

水保方案（川）字第 0056 号
工程设计证书编号 A151009047

项目编号：2021-05

G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程

水土保持方案报告书（重编本）

（报批稿）

第一分册 共二册

项目实施机构：凉山彝族自治州交通运输局

编制单位：四川省交通勘察设计研究院有限公司

二〇二一年五月

目 录

1	综合说明.....	1
1.1	项目简况.....	1
1.2	编制依据.....	6
1.3	设计水平年.....	7
1.4	水土流失防治责任范围.....	7
1.5	水土流失防治目标.....	8
1.6	项目水土保持评价结论.....	11
1.7	水土流失预测结果.....	13
1.8	水土保持措施布设成果.....	13
1.9	水土保持监测方案.....	17
1.10	水土保持投资及效益分析成果.....	18
1.11	结论.....	18
2	项目概况.....	21
2.1	项目组成及工程布置.....	21
2.2	施工组织.....	66
2.3	工程占地.....	96
2.4	土石方量平衡.....	103
2.5	拆迁安置与专项设施改（迁）建.....	128
2.6	施工进度.....	129
2.7	自然概况.....	131
3	项目水土保持评价.....	162
3.1	主体工程选址（线）水土保持评价.....	162
3.2	建设方案与布局水土保持评价.....	168
3.3	主体工程设计中水土保持措施界定.....	216
4	水土流失分析与预测.....	219
4.1	水土流失现状.....	219
4.2	水土流失影响因素分析.....	220
4.3	土壤流失量预测.....	222
4.4	水土流失危害分析.....	248

4.5 指导性意见.....	250
5 水土保持措施.....	251
5.1 防治区划分.....	251
5.2 措施总体布局.....	252
5.3 分区措施布设.....	265
5.4 施工要求.....	343
6 水土保持监测.....	348
6.1 监测范围与时段.....	348
6.2 内容和方法.....	348
6.3 点位布设.....	352
6.4 实施条件和成果.....	363
7 水土保持投资估算及效益分析.....	365
7.1 投资估算.....	365
7.2 效益分析.....	378
8 水土保持管理.....	380
8.1 组织管理.....	380
8.2 后续设计.....	381
8.3 水土保持监测.....	382
8.4 水土保持监理.....	383
8.5 水土保持施工.....	384
8.6 水土保持设施验收.....	384

附表:

附表1: 防治责任范围表

附表2: 防治标准指标计算表

附表3: 单价分析表。

附件:

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

附件2: 四川省交通运输厅 云南省交通运输厅关于G7611线西昌至香格里拉高速公路省界接线方案协议

附件3: 《四川省水利厅关于西昌至香格里拉（四川境）高速公路水土保持报告书的批复》（川水函[2012]1976号）

附件4 委托书

附件 5: 《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程水土保持方案报告书技术评审意见》

附件6: 《四川省林业和草原局关于G7611线西昌至香格里拉高速公路占用四川邛海国家湿地公园的意见》（川林湿函[2020]755号）

附件7: 《四川省林业和草原局关于同意G7611线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程穿越邛海一螺髻山风景名胜区的批复》（川林自函[2020]1072号）

附件8: 《西昌市林业和草原局关于G7611线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程与尔吾森林公园位置关系的复函》（西市林函[2020]22号）

附件9: 《关于请予确认G7611线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程弃渣场的函》（川交设司函〔2021〕104号）

附件10: 《关于请予确认G7611线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程弃渣场的函》（川交设司函〔2021〕103号）

附件11: 《盐源县水利局关于确认G7611线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程弃渣场确认的回函》

附件12: 《木里县水利局关于确认G7611线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程弃渣场位置的函》（木水函[2021]34号）

附图:

附图2.1.1-1 项目地理位置图

附图2.1.1-2 路线平纵面图

附图2.1.3-1 路基标准横断面图

附图2.1.3-2 路基排水工程设计图

附图2.1.3-3 路基防护工程设计图

附图2.1.3-4 雅砻江特大桥桥型布置图

附图2.1.3-5 隧道建筑限界及内轮廓设计图

附图2.1.3-6 小高山隧道地质纵断面图

附图2.7.4-1 项目区水系图

附图4.1-1 项目区土壤侵蚀强度分布图

附图5.2.3-1 水土流失防治责任范围、水土保持措施总体布局及水土保持监测点
位图

附图5.3.1-1 路基边坡临时防护工程设计图

附图5.3.1-2 桥梁工程区水土保持措施设计图

附图5.3.1-3 典型隧道洞口排水及效能措施工程设计图

附图5.3.2-1 坡地型弃渣场挡渣墙设计图

附图5.3.2-2 挡水坝设计图

附图5.3.2-3 沟道型弃渣场拦渣坝设计图

附图5.3.2-4 坡地型弃渣场截水沟、盲沟设计图

附图5.3.2-5 坡地型弃渣场排水沟、沉沙池设计图

附图5.3.2-6 沟道型弃渣场平台排水沟、盲沟、急流槽设计图

附图5.3.2-7 1#、2#、3#弃渣场设计图（4页）

附图5.3.2-8 4#、5#弃渣场平面位置图

附图5.3.2-9 6#、7#弃渣场平面位置图

附图5.3.2-10 8#弃渣场设计（3页）

附图5.3.2-11 9#弃渣场平面位置图

附图5.3.2-12 10#弃渣场平面位置图

- 附图5.3.2-13 11#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-14 12#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-15 13#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-16 14#弃渣场设计图（3页）
- 附图5.3.2-17 15#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-18 16#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-19 17#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-20 18#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-21 19#、20#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-22 21#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-23 22#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-24 23#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-25 24#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-26 25#、26#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-27 27#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-28 28#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-29 29#、30#、31#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-30 32#、33#弃渣场设计图（3页）
- 附图5.3.2-31 34#、35#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-32 36#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-33 37#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-34 38#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-35 39#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-36 40#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-37 41#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-38 42#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-39 43#、44#弃渣场设计图（3页）
- 附图5.3.2-40 45#弃渣场设计图（3页）
- 附图5.3.2-41 46#弃渣场设计图（3页）
- 附图5.3.2-42 47#弃渣场平面位置图

- 附图5.3.2-43 48#、49#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-44 50#、58#弃渣场设计图（4页）
- 附图5.3.2-45 51#、52#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-46 53#、54#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-47 55#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-48 56#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-49 57#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-50 59#、60#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-51 60#、62#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-52 63#、64#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-53 65#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-54 66#弃渣场设计图（2页）
- 附图5.3.2-55 67#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-56 68#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-57 69#、70#、72#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-58 71#弃渣场平面位置图
- 附图5.3.2-59 73#弃渣场设计图（3页）
- 附图5.3.2-60 74#、75#弃渣场设计图（5页）
- 附图5.3.3-1 施工生产生活区水土保持措施设计图
- 附图5.3.4-1 施工道路水土保持措施设计图
- 附图5.3.5-1 表土临时堆放场水土保持临时措施设计图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

拟建 G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程是《国家公路网规划》（2013-2030 年）G7611 线都匀至香格里拉高速公路的重要组成部分，是《四川省高速公路网规划（2019—2035 年）》中第 9 条横线昭通经西昌至香格里拉中的一段（详见附件 1），是四川省五大经济区之一的攀西经济区便捷沟通相邻省份，打通对外通道的主要经济干线和主要出入口公路通道，将形成亚洲最大卫星发射基地西昌的便捷出海通道，是黔南通往北部湾和珠三角经济圈的重要走廊。同时都（匀）香（格里拉）高速连接了三个西部地区的重要省份贵州、四川和云南，对改善云贵川地区的交通和带动区域经济发展有着十分重要的作用。本项目的建设是实施“一带一路”国家战略，贯彻“西部大开发”国家政策，促进中西部协调发展，实现小康建设目标，达到共同致富的需要；是贯彻落实“十九大”精神，落实国家相关扶贫政策的需要；是落实四川省“一干多支、五区协同”、“四向拓展、全域开放”格局的重要举措；是促进项目区内经济社会跨越式发展、实现区域经济振兴，促进中西部协调发展，实现国家小康建设目标的需要；是增强国家高速公路网、完善四川省和云南省高速公路网、促进整体路网效益充分发挥的需要。因此，本项目的建设是非常必要的。

本项目位于四川省凉山彝族自治州西昌市、盐源县和木里县境内，为建设类新建工程。该项目由主线、西昌支线、木里支线和泸沽湖支线四部分组成，项目路线全长 249.359km。该项目按全部控制出入、全立交的双向四车道高速公路标准建设，设计速度 80km/h，路基宽度 25.5m。

主线线路起于西攀高速西木互通南约 4km 处，跨安宁河、穿越磨盘山、跨雅砻江。后沿平川河右岸展线升坡，在平川镇南侧的罗家沟采用回头展线，此后路线在平川河右岸利用地形展线布设，在平川河上游穿越小高山。路线经过盐源坝子由东向西北布线，于盐源县城北侧约 8km 过境绕县城，后穿越牦牛山，出洞后路线向西北布线，跨卧罗河，随后路线折向西南，于盐源县盖租乡元宝村附近设元宝枢纽互通与木里支线相接。之后继续沿西南布线，在官田坝设泸沽湖互通与泸沽湖支线相连接，跨永宁河及 S221 线后，终点止于大华山隧道进口前。大华山隧道穿越四川云南两省省界，根据川滇两省接线协议（详见附件 2），省界处的大华山隧道由云南省

建设和管理。主线四川境建设里程 158.475km。

西昌支线起于西昌市代管的喜德县东河乡附近，与西昌至昭通高速公路相接。路线在西昌市西面和南面展线，经川兴镇、大兴乡、海南乡、西溪乡，终点止于西攀高速上的黄联关互通，与主线相接，路线长 38.964km。木里支线起于卧罗河左岸元宝村附近，与主线设枢纽互通相接。路线沿卧罗河左岸向北布设，于理塘河与卧罗河河流汇合口上游约 3km 处设连续钢构桥跨越理塘河，后路线沿小金河左岸继续向北布设，终点止于木里县城附近的 G227 公路上，路线长 39.200km。泸沽湖支线起于官田坝，与主线设泸沽湖互通相接，路线沿永宁河及 S221 线展线，终点止于盖祖乡，路线长 12.720km。

该项目共设桥梁 58581m/155 座，其中特大桥 12213m/10 座、大桥 44932m/125 座、中桥 1436m/20 座。隧道 112569m/45 座，其中特长隧道 68195m/11 座、长隧道 36459m/18 座、中隧道 4310m/6 座、短隧道 3605m/10 座。桥隧比为 68.64%。设互通立交 14 处，其中枢纽互通 3 处、一般互通 11 处。管理中心 1 处、路段管理所 3 处、养护工区 4 处、服务区 5 处、停车区 1 处、收费站 12 处。

该项目工程主要由路基、路面、桥梁、隧道、交叉工程及沿线设施等永久建筑物和弃渣场、施工生产生活区、施工道路和表土临时堆放场等施工临时设施组成。

项目建设共占用土地 1914.80hm²，其中永久占地 1063.97hm²，临时占地 850.83hm²，占地类型主要为耕地、园地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地等。全线挖方 4543.23 万 m³（自然方，下同），填方 1133.11 万 m³（含绿化用土 227.69 万 m³），区间调配 218.06 万 m³，综合利用 127.04 万 m³，弃方 3283.08 万 m³（合松方 4367.73 万 m³）。根据主要建筑物的分布、工程区施工条件和项目土石方平衡，沿线设弃渣场 75 个，施工生产生活区 57 个（含新增占地 22 个），施工道路 822.45km（其中施工便道 809.58km，施工便桥 12.87km），表土临时堆放场 122 个（含新增占地 43 个）。项目建设需拆迁各类房屋 40.00 万 m²，35kv 输电线 59.37km、10kV 高压线 75.92km、200-380V 照明线 87.44km、通讯电缆光缆 89.31km 等，采用建设单位出资，地方政府统一实施的方案进行补偿。项目计划于 2021 年 7 月开工建设，2026 年 6 月建成通车，建设工期 5 年。

该项目总投资为 552.52 亿元，平均每公里造价 2.22 亿元，土建投资 433.91 亿元。项目采用 PPP 模式建设，总投资金额的 20% 为资本金，建安费的 50% 为政府补贴，其余采用银行贷款，建设期 5 年，各年贷款比例 20%：20%：20%：20%：20%，

年利率 4.90%。

1.1.2 项目前期工作进展情况

1.1.2.1 主体工程设计工作开展情况

2010 年 12 月，四川省交通运输厅与云南省交通运输厅就川滇两省的高速公路网衔接进行座谈协商，双方均同意本项目规划的线路走向，确定主要控制节点为西昌、盐源、泸沽湖和香格里拉。

2011 年 1 月，四川省政府常务会审议通过了《四川省高速公路网规划（2011 年调整方案）》，西昌至香格里拉（四川境）高速公路为该调整方案中新增的七条东西横线中的一条。2011 年 3 月，四川省凉山彝族自治州政府与云南省丽江市政府就共同谋划建设西昌至香格里拉高速公路相关事宜进行商谈，双方就前期工作的推进达成了初步共识，争取本项目云南境纳入云南省高速路网规划之中。2011 年 4 月，四川省凉山彝族自治州人民政府委托四川省交通运输厅交通勘察设计研究院（现为四川省交通勘察设计研究院有限公司）开展西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程可行性研究报告编制工作，11 月中旬完成了《西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程可行性研究报告（送审稿）》。

2012 年 5 月，四川省交通运输厅组织监理咨询单位及专家组对本项目进行了现场考察，并于 5 月 7 日召开了项目评审会，提出了进一步修改完善的意见。根据监理咨询单位以及专家组意见，对工程可行性研究报告进行了修订，于 6 月下旬完成工程可行性研究报告的修订稿。

2015 年，西香高速云南境段开展工可报告的研究工作，两省工可编制单位及各自交通主管部门联合研究本项目省界段路线方案；至 2018 年 10 月，四川省交通运输厅与云南省交通运输厅签订本项目省界接线协议，本项目四川境段推荐采用泸沽湖南加木里支线的方案。

2019 年 2 月，在补充相关资料及调查的基础上，完成《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程可行性研究报告》（送审稿）。2019 年 3 月 29 日，四川省交通运输厅组织召开本项目专家评审会，对本项目进行技术审查，并形成审查意见。项目组根据审查意见对报告进行修编，于 2019 年底完成本项目的修编工作。

2020 年 5 月 15 日，代部审查单位中交第一公路勘察设计院有限公司对本项目进行咨询评估，形成评估意见，项目组根据评估意见对报告进行修编，于 2020

年 6 月完成《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程可行性研究报告》（修编稿）。

1.1.2.2 水土保持方案编制工作开展情况

2012 年 5 月，受四川省凉山彝族自治州盐源县交通运输局委托，中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所承担了西昌至香格里拉（四川境）高速公路水土保持方案编制工作。当时的西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程位于四川省凉山州西昌市和盐源县境内，工程起于西昌市西南侧经久乡，止于盐源县盖租乡，路线全长 176.62km，估算投资 264.08 亿元。于 2012 年 9 月编制完成了《西昌至香格里拉（四川境）高速公路水土保持方案报告书（报批稿）》。2012 年 10 月 30 日取得了《四川省水利厅关于西昌至香格里拉（四川境）高速公路水土保持方案报告书的批复》（川水函[2012]1976 号）（详见附件 3）。2015 年西香高速云南境开始开展工可报告研究，四川省和云南省联合研究省界路线方案，同时西香高速纳入国家高速公路网。**2018 年本项目路线起点延长至东河乡，与西昭高速相接。终点缩至省界大华山隧道进口前，未至川滇省界处，省界处的大华山隧道由云南省建设和管理。并又增加了木里支线。**本项目建设里程共 249.359km。根据《水利部办公厅关于印发〈水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）〉的通知》（办水保[2016]65 号），水土保持方案经批准后，本项目的起终点均发生了变化，建设地点增加了西昌市代管的喜德县东河乡和西昌市东面的大兴、海南、西溪等乡镇，新增加了木里县，涉及木里县雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。建设规模由 176.62km 增加至 249.359km，增加 41.18%。技术标准由路面宽度 24.5m 变更 25.5m。同时，原水土保持方案批复已超过了 5 年，且项目又未实施，根据《四川省水利厅关于印发〈四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定〉的函》（川水函[2014]1723），该项目需要重编水土保持方案。

2020 年 8 月 5 日，凉山彝族自治州交通运输局委托四川省交通勘察设计研究院有限公司（以下简称“我公司”）承担该项目水土保持方案编制工作（详见附件 4）。在接受任务后，我公司立即组成了工作组，在对项目前期工作进展和初步成果进行认真分析、研究的基础上，制定了详细的工作计划和现场踏勘重点区域，与主体工程同步对拟建公路进行了调查和实地踏勘，走访了凉山州、西昌市、盐源县和木里县的交通运输局、林业和草原局、水利局、生态环境局等有关部门，就公路沿线的土地利用与规划情况、植被分布状况、水土保持状况以及工程建设与水土流失防治

等相关问题进行了深入调查，并广泛收集了相关资料。在编制过程中，水保的工作情况实时跟踪主体工可进度与变化，做到及时沟通。项目组与本项目环境影响评价项目组实时沟通，做到弃渣场等临时工程不涉及邛海国家湿地公园、邛海-螺髻山国家级风景名胜区、尔吾森林公园、集中式饮用水水源保护区和生态保护红线。项目组于 2020 年 10-11 月对项目现场进行实地踏勘，并进一步对弃渣场的位置、容量等进行复核、确认。最后，在认真分析工程前期研究成果及现场工作的基础上，结合对临近区域同类工程的调查，通过内业设计，于 2021 年 3 月编制完成了《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程水土保持方案报告书（送审稿，重编本）》。

2021 年 3 月 24 日，四川省水利厅在成都市主持召开了《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程水土保持方案报告书（送审稿，重编本）》的技术评审会（评审意见及专家组名单见附件 5），报告书通过了技术审查。会后，项目组对报告书进行了修改和完善，于 2021 年 5 月编制完成《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程水土保持方案报告书（报批稿，重编本）》。

1.1.3 自然简况

本项目路线走廊带内地形以构造侵蚀深切切割的高中山地貌为主。项目区位于松潘甘孜褶皱系和扬子准地台衔接部位，分别隶属于治多义敦褶皱带及盐源丽江台缘拗陷。岩性为变质岩系、岩浆岩系、碳酸盐岩、碎屑岩及第四系松散堆积物。项目区地下水类型主要为松散堆积层孔隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水和基岩裂隙水。工程区地震动峰值加速度为 0.15~0.40g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，地震基本烈度为 VII~IX 度，工程场地区域构造稳定性属次稳定区。沿线不良地质现象主要有软弱地基、泥石流、滑坡、红粘土。

项目区属亚热带季风气候区，四季分明，终年湿润，气候温和，雨量充沛，无霜期长，气温变化总趋势随地形海拔降低而气温递增。多年平均气温 12.1-17.0℃，年极端最高气温 30.7-35.0℃，年极端最低气温 -11.3~-2℃，≥10℃积温为 3166.4-5329.9℃。多年平均降水量 818.2-1049.0mm，多年平均蒸发量 842.0-1945.0mm。多年平均风速 1.4-1.9m/s，年平均日照时数为 1750.0-2431.4 小时，无霜期 201-296 天，年均湿度 46-60%。

本项目水系属长江上游金沙江流域，主要涉及安宁河、雅砻江等。项目沿线所分布的土壤主要为红壤土。项目区属于川西南河谷山原植被地区，以常绿阔叶林、亚热带常绿针叶林（云南松、华山松、云南油松）为主。植被的垂直分布是：常绿

阔叶林带-亚高山针叶林带-高山灌丛草甸带-流石滩稀疏植被带，林草覆盖率为61.9%。

本项目西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区，木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。同时，又涉及安宁河水功能一级区的西昌、攀枝花保留区，雅砻江水功能一级区的二滩水库保留区，卧罗河水功能一级区的卧罗河盐源、木里保留区邛海国家湿地公园，邛海-螺髻山国家级风景名胜区，尔吾森林公园，西昌市邛海水源地、川兴镇水源地、西昌市佑君镇水源地、西昌市大兴乡水源地、盐源县金河乡松树坪水源地、盐源县双河乡小堡子村水源地和长柏乡围桩坪水源地等7个饮用水水源保护区。项目区属西南土石山区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ 。沿线水土流失类型以水力侵蚀为主，水土流失强度以轻中度为主，工程区土壤侵蚀模数背景值为 $2018\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ 。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

- 1) 《中华人民共和国水土保持法》(1991年6月29日公布,2010年12月25日修订,2011年3月1日施行);
- 2) 《中华人民共和国土地管理法》(1986年6月25日公布,1998年8月29日第一次修正,2004年8月28日第二次修正,2019年8月26日第三次修正,2020年1月1日施行);
- 3) 《土地复垦条例》(国务院令第592号,2011年3月5日公布,2011年3月5日施行);
- 4) 《中华人民共和国风景名胜区管理条例》(2006年9月6日国务院第149次常务会议通过,2006年12月1日起施行);
- 5) 《四川省<中华人民共和国水土保持法>实施办法》(1993年12月15日通过,1997年10月17日修正,2012年9月21日修订,2012年12月1日施行)。

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) 《水土保持监测设施通用技术条件》(SL 342-2006);
- 8) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL 73.6-2015);
- 9) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007);
- 10) 《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017);
- 11) 《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》(水总[2003]67号);
- 12) 《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)。

1.2.3 技术资料

- 1) 《G7611线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程可行性研究报告》(四川省交通勘察设计研究院有限公司，2020年7月);
- 2) 《全国重要江河湖泊水功能区划手册》(水利部水资源司、水利部水利水电规范设计总院，中国水利水电出版社);
- 3) 凉山州、西昌市、盐源县和木里县《水土保持总体规划》(2015-2030年)等相关资料。

1.3 设计水平年

本工程计划于2021年7月开工建设，2026年6月建成通车，建设工期5年。设计水平年为工程完工后第一年，即2027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)，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。本项目水土流失防治责任范围包括路基路面、桥涵、隧道、交叉工程(含连接线)及沿线设施等项目永久征地和弃渣场、施工生产生活区、施工道路等临时占地，共计1914.80hm²，其中永久占地1063.97hm²、临时占地850.83hm²。本项目位于凉山州，西昌市占地354.81hm²、盐源县占地1349.85hm²、木里县占地210.14hm²。

本项目水土流失防治责任范围及面积见表1.4-1。

表 1.4-1 水土流失防治责任范围及面积一览表

区县	水土流失防治责任范围及面积											
	永久占地						临时占地					合计
	路基工程	桥涵工程	隧道工程	交叉工程	沿线设施	小计	施工生产生活区	施工道路	弃渣场	表土临时堆放场	小计	
hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	
西昌市	107.45	32.39	10.33	92.31	19.99	262.47	0.70	52.30	39.17	0.17	92.35	354.81
盐源县	412.93	92.40	46.10	154.61	27.99	734.02	5.20	352.89	247.78	9.96	615.82	1349.85
木里县	42.71	6.95	9.83		8.00	67.48	2.00	95.13	43.60	1.93	142.66	210.14
合计	563.08	131.74	66.25	246.92	55.98	1063.97	7.90	500.32	330.55	12.06	850.83	1914.80

表 1.4-2 防治责任范围矢量数据属性表

FID	Shape*	面积 (hm ²)	组成部分
1	面	1063.97	主体工程区
2	面	7.90	施工生产生活区
3	面	500.32	施工道路
4	面	330.55	弃渣场
5	面	12.06	表土临时堆放场

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

本项目位于四川省凉山州西昌市、盐源县和木里县境内。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保护区和重点治理区划分成果》的通知（川水函[2017]482号），西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区，木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。根据《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030年）的批复》（国函[2011]167号）和《全国重要江河湖泊水功能区划手册》，安宁河特大桥（AK36+895）位于安宁河上烂坝至弯坵火车站之间，涉及安宁河水功能一级区的西昌、攀枝花保留区。雅砻江特大桥（AK55+875）位于雅砻江周家坪至二滩水库之间，涉及雅砻江水功能一级区的二滩水库保留区。卧罗河特大桥（A6K168+525）位于卧罗河卫城镇至入理塘河之间，涉及卧罗河水功能一级区的卧罗河盐源、木里保留区。同时，又涉及邛海国家湿地公园，邛海-螺髻山国家级风景名胜区，尔吾森林公园，西昌市邛海水源地、川兴镇水源地、西昌市佑君镇水源地、西昌市大兴乡水源地、盐源县金河乡松树坪水源地、

盐源县双河乡小堡子村水源地和长柏乡围桩坪水源地等 7 个饮用水水源保护区。

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），本项目涉及的西昌市和盐源县属于西南岩溶区，木里县属于青藏高原区。

综上所述，依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），本项目主线、木里支线盐源县路段和泸沽湖支线的水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准，木里支线木里路段的水土流失防治标准执行青藏高原区一级标准。

1.5.2 防治目标

本项目水土流失防治应达到下列基本目标：(1)本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；(2)水土保持设施应安全有效；(3)水资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；(4)水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项指标应符合《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的规定。

本项目不位于极干旱或干旱地区，水土流失治理度、林草植被恢复率和林草覆盖率不调整；区域土壤侵蚀强度以轻中度为主，土壤流失控制不应小于 1；项目位于高中山区，渣土防护率可减少 3%~5%，鉴于项目涉及水土保持敏感区，渣土防护率不调整；项目不位于城市区，渣土防护率和林草覆盖率不调整。同时，项目所在地西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区、盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区、木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB/T 50433-2018），林草覆盖率应提高 1~2 百分点。

本项目主线、西昌支线、木里支线盐源县路段和泸沽湖支线的水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准，木里支线木里路段的水土流失防治标准执行青藏高原区一级标准。其防治目标见表 1.5-1。经面积加权平均，本工程施工期水土流失防治目标为渣土防护率 89.45%，表土保护率 94.45%；设计水平年水土流失防治目标为：水土流失治理度 95.68%、土壤流失控制比 1.0、渣土防护率 91.45%、表土保护率 94.45%、林草植被恢复率 95.89%、林草覆盖率 22.45%。综合防治指标计算详见表 1.5-2。

表 1.5-1 水土流失防治目标值表

路段	水土保持区划	防治指标	一级标准		修正值					执行标准	
			施工期	设计水平年	干旱程度	土壤侵蚀强度	地形	城市区	水土流失重点防治区	施工期	设计水平年
主线、西昌支线、木里支线盐源县路段和泸沽湖支线	西南岩溶区	水土流失治理度 (%)	—	97						—	97
		土壤流失控制比	—	0.85		+0.15				—	1.0
		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
木里支线木里路段	青藏高原区	水土流失治理度 (%)	—	85						—	85
		土壤流失控制比	—	0.80		+0.2				—	1.0
		渣土防护率 (%)	85	87						85	87
		表土保护率 (%)	90	90						90	90
		林草植被恢复率 (%)	—	95						—	95
		林草覆盖率 (%)	—	16					+2	—	18

表 1.5-2 水土流失综合防治指标值计算表

防治指标	西昌市、盐源县			木里县			综合防治指标值	
	施工期	设计水平年	占地面积 (hm ²)	施工期	设计水平年	占地面积 (hm ²)	施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	—	97	1704.66	—	85	210.14	—	95.68
土壤流失控制比	—	1		—	1		—	1.00
渣土防护率 (%)	90	92		85	87		89.45	91.45
表土保护率 (%)	95	95		90	90		94.45	94.45
林草植被恢复率 (%)	—	96		—	95		—	95.89
林草覆盖率 (%)	—	23		—	18		—	22.45

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

本项目为基础设施建设项目，项目的建设符合国家产业政策要求，符合区域路网规划，符合沿线城镇的城市发展规划。

本项目主体工程选线不涉及河流两岸、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、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。本项目所处西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区，木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，根据《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》，拟建项目是昭通经西昌至香格里拉高速公路的其中一段，控制点为云南（昭通）、金阳、昭觉、西昌、盐源、云南（宁蒗），因此项目不可避免经过国家级水土流失重点治理区和省级水土流失重点预防区。本方案水土流失防治采用一级标准，并提高了林草覆盖率 2 个百分点，将截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准均提高一级。从建设方案分析，为减少占地和土石方量，主体设计采取加大桥隧比的方案，高填深挖路段尽量采用桥隧方案，同时，提出了优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施。综上所述，本项目除无法避让国家级和省级水土流失重点预防区外，工程建设无其他水土保持制约性因素，从水土保持角度分析本项目建设可行。

1.6.2 建设方案与布局评价

本项目主体工程设计中存在高填深挖路段并进行了桥隧方案论证，且无法避让水土流失重点预防区，工程建设方案总体可行。本项目区内水土保持敏感区主要有安宁河水功能一级区的西昌、攀枝花保留区，雅砻江水功能一级区的二滩水库保留区，卧罗河水功能一级区的卧罗河盐源、木里保留区，邛海国家湿地公园，邛海-螺髻山国家级风景名胜区，尔吾森林公园，西昌市邛海水源地、川兴镇水源地、西昌市佑君镇水源地、西昌市大兴乡水源地、盐源县金河乡松树坪水源地、盐源县双河乡小堡子村水源地和长柏乡围桩坪水源地等 7 个饮用水水源保护区。本项目通过水土保持敏感区满足相关法律法规规定，为减少安宁河特大桥施工期间对安宁河的水质的影响，采用钢围堰施工。

本项目相关用地指标符合《公路工程项目建设用地指标》规定，符合国家节约用地和减少扰动的要求；用地类型合理，符合占地区实际；临时占地尽量结合永久

占地布设，在满足施工要求的前提下减少了地表扰动。因此拟建项目工程占地基本合理。工程位于国家级和省级水土流失重点预防区，下阶段设计建议加强平纵指标的控制，减少高填方路段，或以桥梁代替，或设置路堑墙收缩坡脚以减少占地和扰动。

本项目对工程占地范围内表土进行了剥离，共计 227.69 万 m^3 ，剥离表土满足主体工程绿化及临时设施迹地恢复覆土的需要，表土资源得到了有效保护，表土保护率达到 99.76%。该项目土石方调配合理，挖方综合利用率较高，有效减少了工程弃渣，符合水土保持要求。建议工程在下阶段设计中，应根据设计深度的不断深入，继续优化路线走向及重要构筑物分布，进一步加大调配力度，充分将开挖土石方用作路基填料；进一步研究弃土用于互通立交景观造景、弃石用于路基防护排水工程等综合利用方案的合理性和可行性，最大限度地减少永久弃方，并减少因土石方开挖、堆弃造成的扰动地表面积，更好的满足水土保持的要求。

方案规划弃渣场 75 处，弃渣场的设置对周边公共设施、基础设施、工业企业、居民点无重大影响，在数量、规模、地质条件、环境保护等方面较合理。下阶段在地质资料收集和勘察的基础上，强化弃渣场设计。

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

主体工程设计中考虑了较多水土保持措施，包括植被护坡、排水工程及绿化美化。排水工程包括边沟、排水沟、截水沟、急流槽、顺接工程、沉沙池等组成综合排水体系；绿化工程包括路基边坡植被护坡、隧道进出口绿化、互通立交绿化、沿线设施绿化等。评价认为主体已有的水土保持措施有效，但尚需补充施工期的临时防护措施；由于主体工程处于“工可”阶段，现阶段主体设计文件中没有弃渣场、施工生产生活区、施工道路、表土临时堆放场等临时工程区的水土保持措施，本方案均作新增措施予以补充。

1.7 水土流失预测结果

本项目建设过程中将扰动原地貌面积 1914.80hm²，损毁植被面积 1191.06hm²，工程建设暂不涉及水土保持专项设施。全线挖方 4543.23 万 m³（自然方，下同），填方 1133.11 万 m³（含绿化用土 227.69 万 m³），区间调配 218.06 万 m³，综合利用 127.04 万 m³，弃方 3283.08 万 m³（合松方 4367.73 万 m³）。在水土流失预测年限内，本项目水土流失预测总量为 92.43 万 t，其中背景流失量为 20.10 万 t，新增水土流失量为 72.33 万 t。弃渣场区、路基工程区和施工道路区新增流失量分别占总新增流失量的 31.67%、26.44%和 21.98%，是产生水土流失重点部位。施工期新增水土流失量占新增总流失量的 92.21%，是水土流失发生的主要时段。

水土流失危害主要体现在以下几方面：(1)流失土石淤积河道，影响河道行洪及河道水质；(2)对项目区土地资源的破坏；(3)对局部生态环境的影响；(4)危及工程运行安全；(5)加剧当地水土流失治理难度。

1.8 水土保持措施布设成果

依据工程区地形条件、公路工程建设的特点、项目扰动地表造成的水土流失状况、项目区自然环境等因素将本项目水土流失防治分区划分为 5 个一级区，分别是主体工程防治区、弃渣场防治区、施工生产生活防治区、施工道路防治区和临时表土堆放场区。同时根据线路工程区特点，将主体工程防治区细化为路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、交叉工程区和沿线设施区等 5 个二级分区。

(1)主体工程防治区

①路基工程区

主体工程考虑了施工前的路基表土剥离。施工期间路基边坡直接喷播植草、挂三维网植草、拱形或菱形等骨架护坡、种植乔灌景观绿化，路面两侧布设边沟，路基两侧边坡布设截（排）水沟及其顺接工程、急流槽、沉沙池及消能池等完善的坡面排水系统。路基中央分隔带灌草绿化。本方案补充路基边坡植被绿化的无纺布苫盖、高填深挖路段的土袋临时拦挡，路基两侧的永久和临时相结合的排水和沉沙等措施，施工期间裸露边坡无纺布苫盖。其主要工程量如下：

工程措施：表土剥离 43.03 万 m³、骨架护坡 1.71 万 m²、排水工程 69.35km（盖板边沟采用矩形断面、50cm×70cm，浆砌石衬砌厚度 30cm。无盖板边沟采用矩形断面、60cm×60cm，浆砌石衬砌厚度 40cm。截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，

深 50cm，边坡坡比 1:0.5-1:1，浆砌石衬砌厚度 25cm。堑顶截水沟采用半矩形断面 40cm×40cm，浆砌石衬砌厚度 15cm）。

植物措施：直接喷播植草 15.80 万 m²、挂三维网植草 13.65 万 m²、中央分隔带绿化 13.70hm²、乔木 21.24 万株、灌木 56.64 万株、草籽 2371kg、覆土 3.50 万 m³。

临时措施：土袋临时拦挡 17.55km、临时排水沟 20.81km（土质排水沟，断面及尺寸与主体一致）、无纺布 67.61 万 m²。

②桥梁工程区

主体设计考虑了桥台六棱块护坡、涵洞排水及顺接工程（工程量计入路基工程）。本方案补充施工期间桥墩施工的泥浆沉淀池和截排水沟，施工完毕后进行旱桥桥底栽种灌木和撒播草籽绿化。其主要工程量如下：

植物措施：绿化面积 43.91hm²、栽植灌木 17.56 万株、撒播草籽 4391kg。

临时措施：泥浆沉淀池 325 个、临时排水沟 40800m。

③隧道工程区

主体设计对隧道工程的进出口洞脸采用植草护坡防护，并根据地形条件设置截排水沟，以上措施能够较全面的防治隧道工程区的水土流失。根据隧道工程的施工时序，方案将补充隧道洞口施工期临时排水、沉沙措施。

其主要工程量如下：

工程措施：排水工程 9975m（截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，深 50cm，边坡坡比 1:0.5，浆砌石衬砌厚度 25cm）。

植物措施：喷播植草 16575m²。

临时措施：临时排水沟 22800m（土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5）、临时沉沙池 180 个。

④交叉工程区

交叉工程区由互通式立交匝道（含匝道隧道）、高架桥及连接线等工程组成。施工前，对场地内的表土进行剥离并堆放在表土临时堆放场内。施工过程中，主体设计对隧道洞口、匝道和连接线路基边坡采取了实体护坡、骨架护坡、植草护坡加以防护，同时结合沿线水系及农灌设施进行互通立交场地内的排水设计。施工完后，对区内空地进行了乔灌草立体景观绿化、美化等。方案将补充施工期场地临时排水及沉沙设施，减少施工期水土流失。其主要工程量如下：

工程措施：表土剥离 32.54 万 m³、骨架护坡 73.66 万 m²、排水工程 101.22km（盖

板边沟采用矩形断面、50cm×70cm，浆砌石衬砌厚度 30cm。无盖板边沟采用矩形断面、60cm×60cm，浆砌石衬砌厚度 40cm。截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，深 50cm，边坡坡比 1:0.5-1:1，浆砌石衬砌厚度 25cm。堑顶截水沟采用半矩形断面 40cm×40cm，浆砌石衬砌厚度 15cm）。

植物措施：直接喷播植草 6.89 万 m²、挂三维网植草 9.70 万 m²、乔木 8.84 万株、灌木 23.57 万株、草籽 8840kg、覆土 45.58 万 m³。

临时措施：临时排水沟 30400m（土质排水沟，断面及尺寸与主体一致）、临时沉沙池 159 个。

⑤沿线设施区

沿线设施包括管理中心、路段管理所、服务区、停车区、养护工区、收费站等区域。施工前，对沿线设施区内的表土进行剥离，并集中堆放于附近的表土临时堆放场。施工过程中，主体工程对沿线设施区进行场地平整，靠近山体一侧设置截排水设施，场地周边设置排水边沟，场地四周边坡采用骨架护坡或植草护坡防护，同时，在硬化以外区域进行乔灌草景观绿化美化。方案将补充施工期场地临时排水及沉沙设施，减少施工期水土流失。

其主要工程量如下：

工程措施：表土剥离 4.62 万 m³、骨架护坡 1.41 万 m²、排水工程 5.77km（截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，深 50cm，边坡坡比 1:0.5-1:1，浆砌石衬砌厚度 25cm）。

植物措施：直接喷播植草 2.80 万 m²、乔木 1.68 万株、灌木 4.48 万株、草籽 1681kg、覆土 6.45 万 m³。

临时措施：临时排水沟 1730m（土质排水沟，断面及尺寸与主体一致）、临时沉沙池 9 个。

(2)弃渣场防治区

弃渣堆放前，应将占地范围内表土进行剥离，集中堆存于弃渣场或附近的表土临时堆放场。渣脚修筑挡渣墙或拦渣坝，渣场底部采用排水盲沟排出下渗水，排水盲沟沿季节性水流的原沟或场内最低凹处修筑；同时，在渣场底部分区域设置临时排水沟，辅助施工期场地排水。渣场周边布设排洪渠、截水沟、沉沙池，平台内侧布设排水沟。对于纵坡较陡的排洪渠和截水沟采用急流槽配套消能措施来降低流速，减少对弃渣场排水系统的冲刷，维护排水系统的良好性能。对于沟道型弃渣场在渣场上游沟口修建挡水坝，并设一定长度的护岸措施减轻上游来水对天然沟道的冲刷

影响。由于本项目施工时间较长，在弃渣场表面采取无纺布临时苫盖，减少植物措施实施前弃土表面扬尘、雨水冲刷引起的水土流失。弃渣完毕后，对渣体表面进行土地整治、覆土，渣体边坡栽种灌木、撒播草籽绿化，渣体顶面采取乔灌草绿化或复耕迹地恢复。

工程措施：表土剥离 56.03 万 m^3 、挡渣墙 2940m、拦渣坝 1051m、挡水坝 454m、排洪沟 39160m（梯形断面，底宽 1.00-2.10m，深 0.85-2.00m，坡比 1: 0.25，C20 砼浇筑厚 0.3-0.5m）、截水沟 41411m（梯形断面，底宽 0.50-1.10m，深 0.5-0.95m，坡比 1: 0.5，浆砌衬砌厚 0.3-0.4m）、排水沟 12465m（梯形断面，底宽 0.50-0.60m，深 0.40-0.60m，坡比 1: 0.5，浆砌衬砌厚 0.3m）、护岸 530m、排水盲沟 34900m、沉沙池 76 个、土地整治 310.98 hm^2 。

植物措施：绿化面积 198.31 hm^2 、乔木 24.11 万株、灌木 79.34 万株、撒播草籽 31098kg、覆土 75.34 万 m^3 。

临时措施：无纺布 66.10 万 m^2 ，临时排水沟 26360m（土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5）。

(3)施工生产生活防治区

新增临时占地设置的施工生产生活区应在场地平整前剥离占地范围内表土，并集中堆放在场地边缘的表土临时堆放场内。所有施工生产生活区场地平整应尽量结合地形设置，做到挖、填平衡，场地周边根据坡面汇水情况设置排水沟、沉沙池；施工材料的堆放设置专门的场地，场地周边设沙袋拦挡措施；施工完毕后，根据占地性质和占地类型进行绿化或复耕。

工程措施：表土剥离 1.67 万 m^3 、土地整治 41.40 hm^2 。

植物措施：绿化面积 3.10 hm^2 、乔木 4650 株、灌木 12400 株、草籽 1185kg、覆土 1.67 万 m^3 。

临时措施：临时排水沟 13500m（梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5，浆砌衬砌厚 20cm）、沉沙池 65 个、材料堆放场土袋拦挡 3350m。

(4)施工道路防治区

施工道路修建前应剥离工程占地区域内的表土，并集中堆放于附近的表土临时堆放场。施工道路修建时，结合施工道路性质（永久新建、临时新建）和地形条件，在施工道路上边坡采用挡墙护坡、骨架护坡、三维网护坡或植被护坡，在施工道路下边坡采用挡墙护坡、骨架护坡、植被护坡或土袋临时拦挡，施工道路两侧根据坡

面汇水情况确定永久/临时排水沟断面尺寸,并配套沉沙池及消能措施。施工完毕后,对无需保留的施工道路迹地进行覆土,并按占地类进行绿化和复耕恢复。

工程措施:表土剥离 89.80 万 m^3 、路基排水 812.95km(盖板边沟采用矩形断面、50cm×70cm,浆砌石衬砌厚度 30cm。无盖板边沟采用矩形断面、60cm×60cm,浆砌石衬砌厚度 40cm。截排水沟采用梯形断面,底宽 50cm,深 50cm,边坡坡比 1:0.5-1:1,浆砌石衬砌厚度 25cm。堑顶截水沟采用半矩形断面 40cm×40cm,浆砌石衬砌厚度 15cm)、骨架护坡 17.98 hm^2 、土地整治 416.60 hm^2 。

植物措施:施工期边坡挂三维网植草 158.20 hm^2 、直接喷播植草 175.0 hm^2 ,施工结束后绿化 275.90 hm^2 、乔木 41.38 万株、灌木 110.36 万株、草籽 41385kg、覆土 89.80 万 m^3 。

临时措施:临时排水沟 77.50km(土质梯形断面,底宽 0.4m,深 0.4m,坡比 1:0.5)、沉沙池 390 个、道路下边坡土袋临时拦挡 75km。

(5)表土临时堆放防治区

在施工前,主体设计已对路基工程区、交叉工程区、沿线设施区、弃渣场区、施工生产生活区、施工道路区的表土进行剥离并集中堆存,为减少临时堆存期的水土流失、保证土壤肥力,本水保方案拟对表土堆放期间采用干砌石临时拦挡、无纺布苫盖和临时撒草绿化措施,表土临时堆放场周边设计临时排水措施。表土临时堆放场使用结束后应进行土地整治,对新增临时占地设置的表土临时堆放场按占地类进行绿化和复耕恢复。

工程措施:土地整治 75.90 hm^2 。

植物措施:绿化面积 12.06 hm^2 、乔木 0.81 万株、灌木 2.16 万株、草籽 1089kg。

临时措施:临时排水 59200m(排水沟采用梯形断面,底宽 0.4m,深 0.4m,内坡比 1:0.5,浆砌片石衬砌厚 20cm),临时沉沙池 185 个,土袋挡墙 44200m、撒播草籽 3795kg、无纺布苫盖 91.08 万 m^2 。

1.9 水土保持监测方案

本项目水土流失监测时段为项目准备期开始至设计水平年结束,采用实地调查、全面巡查、实测法、查阅资料、地面观测(径流小区法、测钎法、侵蚀沟法、集沙池法等)和遥感监测相结合的方法,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。通过工程分析和现场踏勘,结合典型性、代表性的布点原则,本项目共设置了 133 个固定监测点。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目水保工程总投资为 542472.95 万元，占工程总投资（512.48 亿元）的 10.59%，其中：工程措施费 441175.11 万元，植物措施费 33272.22 万元，监测措施费 1665.00 万元，施工临时工程费 16403.59 万元，工程独立费用 6356.43 万元，基本预备费 41111.36 万元，水土保持补偿费 2489.24 万元。

本项目在主体工程已有部分水保措施的基础上，在主体工程区及各临时工程区新增了工程措施、植物措施和临时措施，方案实施后可治理水土流失面积 1914.80hm²，林草植被建设面积 662.29hm²，减少水土流失量 91.04 万 t，整个工程区水土流失治理度达到 97.65%，土壤流失控制比达到 1.04，渣土防护率达到 98.50%，表土保护率达到 99.76%，林草植被恢复率达到 97.24%，林草覆盖率达到 34.61%，水土保持效益各项指标均达到防治目标的要求，水土保持效益良好，生态效益、社会效益和经济效益也有正面影响，因此，本项目设计的水土保持措施是合理、可行的。

1.11 结论

1.11.1 结论

拟建公路选线、工程建设方案、水土流失防治等方面符合水土保持法律法规、技术标准的规定，本项目除无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源省级水土流失重点治理区，雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区外，工程建设无其他水土保持制约性因素；实施水土保持措施后能达到控制水土流失、保护生态环境的目的；从水土保持角度，项目建设是可行的。

1.11.2 建议

1.11.2.1 水土保持设计

主体工程设计单位应根据批准的该水土保持方案的要求，选派水土保持专业人员参与设计，完善主体工程中具有水土保持功能的措施设计；水土保持工程设计单位应根据批准的该水土保持方案中的治理措施布局、典型设计进行现场勘测、设计，措施设计应确保“优质、高效、安全、低耗”的原则。在下阶段若路线走向、规模等发生较大变化和调整时，应补充或修改水土保持方案，重新报批。

本项目高填深挖路段较多，是水土流失极易发生的部位，建议下阶段主体工程优化高填深挖路段的桥隧方案论证，以减少水土流失及生态环境破坏。

由于受设计深度和地质勘查深度的影响，开挖料未进行力学指标试验，建议下

阶段在力学试验的基础上加强土石方纵向调配和综合利用，根据详细地勘资料研究隧道挖方利用量、利用方向，尽量减少工程弃渣。

1.11.2.2 水土保持施工

主体工程与水土保持工程施工单位应加强对施工人员水土保持意识的教育与管埋，合理安排工期，严禁乱弃、乱倒，自觉接受当地水行政主管部门和监理人员对水土保持方案实施情况的监督检查。

在施工图阶段弃渣场应根据施工标段作进一步优化设计，在考虑选址合理性因素之外，还应充分考虑取弃土的运输距离、运输费用、下游居民及重要设施的安全等因素，做到技术经济可行，安全可靠；重大变更的设计成果应报水行政主管部门审批或备案。

1.11.2.3 水土保持监理

监理单位应选派具有水土保持监理上岗证的监理人员进行监理工作，并应根据水行政主管部门批准的水土保持方案或优化调整设计成果编制水土保持监理细则，落实水土保持监理任务。

1.11.2.4 水土保持监测

监测单位应配备良好的交通工具和监测仪器设备，并根据水行政主管部门批准的水土保持方案编制水土保持监测实施方案，落实水土保持监测任务，并及时将监测结果反馈给建设单位，以便及时修改、增补、完善水土保持措施。

本项目水土保持方案特性详见表 1.11-1。

表 1.11-1 水土保持方案特性表

项目名称	G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程		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	3 个
项目规模	全长 249.359km	总投资（万元）	5525217.97	土建投资（万元）	4339097.37
动工时间	2021 年 7 月	完工时间	2026 年 6 月	设计水平年	2027 年
工程占地（hm ² ）	1914.80	永久占地（hm ² ）	1063.97	临时占地（hm ² ）	850.83
土石方量（万 m ³ ）		挖方	填方	借方	弃方
		4543.23	1133.11		3283.08
重点防治区名称	西昌市属金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属盐源省级水土流失重点治理区，木里县属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区				
地貌类型	高中山地貌	水土保持区划		西昌市和盐源县属西南岩溶区、木里县属青藏高原区	
土壤侵蚀类型	水力侵蚀	土壤侵蚀强度			轻度
防治责任范围面积（hm ² ）	1914.80	容许土壤流失量 [t/(km ² a)]			500
水土流失预测总量（t）	924281	新增水土流失量（t）			723329
水土流失防治标准执行等级	木里支线木里路段执行青藏高原区一级标准，其余路段执行西南岩溶区一级标准				
防治	水土流失治理度（%）	95.68	土壤流失控制比		1.0

指标	渣土防护率 (%)		91.45		表土保护率 (%)		94.45			
	林草植被恢复率 (%)		95.89		林草覆盖率 (%)		22.45			
防治措施及工程量	工程措施			植物措施			临时措施			
主体工程区	路基工程区	表土剥离 2.86 万 m ³ 、骨架护坡 1.71 万 m ² 、排水工程 69.35km。			直接喷播植草 15.80 万 m ² 、挂三维网植草 13.65 万 m ² 、中央分隔带绿化 13.70hm ² 、乔木 21.24 万株、灌木 56.64 万株、草籽 2371kg、覆土 3.50 万 m ³ 。			土袋临时拦挡 17.55km、临时排水沟 20.81km、无纺布 67.61 万 m ² 。		
	桥涵工程区				绿化面积 43.91hm ² 、栽植灌木 17.56 万株、撒播草籽 4391kg。			泥浆沉淀池 325 个、临时排水沟 40800m。		
	隧道工程区	表土剥离 11.16 万 m ³ 、排水工程 9975m。			播植草 16575m ² 。			临时排水沟 22800m、临时沉沙池 180 个。		
	交叉工程区	表土剥离 32.54 万 m ³ 、骨架护坡 73.66 万 m ² 、排水工程 101.22km。			直接喷播植草 6.89 万 m ² 、挂三维网植草 9.70 万 m ² 、乔木 8.84 万株、灌木 23.57 万株、草籽 8840kg、覆土 45.58 万 m ³ 。			临时排水沟 30400m、临时沉沙池 159 个。		
	沿线设施区	表土剥离 4.62 万 m ³ 、骨架护坡 1.41 万 m ² 、排水工程 5.77km。			直接喷播植草 2.80 万 m ² 、乔木 1.68 万株、灌木 4.48 万株、草籽 1681kg、覆土 6.45 万 m ³ 。			临时排水沟 1730m、临时沉沙池 9 个。		
弃渣场区	表土剥离 56.03 万 m ³ 、挡渣墙 2940m、拦渣坝 1051m、挡水坝 454m、排洪沟 39160m、截水沟 41411m、排水沟 12465m、护岸 530m、排水盲沟 34900m、沉沙池 76 个、土地整治 310.98hm ² 。			绿化面积 198.31hm ² 、乔木 24.11 万株、灌木 79.34 万株、撒播草籽 31098kg、覆土 56.03 万 m ³ 。			无纺布 66.10 万 m ² ，临时排水沟 26360m			
施工生产生活区	表土剥离 1.67 万 m ³ 、土地整治 41.40hm ² 。			绿化面积 3.10hm ² 、乔木 4650 株、灌木 12400 株、草籽 1185kg、覆土 1.67 万 m ³ 。			临时排水沟 13500m、沉沙池 65 个、材料堆放场土袋拦挡 3350m。			
施工道路区	表土剥离 89.80 万 m ³ 、路基排水 812.95km、骨架护坡 17.98hm ² 、土地整治 416.60hm ² 。			施工期边坡挂三维网植草 158.20hm ² 、直接喷播植草 175.0hm ² 、施工结束后绿化 275.90hm ² 、乔木 41.38 万株、灌木 110.36 万株、草籽 41385kg、覆土 89.80 万 m ³ 。			临时排水沟 77.50km、沉沙池 390 个、道路下边坡土袋临时拦挡 75km。			
表土临时堆放场	土地整治 75.90hm ² 。			绿化面积 12.06hm ² 、乔木 0.81 万株、灌木 2.16 万株、草籽 1089kg。			临时排水 59200m，临时沉沙池 185 个，土袋挡墙 44200m、撒播草籽 3795kg、无纺布苫盖 91.08 万 m ² 。			
投资 (万元)	441175.11			33272.22			16403.59			
水土保持总投资 (万元)	542472.95			独立费用 (万元)			6356.43			
监理费 (万元)	1217.23			监测费 (万元)	1665.00		补偿费 (万元)	2489.24		
分省措施费 (万元)	—			分省补偿费 (万元)			—			
方案编制单位	四川省交通勘察设计研究院有限公司			建设单位			凉山彝族自治州交通运输局			
法定代表人	刘四昌			法定代表人			龚平			
地址	成都市太升北路 35 号			地址			西昌市商业街二段 53 号			
邮编	610017			邮编			615000			
联系人及电话	徐小军 028-86916839			联系人及电话			周慎吾 18919500135			
传真	028-86916839			传真			0834-3226019			
电子信箱	372976416@qq.com			电子信箱			lszjtj_wzxx@163.com			

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

2.1.1.1 地理位置

G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路位于四川省凉山彝族自治州西昌市、盐源县和木里县境内。本项目由主线、西昌支线、木里支线和泸沽湖支线四部分组成，项目路线全长 249.359km。地理区间位于北纬 $27^{\circ} 29'$ - $27^{\circ} 55'$ ，东经 $100^{\circ} 55'$ - $102^{\circ} 22'$ 。

主线总体为由东至西走向，起于西攀高速西木互通南约 4km 处，设黄联关枢纽互通与西攀高速进行交通转换，止于四川云南两省省界处的四川省长柏乡白杨村附近的大华山隧道起点，路线长 158.475km。西昌支线起于喜德县东河乡（西昌市代管）附近，与西昌至昭通高速公路交叉，止于主线和西攀高速交叉的黄联关枢纽互通，路线长 38.964km。木里支线在项目主线 A6K172+000 附近右侧向北展线，起于卧罗河左岸元宝村附近，与项目主线 A6 线设元宝枢纽互通相接，止于木里县城入城口 G227 公路上，路线长 39.200km。泸沽湖支线在项目主线 AK181+700 附近左侧先向西布线，于项目主线 AK186+300 附近设洼里 1#大桥下穿通过，然后再向北展线。起于官田坝，与项目主线 AK 线设泸沽湖互通相接，止于盖祖乡，路线长 12.720km。

本项目地理位置见附图 2.1.1-1。

2.1.1.2 技术标准

根据路网规划、沿线地形、地质条件和交通量预测结果，按照《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）的有关规定，本项目的主线、西昌支线、木里支线和泸沽湖支线均按全部控制出入、全立交的双向四车道高速公路标准建设，设计速度 80km/h，路基宽度 25.5m。

主要技术标准见表 2.1-1。

表 2.1-1 主要技术标准表

序号	指标名称	单位	技术指标		采用值
			整体式路基	分离式路基	
1	地形类别		中山		
2	公路等级		高速公路	高速公路	高速公路
3	设计速度	km/h	80	80	80
4	路基宽度	m	25.5	12.75	25.5/12.75
5	行车道宽度	m	4×3.75	2×3.75	4/2×3.75
6	平曲线极限最小半径	m	250	250	-
7	平曲线一般最小半径	m	400	400	710
8	最大纵坡	%	5	5	4.4
9	最小坡长	m	200	200	475
10	凸形竖曲线最小半径	m	3000	3000	9000
11	凹形竖曲线最小半径	m	2000	2000	10000
12	汽车荷载等级		公路-I级	公路-I级	公路-I级
13	路面结构类型		沥青砼	沥青砼	沥青砼
14	桥梁宽度	m	2×12.5	12.5	2/1×12.5
15	隧道宽度	m	2×10.25	10.25	2/1×10.25
16	桥涵及路基设计洪水频率		1/100	1/100	1/100
17	特大桥设计洪水频率		1/300	1/300	1/300

2.1.1.3 路线走向及主要控制点

1. 路线走向

本项目路线全长 249.359km，由主线、西昌支线、木里支线和泸沽湖支线四部分组成。

主线：推荐方案（A+A6+A）线起于西攀高速西木互通南约 4km 处（起点桩号 AK37+000），以黄联关枢纽互通与西攀高速进行交通转换，此后路线跨安宁河，沿摩挲沟前行至海拔 1613m 左右设磨盘山隧道（9235m）穿越磨盘山，设得力铺互通与地方道路相连接后，再以钢桁梁悬索桥（主跨 680m）跨雅砻江后，沿雅砻江右岸布线逆流而上，多以桥梁和隧道通过至平川河沟，沿平川河右岸展线升坡，经平川镇（线位与平川镇的高差约 220m）设平川互通与平川镇及 G348（原 S307）线相连接，在平川镇南侧的罗家沟采用回头展线，此后路线在平川河右岸利用地形展线布设，设玛璜铺互通与 G348 线相连接后，在平川河上游海拔 2490m 附近设小高山隧道

(12985m) 穿越小高山后, 路线经过盐源坝子由东向西北布线 (盐源坝子海拔 2400-2600m 之间), 于盐源县城北侧约 8km 过境绕县城, 设盐源互通、果场互通与盐源县及 G227 线相连接, 后 A 线与 A6 线相接 (AK139+000=A6K139+000) 在棉桠乡附近设棉桠互通与 G227 线相连接, 于海拔约 2655m 左右设牦牛山隧道 (长 9920m) 穿越牦牛山, 出洞后路线向西北布设, 并设标高 2380m 的钢桁梁悬索桥 (主跨 1450m) 跨卧罗河, 随后路线折向西南, 于盐源县盖租乡元宝村附近设元宝枢纽互通与木里支线相接, 之后继续沿西南布线, 于麦架坪附近与 A 线相接 (A6K180+350=AK180+500), A 线路在官田坝设泸沽湖互通与泸沽湖支线相连接, 于 AK184+200 路线设置钢桁梁斜拉桥 (主跨 160+360+160m) 跨过永宁河及 S221 线后, 路线于长柏乡西北侧通过, 设长柏互通与长柏乡及 S221 线相连接后, 设大华山隧道 (6085m) 穿越四川云南两省省界, 省界节点桩号为 AK198+900。根据川滇两省接线协议, 省界处的大华山隧道由云南省建设和管理, 本项目终点桩号为 AK195+625, 因此本项目主线四川境建设里程 158.475km。

西昌支线: 推荐方案 (A0+A) 起于喜德县东河乡附近, 设东河枢纽互通与西昌至昭通高速公路相接。采用隧道形式穿越山体, 经东河乡进入西昌市, 在川兴镇尔乌上跨 G348 线 (设川兴互通与 G348 线相接), 经帽帽山, 而后沿大兴乡东侧的山脚布线, 在大兴乡附近预留西宁高速枢纽互通后, 在三道沟附近采用隧道形式穿越花果山后 A0 线路与 A 线相接 (A0K20+964=AK19+000)、A 线避让马厂水库, 而后转向西, 避让邛海泸山风景区规划用地、军事用地和高压输电铁塔, 跨越鹅掌河, 在海南乡上跨 G248 (设海南互通与 G248 线相接) 后采用隧道形式穿越洛古波乡境内的王家山, 至西溪乡牛郎村转向南, 而后与国道 G108 平行、沿山脚布线, 两次上跨 G108, 在西溪村新营村转向西, 再次上跨 G108, 止于西攀高速上的黄联关互通, 与主线相接, 路线长 38.964km。

木里支线: 推荐方案 (Z0) 起于卧罗河左岸元宝村附近, 与推荐方案主线 A6 线 (A6K172+000 附近) 设枢纽互通相接后, 路线沿卧罗河左岸向北布设, 设隧道群穿越燕麦坪子、关行山、吉关坪子、上谷梁子后, 于理塘河与卧罗河河流汇合口上游约 3km 处设连续钢构桥跨越理塘河, 后路线沿小金河左岸继续以桥隧等向北布设, 经茨菇地、罗米罗, 跨碾水沟、簸箕萝后, 路线沿 G227 (原 S216) 线附近布设, 止于木里县城附近的 G227 公路上, 路线长 39.200km。

泸沽湖支线: 推荐方案 (L) 起于官田坝, 止于盖租乡, 路线长 12.720km。

2. 主要控制点

本项目主线主要控制点：黄联关、平川镇、盐源、棉桠乡、泸沽湖、终点（长柏乡白杨村附近大华山隧道）。

西昌支线主要控制点：起点（东河乡）、大兴乡、西溪乡、黄联关。

木里支线主要控制点：支线起点（元宝枢纽互通）、支线止点木里县城。

泸沽湖支线主要控制点：官田坝（泸沽湖互通）、终点盖租乡（泸沽湖景区入口）。

推荐线平纵面缩图详见附图 2.1.1-2。

2.1.1.4 路线纵面

本项目路线全长 249.359km，位于西昌市、盐源县和木里县。路线布设高程在 1466.30m-2678.34m，最低点位于 AK55+250 雅砻江特大桥附近，最高点位于 AK195+625 主线终点白杨 2#大桥（即大华山隧道进口）。

推荐路线经过各行政区域路段桩号及布设高程分布情况见表 2.1-3。

表 2.1-3 推荐线行政区划及高程分布一览表

项目	行政区域	起讫桩号	路线长度	布设高程		备注
			km	m		
西昌支线	西昌市	A0K0+000 ~A0K20+964	20.964	1539.77	~2017.36	最高点位于东河枢纽互通内鸟立达大桥附近 A0K1+500
	西昌市	AK19+000 ~AK37+000	18.000	1498.86	~1644.04	最低点位于 AK34+300 附近
主线	西昌市	AK37+000 ~AK53+100	16.100	1466.30	~1626.95	最低点位于雅砻江特大桥中心附近 AK55+250
	盐源县	AK53+100 ~AK139+000	85.900	1595.86	~2610.34	
	盐源县	A6K139+000 ~A6K180+350	41.350	2364.49	~2672.73	
	盐源县	AK180+500 ~AK195+625	15.125	2444.97	~2678.34	最高点位于项目终点白杨 2#大桥终点（即大华山隧道进口）
木里支线	盐源县	Z0K0+000 ~Z0K9+920	9.920	2343.31	~2377.90	最高点位于博柯 1#隧道出口附近 Z0K8+080
	木里县	Z0K9+920 ~Z0K39+200	29.280	1963.17	~2355.67	最低点位于吐故隧道出口至后所隧道进口（Z0K25+080~Z0K25+700）
泸沽湖支线	盐源县	LK0+000 ~LK12+720	12.720	2393.67	~2448.42	最低点位于 LK5+700，最高点位于 LK 线起点 LK0+000
合计			249.359			

2.1.1.5 建设规模

本项目由主线、西昌支线、木里支线和泸沽湖支线四部分组成，路线总长度为 249.359km。设桥梁 58581m/155 座，其中特大桥 12213m/10 座、大桥 44932m/125 座、中桥 1436m/20 座、小桥 58581m/155 座。隧道 112569m/45 座，其中特长隧道 68195m/11 座、长隧道 36459m/18 座、中隧道 4310m/6 座、短隧道 3605m/10 座。桥

隧比为 68.64%。设互通立交 14 处，其中枢纽互通 3 处、一般互通 11 处。管理中心 1 处、路段管理所 3 处、养护工区 4 处、服务区 5 处、停车区 1 处、收费站 12 处。项目永久占用 1063.97hm²，项目土石方开挖 4543.23 万 m³，回填 1133.11 万 m³。路基排水工程 69.35km，路基防护工程 142.88 万 m³；总投资为 552.52 亿元，平均每公里造价 2.22 亿元，土建投建 433.91 亿元。

工程建设规模详见表 2.1-2。

表 2.1-2 本项目推荐线主要工程数量表

指标名称		单位	主线	西昌支线	木里支线	泸沽湖支线	合计
公路等级			高速公路	高速公路	高速公路	高速公路	
设计速度		km/h	80	80	80	80	
路基宽度		m	25.5	25.5	25.5	25.5	
路线长度		km	158.475	38.964	39.2	12.72	249.359
永久占地		hm ²	708.42	175.89	94.37	85.29	1063.97
拆迁建筑物		m ²	304699	60208	12344	22792	400043
拆迁电力、电讯及管线		km	234.10	56.76	12.43	8.92	312.20
项目土石方	挖方	万 m ³	2966.28	536.24	899.90	140.82	4543.23
	填方	万 m ³	733.42	238.44	136.36	24.89	1133.11
	小计	万 m ³	3699.69	774.68	1036.26	165.71	5676.35
路基排水工程		km	48.30	13.31	2.16	5.58	69.35
路基防护工程		万 m ³	99.72	27.21	4.60	11.34	142.88
特殊路基处理长度		km	17.56	1.15	0.96		19.67
路面		万 m ²	317.94	85.44	70.78	28.48	502.64
桥梁	特大桥	m/座	6999 /5	4292 /3	922 /2		12213 /10
	大桥	m/座	31404 /89	6948 /17	1942 /7	4638 /12	44932 /125
	中桥	m/座	488 /7	416 /6	386 /5	146 /2	1436 /20
	小计	m/座	38891 /101	11656 /26	3250 /14	4784 /14	58581 /155
隧道	特长隧道	m/座	45115 /6		23080 /5		68195 /11
	长隧道	m/座	17904 /10	8395 /4	8490 /3	1670 /1	36459 /18
	中隧道	m/座	2380 /3		1240 /2	690 /1	4310 /6
	短隧道	m/座	2340 /7	880 /2	385 /1		3605 /10
	小计	m/座	67739 /26	9275 /6	33195 /11	2360 /2	112569 /45
	斜井	m/座	19105 /5		1725 /1		20830 /6
	互通匝道隧道	m/座	693 /2	3210 /4			3903 /6
桥隧比		%	67.29	53.72	92.97	56.16	68.64
涵洞（含通道）		m/道	7085 /202	2640 /72	329 /9	731 /20	10785 /303
人行天桥		m/道	1120 /16	420 /6		70 /1	1610 /23
渡槽		m/道	897 /9	195 /3		65 /1	1157 /13
互通	枢纽式	处	2	1			3
	一般式	处	8	3			11
	小计	处	10	4			14
总投资		万元	3653693.56	861962.75	800590.79	208970.87	5525217.97
平均每公里造价		万元	23055.33	22122.03	20423.23	16428.53	22157.68
土建投资		万元	2917524.24	641559.97	630054.99	149958.16	4339097.37

2.1.2 项目组成及工程特性

G7611线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程为新建工程，工程主要由路基、路面、隧道、桥梁、交叉工程及沿线设施等永久建筑物和弃渣场、施工生产生活区、施工道路和表土临时堆放场等施工临时设施组成。本工程项目组成及各单元工程主要特性见表2.1-4。

表 2.1-4 项目组成及主要技术指标表

一、项目的基本情况							
1	项目名称	G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程					
2	建设地点	凉山州西昌市、盐源县和木里县		所在流域	长江流域		
3	公路等级	高速公路		4	工程性质	新建	
5	项目实施机构	凉山彝族自治州交通运输局					
6	技术指标	路线长度	设计速度	路基宽度	路面结构	最大纵坡	
		km	km/h	m			
	主线	158.475	80	25.5	沥青砼	4.4	
	西昌支线	38.964	80	25.5	沥青砼	4.4	
	木里支线	39.200	80	25.5	沥青砼	4.4	
	泸沽湖支线	12.720	80	25.5	沥青砼	4.4	
7	总投资（万元）	5525217.97	8	土建投资（万元）	4339097.37		
9	建设期	2021 年 7 月开工建设，2026 年 6 月建成通车，建设工期 5 年					
二、项目组成及主要工程数量							
项目组成		占地面积（hm ² ）			主要工程数量		
		合计	永久占地	临时占地	项目类别	工程数量	
主体工程区	路基工程	563.08	563.08		路基	km	68.085
	桥涵工程	131.74	131.74		隧道	m/座	112569/45
	隧道工程	66.25	66.25		桥梁	m/座	58581/155
	交叉工程	246.92	246.92		涵洞(含通道)	m/道	10785/303
	沿线设施	55.98	55.98		互通立交	处	14
施工生产生活区		7.90		7.90	管理中心	处	1
施工道路		500.32		500.32	服务区	处	5
弃渣场		330.55		330.55	养护工区	处	4
表土临时堆放场		12.06		12.06	路段管理所	处	3
合计		1914.80	1063.97	850.83	收费站	处	12
三、项目土石方挖填工程量（万 m ³ ，自然方）							
项目组成		挖方	填方	调入	调出	综合利用	弃方
一般路基		984.87	173.65		103.84		707.38
特殊路基		19.47	19.47	19.47			19.47
桥梁工程		16.45					16.45

隧道工程	2549.55	10.97		104.66	121.26	2312.67
交叉工程	524.34	434.03	116.37	7.25	5.78	193.66
沿线设施	147.03	204.93	64.71	2.32		4.49
施工生产生活区	7.49	6.21				1.28
施工道路	237.39	209.65				27.68
弃渣场	56.03	73.54	17.51			
表土临时堆放场	0.62	0.62				
合计	4543.23	1133.11	218.06	218.06	127.04	3283.08

2.1.3 工程布置及主要建筑物

2.1.3.1 路基工程

1.路基横断面

根据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)相关规定,本项目路基宽度为 25.5m。横断面布置为: 2m 中央分隔带+2×0.5m 路缘带+4×3.75m 行车道+2×3.0m 硬路肩+2×0.75m 土路肩 = 25.5m。

路基标准横断面详见附图 2.1.3-1。

2.路基工程用地红线

根据《公路工程项目建设用地指标》(建标[2011]124号)和主体设计可研报告,路基工程用地包括路基宽度、护坡道、碎落台、排水设施、防护设施、小桥涵和桥梁桥台等的用地面积,其中路基宽度由行车道、中间带和路肩组成。本项目路基长 68.085km,总占地面积为 563.08hm²,平均用地红线宽度约 82.70m。

3.路基边坡

挖方路堑: 根据沿线岩土类别,路线经过区域已建成公路和其它建筑物的人工边坡、自然边坡的稳定情况,本路挖方边坡坡度采用 1: 0.5-1: 1.5,边坡高度每隔 6-10m,设一碎落平台,平台宽 2.0-4.0m。坡面根据岩石破碎程度、岩性等情况,一般采用植草、挂网植草、浆砌片石护面墙、拱形护坡植草、框架锚杆植草等防护措施,以确保路堑边坡稳定。

填方路堤: 填方地段主要利用开挖路基的泥岩、粉砂岩及砂岩等填筑,其边坡坡比为填高 0~8m 采用 1: 1.5; 8~20m 采用 1: 1.75; 在坡率变化处,设一宽 2~3m 的边坡平台。边坡高度小于 4m 时,坡面一般采用植草防护,边坡高度大于 4m 时则多采用网格或拱形护坡结合植草等防护措施;对于陡斜坡路堤,视具体的工程地质条件及地形条件,在通过稳定性验算的基础上,一般采用路肩墙、路堤墙、抗

滑挡墙或桩板墙进行防护；对沿河(溪)段，因受洪水影响，淹没段路基洪水位以下部分，采用设置实体护坡或挡土墙防护以确保路基稳定；局部冲沟、坳沟路段，排水不良、土体常年饱水而形成的软弱地基，分别采用排水疏干、塑料排水板、土工格栅、设置片石盲沟及反压护道等措施处理。

4.不良地质及特殊路基

本项目路线穿越中山地形，项目区不良地质现象主要为软弱地基、泥石流、滑坡、红粘土。

(1)软弱地基

本项目路线沿线的软弱路基主要为浅层软弱路基，主要分在西昌支线邛海东侧的石安村和核桃村，主线起点附近马厂村和盐源县的盐源互通、果场互通附近，处治长度为 12111m。一般采用强夯、换填、碎石桩、排水盲沟等措施综合处理，确保公路的安全运营。软弱地基换填材料砂砾石来源于就近的隧道工程开挖的石方，换填的土方做到随挖随运，及时运至就近弃渣场集中堆置，避免产生新增水土流失。软基换填的土石方量纳入本项目全线土石方平衡（详见 2.4.2.2 项目土石方平衡表中特殊路基），换填过程中的水土流失防治责任属于本项目建设单位。

(2)泥石流

本项目主线和木里支线部分路段存在泥石流，共存在 11 处，均对路线影响较小，采取桥梁型式跨越。

(3)滑坡

本项目主线沿线存在 3 处滑坡，对路线影响较大，采用桩板墙措施进行处治。木里支线存在 1 处滑坡，推荐方案路线采取绕避措施。

(4)红粘土

本项目主线在 AK147+500-AK153+500 路段路基表土为第四系坡残积红粘土，褐红色，干燥，硬塑~可塑状，厚度 5.5~10.2m。下伏基岩为三叠系中统白山组灰岩。红粘土对路线影响较小，采用垫层换填处理，并做好排水措施。

本项目不良地质地段详见表 2.1.3.1-1，特殊路基处理措施工程量统计见表 2.1.3.1-2。

表 2.1.3.1-1 不良地质地段统计表

编号	类型	位置	长度	主要特征	影响评价	建议处理措施
一	软弱路基		12111			
1	西昌支线		1148			
R1	软弱路基	A0K10+433 ~ A0K10+725	292	路线从水田通过，为软基地层。路基土表层覆盖第四系全新统坡洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 2.0~3.0m，下伏基岩为泥岩。	对路线影响较小	建议采用碎石土换填表层 1.0~2.0m 粘土。
R2	软弱路基	A0K20+108 ~ A0K20+964	856	路线从水田通过，为软基地层。路基土表层覆盖第四系全新统坡洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 2.0~3.0m，下伏基岩为泥岩。	对路线影响较小	建议采用碎石土换填表层 1.0~2.0m 粘土。
2	主线		10963			
R3	软弱路基	AK37+608 ~ AK39+757	2149	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 1.0~2.0m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石土换填表层 1.0~2.0m 粘土。
R4	软弱路基	AK40+643 ~ AK40+897	254	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 2.0~3.0m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石土换填表层 1.0~2.0m 粘土。
R5	软弱路基	AK41+563 ~ AK42+092	529	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 2.0~3.0m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石土换填表层 1.0~2.0m 粘土。
R6	软弱路基	AK42+640 ~ AK43+710	1070	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 2.0~3.0m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石土换填表层 1.0~2.0m 粘土。
R7	软弱路基	AK117+040 ~ AK117+180	140	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统坡洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 5.0~7.0m，下伏昔格达组泥岩。	对路线影响较小	建议采用碎石桩处治。
R8	软弱路基	AK117+570 ~ AK117+880	310	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统坡洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 5.0~7.0m，下伏昔格达组泥岩。	对路线影响较小	建议采用碎石桩处治。
R9	软弱路基	AK120+368 ~ AK120+792	424	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 2.0~3.0m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石土换填表层 1.0~2.0m 粘土。

编号	类型	位置	长度	主要特征	影响评价	建议处理措施
R10	软弱路基	AK122+945 ~ AK123+120	175	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 2.0~3.0m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石土换填表层 1.0~2.0m 粘土。
R11	软弱路基	AK126+400 ~ AK128+452	2052	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 5.0~6.0m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石桩处治。
R12	软弱路基	AK128+688 ~ AK129+662	974	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 6.0~8.0m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石桩处治。
R13	软弱路基	AK129+818 ~ AK131+652	1834	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统冲洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 10.6~12.3m，下部为卵砾石土。	对路线影响较小	建议采用碎石桩处治。
R14	软弱路基	AK133+640 ~ AK134+692	1052	路线从水田通过，为软基地层。路基土上部覆盖第四系全新统坡洪积粘土，褐黄色，湿，软塑~可塑状，厚度 5.0~6.0m，下伏昔格达组泥岩。	对路线影响较小	建议采用碎石桩处治。
二	泥石流		680			
1	主线		220			
N1	泥石流	AK53+320 ~ AK53+420	100	路线从泥石流流通区通过，该泥石流形成区面积 0.25km ² 。流通区长 1500m，“V”型切割，坡降比 30%，谷坡约 40°。堆积扇体长 10m，宽 20m，厚 1m。堆积物由碎石土组成。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
N2	泥石流	AK53+740 ~ AK53+780	40	路线从泥石流流通区通过，该泥石流形成区为一小型沟谷两侧，较小，流通区呈“V”字型，堆积区呈扇形，宽约 40m，长约 20m，厚约 1m，粒径小于 0.5m，由块碎石块组成。为小型沟谷型泥石流。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
N3	泥石流	AK53+960 ~ AK54+000	40	路线从泥石流流通区通过，该泥石流形成区面积 0.20km ² 。流通区长 1200m，“V”型切割，坡降比 30%，谷坡约 40°。堆积扇体长 10m，宽 20m，厚 1m。堆积物由碎石土组成。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
N4	泥石流	AK54+080 ~ AK54+100	20	路线从泥石流流通区通过，该泥石流形成区面积 0.20km ² 。流通区长 1200m，“V”型切割，坡降比 30%，谷坡约 40°。堆积扇体长 10m，宽 20m，厚 1m。堆积物由碎石土组成。	对路线影响较小	建议设桥跨越。

编号	类型	位置	长度	主要特征	影响评价	建议处理措施
N5	泥石流	AK54+640 ~ AK54+660	20	路线从泥石流流通区通过，该泥石流形成区为一小型沟谷两侧，较小，流通区呈“V”字型，堆积区呈扇形，宽约 20m，长约 10m，厚约 1m，粒径小于 0.5m，由块碎石块组成。为小型沟谷型泥石流。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
2	木里支线		460			
N6	泥石流	Z0K18+140 ~ Z0K18+220	80	形成区为一小型沟谷两侧，较小，流通区呈“V”字型，堆积区呈扇形，宽约 100m，长约 60m，厚约 2m，粒径小于 0.5m，由块碎石块组成。为小型沟谷型泥石流。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
N7	泥石流	Z0K24+240 ~ Z0K24+340	100	形成区为一小型沟谷两侧，较小，流通区呈“V”字型，堆积区呈扇形，宽约 170m，长约 80m，厚约 2m，粒径小于 0.5m，由块碎石块组成。为小型沟谷型泥石流。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
N8	泥石流	Z0K26+040 ~ Z0K26+100	60	形成区面积 0.25km ² 。流通区长 2200m，“V”型切割，坡降比 30%，谷坡约 45°。堆积扇体长 10m，宽 20m，厚 1m。堆积物由碎石土组成。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
N9	泥石流	Z0K29+060 ~ Z0K29+140	80	形成区为一小型沟谷两侧，较小，流通区呈“V”字型，堆积区呈扇形，宽约 140m，长约 60m，厚约 2m，粒径小于 0.5m，由块碎石块组成。为小型沟谷型泥石流。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
N10	泥石流	Z0K31+780 ~ Z0K31+880	100	形成区为一小型沟谷两侧，较小，流通区呈“V”字型，堆积区呈扇形，宽约 140m，长约 80m，厚约 2m，粒径小于 0.5m，由块碎石块组成。为小型沟谷型泥石流。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
N11	泥石流	Z0K33+750 ~ Z0K33+790	40	形成区面积 0.2km ² 。流通区长 2000m，“V”型切割，坡降比 30%，谷坡约 45°。堆积扇体长 40m，宽 20m，厚 1m。堆积物由碎石土组成。	对路线影响较小	建议设桥跨越。
三	滑坡		880			
1	主线		380			
H1	滑坡	AK61+640 ~ AK61+740	100	路线从滑坡体后缘通过，为一松散层滑坡。滑坡体由坡积的碎石土组成。该滑坡体宽 100m，长 130m，厚约 3~5m。滑坡规模较小，在降雨、扰动等影响下极易产生剧烈滑动。	对路线影响较大	建议设置桩板墙。

编号	类型	位置	长度	主要特征	影响评价	建议处理措施
H2	滑坡	AK61+970 ~ AK62+050	80	路线从滑坡体前缘通过，为一松散层滑坡。滑坡体由坡积的碎石土组成。该滑坡体宽 80m，长 85m，厚约 3~4m。滑坡规模较小，在降雨、扰动等影响下极易产生剧烈滑动。	对路线影响较大	建议设置桩板墙。
H3	滑坡	AK71+940 ~ AK72+140	200	路线从滑坡体中部通过，为一松散层滑坡。滑坡体由坡积的碎石土组成。该滑坡体宽 200m，长 380m，厚约 3~4m。滑坡规模中等，在降雨、扰动等影响下极易产生剧烈滑动。	对路线影响较大	建议设置桩板墙。
2	木里支线		500			
H1	滑坡	Z0K22+870 ~ Z0K23+370	500	该滑坡位于路线右侧，距离路线中桩约 200m，为库岸再造引起的坡体滑塌。滑坡体由坡积的碎石土组成。该滑坡体宽 500m，长 300m，厚约 10~15m。滑坡规模中等，在降雨、扰动等影响下极易产生剧烈滑动。	对路线无影响	已绕避。
四	红粘土		6000			
1	主线		6000			
T1	红粘土	AK147+500 ~ AK153+500	6000	路基土表层为第四系坡残积红粘土，褐红色，干燥，硬塑~可塑状，厚度 5.5~10.2m。下伏基岩为三叠系中统白山组灰岩。	对路线影响较小	红粘土不能作为填料使用，建议采用垫层换填处理，并做好排水措施。

表 2.1.3.1-2 特殊路基防护工程数量表

项目	行政区域	换填	塑料排水板	排水盲沟	强夯	碎石桩	SNS 主动 柔性防护网	桩板墙
		m ³	m	m ³	m ²	m	m ²	m
西昌支线	西昌市	26450	122926	13241	8248			
主线	西昌市	146920	41520	5450	3032			
	盐源县	21310	557727	45861	29858	46298	27080	227114
木里支线	盐源县							
	木里县						540	
泸沽湖支线	盐源县							
合计		194680	722173	64552	41138	46298	27620	227114

5.路基、路面排水

路基、路面排水设计的原则为：排水体系畅通，不产生积水；公路排水系统与沿线农田灌溉系统、水塘各成体系；路基排水尽可能结合沿线排洪(涝)渠、自然沟谷，形成完整的排水体系；路基排水设计遵循“节约土地、少占农田耕地”的原则；排水设计重现期为 15 年。边沟纵坡一般不小于 5‰，在特殊困难地段纵坡不小于 3‰，将路面水和坡面水横向引入桥涵进、出水口，在排除路基以外。

对于挖方边坡，在挖方边坡坡口以上 1m 适当位置处设置截水沟，将坡面水引至挖方边坡以外。坡面进行分级开挖，路堑平台内侧设排水沟。根据地形条件的变化情况，设置坡面两侧设急流槽或跌水井进行消能，以防止路基被冲刷，影响路基稳定。本项目路基工程排水系统包括边沟、截水沟、排水沟、急流槽、沉沙池及顺接工程等排水设施，各排水设施须联通、顺畅，最后由顺接工程接引至自然沟渠内。各排水设施工程量全部由排水工程计列。

超高路段采用集中排水的方式：超高段中央分隔带排水采用在中央分隔带内侧设置纵向排水沟，通过集水井、横向排水管排至路侧，汇入泄水槽排至路侧排水沟中。纵向排水沟（带盖板）设置与路缘带内，对行车无影响。

中央分隔带排水：中央分隔带采用凸起式路缘石，中间填土绿化。在中央分隔带底部采用碎石盲沟，通过软式透水管、集水井、横向排水管、导流槽将水排出边坡、流入路堤边沟。

公路排水设计降雨重现期：路面和路肩表面排水为 5 年，路界内坡面排水为 15 年。边沟分为盖板边沟和无盖板边沟，均采用矩形断面。盖板边沟采用 50cm × 70cm，衬砌厚度 30cm，对于地下水富集路段，边沟底部设碎石盲沟，并埋设 φ10 带孔波

纹管。无盖板边沟采用 60cm×60cm，衬砌厚度 40cm。截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，深 50cm，边坡坡比 1:0.5-1:1，衬砌厚度 25cm。顶截水沟采用半矩形断面 40cm×40cm，靠边坡一侧随边坡坡度，衬砌厚度 15cm；沉沙池一般采用长×宽×高=120cm×100cm×100cm，C20 或 C25 现浇混凝土砌筑，厚度 40cm。边沟、排水沟下游与沉沙池连接，经沉淀后的排水与附近天然沟渠连接；地形坡度较陡路段可经急流槽（含效能坎、消力池）效能、防冲处理后再与沉沙池连接。

经统计，本项目共设排水工程 69.35km，其中西昌支线 13.31km、主线 48.30km、木里支线 2.16km、泸沽湖支线 5.58km。

路基排水工程数量见表 2.1.3.1-3，路基排水工程设计见附图 2.1.3-2。

表 2.1.3.1-3 推荐线路基排水工程数量表

项目	行政区域	里程	排水工程			
			长度	C20 砼	C25 砼	防水土工布
		km	km	万 m ³	万 m ³	万 m ²
西昌支线	西昌市	38.964	13.31	4.07	0.25	3.36
主线	西昌市	16.100	4.62	1.41	0.09	1.17
	盐源县	142.375	43.68	13.37	0.83	11.03
木里支线	盐源县	9.920	0.16	0.06	0.01	0.04
	木里县	29.280	2.00	0.67	0.04	0.53
泸沽湖支线	盐源县	12.720	5.58	1.93	0.11	1.65
合计		249.359	69.35	21.51	1.33	17.78

6.路基防护

(1)填方路基

当路堤边坡高度 ≤4.0m 时，边坡防护进行植草皮、喷播草籽、三维网植草和喷混植生等多种方案比较，选择合理的防护型式。

当路堤边坡高度 >4.0m 时，边坡防护进行衬砌拱植草、浆砌片石（或混凝土预制块）格网植草等多种方案比较，选择合理的防护型式。衬砌拱、格网的型式可根据沿线的自然景观力求美观、自然和多样化。

沿河路基段设计水位加 0.5m 以下的路基边坡采用实体护坡或护脚防护，护坡厚度与护脚高度根据需要确定。

在地面横坡较大的路段，视具体情况采用路肩挡土墙、护肩或护脚墙进行防护。

(2)挖方边坡

对土质或全强风化岩石等易生长植被的挖方边坡，边坡采用挂三维网喷播植草

防护。对弱风化花岗岩、砾岩等不易生长植被的岩石边坡，根据边坡坡率、高度采用喷射种植混合基材植被进行边坡防护。

边坡高度小于 10m 时，坡面采用挂网植草防护。

边坡高度在 10~15m 时，坡面采用菱形骨架植草防护。

边坡高度大于 20m 时，采用锚杆框架梁加固防护。

在沿线半填半挖、地面横坡较陡的情况下设置挡土墙。此外在填方路堤桥头、避免拆迁建筑物等高地段设置，对部分经过水田及改沟地段的路段根据需要设置支挡工程。路堑地段顾及路基景观设计及行车视觉影响，一般情况下不设置挡土墙。

路基防护措施工程数量见表 2.1.3.1-4，路基防护工程设计图见附图 2.1.3-3。

表 2.1.3.1-4 推荐线路基防护工程数量表

项目	行政区域	一般路基防护	其他路基防护							
		C20 砼	撒播植草	乔木	灌木	草籽	挂三维网植草	骨架护坡	C20 砼	覆土
		万 m ³	万 m ²	万株	万株	kg	万 m ²	万 m ²	万 m ³	万 m ³
西昌支线	西昌市	27.16	2.77	4.07	10.86	416	2.64	0.30	0.05	0.61
主线	西昌市	9.42	1.00	1.41	3.77	149	0.91	0.11	0.02	0.22
	盐源县	89.10	10.06	13.37	35.64	1509	8.65	1.09	0.18	2.23
木里支线	盐源县	0.34	0.06	0.05	0.14	8	0.03	0.01	0.01	0.01
	木里县	4.24	0.52	0.64	1.70	78	0.42	0.06	0.01	0.12
泸沽湖支线	盐源县	11.32	1.39	1.70	4.53	209	1.00	0.14	0.02	0.31
合计		141.58	15.80	21.24	56.64	2371	13.65	1.71	0.30	3.50

(3)中央分隔带

本项目中央分隔带采用灌草景观绿化，根据工程区气候条件及高速公路景观绿化要求，灌木栽植间距为 80cm~100cm，主要选用红叶石楠、金叶女贞、毛叶丁香、木槿等；草种撒播密度为 150kg/hm²，主要选用狗牙根、高羊茅、紫花苜蓿等物种。

表 2.1.3.1-5 推荐线中央路基防护工程数量表

项目	行政区域	里程	中央分隔带			
			绿化面积	覆土	撒播草籽	灌木
			hm ²	万 m ³	kg	万株
西昌支线	西昌市	38.964	2.41	1.21	362	1.00
主线	西昌市	16.100	0.87	0.44	131	0.36
	盐源县	142.375	8.75	4.38	1313	3.65
木里支线	盐源县	9.920	0.05	0.03	8	0.02
	木里县	29.280	0.50	0.25	75	0.21
泸沽湖支线	盐源县	12.720	1.12	0.56	168	0.46
合计		249.359	13.70	6.85	2055	5.71

7.高填深挖路段分布

本项目位于四川省南部凉山州西昌市、盐源县和木里县，路线经过区域属中山地貌类型。西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区，木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。

经统计，本项目挖深大于 30m 路段有 16 处，填高大于 8m 路段有 35 处，无填高大于 20m 路段。路线主深挖路段开挖的土石方可以用于前后填筑回填；高填路段主要集中在半挖半填路段，不仅减小路堑开挖高度，还可以回填路基开挖土石方，进一步减少土石方余方。推荐路线高填深挖路段统计见表 2.1.3.1-6。

高填深挖路段是水土流失极易发生的部位，下阶段主体工程应对深挖路段进行优化路基设计，调整平纵面指标，使路基挖方最大高度不宜超过规范要求的 30m。对于保留的深挖路段，设计中应进行隧道方案优化论证，同时应加强边坡防护设计，施工时应提前在周边布设截排水措施，雨季及时对开挖裸露面进行遮盖，以减少水土流失及生态环境破坏。

表 2.1.3.1-6 高填深挖路段统计表

项目	序号	起讫桩号	施工类型	高填>8m,深挖>30 路段 (m)				备注
				长度	最大填高	最大挖深	平均高度	
西昌支线	1	A0K3+580 ~A0K3+627	填方路段	47	15.74		11.62	利用 A0K3+771~A0K3+900 开挖土石方, 减少余方
	2	A0K3+771 ~A0K3+900	挖方路段	129		35.16	34.19	用于 A0K3+580~A0K3+627 段填筑, 减少借方
	3	A0K6+783 ~A0K6+851	挖方路段	68		40.18	36.99	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	4	A0K8+499 ~A0K8+614	挖方路段	115		34.54	33.19	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	5	AK25+826 ~AK25+899	填方路段	73	13.78		11.86	王家山隧道出口利用洞渣, 减少余方
	6	AK27+094 ~AK27+188	填方路段	94	12.69		10.39	营盘村隧道进口利用洞渣, 减少余方
	7	AK27+661 ~AK28+057	填方路段	396	11.48		10.35	营盘村隧道进口利用洞渣, 减少余方
	8	AK28+909 ~AK29+061	填方路段	152	9.16		8.72	营盘村隧道出口利用洞渣, 减少余方
	9	AK29+718 ~AK29+945	填方路段	227	13.58		10.72	营盘村隧道出口利用洞渣, 减少余方
	10	AK31+164 ~AK31+226	挖方路段	62		37.43	34.24	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	11	AK34+737 ~AK34+852	填方路段	115	9.36		9.14	利用 K34+586~K34+660 开挖土石方, 减少余方
	合计		挖方路段	374				西昌支线深挖>30m 路段 4 处
			填方路段	1104				西昌支线高填>8m 路段 7 处
			小计	1478				
	1	AK37+018 ~AK37+292	填方路段	274	9.74		9.58	连接安宁河大桥
	2	AK40+205 ~AK40+465	填方路段	260	13.45		10.31	利用磨盘山隧道进口洞渣, 减少余方
	3	AK40+520 ~AK40+618	填方路段	98	10.52		9.38	利用磨盘山隧道进口洞渣, 减少余方
	4	AK41+864 ~AK42+017	填方路段	153	12.38		10.84	利用磨盘山隧道进口洞渣, 减少余方
	5	AK42+739 ~AK42+933	填方路段	194	13.30		11.31	利用磨盘山寺隧道进口洞渣, 减少余方
	6	AK61+508 ~AK61+728	填方路段	220	15.06		11.26	利用新山隧道进口洞渣, 减少余方
	7	AK63+507 ~AK63+667	填方路段	160	16.21		10.94	利用新山隧道出口洞渣, 减少余方
	8	AK64+428 ~AK64+455	填方路段	27	10.01		9.07	利用蒋家隧道进口洞渣, 减少余方
	9	AK68+236 ~AK68+278	挖方路段	42		40.25	34.76	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	10	AK77+595 ~AK77+606	挖方路段	11		31.24	29.73	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	11	AK80+495 ~AK80+504	挖方路段	9		30.91	29.11	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	12	AK90+484 ~AK90+516	填方路段	32	12.33		10.25	利用 K90+066~K90+350 开挖土石方, 减少余方

项目	序号	起讫桩号	施工类型	高填>8m,深挖>30 路段 (m)				备注
				长度	最大填高	最大挖深	平均高度	
	13	AK90+609 ~AK90+721	填方路段	112	12.04		10.14	利用 K90+066~K90+350 开挖土石方, 减少余方
	14	AK92+076 ~AK92+121	填方路段	45	13.99		11.27	利用 K91+950~K92+052 开挖土石方, 减少余方
	15	AK93+016 ~AK93+084	填方路段	68	11.65		9.71	利用 K93+149~K93+280 开挖土石方, 减少余方
	16	AK96+537 ~AK96+567	填方路段	30	8.55		8.33	利用小高山隧道进口洞渣, 减少余方
	17	AK109+875 ~AK110+010	填方路段	135	11.04		10.56	利用小高山隧道出口洞渣, 减少余方
	18	AK110+330 ~AK110+402	填方路段	72	17.63		12.92	利用小高山隧道出口洞渣, 减少余方
	19	AK110+569 ~AK110+615	填方路段	46	18.53		13.20	利用小高山隧道出口洞渣, 减少余方
	20	AK112+129 ~AK112+417	挖方路段	288		43.83	35.33	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	21	AK114+383 ~AK114+450	挖方路段	67		31.82	30.70	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	22	AK115+029 ~AK115+161	填方路段	132	18.21		14.30	利用 K114+383~K114+450 和 K114+849+K114+851 开挖土石方, 减少余方
	23	AK120+223 ~AK120+347	填方路段	124	13.57		11.45	利用 K119+905~K120+177 开挖土石方, 减少余方
	24	AK121+934 ~AK122+030	挖方路段	96		39.23	35.26	用于 K121+328~K121+567 段填筑, 减少借方
	25	AK126+216 ~AK126+321	挖方路段	105		34.34	32.13	用于 K125+080~K125+236 段填筑, 减少借方
	26	AK129+683 ~AK129+778	填方路段	95	11.10		10.29	利用 K129+325~K129+625 开挖土石方, 减少余方
	27	AK130+393 ~AK130+475	填方路段	82	9.30		8.83	利用 K129+325~K129+625 开挖土石方, 减少余方
	28	AK130+842 ~AK130+912	填方路段	70	10.61		9.54	利用 K131+270~K131+521 开挖土石方, 减少余方
	29	AK133+392 ~AK133+571	填方路段	179	16.00		13.23	利用 K132+132~K132+859 开挖土石方, 减少余方
	30	AK134+719 ~AK134+841	填方路段	122	15.67		12.22	利用 K133+943~K134+540 开挖土石方, 减少余方
	31	AK138+556 ~AK138+742	填方路段	186	10.72		9.59	利用 K138+834~K139+000 开挖土石方, 减少余方
	32	A6K146+678 ~A6K147+160	填方路段	482	11.29		10.07	利用牦牛山隧道进口洞渣, 减少余方
	33	A6K149+423 ~A6K149+907	填方路段	484	9.52		8.73	利用牦牛山隧道进口洞渣, 减少余方
	34	A6K150+268 ~A6K150+312	填方路段	44	10.24		9.68	利用牦牛山隧道进口洞渣, 减少余方
	35	AK180+619 ~AK180+730	挖方路段	111		36.25	34.51	用于 A4K181+541~A4K181+643 段填筑, 减少借方
		合计	挖方路段	1477				主线深挖>30m 路段 8 处
			填方路段	6134				主线高填>8m 路段 27 处
			小计	7611				
木里支线	1	Z0K8+342 ~Z0K8+407	填方路段	65	10.57		9.62	利用博柯 1#、2#隧道进口洞渣, 减少余方
	2	Z0K28+629 ~Z0K29+051	挖方路段	422		35.34	33.59	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差
	3	Z0K30+409 ~Z0K30+612	挖方路段	203		34.55	32.91	路线贴到山一侧穿过, 设置隧道为浅埋隧道, 地质条件差

项目	序号	起讫桩号	施工类型	高填>8m,深挖>30 路段 (m)				备注
				长度	最大填高	最大挖深	平均高度	
	4	Z0K37+595 ~Z0K37+736	挖方路段	141		33.77	31.06	路线贴到山一侧穿过,设置隧道为浅埋隧道,地质条件差
	5	Z0K38+373 ~Z0K38+583	挖方路段	210		32.14	30.78	路线贴到山一侧穿过,设置隧道为浅埋隧道,地质条件差
	合计		挖方路段	976				木里支线深挖>30m 路段 4 处
			填方路段	65				木里支线高填>8m 路段 1 处
			合计	1041				
泸沽湖支线	泸沽湖支线无高填>8m 和深挖>30m 路段							

2.1.3.2 路面工程

1.设计标准

自然区划：V4—川滇黔高原干湿交替区。

标准轴载：双轮组单轴载 100kN 为标准轴载，以 BZZ-100 表示。

设计年限：沥青路面为 15 年，水泥混凝土路面设计基准期为 30 年。

2.路面结构

全路主线及互通立交各匝道均采用沥青砼路面，收费站采用水泥混凝土路面，其结构型式见表 2.1-10。

表 2.1-10 路面结构组成表

结构层名称	主线	桥梁	隧道	收费站
面层	4cm 改性沥青玛蹄脂碎石 SMA-13C	4cm 改性沥青玛蹄脂碎石 SMA-13C	4cm 改性沥青玛蹄脂碎石 SMA-13C	28cm 水泥混凝土
	6cm 中粒式改性沥青砼 AC-20C	2.5cm 中粒式改性沥青砼 AC-20C	6cm 中粒式改性沥青砼 AC-20C	
	6cm 粗粒式沥青混凝土 AC-25C			
下封层	稀浆封层	下设防水粘结层	下设防水粘结层	
基层	20cm 水泥稳定碎石			19cm 水泥稳定碎石
底基层	36cm 水泥稳定碎石			19cm 水泥稳定碎石
垫层	15cm 级配碎石			
总厚度	87cm	6.5cm	10cm	66cm

2.1.3.3 桥涵工程

1.设计标准

(1)桥面宽度：整体式断面 25.5m，分离式断面 12.75m；

(2)设计荷载：公路-I 级；

(3)设计洪水频率：一般大、中、小桥和涵洞 1/100，特大桥 1/300；

(4)地震烈度：路线经过区域抗震设防烈度为 VII 度、VIII 度和 IX 度，对应设计基本地震动加速度峰值为 0.15g、0.2g、0.3g、0.4g，地震动反应谱特征周期为 0.45s。

(5)通航等级：路线经过的主要河流为安宁河、雅砻江、盖租河、卧罗河、小金河、理塘河、冲天河等，其中雅砻江河段通航等级为 V 级，安宁河河段通航等级为 IX 级。

2.桥涵设计原则

(1)本项目除跨越雅砻江、卧罗河、小金河、理塘河、盖租河、冲天河等规模较大的特殊大桥控制路线走向，路桥统一考虑外，其余桥梁均服从路线走向；除斜拉

桥、悬索桥、钢管混凝土拱桥外，其他桥梁按上、下行车道独立设计。

(2)按照安全、耐久、适用、环保、经济和美观的原则设计桥涵。桥梁高度在 70m 以内采用相对经济、受力简单明确，震后能够快速恢复的简支梁，桥梁高度在 70m 以上采用连续刚构、斜拉桥、悬索桥和拱桥等特殊结构。

(3)桥型结构结合沿线筑路材料分布情况，根据就地取材、节省投资、方便施工和养护的原则，尽量减少桥梁孔跨种类和结构类型，并尽量标准化。常规特大桥、大中桥上部结构一般采用跨径 20m 预应力混凝土简支小箱梁和 30m、40m 预应力混凝土简支 T 梁，桥面连续；下部结构根据桥墩高度采用钢筋混凝土圆柱墩、变截面实心墩或者空心薄壁墩，桥台则根据高度、地形、地质、边坡情况选用重力式 U 型台、桩柱式或肋板式桥台。基础根据地质情况采用挖孔或钻孔灌注桩、明挖扩大基础。涵洞与通道主要采用预制钢筋混凝土盖板涵。

3.桥梁工程概况

本项目路线长度为 249.359km，设特大桥 12213m/10 座、大桥 44932m/125 座、中桥 1436m/20 座，桥梁共计 58581m/155 座，占路线总长度的 23.49%。其中位于互通内桥梁 7336m/14 座。主线、西昌支线、木里支线、泸沽湖支线桥梁设置情况详见表 2.1.3.3-1。

表 2.1.3.3-1 推荐线桥梁统计表

项目	路线长度	桥梁				桥梁比	备注
		特大桥	大桥	中桥	小计		
	km	m /座	m /座	m /座	m /座	%	
西昌支线	38.964	4292 /3	6948 /17	416 /6	11656 /26	29.91	位于互通内桥梁 788m/11 座
主线	158.475	6999 /5	31404 /89	488 /7	38891 /101	24.54	位于互通内桥梁 6548m/3 座
木里支线	39.200	922 /2	1942 /7	386 /5	3250 /14	8.29	
泸沽湖支线	12.720		4638 /12	146 /2	4784 /14	37.61	
合计	249.359	12213 /10	44932 /125	1436 /20	58581 /155	23.49	位于互通内桥梁 7336m/14 座

本项目桥梁以旱桥为主，涉水桥梁 2908m/4 座，采用沙袋筑岛和钢围堰施工。

本项目桥梁设置详见表 2.1.3.3-2，涉水桥梁详见表 2.1.3.3-3。

4.桥梁工程占地

根据《公路工程项目建设用地指标》（建标[2011]124 号）和主体设计可研报告，桥梁工程用地按桥梁上部构造投影面积计算，桥下常水为时水面宽度范围的土地不作为桥梁工程工地。桥梁工程用地不包括桥梁两端桥台、桥头引道的用地面积。本项目桥梁占地总面积为 131.74hm²。

表 2.1.3.3-2 推荐线主要桥梁设置一览表

项目	序号	中心桩号	桥名	行政区域	桥长	桥宽	孔数及跨径	上部结构	备注
					m	m	孔×m		
西昌支线	1	A0K5+325	尔乌特大桥	西昌市	1336	25.5	3×40+100+180+180+100+16×40	钢-混组合梁+连续刚构	跨沟
	2	A0K9+560	张把司河特大桥	西昌市	1746	25.5	6×40+85+3×160+85+21×40	钢-混组合梁+连续刚构	跨张把司河
	3	A0K13+200	三道沟特大桥	西昌市	1210	25.5	30×40	钢-混组合梁	跨沟
主线	4	AK36+895	安宁河特大桥	西昌市	1416	32	47×30	小箱梁+钢-混组合梁	跨安宁河，黄联关枢纽互通内
	5	AK55+875	雅砻江特大桥	盐源县	1818	28	15×40+320+680+210	T梁+钢桁梁斜拉桥	跨雅砻江
	6	A6K168+525	卧罗河特大桥	盐源县	1943	28	4×80+1×1450+2×80	连续钢桁梁+悬索桥	跨卧罗河
	7	A6K172+280	卧龙特大桥	盐源县	1052	25.5	1×30+65+120+65+19×40	T梁+连续刚构	元宝枢纽互通内
	8	AK186+565	永宁河特大桥	盐源县	770	25.5	160+360+160+2×40	T梁+刚桁梁斜拉桥	跨永宁河，G348
木里支线	9	Z0K25+370	理塘河特大桥	木里县	420	25.5	1×30+100+180+100	T梁+连续刚构	跨理塘河
	10	Z0K38+900	刁满特大桥	木里县	502	25.5	2×40+85+160+85+2×40	T梁+连续刚构	跨沟

表 2.1.3.3-3 推荐线涉水桥梁一览表

项目	序号	中心桩号	桥名	行政区域	桥长	桥宽	孔数及跨径	上部结构	跨越河流名称	跨越河流宽度	涉水桥墩	施工方法	备注
					m	m	孔×m			m	组/墩		
西昌支线	1	AK32+675	坝口上大桥	西昌市	116	25.5	5×20	预应力砼筒支小箱梁	西溪河	42	2/4	沙袋筑岛	西溪互通内
	2	AK34+390	西溪河大桥	西昌市	396	25.5	19×20	预应力砼筒支小箱梁	西溪河	22	1/4	沙袋筑岛	
主线	3	AK36+895	安宁河特大桥	西昌市	1416	32	47×30	预应力砼筒支 T 梁	安宁河	209	6/24	钢围堰	黄联关枢纽互通内
	4	AK124+660	大河大桥	盐源县	970	25.5	48×20	预应力砼筒支小箱梁	大河	36	1/4	沙袋筑岛	
					2908								

5.重点桥梁

(1)AK55+875 雅砻江特大桥

路线在得力铺村附近自西南方向跨越雅砻江，桥轴向地形起伏极大，河段位于二滩电站水库回水区，正常蓄水位为 1200.00m，桥面设计高程从 1473.62m-1472.72m，桥面至河面最大垂直高差为 273.62m。桥梁起点至桩号 AK55+500 为一平台，地形较为平缓，老 S307 从桥下通过，之后两侧河谷坡度约 45°，雅砻江水自西北流向东南方向，与路线基本正交，桥轴方向雅砻江河谷宽度约 700m，河段通航等级为 V 级。

桥位河谷底部覆盖漂卵砾石土，两岸山坡上岩石出露，分布有泥岩、砂岩、泥质粉砂岩和炭质页岩。桥位设计基本地震动加速度峰值为 0.2g。

桥梁平面位于直线上，纵面位于坡度 0.5% 的单向坡上。由于桥位河谷宽，高差大，采用大跨度桥梁一跨跨越河谷。主桥采用 320m+680m+210m 的斜拉桥跨越雅砻江河谷，西昌侧引桥为 15×40m 预应力混凝土简支 T 梁，桥梁总长 1818m。斜拉桥主梁为钢桁梁，由主桁架、上下平联、主横桁架组成，梁高 8.0m，宽 28.0m，采用悬臂吊装施工，桥面为正交异性钢桥面铺装。斜拉桥主塔为钻石型，西昌侧塔墩共高 274.3m，香格里拉侧塔墩共高 249.1m，采用爬模施工。主桥建安费为 8.715 亿元，全桥建安费为 9.52 亿元。

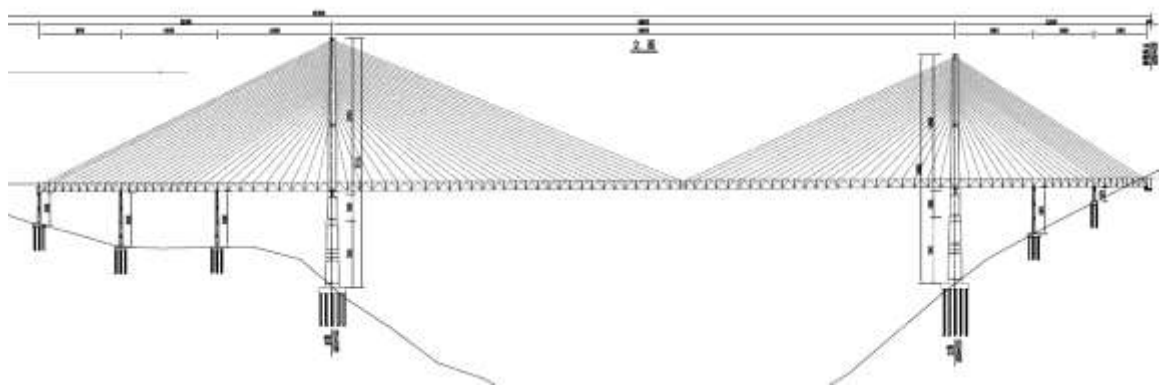


图 2.1.3.3-1 雅砻江特大桥方案

雅砻江特大桥桥型布置详见附图 2.1.3-4。

(2)A6K168+525 卧罗河特大桥

A6 线卧罗河特大桥位于盐源县棉桠乡卧罗村，桥位宏观地貌上位于四川西部横断山脉与盐源丽江台缘拗陷的交界地带，从微观地貌上讲，桥位处为峡谷斜坡地

貌，地形起伏较大，相对高差达 1192m，西昌岸山顶最高处地面标高为 3110m，香格里拉岸山顶最高处地面标高为 3066m，峡谷底部最低处地面标高为 1918m，谷底卧罗河河床宽约 110m，峡谷总体呈“V”字型，卧罗河河水自南向北流动，特大桥沿东西向横跨该峡谷。

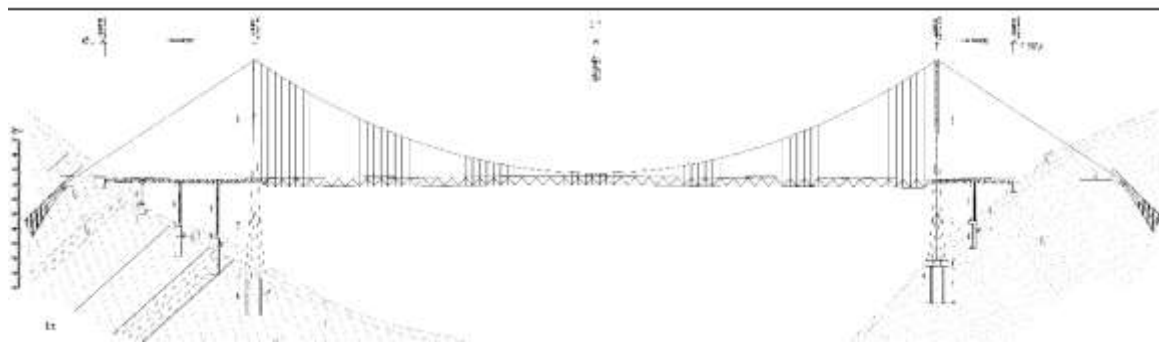


图 2.1.3.3-2 A6K168+525 卧罗河特大桥方案

桥梁平面位于直线上，纵面位于双向 0.5%的“人”字坡上，竖曲线半径 $R=60000\text{m}$ 。由于桥位河谷宽，高差大，采用大跨度桥梁一跨跨越河谷是较为合理的方案。综合考虑地形、地质条件，本桥位选择悬索桥方案，主跨采用 $1 \times 1450\text{m}$ 的悬索桥跨越卧罗河河谷，西昌侧和香格里拉侧引桥分别为 $4 \times 80\text{m}$ 和 $2 \times 80\text{m}$ 钢桁连续梁，桥梁总长 1943m。悬索桥为双塔单跨双铰钢桁梁悬索桥，矢跨比 1/9，两岸均采用隧道式锚锭。悬索桥加劲梁为钢桁梁，由主桁架、上下平联、主横桁架组成，梁高 8.5m，宽 28.0m，采用悬索吊机逐段吊装施工。桥面行车道板为钢筋混凝土实心板，板上为 10cm 厚的沥青混凝土桥面铺装。主缆采用镀锌高强钢丝，吊索采用钢丝绳，纵桥向间距 15m。桥塔为门式框架结构，桥面以上桥塔高约 165m，桥面以下墩高西昌侧约 126m，香格里拉侧约 109m，采用爬模施工。主桥建安费为 19.171 亿元，全桥建安费为 22.472 亿元。

(3)AK186+545 永宁河特大桥

路线跨越永宁河，桥轴向地形起伏较大，沟底高程约 2211.04m，桥面设计高程从 2477.43m~2484.59m，桥面至沟底最大垂直高差为 267.7m。西昌侧地形陡峻，坡度为 $30^\circ \sim 46^\circ$ ，香格里拉侧地形较缓，坡度为 $31^\circ \sim 51^\circ$ 。桥位河底覆盖漂卵石土，两岸山坡上岩石出露，分布有砂岩和灰岩。设计基本地震动加速度峰值为 0.2g。

桥梁平面位于直线上，纵面位于坡度 0.5%的单向坡上。由于桥位河谷宽，高差大，采用大跨度桥梁一跨跨越河谷。主桥采用 $160\text{m}+360\text{m}+160\text{m}$ 的斜拉桥跨越永宁

河河谷，香格里拉侧引桥为 $1 \times 40\text{m}$ 预应力混凝土简支 T 梁，桥梁总长 730m。斜拉桥主梁为双工字型截面钢-混凝土组合梁，梁高 2.5m，宽 28.0m。斜拉桥主塔为菱型，下设箱形薄壁高墩，西昌侧塔墩共高约 223m，香格里拉侧塔墩共高 234m，采用爬模施工。主桥建安费为 5.157 亿元，全桥建安费为 5.291 亿元。

6.涵洞及通道工程概况

推荐方案设置涵洞（含通道）10785m/303 道。涵洞主要为排边沟水、小冲沟水和坡面汇水而设，根据路基填高和地质条件，均采用钢筋混凝土盖板涵。进、出口分别采用八字墙、一字墙、跌水井、急流槽等型式尽量与原沟及路基边沟顺适连接。

为保持沿线居民既有出行方式，方便其日常生产生活出行，基本在现有人行道附近设置有人行通道或天桥。全线设人行天桥 1610m/23 座，桥梁宽度为 5.5m。为了满足沿线已有排水设施，本项目共需设置 1157m/13 座，渡槽宽度为 2m。

本项目涵洞（含通道）及人行天桥设置情况统计见表 2.1.3.3-4。

表 2.1.3.3-4 本项目涵洞(含通道)及人行天桥设置情况统计表

项目	区县	起讫桩号	路线长度	涵洞通道合计		涵洞				通道		人行天桥（5.5m 宽）		渡槽（2m 宽）	
				道数	长度	跨径≤3m		跨径>3m		道数	长度	座数	长度	座数	长度
						道	m	道	m						
主线	西昌市	A0K0+000 ~A0K20+964	20.964	26	952	14	490	9	342	3	120	2	140	1	65
	西昌市	AK19+000 ~AK37+000	18.000	46	1688	24	840	16	608	6	240	4	280	2	130
	小计		38.964	72	2640	38	1330	25	950	9	360	6	420	3	195
主线	西昌市	AK37+000 ~AK53+100	16.100	15	547	9	315	4	152	2	80	1	70	1	65
	盐源县	AK53+100 ~AK139+000	85.900	126	4305	65	2275	45	1710	16	320	10	700	6	702
	盐源县	A6K139+000 ~A6K180+350	41.350	49	1796	26	910	17	646	6	240	4	280	2	130
	盐源县	AK180+500 ~AK195+625	15.125	12	437	7	245	4	152	1	40	1	70		
	合计		158.475	202	7085	107	3745	70	2660	25	680	16	1120	9	897
木里支线	盐源县	Z0K0+000 ~Z0K9+920	9.920												
	木里县	Z0K9+920 ~Z0K39+200	29.280	9	329	5	175	3	114	1	40				
	合计		39.200	9	329	5	175	3	114	1	40				
泸沽湖支线	盐源县	LK0+000 ~LK12+720	12.720	20	731	11	385	7	266	2	80	1	70	1	65
合计			249.359	303	10785	161	5635	105	3990	37	1160	23	1610	13	1157

2.1.3.4 隧道工程

1.设计标准

- (1)公路等级：高速公路；
- (2)设计速度：80km/h；
- (3)建筑限界：净宽 10.25m 和 12.75m，净高 5.0m；
- (4)路面横坡：单向坡 2%(超高另计)；
- (5)隧道纵坡：最大纵坡 $\pm 3\%$ ，最小纵坡 $\pm 0.3\%$ ；
- (6)设计荷载：公路-I 级。

2.隧道建筑限界

根据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)、《公路隧道设计规范》(JTG D70-2004)以及《公路隧道设计细则》(JTG/T D70-2010)，结合公路等级、设计速度、建设规模及交通量等多方面因素，确定隧道建筑限界，详见表2.1.3.4-1。隧道建筑限界及内轮廓设计详见附图2.1.3-5。

表 2.1.3.4-1 隧道建筑限界

项 目		净宽	净高	行车道	侧向宽度	检修道
		m	m	m	m	m
主洞	L > 500m	10.25	5.0	3.75×2	0.5+0.75	0.75×2
	L ≤ 500m	12.75	5.0	3.75×2	0.75+3.0	0.75×2
紧急停车带		13.25	5.0	-	-	-
车行横通道		4.5	5.0	-	-	-
人行横通道		2.0	2.5	-	-	-

3.隧道工程概况

本项目共设线路隧道 112569m/45 座，斜井 20830m/6 座。推荐线隧道工程统计见表 2.1.3.4-2。

在线路隧道中，特长隧道 68195m/11 座、长隧道 36459m/18 座、中隧道 4310m/6 座，短隧道 3605m/10 座，占路线长度的 45.14%。各隧道均采用双洞设计，以满足路基宽度要求。在磨盘山隧道、小高山隧道、牦牛山隧道、卧波罗隧道和吐故隧道设置了斜井 20830m/6 座，隧道净空为 6.5 × 5m。

