



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：2021-57

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灯厂大桥至派来段重建公路

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灯厂大桥至派来段复建公路

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
单位等级：仅限溪洛渡水电站金阳县灯厂大桥至
派米段复建公路水土保持方案使用
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灯厂大桥至派来段复建公路

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)

王 莉(高级工程师)

罗 俊(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	5
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	11
1.8 水土保持措施布设成果	11
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	13
2 项目概况	15
2.1 项目组成及工程布置	15
2.2 施工组织	25
2.3 工程占地	29
2.4 土石方平衡	29
2.5 拆迁安置与专项设施改(迁)建	34
2.6 施工进度	35
2.7 自然概况	35
3 项目水土保持评价	41
3.1 主体工程选址(线)水土保持评价	41
3.2 建设方案与布局水土保持评价	42
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	59
4 水土流失分析与调查	63
4.1 水土流失现状	63
4.2 水土流失影响因素分析	63
4.3 土壤流失量调查	64

4.4	水土流失危害分析	76
4.5	指导性意见	76
5	水土保持措施	78
5.1	防治区划分	78
5.2	措施总体布局	78
5.3	分区措施布设	80
5.4	施工要求	85
6	水土保持监测	90
6.1	监测范围与时段	90
6.2	内容和方法	90
6.3	点位布设	91
6.4	实施条件和成果	92
7	水土保持投资概算及效益分析	94
7.1	投资概算	94
7.2	效益分析	104
8	水土保持管理	109
8.1	组织管理	109
8.2	后续设计	109
8.3	水土保持监测	109
8.4	水土保持监理	110
8.5	水土保持施工	110
8.6	水土保持设施验收	111

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线段、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灯厂大桥至派来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

附件 5: 协议书

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: 路基防护工程设计图

附图 2-6: 沥青砼路面结构设计图

附图 2-7: 钢筋砼盖板涵一般构造图

附图 2-8: 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: 堰沟保护工程区水土保持措施设计图

附图 5-4: 弃渣场区水土保持措施设计图



排水设施



路旁绿化



1#弃渣场(已被淹没)



2#弃渣场

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，死水位 540m。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，装机容量 13860MW，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、改善下游航运等作用。

溪洛渡水电站水库位于四川凉山彝族自治州与云南省昭通地区交界的金沙江峡谷中，为一河道型水库。水库主要淹没影响区域集中在永善、雷波、金阳、昭通、巧家五县(区)，公路淹没涉及金沙江左岸四川省的雷波县和金阳县，右岸云南省的永善县。

溪洛渡水电站金阳县灯厂大桥至派来段重建公路为四川省金阳县派来镇对外道路淹没路段的复建工程，复建路线地处深山峡谷，区域自然条件恶劣，交通条件较差且溪洛渡水电站蓄水后会被淹没，建设库区复建道路，形成畅通、安全、高效、迅速的地方交通运输通道，有效改善库区金阳县派来镇对外交通现状，方便沿线居民的出行，成为当地发展经济的便捷通道之一。

因此，项目建设是必要的。

(2)项目情况

溪洛渡水电站金阳县灯厂大桥至派来段重建公路路线全长 1.759km，起于省道 S208 线复建公路灯厂大桥右岸桥头，起点坐标: $\text{E}103^{\circ}12'28.82''$ 、 $\text{N}27^{\circ}32'52.40''$ ，止于芦稿至派来通乡公路未受淹路段，止点坐标: $\text{E}103^{\circ}11'46.28''$ 、 $\text{N}27^{\circ}33'13.56''$ ，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 1.759km,无桥梁,涵洞 59.5m/7 道(均为钢筋砼盖板涵),无隧道,交叉工程 1 处,在起点与省道 S208 线复建公路平交;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。

项目设置弃渣场 2 处,总占地面积约 1.00hm²,堆放弃渣总量 5.25 万 m³(松方);堰沟保护工程长度 980m,采用 80cm×80cm×10cm C15 砼预制块置于堰沟上方,对其保护,占地面积 0.10hm²。

项目总占地面积 4.81hm²,其中永久占地 3.71hm²,临时占地 1.10hm²,占地类型包括耕地、林地、住宅用地、其他土地、交通运输用地。永久占地为路基工程、涵洞工程占地;涵洞工程占地位于路基工程占地范围内,不重复计列。临时占地为堰沟保护工程、弃渣场占地。

项目土石方开挖总量 10.39 万 m³(自然方,下同,其中表土 0.55 万 m³、土方 2.79 万 m³、石方 7.04 万 m³、建渣 0.01 万 m³),土石方填筑总量 6.90 万 m³(其中表土 0.55 万 m³、土方 2.31 万 m³、石方 4.04 万 m³),土石方弃方总量 3.49 万 m³(其中土方 0.48 万 m³、石方 3.00 万 m³、建渣 0.01 万 m³),土石方弃方合松方 5.25 万 m³。

项目总投资 1984.55 万元,其中土建投资 1428.50 万元,每公里造价 1128.23 万元。

项目涉及砖瓦房、土房等拆迁,涉及电力线路、通讯线路等专项设施改(迁)建,均由建设单位出资,相关主管部门负责实施。

项目已于 2013 年 1 月动工,2013 年 10 月完工,总工期 10 个月。因此,本水土保持方案为补办性质。

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灯厂大桥至派来段复建公路的外业测设工作，于 2011 年 6 月 25 至 26 日通过四川省扶贫和移民工作局在成都主持组织的技术评审，于 2011 年 10 月完成溪洛渡水电站金阳县灯厂大桥至派来段复建公路两阶段初步设计(修定稿)。

2011 年 11 月 14 日，四川省扶贫和移民工作局印发了《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线段、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》(川扶贫移民发〔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灯厂大桥至派来段复建公路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灯厂大桥至派来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灯厂大桥至派来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)。我院经补充、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灯厂大桥至派来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℃, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4892.5℃,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水土保持敏感区。

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) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(1993.8.1国务院令第120号发布,2011.1.8修订)

(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〔灯厂大桥至派来段〕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2013年1月动工, 2013年10月完工, 总工期10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 4.81hm²,包括路基工程区、堰沟保护工程区、弃渣场区,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。

水土流失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	3.71		3.71	四川省 凉山州 金阳县
堰沟保护工程区		0.10	0.10	
弃渣场区		1.00	1.00	
合计	3.71	1.10	4.81	

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

项目建设路基总长度 1.759km，未设置桥涵、隧道，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、弃渣场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；项目开挖土石方尽量综合利用，最终弃方运至沿线 2 处弃渣场，运距合理；截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准提高一级；项目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，项目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，项目建设方案合理可行。

(2)工程占地

本项目路线全长 1.759km，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 2.1092hm²/km，因此，本项目工程永久占地满足行业用地指标规定。

本工程临时占地面积共计 1.10hm²，为堰沟保护工程和弃渣场占地。临时占地类型为林地和其他土地，符合项目区实际情况。项目施工结束后，临时占地恢复植被，有利于水土保持。

从占地类型分析，本项目耕地、林地占比较大，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、林地,面积共计 3.91hm^2 ;可剥离表土厚度分别为耕地 20cm 、林地 10cm 左右,可剥离表土数量共计 0.55 万 m^3 ,本项目在建设过程中表土已全部剥离,经分析,本项目实际剥离表土面积 3.91hm^2 ,表土剥离量 0.55 万 m^3 ,表土保护率达到 100.00% ,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,经最大可能综合利用土石方开挖方后,仍然有土石方废弃,运至沿线 2 处弃渣场集中堆存。

因此,从水土保持角度分析,本项目土石方平衡是合理的。

(4)取土场设置

本项目未设置料场、取土场。

(5)弃土场设置

从安全性分析,本工程布置的弃渣场坡脚线下方无公共设施、基础设施、工业企业、居民点等等敏感因素。弃渣场地基地层具有较高的强度和承载能力,有利于维持弃渣场整体和拦挡工程稳定。根据 2021 年 3 月下旬现场查勘,1#弃渣场已经被溪洛渡水电站水库蓄水后所淹没;2#弃渣场经绿化恢复后,被 G4216 线金阳至宁南段高速公路 JN1 项目部作为施工生产生活区使用,该项目部隶属于四川公路桥梁建设集团有限公司,经建设单位与该项目部沟通,该项目部承担 2#弃渣场后续使用过程中以及使用完毕后的水土流失防治以及恢复责任。故本工程布置的弃渣场不存在稳定安全方面问题,弃渣场布置是可行的。

从经济性分析,本工程弃渣场位置距主要弃渣来源的运输距离在 1km 内,

相对较短的运距缩短了运输成本，控制了弃渣场对区域的水土流失影响，有利于水土保持。

从合理性分析，本工程采取沿线设置弃渣场，减少了出渣时间，有利于弃渣的及时处置，减少了施工过程中出渣及渣土运输造成的水土流失；同时弃渣场布设了拦挡工程，满足弃渣集中与分类堆放的要求。

因此，从水土保持角度分析，本项目弃渣场设置是合理的。

(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)堰沟保护工程区

堰沟保护工程区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括具备条件区域表土剥离、占地范围表土回覆；植物措施为占地范围撒播草籽绿化；临时措施为裸露面无纺布遮盖；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(3)弃渣场区

弃渣场区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括场地坡脚挡渣墙，临山体侧截排水沟，具备条件区域表土剥离，场地裸露面表土回覆；植物措施包括场地范围撒播草籽绿化；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留

问题。

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 4.81hm^2 ，损毁植被面积 2.37hm^2 。在土壤流失调查年限内，项目土壤流失调查总量为 229.8t ，其中原地貌流失量为 274.0t ，新增土壤流失量为 56.8t 。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 62.0% 。

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、堰沟保护工程区、弃渣场区 3 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 708.8m ，石方边沟 630.0m ，截水沟 450.0m ，填方边沟 50.0m ，路堑墙边沟 450.0m ，跌水沟 45.0m ，表土剥离 0.51万 m^3 ，表土回覆 0.22万 m^3 。

植物措施：撒播草籽 0.73hm^2 ，栽植乔木 700 株。

临时措施：土袋拦挡 2063m ，土袋拆除 2063m ，无纺布遮盖 9545.0m^2 。

(2) 堰沟保护工程区

主体已实施的水土保持工程措施包括占地范围表土剥离与回覆；植物措施为占地范围撒播草籽绿化；主要工程量如下：

工程措施：表土剥离 0.01万 m^3 ，表土回覆 0.03万 m^3 。

植物措施：撒播草籽 0.10hm^2 。

(3) 弃渣场区

主体已实施的水土保持工程措施包括场地坡脚挡渣墙，临山体侧截排水沟，具备条件区域表土剥离，场地裸露面表土回覆；植物措施包括场地范围撒播草籽

绿化；主要工程量如下：

工程措施：挡渣墙 411.5m，截排水沟 431.6m，表土剥离 0.03 万 m^3 ，表土回覆 0.30 万 m^3 。

植物措施：撒播草籽 1.00 hm^2 。

1.9 水土保持监测方案

监测范围：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 4.81 hm^2 ，包括路基工程区、堰沟保护工程区、弃渣场区。

监测时段：鉴于项目已完工，监测时段确定为 2013 年 1 月～2021 年 12 月，其中 2013 年 1 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。

监测方法：采用资料收集分析法、现场调查巡查法等。

监测频次：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：本项目共计布设 4 个水土保持监测点位，包括路基工程区 2 个监测点，堰沟保护工程区 1 个监测点，弃渣场区 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 302.09 万元，其中，主体工程设计中的水土保持措施投资 169.15 万元，新增水土保持专项投资 132.94 万元。新增投资中，监测措施费 27.42 万元，独立费用 100.71 万元，水土保持补偿费 4.810 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 99.17%、土壤流失控制比达到 1.05、渣土防护率达到了 98.27%、表土保护率达到了 100.00%、林草植被恢复率达到了 96.83%、林草覆盖率达到 38.05%，各项水土保持效益指标均达标；项目水土流失治理面积 4.77 hm^2 ，林草植被建设面积 1.83 hm^2 ，可减少水土流失量 132t，渣土挡护量 3.97 万 m^3 ，表土剥离及保护量 0.55 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灯厂大桥至派来段 重建公路		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, 重建长度 1.759km	总投资 (万元)	1984.55	土建投资 (万元)	1428.50	
动工时间		2013 年 1 月	完工时间	2013 年 10 月	设计水平年	2021 年	
工程占地(hm²)		4.81	永久占地(hm²)	3.71	临时占地(hm²)	1.10	
土石方量(万 m³)			挖方	填方	借方	余(弃)方	
			10.39	6.90	/	3.49	
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)			4.81		容许土壤流失量[t/(km²·a)]		500
土壤流失调查总量(t)			229.8		新增土壤流失量(t)		56.8
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 708.8m, 石方边沟 630.0m, 截水沟 450.0m, 填方边沟 50.0m, 路堑墙边沟 450.0m, 跌水沟 45.0m, 表土剥离 0.51 万 m³, 表土回覆 0.22 万 m³。		撒播草籽 0.73hm², 栽植乔木 700 株。		土袋拦挡 2063m, 土袋拆除 2063m, 无纺布遮盖 9545.0m²。	
	堰沟保护工程区	表土剥离 0.01 万 m³, 表土回覆 0.03 万 m³		撒播草籽 0.10hm²		/	
	弃渣场区	挡渣墙 411.5m, 截排水沟 431.6m, 表土剥离 0.03 万 m³, 表土回覆 0.30 万 m³。		撒播草籽 1.00hm²		/	
投资(万元)		142.36 (主体 142.36)		15.52 (主体 15.52)		11.27(主体 11.27)	
水土保持总投资(万元)		302.09 (主体 169.15)		独立费用(万元)		100.71	
监理费(万元)		8.51	监测费(万元)	27.42		补偿费(万元)	4.810
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

2.1.1.1 地理位置

溪洛渡水电站金阳县灯厂大桥至派来段复建公路路线全长 1.759km，起于省道 S208 线复建公路灯厂大桥右岸桥头，起点坐标: E103°12'28.82"、N27°32'52.40"，止于芦稿至派来通乡公路未受淹路段，止点坐标: E103°11'46.28"、N27°33'13.56"，全线均位于四川省凉山州金阳县境内。

