水沟、洞门排水沟；植物措施为进出口洞脸撒播草籽绿化；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(4)施工生产生活区

施工生产生活区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括占压扰动迹地全面整地、表土回覆；植物措施包括整个场地栽植灌木、撒播草籽绿化；临时措施为场周截排水沟；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(5)施工道路区

施工道路区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括占地范围全面整地、表土回覆；植物措施为占地范围撒播草籽绿化；临时措施为临山体侧排水边沟；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

因此，本项目可不再新增水土保持措施。

1.7 水土流失调查结果

项目建设扰动地表面积 8.88hm^2 ，损毁植被面积 6.52hm^2 。在土壤流失调查年限内，项目土壤流失调查总量为 735.1t ，其中原地貌流失量为 825.5 ，新增土壤流失量为 159.2t 。新增土壤流失量均发生在施工期；路基工程区是新增土壤流失量最大的部位，占新增土壤流失总量的 86.5% 。

1.8 水土保持措施布设成果

本项目水土流失防治区划分为路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区 5 个一级防治区。分区防治措施为：

(1)路基工程区

主体已实施的水土保持工程措施包括临山体侧排水边沟、截水沟，具备条件区域表土剥离，路旁及边坡区域表土回覆；植物措施包括路旁及边坡栽植乔木、撒播草籽绿化；临时措施包括剥离表土堆存带坡脚土袋拦挡及拆除，裸露面无纺布遮盖；主要工程量如下：

工程措施：土方边沟 2063.7m，路堑墙边沟 194.0m，排水沟 1104.0m，截水沟 140.0m，水沟跌水 140.0m，表土剥离 0.76 万 m^3 ，表土回覆 0.46 万 m^3 。

植物措施：撒播草籽 1.53 hm^2 ，栽植乔木 860 株。

临时措施：土袋拦挡 1263.5m，土袋拆除 1263.5m，无纺布遮盖 10374.7 m^2 。

(2)桥涵工程区

主体已实施的水土保持植物措施为桥台锥坡撒播草籽绿化；临时措施为桥台锥坡坡脚钢筋石笼拦挡；主要工程量如下：

植物措施：撒播草籽 0.05 hm^2 。

临时措施：钢筋石笼拦挡 140m。

(3)隧道工程区

主体已实施的水土保持工程措施包括洞外截水沟、洞门排水沟；植物措施为进出口洞脸撒播草籽绿化；主要工程量如下：

工程措施：截水沟 235m，排水沟 53m。

植物措施：撒播草籽 0.04 hm^2 。

(4)施工生产生活区

主体已实施的水土保持工程措施包括占压扰动迹地全面整地、表土回覆；植物措施包括整个场地栽植灌木、撒播草籽绿化；临时措施为场周截排水沟；主要工程量如下：

工程措施：全面整地 0.62 hm^2 ，表土回覆 0.19 万 m^3 。

植物措施：撒播草籽 0.62 hm^2 ，栽植灌木 1550 株。

临时措施：截排水沟 621.1m。

(5)施工道路区

主体已实施的水土保持工程措施包括占地范围全面整地、表土回覆；植物措施为占地范围撒播草籽绿化；临时措施为临山体侧排水边沟；主要工程量如下：

工程措施：全面整地 0.53 hm^2 ，表土回覆 0.11 万 m^3 。

植物措施：撒播草籽 0.53hm^2 。

临时措施：排水边沟 1160m。

1.9 水土保持监测方案

本项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，面积共计 8.88hm^2 ，包括路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区；鉴于项目已完工，监测时段确定为 2012 年 8 月~2021 年 12 月，其中 2012 年 8 月~2021 年 6 月为回顾监测时段，2021 年 7 月~2021 年 12 月为补充水土保持专项监测时段；回顾监测时段重点监测内容为扰动地表面积、土壤流失量和水土保持措施实施情况，补充水土保持专项监测时段重点监测内容为植被措施恢复、工程措施运行及其防治效果；调查方法采用资料收集分析法、现场调查巡查法等；监测频次为回顾监测时段内进行回顾监测 1 次，补充水土保持专项监测时段内监测 1 次，遇暴雨、大风等情况及时加测 1 次；监测点位共计布设 6 个，包括路基工程区 2 个监测点，桥涵工程区 1 个监测点，隧道工程区 1 个监测点，施工生产生活区 1 个监测点，施工道路区 1 个监测点。

1.10 水土保持投资概算及效益分析成果

本项目水土保持静态总投资 285.06 万元，其中，主体工程设计中的水土保持措施投资 144.97 万元，新增水土保持专项投资 140.09 元。新增投资中，监测措施费 28.59 万元，独立费用 102.62 万元，水土保持补偿费 8.880 万元。

本项目水土保持措施实施后，项目区水土流失影响得到有效控制，水土资源合理利用并得到保护、恢复，生态环境保护、恢复和改善效果明显。在设计水平年，水土流失治理度达到 97.46%、土壤流失控制比达到 1.09、渣土防护率达到 99.90%、表土保护率达到 95.68%、林草植被恢复率达到 97.21%、林草覆盖率达到 31.19%，各项水土保持效益指标均达标；项目水土流失治理面积 8.88hm^2 ，林草植被建设面积 2.77hm^2 ，可减少水土流失量 487.3t，渣土挡护量 38.08 万 m^3 ，表土剥离及保护量 0.76 万 m^3 。

1.11 结论

从选址选线、建设方案、水土流失防治等方面分析，项目建设符合水土保持

法律法规、技术标准的规定，实施水土保持措施后能够达到控制水土流失、保护生态环境的目的。

建议后续阶段建设单位经常性深入现场巡查，加强植被抚育管理工作，保障各项水土保持设施安全有效运行，尽快开展水土保持设施竣工验收。

水土保持方案特性表

项目名称		溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段复建公路		流域管理机构		长江水利委员会	
涉及省(市、区)		四川省	涉及地市或个数	凉山州	涉及县或个数		金阳县
项目规模		四级公路, 复建长度 5.112km	总投资 (万元)	15423.76	土建投资 (万元)		12629.79
动工时间		2012 年 8 月	完工时间	2014 年 7 月	设计水平年		2021 年
工程占地(hm²)		8.88	永久占地(hm²)	7.73	临时占地(hm²)		1.15
土石方量(万 m³)			挖方	填方	借方		余(弃)方
			37.36	37.36	/		/
重点防治区名称			金沙江下游国家级水土流失重点治理区				
地貌类型			中高山峡谷		水土保持区划		西南岩溶区
土壤侵蚀类型			水力侵蚀		土壤侵蚀强度		中度
防治责任范围面积(hm²)			8.88		容许土壤流失量[t/(km²·a)]		500
土壤流失调查总量(t)			735.1		新增土壤流失量(t)		159.2
水土流失防治标准执行等级			西南岩溶区一级标准				
防治指标	水土流失治理度(%)		97		土壤流失控制比		1.00
	渣土防护率(%)		92		表土保护率(%)		95
	林草植被恢复率(%)		96		林草覆盖率(%)		23
防治措施	防治分区	工程措施		植物措施		临时措施	
	路基工程区	土方边沟 2063.7m, 路堑墙边沟 194.0m, 排水沟 1104.0m, 截水沟 140.0m, 水沟跌水 140.0m, 表土剥离 0.76 万 m³, 表土回覆 0.46 万 m³		撒播草籽 1.53hm², 栽植乔木 860 株		土袋拦挡 1263.5m, 土袋拆除 1263.5m, 无纺布遮盖 10374.7m²	
	桥涵工程区	/		撒播草籽 0.05hm²		钢筋石笼拦挡 140m	
	隧道工程区	截水沟 235m, 排水沟 53m		撒播草籽 0.04hm²		/	
	施工生产生活区	全面整地 0.62hm², 表土回覆 0.19 万 m³		撒播草籽 0.62hm², 栽植灌木 1550 株		截排水沟 621.1m	
	施工道路区	全面整地 0.53hm², 表土回覆 0.11 万 m³		撒播草籽 0.53hm²		排水边沟 1160m	
投资(万元)		85.60(新增 0.00)		27.92(新增 0.00)		31.40(新增 0.00)	
水土保持总投资(万元)		285.06(新增 140.09)		独立费用(万元)		102.62	
监理费(万元)		7.44	监测费(万元)	28.59		补偿费(万元)	8.880
方案编制单位		中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司		建设单位		金阳县交通运输局	
法定代表人		黄河		法定代表人		卢金贵	
地址		成都市温江区政和街 8 号		地址		四川省凉山州金阳县南街 190 号	
邮编		611130		邮编		616250	
联系人及电话		张君 15828693458		联系人及电话		钟其勇 15183450999	
传真		/		传真		/	
电子信箱		15318620@qq.com		电子信箱		/	

注: 带下划线内容为主体已实施水土保持措施。

2 项目概况

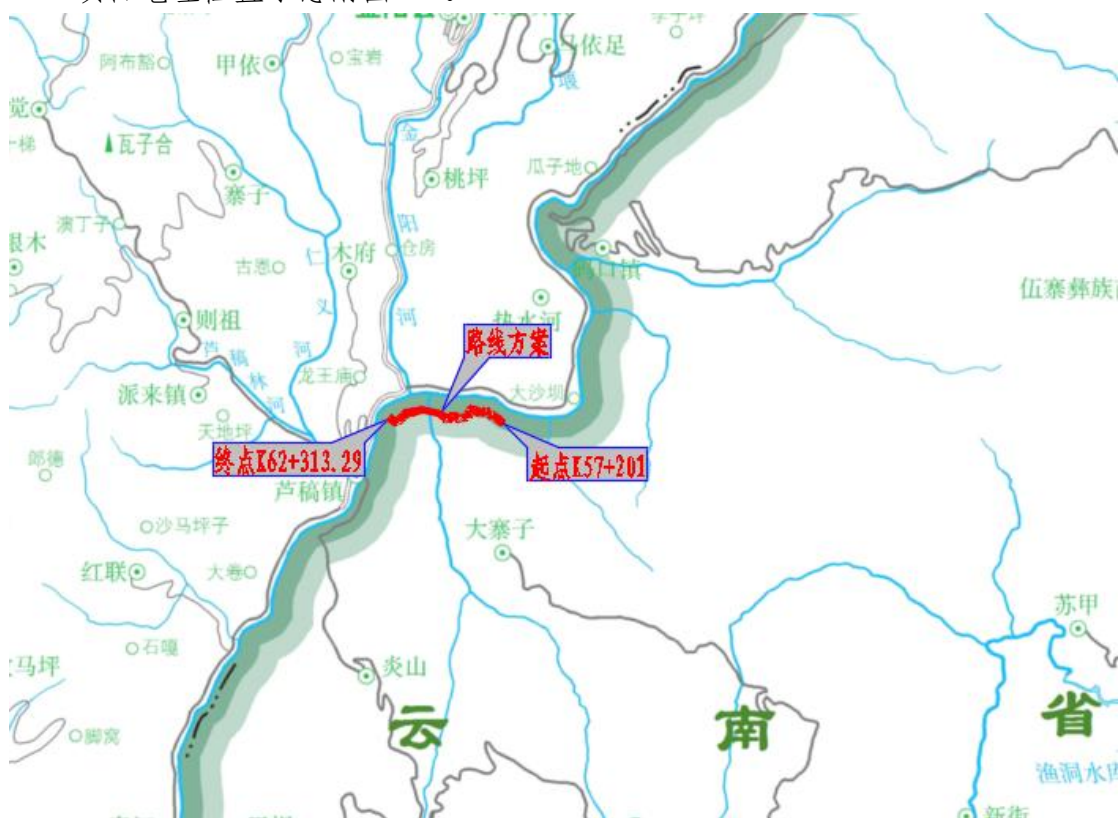
2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目建设基本内容

2.1.1 地理位置

溪洛渡水电站金阳县西衙门至金阳河连接线段重建公路路线全长 5.112km，起于金阳县库区沿江县乡重建公路【西衙门至金阳河段】终点(K57+201)，起点坐标：E103°15'48.46"、N27°34'21.67"；止于省道 S208 线重建公路 K5+396.74 处(K62+313.29)，止点坐标：E103°13'14.32"、N27°34'27.14"；全线均位于四川省凉山州金阳县境内。

项目地理位置示意附图 2-1。



项目地理位置示意图

2.1.2 建设规模

项目为建设类项目，采用四级公路标准建设，设计速度 20km/h，路基宽度 6.5m，沥青砼路面。

项目建设路基总长度 5.112km; 桥梁 310m/1 座(大桥), 涵洞 109.3m/12 道(均为钢筋砼盖板涵); 隧道 1587m/2 座(限界宽均为 7m、限界高均为 4.5m), 其中长隧道 1118m/1 座, 短隧道 458m/1 座; 交叉工程 1 处; 交通工程主要为安全设施(波形护栏)、标志牌、公里桩、百米桩、界桩、标线等。

项目设置施工生产生活区 3 处, 总占地面积约 0.62hm², 包括预制场、拌合场、碎石加工厂等; 施工道路 1.16km/3 条, 占地面积约 0.53hm², 路基宽度 4.5m, 泥结碎石路面。

项目总占地面积 8.88hm², 其中永久占地 7.73hm², 临时占地 1.15hm², 占地类型包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、其他土地。永久占地为路基工程、桥梁工程、隧道工程占地; 涵洞工程占地位于路基工程占地范围内, 不重复计列。临时占地为施工生产生活区、施工道路占地。

项目土石方开挖总量 37.36 万 m³(自然方, 下同, 其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³、建渣 0.01 万 m³), 土石方填筑总量 37.36 万 m³(其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³), 区间调运 14.79 万 m³(其中表土 0.30 万 m³、土方 0.66 万 m³、石方 13.83 万 m³), 项目无余弃方。

项目总投资 15423.76 万元, 其中土建投资 12629.79 万元, 每公里造价 2470.62 万元。

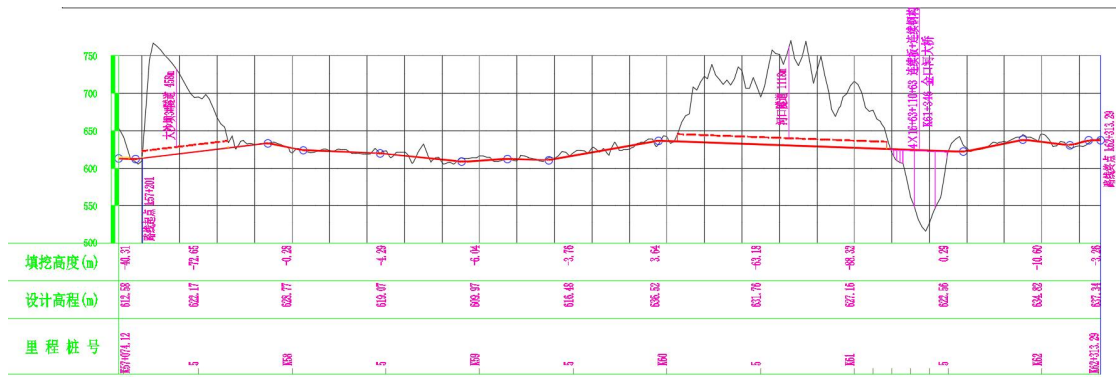
项目仅涉及砖瓦房拆迁, 均由建设单位出资, 相关主管部门负责实施。

项目已于 2012 年 8 月动工, 2014 年 7 月完工, 总工期 24 个月。

2.1.3 路线基本走向

本项目路线结合沿线地形及与前后道路的衔接情况, 基本沿 600~680m 高程带的零星阶地、缓坡有利地形布线。本路段起于金阳县库区沿江县乡重建公路【西衙门至金阳河段】终点 K57+201 处, 高程为 613.205m, 沿金沙江左岸缓坡地布线, 采用隧道穿越河口陡崖地段, 设置大桥跨越金口河至对岸后, 继续沿金沙江左岸向上游展线, 止点接省道 S208 线 K5+396.74, 高程为 637.323。

本项目路线方案平纵缩图见附图 2-2。



路线方案纵向分布示意图

2.1.4 技术标准

本项目依据中华人民共和国行业标准《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)及中华人民共和国行业标准《公路路线设计规范》(JTG D20-2006)等规范的要求,按改建四级公路、路基宽度 6.5m 的标准进行设计。

本项目主要技术指标及采用情况统计见表 2-1。

主要技术指标及采用情况表

表 2-1

指标名称	单位	主要技术指标	主要技术指标采用
公路等级	级	四级	四级
设计行车速度	km/h	20	20
一般平曲线最小半径	m	30	30
极限最小平曲线半径	m/个	15	15
回头弯道最小平曲线半径	m	15	15
不设超高平曲线半径 (路拱横坡 1.5%)	m	150	150
缓和段最小长度	m	20	20(设置回旋线)
停车视距	m	20	20
最大纵坡/最短坡长	%/m	9/60	9/60
路基、路面宽度	m	6.5(2×0.25 路肩 + 6.0 路面)	6.5(2×0.25 路肩 + 6.0 路面)
路面类型	/	低级	沥青砼
荷载标准	/	公路—II 级	公路—II 级
设计洪水频率	/	路基和小桥涵 1/25, 大、中桥 1/50	路基和小桥涵 1/25, 大、中桥 1/50

2.1.5 路面设计标高

本项目路线方案路面设计高程位于 610.08 ~ 643.00m 之间,最低点位于 K58+860.00,最高点位于 K61+974.12 处。

本项目路线方案路面设计高程统计见表 2-2。

路面设计高程统计表

表 2-2

点位	桩号	路面设计高程(m)	地面高程(m)	备注
K 线起点	K57+201	613.17	609.91	
全线最高点	K61+974.12	643.00	652.79	
全线最低点	K58+860.00	610.08	605.75	
K 线终点	K62+313.29	619.86	619.79	

2.1.6 水土保持措施实施及效果分析

本项目已于 2012 年 9 月动工，2014 年 7 月完工，经过现场查勘及查阅施工资料，本项目在建设过程中实施的水土保持措施包括工程措施、植物措施、临时措施，在减少土壤侵蚀、保持水土方面发挥着重要的作用。

(1)路基工程区

路基工程区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括临山体侧排水边沟、截水沟，具备条件区域表土剥离，路旁及边坡区域表土回覆；植物措施包括路旁及边坡栽植乔木、撒播草籽绿化；临时措施包括剥离表土堆存带坡脚土袋拦挡及拆除，裸露面无纺布遮盖；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(2)桥涵工程区

桥涵工程区在项目建设过程中实施的水土保持植物措施为桥台锥坡撒播草籽绿化；临时措施为桥台锥坡坡脚钢筋石笼拦挡；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(3)隧道工程区

隧道工程区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括洞外截水沟、洞门排水沟；植物措施为进出口洞脸撒播草籽绿化；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(4)施工生产生活区

施工生产生活区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括占压扰动迹地全面整地、表土回覆；植物措施包括整个场地栽植灌木、撒播草籽绿化；临时措施为场周截排水沟；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(5)施工道路区

施工道路区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括占地范围全面整地、表土回覆；植物措施为占地范围撒播草籽绿化；临时措施为临山体侧排水边沟；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

因此，本项目可不再新增水土保持措施。

2.1.2 项目组成

本项目由主体工程及临时工程组成，其中，主体工程包括路基工程、路面工程、桥涵工程、隧道工程、交叉工程、交通工程等；临时工程包括施工生产生活区、施工道路等。本项目组成见表 2-3。

项目组成表

表 2-3

工程名称		项目组成	备注
主体工程	路基工程	路基长度 5.112km，路基宽度 6.5m	
	路面工程	沥青砼路面	水土保持问题纳入路基工程一并考虑
	桥涵工程	桥梁 310m/1 座，为大桥；涵洞 109.3m/12 道，均为钢筋砼盖板涵	
	隧道工程	隧道 1587m/2 座，长隧道 1118m/1 座，短隧道 458m/1 座	
	交叉工程	一处平面交叉，在终点与省道 S208 线复建公路平交	水土保持问题纳入路基工程一并考虑
	交通工程	安全设施(波形护栏)、标志牌、公里桩、百米桩、界桩、标线等	不涉及水土保持问题
临时工程	施工生产生活区	3 处，总占地面积约 0.62hm ² ，包括预制场、拌合场、碎石加工厂等	
	施工道路	1.16km/3 条，占地面积约 0.53hm ² ，路基宽度 4.5m，泥结碎石路面	

