

水保方案(川)字第 0056 号
工程设计证书编号 A151009047

项目编号: 2020-06

京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程

水土保持方案报告书

(报批稿)

项目实施机构: 广元市交通运输局

编制单位: 四川省交通勘察设计研究院有限公司

二〇二〇年七月

评审意见修改说明

序号	评审意见	修改说明
1	水土保持措施布设成果、水土保持投资中应区分主体已有、方案设计。	已补充，见 1.8 节、1.10 节及特性表。
2	根据本审查意见修改后，相应复核综合说明及方案特性表。	已对应修改完善，见综合说明章节及特性表。
3	补充说明项目建设单位背景情况，复核项目建设单位。	已完善，见 1.1.2 节。
4	完善施工道路布置和设计。	已完善，见 2.2.2 节。
5	复核在弃渣场占地范围内堆存表土的可行性，补充表土堆放场特性表；据此复核表土堆场布置、工程占地面积，完善工程占地类型。	已补充表土堆放场特性表，见 2.4.1.7 节、2.2.7 节；已完善工程占地，见 2.3 节。
6	本工程终点段徐家互通填筑需借方 10.17 万 m ³ ，共设置 1 个取土场，而土石方平衡中的借方大于取土方量，需复核借方数量，补充说明借方来源；明确土石方量是自然方还是松方。	已复核，土石方平衡中借方量除用于徐家互通填筑外，其余为路基换填砂砾石，采用外购。已明确土石方量均为自然方。
7	按照松方计量弃渣量，据此复核各弃渣场堆渣量、容量。	已复核，见 2.2.6 节。
8	进一步复核弃渣场类型；本项目布置有沟道型弃渣场，需补充弃渣场涉及沟道的基本情况介绍。	已复核弃渣场类型，见 2.2.6 节；已补充弃渣场涉及沟道的基本情况介绍，见表 3.2-5。
9	复核方案中“本项目主体工程选线避让了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，避让了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。”表述，明确本项目区是否有河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，是否存在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，据此复核主体工程选线评价。	已复核，见 3.1.3 节。
10	补充本工程建设对武都引水工程二期灌区设施的影响分析，复核评价结论。	已完善，见 3.2.1.3 节。
11	根据沟道型弃渣场涉及沟道的基本情况，补充弃渣堆放对沟道行洪的影响分析；补充 4#~8#弃渣场与亭子口水库管理范围、亭子湖市级风景名胜区范围的位置关系分析；细化完善外环境中涉及居民的弃渣场与居民房屋的位置关系分析，复核评价结论；据此复核、完善弃渣场设置评价。	已完善弃渣场设置评价，见 3.2.5 节。
12	本项目涉及嘉陵江广元、阆中水功能一级区的保留区、西河南充水功能一级区的保留区；四川翠云廊古柏省级自然保护区、四川剑阁西河湿地自然保护区；剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区；四川剑门关国家森林公园；西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区、潼江河省省级水产种质资源保护区；剑阁县高观乡、游仙区徐家镇饮用水水源保护区。补充环评结论，根据环评结论，进一步复核施工期水土保持措施及要求。	已补充完善，见 3.2.1.2 节。
13	进一步复核主体工程设计中存在的问题。	已补充完善，见 3.3.2 节。
14	补充施工期、自然恢复期土壤侵蚀模数来源。	已补充，见 4.3 节。
15	复核水土流失预测时段、预测方法，据此复核水土流失预测结果。	已复核，见 4.3 节。
16	路基工程区表土堆放在下边坡，复核表土堆放场位置，据此复核表土堆放场的临时防护措施。	已复核，见 5.3.1.1 节。

序号	评审意见	修改说明
17	明确路基工程区填土临时转运场位置或布置原则、占地面积及堆置方案。	已补充，见 5.3.1.1 节。
18	桥涵工程区：对旱桥桥下施工扰动区域进行栽种灌木树种和混播草籽方式绿化。补充说明旱桥桥下施工扰动区域具体情况，据此复核能否栽灌木。	已取消栽植灌木，见 5.3.1.2 节。
19	桥涵工程区泥浆沉淀池、隧道工程区临时沉砂池，数量均太大，需复核。	已复核修改，见 5.3.1.2、5.3.1.3 节。
20	根据弃渣场类型复核结果，复核弃渣场设计标准。	已复核，见 5.3.2.2 节。
21	弃渣场堆渣稳定坡比前后不一致，需复核；方案中弃渣堆放要求：每级弃渣结束后均应进行碾压，渣体压实度不小于 85%。复核压实的必要性，压实度不用%比表示，如压实度为 0.85，相当于 4 级堤防工程的填筑标准了，压实标准偏高。	已复核，见 5.3.2.3 节。
22	4 级以上弃渣场及其拦渣工程需开展水土保持工程调查与勘测。	已补充，见 5.3.2.3 节。
23	复核拦渣坝安全系数设计标准值，不能用《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）中“工程级别划分和设计标准”，据此复核表 5.3-17 挡渣墙/拦渣坝安全系数设计标准值表。	已复核，见 5.3.2.3 节。
24	复核渣体内摩擦角取值，建议结合弃渣场渣料来源，在 28~32° 之间选取，据此复核弃渣场及其拦挡工程稳定计算。	已复核弃渣场及其拦挡工程稳定计算，见 5.3.2.3 节。
25	沟道型弃渣场排洪工程需逐一设计；补充沟道型弃渣场拦洪坝设计拦蓄库容、拦洪坝基础地勘资料，据此复核拦洪坝、排洪渠设计，优化部分沟道型弃渣场拦洪工程型式。	已补充优化，见 5.3.2.3 节。
26	沉沙池偏多，补充弃渣场沉沙池布置原则，据此复核沉沙池数量。	已补充，见 5.3.2.3 节中的沉沙池设计。
27	本项目涉及多处敏感区，加强路基工程区、施工道路区下边坡临时拦挡防护，需补充临时拦挡防护措施及要求。	已补充，见 5.3.1.1 节和 5.3.5 节。
28	本项目涉及多处敏感区，宜补充植被建设工程设计标准等级；“撒播草籽”改为“撒播植草”。	已补充植被建设工程设计标准等级，见 5.3 节。
29	按照水土保持先拦后弃、三同时原则，复核水土保持设施的进度安排。	已复核水土保持设施进度安排，见 5.4.4 节。
30	按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），复核完善监测范围、点位、内容、频次及成果。	已复核完善，见第 6 章节。
31	水土保持措施监测应包括措施数量、质量、运行情况及防治效果等。	已补充，见 6.2.1 节。
32	明确主体已有措施投资、方案新增投资。	已明确，见 7.1.2.4 节。
33	复核主体已有措施、植物措施单价。	已复核，见投资估算表格。
34	根据本意见，复核水土保持投资估算。	已复核，见 7.1.2 节。
34	根据本意见修改后，复核水土保持效益分析。	已复核效益分析，见 7.2 节。
36	完善表土剥离与保护、弃渣场工程防护、工程区植被恢复工程后续设计。	已完善，见 8.2 节。
37	复核水土保持监理、监测管理要求。	已复核，见 8.3、8.4 节。
38	复核弃渣场区各典型渣场水土保持措施设计图。	已复核，见附图。
39	补充表土堆放场水土保持措施典型设计图。	已补充，见附图。
40	补充路基工程区、施工道路区下边坡临时拦挡防护措施典型设计图。	已补充，见附图。

目 录

1	综合说明.....	1
1.1	项目简况.....	1
1.2	编制依据.....	4
1.3	设计水平年.....	6
1.4	水土流失防治责任范围.....	6
1.5	水土流失防治目标.....	7
1.6	项目水土保持评价结论.....	8
1.7	水土流失预测结果.....	10
1.8	水土保持措施布设成果.....	10
1.9	水土保持监测方案.....	13
1.10	水土保持投资及效益分析成果.....	13
1.11	结论.....	14
2	项目概况.....	17
2.1	项目组成及工程布置.....	17
2.2	施工组织.....	42
2.3	工程占地.....	60
2.4	土石方平衡.....	62
2.5	拆迁安置与专项设施改（迁）建.....	75
2.6	施工进度.....	75
2.7	自然概况.....	76
3	项目水土保持评价.....	100
3.1	主体工程选址（线）水土保持评价.....	100
3.2	建设方案与布局水土保持评价.....	106
3.3	主体工程设计中水土保持措施界定.....	137
4	水土流失分析与预测.....	140

4.1	水土流失现状.....	140
4.2	水土流失影响分析.....	140
4.3	土壤流失量预测.....	143
4.4	水土流失危害分析.....	181
4.5	指导性意见.....	183
5	水土保持措施.....	184
5.1	防治区划分.....	184
5.2	措施总体布局.....	185
5.3	分区措施布设.....	192
5.4	施工要求.....	265
6	水土保持监测.....	271
6.1	监测范围与时段.....	271
6.2	内容和方法.....	271
6.3	点位布设.....	275
6.4	实施条件和成果.....	278
7	水土保持投资估算及效益分析.....	280
7.1	投资估算.....	280
7.2	效益分析.....	292
8	水土保持管理.....	295
8.1	组织管理.....	295
8.2	后续设计.....	296
8.3	水土保持监测.....	297
8.4	水土保持监理.....	297
8.5	水土保持施工.....	298
8.6	水土保持设施验收.....	299

附表:

附表1 防治责任范围表;

附表2 单价分析表。

附件:

附件1 四川省人民政府关于四川省高速公路网规划(2014-2030年)的批复(川府函〔2014〕216号);

附件2 四川省交通运输厅关于委托开展成雅等3个高速公路项目扩容工程可行性研究及监理咨询工作的通知(川交函〔2014〕769号);

附件3 京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目对四川翠云廊古柏省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告专家评审意见;

附件4 绵广高速扩容工程建设项目对四川剑阁西河湿地自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告专家评审意见;

附件5 四川省住房和城乡建设厅关于京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目对剑门蜀道风景名胜区影响评估论证报告的批复(川建景园发〔2018〕1015号);

附件6 广元市城乡规划建设局和住房保障局关于同意京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目穿越亭子湖市级风景名胜区选址论证方案的函(广规建住函〔2018〕242号);

附件7 四川省林业和草原局关于京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程穿越四川剑门关国家森林公园的意见(川林造函〔2018〕917号);

附件8 四川省农业农村厅关于对《京昆高速公路广元至绵阳扩容段塔子坡西河大桥对西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》的批复(川农业审批函〔2019〕58号);

附件9 四川省农业农村厅关于对《京昆高速公路广元至绵阳扩容段项目潼江特大桥对潼江河省级水产种质资源保护区影响补救措施的审批意见》(川农业审批函〔2020〕43号);

附件10 广元市人民政府关于京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目穿越剑阁县高观乡饮用水水源保护区的批复(广府复〔2018〕45号);

附件11 绵阳市人民政府关于京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目穿越游仙区

徐家镇饮用水水源保护区的批复（绵府批复〔2020〕58号）；

附件12 京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程水土保持方案报告书技术评审意见。

附图：

- 附图2.1-1 项目地理位置图
- 附图2.1-2 推荐方案路线平纵面缩图
- 附图2.1-3 路基标准断面图
- 附图2.1-4 路基、路面排水工程设计图
- 附图2.1-5 路基边坡排水、消能设计图
- 附图2.1-6 路基防护工程设计图
- 附图2.1-7 典型涵洞布置图
- 附图2.7-1 区域主要水系图
- 附图4.1-1 项目区土壤侵蚀强度分布图
- 附图5.2-1 水土保持措施总体布局及监测点位图
- 附图5.3-1 路基工程区临时措施设计图
- 附图5.3-2 桥涵工程区临时措施布置图
- 附图5.3-3 隧道工程区临时措施设计图
- 附图5.3-4 交叉工程区临时措施设计图
- 附图5.3-5 沿线设施区临时措施设计图
- 附图5.3-6 2#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-7 3#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-8 4#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-9 5#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-10 6#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-11 9#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-12 10#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-13 11#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-14 12#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-15 13#弃渣场工程防护设计图

- 附图5.3-16 14#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-17 16#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-18 18#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-19 20#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-20 23-1#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-21 24#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-22 26#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-23 27#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-24 28#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-25 32#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-26 36#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-27 37#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-28 40#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-29 43#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-30 48#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-31 弃渣场区植物措施设计图
- 附图5.3-32 弃渣场区临时措施设计图
- 附图5.3-33 1#取土场工程防护设计图
- 附图5.3-34 施工生产生活区水土保持措施设计图
- 附图5.3-35 施工道路水土保持措施设计图
- 附图5.3-36 表土临时堆放场水土保持措施设计图。

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

2013年5月,国家发展改革委印发了《国家公路网规划(2013年-2030年)》,国家高速公路网由7条首都放射线、11条北南纵线、18条东西横线,以及地区环线、并行线、联络线等组成,约11.8万公里,另规划远期展望线约1.8万公里,G5京昆高速公路是7条首都放射线之一。2019年10月29日,四川省交通运输厅、四川省发展和改革委员会印发了《四川省高速公路网规划(2019年-2035年)》(川交发[2019]35号),为提升通道能力,既有规划已规划对成都至广元高速公路进行扩容。广元至绵阳高速公路是国家高速公路网中首都放射线G5京昆高速公路的重要组成部分,也是四川省高速公路网中成都放射线“成都至广元至陕西”的组成部分,在国家和区域高速公路网中居重要地位。

绵广高速公路自2002年12月28日建成通车以来,交易量一直保持着较为快速增长,至2016年底,绵阳~广元段加权平均交易量已达3.7万pcu/d,且沿线货车比例较高,占比超过50%(自然数),服务水平逐年下降,目前已达三级服务水平下限。尤其是绵广金子山段,被公安部列为全国十大危险路段,该路段地形条件较差,弯道多,冬天易结暗冰,且南来北往重型货车多,极易造成路段拥堵和安全事故。《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)中明确提出:“当既有国家高速公路已建成通车10年,路段现状平均交易量达到设计交易量60%左右,即双向四车道高速公路现状交易量超过24000辆/日(以小客车计)时,可考虑实施扩容改造”。至2016年底,绵阳~广元段加权平均交易量已达3.7万pcu/d,且与本项目对接的成绵扩容改造将启动实施,本项目前期工作应当尽快开展。《高速公路改扩建设计细则》(JTG/TL11-2014)对高速公路扩建的时机有明确规定,“高速公路改扩建宜在服务水平下降至三级水平下限之前实施”。绵广高速公路的服务水平已处于三级下限,扩容建设也较为迫切。《四川省高速公路网规划(2014-2030年)》中已经明确:为缓解交通压力、改善服务水平,对早期建成的、技术标准低、通行能力不足的四车道高速公路进行扩容改造建设已十分必要且迫切。

京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程是缓解G5京昆高速绵阳至广元段交通压

力，提高国家高速公路大通道通行能力和服务水平的需要。是加快四川省现代综合运输体系建设步伐，构建区域交通运输大通道的需要。是促进区域均衡发展，推动形成“一千多支”发展新格局需要。是振兴川陕革命老区，助力扶贫攻坚的需要。同时，与本项目对接的成绵扩容改造即将启动实施。因此，本项目的建设是必要的。

京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程位于广元市昭化区、剑阁县，绵阳市梓潼县和游仙区境内，属新建建设类项目，路线全长 123.818km。推荐方案 A 线起于昭化区广元绕城高速公路黑水塘附近，对接 G5012 恩广高速，与建成的 G5012 恩广高速、G75 兰海高速形成枢纽互通式立体交叉，经剑阁县、梓潼县，在游仙区魏城镇东南侧对接 G5 京昆高速绵阳至成都段扩容推荐方案（C7 线）起点。采用双向六车道高速公路标准，设计速度 120km/h，路基宽度 34.5m。

全线设置桥梁 40163.5m/87 座，其中特大桥 13651.5m/12 座，大、中桥 26190m/61 座，小桥 322m/14 座，涵洞（含通道）184 道，桥梁占路线长度的 32.44%；设置隧道 36712m/23 座，其中特长隧道 15787m/4 座，长隧道 14381m/9 座，中隧道 6144/9 座，短隧道 400m/1 座，隧道占路线长度的 29.65%；桥隧比 62.09%；设置互通式立体交叉 11 座，其中枢纽互通 1 座，一般互通 10 座，分离式交叉 34 座，天桥 42 座；服务区 2 处、停车区 3 处、管理中心 2 处、收费站 10 处。

本工程占地总面积为 987.97hm²，其中永久占地 687.70hm²，临时占地 300.27hm²。全线挖方 2797.55 万 m³（自然方，下同），填方 1268.44 万 m³（含表土 102.76 万 m³），借方 46.64 万 m³（其中特殊路基换填外购砂砾石 36.47 万 m³；路基填筑借方 10.17 万 m³，设置取土场开采），综合利用 106.67 万 m³，弃方 1469.08 万 m³（合松方 1922.81 万 m³）。本项目共规划弃渣场 50 个，取土场 1 个，施工道路 98.84km，施工生产生活区 47 个，其中利用永久占地布置 16 个，新增临时占地 31 个，表土临时堆放场 19 个。

本项目永久占地范围内拆迁建筑面积 76.56 万 m²，由建设单位一次性以货币形式进行赔偿，采用自拆自建的方式，由当地政府按照四川省有关建房安置标准负责安置事宜。另拆迁电力电讯线 123818m，输气管道 26002m，专项设施改建统一由建设单位出资，设施主管部门负责实施。

本项目估算总投资 285.23 亿元，其中土建投资 205.17 亿元。计划于 2021 年 1 月开工，2024 年 12 月建成通车，建设工期 4 年。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2014年12月，四川省交通运输厅下达川交函〔2014〕769号通知，委托我公司开展京昆高速公路广元至绵阳扩容工程可行性研究工作，含环评、水保、用地预审等相关专项报告。2018年5月底，编制完成《京昆高速公路广元至绵阳扩容工程可行性研究报告（送审稿）》。2018年12月12日，四川省发展和改革委员会、四川省交通运输厅对工可报告进行了联合审查，根据咨询评估专家组意见，我公司对工可报告进行了修编，于2018年12月底完成《京昆高速公路广元至绵阳扩容工程可行性研究报告（报批稿）》。

京昆高速公路广元至绵阳扩容工程采用BOT方式建设，四川省人民政府以川办函〔2019〕28号文授权广元市人民政府牵头，会同绵阳市政府通过公开招标方式选择项目投资人。广元市、绵阳市人民政府作为项目实施的责任主体，组织开展项目核准前的前期工作和投资人选择有关工作。同时，广元市人民政府以广府函〔2018〕19号文同意广元市交通运输局作为京昆高速公路广元至绵阳扩容项目实施机构，负责项目准备及实施等工作。目前，建设单位未依法产生。

自接受本项目水土保持方案编制任务后，我公司组成了本项目的水土保持方案报告书编制工作组，在对项目前期工作进程和初步成果进行认真分析、研究的基础上，制定了详细的工作计划，分别于2019年12月和2020年4月对拟建公路沿线进行了调查和实地踏勘，走访了公路途经的市县交通运输局、自然资源局、水务局、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2020年5月编制完成了《京昆高速公路广元至绵阳扩容工程水土保持方案报告书（送审稿）》。

2020年6月4日，四川省水利厅组织有关单位和专家在成都市对《京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程水土保持方案报告书》开展了技术评审。会后，项目组对报告书进行了修改和完善，于2020年7月编制完成《京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程水土保持方案报告书（报批稿）》。

1.1.3 自然简况

项目位于四川盆地西北的低山丘陵地区，广元市昭化区~剑阁~梓潼段属构造

剥蚀低山地貌，梓潼～绵阳市游仙区魏城镇段属构造侵蚀剥蚀深切丘陵地貌。项目区出露地层为白垩系上统下统七曲寺组、白龙组、苍溪组、剑阁组、剑门关组上段、剑门关组下段，侏罗系上统莲花口组、中统遂宁组、沙溪庙组、千佛岩组及第四系，岩性为粉砂岩、粉砂质泥岩、砂岩组成。项目区属长江流域嘉陵江水系。项目区属于亚热带湿润季风气候，年平均气温 $15.4^{\circ}\sim 16.5^{\circ}\text{C}$ ，多年平均降水量 $902.4\sim 1039.4\text{mm}$ 。项目区主要土壤类型为水稻土、紫色土、黄壤等 3 个土类。项目区属于亚热带常绿阔叶林带，植被类型以次生柏木林、山地灌草丛和栽培植被为主。林草覆盖率为 $28.09\%\sim 57.02\%$ 。项目区位于《全国水土保持区划》中的西南紫色土区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；项目区水土流失以轻度水力侵蚀为主；根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》、《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》和《绵阳市水土保持规划》（2015-2030 年），本项目涉及的广元市昭化区位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，剑阁县和梓潼县位于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，而绵阳市游仙区不属于国家级和省级水土流失重点防治区，但路线所经的游仙区魏城镇、徐家镇为绵阳市水土流失重点治理区。涉及水土保持敏感区为嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区、嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区；嘉陵江广元、阆中水功能一级区的保留区、西河南充水功能一级区的保留区；四川翠云廊古柏省级自然保护区、四川剑阁西河湿地自然保护区；剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区；四川剑门关国家森林公园；西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区、潼江河省级水产种质资源保护区；剑阁县高观乡、游仙区徐家镇饮用水水源保护区。

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日第一次修订，2004年8月28日第二次修订，2004年8月28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)《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);

(5)《四川省饮用水水源保护管理条例》(2012年1月1日施行,2019年9月26日修正);

(6)《中华人民共和国河道管理条例》(国务院令第3号,1988年6月10日发布,2011年1月8日第一次修正,2017年3月1日第二次修正,2017年10月07日第三次修正施行);

(7)《中华人民共和国自然保护区条例》(1994年10月9日发布,1994年12月1日起实施,2017年10月7日修正)。

(8)《风景名胜区条例》(国务院令第474号,2006年9月19日公布,2016年2月6日修订)。

1.2.2 部委规章

(1)《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》(水利部令第5号,1995年5月30日发布,2005年7月8日以水利部令第24号修订,2017年12月22日以水利部令第49号第二次修订,2017年12月22日施行);

(2)《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部令第12号,2000年1月31日发布,2014年8月19日以水利部令第46号修订,2014年8月19日实施)。

1.2.3 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)《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》(GB/T 22490-2008);

(12)《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》(水总〔2003〕67号);

(13)《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)。

1.2.4 技术资料

(1)《京昆高速公路广元至绵阳扩容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,2018年12月);

(2)昭化区、剑阁县、梓潼县、游仙区《水土保持总体规划》(2015-2030年)、《土地利用总体规划》(2006-2020年)、《地方志》等相关资料;

(3)《京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目对四川翠云廊古柏省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》(四川省林业勘察设计研究院,2018年11月);

(4)《绵广高速扩容工程建设项目对四川剑阁西河湿地自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》(成都理工大学,2019年5月);

(5)《京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目对剑门蜀道风景名胜区影响评估论证报告》(四川省城乡规划设计研究院,2018年11月);

(6)《京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程对亭子湖市级风景名胜区影响分析报告》(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院,2018年8月);

(7)《京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程对四川剑门关国家森林公园影响评价报告》(四川省林业科学研究院,2018年11月);

(8)《京昆高速公路广元至绵阳扩容段塔子坡西河大桥对西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》(四川农业科学院水产研究所,2019年5月);

(9)《京昆高速公路广元至绵阳扩容段项目潼江特河大桥对梓潼县潼江河省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》(四川农业科学院水产研究所,2020年5月)。

1.3 设计水平年

本工程计划于2021年1月开工建设,2024年12月建成通车,建设工期4年。本项目属建设类项目,其设计水平年取工程完工后第一年,即2025年。

1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018),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、取土场、施工道路、施工生产生活区、表土临时堆放场等临时占地，共计987.97hm²，各行政区水土流失防治责任范围及面积见表1.4-1。

表 1.4-1 各行政区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										
	路基工程	桥梁工程	隧道工程	交叉工程	沿线设施	施工道路	施工生产生活区	弃渣场	取土场	表土临时堆放场	合计
	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²
昭化区	59.46	17.97	3.17	43.77	2.73	10.97	3.99	34.20		1.02	177.29
剑阁县	81.67	65.50	17.46	75.32	16.40	30.71	14.85	132.14		4.20	438.24
梓潼县	104.10	35.29	3.51	65.77	16.40	16.29	2.50	28.32		0.67	272.84
游仙区	52.42	9.62		16.55	0.60	6.28		10.57	2.80	0.76	99.59
合计	297.65	128.38	24.14	201.40	36.13	64.25	21.34	205.23	2.80	6.65	987.97

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》、《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》和《绵阳市水土保持规划》（2015-2030年），本项目涉及的广元市昭化区位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，剑阁县和梓潼县位于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，而绵阳市游仙区不属于国家级和省级水土流失重点防治区，但路线所经的游仙区魏城镇、徐家镇为绵阳市水土流失重点治理区。

项目区位于《全国水土保持区划》中的西南紫色土区，依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），本项目水土流失防治标准执行西南紫色土区一级标准。

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)水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；(4)水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项指标应符合《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度为主，土壤流失控制比不应小于 1；项目位于低山丘陵区，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。项目涉及各级水土流失重点防治区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），林草覆盖率应提高 1~2 百分点。本项目属建设类项目，其防治目标见表 1.5-1。

表 1.5.1 水土流失防治目标值表

序号	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
1	水土流失治理度 (%)	—	97						—	97
2	土壤流失控制比	—	0.85		+0.15				—	1.0
3	渣土防护率 (%)	90	92						90	92
4	表土保护率 (%)	92	92						92	92
5	林草植被恢复率 (%)	—	97						—	97
6	林草覆盖率 (%)	—	23					+2	—	25

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，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》鼓励类项目类别中的国家高速公路网项目建设，符合国家现行产业政策，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。本项目广元市昭化区段通过嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，剑阁县和梓潼县段通过嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，绵阳市游仙区路段通过绵阳市水土流失重点治理区。

根据《四川省高速公路网规划（2019-2035 年）》，拟建项目是 G5 京昆高速公路广元至绵阳段的扩容工程，主要控制点有昭化区、剑阁县、梓潼县、游仙区等，因此项目不可避免经过各级水土流失重点防治区。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。综上所述，本项目除不可避免地经过国家级水土流失重点预防区和四川省、绵阳市水土流失重点治理区外，无水土保持制约因素，方案通过提高防治标准，优化方案和施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施后，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治理区，工程建设方案总体可行。通过水土保持敏感区满足相关法律法规规定。

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置，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、省级和市级水土流失重点防治区，建议下阶段设计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 102.76 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 92.70%。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。

方案规划取土场 1 处，取土场开采范围内及场地周边地质条件较好，不属于崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区，取土场设置基本合理。

方案规划弃渣场 50 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，削坡分级，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。

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、取土场、施工便道、施工生产生活区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

本项目共扰动地表面积 987.97hm²，损毁植被面积 542.15hm²，全线挖方 2797.55 万 m³（自然方，下同），填方 1268.44 万 m³（含表土 102.76 万 m³），借方 46.64 万 m³，综合利用 106.67 万 m³，弃方 1469.08 万 m³（合松方 1922.81 万 m³）。

在水土流失预测年限内，本项目水土流失预测总量为 54.46 万 t，其中背景流失量为 6.32 万 t，新增水土流失量为 48.14 万 t。路基工程区和弃渣场新增流失量分别占总新增流失量的 23.14%和 41.67%，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 88.25%，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

路线经过区域均属低山丘陵地貌，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、取土场区、施工道路区、施工生产生活区和表土临时堆放场区等 6 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。其水土保持措施布设及主要工程量如下。

（一）主体工程区

（1）路基工程区

施工前剥离表土，集中堆放于表土堆放场防护。施工过程中按照永临结合的方式布设临时截排水沟，排水沟末端设沉沙池，临时堆土采取临时苫盖措施，高挖填

边坡、敏感区路段、陡坡路段采取临时拦挡措施。路基两侧布设截排水及排水顺接工程。边坡完成结束后，回覆表土，边坡采取植草灌或骨架护坡，中分带采用灌草绿化。

主要工程量：①工程措施：混凝土截排水沟 70150m³，骨架护坡 290840m²，表土剥离 19.60 万 m³。②植物措施：植草护坡 684330m²，覆土 19.60 万 m³，中分带灌草绿化 14.08hm²。③临时措施：土袋拦挡 7438m，临时截排水沟 70.42km，无纺布 1.68 万 m²，撒播植草 69.8kg，防雨布 23.47 万 m²。

（2）桥涵工程区

涉水桥墩采用围堰施工，钻孔泥浆采用泥浆沉淀池进行沉淀；施工后期，对桥下区域进行土地整治，可绿化区域采用混播草籽方式绿化。

主要工程量：①植物措施：撒播植草绿化 100.28hm²。②临时措施：临时排水沟 7698m，泥浆沉淀池 23 个。

（3）隧道工程区

隧道洞口坡顶设截排水沟，在截排水沟出口处布设临时导流排水沟及临时沉沙池。边坡采取骨架植草灌防护。进洞后洞口采取喷播植草绿化。

主要工程量：①工程措施：混凝土截排水沟 2208m³，骨架护坡 2760m²。②植物措施：喷播植草 14950m²。③临时措施：临时排水沟 7498m，泥浆沉淀池 38 个。

（4）交叉工程区

施工前剥离表土，集中堆放于表土堆放场防护。施工期间，在交叉工程周边布设临时排水沟及临时沉沙池。路基两侧设截排水沟，边坡采取植草灌或骨架防护。施工结束后，进行土地整治，回覆表土，植乔灌草绿化美化。

主要工程量：①工程措施：浆砌石截排水沟 43240m³，混凝土截排水沟 7780m³，骨架护坡 44410m³，表土剥离 14.16 万 m³。②植物措施：植草护坡 311370m²，覆土 14.16 万 m³，场地绿化 21.20hm²。③临时措施：土袋拦挡 3833m，无纺布 10.26 万 m²，撒播植草 427kg，临时排水沟 4503m，临时沉沙池 11 个。

（5）沿线设施区

施工前剥离表土，集中堆放于表土堆放场防护。施工期间，在交叉工程周边布设临时排水沟及临时沉沙池。设施场地四周设截排水沟。施工结束后，进行土地整治，回覆表土，植乔灌草绿化美化。

主要工程量：①工程措施：浆砌石截排水沟 1685m³，混凝土截排水沟 421m³，

表土剥离 2.26 万 m^3 。②植物措施：场地绿化 4.52 hm^2 ，覆土 2.26 万 m^3 。③临时措施：土袋拦挡 1685m，无纺布 4.29 万 m^2 ，撒播植草 179kg，临时排水沟 3146m，临时沉沙池 10 个。

（二）弃渣场区

弃渣前进行剥离表土，集中堆放在规划表土临时堆放场并防护；堆渣前，坡地型弃渣场沟口布设挡渣墙，周边设截排水沟，在坡度陡、流量大时，排水沟中间末端设置多级消能坎，排水沟出口布设沉沙池，沉沙池接顺接工程后进入自然水系，沟道型弃渣场沟口布设拦渣坝，渣场上游设拦洪坝，通过排洪渠排导，沟心设片石盲沟。堆渣过程中，弃渣采取分层压实、分级堆放，布设平台排水沟；施工结束后根据原占地类型对弃渣场进行土地整治、覆土、复耕或植被恢复。

主要工程量：①工程措施：M7.5 浆砌块石挡渣墙 6650m，C20 片石砼拦渣坝 153m，C20 片石砼拦洪坝 281m，M7.5 浆砌块石排水沟及消能坎 29007m，C20 片石砼排洪渠 6971m，片石盲沟 9010m，M7.5 浆砌块石沉沙池 58 个，C20 砼沉沙池 12 个，表土剥离 47.16 万 m^3 ，复耕 89.72 hm^2 。②植物措施：绿化面积 115.51 hm^2 ，覆土 47.16 万 m^3 。③临时措施：土袋拦挡 6116m，无纺布 13.98 万 m^2 ，撒播植草 582.5kg。

（三）取土场区

取料前进行剥离表土，并在取料场征地范围集中堆放，表土堆放场下边坡采用编织土袋临时拦挡，堆土完成后撒播草籽临时防护；取料前在取土场周边布设截水沟，截水沟进入平地后接排水沟，排水沟出口布设沉沙池，沉沙池接顺接工程后进入自然水系。施工期间，在取土场开采边缘布设临时拦挡措施。施工结束后对取土场进行土地整治、覆土、复耕或植被恢复。开采边坡采取挂网喷播植草绿化、坡脚种植攀缘植物绿化。

主要工程量：①工程措施：M7.5 浆砌块石排水沟 692m，M7.5 浆砌块石沉沙池 2 个，表土剥离 0.69 万 m^3 ，复耕 2.33 hm^2 。②植物措施：挂网喷播植草 0.47 hm^2 ，藤本植物 2812 株，覆土 0.69 万 m^3 。③临时措施：土袋拦挡 306m，无纺布 0.28 万 m^2 ，撒播植草 11.5kg。

（四）施工道路区

施工道路施工前进行剥离表土，并集中堆放于规划表土临时堆放场。陡坡地段施工道路的下边坡设置编织土袋临时挡拦。道路两侧布设临时排水沟，排水沟出口布设沉沙池，沉沙池接顺接工程后进入自然水系。施工道路边坡撒播草籽护坡。施

工结束后，对不留用地方道路的施工道路进行土地整治、覆土、复耕或植被恢复。

主要工程量：①工程措施：表土剥离 13.30 万 m^3 ，土地整治 64.25 hm^2 ，复耕 24.15 hm^2 。②植物措施：绿化面积 39.93 hm^2 ，覆土 13.30 万 m^3 。③临时措施：土袋拦挡 29652m，临时排水沟 119km，沉沙池 60 个。

（五）施工生产生活区

场地建设前进行剥离表土，并在施工生产生活区附近择地集中堆放，设置拦挡和撒播草籽措施。场内布设临时排水沟，临时排水沟接入临时沉沙池后接入自然水系；施工期，对堆料场四周采用编织土袋临时拦挡，顶部防雨布苫盖。施工结束后，对场地进行土地整治、覆土、复耕或植被恢复。

主要工程量：①工程措施：表土剥离 5.60 万 m^3 ，土地整治 21.34 hm^2 ，复耕 13.30 hm^2 。②植物措施：绿化面积 8.04 hm^2 ，覆土 5.60 万 m^3 。③临时措施：土袋拦挡 5574m，无纺布 2.24 万 m^2 ，撒播植草 93.3kg，临时排水沟 9188m，沉沙池 62 个。

（六）表土临时堆放场区

表土临时堆放场使用前，对相邻区域路基、渣场、施工道路内的表土进行剥离，集中堆放于此并采取拦挡覆盖措施；施工完毕后，根据占地前的土地利用现状进行恢复。

主要工程量：①工程措施：土地整治 6.65 hm^2 ，复耕 3.71 hm^2 。②植物措施：绿化面积 2.94 hm^2 。③临时措施：土袋拦挡 4200m，无纺布 7.98 万 m^2 ，撒播植草 332.5kg。

注：上述水保措施带“_”部分为主体已有措施，其余为方案设计。

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 46 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 34832.35 万元（其中主体已有措施投资 18751.52 万元、方案新增投资 16080.83 万元），占工程总投资（285.23 亿元）的 1.22%，其中：工程措施费 21462.71 万元，植物措施费 5321.74 万元，监测措施费 461.81 万元，施工临

时工程费 1345.31 万元，工程独立费用 3611.30 万元，基本预备费 1345.13 万元，水土保持补偿费 1284.35 万元。

通过实施本方案各项水土保持措施，可治理水土流失面积 969.20hm²，林草植被建设面积 441.84hm²，减少水土流失量 52.43 万 t，整个工程区水土流失治理度达到 98.10%，土壤流失控制比达到 1.0，渣土防护率达到 95.60%，表土保护率达到 92.70%，林草植被恢复率达到 98.40%，林草覆盖率达到 44.72%，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。

1.11 结论

（一）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，工程选线除不可避免地经过国家级水土流失重点预防区和四川省、绵阳市水土流失重点治理区外，方案通过提高防治标准，优化方案和施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施后，工程无水土保持制约因素，经过水土保持敏感区满足相关法律、法规、规范性文件及标准等要求。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。

（二）建议

（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，完善水土保持措施设计；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。取土场、弃渣场应进一步优化设计，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、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。

本项目在后阶段设计和施工中若发生变化，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。

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，建议下一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。

（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理，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。

施工单位不得随意变更取土场、弃渣场的位置，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。

（3）水土保持监理

监理单位应具有水土保持工程施工监理专业资质，并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。

（4）水土保持监测

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开展水土保持监测工作，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。

（5）水土保持设施验收

生产建设项目投产使用前，生产建设单位应当根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制验收报告，开展水土保持设施验收工作。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。

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	京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程		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	广元市、绵阳市	涉及县或个数	4个
项目规模	双向六车道高速公路, 路线全长 123.818km	总投资(万元)	2852305.26	土建投资(万元)	2051701.45
动工时间	2021年1月	完工时间	2024年12月	设计水平年	2025年
工程占地(hm ²)	987.97	永久占地(hm ²)	680.70	临时占地(hm ²)	300.27
土石方量(万m ³)		挖方	2797.55	填方	1268.44
		借方	46.64	余(弃)方	1469.08
重点防治区名称		广元市昭化区位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区, 剑阁县和梓潼县位于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区, 路线所经的游仙区魏城镇、徐家镇为绵阳市水土流失重点治理区。			
地貌类型		低山丘陵地貌	水土保持区划		西南紫色土区
土壤侵蚀类型		水力侵蚀	土壤侵蚀强度		轻度
防治责任范围面积(hm ²)		987.97	容许土壤流失量[t/(km ² ·a)]		500
水土流失预测总量(t)		544560	新增水土流失量(t)		481355
水土流失防治标准执行等级		西南紫色土区一级标准			
防治指标	水土流失治理度(%)	97	土壤流失控制比		1.0
	渣土防护率(%)	92	表土保护率(%)		92
	林草植被恢复率(%)	97	林草覆盖率(%)		25
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	混凝土截排水沟 70150m ³ , 骨架护坡 290840m ² , 表土剥离 19.60 万 m ³	植草护坡 684330m ² , 覆土 19.60 万 m ³ , 中分带灌草绿化 14.08hm ²	土袋拦挡 7438m, 临时截排水沟 70.42km, 无纺布 1.68 万 m ² , 撒播植草 69.8kg, 防雨布 23.47 万 m ²	
	桥涵工程区		撒播草籽绿化 100.28hm ²	临时排水沟 7698m, 泥浆沉淀池 23 个	
	隧道工程区	混凝土截排水沟 2208m ³ , 骨架护坡 2760m ²	喷播植草 14950m ²	临时排水沟 7498m, 泥浆沉淀池 38 个	
	交叉工程区	浆砌石截排水沟 43240m ³ , 混凝土截排水沟 7780m ³ , 骨架护坡 44410m ³ , 表土剥离 14.16 万 m ³	植草护坡 311370m ² , 覆土 14.16 万 m ³ , 场地绿化 21.20hm ²	土袋拦挡 3833m, 无纺布 10.26 万 m ² , 撒播植草 427kg, 临时排水沟 4503m, 临时沉沙池 11 个	
	沿线设施区	浆砌石截排水沟 1685m ³ , 混凝土截排水沟 421m ³ , 表土剥离 2.26 万 m ³	场地绿化 4.52hm ² , 覆土 2.26 万 m ³	土袋拦挡 1685m, 无纺布 4.29 万 m ² , 撒播植草 179kg, 临时排水沟 3146m, 沉沙池 10 个	
弃渣场区	M7.5 浆砌块石挡渣墙 6650m, C20 片石砼拦渣坝 153m, C20 片石砼拦洪坝 281m, M7.5 浆砌块石排水沟及消能坎 29007m, C20 片石砼排洪渠 6971m, 片石盲沟 9010m, M7.5 浆砌块石沉沙池 58 个, C20 砼沉沙池 12 个, 表土剥离 47.16 万 m ³ , 复耕 89.72hm ²	绿化面积 115.51hm ² , 覆土 47.16 万 m ³	土袋拦挡 6116m, 无纺布 13.98 万 m ² , 撒播植草 582.5kg		
取土场区	M7.5 浆砌块石排水沟 692m, M7.5 浆砌块石沉沙池 2 个, 表土剥离 0.69 万 m ³ , 复耕 2.33hm ²	挂网喷播植草 0.47hm ² , 藤本植物 2812 株, 覆土 0.69 万 m ³	土袋拦挡 306m, 无纺布 0.28 万 m ² , 撒播植草 11.5kg		
施工道路区	表土剥离 13.30 万 m ³ , 土地整治 64.25hm ² , 复耕 24.15hm ²	绿化面积 39.93hm ² , 覆土 13.30 万 m ³	土袋拦挡 29652m, 临时排水沟 119km, 沉沙池 60 个		
施工生产生活区	表土剥离 5.60 万 m ³ , 土地整治 21.34hm ² , 复耕 13.30hm ²	绿化面积 8.04hm ² , 覆土 5.60 万 m ³	土袋拦挡 5574m, 无纺布 2.24 万 m ² , 撒播植草 93.3kg, 临时排水沟 9188m, 沉沙池 62 个		
表土临时堆放场区	土地整治 6.65hm ² , 复耕 3.71hm ²	绿化面积 2.94hm ²	土袋拦挡 4200m, 无纺布 7.98 万 m ² , 撒播植草 332.5kg		
投资(万元)	21462.71 (其中主体已有 14521.72)		5321.74 (其中主体已有 4229.79)		1345.31 (均为新增)
水土保持总投资(万元)	34832.35 (其中主体已有 18751.52)		独立费用(万元)		3611.30
监理费(万元)	480.00	监测费(万元)	461.81	补偿费(万元)	1284.35
方案编制单位	四川省交通勘察设计研究院有限公司		项目实施机构	广元市交通运输局	
法定代表人	刘四昌		法定代表人	田刚富	
地址	成都市太升北路 35 号		地址	广元市利州区人民南路 20 号	
邮编	610017		邮编	628017	
联系人及电话	王泽林 028-86916839		联系人及电话	敖雄伟 0839-3263541	
传真	028-86916839		传真	0839-3263541	
电子信箱	22596325@qq.com		电子信箱	303792338@qq.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 原路现状及扩容方案

绵广高速公路是《国家公路网规划（2013年~2030年）》中G5京昆高速公路的重要组成部分，是四川北向出川（至陕西）大通道的重要组成部分，起于广元市利州区盘龙镇广元收费站，止于绵阳市涪城区磨家镇绵阳南互通立交，路线全长165km。项目于1999年3月动工，2002年12月28日建成通车，为双向全立交全封闭四车道高速公路设计标准，设计时速80km/h，路基宽24.5m，沥青混凝土路面。项目法人：四川省川北高速公路股份有限公司。

根据本项目与京昆高速绵阳至成都段工作界面划分，本项目老路研究的止点为张家坪枢纽互通，因此本项目研究的老路路段为广元互通至张家坪枢纽互通（K1520+700~K1661+440.337），路线长140.74km。根据老路状况，大致可将该段老路划分为三段：广元互通至剑阁段（K1520+700~K1548+000）、剑阁至金子山段（K1548+000~K1580+000）、金子山至张家坪枢纽互通段（K1580+000~K1661+440.337）。

广元互通至剑阁段（K1520+700~K1548+000）：该段老路沿线地形地质条件相对较好，总体线形较好，西成客专与老路并行距离相对较远，只在广元互通以北约400m处上跨老路，虽然西成客专在K1542+000~K1546+000段与老路并行约2km，最近距离仅50m，但并不影响老路拓宽。因此，该段具备沿原路拓宽的条件。对原路扩宽最大的制约因素是城市规划，广元互通至罗家沟枢纽互通段（K1520+700~K1535+000）老路两侧已纳入城市规划用地，若采用老路加宽方案，需调整城市规划。另外该段地方路网相对发达，国道108线也基本与老路并行，若沿原路拓宽，国道108线和地方县乡道对施工期保通分流作用较大。

剑阁至金子山段（K1548+000~K1580+000）：该段老路是全国闻名的事故路段，总体上存在如下四方面问题：①老路线形指标低，小半径的平曲线个数占比较大（66.7%）、部分平曲线长度过短、局部路段缓和曲线参数A值与平曲线半径不协调、部分竖曲线半径偏小、长度偏短等不足；②道路两侧拓宽受控因素较多，由于该段地形横坡陡峻，老路两侧不良地质体分布较多，沿线设置了多段抗滑桩板墙，沿老

路加宽线形改善空间有限，且开挖边坡风险较大。沿线存在 3 段高低路堤，总长 18.9km。兰成渝输油管道在该段与老路并行约 17km，西成客专从江油至陕西宁强均与老路并行，尤其在 K1560+000 ~ K1561+000、K1564+500 ~ K1565+500、K1569+000 ~ K1570+000、K1575+000 ~ K1578+000 段总计约 8km 在老路右侧并行，间距 200 ~ 300m 之间，并在 K1579+700 处上跨老路；③该段老路与龙门山断裂带（前山断裂）近平行，最短平距 5 ~ 8km，走廊地形地质条件由南向北，越来越复杂，地形主要以深丘和低山为主，不良地质类型多样，主要有顺层边坡、滑坡、崩塌、岩溶、瓦斯突出等；④老路两侧地方道路不发达，主要有北西南东走向的国道 108 线和东西走向的省道 208 线，若沿原路拓宽，其施工期保通分流就主要依靠这两条路，但主要还是会依靠走向近一致的国道 108 线，这会造成国道 108 线负荷过重，极易发生交通瘫痪。以上四方面原因导致该段沿原路拓宽难度巨大。



宝成铁路于小溪坝以南下穿绵广高速



西成客专在小溪坝以北上跨绵广高速



剑阁县城附近高低路堤



剑阁县城附近县道 122 在老路坡脚并行



西成客专三河口大桥位于老路右侧桥墩



兰成渝输油管线



老路局部护坡损坏



老路沿线排水设施良好

金子山至张家坪枢纽互通段 (K1580+000 ~ K1661+440.337): 该段老路沿线地形地质条件相对较好, 总体线形较好, 西成客专与老路并行距离相对较远, 虽然兰成渝输油管道在该段与老路并行约 17km, 对加宽方式有一定影响, 但沿老路扩容的方案是可行的。另外该段国省道和地方路网相对发达, 若沿原路拓宽, 国省道和地方县乡道对施工期保通分流作用较大。

高速公路扩容方式的选择有两种, 原路加宽改扩建扩容或者新建复线方案扩容。主体工程设计通过对原路现状的调查和适应性分析评价、以及扩容方案分析 (广元至绵阳段)、扩容通道研究 (汉中至成都段, 京昆高速公路绵阳至成都段扩容采用复线方案), 本项目以新建复线的方式对 G5 京昆高速公路广元至绵阳段进行扩容, 路线位于既有 G5 京昆高速公路东侧, 起点对接 G5 京昆高速广陕段扩容工程, 终点对接 G5 京昆高速公路绵阳至成都段扩容工程。

2.1.1.2 地理位置

京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程位于四川省东北部的广元市和绵阳市境内。

路线起于广元市昭化区西黑水塘附近 (E105°48'31.72"、N32°18'59.39"), 对接 G5012 恩广高速, 与建成的 G5012 恩广高速、G75 兰海高速形成枢纽互通式立体交叉, 随后路线一路向西南方向延伸, 经剑阁县、梓潼县辖区, 在绵阳市游仙区魏城镇东南侧对接 G5 京昆高速绵阳至成都段扩容起点 (E104°58'27.17"、N31°31'15.92")。

本项目地理位置见附图 2.1-1。

2.1.1.3 技术标准

本项目按全部控制出入、全立交的双向六车道高速公路技术标准建设, 设计速度 120km/h, 路基宽度 34.5m, 沥青砼路面。

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	推荐方案
1	公路等级		高速公路
2	设计速度	km/h	120
3	路基宽度	m	34.5
4	行车道宽度	m	6×3.75
5	圆曲线最小半径极限值	m	650
6	圆曲线最小半径一般值	m	1000
7	最大纵坡	%	3
8	最小坡长	%	300
9	凸形竖曲线最小半径一般值	m	17000
10	凸形竖曲线最小半径极限值	m	11000
11	凹形竖曲线最小半径一般值	m	6000
12	凹形竖曲线最小半径极限值	m	4000
13	汽车荷载等级		公路-I级
14	路面结构类型		沥青砼
15	桥梁宽度	m	34.5
16	隧道宽度	m	2×15.25
17	桥梁及路基设计洪水频率		特大桥 1/300、其他 1/100
18	抗震设防标准		地震动峰值加速度为 0.10g，地震烈度为VII度
19	通航标准		嘉陵江为规划III级航道
20	交通工程及沿线设施		A级

2.1.1.4 路线走向及主要控制点

(1) 路线走向

推荐方案（A线）起于广元绕城高速公路黑水塘附近，对接G5012恩广高速，与建成的G5012恩广高速、G75兰海高速形成枢纽互通式立体交叉，随后路线一路向西南方向延伸，在红岩镇西侧约2km处跨越嘉陵江，途经广元港、高观乡，从剑阁老县城普安镇东侧过境，随后途经柳沟镇、武连镇、演武镇、许州镇，从梓潼县西侧过境，经徐家镇，在魏城镇东南侧对接G5京昆高速绵阳至成都段扩容推荐方案（C7线）起点，路线全长123.818km。

(2) 主要控制因素

本项目实施A线，路线以沿线城市发展规划（广元市、昭化区、剑阁县、梓潼县、游仙区、绵阳市等）、相交高速公路（已建成的G5012恩广高速公路、G75兰海高速公路和规划中的京昆高速绵阳至成都段、绵苍巴高速公路）、兰渝铁路、环境敏感点等为主要控制因素。

推荐方案路线平、纵面缩图见附图2.1-2。

2.1.1.5 建设规模

推荐方案（A线）全长123.818km，设置桥梁40163.5m/87座，其中特大桥

13651.5m/12座，大、中桥 26190m/61座，小桥 322m/14座，涵洞（含通道）184道；桥梁占路线长度的 32.44%；设置隧道 36712m/23座，其中特长隧道 15787m/4座，长隧道 14381m/9座，中隧道 6144/9座，短隧道 400m/1座，隧道占路线长度的 29.65%；桥隧比 62.09%；互通式立体交叉 11座，其中枢纽互通 1座，一般互通 10座，分离式交叉 34座，天桥 42座；服务区 2处、停车区 3处；永久占地 687.70hm²，拆迁建筑物 76.56万 m²。估算总投资 285.23亿元，平均每公里造价 23036.27万元。

工程建设规模详见表 2.1-2。

表 2.1-2 本项目推荐方案主要工程数量表

指标名称		单位	工程量	备注
起讫桩号			AK0+000 ~ AK123+817.610	
车道数			双向六车道	
设计速度		km/h	120	
路线总长		km	123.818	
建设里程		km	123.818	
拆迁电力电讯、给排水管线		km	149.82	
拆迁建筑物		万 m ²	76.556	
占用土地	永久占地	耕地	649.53	hm ²
		非耕地	38.17	
	合计	687.70		
路基土石方	挖方	土方	274.10	万 m ³
		石方	639.55	
	填方	土方	252.56	
		石方	582.09	
路基排水及防护工程		万 m ³	32.699	不含互通工程
路面工程（扣除桥隧）		万 m ²	103.200	
特殊路基处理		km	37.928	
桥梁		m/座	40163.5/87	
特大桥		m/座	13651.5/12	含互通 主线桥梁
大、中桥		m/座	26190/61	
小桥		m/座	322/14	
涵洞（含通道）		道	184	
隧道		m/座	36712/23	
特长隧道		m/座	15787/4	
长隧道		m/座	14381/9	
中隧道		m/座	6144/9	
短隧道		m/座	400/1	
互通立交	枢纽	处	1	
	单喇叭		10	
分离式立交		处	34	
桥隧比		%	62.09	
建安费+征拆		亿元	225.14	
估算总额		亿元	285.23	
平均每公里造价		万元	23036.27	

2.1.1.6 路线行政区划

本项目路线途经广元市昭化区、剑阁县和绵阳市梓潼县、游仙区。推荐路线经过各行政区域路段桩号及高程分布情况见表 2.1-3。

表 2.1-3 推荐路线行政区划及高程分布一览表

市	区县	起讫桩号	路线长度 (km)	布线高程 (m)
广元市	昭化区	AK0+000 ~ AK21+000	21.000	496.25 ~ 600.00
	剑阁县	AK21+000 ~ AK79+920	58.920	549.40 ~ 720.50
绵阳市	梓潼县	AK79+920 ~ AK111+730	31.810	499.92 ~ 576.74
	游仙区	AK111+730 ~ AK123+817.610	12.088	474.95 ~ 516.93
合计			123.818	

2.1.2 项目组成及工程特性

京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程为新建工程，工程主要由路基路面、桥涵、隧道、交叉工程（含连接线）及沿线设施等主要建筑物和弃渣场、取土场、施工道路、施工生产生活区、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	京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程							
2	建设地点	广元市昭化区、剑阁县，绵阳市梓潼县、游仙区			所在流域	长江流域			
3	公路等级	高速公路			工程性质	新建			
4	建设单位	广元市人民政府 BOT 招商确定							
5	技术指标	线路长度 (km)	设计速度 (km/h)	路基宽度 (m)		路面结构类型	最大纵坡		
	主线	123.818	120	34.5		沥青砼	3%		
6	总投资	285.23 亿元			土建投资		205.17 亿元		
7	建设期	4 年 (2021 年 1 月 ~ 2024 年 12 月)							
二、项目组成及主要技术指标									
项目组成		占地面积 (hm ²)			主要技术指标				
		合计	永久占地	临时占地	工程名称	单位	数量		
主体工程	路基工程	297.65	297.65		路基	km	46.943		
	桥涵工程	128.38	128.38		桥梁	m/座	40163.5/87		
	隧道工程	24.14	24.14		隧道	m/座	36712/23		
	交叉工程	201.40	201.40		互通式立交	处	11		
	沿线设施	36.13	36.13		分离式立交	处	34		
					涵洞	道	184		
					服务区	处	2		
					停车区	处	3		
					收费站	处	10		
					管理中心	处	2		
	小计	687.7	687.70		拆迁建筑物	万 m ²	76.56		
临时工程	弃渣场	205.23		205.23	弃渣场	个	50		
	取土场	2.80		2.80	取土场	个	1		
	表土临时堆放场	6.65		6.65	表土临时堆放场	个	19		
	施工道路	64.25		64.25	施工道路	km	98.84		
	施工生产生活区	21.34		21.34	施工生产	总量	个	47	
		小计	300.27		300.27	生活区	其中新增	个	31
合计		987.97	687.70	300.27					
三、项目土石方工程量									
项目组成	单位	挖方	填方	调入	调出	借方	综合利用	弃方	说明
一般路基	万 m ³	913.65	834.65		14.94			64.06	自然方
特殊路基	万 m ³	59.90	59.90	23.43		36.47		59.90	自然方
桥涵工程	万 m ³	16.01						16.01	自然方
隧道工程	万 m ³	1364.52			64.44		106.67	1193.42	自然方
交叉工程	万 m ³	272.06	171.79	24.19	9.46	10.17		130.06	自然方
沿线设施	万 m ³	43.05	76.96	36.33				2.42	自然方
弃渣场	万 m ³	47.16	47.16						自然方
取土场	万 m ³	0.69	0.69						自然方
施工道路	万 m ³	64.25	61.03					3.21	自然方
施工生产生活区	万 m ³	16.27	16.27						自然方
合计	万 m ³	2797.55	1268.44	88.84	88.84	46.64	106.67	1469.08	