项目地理位置示意图附图 2-1。



项目地理位置示意图

2.1.1.2 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 1.759km，无桥梁，涵洞 59.5m/7 道(均为钢筋砼盖板涵)，无隧道，交叉工程 1 处，在起点与省道 S208 线复建公路平交；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。

项目设置弃渣场 2 处, 总占地面积约 1.00hm^2 , 堆放弃渣总量 5.25万 m^3 (松方); 堰沟保护工程长度 980m , 采用 $80\text{cm}\times 80\text{cm}\times 10\text{cm}$ C15 砼预制块置于堰沟上方, 对其保护, 占地面积 0.10hm^2 。

项目总占地面积 4.81hm^2 , 其中永久占地 3.71hm^2 , 临时占地 1.10hm^2 , 占地类型包括耕地、林地、住宅用地、其他土地、交通运输用地。永久占地为路基工程、涵洞工程占地; 涵洞工程占地位于路基工程占地范围内, 不重复计列。临时占地为堰沟保护工程、弃渣场占地。

项目土石方开挖总量 10.39万 m^3 (自然方, 下同, 其中表土 0.55万 m^3 、土方 2.79万 m^3 、石方 7.04万 m^3 、建渣 0.01万 m^3), 土石方填筑总量 6.90万 m^3 (其中表土 0.55万 m^3 、土方 2.31万 m^3 、石方 4.04万 m^3), 土石方弃方总量 3.49万 m^3 (其中土方 0.48万 m^3 、石方 3.00万 m^3 、建渣 0.01万 m^3), 土石方弃方合松方 5.25万 m^3 。

项目总投资 1984.55万元 , 其中土建投资 1428.50万元 , 每公里造价 1128.23万元 。

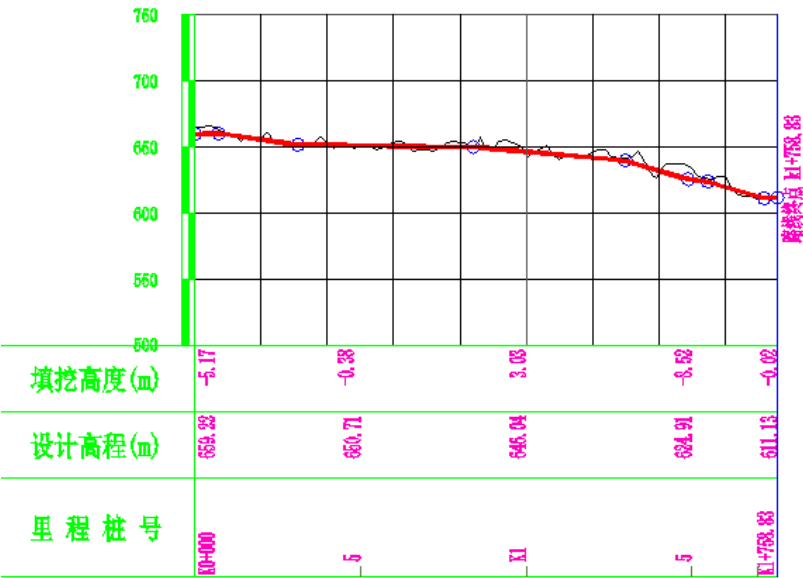
项目涉及砖瓦房、土房等拆迁, 涉及电力线路、通讯线路等专项设施改(迁)建, 均由建设单位出资, 相关主管部门负责实施。

项目已于 2013 年 1 月动工, 2013 年 10 月完工, 总工期 10 个月。

2.1.1.3 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 $600\sim 700\text{m}$ 高程带的零星阶地、缓坡有利地形及原路较高的不被水淹的乡村道路布线。本路段起于省道 S208 线复建公路灯厂大桥右岸桥头, 起点高程为 659.22m , 沿派来沟右岸向上游展线, 于 K0+400 行至芦稿镇上灯厂村, 从该村外侧通过后, 继续沿派来沟右岸向上游展线至 K0+800 后开始降坡, 止于芦稿至派来通乡公路未受淹路段, 止点高程为 611.13m , 路线全长 1.759km 。

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

2.1.1.4 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	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 2%)	m	150	150
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

2.1.1.5 路面设计标高

本项目路线方案路面设计高程位于 611.00 ~ 659.74m 之间，最低点位于 K1+740 处，最高点位于 K0+060 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)	备注
起点	K0+000	659.22	
全线最高点	K0+060	659.74	
全线最低点	K1+740	611.00	
终点	K1+759	611.13	

2.1.1.6 水土保持措施实施及效果分析

本项目已于 2013 年 1 月动工，2013 年 10 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)堰沟保护工程区

堰沟保护工程区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括具备条件区域表土剥离、占地范围表土回覆；植物措施为占地范围撒播草籽绿化；临时措施为裸露面无纺布遮盖；各项水土保持措施已发挥良好效益，无水土保持遗留问题。

(3)弃渣场区

弃渣场区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括场地坡脚挡渣墙，临山体侧截排水沟，具备条件区域表土剥离，场地裸露面表土回覆；植物措施包括场地范围撒播草籽绿化；各项水土保持措施已发挥良好效益，基本无水土保持遗留问题。

根据 2021 年 3 月下旬现场查勘, 1#弃渣场已经被溪洛渡水电站水库蓄水后所淹没; 2#弃渣场经绿化恢复后, 被 G4216 线金阳至宁南段高速公路 JN1 项目部作为施工生产生活区使用, 该项目部隶属于四川公路桥梁建设集团有限公司, 经建设单位与该项目部沟通, 该项目部承担 2#弃渣场后续使用过程中以及使用完毕后的水土流失防治以及恢复责任(详见附件 5)。

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、涵洞工程、交叉工程、交通工程等; 临时工程包括弃渣场、堰沟保护工程等。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 1.759km, 路基宽度 6.5m	水土保持问题纳入路基工程一并考虑
	路面工程	沥青砼路面	
	涵洞工程	涵洞 59.5m/7 道, 均为钢筋砼盖板涵	
	交叉工程	1 处, 在起点与省道 S208 线复建公路平交	
	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	弃渣场	2 处, 总占地面积约 1.00hm ² , 堆放弃渣总量 5.25 万 m ³ (松方)	包含施工生产生活区
	堰沟保护工程	保护长度 980m, 采用 80cm×80cm×10cm C15 砼预制块置于堰沟上方, 对其保护。	

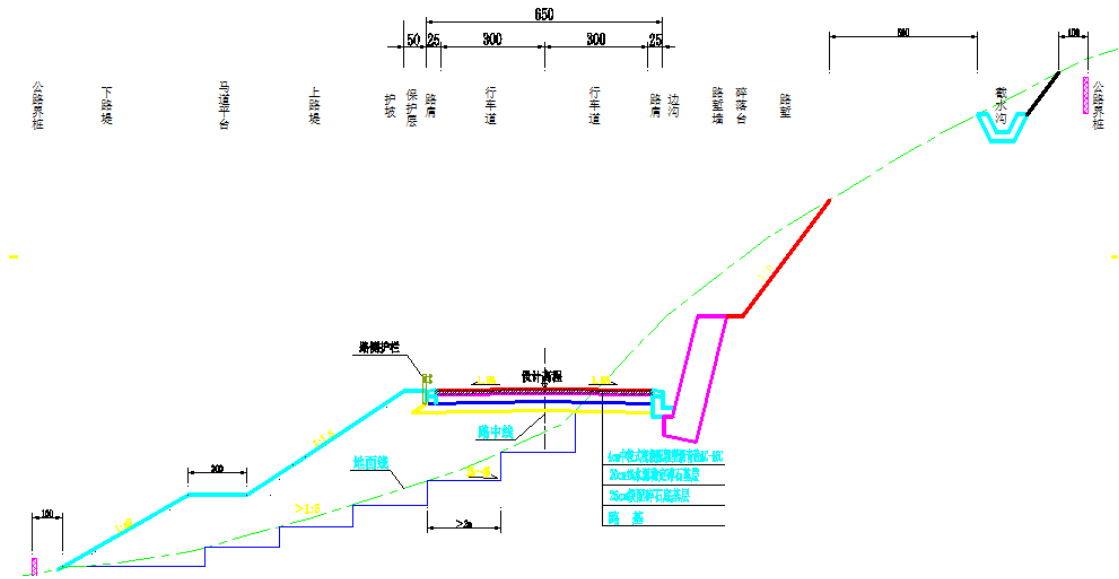
说明: 施工生产生活区在工程建设初期租用附近民房和院坝进行布置, 后期则布置在 2#弃渣场顶面之上。

2.1.3 路基工程

本项目设置路基总长度 1.759km, 其中路基宽度 6.5m。

2.1.3.1 路基宽度

本项目路基宽度采用 6.5m, 其路幅构成为 6.0m(路面) + 2×0.25m(路肩)。路基标准横断面示意图见附图 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。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；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，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，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，设计采用锚喷砼对边坡进行支护。

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	长度(m)	防护型式
1	K1+180 ~ K1+260	右侧	80.0	锚喷砼
2	K1+530 ~ K1+600	右侧	70.0	锚喷砼

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的。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、填方边沟、路堑墙边沟、石方边沟、截水沟、跌水沟。

土方边沟、填方边沟、路堑墙边沟、石方边沟过水断面为梯形，净宽×净高=0.40×0.40m，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，净宽×净高=0.40×0.40m，周边 C20 砼浇筑，外露部分采用 M10 砂浆抹面；跌水沟过水断面为矩形，净宽×净高=0.40×0.40m，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面，沟底浇筑前事先铺筑 5cm 砂砾垫层，以利渗水排出。

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			
			M7.5 浆砌片石 (m ³)	C20 砼 (m ³)	M10 砂浆抹面 (m ²)	砂砾垫层 (m ³)
土方边沟	m	708.8	277.2	0	1261.7	0
石方边沟	m	630.0	39.7	0	1121.4	0
截水沟	m	450.0	0	66.2	684.0	0
填方边沟	m	50.0	21.6	0	92.5	0
路堑墙边沟	m	450.0	97.7	0	472.5	0
跌水沟	m	45.0	19.1	0	0	2.3
合计		2333.8	455.3	66.2	3632.1	2.3

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仰斜式路堑挡土墙加以防护。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：路堤边坡主要采取移栽树木、种植灌木等方法进行绿化、防护。经统计，路基共计栽植油桐树 700 株，撒播结缕草草籽 0.73hm²。

(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：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(m³)	C15 片石 砼 (m³)	C20 砼 (m³)	挖基(m³)		回 填 土 方 (m³)	植树 (油桐 树、 株)	植草 (m²)
					土	石			
衡重式路肩墙	1191.1	9683.8	479.4	369.2	1936.8	2905.1			
仰斜式路堑挡土墙	450.0	1732.5			519.8	606.4			
绿化								700	7300
合计		11416.3	479.4	369.2	2456.6	3511.5		700	7300

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

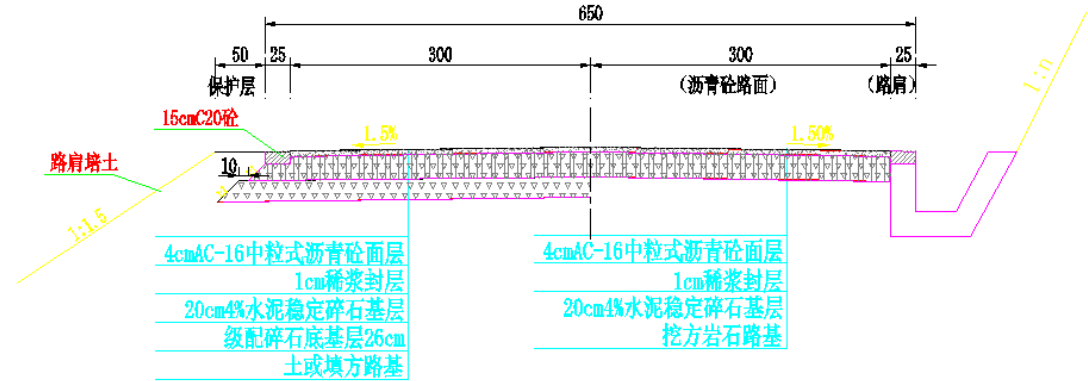
表 2-9

点位	桩号	地面高程(m)	设计高程(m)	最大填高(m)	最大挖深(m)
最大挖深点	K1+340	646.57	635.84		-10.73
最大填高点	K0+955.38	639.28	646.04	6.76	

2.1.4 路面工程

项目采用沥青砼路面结构型式，路面结构型式为 4cm 沥青砼面层+1cm 稀浆封层+20cm4%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 涵洞工程

项目共新建涵洞 59.5m/7 道，均为钢筋砼盖板涵，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 2-10，钢筋砼盖板涵设计见附图 2-7。

涵洞工程数量表

表 2-10

结构类型	涵长(m)	道数(道)	工程数量	
			填方(m ³)	干处挖方(m ³)
钢筋砼盖板涵	59.5	7	212.5	194.2

2.1.6 交叉工程

全线设置一处平面交叉，为简易平面交叉，采用加铺转角式，为路线起点(K0+000)与省道 S208 线复建公路平交，加铺转角式交叉范围内采用与主线相同的路面和基层材料铺筑，以保证平交口顺适。交叉重叠区域面积计入 S208 线工程量，方沟及部分开挖土石方数量计入 S208 线开挖工程量。

平面交叉一览表

表 2-11

交叉点中心桩号	交叉说明	交叉角(度)	交叉方式	挖方		M7.5 浆砌片石边沟(m ³)
				土方(m ³)	石方(m ³)	
K0+000	与 S208 线相交	90	T	300	1200	39.1