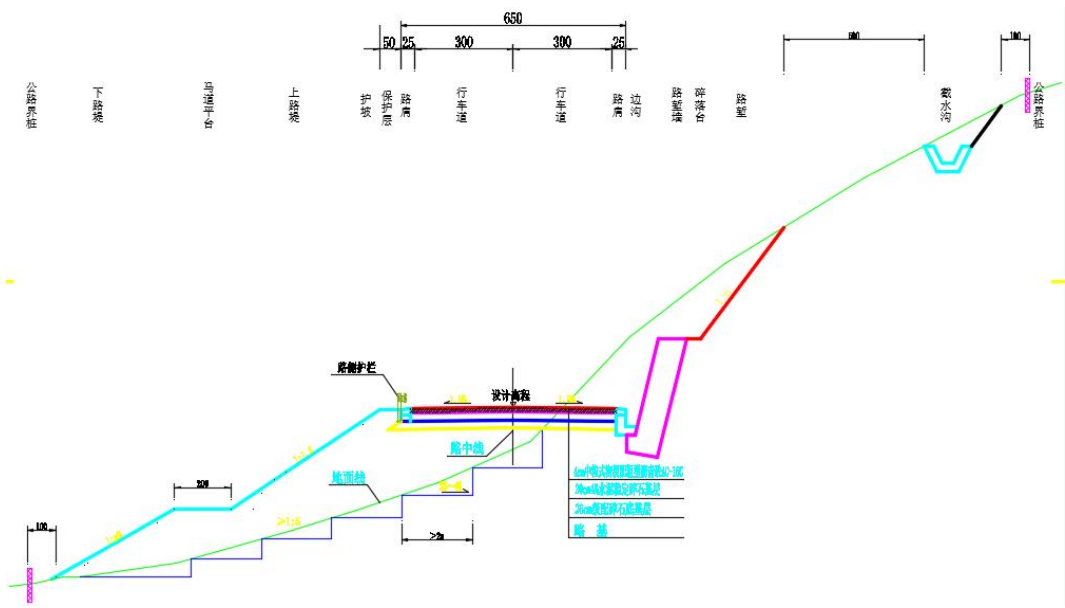
2.1.3 路基工程

本项目设置路基总长度 5.112km，其中路基宽度 6.5m。

2.1.3.1 路基宽度

本项目采用双车道四级公路、行车速度 20km/h 的标准设计，全线路基设计宽度为 6.5m，其路幅构成为：0.25m 路肩 + 2×3.0m 行车道 + 0.25m 路肩。在填方地段，为便于设置护栏、警示柱等安全设施，同时也为了保证路基填方的压实质量、路容的整齐美观和消化部分土石废方，设计考虑在路基填筑时路肩外侧加宽 0.5m。

路基标准横断面示意附图 2-3。



6.5m 宽路基标准横断面图

2.1.3.2 路堑设计

本项目路堑边坡坡度是根据《公路路基设计规范》、原路边坡、自然边坡和地质调查资料等综合确定。确定合适的边坡坡度对工程影响极大，一方面为了确保路堑边坡的稳定，其坡度不宜过陡；另一方面坡度过缓又会极大地增加挖方数量，提高工程造价，过多地破坏原地表植被，不利于生态保护。根据本项目沿线的地质、土质及岩体情况，确定一般情况下的挖方边坡坡率见表 2-4，2-5：

路堑边坡坡率表(土质边坡)

表 2-4

土的类别	密实(风化)程度	边坡坡率
碎石土	胶结和密实	1:0.75
	中密	1:1

路堑边坡坡率表(岩质边坡)

表 2-5

边坡岩体类型	风化程度	边坡坡率	
		H < 15m	15m ≤ H < 30m
Ⅰ类	未风化、微风化	1 : 0.1 ~ 1 : 0.3	1 : 0.1 ~ 1 : 0.3
	弱风化	1 : 0.1 ~ 1 : 0.3	1 : 0.3 ~ 1 : 0.5
Ⅱ类	未风化、微风化	1 : 0.1 ~ 1 : 0.3	1 : 0.3 ~ 1 : 0.5
	弱风化	1 : 0.3 ~ 1 : 0.5	1 : 0.5 ~ 1 : 0.75
Ⅲ类	未风化、微风化	1 : 0.3 ~ 1 : 0.5	
	弱风化	1 : 0.5 ~ 1 : 0.75	
Ⅳ类	弱风化	1 : 0.5 ~ 1 : 1	
	强风化	1 : 0.75 ~ 1 : 1	

2.1.3.3 路堤设计

路堤填筑高度小于 8.0m 时，边坡坡率采用 1:1.5；当填筑高度大于 8.0m 时，则在其高度 8.0m 处设置宽 1.5m 的边坡平台，边坡平台的上边坡坡率采用 1:1.5，以下边坡坡率采用 1:1.75。

由于本项目路基施工开挖出的石方量较大，部分路段经过一些较低洼的地方，公路靠山体侧路堤边坡与山体将形成大量的低洼坑凼，因此，设计时考虑将低洼坑凼部分填平，在路基边缘设置边沟，在填方坡脚设置截水沟。超出路基填筑部分，应做成向公路中心倾斜的、坡度不小于 2% 的斜面，以利于排水。如此处理，一方面有利于路堤稳定，同时便于消化路基开挖产生的大量废方，并使道路整齐美观。

当填筑路段地面横坡陡于 1:5 时，应先行清除地表草皮及植物根茎，再开挖宽度不小于 1.0m，并向内倾斜 2%~4% 的台阶以使填筑土和原状土紧密牢固结合，确保斜坡路堤的稳定。

加宽旧路堤时，应清除地基上的杂草，并沿旧路边坡挖成向内倾斜 2% 的台阶，台阶宽度不小于 2.0m。

2.1.3.4 特殊地质地段路基

公路沿线不良地质主要表现为路堑高边坡危岩形成的崩塌、碎落和松散坡积物产生的塌方。

对地势陡峭段，路堑边坡开挖后形成的高边坡，施工后将造成高边坡表面的崩塌和碎落路段，为避免落石等对行车安全造成的危害，设计考虑采用锚喷砼、预应力锚索等方式对边坡进行支护。

本项目坡面挖方防护工程数量统计见表 2-6。

坡面挖方防护工程数量表

表 2-6

序号	起讫桩号	位置	平均高度(m)	防护型式
1	K57+659.00 ~ K57+690.00	左侧	31	喷锚支护
2	K57+172.00 ~ K57+190.00	左侧	18	喷锚支护
3	K59+960.00 ~ K60+054.00	左侧	94	喷锚支护

2.1.3.5 路基路面排水

排水系统由路拱、路基边沟和桥涵等构成。结合沿线水系进行系统设计，以将路面水和坡面水引入涵洞进出水口，排入天然沟渠，达到使路基排水畅通，确

保工程安全，减少水土流失和保护环境的目。为利于路基排水，新建道路靠山一侧路堤边坡与山体间形成的低洼部分，设计考虑利用土石方施工产生的大量废方填平，并修筑排水边沟。路基路面排水结构型式包括土方边沟、路堑墙边沟、排水沟、截水沟以及水沟跌水。边沟及截排水沟挖基已计入路基开挖中。

排水沟过水断面为矩形，净宽×净高=0.4×0.4m，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面；土方边沟、路堑墙边沟过水断面为梯形，净底宽×净高=0.4×0.4m，临石方侧边坡坡比为 1:0.5 和 1:0.25，另一侧边坡垂直，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面；截水沟过水断面为梯形，净底宽×净高=0.4×0.4m，两侧边坡坡比为 1:0.5，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面，水沟跌水采用 C20 砼浇筑。

本项目路基路面排水工程数量统计见表 2-7。路基路面排水工程设计见附图 2-4。

路基路面排水工程数量表

表 2-7

工程名称	单位	数量	工程数量			
			C20 砼 (m ³)	M7.5 浆砌片石 (m ³)	M10 砂浆抹面 (m ²)	挖基 (m ³)
土方边沟	m	2063.7		631.8	3032.9	
路堑墙边沟	m	194.0		42.1	203.7	
排水沟	m	1104.0		469.2	1876.8	731.9
截水沟	m	140	20.6		212.8	162.4
水沟跌水		140		59.5		140
合计		3641.7	20.6	1202.6	5326.3	1034.3

2.1.3.6 路基防护

(1)路堑边坡：采用合理的边坡坡度，确保路堑边坡的稳定。本项目路基土石开挖量虽不大，但大部分路段土质松散、岩体破碎，为确保公路的安全，减少因边坡坍塌造成坡口的延伸而使植被的过多破坏，在部分土质松散、岩体破碎的边坡设置路堑挡墙加以防护。在路线经过岩体边坡破碎、有崩塌落石的地段，为确保行车安全，应清除危石，在岩体边坡高陡地段，采用锚喷砼支护。

(2)路堤边坡防护：路堤边坡根据实际情况主要考虑采取移栽树木、种植灌木等方法进行绿化、防护。

(3)路肩：两侧均设 0.25m 宽路肩。挖方路段硬路肩用边沟内侧代替并与边

沟形成整体。

(4)挡土墙：根据本项目的特点，经过综合比较分析，路基挡土墙选用结构型式简单、断面经济且可充分就地取材的衡重式挡墙。挡墙基础一般埋置入基岩 1.0m 以上；位于密实稳定碎土层上挡墙基础的埋置深度应在 2.0m 以上。挡土墙基底承载力应满足设计要求，设置挡墙路段路基加宽 0.5m 以便设置波形护栏或钢筋砼墙式护栏等安全设施。

本项目路基防护工程数量统计见表 2-8。路基防护工程设计见附图 2-5。

路基防护工程数量表

表 2-8

工程名称	长度(m)	工程数量			
		M7.5 浆砌片石(m ³)	C15 片石砼(m ³)	C20 砼(m ³)	挖基(m ³)
衡重式路肩墙	1995.0	21748.3	847.0	694.4	10874.2
路堑墙	113.29	821.2			533.8
合计	2108.29	22569.5	847.0	694.4	11408

2.1.3.7 高填深挖路段分布

根据本项目路线方案走向及工程地质条件，全线路基无填高大于 20m 及挖深大于 30m 需桥梁比选的高填深挖路段分布。本项目全线高填深挖路段分布情况见表 2-9。

全线高填深挖路段统计表

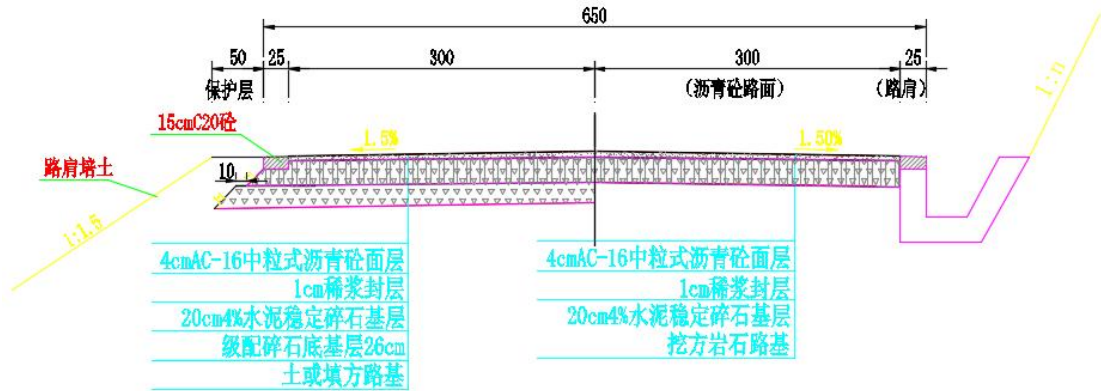
表 2-9

点位	桩号	地面高程(m)	设计高程(m)	最大填高(m)	最大挖深(m)
最大填高点	K58+640	606.09	615.43	9.35	
最大挖深点	K61+560	642.20	622.00		-20.202

2.1.4 路面工程

结合本项目的交通量、施工条件、资金情况及类似工程项目的经验，推荐采用沥青砼路面结构型式，拟定的路面结构型式为：4cm 沥青砼面层+20cm 水泥稳定碎石基层 + 26cm 级配碎石底基层构成。

路面结构设计见附图 2-6。



路面结构示意图

2.1.5 桥涵工程

本项目共新建大桥 310m/1 座；新建涵洞 109.3m/12 道，均为钢筋砼盖板涵。

2.1.5.1 桥梁工程

本项目共新建大桥 310m/1 座，桥梁均不涉水施工。

本项目桥梁工程数量统计见表 2-10。

桥梁工程数量表

表 2-10

序号	中心桩号	河流名或桥名	孔数-跨径(孔-m)	桥梁全长(m)	桥面净宽(m)	结构类型			
						上部构造	下部构造		基础
							桥台	桥墩	
1	K61+342.00	金口河大桥	4-16+63+110+63	310	6.5+2×0.5	连续刚构	U 型桥台	双肢矩形实体墩、双柱墩	桩基础、扩大基础
合计				310					

(1)桥位选择

金口河走向呈北～西南向。沟心纵坡坡度约 25°～35°。沟谷切割深度约 50～60m，沟心宽 30～50m，总体地势北东高南低。沟谷两侧分布稀疏杂木及民居建筑物。

金口河大桥桥位选择在金口河沟口(原金口河老桥)上方附近跨越金口河，桥梁走向呈东～西向，该处正好位于金口河沟口跨度较狭窄地段，且两岸基岩裸露，墩、台均尽量避开河口两岸房屋等建筑物。

(2)桥梁设计

根据“安全经济、就地取材、便于施工和养护”的原则选择桥结构型式。

新建桥梁上部结构尽量选择安全、抗震性好、耐久、施工难度小的梁、板式结构；桥梁下部结合地形、地质等情况，桥台选用施工方便、安全可靠的“U”型重力式桥台，桥台基础选用安全可靠、经济耐久的扩大基础；桥墩基础采用桩基础，对于桩长较短，且位于干处的桩基，采用人工挖孔桩，对于桩长较长，可能遇到地下水的桩基，采用钻孔灌注桩。

金口河大桥上部结构为 4×16m(现浇连续板)+63m+110m+63m(预应力砼连续刚构)，下部结构为双肢矩形实体墩，桩基承台，桥梁全长 310m。

本项目典型桥梁(K61+342.00 金口河大桥)设计见附图 2-7。

2.1.5.2 涵洞工程

本项目共新建涵洞 109.3m/12 道，全线根据涵洞功能和排水要求采用施工简便、结构可靠的钢筋砼盖板涵。沿线石料较丰富，为确保工程质量、工程安全和降低施工难度，钢筋砼盖板涵涵台采用条形扩大基础，上部采用钢筋砼预制实心板。

本项目涵洞工程数量统计见表 2-11，钢筋砼盖板涵设计见附图 2-8。

涵洞工程数量表

表 2-11

结构类型	涵长 (m)	道数 (道)	工程数量					
			C30 砼 (m ³)	C25 砼 (m ³)	C20 砼 (m ³)	C15 砼 (m ³)	M7.5 浆砌 片石(m ³)	挖方 (m ³)
钢筋砼盖板涵	109.3	114	48.3	573.0	57.5	213.0	541.1.0	349.2

2.1.6 隧道工程

本项目共新建隧道 1587m/2 座，其中长隧道 1118m/1 座，短隧道 458m/1 座。

本项目隧道工程数量统计见表 2-12。

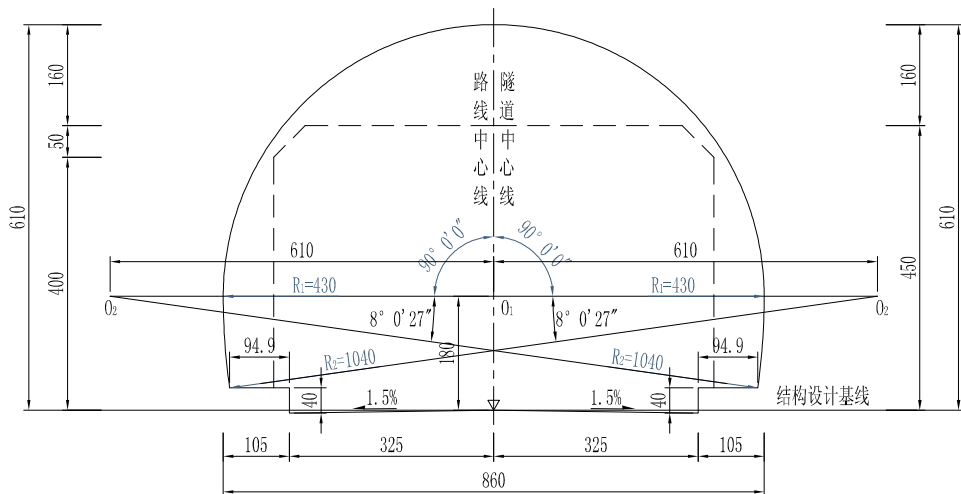
隧道工程数量表

表 2-12

工程名称		单位	大沙坝 3#隧道	河口隧道	合计
桩号			K57+201 ~ K57+659	K60+054 ~ K61+172	
规模			短隧道	长隧道	
长度		m	458	1118	1576
洞门	石方开挖(明挖)	m ³	1135	1995	3130
	截水沟	m	80.0	155.0	235.0
	排水沟	m	18.0	35.0	53.0
洞身	石方开挖(洞挖)	m ³	31259	94367	125626
	排水沟	m	820.0	2690.0	3510.0
	Φ50HDPE 单壁波纹管盲沟	m	2096.2	6597.6	8693.8
	Φ100HDPE 单壁波纹管盲沟	m	1836.0	5760.0	7596.0
	Φ100PVC 泄水管	m	27.6	78.9	106.5

2.1.6.1 隧道结构建筑限界

7.0m 隧道: 隧道限界宽 $B=0.25\text{m}(\text{余宽})+2\times 3.25\text{m}(\text{行车道及侧向宽})+0.25\text{m}(\text{余宽})=7.0\text{m}$, 建筑限界高 $H=4.5\text{m}$ 。



7.0m 隧道建筑限界及衬砌内轮廓图

2.1.6.2 洞口设计

隧道洞门采用简洁、美观、经济适用的台阶式洞门形式。洞门以截水沟、排水沟、侧沟组成综合防排水系统，将洞口范围表水排至路基边沟或路基外天然沟渠。洞脸边坡采用喷锚支护等工程措施进行加固处理。

2.1.6.3 隧道衬砌结构设计

根据隧道围岩地质条件,隧道设计采用新奥法施工,结合本公路隧道使用功能要求,设计采用复合衬砌。

隧道洞口段及V级围岩段:利用超前小导管进行超前支护,采用台阶法开挖,开挖后及时完成喷锚支护和钢支撑组成的初期支护系统,并在施工监测围岩变形基本稳定后,及时进行二次模筑钢筋混凝土衬砌。

隧道洞身IV级围岩段:利用超前锚杆进行超前支护,采用台阶法开挖,开挖后及时进行初期喷锚支护(裂隙组合不利于围岩稳定段,洞顶设置型钢刚架支撑),并在施工监测围岩变形基本稳定后,及时进行二次模筑钢筋混凝土衬砌。

隧道洞身III级、II级围岩段:全断面开挖,开挖后及时进行喷锚衬砌支护。

2.1.6.4 隧道防排水设计

1、结构自防水措施

二次衬砌模筑砼采用防水砼浇筑,防水等级为II级,混凝土抗渗指标为0.6MPa。混凝土采用水化热低、抗渗性好、具有一定抗蚀性的普通硅酸盐水泥;选择合适的混凝土配合比参数;限制水泥用量,控制水灰比,塌落度要满足要求;加强养护,以控制混凝土的开裂与收缩裂缝。

2、洞内排水措施

(1)隧道内复合衬砌段有渗水流处设置环向导水 $\Phi 50$ HDPE单壁打孔波纹管,设计按10m一道计量;遇水量较大时,环向 $\Phi 50$ HDPE单壁打孔波纹管加密。

(2)隧道内有集中股水流处设置竖向导水 $\Phi 50$ HDPE单壁波纹管,设计按20m一道计量,导水单壁波纹管端部应穿越初期支护直接与股水流处对接以达到更好的排水效果;墙背渗水处设高抗冲聚苯乙烯排水板(厚度10mm)一道,计量间距取为20m。

(3)隧道两侧边墙初期支护底部分别设置 $\Phi 100$ HDPE单壁打孔波纹纵向排水管以引排盲沟水。 $\Phi 100$ HDPE纵向排水管沿隧道两侧全线设置。

(4)隧道洞内双侧设排水沟,将墙背纵向排水管的水通过 $\Phi 100$ PVC边墙泄水管引入隧道边沟, $\Phi 100$ PVC泄水管设计按30m一道计量。

(5)路面基层下施工缝及结构缝处设置横向 $\Phi 50$ HDPE单壁波纹管通过路面基层下两侧 $\Phi 50$ 纵向盲沟引排地下水,并在集中水流处增设横向盲沟,以策路面

结构安全。

3、洞内防水措施

(1)隧道内复合衬砌段设计满铺粘结性能良好的 1.2mm 厚 EVA 复合防水板,防水板采用双缝热焊工艺焊接,防水卷材应保证搭接长度不小于 10cm 及焊缝质量,并进行充气检测(两缝间生成 2.5 帕气压,15min 后气压降低值小于 0.25 帕)。防水卷材拉伸强度(横向及纵向)不小于 17MPa,断裂伸长率(横向及纵向)不小于 550%,其它检测标准应按 GB18173.1-2000 标准进行检测,在初期支护验收合格后方可施工。