2.1.3 工程布置及主要建筑物

2.1.3.1 路基工程

(一) 路基横断面

按照部颁《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)有关规定,路基宽度 34.5m,行车道宽度 6×3.75m,路缘带 2×0.75m,中央分隔带宽度 3.0m,硬路肩宽度 2×3m,

土路肩宽度 $2 \times 0.75\text{m}$ 。

路基标准横断面见附图 2.1-3。

(二) 路基边坡

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 $0 \sim 8\text{m}$ 采用 $1:1.5$ ； $8 \sim 20\text{m}$ 采用 $1:1.75$ ；在坡率变化处，设一宽 1.5m 的边坡平台。对于分布有膨胀性土的路段，该路段路面底基层以下加铺厚层石灰土垫层，路基面横坡尽可能大一些。路基填高宜控制在 3m 以内，路堤边坡坡率宜取 $1:1.5 \sim 1:1.75$ ，土质路堑边坡坡率宜取 $1:1.75 \sim 2.0$ ，加强排水措施，路基边沟适当加宽并尽可能加深，沟底应在土基顶面以下至少 $40 \sim 50\text{cm}$ 。

挖方路堑：挖方路基边坡的坡度采用 $1:0.75 \sim 1.5$ ，边坡高度每隔 $8 \sim 10\text{m}$ ，设一碎落平台，平台宽不小于 2m ，坡面根据岩石破碎程度、岩性等情况，一般采用植草、浆砌片石护面墙、锚杆框架梁植草或三维植被网等防护措施。对于坡顶有汇水进入坡面的路段，路堑设截水沟。

(三) 不良地质及特殊路基

路线走廊带位于丘陵、低山地貌上，地形地貌较复杂，但区内地质构造简单，多为舒缓状褶皱（向、背斜），区内岩性单一，为砂、泥岩或砂泥岩互层。所以工程区工程地质问题较为简单，不良地质及特殊地质现象主要为软弱地基和砂泥岩风化碎落、顺层边坡。

软弱地基：根据路基填高、软基厚度等具体情况，以及软土不同的赋存条件，浅层软土采用换填、碎石盲沟处治；深厚软土采用碎石桩或者塑料排水板处治；根据稳定需要铺设土工格栅，以防止路堤失稳。为保证工后沉降满足规范要求，可根据工期安排采用超载预压等措施；同时，埋设监控设施，以指导路基填筑施工和路基卸载。

砂泥岩风化碎落：沿线崩塌与岩堆分布范围和规模较小，可采取加强防护工程（如清方、支挡、锚固框架、危岩体 SNS 柔性网固定等）进行处治。

顺层边坡：采用抗滑桩、预应力锚索等处治。

特殊路基处理工程量统计见表 2.1-5。

表 2.1-5 特殊路基处理工程量统计表

起讫桩号	路线长度 km	扩容方式	软基处治					不稳定斜坡处治				
			处治面积 m ²	垫层	塑料排水板	碎石桩	换填	被动网 m ²	主动网 m ²	预应力锚索	锚杆框架梁	抗滑桩
				砂砾石 m ³	总长度 m	总长度 m	砂砾石 m ³			锚索 m	普通锚杆 m	桩身砼 m ³
AK0+000 ~ AK13+000.000	13.000	新建 6 车道								1167	15360	4200
AK13+000.00 ~ AK71+000.000	58.000	新建 6 车道	41580				103950		5400	35450	22080	4500
AK71+000.00 ~ AK81+600.000	10.600	新建 6 车道									8160	
AK81+600.00 ~ AK123+817.610	42.218	新建 6 车道	540540	171270	784651	698106	495000		7800	46117	84000	10500
合计	123.818		582120	171270	784651	698106	598950		13200	82733	129600	19200

从表 2.1-5 可以看出,本项目软基处理量较大,主要分布在 AK81+600 ~ AK123+817.610,路基通过水田或坳沟,以填方路基为主,结合软基换填对材料的要求,换填料采用利用符合要求的隧道洞渣或外购砂砾石的方式获得。

(四) 路基、路面排水

(1) 路基排水

路基排水系统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‰,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。在填方及挖方路段边沟均采用矩形沟,排水沟采用梯形沟。

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。

(2) 路面排水

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

(3) 排水沟尺寸

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。边沟和排水沟采用矩形断面 50cm×70cm, C20 砼浇筑,厚度 30cm 或 40cm, 堑顶截水沟采用矩形断面 30cm×40cm, 厚度 25cm 或矩形断面 40cm×40cm, 衬砌厚度 40cm, 护坡道采用植草防护。沉砂池长 120cm, 宽 100cm, 深 100cm, C20 砼浇筑, 厚度 40cm。

本项目推荐方案路基排水工程量统计见表 2.1-6，路基、路面排水工程设计见附图 2.1-4，路基边坡排水、消能措施设计见图 2.1-5。

表 2.1-6 路基排水工程量统计表

起讫桩号	里程 (km)	混凝土圬工	行政区划
		(1000m ³)	
AK0+000.000 ~ AK13+000.000	13.000	3.33	昭化区
AK13+000.000 ~ AK21+000.000	8.000	6.96	
AK21+000.000 ~ AK71+000.000	50.000	8.94	剑阁县
AK71+000.000 ~ AK79+920.000	8.920	3.97	
AK79+920.000 ~ AK81+600.000	1.680	0.65	梓潼县
AK81+600.000 ~ AK111+730.000	30.130	38.43	
AK111+730.000 ~ AK123+817.610	12.088	7.87	游仙区
合计	123.818	70.15	

(五) 路基防护

(1) 填方路基防护

填方边坡高度小于 2.5m 时，采用植草防护或实体护坡。填方边坡高度大于 2.5m 时，采用拱形护坡防护。沿河路基或经过水田地段的的路基，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，视具体情况采用衡重式挡土墙、护肩或护脚墙进行防护。

根据沿线材料情况，护坡采用片石砼，挡土墙、护肩及护脚采用混凝土圬工。

(2) 挖方边坡防护

项目区内多为砂泥岩互层，挖方边坡应作坡面防护。边坡高度小于 10m 时，坡面采用挂网植草防护。边坡高度在 10~20m 时，坡面采用护面墙防护或挂组合网植草防护。边坡高度大于 20m 时，采用框架梁锚杆加固防护。

本项目推荐方案路基防护工程量统计表 2.1-7，路基防护设计见附图 2.1-6。

表 2.1-7 路基防护工程量统计表

起讫桩号	里程 (km)	一般路基防护与加固		其他路基防护与加固		行政区划
		片石混凝土圬工	混凝土圬工	植草护坡	骨架护坡	
		(1000m ³)	(1000m ³)	(1000m ²)	(1000m ²)	
AK0+000.000 ~ AK13+000.000	13.000	9.56	2.62	32.48	13.80	昭化区
AK13+000.000 ~ AK21+000.000	8.000	18.56	5.09	63.06	26.80	
AK21+000.000 ~ AK71+000.000	50.000	27.08	7.42	92.04	39.12	剑阁县
AK71+000.000 ~ AK79+920.000	8.920	11.38	3.12	38.68	16.44	
AK79+920.000 ~ AK81+600.000	1.680	1.87	0.52	6.38	2.71	梓潼县
AK81+600.000 ~ AK111+730.000	30.130	22.60	6.19	76.82	32.65	
AK111+730.000 ~ AK123+817.610	12.088	110.31	30.22	374.87	159.32	游仙区
合计	123.818	201.37	55.17	684.33	290.84	

(六) 中央分隔带防护

路基、互通主线中央分隔带型式采用波形梁护栏，采用绿植防眩。

根据路基宽度组成，本项目中央分隔带宽度为 3.0m，下部用碎砾石铺设成渗沟，排除中央分隔带积水，顶面回填表土，绿化美化路容，同时达到防眩目的。

中央分隔带绿化将采用覆土、丛植灌木、撒播植草等方式进行。中央分隔带呈梯形断面，深度一般与路面深度一致，约 85~90cm，下部碎砾石渗沟约 20~30cm。因此，中央分隔带覆土厚度约 70cm 左右。上部绿化灌木栽植间距一般为 80cm~100cm，根据区域气候条件及周边高速公路采用物种，本项目可选择金叶女贞、塔柏、毛叶丁香、红叶石楠等，并可间植紫薇；绿化草籽撒播密度为 150kg/hm²，可选用黑麦草、狗牙根等。

中央分隔带防护绿化工程数量见表 2.2-8。

表 2.2-8 中央分隔带防护绿化工程数量表

行政区划	起讫桩号	里程 (km)	路基 (km)	覆土 (万 m ³)	灌木 (株)	撒草籽 (kg)
昭化区	AK0+000 ~ AK21+000	21.000	7.577	1.59	9471	341
剑阁县	AK21+000 ~ AK79+920	58.920	11.695	2.46	14619	526
梓潼县	AK79+920 ~ AK111+730	31.810	18.670	3.92	23338	840
游仙区	AK111+730 ~ AK123+818	12.088	9.004	1.89	11255	405
全线合计		123.818	46.943	9.86	58683	2113

(七) 高填深挖路段分布

根据路线走向及工程地质条件，经统计，推荐方案高填深挖路段分布见表 2.1-9，其中挖深大于 30m 的深挖路段 4 处，无填高大于 20m 的高填路段。

表 2.1-9 高填深挖路段统计表

项目	序号	起讫桩号	路段长度 (m)	最大填高 (m)	最大挖深 (m)
深挖路段	1	AK71+080 ~ AK71+328	248		41.2
	2	AK85+540 ~ AK85+758	218		32.7
	3	AK96+530 ~ AK97+160	630		42.6
	4	AK107+580 ~ AK107+915	335		45.4
	5	AK113+860 ~ AK114+010	150		25.2
	6	AK117+640 ~ AK118+190	550		29.6
高填路段	1	AK101+170 ~ AK101+570	400	14.4	
	2	AK103+000 ~ AK103+745	745	17.7	

主体工程设计深挖路段处理措施如下：根据本路段地层岩性、产状、软弱结构面情况，结合勘探技术参数，类比周边公路相关地层及其边坡设计，计算确定边坡设计综合坡比，并进行路堑与隧道方案的技术经济比选。路堑高边坡采用 3m×4m 锚杆框架梁植草或抗滑桩防护。

2.1.3.2 路面工程

本项目主线及互通匝道均采用沥青混凝土路面，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	匝道	桥梁、隧道	收费站
		沥青砼路面	沥青砼路面	沥青砼路面	水泥砼路面
面层	上面层	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 水泥砼
	中面层	6cm 中粒式改性沥青砼 AC-20C	6cm 中粒式沥青砼 AC-20C	6cm 中粒式沥青砼 AC-20C	
	下面层	8cm 中粒式普通沥青砼 AC-20C			
基层		25cm 水泥稳定碎石	25cm 水泥稳定碎石		23cm 水泥稳定碎石
底基层		25cm 水泥稳定碎石	25cm 水泥稳定碎石		23cm 水泥稳定碎石
垫层		20cm 级配碎石	20cm 级配碎石		20cm 级配碎石
总厚度		88cm	80cm	10cm	94cm

2.1.3.3 桥涵工程

(一) 设计标准

- (1) 桥梁标准横断面：34.5m；
- (2) 设计荷载：公路-I 级；
- (3) 设计洪水频率：特大桥 1/300、大中桥 1/100；

(二) 桥梁结构类型

本项目一般大、中桥桥梁上部构造采用 20m 预应力砼简支小箱梁或 30m、40m 预应力砼简支 T 梁，为先简支后连续体系。下部构造桥墩采用桩柱式墩，桩基础；桥台根据地形地质情况选用重力式桥台、肋板式桥台和桩柱式桥台，扩大基础或桩基础。

(三) 桥梁规模

本项目设置桥梁 40163.5m/87 座，其中特大桥 13651.5m/12 座，大、中桥 26190m/61 座，小桥 322m/14 座，涵洞(含通道)184 道；桥梁占路线长度的 32.44%。

本项目主要跨河桥梁及涉水情况见表 2.1-11。

表 2.1-11 主要跨河桥梁及涉水情况统计表

序号	中心桩号	河名或桥名	桥长 (m)	孔数及跨径(孔-m)	涉水桥墩 (组)	跨越河流 名称	跨越处河宽 (m)	备注(涉及水土保持敏感区情况)
1	AK0+074.7	黑水塘互通主线 右线特大桥	1322	12×25+4×40+3×60+ 1×50+7×60+5×40	/	射箭河	23	
	AK0+195.5	黑水塘互通主线 左线特大桥	1003	3×25+3×40+10×60+5×40	/	射箭河	23	
2	AK4+839	作坊河大桥	176	8×20	/	五叉河	12	
3	AK15+572.50	庙子梁嘉陵江特大桥	955	7×25+6×40+1×450+2×40	/	嘉陵江	325	III-(3)级航道、亭子湖市级风景名胜区、 嘉陵江广元、阆中水功能一级区的保留区
4	AK17+867.50	红苕坪大桥	645	6×40+75+140+75+2×40+25	/	龙塘河(亭子口库区)	20	亭子湖市级风景名胜区
5	AK20+898.50	石坡河大桥	783	8×40+75+140+75+4×40	/	石坡河	22	
6	AK23+331	染房里大桥	186	6×30	/	龙塘子河	14	
7	AK26+248	金光水库大桥	376	9×40	/	鱼塘河(金光水库上游)	8	
8	AK36+810	大河坝大桥	656	16×40	/	三叉河	26	
9	AK37+829	新房子大桥	416	10×40	/	小溪沟	17	
10	AK39+819.50	严加河大桥	700	6×40+75+140+75+4×40	/	严加河	14	
11	AK43+732	浅水坝特大桥	755	4×25+3×40+85+ 160+85+3×40+3×25	/	普子河	12	亭子湖市级风景名胜区
12	AK45+449.5	闻溪河特大桥	1500	6×40+85+3×160+85+15×40	/	闻溪河	74	
13	AK48+532	光荣水库大桥	356	17×20	5	鱼塘	112	
14	AK50+092	赵家梁特大桥	1216	40×30	/	小溪沟	11	四川翠云廊古柏省级自然保护区、 剑门蜀道国家级风景名胜区
15	AK51+329.5	黑龙滩特大桥	1020	10×40+75+140+75+8×40	/	王家河	14	剑门蜀道国家级风景名胜区
16	AK52+608	陈家河大桥	963	8×40+75+2×140+75+5×40	/	陈家河	12	剑门蜀道国家级风景名胜区、剑阁县高观乡 饮用水水源二级保护区
17	AK62+379.5	庄子岩特大桥	860	5×40+85+160+85+8×40	/	柳沙河	25	
18	AK67+773	茵草沟大桥	616	15×40	2	芷家沟(斜交)	63	
19	AK70+449	徐家河大桥	768	19×40	/	芷家沟	12	
20	AK71+627	水碾河大桥	576	14×40	/	芷家沟	19	
21	AK73+547	塔子坡西河大桥	725	1×25+4×40+85+160+85+5×40	/	西河	40	四川翠云廊古柏省级自然保护区、四川剑阁西河 湿地自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、

序号	中心桩号	河名或桥名	桥长 (m)	孔数及跨径(孔-m)	涉水桥墩 (组)	跨越河流 名称	跨越处河宽 (m)	备注(涉及水土保持敏感区情况)
								四川剑门关国家森林公园、西河剑阁段特有鱼类 国家级水产种质资源保护区、西河南充 水功能一级区的保留区
22	AK75+513	铁家沟特大桥	1616	40×40	/	王家河	10	
23	AK79+092	双柏林特大桥	1006	33×30	/	麻池沟	16	
24	AK84+045	石河堰 1#大桥	556	18×30	2	金天河	46	
25	AK84+832	石河堰 2#大桥	316	15×20	/	金天河	13	
26	AK85+295	金天河大桥	496	24×20	1	金天河	19	
27	AK91+830	潼江特大桥	1380	22×40+95+180+95+3×40	1	潼江	400	潼江河省级水产种质资源保护区, 枯水期涉水墩 1组, 常水涉水墩5组, 河道有江心洲及汉道
28	K92+554	赵家咀大桥	536	13×40	/	谢家桥沟	10	
29	AK98+676	石鸡河大桥	376	12×30	2	石鸡河	45	
30	AK105+867	魏家河大桥	576	28×20	/	太平河	12	
31	AK111+910	李家湾中桥	76	3×20	/	响水滩	13	
32	AK116+626	石板滩大桥	416	20×20	/	石板滩河	12	
33	AK123+603	牛头河大桥	428	21×20	2	魏柳河	34	

(四) 特大桥或特殊结构桥梁

(1) 特大桥及特殊结构大桥设置原则

本项目路线跨越深沟且墩高大于 80m 时，考虑设置特殊结构桥梁；路线跨越通航河流和保护区河流时，考虑设置特殊结构桥梁一跨跨越通航区域和保护区红线；其余根据需要设置简支梁特大桥。特大桥及特殊结构大桥见表 2.1-12、2.1-13。

表 2.1-12 特大桥布置情况一览表

序号	中心桩号	河名或桥名	最大桥高 (m)	桥梁全长 (m)	孔数及孔径 (孔-米)	结构类型		
						上部结构	下部结构	
							墩及基础	台及基础
1	AK0+074.7	黑水塘互通主线右线特大桥	112.6	1322.0	12×25+4×40+3×60+1×50+7×60+5×40	钢箱梁、简支 T 梁	空心薄壁墩、桩柱式圆墩	桩柱式桥台
	AK0+195.5	黑水塘互通主线左线特大桥	112.6	1003.0	3×25+3×40+10×60+5×40	钢箱梁、简支 T 梁	空心薄壁墩、桩柱式圆墩	桩柱式桥台
2	AK15+572.5	庙子梁嘉陵江特大桥	69.3	955	7×25+6×40+1×450+2×40	钢管砼拱桥、简支 T 梁	桩柱式墩、桩基；拱座、扩大基础	重力式桥台、桩柱式桥台
3	AK43+732.0	浅水坝特大桥	111.0	755	4×25+3×40+85+160+85+3×40+3×25	斜拉桥、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
4	AK45+449.5	闻溪河特大桥	131.8	1500	6×40+85+3×160+85+15×40	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
5	AK50+092.0	赵家梁特大桥	35.0	1216	40×30	简支 T 梁	桩柱式墩、桩基	重力式桥台
6	AK51+329.5	黑龙滩特大桥	101.8	1020	10×40+75+140+75+8×40	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
7	AK60+714.0	小沟头特大桥	77.0	1100	19×40+13×25	简支 T 梁	桩柱式墩、桩基	重力式桥台
8	AK62+379.5	庄子岩特大桥	99.7	860	5×40+85+160+85+8×40	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
9	AK73+547.0	塔子坡西河大桥	87.0	725	1×25+4×40+85+160+85+5×40	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
10	AK75+513.0	铁家沟特大桥	70.0	1616	40×40	简支 T 梁	桩柱式墩、桩基	重力式桥台
11	AK79+092.0	双柏树特大桥	31.0	1006	33×30	简支 T 梁	桩柱式墩、桩基	重力式桥台
12	AK91+830.0	潼江特大桥	44.5	1380	22×40+95+180+95+3×40	连续刚构、简支 T 梁	双肢薄壁墩、承台接桩基础	桩柱式桥台、重力式桥台
复线方案 A 线特大桥合计：13651.5m/12 座								

表 2.1.13 特殊结构大桥布置情况一览表

序号	中心桩号	河名或桥名	最大桥高 (m)	桥梁全长 (m)	孔数及孔径 (孔-米)	结构类型		
						上部结构	下部结构	
							墩及基础	台及基础
1	AK1+732.5	将军岭大桥	93.1	425	3×25+75+140+75+2×25	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
2	AK3+488.0	兰渝铁路跨线大桥	56.0	580	7×25+130+6×40+25	钢管拱桥、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
3	AK17+867.5	红苕坪大桥	96.0	645	6×0+75+140+75+2×40+25	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
4	AK20+898.5	石坡河大桥	95.0	783	8×40+75+140+75+4×40	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
5	AK39+819.5	严加河大桥	96.7	700	6×40+75+140+75+4×40	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
6	AK52+608.0	陈家河大桥	102.5	963	8×40+75+2×140+75+5×40	连续刚构、简支 T 梁	箱形墩、承台接桩基础	重力式桥台
复线方案 A 线特殊结构大桥合计：4096m/6 座								

(2) 典型桥梁简介

①AK15+572.5 庙子梁嘉陵江特大桥

本桥平面位于直线段上，纵断面位于 $i_1=-1.6\%$ 的降坡段和 $i_2=2.3\%$ 的升坡段，为跨越嘉陵江而设，航道等级：III-(3)级；设计荷载：公路-I级；设计洪水频率：1/300，最大桥高 69.3m。

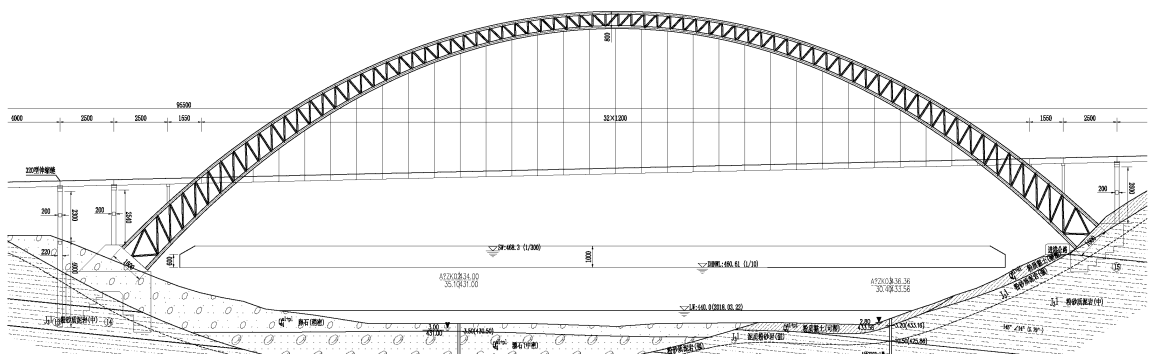
本桥桥位处嘉陵江河段位于弯道上，方案考虑一跨跨越通航水域。桥梁中心桩号为 AK15+572.5，桥跨布置为 $7\times 25\text{mT}$ 梁+ $6\times 40\text{mT}$ 梁+ $1\times 450\text{m}$ 中承式钢管砼拱桥+ $2\times 40\text{mT}$ 梁，桥梁全长 955.0m。

主桥采用中承式拱桥，拱肋为钢管砼桁架结构，主孔跨度 450m，净跨度为 430m，净矢跨比为 1/4。拱顶截面径向高为 8m，拱脚截面径向高为 16m，肋宽 4m，每肋为上下各两根 $1350\times 26\text{mm}$ 、内灌 C60 微膨胀砼的钢管砼弦管，通过横联钢管 $800\times 16\text{mm}$ 和竖向两根腹杆 $700\times 14\text{mm}$ 钢管连接而成。吊杆和拱上立柱间距为 12m。拱肋中心距为 38.5m，两肋间桥面以上的拱圈上弦平面设置三角形钢管横撑，吊杆处间隔设置工字形钢管桁架横撑，桥面以下的拱脚段设置径向钢管砼桁架横撑和下弦 X 型撑。吊杆采用 15.2 预应力钢绞线挤压成型索体。

桥面梁由两道主纵梁、七道次纵梁、吊杆处主横梁、主横梁间设置四道次横梁组成格子梁桥面板；主次纵横梁均采用工字形截面。格子梁桥面板采用钢-砼组合结构。

引桥采用 25m、40m 简支 T 梁。

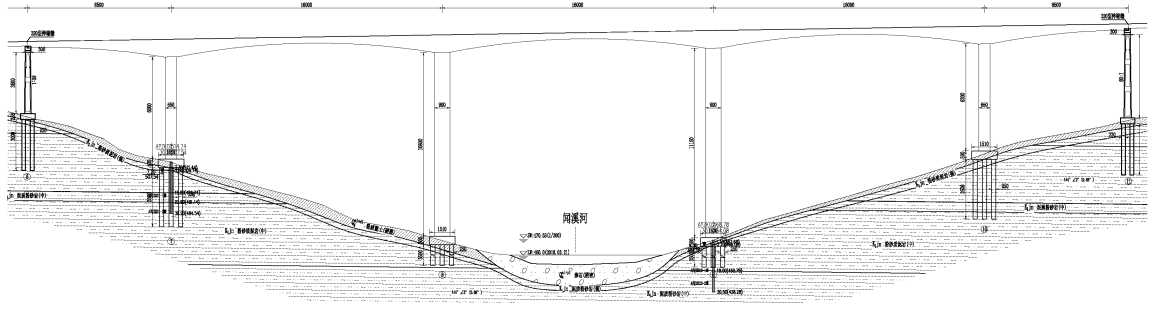
主桥采用斜拉扣挂安装；引桥简支 T 梁采用预制安装施工。



②AK45+449.5 闻溪河特大桥

本桥平面位于圆曲线和直线段上，纵断面位于 $i_1=1.6\%$ 的升坡段，为跨越闻溪河而设，不通航；设计荷载：公路-I级；设计洪水频率：1/300，最大桥高 131.8m。

该方案桥梁中心桩号 AK45+449.5，桥跨布置为 $6\times 40\text{mT}$ 梁+ $(85+3\times 160+85)\text{m}$ 连续刚构+ $15\times 40\text{mT}$ 梁，桥梁全长 1500m。



桥梁采用双幅桥布置，桥面宽度 34.5m。主桥上部构造箱梁采用纵、横、竖三向预应力结构，分离双箱截面；半幅顶板宽 16.75m，底板宽 10.75m，两侧翼板悬臂长 3.0m，箱梁顶板设置成 2% 单向横坡；箱梁与主墩相接的根部梁高为 10.3m，跨中及边跨现浇段梁高 3.5m，梁底曲线按 1.8 次抛物线变化。

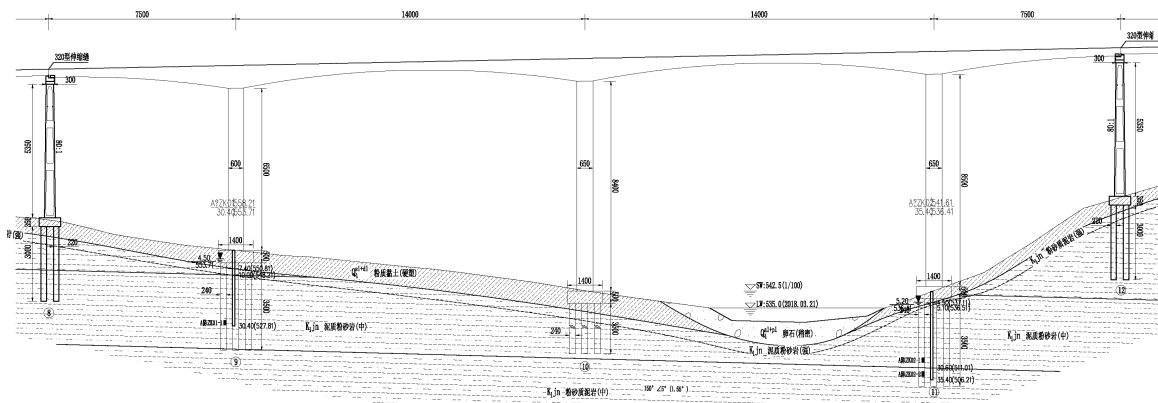
主桥主墩为钢筋砼箱型墩、分离式承台桩基础，每主墩承台下设 9 根直径为 2.5m 的群桩，为钻孔灌注桩基础。引桥采用分幅布置，下部结构半幅采用双柱式圆形墩、钻孔灌注桩基础，或者双柱式矩形空心墩、承台接桩基础；桥台均采用重力式桥台。

主桥主梁采用对称悬臂浇筑施工，空心墩身采用翻模施工，承台和桩基采用常规施工。引桥预应力砼筒支 T 梁采用现场预制，架桥机安装施工。

③AK52+608 陈家河大桥

本桥平面位于缓和曲线、圆曲线和直线段上，纵断面位于 $i_1=2.0\%$ 的升坡段，为跨越陈家河而设，不通航；设计荷载：公路-I 级；设计洪水频率：1/100，最大桥高 102.5m。

该方案桥梁中心桩号 AK52+608，桥跨布置为 $8 \times 40\text{mT 梁} + (75 + 2 \times 140 + 75)\text{m}$ 连续刚构 + $5 \times 40\text{mT 梁}$ ，桥梁全长 963.0m。



桥梁采用双幅桥布置，桥面宽度 34.5m。主桥上部构造箱梁采用纵、横、竖三向预应力结构，分离双箱截面；半幅顶板宽 16.75m，底板宽 10.75m，两侧翼板悬臂

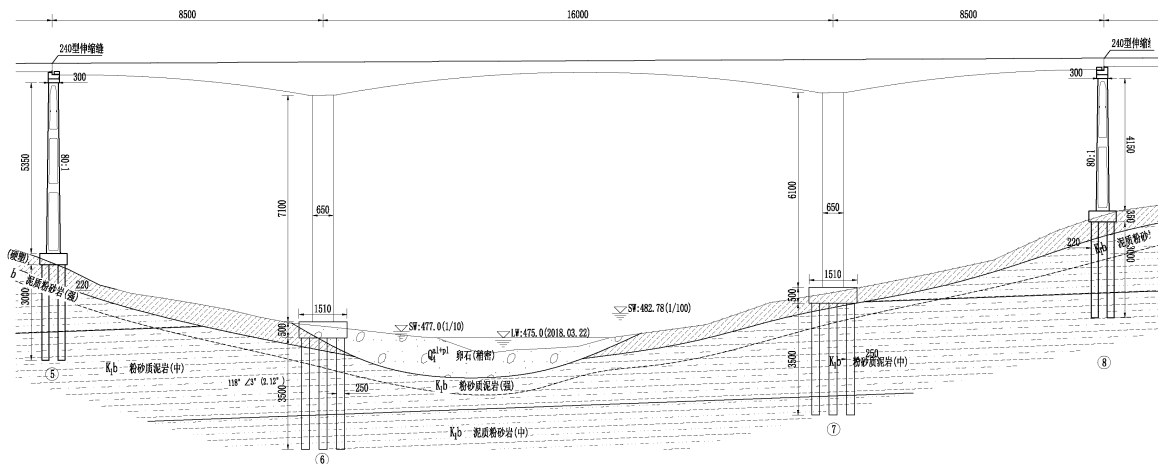
长 3.0m，箱梁顶板设置成 2% 单向横坡；箱梁与主墩相接的根部梁高为 9.0m，跨中及边跨现浇段梁高 3.2m，梁底曲线按 1.8 次抛物线变化。

主桥主墩为钢筋砼箱型墩、分离式承台桩基础，每主墩承台下设 9 根直径为 2.4m 的群桩，为钻孔灌注桩基础。引桥采用分幅布置，下部结构半幅采用双柱式圆形墩、钻孔灌注桩基础，或者双柱式矩形空心墩、承台接桩基础；桥台均采用重力式桥台。

主桥主梁采用对称悬臂浇筑施工，空心墩身采用翻模施工，承台和桩基采用常规施工。引桥预应力砼筒支 T 梁采用现场预制，架桥机安装施工。

④AK73+547 塔子坡西河大桥

本桥平面位于直线段和缓和曲线上，纵断面位于 $i_1=0.5\%$ 的的升坡段，为跨越西河而设，不通航；本桥位于保护区，主跨需跨越 10 年一遇水位；设计荷载：公路 - I 级；设计洪水频率：1/100，最大桥高 87.0m。



该方案桥梁中心桩号 AK73+547，桥跨布置为 1×25mT 梁+4×40mT 梁+ (85+160+85) m 连续刚构+5×40mT 梁，桥梁全长 725.0m。

桥梁采用双幅桥布置，桥面宽度 34.5m。主桥上部构造箱梁采用纵、横、竖三向预应力结构，分离双箱截面；半幅顶板宽 16.75m，底板宽 10.75m，两侧翼板悬臂长 3.0m，箱梁顶板设置成 2% 单向横坡；箱梁与主墩相接的根部梁高为 9.0m，跨中及边跨现浇段梁高 3.2m，梁底曲线按 1.8 次抛物线变化。

主桥主墩为钢筋砼箱型墩、分离式承台桩基础，每主墩承台下设 9 根直径为 2.4m 的群桩，为钻孔灌注桩基础。引桥采用分幅布置，下部结构半幅采用双柱式圆形墩、钻孔灌注桩基础，或者双柱式矩形空心墩、承台接桩基础；桥台均采用重力式桥台。

主桥主梁采用对称悬臂浇筑施工，空心墩身采用翻模施工，承台和桩基采用常规施工。引桥预应力砼筒支 T 梁采用现场预制，架桥机安装施工。

(五) 涵洞设置

本项目共有涵洞 184 道，平均每公里 1.49 道。涵洞设计按逢沟设涵的原则，且边沟排水涵洞间距不大于 250m。主要采用钢筋砼圆管涵、钢筋砼盖板涵、钢筋砼箱涵等型式。

本项目涵洞按 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，设置八字墙或一字墙导流，下游出口设置沉砂池对泥沙进行沉淀处理，沉砂池出口通过排水沟与自然沟渠顺接。典型涵洞设计见附图 2.1-7。

2.1.3.4 隧道工程

(一) 技术标准

- (1) 公路等级及设计速度：新建双向六车道，设计速度 120km/h；
- (2) 路面横坡：单向坡 2%（超高另计）；
- (3) 隧道纵坡：最大纵坡 $\pm 3\%$ ，最小纵坡 $\pm 0.3\%$ ；
- (4) 设计荷载：公路-I 级；
- (5) 隧道防水等级：一级。

(二) 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 2.1-14。

表 2.1-14 隧道建筑限界

项目	净宽 (m)	净高 (m)	行车道 (m)	侧向宽度 (m)	检修道 (m)
主洞	15.25	5.0	3.75×3	0.75+1.25	1.00+1.00
紧急停车带	18.25	5.0	3.75×3+3.0	0.75+1.25	1.00+1.00
车行横通道	4.5	5.0	-	-	-
人行横通道	2.0	2.5	-	-	-

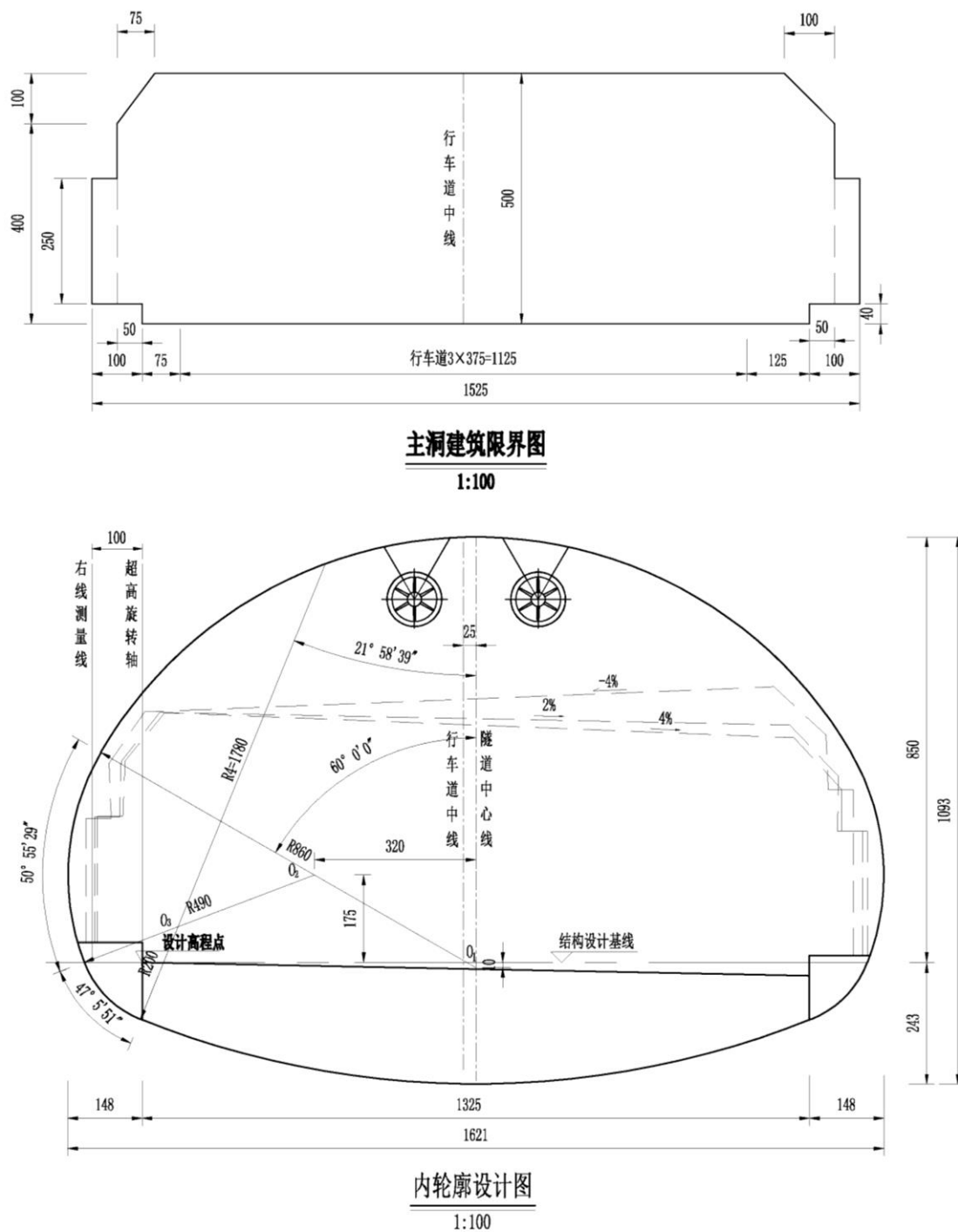


图 2.1-1 隧道建筑限界、内轮廓设计图

(三) 隧道规模

本项目路线长 123.818km，共设隧道 36712m/23 座。其中特长隧道 15787m/4 座，长隧道 14381m/9 座，中短隧道 6544m/10 座。隧道占路线 29.65%。

本项目隧道设置情况见表 2.1-15。

表 2.1-15 隧道一览表

序号	隧道名称	起讫桩号		隧道长度	建筑限界	围岩长度 (m)		洞门数量	开挖量	通风
				(m)	(m)	V	IV	(端)	(万 m ³)	
1	易家岩隧道	AK1+995 ~	AK3+185	1190×2	15.25×5	450	740	2	43.89	机械通风
2	老蒙岩隧道	AK5+280 ~	AK10+520	5240×2	15.25×5	1271	3969	2	193.25	分段机械通风
3	庙子梁隧道	AK16+052 ~	AK16+940	888×2	15.25×5	270	618	2	32.75	机械通风
4	庙儿梁隧道	AK21+289 ~	AK23+220	1931×2	15.25×5	575	1356	2	71.22	机械通风
5	八庙咀隧道	AK23+523 ~	AK26+033	2510×2	15.25×5	810	1700	2	92.57	机械通风
6	轿子梁隧道	AK26+485 ~	AK27+030	545×2	15.25×5	290	255	2	20.10	自然通风
7	尖山子隧道	AK29+500 ~	AK30+900	1400×2	15.25×5	524	876	2	51.63	机械通风
8	灯杆咀隧道	AK31+260 ~	AK33+100	1840×2	15.25×5	540	1300	2	67.86	机械通风
9	土地咀隧道	AK33+215 ~	AK36+460	3245×2	15.25×5	860	2385	2	119.68	机械通风
10	老鹰岩隧道	AK40+240 ~	AK42+150	1910×2	15.25×5	560	1350	2	70.44	机械通风
11	庙鼓岭包隧道	AK42+590 ~	AK43+280	690×2	15.25×5	392	298	2	25.45	自然通风
12	滚牛坡隧道	AK46+875 ~	AK47+830	955×2	15.25×5	375	580	2	35.22	机械通风
13	老爷包隧道	AK48+920 ~	AK49+450	530×2	15.25×5	335	195	2	19.55	自然通风
14	庙子山隧道	AK53+970 ~	AK54+680	710×2	15.25×5	442	268	2	26.18	自然通风
15	邓家坎隧道	AK55+575 ~	AK56+200	625×2	15.25×5	356	269	2	23.05	自然通风
16	回龙寺隧道	AK56+545 ~	AK60+140	3595×2	15.25×5	960	2635	2	132.58	机械通风
17	齐家山隧道	AK63+748 ~	AK67+455	3707×2	15.25×5	1065	2642	2	136.71	机械通风
18	塔子山隧道	AK71+985 ~	AK73+185	1200×2	15.25×5	410	790	2	44.26	机械通风
19	大包梁隧道	AK76+875 ~	AK78+145	1270×2	15.25×5	418	852	2	46.84	机械通风
20	老柏树梁隧道	AK79+615 ~	AK80+745	1130×2	15.25×5	441	689	2	41.67	机械通风
21	何家山隧道	AK95+085 ~	AK95+705	620×2	15.25×5	370	250	2	22.87	自然通风
22	黄家咀隧道	AK102+560 ~	AK102+960	400×2	15.25×5	210	190	2	14.75	自然通风
23	司公山隧道	AK109+734 ~	AK110+315	581×2	15.25×5	330	251	2	21.43	自然通风
		合计		36712×2		12254	24458		1353.94	

注：老蒙岩隧道斜井开挖量 10.58 万 m³，因此，隧道总开挖量为 1364.52 万 m³。

（三）隧道衬砌

隧道按新奥法原理进行洞身结构设计，即以系统锚杆、喷砼、钢筋网组成初期支护与二次模筑砼相结合的复合衬砌型式。

（四）洞门设计

根据隧道洞口地形及工程地质条件，结合边仰坡稳定性及防排水需要，本着“早进洞、晚出洞”的原则，确定洞门位置；为增强洞门景观效果，进洞自然顺畅、与洞口自然环境协调，根据洞口处山体自然坡度，拟采用削竹式和端墙式两种洞门形式。洞口边仰坡临时支护采用喷锚网防护，回填坡面应与原地面顺接，尽可能绿化、美化洞口，以减小边坡工程对原始植被及地貌的破坏。

（五）隧道防排水设计

隧道防排水设计遵循“防、排、堵、截结合，因地制宜，综合治理”的原则，达到排水畅通，防水可靠、有利于水土保持、不留后患的目的。

结合洞口的地形情况，于洞口边仰坡坡口外 5m 左右设截水沟，防止雨水对坡面、洞口的危害；洞外路基排水纵坡进出口路段与路线纵坡一致，防止洞外雨水进入隧道，洞口范围内的雨水经截水沟、排水沟汇入路基涵洞或自然沟渠中。

洞内排水系统采用地下水与路面水分离排放的原则，由衬砌外环向排水软管、边墙底纵向排水暗管、隧底横向导水管、洞内主排水沟及路面两侧的排水浅槽和路面板下方的横向盲沟组成。路面冲洗水由路侧边沟排出，地下水由洞内主排水沟排出洞外。

表 2.1-16 隧道工程洞口防护工程量表

区（县）	骨架护坡	截排水沟		喷播植草
	m ²	m	m ³	m ²
昭化区	360	720	288	1950
剑阁县	1980	3960	1584	10725
梓潼县	420	840	336	2275
合计	2760	5520	2208	14950

（六）隧道辅助坑道设置

隧道通风主要分为自然通风和机械通风两种，800m 以下隧道采用自然通风，800m 及以上、5000m 以下隧道采用射流风机纵向通风，5000m 及以上隧道采用分段纵向通风。

本项目老蒙岩隧道长 5240m，运营通风采用分段纵向射流通风，需设置排烟斜井，长 900m，洞身开挖量 10.58 万 m³。

2.1.3.5 交叉工程

(一) 互通式立交

本项目设置黑水塘枢纽互通、红岩互通、高观互通、普安互通、柳沟互通、武连互通、演武互通、许州互通、梓潼互通、卧龙互通、徐家互通共 11 处互通式立交，其中枢纽式互通立交 1 处，其他互通立交 10 处。魏城枢纽互通位于京昆扩容复线高速与绵苍高速相接处。本项目对接京昆扩容复线成绵段，与绵苍高速形成 T 型枢纽互通，其工程规模计入成绵段扩容工程。互通立交连接线与现有等级公路相接。本项目互通式立交位置、型式见表 2.1-17。

表 2.1-17 互通式立交一览表

序号	互通名称	交叉桩号	互通间距 (km)	互通型式	交叉型式	被交叉道路名称	连接线			占地 (hm ²)
							等级	宽度 (m)	长度 (m)	
1	黑水塘枢纽互通	AK0+000	-	异型枢纽互通	上跨主线	G75 兰海高速				27.00
2	红岩互通	AK14+400	14.40	A 型单喇叭	上跨主线	进港道路	二级公路	12.0m	1500m	16.76
3	高观互通	AK28+459	14.06	A 型单喇叭	上跨主线	XH39	二级公路	12.0m	3000m	20.31
4	普安互通	AK47+950	19.49	B 型单喇叭	下穿主线	XH12	二级公路	12.0m	1500m	16.76
5	柳沟互通	AK61+214	13.26	异型互通	上跨主线	G108	二级公路	12.0m	2500m	19.13
6	武连互通	AK69+663	8.45	异型互通	上跨主线	G108	二级公路	12.0m	2500m	19.13
7	演武互通	AK82+641	12.98	A 型单喇叭	下穿主线	XB17	二级公路	12.0m	1800m	17.15
8	许州互通	AK91+443	8.80	A 型单喇叭	上跨主线	XB17	二级公路	12.0m	1800m	17.15
9	梓潼互通	AK99+543	8.10	A 型单喇叭	上跨主线	G347	二级公路	12.0m	1500m	16.50
10	卧龙互通	AK105+230	5.69	A 型单喇叭	上跨主线	县道 XB06	二级公路	12.0m	800m	14.97
11	徐家互通	AK120+407	15.18	A 型单喇叭	上跨主线	G108	一级公路	25.5m	800m	16.54
12	魏城枢纽互通	AK123+638	3.23	T 型枢纽互通	上跨主线	绵苍高速公路	工程规模计入成绵段扩容工程			
合计										201.40

注：连接线占地纳入互通立交占地面积。

交叉工程中的主线、匝道、连接线路基防护、排水工程同路基工程。交叉工程防护、排水工程量见表 2.1-18、2.1-19。

表 2.1-18 交叉工程防护工程量统计表

序号	互通名称	一般路基防护与加固			其他路基防护与加固		综合绿化 (hm ²)	行政区划
		浆砌圪工 (1000m ³)	片石砌圪工 (1000m ³)	砼圪工 (1000m ³)	植草护坡 (1000m ²)	骨架护坡 (1000m ²)		
1	黑水塘枢纽互通	2.85	1.26	1.39	14.03	2.42	2.70	昭化区
2	红岩互通	6.41	2.83	3.13	31.56	4.65	1.85	昭化区
3	高观互通	8.43	3.72	4.12	41.55	4.54	1.85	剑阁县
4	普安互通	5.64	2.49	2.76	27.79	4.23	1.85	剑阁县
5	柳沟互通	6.66	2.94	3.26	32.83	5.37	1.85	剑阁县
6	武连互通	7.02	3.10	3.43	34.60	4.10	1.85	剑阁县
7	演武互通	5.80	2.56	2.84	28.57	4.27	1.85	梓潼县
8	许州互通	6.96	3.07	3.40	34.29	4.65	1.85	梓潼县
9	梓潼互通	5.60	2.47	2.74	27.60	3.81	1.85	梓潼县
10	卧龙互通	4.24	1.87	2.07	20.90	3.13	1.85	梓潼县
11	徐家互通	3.58	1.58	1.75	17.65	3.24	1.85	游仙区
总计		63.19	27.89	30.90	311.38	44.41	21.20	

表 2.1-19 交叉工程排水工程量统计表

序号	起迄桩号	浆砌圬工	砼圬工	边沟碎砾石渗沟、盲沟 0.4×0.4	行政区域
		(1000m ³)	(1000m ³)	(m)	
1	黑水塘枢纽互通	2.02	0.29	1173.00	昭化区
2	红岩互通	4.42	0.76	3066.00	昭化区
3	高观互通	5.45	1.29	5209.68	剑阁县
4	普安互通	3.92	0.65	2606.80	剑阁县
5	柳沟互通	4.73	0.68	2744.00	剑阁县
6	武连互通	4.62	1.01	4075.12	剑阁县
7	演武互通	4.01	0.68	2740.64	梓潼县
8	许州互通	4.72	0.90	3604.44	梓潼县
9	梓潼互通	3.81	0.71	2867.20	梓潼县
10	卧龙互通	2.93	0.50	2027.20	梓潼县
11	徐家互通	2.61	0.31	1263.08	游仙区
合计		43.24	7.78	31377.16	

注：交叉工程防护、排水工程量包括互通主线、连接线和被交道。

(二) 分离式立交

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交 34 座，人行天桥（含渡槽）42 座。

2.1.3.6 沿线设施

(一) 安全设施

全线设置完善的交通安全设施，包括标志、标线、护栏、视线诱导设施、防眩设施、隔离栅、防抛网等。

(二) 管理养护设施

按照四川省现行的“一路一公司”思路，本项目设置两处管理中心，内设监控分中心，监控、收费、通信业务管理机构综合考虑。考虑到周边路网现有道路养护机构的养护里程均有一定规模，且分别属于不同的运营公司管理，本项目按单独设置专门的日常养护机构设计。广元段分中心设置在 AK47+776，绵阳段分中心设置在 AK100+000。

(三) 收费设施

收费设施采用封闭式全省联网收费，全线共设置 10 处匝道收费站。

(四) 服务设施

本项目设置 2 处服务区和 3 处停车区，分别为位于 AK39+000 的普安服务区、AK81+550 的演武服务区，AK20+400 的李家停车区、AK55+000 的党家停车区、

AK100+700 的岳家停车区。沿线设施设置情况见表 2.1-20。

表 2.1-20 沿线设施设置一览表

序号	站点名称	占地面积 (hm ²)	建筑面积 (m ²)	备注
1	收费站	6.00	19000	10 处
2	管理中心	8.53	2400	2 处 (含监控中心、养护工区)
3	服务区	15.20	14000	2 处
4	停车区	6.40	330	3 处
	合计	36.13	35730	

2.2 施工组织

为满足工程建设的需要,结合项目特点,本项目施工布置主要包括施工生产生活区、施工道路、弃渣场、取土场、表土临时堆放场、施工用水用电以及筑路材料来源等。本项目处于工可阶段,为满足工程施工需要的施工道路和筑路材料料场由主体工程确定,施工道路长度 98.84km,占地 64.25hm²,筑路材料采用外购。其余临时工程为经主体工程水土保持评价后新增的临时设施,其中施工生产生活区布置 47 处(新增临时占地 31 处,其余全部位于工程永久占地范围内),新增临时占地 21.34hm²;弃渣场新增 50 处,占地 205.23hm²;取土场新增 1 处,占地 2.80hm²;表土临时堆放场 19 处,占地 6.65hm²。

2.2.1 施工生产生活区

本项目由路基路面、桥涵、隧道、交叉工程及沿线设施等主要工程组成,施工生产生活区也主要为路基路面工程、桥涵工程、隧道工程及交叉工程布置,各施工生产生活区的布置以方便施工为原则。一般一个路基路面施工生产生活区控制路段长度约为 10km,特大型桥梁设置相应的施工生产生活区,各施工生产生活区内布置骨料堆放场地、拌和场、预制场,办公、住宿等设施在距离集中居民区较近的区域就近租用民房。为减少占地和便于施工设施布置,各施工生产生活区尽可能选择在地势平缓,交通条件较好的地段。

路基施工生产生活区根据推荐的路线方案和拟定的建设规模、技术标准,结合路基、路面工程的施工时序,参考同类工程施工经验类比而得。桥头地形条件较好的预制场地都可就近布设在桥头,驻地可修建工棚或就近租用民房,预制场地受限的桥梁,特别是对工期影响不大的中小桥梁,利用路基作预制场地和驻地。隧道施工结合隧道长度、施工工期等,布置施工作业面,每个作业面一般需布置驻地、拌合场、钢筋加工场等。

为减少施工生产生活区的设置而增加工程临时占地,结合对四川省内已建和在

建高速公路的调查，本工程充分考虑将施工生产生活区布置在互通式立交占地区及服务设施内。根据施工时序分析，互通式立交在施工期主要是路基、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；服务区、停车区将在施工后期才进行场地平整、绿化恢复。

综上所述，本项目全线共设置施工生产生活区 47 处，其中新增临时占地 31 处，其余全部位于工程永久占地范围内，新增临时占地 21.34hm²。施工生产生活区布置见表 2.2-1。

表 2.2-1 施工生产生活区布置表

编号	位置	占地类型及面积 (hm ²)					备注
		耕地	林地	草地	住宅用地	小计	
1#	AK0+000		0.60			0.60	黑水塘枢纽互通内
2#	AK2+050	0.20	0.50			0.70	新增, 易加岩隧道进口
3#	AK3+600	0.30		0.20		0.50	新增, 兰渝铁路跨线大桥
4#	AK5+000	0.40	0.31			0.71	新增, 老蒙岩隧道进口
5#	AK10+500		1.08			1.08	新增, 老蒙岩隧道出口
6#	AK14+400	0.75	0.45			1.20	红岩互通内
7#	AK14+700	0.40				0.40	新增, 庙子梁嘉陵江特大桥
8#	AK16+900		0.60			0.60	新增, 庙子梁隧道出口、红苕坪大桥
9#	AK20+400	1.50	0.40		0.20	2.10	李家停车区, 设冷热拌合站
10#	AK21+200		0.20	0.40		0.60	新增, 庙儿梁隧道进口
11#	AK23+200	0.60				0.60	新增, 庙儿梁隧道出口
12#	AK23+600		0.20	0.45		0.65	新增, 八庙咀隧道进口
13#	AK26+100	0.60				0.60	新增, 八庙咀隧道出口、轿子梁隧道进口
14#	AK28+459	2.00				2.00	高观互通内
15#	AK29+400	0.40	0.10			0.50	新增, 尖山子隧道进口
16#	AK33+160	0.80		0.40		1.20	新增, 灯杆咀隧道出口、土地咀隧道进口
17#	AK36+550	0.50	0.30			0.80	新增, 土地咀隧道出口
18#	AK39+000	2.50	3.50			6.00	普安服务区内, 设冷热拌合站
19#	AK39+600	0.50				0.50	新增, 严加河大桥
20#	AK40+200	0.60				0.60	新增, 老鹰岩隧道进口
21#	AK42+150	0.80				0.80	新增, 老鹰岩隧道出口、庙鼓岭包隧道进口
22#	AK45+100	0.70				0.70	新增, 浅水坝、闻溪河特大桥
23#	AK47+950	2.20	0.20			2.40	普安互通内
24#	AK55+000	0.80	1.00		0.20	2.00	党家停车区内, 设冷拌站
25#	AK56+545	0.80				0.80	新增, 邓家坎隧道出口、回龙寺隧道进口
26#	AK60+400	0.90				0.90	新增, 回龙寺隧道出口、小沟头特大桥
27#	AK61+214		1.00			1.00	柳沟互通区
28#	AK62+400	0.70				0.70	新增, 庄子岩特大桥
29#	AK63+600	0.50	0.20			0.70	新增, 齐家山隧道进口
30#	AK67+600	0.20	0.50			0.70	新增, 齐家山隧道出口
31#	AK69+663	1.60	0.40			2.00	武连互通内
32#	AK71+900	0.60	0.20			0.80	新增, 塔子山隧道进口
33#	AK76+200	0.80	0.20			1.00	新增, 塔子坡西河大桥、铁家沟特大桥
34#	AK76+800		0.60			0.60	新增, 大包梁隧道进口
35#	AK78+800	0.50				0.50	新增, 双柏树特大桥
36#	AK79+600	0.20	0.40			0.60	新增, 老柏树梁隧道进口
37#	AK81+550	3.20	2.00	0.60	0.20	6.00	演武服务区内, 设冷热拌合站