2.1.7 其他工程

项目路线下方为芦稿镇引水堰沟，堰沟尺寸为 60cm×60cm，其中 K0+460 ~ K0+600 及 K0+810 ~ K1+650 段地形较陡，距引水堰沟较近，路线施工可能对引水堰沟造成堵塞和污染，影响当地居民生产生活用水。为保障上述路段引水堰沟通畅，采用 80cm×80cm×10cm C15 砼预制块置于堰沟上方，并对其回填、保护。

堰沟保护工程一览表

表 2-12

序号	起讫桩号	长度(m)	80cm×80cm×10cm C15 砼预制块(m ³)	工程数量	
				填方(m ³)	挖方(m ³)
1	K0+460~K0+600	140.0	11.2	10.8	10.8
2	K0+810~K1+650	840.0	67.2	60.8	60.8
合计		980.0	78.4	71.6	71.6

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拌合场、碎石加工厂等，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。

施工生产生活区，前期租用附近民房和院坝进行施工布置；后期在进行路面铺筑时，施工生产生活区则布置在 2#弃渣场上方的坝面上；其占地及水土保持问题纳入弃渣场一并考虑。

2.2.3.2 施工道路

由于本项目施工路线较短，且没有桥梁及隧道工程，起点接省道 S208 线复

建公路灯厂大桥右岸桥头，止点接芦稿至派来通乡公路未受淹路段，施工时采取两端向中间掘进的施工方式进行，而不设置单独的施工道路，项目弃渣通过原芦稿至派来通乡公路运输，弃渣场设置在原通乡公路下边坡位置，不单独布置施工道路；综上，本项目不单独布置施工道路。

2.2.3.3 表土堆场

根据回顾调查，本项目共计剥离表土 0.55 万 m^3 ，表土均堆放于道路征地范围内一侧，呈带状，堆土断面为梯形，堆存带长约 2063m，堆高约 1.5m，底宽约 4m，占地面积约 0.83 hm^2 ，未集中设置表土堆场。

2.2.3.4 弃渣场

本工程已完工，经土石方结算资料进行平衡分析，本项目土石方弃方总量 3.49 万 m^3 ，合松方 5.25 万 m^3 ，于道路沿线 2 处弃渣场集中堆放。

本项目弃渣场特性见表 2-13，外环境关系见表 2-14。

弃渣场特性表

表 2-13

编号	位置	弃渣场容量(万 m^3)	堆渣量(万 m^3)	堆渣高程(m)	占地类型及面积(hm^2)			弃渣场类型	弃渣场级别
					耕地	其他土地	小计		
1#弃渣场	K0+700 右	3.22	2.52	562.31 ~ 586.00	0.15	0.31	0.46	库区型	4
2#弃渣场	K1+600 右	3.49	2.73	595.25 ~ 610.38		0.54	0.54	库区型	5
合计		6.71	5.25		0.15	0.85	1.00		

弃渣场外环境关系分析表

表 2-14

编号	最大堆渣高度(m)	上方汇水面积(hm ²)	弃渣场类型	外环境关系
1#弃渣场	23.69	/	库区型	弃渣场紧邻公路下方布置,利用公路边沟排导坡面洪水。弃渣场场内及周边未见不良地质现象。弃渣场场内及坡脚线以下无干线铁路、公路、航道、高压输变线路、铁塔等重要设施,不涉及水利水电枢纽生活管理区、居住区、城镇、工矿企业,不涉及水库大坝、水利工程取用水建筑物、泄水建筑物、灌(排)干渠(沟)。根据 2021 年 3 月下旬现场查勘,1#弃渣场已经被溪洛渡水电站水库蓄水后所淹没。
2#弃渣场	15.13	/	库区型	弃渣场紧邻公路下方布置,利用公路边沟排导坡面洪水。弃渣场场内及周边未见不良地质现象。弃渣场场内及坡脚线以下无干线铁路、公路、高压输变线路、铁塔等重要设施,不涉及水利水电枢纽生活管理区、居住区、城镇、工矿企业,不涉及水库大坝、水利工程取用水建筑物、泄水建筑物、灌(排)干渠(沟)。根据 2021 年 3 月下旬现场查勘,2#弃渣场经绿化恢复后,被 G4216 线金阳至宁南段高速公路 JN1 项目部作为施工生产生活区使用,该项目部承担 2#弃渣场后续使用过程中以及使用完毕后的水土流失防治以及恢复。

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、林地等进行表土剥离，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。

土石方经桩内利用后如有余方则调运至临近桩号利用，不能利用的土石方运往弃渣场集中堆放。

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，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 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→浇捣管基→排管→接缝处理→端墙砌筑→洞口铺砌→坡脚浇捣→砌护坡→养护。

2.3 工程占地

项目总占地面积 4.81hm^2 ，其中永久占地 3.71hm^2 ，临时占地 1.10hm^2 ，占地类型包括耕地、林地、住宅用地、其他土地、交通运输用地。永久占地为路基工程、涵洞工程占地；涵洞工程占地位于路基工程占地范围内，不重复计列。临时占地为堰沟保护工程、弃渣场占地。

项目占地统计见表 2-15。

工程占地统计表

表 2-15

项目组成		占地类型及面积(hm^2)						占地性质(hm^2)	
		耕地	林地	交通运输用地	住宅用地	其他土地	小计	永久	临时
主体工程	路基工程	1.39	2.27	0.03	0.02		3.71	3.71	
临时工程	堰沟保护工程		0.10				0.10		0.10
	弃渣场	0.15				0.85	1.00		1.00
	小计	0.15	0.10			0.85	1.10		1.10
合计		1.54	2.37	0.03	0.02	0.85	4.81	3.71	1.10

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，对永久占地中的耕地、林地进行了表土剥离，剥离表土 0.51万 m^3 ；临时占地中，弃渣场占地范围内的林地进行了表土剥离，剥离表土 0.04万 m^3 ；表土剥离厚度分别为耕地 20cm 、林地 10cm 左右。

本项目表土剥离情况见表 2-16。

表土剥离情况统计表

表 2-16

项目组成		实际剥离表土量(万 m ³)
主体工程	路基工程	0.51
临时工程	堰沟保护工程	0.01
	弃渣场	0.03
	小计	0.04
合计		0.55

2.4.1.2 表土堆存

根据回顾调查,本项目表土均堆放于道路征地范围内一侧,呈带状,堆土断面为梯形,堆存带长约 2063m,堆高约 1.5m,底宽约 4m,占地面积约 0.83hm²,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、堰沟保护工程扰动迹地、弃渣场表面进行了表土回覆,覆土厚度约 30cm,共计回覆表土 0.55 万 m³。

本项目表土回覆情况统计见表 2-17,表土平衡分析见表 2-18。

表土回覆情况统计表

表 2-17

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	0.73	30	0.22
临时工程	堰沟保护工程	0.10	30	0.03
	弃渣场	1.00	30	0.30
	小计	1.10	30	0.33
合计		1.83	30	0.55

表土平衡分析表(单位: 万 m³)

表 2- 18

起讫桩号	长度(km)	项目	序号	开挖	回填	调入		调出		弃方	
				表土	表土	表土	来源	表土	去向	表土	去向
K0+000 ~ K0+700	0.700	一般路基	(1)	0.21	0.10			0.11	(2)	0	
		弃渣场	(2)	0.03	0.14	0.11	(1)			0	
		小计		0.24	0.24	0.11		0.11		0	
K0+700 ~ K1+759	1.059	一般路基	(3)	0.30	0.12			0.18	(4)(5)	0	
		堰沟保护	(4)	0.01	0.03	0.02	(3)			0	
		弃渣场	(5)		0.16	0.16	(3)			0	
		小计		0.31	0.31	0.18		0.18		0	
全线	1.759	一般路基		0.51	0.22			0.29		0	
		堰沟保护		0.01	0.03	0.02				0	
		弃渣场		0.03	0.30	0.27				0	
		小计		0.55	0.55	0.29		0.29		0	

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、涵洞、堰沟保护工程、拆迁建筑物以及弃渣场,其中路基防护土石方量为衡重式路肩墙和仰斜式路堑挡土墙基槽挖填,拆迁建筑物土石方量为拆除建渣,堰沟保护工程区土石方量为预制块基础挖填,弃渣场土石方量为表土剥离与回覆。

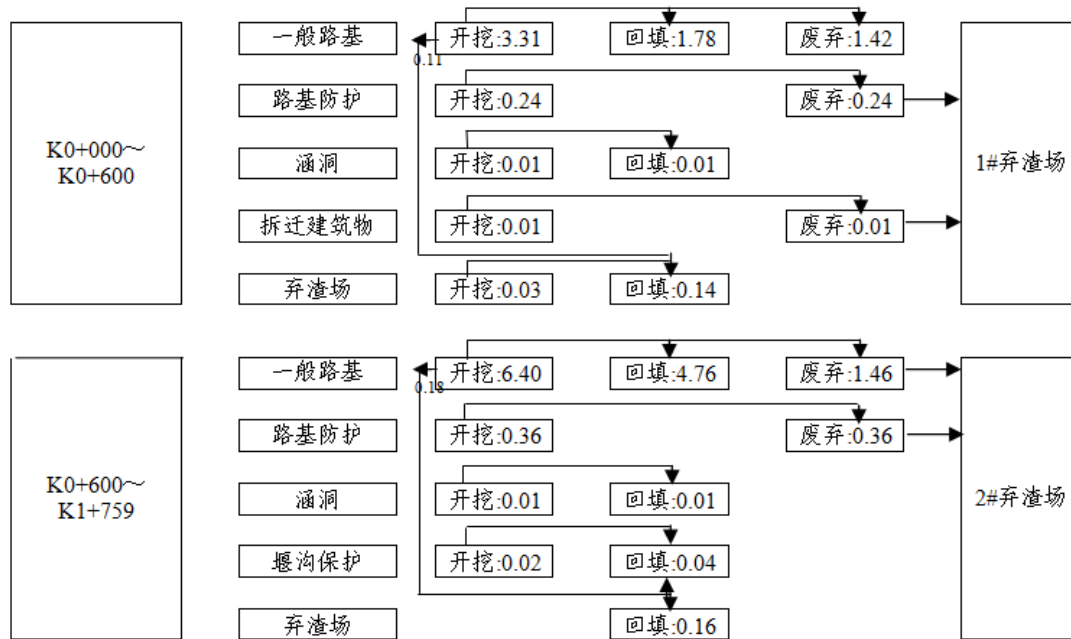
经土石方平衡分析,本项目土石方开挖总量 10.39 万 m^3 (自然方,下同,其中表土 0.55 万 m^3 、土方 2.79 万 m^3 、石方 7.04 万 m^3 、建渣 0.01 万 m^3),土石方填筑总量 6.90 万 m^3 (其中表土 0.55 万 m^3 、土方 2.31 万 m^3 、石方 4.04 万 m^3),土石方弃方总量 3.49 万 m^3 (其中土方 0.48 万 m^3 、石方 3.00 万 m^3 、建渣 0.01 万 m^3),土石方弃方合松方 5.25 万 m^3 。

本项目土石方平衡分析见表 2-19。

土石方平衡分析表(单位: 万 m³)

表 2- 19

起讫桩号	长度 (km)	项目	序号	开挖					回填				调入						调出						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	表土	土方	石方	建渣	小计	合松方	去向
K0+000 ~ K0+700	0.700	一般路基	(1)	0.21	1.35	1.75		3.31	0.10	1.24	0.44	1.78								0.11	(5)					0.11		0.11	1.31		1.42	2.15	1#弃渣场
		路基防护	(2)		0.10	0.14		0.24																		0.10	0.14		0.24	0.35			
		涵洞	(3)		0.01			0.01		0.01		0.01																					
		拆迁建筑物	(4)				0.01	0.01																				0.01	0.01	0.02			
		弃渣场	(5)	0.03				0.03	0.14			0.14	0.11	(1)					0.11						0.11								
		小计		0.24	1.46	1.89	0.01	3.60	0.24	1.25	0.44	1.93	0.11						0.11	0.11					0.11		0.21	1.45	0.01	1.67	2.52		
K0+700 ~ K1+759	1.059	一般路基	(6)	0.30	1.16	4.94		6.40	0.12	1.04	3.60	4.76							0.18	(9)(10)					0.18		0.12	1.34		1.46	2.21	2#弃渣场	
		路基防护	(7)		0.15	0.21		0.36																		0.15	0.21		0.36	0.52			
		涵洞	(8)		0.01			0.01		0.01		0.01																					
		堰沟保护	(9)	0.01	0.01			0.02	0.03	0.01		0.04	0.02	(6)					0.02														
		弃渣场	(10)					0	0.16			0.16	0.16	(6)					0.16														
		小计		0.31	1.33	5.15		6.79	0.31	1.06	3.60	4.97	0.18						0.18	0.18					0.18		0.27	1.55		1.82	2.73		
全线	1.759	一般路基		0.51	2.51	6.69		9.71	0.22	2.28	4.04	6.54							0.29						0.29		0.23	2.65		2.88	4.36		
		路基防护			0.25	0.35		0.60																		0.25	0.35		0.60	0.87			
		涵洞			0.02			0.02		0.02		0.02																					
		拆迁建筑物					0.01	0.01																				0.01	0.01	0.02			
		堰沟保护		0.01	0.01			0.02	0.03	0.01		0.04	0.02						0.02														
		弃渣场		0.03				0.03	0.30			0.30	0.27						0.27														
		小计		0.55	2.79	7.04	0.01	10.39	0.55	2.31	4.04	6.90	0.29						0.29	0.29					0.29		0.48	3.00	0.01	3.49	5.25		



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、弃渣场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, 主体工程仅涉及拆迁砖瓦房122m²。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2-20。

拆迁建筑物工程数量表

表 2-20

砖瓦房(m²)	板房(m²)	院坝(m²)	水池(m²)	土房(m²)	坟(座)	沼气池(m²)
122	0	0	0	0	0	0

同时, 主体工程涉及电力线路、通讯线路等专项设施改(迁)建, 这类设施改(迁)建统一由建设单位出资, 设施主管部门负责实施。

本项目改建专项设施工程数量统计见表2-21。

改建专项设施工程数量表

表 2-21

电杆	电线		通讯线	
根数	根数	总长(m)	根数	总长(m)
3	4	440	2	240

2.6 施工进度

项目已于2013年1月动工，2013年10月完工，总工期10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	2013 年									
	月份									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
施工准备及材料运输										
路基工程										
路面工程										
涵洞工程										
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