本项目隧道设置具体情况见表 2.1.3.4-3。

表 2.1.3.4-2 推荐线隧道工程统计表

项目	路线 长度	隧道						斜井	备注
		特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道	小计	隧道比		
	km	m /座	m /座	m /座	m /座	m /座	%	m /座	
西昌支线	38.964		8395 /4		880 /2	9275 /6	23.80		
主线	158.475	45115 /6	17904 /10	2380 /3	2340 /7	67739 /26	42.74	19105 /5	主线盖租隧道 354m 位于元宝枢纽互通内。
木里支线	39.200	23080 /5	8490 /3	1240 /2	385 /1	33195 /11	84.68	1725 /1	
泸沽湖支线	12.720		1670 /1	690 /1		2360 /2	18.55		
合计	249.359	68195 /11	36459 /18	4310 /6	3605 /10	112569 /45	45.14	20830 /6	

表 2.1.3.4-3 推荐线隧道工程布置情况一览表

隧道序号	隧道名称	行政区域	起止桩号	隧道全长 m	隧道净空 m	占地面积 hm ²	洞身工程					明洞工程 m ²	斜井工程 m ²	洞门数量 端	通风方式	瓦斯段长度 m	备注
							II m ²	III m ²	IV m ²	V m ²	开挖量 万 m ³						
一	西昌支线		A0+A 线														
1	姚家隧道	西昌市	A0K11+260 ~ A0K12+580	1320	10.25×5	1.45			8200	19335	27.72	615		2	机械通风	2640	1.本表已计入双洞的工程数量。
2	花果山隧道	西昌市	A0K13+810 ~ A0K15+425	1615	10.25×5	1.45			6150	27432	33.92	615		2	机械通风	1200	
3	马家山隧道	西昌市	A0K16+530 ~ A0K19+005	2475	10.25×5	1.45			14350	37337	51.98	615		2	机械通风	4000	
4	核桃隧道	西昌市	A0K19+060 ~ A0K19+485	425	12.75×5	1.19				10838	12.33	615		2	自然通风		2.本表不含特殊地质地段处治增加工程数量。
5	王家山隧道	西昌市	AK21+265 ~ AK24+250	2985	10.25×5	1.45			20176	46303	62.69	615		2	机械通风	5000	
6	营盘村隧道	西昌市	AK28+160 ~ AK28+615	455	12.75×5	1.19				11603	13.20	615		2	自然通风	940	
	小计			9275		8.18			48876	152848	201.84	3690				13780	
二	主线		A+A6+A 线														
1	磨盘山隧道	西昌市	AK43+710 ~ AK52+945	9235	10.25×5	1.45	41949	41949	85090	24460	193.94	615	31200	2	机械通风	6000	
2	野猪塘隧道	盐源县	AK56+435 ~ AK58+840	2405	10.25×5	1.45			14791	34846	50.51	615		2	机械通风	4810	
3	大竹园隧道	盐源县	AK59+305 ~ AK59+685	380	12.75×5	1.19				9690	11.02	615		2	自然通风	760	
4	西潘坪隧道	盐源县	AK59+830 ~ AK60+695	865	10.25×5	1.45				17592	18.17	615		2	机械通风	1130	
5	新山隧道	盐源县	AK62+095 ~ AK63+465	1370	10.25×5	1.45			8426	19519	28.77	615		2	机械通风	1310	
6	蒋家隧道	盐源县	AK64+490 ~ AK66+465	1975	10.25×5	1.45			12146	28201	41.48	615		2	机械通风		
7	包家沟隧道	盐源县	AK66+755 ~ AK68+000	1245	10.25×5	1.45			7657	17725	26.15	615		2	机械通风		
8	大梁子隧道	盐源县	AK69+095 ~ AK70+895	1800	10.25×5	1.45			11070	25690	37.80	615		2	机械通风		
9	龙洞湾 1#隧道	盐源县	AK72+535 ~ AK72+945	410	12.75×5	1.19				10455	11.89	615		2	自然通风		
10	龙洞湾 2#隧道	盐源县	AK73+020 ~ AK73+950	930	10.25×5	1.45				18925	19.53	615		2	机械通风		
11	标水岩隧道	盐源县	AK76+035 ~ AK77+170	1135	10.25×5	1.45			6980	16147	23.84	615		2	机械通风		
12	庙子山隧道	盐源县	AK77+865 ~ AK79+740	1875	10.25×5	1.45			11531	26766	39.38	615		2	机械通风		
13	红岩子隧道	盐源县	AK80+920 ~ AK82+100	1180	10.25×5	1.45			7257	16793	24.78	615		2	机械通风		
14	瞭望台隧道	盐源县	AK85+095 ~ AK85+680	585	10.25×5	1.45				11378	12.29	615		2	自然通风		
15	小高山隧道	盐源县	AK96+750 ~ AK109+735	12985	10.25×5	1.45	20975	63398	179162	9635	272.69	615	46150	2	机械通风		
16	牦牛山隧道	盐源县	A6K152+130 ~ A6K162+050	9920	10.25×5	1.45		52059	106372	50624	208.32	615	34515	2	机械通风		
17	大草 1#隧道	盐源县	A6K163+430 ~ A6K163+645	215	12.75×5	1.19				5483	6.24	615		2	自然通风		
18	大草 2#隧道	盐源县	A6K163+880 ~ A6K167+475	3595	10.25×5	1.45			22584	53012	75.50	615		2	机械通风		
19	盖租隧道	盐源县	A6K169+440 ~ A6K171+754	2314	10.25×5	1.45			14231	34155	48.59	615		2	机械通风		
20	卧波罗隧道	盐源县	A6K173+440 ~ A6K179+510	6070	10.25×5	1.45		10250	27555	89477	127.47	615	12318	2	机械通风		
21	中梁子隧道	盐源县	AK182+890 ~ AK186+200	3310	10.25×5	1.45			27330	41949	69.51	615		2	机械通风	1600	
22	寒坡岭隧道	盐源县	AK186+945 ~ AK189+550	2605	10.25×5	1.45			20603	32800	54.71	615		2	机械通风	800	
23	长布塘 1#隧道	盐源县	AK192+475 ~ AK192+900	425	12.75×5	1.19				10838	12.33	615		2	自然通风		
24	长布塘 2#隧道	盐源县	AK193+130 ~ AK193+395	265	12.75×5	1.19				6758	7.69	615		2	自然通风		
25	长布塘 3#隧道	盐源县	AK193+875 ~ AK194+165	290	12.75×5	1.19				7395	8.41	615		2	自然通风		
26	长布塘 4#隧道	盐源县	AK194+555 ~ AK194+910	355	12.75×5	1.19				9053	10.30	615		2	自然通风		
	小计			67739		35.88	62924	167656	562785	629366	1441.31	15990	124183			16410	
三	木里支线		Z0 线														
1	元宝 1#隧道	盐源县	Z0K0+060 ~ Z0K4+320	4260	10.25×5	1.45			26674	62555	89.46	615		2	机械通风		
2	元宝 2#隧道	盐源县	Z0K4+505 ~ Z0K5+145	640	10.25×5	1.45				13120	13.44	615		2	自然通风		
3	博柯 1#隧道	盐源县	Z0K5+285 ~ Z0K8+315	3030	10.25×5	1.45			19109	44430	63.63	615		2	机械通风		
4	博柯 2#隧道	盐源县	Z0K8+465 ~ Z0K8+850	385	12.75×5	1.19				9818	11.17	615		2	自然通风		
5	下麦地隧道	盐源县、木里县	Z0K9+110 ~ Z0K14+385	5275	10.25×5	1.45	33749	46049	27432	3280	110.78	615		2	机械通风		县界桩号 Z0K9+920

隧道序号	隧道名称	行政区域	起止桩号	隧道全长 m	隧道净空 m	占地面积 hm ²	洞身工程					明洞工程 m ²	斜井工程 m ²	洞门数量 端	通风方式	瓦斯段长度 m	备注
							II	III	IV	V	开挖量						
							m ²	m ²	m ²	m ²	万 m ³						
6	红岩子隧道	木里县	Z0K14+470 ~ Z0K18+857	4387	10.25×5	1.45		20975	46049	24870	92.13	615		2	机械通风		
7	吐故隧道	木里县	Z0K19+029 ~ Z0K25+157	6128	10.25×5	1.45		36209	73648	19130	128.69	615	11213	2	机械通风		
8	后所隧道	木里县	Z0K25+575 ~ Z0K28+530	2955	10.25×5	1.45			18648	43353	62.06	615		2	机械通风		
9	锦屏隧道	木里县	Z0K29+443 ~ Z0K30+043	600	10.25×5	1.45				12300	12.60	615		2	自然通风		
10	碾水隧道	木里县	Z0K31+240 ~ Z0K34+149	2909	10.25×5	1.45			18365	42693	61.09	615		2	机械通风		
11	黑松林隧道	木里县	Z0K34+250 ~ Z0K36+876	2626	10.25×5	1.45			16624	38632	55.15	615		2	机械通风		
	小计			33195		15.69		33749	103233	246549	314181	700.20	6765	11213			
四	泸沽湖支线		L 线														
1	黑老林 1#隧道	盐源县	LK3+470 ~ LK5+140	1670	10.25×5	1.45		10250	18105	6355	35.07	615		2	机械通风	600	
2	黑老林 2#隧道	盐源县	LK6+385 ~ LK7+075	690	10.25×5	1.45			6970	7175	14.49	615		2	自然通风		
	小计			2360		2.90		10250	25075	13530	49.56	1230				600	
五	项目合计			112569		62.65		96673	281139	883285	1109925	2392.91	27675	135396			30790

表 2.1.3.4-4 隧道工程斜井布置情况一览表

序号	隧道主洞名称	斜井名称	行政区域	斜井主线桩号	斜井工程										
					净空	长度		II	III	IV	V	开挖量	占地面积	洞门	纵坡
					m	m		m ²	m ²	m ²	m ²	万 m ³	hm ²	端	%
一	主线			A+A6+A 线											
1	磨盘山隧道	1#斜井	西昌市	AK48+300	6.5×5	2×2400	=4800	3900	14040	9360	3900	27.59	0.70	2	12.6
2	小高山隧道	2#斜井	盐源县	AK100+300	6.5×5	2×1850	=3700	1853	10823	7215	4160	21.26	0.70	2	11
		3#斜井	盐源县	AK105+986	6.5×5	2×1700	=3400	1365	9945	6630	4160	19.54	0.70	2	11
3	牦牛山隧道	4#斜井	盐源县	A6K156+980	6.5×5	2×2655	=5310	4079	15532	10355	4550	30.52	0.70	2	12.5
4	卧波罗隧道	5#斜井	盐源县	A6K176+435	6.5×5	1×1895	=1895		4063	3445	4810	10.89	0.40	1	11.6
	小计						=19105	11196	54402	37005	21580	109.80	3.20		
二	木里支线			Z0 线								219.60			
1	吐故隧道	6#斜井	木里县	Z0K21+400	6.5×5	1×1725	=1725		3263	3341	4609	9.91	0.40	1	12.5
	小计						=1725		3263	3341	4609	9.91	0.40		
三	项目合计						=20830	11196	57665	40346	26189	119.71	3.60		

4.隧道工程占地

根据《公路工程项目建设用地指标》（建标[2011]124号）和主体设计可研报告，隧道工程用地包括中长隧道（含特长隧道）洞口仰坡和短隧道用地，因此，本项目隧道工程总占地面积为 66.25hm²，其中主线隧道 62.65hm²、斜井 3.60hm²。

5.隧道工程地质条件

隧址区位于松潘甘孜褶皱系和扬子准地台衔接部位，分别隶属于治多义敦褶皱带及盐源丽江台缘拗陷。隧道穿越地层主要为侏罗系和三叠系，断裂构造主要有安宁河断层、白塔沟断裂、九溪头断裂、麦架坪断层、卧罗河断层、棉垭断层、霍儿坪断层、小高山断层等。根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）国家标准，工程区地震动峰值加速度为 0.10~0.040g，地震动反应谱特征周期为 0.4~0.45s，相应地震基本烈度为 VII~VIII 度，属区域构造次稳定区。区内地下水资源丰富，地下水类型齐全，主要有松散堆积层孔隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水和基岩裂隙水。本项目最长隧道为小高山隧道，下面以小高山隧道进行典型介绍工程地质条件。

AK96+750~AK109+735 小高山隧道长 12985m，隧址区地貌类型为高中山，最高峰高程 3626m，进出口处地面高程 2500~2580m，相对高差约 1100m。地形起伏较大。隧道穿越地层为下三叠统青天堡组、中三叠统北衙组、中三叠统盐塘组的粉砂岩、砂岩、灰岩夹泥质灰岩、泥灰岩及峨眉山玄武岩，隧道围岩类别以 IV、III 级为主，少量 V、II 级。隧道进出口边坡较陡，未见不良地质现象。洞身段发育一条断层，隧道通过断层带地段，基岩完整性较差，岩体极破碎，围岩稳定性较差，易坍塌，且地下水极丰富，可能出现突水、突泥，应加强超前地质预报和排水措施，预防突发性涌水、涌泥等地质灾害。地下水以基岩裂隙水为主。隧道最大埋深约 1037m，岩体中存在较高的地应力，存在发生岩爆和大变形的可能性。隧址区地震动峰值加速度为 0.20g，对应地震基本烈度为 VIII 度，特征反应谱周期为 0.45s。

典型隧道小高山隧道地质纵断面详见附图 2.1.3-6。

6.隧道土建设计

(1)隧道主体工程

①明洞衬砌

各隧道洞口段结合地形、地质情况设置了长度不等的明洞，明洞采用钢筋混凝土混凝土结构。

②洞身段衬砌

隧道洞身段（深埋段）衬砌均按新奥法原理设计，采用柔性初期支护体系结构的复合式衬砌，即以锚杆、喷射混凝土、格栅钢架等为初期支护，模筑混凝土或钢筋混凝土为二次支护。并在两次衬砌之间敷设土工布加防水板及必要的排水半管。

③防排水工程设计

隧道防排水设计原则是以排水为主，防排结合，综合治理。采用防、截、堵、排相结合，形成完整的防排水体系，使隧道防水可靠，排水畅通，保证运营期隧道内不渗不漏，基本干燥。

隧道明洞段采用双层土工布夹防水板及粘土隔水层防水，采用 M7.5 干砌片石盲沟及 $\phi 110$ 半边打孔 PE 波纹管；洞内复合式衬砌段采用土工布加防水板防水， $\phi 100$ 环向排水半圆管等排水，环向排水半圆管与墙脚处 $\phi 110$ 半边打孔 PE 波纹管相通，采用 $\phi 100$ PE 波纹管将纵向管与中央排水沟或排水边沟连通，引水至洞外路基边沟，全线隧道洞内全长设中央排水沟；工作缝、伸缩缝、沉降缝处均加设 10mm(厚) \times 300mm(宽)橡胶止水带；洞门上方设截排水沟，引地表水至路基边沟或洞门外端自然沟谷，以此形成完善的洞内外排水系统。

④路面

根据 2010 年交通部颁《公路隧道设计细则》第 19.3.2 条“设计速度大于 80km/h, 宜选用沥青混合料上面层与水泥混凝土下面层组成的复合式路面”，故本高速公路的隧道拟全部采用沥青砼复合式路面（其中上面层应添加阻燃剂），以提高行车的舒适性和安全性并利于路面维护。

(2)隧道通风斜井设计

根据隧道长度、地形、地质等条件，结合通风、救灾等的需要，隧道长度大于 6000m 的宜按分段纵向通风设计，纵向长度按 3-5km 分段，设置地下风机房，合理选设斜井。

本项目采用了无轨斜井按长度不于 3km，倾角不大于 8.5° （15%）布设。隧道斜井横断面尺寸根据通风风速不大于 18m/s 以及施工车辆和机具布置综合确定，其衬砌采用柔性初期支护体系结构的复合式衬砌。斜井的设置可利用斜井辅助主洞施工，缩短工期；调整斜井轴线与隧道轴线夹角，可以达到优化隧道通风分段的目的。

(3)不良地质处治

① 岩爆及软弱围岩大变形的处治

岩爆发生在质地坚硬、强度高、干燥无水、高应力区的脆性岩体中。在隧道开挖形成的新临空面附近。初始应力由原来的三向状态转变为两向应力状态，并在开挖壁上局部应力集中，若壁面集中的最大切向应力达到某一临界应力时，岩爆灾害才会发生。在对岩爆发生部位进行确认和对岩爆危害分析的基础上，有针对性地采取如下防治措施：超前应力解除；喷、注高压水降低岩体强度；增设临时防护设施，加强临时支护，选择适当的锚杆类型及锚杆的长度和密度；改善施工方法等手段。

支护大变形，是挤压性围岩中开挖隧道的一种特殊现象，当采用常规支护的隧道由于围岩压力较高而使初期支护发生程度不同的破坏且位移值 U_a 与洞壁半径 a 之比大于 3% 时，就认为发生了大变形。可根据实际情况采取如下措施：加大预留变形量采用较强的初期支护（采用长锚杆和可缩钢架及加厚喷层）和二次衬砌、及时施作仰拱，早封闭、早成环，尽早发挥初支的抗力，防止塑性区进一步扩大。

②岩溶处治

根据溶洞的位置和规模，可采取混凝土（浆砌片石）砌筑、梁跨、拱跨、混凝土护拱、超前注浆加固等措施对岩溶进行处治。

③涌突水处治

根据地下水量和围岩地质情况采取注浆等措施进行处治。

7. 隧道洞门防护

隧道洞门施工前在洞口上游修建截排水沟，对隧道上方山体汇水进行拦截，并使其顺排水沟进入路基排水系统，有效防治山体汇水对开挖面冲刷造成水土流失。洞口及明洞形成后，明洞洞顶覆土并植草美化。经统计，本项目隧道工程边坡及截排水沟 9975m，撒播草籽 15675m²，覆土 3135m³。

表 2.1.3.4-5 推荐线隧道工程防护措施表

项目	行政区域	主线隧道 m /座	斜井隧道 m /座	排水工程		景观工程	
				截水沟 m	C20 砼 m ³	植草 m ²	覆土 m ³
西昌支线	西昌市	9275 /6		1260	630	1980	396
主线	西昌市	9235 /1	4800 /1	315	158	495	99
	盐源县	58504 /25	14305 /3	5565	2783	8745	1749
木里支线	盐源县	9125 /4.5		945	472	1485	297
	木里县	24070 /6.5	1725 /1	1470	735	2310	462
泸沽湖支线	盐源县	2360 /2		420	210	660	132
合计		112569 /45	20830 /5	9975	4988	15675	3135

表 2.1.3.4-6 推荐线隧道工程不良地质处治措施表

序号	隧道名称	岩爆					大变形						岩溶						涌水				
		开挖	HPB235	HRB335	结构砼	喷射砼	开挖	喷射砼	φ25 中空锚杆	HPB235	钢材	结构砼	浆砌片石	片石砼	结构砼	喷射砼	钢材	HPB235	HRB335	φ42×4 注浆导管	注水 泥浆	φ89×5 注浆导管	注水 泥浆
		m ³	kg	kg	m ³	m ³	m ³	m ³	m	kg	kg	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	kg	kg	kg	m	m ³	m	m ³
一	主线																						
1	磨盘山隧道	67444	759348	1392325	44536	27074	17325	2800	113750	67816	194075	3133	2490	1156	4828	1558	414764	67554	262260	9906	520		
2	新山隧道						7326	1184	48100	28676	82066	1325	8902	4133	17260	5570	1482781	241506	937581	35414	1859	39780	19125
3	包家沟隧道						2970	480	19500	11626	33270	537										15600	7500
4	大梁子隧道	3368	37920	69529	2224	1352	2970	480	19500	11626	33270	537	7470	3468	14484	4674	1244292	202662	786781	29718	1560	26000	12500
5	标水岩隧道						6930	1120	45500	27126	77630	1253										10400	5000
6	小高山隧道	58940	663600	1216764	38920	23660	20889	3376	137150	81767	233999	3777											
7	牦牛山隧道	63150	711000	1303676	41700	25350	23463	3792	154050	91842	262833	4242	11205	5202	21726	7011	1866438	303993	1180172	44577	2340	25480	12250
8	寒坡岭隧道	8420	94800	173823	5560	3380	5940	960	39000	23251	66540	1074	3735	1734	7242	2337	622146	101331	393391	14859	780	31200	15000
	小计	201322	2266668	4156117	132940	80816	87813	14192	576550	343730	983683	15877	33802	15693	65540	21150	5630421	917046	3560186	134474	7059	148460	71375
二	木里支线																						
1	下麦地隧道	23576	265440	486706	15568	9464																	
2	吐故隧道	26944	303360	556235	17792	10816	29700	4800	195000	116256	332700	5370											
	小计	50520	568800	1042940	33360	20280	29700	4800	195000	116256	332700	5370											
三	项目合计	251842	2835468	5199058	166300	101096	117513	18992	771550	459986	1316383	21247	33802	15693	65540	21150	5630421	917046	3560186	134474	7059	148460	71375

注：岩爆、大变形的开挖方，岩溶浆砌片石填方均纳入项目土石方平衡。

2.1.3.5 交叉工程

（一）互通式立交

本项目路线长 249.35km，共设置互通 14 座，其中枢纽互通 3 座，一般互通 11 座。全线互通式立交设置情况详见表 2.1.3.5-1。

各互通式立交由主线、匝道、匝道隧道及其连接线组成，含对应区域的桥梁及涵洞工程。其中：匝道桥根据交叉道路宽度，主要采用 30m 预应力砼筒支 T 梁；匝道路基宽度根据连接道路的情况、地形条件和车流量等采用 9.0m、10.5m、12.2m 和 16.5m 宽路基。东河枢纽互通 A、B、C、D 匝道和元宝枢纽互通 A、B 匝道设匝道隧道 3903m/6 座，隧道净空为 9.5m×5m，单洞设计。隧道占地面积、土石方和水土保持措施纳入相应的互通计列。匝道隧道设置详见表 2.1.3.5-2。

本项目共设了互通连接线 34.83km，路基宽度采用 8.5m、10m、22.5m。盐源互通连接盐源绕城采用一级标准建设，连接线长 6.65km，其余连接线采用二级标准建设。

根据《公路工程项目建设用地指标》（建标[2011]124 号）和主体设计可研报告，本项目交叉工程总占地面积为 246.92hm²，其中互通占地面积 196.48hm²，连接线占地面积 50.44hm²，详见表 2.1.3.5-3。

匝道路基和连接线路基的边坡处理和防护措施根据《公路路基设计规范》（JTG D30-2014）进行，对挖填边坡根据土质和岩性不同采取不同的填筑坡比或开挖坡比，路基防护采用工程措施+植物措施的方式，即保证路基边坡稳定又能保证景观效果。匝道和连接线路基排水，结合沿线水系及农灌设施进行系统设计，边沟纵坡一般不小于 3‰，以将路面水和坡面水横向引入桥涵进出水口，排入较深、较大沟渠。对于挖方边坡，酌情在适当位置设置截水沟，将坡面水引至挖方边坡以外。路面一般采用 2%的路拱横坡将路面水排出。互通工程场地内边坡采取排水沟、骨架护坡、挂三维网和植草护坡，施工完工后互通场地内采取补植乔灌草防护，达到美化公路效果。

交叉工程区主体设计水土保持措施数量见表 2.1.3.5-4。

表 2.1.3.5-1 推荐线互通式立交设置情况一览表

序号	互通名称	行政区域	立交桩号	互通主线范围	互通主线长度	立交间距	互通型式	交叉型式	被交道路名称及等级	备注
					km	km				
一	西昌支线									
1	东河枢纽互通	西昌市	A0K0+000	A0K0+000 ~A0K3+000	3.00	0.00	T型枢纽互通	主线上跨	西昭高速	A、B、C、D匝道为隧道
2	川兴互通	西昌市	A0K6+440	A0K6+000 ~A0K6+900	0.90	6.44	单喇叭	主线上跨	G348	互通内主线桥梁 216m/1座
3	海南互通	西昌市	AK20+000	AK19+500 ~AK20+500	1.00	15.52	单喇叭	主线上跨	G248	互通内主线桥梁 456m/1座
4	西溪互通	西昌市	AK33+104	AK32+600 ~AK33+600	1.00	13.10	单喇叭	主线下跨	G108	互通内主线桥梁 116m/1座
	小计				5.90					
二	主线									
1	黄联关枢纽互通	西昌市	AK36+950	AK36+132 ~AK37+608	1.48	3.85	十字枢纽互通	主线上跨	西攀高速	互通内主线桥梁 1416m/1座
2	得力铺互通	盐源县	AK54+400	AK53+500 ~AK54+500	1.00	17.45	单喇叭	主线上跨	G348	互通内主线桥梁 712m/2座
3	平川互通	盐源县	AK74+500	AK73+972 ~AK75+478	1.51	20.10	单喇叭	主线上跨	G348	互通内主线桥梁 1272m/2座
4	玛璜铺互通	盐源县	AK91+520	AK90+872 ~AK92+195	1.32	17.02	单喇叭	主线上跨	G348	互通内主线桥梁 772m/2座
5	盐源互通	盐源县	AK118+100	AK117+500 ~AK118+500	1.00	26.58	单喇叭	主线上跨	盐源绕城、G348	互通内主线桥梁 312m/1座
6	果场互通	盐源县	AK130+300	AK129+800 ~AK130+900	1.10	12.20	单喇叭	主线下跨	乡道	
7	棉桠互通	盐源县	A6K150+550	A6K150+100 ~A6K151+100	1.00	20.25	单喇叭	主线上跨	G227	
8	元宝枢纽互通	盐源县	A6K171+900	A6K171+400 ~A6K172+806	1.41	21.35	T型枢纽互通	主线上跨	木里支线	A6K171+400-A6K171+754 主线路段为盖租隧道,互通 A、B 匝道为隧道。互通内主线桥梁 1052m/1座
9	泸沽湖互通	盐源县	AK181+700	AK181+100 ~AK182+100	1.00	11.00	单喇叭	主线上跨	泸沽湖支线	互通内主线桥梁 336m/1座
10	长柏互通	盐源县	AK191+685	AK190+600 ~AK191+703	1.10	9.99	单喇叭	主线上跨	通过地方道路连接 G348	互通内主线桥梁 676m/1座
	小计				11.91					
三	项目合计				17.81					

表 2.1.3.5-2 隧道工程匝道隧道布置情况一览表

隧道 序号	隧道名称	起止桩号		隧道 全长 m	隧道 净空 m	洞身工程				开挖量 万 m ³	占地面积 hm ²	明洞工程 m ²	洞门数量 端	通风 方式
						II	III	IV	V					
						m ²	m ²	m ²	m ²					
一	西昌支线													
1)	东河枢纽互通													
1	A 匝道	AK1+560 ~	AK2+340	780	9.75×5			1658	5948	6.78	0.35	293	2	自然通风
2	B 匝道	BK0+820 ~	BK1+540	720	9.75×5			1463	5558	6.25	0.35	293	2	自然通风
3	C 匝道	CK0+980 ~	CK1+780	800	9.75×5			1667	6133	6.95	0.35	293	2	机械通风
4	D 匝道	DK0+450 ~	DK1+360	910	9.75×5			1853	7020	7.91	0.35	293	2	机械通风
	小计			3210				6641	24659	27.89	1.40	1172		
二	主线													
1)	元宝枢纽互通													
1	A 匝道	AK0+000 ~	AK0+345	345	9.75×5				3364	3.00	0.35	293	2	自然通风
2	B 匝道	BK0+610 ~	BK0+958	348	9.75×5				3395	3.02	0.35	293	2	自然通风
	小计			693					6759	6.02	0.70	586		
三	项目合计			3903				6641	31418	33.91	2.10	1758		

表 2.1.3.5-3 交叉工程区占地面积统计表

序号	互通名称	行政区域	被交道路名称及等级	连接线长度 (km)				建设标准	占地面积 (hm ²)		
				宽 8.5m	宽 10m	宽 22.5m	小计		互通	连接线	小计
一	西昌支线										
1	东河枢纽互通	西昌市	西昭高速						30.38		30.38
2	川兴互通	西昌市	G348						7.57		7.57
3	海南互通	西昌市	G248						8.06		8.06
4	西溪互通	西昌市	G108						8.48		8.48
	小计								54.49		54.49
二	主线										
1	黄联关枢纽互通	西昌市	西攀高速						37.82		37.82
2	得力铺互通	盐源县	G348	4.65			4.65	二级公路	6.84	5.58	12.42
3	平川互通	盐源县	G348	5.38			5.38	二级公路	10.61	6.46	17.07
4	玛璜铺互通	盐源县	G348	2.32			2.32	二级公路	9.49	2.78	12.27
5	盐源互通	盐源县	盐源绕城、卫城 G348		4.16 (连接卫城)	6.65 (连接盐源绕城)	10.81	连接盐源绕城采用一级公路标准, 连接卫城 G348 采用二级公路标准	14.54	21.62	36.16
6	果场互通	盐源县	乡道		9.47		9.47	二级标准	11.46	11.36	22.82
7	棉桠互通	盐源县	G227						7.74		7.74
8	元宝枢纽互通	盐源县	木里支线						25.21		25.21
9	泸沽湖互通	盐源县	泸沽湖支线						9.47		9.47
10	长柏互通	盐源县	通过地方道路连接 G348	2.20			2.20	二级公路	8.81	2.64	11.45
	小计			14.55	13.63	6.65	34.83		141.99	50.44	192.43
三	项目合计			14.55	13.63	6.65	34.83		196.48	50.44	246.92

表 2.1.3.5-4 交叉工程区主体设计水土保持措施数量表

序号	互通名称	行政区域	排水工程		一般路基防护与加固			其他路基防护与加固			场地景观绿化				
			截排水沟长度	砼圪工	骨架护坡面积	砼圪工	覆土	挂三维网植草	植草护坡	覆土	绿化面积	覆土	乔木	灌木	草籽
			km	万 m ³	万 m ²	万 m ³	万 m ³	万 m ²	万 m ²	万 m ³	hm ²	万 m ³	万株	万株	kg
一	西昌支线														
1	东河枢纽互通	西昌市	0.22	0.01	0.39	0.07	0.08		1.22	0.24	9.11	4.56	1.37	3.64	1367
2	川兴互通	西昌市	4.40	0.22	1.82	0.89	0.36	0.38	0.28	0.06	2.27	1.14	0.34	0.91	341
3	海南互通	西昌市	8.40	0.42	1.24	0.63	0.25	1.74			2.42	1.21	0.36	0.97	363
4	西溪互通	西昌市	1.00	0.05	1.60	0.77	0.32	2.03	0.34	0.07	2.54	1.27	0.38	1.02	381
	小计		14.02	0.70	5.05	2.35	1.01	4.15	1.84	0.37	16.34	8.17	2.45	6.54	2451
二	主线														
1	黄联关枢纽互通	西昌市	3.00	0.15	0.48	0.12	0.10	0.01	0.84	0.17	11.35	5.68	1.70	4.54	1703
2	得力铺互通	盐源县	11.00	0.55	6.97	3.38	1.39	0.30	1.20	0.24	2.05	1.03	0.31	0.82	308
3	平川互通	盐源县	11.00	0.55	6.81	3.40	1.36	0.30	0.51	0.10	3.18	1.59	0.48	1.27	477
4	玛璜铺互通	盐源县	7.20	0.36	3.77	1.89	0.75	0.17	0.24	0.05	2.85	1.43	0.43	1.14	428
5	盐源互通	盐源县	10.00	0.50	26.30	13.33	5.26	1.33	0.57	0.11	4.36	2.18	0.65	1.74	654
6	果场互通	盐源县	28.40	1.42	16.54	8.37	3.31	0.75	0.44	0.09	3.44	1.72	0.52	1.38	516
7	棉桠互通	盐源县	6.20	0.31	2.65	1.28	0.53	0.13	0.46	0.09	2.32	1.16	0.35	0.93	348
8	元宝枢纽互通	盐源县	0.20	0.01	0.03	0.00	0.01		0.39	0.08	7.56	3.78	1.13	3.02	1134
9	泸沽湖互通	盐源县	4.20	0.21	1.73	0.86	0.35	2.40	0.15	0.03	2.84	1.42	0.43	1.14	426
10	长柏互通	盐源县	6.00	0.30	3.34	1.67	0.67	0.16	0.24	0.05	2.64	1.32	0.40	1.06	396
	小计		87.20	4.36	68.61	34.30	13.72	5.55	5.05	1.01	42.59	21.30	6.39	17.04	6389
三	项目合计		101.22	5.06	73.66	36.66	14.73	9.70	6.89	1.38	58.93	29.47	8.84	23.57	8840

（二）分离式立交

针对部分因本项目实施造成断道影响、与本项目交叉的地方等级道路，为保证原有道路正常通行，维护地方工农业生产的正常进行，通过调查受本项目影响的地方等级道路以及对生产有重要影响的等外级道路拟设置分离式立交解决。本项目共设置分离式立体交叉 21 处（主线下穿），均与现有公路、县乡公路交叉。

2.1.3.6 沿线设施

1.管理养护机构设置

本项目路线长 249.359km，为实现项目监控、收费、通信业务，相应设置管理中心、路段管理所、服务区、养护工区、停车区等相应区域。

管理中心：1 处

AK42+400 中坝管理中心 与中坝服务区同址建设

路段管理所 3 处

A0K6+500 西昌路段管理所 与川兴收费站同址建设

AK118+000 盐源路段管理所 与盐源养护工区、盐源收费站同址建设

Z0K38+000 木里路段管理所 与木里收费站同址建设

服务区：5 处

A0K3+500 大兴服务区

AK42+400 中坝服务区 与中坝管理中心同址建设

AK116+000 盐源服务区

A6K147+500 棉桠服务区

Z0K37+300 木里服务区

停车区：1 处

A6K180+000 泸沽湖停车区

养护工区：4 处

AK32+000 海南养护工区 与海南收费站合建

AK55+000 得力铺养护工区 与得力铺收费站合建

AK118+000 盐源养护工区 与盐源路段管理所、盐源收费站合建

AK182+800 泸沽湖养护工区 与泸沽湖收费站合建

2.监控设施

本项目对交通汇流、分流、事故发生率较高的互通式立交为监控重点。以电视监视和交通流检测、诱导为主。同时为了迅速处理偶发事件，避免二次事故的发生，道路配备巡逻车，以迅速获得交通异常信息并及时处理。为在紧急或施工情况下对车辆进行诱导，并在互通立交及服务区预留必要的管道，以备监控设施的进一步扩充。

3.收费设施

收费系统采用封闭式全省联网收费，并与四川省高速公路联网收费的有关技术标准、规定相统一、协调。全线设匝道收费站 12 处。

4.占地面积

根据《公路工程项目建设用地指标》（建标[2011]124 号）和主体设计可研报告，本项目沿线设施包括 1 处管理中心、3 处路段管理所、5 处服务区、4 处养护工区、1 处停车区和 12 处收费站，总占地面积为 55.98hm²。沿线设施占地详见表 2.1.3.6-1。

5.防护措施

本项目沿线设施采取了边坡骨架防护及截排水沟，场地内硬化以外的区域采取了乔灌草绿化进行美化。沿线设施防护措施详见表 2.1.3.6-2。

表 2.1.3.6-1 推荐线沿线设施一览表

序号	交通设施名称	设施类别	桩号位置	行政区域	占地面积	备注
					hm ²	
一	西昌支线					
1	大兴服务区	服务区	A0K3+500	西昌市	6.53	
2	西昌路段管理所	路段管理所	A0K6+500	西昌市	0.87	合建
3	川兴收费站	收费站	A0K6+500	西昌市	0.60	
4	海南养护工区	养护工区	AK20+000	西昌市	2.53	合建
5	海南收费站	收费站	AK20+000	西昌市	0.60	
6	西溪收费站	收费站	AK33+000	西昌市	0.60	
	小计				11.73	
二	主线					
1	中坝管理中心	管理中心	AK42+400	西昌市	1.73	合建
2	中坝服务区	服务区	AK42+400	西昌市	6.53	
3	得力铺养护工区	养护工区	AK55+000	盐源县	2.53	合建
4	得力铺收费站	收费站	AK55+000	盐源县	0.60	
5	平川收费站	收费站	AK75+000	盐源县	0.60	
6	玛璜铺收费站	收费站	AK92+000	盐源县	0.60	
7	盐源服务区	服务区	AK116+000	盐源县	6.53	
8	盐源路段管理所	路段管理所	AK118+000	盐源县	0.87	合建
9	盐源养护工区	养护工区	AK118+000	盐源县	2.53	
10	盐源收费站	收费站	AK118+000	盐源县	0.60	
11	果场收费站	收费站	AK130+400	盐源县	0.60	
12	棉桠服务区	服务区	A6K147+500	盐源县	6.53	
13	棉桠收费站	收费站	A6K150+500	盐源县	0.60	
14	泸沽湖停车区	停车区	A6K180+000	盐源县	1.67	
15	泸沽湖收费站	收费站	AK182+000	盐源县	0.60	合建
16	泸沽湖养护工区	养护工区	AK182+800	盐源县	2.53	
17	长柏收费站	收费站	AK191+000	盐源县	0.60	
	小计				36.25	
三	木里支线					
1	木里服务区	服务区	Z0K37+300	木里县	6.53	
2	木里路段管理所	路段管理所	Z0K38+000	木里县	0.87	合建
3	木里收费站	收费站	Z0K38+000	木里县	0.60	
	小计				8.00	
四		项目合计			55.98	

表 2.1.3.6-2 本项目沿线设施防护措施统计表

项目	行政区域	沿线设施		排水工程		一般路基防护与加固			其他路基防护与加固		场地景观绿化				
		数量	占地面积	截排水沟长度	砼圪工	骨架护坡面积	砼圪工	覆土	植草护坡	覆土	绿化面积	覆土	乔木	灌木	草籽
		处	hm ²	km	万 m ³	万 m ²	万 m ³	万 m ³	万 m ²	万 m ³	hm ²	万 m ³	万株	万株	kg
西昌支线	西昌市	6	11.73	1.37	0.07	0.41	0.07	0.08	0.59	0.12	2.35	1.18	0.35	0.94	353
主线	西昌市	2	8.26	1.15	0.06	0.13	0.02	0.03	0.41	0.08	1.65	0.83	0.25	0.66	248
	盐源县	15	27.99	2.12	0.11	0.65	0.11	0.13	1.40	0.28	5.60	2.80	0.84	2.24	840
木里支线	木里县	3	8.00	1.13	0.06	0.22	0.04	0.04	0.40	0.08	1.60	0.80	0.24	0.64	240
合计		26	55.98	5.77	0.30	1.41	0.24	0.28	2.80	0.56	11.20	5.60	1.68	4.48	1681

2.2 施工组织

2.2.1 施工生产生活区

2.2.1.1 施工生产生活区总体设置情况

本项目主要由路基、路面、桥梁、隧道等工程组成，施工生产生活区也主要为这些工程布置，各施工生产生活区内布置骨料堆放场地、冷热拌和场、预制场，办公、住宿等设施设置活动板房或租用民房。

施工生产生活区的布置以方便施工为原则，一般路基路面施工生产生活区控制路段长度约 10~20km。为了减少施工生产生活区对地表的扰动，同时减少临时占地，根据以往高速公路的施工经验，本工程充分考虑将路基施工场地布置在互通立交、沿线设施内。从施工时序上分析，互通立交在施工期主要是桥梁及匝道建设，大部分地表将在施工后期扰动，进行绿化恢复；沿线设施将在施工后期才进行场地平整、绿化恢复。因此，本工程施工生产生活区布设可充分利用互通立交、沿线设施主体工程占地。西昌支线近八成的线路位于水土保持敏感区内，为了减小施工期间对环境敏感区影响的程度，施工生产生活区全部布设在主体工程占地红线内。

结合本项目主体工程布置和地形地貌条件，经统计，本项目共设施工生产生活区 57 处，共占地 41.40hm²。利用主体工程占地设施工生产生活区 35 处，不新增占地。方案新增施工生产生活区 22 处，新增占地 7.90hm²，主要占用耕地和林地。

本项目施工生产生活区设置详见表 2.2.1-1。

2.2.1.2 敏感区内施工生产生活区设置情况

根据表 2.2.1-1，西昌支线布设了 7 处施工生产生活区，1-7#施工生产生活区均位于敏感区内，全部利用主体工程永久占地范围内设置，不新增占地。

表 2.2.1-1 本项目施工生产生活区布置情况表

项目	编号	行政区域	桩号		性质	总占地 hm ²	新增占地面积及类型 (hm ²)				主要服务对象	备注	
							耕地	林地	草地	小计			
西昌支线	1#施工生产生活区	西昌市	A0K3+500	大兴服务区	主体占地	0.60					A0K0-A0K4 路段	大兴服务区内	
	2#施工生产生活区	西昌市	A0K6+500	西昌路段管理所	主体占地	0.50					尔乌特大桥、川兴互通	西昌路段管理所内	
	3#施工生产生活区	西昌市	A0K10+600	路基上	主体占地	0.80					张把司河特大桥、姚家隧道进口	路基红线范围内	
	4#施工生产生活区	西昌市	A0K13+100	三道沟特大桥	主体占地	0.80					姚家隧道出口、三道沟特大桥、花果山隧道、马家山隧道	三道沟特大桥红线范围内	
	5#施工生产生活区	西昌市	AK21+100	路基上	主体占地	0.40					王家山隧道进口	路基红线范围内	
	6#施工生产生活区	西昌市	AK24+300	路基上	主体占地	0.40					王家山隧道出口	路基红线范围内	
	7#施工生产生活区	西昌市	AK33+104	西溪互通	主体占地	0.40					AK30-AK35 路段	路基红线范围内	
主线	8#施工生产生活区	西昌市	AK36+950	黄联关枢纽互通	主体占地	0.60					黄联关枢纽互通、安宁河特大桥	黄联关枢纽互通内	
	9#施工生产生活区	西昌市	AK42+400	中坝服务区、中坝管理中心	主体占地	5.00					中坝服务区等，设冷热拌合场	中坝服务区、中坝管理中心等红线范围内	
	10#施工生产生活区	西昌市	AK43+700	左	新增占地	0.40	0.40			0.40	磨盘山隧道进口		
	11#施工生产生活区	西昌市	AK50+000	右 220m	新增占地	0.30	0.20	0.10			0.30	1#斜井	
	12#施工生产生活区	盐源县	AK53+200	阴山河大桥	主体占地	0.40						磨盘山隧道出口	阴山河大桥红线范围内
	13#施工生产生活区	盐源县	AK54+400	得力铺养护工区	主体占地	0.40						雅砻江特大桥、得力铺互通	得力铺养护工区内
	14#施工生产生活区	盐源县	AK58+900	右 100m	新增占地	0.30	0.10	0.20			0.30	野猪塘隧道	
	15#施工生产生活区	盐源县	AK59+800	右 80m	新增占地	0.40	0.30	0.10			0.40	大竹园隧道、西潘坪隧道	
	16#施工生产生活区	盐源县	AK63+500	左 80m	新增占地	0.40	0.20	0.20			0.40	新山隧道	
	17#施工生产生活区	盐源县	AK66+300	右 150m	新增占地	0.40	0.30	0.10			0.40	蒋家隧道、包家沟隧道进口	
	18#施工生产生活区	盐源县	AK68+500	路基上	主体占地	0.40						包家沟隧道出口、大梁子隧道	路基红线范围内
	19#施工生产生活区	盐源县	AK74+500	平川互通	主体占地	0.50						龙洞湾 2#隧道、平川互通	平川互通内
	20#施工生产生活区	盐源县	AK76+000	牟家坪大桥	主体占地	0.40						标水岩隧道	牟家坪大桥范围内
	21#施工生产生活区	盐源县	AK77+600	路基上	主体占地	0.40						庙子山隧道	路基红线范围内
	22#施工生产生活区	盐源县	AK82+100	右 100m	新增占地	0.30	0.20	0.10			0.30	红岩子隧道	
	23#施工生产生活区	盐源县	AK91+520	玛璜铺互通	主体占地	0.50						AK85-AK94 路段	玛璜铺互通范围内
	24#施工生产生活区	盐源县	AK96+000	青天铺大桥	主体占地	0.40						小高山隧道进口	青天铺大桥范围内
	25#施工生产生活区	盐源县	AK98+000	左 440m	新增占地	0.30		0.30			0.30	2#斜井	
	26#施工生产生活区	盐源县	AK107+300	左 630	新增占地	0.30	0.30				0.30	3#斜井	
	27#施工生产生活区	盐源县	AK109+900	路基上	主体占地	0.30						小高山隧道出口	路基红线范围内
	28#施工生产生活区	盐源县	AK116+000	盐源服务区	主体占地	4.00						盐源服务区等，设冷热拌合场	盐源服务区内
	29#施工生产生活区	盐源县	AK122+000	路基上	主体占地	0.40						AK120-AK126 路段	路基红线范围内
	30#施工生产生活区	盐源县	AK130+300	果场互通	主体占地	0.60						AK124-AK139 路段	果场互通内
	31#施工生产生活区	盐源县	AK139+000	路基上	主体占地	0.40						AK136-A6K143 路段	路基红线范围内
	32#施工生产生活区	盐源县	A6K147+500	棉桠服务区	主体占地	4.00						棉桠服务区、棉桠互通等，设冷热拌合场	棉桠服务区内
	33#施工生产生活区	盐源县	A6K151+900	路基上	主体占地	0.40						牦牛山隧道进口	路基红线范围内
	34#施工生产生活区	盐源县	A6K154+500	右 1530m	新增占地	0.30	0.30				0.30	4#斜井	
	35#施工生产生活区	盐源县	A6K162+100	左 410m	新增占地	0.40	0.40				0.40	牦牛山隧道出口、大草 2#隧道进口	
	36#施工生产生活区	盐源县	A6K167+700	卧罗河特大桥	主体占地	0.40						大草 2#隧道出口、卧罗河特大桥	卧罗河特大桥红线范围内
	37#施工生产生活区	盐源县	A6K169+600	右 55m	新增占地	0.30	0.30				0.30	卧罗河特大桥、盖租隧道	
	38#施工生产生活区	盐源县	A6K171+900	元宝枢纽互通	主体占地	0.50						元宝枢纽互通、卧龙特大桥、元宝 1#隧道	元宝枢纽互通范围内
	39#施工生产生活区	盐源县	A6K174+000	左 330m	新增占地	0.40	0.40				0.40	卧波罗隧道进口	
	40#施工生产生活区	盐源县	A6K177+000	左	新增占地	0.30		0.30			0.30	5#斜井	
	41#施工生产生活区	盐源县	A6K180+000	泸沽湖停车区	主体占地	0.50						卧波罗隧道出口	泸沽湖停车区内

项目	编号	行政区域	桩号		性质	总占地	新增占地面积及类型 (hm ²)				主要服务对象	备注
						hm ²	耕地	林地	草地	小计		
	42#施工生产生活区	盐源县	AK182+000	泸沽湖养护工区	主体占地	2.50					A6K181-A6K182+650 主线路段, LK0-LK2+650 泸沽湖支线路段, 设 冷热拌合场	泸沽湖养护工区内
	43#施工生产生活区	盐源县	AK182+800	黑龙潭大桥	主体占地	0.40					中梁子隧道进口	黑龙潭大桥范围内
	44#施工生产生活区	盐源县	AK189+500	左 70m	新增占地	0.30	0.30			0.30	寒坡岭隧道出口	
	45#施工生产生活区	盐源县	AK191+685	长柏互通	主体占地	0.40					AK190+000-AK195+625	长柏互通范围内
	46#施工生产生活区	盐源县	Z0K4+100	右 400m	新增占地	0.40	0.40			0.40	元宝 1#隧道出口、元宝 2#隧道进口	
木里支线	47#施工生产生活区	盐源县	Z0K5+100	右 170m	新增占地	0.40	0.30	0.10		0.40	元宝 2#隧道出口、博柯 1#隧道进口	
	48#施工生产生活区	木里县	Z0K14+300	右 630m	新增占地	0.40	0.40			0.40	下麦地隧道出口、红岩子隧道进口	
	49#施工生产生活区	木里县	Z0K18+900	左 580m	新增占地	0.40			0.40	0.40	红岩子隧道出口、吐故隧道进口	
	50#施工生产生活区	木里县	Z0K22+400	左 670m	新增占地	0.30		0.20	0.10	0.30	6#斜井	
	51#施工生产生活区	木里县	Z0K25+500	右 80m	新增占地	0.50			0.50	0.50	吐故隧道出口、理塘河特大桥、后所隧道进口	
	52#施工生产生活区	木里县	Z0K28+750	路基上	主体占地	0.30					后所隧道出口	路基红线范围内
	53#施工生产生活区	木里县	Z0K34+100	右 430m	新增占地	0.40		0.40		0.40	碾水隧道出口、黑松林隧道进口	
	54#施工生产生活区	木里县	Z0K37+300	木里服务区	主体占地	4.00					黑松林隧道出口, 设 冷热拌合场	木里服务区内
	55#施工生产生活区	木里县	Z0K38+000	木里路段管理所	主体占地	0.40					刁满特大桥	木里路段管理所内
泸沽湖支线	56#施工生产生活区	盐源县	LK2+900	路基上	主体占地	0.50					中梁子隧道出口、黑老林 1#隧道、永宁河特大桥	路基红线范围内
	57#施工生产生活区	盐源县	LK11+000	路基上	主体占地	0.60					泸沽湖支线	路基红线范围内
合计	西昌市				主体占地	9.50						9 处
					新增占地	0.70	0.60	0.10		0.70	2 处	
					小计	10.20	0.60	0.10		0.70		
	盐源县				主体占地	19.30						23 处
					新增占地	5.20	3.80	1.40		5.20	15 处	
					小计	24.50	3.80	1.40		5.20		
	木里县				主体占地	4.70						3 处
					新增占地	2.00	0.40	0.60	1.00	2.00	5 处	
					小计	6.70	0.40	0.60	1.00	2.00		
	小计				主体占地	33.50						35 处
新增占地					7.90	4.80	2.10	1.00	7.90	22 处		
小计					41.40	4.80	2.10	1.00	7.90	57 处		

2.2.2 施工道路

2.2.2.1 对外交通

工程区周边可服务于本项目建设的道路有：西攀高速、G108、G348（原 S307）、G227（原 S216）及纵横交错的县乡村道路，一起构成该区域公路网。本项目对外交通条件较好，基本可以满足工程建设要求。

2.2.2.2 场内交通

本项目施工道路由施工便道和施工便桥两部分组成。本项目施工道路采用三种形式：一是永久性新建，二是临时性新建，三是利用现有乡村道路（机耕道）进行临时性扩建。为满足车辆和机械运输要求，同时尽量节约占地，施工道路路基宽度采用 4.5m。新建施工道路采用水泥路面，临时性新建和扩建施工道路采用泥结碎石路面，施工时尽量结合地形设置，尽量做到土石方挖填平衡。

结合初步设计文件，经优化统计，本项目设置施工道路 822.45km，其中施工便道 809.58km、施工便桥 12.87km，总占地面积为 500.32hm²，主要占用耕地、林地和水域及水利设施用地。施工道路 822.45km，包括敏感区内施工道路 27.55km。弃渣场内施工道路 35.51km。

施工道路具体情况详见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 本项目施工道路统计表

项目	行政区域	施工便道				施工便桥		路面 宽度	占地平均宽度		占地面积及占地类型			
		永久性 新建	临时性 新建	临时性 原路扩建	小计	数量	桥长		新建宽 度	扩建 宽度	耕地	林地	水域及 水利设 施用地	小计
		km	km	km	km	座	m		m	m	m	hm ²	hm ²	hm ²
西昌支线	西昌市		21.79	20.00	41.79	58	1740	4.5	6.5	3	6.70	13.12	1.13	20.95
主线	西昌市	11.45	34.18	4.48	50.11	26	780	4.5	6.5	3	10.03	20.82	0.51	31.36
	盐源县	76.96	362.34	41.84	481.14	202	6060	4.5	6.5	3	96.26	200.62	3.94	300.82
木里支线	盐源县	7.94	35.71	6.07	49.72	29	870	4.5	6.5	3	9.79	20.23	0.57	30.59
	木里县	26.35	111.26	14.46	152.07	100	3000	4.5	6.5	3	30.44	62.74	1.95	95.13
泸沽湖支线	盐源县	6.11	24.93	3.70	34.75	14	420	4.5	6.5	3	6.87	14.34	0.27	21.48
合计		128.81	590.22	90.55	809.58	429	12870	4.5	6.5	3	160.09	331.86	8.37	500.32

本方案以小高山隧道出口施工道路进行典型介绍，该施工道路为了增加小高山隧道出口断面施工而设，长度 214m，路基宽 4.5m，采用泥结碎石路面，主要占用林地和耕地。施工期间，建议施工道路周边布设临时排水沟及沉沙，路基边坡设挂三维网植草、直接喷播植草+骨架护坡框格内植草等临时防护，完工后周边设 C20 砼排水及沉沙，场地土地平整后种植乔灌木和复耕。

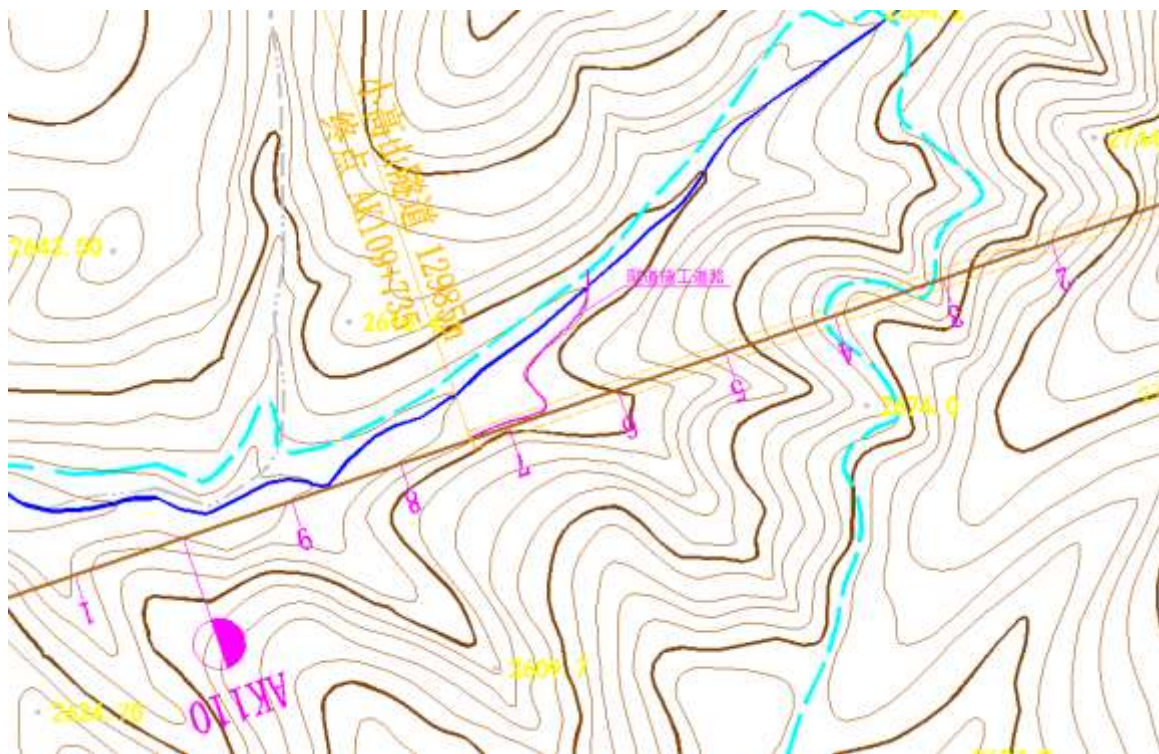


图 2.2.2-1 小高山隧道出口典型施工道路示意图

2.2.2.3 敏感区内施工道路设置情况

根据西昌支线初步设计文件可知，西昌支线共布设施工便道 41.79km，在敏感区内布设施工道路 27.67km，占西昌支线施工便道的 66.21%。其中临时新建施工道路 12.14km、临时性原路扩建施工道路 15.53km，路面宽度为 4.5m，总占地面积为 12.55hm²。敏感区内施工道路具体详见表 2.2.2-2。

表 2.2.2-2 敏感区内施工道路统计表

序号	桩号	施工便道			路面宽度 m	占地平均宽度		占地面积 hm ²
		临时性新建	临时性原路扩建	小计		新建宽度	扩建宽度	
		km	km	km		m	m	
1	A0K3+975	1.23		1.23	4.50	6.50	3.00	0.80
2	A0K5+405	0.58		0.58	4.50	6.50	3.00	0.38
3	A0K6+290	0.90	1.98	2.88	4.50	6.50	3.00	1.18
4	A0K6+785	0.34		0.34	4.50	6.50	3.00	0.22
5	A0K7+640	2.42		2.42	4.50	6.50	3.00	1.57
6	A0K8+295	0.46		0.46	4.50	6.50	3.00	0.30
7	A0K8+425	0.21		0.21	4.50	6.50	3.00	0.14
8	A0K9+285	0.60	4.44	5.04	4.50	6.50	3.00	1.72
9	A0K11+115	0.45		0.45	4.50	6.50	3.00	0.29
10	A0K12+620	0.79	3.50	4.29	4.50	6.50	3.00	1.56
11	A0K13+865	0.60		0.60	4.50	6.50	3.00	0.39
12	A0K15+515	0.25	2.48	2.73	4.50	6.50	3.00	0.91
13	A0K15+585	0.55		0.55	4.50	6.50	3.00	0.36
14	A0K19+485	0.38	0.61	0.99	4.50	6.50	3.00	0.43
15	AK21+900		0.82	0.82	4.50	6.50	3.00	0.25
16	AK23+390		0.26	0.26	4.50	6.50	3.00	0.08
17	AK26+900	0.80	0.34	1.14	4.50	6.50	3.00	0.62
18	AK27+600		0.78	0.78	4.50	6.50	3.00	0.23
19	AK28+898	0.42	0.32	0.74	4.50	6.50	3.00	0.37
20	AK29+700	1.16		1.16	4.50	6.50	3.00	0.75
小计		12.14	15.53	27.67				12.55

2.2.2.4 弃渣场区施工道路设置情况

经统计，弃渣场区设置施工道路 35.51km，其中施工便道 35.42km、施工便桥 0.09km，总占地面积为 22.63hm²，主要占用耕地、林地和水域及水利设施用地。弃渣场区施工道路具体详见表 2.2.2-3。

表 2.2.2-3 弃渣场区施工道路统计表

序号	连接位置	施工便道			路面宽度 m	路面类型	施工便桥		占地平均宽度		占地面积 hm ²
		扩建道路	新建道路	小计			数量	桥长	新建宽度	扩建宽度	
		m	m	m			座	m	m	m	
1	1#弃渣场	100	360	460	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.26
2	2#弃渣场		180	180	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.12
3	3#弃渣场		330	330	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.21

序号	连接位置	施工便道			路面宽度 m	路面类型	施工便桥		占地平均宽度		占地面积 hm ²
		扩建道路	新建道路	小计			数量	桥长	新建宽度	扩建宽度	
		m	m	m			座	m	m	m	
4	4#弃渣场		440	440	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.29
5	5#弃渣场		420	420	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.27
6	6#弃渣场		80	80	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.05
7	7#弃渣场		475	475	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.31
8	8#弃渣场		300	300	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.20
9	9#弃渣场		1100	1100	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.72
10	10#弃渣场		2240	2240	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	1.46
11	11#弃渣场		380	380	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.25
12	12#弃渣场		365	365	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.24
13	13#弃渣场		100	100	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.07
14	14#弃渣场		2300	2300	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	1.50
15	15#弃渣场		140	140	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.09
16	16#弃渣场		110	110	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.07
17	17#弃渣场		50	50	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.03
18	18#弃渣场		70	70	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.05
19	19#弃渣场		30	30	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.02
20	20#弃渣场		50	50	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.03
21	21#弃渣场		350	350	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.23
22	24#弃渣场		250	250	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.16
23	25#弃渣场	670	300	970	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.40
24	26#弃渣场		170	170	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.11
25	27#弃渣场	390	200	590	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.25
26	28#弃渣场		450	450	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.29
27	30#弃渣场		130	130	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.08
28	31#弃渣场		400	400	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.26
29	32#弃渣场		20	20	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.01
30	33#弃渣场		180	180	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.12
31	34#弃渣场		60	60	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.04
32	35#弃渣场		130	130	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.08
33	36#弃渣场		30	30	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.02
34	37#弃渣场		420	420	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.27
35	38#弃渣场		230	230	4.50	泥结碎石	1	30	6.50	3.00	0.16
36	39#弃渣场		120	120	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.08
37	44#弃渣场		430	430	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.28
38	45#弃渣场		720	720	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.47
39	46#弃渣场		6600	6600	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	4.29
40	47#弃渣场		1280	1280	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.83
41	48#弃渣场		900	900	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.59
42	49#弃渣场		130	130	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.08
43	50#弃渣场		340	340	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.22
44	51#弃渣场		320	320	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.21

序号	连接位置	施工便道			路面宽度 m	路面类型	施工便桥		占地平均宽度		占地面积 hm ²
		扩建道路	新建道路	小计			数量	桥长	新建宽度	扩建宽度	
		m	m	m			座	m	m	m	
45	52#弃渣场		1990	1990	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	1.29
46	54#弃渣场		310	310	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.20
47	55#弃渣场		380	380	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.25
48	56#弃渣场		120	120	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.08
49	57#弃渣场		560	560	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.36
50	58#弃渣场		2200	2200	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	1.43
51	60#弃渣场		430	430	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.28
52	61#弃渣场		1000	1000	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.65
53	62#弃渣场		110	110	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.07
54	63#弃渣场		60	60	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.04
55	64#弃渣场		680	680	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.44
56	65#弃渣场		210	210	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.14
57	66#弃渣场		80	80	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.05
58	67#弃渣场		300	300	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.20
59	68#弃渣场		770	770	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.50
60	69#弃渣场		260	260	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.17
61	70#弃渣场		230	230	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.15
62	71#弃渣场		150	150	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.10
63	72#弃渣场		140	140	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.09
64	74#弃渣场		280	280	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.18
65	75#弃渣场		320	320	4.50	泥结碎石			6.50	3.00	0.21
	合计	1160	34260	35420							22.63

2.2.3 施工用水、用电

（一）施工用水

项目沿线地表水系发育、河流众多，水源丰富，水质较好，对混凝土不具腐蚀性，可用作施工用水。沿线居民用水多来自乡镇自来水厂，施工工人饮用水可从附近乡镇自来水网接入，但需与权属单位联系。

（二）施工用电

项目沿线有 10KV ~ 35KV 动力线，根据工程的分段及施工队伍情况，确定工区、预制场等位置，于就近乡、镇所在地接线，但隧道、大桥、互通立交等重点工程，应自备发电机，作临时停电备用，以保证工程顺利进行。施工用电通过架空线路就近接入，变电设施布置在施工生产生活区内，不新增占地。

2.2.4 筑路材料

本项目路面筑路材料及防护、排水工程用料可充分利用路基、隧道开挖料，部分隧道挖方可用于圬工材料及路面底基层等，不足部分采用购买的方式，不自设料场。根据筑路材料调查的情况，项目区沿线有丰富的砂、砂砾石、碎石、片石、块石、料石等筑路材料，且有多处正在开采，目前有乡镇公路直达料场，无需修建施工道路，施工时可就近购买。

另外，需购买的材料，应选择在当地行政主管部门备案的料场购买，对料场开采过程中及开采后的水土流失防治责任范围由料场经营者负责，在购买合同中应进行明确界定，料场开采的水土流失防治责任主体为料场经营者。外购料在运输过程中应注意材料的洒落，其水土流失防治责任主体为本项目业主。

本项目筑路材料料场调查情况见表 2.2.4-1。

表 2.2.4-1 沿线筑路材料料场特性表

序号	材料名称	料场位置	料场说明	储量 (万 m ³)	覆盖层厚度 (m)	开采方式	运输方式	通往料场 地方道路	备注
1	碎石、砂卵石	西昌市中坝乡	分布于安宁河河漫滩及 I 级阶地。为现代河流冲洪积层，主要为漂卵石夹砂，漂卵石主要成分以花岗岩、灰岩为主，次为闪长岩，石质坚硬。该料场生产各类粗、中、细、粉砂以及各种规格粗细骨料，储量丰富，交通较为便利。	50	0~0.5	机械、人工	汽车	公路	购买
2	碎石、砂卵石	盐源县干海子河	分布于干海子河河漫滩。为现代河流冲洪积层，主要为漂卵石夹砂，漂卵石主要成分以砂岩为主，含量约 60~70%，充填细砂、砾石，偶含有泥质团块，通过机械筛选，可做为砂的粗、细骨料。	丰富	0~0.5	机械、人工	汽车	公路	购买
3	碎石、砂卵石	盐源县梅雨河	(梅雨河边有多个料场)分布于梅雨河河漫滩及 I 级阶地。为现代河流冲洪积层，主要为漂卵石夹砂，漂卵石主要成分以灰岩、砂岩为主，含量约 70~80%，充填细砂、砾石，偶含有泥质团块，通过机械筛选，可做为砂的粗、细骨料。	丰富	0~0.5	机械、人工	汽车	公路	购买
4	碎石、砂卵石	盐源县盖租河	分布于盖租河河漫滩。为现代河流冲洪积层，主要为漂卵石夹砂，漂卵石主要成分以玄武岩、灰岩、砂岩为主，含量约 60~70%，充填细砂、砾石，偶含有泥质团块，通过机械筛选，可做为砂的粗、细骨料。	丰富	0~0.5	机械、人工	汽车	公路	购买
5	碎石、砂卵石	木里县卧罗河	分布于卧罗河河漫滩及 I 级阶地。为现代河流冲洪积层，主要为漂卵石夹砂，漂卵石主要成分以灰岩、砂岩、花岗岩为主，次为闪长岩，石质坚硬。可选址自行生产各类粗、中、细、粉砂以及各种规格粗细骨料，储量丰富。	丰富	0~0.5	机械、人工	汽车	无道路	购买

序号	材料名称	料场位置	料场说明	储量 (万 m ³)	覆盖层厚度 (m)	开采方式	运输方式	通往料场地方道路	备注
6	碎石、砂卵石	木里县理塘河	分布于理塘河河漫滩及 I 级阶地。为现代河流冲洪积层，主要为漂卵石夹砂，漂卵石主要成分以灰岩、砂岩、花岗岩为主，次为闪长岩，石质坚硬。可选址自行生产各类粗、中、细、粉砂以及各种规格粗细骨料，储量丰富。	丰富	0~0.5	机械、人工	汽车	无道路	购买
7	碎石、片块石料	盐源县双河乡水车洛村	石质为灰岩，青灰色，坚硬，表层有 1~2m 覆盖层，下为弱-微风化状态。可沿线就地取材，使用时需取样对其力学指标进行测试。适用于桥涵、挡墙用片块石料。	40	0~2.0	机械、人工	汽车	机耕道	购买
8	碎石、片块石料	盐源县下海乡上海村	石质为灰岩，青灰色，坚硬，表层有 1~2m 覆盖层，下为弱-微风化状态。可沿线就地取材，使用时需取样对其力学指标进行测试。适用于桥涵、挡墙用片块石料。	30	0~2.0	机械、人工	汽车	机耕道	购买
9	碎石、片块石料	盐源县棉垭乡石马祖德村	石质为灰岩，青灰色，坚硬，表层有 1~2m 覆盖层，下为弱-微风化状态。可沿线就地取材，使用时需取样对其力学指标进行测试。适用于桥涵、挡墙用片块石料。	50	0~2.0	机械、人工	汽车	公路	购买
10	碎石、片块石料	木里县下麦地乡棉垭口	石质为灰岩，青灰色，坚硬，表层有 1~2m 覆盖层，下为弱-微风化状态。可沿线就地取材，使用时需取样对其力学指标进行测试。适用于桥涵、挡墙用片块石料。	40	1.0~2.0	机械、人工	汽车	公路	购买
11	碎石、片块石料	木里县王高窝子	石质为灰岩，青灰色，坚硬，表层有 1~2m 覆盖层，下为弱-微风化状态。可沿线就地取材，使用时需取样对其力学指标进行测试。适用于桥涵、挡墙用片块石料。	50	0~1.0	机械、人工	汽车	无道路	购买
12	碎石、片块石料	木里县白岩子	石质为灰岩，青灰色，坚硬，表层有 1~2m 覆盖层，下为弱-微风化状态。可沿线就地取材，使用时需取样对其力学指标进行测试。适用于桥涵、挡墙用片块石料。	50	1.0~2.0	机械、人工	汽车	乡道	购买

序号	材料名称	料场位置	料场说明	储量 (万 m ³)	覆盖层厚度 (m)	开采方式	运输方式	通往料场地方道路	备注
13	片、块石料	西昌市黄水塘	岩性为震旦系砂岩，岩体较硬，可沿线就地取材，使用时需取样对其力学指标进行测试。适用于桥涵、挡墙用片块石料。	20	0~1.0	机械、人工	汽车	公路	购买
14	片、块石料	西昌市磨盘乡	岩性为花岗岩，岩体较硬，可沿线就地取材，使用时需取样对其力学指标进行测试。适用于桥涵、挡墙用片块石料。	30	0~1.0	机械、人工	汽车	公路	购买
15	玄武岩	盐源县平川镇	岩性为二叠系上统峨眉山玄武岩，致密坚硬。	50	0~2.0	机械、人工	汽车	无道路	购买
16	玄武岩	盐源县水关乡青天铺村	岩性为二叠系上统峨眉山玄武岩，致密坚硬。	30	0~2.0	机械、人工	汽车	无道路	购买
17	玄武岩	盐源县胡家火山	岩性为二叠系上统杨家坪组玄武岩，致密坚硬。	50	0~2.0	机械、人工	汽车	公路	购买
18	玄武岩	木里县瓦科梁子	岩性为二叠系上统峨眉山玄武岩，致密坚硬。	30	0~2.0	机械、人工	汽车	乡道	购买
19	灰岩碎石	盐源县金冠水泥厂内	石质为灰岩，青灰色，坚硬，致密，裂隙发育，中粒结构，块状构造。表层有 1~2m 覆盖层，下为弱-微风化状态。适用于路面面层集料使用。试验表明：压碎值 20.7、洛杉矶磨耗损失 22.0、磨光值 44。	丰富	1.0~2.0	机械、人工	汽车	公路	购买

2.2.5 弃渣场

(1)弃渣场规划原则

本工程沿线地貌以高中山地貌为主，沿线农耕较发达，山坡林草覆盖率较高。按照水土保持法律法规要求，结合工程区特点，本工程弃渣按以下原则进行规划：

①充分结合地形、地貌条件集中设置弃渣场，弃渣场选址尽量利用道路沿线坡面汇水面积较小的荒坡、凹地等，以及上游汇水面积不大的支沟，尽可能少占农田，不占基本农田。但磨盘山隧道至小高山隧道（AK43+710-AK109+735），牦牛山隧道至终点（A6K152+130-AK195+625）、木里支线等路段地形陡峭，坡长长，项目线位布设高程较低，弃渣场难免设置汇水面积较大的沟道上。

②弃渣场的选择应避开崩塌、滑坡、泥石流等不良地质地段。

③不得在河道、湖泊管理范围内设置弃土（石、渣）场。

④选定弃渣场地形应尽量平缓，且远离人群聚集区，不得影响周边公共设施的安全，弃渣场容量能满足堆渣要求。

⑤弃渣场表土在堆渣前应充分剥离、集中堆存，用于场地恢复绿化或复耕。

⑥不得在项目沿线的邛海国家湿地公园、邛海-螺髻山国家级风景名胜区、尔吾森林公园、集中式饮用水水源保护区和生态红线等环境敏感区内设置弃渣场。

(2)弃渣场规划

经土石方平衡分析，本项目弃渣总量为 3283.08 万 m^3 （合松方 4367.73 万 m^3 ）。根据道路沿线地形地貌条件和弃渣在路段上的分布，沿线共设置 75 个弃渣场，弃渣场占地总面积 330.55 hm^2 。弃渣场每 10m 一层进行分级，坡比按 1:2 进行削坡。弃渣场应采取分层堆放，分层碾压，自下而上的方式堆置，渣体碾压压实度不小于 85%。各弃渣场要素表和主要特性分别详见表 2.2.5-1、表 2.2.5-2。

各弃渣场工程地质情况详见表 2.2.5-3。46#弃渣场为本项目最大的弃渣场，弃渣量为 174.47 万 m^3 、占地面积 7.07 hm^2 、汇水面积 2.38 hm^2 ，其工程地质情况详见表 2.2.5-4。

表 2.2.5-1 本项目弃渣场要素表

项目	渣场名称	主线桩号	相对主线位置关系	地名	行政区域	渣场类型	运距	最大容量	计划堆渣	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	失事危害程度	渣场级别
							km	万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²		
西昌支线	1#弃渣场	A0K1+000	右 4400m	瓦泥坡	西昌市	坡地型	9.3	52.77	48.82	65	分层碾压	0.21	3.69	无危害	3
	2#弃渣场	A0K1+000	右 4750m	瓦泥坡	西昌市	坡地型	18.5	82.84	78.60	65	分层碾压	0.33	4.72	无危害	3
	3#弃渣场	A0K1+000	右 3500m	跑马坪	西昌市	坡地型	19.8	67.68	61.78	45	分层碾压	0.33	5.57	无危害	4
	4#弃渣场	AK26+700	右 1700m	黎家湾子	西昌市	坡地型	15.3	16.63	14.38	30	分层碾压	0.10	1.98	较轻	4
	5#弃渣场	AK27+300	右 1450m	黎家湾子	西昌市	坡地型	12.6	84.15	81.95	50	分层碾压	0.13	6.12	较轻	4
	6#弃渣场	AK31+000	右 790m	老营盘	西昌市	坡地型	13.1	49.04	46.68	70	分层碾压	0.07	2.52	较轻	3
	7#弃渣场	AK31+200	右 760m	老营盘	西昌市	坡地型	8.5	77.41	73.66	63	分层碾压	0.12	4.42	较轻	3
主线	8#弃渣场	AK43+710	左 120m	烧炭湾	西昌市	沟道型	6.1	103.03	97.55	55	分层碾压	0.39	6.69	无危害	4
	9#弃渣场	AK50+300	右 540m	李家屋基	西昌市	沟道型	1.2	73.53	64.45	85	分层碾压	1.52	3.46	无危害	3
	10#弃渣场	AK51+000	右 1290m	阴山河沟	盐源县	沟道型	11.5	79.33	75.98	95	分层碾压	2.03	3.34	较轻	3
	11#弃渣场	AK59+100	右 470m	别基塘	盐源县	沟道型	0.8	71.96	65.48	75	分层碾压	4.73	3.69	较轻	3
	12#弃渣场	AK59+750	右 285m	较场坝	盐源县	沟道型	0.6	48.45	40.54	85	分层碾压	4.81	2.28	较轻	3
	13#弃渣场	AK61+900	右 160m	火王岩沟	盐源县	沟道型	1.1	23.25	19.53	75	分层碾压	0.89	1.24	较轻	3
	14#弃渣场	AK63+800	左 2300m	麦地沟村	盐源县	沟道型	3.2	58.15	53.01	65	分层碾压	0.79	4.26	较轻	3
	15#弃渣场	AK66+600	右 50m	竹山沟	盐源县	沟道型	0.5	48.08	44.09	85	分层碾压	1.91	2.02	不严重	3
	16#弃渣场	AK67+450	左 75m	包家沟	盐源县	沟道型	4.3	57.67	52.09	85	分层碾压	0.26	2.95	不严重	3
	17#弃渣场	AK73+000	右 50m	龙洞湾	盐源县	坡地型	0.5	74.02	64.49	85	分层碾压	1.19	3.11	不严重	3
	18#弃渣场	AK75+800	右 500m	水缸坪	盐源县	沟道型	3.5	30.03	27.52	55	分层碾压	3.91	2.10	无危害	4
	19#弃渣场	AK77+400	右 50m	两田窝	盐源县	沟道型	0.5	18.37	15.62	55	分层碾压	1.12	1.31	无危害	4
	20#弃渣场	AK77+800	右 50m	两田窝	盐源县	沟道型	0.5	33.21	30.96	75	分层碾压	1.74	1.64	无危害	3
	21#弃渣场	AK80+000	右 325m	大松树	盐源县	沟道型	1.0	27.78	25.34	55	分层碾压	3.59	2.02	无危害	4
	22#弃渣场	AK80+800	右 50m	红岩子	盐源县	沟道型	0.3	25.51	22.65	65	分层碾压	1.82	1.57	无危害	3
	23#弃渣场	AK82+100	右 200m	宋家依得	盐源县	坡地型	0.3	37.59	31.63	35	分层碾压	0.89	4.67	无危害	4
	24#弃渣场	AK89+100	右 280m	土公铺	盐源县	坡地型	1.5	39.79	37.87	55	分层碾压	0.39	2.73	不严重	3
	25#弃渣场	AK102+500	左 2850m	小高山店子	盐源县	沟道型	19.5	77.12	71.22	65	分层碾压	1.24	5.65	无危害	3
	26#弃渣场	AK102+300	左 3160m	小高山店子	盐源县	沟道型	17.1	101.16	97.44	75	分层碾压	1.01	5.62	无危害	3
	27#弃渣场	AK104+000	左 3350m	拉嘎脚得	盐源县	沟道型	11.4	94.90	90.80	65	分层碾压	4.42	5.84	无危害	3
	28#弃渣场	AK98+500	右 440m	大沟头	盐源县	坡地型	2.3	18.56	15.28	55	分层碾压	0.32	1.35	较轻	4
	29#弃渣场	AK108+500		穆家凹凶	盐源县	沟道型	1.8	100.76	97.77	65	分层碾压	1.07	6.74	较轻	3
	30#弃渣场	AK109+700	右 460m	杜家屋基	盐源县	坡地型	0.9	99.90	97.33	65	分层碾压	0.41	5.63	较轻	3
	31#弃渣场	AK109+300	右 60m	水地沟	盐源县	坡地型	0.7	13.23	11.06	45	分层碾压	0.05	1.05	较轻	3
	32#弃渣场	AK112+400	右 115m	花沟	盐源县	坡地型	0.3	41.81	30.72	35	分层碾压	0.33	5.43	较轻	3
	33#弃渣场	AK114+300	左 400m	新关山	盐源县	坡地型	0.6	24.85	21.79	25	分层碾压	0.30	3.55	无危害	4
	34#弃渣场	AK118+900	左 210m	炸子山	盐源县	坡地型	0.5	98.63	96.34	35	分层碾压	0.38	10.88	较轻	4
	35#弃渣场	AK118+900	左 1020m	中水塘	盐源县	坡地型	1.3	96.62	93.12	45	分层碾压	0.27	6.71	较轻	4
	36#弃渣场	AK122+400	右 460m	干沟	盐源县	坡地型	0.8	40.95	33.04	35	分层碾压	0.08	4.68	无危害	4
	37#弃渣场	AK126+000	左 585m	兰家沟	盐源县	坡地型	4.5	67.69	57.45	25	分层碾压	0.39	10.83	较轻	4
	38#弃渣场	AK128+000	右 2300m	崩土坎	盐源县	坡地型	4.9	81.69	77.19	55	分层碾压	0.13	6.32	无危害	4
	39#弃渣场	AK133+400	左 70m	长塘子	盐源县	坡地型	1.6	70.94	64.05	30	分层碾压	1.27	11.26	较轻	4
	40#弃渣场	AK138+500	右 770m	大垭口	盐源县	坡地型	5.8	66.75	61.53	25	分层碾压	1.74	10.43	较轻	4
	41#弃渣场	A6K142+100	右 580m	棉垭林场	盐源县	坡地型	1.4	53.65	47.64	25	分层碾压	1.33	7.53	较轻	4

项目	渣场名称	主线桩号	相对主线位置关系	地名	行政区域	渣场类型	运距	最大容量	计划堆渣	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	失事危害程度	渣场级别
							km	万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²		
	42#弃渣场	A6K145+500	右 325m	拉土儿包	盐源县	坡地型	1.1	57.20	47.89	25	分层碾压	0.19	8.70	无危害	4
	43#弃渣场	A6K152+000	左 170m	红卡	盐源县	坡地型	1.2	93.26	88.54	45	分层碾压	0.16	7.88	较轻	4
	44#弃渣场	A6K152+200	左 430m	红卡	盐源县	坡地型	2.5	43.11	32.75	55	分层碾压	0.08	2.98	较轻	4
	45#弃渣场	A6K154+300	右 1990m	中心村	盐源县	沟道型	1.3	72.58	67.26	45	分层碾压	1.77	6.72	较轻	4
	46#弃渣场	A6K162+050	左 2800m	壁垭沟	盐源县	沟道型	6.6	180.29	174.47	85	分层碾压	2.38	7.07	较轻	3
	47#弃渣场	A6K166+100	左 800m	大草	盐源县	坡地型	1.4	68.02	62.30	65	分层碾压	1.39	4.55	较轻	3
	48#弃渣场	A6K170+300	右 30m	观音沟	盐源县	沟道型	1.2	21.88	17.65	55	分层碾压	2.00	1.73	较轻	4
	49#弃渣场	A6K170+600	右 420m	观音沟	盐源县	沟道型	1.6	64.71	59.23	85	分层碾压	1.27	3.31	较轻	3
	50#弃渣场	A6K176+300	右 130m	碉堡上	盐源县	沟道型	4.5	69.52	67.44	65	分层碾压	1.31	4.65	较轻	3
	51#弃渣场	A6K177+200	左 55m	麦地沟	盐源县	坡地型	3.3	48.68	40.76	75	分层碾压	0.74	2.95	较轻	3
	52#弃渣场	A6K177+200	右 260m	麦地沟	盐源县	沟道型	3.5	91.72	73.46	55	分层碾压	5.31	7.58	较轻	4
	53#弃渣场	AK181+900	左 780m	官田坝	盐源县	坡地型	2.2	42.62	38.04	35	分层碾压	0.01	4.51	无危害	4
	54#弃渣场	AK182+400	左 400m	黑地	盐源县	沟道型	3.8	36.72	33.50	45	分层碾压	3.70	2.72	无危害	4
	55#弃渣场	AK186+600	左 3430m	目瓦	盐源县	沟道型	4.6	86.39	80.00	85	分层碾压	2.17	4.84	无危害	3
	56#弃渣场	AK192+300	左 200m	长布塘	盐源县	坡地型	0.5	78.05	58.23	75	分层碾压	1.64	4.73	无危害	3
	57#弃渣场	AK195+625	右 340m	白杨	盐源县	沟道型	3.2	67.50	61.84	75	分层碾压	3.51	3.60	较轻	3
	58#弃渣场	A6K175+800		碉堡上	盐源县	坡地型	5.1	62.37	58.77	45	分层碾压	0.41	4.62	无危害	4
	59#弃渣场	Z0K4+400	右 85m	格洼村	盐源县	沟道型	0.5	67.08	63.90	75	分层碾压	6.80	3.44	无危害	3
	60#弃渣场	Z0K4+900	左 290m	瓦厂	盐源县	沟道型	1.3	64.53	60.81	85	分层碾压	1.71	2.92	较轻	3
	61#弃渣场	Z0K18+950	左 8500m	铁厂	木里县	坡地型	45.2	48.37	43.79	85	分层碾压	0.58	2.71	无危害	3
	62#弃渣场	Z0K19+000	左 8500m	铁厂	木里县	沟道型	45.3	96.99	90.22	85	分层碾压	1.72	5.14	无危害	3
	63#弃渣场	Z0K18+200	左 1150m	二台子	木里县	沟道型	31.4	57.38	53.96	85	分层碾压	6.43	3.00	较轻	3
	64#弃渣场	Z0K18+700	左 780m	二台子	木里县	沟道型	31.5	21.59	19.00	65	分层碾压	6.74	1.51	较轻	3
	65#弃渣场	Z0K18+950	左 6000m	毛家屋基	木里县	坡地型	18.7	67.68	62.37	85	分层碾压	0.09	3.25	较轻	3
	66#弃渣场	Z0K18+950	左 7100m	中野洛	木里县	坡地型	19.5	103.88	99.32	95	分层碾压	0.48	4.05	较轻	3
	67#弃渣场	Z0K22+000	左 910m	癞子沟	木里县	沟道型	2.1	74.90	72.77	65	分层碾压	8.49	5.01	较轻	3
	68#弃渣场	Z0K39+200	左 22720m	种牛场	木里县	沟道型	48.6	93.57	87.66	85	分层碾压	1.45	5.12	较轻	3
	69#弃渣场	Z0K39+200	左 22830m	种牛场	木里县	坡地型	49.7	31.87	29.35	85	分层碾压	0.29	1.63	无危害	3
	70#弃渣场	Z0K39+200	左 23540m	种牛场	木里县	坡地型	41.9	50.68	47.50	85	分层碾压	1.12	2.65	无危害	3
	71#弃渣场	Z0K39+200	左 24000m	种牛场	木里县	坡地型	43.2	56.51	54.36	85	分层碾压	1.16	2.77	无危害	3
	72#弃渣场	Z0K39+200	左 23220m	种牛场	木里县	坡地型	38.0	80.55	75.20	85	分层碾压	0.95	4.12	较轻	3
	73#弃渣场	Z0K38+900	右 50m	刁满	木里县	沟道型	0.6	62.83	59.46	85	分层碾压	4.69	2.64	无危害	3
泸沽湖支线	74#弃渣场	LK12+720	左 3440m	王家坪	盐源县	沟道型	15.7	54.62	49.62	85	分层碾压	1.23	3.06	较轻	3
	75#弃渣场	LK12+720	左 3220m	王家坪	盐源县	沟道型	8.5	106.77	99.63	85	分层碾压	3.58	6.79	较轻	3
合计								4753.87	4367.73				330.55		

表 2.2.5-2 本项目弃渣场特性表

渣场名称	地理坐标		容量	弃渣量	高程	最大堆高	平均堆高	占地面积 (hm ²)					汇水面积	渣场类型	
	东经 E	北纬 N		松方				耕地	林地	住宅用地	水域与水利设施用地	小计			
			万 m ³	万 m ³	m	m	m						hm ²		hm ²
1#弃渣场	102°19'45.98"	27°54'50.19"	52.77	48.82	1805 ~1870	65	13.23		3.69				3.69	0.21	坡地型
2#弃渣场	102°19'40.34"	27°54'54.34"	82.84	78.60	1815 ~1880	65	16.65		4.72				4.72	0.33	坡地型
3#弃渣场	102°20'23.25"	27°54'46.13"	67.68	61.78	1945 ~1990	45	11.32		5.57				5.57	0.33	坡地型
4#弃渣场	102°14'03.47"	27°46'16.97"	16.63	14.38	1570 ~1600	30	7.26		1.94		0.04		1.98	0.10	坡地型
5#弃渣场	102°14'08.48"	27°45'59.10"	84.15	81.95	1560 ~1610	50	13.39	1.71	4.00	0.15	0.26		6.12	0.13	坡地型
6#弃渣场	102°13'28.39"	27°44'17.66"	49.04	46.68	1545 ~1615	70	18.52		2.52				2.52	0.07	坡地型
7#弃渣场	102°13'25.23"	27°44'12.74"	77.41	73.66	1532 ~1595	63	16.93	0.75	3.67				4.42	0.12	坡地型
8#弃渣场	102°07'52.87"	27°41'43.26"	103.03	97.55	1625 ~1680	55	14.74		6.66	0.03			6.69	0.39	沟道型
9#弃渣场	102°03'58.46"	27°42'10.53"	73.53	64.45	1995 ~2080	85	18.63		3.46				3.46	1.52	沟道型
10#弃渣场	102°03'35.75"	27°42'43.14"	79.33	75.98	1905 ~2000	95	22.75		3.34				3.34	2.03	沟道型
11#弃渣场	101°58'45.89"	27°41'39.20"	71.96	65.48	1345 ~1420	75	17.74		3.69				3.69	4.73	沟道型
12#弃渣场	101°58'35.00"	27°41'42.01"	48.45	40.54	1325 ~1410	85	17.78		2.28				2.28	4.81	沟道型
13#弃渣场	101°57'19.01"	27°41'47.04"	23.25	19.53	1415 ~1490	75	15.75		1.24				1.24	0.89	沟道型
14#弃渣场	101°56'18.97"	27°40'02.91"	58.15	53.01	2205 ~2270	65	12.44	0.85	3.41				4.26	0.79	沟道型
15#弃渣场	101°54'42.29"	27°41'05.34"	48.08	44.09	1615 ~1700	85	21.82		2.02				2.02	1.91	沟道型
16#弃渣场	101°54'29.30"	27°40'38.07"	57.67	52.09	1865 ~1950	85	17.66		2.95				2.95	0.26	沟道型
17#弃渣场	101°51'56.89"	27°38'46.49"	74.02	64.49	1765 ~1850	85	20.74	1.23	1.87	0.01			3.11	1.19	坡地型
18#弃渣场	101°51'04.46"	27°37'41.75"	30.03	27.52	1765 ~1820	55	13.10	1.58	0.53				2.10	3.91	沟道型
19#弃渣场	101°50'34.92"	27°36'56.16"	18.37	15.62	1875 ~1930	55	11.92	0.92	0.39				1.31	1.12	沟道型
20#弃渣场	101°50'26.92"	27°36'48.92"	33.21	30.96	1865 ~1940	75	18.88	0.16	1.48				1.64	1.74	沟道型
21#弃渣场	101°50'02.81"	27°36'04.45"	27.78	25.34	1955 ~2010	55	12.54	1.41	0.61				2.02	3.59	沟道型
22#弃渣场	101°49'49.07"	27°36'09.15"	25.51	22.65	1945 ~2010	65	14.84		1.57				1.57	1.82	沟道型
23#弃渣场	101°49'58.99"	27°36'52.40"	37.59	31.63	2025 ~2060	35	6.93	2.80	1.87				4.67	0.89	坡地型
24#弃渣场	101°48'40.50"	27°36'24.10"	39.79	37.87	2085 ~2140	55	13.87	2.16	0.57				2.73	0.39	坡地型
25#弃渣场	101°42'39.86"	27°31'18.87"	77.12	71.22	3025 ~3090	65	12.61		5.65				5.65	1.24	沟道型
26#弃渣场	101°42'46.97"	27°31'10.95"	101.16	97.44	3025 ~3100	75	17.34		5.62				5.62	1.01	沟道型
27#弃渣场	101°41'52.58"	27°30'47.90"	94.90	90.80	2855 ~2920	65	15.55	2.63	3.21				5.84	4.42	沟道型
28#弃渣场	101°44'03.73"	27°33'46.64"	18.56	15.28	2865 ~2920	55	11.32		1.35				1.35	0.32	坡地型
29#弃渣场	101°38'28.73"	27°31'44.69"	100.76	97.77	2685 ~2750	65	14.51	0.47	6.27				6.74	1.07	沟道型
30#弃渣场	101°37'45.20"	27°31'54.61"	99.90	97.33	2625 ~2690	65	17.29		5.63				5.63	0.41	坡地型
31#弃渣场	101°37'58.33"	27°31'41.47"	13.23	11.06	2615 ~2660	45	10.53	0.47	0.58				1.05	0.05	坡地型
32#弃渣场	101°35'57.75"	27°30'33.99"	41.81	30.72	2455 ~2490	35	5.95	3.80	1.63				5.43	0.33	坡地型
33#弃渣场	101°35'44.69"	27°30'13.14"	24.85	21.79	2465 ~2490	25	6.34	0.36	3.20				3.55	0.30	坡地型
34#弃渣场	101°32'47.33"	27°29'26.57"	98.63	96.34	2425 ~2460	35	8.85	6.85	3.81		0.22		10.88	0.38	坡地型
35#弃渣场	101°32'48.53"	27°29'02.04"	96.62	93.12	2405 ~2450	45	13.88	6.61	0.02		0.08		6.71	0.27	坡地型
36#弃渣场	101°31'07.56"	27°30'37.04"	40.95	33.04	2405 ~2440	35	7.26		4.68				4.68	0.08	坡地型
37#弃渣场	101°29'06.46"	27°31'14.74"	67.69	57.45	2395 ~2420	25	5.50	1.62	9.21				10.83	0.39	坡地型
38#弃渣场	101°27'59.81"	27°33'19.38"	81.69	77.19	2380 ~2435	55	12.21	4.59	1.73				6.32	0.13	坡地型
39#弃渣场	101°25'03.88"	27°31'46.15"	70.94	64.05	2380 ~2410	30	5.89	1.35	9.91				11.26	1.27	坡地型

渣场名称	地理坐标		容量 万 m ³	弃渣量 松方 万 m ³	高程		最大 堆高 m	平均 堆高 m	占地面积 (hm ²)					汇水 面积 km ²	渣场 类型
	东经 E	北纬 N			耕地	林地			住宅用地	水域与水利设施用地	小计				
												hm ²	hm ²		
40#弃渣场	101°22'44.45"	27°32'49.45"	66.75	61.53	2505	~2530	25	6.09		10.43			10.43	1.74	坡地型
41#弃渣场	101°21'23.52"	27°34'09.70"	53.65	47.64	2575	~2600	25	6.45	3.86	3.67			7.53	1.33	坡地型
42#弃渣场	101°19'34.67"	27°35'17.92"	57.20	47.89	2645	~2670	25	5.76	0.87	7.83			8.70	0.19	坡地型
43#弃渣场	101°16'11.80"	27°36'38.18"	93.26	88.54	2625	~2670	45	11.24	5.83	2.05			7.88	0.16	坡地型
44#弃渣场	101°15'58.59"	27°36'31.37"	43.11	32.75	2645	~2700	55	10.99		2.98			2.98	0.08	坡地型
45#弃渣场	101°14'58.13"	27°38'03.38"	72.58	67.26	2795	~2840	45	10.01	4.97	1.75			6.72	1.77	沟道型
46#弃渣场	101°10'09.97"	27°35'49.83"	180.29	174.47	3055	~3140	85	24.68		7.07			7.07	2.38	沟道型
47#弃渣场	101°08'05.82"	27°38'56.92"	68.02	62.30	2255	~2320	65	13.69		4.55			4.55	1.39	坡地型
48#弃渣场	101°06'39.59"	27°40'15.14"	21.88	17.65	2445	~2500	55	10.20		1.73			1.73	2.00	沟道型
49#弃渣场	101°06'27.42"	27°40'22.67"	64.71	59.23	2545	~2630	85	17.89		3.31			3.31	1.27	沟道型
50#弃渣场	101°03'38.62"	27°38'28.63"	69.52	67.44	2815	~2880	65	14.50	0.23	4.42			4.65	1.31	沟道型
51#弃渣场	101°03'24.66"	27°37'59.15"	48.68	40.76	2735	~2810	75	13.82		2.95			2.95	0.74	坡地型
52#弃渣场	101°03'13.45"	27°38'07.09"	91.72	73.46	2695	~2750	55	9.69	1.52	6.06			7.58	5.31	沟道型
53#弃渣场	101°00'34.44"	27°37'06.28"	42.62	38.04	2255	~2290	35	8.59	2.68	1.80	0.03		4.51	0.01	坡地型
54#弃渣场	101°00'33.24"	27°37'26.23"	36.72	33.50	2305	~2350	45	12.32	0.22	2.50			2.72	3.70	沟道型
55#弃渣场	101°00'34.81"	27°36'17.15"	86.39	80.00	2185	~2270	85	16.53	0.48	4.36			4.84	2.17	沟道型
56#弃渣场	100°57'32.79"	27°34'52.17"	78.05	58.23	2425	~2500	75	12.53	0.95	3.78			4.73	1.64	坡地型
57#弃渣场	100°55'19.27"	27°34'39.98"	67.50	61.84	2655	~2730	75	17.18		3.60			3.60	3.51	沟道型
58#弃渣场	101°04'03.36"	27°38'33.86"	62.37	58.77	2915	~2960	45	12.72	2.54	2.08			4.62	0.41	坡地型
59#弃渣场	101°07'56.90"	27°41'04.17"	67.08	63.90	2175	~2250	75	18.58		3.44			3.44	6.80	沟道型
60#弃渣场	101°07'59.21"	27°41'34.10"	64.53	60.81	2425	~2510	85	20.82		2.92			2.92	1.71	沟道型
61#弃渣场	101°05'09.81"	27°49'03.24"	48.37	43.79	2905	~2990	85	16.16		2.71			2.71	0.58	坡地型
62#弃渣场	101°04'59.28"	27°48'46.47"	96.99	90.22	2925	~3010	85	17.55		5.14			5.14	1.72	沟道型
63#弃渣场	101°09'28.84"	27°46'55.24"	57.38	53.96	2255	~2340	85	17.99		3.00			3.00	6.43	沟道型
64#弃渣场	101°09'34.60"	27°47'08.24"	21.59	19.00	2175	~2240	65	12.58		1.51			1.51	6.74	沟道型
65#弃渣场	101°06'28.06"	27°48'12.25"	67.68	62.37	2855	~2940	85	19.19		3.25			3.25	0.09	坡地型
66#弃渣场	101°05'43.08"	27°48'34.17"	103.88	99.32	2875	~2970	95	24.52		4.05			4.05	0.48	坡地型
67#弃渣场	101°09'04.51"	27°48'55.28"	74.90	72.77	2575	~2640	65	14.53		5.01			5.01	8.49	沟道型
68#弃渣场	101°09'46.84"	28°04'58.08"	93.57	87.66	3085	~3170	85	17.12		5.12			5.12	1.45	沟道型
69#弃渣场	101°09'34.26"	28°05'30.26"	31.87	29.35	3095	~3180	85	18.01		1.63			1.63	0.29	坡地型
70#弃渣场	101°09'46.47"	28°05'27.11"	50.68	47.50	3045	~3130	85	17.92		2.65			2.65	1.12	坡地型
71#弃渣场	101°09'09.74"	28°05'39.31"	56.51	54.36	3095	~3180	85	19.62		2.77			2.77	1.16	坡地型
72#弃渣场	101°09'33.90"	28°05'09.97"	80.55	75.20	3145	~3230	85	18.25		4.12			4.12	0.95	坡地型
73#弃渣场	101°16'48.40"	27°54'09.62"	62.83	59.46	1935	~2020	85	22.52		2.64			2.64	4.69	沟道型
74#弃渣场	100°58'37.04"	27°44'07.08"	54.62	49.62	2495	~2580	85	16.22		3.06			3.06	1.23	沟道型
75#弃渣场	100°58'34.40"	27°43'55.74"	106.77	99.63	2505	~2590	85	14.72		6.25	0.54		6.79	3.58	沟道型
合计			4753.87	4367.73					66.48	262.71	0.22	1.14	330.55		

表 2.2.5-3 本项目弃渣场工程地质情况表

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
西昌支线	1#弃渣场	坡地型	48.82	VIII	弃渣场位于一山脊地带的沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以残坡积粉质黏土为主，其厚度较小（一般小于 1m），土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂质泥岩为主，岩层产状 221°/27°；岩体强风化层厚度 1~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 10~20m，平均纵坡约 95%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	2#弃渣场	坡地型	78.60	VIII	弃渣场位于一山脊地带的沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以残坡积粉质黏土为主，其厚度较小（一般小于 1m），土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂质泥岩为主，岩层产状 221°/27°；岩体强风化层厚度 1~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 10~20m，平均纵坡约 105%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	3#弃渣场	坡地型	61.78	VIII	弃渣场位于一山脊地带的沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以残坡积粉质黏土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂岩、泥岩为主，岩层产状 260°/45°；岩体强风化层厚度 1~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 10~20m，平均纵坡约 75%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	4#弃渣场	坡地型	14.38	VIII	弃渣场位于一山脚地带的沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 244°/27°；倾向坡内，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 70%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	5#弃渣场	坡地型	81.95	VIII	弃渣场位于一山脚地带的沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 244°/27°；倾向坡内，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 55%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	6#弃渣场	坡地型	46.68	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 244°/27°；倾向坡内，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 67%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，厚度不大，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	7#弃渣场	坡地型	73.66	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 244°/27°；倾向坡内，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~40m，平均纵坡约 73%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，厚度不大，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
主线	8#弃渣场	沟道型	97.55	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为花岗岩，坡体整体稳定。谷底宽度一般 60~80m，平均纵坡约 54%，谷底地表覆盖层为坡洪积粉土，厚度不大，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	9#弃渣场	沟道型	64.45	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表零星覆盖坡残积粉质黏土，厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂岩、泥岩为主，岩层产状 229°/54°；岩体强风化层厚度 2~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 40~50m，平均纵坡约 85%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	10#弃渣场	沟道型	75.98	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂岩、泥岩为主，岩层产状 270°/37°；岩体强风化层厚度 2~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 40~50m，平均纵坡约 85%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	11#弃渣场	沟道型	65.48	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 30~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以砂岩、泥岩为主，岩层产状 97°/65°；岩体强风化层厚度 2~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~36m，平均纵坡约 87%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	12#弃渣场	沟道型	40.54	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以砂岩、泥岩为主，岩层产状 97°∠65°，岩体强风化层厚度 1~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 25~35m，平均纵坡约 81%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	13#弃渣场	沟道型	19.53	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以砂岩、泥岩为主，岩体强风化层厚度 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 94%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	14#弃渣场	沟道型	53.01	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积碎石土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.3~1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 25~35m，平均纵坡约 80%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	15#弃渣场	沟道型	44.09	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~45°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积碎石土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.5~1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 110%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	16#弃渣场	沟道型	52.09	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~45°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积碎石土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.5~1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 105%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	17#弃渣场	坡地型	64.49	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积碎石土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为玄武岩，岩体强风化层厚度约 0.5m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~40m，平均纵坡约 96%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，厚弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	18#弃渣场	沟道型	27.52	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为玄武岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~50m，平均纵坡约 79%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，厚度 2~3m，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	19#弃渣场	沟道型	15.62	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 92%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	20#弃渣场	沟道型	30.96	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为玄武岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 15~30m，平均纵坡约 94%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	21#弃渣场	沟道型	25.34	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为玄武岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 25~35m，平均纵坡约 83%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	22#弃渣场	沟道型	22.65	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 88%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	23#弃渣场	坡地型	31.63	VIII	弃渣场位于缓坡地带，地形条件较好。地形坡度 15~20°；坡表覆盖粉质黏土，其厚度不大，现状稳定；下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	24#弃渣场	坡地型	37.87	VIII	弃渣场位于缓坡地带，地形条件较好。地形坡度 15~25°；坡表覆盖粉质黏土，其厚度不大，现状稳定；下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	25#弃渣场	沟道型	71.22	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°；坡面植被零星发育，基岩零星出露。组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 40~50m，平均纵坡约 78%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	26#弃渣场	沟道型	97.44	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°；坡面植被零星发育，基岩零星出露。组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~40m，平均纵坡约 92%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	27#弃渣场	沟道型	90.80	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°；坡面植被零星发育，基岩零星出露。组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 95%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	28#弃渣场	坡地型	15.28	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为玄武岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 15~30m，平均纵坡约 103%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	29#弃渣场	沟道型	97.77	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 0.0~1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~40m，平均纵坡约 108%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	30#弃渣场	坡地型	97.33	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~40m，平均纵坡约 98%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	31#弃渣场	坡地型	11.06	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 50~70m，平均纵坡约 112%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	32#弃渣场	坡地型	30.72	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~50m，平均纵坡约 85%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	33#弃渣场	坡地型	21.79	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 25~35m，平均纵坡约 92%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	34#弃渣场	坡地型	96.34	VIII	弃渣场位于一分水岭附近的沟谷地带，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 355°∠89°，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~40m，平均纵坡约 65%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	35#弃渣场	坡地型	93.12	VIII	弃渣场位于一分水岭附近的沟谷地带，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 355°∠89°，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 15~30m，平均纵坡约 87%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	36#弃渣场	坡地型	33.04	VIII	弃渣场位于一分水岭附近的沟谷地带，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 15~30°，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 355°∠89°，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 74%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	37#弃渣场	坡地型	57.45	VIII	弃渣场位于一分水岭附近的沟谷地带，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 10~25°，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 355°∠89°，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 60~80m，平均纵坡约 68%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	38#弃渣场	坡地型	77.19	VIII	弃渣场位于海子河左岸河滩地带，地形条件较好。河滩左侧为斜坡，地形坡度 20~30°，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 355°∠89°，斜坡整体稳定。河滩地带地表覆盖粉土，场地内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	39#弃渣场	坡地型	64.05	VIII	弃渣场位于缓坡地带，地形坡度 10~15°，坡面植被发育，局部坡面可见基岩出露。组成缓坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	40#弃渣场	坡地型	61.53	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底平均纵坡约 45%，两岸地形坡度 10~20°，坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	41#弃渣场	坡地型	47.64	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底平均纵坡约 56%，两岸地形坡度 10~20°，坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	42#弃渣场	坡地型	47.89	VIII	弃渣场位于缓坡地带，地形坡度 10~20°，坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为粉砂岩，岩体强风化层厚度约 2~3m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	43#弃渣场	坡地型	88.54	VIII	弃渣场位于缓坡地带，地形坡度 10~20°，坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为粉砂岩，岩体强风化层厚度约 2~3m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	44#弃渣场	坡地型	32.75	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底宽度 40~60m，谷底平均纵坡约 72%。谷地两侧为缓坡，地形坡度 10~25°，坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为粉砂岩，岩体强风化层厚度约 2~3m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	45#弃渣场	沟道型	67.26	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底宽度 40~50m，谷底平均纵坡约 78%。谷地两侧为缓坡，地形坡度 15~35°，坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为粉砂岩，岩体强风化层厚度约 2~3m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	46#弃渣场	沟道型	174.47	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底宽度 60~70m，谷底平均纵坡约 120%。谷地两侧为缓坡~斜坡地形，坡度 15~30°，坡面植被发育。组成缓坡的粉质黏土及碎石土厚度不大，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定，适宜弃土场修建。
	47#弃渣场	坡地型	62.30	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底宽度 80~100m，谷底平均纵坡约 82%。谷地两侧为缓坡，地形坡度 15~25°，坡面植被发育。组成缓坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	48#弃渣场	沟道型	17.65	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底宽度 40~50m，谷底平均纵坡约 97%。谷地两侧为缓坡，地形坡度 25~35°，坡面植被发育。边坡出露的基岩为粉砂岩，岩体强风化层厚度约 2~3m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	49#弃渣场	沟道型	59.23	VIII	渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，斜坡地带可见基岩出露。坡脚地带零星覆盖残坡积碎石土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为粉砂岩，岩体强风化层厚度约 2~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度 30~50m，平均纵坡约 91%，谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	50#弃渣场	沟道型	67.44	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，斜坡地带可见基岩出露。坡脚地带零星覆盖残坡积碎石土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度 30~40m，平均纵坡约 104%，谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	51#弃渣场	坡地型	40.76	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°，斜坡地带可见基岩出露。坡脚地带零星覆盖残坡积碎石土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度 30~50m，平均纵坡约 88%，谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	52#弃渣场	沟道型	73.46	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°，斜坡地带可见基岩出露。坡脚地带零星覆盖残坡积碎石土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度 50~70m，平均纵坡约 85%，谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	53#弃渣场	坡地型	38.04	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷底宽度 80~120m，平均纵坡约 67%，地势平缓，地形条件较好。谷地两侧为缓坡，地形坡度 15~20°，场地内覆盖坡洪积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为粉砂岩，岩体强风化层厚度约 2~3m，斜坡整体稳定，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	54#弃渣场	沟道型	33.50	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷底宽度 20~30m，平均纵坡约 86%，地势平缓，地形条件较好。谷地两侧为缓坡，地形坡度 15~25°，场地内覆盖坡洪积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为粉砂岩，岩体强风化层厚度约 2~3m，斜坡整体稳定，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	55#弃渣场	沟道型	80.00	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷底宽度 20~30m，平均纵坡约 97%，谷底覆盖粉质黏土，厚度较小，现状稳定。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡表大部分基岩裸露为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	56#弃渣场	坡地型	58.23	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷底宽度 40~60m，平均纵坡约 93%，谷底覆盖粉质黏土，厚度较小，现状稳定。谷地两侧为斜坡，地形坡度 15~35°，坡表大部分基岩裸露为玄武岩，岩体强风化层厚度约 0.5m，斜坡整体稳定，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	57#弃渣场	沟道型	61.84	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷底宽度 40~50m，平均纵坡约 89%，谷底覆盖粉质黏土，厚度较小，现状稳定。谷地两侧为斜坡，地形坡度 15~35°，坡表大部分基岩裸露为玄武岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
木里支线	58#弃渣场	坡地型	58.77	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为缓坡，地形坡度 10~15°。场地内覆盖坡洪积碎石土，其厚度不大，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度 120~140m，平均纵坡约 55%，谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	59#弃渣场	沟道型	63.90	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 105%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	60#弃渣场	沟道型	60.81	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 109%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	61#弃渣场	坡地型	43.79	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 30~40m，谷底平均纵坡约 113%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	62#弃渣场	沟道型	90.22	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~35m，谷底平均纵坡约 92%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	63#弃渣场	沟道型	53.96	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~40m，谷底平均纵坡约 112%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	64#弃渣场	沟道型	19.00	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 116%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	65#弃渣场	坡地型	62.37	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 108%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	66#弃渣场	坡地型	99.32	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 25~40m，谷底平均纵坡约 105%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	67#弃渣场	沟道型	72.77	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 84%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	68#弃渣场	沟道型	87.66	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 97%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	69#弃渣场	坡地型	29.35	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 15~30m，谷底平均纵坡约 110%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	70#弃渣场	坡地型	47.50	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 15~30m，谷底平均纵坡约 105%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	71#弃渣场	坡地型	54.36	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 96%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	72#弃渣场	坡地型	75.20	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 30~40m，谷底平均纵坡约 87%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	73#弃渣场	沟道型	59.46	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 25~40m，谷底平均纵坡约 98%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	泸沽湖支线	74#弃渣场	沟道型	49.62	VII
75#弃渣场		沟道型	99.63	VII	弃渣场位于一沟谷内，谷底宽度 40~50m，平均纵坡约 103%，谷底覆盖碎石土，厚度较小，现状稳定。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡表基岩裸露为砂岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

表 2.2.5-4 46#弃渣场工程地质情况表

编号	弃渣场地质概况									
46#	<p>① 地形地貌：工程区位于四川南部滇西北横断山高山峡谷与云贵高原接壤地带，地貌类型为构造侵蚀浅切割低中山地貌，地形为沟谷缓坡地形。弃渣场所在区域相对高差约 80m，弃渣主要沿一沟谷堆放，谷底宽度 60~70m，谷底平均纵坡约 120%。谷底两侧为缓坡~斜坡，地形坡度 15~30°，坡表覆盖粉质黏土。</p> <p>② 地层岩性：工程区出露的地层主要为第四系全新统残积层（Q_4^{el}）粉质黏土，坡洪积（Q_4^{dl+pl}）碎石土，沟道两侧斜坡零星有基岩出露，根据区域地质资料显示，出露基岩为三叠系中统盐塘组（T_2y）粉砂岩。（1）第四系全新统残积层（Q_4^{el}）粉质黏土：灰褐色，可塑~硬塑状，含碎石，大面积分布于场地内沟道两侧缓坡地带，厚度约 0.5~1m。（2）第四系全新统坡洪积层（Q_4^{dl+pl}）碎石土：灰褐色，松散~稍密，分布于场地内沟道内，厚度约 1~2m。（3）三叠系中统盐塘组（T_2y）：主要为粉砂岩。大面积分布于工程区覆盖层之下：灰褐色、褐红色，组成物质以石英、长石为主，粉砂泥质结构，中层状构造，岩质较软，岩层产状 $73\angle 45^\circ$。强风化层岩体破碎，裂隙发育，厚度一般 2~3m；中风化岩体较完整。</p> <p>③ 地质构造及地震：工程区位于扬子准地台西南缘的康滇地轴之泸定米易抬拱内。受康滇地轴控制，构造形迹以南北向为主。弃土场附近有麦架坪断裂发育，为中更新世活动断裂，晚更新世以来没有明显的活动。工程区主要受外围活动断裂带的影响。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），弃土场区（III类场地）基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动反应谱特征周期为 0.45s，对应的地震烈度为 VIII 度，区域地质构造属不稳定区。</p> <p>④ 地下水：场地地下水类型主要为松散堆积层孔隙水，未见有地下水出露。</p> <p>⑤ 不良地质：工程区地形条件以缓坡地形为主。自然斜坡处覆盖层厚度不大，下伏基岩岩体总体较为完整，地表未见明显变形失稳迹象，自然斜坡现状稳定性较好。工程区及周边未发现滑坡、崩塌、泥石流等不良地质发育。</p> <p>⑥ 场地稳定性、适宜性评价：弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底宽度 60~70m，谷底平均纵坡约 120%。谷地两侧为缓坡~斜坡地形，坡度 15~30°，坡面植被发育。组成缓坡的粉质黏土及碎石土厚度不大，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定，适宜弃土场修建。</p> <p>⑦ 主要物理力学参数：</p>									
	岩土名称	状态	天然密度 (g/cm^3)	抗压强度推荐值 (MPa)		容许承载力 (kPa)	钻孔桩桩周 摩阻力标准 值 (kPa)	弹性（压 缩） 模量 (MPa)	基底 摩擦 系数	临时 开挖 坡比
	粉质黏土	可塑	1.90	—	—	110	90	5	0.30	1:1.25
	碎石土	稍密	2.0	—	—	280	140	30	0.40	1:1
	粉砂岩	强风化	2.5	—	—	400	120	—	0.35	1:1
		中风化	2.55	12.6	10.4	1000	—	—	0.45	1:0.75

2.2.6 表土临时堆放场

根据表土堆存规划，本项目表土临时堆放场总占地 75.90hm²，其中新增占地面积 12.06hm²。表土堆放场周围采用填土草袋临时拦挡、撒播草籽、无纺布苫盖，以期减少堆放期间的水土流失。表土临时堆放场占地情况见。

表 2.2.6-1 表土临时堆放场统计表

项目	行政区域	总占地	新增占地面积及类型 (hm ²)		
		hm ²	耕地	林地	小计
西昌支线	西昌市	8.05			
主线	西昌市	5.03	0.17		0.17
	盐源县	48.07	5.70	3.16	8.86
木里支线	盐源县	2.79	0.32	0.32	0.63
	木里县	8.18		1.93	1.93
泸沽湖支线	盐源县	3.78	0.47		0.47
合计		75.90	6.65	5.41	12.06

2.2.7 施工方法与工艺

本项目采用一次性建设方案，各工程施工工艺和方法如下：

2.2.7.1 路基工程

1.一般路基施工

全线路基土石方工程量大，施工队伍拟采用机械化施工为主、人工为辅。挖填路段施工时首先将原地表土剥离，集中堆放在指定地点，作为施工结束后渣场、施工临时占地、路基边坡、互通和沿线设施绿化、复耕用土。

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

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

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

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

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

2.特殊路基施工

本项目涉及的特殊路基主要有：软弱地基、泥石流、滑坡，红粘土。各类特殊路基的处理方法及施工工艺如下：

软弱路基：本项目路线沿线的软弱路基主要为浅层软弱路基，一般采取强夯、换填、排水盲沟等措施综合处理，确保公路的安全运营。强夯置换施工前，应对场地进行清理和平整，当表土松软时可铺设 50cm 碎石（或砂砾石）垫层进行处理；标出夯点位置，并测量场地标高；根据设计单位初步确定的参数，在场地范围内选取一个或几个试验区，进行试夯或试验性施工，以确定确定最佳夯击能、最佳夯击数、夯坑间距、间隔周期、地面变形量以及填料的最优级配要求和填料量等参数，用于指导大面积的施工。强夯置换法施工时：（1）首先让起重机，使夯锤至于夯点位置，并测量夯前锤顶高程。（2）夯击并逐击记录夯坑深度。当夯坑过深而发生起锤困难时停夯，向坑内填料直至与坑顶平，记录填料数量，如此重复直至满足规定的夯击次数及控制标准，完成一个墩体的夯击。夯坑内填料可选用路基挖方中的砂岩片碎石，填料饱和抗压强度应大于 25MPa。（3）按由内而外，隔行跳打原则完成全部夯点的施工，即由路中心线向两侧逐次推进。（4）推平场地，用低能量满夯，将场地表层松土夯实，并测量夯后场地高程。（5）铺设垫层，并分层碾压密实。软基处理完成后应及时进行上部路基的填筑施工。路基填筑应分层进行，填筑过程中还须进行沉降和稳定观测，以严格控制填筑速率，避免加载过快出现路基剪滑破坏。填筑完成后需静置观察 6 个月，确认沉降稳定后方可进行路基边坡防护工程、排水工程及路面底基层的施工。

泥石流：泥石流对推荐方案路线影响较小，均采取桥梁跨越。

滑坡：首先采取绕避进行路线布设，其次滑坡对可能发生滑坡地质灾害的顺层边坡路段，设计时应采取放缓挖方边坡、锚杆框架梁、锚索框架梁、抗滑桩、桩板墙等措施进行综合治理。边坡开挖前应做好截排水措施，并跳槽开挖，对土层厚度大于 2m 的土质边坡应及时支护。尽量减少因边坡开挖诱发新的滑坡地质灾害。

红粘土：红粘土不能作为填料使用，采用垫层换填处理，并做好排水措施。

2.2.7.2 路面工程

公路路面施工应严格按照《公路沥青路面施工技术规范》进行，采用机械化施工方案。为保证路面各结构层具有足够的强度和稳定性，底基层采用稳定土拌合机，无机结合料稳定碎石基层采用专用拌合设备厂拌，摊铺机铺摊，压路机压实。沥青