(2)隧道洞身变形缝设置橡胶止水带(一般在明洞与暗洞交界、土质地层与岩质地层交界、浅埋段与深埋段交界处、围岩级别变化处等地方设置),模筑砼施工缝均应设置 BW 型遇水膨胀橡胶止水条,止水条膨胀率应大于 300%。

(3)隧道锚喷衬砌不作防水层,设计仅考虑在水流集中处设置 1Φ50HDPE 单壁无孔波纹管将集中水流引排入隧道排水沟。

(4)二次衬砌模筑采用防水砼浇筑,其抗渗标号不小于 S6。

4、洞外防排水设计

(1)除大沙坝 3#隧道进口(西衙门端)外,其余隧道洞口洞顶边仰坡开口线外 5m 附近设截水沟 1 道,以拦截地表汇水。

(2)大沙坝 3#隧道进口(西衙门端)及河口隧道出口(金阳河端)的洞内水沟与洞外边沟相连,将水引至路基外侧;大沙坝 3#隧道出口(金阳河端)及河口隧道进口(西衙门端)的洞内水沟在洞口截至,洞外排水沟做成不小于 0.3% 的反坡排水,引入路基涵洞。

(3)除大沙坝 3#隧道进口(西衙门端)端墙顶未设置排水沟外,其余隧道洞门端墙顶部均设置排水沟。

2.1.6.5 隧道内路面设计

(1)按轻型交通进行路面设计。

(2)考虑施工进度要求、路面水稳性,隧道路面采用水泥混凝土路面,标号要求 28 天龄期弯拉强度不小于 4.5MPa,路面基层采用 C20 砼。

(3)隧道路面横坡直线段采用 1.5% 的人字坡。

(4)隧道内路面板厚度采用 23cm。

(5)隧道洞口横缝设置传力杆；全隧道路面板纵缝设置拉杆；板边、每个角隅设构造钢筋。

(6)为满足防滑的需要，混凝土路面表面构造应采用纵向刻槽制作，构造深度在使用初期为 0.6~1.0mm。

2.1.6.6 不良地质的工程处理措施

根据隧道布置和地质调查，隧道洞口段可遇到落石等不良地质情况，设计中洞口采用清除处理措施，并在隧道顶设置 FSS-PD-500 型系统防护网防护措施进行处理。

本项目典型隧道(河口隧道)设计见附图 2-9。

2.1.7 交叉工程

全线设置一处平面交叉，在终点与省道 S208 线复建公路平交。

本项目平面交叉工程数量统计见表 2-13。

平面交叉工程数量表

表 2-13

序号	中心桩号	被交叉公路等级	交叉形式	交角(度)	工程量		
					挖方(m ³)	M7.5 浆砌片石(m ³)	挡墙(m ³)
1	K62+313.29	三级公路	T	90	1200	20.0	116

2.1.8 交通工程

本项目交通工程主要为安全设施(波形护栏)、标志牌、公里桩、百米桩、界桩、标线等。

2.2 施工组织

2.2.1 施工条件

(1)施工用水

路线沿线水源丰富，水质良好，用水便利，可满足工程及生活用水所需。

(2)施工用电

线路沿线附近均有村落，考虑就近架设到施工现场，供电线路杆塔位于公路永久占地范围内。

(3)施工通讯

施工期间的通讯采用移动手提电话或对讲机。

2.2.2 料源供应

本工程料、块、片石材料用量较少。由于砂碎石料用量较小，工程区附近河段内天然砂砾石料较多，可就近购买天然砂砾石。工程所需的粘土从路基开挖的粘质土、层土料中筛选获得。

综上，主体设计在对料源进行调查论证后认为，本工程开挖土石方基本满足用料需求，部分砂料、碎石可通过合法砂石厂购买解决，本工程不需新设料场。

2.2.3 施工布置

2.2.3.1 施工生产生活区

本工程施工生产设施包括预制场、拌合场、碎石加工厂等，预制场主要服务对象为桥梁，拌和场主要是沥青拌和场和砼拌和站；根据施工时序与材料使用工序，临时堆料场地和施工作业场地结合预制场和拌和场共同布置；根据沿线现状，施工生活场地采取沿线租赁方式。

经统计，本工程共计布置施工生产生活区 3 处，占地面积约 0.62hm²。

本工程施工生产生活区布置情况见表 2-14。

施工生产生活区布置情况一览表

表 2-14

编号	位置	占地类型及面积(hm ²)				施工设施
		林地	草地	其他土地	小计	
1#施工生产生活区	K57+700 左	0.10	0.08	0.03	0.21	预制场、拌合场、砂石加工厂
2#施工生产生活区	K59+600 右	0.09	0.12	0.05	0.26	预制场、拌合场、
3#施工生产生活区	K61+400 右	0.08	0.05	0.02	0.15	预制场、拌合场
合计		0.27	0.25	0.10	0.62	

2.2.3.2 施工道路

本工程施工道路为至路基、至隧道洞口的施工便道，路宽 4.5m，路面为泥结碎石。

经统计，本工程共计布置施工道路 1.16km/3 条，占地面积约 0.53hm²。

本工程施工道路布置情况见表 2-15。

施工道路布置情况一览表

表 2-15

编号	上路桩号	标准与规模			计列占地类型及面积(hm ²)				服务对象
		长度(m)	宽度(m)	路面类型	林地	草地	其他土地	小计	
1#施工道路	K58+200 左	410	4.5	泥结碎石	0.08	0.09	0.02	0.19	隧道
2#施工道路	K61+700 左	580	4.5	泥结碎石	0.11	0.12	0.03	0.26	路基
3#施工道路	K62+313 左	170	4.5	泥结碎石	0.05	0.02	0.01	0.08	路基
合计		1160			0.24	0.23	0.06	0.53	

2.2.3.3 表土堆场

根据回顾调查,本工程剥离表土均堆放于路基征地范围内一侧,呈带状,堆土断面为梯形,堆高约 2m,底宽约 7m,顶宽约 1m,坡比缓于 1:1.5,占地面积约 0.88hm²,未集中设置表土堆场。

2.2.4 施工工艺和方法

2.2.4.1 路基路面施工

(1)路基施工

路基施工以机械施工为主,适当辅以人工施工。防护工程施工与路基施工平行交叉进行,影响路基稳定的防护工程先于路基施工,病害防治工程可根据具体情况与路基施工并行或滞后,路堑边坡防护工程、护面工程滞后于路基施工。

根据本工程路基施工特点,共分为路基土石方、路基排水和路基防护等方面。

1)路基土石方

路基土石方施工总体按“施工测量→地表清理→机械开挖→汽车运输→机械摊铺→洒水→机械碾压”的施工流程进行。

施工测量主要是确定路基设计标高基点、划分挖填区域、确定路基设计上、下边坡边线位置及地表清理的范围。地表清理主要是对占地范围内的地表植物、建筑物等进行清除。对占地范围内的耕地进行表土剥离,并集中堆放。

机械开挖中特别注意路堑开挖的施工方法,严格控制开挖边界线,以减少开挖扰动地表面积。

运距 100m 以内时,采用推土机铲土、运输,运距 100 至 200m 时,采用铲运机铲土、运输;运距 200m 以上时,采用装载机配合自卸汽车挖运土方。土方采用平地机整平,光轮或振动压路机碾压。

各路段内利用的土石方,尽量采用装载机或汽车运输方式,在地面横坡较大

的地段，避免用推土机推土，以防止土料散落在路基下边坡，扩大压占、扰动地表面积。

2)路基排水及路基边坡防护

路基排水及边坡防护主要包括浆砌石排水沟、浆砌石挡土墙，均以人工施工为主，机械为辅的施工方法。施工工序为：放线→人工基础开挖→人工砌石→勾缝抹面。浆砌石施工方法如下：

浆砌石施工方法为采用人工选石、整坡、筑砌，石料用人工挑、抬运到施工部位，人工砌筑。施工要求达到平整、稳定、密实和错缝，应分层坐浆、随时铺浆、随时砌筑；砌筑时依次铺角石、面石、然后填腹石。石料选用大小均匀、质地坚硬，不得使用风化石料，单块重量不小于 25kg，最小边长不小于 20cm，规格小于的块石，可以用于塞缝，但其用量不得超过该处砌石重量的 10%；雨天施工时要适当减少砂浆水灰比，并妥善保护砌体表面。

块石由人工筛选，5t 汽车运至现场。水泥砂浆采用砂浆拌和机拌和，浆砌石人工砌筑。

(2)路面施工

本工程路面采用级配碎石结构，路面底基层设计为 20cm 厚级配碎石，拟采用路拌法施工。用 12t 自卸车运料，用推土机和平地机组合进行摊铺，平地机拌和，再用平地机进行整平和整型，压路机碾压成型。

2.2.4.2 桥梁施工

(1)桥梁上部结构施工工艺

预应力混凝土 T 梁或箱梁桥在安装过程中采用节段施工法，该施工方法为将梁体分节段进行，经过若干施工过程后，形成设计的结构体系。

桥梁在安装的过程中采用转体施工法，将桥梁构件先在桥位处岸边(或路边及适当位置)进行预制，待混凝土达到设计强度后旋转构件就位的施工方法。转体施工其静力组合不变，它的支座位置就是施工时的旋转支承和旋转轴，桥梁完工后，按设计要求改变支撑情况。

(2)桥梁下部结构施工方法

桥梁下部结构以圆柱墩、柱式台/肋式台、桩基础和 U 台、扩大基础为主，

将墩(台)及上部结构传来的荷载通过其直接传递至较浅的支承地基的一种基础形式，一般采用明挖基坑的方法进行施工。

扩大基础的施工顺序为开挖基坑，对基坑进行处理。然后，砌筑圬工或立模、绑扎钢筋、浇筑混凝土。

(3)桥梁柱墩施工工艺

本工程不涉及水中墩。钻孔灌注桩的方法现今已比较成熟，施工中钻孔输送出来的泥浆、弃渣要妥善处理。灌桩前挖好沉沙池，灌桩出浆进入沉沙池进行沉淀，定期清理沉沙池。

2.2.4.3 涵洞施工

混凝土由搅拌机拌合，盖板和圆管由预制场预制，平板车运输。施工程序：抽水→除淤清基→基槽开挖→铺筑垫层→浇筑管基→排管→接缝处理→端墙砌筑→洞口铺砌→坡脚浇筑→砌护坡→养护。

2.2.4.4 隧道施工

本工程隧道采用钻爆法施工，洞口软弱围岩浅埋地段(V级围岩)地质条件较差，采用环形预留核心土法开挖，施工支护采用喷射混凝土、钢筋网、钢架和锚杆联合支护，并辅以小导管超前支护。洞身III、IV级围岩段采用台阶法施工。二衬浇注采用模板台车。

2.3 工程占地

本项目总占地面积 8.88hm²，其中永久占地 7.73hm²，临时占地 1.15hm²，占地类型包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、其他土地。永久占地为路基工程、桥梁工程、隧道工程占地；涵洞工程占地位于路基工程占地范围内，不重复计列。临时占地为施工生产生活区、施工道路占地。

本项目占地统计见表 2-16。

工程占地统计表

表 2-16

项目组成		占地类型及面积(hm ²)						占地性质(hm ²)		小计
		耕地	园地	林地	草地	住宅用地	其他土地	永久	临时	
主体工程	路基工程	0.92	0.34	3.79	1.49	0.02	0.89	7.45	7.45	7.45
	桥梁工程			0.17	0.01		0.02	0.20	0.20	0.20
	隧道工程			0.05	0.02		0.01	0.08	0.08	0.08
	小计	0.92	0.34	4.01	1.52	0.02	0.92	7.73	7.73	7.73
临时工程	施工生产生活区			0.27	0.25		0.10	0.62	0.62	0.62
	施工道路			0.24	0.23		0.06	0.53	0.53	0.53
	小计			0.51	0.48		0.16	1.15	1.15	1.15
合计		0.92	0.34	4.52	2.00	0.02	1.08	8.88	7.73	8.88

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土剥离、堆存及利用

2.4.1.1 表土剥离

由于项目区表土资源较为稀缺，在工程建设时，永久占地中的耕地、园地、林地、草地进行了表土剥离，剥离表土 0.76 万 m³；表土剥离厚度分别为耕地 20cm、园地 15cm、林地 10cm、草地 10cm 左右。

本项目表土剥离情况见表 2-17。

表土剥离情况统计表

表 2-17

项目组成		实际剥离表土量(万 m ³)
主体工程	路基工程	0.76
	桥梁工程	
	隧道工程	
	小计	0.76
临时工程	施工生产生活区	
	施工道路	
	小计	0.00
合计		0.76

2.4.1.2 表土堆存

根据回顾调查，本工程剥离表土均堆放于路基征地范围内一侧，呈带状，堆土断面为梯形，堆高约 2m，底宽约 7m，顶宽约 1m，坡比缓于 1:1.5，占地面积约 0.88hm²，未集中设置表土堆场。

2.4.1.3 表土利用

本项目后期绿化过程中，对路基工程的路肩及边坡、施工生产生活区扰动迹地、施工道路扰动迹地表面进行了表土回覆，覆土厚度 20~30cm，共计回覆表土 0.76 万 m³。

本项目表土回覆情况统计见表 2-18，表土平衡分析见表 2-19。

表土回覆情况统计表

表 2-18

项目组成		表土回覆情况		
		回覆面积(hm ²)	回覆厚度(cm)	回覆量(万 m ³)
主体工程	路基工程	1.53	30	0.46
	桥梁工程			
	隧道工程			
	小计	1.53		0.46
临时工程	施工生产生活区	0.62	30	0.19
	施工道路	0.53	20	0.11
	小计	1.15		0.30
合计		2.68		0.76

表土平衡分析表(单位: 万 m³)

表 2-19

起讫桩号	长度(km)	项目	序号	剥离	回覆	调入		调出		余方	
						数量	来源	数量	去向	数量	去向
全线 (K57+201.00~K62+313.29)	5.112	一般路基	(1)	0.76	0.46			0.30	(2)(3)	0.00	
		施工生产生活区	(2)		0.19	0.19	(1)			0.00	
		施工道路	(3)		0.11	0.11	(1)			0.00	
		合计		0.76	0.76	0.30		0.30			

2.4.2 土石方量

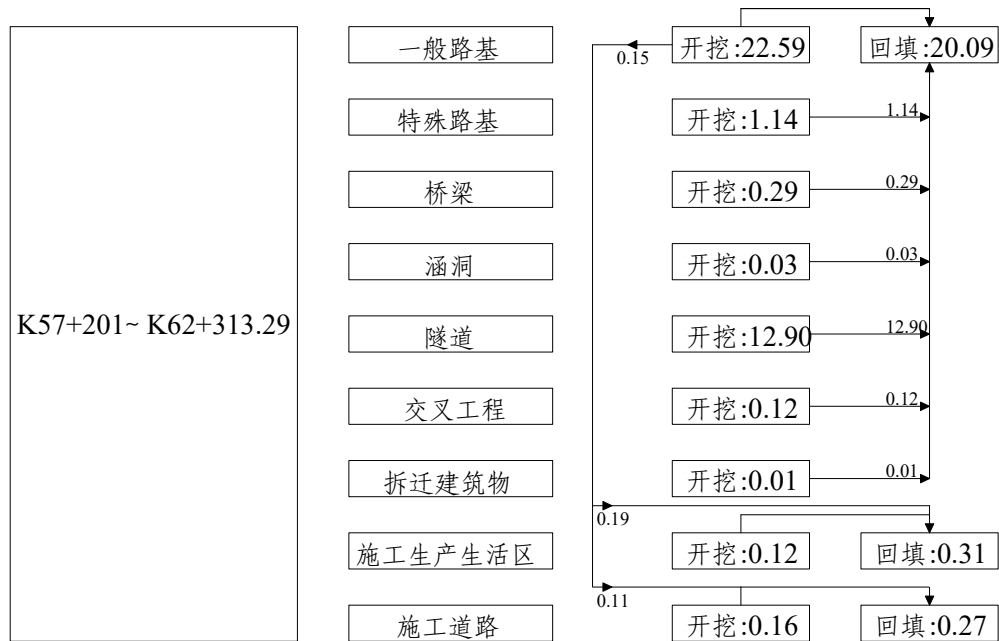
本项目土石方量产生于一般路基、路基防护、桥梁、涵洞、隧道、交叉工程、拆迁建筑物、施工生产生活区、施工道路，其中路基防护土石方量为衡重式路肩墙及路堑墙基槽挖填，拆迁建筑物土石方量为拆除建渣，施工生产生活区土石方量为场地平整及表土回覆，施工道路土石方量为路基挖填及表土回覆。

经土石方平衡分析，本项目土石方开挖总量 37.36 万 m³(自然方，下同，其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³、建渣 0.01 万 m³)，土石方填筑总量 37.36 万 m³(其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³)，区间调运 14.79 万 m³(其中表土 0.30 万 m³、土方 0.66 万 m³、石方 13.83 万 m³)，项目无余弃方。本项目土石方平衡分析见表 2-20。

土石方平衡分析表

表 2- 20

起讫桩号	长度(km)	项目	序号	开挖					回填				调入							调出							余弃方	
				表土	土方	石方	建渣	小计	表土	土方	石方	小计	表土	来源	土方	来源		石方	来源	小计	表土	去向	土方	去向	石方	去向	小计	数量
全线(K57+201.00~K62+313.29)	5.112	一般路基	(1)	0.76	3.41	18.42		22.59	0.46	4.07	32.25	36.78			0.66	(2)(3)(4)(5)(6)(7)		13.83	(2)	14.49	0.30	(8)(9)				0.30	0.00	
		路基防护	(2)		0.46	0.68		1.14													0.46	(1)	0.68	(1)	1.14	0.00		
		桥梁	(3)		0.05	0.24		0.29													0.05	(1)	0.24	(1)	0.29	0.00		
		涵洞	(4)		0.03			0.03													0.03	(1)			0.03	0.00		
		隧道	(5)			12.90		12.90															12.90	(1)	12.90	0.00		
		交叉工程	(6)		0.12			0.12													0.12	(1)			0.12	0.00		
		拆迁建筑物	(7)				0.01	0.01															0.01	(1)	0.01	0.00		
		施工生产生活区	(8)		0.12			0.12	0.19	0.12		0.31	0.19	(1)						0.19						0.00		
		施工道路	(9)		0.16			0.16	0.11	0.16		0.27	0.11	(1)						0.11						0.00		
合计		0.76	4.35	32.24	0.01	37.36	0.76	4.35	32.25	37.36	0.30		0.66			13.83		14.79	0.30		0.66		13.83		14.79	0.00		



土石方流向框图(单位: 万 m³)

2.5 拆迁安置与专项设施改(迁)建

本项目施工过程中临时设施布置选址尽可能地避开了沿线居民点及重要设施，施工布置不涉及拆迁安置与专项设施改(迁)建。

道路建设过程中，主体工程涉及拆迁砖瓦房等建筑物。根据国家及四川省相关政策，拆迁安置由建设单位一次性以货币形式进行赔偿，当地主管部门负责实施拆迁安置事宜。

本项目拆迁建筑物工程数量统计见表2-21。

拆迁建筑物工程数量表

表 2-21

桩号	砖瓦房(m²)
K57+800	77
K60+030	93
合计	170

2.6 施工进度

项目已于2012年8月动工，2014年7月完工，总工期24个月。

本项目施工进度安排见表2-22。

施工进度安排表

表 2-22

工程名称	2012 年					2013 年												2014 年						
	月份					月份												月份						
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
施工准备																								
路基工程																								
路面工程																								
桥涵工程																								
隧道工程																								
其他工程																								
竣工验收																								

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

项目区位于大凉山南缘金沙江河谷地带，地貌区划属云贵高原与四川盆地所接壤的大凉山强烈侵蚀切割中高山峡谷区，山峦叠嶂，峰高谷深，总体地势西高东低。山脉多呈南北或北东走向，与构造线展布方向大体一致；山岭海拔高程多在 2000~3000m 左右，最高峰海拔 4076m；最低点热水河口约 448m，相对高差达 3628m。金沙江河谷基本以“V”型峡谷为主，山高谷深，河谷狭窄，谷坡陡峭；两岸基岩裸露，间或在斜坡之上见多级夷平面。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地质构造

项目区在大地区域构造上位于扬子准地台西南隅之二级构造单元上扬子台褶皱带西北侧，为凉山陷褶束之美姑凹褶束与雷波穹褶束交接部位。其西邻康滇地轴，东接四川台拗，构造极为复杂。区内主要构造格架为燕山期运动产物，以北东向构造为主，次为南北向构造及北西向构造。北东向构造带是区内主干构造，由一群走向大致平行并呈“多”字型排列的褶皱、扭断裂及与其近直角相交的张断裂组成。这些褶皱紧密相连，枢纽起伏不大，轴线方向大多与断裂走向协调一致，相辅而行。区内由西向东出露构造形迹依次为金阳断裂、老寨子向斜、莲峰断裂。