项目区外围控制性主干断裂有鲜水河断裂带、安宁河断裂带、则木河~小江断裂带以及龙门山断裂带，它们均距工程区 140km 以外。构成项目区次一级断裂构造格架的是北东向的莲峰、华莹山断裂组，南北向的凉山断裂带和北西向的马边-盐津隐伏断裂带。项目区处于上述三组次一级断裂构造带所构成的区域构造背景中。

2.7.2.2 地层岩性

项目区出露地层为奥陶系、志留系、寒武系，其中以古生界地层分布最广，是工程区出露的主要地层，各地层岩性由下而上分述如下：

奥陶系中统(O_2)，奥陶系下统(O_{1m})，新生界第四系包括第四系崩坡积层(Q_4^{col+dl})、第四系坡残积层(Q_4^{dl+cl})、第四系冲洪积层(Q_4^{al+pl})、第四系滑坡堆积层(Q_4^{del})。

2.7.2.3 地震

项目区位于“5.12”汶川大地震后国家标准化管理委员会批准发布实施的《中国地震动参数和反应特征周期区划图》(GB18306—2001)第1号修改单包含区域以外。根据《中国地震水平动参数和反应特征周期区划图》(GB18306—2001)，项目区水平地震动加速度为0.10g，地震动反应特征周期为0.45s，相当于地震基本烈度为Ⅶ度。综合项目区地震地质背景、历史地震和地震危险性分析成果，项目区水平向峰值加速度为0.10g，地震动反应特征周期为0.45s。

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等，不涉及滑坡、泥石流等不良地质情况。

2.7.2.5 水文地质

根据工程区地下水赋存条件和含水介质特性、岩性及其组合的特点，地下水的类型分为松散堆积层孔隙水、基岩裂隙水两类。

(1)地下水赋存部位：第四系堆积层因结构较松散，孔隙较大，又出露于地表，故地下水埋藏较浅，直接受大气降水补给，季节性流量变化大，雨季水量较丰富，旱季则减少或干枯，是浅层地下水的主要存储场所；基岩裂隙水一般埋藏较深，虽接受大气降水补给，但因埋深大，季节性变化小，地下水动态也较稳定，大多形成地下伏流，地表泉水出露甚少，是深层地下水存储的主要场所。

(2)地下水补给来源：区内地形陡，沟谷深切，地表排水能力强，地下水主要接受大气降水(雪)补给，含水层的含水介质主要为基岩裂隙水，主要储存运移于基岩构造裂隙之中，尤其是断层破碎带、影响带及裂隙密集与交汇的部位，形成含水带，地下水的运动形式多为慢速扩张流。地下水排泄形式则与地下水类型有关，浅层地下水沿岸坡排泄，补给深层地下水，以泉的形式排泄至派来沟，其

泉水动态变化受大气降水的控制，季节性变化明显；深层地下水往往沿含水层延伸方向以下降泉形式排泄，相对稳定。

(3)地下水排泄途径：金沙江是该流域的最低侵蚀基准面，工程区属地下水的排泄带。

(4)地下水动态：项目建设区内地下水主要为第四系松散层孔隙潜水、基岩裂隙水，本场地属Ⅱ类环境，公路混凝土工程易产生物理性腐蚀，根据区域水文资料，场地水属 $\text{HCO}_3\text{--Ca}^{2+}$ 型淡水。按《公路工程地质勘察规范》附录 D，天然水对混凝土腐蚀的评价标准判定，全线各区段内地表水、地下水对混凝土无结晶类腐蚀、无分解类腐蚀、无结晶分解复合类腐蚀；但对钢结构具弱腐蚀性。

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°C ，极端最高气温 30.1°C ，极端最低气温 -5°C ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4892.5°C ，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	$^{\circ}\text{C}$	15.7
	极端最高	$^{\circ}\text{C}$	30.1
	极端最低	$^{\circ}\text{C}$	-5.0
	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温	$^{\circ}\text{C}$	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

(1)径流

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，路线沿线有派来沟汇入金沙江干流。项目区段金沙江河道宽约 50~100m，天然落差 12m，河床比降约 2.6‰，洪枯水位变幅 10~15m。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 2-8。

(2)水库运行方式

本工程位于溪洛渡水电站库区内，属于库区码头，水位受水库的运行方式影响较大，溪洛渡水电站的水库运行方式为：

1)水库水位正常运行范围在 540m~600m 之间。汛期防洪调度使库水位高于 600m 时，机组在保证安全的前提下，可在 600m 以上水位发电运行。

2)水库 6 月初开始从死水位 540m 蓄水至汛期限制水位 560m。6 月底控制水位不高于汛期限制水位 560m。

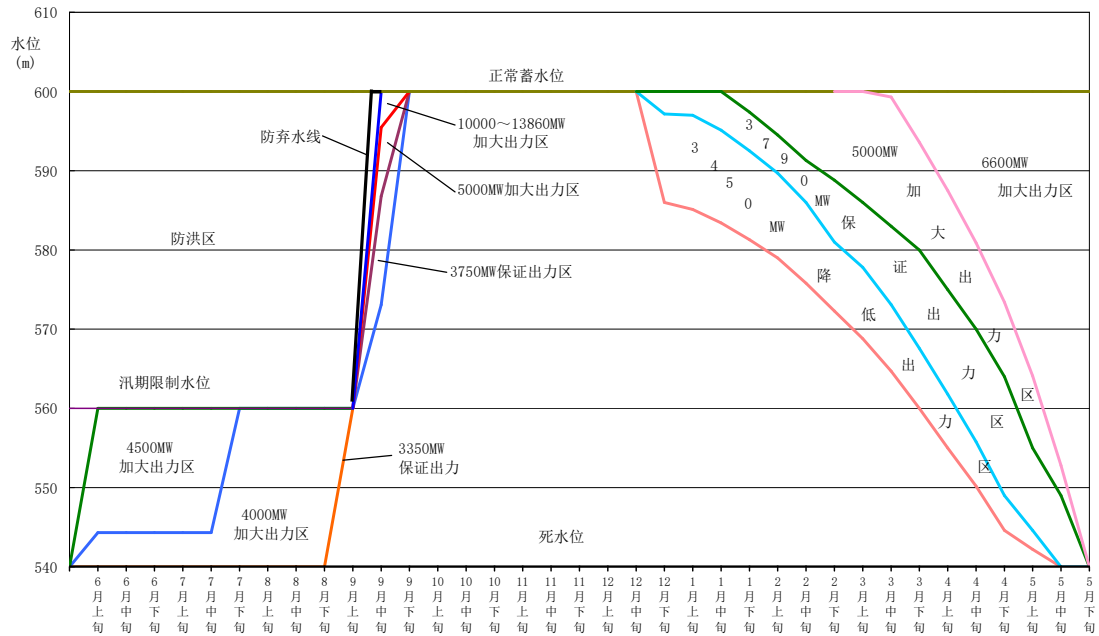
3)7 月 1 日起，溪洛渡水库预留了 46.5 亿 m³ 的防洪库容以满足川江河段和长江中下游防洪的要求，汛期 7 月~8 月底，水库水位按防洪调度方式运行。

4)从 8 月开始溪洛渡水库可结合来水情况和下游防洪要求，适时拦蓄洪水洪量，将汛期运行水位从 560m 蓄至 570m，起到对长江中下游防洪的作用，防洪至 9 月上旬。

5)9 月上旬开始蓄水，至 9 月下旬蓄至正常蓄水位 600m，每日水库水位上升不低于 2m、不高于 5m。水库已蓄至正常蓄水位 600m 时，则按来水流量发电。

6)10 月上旬至 12 月中旬期间，水库水位一般维持在正常蓄水位附近运行。

7)12月下旬至次年5月底,水库水位从正常蓄水位 600m 逐步消落至死水位 540m, 每日水库水位连续下降的变幅不超过 3.0m。



溪洛渡水电站水库调度图

(3)水库首次蓄水情况

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。

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、林地，面积共计 3.91hm²；可剥离表土厚度分别为耕地 20cm、林地 10cm 左右，可剥离表土数量共计 0.55 万 m³，本项目在建设过程中表土已全部剥离，经分析，本项目实际剥离表土面积 3.91hm²，表土剥离量 0.55 万 m³，表土保护率达到 100.00%，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	第二十八条 依法应当编制水土保持方案的生产建设项目,其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用;不能综合利用,确需废弃的,应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地,并采取措施保证不产生新的危害。	项目开挖土石方部分作为回填料综合利用,弃渣运至指定弃渣场专门堆存	符合
7	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
8	第三十八条 对生产建设活动所占用土地	主体工程对表土进行剥	符合

序号	《水土保持法》相关内容	本项目情况	符合性分析
	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。	离、保存，后期用作绿化覆土	

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

项目全线不涉及桥梁及隧道工程，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、弃渣场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；项目开挖土石方尽量综合利用，最终弃方运至沿线 2 处弃渣场，运距合理；截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准提高一级；项目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，项目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，项目建设方案合理。

3.2.2 工程占地评价

项目总占地面积 4.81hm^2 ，其中永久占地 3.71hm^2 ，临时占地 1.10hm^2 ，占地类型包括耕地、林地、住宅用地、其他土地、交通运输用地。永久占地为路基工程、涵洞工程占地；涵洞工程占地位于路基工程占地范围内，不重复计列。临时占地为堰沟保护工程、弃渣场占地。

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 1.759km，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 2.1092hm²/km，因此，本项目工程永久占地满足行业用地指标规定。

本工程临时占地面积共计 1.10hm²，为堰沟保护工程和弃渣场占地。临时占地类型为林地和其他土地，符合项目区实际情况。项目施工结束后，临时占地恢复植被，有利于水土保持。

从占地类型分析，本工程主要以耕地、林地、交通运输用地、住宅用地、其他土地占用为主，比例分别为 32.02%、49.27%、0.62%、0.42%、17.67%，耕地、林地占比较大，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、涵洞、堰沟保护工程、拆迁建

筑物以及弃渣场,其中路基防护土石方量为衡重式路肩墙和仰斜式路堑挡土墙基槽挖填,拆迁建筑物土石方量为拆除建渣,堰沟保护工程区土石方量为预制块基础挖填,弃渣场土石方量为表土剥离与回覆。

经土石方平衡分析,本项目土石方开挖总量 10.39 万 m^3 (自然方,下同,其中表土 0.55 万 m^3 、土方 2.79 万 m^3 、石方 7.04 万 m^3 、建渣 0.01 万 m^3),土石方填筑总量 6.90 万 m^3 (其中表土 0.55 万 m^3 、土方 2.31 万 m^3 、石方 4.04 万 m^3),土石方弃方总量 3.49 万 m^3 (其中土方 0.48 万 m^3 、石方 3.00 万 m^3 、建渣 0.01 万 m^3),土石方弃方合松方 5.25 万 m^3 。

根据水土保持要求,本水土保持方案对一般路基、路基防护、涵洞、堰沟保护工程、拆迁建筑物以及弃渣场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、林地,面积共计 3.91 hm^2 ;可剥离表土厚度分别为耕地 20cm、林地 10cm 左右,可剥离表土数量共计 0.55 万 m^3 ,本项目在建设过程中表土已全部剥离,经分析,本项目实际剥离表土面积 3.91 hm^2 ,表土剥离量 0.55 万 m^3 ,表土保护率达到 100.00%,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尽最大可能利用,利用率 66.4%,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,经最大可能综合利用土石方开挖方后,仍然有土石方废弃,运至沿线 2 处弃渣场集中堆存。

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。项目所需砂、石料等在商业料场进行外购,水土流失防治责任由商业料场承担。

3.2.5 弃渣场设置评价

根据项目区地形地质条件,本工程共计设置 2 处弃渣场,弃渣堆存总量 5.25 万 m^3 (松方)。

(1)制约性因素分析

本工程渣场设置：1)不涉及对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域；2)在水库建成前完成弃渣；3)不影响河流、沟谷的行洪安全；4)不涉及滑坡体等不良地质条件地段和泥石流易发区；5)不涉及汇水面积和流量大、沟谷纵坡陡出口不易拦截的沟道；6)工程地质和水文地质条件相对简单，地形相对平缓。弃渣场设置符合《水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》、《水土保持工程设计规范》的要求，不存在制约性因素。

(2)渣场选址分析

主体工程在施工总布置规划时，结合水土保持要求，从堆渣条件、弃渣场容量和交通运输条件等方面综合选址确定弃渣场位置。

从堆渣条件看，本工程设置的2处弃渣场地形相对平缓，区域未发现不良地质条件和泥石流现象，工程地质和水文地质条件相对简单，容量能满足弃渣堆存要求并有一定富裕，具备设置弃渣场条件。

从运距看，本工程布置的弃渣场运输条件较好，通过合理规划，使得土石方弃方可就近运至相应的弃渣场堆存，缩短了弃渣运距，避免出现弃渣越山跨沟调运，这样既减少了弃渣运输过程可能造成的散落影响，同时又尽可能地利用现有道路的运输能力，减轻了工程建设对沿线带来的水土流失。

弃渣场选址结合出渣工点、堆渣条件、弃渣场规模、运距和交通条件情况，综合考虑开挖、弃渣的时空平衡，并尽量缩短运距，弃渣场至工程开挖部位均有场内交通道路连接，施工交通便利。

(3)安全、经济、合理性分析评价

从安全性分析，本工程布置的弃渣场坡脚线下方无公共设施、基础设施、工业企业、居民点等等敏感因素。弃渣场地基土层具有较高的强度和承载能力，有利于维持弃渣场整体和拦挡工程稳定。1#弃渣场和2#弃渣场在工程建设期间为坡地型，现为库区型；各弃渣场工程地质和水文地质条件相对简单。通过对渣体采取拦挡、截排水等措施，并在渣体表面实施绿化措施，可进一步维持渣体稳定，控制面蚀、沟蚀和淘蚀的发生。故本工程布置的弃渣场不存在稳定安全方面问题，弃渣场布置是合理的。