混合料采用固定式拌合设备厂拌，沥青混合料摊铺机摊铺，半幅路面全宽一次摊铺完成。

2.2.7.3 桥涵施工

1. 桥梁上部结构施工

桥梁上部结构为预应力砼小箱梁或预应力砼简支 T 梁，可采用预制厂集中预制，汽车运输、工地架桥机或起重机架设安装的施工方法。

对于预应力砼连续刚构桥梁，主桥箱梁采用挂篮悬臂现浇施工，引桥 T 梁采用预制吊装施工，桥墩根据墩高可采用翻模、爬模、提升支架、搭架等方法进行施工。

2. 桥梁下部结构施工

桥墩施工分为两个部分，首先进行桩基础施工，在桩基完成后才可进行墩身施工。桩基础由基桩和联接于桩顶的承台共同组成。基桩按照其施工方式可分为预制桩和灌注桩。**预制桩**适用于桩较短的情况，在预制厂制作完成后现场安装。**钻孔灌注桩**因具有施工难度低，施工时间短等特点，在桥梁施工中大量使用。钻孔灌注桩施工：1) 首先在施工场地上钻孔，钻孔完毕后进行清孔；2) 安装预制好的钢筋笼，钢筋笼安装完毕，进行二次清孔；3) 浇筑混凝土，完成基础施工。**承台**按其出露地面位置也分为 2 类：若桩身全部埋于土中，承台底面与土体接触，则称为低承台桩基；若桩身上部露出地面而承台底位于地面以上，则称为高承台桩基。在桥梁设计施工中，低承台桩基广泛运用。承台施工：1) 用全站仪坐标放样法进行桩基础位置复测，保证桩位偏差在规范允许范围之内；2) 人工开挖基坑，用砂浆处理地表，保证地面承载力；3) 钢筋模板的预制和现场支立；4) 混凝土的浇筑与养护。

桥台施工也包括两个部分，即：桥台基础施工和台身、台帽施工。桥台基础施工采用机械和人工相结合的形式，其施工顺序为：1) 基坑开挖，控制边坡坡度以保持边坡稳定，并在基坑顶做成 2% 反坡防止雨水侵入；2) 根据地质水文条件，对开挖边坡采取适当的支护措施；3) 地基检验，人工清底；4) 模板加工及安装，基础模板采用大块组合钢模板施工，减少接缝，保证模板及模板支撑应具有足够的刚度、强度和稳定性；5) 混凝土浇筑及洒水养护；6) 基坑回填，回填土应满足强度要求并进行夯实。

台身、台帽施工采用满堂支架法，其施工顺序为：1) 运用钢管、扣件和脚手板搭建双排脚手架；2) 筑砌台身；3) 台帽模板的材料准备及现场安装、固定；4) 混凝土浇筑；5) 模板拆除及洒水养护；6) 台背回填土。

3. 涉水桥墩施工

本项目桥梁以旱桥为主，涉水桥梁 2908m/4 座。坝口上大桥、西溪河大桥、大河大桥采取沙袋围堰施工。安宁河特大桥跨越安宁河宽度为 209m，涉水位置为安宁河水功能一级区的西昌、攀枝花保留区，涉水桥墩施工采用钢围堰施工工艺。

沙袋围堰施工适合水深较浅的涉水桥梁基础施工。围堰标准按 5 年一遇洪水水位标准设计，围堰顶部高程高出设计水位以上 0.5m，迎水面采用大块石或竹笼装块卵石防护。围堰筑岛顶面面积应满足钻机和吊机行走需要，宽度不应小于 4.5m。围堰要求防水严密，减少渗漏。围堰填料主要来源于路基挖方，不另设取土（料）场。施工完毕后及时拆除围堰，其废料可将其运至附近弃渣场进行处置，禁止向河道倾倒。

钢围堰施工首先要确定围堰几何尺寸，围堰水平尺寸根据承台的水平几何尺寸再加上各边 0.6~0.8m 的操作宽度确定；竖向尺寸根据水深确定，并考虑 0.5m 的超高和不小于 0.5m 的埋深。尺寸确定后在施工场地进行放样、制作，在场外加工结束后，需进行现场吊装就位，就位之前应整平水下地基槽，以利于围堰平稳均衡下沉，使承台四周的施工空间达到均衡。围堰下沉就位后，要在其内填入一定高度的土料和滤层，填入的土料一般以粉质黏土为宜，有条件的还可以对土略加夯实。土料填完平整后，在其上加 30cm 厚的黄砂，最后填入 30cm 厚的碎石。土料填筑顶面的高程根据承台底立模的高度确定。工作平台形成后，需在河岸适当位置设置泥浆调节池，用于观测钻渣情况。在填料过程中，若围内水位上升太高，应及时排除，以减少水位差，避免引起反穿孔，在整个滤层填完后，才可减低堰内水位，否则也有可能引起穿孔。在承台的施工过程中，仍要配置水泵进行渗水排除。承台浇筑后，其承载力达到设计要求时即可拆卸围堰，拆除的钢板可回收利用，拆除的砂砾石料运至弃渣场集中堆放，禁止向河道倾倒。

涉水桥梁施工期间产生的围堰和泥浆干化后运往弃渣场集中堆放。

4. 涵洞工程施工

根据全线地形情况，本项目主线设涵洞（含通道）10785m/303 道。各涵洞在施工过程中需对地基进行处理，地基及两侧采取现场浇筑、盖板预制吊装的施工方法。

结合项目区气候条件，工程区桥梁基础施工应尽量安排在 10~次年 4 月进行，避开雨季和汛期。结合以上施工方案，推荐线路桥涵工程可能造成的水土流失影响是桥墩桩基础挖孔灌注桩法施工产生的泥浆、桥台明挖扩大基础开挖形成的弃渣、涵洞基础开挖弃渣，由于在桥墩桩基础施工前，已规划在临近陆地上挖好沉沙池，桩基出浆进入沉沙池沉淀，沉淀后的上清液循环使用，清出的沉淀物运至邻近弃渣场集中堆放；桥台基础开挖弃渣将用于回填或将其运至邻近弃渣场集中堆放；涵洞基础开挖弃渣将用于回填或将其运至邻近弃渣场集中堆放，尽可能的减小因桥涵施工造成的水土流失危害。

2.2.7.4 隧道施工

隧道洞口施工顺序为：洞口开挖→施作仰拱→铺设拱部防水层→拱上回填。其中当洞口处为基岩时，临时开挖边坡为 1:0.3，为土层时，坡比为 1:0.5；洞口开挖完毕后砌筑混凝土或块石洞门墙，在洞门墙后铺设排水沟，汇入纵向排水管沿洞门墙背向下引排至路基边沟；洞口前两侧山体开挖边坡比为 1:0.75，并根据实际情况采用喷砼护坡或三维网植草绿化。1000m 以下隧道拟采用单边掘进的方式进行开挖；1000m 以上的隧道拟采用两边掘进的方式开挖。隧道开挖采用微爆破形式，隧道出渣将采用汽车运输，运至临近填方路段或附近的弃渣场。隧道洞身衬砌按新奥法（NATM）设计，初期采用钢筋网喷锚支护，施工应紧跟掌子面及时进行，控制围岩变形，最大限度地发挥围岩的自承能力。对于围岩条件较差的洞口段，应科学地选用施工方法，并按照“管超前、弱爆破、强支护、紧衬砌、勤观测”的原则进行施工，确保安全、快速成洞。

隧道洞身按新奥法施工原理进行施工，即以系统锚杆、喷砼、钢筋网、格栅钢架等组成的联合初期支护与二次模筑砼相结合的复合衬砌型式；洞身衬砌支护参数根据隧道围岩级别，共拟定了 III、IV、V 等三种衬砌结构型式。

分离式隧道施工工序为上台阶开挖→上台阶拱墙支护→下台阶开挖→下台阶边墙支护→仰拱施作→二次衬砌整体浇筑。连拱式隧道施工采用一导坑方式，即中央导坑，拟一端掘进，施工顺序见图 2.2-1。

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

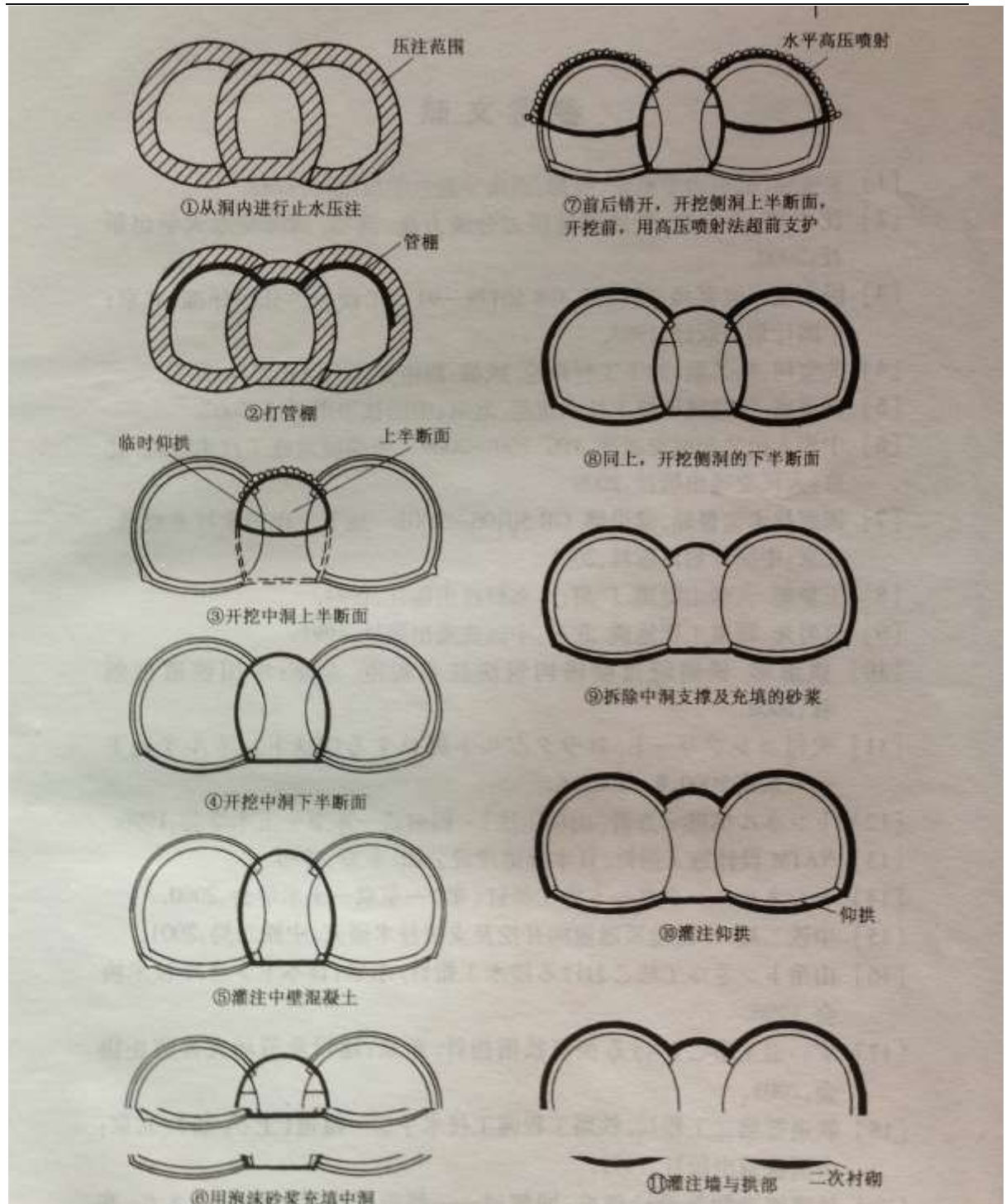


图 2.2.7-1 连拱式隧道施工工艺图

2.2.7.5 防护及排水工程

本项目路基防护工程及排水工程，基本采用石砌圬工，均以人工砌筑，充分发挥当地民工工匠的作用。

2.3 工程占地

本项目主体工程建设内容包括：路基工程、桥梁工程、隧道工程、交工工程、

沿线设施（管理中心、路段管理所、服务区、养护工区、停车区、收费站）等；临时工程建设内容包括：施工生产生活区、施工道路、弃渣场、表土临时堆放场等。

经统计，本项目建设共占用土地 1914.80hm²，其中：主体工程建设占用土地 1063.97hm²，包括耕地 276.89hm²、园地 86.48hm²、林地 462.12hm²、草地 39.39hm²、住宅用地 43.80hm²、交通运输用地 10.97hm²、水域及水利设施用地 144.32hm²；临时工程占用土地 850.83hm²，包括耕地 238.03hm²、林地 602.08hm²、草地 1.00hm²、住宅用地 0.22hm²、水域及水利设施用地 9.51hm²。工程占地面积统计见表 2.3-1。

本项目主线占地 1291.83hm²，西昌支线占地 225.86hm²、木里支线占地 280.03hm²、泸沽湖支线 117.08hm²。本项目总占地 1914.80hm²，其中永久占地 1063.97hm²，临时占地 850.83hm²。

表 2.3-1 本项目工程占地类型及面积汇总表

项目	行政区域	路线长度	占地性质	项目	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计
		km			hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²
西昌支线	西昌市	38.964	永久占地	路基工程	40.95	3.32	12.02		9.74	0.65	7.11	73.79
				桥涵工程	10.21	6.09	6.93		3.32	0.24	0.91	27.70
				隧道工程	1.23		6.95				8.18	
				交叉工程	9.57	6.38	37.53		0.58	0.01	0.42	54.49
				沿线设施	3.73		8.00				11.73	
				小计	65.68	15.80	71.43		13.65	0.90	8.44	175.89
			临时占地	施工道路	6.70		13.12				1.13	20.95
				弃渣场	2.46		26.11		0.15		0.30	29.02
				小计	9.16		39.22		0.15		1.43	49.97
			合计				74.84	15.80	110.65		13.80	0.90
主线	西昌市	16.100	永久占地	路基工程	0.53	0.05	18.59		8.33	0.18	5.97	33.66
				桥涵工程	2.96	0.52	1.17			0.01	0.03	4.69
				隧道工程			2.15				2.15	
				交叉工程	17.66	11.72	0.76		0.01	4.95	2.72	37.82
				沿线设施	1.16		7.10				8.26	
				小计	22.31	12.29	29.77		8.34	5.14	8.72	86.58
			临时占地	施工生产生活区	0.60		0.10					0.70
				施工道路	10.03		20.82				0.51	31.36
				弃渣场			10.12		0.03		10.15	
				表土临时堆放场	0.17						0.17	
	小计	10.80			31.04		0.03		0.51	42.38		
	合计				33.11	12.29	60.81		8.37	5.14	9.23	128.96
	盐源县	142.375	永久占地	路基工程	55.52	41.91	154.44	6.18	12.46	1.45	51.50	323.45
				桥涵工程	4.57	2.37	9.46	7.10	0.95	3.15	51.26	78.86

项目	行政区域	路线长度	占地性质	项目	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计	
		km			hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²
木里支线		9.920	永久占地	隧道工程	9.97		22.16	4.80				36.93	
				交叉工程	75.56	9.28	61.84	7.73	0.05	0.03	0.12	154.61	
				沿线设施	13.44		11.20	3.35				27.99	
				小计	159.06	53.55	259.10	29.16	13.45	4.63	102.88	621.84	
				合计	325.60	53.55	629.32	29.16	13.49	4.63	107.12	1162.88	
			临时占地	施工生产生活区	3.10		1.30						4.40
				施工道路	96.26		200.62					3.94	300.82
				弃渣场	61.48		165.13		0.04		0.30	226.95	
				表土临时堆放场	5.70		3.16						
				小计	166.54		370.22		0.04		4.24	541.03	
	盐源县	永久占地	路基工程	2.83	0.34	10.63	0.32	1.87	0.18	3.11	19.28		
			桥涵工程			0.38	0.16			0.80	1.34		
			隧道工程			4.39	1.88				6.27		
			小计	2.83	0.34	15.40	2.36	1.87	0.18	3.91	26.89		
		临时占地	施工生产生活区	0.70		0.10						0.80	
施工道路			9.79		20.23				0.57	30.59			
弃渣场			2.54		8.44					10.98			
表土临时堆放场			0.32		0.32					0.63			
小计			13.35		29.08				0.57	43.00			
合计		16.17	0.34	44.48	2.36	1.87	0.18	4.48	69.89				
木里县	永久占地	路基工程	2.26	0.15	32.59	1.10	4.15	0.03	2.42	42.71			
		桥涵工程	0.34		2.78	1.39		0.01	2.43	6.95			
		隧道工程	0.98		6.39	2.46				9.83			
		沿线设施	0.16		6.80	1.04				8.00			
		小计	3.74	0.15	48.56	5.98	4.15	0.04	4.85	67.48			

项目	行政区域	路线长度	占地性质	项目	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计
		km			hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²
			临时占地	施工生产生活区	0.40		0.60	1.00				2.00
				施工道路	30.44		62.74			1.95	95.13	
				弃渣场			43.60			43.60		
				表土临时堆放场			1.93			1.93		
				小计	30.84		108.87	1.00		1.95	142.66	
			合计	34.58	0.15	157.43	6.98	4.15	0.04	6.80	210.14	
泸沽湖支线	盐源县	12.720	永久占地	路基工程	19.94	4.35	27.65	0.42	2.33	0.05	15.46	70.19
				桥涵工程	3.34		7.32	1.46		0.02	0.06	12.20
				隧道工程			2.90				2.90	
				小计	23.27	4.35	37.87	1.88	2.33	0.07	15.52	85.29
			临时占地	施工道路	6.87		14.34				0.27	21.48
				弃渣场			9.31				0.54	9.85
				表土临时堆放场	0.47						0.47	
				小计	7.34		23.64				0.81	31.79
合计	30.61	4.35	61.51	1.88	2.33	0.07	16.33	117.08				
合计	西昌市	55.064	永久占地	路基工程	41.48	3.37	30.61		18.08	0.83	13.08	107.45
				桥涵工程	13.17	6.61	8.10		3.32	0.25	0.94	32.39
				隧道工程	1.23		9.10				10.33	
				交叉工程	27.23	18.11	38.29		0.59	4.96	3.14	92.31
				沿线设施	4.89		15.10				19.99	
				小计	87.98	28.09	101.20		21.99	6.04	17.16	262.47
			临时占地	施工生产生活区	0.60		0.10					0.70
				施工道路	16.73		33.93				1.64	52.30
				弃渣场	2.46		36.23		0.18		0.30	39.17
				表土临时堆放场	0.17						0.17	

项目	行政区域	路线长度	占地性质	项目	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计	
		km			hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	
					小计								
			合计		107.95	28.09	171.46		22.17	6.04	19.10	354.81	
盐源县	165.015	永久占地	路基工程	78.28	46.60	192.72	6.92	16.66	1.68	70.06	412.93		
			桥涵工程	7.91	2.37	17.16	8.72	0.95	3.17	52.12	92.40		
			隧道工程	9.97		29.44	6.68				46.10		
			交叉工程	75.56	9.28	61.84	7.73	0.05	0.03	0.12	154.61		
			沿线设施	13.44		11.20	3.35				27.99		
			小计	185.16	58.24	312.36	33.40	17.65	4.89	122.31	734.02		
		临时占地	施工生产生活区	3.80		1.40					5.20		
			施工道路	112.92		235.19				4.78	352.89		
			弃渣场	64.02		182.88		0.04		0.84	247.78		
			表土临时堆放场	6.48		3.48					9.96		
			小计	187.22		422.94		0.04		5.62	615.82		
		合计	372.38	58.24	735.31	33.40	17.69	4.89	127.93	1349.85			
		木里县	29.280	永久占地	路基工程	2.26	0.15	32.59	1.10	4.15	0.03	2.42	42.71
					桥涵工程	0.34		2.78	1.39		0.01	2.43	6.95
					隧道工程	0.98		6.39	2.46				9.83
沿线设施	0.16					6.80	1.04				8.00		
小计	3.74				0.15	48.56	5.98	4.15	0.04	4.85	67.48		
临时占地	施工生产生活区			0.40		0.60	1.00				2.00		
	施工道路			30.44		62.74				1.95	95.13		
	弃渣场					43.60					43.60		
	表土临时堆放场					1.93					1.93		
	小计			30.84		108.87	1.00			1.95	142.66		
合计	34.58			0.15	157.43	6.98	4.15		6.80	210.10			

项目	行政区域	路线长度	占地性质	项目	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计
		km			hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²
小计	249.359	永久占地	路基工程	122.02	50.12	255.92	8.02	38.89	2.54	85.57	563.08	
			桥涵工程	21.42	8.98	28.04	10.11	4.27	3.43	55.50	131.74	
			隧道工程	12.18		44.93	9.14				66.25	
			交叉工程	102.78	27.38	100.13	7.73	0.64	4.99	3.26	246.92	
			沿线设施	18.49		33.10	4.39				55.98	
			小计	276.89	86.48	462.12	39.39	43.80	10.97	144.32	1063.97	
		临时占地	施工生产生活区	4.80		2.10	1.00				7.90	
			施工道路	160.09		331.86				8.37	500.32	
			弃渣场	66.48		262.71		0.22		1.14	330.55	
			表土临时堆放场	6.65		5.41					12.06	
			小计	238.03		602.08	1.00	0.22		9.51	850.83	
		合计			514.91	86.48	1064.20	40.39	44.02	10.97	153.84	1914.80

2.4 土石方量平衡

2.4.1 表土平衡

2.4.1.1 可剥离量

本项目工程总占地面积为 1914.80hm²，占地类型为耕地、园地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地。

根据工可报告和现场调查，耕地分布在坡度较缓，特别是耕地、园地有一定程度的熟化，表土厚度为 20-30cm，剥离厚度考虑 25cm。主体工程的林地、草地分布区域坡度较陡，表土厚度为 5-15cm，机械剥离困难，本方案不考虑剥离。临时工程的林地、草地分布区域坡度相对较缓，表土厚度为 10-20cm，剥离厚度考虑 15cm。

桥梁工程的施工主要为桥墩施工，施工占地比较小。桥梁工程占用耕地和林地的区域主要为未扰动区域，本方案不考虑表土剥离进行二次扰动。即使桥底地表被施工临时占压，施工结束后可直接通过土地整治，表层土翻松即可进行迹地恢复或植被补植。表土临时堆放场的表土采用铺垫措施保护表土。

经统计，本项目可剥离面积为 1149.84hm²，其中可剥离耕地 474.66hm²、园地 77.51hm²、林地 596.67hm²、草地 1.00hm²。耕地和园地剥离 25cm，林地和草地剥离 15cm，可剥离表土 212.72 万 m³。

本项目表土可剥离情况详见表 2.4.1-1。

表 2.4.1-1 本项目表土可剥离情况表

项目名称	工程占地面积								可剥离面积					平均剥离厚度		表土可剥离量	备注
	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计	耕地	园地	林地	草地	小计	耕地、园地	林地、草地		
	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	m	m		
路基工程区	122.02	50.12	255.92	8.02	38.89	2.54	85.57	563.08	122.02	50.12			172.14	0.25	0.15	43.03	
桥梁工程区	21.42	8.98	28.04	10.11	4.27	3.43	55.50	131.74									
隧道工程区	12.18		44.93	9.14				66.25									
交叉工程区	102.78	27.38	100.13	7.73	0.64	4.99	3.26	246.92	102.78	27.38			130.17	0.25	0.15	32.54	
沿线设施区	18.49		33.10	4.39				55.98	18.49				18.49	0.25	0.15	4.62	
施工生产生活区	4.80		2.10	1.00				7.90	4.80		2.10	1.00	7.90	0.25	0.15	1.67	
施工道路	160.09		331.86				8.37	500.32	160.09		331.86		491.95	0.25	0.15	89.80	
弃渣场	66.48		262.71		0.22		1.14	330.55	66.48		262.71		329.19	0.25	0.15	56.03	
表土临时堆放场	6.65		5.41					12.06									采取铺垫保护表土
合计	514.91	86.48	1064.20	40.39	44.02	10.97	153.84	1914.80	474.66	77.51	596.67	1.00	1149.84			227.69	

2.4.1.2 需求量

1.主体工程

本项目主体工程由路基工程、桥梁工程、隧道工程、交叉工程、沿线设施等组成。路基工程中央分隔带绿化 13.70hm²、覆土 0.50m，路基边坡绿化 44.86hm²，其中撒播植草 15.80hm²、骨架护坡绿化 1.71hm²、覆土 0.20m，挂三维网植草绿化的种植土要求较高，施工时自行将种植土与种子、肥料等混合，不作为本方案的覆土范畴。隧道工程、交叉工程、沿线设施边坡绿化同路基边坡，覆土 0.20m，场地景观绿化覆土 0.5m。桥梁工程施工扰动主要为桥墩和桥台范围，占地林地多为未扰动区域，施工结束后撒播草籽绿化作为补植，不需要表土覆土。因此，经统计，本项目主体工程表土覆土需求量为 62.68 万 m³。表土需求量具体详见表 2.4.1-2。

表 2.4.1-2 主体工程表土需求量表

项目	行政区域	绿化总面积	覆土总量	无需覆土	边坡植物防护				场地景观绿化				
				挂三维网植草	撒播植草	骨架护坡	覆土厚度	覆土量	中分带	场地绿化	覆土厚度	覆土量	
				万 m ²	万 m ³	万 m ²	万 m ²	万 m ²	m	万 m ³	万 m ²	万 m ²	m
路基工程	西昌支线	西昌市	8.12	1.82	2.64	2.77	0.30	0.20	0.61	2.41		0.50	1.21
	主线	西昌市	2.89	0.66	0.91	1.00	0.11	0.20	0.22	0.87		0.50	0.44
		盐源县	28.55	6.61	8.65	10.06	1.09	0.20	2.23	8.75		0.50	4.38
	木里支线	盐源县	0.15	0.04	0.03	0.06	0.01	0.20	0.01	0.05		0.50	0.03
		木里县	1.50	0.37	0.42	0.52	0.06	0.20	0.12	0.50		0.50	0.25
	泸沽湖支线	盐源县	3.65	0.87	1.00	1.39	0.14	0.20	0.31	1.12		0.50	0.56
小计			44.86	10.35	13.65	15.80	1.71		3.50	13.70			6.85
隧道工程	西昌支线	西昌市	0.20	0.04		0.20		0.20	0.04				
	主线	西昌市	0.05	0.01		0.05		0.20	0.01				
		盐源县	0.87	0.17		0.87		0.20	0.17				
	木里支线	盐源县	0.15	0.03		0.15		0.20	0.03				
		木里县	0.23	0.05		0.23		0.20	0.05				
	泸沽湖支线	盐源县	0.07	0.01		0.07		0.20	0.01				
小计			1.57	0.31		1.57			0.31				
交叉工程	西昌支线	西昌市	27.38	9.55	4.15	1.84	5.05	0.20	1.38		16.34	0.50	8.17
	主线	西昌市	12.68	5.94	0.01	0.84	0.48	0.20	0.26		11.35	0.50	5.68
		盐源县	109.12	30.09	5.54	4.21	68.13	0.20	14.47		31.24	0.50	15.62
	小计		149.18	45.58	9.70	6.89	73.66		16.11		58.93		29.47
沿线设施	西昌支线	西昌市	3.35	1.38		0.59	0.41	0.20	0.20		2.35	0.50	1.18
	主线	西昌市	2.19	0.93		0.41	0.13	0.20	0.11		1.65	0.50	0.83
		盐源县	7.65	3.21		1.40	0.65	0.20	0.41		5.60	0.50	2.80
	木里支线	木里县	2.22	0.92		0.40	0.22	0.20	0.12		1.60	0.50	0.80
	小计		15.41	6.44		2.80	1.41		0.84	0.00	11.20		5.60
合计			211.02	62.68	23.35	27.06	76.78		20.77	13.70	70.13		41.92

2.施工生产生活区

本项目施工生产生活区主要布置在互通立交和沿线设施区内，但为满足部分路基和隧道施工新增部分施工生产生活区。利用主体工程占地的结合主体工程进行场地平整，其表土剥离已考虑在主体工程区表土剥离内，施工结束后，施工生产生活区由主体工程统一实施绿化恢复。新增施工生产生活区在场地平整前进行表土剥离，机械剥离厚度耕地 25cm，林地 15cm 较为经济，剥离的表土全部用于本区的迹地恢复用土。施工生产生活区表土剥离及需求见表 2.4.1-3。

表 2.4.1-3 施工生产生活区表土剥离及需求量表

项目	行政区域	可剥离面积 (hm ²)				剥离厚度 (m)		表土剥离量	表土需求量
		耕地	林地	草地	小计	耕地	林地、草地	万 m ³	万 m ³
西昌支线	西昌市								
主线	西昌市	0.60	0.10		0.70	0.25	0.15	0.17	0.17
	盐源县	3.10	1.30		4.40	0.25	0.15	0.97	0.97
木里支线	盐源县	0.70	0.10		0.80	0.25	0.15	0.19	0.19
	木里县	0.40	0.60	1.00	2.00	0.25	0.15	0.34	0.34
泸沽湖支线	盐源县								
合计		4.80	2.10	1.00	7.90			1.67	1.67

3.施工道路

根据现场调查，施工道路主要占用耕地、林地，机械剥离厚度耕地 25cm，林地 15cm 较为经济。剥离的表土全部用于本区的迹地恢复用土，施工道路表土剥离及需求见表 2.4.1-4。

表 2.4.1-4 施工道路表土剥离及需求量表

项目	行政区域	可剥离面积 (hm ²)			剥离厚度 (m)		表土剥离量	表土需求量
		耕地	林地	小计	耕地	林地	万 m ³	万 m ³
西昌支线	西昌市	6.70	13.12	19.82	0.25	0.15	3.64	3.64
主线	西昌市	10.03	20.82	30.85	0.25	0.15	5.63	5.63
	盐源县	96.26	200.62	296.88	0.25	0.15	54.16	54.16
木里支线	盐源县	9.79	20.23	30.02	0.25	0.15	5.48	5.48
	木里县	30.44	62.74	93.18	0.25	0.15	17.02	17.02
泸沽湖支线	盐源县	6.87	14.34	21.21	0.25	0.15	3.87	3.87
合计		160.09	331.86	491.95			89.80	89.80

4.弃渣场

根据现场调查，本项目弃渣场后期绿化覆表土 15cm 以上，顶面复耕覆表土 35cm

以上。经统计，本项目弃渣场后期绿化和复耕的表土需求量为 73.54 万 m³，详见表 2.4.1-5。根据表 2.4.1-1，弃渣场表土可剥离量为 56.03 万 m³，后期表土需求不足可从路基工程区调配。

表 2.4.1-5 弃渣场表土需求量表

名称	行政区域	占地	边坡	工程措	顶面	顶面恢	绿化	复耕	表土
		面积	面积	施面积	面积	复方向	面积	面积	需求量
		hm ²	hm ²	hm ²	hm ²		hm ²	hm ²	万 m ³
1#弃渣场	西昌市	3.69	0.90	0.23	2.53	植树种草	3.43		0.55
2#弃渣场	西昌市	4.72	1.34	0.29	3.05	植树种草	4.39		0.71
3#弃渣场	西昌市	5.57	0.46	0.26	4.84	复耕	0.46	4.84	1.76
4#弃渣场	西昌市	1.98	0.41	0.17	1.39	复耕	0.41	1.39	0.55
5#弃渣场	西昌市	6.12	2.29	0.14	3.62	复耕	2.29	3.62	1.61
6#弃渣场	西昌市	2.52	1.69	0.17	0.61	植树种草	2.30		0.38
7#弃渣场	西昌市	4.42	1.77	0.23	2.37	植树种草	4.14		0.74
8#弃渣场	西昌市	6.69	1.55	0.32	4.77	复耕	1.55	4.77	1.90
9#弃渣场	西昌市	3.46	1.60	0.28	1.53	植树种草	3.13		0.52
10#弃渣场	盐源县	3.34	1.46	0.22	1.61	植树种草	3.07		0.50
11#弃渣场	盐源县	3.69	1.46	0.22	1.96	植树种草	3.42		0.55
12#弃渣场	盐源县	2.28	1.01	0.18	1.06	植树种草	2.07		0.34
13#弃渣场	盐源县	1.24	0.71	0.14	0.37	植树种草	1.08		0.19
14#弃渣场	盐源县	4.26	1.40	0.22	2.60	植树种草	4.00		0.72
15#弃渣场	盐源县	2.02	0.88	0.19	0.92	植树种草	1.80		0.30
16#弃渣场	盐源县	2.95	1.55	0.19	1.16	植树种草	2.71		0.44
17#弃渣场	盐源县	3.11	1.51	0.20	1.35	植树种草	2.86		0.59
18#弃渣场	盐源县	2.10	1.28	0.18	0.60	复耕	1.28	0.60	0.47
19#弃渣场	盐源县	1.31	0.69	0.12	0.48	复耕	0.69	0.48	0.29
20#弃渣场	盐源县	1.64	0.72	0.16	0.74	植树种草	1.46		0.26
21#弃渣场	盐源县	2.02	0.82	0.13	1.04	复耕	0.82	1.04	0.99
22#弃渣场	盐源县	1.57	0.79	0.13	0.63	植树种草	1.42		0.24
23#弃渣场	盐源县	4.67	2.16	0.23	2.21	复耕	2.16	2.21	1.60
24#弃渣场	盐源县	2.73	1.57	0.10	1.01	复耕	1.57	1.01	0.63
25#弃渣场	盐源县	5.65	1.25	0.31	4.05	植树种草	5.30		0.85
26#弃渣场	盐源县	5.62	2.07	0.25	3.24	植树种草	5.31		0.84
27#弃渣场	盐源县	5.84	1.15	0.34	4.31	植树种草	5.46		1.14
28#弃渣场	盐源县	1.35	0.55	0.13	0.65	植树种草	1.20		0.20
29#弃渣场	盐源县	6.74	1.27	0.28	5.15	复耕	1.27	5.15	1.99
30#弃渣场	盐源县	5.63	1.83	0.27	3.47	植树种草	5.30		0.84
31#弃渣场	盐源县	1.05	0.67	0.06	0.30	植树种草	0.97		0.20
32#弃渣场	盐源县	5.43	1.19	0.15	4.05	复耕	1.19	4.05	1.60
33#弃渣场	盐源县	3.55	0.20	0.13	3.21	复耕	0.20	3.21	1.15
34#弃渣场	盐源县	10.88	0.30	0.55	10.02	复耕	0.30	10.02	3.55
35#弃渣场	盐源县	6.71	1.87	0.32	4.46	复耕	1.87	4.46	1.84
36#弃渣场	盐源县	4.68	0.60	0.11	3.95	复耕	0.60	3.95	1.47
37#弃渣场	盐源县	10.83	0.04	0.55	10.24	复耕	0.04	10.24	3.59
38#弃渣场	盐源县	6.32	4.52	0.12	1.54	复耕	4.52	1.54	1.41
39#弃渣场	盐源县	11.26	0.50	0.37	10.37	复耕	0.50	10.37	3.71
40#弃渣场	盐源县	10.43	1.61	0.32	8.45	复耕	1.61	8.45	3.20
41#弃渣场	盐源县	7.53	1.17	0.31	6.01	复耕	1.17	6.01	2.28
42#弃渣场	盐源县	8.70	2.36	0.20	6.07	复耕	2.36	6.07	2.48
43#弃渣场	盐源县	7.88	4.06	0.17	3.52	复耕	4.06	3.52	1.84
44#弃渣场	盐源县	2.98	1.23	0.10	1.61	植树种草	2.84		0.45
45#弃渣场	盐源县	6.72	0.87	0.27	5.55	复耕	0.87	5.55	2.07

名称	行政区域	占地面积	边坡面积	工程措施面积	顶面面积	顶面恢复方向	绿化面积	复耕面积	表土需求量
		hm ²	hm ²	hm ²	hm ²		hm ²	hm ²	万 m ³
46#弃渣场	盐源县	7.07	1.70	0.15	5.17	植树种草	6.87		1.06
47#弃渣场	盐源县	4.55	3.05	0.20	1.21	植树种草	4.26		0.68
48#弃渣场	盐源县	1.73	0.87	0.13	0.70	植树种草	1.57		0.26
49#弃渣场	盐源县	3.31	1.93	0.21	1.11	植树种草	3.04		0.50
50#弃渣场	盐源县	4.65	1.23	0.24	3.14	植树种草	4.37		0.72
51#弃渣场	盐源县	2.95	1.30	0.23	1.38	植树种草	2.68		0.44
52#弃渣场	盐源县	7.58	1.31	0.31	5.92	植树种草	7.23		1.29
53#弃渣场	盐源县	4.51	1.78	0.13	2.54	复耕	1.78	2.54	1.16
54#弃渣场	盐源县	2.72	0.51	0.16	2.03	复耕	0.51	2.03	0.79
55#弃渣场	盐源县	4.84	1.37	0.31	3.12	复耕	1.37	3.12	1.30
56#弃渣场	盐源县	4.73	2.04	0.20	2.43	复耕	2.04	2.43	1.16
57#弃渣场	盐源县	3.60	1.88	0.19	1.47	植树种草	3.35		0.54
58#弃渣场	盐源县	4.62	1.32	0.15	3.11	植树种草	4.43		0.95
59#弃渣场	盐源县	3.44	1.43	0.23	1.74	植树种草	3.17		0.52
60#弃渣场	盐源县	2.92	1.70	0.18	0.99	植树种草	2.69		0.44
61#弃渣场	木里县	2.71	1.46	0.20	1.00	植树种草	2.46		0.41
62#弃渣场	木里县	5.14	1.39	0.28	3.43	植树种草	4.82		0.77
63#弃渣场	木里县	3.00	1.24	0.21	1.51	植树种草	2.75		0.45
64#弃渣场	木里县	1.51	0.49	0.15	0.85	植树种草	1.34		0.23
65#弃渣场	木里县	3.25	1.90	0.22	1.07	植树种草	2.97		0.49
66#弃渣场	木里县	4.05	1.92	0.22	1.85	植树种草	3.77		0.61
67#弃渣场	木里县	5.01	0.74	0.31	3.94	植树种草	4.68		0.75
68#弃渣场	木里县	5.12	1.72	0.25	3.10	植树种草	4.82		0.77
69#弃渣场	木里县	1.63	1.03	0.15	0.42	植树种草	1.45		0.24
70#弃渣场	木里县	2.65	0.94	0.21	1.47	植树种草	2.41		0.40
71#弃渣场	木里县	2.77	1.24	0.19	1.30	植树种草	2.54		0.42
72#弃渣场	木里县	4.12	1.87	0.23	1.96	植树种草	3.83		0.62
73#弃渣场	木里县	2.64	1.52	0.17	0.90	植树种草	2.42		0.40
74#弃渣场	盐源县	3.06	1.01	0.23	1.79	植树种草	2.80		0.46
75#弃渣场	盐源县	6.79	2.33	0.27	4.12	植树种草	6.45		1.21
合计	全线	330.55	103.59	16.28	207.44		198.36	112.67	73.54
	西昌市	39.17	12.00	2.09	24.71		22.09	14.62	8.72
	盐源县	247.78	74.12	11.39	159.93		136.00	98.05	58.28
	木里县	43.60	17.47	2.80	22.80		40.27		6.54

5.表土临时堆放场

本项目表土临时堆放场首先充分利用路基红线范围内、交叉工程、沿线设施区、施工生产生活区、施工道路和弃渣场等区域进行集中堆放。对于部分路基和弃渣场无表土堆放条件的区域，本方案考虑了新增占地设置表土临时堆放场。

新增的表土临时堆放场选择在地形相对平缓处，主要占用耕地和林地，表土堆放前涉及场地平整土石方量较小，土石方开挖回填仅对地形较陡地带进行。为了更好地预防水土流失，避免产生二次扰动，本方案不考虑对表土临时堆放场的表土进行剥离，采取铺垫措施保护表土。

2.4.1.3 表土剥离

结合 2.4.1.2 表土需求章节，本项目后期复耕和绿化所需表土 227.69 万 m³。本项目表土剥离区域为路基工程区、隧道工程区、交叉工程区、沿线设施区占用的耕地和园地，施工生产生活区、施工道路和弃渣场占用耕地、园地、林地和草地区域，剥离面积 1149.84hm²。耕地剥离厚度为 25cm，林地剥离厚度为 15cm，采用机械剥离，剥离总量为 227.69 万 m³，能满足后期覆土要求。

2.4.1.4 表土平衡

综上所述，本项目表土剥离量为 227.69 万 m³，后期复耕和绿化回覆表土需求量为 227.69 万 m³。桥梁工程区桥底多为未扰动区域，未考虑剥离表土。表土临时堆放场采取铺垫保护表土。本项目表土平衡详见表 2.4.1-6。

表土流向情况见图 2.4.1-1。

表 2.4.1-6 本项目表土平衡表

项目组成		表土剥离量 万 m ³	表土覆土量 万 m ³	调入 万 m ³	调出 万 m ³	余方		备注
						自然方 万 m ³	松方 万 m ³	
主体工程区	路基工程区	43.03	10.35		32.68			
	桥梁工程区							
	隧道工程区		0.31	0.31				
	交叉工程区	32.54	45.58	13.04				
	沿线设施区	4.62	6.44	1.82				
施工生产生活区		1.67	1.67					
施工道路		89.80	89.80					
弃渣场		56.03	73.54	17.51				
表土临时堆放场								采取铺垫保护表土
合计		227.69	227.69	32.68	32.68			

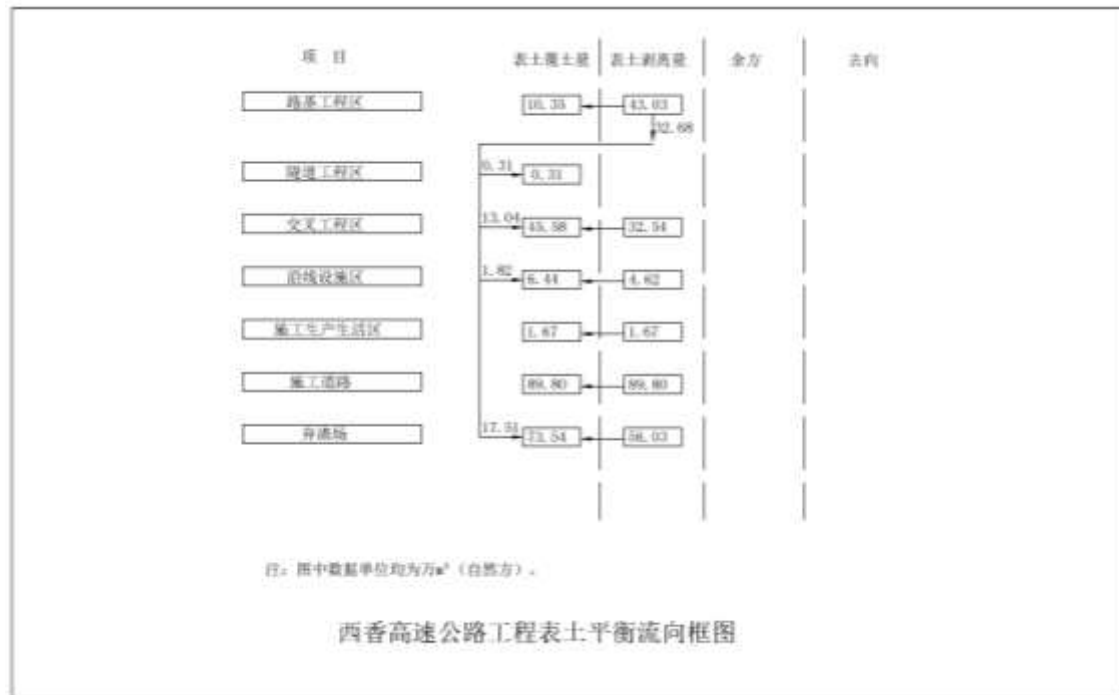


图 2.4.1-1 表土流向框图

2.4.1.5 表土堆放

本项目共剥离表土 227.69 万 m^3 ，为方便后期用土需要，表土临时堆放首先充分利用路基红线范围内、交叉工程、沿线设施区、施工生产生活区、施工道路和弃渣场等区域进行集中堆放。对于部分路基和弃渣场无表土堆放条件的区域，本方案考虑了新增占地设置表土临时堆放场。西昌支线近八成的线路位于水土保持敏感区内，为了减小施工期间对环境敏感区影响的程度，表土临时堆放场全部布设在主体工程占地红线内。表土临时堆放场按平均堆高 3.0m 考虑，表土堆放需占地 75.90 hm^2 ，其中新增占地 12.06 hm^2 。表土临时堆放场周围采用填土草袋临时拦挡、撒播草籽、无纺布苫盖，以期减少堆放期间的水土流失。

表 2.4.1-4 表土堆放场规划表

项目	表土临时堆放场编号	行政区域	主线桩号		性质	表土堆存量	总占地	新增占地面积及类型 (hm ²)			备注
						万 m ³	hm ²	耕地	林地	小计	
西昌支线	1#	西昌市	A0K1+000	1#弃渣场	弃渣场范围内	0.55	0.18				
	2#	西昌市	A0K1+000	2#弃渣场	弃渣场范围内	0.71	0.24				
	3#	西昌市	A0K1+000	3#弃渣场	弃渣场范围内	0.84	0.28				
	4#	西昌市	A0K3+500	大兴服务区	主体占地	4.86	1.62				
	5#	西昌市	A0K6+500	川兴互通	主体占地	3.07	1.02				
	6#	西昌市	A0K10+600	路基红线内	主体占地	0.20	0.07				
	7#	西昌市	A0K16+000	路基红线内	主体占地	0.10	0.03				
	8#	西昌市	AK20+000	海南互通	主体占地	2.68	0.89				
	9#	西昌市	AK26+700	4#弃渣场	弃渣场范围内	0.29	0.10				
	10#	西昌市	AK27+300	5#弃渣场	弃渣场范围内	1.03	0.34				
	11#	西昌市	AK31+000	6#弃渣场	弃渣场范围内	0.38	0.13				
	12#	西昌市	AK31+200	7#弃渣场	弃渣场范围内	0.74	0.25				
	13#	西昌市	AK33+104	西溪互通	主体占地	5.08	1.69				
	14#	西昌市		施工道路	施工道路范围内	3.64	1.21				减少占用水土保持敏感区，施工道路表土临时堆放不新增占地，下同
主线	15#	西昌市	AK36+950	黄联关枢纽互通	主体占地	3.25	1.08				
	16#	西昌市	AK42+400	中坝服务区、中坝管理中心	主体占地	4.53	1.51				
	17#		AK43+700	10#施工生产生活区	施工生产生活区范围内	0.10	0.03				
	18#	西昌市	AK43+710	8#弃渣场	弃渣场范围内	1.00	0.33				
	19#	西昌市	AK50+000	11#施工生产生活区	施工生产生活区范围内	0.07	0.02				
	20#	西昌市	AK50+300	9#弃渣场	新增占地	0.52	0.17	0.17		0.17	
	21#	西昌市		施工道路	施工道路范围内	5.63	1.88				
	22#	盐源县	AK51+000	10#弃渣场	新增占地	0.50	0.17		0.17	0.17	

项目	表土临时堆放场编号	行政区域	主线桩号		性质	表土堆存量	总占地	新增占地面积及类型 (hm ²)			备注
						万 m ³	hm ²	耕地	林地	小计	
	23#	盐源县	AK54+400	得力铺养护工区	主体占地	1.57	0.52				
	24#	盐源县	AK58+900	右 100m	施工生产生活区范围内	0.61	0.20				含 11#弃渣场
	25#	盐源县	AK59+800	右 80m	施工生产生活区范围内	0.43	0.14				含 12#弃渣场
	26#	盐源县	AK61+400	路基红线内	主体占地	0.06	0.02				
	27#	盐源县	AK61+900	13#弃渣场	新增占地	0.19	0.06		0.06	0.06	
	28#	盐源县	AK63+500	左 80m	施工生产生活区范围内	0.08	0.03				
	29#	盐源县	AK63+800	14#弃渣场	新增占地	0.72	0.24		0.24	0.24	
	30#	盐源县	AK66+300	右 150m	施工生产生活区范围内	0.40	0.13				含 15#弃渣场
	31#	盐源县	AK67+450	16#弃渣场	新增占地	0.44	0.15		0.15	0.15	
	32#	盐源县	AK68+500	路基上	主体占地	1.30	0.43				
	33#	盐源县	AK73+000	17#弃渣场	新增占地	0.59	0.20	0.20		0.20	
	34#	盐源县	AK74+500	平川互通	主体占地	3.20	1.07				
	35#	盐源县	AK75+800	18#弃渣场	弃渣场范围内	0.47	0.16				
	36#	盐源县	AK77+400	19#弃渣场	新增占地	0.29	0.10	0.10		0.10	
	37#	盐源县	AK77+800	20#弃渣场	新增占地	0.26	0.09	0.09		0.09	
	38#	盐源县	AK80+000	21#弃渣场	新增占地	0.44	0.15	0.15		0.15	
	39#	盐源县	AK80+800	22#弃渣场	新增占地	0.24	0.08		0.08	0.08	
	40#	盐源县	AK82+100	右 100m	施工生产生活区范围内	1.05	0.35				含 23#弃渣场
	41#	盐源县	AK84+800	路基红线内	主体占地	0.08	0.03				
	42#	盐源县	AK89+100	24#弃渣场	新增占地	0.63	0.21	0.21		0.21	
	43#	盐源县	AK91+520	玛璞铺互通	主体占地	5.50	1.83				
	44#	盐源县	AK98+500	28#弃渣场	新增占地	0.20	0.07		0.07	0.07	
	45#	盐源县	AK98+000	左 440m	施工生产生活区范围内	0.05	0.02				
	46#	盐源县	AK102+500	25#、26#弃渣场	新增占地	1.69	0.56		0.56	0.56	
	47#	盐源县	AK104+000	27#弃渣场	新增占地	1.14	0.38	0.38		0.38	
	48#	盐源县	AK107+300	左 630	施工生产生活区范围内	0.08	0.03				

项目	表土临时堆放场编号	行政区域	主线桩号		性质	表土堆存量	总占地	新增占地面积及类型 (hm ²)			备注
						万 m ³	hm ²	耕地	林地	小计	
	49#	盐源县	AK108+500	29#弃渣场	弃渣场范围内	1.06	0.35				
	50#	盐源县	AK109+700	30#弃渣场	弃渣场范围内	0.84	0.28				
	51#	盐源县	AK109+300	31#弃渣场	新增占地	0.20	0.07	0.07		0.07	
	52#	盐源县	AK112+400	路基红线内	主体占地	3.30	1.10				
	53#	盐源县	AK112+400	32#弃渣场	弃渣场范围内	1.19	0.40				
	54#	盐源县	AK114+300	33#弃渣场	弃渣场范围内	0.57	0.19				
	55#	盐源县	AK116+000	盐源服务区	主体占地	6.91	2.30				
	56#	盐源县	AK118+100	盐源互通	主体占地	3.40	1.13				
	57#	盐源县	AK118+900	34#、35 弃渣场	新增占地	3.94	1.31	1.31		1.31	
	58#	盐源县	AK122+400	36#弃渣场	弃渣场范围内	0.70	0.23				
	59#	盐源县	AK126+000	37#弃渣场	弃渣场范围内	1.79	0.60				
	60#	盐源县	AK128+000	38#弃渣场	新增占地	1.41	0.47	0.47		0.47	
	61#	盐源县	AK130+300	果场互通	主体占地	4.60	1.53				
	62#	盐源县	AK133+400	39#弃渣场	新增占地	1.82	0.61	0.61		0.61	
	63#	盐源县	AK138+500	40#弃渣场	弃渣场范围内	1.56	0.52				
	64#	盐源县	AK142+100	41#弃渣场	弃渣场范围内	1.52	0.51				
	65#	盐源县	AK145+500	42#弃渣场	新增占地	1.39	0.46	0.46		0.46	
	66#	盐源县	A6K147+500	棉桠服务区	主体占地	3.20	1.07				
	67#	盐源县	A6K150+550	棉桠互通	主体占地	4.80	1.60				
	68#	盐源县	A6K152+000	43#弃渣场	新增占地	1.77	0.59	0.59		0.59	
	69#	盐源县	A6K152+200	44#弃渣场	新增占地	0.45	0.15		0.15	0.15	
	70#	盐源县	A6K154+300	45#弃渣场	新增占地	1.51	0.50	0.50		0.50	
	71#	盐源县	A6K154+500	右 1530m	施工生产生活区范围内	0.08	0.03				
	72#	盐源县	A6K162+050	46#弃渣场	新增占地	1.06	0.35		0.35	0.35	
	73#	盐源县	A6K162+100	左 410m	施工生产生活区范围内	0.10	0.03				
	74#	盐源县	A6K167+700	卧罗河特大桥	主体占地	1.60	0.53				

项目	表土临时堆放场编号	行政区域	主线桩号		性质	表土堆存量	总占地	新增占地面积及类型 (hm ²)			备注
						万 m ³	hm ²	耕地	林地	小计	
	75#	盐源县	A6K166+100	47#弃渣场	新增占地	0.68	0.23		0.23	0.23	
	76#	盐源县	A6K169+600	右 55m	施工生产生活区范围内	0.08	0.03				
	77#	盐源县	A6K170+300	48-49#弃渣场	新增占地	0.76	0.25		0.25	0.25	
	78#	盐源县	A6K171+900	元宝枢纽互通	主体占地	0.06	0.02				
	79#	盐源县	A6K174+000	左 330m	施工生产生活区范围内	0.10	0.03				
	80#	盐源县	A6K176+300	50#弃渣场	新增占地	0.72	0.24		0.24	0.24	
	81#	盐源县	A6K177+000	左	施工生产生活区范围内	0.49	0.16				含 51#弃渣场
	82#	盐源县	A6K177+200	52#弃渣场	新增占地	1.29	0.43		0.43	0.43	
	83#	盐源县	A6K180+000	泸沽湖停车区	主体占地	2.70	0.90				
	84#	盐源县	AK182+000	泸沽湖养护工区	主体占地	3.05	1.02				
	85#	盐源县	AK181+900	53#弃渣场	新增占地	0.94	0.31	0.31		0.31	
	86#	盐源县	AK182+400	54#弃渣场	弃渣场范围内	0.43	0.14				
	87#	盐源县	AK186+600	55#弃渣场	新增占地	0.77	0.26	0.26		0.26	
	88#	盐源县	AK189+500	左 70m	施工生产生活区范围内	0.08	0.03				
	89#	盐源县	AK191+685	长柏互通	主体占地	3.59	1.20				
	90#	盐源县	AK192+300	56#弃渣场	弃渣场范围内	0.80	0.27				
	91#	盐源县	AK195+625	57#弃渣场	新增占地	0.54	0.18		0.18	0.18	
	92#	盐源县		施工道路	施工道路范围内	54.16	18.05				
木里支线	93#	盐源县	AK175+800	58#弃渣场	新增占地	0.95	0.32	0.32		0.32	
	94#	盐源县	Z0K4+100	右 400m	施工生产生活区范围内	0.10	0.03				
	95#	盐源县	Z0K4+400	59#弃渣场	新增占地	0.52	0.17		0.17	0.17	
	96#	盐源县	Z0K4+900	60#弃渣场	新增占地	0.44	0.15		0.15	0.15	
	97#	盐源县	Z0K5+100	右 170m	施工生产生活区范围内	0.09	0.03				
	98#	盐源县	Z0K8+400	路基红线内	主体占地	0.79	0.26				
	99#	盐源县		施工道路	施工道路范围内	5.48	1.83				
	100#	木里县	Z0K14+300	右 630m	施工生产生活区范围内	0.10	0.03				

项目	表土临时堆放场编号	行政区域	主线桩号		性质	表土堆存量	总占地	新增占地面积及类型 (hm ²)			备注
						万 m ³	hm ²	耕地	林地	小计	
	101#	木里县	Z0K18+900	左 580m	施工生产生活区范围内	0.06	0.02				
	102#	木里县	Z0K18+950	61-62#弃渣场	新增占地	1.18	0.39		0.39	0.39	
	103#	木里县	Z0K18+200	63-64#弃渣场	新增占地	0.68	0.23		0.23	0.23	
	104#	木里县	Z0K18+950	65#弃渣场	新增占地	0.49	0.16		0.16	0.16	
	105#	木里县	Z0K18+950	66#弃渣场	新增占地	0.61	0.20		0.20	0.20	
	106#	木里县	Z0K22+400	左 670m	施工生产生活区范围内	0.80	0.27				含 67#弃渣场
	107#	木里县	Z0K25+500	右 80m	施工生产生活区范围内	0.08	0.03				
	108#	木里县	Z0K29+000	路基红线内	主体占地	0.19	0.06				
	109#	木里县	Z0K30+600	路基红线内	主体占地	0.18	0.06				
	110#	木里县	Z0K34+100	右 430m	施工生产生活区范围内	0.06	0.02				
	111#	木里县	Z0K37+300	木里服务区	主体占地	0.27	0.09				
	112#	木里县	Z0K39+200	68#弃渣场	新增占地	0.77	0.26		0.26	0.26	
	113#	木里县	Z0K39+200	69#弃渣场	新增占地	0.24	0.08		0.08	0.08	
	114#	木里县	Z0K39+200	70、72#弃渣场	新增占地	1.02	0.34		0.34	0.34	
	115#	木里县	Z0K39+200	71#弃渣场	新增占地	0.42	0.14		0.14	0.14	
	116#	木里县	Z0K38+900	73#弃渣场	新增占地	0.40	0.13		0.13	0.13	
	117#	木里县		施工道路	施工道路范围内	17.02	5.67				
泸沽湖支线	118#	盐源县	LK2+900	路基红线内	主体占地	1.20	0.40				
	119#	盐源县	LK8+700	路基红线内	主体占地	1.85	0.62				
	120#	盐源县	LK11+000	路基红线内	主体占地	3.02	1.01				
	121#	盐源县	LK12+720	74-75#弃渣场	新增占地	1.40	0.47	0.47		0.47	
	122#	盐源县		施工道路	施工道路范围内	3.87	1.29				
合计					227.69	75.90	6.65	5.41	12.06		

2.4.2 土石方平衡

本方案根据工程设计文件、运距、地形地貌、施工条件、土石料质量等原则按自然结点进行分段，按“挖方+借方=填方+综合利用+弃方”进行平衡。对长隧道和特长速调以隧道中点进行平衡，并考虑合理运距将隧道进出口一定距离内的路基纳入隧道段落，方便隧道洞渣的调运和利用；对中短隧道且隧道洞口有运输条件的可不分段，纳入路基一起平衡；对跨江（河）大桥，如果桥址处没有既有运输条件，以河流中线进行分段平衡；对于路基考虑挖填路段分布及物料组成进行分段平衡。根据以上原则，本项目划分 74 个段落，土石方平衡具体分段详见表 2.4.2-1。

表 2.4.2-1 土石方平衡分段表

项目	序号	起讫桩号	路线长度	平衡节点
			km	
西昌支线	1	A0K0+000~ A0K4+000	4.000	路基节点
	2	A0K4+000 ~ A0K8+600	4.600	路基节点
	3	A0K8+600 ~ A0K11+920	3.320	姚家隧道中点
	4	A0K11+920 ~ A0K14+618	2.698	花果山隧道中点
	5	A0K14+618 ~ A0K17+768	3.150	马家山隧道中点
	6	A0K17+768 ~ A0K20+964	3.196	A0K 线与 AK 线节点
	7	AK19+000 ~ AK22+758	3.758	王家山隧道中点
	8	AK22+758 ~ AK27+000	4.242	路基节点
	9	AK27+000 ~ AK31+000	4.000	路基节点
	10	AK31+000 ~ AK34+350	3.350	西溪河/西溪河大桥
	11	AK34+350 ~ AK37+000	2.650	西昌支线终点/主线起点
主线	12	AK37+000 ~ AK40+700	3.700	路基节点
	13	AK40+700 ~ AK43+710	3.010	磨盘山隧道起点
	14	AK43+710 ~ AK47+800	4.090	1#斜井前 0.5km
	15	AK47+800 ~ AK48+800	1.000	1#斜井后 0.5km
	16	AK48+800 ~ AK53+100	4.300	西昌与盐源界限
	17	AK53+100 ~ AK55+875	2.775	雅砻江/雅砻江特大桥
	18	AK55+875 ~ AK59+305	3.430	大竹园隧道起点
	19	AK59+305 ~ AK61+474	2.169	路基节点
	20	AK61+474 ~ AK62+780	1.306	新山隧道中点
	21	AK62+780 ~ AK65+478	2.698	蒋家隧道中点
	22	AK65+478 ~ AK67+378	1.900	包家沟隧道中点
	23	AK67+378 ~ AK69+995	2.617	大梁子隧道中点
	24	AK69+995 ~ AK73+485	3.490	龙洞湾 2#隧道中点
	25	AK73+485 ~ AK76+603	3.118	标水岩隧道中点
	26	AK76+603 ~ AK78+803	2.200	庙子山隧道中点
	27	AK78+803 ~ AK81+510	2.707	红岩子隧道中点
	28	AK81+510 ~ AK84+100	2.590	路基节点
	29	AK84+100 ~ AK87+000	2.900	路基节点
	30	AK87+000 ~ AK90+000	3.000	路基节点
	31	AK90+000 ~ AK93+700	3.700	主体设计节点
	32	AK93+700 ~ AK96+750	3.050	小高山隧道起点
	33	AK96+750 ~ AK100+300	3.550	2#斜井
	34	AK100+300 ~ AK103+143	2.843	2#、3#斜井中点
	35	AK103+143 ~ AK105+986	2.843	3#斜井
	36	AK105+986 ~ AK109+735	3.749	小高山隧道终点

项目	序号	起讫桩号	路线长度	平衡节点
			km	
	37	AK109+735 ~ AK113+402	3.667	中房沟 2#大桥起点
	38	AK113+402 ~ AK117+000	3.598	路基节点
	39	AK117+000 ~ AK120+600	3.600	主体设计节点
	40	AK120+600 ~ AK124+660	4.060	大河/大河大桥
	41	AK124+660 ~ AK128+000	3.340	路基节点
	42	AK128+000 ~ AK131+800	3.800	徐家河/徐家河大桥
	43	AK131+800 ~ AK136+000	4.200	路基节点
	44	AK136+000 ~ AK139+000	3.000	AK 线与 A4K 线节点
	45	A6K139+000 ~ A6K143+300	4.300	路基节点
	46	A6K143+300 ~ A6K148+000	4.700	路基节点
	47	A6K148+000 ~ A6K152+130	4.130	牦牛山隧道起点
	48	A6K152+130 ~ A6K156+480	4.350	4#斜井前 0.5km
	49	A6K156+480 ~ A6K157+480	1.000	4#斜井后 0.5km
	50	A6K157+480 ~ A6K162+050	4.570	牦牛山隧道终点
	51	A6K162+050 ~ A6K165+677	3.627	大草 2#隧道中点
	52	A6K165+677 ~ A6K168+650	2.973	卧罗河/卧罗河特大桥
	53	A6K168+650 ~ A6K171+950	3.300	卧龙特大桥
	54	A6K171+950 ~ A6K175+935	3.985	5#斜井前 0.5km
	55	A6K175+935 ~ A6K176+935	1.000	5#斜井后 0.5km
	56	A6K176+935 ~ A6K180+350	3.415	A4K 线与 AK 线节点
	57	AK180+500 ~ AK184+545	4.045	中梁子隧道中点
	58	AK184+545 ~ AK188+248	3.703	寒坡岭隧道中点
	59	AK188+248 ~ AK192+000	3.752	路基节点
	60	AK192+000 ~ AK195+625	3.625	主线终点
木里支线	61	Z0K0+000~ Z0K2+190	2.190	元宝 1#隧道中点
	62	Z0K2+190 ~ Z0K6+800	4.610	博柯 1#隧道中点
	63	Z0K6+800 ~ Z0K11+747	4.947	下麦地隧道中点
	64	Z0K11+747 ~ Z0K16+663	4.916	红岩子隧道中点
	65	Z0K16+663 ~ Z0K20+400	3.737	6#斜井前 1km
	66	Z0K20+400 ~ Z0K22+400	2.000	6#斜井后 1km
	67	Z0K22+400 ~ Z0K27+052	4.652	后所隧道中点
	68	Z0K27+052 ~ Z0K32+694	5.642	碾水隧道中点
	69	Z0K32+694 ~ Z0K35+563	2.869	黑松林隧道中点
	70	Z0K35+563 ~ Z0K39+200	3.637	木里支线终点
泸沽湖支线	71	LK0+000~ LK4+305	4.305	黑老林 1#隧道中点
	72	LK4+305 ~ LK6+730	2.425	黑老林 2#隧道中点
	73	LK6+730 ~ LK10+085	3.355	盖租河/三家村大桥
	74	LK10+085 ~ LK12+720	2.635	泸沽湖支线终点
项目合计			249.359	

全线公路设计高程 1466.30m ~ 2678.34m，最低点位于 AK55+250 雅砻江特大桥中心附近，最高点位于 AK195+625 主线终点附近（白杨 2#大桥终点），最大纵坡 4.4%，路线高程布设结合纵面指标进行选择，尽量做到挖填平衡，以减少弃渣量和外借土石方。挖方含一般路基表土剥离和开挖、特殊路基淤泥质土挖除、桥梁基础及桥台开挖、隧道开挖和主体工程占地范围内的建筑物拆除。填方主要是一般路基的填筑和特殊路基换填砂砾石填筑，一般路基填筑主要利用相邻路段路基开挖余方

和隧道洞渣，特殊路基利用隧道开挖的石方。表土主要为永久征地范围内的上层腐殖土，在土石方开挖前根据按需剥离的原则进行集中剥离，以满足后期绿化的要求，提高植物的存活率，同时减少弃渣量。

根据主体工程土石方调运安排，多余土石方量优先考虑作为相邻路段路基填料回填使用，交通条件好的路段可运至较远路段回填，以最大限度减少弃方。同时，本方案考虑利用隧道石方作为路基防护、排水工程的骨料、互通场内局部景观造景等综合利用方式，进一步减少了工程弃方。经估算，区间调配 218.06 万 m^3 、隧道石方骨料利用 121.26 万 m^3 、互通场内造景利用 5.78 万 m^3 。

综上所述，本工程土石方计算包含路基工程、桥梁工程、隧道工程、交叉工程、沿线设施、施工生产生活区、施工道路、弃渣场、表土临时堆放场等九部分。经土石方平衡分析，全线挖方 4543.23 万 m^3 （自然方，下同），填方 1133.11 万 m^3 （含绿化用土 227.69 万 m^3 ），区间调配 218.06 万 m^3 ，综合利用 127.04 万 m^3 ，弃方 3283.08 万 m^3 （合松方 4367.73 万 m^3 ）。本项目弃渣有杂填土、砂岩、泥岩、灰岩等，堆存于沿线设置的 75 处弃渣场内。在渣体的堆积过程中，应尽量将渗透性能较好的泥岩、砂岩堆置在渣体前缘，使渣体排水良好，降低渣体浸润线；同时，将土质弃渣尽量堆放在弃渣顶部，便于弃渣场使用完毕后的绿化。施工弃渣过程中，每次弃渣结束后均应进行碾压，渣体压实度不小于 85%。

本项目土石方平衡分析见表 2.4.2-2，土石方流向情况见图 2.4.2-1。

Table with columns: 序号 (Serial Number), 桩号范围 (Pile Range), 里程 (Mileage), 标段 (Contract), 主要工程名称 (Main Engineering Name), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit), 材料名称 (Material Name), 规格 (Specification), 数量 (Quantity), 单位 (Unit).

里程桩号	填方	挖方	综合利用	弃方	说明
A020+000-A024+000	10.89	09.98		36.33	10#弃渣站
A024+000-A030+000	20.88	44.78	0.80	15.11	10#弃渣站
A030+000-A031+000	0.80	02.14	0.73	14.53	
A031+000-A034+018	5.38	03.88		28.53	10#弃渣站
A034+018-A031+758	1.84	05.05	3.12	48.00	
A031+758-A030+864	12.58	50.33		30.78	10#弃渣站
A030+000-A029+758	48.00	50.00		13.00	
A029+758-A027+000	4.30	01.80		48.00	6-7#弃渣站
A027+000-A021+000	7.00	48.44		38.88	10#弃渣站
A021+000-A024+000	18.98	02.06		16.11	
A024+000-A027+000	1.80	12.38		10.54	10#弃渣站
A027+000-A040+700	44.38	03.70		8.90	
A040+700-A040+710	44.29	48.30		8.55	10#弃渣站
A040+710-A047+900	5.88	06.58	4.50	58.98	10#弃渣站
A047+900-A040+800	5.38	04.30	3.50	47.38	
A040+800-A033+100	5.48	06.78	4.80	53.21	10#弃渣站
A033+100-A030+800	10.26	03.44		3.68	
A030+800-A039+000	5.94	16.31	3.57	48.70	11#弃渣站
A039+000-A031+874	8.50	04.80	1.84	30.24	12#弃渣站
A031+874-A032+780	1.34	17.89	0.78	14.58	13#弃渣站
A032+780-A035+878	5.60	48.09	1.85	38.68	14#弃渣站
A035+878-A037+078	4.27	08.88	3.77	32.80	15#弃渣站
A037+078-A039+886	5.34	44.06	1.89	38.89	16#弃渣站
A039+886-A031+808	5.52	04.00	3.00	48.31	17#弃渣站
A031+808-A030+800	07.48	03.40	1.35	28.69	18#弃渣站
A030+800-A030+800	05.70	03.24	1.00	24.88	19-20#弃渣站
A030+800-A031+510	5.00	41.13	1.88	38.83	21-22#弃渣站
A031+510-A034+100	4.30	08.88	0.88	38.88	23#弃渣站
A034+100-A039+000	5.58	05.00	0.88	28.78	24#弃渣站
A039+000-A030+000	12.00	03.88		14.88	25#弃渣站
A030+000-A036+700	15.42	04.74	0.80	38.88	
A036+700-A036+750	4.30	03.78		8.78	26#弃渣站
A036+750-A0330+300	12.80	03.14	3.38	22.48	
A0330+300-A03109+143	1.35	04.38	4.25	28.88	27-28#弃渣站
A03109+143-A03138+886	5.94	03.78	4.07	22.71	28#弃渣站
A03138+886-A03109+718	8.74	08.58	4.11	08.57	29-31#弃渣站
A03109+718-A03113+800	0.41	01.88		38.88	32#弃渣站
A03113+800-A03117+000	08.38	05.14		18.88	33#弃渣站
A03117+000-A03120+800	1.35	08.88	1.00	18.88	34-35#弃渣站
A03120+800-A0313+886	0.57	04.38		38.88	36#弃渣站

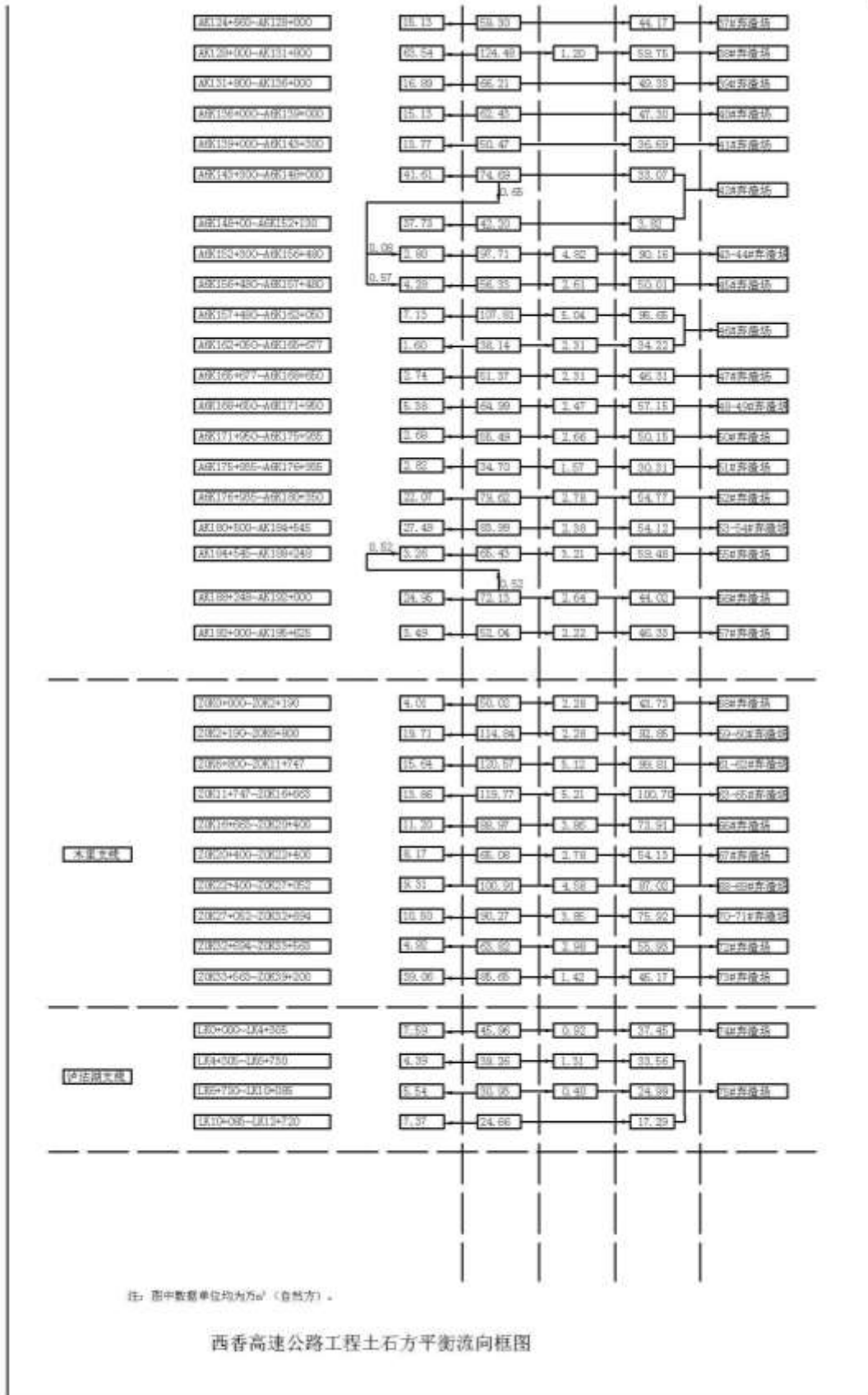


图 2.4.2-1 土石方流向框图

2.5 拆迁安置与专项设施改（迁）建

本项目推荐路线按照“近而不进”的原则进行设计，路线经过主要场镇和区县时已进行绕避设置，因此永久占地范围内不存在场镇迁建；在道路施工过程中临时设施布置、渣料场选址也尽可能地避开了沿线居民及重要设施，施工中基本不存在移民迁建及专项设施改建等工程。因此，工程占地范围内拆迁工程主要是永久占地范围内的房屋迁建和公路建设过程中要迁建的电网、电缆、光缆及相应配套设施。

根据国家相关政策，拆迁房屋由建设单位一次性以货币形式进行赔偿，由当地政府按照四川省有关建房安置标准负责安置事宜。

经统计，永久占地范围内拆迁各类建构筑物数量详见表 2.5-1。

表 2.5-1 拆迁建构筑物数量表

项目	区县	起讫桩号	路线长度 km	拆迁建筑物种类及数量				
				钢混结构	砖混结构	砖木结构	土木结构	小计
				m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
西昌支线	西昌市	A0K0+000 ~A0K20+964	20.964		16793	9796	1399	27988
	西昌市	AK19+000 ~AK37+000	18.000	3492	17237	10055	1436	32220
	小计		38.964	3492	34030	19851	2835	60208
主线	西昌市	AK37+000 ~AK53+100	16.100	1316	12776	7452	1065	22609
	盐源县	AK53+100 ~AK139+000	85.900		60222	35130	5019	100371
	盐源县	A6K139+000 ~A6K180+350	41.350		28277	16495	2356	47128
	盐源县	AK180+500 ~AK195+625	15.125		8505	4961	709	14175
	小计		158.475	8300	177840	103740	14819	304699
木里支线	盐源县	Z0K0+000 ~Z0K9+920	9.920		1117	651	93	1861
	木里县	Z0K9+920 ~Z0K39+200	29.280		6290	3669	524	10483
	小计		39.200		7407	4320	617	12344
泸沽湖支线	盐源县	LK0+000 ~LK12+720	12.720		13675	7977	1140	22792
合计			249.359	11792	232952	135888	19411	400043

另外，在公路建设过程中拆迁 35kv 输电线 59.37km、10kV 高压线 75.92km、200-380V 照明线 87.44km、通讯电缆光缆 89.31km 等。这类设施改建统一由建设业主出资，复建费用已计入本项目投资中，设施主管部门负责实施。本项目拆迁电力线、光缆、给排水管线等数量较大，这些专项设施若需复建，应按水土保持相关法律法规要求，另编水土保持方案报水行政主管部门审批。本项目专项设施改迁建不涉及沿线乡镇饮用水源保护区。

本项目拆迁电力、电讯及其它管线设施情况见表 2.5-2。

表 2.5-2 拆迁电力、电信设施数量表

项目	区县	起讫桩号	路线长度	拆迁电力、电信设施种类及数量				
				35kV 输电线	10kV 高压线	(200V~380V) 照明线	通讯电缆光缆	小计
			km	m	m	m	m	m
西昌支线	西昌市	A0K0+000 ~A0K20+964	20.964	6354	8321	9077	10288	34040
	西昌市	AK19+000 ~AK37+000	18.000	4943	6474	5297	6003	22717
	小计		38.964	11297	14795	14374	16291	56757
主线	西昌市	AK37+000 ~AK53+100	16.100	3482	4560	4974	5637	18653
	盐源县	AK53+100 ~AK139+000	85.900	12624	16838	21316	20187	70965
	盐源县	A6K139+000 ~A6K180+350	41.350	3462	4040	8618	6463	22583
	盐源县	AK180+500 ~AK195+625	15.125	1733	1733	3119	1796	8381
	小计		158.475	43895	56761	66775	66665	234096
木里支线	盐源县	Z0K0+000 ~Z0K9+920	9.920	254	334	437	620	1645
	木里县	Z0K9+920 ~Z0K39+200	29.280	1667	2188	2866	4064	10785
	小计		39.200	1921	2522	3303	4684	12430
泸沽湖支线	盐源县	LK0+000 ~LK12+720	12.720	2424	1844	2984	1666	8918
合计			249.359	59537	75922	87436	89306	312201

2.6 施工进度

根据工程的建设内容、技术标准、项目区施工条件及地方对本项目建设的迫切性，拟定本项目施工期为：2021年7月开工建设，2026年6月建成通车，建设工期5年。主体工程各主要建筑物施工进度见表 2.6-1。

表 2.6-1 主体工程施工进度安排

项目	2021		2022				2023				2024				2025				2026					
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2				
施工准备	————																							
路基工程		————																						
涵洞及通道			————																					
防护及排水			————																					
桥梁工程		————																						
路面工程																				————				
隧道工程		————																						
互通工程					————																			
沿线设施																				————				
交安及绿化工程									————											————				

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

本项目位于四川省西南部，地理区间位于北纬 $27^{\circ} 29' - 27^{\circ} 55'$ ，东经 $100^{\circ} 55' - 102^{\circ} 22'$ ，行政区划属四川省凉山彝族自治州西昌市、盐源县和木里县境内。

项目区地处滇西北横断山高山峡谷与云贵高原接壤地带，金沙江呈“ \cap ”状流经本区，注入金沙江多条支流深切造成悬崖峭壁发育，地形错综复杂。区内地形西高东底，地表起伏大，主要山脉走向与南北向构造一致，岭谷相间，自东向西有乌库梁子、菩萨梁子、轿顶山、螺髻山、磨盘山、每鲁各古广西山、白花山、阿白竹、白莲果、千羊场等。最高峰为白莲果雪山，海拔 4706m，南部最低海拔为金沙江河床 532m。河流与山岭相间分布，白水河、格基河、尼汝河、冲天河等呈格子水系状汇入金沙江、大凹河、阿家大河、雅砻江、安宁河、则木河、西溪河及金沙江干流水系。

根据地形切割强度、内外营力作用和形态特征，将项目区地貌划分为四种成因类型：

（1）侵蚀堆积地貌

侵蚀堆积地貌分布在盆地内及山间洼地，主要分布在安宁河两岸，雅砻江和木里河两侧有零星分布。按形态与堆积类型分为河流阶地、冰碛-冰水扇和洪积锥（扇）。

①河流阶地

项目区发育有五级河流阶地，一、二、三级为基座阶地，阶面平坦，四、五级为侵蚀阶地。其中安宁河、梅雨河及其支流两岸发育一级阶地，西昌、梅雨一带分布较广，一般宽 0.5~5km，高出河水面 2~12m。雅砻江及其支流、小金河、木里河两岸有五级阶地，分布断续零星。

②冰碛-冰水扇地形

分布于梅雨河以南盐源~卫城一带，为更新世山岳冰川的冰碛物及其冰融期冰水堆积物而形成的扁状地形。经后期侵蚀、剥蚀作用发育四个不同高度微倾斜平台。

③洪积锥（扇）地形

主要分布在盆地白林山北麓龙口河等数条河沟的山前出口处与棉桎一带，以龙口河河口最为发育，面积达 2.5km^2 。组成物质为各溪沟间歇性水流所携带来的附近母岩块碎石与少量粘土。

（2）构造剥蚀地貌

其形态主要表现为长垣状丘壑，分布于盆地内梅雨～合哨一带及梅雨河的主要支流之间，由上第三系地层组成的长垣状丘壑地形，壑与沟平行排列，丘顶平缓，壑脊往往延伸较远，海拔标高 2500m 左右，切割深度小于 100m。

（3）构造侵蚀地貌

此地貌受构造与岩性控制，地形展布与构造线一致。

①深切割尖棱状高山

主要分布于火炉山与白林山等地，海拔标高一般大于 3800m，切割深度在 1000m 以上。由三迭系灰岩和二迭系玄武岩等组成，岩石性坚，经侵蚀构造和风化剥蚀等作用，顶脊呈尖棱状。地形坡度陡峭，河谷深切成“V”型峡谷。

②深切割圆缓状高中山

分布于项目区西北部木里～西秋博瓦弧形构造带内，由一套变质岩系组成。标高一般为 2800～3800m。地形坡度下段较陡，中上段较缓。

③深切割脊缓坡陡的高中山

分布于项目区东部，山脊海拔标高一般为 3500～4000m。山体走向受构造控制，呈近南北向。

④深切割顶平坡陡高中山

主要分布于项目区西部盐塘～牦牛山一带，山脊标高一般为 2800～3500m，切深 600～1000m。由二迭系～三迭系及下第三系地层的坚硬碳酸盐岩及巨厚砾岩、碎屑岩所组成。

⑤浅切割圆缓状低中山

分布于盆地西侧卫城至大河乡一带，为三迭系碎屑岩夹碳酸盐岩的宽缓褶皱所组成，海拔为 2600～3500m。

⑥浅切割条形低山

分布于白乌北，由山字型构造脊柱部分的褶皱群所组成，为三迭系之碎屑岩及碳酸盐岩，海拔为 2600～3000m，切深一般小于 150m。山体水系均呈条带状南北向展布，沟谷均成箱型谷。

（4）构造溶蚀地形

包括盆地北部碳酸盐岩分布区，按其岩溶发育程度及其形态组合，分为壑脊槽谷与石丘波地两个形态类形。由于项目区在持续的上升过程中，也存在着相对的稳

定期而发育有明显的三级剥夷面。第一级海拔 4000m 左右，以白林山，火炉山为代表，由等高山峰与山脊组成，西部马扎山一带出露地层为碳酸盐岩类，岩溶较发育；第二级海拔为 3000~3200m，见于盆地四周，分布于北部羊窝子，西部马道子、轿顶山、白岩子等地；第三级海拔为 2500~2800m，为盆地中的石丘波地范围内，剥夷面平坦，暗河发育。

根据现场踏勘和地形图分析，本项目区地形以构造侵蚀深切割的高山、高中山地貌为主。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地质构造

项目区位于松潘甘孜褶皱系和扬子准地台衔接部位，分别隶属于治多义敦褶皱带及盐源丽江台缘拗陷。南部地台区形成于前震旦纪，由上元古界的昆阳群组成基底。区内褶皱、断裂比较发育，岩浆活动也较频繁。构造线以北北西向为主，近东西、近南北者次之。高角度的正、逆断层发育。褶皱形态的特点是长圆形褶曲与线形褶曲以及向斜开阔，背斜紧密的隔档式褶皱均发育，但以长圆形褶曲为主；北部地槽区（包括熏洞复向斜），从早奥陶世以来长期强烈活动。构造线以北东、北西向两组为主，南北、东西向稍次。往北在石棉南西与康滇地轴西缘雅砻江断裂斜接，再往北在泸定北东与龙门山深断裂共同构成中国西部地槽与东部扬子准地台的边界。

根据区域地质资料及本次勘察成果，区内断裂构造十分发育，与路线相关的断裂由东向西主要有：大凉山断裂、则木河断裂、安宁河断裂带、得力铺断裂、金河断裂带、盐源断裂带、小金河断裂带、卧罗河断裂带、棉桠断裂带、博科断裂带等，区域性主干断裂以及线路所经过的断裂简述如下：

（1）大凉山断裂带

断裂带位于路线起点东面，最近距离 28km，断裂带北起石棉，向东南经越西、普雄、布拖、交际河，止于金沙江边头道沟以北，全长 250km 左右，总体走向 330~360°，主断面倾向西，由 4 条次级断裂组成，由北向南依次是海棠—越西、普雄河、布拖和交际河断裂。次级断裂呈右阶或左阶斜列，阶区宽度 5~15km。

（2）则木河断裂带

断裂带东西两支分别与路线垂直相交于 A0K16+600、AK14+560、AK21+940

处。北起西昌盆地西缘，向东南经普格、宁南，止于金沙江边葫芦口，全长 130km，其北、南两端分别与安宁河、小江断裂带呈羽列式展布。

（3）安宁河断裂带

断裂带东西两支分别与路线垂直相交于 AK38+300、AK42+000 处。安宁河断裂带北起田湾，南至会理以东，全长 350km，基本沿安宁河谷展布。晚第四纪以来该断裂带的最新活动具有明显的分段性。该断裂段最新活动性质是以左旋走滑为主，兼有垂直位移的性质。

（4）磨盘山断裂

断裂与路线垂直相交于 AK52+600、AK53+020、A1K52+600、A1K53+000 处。磨盘山断裂属安宁河断裂带的分支断裂，正断层，走向近南北向，沿磨盘山脊延展，长度约 75km，断距 1000m 以上，南北两端有分叉现象。

（5）得力铺断裂

断裂与路线垂直相交于 AK57+800、A1K57+400 处。得力铺断裂属安宁河断裂带的分支断裂，冲断层，走向近南北向，长度约 60km，断距约 2000m。

（6）金河断裂

该断裂与路线垂直相交于 AK65+500 处，北起羊坪子附近，往南经金河延出区外，总体为走向南北，倾西。断裂的最新活动发生在中更新世中晚期。

（7）盐源断裂带

盐源弧形断裂带包括小高山断裂等，小高山断裂与路线垂直相交于 AK70+400、AK101+800、A2K116+600 处。西南起于盐源县卫城东北，往北东经小高山、巴折、玻璃村于木萨沟口交于周家坪断裂带上，总长约 70km，破碎带宽 20~40m，往北渐变为南北，倾向北西。小高山和卫城其活动年代为晚更新世活动断裂。

（8）小金河断裂带

锦屏山~小金河断裂带是区域性一级大地构造单元的分界断裂，与路线垂直相交于 DK169+900、DK209+900、木里支线 ZK9+320、ZK33+700、木里支线 Z1 线 Z1K20+700、Z1K49+120、木里支线 Z2 线 Z2K20+260、Z2K46+700 处。该断裂北起石棉西北，往西经燕麦地，在张家河坝斜穿雅砻江，进入锦屏山区，再经新兴、兰坝、吉尔坪沿小金河至木里列瓦山以西，区内延伸约 150km，最新活动时代为晚更新世晚期。

（9）麦架坪断层

位于 AK158+200、A3K157+350、A6K155+100、A6K158+200、DK156+160、木里支线 Z1 线 Z1K6+880、Z2 线 Z2K6+840 处，与路线近于垂直，断裂带从玻璃凹延入测区，向北东经中心村至扎拉山西坡后形迹渐匿，出露长 42km，断层面南东倾。

（10）卧罗河断层

与路线交于 AK172+660、A3K165+920、A6K166+500、A6K168+700、木里支线 Z1 线 Z1K13+280、Z2 线 Z2K13+580、Z2K13+440 处，与路线近于垂直，卧罗河断裂属于中更新世活动断裂。

（11）棉桠断裂

与路线交于 AK154+040、A3K152+700、A6K153+100、DK160+000 木里支线 Z5K+750 处。该断裂位于盐源西北侧棉桠一带，区域上和东西两侧断裂共同组成了盐源弧形构造带的西翼构造。该断裂为区内极少数的正断层，受区域南北向构造应力作用，断裂兼具左旋张扭性，为活动性断裂。

（12）霍儿坪断层

与路线交于 A4K157+520、木里支线 Z1 线 Z1K12+100 处。其延伸、规模均与棉桠断层相仿，断面亦向北东倾斜，为逆断层。

（13）博科断裂

该断裂与路线交于 DK234+440、DK239+740 处，博科断裂沿博科附近的前山沟发育，总体延伸长度约 60km。该断裂自晚更新世早期以来未发生过明显的活动。

综上所述，本区构造活动整体较强，区域构造稳定性较差。

2.7.2.2 地层岩性

项目沿线走廊带岩性涉及变质岩系、岩浆岩系、碳酸盐岩、碎屑岩及第四系松散堆积物。依据地层和岩石的成分、颗粒组成、结构、构造、物理力学性质等划分为 4 个工程地质类型，简述如下：

（1）松散土体工程地质类型特征

①冲积松散砂质粘土、砂土、砂砾卵石工程地质岩组（I₁）：主要分布于沿线西昌市及盐源县、泸沽湖一带的河谷平原区，沿线主要支流两岸的各级阶地、漫滩等条形地带亦有分布。阶地一般具二元结构，上覆砂土，土层一般较薄，下部为砂砾石层，砾石磨圆度较好、分选差、结构松散。该岩组一般覆盖层薄、渗透性强、地下水埋藏浅，存在地基土不均匀沉陷等工程地质问题。

②冰水堆积、崩积、坡洪积砂泥砾卵石工程地质岩组（I₂）：该岩组主要由中下

更新统冰水堆积层及全新统崩积、坡洪积堆积层组成，主要分布于沿线较大河流两岸的Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级阶地及沿线的崩积、坡洪积发育地带。其中冰水堆积层上部为砂质黏土、黏土，下部为泥砾卵石层，局部有钙铁质胶结，中密—密实。局部地段可能会出现不均匀沉陷。

（2）软弱岩体（半成岩）工程地质类型特征

泥岩为主夹砂岩、粉砂岩、砾岩（半成岩）工程地质岩组（Ⅱ₁）：该岩组以第三系上统昔格达组泥岩夹砂岩为主，属四川攀西地区特殊性岩土，河湖相沉积物，介于极软岩和极硬土之间的过度类型-半成岩，泥岩水稳性差，遇水易软化，具较强崩解性和弱膨胀性，粉砂岩水稳性较好，崩解性不强，基本不具膨胀性，岩层产状较平缓。局部地段可能会出现不均匀沉陷及小型的滑坡等不良地质问题。

（3）半坚硬岩体工程地质类型特征

①泥岩为主夹砂岩、砾岩半坚硬工程地质岩组（Ⅲ₁）：该岩组以泥岩、砂质泥岩为主、其次为砂岩、泥质粉砂岩等。该组泥岩性软、易风化剥落成小碎块、遇水软化膨胀乃至崩解，局部地段可能会出现滑坡、崩塌等不良地质问题。

②砂岩、粉砂岩为主夹泥岩、碳质页岩半坚硬工程地质岩组（Ⅲ₂）：岩性为由砂岩、粉砂岩、炭质页岩、泥岩组成。泥岩夹层的抗风化能力弱、易成碎块脱落。主要工程地质问题是局部地段可能会出现岩质崩塌及滑坡等不良地质问题。

③片岩、板岩为主半坚硬工程地质岩组（Ⅲ₃）：岩性以片岩、板岩为主，局部地段表现为页岩夹砂岩、灰岩，薄层灰岩夹千枚岩、千枚岩夹砂岩等岩性组合。在片岩及炭质板岩发育地段，局部风化层较厚，易形成顺层滑坡及崩塌现象。

（4）坚硬岩体工程地质类型特征

①碳酸盐岩坚硬工程地质岩组（Ⅳ₁）：该岩组涉及地层较多，岩性特征突出，以浅海相碳酸盐岩为主，多为白云岩、灰岩、生物碎屑灰岩及泥灰岩，仅局部为泥质粉砂岩、细砂岩、泥岩及页岩，且多呈薄层状。因该岩组内碳酸盐岩纯度较高，故在地下水作用下，易形成溶孔、溶隙、岩溶及岩溶塌陷等不良地质。

②玄武岩为主坚硬工程地质岩组（Ⅳ₄）：该岩组主要由二叠系中统峨眉山玄武岩组、东坝组、杨家坪组、聂尔堂刀组、下统西漂落组、中村组组成，为玄武岩夹灰岩、凝灰岩、火山角砾岩等。在断裂发育或褶曲转折部位段，岩石节理裂隙较为发育，易形成单体较大的岩质崩塌。

③岩浆岩为主坚硬工程地质岩组（Ⅳ₃）：该岩组岩性以中—基性火山岩花岗岩、

斜长花岗岩、正长岩、闪长岩、二长斑岩、二云斜长片麻岩为主，以块状结构为主。在断裂发育或褶曲转折部位段，岩石节理裂隙较为发育，易形成单体较大岩质崩塌。

2.7.2.3 工程地质

结合工程区区域地壳的稳定性，首先根据线路走廊带内的地形地貌与地质构造特征，进行工程地质区的划分，其次再依据区内岩土物理力学性质、不良地质发育情况、水文地质状况等进一步综合划分工程地质亚区。按照上述原则将线路走廊带划分为五个工程地质区和七个工程地质亚区，工程地质分区详见表 2.7.2-1。

表 2.7.2-1 工程地质分区

工程地质区	工程地质亚区	代号
侵蚀堆积河谷平原工程地质区（I）	松散土体工程地质亚区	I ₁
剥蚀构造高中山工程地质区（II）	半坚硬岩组工程地质亚区	II ₁
溶蚀构造中山工程地质区（III）	坚硬岩组工程地质亚区	III ₁
侵蚀构造高中山工程地质区（IV）	半坚硬岩组工程地质亚区	IV ₁
	坚硬岩组工程地质亚区	IV ₂
侵蚀构造高山工程地质区（V）	半坚硬岩组工程地质亚区	V ₁
	坚硬岩组工程地质亚区	V ₂

（1）侵蚀堆积河谷平原工程地质区（I）：松散土体工程地质亚区（I₁）

主要分布于安宁河河谷与盐源县一带，沿卧罗河、木里河、盐塘河及其各主要支流的两侧阶地有零星条带状分布。该区为松散岩组，以冲积层最为发育，其结构松散，地基承载力较小。在安宁河谷地带、雅砻江、小金河、盐源附近的梅雨河两岸阶地、卧罗河等河流两岸可能存在软基及可液化粉土、砂土层。该区地下水类型为松散堆积物孔隙水，微腐蚀性，水位埋藏浅。工程施工中应注意地基的不均匀沉降及河水冲刷等问题，该区工程地质条件中等。

（2）剥蚀构造高中山工程地质区（II）：半坚硬岩组工程地质亚区（II₁）

该区主要分布于线路东段雅砻江河谷两岸，地貌类型为高中山峡谷地貌，沟谷相对较为狭窄，边坡较陡。该工程区位于则木河断裂带、安宁河断裂带、金河断裂带所挟持的断裂带内，受断裂带影响较大。地层岩性以泥岩、砂岩、粉砂岩等半坚硬岩层为主，夹碳质页岩及煤层，泥岩受风化剥蚀作用，多崩解为小块状洒落坡脚，强风化带厚 5m~20m。区内软硬相间的砂岩、泥岩互层和砂岩夹炭质页岩及煤层的局部路段可能存在的顺层滑坡问题。由于其结构为软弱相间，边坡开挖后极易因不

均匀风化形成岩腔而引发危岩崩塌。工程施工中注意边坡的护理，预防崩塌及顺层滑坡灾害的发生。总体而言，该亚区工程地质条件较差。

（3）溶蚀构造中山工程地质区（Ⅲ）：坚硬岩组工程地质亚区（Ⅲ₁）

该区主要分布白山至盖租、马家村至菩萨山一带，局部分布于于金河至平川、五分会至苏那一带。该区地貌类型主要为中山、中高山地貌，区内沟谷多呈“V”字型，少数呈“U”字型，切割深度 500~1000m，山坡较陡。区内岩组以碳酸盐岩坚硬工程地质岩组为主，以浅海相碳酸盐岩为主，多为白云岩、灰岩、泥灰岩及生物碎屑灰岩，仅局部为泥质粉砂岩、细砂岩、泥岩及页岩，且多呈薄层状。该区工程施工中对穿越断裂段，该亚区工程地质条件较差。

（4）侵蚀构造高中山工程地质区（Ⅳ）

主要分布在路线走廊带金河至双河乡水车洛村及棉桠乡至依吉乡一带。该区分布广泛，占线路走廊带的大部分地区。区内山脊、山顶尖锐陡峻，标高一般 2000m~3000m，沟谷发育，地形切割强烈，多呈峡谷地形，切割深度一般 1000m~2000m，沟谷横断面呈“V”字型，纵断面呈阶梯状，山坡陡峻，划分为 2 个工程地质亚区：

①半坚硬岩组工程地质亚区（Ⅳ₁）

该亚区主要分布于金河断裂带以西至依吉乡一带广大地区，为高中山地貌，地形起伏较大，沟谷切割强烈，该区地层以三叠系、二叠系为主，岩性由为砂岩、粉砂岩夹石英砂岩及灰岩、薄-中厚层状变质砂岩与绢云英千枚岩呈不等厚互层状、千枚岩与炭质板岩等岩层组成。局部地段岩性以变质砂岩、细砂岩、砂泥质板岩及千枚岩互层为主。该亚区除金河至青天堡一带地质灾害较发育外，其余地段发育一般或较差，该亚区岩石稳定性、整体性一般，工程地质条件较差。

②坚硬岩组工程地质亚区（Ⅳ₂）

该亚区主要分布于平川乡至青天堡、盖租乡一带，区内以玄武岩为主坚硬工程地质岩组为主，岩性多为玄武岩、凝灰质玄武岩、变质玄武岩为主，局部夹灰岩、泥质粉砂岩、细砂岩、泥岩及页岩，且多呈薄层状。岩石整体抗风化能力较强，岩石抗压强度大。该亚区工程地质条件除断裂发育段地质灾害发育、岩层整体性、稳定性差，工程地质条件较差外，其余路段工程地质条件较好。

（5）侵蚀构造高山工程地质区（Ⅴ）

①半坚硬岩组工程地质亚区（Ⅴ₁）

该区走廊带线路分布较少，仅分布于木里县依吉乡至云南境内拉波里一带，该

区地貌类型为高山地貌，区内标高在 3500m 以上，地形切割极其强烈，山坡陡，沟谷深。区内出露三叠系及泥盆系地层，属变质岩类为主夹碎屑岩半坚硬工程地质岩组，岩性主要由片岩、绢云母片岩、绿泥石片岩、板岩、千枚岩夹粉砂岩、粉砂质泥岩组成，岩体多呈中～薄层状。岩石整体抗风化能力较差，岩石抗压强度较小。该区线路主要为隧道工程，故施工中在隧道进出口应注意软岩大变形和断层破碎带涌水突泥灾害的发生。

②坚硬岩组工程地质亚区（V₂）

该亚区工程地质条件较好。该区走廊带线路分布较少，仅分布于木里县依吉乡至云南境内拉波里一带。区内出露三叠系、二叠系玄武岩、灰岩为主夹碎屑岩坚硬工程地质岩组，岩性主要由玄武岩、灰岩夹泥灰岩、硅质岩、细砂岩、砂质板岩、硅质砾岩及板岩组成，其中碎屑岩多呈中～薄层状。由于该区线路主要为隧道工程，故施工中在隧道进出口应注意崩塌灾害的发生。该亚区工程地质条件一般。

2.7.2.4 地下水

根据赋存条件和水理特征，项目区地下水类型主要为松散堆积层孔隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水和基岩裂隙水。

（1）松散堆积层孔隙水

松散堆积层孔隙水的分布与断裂有关，主要分布在断陷河谷和断陷山间河谷盆地等区域。含水层为全新统冲积层（Q₄^{al}）、冲洪积层（Q₄^{al+pl}），上更新统冰水堆积层（Q₃^{fgl}），中更新统冰碛、冰水堆积层（Q₂^{gl+fgl}）以及第三系半胶结砂砾岩层（N_{2x}）。从上向下组成双层或多层含水层（组）：第一含水层（组）赋存潜水，依据松散堆积层成因、分布、岩性和富水性，可分为三个部分：①漫滩、一级阶地冲积、冲洪积砂砾卵石层孔隙潜水，水量丰富，单井涌水量 1000～5000t/d，最大 10000t/d。②河谷两侧或盆地边缘广泛分布的冰水堆积含泥质砂砾卵石、砂黏土层，岩性厚度变化很大，富水性极不均匀，一般水量较小，单井涌水量小于 100 t/d，局部富集地段（冰水扇体中的沟谷或前缘溢出带）单井涌水量 100～1000t/d。③分布在山前高阶地上得冰碛泥砾层一般水量微弱或者无水。第二含水层（组）赋存承压水，为掩埋的冰水堆积含泥质砂砾卵石和砂粘土层；第三含水层位于第二含水层（组）之下的冰碛漂砾卵石层；第三系砂砾岩中的地下水也主要以承压水的形式存在，构成第四含水层（组），单孔涌水量可达 100～1000t/d。

（2）碳酸盐岩裂隙溶洞水

碳酸盐岩裂隙溶洞水分布在测区东南部，大都呈条带状与碎屑岩相间分布，地表岩溶不甚发育，受构造及地貌控制，仍发育一些暗河，出露一些大泉，七条暗河中流量一般为 878~817L/s，属溶洞暗河中等发育或发育的裂隙溶洞水。

(3) 基岩裂隙水

基岩裂隙水包括三个亚类，即岩浆岩、变质岩和碎屑岩裂隙水。岩浆岩裂隙水中花岗岩含水层、玄武岩含水层均分布在安宁河以西。泉水流量分别为 0.01~0.1L/s 和 0.1~1L/s；变质岩裂隙水仅在依吉一带局部出露，泉水流量 0.1~1L/s；碎屑岩裂隙水富水性不一，古生界碎屑岩比重大以及经受多次构造作用，裂隙发育，富水性稍强，常见泉水流量 0.1~1L/s；中生界碎屑岩，以泥岩为主的含水层（组），其富水性较差，泉水流量常在 0.01~0.1 L/s 之间。碎屑岩孔隙裂隙层间水，区内白垩系小坝组中、下段和三叠系白果湾组，在向斜构造或连续性较强的单斜构造中赋存孔隙裂隙层间水，在构造有利部位富水性变强。

项目区内地表水较为丰富，主要分布在沿线溪沟、河流中。根据水质分析资料，项目区地下水、河水、沟水类型主要为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 和 $\text{HCO}_3\text{-CaNa}$ 型，对混凝土为弱腐蚀性。

2.7.2.5 地震

根据国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），工程区地震动峰值加速度为 0.15~0.40g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，地震基本烈度为 VII~IX 度，工程场地区域构造稳定性属次稳定区。

表 2.7.2-2 推荐线路地震动峰值加速度值

方案	桩号	动峰值加速度	动反应谱特征周期	对应的地震烈度
西昌支线	A0K0+000 ~A0K18+380	0.30g	0.45s	VIII
	A0K18+380 ~A0K20+964	0.40g	0.45s	IX
	AK19+000 ~AK25+870	0.40g	0.45s	IX
	AK25+870 ~AK37+000	0.30g	0.45s	VIII
主线	AK37+000 ~AK44+500	0.30g	0.45s	VIII
	AK44+500 ~AK139+000	0.20g	0.45s	VIII
	A6K139+000 ~A6K180+350	0.20g	0.45s	VIII
	AK180+500 ~AK195+625	0.20g	0.45s	VIII
木里支线	Z0K0+000 ~Z0K19+600	0.20g	0.45s	VIII
	Z0K19+600 ~Z0K39+200	0.15g	0.45s	VII
泸沽湖支线	LK0+000 ~LK3+300	0.20g	0.45s	VIII
	LK3+300 ~LK12+720	0.15g	0.45s	VII

2.7.2.6 不良地质及特殊地质现象

项目区整体稳定性较差，项目区不良地质现象主要为软弱地基、泥石流、滑坡、红粘土。

(1) 软弱地基

本项目路线沿线的软弱路基主要为浅层软弱路基，岩性一般为褐色粉质黏土、砂质（砾质）粉质黏土、淤泥质粉质黏土等，一般含水量大，为软塑~流塑状态。低强度、高压缩，具有蠕变性。工程地质性质差。主要分在西昌支线邛海东侧的石安村和核桃村，主线起点附近马厂村和盐源县的盐源互通、果场互通附近。本项目软基分布 16 段，处治长度为 12111m。一般采用强夯、换填、碎石桩、排水盲沟等措施综合处理，确保公路的安全运营。

(2) 泥石流

项目区植被较茂盛，泥石流沟基本处于稳定状态，全线仅牦牛山隧道出口所在的冲沟处于活动期。本项目主线和木里支线部分路段存在泥石流，共存在 11 处，处理长度 680m，均对路线影响较小，采取桥梁型式跨越。

(3) 滑坡

路线附近滑坡规模均较小，以滑塌为主，主要分布于山坡坡麓，由松散物经冲沟水流侧蚀或人工开挖而失稳所引起，岩性为粘质粉土、砂及碎块石。本工程主线沿线存在 3 处滑坡，木里支线存在 1 处滑坡，长度 880m。

(4) 红粘土

工程区内特殊性岩土主要为红粘土。区内盐源盆地周边，地表普遍覆盖厚度 2~6m 的碳酸盐全风化粘土，颜色为棕红、褐黄色，覆盖于碳酸盐岩上，红粘土具有失水收缩、裂隙发育、上硬下软的特征。本项目主线在 AK147+500-AK153+500 路段路基表土为第四系坡残积红粘土，处理长度 6000m，褐红色，干燥，硬塑~可塑状，厚度 5.5~10.2m。下伏基岩为三叠系中统白山组灰岩。

项目临时工程区均不涉及不良地质路段。

2.7.3 气象

项目区所处地理纬度属亚热带季风气候区，除北部高山区由于地势强烈抬升，形成独特的大陆性高原季风气候，其他地区为热带/亚热带高原季风气候区，表现为四季分明，终年湿润，气候温和，雨量充沛，无霜期长，气温变化总趋势随地形海

拔降低而气温递增。各市、县气象特点如下：

(1)西昌市：市内属热带高原季风气候区，年平均气温 17.2℃，极端气温-2℃～35.0℃，年均降雨量 1049.0mm，年平均蒸发量为 1945.0mm，相对湿度 46%，年日照数 2431.4h。风向东北风，平均风速 1.5m/s。无霜期 278 天，>10℃积温为 5329.9℃。境内的高山岭谷，根据山形不同坡向大体可划分为 6 个气候带：1200～1300m 南亚热带气候，1300～1800m 中亚热带，1800～2100m 北亚热带，2100～2500m 南温带；2500～3000m 为中温带，3000m 以上北温带。

(2)盐源县：属亚热带高原季风气候区，年平均气温 12.1℃，极端气温-11.3℃～30.7℃，年均降雨量 855.2mm，年平均蒸发量为 859.2mm，相对湿度 60%，年日照数 1750h。风向西南风，平均风速 1.4m/s。无霜期 201 天，>10℃积温为 3356.7℃。区内气候要素随着海拔高度的变化而呈垂直分布，中山地带属寒温带气候，高山地带属亚寒带气候，极高山地带属寒带气候。

(3)木里县：属暖温带半湿润季风型气候，年平均气温 13.9℃，极端气温-5.4℃～33.6℃，年均降雨量 818.2mm，年平均蒸发量为 842mm，相对湿度 55.5%，年日照数 2309h。风向西北风，平均风速 1.9m/s。无霜期 296 天，>10℃积温为 3166.4℃。冬暖干燥，夏凉润湿，四季无明显区别。

西昌市、盐源县和木里县气象特征值统计见表 2.7.3-1。

表 2.7.3-1 西昌市、盐源县和木里县气象特征值一览表

气候要素	单位	西昌市	盐源县	木里县
平均气温	℃	17.0	12.1	13.9
极端最高气温	℃	35.0	30.7	33.6
极端最低气温	℃	-2	-11.3	-5.4
平均降雨量	mm	1049.0	855.2	818.2
平均风速	m/s	1.5	1.4	1.9
常年主导风向	/	东北风	西南风	西北风
无霜期	d	278	201	296
平均蒸发量	mm	1945.0	859.2	842
年日照数	h	2431.4	1750	2309
相对湿度	%	46	60	55.5
>10℃积温	℃	5329.9	3356.7	3166.4

本工程采用《四川省暴雨统计参数图集》（四川省水文水资源勘测局，2010 年 11 月）暴雨资料中最大 1/6h、1h、6h、24h 暴雨均值及变差系数等值线图的查值成果计算出本工程的设计暴雨成果，其成果见表 2.7.3-2。

表 2.7.3-2 设计暴雨成果表

行政区域	时段 (h)	均值 (mm)	Cv	Cs/Cv	p=0.5%	p=1%	p=2%	p=3.33%	p=5%	p=10%	p=20%
西昌市	1/6	14	0.37	3.5	33.46	30.66	27.72	26.04	23.94	20.86	17.78
	1	33	0.39	3.5	81.84	74.91	67.65	63.36	56.43	50.16	42.24
	6	52	0.45	3.5	145.08	131.04	117.00	108.68	97.76	83.20	68.12
	24	68	0.43	3.5	182.92	165.92	148.24	138.04	125.12	106.76	88.40
盐源县	1/6	13	0.38	3.5	31.59	28.99	26.26	24.57	22.23	19.63	16.51
	1	29	0.40	3.5	73.37	66.99	60.32	56.55	51.62	44.37	37.12
	6	39	0.41	3.5	100.62	91.65	82.29	77.22	70.20	60.06	50.31
	24	60	0.39	3.5	148.80	136.20	123.00	115.20	102.6	91.20	76.80
木里县	1/6	12	0.42	3.5	31.56	28.68	25.80	24.00	21.84	18.72	15.48
	1	24	0.38	3.5	58.32	53.52	48.48	45.36	41.04	36.24	30.48
	6	37	0.35	3.5	84.73	78.07	71.04	66.97	61.79	54.39	46.62
	24	49	0.34	3.5	109.76	101.43	92.61	87.22	80.85	71.54	61.25

2.7.4 水文

本项目涉及的水系属长江上游金沙江流域，主要干流、支流有金沙江、雅砻江及其支流小金河、梅雨河、安宁河、则木河等，湖泊主要为泸沽湖。

金沙江：为长江上游，发源于青海境内唐古拉山脉的格拉丹冬雪山北麓，是西藏和四川界河，在江达县和四川石渠县交界处（江达县邓柯乡的盖哈河口）进入昌都地区边界，经江达、贡觉和芒康等县东部边缘，至巴塘县中心线附近的麦曲河口西南方小河的金沙汇口处入云南，在云南丽江折向东流。金沙江全长 3481km，落差 3300m，流域面积 50.2 万 km²，年平均流量 4750m³/s。

雅砻江：为长江上游金沙江的支流，发源于巴颜喀拉山南麓，经青海流入四川，于攀枝花市三堆子入金沙江。石渠以上为石渠河，流经丘状高原地区，河床宽浅，水流漫散。石渠以下称雅砻江。四川境内长 1357km，流域面积 13.6 万 km²，河口多年平均流量为 1860m³/s。

安宁河：为雅砻江下游段的最大支流，发源于四川省冕宁县东小相岭记牌山，流经凉山州的冕宁、西昌、德昌三县市后，入攀枝花市境内，流经米易县，后成为米易县与盐边县部分界限，最后于米易县得石镇汇入雅砻江。全长 326km，干流长 303km，凉山境内长 222km，流域面积 9579km²，水面平均宽 73m，流域面积 11150km²。

木里河：金沙江支流雅砻江的支流，源于巴塘县北夏塞雪峰南坡，向东入理塘县境，于大毛垭坝接纳哈日沟后转向东南流，过理塘城南转向南流，经濯桑藏坝入东朗山与太阳山的狭谷地区，再纵贯木里县中部，接纳卧龙河后入盐源县境，于县西北夹沙注入干流，全长 500km，流域面积 19114km²。

泸沽湖位于云南省与四川省交界处，湖泊呈北西—东南走向，南北长 9.5km，东西宽 5.2km，湖岸线长约 44km，湖泊面积 50.1km²，集水面积 247.6km²，平均水深为 40.3m，湖水库容量为 22.52 亿 m³，湖面海拔 2685m。

本项目推荐线路涉水桥梁为 3634m/5 座，分别为鹅掌河大桥、坝口上大桥、西溪河大桥、安宁河特大桥及大河大桥，采用沙袋筑岛和钢围堰施工。

本项目 A 线走廊在 AK54+620~AK56+430 处从雅砻江二滩水电站的库尾、官地水电站厂房下游跨越雅砻江，二滩水电站正常高水位为 1200m，A 线拟建雅砻江特大桥桥面高程为 1475m，高于正常高水位约 275m，两岸基岩大面积裸露，不涉及水流冲刷、水库库岸岸坡再造问题，也无引水隧道与拟设公路隧道交叉干扰等问题；A6 线在 A6K167+475~A6K169+418、木里支线在 ZK14+180~ZK15+240 处跨越卧

罗河，A6 线桥位附近无大型水电站规划，拟建卧罗河特大桥桥面高程为 2385m，高于河床水位约 462m、两岸基岩大面积裸露，不存在水流冲刷、水库库岸岸坡再造问题，也无引水隧道与拟设公路隧道交叉干扰等问题；木里支线桥位位于锦屏二级电站库尾，库水位高程 1880m，拟建卧罗河特大桥桥面高程为 2500m，高于正常高水位约 620m，两岸基岩大面积裸露，不涉及水流冲刷、水库库岸岸坡再造问题，无引水隧道与拟设公路隧道交叉干扰等问题。

本项目共有弃渣场 75 个，其中坡地型 38 个，沟道型 37 个，弃渣场占用沟道自然、水文情况详见表 2.7.4-1。

表 2.7.4-1 弃渣场占用沟道水文情况

渣场编号	容量 (万 m ³)	堆渣高程 (m)		汇水面积 (km ²)	占用沟道概况
8#	103.03	1625	~1680	0.39	弃渣场位于烧炭湾附近沟内，沟道呈西南-东北向，沟口朝东北，沟道两侧坡地主要为林地，沟底部分地形平坦分布少量耕地，汇水面积小，沟长 0.48 km，平均比降 260.42‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
9#	73.53	1995	~2080	1.52	弃渣场位于李家屋基沟内，沟道呈东-西向，沟口朝西，沟道上游两小支沟呈树枝状，沟道两侧坡地主要为林地，汇水面积较小，沟长 1.02km，平均比降 401.96‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
10#	79.33	1905	~2000	2.03	弃渣场位于大湾铺一沟道内，沟道呈东北-西南向，沟口朝西南，沟道两侧坡地以林地为主，汇水面积较小，沟长 1.32km，平均比降 471.21‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
11#	71.96	1345	~1420	4.73	弃渣场位于别基塘西侧一沟道内，沟道呈东南-西北向，沟口朝西北，沟道两侧坡地以林地为主，汇水面积较小，沟长 3.80km，平均比降 330.26‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
12#	48.45	1325	~1410	4.81	弃渣场位于较场坝附近一沟谷内，沟道呈南-北向，沟口朝北，谷地两侧为斜坡，沟道两侧坡地以林地为主，汇水面积较小，沟长 4.27 km，平均比降 274.71‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
13#	23.25	1415	~1490	0.89	弃渣场位于火王岩沟内，沟道呈南-北向，沟口朝北，沟道上游两小支沟呈树枝状，沟道两侧坡地主要为林地，汇水面积小，沟长 1.64km，平均比降 513.41‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
14#	58.15	2205	~2270	0.79	弃渣场位于麦地沟村东南侧一沟道内，沟道呈南-北向，沟口朝北，沟道两侧坡地主要为林地，沟底部分地形平坦分布少量耕地，汇水面积小，沟长 0.93km，平均比降 419.35‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
15#	48.08	1615	~1700	1.91	弃渣场位于竹山沟内，沟道呈东南-西北向，沟口朝西北，沟道两侧坡地以林地为主，汇水面积较小，沟长 1.41km，平均比降 395.74‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
16#	57.67	1865	~1950	0.26	弃渣场位于包家沟内，沟道呈东南-西北向，沟口朝西北，沟道两侧坡地以林地为主，汇水面积小，沟长 0.61km，平均比降 414.75‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
18#	30.03	1765	~1820	3.91	弃渣场位于青冈林西侧一沟道内，沟道呈东南-西北向，沟口朝西北，沟道两侧坡地以耕地为主，沟口西南侧分布少量林地，汇水面积较小，沟长 3.89km，平均比降 364.78‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
19#	18.37	1875	~1930	1.12	弃渣场位于两田窝西北侧一沟道内，沟道呈东南-西北向，沟口朝西北，沟道两侧坡地以耕地为主，沟底西南侧有分布少量林地，汇水面积较小，沟长 1.70km，平均比降 470.59‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
20#	33.21	1865	~1940	1.74	弃渣场位于两田窝西侧一沟道内，沟道呈东南-西北向，沟口朝西北，沟道两侧坡地以林地为主，部分地形平坦分布少量耕地，汇水面积较小，沟长 2.61km，平均比降 449.04‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
21#	27.78	1955	~2010	3.59	弃渣场位于张家坪西南侧一沟道内，沟道呈东南-西北向，沟口朝西北，沟道两侧坡地以耕地为主，沟底南侧分布少量林地，汇水面积较小，沟长 4.17km，平均比降 380.58‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
22#	25.51	1945	~2010	1.82	弃渣场位于红岩子南侧一沟道内，沟道呈东-西向，沟口朝东，沟道两侧坡地以林地为主，汇水面积较小，沟长 3.00km，平均比降 306.67‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
25#	77.12	3025	~3090	1.24	弃渣场位于一沟道内，沟道呈南-北向，沟口朝南，沟道两侧坡地以林地为主，汇水面积较小，沟长 1.33km，平均比降 158.87‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。
26#	101.16	3025	~3100	1.01	弃渣场位于一沟道内，沟道呈东北-西南向，沟口朝西南，沟道两侧坡地以林地为主，汇水面积较小，沟长 1.69km，平均比降 266.27‰，为季节性冲沟，主要接受大气降水。