2.7.2.2 地层岩性

项目区位于扬子地台西缘之昆明~昭觉分区北段的雷波~永善小区中部。出露地层以古生界为主，从二叠系玄武岩至寒武系碳酸盐岩出露齐全，零星见元古

界灯影组白云岩地层；新生界第四系冲洪积层、坡洪积地层主要分布于金沙江流域河谷阶地及泥石流洪积扇中，残坡积、崩坡积地层零星分布于山岭斜坡及坡麓一带。各地层岩性由下而上分述如下：

元古界震旦系为灯影组(Zz_2dn)，古生界寒武系包括下统梅树村组($\in_{1m}$)、下统筇竹寺组($\in_{1q}$)、下统沧浪铺组($\in_{1c}$)、下统龙王庙组($\in_{1l}$)、中统陡坡寺组($\in_{2d}$)、中统西王庙组($\in_{2x}$)、上统二道水组($\in_{3e}$)，古生界奥陶系包括下统湄潭组(O_{1m})、中统巧家组与宝塔组并层(O_2)、上统观音桥组、五风组、润草组并层(O_3)，古生界志留系包括下统龙马溪组(S_{1l})、下统黄葛溪组(S_{1h})，新生界第四系包括全新统残坡积层(Q_4^{del})、全新统崩坡积层(Q_4^{col+dl})、全新统坡洪积层(Q_4^{dpl})、全新统冲洪积层(Q_4^{apl})。

2.7.2.3 地震

根据 2015 年 5 月 15 日国家标准化管理委员会批准发布的《中国地震动参数区划图》(1/400 万)(GB 18306-2015)，项目区地震动反应谱特征周期为 0.45s，地震动峰值加速度为 0.10g，即地震基本烈度为 VII 度，属于中硬较稳定场地，适宜工程建设。

2.7.2.4 不良地质现象

本项目沿线不良地质主要表现为路基工程中路堑高边坡危岩形成的崩塌、碎落和松散坡积物产生的塌方，以及隧道洞口段落石等，不涉及滑坡、泥石流等不良地质情况。

2.7.2.5 水文地质

项目区地下水赋存条件受自然地理、岩性岩相、地质构造、地貌形态等因素综合影响，按含水介质的贮水性能和地下水的水力性质，可划分为第四系松散堆积层孔隙潜水、基岩孔隙溶隙水和基岩裂隙水三大类。

(1) 地下水赋存部位

第四系松散岩类孔隙潜水主要赋存于金沙江及其支流河谷阶地、泥石流洪积扇及谷坡崩坡积体中，赋水层位多为卵砾石土或碎石土，结构松散，透水性强。基岩裂隙水主要赋存于石英砂岩、灰岩、白云岩或玄武岩节理裂隙中，由于本区晚近期构造运动不甚强烈，岩体中节理裂隙不发育，岩体较完整，基岩裂隙水赋

存不甚丰富，多为承压水。另外，在灰岩、白云岩、石英砂岩中赋存少量基岩孔隙溶隙水，受大气降水补给，储量较小，对公路工程影响轻微。

(2)地下水补给来源

第四系孔隙潜水的补给源主要为地表径流和大气降水，部分为地下水；而基岩孔隙溶隙水和基岩裂隙水的补给源较单一，多为大气降雨，少量为中高山融雪水补给。

(3)地下水排泄途径

受地形及地质构造条件控制，区内地下水的排泄场所多为金沙江河谷及其支流：第四系孔隙潜水一般以溢流形式就近排泄于沟谷较低处；基岩孔隙溶隙水、基岩裂隙水则以溢流或泉眼形式排泄于沟谷边缘。由于地形起伏较大，切割强烈，在山体表层，含水层彼此联系较差，故山坡浅层地下水径流途径短；在河谷底，第四系松散堆积孔隙含水层厚度较大，分布连续，故其中的第四系孔隙水径流途径较长。

(4)地下水动态

由于山坡浅表层地下水补给源单一(为季节性强的大气降水)、径流途径短，一般为就近补给，就近排泄，造成山体浅部几乎不含水或仅有风化带裂隙水，其动态受季节控制强，故而不稳定。在河谷底部，河漫滩及Ⅰ级阶地的卵石土含水层中孔隙发育，并与河水联系紧密，地下水动态较稳定，在夏季其水位接近地表，在冬季地下水位一般埋深3~10m，水位年变幅一般1~2m；而在Ⅱ级阶地或洪积扇、崩坡积体的碎石土含水层中，因谷坡陡峭，其透水性较好而富水性差，地下水位埋深变化较大，水位埋深多为20m以上，且受季节影响变化较大。

2.7.3 气象

金阳县气候属亚洲大陆东部季风区域中亚热带的云南高原—干热河谷气候区，夏季高温多雨，冬半年云雨稀少，晴天多，空气干燥，气候暖和，干湿季分明。气候垂直地带性明显，气温随海拔增高而降低。

据金阳县气象站多年观测资料，金阳县多年平均气温15.7℃，极端最高气温30.1℃，极端最低气温-5℃，≥10℃积温4892.5℃，年均日照1518.6h；多年平均降水量788.1mm，降水年内分布不均，多年平均蒸发量1300mm；多年平均风速

1.0m/s，主导风向 SSE。

项目区气象特征值统计见表 2-23。

项目区气象特征值统计表

表 2-23

气象要素		单位	特性值
气温	多年平均	℃	15.7
	极端最高	℃	30.1
	极端最低	℃	-5.0
	≥10℃ 积温	℃	4892.5
降水量	多年平均降雨量	mm	788.1
多年平均日照数		h	1518.6
多年平均蒸发量		mm	1300
多年平均风速		m/s	1.0
多年平均无霜期		d	305

设计暴雨根据《四川省暴雨统计参数图集》中的相关等值线图查算，各种历时的暴雨统计参数和设计值见表 2-24。

设计暴雨成果表

表 2-24

历时(h)	点雨量(mm)	Cv	Cs/Cv	设计暴雨值(mm)			
				P=5%	P=10%	P=20%	P=33.3%
1/6	12	0.35	3.5	20.0	17.6	15.1	13.0
1	30	0.40	3.5	53.3	46.1	38.5	32.5
6	45	0.40	3.5	79.9	69.1	57.7	48.7
24	65	0.40	3.5	115	100	83.3	70.4

说明：Cs 为偏态系数，Cv 为变差系数。

2.7.4 水文

本项目位于金沙江流域中下段，金沙江由南西向北东贯穿项目区，路线沿线依次有尺卢沟、裸露石沟、沱湾沟、双龙坝沟、卢家田坝沟、窝子沟、热水河等支流呈树枝状从左岸汇入金沙江干流。项目区段金沙江河道宽约 80~150m，天然落差 32m，河床比降约 8.64‰，洪枯水位变幅 10~20m。地表径流主要受大气降水补给，雨季时流量成倍增加。

项目区水系分布见附图 2-10。

2.7.5 土壤

2.7.5.1 区域土壤类型

金阳县地带性土壤为红壤，共有 6 个大纲，10 个土类，16 个亚类，25 个土

属，51 个土种，其分布特征为岩性土广泛分布。十个土类分别包括：水稻土、冲积土、紫色土、红壤、燥红土、黄棕土、棕壤、暗棕壤、石灰岩土和高山草甸土。各类土壤随海拔变化呈明显的垂直分布，典型的土壤分带包括：河谷沿岸红色石灰岩土区、中山山原丙底-南瓦紫色土区、中-亚高山百草坡-东山梁子黄棕壤紫色土区、中-亚高山波洛梁子暗棕壤区。

项目区土壤类型以黄棕壤为主。

2.7.5.2 项目区表层土情况

根据现状调查，项目区可剥离表土地类为耕地、园地、林地、草地，面积共计 6.29hm²；可剥离表土厚度分别为耕地 20cm、园地 15cm、林地 10cm、草地 10cm 左右，可剥离表土数量共计 0.79 万 m³，本项目在建设过程中未全部剥离表土；但经分析，本项目实际剥离表土面积 6.54hm²，表土剥离量 0.76 万 m³，表土保护率达到 95.68%，满足西南岩溶区一级标准要求。

2.7.6 植被

由于项目区内特殊的地形及气候条件，使得气温随海拔高程增加而降低，因而植被土壤也具有明显的分带性：海拔 1800~3200m 中中高山地带气候阴冷潮湿，植被发育良好，为针阔叶混交林带，发育较多的松、杉等乔木及大量灌木；而海拔 1800m 以下河谷地带气候干燥闷热，植被稀少，多为荒山草坡、灌丛、农田及裸地，出产水稻、玉米、甘蔗、土豆、小麦、烟叶等农作物及油桐、乌柏、花椒、核桃等经济林木，适宜发展农林业。

2.7.7 水土保持敏感区

项目所在的金阳县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区；项目不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址(线)水土保持评价

3.1.1 与《中华人民共和国水土保持法》符合性分析

根据《中华人民共和国水土保持法》相关要求,结合本项目建设特征和区域现状,本项目与其符合性分析见表 3-1。

本项目与《中华人民共和国水土保持法》符合性分析表

表 3-1

序号	《水土保持法》相关内容	本项目情况	符合性分析
1	第十七条禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	不涉及	符合
2	第十八条 水土流失严重、生态脆弱的地区,应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动,严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	项目区水土流失现状为中度,生态恢复难度不大,项目将通过相关措施保护、恢复项目区生态环境	符合
3	第二十四条 生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区;无法避让的,应当提高防治标准,优化施工工艺,减少地表扰动和植被损坏范围,有效控制可能造成的水土流失。	项目不可避免的位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区,水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准	符合
4	第二十五条 在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目,生产建设单位应当编制水土保持方案,报县级以上人民政府水行政主管部门审批,并按照经批准的水土保持方案,采取水土流失预防和治理措施。	建设单位已委托编制水土保持方案	符合
5	第二十六条 依法应当编制水土保持方案的生产建设项目,生产建设单位未编制水土保持方案或者水土保持方案未经水行政主管部门批准的,生产建设项目不得开工建设。	建设单位已委托编制水土保持方案	符合
6	第二十七条 依法应当编制水土保持方案的生产建设项目中的水土保持设施,应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用;生产建设项目竣工验收,应当验收水土保持设施;水土保持设施未经验收或者验收不合格的,生产建设项目不得投产使用。	建设单位已委托编制水土保持方案	符合
7	第二十八条 依法应当编制水土保持方案的生产建设项目,其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用;不能综合利用,确需废弃的,应当堆	项目开挖土石方全部作为回填方综合利用,项目无余弃方	符合

序号	《水土保持法》相关内容	本项目情况	符合性分析
	放在水土保持方案确定的专门存放地,并采取措施保证不产生新的危害。		
8	第三十二条 开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动造成水土流失的,应当进行治理。	建设单位对项目建设带来的水土流失进行了治理	符合
9	第三十八条 对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用,做到土石方挖填平衡,减少地表扰动范围;对废弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地,应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。生产建设活动结束后,应当及时在取土场、开挖面和存放地的裸露土地上植树种草、恢复植被,对闭库的尾矿库进行复垦。	主体工程对表土进行剥离、保存,后期用作绿化覆土	符合
10	第四十一条 对可能造成严重水土流失的大中型生产建设项目,生产建设单位应当自行或者委托具备水土保持监测资质的机构,对生产建设活动造成的水土流失进行监测,并将监测情况定期上报当地水行政主管部门。	建设单位将按照水土保持方案要求开展监测工作	符合

3.1.2 与《生产建设项目水土保持技术标准》符合性分析

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018),结合本项目建设特征和区域现状,本项目与该技术标准的符合性分析见表 3-2。

本项目与《生产建设项目水土保持技术标准》符合性分析表

表 3-2

序号	项目	约束性规定	本项目情况	符合性分析
1	主体工程选址(线)应避让下列区域	1 水土流失重点预防区和重点治理区; 2 河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带; 3 全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	1 无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区,将在建设方案中落实相关水土流失防治要求; 2 不涉及; 3 不涉及。	符合
2	西南岩溶区特殊规定	1 应保存和综合利用土壤资源; 2 应避免破坏地下暗河和溶洞等地下水系。	1 主体工程对表土进行剥离、保存,后期用作绿化覆土; 2 不涉及。	符合

3.1.3 主体工程选址(线)综合评价

项目不可避免的位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区,水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准,以控制水土流失。项目不涉及河流两岸、湖泊和

水库周边的植物保护带，不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

综上所述，从水土保持角度分析，主体工程选址(线)合理。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

本工程共计设置桥梁 310m/1 座，隧道 1587m/2 座，全线路基无填高大于 20m 及挖深大于 30m 的高填深挖路段分布，避免了大填大挖。

项目所在的金阳县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准；施工生产生活设施、施工道路等紧临主体公路布设，施工布置紧凑；剥离表土堆存在主体公路路基征地范围内，减少了工程占地；工程开挖土石方全部综合利用，无余弃方；截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准提高一级；工程建设对金沙江岸坡植被产生一定破坏，本水土保持方案将林草覆盖率提高 2%。

根据现场调查，项目不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等水土保持敏感区

综上，工程建设方案无明显制约性因素，在局部的施工区域，由于工程开挖、占压等施工活动，改变破坏了原地貌和植被，可能加大水土流失。但在主体设计及本水土保持方案的要求下规范施工，不会显著加剧项目区大范围的水土流失。因此，从水土保持角度分析，本工程建设方案合理可行。

3.2.2 工程占地评价

本项目总占地面积 8.88hm²，其中永久占地 7.73hm²，临时占地 1.15hm²，占地类型包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、其他土地。永久占地为路基工程、桥梁工程、隧道工程占地；涵洞工程占地位于路基工程占地范围内，不重复计列。临时占地为施工生产生活区、施工道路占地。

根据《公路工程项目建设用地指标》，公路建设项目用地总体指标限值见表 3-3。

公路工程项目建设用地总体指标表

表 3-3

参数项		单位	二级公路		三级公路		四级公路	
			双车道		双车道		双车道	单车道
主要编制条件参数	路基宽度	m	12.0	10.0	8.5	7.5	6.5	4.5
	桥梁跨径长度比例	%	5	5	3	3	2	2
	主线下穿分离式立体交叉间距	km	60	60	-	-	-	-
	天桥间距	km	50	50	-	-	-	-
	通道间距	km	20	20	-	-	-	-
	平面交叉间距	km	1.2	1.2	0.6	0.6	0.6	0.6
	停车区间距	km	80	80	100	100	100	100
	养护设施间距	km	40	40	40	40	40	40
指标值		hm ² /km	3.6183	3.4334	2.6088	2.5126	2.2819	1.9274

本项目路线全长 5.112km，设计路基宽度 6.5m，建设用地总体指标为 2.2819hm²/km，大于本项目工程永久占地 1.5121hm²/km，因此，本项目工程永久占地满足行业用地指标规定。

从占地类型分析，本工程主要以耕地、园地、林地、草地、住宅用地、其他土地占用为主，比例分别为 10.36%、3.83%、50.90%、22.52%、0.23%、12.16%，林地、草地占比较大，后期通过土地整治、撒播植草及乔灌木栽植，可有效恢复林草地和林草覆盖率。

从占地的可恢复性分析，工程永久占地在工程完工后被建构筑物、硬化地表所覆盖，无法恢复其原有土地功能；临时占地在工程建设期间均为临时使用，施工结束后，拆除临建设施，可按照其原有土地类型进行土地恢复，并通过实施各类水土保持措施，使项目区水土保持现状不低于工程建设期前状态。

综上，本项目永久占地是在满足相关规划、技术标准下工程建设的必然占地范围；剥离表土堆存在主体路基征地范围内，减少了工程占地；项目占地符合节约用地和减少扰动的要求，因此，从水土保持角度分析，本项目占地是合理的。

3.2.3 土石方平衡评价

本项目土石方量产生于一般路基、路基防护、桥梁、涵洞、隧道、交叉工程、拆迁建筑物、施工生产生活区、施工道路，其中路基防护土石方量为衡重式路肩墙及路堑墙基槽挖填，拆迁建筑物土石方量为拆除建渣，施工生产生活区土石方量为场地平整及表土回覆，施工道路土石方量为路基挖填及表土回覆。

经土石方平衡分析，本项目土石方开挖总量 37.36 万 m³(自然方，下同，其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³、建渣 0.01 万 m³)，土石

方填筑总量 37.36 万 m^3 (其中表土 0.76 万 m^3 、土方 4.35 万 m^3 、石方 33.24 万 m^3)，区间调运 14.79 万 m^3 (其中表土 0.30 万 m^3 、土方 0.66 万 m^3 、石方 13.83 万 m^3)，项目无余弃方。

根据水土保持要求，本水土保持方案对一般路基、路基防护、桥梁、涵洞、隧道、交叉工程、施工生产生活区、施工道路土石方量进行了全面计列，补充了项目涉及的表土剥离与回覆数量，补充了临时工程土石方数量，补充了拆迁建筑物建渣数量。

根据现状调查，项目区可剥离表土地类为耕地、园地、林地、草地，面积共计 6.29 hm^2 ；可剥离表土厚度分别为耕地 20cm、园地 15cm、林地 10cm、草地 10cm 左右，可剥离表土数量共计 0.79 万 m^3 ，本项目在建设过程中未全部剥离表土；但经分析，本项目实际剥离表土面积 6.54 hm^2 ，表土剥离量 0.76 万 m^3 ，表土保护率达到 95.68%，满足西南岩溶区一级标准要求。

本项目主要土石方工程——一般路基工程开挖土石方全部利用，项目建设涉及的土石方数量符合最优化原则。主体设计按照每公里路段进行土石方调运分析，未设置料场，减少了临时占地数量，符合节点适宜、时序可行、运距合理原则。由于本项目位于高山峡谷地貌区的河谷区域，土石方全部综合利用，无余弃方。

因此，从水土保持角度分析，本项目土石方平衡是合理的。

3.2.4 料场设置评价

本项目未设置料场。

3.2.5 弃渣场设置评价

本项目未设置弃渣场。

3.2.6 施工方法与工艺评价

(1)本项目主体工程施工采用以机械为主、人工为辅的施工方法。根据主体工程施工项目特性，采用机械施工为主，缩短了施工作业周期，减少了地表裸露时间，符合水土保持技术要求。

(2)主体工程主要单项工程施工工艺为：

1)路基挖方工程以挖掘机或推土机作业，配以装载机和自卸翻斗车运至填方路段填筑路堤；填方工程则以装载机或推土机伴以人工找平、压路机碾压夯实。

2)路面工程基层混合料以机械集中拌和,自卸汽车运输。

3)路基防护及排水工程采用砌石圪工、人工安砌。

4)桥梁施工:地基处理→支架及模板安装→钢筋绑扎→现浇砼→拆除支架及模板。

5)隧道施工:隧道除起始段 200m 采用钻爆法施工外,其余主要采用 TBM 法施工,该施工方法集开挖、出渣和衬砌于一体,开挖速度快、效率高,不仅可大大减少隧道的围岩支护量,还能及时处理渣土,避免渣土倒运及裸露造成水土流失。

总之,主体工程采用的施工方法、工艺等技术成熟,当前在国内普遍使用,适合高原地区的施工特点,减少了施工占地和影响范围,因此,从水土保持角度分析,本项目施工方法与工艺是合理的。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.7.1 路基工程区

(1)边坡坡度控制

本项目路堑边坡坡度根据《公路路基设计规范》、原路边坡、自然边坡和地质调查资料等综合确定。土质路堑边坡坡率视碎石土的密实程度,设定为 1:0.75 ~ 1:1;岩质路堑边坡坡率视岩体类型、风化程度、路堑高度,设定为 1:0.1 ~ 1:1;路堤边坡坡率视填筑高度,设定为 1:1.5 ~ 1:1.75。

路基边坡坡度的合理控制,可以避免过多的破坏原地表植被,利于生态保护,具有一定的水土保持功能,但不应纳入水土流失防治措施体系。

(2)路基防护

主体工程对于路基采用喷锚支护、预应力锚索框格梁、换填过湿土、衡重式路肩墙、护肩等多种方式进行防护,这类措施具有一定的水土保持功能,但其主要功能为保障路基安全,不应纳入水土流失防治措施体系。

(3)路基排水

为利于路基排水,新建道路靠山一侧路堤边坡与山体间形成的低洼部分,设计考虑利用土石方施工产生的大量废方填平,并修筑排水边沟。路基路面排水结构型式包括土方边沟、路堑墙边沟、排水沟、截水沟、水沟跌水。

排水沟过水断面为矩形，净宽×净高=0.4×0.4m，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面；土方边沟、路堑墙边沟过水断面为梯形，净底宽×净高=0.4×0.4m，临石方侧边坡坡比为 1:0.5 和 1:0.25，另一侧边坡垂直，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面；截水沟过水断面为梯形，净底宽×净高=0.4×0.4m，两侧边坡坡比为 1:0.5，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面，水沟跌水采用 C20 砼浇筑。

经统计，本项目在建设过程中布设的各项路基排水设施包括土方边沟 2063.7m，路堑墙边沟 194.0m，排水沟 1104.0m，截水沟 140.0m，水沟跌水 140.0m。