从经济性分析，本工程弃渣场位置距主要弃渣来源的运输距离在1km内，

相对较短的运距缩短了运输成本，同时占地类型以耕地和其他土地为主，后期通过撒播植草绿化，有效保护了当地林草资源，控制了弃渣场对区域的水土流失影响，有利于水土保持。

从合理性分析，本工程采取沿线分散设置弃渣场，减少了出渣时间，有利于弃渣的及时处置，减少了施工过程中出渣及渣土运输造成的水土流失；同时弃渣场布设了拦挡工程，满足弃渣集中与分类堆放的要求。

因此，从水土保持角度分析，本项目弃渣场设置是合理的。

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。

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、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、填方边沟、路堑墙边沟、石方边沟、截水沟、跌水沟。

土方边沟、填方边沟、路堑墙边沟、石方边沟过水断面为梯形，净宽×净高=0.40×0.40m，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，净宽×净高=0.40×0.40m，周边 C20 砼浇筑，外露部分采用 M10 砂浆抹面；跌水沟过水断面为矩形，净宽×净高=0.40×0.40m，周边用 M7.5 浆砌片石衬砌，外露部分采用 M10 砂浆抹面，沟底浇筑前事先铺筑 5cm 砂砾垫层，以利渗水排出。

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 708.8m，石方边沟 630.0m，截水沟 450.0m，填方边沟 50.0m，路堑墙边沟 450.0m，跌水沟 45.0m。

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 3-4

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	0.0053	0.124
石方边沟	0.8	1.76	0.0050	0.117
截水沟	0.8	1.76	0.0051	0.120
填方边沟	0.8	1.76	0.0050	0.117
路堑墙边沟	0.8	1.76	0.0055	0.129
跌水沟	0.8	1.76	0.0040	0.094

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

排水设施过流能力复核表

表 3-5

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
石方边沟	浆砌抹面梯形	≥0.003	0.015	0.40	0.40	1:0.0	1:0.5	0.216
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
填方边沟	浆砌抹面梯形	≥0.003	0.015	0.40	0.40	1:0.5	1:0.5	0.285
路堑墙边沟	浆砌抹面梯形	≥0.003	0.015	0.40	0.40	1:0.0	1:0.3	0.191
跌水沟	浆砌抹面矩形	≥0.003	0.015	0.40	0.40	1:0.0	1:0.0	0.152

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 0.51 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 0.22 万 m^3 。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 0.73hm^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 700 株；草籽选择结缕草，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播面积 0.73hm^2 。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。

(7)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 2063m ，断面为矩形，宽 $\times$ 高为 $0.4\times 0.4\text{m}$ 。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 9545.0m^2 。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 堰沟保护工程区

(1)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，堰沟保护工程区共计剥离表土 0.01 万 m^3 。施工后期，施工单位对堰沟保护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，堰沟保护工程区共计回覆表土 0.03 万 m^3 。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。

(2)绿化恢复

根据竣工资料统计，堰沟保护工程区回覆表土后，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 0.10hm^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。

3.2.7.3 弃渣场区

(1)拦挡工程

根据回顾调查，1#弃渣场在堆渣前沿坡脚布设了浆砌石挡渣墙，长 213.7m ，挡渣墙尺寸为：总高 4.0m (墙身高 2.0m ，基础深 2.0m)，M7.5 砂浆砌片石砌筑，顶宽 1.0m ，面坡坡度为 $1:0.25$ ，背坡垂直，墙底坡度为 $1:0.1$ ，挡渣墙后渣体堆

放边坡坡比为 1:1.75。

2#弃渣场在堆渣前沿坡脚布设了浆砌石挡渣墙，长 197.8m，挡渣墙尺寸为：总高 4.0m(墙身高 2.0m，基础深 2.0m)，M7.5 砂浆砌片石砌筑，顶宽 1.0m，面坡坡度为 1:0.25，背坡垂直，墙底坡度为 1:0.1，挡渣墙后渣体堆放边坡坡比为 1:1.75。

拦挡工程具有显著的水土保持功能，应纳入水土流失防治措施体系。

1)弃渣场稳定安全复核

①弃渣场级别

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)相关规定，1#、2#弃渣场级别分别为 4、5 级。

弃渣场级别统计见表 3-6。

弃渣场级别统计表

表 3-6

编号	弃渣场类型	弃渣场级别			
		堆渣量(万 m ³)	最大堆渣高度(m)	危害程度	级别
1#弃渣场	库区型	2.52	23.69	无危害	4
2#弃渣场	库区型	2.73	15.13	无危害	5

②地质条件

项目区出露地层为奥陶系、志留系、寒武系，其中以古生界地层分布最广，是工程区出露的主要地层，覆盖层主要有崩坡积、坡残积、冲洪积、滑坡堆积等。

③地震

项目区位于“5.12”汶川大地震后国家标准化管理委员会批准发布实施的《中国地震动参数和反应特征周期区划图》(GB18306—2001)第 1 号修改单包含区域以外。根据《中国地震水平动参数和反应特征周期区划图》(GB18306—2001)，项目区水平地震动加速度为 0.10g，地震动反应特征周期为 0.45s，相当于地震基本烈度为Ⅶ度。综合项目区地震地质背景、历史地震和地震危险性分析成果，项目区水平向峰值加速度为 0.10g，地震动反应特征周期为 0.45s。

④稳定安全系数

根据弃渣场级别、计算工况，以及抗滑稳定分析方法，确定弃渣场抗滑稳定安全系数允许值见表 3-7。

弃渣场抗滑稳定安全系数允许值表

表 3-7

编号	计算工况	抗滑稳定安全系数
1#、2#弃渣场	正常运用工况	≥ 1.20
	非常运用工况	≥ 1.05
	连续降雨工况	≥ 1.05

注：弃渣场抗滑稳定安全计算采用简化毕肖普法。

正常运用工况：弃渣场在正常和持久的条件下运用，弃渣场处在最终弃渣状态时，渣体无渗流或稳定渗流。

非常运用工况：弃渣场在正常运用工况下遭遇Ⅶ度地震。

连续降雨工况：项目区多年平均降水量为 788.1mm，属于多雨地区，弃渣场抗滑稳定安全计算时，还应核算连续降雨期边坡的抗滑稳定，其安全系数按非常运用工况采用。

⑤岩土物理力学特征

弃渣场内堆存的渣体主要为原地表覆盖层和石方开挖形成的人工堆积土，地基土层主要为碎石土、砂岩等，其岩土物理力学特征建议值见表 3-8。

岩土物理力学特征建议值表

表 3-8

土类	重度 (kN/m³)		抗剪强度				承载力 (kPa)		备注
			粘聚力 (kPa)		内摩擦角(°)				
	天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和	
人工堆积土	19	20.2	3	1	31.5	29	500	300	渣体
碎石土	21	22.1	0	0	32.5	30	300	200	地基土(第一层)
砂岩	25.5		700		39				地基土(第二层)
墙体	24		300		26.6				M7.5 浆砌片石挡渣墙

⑥稳定分析方法及成果

弃渣场内渣体视为均质，抗滑稳定安全计算方法采用计及条块间作用力的简化毕肖普法，公式如下：

$$K = \frac{\sum [(W \pm V) \sec \alpha - ub \sec \alpha] \tan \varphi' + c' b \sec \alpha}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_c/R]} [1 / (1 + \tan \alpha \tan \varphi' / K)]$$

式中： b —条块宽度(m)；

W —条块重力(kN)；

V —垂直地震惯性力(向上为负，向下为正)(kN);

u —作用于土条底面的孔隙压力(kPa);

α —条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角(°);

c' 、 φ' —土条底面的有效应力抗剪强度指标;

Mc —水平地震惯性力对圆心的力矩(kN·m);

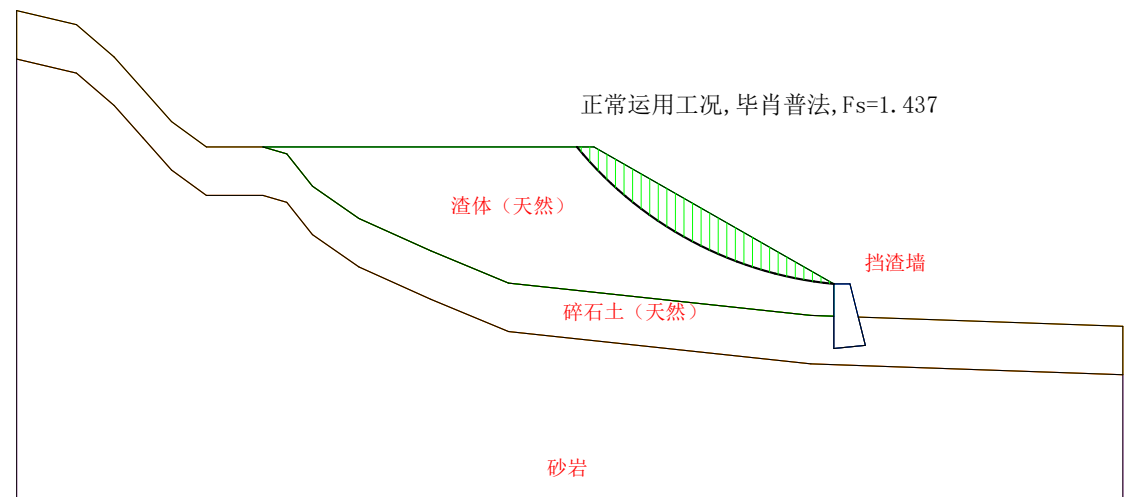
R —圆弧半径(m)。

弃渣场抗滑稳定分析成果见表 3-9。

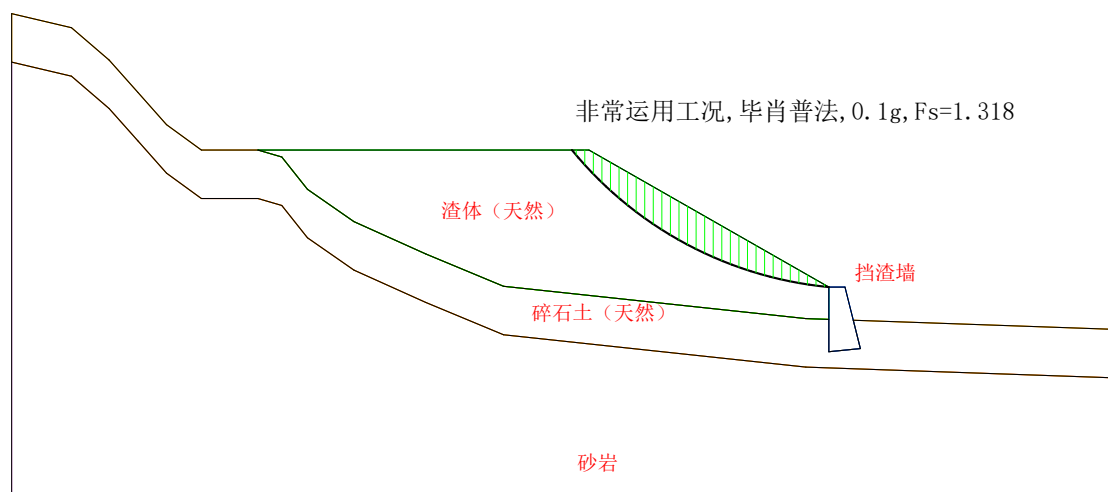
弃渣场抗滑稳定分析成果表

表 3- 9

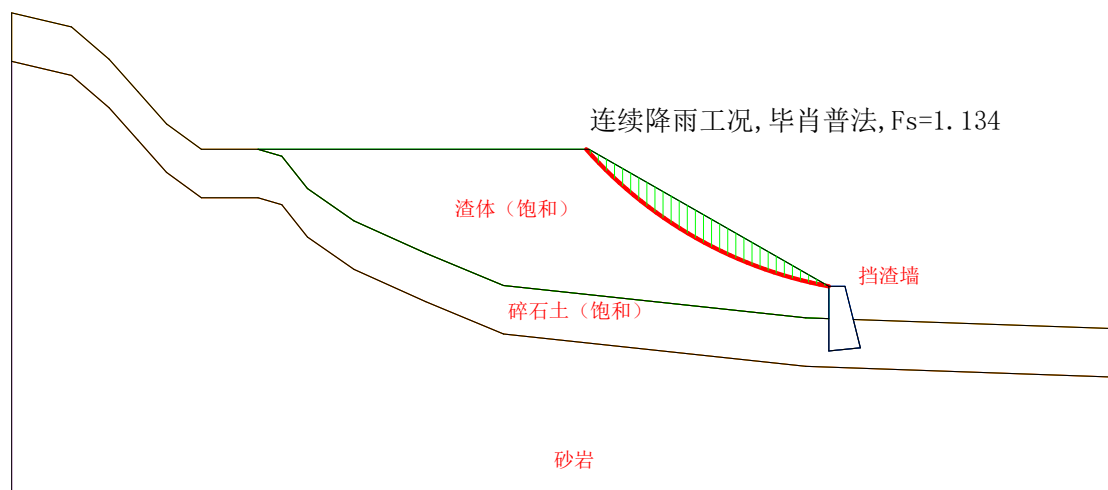
项目		抗滑稳定安全系数			备注
		正常运用工况	非常运用工况	连续降雨工况	
1#弃渣场	计算值	1.437	1.318	1.134	
	规范值	≥1.20	≥1.05	≥1.05	
2#弃渣场	计算值	1.542	1.414	1.184	
	规范值	≥1.20	≥1.05	≥1.05	