渣场编号	容量 (万 m ³)	堆渣高程 (m)	汇水面积 (km ²)	占用沟道概况	
27#	94.9	2855	~2920	4.42	弃渣场位于拉嘴脚得一沟道内, 沟道呈南-北向, 沟口朝南, 沟道两侧坡地以林地、耕地为主, 汇水面积较小, 沟长 2.17km, 平均比降 180.32‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
29#	100.76	2685	~2750	1.07	弃渣场位于穆家凹凶一沟道内, 沟道呈西北-东南向, 沟口朝东南, 沟道两侧坡地以林地为主, 地形平坦处分布少量耕地, 汇水面积较小, 沟长 0.89km, 平均比降 280.90‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
45#	72.58	2795	~2840	1.77	弃渣场位于中心村附近一沟道内, 沟道呈西北-东南向, 沟口朝东南, 沟道两侧坡地以林地为主, 地形平坦处分布少量耕地, 汇水面积较小, 沟长 1.63km, 平均比降 255.21‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
46#	180.29	3055	~3140	2.38	弃渣场位于壁垭沟内, 沟道呈东北-西南向, 沟口朝西南, 谷地两侧为斜坡, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较小, 沟长 1.67km, 平均比降 219.52‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
48#	21.88	2445	~2500	2	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈西北-东南向, 沟口朝东南, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较小, 沟长 1.63km, 平均比降 397.55‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
49#	64.71	2545	~2630	1.27	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈西北-东南向, 沟口朝东南, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较小, 沟长 1.63km, 平均比降 397.55‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
50#	69.52	2815	~2880	1.31	弃渣场位于碉堡上东侧一沟道内, 沟道呈东-西向, 沟口朝西, 沟道两侧坡地以林地为主, 地形平坦处分布少量耕地, 汇水面积较小, 沟长 0.72km, 平均比降 402.78‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
52#	91.72	2695	~2750	5.31	弃渣场位于麦地沟道内, 沟道呈东北-西南向, 沟口朝西南, 沟道两侧坡地以林地为主, 地形平坦处分布少量耕地, 汇水面积较大, 沟长 257km, 平均比降 150.19‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
54#	36.72	2305	~2350	3.7	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈东北-西南向, 沟口朝西南, 沟道两侧坡地以林地为主, 地形平坦处分布少量耕地, 汇水面积较小, 沟长 4.46km, 平均比降 214.57‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
55#	86.39	2185	~2270	2.17	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈东-西向, 沟口朝西, 沟道两侧坡地以林地为主, 地形平坦处分布少量耕地, 汇水面积较小, 沟长 2.01km, 平均比降 431.34‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
57#	67.5	2655	~2730	3.51	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈西-东向, 沟口朝东, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较小, 沟长 2.66km, 平均比降 163.16‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
59#	67.08	2175	~2250	6.8	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈西北-东南向, 沟口朝东南, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较大, 沟长 3.69km, 平均比降 371.27‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
60#	64.53	2425	~2510	1.71	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈北-南向, 沟口朝南, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较小, 沟长 1.77km, 平均比降 358.76‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
62#	96.99	2925	~3010	1.72	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈东北-西南向, 沟口朝西南, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较小, 沟长 1.56km, 平均比降 333.97‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
63#	57.38	2255	~2340	6.43	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈西南-东北向, 沟口朝东北, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较大, 沟长 3.26km, 平均比降 465.03‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
64#	21.59	2175	~2240	6.74	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈南-北向, 沟口朝北, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较大, 沟长 3.26km, 平均比降 465.03‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。
67#	74.9	2575	~2640	8.49	弃渣场位于一沟道内, 沟道呈西南-东北向, 沟口朝东北, 沟道两侧坡地以林地为主, 汇水面积较大, 沟长 3.74km, 平均比降 108.02‰, 为季节性冲沟, 主要接受大气降水。

渣场编号	容量 (万 m ³)	堆渣高程 (m)		汇水面积 (km ²)	占用沟道概况
68#	93.57	3085	~3170	1.45	弃渣场位于一沟道内,沟道呈西南-东北向,沟口朝东北,沟道两侧坡地以林地为主,汇水面积较小,沟长 1.45km,平均比降 364.62%,为季节性冲沟,主要接受大气降水。
73#	62.83	1935	~2020	4.69	弃渣场位于一沟道内,沟道呈西-东向,沟口朝东,沟道两侧坡地以林地为主,汇水面积较小,沟长 3.59km,平均比降 328.69%,为季节性冲沟,主要接受大气降水。
74#	54.62	2495	~2580	1.23	弃渣场位于一沟道内,沟道呈东北-西南向,沟口朝西南,沟道两侧坡地以林地为主,汇水面积较小,沟长 1.44km,平均比降 281.94%,为季节性冲沟,主要接受大气降水。
75#	106.77	2505	~2590	3.58	弃渣场位于一沟道内,沟道呈东南-西北向,沟口朝西北,沟道两侧坡地以林地为主,汇水面积较小,沟长 2.74km,平均比降 194.16%,为季节性冲沟,主要接受大气降水。

2.7.5 土壤

凉山州土壤类型共划分为土类 21 个、亚类 46 个、土属 75 个、土种 121 个，主要地带性土壤为红壤。土壤水平带性表现为自南向北依次分布燥红土、红壤、黄红壤和棕红壤，自东向西依次分布黄壤、黄红壤、红壤、棕红壤。随着海拔增高、湿度增大和植被类型的变化，在高海拔地方分布有高山寒漠土、高山草甸土、山地草甸土和亚高山草甸土等。

西昌市土壤类型共划分为 7 个土类、11 个亚类，18 个土属，80 个土种，主要包括红壤、黄棕壤、紫色土、棕壤、水稻土、草甸土、冲积土，其中红壤和黄棕壤分布广泛；盐源县基属土壤为红壤土，分布在 1060~3000m 海拔地带，其中雅碧江、树瓦河 1060~2000m 分布褐红壤土，盆地、盆周 2000~3000m 分布红壤土、黄红壤土，3000~3800m 山区主要分布棕壤土，3800~4393m 山区分布亚高山草甸土、山地灰化土。2500m 以下的河流阶地，河谷缓坡分布部分水稻土，主要河流河漫滩和一、二级阶地分布部分冲积土，地层母岩上有紫色土和石灰岩土，泸沽湖地区分布部分沼泽土；木里藏族自治县土壤类型共划分为 12 个土类，15 个亚类，17 个土属（层），13 个土种。土壤分布特征具有垂直地带性，无量河流域海拔 2000m 以下，小金河流域海拔 1800m 以下为红壤土；无量河流域海拔 2000~2400m 为褐土；无量河流域海拔 2400~2700m，理塘河中游 2400~3630m，小金河流域 2200~2700m 为红棕壤；无量河流域 2700~3700m，小金河流域 3100~3700m 为暗棕壤；无量河流域 3700~4100m，理塘河中游 3700~4200m，小金河流域 3700~4100m 为灰化土；无量河流域 4100~4600m，理塘河中游 4200~4500m，小金河流域 4100m 以上为草甸土；无量河流域海拔 4600m 以上，理塘河中游海拔 4500m 以上为高山寒漠土。

根据路线布设高程和沿线的土地利用类型，结合现场踏勘得到，项目沿线所分布的土壤主要为红壤土。

2.7.6 植被

凉山州属于川西南河谷山原植被地区，以常绿阔叶林、亚热带常绿针叶林（云南松、华山松、云南油松）为主。植被的垂直分布是：常绿阔叶林带-亚高山针叶林带-高山灌丛草甸带-流石滩稀疏植被带，林草覆盖率为 61.9%。

西昌市属亚热带高山高原植物区系，高等植物 2000 余种，分属 180 余科，含蕨类、攀枝花苏铁、德昌杉木、大王杜鹃等植物近 30 种，大型真菌 200 余种，树木主

要有 109 种、竹 40 种，药用植物 105 种。

盐源县属川西南偏干性常绿阔叶林亚区，川西南河谷山原植被区和木里山原植被小区。常见树种有 25 属 46 种，灌木 57 属，草本植物 70 科。植被随海拔、温度的变化呈垂直带分布，海拔 1500m 以下为干旱稀疏灌丛，1500~3000m 为云南松林，3000~3500m 为高山松林、高山栎和松栎混交林，3500~4000m 为冷云杉林，4000m 以上为高山灌丛林。

木里藏族自治县属川西南山地偏干性常绿阔叶林亚带和川西南山峡谷山原针叶林地带中的川西山原针叶林灌丛、草甸亚带。植被分为 6 个主要类型：干旱河谷灌丛植被区分布于海拔 1600~2200m 区间；云南松或松栎混交林植被区分布于海拔 2200~2500m 区间；亚高山针叶林植被区分布于海拔 3000~3800m 区间；高山灌丛草甸植被区分布于海拔 3500~4000m 区间；流石滩低植被区分布于海拔 1500~5200m 区间；栽培作物植被区分布于南部海拔 3000m 以上。

本工程占地类型主要为耕地和林地，耕地内种植作物主要为青稞、洋芋、小麦、苗圃，局部地区有小面积玉米。植被主要主要为云南松林、高山松林、高山栎和松栎混交林，余香木、清香木、车桑子、羊蹄甲、白刺花、仙人掌等。

2.7.7 其他

2.7.7.1 水土流失重点预防区和重点治理区

根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保[2013]188 号）和四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防保护区和重点治理区划分成果》的通知（川水函[2017]482 号），西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区，木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。本项目涉及水土流失重点预防区和重点治理区统计详见表 2.7.7-1。

表 2.7.7-1 本项目涉及水土流失重点预防区和重点治理区统计表

项目	行政区域	起讫桩号		路线长度	水土流失重点预防区和重点治理区
				km	
西昌支线	西昌市	A0K0+000	~A0K20+964	20.964	金沙江下游国家级水土流失重点治理区
	西昌市	AK19+000	~AK37+000	18.000	
主线	西昌市	AK37+000	~AK53+100	16.100	金沙江下游国家级水土流失重点治理区
	盐源县	AK53+100	~AK139+000	85.900	盐源省级水土流失重点治理区
	盐源县	A6K139+000	~A6K180+350	41.350	
	盐源县	AK180+500	~AK195+625	15.125	
木里支线	盐源县	Z0K0+000	~Z0K9+920	9.920	盐源省级水土流失重点治理区
	木里县	Z0K9+920	~Z0K39+200	29.280	雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区
泸沽湖支线	盐源县	LK0+000	~LK12+720	12.720	盐源省级水土流失重点治理区
合计				249.359	

2.7.7.2 邛海国家湿地公园

(1) 国家湿地公园概况

根据《四川邛海国家湿地公园总体规划》(2014-2017年)》，四川邛海国家湿地公园规划区主要包括邛海及官坝河、鹅掌河和小青河入湖河段，东起小青河周家山河段，西至观海路和海河交汇处，北起官坝河象鼻山河段，南至鹅掌河 1.9km 处。规划面积为 3728.7hm²，其中湿地面积为 3560.3hm²，湿地率 95.48%。湿地中，以邛海湖泊湿地为主，面积 2746.4hm²，占湿地面积的 77.14%；河流湿地面积为 42.2hm²，占湿地面积的 1.19%；沼泽湿地面积为 117.3hm²，占湿地面积的 3.29%；人工湿地包括库塘湿地和水稻田，面积为 654.4hm²，占湿地面积的 18.38%。

(2) 功能区划

根据邛海湿地公园资源特征和分布情况、生态保护和管理服务便利性的需要，将邛海湿地公园分为生态保育区、恢复重建区、科普宣教区、合理利用区和管理服务区五个功能区。

①生态保育区

生态保育区位于规划区中部，包括大面积的湖泊水面，面积 2751.1hm²，占湿地公园面积 73.8%。主要功能是保护邛海湖泊生态系统。

②恢复重建区

恢复重建区占地面积 509.7hm²，占湿地公园面积 13.7%。主要功能是恢复邛海鱼类、鸟类生境。

③合理利用区

合理利用区位于邛海中部岸线，面积 85.6hm²，占湿地公园面积的 2.3%。主要

功能是开展生态旅游等湿地合理利用活动。

④科普宣教区

科普宣教区位于邛海下游区域，面积 371.2hm²，占湿地公园面积的 10.0%。主要功能是在自然环境中进行湿地科普教育。

⑤管理服务区

管理服务区位于邛海出水口附近，面积约 11.1hm²，占湿地公园面积的 0.3%。主要功能是游客服务和集散，湿地管理和后勤服务。

(3) 相对位置关系

鹅掌河大桥（中心桩号 AK18+880）跨越鹅掌河，涉及邛海国家湿地公园恢复重建区，跨越处宽 103.7m，涉水桥墩 1 组 4 座。桥梁采用 9×30m 预应力砼 T 梁+1×50m 简支钢混组合梁+3×30 预应力砼 T 梁，共设置 12 个桥墩，桥梁第 10 孔（50m 跨径段）跨越鹅掌河主槽，桥墩避开主槽，不涉水（置于湿地公园内）。桥跨布置为 12×30m 先简支后结构连续 T 形梁和 1×50m 简支钢混组合梁，桥面连续。桥墩采用双圆柱墩，基础采用钻孔灌注桩；桥台采用重力式 U 形桥台，扩大基础。

本项目推荐线与邛海国家湿地公园的相互关系见图 2.7.7-1。

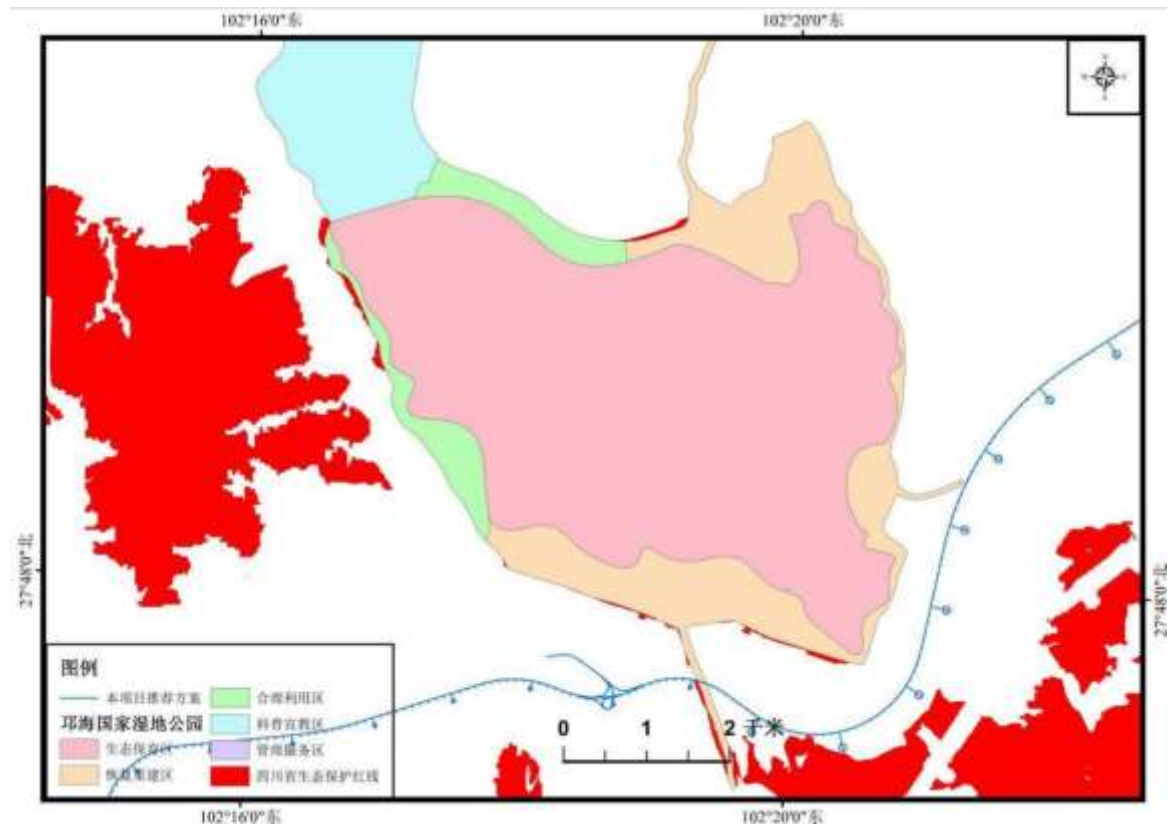


图 2.7.7-1 本项目推荐线与邛海国家湿地公园的相互关系图

2.7.7.3 邛海-螺髻山国家级风景名胜区

(1) 风景名胜区概况

根据《邛海-螺髻山风景名胜区总体规划（2018-2035年）》，邛海-螺髻山国家级风景名胜区以螺髻山、邛海、泸山为主体，涉及四川省凉山彝族自治州的西昌市、普格县、德昌县、昭觉县行政区域，规划面积为1128.1km²，含两个区域：①北抵西昌城市建设区，南至乐跃沟源头，西至泸山后山、鹿厂沟口、乐跃沟口，东临大兴、清水沟口、槽沟口，包括邛海泸山片区、飞播林局部、螺髻山主峰至南峰的主体部分，规划面积1125.7km²；②博什瓦黑景区，含博什瓦黑石刻岩画文物保护单位及环境保持地带，规划面积2.4km²。

(2) 保护区功能区划及要求

风景名胜区内的用地划分为一级、二级、三级共3级保护区。

①一级保护区（核心景区—严格禁止建设范围）

一级保护区范围包括邛海湖水源一级、二级水域保护区区域20.65km²、泸山景区泸山文物区相关区域0.38km²，土林景区土林景观集中区0.2km²，螺髻山主要自然景观分布区64.14km²。核心景区的面积为85.37km²，占风景区总面积的7.57%。区内整体以风景游赏和生态保护为主，禁止与风景游赏、生态保护无关的项目进入，区内不得安排重大建设项目，严格控制除湿地保护与湿地观光以外的其他项目建设。

②二级保护区（严格限制建设范围）

二级保护区范围为一级保护区外围的各景区相关风景游赏地带，主要包括邛海环湖湿地游览区域、泸山主要游览区除去泸山文物区、博什瓦黑岩画文物保护规划范围、螺髻山中山地带的风景游赏区。面积306.42km²，占风景区总面积的27.16%。区内不得安排本规划确定以外的重大建设项目，限制与风景游赏、生态保护无关的建设项目进入。逐步引导区内的散居的居民点向景区周边交通便捷的区域集中，减少人工活动对自然环境的干扰与危害。

③三级保护区（控制建设范围）

三级保护区范围为风景区除去一、二级保护区以外的区域，主要包括风景区内游览设施基地、乡镇建设用地区域、村庄、耕地、高压输电走廊、过境道路交通用地等。面积736.31km²，占风景区总面积的65.27%。居民点、大专院校、企事业单位、游览设施、交通设施、基础工程设施均须进行详细规划和设计，相关规划设计、工程项目选址及重要建筑方案须按程序报批后方可实施，基础工程设施必须符合相

关技术规范和满足环保要求。

(3) 相对位置关系

本项目路线西昌支线 A0K14+863 ~ AK28+574 段、AK28+651 ~ AK30+024 段、AK32+900 ~ AK34+000 段位于邛海-螺髻山国家级风景名胜区三级保护区范围内。本项目推荐线与邛海-螺髻山国家级风景名胜区的相互关系见图 2.7.7-2。

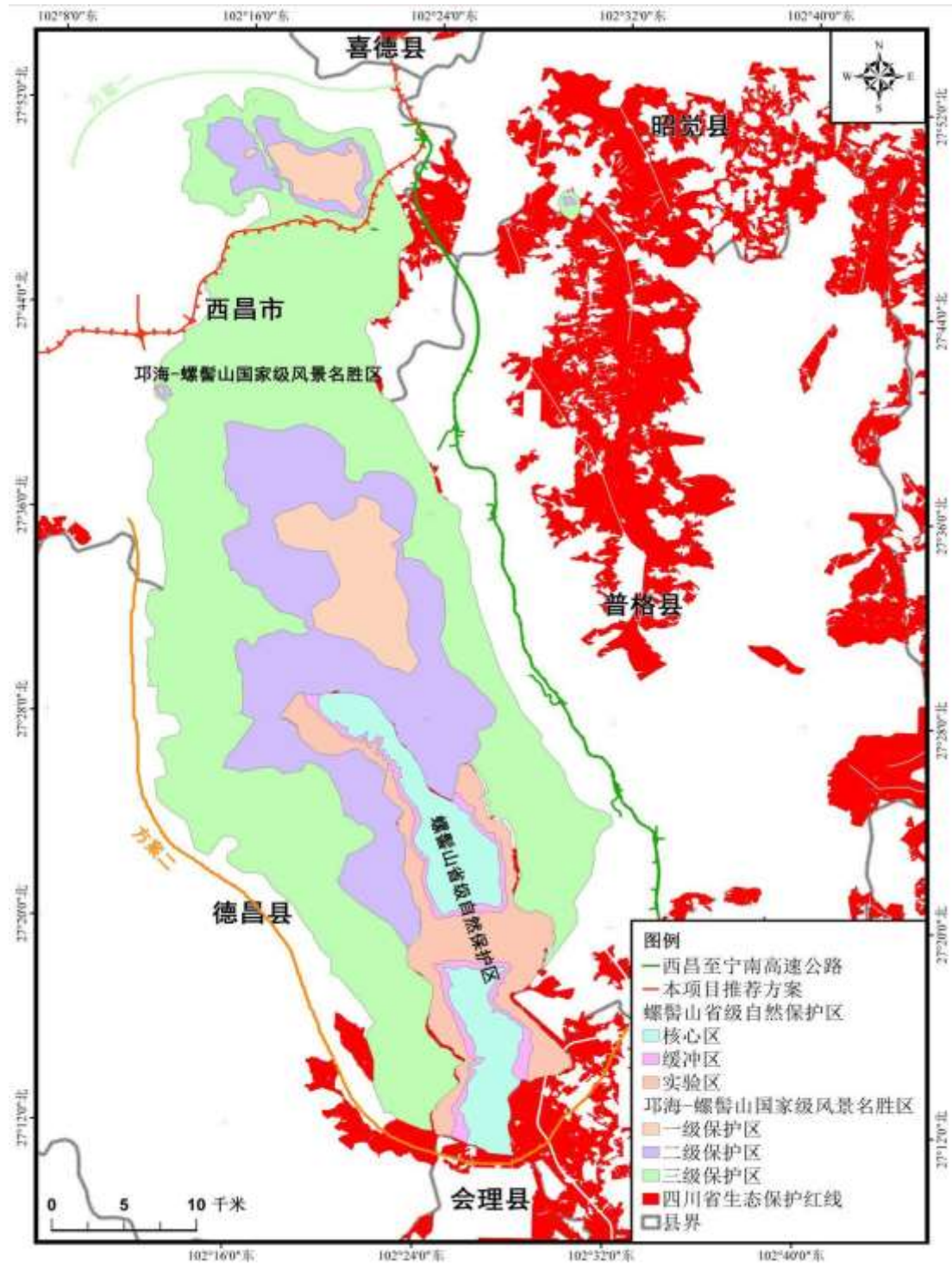


图 2.7.7-2 本项目推荐线与邛海-螺髻山国家级风景名胜区的相互关系图

2.7.7.4 尔吾森林公园

尔吾森林公园范围涉及凉山彝族自治州的西昌市、喜德县和昭觉县行政区域，该森林公园为 1992 年四川省林业厅批准建立（川林造[1992]363 号）的县级森林公园。经原西昌市林业局确认，本项目西昌支线 A0K5+150~A0K6+700 段、A0K7+040~A0K8+790 段位于尔吾森林公园范围内。本项目推荐线与尔吾森林公园的相互关系见图 2.7.7-3。

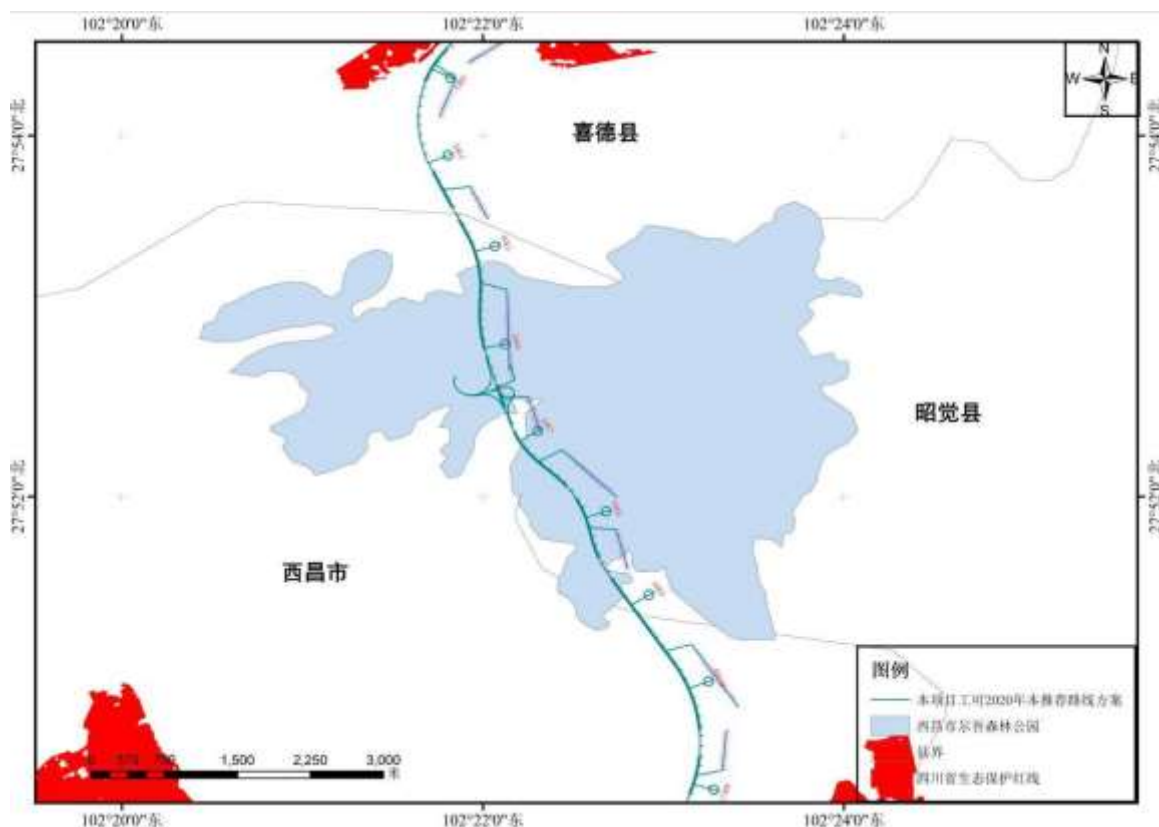


图 2.7.7-3 本项目推荐线与邛海-螺髻山国家级风景名胜区的相互关系见图

2.7.7.5 集中式饮用水水源保护区

根据《四川省人民政府关于同意划定、调整、撤销江油市涪江岩嘴头等部分城市集中式饮用水水源保护区的批复》（川府函[2018]176号）、《四川省人民政府关于同意划定内江市第三水厂沱江对口滩、调整凉山州西昌市西河集中式饮用水水源保护区的批复》（川府函[2016]154号）和《凉山州人民政府关于撤销、调整、划定乡镇集中式饮用水水源保护区的批复》（凉府函[2019]23号），本项目路线共涉及西昌市邛海水源地二级保护区和准保护区、川兴镇水源地准保护区、西昌市佑君镇水源地二级保护区和准保护区、西昌市大兴乡水源地二级保护区、盐源县金河乡松树坪水源地二级保护区、盐源县双河乡小堡子村水源地二级保护区和长柏乡围桩坪水源地二

级保护区 7 个饮用水源保护区。

本项目与沿线各级集中式饮用水水源保护区位置关系详见表 2.7.7-2，本项目与沿线各级集中式饮用水水源保护区位置关系见图 2.7.7-4~2.7.7-10。

表 2.7.7-2 本项目路线与沿线饮用水水源保护区位置关系情况表

序号	行政区	水源地名称	水源类型	与路线关系	级别
1	西昌市	西昌市 邛海水源地	地表水	以路基（1116m）、桥梁（526m）和隧道（1778m）的形式穿越了二级保护区陆域；以路基（5331m）、桥梁（8922m）和隧道（8065m）形式穿越了准保护区陆域；此外，东河枢纽互通匝道约 5718m 也穿越了准保护区陆域。	市级 水源地
2		川兴镇水源地	地表水	以路基（1284m）和桥梁（1801m）的形式穿越了准保护区陆域，涉及准保护区。	乡镇 水源地
3		佑君镇水源地	地表水	以磨盘山隧道的形式分别穿越了二级保护区陆域（1891m）和准保护区陆域（2488m）。	乡镇 水源地
4		大兴乡水源地	地表水	以路基（457m）、桥梁（773m）和隧道（918m）的形式穿越了二级保护区。其中，穿越水域 17m，陆域 2131m。	乡镇 水源地
5	盐源县	长柏乡水源地	地下水	以寒坡岭隧道（542m）形式穿越了二级保护区。	乡镇 水源地
6		盐源县金河乡 松树坪水源地	地下水	以路基（205m）、桥梁（250m）和隧道（68m）的形式穿越了二级保护区。	乡镇 水源地
7		双河乡小堡子村 水源地	地下水	以路基（513m）和桥梁（207m）的形式穿越了二级保护区。	乡镇 水源地

2.7.7.6 水功能一级区的保留区

根据《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）的批复》（国函[2011]167 号）和《全国重要江河湖泊水功能区划手册》，安宁河特大桥（AK36+895）位于安宁河上烂坝至弯坵火车站之间，涉及安宁河水功能一级区的西昌、攀枝花保留区。安宁河特大桥跨越安宁河处河宽 209m，采用跨径 30m 的预应力砼筒支 T 梁，设涉水桥墩 6 组 24 墩，采用钢围堰施工。雅砻江特大桥（AK55+875）位于雅砻江周家坪至二滩水库之间，涉及雅砻江水功能一级区的二滩水库保留区。雅砻江特大桥采用 320+680+210m 钢桁梁斜拉桥，一跨而过，不涉水。卧罗河特大桥（A6K168+525）位于卧罗河卫城镇至入理塘河之间，涉及卧罗河水功能一级区的卧罗河盐源、木里保留区。卧罗河特大桥采用主跨 1×1450m 悬索桥一跨跨越卧罗河河谷，不涉水。



图 2.7.7-4 本项目推荐线与西昌市邛海水源地位置关系图

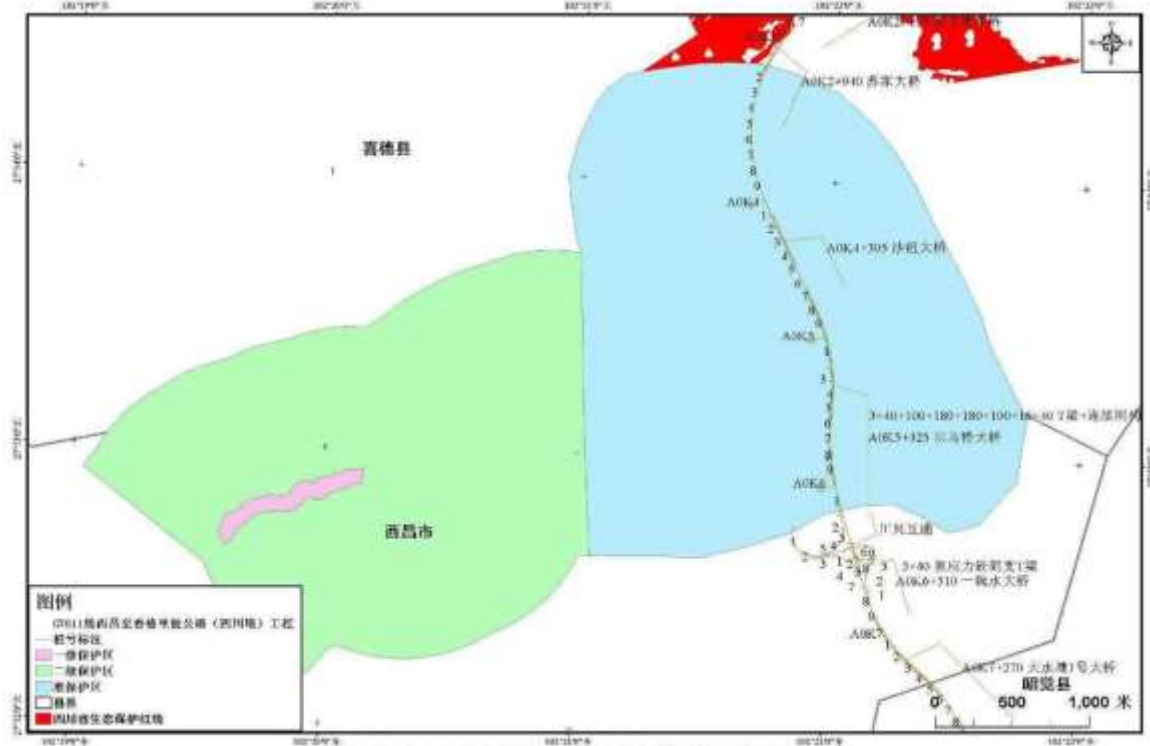


图 2.7.7-5 本项目推荐线与西昌市川兴镇水源地位置关系图

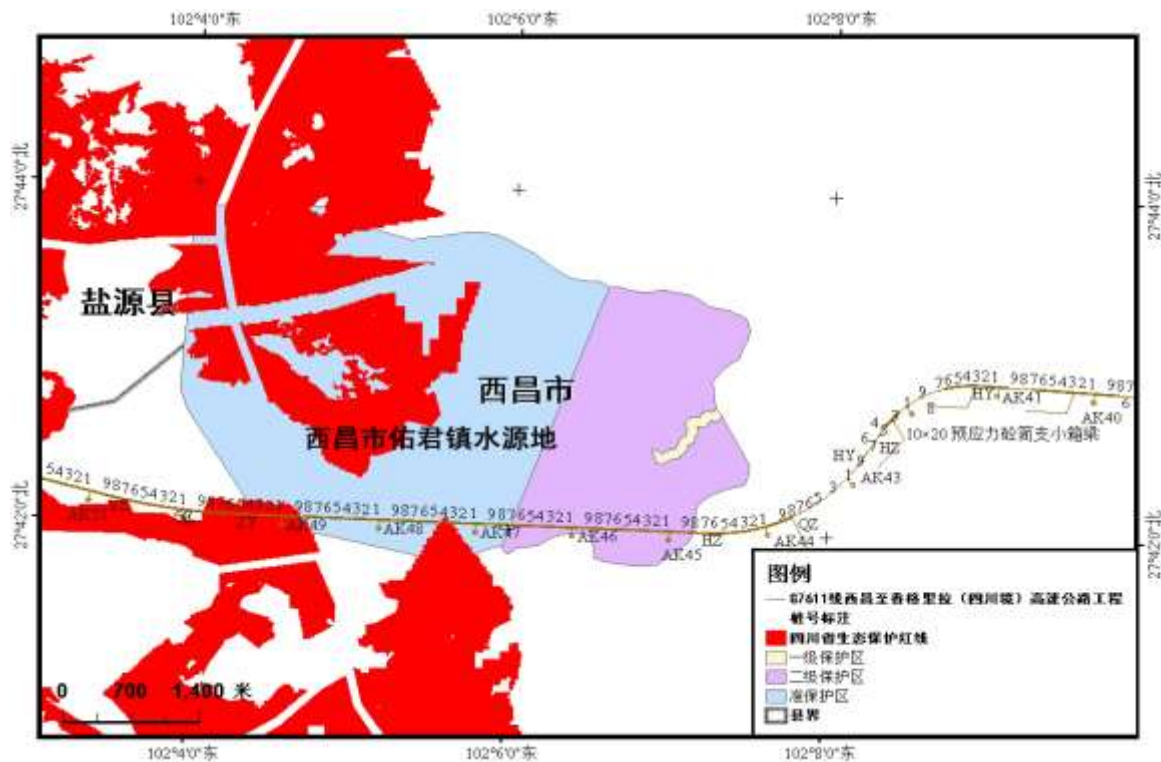


图 2.7.7-6 本项目推荐线与西昌市佑君镇水源地位置关系图

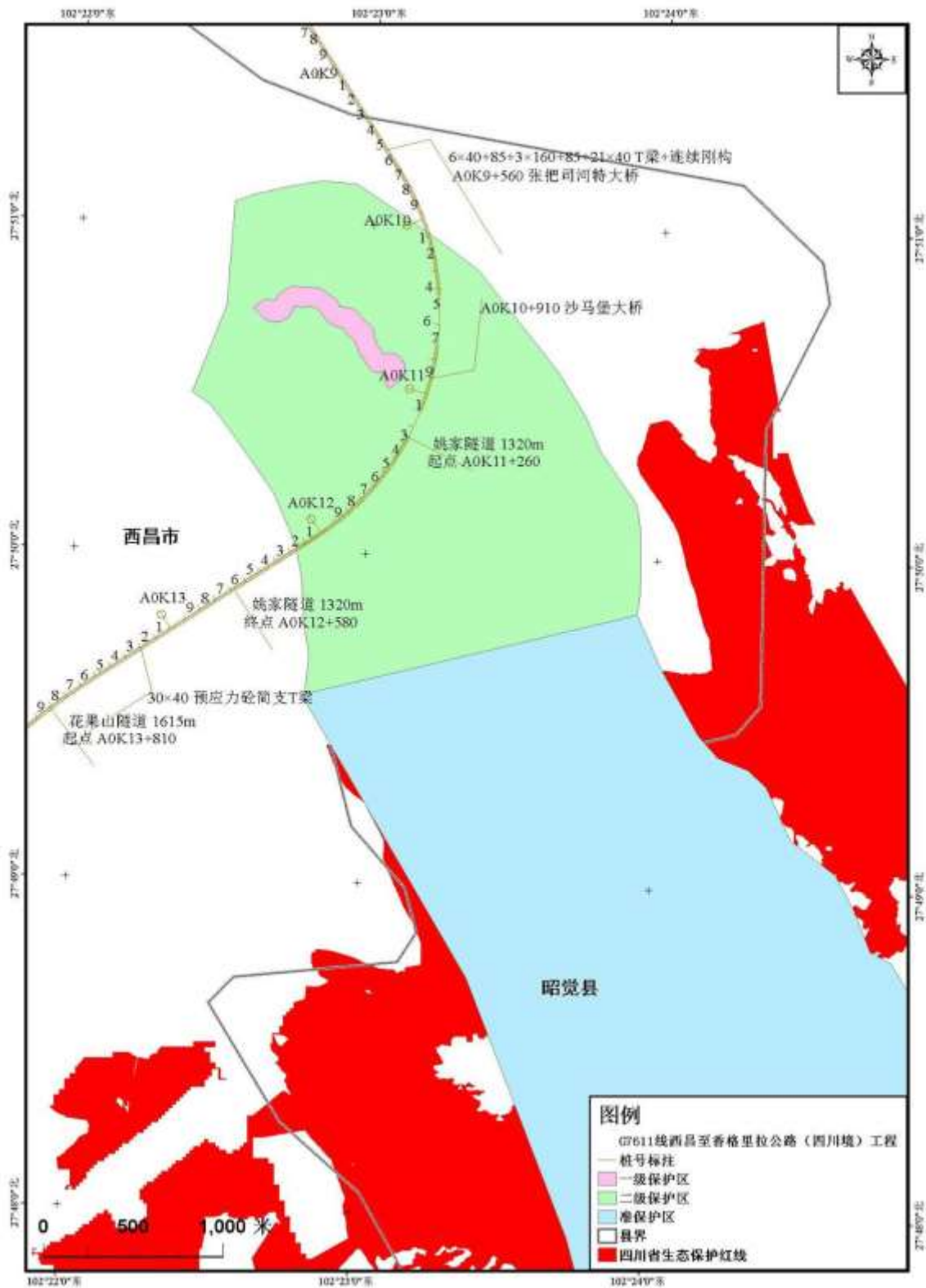


图 2.7.7-7 本项目推荐线与西昌市大兴乡水源地理位置关系图

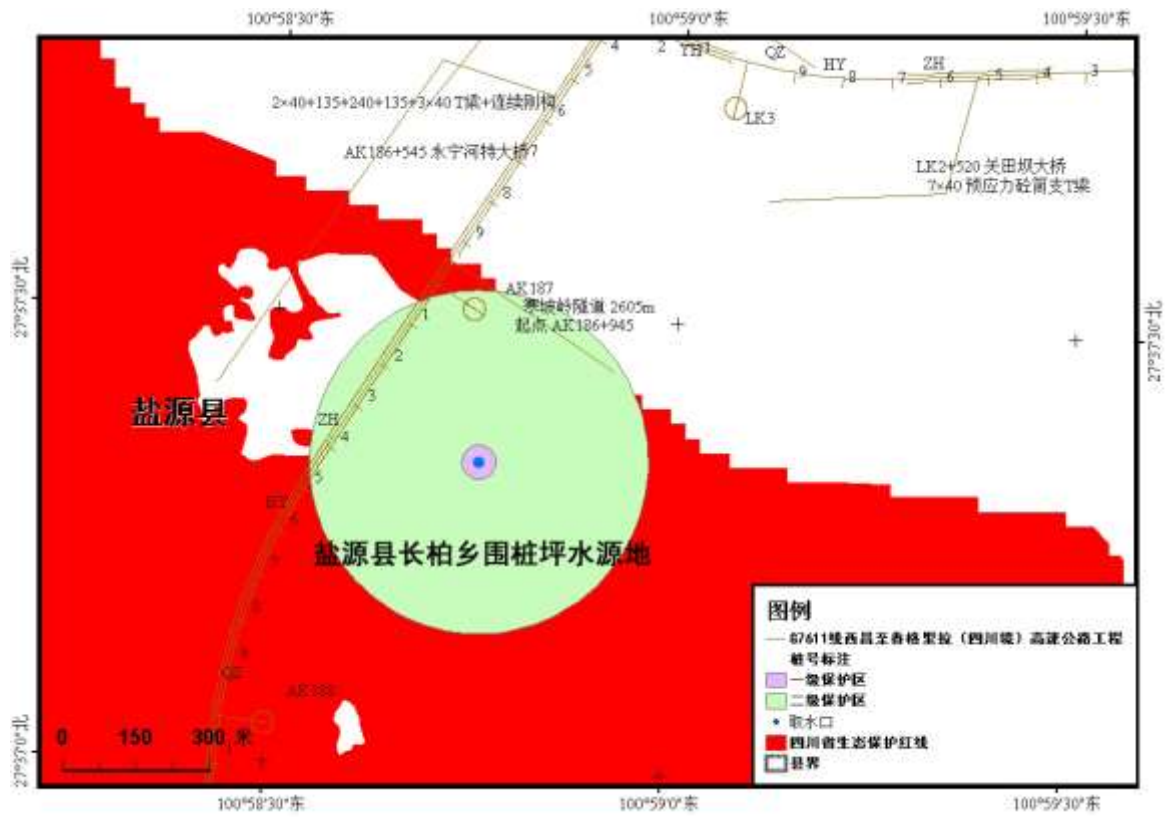


图 2.7.7-8 本项目推荐线与盐源县长柏乡围桩坪水源地位置关系图

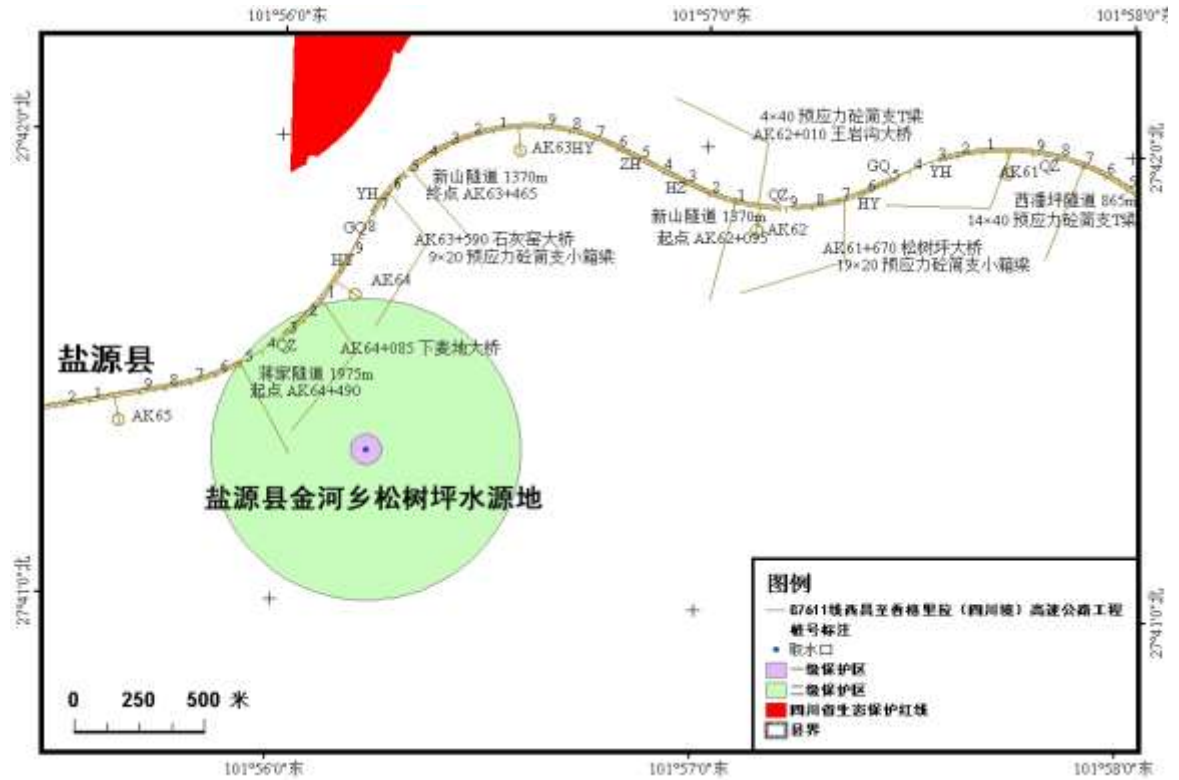


图 2.7.7-9 本项目推荐线与盐源县金河乡水源地位置关系图

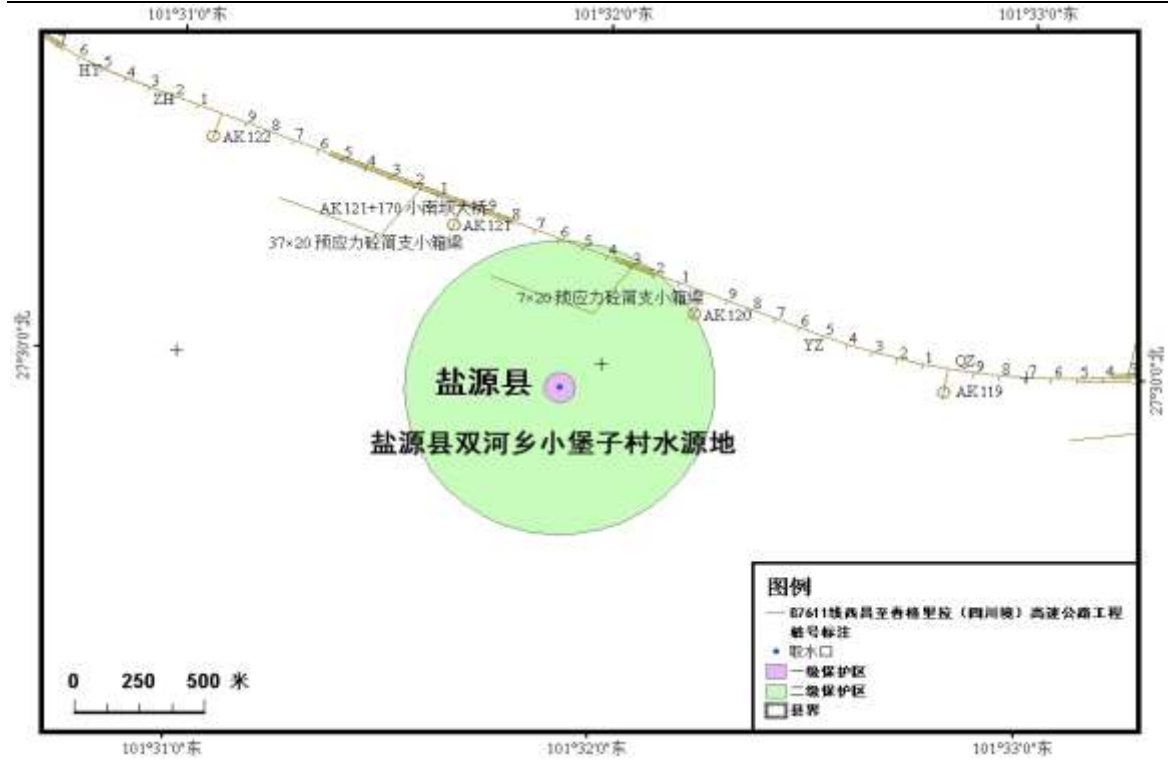


图 2.7.7-10 本项目推荐线与盐源县双河乡小堡子村水源地位置关系图

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

本项目属于线性建设项目，对照《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准（GB 50433-2018）》，本项目主体工程选线不涉及河流两岸、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、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。项目所处西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区，木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。主体工程水土保持制约因素分析见表 3.1-1。

1.水土流失重点预防区和重点治理区

根据《国家公路网规划（2013-2030 年）》，本项目是 G7611 线都匀至香格里拉高速公路的重要组成部分，同时也是《四川省高速公路网规划（2019-2035 年）》中第 9 条横线昭通经西昌至香格里拉中的一段，主要控制点为云南（昭通）、金阳、昭觉、西昌、盐源、云南（宁蒗），线路必须过境西昌市、木里县和盐源县。因此，虽然主体工程在选线中重视水土保持和环境保护的要求，但线路方案仍不可避免地经过了金沙江下游国家级水土流失重点治理区、盐源省级水土流失重点治理区以及雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。为此，本方案水土流失防治采用一级标准，并提高了林草覆盖率 2 个百分点，将截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准均提高一级。

从建设方案分析，为减少占地和土石方量，主体设计采取加大桥隧比的方案，高填深挖路段尽量采用桥隧方案，本项目桥隧比为 68.64%；对部分软基采用碎石桩处治，涉及路基长度 6362m，减少挖方约 95.43 万 m^3 ；滑坡及高填路段采用桩板墙收坡，处置路基长度 380m；在各段填挖相间的路基、隧道、交叉工程或沿线设施之间对土石方进行了充分合理的调配利用，减少弃渣 200.55 万 m^3 。

从施工工艺分析，本项目通过采取机械化为主的施工工艺，可减少扰动地表面积，缩短施工地表裸露时间，减轻水土流失。路基工程采取挖、装、运、摊、平、压实等机械化流水作业，桥梁工程施工跨越水体的桥梁基础施工在枯水期进行，涉水桥梁采用沙袋筑岛、钢围堰施工；隧道施工过程中严格执行“早进 晚出”的原则，严格控制边、仰坡开挖高度。本方案通过隧道石方骨料利用 121.26 万 m^3 ，互通场内造景利用土石方 5.78 万 m^3 ，减少弃渣 127.04 万 m^3 。

表 3.1-1 水土保持制约因素分析与评价

序号	依据文件	法律条款或约束性规定	本工程执行情况	符合性分析
1	水土保持法	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。	本项目是《国家公路网规划（2013年-2030年）》和《四川省高速公路网规划》（2019年-2035年）中高速公路的组成部分，主要控制点有西昌市、盐源县、木里县，因此项目不可避免经过水土流失重点治理区和重点预防区。方案采用一级标准，并提高了林草覆盖率2个百分点，提出优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施。	符合法律条款
2		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。没有能力编制水土保持方案的，应当委托具备相应技术条件的机构编制。	项目建设单位高度重视，项目前期已委托我单位承担水土保持方案。	符合法律条款
3		第十七条：禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本项目不设置取土场；筑路材料其余采用外购。	符合法律条款
4		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。在侵蚀沟的沟坡和沟岸、河流的两岸以及湖泊和水库的周边，土地所有权人、使用权人或者有关管理单位应当营造植物保护带。禁止开垦、开发植物保护带。	项目建设区不属于水土流失严重、生态脆弱的地区，并且采取了保护植物的措施，并且恢复了大量植被。	符合法律条款
5		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。	项目土石方进行充分调配利用，不能利用的弃方运到规划弃渣场集中堆放。	符合法律条款

序号	依据文件	法律条款或约束性规定	本工程执行情况	符合性分析
6		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。	征地范围内宜剥离表土的区域表土全部进行剥离、保存和利用，对弃方采取了拦挡、坡面防护、防洪排导等措施，并进行了植被恢复和复耕。	符合法律条款
7	生产建设项目水土保持技术标准	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.根据《国家公路网规划（2013年-2030年）》和《四川省高速公路网规划》（2019年-2035年），本项目涉及西昌市、盐源县、木里县，因此项目不可避免经过水土流失重点治理区和重点预防区。方案采用一级标准，并提高了林草覆盖率2个百分点，提出优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施。 2.主体工程选线避让了河流两岸的植物保护带。 3.项目沿线占地范围内没有监测站、试验区和观测站。	符合规定

2.水土保持敏感区

(1) 受地质条件、高速公路线性指标要求等诸多因素控制，线路在盐源县涉及 3 处饮用水源保护区，均避绕了一级保护区，主要以桥隧形式穿越二级保护区，且线路长度短，影响较小。

(2) 涉及一级水功能区的保留区分别采用安宁河特大桥、卧罗河特大桥和雅砻江特大桥跨越，其中安宁河特大桥涉水桥墩 6 组 24 墩，主要表现在桥梁基础施工扰动引起水体悬浮物增加，采用钢围堰施工，对水质和水生态的影响较小且是暂时的。卧罗河特大桥和雅砻江特大桥采用大跨度跨越，不设水中墩，通过设置桥面径流集排系统可降低交通运输事故风险对一级水功能区的影响。采取措施后不会对保留区水量、水质、水生态造成重大影响，满足《水功能区监督管理办法》(水资源[2017]101号)等相关要求。

(3) 邛海国家湿地公园、邛海-螺髻山风景名胜区、尔吾森林公园和 4 处西昌市饮用水源保护区等水土保持敏感区在西昌城区东面、南面连片分布，且部分区域相互重叠，本项目涉及以上水土保持敏感区主要在项目起点约 38.964km 长路段，因此主体设计拟定了 G7611 昭西高速公路东河起点和小庙两个起点，最终形成小庙起点 C2 方案和东河起点西昌绕城 A 线方案。虽然小庙起点 C2 方案可避让邛海-螺髻山风景名胜区等水土保持敏感区，但该方案不利于西昌市城市交通枢纽的形成，导致西昌市高速路网结构不完善，对西昌市经济辐射和带动作用差，且需对已批复昭西高速东河至小庙段约 18km 高速公路由双向 4 车道进行双向 8 车道扩容，该段基本处于西昌市规划区内，且位于沟谷内，地形横坡陡，受沿线地形及西昌城市规划影响，扩容难度大。

因此，主体设计推荐采用东河起点西昌绕城 A 线方案，该方案起点位于西昌市城区东北部，线路南下跨越东河至邛海转向西，线路起点段落绕西昌市城区东面及南面向西行径。由于风景名胜区、湿地公园等水土保持敏感区在西昌城区东面、南面连片分布，涉及西昌市、喜德县和昭觉县三区市县，敏感区分布范围广，因此线路不可避免的涉及邛海国家湿地公园、邛海-螺髻山风景名胜区等水土保持敏感区。对应线路桩号主要为 A0K0+000 ~ AK37+000 (A0K20+964=AK19+000) 段，路线长度为 38.964km，起止点设计高程分别为 1875m 和 1465m，高差 410m，平均纵坡 0.11%，最大纵坡 4%，主体工程设计对通过敏感区路段进行了多次论证优化，无论是通过敏感区的路段长度、工程形式、施工布置等都是对敏感区影响相对较小的方

案，路线方案在设计阶段已较为重视降低工程建设引发的水土流失，本方案认为工可阶段的推荐方案是合理且可行的。



图 3.1-1 起点方案比选示意图

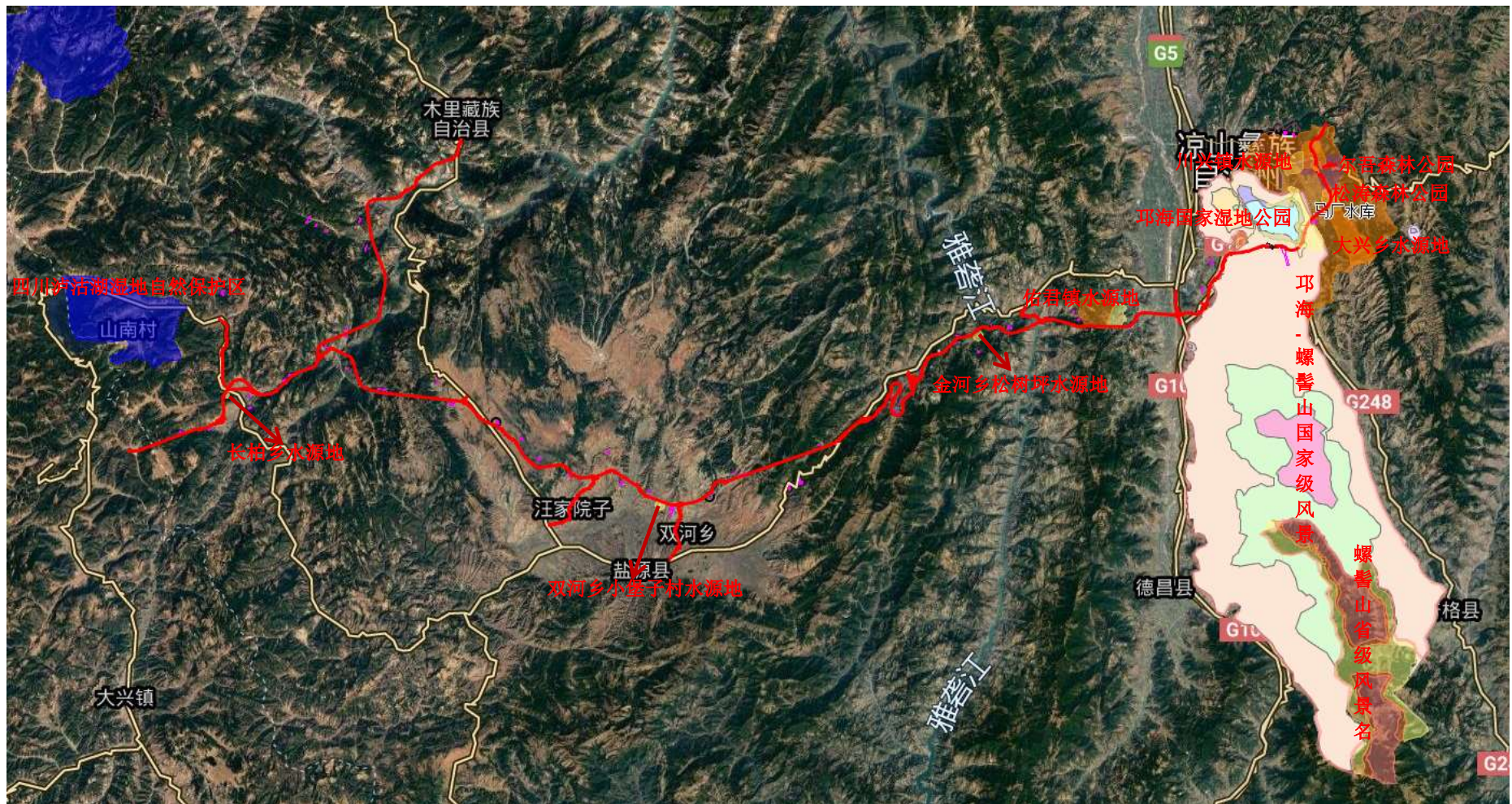


图 3.1-2 线路与敏感区位置关系图

3.生态保护红线

本项目除涉及以上水土保持敏感区，尚穿越了锦屏山水源涵养—水土保持生态红线、凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线。本项目涉及生态保护红线，在采取保护措施、完善手续后，符合《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》等相关规定要求。

从上分析可以看出：受路网规划、城市发展、地理条件等因素限制，本项目存在一定的制约因素，通过提高水土流失防治标准，实施水土保持措施，优化施工工艺等，可减少工程建设对地表扰动和植被损坏范围。总体来讲，项目选址符合《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）对主体工程的约束性规定，项目建设可行。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

3.2.1.1 建设方案分析

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

本项目位于高山、高中山地貌区，地形起伏较大，主线基本呈东西走向，支线呈南北走向，对高填深挖路段主体设计尽量采用桥隧方案，桥隧比为 68.64%，减少了大填大挖。但因地形情况复杂，主体工程仍设有 16 处挖深大于 30m 的深挖路段（其中主线 9 处、西昌支线 4 处、木里支线 4 处），无填高大于 20m 的高填路段，并进行了桥隧方案论证，比选情况见表 3.2-1。对深挖路段一般采用框架锚杆、菱形骨架或三维植被网等防护措施，以确保边坡稳定。建议下阶段主体工程应对深挖路段进一步进行桥隧方案优化论证，对于保留的深挖路段，施工时应提前在周边布设截排水措施，雨季及时对开挖裸露面进行遮盖，以减少水土流失。

由于拟建公路无法避让水土流失重点治理区和重点预防区，主体设计结合地形条件和地质情况优化工程建设方案，特殊路基采取碎石桩处置即可解决路基承载力、不均匀沉降等问题，减少弃渣；地面横坡较大的路段设置挡土墙、护肩等减少占地面积。主体工程设计已布设较为完善的排水系统，方案对施工生产生活区、施工道

路、弃土场、临时堆土（场）周边设临时排水、拦挡措施，截排水、拦挡工程等级和防洪标准已提高一级。同时本方案提高了植物措施标准，林草覆盖率提高 2 个百分点。

综上所述，本项目存在高填深挖路段并进行了桥隧方案论证，且无法避让水土流失重点治理区和重点预防区，通过提高水土流失防治标准和水土保持措施设计标准，采取完善的水土流失防治措施后，工程建设方案总体可行。建议下阶段主体工程应对高填深挖路段进一步进行桥隧方案优化论证，对于保留的高填深挖路段，应加强边坡防护设计；对填高大于 8m 的路段宜采用桥梁方案，以减少工程占地和土石方量，并提高截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准。

表 3.2-1 高填深挖路段桥隧方案比选分析表

项目	序号	起讫桩号	隧道方案比选分析
深挖路段	主线	1	AK68+236~AK68+278 本段深挖路堑长 42m，位于弄堂湾坡脚，本段为中山地貌，上覆 0~3m 坡残积粉质粘土，红粘土，硬塑状，下伏基岩为三叠系灰岩、泥质灰岩、粉砂岩、泥灰岩等，中心最大挖深 40.25m，前后均为桥梁。设置隧道最大埋深仅 33m，属于浅埋隧道且长度短，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，施工存在安全隐患
		2	AK77+595~AK77+606 本段深挖路堑长 11m，位于两田窝坡脚，本段为中山地貌，上覆 0~3m 坡残积粉质粘土，红粘土，硬塑状，下伏基岩为三叠系灰岩、泥质灰岩、粉砂岩、泥灰岩等，中心最大挖深 31.24m，前后均为桥梁。设置隧道最大埋深仅 24m，属于浅埋隧道且长度短，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，施工存在安全隐患
		3	AK80+495~AK80+504 本段深挖路堑长 9m，位于大松树坡脚，本段为中山地貌，上覆 0~3m 坡残积粉质粘土，红粘土，硬塑状，下伏基岩为三叠系灰岩、泥质灰岩、粉砂岩、泥灰岩等，此处为傍山路段，中心最大挖深 30.91m。设置隧道最大埋深仅 23m，属于浅埋隧道且长度短，受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，施工存在安全隐患
		4	AK112+129~AK112+417 本段深挖路堑长 288m，从山咀通过，上部为粘土，褐黄色，可塑状，下伏泥岩，中心最大挖深 43.83m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 36m，属于浅埋隧道，受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，施工存在安全隐患
		5	AK114+383~AK114+450 本段深挖路堑长 67m，从一平缓山丘穿过，上部为粘土，褐黄色，可塑状，下伏泥岩，中心最大挖深 31.82m，前后均为桥梁。设置隧道最大埋深仅 24m，属于浅埋隧道且长度短，受地质影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，施工存在安全隐患
		6	AK121+934~AK122+030 本段深挖路堑长 96m，从一平缓山丘穿过，上部为粘土，褐黄色，可塑状，下伏泥岩，中心最大挖深 39.23m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 32m，属于浅埋隧道且长度短，受地质影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，施工存在安全隐患
		7	AK126+216~AK126+321 本段深挖路堑长 105m，从一平缓山丘穿过，上部为粘土，褐黄色，可塑状，下伏泥岩，中心最大挖深 34.34m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 27m，属于浅埋隧道且长度短，受地质影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，施工存在安全隐患
		8	A6K180+619~A6K180+730 本段深挖路堑长 111m，本段为中高山地貌，上覆 0~5m 坡残积、崩坡积层碎石土、块碎石土，松散~稍密；下伏基岩为三叠系砂岩、粉砂质泥岩及少量额头叠系玄武岩，此处为傍山路段，中心最大挖深 36.25m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 29m，属于浅埋隧道且长度短，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，施工存在安全隐患
	西昌支线	1	A0K3+771~A0K3+900 本段深挖路堑长 129m，上部为粘土，褐黄色，可塑状，下部为卵砾石土，下伏泥岩。此处为傍山路段，中心最大挖深 35.16m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 28m，属于浅埋隧道，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，施工存在安全隐患
		2	A0K6+783~A0K6+851 本段深挖路堑长 68m，上部为粘土，褐黄色，可塑状，下部为卵砾石土，下伏泥岩。此处为傍山路段，中心最大挖深 40.18m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 33m，属于浅埋隧道，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌，且此段为川兴互通范围，受通视视距、变速车道接入等影响，隧道开挖面积大，整体处理工程量大。同时为利于交通标志及互通交织区的有效识别，安全引导车辆完成交通转换，不宜设置隧道
		3	A0K8+499~A0K8+614 本段深挖路堑长 115m，上部为粘土，褐黄色，可塑状，下部为卵砾石土，下伏泥岩。此处为傍山路段，中心最大挖深 34.54m，

项目	序号	起讫桩号	隧道方案比选分析
木里 支线			前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 24m，属于浅埋隧道，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌
	4	AK31+164~AK31+226	本段深挖路堑长 62m，上部为粘土，褐黄色，可塑状，下部为卵砾石土，下伏泥岩。从一山咀穿过，中心最大挖深 37.43m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 30m，属于浅埋隧道，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌
	1	Z0K28+629~Z0K29+051	本段深挖路堑长 422m，表层为碎石土，褐黄色，干燥，松散，下伏灰岩。此处为傍山路段，沿理塘河谷穿过，中心最大挖深 35.34m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 28m，属于浅埋隧道，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌
	2	Z0K30+409~Z0K30+612	本段深挖路堑长 203m，表层为碎石土，褐黄色，干燥，松散，下伏灰岩。此处为傍山路段，沿理塘河谷穿过，中心最大挖深 34.55m，前后均为路基。设置隧道最大埋深仅 27m，属于浅埋隧道，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌
	3	Z0K37+595~Z0K37+736	本段深挖路堑长 141m，表层为碎石土，褐黄色，干燥，松散，下伏灰岩。此处为傍山路段，中心最大挖深 33.77m，通过设置半挖半填路基，可减小路堑开挖高度，减少土石方。设置隧道最大埋深仅 26m，属于浅埋隧道，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌
	4	Z0K38+373~Z0K38+583	本段深挖路堑长 210m，表层为碎石土，褐黄色，干燥，松散，下伏灰岩。此处为傍山路段，中心最大挖深 32.14m，通过设置半挖半填路基，可减小路堑开挖高度，减少土石方。设置隧道最大埋深仅 25m，属于浅埋隧道，同时受地质和偏压的影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖易坍塌

3.2.1.2 建设方案对水土保持敏感区的影响分析

1.邛海国家湿地公园

(1) 项目与湿地公园位置关系

本项目鹅掌河大桥（中心桩号 AK18+880）跨越鹅掌河，涉及邛海国家湿地公园恢复重建区。鹅掌河大桥全长 426m，桥宽 25.5m，桥跨布置采用 9×30m 预应力砼 T 梁+1×50m 简支钢混组合梁+3×30 预应力砼 T 梁，桥墩采用双圆柱墩，基础采用钻孔灌注桩；桥台采用重力式 U 形桥台，扩大基础。桥梁共设置 12 个桥墩，桥梁第 10 孔置于湿地公园内，采用 50m 跨径跨越鹅掌河主槽，桥墩避开主槽，不设水中墩。跨越湿地公园长度 103.7m，湿地公园内占地面积 0.24hm²；其中草地 0.21hm²，水域及水利设施 0.03hm²。

本项目在湿地公园范围内仅进行桥墩施工及梁部搭建，不在湿地公园设置取（弃）土场、料场、沥青拌合站、混凝土拌合站，并利用现有国道、省道、乡村道路，不在湿地公园内新增施工便道。

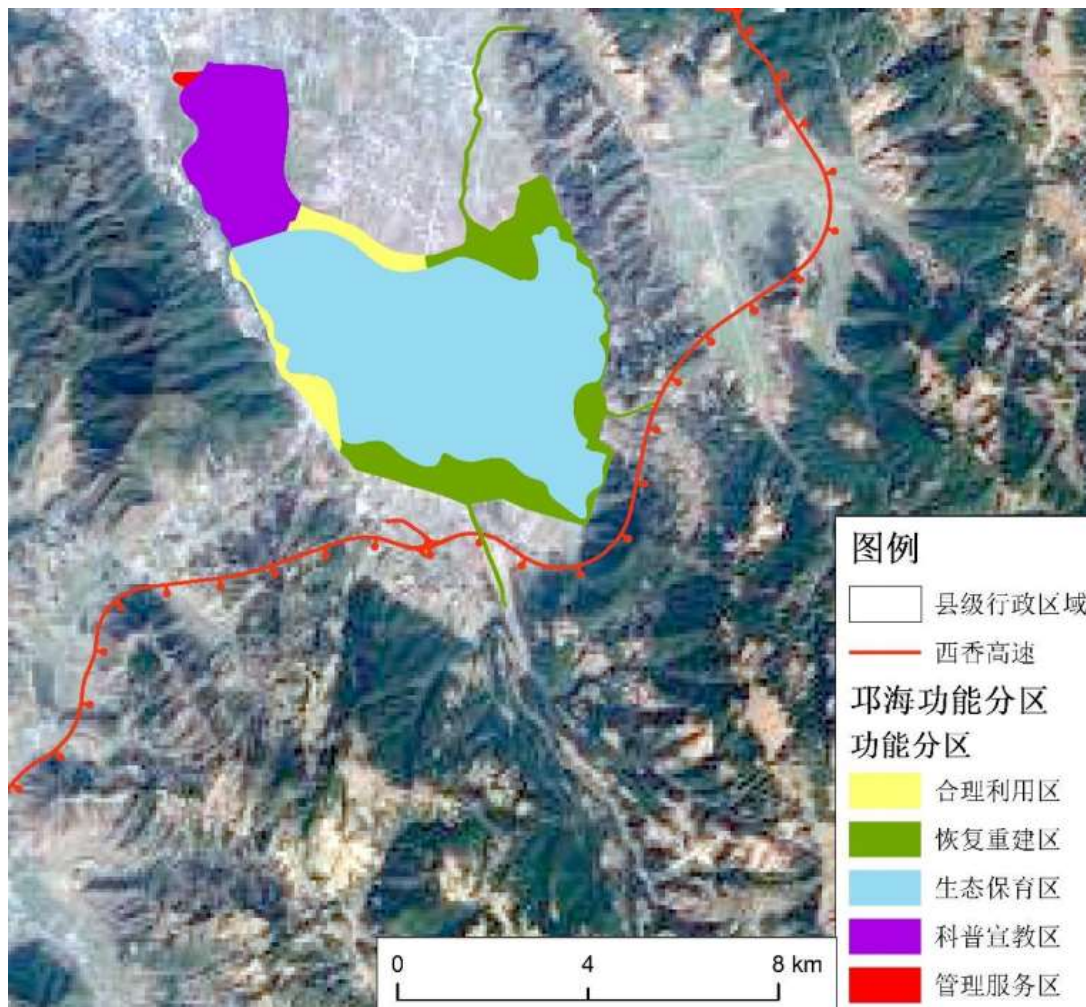


图 3.2-1 本项目与邛海国家湿地公园位置关系图

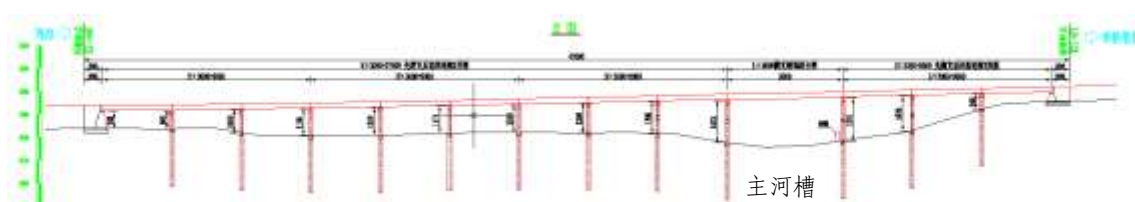


图 3.2-2 鹅掌河大桥立面图

(2) 对湿地公园水土保持影响分析

本项目为国家公路网规划和四川省高速公路网规划中的高速公路项目，采用鹅掌河大桥跨越湿地公园，桥梁第 10 孔置于湿地公园内，采用 50m 跨径跨越鹅掌河主槽，不设水中墩。桥墩桩基础采用钻孔施工，桥台扩大基础采用明挖施工，桥墩和盖梁采用搭架模板现浇施工，T 梁采用在预制梁场预制后，采用架桥机进行架设，湿接缝、桥面及其他附属工程采用现浇施工。

本项目以桥梁形式穿越湿地公园，在湿地公园区内不设置弃渣场、施工便道等工程。由于采用桥梁方式跨越，工程仅桥墩实际占用湿地公园面积 81m²，且桥墩不涉水施工。桥梁采用钻孔灌注桩施工，钻孔泥浆处置不当将造成严重的水土流失，并造成鹅掌河水质污染。项目采用钻孔灌注桩具有施工时间短，可以最大限度的缩短地表扰动时间；桩基泥浆进入沉沙池沉淀，沉淀后的上清液循环使用，清出的沉淀物和弃渣运至邻近弃渣场集中堆放；在施工阶段，加强施工管理。通过采取上述措施，项目在邛海国家湿地公园内建设造成的水土流失较小。

2020 年 8 月，成都理工大学受建设单位委托完成了《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路建设项目对四川邛海国家湿地公园自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告（报批稿）》，报告主要结论为：“工程建设符合中央《国家发展改革委办公厅关于进一步规范国家高速公路拥堵路段扩容工程项目前期工作有关问题的通知》（发改办基础[2014]3237 号）文件精神及《四川省高速公路网规划（2019-2035 年）》规划要求，符合湿地公园公路网建设需求和布局，促进川北区域经济社会快速发展。本项目在四川邛海国家湿地公园恢复重建区内的建设是可行的。”并于 2020 年 9 月 4 日取得《四川省林业和草原局关于 G7611 线西昌至香格里拉高速公路占用四川邛海国家湿地公园的意见》（川林湿函〔2020〕755 号），详见附件 6。

2.邛海-螺髻山国家级风景名胜区

(1) 项目与风景名胜区位置关系

本项目线路 A0K14+863 ~ AK28+573、AK28+652 ~ AK30+025、AK32+900 ~

AK34+003 段位于邛海-螺髻山国家级风景名胜区三级保护区范围内。线路穿风景区共长 25.50km，其中路基长 14.602km、桥梁长 4.038km、隧道长 6.860km，另外设置了海南互通、西溪互通和海南收费站（含海南养护工区）；风景名胜区内临时工程有 3 处施工生产生活区、新建施工道路 3.56km，原路整修 5.61km。

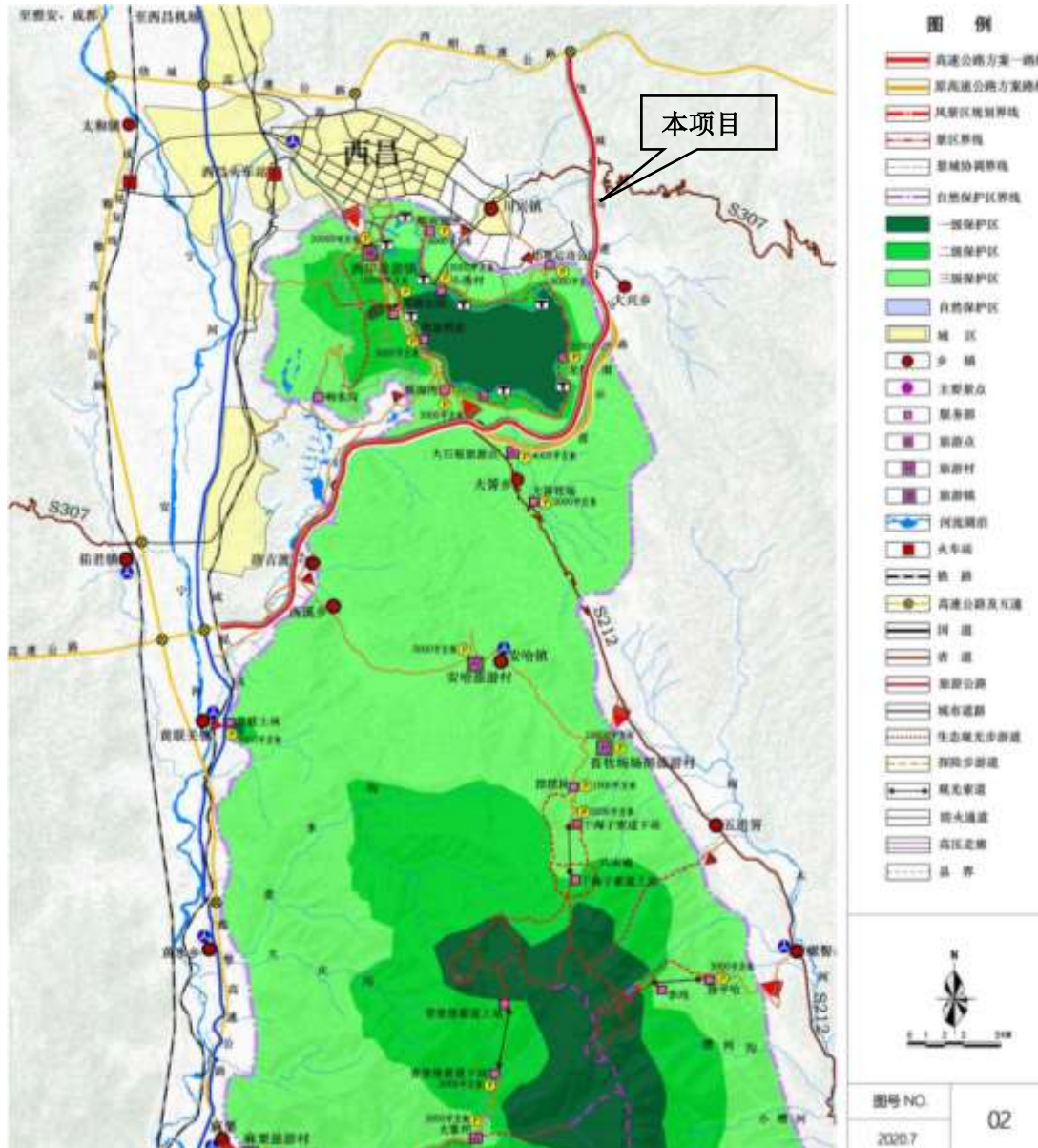


图 3.2-3 本项目与邛海-螺髻山国家级风景名胜区位置关系图

表 3.2-2 项目与风景名胜区位置关系表

工程性质	序号	工程类别	建设内容	备注
永久工程	1	路基	长 14602m	三级保护区
	2	桥梁	长 4038m	三级保护区
	3	隧道	长 6860m	三级保护区
	4	交叉工程	海南互通	三级保护区
			西溪互通	三级保护区
5	沿线设施	海南收费站（含海南养护工区）	三级保护区	
临时工程	6	施工生产生活区	5#、6#、7#	三级保护区
	7	施工道路	新建 3.56km，原路整修 5.61km	三级保护区

（2）对风景名胜区水土保持影响分析

本项目对风景名胜水土保持的影响主要发生在施工期，路基土石方开挖对植被的破坏、形成裸露边坡、产生废弃土石方，桥梁桩基施工产生泥浆、桥台明挖基础产生弃渣，隧道洞口施工对植被的破坏、形成裸露边坡、隧道弃渣等，交叉工程、沿线设施的造成的水土流失与路基工程类似。另外，项目在风景名胜区内设置施工生产生活区、施工道路等临时设施将造成一定地表植被的破坏，建筑材料运输与堆放的影响。本项目采取了拦挡、边坡防护、截排水沟、植草、无纺布苫盖等水土保持措施，弃渣运至指定渣场，并在施工后期开展生态修复工作，可降低工程实施对风景名胜区水土流失影响。

2020 年 11 月，唐山市规划建筑设计研究院受建设单位委托完成了《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程对邛海—螺髻山国家级风景名胜区影响评估论证报告》，报告主要结论为：本项目符合政策法规及规划要求，对风景区的结构与分区无影响，对邛海风景区的部分景观环境有影响轻微，对动植物、水土涵养、地表水、环境空气、旅游声环境等生态环境有可接受的不利影响，地质环境基本适宜；占用少量居民聚居点，对居民生活有轻微不利影响；对风景区的游览展示有有利影响，有利于改善风景区外部交通环境，促进风景区居民社会经济发展；对相关保护地有轻微影响，其中对林地保护有轻微不利影响，对湿地公园无长期不利影响；对临时工程影响轻微，施工结束可基本消除。从景区整体和长远利益出发，本项目建设对于风景区的不利影响是暂时的、可控和可接受的，因此，在严格管理和执行相关保护与减免措施的前提下，西香高速公路选址项目是可行的。并于 2020 年 11 月 23 日取得了《四川省林业和草原局关于同意 G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程穿越邛海-螺髻山风景名胜区的批复》（川林自函〔2020〕1072 号），详见附件 7。

3.尔吾森林公园

(1) 项目与森林公园位置关系

尔吾森林公园为原四川省林业厅 1992 批复建立的县级森林公园(川林造[1992]363号), 但无总体规划, 经西昌市林业和草原局确认, 本项目部分路段位于森林公园范围内, 主要设置有尔乌特大桥、一碗水大桥、大水塘 1 号大桥、大水塘 2 号大桥、张把司河特大桥、川兴互通(含西昌路段管理所)及少量路基工程。森林公园区内临时工程有 1 处施工生产生活区、新建施工道路 4.57km, 原路整修 1.98km。

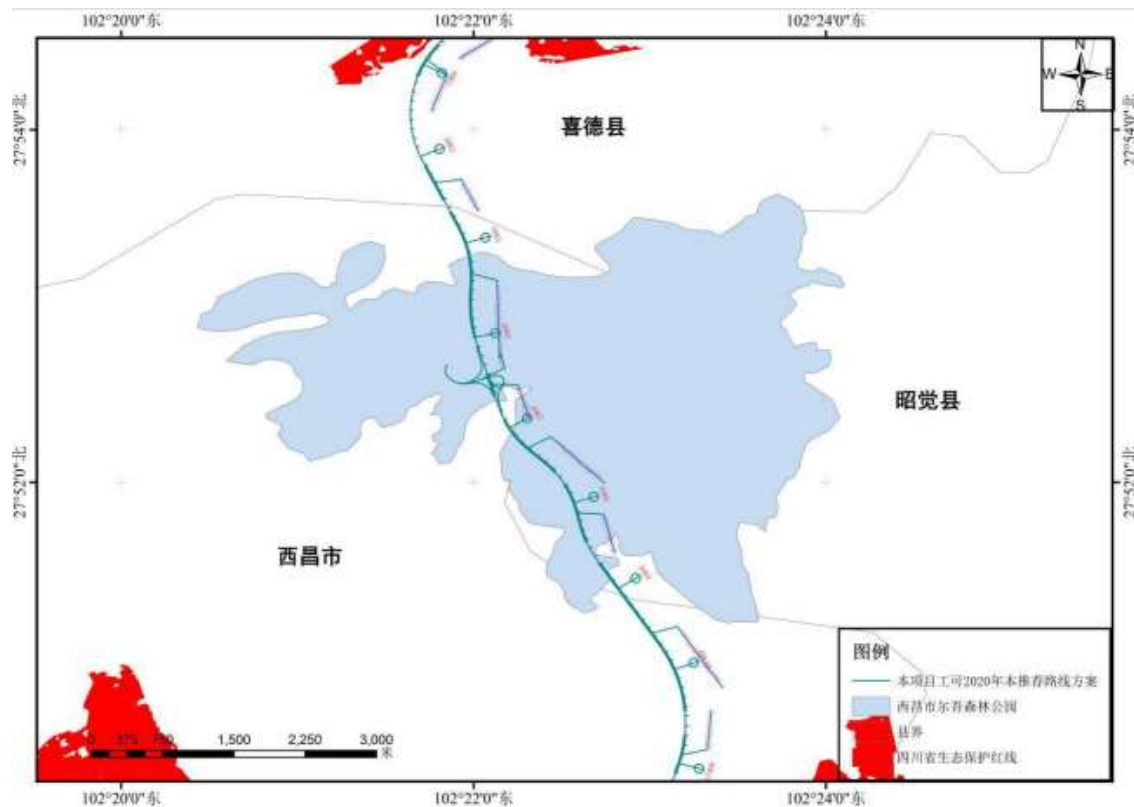


图 3.2-4 本项目与尔吾森林公园位置关系示意图

(2) 对森林公园水土保持影响分析

本项目对森林公园水水土保持的影响主要是路基土石方开挖对植被的破坏、形成裸露边坡、产生废弃土石方, 桥梁桩基施工产生泥浆、桥台明挖基础产生弃渣, 交叉工程、沿线设施造成的水土流失与路基工程类似。在森林公园水内设置施工生产生活区、施工道路将造成一定地表植被的破坏, 建筑材料运输与堆放的影响。本项目采取了拦挡、边坡防护、截排水沟、植草、无纺布苫盖等水土保持措施, 弃渣运至指定渣场, 并开展生态修复工作, 可降低工程实施对森林公园水土流失影响。

本项目为国家公路网规划和四川省高速公路网规划中的高速公路项目, 无《森林公园管理办法》中所规定的在森林公园毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其

他毁林等禁止行为。2020年7月2日，取得了《西昌市林业和草原局关于同意 G7611 线西昌至香格里拉高速公路（四川境）工程与尔吾森林公园位置关系的复函》（西市林函〔2020〕22号），原则同意本项目通过尔吾森林公园，详见附件 8。建议后续阶段将严格按照《森林公园管理办法》等法律法规要求，办理林地征占用手续。

4. 饮用水水源保护区

（1）项目与饮用水水源保护区位置关系

本项目涉及了西昌市邛海水源地二级保护区和准保护区、西昌市川兴镇水源地准保护区、西昌市大兴乡水源地二级保护区、西昌市佑君镇水源地二级保护区和准保护区、盐源县金河乡松树坪水源地二级保护区、盐源县双河乡小堡子村水源地二级保护区和长柏乡围桩坪水源地二级保护区等 7 个饮用水水源保护区，本项目与饮用水水源保护区位置关系详见表 3.2-3，表 3.2-4。

表 3.2-3 本项目与沿线饮用水水源保护区位置关系表

名称	工程性质	序号	工程形式	建设内容	备注
西昌市邛海水源地	永久工程	1	路基工程	9191m	川兴镇水源地和大兴乡水源地与邛海水源地范围重叠，不重复统计
		2	桥梁工程	10938m	
		3	隧道工程	9056m	
		4	交叉工程	东河枢纽互通	
				川兴互通	
				海南互通	
		5	沿线设施	大兴服务区	
	西昌路段管理所				
	海南养护工区				
				小计	线路总长 29185m
临时工程	1	施工生产生活区	1#、2#、3#、4#、5#		
	2	施工便道	新建施工便道 9.76km，原路扩建 14.09km，施工便道总长 23.73km		
	3	表土临时堆放场	保护区内表土临时堆放场全部位于永久占地或已征临时用地范围		
佑君镇水源地	永久工程	1	隧道工程	4379m	隧道洞口与斜井出口均不在保护区范围内
	临时工程	2	1#斜井	1300m	
金河乡松树坪水源地	永久工程	1	路基工程	289m	
		2	桥梁工程	245m	
		3	隧道工程	95m	
			小计	线路总长 629m	
双河乡小堡子村水源地	永久工程	1	路基工程	416	
		2	桥梁工程	156	
			小计	线路总长 572m	
长柏乡围桩坪水源地	永久工程	1	隧道工程	550m	隧道洞口不在保护区范围内

表 3.2-4 饮用水水源保护区内跨越水体桥梁情况表

序号	桥梁名称	水体名称	跨越水体宽度 (m)	桥涵结构形式		涉水桥墩数量	所在饮用水源保护区
				下部结构	上部结构		
1	尔乌特大桥	官坝河	5	柱式墩、桩基础	钢-混组合梁+刚构	无	邛海水源地准保护区
2	张把司河特大桥	张把司河（官坝河支流）	14	柱式墩、桩基础	钢-混组合梁+刚构	无	邛海水源地准保护区
			12				
3	涵洞	官坝河玛增依乌乡支流	4	单孔×5	与路基路面结构相同	无	大兴乡水源地二级保护区邛海水源地准保护区
4	三道沟特大桥	官坝河南侧支流	28	柱式墩、桩基础	钢-混组合梁	无	邛海水源地准保护区
5	新河沟大桥	小清河	18	柱式墩、桩基础	钢-混组合梁	无	邛海水源地二级保护区
6	鹅掌河大桥	鹅掌河	54	柱式墩、桩基础	预应力砼简支 T 梁	无	邛海水源地准保护区
7	下麦地隧道	雅砻江支流	10	柱式墩、桩基础	预应力砼简支 T 梁	无	金河乡松树坪地下水饮用水源二级保护区

（2）对饮用水源保护区水土保持影响分析

本项目虽然项目路线穿越了饮用水源二级保护区和准保护区，但本项目不属排放污染物的建设项目，且在保护区内无排污口，不属饮用水水源保护法规禁止类项目、活动。公路可能对饮用水源保护区的影响包括施工期和运行期，施工期主要是路基土石方开挖对植被的破坏、形成裸露边坡、产生废弃土石方，桥梁桩基施工产生泥浆、桥台明挖基础产生弃渣，交叉工程、沿线设施的水土保持影响与路基工程类似。施工生产生活废水对水质的影响、建筑材料运输与堆放的影响。公路营运期主要是桥面径流以及危险品运输事故风险。在主体工程设计中，未设置水中桥墩，设置了桥面径流集排系统，加强了桥梁防撞设计，并设置警示标志。在项目施工阶段，加强施工管理，营运阶段做好管理措施，可降低事故风险对饮用水源的影响。项目建设应符合相关规定的要求。

5. 一级水功能区

（1）项目与一级水功能区位置关系

本项目安宁河特大桥（AK36+895）跨越安宁河一级水功能区的西昌、攀枝花保留区，雅砻江特大桥（AK55+875）跨越雅砻江一级水功能区的二滩水库保留区，卧罗河特大桥（A6K168+525）跨越卧罗河水功能一级区的卧罗河盐源、木里保留区，项目与一级水功能位置关系详见表 3.2-4。

表 3.2-4 项目与一级水功能区位置关系表

中心桩号	桥名	桥长(m)	孔数及跨径(孔-m)	涉水桥墩	河流名称	河宽(m)	类型
AK36+895	安宁河特大桥	1416	47×30	6组24墩	安宁河	209	西昌、攀枝花保留区
AK55+875	雅砻江特大桥	1818	15×40+320+680+210	/	雅砻江	218	二滩水库保留区
A6K168+525	卧罗河特大桥	1943	4×80+1×1450+2×80	/	卧罗河	87	卧罗河盐源、木里保留区

1) 一级水功能区的西昌、攀枝花保留区

本项目安宁河特大桥（AK36+895）跨越安宁河，涉及安宁河一级水功能区的西昌、攀枝花保留区。安宁河特大桥位于黄联关枢纽互通内，跨越安宁河处河宽约209m，桥跨布置采用47×30预应力砼简支T梁，涉水桥墩6组24墩，采用钢围堰施工。



图 3.2-5 安宁河特大桥平面图

2) 一级水功能区的二滩水库保留区

本项目雅砻江特大桥（AK55+875）跨越雅砻江，涉及雅砻江一级水功能区的二滩水库保留区。雅砻江特大桥跨越雅砻江处河宽约218m，采用跨径15×40+320+680+210的T梁+钢桁梁斜拉桥，大桥均一跨而过，不涉水。



图 3.2-6 雅砻江特大桥平面图

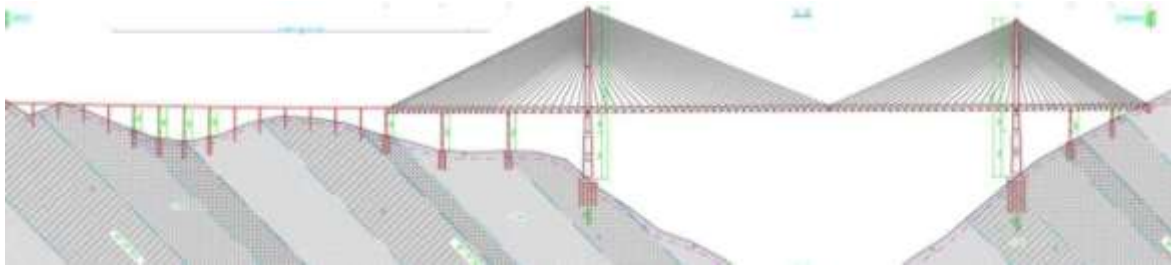


图 3.2-7 雅砻江特大桥立面图

3) 一级水功能区的卧罗河盐源、木里保留区

本项目卧罗河特大桥（A6K168+525）跨越卧罗河，涉及卧罗河水功能一级区的卧罗河盐源、木里保留区。卧罗河特大桥跨越卧罗河处河宽约 87m，采用跨径 $4\times 80+1\times 1450+2\times 80$ 连续钢桁梁+悬索桥跨越卧罗河河谷，不涉水中墩。



图 3.2-8 卧罗河特大桥平面图



图 3.2-9 卧罗河特大桥立面图

(2) 对一级水功能区水土保持影响分析

本项目属交通基础设施建设项目，项目建设可能对一级水功能区的影响包括施工期和运行期，施工期主要是桥梁桩基施工产生泥浆、桥台明挖基础产生弃渣，安宁河特大桥涉水桥墩 6 组 24 墩，采用钢围堰施工工艺，可防止水土进入，围堰内开挖基坑，修筑建筑物，可减轻水土流失，围堰一般在用完后拆除。雅砻江特大桥、卧罗河特大桥无水中墩，采用钻孔灌注桩施工，具有施工时间短，可以最大限度的缩短地表扰动时间。桩基泥浆进入沉沙池沉淀，沉淀后的上清液循环使用，清出的沉淀物及弃渣运至邻近弃渣场集中堆放。通过采取上述措施，项目在一级水功能区内建设造成的水土流失较小。

6.水土流失重点预防区和重点治理区

本项目涉及金沙江下游国家级水土流失重点治理区、盐源省级水土流失重点治理区和雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。

方案通过提高防治标准，优化施工工艺和施工布置，可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。采取的措施主要如：水土流失防治标准采用一级标准，并提高了林草覆盖率 2 个百分点；软基采用碎石桩即可解决路基承载力、不均匀沉降等问题，减少弃渣；将施工生产生活区等临时工程布置在互通式立交占地区及服务设施内，减少占地和扰动地表面积，符合水土保持要求。

7.生态保护红线

1) 生态保护红线概况

根据《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号），四川省生态保护红线总面积 14.80 万 km^2 占全省幅员面积的 30.45%。空间分布格局呈“四轴九核”，分为 5 大类 13 个区块，主要分布在川西高原山地、盆周山地的水源涵养、生物多样性维护、水土保持生态功能富集区和金沙江下游水土流失敏感区、川东南石漠化敏感区。

本项目位于西昌市、木里县和盐源县境内，分布的生态保护红线类型有锦屏山

水源涵养—水土保持生态红线、凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线。

2) 项目与生态保护红线位置关系

本项目推荐方案涉及了锦屏山水源涵养—水土保持生态红线、凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线，涉及线路总长 42.625km（含东河互通匝道），其中涉及路基工程长 0.423km、桥梁工程长 2.912km、隧道工程长 38.920km（含东河互通匝道隧道）；占用生态保护红线面积共计 120.285hm²；其中以路基和桥梁形式直接占用面积 24.43hm²（隧道洞口占用面积计入路基工程），以隧道形式穿越生态保护红线面积 95.855hm²（不涉及直接占用）。

表 3.2-5 本项目直接占用生态保护红线（2018 发布版）一览表

序号	推荐路线	起止桩号(m)		工程形式及长度(m)			构筑物名称	占用面积(hm ²)	红线编码	红线类型
				小计	路基	桥梁				
1	西昌支线	东河枢纽互通范围						1.78	51343212	凉山-相岭生物多样性维护-水土保持
2		AK18+845 ~	AK18+933	88		88	鹅掌河大桥	0.17	51340112	凉山-相岭生物多样性维护-水土保持
3	主线	AK53+100 ~	AK53+400	300		300	阴山河大桥	1.58	51340112	凉山-相岭生物多样性维护-水土保持
4		得力铺互通连接线		35	35		路基	0.02	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
5		AK96+500 ~	AK96+600	100		100	钻天坡大桥	0.30	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
6		A4K163+260 ~	A4K163+460	200		200	三道沟大桥	0.80	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
7		A4K165+086 ~	A4K165+323	237		237	卧罗河特大桥	0.72	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
8		A4K169+783 ~	A4K170+133	350		350	瓦厂特大桥	1.52	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
		A4K170+133 ~	A4K170+262	129	129		路基			
9		A4K173+447 ~	A4K173+708	261		261	卧龙特大桥	0.85	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
10		A4K175+252 ~	A4K175+287	35	35		碧基中桥	0.10	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
11		A4K180+845 ~	A4K180+935	90	90		路基	0.71	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
12		AK182+200 ~	AK182+358	158		158	中梁子大桥	6.07	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
		AK182+358 ~	AK182+467	109	109		路基			
		AK182+467 ~	AK182+875	408		408	黑龙潭大桥			
13	AK186+900 ~	AK186+925	25		25	永宁河特大桥	0.33	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持	
14	AK189+536 ~	AK189+692	156			路基	0.94	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持	
	AK189+692 ~	AK189+906	214			长柏大桥				
15	泸沽湖支线	LK5+155 ~	LK5+250	95		95	哇里 2#大桥	0.31	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
16		LK7+077 ~	LK7+153	76		76	水视槽中桥	0.85		
17	木里支线	ZK3+735 ~	ZK3+985	250		250	王高窝大桥	3.72	51342311	锦屏山水源涵养-水土保持
18		ZK20+437 ~	ZK20+455	18		18	理塘河特大桥	0.92	51342211	锦屏山水源涵养-水土保持
19		ZK24+000 ~	ZK24+025	25	25		路基	0.37		
		ZK24+025 ~	ZK24+134	109		109	茨菇地大桥			
20	ZK24+965 ~	ZK25+010	45		45	拖脚大桥	0.68	51342211	锦屏山水源涵养-水土保持	

序号	推荐路线	起止桩号(m)		工程形式及长度 (m)			构筑物名称	占用面积 (hm ²)	红线编码	红线类型
				小计	路基	桥梁				
21		ZK26+025 ~	ZK26+108	83		83	罗米罗大桥	0.57	51342211	锦屏山水源涵养-水土保持
22		ZK29+029 ~	ZK29+074	45		45	碾水沟中桥	0.61	51342211	锦屏山水源涵养-水土保持
23		ZK29+100 ~	ZK29+129	29		29	碾水沟中桥	0.50		
24		ZK31+810 ~	ZK31+845	35		35	簸箕箩大桥	0.01		
全线直接占用生态保护红线合计 (公顷)				3705	423	2912		24.43		

3) 水土流失影响分析

本项目为国家公路网规划和四川省高速公路网规划中的高速公路项目，受线路总体走向、工程技术标准等因素限制，无法避让生态保护红线（2018 发布）。本项目虽然占用了生态保护红线，但涉及路段主要以隧道、桥梁形式穿越，其中 91.31% 路段为隧道工程、7.33% 路段为桥梁工程、1.36% 路段为路基工程，经生态保护红线评估调整，在严格落实占用生态保护红线的减缓和补偿措施情况下，本项目建设不会导致区域生态保护红线总面积减少、功能降低、性质改变，造成的水土流失影响较小，本项目建设符合生态保护红线保护有关要求。

本项目已完成了《G7611 线西昌至香格里拉高速公路（四川境）工程占用生态保护红线不可避免性论证报告》，其主要结论为：本项目为国家高速公路网、四川省高速公路网规划中已明确的国家重大基础设施建设项目，符合国家产业政策和相关规划。当前推荐路线方案从路网结构的合理性、工程地质条件、技术指标、走廊带限制等因素分析具有对生态保护红线的不可避免性，涉及生态保护红线路段的主要以隧道形式通过，是对其影响最小的一种方式，且所涉及的生态保护红线中不含自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园、饮用水水源保护区等重要生态敏感区和法定保护地，符合两办对生态红线管控的指导意见的要求。在严格落实相应的措施后，工程建设对环境的不利影响将得以减缓或消除。

3.2.2 工程占地评价

本工程占地包括永久占地和临时占地，占地总面积为 1914.80hm²，其中永久占地 1063.97hm²，临时占地 850.83hm²。永久占地包括路基、桥涵、隧道、交叉工程及沿线设施等，工程组成全面；临时占地主体设计仅计列了施工道路占地，方案结合高速公路工程施工特点，补充弃渣场、施工生产生活区及表土临时堆场等占地。

1.与《公路工程项目建设用地指标》的符合性分析

本项目占地包括永久占地面积 1063.97hm²，因本项目地处高山、高中山区，根据《公路工程项目建设用地指标》，III类地形区高速公路建设项目用地总体指标不应超过表 3.2-6 的规定。

表 3.2-6 III类地形区高速公路建设项目用地总体指标

单位: hm^2/km

参数项	单位	高速公路	
		四车道	
路基宽度	m	26	24.5
整体式路基比例		85	85
分离式路基比例	m	15	15
桥梁跨径长度比例	%	23	23
互通式立体交叉间距	km	15	15
主线下穿分离式立体交叉间距	km	8	8
天桥间距	km	6	6
通道间距	km	0.6	0.6
主线收费站间距	km	130	130
服务区间距	km	50	50
停车区间距	km	25	25
路段监控通信分中心间距	km	100	100
路段监控通信站间距	km	50	50
养护设施间距	km	50	50
指标值	hm^2/km	7.8227	7.6543

本项目为路基宽度 25.5m 的四车道高速公路，根据《公路工程项目建设用地指标》规定，本项目用地指标调整如下：路基宽度调整指标按每增加 1m 增加 0.1660 进行调整，调整后本项目用地指标不应超过 $7.8203\text{hm}^2/\text{km}$ 。

本项目路线全长 249.359km，扣除隧道后 136.79km，永久用地 1063.97hm^2 ，扣除隧道后平均每公里用地 7.7781hm^2 ，低于《公路工程项目建设用地指标》规定的 III 类地形区高速公路建设项目用地总体指标（参照指标： $7.8203\text{hm}^2/\text{km}$ ），符合国家节约用地的总体目标，详见如表 3.2-7。

表 3.2-7 本项目建设用地指标分析表

路基宽度 (m)	车道数	标准值 (hm^2/km)	路基宽度调整系数	调整后指标 (hm^2/km)	项目指标 (hm^2/km)	对比标准指标
25.5	4	7.6543	0.1660	7.8203	7.7781	符合

综上所述，本项目总体用地指标符合《公路工程项目建设用地指标》相关标准，符合国家节约用地和减少扰动的要求。

2.临时占地合理性分析

本项目临时占地主要由施工生产生活区、施工道路、弃渣场和表土临时堆场组成。主体设计仅计列了施工道路占地，占地面积 500.32hm^2 。本方案补充弃渣场、施工生产生活区和表土临时堆场占地，新增临时占地 350.51hm^2 。经方案评价后，本项目临时占地共计 850.83hm^2 。

(1) 施工生产生活区

主体设计未考虑施工生产生活区布置，本方案根据工程布置、沿线地形条件等，

共设施工生产生活区 57 处，总占地面积 41.40hm²；其中新增占地 22 处，占地面积 7.90hm²；利用主体工程占地 35 处，可减少新增占地面积 33.50hm²。

（2）施工道路

主体设计计列施工道路长 822.45km，占地面积 500.32hm²；本项目施工道路占地满足工程施工的需要，其数量和占地满足主体工程机械和物料进场运输的需要。线路沿线乡村道路纵横交错，对外交通条件较好，施工道路布置尽量利用现有乡村道路（机耕道），原路扩建施工道路 90.55km，可减少施工道路新增临时占地面积 31.69hm²；减轻工程建设造成的水土流失，满足水土保持要求。

（3）弃渣场

主体设计未考虑弃渣场布置，本方案根据土石方平衡、环境敏感区分布及沿线地形条件等，共设置 75 个弃渣场，新增占地面积 330.55hm²。由于项目处于高山、高中山地貌区，沿线地形、地质条件复杂，工程土石方工程量大，平均每公里达 17.60 万 m³；弃渣场布置结合地形条件、地物分布、运输条件等进行布设，平均堆高 5~23m，共设置弃渣场 75 处，接纳弃渣 4367.73 万 m³（松方），根据对弃渣场容量复核，弃渣场占地规模总体合理。

（4）表土临时堆场

主体设计未考虑表土临时堆场布置，本方案根据表土平衡及沿线地形条件等，共设置 122 处表土临时堆场，共计占地面积 75.90hm²；其中新增占地 43 处，占地面积 12.06hm²；利用已征地 79 处，可减少新增占地面积 63.84hm²。

综上所述，经方案补充后，本项目临时占地满足施工需要，且采取永临结合的措施，共计减少临时占地 129.03hm²；其中施工生产生活区减少临时占地 33.50hm²；施工道路减少占地 31.69hm²；表土临时堆场减少临时占地 63.84hm²；施工结束后，对临时占用的土地恢复原来地貌，符合水土保持要求。因此，本项目临时占地合理。

3.占地类型的合理性分析

本项目永久占地 1063.97hm²，其中耕地 276.89hm²，园地 86.48hm²，林地 464.12hm²，草地 39.39hm²，住宅用地 43.80hm²，交通运输用地 10.97hm²，水域及水利设施用地 144.32hm²；临时占地 850.83hm²；其中耕地 238.03hm²，林地 602.08hm²，草地 1.00hm²，住宅用地 0.22hm²，水域及水利设施用地 9.51hm²。

工程占地情况分析见表 3.2-8。

表 3.2-8 工程占地分析表

项目		耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计
永久占地	面积 (hm ²)	276.89	86.48	462.12	39.39	43.8	10.97	144.32	1063.97
	比例 (%)	26.02%	8.13%	43.43%	3.70%	4.12%	1.03%	13.56%	100.00%
临时占地	面积 (hm ²)	238.03		602.08	1.00	0.22		9.51	850.83
	比例 (%)	27.98%	0.00%	70.76%	0.12%	0.03%	0.00%	1.12%	100.00%
合计	面积 (hm ²)	514.92	86.48	1064.2	40.39	44.02	10.97	153.83	1914.80
	比例 (%)	26.89%	4.52%	55.58%	2.11%	2.30%	0.57%	8.03%	100.00%

从上表可以看出，本项目林地占比较高，达 55.58%，其次为耕地，占 26.89%，其他地类占用较少。项目位于高山、高中山区，地形起伏较大，林草覆盖率较高，耕地以坡耕地和沟谷地带的水田为主。本项目占地类型与区域土地利用现状总体一致，占地类型合理。

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

3.2.3 土石方平衡评价

3.2.3.1 表土平衡及堆存评价

1.表土剥离及堆存

根据对工程表土可剥离区域、剥离量的分析，结合项目区地形条件、施工方法、表土层厚度，以及目前的技术经济条件，对工程占地范围内表土进行了剥离，耕地、园地表土厚度在 20~30cm，林地、草地表土在 10~20cm 左右，其它类型土地（住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地）几乎没有表土，另外桥梁工程占用耕地和林地的区域主要为未扰动区域，表土临时堆放场的表土可采用铺垫措施保护表土，不进行表土剥离。所以本工程对路基、隧道、交工工程、沿线设施、施工生产生活区、弃渣场、施工道路占用耕地、园地、林地、草地区域进行表土剥离，共计剥离表土 227.69 万 m³，剥离表土满足主体工程绿化及临时设施迹地恢复覆土的需要，表土资源得到了有效保护，表土保护率达到 99.76%。

根据表土堆存规划，表土临时堆放尽量利用路基红线范围内、交叉工程、沿线

设施区、弃渣场、施工生产生活区和施工道路等区域进行堆放，利用已征地设置表土临时堆放场 79 处，减少新增占地面积 63.84hm²，新增占地表土临时堆放场少，减少地表扰动及植被破坏，施工时序可行。

2.表土利用

表土是一种很珍贵的土壤资源，本项目共剥离表土 227.69m³，在路基工程中央分隔带、路基边坡、弃渣场等区域进行后绿化或复耕均需利用剥离表土，全部将表土用于本项目后期复耕和绿化回覆，改善立地条件，改良土壤环境。

3.2.3.2 土石方平衡分析

1.主体设计土石方平衡分析

主体设计土石方包括路基、桥梁、隧道、交叉工程、沿线设施及施工道路，挖方 4479.10 万 m³（自然方，下同），填方 1052.75 万 m³，弃方 3281.80 万 m³。主体设计土石方平衡详见表 3.2-9。主体工程之间调配 200.55 万 m³，一般路基调出剩余表土 17.51 万 m³，全部调往弃渣场顶面绿化或复耕绿化用土。

表 3.2-9 主体工程土石方平衡表（自然方）

序号	项目	单位	挖方	填方	调入	调出	弃方
1	一般路基	万 m ³	984.87	173.65		103.84	707.38
2	特殊路基	万 m ³	19.47	19.47	19.47		19.47
3	桥梁工程	万 m ³	16.45				16.45
4	隧道工程	万 m ³	2549.55	10.97		104.66	2312.67
5	交叉工程	万 m ³	524.34	434.03	116.37	7.25	193.66
6	沿线设施	万 m ³	147.03	204.93	64.71	2.32	4.49
7	施工道路	万 m ³	237.39	209.71			27.68
8	小计	万 m ³	4479.10	1052.75	200.55	218.06	3281.80

(1) 主体设计土石方调配遵循“移挖作填”的原则，能够利用做路基填料的挖方应调配至本段或相邻填方路段，加强余方的综合利用，以减少取土方、弃渣和临时占地数量。本项目土石方平衡以工程设计文件、运距、地形地貌、施工条件、土石料质量等为分段原则，最长平衡段落为 5.642km，平均平衡段落为 3.370km，利用工程区既有交通条件，将土石方调配尽量控制在 5km 以内，并将挖方尽量回填利用减少弃渣量，同时避免了土石方调配运距太远，增加施工组织难度和工程投资，土石方调运符合节点适宜、时序可行、运距合理的原则。

(2) 主体设计未计列施工生产生活区、表土临时堆场和弃渣场挖填土石方量，本方案予以补充。

(3) 特殊路基换填挖出的土方共计 19.47 万 m³，包括软基土和红黏土，不能用

于路基填筑，主体工程建议根据沿线地质资料，尽量利用隧道洞渣进行换填，以减少弃方和借方量，布置合理。

(4) 桥梁钻渣（泥浆）共计 16.45 万 m³，桥梁钻渣需要经过泥水分离、翻晒等处理和改良，且钻渣成分取决于所在地的地质情况，多为土层、土夹石、砂卵石等，一般不能直接同作填料使用，因此将其运至渣场处置合理。

(5) 本项目桥隧比例较高，约 68.64%，隧道挖方约 2549.55 万 m³，合理利用隧道挖方是本项目处理好土石弃渣的关键。项目土石方平衡尽量考虑隧道弃渣的利用，利用隧道土石方 104.66 万 m³，基本为本桩利用，运距不超过 5km，主要用于特殊路基软基换填、交叉工程及沿线设施等填料，减少隧道弃渣和相关工程外购料，符合水土保持要求。

2.水保方案土石方平衡分析

经土石方平衡分析，全线挖方 4543.18 万 m³，填方 1115.54 万 m³，综合利用 127.04m³，余方 3300.60 万 m³。水保方案土石方平衡详见表 3.2-10。

表 3.2-10 水保方案土石方平衡表（自然方）

序号	项目	单位	挖方	填方	调入	调出	综合利用	余方
1	一般路基	万 m ³	984.87	173.65		103.84	707.38	984.87
2	特殊路基	万 m ³	19.47	19.47	19.47		19.47	19.47
3	桥梁工程	万 m ³	16.45				16.45	16.45
4	隧道工程	万 m ³	2549.55	10.97		104.66	2312.67	2549.55
5	交叉工程	万 m ³	524.34	434.03	116.37	7.25	193.66	524.34
6	沿线设施	万 m ³	147.03	204.93	64.71	2.32	4.49	147.03
7	施工生产生活区	万 m ³	7.49	6.21				1.28
8	施工道路	万 m ³	237.39	209.71				27.68
9	弃渣场	万 m ³	56.03	73.54	17.51			
10	表土临时堆放场	万 m ³	0.62	0.62				
11	小计	万 m ³	4543.23	1133.11	218.06	218.06	127.04	3283.08

(1) 本方案新增施工生产生活区挖方 7.49 万 m³，弃渣场表土剥离 56.03 万 m³，表土临时堆场挖方 0.62 万 m³。因线路沿线地形坡度大，经复核，施工生产生活区产生弃方 1.28 万 m³。弃渣场后期绿化和复耕覆表土不足 17.51 万 m³，从一般路基表土中调配。表土临时堆放场对场地条件要求低，自身土石方挖填平衡考虑。

(2) 项目沿线地形坡度大，隧道、路基、交叉工程等工区部分位于河谷坡地，施工道路根据工区位置及地形条件布置，因此布设施工便道必将产生部分弃渣，但施工道路为临时工程，技术标准低，可尽可能将开挖土石方回填利用，减少弃渣量，经方案优化调整后，施工道路产生弃渣 27.68 万 m³。

(3) 根据隧道地质条件分析, 本项目隧道挖方主要为砂泥岩互层、页岩、白云质灰岩等, 白垩系下统城墙岩组, 侏罗系上统蓬莱镇组, 中统遂宁组、沙溪庙组、千佛岩组, 下统白田坝组, 三叠系上统须家河组, 中统嘉陵江组等, 风化强烈, 属半坚硬岩组, 可以利用于路基填筑, 砂岩、灰岩可以利用作为路基防护、排水工程骨料等。因此, 本方案考虑隧道弃渣的综合利用, 利用隧道石方 121.26 万 m^3 。因在工可阶段, 只有初步地质资料, 对隧道地质情况的判断不够准确, 设计隧道挖方利用率较低, 在下阶段设计中应根据详细地勘资料研究隧道挖方利用量、利用方向, 尽量减少工程弃渣。