各项路基排水设施具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

根据《公路排水设计规范》，本项目公路等级为四级，路界内坡面排水设计降雨的重现期为 10 年，各项排水设施设计排水流量采用小流域面积设计流量式计算，公式如下：

$$Q_m \square 16.67 \square q F \quad (\text{公式 3-1})$$

式中： Q_m —设计排水流量， m^3/s ；

$\square$ —径流系数；

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 。

各项排水设施过流能力采用均匀流形态计算，公式如下：

$$Q \square \frac{1}{n} A i^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}} \quad (\text{公式 3-2})$$

式中： n —粗糙系数；

A —过流面积， m^2 ；

i —底坡；

R —水力半径。

排水设施设计排水流量表

表 3-5

排水设施	径流系数	平均降雨强度(P=10%)	汇水面积	设计排水流量
		mm/min	km ²	m ³ /s
土方边沟	0.8	1.76	0.0052	0.122
路堑墙边沟	0.8	1.76	0.0048	0.113
排水沟	0.8	1.76	0.0046	0.108
截水沟	0.8	1.76	0.0051	0.191

注：汇水面积根据各项排水设施出水口间距、桥涵和天然沟渠位置，采用最大控制区域面积。

排水设施过流能力复核表

表 3-6

排水设施	结构型式	底坡	粗糙系数	净(底)宽	净深	边坡系数		过水流量
				m	m	左	右	m ³ /s
土方边沟	浆砌抹面梯形	≥0.003	0.015	0.40	0.40	1:0.0	1:0.5	0.216
路堑墙边沟	浆砌抹面梯形	≥0.003	0.015	0.40	0.40	1:0.0	1:0.25	0.184
排水沟	浆砌抹面矩形	≥0.003	0.015	0.40	0.40	1:0.0	1:0.0	0.152
截水沟	浆砌抹面梯形	≥0.003	0.015	0.40	0.40	1:0.5	1:0.5	0.285

通过以上过流能力复核过程可知，各项排水设施过水流量大于设计排水流量，满足路界内坡面排水要求。

(4)路面排水

路面排水通过路拱沿道路中心线，分别设置 1.5%的横向坡度，向两侧排导路面散水得以实现。路面排水主要是优化路拱结构型式，具有一定的水土保持功能，但不应纳入水土流失防治措施体系。

(5)表土剥离及回覆

本项目施工前期对表土进行了剥离，根据竣工资料统计，路基工程区共计剥离表土 0.76 万 m³。施工后期，施工单位对路基工程区可绿化区域进行了表土回覆，为绿化恢复提供立地条件，路基工程区共计回覆表土 0.46 万 m³。表土剥离及回覆具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(6)路旁及边坡绿化

本项目施工后期，路基具备植被生长立地条件的区域设置了绿化带，进行乔草绿化，绿化面积 1.53hm²。乔木选择当地适生树种油桐树，采用种植大苗进行造林，苗木规格为胸径>2cm，株距 2m，共计栽植 860 株；草籽选择结缕草，撒播密度 80kg/hm²，撒播面积 1.53hm²。路旁及边坡绿化具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(6)临时拦挡及苫盖

根据竣工资料统计，施工单位对于堆存在路基工程征地范围内的剥离表土，在其坡脚采用土袋挡墙进行临时拦挡。土袋挡墙长 1263.5m，断面为矩形，宽×高为 0.4×0.4m。同时，剥离表土在堆存期间，其表面采用无纺布遮盖，遮盖面积 10374.7m²。临时拦挡及苫盖具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

3.2.7.2 桥涵工程区

(1)桥梁锥坡绿化

桥梁施工结束后，施工单位对桥梁锥坡采用撒播草籽的方式恢复植被，草籽选择高羊茅，撒播密度 80kg/hm²，撒播面积 0.05hm²。桥梁锥坡撒播草籽绿化具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(2)坡脚临时拦挡

根据竣工资料统计，施工期间在桥梁锥坡坡脚码砌有钢筋石笼挡墙 140m，拦挡桥台开挖土石方滚落进入沟道。钢筋石笼为标准组件，长×宽×高=2×1×1m，内填块石。桥梁锥坡坡脚码砌钢筋石笼挡墙具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

3.2.7.3 隧道工程区

(1)洞身排水

本项目各隧道洞身均设置有排水沟、单壁波纹管盲沟、泄水管等各项排水设施，以排除隧道内积水至路基公路边沟。隧道洞身排水设施具有一定的水土保持功能，但不应纳入水土流失防治措施体系。

(2)洞门截排水

本项目各隧道出口洞顶边仰坡开口线外 5m 附近设截水沟 1 道，以拦截地表汇水；洞门端墙顶部设置排水沟。截水沟、排水沟结构型式相同，过水断面均为矩形，净宽×净高=0.4×0.4m，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面。经统计，隧道工程区洞外截水沟共计布设 235.0m，洞门排水沟共计布设 53m。隧洞洞门截水沟、排水沟具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(3)洞脸绿化

根据现场查勘，施工单位对隧道洞脸边坡、实际扩挖创面及隧道进、出口过渡区域进行了土石挖填，原地表植被全部被清除，后期采取了撒播草籽的方式恢复植被，草籽选择结缕草，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播面积 0.04hm^2 。洞脸撒播草籽绿化具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

3.2.7.4 施工生产生活区

(1)场地硬化

本项目施工生产生活区集中布设，减少了对土地的占用及材料倒运对周边的干扰，场平后施工生产生活区实施了砼铺面以防护地表。场地硬化具有一定水土保持功能，但不应纳入水土流失防治措施体系。

(2)场周截排水

本项目建设期间，施工生产生活区周边布设有截排水沟以排导场内及周边汇流，截排水沟为浆砌梯形，总长 621.1m ，净底宽 $\times$ 净高= $0.4\times 0.4\text{m}$ ，两侧边坡坡比为 $1:0.3$ ，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面。周边截排水具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(3)全面整地

施工后期，施工生产生活区拆除了地表建构筑物及设备、破除了硬化地表，进行全面整地，整地面积 0.62hm^2 ，全面整地内容主要包括翻松固结土壤，施加农家土杂肥等。全面整地具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(4)表土回覆

施工生产生活区在全面整地后进行了表土回覆，以改善植物生长的立地条件。根据竣工资料统计，施工生产生活区表土回覆面积 0.62hm^2 ，覆土量 0.19 万 m^3 。表土回覆具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(5)绿化恢复

根据竣工资料统计，施工生产生活区回覆表土后，通过栽植灌木、撒播草籽进行绿化恢复，绿化面积 0.62hm^2 。灌木选择当地适生树种新银合欢，采用种植大苗进行造林，苗木规格为胸径 $>2\text{cm}$ ，株行距 2m ，共计栽植 1550 株；草籽选

择结缕草，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播面积 0.62hm^2 。绿化恢复具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

3.2.7.5 施工道路区

(1) 临时排水边沟

根据查阅施工资料，本项目建设前期，施工道路临山体侧修建了临时排水边沟以排导路界内坡面汇流。临时排水边沟为土质梯形，总长 1160.0m ，净底宽 $\times$ 净高= $0.3\times 0.4\text{m}$ ，两侧边坡坡比为 $1:0.3$ 。临时排水边沟具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(2) 全面整地

施工后期，施工道路破除了硬化路面，进行全面整地，整地面积 0.53hm^2 ，全面整地内容主要包括翻松固结土壤，施加农家土杂肥等。全面整地具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(3) 表土回覆

施工道路在全面整地后进行了表土回覆，以改善植物生长的立地条件。根据竣工资料统计，施工道路区表土回覆面积 0.53hm^2 ，覆土量 0.11 万 m^3 。表土回覆具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

(4) 绿化恢复

根据竣工资料统计，施工道路回覆表土后，通过撒播草籽进行绿化恢复，草籽选择结缕草，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播面积 0.53hm^2 。绿化恢复具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 界定原则

(1) 拦挡类

弃土(石、渣)场挡渣墙、拦渣坝、拦渣堤应界定为水土保持措施。

(2) 排水类

雨水排水管、截水沟、排水沟、弃土(石、渣)场、取料场截水沟、排水沟应界定为水土保持措施

(3) 边坡防护类

- 1)植物护坡应界定为水土保持措施;
- 2)工程与植物措施相结合的综合护坡应界定为水土保持措施;
- 3)主体工程设计在稳定边坡上布设的工程护坡应界定为水土保持措施;
- 4)处理不良地质采取的护坡措施(锚杆护坡、抗滑桩、抗滑墙、挂网喷混等)不应界定为水土保持措施。

(4)其他类

- 1)表土剥离和保护应界定为水土保持措施;
- 2)土地整治应界定为水土保持措施;
- 3)植被建设应界定为水土保持措施;
- 4)为集蓄降水的蓄水池应界定为水土保持措施;
- 5)防风固沙措施应界定为水土保持措施;
- 6)采用透水形式的场地硬化措施可界定为水土保持措施;
- 7)江、河、湖、海的防洪堤、防浪堤(墙)、抛石护脚不应界定为水土保持措施

(5)难以区分类

难以区分是否以水土保持功能为主的工程,可按破坏性试验的原则进行界定;即假定没有这些工程,主体设计功能仍然可以发挥作用,但会产生较大的水土流失,此类工程应界定为水土保持措施。

3.3.2 水土保持措施界定

本水土保持方案将项目已实施并以防治水土流失、改善项目区生态环境为主要目的,且具有水土保持功能工程,界定为水土保持措施措施,同时核列工程量及投资,见表 3-6。

界定为水土保持措施工程量及投资统计表

表 3-6

工程名称				单位	数量	综合单价(元)	投资(万元)	备注	
路基工程区	工程措施	土方边沟	长度	m	2063.7				
			M7.5 浆砌片石	m³	631.8	385.82	24.38		
			M10 砂浆抹面	m²	3032.9	16.47	5.00		
		路堑墙边沟	长度	m	194				
			M7.5 浆砌片石	m³	42.1	385.82	1.62		
			M10 砂浆抹面	m²	203.7	16.47	0.34		
		排水沟	长度	m	1104				
			M7.5 浆砌片石	m³	469.2	385.82	18.10		
			M10 砂浆抹面	m²	1876.8	16.47	3.09		
		截水沟	长度	m	140				
			C20 砼	m³	20.6	1065.87	2.20		
			M10 砂浆抹面	m²	212.8	16.47	0.35		
		水沟跌水	长度	m	140				
			M7.5 浆砌片石	m³	59.5	385.82	2.30		
		表土剥离			万 m³	7600	13.55	10.30	
		表土回覆			万 m³	4600	13.62	6.26	
	植物措施	撒播草籽			hm²	1.53	61500	9.41	
		栽植乔木			株	860	60.79	5.23	
	临时措施	土袋拦挡	长度	m	1263.5				
			土袋挡墙	m³	202.16	195.08	3.94		
		土袋拆除	长度	m	1263.5				
			土袋挡墙	m³	202.16	16.91	0.34		
		无纺布遮盖			m²	10374.7	4.47	4.63	
桥涵工程区	植物措施	撒播草籽		hm²	0.05	61500	0.31		
	临时措施	钢筋石笼拦挡	长度	m	140				

工程名称				单位	数量	综合单价(元)	投资(万元)	备注
			钢筋石笼	m³	280	267.92	7.50	
隧道工程区	工程措施	截水沟	长度	m	235			
			M7.5 浆砌片石	m³	126.9	385.82	4.90	
			M10 砂浆抹面	m²	423	16.47	0.70	
			长度	m	53			
		M7.5 浆砌片石	m³	28.62	385.82	1.10		
		M10 砂浆抹面	m²	95.4	16.47	0.16		
	植物措施	撒播草籽		hm²	0.04	61500	0.25	
	施工生产生活区	工程措施	全面整地		hm²	0.62	6326.64	0.39
表土回覆			万 m³	1900	13.62	2.59		
植物措施		撒播草籽		hm²	0.62	61500	3.81	
		栽植灌木		株	1550	36.47	5.65	
临时措施		截排水沟	长度	m	621.1			
			M7.5 浆砌片石	m³	330.1	385.82	12.74	
			M10 砂浆抹面	m²	1156.2	16.47	1.90	
施工道路区	工程措施	全面整地		hm²	0.53	6326.64	0.34	
		表土回覆		万 m³	1100	13.62	1.50	
	植物措施	撒播草籽		hm²	0.53	61500	3.26	
	临时措施	排水边沟	长度	m	1160			
			土方开挖	m³	194.9	20.24	0.39	
合计							144.97	

4 水土流失分析与调查

4.1 水土流失现状

根据 2019 年四川省水土流失动态监测成果,凉山州金阳县水土流失面积为 738.14km²,占幅员面积的 46.51%,全部为水力侵蚀。其中轻度侵蚀面积 481.22km²,占水土流失面积的 65.2%;中度侵蚀面积 172.02km²,占水土流失面积的 23.3%;强烈侵蚀面积 56.48km²,占水土流失面积的 7.65%;极强烈侵蚀面积 18.61km²,占水土流失面积的 2.52%;剧烈侵蚀面积 9.81km²,占水土流失面积的 1.33%。

金阳县土壤侵蚀现状统计见表 4-1,土壤侵蚀分布见附图 4-1。

金阳县土壤侵蚀现状表

表 4-1

行政区		金阳县
土地总面积(km ²)		1587
微度侵蚀	面积(km ²)	848.86
	占土地总面积比例(%)	53.49
水土流失	面积(km ²)	738.14
	占土地总面积比例(%)	46.51
轻度侵蚀	面积(km ²)	481.22
	占水土流失面积比例(%)	65.2
中度侵蚀	面积(km ²)	172.02
	占水土流失面积比例(%)	23.3
强烈侵蚀	面积(km ²)	56.48
	占水土流失面积比例(%)	7.65
极强烈侵蚀	面积(km ²)	18.61
	占水土流失面积比例(%)	2.52
剧烈侵蚀	面积(km ²)	9.81
	占水土流失面积比例(%)	1.33

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失影响

项目建设期,由于原地表的人为扰动,降低了原地表的固土能力;土石方工程施工,改变了原有地形地貌及土壤的物理结构,形成大量裸露地表;加之项目区降雨较为丰沛,容易造成水土流失。因此项目建设期水土流失影响因素主要表现在人为活动和自然条件两方面。

自然恢复期,人为活动对建设场地的地表扰动基本停止,随着各项水土保持

措施特别是植物措施的实施,建设场地内水土流失范围和程度大大减小,自然恢复期水土流失影响因素主要表现在自然条件这一方面。

4.2.2 扰动地表分析

根据项目组成及扰动特点,本项目扰动地表部位包括路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区,共计扰动地表面积 8.88hm²,统计结果见表 4-2。

扰动地表类型及面积统计表

表 4-2

项目组成		扰动地表面积(hm ²)		
		永久	临时	小计
主体工程	路基工程	7.45		7.45
	桥梁工程	0.20		0.20
	隧道工程	0.08		0.08
	小计	7.73		7.73
临时工程	施工生产生活区		0.62	0.62
	施工道路		0.53	0.53
	小计		1.15	1.15
合计		7.73	1.15	8.88

4.2.3 损毁植被分析

根据现场调查和资料分析,本项目损毁植被类型为林地、草地,共计损毁植被 6.52hm²,统计结果见表 4-3。

损毁植被类型及面积统计表

表 4-3

项目组成		损毁植被类型及面积(hm ²)		
		林地	草地	小计
主体工程	路基工程	3.79	1.49	5.28
	桥梁工程	0.17	0.01	0.18
	隧道工程	0.05	0.02	0.07
	小计	4.01	1.52	5.53
临时工程	施工生产生活区	0.27	0.25	0.52
	施工道路	0.24	0.23	0.47
	小计	0.51	0.48	0.99
合计		4.52	2.00	6.52

4.2.4 废弃土量分析

经土石方平衡分析,本项目土石方开挖总量 37.36 万 m³(自然方,下同,其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³、建渣 0.01 万 m³),土石方填筑总量 37.36 万 m³(其中表土 0.76 万 m³、土方 4.35 万 m³、石方 33.24 万 m³),

区间调运 14.79 万 m^3 (其中表土 0.30 万 m^3 、土方 0.66 万 m^3 、石方 13.83 万 m^3), 项目无余弃方。

4.3 土壤流失量调查

4.3.1 调查范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)规定, 土壤流失量调查范围应为项目水土流失防治责任范围。

4.3.2 调查单元

土壤流失量调查单元按地形地貌、扰动方式、扰动后地表的物质组成、气象特征等相近的原则划分。经分析, 本项目土壤流失量调查单元划分为路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区。

4.3.3 调查时段

结合工程特点, 本项目水土保持措施(临时措施、工程措施、植物措施)已与主体工程同时实施并完工, 土壤流失量调查时段划分为施工期(含施工准备期)和自然恢复期。

各调查单元施工期和自然恢复期应根据施工进度分别确定; 施工期为实际扰动地表时间, 本项目已于 2012 年 8 月动工, 2014 年 7 月完工, 总工期 24 个月, 施工期调查时段确定为 2 年; 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, 根据项目区自然条件确定为 2 年。

本项目土壤流失量调查时段见表 4-4。

土壤流失量调查单元、范围及时段划分表

表 4-4

调查单元	调查范围(hm^2)		调查时段(a)		备注
	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	
路基工程区	7.45	1.53	2	2	
桥梁工程区	0.20	0.05	2	2	
隧道工程区	0.08	0.04	2	2	
施工生产生活区	0.62	0.62	2	2	
施工道路区	0.53	0.53	2	2	
合计	8.88	2.77			

4.3.4 土壤侵蚀模数

4.3.4.1 土壤流失类型划分

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL 773-2018),各调查单元依据侵蚀外营力、下垫面工程扰动形态、扰动程度及上方有无来水等因素,进行土壤流失类型划分,见表 4-5。

调查单元土壤流失类型划分表

表 4-5

一级分类	二级分类	三级分类	说明
水力作用下的 土壤流失	一般扰动地表	植被破坏型 一般扰动地表	含各调查单元原地貌土壤侵蚀模数推求
		地表翻扰型 一般扰动地表	含自然恢复期各调查单元恢复区域扰动后土壤侵蚀模数推求
	工程开挖面	上方有来水 工程开挖面	含施工期路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区扰动后土壤侵蚀模数推求

4.3.4.2 原地貌土壤侵蚀模数

各调查单元原地貌土壤侵蚀模数以植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式为基础,按照时间尺度进行推求。植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式如下:

$$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$$

式中:

M_{yz} —植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量, t;

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

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

L_y —坡长因子, 无量纲;

S_y —坡度因子, 无量纲;

B —植被覆盖因子, 无量纲;

E —工程措施因子, 无量纲;

T —耕作措施因子, 无量纲;

A —计算单元的水平投影面积, hm^2 。

各调查单元均按照多年平均这一时间尺度计算植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量,经整理分析,原地貌土壤侵蚀模数计算成果见表 4-6。

原地貌土壤侵蚀模数计算成果表

表 4- 6

调查单元	植被破坏型一般扰动地表土壤流失量测算过程									原地貌土壤侵蚀模数
	R	K	L_y	S_y	B	E	T	A	M_{yz}	t/(km ² ·a)
	MJ·mm/(hm ² ·h)	t·hm ² ·h/(hm ² ·MJ·mm)						hm ²	t	
路基工程区	3457.9	0.0046	2.236	8.134	0.614	1	0.181	7.45	239.5	3215
桥梁工程区	3457.9	0.0046	2.236	7.931	0.614	1	0.181	0.20	6.3	3135
隧道工程区	3457.9	0.0046	2.236	7.809	0.614	1	0.181	0.08	2.5	3087
施工生产生活区	3457.9	0.0046	2.236	7.520	0.614	1	0.181	0.62	18.4	2973
施工道路区	3457.9	0.0046	2.236	8.532	0.614	1	0.181	0.53	17.9	3373
合计								8.88	284.6	3205

4.3.4.3 扰动后土壤侵蚀模数

1、地表翻扰型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数

根据各调查单元土壤流失类型划分,地表翻扰型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数推求涉及的调查单元包括自然恢复期路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区绿化区域。各调查单元扰动后土壤侵蚀模数以地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式为基础,按照时间尺度进行推求。地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式如下:

$$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA$$

$$K_{yd}=NK$$

式中:

M_{yd} —地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量, t;

R —降雨侵蚀力因子, MJ·mm/(hm²·h);

K_{yd} —地表翻扰后土壤可蚀性因子, t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

L_y —坡长因子, 无量纲;

S_y —坡度因子, 无量纲;

B —植被覆盖因子, 无量纲;

E —工程措施因子, 无量纲;

T —耕作措施因子, 无量纲;

A —计算单元的水平投影面积, hm²;

N —地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数, 无量纲;

K —土壤可蚀性因子, t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)。

各调查单元均按照多年平均这一时间尺度计算地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量, 经整理分析, 扰动后土壤侵蚀模数计算成果见表 4-7。

地表翻扰型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数计算成果表(自然恢复期)