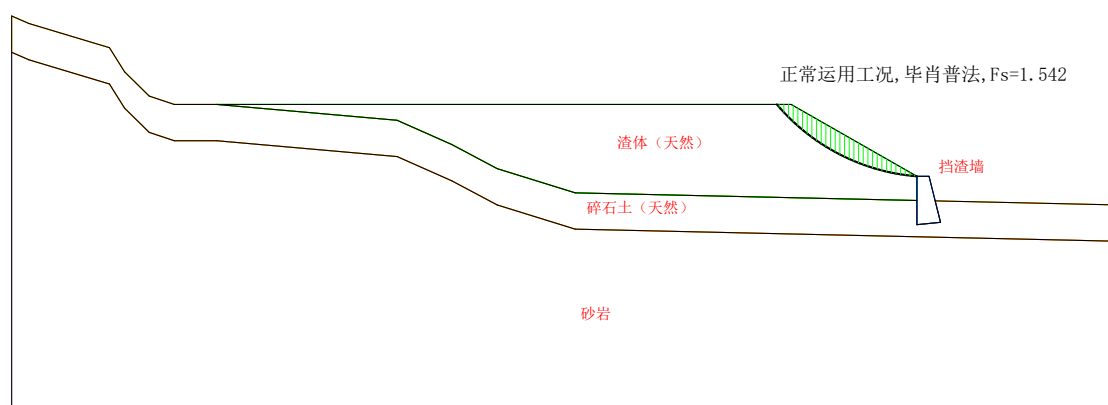
1#弃渣场抗滑稳定分析成果图(正常运用工况)



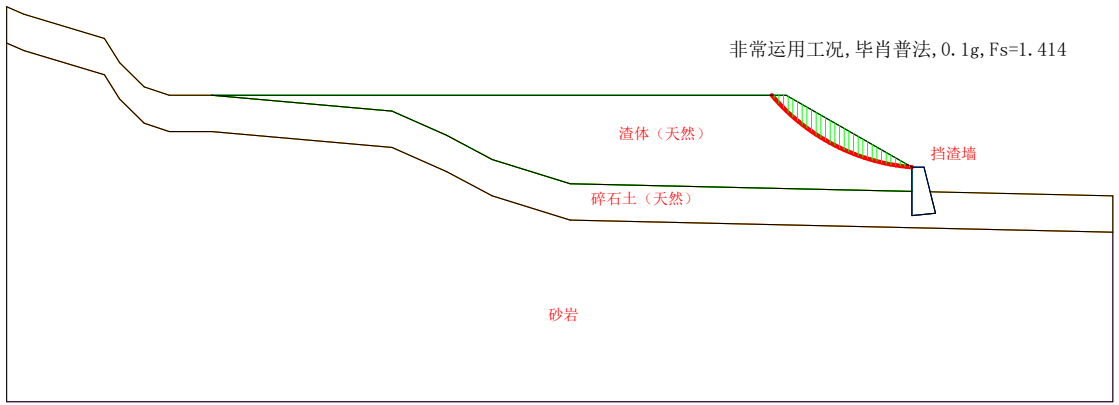
1#弃渣抗滑稳定分析成果图(非常运用工况)



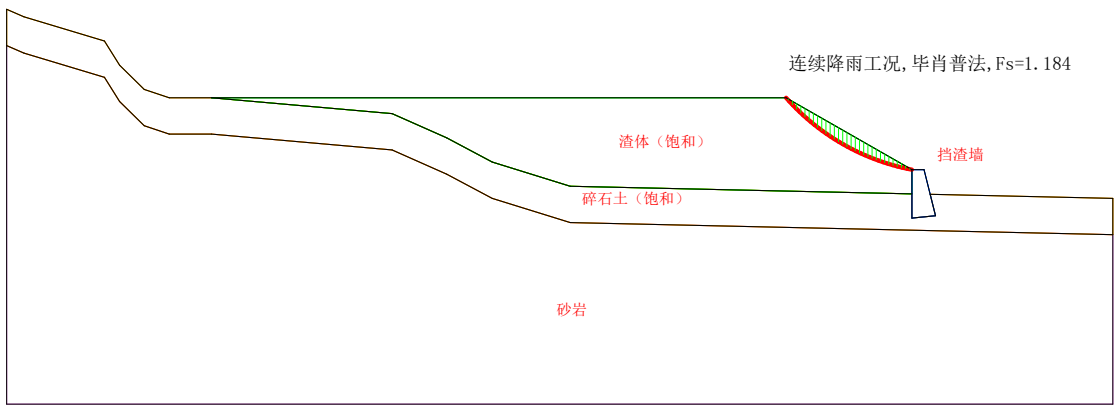
1#弃渣抗滑稳定分析成果图(连续降雨工况)



2#弃渣场抗滑稳定分析成果图(正常运用工况)



2#弃渣抗滑稳定分析成果图(非常运用工况)



2#弃渣抗滑稳定分析成果图(连续降雨工况)

2) 拦挡工程稳定安全复核

① 拦挡工程建筑物级别

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)相关规定，项目区位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，弃渣场拦挡工程建筑物级别应提高一级。

弃渣场拦挡工程建筑物级别统计见表 3-10。

弃渣场拦挡工程建筑物级别统计表

表 3-10

编号	弃渣场级别	弃渣场类型	拦挡工程建筑物级别		
			型式	级别	
				提级前	提级后
1#弃渣场	4	库区型	挡渣墙	5	4
2#弃渣场	5	库区型	挡渣墙	5	4

② 稳定安全系数

根据地基土岩性、拦挡工程建筑物级别、计算工况等，确定拦挡工程建筑物抗滑、抗倾、地基承载力、不均匀系数等稳定安全系数允许值见表 3-11，其中，

弃渣场坡脚挡护建筑物地基承载力要求不低于 150kPa。

弃渣场拦挡工程稳定安全系数允许值表

表 3-11

编号	计算工况	挡渣墙			
		抗滑	抗倾	地基承载力	不均匀系数
1#、2#弃渣场	正常运用工况	≥ 1.20	≥ 1.40	≤ 1.00	≤ 2.0
	非常运用工况	≥ 1.05	≥ 1.30	≤ 1.00	≤ 2.0
	连续降雨工况	≥ 1.05	≥ 1.30	≤ 1.00	≤ 2.0

注：本表中地基承载力稳定安全系数为挡渣墙最大基底应力与地基允许承载力之比，不均匀系数稳定安全系数为挡渣墙基底应力的最大值与最小值之比。

③荷载组合

作用在挡渣墙上的荷载可分为基本组合和特殊组合两类，见表 3-12。

挡渣墙荷载组合表

表 3-12

荷载组合	主要考虑情况	荷载类别										附注
		自重	附加荷载	土压力	水重	静水压力	扬压力	土的冻胀力	冰压力	地震荷载	其他荷载	
基本组合	正常挡渣情况	√		√								按正常挡渣组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力
特殊组合	地震情况	√		√						√		按正常挡渣组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力
	长期降雨情况	√		√								考虑渣体饱和和含水

④稳定分析方法及成果

A.挡渣墙基底抗滑稳定安全计算

基底抗滑稳定安全系数 K_S 计算公式如下：

$$K_S = (W + P_{ay})\mu / P_{ax}$$

式中：W—墙体自重，kN；

P_{ay} —主动土压力的垂直分力， $P_{ay} = P_a \sin(\delta + \varepsilon)$ ，kN；

μ —基底摩擦系数；

P_{ax} —主动土压力的水平分力, $P_{ax} = P_a \cos(\delta + \varepsilon)$, kN;

P_a —主动土压力, kN;

δ —墙摩擦角;

ε —墙背倾斜角度。

B. 挡渣墙抗倾覆稳定安全计算

抗倾覆稳定安全系数 K_t 计算公式如下:

$$K_t = (W_a + P_{ay}b)/P_{ax}h$$

式中: W_a —墙体自重 W 对 O 点的力矩, kN·m;

$P_{ay}b$ —主动土压力的垂直分力对 O 点的力矩, kN·m;

$P_{ax}h$ —主动土压力的水平分力对 O 点的力矩, kN·m。

C. 地基允许承载力及不均匀系数计算

基底应力计算公式如下:

$$\begin{aligned}\delta_{yu} &= \sum W/B + 6 \sum M/B^2 \\ \delta_{yd} &= \sum W/B - 6 \sum M/B^2\end{aligned}$$

式中: δ_{yu} 、 δ_{yd} —水平截面上的正应力, kN/m²;

$\sum W$ —作用在计算截面以上的全部荷载的铅直分力之和, kN;

$\sum M$ —作用在计算截面以上的全部荷载对截面形心的力矩之和,

kN·m;

B —计算截面的长度, m。

挡渣墙稳定分析成果见表 3-13。

挡渣墙稳定分析成果表

表 3-13

项目		1#、2#弃渣场挡渣墙	
		计算值	规范值
正常运用工况	抗滑稳定安全系数	4.133	≥ 1.20
	抗倾稳定安全系数	11.046	≥ 1.40
	地基承载力稳定安全系数	0.172	≤ 1.00
	不均匀系数	1.634	≤ 2.0
非常运用工况	抗滑稳定安全系数	3.305	≥ 1.05
	抗倾稳定安全系数	8.427	≥ 1.30
	地基承载力稳定安全系数	0.160	≤ 1.00
	不均匀系数	1.348	≤ 2.0
连续降雨工况	抗滑稳定安全系数	1.650	≥ 1.05
	抗倾稳定安全系数	4.589	≥ 1.30
	地基承载力稳定安全系数	0.243	≤ 1.00
	不均匀系数	1.221	≤ 2.0
正常运用工况	最大应力(kPa)	51.596	
	最小应力(kPa)	31.577	
	地基允许承载力(kPa)	300	≥ 150
非常运用工况	最大应力(kPa)	47.929	
	最小应力(kPa)	35.549	
	地基允许承载力(kPa)	300	≥ 150
连续降雨工况	最大应力(kPa)	48.627	
	最小应力(kPa)	39.827	
	地基允许承载力(kPa)	200	≥ 150

以上分析结果表明，弃渣场在满堆的情况下，挡渣墙满足稳定安全要求。

(2)截排水沟

根据现场查勘及回顾调查，1#、2#弃渣场位于既有公路下方布置，可利用公路排水边沟排导坡面汇流。但为确保弃渣场安全，1#、2#弃渣场顶面与既有公路衔接处均布设有截排水沟，1#、2#弃渣场截排水沟分别长 244.7m、186.9m，结构断面尺寸相同，为浆砌矩形，净宽×净深=0.4×0.4m，M7.5 砂浆砌片石衬砌，衬砌厚度 30cm，外露部分采用 M10 砂浆抹面。

截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。

截排水沟过流能力复核如下：

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)相关规定，项目区位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，截排水工程排水标准应提高一级，故弃渣场永久截排水措施的排水标准采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。

截排水沟设计排水流量采用小流域面积设计流量式计算，参见公式 3-1。

排水设施设计排水流量表

表 3-14

排水设施	径流系数	平均降雨强度(P=20%)	汇水面积	设计排水流量
		mm/min	km ²	m ³ /s
1#渣场截排水沟	0.80	1.51	0.0046	0.108
2#渣场截排水沟	0.80	1.51	0.0054	0.127

截排水沟过流能力采用均匀流形态计算，参见公式 3-2。

排水设施过流能力复核表

表 3-15

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
截排水沟	浆砌抹面矩形	≥0.005	0.015	0.40	0.40	1:0.0	1:0.0	0.197

通过以上过流能力复核过程可知，截排水沟过水流量大于设计排水流量，满足坡面排水要求。

(3)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，弃渣场区共计剥离表土 0.03 万 m³。施工后期，施工单位对弃渣场区进行了表土回覆，为绿化恢复提供立地条件，弃渣场区共计回覆表土 0.30 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。

(4)绿化恢复

根据竣工资料统计，弃渣场区回覆表土后，通过撒播草籽进行绿化恢复，绿化面积 1.00hm²。草籽选择结缕草，撒播密度 80kg/hm²，撒播面积 1.00hm²。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 3-16。

界定为水土保持措施工程量及投资统计表

表 3-16

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	708.8			
			M7.5 浆砌片石	m ³	277.2	385.82	10.69	
			M10 砂浆抹面	m ²	1261.7	16.47	2.08	
		石方边沟	长度	m	630.0			
			M7.5 浆砌片石	m ³	39.7	385.82	1.53	
			M10 砂浆抹面	m ²	1121.4	16.47	1.85	
		截水沟	长度	m	450.0			
			C20 砼	m ³	66.2	398.82	2.64	
			M10 砂浆抹面	m ²	684.0	16.47	1.13	
		填方边沟	长度	m	50.0			
			M7.5 浆砌片石	m ³	21.6	385.82	0.83	
			M10 砂浆抹面	m ²	92.5	16.47	0.15	
		路堑墙边沟	长度	m	450.0			
			M7.5 浆砌片石	m ³	97.7	385.82	3.77	
			M10 砂浆抹面	m ²	472.5	16.47	0.78	
		跌水沟	长度	m	45.0			
			M7.5 浆砌片石	m ³	19.1	385.82	0.74	
			砂砾垫层	m ³	2.3	316.47	0.07	
		表土剥离		m ³	5100.0	12.43	6.34	
		表土回覆		m ³	2200.0	12.44	2.74	
	植物措施	栽植乔木		株	700.0	60.79	4.26	油桐树
		撒播草籽		hm ²	0.73	61500	4.49	结缕草
	临时措施	土袋拦挡	长度	m	2063			
			土袋挡墙	m ³	330.08	195.08	6.44	

工程名称				单位	数量	综合单价(元)	投资(万元)	备注
		土袋拆除	长度	m	2063			
			土袋挡墙	m³	330.08	16.91	0.56	
		无纺布遮盖			m²	9545.0	4.47	4.27
堰沟保护工程区	工程措施	表土剥离		m³	100.0	12.43	0.12	
		表土回覆		m³	300.0	12.44	0.37	
	植物措施	撒播草籽		hm²	0.10	61500	0.62	结缕草
弃渣场区	工程措施	挡渣墙	长度	m	411.5			
			M7.5 浆砌片石	m³	2388.8	385.82	92.16	
		截排水沟	长度	m	431.6			
			M7.5 浆砌片石	m³	233.0	385.82	8.99	
			M10 砂浆抹面	m²	777.0	16.47	1.28	
		表土剥离		m³	300.0	12.43	0.37	
		表土回覆		m³	3000.0	12.44	3.73	
	植物措施	撒播草籽		hm²	1.0	61500	6.15	结缕草
合计							169.15	