(3) 本项目余方量大, 全线石料场较少, 为减少弃方, 本方案将交叉工程余方用于互通造景等, 综合利用余方 5.78 万 m^3 。

(4) 余方处置方案

1) 弃渣组成分析

经本方案土石方平衡后, 本项目共计产生余方 3283.08 万 m^3 (自然方), 其中桥梁工程钻渣 16.45 万 m^3 和特殊路基软土 19.47 万 m^3 可直接作为回填料进行利用, 将其及时运至就近弃渣场集中堆置。此外, 一般路基、隧道工程、交叉工程、沿线设施、施工生产生活区、施工道路等余方 3247.16 万 m^3 , 通过对主体工程设计资料分析, 本项目沿线区上部基本主要覆盖为粘土、碎石土, 下部主要为卵砾石土、下伏泥岩、白云岩、玄武岩、灰岩等, 这部分挖方经处理后可做为回填料。

2) 弃渣处置

通过调查分析, 本项目位于四川省西南部, 地处滇西北横断山高山峡谷与云贵高原接壤地带, 主体设计在沿线开展了调查, 地形错综复杂, 主要经过农村地区, 基本无可利用本项目弃渣的建设工程, 因此本项目余方需设置弃渣场集中处置。

综上所述, 因项目建设需开挖一般路基、特殊路基、桥梁、隧道、交叉工程、沿线设施、弃渣场、施工道路、施工生产生活区等区域的土石方开挖 4543.23 万 m^3 , 项目回填利用挖方 1133.11 万 m^3 , 无借方。本方案利用隧道石方作为路基防护、排水工程的骨料、互通场内局部景观造景等综合利用方式, 隧道石方骨料利用 121.26 万 m^3 , 互通场内造景利用 5.78 万 m^3 , 将挖方利用率提高到了 27.74%, 进一步减少了工程弃方。

建议工程在下阶段设计中, 应根据设计深度的不断深入, 继续优化路线走向及重要构筑物分布, 进一步加大调配力度, 充分将开挖土石方用作路基填料; 进一步

研究弃土用于互通立交景观造景、弃石用于路基防护排水工程等综合利用方案的合理性和可行性，最大限度地减少永久弃方，并减少因土石方开挖、堆弃造成的扰动地表面积，更好的满足水土保持的要求。

3.2.4 弃渣场设置评价

本工程全线共设置弃渣场 75 个，消纳弃渣总量 4367.73 万 m^3 （松方，下同），总占地面积 330.55 hm^2 ，沟道型弃渣场 37 个、坡地型弃渣场 38 个。

1.弃渣场规划的合理性分析

根据土石方平衡，本工程弃渣总量为 3283.08 万 m^3 （合松方 4367.73 万 m^3 ），沿线共规划渣场 75 个，平均每 3.32km 设置有 1 个弃渣场。各弃渣场位置的选择以平衡节点为依据，尽量在平衡路段内选取地质条件好、地形合适、容量满足的位置进行堆渣。

表 3.2-11 弃渣场设置概况

序号	项目	弃渣场数量 (个)	消纳弃渣总量 (万 m^3)	总占地面积 (hm^2)	线路长度 (km)	渣场平均线路长度 (km)
1	西昌支线	7	405.88	29.02	38.96	5.57
2	主线	50	2834.15	237.10	158.48	3.17
3	木里支线	16	978.44	54.58	39.20	2.45
4	泸沽湖支线	2	149.26	9.85	12.72	6.36
5	合计	75	4367.73	330.55	249.36	3.32

工程布置的弃渣场可以使各路段弃渣就近堆放，缩短了弃渣运距，避免出现弃渣越山跨河调运，这样既减少运输过程中散落造成的影响，同时又尽可能地利用现有道路的运输能力，从而尽可能减少弃渣占地，减轻了工程建设对沿线带来的水土流失。因此，弃渣场数量是合理的。

2.弃渣调配的合理性分析

(1) 西昌支线

西昌支线线路起讫桩号 A0K0+000~AK37+000（A0K20+964=AK19+000），全长 38.964km，弃渣总量 405.86 万 m^3 （松方，下同），布设有 7 座弃渣场消纳西昌支线弃渣，本段线路弃渣调配主要受水土保持敏感区分布控制。

1) A0K0+000~AK27+000 段

①弃渣场布置

本路段长约 28.964km，其中 A0K0+700~AK25+200 长约 24.50km 路段均处在尔吾森林公园、邛海国家湿地公园、邛海-螺髻山国家级风景名胜区和邛海水源地等水

水土保持敏感区内。以上水土保持敏感区呈面状分布，相互重叠，分布范围广，弃渣场选址须避免占用水土保持敏感区，因此在水土保持敏感区外线路小里程端选择了1#、2#、3#共3座弃渣场，在水土保持敏感区外线路大里程端选择了4#、5#、6#共3座弃渣场。总体分析，弃渣场布置受水土保持敏感区制约，在线路出入水土保持敏感区位置选择弃渣场，渣场布置基本合理。

②弃渣调配

本路段弃渣总量 321.51 万 m^3 。该段以马家山隧道中点为平衡节点，A0K0+000~A0K17+768 长约 17.768km 路段弃渣总量 189.20 万 m^3 ，运至敏感区外线路小里程端弃渣场（1#、2#、3#）；A0K17+768~AK27+000 长约 11.196km 路段弃渣总量 132.31 万 m^3 ，运至敏感区外线路大里程端弃渣场（4#、5#、6#）。其中姚家隧道弃渣运至 2#弃渣场；花果山隧道作为土石方平衡节点，其前段弃渣运至 2#弃渣场，后段弃渣运至 3#弃渣场；马家山隧道作为土石方平衡节点，其前段弃渣运至 3#弃渣场，后段弃渣运至 4#、5#弃渣场；核桃隧道及王家山隧道弃渣运至 5#、6#弃渣场。

2) AK27+000~AK37+000 段

①弃渣场布置

本路段长约 10.00km，虽然部分路段仍然涉及水土保持敏感区，但线路沿邛海-螺髻山国家级风景名胜区西部边缘前行，线路西侧选择弃渣场不受水土保持敏感区控制，选择了 7#弃渣场接纳本段。本段弃渣除少量弃渣运至 6#弃渣场外，弃渣主要运至 7#弃渣场集中处置。

②弃渣调配

本路段弃渣总量 84.35 万 m^3 （松方），其中 10.70 万 m^3 运至 6#弃渣场外，其余 73.66 万 m^3 运至 7#弃渣场。

综上所述，西昌支线弃渣调配结合区域水土保持敏感区分布、渣场设置、运输成本等因素，进行了综合分析，弃渣调配合理。

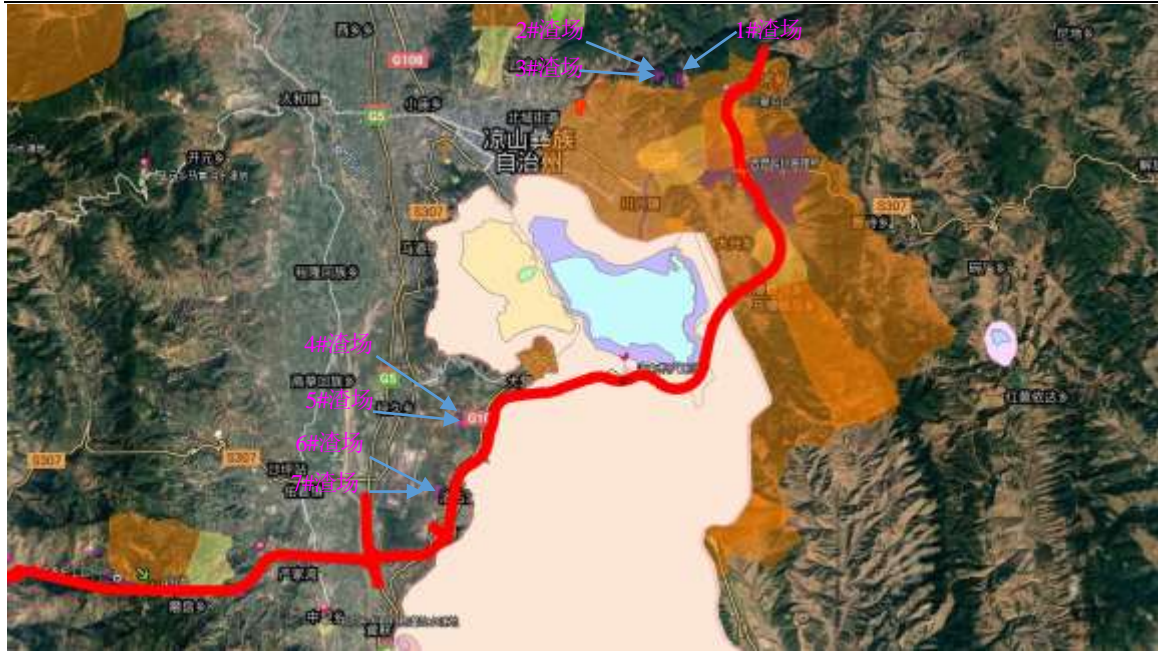


图 3.2-10 西昌支线与敏感区位置关系及弃渣场布置图

表 3.2-12 西昌支线弃渣调配表

土石方平衡段落	长度 (km)	弃渣量 (m ³)		去向	堆渣量 (万 m ³)	渣场容量 (m ³)	平均运距 (km)	备注
A0K0+000~A0K4+000	4.000	48.82		1#	48.82	52.77	9.30	弃渣运至敏感区外线路小里程端
A0K4+000~A0K8+600	4.600	19.59		2#	78.60	82.44	18.50	
A0K8+600~A0K11+920	3.320	19.32						
A0K11+920~A0K14+618	2.698	39.69						
A0K14+618~A0K17+768	3.150	61.78		3#	61.78	67.68	19.80	
小计	17.768	189.20			189.20	202.89		
A0K17+768~A0K20+964	3.196	50.38	14.38	4#	14.38	16.63	15.30	弃渣运至敏感区外线路大里程端
			36.00					
AK19+000~AK22+758	3.758	17.38		5#	81.95	84.15	12.60	
AK22+758~AK27+000	4.242	64.55	28.57					
			35.98	6#	36.98	49.04	13.10	
小计	11.196	132.31						
合计	28.964	321.51						
AK27+000~AK31+000	4.000	50.64	10.70	6#	10.70			
			39.94					
AK31+000~AK34+350	3.350	20.59		7#	73.66	77.41	8.50	
AK34+350~AK37+000	2.650	13.15						
小计	10.000	84.35						
总计	38.964	405.86						

(2) 主线

线路起讫桩号 AK37+000~AK195+625（断链长 150m），全长 158.475km，结合线路走向及土石方平衡，弃渣场均匀分布在线路两侧，其中小高山隧道（含）至牦牛山隧道（不含）段路段地形陡峭，坡长长，弃渣量大，AK96+750~AK109+735 段

为小高山隧道段，AK109+735~AK152+130 段主要为路桥段，水保方案重点对该段土石方调配进行分析。

1) AK96+750~AK109+735 段

①弃渣场布置

本路段为小高山隧道工程，线路长 12.985km，设有 2#、3#斜井。隧址区最高峰高程 3626m，隧道进出口处地面高程 2500~2580m，相对高差约 1100m，地形起伏较大。隧道进口端布置了 1 座弃渣场（28#），隧道出口段布置了 3 座弃渣场（30#、31#），隧道中部结合沿线地形、2#和 3#斜井位置，弃渣场布置在省道 S307 下游，布置了 2 座弃渣场（26#、27#）。从上分析可以看出：本路段弃渣场布置结合沿线地形、隧道进出洞和斜井出口工区等，布置合理。

②弃渣调配

本路段弃渣总量 409.68 万 m^3 （松方），包括隧道及斜井工程和临时工程弃渣，其中小高山隧道、2#斜井及 3#斜井弃渣 407.80 万 m^3 （自然方 303.17 万 m^3 ）。弃渣结合隧道施工工区、渣场设置、运输成本等因素，进行了综合分析，弃渣调配合理。弃渣调配详见表 3.2-13。



图 3.2-11 AK96+750~AK109+735 段渣场布置图

表 3.2-13 小高山隧道段弃渣调配表

土石方平衡段落	长度 (km)	弃渣量 (m ³)	去向	堆渣量 (万 m ³)	渣场容量 (m ³)	出渣 工区	平均运距 (km)
AK96+750 ~ AK100+300	3.55	97.44	26#	97.44	101.16	隧道进口	17.10
AK100+300 ~ AK103+143	2.843	106.08	90.80	27#	90.80	2#斜井	11.40
			15.28	28#	15.28		18.56
AK103+143 ~ AK105+986	2.843	97.77	29#	97.77	100.76	3#斜井	1.80
AK105+986 ~ AK109+735	3.749	108.39	97.33	30#	97.33	隧道出口	0.90
			11.06	31#	11.06		13.23
小计	12.985	409.68					

2) AK109+735~A6K152+130 段

①弃渣场布置

本路段长约 42.395km，弃渣主要为路基工程和沿线设施，分为 5 个土石方平衡段落，弃渣场在线路两侧均匀分布，布置合理。

②弃渣调配

本路段无隧道工程，弃渣主要为路基工程、盐源互通、果场互通、盐源养护工区及盐源路段管理所等，弃渣总量 630.76 万 m³(松方)，分别由 32#~42#共 11 座弃渣场消纳，弃渣调配结合各平衡节点、渣场位置、运输成本等因素，进行了综合分析，弃渣调配合理。弃渣调配详见表 3.2-14。



图 3.2-12 AK109+735~A6K152+130 段渣场布置图

表 3.2-14 AK109+735~AK152+130 段弃渣调配表

土石方平衡段落	长度 (km)	弃渣量 (m ³)	去向	堆渣量 (万 m ³)	渣场容量 (m ³)	平均运距 (km)	
AK109+735~AK113+402	3.667	30.72	32#	30.72	41.81	0.30	
AK113+402~AK117+000	3.598	21.79	33#	21.79	24.85	0.60	
AK117+000~AK120+600	3.600	189.46	96.34	34#	96.34	98.63	0.50
			93.12	35#	93.12	96.62	1.30
AK120+600~AK124+660	4.060	33.04	36#	33.04	40.95	0.80	
AK124+660~AK128+000	3.340	57.45	37#	57.45	67.69	4.50	
AK128+000~AK131+800	3.800	77.19	38#	77.19	81.69	4.90	
AK131+800~AK136+000	4.200	64.05	39#	64.05	70.94	1.60	
AK136+000~AK139+000	3.000	61.53	40#	61.53	66.75	5.80	
A6K139+000~A6K143+300	4.300	47.64	41#	47.64	53.65	1.40	
A6K143+300~A6K148+000	4.700	42.89	42#	47.89	57.20	1.10	
A6K148+000~A6K152+130	4.130	5.00					
小计	42.395	630.76					

(3) 木里支线

1) 弃渣场布置

木里支线主要沿卧罗河左岸、小金河左岸前行，全长 39.20km，以桥隧为主，桥隧比达 92.97%，隧道弃渣量大。本路段弃渣场布置受地形地质等自然因素控制，部分路段运距较远。在线路起点段落布置了 3 座弃渣场，线路中部红岩子隧道和吐故隧道之间（Z0K19 附近）的盐唐沟支沟内布置了 7 渣场，在线路终点布置了 1 座弃渣场，因线路沿线地形切割强烈，山坡陡，沟谷深，地质条件复杂，采取遥感调查、资料收集与现场调查相结合的方式，调查后沿线确无弃渣条件，因此在木里县城东北面，距线路终点约 24km 的蚂蟥沟布置了 5 座渣场。

2) 弃渣调配

本路段弃渣总量 978.44 万 m³（松方），以隧道弃渣为主，隧道弃渣 912.63 万 m³，弃渣调配主要受弃渣场选址制约。因沿线弃渣条件差，渣场布置相对集中，造成部分路段弃渣运距较远，但方案尽可能结合隧道施工工区、渣场位置、运输成本等因素，对弃渣进行合理调配。下麦地隧道作为土石方平衡节点，其前段弃渣运至 62#弃渣场，后段弃渣运至 63#、64#弃渣场；红岩子隧道作为土石方平衡节点，其前段弃渣运至 65#弃渣场，后段弃渣运至 66#弃渣场；

弃渣调配详见表 3.2-15。

表 3.2-15 木里支线弃渣调配表

土石方平衡段落	长度 (km)	弃渣量 (m ³)	去向	堆渣量 (万 m ³)	渣场容量 (m ³)	平均运距 (km)	
Z0K0+000~Z0K2+190	2.190	58.77	58#渣场	58.77	62.37	5.10	
Z0K2+190~Z0K6+800	4.610	124.71	63.90	59#渣场	63.90	67.08	0.50
			60.81	60#渣场	60.81	64.53	1.30
Z0K6+800~Z0K11+747	4.947	134.01	43.79	61#渣场	43.79	48.37	45.20
			90.22	62#渣场	90.22	96.99	45.30
Z0K11+747~Z0K16+663	4.916	135.33	53.96	63#渣场	53.96	57.38	31.40
			19.00	64#渣场	19.00	21.59	31.50
			62.37	65#渣场	62.37	67.68	18.70
Z0K16+663~Z0K20+400	3.737	99.32	66#渣场	99.32	103.88	18.70	
Z0K20+400~Z0K22+400	2.000	72.77	67#渣场	72.77	74.90	2.10	
Z0K22+400~Z0K27+052	4.652	117.01	87.66	68#渣场	87.66	93.570	48.60
			29.35	69#渣场	29.35	31.87	49.70
Z0K27+052~Z0K32+694	5.642	101.86	47.50	70#渣场	47.50	50.680	41.90
			54.36	71#渣场	54.36	56.51	43.20
Z0K32+694~Z0K35+563	2.869	75.20	72#渣场	75.20	80.550	38.00	
Z0K35+563~Z0K39+200	3.637	59.46	73#渣场	59.46	62.83	0.60	
小计	39.20	978.44					

3.弃渣场选址及外环境关系分析

本项目选取的弃渣场为沟道型、坡地型弃渣场，弃渣场优先选择荒山、荒沟、荒地作为堆渣区域，但工程区属高山、高中山区，丘谷相间，沟谷和缓坡地基本为农田。因此，部分弃渣场还是占用了耕地资源。根据表 2.2.5-2 的统计，弃渣场主要占地类型为耕地、林地、住宅用地、水域及水利设施用地，弃渣场选址不涉及河道、湖泊和水库管理范围，弃渣场周围地质条件较好，未发现泥石流、崩塌、滑坡等不良地质现象。部分弃渣场内或下游安全距离内有居民点的，纳入主体工程拆迁范围，如 5#、8#、17#弃渣场，在落实上述弃渣场的拆迁后弃渣场的设置对周边公共设施、基础设施、工业企业、居民点无重大影响。

4.弃渣场规模的合理性分析

本项目设置的 75 个弃渣场，堆渣量大于 100 万 m³（松方，下同）的有 1 个，堆渣量大于 50~100 万 m³（松方，下同）的有 46 个，在 40~50 万 m³的弃渣场有 9 个，弃渣量在 20~40 万 m³的弃渣场有 12 个，弃渣量在 10~20 万 m³的弃渣场有 7 个，无弃渣量<10 万 m³的弃渣场。沿线设置的弃渣场使各路段内的弃渣得到了集中、就近堆放，减少了占地。因此，弃渣场规模满足水土保持和工程实际情况的需要，其设置是合理的。

5.弃渣场堆置方案合理性分析

（1）综合坡度

本项目弃渣场采取多级台阶分层堆渣，分层碾压，渣体碾压压实度不小于 85%。按 1:2 进行放坡，每 10m 分层一级，设 5m 宽马道，每 30m 设 10m 宽平台，弃渣场综合坡度满足渣场稳定要求，渣场稳定计算详见本方案 5.3.3.1。

（2）堆渣方式

本项目弃渣场先实施拦挡后，渣体采用自下而上的堆置方式，满足规范要求。

（3）渣场容量

本项目弃渣场堆渣量以自然方为基础进行折算，可完全接纳本项目弃渣，渣场容量均满足堆渣要求。

6.植物恢复措施的合理性分析

项目位于高山、高中山区，沿线地形复杂，地形坡度大，占地以林地为主，沿线地形条件稍好的多已开垦为耕地，因此弃渣场的选择不可避免的占用了一些旱地，对于占用了耕地的弃渣场，堆渣完成后将进行复耕。对于占用其它土地类型的弃渣场，堆渣完成后将对渣场坡面、顶面采取绿化措施。

7.与水土保持敏感区的关系

通过现场踏勘，并结合各敏感区专题论证报告，本项目弃渣场均不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地、饮用水源保护区等水土保持敏感区。

8.与四川省生态保护红线的位置关系

根据《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号），本项目所选渣场均不在生态保护红线范围内。

9.与已划定河湖管理范围的关系

本项目共设弃渣场 75 座，其中汇水面积在 5km²以上的渣场的有 5 座，分别为 52#、59#、63#、64#、67#，其中主线 1 座，木里支线 4 座，涉及盐源县和木里县。2021 年 4 月 25 日，我公司分别向盐源县水利局和木里县水利局征求意见（详见附件 9-10），经核实，上述不涉及已划定的河湖管理范围，木里县水利局和盐源县水利局分布出具了《木里县水利局关于确认 G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程弃渣场位置的函》（木水函[2021]34 号）、《盐源县水利局关于确认 G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程弃渣场确认的回函》，详见附件 11-12。建议在后续设计时，应对本项目弃渣场点对点进行专项设计，并做好防护措施，同时对沟道型弃渣场做好行洪论证工作。

综上所述，本项目弃渣场设置是合理的。

表 3.2-12 弃渣场外环境一览表

渣场名称	线路桩号	相对位置	渣场类型	容量	堆渣量	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	弃渣场选址制约因素				外环境及合理性分析
				万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²	公共设施、基础设施	工业企业	居民点	河道、水库和湖泊管理范围	
1#弃渣场	A0K1+000	右 4400m	坡地型	52.77	48.82	65	分层碾压	0.21	3.69	无	无	无	无	弃渣场位于瓦泥坡附近一支沟内，占用林地，场内无居民点；西南侧瓦泥坡居民点位于渣场上游，最近距离约 227m，无影响；渣场下游约 416m 为东河，不在河道管理范围；渣场周边主要为林地和耕地，植被条件较好。弃渣场位于沟为，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游为沟道及两岸林地，选址无限制性因素，基本合理。
2#弃渣场	A0K1+000	右 4750m	坡地型	82.84	78.60	65	分层碾压	0.33	4.72	无	无	无	无	弃渣场位于瓦泥坡附近一支沟内，占用林地，场内无居民点；南侧、西南侧瓦泥坡居民点位于渣场上游，最近距离约 231m，无影响；渣场下游约 550m 为东河，不在河道管理范围；渣场周边主要为林地和耕地，植被条件较好。弃渣场位于沟尾，上游汇水面积小；渣脚坡口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游为沟道及两岸林地，选址无限制性因素，基本合理。
3#弃渣场	A0K1+000	右 3500m	坡地型	67.68	61.78	45	分层碾压	0.33	5.57	无	无	无	无	弃渣场位于跑马坪一沟道内，占用林地，场内无居民点；西侧及西南侧为瓦泥坡居民点，东侧及东北侧为跑马坪居民点，均位于渣场上游或两侧，居住高程大于最大堆渣高程 1990m，无影响；渣场下游约 1000m 为东河，渣场不在河道管理范围；渣场周边主要为林地和耕地，植被条件较好。弃渣场位于沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游为沟道及两岸林地，选址无限制性因素，基本合理。
4#弃渣场	AK26+700	右 1700m	坡地型	16.63	14.38	30	分层碾压	0.10	1.98	无	无	无	无	弃渣场位于黎家湾子附近，占用林地、水域与水利设施用地，场内无居民点；渣场周边主要为林地和耕地，水域与水利设施用地，植被条件较好。西侧居民点位于渣场上游，无影响；弃渣场下游冲沟两侧山咀前方有居民点分布，最近距离约 300m，渣场不正冲居民点，且渣场挡墙外有鱼塘缓冲，对其安全无威胁；渣场下游 110KV 电力线架空，塔基不在沟道内，高程较高，无影响；弃渣场位于沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；周边已有道路密布，弃渣运输条件较好；弃渣场选址基本合理。
5#弃渣场	AK27+300	右 1450m	坡地型	84.15	81.95	50	分层碾压	0.13	6.12	无	无	场内 2 户居民点，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除，塔基就近迁改。	无	弃渣场位于黎家湾子附近，占用林地、住宅用地、水域与水利设施用地，场内 2 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除；弃渣场西北侧居民点居住高程大于渣场最大堆渣高程，无影响；弃渣场下游冲沟左侧山咀后方有居民点分布，最近距离约 220m，有山体阻挡，对其安全无威胁；渣场下游约 65m 为 110KV 电力线塔基，本次纳入主体工程迁改范围，将塔基迁改至高程较高处；弃渣场位于沟头，上游汇水面积小，易于挡渣墙防护；周边已有道路密布，弃渣运输条件较好；弃渣场选址基本合理。
6#弃渣场	AK31+000	右 790m	坡地型	49.04	46.68	70	分层碾压	0.07	2.52	无	无	无	无	弃渣场位于老营盘附近，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为园地、林地和草地，植被条件较好。弃渣场下游冲沟左侧有居民点分布，最近距离约 464m，渣场不正冲居民点，危害较轻；渣场下游 110KV、220KV、500KV 电力线架空，塔基高程高于沟底 10m 以上，高程较高，无影响；弃渣场位于沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；周边已有道路密布，弃渣运输条件较好；弃渣场选址基本合理。
7#弃渣场	AK31+200	右 760m	坡地型	77.41	73.66	63	分层碾压	0.12	4.42	无	无	无	无	弃渣场位于老营盘附近，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为园地、林地和草地，植被条件较好。弃渣场下游冲沟左侧有居民点分布，最近距离约 370m，渣场不正冲居民点，危害较轻；渣场下游 110KV、220KV、500KV 电力线架空，塔基高程高于沟底 10m 以上，高程较高，无影响；弃渣场位于沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；周边已有道路密布，弃渣运输条件较好；弃渣场选址基本合理。
8#弃渣场	AK43+710	左 120m	沟道型	103.03	97.55	55	分层碾压	0.39	6.69	无	无	场内 1 户居民，下游约 145m 1 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。	无	弃渣场位于烧炭湾附近一支沟内，占用林地、住宅用地，场内 1 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除；渣场周边主要为林地和草地，植被条件较好。渣场挡墙外侧西北面山咀前分布有居民点，影响较小；下游约 145m 有 1 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除；下游约 260m 分布有居民点，有水塘缓冲，无重大影响。弃渣场位于沟尾，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；弃渣运距短，周边已有道路密布，弃渣运输条件较好；弃渣场选址基本合理。（下游 220m 为本项目路基工程）
9#弃渣场	AK50+300	右 540m	沟道型	73.53	64.45	85	分层碾压	1.52	3.46	无	无	无	无	弃渣场位于李家屋基附近一沟道内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地和草地，植被条件较好。渣场处在沟头，占用 1 主沟两条支沟，上游汇水面积小。弃渣场下游冲沟北侧山腰分布有居民点，最近距离约 150m，居住高程 2050m，与沟底高差约 80m，无重大影响；下游约 560m 分布有居民点，与沟底高差约 10m，无重大影响；弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场在

渣场名称	线路桩号	相对位置	渣场类型	容量	堆渣量	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	弃渣场选址制约因素				外环境及合理性分析
				万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²	公共设施、基础设施	工业企业	居民点	河道、水库和湖泊管理范围	
														磨盘山隧道 1#斜井出口下游约 300m, 弃渣便利。弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
10#弃渣场	AK51+000	右 1290m	沟道型	79.33	75.98	95	分层碾压	2.03	3.34	无	无	无	无	弃渣场位于阴山河沟附近一沟道内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地和草地, 植被条件较好。弃渣场处在沟道中下部, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 弃渣场两侧台地有居民点分布, 与沟底高差大于 100m, 无影响; 下游冲沟右侧分布有居民点, 最近距离约 350m, 居住高程大于 1890m, 与沟底高差大于 50m, 无重大影响; 弃渣场位于沟道中部, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
11#弃渣场	AK59+100	右 470m	沟道型	71.96	65.48	75	分层碾压	4.73	3.69	无	无	无	无	弃渣场位于雅砻江南岸别基塘附近一沟道内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地和草地, 植被条件较好。渣场处在沟尾, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣场右侧别基塘居民点居住高程大于最大堆渣高程, 无影响。渣场下游冲沟两侧台地较场坝、密山分布有居民点, 居住高程与沟底自然高差达 30~50m, 不正冲居民点, 无重大影响。渣场下游约 1050m 为雅砻江, 不在河道管理范围内; 弃渣场位于沟道中部, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
12#弃渣场	AK59+750	右 285m	沟道型	48.45	40.54	85	分层碾压	4.81	2.28	无	无	无	无	弃渣场位于雅砻江南岸较场坝附近一沟道内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地和草地, 植被条件较好。渣场处在沟尾, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣场下游冲沟两侧山腰较场坝、密山分布有居民点, 居住高程与沟底自然高差达 30~50m, 无重大影响。渣场下游约 890m 为雅砻江, 不在河道管理范围内; 弃渣场位于沟道中部, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
13#弃渣场	AK61+900	右 160m	沟道型	23.25	19.53	75	分层碾压	0.89	1.24	无	无	无	无	弃渣场位于雅砻江南岸火王岩沟沟道内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地和耕地, 植被条件较好。渣场处在沟道中上部, 上游汇水面积小; 渣场下游为沟道及两岸林地、耕地, 下游约 650m 为雅砻江, 渣场不在河道管理范围; 弃渣场位于沟道中部, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
14#弃渣场	AK63+800	左 2300m	沟道型	58.15	53.01	65	分层碾压	0.79	4.26	无	无	无	无	弃渣场位于麦地沟村李家湾附近一沟道内, 占用耕地、林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地和草地, 植被条件较好。弃渣场下游右侧冲沟一支沟内有居民点分布, 最近距离约 169m, 有山体阻隔, 无影响; 弃渣场位于沟道中部, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 选址无限制性因素, 基本合理。
15#弃渣场	AK66+600	右 50m	沟道型	48.08	44.09	85	分层碾压	1.91	2.02	无	无	无	无	弃渣场位于竹山沟沟道内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地和草地。弃渣场处在沟道中上部, 上游汇水面积较小。弃渣场下游冲沟两侧山咀侧面有居民点分布, 最近距离约 600m, 不正冲居民点, 无重大影响。下游约 690m 为省道 S307, 无重大影响。弃渣场位于沟道中部, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场位于蒋家隧道出口和包家沟隧道进口处, 弃渣便利; 选址无限制性因素, 基本合理。
16#弃渣场	AK67+450	左 75m	沟道型	57.67	52.09	85	分层碾压	0.26	2.95	无	无	无	无	弃渣场位于包家沟沟头, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地和草地。弃渣场处在沟头, 上游汇水面积小; 渣场下游 70m 为本项目包家沟隧道, 隧道埋深约 1125m; 无影响。弃渣场下游冲沟山咀有居民点分布, 最近距离约 1100m, 下游约 1200m 为省道 307, 无重大影响。弃渣场位于沟头, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 选址无限制性因素, 基本合理。
17#弃渣场	AK73+000	右 50m	坡地型	74.02	64.49	85	分层碾压	1.19	3.11	无	无	场内 1 户居民, 本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。	无	弃渣场位于龙洞湾沟道内, 占用林地、住宅用地, 场内 1 户居民, 本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除, 渣场周边主要为林地、草地和园地。弃渣场处在沟道中部, 上游汇水面积小; 渣场两侧山腰有居民点分布, 最近距离约 15m, 居住高程与沟底高差 30~50m, 无重大影响; 下游两侧台地分布有居民点, 与沟底高差达, 无重大影响; 渣场下游约 440m 为省道 307, 无重大影响。弃渣场位于沟道中部, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于挡渣墙防护; 位于龙洞湾 1#隧道出口和龙洞湾 2#隧道进口下游 100m, 弃渣便利; 选址无限制性因素, 基本合理。
18#弃渣场	AK75+800	右 500m	沟道型	30.03	27.52	55	分层碾压	3.91	2.10	无	无	无	无	弃渣场位于水缸坪附近一沟道内, 占用耕地、林地, 场内无居民; 渣场周边主要为耕地和草地。弃渣场处在沟尾, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 弃渣场左右两侧台地分布有居民点, 位于渣场尾部, 居住高程大于 1810m, 无重大影响。弃渣场下游冲沟左侧山咀背面有居民点分布, 有自然山体阻隔, 无重大影响; 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 周边已有 046 乡道, 弃渣运输条件较好, 弃渣场下游约 110m 汇入罗家沟沟道内, 选址无限制性因素, 基本合理。

渣场名称	线路桩号	相对位置	渣场类型	容量	堆渣量	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	弃渣场选址制约因素				外环境及合理性分析
				万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²	公共设施、基础设施	工业企业	居民点	河道、水库和湖泊管理范围	
19#弃渣场	AK77+400	右 50m	沟道型	18.37	15.62	55	分层碾压	1.12	1.31	无	无	无	无	弃渣场位于两田窝附近水关箐一支沟内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地和林地。弃渣场位于沟尾，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；距标水岩隧道出口仅 200m，便于弃渣；渣场下游为沟道及两岸林地、耕地，选址无限制性因素，基本合理。
20#弃渣场	AK77+800	右 50m	沟道型	33.21	30.96	75	分层碾压	1.74	1.64	无	无	无	无	弃渣场位于两田窝附近水关箐一支沟内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地和林地。弃渣场位于沟尾，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；距庙子山隧道进口仅 90m，便于弃渣；渣场下游为沟道及两岸林地、耕地，选址无限制性因素，基本合理。
21#弃渣场	AK80+000	右 325m	沟道型	27.78	25.34	55	分层碾压	3.59	2.02	无	无	无	无	弃渣场位于大松树附近水关箐一支沟内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地和林地。渣场处在沟尾，上游汇水面积较大，须妥善处理好沟水导排措施；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场右侧为张家坪居民点，最近距离约 65m，居住高程大于渣场最大堆渣高程，无重大影响。渣场下游为沟道及两岸林地、耕地，选址无限制性因素，基本合理。
22#弃渣场	AK80+800	右 50m	沟道型	25.51	22.65	65	分层碾压	1.82	1.57	无	无	无	无	弃渣场位于红岩子附近水关箐一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场距离红岩子隧道进口约 85m，便于弃渣；渣场处在沟尾，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场下游为沟道及两岸林地，下游约 80m 汇入水关箐沟道；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
23#弃渣场	AK82+100	右 200m	坡地型	37.59	31.63	35	分层碾压	0.89	4.67	无	无	渣场下游分布约 3 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。	无	弃渣场位于宋家依得附近坡地，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地和林地。弃渣场处在沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣上游居民居住高程大于最大堆渣高程，无重大影响；渣场下游分布约 3 户居民，最近距离约 50m，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除；弃渣场选址基本合理。
24#弃渣场	AK89+100	右 280m	坡地型	39.79	37.87	55	分层碾压	0.39	2.73	无	无	无	无	弃渣场位于土公铺附近坡地，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边为林地、草地。弃渣场处在沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游左右两侧下火山、土公铺分布有居民点，距离约 330m，位于渣场侧面，无重大影响；渣场下游约 400m 为省道 S307，距离远，且有沟道缓冲，无重大影响，弃渣场选址基本合理。
25#弃渣场	AK102+500	左 2850m	沟道型	77.12	71.22	65	分层碾压	1.24	5.65	无	无	无	无	弃渣场位于小高山店子附近一沟道内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地和草地，植被条件较好。弃渣场下游冲沟右侧有小高山店子居民点分布，最近距离约 815m，有山体阻挡，无重大影响；弃渣场处在沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；周边已有道路密布，弃渣运输条件较好；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
26#弃渣场	AK102+300	左 3160m	沟道型	101.16	97.44	75	分层碾压	1.01	5.62	无	无	无	无	弃渣场位于小高山店子附近一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地和草地，植被条件较好。弃渣场下游冲沟右侧有小高山店子居民点分布，最近距离约 760m，有山体阻挡，无重大影响；弃渣场处在沟尾，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；周边已有道路密布，弃渣运输条件较好；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
27#弃渣场	AK104+000	左 3350m	沟道型	94.90	90.80	65	分层碾压	4.42	5.84	无	无	无	无	弃渣场位于拉嘎脚得附近一支沟内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为林地和园地，植被条件较好。弃渣场位于岔沟沟尾，占用一条主沟，两条支沟，上游汇水面积较大，须妥善处理好沟水导排措施；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；东侧居民位于另一支沟内，有山体阻挡，无影响；弃渣场下游为拉嘎脚得小溪沟，周边已有道路密布，弃渣运输条件较好；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
28#弃渣场	AK98+500	右 440m	坡地型	18.56	15.28	55	分层碾压	0.32	1.35	无	无	渣场下游有约 4 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。	无	弃渣场位于大沟头一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地，植被条件较好。弃渣场处在沟尾，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场下游约 45m 汇入大沟头沟道，大沟头对侧分布有约 4 户居民，最近距离约 68m，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
29#弃渣场	AK108+500		沟道型	100.76	97.77	65	分层碾压	1.07	6.74	无	无	无	无	弃渣场位于穆家凹沟道内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为林地、草地。弃渣场处在沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；弃渣场下游约 130m 汇入大沟沟道，渣场下游约 1090m 大沟左侧台地分布有居民点，居住高程与沟底高差 20m，无重大影响；渣场处在小高山隧道上方，隧道埋深约 140m，

渣场名称	线路桩号	相对位置	渣场类型	容量	堆渣量	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	弃渣场选址制约因素				外环境及合理性分析
				万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²	公共设施、基础设施	工业企业	居民点	河道、水库和湖泊管理范围	
														无影响。弃渣场选址基本合理。
30#弃渣场	AK109+700	右 460m	坡地型	99.90	97.33	65	分层碾压	0.41	5.63	无	无	无	无	弃渣场位于杜家屋基一沟道内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地、草地。弃渣场处在沟道中部，上游汇水面积较小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场下游沟道山咀分布有居民，距离约 430m，无重大影响。弃渣场选址基本合理。
31#弃渣场	AK109+300	右 60m	坡地型	13.23	11.06	45	分层碾压	0.05	1.05	无	无	渣场下游沟底有 1 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。	无	弃渣场位于水地沟一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为草地。弃渣场上游约 7m 为小高山隧道，隧道埋深约 98m；弃渣场处在沟头，上游汇水面积较小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场下游约 110m 为水地沟，沟底有 1 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。水地沟对侧乡道旁有居民分布，最近距离约 160m，位于渣场下游侧面，无重大影响。弃渣场选址基本合理。
32#弃渣场	AK112+400	右 115m	坡地型	41.81	30.72	35	分层碾压	0.33	5.43	无	无	无	无	弃渣场位于花沟一沟道内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。弃渣场处在沟道中部，上游汇水面积较小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；沟道地形较缓，渣场占用一主沟两支沟，上游汇水面积小；弃渣场下游约 115m 为本项目中房沟 2 号大桥，不在沟底设置桥墩，影响较小；冲沟在渣场下游 140m 处汇入黄水沟一支沟内，沟对侧为一山丘，山丘分布居民点，最近距离约 220m，有沟道缓冲，居住高程距沟底高差大于 20m，无重大影响。弃渣场选址基本合理。
33#弃渣场	AK114+300	左 400m	坡地型	24.85	21.79	25	分层碾压	0.30	3.55	无	无	无	无	弃渣场位于新关山附近一沟道内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。渣场处在沟道中部，上游汇水面积较小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游一山丘有居民分布，居住高程高，不正冲渣场，影响较小；弃渣场下游约 450m 为本项目火石坡 1 号大桥，不在沟底设置桥墩，无重大影响。弃渣场选址基本合理。
34#弃渣场	AK118+900	左 210m	坡地型	98.63	96.34	35	分层碾压	0.38	10.88	无	无	无	无	弃渣场位于炸子山附近松林沟内，占用耕地、林地和水域与水利设施用地，场内无居民，渣场周边主要为草地。弃渣场处在松林沟沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣顶距离本项目路基仅 200m，周边已有道路密布，便于弃渣；渣场下游为沟道及两侧草地，下游约 1780m 为松林沟水库，堆渣高度仅 35m，距离远，无重大影响。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
35#弃渣场	AK118+900	左 1020m	坡地型	96.62	93.12	45	分层碾压	0.27	6.71	无	无	无	无	弃渣场位于中水塘附近松林沟一支沟内，占用耕地、林地和水域与水利设施用地，场内无居民，渣场周边主要为林地。弃渣场处在沟头，沟道坡度较缓，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游为沟道及两侧草地，下游约 150m 汇入松林沟，渣场与松林沟水库相距约 1060m，堆渣高度低，距离远，无重大影响。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
36#弃渣场	AK122+400	右 460m	坡地型	40.95	33.04	35	分层碾压	0.08	4.68	无	无	无	无	弃渣场位于干沟右侧一坡地，占用林地，场内无居民，渣场周边主要为林地、草地。弃渣场处在沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场下游约 200m 汇入干沟，干沟下游约 530m 为本项目干沟大桥，渣场不正冲桥梁，且有干沟缓冲，无重大影响。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
37#弃渣场	AK126+000	左 585m	坡地型	67.69	57.45	25	分层碾压	0.39	10.83	无	无	无	无	弃渣场位于兰家沟，占用耕地、林地，场内无居民，渣场周边主要为林地、草地。弃渣场位于沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场下游约 610m 分布有居民，下游约 1100m 为 038 乡道，道路两侧分布较多居民，渣场堆高仅 25m，距离远，无重大影响。弃渣场选址基本合理。
38#弃渣场	AK128+000	右 2300m	坡地型	81.69	77.19	55	分层碾压	0.13	6.32	无	无	无	无	弃渣场位于崩土坎附近一坡地，坡度较缓，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地、林地。弃渣场上游汇水面积小，渣脚采用挡渣墙防护；下游临近一无名河沟，渣场不在河道管理范围；河沟对侧有居民点分布，最近距离约 410m，且有河沟缓冲，无重大影响。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
39#弃渣场	AK133+400	左 70m	坡地型	70.94	64.05	30	分层碾压	1.27	11.26	无	无	无	无	弃渣场位于长塘子附近一浅沟内，占用耕地、林地，场内无居民，渣场周边主要为耕地、林地。弃渣场位于浅沟沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场西侧台地分布有居民点，最近距离约 100m，居住高程大于最大堆渣高程，无重大影响；渣场下游右侧沟道山腰有居民点分布，距渣场约 600m，居住高程与沟底高差约 25m，无重大影响。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
40#弃渣场	AK138+500	右 770m	坡地型	66.75	61.53	25	分层碾压	1.74	10.43	无	无	无	无	弃渣场位于大垭口附近，占用林地，场内无居民，渣场周边主要为林地、草地。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处采用挡渣墙防护；弃渣场下游约 580m 分布 2 户居民，下游约 1000m 为本项目路基工程，渣场不正冲居民点，堆高仅 25m，距离远，无重大影响。弃渣场选址基本合理。
41#弃渣场	A6K142+100	右 580m	坡地型	53.65	47.64	25	分层碾压	1.33	7.53	无	无	无	无	弃渣场位于棉垭林场附近，占用耕地、林地，场内无居民，渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场下

渣场名称	线路桩号	相对位置	渣场类型	容量	堆渣量	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	弃渣场选址制约因素				外环境及合理性分析
				万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²	公共设施、基础设施	工业企业	居民点	河道、水库和湖泊管理范围	
														游约 1000m 为本项目棉垭林场大桥，渣场堆渣高度低，下游地形平缓，距离远，无重大影响。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
42#弃渣场	A6K145+500	右 325m	坡地型	57.20	47.89	25	分层碾压	0.19	8.70	无	无	无	无	弃渣场位于拉土儿包一坡地上，占用耕地、林地，场内无居民，渣场周边主要为林地。弃渣场位于坡地上部，汇水面积小；渣脚采用挡渣墙防护；弃渣场下游约 290m 分布有居民点，下游约 350m 为本项目路基工程，渣场堆渣高度低，下游地形平缓宽阔，距离较远，无重大影响。弃渣场选址基本合理。
43#弃渣场	A6K152+000	左 170m	坡地型	93.26	88.54	45	分层碾压	0.16	7.88	无	无	渣场下游紧邻约 3 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。	无	弃渣场位于红卡附近一坡地上，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地、林地。弃渣场位于沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场挡墙外紧邻约 3 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除；下游约 40m 为红卡河，不在河道管理范围内；弃渣场坡地地形平缓，上游汇水面积小；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
44#弃渣场	A6K152+200	左 430m	坡地型	43.11	32.75	55	分层碾压	0.08	2.98	无	无	无	无	弃渣场位于红卡附近一沟道内，占用林地，场内无居民。弃渣场位于沟头，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游 80m 为红卡河支沟，下游约 440m 处为红卡河，不在河道管理范围内；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
45#弃渣场	A6K154+300	右 1990m	沟道型	72.58	67.26	45	分层碾压	1.77	6.72	无	无	无	无	弃渣场位于中心村一沟道内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地、林地。弃渣场位于沟尾，占用一条主沟，两条支沟，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；弃渣场下游约 285m 有居民点分布，渣场下游沟道外为一平地，地形平台，地势开阔，防护距离长，无重大影响。弃渣场选址基本合理。
46#弃渣场	A6K162+050	左 2800m	沟道型	180.29	174.47	85	分层碾压	2.38	7.07	无	无	无	无	渣场位于壁垭沟沟道内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地、草地。弃渣场位于壁垭沟中部，上游汇水面积较大，须妥善处理好沟水导排措施；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场下游为沟道及两岸林地，下游约 640m 汇入九洛沟，弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
47#弃渣场	A6K166+100	左 800m	坡地型	68.02	62.30	65	分层碾压	1.39	4.55	无	无	无	无	渣场位于卧罗河大草附近坡地，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；下游约 430m 为一机耕道，约 570m 为卧罗河，渣场地势高，不在河道管理范围内。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
48#弃渣场	A6K170+300	右 30m	沟道型	21.88	17.65	55	分层碾压	2.00	1.73	无	无	无	无	渣场位于观音沟附近一沟道内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积较大，须妥善处理好沟水导排措施；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场坝址处为本项目盖租隧道，隧道埋深 102m。渣场下游为沟道及两岸林地，1500m 为卧罗河。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
49#弃渣场	A6K170+600	右 420m	沟道型	64.71	59.23	85	分层碾压	1.27	3.31	无	无	无	无	渣场位于观音沟附近一沟道内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；下游约 160m 沟道内布设 51#渣场。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
50#弃渣场	A6K176+300	右 130m	沟道型	69.52	67.44	65	分层碾压	1.31	4.65	无	无	无	无	渣场位于碉堡上附近一沟道内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地、草地。渣场尾部距离本项目卧波罗隧道平面距离约 74m，隧道埋深约 493m。渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；下游约 270 汇入麦地沟沟道，约 520m 处麦地沟沟道内布设 55#渣场。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
51#弃渣场	A6K177+200	左 55m	坡地型	48.68	40.76	75	分层碾压	0.74	2.95	无	无	渣场下游约 150m 沟道两侧有居民 2 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除；	无	渣场位于麦地沟附近，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地、林地。渣场右侧约 16m 为本项目卧波罗隧道，隧道埋深约 376m；渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游约 150m 沟道两侧有居民 2 户居民，本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除；下游约 290m 麦地沟沟道，沟对侧布有麦地沟居民点，距离渣场最近距离约 360m，有麦地沟作为缓冲，影响较轻。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
52#弃渣场	A6K177+200	右 260m	沟道型	91.72	73.46	55	分层碾压	5.31	7.58	无	无	无	无	渣场位于麦地沟沟道内，占用耕地、林地，场内无居民；渣场周边主要为林地、草地。弃渣场位于麦地沟沟道中部，上游汇水面积较大，须妥善处理好沟水导排措施；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场右侧约 120m 为本项目卧波罗隧道，隧道埋深约 357m；渣场下游沟道右侧分布有麦地沟居民点，最近距离约 300m，距沟底高差约 10m，影响较轻。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。

渣场名称	线路桩号	相对位置	渣场类型	容量	堆渣量	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	弃渣场选址制约因素				外环境及合理性分析
				万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²	公共设施、基础设施	工业企业	居民点	河道、水库和湖泊管理范围	
53#弃渣场	AK181+900	左 780m	坡地型	42.62	38.04	35	分层碾压	0.01	4.51	无	无	场内 1 户居民,本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。	无	渣场位于官田坝黑龙潭沟右侧坡地, 占用耕地、林地、住宅用地, 场内 1 户居民, 本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除; 渣场周边主要为耕地。渣场位于沟头, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于挡渣墙防护; 渣场下游约 38m 为黑龙潭沟, 沟对侧官田坝山体分布有居民点, 距离渣场最近约 170m, 居住高程与黑龙潭沟自然高差大于 30m, 无影响; 渣场南侧两户居民, 居住高程高, 有山体阻隔, 无影响; 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
54#弃渣场	AK182+400	左 400m	沟道型	36.72	33.50	45	分层碾压	3.70	2.72	无	无	无	无	渣场位于黑地黑龙潭沟右侧一支沟内, 占用耕地、林地, 场内无居民; 渣场周边主要为耕地。弃渣场位于沟尾, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场下游约 180m 汇入黑龙潭沟, 沟对侧中梁子山后方及侧后方分布居民点, 与渣场最近距离约 470m, 有自然山体阻隔, 无影响。弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
55#弃渣场	AK186+600	左 3430m	沟道型	86.39	80.00	85	分层碾压	2.17	4.84	无	无	无	无	弃渣场位于永宁河一支沟内, 占用耕地、林地, 场内无居民; 渣场周边主要为耕地、林地。弃渣场位于沟尾, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场下游约 260m 为永宁河, 与永宁河相对高差约 60m, 不在河道管理范围内; 河岸对侧为长柏乡居民集聚区, 居住高程高, 且有永宁河阻隔, 无影响。弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
56#弃渣场	AK192+300	左 200m	坡地型	78.05	58.23	75	分层碾压	1.64	4.73	无	无	无	无	弃渣场位于长布塘附近一支沟内, 占用耕地、林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地、耕地和草地, 植被条件较好。弃渣场位于沟尾, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于挡渣墙防护; 渣场右侧分布有长布塘居民点, 最近距离约 380m, 自然山体阻隔, 无影响; 周边已有道路密布, 弃渣运输条件较好; 渣场下游为沟道及两岸林地。弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
57#弃渣场	AK195+625	右 340m	沟道型	67.50	61.84	75	分层碾压	3.51	3.60	无	无	无	无	弃渣场位于白杨附近一沟道内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地、草地, 植被条件较好。弃渣场位于沟道中下部, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场下游约 400m 为本项目白杨 2 号大桥, 不在沟底设置桥墩, 影响较轻。弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
58#弃渣场	A6K175+800		坡地型	62.37	58.77	45	分层碾压	0.41	4.62	无	无	无	无	弃渣场位于麦地沟一支沟内, 占用耕地、林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地、草地, 植被条件较好。渣场在本项目卧波罗隧道上方, 隧道埋深 511m; 弃渣场位于沟头, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于挡渣墙防护; 渣场下游沟道布有 53#渣场, 两岸为草地、林地等。弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
59#弃渣场	Z0K4+400	右 85m	沟道型	67.08	63.90	75	分层碾压	6.80	3.44	无	无	无	无	弃渣场位于格洼村附近一沟道内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟尾, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣场所占用沟槽坡度较缓, 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场下游为沟道及两岸林地。弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
60#弃渣场	Z0K4+900	左 290m	沟道型	64.53	60.81	85	分层碾压	1.71	2.92	下游约 400m 为本项目博柯中桥, 影响较轻。	无	无	无	弃渣场位于瓦厂附近一沟道内, 占用林地, 场内无居民, 渣场周边主要为林地。渣场位于沟道中部, 上游汇水面积较小; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场下游约 400m 为本项目博柯中桥, 不在沟底设置桥墩, 影响较轻。渣场下游约 440m 台地上有居民分布, 居住高程与沟底高差大于 30m, 无重大影响; 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
61#弃渣场	Z0K18+950	左 8500m	沟道型	48.37	43.79	85	分层碾压	0.58	2.71	无	无	无	无	弃渣场位于铁厂附近野洛沟一支沟内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为耕地、林地。弃渣场位于沟尾, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场下游约 70m 汇入野洛沟, 野洛沟沟底为机耕道; 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
62#弃渣场	Z0K19+000	左 8500m	坡地型	96.99	90.22	85	分层碾压	1.72	5.14	无	无	无	无	弃渣场位于铁厂附近野洛沟一支沟内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为耕地、林地。弃渣场位于沟尾, 上游汇水面积小; 渣脚处沟口较小, 易于挡渣墙防护; 下游约 100m 汇入野洛沟, 野洛沟沟底为机耕道; 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。
63#弃渣场	Z0K18+200	左 1150m	沟道型	57.38	53.96	85	分层碾压	6.43	3.00	无	无	无	无	弃渣场位于大村附近野洛沟一支沟内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟道中部, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场下游为 64#弃渣场及两岸林地, 下游约 770m 汇入野洛沟。弃渣场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定, 选址无限制性因素, 基本合理。
64#弃渣场	Z0K18+700	左 780m	沟道型	21.59	19.00	65	分层碾压	6.74	1.51	无	无	无	无	弃渣场位于大村附近野洛沟一支沟内, 占用林地, 场内无居民; 渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟尾, 上游汇水面积较大, 须妥善处理好沟水导排措施; 渣脚处沟口较小, 易于拦渣坝防护; 渣场下游沟道背侧分布有居民点, 最近距离约 200m, 有自然山体阻挡, 无重大影响。渣场下游约 360m 汇入野洛沟, 下游为沟道及两侧林地。弃渣场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定, 弃渣场选址无限制性因素, 基本合理。

渣场名称	线路桩号	相对位置	渣场类型	容量	堆渣量	最大堆高	堆渣方案	汇水面积	占地面积	弃渣场选址制约因素				外环境及合理性分析
				万 m ³	万 m ³	m		km ²	hm ²	公共设施、基础设施	工业企业	居民点	河道、水库和湖泊管理范围	
65#弃渣场	Z0K18+950	左 6000m	坡地型	67.68	62.37	85	分层碾压	0.09	3.25	无	无	无	无	弃渣场位于毛家屋基附近野洛沟一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场下游冲沟左侧山咀侧面有居民点分布，最近距离约 180m，有山体阻挡，无重大影响；渣场下游约 280m 汇入野洛沟，野洛沟沟底为机耕道；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
66#弃渣场	Z0K18+950	左 7100m	坡地型	103.88	99.32	95	分层碾压	0.48	4.05	无	无	无	无	弃渣场位于上野落村附近野洛沟一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为耕地、林地。弃渣场位于沟尾，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；渣场下游约 110m 汇入野洛沟，对侧分布居民点，渣场不正冲居民点，且有野洛沟缓冲，无重大影响；野洛沟沟底为机耕道，弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
67#弃渣场	Z0K22+000	左 910m	沟道型	74.90	72.77	65	分层碾压	8.49	5.01	无	无	无	无	弃渣场位于草坪子附近一沟道内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积较大，须妥善处理好沟水导排措施；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场下游左侧沟道有居民点分布，居住高程与沟底高差约 100m，下游约 1.11km 为本项目吐故隧道，无重大影响。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
68#弃渣场	Z0K39+200	左 22720m	沟道型	93.57	87.66	85	分层碾压	1.45	5.12	无	无	无	无	弃渣场位于种牛场附近蚂蟥沟一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地，植被条件较好。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；下游约 650m 为蚂蟥沟，国道 G227 位于蚂蟥沟对侧，距离较远，有蚂蟥沟缓冲，无重大影响；渣场临近省道，运输条件较好；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
69#弃渣场	Z0K39+200	左 22830m	坡地型	31.87	29.35	85	分层碾压	0.29	1.63	无	无	无	无	弃渣场位于种牛场附近蚂蟥沟一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地，植被条件较好。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；下游约 125m 为蚂蟥沟，国道 G227 位于蚂蟥沟对侧，道路高程高于沟底 10~20m，有蚂蟥沟缓冲，无重大影响；渣场临近省道，运输条件较好；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
70#弃渣场	Z0K39+200	左 23540m	坡地型	50.68	47.50	85	分层碾压	1.12	2.65	无	无	无	无	弃渣场位于种牛场附近蚂蟥沟一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地，植被条件较好。弃渣场位于沟尾，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；下游约 75m 为蚂蟥沟，国道 G227 位于蚂蟥沟对侧，道路高程高于沟底 10~20m，有蚂蟥沟缓冲，无重大影响；渣场临近省道，运输条件较好；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
71#弃渣场	Z0K39+200	左 24000m	坡地型	56.51	54.36	85	分层碾压	1.16	2.77	无	无	无	无	弃渣场位于种牛场附近蚂蟥沟支沟一侧沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地，植被条件较好。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；下游约 76m 为蚂蟥沟，国道 G227 位于蚂蟥沟对侧，道路高程高于沟底 10~20m，公路对侧有居民点分布，有蚂蟥沟缓冲，居民居住高程高，对省道及居民点无重大影响；渣场沟道约 76m 汇入支沟，支沟下游约 600m 汇入蚂蟥沟，沟尾山咀前面有居民分布，渣场不正冲居民点，无重大影响；渣场临近省道，运输条件较好，弃渣场基本合理。
72#弃渣场	Z0K39+200	左 23220m	坡地型	80.55	75.20	85	分层碾压	0.95	4.12	无	无	无	无	弃渣场位于种牛场附近蚂蟥沟一支沟内，70#渣场上游，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地，植被条件较好。弃渣场位于沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于挡渣墙防护；弃渣场上游汇水面积小，下游约 640m 为蚂蟥沟，国道 G227 位于蚂蟥沟对侧，道路高程高于沟底 10~20m，有蚂蟥沟缓冲，无重大影响；渣场临近省道，运输条件较好；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
73#弃渣场	Z0K38+900	右 50m	沟道型	62.83	59.46	85	分层碾压	4.69	2.64	无	无	无	无	弃渣场位于刁满附近一沟道内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地、草地，植被条件较好。弃渣场位于沟尾，上游汇水面积较大，须妥善处理好沟水导排措施；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场下游约 49m 为一无名沟道，沟道对侧分布居民点，距渣场约 230m，居住高程大于 1950m，与沟底高差约 40m，无重大影响；渣场上游临近省道 216，运输条件较好；弃渣场选址无限制性因素，基本合理。
74#弃渣场	LK12+720	左 3440m	沟道型	54.62	49.62	85	分层碾压	1.23	3.06	无	无	无	无	弃渣场位于匹夫河一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。渣场处在沟道中部，上游汇水面积小；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场下游约 540m 为匹夫河，不在河道管理范围内，无重大影响；渣场下游为沟道及两侧林地、耕地，选址无限制性因素，基本合理。
75#弃渣场	LK12+720	左 3220m	沟道型	106.77	99.63	85	分层碾压	3.58	6.79	无	无	无	无	弃渣场位于王家坪附近匹夫河一支沟内，占用林地，场内无居民；渣场周边主要为林地。弃渣场位于沟尾，上游汇水面积较大，须妥善处理好沟水导排措施；渣脚处沟口较小，易于拦渣坝防护；渣场下游约 450m 为匹夫河，不在河道管理范围内，无重大影响。渣场下游为沟道及两侧林地、耕地，选址无限制性因素，基本合理。
				4753.87	4367.73				330.55					

3.2.6 施工方法与工艺评价

（一）路基开挖与填筑

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

（1）挖方工程

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

（2）填方工程

填方工程在施工过程中以装载机或推土机伴以人工找平，或采用平地机找平，压路机碾压密实。挖、填路段应根据施工情况及时修建各类临时措施、工程措施和植物措施，将可能产生的水土流失降低到最小。

（3）不良地质和特殊路基处置

本项目不良地质和特殊路基主要表现为软弱地基、泥石流、滑坡、红粘土，主体设计根据软基厚度主要采取强夯、换填、碎石桩、排水盲沟等处理措施。碎石桩基本不存在土石方挖填即可解决路基承载力、不均匀沉降等问题，不新增弃渣。而换填主要针对浅层软基，其换填工程量小，弃渣量相应较小，运往沿线弃渣场集中处置。泥石流对路线影响较小，采取桥梁型式跨越。滑坡采用桩板墙措施进行处治，其中木里支线 1 处滑坡路线采取绕避措施。红粘土主体设计采用垫层换填处理。上述措施土石方主要来源于构筑物基础开挖，其方量小，可有效稳定路基边坡，减少重力侵蚀。

上述处理措施满足减少水土流失的要求，处理方式合理。

（4）高填深挖路基、路基路堑防护、截排水（洪）工程

高填深挖路基主体设计主要采用锚杆框架梁植草或抗滑桩防护，路基路堑边坡主要采用骨架护坡、植草防护，以及相关工程防护措施，加之截排水（洪）工程，可减少边坡连续坡长，增加坡面汇流时间，降低汇流速度，可有效减少上游汇水对坡面的冲刷及由此造成的水土流失。建议施工单位施工过程中应合理安排工期，减少坡面裸露时间，边坡形成后临时开展坡面防护，一方面可稳定边坡，另一方面可

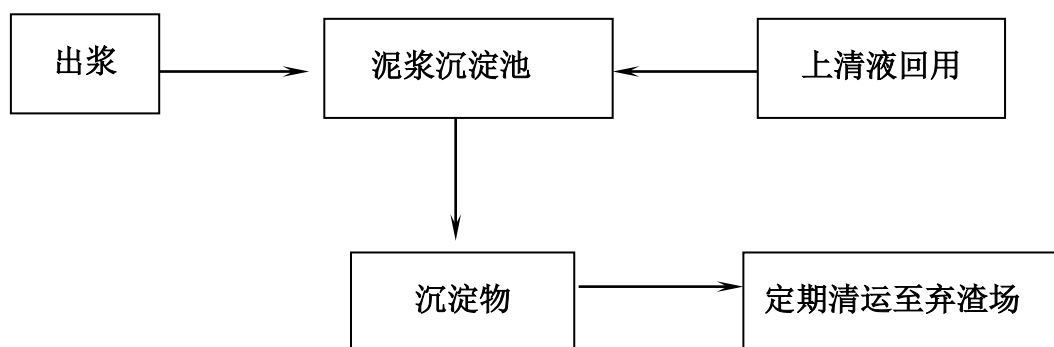
减少径流冲刷造成水土流失及安全隐患。

（二）桥梁施工

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

涉水桥墩采用钢围堰或沙袋围堰施工，其施工工艺成熟可行，可有效降低涉水施工过程中的水土流失。根据施工进度在工程结束前拆除围堰，沙袋围堰拆除后运至渣场进行妥善处置，钢围堰在施工过程中具有可重复利用、减少水土流失和降低对水环境的影响等优点。

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



（三）隧道施工

本项目共设置隧道 45 座，其中：1000m 以下的中短隧道 16 座，长隧道 18 座，特长隧道 11 座。1000m 以下隧道原则上采用单边掘进的方式进行开挖；1000m 以上的隧道原则上采用两边掘进的方式开挖。本项目隧道开挖采用人工挖掘或弱爆破形式，隧道出渣将采用汽车运输，运至临近填方路段或附近的弃渣场，弃渣运输过程中为防止散落和扬尘污染应加盖篷布。

根据施工方案，推荐线路隧道工程可能造成的水土流失影响是隧道出渣及洞口

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

（四）弃渣

公路工程建设过程中，弃渣为松散堆积体，弃渣运输过程主体设计未明确是否采取防止沿途散溢措施，本方案要求运渣运输车辆须安装使用密闭装置，实行全密闭运输，不得沿途抛洒滴漏。在防护措施没有施工以前，由于弃渣结构差，土质松散，孔隙率大，且表面无植被防护，遇暴雨或上游汇水下泄时，易造成严重的冲沟侵蚀。故为防止渣体的水土流失，渣体在堆放前渣体坡脚修建挡渣墙，渣体顶部以上修建截水沟，并对弃渣进行分层碾压，压实度须满足相关要求。完成后，并及时进行绿化生态防护，并持续养护。

（五）施工道路

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

（六）施工生产生活区

主体设计未布置施工生产生活区，本方案根据工程施工需要布置了 57 处，其中 35 处布置在已征地范围内，新增占地 22 处，不涉及区域水土保持敏感区、生态保护红线及植被良好的区域和基本农田范围。施工生产生活区结合场地地形布置，土石方量不大，可做到自身挖填平衡，但场地使用将对原地表植被构成破坏，损坏水土保持设施，加大了原地表水土流失量；施工结束后临时设施拆除，迹地裸露，在短时间内也将加大工程区水土流失。故施工场地使用结束后应及时进行迹地恢复。

（七）表土临时堆放场

主体设计未布置表土临时堆放场，本方案进行了补充。根据工程特点，对于部分路基和弃渣场无表土堆放条件的区域，本方案考虑了新增占地设置表土临时堆放场。西昌支线近八成的线路位于水土保持敏感区内，为了减小施工期间对环境敏感区影响的程度，表土临时堆放场全部布设在主体工程占地红线内。

表土剥离在工程准备期进行，而表土一般在工程将结束时才会使用，堆存期较长。本项目施工期为 5 年，工程区夏季降水丰富，受降水冲刷和阳光曝晒影响，若对表土临时堆放场不采取防护措施，将使表土肥力丧失、表土量减少，造成堆放期间的水土流失。因此，在堆放期间需对表土临时堆放场采用绿化措施或临时拦挡、覆盖措施加以防护。

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

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.7.1 路基工程

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

1.填方路基防护

当路堤边坡高度 $\leq 4.0\text{m}$ 时，边坡防护进行植草皮、喷播草籽、三维网植草和喷混植生等多种方案比较，选择合理的防护型式。当路堤边坡高度 $> 4.0\text{m}$ 时，边坡防护进行衬砌拱植草、浆砌片石（或混凝土预制块）格网植草等多种方案比较，选择合理的防护型式。沿河路基段设计水位加 0.5m 以下的路基边坡采用实体护坡或护脚防护。在地面横坡较大的路段，视具体情况采用路肩挡土墙、护肩或护脚墙进行防护。

填方路堤采用植草护坡、喷播草籽、三维网植草为单独的植物措施，骨架护坡等防护措施均为植物措施和工程措施相结合的综合防护，均应界定为水土保持工程。采用实体护坡、路堤或路肩挡土墙等防护措施，以及沿河路基或经过水田地段的实体护坡或护脚防护等防护措施为单纯的工程防护，不应界定为水土保持工程。

2.挖方边坡防护

对土质或全强风化岩石等易生长植被的挖方边坡，边坡采用挂三维网喷播植草防护。对弱风化花岗岩、砾岩等不易生长植被的岩石边坡，根据边坡坡率、高度采

用喷射种植混合基材植被或种植爬山虎进行边坡防护。在沿线半填半挖、地面横坡较陡的情况下设置挡土墙。

挖方路堑采用挂网植草、挂组合植草等防护措施，均应界定为水土保持工程。框架梁锚杆加固防护、护面墙防护为纯工程防护措施，不应界定为水土保持工程。

3.不良地质路段的处理及防护

本项目沿线不良地质及特殊地质现象主要为软弱地基、软弱地基、泥石流、滑坡、红粘土等。

软基主要采用换填、排水固结（塑料排水板）和碎石桩处理，泥石流设桥跨越，滑坡设置桩板墙防护，红粘土采用垫层换填处理，并做好排水措施。

对于不良地质的处理主要为路基及边坡稳定和安全服务，均采取工程措施防护，碎石换填、塑料排水板、碎石桩等不应界定为水土保持工程。

4.路基排水

（1）路基排水工程水土保持措施界定

路基排水系统应结合沿线水系及农灌设施进行系统设计，边沟纵坡一般不小于5‰，边沟全部采用砼浇筑，通过边沟将路面及坡面汇水横向引入桥涵进出水口，通过排水沟引出路基范围以外，将水排入自然沟渠内。对于挖方边坡，酌情在边坡坡顶适当位置设置截水沟，将坡面汇水引至挖方边坡以外。

此外，排水沟受地形限制落差大于10%时，设置急流槽，在急流槽的尽头均设消力设施，防止冲刷，并顺接至沿线自然沟渠；跌水井主要与涵洞相接，并通过路基排水沟与沿线自然沟渠顺接，以防止路基、边坡和外围农田被冲刷，影响路基稳定，并由此造成较大的水土流失危害。

根据公路排水设计规范（JTGT D33-2012），公路排水设计降雨重现期根据公路等级和排水类型确定，本项目属高速公路，路面和路肩表面排水为5年，路界内坡面排水为15年，采用5~10min短历时暴雨。边沟分为盖板边沟和无盖板边沟，均采用矩形断面。盖板边沟采用50cm×70cm，衬砌厚度30cm，对于地下水富集路段，边沟底部设碎砾石盲沟，并埋设φ10带孔波纹管。无盖板边沟采用60cm×60cm，衬砌厚度40cm。截排水沟采用梯形断面，底宽50cm，深50cm，边坡坡比1:0.5-1:1，衬砌厚度25cm。堑顶截水沟采用半矩形断面40cm×40cm，靠边坡一侧随边坡坡度，衬砌厚度15cm；沉沙池一般采用长×宽×高=120cm×100cm×100cm，C20或C25现浇混凝土砌筑，厚度40cm。

路基的截、排水工程可使坡面汇水有效排出，避免了对开挖坡面的冲刷造成的水土流失，均应界定为水土保持工程。

（2）截排水沟能力复核

选取 AK42+600 段路基进行分析，截排水沟设计排水流量，采用小流域面积设计流量，公式如下：

$$Q_m = 16.67\phi q F$$

式中：—设计洪峰流量， m^3/s ；

—径流系数，0.7；

—设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度， mm/min ；

—汇水面积， $0.50km^2$ 。

由于项目区缺乏自记雨量资料，利用标准降雨强度等值线图 and 有关转换系数，按下式计算降雨强度。

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

式中：—5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度， mm/min ；

C_p —重现期转化系数，1；

—降雨历时转换系数。

经计算，设计洪峰流量为 $1.09m^3/s$ 。

截水沟可承受的最大径流量可按以下公式计算：

$$Q_b = A * C \sqrt{Ri} = \frac{1}{n} A * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

式中：n—截水沟地面糙率系数，0.02；

A—截水沟断面面积， m^2 ；

J—截水沟底坡，取坡度 0.03；

R—截水沟水力半径。

经推算，截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，深 50cm，边坡坡比 1:1，设计流量 $1.14m^3/s$ 。排水能力大于洪峰流量，可满足场地排水要求。

5.中央分隔带绿化

为满足防眩要求和美化路景路容，路基路面工程施工完毕后，对路基中央分隔

带采用覆土、丛植灌木、撒播植草的方式进行绿化。灌木栽植间距为 80cm ~ 100cm，主要选用法国冬青、小叶黄杨、红叶石楠等；草种撒播密度为 150kg/hm²，主要选用狗牙根、高羊茅、紫花苜蓿等物种。

中央分隔带采取了植草、栽植灌木等绿化措施，应界定为水土保持工程。

3.2.7.2 路面工程

1.路面硬化

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

2.路面排水

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

路面排水工程主要为了排出路面积水，保证行车安全，不应界定为水土保持工程。

3.2.7.3 桥涵工程

1.桥梁岸坡防护

主体工程为桥头两端设置了浆砌片石护坡或六棱块植草护坡，护坡外加设护坡道及护脚措施。桥梁岸坡防护体系较完善，浆砌片石防护后不会再产生水土流失，但这些措施主要起稳定桥头墙后填土的作用，不应界定为水土保持工程。六棱块植草护坡为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。

2.桥涵基础、河道施工

桥梁工程中可能引起水土流失的工序是桥墩工程，承台桩基础一般采用钻孔灌注桩或挖孔灌注桩，涉水基础采用钢管桩施工平台、双壁钢围堰平台等方法施工，围堰高度要求高出施工期间可能出现的最高水位 0.5 ~ 0.7m。在有少量地下水的情况

下采用挖孔灌注桩法施工。为方便施工需要，大桥主桥桥墩工程采用钢围堰施工方式，围堰筑好后先由潜水员对围堰本身进行焊接质量和水密性检查，合格后浇注水下混凝土并进行封底，施工结束后由潜水员对堰体结构进行切割，将切割好的堰体结构分块割除，吊离墩体。

施工时灌桩产生的泥浆和堰体内废弃的填料若不经处理就进入河流，将对下游河流水面产生水土流失危害，因此需要对产生的泥浆和废弃的填料进行收集，并及时运至弃渣场，禁止堆放在河边。这部分工程已列入主体工程工程量，施工要求按照公路桥梁施工规范进行，主体工程在设计时已将相关费用考虑进主体工程临时工程费用中。

施工围堰一般只设置在桥墩周围，虽然河流过水断面面积减少，但桥墩施工期均要求安排在枯水期进行，对河流行洪影响不大。施工期间严禁向河流中丢弃建筑废料，保护原有河道、水渠的功能。

施工围堰的设置主要为桥梁基础施工服务，兼有一定的水保功能，但不应界定为水土保持工程。

3.河岸防冲、防掏措施

本项目涉水大桥主要有 4 座，主体工程在桥位选择上根据地形、地质条件优化设计，桥头两端避开不良地质区，尽量使桥梁与河流成 90°交角，合理设置桥梁孔跨，减少对河流形态及方向的影响，在有条件的区域设置网笼坝、抛石护岸等措施。在下阶段设计中，主体工程还需根据各桥梁行洪论证的结果优化桥位、桥型，减少工程建设对河岸的冲刷影响。

桥梁防冲、防掏措施主要起稳定桥梁基础作用，兼有一定的水保功能，但不应界定为水土保持工程。

3.2.7.4 隧道工程

隧道工程施工工序主要包括洞身开挖、土石方运输等，采取的防护措施有：

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

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

3.洞口防护工程：洞口及明洞形成后，在明洞洞顶覆土并撒播植草美化。

4.洞口截排水工程：洞门墙后侧设排水沟，截流上游山坡汇水，由纵向排水管

沿洞门墙引至路边沟。

隧道洞门墙、边坡仰坡喷砼和锚杆支护主要起保证工程稳定和防止隧洞漏水的作用，同时兼具防止开挖面水土流失的功能，但不应界定为水土保持工程。隧道洞口植草防护可有效减少水土流失，应界定为水土保持工程。隧道洞口排水主要作用为对隧道上方山体汇水进行截流，使其顺排水沟进入路基排水系统，可有效防治山体汇水对开挖面冲刷造成的水土流失，主要水土保持功能，应界定为水土保持工程。

3.2.7.5 交叉工程

互通立交中的匝道路基和连接线路基边坡处理和防护采用工程措施+植物措施的方式，即保证路基边坡稳定又能保证景观效果。填方边坡根据边坡高度采用植草防护或拱形护坡防护，在地面横坡较大的路段，视具体情况采用衡重式挡土墙、护肩或护脚墙进行防护。挖方边坡根据开挖高度和边坡土质采用挂网植草防护、护面墙防护或骨架护坡。

匝道和连接线路基排水，结合沿线水系及农灌设施进行系统设计，边沟纵坡一般不小于 3‰，以将路面水和坡面水横向引入桥涵进出水口，排入较深、较大沟渠。对于挖方边坡，酌情在适当位置设置截水沟，将坡面水引至挖方边坡以外。路面一般采用 2% 的路拱横坡将路面水排出。

为满足线性要求，互通式立交占地较大，主体工程施工完毕后，将对互通占地范围内无工程措施的部分进行乔灌草绿化恢复。乔木栽植密度为 15 株/100m²，灌木栽植密度为 40 株/100m²，草种撒播密度为 150kg/hm²。

采用骨架护坡、植草、三维植被网等为植物措施或植物措施与工程措施相结合的综合防护，均应界定为水土保持工程。采用实体护坡、衡重式挡土墙、护肩或护脚墙等防护措施为单纯的工程防护，不应界定为水土保持工程。路基截排水工程主要起引导坡面汇水，减少对坡面冲刷的作用，应界定为水保工程。路面排水在已硬化的路面上设计，主要为行车安全服务，不应界定为水土保持工程。互通绿化工程主要为恢复扰动地表，减少对扰动区域的水土流失，使其尽快恢复，应界定为水保工程。

3.2.7.6 沿线设施

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

的扰动地表将采用乔灌木进行景观绿化恢复，边坡采用骨架护坡或植草护坡。乔木栽植密度为 15 株/100m²，灌木栽植密度为 40 株/100m²，草种撒播密度为 150kg/hm²。

场地周边的截排水设施、骨架护坡及植草护坡，应界定为水土保持工程。乔、灌、草绿化措施在美化景观的同时，可有效防治地表水土流失，应界定为水土保持工程。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 水土保持措施界定

通过主体工程设计的水土保持分析与评价可知，主体工程设计中水土保持措施主要包括路基工程、隧道工程、交叉工程、沿线设施区等几个主要单元。各主要单元中具有水土保持功能措施工程量统计见表 3.3-1。

表 3.3-1 主体工程设计中水土保持措施工程量汇总表

项目	措施类型	措施内容		单位	数量					投资 (万元)
					主线	西昌支线	木里支线	泸沽湖支线	小计	
路基工程	工程措施	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.20	0.05	0.02	0.02	0.29	345.37
			C20 砼	万 m ³	14.78	4.07	0.73	1.93	21.51	26375.35
		路基排水	C25 砼	万 m ³	0.92	0.25	0.05	0.11	1.33	1793.92
			防水土工布	万 m ²	12.2	3.36	0.57	1.65	17.78	275.96
		表土剥离	万 m ³	24.50	11.07	1.39	6.07	43.03	951.55	
	植物措施	边坡绿化	撒播植草	hm ²	11.06	2.77	0.58	1.39	15.80	371.30
			挂三维网植草	hm ²	9.56	2.64	0.45	1.00	13.65	737.92
			乔木	万株	14.78	4.07	0.69	1.70	21.24	1824.00
			灌木	万株	39.41	10.86	1.84	4.53	56.64	1352.23
			草籽	kg	1658	416	86	209	2369	19.35
			覆土	万 m ³	2.45	0.61	0.13	0.31	3.50	34.86
		中央分隔带	灌木	万株	4.01	1.01	0.23	0.46	5.71	136.32
			撒播植草	kg	1444	362	83	168	2057	16.80
			覆土	万 m ³	4.80	1.21	0.28	0.56	6.85	68.22
	桥梁工程	工程措施	六棱块植草护坡	万 m ³	纳入路基工程					
隧道工程	工程措施	截排水沟	C20 混凝土	m ³	2941	630	1207	210	4988	611.62
	植物措施	洞门绿化	喷播植草	m ²	9240	1980	3795	660	15675	36.84
			覆土	万 m ³	0.18	0.04	0.08	0.01	0.31	3.09
交叉工程	工程措施	骨架护坡	砼圪工	万 m ³	34.3	2.35			36.65	42204.46
			排水工程	砼圪工	万 m ³	4.36	0.70			5.06
		表土剥离	万 m ³	28.55	3.99			32.54	719.58	
	植物措施	边坡绿化	挂三维网植草	hm ²	5.55	4.15			9.70	524.38
			植草护坡	hm ²	5.05	1.84			6.89	161.92
			覆土	万 m ³	14.73	1.38			16.11	160.45
		场地	乔木	万株	6.39	2.45			8.84	759.14

项目	措施类型	措施内容	单位	数量					投资 (万元)	
				主线	西昌支线	木里支线	泸沽湖支线	小计		
	绿化	灌木	万株	17.03	6.54			23.57	562.71	
		撒播植草	kg	6389	2451			8840	72.22	
		覆土	万 m ³	21.3	8.17			29.47	293.52	
沿线设施	工程措施	骨架护坡	砼圪工	万 m ³	0.13	0.07	0.04		0.24	276.30
		排水工程	砼圪工	万 m ³	0.17	0.07	0.06		0.30	367.86
		表土剥离	万 m ³	3.65	0.93	0.04		4.62	102.16	
	植物措施	边坡绿化	植草护坡	hm ²	1.81	0.59	0.40		2.80	65.80
			覆土	万 m ³	0.52	0.20	0.12		0.84	8.37
		场地景观绿化	乔木	万株	1.09	0.35	0.24		1.68	144.27
			灌木	万株	2.9	0.94	0.64		4.48	106.96
			撒播草籽	kg	1088	353	240		1681	13.73
			覆土	万 m ³	3.62	1.18	0.80		5.60	55.77
合计								87758.80		

3.3.2 存在问题

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

（一）主体工程

（1）路基工程：缺少高填深挖路段边坡的临时防护措施、施工期临时排水措施、裸露边坡的临时苫盖措施。在施工过程中松散土受降水冲刷，可能产生较大的水土流失。

（2）桥涵工程：桥梁施工缺少临时防护措施。基础施工中将对桥台周边的植被将造成一定的破坏，跨江河桥梁的施工围堰的拆除和河底淤泥若不堆放在指定场所，都会产生一定的水土流失，本水保方案将补充相应的施工期临时防护措施和后期绿化措施。

（3）隧道工程：隧道的水土流失主要来源于隧道洞口的地表扰动。主体工程已对隧道洞口设置截排水口和撒播草籽绿化等水土保持措施，但缺少洞口临时排水措施及临时沉沙措施。

（4）交叉工程：由于交叉工程的水土流失主要来源于主体工程挖填方边坡，而主体工程已采取措施来防治挖填方边坡的水土流失，但缺少施工期间的临时排水沉沙措施。

（5）沿线设施：由于沿线设施区的水土流失主要来源于剥离土产生的流失和主体工程挖填方边坡，而主体工程已采取措施来防治挖填方边坡的水土流失，但缺少施工期间的临时排水沉沙措施。

（二）弃渣场

弃渣场没有进行防护设计，如不对弃渣场进行必要的防护措施，下游河流、农田、道路、房屋等设施容易遭到破坏，故弃渣场的各种工程、植物、临时防护措施设计和水土保持管理措施是本水保方案的重点。

（三）施工道路

施工道路设计缺乏防护措施设计，施工道路是工程施工物料运输的主要道路，产生的水土流失不仅会危害道路周围的环境，也可能影响施工的正常进行。

（四）施工生产生活区

施工生产生活区（包括施工场地、拌和场）缺乏必要的防护与恢复措施设计，施工场地和拌和场虽然不对地表进行大规模的开挖扰动，但由于施工时间长、物料堆放量和转移量大，如不采取有效的防护措施，日积月累所造成的水土流失影响也相当大。

（五）表土临时堆场

主体设计对表土堆存场防护措施没有考虑，本方案将予以补充设计。

3.3.3 方案中完善水保措施的主要工作

在本水保方案设计工作中，结合水土流失防治分区对主体工程设计中水土流失防治存在的不足进行补充设计。

（一）主体工程：补充高挖填边坡施工期临时防护措施及道路施工期临时排水措施，开挖边坡及临时苫盖措施；桥梁施工临时排水、泥浆沉淀措施、旱桥桥下植被恢复措施；隧道施工期排水及临时沉沙措施；交叉工程区和沿线设施区施工期临时排水措施。

（二）弃渣场：补充弃渣场剥离，渣体坡脚的挡护措施（挡渣墙、拦渣坝），渣场周边及内部的排水措施（排洪渠、截排水沟、挡水坝、急流槽、沉沙池、排水盲沟），渣体形成的顶面及边坡表土回铺、渣体边坡植物措施绿化，渣体顶面复耕措施，渣体坡面的无纺布苫盖措施。

（三）施工道路：补充施工道路表土剥离措施，根据施工道路类型（三种类型）设置施工道路边坡挡护措施、排水措施和迹地恢复措施。开挖坡面截排水沟及沉沙措施，施工道路边坡防护措施，施工结束后的覆土及绿化恢复措施。

（四）施工生产生活区：补充施工生产生活区表土剥离措施，场地周边的排水沟及沉沙措施，材料堆场的挡护，施工场地迹地的土地整治及绿化恢复措施。

（五）表土临时堆放场：补充临时拦挡、撒草、迹地恢复措施等水土保持措施。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

本工程涉及四川省凉山彝族自治州西昌市、盐源县和木里县水土流失类型以水力侵蚀为主。根据《凉山彝族自治州水土保持总体规划（2015年~2030年）》，凉山州水土流失总面积为15967.09km²，占全州土地面积的26.43%。其中：

西昌市侵蚀面积为946.81km²，占土地总面积的35.66%。其中：轻度流失面积305.23km²，占水土流失总面积的32.24%；中度流失面积289.61km²，占水土流失总面积的30.59%；强烈流失面积181.19km²，占水土流失总面积的19.14%；极强烈流失面积111.26km²，占水土流失总面积的11.75%；剧烈流失面积59.52km²，占水土流失总面积的6.28%。

盐源县侵蚀面积为1775.58km²，占土地总面积的21.17%。其中：轻度流失面积763.95km²，占水土流失总面积的43.02%；中度流失面积549.71km²，占水土流失总面积的30.96%；强烈流失面积265.55km²，占水土流失总面积的14.96%；极强烈流失面积129.54km²，占水土流失总面积的7.30%；剧烈流失面积66.83km²，占水土流失总面积的3.76%。

木里县侵蚀面积为977.71km²，占土地总面积的7.38%。其中：轻度流失面积317.75km²，占水土流失总面积的32.50%；中度流失面积360.81km²，占水土流失总面积的36.90%；强烈流失面积93.34km²，占水土流失总面积的9.55%；极强烈流失面积99.92km²，占水土流失总面积的10.22%；剧烈流失面积105.89km²，占水土流失总面积的10.83%。西昌市、盐源县和木里县水土流失统计情况见表4.1-1。

表 4.1-1 西昌市、盐源县和木里县水土流失统计情况表

区县	侵蚀总面积 (km ²)	轻度		中度		强烈		极强烈		剧烈	
		面积 (km ²)	比例 (%)	面积 (km ²)	比例 (%)	面积 (km ²)	比例 (%)	面积 (km ²)	比例 (%)	面积 (km ²)	比例 (%)
西昌市	946.81	305.23	32.24	289.61	30.59	181.19	19.14	111.26	11.75	59.52	6.28
盐源县	1775.58	763.95	43.02	549.71	30.96	265.55	14.96	129.54	7.30	66.83	3.76
木里县	977.71	317.75	32.50	360.81	36.90	93.34	9.55	99.92	10.22	105.89	10.83

从上表可以看出，西昌市、盐源县水土流失以轻度水力侵蚀为主，木里县水土流失以中度水力侵蚀为主。项目区土壤侵蚀类型属西南土石山区，区域内容许土壤流失量为500t/(km²a)。

区域土壤侵蚀强度分布情况见附图4.1-1。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 建设期水土流失影响分析

本项目涉及四川省凉山彝族自治州西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区，木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。地形以构造侵蚀深切割的高山、高中山地貌为主。项目建设区占用土地类型主要为耕地、园地、林地、草地、住宅用地、水域及水利设施用地和交通运输用地。项目沿线土壤侵蚀以轻度和中度侵蚀为主。

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

（一）施工扰动造成的水土流失影响

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

（二）路基挖填带来的水土流失影响

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

（三）桥梁施工中的水土流失影响

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

（四）工程弃渣水土流失影响

由于弃渣体是一个相对松散的堆积体，含有大量松散土体和石块，稳定性差，容易受到雨水冲刷产生水土流失，项目建设期间，如不采取防护措施，遇雨水冲刷容易产生大量的水土流失，并造成严重的危害。

（五）临时工程水土流失影响

本项目临时工程主要包括：施工道路、施工生产生活区、弃渣场等。这些临时工程占地，也将对占地范围内的植被和土壤结构造成一定程度的破坏，为水土流失的发生和加剧创造条件。

4.2.2 自然恢复期水土流失影响分析

本项目采用沥青砼路面，排水沟均为片石砼，护坡采取挡土墙、骨架护坡及三维网植草、有机基材喷播植草多种形式，路基、路面及弃渣场均进行整治、防护。工程完工后，工程施工破坏面将基本无裸露面。

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

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

4.2.3 扰动地表面积

根据对工程布置及施工分析，主要是在项目建设过程中路基开挖和填筑、桥梁基础建设、隧道洞口开挖、交叉工程、沿线设施区等主体工程各建筑物施工，以及弃渣堆放、表土堆放、施工道路及施工生产生活区开挖和平整等对原地表构成扰动和破坏。经统计，本工程扰动地表面积 1914.80hm²，其中工程永久建筑物扰动地表面积 1063.97hm²，施工临时设施扰动地表面积 850.83hm²。详见表 4.2-1。

表 4.2-1 扰动地表面积一览表

区县	占地性质	耕地 (hm ²)	园地 (hm ²)	林地 (hm ²)	草地 (hm ²)	住宅 用地 (hm ²)	交通运 输用地 (hm ²)	水域及水利 设施用地 (hm ²)	小计 (hm ²)
西 昌 市	永久占地	88.00	28.08	101.20		21.98	6.04	17.16	262.46
	临时占地	19.97		70.26		0.18		1.94	92.35
	小计	107.97	28.08	171.46		22.16	6.04	19.10	354.81
盐 源 县	永久占地	185.17	58.25	312.37	33.40	17.66	4.88	122.31	734.04
	临时占地	187.22		422.94		0.04		5.62	615.82
	小计	372.39	58.25	735.31	33.40	17.7	4.88	127.93	1349.85
木 里 县	永久占地	3.74	0.15	48.56	5.98	4.15	0.04	4.85	67.47
	临时占地	30.84		108.87	1.00			1.95	142.66
	小计	34.58	0.15	157.43	6.98	4.15	0.04	6.80	210.13
永久占地		276.91	86.48	462.13	39.38	43.79	10.96	144.32	1063.97
临时占地		238.03		602.07	1.00	0.22		9.51	850.83
合计		514.94	86.48	1064.20	40.38	44.01	10.96	153.83	1914.80

4.2.4 损毁植被面积

工程挖填及占压将对征地范围内的植被造成损毁，根据占地面积分析，本项目将损毁植被面积共计 1191.06hm²。

4.2.5 弃土（石、渣）量

全线挖方 4543.23 万 m³（自然方，下同），填方 1133.11 万 m³（含绿化用土 227.69 万 m³），区间调配 218.06 万 m³，综合利用 127.04 万 m³，弃方 3283.08 万 m³（合土方 4367.73 万 m³）。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

本项目水土流失预测范围为项目水土流失防治责任范围，共 1914.80hm²。根据各工程区地形地貌、扰动方式、扰动后地表物质组成和气象特征等，将水土流失预测范围分为如下预测单元：路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、交叉工程区、沿线设施区、施工生产生活区、施工道路区、弃渣场区和表土临时堆放区。根据《生产建设项目土壤流失测算导则 SL 773-2018》，生产建设项目土壤流失类型按照表 4.3-1 划分，其中，一级分类依据侵蚀外营力划分，二级分类下垫面工程扰动形态划分，三级分类依据扰动程度、上方有无来水等因素划分。

表 4.3-1 生产建设项目土壤流失类型划分说明表

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	人为活动导致原有林草植被遭受破坏，地表植被覆盖减少或裸露，未扰动地表土壤，维持原有整体地形的扰动地表。
		地表翻扰型一般扰动地表	人为活动导致地表土壤翻动，原有植被覆盖明显减少或裸露，维持原有整体地形的扰动地表。
	工程开挖面	上方无来水工程开挖面	工程开挖面上缘已达到或越过分水岭，或在工程开挖面顶部有截排水沟等坡面径流拦截措施，不受上方来水冲刷侵蚀的开挖面。
		上方有来水工程开挖面	工程开挖面上缘未达到或越过分水岭，或在工程开挖面顶部无截排水沟等坡面径流拦截措施，受上方来水冲刷侵蚀的开挖面。
	工程堆积体	上方无来水工程开挖面	在平地或坡面堆积，不受上方来水冲刷侵蚀的堆积体。
		上方有来水工程开挖面	在坡沟堆积或在平地堆积但顶部有较大平台，受降水和堆积体顶部以上来水共同侵蚀的堆积体。

4.3.1.1 扰动单元划分

根据以上分析，考虑工程建设内容、建设规模、建设期、项目区地形、气象、植被等基础资料。按扰动方式相同、扰动强度相仿、土壤类型和地质相近、气象条件相似、空间上相连续的原则，将项目的扰动地表划分为 44 个扰动单元，其中大型扰动单元 35 个，中型扰动单元 7 个，小型扰动单元 2 个。本工程扰动单元划分详见表 4.3-2。

4.3.1.2 典型扰动单元确定

本项目扰动地表划分为 44 个扰动单元，扰动单位数量大于 20 个。根据生产建设项目土壤流失量测算流程，宜采取抽样方式确定典型扰动单元。抽样原则为：生产建设项目按划分的不同类型下的大、中、小规模分别抽样，抽样数量应不少于同一类型下同等规模扰动单位数量的 10%；涉及的各种类型和规模的扰动单元应至少选取 1 个；且抽样总数应不少于 20 个。

根据以上原则，本项目扰动单元的划分均按防治区及不同类型的扰动地表划分，因此，本方案划分的扰动单元均确定为典型扰动单元。

4.3.2 预测时段

预测时段分为施工期（含施工准备期）和自然恢复期。

（一）施工期（含施工准备期）

施工期（含施工准备期）新增水土流失主要来源于路基开挖填筑、桥梁施工等工程建筑物扰动破坏范围及工程永久和临时弃渣。项目区土壤侵蚀类型主要是降雨形成的水力侵蚀，项目区地处属热带/亚热带高原季风气候区及暖温带半湿润季风型气候，降雨主要集中在5~10月，土壤侵蚀类型主要是降雨形成的水力侵蚀。施工期预测时间按连续12个月为一年计；不足12个月，但达到一个雨季长度的，按一年计；不足一个雨季长度的，按占雨季长度的比例计算。

（二）自然恢复期

自然恢复期为施工扰动结束后，不采取水土保持措施的情况下，土壤侵蚀强度自然恢复到扰动前土壤侵蚀强度所需要的时间，根据项目区自然条件，西昌市年干燥度为1.85，属亚干旱区，西昌市自然恢复期预测时段取5年；盐源县干燥度为1.00，木里县干燥度为1.03，均属亚湿润区，盐源县和木里县自然恢复期预测时段取3年。

表 4.3-2 本工程扰动单元划分表

预测单元		扰动单元			土壤流失类型	规模	施工期（含施工准备期）		自然恢复期	
		市、区、县	序号	项目			预测范围（hm ² ）	预测时段（a）	预测范围（hm ² ）	预测时段（a）
主体工程区	路基工程区	西昌市	扰动单元 1	$i \leq 15^\circ$	上方无来水工程开挖面	大	55.65	3	4.43	5
			扰动单元 2	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	上方有来水工程开挖面	大	42.17	3	3.36	5
			扰动单元 3	$i > 35^\circ$	上方有来水工程开挖面	大	9.62	3	0.77	5
		盐源县	扰动单元 4	$i \leq 15^\circ$	上方无来水工程开挖面	大	117.51	3	9.36	3
			扰动单元 5	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	上方有来水工程开挖面	大	198.54	3	15.82	3
			扰动单元 6	$i > 35^\circ$	上方有来水工程开挖面	大	96.88	3	7.72	3
		木里县	扰动单元 7	$i \leq 15^\circ$	上方无来水工程开挖面	大	2.62	3	0.22	3
			扰动单元 8	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	上方有来水工程开挖面	大	20.83	3	1.66	3
			扰动单元 9	$i > 35^\circ$	上方有来水工程开挖面	大	19.26	3	1.52	3
	桥涵工程区	西昌市	扰动单元 10	涉水桥梁	上方无来水工程开挖面	中	7.72	3.5	1.54	5
			扰动单元 11	不涉水桥梁	上方无来水工程开挖面	中	24.67	3.5	8.15	5
		盐源县	扰动单元 12	涉水桥梁	上方无来水工程开挖面	中	2.47	3.5	0.49	3
			扰动单元 13	不涉水桥梁	上方无来水工程开挖面	大	89.93	3.5	29.68	3
		木里县	扰动单元 14	不涉水桥梁	上方无来水工程开挖面	中	6.95	3.5	2.29	3
	隧道工程区	西昌市	扰动单元 15	西昌市境内隧道	上方有来水工程开挖面	大	10.33	4	0.24	5
		盐源县	扰动单元 16	盐源县境内隧道	上方有来水工程开挖面	大	46.09	4	1.09	3
		木里县	扰动单元 17	木里县境内隧道	上方有来水工程开挖面	大	9.83	4	0.27	3
	交叉工程区	西昌市	扰动单元 18	西昌市境内交叉工程	上方无来水工程开挖面	大	92.31	2.5	55.77	5
		盐源县	扰动单元 19	盐源县境内交叉工程	上方无来水工程开挖面	大	154.61	2.5	93.41	3
	沿线设施区	西昌市	扰动单元 20	西昌市境内沿线设施	上方无来水工程开挖面	大	19.99	2	5.50	5
		盐源县	扰动单元 21	盐源县境内沿线设施	上方无来水工程开挖面	大	27.99	2	7.71	3
		木里县	扰动单元 22	木里县境内沿线设施	上方无来水工程开挖面	大	8.00	2	2.20	3
临时工程区	施工生产生活区	西昌市	扰动单元 23	西昌市境内施工生产生活区	地表翻扰型一般扰动地表	小	0.70	5	0.70	5
		盐源县	扰动单元 24	盐源县境内施工生产生活区	地表翻扰型一般扰动地表	中	5.20	5	5.20	3

预测单元	扰动单元			土壤流失类型	规模	施工期（含施工准备期）		自然恢复期	
	市、区、县	序号	项目			预测范围	预测时段	预测范围	预测时段
						(hm ²)	(a)	(hm ²)	(a)
	木里县	扰动单元 25	木里县境内施工生产生活区	地表翻扰型一般扰动地表	中	2.00	5	2.00	3
施工道路区	西昌市	扰动单元 26	西昌市境内永久施工道路区	地表翻扰型一般扰动地表	大	7.44	1	1.51	5
		扰动单元 27	西昌市境内临时施工道路区	地表翻扰型一般扰动地表	大	44.86	4	27.88	5
	盐源县	扰动单元 28	盐源县境内永久施工道路区	地表翻扰型一般扰动地表	大	59.16	1	12.02	3
		扰动单元 29	盐源县境内临时施工道路区	地表翻扰型一般扰动地表	大	293.73	4	182.55	3
	木里县	扰动单元 30	木里县境内永久施工道路区	地表翻扰型一般扰动地表	大	17.13	1	3.47	3
		扰动单元 31	木里县境内临时施工道路区	地表翻扰型一般扰动地表	大	78.00	4	48.47	3
弃渣场区	西昌市	扰动单元 32	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	3.46	4	3.46	5
		扰动单元 33	沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	6.69	4	6.69	5
		扰动单元 34	坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	15.35	4	15.35	5
		扰动单元 35	坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	13.67	4	13.67	5
	盐源县	扰动单元 36	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	86.52	4	86.52	3
		扰动单元 37	沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	24.18	4	24.18	3
		扰动单元 38	坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	30.18	4	30.18	3
		扰动单元 39	坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	106.90	4	106.90	3
	木里县	扰动单元 40	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	22.42	4	22.42	3
		扰动单元 41	坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	上方有来水工程堆积体	大	21.18	4	21.18	3
表土临时堆放场区	西昌市	扰动单元 42	西昌市境内表土临时堆放场	上方无来水工程堆积体	小	0.17	4	0.17	3
	盐源县	扰动单元 43	盐源县境内表土临时堆放场	上方无来水工程堆积体	大	9.96	4	9.96	5
	木里县	扰动单元 44	木里县境内表土临时堆放场	上方无来水工程堆积体	中	1.93	4	1.93	3
合计	44 个					1914.80		879.61	

注：表中 i 为原始地形坡度。

4.3.3 预测模数

（一）原地貌土壤侵蚀模数

本项目区地貌类型主要为侵蚀堆积地貌、构造剥蚀地貌、构造侵蚀地貌和构造溶蚀地形，依据工程沿线水土保持总体规划和《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），结合项目区土壤、土地利用现状、植被覆盖度及地形坡度，经过实地调查测算，确定各工程单元的土壤侵蚀强度，最终估算本项目占地范围内的水土流失背景值见表 4.3-3。经计算，工程占地区内平均水土流失背景值为 2075t/(km² a)。

表 4.3-3 各工程区水土流失背景值分析表

预测单元	地类	面积 (hm ²)	地形坡度 (°)	植被覆盖度 (%)	侵蚀强度	平均侵蚀模数 (t/km ² a)	年流失量 (t/a)
路基工程区	耕地	122.03	5~8		轻度	1500	1830
	园地	50.12	5~8		轻度	1500	752
	林地	103.35	8~15	45~60	轻度	1500	1550
		152.57	15~25	45~60	中度	3750	5721
	草地	8.02	5~8		轻度	1500	120
	住宅用地	38.88	<5		微度	300	117
	交通运输用地	2.54	<5		微度	300	8
	水域及水利设施用地	85.57			无明显流失		
小计	563.08				1793	10098	
桥涵工程区	耕地	21.42	5~8		轻度	1500	321
	园地	8.98	5~8		轻度	1500	135
	林地	28.04	8~15	30~45	中度	3750	1052
	草地	10.11	5~8		轻度	1500	152
	住宅用地	4.27	<5		微度	300	13
	交通运输用地	3.43	<5		微度	300	10
	水域及水利设施用地	55.49			无明显流失		
小计	131.74				1278	1683	
隧道工程区	耕地	12.18	5~8		轻度	1500	183
	林地	44.93	15~25	45~60	中度	3750	1685
	草地	9.14	5~8		轻度	1500	137
	小计	66.25				3026	2005
交叉工程区	耕地	102.79	5~8		轻度	1500	1542
	园地	27.38	5~8		轻度	1500	411
	林地	58.68	8~15	45~60	轻度	1500	880
		41.45	15~25	45~60	中度	3750	1554
	草地	7.73	5~8		轻度	1500	116
	住宅用地	0.64	<5		微度	300	2
	交通运输用地	4.99	<5		微度	300	15
	水域及水利设施用地	3.26			无明显流失		
小计	246.92				1831	4520	
沿线设施区	耕地	18.49	5~8		轻度	1500	277
	林地	33.10	8~15	45~60	轻度	1500	497
	草地	4.39	5~8		轻度	1500	66
	小计	55.98				1500	840
施工生产生活区	耕地	4.80	5~8		轻度	1500	72

	林地	2.10	8~15	45~60	轻度	1500	32
	草地	1.00	5~8		轻度	1500	15
	小计	7.90				1500	119
施工道路区	耕地	160.09	5~8		轻度	1500	2924
	林地	193.24	8~15	45~60	轻度	1500	2899
		138.62	15~25	45~60	中度	3750	5198
	水域及水利设施用地	8.37			无明显流失		
小计	500.32				2203	11021	
弃渣场区	耕地	66.48	5~8		轻度	1500	997
	林地	68.76	8~15	45~60	轻度	1500	1031
		193.95	15~25	45~60	中度	3750	7273
	住宅用地	0.22	<5		微度	300	1
	水域及水利设施用地	1.14			无明显流失		
小计	330.55				2814	9302	
表土临时堆放场区	耕地	6.65	5~8		轻度	1500	100
	林地	5.41	8~15	45~60	轻度	1500	81
	小计	12.06				1500	181
合计		1914.80				2075	39769

（二）施工期土壤侵蚀模数

根据设计文件、前期现场查勘情况、项目实施施工特点和已有水土保持监测经验，本方案扰动单元数量大于 20 个，且全部扰动单元均确定为典型扰动单元。参照《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），计算典型扰动单元的土壤流失量。扰动后土壤流失量预测计算公式见表 4.3-4，典型扰动单元土壤侵蚀模数计算见表 4.3-5~9。

表 4.3-4 土壤流失预测计算公式表

土壤流失类型（水力作用）	水土流失量计算公式	备注
上方无来水工程开挖面	$M_{kw}=RG_{kw}L_{kw}S_{kw}A$	<p>式中 M_{kw} 为上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量，t；</p> <p>G_{kw} 为上方无来水工程开挖面土质因子，$t \text{ hm}^2 \text{ h} / (\text{hm}^2 \text{ MJ mm})$；</p> <p>$G_{kw}=0.004e^{4.28SIL(1-CLA)/\rho}$，其中 SIL 为粉粒（0.002~0.05mm）含量，CLA 为黏粒（<0.002mm）含量；</p> <p>ρ 为土体密度，g/cm^3，根据查阅相关文献资料，本方案取项目区平均值 1.35；</p> <p>L_{kw} 为坡长因子，$L_{kw}=(\lambda/5)^{-0.57}$，$\lambda$ 为计算单元水平投影坡长度；</p> <p>S_{kw} 为坡度因子，$S_{kw}=0.80\sin\theta+0.38$，$\theta$ 为计算单元坡度；</p> <p>A 为计算单元的水平投影面积，hm^2。</p>
上方有来水工程开挖面	$M_{ky}=F_{ky}G_{ky}L_{ky}S_{ky}A+M_{kw}$	<p>式中 M_{ky} 为上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量，t；</p> <p>$F_{ky}=10000W^{0.95}$，为上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子，MJ/hm^2；其中 W 为上方单宽次来水总量，m^3/m；</p> <p>G_{ky} 为上方有来水工程开挖面土质因子，$t \text{ hm}^2 / (\text{hm}^2 \text{ MJ})$；</p> <p>$G_{ky}=0.004e^{1.86SIL(1-CLA)/\rho}$，其中 SIL 为粉粒（0.002~0.05mm）含量，CLA 为黏粒（<0.002mm）含量；</p> <p>ρ 为土体密度，g/cm^3，根据查阅相关文献资料，本方案取项目区平均值 1.35；</p> <p>L_{ky} 为坡长因子，$L_{kw}=(\lambda/5)^{-0.57}$，$\lambda$ 为计算单元水平投影坡长度；</p> <p>S_{ky} 为坡度因子，$S_{ky}=1.18\sin\theta+0.10$，$\theta$ 为计算单元坡度；</p> <p>A 为计算单元的水平投影面积，hm^2。</p>
地表翻扰型一般扰动地表	$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA$	<p>M_{yd} 为地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量，t；</p> <p>式中 $K_{yd}=NK$；R 为降雨侵蚀力因子，根据导则附录，西昌市取 $3241.5 \text{ MJ mm}/(\text{hm}^2 \text{ h})$，盐源县取 $2956.2 \text{ MJ mm}/(\text{hm}^2 \text{ h})$，木里县取 $2175.7 \text{ MJ mm}/(\text{hm}^2 \text{ h})$；</p> <p>$K_{yd}$ 为地表翻扰后土壤可蚀性因子，$t \text{ hm}^2 \text{ h} / (\text{hm}^2 \text{ MJ mm})$；</p> <p>N 为地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，无条件实测可取值 2.13；K 为土壤可侵蚀因子，西昌市取 0.0056，盐源县取 0.0049，木里县取 0.0048；</p> <p>$L_y=(\lambda/20)^m$，$\lambda=\lambda_x\cos\theta$，$L_y$ 为坡长因子，λ 为水平投影坡长；</p> <p>S_y 为坡度因子，$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$，$\theta$ 为坡度（°）；B 为植被覆盖因子，无量纲；</p> <p>E 为工程措施因子，无量纲；T 为耕作措施因子，无量纲；A 为计算单元的水平投影面积，hm^2。</p>

上方无来水工程堆积体	$M_{dw}=XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A$	<p>式中 M_{dw} 为上方无来水工程堆积体计算单位土壤流失量, t; X 为工程堆积体形态因子, 锥型堆积体取 0.92, 侵蚀面为倾斜平面的堆积体取 1; R 为降雨侵蚀力因子; G_{dw} 为上方无来水工程堆积体土石质因子, $t \text{ hm}^2 \text{ h} / (\text{hm}^2 \text{ MJ mm})$, $G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta}$, 其中 δ 为单元侵蚀面土体砾石含量, 重量百分数, 取小数 (如 0.1、0.2、...); a_1、b_1 均为土石质因子系数, 根据导则, 施工期 a_1 取 0.075, b_1 取 -3.570; 自然恢复期 a_1 取 0.046, b_1 取 -3.379; L_{dw} 为坡长因子, $L_{dw} = (\lambda/5)^{f_1}$, 其中 λ 为计算单元水平投影坡长度; f_1 为坡长因子系数, 施工期取 0.751; 自然恢复期取 0.632; S_{dw} 为坡度因子, $S_{dw} = (\theta/25)^{d_1}$, θ 为计算单元坡度, ($^\circ$); d_1 为坡度因子系数, 施工期取 1.212, 自然恢复期取 1.245。</p>
上方有来水工程堆积体	$M_{dy}=F_{dy}G_{dy}L_{dy}S_{dy}A+M_{dy}$	<p>式中 M_{dy} 为上方有来水工程堆积体计算单位土壤流失量, t; $F_{dy}=10000W^{0.95}$, 为上方有来水工程堆渣体径流冲蚀力因子, MJ/hm^2; 其中 W 为上方单宽次来水总量, m^3/m; X 为工程堆积体形态因子, 锥型堆积体取 0.92, 侵蚀面为倾斜平面的堆积体取 1; R 为降雨侵蚀力因子; G_{dy} 为上方有来水工程堆积体土石质因子, $t \text{ hm}^2 / (\text{hm}^2 \text{ MJ})$, $G_{dy} = a_2 e^{b_2 \delta}$, 其中 δ 为单元侵蚀面土体砾石含量, 重量百分数, 取小数 (如 0.1、0.2、...); a_2、b_2 均为土石质因子系数, 根据导则, 施工期 a_2 取 0.064, b_2 取 -1.71; 自然恢复期 a_2 取 0.053, b_2 取 -1.95; L_{dy} 为坡长因子, $L_{dy} = (\lambda/5)^{f_2}$, 其中 λ 为计算单元水平投影坡长度; f_2 为坡长因子系数, 施工期取 -0.902; 自然恢复期取 -0.869; S_{dy} 为坡度因子, $S_{dy} = (\theta/25)^{d_2}$, θ 为计算单元坡度, ($^\circ$); d_2 为坡度因子系数, 施工期取 1.501, 自然恢复期取 1.787。</p>

表 4.3-5 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方无来水工程开挖面）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{kw} t	R MJ mm/ (hm ² h)	G _{kw} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ (°)	λ _x	SIL	CLA	ρ	L _{kw}	S _{kw}	A M _{ji}	
			市、区、县	项目											hm ²	t/ (km ² a)
1	扰动单元 1	路基工程区	西昌市	i ≤ 15°	6219.57	3241.5	0.0236	14	1	0.7	0.2	1.35	2.5461	0.5735	55.65	11176
2	扰动单元 4		盐源县	i ≤ 15°	12291.14	2956.2	0.0236	15	1	0.7	0.2	1.35	2.5527	0.5871	117.51	10460
3	扰动单元 7		木里县	i ≤ 15°	201.69	2175.7	0.0236	15	1	0.7	0.2	1.35	2.5527	0.5871	2.62	7698
4	扰动单元 10	桥涵工程区	西昌市	涉水桥梁	879.67	3241.5	0.0236	32	2	0.7	0.2	1.35	1.8519	0.8039	7.72	11395
5	扰动单元 11			不涉水桥梁	3430.96	3241.5	0.0236	23	1	0.7	0.2	1.35	2.6237	0.6926	24.67	13907
6	扰动单元 12		盐源县	涉水桥梁	278.85	2956.2	0.0236	36	2	0.7	0.2	1.35	1.9023	0.8502	2.47	11289
7	扰动单元 13			不涉水桥梁	10576.22	2956.2	0.0236	38	2	0.7	0.2	1.35	1.9311	0.8725	89.93	11761
8	扰动单元 14		木里县	不涉水桥梁	743.10	2175.7	0.0236	59	3	0.7	0.2	1.35	1.9530	1.0657	6.95	10692
9	扰动单元 18		交叉工程区	西昌市	西昌市境内交叉工程	7500.43	3241.5	0.0236	17	2	0.7	0.2	1.35	1.7294	0.6139	92.31
10	扰动单元 19	盐源县		盐源县境内交叉工程	12910.12	2956.2	0.0236	22	2	0.7	0.2	1.35	1.7601	0.6797	154.61	8350
11	扰动单元 20	沿线设施区	西昌市	西昌市境内沿线设施	1426.98	3241.5	0.0236	12	2	0.7	0.2	1.35	1.7072	0.5463	19.99	7138
12	扰动单元 21		盐源县	盐源县境内沿线设施	2357.16	2956.2	0.0236	33	3	0.7	0.2	1.35	1.4791	0.8157	27.99	8421
13	扰动单元 22		木里县	木里县境内沿线设施	798.30	2175.7	0.0236	45	2	0.7	0.2	1.35	2.0541	0.9457	8.00	9979

表 4.3-6 (a) 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方有来水工程开挖面）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{kw} t	R MJ mm/ (hm ² h)	G _{kw} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ (°)	λ _x	SIL	CLA	ρ	L _{kw}	S _{kw}	A hm ²
			市、区、县	项目											
1	扰动单元 2	路基工程区	西昌市	15° < i ≤ 35°	2133.61	3241.5	0.0236	8	3	0.7	0.2	1.35	1.3455	0.4913	42.17
2	扰动单元 3			i > 35°	686.72	3241.5	0.0236	12	2	0.7	0.2	1.35	1.7072	0.5463	9.62
3	扰动单元 5		盐源县	15° < i ≤ 35°	9161.09	2956.2	0.0236	8	3	0.7	0.2	1.35	1.3455	0.4913	198.54
4	扰动单元 6			i > 35°	6478.71	2956.2	0.0236	13	2	0.7	0.2	1.35	1.7110	0.5600	96.88
5	扰动单元 8		木里县	15° < i ≤ 35°	865.06	2175.7	0.0236	7	2	0.7	0.2	1.35	1.6931	0.4775	20.83
6	扰动单元 9			i > 35°	1223.43	2175.7	0.0236	8	1	0.7	0.2	1.35	2.5167	0.4913	19.26
7	扰动单元 15	隧道工程区	西昌市	西昌市境内隧道	417.56	3241.5	0.0236	6	4	0.7	0.2	1.35	1.1392	0.4636	10.33
8	扰动单元 16		盐源县	盐源县境内隧道	1939.97	2956.2	0.0236	5	3	0.7	0.2	1.35	1.3409	0.4497	46.09
9	扰动单元 17		木里县	木里县境内隧道	333.82	2175.7	0.0236	8	3	0.7	0.2	1.35	1.3455	0.4913	9.83

表 4.3-6 (b) 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方有来水工程开挖面）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{ky} t	M _{kw} t	F _{ky} MJ/hm ²	G _{ky} t hm ² / (hm ² M)	θ (°)	λ _x	SIL	CLA	ρ	L _{ky}	S _{ky}	A hm ²	M _{ji} t / (km ² a)
			市、区、县	项目													
1	扰动单元 2	路基工程区	西昌市	15° < i ≤ 35°	4947.71	2133.61	19960.52	0.0087	8	3	0.7	0.2	1.35	1.4623	0.2642	42.17	11733
2	扰动单元 3			i > 35°	1856.28	686.72	20509.76	0.0087	12	2	0.7	0.2	1.35	1.9838	0.3453	9.62	19296
3	扰动单元 5		盐源县	15° < i ≤ 35°	22653.24	9161.09	20326.77	0.0087	8	3	0.7	0.2	1.35	1.4623	0.2642	198.54	11410
4	扰动单元 6			i > 35°	17972.30	6478.71	18859.62	0.0087	13	2	0.7	0.2	1.35	1.9894	0.3654	96.88	18551
5	扰动单元 8		木里县	15° < i ≤ 35°	2626.07	865.06	20418.28	0.0087	7	2	0.7	0.2	1.35	1.9628	0.2438	20.83	12607
6	扰动单元 9			i > 35°	3865.45	1223.43	18399.92	0.0087	8	1	0.7	0.2	1.35	3.2610	0.2642	19.26	20070
7	扰动单元 15	隧道工程区	西昌市	西昌市境内隧道	1042.77	417.56	26504.77	0.0087	6	4	0.7	0.2	1.35	1.1816	0.2233	10.33	10095
8	扰动单元 16		盐源县	盐源县境内隧道	5157.27	1939.97	27316.36	0.0087	5	3	0.7	0.2	1.35	1.4560	0.2028	46.09	11190
9	扰动单元 17		木里县	木里县境内隧道	1181.13	333.82	25782.25	0.0087	8	3	0.7	0.2	1.35	1.4623	0.2642	9.83	12016

表 4.3-7 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（地表翻扰型一般扰动地表）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{yd} t	R MJ mm/ (hm ² h)	K _{yd} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ (°)	L _y	λ _x	S _y	B	E	T	A	M _{ji}
			市、区、县	项目											hm ²	t/(km ² a)
1	扰动单元 23	施工生产生活区	西昌市	西昌市境内施工生产生活区	50.27	3241.5	0.012	8	62	1.73	0.61	0.61	1	1	0.70	7181
2	扰动单元 24		盐源县	盐源县境内施工生产生活区	327.40	2956.2	0.010	9	61	2.01	0.61	0.61	1	1	5.20	6296
3	扰动单元 25		木里县	木里县境内施工生产生活区	124.77	2175.7	0.010	11	65	2.63	0.61	0.61	1	1	2.00	6239
4	扰动单元 26	施工道路区	西昌市	西昌市境内永久施工道路区	7162.04	3241.5	0.012	10	1.83	68	2.31	0.61	1	1	7.44	10044
5	扰动单元 27			西昌市境内临时施工道路区	4038.11	2956.2	0.010	12	1.98	80	2.97	0.61	1	1	44.86	10582
6	扰动单元 28		盐源县	盐源县境内永久施工道路区	7529.55	2175.7	0.010	15	1.97	80	4.06	0.61	1	1	59.16	10595
				盐源县境内临时施工道路区	35554.03	2175.7	0.010	15	1.98	81	4.06	0.61	1	1	293.73	10661
8	扰动单元 30		木里县	木里县境内永久施工道路区	1785.92	2175.7	0.010	16	1.83	70	4.45	0.61	1	1	17.13	10837
9	扰动单元 31			盐源县境内临时施工道路区	8644.12	2175.7	0.010	16	1.86	72	4.45	0.61	1	1	78.00	10991