38#	AK82+641	1.80	0.60			2.40	演武互通内
39#	AK89+200	0.20	0.60			0.80	新增, 潼江特大桥
40#	AK91+443	1.60	0.50			2.10	许州互通内
41#	AK95+200	0.50	0.10			0.60	新增, 何家山隧道进口
42#	AK99+543	2.00	0.20			2.20	梓潼互通内
43#	AK100+700	1.10	1.00			2.10	岳家停车区内, 设冷热拌合站
44#	AK102+560	0.20	0.30			0.50	新增, 黄家咀隧道进口
45#	AK105+230	1.20	0.60			1.80	卧龙互通内
46#	AK110+300	0.40	0.20			0.60	新增, 司公山隧道出口
47#	AK120+407	2.60				2.60	徐家互通内
合计	利用	24.85	12.45	0.60	0.60	38.50	16处
	新增	13.30	6.59	1.45		21.34	31处
	小计	38.15	19.04	2.05	0.60	59.84	

2.2.2 施工道路

本项目区内有铁路、水运、公路、航空等多种运输方式, 各种筑路材料及机械设备可根据需要选择经济合理的运输方式进驻现场。路线经过区域附近有西成客运专线铁路、宝成铁路及兰渝铁路、G5012恩广高速、G75兰海高速、G5京昆高速绵阳至广元段、G108线、G347线、S208线、S209线、沿线县乡公路及农村公路, 交通运输较为方便。沿线农村公路覆盖面较广, 且基本为水泥硬化路面, 但技术指标低, 路面窄, 转弯半径小, 坡度大, 部分路段还需改建或新建施工道路, 以利于施工顺利进行。施工期间对现有道路应按要求进行正常的保养维修, 施工完毕后应做必要的恢复。

在工程可行性研究阶段, 对施工道路未进行设计, 仅根据工程区现有道路现状、工程布置情况、施工需要等估算施工道路规模, 施工道路标准按等外级公路考虑, 路基宽度为4.5m, 泥结碎石路面。在施工道路修筑过程中, 通过设置必要的上下边坡挡护措施(路肩墙、挡土墙)进行防护, 冲沟位置设置便涵通过, 以保证施工期间的正常通行。可估算施工道路包括施工过程中利用地方道路, 因施工车辆碾压破坏后期需进行恢复的道路。经核算, 因施工新增扰动施工道路布置见表2.2-2。

表 2.2-2 施工道路特性表

起讫桩号	新建(km)	改建(km)	便桥(m/道)	占地(hm ²)	备注
AK0+000 ~ AK13+000	6.93	3.50	993/17	6.78	
AK13+000 ~ AK21+000	4.27	2.17	611/10	4.19	
AK21+000 ~ AK71+000	26.74	13.37	3818/14	26.07	
AK71+000 ~ AK79+920	4.76	2.38	681/11	4.64	
AK79+920 ~ AK80+600	0.35		52/1	0.23	
AK80+600 ~ AK81+600	0.56		76/1	0.36	
AK81+600 ~ AK111+730	16.10	8.05	2301/38	15.70	
AK111+730 ~ AK123+817.610	6.44	3.22	923/15	6.28	
合计	66.15	32.69	9456/158	64.25	

本项目位于低山丘陵区，施工道路大多沿山坡展线，为减少边坡开挖及扰动范围，可通过设置路肩墙收缩下边坡，同时消纳上边坡开挖土石方，形成半挖半填的路基断面形式，并在施工道路内侧设置排水沟，防止坡面汇水对路基及下边坡的冲刷。典型路段施工道路布置及处理措施见图 2.2-1、图 2.2-2。



图 2.2-1 庙子梁隧道出口施工道路平面布置图

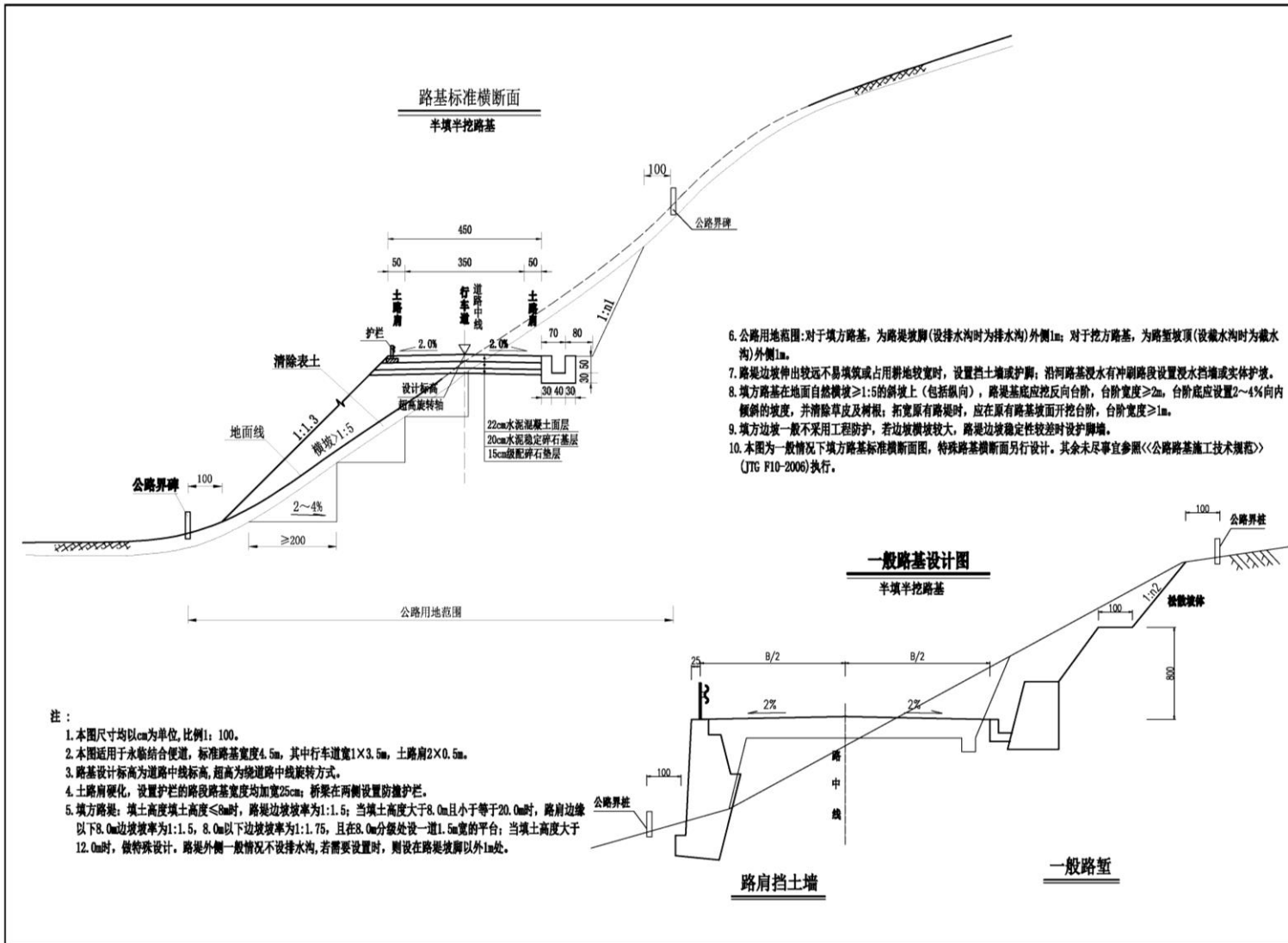


图 2.2-2 施工道路断面及处理措施图

2.2.3 施工用水、用电

(一) 施工用水

项目区域内地表水系发育、大小河流众多，水源丰富，水质较好。有射箭河、嘉陵江、石坡河、闻溪河、陈家河、西河、金天河、潼江及山间冲沟、水库、堰塘等，对混凝土不具腐蚀性，可用作施工用水，就近取用。施工用水通过水泵直接抽取，不新增供水设施。

(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

项目区及其附近地方性筑路材料比较丰富，有的被 G5 京昆高速公路、G108 线广元至成都段、S1 成什绵高速公路、广元至巴中高速公路等公路和西成高铁采用。质量和数量均可满足设计要求。

本项目路基填料、施工用料除利用路基、隧道挖方外，其余均采用购买的方式，不自设料场。根据工可调查的情况，项目区沿线有丰富的细砂、中砂、粗砂、砂砾石、碎石、机制砂、片石、块石、料石等筑路材料，且均正在开采，目前有公路直达料场，施工时可就近购买，利用汽车运输。

本项目部分筑路材料及施工所需材料直接就近购买，应选择在当地行政主管部门备案的料场购买，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，本项目业主在购买合同中应进行明确界定，料场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防止洒落，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 2.2-3。

表 2.2-3 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 ($\times 10^4 m^3$)	覆盖层 及厚度 (m)	成料 率 (%)	开采 时间	开采 方法	运输 方式	运输 条件
		地点	线外运距 (km)	上路桩号								
1	砂卵石、机制砂、碎石	广元昭化镇	右 34	AK0+000	料场位于嘉陵江与白龙江汇合口及白龙江漫滩，卵石、砾石为主，砂粒次之，含泥质很少；石质以灰岩为主，花岗岩、砂岩、泥岩次之。砂质以石英质为主。碎石可由卵石、砾石轧制。砂用筛取。	20				购买	汽车	有公路直达料场
2	砂卵石、机制砂、碎石	广元沙河镇	右 46	AK0+000	料场位于嘉陵江漫滩，卵石、砾石为主，砂粒次之，含泥质很少；石质以灰岩为主，花岗岩、砂岩、泥岩次之。砂质以石英质为主，岩屑、长石次之。碎石可由卵石、砾石轧制。砂用筛取。	25				购买	汽车	有公路直达料场
3	砂卵石、机制砂、碎石	江油武都镇、大康镇	右 55	AK100+000	料场原料来自涪江，卵石成分为砂岩，潼江内打捞砂主要为细砂，料场内加工机制砂及碎石，料场规模较大，由承包商开发出售，可与承包商协商购买，该料场规模较大，砂卵石储量丰富。	20				购买	汽车	有公路直达料场
7	片块石	绵阳魏城镇	左 23km	AK120+000	岩性为剑阁组石英砂岩。细~中粒结构，厚层~块状构造，节理裂隙不发育，岩质相对较硬，力学强度较高。	10	块石土 0.5~1.0	80	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
8	片块石	剑阁县朱家涯	左 18km	AK46+800	岩性为剑阁组石英砂岩。细~中粒结构，厚层~块状构造，节理裂隙不发育，岩质相对较硬，力学强度较高。	5	块石土 0.5~1.0	80	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
9	片块石	昭化龙潭街	左 23km	AK0+000	岩性为莲花口组砖红色厚层石英砂岩。细~中粒结构，厚层~块状构造，节理裂隙不发育，岩质相对较硬，力学强度较高。	5	块石土 0.5~1.0	70	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
10	碎石、机制砂（灰岩）	广元羊木镇兰坝	右 75	AK0+000	岩性为观雾山组灰岩，灰、黄灰等色薄—中厚层石灰岩为主，质硬，表面风化较弱。可制成片石、碎石，也可加工成机制砂，机制砂需用湿法挤磨成型轧制工艺。	15	块石土 0.5~1.0	90	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
11	碎石、机制砂（灰岩）	广元竹园坝天井山	右 62	AK45+000	岩性为嘉陵江组灰岩，灰、黄灰等色薄—中厚层石灰岩为主，质硬，表面风化较弱。可制成片石、碎石，也可加工成机制砂，机制砂需用湿法挤磨成型轧制工艺。	20	块石土 0.5~1.0	90	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
12	碎石、机制砂（灰岩）	江油市青林口	右 48	AK71+500	岩性为嘉陵江组灰岩，灰、黄灰等色薄—中厚层石灰岩为主，质硬，表面风化较弱。可制成片石、碎石，也可加工成机制砂，机制砂需用湿法挤磨成型轧制工艺。	16	块石土 0.5~1.0	90	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
13	碎石、机制砂（灰岩）	江油市黄莲桥	右 56	AK123+400	岩性为雷口坡组灰岩，灰、黄灰等色薄—中厚层石灰岩为主，质硬，表面风化较弱。可制成片石、碎石，也可加工成机制砂，机制砂需用湿法挤磨成型轧制工艺。	30	块石土 0.5~1.0	90	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
15	路面碎石	旺苍县英萃镇	左 165	AK0+000	岩性为二迭系下统茅口组、栖霞组黑灰色辉长岩。磨耗值 23.3。	丰富	块石土 0.5~1.0	90	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
16	水泥	旺苍县	左 118	AK0+000	旺苍县分布多家水泥厂，生产 R32.5、R42.5 标号水泥，年产 100 万吨以上	丰富	—	—	全年	购买	汽车	有公路与路线连接
17	水泥	江油	右 62	AK100+000	江油等地分布多家水泥厂，生产 R32.5、R42.5 标号水泥，年产 100 万吨以上	丰富	—	—	全年	购买	汽车	有公路与路线连接

2.2.5 取土场

本工程共借方 46.64 万 m³，其中软基换填外借砂砾石 36.47 万 m³，采用外购，终点段徐家互通填筑需借方 10.17 万 m³，设取土场 1 个。取土场特征见表 2.2-4。

表 2.2-4 取土场特性表

区(县)	序号	取土场位置			中心点坐标	上路桩号	储量 (万 m ³)	开采量 (万 m ³)	开采 高程 (m)	汇水 面积 (hm ²)	开采 方式	占地类型及 面积 (hm ²)		
		中心桩号	左 (m)	右 (m)								耕地	林地	小计
游仙区	1#	AK115+450	230		105°1' 2.38"、 31° 35' 6.63"	AK115+450	14.27	10.17	490~ 505.8	/	取平	1.30	1.50	2.80

2.2.6 弃渣场

(一) 弃渣场规划原则

本工程沿线地貌以低山丘陵地貌为主，沿线农耕发达，路基表层土剥离后，用作路基边坡、交叉工程和沿线设施绿化的培植土。按照水土保持法律法规要求，本工程弃渣按以下原则进行规划：

(1) 弃渣场不得设置在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域。

(2) 不得在河道、湖泊和建成水库管理范围内设置弃土(石、渣)场。涉及河道的应符合河流防洪规划和导线的规定。

(3) 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毛沟内，尽可能少占农田。

(4) 弃渣场弃置应避免崩塌、滑坡、泥石流等不良地质地段。

(5) 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，弃渣场与重要基础设施之间的安全防护距离应满足相关行业要求。弃渣场容量能满足堆渣要求。

(6) 弃渣场不得设置在沿线的水土保持敏感区及生态红线范围内。

(二) 道路沿线弃渣场规划

经土石方平衡分析，本工程弃渣总量为 1469.08 万 m³ (合松方 1922.81 万 m³)。根据现场勘查及内业工作，道路沿线共设置 50 个弃渣场。各弃渣场特征见表 2.2-5。

表 2.2-5 弃渣场规划表

区(县)	编号	弃渣场位置			中心点坐标	容量 (万 m ³)	堆渣量 (万 m ³)		堆渣 高程 (m)	最大 堆高 (m)	平均 堆高 (m)	汇水 面积 (hm ²)	占地类型及面积 (hm ²)				弃渣场 类型
		中心桩号	左 (m)	右 (m)			自然方	松方					耕地	林地	草地	小计	
昭化区	1#	AK2+200	1260		105°48' 16.81"、32° 17' 50.10"	42.55	29.93	38.99	608~645	37	11.3	37.60		3.45		3.45	坡地型
	2#	AK6+350	940		105°47' 3.05"、32° 16' 12.69"	96.56	53.00	68.90	617~670	53	11.8	108.34		5.83		5.83	沟道型
	3#	AK6+400	650		105°46' 47.74"、32° 16' 11.43"	62.98	38.93	52.15	617~660	43	10.5	195.91		4.98		4.98	沟道型
	4#	AK7+200	1420		105°47' 6.59"、32° 15' 46.24"	56.03	37.71	49.70	827~870	43	11.6	7.71		4.30		4.30	坡地型
	5#	AK17+000		4100	105°40' 28.45"、32° 13' 18.33"	77.52	48.00	62.40	663~705	42	9.7	41.70		6.46		6.46	坡地型
	6#	AK17+300		750	105°42' 12.12"、32° 12' 4.79"	50.30	35.13	46.95	527~555	28	9.3	51.68	2.45	2.58		5.03	坡地型
	7#	AK17+100	100		105°42' 38.71"、32° 11' 50.03"	11.37	8.50	11.05	500~525	25	7.8	6.30		1.41		1.41	坡地型
	8#	AK17+600		635	105°42' 4.05"、32° 11' 55.75"	30.01	22.27	29.35	502~525	23	10.7	73.71		2.74		2.74	坡地型
	小计												2.45	31.75		34.20	
剑阁县	9#	AK21+500		3260	105°39' 2.25"、32° 12' 12.88"	44.03	32.86	43.28	628~680	52	17.0	87.75		2.30	0.24	2.54	坡地型
	10#	AK22+900		1090	105°38' 54.29"、32° 10' 51.58"	122.28	74.13	97.60	692~740	48	9.6	203.46		10.19		10.19	沟道型
	11#	AK27+000		1850	105°36' 41.89"、32° 9' 18.24"	84.34	61.25	80.67	697~750	53	14.7	45.24	2.35	3.14		5.49	坡地型
	12#	AK29+300		4750	105°35' 3.48"、32° 10' 25.47"	96.35	70.68	92.22	827~865	38	11.7	52.78		7.86		7.86	坡地型
	13#	AK31+600		1350	105°34' 59.98"、32° 7' 19.44"	43.07	30.50	39.65	757~795	38	11.7	18.80		3.40		3.40	坡地型
	14#	AK32+800	240		105°35' 27.38"、32° 6' 16.30"	93.74	69.00	89.70	697~740	43	10.3	107.89	1.68	7.04		8.72	沟道型
	15#	AK33+200		1055	105°34' 35.74"、32° 6' 40.88"	26.87	18.04	25.47	733~755	22	7.4	72.62	0.42	3.00		3.42	沟道型
	16#	AK34+000		2870	105°33' 32.32"、32° 7' 16.78"	80.04	58.00	75.40	653~695	42	11.3	81.71	2.70	2.50	1.47	6.67	沟道型
	17#	AK39+900		1430	105°31' 49.98"、32° 3' 59.83"	39.65	24.38	32.60	585~625	40	9.7	16.19		3.37		3.37	坡地型
	18#	AK42+400	850		105°31' 47.65"、32° 2' 18.72"	51.98	38.00	49.40	517~555	38	12.9	41.51	2.73	1.10		3.83	坡地型
	19#	AK42+400		2920	105°30' 40.33"、32° 4' 13.29"	29.13	19.42	26.16	680~710	30	8.7	13.80	2.03	0.98		3.01	坡地型
	20#	AK45+750	510		105°30' 2.34"、32° 1' 23.10"	53.31	38.23	49.98	497~530	33	11.9	43.49	2.12	2.08		4.20	坡地型
	21#	AK54+800		900	105°25' 22.17"、31° 59' 1.33"	42.00	25.49	32.85	597~625	28	6.3	56.93		5.25		5.25	坡地型
	22#	AK54+900	1100		105°26' 8.13"、31° 57' 59.51"	24.21	16.79	23.24	628~660	32	10.2	19.24		2.27		2.27	坡地型
	23-1#	AK56+200	2750		105°26' 29.31"、31° 57' 26.07"	67.85	50.50	65.65	650~680	30	8.5	32.12	1.15	6.54		7.69	坡地型
	23-2#	AK56+200	2700		105°26' 20.66"、31° 57' 15.32"	22.24	15.00	19.50	650~670	20	5.3	49.28	2.55	1.12		3.67	坡地型
	24#	AK60+200		410	105°22' 51.47"、31° 57' 1.37"	65.06	48.00	62.40	572~605	33	11.3	80.57		5.52		5.52	坡地型
	25#	AK62+000		1360	105°21' 30.29"、31° 56' 43.59"	27.07	20.00	26.00	507~535	28	9.0	16.05	1.90	1.00		2.90	坡地型
	26#	AK63+500	2575		105°22' 37.57"、31° 54' 25.49"	75.50	52.92	71.27	510~540	30	9.4	45.35	1.02	6.53		7.55	坡地型
27#	AK67+850	75		105°19' 13.91"、31° 54' 18.46"	48.00	36.00	46.80	545~575	30	11.3	31.21	1.96	2.20		4.16	坡地型	

区(县)	编号	弃渣场位置		中心点坐标	容量 (万 m ³)	堆渣量 (万 m ³)		堆渣 高程 (m)	最大 堆高 (m)	平均 堆高 (m)	汇水 面积 (hm ²)	占地类型及面积 (hm ²)				弃渣场 类型	
		中心桩号	左 (m)			右 (m)	自然方					松方	耕地	林地	草地		小计
	28#	AK70+300		950	105°17' 40.46" 、 31° 53' 43.69"	101.60	72.00	93.60	531 ~ 580	49	13.3	62.11	2.00	5.05		7.05	坡地型
	29#	AK70+750		50	105°17' 52.89" 、 31° 53' 15.34"	70.13	51.52	68.92	500 ~ 540	40	13.1	14.69	2.40	2.86		5.26	坡地型
	30#	AK75+200		210	105°15' 36.16" 、 31° 52' 4.94"	28.40	13.61	17.96	502 ~ 530	28	5.1	2.55	0.90	2.65		3.55	坡地型
	31#	AK76+900		560	105°14' 44.04" 、 31° 51' 38.65"	17.81	11.00	14.30	502 ~ 525	23	5.3	26.39	0.70	2.01		2.71	坡地型
	32#	AK79+800		690	105°13' 6.98" 、 31° 50' 29.85"	68.00	46.44	61.33	542 ~ 570	28	7.2	15.13	2.73	5.77		8.50	坡地型
	33#	AK80+900		1260	105°12' 34.58" 、 31° 50' 8.00"	24.36	15.00	19.50	516 ~ 545	29	5.8	9.17		1.52	1.84	3.36	坡地型
	小计						1008.75	1325.45					31.34	97.25	3.55	132.14	
梓潼县	34#	AK83+000		1380	105°11' 53.90" 、 31° 49' 31.49"	16.61	11.07	13.85	525 ~ 550	25	6.7	3.07	0.41	1.65		2.06	坡地型
	35#	AK87+400	450		105°11' 41.97" 、 31° 46' 39.32"	14.64	10.71	13.39	503 ~ 525	22	6.9	3.83	0.76	1.17		1.93	坡地型
	36#	AK93+000		80	105°8' 53.22" 、 31° 44' 40.13"	58.90	41.00	53.30	520 ~ 550	30	9.0	5.79	4.73	1.16		5.89	坡地型
	37#	AK93+800	105		105°8' 43.25" 、 31° 44' 15.03"	27.50	19.77	26.49	517.5 ~ 542.5	25	9.6	10.80	1.14	1.61		2.75	坡地型
	38#	AK97+250		190	105°7' 37.91" 、 31° 42' 44.08"	8.16	5.80	7.54	497 ~ 515	18	5.5	6.87	1.11	0.25		1.36	坡地型
	39#	AK101+040	230		105°6' 37.19" 、 31° 40' 55.03"	13.82	9.94	11.66	512 ~ 530	18	5.4	1.39	1.50	0.65		2.15	坡地型
	40#	AK102+550	50		105°5' 59.74" 、 31° 40' 14.99"	20.11	14.00	18.20	524 ~ 545	21	7.3	8.98	2.16	0.33		2.49	坡地型
	41#	AK104+300		50	105°5' 2.97" 、 31° 39' 40.49"	12.18	8.50	11.05	515 ~ 530	15	4.1	10.13	2.12	0.56		2.68	坡地型
	42#	AK108+000	50		105°3' 49.87" 、 31° 38' 3.79"	7.02	5.00	6.50	513 ~ 525	12	5.4	/	1.00	0.20		1.20	坡地型
	43#	AK109+600		50	105°2' 58.89" 、 31° 37' 31.73"	8.56	4.99	6.12	510 ~ 520	10	2.9	11.62	2.00	0.14		2.14	坡地型
	44#	AK110+200		30	105°2' 34.36" 、 31° 37' 27.12"	17.09	12.50	16.25	505 ~ 525	20	8.6	5.40	0.85	1.03		1.88	坡地型
	45#	AK110+400	30		105°2' 33.32" 、 31° 37' 20.12"	10.74	8.00	10.40	500 ~ 515	15	5.8	9.41		1.79		1.79	坡地型
小计						151.28	194.74					17.78	10.54		28.32		
游仙区	46#	AK113+600		50	105°1' 13.52" 、 31° 36' 7.08"	15.45	11.59	13.61	485 ~ 500	15	4.4	3.51	2.86	0.23		3.09	坡地型
	47#	AK114+700		10	105°1' 2.79" 、 31° 35' 32.92"	9.60	7.00	9.10	493 ~ 505	12	4.6	3.69	1.59	0.41		2.00	坡地型
	48#	AK115+300	10		105°0' 56.76" 、 31° 35' 13.85"	19.30	14.89	17.89	486 ~ 498	12	4.5	/	3.62	0.40		4.02	坡地型
	49#	AK122+800	10		104°58' 51.16" 、 31° 31' 42.62"	4.56	2.09	2.53	485 ~ 495	10	1.7	5.07	1.46			1.46	坡地型
小计						35.58	43.13					9.53	1.04		10.57		
合计						1469.08	1922.81					61.10	140.58	3.55	205.23		

2.2.7 表土临时堆放场

根据表土堆存规划，本项目需设表土临时堆放场 19 个，堆放表土 19.95 万 m³，占地面积 6.65hm²。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。表土临时堆放场规划见表 2.2-6。

表 2.2-6 表土临时堆放场规划表

区（县）	序号	堆放位置		堆放量	平均堆高	占地面积（hm ² ）				备注
				（万 m ³ ）	（m）	耕地	林地	草地	小计	
昭化区	1	AK6+000 左	1#表土临时堆放场	3.07	3		0.10	0.92	1.02	
剑阁县	2	AK21+200 右	2#表土临时堆放场	0.13	3			0.04	0.04	
	3	AK23+400 右	3#表土临时堆放场	0.37	3			0.12	0.12	
	4	AK22+900	4#表土临时堆放场	2.04	3			0.68	0.68	
	5	AK26+200 右	5#表土临时堆放场	0.30	3	0.10			0.10	
	6	AK27+000	6#表土临时堆放场	1.33	3		0.09	0.36	0.44	
	7	AK31+600	7#表土临时堆放场	0.68	3			0.23	0.23	
	8	AK33+200	8#表土临时堆放场	0.73	3	0.24			0.24	
	9	AK33+130 左	9#表土临时堆放场	0.42	3	0.14			0.14	
	10	AK39+900	10#表土临时堆放场	0.67	3		0.22		0.22	
	11	AK42+150 右	11#表土临时堆放场	0.81	3	0.27			0.27	
	12	AK56+500 右	12#表土临时堆放场	0.31	3	0.10			0.10	
	13	AK63+500	13#表土临时堆放场	1.61	3	0.54			0.54	
	14	AK70+750	14#表土临时堆放场	1.29	3	0.43			0.43	
	15	AK76+050 右	15#表土临时堆放场	1.38	3	0.46			0.46	
	16	AK78+500 左	16#表土临时堆放场	0.51	3			0.17	0.17	
		小计					2.28	0.31	1.60	4.20
梓潼县	17	AK88+100 左	17#表土临时堆放场	1.34	3	0.45			0.45	
	18	AK93+800	18#表土临时堆放场	0.66	3	0.22			0.22	
	小计					0.67			0.67	
游仙区	19	AK116+000 右	19#表土临时堆放场	2.28	3	0.76			0.76	
	小计			19.95		3.71	0.42	2.52	6.65	

2.2.8 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：

2.2.8.1 路基工程

（一）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，作为施工结束后弃渣场、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 and 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。

（二）特殊路基施工

软基：采用换填、塑料排水板及碎石桩等措施进行综合处理。

换填砂砾石适用于山间凹地腐植质土或水田、池塘等排水条件较差厚度 $\leq 3.0\text{m}$ 的浅层软土路段。施工前应先开挖纵横向临时排水沟，排除地表积水，将软基用挖掘机挖除，用自卸车运至弃渣场，然后用砂卵砾石分层碾压回填，开挖坡比 1:0.75，从设计深度开始每铺设 30cm 厚的砂卵砾石土，采用 50 吨的拖振机进行碾压。换填材料需采用无杂物的天然级配砂砾石，含泥量应小于 5%，其最大粒径应小于 50mm，砾石强度不低于四级，结合软基换填对材料的要求，换填料采用外购砂砾石或利用工程符合要求的开挖量破碎。

塑料排水板适用于软弱土层厚度 $\geq 3.0\text{m}$ 的一般路段。塑料排水板采用 SPB-1 或 SVD-1 型，排水板间距一般不大于 2.0m，采用正三角形布设，插板深度一般应深到基岩面处或压缩性相对较低的硬层（如砂砾层）。施工前应先平整场地，并开挖纵、横向排水沟，将农田水疏干，然后摊铺一层泥岩填料，并设置成路拱状，其边缘厚度为 30cm，中心厚度不大于 100cm。再填筑 50cm 的天然砂砾石垫层，进行插板处理。坡脚设置干砌片石护脚防止垫层细粒流失，砂砾石垫层所用天然砂砾料最大粒径不大于 50mm，含泥量不得大于 5%。

碎石桩适用于采用塑料排水板时不能满足工后沉降、稳定要求的路段、斜坡软基及软弱土层厚度 $\geq 3.0\text{m}$ 的涵洞地基、桥头软基。碎石桩处理软基能提高地基承载

力，减少沉降。各碎石桩按等边三角形布置，深至基岩面或压缩性相对较低的硬层（如下为砂砾石层）。桩体材料可用未风化的、强度大于 30MPa 的砂岩轧制，也可用灰岩碎石、卵石、砂砾石等，粒径按 2~5cm 控制，含泥量不大于 3%。施工前应采用原位测试方法核实处理区域及地基强度，作好“电通、料通及平整场地”等准备工作，确保施工顺利进行。平整场地后，测量地面高程，并根据处理面积及布桩方式、间距在现场用小木桩标出桩位，桩位偏差不得大于 3cm，竖向偏斜不得大于 1%。施工时采用振动器干振成孔，并按“先护壁，后制桩”的办法施工。

2.2.8.2 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，沥青混合料摊铺机铺摊，半幅路面全宽一次摊铺完成。

2.2.8.3 桥涵施工

全线特大桥主桥主要为 450m 钢管砼拱桥、85+160+85 斜拉桥和 85+160+85、75+140+75 连续钢构桥。钢管砼拱桥主桥采用斜拉挂扣安装。斜拉桥和连续钢构桥主桥主梁采用对称悬臂浇筑施工，空心墩身采用翻模施工，承台和桩基采用常规施工。引桥预应力砼筒支 T 梁采用现场预制，架桥机安装施工。

大、中桥上部结构均采用 20m、30m、40m 预应力砼小箱梁或预应力砼筒支 T 梁；桥梁下部结构中，桥墩一般采用柱式墩、桩基础；桥台根据地基土情况采用肋板式桥台、重力式桥台或桩柱式桥台，桩基础或刚性扩大基础。

（一）桥梁上部结构施工

钢管砼拱桥主桥采用斜拉挂扣安装。斜拉桥和连续钢构桥主桥采用挂篮分段悬臂浇注法施工，边跨现浇段采用搭架现浇施工，对处于水中的承台采用钢吊箱施工。空心薄壁墩采用爬模施工。

桥梁上部结构为预应力砼小箱梁或预应力砼筒支 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。

（二）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。本项目桥梁基础主要采用钻孔灌注桩施工，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。对于钻渣泥浆的处理一般在桥梁两岸设置泥浆沉淀池，采用泥浆沉淀、上清液回用的方法，清出的沉淀物运至邻近弃渣场集中堆放，钻孔灌注桩施工工艺见图 2.2-1。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。

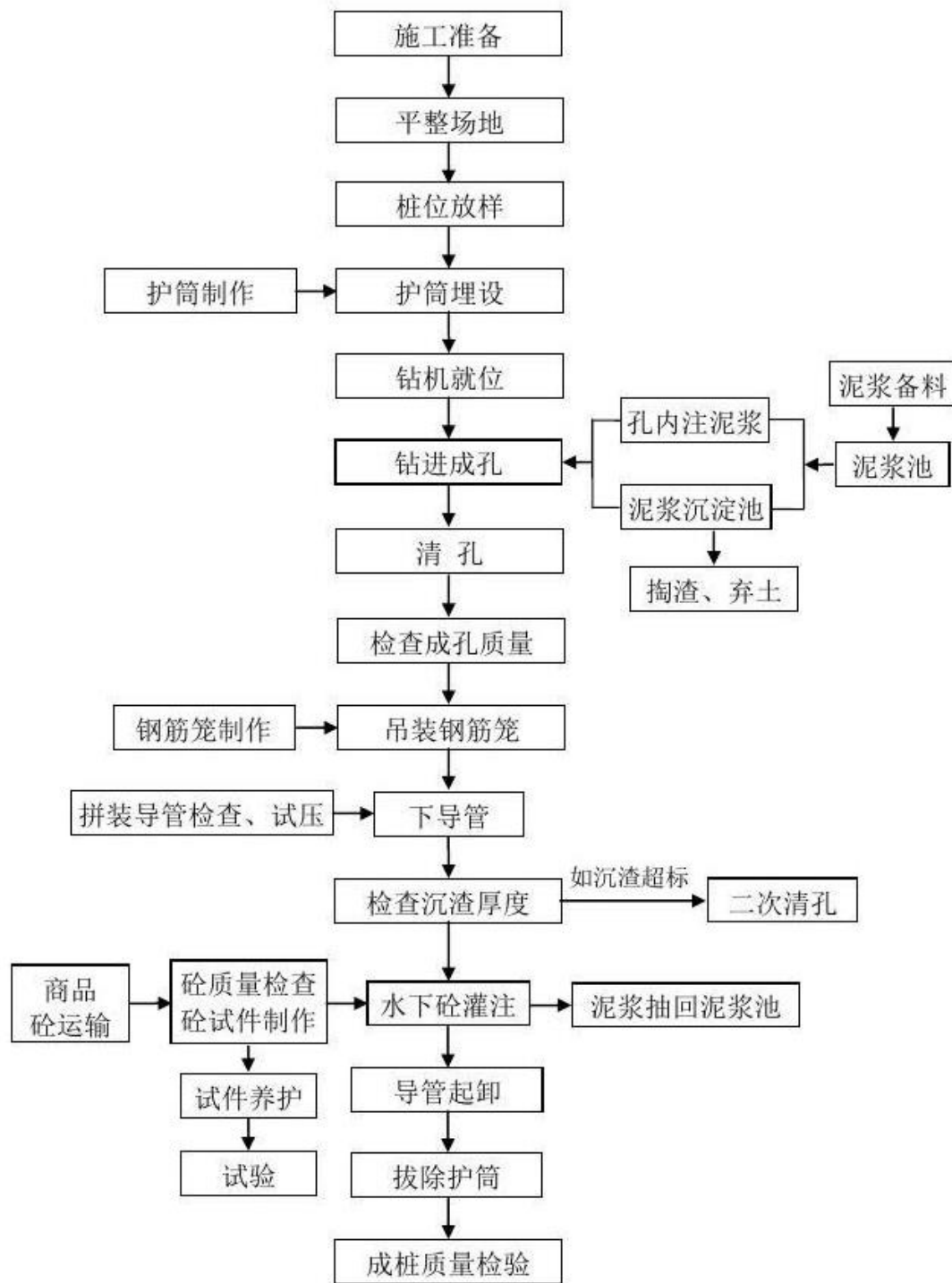


图 2.2-1 钻孔灌注桩施工工艺流程图

(三) 涉水桥墩施工

涉水桥墩在实施时根据河流水深、流速及距离河岸位置选用沙袋围堰、筑岛围堰或钢围堰施工。潼江特大桥采用钢围堰施工，其他涉水桥梁根据桥墩所处水中位置采用沙袋围堰或筑岛围堰。

(1) 沙袋围堰

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

(2) 筑岛围堰

水深较浅且桥墩距离河岸较近的涉水桥梁基础施工可考虑采用筑岛围堰。筑岛围堰施工，首先视现场情况清除水下一定深度的淤泥，再回填堰体。堰体填料可使用路基挖出的土方加外砂卵石进行混合改良，用汽车将填料运至筑岛河堤附近用挖机将混合料同弃土按照 3:1 的比例混合，用装载机装运，由河边开始逐渐向前推挤，避免直接倒入河中被水洗去泥土。筑岛迎水面坡度为 1: 2，背水面坡度为 1: 1.5。宽度上游迎水面应超出承台边缘不小于 5m，背水面也不宜小于 3m，以便后期施工。筑岛顶面应高出常水位 1.0m，填筑完成后用压路机压实，压路机应不小于 18T。汛期采用围堰外侧平铺沙袋护坡、上游外侧设置防撞墩、拦截网等措施，防止汛期洪水对桥梁支架冲击。筑岛修建时及修建完成后，应保证河流通畅。围堰排水主要是排除天然降水、施工用水及施工弃水。根据围堰渗水特性及扩大基础工作面地下水情况估算，围堰顶部设定一定坡度，围堰周围设排水沟，在围堰两端设集水坑，污水在集水坑沉淀后抽排至河道里，不污染河水，集水坑沉淀物定期清理。

(3) 钢围堰

当深水施工且河流流速较大时，可采用钢围堰施工。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 的超高和不少于 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。

（四）涵洞工程施工

涵洞结构型式采用钢筋砼盖板涵、箱涵和圆管涵。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；各涵洞施工中，进出水口高程应与原地表沟道侵蚀基准面相同。

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月~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泥浆沉淀池，桩基出浆进入沉淀池沉淀，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。

2.2.8.4 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。1200m以下隧道原则上采用单边掘进的方式进行开挖；1200m以上的隧道原则上采用两边掘进的方式开挖。庙子梁隧道进口紧邻亭子口市级风景名胜区，为减少对风景区的影响，采用出口单边掘进施工；尖子山隧道出口、灯杆咀隧道进口位于高观乡饮用水水源二级保护区，采用尖子山隧道进口、灯杆咀隧道出口单边掘进；庙鼓岭包出口紧邻亭子口市级风景名胜区，采用进口单边掘进；老爷包隧道涉及多个水土保持敏感区，采用进口单边掘进；庙子山隧道进口位于剑门蜀道国家级风景名胜区内，采用出口单边掘进施工；塔子山隧道出口位于多个水土保持敏感区内，采用进口单边掘进施工。隧道开挖采用微爆破或盾构法形式，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。

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。

2.2.8.5 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

本工程占地总面积为 987.97hm²，其中永久占地 687.70hm²，临时占地 300.27hm²。永久占地 687.70hm² 由主体工程确定，包括路基路面、桥梁、隧道、交叉工程（含连接线）、沿线设施等；临时占地包括弃渣场、取土场、施工道路、施工生产生活区和表土临时堆放场占地等，除为满足主体工程施工需要布置的施工道路由主体工程提出外，其余由方案补充，经方案评价后新增占地 236.02hm²。工程占地面积统计见表 2.3-1。

表 2.3-1 工程占地类型及面积汇总表 单位: hm²

区(县)	项目	耕地	林地	住宅用地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计
昭化区	永久占地	路基工程	22.15	34.11	3.20			59.46
		桥涵工程	6.73	10.49	0.75			17.97
		隧道工程		3.17				3.17
		交叉工程	16.02	25.25	2.50			43.77
		沿线设施	1.07	1.60	0.06			2.73
		小计	45.97	74.63	6.51			127.11
	临时占地	施工道路	3.59	5.11		0.57	1.70	10.97
		施工生产生活区	1.30	2.49		0.20		3.99
		弃渣场	2.45	31.75				34.20
		表土临时堆放场		0.10		0.92		1.02
	小计	7.34	39.45		1.69	1.70	50.18	
合计	53.31	114.08	6.51	1.69	1.70		177.29	
剑阁县	永久占地	路基工程	29.54	44.31	7.82			81.67
		桥涵工程	24.98	36.87	3.04		0.60	65.50
		隧道工程		17.46				17.46
		交叉工程	27.39	41.08	6.86			75.32
		沿线设施	12.90	2.95	0.55			16.40
		小计	94.81	142.66	18.27			0.60
	临时占地	施工道路	10.40	14.03		1.56	4.73	30.71
		施工生产生活区	10.70	2.90		1.25		14.85
		弃渣场	31.34	97.25		3.55		132.14
		表土临时堆放场	2.28	0.31		1.60		4.20
		小计	54.72	114.50		7.96	4.73	181.90
合计	149.53	257.16	18.27	7.96	4.73	0.60	438.24	
梓潼县	永久占地	路基工程	49.53	49.53	5.04			104.10
		桥涵工程	17.18	14.87	0.92		2.31	35.29
		隧道工程		3.51				3.51
		交叉工程	31.31	31.31	3.15			65.77
		沿线设施	7.93	7.93	0.54			16.40
		小计	105.95	107.15	9.65			2.31
	临时占地	施工道路	7.03	6.16		0.68	2.42	16.29
		施工生产生活区	1.30	1.20				2.50
		弃渣场	17.78	10.54				28.32
		表土临时堆放场	0.67					0.67
		小计	26.78	17.90		0.68	2.42	47.78
合计	132.73	125.05	9.65	0.68	2.42	2.31	272.84	
游仙区	永久占地	路基工程	29.42	20.45	2.55			52.42
		桥涵工程	5.45	3.67	0.38		0.12	9.62
		隧道工程						
		交叉工程	9.28	6.45	0.81			16.55
		沿线设施	0.35	0.25				0.60
		小计	44.51	30.81	3.74			0.12
	临时占地	施工道路	3.13	2.18			0.97	6.28
		施工生产生活区						
		弃渣场	9.53	1.04				10.57
		取土场	1.30	1.50				2.80
		表土临时堆放场	0.76					0.76
小计	14.72	4.72			0.97		20.41	
合计	59.24	35.53	3.74		0.97	0.12	99.59	
全线	永久占地	路基工程	130.64	148.40	18.61			297.65
		桥涵工程	54.35	65.91	5.09		3.03	128.38
		隧道工程		24.14				24.14
		交叉工程	83.99	104.09	13.32			201.40
		沿线设施	22.25	12.73	1.15			36.13
		小计	291.24	355.26	38.17			3.03
	临时占地	施工道路	24.15	27.48		2.81	9.81	64.25
		施工生产生活区	13.30	6.59		1.45		21.34
		弃渣场	61.10	140.58		3.55		205.23
		取土场	1.30	1.50				2.80
		表土临时堆放场	3.71	0.42		2.52		6.65
小计	103.56	176.56		10.33	9.81		300.27	
合计	394.80	531.82	38.17	10.33	9.81	3.03	987.97	

注: 本表只计列了施工生产生活区新增临时占地, 利用主体工程永久征地范围布置的施工生产生活区不重复计列占地。

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土平衡

2.4.1.1 主体工程区

(一) 表土剥离量

项目区位于低山和丘陵地带，农耕发达，土壤相对较厚，20~40cm 土层均可剥离。根据地形地貌条件及公路工程施工工艺，表土剥离一般在地形平缓的耕地容易实施，可结合主体工程清表直接进行机械剥离，剥离厚度 20cm；而林地地形坡度多较大，施工时先清除地表植被，再爆破开挖，则原地表土与石方混杂不宜剥采，且采用机械辅助人工作业，费用较高。综合经济技术等考虑，本方案确定林地不进行表土剥离。结合沿线地质条件，项目区机械剥离 20cm 土层较为经济，表土剥离结合主体工程施工一并进行。

根据项目组成，隧道洞口横坡较陡，且土层较薄或基岩出露，可利用表土较少；而桥梁工程区也大为沟谷地带，土层较薄且大多未扰动；交叉工程区三角地带也基本不扰动，因此对桥梁、隧道占地范围和交叉工程区三角地带不宜进行表土剥离，路基工程、交叉工程（除三角地带外）和沿线设施占地范围内的耕地表土剥离厚度按 20cm 考虑。

根据主体设计资料、区域地形地质条件、表土层厚度等，主体工程区表土剥离量见表 2.4-1。

表 2.4-1 主体工程区表土剥离量表

项目组成	剥离表土量 (万 m ³)
路基工程	19.60
交叉工程	14.16
沿线设施	2.26
总计	36.02

(二) 剥离表土利用规划

本项目主体工程区表土利用需求主要来自路基边坡、交叉工程区和沿线设施区绿化覆土，主体工程剥离表土利用规划分析见表 2.4-2。

表 2.4-2 主体工程剥离表土利用规划表

起讫桩号	路基工程							交叉工程						沿线设施			小计 (万 m ³)
	边坡			中央分隔带				综合绿化			边坡			综合绿化			
	绿化面积	覆土厚度	用土量	长度	绿化面积	覆土厚度	用土量	绿化面积	覆土厚度	用土量	绿化面积	覆土厚度	用土量	绿化面积	覆土厚度	用土量	
	(hm ²)	(cm)	(万 m ³)	(km)	(hm ²)	(cm)	(万 m ³)	(hm ²)	(cm)	(万 m ³)	(hm ²)	(cm)	(万 m ³)	(hm ²)	(cm)	(万 m ³)	
AK0+000 ~ AK13+000	4.63	10	0.46	2.884	0.87	70	0.61	2.70	50	1.35	1.65	10	0.16		50		2.58
AK13+000 ~ AK21+000	8.99	10	0.90	4.693	1.41	70	0.99	1.85	50	0.93	3.62	10	0.36	0.32	50	0.16	3.33
AK21+000 ~ AK71+000	13.12	10	1.31	9.784	2.94	70	2.05	7.40	50	3.70	15.50	10	1.55	2.10	50	1.05	9.67
AK71+000 ~ AK79+920	5.51	10	0.55	1.911	0.57	70	0.40		50			10			50		0.95
AK79+920 ~ AK81+600	0.91	10	0.09	0.319	0.10	70	0.07		50			10		1.14	50	0.57	0.73
AK81+600 ~ AK111+730	10.95	10	1.09	18.348	5.50	70	3.85	7.40	50	3.70	12.72	10	1.27	0.96	50	0.48	10.40
AK111+730 ~ AK123+818	53.42	10	5.34	9.004	2.70	70	1.89	1.85	50	0.93	2.09	10	0.21		50		8.37
小计	97.52		9.74	46.943	14.08		9.86	21.20		10.60	35.58		3.56	4.52		2.26	36.02

根据主体工程区表土剥离量和项目表土利用规划可知，主体工程区表土剥离量全部利用，无剩余表土。

2.4.1.2 施工道路

根据现场调查，施工道路主要占用耕地、林地、草地和交通运输用地，其中：耕地、林地、草地区域可剥离表土，机械剥离厚度耕地 30cm，林草地 20cm 较为经济；农村道路区域为既有机耕道，施工结束后将保留泥结碎石路面，继续保留为农村公路使用。施工道路表土剥离见表 2.4-3。

表 2.4-3 施工道路表土剥离规划表

行政区划	可剥离表土地类及面积 (hm ²)				表土剥离量	表土需求量
	耕地	林地	草地	小计	(万 m ³)	(万 m ³)
昭化区	3.59	5.11	0.57	9.26	2.21	2.21
剑阁县	10.40	14.03	1.56	25.99	6.24	6.24
梓潼县	7.03	6.16	0.68	13.87	3.48	3.48
游仙区	3.13	2.18		5.31	1.38	1.38
合计	24.15	27.48	2.81	54.44	13.30	13.30

2.4.1.3 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，但为满足部分特大桥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 30cm，林草地 20cm 较为经济，剥离表土集中堆放在施工生产生活区内，按平均堆高 3.0m 进行堆放，采用拦挡、覆盖防护措施对其进行防护，使用结束后用于场地绿化。施工生产生活区表土剥离及堆存规划见表 2.4-4。

表 2.4-4 施工生产生活区表土剥离及堆存规划表

行政区划	可剥离表土地类及面积 (hm ²)				表土剥离量 (万 m ³)	表土需求量 (万 m ³)	堆场面积 (hm ²)
	耕地	林地	草地	小计			
昭化区	1.30	2.49	0.20	3.99	0.93	0.93	0.31
剑阁县	10.70	2.90	1.25	14.85	4.04	4.04	1.35
梓潼县	1.30	1.20		2.50	0.63	0.63	0.21
游仙区							
合计	13.30	6.59	1.45	21.34	5.60	5.60	1.87

2.4.1.4 取土场

为满足取土场开采结束后绿化用土，取料前，结合表层无用层清除将取土场占地范围内的表层土剥离，集中堆放在取土场占地范围内相对平缓处，按平均堆高 3.0m 堆放。取料完毕后，将剥离表土用于取土场开采平台绿化培植土及坡面绿化覆土。

根据取土场占地类型及工程地质条件，取土场占地范围内的耕地表土剥离厚度按 30cm 考虑，林草地按 20cm 考虑。弃渣场剥离表土临时堆存规划见表 2.4-5。

表 2.4-5 取土场表土剥离及堆存规划表

区(县)	序号	可剥离表土地类及面积 (hm ²)			表土剥离量 (万 m ³)	表土需求量 (万 m ³)	堆场面积 (hm ²)
		耕地	林地	小计			
游仙区	1#	1.30	1.50	2.80	0.69	0.69	0.23

2.4.1.5 弃渣场

根据各渣场地形条件和弃渣物质组成，为保证施工结束后渣体表面复耕、绿化用土，本水保方案拟对渣场占地范围内表土进行剥离，并集中堆放。

根据各渣场占地类型及工程地质条件，结合主体工程区表土剥离工艺分析，并考虑渣场后期恢复用土需求，本工程渣场占地范围内的耕地表土剥离厚度按 30cm 考虑，林草地表土剥离厚度按 20cm 考虑。弃渣场剥离表土临时堆存规划见表 2.4-6。

表 2.4-6 弃渣场表土剥离规划表

区(县)	编号	可剥离表土地类及面积 (hm ²)				表土剥离量 (万 m ³)	表土需求量 (万 m ³)
		耕地	林地	草地	小计		
昭化区	1#		3.45		3.45	0.69	0.69
	2#		5.83		5.83	1.17	1.17
	3#		4.98		4.98	1.00	1.00
	4#		4.30		4.30	0.86	0.86
	5#		6.46		6.46	1.29	1.29
	6#	2.45	2.58		5.03	1.25	1.25
	7#		1.41		1.41	0.28	0.28
	8#		2.74		2.74	0.55	0.55
	小计	2.45	31.75		34.20	7.09	7.09
剑阁县	9#		2.30	0.24	2.54	0.51	0.51
	10#		10.19		10.19	2.04	2.04
	11#	2.35	3.14		5.49	1.33	1.33
	12#		7.86		7.86	1.57	1.57
	13#		3.40		3.40	0.68	0.68
	14#	1.68	7.04		8.72	1.91	1.91
	15#	0.42	3.00		3.42	0.73	0.73
	16#	2.70	2.50	1.47	6.67	1.60	1.60
	17#		3.37		3.37	0.67	0.67
	18#	2.73	1.10		3.83	1.04	1.04
	19#	2.03	0.98		3.01	0.81	0.81
	20#	2.12	2.08		4.20	1.05	1.05
	21#		5.25		5.25	1.05	1.05
	22#		2.27		2.27	0.45	0.45
	23-1#	1.15	6.54		7.69	1.65	1.65
	23-2#	2.55	1.12		3.67	0.99	0.99
	24#		5.52		5.52	1.10	1.10
	25#	1.90	1.00		2.90	0.77	0.77
	26#	1.02	6.53		7.55	1.61	1.61
	27#	1.96	2.20		4.16	1.03	1.03
	28#	2.00	5.05		7.05	1.61	1.61
	29#	2.40	2.86		5.26	1.29	1.29
	30#	0.90	2.65		3.55	0.80	0.80
31#	0.70	2.01		2.71	0.61	0.61	
32#	2.73	5.77		8.50	1.97	1.97	
33#		1.52	1.84	3.36	0.67	0.67	
	小计	31.34	97.25	3.55	132.14	29.56	29.56
梓潼县	34#	0.41	1.65		2.06	0.45	0.45
	35#	0.76	1.17		1.93	0.46	0.46
	36#	4.73	1.16		5.89	1.65	1.65
	37#	1.14	1.61		2.75	0.66	0.66
	38#	1.11	0.25		1.36	0.38	0.38
	39#	1.50	0.65		2.15	0.58	0.58
	40#	2.16	0.33		2.49	0.71	0.71
	41#	2.12	0.56		2.68	0.75	0.75
	42#	1.00	0.20		1.20	0.34	0.34
	43#	2.00	0.14		2.14	0.63	0.63
	44#	0.85	1.03		1.88	0.46	0.46
	45#		1.79		1.79	0.36	0.36
	合计	17.78	10.54		28.32	7.44	7.44
游仙区	46#	2.86	0.23		3.09	0.90	0.90
	47#	1.59	0.41		2.00	0.56	0.56
	48#	3.62	0.40		4.02	1.17	1.17
	49#	1.46			1.46	0.44	0.44
	小计	9.53	1.04		10.57	3.07	3.07
合计		61.10	140.58	3.55	205.23	47.16	47.16