表 4- 7

调查单元	地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量测算过程											扰动后土壤侵蚀模数	备注
	R	K_{ydl}	L_y	S_y	B	E	T	A	N	K	M_{ydl}	t/(km ² ·a)	
	MJ·mm/(hm ² ·h)	t·hm ² ·h/(hm ² ·MJ·mm)						hm ²		t·hm ² ·h/(hm ² ·MJ·mm)	t		
路基工程区	3457.9	0.0098	2.236	6.685	0.122	0.414	0.181	1.53	2.13	0.0046	7.1	463	自然恢复期
桥梁工程区	3457.9	0.0098	2.236	6.600	0.122	0.414	0.181	0.05	2.13	0.0046	0.2	457	自然恢复期
隧道工程区	3457.9	0.0098	2.236	6.179	0.122	0.414	0.181	0.04	2.13	0.0046	0.2	428	自然恢复期
施工生产生活区	3457.9	0.0098	2.236	6.137	0.122	0.414	0.181	0.62	2.13	0.0046	2.6	425	自然恢复期
施工道路区	3457.9	0.0098	2.236	6.895	0.122	0.414	0.181	0.53	2.13	0.0046	2.5	478	自然恢复期

2、上方有来水工程开挖面扰动后土壤侵蚀模数

根据各调查单元土壤流失类型划分,上方有来水工程开挖面扰动后土壤侵蚀模数推求涉及的调查单元包括施工期路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区。各调查单元扰动后土壤侵蚀模数以上方有来水工程开挖面土壤流失量公式为基础,按照时间尺度进行推求。上方有来水工程开挖面土壤流失量公式如下:

$$M_{ky}=F_{ky}G_{ky}L_{ky}S_{ky}A+M_{kw}$$

式中:

M_{ky} ——上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t;

F_{ky} ——上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子, MJ/hm²;

G_{ky} ——上方有来水工程开挖面土质因子, t·hm²/(hm²·MJ);

L_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元的水平投影面积, hm²;

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t。

其中, 上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量测算公式如下:

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

式中:

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t;

R ——降雨侵蚀力因子, MJ·mm/(hm²·h);

G_{kw} ——上方无来水工程开挖面土质因子, t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

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;

A ——计算单元的水平投影面积, hm²。

各调查单元均按照多年平均这一时间尺度计算上方有来水工程开挖面土壤流失量, 经整理分析, 扰动后土壤侵蚀模数计算成果见表 4-8。

上方有来水工程开挖面扰动后土壤侵蚀模数计算成果表(施工期)

表 4- 8

调查单元	上方有来水工程开挖面土壤流失量测算过程										扰动后土壤侵蚀模数	备注
	R	G_{kw}	L_{kw}	S_{kw}	F_{ky}	G_{ky}	L_{ky}	S_{ky}	A	M_{ky}		
	MJ·mm/(hm ² ·h)	t·hm ² ·h/(hm ² ·MJ·mm)			MJ/hm ²	L·hm ² /(hm ² ·MJ)			hm ²	t	t/(km ² ·a)	
路基工程区	3457.9	0.0086	0.535	0.654	24787.0	0.0056	0.448	0.502	7.45	308.3	4139	施工期
桥梁工程区	3457.9	0.0086	0.535	0.601	27604.6	0.0056	0.448	0.423	0.2	7.7	3868	施工期
隧道工程区	3457.9	0.0086	0.535	0.587	28072.7	0.0056	0.448	0.405	0.08	3.0	3771	施工期
施工生产生活区	3457.9	0.0086	0.535	0.560	28072.7	0.0056	0.448	0.367	0.62	21.5	3462	施工期
施工道路区	3457.9	0.0086	0.535	0.680	24787.0	0.0056	0.448	0.546	0.53	23.6	4454	施工期

4、扰动后土壤侵蚀模数汇总

根据上述方法，各调查单元扰动后土壤侵蚀模数汇总见表 4-9。

扰动后土壤侵蚀模数汇总表

表 4-9

调查单元	扰动后土壤侵蚀模数[t/(km ² ·a)]	
	施工期(含施工准备期)	自然恢复期
路基工程区	4139	463
桥梁工程区	3868	457
隧道工程区	3771	428
施工生产生活区	3462	425
施工道路区	4454	478

4.3.5 调查方法

土壤流失量调查按下式计算，当调查单元土壤侵蚀强度恢复到原地貌土壤侵蚀模数以下时，不再计算。

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

式中：W—土壤流失量，t；

j—调查时段，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—调查单元，i=1，2，3，...，n-1，n；

F_{ji}—第 j 调查时段、第 i 调查单元的面积，km²；

M_{ji}—第 j 调查时段、第 i 调查单元的土壤侵蚀模数，t/km²·a；

T_{ji}—第 j 调查时段、第 i 调查单元的调查时段长，a。

4.3.6 调查结果

在土壤流失调查年限内，项目土壤流失调查总量为 735.1t，其中原地貌流失量为 825.5，新增土壤流失量为 159.2t。新增土壤流失量均发生在施工期；路基工程区是新增土壤流失量最大的部位，占新增土壤流失总量的 86.5%。

本项目各调查单元土壤流失总量、新增土壤流失量及比重见表 4-10。

土壤流失量调查表

表 4-10

调查单元	调查时段	原地貌侵蚀模数[t/(km ² ·a)]	扰动后侵蚀模数[t/(km ² ·a)]	调查范围(hm ²)	调查时段(a)	原地貌流失量(t)	调查流失量(t)	新增流失量(t)	占新增流失量的%
路基工程区	施工期	3215	4139	7.45	2	479.0	616.7	137.7	86.5
	自然恢复期	3215	463	2.77	2	178.1	25.7	0	0
	小计					657.1	642.4	137.7	86.5
桥梁工程区	施工期	3135	3868	0.20	2	12.5	15.5	2.9	1.8
	自然恢复期	3135	457	0.05	2	3.1	0.5	0	0
	小计					15.7	15.9	2.9	1.8
隧道工程区	施工期	3087	3771	0.08	2	4.9	6.0	1.1	0.7
	自然恢复期	3087	428	0.04	2	2.5	0.3	0	0
	小计					7.4	6.4	1.1	0.7
施工生产生活区	施工期	2973	3462	0.62	2	36.9	42.9	6.1	3.8
	自然恢复期	2973	425	0.62	2	36.9	5.3	0	0
	小计					73.7	48.2	6.1	3.8
施工道路区	施工期	3373	4454	0.53	2	35.8	47.2	11.5	7.2
	自然恢复期	3373	478	0.53	2	35.8	5.1	0	0
	小计					71.5	52.3	11.5	7.2
合计	施工期					569.1	728.4	159.2	100
	自然恢复期					256.3	36.8	0.0	0
	小计					825.5	765.1	159.2	100

4.4 水土流失危害分析

项目建设过程中,工程占地范围内的地表将遭受不同程度的破坏,局部地貌将发生较大的变化,如不采取水土保持措施,新增水土流失量不仅影响项目本身的建设,也将对项目区及周边生态环境带来不利影响。

(1)对工程本身建设的影响

项目路基工程区是水土流失易发区域,也是水土流失的重点区域,如不采取有效防护措施,极易产生严重水土流失,影响工程施工,严重时可能诱发施工安全事故,所以建设单位及施工单位高度重视水土流失防治工作,严格按照主体设计要求进行施工,在施工过程中及时采取相应防护措施,降低了水土流失危害。

(2)对项目区及周边环境的影响

项目为当地运输出行通道,在不采取及时有效防护措施的情况下,水土流失不仅会使项目区场地内旱季尘土飞扬,雨季场地泥泞,严重影响项目区环境,同时也会影响到项目区周边空气、道路等环境,对周边居民的生产生活造成影响,也将间接对当地经济开发建设和社会生态环境发展造成一定的影响;工程建设过程中,建设单位及施工单位严格施工,及时采取相应防护措施,降低了因工程建设对项目区及周边环境的影响。

4.5 指导性意见

(1)防治措施布置

在明确水土流失防治责任范围的前提下,根据工程施工特点和水土流失调查结果,本水土保持方案将路基工程区作为水土流失防治的重点区域。路基工程采取的水土保持措施可达到防治水土流失、美化环境和保障工程运行安全的目的。

工程建设产生水土流失的因素较多,场地挖填、平整等人为活动,在强降雨情况下极易诱发严重的水土流失,项目区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主,主体工程采取的水土保持防护措施以拦挡工程、排水工程、植物措施相结合。

(2)施工进度安排

根据调查结果,结合本项目实际施工情况,施工期为水土流失重点时段,通过对水土保持各项措施(特别是工程及植物措施)同主体工程的施工进度相对应,措施安排原则上先实施工程措施,后植物措施。施工过程做到了“土石方综合利

用”，土石方工程避开了雨季或雨天实施，减少了水土流失。

(3)水土保持监测

本项目必须按照水土保持方案实施水土保持监测，由于施工期已结束，水土保持监测重点应为路基工程边坡、各项目组成绿化恢复区域等。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.2 分区原则

- (1)各区之间应具有显著差异性;
- (2)同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似;
- (3)根据项目的繁简程度和项目区自然情况,防治区可划分为一级或多级;
- (4)一级区应具有控制性、整体性、全局性,线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区。二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区;
- (5)各级分区应层次分明,具有关联性和系统性。

5.1.2 分区结果

根据实地调查(勘测)结果,在确定的防治责任范围内,依据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等,采取实地调查勘测、资料收集与数据分析相结合的方法,将本项目水土流失防治区划分为路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区 5 个一级防治区。

本项目水土流失防治区划分结果见表 5-1。

水土流失防治区划分结果表

表 5-1

序号	一级分区	防治责任范围(hm ²)			防治对象
		永久	临时	小计	
1	路基工程区	7.45		7.45	路基、路面、边坡
2	桥梁工程区	0.20		0.20	桥梁锥坡及下方区域、涵洞
3	隧道工程区	0.08		0.08	隧道洞脸
4	施工生产生活区		0.62	0.62	预制场、拌合场、碎石加工厂
5	施工道路区		0.53	0.53	施工便道
合计		7.73	1.15	8.88	

5.2 措施总体布局

本项目已于 2012 年 8 月动工,2014 年 7 月完工,经过现场查勘及查阅施工资料,本项目在建设过程中实施的水土保持措施包括工程措施、植物措施、临时措施,在减少土壤侵蚀、保持水土方面发挥着重要的作用。

(1)路基工程区

路基工程区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括临山体侧排水边沟、截水沟，具备条件区域表土剥离，路旁及边坡区域表土回覆；植物措施包括路旁及边坡栽植乔木、撒播草籽绿化；临时措施包括剥离表土堆存带坡脚土袋拦挡及拆除，裸露面无纺布遮盖。

(2)桥涵工程区

桥涵工程区在项目建设过程中实施的水土保持植物措施为桥台锥坡撒播草籽绿化；临时措施为桥台锥坡坡脚钢筋石笼拦挡。

(3)隧道工程区

隧道工程区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括洞外截水沟、洞门排水沟；植物措施为进出口洞脸撒播草籽绿化。

(4)施工生产生活区

施工生产生活区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括占压扰动迹地全面整地、表土回覆；植物措施包括整个场地栽植灌木、撒播草籽绿化；临时措施为场周截排水沟。

(5)施工道路区

施工道路区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括占地范围全面整地、表土回覆；植物措施为占地范围撒播草籽绿化；临时措施为临山体侧排水边沟。

本项目水土流失防治措施总体布局见表 5-2。

水土流失防治措施总体布局表

表 5-2

防治区	措施类型	措施部位	措施内容	措施归属
路基工程区	工程措施	临山体侧	排水边沟、截水沟	主体已有
		具备条件区域	表土剥离	主体已有
		路旁及边坡区域	表土回覆	主体已有
	植物措施	路旁及边坡区域	栽植乔木、撒播草籽	主体已有
	临时措施	表土堆存带坡脚	土袋拦挡及拆除	主体已有
		表土堆存带裸露面	无纺布遮盖	主体已有
桥涵工程区	植物措施	桥台锥坡	撒播草籽	主体已有
	临时措施	桥台锥坡坡脚	钢筋石笼拦挡	主体已有
隧道工程区	工程措施	洞外及洞门	截水沟、排水沟	主体已有
	植物措施	进出口洞脸	撒播草籽	主体已有
施工生产生活区	工程措施	占压扰动迹地	全面整地、表土回覆	主体已有
	植物措施	整个场地	栽植灌木、撒播草籽	主体已有
	临时措施	场地周边	截排水沟	主体已有
施工道路区	工程措施	占地范围	全面整地、表土回覆	主体已有
	植物措施	占地范围	撒播草籽	主体已有
	临时措施	临山体侧	排水边沟	主体已有



水土流失防治措施体系框图

5.3 分区措施布设

5.3.1 路基工程区

5.3.1.1 工程措施(均为主体已有)

(1)路基排水

为利于路基排水,新建道路靠山一侧路堤边坡与山体间形成的低洼部分,设计考虑利用土石方施工产生的大量废方填平,并修筑排水边沟。路基路面排水结构型式包括土方边沟、路堑墙边沟、排水沟、截水沟、水沟跌水。

排水沟过水断面为矩形,净宽 $\times$ 净高=0.4 $\times$ 0.4m,周边用 M7.5 浆砌片石衬砌,外露部分采用 M10 砂浆抹面;土方边沟、路堑墙边沟过水断面为梯形,净底宽 $\times$ 净高=0.4 $\times$ 0.4m,临石方侧边坡坡比为 1:0.5 和 1:0.25,另一侧边坡垂直,周边用 M7.5 浆砌片石衬砌,外露部分采用 M10 砂浆抹面;截水沟过水断面为梯形,净底宽 $\times$ 净高=0.4 $\times$ 0.4m,两侧边坡坡比为 1:0.5,周边用 M7.5 浆砌片石衬砌,外露部分采用 M10 砂浆抹面,水沟跌水采用 C20 砼浇筑。

经统计,本项目在建设过程中布设的各项路基排水设施包括土方边沟 2063.7m,路堑墙边沟 194.0m,排水沟 1104.0m,截水沟 140.0m,水沟跌水 140.0m。

(2)表土剥离及回覆

本项目施工前期对表土进行了剥离,根据竣工资料统计,路基工程区共计剥离表土 0.76 万 m^3 。施工后期,施工单位对路基工程区可绿化区域进行了表土回覆,为绿化恢复提供立地条件,路基工程区共计回覆表土 0.46 万 m^3 。

5.3.1.2 植物措施(均为主体已有)

路旁及边坡绿化:

本项目施工后期,路基具备植被生长立地条件的区域设置了绿化带,进行乔草绿化,绿化面积 1.53 hm^2 。乔木选择当地适生树种油桐树,采用种植大苗进行造林,苗木规格为胸径 $>2\text{cm}$,株距 2m,共计栽植 860 株;草籽选择结缕草,撒播密度 80 kg/hm^2 ,撒播面积 1.53 hm^2 。

5.3.1.3 临时措施(均为主体已有)

临时拦挡及苫盖:

根据竣工资料统计，施工单位对于堆存在路基工程征地范围内的剥离表土，在其坡脚采用土袋挡墙进行临时拦挡。土袋挡墙长 1263.5m，断面为矩形，宽×高为 0.4×0.4m。同时，剥离表土在堆存期间，其表面采用无纺布遮盖，遮盖面积 10374.7m²。

路基工程区水保措施工程量统计见表 5-3，水保措施设计见附图 5-2。

路基工程区水保措施工程量统计表

表 5-3

措施类型	措施内容		单位	工程量
工程措施	土方边沟	长度	m	2063.7
		M7.5 浆砌片石	m ³	631.8
		M10 砂浆抹面	m ²	3032.9
	路堑墙边沟	长度	m	194.0
		M7.5 浆砌片石	m ³	42.1
		M10 砂浆抹面	m ²	203.7
	排水沟	长度	m	1104.0
		M7.5 浆砌片石	m ³	469.2
		M10 砂浆抹面	m ²	1876.8
	截水沟	长度	m	140.0
		C20 砼	m ³	20.6
		M10 砂浆抹面	m ²	212.8
	水沟跌水	长度	m	140.0
		M7.5 浆砌片石	m ³	59.5
	表土剥离		万 m ³	0.76
	表土回覆		万 m ³	0.46
植物措施	绿化面积		hm ²	1.53
	栽植乔木		株	860
	撒播草籽		kg	122.4
临时措施	土袋拦挡	长度	m	1263.5
		土袋挡墙	m ³	202.16
	土袋拆除	长度	m	1263.5
		土袋挡墙	m ³	202.16
	无纺布遮盖		m ²	10374.7

5.3.2 桥涵工程区

5.3.2.1 植物措施(均为主体已有)

桥梁锥坡绿化:

桥梁施工结束后，施工单位对桥梁锥坡采用撒播草籽的方式恢复植被，草籽选择结缕草，撒播密度 80kg/hm²，撒播面积 0.05hm²。

5.3.2.2 临时措施(均为主体已有)

桥梁锥坡坡脚临时拦挡:

根据竣工资料统计, 施工期间在桥梁锥坡坡脚码砌有钢筋石笼挡墙 140m, 拦挡桥台开挖土石方滚落进入沟道。钢筋石笼为标准组件, 长×宽×高=2×1×1m, 内填块石。

桥涵工程区水保措施工程量统计见表 5-4, 水保措施设计见附图 5-3。

桥涵工程区水保措施工程量统计表

表 5-4

措施类型	措施内容	单位	工程量
植物措施	绿化面积	hm ²	0.05
	撒播草籽	kg	4.0
临时措施	钢筋石笼拦挡	长度	m
		钢筋石笼	m ³
			140
			280

5.3.3 隧道工程区

5.3.3.1 工程措施(均为主体已有)

洞门截排水:

本项目各隧道出口洞顶边仰坡开口线外 5m 附近设截水沟 1 道, 以拦截地表汇水; 洞门端墙顶部设置排水沟。截水沟、排水沟结构型式相同, 过水断面均为矩形, 净宽×净高=0.4×0.4m, 周边用 M7.5 浆砌片石衬砌, 外露部分采用 M10 砂浆抹面。

经统计, 隧道工程区洞外截水沟共计布设 235m, 洞门排水沟共计布设 53m。

5.3.3.2 植物措施(均为主体已有)

洞脸绿化:

根据现场查勘, 施工单位对隧道洞脸边坡、实际扩挖创面及隧道进、出口过渡区域进行了土石挖填, 原地表植被全部被清除, 后期采取了撒播草籽的方式恢复植被, 草籽选择结缕草, 撒播密度 80kg/hm², 撒播面积 0.04hm²。

隧道工程区水保措施工程量统计见表 5-5, 水保措施设计见附图 5-4。

隧道工程区水保措施工程量统计表

表 5-5

措施类型	措施内容		单位	工程量
工程措施	截水沟	长度	m	235
		M7.5 浆砌片石	m ³	126.9
		M10 砂浆抹面	m ²	423
	排水沟	长度	m	53
		M7.5 浆砌片石	m ³	28.62
		M10 砂浆抹面	m ²	95.4
植物措施	绿化面积		hm ²	0.04
	撒播草籽		kg	3.2

5.3.4 施工生产生活区

5.3.4.1 工程措施(均为主体已有)

(1)全面整地

施工后期，施工生产生活区拆除了地表建构筑物及设备、破除了硬化地表，进行全面整地，整地面积 0.62hm²，全面整地内容主要包括翻松固结土壤，施加农家土杂肥等。

(2)表土回覆

施工生产生活区在全面整地后进行了表土回覆，以改善植物生长的立地条件。根据竣工资料统计，施工生产生活区表土回覆面积 0.62hm²，覆土量 0.19 万 m³。

5.3.4.2 植物措施(均为主体已有)

灌草绿化:

根据竣工资料统计，施工生产生活区回覆表土后，通过栽植灌木、撒播草籽进行绿化恢复，绿化面积 0.62hm²。灌木选择当地适生树种新银合欢，采用种植大苗进行造林，苗木规格为胸径>2cm，株行距 2m，共计栽植 1550 株；草籽选择结缕草，撒播密度 80kg/hm²，撒播面积 0.62hm²。

5.3.4.3 临时措施(均为主体已有)

场周截排水:

本项目建设期间，施工生产生活区周边布设有截排水沟以排导场内及周边汇流，截排水沟为浆砌梯形，总长 621.1m，净底宽×净高=0.4×0.4m，两侧边坡坡比为 1:0.3，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面。

施工生产生活区水保措施工程量统计见表 5-6，水保措施设计见附图 5-5。

施工生产生活区水保措施工程量统计表

表 5-6

措施类型	措施内容		单位	工程量
工程措施	全面整地		hm ²	0.62
	表土回覆		万 m ³	0.19
植物措施	绿化面积		hm ²	0.62
	栽植灌木		株	1550
	撒播草籽		kg	49.6
临时措施	截排水沟	长度	m	621.1
		M7.5 浆砌片石	m ³	330.1
		M10 砂浆抹面	m ²	1156.2

5.3.5 施工道路区

5.3.5.1 工程措施(均为主体已有)