表 4.3-8 (a) 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方有来水工程堆渣体）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{dw} t	R MJ mm/ (hm ² h)	G _{dw} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ °	λ _x	X	δ	d ₁	L _{dw}	S _{dw}	A hm ²
			市、区、县	项目											
1	扰动单元 32	弃渣场区	西昌市	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	409.29	3241.5	0.0367	11	19	1	0.2	1.212	2.6876	0.3697	3.46
2	扰动单元 33			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	531.49	3241.5	0.0367	10	13	1	0.2	1.212	2.0261	0.3294	6.69
3	扰动单元 34			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	1683.41	3241.5	0.0367	7	14	2	0.2	1.212	2.1546	0.2138	15.35
4	扰动单元 35			坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	1579.55	3241.5	0.0367	5	15	3	0.2	1.212	2.2755	0.1422	13.67
5	扰动单元 36		盐源县	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	6191.58	2956.2	0.0367	11	11	1	0.2	1.212	1.7828	0.3697	86.52
6	扰动单元 37			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	2184.24	2956.2	0.0367	11	15	1	0.2	1.212	2.2505	0.3697	24.18
7	扰动单元 38			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	2542.26	2956.2	0.0367	8	9	2	0.2	1.212	1.5435	0.2513	30.18
8	扰动单元 39			坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	8487.66	2956.2	0.0367	7	6	3	0.2	1.212	1.1403	0.2138	106.90
9	扰动单元 40		木里县	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	2368.62	2175.7	0.0367	7	9	4	0.2	1.212	1.5462	0.2138	22.42
10	扰动单元 41			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	2515.17	2175.7	0.0367	6	10	5	0.2	1.212	1.676	0.1773	21.18

表 4.3-8 (b) 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方有来水工程堆渣体）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{dy} t	M _{dw} t	F _{dy} MJ/hm ²	G _{dy} t hm ² / (hm ² M)	θ °	λ _x	a ₂	f ₂	δ	d ₂	L _{dy}	S _{dy}	A hm ²	M _{ji} t/(km ² a)
			市、区、县	项目														
1	扰动单元 32	弃渣场区	西昌市	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	691.12	409.29	20143.69	0.0455	11	19	0.064	-0.902	0.2	2.09	0.30	0.2916	3.46	19975
2	扰动单元 33			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	1188.59	531.49	19960.52	0.0455	10	13	0.064	-0.902	0.2	2.07	0.43	0.2528	6.69	17767
3	扰动单元 34			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	2458.00	1683.41	18859.62	0.0455	7	14	0.064	-0.902	0.2	1.95	0.40	0.1480	15.35	16013
4	扰动单元 35			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	1956.12	1579.55	18215.87	0.0455	5	15	0.064	-0.902	0.2	1.88	0.37	0.0893	13.67	14310
5	扰动单元 36		盐源县	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	17309.55	6191.58	19410.48	0.0455	11	11	0.064	-0.902	0.2	2.01	0.50	0.2916	86.52	20006
6	扰动单元 37			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	4410.86	2184.24	18399.92	0.0455	11	15	0.064	-0.902	0.2	1.9	0.38	0.2916	24.18	18242
7	扰动单元 38			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	5374.21	2542.26	19226.95	0.0455	8	9	0.064	-0.902	0.2	1.99	0.59	0.1808	30.18	17807
8	扰动单元 39			坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	18371.65	8487.66	16091.99	0.0455	7	6	0.064	-0.902	0.2	1.65	0.85	0.1480	106.90	17186
9	扰动单元 40		木里县	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	4225.89	2368.62	20784.09	0.0455	7	9	0.064	-0.902	0.2	2.16	0.59	0.1480	22.42	18849
10	扰动单元 41			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	3739.89	2515.17	20143.69	0.0455	6	10	0.064	-0.902	0.2	2.09	0.54	0.1174	21.18	17658

表 4.3-9 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方无来水工程堆渣体）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{dw} t	R MJ mm/ (hm ² h)	G _{dw} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ °	λ _x	X	δ	d ₁	L _{dw}	S _{dw}	A hm ²	M _{ji} t/(km ² a)
			市、区、县	项目												
1	扰动单元 42	表土临时堆放场区	西昌市	西昌市境内表土临时堆放场	29.11	3241.5	0.0367	9	5	5	0.2	5.212	0.9922	0.2899	0.17	17121
2	扰动单元 43		盐源县	盐源县境内表土临时堆放场	3280.84	2956.2	0.0367	9	5	6	0.2	6.212	0.9922	0.2899	9.96	18737
3	扰动单元 44		木里县	木里县境内表土临时堆放场	455.72	2175.7	0.0367	9	7	7	0.2	7.212	1.2273	0.2899	1.93	19900

（三）自然恢复期土壤侵蚀模数的确定

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），本标准适用于水力作用下生产建设项目土壤流失量的事前预测、事中监测和事后计算。因此，本项目自然恢复期土壤流失量预测计算公式可采用表 4.3-4，自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算见表 4.3-10~14。

表 4.3-10 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方无来水工程开挖面）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{kw} t	R MJ mm/ (hm ² h)	G _{kw} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ (°)	λ _x	SIL	CLA	ρ	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{ji}
			市、区、县	项目											hm ²	t / (km ² a)
1	扰动单元 1	路基工程区	西昌市	i ≤ 15°	2249.49	3241.5	0.0236	6	4	0.7	0.2	1.35	1.1392	0.4636	4.43	4042
2	扰动单元 4		盐源县	i ≤ 15°	5103.84	2956.2	0.0236	6	3	0.7	0.2	1.35	1.3422	0.4636	9.36	4343
3	扰动单元 7		木里县	i ≤ 15°	112.11	2175.7	0.0236	8	2	0.7	0.2	1.35	1.6953	0.4913	0.22	4279
4	扰动单元 10	桥涵工程区	西昌市	涉水桥梁	302.41	3241.5	0.0236	5	4	0.7	0.2	1.35	1.1381	0.4497	1.54	3917
5	扰动单元 11			不涉水桥梁	932.88	3241.5	0.0236	8	5	0.7	0.2	1.35	1.0056	0.4913	8.15	3781
6	扰动单元 12		盐源县	涉水桥梁	88.24	2956.2	0.0236	5	4	0.7	0.2	1.35	1.1381	0.4497	0.49	3573
7	扰动单元 13			不涉水桥梁	3101.34	2956.2	0.0236	8	5	0.7	0.2	1.35	1.0056	0.4913	29.68	3449
8	扰动单元 14		木里县	不涉水桥梁	262.67	2175.7	0.0236	4	2	0.7	0.2	1.35	1.6882	0.4358	2.29	3779
9	扰动单元 18		交叉工程区	西昌市	西昌市境内交叉工程	3314.34	3241.5	0.0236	13	7	0.7	0.2	1.35	0.8378	0.5600	55.77
10	扰动单元 19	盐源县		盐源县境内交叉工程	4816.81	2956.2	0.0236	14	8	0.7	0.2	1.35	0.7782	0.5735	93.41	3115
11	扰动单元 20	沿线设施区	西昌市	西昌市境内沿线设施	612.65	3241.5	0.0236	10	8	0.7	0.2	1.35	0.7717	0.5189	5.50	3065
12	扰动单元 21		盐源县	盐源县境内沿线设施	844.19	2956.2	0.0236	10	7	0.7	0.2	1.35	0.8327	0.5189	7.71	3016
13	扰动单元 22		木里县	木里县境内沿线设施	258.20	2175.7	0.0236	12	4	0.7	0.2	1.35	1.1500	0.5463	2.20	3228

表 4.3-11 (a) 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方有来水工程开挖面）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{kw} t	R MJ mm/ (hm ² h)	G _{kw} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ (°)	λ _x	SIL	CLA	ρ	L _{kw}	S _{kw}	A hm ²
			市、区、县	项目											
1	扰动单元 2	路基工程区	西昌市	15° < i ≤ 35°	72.61	3241.5	0.0236	6	12	0.7	0.2	1.35	0.6090	0.4636	3.36
2	扰动单元 3			i > 35°	16.39	3241.5	0.0236	7	13	0.7	0.2	1.35	0.5825	0.4775	0.77
3	扰动单元 5		盐源县	15° < i ≤ 35°	327.64	2956.2	0.0236	6	11	0.7	0.2	1.35	0.6400	0.4636	15.82
4	扰动单元 6			i > 35°	156.88	2956.2	0.0236	7	12	0.7	0.2	1.35	0.6097	0.4775	7.72
5	扰动单元 8		木里县	15° < i ≤ 35°	26.88	2175.7	0.0236	8	11	0.7	0.2	1.35	0.6416	0.4913	1.66
6	扰动单元 9			i > 35°	25.22	2175.7	0.0236	7	10	0.7	0.2	1.35	0.6765	0.4775	1.52
7	扰动单元 15	隧道工程区	西昌市	西昌市境内隧道	4.80	3241.5	0.0236	5	13	0.7	0.2	1.35	0.5813	0.4497	0.24
8	扰动单元 16		盐源县	盐源县境内隧道	20.29	2956.2	0.0236	7	14	0.7	0.2	1.35	0.5584	0.4775	1.09
9	扰动单元 17		木里县	木里县境内隧道	4.48	2175.7	0.0236	7	10	0.7	0.2	1.35	0.6765	0.4775	0.27

表 4.3-11 (b) 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方有来水工程开挖面）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{ky} t	M _{kw} t	F _{ky} MJ/hm ²	G _{ky} t hm ² / (hm ² M)	θ (°)	λ _x	SIL	CLA	ρ	L _{ky}	S _{ky}	A hm ²	M _{ji} t/ (km ² a)
			市、区、县	项目													
1	扰动单元 2	路基工程区	西昌市	15° < i ≤ 35°	138.76	72.61	19226.95	0.0087	6	12	0.7	0.2	1.35	0.5299	0.2233	3.36	4130
2	扰动单元 3			i > 35°	32.17	16.39	19410.48	0.0087	7	13	0.7	0.2	1.35	0.5005	0.2438	0.77	4178
3	扰动单元 5		盐源县	15° < i ≤ 35°	664.29	327.64	19502.21	0.0087	6	11	0.7	0.2	1.35	0.5646	0.2233	15.82	4199
4	扰动单元 6			i > 35°	322.25	156.88	19135.15	0.0087	7	12	0.7	0.2	1.35	0.5307	0.2438	7.72	4174
5	扰动单元 8		木里县	15° < i ≤ 35°	69.98	26.88	20052.11	0.0087	8	11	0.7	0.2	1.35	0.5664	0.2642	1.66	4216
6	扰动单元 9			i > 35°	62.60	25.22	19226.95	0.0087	7	10	0.7	0.2	1.35	0.6062	0.2438	1.52	4118
7	扰动单元 15	隧道工程区	西昌市	西昌市境内隧道	8.90	4.80	19502.21	0.0087	5	13	0.7	0.2	1.35	0.4992	0.2028	0.24	3710
8	扰动单元 16		盐源县	盐源县境内隧道	41.55	20.29	19502.21	0.0087	7	14	0.7	0.2	1.35	0.4742	0.2438	1.09	3812
9	扰动单元 17		木里县	木里县境内隧道	10.83	4.48	18399.92	0.0087	7	10	0.7	0.2	1.35	0.6062	0.2438	0.27	4012

表 4.3-12 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（地表翻扰型一般扰动地表）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{yd} t	R MJ mm/ (hm ² h)	K _{yd} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ (°)	L _y	λ _x	S _y	B	E	T	A hm ²	M _{ji} t/(km ² a)
			市、区、县	项目												
1	扰动单元 23	施工生产生活区	西昌市	西昌市境内施工生产生活区	21.44	3241.5	0.012	5	1.32	35	0.98	0.61	1	1	0.70	3063
2	扰动单元 24		盐源县	盐源县境内施工生产生活区	137.26	2956.2	0.010	5	1.50	45	0.98	0.61	1	1	5.20	2640
3	扰动单元 25		木里县	木里县境内施工生产生活区	57.77	2175.7	0.010	6	1.80	65	1.21	0.61	1	1	2.00	2888
4	扰动单元 26	施工道路区	西昌市	西昌市境内永久施工道路区	1636.78	3241.5	0.012	8	0.77	12	1.73	0.61	1	1	1.51	3159
5	扰动单元 27			西昌市境内临时施工道路区	901.47	2956.2	0.01	8	1.04	22	1.73	0.61	1	1	27.88	3251
6	扰动单元 28		盐源县	盐源县境内永久施工道路区	1706.17	2175.7	0.01	9	1.24	31	2.01	0.61	1	1	12.02	3303
				盐源县境内临时施工道路区	8132.37	2175.7	0.01	9	1.26	32	2.01	0.61	1	1	182.55	3356
8	扰动单元 30		木里县	木里县境内永久施工道路区	402.07	2175.7	0.01	9	1.26	32	2.01	0.61	1	1	3.47	3356
9	扰动单元 31			盐源县境内临时施工道路区	1947.46	2175.7	0.01	9	1.28	33	2.01	0.61	1	1	48.47	3408

表 4.3-13 (a) 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方有来水工程堆渣体）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{dw} t	R MJ mm/ (hm ² h)	G _{dw} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ °	λ _x	X	δ	d ₁	L _{dw}	S _{dw}	A hm ²
			市、区、县	项目											
1	扰动单元 32	弃渣场区	西昌市	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	63.49	3241.5	0.0367	4	8	1	0.2	1.212	1.4207	0.1085	3.46
2	扰动单元 33			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	134.11	3241.5	0.0367	4	9	1	0.2	1.212	1.5521	0.1085	6.69
3	扰动单元 34			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	572.83	3241.5	0.0367	3	13	2	0.2	1.212	2.0474	0.0766	15.35
4	扰动单元 35			坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	428.15	3241.5	0.0367	3	6	3	0.2	1.212	1.1456	0.0766	13.67
5	扰动单元 36		盐源县	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	607.53	2956.2	0.0367	3	4	1	0.2	1.212	0.8448	0.0766	86.52
6	扰动单元 37			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	326.01	2956.2	0.0367	4	6	1	0.2	1.212	1.1446	0.1085	24.18
7	扰动单元 38			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	1256.37	2956.2	0.0367	3	17	2	0.2	1.212	2.5043	0.0766	30.18
8	扰动单元 39			坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	3053.47	2956.2	0.0367	3	6	3	0.2	1.212	1.1456	0.0766	106.90
9	扰动单元 40		木里县	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	168.56	2175.7	0.0367	2	2	4	0.2	1.212	0.5023	0.0468	22.42
10	扰动单元 41			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	948.82	2175.7	0.0367	2	16	5	0.2	1.212	2.3942	0.0468	21.18

表 4.3-13 (b) 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方有来水工程堆渣体）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{dy} t	M _{dw} t	F _{dy} MJ/hm ²	G _{dy} t hm ² / (hm ² M)	θ °	λ _x	a ₂	f ₂	δ	d ₂	L _{dy}	S _{dy}	A hm ²	M _{ji} t/(km ² a)
			市、区、县	项目														
1	扰动单元 32	弃渣场区	西昌市	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	196.25	63.49	20143.69	0.0455	4	8	0.064	-0.902	0.2	2.09	0.66	0.0639	3.46	5672
2	扰动单元 33			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	362.84	134.11	19960.52	0.0455	4	9	0.064	-0.902	0.2	2.07	0.59	0.0639	6.69	5424
3	扰动单元 34			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	810.45	572.83	19410.48	0.0455	3	13	0.064	-0.902	0.2	2.01	0.42	0.0415	15.35	5280
4	扰动单元 35			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	713.21	428.15	13018.03	0.0455	3	6	0.064	-0.902	0.2	1.32	0.85	0.0415	13.67	5217
5	扰动单元 36		盐源县	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	4485.50	607.53	19410.48	0.0455	3	4	0.064	-0.902	0.2	2.01	1.22	0.0415	86.52	5184
6	扰动单元 37			沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	1424.61	326.01	18399.92	0.0455	4	6	0.064	-0.902	0.2	1.9	0.85	0.0639	24.18	5892
7	扰动单元 38			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	1619.68	1256.37	19226.95	0.0455	3	17	0.064	-0.902	0.2	1.99	0.33	0.0415	30.18	5367
8	扰动单元 39			坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	5809.00	3053.47	16091.99	0.0455	3	6	0.064	-0.902	0.2	1.65	0.85	0.0415	106.90	5434
9	扰动单元 40		木里县	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	1261.86	168.56	20784.09	0.0455	2	2	0.064	-0.902	0.2	2.16	2.29	0.0226	22.42	5628
10	扰动单元 41			坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	1102.23	948.82	20143.69	0.0455	2	16	0.064	-0.902	0.2	2.09	0.35	0.0226	21.18	5204

表 4.3-14 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方无来水工程堆渣体）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元		M _{dw} t	R MJ mm/ (hm ² h)	G _{dw} t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	θ °	λ _x	X	δ	d _i	L _{dw}	S _{dw}	A hm ²	M _{ji} t/(km ² a)
			市、区、县	项目												
1	扰动单元 42	表土临时堆放场区	西昌市	西昌市境内表土临时堆放场	9.15	3241.5	0.0234	5	5	5	0.2	5.212	0.9976	0.1422	0.17	5380
2	扰动单元 43		盐源县	盐源县境内表土临时堆放场	895.34	2956.2	0.0234	5	4	6	0.2	6.212	0.8664	0.1422	9.96	5113
3	扰动单元 44		木里县	木里县境内表土临时堆放场	129.91	2175.7	0.0234	5	6	7	0.2	7.212	1.1194	0.1422	1.93	5673

根据以上分析，本项目各预测时段、各预测单元土壤侵蚀模数见表 4.3-15。

表 4.3-15 各预测时段、各预测单元土壤侵蚀模数一览表

预测单元	扰动单元			工程区背景值 t/km ² a	本项目		
	市区县	序号	项目		施工期 t/km ² a	自然恢复期 t/km ² a	
主体工程区	路基工程区	西昌市	扰动单元 1	$i \leq 15^\circ$	1793	11176	4042
			扰动单元 2	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	1793	11733	4130
			扰动单元 3	$i > 35^\circ$	1793	19296	4178
		盐源县	扰动单元 4	$i \leq 15^\circ$	1793	10460	4343
			扰动单元 5	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	1793	11410	4199
			扰动单元 6	$i > 35^\circ$	1793	18551	4174
		木里县	扰动单元 7	$i \leq 15^\circ$	1793	7698	4279
			扰动单元 8	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	1793	12607	4216
			扰动单元 9	$i > 35^\circ$	1793	20070	4118
	桥涵工程区	西昌市	扰动单元 10	涉水桥梁	1278	11395	3917
			扰动单元 11	不涉水桥梁	1278	13907	3781
		盐源县	扰动单元 12	涉水桥梁	1278	11289	3573
			扰动单元 13	不涉水桥梁	1278	11761	3449
	木里县	扰动单元 14	不涉水桥梁	1278	10692	3779	
	隧道工程区	西昌市	扰动单元 15	西昌市境内隧道	3026	10095	3710
		盐源县	扰动单元 16	盐源县境内隧道	3026	11190	3812
		木里县	扰动单元 17	木里县境内隧道	3026	12016	4012
	交叉工程区	西昌市	扰动单元 18	西昌市境内交叉工程	1831	8125	3590
		盐源县	扰动单元 19	盐源县境内交叉工程	1831	8350	3115
	沿线设施区	西昌市	扰动单元 20	西昌市境内沿线设施	1500	7138	3065
		盐源县	扰动单元 21	盐源县境内沿线设施	1500	8421	3016
		木里县	扰动单元 22	木里县境内沿线设施	1500	9979	3228
临时工程区	施工生产生活区	西昌市	扰动单元 23	西昌市境内施工生产生活区	1500	7181	3063
		盐源县	扰动单元 24	盐源县境内施工生产生活区	1500	6296	2640
		木里县	扰动单元 25	木里县境内施工生产生活区	1500	6239	2888
	施工道路区	西昌市	扰动单元 26	西昌市境内永久施工道路区	2203	10044	3159
			扰动单元 27	西昌市境内临时施工道路区	2203	10582	3251
		盐源县	扰动单元 28	盐源县境内永久施工道路区	2203	10595	3303
			扰动单元 29	盐源县境内临时施工道路区	2203	10661	3356
		木里县	扰动单元 30	木里县境内永久施工道路区	2203	10837	3356
			扰动单元 31	盐源县境内临时施工道路区	2203	10991	3408
	弃渣场区	西昌市	扰动单元 32	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	2814	19975	5672
			扰动单元 33	沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	2814	17767	5424
			扰动单元 34	坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	2814	16013	5280
			扰动单元 35	坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	2814	14310	5217
		盐源县	扰动单元 36	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	2814	20006	5184
			扰动单元 37	沟道型弃渣场, 4 级弃渣场	2814	18242	5892
			扰动单元 38	坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	2814	17807	5367
		木里县	扰动单元 39	坡地型弃渣场, 4 级弃渣场	2814	17186	5434
			扰动单元 40	沟道型弃渣场, 3 级弃渣场	2814	18849	5628
			扰动单元 41	坡地型弃渣场, 3 级弃渣场	2814	17658	5204
	表土临时堆放场区	西昌市	扰动单元 42	西昌市境内表土临时堆放场	1500	17121	5380
盐源县		扰动单元 43	盐源县境内表土临时堆放场	1500	18737	5113	
木里县		扰动单元 44	木里县境内表土临时堆放场	1500	19900	5673	

4.3.4 预测结果

本项目施工期土壤流失量预测结果见表 4.3-16，自然恢复期土壤流失量预测表结果见表 4.3-17，土壤流失量预测汇总见表 4.3-18。

表 4.3-16 施工期土壤流失量预测表

预测单元	扰动单元			原地貌土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	扰动后侵蚀模数 (t/km ² a)	预测面积 (hm ²)	侵蚀时段 (a)	背景流失量 (t)	预测流失量 (t)	新增流失量 (t)
	市区县	序号	项目							
路基工程区	西昌市	扰动单元 1	$i \leq 15^\circ$	1793	11176	55.65	3	2993	18658	15665
		扰动单元 2	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	1793	11733	42.17	3	2268	14843	12575
		扰动单元 3	$i > 35^\circ$	1793	19296	9.62	3	517	5569	5052
	盐源县	扰动单元 4	$i \leq 15^\circ$	1793	10460	117.51	3	6321	36875	30554
		扰动单元 5	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	1793	11410	198.54	3	10679	67960	57281
		扰动单元 6	$i > 35^\circ$	1793	18551	96.88	3	5211	53917	48706
	木里县	扰动单元 7	$i \leq 15^\circ$	1793	7698	2.62	3	141	605	464
		扰动单元 8	$15^\circ < i \leq 35^\circ$	1793	12607	20.83	3	1120	7878	6758
		扰动单元 9	$i > 35^\circ$	1793	20070	19.26	3	1036	11596	10560
	小计					563.08		30286	217901	187615
桥涵工程区	西昌市	扰动单元 10	涉水桥梁	1278	11395	7.72	3.5	345	3079	2734
		扰动单元 11	不涉水桥梁	1278	13907	24.67	3.5	1103	12008	10905
	盐源县	扰动单元 12	涉水桥梁	1278	11289	2.47	3.5	110	976	866
		扰动单元 13	不涉水桥梁	1278	11761	89.93	3.5	4023	37018	32995
	木里县	扰动单元 14	不涉水桥梁	1278	10692	6.95	3.5	311	2601	2290
		小计					131.74		5892	55682
隧道工程区	西昌市	扰动单元 15	西昌市境内隧道	3026	10095	10.33	4	1250	4171	2921
	盐源县	扰动单元 16	盐源县境内隧道	3026	11190	46.09	4	5579	20630	15051
	木里县	扰动单元 17	木里县境内隧道	3026	12016	9.83	4	1190	4725	3535
		小计					66.25		8019	29526
交叉工程区	西昌市	扰动单元 18	西昌市境内交叉工程	1831	8125	92.31	2.5	4225	18750	14525
	盐源县	扰动单元 19	盐源县境内交叉工程	1831	8350	154.61	2.5	7077	32275	25198
		小计					246.92		11302	51025
沿线设施区	西昌市	扰动单元 20	西昌市境内沿线设施	1500	7138	19.99	2	600	2854	2254
	盐源县	扰动单元 21	盐源县境内沿线设施	1500	8421	27.99	2	840	4714	3874
	木里县	扰动单元 22	木里县境内沿线设施	1500	9979	8.00	2	240	1597	1357
		小计					55.98		1680	9165
施工生产生活区	西昌市	扰动单元 23	西昌市境内施工区	1500	7181	0.70	5	53	251	198
	盐源县	扰动单元 24	盐源县境内施工区	1500	6296	5.20	5	390	1637	1247
	木里县	扰动单元 25	木里县境内施工区	1500	6239	2.00	5	150	624	474
		小计					7.90		593	2512
施工	西昌市	扰动单元 26	西昌市永久施工道路	2203	10044	7.44	1	164	747	583

预测单元	扰动单元			原地貌土壤侵蚀模数	扰动后侵蚀模数	预测面积	侵蚀时段	背景流失量	预测流失量	新增流失量
	市区县	序号	项目	(t/km ² a)	(t/km ² a)	(hm ²)	(a)	(t)	(t)	(t)
道路区	盐源县	扰动单元 27	西昌市临时施工道路	2203	10582	44.86	4	3953	18988	15035
		扰动单元 28	盐源县永久施工道路	2203	10595	59.16	1	1303	6268	4965
	木里县	扰动单元 29	盐源县临时施工道路	2203	10661	293.73	4	25883	125258	99375
		扰动单元 30	木里县永久施工道路	2203	10837	17.13	1	377	1856	1479
		扰动单元 31	盐源县临时施工道路	2203	10991	78.00	4	6873	34292	27419
	小计						500.32		38553	187409
弃渣场区	西昌市	扰动单元 32	沟道型, 3 级弃渣场	2814	19975	3.46	4	389	2765	2376
		扰动单元 33	沟道型, 4 级弃渣场	2814	17767	6.69	4	753	4754	4001
		扰动单元 34	坡地型, 3 级弃渣场	2814	16013	15.35	4	1728	9832	8104
		扰动单元 35	坡地型, 4 级弃渣场	2814	14310	13.67	4	1539	7825	6286
	盐源县	扰动单元 36	沟道型, 3 级弃渣场	2814	20006	86.52	4	9739	69237	59498
		扰动单元 37	沟道型, 4 级弃渣场	2814	18242	24.18	4	2722	17644	14922
		扰动单元 38	坡地型, 3 级弃渣场	2814	17807	30.18	4	3397	21497	18100
		扰动单元 39	坡地型, 4 级弃渣场	2814	17186	106.90	4	12033	73487	61454
	木里县	扰动单元 40	沟道型, 3 级弃渣场	2814	18849	22.42	4	2524	16904	14380
		扰动单元 41	坡地型, 3 级弃渣场	2814	17658	21.18	4	2384	14960	12576
小计						330.55		37208	238905	201697
表土临时堆放场区	西昌市	扰动单元 42	西昌市境内表土堆放	1500	17121	0.17	4	10	116	106
	盐源县	扰动单元 43	盐源县境内表土放场	1500	18737	9.96	4	598	7465	6867
	木里县	扰动单元 44	木里县境内表土放场	1500	19900	1.93	4	116	1536	1420
	小计						12.06		724	9117
合计						1914.80		134257	801242	666985

表 4.3-17 自然恢复期土壤流失量预测表

预测单元	扰动单元			原地貌土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	自然恢复期侵蚀模数 (t/km ² a)	预测面积 (hm ²)	侵蚀时段 (a)	背景流失量 (t)	预测流失量 (t)	新增流失量 (t)
	市区县	序号	项目							
路基工程区	西昌市	扰动单元 1	i ≤ 15°	1793	4042	4.43	5	397	895	498
		扰动单元 2	15° < i ≤ 35°	1793	4130	3.36	5	301	694	393
		扰动单元 3	i > 35°	1793	4178	0.77	5	69	161	92
	盐源县	扰动单元 4	i ≤ 15°	1793	4343	9.36	3	503	1220	717
		扰动单元 5	15° < i ≤ 35°	1793	4199	15.82	3	851	1993	1142
		扰动单元 6	i > 35°	1793	4174	7.72	3	415	967	552
	木里县	扰动单元 7	i ≤ 15°	1793	4279	0.22	3	12	28	16
		扰动单元 8	15° < i ≤ 35°	1793	4216	1.66	3	89	210	121
		扰动单元 9	i > 35°	1793	4118	1.52	3	82	188	106
	小计					44.86		2719	6356	3637
桥涵工程区	西昌市	扰动单元 10	涉水桥梁	1278	3917	1.54	5	98	302	204
		扰动单元 11	不涉水桥梁	1278	3781	8.15	5	521	1541	1020
	盐源县	扰动单元 12	涉水桥梁	1278	3573	0.49	3	19	53	34
		扰动单元 13	不涉水桥梁	1278	3449	29.68	3	1138	3071	1933
	木里县	扰动单元 14	不涉水桥梁	1278	3779	2.29	3	88	260	172
小计					42.15		1864	5227	3363	
隧道工程区	西昌市	扰动单元 15	西昌市境内隧道	3026	3710	0.24	5	36	45	9
	盐源县	扰动单元 16	盐源县境内隧道	3026	3812	1.09	3	99	125	26
	木里县	扰动单元 17	木里县境内隧道	3026	4012	0.27	3	25	32	7
小计					1.6		160	202	42	
交叉工程区	西昌市	扰动单元 18	西昌市境内交叉工程	1831	3590	55.77	5	5106	10011	4905
	盐源县	扰动单元 19	盐源县境内交叉工程	1831	3115	93.41	3	5131	8729	3598
	小计					149.18		10237	18740	8503
沿线设施区	西昌市	扰动单元 20	西昌市境内沿线设施	1500	3065	5.50	5	413	843	430
	盐源县	扰动单元 21	盐源县境内沿线设施	1500	3016	7.71	3	347	698	351
	木里县	扰动单元 22	木里县境内沿线设施	1500	3228	2.20	3	99	213	114
小计					15.41		859	1754	895	
施工生产生活区	西昌市	扰动单元 23	西昌市境内施工区	1500	3063	0.70	5	53	107	54
	盐源县	扰动单元 24	盐源县境内施工区	1500	2640	5.20	3	234	412	178

	木里县	扰动单元 25	木里县境内施工区	1500	2888	2.00	3	90	173	83
	小计					7.90		377	692	315
施工 道路区	西昌市	扰动单元 26	西昌市永久施工道路	2203	3159	1.51	5	166	239	73
		扰动单元 27	西昌市临时施工道路	2203	3251	27.88	5	3071	4532	1461
	盐源县	扰动单元 28	盐源县永久施工道路	2203	3303	12.02	3	794	1191	397
		扰动单元 29	盐源县临时施工道路	2203	3356	182.55	3	12065	18379	6314
	木里县	扰动单元 30	木里县永久施工道路	2203	3356	3.47	3	229	349	120
		扰动单元 31	盐源县临时施工道路	2203	3408	48.47	3	3203	4956	1753
	小计					275.90		19528	29646	10118
弃渣 场区	西昌市	扰动单元 32	沟道型, 3 级弃渣场	2814	5672	3.46	5	487	981	494
		扰动单元 33	沟道型, 4 级弃渣场	2814	5424	6.69	5	941	1814	873
		扰动单元 34	坡地型, 3 级弃渣场	2814	5280	15.35	5	2160	4052	1892
		扰动单元 35	坡地型, 4 级弃渣场	2814	5217	13.67	5	1923	3566	1643
	盐源县	扰动单元 36	沟道型, 3 级弃渣场	2814	5184	86.52	3	7304	13456	6152
		扰动单元 37	沟道型, 4 级弃渣场	2814	5892	24.18	3	2041	4274	2233
		扰动单元 38	坡地型, 3 级弃渣场	2814	5367	30.18	3	2548	4859	2311
		扰动单元 39	坡地型, 4 级弃渣场	2814	5434	106.90	3	9024	17427	8403
	木里县	扰动单元 40	沟道型, 3 级弃渣场	2814	5628	22.42	3	1893	3785	1892
		扰动单元 41	坡地型, 3 级弃渣场	2814	5204	21.18	3	1788	3307	1519
	小计					330.55		30109	57521	27412
表土临时 堆放场区	西昌市	扰动单元 42	西昌市境内表土堆放	1500	5380	0.17	3	8	27	19
	盐源县	扰动单元 43	盐源县境内表土放场	1500	5113	9.96	5	747	2546	1799
	木里县	扰动单元 44	木里县境内表土放场	1500	5673	1.93	3	87	328	241
		小计					12.06		842	2901
	合计					879.61		66695	123039	56344

表 4.3-18 土壤流失量预测汇总表

预测单元		预测时段	预测面积	侵蚀时段	背景流失量	预测流失量	新增流失量	占新增流失总量百分比
			(hm ²)	(a)	(t)	(t)	(t)	(%)
主体工程区	路基工程区	施工期	563.08	3~5	30286	217901	187615	
		自然恢复期	44.86	5	2719	6356	3637	
		小计			33005	224257	191252	26.44
	桥涵工程区	施工期	131.74	3.5	5892	55682	49790	
		自然恢复期	42.15	3~5	1864	5227	3363	
		小计			7756	60909	53153	7.35
	隧道工程区	施工期	66.25	4	8019	29526	21507	
		自然恢复期	1.60	3~5	160	202	42	
		小计			8179	29728	21549	2.98
	交叉工程区	施工期	246.92	2.5	11302	51025	39723	
		自然恢复期	149.18	3~5	10237	18740	8503	
		小计			21539	69765	48226	6.67
	沿线设施区	施工期	55.98	2	1680	9165	7485	
		自然恢复期	15.41	3~5	859	1754	895	
		小计			2539	10919	8380	1.16
临时工程区	施工生产生活区	施工期	7.90	5	593	2512	1919	
		自然恢复期	7.90	3~5	377	692	315	
		小计			970	3204	2234	0.31
	施工道路区	施工期	500.32	1~4	38553	187409	148856	
		自然恢复期	275.90	3~5	19528	29646	10118	
		小计			58081	217055	158974	21.98
	弃渣场区	施工期	330.55	4	37208	238905	201697	
		自然恢复期	330.55	3~5	30109	57521	27412	
		小计			67317	296426	229109	31.67
	表土临时堆放场区	施工期	12.06	4	724	9117	8393	
		自然恢复期	12.06	3~5	842	2901	2059	
		小计			1566	12018	10452	1.44
合计	施工期	1914.80		134257	801242	666985	92.21	
	自然恢复期	879.61		66695	123039	56344		
	小计			200952	924281	723329		

由以上计算分析可知：在水土流失预测年限内，本项目水土流失预测总量为 92.43 万 t，其中背景流失量为 20.10 万 t，新增水土流失量为 72.33 万 t。弃渣场区、路基工程区和施工道路区新增流失量分别占总新增流失量的 31.67%、26.44%和 21.98%，是产生水土流失重点部位。施工期新增水土流失量占新增总流失量的 92.21%，是水土流失发生的主要时段。

4.4 水土流失危害分析

本项目路线涉及西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，盐源县属

于盐源省级水土流失重点治理区，木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。项目区地处滇西北横断山高山峡谷与云贵高原接壤地带，金沙江呈“∩”状流经本区，注入金沙江多条支流深切造成悬崖峭壁发育，地形错综复杂。由于公路线路长、占地面积大、土石方量较多，所处地区降水量多，强度大，在降水及人为活动影响下，工程建设极易造成大面积表土面蚀、沟蚀、弃渣崩塌等水土流失形式。如不加以有效防治，工程建设对工程所在区域和工程本身将造成较大危害，主要体现在以下几方面：

（一）流失土石淤积河道，影响河道行洪及河道水质

工程建设中可能新增的水土流失量 72.33 万 t，若不采取水保措施，流失的土石渣进入沟道、河道内，导致河床淤积，抬高河床，减少河道行洪断面，不利于项目区的排水除涝；同时，因水土流失的时段和部位比较集中，大量泥沙进入河道，影响河道行洪，增加水体泥沙含量。

（二）对项目区土地资源的破坏

工程建设将扰动、破坏大量耕地、林地等，使原表层土剥离形成裸露地表和高陡边坡，失去原有植被的防冲、固土能力。据统计，整个工程建设过程中扰动地表面积 1914.80hm²，若不采取水土保持措施对其加以防护，表层耕植土或腐殖土将被剥离、冲刷殆尽；若对工程弃渣不加防护，则其周围的地表可能被流失的土石渣淤埋覆盖，使土壤有机质流失、结构破坏，土壤中的氮、磷和有机物及无机盐含量迅速下降。同时土壤中生物、微生物及它们的衍生物数量也大大降低，从而使立地条件恶化，不仅影响农业生产，同时也给以后的植被恢复和土地复垦工作增加了难度。

（三）对局部生态环境的影响

本项目区内水土保持敏感区主要有邛海国家湿地公园、邛海-螺髻山国家级风景名胜、尔吾县级森林公园、泸沽湖省级风景名胜区和集中式饮用水水源保护区。其中路线涉及 7 个集中式饮用水水源保护区分别为西昌市邛海水源地二级保护区和准保护区、川兴镇水源地准保护区、西昌市佑君镇水源地二级保护区和准保护区、西昌市大兴乡水源地二级保护区、盐源县金河乡松树坪水源地二级保护区、盐源县双河乡小堡子村水源地二级保护区和长柏乡围桩坪水源地二级保护区。工程在施工期间会对沿线水质种资源保护区水生生物和水质产生影响。同时，项目施工破坏了区域内原有的地表、植被和自然景观，加剧了水土流失，对当地环境将造成影响；此外，随着工程区植被的破坏，在一定程度上对当地陆生生物的生境条件产生干扰，

对当地生态环境造成影响。各施工场区水土流失量的增加，加剧对周边土地的冲刷，特别是弃土场松散的堆积物，极易产生崩塌、滑坡等重力侵蚀。

（四）危及工程运行安全

公路在施工中形成的高填深挖路段及地质条件较差的路段存在滑坡、崩塌等地质灾害，如无任何防护措施，雨季极易产生径流冲刷，轻者直接影响工程建设及运行进程，严重的将形成较大冲沟，致使边坡塌陷，危及工程本身的安全。

（五）加剧当地水土流失治理难度

工程扰动区域侵蚀强度以强度~剧烈为主，造成的土壤侵蚀模数远远超过当地土壤侵蚀容许值 $500t/(km^2 \cdot a)$ ，若不采取水土保持措施，势必对当地生态环境造成不利影响，加大当地水土流失治理难度。

4.5 指导性意见

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

同时，为防止项目建设新增大量的水土流失，控制和减少可能造成水土流失及危害，应加强水土流失监测工作。对路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、交叉工程区、沿线设施区、弃渣场区、施工生产生活区、施工道路区和表土临时堆放场区应分期（施工准备期、施工期和自然恢复期）进行水土流失监测。其中弃渣场区、路基工程区和施工道路区是水土保持监测的重点部位，施工期是水土保持监测的重点时段。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治分区原则

（一）区内气候特征、地貌、地面物质组成和外营力（侵蚀营力和抗蚀性）相似，区间存在差异；

（二）分区的工程建设类型一致，造成水土流失的成因、形式、强度、发生发展过程保持相对一致，区间存在差异；

（三）区内防治措施选择具有相似性，区间存在差异；

（四）根据工程的特点、区内地形地貌、工程布局、建设时序、新增水土流失特点、防治责任范围等因素，进行水土流失防治分区，并根据水土流失的危害程度确定重点防治部位。

5.1.2 防治分区

本工程由主体工程及施工临时工程组成，主体工程包括路基工程、桥梁工程、隧道工程、交叉工程、沿线设施等；施工临时工程包括弃渣场、施工生产生活区、施工道路和表土临时堆放场等。

路线经过区域属高山、高中山地貌，按照水土流失防治责任范围内工程扰动破坏方式、新增水土流失类型和形式相近的原则，将责任范围划分为主体工程区、弃渣场区、施工生产生活区、施工道路区和表土临时堆放场区等 5 个防治区进行水土保持措施布置。同时根据公路工程项目的特点，将主体工程区细化为路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、交叉工程区、沿线设施区等 5 个分区。根据以上分析，本工程水土流失防治区分区结果详见表 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 水土流失防治分区表

防治分区		防治责任范围面积 (hm ²)	备注
主体工程区	路基工程区	563.08	全线路基 68.085km (含主线、西昌支线、木里支线、泸沽湖支线)
	桥涵工程区	131.74	全线桥梁 58581m/55 座 (含主线、西昌支线、木里支线、泸沽湖支线)
	隧道工程区	66.25	全线隧道 112569m/45 座 (不包含交叉工程区匝道隧道)
	交叉工程区	246.92	包含全线互通式立交 14 处及互通连接线 34.83km
	沿线设施区	55.98	包含项目配套设置的管理中心 1 处，路段管理所 3 处， 服务区 5 处，养护工区 4 处，停车区 1 处和收费站 12 处
	小计	1063.97	
施工生产生活区		7.90	包含施工生产生活区共 57 处，其中利用主体工程占地设置 35 处，新增临时占地设置 22 处
施工道路区		500.32	包含施工道路 822.45km，其中施工便道 809.58km，施工便桥 12.87km
弃渣场区		330.55	全线弃渣场共 75 个 (含主线、西昌支线、木里支线、泸沽湖支线)
表土临时堆放场		12.06	包含全线表土临时堆放场 122 处，其中利用主体工程占地设置 79 处，新增临时占地设置 43 处
合计		1914.80	

5.2 措施总体布局

5.2.1 防治措施布局原则

本着“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针，本方案水土保持防治措施布局应遵循以下原则：

(1)因地制宜的原则。针对项目本身的工程特征和工程建设区的水土流失特点，结合项目区的地质、地貌、水文、植被情况，因地制宜、合理配置水土保持措施，对不同的水土流失形态采取不同的防治措施。

(2)分类布局，分区防治原则。在认真分析主体工程设计资料基础上，结合野外现场调查，根据各防治分区的差异性和功能的不同，分类布局、分区设计，力求使各项措施布置、设计更加合理、可行。

(3)重点治理的原则。工程建设期产生的水土流失为本方案治理重点，路基边坡、交叉工程、弃渣场以及施工道路产生的水土流失为治理的关键。

(4)生态优先、效益统一原则。水土保持各项措施中，以生态建设为先导，充分利用已有资源和当地资源，最终达到水保效益、生态效益和经济效益的统一。

(5)经济性、技术可行性和易操作性原则。各种水土保持措施材料应尽量就地取材，以便节省投资。水土保持措施方案制定、设计和施工过程中，在不影响水土保

持效能的前提下，应以尽可能少的投入获得最大的效能。

(6)预防为主的原则，尽量减少对原地表的扰动和植被的破坏面积。

5.2.2 同类生产建设项目防治经验

本项目水土保持措施布置可借鉴区域附近西昌～攀枝花高速公路。西昌～攀枝花高速公路全长 162.55km，位于四川省凉山彝族自治州和攀枝花市境内，地处青藏高原、云贵高原向四川盆地的过渡地带，海拔高度 992～3000m。行政区划上属西昌市德昌县；攀枝花市米易县、盐边县、仁和区。

全线设置特大桥 17892/24 座，大中桥 32716m/196 座，小桥 457/24 座，桥梁总长 51065m/244 座，占路线长度的 31.41%；隧道 26452/14 座，占路线总长 16.24%，桥隧占路线总长 47.65%；互通式立体交叉 9 座。本项目总投资 88.95 亿元，平均每公里造价 5472.16 万元。

西昌～攀枝花高速公路于 2002 年 12 月开工，2008 年 12 月投入试运行，建设总工期 72 个月。该工程在建设过程中，其水土保持方面的经验值得本项目借鉴。

5.2.2.1 主体工程区

1.路基工程区

对工程建设区主要挖方、填方处特别是高挖深填路段分别采取了挡墙、骨架护坡、植物护坡等工程措施；并修建了完善的场地排水设施，将降水排放到场地以外，有效避免场地被径流直接冲刷。

2.桥涵工程区

全线中小桥上部结构均采用预制厂集中预制、汽车运输、工地安装的施工方法；下部结构桩基根据地质、水文情况分别采用挖、冲、钻孔，重力式桥台采用明挖扩大基础。当钻孔灌注桩施工场地为浅水时，施工平台采用筑岛法施工；无地下水或少量地下水的情况下采用挖孔灌注桩法施工。灌桩前挖好沉砂池，灌桩出浆进入沉砂池沉淀，沉淀后的上清液循环使用，清出的沉淀物运至弃土场处置。另外桥梁的施工不得影响行洪排涝及农田水利设施的正常功效。

3.隧道工程区

对隧道的进出口洞脸采用浆砌石衬砌防护，并根据地形情况设置截排水措施，可绿化区域采用喷播植草。

4.互通立交区

对互通立交区进行场地平整，挖填边坡采用骨架护坡或植草护坡进行防护，并设置完善的排水设施，平坦区域采用多种乔灌木相结合的方式绿化、美化。

5.沿线设施区

对沿线设施区进行场地平整，除硬化地表区域外，其余区域均采用绿化措施。

5.2.2.2 弃渣场区

弃渣场防治区的水土保持工程措施主要包括弃渣场和土地整治场的工程挡防、工程排水措施，均由各土建合同段完成。主要措施有：浆砌片石/干砌片石/片石砼挡渣墙（护脚）、浆砌片石排水沟、浆砌片石沉砂池、急流槽等。

5.2.2.3 施工生产生活区

施工场地平整做到挖、填平衡，场地周边根据坡面汇水情况设置排水沟、沉砂池；施工完毕后，对其迹地进行土地整治，并绿化恢复。

5.2.2.4 施工道路区

施工道路防治区的水土保持工程措施主要是挡土墙、排水沟等。



项目起点（K0+000）



K24+750 土地整治场



K41+100 填方边坡



K42 填方边坡、排水沟



K56+700 金沙特大桥



K68+900 上边坡绿化



K70+981 弃渣场



K71+609 弃渣场



K76+100 龙塘湾隧道



K162+000 金江互通（项目止点）

5.2.2.4 生态防护措施植物方案

根据对当地适生物种的调查，为满足防治水土流失、恢复项目区绿化和美化环境要求，本着“安全、舒适、美观、生态”原则，根据项目区立地条件和沿线气候特点，选择适生能力强、生长速度快、栽培和养护容易的优良树草种，对沿线路基边坡、中央隔离带、路侧绿化带及施工临时占地区等采用乔、灌、草、藤本植物为一体的防护措施。本项目采用的绿化物种见表 5.2.2-1。

表 5.2.2-1 生态防护措施植物特性表

树草种		形态特性及生长习性	本项目适生区域
乔木	川滇冷杉	川滇冷杉为中国特有树种，分布于云南西北部、四川西南部及西藏东部海拔 2500~3400 米地带，是松科、冷杉属乔木，高达 20 米；适应年均气温 2~4℃、日照时间较长的寒冷地区，川滇冷杉适生区域一般年降水量约 1000~1200 毫米，且集中于 6~9 月，林下土壤主要发育为山地淋溶棕色针叶林土和山地漂灰土。	路基边坡、互通立交区、沿线设施区
	云南松	为松科松属的常绿乔木，是西南地区的乡土树种，也是该地区的荒山绿化造林先锋树种，多分布于海拔 1000~3200 米的地区，常形成大面积纯林。为喜光性强的深根性树种，适应性能强，能耐冬春干旱气候及瘠薄土壤，能生于酸性红壤、红黄壤及棕色森林土或微石灰性土壤上；但以生于气候温和、土层深厚、肥润、酸质砂质壤土、排水良好的北坡或半阴坡地带生长最好，在干燥阳坡或山脊地带则生长较慢。	
	桉树	为桃金娘科桉属密荫大乔木，高约 20 米，分布于中国四川、云南、福建等地。喜光，喜湿，耐旱，耐热，畏寒，对低温很敏感。大多数要求年平均温度 15℃ 以上，最冷月不低于 7~8℃。一般能生长在年降水量 500 毫米的地区，年降水量超过 1000 毫米生长较好。主根深，抗风力强，适生于酸性的红壤、黄壤和土层深厚的冲积土，但在土层深厚、疏松、排水好的地方生长良好。	
	刺槐	为豆科、刺槐属落叶乔木，高 10~25 米；在年平均气温 8~14℃、年降雨量 500~900 毫米的地方生长良好。刺槐根系浅而发达，易风倒，适应性强，为优良固沙保土树种。生长快，萌芽力强，是行道树、景观树的常用物种。	
	桦木（白桦）	为桦木属落叶乔木，高可达 30 米，耐寒、速生，对病虫害较有免疫力，用于重新造林、控制水土流失、防护覆盖或作保育树木。在全国寒冷地区均有分布。	
	山杨	为杨柳科杨属的植物，落叶乔木，高可达 25 米。在中国四川、云南山区多分布于海拔 2000~3800 米之间的山坡、山脊和沟谷地带，常形成小面积纯林或与其他树种形成混交林。山杨为强阳性树种，更新能力强，耐寒冷、耐干旱瘠薄土壤，对土壤要求在微酸性至中性土壤皆可生长，适于山腹以下排水良好肥沃土壤。	
灌木	青冈	为壳斗科青冈属常绿乔木，高可达 20 米，生于海拔 60~2600 米的山坡或沟谷，组成常绿阔叶林或常绿落叶阔叶混交林。适应性较强，酸性至碱性基岩均可生长，在石灰岩山地，可形成单优群落，天然更新力强，生长中速。青冈比较耐寒，耐受极端低温 -10℃，且耐荫和耐瘠薄，深根性，直根系，耐干燥，萌芽力强，可萌芽更新。	路基边坡、互通立交区、沿线设施区、各临时工程区
	高山杜鹃	为杜鹃花科杜鹃花属常绿小灌木，高 1 米，5~7 月开花，花色繁多，颜色鲜艳，景观效果好。高山杜鹃多生于高山、苔原、多岩石地方或沼泽地带，喜疏松、pH 值 4~6 的酸性土壤。杜鹃喜光，但又怕强光，是属半荫偏阳植物。	
	川滇高山栎	为壳斗科，栎属常绿乔木，生于干旱阳坡或山顶时常呈灌木状。生长在海拔 2000~4500 米的山坡向阳处或高山松林下。川滇高山栎具有较强的生态效应，它的适应性和抗环境干扰能力很强，并且根系发达，萌蘖能力强，对高海拔干旱地区的水土保持和涵养水源具有重要作用。	
	胡枝子	为蔷薇目，豆科胡枝子属直立灌木，高 1~3 米，分枝多、卵状叶片，花冠为红紫色，荚果斜卵形。花期 8 月，果熟期 9~10 月。多生于海拔 150~1000 米的山坡、林缘、路旁、灌丛及杂木林间。胡枝子耐旱、耐瘠薄、耐酸性、耐盐碱、耐刈割。对土壤适应性强，在瘠薄的新开垦地上可以生长，但最适于壤土和腐殖土。耐寒性很强，在坝上高寒区以主根茎之腋芽越冬，再生性很强。	
	车桑子	为无患子科车桑子属植物，灌木或小乔木，高 1~3 米。车桑子适应的气候范围比较广，从热带至亚热带都有生长。喜光、耐旱、耐瘠薄，萌生性强，能在石灰岩裸露的荒山生长。在海拔 1800 米左右的干燥山坡、河谷或稀疏的灌木林中生长良好，起到保持水土的作用。	
	清香木	漆树科灌木或小乔木，高 2~8 米，生于海拔 580~2700 米的石灰山林下或灌丛中。清香木为阳性树，但亦稍耐阴，喜温暖，要求土层深厚，萌发力强，生长缓慢，寿命长。叶和树皮具有清香味，可供药用，有消炎解毒、收敛止泻之效。	
盐肤木	为漆树科，盐肤木属落叶小乔木或灌木，高可达 10 米；8~9 月开花，花白色；10 月结果，果成熟时红色。在中国除东北、内蒙古		

树草种	形态特性及生长习性	本项目适生区域
	和新疆外，其余各省区均有分布，生于海拔 170-2700 米的向阳山坡、沟谷、溪边的疏林或灌丛中。盐肤木喜光、喜温暖湿润气候，适应性强，耐寒。对土壤要求不严，在酸性、中性及石灰性土壤乃至干旱瘠薄的土壤上均能生长。根系发达，根萌蘖性很强，生长快。	
悬钩子	又名山莓，蔷薇科悬钩子属直立灌木，高 1~3 米；2~3 月开花，花白色；4~6 月结果，果红色，果实由很多小核果组成，近球形或卵球形。山莓多生于向阳山坡、溪边、山谷、荒地和疏密灌丛中潮湿处，海拔 200-2200 米，耐贫瘠，适应性强，属阳性植物。特别是刚开垦的生荒地，只要有山莓营养繁殖体，即以根蘖芽成苗，改变周围生境，系荒地的一种先锋植物。	
铁仔	为紫金牛科铁仔属灌木，高高 0.5~1 米；叶片革质或坚纸质，通常为椭圆状倒卵形；花近白色，花期 2~3 月，有时 5~6 月；果球形，直径达 5 毫米，红色变紫黑色，光亮，果期 10~11 月，有时 2 或 6 月。多生于海拔 1000~3600 米的石山坡、荒坡疏林中或林缘，向阳干燥的地方。	
马桑	为无患子目，马桑科马桑属灌木，高可达 2.5 米。多生于海拔 400~3200 米的灌丛中。马桑适应性很强，喜光，能耐干旱、瘠薄的环境，在中性偏碱的土壤生长良好。	
金叶女贞	为木犀科女贞属落叶灌木，株高 2~3 米。新叶金黄色，老叶黄绿色至绿色，花为银白色，观赏性较强。金叶女贞喜光，稍耐阴，适应性强，抗干旱，病虫害少，萌芽力强，生长迅速，耐修剪。	
毛叶丁香	为木犀科丁香属落叶灌木，株高 1.5~7 米。花期 6 月，紫色，有香气，果期 8 月，观赏性较强。多生于海拔 2500~3500 米的山坡丛林、林下或林缘，或沟边、山谷灌丛中。毛叶丁香适应性较强，属阳性物种，耐旱，较耐寒，耐瘠薄。	路基边坡、互通立交区、沿线设施区、中央分隔带
木槿	锦葵科木槿属落叶灌木，高 3~4 米。木槿花期 7~10 月，花色有纯白、淡粉红、淡紫、紫红等。主要分布在热带和亚热带地区，对环境的适应性很强，较耐干燥和贫瘠，对土壤要求不严格，尤其喜光和温暖潮湿的气候。稍耐阴、喜温暖、湿润气候，耐修剪、耐热又耐寒，但在北方地区栽培需保护越冬，好水湿而又耐旱，对土壤要求不严，在重黏土中也能生长。萌蘖性强。	
红叶石楠	常绿灌木，高 1~2 米，株形紧凑。茎直立，下部绿色，茎上部紫色或红色，多有分枝。叶片革质，长椭圆形至倒卵状披针形，下部叶绿色或带紫色，上部嫩叶鲜红色或紫红色。喜光，稍耐阴，喜温暖湿润气候，耐干旱瘠薄，不耐水湿。	
狗牙根	禾本科多年生，耐寒耐旱、病虫害少，生长缓慢，耐频繁刈割，践踏后易于复苏，绿色观赏期为 280 天。	
高羊茅	禾本科羊茅属草本。喜光，耐半荫，喜寒冷潮湿的气候，耐一定的高温；在肥沃、潮湿、富含有机质、PH4.7~8.5 的细壤土中生长良好，最耐旱和践踏，抗逆性强。	路基边坡、互通立交区、沿线设施区、各临时工程区
紫花苜蓿	为豆科、苜蓿属多年生草本，多分枝，高 30~100 厘米。根粗壮，深入土层，根颈发达。茎直立、丛生以至平卧，四棱形，无毛或微被柔毛，枝叶茂盛。花淡黄、深蓝至暗紫色，花期 5~7 月；种子卵形，长 1~2.5 毫米，平滑，黄色或棕色，果期 6~8 月。在全国各地均可栽培，多生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地。	
假俭草	是禾本科、蜈蚣草属多年生草本植物，具强壮的匍匐茎，蔓延力强而迅速，可作饲料或铺建草皮及保土护堤之用。喜阳光和疏松的土壤，耐阴，耐干旱，较耐践踏。每年夏秋季进入花果期，入冬种子成熟落地有一定自播能力，无性繁殖能力也很强，多生于潮湿草地及河岸、路旁。	
白茅	是禾本科、白茅属多年生草本植物，秆直立，高可达 80 厘米，节无毛。白茅喜光，稍耐阴，喜肥又极耐瘠，喜疏松湿润土壤，相当耐水淹，也耐干旱，适应各种土壤，粘土、沙土、壤土均可生长，分布广泛，适应性强。	
黄茅	为禾本科黄茅属植物，丛生草本，秆高 20-100 厘米。花果期 4-12 月，自我繁殖能力强。世界温暖地区皆有分布，多生于海拔 400-2300 米的山坡草地。	

5.2.3 防治措施总体布局

5.2.3.1 主体工程区

1.路基工程区

路基工程区水土保持措施主要为主体工程既有措施，包括：对挖、填边坡进行直接喷播植草、骨架护坡、挂三维网植草，栽种乔灌木等。对一般路基根据坡面汇水情况设置各种型式的排水沟、边沟、截水沟、急流槽及沉沙池。对中央分隔带采用灌草绿化；对路基占地范围内的表土进行剥离并集中堆存。

受地形条件及地层岩性的影响，本项目存在一定的高填深挖路段，虽然主体工程设计中针对高填深挖路段已采取了骨架护坡、框架锚杆梁植草等措施，但该区域在施工中是易发生水土流失的区域，且本项目全线位于国家级、省级水土流失重点治理区和重点预防区，水土保持方案设计中应对该区域防护工程未实施前采取临时拦挡措施和无纺布遮盖措施，以减少施工中的水土流失。施工期间，对于裸露边坡还应采取无纺布遮盖，一方面有利于植物初期生长，另一方面可以防止降雨冲刷产生的水土流失和减轻大风产生的扬尘影响。

虽然主体工程区设计了较为完善的排水系统，但是大多数排水设施将在工程即将完工时才能修建完成，发挥水土保持作用。本水保方案拟设计临时导排措施，以减少施工期间的水土流失。

2.桥涵工程区

桥梁工程中，旱桥桥墩一般采用挖孔或钻孔灌注桩，涉水桥墩根据水深采用钢围堰或沙袋筑岛围堰施工，在枯水期进行，钢围堰拆除后可继续利用，沙袋围堰拆除后晒干、运至附近弃渣场。桥头岸坡防护采用实体护坡或六棱块植草护坡，其工程量已计入路基工程区；涵洞布置与地面水系相衔接，其进口设置的八字墙、出口设置的沉沙池具有良好的水土保持功效。

本水保方案将补充桥梁基础钻孔、挖孔施工时采取的泥浆沉淀池、配套临时排水沟等临时措施，防治桥墩钻渣引起的水土流失。完工后对桥梁工程旱桥部分占地采取灌草绿化，恢复施工扰动地表，进一步减少水土流失。

3.隧道工程区

本项目全线设隧道 112569m/45 座（含斜井 20830m/6 座），主体设计对隧道工程的进出口洞脸采用植草护坡防护，并根据地形条件设置截排水沟，以上措施能够较

全面的防治隧道工程区的水土流失。根据隧道工程的施工时序，方案将补充隧道洞口施工期临时排水、沉沙措施。

4.交叉工程区

交叉工程区由互通式立交匝道（含匝道隧道）、高架桥及连接线等工程组成。施工前，对场地内的表土进行剥离并堆放在表土临时堆放场内。施工过程中，主体设计对隧道洞口、匝道和连接线路基边坡采取了实体护坡、骨架护坡、植草护坡加以防护，同时结合沿线水系及农灌设施进行互通立交场地内的排水设计。施工完后，对区内空地进行了乔灌草立体景观绿化、美化等。方案将补充施工期场地临时排水及沉沙设施，减少施工期水土流失。

5.沿线设施区

沿线设施包括管理中心、路段管理所、服务区、停车区、养护工区、收费站等区域。施工前，对沿线设施区内的表土进行剥离，并集中堆放于附近的表土临时堆放场。施工过程中，主体工程对沿线设施区进行场地平整，靠近山体一侧设置截排水设施，场地周边设置排水边沟，场地四周边坡采用骨架护坡或植草护坡防护，同时，在硬化以外区域进行乔灌草景观绿化美化。方案将补充施工期场地临时排水及沉沙设施，减少施工期水土流失。

5.2.3.2 弃渣场区

弃渣堆放前，应将占地范围内表土进行剥离，集中堆存于弃渣场或附近的表土临时堆放场。渣脚修筑挡渣墙或拦渣坝，渣场底部采用排水盲沟排出下渗水，排水盲沟沿季节性水流的原沟或场内最低凹处修筑；同时，在渣场底部分区域设置临时排水沟，辅助施工期场地排水。渣场周边布设排洪渠、截水沟、沉沙池，平台内侧布设排水沟。对于纵坡较陡的排洪渠和截水沟采用急流槽配套消能措施来降低流速，减少对弃渣场排水系统的冲刷，维护排水系统的良好性能。对于沟道型弃渣场在渣场上游沟口修建挡水坝，并设一定长度的护岸措施减轻上游来水对天然沟道的冲刷影响。由于本项目施工时间较长，在弃渣场表面采取无纺布临时苫盖，减少植物措施实施前弃土表面扬尘、雨水冲刷引起的水土流失。弃渣完毕后，对渣体表面进行土地整治、覆土，渣体边坡栽种灌木、撒播草籽绿化，渣体顶面采取乔灌草绿化或复耕迹地恢复。

5.2.3.3 施工生产生活区

新增临时占地设置的施工生产生活区应在场地平整前剥离占地范围内表土，并集中堆放在场地边缘的表土临时堆放场内。所有施工生产生活区场地平整应尽量结合地形设置，做到挖、填平衡，场地周边根据坡面汇水情况设置排水沟、沉沙池；施工材料的堆放设置专门的场地，场地周边设沙袋拦挡措施；施工完毕后，根据占地性质和占地类型进行绿化或复耕。

5.2.3.4 施工道路区

本项目施工道路规模较大，占地较多，施工道路修建前应剥离工程占地区域内的表土，并集中堆放于附近的表土临时堆放场。施工道路修建时，结合施工道路性质（永久新建、临时新建）和地形条件，在施工道路上边坡采用挡墙护坡、骨架护坡、三维网护坡或植被护坡，在施工道路下边坡采用挡墙护坡、骨架护坡、植被护坡或土袋临时拦挡，施工道路两侧根据坡面汇水情况确定永久/临时排水沟断面尺寸，并配套沉沙池及消能措施。施工完毕后，对无需保留的施工道路迹地进行覆土，并按占用地类进行绿化和复耕恢复。

5.2.3.5 表土临时堆放场区

本项目施工期为 5 年，在施工前，主体设计已对路基工程区、交叉工程区、沿线设施区、弃渣场区、施工生产生活区、施工道路区的表土进行剥离并集中堆存，为减少临时堆存期的水土流失、保证土壤肥力，本水保方案拟对表土堆放期间采用干砌石临时拦挡、无纺布苫盖和临时撒草绿化措施，表土临时堆放场周边设计临时排水措施。表土临时堆放场使用结束后应进行土地整治，对新增临时占地设置的表土临时堆放场按占用地类进行绿化和复耕恢复。

本项目水土流失防治措施体系和总体布局见图 5.2.3-1 和表 5.2.3-1，分区防治措施总体布局图（含监测点位）见附图 5.2.3-1。

表 5.2.3-1 水土流失防治措施体系及总体布局表

防治分区		措施类型	项目及部位	水土保持措施	措施归属
主体工程区	路基工程区	工程措施	占地范围	表土剥离	主体已有
			路基排水	边沟、排水沟、截水沟、急流槽、沉沙池	主体已有
			路基边坡	骨架护坡	主体已有
		植物措施	路基边坡	直接喷播植草、挂三维网植草, 栽种乔灌木、覆土	主体已有
			中央分隔带	覆土、灌草景观绿化	主体已有
			临时措施	高填深挖边坡	无纺布苫盖、土袋拦挡
		路基排水		临时排水沟、截水沟、沉沙池	方案新增
		裸露边坡		无纺布苫盖	方案新增
		桥涵工程区	工程措施	桥台护坡	六棱块植草护坡
	涵洞两侧			涵洞排水及顺接工程	主体已有
	植物措施		早桥桥底	穴植灌木、撒播草籽	方案新增
	临时措施		桥墩施工	泥浆沉淀池、临时排水沟	方案新增
	隧道工程区	工程措施	洞口	截水沟、排水沟	主体已有
		植物措施	洞口	喷播植草、覆土	主体已有
		临时措施	洞口	临时排水沟、临时沉沙池	方案新增
	交叉工程区	工程措施	匝道及连接线路基排水	边沟、排水沟、截水沟、沉沙池	主体已有
			匝道及连接线路基边坡	骨架护坡	主体已有
			占地区域	表土剥离	主体已有
		植物措施	路基边坡	直接喷播植草、挂三维网植草	主体已有
			场地平整区域	覆土、乔灌木绿化	主体已有
		临时措施	占地区域	临时排水沟、临时沉沙池	方案新增
		沿线设施区	工程措施	占地区域	表土剥离
	场地周边			截(排)水沟、骨架护坡	主体已有
	植物措施		边坡	喷播植草	主体已有
			场地平整区域	覆土、乔灌木绿化	主体已有
	临时措施		占地区域	临时排水沟、临时沉沙池	方案新增
	弃渣场区	工程措施	渣场占地区域	表土剥离	方案新增
			渣体上游	挡水坝、护岸	方案新增
			渣体坡脚	挡渣墙、拦渣坝	方案新增
			渣体底部	排水盲沟	方案新增
渣场周边			排洪渠、截排水沟、急流槽、沉沙池	方案新增	
植物措施		渣体顶面	覆土、乔灌木绿化或撒草绿化+复耕	方案新增	
		渣体坡面	覆土、灌草绿化	方案新增	
临时措施		渣体底部	临时排水沟	方案新增	
		渣体坡面	无纺布苫盖	方案新增	
施工生产生活区	工程措施	占地范围(新增)	表土剥离	方案新增	
		施工迹地	土地整治	方案新增	
	植物措施	占地范围	乔灌木绿化或复耕、覆土	方案新增	
	临时措施	材料堆场	土袋拦挡	方案新增	

防治分区	措施类型	项目及部位	水土保持措施	措施归属
		场地周边	临时排水沟、沉沙池	方案新增
施工道路区	工程措施	占地范围（新增）	表土剥离	方案新增
		永久+部分地形陡峻的临时施工道路	骨架护坡、C20 砼截（排）水沟	方案新增
		不保留的施工道路	土地整治	方案新增
	植物措施	施工道路边坡（施工期）	挂三维网植草、直接喷播植草	方案新增
		不保留的施工道路（施工结束后）	灌草绿化或复耕、覆土	方案新增
	临时措施	部分临时施工道路边坡	土袋拦挡、临时排水沟、沉沙池	方案新增
表土临时堆放场区	工程措施	占地扰动范围	土地整治	方案新增
	植物措施	新增占地范围	乔灌草绿化或复耕	方案新增
	临时措施	场地周边	干砌石拦挡、无纺布苫盖、撒草绿化	方案新增
			临时排水沟、沉沙池	方案新增

防治分区	措施类型	项目及部位	水土保持措施	措施归属	
路基工程区	工程措施	路基排水	边沟、排水沟、截水沟、急流槽、沉沙池	主体工程	
		路基边坡	骨架护坡	主体工程	
		路基绿化工程	浆土护面	主体工程	
	植物措施	路基边坡	植草护坡、挂三维网植草、撒种补播草、覆土	主体工程	
		中央分隔带	播撒草籽绿化、覆土	主体工程	
		临时措施	高草覆盖物	工程防护	
普通工程区	工程措施	管沟工程	八角块植草护坡	主体工程	
		涵洞工程	涵洞管水及侧壁工程	主体工程	
	植物措施	管沟工程	穴植灌木、撒播草籽	工程防护	
		涵洞工程	沉草护坡、临时排水沟	工程防护	
	防护工程区	工程措施	洞门	截水沟	主体工程
		植物措施	洞门	植草护坡、覆土	主体工程
临时措施		洞门	临时排水沟、沉沙池	工程防护	
交叉工程区	工程措施	互通区路基	边沟、排水沟、截水沟、沉沙池	主体工程	
		互通区边坡	骨架护坡	主体工程	
		互通区绿化工程	浆土护面	主体工程	
	植物措施	互通区边坡	植草护坡、挂三维网植草	主体工程	
		互通区平交	播撒草籽绿化、覆土	主体工程	
		临时措施	互通区绿化	临时排水沟、沉沙池	工程防护
深沟冲沟区	工程措施	冲沟治理	浆土护面	主体工程	
		沟地治理	截水沟、骨架护坡	主体工程	
	植物措施	沟地治理	植草护坡	主体工程	
		沟地治理	播撒草籽绿化、覆土	主体工程	
	临时措施	沟地治理	临时排水沟、沉沙池	工程防护	
	深沟冲沟区	工程措施	深沟治理工程	浆土护面	工程防护
沟地治理工程			挡土墙、护坡	工程防护	
沟地治理工程			挡土墙、护坡	工程防护	
沟地治理工程			浆土护面	工程防护	
植物措施		沟地治理	覆土、播撒草籽绿化、覆土	工程防护	
		沟地治理	覆土、播撒草籽	工程防护	
临时措施	沟地治理	临时排水沟	工程防护		
	沟地治理	高草覆盖物	工程防护		
	沟地治理	临时排水沟、沉沙池	工程防护		
施工生产区	工程措施	土地复垦(新增)	浆土护面	工程防护	
		施工场地	土地复垦	工程防护	
	植物措施	土地复垦	播撒草籽绿化、覆土	工程防护	
		临时措施	临时排水沟	工程防护	
	施工生产区	工程措施	土地复垦(新增)	浆土护面	工程防护
			施工场地	浆土护面、C20 砼(覆土)水沟	工程防护
不平整的施工道路			土地复垦	工程防护	
植物措施		施工场地	挂三维网植草、撒播草籽	工程防护	
		不平整的施工道路	覆土、播撒草籽、覆土	工程防护	
		临时措施	高草覆盖物	工程防护	
施工生产区	工程措施	土地复垦(施工废弃物)	工程防护		
	植物措施	土地复垦(施工废弃物)	工程防护		
	临时措施	土地复垦(施工废弃物)	工程防护		

图 5.2.3-1 水土流失防治措施体系图

5.2.4 水土保持措施设计标准

本项目水土保持措施设计标准主要根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）进行确定。同时，结合本项目涉及金沙江下游国家级水土流失重点治理区、盐源省级水土流失重点治理区、雅砻江和大渡河中下游省级水土流失重点预防区，以及涉及邛海—螺髻山国家级风景名胜区和西昌市、盐源县多处饮用水水源保护区等项目情况进行适当调整。

5.2.4.1 工程措施设计标准

（1）路基排水工程：根据《公路路基设计规范》（JTG D30-2015），本项目为高速公路，路界内地表、坡面排水标准采用 15 年一遇 5~10min 短历时暴雨，沟顶应高出沟内设计水面 0.2m 以上。

（2）弃渣场拦挡工程：本项目设置的弃渣场为 3~4 级弃渣场，根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的相关要求，本项目沟道型弃渣场拦渣坝工程设计为 3~4 级，坡地型弃渣场挡渣墙工程设计为 4~5 级。同时，因本项目位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区、盐源省级水土流失重点治理区、雅砻江和大渡河中下游省级水土流失重点预防区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关要求：“截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级”。因此，本项目沟道型弃渣场拦渣坝设计工程等级为 2~3 级，坡地型弃渣场挡渣墙设计工程等级为 3~4 级。

（3）弃渣场排洪工程、截排水措施：本项目设置的弃渣场为 3~4 级弃渣场，根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的相关要求，本项目沟道型弃渣场排洪工程设计为 3~4 级，弃渣场永久性截排水措施的排水设计标准采用 3 年一遇~5 年一遇 5min~10min 短历时设计暴雨。同时，因本项目位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区、盐源省级水土流失重点治理区、雅砻江和大渡河中下游省级水土流失重点预防区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关要求：“截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级”。

因此，本项目沟道型弃渣场排洪工程设计等级为 2~3 级，弃渣场永久性截排水措施采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨，超高 0.2m。

5.2.4.2 植物措施设计标准

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014), 本项目路基中央分隔带、交叉工程和附属设施的植被恢复与建设工程等级为 1 级; 路基工程边坡生态防护及路侧绿化的植被恢复与建设工程等级为 2 级; 桥涵工程、弃渣场、施工生产生活区、施工道路和表土临时堆放场的植被恢复与建设工程等级为 3 级。同时, 因本项目涉及邛海—螺髻山国家级风景名胜区和西昌市、盐源县多处饮用水水源保护区, 根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014) 的相关要求: “工程项目区域涉及城镇、饮用水水源保护区和风景名胜区的, 应提高一级”。

因此, 本项目路基中央分隔带、交叉工程、附属设施、路基边坡生态防护及路侧绿化的植被恢复与建设工程等级 1 级, 设计标准为园林绿化工程标准; 桥涵工程、弃渣场、施工生产生活区、施工道路和表土临时堆放场的植被恢复与建设工程等级为 2 级, 设计标准为生态公益林建设标准。绿化边坡覆土厚度 20cm, 中央分隔带、交叉工程及沿线设施等场地绿化覆土厚度 50cm。

5.2.4.3 临时措施设计标准

因本项目弃渣场、施工生产生活区、施工道路、表土临时堆放场等临时工程区域的林草工程等级为 2 级, 根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014) 的相关要求, 本项目各临时工程区的坡面截排水工程设计标准为: 3 年一遇~5 年一遇短历时设计暴雨。

因此, 本项目各临时工程区域坡面截排水措施采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨, 超高 0.2m。

5.3 分区措施布设

5.3.1 主体工程区

5.3.1.1 路基工程区

根据防治措施总体布局, 路基工程区已有水土保持措施较完善, 包括表土剥离、骨架护坡、直接喷播植草、挂三维网植草, 栽种乔灌木、中分带灌草绿化、路基排水等, 需补充的措施主要是施工期临时排水措施、临时拦挡措施及临时苫盖措施等。路基工程区防治措施布置如下:

1. 工程措施

(1) 表土剥离

为保护、利用工程区表土资源，在施工准备阶段需对路基工程区进行表土剥离，表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主，人工挖掘为辅的方式。剥离的表土尽量利用路基红线范围进行堆放，并尽量选择较阴暗的坡脚地带，避免阳光长时间暴晒，使土壤降低肥力。根据表 2.4.1-1 的统计，路基工程区可剥离表土主要集中在耕地、园地区域，可剥离面积 172.14hm²，剥离厚度 0.25m，路基工程区共剥离表土 43.03 万 m³。

(2) 骨架护坡

根据路基挖填高度、岩土性质及可行性研究报告，主体设计中填方高度大于 4.0m 的边坡采用衬砌拱植草、混凝土预制块格网植草等防护形式；对边坡高度大于 10m 的挖方边坡，采用菱形骨架植草或框架梁植草防护。经统计，本项目设置骨架护坡、框架梁护坡等 1.71 万 m²，配套使用 C20 砼 0.30 万 m³。

(3) 路基排水

主体工程设计路面和路肩表面排水为 5 年，路界内坡面排水设计降雨重现期为 15 年。盖板边沟采用 50cm×70cm，衬砌厚度 30cm，无盖板边沟采用 60cm×60cm，衬砌厚度 40cm。截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，深 50cm，边坡坡比 1:0.5~1:1，衬砌厚度 25cm；顶截水沟采用半矩形断面 40cm×40cm，靠边坡一侧随边坡坡度，衬砌厚度 15cm。沉沙池一般采用长×宽×高=120cm×100cm×100cm，C20 或 C25 现浇混凝土砌筑，厚度 40cm。边沟、排水沟下游与沉沙池连接，经沉淀后的排水与附近天然沟渠连接；地形坡度较陡路段可经急流槽（含效能坎、消力池）效能、防冲处理后再与沉沙池连接。经统计，本项目路基工程区设置各类型排水设施长 69.35km，配套使用 C20 砼 21.51 万 m³，C25 砼 1.33 万 m³。

根据以上分析，本项目路基工程区工程措施数量统计见表 5.3.1-1。

表 5.3.1-1 路基工程区工程措施数量表

项目组成	表土剥离		骨架护坡		排水措施			
	面积	剥离量	面积	C20 砼	长度	C20	C25	防水土工布
	hm ²	万 m ³	万 m ²	万 m ³	km	万 m ³	万 m ³	万 m ²
西昌支线	44.27	11.07	0.30	0.05	13.31	4.07	0.25	3.36
主线	98.00	24.50	1.20	0.20	48.30	14.78	0.92	12.20
木里支线	5.58	1.40	0.07	0.02	2.16	0.73	0.05	0.57
泸沽湖支线	24.29	6.07	0.14	0.02	5.58	1.93	0.11	1.65
合计	172.14	43.03	1.71	0.30	69.35	21.51	1.33	17.78

2.植物措施

(1) 路基边坡

对于填方高度小于 4.0m 的路堤边坡，可采用直接喷播植草防护；对于填方高度大于 4.0m 的边坡，采用拱形护坡防护，并在拱形框格内撒播草籽，并穴植灌木。

对于挖方高度小于 10.0m 的边坡，采用挂网植草防护；对于挖方高度 10.0 ~ 20.0m 的土质或强风化边坡，采用菱形网格护坡，并穴植灌木；对于挖方高度大于 20.0m 的强风化边坡，采用清方+支挡+框架锚杆梁防护，框架锚杆梁框格内可挂网植草；对弱风化花岗岩、砾岩等不易生长植被的岩石边坡，根据边坡坡率、高度采用喷射种植混合基材植被进行边坡防护。

本项目路线较长，跨越地形复杂多变，植被类型以温带针叶林为主，部分路段有夹有亚热带落叶阔叶林。为了尽快达到绿化和水土保持效果，建议本项目绿化乔木可选用川滇冷杉、云南松、桉树、山杨、青冈、刺槐、桦木等当地常见物种，栽植密度为 2500 株/hm²；灌木可选用川滇高山栎、胡枝子、车桑子、清香木、高山杜鹃、盐肤木、悬钩子、铁仔、马桑等乡土树种，栽植密度为 4000 株/hm²；草籽可结合气候条件和绿化要求，选用狗牙根、假俭草、白茅、黄茅等，草籽撒播密度为 150kg/hm²。绿化植物 2 年内应调查其生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。

本项目路基防护以植物措施或工程措施+植物措施为主，充分体现了水土保持要求。根据路基路段地形条件，经统计，本项目各类边坡防护措施中，直接喷播植草 15.80 万 m²、挂三维网植草 13.65 万 m²、乔木 21.24 万株、灌木 56.64 万株，覆土 3.50 万 m³。

表 5.3.1-2 路基工程区路基边坡植物措施数量表

项目组成	直接喷播植草	挂三维网植草	乔木	灌木	草籽	覆土
	万 m ²	万 m ²	万株	万株	kg	万 m ³
西昌支线	2.77	2.64	4.07	10.86	416	0.61
主线	11.06	9.56	14.78	39.41	1659	2.45
木里支线	0.58	0.45	0.69	1.84	86	0.13
泸沽湖支线	1.39	1.00	1.70	4.53	210	0.31
合计	15.80	13.65	21.24	56.64	2371	3.50

(2) 中央分隔带

根据路基横断面尺寸，本项目中央分隔带宽 2.0m，为满足防眩要求和美化路景路容，中央分隔带采用丛植灌木、撒播植草的方式进行绿化。灌木栽植间距为 80cm ~

100cm，主要选用红叶石楠、金森女贞、毛叶丁香、木槿等；草种撒播密度为 $150\text{kg}/\text{hm}^2$ ，主要选用狗牙根、高羊茅、紫花苜蓿等物种。

道路沿线植物措施要长时间管护才能保持其正常的生长，在自然恢复期，因立地条件较差，在旱季应平均每周对道路沿线植被进行喷水、施肥；在雨季应平均每一个季度应对道路沿线植被进行喷水、施肥。在道路正常运行后，立地条件因植物生长后有所改善，应平均每个季度对道路沿线植被进行养护。另外，在道路运行期间，若沿线植被出现大面积出现枯萎、死亡迹象，应加大抚育次数；若立地条件不能满足植物的生长，应重新采取新的绿化方式对迹地进行恢复。道路沿线植物措施管护费用在道路收益中列支。

路基工程区中央分隔带植物措施数量统计见表 5.3.1-3。

表 5.3.1-3 路基工程区路基中分带植物措施数量表

项目组成	中分带绿化	覆土	撒播草籽	灌木
	hm^2	万 m^3	kg	万株
西昌支线	2.41	1.21	362	1.00
主线	9.62	4.81	1443	4.01
木里支线	0.55	0.27	82	0.24
泸沽湖支线	1.12	0.56	168	0.46
合计	13.70	6.85	2055	5.71

3.临时措施

根据防治措施总体布局，路基工程区需增加的临时措施主要有：

(1) 高填深挖路段

受地形条件及地层岩性影响，本项目存在个别挖填高度较大的路段，该类型路段长 10130m，共 51 个路段。虽然主体工程设计了护面墙、网格护坡、锚杆框架梁等防治措施，但路基开挖和填筑边坡，土质松散，容易顺坡滚落造成对沿线环境的影响，方案拟在挖填高度较大的路段设置土袋拦挡，减少施工期水土流失。土袋挡墙采用开挖土石方为原料，在下边坡排出沟内侧设置，施工中视实际情况作相应调整，待主体工程设计的既有工程措施实施后可将土袋挡墙拆除，土石方料可运送至附近弃渣场集中处置。土袋挡墙设计尺寸根据边坡高度采用宽 0.5~1.0m，高 0.8~1.5m，根据高填深挖路段长度，估算土袋挡墙需布设约 17.55km。另外，主体工程设计了网格护坡、框架锚杆梁护坡等工程措施与喷播植草、挂网植草措施同时使用，防护边坡水土流失。在边坡形成后，植物措施实施前，水土方案将增加无纺布苫盖措施，减少裸露期的水土流失，并有利于植物措施的初期生长。本项目高填深挖路

段植草面积约 11.92hm²，估算无纺布苫盖需要约 13.11hm²。

(2) 一般挖填边坡

在施工期间，扰动后形成的一般挖填边坡，因结构松散受降水影响极易引起严重的水土流失。虽然主体工程设计了工程措施、植物措施加以防护，但是植物生长需要一定时间，因此，在边坡形成后，植物措施实施前，水土方案将增加无纺布苫盖措施，减少裸露期的水土流失，并有利于植物措施的初期生长。根据施工安排和土石方填筑量，预计每公里路基路段需要无纺布约 0.80 万 m²，本项目路基边坡防护需无纺布约 54.50 万 m²。

(3) 临时排水措施

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

临时截排水沟和沉沙池的设置应与主体工程协调一致，做到永临结合。即尽量在主体工程布设排水设施的区域进行，避免重复建设。考虑到这些排水措施使用时段短，且为临时措施，故临时截排水沟和沉沙池采用夯实土形式，周边铺垫复合土工布，其尺寸大小与主体工程一致。在主体工程后期施工时，将夯实土的截排水设施改造成浆砌片石的即可。由于本项目施工期较长，临时排水措施在使用过程中要加强管护，定期进行清淤处理，保证其使用效果。

根据以上分析，路基工程区水土保持临时措施数量见表 5.3.1-4，路基边坡临时防护工程设计图见附图 5.3.1-1。

表 5.3.1-4 路基工程区水土保持临时措施数量表

项目组成	高填深挖路段			一般路基边坡	临时排水系统	
	无纺布苫盖	土袋拦挡长度	土袋工程量	无纺布苫盖	长度	复合土工布
	万 m ²	km	万 m ³	万 m ²	km	万 m ²
西昌支线	1.82	2.43	2.31	9.60	4.00	4.80
主线	10.01	13.40	12.73	38.25	14.49	17.40
木里支线	1.28	1.72	1.63	2.20	0.65	0.78
泸沽湖支线	/	/	/	4.45	1.67	2.00
合计	13.11	17.55	16.67	54.50	20.81	24.98

5.3.1.2 桥涵工程区

1. 工程措施

(1) 桥头岸坡防护

主体工程为桥头两端设置了浆砌片石护坡（或六棱块护坡）至坡脚，护坡外加设护坡道及护脚措施，其工程量已纳入路基边坡防护一并统计。

(2) 涵洞工程

根据沿线地形条件，本项目需设置涵洞 10785m/303 道，工可阶段主体工程仅提出涵洞规模，而未明确涵洞的具体位置及工程量，在下一阶段设计中会进行详细设计。本项目涵洞按照 1/100 洪水标准进行设计，上游与跌水井、路堑排水边沟或路堤排水沟相接，当上游还有季节性溪沟时，通过开沟进行延长与自然沟渠衔接，设置排水沟导流。下游出口处若为水田，设置跌水井对泥沙进行沉淀处理，跌水井出口通过排水沟与自然沟渠顺接。

2. 植物措施

本项目桥梁工程占地 131.74hm²，部分占地区域在桥梁施工过程中被扰动或破坏，从水土保持及绿化美化公路的角度出发，本方案考虑对旱桥桥下施工扰动区域栽植灌木树种和混播草籽方式绿化。绿化灌木可选择马桑、胡枝子、悬钩子等乡土树种，栽植密度 4000 株/hm²，绿化草籽可选择狗牙根、高羊茅、紫花苜蓿等草种，撒播密度为 100kg/hm²。灌草绿化面积按占地面积的 1/3 计列，即绿化面积约 43.91hm²，栽种灌木 17.56 万株，撒播草籽 4391kg。

3. 临时措施

本项目共设有桥梁 58581m/155 座，桥梁施工中桥墩桩基施工会产生泥浆，需对泥浆进行沉淀、疏干后运至指定地点，因此，本方案拟在桥梁两岸或桥下布设泥浆沉淀池进行处理，经沉淀池沉淀后的泥浆虑干、晒干后运往附近弃渣场集中堆放，该部分弃渣量已纳入项目土石方平衡分析。根据桥墩宽度、涉水墩数量、施工时间，初步确定泥浆沉淀池大小为上底长×宽=4.0×2.0，下底长×宽=2.5×0.5，池深 1.5m，内坡比 1:0.5，出水端设 0.4×0.4（底宽×高，内坡比 1:0.5）梯形排水沟与附近河道（或自然沟渠）相连，沉淀池及排水沟均采用夯实土形式，内衬土工布，沉沙池及排水沟开挖土石方可作为沉沙池顶挡坎，在施工结束后，将挡坎回填至沉沙池内，恢复场地平整。

根据以上分析，桥涵工程区水土保持措施布置图见附图 5.3.1-2，桥梁工程区水土保持措施及数量见表 5.3.1-5。

表 5.3.1-5 桥涵工程区水土保持措施数量表

项目组成	桥梁数量	占地面积	植物措施			临时措施			
			绿化面积	栽种灌木	撒播草籽	泥浆沉淀池	临时排水沟	工程量	
								数量	长度
m/座	hm ²	hm ²	万株	kg	个	m	m ³	m ²	
西昌支线	11656/26	27.70	9.23	3.69	923	50	7500	1513	10500
主线	38891/101	83.55	27.85	11.14	2785	215	22000	4864	31825
木里支线	3250/14	8.29	2.76	1.10	276	30	6500	1228	8900
泸沽湖支线	4784/14	12.20	4.07	1.63	407	30	4800	956	6690
合计	58581/155	131.74	43.91	17.56	4391	325	40800	8561	57915

5.3.1.3 隧道工程区

1. 工程措施

本项目共设置隧道 112569m/45 座（不含互通匝道隧道）。为防治山坡汇水对隧道洞门的冲刷，各隧道洞门墙后侧设截排水沟，并沿洞门墙侧急流槽引至路边沟，经路基排水系统效能、沉淀后由顺接工程接引至自然沟渠内。隧道工程区截排水沟尺寸与路基工程区相同，根据主体工程设计资料，本项目隧道工程区需设截排水沟 9975m。隧道工程区水土保持工程措施数量表见表 5.3.1-6。

表 5.3.1-6 隧道工程区水土保持工程措施数量表

项目组成	排水工程	
	长度	C20 砼
	m	m ³
西昌支线	1260	630
主线	5880	2941
木里支线	2415	1207
泸沽湖支线	420	210
合计	9975	4988

方案以本项目特长隧道（小高山隧道）出口为例介绍隧道洞口截排水及效能措施设计（见附图 5.3.1-3）。小高山隧道出口属中高山地貌，隧道右侧右天然冲沟，为排导山顶坡面汇水对隧道洞口的冲刷，在洞顶上方边坡防护措施外（主体设计结合地质条件设置骨架护坡或锚杆框架梁护坡）需设置截水沟，考虑到隧道洞口宽度及施工图阶段隧道分幅设计，截水沟长度约 75m，采用 C20 砼材质，梯形断面：宽 0.5m，深 0.5m。截水沟顺坡接急流槽效能，根据地形条件，小高山隧道出口两侧需设置急流槽约 45m，采用 C20 砼材质，急流槽宽度与截水沟相同，底部粗糙面用凸起的块

石进行效能。急流槽经消力坎+出水部分后接排水沟、沉沙池，小高山隧道出口端排水沟长度约 120m，采用 C20 砼材质，梯形断面：宽 0.7m，深 0.7m，排水经沉沙池沉淀后出水顺接隧道右侧天然沟渠。

2. 植物措施

根据沿线地质条件，隧道洞口软质岩石边坡或土质边坡开挖一般按 1:0.75 边坡进行放坡，开挖形成后的裸露边坡，直接进行喷播植草防护。根据主体工程设计文件，隧道洞口区绿化需覆土 15cm（从路基工程区调入），喷播植草面积约 15675m²，根据沿线气候条件，绿化草籽可选择狗牙根、高羊茅、紫花苜蓿等物种，草籽密度不低于 150kg/hm²，保证边坡绿化效果。

表 5.3.1-7 隧道工程区水土保持植物措施数量表

项目组成	喷播植草	
	面积	覆土
	m ²	m ³
西昌支线	1980	396
主线	9240	1848
木里支线	3795	759
泸沽湖支线	660	132
合计	15675	3135

3. 临时措施

施工期间，隧道洞口通过主体工程设计的截排水沟将洞口上游来水进行了拦截，需在截排水沟出口处布设临时导流排水沟及临时沉沙池，完善施工期排水系统。临时导流排水沟采用土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5。临时沉沙池大小为上底长×宽=2.0×1.5，下底长×宽=1.0×0.5，池深 1.0m，内坡比 1:0.5，采用夯实土型式，两端分别连接排水沟，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟。

表 5.3.1-8 隧道工程区水土保持临时措施数量表

项目组成	临时排水沟	临时沉沙池	工程量	
	长度	数量	土夹石开挖	复合土工布
	m	个	m ³	m ²
西昌支线	2500	24	438	3394
主线	12500	104	2167	16874
木里支线	6600	44	1126	8844
泸沽湖支线	1200	8	205	1608
合计	22800	180	3936	30720

5.3.1.4 交叉工程区

1. 工程措施

(1) 表土剥离

本项目部分交叉工程区在施工期需作为施工生产生活区、表土临时堆放场使用，因此，需在施工准备期进行表土剥离。表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主，人工挖掘为辅的方式，剥离的表土可就近选择区域内阴坡进行堆放，避免阳光长时间暴晒，使土壤降低肥力。根据表 2.4.1-1 的统计，交叉工程区可剥离表土区域主要为耕地、园地，面积为 130.17hm²，剥离厚度 0.25m，共剥离表土 32.54 万 m³。

(2) 边坡防护

交叉工程区匝道和连接线路基边坡同样采用骨架护坡的方式进行防护，根据各匝道和连接线长度、地形条件，经初步估算，交叉工程区需设置骨架护坡 73.66 万 m²。

(3) 路基排水

匝道和连接线区域路基排水设计降雨重现期为 15 年。主体设计对盖板边沟采用 50cm×70cm，衬砌厚度 30cm，无盖板边沟采用 60cm×60cm，衬砌厚度 40cm。截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，深 50cm，边坡坡比 1:0.5~1:1，衬砌厚度 25cm；堑顶截水沟采用半矩形断面 40cm×40cm，靠边坡一侧随边坡坡度，衬砌厚度 15cm。沉沙池一般采用长×宽×高=120cm×100cm×100cm，C20 或 C25 现浇混凝土砌筑，厚度 40cm。边沟、排水沟下游与沉沙池连接，经沉淀后的排水与附近天然沟渠连接。经统计，本项目交叉工程区设置各类型排水设施长 10.50km，配套使用 C20 砼 5.06 万 m³。

交叉工程区水土保持工程措施数量统计见表 5.3.1-9。

表 5.3.1-9 交叉工程区水土保持工程措施数量表

项目组成	表土剥离	骨架护坡		路基排水	
		面积	C20 砼	长度	C20 砼
	万 m ³	万 m ²	万 m ³	km	万 m ³
西昌支线	3.99	5.05	2.35	14.02	0.70
主线	28.55	68.61	34.30	87.20	4.36
木里支线	/	/	/	/	/
泸沽湖支线	/	/	/	/	/
合计	32.54	73.66	36.66	101.22	5.06

2. 植物措施

本项目交叉工程路基防护以植物措施或工程措施+植物措施为主，充分体现了水土保持要求。经统计，交叉工程区各类边坡防护措施中，直接喷播植草 6.89hm²、挂三维网植草 9.70hm²。植草护坡及骨架护坡区域，覆土厚度按 20cm 考虑，共需覆土 16.11 万 m³（不足部分由路基工程区调入）。

交叉工程区中间的三角区域可结合高速公路景观要求进行绿化、美化。根据主体工程设计，交叉工程区采用乔木+灌木+撒草绿化方式，乔木栽植密度为 1500 株/hm²，绿化乔木可选用川滇冷杉、云南松、桉树、山杨、青冈、刺槐、桦木等当地常见物种；灌木栽植密度为 4000 株/hm²，绿化物种可选择川滇高山栎、胡枝子、车桑子、清香木、高山杜鹃、盐肤木、悬钩子、铁仔、马桑等；撒播草籽密度为 150kg/hm²，绿化物种可选择狗牙根、假俭草、白茅、黄茅、紫花苜蓿等。绿化植物 2 年内应调查其生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。经初步估算，交叉工程区场地绿化 58.93hm²，乔木 8.84 万株，灌木 23.57 万株，撒播草籽 8840kg，覆土 29.47 万 m³。

交叉工程区水土保持植物措施数量统计见表 5.3.1-10。

表 5.3.1-10 交叉工程区水土保持植物措施数量表

项目组成	其它路基防护与加固		场地景观绿化				覆土
	直接喷播植草	挂三维网植草	绿化面积	乔木	灌木	草籽	
	hm ²	hm ²	hm ²	万株	万株	kg	万 m ³
西昌支线	1.84	4.15	16.34	2.45	6.53	2451	9.55
主线	5.05	5.55	42.59	6.39	17.04	6389	36.03
木里支线	/	/	/	/	/	/	/
泸沽湖支线	/	/	/	/	/	/	/
合计	6.89	9.70	58.93	8.84	23.57	8840	45.58

3. 临时措施

施工期间，应在交叉工程区周边及场地范围内布设临时排水沟及临时沉沙池，完善施工期临时排水系统，减少施工期水土流失。临时排水沟采用土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5；临时沉沙池大小为上底长×宽=2.0×1.5，下底长×宽=1.0×0.5，池深 1.0m，内坡比 1:0.5，采用夯实土型式，两端分别连接排水沟，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟。由于本项目施工期较长，临时排水措施在使用过程中要加强管护，定期进行清淤处理，保证其使用效果。经统计，全线交叉工程区设置临时排水沟 31500m，临时沉沙池 159 个。

交叉工程区水土保持临时措施数量统计见表 5.3.1-11。

表 5.3.1-11 交叉工程区水土保持临时措施数量表

项目组成	占地面积	临时排水沟	临时沉沙池	土夹石开挖	复合土工布
	hm ²	m	个	m ³	万 m ²
西昌支线	54.49	4200	24	710	5604
主线	192.43	26200	135	4408	34870
木里支线	/	/	/	/	/
泸沽湖支线	/	/	/	/	/
合计	246.92	30400	159	5118	40474

5.3.1.5 沿线设施区

1. 工程措施

(1) 表土剥离

本项目部分沿线设施区在施工期需作为施工生产生活区、表土临时堆放场使用，因此，需在施工准备期进行表土剥离。表土剥离采用推土机、铲斗等机械挖掘为主，人工挖掘为辅的方式，剥离的表土可就近选择区域内阴坡进行堆放，避免阳光长时间暴晒，使土壤降低肥力。根据表 2.4.1-1 的统计，沿线设施区可剥离表土区域主要为耕地，剥离面积为 18.49hm²，剥离厚度 0.25m，共剥离表土 4.62 万 m³。

(2) 场地边坡防护

本项目沿线设有管理中心、管理所、服务区、停车区、养护工区和收费站等沿线设施，除收费站占地较小、结合互通连接线设置外，其余沿线设施场地均需在场平整后进行修建，结合沿线地形条件，主体工程初步估算，沿线设施区需设置骨架护坡 1.41 万 m²，C20 砼 0.24 万 m³。

(3) 截排水沟

在场平整时应结合地形条件，在场周边设截排水沟排导周边坡面汇水。排水沟下游与沉沙池连接，经沉淀后的排水与附近天然沟渠连接。经初步估算，沿线设施区需设置排水沟 3.63km，C20 砼 0.35 万 m³。

表 5.3.1-12 沿线设施区水土保持工程措施数量表

项目组成	表土剥离	路基排水		骨架护坡	
		长度	C20 砼	面积	C20 砼
	万 m ³	km	万 m ³	hm ²	万 m ³
西昌支线	0.93	1.37	0.07	0.41	0.07
主线	3.65	3.27	0.17	0.78	0.13
木里支线	0.04	1.13	0.06	0.22	0.04
泸沽湖支线	/	/	/	/	/
合计	4.62	5.77	0.30	1.41	0.24

2. 植物措施

本项目沿线设施区边坡防护以植物措施或工程措施+植物措施为主，充分体现了水土保持要求。根据边坡高度和地形条件，沿线设施区场地边坡除骨架护坡外，还将采用直接喷播植草 2.80hm²。植草护坡及骨架护坡区域，覆土厚度按 20cm 考虑，共需覆土 0.84 万 m³（不足部分由路基工程区调入）。

沿线设施区以永久性建筑物和场地硬化为主，其余空地可结合高速公路景观要求进行绿化、美化。根据主体工程设计，沿线设施区同样采用乔木+灌木+撒草绿化方式，乔木栽植密度为 1500 株/hm²，绿化乔木可选用川滇冷杉、云南松、桉树、山杨、青冈、刺槐、桦木等当地常见物种；灌木栽植密度为 4000 株/hm²，绿化物种可选择川滇高山栎、胡枝子、车桑子、清香木、高山杜鹃、盐肤木、悬钩子、铁仔、马桑等；撒播草籽密度为 150kg/hm²，绿化物种可选择狗牙根、假俭草、白茅、黄茅、紫花苜蓿等。绿化植物 2 年内应调查其生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。经初步估算，沿线设施区场地景观绿化 11.20hm²，栽植乔木 1.68 万株，灌木 4.48 万株，撒播草籽 1681kg，覆土 5.60 万 m³。

表 5.3.1-13 沿线设施区水土保持植物措施数量表

项目组成	边坡防护	场地景观绿化				覆土 万 m ³
	喷播植草	绿化面积	乔木	灌木	草籽	
	hm ²	hm ²	万株	万株	kg	
西昌支线	0.59	2.35	0.35	0.94	353	1.38
主线	1.81	7.25	1.09	2.90	1088	4.15
木里支线	0.40	1.60	0.24	0.64	240	0.92
泸沽湖支线						
合计	2.80	11.20	1.68	4.48	1681	6.45

3. 临时措施

施工期间，应在沿线设施区场地周边布设临时排水沟及临时沉沙池，完善施工期临时排水系统，减少施工期水土流失。临时导流排水沟采用土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5。临时沉沙池大小为上底长×宽=2.0×1.5，下底长×宽=1.0×0.5，池深 1.0m，内坡比 1:0.5，采用夯实土型式，两端分别连接排水沟，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟。由于本项目施工期较长，临时排水措施在使用过程中要加强管护，定期进行清淤处理，保证其使用效果。经统计，全线沿线设施区设置临时排水沟 1730m，临时沉沙池 9 个。

沿线设施区水土保持临时措施数量统计见表 5.3.1-14。

表 5.3.1-14 沿线设施区水土保持临时措施数量表

项目组成	占地面积	临时排水沟	临时沉沙池	土夹石开挖	复合土工布
	hm ²	m	个	m ³	m ²
西昌支线	11.73	410	2	69	545
主线	36.25	980	5	165	1304
木里支线	8.00	340	2	58	454
泸沽湖支线					
合计	55.98	1730	9	292	2303

5.3.2 弃渣场区

5.3.2.1 工程措施

1. 弃渣场防护等级

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)中“工程级别划分和设计标准”的相关规定,结合弃渣场类型、堆渣量、最大堆高、渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度等因素,确定本项目弃渣场级别,并确定拦挡工程、排洪工程的级别和防洪标准。

本项目西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区,盐源县属于盐源省级水土流失重点治理区,木里县属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018),弃渣场截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准提高一级。具体级别详见表 5.3.2-1。

表 5.3.2-1 弃渣场级别及防护工程级别一览表

弃渣场	渣场类型	堆渣量	最大堆高	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	渣场级别	拦渣工程级别		排洪工程	防洪标准 [重现期(年)]		坡面截排水沟设计
		万 m ³	m			挡渣墙	拦渣坝		设计	校核	
1#弃渣场	坡地型	48.82	65	无危害	3	3					5年一遇 10min
2#弃渣场	坡地型	78.60	65	无危害	3	3					5年一遇 10min
3#弃渣场	坡地型	61.78	45	无危害	4	4					5年一遇 10min
4#弃渣场	坡地型	14.38	30	较轻	4	4					5年一遇 10min
5#弃渣场	坡地型	81.95	50	较轻	4	4					5年一遇 10min
6#弃渣场	坡地型	46.68	70	较轻	3	3					5年一遇 10min
7#弃渣场	坡地型	73.66	63	较轻	3	3					5年一遇 10min
8#弃渣场	沟道型	97.55	55	无危害	4		3	3	30	50	5年一遇 10min
9#弃渣场	沟道型	64.45	85	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
10#弃渣场	沟道型	75.98	95	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
11#弃渣场	沟道型	65.48	75	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
12#弃渣场	沟道型	40.54	85	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
13#弃渣场	沟道型	19.53	75	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
14#弃渣场	沟道型	53.01	65	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min

弃渣场	渣场类型	堆渣量 万 m ³	最大堆高 m	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	渣场级别	拦渣工程级别		排洪工程	防洪标准 [重现期(年)]		坡面截排水沟 设计
						挡渣墙	拦渣坝		设计	校核	
15#弃渣场	沟道型	44.09	85	不严重	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
16#弃渣场	沟道型	52.09	85	不严重	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
17#弃渣场	坡地型	64.49	85	不严重	3	3					5年一遇 10min
18#弃渣场	沟道型	27.52	55	无危害	4		3	3	30	50	5年一遇 10min
19#弃渣场	沟道型	15.62	55	无危害	4		3	3	30	50	5年一遇 10min
20#弃渣场	沟道型	30.96	75	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
21#弃渣场	沟道型	25.34	55	无危害	4		3	3	30	50	5年一遇 10min
22#弃渣场	沟道型	22.65	65	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
23#弃渣场	坡地型	31.63	35	无危害	4	4					5年一遇 10min
24#弃渣场	坡地型	37.87	55	不严重	3	3					5年一遇 10min
25#弃渣场	沟道型	71.22	65	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
26#弃渣场	沟道型	97.44	75	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
27#弃渣场	沟道型	90.80	65	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
28#弃渣场	坡地型	15.28	55	较轻	4	4					5年一遇 10min
29#弃渣场	沟道型	97.77	65	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
30#弃渣场	坡地型	97.33	65	较轻	3	3					5年一遇 10min
31#弃渣场	坡地型	11.06	45	较轻	3	3					5年一遇 10min
32#弃渣场	坡地型	30.72	35	较轻	3	3					5年一遇 10min
33#弃渣场	坡地型	21.79	25	无危害	4	4					5年一遇 10min
34#弃渣场	坡地型	96.34	35	较轻	4	4					5年一遇 10min
35#弃渣场	坡地型	93.12	45	较轻	4	4					5年一遇 10min
36#弃渣场	坡地型	33.04	35	无危害	4	4					5年一遇 10min
37#弃渣场	坡地型	57.45	25	较轻	4	4					5年一遇 10min
38#弃渣场	坡地型	77.19	55	无危害	4	4					5年一遇 10min
39#弃渣场	坡地型	64.05	30	较轻	4	4					5年一遇 10min
40#弃渣场	坡地型	61.53	25	较轻	4	4					5年一遇 10min
41#弃渣场	坡地型	47.64	25	较轻	4	4					5年一遇 10min
42#弃渣场	坡地型	47.89	25	无危害	4	4					5年一遇 10min
43#弃渣场	坡地型	88.54	45	较轻	4	4					5年一遇 10min
44#弃渣场	坡地型	32.75	55	较轻	4	4					5年一遇 10min
45#弃渣场	沟道型	67.26	45	较轻	4		3	3	30	50	5年一遇 10min
46#弃渣场	沟道型	174.47	85	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
47#弃渣场	坡地型	62.30	65	较轻	3	3					5年一遇 10min
48#弃渣场	沟道型	17.65	55	较轻	4		3	3	50	100	5年一遇 10min
49#弃渣场	沟道型	59.23	85	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
50#弃渣场	沟道型	67.44	65	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
51#弃渣场	坡地型	40.76	75	较轻	3	3					5年一遇 10min
52#弃渣场	沟道型	73.46	55	较轻	4		3	3	30	50	5年一遇 10min
53#弃渣场	坡地型	38.04	35	无危害	4	4					5年一遇 10min
54#弃渣场	沟道型	33.50	45	无危害	4		3	3	30	50	5年一遇 10min
55#弃渣场	沟道型	80.00	85	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
56#弃渣场	坡地型	58.23	75	无危害	3	3					5年一遇 10min

弃渣场	渣场类型	堆渣量 万 m ³	最大堆高 m	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	渣场级别	拦渣工程级别		排洪工程	防洪标准 [重现期(年)]		坡面截排水沟 设计
						挡渣墙	拦渣坝		设计	校核	
57#弃渣场	沟道型	61.84	75	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
58#弃渣场	坡地型	58.77	45	无危害	4	4					5年一遇 10min
59#弃渣场	沟道型	63.90	75	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
60#弃渣场	沟道型	60.81	85	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
61#弃渣场	坡地型	43.79	85	无危害	3	3					5年一遇 10min
62#弃渣场	沟道型	90.22	85	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
63#弃渣场	沟道型	53.96	85	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
64#弃渣场	沟道型	19.00	65	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
65#弃渣场	坡地型	62.37	85	较轻	3	3					5年一遇 10min
66#弃渣场	坡地型	99.32	95	较轻	3	3					5年一遇 10min
67#弃渣场	沟道型	72.77	65	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
68#弃渣场	沟道型	87.66	85	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
69#弃渣场	坡地型	29.35	85	无危害	3	3					5年一遇 10min
70#弃渣场	坡地型	47.50	85	无危害	3	3					5年一遇 10min
71#弃渣场	坡地型	54.36	85	无危害	3	3					5年一遇 10min
72#弃渣场	坡地型	75.20	85	较轻	3	3					5年一遇 10min
73#弃渣场	沟道型	59.46	85	无危害	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
74#弃渣场	沟道型	49.62	85	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min
75#弃渣场	沟道型	99.63	85	较轻	3		2	2	50	100	5年一遇 10min

2. 表土剥离

为保护表土资源，保证弃渣场后期绿化、复耕用土的需要，弃渣场使用前应对占地范围内表层土进行剥离。表土剥离采用机械剥离方式，耕地剥离厚度 0.25m，林地平缓区域剥离 0.15m，全线弃渣场表土剥离情况见表 5.3.2-2。表土堆放的临时防护措施全部计列在表土临时堆放场区内。

表 5.3.2-2 弃渣场剥离表土计算表

名称	可剥离面积 (hm ²)			剥离厚度 (m)		表土剥离量	堆场面积	堆放位置
	耕地	林地	小计	耕地	林地	万 m ³	hm ²	
1#弃渣场		3.69	3.69	0.25	0.15	0.55	0.18	弃渣场范围内
2#弃渣场		4.72	4.72	0.25	0.15	0.71	0.24	弃渣场范围内
3#弃渣场		5.57	5.57	0.25	0.15	0.84	0.28	弃渣场范围内
4#弃渣场		1.94	1.94	0.25	0.15	0.29	0.10	弃渣场范围内
5#弃渣场	1.71	4.00	5.71	0.25	0.15	1.03	0.34	弃渣场范围内
6#弃渣场		2.52	2.52	0.25	0.15	0.38	0.13	弃渣场范围内
7#弃渣场	0.75	3.67	4.42	0.25	0.15	0.74	0.25	弃渣场范围内
8#弃渣场		6.66	6.66	0.25	0.15	1.00	0.33	弃渣场范围内
9#弃渣场		3.46	3.46	0.25	0.15	0.52	0.17	新增占地
10#弃渣场		3.34	3.34	0.25	0.15	0.50	0.17	新增占地

名称	可剥离面积 (hm ²)			剥离厚度 (m)		表土剥离量	堆场面积	堆放位置
	耕地	林地	小计	耕地	林地	万 m ³	hm ²	
11#弃渣场		3.69	3.69	0.25	0.15	0.55	0.18	施工生产生活区内
12#弃渣场		2.28	2.28	0.25	0.15	0.34	0.11	施工生产生活区内
13#弃渣场		1.24	1.24	0.25	0.15	0.19	0.06	新增占地
14#弃渣场	0.85	3.41	4.26	0.25	0.15	0.72	0.24	新增占地
15#弃渣场		2.02	2.02	0.25	0.15	0.30	0.10	施工生产生活区内
16#弃渣场		2.95	2.95	0.25	0.15	0.44	0.15	新增占地
17#弃渣场	1.23	1.87	3.10	0.25	0.15	0.59	0.20	新增占地
18#弃渣场	1.58	0.53	2.10	0.25	0.15	0.47	0.16	弃渣场范围内
19#弃渣场	0.92	0.39	1.31	0.25	0.15	0.29	0.10	新增占地
20#弃渣场	0.16	1.48	1.64	0.25	0.15	0.26	0.09	新增占地
21#弃渣场	1.41	0.61	2.02	0.25	0.15	0.44	0.15	新增占地
22#弃渣场		1.57	1.57	0.25	0.15	0.24	0.08	新增占地
23#弃渣场	2.80	1.87	4.67	0.25	0.15	0.98	0.33	新增占地
24#弃渣场	2.16	0.57	2.73	0.25	0.15	0.63	0.21	新增占地
25#弃渣场		5.65	5.65	0.25	0.15	0.85	0.28	新增占地
26#弃渣场		5.62	5.62	0.25	0.15	0.84	0.28	新增占地
27#弃渣场	2.63	3.21	5.84	0.25	0.15	1.14	0.38	新增占地
28#弃渣场		1.35	1.35	0.25	0.15	0.20	0.07	新增占地
29#弃渣场	0.47	6.27	6.74	0.25	0.15	1.06	0.35	弃渣场范围内
30#弃渣场		5.63	5.63	0.25	0.15	0.84	0.28	弃渣场范围内
31#弃渣场	0.47	0.58	1.05	0.25	0.15	0.20	0.07	新增占地
32#弃渣场	3.80	1.63	5.43	0.25	0.15	1.19	0.40	弃渣场范围内
33#弃渣场	0.36	3.20	3.55	0.25	0.15	0.57	0.19	弃渣场范围内
34#弃渣场	6.85	3.81	10.66	0.25	0.15	2.28	0.76	新增占地
35#弃渣场	6.61	0.02	6.63	0.25	0.15	1.66	0.55	新增占地
36#弃渣场		4.68	4.68	0.25	0.15	0.70	0.23	弃渣场范围内
37#弃渣场	1.62	9.21	10.83	0.25	0.15	1.79	0.60	弃渣场范围内
38#弃渣场	4.59	1.73	6.32	0.25	0.15	1.41	0.47	新增占地
39#弃渣场	1.35	9.91	11.26	0.25	0.15	1.82	0.61	新增占地
40#弃渣场		10.43	10.43	0.25	0.15	1.56	0.52	弃渣场范围内
41#弃渣场	3.86	3.67	7.53	0.25	0.15	1.52	0.51	弃渣场范围内
42#弃渣场	0.87	7.83	8.70	0.25	0.15	1.39	0.46	新增占地
43#弃渣场	5.83	2.05	7.88	0.25	0.15	1.77	0.59	新增占地
44#弃渣场		2.98	2.98	0.25	0.15	0.45	0.15	新增占地
45#弃渣场	4.97	1.75	6.72	0.25	0.15	1.51	0.50	新增占地
46#弃渣场		7.07	7.07	0.25	0.15	1.06	0.35	新增占地
47#弃渣场		4.55	4.55	0.25	0.15	0.68	0.23	新增占地
48#弃渣场		1.73	1.73	0.25	0.15	0.26	0.09	新增占地
49#弃渣场		3.31	3.31	0.25	0.15	0.50	0.17	新增占地
50#弃渣场	0.23	4.42	4.65	0.25	0.15	0.72	0.24	新增占地
51#弃渣场		2.95	2.95	0.25	0.15	0.44	0.15	施工生产生活区内
52#弃渣场	1.52	6.06	7.58	0.25	0.15	1.29	0.43	新增占地

名称	可剥离面积 (hm ²)			剥离厚度 (m)		表土剥离量	堆场面积	堆放位置
	耕地	林地	小计	耕地	林地	万 m ³	hm ²	
53#弃渣场	2.68	1.80	4.48	0.25	0.15	0.94	0.31	新增占地
54#弃渣场	0.22	2.50	2.72	0.25	0.15	0.43	0.14	弃渣场范围内
55#弃渣场	0.48	4.36	4.84	0.25	0.15	0.77	0.26	新增占地
56#弃渣场	0.95	3.78	4.73	0.25	0.15	0.80	0.27	弃渣场范围内
57#弃渣场		3.60	3.60	0.25	0.15	0.54	0.18	新增占地
58#弃渣场	2.54	2.08	4.62	0.25	0.15	0.95	0.32	新增占地
59#弃渣场		3.44	3.44	0.25	0.15	0.52	0.17	新增占地
60#弃渣场		2.92	2.92	0.25	0.15	0.44	0.15	新增占地
61#弃渣场		2.71	2.71	0.25	0.15	0.41	0.14	新增占地
62#弃渣场		5.14	5.14	0.25	0.15	0.77	0.26	新增占地
63#弃渣场		3.00	3.00	0.25	0.15	0.45	0.15	新增占地
64#弃渣场		1.51	1.51	0.25	0.15	0.23	0.08	新增占地
65#弃渣场		3.25	3.25	0.25	0.15	0.49	0.16	新增占地
66#弃渣场		4.05	4.05	0.25	0.15	0.61	0.20	新增占地
67#弃渣场		5.01	5.01	0.25	0.15	0.75	0.25	施工生产生活区内
68#弃渣场		5.12	5.12	0.25	0.15	0.77	0.26	新增占地
69#弃渣场		1.63	1.63	0.25	0.15	0.24	0.08	新增占地
70#弃渣场		2.65	2.65	0.25	0.15	0.40	0.13	新增占地
71#弃渣场		2.77	2.77	0.25	0.15	0.42	0.14	新增占地
72#弃渣场		4.12	4.12	0.25	0.15	0.62	0.21	新增占地
73#弃渣场		2.64	2.64	0.25	0.15	0.40	0.13	新增占地
74#弃渣场		3.06	3.06	0.25	0.15	0.46	0.15	新增占地
75#弃渣场		6.25	6.25	0.25	0.15	0.94	0.31	新增占地
合计	66.48	262.71	329.19			56.03	18.68	

3. 拦挡工程设计

① 弃渣场地质条件

根据现场踏勘的情况和工程地质初步评价，项目区位于松潘甘孜褶皱系和扬子准地台衔接部位，分别隶属于治多义敦褶皱带及盐源丽江台缘拗陷。岩性为变质岩系、岩浆岩系、碳酸盐岩、碎屑岩及第四系松散堆积物。沿线渣场主要地层为泥岩、白云岩、玄武岩、灰岩，中风化岩体完整性较好。渣场挡渣墙基础应清除表层含植物根系的人工堆积土及地基承载力较差的粉质粘土，将基础置于基岩上。