2.4.1.6 表土汇总

本项目剥离表土均在项目内进行了利用，无剩余表土。表土平衡分析汇总见表 2.4-7。

表 2.4-7 本项目表土平衡分析汇总表

项目组成	表土剥离量	表土需求量	调入	调出	余方
	(万 m ³)	(万 m ³)	(万 m ³)	(万 m ³)	(万 m ³)
主体工程区	36.02	36.02			
取土场	0.69	0.69			
弃渣场	47.16	47.16			
施工道路	13.30	13.30			
施工生产生活区	5.60	5.60			
合计	102.76	102.76			

2.4.1.7 表土堆存规划

本项目共剥离表土 102.76 万 m³，由于用土区域较为分散，为方便后期用土需要，利用交叉工程、沿线设施区、隧道进出口分离式路基中间带、弃渣场、取土场、施工生产生活区和新设表土临时堆放场等区域进行堆放。表土临时堆放场按平均堆高 3.0m 考虑，表土堆放需占地 34.25hm²，其中新增表土堆放场占地 6.65hm²。对地形较平缓的弃渣场，剥离表土集中堆放在弃渣场占地范围内位置较高处，待弃渣场下部堆渣完成后及时进行回铺和转运，以减少表土堆存临时占地。表土堆存规划见表 2.4-8。

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 2.4-8 表土堆存规划一览表

项目分区	序号	堆放位置		堆放量	平均堆高	占地面积	备注
				(万 m ³)	(m)	(hm ²)	
表土临时堆放场	1	AK6+000 左	1#表土临时堆放场	3.07	3	1.02	堆放 2#、3#弃渣场及路基表土
	2	AK21+200 右	2#表土临时堆放场	0.13	3	0.04	堆放施工道路表土
	3	AK23+400 右	3#表土临时堆放场	0.37	3	0.12	堆放路基及施工道路表土
	4	AK22+900	4#表土临时堆放场	2.04	3	0.68	堆放 10#弃渣场表土
	5	AK26+200 右	5#表土临时堆放场	0.30	3	0.10	堆放路基及施工道路表土
	6	AK27+000	6#表土临时堆放场	1.33	3	0.44	堆放 11#弃渣场表土
	7	AK31+600	7#表土临时堆放场	0.68	3	0.23	堆放 13#弃渣场表土
	8	AK33+200	8#表土临时堆放场	0.73	3	0.24	堆放 15#弃渣场表土
	9	AK33+130 左	9#表土临时堆放场	0.42	3	0.14	堆放路基及施工道路表土
	10	AK39+900	10#表土临时堆放场	0.67	3	0.22	堆放 17#弃渣场表土
	11	AK42+150 右	11#表土临时堆放场	0.81	3	0.27	堆放路基及施工道路表土
	12	AK56+500 右	12#表土临时堆放场	0.31	3	0.10	堆放路基及施工道路表土
	13	AK63+500	13#表土临时堆放场	1.61	3	0.54	堆放 26#弃渣场表土
	14	AK70+750	14#表土临时堆放场	1.29	3	0.43	堆放 29#弃渣场表土
	15	AK76+050 右	15#表土临时堆放场	1.38	3	0.46	堆放路基及施工道路表土
	16	AK78+500 左	16#表土临时堆放场	0.51	3	0.17	堆放路基及施工道路表土

项目分区	序号	堆放位置		堆放量	平均堆高	占地面积	备注
				(万 m ³)	(m)	(hm ²)	
	17	AK88+100 左	17#表土临时堆放场	1.34	3	0.45	堆放路基及施工道路表土
	18	AK93+800	18#表土临时堆放场	0.66	3	0.22	堆放 37#弃渣场表土
	19	AK116+000 右	19#表土临时堆放场	2.28	3	0.76	堆放路基及施工道路表土
			小计	19.95		6.65	
路基工程区	1	AK110+400	分离式路基中分带	4.19	3	1.40	司公山隧道出口
交叉工程区	1	AK0+000	黑水塘枢纽互通	1.90	3	0.63	
	2	AK14+400	红岩互通	2.79	3	0.93	
	3	AK28+459	高观互通	1.95	3	0.65	
	4	AK47+950	普安互通	2.16	3	0.72	
	5	AK61+214	柳沟互通	2.27	3	0.76	
	6	AK69+663	武连互通	2.81	3	0.94	
	7	AK82+641	演武互通	1.25	3	0.42	
	8	AK91+443	许州互通	2.53	3	0.84	
	9	AK99+543	梓潼互通	1.24	3	0.41	
	10	AK105+230	卧龙互通	3.36	3	1.12	
	11	AK120+407	徐家互通	3.41	3	1.14	
			小计	25.65		8.55	
沿线设施	1	AK20+400	李家停车区	2.58	3	0.86	
	2	AK39+000	普安服务区	2.11	3	0.70	
	3	AK55+000	党家停车区	1.67	3	0.56	
	4	AK81+550	演武服务区	1.85	3	0.62	
	5	AK100+700	岳家停车区	2.51	3	0.84	
			小计	10.72		3.57	
弃渣场	1	AK2+200	1#弃渣场	0.69	3	0.23	
	2	AK7+200	4#弃渣场	0.86	3	0.29	
	3	AK17+000	5#弃渣场	1.29	3	0.43	
	4	AK17+300	6#弃渣场	1.25	3	0.42	
	5	AK17+100	7#弃渣场	0.28	3	0.09	
	6	AK17+600	8#弃渣场	0.55	3	0.18	
	7	AK21+500	9#弃渣场	0.51	3	0.17	
	8	AK29+300	12#弃渣场	1.57	3	0.52	
	9	AK32+800	14#弃渣场	1.91	3	0.64	
	10	AK34+000	16#弃渣场	1.60	3	0.53	
	11	AK42+400	18#弃渣场	1.04	3	0.35	
	12	AK42+400	19#弃渣场	0.81	3	0.27	
	13	AK45+750	20#弃渣场	1.05	3	0.35	
	14	AK54+800	21#弃渣场	1.05	3	0.35	
	15	AK54+900	22#弃渣场	0.45	3	0.15	
	16	AK56+200	23-1#弃渣场	1.65	3	0.55	
	17	AK56+200	23-2#弃渣场	0.99	3	0.33	
	18	AK60+200	24#弃渣场	1.10	3	0.37	
	19	AK62+000	25#弃渣场	0.77	3	0.26	
	20	AK67+850	27#弃渣场	1.03	3	0.34	
	21	AK70+300	28#弃渣场	1.61	3	0.54	
	22	AK75+200	30#弃渣场	0.80	3	0.27	
	23	AK76+900	31#弃渣场	0.61	3	0.20	
	24	AK79+800	32#弃渣场	1.97	3	0.66	
	25	AK80+900	33#弃渣场	0.67	3	0.22	
	26	AK83+000	34#弃渣场	0.45	3	0.15	
	27	AK87+400	35#弃渣场	0.46	3	0.15	
	28	AK93+000	36#弃渣场	1.65	3	0.55	
	29	AK97+250	38#弃渣场	0.38	3	0.13	
	30	AK101+040	39#弃渣场	0.58	3	0.19	
	31	AK102+550	40#弃渣场	0.71	3	0.24	
	32	AK104+300	41#弃渣场	0.75	3	0.25	

项目分区	序号	堆放位置		堆放量	平均堆高	占地面积	备注
				(万 m ³)	(m)	(hm ²)	
	33	AK108+000	42#弃渣场	0.34	3	0.11	
	34	AK109+600	43#弃渣场	0.63	3	0.21	
	35	AK110+200	44#弃渣场	0.46	3	0.15	
	36	AK110+400	45#弃渣场	0.36	3	0.12	
	37	AK113+600	46#弃渣场	0.90	3	0.30	
	38	AK114+700	47#弃渣场	0.56	3	0.19	
	39	AK115+300	48#弃渣场	1.17	3	0.39	
	40	AK122+800	49#弃渣场	0.44	3	0.15	
			小计		35.98		11.99
取土场	1	AK115+450	1#取土场	0.69	3	0.23	
施工生产 生活区	1	AK2+050	2#施工生产生活区	0.16	3	0.05	
	2	AK3+600	3#施工生产生活区	0.13	3	0.04	
	3	AK5+000	4#施工生产生活区	0.18	3	0.06	
	4	AK10+500	5#施工生产生活区	0.22	3	0.07	
	5	AK14+700	7#施工生产生活区	0.12	3	0.04	
	6	AK16+900	8#施工生产生活区	0.12	3	0.04	
	7	AK21+200	10#施工生产生活区	0.12	3	0.04	
	8	AK23+200	11#施工生产生活区	0.18	3	0.06	
	9	AK23+600	12#施工生产生活区	0.13	3	0.04	
	10	AK26+100	13#施工生产生活区	0.18	3	0.06	
	11	AK29+400	15#施工生产生活区	0.14	3	0.05	
	12	AK33+160	16#施工生产生活区	0.32	3	0.11	
	13	AK36+550	17#施工生产生活区	0.21	3	0.07	
	14	AK39+600	19#施工生产生活区	0.15	3	0.05	
	15	AK40+200	20#施工生产生活区	0.18	3	0.06	
	16	AK42+150	21#施工生产生活区	0.24	3	0.08	
	17	AK45+100	22#施工生产生活区	0.21	3	0.07	
	18	AK56+545	25#施工生产生活区	0.24	3	0.08	
	19	AK60+400	26#施工生产生活区	0.27	3	0.09	
	20	AK62+400	28#施工生产生活区	0.21	3	0.07	
	21	AK63+600	29#施工生产生活区	0.19	3	0.06	
	22	AK67+600	30#施工生产生活区	0.16	3	0.05	
	23	AK71+900	32#施工生产生活区	0.22	3	0.07	
	24	AK76+200	33#施工生产生活区	0.28	3	0.09	
	25	AK76+800	34#施工生产生活区	0.12	3	0.04	
	26	AK78+800	35#施工生产生活区	0.15	3	0.05	
	27	AK79+600	36#施工生产生活区	0.14	3	0.05	
	28	AK89+200	39#施工生产生活区	0.18	3	0.06	
	29	AK95+200	41#施工生产生活区	0.17	3	0.06	
	30	AK102+560	44#施工生产生活区	0.12	3	0.04	
	31	AK110+300	46#施工生产生活区	0.16	3	0.05	
		小计		5.60		1.87	
合计				102.76		34.25	

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。对中长隧道以隧道中点进行平衡，并考虑合理运距将隧道进出口一定距离内的路基纳入隧道段落，方便隧道洞渣的调运和利用；对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。

全线公路设计高程 474.95m ~ 720.50m，最大纵坡 3%，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，特殊路基由于对填筑料要求较高，拟在沿线商业料场购买砂砾石或利用满足要求的开挖料破碎。表土主要为永久征地范围内的上层腐殖土，在土石方开挖前进行集中剥离，以满足后期绿化的要求，提高植物的存活率，同时减少弃渣量。

根据主体工程土石方调运安排，多余土石方量优先考虑作为相邻路段路基填料回填使用，交通条件好的路段可运至较远路段回填，以最大限度减少弃方。根据项目组成，本工程土石方计算包含一般路基、特殊路基、隧道工程、桥梁工程、交叉工程、沿线设施及弃渣场、施工道路、施工生产生活区八部分。经土石方平衡分析，全线挖方 2797.55 万 m^3 (自然方，下同)，填方 1268.44 万 m^3 (含表土 102.76 万 m^3)，借方 46.64 万 m^3 (其中特殊路基换填外购砂砾石 36.47 万 m^3 ；路基填筑借方 10.17 万 m^3 ，设置取土场开采)，综合利用 106.67 万 m^3 ，弃方 1469.08 万 m^3 (合松方 1922.81 万 m^3)。本项目弃渣有杂填土、黏土岩、砾岩、泥岩、粉砂岩、砂岩等，堆存于沿线设置的 50 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砾岩、泥岩、砂岩等堆置在渣体前缘，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%。

本工程土石方平衡分析见表 2.4-9，土石方流向情况见图 2.4-1。

序号	路段	路线长度 (m)	项目名称	挖方				调入				调出				借方				填方					综合利用		弃方					平衡节点	
				表土	土	石	小计	土	来源	石	来源	土	去向	石	去向	土	来源	砂砾石	来源	表土	土	石	砂砾石	小计	石	土	石	小计	合松方	去向			
			交叉工程	1.17	3.59	11.12	15.88	2.55	路基										1.17	6.14	11.12		18.43										
			施工道路	0.73	1.76	1.03	3.51												0.73	1.58	1.03		3.34		0.18		0.18	0.21					
			小计	3.36	52.00	110.17	165.53	2.55				2.55					5.94		3.36	43.41	100.27	5.94	152.98		8.59	9.90	18.49	23.67					
			一般路基	3.62	32.99	85.41	122.02						1.79	特殊路基					3.62	31.11	76.82		111.55		1.88	6.80	8.68	11.44					
25	AK109+734~AK115+000	5.266	特殊路基		13.04		13.04			13.04	路基、隧道									13.04		13.04		13.04		13.04		13.04		15.64			
			桥梁工程		0.05	0.01	0.06																		0.05	0.01	0.06	0.08					
			隧道工程		5.36	16.07	21.43						11.25	特殊路基												5.36	4.82	10.18	12.94				
			施工道路	0.57	1.37	0.80	2.73												0.57	1.23	0.80		2.60		0.14		0.14	0.16					
			小计	4.19	52.80	102.29	159.28			13.04			13.04						4.19	32.34	90.66		127.18		20.46	11.64	32.09	40.26					
			一般路基	1.85	18.11	46.57	66.53												1.85	16.96	41.89		60.70		1.15	4.68	5.83	7.70					
26	AK115+000~AK119+000	4.000	特殊路基		15.35		15.35									15.35	购买			15.35	15.35		15.35		15.35		15.35		18.41				
			桥梁工程		0.49	0.12	0.61																		0.49	0.12	0.61	0.76					
			施工道路	0.43	1.04	0.61	2.08												0.43	0.93	0.61		1.97		0.10		0.10	0.12					
			小计	2.28	34.98	47.30	84.56										15.35		2.28	17.89	42.50	15.35	78.02		17.09	4.80	21.89	26.99					
27	AK119+000~AK123+818	4.818	一般路基	1.76	19.07	48.60	69.43						4.89	交叉				1.76	17.70	43.71		63.17		1.37	0.00	1.37	1.64						
			桥梁工程		0.48	0.12	0.59																		0.48	0.12	0.59	0.73					
			交叉工程	1.13	0.47	3.73	5.33			4.89	路基						10.17	1#取土场		1.13	10.64	8.62		20.39									
			施工道路	0.52	1.25	0.73	2.50												0.52	1.12	0.73		2.37		0.12		0.12	0.15					
			小计	3.41	21.27	53.18	77.85			4.89			4.89			10.17			3.41	29.46	53.06		85.93		1.97	0.12	2.09	2.53					
合计	123.818	一般路基	19.60	254.50	639.55	913.65					2.55		12.39				19.60	232.96	582.09		834.65		18.99	45.07	64.06	83.63							
		特殊路基		59.90		59.90			23.43							36.47				23.43	36.47	59.90		59.90		59.90		59.90		71.87			
		桥梁工程		12.81	3.20	16.01																		12.81	3.20	16.01	19.70						
		隧道工程		275.86	1088.67	1364.52					10.42		54.02										106.67	265.44	927.98	1193.42	1571.30						
		交叉工程	14.16	68.51	189.39	272.06	12.97		16.11				9.46		10.17			14.16	51.44	106.19		171.79		40.21	89.85	130.06	169.55						
		沿线设施	2.26	24.21	16.58	43.05			36.33									2.26	21.79	52.91		76.96		2.42		2.42	2.91						
		施工道路	13.30	32.12	18.82	64.25												13.30	28.91	18.82		61.03		3.21		3.21	3.85						
		施工生产生活区	5.60	6.40	4.27	16.27												5.60	6.40	4.27		16.27											
		弃渣场	47.16			47.16												47.16				47.16											
		取土场	0.69			0.69												0.69				0.69											
小计	102.76	734.31	1960.48	2797.55	12.97		75.87			12.97		75.87		10.17		36.47		102.76	341.50	787.71	36.47	1268.44	106.67	402.98	1066.10	1469.08	1922.81						

注：表中数据除弃方栏中的松方外均为自然方，弃方中松散系数根据《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）确定，土方取 1.20，石方取 1.35。

集渣路段	借方 (自然方)	填方 (自然方)	表土剥离 (自然方)		综合利用 (自然方)	弃方 (自然方)	表土堆存点编号 弃渣场编号
			挖方 (自然方)				
AK0+000~AK3+185		16.62万m ³	50.12万m ³	3.57万m ³	29.93万m ³	1#弃渣场	
AK3+185~AK7+900		22.58万m ³	122.37万m ³	7.86万m ³	91.93万m ³	2#、3#弃渣场	
AK7+900~AK8+700		0.39万m ³	40.50万m ³	2.40万m ³	87.71万m ³	4#弃渣场	
AK8+700~AK16+052		57.23万m ³	145.82万m ³	5.46万m ³	83.13万m ³	5#、6#弃渣场	
AK16+052~AK21+000		54.49万m ³	87.93万m ³	2.66万m ³	80.77万m ³	7#、8#弃渣场	
AK21+000~AK22+255		0.62万m ³	36.38万m ³	2.90万m ³	82.86万m ³	9#弃渣场	
AK22+255~AK24+778		3.31万m ³	85.44万m ³	8.00万m ³	74.13万m ³	10#弃渣场	
AK24+778~AK27+030		2.45万m ³	69.10万m ³	5.40万m ³	61.25万m ³	11#弃渣场	
AK27+030~AK31+100		21.38万m ³	96.26万m ³	4.20万m ³	70.68万m ³	12#弃渣场	
AK31+100~AK34+837		2.39万m ³	130.31万m ³	10.39万m ³	117.54万m ³	13#~15#弃渣场	
AK34+837~AK41+195		61.08万m ³	151.20万m ³	7.73万m ³	82.38万m ³	16#、17#弃渣场	
AK41+195~AK45+300		15.99万m ³	78.35万m ³	4.94万m ³	57.42万m ³	18#、19#弃渣场	
AK45+300~AK49+450		38.86万m ³	81.54万m ³	4.46万m ³	38.23万m ³	20#弃渣场	
AK49+450~AK55+575		43.73万m ³	72.35万m ³	2.13万m ³	25.49万m ³	21#弃渣场	
AK55+575~AK58+342		1.52万m ³	91.08万m ³	7.27万m ³	82.29万m ³	22#、23#、24#弃渣场	
AK58+342~AK65+601		20.55万m ³	152.42万m ³	10.95万m ³	120.92万m ³	24#~26#弃渣场	
AK65+601~AK73+500		37.77万m ³	206.45万m ³	9.16万m ³	159.52万m ³	27#~29#弃渣场	
AK73+500~AK77+510		40.72万m ³	67.23万m ³	1.91万m ³	24.61万m ³	30#~31#弃渣场	
AK77+510~AK80+745		18.28万m ³	85.02万m ³	5.30万m ³	61.44万m ³	32#~33#弃渣场	
AK80+745~AK85+543		69.19万m ³	80.26万m ³		11.07万m ³	34#弃渣场	
AK85+543~AK90+700	4.62万m ³	49.19万m ³	55.28万m ³		10.71万m ³	35#弃渣场	
AK90+700~AK95+705		60.44万m ³	121.21万m ³		60.77万m ³	36#、37#弃渣场	
AK95+705~AK102+960	10.56万m ³	121.41万m ³	140.60万m ³		29.74万m ³	38#~40#弃渣场	
AK102+960~AK109+734	5.94万m ³	152.98万m ³	165.53万m ³		18.49万m ³	41#~43#弃渣场	
AK109+734~AK115+000		127.18万m ³	159.28万m ³		82.09万m ³	44#~46#弃渣场	
AK115+000~AK119+000	15.35万m ³	78.02万m ³	84.56万m ³		21.89万m ³	47#、48#弃渣场	
AK119+000~AK123+818	10.17万m ³	85.93万m ³	77.85万m ³		2.09万m ³	49#弃渣场	
弃渣场		47.16万m ³	47.16万m ³			弃渣场征地区范围	
取土场		0.69万m ³	0.69万m ³			取土场征地区范围	
施工生产生活区		16.27万m ³	16.27万m ³				

图 2.4-1 土石方流向框图

2.5 拆迁安置与专项设施改（迁）建

经统计，本项目建设共拆迁建筑面积 76.56 万 m²，见表 2.5-1。

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，采用自拆自建的方式，具体由当地政府按照四川省有关建房安置标准负责实施，其拆迁安置不纳入本方案。

表 2.5-1 本项目拆迁建筑面积一览表

起讫桩号	里程 (km)	砖混楼房 (m ²)	砖墙瓦房 (m ²)	合计	备注
AK0+000 ~ AK13+000	13.000	78000	2600	80600	广元市昭化区
AK13+000 ~ AK21+000	8.000	48000	1600	49600	广元市昭化区
AK21+000 ~ AK71+000	50.000	300000	10000	310000	广元市剑阁县
AK71+000 ~ AK79+920	8.920	53520	1784	55304	广元市剑阁县
AK79+920 ~ AK80+600	0.680	2040	68	2108	绵阳市梓潼县
AK80+600 ~ AK81+600	1.000	6000	200	6200	绵阳市梓潼县
AK81+600 ~ AK111+730	30.130	180780	6026	186806	绵阳市梓潼县
AK111+730 ~ AK123+818	12.088	72526	2418	74943	绵阳市游仙区
合计	123.818	740866	24696	765561	

另外，在公路建设过程中要拆迁电力电讯线 123818m，输气管道 26002m，这类设施改建统一由建设单位出资，设施主管部门负责实施，不纳入本方案。

拆迁安置及专项设施重建工程水土流失防治责任为地方政府和设施主管部门。拆迁安置建房主要选择地形较平坦的区域，土石方工程量较小，而专项设施重建以电力通信线路为主，重建过程中主要架设塔杆和线路，土石方工程量也较小；拆迁安置及专项设施重建费用已计入本项目投资中。

2.6 施工进度

本项目拟于 2021 年 1 月开工，2024 年 12 月建成通车，建设工期 4 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

序号	项目	2021年				2022年				2023年				2024年			
		一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度	三季度	四季度
1	施工准备																
2	路基工程																
3	涵洞及通道																
4	防护及排水																
5	桥梁工程																
6	隧道工程																
7	路面工程																
8	交通工程																
9	绿化工程																

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

项目位于四川盆地西北的低山丘陵地区，广元市昭化区~剑阁~梓潼段属构造剥蚀低山地貌，梓潼~绵阳市游仙区魏城镇段属构造侵蚀剥蚀深切丘陵地貌，此外还有少量侵蚀堆积河谷地貌，沿嘉陵江、涪江、梓潼江及其支流的两岸呈断续分布。



a. 构造侵蚀低山地貌



b. 丘陵地貌

该路线方案走廊带地貌类型分述如下：

（一）构造剥蚀地貌

（1）单斜低山深谷地貌（I₁）

分布于嘉陵江以东、以北，主要由 K_{1jn}、K_{1jf} 粉砂岩、粉砂质泥岩、砂岩组成。侵蚀作用较强，除嘉陵江深切外，其它沟谷多呈“V”形，切深 150~300m。坡度在 35°以上，常有似城墙状砂岩陡壁，谷坡呈阶梯状，坡度 4°~10°。山脊高度在 800m 以上，最高 850m，较嘉陵江高出 500m。

（2）桌状低山缓坡宽谷地貌（I₂）

分布线路走廊带的中段。主要由 K_{1b}、K_{1q}、K_{1jn}、K_{1j} 粉砂质泥岩、砂岩组成。受梓潼向斜控制，梓潼向斜是一个很舒缓的压性构造，平缓核部宽达 6~9km，然后以 1°~3°的倾角缓缓跷起。构造骨架为现今地貌奠定了基础，形成了北东东向延伸的桌状山地，山脊平阔宽展。岭间沟谷宽缓，呈“U”形，宽者达 1km，东部接近嘉陵江时逐渐深窄。沟谷深度一般 200m 以上。

（3）枝状低山坦谷地貌（I₃）

分布于梓潼江以西的大片地区。主要由 K_{1b}、K_{1q} 泥岩、粉砂岩夹砂岩组成。谷岭方向杂乱，呈枝状或鸡爪状。沟谷切割深度 200m 左右，谷坡 20°左右，比较平直均匀。硬砂岩少，“泡砂岩”多，山体圆滑，多似馒头状，谷底较平缓，宽 100~200m，

常见有数米厚的坡积层覆盖。

(4) 丘陵洼地地貌 (I₄)

主要分布于走廊带终点魏城镇一带，地形低洼，出露地层为 K_{1b}、K_{1jn}、K_{1q}，以泥岩为主，有玉河场向斜和梓潼向斜通过。形成以丘陵为主的洼地地貌单元，向北、东地势逐渐升高。高差一般 50~100m。丘陵中散布一些低山，山丘顶浑圆，谷坡稍陡，15°~20°之间，谷底平坦，宽度多在 150m 以上，稻田广布。局部地段有几条南北向长岛状低山。

(二) 侵蚀堆积地貌

该地貌类型分布于路段内各主要河流，由外动力侵蚀堆积而成。

河谷冲积平原及阶地地貌 (II₁): 主要分布于嘉陵江、潼江、涪江等较大河流两侧，由河漫滩、I 和 II 级阶地组成。以堆积阶地为主，分别高出河水面 0~6m、6~10m、10~20m，由全新统粉质砂土、粉质粘土及砂砾卵石组成，阶面较平坦，宽 50~500m，长 500~3000m。地面平坦，倾向河流下游，坡降 2‰~4‰。III~VI 阶地仅局部发育，为基座阶地，分别高出河水面 20~30m、25~45m、40~65m、70~90m。堆积物有更新统砂砾卵石、砂土、粘土、粉质砂土，面积均较小。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地层岩性

公路沿线由新生界第四系全新统 (Q₄^{3al})、上更新统 (Q₃^{al})、中更新统 (Q₂^{al})，白垩系上统下统七曲寺组 (K_{1q})、白龙组 (K_{1b})、苍溪组 (K_{1c})、剑阁组 (K_{1jn})、剑门关组上段 (K_{1j}²)、剑门关组下段 (K_{1j}¹)，侏罗系上统莲花口组 (J_{3l})、中统遂宁组 (J_{2sn})、沙溪庙组 (J_{2s})、千佛岩组 (J_{2q})。

2.7.2.2 地质构造

项目区地质构造位于扬子准地台西北部川北古中拗陷低缓构造区，为新华夏第三沉积带的川北台凹构造体系。推荐方案起于广元，经剑阁、梓潼至绵阳魏城镇，沿线依次通过桐梓观鼻状构造、盐店场向斜、北庙场背斜、梓潼向斜、老关庙背斜、玉河场向斜、富顺场背斜等。沿线无较大断层分布。区域上受龙门山断裂带影响，推荐走廊距前山断裂最近约 28km。

2.7.2.3 地震

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，项目区内地震动峰值加速度

为 0.1g，地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应的地震烈度为 VII 度。

2.7.2.4 地下水

受区内地层岩性、地质构造、地形地貌及气象、水文等因素的影响和控制，区内地下水类型主要有松散堆积砂砾石层孔隙水、红层砂泥岩风化带孔隙裂隙水，富水性及成因类型与岩性有关。

（一）松散堆积砂砾石层孔隙水

主要分布在沿线嘉陵江、梓潼江、涪江等较大河流阶地，地形起伏较小，地貌类型较为平坦。近河冲积层的孔隙水埋藏深度约 0~3m，水量丰富，单孔出水量 3000~5000m³/d；冰水堆积层中的孔隙水埋藏深度约 1~3m，水量丰富，单孔出水量 1000~3000m³/d；埋深 3~10m 的孔隙水单孔出水量 100~500m³/d；埋深 10~30m 的孔隙水单孔出水量 <100m³/d；泥砾层则基本无水。

（二）红层砂泥岩风化带孔隙裂隙水

该类地下水分布普遍，沿线均有分布，褶皱等大型构造分布较为集中地带尤其发育，深度小于 60m，水量中等，适于民井、管井开采，单孔出水量 100~1000m³/d。

2.7.2.5 不良地质及特殊地质现象

项目区位于丘陵、低山地貌上，地形地貌较复杂，但区内地质构造简单，多为舒缓状褶皱（向、背斜），区内岩性单一，为砂、泥岩或砂泥岩互层。所以工程区工程地质问题较为简单，不良地质及特殊地质现象主要为软弱地基和砂泥岩风化碎落、顺层边坡。

（一）软弱地基

走廊带大面积为泥岩、砂质泥岩与砂岩互层，构成丘陵、低山地貌，沟谷发育，沟谷堆积残坡积、坡洪积低液限粘土，在排泄不畅处粘土在地下水和地表水作用下多呈可塑~软塑状，形成软弱地基土，土体物理力学性质极差，地基允许承载力低，横向厚度变化大，当路堤填高较大时可产生不均匀沉降，路堤存在失稳风险，工后沉降难以满足规范要求。

根据路基填高、软基厚度等具体情况，根据软土不同的赋存条件，浅层软土采用换填、碎石盲沟处治；深厚软土采用碎石桩或者塑料排水板处治；根据稳定需要铺设土工格栅，以防止路堤失稳。为保证工后沉降满足规范要求，可根据工期安排采用超载预压等措施；同时，埋设监控设施，以指导路基填筑施工和路基卸载。

(二) 砂泥岩风化碎落

走廊带内大面积分布着砂岩、泥岩或砂岩、泥岩互层，砂岩性硬节理裂隙发育，地形上多为陡崖（坎），临空面大。泥岩性软，抗风化能力弱，易发生碎落，特别是砂岩与泥岩叠置形态时，泥岩碎落致砂岩悬空，易失去平衡，在重力作用下沿着裂隙崩落形成岩堆和孤岩块。尤其是剑阁境路线起点段落剑阁组、剑门关组砾岩、砂岩夹泥岩形成高陡崖壁，崩塌掉块较为严重。

对高速公路运营有一定危害，沿线崩塌与岩堆分布范围和规模较小，可采取加强防护工程（如清方、支挡、锚固框架、危岩体 SNS 柔性网固定等）进行处治。

(三) 顺层边坡

走廊点起点段出露侏罗系、白垩系红层碎屑岩；整体与区域构造迹线（盐店场向斜、北庙场背斜、梓潼向斜）走向一致，路基开挖局部不可避免形成顺层边坡。A 线走廊由北至南岩层倾角 $10^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ，属于平缓岩层，相对较安全，但不排除局部发育缓倾角顺层滑坡的可能。顺层边坡需采用抗滑桩、预应力锚索等处治。

2.7.3 气象

项目区属亚热带湿润季风气候，冬冷夏热，春暖秋凉，四季分明。年平均气温 $15.4^{\circ} \sim 16.5^{\circ}\text{C}$ ，1 月份最冷，平均 $3 \sim 8^{\circ}\text{C}$ ，7 月份最热，一般 $25 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ，冬季无冻土。全年无霜期长，一般可达 10 个月，但多云多雾，湿度大，日照短。年降水量丰沛，平均在 900mm 以上，只是在季节上分配不均，主要在 6~9 月，夏季降水集中，多暴雨；秋季降水不多，但细雨纷飞，绵绵少晴；冬春两季普遍少雨。风向随季节变化明显，夏半年盛行偏南风，冬半年盛行偏北风。

项目区气象特征值统计见表 2.7-1。

表 2.7-1 项目区气象特征值一览表

多年平均特征值	单位	绵阳市		广元市	
		游仙区	梓潼县	剑阁县	昭化区
平均气温	$^{\circ}\text{C}$	16.4	16.5	15.4	16.4
极端最高气温	$^{\circ}\text{C}$	36.2	39.3	36.6	40.5
极端最低气温	$^{\circ}\text{C}$	-7.3	-6.7	-7.8	-6.0
平均降水量	mm	969.6	902.4	1039.4	945.3
平均风速	m/s	2.1	1.9	2.0	1.7
无霜期	d	275	263	270	286
平均蒸发量	mm	1112	1063.9	1427.4	1479.3
平均湿度	%	74	74	74	75
常年日照	h	1278.3	1368.4	1366.6	1389.1
$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温	$^{\circ}\text{C}$	5212	5200	4579	4956
最大冻土深度	cm	无	无	无	无

本工程采用《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》暴雨资料，利用《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》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 2.7-2。

表 2.7-2 设计点暴雨成果表

行政区划	时段 (h)	均值 (mm)	Cv	Cs/Cv	p=5%	p=10%	p=20%
游仙区	1/6	17.1	0.35	3.50	28.56	25.14	21.55
	1	45.0	0.38	3.50	77.85	67.95	57.15
	6	90.0	0.49	3.50	177.30	148.50	118.80
	24	118.0	0.52	3.50	239.54	199.42	156.94
梓潼县	1/6	17.1	0.36	3.50	28.90	25.31	21.55
	1	44.0	0.38	3.50	76.12	66.44	55.88
	6	80.0	0.50	3.50	159.20	132.80	105.60
	24	118.0	0.52	3.50	239.54	199.42	156.94
剑阁县	1/6	17.1	0.37	3.50	29.24	25.65	21.72
	1	43.0	0.39	3.50	79.12	67.51	55.90
	6	80.0	0.52	3.50	162.40	135.20	106.40
	24	118.0	0.52	3.50	239.54	199.42	156.94
昭化区	1/6	16.5	0.38	3.50	28.38	24.95	21.09
	1	45.0	0.39	3.50	78.30	68.67	57.78
	6	90.0	0.51	3.50	180.00	151.38	121.68
	24	120.0	0.53	3.50	244.80	204.72	162.72

2.7.4 水文

本项目所涉及河流纵多，水系密集，均属于长江流域嘉陵江水系。本项目涉及河流主要为嘉陵江干流及其支流闻溪河、西河、梓江等。

嘉陵江：发源于陕西省凤县秦岭，经陕西省、甘肃省、四川省、重庆市，注入长江，河口流量 2120m³/s，干流全长 1345km。干流流域面积 3.92 万 km²，全流域面积 16 万 km²，属一级河道，是长江水系中流域面积最大的支流。在四川省广元市昭化区以上为上游，昭化至重庆市合川区为中游，合川至重庆河口为下游。在四川省境内，嘉陵江主要流经广元市、南充市、广安市，河长 796km，行洪河道宽在 240~600m 之间，水深在 3~15m 之间，金银台水文站实测平均年径流量达 240 亿 m³，年平均流量 762m³/s。本项目在红岩镇 AK15+572.50 处以庙子梁嘉陵江特大桥跨越嘉陵江，位于亭子口电站库区，桥位距下游亭子口枢纽约 99.5km，设计洪水位(1/300) 468.3m，桥梁设计高程 496.9~512.5m。

亭子口水利枢纽工程：位于四川省广元市苍溪县境内，下距苍溪县城 15km，是嘉陵江干流开发中唯一的控制性工程，以防洪、灌溉及城乡供水、发电为主，兼顾航运，并具有拦沙减淤等效益的综合利用工程，是国务院《关于加强长江近期防洪

建设的若干意见》中确定的长江防洪体系的重点工程之一。大坝坝址以上流域面积 61089km²，占嘉陵江流域面积的 38.2%。坝址区多年平均降水量 995.8mm，多年平均流量 598m³/s，多年平均径流量 189 亿 m³。多年平均悬移质年输沙量 4880 万 t，多年平均含沙量 2.54kg/m³。水库正常蓄水位 458m，死水位 438m，设计洪水位 461.3m，校核洪水位 463.07m，总库容 40.67 亿 m³。水库预留防洪库容 10.6 亿 m³（非常运用时为 14.4 亿 m³），可灌溉农田 292.14 万亩，电站装机 1100MW，通航建筑物为 2×500t 级。工程等别为 I 等，工程规模为大（1）型。工程总投资 168.53 亿元，于 2009 年 11 月正式开工，2010 年 1 月 23 日大江成功截流。2013 年首台机组提前发电，2014 年 4 台机组全部建成投产。

闻溪河：嘉陵江右岸支流，流域位于四川省剑阁县境内，干流发源于剑阁县盐店镇五子山分水岭东南，在剑阁县江口镇注入嘉陵江，河道全长 59km，平均比降 3.33%，流域面积 536km²，出境平均流量 7.44m³/s，年径流总量 2.35 亿 m³。本项目在 AK45+449.5 处以闻溪河特大桥跨越闻溪河，设计洪水位（1/300）470.53m，桥梁设计高程 581.0～605.9m。

西河：嘉陵江右岸一级支流，发源于剑阁县五指山南麓及江油市皇堂垭，二源在江油市邓家坝合流，经广元市剑阁县，在南充市南部县汇入嘉陵江。在西河中游，南部县升水镇碑垭庙处建起拦河大坝，修建了升钟水库枢纽工程，水库控制流域面积 1756km²，坝高 79m，总库容 13.39 亿 m³，其中有效库容 6.72 亿 m³，防洪库容 2.71 亿 m³，死库容 3.96 亿 m³，具有饮用和灌溉功能。本项目在 AK73+547 处以塔子坡西河大桥跨越西河，设计洪水位（1/100）482.78m，十年一遇洪水位 477.0m，桥梁设计高程 560.0～564.3m。

梓江：又名梓潼江，为涪江右岸一级支流，发源于绵阳市江油市龙门山东南麓，经绵阳市梓潼县、三台县、盐亭县，在遂宁市射洪县汇入涪江，河长 340km，流域面积 5200km²，占涪江流域面积的 1/7。梓江是涪江最大的支流，多年平均径流总量约 4.7 亿 m³。尽管径流总量不大，但因其源远流长，城内年降水量分配差异大，是涪江中下游洪水的主要来源，梓江最大洪峰流量曾达 8580m³/s。本项目在 AK91+830 处以潼江特大桥跨越梓江，设计洪水位（1/300）500.97m，十年一遇洪水位 496.82m，桥梁设计高程 525.96～540.87m。

2.7.5 土壤

2.7.5.1 项目区土壤基本情况

(一) 昭化区

昭化区有 5 个土类、8 个亚类、19 个土属。5 个土类为：水稻土、新积土、紫色土、黄壤、黑色石灰土。8 个亚类为：淹育型水稻土、潜育型水稻土、酸性紫色土、中性紫色土、石灰性紫色土、石灰性新积土、黄壤、黄色石灰土。紫色土分布于境内广大地区，新积土分布于沿河两岸，水稻土分布于南部低山深丘地区。其垂直分布情况为：海拔 500m 以下的河谷阶地，多为新积土类；海拔 500 至 900m 深丘地带多为紫色土；海拔 900m 以上的低山区多为黄壤土。

(二) 剑阁县

在亚热带湿润气候和生物作用下，受成土母质与地形地貌的制约，境内土壤的水平分布和垂直分布呈一定的规律。全县主要土壤为紫色土，零星分布黄壤和冲积土。

(三) 梓潼县

梓潼县内土壤的成土母岩系中生代白垩系红层苍溪组、白龙组、七曲寺组，为一套河湖相黄、紫红泥岩和浅红，灰绿色的细砂岩与紫色页岩粉砂交替的韵律分布，砂岩为厚层状，貌似城墙陡壁，砂岩紫色页岩中含钙质较多，颜色浅。紫色页岩发育的土壤为紫色土，砂岩发育的土壤多为黄壤、姜石黄壤、黄砂壤。在梓江河沿岸还有第四系地层零星分布，为第四系更新统和全新统的深积层，发育的土壤主要是冲积土，土质肥沃、湿润。

(四) 游仙区

游仙区境内土壤分为三类：河谷平坝新冲积潮沙泥土和水稻土，侵蚀阶地为黄褐土及黄壤土，中浅丘陵为石灰性紫色土。

项目区主要土壤类型为紫色土、黄壤、水稻土。

2.7.5.2 项目沿线表土资源可利用性评价

表土是一种很珍贵的土壤资源，项目后阶段需要使用大量表土对因施工扰动而裸露的地表进行覆盖，用于绿化和复耕，而在施工准备期扰动地表中，施工首先需要剥离可利用的表土，故在此有必要分析沿线可利用的表土类型。

项目沿线土壤以紫色土、黄壤、水稻土为主，多为旱作土和森林土壤，其上以

人工栽培的旱作作物如蔬菜、瓜果，以及经济林、薪炭林、竹林等人工次生林和散生林木等，土层厚度不一，大致从 20cm 到 40cm 不等，这些表土是用作后期临时工程区绿化和复耕的重要资源。这些土壤一般不作为特殊路基处理，其施工难度相对较小，在施工前期可酌情剥离，集中存放，辅以临时防护措施来降低表土流失，从而提高表土利用率。

2.7.6 植被

2.7.6.1 各区县植被基本情况

在四川省植被区划中，项目区属于亚热带常绿阔叶林带，植被类型以次生柏木林、山地灌草丛和栽培植被为主。

（一）昭化区

昭化区属亚热带常绿阔叶林区，盆北方山丘陵植被小区。由南向北并随着海拔升高，过渡为常绿、落叶阔叶混交林，原始的天然植被破坏后，演替为次生植被。其地域水平分布情况为：南部低山深丘区以桉木、柏木为主，一般分布在海拔 700m 以下；北部低中山区广泛分布的是马尾松、柏木、栎类和落叶、常绿阔叶混交林。垂直分布情况为：南部低山深丘区，由于相对高差较小，大都低于 300m，因此森林植被垂直分布不明显；而北部低中山区，相对高差达 700m，气温随着海拔高度上升而降低，山地水热条件差异显著，垂直分布明显。山体下部及河谷地带以柏木和马尾松林为主；山体中、上部为马尾松纯林、青冈、或者针阔混交林。

（二）剑阁县

剑阁县地处亚热带常绿阔叶林区，由于长期频繁的人为活动，森林的原生植被多被破坏，取而代之的是天然次生林和人工林。森林植被垂直分布不明显，水平分布主要受土壤和小地形影响，形成北、中、南不同的森林植被类型。

北部是以麻栎、栓皮栎和马尾松为主的针阔混交林及马尾松林、栎类林，林下及悬崖陡岩是栎类、映山红灌丛，白茅、香茅等草丛。山坳及平缓地带有柏木林分布，林中混生少量的三尖杉、铁坚油杉、香樟、红豆、白杨、枫香等。中部是以柏木、桉木为主的针阔混交林及柏木林、桉木林，林下及林中空地为马桑、黄荆、火棘、刺梨灌丛，黄茅、白茅草丛。四旁资源较丰富，主要有慈竹、桑树、油桐、乌桕、核桃、桃子、梨子、李子等。南部是柏木林和以柏木为主的桉木、柏木混交林，林下为黄荆、马桑灌丛和白茅、梭草草丛。

（三）梓潼县

梓潼县属亚热带常绿阔叶林区，川北盆地偏湿性常绿阔叶林亚带，盆地底部丘陵低山植被地区，川北深丘植被小区。自然植被以柏木、桉木、马尾松林为主，柏木占 88.53%，桉木占 6.85%，马尾松占 1.02%，另有少量的榆树、白杨、香樟、冬青、栎类、洋槐、桉树等树种，占 3.60%。林分类型以柏木纯林为主，其次为松柏混交林，林下植被常见有马桑、黄荆、铁子、火棘、小果蔷薇、悬钩子、刺梨、羊奶刺、噤拉子、黄茅、白茅、巴茅、蓑草、铁线草、狗尾草、地瓜藤、葛藤等。

（四）游仙区

游仙区地处四川省亚热带常绿阔叶林区，四川盆地及川西南山地常绿阔叶林地带，四川盆地偏湿性常绿阔叶林地带，盆底部丘陵低山植被地区，盆中方山丘陵植被小区。区内植被的主要林相是马尾松木林，以及次生灌丛和草丛。乔木代表是马尾松、柏树、青桐，灌木代表是麻栎树、栓皮树、马桑、黄荆。主要经济林木是油桐、乌桕、桑、柑橘等。

2.7.6.2 各区县林草覆盖率

根据项目区的相关统计资料，昭化区林草覆盖率为 57.02%，剑阁县 49.7%，梓潼县 38.48%，游仙区 28.09%。

2.7.7 水土保持敏感区

本项目不涉及世界文化和自然遗产地、地质公园以及重要湿地等敏感区；涉及水土流失重点治理区、2 处水功能一级区的保留区（嘉陵江广元、阆中保留区，西河南充保留区）、2 处自然保护区（四川翠云廊古柏省级自然保护区、四川剑阁西河湿地自然保护区）、2 处风景名胜区（剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区）、1 处森林公园（四川剑门关国家森林公园）、2 处水产种质资源保护区（西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区、潼江河省级水产种质资源保护区）和 2 处饮用水水源保护区（剑阁县高观乡饮用水水源保护区，游仙区徐家镇书房村两岔河饮用水水源保护区）。

（一）水土流失重点预防区和重点治理区

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》、《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》和《绵阳市水土保持规划》（2015-2030 年），本项目涉及的广元市昭化区位于嘉陵江上游国家级

水土流失重点预防区，剑阁县和梓潼县位于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，而绵阳市游仙区不属于国家级和省级水土流失重点防治区，但路线所经的游仙区魏城镇、徐家镇为绵阳市水土流失重点治理区。

（二）水功能一级区的保留区

根据《全国重要江河湖泊水功能区划手册》，嘉陵江广元昭化至阆中杨家岩河段属嘉陵江广元、阆中保留区，西河源头至入嘉陵江河口属西河南充保留区。

（1）嘉陵江广元、阆中保留区

本项目在 AK15+572.5 处以庙子梁嘉陵江特大桥跨越嘉陵江，属该水功能区范围。工程设计嘉陵江特大桥上部结构为 7×25+6×40 简支 T 梁+1×450 钢管砼拱桥+2×40 简支 T 梁，跨越处河宽约 325m，不涉水。

（2）西河南充保留区

本项目在 AK73+547 处以塔子坡西河大桥跨越西河，属该水功能区范围。工程设计塔子坡西河大桥上部结构为 1×25+4×40 简支 T 梁+85+160+85 连续钢构+5×40 简支 T 梁，跨越处河宽约 40m，不涉水。

（三）四川翠云廊古柏省级自然保护区

（1）地理位置及范围

四川翠云廊古柏省级自然保护区地处四川盆地北缘。行政区划位于广元市的昭化区、剑阁县和绵阳市的梓潼县。地理位置介于东经 105°04' ~ 105°49'、北纬 31°31' ~ 32°20' 之间。

保护区范围包括：古驿道北线昭化古城至大朝乡高庙村界碑梁沿线左右各 500m 范围；古驿道北线剑阁段、西线剑阁普安镇至梓潼县境段、南线剑阁普安镇至剑阁县涂山乡厚子铺段两侧各 400m 范围内的土地以及剑门关林场等国有林地；古驿道西线梓潼境内东至建兴、马鸣乡，南至观义、东石、文昌乡（镇），西至宏仁、三泉乡，北至小垭乡、许州镇范围。保护区总面积 27155hm²，其中昭化区境内面积为 4000.0hm²，占保护区总面积的 14.7%；剑阁县境内面积 15772.0hm²，占保护区总面积的 58.1%；梓潼县境内面积 7383hm²，占保护区总面积的 27.2%。

（2）主要保护对象

保护区主要保护对象是以古柏及其古柏生存环境和景观资源为主要保护对象的自然保护区。

（3）功能区划

保护区总面积为 27155hm²，按功能区划分为核心区、缓冲区和实验区。核心区为古柏分布较为集中的区域，总面积 278hm²，占保护区总面积的 1%；缓冲区主要是核心区外围两侧各 50m（成片古柏的缓冲区为核心区外围 50m）的与古柏生存环境息息相关的森林生态系统，面积 476.0hm²，占保护区总面积的 1.8%。除核心区、缓冲区外的其他区域划为实验区，面积 26401hm²，占保护区总面积的 97.2%。

（4）项目与自然保护区的区位关系

本项目 AK48+775 ~ AK50+700、AK72+995 ~ AK74+125 共两段约 3.055km 位于保护区实验区内。保护区内主要建设工程为：老爷包隧道、赵家梁特大桥、塔子山隧道、塔子坡西河大桥及部分路基。工程距离保护区缓冲区的最近直线距离为 2.438km，距离核心区的最近直线距离为 2.5km。工程建设在保护区内的建设项目均为永久性工程，临时性工程如弃渣场、拌合场等设置在保护区外侧。

本项目与四川翠云廊古柏省级自然保护区位置关系见图 2.7-1。

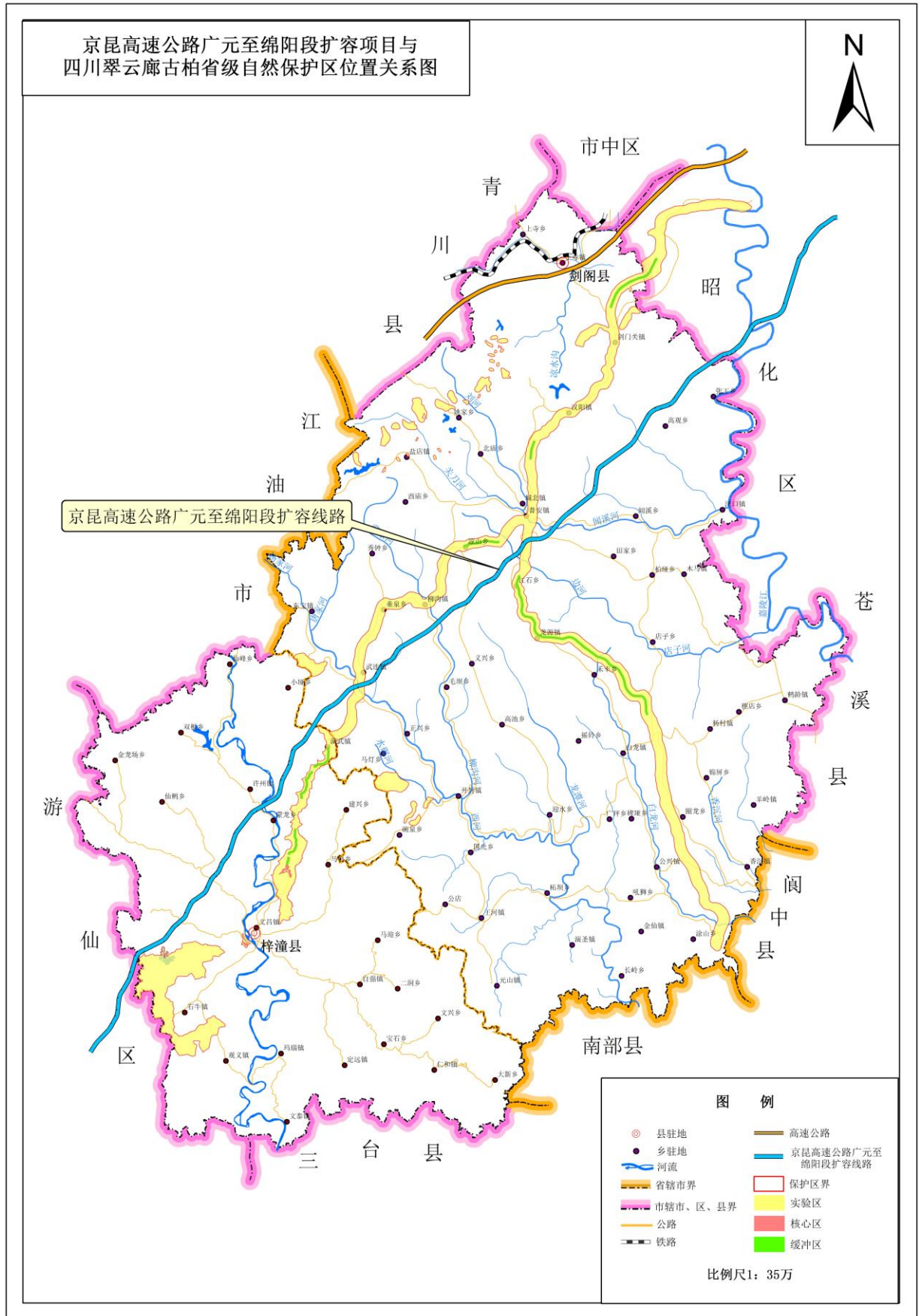


图 2.7-1 本项目与四川翠云廊古柏省级自然保护区位置关系图

(四) 四川剑阁西河湿地自然保护区

(1) 地理位置及范围

四川剑阁西河湿地自然保护区为市级自然保护区，位于西河流域及闻溪河上游部分的第一重山脊内，东与剑阁县的闻溪、店子等乡镇相连，西与江油市的云集乡、梓潼县的演武乡、小垭乡毗邻，南与南充市南部县的西河乡接壤，北与青川县的金子山乡交界。地理坐标介于 E105°12'28" ~ E105°35'59"，N 31°33'48" ~ N32°10'51" 之间，保护区总面积 34800hm²。

(2) 主要保护对象

保护区属内陆湿地类型自然保护区，其主要保护对象是河流湿地生态系统以及依托河流湿地生存的大鲵、鸳鸯等珍稀野生动物。

(3) 功能区划

根据最新的调整规划报告，功能区调整后，保护区总面积保持不变为 34800.0hm²，其中，核心区面积 4899.5hm²，占保护区总面积的 14.08%；缓冲区面积 487.3hm²，占保护区总面积的 1.40%；实验区面积 29413.2hm²，占保护区总面积的 84.52%。

(4) 项目与自然保护区的区位关系

本项目工程进入保护区的起点桩号 AK72+437.74（经度:105°16'56.94"，纬度:31°52'37.81"，海拔:640m），终点桩号 AK74+700（经度:105°15'44.67"，纬度:31°52'16.60"，海拔:583m），位于保护区总长为 2.247km，均属实验区。保护区内的主要工程布局为塔子山隧道（675m）、塔子坡西河大桥（725.0m）以及新建路基（847m）。