(1)全面整地

施工后期，施工道路破除了硬化路面，进行全面整地，整地面积 0.53hm²，全面整地内容主要包括翻松固结土壤，施加农家土杂肥等。

(2)表土回覆

施工道路在全面整地后进行了表土回覆，以改善植物生长的立地条件。根据竣工资料统计，施工道路区表土回覆面积 0.53hm²，覆土量 0.11 万 m³。

5.3.5.2 植物措施(均为主体已有)

植草绿化:

根据竣工资料统计，施工道路回覆表土后，通过撒播草籽进行绿化恢复，草籽选择结缕草，撒播密度 80kg/hm²，撒播面积 0.53hm²。

5.3.5.3 临时措施(均为主体已有)

临时排水边沟:

根据查阅施工资料，本项目建设前期，施工道路临山体侧修建了临时排水边沟以排导路界内坡面汇流。临时排水边沟为土质梯形，总长 1160.0m，净底宽×净高=0.3×0.4m，两侧边坡坡比为 1:0.3。

施工道路区水保措施工程量统计见表 5-7，水保措施设计见附图 5-6。

施工道路区水保措施工程量统计表

表 5-7

措施类型	措施内容	单位	工程量
工程措施	全面整地	hm ²	0.53
	表土回覆	万 m ³	0.11
植物措施	绿化面积	hm ²	0.53
	撒播草籽	kg	42.4
临时措施	排水边沟	长度	m
		土方开挖	m ³
			1160.0
			194.9

5.3.6 防治措施工程量汇总

按照分区防治的原则，本项目各水土流失防治区分别采取了工程措施、植物措施和临时措施相结合的综合防治措施进行水土流失防治。

经统计，本项目水土保持措施类型及工程量汇总见表 5-8。

新增水土保持措施工程量汇总表

表 5-8

防治区	措施类型	措施内容	单位	工程量
路基工程区	工程措施	土方边沟	m	2063.7
		路堑墙边沟	m	194.0
		排水沟	m	1104.0
		截水沟	m	140.0
		水沟跌水	m	140.0
		表土剥离	万 m ³	0.76
		表土回覆	万 m ³	0.46
	植物措施	绿化面积	hm ²	1.53
		栽植乔木	株	860
		撒播草籽	kg	122.4
	临时措施	土袋拦挡	m	1263.5
		土袋拆除	m	1263.5
		无纺布遮盖	m ²	10374.7
桥涵工程区	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.05
		撒播草籽	kg	4.0
	临时措施	钢筋石笼拦挡	m	140
隧道工程区	工程措施	截水沟	m	235
		排水沟	m	53
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.04
		撒播草籽	kg	3.2
施工生产生活区	工程措施	全面整地	hm ²	0.62
		表土回覆	万 m ³	0.19
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.62
		栽植灌木	株	1550
		撒播草籽	kg	49.6
	临时措施	截排水沟	m	621.1
施工道路区	工程措施	全面整地	hm ²	0.53
		表土回覆	万 m ³	0.11

防治区	措施类型	措施内容	单位	工程量
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.53
		撒播草籽	kg	42.4
	临时措施	排水边沟	m	1160

5.4 施工要求

5.4.1 施工条件

(1) 交通条件

水土保持工程基本位于主体工程施工范围内，交通条件与主体工程基本一致，能满足水土保持工程施工要求。

(2) 施工辅助设施

水土保持工程作为本项目组成部分，施工辅助设施布置与主体工程一致。

由于水土保持措施布置在整个工程区内，其工程量相对较小，可依托和利用主体工程施工场地、设施等，同主体工程一起以合同形式列入施工任务，水土保持植物措施由专业队伍完成。

(3) 施工材料

水土保持工程施工用水、电、水泥、汽油及柴油、砂砾石料的供应与主体工程一致，由主体工程统一解决。

水土保持植物措施所需的苗木和草籽，在当地苗圃基地购买。

5.4.2 施工方法

5.4.2.1 工程措施

(1) 表土剥离与回覆

表土主要采用机械，辅以人工开挖剥离。剥离表土集中运输至指定堆存点并防护，施工后期用于复垦或恢复植被。

表土剥离采用推土机结合液压反铲挖掘机开挖，局部机械难以施工部位辅以人工挖掘。先清理土壤层上部植被，对于根系较深的林木应清至新鲜土层下，再根据土壤厚度情况及所需覆土量进行掘取。

(2) 全面整地

全面整地是指项目施工后期，对建设扰动的施工迹地进行清理，清除地表垃圾，回填坑洼。全面整地过程中采用推土机平整地表，狭窄区域可采用人工平整。

(3) 浆砌石挡墙及排水沟

浆砌石挡墙及排水沟在施工前,由测量人员放线,施工材料及机具准备完毕后开挖基槽和沟槽。水泥砂浆采用搅拌机拌制,浆砌石为现场人工砌筑。

5.4.2.2 植物措施

(1) 撒播草籽

草籽播种季节选在春秋季,地面无天然表土或天然表土厚度较小时,加铺表土,以形成厚度符合要求的表土层。播种时应先浇水浸地,保持土壤湿润,稍干后将表层土耙细耙平,将草籽和肥料拌和,均匀地撒播到已准备好的表土区内。也可在播种前施肥,使肥料深入到表土层内。当草籽种粒细小时,为避免草籽被风或雨水移位,上覆薄层细砂或壤土,并进行喷水,播种完毕后及时采用无纺布进行覆盖。

(2) 栽植灌木

灌木栽树位置位于植穴中央,使苗根有向四周伸展的余地,不至于造成窝根。栽植时先把苗木放入种植穴,理好根系,使其均匀舒展,不能上翘、外露,同时注意保持深度。然后分层覆土,把肥沃湿润土壤填于根际,并分次踏实,使土壤和根系紧密接触,防止干热空气侵入,保持根系湿润。穴面结合降雨和苗木需水条件进行整修,一般整修成下凹状,利于满足苗木的水分要求。

(3) 抚育管理

造林及植草后必须对幼林及草皮进行抚育管理,连续抚育三年。造林初年,苗木以独立的个体状态存在,树体矮小,根系分布浅,生长比较缓慢,抵抗力弱,适应性差,因此,须加强苗木的初期管理,采取松土、灌溉、施肥、除蘖、修枝等措施进行管护,当年抚育2次;第2~3年每年1次,分别在生长季节和秋末冬初进行,抚育内容包括除草、松土、施肥、修枝、整形和灌水等。草皮抚育从铺装到适应坡面环境健壮生长期间都需要及时洒水,每天都需洒水,每次的洒水量以保持土壤湿润为原则,每日洒水次数视土壤湿度而定,直至出苗成坪;当草苗发生病害时,应及时使用杀菌剂防治病害,对于常发生的虫害可进行生物防治和药物防治相结合的综合防治方法。为了保证草苗能茁壮地生长,在有条件的情况下,可根据草皮生长需要及时追肥。

对于自然灾害和人为损坏应采取一定的补植措施，补植采用同一树种大苗和同龄苗，确保植苗当年成活率，避免“只造不管”和“重造轻管”，提高造林的实际成效，尽早发挥水土保持功能。

5.4.2.3 临时措施

土袋挡墙：购买编织袋，人工装土入编织袋，人工码砌拦挡，施工结束后人工拆除、清理。

无纺布覆盖：购买塑料布，人工压盖，要求全面压盖，并利用土袋装土或石头等对周边压实，施工结束后人工拆除、清理。

5.4.3 水土保持工程进度安排

(1)进度安排原则

- 1)应与主体工程施工进度相协调;
- 2)临时措施应与主体工程施工同步实施;
- 3)施工裸露场地应及时采取防护措施，减少裸露时间;
- 4)弃土(石、渣)场应按“先拦后弃”原则安排拦挡措施;
- 5)植物措施应根据生物学特性和气候条件合理安排。

(2)实施进度安排

本项目采取的水土保持措施包括工程措施、植物措施、临时措施等，水土保持工程实施进度安排见表 5-10。

新增水土保持措施实施进度计划表

表 5-10

防治区	措施类型	措施内容	单位	工程量	年度实施进度		
					2012 年	2013 年	2014 年
路基工程区	工程措施	土方边沟	m	2063.7	2063.7		
		路堑墙边沟	m	194.0	194		
		排水沟	m	1104.0	1104		
		截水沟	m	140	140		
		水沟跌水	m	140	140		
		表土剥离	万 m ³	0.76	0.76		
		表土回覆	万 m ³	0.46			0.46
	植物措施	绿化面积	hm ²	1.53			1.53
		栽植乔木	株	860			860
		撒播草籽	kg	122.4			122.4
	临时措施	土袋拦挡	m	1263.5	1263.5		
		土袋拆除	m	1263.5			1263.5
		无纺布遮盖	m ²	10374.7	6224.8	4149.9	
桥涵工程区	植物措施	绿化面积	hm ²	0.05			0.05
		撒播草籽	kg	4			4
	临时措施	钢筋石笼拦挡	m	140	84	56	
隧道工程区	工程措施	截水沟	m	235	235		
		排水沟	m	53	53		
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.04			0.04
		撒播草籽	kg	3.2			3.2
施工生产生活区	工程措施	全面整地	hm ²	0.62			0.62
		表土回覆	万 m ³	0.19			0.19
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.62			0.62
		栽植灌木	株	1550			1550
		撒播草籽	kg	49.6			49.6
	临时措施	截排水沟	m	621.1	621.1		
施工道路区	工程措施	全面整地	hm ²	0.53			0.53
		表土回覆	万 m ³	0.11			0.11
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.53			0.53
		撒播草籽	kg	42.4			42.4
	临时措施	排水边沟	m	1160	1160		

防治区	措施类型	措施内容	单位	工程量	年度实施进度		
					2012年	2013年	2014年
施工准备					—		
路基工程					—————		
路面工程							—
桥涵工程					—————		
隧道工程					—————		
其他工程							—
竣工验收							—
路基工程区	工程措施	土方边沟	m	2063.7	—————		
		路堑墙边沟	m	194.0	—————		
		排水沟	m	1104.0	—————		
		截水沟	m	140	—————		
		水沟跌水	m	140	—————		
		表土剥离	万m ³	0.76	—————		
		表土回覆	万m ³	0.46			—————
	植物措施	绿化面积	hm ²	1.53			—————
		栽植乔木	株	860			—————
		撒播草籽	kg	122.4			—————
	临时措施	土袋拦挡	m	1263.5	—————		
		土袋拆除	m	1263.5			—————
		无纺布遮盖	m ²	10374.7	—————	—————	
桥涵工程区	植物措施	绿化面积	hm ²	0.05			—————
		撒播草籽	kg	4			—————
	临时措施	钢筋石笼拦挡	m	140	—————	—————	
隧道工程区	工程措施	截水沟	m	235	—————		
		排水沟	m	53	—————		
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.04			—————
		撒播草籽	kg	3.2			—————
施工生产生活区	工程措施	全面整地	hm ²	0.62			—————
		表土回覆	万m ³	0.19			—————
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.62			—————
		栽植灌木	株	1550			—————
		撒播草籽	kg	49.6			—————
	临时措施	截排水沟	m	621.1	—————		
施工道路区	工程措施	全面整地	hm ²	0.53			—————
		表土回覆	万m ³	0.11			—————
	植物措施	绿化面积	hm ²	0.53			—————
		撒播草籽	kg	42.4			—————
	临时措施	排水边沟	m	1160	—————		

主体工程实施进度 ———— 水保工程实施进度 ————

新增水土保持工程与主体工程实施进度双横道图

6 水土保持监测

6.1 监测范围与时段

6.1.1 监测范围

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018),生产建设项目水土保持监测范围应包括水土保持方案确定的水土流失防治责任范围,以及项目建设与生产过程中扰动与危害的其他区域。本项目为建设类项目,结合项目特点,确定项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围,面积共计8.88hm²,包括路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、施工生产生活区、施工道路区。

6.1.2 监测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018),本项目水土保持监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束,由于本项目已于2012年8月动工,2014年7月完工,故水土保持监测时段确定为2012年8月~2021年12月,其中2012年8月~2021年6月为回顾监测时段,2021年7月~2021年12月补充水土保持专项监测时段。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018),本项目水土保持监测内容包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等。

考虑本项目已完工的实际情况,水土保持回顾监测时段重点监测内容为扰动地表面积、土壤流失量和水土保持措施实施情况,补充水土保持专项监测时段重点监测内容为植被措施恢复、工程措施运行及其防治效果。

6.2.2 监测方法

(1)前期建设水土保持状况摸底监测方法

前期建设水土保持状况摸底监测方法主要采用资料收集与内业分析相结合方法。

资料收集包括主体设计方案、施工组织设计方案、施工记录、施工监理资料、施工时气象水文资料等。

根据项目施工记录及施工监理资料，结合项目主体设计方案、施工组织设计方案，咨询建设单位和施工单位，估算项目建设过程中产生的水土流失类型、强度，推断施工过程中产生的水土流失危害和影响。

(2)调查监测方法

主要采用普查法，通过实地查勘、调查等方法主要调查地形地貌变化、土地利用变化、扰动土地面积、损坏水土保持功能数量、植被破坏面积、水土流失面积；与水土流失有关的降雨(特别是短时暴雨)、大风情况；土石方开挖与回填量；各项防治措施的面积、数量、质量，工程措施的稳定性、完好性和运行情况；调查并核实施工过程中破坏的水土保持功能数量，对新建水土保持设施的质量和运行情况进行监测，并分析各项工程的保土效益和拦渣效益；调查河道淤积、水土流失危害、生态环境变化等。

(3)巡查监测方法

通过定期巡查，以了解工程施工的扰动面积变化情况和水土保持设施破坏情况，发现重点监测地段或时段供进一步深入工作，具体可采用询问、资料收集、现场巡视等方式。背景值监测、水土保持措施防护效果和运行情况的监测也首先采用巡查法。

通过上述方法对本项目建设期和自然恢复期实施的各项水土保持措施及实施效益的监测，并结合各项水土流失监测成果，综合分析评定各类防治措施控制水土流失、改善生态环境的效益。

6.2.3 监测频次

考虑本项目已完工的实际情况，水土保持回顾监测时段内进行回顾监测 1 次，补充水土保持专项监测时段内监测 1 次，遇暴雨、大风等情况及时加测 1 次。

6.3 点位布设

本项目共计布设 6 个水土保持监测点位，包括路基工程区 2 个监测点，桥涵

工程区 1 个监测点，隧道工程区 1 个监测点，施工生产生活区 1 个监测点，施工道路区 1 个监测点。

本项目水土保持监测点位布设情况见表 6-1。

水土保持监测点位布设表

表 6-1

监测范围	点位编号	点位位置	备注
路基工程区	1#监测点	K58+640 填方边坡	最大填高点
	2#监测点	K61+560 挖方边坡	最大挖深点
桥涵工程区	3#监测点	K61+342 金口河大桥	桥台锥坡
隧道工程区	4#监测点	K60+054 河口隧道	洞脸
施工生产生活区	5#监测点	K59+600 施工生产生活区	
施工道路区	6#监测点	K62+313 施工道路	

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测人员、设施和设备

本项目水土保持监测需要监测技术人员 3 名，其中总监测工程师 1 名，监测工程师 1 名，监测员 1 名。

根据监测内容和方法等要求，本项目无需设置水土保持监测设施，主要监测设备包括必配设备和选择性设备。

本项目水土保持监测设施和设备配置见表 6-2。

水土保持监测设施及设备配置表

表 6-2

类型	名称	单位	数量	备注
必配设备	计算机	台	1	
	数码摄像机	部	1	
	打印机	台	1	
	测尺	把	2	
	测绳	条	2	
	测距仪	台	2	
	手持式 GPS	台	1	
选择性设备	越野车	辆	1	租用
	无人机	架	1	
	全站仪	台	1	

6.4.2 监测机构

监测单位应在现场设立监测项目部，并将项目部组成报送建设单位。监测项目部主要职责包括负责监测项目的组织、协调和实施；负责监测进度、质量、设

备配置和项目管理；负责与施工单位日常联络，收集主体工程进度、施工报表等资料；负责日常监测数据采集，做好原始记录；负责监测资料汇总、复核、成果编制与报送；开展施工现场突发性水土流失事件应急监测。

6.4.3 监测成果及要求

(1)监测成果应包括水土保持监测实施方案、监测报告、图件、数据表(册)、影像资料等。

(2)在施工准备期之前应进行现场查勘与调查，并应根据相关技术标准和水土保持方案编制《生产建设项目水土保持监测实施方案》。

(3)水土保持监测报告应包括季度报告表、专项报告和总结报告。监测期间，应编制《生产建设项目水土保持监测季度报告表》。发生严重水土流失灾害事件时，应于事件发生后一周内完成专项报告。监测工作完成后，应编制《生产建设项目水土保持监测总结报告》。

(4)监测成果图件应包括项目区地理位置图、扰动地表分布图、监测分区与监测点分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图等。

(5)监测成果数据表(册)应包括原始记录表和汇总分析表。

(6)监测成果影像资料应包括监测过程中拍摄的反映水土流失动态变化及其治理措施实施情况的照片、录像等。

(7)监测成果应采用纸质和电子版形式保存，做好数据备份。

7 水土保持投资概算及效益分析

7.1 投资概算

7.1.1 编制说明

7.1.1.1 编制原则和依据

1、编制原则

- (1) 水土保持投资概算的价格水平年与主体工程一致,确定为 2011 年 2 季度
- (2) 人工单价、主要材料价格、施工机械台时费、概算定额、取费项目及费率与主体工程一致
- (3) 主体工程概算定额中未明确的,采用水土保持或相关行业的定额、取费项目及费率
- (4) 已实施的水土保持措施投资按实际完成计列

2、编制依据

- (1) 《四川省水土保持设施补偿费、水土流失防治费征收管理办法(试行)》(川价字非〔1995〕118 号)
- (2) 《关于颁发<水土保持工程概(估)算编制规定和定额>的通知》(水总〔2003〕67 号)
- (3) 《金沙江溪洛渡水电站水土保持方案报告书》
- (4) 《关于金沙江溪洛渡水电站水土保持方案的复函》(水函〔2004〕106 号)
- (5) 《四川省水利厅 四川省交通厅关于转发水利部 交通部公路建设项目水土保持工作规定的通知》(川水发〔2004〕22 号)
- (6) 《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)
- (7) 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)
- (8) 《四川省水利厅 四川省财政厅 四川省发展和改革委员会 中国人民银行成都分行关于进一步做好水土保持补偿费征收工作的通知》(川水函〔2019〕1237 号)

(9) 本项目已完工，方案未新增水土保持措施，水土保持投资概算主要利用施工结算资料

3、基础单价及标准

(1)人工预算单价

本项目为交通行业建设项目，根据《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016年版，水土保持投资概算中的人工预算单价按交通行业人工单价标准执行。本项目主体工程人工预算单价为 63.9 元/工日(7.9875 元/工时)，即为水土保持投资概算中采用的人工预算单价。

(2)材料预算价格

材料预算价格包括材料原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费等。水土保持投资概算中材料预算价格主要通过现场调查及市场询价获取。

(3)工程单价及取费标准

水土保持工程单价由直接费、间接费、利润、税金组成，工程单价中的费率主要根据《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016年版及其他相关文件确定，工程单价中采用的取费标准见表 7-1。

取费标准表

表 7-1

序号	项目名称	计算基础	砌石工程	其他工程	植物措施
一	直接费				
1	基本直接费				
2	其他直接费	基本直接费	4.20%	4.20%	3.55%
二	间接费	直接费	7.50%	6.50%	4.50%
三	利润	一+二	7.00%	7.00%	7.00%
四	税金	一+二+三	9.00%	9.00%	9.00%

7.1.1.2 编制方法

1、投资组成

本项目水土保持投资概算以《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》为主要依据，并结合项目实际情况进行编制。水土保持投资概算由工程措施费、植物措施费、监测措施费、施工临时工程费、独立费用五部分及预备费、水土保持补偿费构成。

2、费用构成

(1)工程措施费

工程措施费=工程量或设备清单×工程(设备)单价。

安装费按设备费的百分率计算。

(2)植物措施费

植物措施费=工程量×工程单价。

(3)监测措施费

1)土建设施及设备费

土建设施及设备费=工程量或设备清单×工程(设备)单价。

2)安装费

安装费按设备费的百分率计算。

3)建设期观测运行费

建设期观测运行费包括系统运行材料费、维护检修费和常规观测费，可在具体监测范围、监测内容、方法及监测时段的基础上分项计算，或按主体土建投资合计为基数。

(4)施工临时工程费

1)临时防护工程费

临时防护工程费=工程量×工程单价。

2)其他临时工程

本项目已完工，且无新增水土保持措施，故不计此项费用。

(5)独立费用

独立费用包括建设管理费、科研勘测设计费、工程建设监理费、验收报告编制费、招标代理服务费、经济技术咨询费等 6 项。

1)建设管理费

建设管理费按照工程措施费、植物措施费、监测措施费和施工临时工程费合计的 2.0%计列。

2)科研勘测设计费

①工程科学研究试验费

本项目不列此项费用。

②勘测设计费

勘测设计费根据工程实际，计列表土保护、植被恢复等专题费用。

③方案编制费

方案编制费以主体工程土建投资合计为计算基数，按《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016年版中方案编制费计算标准，并根据工程实际情况计列。