表 5.3.2-3 本项目弃渣场工程地质情况表

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
西昌支线	1#弃渣场	坡地型	48.82	VIII	弃渣场位于一山脊地带的沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以残坡积粉质黏土为主，其厚度较小（一般小于 1m），土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂质泥岩为主，岩层产状 221°/27°；岩体强风化层厚度 1~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 10~20m，平均纵坡约 95%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	2#弃渣场	坡地型	78.60	VIII	弃渣场位于一山脊地带的沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以残坡积粉质黏土为主，其厚度较小（一般小于 1m），土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂质泥岩为主，岩层产状 221°/27°；岩体强风化层厚度 1~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 10~20m，平均纵坡约 105%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	3#弃渣场	坡地型	61.78	VIII	弃渣场位于一山脊地带的沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以残坡积粉质黏土为主，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂岩、泥岩为主，岩层产状 260°/45°；岩体强风化层厚度 1~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 10~20m，平均纵坡约 75%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	4#弃渣场	坡地型	14.38	VIII	弃渣场位于一山脚地带的沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 244°/27°，倾向坡内，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 70%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	5#弃渣场	坡地型	81.95	VIII	弃渣场位于一山脚地带的沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 244°/27°，倾向坡内，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 55%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	6#弃渣场	坡地型	46.68	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 244°/27°，倾向坡内，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 67%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，厚度不大，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	7#弃渣场	坡地型	73.66	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 244°/27°，倾向坡内，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~40m，平均纵坡约 73%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，厚度不大，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
主线	8#弃渣场	沟道型	97.55	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为花岗岩，坡体整体稳定。谷底宽度一般 60~80m，平均纵坡约 54%，谷底地表覆盖层为坡洪积粉土，厚度不大，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	9#弃渣场	沟道型	64.45	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表零星覆盖坡残积粉质黏土，厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂岩、泥岩为主，岩层产状 229°/54°；岩体强风化层厚度 2~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 40~50m，平均纵坡约 85%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	10#弃渣场	沟道型	75.98	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以粉砂岩、泥岩为主，岩层产状 270°/37°；岩体强风化层厚度 2~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 40~50m，平均纵坡约 85%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	11#弃渣场	沟道型	65.48	VIII	弃渣场位于一沟谷内，谷地两侧为斜坡，地形坡度 30~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表零星覆盖坡残积粉质黏土，其厚度较小，现状稳定；组成谷坡的下伏基岩以砂岩、泥岩为主，岩层产状 97°/65°；岩体强风化层厚度 2~3m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~36m，平均纵坡约 87%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	12#弃渣场	沟道型	40.54	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷地两侧为斜坡, 地形坡度 25~40°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩以砂岩、泥岩为主, 岩层产状 97°/65°, 岩体强风化层厚度 1~3m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 25~35m, 平均纵坡约 81%, 谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	13#弃渣场	沟道型	19.53	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~40°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩以砂岩、泥岩为主, 岩体强风化层厚度 1~2m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m, 平均纵坡约 94%, 谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	14#弃渣场	沟道型	53.01	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 25~40°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积碎石土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为灰岩, 岩体强风化层厚度 0.3~1m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 25~35m, 平均纵坡约 80%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	15#弃渣场	沟道型	44.09	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 25~45°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积碎石土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为灰岩, 岩体强风化层厚度 0.5~1m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m, 平均纵坡约 110%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	16#弃渣场	沟道型	52.09	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 25~45°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积碎石土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为灰岩, 岩体强风化层厚度 0.5~1m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m, 平均纵坡约 105%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	17#弃渣场	坡地型	64.49	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 25~40°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积碎石土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为玄武岩, 岩体强风化层厚度约 0.5m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~40m, 平均纵坡约 96%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 厚弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	18#弃渣场	沟道型	27.52	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~30°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为玄武岩, 岩体强风化层厚度约 1m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~50m, 平均纵坡约 79%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 厚度 2~3m, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	19#弃渣场	沟道型	15.62	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~35°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为砂岩, 岩体强风化层厚度约 1~2m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m, 平均纵坡约 92%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	20#弃渣场	沟道型	30.96	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~40°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为玄武岩, 岩体强风化层厚度约 1m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 15~30m, 平均纵坡约 94%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	21#弃渣场	沟道型	25.34	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~35°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为玄武岩, 岩体强风化层厚度约 1m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 25~35m, 平均纵坡约 83%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	22#弃渣场	沟道型	22.65	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 地形条件较好。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~40°, 坡面植被发育, 斜坡地带可见基岩出露。斜坡带地表覆盖层以坡残积粉质黏土为主, 其厚度较小, 现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为砂岩, 岩体强风化层厚度约 1~2m, 斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m, 平均纵坡约 88%, 谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	23#弃渣场	坡地型	31.63	VIII	弃渣场位于缓坡地带，地形条件较好。地形坡度 15~20°；坡表覆盖粉质黏土，其厚度不大，现状稳定；下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	24#弃渣场	坡地型	37.87	VIII	弃渣场位于缓坡地带，地形条件较好。地形坡度 15~25°；坡表覆盖粉质黏土，其厚度不大，现状稳定；下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	25#弃渣场	沟道型	71.22	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°；坡面植被零星发育，基岩零星出露。组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 40~50m，平均纵坡约 78%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	26#弃渣场	沟道型	97.44	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°；坡面植被零星发育，基岩零星出露。组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~40m，平均纵坡约 92%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	27#弃渣场	沟道型	90.80	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°；坡面植被零星发育，基岩零星出露。组成谷坡的下伏基岩为砂岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m，平均纵坡约 95%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	28#弃渣场	坡地型	15.28	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为玄武岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 15~30m，平均纵坡约 103%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	29#弃渣场	沟道型	97.77	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 0.0~1m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~40m，平均纵坡约 108%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	30#弃渣场	坡地型	97.33	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~40m，平均纵坡约 98%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	31#弃渣场	坡地型	11.06	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 50~70m，平均纵坡约 112%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，厚弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	32#弃渣场	坡地型	30.72	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~50m，平均纵坡约 85%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	33#弃渣场	坡地型	21.79	VIII	弃渣场位于一沟谷内，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°；坡面植被发育，斜坡地带可见基岩出露。组成谷坡的下伏基岩为灰岩，岩体强风化层厚度约 1~2m，斜坡整体稳定。谷底宽度一般 25~35m，平均纵坡约 92%，谷底地表覆盖层为坡洪积碎石土，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	34#弃渣场	坡地型	96.34	VIII	弃渣场位于一分水岭附近的沟谷地带，地形条件较好。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~30°；斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土，其厚度较小，土层现状稳定；组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩，岩层产状 355°∠89°；斜坡整体稳定。谷底宽度一般 30~40m，平均纵坡约 65%，谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	35#弃渣场	坡地型	93.12	VIII	弃渣场位于一分水岭附近的沟谷地带,地形条件较好。谷地两侧为斜坡,地形坡度 20~35°;斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土,其厚度较小,土层现状稳定;组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩,岩层产状 355∠89°;斜坡整体稳定。谷底宽度一般 15~30m,平均纵坡约 87%,谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主,弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	36#弃渣场	坡地型	33.04	VIII	弃渣场位于一分水岭附近的沟谷地带,地形条件较好。谷地两侧为斜坡,地形坡度 15~30°;斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土,其厚度较小,土层现状稳定;组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩,岩层产状 355∠89°;斜坡整体稳定。谷底宽度一般 20~30m,平均纵坡约 74%,谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主,弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	37#弃渣场	坡地型	57.45	VIII	弃渣场位于一分水岭附近的沟谷地带,地形条件较好。谷地两侧为斜坡,地形坡度 10~25°;斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土,其厚度较小,土层现状稳定;组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩,岩层产状 355∠89°;斜坡整体稳定。谷底宽度一般 60~80m,平均纵坡约 68%,谷底地表覆盖层以坡洪积粉质黏土为主,弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	38#弃渣场	坡地型	77.19	VIII	弃渣场位于海子河左岸河滩地带,地形条件较好。河滩左侧为斜坡,地形坡度 20~30°;斜坡地带可见基岩出露。地表零星覆盖残坡积粉质黏土,其厚度较小,土层现状稳定;组成谷坡的下伏基岩为昔格达组黏土岩,岩层产状 355∠89°;斜坡整体稳定。河滩地带地表覆盖粉土,场地内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	39#弃渣场	坡地型	64.05	VIII	弃渣场位于缓坡地带,地形坡度 10~15°;坡面植被发育,局部坡面可见基岩出露。组成缓坡的下伏基岩为灰岩,岩体强风化层厚度约 0.0~1m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	40#弃渣场	坡地型	61.53	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带,谷底平均纵坡约 45%,两岸地形坡度 10~20°;坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为灰岩,岩体强风化层厚度约 0.0~1m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	41#弃渣场	坡地型	47.64	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带,谷底平均纵坡约 56%,两岸地形坡度 10~20°;坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为灰岩,岩体强风化层厚度约 0.0~1m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	42#弃渣场	坡地型	47.89	VIII	弃渣场位于缓坡地带,地形坡度 10~20°;坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为粉砂岩,岩体强风化层厚度约 2~3m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	43#弃渣场	坡地型	88.54	VIII	弃渣场位于缓坡地带,地形坡度 10~20°;坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为粉砂岩,岩体强风化层厚度约 2~3m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	44#弃渣场	坡地型	32.75	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带,谷底宽度 40~60m,谷底平均纵坡约 72%。谷地两侧为缓坡,地形坡度 10~25°;坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为粉砂岩,岩体强风化层厚度约 2~3m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	45#弃渣场	沟道型	67.26	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带,谷底宽度 40~50m,谷底平均纵坡约 78%。谷地两侧为缓坡,地形坡度 15~35°;坡面植被零星发育。组成缓坡的下伏基岩为粉砂岩,岩体强风化层厚度约 2~3m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	46#弃渣场	沟道型	174.47	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带,谷底宽度 60~70m,谷底平均纵坡约 120%。谷地两侧为缓坡~斜坡地形,坡度 15~30°;坡面植被发育。组成缓坡的粉质黏土及碎石土厚度不大,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定,适宜弃土场修建。
	47#弃渣场	坡地型	62.30	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带,谷底宽度 80~100m,谷底平均纵坡约 82%。谷地两侧为缓坡,地形坡度 15~25°;坡面植被发育。组成缓坡的下伏基岩为砂岩,岩体强风化层厚度约 2m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。
	48#弃渣场	沟道型	17.65	VIII	弃渣场位于沟谷缓坡地带,谷底宽度 40~50m,谷底平均纵坡约 97%。谷地两侧为缓坡,地形坡度 25~35°;坡面植被发育。边坡出露的基岩为粉砂岩,岩体强风化层厚度约 2~3m,坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育,现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	49#弃渣场	沟道型	59.23	VIII	渣场位于一沟谷内, 谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~35°, 斜坡地带可见基岩出露。坡脚地带零星覆盖残坡积碎石土, 其厚度较小, 土层现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为粉砂岩, 岩体强风化层厚度约 2~3m, 斜坡整体稳定。谷底宽度 30~50m, 平均纵坡约 91%, 谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	50#弃渣场	沟道型	67.44	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~40°, 斜坡地带可见基岩出露。坡脚地带零星覆盖残坡积碎石土, 其厚度较小, 土层现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为砂岩, 岩体强风化层厚度约 1~2m, 斜坡整体稳定。谷底宽度 30~40m, 平均纵坡约 104%, 谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	51#弃渣场	坡地型	40.76	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~30°, 斜坡地带可见基岩出露。坡脚地带零星覆盖残坡积碎石土, 其厚度较小, 土层现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为砂岩, 岩体强风化层厚度约 1~2m, 斜坡整体稳定。谷底宽度 30~50m, 平均纵坡约 88%, 谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	52#弃渣场	沟道型	73.46	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~30°, 斜坡地带可见基岩出露。坡脚地带零星覆盖残坡积碎石土, 其厚度较小, 土层现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为砂岩, 岩体强风化层厚度约 1~2m, 斜坡整体稳定。谷底宽度 50~70m, 平均纵坡约 85%, 谷底地表覆盖层以坡洪积碎石土为主, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	53#弃渣场	坡地型	38.04	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷底宽度 80~120m, 平均纵坡约 67%, 地势平缓, 地形条件较好。谷地两侧为缓坡, 地形坡度 15~20°, 场地内覆盖坡洪积粉质黏土, 其厚度较小, 土层现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为粉砂岩, 岩体强风化层厚度约 2~3m, 斜坡整体稳定, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	54#弃渣场	沟道型	33.50	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷底宽度 20~30m, 平均纵坡约 86%, 地势平缓, 地形条件较好。谷地两侧为缓坡, 地形坡度 15~25°, 场地内覆盖坡洪积粉质黏土, 其厚度较小, 土层现状稳定; 组成谷坡的下伏基岩为粉砂岩, 岩体强风化层厚度约 2~3m, 斜坡整体稳定, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	55#弃渣场	沟道型	80.00	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷底宽度 20~30m, 平均纵坡约 97%, 谷底覆盖粉质黏土, 厚度较小, 现状稳定。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~35°, 坡表大部分基岩裸露为砂岩, 岩体强风化层厚度约 1~2m, 斜坡整体稳定, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	56#弃渣场	坡地型	58.23	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷底宽度 40~60m, 平均纵坡约 93%, 谷底覆盖粉质黏土, 厚度较小, 现状稳定。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 15~35°, 坡表大部分基岩裸露为玄武岩, 岩体强风化层厚度约 0.5m, 斜坡整体稳定, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	57#弃渣场	沟道型	61.84	VIII	弃渣场位于一沟谷内, 谷底宽度 40~50m, 平均纵坡约 89%, 谷底覆盖粉质黏土, 厚度较小, 现状稳定。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 15~35°, 坡表大部分基岩裸露为玄武岩, 岩体强风化层厚度约 1m, 斜坡整体稳定, 弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
	木里支线	58#弃渣场	坡地型	58.77	VIII
59#弃渣场		沟道型	63.90	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带, 谷底宽度 20~30m, 谷底平均纵坡约 105%。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~35°, 坡面植被发育。组成斜坡的基岩为砂岩, 岩体强风化层厚度约 2m, 坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
60#弃渣场		沟道型	60.81	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带, 谷底宽度 20~30m, 谷底平均纵坡约 109%。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 20~35°, 坡面植被发育。组成斜坡的基岩为砂岩, 岩体强风化层厚度约 2m, 坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。
61#弃渣场		坡地型	43.79	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带, 谷底宽度 30~40m, 谷底平均纵坡约 113%。谷地两侧为斜坡, 地形坡度 25~35°, 坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩, 岩体强风化层厚度 0.0~1m, 坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育, 现状整体稳定。

项目	渣场名称	渣场类型	堆渣量	地震烈度	工程地质情况
			万 m ³		
	62#弃渣场	沟道型	90.22	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~35m，谷底平均纵坡约 92%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	63#弃渣场	沟道型	53.96	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~40m，谷底平均纵坡约 112%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	64#弃渣场	沟道型	19.00	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 116%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	65#弃渣场	坡地型	62.37	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 108%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	66#弃渣场	坡地型	99.32	VIII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 25~40m，谷底平均纵坡约 105%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	67#弃渣场	沟道型	72.77	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 84%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为灰岩，岩体强风化层厚度 0.0~1m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	68#弃渣场	沟道型	87.66	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 97%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	69#弃渣场	坡地型	29.35	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 15~30m，谷底平均纵坡约 110%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	70#弃渣场	坡地型	47.50	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 15~30m，谷底平均纵坡约 105%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	71#弃渣场	坡地型	54.36	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 20~30m，谷底平均纵坡约 96%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~40°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	72#弃渣场	坡地型	75.20	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 30~40m，谷底平均纵坡约 87%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	73#弃渣场	沟道型	59.46	VII	弃渣场位于沟谷斜坡地带，谷底宽度 25~40m，谷底平均纵坡约 98%。谷地两侧为斜坡，地形坡度 25~35°，坡面植被发育。组成斜坡的基岩为板岩，岩体强风化层厚度约 2m，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
泸沽湖支线	74#弃渣场	沟道型	49.62	VII	弃渣场位于一沟谷内，谷底宽度 15~30m，平均纵坡约 117%，谷底覆盖碎石土，厚度较小，现状稳定。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~45°，坡表基岩裸露为砂岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。
	75#弃渣场	沟道型	99.63	VII	弃渣场位于一沟谷内，谷底宽度 40~50m，平均纵坡约 103%，谷底覆盖碎石土，厚度较小，现状稳定。谷地两侧为斜坡，地形坡度 20~35°，坡表基岩裸露为砂岩，岩体强风化层厚度约 1m，斜坡整体稳定，弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定。

②地震烈度

根据国家标准《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),工程区地震动峰值加速度为 0.15~0.40g,地震动反应谱特征周期为 0.45s,地震基本烈度为 VII~IX 度,工程场地区域构造稳定性属次稳定区。经复核,本项目 1-66#弃渣场的地震烈度为 VIII 度,67-75#弃渣场的地震烈度为 VII 度,弃渣场不涉及 IX 度地震烈度。

表 5.3.2-4 弃渣场地震烈度分布表

地震烈度	弃渣场级别	拦渣工程级别	弃渣场数量 (个)	备注
VII	3	2	9	67#-75#弃渣场
VIII	3	2	36	1#、2#、6#、7#、9-17#、20#、22#、24-27#、29-32#、46-47#、49-51#、55-57#、59-66#弃渣场
		3	3	24#、31#、32#弃渣场
	4	3	18	3-4#、8#、18-19#、21#、23#、28#、34-35#、37#、39-41#、45#、48#、52#、54#弃渣场
		4	9	5#、33#、36#、38#、42-44#、53#、58#弃渣场

③稳定安全系数

按照《水土保持工程持技术规范》(GB 51018-2014)的要求,本项目弃渣场抗滑稳定安全系数,拦挡工程稳定安全系数应满足表 5.3.2-5 中的允许值。

表 5.3.2-5 弃渣场抗滑及拦挡工程稳定安全系数设计值表

项目		应用情况	弃渣场级别		拦挡工程级别		
			3	4	2	3	4
弃渣场	抗滑	正常运用	≥1.25	≥1.20			
		非常运用	≥1.1	≥1.05			
拦挡工程	抗滑	正常运用			≥1.08	≥1.08	≥1.05
		非常运用			≥1.00	≥1.00	≥1.00
	抗倾	正常运用			≥1.50	≥1.45	≥1.40
		非常运用			≥1.40	≥1.35	≥1.30

注:1、表中取值以简化毕肖普法计算为依据;

2、正常情况指施工完毕后渣料固结一段时间后的工况,非常运用为正常与地震组合工况。

④设计参数

根据沿线地层岩性调查,本项目弃渣主要包括泥岩、白云岩、玄武岩、灰岩等,并有少量粉质黏土。结合工程土石方分析:本项目弃渣成分以隧道石方为主,伴有少量软基换填土及路基挖方土,天然密度在 1.75~2.20t/m³左右,施工单位在处理弃渣时要求压实度达到 85%。因此,经堆放、压实处理后容重应在 2.00t/m³左右。弃渣中含有部分粘性土,粘性土由于粘聚力的存在对土压力值的影响很大,而目前阶段由于粘聚力的数值难于恰当的确定。因此,考虑采用综合内摩擦角的方法进行计

算，将粘聚力的影响考虑在内摩擦角这一参数中，然后按砂性土计算，即：将粘聚力考虑为 0。渣场堆渣前均对地基表层进行了表土剥离，剥离后地基土以碎石土为主，碎石土以下为天然基岩，以粉砂岩及粉砂质泥岩为主，为挡墙地基持力层。根据以上分析，本项目堆渣体、地基土/岩石物理学参数见表 5.3.2-6~8。

表 5.3.2-6 堆渣体物理力学建议值表

项目	堆放、压实后 天然容重	堆放、压实后 饱和容重	天然抗剪强度		饱和抗剪强度		渗透系数 (K)
	(kN/m ³)	(kN/m ³)	内摩擦角 φ (°)	计算粘聚力 C (g/cm ²)	内摩擦角 φ (°)	计算粘聚力 C (g/cm ²)	cm/s
堆渣体	19.5	20.5	31	0	30	0	1.2×10 ⁻²

表 5.3.2-7 渣场地基土体物理力学参数表

成因及 土名	状态	密 度		抗 剪 强 度		允许承载力	压缩模量	渗 透 指 标		开挖坡比	
		天然 (ρ)	干 (ρ _d)	内摩擦角 (φ)	凝聚力 (C)	(R)	(Es)	渗透系数 (K)	允许比降	临时	永久
		g/cm ³		(°)	kPa	MPa	MPa	cm/s	(J _允)		
碎石土	松散~ 稍密	2.1	1.88	25~28	0	0.30~0.40	30~40	1.2×10 ⁻²		01:01	1:1.25~1.5
粉质黏土	可塑	1.9	1.80	18~25	5-10	0.1	3-5	1.0×10 ⁻⁵		1:1.25	1:1.5~1.75

表 5.3.2-8 渣场地基岩体物理力学参数表

岩石名称	风化状态	岩体质量	干密度 (ρ_d)	抗压强度		软化系数 (η)	允许承载力 (R)	抗剪断强度				变形指标			开挖坡比 ($>10m$ 应分级设马道)	
				干 (Rd)	湿 (Rs)			岩体		砂/岩体		弹模 (Es)	变模 (Eo)	泊松比 (μ)	临时	永久
			g/cm ³	MPa		MPa		MPa	MPa	GPa						
粉砂岩	强风化	C _v	2.55				0.35 ~ 0.50	0.40 ~ 0.45	0.25	0.45 ~ 0.50	0.28	1.8 ~ 2.8	1.0~1.5	0.32	1: 0.75	1: 1
	弱风化	C _{IV}	2.60	14.7	7.7	0.52	1.0~1.5	0.45 ~ 0.48	0.35	0.48 ~ 0.50	0.40	3.5~4.5	2.0~2.5	0.30	1: 0.5	1: 0.75
	新鲜	C _{III}	2.61	35.77	24.23	0.68	1.5 ~ 2.5	0.75~0.80	0.50	0.80~0.85	0.55	6.0~7.0	3.5~4.0	0.24	1: 0.3	1: 0.5
粉砂质泥岩	强风化	C _v	2.45				0.25 ~ 0.35	0.32 ~ 0.35	0.10	0.33 ~ 0.36	0.12	0.70~1.0	0.40~0.60	0.34	1: 1	1: 1.25
	弱风化	C _{IV}	2.44	1.60			0.35 ~ 0.55	0.35 ~ 0.40	0.12	0.36 ~ 0.41	0.15	1.0~1.4	0.6~0.8	0.32	1: 0.75	1: 1.0
	新鲜	C _{IV}	2.51	1.89			0.55 ~ 0.70	0.40 ~ 0.45	0.15	0.42 ~ 0.47	0.20	1.4~2.2	0.8~1.2	0.30	1: 0.5	1: 0.75

⑤弃渣场边坡稳定计算

本次弃渣场边坡稳定分析采用 Autobank 程序进行计算, 按计及条块间作用力的简化毕肖普法计算出抗滑稳定最小安全系数, 计算公式为:

$$K = \frac{\sum [(W_i \cos \alpha) \tan \phi + C_i b \sec \alpha] \left[\frac{\sec^2 \alpha}{(1 + \tan \alpha \tan \phi / K)} \right]}{\sum (W_i \sin \alpha + M_c / R)}$$

式中:

b —条块宽度(m);

R —圆弧半径;

K —稳定安全系数;

W_i —土条重量;

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(度);

M_c —水平地震惯性力对圆心的力矩;

C_i, ϕ —土条的抗剪强度指标(KN/m^3 , 度)

计算工况按正常运用和非正常运用(连续降雨)两种工况计算。根据渣场等级相应的稳定标准, 本工程 3 级弃渣场正常工况安全系数满足 1.25, 地震及长期降雨工况安全系数满足 1.1; 4/5 级弃渣场正常工况安全系数满足 1.2, 地震及长期降雨工况安全系数满足 1.05。计算选取的主要参数表 5.3.2-6~8。本报告选取 46#弃渣场的计算断面作为典型示意断面。

46#弃渣场地质概况:

① 地形地貌: 工程区位于四川南部滇西北横断山高山峡谷与云贵高原接壤地带, 地貌类型为构造侵蚀浅切割低中山地貌, 地形为沟谷缓坡地形。弃渣场所在区域相对高差约 80m, 弃渣主要沿一沟谷堆放, 谷底宽度 60~70m, 谷底平均纵坡约 120‰。谷底两侧为缓坡~斜坡, 地形坡度 15~30°, 坡表覆盖粉质黏土。

② 地层岩性: 工程区出露的地层主要为第四系全新统残积层(Q_4^{el})粉质黏土, 坡洪积(Q_4^{dl+pl})碎石土, 沟道两侧斜坡零星有基岩出露, 根据区域地质资料显示, 出露基岩为三叠系中统盐塘组(T_2y)粉砂岩。(1)第四系全新统残积层(Q_4^{el})粉质黏土: 灰褐色, 可塑~硬塑状, 含碎石, 大面积分布于场地内沟道两侧缓坡地带, 厚度约 0.5~1m。(2)第四系全新统坡洪积层(Q_4^{dl+pl})碎石土: 灰褐色, 松

散~稍密，分布于场地内沟道内，厚度约 1~2m。（3）三叠系中统盐塘组（ T_{2y} ）：主要为粉砂岩。大面积分布于工程区覆盖层之下：灰褐色、褐红色，组成物质以石英、长石为主，粉砂泥质结构，中层状构造，岩质较软，岩层产状 $73 \angle 45^\circ$ 。强风化层岩体破碎，裂隙发育，厚度一般 2~3m；中风化岩体较完整。

③ 地质构造及地震：工程区位于扬子准地台西南缘的康滇地轴之泸定米易抬拱内。受康滇地轴控制，构造形迹以南北向为主。弃土场附近有麦架坪断裂发育，为中更新世活动断裂，晚更新世以来没有明显的活动。工程区主要受外围活动断裂带的影响。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，弃土场区（III类场地）基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动反应谱特征周期为 0.45s，对应的地震烈度为 VIII 度，区域地质构造属不稳定区。

④ 地下水：场地地下水类型主要为松散堆积层孔隙水，未见有地下水出露。

⑤ 不良地质：工程区地形条件以缓坡地形为主。自然斜坡处覆盖层厚度不大，下伏基岩岩体总体较为完整，地表未见明显变形失稳迹象，自然斜坡现状稳定性较好。工程区及周边未发现滑坡、崩塌、泥石流等不良地质发育。

⑥ 场地稳定性、适宜性评价：弃渣场位于沟谷缓坡地带，谷底宽度 60~70m，谷底平均纵坡约 120‰。谷地两侧为缓坡~斜坡地形，坡度 15~30°；坡面植被发育。组成缓坡的粉质黏土及碎石土厚度不大，坡体整体稳定。弃土场内未见有不良地质发育，现状整体稳定，适宜弃土场修建。

46#弃渣场物理参数见表 5.3.2-7、表 5.3.2-7。

其余各渣场边坡稳定计算结果见表 5.3.2-9。

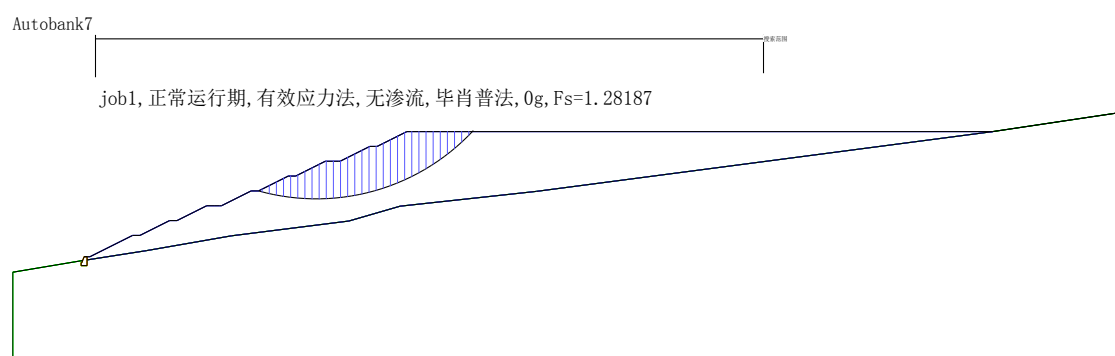


图 5.3.2-1 46#弃渣场正常运行工况稳定计算断面

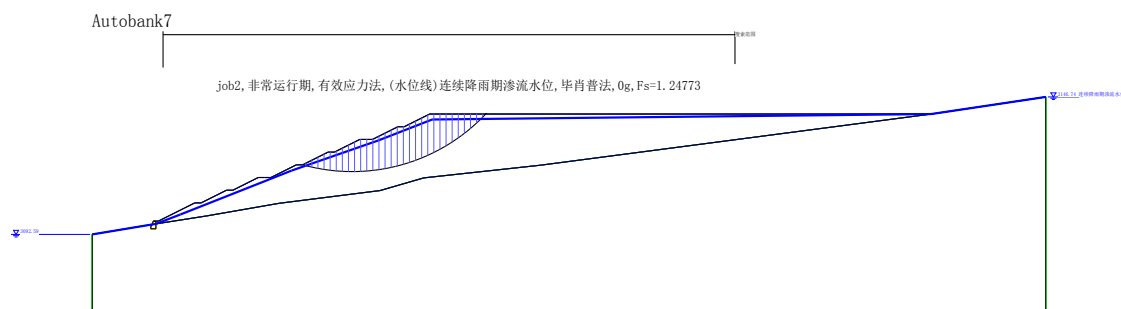


图 5.3.1-2 46#弃渣场连续降雨期稳定计算断面

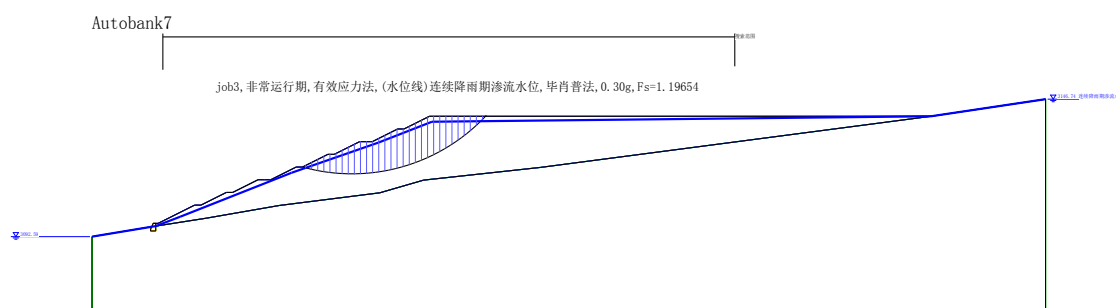


图 5.3.1-3 46#弃渣场地震工况稳定计算断面

表 5.3.2-9 渣场边坡稳定计算结果及分析表

弃渣场	最大堆高 (m)	渣场 级别	正常工况一		非常工况一 (连续降雨)		非常工况二 (地震)		
			计算值	规范值	计算值	规范值	计算值	地震烈度	规范值
33#、37#、40#、41#、42#	25	4	1.42	1.20	1.36	1.05	1.35	VIII度	1.05
4#、39#	30	4	1.41	1.20	1.35	1.05	1.34	VIII度	1.05
23#、32#、34#、36#、53#	35	4	1.41	1.20	1.35	1.05	1.34	VIII度	1.05
3#、31#、35#、43#、45#、54#、58#	45	4	1.39	1.20	1.34	1.05	1.31	VIII度	1.05
5#弃渣场	50	4	1.36	1.20	1.33	1.05	1.30	VIII度	1.05
8#、18#、19#、21#、24#、28#、38#、44#、 48#、52#	55	4	1.35	1.20	1.33	1.05	1.29	VIII度	1.05
7#弃渣场	63	3	1.33	1.25	1.32	1.10	1.26	VIII度	1.10
1#、2#、14#、22#、25#、27#、29#、30#、 47#、50#、64#	65	3	1.31	1.25	1.30	1.10	1.26	VIII度	1.10
6#弃渣场	70	3	1.31	1.25	1.27	1.10	1.24	VIII度	1.10
11#、13#、20#、26#、51#、56#、57#、59#	75	3	1.31	1.25	1.27	1.10	1.24	VIII度	、26#
9#、10#、12#、15#、16#、17#、46#、49#、 55#、60#、61#、62#、63#、65#、66#	85	3	1.28	1.25	1.25	1.10	1.20	VIII度	1.10
67#	65	3	1.34	1.25	1.32	1.10	1.29	VII度	1.10
68#~75#	85	3	1.29	1.25	1.26	1.10	1.21	VII度	1.10

⑤拦挡工程设计断面计算

1、稳定性计算方法及参数取值

弃渣场拦挡工程稳定计算分析采用理正岩土软件（挡土墙设计）计算，各主要参数取值如下：

（1）地面横坡 — 根据各弃渣场地形条件计算，本项目大约在 $8^{\circ}\sim 27.5^{\circ}$ ；

（2）坡面线分段 — 根据各弃渣场堆高确定，堆渣体设计边坡 1:2，每隔 10m 设一层宽 5m 马道，每 30m 设置一道宽 10m 的平台；

（3）地基土容重 — 根据沿线地质情况，本项目取 $19.0\text{KN}/\text{m}^3$ ；

（4）地基允许承载力 — 根据区域地勘结果，本项目取 300kPa ；

（5）基底摩擦系数：0.40

（6）圪工之间摩擦系数：0.40

（7）地基土摩擦系数：0.50

2、坡地型弃渣场

对于坡地型弃渣场，应在坡脚处设挡渣墙。本项目 12 个坡地型弃渣场均位于 VIII 度地震烈度区，拦挡工程级别为 4 级和 3 级。为便于渣场挡渣墙统一施工，结合渣场地形、地质条件，本水保方案共设置 2 个典型挡渣墙断面（分别为挡 I 断面和挡 II 断面），各挡渣墙断面设计尺寸及稳定计算成果见表 5.3.2-10。

坡地型弃渣场挡渣墙设计图详见附图 5.3.2-1。

表 5.3.2-10 挡渣墙断面设计尺寸及稳定计算成果表

挡渣墙类型		单位	挡 I	挡 II
拦渣墙级别			4	3
挡渣墙材质			浆砌片石	浆砌片石
墙身高		m	4	5
墙顶宽		m	1.5	1.8
墙趾台阶		m	0.4	0.55
墙底宽		m	3.02	3.75
埋深		m	1.2	1.5
面坡倾斜坡度			01:00.4	01:00.4
背坡倾斜坡度			1:00	1:00
墙底倾斜坡率			0.05:1	0.05:1
坡面起始至墙顶距离		m	0.5	0.5
正常运用	抗滑安全系数		2.242	2.058
	抗倾安全系数		6.972	5.859
非常运用 (地震)	地震烈度		VIII	VIII
	抗滑安全系数		1.524	1.493
	抗倾安全系数		4.625	3.992
非常运用 (施工)	抗滑安全系数		2.232	2.042
	抗倾安全系数		6.834	5.826
非常运用 (连续降雨)	抗滑安全系数		1.552	1.501
	抗倾安全系数		4.678	4.061
工程量	挖方 (m ³ m)		4.07	6.19
	回填 (m ³ m)		1.01	1.43
	M7.5 浆砌片石 (m ³ m)		9.16	14.03

以上计算结果表明，渣场在满堆的情况下，各挡渣墙断面满足安全稳定要求。

挡 I 断面：墙身高 4.00m，埋深 1.20m，地面以上 2.80m；墙顶宽 1.50m，面坡坡度为 1:0.40，背坡坡度为 1:0.00，底面斜坡 0.05:1，基础宽 3.02m。地面以上 1.0m 处、1.3m 处设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管 2 排，上下交错布置，比降 5%，向下游倾斜，排水管间距均为 2.00m，管口用复合土工布反滤。挡渣墙及基础材料均为 M7.5 浆砌片石（容重 23.0kN/m^3 ）。沿挡渣墙方向每隔 15m 设置一道伸缩缝，缝宽为 20mm，自墙顶做到基底，缝内采用沥青木板等具有弹性的材料填塞。

挡 II 断面：墙身高 5.00m，埋深 1.50m，地面以上 3.50m；墙顶宽 1.80m，底宽 3.20m，面坡坡度为 1:0.40，背坡坡度为 1:0.00，底面斜坡 0.05:1，基础宽 3.75m。地面以上 1.0m 处、2.0m 处、3.0m 处设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管 3 排，上下交错布置，比降 5%，向下游倾斜，排水管间距均为 2.00m，管口用复合土工布反滤。挡渣墙及基础材料均为 M7.5 浆砌片石（容重 23.0kN/m^3 ）。沿挡渣墙方向每隔 15m 设置一道伸缩缝，缝宽为 20mm，自墙顶做到基底，缝内采用沥青木板等具有弹性的材料填塞。

3、沟道型弃渣场

对于沟道型弃渣场，应在渣场上游沟口修建拦水坝拦截、分流上游沟道汇水，下游设拦渣坝进行拦挡。

(1) 挡水坝

根据沟道型弃渣场上游沟道流量、沟道宽度、沟道深度等，本水保方案共设置 2 个典型挡水坝断面（分别为水 I、水 II 断面），各挡水坝断面设计尺寸见表 5.3.2-11，挡水坝设计图详见附图 5.3.2-2。

表 5.3.2-11 拦水坝设计尺寸及单位工程量表

类型	坝高	顶宽	埋深	基础宽	挖方	回填	C20 砼	适用范围
	m	m	m	m	m^3/m	m^3/m	m^3/m	
水 I	3.7	1.0	1.2	3.0	4.32	0.81	7.35	$Q < 50\text{m}^3/\text{s}$
水 II	5.0	1.2	1.5	3.6	5.75	0.92	12.05	$Q \geq 50\text{m}^3/\text{s}$

水 I：拦水坝采用 C20 片石混凝土浇筑（容重 24kN/m^3 ），坝高 3.70m，埋深 1.20m。顶面宽 1.00m，底面宽 3.00m，两侧设 0.50m 宽墙址，帮助墙身稳定。迎水坡面及背水坡面坡度均为 1:0.20，底面斜坡 0.05:1，起一定的效能、防冲作用。

水 II：拦水坝采用 C20 片石混凝土浇筑（容重 24kN/m^3 ），坝高 5.00m，埋深 1.50m。顶面宽 1.20m，底面宽 3.60m，两侧设 0.50m 宽墙址，帮助墙身稳定。迎水坡面及背水坡面坡度均为 1:0.20，底面斜坡 0.05:1，起一定的效能、防冲作用。

(2) 拦渣坝

对于沟道型弃渣场，应在坡脚处设拦渣坝。本项目沟道型弃渣场 66 个，其中 9 个弃渣场位于位于 VII 度地震烈度区、其中 57 个弃渣场位于位于 VIII 度地震烈度区。拦挡工程的级别为 2 级和 3 级。为便于沟道型弃渣场拦渣坝统一施工，结合渣场地形、地质条件，本水保方案共设置 3 个典型拦渣坝断面（分别为拦 I、拦 II 和拦 III 断面），各拦渣坝断面设计尺寸及稳定计算成果见表 5.3.2-12。

表 5.3.2-12 拦渣坝断面设计尺寸及稳定计算成果表

拦渣坝类型		单位	拦 I	拦 II	拦 III	拦 IV
拦渣坝级别			3	2	2	2
拦渣坝材质			C20 砼	C20 砼	C20 砼	C20 砼
坝身高		m	5	6	6	8
坝顶宽		m	1.2	1.2	1.5	2
坝底宽		m	4.7	5.4	5.7	7.6
埋深		m	1.5	1.5	1.5	2
面坡倾斜坡度			01:00.2	01:00.2	01:00.2	01:00.2
背坡倾斜坡度			01:00.5	01:00.5	01:00.5	01:00.5
坡面起始至墙顶距离		m	0.5	0.5	0.5	0.5
正常运用	抗滑安全系数		1.916	1.79	1.892	1.998
	抗倾安全系数		7.959	7.062	7.821	7.283
非常运用 (地震)	地震烈度		VIII	VII	VIII	VIII
	抗滑安全系数		1.439	1.365	1.424	1.407
	抗倾安全系数		5.988	5.431	5.916	3.824
非常运用 (施工)	抗滑安全系数		1.905	1.76	1.865	1.912
	抗倾安全系数		7.689	7.041	7.481	7.021
非常运用 (连续降雨)	抗滑安全系数		1.452	1.386	1.465	1.913
	抗倾安全系数		6.021	5.824	6.01	3.047
工程量	挖方 (m ³ m)		9.675	10.725	11.175	16.286
	回填 (m ³ m)		3.413	3.413	3.413	3.926
	C20 砼 (m ³ m)		14.75	19.8	21.6	38.4

拦 I 断面：渣坝采用 C20 片石混凝土浇筑（容重 24kN/m³），坝高 5.00m，埋深 1.50m。顶面宽 1.20m，底面宽 4.70m，面坡坡度为 1:0.20，背坡坡度为 1:0.50。地面以上 1.0m、2.0m、3.0m 处设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管 3 排，上下交错布置，比降 5%，向下游倾斜，排水管间距均为 2.00m，管口用复合土工布反滤。

拦 II 断面：渣坝采用 C20 片石混凝土浇筑（容重 24kN/m³），坝高 6.00m，埋深 1.50m。顶面宽 1.20m，底面宽 5.40m，面坡坡度为 1:0.20，背坡坡度为 1:0.50。地面以上 1.0m、2.0m、3.0m、4.0m 处设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管 4 排，上下交错布置，比降 5%，向下游倾斜，排水管间距均为 2.00m，管口用复合土工布反滤。

拦 III 断面：渣坝采用 C20 片石混凝土浇筑（容重 24kN/m³），坝高 6.00m，埋深 1.50m。顶面宽 1.50m，底面宽 5.70m，面坡坡度为 1:0.20，背坡坡度为 1:0.50。地面以上 1.0m、2.0m、3.0m、4.0m 处设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管 4 排，上下交错布置，比降 5%，向下游倾斜，排水管间距均为 2.00m，管口用复合土工布反滤。

拦IV断面：渣坝采用 C20 片石混凝土浇筑（容重 24kN/m^3 ），坝高 8.00m，埋深 2.00m。顶面宽 2.00m，底面宽 7.60m，面坡坡度为 1:0.20，背坡坡度为 1:0.50。地面上 1.50m、2.50m、3.50m、4.50m、5.50m 处设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管 5 排，上下交错布置，比降 5%，向下游倾斜，排水管间距均为 2.00m，管口用复合土工布反滤。

沟道型弃渣场拦渣坝设计图详见附图 5.3.2-3。

4. 截排洪设计

(1) 坡地型弃渣场

① 排水沟设计流量计算

各渣场需采取永久截排水措施，永久截排水沟设计排水流量，采用小流域面积设计流量式计算。

$$Q_m = 16.67\varphi qF$$

式中： Q_m —设计洪峰流量， m^3/s ；

φ —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 。

由于项目区缺乏自记雨量资料，利用标准降雨强度等值线图及有关转换系数，按下式计算降雨强度。

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

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

C_p —重现期转化系数；

C_t —降雨历时转换系数。

经计算，各弃渣场采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨标准下。坡地型渣场设计排水流量见表 5.3.2-13。

根据地形条件，弃渣场可从两边排导上游洪水，因此，截水沟设计流量可按照坡面洪峰流量的 1/2 考虑。

表 5.3.2-13 坡地型弃渣场洪峰流量计算表

名称	行政区域	渣场类型	设计洪峰流量	汇水面积	径流系数	设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度	5年重现期和10min降雨历时的标准降雨强度	重现期转化系数	降雨历时转换系数		降雨历时	汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时	沟内汇流历时
符号			Q_m	F	ϕ	q	$q_{5.10}$	C_p	C_t	C_{60}	t	t_1	t_2
单位			m^3/s	km^2		mm/min	mm/min				min	min	min
1#弃渣场	西昌市	坡地型	2.66	0.21	0.70	1.09	1.78	1	0.61	0.38	27.40	24.24	3.16
2#弃渣场	西昌市	坡地型	3.84	0.33	0.70	1.00	1.78	1	0.56	0.38	35.29	31.85	3.44
3#弃渣场	西昌市	坡地型	4.04	0.33	0.70	1.05	1.78	1	0.59	0.38	29.12	23.14	5.98
4#弃渣场	西昌市	坡地型	1.70	0.10	0.70	1.46	1.78	1	0.82	0.38	14.69	12.15	2.55
5#弃渣场	西昌市	坡地型	1.97	0.13	0.70	1.30	1.78	1	0.73	0.38	18.89	16.10	2.79
6#弃渣场	西昌市	坡地型	1.02	0.07	0.70	1.25	1.78	1	0.70	0.38	20.56	19.06	1.50
7#弃渣场	西昌市	坡地型	1.94	0.12	0.70	1.39	1.78	1	0.78	0.38	16.75	13.98	2.77
17#弃渣场	盐源县	坡地型	12.27	1.19	0.75	0.83	1.65	1	0.50	0.37	36.31	34.31	2.00
23#弃渣场	盐源县	坡地型	8.45	0.89	0.75	0.76	1.65	1	0.46	0.37	42.23	39.04	3.19
24#弃渣场	盐源县	坡地型	3.70	0.39	0.75	0.76	1.65	1	0.46	0.37	41.36	39.77	1.59
28#弃渣场	盐源县	坡地型	3.39	0.32	0.70	0.91	1.65	1	0.55	0.37	30.64	29.05	1.59
30#弃渣场	盐源县	坡地型	4.10	0.41	0.70	0.86	1.65	1	0.52	0.37	33.95	30.14	3.81
31#弃渣场	盐源县	坡地型	0.78	0.05	0.70	1.34	1.65	1	0.81	0.37	15.10	14.14	0.96
32#弃渣场	盐源县	坡地型	3.88	0.33	0.70	1.01	1.65	1	0.61	0.37	30.40	26.18	4.22
33#弃渣场	盐源县	坡地型	3.52	0.30	0.70	1.01	1.65	1	0.61	0.37	29.99	26.13	3.86
34#弃渣场	盐源县	坡地型	2.71	0.38	0.70	0.61	1.65	1	0.37	0.37	58.78	48.75	10.03
35#弃渣场	盐源县	坡地型	2.70	0.27	0.70	0.86	1.65	1	0.52	0.37	34.54	29.22	5.32
36#弃渣场	盐源县	坡地型	1.51	0.08	0.70	1.62	1.65	1	0.98	0.37	13.58	10.51	3.07
37#弃渣场	盐源县	坡地型	3.90	0.39	0.70	0.86	1.65	1	0.52	0.37	34.50	24.45	10.05
38#弃渣场	盐源县	坡地型	2.03	0.13	0.70	1.34	1.65	1	0.81	0.37	14.94	13.53	1.41
39#弃渣场	盐源县	坡地型	10.27	1.27	0.70	0.69	1.65	1	0.42	0.37	47.91	41.23	6.68
40#弃渣场	盐源县	坡地型	11.39	1.74	0.70	0.56	1.65	1	0.34	0.37	68.65	62.86	5.79
41#弃渣场	盐源县	坡地型	11.01	1.33	0.70	0.71	1.65	1	0.43	0.37	46.45	41.39	5.07

名称	行政区域	渣场类型	设计洪峰流量	汇水面积	径流系数	设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度	5年重现期和10min降雨历时的标准降雨强度	重现期转化系数	降雨历时转换系数		降雨历时	汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时	沟内汇流历时
符号			Q_m	F	ϕ	q	$q_{5,10}$	C_p	C_t	C60	t	t_1	t_2
单位			m^3/s	km^2		mm/min	mm/min				min	min	min
42#弃渣场	盐源县	坡地型	1.87	0.19	0.70	0.84	1.65	1	0.51	0.37	35.70	32.67	3.03
43#弃渣场	盐源县	坡地型	2.06	0.16	0.70	1.11	1.65	1	0.67	0.37	21.30	18.85	2.45
44#弃渣场	盐源县	坡地型	1.00	0.08	0.70	1.07	1.65	1	0.65	0.37	22.72	20.86	1.86
47#弃渣场	盐源县	坡地型	11.76	1.39	0.75	0.68	1.65	1	0.41	0.37	50.00	48.09	1.91
51#弃渣场	盐源县	坡地型	7.41	0.74	0.70	0.86	1.65	1	0.52	0.37	34.81	32.93	1.88
53#弃渣场	盐源县	坡地型	0.09	0.01	0.70	0.78	1.65	1	0.47	0.37	39.91	37.29	2.63
58#弃渣场	盐源县	坡地型	3.81	0.41	0.75	0.74	1.65	1	0.45	0.37	43.01	39.32	3.69
61#弃渣场	木里县	坡地型	7.42	0.58	0.75	1.02	1.55	1	0.66	0.36	22.38	20.26	2.12
65#弃渣场	木里县	坡地型	1.43	0.09	0.75	1.27	1.55	1	0.82	0.36	14.68	12.43	2.25
66#弃渣场	木里县	坡地型	4.93	0.48	0.75	0.82	1.55	1	0.53	0.36	32.68	30.14	2.54
69#弃渣场	木里县	坡地型	2.19	0.29	0.75	0.60	1.55	1	0.39	0.36	52.50	51.15	1.35
70#弃渣场	木里县	坡地型	8.25	1.12	0.75	0.59	1.55	1	0.38	0.36	55.08	52.31	2.77
71#弃渣场	木里县	坡地型	9.22	1.16	0.75	0.64	1.55	1	0.41	0.36	49.05	46.57	2.47
72#弃渣场	木里县	坡地型	7.92	0.95	0.75	0.67	1.55	1	0.43	0.36	45.76	42.85	2.91

②截水沟设计

为了保证坡地型渣场上方坡面汇水的排出，避免水流冲刷造成水土流失并危及渣场安全，**弃渣前，须在场地周边或上游布设截水沟**，截水沟底坡根据渣场地形确定，但应 $\geq 1\%$ ，施工时根据实际情况作适当调整，以保证水流顺畅。截水沟可承受的最大径流量可按以下公式计算：

$$Q_b = A * C \sqrt{Ri} = \frac{1}{n} A * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

式中：n——截水沟地面糙率系数；

A——截水沟断面面积， m^2 ；

J——截水沟底坡，取坡度 0.02；

R——截水沟水力半径。

根据各坡地型弃渣场坡面洪水流量计算成果及各渣场地形地质条件，本工程坡面洪水截水沟共设置 3 个典型断面，设计尺寸见表 5.3.2-14。各弃渣场截水沟均采用梯形断面，M7.5 浆砌片石衬砌，衬砌厚度 0.30-0.4m，糙率 0.025，坡降 0.02。

坡地型弃渣场截水沟、盲沟设计图见附图 5.3.2-4。

表 5.3.2-14 坡地型弃渣场截水沟设计尺寸表

类型	设计流量	底宽	深	安全超高	坡比	糙率	坡降	开挖坡比	衬砌厚度	开挖	回填	砌石	抹面
	m^3/s								m				
截 I	0.68	0.50	0.50	0.2	1:0.5	0.025	0.02	1:0.5	0.3	1.403	0.336	0.674	2.403
截 II	1.32	0.60	0.60	0.2	1:0.5	0.025	0.02	1:0.5	0.3	1.768	0.425	0.776	2.743
截 III	2.24	0.70	0.70	0.2	1:0.5	0.025	0.02	1:0.5	0.3	2.174	0.525	0.878	3.083
截 IV	4.46	0.90	0.85	0.2	1:0.5	0.025	0.02	1:0.5	0.4	3.471	0.820	1.468	3.880
截 V	6.92	1.10	0.95	0.2	1:0.5	0.025	0.02	1:0.5	0.4	4.174	1.646	4.325	0.957

③平台排水沟

本项目弃渣场每 30m 设置一道宽 5m 的平台，平台内侧修筑排水沟，与截水沟连接，排水沟将渣体坡面来水汇入沟渠之前设置一个沉沙池。本项目除 4#、23#、32-34#、36-37#、39-41#等 11 个弃渣场未设平台外，其余 27 个坡地型弃渣场平台布设了排水沟。经计算，弃渣场平台坡面洪峰流量为 $0.15-0.76m^3/s$ ，详见表 5.3.2-15。排水沟从两边排导平台上游来水，设计流量可按照坡面洪峰流量的 1/2 考虑。本项目平台排水沟共设置 3 个典型断面，采取矩形断面，M7.5 浆砌片石材质，衬砌厚度 0.30m，糙率 0.025，计算坡降 0.02，满足弃渣场坡面汇水排导要求。**平台排水沟修筑前，采用打夯机对平台排水沟区域进行夯实 0.5m。**

坡地型排水沟尺寸及设计流量详见表 5.3.2-16。坡地型弃渣场排水沟、沉沙池设计图见附图 5.3.2-5。

表 5.3.2-15 坡地型弃渣场平台洪峰流量计算表

名称	行政区域	渣场类型	设计洪峰流量	汇水面积	径流系数	设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度	5年重现期和10min降雨历时的标准降雨强度	重现期转化系数	降雨历时转换系数		降雨历时	汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时	沟内汇流历时
符号			Q_m	F	ϕ	q	$q_{5,10}$	C_p	C_t	C60	t	t_1	t_2
单位			m^3/s	km^2		mm/min	mm/min				min	min	min
1#弃渣场	西昌市	坡地型	0.41	0.03	0.60	1.37	1.78	1	0.77	0.38	16.94	16.51	0.44
2#弃渣场	西昌市	坡地型	0.53	0.04	0.60	1.32	1.78	1	0.74	0.38	18.22	17.74	0.48
3#弃渣场	西昌市	坡地型	0.76	0.05	0.60	1.51	1.78	1	0.85	0.38	14.04	13.56	0.48
5#弃渣场	西昌市	坡地型	0.69	0.05	0.60	1.39	1.78	1	0.78	0.38	16.56	15.60	0.96
6#弃渣场	西昌市	坡地型	0.18	0.01	0.60	1.78	1.78	1	1.00	0.38	10.03	9.31	0.72
7#弃渣场	西昌市	坡地型	0.61	0.04	0.60	1.53	1.78	1	0.86	0.38	14.32	13.64	0.68
17#弃渣场	盐源县	坡地型	0.28	0.02	0.60	1.39	1.65	1	0.84	0.37	14.81	14.29	0.52
24#弃渣场	盐源县	坡地型	0.32	0.02	0.60	1.62	1.65	1	0.98	0.37	10.65	9.91	0.74
28#弃渣场	盐源县	坡地型	0.15	0.01	0.60	1.49	1.65	1	0.90	0.37	12.70	12.41	0.28
30#弃渣场	盐源县	坡地型	0.61	0.05	0.60	1.22	1.65	1	0.74	0.37	18.07	17.44	0.63
31#弃渣场	盐源县	坡地型	0.18	0.01	0.60	1.83	1.65	1	1.11	0.37	7.79	7.33	0.46
35#弃渣场	盐源县	坡地型	0.45	0.05	0.60	0.89	1.65	1	0.54	0.37	32.87	32.15	0.72
38#弃渣场	盐源县	坡地型	0.48	0.03	0.60	1.58	1.65	1	0.96	0.37	12.55	11.01	1.55
43#弃渣场	盐源县	坡地型	0.59	0.05	0.60	1.19	1.65	1	0.72	0.37	18.57	16.46	2.11
44#弃渣场	盐源县	坡地型	0.48	0.03	0.60	1.60	1.65	1	0.97	0.37	10.69	10.08	0.61
47#弃渣场	盐源县	坡地型	0.16	0.01	0.60	1.58	1.65	1	0.96	0.37	11.00	9.95	1.05
51#弃渣场	盐源县	坡地型	0.27	0.02	0.60	1.34	1.65	1	0.81	0.37	15.18	14.65	0.52
53#弃渣场	盐源县	坡地型	0.23	0.02	0.60	1.14	1.65	1	0.69	0.37	19.96	19.57	0.39
56#弃渣场	盐源县	坡地型	0.42	0.03	0.60	1.40	1.65	1	0.85	0.37	14.02	13.06	0.96
58#弃渣场	盐源县	坡地型	0.44	0.04	0.60	1.09	1.65	1	0.66	0.37	22.00	21.13	0.87
61#弃渣场	木里县	坡地型	0.27	0.02	0.60	1.35	1.55	1	0.87	0.36	13.37	12.87	0.50
65#弃渣场	木里县	坡地型	0.24	0.02	0.60	1.19	1.55	1	0.77	0.36	16.60	15.92	0.68
66#弃渣场	木里县	坡地型	0.36	0.03	0.60	1.21	1.55	1	0.78	0.36	15.83	15.31	0.52
69#弃渣场	木里县	坡地型	0.15	0.01	0.60	1.49	1.55	1	0.96	0.36	11.08	10.74	0.35
70#弃渣场	木里县	坡地型	0.21	0.02	0.60	1.07	1.55	1	0.69	0.36	19.71	19.34	0.37
71#弃渣场	木里县	坡地型	0.24	0.02	0.60	1.18	1.55	1	0.76	0.36	17.02	16.60	0.41
72#弃渣场	木里县	坡地型	0.33	0.03	0.60	1.10	1.55	1	0.71	0.36	19.87	19.21	0.65

表 5.3.2-16 坡地型弃渣场排水沟设计尺寸表

类型	设计流量	宽 m	深 m	安全超高 m	糙率	坡降	开挖坡比	衬砌厚度	开挖 m ³ /m	回填 m ³ /m	砌石 m ³ /m	抹面 m ² /m	强夯 m ³ /m
	m ³ /s							m					
排 I	0.13	0.5	0.4	0.2	0.025	0.02	1:0.5	0.3	0.756	0.189	0.357	1.789	0.55
排 II	0.22	0.5	0.5	0.2	0.025	0.02	1:0.5	0.3	0.909	0.257	0.399	1.995	0.55
排 III	0.42	0.6	0.6	0.2	0.025	0.02	1:0.5	0.3	1.176	0.336	0.462	2.310	0.60

④沉沙池设计

弃渣场初期由于堆放大量松散弃渣，受降雨冲刷，部分弃渣将从排水沟或排水孔排出，为防止弃渣场排水影响下游沟渠水质，需设置沉沙池对排出水进行处理。

根据沿线弃渣场场地的汇水面积和降水条件，本水保方案拟设计 2 种沉沙池尺寸（详见表 5.3.3-17），力求以最经济的用量满足各弃渣场的要求。根据排水沟流量的计算结果，方案拟定采用 I、II、III 型截水沟的弃渣场采用 I 沉沙池，设计容积为 3.00m³，矩形断面，长×宽×高=2.00m×1.50m×1.00m；采用 IV、V 截水沟的弃渣场采用 II 的沉沙池，设计容积为 5.40m³，矩形断面，长×宽×高=2.50m×1.80m×1.20m。沉沙池为永久性设施，采用 M7.5 浆砌片石砌筑，壁厚 0.30m，两端分别连接截、排水沟，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟或排灌系统，保证弃渣场排水畅通，排出水不得随意排入农田，以免冲毁或淤积当地农田。

坡地型弃渣场排水沟、沉沙池设计图见附图 5.3.2-5。

表 5.3.2-17 弃渣场沉沙池设计尺寸表

类型	设计容积	长 m	宽 m	深 m	挖方 m ³ /个	M7.5 浆砌片石	适用范围
	m ³					m ³ /个	
沉 I	3.00	2.00	1.50	1.00	7.10	4.10	截 I、II、III
沉 II	5.40	2.50	1.80	1.20	11.16	5.76	截 IV、V

⑥排水盲沟设计

由于项目地形相对复杂，为减小降雨形成的下渗水对渣体的影响，本项目弃渣场均采用排水盲沟排出下渗水，排水盲沟沿季节性水流的原沟或场内最低凹处修筑，完成后在顶部摊铺 50cm 后的碎砾石作为反滤层，同时在盲沟底部并排埋设 4 根直径为 20cm 的透水波纹软管。

(2)沟道型弃渣场

① 沟道洪峰流量计算

沟道洪峰流量根据《四川省暴雨统计参数图集》（四川省水文水资源勘测局，2010 年 11 月）暴雨资料中最大 1/6h、1h、6h、24h 暴雨均值及变差系数等值线图的查值

成果计算出本工程的设计暴雨成果，利用推理公式求得。

推理公式为：

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

式中： Q —设计最大洪峰流量， m^3/s ；

ψ —洪峰径流系数；

S —暴雨雨力， mm/h ；

τ —流域汇流时间， h ；

n —暴雨公式指数；

F —流域面积， km^2 。

工程区位于凉山地区盆原山区，区域森林覆盖度较高，根据流域下垫面条件，选取产汇流参数计算公式如下：

流域产流参数：

$$\text{均值 } \mu = 3.6 F^{-0.19}; \quad (\text{取 } C_v = 0.15)$$

流域汇流参数：

$$m = 0.221 \theta^{0.204} \quad (\theta \leq 30)$$

$$m = 0.025 \theta^{0.845} \quad (\theta > 30)$$

式中： θ —流域特征参数， $\theta = L / (J^{1/3} F^{1/4})$ ；

L —河长， km ；

J —比降， $\%$ ；

F —流域面积， km^2 。

各时段设计暴雨统计参数采用《四川省中小流暴雨洪水手册》综合成果作为流域短历时设计暴雨。采用所选取的产汇流计算参数及流域特征值，用推理公式计算出各沟道型渣场沟道洪峰流量成果见表5.3.2-18。

表 5.3.2-18 沟道型弃渣场沟道洪峰流量计算成果表

名称	行政区域	渣场类型	汇水面积	沟长	高差	比降	防洪标准 [重现期(年)]		洪峰流量(m ³ /s)	
			km ²	km	m	%	设计	校核	设计	校核
8#弃渣场	西昌市	沟道型	0.39	0.48	125	260.42	30	50	8.77	9.50
9#弃渣场	西昌市	沟道型	1.52	1.02	410	401.96	50	100	32.78	37.16
10#弃渣场	盐源县	沟道型	2.03	1.32	622	471.21	50	100	36.02	41.09
11#弃渣场	盐源县	沟道型	4.73	3.80	1255	330.26	50	100	48.45	56.27
12#弃渣场	盐源县	沟道型	4.81	4.27	1173	274.71	50	100	44.07	51.48
13#弃渣场	盐源县	沟道型	0.89	1.64	842	513.41	50	100	12.41	14.30
14#弃渣场	盐源县	沟道型	0.79	0.93	390	419.35	50	100	14.44	16.49
15#弃渣场	盐源县	沟道型	1.91	1.41	558	395.74	50	100	31.33	35.82
16#弃渣场	盐源县	沟道型	0.26	0.61	253	414.75	50	100	5.06	5.78
18#弃渣场	盐源县	沟道型	3.91	3.89	1419	364.78	30	50	35.38	38.87
19#弃渣场	盐源县	沟道型	1.12	1.70	800	470.59	30	50	14.30	15.62
20#弃渣场	盐源县	沟道型	1.74	2.61	1172	449.04	50	100	20.00	23.19
21#弃渣场	盐源县	沟道型	3.59	4.17	1587	380.58	30	50	30.74	33.86
22#弃渣场	盐源县	沟道型	1.82	3.00	920	306.67	50	100	17.76	20.77
25#弃渣场	盐源县	沟道型	1.24	1.33	211.3	158.87	50	100	16.41	18.94
26#弃渣场	盐源县	沟道型	1.01	1.69	450	266.27	50	100	12.36	14.33
27#弃渣场	盐源县	沟道型	4.42	2.17	391.3	180.32	50	100	55.66	64.08
29#弃渣场	盐源县	沟道型	1.07	0.89	250	280.90	50	100	19.48	22.24
45#弃渣场	盐源县	沟道型	1.77	1.63	416	255.21	30	50	22.20	24.24
46#弃渣场	盐源县	沟道型	2.38	1.67	364.4	219.52	50	100	32.89	37.80
48#弃渣场	盐源县	沟道型	2.00	1.63	648	397.55	50	100	30.45	31.90
49#弃渣场	盐源县	沟道型	1.27	1.63	648	397.55	50	100	17.95	20.65
50#弃渣场	盐源县	沟道型	1.31	0.72	290	402.78	50	100	29.47	33.45
52#弃渣场	盐源县	沟道型	5.31	2.57	386	150.19	30	50	54.99	60.13
54#弃渣场	盐源县	沟道型	3.70	4.46	957	214.57	30	50	26.52	29.42
55#弃渣场	盐源县	沟道型	2.17	2.01	867	431.34	50	100	30.12	34.63
57#弃渣场	盐源县	沟道型	3.51	2.66	434	163.16	50	100	36.72	42.66
59#弃渣场	盐源县	沟道型	6.80	3.69	1370	371.27	50	100	77.53	89.47
60#弃渣场	盐源县	沟道型	1.71	1.77	635	358.76	50	100	23.71	27.28
62#弃渣场	木里县	沟道型	1.72	1.56	521	333.97	50	100	18.83	21.64
63#弃渣场	木里县	沟道型	6.43	3.26	1516	465.03	50	100	58.41	67.08
64#弃渣场	木里县	沟道型	6.74	3.26	1516	465.03	50	100	61.83	70.98
67#弃渣场	木里县	沟道型	8.49	3.74	404	108.02	50	100	50.42	57.84
68#弃渣场	木里县	沟道型	1.45	1.45	528.7	364.62	50	100	16.52	18.98
73#弃渣场	木里县	沟道型	4.69	3.59	1180	328.69	50	100	33.74	39.11
74#弃渣场	盐源县	沟道型	1.23	1.44	406	281.94	50	100	17.38	20.01
75#弃渣场	盐源县	沟道型	3.58	2.74	532	194.16	50	100	38.27	44.40

根据地形条件，弃渣场可从两边排导上游洪水，排洪渠设计流量按照坡面洪峰流量的 1/2 考虑。

②排洪渠设计

为了保证渣场上方坡面或沟道洪水的排出，避免水流冲刷造成水土流失并危及渣场安全，弃渣前，须在场地两侧布设排洪渠，排洪渠底坡根据渣场地形确定，但应 $\geq 1\%$ ，施工时根据实际情况作适当调整，以保证水流顺畅。排洪渠可承受的最大径流量可按以下公式计算：

$$Q_b = A * C \sqrt{Ri} = \frac{1}{n} A * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

式中：n——排洪渠地面糙率系数；

A——排洪渠断面面积，m²；

J——排洪渠底坡；

R——排洪渠水力半径。

根据沟道型弃渣场沟道洪水流量计算成果及渣场地形地质条件，本项目地形坡度较大，其排洪渠采用梯形断面，安全超高 0.3m，坡比 1: :0.25，糙率 0.015，坡降 0.025-0.035，壁厚和底厚为 0.3-0.5m，采用 C20 混凝土浇筑。排洪渠在弃渣场周边布置，排洪渠尺寸按照沟道型弃渣场洪峰校核流量设计。经推算，排洪渠设计尺寸见表 5.3.2-19。施工过程中，排洪渠首端（与挡水坝衔接处）应逐步扩大渠口断面，方便引流及与挡水坝衔接。

5.3.2-19 沟道型排洪渠设计尺寸表

名称	设计流量		底宽 m	深 m	坡比	安全超高 m	糙率	坡降	开挖坡比	浇筑厚度 m	开挖 m ³ /m	回填 m ³ /m	C20 砼 m ³ /m
	m ³ /s	×2											
8#弃渣场	4.93	×2	1.15	1.00	1:0.25	0.3	0.015	0.025	1: 0.5	0.3	3.096	0.444	1.183
9#弃渣场	19.31	×2	1.60	1.50	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	7.100	1.050	2.939
10#弃渣场	22.60	×2	1.60	1.40	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	7.675	1.158	3.073
11#弃渣场	29.49	×2	1.80	1.70	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	8.755	1.329	3.315
12#弃渣场	29.49	×2	1.80	1.70	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	8.755	1.329	3.315
13#弃渣场	7.28	×2	1.25	1.15	1:0.25	0.3	0.015	0.025	1: 0.5	0.4	4.312	0.631	1.825
14#弃渣场	8.31	×2	1.30	1.20	1:0.25	0.3	0.015	0.025	1: 0.5	0.4	4.577	0.672	1.889
15#弃渣场	19.31	×2	1.60	1.50	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	7.100	1.050	2.939
16#弃渣场	2.91	×2	1.00	0.85	1:0.25	0.3	0.015	0.025	1: 0.5	0.3	2.467	0.347	1.038
18#弃渣场	20.55	×2	1.60	1.55	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	7.331	1.103	2.993
19#弃渣场	8.31	×2	1.30	1.20	1:0.25	0.3	0.015	0.025	1: 0.5	0.4	4.577	0.672	1.889
20#弃渣场	11.63	×2	1.40	1.30	1:0.25	0.3	0.015	0.03	1: 0.5	0.4	5.131	0.759	2.018
21#弃渣场	17.45	×2	1.55	1.45	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	6.769	0.998	2.859
22#弃渣场	10.75	×2	1.40	1.25	1:0.25	0.3	0.015	0.03	1: 0.5	0.4	4.937	0.715	1.975
25#弃渣场	9.82	×2	1.40	1.25	1:0.25	0.3	0.015	0.025	1: 0.5	0.4	4.937	0.715	1.975
26#弃渣场	7.28	×2	1.25	1.15	1:0.25	0.3	0.015	0.025	1: 0.5	0.4	4.312	0.631	1.825
27#弃渣场	34.73	×2	1.90	1.85	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	9.514	1.450	3.475
29#弃渣场	11.63	×2	1.40	1.30	1:0.25	0.3	0.015	0.03	1: 0.5	0.4	5.131	0.759	2.018
45#弃渣场	14.08	×2	1.35	1.20	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	6.130	0.898	2.698
46#弃渣场	19.31	×2	1.60	1.50	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	7.100	1.050	2.939
48#弃渣场	16.31	×2	1.55	1.40	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	6.545	0.948	2.805
49#弃渣场	10.75	×2	1.40	1.25	1:0.25	0.3	0.015	0.03	1: 0.5	0.4	4.937	0.715	1.975

名称	设计流量		底宽 m	深 m	坡比	安全超高 m	糙率	坡降	开挖坡比	浇筑厚度 m	开挖 m ³ /m	回填 m ³ /m	C20 砼 m ³ /m
	m ³ /s	×2											
50#弃渣场	17.45	×2	1.55	1.45	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	6.769	0.998	2.859
52#弃渣场	34.73	×2	1.90	1.85	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	9.514	1.450	3.475
54#弃渣场	16.31	×2	1.55	1.40	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	6.545	0.948	2.805
55#弃渣场	17.45	×2	1.55	1.45	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	6.769	0.998	2.859
57#弃渣场	22.60	×2	1.60	1.40	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	7.675	1.158	3.073
59#弃渣场	44.82	×2	2.10	2.00	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	10.843	1.641	3.743
60#弃渣场	14.08	×2	1.40	1.25	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	6.130	0.898	2.698
62#弃渣场	11.63	×2	1.40	1.30	1:0.25	0.3	0.015	0.03	1: 0.5	0.4	5.131	0.759	2.018
63#弃渣场	34.73	×2	1.90	1.85	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	9.514	1.450	3.475
64#弃渣场	35.77	×2	1.95	1.85	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	9.638	1.450	3.502
67#弃渣场	29.49	×2	1.80	1.70	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	8.755	1.329	3.315
68#弃渣场	9.82	×2	1.40	1.25	1:0.25	0.3	0.015	0.025	1: 0.5	0.4	4.937	0.715	1.975
73#弃渣场	20.55	×2	1.60	1.55	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	7.331	1.103	2.993
74#弃渣场	10.75	×2	1.40	1.25	1:0.25	0.3	0.015	0.03	1: 0.5	0.4	4.937	0.715	1.975
75#弃渣场	22.60	×2	1.60	1.40	1:0.25	0.3	0.015	0.035	1: 0.5	0.5	7.675	1.158	3.073

③ 平台排水沟

i. 排水沟设计流量计算

各渣场需采取永久排水措施，永久排水沟设计排水流量，采用小流域面积设计流量式计算。

$$Q_m = 16.67\varphi qF$$

式中： Q_m —设计洪峰流量， m^3/s ；

φ —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 。

由于项目区缺乏自记雨量资料，利用标准降雨强度等值线图 and 有关转换系数，按下式计算降雨强度。

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

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

C_p —重现期转化系数；

C_t —降雨历时转换系数。

ii. 平台排水沟

本项目沟道型弃渣场每30m设置一道宽5m的平台，平台内侧修筑排水沟，与排洪渠连接，排水沟将渣体坡面来水汇入沟渠之前设置一个沉沙池。本项目除54#弃渣场未设平台外，其余36个沟道型弃渣场平台布设了排水沟。经计算，弃渣场平台坡面洪峰流量为0.13-0.75 m^3/s ，详见表5.3.2-20。排水沟从两边排导平台上游来水，设计流量可按照坡面洪峰流量的1/2考虑。本项目平台排水沟共设置3个典型断面，采取矩形断面，M7.5浆砌片石材质，衬砌厚度0.30m，糙率0.025，计算坡降0.02，满足弃渣场坡面汇水排导要求。平台排水沟修筑前，采用打夯机对平台排水沟区域进行夯实0.5m。

表 5.3.2-20 沟道型弃渣场平台洪峰流量计算表

渣场编号	行政区域	渣场类型	设计洪峰流量	汇水面积	径流系数	设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度	5年重现期和10min降雨历时的标准降雨强度	重现期转化系数	降雨历时转换系数		降雨历时	汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时	沟内汇流历时
符号			Q_m	F	ϕ	q	$q_{5,10}$	C_p	C_t	C60	t	t_1	t_2
单位			m^3/s	km^2		mm/min	mm/min				min	min	min
8#弃渣场	西昌市	沟道型	0.75	0.06	0.60	1.25	1.78	1	0.70	0.38	20.58	19.88	0.70
9#弃渣场	西昌市	沟道型	0.44	0.03	0.60	1.46	1.78	1	0.82	0.38	14.84	14.14	0.70
10#弃渣场	盐源县	沟道型	0.40	0.03	0.60	1.34	1.65	1	0.81	0.37	15.19	14.82	0.37
11#弃渣场	盐源县	沟道型	0.34	0.03	0.60	1.12	1.65	1	0.68	0.37	20.69	19.99	0.70
12#弃渣场	盐源县	沟道型	0.26	0.02	0.60	1.30	1.65	1	0.79	0.37	15.74	15.37	0.37
13#弃渣场	盐源县	沟道型	0.16	0.01	0.60	1.58	1.65	1	0.96	0.37	11.02	10.65	0.37
14#弃渣场	盐源县	沟道型	0.50	0.04	0.60	1.25	1.65	1	0.76	0.37	16.91	16.39	0.52
15#弃渣场	盐源县	沟道型	0.30	0.02	0.60	1.52	1.65	1	0.92	0.37	12.56	12.21	0.35
16#弃渣场	盐源县	沟道型	0.31	0.02	0.60	1.55	1.65	1	0.94	0.37	11.51	10.90	0.61
18#弃渣场	盐源县	沟道型	0.16	0.01	0.60	1.55	1.65	1	0.94	0.37	11.58	11.25	0.33
19#弃渣场	盐源县	沟道型	0.16	0.01	0.60	1.62	1.65	1	0.98	0.37	10.54	10.19	0.35
20#弃渣场	盐源县	沟道型	0.13	0.01	0.60	1.34	1.65	1	0.81	0.37	15.12	14.77	0.35
21#弃渣场	盐源县	沟道型	0.27	0.02	0.60	1.37	1.65	1	0.83	0.37	14.53	14.14	0.39
22#弃渣场	盐源县	沟道型	0.31	0.02	0.60	1.53	1.65	1	0.93	0.37	11.76	11.48	0.28
25#弃渣场	盐源县	沟道型	0.51	0.05	0.60	1.02	1.65	1	0.62	0.37	26.26	25.69	0.57
26#弃渣场	盐源县	沟道型	0.44	0.04	0.60	1.09	1.65	1	0.66	0.37	22.97	22.14	0.83
27#弃渣场	盐源县	沟道型	0.64	0.06	0.60	1.07	1.65	1	0.65	0.37	23.70	23.27	0.44
29#弃渣场	盐源县	沟道型	0.64	0.06	0.60	1.07	1.65	1	0.65	0.37	22.80	22.27	0.52
45#弃渣场	盐源县	沟道型	0.62	0.06	0.60	1.04	1.65	1	0.63	0.37	24.70	24.01	0.70
46#弃渣场	盐源县	沟道型	0.16	0.01	0.60	1.58	1.65	1	0.96	0.37	10.93	10.63	0.30
48#弃渣场	盐源县	沟道型	0.15	0.01	0.60	1.50	1.65	1	0.91	0.37	12.41	11.95	0.46
49#弃渣场	盐源县	沟道型	0.14	0.01	0.60	1.44	1.65	1	0.87	0.37	13.40	12.77	0.63
50#弃渣场	盐源县	沟道型	0.46	0.04	0.60	1.16	1.65	1	0.70	0.37	19.53	19.09	0.44
52#弃渣场	盐源县	沟道型	0.66	0.07	0.60	0.94	1.65	1	0.57	0.37	29.03	28.35	0.68
55#弃渣场	盐源县	沟道型	0.46	0.04	0.60	1.14	1.65	1	0.69	0.37	19.86	19.34	0.52
57#弃渣场	盐源县	沟道型	0.39	0.03	0.60	1.30	1.65	1	0.79	0.37	15.97	15.51	0.46
59#弃渣场	盐源县	沟道型	0.22	0.02	0.60	1.09	1.65	1	0.66	0.37	22.47	21.84	0.63
60#弃渣场	盐源县	沟道型	0.28	0.02	0.60	1.39	1.65	1	0.84	0.37	14.30	13.76	0.54

渣场 编号	行政 区域	渣场 类型	设计洪 峰流量	汇水 面积	径流 系数	设计重现期和 降雨历时内的 平均降雨强度	5年重现期和 10min降雨历 时的标准降雨 强度	重现期 转化系数	降雨历时 转换系数		降雨历时	汇水区最远点 到排水设施处 的坡面汇流历 时	沟内汇 流历时
符号			Q_m	F	ϕ	q	$q_{5,10}$	C_p	C_t	C60	t	t_1	t_2
单位			m^3/s	km^2		mm/min	mm/min				min	min	min
62#弃渣场	木里县	沟道型	0.42	0.04	0.60	1.04	1.55	1	0.67	0.36	21.02	20.50	0.52
63#弃渣场	木里县	沟道型	0.23	0.02	0.60	1.16	1.55	1	0.75	0.36	18.06	17.53	0.52
64#弃渣场	木里县	沟道型	0.25	0.02	0.60	1.24	1.55	1	0.80	0.36	15.36	15.14	0.22
67#弃渣场	木里县	沟道型	0.44	0.05	0.60	0.88	1.55	1	0.57	0.36	29.71	29.36	0.35
68#弃渣场	木里县	沟道型	0.42	0.04	0.60	1.04	1.55	1	0.67	0.36	21.13	20.50	0.63
73#弃渣场	木里县	沟道型	0.26	0.02	0.60	1.30	1.55	1	0.84	0.36	14.04	13.56	0.48
74#弃渣场	盐源县	沟道型	0.35	0.03	0.60	1.17	1.65	1	0.71	0.37	19.03	18.62	0.41
75#弃渣场	盐源县	沟道型	0.40	0.05	0.60	0.81	1.65	1	0.49	0.37	38.28	37.54	0.74

表 5.3.2-21 弃渣场平台排水沟设计尺寸表

类型	设计流量	宽	深	安全超高	糙率	坡降	开挖坡比	衬砌厚度	开挖	回填	砌石	抹面	强夯
	m ³ /s							m					
排 I	0.13	0.5	0.4	0.2	0.025	0.02	1:0.5	0.3	0.756	0.189	0.357	1.789	0.55
排 II	0.22	0.5	0.5	0.2	0.025	0.02	1:0.5	0.3	0.909	0.257	0.399	1.995	0.55
排 III	0.42	0.6	0.6	0.2	0.025	0.02	1:0.5	0.3	1.176	0.336	0.462	2.310	0.60

沟道型弃渣场平台排水沟、盲沟设计图见附图 5.3.2-6。

iii. 跌水消能措施设计

由于沟道型弃渣场在雨季洪水流量较大，本方案拟采用急流槽配套消能沉沙系统来降低流速，减少对弃渣场排水系统的冲刷，维护其排水系统的良好性能。急流槽设置在纵坡较陡路段，一般纵坡下降 10m 设置 1 处，视地形情况具体确定。急流槽底部应布设跌水坎或交错布设浆砌块石减缓流速，下方消力池内布设效能坎。本方案将参考本项目路基排水工程设计，并将其工程量计入相应的排洪渠工程中。急流槽具体设计尺寸将在下阶段初步设计、施工图设计中根据场地具体条件进行详细设计。

iv. 护岸措施设计

沟道型弃渣场在雨季洪水流量较大，上游来水会对既有天然沟道造成冲刷影响，应在拦洪坝上游设置一定长度的护岸措施减轻上游来水对天然沟道的冲刷影响。护岸长度可结合拦洪坝回水长度及地形条件确定（5~10m 左右），护岸深度应从沟底至雨季最大流量水面以上 0.3m。护岸工程采用 C20 混凝土浇筑。

v. 排水盲沟设计

由于项目地形相对复杂，为减小降雨形成的下渗水对渣体的影响，本项目弃渣场均采用排水盲沟排出下渗水，排水盲沟沿季节性水流的原沟或场内最低凹处修筑，完成后在顶部摊铺 50cm 后的碎砾石作为反滤层，同时在盲沟底部并排埋设 4 根直径为 20cm 的透水波纹软管。

5. 弃渣场工程措施设计方案

综上所述，坡地型弃渣场在坡脚修筑挡渣墙，周边布设截水沟，平台内侧布设排水沟，同时布设沉沙池，场底部布设盲沟。沟道型弃渣场在渣场上游沟口修建挡水坝拦截，并在挡水坝上游设置一定长度的护岸措施减轻上游来水对天然沟道的冲刷影响，下游设拦渣坝进行拦挡；渣场底部布设盲沟，场地周边布设排洪渠，平台内侧布设排水沟，同时布设沉沙池，在纵坡较陡路段布设急流槽配套消能系统用来

降低流速。弃渣场平面位置或设计图详见附图 5.3.2-7~附图 5.3.2-60。

根据各弃渣场地形，以控制拦挡高度、节约工程量、减小渣场占地、降低工程建设成本为原则，各弃渣场工程防护措施选取类型及尺寸见表 5.3.2-22。

表 5.3.2-22 弃渣场工程防护特性表

名称	渣场类型	表土剥离	挡渣墙		拦渣坝		挡水坝			截水沟		排洪渠 (含消能沉沙)	排水沟		强夯	沉沙池		护岸	盲沟	透水波纹软管
		万 m ³	类型	m	类型	m	类型	m	/座	类型	m	m	类型	m	m ²	类型	个	m	m	m
1#弃渣场	坡地型	0.55	挡 II	16						截 III	1115		排 II	100	55	沉 I	2		395	1580
2#弃渣场	坡地型	0.71	挡 II	17						截 III	1280		排 III	110	66	沉 I	2		630	2520
3#弃渣场	坡地型	0.84	挡 I	14						截 III	1361		排 III	110	66	沉 I	2		765	3060
4#弃渣场	坡地型	0.29	挡 I	40						截 II	889					沉 I	2		360	1440
5#弃渣场	坡地型	1.03	挡 I	94						截 II	930		排 III	220	132	沉 I	2		335	1340
6#弃渣场	坡地型	0.38	挡 II	22						截 I	776		排 I	330	182	沉 I	2		250	1000
7#弃渣场	坡地型	0.74	挡 II	26						截 II	1024		排 III	155	93	沉 I	2		540	2160
8#弃渣场	沟道型	1.00			拦 I	52	水 I	16	/2			1543	排 III	160	96			20	620	2480
9#弃渣场	沟道型	0.52			拦 III	23	水 I	12	/2			1191	排 II	320	176			30	650	2600
10#弃渣场	沟道型	0.50			拦 III	28	水 I	20	/2			1067	排 II	170	94			30	450	1800
11#弃渣场	沟道型	0.55			拦 III	18	水 II	6	/1			1065	排 II	320	176			15	475	1900
12#弃渣场	沟道型	0.34			拦 III	16	水 II	9	/1			880	排 II	170	94			10	395	1580
13#弃渣场	沟道型	0.19			拦 III	32	水 I	18	/2			635	排 I	170	94			20	310	1240
14#弃渣场	沟道型	0.72			拦 III	30	水 I	16	/2			1045	排 III	120	72			20	566	2264
15#弃渣场	沟道型	0.30			拦 III	29	水 I	10	/1			860	排 II	160	88			15	320	1280
16#弃渣场	沟道型	0.44			拦 III	21	水 I	15	/1			850	排 II	280	154			10	315	1260
17#弃渣场	坡地型	0.59	挡 II	22						截 V	895		排 II	240	132	沉 II	2		370	1480
18#弃渣场	沟道型	0.47			拦 I	20	水 I	12	/1			875	排 I	75	41			15	385	1540
19#弃渣场	沟道型	0.29			拦 I	30	水 I	9	/1			585	排 I	80	44			15	100	400
20#弃渣场	沟道型	0.26			拦 III	20	水 I	11	/1			770	排 I	160	88			15	345	1380
21#弃渣场	沟道型	0.44			拦 I	26	水 I	11	/1			690	排 II	90	50			15	310	1240
22#弃渣场	沟道型	0.24			拦 III	24	水 I	12	/1			645	排 II	65	36			15	260	1040

名称	渣场类型	表土剥离	挡渣墙		拦渣坝		挡水坝			截水沟		排洪渠 (含消能沉沙)	排水沟		强夯	沉沙池		护岸	盲沟	透水波纹管
		万 m ³	类型	m	类型	m	类型	m	/座	类型	m	m	类型	m	m ³	类型	个	m	m	m
23#弃渣场	坡地型	0.98	挡 I	305						截 IV	905					沉 II	2		190	760
24#弃渣场	坡地型	0.63	挡 II	35						截 III	685		排 II	170	94	沉 I	2		205	820
25#弃渣场	沟道型	0.85			拦 III	20	水 I	8	/1			1505	排 III	130	78			15	570	2280
26#弃渣场	沟道型	0.84			拦 III	31	水 I	7	/1			1155	排 II	380	209			10	510	2040
27#弃渣场	沟道型	1.14			拦 III	18	水 II	21	/2			1675	排 III	100	60			30	785	3140
28#弃渣场	坡地型	0.20	挡 I	31						截 III	610		排 I	65	36	沉 I	2		250	1000
29#弃渣场	沟道型	1.06			拦 III	27	水 I	8	/1			1380	排 III	120	72			10	535	2140
30#弃渣场	坡地型	0.84	挡 II	46						截 III	1265		排 III	145	87	沉 I	2		720	2880
31#弃渣场	坡地型	0.20	挡 II	32						截 I	410		排 I	105	58	沉 I	2		155	620
32#弃渣场	坡地型	1.19	挡 II	29						截 III	1190					沉 I	2		635	2540
33#弃渣场	坡地型	0.57	挡 I	25						截 III	1026					沉 I	2		392	1568
34#弃渣场	坡地型	2.28	挡 I	42						截 III	2640					沉 I	2		1075	4300
35#弃渣场	坡地型	1.66	挡 I	28						截 III	1605		排 III	165	99	沉 I	2		700	2800
36#弃渣场	坡地型	0.70	挡 I	31						截 II	900					沉 I	2		344	1376
37#弃渣场	坡地型	1.79	挡 I	71						截 III	2450					沉 I	2		1320	5280
38#弃渣场	坡地型	1.41	挡 I	460						截 II	284		排 III	355	213	沉 I	2		238	952
39#弃渣场	坡地型	1.82	挡 I	31						截 V	1770					沉 II	2		770	3080
40#弃渣场	坡地型	1.56	挡 I	145						截 V	1520					沉 II	2		650	2600
41#弃渣场	坡地型	1.52	挡 I	74						截 V	1530					沉 II	2		420	1680
42#弃渣场	坡地型	1.39	挡 I	462						截 II	1050					沉 I	2		250	1000
43#弃渣场	坡地型	1.77	挡 I	285						截 II	833		排 III	485	291	沉 I	2		280	1120
44#弃渣场	坡地型	0.45	挡 I	29						截 I	710		排 III	140	84	沉 I	2		255	1020
45#弃渣场	沟道型	1.51			拦 I	19	水 I	7	/1			1545	排 III	160	96			15	730	2920

名称	渣场类型	表土剥离	挡渣墙		拦渣坝		挡水坝			截水沟		排洪渠 (含消能沉沙)	排水沟		强夯	沉沙池		护岸	盲沟	透水波纹管
		万 m ³	类型	m	类型	m	类型	m	/座	类型	m	m	类型	m	m ³	类型	个	m	m	m
46#弃渣场	沟道型	1.06			拦IV	30	水I	8	/1			690	排III	240	132			10	740	2960
47#弃渣场	坡地型	0.68	挡II	55						截V	855		排I	240	132	沉II	2		265	1060
48#弃渣场	沟道型	0.26			拦I	43	水I	15	/1			605	排I	105	58			10	245	980
49#弃渣场	沟道型	0.50			拦III	40	水I	30	/1			940	排I	290	160			20	540	2160
50#弃渣场	沟道型	0.72			拦III	40	水I	14	/1			1185	排III	100	60			10	450	1800
51#弃渣场	坡地型	0.44	挡II	43						截IV	1263		排II	240	132	沉II	2		330	1320
52#弃渣场	沟道型	1.29			拦I	71	水II	18	/1			1563	排III	155	93			10	630	2520
53#弃渣场	坡地型	0.94	挡I	153						截I	840		排I	90	50	沉I	2		250	1000
54#弃渣场	沟道型	0.43			拦I	19	水I	7	/1			835						15	360	1440
55#弃渣场	沟道型	0.77			拦III	27	水I	18	/2			1365	排III	240	144			10	730	2920
56#弃渣场	坡地型	0.80	挡II	40						截V	879		排II	440	242	沉II	2		345	1380
57#弃渣场	沟道型	0.54			拦III	57	水II	12	/1			840	排II	210	116			10	355	1420
58#弃渣场	坡地型	0.95	挡I	38						截III	1101		排II	200	110	沉I	2		385	1540
59#弃渣场	沟道型	0.52			拦III	29	水II	8	/1			1080	排I	290	160			10	480	1920
60#弃渣场	沟道型	0.44			拦III	29	水I	12	/1			855	排II	250	138			10	370	1480
61#弃渣场	坡地型	0.41	挡II	55						截IV	920		排II	230	127	沉II	2		535	2140
62#弃渣场	沟道型	0.77			拦III	13	水I	8	/1			1375	排II	240	132			10	615	2460
63#弃渣场	沟道型	0.45			拦III	22	水II	12	/1			1010	排I	240	132			15	440	1760
64#弃渣场	沟道型	0.23			拦III	21	水II	12	/1			765	排I	50	28			10	340	1360
65#弃渣场	坡地型	0.49	挡II	22						截II	1010		排I	310	171	沉I	2		445	1780
66#弃渣场	坡地型	0.61	挡II	34						截IV	1065		排II	240	132	沉II	2		440	1760
67#弃渣场	沟道型	0.75			拦II	14	水II	15	/1			1625	排III	80	48			10	770	3080
68#弃渣场	沟道型	0.77			拦II	21	水I	5	/1			1236	排II	290	160			10	525	2100

名称	渣场类型	表土剥离	挡渣墙		拦渣坝		挡水坝			截水沟		排洪渠 (含消能沉沙)	排水沟		强夯	沉沙池		护岸	盲沟	透水波纹管
		万 m ³	类型	m	类型	m	类型	m	/座	类型	m	m	类型	m	m ³	类型	个	m	m	m
69#弃渣场	坡地型	0.24	挡 II	17						截 II	712		排 I	160	88	沉 I	2		305	1220
70#弃渣场	坡地型	0.40	挡 II	25						截 IV	1054		排 I	170	94	沉 II	2		480	1920
71#弃渣场	坡地型	0.42	挡 II	23						截 V	954		排 I	190	105	沉 II	2		430	1720
72#弃渣场	坡地型	0.62	挡 II	23						截 IV	1105		排 II	300	165	沉 II	2		485	1940
73#弃渣场	沟道型	0.40			拦 II	34	水 II	14	/1			835	排 II	220	121			10	370	1480
74#弃渣场	沟道型	0.46			拦 II	24	水 I	10	/1			1100	排 II	190	105			10	475	1900
75#弃渣场	沟道型	0.94			拦 II	33	水 II	8	/1			1295	排 II	340	187			15	645	2580
合计		56.03		2940		1051		454	/44		41411	39160		12465	7018		76	530	34900	139600

6.典型弃渣场防护设计介绍

(1) 43#弃渣场（坡地型渣场）

43#弃渣场位于盐源县境内、牦牛山隧道（9920m）进口左侧，上路桩号 A6K152+000，距离棉垭互通约 1.5km，渣场容量 93.26 万 m^3 ，实际堆渣量 88.54 万 m^3 ，占地面积 7.88 hm^2 ，主要占用耕地、林地。设计堆渣高程 2625~2670m，最大堆高 45m，堆渣体边坡坡比 1:2。在高程 2640.0m、2650.0m 处设置马道 2 条，马道宽均为 5.0m；在高程 2660.0m 处设置 10.0m 宽平台，综合坡度为 24.2°。根据 43#弃渣场地形条件及堆渣高度，方案设计了高 5.0m，埋深 1.5m 的挡渣墙修筑在弃渣场坡脚，挡渣墙长 285m。

从地形图上判断，43#弃渣场上游汇水面积 0.16 km^2 ，堆渣前应在弃渣场堆渣边界外侧设置坡面截水沟，长度 833m，截水沟采用截 II 矩形断面，底宽 0.6m、深 0.6m、坡比 1:0.5、安全超高 0.20m，经流量计算和复核，设计截水沟尺寸可满足场地排水要求。同时，弃渣场纵坡较陡，为减少季节性洪水对截水沟的冲刷，应在适当位置设置急流槽效能，一般纵坡降 10m 设置 1 处。为保证弃渣场边坡稳定，在高程 2660.0m 处设置 10.0m 宽平台，平台内侧设置排水沟（排 III 型），长 485m，与截水沟相连。截水沟出口设置沉 I 型沉沙池沉淀坡面冲刷的泥沙，排导措施末端与渣场下游自然沟渠相连。

43#弃渣场设计详见附图 5.3.2-39。

(2) 46#弃渣场（沟道型渣场）

46#弃渣场位于盐源县境内，牦牛山隧道出口，上路桩号 A6K162+050，运距 6.60km，渣场容量 180.29 万 m^3 ，实际堆渣量 174.47 万 m^3 ，占地面积 7.07 hm^2 ，主要占用林地。设计堆渣高程 3055~3140m，最大堆高 85m，为本项目堆高最大的弃渣场，堆渣体边坡坡比 1:2。在高程 3070.0m、3080.0m、4000.0m、4010.0m、4030.0m 处设置马道 5 条，马道宽均为 5.0m；在高程 3090.0m、3120.0m 处设置 10.0m 宽平台。根据 46#弃渣场地形条件及堆渣高度，方案设计了高 8.0m，埋深 2.0m 的拦渣坝修筑在弃渣场坡脚，拦渣坝长 30m。

从地形图上判断，46#弃渣场上游汇水面积 2.38 km^2 ，堆渣前上边界外侧设置拦水坝（水 I），根据天然冲沟既有宽度，挡水坝长 8.0m，拦洪坝上游护岸长 10.0m。同时，在渣场周边设置排洪渠，经弃渣场上游沟道流量计算，排洪渠采用梯形断面，底宽 1.60m、深 1.50m、坡比 1: 0.25、安全超高 0.3m。经流量计算和复核，设计排

洪渠尺寸可满足场地排水要求；同时，沟道型弃渣场纵坡较陡，为减少季节性洪水对排洪渠、截水沟的冲刷，应在适当位置设置急流槽效能，一般纵坡降 10m 设置 1 处。对于沟道型弃渣场，弃渣场底部还应设置排水盲沟排出渣顶下渗水，根据 46# 弃渣场原天然沟渠走向，需设置排水盲沟 740m。为提供弃渣场边坡稳定性，根据弃渣场布置，在高程 3090.0m、3120.0m 处还设置 2 处 10.0m 宽平台，平台内侧设置排水沟（排III型），长 240m，与排洪渠相连。排导措施末端与渣场下游自然沟渠相连。

46#弃渣场设计详见附图 5.3.2-41。

（7）弃渣场水土保持工程措施数量汇总

根据以上分析，本项目弃渣场水土保持工程措施主要包括：表土剥离、挡渣墙、拦渣坝、挡水坝、排洪渠（含消能沉沙）、截水沟、排水沟、护岸、盲沟等。各弃渣场水土保持工程防护措施量详见表 5.3.2-23。

表 5.3.2-23 弃渣场水土保持工程措施数量统计表

名称	行政区域	工程量										
		表土剥离	挖方	回填	M7.5 浆砌片石挡渣墙	M7.5 浆砌片石截排水沟	M7.5 浆砌片石沉沙池	砂浆抹面	C20 砼	强夯	干砌碎砾石	透水波纹管
		万 m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ²	m ³	m ³	m ³	m
1#弃渣场	西昌市	0.55	189	627	224	1015	8	3616		55	770	1580
2#弃渣场	西昌市	0.71	2985	717	239	1163	8	4143		66	1229	2520
3#弃渣场	西昌市	0.84	3113	749	128	1234	8	4393		66	1492	3060
4#弃渣场	西昌市	0.29	1749	418	366	690	8	2439			702	1440
5#弃渣场	西昌市	1.03	2207	532	861	800	8	2945		132	653	1340
6#弃渣场	西昌市	0.38	1489	355	309	641	8	2455		182	488	1000
7#弃渣场	西昌市	0.74	2103	502	365	850	8	3086		93	1053	2160
8#弃渣场	西昌市	1.00	5470	906		57		286	2923	96	1209	2480
9#弃渣场	西昌市	0.52	9007	1399		114		572	4480	176	1268	2600
10#弃渣场	盐源县	0.50	8717	1379		61		304	4404	94	878	1800
11#弃渣场	盐源县	0.55	9802	1572		114		572	4368	176	926	1900
12#弃渣场	盐源县	0.34	8063	1308		61		304	3678	94	770	1580
13#弃渣场	盐源县	0.19	3302	557		61		304	2128	94	605	1240
14#弃渣场	盐源县	0.72	5278	840		43		215	2967	72	1104	2264
15#弃渣场	盐源县	0.30	6594	1040		57		286	3503	88	624	1280
16#弃渣场	盐源县	0.44	2608	432		100		501	1549	154	614	1260
17#弃渣场	盐源县	0.59	4076	1550	309	3957	12	1286		132	722	1480
18#弃渣场	盐源县	0.47	6717	1057		27		134	3287	41	751	1540
19#弃渣场	盐源县	0.29	3067	518		29		143	1747	44	195	400
20#弃渣场	盐源县	0.26	4343	692		57		286	2245	88	673	1380
21#弃渣场	盐源县	0.44	5038	803		32		161	2657	50	605	1240
22#弃渣场	盐源县	0.24	3554	565		23		116	2031	36	507	1040
23#弃渣场	盐源县	0.98	4405	1050	2794	1329	12	3511			371	760
24#弃渣场	盐源县	0.63	1849	442	491	662	8	2416		94	400	820
25#弃渣场	盐源县	0.85	7787	1175		46		233	3783	78	1112	2280
26#弃渣场	盐源县	0.84	5644	912		136		680	3055	209	995	2040
27#弃渣场	盐源县	1.14	16333	2630		36		179	7090	60	1531	3140
28#弃渣场	盐源县	0.20	1516	364	284	559	8	1997		36	488	1000
29#弃渣场	盐源县	1.06	7508	1169		43		215	3720	72	1043	2140
30#弃渣场	盐源县	0.84	3159	757	645	1162	8	4159		87	1404	2880
31#弃渣场	盐源县	0.20	867	203	449	314	8	1173		58	302	620
32#弃渣场	盐源县	1.19	2781	666	407	1045	8	3669			1238	2540
33#弃渣场	盐源县	0.57	2346	564	229	901	8	3163			764	1568
34#弃渣场	盐源县	2.28	5925	1428	385	2318	8	8139			2096	4300
35#弃渣场	盐源县	1.66	3742	902	256	1468	8	5243		99	1365	2800
36#弃渣场	盐源县	0.70	1732	414	284	698	8	2469			671	1376
37#弃渣场	盐源县	1.79	5629	1358	650	2151	8	7553			2574	5280
38#弃渣场	盐源县	1.41	2657	652	4214	347	8	1414		213	464	952
39#弃渣场	盐源县	1.82	7536	2945	284	7655	12	1694			1502	3080

名称	行政区域	工程量										
		表土剥离	挖方	回填	M7.5 浆砌片石挡渣墙	M7.5 浆砌片石截排水沟	M7.5 浆砌片石沉沙池	砂浆抹面	C20 砼	强夯	干砌碎砾石	透水波纹管
		万 m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ²	m ³	m ³	m ³	m
40#弃渣场	盐源县	1.56	6957	2648	1328	6574	12	1455			1268	2600
41#弃渣场	盐源县	1.52	6710	2593	678	6617	12	1464			819	1680
42#弃渣场	盐源县	1.39	3751	913	4232	815	8	2880			488	1000
43#弃渣场	盐源县	1.77	3014	734	2611	820	8	3153		291	546	1120
44#弃渣场	盐源县	0.45	1234	294	266	529	8	1957		84	497	1020
45#弃渣场	盐源县	1.51	9806	1488		57		286	4940	96	1424	2920
46#弃渣场	盐源县	1.06	5604	894		86		429	3457	132	1443	2960
47#弃渣场	盐源县	0.68								132		1060
48#弃渣场	盐源县	0.26							2626	58		980
49#弃渣场	盐源县	0.50							3157	160		2160
50#弃渣场	盐源县	0.72	8604	1349		36		179	4709	60	878	1800
51#弃渣场	盐源县	0.44	4854	1143	603	1940	12	5330		132	644	1320
52#弃渣场	盐源县	1.29	15778	2641		55		277	7254	93	1229	2520
53#弃渣场	盐源县	0.94	1883	454	1401	598	8	2180		50	488	1000
54#弃渣场	盐源县	0.43	5679	862					2931		702	1440
55#弃渣场	盐源县	0.77	9801	1514		86		429	5023	144	1424	2920
56#弃渣场	盐源县	0.80	4272	1587	561	3959	12	1628		242	673	1380
57#弃渣场	盐源县	0.54	7312	1276		75		376	4230	116	692	1420
58#弃渣场	盐源县	0.95	2714	654	348	1038	8	3752		110	751	1540
59#弃渣场	盐源县	0.52	12300	1972		104		519	5184	160	936	1920
60#弃渣场	盐源县	0.44	5806	924		89		447	3267	138	722	1480
61#弃渣场	木里县	0.41	3730	877	772	1433	12	3981		127	1043	2140
62#弃渣场	木里县	0.77	7416	1140		86		429	3407	132	1199	2460
63#弃渣场	木里县	0.45	10105	1654		86		429	4504	132	858	1760
64#弃渣场	木里县	0.23	7715	1259		18		89	3560	28	663	1360
65#弃渣场	木里县	0.49	2170	519	309	894	8	3325		171	868	1780
66#弃渣场	木里县	0.61	4111	967	477	1649	12	4562		132	858	1760
67#弃渣场	木里县	0.75	14524	2309		29		143	6399	48	1502	3080
68#弃渣场	木里县	0.77	6568	1014		104		519	3153	160	1024	2100
69#弃渣场	木里县	0.24	1499	357	239	610	8	2239		88	595	1220
70#弃渣场	木里县	0.40	3964	932	351	1608	12	4394		94	936	1920
71#弃渣场	木里县	0.42	4290	1639	323	4194	12	1253		105	839	1720
72#弃渣场	木里县	0.62	4227	996	323	1729	12	4824		165	946	1940
73#弃渣场	木里县	0.40	6733	1159		79		394	3606	121	722	1480
74#弃渣场	盐源县	0.46	5875	912		68		340	2953	105	926	1900
75#弃渣场	盐源县	0.94	10596	1722		121		608	5150	187	1258	2580
合计	全线	56.03	390486	77549	28993	68237	343	130726	139125	7018	66019	139600
	西昌市	6.05	28312	6205	2492	6564	57	23935	7403	866	8864	18180
	盐源县	43.44	285121	56522	23709	49156	212	80210	107094	4653	45102	96700
	木里县	6.54	77053	14823	2792	12517	74	26581	24628	1500	12053	24720

5.3.2.2 植物及复耕措施

1.植物措施

(1)立地条件分析

各渣体以土石渣为主，立地条件较差，由于在堆渣前已将原地表层土剥离并集中堆放在表土临时堆放场内，渣场表面可通过覆土改变立地条件。结合区域自然条件，渣体边坡覆土厚度按 15cm 考虑，可满足灌草种生长，在运行期，通过植物自然生长达到对渣场表面的绿化和立地条件的改善。

(2)植物措施配置

本方案对植树种草的渣体顶面采用乔灌草的绿化方式，因渣体坡面覆土层较薄，采用灌草绿化。结合区域气候、土壤条件，绿化乔木可选用川滇冷杉、云南松、山杨、青冈等当地常见物种，栽植密度为 1500 株/hm²，灌木可选用川滇高山栎、胡枝子、高山杜鹃、盐肤木、悬钩子、马桑等乡土树种，栽植密度为 4000 株/hm²，草籽可选用狗牙根、假俭草、白茅等，草籽撒播密度为 150kg/hm²。绿化植物 2 年内应调查其生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。

2.复耕措施

本项目沿线居民点较多，农耕发达，用地紧张，而堆渣完成后，各弃渣场顶面均较平坦，方便耕作，方案拟将本项目弃渣场顶面全部进行覆土复耕。渣场顶面复耕时，覆土厚度为 35cm。路基工程区多余表土堆存于弃渣场顶部，不仅有利于改善渣场复耕条件，若渣场附近有其它工程项目需外借表土时也方便取用。鉴于移交和实际复耕间存在一定的时间，为了更好地防止水土流失的产生，**本方案考虑土地整治措施，并在撒草绿化后交给地方政府进行复耕生产**，复耕措施由生产居民自行布设。

渣场下部弃土、弃渣应在堆放过程中应逐层压实，压实度不得低于 85%，以保证渣土持水能力。在耕作过程中，尽可能采用横坡耕作，减少弃渣水土流失。

经统计，本项目弃渣场绿化 198.31hm²，复耕 112.67hm²，覆土 73.54 万 m³，栽植乔木 24.11 万株、灌木 79.34 万株，撒播草籽 31098kg。

本项目弃渣场区植物措施工程数量统计见表 5.3.2-24。

5.3.2-24 各弃渣场植物措施工程量统计表

名称	行政区域	占地面积 hm ²	边坡面积 hm ²	顶面面积 hm ²	顶面恢复方向	绿化面积 hm ²	复耕面积 hm ²	工程措施		植物措施		
								覆土 万 m ³	土地整治 hm ²	栽植乔木 万株	栽植灌木 万株	撒播草籽 kg
1#弃渣场	西昌市	3.69	0.90	2.53	植树种草	3.43		0.55	3.43	0.51	1.37	343
2#弃渣场	西昌市	4.72	1.34	3.05	植树种草	4.39		0.71	4.39	0.66	1.76	439
3#弃渣场	西昌市	5.57	0.46	4.84	复耕	0.46	4.84	1.76	5.30		0.18	530
4#弃渣场	西昌市	1.98	0.41	1.39	复耕	0.41	1.39	0.55	1.80		0.16	180
5#弃渣场	西昌市	6.12	2.29	3.62	复耕	2.29	3.62	1.61	5.91		0.92	591
6#弃渣场	西昌市	2.52	1.69	0.61	植树种草	2.30		0.38	2.30	0.34	0.92	230
7#弃渣场	西昌市	4.42	1.76	2.37	植树种草	4.13		0.74	4.13	0.62	1.65	413
8#弃渣场	西昌市	6.69	1.55	4.77	复耕	1.55	4.77	1.90	6.32		0.62	632
9#弃渣场	西昌市	3.46	1.60	1.53	植树种草	3.13		0.52	3.13	0.47	1.25	313
10#弃渣场	盐源县	3.34	1.46	1.61	植树种草	3.07		0.50	3.07	0.46	1.23	307
11#弃渣场	盐源县	3.69	1.46	1.96	植树种草	3.42		0.55	3.42	0.51	1.37	342
12#弃渣场	盐源县	2.28	1.01	1.06	植树种草	2.07		0.34	2.07	0.31	0.83	207
13#弃渣场	盐源县	1.24	0.71	0.37	植树种草	1.08		0.19	1.08	0.16	0.43	108
14#弃渣场	盐源县	4.26	1.40	2.60	植树种草	4.00		0.72	4.00	0.60	1.60	400
15#弃渣场	盐源县	2.02	0.88	0.92	植树种草	1.80		0.30	1.80	0.27	0.72	180
16#弃渣场	盐源县	2.95	1.55	1.16	植树种草	2.71		0.44	2.71	0.41	1.08	271
17#弃渣场	盐源县	3.11	1.51	1.35	植树种草	2.86		0.59	2.86	0.43	1.15	286
18#弃渣场	盐源县	2.10	1.28	0.60	复耕	1.28	0.60	0.47	1.88		0.51	188
19#弃渣场	盐源县	1.31	0.69	0.48	复耕	0.69	0.48	0.29	1.17		0.28	117
20#弃渣场	盐源县	1.64	0.72	0.74	植树种草	1.46		0.26	1.46	0.22	0.58	146
21#弃渣场	盐源县	2.02	0.82	1.04	复耕	0.82	1.04	0.99	1.86		0.33	186
22#弃渣场	盐源县	1.57	0.79	0.63	植树种草	1.42		0.24	1.42	0.21	0.57	142
23#弃渣场	盐源县	4.67	2.15	2.21	复耕	2.15	2.21	1.60	4.36		0.86	436
24#弃渣场	盐源县	2.73	1.57	1.01	复耕	1.57	1.01	0.63	2.58		0.63	258
25#弃渣场	盐源县	5.65	1.25	4.05	植树种草	5.30		0.85	5.30	0.80	2.12	530
26#弃渣场	盐源县	5.62	2.07	3.24	植树种草	5.31		0.84	5.31	0.80	2.12	531
27#弃渣场	盐源县	5.84	1.15	4.31	植树种草	5.46		1.14	5.46	0.82	2.19	546
28#弃渣场	盐源县	1.35	0.55	0.65	植树种草	1.20		0.20	1.20	0.18	0.48	120
29#弃渣场	盐源县	6.74	1.27	5.15	复耕	1.27	5.15	1.99	6.42		0.51	642
30#弃渣场	盐源县	5.63	1.83	3.47	植树种草	5.30		0.84	5.30	0.80	2.12	530
31#弃渣场	盐源县	1.05	0.67	0.30	植树种草	0.97		0.20	0.97	0.15	0.39	97
32#弃渣场	盐源县	5.43	1.19	4.05	复耕	1.19	4.05	1.60	5.24		0.48	524
33#弃渣场	盐源县	3.55	0.20	3.21	复耕	0.20	3.21	1.15	3.41		0.08	341
34#弃渣场	盐源县	10.88	0.30	10.02	复耕	0.30	10.02	3.55	10.32		0.12	1032
35#弃渣场	盐源县	6.71	1.86	4.46	复耕	1.86	4.46	1.84	6.32		0.74	632
36#弃渣场	盐源县	4.68	0.60	3.95	复耕	0.60	3.95	1.47	4.55		0.24	455
37#弃渣场	盐源县	10.83	0.04	10.24	复耕	0.04	10.24	3.59	10.28		0.02	1028
38#弃渣场	盐源县	6.32	4.52	1.54	复耕	4.52	1.54	1.41	6.06		1.81	606
39#弃渣场	盐源县	11.26	0.49	10.37	复耕	0.49	10.37	3.71	10.86		0.20	1086
40#弃渣场	盐源县	10.43	1.61	8.45	复耕	1.61	8.45	3.20	10.06		0.64	1006
41#弃渣场	盐源县	7.53	1.17	6.01	复耕	1.17	6.01	2.28	7.18		0.47	718
42#弃渣场	盐源县	8.70	2.36	6.07	复耕	2.36	6.07	2.48	8.43		0.94	843
43#弃渣场	盐源县	7.88	4.06	3.52	复耕	4.06	3.52	1.84	7.58		1.63	758
44#弃渣场	盐源县	2.98	1.23	1.61	植树种草	2.84		0.45	2.84	0.43	1.14	284
45#弃渣场	盐源县	6.72	0.87	5.55	复耕	0.87	5.55	2.07	6.42		0.35	642
46#弃渣场	盐源县	7.07	1.71	5.17	植树种草	6.88		1.06	6.88	1.03	2.75	688
47#弃渣场	盐源县	4.55	3.05	1.21	植树种草	4.26		0.68	4.26	0.64	1.70	426
48#弃渣场	盐源县	1.73	0.87	0.70	植树种草	1.57		0.26	1.57	0.24	0.63	157
49#弃渣场	盐源县	3.31	1.93	1.11	植树种草	3.04		0.50	3.04	0.46	1.22	304
50#弃渣场	盐源县	4.65	1.23	3.14	植树种草	4.37		0.72	4.37	0.66	1.75	437

名称	行政区域	占地面积 hm ²	边坡面积 hm ²	顶面面积 hm ²	顶面恢复方向	绿化面积 hm ²	复耕面积 hm ²	工程措施		植物措施		
								覆土 万 m ³	土地整治 hm ²	栽植乔木 万株	栽植灌木 万株	撒播草籽 kg
51#弃渣场	盐源县	2.95	1.30	1.38	植树种草	2.68		0.44	2.68	0.40	1.07	268
52#弃渣场	盐源县	7.58	1.31	5.92	植树种草	7.23		1.29	7.23	1.08	2.89	723
53#弃渣场	盐源县	4.51	1.78	2.54	复耕	1.78	2.54	1.16	4.32		0.71	432
54#弃渣场	盐源县	2.72	0.51	2.03	复耕	0.51	2.03	0.79	2.54		0.21	254
55#弃渣场	盐源县	4.84	1.37	3.12	复耕	1.37	3.12	1.30	4.49		0.55	449
56#弃渣场	盐源县	4.73	2.04	2.43	复耕	2.04	2.43	1.16	4.47		0.81	447
57#弃渣场	盐源县	3.60	1.88	1.47	植树种草	3.35		0.54	3.35	0.50	1.34	335
58#弃渣场	盐源县	4.62	1.32	3.11	植树种草	4.43		0.95	4.43	0.66	1.77	443
59#弃渣场	盐源县	3.44	1.43	1.74	植树种草	3.17		0.52	3.17	0.47	1.27	317
60#弃渣场	盐源县	2.92	1.70	0.99	植树种草	2.69		0.44	2.69	0.40	1.08	269
61#弃渣场	木里县	2.71	1.46	1.00	植树种草	2.46		0.41	2.46	0.37	0.98	246
62#弃渣场	木里县	5.14	1.39	3.43	植树种草	4.82		0.77	4.82	0.72	1.93	482
63#弃渣场	木里县	3.00	1.24	1.51	植树种草	2.75		0.45	2.75	0.41	1.10	275
64#弃渣场	木里县	1.51	0.49	0.85	植树种草	1.34		0.23	1.34	0.20	0.54	134
65#弃渣场	木里县	3.25	1.90	1.07	植树种草	2.97		0.49	2.97	0.45	1.19	297
66#弃渣场	木里县	4.05	1.91	1.85	植树种草	3.76		0.61	3.76	0.56	1.50	376
67#弃渣场	木里县	5.01	0.74	3.94	植树种草	4.68		0.75	4.68	0.70	1.87	468
68#弃渣场	木里县	5.12	1.72	3.10	植树种草	4.82		0.77	4.82	0.72	1.93	482
69#弃渣场	木里县	1.63	1.03	0.42	植树种草	1.45		0.24	1.45	0.22	0.58	145
70#弃渣场	木里县	2.65	0.94	1.47	植树种草	2.41		0.40	2.41	0.36	0.96	241
71#弃渣场	木里县	2.77	1.24	1.30	植树种草	2.54		0.42	2.54	0.38	1.02	254
72#弃渣场	木里县	4.12	1.87	1.96	植树种草	3.83		0.62	3.83	0.57	1.53	383
73#弃渣场	木里县	2.64	1.52	0.90	植树种草	2.42		0.40	2.42	0.36	0.97	242
74#弃渣场	盐源县	3.06	1.01	1.79	植树种草	2.80		0.46	2.80	0.42	1.12	280
75#弃渣场	盐源县	6.79	2.33	4.12	植树种草	6.45		1.21	6.45	0.97	2.58	645
合计	全线	330.55	103.54	207.44		198.31	112.67	73.54	310.98	24.11	79.34	31098
	西昌市	39.17	11.99	24.71		22.08	14.62	8.72	36.70	2.60	8.83	3670
	盐源县	247.78	74.10	159.93		135.98	98.05	58.28	234.03	15.49	54.41	23403
	木里县	43.60	17.45	22.80		40.25		6.54	40.25	6.02	16.10	4025

5.3.2.3 临时措施

(1) 无纺布苫盖

施工过程中，为减少弃渣堆放过程中降雨对弃渣的溅蚀和大风造成扬尘污染，在渣体表面采取无纺布苫盖措施。无纺布苫盖面积按渣场占地面积 20% 考虑，经统计，本项目渣体布设无纺布 66.10 万 m²。