本项目与四川剑阁西河湿地自然保护区位置关系见图 2.7-2。

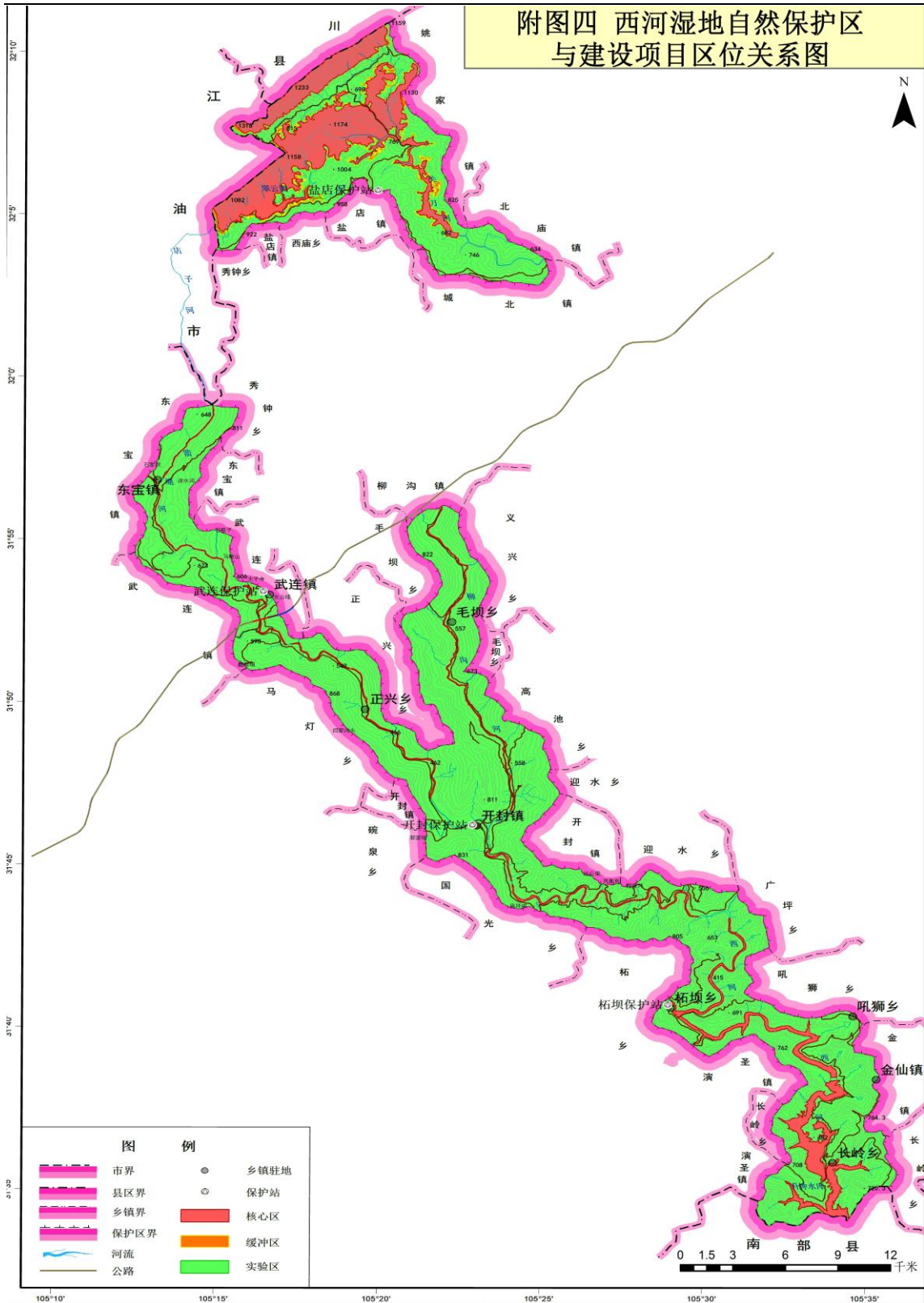


图 2.7-2 本项目与四川剑阁西河湿地自然保护区位置关系图

(五) 剑门蜀道国家级风景名胜区

依据《剑门蜀道风景名胜区总体规划》，风景区沿古蜀道金牛道呈带状组团式布局，分为明月峡、昭化古城、剑门关、翠云廊、七曲山、窦圉山、富乐山、白马关

等景区，风景区总面积约 790 平方公里。

推荐线路自东北向西南先后两次穿越剑门蜀道风景名胜区，穿越路段均在翠云廊景区，均为三级保护区。分别是风垭子一庙子山段，塔子坡一松林湾段。

风垭子一庙子山段：推荐线路自风垭子开始，首次穿越剑门蜀道风景名胜区，经帽合山、陈家河，止点位于庙子山西南脚，长约 5.6 公里。该路段包含两段隧道和一座大桥，分别是老爷包隧道（长 530m）、陈家河大桥（长 963m）和庙子山隧道（长 710m）。

塔子坡一松林湾段：自塔子坡开始再次穿越剑门蜀道风景名胜区，穿过武连镇镇区，止点位于镇区西侧的松林湾，长约 1.2 公里。该路段包含一座大桥，即塔子坡西河大桥（长 725m）。

本项目与剑门蜀道国家级风景名胜区位置关系见图 2.7-3。

（六）亭子湖市级风景名胜区

亭子湖市级风景名胜区位于四川盆地北部边缘的广元市境内，包含广元利州区、昭化区、剑阁县、苍溪县的部分区域。2015 年 8 月 3 日，广元市人民政府以广府函〔2015〕92 号确认其成立。风景区以亭子湖水域为中心，四周以风景资源的分布为限，北至紫兰湖大坝和上石盘，西至闻溪河尾水区域，东至兰渝铁路浙水段，南至亭子口大坝嘉陵江大桥，总面积为 450.9 平方公里，属于江河类风景名胜区。

风景区划分为一级保护区、二级保护区和三级保护区。一级保护区：包括风景区的核心景区范围内的重点水域生态保护区（嘉陵江主河道）以及水源保护地范围面积共 89.8km²。二级保护区：沿嘉陵江主河道两侧景观集中区，风景区一级景点及其构景区域，一般水域生态保护区（青牛沟、闻溪河支流水域）作为为二级保护区。面积 78.1km²。三级保护区：风景区内除核心景区之外的风景游赏区及环境协调区作为三级保护区范围，面积 283km²。

本项目路线 4 次穿越亭子湖风景名胜区，路线穿越长度总共约 6.06km。4 次穿越亭子湖风景名胜区的情况分别为：1、路线在 AK11+194 ~ AK12+800 以路基和桥梁的形式穿越该风景名胜区三级保护区；2、路线在 AK14+800 ~ AK16+050 以路基和桥梁的形式穿越该风景名胜区一级保护区和三级保护区；3、路线在 AK17+551 ~ AK19+409 以路基和桥梁的形式穿越该风景名胜区三级保护区；4、路线在 AK43+354 ~ AK44+699.5 以路基和桥梁的形式穿越该风景名胜区三级保护区。

本项目与亭子湖市级风景名胜区位置关系见图 2.7-4。



图 2.7-3 本项目与剑门蜀道国家级风景名胜区位置关系图

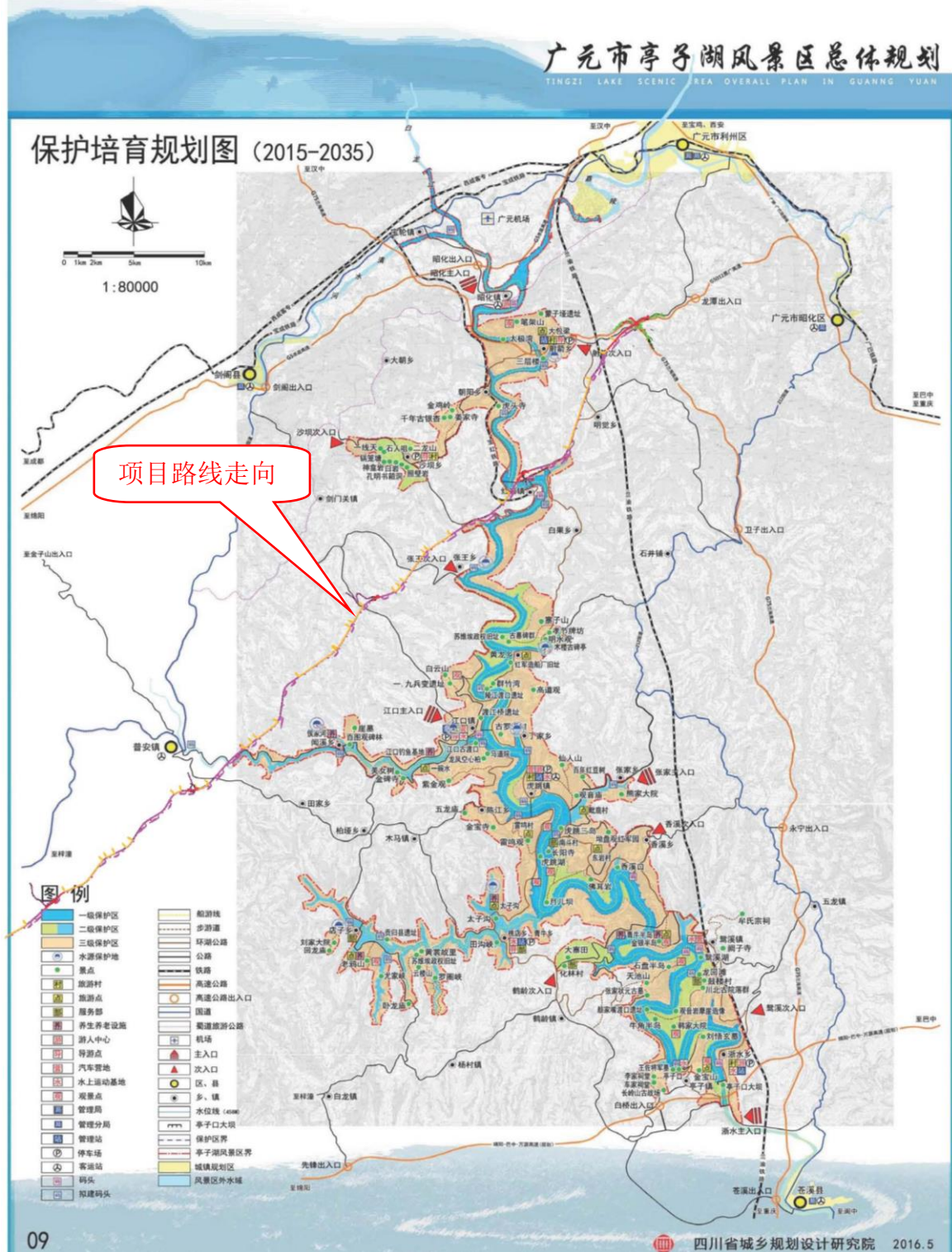


图 2.7-4 本项目与亭子湖市级风景名胜区位置关系图

(七) 四川剑门关国家森林公园

四川剑门关国家森林公园位于四川省广元市剑阁县境内，地理坐标介于 E105°15'38" ~ E105°35'33"，N32°3'54" ~ N32°15'36"，森林公园总面积为 3311.51hm²。1992 年通过林业部林造批字〔1992〕154 号文批准成立国家级森林公园，由剑门关

景区、翠云廊景区、茶园沟景区和龙王潭景区等 4 大景区组成，其中以剑门关景区和翠云廊景区为核心区。公园的性质为观光游览、文化旅游、康体保健、户外运动、休闲度假、科普教育等多种功能的综合性生态型国家级森林公园。

京昆高速广元至绵阳段扩容工程推荐线路在桩号 AK48+920~AK49+450 段的“老爷包隧道”和桩号 AK73+184.5~AK73+909.5 段的“塔子坡西河大桥”两处分别以隧道和大桥的形式穿越四川剑门关国家森林公园的核心景观区，其中隧道地下穿越森林公园总长度 18m (AK49+265~AK49+283)，隧道入口 (AK48+920) 距离森林公园边界距离为 345m，隧道出口 (AK49+450) 距离森林公园边界距离为 166m，最大埋深约 60m；大桥地上跨越森林公园总长度为 17m (AK73+583~AK73+600)，最大桥高为 87m，且在森林公园内无桥墩设置。本项目在森林公园内仅塔子坡西河大桥桥梁跨越区占地 578m²，占地类型为耕地，项目不占用剑门关国家森林公园林地。

本项目与四川剑门关国家森林公园位置关系见图 2.7-5。

(八) 西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区

西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区位于剑阁县西部，升钟水库尾水段上游，属嘉陵江右岸一级支流西河上游，范围在东经 105°12'9.51"-105°30'57.37"，北纬 31°40'19.38"-31°59'20.92"之间。保护区全长 90km，总面积 900hm²，其中长 40km，面积 350hm²，占保护区面积 39%；实验区长 50km，面积 550hm²，占保护区面积 61%，核心区特别保护期为全年。保护区主要保护对象为乌鳢、翘嘴鲌及其它生境。

京昆高速公路广元至绵阳扩容段在 AK73+547.0 段跨西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区，地理位置位于四川省广元市剑阁县武连镇，西河上游，桥梁全长 725m，桥梁跨越处位于保护区武连镇场 (105° 13'49.82"E、31°54'36.03"N) 的核心区河段，跨西河处孔跨样式为 (85+160+85m)m 的预应力混凝土连续梁结构，主跨 160m，该方案桥梁所有桥墩均位于保护区 10 年一遇洪水位 (477m) 之外，不涉保护区，不涉水施工。

本项目与西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区位置关系见图 2.7-6。

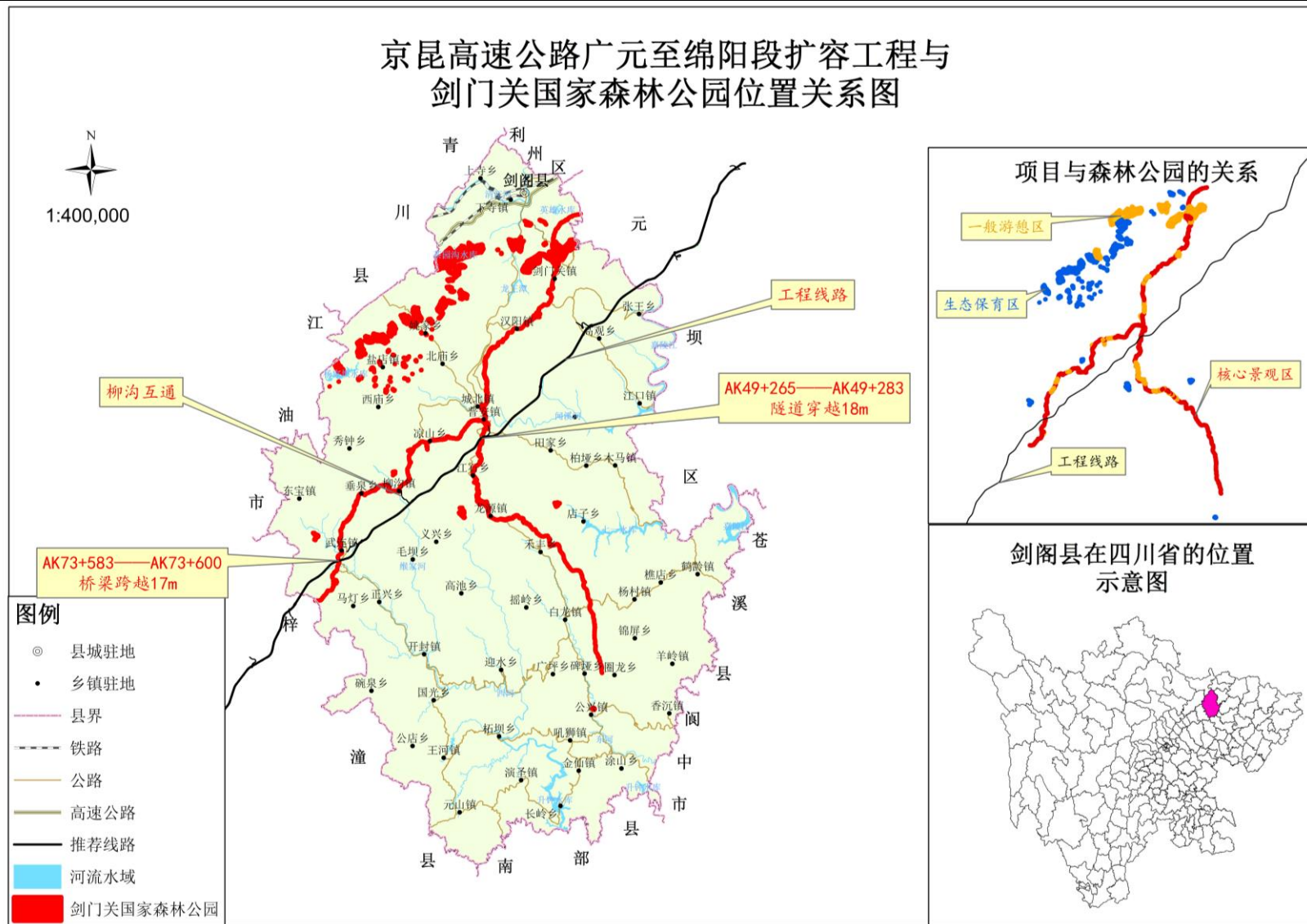


图 2.7-5 本项目与四川剑门关国家森林公园位置关系图

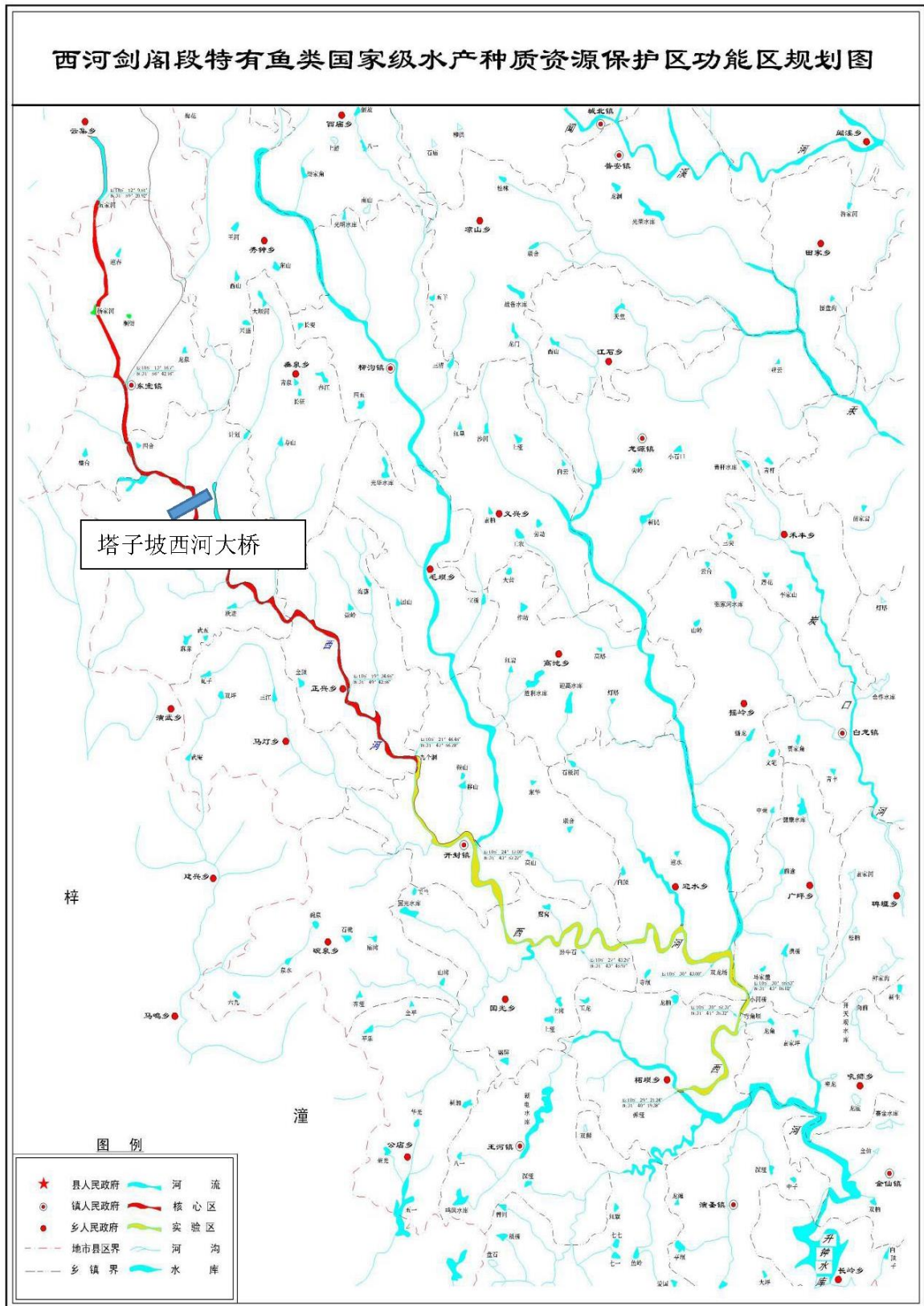


图 2.7-6 本项目与西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区位置关系图

(九) 潼江河省级水产种质资源保护区

潼江河省级水产种质资源保护区位于绵阳市梓潼县，保护区范围在东经 105°

06' 48" -105° 10' 55" ，北纬 31° 39' 38" -31° 54' 20" 之间。保护区以河流两岸 10 年洪水水位线为界，长度为 46.9 公里，总面积 469 公顷，保护区流经潼江河梓潼县仙峰乡甘滋—许州镇青安村大石头—文昌镇连枝村河坎上，根据保护区内生境及动植物分布特点，将保护区划分为二大功能区，即核心区和实验区。核心区河段总长 22.1km，占保护区河长的 47.1%，面积 220 公顷，占保护区总面积的 46.9%。核心区段为梓潼县仙峰乡甘滋（105° 07' 11" E，31° 54' 20" N）—许州镇青安村大石头（105° 10'29"E、31° 47'28" N）。实验区河段总长 24.8km，占保护区河长的 52.9%，面积 249 公顷，占保护区总面积的 53.1%。实验区为梓潼县许州镇青安村大石头（105°10'29"E、31°47'28" N）—文昌镇连枝村河坎上（105° 9' 356" E、31° 39' 38" N）。潼江河省级水产种质资源保护区主要保护鱼类有云南鲷、大鳍鱠、宽口光唇鱼、中华倒刺鲃、大眼鳊。两栖爬行类一种：中华鳖。

京昆高速公路广元至绵阳扩容段在 AK91+830.0 段跨潼江河省级水产种质资源保护区，地理位置位于四川省绵阳市梓潼县许州镇，桥梁全长 1380m，桥梁跨越处位于保护区实验区段，跨潼江河处孔跨样式为（95+180+95m）m 的预应力砼连续钢构结构，主跨 180m，该方案枯水期涉水桥墩 1 组，常水位 5 组，10 年一遇洪水水位下 8 组。

本项目与潼江河省级水产种质资源保护区位置关系见图 2.7-7。



图 2.7-7 本项目与潼江河省级水产种质资源保护区位置关系图

(十) 剑阁县高观乡饮用水水源保护区

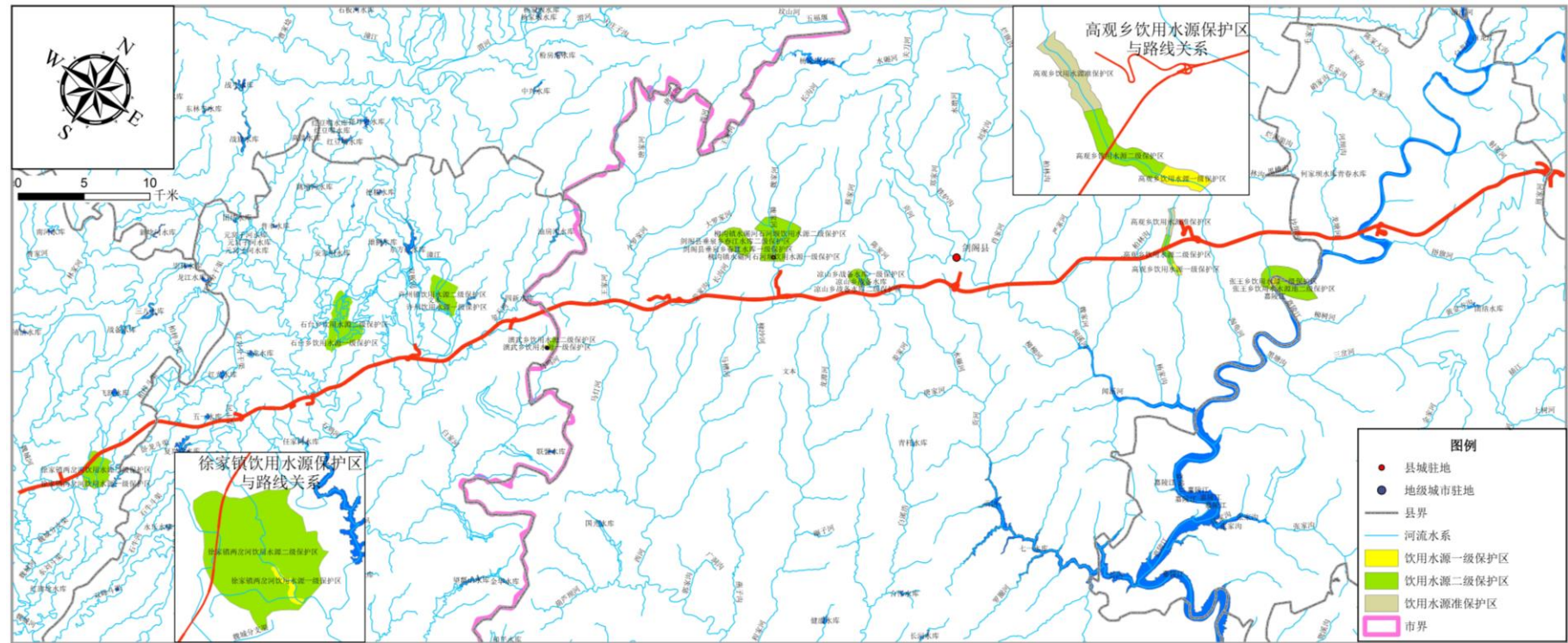
本项目在 AK30+970 ~ AK31+270 段以桥梁形式（陈家湾大桥，主跨 20m，桥墩

不涉水)穿越剑阁县高观乡饮用水水源二级保护区,穿越保护区路段总长 0.6km。路线与取水口最近距离 2300m,与一级保护区最近距离为 1300m,处于其上游。

(十一)游仙区徐家镇书房村两岔河饮用水水源保护区

本项目在 AK117+030~AK118+685 段穿过绵阳市游仙区徐家镇书房村一社两岔河饮用水水源地二级保护区(陆域),项目涉及徐家镇书房村一社两岔河饮用水水源地二级保护区范围的长度总计约 1.65km,主要以桥梁(史家湾大桥、安家湾大桥)和路基的形式穿越。路线与取水口最近距离 1560m,与一级保护区最近距离为 971m,处于其上游。

本项目与沿线饮用水水源保护区的相互关系见图 2.7-8。



3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

3.1.1 与产业政策的符合性分析

根据 2013 年 5 月国家发展改革委印发的《国家公路网规划(2013 年-2030 年)》，G5 京昆高速公路是 7 条首都放射线之一。根据 2019 年 10 月 29 日四川省交通运输厅、四川省发展和改革委员会印发的《四川省高速公路网规划（2019 年-2035 年）》（川交发〔2019〕35 号），为提升通道能力，既有规划已规划对成都至广元高速公路进行扩容。

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于鼓励类项目类别中的国家高速公路网项目建设，符合国家现行产业政策。

3.1.2 主体工程方案比选的水土保持分析评价

在《四川省高速公路网规划（2011 年调整方案）》中，G5 京昆高速公路广元至绵阳段已列为“提升重要通道能力”的规划扩容路段，是交通运输部《公路“十三五”发展规划》备选项目，并已纳入四川省交通运输厅拟开工重点推进项目之一。扩容的方式有两种，一是扩建方案（即原路加宽改造），二是复线方案（即另选通道修建新线）。由于绵广高速二郎庙至绵阳段具备原路扩容的条件，但剑阁至二郎庙段地形狭窄，地质条件复杂，与西成客专并行距离近，局部还有交叉，加之老路线形差，高低路堤段落分布较多，老路沿线桥梁、隧道、边坡框架梁、抗滑桩等结构物众多，沿原路扩宽难度巨大。因此，本项目老路扩容方案在该段宜选择新建复线，采用局部新线（D 线）+沿老路拓宽的原路扩容组合方案（D+K 线）。复线方案主要是与老路并行的 A 线方案及局部比较方案。主体工程设计根据项目的总体走向，结合预测交通流量，区域内各条高速公路的平、纵线形和重要结构物（互通、桥梁、隧道等）设置情况，以及项目所在区域地形、地质条件、路网结构、发展规划等情况对项目的起、终点、走廊带方案和局部方案进行了比选论证。路线方案图详见图 3.1-1。

本项目走廊带走向为北东~南西走向，而走廊带境内环境敏感点分布呈北西~南东向，路线走廊与环境敏感区呈垂直相交。走廊带内环境敏感区从既有绵广高速向东南展开，长约 100km，宽约 70km。目前推荐路线方案与既有绵广高速近平行，间距约 20~30km，其中分布的环境敏感点主要有：①西河湿地市级自然保护区；②

翠云廊古柏省级自然保护区；③剑门蜀道国家级风景名胜区（剑门蜀道世界遗产）；④亭子湖市级风景名胜区；⑤四川剑门关国家森林公园；⑥西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区；⑦潼江河省级水产种质资源保护区；⑧沿线乡镇饮用水水源保护区。

受控制点影响，路线方案不可避免涉及上述部分敏感区，即使是原路扩容的D+K线所涉及敏感区也相对较多，主要集中在D线，其穿越的敏感区有：①西河湿地市级自然保护区实验区；②翠云廊古柏省级自然保护区实验区；③剑门蜀道国家级风景名胜区（剑门蜀道世界遗产）一、二级区、三级区；④亭子湖市级风景名胜区；⑤四川剑门关国家森林公园景观核心区。其中影响最大的是路线穿越剑门蜀道国家级风景名胜区（剑门蜀道世界遗产）一、二级区。不涉及的主要是西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区和潼江河省级水产种质资源保护区。但结合终点顺接的绵阳至成都段经论证已不宜采用原路扩容，推荐采用新建复线，若广元至绵阳采用原路扩容，京昆高速通道总体线形较为绕行。因此，推荐采用复线方案是合理可行的。而复线A方案虽然涉及敏感区较多，但主要分布在剑阁县武连镇和普安镇片区，上述区域敏感区多重叠分布，如武连镇片区重叠分布有西河湿地市级自然保护区、翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、四川剑门关国家森林公园、西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区等五处敏感区，普安镇片区重叠分布有翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、四川剑门关国家森林公园、亭子湖市级风景名胜区等四处敏感区。且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比较重视降低工程建设引发的水土流失，从选线上尽量避开沿线水土保持敏感区，本方案认为工可阶段的推荐方案是合理且可行的。

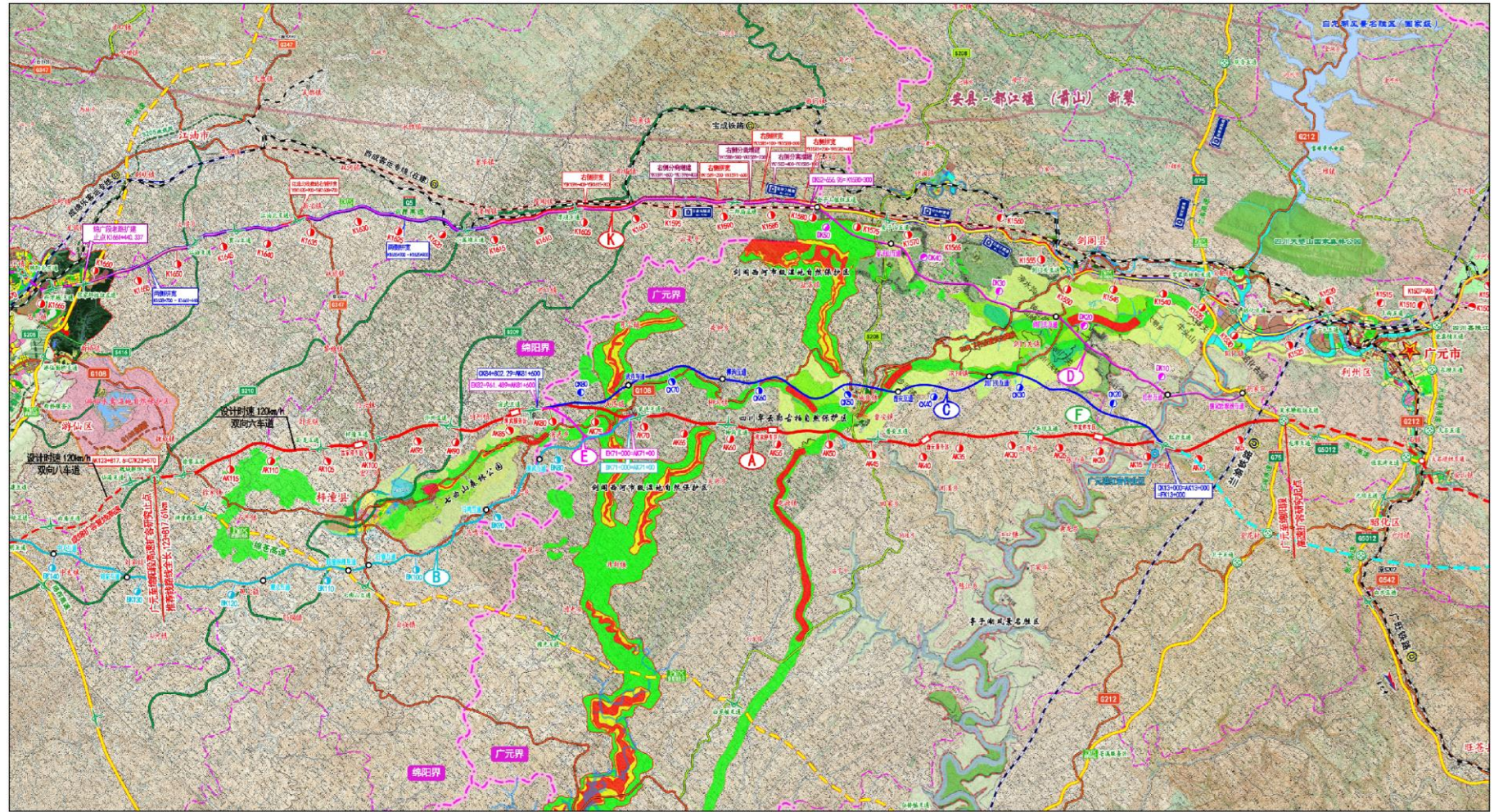


图 3.1-1 路线方案图

3.1.3 主体工程水土保持制约因素分析与评价

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）》，主体工程水土保持制约因素分析见表3.1-1。

从表中的分析可以看出，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。本项目广元市昭化区段通过嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，剑阁县和梓潼县段通过嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，绵阳市游仙区路段通过绵阳市水土流失重点治理区。

根据《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》，拟建项目是G5京昆高速公路广元至绵阳段的扩容工程，主要控制点有昭化区、剑阁县、梓潼县、游仙区等，因此项目不可避免经过各级水土流失重点防治区。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。综上所述，本项目除不可避免地经过国家级水土流失重点预防区和四川省、绵阳市水土流失重点治理区外，无水土保持制约因素，方案通过提高防治标准，优化方案和施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施后，从水土保持角度分析本项目建设可行。

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。	根据《四川省高速公路网规划(2019-2035年)》, 拟建项目主要控制点有昭化区、剑阁县、梓潼县、游仙区等, 因此项目不可避免经过国家级和省级水土流失重点防治区。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。	本项目设置取土场1处, 未处于崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区; 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、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
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。	根据表土平衡分析, 本项目对征地范围可剥离表土进行了剥离、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

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
7	生产建设项目水土保持技术标准	<p>主体工程选址（线）应避让下列区域：</p> <p>1.水土流失重点预防区和重点治理区；</p> <p>2.河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；</p> <p>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。</p>	<p>1.根据《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》，拟建项目主要控制点有昭化区、剑阁县、梓潼县、游仙区等，因此项目不可避免经过水土流失重点防治区。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。</p> <p>2.本项目跨越的主要河流、湖泊、水库主要有嘉陵江、亭子口水库、闻溪河、西河、潼江、石鸡河等，根据现场调查及查阅相关资料，路线范围内无划定的河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，因此项目不涉及。</p> <p>3.根据《水土保持监测点代码》（SL 452-2009）和四川省水土保持监测点网络布设图，项目所在地有两个全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点，分别为游仙区新桥水保监测点、梓潼水保科技示范园，新桥水保监测点位于新桥镇、坐标点为 E104° 46' 、N31° 32' ，梓潼县水保科技示范园位于东石乡皇冠村，坐标点为 E105° 10' 、N31° 39' ，本项目均不涉及，因此项目不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。</p>	符合规定

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和发展规划相同，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。

本项目位于低山丘陵区，地形起伏较大，对高填深挖路段主体设计尽量采用桥隧方案，桥隧比为 62.09%，减少了大填大挖。但因地形情况复杂，主体工程共设 4 处挖深大于 30m 的深挖路段，无填高大于 20m 的高填路段，并进行了隧道方案论证，比选情况见表 3.2-1。对深挖路段采取了 3m×4m 锚杆框架梁植草或抗滑桩防护，确保了路堑边坡的稳定。建议下阶段主体工程应对深挖路段进一步进行隧道方案优化论证，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，以减少水土流失及生态环境破坏。

表 3.2-1 深挖路段隧道方案比选分析表

项目	序号	起讫桩号	隧道方案比选分析
深挖路段	1	AK71+080 ~ AK71+328	通过一山咀，如果设置隧道，最大埋深仅 29.2m，属于浅埋隧道（洞门高度约 12m），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	AK85+540 ~ AK85+758	通过一山脊垭口，如果设置隧道，最大埋深仅 20.7m，属于浅埋隧道（洞门高度约 12m），受地质的影响，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	AK96+530 ~ AK97+160	通过一垭口，垭口路段地质较为破碎，如果设置隧道，最大埋深仅 30.6m，属于浅埋隧道（洞门高度约 12m），围岩较差。受地质和浅埋影响，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	AK107+580 ~ AK107+915	通过一垭口，垭口路段地质较为破碎，如果设置隧道，最大埋深仅 33.4m，属于浅埋隧道（洞门高度约 12m），围岩较差。受地质和浅埋影响，对洞身稳定和结构安全不利，隧道开挖极易坍塌、冒顶，从技术角度讲，不适合修建隧道

由于拟建公路无法避让国家级和省级水土流失重点防治区，所以下阶段应采取桥隧方案取代路基、错台式路基等方法进一步优化工程建设方案，减少工程占地和土石方量，同时本方案采取了必要的排水、沉沙设施，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，本项目存在深挖路段并进行了隧道方案论证，且无法避让水土流失重点防治区，工程建设方案总体可行。建议下阶段主体工程应对深挖路段进一步进行隧道方案优化论证，对于保留的深挖路段，应加强边坡防护设计；对填高大于 8m

的路段宜采用桥梁方案，以减少工程占地和土石方量，并提高截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准。

3.2.1.2 建设方案对水土保持敏感区的影响分析

(一) 四川翠云廊古柏省级自然保护区

本项目 AK48+775 ~ AK50+700、AK72+995 ~ AK74+125 共两段约 3.055km 位于保护区实验区内。保护区内主要建设工程为：老爷包隧道、赵家梁特大桥、塔子山隧道、塔子坡西河大桥及部分路基。工程距离保护区缓冲区的最近直线距离为 2.438km，距离核心区的最近直线距离为 2.5km。工程建设在保护区内的建设项目均为永久性工程，临时性工程如弃渣场、拌合场等设置在保护区外侧。

根据自然保护区相关法律法规，建设单位委托四川省林业勘察设计研究院完成该工程建设对四川翠云廊古柏省级自然保护区自然资源、自然生态系统、主要保护对象等的影响评价报告，报告主要结论为：虽然由于本项目的建设会对保护区造成一定不利影响，但这种影响是暂时的、可控的，只要业主方在施工期和运营期能严格按照评价报告所提出的“保护和管理措施”进行操作，并将这些措施落到实处，那么项目建设所带来的不利影响就能控制在较低水平。并于 2018 年 12 月通过了四川省林业和草原局组织的专家评审，专家评审意见见附件 3。

环评结论：拟建公路未在保护区范围内设置弃渣场、砂石料场、表土堆放场和施工生产生活区等临时设施。根据《四川省自然保护区管理条例》、《四川翠云廊古柏自然保护区总体规划》，项目路线不占用保护区核心区和缓冲区，不会在保护区范围内开展开矿、毁林等破坏生物资源和生态环境的活动。

(二) 四川剑阁西河湿地自然保护区

本项目工程进入保护区的起点桩号 AK72+437.74（经度:105°16'56.94"，纬度:31°52'37.81"，海拔：640m），终点桩号 AK74+700（经度:105°15'44.67"，纬度:31°52'16.60"，海拔：583m），位于保护区总长为 2.247km，均属实验区。保护区内的主要工程布局为塔子山隧道（675m）、塔子坡西河大桥（725.0m）以及新建路基（847m）。

根据自然保护区相关法律法规，建设单位委托四川理工大学完成该工程建设对四川剑阁西河湿地自然保护区自然资源、自然生态系统、主要保护对象等的影响评价报告，报告主要结论为：本项目建设对保护区内野生动植物、主要保护对象、自然生态系统景观结构造成的不利影响较小，且项目建成后对保护区今后的旅游业、

牧业等经济发展及改善民生方面具有重要作用，通过采取相应的生态保护和消减措施后，项目建设和运行给保护区带来的不利影响将得到有效控制、削弱或消除。此外，针对该项目施工期及运营期对保护区带来的影响，报告按照“避让-减缓-恢复-重建”的原则提出了切实可行的生态保护措施，主要包括施工方案优化设计措施；施工期和运营期对环境、生态系统、景观、植物及野生动物的保护措施；开展宣传教育、加强管理、设置宣传标牌等管理措施；生态监测与监理措施；植被恢复及生态补偿措施，通过以上措施，将环境不利影响降至最低限度。并于2019年8月通过了四川省林业和草原局组织的专家评审，专家评审意见见附件4。

环评结论：拟建公路未在保护区范围内设置弃渣场、砂石料场、表土堆放场和施工生产生活区等临时设施。根据《湿地保护管理规定》、《四川省湿地保护条例》，项目路线不占用保护区核心区和缓冲区，不会在湿地内从事“开（围）垦湿地，放牧、捕捞”、“填埋、排干湿地或者擅自改变湿地用途”、“取用或者截断湿地水源”、“挖砂、取土、开矿”、“排放生活污水、工业废水”、“破坏野生动物栖息地、鱼类洄游通道，采挖野生植物或者猎捕野生动物”、“引进外来物种”、“采砂、采石、采矿、挖塘、采集泥炭、揭取草皮”、“砍伐林木、采集野生植物、捕猎野生动物、捡拾鸟卵”、“破坏湿地保护设施设备”等活动。

（三）剑门蜀道国家级风景名胜区

本项目自东北向西南先后两次穿越剑门蜀道风景名胜区，穿越路段均在翠云廊景区，均为三级保护区。分别是风垭子一庙子山段，塔子坡一松林湾段。

风垭子一庙子山段：推荐线路自风垭子开始，首次穿越剑门蜀道风景名胜区，经帽合山、陈家河，止点位于庙子山西南脚，长约5.6公里。该路段包含两段隧道和一座大桥，分别是老爷包隧道（长530m）、陈家河大桥（长963m）和庙子山隧道（长710m）。

塔子坡一松林湾段：自塔子坡开始再次穿越剑门蜀道风景名胜区，穿过武连镇镇区，止点位于镇区西侧的松林湾，长约1.2公里。该路段包含一座大桥，即塔子坡西河大桥（长725m）。

根据风景名胜区相关法律法规，建设单位委托四川省城乡规划设计研究院完成该工程建设对剑门蜀道风景名胜区的影响评估论证报告，报告主要结论为：通过对风景名胜区景观资源、布局结构、保护培育、游赏规划、道路交通、居民和生态环境和地质环境等多方面影响的综合比较：项目推荐线路对剑门蜀道风景名胜区有一

定不良影响，但影响程度有限，且可以通过积极的工程防护措施和管理措施争取把不良影响减少到最低限度。公路建成后可以优化风景名胜区的进入条件，有利于完善风景名胜区内部游览交通系统，提高景区可达性，实现 G5 京昆高速绵阳至广元路段车流以及 G108 过境交通的分流，有效缓解绵阳至广元之间的交通状况，大大改善沿线人民的生活与出行，完善风景名胜区的旅游体系、带动风景名胜区和区域经济的发展有十分重要的积极作用。在严格按照相关标准、规定和规范进行设计、施工，并按照国家相关法律法规要求采取相应的安全防护及减免措施的基础上，京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目推荐线路穿越剑门蜀道风景名胜区可行。并于 2018 年 11 月取得了四川省住房和城乡建设厅的批复，详见附件 5。

环评结论：拟建公路未经剑门蜀道风景名胜区的核心景区，经过区域允许修建基础设施项目，且项目的建设不影响内部游览体系，符合《剑门蜀道风景名胜区总体规划（2016-2030）》。根据《风景名胜区条例》（2016 年修订版）、《四川省风景名胜区条例》、《剑门蜀道风景名胜区总体规划（2016-2030）》，项目路线只涉及剑门蜀道风景名胜区三级保护区，不会在风景名胜区范围内进行开山、采石、开矿等破坏景观、植被和地形地貌的活动，不会改变水资源、水环境自然状态，隧道出口和路基建设风貌将与景区景观相协调，不会破坏景观、污染环境、妨碍游览。项目实施机构、施工单位制定了污染防治和水土保持方案，并采取有效措施，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌。四川省城乡规划设计研究院编制的《京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目对剑门蜀道风景名胜区影响评估论证报告》已取得主管部门批复。因此，项目符合《风景名胜区条例》（2016 年修订版）、《四川省风景名胜区条例》的相关规定和要求。

（四）亭子湖市级风景名胜区

本项目路线 4 次穿越亭子湖风景名胜区，路线穿越长度总共约 6.06km。4 次穿越亭子湖风景名胜区的情况分别为：1、路线在 AK11+194 ~ AK12+800 以路基和桥梁的形式穿越该风景名胜区三级保护区；2、路线在 AK14+800 ~ AK16+050 以路基和桥梁的形式穿越该风景名胜区一级保护区和三级保护区；3、路线在 AK17+551 ~ AK19+409 以路基和桥梁的形式穿越该风景名胜区三级保护区；4、路线在 AK43+354 ~ AK44+699.5 以路基和桥梁的形式穿越该风景名胜区三级保护区。

根据风景名胜区相关法律法规，建设单位委托四川省交通运输厅交通勘察设计研究院完成该工程建设对亭子湖市级风景名胜区的影响分析报告，报告主要结论为：

绵广高速公路扩容工程建设对亭子湖市级风景名胜区的影 响是较小的，在采取合理、有效的治理措施后，其影响范围是可控的，影响程度是可接受的。并于 2018 年 10 月取得了广元市城乡规划建设 和住房保障局的批复，详见附件 6。

环评结论：拟建公路不会在亭子湖风景名胜区范围内挖沙取石取土、进行矿物的勘探、开采活动、倾 倒垃圾、排放污水等，符合《亭子湖风景名胜区总体规划（2018-2035）》和《广元市风景名胜区管理办法》要求。参照《风景名胜区管理条例》，项目建设不会设置采石场等破坏景观、植被和地形地貌的活动，不会改变水资源、水环境自然状态。项目实施机构、施工单位制定了污染防治和水土保持方案，并采取有效措施，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌。

（五）四川剑门关国家森林公园

京昆高速广元至绵阳段扩容工程推荐线路在桩号 AK48+920~AK49+450 段的“老爷包隧道”和桩号 AK73+184.5~AK73+909.5 段的“塔子坡西河大桥”两处分别以隧道和大桥的形式穿越四川剑门关国家森林公园的核心景观区，其中隧道地下穿越森林公园总长度 18m（AK49+265~AK49+283），隧道入口（AK48+920）距离森林公园边界距离为 345m，隧道出口（AK49+450）距离森林公园边界距离为 166m，最大埋深约 60m；大桥地上跨越森林公园总长度为 17m（AK73+583~AK73+600），最大桥高为 87m，且在森林公园内无桥墩设置。本项目在森林公园内仅塔子坡西河大桥桥梁跨越区占地 578m²，占地类型为耕地，项目不占用剑门关国家森林公园林地。

根据森林公园相关法律法规，建设单位委托四川省林业科学研究院完成该工程建设对四川剑门关国家森林公园的影响评价报告，报告主要结论为：京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程对四川剑门关国家森林公园的不利影响小，在本项目加强噪音、粉尘、污水控制，规范施工活动、全面清理工程垃圾以及加强对施工人员管理的前提下，工程带来的不利影响将进一步削弱。本项目投入运营后能极大改善川东北地区公路网的交通结构，刺激和拉动区域经济的增 长，带动区域内农业、农村经济及其相关产业的全面发展、缩短城乡时间距离、实现乡村振兴；同时也能提升森林公园的知名度，对森林公园的保护宣传和森林生态旅游发展具有积极作用。因此评价认为，本项目以隧道地下穿越和高跨桥跨越四川剑门关国家森林公园是可行的。并于 2018 年 11 月取得了四川省林业和草原局的意见，详见附件 7。

环评结论：拟建项目未在剑门关国家森林公园范围内设置弃渣场、砂石料场、表土堆放场和施工生产生活区等临时占地。根据《森林公园管理办法》、《国家级森

森林公园管理办法》、《四川省森林公园管理条例》，拟建公路在森林公园范围内占地面积很小，仅桥梁跨越处的 578 m²，且无桥墩设置，对森林景观、生态以及旅游活动的影响极小；项目的建设不会损毁或者移动园内设施，不会在园内排放废水、废气，倾倒废渣等。目前，四川省林业科学研究院编制的《京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程对四川剑门关国家森林公园影响评价报告》已取得主管部门批复，同意项目以隧道下穿和桥梁跨越形式穿越四川剑门关国家森林公园。因此，项目符合《森林公园管理办法》、《国家级森林公园管理办法》、《四川省森林公园管理条例》的相关规定和要求。

（六）西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区

京昆高速公路广元至绵阳扩容段在 AK73+547.0 段跨西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区，地理位置位于四川省广元市剑阁县武连镇，西河上游，桥梁全长 725m，桥梁跨越处位于保护区武连镇场（105° 13'49.82"E、31°54'36.03"N）的核心区河段，跨西河处孔跨样式为（85+160+85m）m 的预应力混凝土连续梁结构，主跨 160m，该方案桥梁所有桥墩均位于保护区 10 年一遇洪水位（477m）之外，不涉保护区，不涉水施工。

根据水产种质资源保护区相关法律法规，建设单位委托四川省农业科学院水产研究所完成该工程建设对西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告，报告主要结论为：推荐方案中的塔子坡西河大桥所有桥墩均位于保护区之外，不涉保护区面积，桥墩均不涉水施工。通过工程对保护区影响的综合评价表明，其对保护区水域生态环境的影响程度有限。塔子坡西河大桥的兴建基本不会改变其相应水域生态环境的功能，通过繁殖期避让、风险事故防治、开展污染治理环境监测以及加强施工期和工程运行期的监督和管理等一系列措施，可有效的减轻工程对保护区鱼类及其保护区功能的影响。综合分析其利弊，工程建设总体可行。并于 2019 年 7 月取得了四川省农业农村厅的批复，详见附件 8。

环评结论：项目的建设不涉保护区面积，桥墩均不涉水施工。项目实施机构、施工单位制定了污染防治和水土保持方案，采取有效措施防止固体废弃物对水域环境的影响；施工单位施工期通过施工工艺的优化、施工机械的维护以及减振降噪材料的运用，可有效降低施工和运营期噪声和振动的强度，从而减轻对水域生态环境的影响；通过采取调整施工计划，开展污染治理、资源与生态环境监测、实时在线监控以及加强施工期和工程运行期的监督和管理等一系列措施，可有效的减轻工程

对保护区鱼类及其保护区功能的影响，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌。四川省农业科学院水产研究所编制的《京昆高速公路广元至绵阳扩容段塔子坡西河大桥对西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》于2019年5月23日由四川省农业农村厅组织专家进行评审，目前已取得了主管部门的批复。

（七）潼江河省级水产种质资源保护区

京昆高速公路广元至绵阳扩容段在AK91+830.0段跨潼江河省级水产种质资源保护区，地理位置位于四川省绵阳市梓潼县许州镇，桥梁全长1380m，桥梁跨越处位于保护区实验区段，跨潼江河处孔跨样式为(95+180+95m)m的预应力砼连续钢结构结构，主跨180m，该方案枯水期涉水桥墩1组，常水位5组，10年一遇洪水水位下8组。

根据水产种质资源保护区相关法律法规，建设单位委托四川省农业科学院水产研究所完成该工程建设对潼江河省级水产种质资源保护区影响专题论证报告，报告主要结论为：工程对保护区影响的综合评价表明，其对保护区水域生态环境的有一定的影响。京昆高速公路广元至绵阳段扩容项目潼江河特大桥的施工将对潼江河省级水产种质资源保护区相应水域生态环境的功能造成影响。但通过工程优化措施，采取调整施工计划，开展水土保持、污染治理、河道迹地修复、生态监测、实时在线监控、加强保护区管理能力建设等一系列措施，可在一定程度上减轻工程对保护区鱼类及其保护区功能的影响。综合分析，本工程对保护区产生的负面影响总体可控，项目基本可行。

2020年4月17日，四川省农业农村厅组织相关专家开展了技术评审，并于5月28日取得了主管部门的批复（川农业审批函〔2020〕43号，详见附件9）。

环评结论：项目实施机构、施工单位制定了污染防治和水土保持方案，采取有效措施防止生产生活废水、固体废弃物等对水域环境的影响；施工单位施工期通过施工工艺的优化、施工机械的维护以及减振降噪材料的运用，可有效降低施工和运营期噪声和振动的强度，从而减轻对水域生态环境的影响；通过采取调整施工计划，开展污染治理、资源与生态环境监测、实时在线监控以及加强施工期和工程运行期的监督和管理等一系列措施，可有效的减轻工程对保护区鱼类及其保护区功能的影响，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌。

（八）高观乡饮用水水源保护区

本项目在 AK30+970 ~ AK31+270 段以桥梁形式（主跨 20m，桥墩不涉水）穿越剑阁县高观乡饮用水水源二级保护区，穿越保护区路段总长 0.6km。

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

拟建公路可能对饮用水源保护区的影响包括施工期和运行期，施工期主要是路基土石方开挖对两侧植被的破坏、桥梁基础施工和施工生产生活废水对水质的影响、建筑材料运输与堆放的影响。公路营运期主要是桥面径流以及危险品运输事故风险。本项目属交通基础设施建设项目，在主体工程设计中，设置了桥梁径流收集系统，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。通过采取上述措施，项目建设和运营对高观乡饮用水源的影响较小，无制约性因素。并于 2018 年 11 月取得了广元市人民政府的批复，详见附件 10。

（九）徐家镇饮用水水源保护区

本项目在 AK117+030~AK118+685 段穿过绵阳市游仙区徐家镇书房村一社两岔河饮用水水源地二级保护区（陆域），项目涉及徐家镇书房村一社两岔河饮用水水源地二级保护区范围的长度总计约 1.65km，主要以桥梁和路基的形式穿越。

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

拟建公路可能对饮用水源保护区的影响包括施工期和运行期，施工期主要是路基土石方开挖对两侧植被的破坏、桥梁基础施工和施工生产生活废水对水质的影响、

建筑材料运输与堆放的影响。公路营运期主要是桥面径流以及危险品运输事故风险。本项目属交通基础设施建设项目，在主体工程设计中，设置了桥梁径流收集系统，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。通过采取上述措施，项目建设和运营对徐家镇饮用水源的影响较小，无制约性因素。并于2020年5月取得了绵阳市人民政府的批复，详见附件11。