3)工程建设监理费

工程建设监理费参照《建设工程监理与相关服务收费管理规定》等，并根据工程实际情况计列。

4)验收报告编制费

验收报告编制费以主体工程土建投资合计为计算基数，按《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016年版中验收报告编制费计算标准，并根据工程实际情况计列。

5)招标代理服务费

招标代理服务费参照《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016年版中招标代理服务费计算标准，并根据工程实际情况计列。

6)经济技术咨询费

经济技术咨询费以主体工程土建投资合计为计算基数，按《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016年版中经济技术咨询费计算标准，并根据工程实际情况计列。

(6)预备费

本项目已完工，且无新增水土保持措施，故不计此项费用。

(7)水土保持补偿费

根据《四川省水利厅 四川省财政厅 四川省发展和改革委员会 中国人民银行成都分行关于进一步做好水土保持补偿费征收工作的通知》(川水函〔2019〕1237号)，本项目已于2012年8月动工，本水土保持方案为补办性质，水土保持设施补偿费收费范围、收费标准，仍按《四川省水土保持设施补偿费、水土流失防治费征收管理办法(试行)》(川价字非〔1995〕118号)规定执行，对损坏水土保持林草的每平方米收取补偿费0.5~2元；同时根据《关于金沙江溪洛渡水电站水土保持方案的复函》(水函〔2004〕106号)、《金沙江溪洛渡水电站水土保持

方案报告书》，四川省部分对损坏水土保持林草的每平方米收取补偿费 1.0 元，经征询主管部门意见，确定本项目水土保持补偿费(水土保持设施补偿费)按照征占用土地面积 1.0 元/m² 一次性计征。

7.1.2 概算成果

本项目水土保持总投资包括主体工程设计中的水土保持措施投资和新增水土保持专项投资两大部分。

经投资概算，本项目水土保持静态总投资 285.06 万元，其中，主体工程设计中的水土保持措施投资 144.97 万元，新增水土保持专项投资 140.09 元。新增投资中，监测措施费 28.59 万元，独立费用 102.62 万元，水土保持补偿费 8.880 万元。

本项目水土保持投资概算成果见表 7-2 ~ 表 7-9。

水土保持投资总概算表

表 7-2

单位: 万元

序号	工程或费用名称	新增水土保持专项投资					主体工程 设计中的 水土保持 措施投资	总计
		建安 工程费	设备费	植物 措施费	独立 费用	合计		
一	第一部分 工程措施						85.60	85.60
1	路基工程区						73.93	73.93
2	桥涵工程区							
3	隧道工程区						6.85	6.85
4	施工生产生活区						2.98	2.98
5	施工道路区						1.83	1.83
二	第二部分 植物措施						27.92	27.92
1	路基工程区						14.64	14.64
2	桥涵工程区						0.31	0.31
3	隧道工程区						0.25	0.25
4	施工生产生活区						9.47	9.47
5	施工道路区						3.26	3.26
三	第三部分 监测措施		4.22		24.37	28.59		28.59
1	土建设施							
2	设备及安装		4.22			4.22		4.22
3	观测运行费				24.37	24.37		24.37
四	第四部分 施工临时工程						31.46	31.46
1	临时防护工程						31.46	31.46
(1)	路基工程区						8.92	8.92
(2)	桥涵工程区						7.50	7.50
(3)	隧道工程区							
(4)	施工生产生活区						14.64	14.64
(5)	施工道路区						0.39	0.39
2	其他临时工程							
	一~四部分合计		4.22		24.37	28.59	144.97	173.56
五	第五部分 独立费用				102.62	102.62		102.62
1	建设管理费				0.57	0.57		0.57
2	科研勘测设计费				62.49	62.49		62.49
(1)	勘测设计费				28.00	28.00		28.00
(2)	方案编制费				34.49	34.49		34.49
3	工程建设监理费				7.44	7.44		7.44
4	验收报告编制费				32.12	32.12		32.12
5	招标代理服务费							
6	经济技术咨询费							
I	一~五部分合计		4.22		126.99	131.21	144.97	276.18
II	预备费							
	基本预备费							
III	水土保持补偿费				8.880	8.880		8.880
IV	水土保持静态总投资		4.22		135.87	140.09	144.97	285.06

主体工程设计中的水土保持工程措施投资概算表

表 7-3

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				85.60
一	路基工程区				73.93
1	路基排水				57.37
(1)	土方边沟				29.37
	M7.5 浆砌片石	m ³	631.8	385.82	24.38
	M10 砂浆抹面	m ²	3032.9	16.47	5.00
(2)	路堑墙边沟				1.96
	M7.5 浆砌片石	m ³	42.1	385.82	1.62
	M10 砂浆抹面	m ²	203.7	16.47	0.34
(3)	排水沟				21.19
	M7.5 浆砌片石	m ³	469.2	385.82	18.10
	M10 砂浆抹面	m ²	1876.8	16.47	3.09
(4)	截水沟				2.55
	C20 砼	m ³	20.6	1065.87	2.20
	M10 砂浆抹面	m ²	212.8	16.47	0.35
(5)	水沟跌水				2.30
	M7.5 浆砌片石	m ³	59.5	385.82	2.30
2	表土剥离	m ³	7600	13.55	10.30
3	表土回覆	m ³	4600	13.62	6.26
二	隧道工程区				6.85
1	截水沟				5.59
	M7.5 浆砌片石	m ³	126.9	385.82	4.90
	M10 砂浆抹面	m ²	423	16.47	0.70
2	排水沟				1.26
	M7.5 浆砌片石	m ³	28.62	385.82	1.10
	M10 砂浆抹面	m ²	95.4	16.47	0.16
三	施工生产生活区				2.98
1	全面整地	hm ²	0.62	6326.64	0.39
2	表土回覆	m ³	1900	13.62	2.59
四	施工道路区				1.83
1	全面整地	hm ²	0.53	6326.64	0.34
2	表土回覆	m ³	1100	13.62	1.50

主体工程设计中的水土保持植物措施投资概算表

表 7-4

序号	工程或费用名称	单位	数 量	单价(元)	合计(万元)
	第二部分 植物措施				27.92
一	路基工程区				14.64
1	撒播草籽	hm ²	1.53	61500	9.41
2	栽植乔木	株	860	60.79	5.23
二	桥涵工程区				0.31
1	撒播草籽	hm ²	0.05	61500	0.31
三	隧道工程区				0.25
1	撒播草籽	hm ²	0.04	61500	0.25
四	施工生产生活区				9.47
1	撒播草籽	hm ²	0.62	61500	3.81
2	栽植灌木	株	1550	36.47	5.65
五	施工道路区				3.26
1	撒播草籽	hm ²	0.53	61500	3.26

新增水土保持监测措施投资概算表

表 7-5

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
	第三部分 监测措施				28.59
一	土建设施				
二	设备及安装				4.22
1	监测设备、仪表				4.22
	计算机	台	1	5000	0.50
	数码摄像机	部	1	3000	0.30
	打印机	台	1	1000	0.10
	测尺	把	2	50	0.01
	测绳	条	2	50	0.01
	测距仪	部	2	500	0.10
	手持式 GPS	部	1	2000	0.20
	越野车	辆	1	30000	3.00
2	安装费	项			
三	观测运行费	项	1	243720	24.37

主体工程设计中的水土保持施工临时工程投资概算表

表 7-6

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
	第四部分 施工临时工程				31.46
一	临时防护工程				31.46
1	路基工程区				8.92
(1)	土袋拦挡				3.94
	土袋挡墙	m ³	202.16	195.08	3.94
(2)	土袋拆除				0.34
	土袋挡墙	m ³	202.16	16.91	0.34
(3)	无纺布遮盖	m ²	10374.7	4.47	4.63
2	桥涵工程区				7.50
(1)	钢筋石笼拦挡				7.50
	钢筋石笼	m ³	280	267.92	7.50
3	施工生产生活区				14.64
(1)	截排水沟				14.64
	M7.5 浆砌片石	m ³	330.1	385.82	12.74
	M10 砂浆抹面	m ²	1156.2	16.47	1.90
4	施工道路区				0.39
(1)	排水边沟				0.39
	土方开挖	m ³	194.9	20.24	0.39

独立费用投资概算表

表 7-7

序号	工程或费用名称		计算公式及编制依据	合计(万元)
	第五部分 独立费用			102.62
一	建设管理费		按照工程措施费、植物措施费、监测措施费和施工临时工程费合计的 2.0%计列	0.57
二	科研勘测设计费	勘测设计费	根据工程实际,计列表土保护、植被恢复等专题费用	28.00
		方案编制费	以主体工程土建投资合计为计算基数,按《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016 年版中方案编制费计算标准,并根据工程实际情况计列	34.49
三	工程建设监理费		参照《建设工程监理与相关服务收费管理规定》等,并根据工程实际情况计列	7.44
四	验收报告编制费		以主体工程土建投资合计为计算基数,按《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016 年版中验收报告编制费计算标准,并根据工程实际情况计列	32.12
五	招标代理服务费		参照《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016 年版中招标代理服务费计算标准,并根据工程实际情况计列	0.00
六	经济技术咨询费		以主体工程土建投资合计为计算基数,按《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》2016 年版中经济技术咨询费计算标准,并根据工程实际情况计列	0.00

水土保持补偿费计算表

表 7-8

序号	工程或费用名称	征占用土地面积(hm ²)	计征标准(元/m ²)	合计(万元)
	水土保持补偿费	8.88	1.0	8.880

分年度投资表

表 7-9

序号	工程或费用名称	投资(万元)	分年度投资安排(万元)			
			2012 年	2013 年	2014 年	2021 年
一	第一部分 工程措施	85.60	76.35		9.24	
1	路基工程区	73.93	67.67		6.26	
2	桥涵工程区					
3	隧道工程区	6.85	6.85			
4	施工生产生活区	2.98			2.98	
5	施工道路区	1.83	1.83			
二	第二部分 植物措施	27.92			27.93	
1	路基工程区	14.64			14.64	
2	桥涵工程区	0.31			0.31	
3	隧道工程区	0.25			0.25	
4	施工生产生活区	9.47			9.47	
5	施工道路区	3.26			3.26	
三	第三部分 监测措施	28.59				28.59
1	土建设施					0.00
2	设备及安装	4.22				4.22
3	观测运行费	24.37				24.37
四	第四部分 施工临时工程	31.46	27.54	3.57	0.34	0.00
1	临时防护工程	31.46	27.54	3.57	0.34	
(1)	路基工程区	8.92	5.01	3.57	0.34	
(2)	桥涵工程区	7.50	7.50			
(3)	隧道工程区					
(4)	施工生产生活区	14.64	14.64			
(5)	施工道路区	0.39	0.39			
2	其他临时工程	0.00				0.00
	一~四部分合计	173.56	103.89	3.57	37.51	28.59
五	第五部分 独立费用	102.62				102.62
1	建设管理费	0.57				0.57
2	科研勘测设计费	62.49				62.49
(1)	勘测设计费	28.00				28.00
(2)	方案编制费	34.49				34.49
3	工程建设监理费	7.44				7.44
4	验收报告编制费	32.12				32.12
5	招标代理服务 fee	0.00				0.00
6	经济技术咨询费	0.00				0.00
I	一~五部分合计	276.18	103.89	3.57	37.51	131.21
II	预备费	0.00				0.00
	基本预备费	0.00				0.00
III	水土保持补偿费	8.88				8.88
IV	水土保持静态总投资	285.06	103.89	3.57	37.51	140.09

7.2 效益分析

(1)水土保持效益

根据回顾调查，水土保持措施实施后，项目区水土流失影响得到有效控制，水土资源合理利用并得到保护、恢复，生态环境保护、恢复和改善效果明显。

水土保持效益指标包括水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖，设计水平年各防治指标值计算结果见表 7-10～表 7-15，达标情况分析见表 7-16。

水土流失治理度计算表

表 7- 10

序号	分区	水土流失总面积(hm²)	水土保持措施面积(hm²)		永久建筑物占地面积(hm²)	场地道路硬化面积(hm²)	水面面积(hm²)	未扰动的微度侵蚀面积(hm²)	水土流失治理达标面积(hm²)	水土流失治理度(%)
			工程措施面积	植物措施面积						
	(参数代号)	a	b	c	d	e	f	g	h	A
	(计算公式)								b+c+d+c+f+g	h/a*100
1	路基工程区	7.45	0.62	1.53		5.22			7.37	98.93
2	桥涵工程区	0.20		0.05			0.004		0.05	26.95
3	隧道工程区	0.08	0.03	0.04		0.01			0.08	100.00
4	施工生产生活区	0.62		0.62					0.62	100.00
5	施工道路区	0.53		0.53					0.53	100.00
合计		8.88	0.65	2.77		5.23	0.00		8.65	97.46

土壤流失控制比计算表

表 7- 11

序号	分区	容许土壤流失量(t/km²·a)	水土流失总面积(hm²)	治理后平均土壤流失量[t/(km²·a)]		土壤流失控制比
				分区值	面积加权平均值	
				c	d	
						a/d
1	路基工程区	500	7.45	463	461	1.09
2	桥涵工程区		0.2	457		
3	隧道工程区		0.08	428		
4	施工生产生活区		0.62	425		
5	施工道路区		0.53	478		
合计		500	8.88		461	1.09

渣土防护率计算表

表 7- 12

序号	分区	永久弃渣和临时堆土总量(万 m³)		土壤流失调查总量(万 m³)	采取措施实际挡护数量(万 m³)		渣土防护率(%)
		永久弃渣	临时堆土		永久弃渣	临时堆土	
	(参数代号)	a	b	c	d	e	A
	(计算公式)		36.78		a-c		(d+e)/(a+b)*100
1	路基工程区		0.76	0.04	-0.04	38.12	99.90
2	桥涵工程区						
3	隧道工程区						
4	施工生产生活区		0.31				
5	施工道路区		0.27				
合计			38.12	0.04	-0.04	38.12	99.90

表土保护率计算表

表 7- 13

序号	分区	保护的表土数量(万 m³)	可剥离表土总量(万 m³)	表土保护率(%)
	(参数代号)	a	b	A
	(计算公式)			a/b*100
1	路基工程区	0.76	0.76	100.00
2	桥涵工程区		0.007	0.00
3	隧道工程区		0.002	0.00
4	施工生产生活区		0.014	0.00
5	施工道路区		0.012	0.00
合计		0.76	0.794	95.68

林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

表 7- 14

序号	分区	林草类植被面积(hm ²)	可恢复林草植被面积(hm ²)	林草植被恢复率(%)	防治责任总面积(hm ²)	林草覆盖率(%)
	(参数代号)	a	b	A	c	B
	(计算公式)			a/b*100		a/c*100
1	路基工程区	1.53	1.61	95.06	7.45	20.54
2	桥涵工程区	0.05	0.05	100.00	0.20	25.00
3	隧道工程区	0.04	0.04	100.00	0.08	50.00
4	施工生产生活区	0.62	0.62	100.00	0.62	100.00
5	施工道路区	0.53	0.53	100.00	0.53	100.00
合计		2.77	2.85	97.21	8.88	31.19

可减少水土流失量计算表

表 7- 15

序号	分区	防治责任总面积(hm ²)	治理前平均土壤流失量[t/(km ² •a)]		治理后平均土壤流失量[t/(km ² •a)]		计算时段(a)	可减少水土流失量(t)
			分区值	面积加权平均值	分区值	面积加权平均值		
	(参数代号)	a	b	c	d	e	f	A
	(计算公式)							a*(c-e)*f
1	路基工程区	7.45	3215	3205	463	461	2	487
2	桥涵工程区	0.20	3135		457			
3	隧道工程区	0.08	3087		428			
4	施工生产生活区	0.62	2973		425			
5	施工道路区	0.53	3373		478			
合计		8.88		3205		461	2	487.3

设计水平年各防治指标达标情况分析表

表 7-16

序号	指标名称	一级防治目标	方案实现目标	达标情况
1	水土流失治理度	97%	97.46%	达标
2	土壤流失控制比	1.00	1.09	达标
3	渣土防护率	92%	99.90%	达标
4	表土保护率	95%	95.68%	达标
5	林草植被恢复率	96%	97.21%	达标
6	林草覆盖率	23%	31.19%	达标

由上列表可以看出，通过实施水土保持措施后，项目水土流失治理面积 8.88hm^2 ，林草植被建设面积 2.77hm^2 ，可减少水土流失量 487.3t ，渣土挡护量 38.08 万 m^3 ，表土剥离及保护量 0.76 万 m^3 ，各项水土保持效益指标均达到西南岩溶区一级标准防治目标，水土保持效益良好。

(2)生态效益

本项目尽量恢复了项目建设造成的地表植被破坏，有效的改善了项目区自然环境，促进项目区生态系统的恢复，并逐步向良性循环发展。

(3)社会效益

水土保持措施的实施，减少了因项目建设而产生的水土流失，不仅可保证项目顺利建设和运行，还可以保障项目区环境的稳定、下游河道的通畅、附近基础设施和居民的安全。同时，水土保持工程的实施可以带动地方第三产业的发展，对促进地方经济的可持续发展具有积极意义。

(4)效益分析结论

通过效益分析可知，项目水土保持措施的实施，带来的基础效益、生态效益和社会效益明显，对于防治项目区水土流失起着十分重要的作用。因此，实施水土保持工程措施、植物措施、临时措施是可行和必要的。

8 水土保持管理

8.1 组织管理

建设单位已配备数名技术人员负责水土保持组织管理,但应立即成立水土保持组织管理专职机构。鉴于本项目已完工、现阶段无新增水土保持措施的实际情况,该专职机构应建立、健全各类档案管理制度;经常性开展水土保持工作的检查,保障水土保持措施安全运行并充分发挥效益;在本水土保持方案批复后及时开展水土保持设施自主验收工作;在水土保持设施自主验收后,负责水土保持设施后续管护与维修,运行管护维修费用从生产运行费中列支。

8.2 后续设计

主体工程设计时,在相应阶段,均考虑了水土保持相关设计内容。本项目已完工,水土保持措施已实施完毕并在持续发挥效益。本水土保持方案为补办性质,按照实际施工情况进行编制,且未提出新增水土保持措施,因此无需开展水土保持后续设计。

8.3 水土保持监测

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)、《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)等文件要求,本项目编制水土保持方案报告书,应当依法开展水土保持监测工作。

根据《国务院关于第一批清理规范89项国务院部门行政审批中介服务事项的决定》(国发〔2015〕58号)等文件规定,建设单位可自行开展或委托有关机构,按照水土保持方案要求实施水土保持监测。

监测单位应当按照水土保持有关技术标准和水土保持方案的要求,根据不同生产建设项目的特点,明确监测内容、方法和频次,调查获取项目区水土流失背景值,定量分析评价自项目动土至投产使用过程中的水土流失状况和防治效果,及时向生产建设单位提出控制水土流失的意见建议,并按规定向水行政主管部门定期报送监测情况。

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(以下简称监测季报);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。监测单位应当在每季度第一个月向审批水土保持方案的水行政主管部门(或者其他审批机关的同级水行政主管部门)报送上一季度的监测季报。

监测单位应根据监测情况,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。三色评价结论是生产建设单位落实参建单位责任、控制水土流失的重要依据,也是各流域管理机构和地方各级水行政主管部门实施监管的重要依据。对监测总结报告三色评价结论为“红”色的,务必整改措施到位并发挥效益后,方可通过水土保持设施自主验收。监测成果应当在其官方网站公开,水行政主管部门对监测评价结论为“红”色的项目,纳入重点监管对象,对其进行现场检查 and 验收核查。

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)等文件规定,本项目主体工程开展监理工作,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。同时,本项目挖填土石方总量在20万立方米以上,应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师从事水土保持工程施工监理工作。

本项目在实施过程中,主体工程监理单位同时承担水土保持监理工作,完成了水土保持监理的相关任务。本水土保持方案批复后,水土保持监理单位应及时归档监理成果;对水土保持监理工作进行总结并编制监理工作报告作为生成建设项目水土保持设施自主验收的基础和必备的专项报告;在水土保持设施自主验收时提交监理工作报告、临时措施影像资料和质量评定原始资料。

8.5 水土保持施工

本项目已完工,水土保持方案为补办性质,且未提出新增水土保持措施。根据现场查勘,本项目水土保持措施已实施完毕并在持续发挥效益。本水土保持方案批复后,建设单位应对已实施的水土保持措施提出具体的后续管护与维修要求,防止在项目运行期新增水土流失。

8.6 水土保持设施验收

水土保持设施验收由建设单位开展自主验收,按照《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)、《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)、《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)等文件规定严格执行。

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,自主开展水土保持设施验收,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。

本项目编制水土保持方案报告书,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。

水土保持分部工程和单位工程验收按照有关规定开展。

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。对于公众反映的主要问题和意见,生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

本项目编制水土保持方案报告书,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。

生产建设单位应当在水土保持设施验收通过3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。