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、堰沟保护工程区、弃渣场区,共计扰动地表面积 4.81hm²,统计结果见表 4-2。

扰动地表面积统计表

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	3.71		3.71
临时工程	堰沟保护工程区		0.10	0.10
	弃渣场		1.00	1.00
	小计		1.10	1.10
合计		3.71	1.10	4.81

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,共计损毁植被面积 2.37hm²,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	小计
主体工程	路基工程	2.27	2.27
临时工程	堰沟保护工程	0.10	0.10
合计		2.37	2.37

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 10.39 万 m³(自然方,下同,其中表土 0.55 万 m³、土方 2.79 万 m³、石方 7.04 万 m³、建渣 0.01 万 m³),土石方填筑总量 6.90 万 m³(其中表土 0.55 万 m³、土方 2.31 万 m³、石方 4.04 万 m³),土石方弃方总量 3.49 万 m³(其中土方 0.48 万 m³、石方 3.00 万 m³、建渣 0.01 万 m³),土石方弃方合松方 5.25 万 m³,在 2 处弃渣场内堆存。

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、堰沟保护工程区、弃渣场区。

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2013年1月动工,2013年10月完工,总工期10个月,施工期调查时段确定为1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	3.71	0.73	1	2	
堰沟保护工程区	0.10	0.10	1	2	
弃渣场区	1.00	1.00	1	2	
合计	4.81	1.83			

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
	工程堆积体	上方有来水工程堆积体	含施工期弃渣场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}	$t/(km^2 \cdot a)$
	$MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$	$t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$						hm^2	t	
路基工程区	3457.9	0.0046	2.236	8.134	0.614	1	0.181	3.71	119.3	3215
堰沟保护工程区	3457.9	0.0046	2.236	7.520	0.614	1	0.181	0.10	3.0	2973
弃渣场区	3457.9	0.0046	2.236	8.334	0.614	1	0.181	1.00	33.0	3295
合计								4.81	155.3	3229

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、堰沟保护工程区及弃渣场区的绿化区域。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, $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$;

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

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 ;

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, $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$ 。

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
	R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	A	N	K	M_{yd}	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	6.769	0.122	0.414	0.181	3.71	2.13	0.0046	17.4	469
堰沟保护工程区	3457.9	0.0098	2.236	6.137	0.122	0.414	0.181	0.10	2.13	0.0046	0.4	425
弃渣场区	3457.9	0.0098	2.236	7.188	0.122	0.414	0.181	1.00	2.13	0.0046	5.0	498

(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、堰沟保护工程区。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
	R	G_{kw}	L_{kw}	S_{kw}	F_{ky}	G_{ky}	L_{ky}	S_{ky}	A	M_{ky}	t/(km ² ·a)
	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	
路基工程区	3457.9	0.0086	0.535	0.655	24787.0	0.0056	0.448	0.506	3.71	154.5	4165
堰沟保护工程区	3457.9	0.0086	0.535	0.561	28072.7	0.0056	0.448	0.367	0.10	3.5	3464

(3)上方有来水工程堆积体扰动后土壤侵蚀模数

根据各调查单元土壤流失类型划分,上方有来水工程堆积体扰动后土壤侵蚀模数推求涉及的调查单元包括施工期弃渣场区。各调查单元扰动后土壤侵蚀模数以上方有来水工程堆积体土壤流失量公式为基础,按照时间尺度进行推求。上方有来水工程堆积体土壤流失量公式如下:

$$M_{dy}=F_{dy}G_{dy}L_{dy}S_{dy}A+M_{dw}$$

式中:

M_{dy} —上方有来水工程堆积体计算单元土壤流失量, t;

F_{dy} —上方有来水工程堆积体径流冲蚀力因子, MJ/hm²;

G_{dy} —上方有来水工程堆积体土石质因子, t·hm²/(hm²·MJ);

L_{dy} —上方有来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dy} —上方有来水工程堆积体坡度因子, 无量纲;

A —计算单元的水平投影面积, hm²。

其中, 上方无来水工程堆积体土壤流失量按公式如下:

$$M_{dw}=XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A$$

式中:

M_{dw} —上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量, t;

X —工程堆积体形态因子, 无量纲;

R —降雨侵蚀力因子, MJ·mm/(hm²·h);

G_{dw} —上方无来水工程堆积体土石质因子, t·hm²·h/(hm²·MJ·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;

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堆积体土壤流失量, 经整理分析, 扰动后土壤侵蚀模数计算成果见表 4-9。

上方有来水工程堆积体扰动后土壤侵蚀模数计算成果表(施工期)

表 4- 9

调查单元	上方有来水工程堆积体土壤流失量测算过程											扰动后土壤侵蚀模数
	X	R	G_{dw}	L_{dw}	S_{dw}	F_{dy}	G_{dy}	L_{dy}	S_{dy}	A	M_{dy}	t/(km ² ·a)
		MJ·mm/(hm ² ·h)	t·hm ² ·h/(hm ² ·MJ·mm)			MJ/hm ²	t·hm ² /(hm ² ·MJ)			hm ²	t	
弃渣场区	0.92	3457.9	0.0119	2.002	0.482	5372.8	0.024	0.385	0.35031	1.00	54.1	5412

(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 4-10。

扰动后土壤侵蚀模数汇总表

表 4-10

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	4165	469
堰沟保护工程区	3464	425
弃渣场区	5412	498

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 229.8t，其中原地貌流失量为 274.0t，新增土壤流失量为 56.8t。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 62.0%。

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 4-11。

土壤流失量调查表

表 4- 11

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	4165	3.71	1	119.3	154.5	35.2	62.0
	自然恢复期	3215	469	073	2	46.9	6.8	0	0
	小计					166.2	161.3	35.2	62.0
堰沟保护工程区	施工期	2973	3464	0.10	1	3.0	3.5	0.5	0.9
	自然恢复期	2973	425	0.10	2	5.9	0.9	0	0
	小计					8.9	4.4	0.5	0.9
弃渣场区	施工期	3295	5412	1.00	1	33.0	54.1	21.1	37.1
	自然恢复期	3295	498	1.00	2	65.9	10.0	0	0
	小计					98.9	64.1	21.1	37.1
合计	施工期					155.3	212.1	56.8	100.0
	自然恢复期					118.7	17.7	0	0
	小计					274.0	229.8	56.8	100.0

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及弃渣场边坡、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、堰沟保护工程区、弃渣场区 3 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	3.71		3.71	路基、路面、边坡
2	堰沟保护工程区		0.10	0.10	堰沟保护段
3	弃渣场区		1.00	1.00	弃渣场
合计		3.71	1.10	4.81	

5.2 措施总体布局

本项目已于 2013 年 1 月动工,2013 年 10 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)堰沟保护工程区

堰沟保护工程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表土剥离与回覆；植物措施为占地范围撒播草籽绿化。

(3)弃渣场区

弃渣场区在项目建设过程中实施的水土保持工程措施包括场地坡脚挡渣墙，临山体侧截排水沟，具备条件区域表土剥离，场地裸露面表土回覆；植物措施包括场地范围撒播草籽绿化。

本项目水土流失防治措施总体布局见表 5-2、附图 5-1。

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
堰沟保护工程区	工程措施	占地范围	表土剥离、表土回覆	主体已有
	植物措施	占地范围	撒播草籽	主体已有
弃渣场区	工程措施	场地坡脚	挡渣墙	主体已有
		临山体侧	截排水沟	主体已有
		具备条件区域	表土剥离	主体已有
		场地裸露面	表土回覆	主体已有
	植物措施	场地范围	撒播草籽	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、填方边沟、路堑墙边沟、石方边沟、截水沟、跌水沟。

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 708.8m，石方边沟 630.0m，截水沟 450.0m，填方边沟 50.0m，路堑墙边沟 450.0m，跌水沟 45.0m。

(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 0.51 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 0.22 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 0.73hm^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 700 株;草籽选择结缕草,撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$,撒播面积 0.73hm^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 2063m ,断面为矩形,宽 $\times$ 高为 $0.4\times 0.4\text{m}$ 。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 9545.0m^2 。

路基工程区水土保持工程量统计见表 5-3,水土保持设计见附图 5-2。

路基工程区水土保持工程量统计表

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	708.8
		M7.5 浆砌片石	m^3	277.2
		M10 砂浆抹面	m^2	1261.7
	石方边沟	长度	m	630.0
		M7.5 浆砌片石	m^3	39.7
		M10 砂浆抹面	m^2	1121.4
	截水沟	长度	m	450.0
		C20 砼	m^3	66.2
		M10 砂浆抹面	m^2	684.0
	填方边沟	长度	m	50.0
		M7.5 浆砌片石	m^3	21.6
		M10 砂浆抹面	m^2	92.5
	路堑墙边沟	长度	m	450.0
		M7.5 浆砌片石	m^3	97.7
		M10 砂浆抹面	m^2	472.5
	跌水沟	长度	m	45.0
		M7.5 浆砌片石	m^3	19.1
		砂砾垫层	m^3	2.3
植物措施	表土剥离		万 m^3	0.51
	表土回覆		万 m^3	0.22
	绿化面积		hm^2	0.73
	栽植乔木		株	700
	撒播草籽		kg	58.4

措施类型	措施内容		单位	工程量
临时措施	土袋拦挡	长度	m	2063
		土袋挡墙	m ³	330.08
	土袋拆除	长度	m	2063
		土袋挡墙	m ³	330.08
	无纺布遮盖		m ²	9545.0

5.3.2 堰沟保护工程区

5.3.2.1 工程措施(均为主体已有)

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,堰沟保护工程区共计剥离表土 0.01 万 m³。施工后期,施工单位对堰沟保护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,堰沟保护工程区共计回覆表土 0.03 万 m³。

5.3.2.2 植物措施(均为主体已有)

植草绿化:

根据竣工资料统计,堰沟保护工程区回覆表土后,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 0.10hm²。

堰沟保护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。

堰沟保护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
工程措施	表土剥离	万 m ³	0.01
	表土回覆	万 m ³	0.03
植物措施	绿化面积	hm ²	0.10
	撒播草籽	kg	8.0

5.3.3 弃渣场区

5.3.3.1 工程措施(均为主体已有)

(1) 拦挡工程

根据回顾调查,1#弃渣场和 2#弃渣场均在堆渣前沿坡脚布设了浆砌石挡渣墙,其中 1#弃渣场浆砌石挡渣墙长 213.7m,2#弃渣场浆砌石挡渣墙长 197.8m,总长 411.5m,挡渣墙尺寸均为:总高 4.0m(墙身高 2.0m,基础深 2.0m),M7.5 砂浆砌片石砌筑,顶宽 1.0m,面坡坡度为 1:0.25,背坡垂直,墙底坡度为 1:0.1,

挡渣墙后渣体堆放边坡坡比为 1:1.75。

(2)截排水沟

根据回顾调查，1#弃渣场和 2#弃渣场临公路区域，利用公路排水边沟排导坡面汇流。1#弃渣场临自然山体侧，布设有截排水沟，长 244.7m；2#弃渣场临自然山体侧，布设有截排水沟，长 186.9m；截排水沟总长 431.6m。截排水沟为浆砌矩形，净宽×净深=0.4×0.4m，M7.5 砂浆砌片石衬砌，衬砌厚度 30cm，外露部分采用 M10 砂浆抹面。

(3)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，弃渣场区共计剥离表土 0.03 万 m³。施工后期，施工单位对弃渣场区进行了表土回覆，为绿化恢复提供立地条件，弃渣场区共计回覆表土 0.30 万 m³。

5.3.3.2 植物措施(均为主体已有)

植草绿化：

根据竣工资料统计，弃渣场区回覆表土后，通过撒播草籽进行绿化恢复，绿化面积 1.00hm²。草籽选择结缕草，撒播密度 80kg/hm²，撒播面积 1.00hm²。

根据 2021 年 3 月下旬现场查勘，1#弃渣场已经被溪洛渡水电站水库蓄水后所淹没；2#弃渣场经绿化恢复后，被 G4216 线金阳至宁南段高速公路 JN1 项目部作为施工生产生活区使用，该项目部隶属于四川公路桥梁建设集团有限公司，经建设单位与该项目部沟通，该项目部承担 2#弃渣场后续使用过程中以及使用完毕后的水土流失防治以及恢复责任。

因此，本项目可不再新增水土保持措施。

弃渣场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。

弃渣场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	挡渣墙	长度	m	411.5
		M7.5 浆砌片石	m ³	2388.8
	截排水沟	长度	m	431.6
		M7.5 浆砌片石	m ³	233.0
		M10 砂浆抹面	m ²	777.0
	表土剥离		万 m ³	0.03
	表土回覆		万 m ³	0.30

措施类型	措施内容	单位	工程量
植物措施	绿化面积	hm ²	1.00
	撒播草籽	kg	80.0

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 5-6。

水土保持措施工程量汇总表

表 5-6

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	长度	m	708.8
			M7.5 浆砌片石	m³	277.2
			M10 砂浆抹面	m²	1261.7
		石方边沟	长度	m	630
			M7.5 浆砌片石	m³	39.7
			M10 砂浆抹面	m²	1121.4
		截水沟	长度	m	450
			C20 砼	m³	66.2
			M10 砂浆抹面	m²	684
		填方边沟	长度	m	50
			M7.5 浆砌片石	m³	21.6
			M10 砂浆抹面	m²	92.5
		路堑墙边沟	长度	m	450
			M7.5 浆砌片石	m³	97.7
			M10 砂浆抹面	m²	472.5
		跌水沟	长度	m	45
			M7.5 浆砌片石	m³	19.1
			砂砾垫层	m³	2.3
		表土剥离		万 m³	0.51
		表土回覆		万 m³	0.22
	植物措施	绿化面积		hm²	0.73
		栽植乔木		株	700
		撒播草籽		kg	58.4
		临时措施	土袋拦挡	长度	m
	土袋挡墙			m³	330.08
	土袋拆除		长度	m	2063
			土袋挡墙	m³	330.08
	无纺布遮盖		m²	9545	
堰沟保护工程区	工程措施	表土剥离		万 m³	0.01
		表土回覆		万 m³	0.03
	植物措施	绿化面积		hm²	0.10
		撒播草籽		kg	8
弃渣场区	工程措施	挡渣墙	长度	m	411.5
			M7.5 浆砌片石	m³	2388.8
		截排水沟	长度	m	431.6
			M7.5 浆砌片石	m³	233