环评结论：拟建公路路线涉及2处乡镇集中式饮用水水源保护区，针对高观乡饮用水水源地、徐家镇书房村两岔河饮用水水源地，道路两侧设置加强型防撞护栏，路面设置事故池及径流收集装置可有效降低危险化学品泄露导致的水质污染风险。后续设计和施工中若路线发生偏移，进入水源保护区路线不得增加，同时不得进入其他水源保护区。未在水源保护区内设置取土场、弃渣场、施工场地等临时工程。在建设和营运过程中，应落实好报告中提出的环保措施风险防范措施，切实做好水源保护区的相关保护工作。确保饮用水源水质不受污染，保障沿线人民群众饮水安全。在采取以上措施的基础上，拟建公路对地表水水源保护区影响较小。

（十）水功能一级区的保留区

根据《全国重要江河湖泊水功能区划手册》，嘉陵江广元昭化至阆中杨家岩河段属嘉陵江广元、阆中保留区，西河源头至入嘉陵江河口属西河南充保留区。

（1）嘉陵江广元、阆中保留区

本项目在AK15+572.5处以庙子梁嘉陵江特大桥跨越嘉陵江，属该水功能区范围。工程设计嘉陵江特大桥上部结构为7×25+6×40简支T梁+1×450钢管砼拱桥+2×40简支T梁，跨越处河宽约325m，不涉水。

（2）西河南充保留区

本项目在AK73+547处以塔子坡西河大桥跨越西河，属该水功能区范围。工程设计塔子坡西河大桥上部结构为1×25+4×40简支T梁+85+160+85连续钢构+5×40简支T梁，跨越处河宽约40m，不涉水。

本项目属交通基础设施建设项目，项目建设可能对水功能一级区的影响包括施工期和运行期，施工期主要是桥梁基础施工废水对水质的影响，主要表现在水中桥梁基础施工扰动引起水体悬浮物增加，但影响较小且是暂时的，公路营运期主要是桥面径流以及危险品运输事故风险。项目建设对水质影响较小。

（十一）水土流失重点预防区和重点治理区

本项目涉及的广元市昭化区位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，剑阁县和梓潼县位于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，而绵阳市游仙区不属于国家级和省级水土流失重点防治区，但路线所经的游仙区魏城镇、徐家镇为绵阳市水土流失重点治理区。

本项目通过水土流失重点防治区无法避让，通过提高防治标准，优化施工工艺，可减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成水土流失。

（十二）生态敏感区环保要求

（1）禁止在河道、水产种质资源保护区、森林公园、保护区和风景名胜区范围内设置取、弃土场、砂石料场、施工生产生活区等临时工程；（2）加强野生动物保护宣传，保护沿线动物；（3）桥梁工程施工尽量选在枯水期进行，避免对鱼类生境的直接影响。

（十三）饮用水水源保护区环保要求

禁止在饮用水水源保护区范围内设置取土场、弃渣场、施工场地及拌合站等临时工程；路基施工区域内设置编织土袋或挡渣墙，防止废渣下河；严禁废水排入水体，避免对水体水环境造成污染；加强施工管理和环境监理工作，严禁废水、废渣下河；定期开展施工期水质监测。水源保护区范围内桥梁和路基采取设置连续的防撞措施、路面径流收集系统、事故收集池等风险防范措施，并设置限速、禁止超车等警示标志，制定风险应急预案，降低和控制交通运输带来的环境风险，确保饮水安全。

3.2.1.3 工程建设对武都引水工程二期灌区设施的影响分析

本项目在绵阳市梓潼县和游仙区境内路段与武都引水工程二期灌区设施（渠系工程）部分交叉，主要有仁宏斗渠、西梓干渠、三合斗渠、红岩分干渠、卧龙斗渠、柏梓斗渠、卫城分支渠等，交叉形式主要为桥涵工程跨越，工程建设对灌区设施影响较小。在下阶段设计中，针对交叉路段应进行详细设计，尽量以桥涵或隧道的形式通过，减少工程建设对灌区设施的影响，对无法避让且因高程其他方案不可行时，应对原渠系按“三原”原则进行复建，对损坏的水土保持专项设施应进行赔偿。项目与武都引水工程二期灌区位置关系见图 3.2-1。

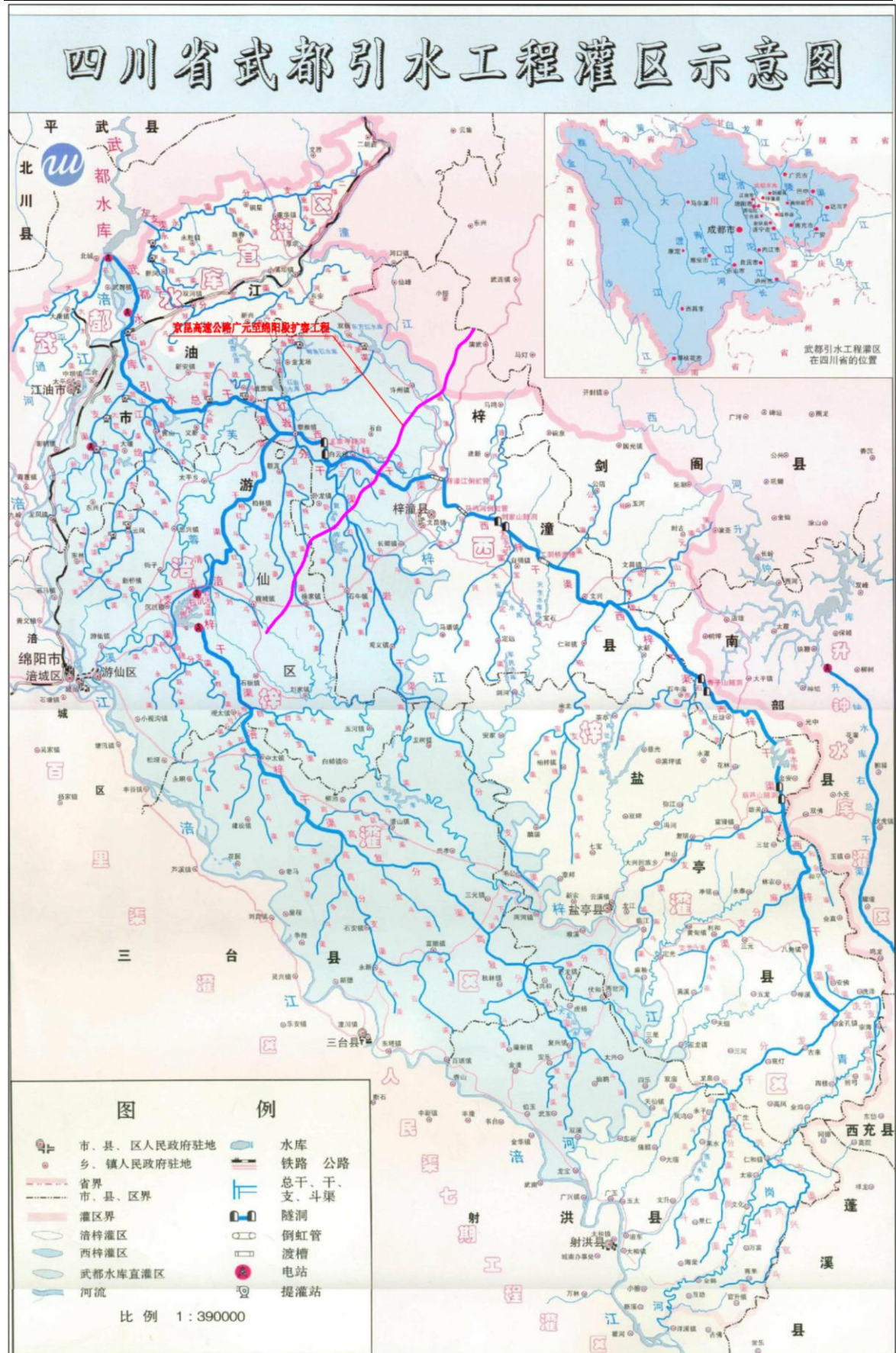


图 3.2-1 本项目与武都引水工程二期灌区位置关系图

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 987.97hm²，其中永久占地 687.70hm²，临时占地 300.27hm²。永久占地包括路基路面、桥涵、隧道、交叉工程、沿线设施等；临时占地包括取土场、弃渣场、表土临时堆放场、施工道路和施工生产生活区占地等。

(一) 与《公路工程项目建设用地指标》的符合性分析

本项目地处低山丘陵区，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 3.2-2 的规定。

表 3.2-2 III类地形区高速公路建设项目用地总体指标 单位：hm²/km

参数项	单位	高速公路			
		六车道		四车道	
路基宽度	m	33.5	32	26	24.5
整体式路基比例		73	73	85	85
分离式路基比例	m	27	27	15	15
桥梁跨径长度比例	%	25	25	23	23
互通式立体交叉间距	km	13.5	13.5	15	15
主线下穿分离式立体交叉间距	km	8	8	8	8
天桥间距	km	5	5	6	6
通道间距	km	0.5	0.5	0.6	0.6
主线收费站间距	km	130	130	130	130
服务区间距	km	50	50	50	50
停车区间距	km	25	25	25	25
路段监控通信分中心间距	km	95	95	100	100
路段监控通信站间距	km	47.5	47.5	50	50
养护设施间距	km	47.5	47.5	50	50
指标值	hm ² /km	8.8994	8.8272	7.8227	7.6543

本项目为路基宽度 34.5m 的六车道高速公路，互通平均间距 12.4km，根据《公路工程项目建设用地指标》规定，应进行调整，其中路基宽度调整指标按增加 0.1660 进行调整，互通立交间距调整指标按 1.05 进行调整，调整后的总体用地指标为 9.5187hm²/km。

本项目路线全长 123.818km，扣除隧道后 87.106km，永久用地 687.70hm²，扣除隧道后平均每公里用地 7.895hm²，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：9.5187hm²/km），符合国家节约用地的总体目标。

以上结果详见如表 3.2-3。

表 3.2-3 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	互通间距 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
34.5	6	8.8994	0.1660	1.05	9.5187	7.895	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。

(二) 占地类型的合理性分析

本项目永久占地 687.70hm²，其中耕地 291.24hm²，林地 355.26hm²，住宅用地 38.17hm²，水域及水利设施用地 3.03hm²；临时占地 300.27hm²，其中耕地 103.56hm²，林地 176.56hm²，草地 10.33hm²，交通运输用地 9.81hm²。

工程占地情况分析见表 3.2-4。

表 3.2-4 工程占地分析表

项目		耕地	林地	住宅用地	草地	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)	291.24	355.26	38.17			3.03	687.70
	比例 (%)	42.35	51.66	5.55			0.44	100.00
	面积 (hm ²)	103.56	176.56		10.33	9.81		300.27
临时占地	比例 (%)	34.49	58.80		3.44	3.27		100.00
	面积 (hm ²)	394.80	531.82	38.17	10.33	9.81	3.03	987.97
合计	比例 (%)	39.96	53.83	3.86	1.05	0.99	0.31	100.00

从上表可以看出，本项目林地占比较高，达 53.83%，其次为耕地，占 39.96%，其他地类占用较少。项目位于低山丘陵地区，地形起伏较大，尤其是昭化区和剑阁县，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。

(三) 临时占地合理性分析

拟建公路临时占用土地 300.27hm²，主要由弃渣场、取土场、表土临时堆放场、施工道路和施工生产生活区组成，仅为满足工程施工需要的施工道路由主体设计提出，其数量和占地满足主体工程机械和物料进场运输的需要，而路基填筑借方的来源、弃渣的去向、表土堆存规划、施工生产生活区的布置受设计阶段的限制，主体设计均不明确，由方案在分析评价的基础上新增。临时占地原则上尽量利用工程永久占地，如表土临时堆放、施工生产生活区等临时设施均尽量结合永久占地布设，

尽量利用弃渣场作为施工生产生活区等临时用地，尽量减少临时占地数量，在工程施工结束后及时进行植被恢复。临时设施的数量和占地在满足施工要求的前提下减少了地表扰动，占地基本合理。

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、省级和市级水土流失重点防治区，下阶段设计建议加强平纵指标的控制，减少高填方路段，或以桥梁代替，或设置路堑墙收缩坡脚以减少占地和扰动。

3.2.3 土石方平衡评价

（一）表土平衡及堆存评价

根据对工程表土可剥离区域、剥离量的分析，结合项目区地形条件、施工方法、表土层厚度，以及目前的技术经济条件，对工程占地范围内表土进行了剥离，共计 102.76 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 92.70%。

（二）土石方平衡分析

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

经土石方平衡分析，全线挖方 2797.55 万 m^3 （自然方，下同），填方 1268.44 万 m^3 （含表土 102.76 万 m^3 ），借方 46.64 万 m^3 （其中特殊路基换填外购砂砾石 36.47 万 m^3 ；路基填筑借方 10.17 万 m^3 ，设置取土场开采），综合利用 106.67 万 m^3 ，弃方 1469.08 万 m^3 （合松方 1922.81 万 m^3 ）。

本项目弃方由一般路基土石方、特殊路基土方、隧道废弃土石方、桥梁施工挖土及钻渣、互通及连接线工程土石方、沿线设施场地平整土石方等几部分组成，共 1469.08 万 m^3 ，占工程挖方的 52.51%。其中：

①特殊路基换填挖出的土方中，软基土不能用于路基填筑，同时，回填土石要

求较高，主体工程建议通过购买砂砾石进行换填，本方案根据隧址区的地质资料，尽量利用隧道洞渣进行换填，不足部分通过外购获得，以减少弃方和借方量。外购砂砾石选择合规的料场，料场水土流失防治责任主体为料场经营者。

②本项目桥隧比例较高，约 62.09%，隧道挖方约 1364.52 万 m^3 ，合理利用隧道挖方是本项目处理好土石弃渣的关键。根据隧道地质条件介绍，本项目隧道挖方主要为砾岩、砂岩、泥岩、砂岩与砖红色泥岩互层等，为侏罗系上统莲花口组，中生界白垩系下统城墙岩组剑门关组、剑阁组，中生界白垩系下统白龙组、七曲寺组等，风化强烈，属半坚硬岩组，可以利用于路基填筑，砂岩可以利用作为路基防护、排水工程等。因此，项目土石方平衡也尽量考虑隧道弃渣的利用。通过土石方平衡分析可知，本项目利用隧道土石方 171.10 万 m^3 ，仅占隧道挖方的 12.54%，基本为本桩利用，运距不超过 5km。因在工可阶段，只有初步地质勘查资料，对隧道地质情况的判断不够准确，设计隧道挖方利用率较低，在下阶段设计中应根据详细地勘资料研究隧道挖方利用量、利用方向，尽量减少工程弃渣。

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

④互通工程及沿线设施土石方处理类似于路基工程，挖除土石方首先考虑回填利用，不足部分可通过运调处理，同时减少弃渣量。

临时工程土石方由方案结合项目区地形地貌条件估算，由于项目区为低山丘陵地貌，地形起伏相对较大，土石方能在自身内部基本实现挖填平衡，减少了长距离调运及取土弃渣，及由此增加的地表扰动，符合水土保持相关要求。

综上所述，因项目建设需开挖一般路基、特殊路基、桥梁、隧道、交叉工程、沿线设施、取土场、弃渣场、施工道路、施工生产生活区等区域的土石方总量 2797.55 万 m^3 ，项目回填利用挖方 1328.47 万 m^3 ，回填利用率 47.49%，利用率较高。

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

3.2.4 取土场设置评价

本项目终点段地势较低，为丘陵地貌，K119+970 路线需上跨 G108 线，因此需

要抬高路基设计高程以满足 G108 对净空的要求，工程填方量较大，项目在该路段设置了 1 处取土场，占地 2.80hm²。

根据现场踏勘，取土场开采范围内及场地周边地质条件较好，**不属于崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区**，场内无居民居住，取土场下游无人口密集区，不会对下游设施构成威胁，取土场占地范围不涉及水土保持敏感区。

取土场占地位于城镇规划区以外，不影响城市发展规划。取土场主要占地类型为耕地和林地草地，占用耕地较少，且占地面积小，对当地居民影响轻微。取土结束后对开采平台覆土复耕、边坡覆土绿化。

项目位于丘陵地区，地层岩性主要为泥岩、砂岩互层，根据取土场周边居民点的分布范围和距离，离居民点较近部位应控制爆破，土方用推土机、装载机、自卸汽车将挖土方装运至填方段作路堤填料，对土质坚硬地段可采用推土机松动器松土，离居民点满足安全距离的坚硬岩石地段可采用小规模预裂爆破控制开采，开采稳定边坡为 1:1.5，采取自上而下的开采时序，其施工方法有利于边坡稳定，不会诱发崩塌、滑坡等重力侵蚀，施工方法满足水土保持要求。

取土场开采完成后整体将山包取平，仅西侧边坡高约 8m，对底面进行整治复耕，开采边坡采用挂铁丝网喷播植草绿化进行恢复，同时，在开采边坡坡脚、坡顶处栽植藤本植物以达到绿化边坡的目的。采取上述迹地恢复措施后对周边景观影响较小。

综上所述，从水土保持角度来看，本项目取土场设置及开采方式是合理的。

3.2.5 弃渣场设置评价

（一）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 1922.81 万 m³（松方，下同），沿线共规划渣场 50 个，平均每 2.48km 设置有 1 处弃渣场。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良好、地形合适、容量满足的位置进行堆渣。

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。

（二）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，但工程区属低山丘陵区，丘谷相间，沟谷和缓坡地基本为农田。

因此，部分弃渣场还是占有了耕地资源。根据表 2.2-5 的统计，弃渣场主要占地类型为耕地、林地、草地，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 9#、15#、20#、24#、25#、27#、29#、41#、42#、46#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。

（三）弃渣场规模的合理性分析

本项目设置的 50 个弃渣场，弃渣量大于等于 50 万 m^3 （自然方，下同）的有 10 个，在 20~50 万 m^3 的弃渣场有 17 处，弃渣量 <20 万 m^3 的弃渣场有 23 处。从弃渣场的规模来看，本项目无弃渣量在 100 万 m^3 以上的大型弃渣场。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。

（四）植物恢复措施的合理性分析

项目位于低山丘陵区，沿线地形较复杂，地形坡度较大，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。

（五）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 50 个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。

综上所述，本项目弃渣场设置是合理的。

表 3.2-5 弃渣场外环境一览表

区县	弃渣场编号	弃渣场位置	弃渣场类型	堆渣量 (万 m ³)	最大堆高 (m)	汇水面积 (hm ²)	弃渣场等级	外环境概况
昭化区	1#	AK2+200 左 1260m	坡地型	38.99	37	37.60	4	渣场位于易家岩隧道进口附近，渣场现状为林地，上游集水面积较小，占地范围内及场地下方 500m 范围内无居民居住。弃渣场上方有两条电力线通过，最大 110kV，塔基位于弃渣场边缘，无影响。
	2#	AK6+350 左 940m	沟道型	68.90	53	108.34	4	渣场位于老蒙岩隧道进口附近，主要堆放隧道及进口段路基弃渣。渣场现状为林地，上游集水面积较大，中部有一季节性溪沟通过，无常年流水，沟长 1.299km，平均比降 0.228，30 年一遇设计洪水流量 23.83m ³ /s，措施上须做好上游沟水的排导，排洪渠断面满足过水能力要求，对沟道行洪基本不产生影响。占地范围内及场地下方 500m 范围内无居民居住。
	3#	AK6+400 左 650m	沟道型	52.15	43	195.91	4	渣场位于老蒙岩隧道进口附近，主要堆放隧道及进口段路基弃渣。渣场现状为林地，上游集水面积较大，中部有一季节性溪沟（洞河沟）通过，无常年流水，沟长 1.814km，平均比降 0.182，30 年一遇设计洪水流量 39.01m ³ /s，措施上须做好上游沟水的排导，排洪渠断面满足过水能力要求，对沟道行洪基本不产生影响。占地范围内及场地下方 500m 范围内无居民居住。
	4#	AK7+200 左 1420m	坡地型	49.70	43	7.71	4	主线老蒙岩隧道斜井位于嘉陵江岸坡，斜井洞口海拔高程约 600m，地形陡峭，下游为嘉陵江亭子口电站库区，库区两侧一定范围内属亭子口市级风景名胜区，且东侧分布有兰渝铁路，无弃渣场地，因此须进行远运，通过县道 XH01 线可直达弃渣场，运距约 4.58km。渣场位于明觉乡附近，不涉及亭子口水库管理范围和亭子湖市级风景名胜区范围。渣场现状为林地，上游集水面积小，占地范围内及场地下方无居民居住，下游为 2#弃渣场，直线距离约 530m。
	5#	AK17+000 右 4100m	坡地型	62.40	42	41.70	4	主线老蒙岩隧道出口及路基段，洞口海拔高程约 550m，地形陡峭，下游为嘉陵江亭子口电站库区，库区两侧一定范围内属亭子口市级风景名胜区，且东侧分布有兰渝铁路，无弃渣场地，因此须进行远运，通过县道 XH01 线及村道可达弃渣场，运距约 15.0km。渣场位于嘉陵江右岸红岩镇附近，距库区直线距离约 4250m，不涉及亭子口水库管理范围和亭子湖市级风景名胜区范围。渣场现状为林地，上游集水面积较小，占地范围内及场地下方 500m 范围内无居民居住。
	6#	AK17+300 右 750m	坡地型	46.95	28	51.68	4	主线老蒙岩隧道出口及路基段，洞口海拔高程约 550m，地形陡峭，下游为嘉陵江亭子口电站库区，库区两侧一定范围内属亭子口市级风景名胜区，且东侧分布有兰渝铁路，无弃渣场地，因此须进行远运，通过县道 XH01 线及村道可达弃渣场，运距约 11.75km。渣场位于嘉陵江右岸红岩镇附近，距库区直线距离约 970m，不涉及亭子口水库管理范围和亭子湖市级风景名胜区范围。渣场现状为耕地和林地，上游集水面积较小，占地范围内及场地下方无居民居住。
	7#	AK17+100 左 100m	坡地型	11.05	25	6.30	4	渣场位于庙子梁隧道出口附近，主要堆放庙子梁隧道及路基弃渣。渣场位于嘉陵江右岸红岩镇附近，距库区直线距离约 360m，不涉及亭子口水库管理范围和亭子湖市级风景名胜区范围。渣场现状为林地，上游集水面积小，占地范围内及场地下方 500m 范围内无居民居住。下游约 240m 有公路通过，弃渣场对其无重大影响。
	8#	AK17+600 右 635m	坡地型	29.35	23	73.71	4	渣场位于庙子梁隧道出口附近，主要堆放庙子梁隧道及路基弃渣，渣场位于嘉陵江右岸红岩镇附近，距库区直线距离约 700m，不涉及亭子口水库管理范围和亭子湖市级风景名胜区范围。渣场现状为林地，上游集水面积较大，占地范围内及场地下方 500m 范围内无居民居住。

区县	弃渣场 编号	弃渣场 位置	弃渣场 类型	堆渣量 (万 m ³)	最大堆高 (m)	汇水面积 (hm ²)	弃渣场 等级	外环境概况
剑阁县	9#	AK21+500 右 3260m	坡地型	43.28	52	87.75	4	渣场位于庙儿梁隧道进口附近, 拟建公路右侧一缓坡地。渣场现状为林地, 上游集水面积较大, 占地范围内有一户居民, 纳入主体工程拆迁 , 场地下方无居民居住。
	10#	AK22+900 右 1090m	沟道型	97.60	48	203.46	4	渣场位于庙儿梁隧道出口附近, 拟建公路右侧一荒沟内。渣场现状为林地, 上游集水面积较大, 中部有一季节性溪沟(长田沟)通过, 无常年流水, 沟长 2.172km, 平均比降 0.117, 30 年一遇设计洪水流量 36.53m ³ /s, 措施上须做好上游沟水的排导, 排洪渠断面满足过水能力要求, 对沟道行洪基本不产生影响。占地范围内及下方无居民居住。下游 60m 有一村道。
	11#	AK27+000 右 1850m	坡地型	80.67	53	45.24	4	渣场位于八庙咀隧道出口附近, 拟建公路右侧一缓坡上。渣场现状为耕地和林地, 上游集水面积较小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	12#	AK29+300 右 4750m	坡地型	92.22	38	52.78	4	渣场位于高观互通附近, 拟建公路右侧一凹地内, 通过县道 XH39 可直达弃渣场, 运距约 5.3km。渣场现状为林地, 上游集水面积较小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	13#	AK31+600 右 1350m	坡地型	39.65	38	18.80	4	渣场位于灯杆咀隧道出口附近, 拟建公路右侧一凹地内。渣场现状为林地, 上游集水面积较小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	14#	AK32+800 左 240m	沟道型	89.70	43	107.89	4	渣场位于灯杆咀隧道出口附近, 拟建公路左侧一荒沟内。渣场现状为耕地和林地, 上游集水面积较大, 中部有一季节性溪沟通过, 无常年流水, 沟长 1.232km, 平均比降 0.175, 30 年一遇设计洪水流量 23.90m ³ /s, 措施上须做好上游沟水的排导, 排洪渠断面满足过水能力要求, 对沟道行洪基本不产生影响。占地范围内及场地下方无居民居住。
	15#	AK33+200 右 1055m	沟道型	25.47	22	72.62	4	渣场位于灯杆咀隧道出口附近, 拟建公路右侧一荒沟内。渣场现状为耕地和林地, 上游集水面积较大, 中部有一季节性溪沟通过, 无常年流水, 沟长 0.978km, 平均比降 0.152, 30 年一遇设计洪水流量 16.64m ³ /s, 措施上须做好上游沟水的排导, 排洪渠断面满足过水能力要求, 对沟道行洪基本不产生影响。 占地范围内及场地下方有两间房屋, 纳入主体工程拆迁。
	16#	AK34+000 右 2870m	沟道型	75.40	42	81.71	4	渣场位于土地咀隧道附近, 拟建公路右侧一荒沟内。渣场现状为耕地和林地, 上游集水面积较大, 中部有一季节性溪沟通过, 无常年流水, 沟长 1.515km, 平均比降 0.196, 30 年一遇设计洪水流量 16.40m ³ /s, 措施上须做好上游沟水的排导, 排洪渠断面满足过水能力要求, 对沟道行洪基本不产生影响。占地范围内原有一间房屋, 已搬迁, 场地下游无居民居住。
	17#	AK39+900 右 1430m	坡地型	32.60	40	16.19	4	渣场位于老鹰岩隧道进口附近, 拟建公路右侧一缓坡上。渣场现状为林地, 上游集水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。弃渣场下游为严加河, 渣脚距河道水平距离 5m, 高于常水位线 5m, 不受设计洪水影响。
	18#	AK42+400 左 850m	坡地型	49.40	38	41.51	4	渣场位于老鹰岩隧道出口附近, 拟建公路左侧一凹地内。渣场现状为耕地和林地, 上游集水面积较小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
19#	AK42+400 右 2920m	坡地型	26.16	30	13.80	4	渣场位于老鹰岩隧道出口附近, 拟建公路右侧一缓坡。渣场现状为耕地和林地, 上游集水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。弃渣场下游为小溪沟, 渣脚距河道水平距离 18m, 高于常水位线 5m 以上, 不受设计洪水影响。	

区县	弃渣场 编号	弃渣场 位置	弃渣场 类型	堆渣量 (万 m ³)	最大堆高 (m)	汇水面积 (hm ²)	弃渣场 等级	外环境概况
	20#	AK45+750 左 510m	坡地型	49.98	33	43.49	4	渣场位于闻溪河特大桥附近，拟建公路左侧一凹地内。渣场现状为耕地和林地，上游集水面积较小，占地范围内无居民居住。 场地下方有二间房屋，纳入主体工程拆迁。
	21#	AK54+800 右 900m	坡地型	32.85	28	56.93	4	渣场位于普安镇剑门蜀道风景名胜区外围，拟建公路右侧一凹地内。渣场现状为林地，上游集水面积较小，占地范围内及下游 200m 范围内无居民居住。
	22#	AK54+900 左 1100m	坡地型	23.24	32	19.24	4	渣场位于普安镇剑门蜀道风景名胜区外围，拟建公路左侧一凹地内。渣场现状为林地，上游集水面积小，占地范围内及下方无居民居住。
	23-1#	AK56+200 左 2750m	坡地型	65.65	30	32.12	4	渣场位于回龙寺隧道进口附近，拟建公路左侧一荒沟内。渣场现状为林地和耕地，上游集水面积较小，占地范围及下游无居民点。
	23-2#	AK56+200 左 2700m	坡地型	19.50	20	49.28	4	渣场位于回龙寺隧道进口附近，拟建公路左侧一荒沟内。渣场现状为林地和耕地，上游集水面积较小，占地范围及下游无居民点。
	24#	AK60+200 右 410m	坡地型	62.40	33	80.57	4	渣场位于回龙寺隧道出口附近，拟建公路右侧一凹地内。渣场现状为林地，上游集水面积较大， 占地范围及下游有三间房屋，纳入主体工程拆迁。
	25#	AK62+000 右 1360m	坡地型	26.00	28	16.05	4	渣场位于柳沟互通附近，拟建公路右侧一缓坡。渣场现状为耕地和林地，上游集水面积小， 占地范围内有一间房屋，纳入主体工程拆迁 ，场地下方无居民居住。弃渣场下游为柳沙河，渣脚距河道最近水平距离 13m，高于常水位线 5m，不受设计洪水影响。
	26#	AK63+500 左 2575m	坡地型	71.27	30	45.35	4	渣场位于柳沟互通附近，拟建公路左侧一缓坡。渣场现状为耕地和林地，上游集水面积较小，占地范围内及场地下方无居民居住。距下游柳沙河 50m，常水位 495.9m，渣脚高程 510m，不受设计洪水影响。
	27#	AK67+850 左 75m	坡地型	46.80	30	31.21	4	渣场位于齐家山隧道出口附近，拟建公路左侧一缓坡。渣场现状为耕地和林地，上游集水面积较小，占地范围内无居民居住， 下方沟对岸有一间房屋，纳入主体工程拆迁 。弃渣场下游为芫家沟，渣脚距河道水平距离 6m，高于常水位线 4m，不受设计洪水影响。
	28#	AK70+300 右 950m	坡地型	93.60	49	62.11	4	渣场位于武连互通附近，拟建公路右侧一凹地内，不在西河湿地市级自然保护区、翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、四川剑门关国家森林公园、西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区内。渣场现状为耕地和林地，上游集水面积较小，占地范围内及场地下方无居民居住。
	29#	AK70+750 右 50m	坡地型	68.92	40	14.69	4	渣场位于武连互通附近，拟建公路右侧一凹地内，不在西河湿地市级自然保护区、翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、四川剑门关国家森林公园、西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区内。渣场现状为耕地和林地，上游集水面积较小， 占地范围内有二间房屋，纳入主体工程拆迁 ，场地下方无居民居住。弃渣场下游为芫家沟，渣脚距河道水平距离 8m，高于常水位线 4m，不受设计洪水影响。
	30#	AK75+200 右 210m	坡地型	17.96	28	2.55	4	渣场位于大包梁隧道附近，拟建公路右侧一凹地内，不在西河湿地市级自然保护区、翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、四川剑门关国家森林公园、西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区内。渣场现状为耕地和林地，上游集水面积小，占地范围内及下方无居民居住。

区县	弃渣场 编号	弃渣场 位置	弃渣场 类型	堆渣量 (万 m ³)	最大堆高 (m)	汇水面积 (hm ²)	弃渣场 等级	外环境概况
	31#	AK76+900 右 560m	坡地型	14.30	23	26.39	4	渣场位于大包梁隧道附近, 拟建公路右侧一凹地内, 不在西河湿地市级自然保护区、翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、四川剑门关国家森林公园、西河剑阁段特有鱼类国家级水产种质资源保护区内。渣场现状为耕地和林地, 上游集水面积较小, 占地范围内及下方无居民居住。
	32#	AK79+800 右 690m	坡地型	61.33	28	15.13	4	渣场位于老柏树梁隧道进口附近, 拟建公路右侧一凹地内。渣场现状为耕地和林地, 上游集水面积小, 占地范围内及下方无居民居住。
	33#	AK80+900 右 1260m	坡地型	19.50	29	9.17	4	渣场位于老柏树梁隧道进口附近, 拟建公路右侧一凹地内。渣场现状为林草地, 上游集水面积小, 占地范围内及下游无居民居住。
梓潼县	34#	AK83+000 右 1380m	坡地型	13.85	25	3.07	4	渣场位于演武互通附近, 拟建公路右侧一凹地内。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	35#	AK87+400 左 450m	坡地型	13.39	22	3.83	4	渣场位于红豆垭大桥附近, 拟建公路左侧一凹地内。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	36#	AK93+000 右 80m	坡地型	53.30	30	5.79	4	渣场位于许州互通附近, 拟建公路右侧一缓坡。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	37#	AK93+800 左 105m	坡地型	26.49	25	10.80	4	渣场位于何家山隧道附近, 拟建公路左侧一缓坡。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	38#	AK97+250 右 190m	坡地型	7.54	18	6.87	5	渣场位于谢家山大桥附近, 拟建公路右侧一缓坡。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	39#	AK101+040 左 230m	坡地型	11.66	18	1.39	5	渣场位于曾家湾大桥附近, 拟建公路左侧一缓坡。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	40#	AK102+550 左 50m	坡地型	18.20	21	8.98	4	渣场位于黄家咀隧道进口附近, 拟建公路左侧一缓坡。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及场地下方无居民居住。
	41#	AK104+300 右 50m	坡地型	11.05	15	10.13	4	渣场位于 K104+300 右侧由拟建项目填方路基与山体形成的凹地内, 有一池塘, 路基设计高程 522.4~523.6m, 堆渣高程 515~530m, 填平后以约 3.9%的坡度填筑。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及下游有六间房屋位于征地红线范围, 由主体工程拆迁。
	42#	AK108+000 左 50m	坡地型	6.50	12	/	4	渣场位于 K108+000 左侧由拟建项目填方路基与山体形成的凹地内, 路基设计高程 516.2~518.5m, 堆渣高程 513~525m, 填平后以约 10%的坡度填筑。渣场现状为耕地及林地, 顶部有一灌溉水渠拦截了上游山体坡面汇水, 占地范围内及下游有六间房屋位于征地红线范围, 由主体工程拆迁。
	43#	AK109+600 右 50m	坡地型	6.12	10	11.62	4	渣场位于 K109+600 填方路基两侧, 其中右侧由拟建项目填方路基与山体形成的凹地内, 路基设计高程 518.0~518.7m, 堆渣高程 510~520m, 填平后以约 3.4%的坡度填筑。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及下方无居民点。
44#	AK110+200 右 30m	坡地型	16.25	20	5.40	4	渣场位于司公山隧道出口附近, 拟建公路右侧一缓坡。渣场现状为耕地及林地, 渣场上游汇水面积小, 占地范围内及下方无居民点。	

区县	弃渣场 编号	弃渣场 位置	弃渣场 类型	堆渣量 (万 m ³)	最大堆高 (m)	汇水面积 (hm ²)	弃渣场 等级	外环境概况
	45#	AK110+400 左 30m	坡地型	10.40	15	9.41	4	渣场位于 K110+400 左侧由拟建项目填方路基与山体形成的凹地内，路基设计高程 504.7~509.4m，堆渣高程 500~515m，填平后以约 5.4%的坡度填筑。渣场现状为林地，渣场上游汇水面积小，占地范围内及场地下方无居民居住。
游仙区	46#	AK113+600 右 50m	坡地型	13.61	15	3.51	4	渣场位于 K113+600 右侧由拟建项目填方路基与山体形成的凹地内，路基设计高程 491.5~492.8m，堆渣高程 485~500m，填平后以约 4.2%的坡度填筑。渣场现状为耕地和林地，渣场上游汇水面积小，占地范围内无居民点， 下游有五间房屋位于征地红线范围，由主体工程拆迁。
	47#	AK114+700 右 10m	坡地型	9.10	12	3.69	4	渣场位于 K114+700 右侧由拟建项目填方路基与山体形成的凹地内，路基设计高程 498.5~498.9m，堆渣高程 493~505m，填平后以约 4.5%的坡度填筑。渣场现状为耕地和林地，渣场上游汇水面积小，占地范围内及场地下方无居民居住。
	48#	AK115+300 左 10m	坡地型	17.89	12	/	5	渣场位于 K115+300 路基左侧下方一缓坡。渣场现状为耕地及林地，渣场上游汇水通过路基排水沟拦截排导，占地范围内及下方无居民点。
	49#	AK122+800 左 10m	坡地型	2.53	10	5.07	4	渣场位于 K122+800 左侧由拟建项目填方路基与山体形成的凹地内，路基设计高程 484.9~487.9m，堆渣高程 485~495m，填平后以约 7.2%的坡度填筑。渣场现状为耕地，渣场上游汇水面积小，占地范围内无居民居住， 下方居民点位于公路征地红线范围内，由主体工程拆迁。

3.2.6 施工方法与工艺评价

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

（一）路基开挖与填筑

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

（1）挖方工程

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

（2）填方工程

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

（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，主体设计根据软基厚度主要采取换填、塑料排水板和碎石桩等处理措施。塑料排水板和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。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

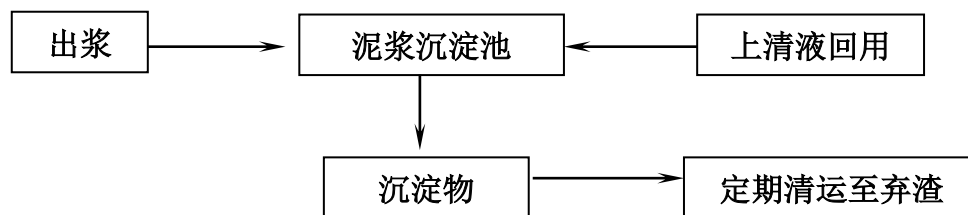
高填深挖路基主体设计主要采用 $3\text{m} \times 4\text{m}$ 锚杆框架梁植草或抗滑桩防护，路基路堑边坡主要采用骨架护坡、植草防护，以及相关工程防护措施，加之截排水（洪）工程，可减少边坡连续坡长，增加坡面汇流时间，降低汇流速度，可有效减少上游汇水对坡面的冲刷及由此造成的水土流失。建议施工单位施工过程中应合理安排工期，减少坡面裸露时间，边坡形成后临时开展坡面防护，一方面可稳定边坡，另一方面可减少径流冲刷造成水土流失及安全隐患。

（二）桥梁施工

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

涉水桥墩在实施时根据河流水深、流速及距离河岸位置选用沙袋围堰、筑岛围堰或钢围堰施工，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。由于钢围堰在施工过程中有可重复利用、减少水土流失和降低对水环境的影响等优点，方案建议涉水桥梁施工过程在满足钢围堰施工要求时尽量选择钢围堰。

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 23 座，其中：1000m 以下的中短隧道 10 座，长隧道 9 座，特长隧道 4 座。1200m 以下隧道原则上采用单边掘进的方式进行开挖；1200m 以上的隧道原则上采用两边掘进的方式开挖。庙子梁隧道进口紧邻亭子口市级风景名胜区，为减少对风景区的影响，采用出口单边掘进施工；尖子山隧道出口、灯杆咀隧道进口位于高观乡饮用水水源二级保护区，采用尖子山隧道进口、灯杆咀隧道出口单边掘进；庙鼓岭包出口紧邻亭子口市级风景名胜区，采用进口单边掘进；老爷包隧道涉及多个水土保持敏感区，采用进口单边掘进；庙子山隧道进口位于剑门蜀道国家级风景名胜区内，采用出口单边掘进施工；塔子山隧道出口位于多个水土保持敏感区内，采用进口单边掘进施工。上述施工组织有效减少了对水土保持敏感区的扰动和影响。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，在防护措施没有施工以前，由于弃渣结构差，土质松散，空隙率大，且表面无植被防护，遇暴雨或上游汇水下泄时，易造成严重的冲沟侵蚀。故为防止渣体的水土流失，渣体在堆放前渣体坡脚修建挡渣墙，渣体顶部以上修建截水沟，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

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

（七）拆迁安置及专项设施迁建

拆迁安置产生的水土流失主要来源于房屋拆迁时对已硬化地面的扰动和新建房屋带来的流失，由于本项目已将拆迁安置工作和相关的水土流失防治工作以货币化补偿的方式交给地方政府负责。因此，水保方案仅对拆迁建渣进行分析、评价。

本项目建渣主要是各种剩余的土石方、木料、砖块、水泥块等，这些建筑垃圾应及时清运至沿线规划的各弃渣场，若不及时对建渣进行处置，降水冲刷产生的水土流失会对周边环境形成不利影响。

（八）表土临时堆放

主体工程区绿化用土区域较为分散，为方便工程后期用土需要，方案建议：表土临时堆放可利用路基占地范围、交叉工程区和沿线设施区等区域进行堆放，不新增临时占地，施工单位可根据路基边坡的情况灵活选择表土堆存地点，一般1~2km选择1处，尽量利用路基下边坡的阴坡，避免阳光直射，降低土壤肥力。表土堆放时平均堆高约3.0m，堆场周围用土填草袋拦挡，表面用防雨布覆盖，并用砖石压护，减少堆放期间的水土流失和养分流失。

临时工程区的弃渣场占地范围较大，而表土堆存的需要区域较小，剥离的表土可就近堆放在场地范围内，利用边角地带暂存，方便后期使用。施工道路也剥离利用了少量表土，因施工道路占地范围较窄，若利用施工道路占地进行堆放将影响道路的使用，若新增占地又扩大了扰动面积，不利于水土保持。本项目施工道路均为连接各工程点和临时工程区所设。因此，施工道路剥离的表土可与其连接的弃渣场剥离的表土一起堆放，不新增占地。

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3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。

（九）综上所述，主体工程的施工工艺从水土保持角度考虑基本合理。但存在以下问题：主体工程进行了清表，但更多是为满足路基稳定性和路基压实度的要求，与水土保持保护表土的初衷存在差异，建议对清除的表土分类保存。

（十）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。

（一）填方路基防护

填方边坡高度小于 2.5m 时，采用植草防护或实体护坡。填方边坡高度大于 2.5m 时，采用拱形护坡防护。沿河路基或经过水田地段的的路基，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，视具体情况采用衡重式挡土墙、护肩或护脚墙进行防护。

填方路堤采用植草护坡、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。

（二）挖方边坡防护

项目区内多为砂泥岩互层，挖方边坡应作坡面防护。边坡高度小于 10m 时，坡面采用挂网植草防护。边坡高度在 10~20m 时，坡面采用护面墙防护或挂组合网植草防护。边坡高度大于 20m 时，采用框架梁锚杆加固防护。

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。

（三）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和砂泥岩风化碎落、顺层边坡。

软基主要采用换填、排水固结（塑料排水板）和碎石桩处理。

对于砂泥岩风化碎落、顺层边坡等形成的不稳定斜坡采用主动网、预应力锚索、锚杆框架梁、抗滑桩等进行处理。

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。

（四）路基排水

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

3‰，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。在填方及挖方路段边沟均采用矩形沟，排水沟采用梯形沟。

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。边沟和排水沟采用矩形断面 50cm×70cm，C20 砼浇筑，厚度 30cm 或 40cm，顶截水沟采用矩形断面 30cm×40cm，厚度 25cm 或矩形断面 40cm×40cm，衬砌厚度 40cm，护坡道采用植草防护。沉砂池长 120cm，宽 100cm，深 100cm，C20 砼浇筑，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。

（五）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，草种撒播密度为 150kg/hm²，灌木主要选用金叶女贞、塔柏、毛叶丁香、红叶石楠等，并可间植紫薇。

3.2.7.2 路面工程

（一）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。

（二）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

（一）桥梁岸坡防护

主体工程为桥头两端设置了浆砌片石护坡至坡脚，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。

（二）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，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，为深水时，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。

施工时灌注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垃圾，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。

（三）河岸防冲、防掏措施

本项目涉水大桥主要有 7 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：

（一）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。

（二）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。

（三）洞口防护工程：洞口前开挖边坡为土质边坡挖方边坡高度 $\leq 12\text{m}$ 的软质岩石、土质边坡，一般按 1:0.75 边坡设置 M10 拱形骨架护坡，并喷播植草防护。

（四）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。隧道洞口骨架护坡防护可尽快恢复开挖坡面，有效减少水土流失，故应界定为水土保持工程。隧道洞口排水主要作用为对隧道上方山体汇水进行截流，使其顺排水沟进入路基排水系统，可有效防治山体汇水对开挖面冲刷造成的水土流失，主要水土保持功能，应界定为水土保持工程。

3.2.7.5 交叉工程

（一）互通式立交

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、挂组合网植草防护或框架梁锚杆加固防护。

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。

填方路堤采用植草护坡、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、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。挖方路堑采用植草、三维植被网等防护措施，均应界定为水土保持工程。框架梁锚杆加固防护为纯工程防护措施，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。

（二）分离式立交

分离式立交主要为与公路、地方道路、乡村道路交叉时设置，本项目采用预应力砼连续梁结构的桥梁进行跨越。分离式立交在桥头两端需挖填边坡设置桥台，挖填边坡采用实体护坡形式进行防护。实体护坡主要为桥梁稳定性考虑，不应界定为水土保持工程。

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。服务区、停车区、管理中心、养护工区场地周边需设置截排水设施，场地内部以硬化为主；对于无工程防护的扰动地表将采用乔灌草进行绿化恢复。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，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	昭化区	剑阁县	梓潼县	游仙区	小计	投资(万元)		
路基工程区	工程措施	骨架护坡	1000m ²	40.60	55.56	35.36	159.32	290.84	2647.23		
		路基排水	混凝土圪工	1000m ³	10.29	12.91	39.08	7.87	70.15	7998.01	
		表土剥离	万 m ³	2.95	4.32	5.11	7.23	19.60	305.94		
	植物措施	边坡绿化	植草护坡	1000m ²	95.54	130.72	83.20	374.87	684.33	2297.30	
			覆土	万 m ³	1.36	1.86	1.19	5.34	9.74	115.81	
		中央分隔带	灌木	株	9471	14619	23338	11255	58683	51.67	
			撒播草籽	kg	341	526	840	405	2113	18.71	
			覆土	万 m ³	1.59	2.46	3.92	1.89	9.86	117.24	
隧道工程区	工程措施	骨架护坡	m ²	360	1980	420		2760	25.12		
		截排水沟	混凝土圪工	m ³	288	1584	336		2208	251.74	
	植物措施	洞门绿化	喷播植草	m ²	1950	10725	2275		14950	50.19	
交叉工程区	工程措施	骨架护坡	1000m ²	7.07	18.24	15.86	3.24	44.41	404.22		
		排水工程	浆砌圪工	1000m ³	6.44	18.72	15.47	2.61	43.24	1900.92	
			砼圪工	1000m ³	1.05	3.63	2.79	0.31	7.78	887.02	
		表土剥离	万 m ³	2.80	5.25	4.97	1.13	14.16	221.03		
	植物措施	场地绿化	边坡绿化	植草护坡	1000m ²	45.59	136.77	111.36	17.65	311.37	1045.27
			绿化面积	万 m ²	4.55	7.40	7.40	1.85	21.20		
			乔木	株	6825	11100	11100	2775	31800	177.02	
			灌木	株	18200	29600	29600	7400	84800	74.66	
草种			kg	683	1110	1110	278	3180	27.25		
覆土	万 m ³	2.80	5.25	4.97	1.13	14.16	168.37				
沿线设施区	工程措施	排水工程	浆砌圪工	m ³	286	700	700		1685	74.08	
			混凝土圪工	m ³	71	175	175		421	48.00	
		表土剥离	万 m ³	0.16	1.05	1.05		2.26	35.28		
	植物措施	场地绿化	绿化面积	万 m ²	0.32	2.10	2.10		4.52		
			乔木	株	479	3149	3149		6777	37.72	
			灌木	株	1278	8397	8397		18072	15.91	
			草种	kg	48	315	315		678	5.81	
			覆土	m ³	0.16	1.05	1.05		2.26	26.87	
合计								18751.52			

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、水土保持敏感区路段下边坡防护措施、施工期临时排水措施、表土临时堆放场临时防护措施以及填土临时堆存场临时防护措施，路基挖填边坡植物生长初期的临时遮盖措施。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，本水保方案将对此补充施工期临时工程措施。

（2）桥涵工程：桥梁施工缺少防护措施。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水土保持管理措施，以及钻孔灌注桩泥浆沉淀池、旱桥桥下扰动范围的迹地恢复措施。

（3）隧道工程区：隧道的水土流失主要来源于隧道洞口的地表扰动和隧道弃渣。由于主体工程已对隧道洞口采取了水土保持措施，弃渣场防治区已采取水土保持措施对隧道弃渣进行了防护，因此，水保方案将补充施工期隧洞排水及临时沉沙措施。

（4）交叉工程区：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，以及对临时堆放于交叉工程区的剥离表土临时防护措施。

（5）沿线设施区：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，以及对临时堆放于沿线设施区的剥离表土临时防护措施。

（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）取土场区

缺乏开采边坡必要的防护与恢复措施设计，以及取土场开采过程中临时拦挡措施。取土场开采裸露面若不采取相应的防护措施，开采面受降水冲刷，可能产生较大的水土流失，本水保方案将对此补充临时措施及植物措施。

（四）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。

（五）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。

（六）表土临时堆放场

主体工程设计未对表土临时堆放进行规划和防护，表土堆存期间易造成水土流失，并由于雨水冲刷造成有机质流失，降低土壤肥力。对堆存于其他防治分区的表土纳入对应防治区进行临时防护，新增表土临时堆放场补充临时防护措施。

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、水土保持敏感区路段下边坡防护措施及道路施工期临时排水措施，路基挖填边坡植物生长初期的临时遮盖措施；桥梁施工临时防护措施、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；表土堆放的临时防护措施。

（二）弃渣场：补充剥离表土临时堆场的撒播草籽、土袋挡墙、无纺布遮盖，渣体坡脚的挡护措施，渣场周边的截排水沟，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。

（三）取土场区：补充、完善剥离表土临时堆场的土袋挡墙、无纺布遮盖，场地周边的截排水措施，对开采平台的表土回铺绿化，开采稳定边坡种植攀缘植物措施。

（四）施工道路：补充施工道路表土剥离，开挖坡面截排水沟及沉砂函，施工结束后的覆土及绿化恢复措施。

（五）施工生产生活区：补充施工生产生活区表土剥离及临时防护措施、场地周边的排水沟及沉砂函，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。

（六）表土临时堆放场：补充表土的土袋挡墙、无纺布遮盖、撒播植草措施，以及表土回铺后场地的迹地恢复措施。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

本工程涉及区县广元市昭化区、剑阁县，绵阳市梓潼县、游仙区，其水土流失类型以水力侵蚀为主，侵蚀形式以面蚀为主，其次是沟蚀，面蚀主要发生在裸露荒坡以及坡耕地，沟蚀主要发生在顺坡耕种的坡耕地和岩性松软的裸露坡地，其水土流失现状见表 4.1-1。

表 4.1-1 区域水土流失现状表

区县	侵蚀总面积 (km ²)	轻度		中度		强烈		极强烈		剧烈	
		面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例
		(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
广元市昭化区	531.05	297.56	56.03	162.23	30.55	32.32	6.09	18.83	3.55	20.11	3.79
广元市剑阁县	1467.71	530.59	36.15	539.25	36.74	153.14	10.43	128.13	8.73	116.6	7.94
绵阳市梓潼县	608.09	216.80	35.65	218.72	35.97	79.12	13.01	69.59	14.11	23.86	3.92
绵阳市游仙区	311.16	142.33	45.75	114.77	36.88	34.04	10.94	15.95	5.13	4.07	1.30

从上表中可以看出，区域水土流失以轻度水力侵蚀为主。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/(km²·a)。

区域土壤侵蚀分布情况见附图 4.1-1。

4.2 水土流失影响分析

4.2.1 建设期水土流失影响分析

本项目位于低山丘陵地貌区，项目建设区占用土地类型主要为耕地、林地。项目沿线土壤侵蚀以轻度侵蚀为主。

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

(一) 施工扰动造成的水土流失影响

工程施工扰动将改变原有地貌，损坏或压埋原有植被，对原有水土保持设施造成

破坏，使地表土层抗蚀能力减弱，降低其水土保持功效。

（二）路基挖填带来的水土流失影响

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

（三）桥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，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）工程取土水土流失影响

取土场的开挖类似于路基工程开挖；开挖形成的坡面与平面，均会造成原有植被破坏，土壤层与母质层的裸露，如不采取防护措施，则极易产生严重的水土流失及其他次生灾害。

（六）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、施工生产生活区和表土临时堆放场区等。这些临时工程占地，也将对占地范围内的植被和土壤结构造成一定程度的破坏，为水土流失的发生和加剧创造条件。

4.2.2 自然恢复期水土流失影响分析

本项目采用沥青砼路面，排水沟均为浆砌片（块）石或片石砼，护坡采取挡土墙、护面墙及网格护坡、植草等多种形式，路基、路面及取土场、弃渣场、表土临时堆放场区均进行整治、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

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，以及取土场、弃渣堆放、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共 987.97hm²，其中工程永久建筑物扰动地表面积 687.70hm²，施工临时设施扰动地表面积 300.27hm²，详见表 4.2-1。

表 4.2-1 扰动地表面积一览表 (单位: hm²)

区县	占地性质	耕地	林地	住宅用地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	小计
昭化区	永久占地	45.97	74.63	6.51				127.11
	临时占地	7.34	39.45		1.69	1.70		50.18
	小计	53.31	114.08	6.51	1.69	1.70		177.29
剑阁县	永久占地	94.81	142.66	18.27			0.60	256.34
	临时占地	54.72	114.50		7.96	4.73		181.90
	小计	149.53	257.16	18.27	7.96	4.73	0.60	438.24
梓潼县	永久占地	105.95	107.15	9.65			2.31	225.06
	临时占地	26.78	17.90		0.68	2.42		47.78
	小计	132.73	125.05	9.65	0.68	2.42	2.31	272.84
游仙区	永久占地	44.51	30.81	3.74			0.12	79.18
	临时占地	14.72	4.72			0.97		20.41
	小计	59.24	35.53	3.74		0.97	0.12	99.59
总计	永久占地	291.24	355.26	38.17			3.03	687.70
	临时占地	103.56	176.56		10.33	9.81		300.27
	合计	394.80	531.82	38.17	10.33	9.81	3.03	987.97

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 542.15hm²。

4.2.5 弃土(石、渣)量

全线挖方 2797.55 万 m³ (自然方, 下同), 填方 1268.44 万 m³ (含表土 102.76 万 m³), 借方 46.64 万 m³ (其中特殊路基换填外购砂砾石 36.47 万 m³; 路基填筑借方 10.17 万 m³, 设置取土场开采), 弃方 1469.08 万 m³ (合松方 1922.81 万 m³)。