(2) 临时排水沟

在弃渣前，在周边布设永久性的截排水沟和排洪渠。弃渣场采取分层堆放，分层碾压，自下而上的方式堆置，渣体碾压压实度不小于 85%。本项目施工期 5 年，弃渣场占地面积较大，弃渣场采取分块弃渣。为了进一步减小弃渣期间场内的地面径流对已堆置的渣体造成影响，在场内上游未弃渣区域周边宜设置临时排水沟。临时排水沟采用夯实土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5，内侧考虑复合土工布内衬，

并在施工期间每年更换一次。经统计，本项目弃渣布设临时排水沟 26.36km。

5.3.2-25 各弃渣场临时措施工程量统计表

名称	行政区域	临时措施			
		无纺布	临时排水沟	土夹石开挖	复合土工布
		万 m ²	m	m ³	m ²
1#弃渣场	西昌市	0.74	330	53	2145
2#弃渣场	西昌市	0.94	380	61	2470
3#弃渣场	西昌市	1.11	410	66	2665
4#弃渣场	西昌市	0.40	240	38	1560
5#弃渣场	西昌市	1.22	430	69	2795
6#弃渣场	西昌市	0.50	270	43	1755
7#弃渣场	西昌市	0.88	360	58	2340
8#弃渣场	西昌市	1.34	450	72	2925
9#弃渣场	西昌市	0.69	320	51	2080
10#弃渣场	盐源县	0.67	320	51	2080
11#弃渣场	盐源县	0.74	330	53	2145
12#弃渣场	盐源县	0.46	260	42	1690
13#弃渣场	盐源县	0.25	190	30	1235
14#弃渣场	盐源县	0.85	360	58	2340
15#弃渣场	盐源县	0.40	250	40	1625
16#弃渣场	盐源县	0.59	300	48	1950
17#弃渣场	盐源县	0.62	310	50	2015
18#弃渣场	盐源县	0.42	250	40	1625
19#弃渣场	盐源县	0.26	200	32	1300
20#弃渣场	盐源县	0.33	220	35	1430
21#弃渣场	盐源县	0.40	250	40	1625
22#弃渣场	盐源县	0.31	220	35	1430
23#弃渣场	盐源县	0.93	370	59	2405
24#弃渣场	盐源县	0.55	290	46	1885
25#弃渣场	盐源县	1.13	410	66	2665
26#弃渣场	盐源县	1.12	410	66	2665
27#弃渣场	盐源县	1.17	420	67	2730
28#弃渣场	盐源县	0.27	200	32	1300
29#弃渣场	盐源县	1.35	450	72	2925
30#弃渣场	盐源县	1.13	410	66	2665
31#弃渣场	盐源县	0.21	180	29	1170
32#弃渣场	盐源县	1.09	400	64	2600
33#弃渣场	盐源县	0.71	330	53	2145
34#弃渣场	盐源县	2.18	570	91	3705
35#弃渣场	盐源县	1.34	450	72	2925
36#弃渣场	盐源县	0.94	370	59	2405
37#弃渣场	盐源县	2.17	570	91	3705
38#弃渣场	盐源县	1.26	440	70	2860
39#弃渣场	盐源县	2.25	580	93	3770
40#弃渣场	盐源县	2.09	560	90	3640
41#弃渣场	盐源县	1.51	480	77	3120

名称	行政区域	临时措施			
		无纺布	临时排水沟	土夹石开挖	复合土工布
		万 m ²	m	m ³	m ²
42#弃渣场	盐源县	1.74	510	82	3315
43#弃渣场	盐源县	1.58	490	78	3185
44#弃渣场	盐源县	0.60	300	48	1950
45#弃渣场	盐源县	1.34	450	72	2925
46#弃渣场	盐源县	1.41	460	74	2990
47#弃渣场	盐源县	0.91	370	59	2405
48#弃渣场	盐源县	0.35	230	37	1495
49#弃渣场	盐源县	0.66	320	51	2080
50#弃渣场	盐源县	0.93	370	59	2405
51#弃渣场	盐源县	0.59	300	48	1950
52#弃渣场	盐源县	1.52	480	77	3120
53#弃渣场	盐源县	0.90	370	59	2405
54#弃渣场	盐源县	0.54	290	46	1885
55#弃渣场	盐源县	0.97	380	61	2470
56#弃渣场	盐源县	0.95	380	61	2470
57#弃渣场	盐源县	0.72	330	53	2145
58#弃渣场	盐源县	0.92	370	59	2405
59#弃渣场	盐源县	0.69	320	51	2080
60#弃渣场	盐源县	0.58	300	48	1950
61#弃渣场	木里县	0.54	290	46	1885
62#弃渣场	木里县	1.03	390	62	2535
63#弃渣场	木里县	0.60	300	48	1950
64#弃渣场	木里县	0.30	210	34	1365
65#弃渣场	木里县	0.65	310	50	2015
66#弃渣场	木里县	0.81	350	56	2275
67#弃渣场	木里县	1.00	390	62	2535
68#弃渣场	木里县	1.02	390	62	2535
69#弃渣场	木里县	0.33	220	35	1430
70#弃渣场	木里县	0.53	280	45	1820
71#弃渣场	木里县	0.55	290	46	1885
72#弃渣场	木里县	0.82	350	56	2275
73#弃渣场	木里县	0.53	280	45	1820
74#弃渣场	盐源县	0.61	300	48	1950
75#弃渣场	盐源县	1.36	450	72	2925
合计	全线	66.10	26360	4218	171340
	西昌市	7.82	3190	510	20735
	盐源县	49.57	19120	3059	124280
	木里县	8.71	4050	648	26325

5.3.3 施工生产生活区

本项目全线为桥梁、隧道、路基、路面等施工共设置施工生产生活区 57 个，其中：利用交叉工程、沿线设施和路基等设置施工生产生活区 35 处，新增施工生产生

活区 20 个，新增占地面积 7.90hm²。本方案以 28#施工生产生活区和 47#施工生产生活区进行防护措施典型设计，具体特性详见表 5.3.3-1，水土保持措施设计图见附图 5.3.3-1。

表 5.3.3-1 典型施工生产生活区特性表

区域	区县	位置	总占地面积 (hm ²)	占地类型及面积 (hm ²)				备注
				耕地	林地	草地	小计	
主线	盐源县	28# K116+000	4.00					盐源服务区内
木里支线	盐源县	47# Z0K5+100	0.40	0.30	0.10		0.40	新增，元宝 2#隧道出口、博柯 1#隧道进口

5.3.3.1 典型施工生产生活区水土保持措施

1.工程措施

施工生产生活区使用前应先剥离其占地范围内的表土。28#施工生产生活区利用盐源服务区设置，其表土剥离措施和表土剥离量在沿线设施区计列。47#施工生产生活区新增占地设置，主要占用耕地、林地，场地平整时应单独剥离表土，表土剥离采用机械剥离方式，耕地剥离厚度 0.25m，林地剥离厚度 0.15m，经计算，47#施工生产生活区剥离表土 0.09 万 m³。

场地使用结束后，28#施工生产生活区因使用盐源服务区占地，场地后期将根据主体工程设计进行硬化或绿化；47#施工生产生活区应对板结地表进行土地整治和表层土翻松，改善立地条件后方可满足迹地绿化或复耕需要，其土地整治面积为 0.40hm²。典型施工生产生活区工程措施数量表见表 5.3.3-2。

表 5.3.3-2 典型施工生产生活区工程措施数量表

区域	表土剥离	土地整治	场地后期土地利用方向		
	万 m ³	hm ²	复耕 (hm ²)	植树种草 (hm ²)	主体硬化或绿化 (hm ²)
28#施工生产生活区		4.00			4.00
47#施工生产生活区	0.09	0.40	0.30	0.10	

2.植物措施

施工结束后，28#施工生产生活区利用盐源服务区占地设置，主体工程已对该区域可绿化部分采取了乔、灌、草一体的植物措施，其工程量已计入主体工程，本水保方案不再重复计列。

47#施工生产生活区是新增临时占地设置，对于复耕区域，土地整治后撒草绿化，再交给地方政府组织实施复耕，减少空置期的水土流失。对于占用林地的区域，水保方案将采取覆土后栽植乔、灌木并撒播植草方式进行。为了尽快达到绿化和水土

保持效果，结合区域气候、土壤条件，绿化乔木可选用云南松、山杨、青冈等当地常见物种，栽植密度为 1500 株/hm²，灌木可选用川滇高山栎、胡枝子、高山杜鹃、盐肤木、悬钩子、马桑等乡土树种，栽植密度为 4000 株/hm²，草籽可选用狗牙根、假俭草、白茅等，草籽撒播密度为 150kg/hm²。绿化植物 2 年内应调查其生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。典型施工生产生活区植物措施数量表见表 5.3.3-3。

表 5.3.3-3 典型施工生产生活区植物措施数量表

区域	占地面积	覆土	复耕	栽植乔木	栽植灌木	撒播草籽	备注
	hm ²	万 m ³	hm ²	株	株	kg	
28#施工生产生活区							植物措施已纳入主体工程
47#施工生产生活区	0.40	0.09	0.30	150	400	60	

3.临时措施

(1) 临时排水

为减少施工期地面径流对施工生产设施造成影响，在施工生产生活区场地内及周边应设置排水沟，在排水沟出口处设置沉沙池使汇水在池中流速减缓、沉淀泥沙。虽然施工生产生活区的排水措施是临时性的，在施工结束后将进行拆除，但本项目施工期 5 年，区域红壤的耐侵蚀能力又较弱，因此，方案推荐施工生产生活区临时排水措施采用 M7.5 浆砌片石材质。排水沟采用梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，内坡比 1:0.5，壁厚 20cm，超高 0.2m；临时沉沙池大小为上底长×宽=2.0×1.5，下底长×宽=1.0×0.5，池深 1.0m，内坡比 1:0.5，壁厚 20cm，两端分别连接排水沟，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟或排灌系统。排水沟和沉沙池开挖土石方全部用于场地平整；排水措施在使用过程中加强管护，定期进行清淤处理，保证其使用效果；场地使用结束后及时进行拆除，拆除废渣进行就地掩埋或运至附近弃渣场集中堆放。

(2) 临时拦挡

施工生产生活区内堆放有砂卵石骨料，特别是预制场，在砂石堆放场地，为防止砂石骨料崩塌，同时也避免各级配筛分料的混合，可在骨料周边采取土袋挡墙挡护，土袋宽 0.5m、高 0.8m。并在砂石冲洗场地设置沉沙池，对砂石骨料冲洗、砼拌合、预制场地污水中的泥沙进行沉淀，通过沉淀、过滤等措施净化后再次利用。

根据上述防治措施，典型施工生产生活区临时措施数量表见表 5.3.3-4。

表 5.3.3-4 典型施工生产生活区临时措施数量表

区域	临时排水沟			沉沙池			材料堆放场土袋挡墙	
	长度	土夹石开挖	M7.5 浆砌片石	数量	土夹石开挖	M7.5 浆砌片石	长度	工程量
	m	m ³	m ³	个	m ³	m ³	m	m ³
28#施工生产生活区	600	288	144	2	5.30	2.10	360	145
47#施工生产生活区	250	120	60	1	2.65	1.05	120	48

5.3.3.2 施工生活生产区水土保持措施

根据以上典型施工生产生活区的水土保持措施典型设计的单位工程量，推算本项目施工生产生活区的水土保持工程量如下，具体工程量详见表 5.3.3-5。

表 5.3.3-5 施工生产生活区工程措施数量表

防治分区	措施类型	序号	措施名称	单位	工程量
施工生产生活区	工程措施	1	表土剥离	万 m ³	1.67
		2	土地整治	hm ²	41.40
	植物措施	1	复耕	hm ²	4.80
		2	绿化面积	hm ²	3.10
		1)	栽植乔木	株	4650
		2)	栽植灌木	株	12400
		3)	撒播草籽	kg	1185
		3	覆土	万 m ³	1.67
	临时措施	1	临时排水沟	m	13500
			临时沉沙池	个	65
		1)	土夹石开挖	m ³	6653
			M7.5 浆砌片石	m ³	3308
		2	材料堆放场临时拦挡	m	8100
		1)	土袋拦挡	m ³	3350

5.3.4 施工道路区

本项目施工道路采用三种形式：一是永久性新建，二是临时性新建，三是利用现有乡村道路（机耕道）进行临时性扩建。为满足车辆和机械运输要求，同时尽量节约占地，施工道路路基宽度采用 4.5m。经统计，本项目设置施工道路 822.45km，其中施工便道 809.58km、施工便桥 12.87km，总占地面积为 500.32hm²，主要占用耕地、林地、水域及水利设施用地。本方案取三种形式的施工道路各 1 处进行防护措施典型设计，具体详见表 5.3.4-1。典型施工道路水土保持措施设计图见附图 5.3.4-1。

表 5.3.4-1 典型施工道路特性表

施工道路类型	位置	编号	施工道路长度 (m)			占地类型及面积 (hm ²)				备注
			扩建	新建	小计	耕地	林地	水域及水利设施用地	小计	
原路扩建	西昌市	1#施工道路	610	380	990	0.22	0.15	0.06	0.43	位于邛海—螺髻山风景名胜区范围内,且位于西昌市邛海饮用水水源保护区
临时性新建	盐源县	2#施工道路		214	214	0.04	0.10		0.14	位于小高山特长隧道出口
永久性新建	木里县	3#施工道路		810	810	0.07	0.45		0.52	

5.3.4.1 典型施工道路水土保持措施

本项目地处构造侵蚀切割的高中山地貌,特别是盐源县、木里县路段,山高坡陡,且本项目施工期长(5年),部分施工道路为永久性新建,在项目施工完成后仍保留为地方居民出行道路使用。为保证施工期道路运输安全,主体工程应在下阶段对永久性新建施工道路和部分地形陡峭的施工道路路基边坡(填方高度 $\geq 5.0\text{m}$)设计路肩墙、挡土墙等挡护措施。路肩墙、挡土墙等挡护措施主要为路基边坡稳定服务,兼顾有水土保持功能,不应界定为水土保持措施,根据施工道路区防治措施布局,施工道路区需补充的水土保持措施主要有:

1.工程措施

(1) 表土剥离

施工道路修建时需先将其占地范围内的表层土进行剥离。表土剥离结合路基挖填进行,采用机械剥离方式,耕地剥离厚度 0.25m ,林地剥离厚度 0.15m 。经计算,1#施工道路剥离表土 0.08万 m^3 ,2#施工道路剥离表土 0.03万 m^3 ,3#施工道路剥离表土 0.09万 m^3 。

(2) 路基防护

本项目建设工期为5年,在施工期,需对施工道路开挖填筑边坡进行施工期防护,防治施工期的水土流失。根据区域地形、地质条件,结合主体工程设计的边坡防护措施,施工道路挖填高度 $>4.0\text{m}$ 时,应采用骨架护坡防护。结合地形条件分析,本项目1#施工道路,扩建路段地形较平坦,无需采用骨架护坡措施,结合新建路段场地及地形条件,需设置骨架护坡防护 0.10万 m^2 ;2#施工道路,需设置施工期骨架护坡防护 0.06万 m^2 ;3#施工道路,需设置施工期骨架护坡防护 2.03万 m^2 。

(3) 路基排水

对于永久性新建的施工道路、部分地形陡峭的施工道路和位于水土保持敏感区路段内的施工道路，施工期排水措施采用与主体工程路基排水一致的排水尺寸和结构形式。盖板边沟采用 50cm×70cm，衬砌厚度 30cm，无盖板边沟采用 60cm×60cm，衬砌厚度 40cm。截排水沟采用梯形断面，底宽 50cm，深 50cm，边坡坡比 1:0.5~1:1，衬砌厚度 25cm；顶截水沟采用半矩形断面 40cm×40cm，靠边坡一侧随边坡坡度，衬砌厚度 15cm。沉沙池一般采用长×宽×高=120cm×100cm×100cm，C20 或 C25 现浇混凝土砌筑，厚度 40cm。边沟、排水沟下游与沉沙池连接，经沉淀后的排水与附近天然沟渠连接；地形坡度较陡路段可经急流槽（含效能坎、消力池）效能、防冲处理后再与沉沙池连接。经统计，1#施工道路为原路扩建+新建，且位于水土保持敏感区路段，防治措施应适当提高标准，建议排水措施采用混凝土形式，结合地形条件分析，需设置排水措施 1100m（含沉沙池及效能措施）；2#施工道路为临时性新建道路，但地形条件较陡，结合地形条件，需设置 C20 砼排水措施 235m（含沉沙池及效能措施）；3#施工道路为永久性新建，结合施工道路性质及地形条件，需设置排水措施 900m（含沉沙池及消能措施）。

（4）土地整治

施工结束后，对不保留的施工道路需进行全面的土地整治，改善立地条件后方可满足迹地绿化或复耕需要。1#施工道路为原路扩建+新建，新建区域占地 0.25hm²，因此，后期需进行土地整治面积 0.25hm²；2#施工道路为临时性新建，临时占地 0.14hm²，后期土地整治 0.14hm²；3#施工道路为永久性新建，后期保留地方道路使用，不需要进行土地整治。

根据以上分析，典型施工道路工程措施具体数量详见表 5.3.4-2。

表 5.3.4-2 典型施工道路工程措施数量表

施工道路类型	位置	编号	表土剥离	排水措施		骨架护坡		土地整治
			万 m ³	长度 (m)	C20 砼 (m ³)	面积 (hm ²)	C20 砼 (m ³)	hm ²
原路扩建	西昌市	1#施工道路	0.08	1100	340	0.10	0.02	0.25
临时性新建	盐源县	2#施工道路	0.03	235	73	0.06	0.01	0.14
永久性新建	木里县	3#施工道路	0.09	900	280	2.03	0.34	/

2.植物措施

（1）挂三维网植草防护

根据防治措施总体布局，施工道路挖方高度 4<H<10m 的边坡，除采用骨架护

坡外，结合边坡岩性，还可以采用挂三维网植草防护。结合各路段地形条件分析，1#施工道路新建路段需设置三维网植草 0.09 万 m²；2#施工道路需设置三维网植草 0.04 万 m²；3#施工道路需设置三维网植草 1.62 万 m²。

（2）喷播植草防护

本项目施工期 5 年，为防治施工期水土流失，结合施工道路性质，在施工道路修建时，需根据区域地形、地质条件设置施工期植物防护措施。结合主体工程设计的边坡防护措施，施工道路挖填高度≤4.0m 时，采用直接撒播植草防护；施工道路挖填高度>4.0m 时，采用骨架护坡防护，框格内喷播灌草籽。绿化草籽可选用狗牙根、假俭草、白茅等，撒播密度 150kg/hm²；绿化灌木籽可选择、盐肤木、悬钩子、马桑等，撒播密度为 100kg/hm²。经统计，1#施工道路，施工期直接喷播植草+骨架护坡框格内植草 0.17 万 m²；2#施工道路，施工期直接喷播植草+骨架护坡框格内植草 0.09 万 m²；3#施工道路，施工期直接喷播植草+骨架护坡框格内植草 3.63 万 m²。

（3）迹地恢复绿化

施工结束后，对于永久性新建的施工道路，要继续保留用做地方道路，不再进行恢复。对于临时新建或扩建部分，占用耕地的区域，在撒草绿化后交给地方政府进行复耕；占用林地的区域，覆土后要进行乔灌草绿化，尽快恢复扰动地表。为了尽快达到绿化和水土保持效果，绿化乔木可选用云南松、山杨、青冈等当地常见物种，栽植密度为 1500 株/hm²，灌木可选用川滇高山栎、胡枝子、高山杜鹃、盐肤木、悬钩子、马桑等乡土树种，栽植密度为 4000 株/hm²，草籽可选用狗牙根、假俭草、白茅等，草籽撒播密度为 150kg/hm²。绿化植物 2 年内应调查其生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。

根据以上分析，典型施工道路植物措施具体数量详见表 5.3.4-3。

表 5.3.4-3 典型施工道路植物措施数量表

编号	施工期		施工结束后					
	挂三维网植草	喷播植草	覆土	复耕	绿化面积	栽植乔木	栽植灌木	撒播草籽
	万 m ²	万 m ²	万 m ³	hm ²	hm ²	株	株	kg
1#施工道路	0.09	0.17	0.08	0.22	0.21	315	840	32
2#施工道路	0.04	0.09	0.03	0.04	0.10	15	40	15
3#施工道路	1.62	3.63	0.09	/	/	/	/	/

3.临时措施

（1）临时拦挡措施

施工道路的修建应尽量顺应地势，减少挖填，挖方边坡应根据地质情况及边坡

高度选取适合的开挖坡比，保证边坡稳定。本项目大多数施工道路挖填边坡已采用了骨架护坡、挂网植草护坡等防护形式，针对部分地形条件较平坦的区域，施工道路填方下边坡可采用土袋挡墙防护，挡墙高度根据填方高度不同采用 0.8m，挡墙宽度 0.5m 左右，以期减少施工期水土流失。结合典型施工道路的地形图分析，本项目仅西昌市部分路段地形较平缓，施工道路可采用土袋拦挡防护，经统计，本项目 1# 施工道路扩建路段可采用土袋拦挡，需设置土袋拦挡 280m。

(2) 临时排水措施

对部分临时性新建和原路扩建的施工道路，道路排水系统可采取土质排水沟，根据项目区降水情况，施工道路排水沟拟采用矩形断面，每 200~300m 设置一个沉沙池。临时排水沟采用土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5；临时沉沙池大小为上底长×宽=2.0×1.5，下底长×宽=1.0×0.5，池深 1.0m，内坡比 1:0.5。土质排水沟及土质沉沙池周边用复合土工布铺垫，复合土工布每年更换一次。经统计，1#施工道路位于邛海—螺髻山风景名胜区及邛海水源保护区范围内，道路排水措施已全部采用 C20 砼形式；2#施工道路为临时性新建，部分地形陡峻路段已设置 C20 砼排水措施，需补充临时排水措施 130m，并配套设置临时沉沙池；3#施工道路为永久性新建，施工道路排水已全部采用 C20 砼排水措施，无需设置临时排水措施。

根据以上分析，典型施工道路临时措施工程数量表见表 5.3.4-4。

表 5.3.4-4 典型施工道路临时措施数量表

编号	临时排水沟			沉沙池			路基下边坡	
	长度	土夹石开挖	复合土工布	数量	土夹石开挖	复合土工布	长度	土袋挡墙
	m	m ³	m ²	个	m ³	m ²	m	m ³
1#施工道路	/			/			280	112
2#施工道路	130	31	880	1	1.60	65	/	
3#施工道路	/			/			/	

5.3.4.2 施工道路区水土保持措施

根据以上三种形式施工道路的水土保持措施典型设计的单位工程量，推算本项目的施工道路区的水土保持工程量。具体工程量详见表 5.3.4-5。

表 5.3.4-5 施工道路区临时措施工程量表

防治分区	措施类型	序号	措施名称	单位	工程量	
施工道路区	工程措施	1	表土剥离	万 m ³	89.80	
		2	骨架护坡	万 m ²	17.98	
		1)	C20 砼	万 m ³	3.02	
		3	路基排水	km	812.95	
		1)	C20 砼	万 m ³	268.30	
		4	土地整治	hm ²	416.60	
	植物措施	1	施工期边坡绿化			
		1)	挂三维网植草	万 m ²	158.20	
		2)	直接喷播植草	万 m ²	175.02	
		2	施工结束后绿化	hm ²	275.90	
		1)	栽植乔木	万株	41.38	
		2)	栽植灌木	万株	110.36	
		3)	撒播草籽	kg	41385	
		4)	覆土	万 m ³	89.80	
	临时措施	1	临时排水沟	km	77.50	
		1)	土夹石开挖	m ³	12400	
		2)	复合土工布	万 m ²	50.35	
		2	临时沉沙池	个	390	
		1)	土夹石开挖	m ³	624	
		2)	复合土工布	万 m ²	1.17	
		3	路基下边坡临时拦挡	m	75000	
		1)	土袋拦挡	万 m ³	3.00	

5.3.5 表土临时堆放场

本项目共剥离表土 227.69 万 m³，全部集中堆存于沿线设置的表土临时堆放场内。表土临时堆放首先利用路基红线范围内、交叉工程、沿线设施区、施工生产生活区、施工道路和弃渣场等区域进行设置；对于部分路基和弃渣场无表土堆放条件的区域，本方案考虑了新增占地设置表土临时堆放场。经统计，全线共设置表土临时堆放场 122 处，其中：利用路基、交叉工程、沿线设施、弃渣场、施工生产生活区、施工道路等占地范围设置的表土临时堆放场 79 处，新增临时占地设置的表土临时堆放场 43 处，新增占地面积 12.06hm²。根据其占地性质和占地类型，本方案以 15#、49#、85#、102#表土临时堆放场进行防护措施典型设计，具体特性详见表 5.3.5-1，水土保持措施设计图见附图 5.3.5-1。

表 5.3.5-1 典型施工生产生活区特性表

区县	编号	位置	类型	表土堆存量 (万 m ³)	总占地面积 (hm ²)	占地类型及面积 (hm ²)		
						耕地	林地	小计
西昌市	15#	AK36+950	黄联关枢纽互通内	3.25	1.08			
盐源县	49#	AK108+500	29#弃渣场内	1.06	0.35			
盐源县	85#	AK181+900	新增占地	0.94	0.31	0.31		0.31
木里县	102#	Z0K18+950	新增占地	1.18	0.39		0.39	0.39

5.3.5.1 典型表土临时堆放场水土保持措施

1.工程措施

本项目表土临时堆放场在使用结束后应进行土地整治，平整场地，然后根据主体工程区、临时工程区设计要求进行绿化或复耕。因此，15#表土临时堆放场土地整治面积为 1.08hm²，49#表土临时堆放场土地整治面积为 0.35hm²，85#表土临时堆放场土地整治面积为 0.31hm²，102#表土临时堆放场土地整治面积为 0.39hm²。典型表土临时堆放场工程措施数量表见表 5.3.5-2。

表 5.3.5-2 典型表土临时堆放场工程措施数量表

区域	类型	土地整治 (hm ²)
15#表土临时堆放场	黄联关枢纽互通内	1.08
49#表土临时堆放场	29#弃渣场内	0.35
85#表土临时堆放场	新增占地	0.31
102#表土临时堆放场	新增占地	0.39

2.植物措施

对于占用主体工程区或临时工程区占地设置的表土临时堆放场，场地使用结束后，根据场地功能进行硬化或绿化，其工程量已统计在相应的工程区中。对于新增临时占地设置的表土临时堆放场，应根据其占地类型进行复耕或绿化。经以上分析，本项目 15#表土临时堆放场由主体工程区进行硬化或绿化；49#表土临时堆放场由弃渣场区进行复耕或绿化；85#表土临时堆放场新增耕地设置，应撒草绿化后交由地方政府实施复耕；102#弃渣场表土临时堆放场新增林地设置，应采用乔灌草绿化进行恢复。结合区域气候、土壤条件，本项目表土临时堆放场绿化乔木可选用云南松、山杨、青冈等当地常见物种，栽植密度为 1500 株/hm²，灌木可选用川滇高山栎、胡枝子、高山杜鹃、盐肤木、悬钩子、马桑等乡土树种，栽植密度为 4000 株/hm²，草籽可选用狗牙根、假俭草、白茅等，草籽撒播密度为 150kg/hm²。绿化植物 2 年内应调查其生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。典

型表土临时堆放场植物措施数量表见表 5.3.5-3。

表 5.3.5-3 典型表土临时堆放场植物措施数量表

区域	类型	绿化面积 (hm ²)	乔木 (株)	灌木 (株)	草籽 (kg)
15#表土临时堆放场	黄联关枢纽互通内	/			
49#表土临时堆放场	29#弃渣场内	/			
85#表土临时堆放场	新增占地	0.31			46.50
102#表土临时堆放场	新增占地	0.39	585	1560	57

3.临时措施

(1) 临时排水

本项目施工期 5 年，施工期较长，堆放期间经历多个雨季，为防治堆放期间引起的水土流失，应在表土临时堆放场周边设置临时排水沟和沉沙池，截留上游、坡面汇水，防治其对表土的冲刷。

考虑到项目施工时间较长，且区域土壤以不耐侵蚀的红壤为主，方案推荐表土临时堆放场临时排水措施采用 M7.5 浆砌片石材质。排水沟采用梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，内坡比 1:0.5，壁厚 20cm，超高 0.2m；临时沉沙池大小为上底长×宽=2.0×1.5，下底长×宽=1.0×0.5，池深 1.0m，内坡比 1:0.5，壁厚 20cm，两端分别连接排水沟，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟或排灌系统。排水沟和沉沙池开挖土石方全部用于场地平整；排水措施在使用过程中加强管护，定期进行清淤处理，保证其使用效果；场地使用结束后及时进行拆除，拆除废渣进行就地掩埋或运至附近弃渣场集中堆放。

结合各场地地形条件，15#表土临时堆放场需设置排水沟 500m，沉沙池 2 个；49#表土临时堆放场需设置排水沟 250m，沉沙池 1 个；85#表土临时堆放场需设置排水沟 260m，沉沙池 1 个；102#表土临时堆放场需设置排水沟 320m，沉沙池 1 个；

(2) 临时拦挡

为防治堆放期间引起的水土流失，减少表土肥力损失，表土临时堆放场周围还应设置临时拦挡措施，考虑到项目施工时间较长，方案建议表土临时堆放场临时拦挡措施采用干砌片石材料，干砌石挡墙高 1.50m，埋深 0.5m，地面以上 1.0m；墙顶宽 0.5m，面坡坡度为 1:0.25，背坡坡度为 1: 0.00，底面坡度为 0.00:1，基础宽 1.00m。干砌石挡墙尺寸详见表土临时堆放场水土保持措施设计图（附图 5.3.6-1）。

经统计，本项目 15#表土临时堆放场需设置临时拦挡 480m，49#表土临时堆放场需设置临时拦挡 240m，85#表土临时堆放场需设置临时拦挡 230m，102#表土临时

堆放场需设置临时拦挡 260m。

(3) 临时绿化

表土堆放完成后应在其表面撒草绿化，并无纺布苫盖，绿化草籽可选用狗牙根、假俭草、白茅的混合草籽，草种撒播密度为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经统计，15#表土临时堆放场需在表面覆盖无纺布 12960m^2 ，临时撒草绿化 1.08hm^2 ；49#表土临时堆放场需在表面覆盖无纺布 4200m^2 ，临时撒草绿化 0.35hm^2 ；85#表土临时堆放场需在表面覆盖无纺布 3720m^2 ，临时撒草绿化 0.31hm^2 ；102#表土临时堆放场需在表面覆盖无纺布 4680m^2 ，临时撒草绿化 0.39hm^2 。

典型表土临时堆放场临时措施数量表见表 5.3.5-4。

表 5.3.5-4 典型表土临时堆放场临时措施数量表

区域	类型	临时排水						临时拦挡		临时绿化		
		排水沟			沉沙池			长度 (m)	干砌 片石 (m^3)	绿化 面积 (hm^2)	草籽 (kg)	无纺布 苫盖 (m^2)
		长度 (m)	土夹石 开挖 (m^3)	M7.5 浆 砌片石 (m^3)	数量 (个)	土夹石 开挖 (m^3)	M7.5 浆 砌片石 (m^3)					
15#表土 临时堆 放场	黄联关枢 纽互通内	500	240	120	2	5.30	2.10	480	540	1.08	54.00	12960
49#表土 临时堆 放场	29#弃渣 场内	250	120	60	1	2.65	1.05	240	270	0.35	17.50	4200
85#表土 临时堆 放场	新增占地	260	125	62	1	2.65	1.05	230	259	0.31	15.50	3720
102#表 土临时 堆放场	新增占地	320	154	77	1	2.65	1.05	260	292	0.39	19.50	4680

5.3.5.2 表土临时堆放场水土保持措施

根据以上表土临时堆放场的水土保持措施典型设计的单位工程量，推算本项目表土临时堆放场的水土保持工程量如下，详见表 5.3.5-5。

表 5.3.5-5 表土临时堆放场临时措施工程量表

防治分区	措施类型	序号	措施名称	单位	工程量
表土临时堆放场	工程措施	1	土地整治	hm^2	75.90
	植物措施	1	绿化面积	hm^2	12.06
		1)	栽植乔木	万株	0.81
		2)	栽植灌木	万株	2.16
		3)	撒播草籽	kg	1809
	临时措施	1	临时排水		
		1)	排水沟	m	59200
		2)	沉沙池	个	185

防治分区	措施类型	序号	措施名称	单位	工程量
		3)	土夹石开挖	m ³	28906
		4)	M7.5 浆砌片石	m ³	14402
		2	临时拦挡	m	44200
		1)	干砌片石	m ³	49725
		3	临时绿化	hm ²	75.90
		1)	撒播草籽	kg	3795
		2)	无纺布苫盖	万 m ²	91.08

5.3.6 防治措施工程量汇总

根据主体工程区、弃渣场、施工生产生活区、施工道路、表土临时堆放场等水土保持防护措施数量的统计，本项目防护措施工程量汇总结果详见表 5.3.6-1。

表 5.3.6-1 水土保持措施工程量汇总表

防治分区	措施类型	措施归属	序号	措施名称	单位	工程量	
主体工程区	路基工程区	工程措施	主体已有 1	表土剥离	万 m ³	43.03	
			主体已有 2	骨架护坡	万 m ²	1.71	
			主体已有 1)	C20 砼	万 m ³	0.30	
			主体已有 3	排水工程	km	69.35	
			主体已有 1)	C20 砼	万 m ³	21.51	
			主体已有 2)	C25 砼	万 m ³	1.33	
			主体已有 3)	防水土工布	万 m ²	17.78	
		植物措施	主体已有 1	直接喷播植草	万 m ²	15.80	
			主体已有 2	挂三维网植草	万 m ²	13.65	
			主体已有 3	乔木	万株	21.24	
			主体已有 4	灌木	万株	56.64	
			主体已有 5	草籽	kg	2371	
			主体已有 6	覆土	万 m ³	3.50	
			主体已有 7	中分带绿化	hm ²	13.70	
			主体已有 1)	灌木	万株	5.71	
			主体已有 2)	草籽	kg	2055	
			主体已有 3)	覆土	万 m ³	6.85	
		临时措施	方案新增 1	高填深挖路段	km	17.55	
			方案新增 1)	无纺布遮盖	万 m ²	13.11	
			方案新增 2)	土袋拦挡	万 m ³	16.67	
			方案新增 2	临时排水沟	km	20.81	
			方案新增 1)	复合土工布	万 m ²	24.98	
			方案新增 3	无纺布苫盖	万 m ²	54.50	
		桥涵工程区	工程措施	主体已有 1	六棱块植草护坡		已计入路基工程
				主体已有 2	涵洞排水及顺接工程		
			植物措施	方案新增 1	撒草绿化	hm ²	43.91
				方案新增 1)	栽种灌木	万株	17.56
				方案新增 2)	草籽	kg	4391
			临时措施	方案新增	泥浆沉淀池	个	325
				方案新增	临时排水沟	m	40800

防治分区	措施类型	措施归属	序号	措施名称	单位	工程量		
防治分区			方案新增	1)	土夹石开挖	m ³	8561	
			方案新增	2)	复合土工布	m ²	57915	
	隧道工程区	工程措施	主体已有	1	排水工程	m	9975	
			主体已有	1)	C20 砼	m ³	4988	
			主体已有	1	喷播植草	m ²	15675	
			主体已有	1)	覆土	万 m ³	0.31	
		临时措施	方案新增	1	临时排水沟	m	22800	
			方案新增		临时沉沙池	个	180	
			方案新增	1)	土夹石开挖	m ³	3936	
			方案新增	2)	复合土工布	m ²	30720	
		交叉工程区	工程措施	主体已有	1	表土剥离	万 m ³	32.54
				主体已有	2	骨架护坡	万 m ²	73.66
	主体已有			1)	C20 砼	万 m ³	36.66	
	主体已有			3	排水工程	km	101.22	
	主体已有			1)	C20 砼	万 m ³	5.06	
	植物措施		主体已有	1	直接喷播植草	万 m ²	6.89	
			主体已有	2	挂三维网植草	万 m ²	9.70	
			主体已有	3	场地绿化	hm ²	58.93	
			主体已有	1)	乔木	万株	8.84	
			主体已有	2)	灌木	万株	23.57	
			主体已有	3)	草籽	kg	8840	
			主体已有	4	覆土	万 m ³	45.58	
	临时措施		方案新增	1	临时排水沟	m	30400	
			方案新增		临时沉沙池	个	159	
			方案新增	1)	土夹石开挖	m ³	5118	
			方案新增	2)	复合土工布	m ²	40474	
	沿线设施区		工程措施	主体已有	1	表土剥离	万 m ³	4.62
				主体已有	2	骨架护坡	万 m ²	1.41
		主体已有		1)	C20 砼	万 m ³	0.24	
		主体已有		3	排水工程	km	5.77	
		主体已有		1)	C20 砼	万 m ³	0.30	
		植物措施	主体已有	1	直接喷播植草	万 m ²	2.80	
			主体已有	2	场地绿化	hm ²	11.20	
			主体已有	1)	乔木	万株	1.68	
			主体已有	2)	灌木	万株	4.48	
			主体已有	3)	草籽	kg	1681	
主体已有			3	覆土	万 m ³	6.45		
临时措施		方案新增	1	临时排水沟	m	1730		
		方案新增		临时沉沙池	个	9		
		方案新增	1)	土夹石开挖	m ³	292		
		方案新增	2)	复合土工布	m ²	2303		
弃渣场区	工程措施	方案新增	1	表土剥离	万 m ³	56.03		
		方案新增	2	挡渣墙	m	2940		
		方案新增		拦渣坝	m	1051		
		方案新增		挡水坝	m/座	454/44		

防治分区	措施类型	措施归属	序号	措施名称	单位	工程量
		方案新增		排洪渠（含沉沙池、消能措施）	m	39160
		方案新增		截水沟	m	41411
		方案新增		排水沟	m	12465
		方案新增		护岸	m	530
		方案新增		盲沟	m	34900
		方案新增		沉沙池	个	76
		方案新增	1)	土夹石开挖	m ³	390486
		方案新增	2)	土夹石回填	m ³	77549
		方案新增	3)	M7.5 浆砌片石挡渣墙	m ³	28993
		方案新增	4)	M7.5 浆砌片石截排水沟、沉沙池	m ³	68580
		方案新增	5)	M7.5 砂浆抹面	m ²	130726
		方案新增	6)	C20 砼（拦渣坝、拦水坝、排洪渠、护岸等）	m ³	139125
		方案新增	7)	干砌碎砾石（盲沟）	m ³	66019
		方案新增	8)	强夯	m ³	7018
		方案新增	9)	透水波纹管	m	139600
		方案新增	3	土地整治	hm ²	310.98
		植物措施	方案新增	1	绿化面积	hm ²
	方案新增		1)	栽植乔木	万株	24.11
	方案新增		2)	栽植灌木	万株	79.34
	方案新增		3)	撒播草籽	kg	31098
方案新增			覆土	万 m ³	75.34	
临时措施	方案新增	1	无纺布苫盖	万 m ²	66.10	
	方案新增	2	临时排水沟	m	26360	
	方案新增	1)	土夹石开挖	m ³	4218	
	方案新增	2)	复合土工布	m ²	171340	
施工生产生活区	工程措施	方案新增	1	表土剥离	万 m ³	1.67
		方案新增	2	土地整治	hm ²	41.40
	植物措施	方案新增	1	复耕	hm ²	4.80
		方案新增	2	绿化面积	hm ²	3.10
		方案新增	1)	栽植乔木	株	4650
		方案新增	2)	栽植灌木	株	12400
		方案新增	3)	撒播草籽	kg	1185
	方案新增	3	覆土	万 m ³	1.67	
	临时措施	方案新增	1	临时排水沟	m	13500
		方案新增		临时沉沙池	个	65
		方案新增	1)	土夹石开挖	m ³	6653
		方案新增	2)	M7.5 浆砌片石	m ³	3308
		方案新增	2	材料堆放场临时拦挡	m	8100
方案新增		1)	土袋拦挡	m ³	3350	
施工道路区	工程措施	方案新增	1	表土剥离	万 m ³	89.80
		方案新增	2	骨架护坡	万 m ²	17.98
		方案新增	1)	C20 砼	万 m ³	3.02
		方案新增	3	路基排水	km	812.95
		方案新增	1)	C20 砼	万 m ³	268.30

防治分区	措施类型	措施归属	序号	措施名称	单位	工程量	
		方案新增	4	土地整治	hm ²	416.60	
		植物措施	方案新增	1	施工期边坡绿化		
			方案新增	1)	挂三维网植草	万 m ²	158.20
			方案新增	2)	直接喷播植草	万 m ²	175.02
			方案新增	2	施工结束后绿化	hm ²	275.90
			方案新增	1)	栽植乔木	万株	41.38
			方案新增	2)	栽植灌木	万株	110.36
			方案新增	3)	撒播草籽	kg	41385
			方案新增	3	覆土	万 m ³	89.80
		临时措施	方案新增	1	临时排水沟	km	77.50
			方案新增		临时沉沙池	个	390
			方案新增	1)	土夹石开挖	m ³	13024
			方案新增	2)	复合土工布	万 m ²	51.52
			方案新增	2	路基下边坡临时拦挡	m	75000
			方案新增	1)	土袋拦挡	万 m ³	3.00
		表土临时堆放场	工程措施	方案新增	1	土地整治	hm ²
植物措施	方案新增		1	绿化面积	hm ²	12.06	
	方案新增		1)	栽植乔木	万株	0.81	
	方案新增		2)	栽植灌木	万株	2.16	
	方案新增		3)	撒播草籽	kg	1809	
临时措施	方案新增		1	临时排水			
	方案新增		1)	排水沟	m	59200	
	方案新增		2)	沉沙池	个	185	
	方案新增		3)	土夹石开挖	m ³	28906	
	方案新增		4)	M7.5 浆砌片石	m ³	14402	
	方案新增		2	临时拦挡	m	44200	
	方案新增		1)	干砌片石	m ³	49725	
	方案新增		3	临时绿化	hm ²	75.90	
	方案新增		1)	撒播草籽	kg	3795	
方案新增	2)	无纺布苫盖	万 m ²	91.08			

5.4 施工要求

5.4.1 施工条件

5.4.1.1 交通条件

本项目所处地区运输方式主要为公路，工程区周边可服务于本项目建设的道路有：西攀高速、G108、G348（原 S307）、G227（原 S216）及纵横交错的县乡村道路，一起构成该区域公路网。工程区属高中山地貌，地形条件较差，在局部路段、个别隧洞进出口及弃渣场等区域需设置施工道路、临时便桥与主路及现有道路连接。根据既有路网情况和主要构筑物位置，本项目主体工程区和各临时工程区拟新修和整修施工道路 992.60km，可以满足施工要求。

5.4.1.2 市场供应条件

1.砂卵石料

本工程砂卵石料全部外购，水保工程所用砂卵石料直接利用主体工程外购料。

2.片块石料

本工程片块石料全部外购，水保工程所用片块石料直接利用主体工程外购料。

3.水电供应条件

本水保工程的用水和供电可直接利用主体工程供水供电设施，无须另设。

4.树（苗）草种供应

道路沿线各县区水利及林牧业部门有固定的购置苗木及种源渠道，本方案绿化树草种可从当地苗木生产企业购买。

5.4.2 施工布置

5.4.2.1 施工生产生活区

由于各标段水土保持措施由主体工程中标企业负责实施，水土保持施工生产生活区可直接利用主体工程施工生产生活区。

5.4.2.2 临时生产、生活设施布置

主体工程各施工生产生活区内各设施可满足施工要求，水土保持工程措施施工中水泥库房、临时生活用房均可利用主体工程相应临时设施。

道路绿化措施因三材用量少，所需临时设施及场地少，易于解决，可不单独设置。

5.4.3 施工方法

5.4.3.1 工程措施实施

1) 表土剥离：结合场地平整或挖填方需求，用推土机铲除表土（厚度 20~30cm），用装载机、汽车等将表土运送至指定地点堆放。

2) 表土回铺：用推土机将表土铲装、运送至回铺地点，将土推平、整理。

3) C20 砼挡渣坝、挡水坝：按照挡渣墙设计尺寸，人工开挖挡渣墙基础，然后采用混凝土搅拌机拌制，现场浇筑，最后将开挖土石方回填至挡渣墙基座上部。

4) 浆砌片石挡渣墙：按照挡渣墙设计尺寸，人工开挖挡渣墙基础，然后采用 0.4m³ 搅拌机拌制水泥砂浆，人工堆砌浆砌片石，最后将开挖土石方回填至挡渣墙基

座上上部。

5) 浆砌片石截排水沟：按照设计尺寸，人工开挖排水沟，开挖土方用于场地平整，然后用浆砌片石筑砌，厚度 30~40cm。

6) 浆砌片石沉沙池：按照设计尺寸，人工开挖沉沙池，开挖土方用于场地平整，然后用浆砌片石筑砌，厚度 30cm。

7) 土地整治：用拖拉机牵引铧犁耕翻地，耕深 0.50m 左右，然后平整土地，人工施土杂肥。

5.4.3.2 植物措施实施

1.绿化物种选择

本项目位于凉山彝族自治州西昌市、盐源县、木里县境内，工程区植被类型以温带针叶林为主，部分路段有夹有亚热带落叶阔叶林。根据现场调查，方案建议本项目绿化物种选择：川滇冷杉、云南松、桉树、山杨、青冈、刺槐、桦木、川滇高山栎、胡枝子、车桑子、清香木、高山杜鹃、盐肤木、悬钩子、铁仔、马桑、狗牙根、假俭草、白茅、黄茅等物种。

2.后期管理要求

结合工程区气候条件，植物措施可在春、秋两季实施。在植苗及草种撒播前，需对迹地进行清理、翻松，促进土壤熟化，从而提高造林成活率。整地时应严格按照设计规格进行，改善立地条件和土壤理化性质，保证土壤墒情。

种植过程中，应严格按照水土保持造林规程规范，对起苗、运苗、栽植等环节进行严格控制，保证苗木质量，草种应对其进行筛选，以保证种子质量，并经过消毒、药物浸泡等处理措施后进行撒播。

在植物措施实施后至工程运行初期，应对苗木进行抚育管理，进行补植、浇水等抚育管理。

5.4.3.3 临时措施实施

本项目水土保持工程设计的临时措施主要有：

1) 土袋挡墙：利用挖除的土方装入编织袋中，扎紧袋口，将沙袋码放在规划堆土场地周围，沙袋高度 0.80m，宽 0.50m，上下交错码放。

2) 无纺苫盖：将无纺布铺在表土堆体表面，并用砖石压护。

3) 夯实土排水沟：按照设计尺寸，人工开挖排水沟，开挖土方用于场地平整，

然后夯实土质周边。

4) 夯实土沉沙池：按照设计尺寸，人工开挖沉沙池，开挖土方用于场地平整，然后夯实土质周边。

5) 钻渣沉淀池：按照设计尺寸，人工开挖沉淀池，开挖土石方可作为沉淀池四周的挡坎，在施工结束后，将挡坎回填至沉淀池内。

5.4.4 施工进度安排

5.4.4.1 进度安排原则

- 1) 按照“三同时”原则，坚持预防为主，及时防治；
- 2) 坚持“边施工、边防护”的原则，结合主体工程施工及时控制施工过程中的水土流失；
- 3) 工程弃渣坚持“先挡后弃”的原则，即渣体坡脚挡护、排水设施在渣体堆渣前或初期完成；
- 4) 临时占地区在用完后拆除临时设施并清理迹地，及时进行场地恢复；
- 5) 植物措施在具备条件后尽快实施。

5.4.4.2 进度安排计划

水土保持方案的实施与主体工程施工同期进行，纳入工程施工招标文件。各承包方在建设主体工程的同时完成水土保持措施。

针对主体工程及水土保持方案施工要求、应首先对开挖面施行边沟、排水沟等截排水措施，防止开挖边坡遭坡面和周边径流冲刷，在对边坡进行稳定处理后及时种植植被进行绿化，以便能尽快发挥植物措施防治水土流失的作用和改善环境的功能。

在填筑过程中应先修建挡墙，防止填筑料崩塌。在渣体防护措施时，应首先对原地表表土进行剥离、堆放并采取临时措施挡护，随后进行挡渣墙施工。弃渣堆放完成后，及时对渣体表面进行绿化、复耕等。

水土保持措施实施安排见表 5.4.4-1。

表 5.4.4-1 水土保持措施实施进度安排表

项目区	措施类型	措施名称	2021年		2022年				2023年				2024年					
			第1季度	第2季度	第1季度	第2季度	第3季度	第4季度	第1季度	第2季度	第3季度	第4季度	第1季度	第2季度	第3季度	第4季度		
路基工程区	路基工程区	工程措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		植物措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		临时措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		其他措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
	桥涵工程区	工程措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		植物措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		临时措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		其他措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
	互通立交工程区	工程措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		植物措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		临时措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
		其他措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]															
隧道工程区	工程措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	植物措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	临时措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	其他措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
施工生产区	工程措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	植物措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	临时措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	其他措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
施工营地	工程措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	植物措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	临时措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	其他措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
弃渣场	工程措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	植物措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	临时措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	其他措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
施工临时堆料场	工程措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	植物措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	临时措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																
	其他措施	[Gantt bar spanning 2021 Q1 to 2023 Q4]																

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。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，面积为 1914.80hm²，包括主体工程监测区、弃渣场监测区、施工生产生活监测区、施工道路监测区和表土临时堆放场监测区，其中主体工程区包括路基工程监测区、桥梁工程监测区、隧道工程监测区、交叉工程监测区、沿线设施监测区。

6.1.2 监测时段

本项目计划 2021 年 7 月动工，2026 年 6 月建成通车，建设工期 5 年。根据公路建设和运营的特点，公路工程产生水土流失的时间主要集中在施工期；工程完工后，施工活动引发水土流失的各种因素逐渐消失；在试运行期，各项水土保持措施的功能日益得到发挥，工程建设新增水土流失得到控制，并最终达到新的平衡。但在运行初期水土保持措施还不能充分发挥作用时，仍有水土流失发生。因此，为全面了解项目建设过程中产生的新增水土流失量及其危害、水土保持设施的运行情况和防治效果，确定本项目水土流失监测时段为施工准备期开始至方案设计水平年结束（施工准备期前应进行本底值监测），包括三个阶段：

（一）施工准备期：根据施工进度安排计划，本项目施工准备期为前 3 个月。

（二）施工期：本项目主体工程工期为 2021 年至 2026 年。

（三）试运行期：项目区水热条件较好，结合方案设计水平年，确定本项目试运行期监测时段为 1.0 年。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

水土保持监测内容包括水土流失自然影响因素、项目施工全过程各界的扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等。

（一）水土流失自然影响因素监测

主要包括气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素。

（二）扰动土地

项目建设对原地表、植被的占压和损毁情况，项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况，项目弃渣场的占地面积、弃渣量、堆放方式及变化情况。重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣场及变化情况等。

（三）水土流失状况监测

水土流失的类型、形式、面积、分布及强度，各监测分区及其重点对象的土壤流失量。重点监测实际造成的水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等。

（四）水土流失防治成效监测

- （1）植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；
- （2）工程措施的类型、数量、分布和完好程度；
- （3）临时措施的类型、数量和分布；
- （4）主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；
- （5）水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；
- （6）水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

重点监测实际采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。

（五）水土流失危害监测

- （1）水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度；
- （2）水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；
- （3）对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害；
- （4）生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害；
- （5）对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃渣情况。

重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等构成的影响及危害等。

6.2.2 监测方法

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《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），针对不同监测内容和重点，结合工程实际，结合采取卫星遥感、无人机遥感、视频监控、地面观测、实地调查量测、查阅资料等多种方法，对水土流失进行定量监

测和过程控制。

（一）水土流失自然影响因素监测

（1）降雨和风力等气象资料通过监测范围内或附近条件类似的气象站、水文站收集，或设置相关设施设备观测，统计每月的降水量、平均风速和风向。日降水量超过 25mm 或 1 小时降水量超过 8mm 的降水时统计降水量和历时，风速大于 5m/s 时统计风速、风向、出现的次数或频率。

（2）地形地貌状况采用实地调查和查阅资料等方法获取。

（3）地表组成物质采用实地调查的方法获取。

（4）植被状况采用实地调查的方法获取，主要确定植被类型和优势种。按植被类型选择 3 个~5 个有代表性的样地，测定林地郁闭度和灌草地盖度，取其计算平均值作为植被郁闭度（或盖度）。郁闭度采用样线法和照相法测定。盖度采用针刺法、网格法和照相法测定。

（二）扰动土地

（1）地表扰动情况、水土流失防治责任范围采用实地调查并结合查阅资料的方法进行监测。调查中，采用实测法、填图法和遥感监测法。实测法采用测绳、测尺、全站仪、GPS 或其他设备量测；填图法应用大比例尺地形图现场勾绘，并进行室内量算；遥感监测法采用高分辨率遥感影像。

（2）弃土弃渣在查阅资料的基础上，以实地量测为主，监测弃渣量及占地面积。弃渣占地面积采用实测法、填图法，卫星或无人机遥感监测。弃渣量根据渣场面积，结合占地地形、堆渣体形状测算。

（三）水土流失状况监测

（1）水土流失类型及形式在综合分析相关资料的基础上，实地调查确定。

（2）水土流失面积监测采用抽样调查法。

（3）土壤侵蚀强度根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007）按照监测分区分别确定。

（4）重点区域和重点对象不同时段的土壤流失量通过监测点观测获得，具体监测方法采用径流小区法、测钎法、侵蚀沟量测法和集沙池法。

（四）水土流失防治成效监测

（1）植物措施监测

①植物类型及面积在综合分析相关技术资料的基础上，实地调查确定。

②成活率、保存率及生长状况采用抽样调查的方法确定。乔木的成活率与保存率采用样地或样线调查法。灌木的成活率与保存率采用样地调查法。

③郁闭度采用样线法和照相法测定。盖度采用针刺法、网格法和照相法测定。

④林草覆盖率在统计林草地面积的基础上分析计算获得。

（2）工程措施监测

①措施的数量、分布和运行状况在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，结合实地勘测与全面巡查确定。

②对于措施运行状况，设立监测点进行定期观测。

（3）临时措施监测在查阅工程施工、监理等资料的基础上，实地调查，并拍摄照片或录像等影像资料。

（4）措施实施情况监测在查阅工程施工、监理等资料的基础上，结合调查询问与实地调查确定。

（5）水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用以巡查为主。

（6）水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用以巡查为主。

（五）水土流失危害监测

（1）土流失危害的面积采用实测法、填图法或遥感监视法进行监测。

（2）水土流失危害的其他指标和危害程度采用实地调查、量测和询问等方法进行监测。

6.2.3 监测频次

（一）水土流失自然影响因素监测

（1）地形地貌状况：整个监测期监测 1 次。

（2）地表物质：施工准备期和设计水平年各监测 1 次。

（3）植被状况：施工准备期前测定 1 次。

（4）气象因子：每月 1 次

（二）扰动土地

（1）地表扰动情况：本工程为线型项目，水土流失防治责任范围全线巡查每季度不少于 1 次，典型地段监测每月 1 次。

（2）弃渣场：正在使用的弃渣场至少每两周监测 1 次；对 3 级以上弃渣场应采取视频监控方式，全过程记录弃渣和防护措施实施情况。

（三）水土流失状况监测

至少每月监测 1 次,发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合拦挡、排水等情况,设置必要的控制站,进行定量观测。

(四) 水土流失防治效果监测

至少每季度监测 1 次,其中临时措施至少每月监测 1 次。

(五) 水土流失危害监测

结合上述监测内容与水土流失状况一并开展,灾害时间发生后 1 周内完成监测。

6.3 点位布设

6.3.1 监测点布局原则

- (一) 监测点的分布反映项目所在区域的水土流失特征;
- (二) 监测点与项目构成和工程施工特性相适应;
- (三) 监测点按监测分区,根据监测重点布设,同时兼顾项目所涉及的行政区;
- (四) 监测点布设统筹考虑监测内容,尽量布设综合监测点;
- (五) 监测点相对稳定,满足持续监测要求。

6.3.2 监测点位的布设

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)对监测点布局原则及数量的要求,结合本项目水土流失预测结果,选定以下代表性点位进行水土保持监测,监测点的布设及监测方法见表6.3.2-1,监测点位布局图见附图5.2.3-1。

表 6.3.2-1 水土保持监测点及监测方法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
路基工程监测区	1#监测点	A0K6+800	挖方边坡	西昌支线	西昌市	西昌支线最挖方路段	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法, 巡查、集沙池法
	2#监测点	AK25+850	填方边坡	西昌支线	西昌市	西昌最大填方路段, 涉及的邛海-螺髻山国家级风景名胜区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	3#监测点	AK31+200	挖方边坡	西昌支线	西昌市	西昌支线挖方路段	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法, 巡查、集沙池法
	4#监测点	AK40+300	填方边坡	主线	西昌市	主线西昌市境内最大的填方路段	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	5#监测点	AK68+250	挖方边坡	主线	盐源县	典型的挖方路段	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	6#监测点	AK110+600	填方边坡	主线	盐源县	典型的填方路段	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	7#监测点	AK112+200	挖方边坡	主线	盐源县	本项目最大的挖方路段	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	8#监测点	AK122+000	挖方边坡	主线	盐源县	典型的挖方路段	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	9#监测点	AK133+400	填方边坡	主线	盐源县	典型的填方路段	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	10#监测点	A6K146+800	填方边坡	主线	盐源县	典型的填方路段	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	11#监测点	Z0K8+400	填方边坡	木里支线	木里县	木里支线最大填方路段	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	12#监测点	Z0K28+700	挖方边坡	木里支线	木里县	木里支线最大挖方路段	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	13#监测点	LK12+100	挖方边坡	泸沽湖支线	盐源县	泸沽湖支线典型挖方路段	水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施	实地调查法, 巡查、测钎法
桥梁工程监测区	14#监测点	A0K9+560	张把司河特大桥	西昌支线	西昌市	位于水土保持敏感区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	15#监测点	AK18+880	鹤掌秋大桥	西昌支线	西昌市	穿越邛海国家湿地公园	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	16#监测点	AK34+390	西溪河大桥	西昌支线	西昌市	涉水桥梁，采用沙袋围堰施工	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	17#监测点	AK36+895	安宁河特大桥	主线	西昌市	跨越安宁河，涉及的安宁河水功能一级区的西昌、攀枝花保留区，唯一采用钢围堰的涉水桥梁	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	18#监测点	AK55+875	雅砻江特大桥	主线	盐源县	跨越雅砻江，涉及的雅砻江水功能一级区的二滩水库保留区	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	19#监测点	A6K168+525	卧罗河特大桥	主线	盐源县	跨越卧罗河，涉及的卧罗河水功能一级区的卧罗河盐源、木里保留区	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	20#监测点	Z0K25+370	理塘河特大桥	木里支线	木里县	跨越理塘河	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	21#监测点	Z0K38+900	刁满特大桥	木里支线	木里县	木里支线旱桥	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
隧道工程监测区	22#监测点	A0K15+425	花果山隧道出口	西昌支线	西昌市	位于西昌市琼海饮用水水源二级保护区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	23#监测点	A0K16+530	马家山隧道进口	西昌支线	西昌市	位于水土保持敏感区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	24#监测点	AK21+265	王家山隧道进口	西昌支线	西昌市	西昌支线最长的隧道，位于邛海-螺髻山国家级风景名胜区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	25#监测点	AK43+710	磨盘山隧道进口	主线	西昌市	位于西昌市境内的主线隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	26#监测点	AK64+490	蒋家隧道进口	主线	盐源县	主线中隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	27#监测点	AK72+945	龙洞1#隧道出口	主线	盐源县	主线短隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	28#监测点	AK77+865	庙子山隧道进口	主线	盐源县	主线中隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	29#监测点	AK96+750	小高山隧道进口	主线	盐源县	本项目最长的隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	30#监测点	A6K152+130	牦牛山隧道进口	主线	盐源县	主线长隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	31#监测点	AK186+945	寒柏坡隧道进口	主线	盐源县	涉及长柏乡围桩坪地下水水源保护区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	32#监测点	AK194+165	长布塘 4#隧道出口	主线	盐源县	主线短隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	33#监测点	Z0K8+465	博珂 2#隧道进口	木里支线	盐源县	木里支线短隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	34#监测点	Z0K14+385	下麦地隧道出口	木里支线	木里县	木里支线长隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	35#监测点	Z0K25+157	吐故隧道出口	木里支线	木里县	木里支线最长的隧道	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	36#监测点	LK3+470	黑老林 1#隧道进口	泸沽湖支线	盐源县	泸沽湖支线最长的隧道	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
交叉工程监测区	37#监测点	A0K0+000	东河枢纽互通	西昌支线	西昌市	西昌支线占地面积最大的互通，且互通匝道为隧道	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	38#监测点	AK33+104	西溪互通	西昌支线	西昌市	西昌支线一般互通	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	39#监测点	AK74+500	平川互通	主线	盐源县	主线一般互通	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	40#监测点	AK118+100	盐源互通	主线	盐源县	连接线最长的互通	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	41#监测点	A6K171+900	元宝枢纽互通	主线	盐源县	主线与木里支线转换的枢纽互通	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
沿线设施监测区	42#监测点	A0K3+500	大兴服务区	西昌支线	西昌市	位于水土保持敏感区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法
	43#监测点	AK20+000	海南养护工区、海南收费站	西昌支线	西昌市	位于邛海-螺髻山国家级风景名胜保护区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、集沙池法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	44#监测点	AK42+400	中坝管理中心、中坝服务区	主线	西昌市	主线西昌境内	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	45#监测点	AK92+000	蚂蟥铺收费站	主线	盐源县	收费站	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	46#监测点	AK118+000	盐源路段管理所、盐源养护工区、盐源收费站	主线	盐源县	盐源县合建占地面积最大的沿线设施	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	47#监测点	A6K180+000	泸沽湖停车区	主线	盐源县	停车区	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	48#监测点	AK191+000	长柏收费站	主线	盐源县	收费站	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	49#监测点	Z0K37+300	木里服务区	木里支线	木里县	木里支线占地面积最大的沿线设施	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
施工生产生活监测区	50#监测点	A0K13+100	4#施工生产生活区	西昌支线	西昌市	位于三道沟特大桥红线范围内，邛海-螺髻山国家级风景名胜区三级保护区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	51#监测点	AK24+300	6#施工生产生活区	西昌支线	西昌市	位于水土保持敏感区	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	52#监测点	AK43+700	10#施工生产生活区	主线	西昌市	主线西昌境内新增占地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	53#监测点	AK63+500	16#施工生产生活区	主线	盐源县	新增占用土地，占用耕地和林地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	54#监测点	AK68+500	18#施工生产生活区	主线	盐源县	主线占用主体用地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	55#监测点	AK76+000	20#施工生产生活区	主线	盐源县	主线占用主体用地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	56#监测点	AK82+100	22#施工生产生活区	主线	盐源县	主线新增占地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	57#监测点	AK98+000	25#施工生产生活区	主线	盐源县	主线新增占地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
58#监测点	AK116+000	28#施工生产生活区	主线	盐源县	主线占用主体用地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法	

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	59#监测点	A6K147+500	32#施工生产生活区	主线	盐源县	设冷热拌合场的	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	60#监测点	A6K169+600	37#施工生产生活区	主线	盐源县	主线新增占地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	61#监测点	A6K177+000	40#施工生产生活区	主线	盐源县	主线新增占地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	62#监测点	AK189+500	34#施工生产生活区	主线	盐源县	主线新增占地	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	63#监测点	Z0K5+100	47#施工生产生活区	木里支线	盐源县	新增占用土地，占用耕地和林地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	64#监测点	Z0K25+500	51#施工生产生活区	木里支线	木里县	新增占用土地，占用林地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	65#监测点	Z0K37+300	54#施工生产生活区	木里支线	木里县	木里支线占地面积最大	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	66#监测点	LK11+000	57#施工生产生活区	泸沽湖支线	盐源县	泸沽湖支线最大的施工生产生活区	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
施工道路监测区	67#监测点	A0K1+000	连接1#弃渣场的施工道路	西昌支线	西昌市	连接弃渣场的施工道路	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	68#监测点	A0K3+975	连接路基施工道路	西昌支线	西昌市	临时性新建便道	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	69#监测点	A0K7+640	连接路基施工道路	西昌支线	西昌市	西昌支线最长的临时型新建施工便道	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	70#监测点	A0K9+285	连接路基施工道路	西昌支线	西昌市	西昌支线最长的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	71#监测点	A0K15+515	连接路基施工道路	西昌支线	西昌市	临时性原路扩建便道	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	72#监测点	AK21+900	连接路基施工道路	西昌支线	西昌市	水土保持敏感区内AK线最长的临时原路扩建便道	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	73#监测点	AK29+700	连接路基施工道路	西昌支线	西昌市	水土保持敏感区内AK线最长的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	74#监测点	AK31+200	连接7#弃渣场的施工道路	西昌支线	西昌市	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	75#监测点	AK51+000	连接10#弃渣场的施工道路	主线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	76#监测点	AK63+800	连接14#弃渣场的施工道路	主线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	77#监测点	AK109+3001	连接31#弃渣场的施工道路	主线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	78#监测点	AK109+735	连接小高山隧道出口施工道路	主线	盐源县	连接隧道的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	79#监测点	AK128+000	连接38#弃渣场的施工道路	主线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	80#监测点	A6K154+300	连接45#弃渣场的施工道路	主线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	81#监测点	A6K159+800	连接46#弃渣场的施工道路	主线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	82#监测点	A6K177+200	连接52#弃渣场的施工道路	主线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	83#监测点	A6K175+800	连接58#弃渣场的施工道路	主线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	84#监测点	Z0K18+950	连接 61#弃渣场的施工道路	木里支线	木里县	连接弃渣场的施工道路	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	85#监测点	Z0K22+000	连接 67#弃渣场的施工道路	木里支线	木里县	连接弃渣场的施工道路	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	86#监测点	LK3+470	连接黑老林 1#隧道进口施工道路	泸沽湖支线	盐源县	连接隧道的施工道路	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
	87#监测点	LK12+720	连接 75#弃渣场的施工道路	泸沽湖支线	盐源县	连接弃渣场的施工道路	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法，巡查、集沙池法
弃渣场监测区	88#监测点	A0K1+000	3#弃渣场	西昌支线	西昌市	西昌支线汇水面积最大的坡地型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	89#监测点	AK27+300	5#弃渣场	西昌支线	西昌市	西昌支线堆渣量最大、汇水面积最大的坡地型渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	90#监测点	AK31+000	6#弃渣场	西昌支线	西昌市	西昌支线堆高最大的坡地型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	91#监测点	AK43+710	8#弃渣场	主线	西昌市	主线西昌境内最堆渣最多的沟道型弃渣场	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、钢钎法
	92#监测点	AK51+000	10#弃渣场	主线	盐源县	主线堆高最大的沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	93#监测点	AK59+100	11#弃渣场	主线	盐源县	主线 3 级沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	94#监测点	AK66+600	15#弃渣场	主线	盐源县	主线 3 级沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	95#监测点	AK73+000	17#弃渣场	主线	盐源县	主线堆高最大的坡地型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	96#监测点	AK75+800	18#弃渣场	主线	盐源县	主线4级沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	97#监测点	AK102+500	25#弃渣场	主线	盐源县	主线3级沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	98#监测点	AK102+300	26#弃渣场	主线	盐源县	主线3级沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	99#监测点	AK109+700	30#弃渣场	主线	盐源县	主线堆渣最多的坡地型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	100#监测点	AK118+900	34#弃渣场	主线	盐源县	主线4级坡地型渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	101#监测点	AK133+400	39#弃渣场	主线	盐源县	主线占地面积最大的坡地型弃渣场	水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、遥感法钢钎法
	102#监测点	A6K145+500	42#弃渣场	主线	盐源县	主线4级坡地型渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	103#监测点	A6K159+800	46#弃渣场	主线	盐源县	主线堆渣最多的沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	104#监测点	A6K166+1001	47#弃渣场	主线	盐源县	主线汇水面积最大的坡地型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	105#监测点	A6K177+200	52#弃渣场	主线	盐源县	主线占地面积最大、汇水面积最大的沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	106#监测点	A6K175+800	58#弃渣场	木里支线	盐源县	木里支线唯一的坡地型弃渣场	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、钢钎法
	107#监测点	Z0K4+400	59#弃渣场	木里支线	盐源县	木里支线盐源县境内堆渣最多的弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	108#监测点	Z0K19+000	62#弃渣场	木里支线	木里县	木里支线堆渣最多的沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	109#监测点	Z0K18+950	66#弃渣场	木里支线	木里县	木里支线容量最大、堆高最大的坡地型弃渣场	水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、遥感法钢钎法
	110#监测点	Z0K22+000	67#弃渣场	木里支线	木里县	木里支线汇水面积最大的沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	111#监测点	Z0K39+200	71#弃渣场	木里支线	木里县	木里支线汇水面积最大的坡地型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	112#监测点	Z0K39+200	72#弃渣场	木里支线	木里县	木里支线占地面积最大的坡地型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	113#监测点	LK12+720	75#弃渣场	泸沽湖支线	盐源县	泸沽湖支线容量最大、汇水面积最大的沟道型弃渣场	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
表土临时堆放场监测区	114#监测点	A0K3+500	3#表土临时堆放场	西昌支线	西昌市	西昌支线占用主体用地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	115#监测点	AK20+000	8#表土临时堆放场	西昌支线	西昌市	西昌支线占用主体用地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	116#监测点	AK33+104	13#表土临时堆放场	西昌支线	西昌市	西昌支线表土堆放量最大的	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	117#监测点	AK36+950	15#表土临时堆放场	主线	西昌市	主线西昌境内占用主体用地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	118#监测点	AK50+300	20#表土临时堆放场	主线	西昌市	主线西昌境内新增占地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	119#监测点	AK58+900	24#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内新增占地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法

监测分区	监测编号	监测桩号	名称	项目	行政区域	代表性说明	监测内容	监测方法
	120#监测点	AK82+100	40#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内新增占地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	121#监测点	AK102+500	46#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内新增占地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	122#监测点	AK112+400	52#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内占用主体用地	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	实地调查法、实测法、填图法、遥感法、径流小区法、钢钎法
	123#监测点	AK118+900	57#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内新增占地	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	124#监测点	AK130+300	61#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内占用主体用地	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	125#监测点	A6K152+000	68#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内新增占地	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	126#监测点	A6K177+200	82#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内新增占地	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	127#监测点	AK186+600	87#表土临时堆放场	主线	盐源县	主线盐源境内新增占地	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	128#监测点	Z0K5+100	97#表土临时堆放场	木里支线	盐源县	木里支线新增占地	水土流失影响因素、水土流失状况、水土保持措施	实地调查法、实测法、填图法、遥感法钢钎法
	129#监测点	Z0K18+950	102#表土临时堆放场	木里支线	木里县	木里支线新增占地	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、钢钎法
	130#监测点	Z0K22+400	106#表土临时堆放场	木里支线	木里县	木里支线新增占地	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、钢钎法
	131#监测点	Z0K37+300	111#表土临时堆放场	木里支线	木里县	木里支线占用主体用地	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、钢钎法
	132#监测点	LK11+000	120#表土临时堆放场	泸沽湖支线	盐源县	泸沽湖支线主体占地	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、钢钎法
	133#监测点	LK12+720	121#表土临时堆放场	泸沽湖支线	盐源县	泸沽湖支线新增占地	水土流失影响因素、水土流失状况和水土保持措施	实地调查法、实测法、钢钎法

以上监测点位根据本项目的实际情况和监测点位的布点原则确定，并适当兼顾相对集中、交通便利、避免人为干扰等因素。水土流失监测的实施应从施工准备期开始，在工程建设过程中按计划进行，直到设计水平年结束。监测过程应严格按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161号）、《水土保持监测技术规程》（SL 277-2002）和《水土保持试验规程》（SL 419-2007）的相关规定进行。

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设施和设备

根据本项目的工程规模，监测点位的设置及监测方法，本项目水土流失监测所需要的主要设备及设施情况见表 6.4.1-1。

表 6.4.1-1 各种监测方法主要设备表

设备设施分类	序号	名称	单位	数量	备注
仪器设备	1	计算机	台	15	由监测单位提供
	2	手持式 GPS	台	4	
	3	全站仪	台	1	
	4	红外测距仪	台	2	
	5	数码照相机	台	10	
	6	摄像机	台	3	
	7	干燥箱	台	2	
	8	电子天平	台	8	
	9	坡度仪	个	2	
	10	无人机	架	3	
工具及耗材	11	测绳	米	若干	
	12	2m 抽式标杆	支	30	
	13	50m 皮尺	个	10	
	14	4m 卷尺	个	10	
	15	φ10 钢钎	根	若干	
	16	自计雨量计	个	10	
	17	1000ml 量筒	个	40	
	18	漏斗	个	若干	
	19	滤纸	张	若干	
	20	地形图	套	2	
监测设施	21	集沙池	个	6	利用工程设置排水沟、沉沙池监测
	22	径流小区	套	10	
	23	简易水土流失观测场	个	30	

6.4.2 监测机构和人员

水土保持监测是水土保持的重要组成部分，可及时反映工程水土保持信息，给实施监督管理提供依据，从而采取有力的管理措施，实施有效的监督管理。根据水土保持监测相关要求，建设单位可自行或委托有监测实力的水土保持监测机构按水行政主管部门批复的水土保持方案和工程相关设计文件对工程建设实施水土保持监测，并由各级地方水行政主管部门和建设单位对监测工作进行协作和监督。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。

根据本项目的工程规模、监测内容和方法，共需水土保持监测人员 15 人，其中总监测工程师 1 人，监测工程师 5 人，监测员 9 人。

6.4.3 监测成果及报告

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。

监测单位在监测工作开展前制定监测实施方案。在监测期间做好监测记录和数据整编，按季度编制监测报告。监测单位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报送上一季度的监测季报。在水土保持设施验收前编制监测总结报告。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，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，随时向生产建设单位报告。

监测成果图件应包括项目区地理位置图、监测分区与监测点分布图、大型弃土（石、渣）场、大型取土（石、料）场和大型开挖（填筑）区的扰动地表分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图等。监测成果数据表（册）应包括原始记录表和汇总分析表。监测成果影响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。监测成果应采用纸质和电子版形式保存，做好数据备份。

6.4.4 监测三色评价

水土保持监测三色评价是监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测成果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。

三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。三色评价采用评价法，满分为 100 分；得分 80 分及以上的为“绿”色，60 分及以上不足 80 分的为“黄”色，不足 60 分的为“红”色。监测季报三色评价得分为本季度实际得分，监测总结报告三色评价得分为全部监测季报得分的平均值。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

1.水土保持投资估算应符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的有关规定；

2.本项目水土保持投资估算价格水平年与主体工程一致，即：2020年第三季度；

3.人工预算单价、材料预算价格及主体工程已有水土保持措施单价与主体工程估算价格一致，不足部分参考水土保持或相关行业的定额编制规定；

4.执行国家发改委、建设部、四川省发展和改革委员会、四川省水利厅关于水土保持补偿费、相关费率的计取标准。

7.1.1.2 编制依据

1.交通运输部 2018 年 86 号公告发布的《公路工程基本建设项目投资估算编制办法》（JTG 3820—2018）；

2.交通运输部 2018 年第 86 号公告颁发的《公路工程估算指标》（JTG/T 3821—2018）；

3.《四川省交通运输厅关于贯彻执行交通运输部 2018 年〈公路工程项目投资估算、概算预算编制办法〉及配套指标、定额有关事项的通知》（川交函[2019]344 号）；

4.《关于颁发〈水土保持工程概（估）算编制规定和定额〉的通知》（水利部水总[2003]67 号）；

5.四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）；

6.国家发改委《关于加强对基本建设大中型项目估算中“价差预备费”管理的有关问题的通知》（计投资[1999]1340 号）；

7.财政部国家发展改革委水利部中国人民银行关于印发《水土保持补偿费征收使用管理办法》的通知（财综[2014]8 号）；

8.《关于印发〈四川省水土保持补偿费征收使用管理实施办法〉的通知》（四川

省财政厅 四川省发展和改革委员会 四川省水利厅 中国人民银行成都分行 川财综[2014]6号)；

9.四川省发展和改革委员会 四川省财政厅《关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》（川发改价格[2017]347号）；

10.四川省水利厅关于印发《增值税税率调整后<四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定>相应调整办法》的通知（川水函[2019]610号）；

11.《G7611 线西昌至香格里拉（四川境）高速公路工程可行性研究报告》（四川省交通勘察设计研究院有限公司，2020年7月）。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 基础单价

1.人工预算单价

本项目水土保持工程人工预算单价执行交通行业人工单价标准。

本项目位于凉山彝族自治州西昌市、盐源县、木里县境内，依据《四川省交通运输厅关于贯彻执行交通运输部 2018 年〈公路工程项目投资估算、概算预算编制办法〉及配套指标、定额有关事项的通知》（川交函[2019]344号），西昌市人工单价为 100.05 元/工日，盐源县人工单价为 117.30 元/工日，木里县人工单价为 139.15 元/工日。根据本项目在各区县的路线长度加权平均后，取本项目人工单价为 116.07 元/工日，即 14.51 元/工时。

2.主要材料预算价格

本项目水保方案需要用到的主要材料、其它材料均为主体工程所需材料的一部分，因此，可直接采用主体工程材料预算单价。苗木、草、种子、柴油、汽油、钢筋、水泥、炸药、砂石料、商品混凝土价格以川水函[2019]610号、川水发[2015]9号为基价计算，并计算价差。本项目主要材料预算单价见表 7.1-1。

表 7.1-1 本项目主要材料预算单价表

序号	名称及规格	单位	预算 价格(元)	其中				基价 (元)	价差 (元)
				原价	运杂费	采购及 保管费	运输 保险费		
1	人工	工时	14.51	14.51					
2	HPB300 钢筋	t	4059.60	4059.60			2600.00	1459.60	
3	HPB400 钢筋	t	4130.13	4130.13			2600.00	1530.13	
4	土工布	m ²	4.27	4.27					
5	土工格栅	m ²	8.29	8.29					
6	PVC 塑料管 (Φ50mm)	m	6.41	6.41					
7	透水波纹管 (Φ20cm)	m	30.00	30.00					
8	三维植被网	m ²	8.97	8.97					
9	铁丝编织网	m ²	20.43	20.43					
10	乔木	株	60.00	60.00			15.00	45.00	
11	灌木	株	17.70	17.70			15.00	2.70	
12	草籽/灌木籽	kg	70.80	70.80			60.00	10.80	
13	草皮	m ²	13.00	13.00			10.00	3.00	
14	草袋(植生袋)	个	1.28	1.28					
15	32.5 级水泥	t	542.01	542.01			260.00	282.01	
16	柴油	kg	6.44	6.44			3.00	3.44	
17	电	kw-h	0.86	0.86					
18	水	m ³	3.09	3.09					
19	黏土	m ³	23.00	23.00					
20	中(粗)砂	m ³	127.76	127.76			70.00	57.76	
21	片石	m ³	105.73	105.73			70.00	35.73	
22	块石	m ³	160.00	160.00			70.00	90.00	
23	卵石	m ³	98.01	98.01			70.00	28.01	
24	碎石(4cm, 堆方)	m ³	115.58	115.58			70.00	45.58	
25	无纺布 30g	m ²	1.00	1.00					
26	工程胶	kg	25.00	25.00					

3.砂浆、混凝土预算单价

根据以上材料单价，以《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》为依据，计算本项目使用的各种水泥砂浆单价见表 7.1-2。

表 7.1-2 水泥砂浆单价计算表

序号	砂浆强度等级	水泥标号	预算量			单价 (元/m ³)
			水泥(kg)	粗砂(m ³)	水(m ³)	
1	M7.5	32.5	292	1.11	0.289	154.51

7.1.2.2 各项措施费用构成

1.工程措施

工程措施费 = 工程量 × 工程措施单价；

工程措施单价以水总[2003]67 号为定额基础计算，并根据川水发[2015]9 号、川水函[2019]610 号进行相关费率调整。

2.植物措施

植物措施费 = 工程量 × 植物措施单价；

工程措施单价以水总[2003]67 号为定额基础计算，并根据川水发[2015]9 号、川水函[2019]610 号进行相关费率调整。

3.监测措施

包括土建设施费、设备及安装费、建设期观测运行费，根据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）进行计算。

4.施工临时工程

临时防护措施费 = 工程量 × 临时措施单价；

工程措施单价以水总[2003]67 号为定额基础计算，并根据川水发[2015]9 号、川水函[2019]610 号进行相关费率调整。

其他临时工程费按一至三投资之和的 1.0% 进行计算。

本项目全线设计高程在 1466.30 ~ 2678.34m 之间，全线加权平均海拔高程在 2150m 左右。因此，本方案水土保持工程投资估算按《水土保持工程概（估）算定额》中的相关要求，取高海拔地区人工调整系数 1.10，机械调整系数 1.25。

5.独立费用

(1)建设管理费

本项目建设规模巨大，考虑按新增工程措施、植物措施、监测措施和施工临时工程费用之和的 0.5% 计列。

(2)科研勘测设计费

包括工程科学研究试验费、工程勘测设计费、方案编制费。根据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）的相关说明进行计算。

(3)工程建设监理费

根据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）的相关说明进行计算。

(4)竣工验收技术评估费

根据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）的相关说明进行计算。

(5)招标代理服务费

根据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）的相关说明进行计算。

(6)经济技术咨询费

根据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）的相关说明进行计算。

6.预备费

(1)基本预备费

按一至五部分投资合计的 10% 计取。

(2)价差预备费

按计投资[1999]1340 号文《关于加强对基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知》的规定，本工程暂不计价差预备费。

7.水土保持补偿费

本项目为一般性生产建设项目，根据《四川省发改委 财政厅 关于制定水土保持补偿费收费标准的通知（川发改价格[2017]347号）》，本项目水土保持补偿费按照征占地面积 1.3 元/m² 计取。

7.1.2.3 各项费率的取值标准

按照水利部水总[2003]67号、川水发[2015]9号、川水函[2019]610号等文件的相关规定，本项目各项费用的费率取值如下：

1.其它直接费

参考本项目主体工程估算标准，工程措施按直接费的 5% 计算，植物措施和土地整治工程按直接费的 4% 计算。

2.间接费

参考本项目主体工程估算标准及水利部办公厅关于印发《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知（办水总[2016]132号），本项目土石方工程按直接工程费的 5.0% 计算，土地整治工程按直接费的 3.3% 计算，混凝土工程按直接工程费的 4.3% 取值，基础处理工程按直接工程费的 6.5% 取值，其它工程按直接工程

费的 4.4%取值；植物措施按直接工程费的 3.3%取值。

3.利润

根据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）的相关说明，按直接费和间接费之和的 7%计算。

4.税金

根据四川省水利厅关于印发《增值税税率调整后〈四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定〉相应调整办法》的通知（川水函〔2019〕610号），本项目税金按 9%计算。

5.扩大系数

根据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）的相关说明，本项钢筋工程、模板工程乘以 5%的扩大系数，砂石备料工程（自采）不乘以扩大系数，其余各类工程乘以 10%的扩大系数。

7.1.2.4 估算成果

本项目水保工程总投资为 542472.95 万元，占工程总投资（512.48 亿元）的 10.59%，其中：工程措施费 441175.11 万元，植物措施费 33272.22 万元，监测措施费 1665.00 万元，施工临时工程费 16403.59 万元，工程独立费用 6356.43 万元，基本预备费 41111.36 万元，水土保持补偿费 2489.24 万元。计算结果见表 7.1-3 ~ 7.1-11。

表 7.1-3 水土保持措施投资估算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	新增水保措施费	主体工程已有措施费	合计
	第一部分：工程措施	360946.47				360946.47	80228.64	441175.11
1	主体工程区						80228.64	80228.64
2	弃渣场	26395.00				26395.00		26395.00
3	施工生产生活区	41.99				41.99		41.99
4	施工道路区	334500.21				334500.21		334500.21
5	表土临时堆放场区	9.27				9.27		9.27
	第二部分：植物措施			25742.06		25742.06	7530.16	33272.22
1	主体工程区			457.49		457.49	7530.16	7987.65
2	弃渣场			4967.58		4967.58		4967.58
3	施工生产生活区			95.06		95.06		95.06
4	施工道路区			20086.02		20086.02		20086.02
5	表土临时堆放场区			135.91		135.91		135.91
	第三部分：监测措施	1365.00	300.00			1665.00		1665.00
1	土建设施	200.00				200.00		200.00
2	设备及安装	15.00	300.00			315.00		315.00
3	建设期观测运行费	1150.00				1150.00		1150.00
	第四部分：施工临时工程	16403.59				16403.59		16403.59
1	主体工程区	7023.92				7023.92		7023.92
2	弃渣场	618.22				618.22		618.22
3	施工生产生活区	295.69				295.69		295.69
4	施工道路区	1921.20				1921.20		1921.20
5	表土临时堆放场区	2661.02				2661.02		2661.02
6	其它临时工程	3883.54				3883.54		3883.54
	第五部分：独立费用				6356.43	6356.43		6356.43
1	建设管理费				2023.78	2023.78		2023.78
2	科研勘测设计费				2538.67	2538.67		2538.67
3	工程建设监理费				1217.23	1217.23		1217.23
4	竣工验收技术评估费				412.20	412.20		412.20
5	招标代理服务费				99.45	99.45		99.45
6	经济技术咨询费				65.10	65.10		65.10
I	一至五部分合计	378715.06	300.00	25742.06	6356.43	411113.55	87758.80	498872.35
II	基本预备费					41111.36		41111.36
III	价差预备费							
IV	水土保持补偿费					2489.24		2489.24
V	工程总投资	378715.06	300.00	25742.06	6356.43	454714.15	87758.80	542472.95
	静态总投资（I+II+IV）	378715.06	300.00	25742.06	6356.43	454714.15	87758.80	542472.95
	总投资（I+II+III+IV）	378715.06	300.00	25742.06	6356.43	454714.15	87758.80	542472.95

表 7.1-4 主体工程已有水保措施投资估算表

编号	工程项目	工程名称	单位	数量	单价（元）	投资合计
	第一部分：工程措施					80228.64
1	路基工程					29742.14
	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.30	11512400	345.37
	路基排水	C20 混凝土	万 m ³	21.51	12261900	26375.35
		C25 混凝土	万 m ³	1.33	13488100	1793.92
		防水土工布	万 m ²	17.78	155208	275.96
	占地区域	表土剥离	万 m ³	43.03	221136	951.55
2	隧道工程					611.62
	洞口排水	C20 混凝土	m ³	4988	1226.19	611.62
3	交叉工程					49128.56
	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	36.66	11512400	42204.46
	排水工程	C20 混凝土	万 m ³	5.06	12261900	6204.52
	占地区域	表土剥离	万 m ³	32.54	221136	719.58
4	沿线设施					746.32
	骨架护坡	C20 混凝土	万 m ³	0.24	11512400	276.30
	排水工程	C20 混凝土	万 m ³	0.30	12261900	367.86
	占地区域	表土剥离	万 m ³	4.62	221136	102.16
	第二部分：植物措施					7530.16
1	路基工程					4561.01
	边坡绿化、 中央分隔带绿化	喷播植草	万 m ²	15.80	235000	371.30
		挂三维网植草	万 m ²	13.65	540600	737.92
		栽植乔木	万株	21.24	258755	549.60
		乔木	万株	21.24	600000	1274.40
		栽植灌木	万株	62.35	61741	384.96
		灌木	万株	62.35	177000	1103.60
		撒播植草	hm ²	29.50	1634.12	4.82
		撒播草籽	kg	4426	70.80	31.34
		覆土	万 m ³	10.35	99598	103.08
2		隧道工程				
	洞门绿化	喷播植草	m ²	15675	235000	36.84
		覆土	万 m ³	0.31	99598	3.09
3	交叉工程					2534.33
	边坡绿化	喷播植草	万 m ²	6.89	235000	161.92
		挂三维网植草	万 m ²	9.70	540600	524.38
		覆土	万 m ³	16.11	99598	160.45
	场地绿化	栽植乔木	万株	8.84	258755	228.74
		乔木	万株	8.84	600000	530.40
		栽植灌木	万株	23.57	61741	145.52
		灌木	万株	23.57	177000	417.19
		撒播植草	hm ²	58.93	1634.12	9.63
		撒播草籽	kg	8840	70.80	62.59
		覆土	万 m ³	29.47	99598	293.52
		覆土	万 m ³	29.47	99598	293.52
4	沿线设施					394.90
	边坡绿化	喷播植草	m ²	2.80	235000	65.80

编号	工程项目	工程名称	单位	数量	单价（元）	投资合计
		覆土	万 m ³	0.84	99598	8.37
	场地绿化	栽植乔木	万株	1.68	258755	43.47
		乔木	万株	1.68	600000	100.80
		栽植灌木	万株	4.48	61741	27.66
		灌木	万株	4.48	177000	79.30
		撒播植草	hm ²	11.20	1634.12	1.83
		撒播草籽	kg	1681	70.80	11.90
		覆土	万 m ³	5.60	99598	55.77
	已有水保投资合计					87758.81

表 7.1-5 新增水土保持措施投资估算表

编号	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				360946.47
1	弃渣场				26395.00
	表土剥离	万 m ³	56.03	221136	1239.03
	土夹石开挖	m ³	390486	27.27	1064.86
	土夹石回填	m ³	77549	75.60	586.27
	M7.5 浆砌片石挡渣墙	m ³	28993	484.37	1404.33
	M7.5 浆砌片石截排水沟、沉沙池	m ³	68580	472.39	3239.65
	M7.5 砂浆抹面（3cm 厚）	m ²	130726	39.29	513.62
	C20 砼（拦渣坝、拦水坝、排洪渠、护岸等）	m ³	139125	1151.24	16016.63
	碎砾石盲沟	m ³	66019	280.20	1849.85
	强夯	m ³	7018	34.16	23.97
	透水波纹管	m	139600	30.00	418.80
	土地整治	hm ²	310.98	1221.55	37.99
2	施工生产生活区				41.99
	表土剥离	万 m ³	1.67	221136	36.93
	土地整治	hm ²	41.40	1221.55	5.06
3	施工道路区				334500.21
	表土剥离	万 m ³	89.80	221136	1985.80
	骨架护坡（C20 砼混凝土）	万 m ³	3.02	11512400	3476.74
	路基排水（C20 砼混凝土）	万 m ³	268.30	12261900	328986.78
	土地整治	hm ²	416.60	1221.55	50.89
4	表土临时堆放场				9.27
	土地整治	hm ²	75.90	1221.55	9.27
	第二部分：植物措施				25742.05
1	主体工程区				457.49
	栽植灌木	万株	17.56	61741	108.42
	灌木	万株	17.56	177000	310.81
	撒播草籽	hm ²	43.91	1634.12	7.18
	草种	kg	4391	70.80	31.09
2	弃渣场				4967.58
	栽植乔木	万株	24.11	258755	623.86

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
	乔木	万株	24.11	600000	1446.60
	栽植灌木	万株	79.34	61741	489.85
	灌木	万株	79.34	177000	1404.32
	撒播草籽	hm ²	198.31	1634.12	32.41
	草籽	kg	31098	70.80	220.17
	覆土	万 m ³	75.34	99598	750.37
3	施工生产生活区				95.06
	栽植乔木	株	4650	25.87	12.03
	乔木	株	4650	60.00	27.90
	栽植灌木	株	12400	6.17	7.65
	灌木	株	12400	17.70	21.95
	撒播草籽	hm ²	3.10	1634.12	0.51
	草籽	kg	1185	70.80	8.39
	覆土	万 m ³	1.67	99598	16.63
4	施工道路区				20086.02
	挂三维网植草	万 m ²	158.20	540600	8552.29
	喷播植草	万 m ²	175.02	235000	4112.97
	栽植乔木	万株	41.38	258755	1070.73
	乔木	万株	41.38	600000	2482.80
	栽植灌木	万株	110.36	61741	681.37
	灌木	万株	110.36	177000	1953.37
	撒播灌籽	hm ²	275.90	1634.12	45.09
	草籽	kg	41385	70.80	293.01
	覆土	万 m ³	89.80	99598	894.39
5	表土临时堆放场				135.91
	栽植乔木	万株	0.81	258755	20.96
	乔木	万株	0.81	600000	48.60
	栽植灌木	万株	2.16	61741	13.34
	灌木	万株	2.16	177000	38.23
	撒播草籽	hm ²	12.06	1634.12	1.97
	草籽	kg	1809	70.80	12.81
	第三部分：监测措施				1665.00
1	土建设施				200.00
2	设备及安装				315.00
	设备费				300.00
	安装费	%	5		15.00
3	建设期观测运行费				1150.00
	第四部分：临时措施				16403.58
1	主体工程区				7023.92
	土袋拦挡	万 m ³	16.67	3620184	6034.85
	无纺布遮盖（苫盖）	万 m ²	67.61	51558	348.58
	土夹石开挖	m ³	17907	27.27	48.83
	复合土工布	万 m ²	38.12	155208	591.65
2	弃渣场				618.22
	无纺布苫盖	万 m ²	66.10	51558	340.80

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
	土夹石开挖	m ³	4218	27.27	11.50
	复合土工布	m ²	171340	15.52	265.92
3	施工生产生活区				295.69
	土袋拦挡	m ³	3350	362.02	121.28
	土夹石开挖	m ³	6653	27.27	18.14
	M7.5 浆砌片石	m ³	3308	472.39	156.27
4	施工道路区				1921.20
	土袋拦挡	万 m ³	3.00	3620184	1086.06
	土夹石开挖	m ³	13024	27.27	35.52
	复合土工布	万 m ²	51.52	155208	799.63
5	表土临时堆放场				2661.02
	土夹石开挖	m ³	28906	27.27	78.83
	M7.5 浆砌片石	m ³	14402	472.39	680.34
	干砌片石拦挡	m ³	49725	280.14	1393.00
	撒播草籽	hm ²	75.90	1634.12	12.40
	草籽	kg	3795	70.80	26.87
	无纺布苫盖	万 m ²	91.08	51558	469.59
6	其它临时措施费用	%			3883.54
Σ	新增水土保持措施费用合计				404757.10

表 7.1-6 独立费用估算表（单位：万元）

序号	费用名称	编制依据及计算公式	金额
一	建设管理费	按新增工程措施、植物措施、监测措施和施工临时工程措施费用之和的 0.5% 计列	2023.78
二	科研勘测设计费	1+2+3	2538.67
1	工程科学研究试验费	本项目不需要计列	/
2	工程勘测设计费	根据川水发[2015]9 号发布的《四川省水利水电工程概（估）算编制规定》的相关说明计列	1913.87
3	方案编制费	根据川水发[2015]9 号发布的《四川省水利水电工程概（估）算编制规定》的相关说明计列	624.80
三	工程建设监理费	参照国家发改委、建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知（发改价[2007]670 号）计列，结合市场情况调整	1217.23
四	竣工验收技术评估费	根据川水发[2015]9 号发布的《四川省水利水电工程概（估）算编制规定》的相关说明计列	412.20
五	招标代理服务费	根据川水发[2015]9 号发布的《四川省水利水电工程概（估）算编制规定》的相关说明计列	99.45
六	经济技术咨询费	根据川水发[2015]9 号发布的《四川省水利水电工程概（估）算编制规定》的相关说明计列	65.10
	合计		6356.43

表 7.1-7 水土保持补偿费计算表

项目名称	西昌市	盐源县	木里县	合计
面积 (hm ²)	354.82	1349.84	210.14	1914.80
补偿标准 (万元/hm ²)	1.30	1.30	1.30	
补偿费 (万元)	461.27	1754.79	273.18	2489.24

表 7.1-8 水保投资年度投资估算表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	投资合计	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
	第一部分：工程措施	441175.11	201192.99	195753.16	28080.02	8071.80	8074.10	3.04
1	主体工程区	80228.64	4011.43	32091.46	28080.02	8022.86	8022.86	
2	弃渣场	26395.00	13197.50	13159.51		22.79	15.20	
3	施工生产生活区	41.99	36.93				2.02	3.04
4	施工道路区	334500.21	183947.13	150502.19		22.90	27.99	
5	表土临时堆放场	9.27				3.24	6.03	
	第二部分：植物措施	33272.22		6427.53	6422.85	8654.83	10927.47	839.54
1	主体工程区	7987.65			798.77	3594.44	2795.68	798.77
2	弃渣场	4967.58				1987.03	2980.55	
3	施工生产生活区	95.06				33.27	61.79	
4	施工道路区	20086.02		6427.53	5624.09	3012.90	5021.51	
5	表土临时堆放场	135.91				27.18	67.96	40.77
	第三部分：监测措施	1665.00	424.00	436.00	230.00	230.00	230.00	115.00
1	土建设施	200.00	120.00	80.00				
2	设备及安装	315.00	189.00	126.00				
3	建设期观测运行	1150.00	115.00	230.00	230.00	230.00	230.00	115.00
	第四部分：施工临时工程	16403.59	7025.13	7105.25		502.40	896.54	171.89
1	主体工程区	7023.92	2809.57	3511.96	702.39			
2	弃渣场	618.22	154.56	123.64		185.47	154.56	
3	施工生产生活区	295.69	133.06	118.28		29.57	14.78	
4	施工道路区	1921.20	960.60	672.42		96.06	192.12	
5	表土临时堆放场	2661.02	1064.41	931.36		133.05	399.15	133.05
6	其它临时工程	3883.54	1902.93	1747.59		58.25	135.92	38.84
	第五部分：独立费用	6356.43	3128.51	648.20	648.20	648.20	648.20	635.11
1	建设管理费	2023.78	303.57	404.76	404.76	404.76	404.76	101.19
2	科研勘测设计费	2538.67	2538.67					
3	工程建设监理费	1217.23	121.72	243.45	243.45	243.45	243.45	121.72
4	竣工验收技术评估费	412.20						412.20
5	招标代理服务费	99.45	99.45					
6	经济技术咨询费	65.10	65.10					
I	一至五部分合计	498872.35	211770.62	210370.14	35381.08	18107.23	20776.31	1764.57
II	基本预备费	41111.36	10277.84	12333.41	6166.70	4933.36	4933.36	2466.68
III	价差预备费							
IV	水土保持补偿费	2489.24	2489.24					
V	工程总投资	542472.95	224537.70	222703.54	41547.78	23040.60	25709.67	4231.25
	静态总投资（I+II+IV）	542472.95	224537.70	222703.54	41547.78	23040.60	25709.67	4231.25
	总投资（I+II+III+IV）	542472.95	224537.70	222703.54	41547.78	23040.60	25709.67	4231.25

表 7.1-9 施工机械台班费用汇总表（单位：元）

编号	名称及规格	台时费	其中				
			折旧费	修理及替换设备费	安拆费	人工费	动力燃料费
1023	装载机 3.0m ³	169.01	44.48	34.57		18.86	71.10
1030	推土机 59kw	81.63	9.39	11.73	0.49	34.82	25.20
1035	推土机 132kw	170.96	37.86	39.86	1.72	34.82	56.70
1043	轮式拖拉机（37kW）	39.95	2.64	3.29	0.16	18.86	15.00
1056	自行式铲运机（9~12m ³ ）	133.81	19.96	31.03		34.82	48.00
1077	蛙式夯实机（2.8kw）	32.23	0.15	0.91		29.02	2.15
2002	混凝土搅拌机（0.4m ³ ）	35.00	2.86	4.81	1.07	18.86	7.40
3018	自卸汽车 20t	140.99	43.94	29.59		18.86	48.60
3059	胶轮架子车	0.81	0.23	0.58			

表 7.1-10 工程单价汇总表（主体工程已有的项目单价）

序号	工程名称	单位	单价
1	C20 砼（排水工程）	m ³	1226.19
2	C25 砼（排水工程）	m ³	1348.81
3	C20 砼（路基防护工程）	m ³	1151.24
4	喷播植草	m ²	23.50
5	挂三维网植草	m ²	54.06

表 7.1-11 工程单价汇总表（水保工程中新增的项目单价，单位：元）

序号	工程名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械费	其它直接费	间接费	企业利润	价差	税金	估算扩大金额
1	表土剥离	100m ³	2211.36	114.92	7.02	1075.08	59.85	62.84	92.38	432.24	165.99	201.03
2	土夹石开挖	100m ³	2727.31	1877.01	51.19	/	96.41	101.23	148.81	/	204.72	247.94
3	土夹石回填	100m ³	7560.40	5203.29	141.91	/	267.26	280.62	412.52	/	567.50	687.31
4	M7.5 浆砌片石挡渣墙	100m ³	48436.58	13321.05	12939.52	442.32	1335.14	1401.90	2060.80	8896.75	3635.77	4403.33
5	M7.5 浆砌片石截排水沟	100m ³	47238.75	12213.36	13079.27	451.61	1287.21	1351.57	1986.81	9028.62	3545.86	4294.43
6	干砌片石挡墙	100m ³	28014.29	9029.14	8201.20	81.62	865.60	908.88	133.61	4144.68	2102.82	2546.75
7	水泥砂浆抹面（3cm）	100m ²	3928.54	1837.11	559.02	34.84	121.55	127.63	187.61	408.77	294.89	357.14
8	碎砾石盲沟	100m ³	28020.40	7485.71	7918.40	78.84	774.15	812.85	1194.90	5104.96	2103.28	2547.31
9	蛙夯夯实	100m ³	3415.51	1402.97	126.27	885.52	120.74	126.77	186.36	/	256.38	310.50
10	土地整治	1hm ²	1221.55	303.26	33.90	399.50	29.47	25.28	55.40	172.00	91.69	111.05
11	覆土	100m ³	995.98	127.69	12.77	418.94	27.97	29.37	43.17	170.76	64.76	90.54
12	栽植乔木	100 株	2587.55	1165.15	49.51	/	48.59	41.69	91.53	4590.00	538.77	652.50
13	栽植灌木	100 株	617.41	175.57	32.81	/	8.34	7.15	15.67	275.40	46.34	56.13
14	撒播草籽	1hm ²	1634.12	957.66	150.00	/	44.31	38.01	83.30	540.00	163.20	197.65
15	土袋拦挡	100m ³	36201.84	19298.30	73.13	/	137.73	144.62	212.58	/	292.46	354.20
16	铺土工布	100m ²	1552.08	574.60	522.72	/	54.87	57.61	84.69	/	116.50	141.10
17	铺无纺布	100m ²	515.58	255.38	109.14	/	18.23	19.14	28.13	/	38.70	46.87

7.2 效益分析

水土保持效益分析本着可持续发展原则，着重分析方案实施后，控制人为水土流失所产生的保土保水、改善生态环境、保障公路安全运营方面的效益和作用。本方案着重分析项目建设区在实施水土保持治理措施后所产生的效益，效益分析中以减轻和控制水土流失为主，其次才考虑其它方面的效益。

7.2.1 水土保持基础效益

在方案拟定的各项措施实施后，施工期水土流失基本得到控制，在自然恢复期的水土流失也很小，方案实施可有效防治因工程建设造成的水土流失，防止土壤被雨水、径流冲刷，保护水土资源，使占地区域内的水土流失得到有效控制，生态环境得到恢复。

水土保持效益指标包括水土流失治理度、水土流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和林草覆盖率等。根据本方案采取的各项措施，计算结果见表 7.2-1，达标情况见表 7.2-2。

表 7.2-1 方案目标值计算表

序号	项目	指标	
1	水土流失治理度 (%)	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失总面积 (hm ²)
	97.65	1869.80	1914.80
2	土壤流失控制比	项目区容许土壤流失量 (t/km ² a)	治理后每平方公里年平均土壤流失量 (t/km ² a)
	1.04	500	480
3	渣土防护率 (%)	采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量 (万 m ³)	永久弃渣和临时堆土总量 (万 m ³)
	98.50	3458.10	3510.77
4	表土保护率 (%)	保护的表土数量 (万 m ³)	可剥离表土总量 (万 m ³)
	99.76	227.15	227.69
5	林草植被恢复率 (%)	林草类植被面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)
	97.24	662.29	681.09
6	林草覆盖率 (%)	林草类植被面积 (hm ²)	防治责任范围总面积 (hm ²)
	34.61	662.29	1914.80

表 7.2-2 水土保持方案目标达成情况

序号	指标名称	防治目标	方案实现目标	达标情况
1	水土流失治理度	95.80%	97.65%	达标
2	土壤流失控制比	1.00	1.04	达标
3	渣土防护率	91.50%	98.50%	达标
4	表土保护率	94.50%	99.76%	达标
5	林草植被恢复率	95.90%	97.24%	达标
6	林草覆盖率	22.50%	34.61%	达标

通过实施本方案各项水土保持措施，可治理水土流失面积 1914.80hm²，林草植被建设面积 662.29hm²，减少水土流失量 91.04 万 t，整个工程区水土流失治理度达到 97.65%，土壤流失控制比达到 1.04，渣土防护率达到 98.50%，表土保护率达到 99.76%，林草植被恢复率达到 97.24%，林草覆盖率达到 34.61%，水土保持效益各项指标均达到防治目标的要求，水土保持效益良好。

7.2.2 生态效益

通过在工程建设区建设期间采取必要的临时防护措施、排水措施、后期场地绿化措施等水土流失综合防治措施，能够有效减少或基本遏制工程建设区新增水土流失，而且还增加了项目区的绿地面积，有利于项目区生态系统的良性循环。通过边坡绿化、临时工程绿化等，可使项目建设区内的林草植被恢复率达 97.24%，林草覆盖率达到 34.61%。

7.2.3 社会效益

通过认真贯彻水土保持法规，因地制宜地采取水土保持预防措施、治理措施、监督检查等措施，使项目建设期、自然恢复期可能造成水土流失及危害降到最低限度，从而确保项目建设顺利进行。项目建设与区域建设、产业发展相结合，促进当地交通、旅游、信息产业等持续快速发展。通过实施水土保持方案，控制水土流失，避免造成水土流失危害，保证沿线河流、沟渠得以畅通，排污自如，从而促进项目区国民经济、社会事业稳步发展，实现经济发展的目标，因此本项目将产生巨大的社会效益。

7.2.4 经济效益

通过实施水土保持方案，有效地预防和治理可能造成水土流失，控制、减少、避免项目建设可能给项目区造成的水土流失危害，保证项目安全、畅通，从而保障了该项目发挥最佳的投资效益，这是最大的经济效益。因此，宏观上实施项目水土保持方案，不仅有持久的生态、社会效益，而且也可取得良好的经济效益。

7.2.5 效益分析综合结论

通过效益分析可知，工程项目水土保持措施带来的综合效益较明显，基础效益能够满足方案设定的目标值，生态效益和社会效益相协调，对于防治项目区水土流失起着十分重要的作用，因此在项目实施的过程中，贯彻落实水保方案提出的临时防护措施、工程措施、植物措施是必要的和行之有效的。

8 水土保持管理

为确保本项目水土保持方案顺利实施、工程新增水土流失得到有效控制、项目区及周边生态环境良性发展，建设单位必须严格按照水土保持方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求建立一套完善的方案实施保障措施，从而贯彻《中华人民共和国水土保持法》中的“三同时”要求，切实将水土保持工作纳入到整个工程建设中去。

8.1 组织管理

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报水行政主管部门批准后，由建设单位负责组织实施。为保证水土保持方案各项措施的顺利实施，建设单位应在工程筹备期就成立水土保持管理机构，建立项目水土保持管理制度，并指派专人负责水土保持工作的实施。水土保持管理机构的主要职责是与设计、施工、监测、监理单位保持联系，协调好水土保持相关工作和水土保持资料管理工作，并负责向水行政主管部门报告建设信息和水土保持工作情况，主动配合水行政主管部门的监督检查，及时整改监督检查中发现的问题，若发生严重水土流失危害事件时，及时向当地水行政主管部门汇报，并及时有效处理。

水土保持方案实施过程中应采取“三制”质量保障措施，即实行项目管理制、工程招投标制和工程监理制，以保证水土保持方案的顺利实施，以达到预期的设计目标。建设单位应当加强对主体工程设计单位、施工单位、监测单位、监理单位的监督管理，并根据《水利部水土保持司关于印发生产建设项目水土保持问题分类及责任单位责任追究标准（试行）的通知》（水保监督函[2019]20号）的相关要求，在招标文件和合同中明确各参建单位的水土保持责任。

建设单位在项目开工前，应向水行政主管部门报告开工信息，若工程设计内容发生变化，应根据《水利部办公厅关于印发〈水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）〉的通知》（办水保〔2016〕65号）和《四川省水利厅关于印发四川省生产建设项目水土保持措施变更管理办法（试行）的通知》（川水函〔2015〕1561号）的要求进行核对，达到重大变更的，应重新编制水土保持方案报原水行政主管部门审批部门进行审批，重新获批后方可实施。

根据《四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定》（川水函〔2014〕1723号），有下列情况的，需修改、补充水土保持方案报原审批机关批准：①因地

点、规模发生变化，需要重新办理立项手续的。②矿山、电厂、水利水电枢纽、机场等点型项目主体工程地点、规模等发生变化的。③公路、铁路、输油输气管道等线型项目线路位置变化超过 30% 的。④项目总占地面积增加 20% 以上的。⑤方案批复后满 5 年项目未实施的。⑥建设生产类项目方案服务期已满的。⑦法律法规规定需补充、修改水土保持方案的其他情形。

根据《四川省水利厅关于印发四川省生产建设项目水土保持措施变更管理办法（试行）的通知》（川水函〔2015〕1561 号）的规定，水土保持措施重大变更实行审核批复管理，需报原审批机关批准，一般变更纳入水土保持设施验收管理。重大变更主要包括：①弃渣量 10 万 m^3 （含）以上的弃渣场位置发生变化的；弃渣量 10 万 m^3 （含）以上的弃渣场弃渣增加 50%（含）以上的；弃渣场数量增加超过 20%（含）的。②取土（料）量在 5 万 m^3 （含）以上的取土（料）场位置发生变更的。③挡防、排水等主要工程措施减少量 30% 以上的。④原批复植物措施面积 10 公顷（含）以上，且总面积减少超过 30%（含）的。

项目实施过程中，建设单位应根据《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）的要求，配合水行政主管部门做好监督检查，明确水土保持行政许可、行政征收、行政处罚、行政强制、监督检查等五项水土保持监督管理权责事项及履责方式，避免项目建设过程中出现违法行为。

8.2 后续设计

本项目水土保持方案经水行政主管部门批复后，生产建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步开展水土保持初步设计和施工图设计，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。初步设计、施工图设计时要落实施工道路、施工生产生活区、弃渣场等设计。

弃渣场为本项目重要防护对象，应当开展点对点勘察与设计，进行专项设计。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持设施自主验收。建设单位须尽快对沟道型弃渣场开展行洪论证，进一步加强弃渣场截排水设计。对于沟道型弃渣场，下阶段结合弃渣场规模及施工布置优化排水设计，建议采用隧道排水方案。

本项目的后续设计应重点对弃渣场作深入调查和详细地质勘查，特别是 46# 弃渣场。调查范围包括弃渣场占地范围及上、下游影响区，调查内容包括弃渣场的基本地质条件、面积、容量、弃渣组成；交通运输条件、周边汇水情况及下游影响范围内重要影响设施分布情况；占地类型、覆土来源、水源及灌溉设施条件和道路情况；建筑

材料情况。拦挡工程与防洪排导工程进行纵、横断面测量。纵断面沿轴线布置，比例为 1:200-1:500；横断面根据地形起伏情况布置，建筑物两侧外延不小于 5m，比例为 1:100-1:200。弃渣场及拦挡工程勘察应满足《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）6.4 条款的各项要求。

施工单位不得随意变更弃渣场的位置，确需变更时要有建设单位、设计单位、监理单位、水行政主管部门等单位参加确定。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），确需在批准的水土保持方案确定的专门存放地外新设弃渣场的，生产建设单位可在征得县级水行政主管部门同意后先行使用，同步做好防护措施，保证不产生水土流失危害，并及时向原审批部门办理变更审批手续。

对于下阶段设计应提出道路线性布置方式，可以采用分离式、高低路基以减少土石方量，进而减少弃渣量。

8.3 水土保持监测

根据《中华人民共和国水土保持法》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。

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）和《水利部办公厅关于贯彻落实国发〔2015〕58 号文件进一步做好水土保持行政审批工作的通知》（办水保〔2015〕247 号），建设单位可按要求自行编制水土保持监测报告，也可委托有监测实力的水土保持监测机构编制，审批部门不得以任何形式要求申请人必须委托特定中介机构提供服务。负责监测单位应编制《水土保持监测实施方案》，并由建设单位在主体工程开工 1 个月内向批复方案的水行政主管部门报送。建设单位应及时向水土保持方案审批机关报送监测情况：每季度第一个月底前报送上一季度水土保持监测季度报告；工期 3 年以上的项目，应每年 1 月底前报送上一年度监测报告，监测年度报告宜与第四季度报告结合上报；水土流失危害事件发生后 7 日内报送水土流失危害事件报告；监测工作完成后 3 个月内报送水土保持监测总结报告。水土保持监测总结报告作为水土保持设施竣工验收的依据。

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），监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季度报告在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。

8.4 水土保持监理

在水土保持工程施工中，必须实行监理制度，形成以项目法人、施工单位、监理工程师三方面相互制约，以监理工程师为核心的合同管理模式，以达到降低造价、保证进度、提高水土保持工程的施工质量的目的。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）的相关要求：凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。其中，征占地面积在 20hm^2 以上或者挖填土石方总量在 20万m^3 以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在 200hm^2 以上或者挖填土石方总量在 200万m^3 以上的项目，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。本项目征占地面积大于 200hm^2 ，且挖填土石方总量大于 200万m^3 ，因此，承担本项目水土保持工程监理工作的单位必须具有水土保持工程施工监理专业资质。

水土保持监理的主要内容为水土保持工程合同管理，按照合同控制工程建设的投资、工期和质量，并协调有关各方的关系，包括水土保持方案实施阶段的招标工作、勘测设计、施工等建设全过程的监理。监理单位应派出具有水土保持工程监理资格证书和上岗证书的水保监理人员，采取跟踪、旁站、抽检等监理方法，对水土保持工程的质量、进度及投资等进行控制，对水土保持工程实行信息管理和合同管理，确保工程如期完成。

施工期的水土保持监理措施主要为协助项目法人编写开工报告；审查施工单位选择的分包单位；组织设计交底和图纸会审；审查施工单位提出的施工技术措施、施工进度计划和资金、物资、设备计划等；督促施工单位执行工程承包合同，按照国家水土保持技术标准和批准的设计文件施工；监督工程进度和质量，检查安全防护措施；核实完成的工程量；签发工程付款凭证，整理合同文件和技术档案资料；处理违约事件；协助项目法人进行工程各阶段验收，提出竣工验收报告。水土保持竣工验收时需提交水土保持专项监理报告、临时措施的影像资料和质量评定的原始资料。

8.5 水土保持施工

为确实保障本项目水土保持方案提出的各项水土保持措施的实施效果，减轻项目建设带来的水土流失影响，建设单位应根据《水利部水土保持司关于印发生产建设项目水土保持问题分类及责任单位责任追究标准（试行）的通知》（水保监督函[2019]20号）的相关要求，在招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任。

施工单位应组织施工人员学习水土保持相关的法律法规及政策要求，认真研读水土保持初设设计文件、水土保持施工图设计文件及本项目水土保持方案报告书，明确施工中各环节、各工点的水土保持要求。

施工单位在工程施工过程中，必须严格按照依法批准的水土保持方案和设计进行施工。施工中不得乱弃乱倒或顺坡弃渣，不得随意变更方案批准的取土、渣场位置，弃渣应分级堆放、分层碾压，确保不出现重大水土流失问题。按照设计文件落实施工中的表土剥离与保护措施、施工期临时防护措施、工程措施、植物措施和土地整治措施，严格控制施工扰动范围，不得在征地范围外进行施工作业。实施的水土保持措施应保证其施工质量，确保其水土保持效益的充分发挥。配合建设单位做好施工期监督检查和施工完成后的水土保持验收工作。

8.6 水土保持设施验收

根据《中华人民共和国水土保持法》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。

根据《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监督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）、《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）的相关要求：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。编制水土保持方案报告书的生产建设项目，其生产建设单位应当组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。同一项目的水土保持监测、监理单位不得承担水土保持设施验收报告编制工作。验收报告编制单位应根据项目实际情况编制水土保持设施验收报告，客观评价项目水土保持措施实施效果及存在的问题，配合建设单位做好水土保持验收工作。

验收报告编制完成后，生产建设单位组织成立验收工作组，由生产建设单位、

水土保持方案编制、设计、施工、监测、监理及验收报告编制等单位代表组成。验收合格后，生产建设单位在 10 个工作日内将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通过其官方网站或上级单位网站、行业网站、项目属地政府部门网站向社会公开，公示的时间不得少于 20 个工作日。

对水土保持设施验收材料完整、符合格式要求且已向社会公示无异议的项目，生产建设单位在水土保持设施验收报备机关收到报备材料后 5 个工作日内可取得水土保持设施验收报备证明。建设单位在取得报备证明后 5 个工作日内需登录全国水土保持监督管理系统平台，填报生产建设项目基本信息、水土保持设施验收情况等相关信息，至此，完成全部验收流程。

工程验收后建设单位应加强水土保持措施的监测和维护，特别是工程区的高边坡，崩塌、滑坡等易发地段，弃渣场等，确保水土保持措施正常发挥效益。