防治区	措施类型	措施内容	单位	工程量
		M10 砂浆抹面	m ²	777
		表土剥离	万 m ³	0.03
		表土回覆	万 m ³	0.3
	植物措施	绿化面积	hm ²	1.00
		撒播草籽	kg	80

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，能满足水保工程施工要求。

(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) 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进行洒水，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 5-7。

水土保持工程实施进度安排表

表 5-7

防治区	措施类型	措施内容		单位	工程量	年度实施进度
						2013 年
路基工程区	工程措施	土方边沟	长度	m	708.8	708.8
			M7.5 浆砌片石	m ³	277.2	277.2
			M10 砂浆抹面	m ²	1261.7	1261.7
		石方边沟	长度	m	630	630
			M7.5 浆砌片石	m ³	39.7	39.7
			M10 砂浆抹面	m ²	1121.4	1121.4
		截水沟	长度	m	450	450
			C20 砼	m ³	66.2	66.2
			M10 砂浆抹面	m ²	684	684
		填方边沟	长度	m	50	50
			M7.5 浆砌片石	m ³	21.6	21.6
			M10 砂浆抹面	m ²	92.5	92.5
		路堑墙边沟	长度	m	450	450
			M7.5 浆砌片石	m ³	97.7	97.7
			M10 砂浆抹面	m ²	472.5	472.5
		跌水沟	长度	m	45	45
			M7.5 浆砌片石	m ³	19.1	19.1
			砂砾垫层	m ³	2.3	2.3
		表土剥离		万 m ³	0.51	0.51
		表土回覆		万 m ³	0.22	0.22
	植物措施	绿化面积		hm ²	0.73	0.73
		栽植乔木		株	700	700
		撒播草籽		kg	58.4	58.4
	临时措施	土袋拦挡	长度	m	2063	2063
			土袋挡墙	m ³	330.08	330.08
		土袋拆除	长度	m	2063	2063
			土袋挡墙	m ³	330.08	330.08
		无纺布遮盖		m ²	9545	9545
堰沟保护工程区	工程措施	表土剥离		万 m ³	0.01	0.01
		表土回覆		万 m ³	0.03	0.03
	植物措施	绿化面积		hm ²	0.10	0.10
		撒播草籽		kg	8	8
弃渣场区	工程措施	挡渣墙	长度	m	411.5	411.5
			M7.5 浆砌片石	m ³	2388.8	2388.8
		截排水沟	长度	m	431.6	431.6
			M7.5 浆砌片石	m ³	233	233
			M10 砂浆抹面	m ²	777	777
		表土剥离		万 m ³	0.03	0.03
		表土回覆		万 m ³	0.3	0.3
	植物措施	绿化面积		hm ²	1.00	1.00
		撒播草籽		kg	80	80

防治区	措施类型	措施内容	单位	工程量	年度实施进度 2013年
施工准备及材料运输					—
路基工程					——
路面工程					—
涵洞工程					——
其他工程					—
竣工验收					—
路基工程区	工程措施	土方边沟	m	708.8	—
		石方边沟	m	630	——
		截水沟	m	450	—
		填方边沟	m	50	—
		路堑墙边沟	m	450	—
		跌水沟	m	45	—
		表土剥离	万 m ³	0.51	—
		表土回覆	万 m ³	0.22	—
	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.73	—
		栽植乔木	株	700	—
	临时措施	土袋拦挡	m	2063	—
		土袋拆除	m	2063	—
		无纺布遮盖	m ²	9545	—
堰沟保护工程区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.01	—
		表土回覆	万 m ³	0.03	—
	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.10	—
弃渣场区	工程措施	挡渣墙	m	411.5	—
		截排水沟	m	431.6	—
		表土剥离	万 m ³	0.03	—
		表土回覆	万 m ³	0.30	—
	植物措施	撒播草籽	hm ²	1.00	—

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 4.81hm², 包括路基工程区、弃渣场区。

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 2013 年 1 月动工, 2013 年 10 月完工, 故水土保持监测时段确定为 2013 年 1 月~2021 年 12 月, 其中 2013 年 1 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。

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 4 个水土保持监测点位，包括路基工程区 2 个监测点，堰沟

保护工程区 1 个监测点，弃渣场区 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	K0+955.38 填方边坡	最大填高点
	2#监测点	K1+340 挖方边坡	最大挖深点
堰沟保护工程区	3#监测点	K0+500 堰沟保护区	
弃渣场区	4#监测点	K1+600 处 2#弃渣场	

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	部	2	
	手持式 GPS	部	1	
	越野车	辆	1	租用
选择性设备	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。

(8)水土保持监测实行“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。

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 2013 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

本项目已完工，且无新增水土保持措施，故不计此项费用。

②其他临时工程

其他临时工程费按工程措施费、植物措施费和监测措施费合计的 2.0%计列。

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

A.工程科学研究试验费

本项目不列此项费用。

B.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。

C.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2013年1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 302.09 万元，其中，主体工程设计中的水土保持措施投资 169.15 万元，新增水土保持专项投资 132.94 万元。新增投资中，监测措施费 27.42 万元，独立费用 100.71 万元，水土保持补偿费 4.810 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						142.36	142.36
1	路基工程区						35.34	35.34
2	堰沟保护工程区						0.49	0.49
3	弃渣场区						106.53	106.53
二	第二部分植物措施						15.52	15.52
1	路基工程区						8.75	8.75
2	堰沟保护工程区						0.62	0.62
3	弃渣场区						6.15	6.15
三	第三部分监测措施		4.22		23.20	27.42		27.42
1	土建设施							
2	设备及安装		4.22			4.22		4.22
3	观测运行费				23.30	23.20		23.20
四	第四部分施工临时工程						11.27	11.27
1	临时防护工程						11.27	11.27
(1)	路基工程区						11.27	11.27
2	其他临时工程							
	一~四部分合计		4.22		23.20	27.42	169.15	196.57
五	第五部分独立费用				100.71	100.71		100.71
1	建设管理费				0.55	0.55		0.55
2	科研勘测设计费				61.25	61.25		61.25
(1)	勘测设计费				28	28		28
(2)	方案编制费				33.25	33.25		33.25
3	工程建设监理费				8.51	8.51		8.51
4	验收报告编制费				30.4	30.4		30.4
5	招标代理服务费				0	0		0
6	经济技术咨询费				0	0		0
I	一~五部分合计		4.22		123.91	128.13	169.15	297.28
II	预备费							
III	水土保持补偿费				4.810	4.810		4.810
IV	水土保持静态总投资		4.22		128.72	132.94	169.15	302.09

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				142.36
一	路基工程区				35.34
1	路基排水				26.26
(1)	土方边沟				12.77
	M7.5 浆砌片石	m ³	277.2	385.82	10.69
	M10 砂浆抹面	m ²	1261.7	16.47	2.08
(2)	石方边沟				3.38
	M7.5 浆砌片石	m ³	39.7	385.82	1.53
	M10 砂浆抹面	m ²	1121.4	16.47	1.85
(3)	截水沟				3.77
	C20 砼	m ³	66.2	398.82	2.64
	M10 砂浆抹面	m ²	684	16.47	1.13
(4)	填方边沟				0.98
	M7.5 浆砌片石	m ³	21.6	385.82	0.83
	M10 砂浆抹面	m ²	92.5	16.47	0.15
5	路堑墙边沟				4.55
	M7.5 浆砌片石	m ³	97.7	385.82	3.77
	M10 砂浆抹面	m ²	472.5	16.47	0.78
6	跌水沟				0.81
	M7.5 浆砌片石	m ³	19.1	385.82	0.74
	砂砾垫层	m ³	2.3	316.47	0.07
2	表土剥离	m ³	5100	12.43	6.34
3	表土回覆	m ³	2200	12.44	2.74
二	堰沟保护工程区				0.49
1	表土剥离	m ³	100	12.43	0.12
2	表土回覆	m ³	300	12.44	0.37
三	弃渣场区				106.53
1	挡渣墙				92.16
	M7.5 浆砌片石	m ³	2388.8	385.82	92.16
2	截排水沟				10.27
	M7.5 浆砌片石	m ³	233	385.82	8.99
	M10 砂浆抹面	m ²	777	16.47	1.28
3	表土剥离	m ³	300	12.43	0.37
4	表土回覆	m ³	3000	12.44	3.73

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				15.52
一	路基工程区				8.75
1	栽植乔木	株	700	60.79	4.26
2	撒播草籽	hm ²	0.7	61500	4.49
二	堰沟保护工程区				0.62
1	撒播草籽	hm ²	0.1	61500	0.62
三	弃渣场区				6.15
1	撒播草籽	hm ²	1	61500	6.15

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				27.42
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	232020	23.20

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				11.27
一	临时防护工程				11.27
1	路基工程区				11.27
(1)	土袋拦挡				
	土袋挡墙	m ³	330.08	195.08	6.44
(2)	土袋拆除				
	土袋挡墙	m ³	330.08	16.91	0.56
(3)	无纺布遮盖	m ²	9545.0	4.47	4.27

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		100.71
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	0.55
二	科研勘测设计费	勘测设计费 根据工程实际,计列弃渣场稳定安全评估、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	33.25
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	8.51
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	30.40
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
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

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	4.81	1.0	4.810

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)	
			2013 年	2021 年
一	第一部分工程措施	142.36	142.36	
1	路基工程区	35.34	35.34	
2	堰沟保护工程区	0.49	0.49	
3	弃渣场区	106.53	106.53	
二	第二部分植物措施	15.52	15.52	
1	路基工程区	8.75	8.75	
2	堰沟保护工程区	0.62	0.62	
3	弃渣场区	6.15	6.15	
三	第三部分监测措施	27.42		27.42
1	土建设施			
2	设备及安装	4.22		4.22
3	观测运行费	23.2		23.2
四	第四部分施工临时工程	11.27	11.27	0
1	临时防护工程	11.27	11.27	
(1)	路基工程区	11.27	11.27	
	一~四部分合计	196.57	169.15	27.42
五	第五部分独立费用	100.71		100.71
1	建设管理费	0.55		0.55
2	科研勘测设计费	61.25		61.25
(1)	勘测设计费	28		28
(2)	方案编制费	33.25		33.25
3	工程建设监理费	8.51		8.51
4	验收报告编制费	30.4		30.4
5	招标代理服务费	0		0
6	经济技术咨询费	0		0
I	一~五部分合计	297.28	169.15	128.13
II	预备费			
III	水土保持补偿费	4.810		4.810
IV	水土保持静态总投资	302.09	169.15	132.94

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、林草覆盖率，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 (hm ²)	水土保持措施面 积(hm ²)		永久建筑物 占地面积 (hm ²)	场地道路硬 化面积 (hm ²)	水面面 积(hm ²)	未扰动的微 度侵蚀面积 (hm ²)	水土流失治理达 标面积(hm ²)	水土流失 治理度(%)
			工程措 施面积	植物措 施面积						
			b	c						
			(参数代号)	(计算公式)						
		a	b	c	d	e	f	g	h	A
									b+c+d+e+f+g	h/a*100
1	路基工程区	3.71	0.26	0.73		2.68			3.67	98.92
2	施工道路区	0.10		0.10					0.10	100.00
3	弃渣场区	1.00		1.00					1.00	100.00
合计		4.81	0.26	11.58		2.68			4.77	99.17

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/km ² ·a)	水土流失总面积(hm ²)	治理后平均土壤流失量[t/(km ² ·a)]		土壤流失控制比
				分区值	面积加权平均值	
				c	d	
				(参数代号)	(计算公式)	
		a	b	c	d	A
						a/d
1	路基工程区	500	3.71	469	474	1.05
2	堰沟保护工程区		0.10	425		
3	弃渣场区		1.00	498		
合计		500	4.81		474	1.05

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)				a-c		(d+e)/(a+b)*100
1	路基工程区	3.49	0.55	0.07	3.42	0.55	98.27
2	堰沟保护工程区						
3	弃渣场区						
合计		3.49	0.55	0.07	3.42	0.55	98.27

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	0.51	0.51	100.00
2	堰沟保护工程区	0.01	0.01	100.00
3	弃渣场区	0.03	0.03	100.00
合计		0.55	0.55	100.00

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	0.73	0.79	91.78	3.71	19.68
5	施工道路区	0.10	0.10	100.00	0.10	100.00
6	弃渣场区	1.00	1.00	100.00	1.00	100.00
合计		1.83	1.89	96.83	4.81	38.05

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	3.71	3215	3227	469	474	1	132
2	堰沟保护工程 区	0.10	2973		425			
3	弃渣场区	1.00	3295		498			
合计		4.81		3227		474	1	132

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%	99.17%	达标
2	土壤流失控制比	1.00	1.05	达标
3	渣土防护率	92%	98.27%	达标
4	表土保护率	95%	100.00%	达标
5	林草植被恢复率	96%	96.83%	达标
6	林草覆盖率	23%	38.05%	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 4.77hm^2 ，林草植被建设面积 1.83hm^2 ，可减少水土流失量 132t，渣土挡护量 3.97 万 m^3 ，表土剥离及保护量 0.55 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)等文件规定,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,本项目征占地面积 4.81hm^2 ,在 20hm^2 以下;土石方开挖总量 10.39万 m^3 (自然方,下同),土石方填筑总量 6.90万 m^3 ,挖填土石方总量在 20万 m^3 以下,水土保持监理工作可由主体工程监理承担。

本项目在实施过程中,主体工程监理单位同时承担了水土保持监理工作,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。