4.3 土壤流失量预测

本方案采用类比分析法与《生产建设项目土壤流失测算导则 SL 773-2018》所规定的数学模型法相结合的形式进行预测。

根据导则内容，对于水力侵蚀，该导则只能针对一般人为活动影响的植被破坏、地表土翻扰和剧烈生产活动引起的大挖大填改变地貌等行为，没有列出自然环境下土壤侵蚀过程的计算公式；因此该导则只能应用于施工期期间的地表扰动预测，不能对土壤流失背景值和自然恢复期土壤流失量的变化进行预测。故而本项目土壤流失背景值根据相关技术文件确定，自然恢复期的土壤流失量则根据类比分析法确定（数据来源为绵阳至西充高速公路水保监测资料）。

根据《生产建设项目土壤流失测算导则》，生产建设项目土壤流失的基本测算流程为划分土壤流失类型、划分扰动单元、确定典型扰动单元、现场查勘、划分计算单元、土壤流失量计算等6个步骤进行，其基本流程参见图4.3-1。

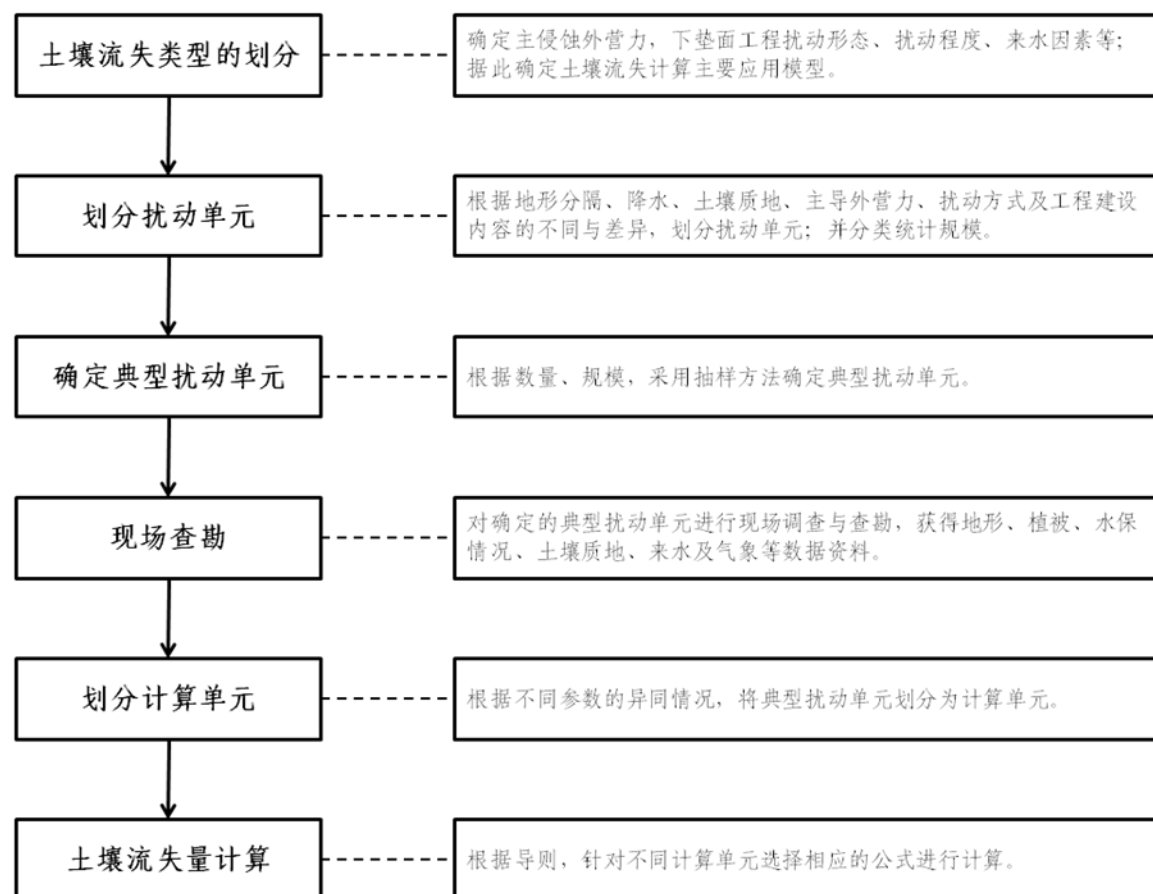


图 4.3-1 导则数学模型法测算流程图

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 987.97hm²。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、取土场区、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。各预测单元预测面积见表 4.3-1。

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，项目区属中亚热带湿润季风气候区，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，本项目自然恢复期预测时段取 2 年。

根据以上分析，本项目水土流失预测单元及预测时段见表 4.3-1。

表 4.3-1 水土流失预测单元及预测时段表

预测单元		施工期			自然恢复期		
		预测时段 (年)	预测范围	预测面积 (hm ²)	预测时段 (年)	预测范围	预测面积 (hm ²)
主体 工程区	路基工程区	2	工程占地范围	297.65	2	扣除硬化部分	135.70
	桥涵工程区	3	工程占地范围	128.38	2	扣除桥墩面积	125.35
	隧道工程区	3.25	隧道洞口 开挖区域	24.14	2	扣除洞口及 工程措施部分	19.54
	交叉工程区	2	工程占地范围	201.40	2	扣除硬化部分	80.56
	沿线设施区	2	工程占地范围	36.13	2	扣除硬化部分	10.34
临时 工程区	取土场区	1	占地范围	2.80	2		2.80
	弃渣场区	4	占地范围	205.23	2		205.23
	施工生产生活区	4	占地范围	21.34	2		21.34
	施工道路区	4	占地范围	64.25	2	扣除硬化部分	54.44
	表土临时堆放场区	4	占地范围	6.65	2		6.65

4.3.3 预测模数

4.3.3.1 原地貌土壤侵蚀模数

工程区属丘陵地貌，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 4.3-2。经计算，工程占地区内平均水土流失背景值为 1531t/km²·a。

表 4.3-2 各工程区水土流失背景值分析表

预测单元	地类	面积	地形坡度	植被覆盖度	侵蚀强度	平均侵蚀模数	年流失量
		(hm ²)	(°)	(%)		(t/km ² ·a)	(t/a)
路基工程区	耕地	130.64	5~8		轻度	1500	1960
	林地	148.40	8~15	45~60	轻度	1500	2226
	住宅用地	18.61	<5		微度	300	56
	小计	297.65				1425	4241
桥涵工程区	耕地	54.35	5~8		轻度	1500	815
	林地	65.91	8~15	45~60	轻度	1500	989
	住宅用地	5.09	<5		微度	300	15
	水域及水利设施用地	3.03			无明显流失		
小计	128.38				1417	1819	
隧道工程区	林地	24.14	15~25	45~60	中度	3750	905
交叉工程区	耕地	83.99	5~8		轻度	1500	1260
	林地	104.09	8~15	45~60	轻度	1500	1561
	住宅用地	13.32	<5		微度	300	40
	小计	201.40				1421	2861
沿线设施区	耕地	22.25	5~8		轻度	1500	334
	林地	12.73	8~15	45~60	轻度	1500	191
	住宅用地	1.15	<5		微度	300	3
	小计	36.13				1462	528
取土场区	耕地	1.30	8~15		中度	3750	49
	林地	1.50	8~15	45~60	轻度	1500	23
	小计	2.80				2545	71
弃渣场区	耕地	61.10	5~8		轻度	1500	917
	林地	140.58	8~15	45~60	轻度	1500	2109
	草地	3.55	8~15	30~45	中度	3750	133
	小计	205.23				1539	3158
施工生产生活区	耕地	13.30	5~8		轻度	1500	200
	林地	6.59	8~15	45~60	轻度	1500	99
	草地	1.45	8~15	30~45	中度	3750	54
	小计	21.34				1653	353
施工道路区	耕地	24.15	5~8		轻度	1500	362
	林地	27.48	8~15	45~60	轻度	1500	412
	草地	2.81	8~15	30~45	中度	3750	105
	交通运输用地	9.81	<5		轻度	1500	147
	小计	64.25				1598	1027
表土临时堆放场区	耕地	3.71	5~8		轻度	1500	56
	林地	0.42	8~15	45~60	轻度	1500	6
	草地	2.52	8~15	30~45	中度	3750	95
	小计	6.65				2353	156
合计		987.97				1531	15121

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数

(一) 类比工程选择

影响水土流失的主要因素除气候条件外，项目区的地形地貌、植被状况以及工程的施工方法和工艺对水土流失状况的影响也较大。工程区的类似项目有绵阳至西充高速公路，本项目在工程区地理位置、气候、区域植被、土壤特点和水土流失现状等方面均与该工程相似。因此，将绵阳至西充高速公路作为本项目的类比工程。本项目与类比工程的相似性比较见表 4.3-3。

表 4.3-3 类比条件分析一览表

项目	京昆高速公路广元至绵阳段扩容工程(拟建)	绵阳至西充高速公路 (2018年12月通车,施工期3年)
公路级别	高速公路	高速公路
建设里程	123.818m	124.5km
地理位置	位于四川省东北部,起于广元市昭化区西黑水塘附近,对接G5012恩广高速,与建成的G5012恩广高速、G75兰海高速形成枢纽互通式立体交叉,随后路线一路向西南方向延伸,经剑阁县、梓潼县辖区,在绵阳市游仙区魏城镇东南侧对接G5京昆高速绵阳至成都段扩容起点。	位于四川省东北部,起于绵阳市三台县永明镇,接建成的绵遂高速和绵阳绕城高速南环线,以盐亭县为中间控制点,止于南充市顺庆区同仁乡,接建成的广(元)南(充)高速。
所在流域	嘉陵江水系	嘉陵江水系
气候特点	气候属于亚热带湿润季风气候,多年平均气温15.4~16.5℃,多年平均年降水量902~1039mm。	气候属于亚热带湿润季风气候,多年平均气温16.3~17.4℃,多年平均年降水量867~1100mm。
地形地貌	项目区地处四川盆地东北的低山丘陵地区,以构造剥蚀低山丘陵地形为主。	项目区地处四川盆地东北的丘陵地区,以构造剥蚀、剥蚀堆积地形为主。
土壤类型	项目区沿线土壤主要是紫色土、黄壤、水稻土等。	项目区沿线土壤主要是紫色土、红壤、水稻土等。
植被特点	项目区属于亚热带常绿阔叶林带,植被类型以次生柏木林、山地灌草丛和栽培植被为主。	项目区属于亚热带常绿阔叶林带,植被类型以次生林、山地灌草丛和栽培植被为主。
水土流失现状	广元市昭化区位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区,剑阁县和梓潼县位于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区;区域内水土流失以轻度水力侵蚀为主,土壤容许流失量为500t/km ² ·a。	绵阳市三台县、盐亭县位于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区,南充市西充县和顺庆区位于嘉陵江下游省级水土流失重点治理区;区域内水土流失以轻度水力侵蚀为主,区域内土壤容许流失量为500t/km ² ·a。

由表 4.3-3 可知,绵阳至西充高速公路在地形地貌、气候特点、土壤及植被状况、水土流失现状等方面与本项目类似。因此,影响水土流失的自然因素基本相同。由于新增水土流失的类型和形式除受自然因素影响外,主要还是受人为活动影响,本项目路基工程和临时工程在施工方法和施工工艺等方面与类比工程类似,因此在施工期、自然恢复期影响水土流失的人为因素具有可比性。因此,在本方案水土流失预测中,可根据类比工程在自然恢复期水土流失的监测结果,再结合本工程的特点,确定本项目各工程单元的土壤侵蚀模数。

(二) 土壤侵蚀模数调查

(1) 施工期土壤侵蚀模数

本项目施工期土壤侵蚀模数按照《生产建设项目土壤流失测算导则》计算。

1) 土壤流失类型的划分

根据《生产建设项目土壤流失测算导则 SL 773-2018》4.1 小节，生产建设项目土壤流失类型按照表 4.3-4 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 4.3-4 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。
风力作用下的土壤流失	一般扰动地表	—	
	工程堆积体	—	

根据上述表格说明，主体工程区的**路基工程区、隧道工程区、交叉工程区、沿线设施区**，以及临时工程区的**施工生产生活区、施工道路区、取土场区**等均属于土壤流失类型二级分类中的**工程开挖面**类型，并且根据路线走向及工程布置，绝大多数属于上方有来水型；**桥涵工程区**大部分占地区域扰动较小，但是邻近桩基区域扰动较大，根据相关类比工程监测资料，其占地区域的平均土壤侵蚀模数达到了 10000 t/(km².a) 数量级，属于极强烈的土壤侵蚀强度，因此本项目按照**工程开挖面**的类型进行计算；**弃渣场区、表土临时堆放场区**则属于**工程堆积体**类型，根据本项目布设情况，本项目表土临时堆放场区占地区域全部属于上方有来水型，弃渣场区则既有上方有来水型也有上方无来水型。

2) 扰动单元的划分

上述各预测单元均为按照防治分区的原则进行划分的；土壤流失的测算需进一步根据扰动方式相同、扰动强度相仿、土壤类型和质地相近、气象条件相似、空间上相连续的原则，并且按照如下要求，将各预测单元划分为不同的扰动单元；具体要求为：

①空间不连续的区域划分为不同的扰动单元（根据本条要求，河流、山脊线等

地形条件的阻隔，以及建设内容的不相连，构成了扰动单元划分的基本分界线）；

②按照年降雨量 $>800\text{mm}$ 、 $800\text{mm} \geq$ 年降雨量 $>400\text{mm}$ 、 $400\text{mm} \geq$ 年降雨量 $>200\text{mm}$ 、年降雨量 $<200\text{mm}$ 的区间将不同年降雨量的区域划分为不同的扰动单元（本项目地处亚热带温暖潮湿型气候区，其中绵阳市游仙区年平均降雨量**969.8mm**，梓潼县**902.4mm**，广元市剑阁县**1039.4mm**，昭化区**945.3mm**，因此本条对本项目扰动单元的划分不够成约束）；

③砂土、壤土、黏土等不同土壤质地划分为不同的扰动单元（根据工程地质资料，项目区以壤土为主，本方案由于不具备现场采样的实际条件，本方案均按照壤土计算，因此本条对其不构成约束）；

④水力作用和风力作用等不同主导外营力作用的扰动地表划分为不同的扰动单元（本项目所在项目区，均以水力侵蚀为主，因此这条对其不构成约束）；

⑤同一外营力作用下，一般扰动地表、工程开挖面、工程堆积体等不同类型划分为不同的扰动单元（本项目主要涉及工程开挖面和工程堆积体两种土壤流失类型，相邻地块是否划分为不同的扰动单元很大程度上取决于上方是否有来水）；

⑥工程不同的防治分区划分为不同的扰动单元（根据本条要求，各扰动单元应当在各防治分区下进行划分，不能将不同防治分区的地块合并）；

根据上述要求及分析，本方案将本项目占地区域进行如下划分：

（3）路基工程区扰动单元的划分

根据扰动单元划分原则以及本报告前文所示说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，按照工程区河流、山脊线的实际阻隔情况，将本项目路基工程区划分为52个扰动单元，均属于上方有来水工程开挖面土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表4.3-5。

表 4.3-5 路基工程区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	起止桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
			面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
广元市昭化区	路-1	AK1+050.0~AK1+520.0	4.29	74.3	595.0	605.0	10.0	7.67	577.5	21.73	1.03	中	工程开挖面	上方有来水 工程开挖面
	路-2	AK3+778.0~AK4+147.0	3.37	83.7	575.0	595.0	20.0	13.44	402.4	31.05	6.88	中		
	路-3	AK4+343.0~AK4+751.0	3.72	63.2	585.0	600.0	15.0	13.35	589.2	26.10	10.31	大		
	路-4	AK4+927.0~AK5+280.0	3.22	58.3	555.0	590.0	35.0	30.97	552.5	22.35	5.73	中		
	路-5	AK10+683.0~AK10+864.0	1.65	57.9	535.0	555.0	20.0	19.05	285.3	27.73	4.43	中		
	路-6	AK11+070.0~AK11+718.0	4.13	54.2	532.0	557.0	25.0	24.75	760.8	73.82	13.28	大		
	路-7	AK12+304.0~AK13+900.0	14.57	79.8	529.0	550.0	21.0	14.74	1825.9	176.85	19.93	大		
	路-8	AK14+800.0~AK15+095.0	2.69	59.0	525.0	543.0	18.0	16.97	456.5	6.04	6.64	中		
	路-9	AK16+940.0~AK17+545.0	5.52	42.4	539.0	559.0	20.0	25.28	1304.2	38.37	11.94	大		
	路-10	AK18+190.0~AK19+083.0	8.15	62.5	534.0	549.0	15.0	13.49	1304.2	38.00	16.72	大		
	路-11	AK19+409.0~AK20+300.0	8.13	64.2	530.0	546.0	16.0	14.00	1268.0	36.65	19.10	大		
广元市剑阁县	路-12	AK27+962.0~AK28+120.0	1.87	50.6	705.0	724.0	19.0	20.60	369.9	4.16	2.64	中		
	路-13	AK37+138.0~AK37+621.0	5.72	53.1	645.0	665.0	20.0	20.63	1075.9	49.34	11.08	大		
	路-14	AK38+037.0~AK38+900.0	10.21	70.8	642.0	665.0	23.0	18.00	1443.3	65.93	18.47	大		
	路-15	AK39+100.0~AK39+469.5	4.37	85.0	642.0	667.0	25.0	16.39	514.6	23.51	7.39	中		
	路-16	AK42+469.0~AK42+590.0	1.43	75.0	615.0	645.0	30.0	21.80	190.9	9.18	2.38	中		
	路-17	AK44+109.5~AK44+699.5	6.98	62.0	597.0	624.0	27.0	23.55	1127.2	12.08	12.51	大		
	路-18	AK46+199.5~AK46+678.0	5.66	76.6	627.0	652.0	25.0	18.08	739.7	18.98	8.12	中		
	路-19	AK51+839.5~AK52+126.5	3.40	73.2	666.0	692.0	26.0	19.56	464.1	9.29	8.22	中		
	路-20	AK53+089.5~AK53+970.0	10.42	96.0	671.0	703.0	32.0	18.44	1085.8	22.04	18.69	大		
	路-21	AK54+680.0~AK54+910.0	2.72	84.9	675.0	700.0	25.0	16.41	320.7	5.08	6.73	中		
	路-22	AK55+437.0~AK55+575.0	1.63	63.5	679.0	699.0	20.0	17.49	257.3	4.13	3.74	中		
	路-23	AK62+809.5~AK62+992.0	2.16	76.7	590.0	611.0	21.0	15.32	281.8	6.37	4.08	中		
	路-24	AK68+081.0~AK68+455.0	4.43	82.3	593.0	611.0	18.0	12.34	538.0	20.51	9.80	中		
	路-25	AK70+833.0~AK71+339.0	5.99	131.6	561.0	596.0	35.0	14.90	455.2	13.49	14.70	大		
	路-26	AK73+909.5~AK74+705.0	9.42	87.5	565.0	590.0	25.0	15.94	1075.9	32.55	40.80	大		
	路-27	AK78+145.0~AK78+589.0	5.25	57.7	570.0	590.0	20.0	19.11	910.4	30.89	17.84	大		
绵阳市梓潼县	路-28	AK81+304.0~AK82+200.0	5.98	71.7	576.0	596.0	20.0	15.59	833.7	31.00	22.82	大		
	路-29	AK83+000.0~AK83+797.0	5.32	90.1	573.0	598.0	25.0	15.51	590.2	21.85	19.96	大		
	路-30	AK84+353.0~AK84+674.0	2.14	78.6	573.0	603.0	30.0	20.88	272.2	10.08	8.56	中		
	路-31	AK85+543.0~AK86+309.0	5.11	91.9	570.0	595.0	25.0	15.22	555.8	20.48	24.59	大		
	路-32	AK87+171.0~AK87+434.0	1.75	70.0	568.0	593.0	25.0	19.66	250.7	9.21	7.68	中		
	路-33	AK87+782.0~AK88+035.0	1.69	68.3	566.0	588.0	22.0	17.85	247.0	9.04	7.17	中		

区县	扰动单元编号	起止桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
			面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
	路-34	AK88+171.0~AK88+420.0	1.66	79.7	564.0	587.0	23.0	16.10	208.4	7.61	6.66	中		
	路-35	AK89+036.0~AK89+186.6	1.00	45.2	562.0	577.0	15.0	18.36	222.3	8.09	5.12	中		
	路-36	AK91+900.0~AK92+286.0	2.57	64.5	560.0	577.0	17.0	14.77	399.4	14.48	6.60	中		
	路-37	AK92+822.0~AK93+072.0	1.67	67.5	558.0	578.0	20.0	16.50	247.0	8.93	4.40	中		
	路-38	AK93+228.0~AK93+736.0	3.39	78.7	556.0	578.0	22.0	15.61	430.3	15.51	11.01	大		
	路-39	AK94+272.0~AK95+085.0	5.42	62.6	554.0	574.0	20.0	17.72	866.2	31.11	22.02	大		
	路-40	AK96+532.0~AK97+166.0	4.23	52.2	559.0	574.0	15.0	16.04	810.4	13.33	18.59	大		
	路-41	AK98+864.0~AK99+130.0	1.77	82.7	568.0	588.0	20.0	13.59	214.4	3.44	13.94	大		
	路-42	AK99+830.0~AK100+600.0	5.14	92.4	553.0	578.0	25.0	15.14	555.8	8.75	23.23	大		
	路-43	AK101+162.0~AK102+560.0	9.32	76.9	546.0	571.0	25.0	18.01	1212.6	18.61	37.17	大		
	路-44	AK102+960.0~AK104+930.0	13.14	72.5	541.0	566.0	25.0	19.03	1812.3	42.01	51.07	大		
	路-45	AK106+155.0~AK109+734.0	23.87	59.4	537.0	552.0	15.0	14.17	4017.7	92.21	94.84	大		
	路-46	AK110+315.0~AK110+842.0	3.51	57.4	533.0	548.0	15.0	14.63	611.9	13.90	40.52	大		
	路-47	AK110+918.0~AK111+730.0	5.42	54.6	530.0	545.0	15.0	15.35	991.0	22.35	2.37	中		
绵阳市游仙区	路-48	AK111+730.0~AK111+872.0	0.92	73.8	514.0	527.0	13.0	9.98	124.3	2.09	1.32	中		
	路-49	AK111+948.0~AK116+418.0	28.88	76.0	516.0	528.0	12.0	8.97	3800.7	64.38	2.40	中		
	路-50	AK117+603.0~AK118+441.0	5.41	58.7	512.0	522.0	10.0	9.67	923.0	15.42	1.00	中		
	路-51	AK118+917.0~AK119+870.0	6.16	57.2	508.0	516.0	8.0	7.96	1076.9	17.75	0.60	小		
	路-52	AK121+679.0~AK123+389.0	11.05	85.5	502.0	511.0	9.0	6.01	1292.2	20.85	4.82	中		

(4) 桥涵工程区扰动单元的划分

桥梁工程区的占地由于建设内容的原因，较为零散，各个桥梁彼此在空间上均为独立不相连。根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，将本项目桥涵工程区划分为 77 个扰动单元，均属于上方有来水工程开挖面土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-6。

表 4.3-6 桥涵工程区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	桩号	起讫桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
					面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
广元市昭化区	桥-1	黑水塘互通主线特大桥	AK0+195.5	AK0-385.8~AK0+776.8	2.68	265.5	485.0	600.0	115.0	23.42	100.9	4.66	0.46	小	工程开挖面	上方有来水工程开挖面
	桥-2	将军岭大桥	AK1+732.5	AK1-520.0~AK1+945.0	1.57	170.1	500.0	585.0	85.0	26.56	92.1	4.02	0.18	小		
	桥-3	兰渝铁路跨线大桥	AK3+488.0	AK3-198.0~AK3+778.0	2.20	151.0	525.0	585.0	60.0	21.68	145.8	5.74	0.18	小		
	桥-4	鸡公咀大桥	AK4+245.0	AK4-147.0~AK4+343.0	0.78	59.6	545.0	585.0	40.0	33.85	130.1	6.24	0.07	小		
	桥-5	作坊河大桥	AK4+839.0	AK4-751.0~AK4+927.0	0.57	47.0	548.0	585.0	37.0	38.19	120.3	5.72	0.07	小		
	桥-6	丁家沟大桥	AK10+615.0	AK10-547.0~AK10+683.0	0.47	66.2	515.0	535.0	20.0	16.81	70.9	5.51	0.05	小		
	桥-7	田湾大桥	AK10+967.0	AK10-864.0~AK11+070.0	0.71	97.0	502.0	530.0	28.0	16.10	73.3	5.52	0.05	小		
	桥-8	新油坊大桥	AK11+292.0	AK11-194.0~AK11+390.0	0.68	38.7	510.0	525.0	15.0	21.18	174.7	11.18	0.07	小		
	桥-9	坝里大桥	AK12+011.0	AK11-718.0~AK12+304.0	2.22	92.5	497.0	520.0	23.0	13.96	240.1	11.91	0.07	小		
	桥-10	庙子梁嘉陵江特大桥	AK15+572.5	AK15-095.0~AK16+050.0	2.37	95.2	445.0	475.0	30.0	17.49	249.3	4.26	0.41	小		
	桥-11	红苕坪大桥	AK17+867.5	AK17-545.0~AK18+190.0	2.36	125.0	458.0	515.0	57.0	24.51	188.5	6.38	0.41	小		
	桥-12	大石板大桥	AK19+246.0	AK19-083.0~AK19+409.0	1.27	43.1	555.0	575.0	20.0	24.88	294.3	9.46	0.13	小		
	桥-13	无名小桥	AK0+000.0	AK0-000.0~AK0+000.0	0.16	33.2	563.0	575.0	12.0	19.87	47.8	0.77	0.13	小		
	桥-14	石坡河大桥	AK20+898.5	AK20-507.0~AK21+290.0	2.63	257.5	504.0	605.0	101.0	21.42	102.0	1.50	0.31	小		
广元市剑阁县	桥-15	染坊里大桥	AK23+331.0	AK23-238.0~AK23+424.0	0.59	64.0	589.0	615.0	26.0	22.11	92.7	5.18	0.31	小		
	桥-16	金光水库大桥	AK26+248.0	AK26-060.0~AK26+436.0	1.37	182.8	640.0	675.0	35.0	10.84	74.9	1.98	0.15	小		
	桥-17	粉坊头大桥	AK27+514.0	AK27-066.0~AK27+962.0	3.29	345.4	625.0	701.0	76.0	12.41	95.3	1.07	0.15	小		
	桥-18	砖洞沟大桥	AK29+207.0	AK28-963.0~AK29+451.0	1.68	180.9	655.0	705.0	50.0	15.45	93.1	0.73	0.19	小		
	桥-19	陈家河大桥	AK31+103.0	AK30-959.0~AK31+247.0	0.99	110.5	685.0	710.0	25.0	12.75	89.9	3.21	0.19	小		
	桥-20	柏林沟中桥	AK33+162.0	AK33-114.0~AK33+210.0	0.33	25.5	695.0	705.0	10.0	21.45	130.1	3.90	0.10	小		
	桥-21	大河坝大桥	AK36+810.0	AK36-482.0~AK37+138.0	2.17	152.0	570.0	635.0	65.0	23.15	143.0	5.24	0.10	小		
	桥-22	新房子大桥	AK37+829.0	AK37-621.0~AK38+037.0	1.48	171.1	573.0	625.0	52.0	16.90	86.3	3.56	0.17	小		
	桥-23	严加河大桥	AK39+819.5	AK39-469.5~AK40+169.5	2.37	377.4	514.0	605.0	91.0	13.56	62.7	1.82	0.17	小		
	桥-24	梁家湾大桥	AK42+321.0	AK42-173.0~AK42+469.0	1.02	322.8	472.0	590.0	118.0	20.08	31.6	1.22	0.12	小		
	桥-25	浅水坝特大桥	AK43+732.0	AK43-354.5~AK44+109.5	2.56	529.4	459.0	578.0	119.0	12.67	48.4	0.41	0.12	小		
	桥-26	闻溪河特大桥	AK45+449.5	AK44-699.5~AK46+199.5	5.12	290.6	621.0	701.0	80.0	15.39	176.2	3.50	0.61	小		
	桥-27	麻爪石大桥	AK46+756.0	AK46-678.0~AK46+834.0	0.54	81.9	617.0	646.0	29.0	19.50	65.7	1.32	0.61	小		
	桥-28	普安互通中桥	AK47+950.0	AK47-912.0~AK47+988.0	0.26	39.9	640.0	658.0	18.0	24.28	65.7	0.66	0.03	小		
	桥-29	光荣水库大桥	AK48+532.0	AK48-354.0~AK48+710.0	0.84	186.9	637.0	698.0	61.0	18.08	45.0	0.28	0.03	小		
	桥-30	赵家梁特大桥	AK50+092.0	AK49-484.0~AK50+700.0	4.36	235.6	639.0	711.0	72.0	16.99	184.9	1.94	0.48	小		
	桥-31	黑龙滩特大桥	AK51+329.5	AK50-819.5~AK51+839.5	3.57	197.6	656.0	731.0	75.0	20.78	180.7	2.84	0.48	小		
	桥-32	陈家河大桥	AK52+608.0	AK52-126.5~AK53+089.5	3.48	288.9	651.0	739.0	88.0	16.94	120.5	1.86	0.38	小		
	桥-33	杨家河大桥	AK55+264.0	AK55-091.0~AK55+437.0	1.19	181.7	679.0	752.0	73.0	21.89	65.7	1.06	0.38	小		

区县	扰动单元编号	部位	桩号	起讫桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
					面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
	桥-34	赖家河大桥	AK56+377.0	AK56-209.0~AK56+545.0	1.16	176.4	680.0	740.0	60.0	18.79	65.7	0.85	0.14	小		
	桥-35	小沟头特大桥	AK60+714.0	AK60-164.0~AK61+264.0	3.90	346.5	610.0	720.0	110.0	17.61	112.4	2.12	0.14	小		
	桥-36	庄子岩特大桥	AK62+379.5	AK61-949.5~AK62+809.5	2.88	270.9	615.0	709.0	94.0	19.14	106.3	1.55	0.34	小		
	桥-37	金家河大桥	AK63+360.0	AK62-992.0~AK63+728.0	2.54	231.8	580.0	662.0	82.0	19.48	109.5	1.97	0.34	小		
	桥-38	茵家沟大桥	AK67+773.0	AK67-465.0~AK68+081.0	1.99	194.0	570.0	635.0	65.0	18.52	102.7	3.02	0.25	小		
	桥-39	清水村大桥	AK68+663.0	AK68-455.0~AK68+871.0	1.44	218.4	565.0	642.0	77.0	19.42	65.7	1.50	0.25	小		
	桥-40	徐家河大桥	AK70+449.0	AK70-065.0~AK70+833.0	2.61	241.9	541.0	626.0	85.0	19.36	107.8	2.48	0.31	小		
	桥-41	水碾河大桥	AK71+627.0	AK71-339.0~AK71+915.0	1.92	181.4	536.0	606.0	70.0	21.10	105.9	2.43	0.31	小		
	桥-42	塔子坡西河大桥	AK73+547.0	AK73-184.5~AK73+909.5	2.36	228.4	545.0	615.0	70.0	17.04	103.5	2.43	0.30	小		
	桥-43	铁家沟特大桥	AK75+513.0	AK74-705.0~AK76+321.0	5.54	313.1	540.0	646.0	106.0	18.70	177.0	3.20	0.30	小		
	桥-44	张家林大桥	AK76+603.0	AK76-459.0~AK76+747.0	0.99	151.2	545.0	600.0	55.0	19.99	65.7	1.19	0.11	小		
	桥-45	无名小桥	AK0+000.0	AK0-000.0~AK0+000.0	0.40	60.4	539.0	561.0	22.0	20.02	65.7	0.92	0.11	小		
	桥-46	双柏树特大桥	AK79+092.0	AK78-589.0~AK79+595.0	3.42	264.1	554.0	664.0	110.0	22.61	129.3	2.67	0.35	小		
	绵阳市梓潼县	桥-47	观音庙大桥	AK81+036.0	AK80-768.0~AK81+304.0	1.95	168.8	549.0	617.0	68.0	21.94	115.4	1.85	0.35	小	
桥-48		庙子沟大桥	AK82+500.0	AK82-336.0~AK82+664.0	1.13	172.2	546.0	610.0	64.0	20.39	65.7	0.81	0.13	小		
桥-49		石河堰 1#大桥	AK84+075.0	AK83-797.0~AK84+353.0	1.86	175.1	539.0	616.0	77.0	23.73	106.2	1.02	0.13	小		
桥-50		石河堰 2#大桥	AK84+832.0	AK84-674.0~AK84+990.0	1.09	165.9	539.0	604.0	65.0	21.40	66.0	0.65	0.13	小		
桥-51		金天河大桥	AK85+295.0	AK85-047.0~AK85+543.0	1.75	156.2	537.0	594.0	57.0	20.04	111.7	0.85	0.13	小		
桥-52		新桥村大桥	AK86+597.0	AK86-309.0~AK86+885.0	2.09	181.4	535.0	590.0	55.0	16.86	115.0	0.68	0.23	小		
桥-53		红豆埡大桥	AK87+053.0	AK86-935.0~AK87+171.0	0.81	123.9	533.0	570.0	37.0	16.63	65.7	0.54	0.23	小		
桥-54		郑家曹大桥	AK87+608.0	AK87-434.0~AK87+782.0	1.30	175.7	531.0	581.0	50.0	15.88	74.0	0.47	0.14	小		
桥-55		小圆包大桥	AK88+103.0	AK88-035.0~AK88+171.0	0.47	71.4	529.0	545.0	16.0	12.63	65.7	0.32	0.14	小		
桥-56		柏林子大桥	AK88+728.0	AK88-420.0~AK89+036.0	2.28	161.7	527.0	575.0	48.0	16.53	140.7	1.22	0.25	小		
桥-57		潼江特大桥	AK91+830.0	AK91-140.0~AK92+520.0	4.86	362.3	534.0	649.0	115.0	17.61	134.1	1.71	0.25	小		
桥-58		赵家咀大桥	AK92+554.0	AK92-286.0~AK92+822.0	1.81	168.8	532.0	581.0	49.0	16.18	107.5	1.06	0.21	小		
桥-59		罗家湾大桥	AK93+150.0	AK93-072.0~AK93+228.0	0.54	81.9	530.0	549.0	19.0	13.06	65.7	0.50	0.21	小		
桥-60		无名小桥	AK0+000.0	AK0-000.0~AK0+000.0	0.32	48.3	528.0	544.0	16.0	18.33	65.7	0.39	0.04	小		
桥-61		肖家沟大桥	AK94+004.0	AK93-736.0~AK94+272.0	1.85	168.8	532.0	583.0	51.0	16.81	109.5	1.08	0.04	小		
桥-62		坟包湾大桥	AK96+144.0	AK95-756.0~AK96+532.0	2.78	244.4	530.0	606.0	76.0	17.27	113.6	0.87	0.31	小		
桥-63		谢家山大桥	AK97+454.0	AK97-166.0~AK97+742.0	2.04	181.4	527.0	587.0	60.0	18.30	112.3	0.66	0.31	小		
桥-64		洪溪寺大桥	AK98+150.0	AK97-872.0~AK98+428.0	1.97	175.1	532.0	595.0	63.0	19.78	112.4	0.86	0.22	小		
桥-65		石鸡河大桥	AK98+676.0	AK98-488.0~AK98+864.0	1.24	118.4	530.0	581.0	51.0	23.30	104.9	0.62	0.22	小		
桥-66		岳家湾大桥	AK101+034.0	AK100-906.0~AK101+162.0	0.88	129.3	526.0	567.0	41.0	17.60	68.3	0.97	0.10	小		
桥-67		曾家湾大桥	AK101+034.0	AK100-906.0~AK101+162.0	0.88	134.4	525.0	564.0	39.0	16.18	65.7	1.46	0.10	小		

区县	扰动单元编号	部位	桩号	起讫桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
					面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
绵阳市游仙区	桥-68	魏家河大桥	AK105+867.0	AK105-579.0~AK106+155.0	2.05	181.4	517.0	562.0	45.0	13.93	112.8	2.46	0.23	小		
	桥-69	西家湾中桥	AK110+880.0	AK110-842.0~AK110+918.0	0.26	39.9	512.0	524.0	12.0	16.74	65.7	1.41	0.23	小		
	桥-70	李家湾中桥	AK111+910.0	AK111-872.0~AK111+948.0	0.22	39.9	509.0	520.0	11.0	15.41	54.5	0.90	0.03	小		
	桥-71	石板滩大桥	AK116+626.0	AK116-418.0~AK116+834.0	1.39	131.0	504.0	532.0	28.0	12.06	106.4	1.73	0.03	小		
	桥-72	史家湾大桥	AK117+285.0	AK116-967.0~AK117+603.0	2.24	200.3	502.0	543.0	41.0	11.57	112.0	1.81	0.25	小		
	桥-73	安家湾大桥	AK118+679.0	AK118-441.0~AK118+917.0	1.69	149.9	503.0	532.0	29.0	10.95	112.9	1.83	0.25	小		
	桥-74	G108跨线大桥	AK120+018.0	AK119-870.0~AK120+166.0	1.02	93.2	506.0	522.0	16.0	9.74	109.5	1.51	0.12	小		
	桥-75	袁家湾大桥	AK121+301.0	AK120-923.0~AK121+679.0	2.66	146.5	503.0	526.0	23.0	8.92	181.5	2.49	0.12	小		
桥-76	无名小桥	AK0+000.0	AK0-000.0~AK0+000.0	0.24	36.2	500.0	505.0	5.0	7.86	65.7	0.71	0.03	小			
桥-77	牛头河大桥	AK123+603.0	AK123-389.0~AK123+817.0	1.39	134.8	495.0	507.0	12.0	5.09	103.4	0.86	0.03	小			

(5) 隧道工程区扰动单元的划分

隧道工程区的占地由于建设内容的原因，较为零散，一座隧道有进出两个洞口，并且由于山脊线的阻隔，彼此在空间上不相连。根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，按照工程区山脊线的实际阻隔情况，将本项目隧道工程区划分为 46 个扰动单元，均属于上方有来水工程开挖面土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-7。

表 4.3-7 隧道工程区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况										土壤流失类型划分				
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类		
广元市昭化区	隧-1	易家岩隧道	入口	K1+995	0.54	42.0	600.0	610.0	10.0	13.39	166.7	4.81	21.95	0.13	小	工程开挖面	上方有来水工程开挖面	
	隧-2		出口	K3+185	0.54	47.3	587.0	600.0	13.0	15.37	148.0	2.97	21.95	0.13	小			
	隧-3	老蒙岩隧道	入口	K5+280	0.54	51.5	581.0	596.0	15.0	16.23	135.9	2.65	96.63	0.13	小			
	隧-4		出口	K10+520	0.54	102.5	560.0	580.0	20.0	11.04	68.3	5.62	96.63	0.13	小			
	广元市剑阁县	隧-5	庙子梁隧道	入口	K16+052	0.52	58.5	555.0	565.0	10.0	9.70	119.7	0.70	16.38	0.10			小
		隧-6		出口	K16+940	0.52	73.0	500.0	515.0	15.0	11.61	95.9	3.64	16.38	0.10			小
隧-7		庙儿梁隧道	入口	K21+289	0.54	110.0	415.0	468.0	53.0	25.73	50.0	2.68	35.61	0.13	小			
隧-8	出口		K23+220	0.54	50.9	427.0	450.0	23.0	24.30	108.0	4.87	35.61	0.13	小				
隧-9	八庙咀隧道	入口	K23+523	0.54	93.0	449.0	465.0	16.0	9.77	59.2	4.12	46.29	0.13	小				

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况											土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
绵阳市梓潼县	隧-10	出口	K26+033	0.54	63.7	450.0	465.0	15.0	13.25	86.3	1.54	46.29	0.13	小		
	隧-11	入口	K26+485	0.52	61.5	428.0	445.0	17.0	15.46	89.5	0.50	10.05	0.10	小		
	隧-12	出口	K27+030	0.52	65.5	420.0	442.0	22.0	18.56	83.9	0.50	10.05	0.10	小		
	隧-13	入口	K29+500	0.54	90.1	440.0	470.0	30.0	18.41	61.0	1.54	25.82	0.13	小		
	隧-14	出口	K30+900	0.54	66.1	439.0	455.0	16.0	13.62	83.3	1.16	25.82	0.13	小		
	隧-15	入口	K31+260	0.54	58.8	460.0	475.0	15.0	14.31	119.0	3.68	33.93	0.13	小		
	隧-16	出口	K33+100	0.54	105.0	465.0	500.0	35.0	18.44	66.7	1.91	33.93	0.13	小		
	隧-17	入口	K33+215	0.54	76.7	465.0	485.0	20.0	14.62	91.3	6.66	59.84	0.13	小		
	隧-18	出口	K36+460	0.54	72.7	478.0	500.0	22.0	16.84	96.3	4.40	59.84	0.13	小		
	隧-19	入口	K40+240	0.54	25.6	470.0	495.0	25.0	44.32	273.5	2.19	35.22	0.13	小		
	隧-20	出口	K42+150	0.54	55.0	435.0	455.0	20.0	20.00	127.4	2.71	35.22	0.13	小		
	隧-21	入口	K42+590	0.52	44.9	435.0	457.0	22.0	26.12	156.0	1.30	12.73	0.10	小		
	隧-22	出口	K43+280	0.52	35.4	430.0	455.0	25.0	35.21	197.6	0.50	12.73	0.10	小		
	隧-23	入口	K46+875	0.52	24.1	460.0	475.0	15.0	31.87	290.1	2.40	17.61	0.10	小		
	隧-24	出口	K47+830	0.52	62.8	480.0	492.5	12.5	11.27	111.5	0.58	17.61	0.10	小		
	隧-25	入口	K48+920	0.52	31.1	485.0	510.0	25.0	38.80	225.2	0.51	9.78	0.10	小		
	隧-26	出口	K49+450	0.52	24.0	545.0	557.0	12.0	26.60	292.2	0.67	9.78	0.10	小		
	隧-27	入口	K53+970	0.52	70.8	555.0	582.0	27.0	20.88	98.9	1.46	13.09	0.10	小		
	隧-28	出口	K54+680	0.52	20.1	535.0	550.3	15.3	37.30	348.6	0.95	13.09	0.10	小		
	隧-29	入口	K55+575	0.52	35.4	535.0	560.0	25.0	35.22	197.7	1.04	11.53	0.10	小		
	隧-30	出口	K56+200	0.52	49.8	500.0	533.0	33.0	33.53	140.5	1.36	11.53	0.10	小		
	隧-31	入口	K56+545	0.54	32.7	500.0	530.0	30.0	42.52	214.0	5.88	66.29	0.13	小		
	隧-32	出口	K60+140	0.54	44.3	480.0	505.0	25.0	29.43	157.9	1.89	66.29	0.13	小		
	隧-33	入口	K63+748	0.54	37.2	445.0	475.0	30.0	38.91	188.4	1.73	68.36	0.13	小		
	隧-34	出口	K67+455	0.54	43.1	425.0	450.0	25.0	30.13	162.5	1.73	68.36	0.13	小		
	隧-35	入口	K71+985	0.54	30.3	425.0	440.0	15.0	26.36	181.7	1.61	22.13	0.13	小		
	隧-36	出口	K73+185	0.54	25.5	425.0	435.0	10.0	21.42	215.8	1.93	22.13	0.13	小		
	隧-37	入口	K76+875	0.54	69.9	410.0	425.0	15.0	12.11	100.1	1.53	23.42	0.13	小		
	隧-38	出口	K78+145	0.54	61.7	410.0	420.0	10.0	9.21	113.5	2.41	23.42	0.13	小		
	隧-39	入口	K79+615	0.54	56.3	400.0	425.0	25.0	23.93	97.6	1.15	20.84	0.13	小		
	隧-40	出口	K80+745	0.54	36.1	405.0	425.0	20.0	28.98	152.3	2.31	20.84	0.13	小		
	隧-41	入口	K95+085	0.52	49.7	380.0	405.0	25.0	26.71	140.9	1.70	11.44	0.10	小		
	隧-42	出口	K95+705	0.52	43.1	380.0	390.0	10.0	13.06	162.4	1.21	11.44	0.10	小		
	隧-43	入口	K102+560	0.46	66.5	382.0	400.0	18.0	15.15	105.3	1.10	7.38	0.10	小		

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况											土壤流失类型划分		
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类	
	隧-44	司公山隧道	出口	K102+960	0.46	44.4	375.0	400.0	25.0	29.37	157.6	1.08	7.38	0.10	小		
	隧-45		入口	K109+734	0.52	68.0	400.0	420.0	20.0	16.40	103.0	0.90	10.72	0.10	小		
	隧-46		出口	K110+315	0.52	47.2	410.0	425.0	15.0	17.62	148.2	1.55	10.72	0.10	小		

(6) 交叉工程区扰动单元的划分

本项目交叉工程区的占地多在河口、山口等地，占地区域内有几座山峰、河流交汇，地形条件复杂。根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，按照工程区河流、山脊线的实际阻隔情况，将本项目交叉工程区划分为 28 个扰动单元，属于上方有来水工程开挖面土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-8。

表 4.3-8 交叉工程区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	分区	基本情况										土壤流失类型划分			
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类	
广元市昭化区	交-1	黑水塘枢纽互通 AK0+000	1-1	9.57	215.9	485.0	575.0	90.0	22.63	443.3	28.93	1.03	1.03	中	工程开挖面	上方有来水工程开挖面	
	交-2		1-2	6.65	127.0	485.0	550.0	65.0	27.11	524.1	25.78	0.72	0.72	小			
	交-3		1-3	10.77	98.7	495.0	555.0	60.0	31.28	1091.1	46.07	1.16	1.16	中			
	交-4	红岩互通 AK14+400	2-1	8.68	241.8	500.0	525.0	25.0	5.90	359.2	49.50	15.42	15.42	大			
	交-5		2-2	6.89	151.0	475.0	500.0	25.0	9.40	456.6	7.59	12.25	12.25	大			
	交-6		2-3	1.18	92.8	450.0	480.0	30.0	17.91	127.4	0.96	2.10	2.10	中			
广元市剑阁县	交-7	高观互通 AK28+459	3-1	11.82	206.9	710.0	735.0	25.0	6.89	571.3	43.44	22.85	22.85	大			
	交-8		3-2	8.49	70.6	700.0	725.0	25.0	19.49	1201.5	49.03	16.41	16.41	大			
	交-9	普安互通 AK47+950	4-1	4.02	71.3	635.9	650.0	14.1	11.18	563.7	17.05	2.28	2.28	中			
	交-10		4-2	9.90	111.0	635.9	650.0	14.1	7.24	892.3	31.07	5.62	5.62	中			
	交-11		4-3	2.84	52.9	650.0	665.0	15.0	15.83	536.3	7.31	1.61	1.61	中			
	交-12	柳沟互通 AK61+214	5-1	14.83	114.6	585.0	615.0	30.0	14.67	1294.0	67.10	6.85	6.85	中			
	交-13		5-2	4.30	36.6	585.0	600.0	15.0	22.27	1174.4	116.26	1.99	1.99	中			
	交-14	武连互通 AK69+663	6-1	12.17	149.9	550.0	580.0	30.0	11.32	811.9	52.72	40.81	40.81	大			
	交-15		6-2	1.15	48.8	525.0	540.0	15.0	17.09	236.3	12.48	3.87	3.87	中			
	交-16		6-3	5.81	60.0	525.0	540.0	15.0	14.04	968.8	49.47	19.49	19.49	大			
	绵阳市梓潼县	交-17	演武互通 AK82+641	7-1	9.78	170.4	535.0	560.0	25.0	8.35	573.6	13.36	13.48	13.48			大
		交-18		7-2	4.24	66.8	550.0	560.0	10.0	8.52	634.3	4.16	5.84	5.84			中

区县	扰动单元编号	部位	分区	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
绵阳市游仙区	交-19	许州互通 AK91+443	7-3	3.14	77.9	525.0	540.0	15.0	10.90	402.7	13.63	4.32	中		
	交-20		8-1	7.92	101.4	545.0	570.0	25.0	13.85	780.9	5.44	23.60	大		
	交-21		8-2	6.07	184.9	540.0	565.0	25.0	7.70	328.4	19.37	18.10	大		
	交-22		8-3	3.16	41.6	525.0	550.0	25.0	31.01	760.5	23.43	9.43	中		
	交-23	梓潼互通 AK99+543	9-1	12.13	119.1	515.0	535.0	20.0	9.53	1017.9	11.71	15.90	大		
	交-24		9-2	4.37	119.6	540.0	575.0	35.0	16.31	365.5	3.16	5.73	中		
	交-25	卧龙互通 AK105+230	10-1	10.49	366.8	505.0	535.0	30.0	4.68	285.9	3.86	11.12	大		
	交-26		10-2	4.48	160.4	500.0	525.0	25.0	8.86	279.5	8.95	4.76	中		
绵阳市游仙区	交-27	徐家互通	11-1	10.57	151.9	482.0	485.0	3.0	1.13	695.9	38.85	3.41	中		
	交-28	AK120+407	11-2	5.97	302.6	482.5	495.0	12.5	2.37	197.4	9.40	1.92	中		

(7) 沿线设施区扰动单元的划分

根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，将本项目沿线设施区划分为 17 个扰动单元，均属于上方有来水工程开挖面土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-9。

表 4.3-9 沿线设施区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
广元市昭化区	沿-1	红岩互通收费站	K14+400	0.60	29.7	575.0	585.0	10.0	18.62	202.1	26370.44	3.20	中	工程开挖面	上方有来水工程开挖面
	沿-2	李家停车区	K20+400	2.13	162.8	580.0	605.0	25.0	8.73	131.0	90773.70	4.26	中		
广元市剑阁县	沿-3	高观互通收费站	K28+459	0.60	26.7	800.0	807.0	7.0	14.68	224.5	4527.81	0.35	小		
	沿-4	普安服务区	K39+000	7.60	118.2	590.0	625.0	35.0	16.50	643.1	296923.11	15.20	大		
	沿-5	广元段分中心	K47+776	4.27	169.4	647.0	668.0	21.0	7.06	251.8	140878.53	6.40	中		
	沿-6	普安互通收费站	K47+950	0.60	47.1	625.0	635.0	10.0	12.00	127.5	19291.53	0.50	小		
	沿-7	党家停车区	K55+000	2.13	181.6	681.0	700.0	19.0	5.97	117.5	26370.44	3.20	中		
	沿-8	柳沟互通收费站	K61+214	0.60	25.9	670.0	685.0	15.0	30.08	231.7	123733.14	0.75	小		
	沿-9	武连互通收费站	K69+663	0.60	45.6	580.0	590.0	10.0	12.37	131.6	15577.46	0.53	小		
绵阳市梓潼县	沿-10	演武服务区	K81+550	7.60	113.3	544.0	565.0	21.0	10.50	670.9	121446.71	7.60	中		
	沿-11	演武互通收费站	K82+641	0.60	71.5	530.0	545.0	15.0	11.84	83.9	20855.94	0.68	小		
	沿-12	许州互通收费站	K91+443	0.60	56.1	498.0	500.0	2.0	2.04	106.9	31819.23	0.15	小		
	沿-13	梓潼互通收费站	K99+543	0.60	107.2	570.0	585.0	15.0	7.97	56.0	2805.67	0.68	小		

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	挖方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
绵阳市游仙区	沿-14	绵阳段分中心	K100+000	4.27	167.8	519.0	530.0	11.0	3.75	254.2	34351.29	4.30	中		
	沿-15	岳家停车区	K100+700	2.13	72.9	518.0	532.0	14.0	10.87	292.6	77745.12	2.10	中		
	沿-16	卧龙互通收费站	K105+230	0.60	68.6	501.6	505.0	3.4	2.84	87.5	3568.74	0.17	小		
	沿-17	徐家互通收费站	K120+407	0.60	51.6	495.0	500.0	5.0	5.54	116.3	7845.69	0.23	小		

(8) 弃渣场区扰动单元的划分

本项目弃渣场区为满足施工要求，分布较为零散，彼此在空间上不相连。根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，将本项目弃渣场区划分为 50 个扰动单元，属于上方有来水工程堆积体和上方无来水工程堆积体土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-10。

表 4.3-10 弃渣场区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	桩号位置	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	堆方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
广元市昭化区	弃-1	1#弃渣场	AK2+200 左 1260m	3.45	275.9	608.0	645.0	37.0	7.64	125.1	37.60	29.93	大	工程堆积体	上方有来水工程堆积体
	弃-2	2#弃渣场	AK6+350 左 940m	5.83	312.2	617.0	670.0	53.0	9.64	186.8	108.34	53.00	大		
	弃-3	3#弃渣场	AK6+400 左 650m	4.98	406.9	617.0	660.0	43.0	6.03	122.4	195.91	38.93	大		
	弃-4	4#弃渣场	AK7+200 左 1420m	4.30	341.5	827.0	870.0	43.0	7.18	125.9	7.71	37.71	大		
	弃-5	5#弃渣场	AK17+000 右 4100m	6.46	484.6	663.0	705.0	42.0	4.95	133.3	41.70	48.00	大		
	弃-6	6#弃渣场	AK17+300 右 750m	5.03	222.0	527.0	555.0	28.0	7.19	226.6	51.68	35.13	大		
	弃-7	7#弃渣场	AK17+100 左 100m	1.41	284.7	500.0	525.0	25.0	5.02	49.5	6.30	8.50	中		
	弃-8	8#弃渣场	AK17+600 右 635m	2.74	247.9	502.0	525.0	23.0	5.30	110.5	73.71	22.27	大		
广元市剑阁县	弃-9	9#弃渣场	AK21+500 右 3260m	2.54	304.2	628.0	680.0	52.0	9.70	83.5	87.75	32.86	大		
	弃-10	10#弃渣场	AK22+900 右 1090m	10.19	599.0	692.0	740.0	48.0	4.58	170.1	203.46	74.13	大		
	弃-11	11#弃渣场	AK27+000 右 1850m	5.49	252.8	697.0	750.0	53.0	11.84	217.2	45.24	61.25	大		
	弃-12	12#弃渣场	AK29+300 右 4750m	7.86	340.5	827.0	865.0	38.0	6.37	230.8	52.78	70.68	大		
	弃-13	13#弃渣场	AK31+600 右 1350m	3.40	225.5	757.0	795.0	38.0	9.57	150.8	18.80	30.50	大		
	弃-14	14#弃渣场	AK32+800 左 240m	8.72	619.2	697.0	740.0	43.0	3.97	140.8	107.89	69.00	大		
	弃-15	15#弃渣场	AK33+200 右 1055m	3.42	348.2	733.0	755.0	22.0	3.62	98.2	72.62	18.04	大		
	弃-16	16#弃渣场	AK34+000 右 2870m	6.67	384.0	653.0	695.0	42.0	6.24	173.7	81.71	58.00	大		
	弃-17	17#弃渣场	AK39+900 右 1430m	3.37	129.2	585.0	625.0	40.0	17.20	260.8	16.19	24.38	大		

区县	扰动单元编号	部位	桩号位置	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	堆方量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
	弃-18	18#弃渣场	AK42+400 左 850m	3.83	239.8	517.0	555.0	38.0	9.00	159.7	41.51	38.00	大		
	弃-19	19#弃渣场	AK42+400 右 2920m	3.01	117.7	680.0	710.0	30.0	14.30	255.7	13.80	19.42	大		
	弃-20	20#弃渣场	AK45+750 左 510m	4.20	428.3	497.0	530.0	33.0	4.41	98.1	43.49	38.23	大		
	弃-21	21#弃渣场	AK54+800 右 900m	5.25	316.7	597.0	625.0	28.0	5.05	165.8	56.93	25.49	大		
	弃-22	22#弃渣场	AK54+900 左 1100m	2.27	162.3	628.0	660.0	32.0	11.16	139.9	19.24	16.79	大		
	弃-23	23-1#弃渣场	AK56+200 左 2750m	7.69	401.0	650.0	680.0	30.0	4.28	191.8	32.12	50.50	大		
	弃-24	23-2#弃渣场	AK56+200 左 2700m	3.67	218.3	650.0	670.0	20.0	5.24	168.2	49.28	15.00	大		
	弃-25	24#弃渣场	AK60+200 右 410m	5.52	481.1	572.0	605.0	33.0	3.92	114.7	80.57	48.00	大		
	弃-26	25#弃渣场	AK62+000 右 1360m	2.90	127.8	507.0	535.0	28.0	12.36	227.0	16.05	20.00	大		
	弃-27	26#弃渣场	AK63+500 左 2575m	7.55	137.5	510.0	540.0	30.0	12.31	549.2	45.35	52.92	大		
	弃-28	27#弃渣场	AK67+850 左 75m	4.16	151.4	545.0	575.0	30.0	11.21	274.8	31.21	36.00	大		
	弃-29	28#弃渣场	AK70+300 右 950m	7.05	261.1	531.0	580.0	49.0	10.63	270.0	62.11	72.00	大		
	弃-30	29#弃渣场	AK70+750 右 50m	5.26	159.1	500.0	540.0	40.0	14.11	330.6	14.69	51.52	大		
	弃-31	30#弃渣场	AK75+200 右 210m	3.55	216.4	502.0	530.0	28.0	7.37	164.1	2.55	13.61	大		
弃-32	31#弃渣场	AK76+900 右 560m	2.71	199.3	502.0	525.0	23.0	6.58	136.0	26.39	11.00	大			
弃-33	32#弃渣场	AK79+800 右 690m	8.50	326.2	542.0	570.0	28.0	4.91	260.5	15.13	46.44	大			
绵阳市梓潼县	弃-34	33#弃渣场	AK80+900 右 1260m	3.36	171.0	516.0	545.0	29.0	9.62	196.4	9.17	15.00	大		
	弃-35	34#弃渣场	AK83+000 右 1380m	2.06	175.7	525.0	550.0	25.0	8.10	117.3	3.07	11.07	大		
	弃-36	35#弃渣场	AK87+400 左 450m	1.93	191.5	503.0	525.0	22.0	6.55	100.8	3.83	10.71	大		
	弃-37	36#弃渣场	AK93+000 右 80m	5.89	298.6	520.0	550.0	30.0	5.74	197.2	5.79	41.00	大		
	弃-38	37#弃渣场	AK93+800 左 105m	2.75	274.1	517.5	542.5	25.0	5.21	100.3	10.80	19.77	大		
	弃-39	38#弃渣场	AK97+250 右 190m	1.36	146.6	497.0	515.0	18.0	7.00	92.8	6.87	5.80	中		
	弃-40	39#弃渣场	AK101+040 左 230m	2.15	146.2	512.0	530.0	18.0	7.02	147.1	1.39	9.94	中		
	弃-41	40#弃渣场	AK102+550 左 50m	2.49	157.9	524.0	545.0	21.0	7.58	157.7	8.98	14.00	大		
	弃-42	41#弃渣场	AK104+300 右 50m	2.68	183.8	515.0	530.0	15.0	4.67	145.8	10.13	8.50	中		
	弃-43	42#弃渣场	AK108+000 左 50m	1.20	75.6	513.0	525.0	12.0	9.02	158.7	/	5.00	中		
	弃-44	43#弃渣场	AK109+600 右 50m	2.14	105.8	510.0	520.0	10.0	5.40	202.3	11.62	4.99	中		
	弃-45	44#弃渣场	AK110+200 右 30m	1.88	145.9	505.0	525.0	20.0	7.81	128.9	5.40	12.50	大		
弃-46	45#弃渣场	AK110+400 左 30m	1.79	156.8	500.0	515.0	15.0	5.47	114.2	9.41	8.00	中			
绵阳市游仙区	弃-47	46#弃渣场	AK113+600 右 50m	3.09	247.2	485.0	500.0	15.0	3.47	125.0	3.51	11.59	大		
	弃-48	47#弃渣场	AK114+700 右 10m	2.00	136.1	493.0	505.0	12.0	5.04	146.9	3.69	7.00	中		
	弃-49	48#弃渣场	AK115+300 左 10m	4.02	190.0	486.0	498.0	12.0	3.61	211.6	/	14.89	大		
	弃-50	49#弃渣场	AK122+800 左 10m	1.46	122.8	485.0	495.0	10.0	4.65	118.9	5.07	2.09	中		

(9) 取土场区扰动单元的划分

本项目取土场区为满足施工要求，分布较为零散，彼此在空间上不相连。根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，将本项目取土场区划分为 2 个扰动单元，属于上方有来水工程堆积体和上方无来水工程堆积体土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-11。

表 4.3-11 取土场区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	开挖量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
绵阳市游仙区	取-1	1#取土场	AK115+450 左 230m	2.62	79.6	490.0	505.8	15.8	11.23	329.4	/	9.57	中	工程开挖面	上方无来水工程开挖面
	取-2			0.18	11.4	490.0	496.5	6.5	29.74	161.0	3.18	0.60	小		上方有来水工程开挖面

(10) 施工生产生活区扰动单元的划分

本项目施工生产生活区为满足施工要求，分布较为零散，彼此在空间上不相连；其中占用主体占地的施工生产生活区，已经在主体工程区划分为相应的扰动单元，因此不再计列为本区的扰动单元；仅对新增占地的施工生产生活区进行划分。根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，将本项目施工生产生活区划分为 31 个扰动单元，均属于上方有来水工程开挖面土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-12。

表 4.3-12 施工生产生活区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	开挖量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
广元市昭化区	施生-1	2#施工生产生活区	AK2+050	0.70	97.6	590.0	615.0	25.0	14.37	71.7	3.13	0.47	小	工程开挖面	上方有来水工程开挖面
	施生-2	3#施工生产生活区	AK3+600	0.50	94.8	550.0	570.0	20.0	11.92	52.8	5.48	0.38	小		
	施生-3	4#施工生产生活区	AK5+000	0.71	58.3	600.0	625.0	25.0	23.20	121.7	5.92	0.53	小		
	施生-4	5#施工生产生活区	AK10+500	1.08	85.3	535.0	560.0	25.0	16.33	126.6	10.33	0.63	小		
	施生-5	7#施工生产生活区	AK14+700	0.40	126.4	500.0	520.0	20.0	8.99	31.6	0.73	0.35	小		
	施生-6	8#施工生产生活区	AK16+900	0.60	56.4	535.0	550.0	15.0	14.90	106.5	4.72	0.35	小		

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况										土壤流失类型划分		
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	开挖量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类	
广元市 剑阁县	施生-7	10#施工生产生活区	AK21+200	0.60	64.0	585.0	610.0	25.0	21.32	93.7	5.31	0.35	小			
	施生-8	11#施工生产生活区	AK23+200	0.60	95.9	625.0	645.0	20.0	11.78	62.6	5.28	0.52	小			
	施生-9	12#施工生产生活区	AK23+600	0.65	72.9	630.0	650.0	20.0	15.35	89.2	8.41	0.38	小			
	施生-10	13#施工生产生活区	AK26+100	0.60	107.8	670.0	685.0	15.0	7.92	55.7	2.76	0.52	小			
	施生-11	15#施工生产生活区	AK29+400	0.50	88.6	695.0	710.0	15.0	9.61	56.4	2.14	0.41	小			
	施生-12	16#施工生产生活区	AK33+160	1.20	84.2	700.0	725.0	25.0	16.54	142.6	7.36	0.93	小			
	施生-13	17#施工生产生活区	AK36+550	0.80	68.5	635.0	660.0	25.0	20.04	116.7	7.70	0.61	小			
	施生-14	19#施工生产生活区	AK39+600	0.50	130.4	570.0	595.0	25.0	10.86	38.4	3.48	0.44	小			
	施生-15	20#施工生产生活区	AK40+200	0.60	71.3	620.0	640.0	20.0	15.66	84.1	3.60	0.52	小			
	施生-16	21#施工生产生活区	AK42+150	0.80	53.8	615.0	625.0	10.0	10.53	148.7	10.06	0.70	小			
	施生-17	22#施工生产生活区	AK45+100	0.70	81.2	495.0	525.0	30.0	20.27	86.2	3.69	0.61	小			
	施生-18	25#施工生产生活区	AK56+545	0.80	88.7	700.0	725.0	25.0	15.74	90.2	3.64	0.70	小			
	施生-19	26#施工生产生活区	AK60+400	0.90	65.4	545.0	575.0	30.0	24.65	137.7	7.25	0.78	小			
	施生-20	28#施工生产生活区	AK62+400	0.70	98.7	510.0	525.0	15.0	8.64	70.9	3.04	0.61	小			
	施生-21	29#施工生产生活区	AK63+600	0.70	108.9	550.0	575.0	25.0	12.92	64.3	2.80	0.55	小			
	施生-22	30#施工生产生活区	AK67+600	0.70	98.7	550.0	575.0	25.0	14.21	70.9	9.19	0.47	小			
	施生-23	32#施工生产生活区	AK71+900	0.80	93.4	525.0	550.0	25.0	14.99	85.7	4.15	0.64	小			
	施生-24	33#施工生产生活区	AK76+200	1.00	96.1	525.0	550.0	25.0	14.58	104.0	4.37	0.81	小			
	施生-25	34#施工生产生活区	AK76+800	0.60	80.6	575.0	600.0	25.0	17.24	74.5	1.73	0.35	小			
	施生-26	35#施工生产生活区	AK78+800	0.50	111.8	535.0	550.0	15.0	7.64	44.7	0.24	0.44	小			
	施生-27	36#施工生产生活区	AK79+600	0.60	102.8	575.0	600.0	25.0	13.67	58.4	1.83	0.41	小			
	绵阳市 梓潼县	施生-28	39#施工生产生活区	AK89+200	0.80	53.1	540.0	550.0	10.0	10.66	150.5	1.94	0.52	小		
		施生-29	41#施工生产生活区	AK95+200	0.60	98.6	542.5	552.5	10.0	5.79	60.8	1.57	0.49	小		
		施生-30	44#施工生产生活区	AK102+560	0.50	69.6	550.0	575.0	25.0	19.76	71.8	1.57	0.35	小		
		施生-31	46#施工生产生活区	AK110+300	0.60	69.5	500.0	510.0	10.0	8.19	86.4	2.62	0.47	小		

(11) 施工道路区扰动单元的划分

本项目施工道路区为满足施工要求，分布较为零散，彼此在空间上不相连；其中主体工程布设的施工道路，由于只有工程数量，没有具体的布设位置，因此本方案计划对方案新增施工道路进行划分为扰动单元，进行计算后，再对全线的施工道路进行加权计算。根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，将本项目施工道路区划分为 27 个扰动

单元，均属于上方有来水工程开挖面土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-13。

表 4.3-13 施工生产生活区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	开挖量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
广元市昭化区	施道-1	1#施工道路	AK0+000~AK3+185	1.65	65.8	600.0	625.0	25.0	20.79	251.0	9.28	2.36	中	工程开挖面	上方有来水工程开挖面
	施道-2	2#施工道路	AK3+185~AK7+900	2.44	99.3	575.0	625.0	50.0	26.72	246.0	23.48	3.49	中		
	施道-3	3#施工道路	AK7+900~AK8+700	0.41	95.7	600.0	625.0	25.0	14.64	43.2	4.66	0.59	小		
	施道-4	4#施工道路	AK8+700~AK16+052	3.82	62.5	525.0	537.5	12.5	11.32	610.9	52.25	5.45	中		
	施道-5	5#施工道路	AK16+052~AK21+000	2.65	86.0	575.0	605.0	30.0	19.23	307.6	30.36	3.67	中		
广元市剑阁县	施道-6	6#施工道路	AK21+000~AK22+255	0.65	25.5	605.0	615.0	10.0	21.42	255.4	11.05	0.93	小		
	施道-7	7#施工道路	AK22+255~AK24+778	1.31	84.0	625.0	650.0	25.0	16.58	155.9	8.03	1.87	中		
	施道-8	8#施工道路	AK24+778~AK27+030	1.17	35.2	700.0	710.0	10.0	15.87	332.3	15.06	1.67	中		
	施道-9	9#施工道路	AK27+030~AK31+100	2.11	82.1	625.0	660.0	35.0	23.09	257.6	8.92	3.02	中		
	施道-10	10#施工道路	AK31+100~AK34+837	1.94	87.7	700.0	730.0	30.0	18.89	221.2	7.38	2.77	中		
	施道-11	11#施工道路	AK34+837~AK41+195	3.30	123.4	600.0	625.0	25.0	11.45	267.1	13.15	4.71	中		
	施道-12	12#施工道路	AK41+195~AK45+300	2.13	92.6	550.0	575.0	25.0	15.11	229.8	15.61	3.04	中		
	施道-13	13#施工道路	AK45+300~AK49+450	2.16	129.4	550.0	575.0	25.0	10.93	166.6	5.73	3.08	中		
	施道-14	14#施工道路	AK49+450~AK55+575	3.18	66.5	525.0	550.0	25.0	20.59	477.6	28.19	4.54	中		
	施道-15	15#施工道路	AK55+575~AK58+342	1.44	87.2	775.0	800.0	25.0	16.00	164.6	3.79	2.05	中		
	施道-16	16#施工道路	AK58+342~AK65+601	3.77	70.6	600.0	625.0	25.0	19.51	533.9	36.16	5.38	中		
	施道-17	17#施工道路	AK65+601~AK73+500	4.10	59.7	550.0	575.0	25.0	22.72	687.0	34.04	5.86	中		
	施道-18	18#施工道路	AK73+500~AK77+510	2.08	93.6	550.0	575.0	25.0	14.95	222.1	10.44	2.97	中		
	施道-19	19#施工道路	AK77+510~AK79+920	1.38	68.3	625.0	650.0	25.0	20.10	202.6	2.66	1.98	中		
绵阳市梓潼县	施道-20	20#施工道路	AK79+920~AK85+543	2.49	116.1	575.0	600.0	25.0	12.16	214.7	4.20	3.98	中		
	施道-21	21#施工道路	AK85+543~AK90+700	2.67	84.1	500.0	525.0	25.0	16.55	317.9	12.47	3.82	中		
	施道-22	22#施工道路	AK90+700~AK95+705	2.60	57.9	520.0	540.0	20.0	19.06	448.8	20.99	3.71	中		
	施道-23	23#施工道路	AK95+705~AK102+960	3.12	86.8	540.0	560.0	20.0	12.97	359.0	11.39	5.38	中		
	施道-24	24#施工道路	AK102+960~AK109+734	2.86	122.9	525.0	550.0	25.0	11.50	233.1	6.99	5.02	中		
绵阳市游仙区	施道-25	25#施工道路	AK109+734~AK111+730	2.55	82.8	525.0	550.0	25.0	16.81	307.5	11.65	3.64	中		
	施道-26	26#施工道路	AK111+730~AK119+000	2.92	68.8	500.0	520.0	20.0	16.21	424.0	10.00	3.23	中		
	施道-27	27#施工道路	AK119+000~AK123+818	3.36	69.5	500.0	520.0	20.0	16.06	484.0	15.12	3.57	中		

(12) 表土临时堆放场区扰动单元的划分

本项目表土临时堆放场区为满足施工要求，分布较为零散，彼此在空间上不相连；根据扰动单元划分原则以及本报告前文所述

说明要求，结合本项目实际勘察和地形图资料，将本项目表土临时堆放场区划分为 19 个扰动单元，均属于上方有来水工程堆积体土壤流失类型。各扰动单元面积、坡长、坡度、汇水面积等具体情况详见表 4.3-14。

表 4.3-14 表土临时堆放场区扰动单元基本情况一览表

区县	扰动单元编号	部位	桩号	基本情况										土壤流失类型划分	
				面积 (hm ²)	坡长 (m)	起点高程 (m)	高点高程 (m)	高度 (m)	坡度 (°)	平均宽度 (m)	汇水面积 (hm ²)	堆土量 (万 m ³)	规模	二级分类	三级分类
广元市昭化区	表-1	1#表土临时堆场	AK6+000 左	1.02	43.1	640.0	645.0	5.0	6.61	236.4	14.24	3.07	中	工程堆积体	上方有来水 工程堆积体
广元市剑阁县	表-2	2#表土临时堆场	AK21+200 右	0.04	18.3	580.0	584.5	4.5	13.81	21.8	0.98	0.13	小		
	表-3	3#表土临时堆场	AK23+400 右	0.12	29.8	620.0	625.0	5.0	9.52	40.2	2.98	0.37	小		
	表-4	4#表土临时堆场	AK22+900	0.68	36.2	740.0	747.5	7.5	11.70	187.8	17.10	2.04	中		
	表-5	5#表土临时堆场	AK26+200 右	0.10	30.2	660.0	665.0	5.0	9.41	33.1	1.50	0.30	小		
	表-6	6#表土临时堆场	AK27+000	0.44	58.8	666.0	672.5	6.5	6.31	74.8	4.58	1.33	中		
	表-7	7#表土临时堆场	AK31+600	0.23	34.4	765.0	770.0	5.0	8.26	66.8	4.75	0.68	小		
	表-8	8#表土临时堆场	AK33+200	0.24	33.5	730.0	735.0	5.0	8.48	71.6	6.67	0.73	小		
	表-9	9#表土临时堆场	AK33+130 左	0.14	25.3	696.0	700.0	4.0	8.98	55.3	2.60	0.42	小		
	表-10	10#表土临时堆场	AK39+900	0.22	27.7	580.0	585.0	5.0	10.22	79.3	4.36	0.67	小		
	表-11	11#表土临时堆场	AK42+150 右	0.27	35.3	610.0	620.0	10.0	15.80	76.4	3.91	0.81	小		
	表-12	12#表土临时堆场	AK56+500 右	0.10	24.7	675.0	678.0	3.0	6.93	40.5	2.13	0.31	小		
	表-13	13#表土临时堆场	AK63+500	0.54	33.8	501.0	505.0	4.0	6.75	159.8	9.04	1.61	中		
	表-14	14#表土临时堆场	AK70+750	0.43	24.7	501.0	505.0	4.0	9.21	174.4	10.46	1.29	中		
	表-15	15#表土临时堆场	AK76+050 右	0.46	51.9	495.0	499.0	4.0	4.40	88.5	4.33	1.38	中		
	表-16	16#表土临时堆场	AK78+500 左	0.17	37.1	555.0	560.0	5.0	7.68	45.9	1.41	0.51	小		
	绵阳市梓潼县	表-17	17#表土临时堆场	AK88+100 左	0.45	59.0	500.0	508.0	8.0	7.72	76.2	1.45	1.34		
绵阳市游仙区	表-18	18#表土临时堆场	AK93+800	0.22	28.1	516.0	517.0	1.0	2.03	78.2	2.39	0.66	小		
	表-19	19#表土临时堆场	AK116+000 右	0.76	49.8	479.0	480.0	1.0	1.15	152.6	3.96	2.28	中		

(三) 计算单元的确定

扰动单元确定后,根据导则要求,应当确定典型扰动单元、现场查勘、划分计算单元。确定典型扰动单元和现场查勘的目的都是为了划分计算单元,采集相关信息,方便后续计算;参考《新建成都至贵阳铁路乐山至贵阳段水土保持方案变更报告书》,结合项目实际情况,本方案认为,由于本项目不同扰动单元之间坡长、坡度、宽度、上游汇水面积差异巨大,抽样选取的典型扰动单元难以准确计算本项目的土壤流失量,因此,本方案拟对上述划分的扰动单元全部确定为计算单元,分别进行计算土壤流失量。

(四) 施工期土壤流失量的测算

(1) 路基工程区

路基工程区土壤流失量需用上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》,计算上方有来水工程开挖面土壤流失类型时,需先根据相关参数对计算单元进行上方无来水工程开挖面土壤流失量的计算。

上方无来水工程开挖面土壤流失量计算公式如下:

$$M_{kw} = R G_{kw} L_{kw} S_{kw} A$$

式中: M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t;

R ——降雨侵蚀力因子, $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$; 根据导则说明,本方案拟按照多年平均降雨侵蚀力因子 R_d 计算, $R_d = 0.067 p_d^{1.627}$; 其中: p_d 为多年平均降雨量(昭化区 945.3mm, 剑阁县 1039.4mm, 梓潼县 902.4mm, 游仙区 969.6mm);

G_{kw} ——上方无来水工程开挖面土石质因子, $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$; 根据导则 7.2.2 小节, $G_{kw} = 0.004 e^{4.28 SIL(1-CLA)/\rho}$, 其中: SIL 为粉粒含量, 取 0.4; CLA 为粘粒含量, 取 0.2; 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 1.4;

L_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲; 根据导则 7.2.3 小节, $L_{kw} = (\lambda/5)^{-0.57}$, 其中: λ 为计算单元水平投影坡长度, m;

S_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲; 根据导则 7.2.4 小节, $S_{kw} = 0.80\sin\theta + 0.38$, 其中: θ 为计算单元坡度, $^\circ$;

A ——计算单元的水平投影面积, hm^2 ;

上方有来水工程开挖面土壤流失量按照如下公式计算:

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

式中： M_{ky} ——上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量，t；

F_{ky} ——上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子，MJ / hm²；根据导则 7.3.2 小节， $F_{ky} = 10000W^{0.95}$ ，其中 W 为上方单宽次来水量，根据汇水面积内 50 年一遇最大 1 小时降雨量与计算单元平均宽度相除求得；

G_{ky} ——上方有来水工程开挖面土石质因子，t·hm² / (hm²·MJ)；根据导则 7.3.2 小节， $G_{kw} = 0.004 e^{1.86 SIL(1-CLA)/\rho}$ ，其中： SIL 为粉粒含量，取 0.4； CLA 为粘粒含量，取 0.2； ρ 为土体密度，g/cm³，根据查阅相关文献资料，本方案取项目区平均值 1.4；

L_{ky} ——上方无来水工程开挖面坡长因子，无量纲；根据导则 7.3.4 小节， $L_{ky} = (\lambda/5)^{-0.73}$ ，其中： λ 为计算单元水平投影坡长度，m；

S_{ky} ——上方无来水工程开挖面坡度因子，无量纲；根据导则 7.3.5 小节， $S_{kw} = 1.18\sin\theta + 0.10$ ，其中： θ 为计算单元坡度，°；

A ——计算单元的水平投影面积，hm²；

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量，t；需根据前面公式计算得到相应数值。

在施工期间，本项目路基工程区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-15。

表 4.3-15 路基工程区施工期水土流失量计算表

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	
路-1	0.4	0.2	1.4	70.69	74.3	7.67	4648.65	0.0106	0.2148	0.4867	4.29	20.07	571319.14	0.0061	0.1395	0.2574	560.69
路-2	0.4	0.2	1.4	144.99	83.7	13.44	4648.65	0.0106	0.2006	0.5659	3.37	17.12	1130474.23	0.0061	0.1278	0.3742	1133.65
路-3	0.4	0.2	1.4	83.24	63.2	13.35	4648.65	0.0106	0.2355	0.5647	3.72	22.16	667327.05	0.0061	0.1569	0.3724	913.34
路-4	0.4	0.2	1.4	76.01	58.3	30.97	4648.65	0.0106	0.2465	0.7916	3.22	28.15	612119.54	0.0061	0.1664	0.7072	1451.67
路-5	0.4	0.2	1.4	182.66	57.9	19.05	4648.65	0.0106	0.2475	0.6411	1.65	11.73	1407880.85	0.0061	0.1673	0.4851	1168.12
路-6	0.4	0.2	1.4	182.34	54.2	24.75	4648.65	0.0106	0.2570	0.7149	4.13	33.92	1405507.16	0.0061	0.1755	0.5939	3736.18
路-7	0.4	0.2	1.4	182.01	79.8	14.74	4648.65	0.0106	0.2062	0.5836	14.57	78.46	1403133.27	0.0061	0.1324	0.4003	6715.70
路-8	0.4	0.2	1.4	24.86	59.0	16.97	4648.65	0.0106	0.2449	0.6134	2.69	18.11	211725.14	0.0061	0.1650	0.4443	275.85
路-9	0.4	0.2	1.4	55.29	42.4	25.28	4648.65	0.0106	0.2959	0.7216	5.52	52.77	452374.85	0.0061	0.2102	0.6039	1999.22
路-10	0.4	0.2	1.4	54.75	62.5	13.49	4648.65	0.0106	0.2370	0.5667	8.15	48.99	448174.27	0.0061	0.1582	0.3753	1381.75
路-11	0.4	0.2	1.4	54.32	64.2	14.00	4648.65	0.0106	0.2335	0.5736	8.13	48.76	444812.32	0.0061	0.1552	0.3856	1379.04
路-12	0.4	0.2	1.4	21.33	50.6	20.60	5424.76	0.0106	0.2675	0.6614	1.87	15.64	183077.69	0.0061	0.1847	0.5151	218.40
路-13	0.4	0.2	1.4	87.07	53.1	20.63	5424.76	0.0106	0.2600	0.6618	5.72	46.51	696424.17	0.0061	0.1781	0.5157	2294.77
路-14	0.4	0.2	1.4	86.74	70.8	18.00	5424.76	0.0106	0.2208	0.6273	10.21	66.89	693934.98	0.0061	0.1445	0.4647	2994.33
路-15	0.4	0.2	1.4	86.74	85.0	16.39	5424.76	0.0106	0.1989	0.6058	4.37	24.91	693934.98	0.0061	0.1264	0.4330	1046.99
路-16	0.4	0.2	1.4	91.36	75.0	21.80	5424.76	0.0106	0.2136	0.6770	1.43	9.79	729010.66	0.0061	0.1385	0.5381	488.01
路-17	0.4	0.2	1.4	20.34	62.0	23.55	5424.76	0.0106	0.2382	0.6996	6.98	55.02	174980.77	0.0061	0.1592	0.5715	747.56
路-18	0.4	0.2	1.4	48.73	76.6	18.08	5424.76	0.0106	0.2111	0.6283	5.66	35.52	401229.14	0.0061	0.1364	0.4663	927.93
路-19	0.4	0.2	1.4	37.99	73.2	19.56	5424.76	0.0106	0.2166	0.6478	3.40	22.54	316758.97	0.0061	0.1410	0.4950	487.06
路-20	0.4	0.2	1.4	38.54	96.0	18.44	5424.76	0.0106	0.1856	0.6330	10.42	57.89	321081.30	0.0061	0.1157	0.4732	1191.60
路-21	0.4	0.2	1.4	30.08	84.9	16.41	5424.76	0.0106	0.1991	0.6061	2.72	15.53	253724.93	0.0061	0.1265	0.4334	250.77
路-22	0.4	0.2	1.4	30.52	63.5	17.49	5424.76	0.0106	0.2349	0.6204	1.63	11.25	257223.40	0.0061	0.1564	0.4546	196.55
路-23	0.4	0.2	1.4	42.96	76.7	15.32	5424.76	0.0106	0.2110	0.5914	2.16	12.74	355935.01	0.0061	0.1363	0.4118	279.64
路-24	0.4	0.2	1.4	72.41	82.3	12.34	5424.76	0.0106	0.2026	0.5510	4.43	23.36	584500.88	0.0061	0.1294	0.3522	750.27
路-25	0.4	0.2	1.4	56.25	100.0	14.90	5424.76	0.0106	0.1813	0.5857	5.99	30.07	459882.59	0.0061	0.1123	0.4034	799.89
路-26	0.4	0.2	1.4	57.45	87.5	15.94	5424.76	0.0106	0.1956	0.5998	9.42	52.23	469141.81	0.0061	0.1238	0.4242	1482.53
路-27	0.4	0.2	1.4	64.44	57.7	19.11	5424.76	0.0106	0.2480	0.6419	5.25	39.55	523204.40	0.0061	0.1677	0.4863	1420.27
路-28	0.4	0.2	1.4	67.93	71.7	15.59	4310.32	0.0106	0.2192	0.5950	5.98	37.45	550158.94	0.0061	0.1432	0.4171	1237.06
路-29	0.4	0.2	1.4	67.62	90.1	15.51	4310.32	0.0106	0.1925	0.5940	5.32	29.19	547734.18	0.0061	0.1212	0.4156	925.18
路-30	0.4	0.2	1.4	67.62	78.6	20.88	4310.32	0.0106	0.2079	0.6651	2.14	14.22	547734.18	0.0061	0.1338	0.5206	513.31
路-31	0.4	0.2	1.4	67.30	91.9	15.22	4310.32	0.0106	0.1902	0.5900	5.11	27.55	545308.86	0.0061	0.1194	0.4097	860.09
路-32	0.4	0.2	1.4	67.09	70.0	19.66	4310.32	0.0106	0.2223	0.6492	1.75	12.16	543691.66	0.0061	0.1457	0.4971	434.32
路-33	0.4	0.2	1.4	66.88	68.3	17.85	4310.32	0.0106	0.2253	0.6252	1.69	11.42	542074.21	0.0061	0.1483	0.4617	394.10
路-34	0.4	0.2	1.4	66.67	79.7	16.10	4310.32	0.0106	0.2064	0.6019	1.66	9.91	540456.50	0.0061	0.1325	0.4273	320.41

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	M _{ky}
路-35	0.4	0.2	1.4	66.46	45.2	18.36	4310.32	0.0106	0.2851	0.6320	1.00	8.70	538838.54	0.0061	0.2005	0.4717	321.59
路-36	0.4	0.2	1.4	66.25	64.5	14.77	4310.32	0.0106	0.2329	0.5840	2.57	16.82	537220.33	0.0061	0.1547	0.4009	540.89
路-37	0.4	0.2	1.4	66.04	67.5	16.50	4310.32	0.0106	0.2268	0.6073	1.67	11.04	535601.85	0.0061	0.1496	0.4352	366.27
路-38	0.4	0.2	1.4	65.83	78.7	15.61	4310.32	0.0106	0.2078	0.5953	3.39	20.13	533983.12	0.0061	0.1337	0.4175	637.08
路-39	0.4	0.2	1.4	65.62	62.6	17.72	4310.32	0.0106	0.2368	0.6235	5.42	38.46	532364.14	0.0061	0.1580	0.4591	1318.28
路-40	0.4	0.2	1.4	30.05	52.2	16.04	4310.32	0.0106	0.2627	0.6010	4.23	32.08	253505.83	0.0061	0.1805	0.4260	535.01
路-41	0.4	0.2	1.4	29.32	82.7	13.59	4310.32	0.0106	0.2020	0.5680	1.77	9.78	247626.48	0.0061	0.1289	0.3773	140.10
路-42	0.4	0.2	1.4	28.77	92.4	15.14	4310.32	0.0106	0.1897	0.5889	5.14	27.56	243234.92	0.0061	0.1189	0.4082	397.38
路-43	0.4	0.2	1.4	28.04	76.9	18.01	4310.32	0.0106	0.2106	0.6274	9.32	59.19	237325.69	0.0061	0.1360	0.4649	912.59
路-44	0.4	0.2	1.4	42.35	72.5	19.03	4310.32	0.0106	0.2178	0.6408	13.14	88.10	351164.41	0.0061	0.1420	0.4847	2026.95
路-45	0.4	0.2	1.4	41.93	59.4	14.17	4310.32	0.0106	0.2440	0.5758	23.87	161.11	347853.65	0.0061	0.1642	0.3889	3397.59
路-46	0.4	0.2	1.4	41.51	57.4	14.63	4310.32	0.0106	0.2487	0.5821	3.51	24.45	344541.24	0.0061	0.1683	0.3981	519.78
路-47	0.4	0.2	1.4	41.19	54.6	15.35	4310.32	0.0106	0.2559	0.5918	5.42	39.40	342055.83	0.0061	0.1745	0.4123	853.27
路-48	0.4	0.2	1.4	31.44	73.8	9.98	4844.63	0.0106	0.2155	0.5187	0.92	4.86	264578.23	0.0061	0.1401	0.3046	68.67
路-49	0.4	0.2	1.4	31.65	76.0	8.97	4844.63	0.0106	0.2120	0.5048	28.88	146.42	266295.93	0.0061	0.1372	0.2841	1993.29
路-50	0.4	0.2	1.4	31.22	58.7	9.67	4844.63	0.0106	0.2457	0.5144	5.41	32.42	262859.95	0.0061	0.1657	0.2983	465.80
路-51	0.4	0.2	1.4	30.79	57.2	7.96	4844.63	0.0106	0.2493	0.4908	6.16	35.70	259421.61	0.0061	0.1688	0.2635	473.71
路-52	0.4	0.2	1.4	30.15	85.5	6.01	4844.63	0.0106	0.1982	0.4637	11.05	48.11	254259.59	0.0061	0.1259	0.2235	536.01
合计																	56480.51

根据上表，在施工期间，本项目路基工程区年平均土壤流失量为 5.65 万 t。

(2) 桥涵工程区

桥涵工程区土壤流失量需用上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。相关公式不再赘述。在施工期间，本项目桥涵工程区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-16。

表 4.3-16 桥涵工程区施工期水土流失量计算表

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	M _{ky}
桥-1	0.4	0.2	1.4	65.07	100.0	23.42	4648.65	0.0106	0.1813	0.6979	2.68	16.77	528075.36	0.0061	0.1123	0.5690	569.90
桥-2	0.4	0.2	1.4	61.54	100.0	26.56	4648.65	0.0106	0.1813	0.7377	1.57	10.36	500871.78	0.0061	0.1123	0.6276	348.59
桥-3	0.4	0.2	1.4	55.45	100.0	21.68	4648.65	0.0106	0.1813	0.6755	2.20	13.33	453652.05	0.0061	0.1123	0.5359	380.90
桥-4	0.4	0.2	1.4	67.61	59.6	33.85	4648.65	0.0106	0.2434	0.8256	0.78	7.71	547645.97	0.0061	0.1637	0.7572	330.15

桥-5	0.4	0.2	1.4	67.04	47.0	35.00	4648.65	0.0106	0.2787	0.8389	0.57	6.54	543279.65	0.0061	0.1947	0.7768	291.05
桥-6	0.4	0.2	1.4	109.56	66.2	16.81	4648.65	0.0106	0.2293	0.6113	0.47	3.25	866338.35	0.0061	0.1517	0.4412	169.70
桥-7	0.4	0.2	1.4	106.14	97.0	16.10	4648.65	0.0106	0.1845	0.6019	0.71	3.90	840598.61	0.0061	0.1148	0.4273	183.21
桥-8	0.4	0.2	1.4	90.22	38.7	21.18	4648.65	0.0106	0.3114	0.6691	0.68	6.97	720338.54	0.0061	0.2245	0.5264	359.13
桥-9	0.4	0.2	1.4	69.92	92.5	13.96	4648.65	0.0106	0.1895	0.5730	2.22	11.93	565422.73	0.0061	0.1188	0.3846	363.22
桥-10	0.4	0.2	1.4	24.08	95.2	17.49	4648.65	0.0106	0.1864	0.6204	2.37	13.58	205383.54	0.0061	0.1164	0.4546	171.36
桥-11	0.4	0.2	1.4	47.69	100.0	24.51	4648.65	0.0106	0.1813	0.7119	2.36	15.04	393069.73	0.0061	0.1123	0.5896	390.17
桥-12	0.4	0.2	1.4	45.30	43.1	24.88	4648.65	0.0106	0.2929	0.7166	1.27	13.17	374375.16	0.0061	0.2075	0.5965	372.97
桥-13	0.4	0.2	1.4	22.65	33.2	19.87	4648.65	0.0106	0.3398	0.6518	0.16	1.74	193788.74	0.0061	0.2510	0.5010	25.40
桥-14	0.4	0.2	1.4	20.73	100.0	21.42	4648.65	0.0106	0.1813	0.6721	2.63	15.82	178107.10	0.0061	0.1123	0.5309	186.36
桥-15	0.4	0.2	1.4	79.50	64.0	22.11	5424.76	0.0106	0.2338	0.6811	0.59	5.46	638801.78	0.0061	0.1555	0.5442	201.75
桥-16	0.4	0.2	1.4	37.71	100.0	10.84	5424.76	0.0106	0.1813	0.5305	1.37	7.60	314501.48	0.0061	0.1123	0.3219	102.87
桥-17	0.4	0.2	1.4	16.00	100.0	12.41	5424.76	0.0106	0.1813	0.5519	3.29	19.01	139297.60	0.0061	0.1123	0.3536	130.37
桥-18	0.4	0.2	1.4	11.18	100.0	15.45	5424.76	0.0106	0.1813	0.5931	1.68	10.45	99110.35	0.0061	0.1123	0.4143	57.95
桥-19	0.4	0.2	1.4	50.86	100.0	12.75	5424.76	0.0106	0.1813	0.5566	0.99	5.79	417919.01	0.0061	0.1123	0.3604	108.60
桥-20	0.4	0.2	1.4	42.64	25.5	21.45	5424.76	0.0106	0.3955	0.6725	0.33	5.08	353467.50	0.0061	0.3048	0.5314	121.13
桥-21	0.4	0.2	1.4	52.24	100.0	23.15	5424.76	0.0106	0.1813	0.6945	2.17	15.80	428664.50	0.0061	0.1123	0.5639	376.70
桥-22	0.4	0.2	1.4	58.77	100.0	16.90	5424.76	0.0106	0.1813	0.6126	1.48	9.47	479415.88	0.0061	0.1123	0.4431	224.95
桥-23	0.4	0.2	1.4	41.25	100.0	13.56	5424.76	0.0106	0.1813	0.5675	2.37	14.06	342479.38	0.0061	0.1123	0.3766	223.74
桥-24	0.4	0.2	1.4	54.82	100.0	20.08	5424.76	0.0106	0.1813	0.6546	1.02	7.00	448722.21	0.0061	0.1123	0.5051	165.99
桥-25	0.4	0.2	1.4	12.21	100.0	12.67	5424.76	0.0106	0.1813	0.5555	2.56	14.90	107704.54	0.0061	0.1123	0.3588	82.95
桥-26	0.4	0.2	1.4	28.32	100.0	15.39	5424.76	0.0106	0.1813	0.5923	5.12	31.73	239627.85	0.0061	0.1123	0.4132	379.95
桥-27	0.4	0.2	1.4	28.69	81.9	19.50	5424.76	0.0106	0.2032	0.6470	0.54	4.08	242564.28	0.0061	0.1299	0.4939	55.33
桥-28	0.4	0.2	1.4	14.27	39.9	24.28	5424.76	0.0106	0.3061	0.7090	0.26	3.28	124904.25	0.0061	0.2196	0.5852	29.03
桥-29	0.4	0.2	1.4	8.94	100.0	18.08	5424.76	0.0106	0.1813	0.6282	0.84	5.53	80160.08	0.0061	0.1123	0.4661	27.14
桥-30	0.4	0.2	1.4	14.94	100.0	16.99	5424.76	0.0106	0.1813	0.6138	4.36	27.99	130465.40	0.0061	0.1123	0.4449	201.72
桥-31	0.4	0.2	1.4	22.40	100.0	20.78	5424.76	0.0106	0.1813	0.6639	3.57	24.81	191760.80	0.0061	0.1123	0.5187	268.79
桥-32	0.4	0.2	1.4	21.99	100.0	16.94	5424.76	0.0106	0.1813	0.6131	3.48	22.33	188429.56	0.0061	0.1123	0.4438	222.33
桥-33	0.4	0.2	1.4	22.89	100.0	21.89	5424.76	0.0106	0.1813	0.6783	1.19	8.47	195712.55	0.0061	0.1123	0.5400	95.14
桥-34	0.4	0.2	1.4	18.47	100.0	18.79	5424.76	0.0106	0.1813	0.6376	1.16	7.73	159638.83	0.0061	0.1123	0.4800	68.75
桥-35	0.4	0.2	1.4	26.83	100.0	17.61	5424.76	0.0106	0.1813	0.6221	3.90	25.35	227646.71	0.0061	0.1123	0.4570	303.76
桥-36	0.4	0.2	1.4	20.80	100.0	19.14	5424.76	0.0106	0.1813	0.6423	2.88	19.36	178689.07	0.0061	0.1123	0.4868	191.52
桥-37	0.4	0.2	1.4	25.60	100.0	19.48	5424.76	0.0106	0.1813	0.6468	2.54	17.19	217706.54	0.0061	0.1123	0.4935	204.59
桥-38	0.4	0.2	1.4	41.90	100.0	18.52	5424.76	0.0106	0.1813	0.6341	1.99	13.22	347583.61	0.0061	0.1123	0.4748	239.18
桥-39	0.4	0.2	1.4	32.47	100.0	19.42	5424.76	0.0106	0.1813	0.6460	1.44	9.70	272832.37	0.0061	0.1123	0.4924	142.15
桥-40	0.4	0.2	1.4	32.70	100.0	19.36	5424.76	0.0106	0.1813	0.6452	2.61	17.61	274657.71	0.0061	0.1123	0.4912	259.32
桥-41	0.4	0.2	1.4	32.70	100.0	21.10	5424.76	0.0106	0.1813	0.6680	1.92	13.43	274657.71	0.0061	0.1123	0.5247	203.69

桥-42	0.4	0.2	1.4	33.39	100.0	17.04	5424.76	0.0106	0.1813	0.6144	2.36	15.20	280187.63	0.0061	0.1123	0.4458	217.99
桥-43	0.4	0.2	1.4	25.74	100.0	18.70	5424.76	0.0106	0.1813	0.6365	5.54	36.91	218785.57	0.0061	0.1123	0.4784	435.30
桥-44	0.4	0.2	1.4	25.74	100.0	19.99	5424.76	0.0106	0.1813	0.6535	0.99	6.79	218785.57	0.0061	0.1123	0.5034	81.97
桥-45	0.4	0.2	1.4	19.95	60.4	20.02	5424.76	0.0106	0.2417	0.6539	0.40	3.62	171733.60	0.0061	0.1623	0.5040	37.72
桥-46	0.4	0.2	1.4	29.40	100.0	22.61	5424.76	0.0106	0.1813	0.6876	3.42	24.58	248283.55	0.0061	0.1123	0.5537	347.17
桥-47	0.4	0.2	1.4	21.92	100.0	21.94	4310.32	0.0106	0.1813	0.6789	1.95	11.00	187860.92	0.0061	0.1123	0.5408	147.05
桥-48	0.4	0.2	1.4	16.99	100.0	20.39	4310.32	0.0106	0.1813	0.6587	1.13	6.20	147459.60	0.0061	0.1123	0.5111	64.79
桥-49	0.4	0.2	1.4	13.17	100.0	23.73	4310.32	0.0106	0.1813	0.7020	1.86	10.85	115746.98	0.0061	0.1123	0.5749	95.86
桥-50	0.4	0.2	1.4	13.52	100.0	21.40	4310.32	0.0106	0.1813	0.6718	1.09	6.11	118705.75	0.0061	0.1123	0.5305	53.45
桥-51	0.4	0.2	1.4	10.48	100.0	20.04	4310.32	0.0106	0.1813	0.6542	1.75	9.50	93176.93	0.0061	0.1123	0.5044	65.86
桥-52	0.4	0.2	1.4	8.12	100.0	16.86	4310.32	0.0106	0.1813	0.6121	2.09	10.62	73138.32	0.0061	0.1123	0.4423	57.01
桥-53	0.4	0.2	1.4	11.17	100.0	16.63	4310.32	0.0106	0.1813	0.6089	0.81	4.12	98976.61	0.0061	0.1123	0.4376	28.35
桥-54	0.4	0.2	1.4	8.65	100.0	15.88	4310.32	0.0106	0.1813	0.5989	1.30	6.48	77690.73	0.0061	0.1123	0.4229	35.83
桥-55	0.4	0.2	1.4	6.71	71.4	12.63	4310.32	0.0106	0.2197	0.5549	0.47	2.62	60982.58	0.0061	0.1436	0.3580	11.62
桥-56	0.4	0.2	1.4	11.91	100.0	16.53	4310.32	0.0106	0.1813	0.6077	2.28	11.50	105182.68	0.0061	0.1123	0.4358	83.14
桥-57	0.4	0.2	1.4	17.47	100.0	17.61	4310.32	0.0106	0.1813	0.6221	4.86	25.13	151402.41	0.0061	0.1123	0.4570	256.13
桥-58	0.4	0.2	1.4	13.54	100.0	16.18	4310.32	0.0106	0.1813	0.6030	1.81	9.10	118841.85	0.0061	0.1123	0.4289	72.64
桥-59	0.4	0.2	1.4	10.49	81.9	13.06	4310.32	0.0106	0.2032	0.5608	0.54	2.81	93283.75	0.0061	0.1299	0.3667	17.44
桥-60	0.4	0.2	1.4	8.13	48.3	18.33	4310.32	0.0106	0.2745	0.6316	0.32	2.52	73222.18	0.0061	0.1910	0.4711	15.32
桥-61	0.4	0.2	1.4	13.54	100.0	16.81	4310.32	0.0106	0.1813	0.6113	1.85	9.40	118841.85	0.0061	0.1123	0.4412	76.01
桥-62	0.4	0.2	1.4	10.49	100.0	17.27	4310.32	0.0106	0.1813	0.6175	2.78	14.26	93283.75	0.0061	0.1123	0.4503	94.41
桥-63	0.4	0.2	1.4	8.05	100.0	18.30	4310.32	0.0106	0.1813	0.6312	2.04	10.69	72548.02	0.0061	0.1123	0.4705	58.46
桥-64	0.4	0.2	1.4	10.49	100.0	19.78	4310.32	0.0106	0.1813	0.6508	1.97	10.65	93283.75	0.0061	0.1123	0.4994	73.64
桥-65	0.4	0.2	1.4	8.13	100.0	23.30	4310.32	0.0106	0.1813	0.6964	1.24	7.19	73222.18	0.0061	0.1123	0.5667	42.59
桥-66	0.4	0.2	1.4	19.45	100.0	17.60	4310.32	0.0106	0.1813	0.6218	0.88	4.57	167693.88	0.0061	0.1123	0.4567	51.04
桥-67	0.4	0.2	1.4	30.50	100.0	16.18	4310.32	0.0106	0.1813	0.6029	0.88	4.43	257105.28	0.0061	0.1123	0.4288	71.33
桥-68	0.4	0.2	1.4	29.87	100.0	13.93	4310.32	0.0106	0.1813	0.5726	2.05	9.74	252055.62	0.0061	0.1123	0.3841	145.79
桥-69	0.4	0.2	1.4	29.48	39.9	16.74	4310.32	0.0106	0.3061	0.6104	0.26	2.25	248896.88	0.0061	0.2196	0.4398	40.81
桥-70	0.4	0.2	1.4	22.66	39.9	15.41	4310.32	0.0106	0.3061	0.5926	0.22	1.81	193856.12	0.0061	0.2196	0.4136	25.22
桥-71	0.4	0.2	1.4	22.77	100.0	12.06	4844.63	0.0106	0.1813	0.5472	1.39	7.13	194767.15	0.0061	0.1123	0.3466	71.76
桥-72	0.4	0.2	1.4	22.61	100.0	11.57	4844.63	0.0106	0.1813	0.5404	2.24	11.33	193457.48	0.0061	0.1123	0.3366	111.72
桥-73	0.4	0.2	1.4	22.69	100.0	10.95	4844.63	0.0106	0.1813	0.5319	1.69	8.41	194112.37	0.0061	0.1123	0.3241	81.54
桥-74	0.4	0.2	1.4	19.37	93.2	9.74	4844.63	0.0106	0.1887	0.5153	1.02	5.12	166990.18	0.0061	0.1182	0.2996	42.05
桥-75	0.4	0.2	1.4	19.25	100.0	8.92	4844.63	0.0106	0.1813	0.5041	2.66	12.52	166049.49	0.0061	0.1123	0.2830	98.35
桥-76	0.4	0.2	1.4	15.11	36.2	7.86	4844.63	0.0106	0.3234	0.4894	0.24	1.94	131898.61	0.0061	0.2356	0.2613	13.77
桥-77	0.4	0.2	1.4	11.71	100.0	5.09	4844.63	0.0106	0.1813	0.4509	1.39	5.87	103532.53	0.0061	0.1123	0.2046	26.15
合计																	12080.79

根据上表，在施工期间，本项目桥涵工程区年平均土壤流失量为 1.21 万 t。

(3) 隧道工程区

隧道工程区土壤流失量需用上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。相关公式不再赘述。在施工期间，本项目隧道工程区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-17。

表 4.3-17 隧道工程区施工期水土流失量计算表

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	
隧-1	0.4	0.2	1.4	128.83	100.0	7.47	4648.65	0.0106	0.1813	0.4840	0.54	2.32	1010452.09	0.0061	0.1123	0.2533	96.41
隧-2	0.4	0.2	1.4	67.91	100.0	21.03	4648.65	0.0106	0.1813	0.6671	0.54	3.20	549993.49	0.0061	0.1123	0.5235	109.02
隧-3	0.4	0.2	1.4	76.19	100.0	23.59	4648.65	0.0106	0.1813	0.7002	0.54	3.36	613491.18	0.0061	0.1123	0.5722	132.38
隧-4	0.4	0.2	1.4	114.13	100.0	17.30	4648.65	0.0106	0.1813	0.6179	0.54	2.96	900595.70	0.0061	0.1123	0.4508	152.19
隧-5	0.4	0.2	1.4	14.86	60.8	29.91	4648.65	0.0106	0.2407	0.7789	0.52	4.77	129875.24	0.0061	0.1613	0.6884	50.23
隧-6	0.4	0.2	1.4	34.55	100.0	16.60	4648.65	0.0106	0.1813	0.6086	0.52	2.81	289457.28	0.0061	0.1123	0.4372	47.58
隧-7	0.4	0.2	1.4	45.04	60.0	18.43	5424.76	0.0106	0.2425	0.6329	0.54	4.74	372305.31	0.0061	0.1630	0.4730	98.69
隧-8	0.4	0.2	1.4	82.82	76.6	14.63	5424.76	0.0106	0.2111	0.5821	0.54	3.79	664061.72	0.0061	0.1364	0.3981	121.82
隧-9	0.4	0.2	1.4	80.76	88.4	15.79	5424.76	0.0106	0.1945	0.5977	0.54	3.59	648411.74	0.0061	0.1228	0.4211	113.37
隧-10	0.4	0.2	1.4	39.28	100.0	9.84	5424.76	0.0106	0.1813	0.5168	0.54	2.89	326937.72	0.0061	0.1123	0.3017	39.15
隧-11	0.4	0.2	1.4	9.47	82.5	13.63	5424.76	0.0106	0.2023	0.5685	0.52	3.44	84636.29	0.0061	0.1292	0.3780	16.56
隧-12	0.4	0.2	1.4	13.33	100.0	9.79	5424.76	0.0106	0.1813	0.5161	0.52	2.80	117144.38	0.0061	0.1123	0.3007	15.36
隧-13	0.4	0.2	1.4	23.30	68.3	16.32	5424.76	0.0106	0.2253	0.6048	0.54	4.21	199039.76	0.0061	0.1483	0.4316	45.92
隧-14	0.4	0.2	1.4	33.39	100.0	7.47	5424.76	0.0106	0.1813	0.4840	0.54	2.71	280192.45	0.0061	0.1123	0.2534	28.81
隧-15	0.4	0.2	1.4	52.98	65.0	21.05	5424.76	0.0106	0.2319	0.6674	0.54	4.78	434444.66	0.0061	0.1538	0.5238	119.39
隧-16	0.4	0.2	1.4	44.42	100.0	13.40	5424.76	0.0106	0.1813	0.5654	0.54	3.17	367444.55	0.0061	0.1123	0.3735	53.61
隧-17	0.4	0.2	1.4	62.73	42.5	28.44	5424.76	0.0106	0.2954	0.7610	0.54	6.94	510056.26	0.0061	0.2098	0.6620	238.89
隧-18	0.4	0.2	1.4	54.42	55.8	19.73	5424.76	0.0106	0.2529	0.6501	0.54	5.08	445615.05	0.0061	0.1720	0.4984	130.12
隧-19	0.4	0.2	1.4	32.74	67.4	24.01	5424.76	0.0106	0.2271	0.7055	0.54	4.95	274968.16	0.0061	0.1498	0.5801	83.17
隧-20	0.4	0.2	1.4	57.10	94.9	17.54	5424.76	0.0106	0.1868	0.6211	0.54	3.58	466465.89	0.0061	0.1166	0.4556	84.71
隧-21	0.4	0.2	1.4	24.74	83.3	13.50	5424.76	0.0106	0.2012	0.5668	0.52	3.41	210730.71	0.0061	0.1283	0.3755	35.64
隧-22	0.4	0.2	1.4	12.71	100.0	11.58	5424.76	0.0106	0.1813	0.5406	0.52	2.93	111963.46	0.0061	0.1123	0.3368	16.38
隧-23	0.4	0.2	1.4	30.46	55.5	22.51	5424.76	0.0106	0.2536	0.6862	0.52	5.21	256731.10	0.0061	0.1725	0.5517	82.79
隧-24	0.4	0.2	1.4	15.34	100.0	9.73	5424.76	0.0106	0.1813	0.5153	0.52	2.80	133819.19	0.0061	0.1123	0.2995	17.08
隧-25	0.4	0.2	1.4	9.62	82.5	15.57	5424.76	0.0106	0.2023	0.5948	0.52	3.60	85881.44	0.0061	0.1292	0.4168	18.28
隧-26	0.4	0.2	1.4	16.06	100.0	8.64	5424.76	0.0106	0.1813	0.5002	0.52	2.72	139777.27	0.0061	0.1123	0.2773	16.53

隧-27	0.4	0.2	1.4	24.09	72.3	10.96	5424.76	0.0106	0.2181	0.5321	0.52	3.48	205447.58	0.0061	0.1423	0.3244	33.57
隧-28	0.4	0.2	1.4	14.49	66.6	16.72	5424.76	0.0106	0.2286	0.6101	0.52	4.18	126764.06	0.0061	0.1511	0.4394	30.89
隧-29	0.4	0.2	1.4	24.61	100.0	8.78	5424.76	0.0106	0.1813	0.5022	0.52	2.73	209681.39	0.0061	0.1123	0.2802	23.67
隧-30	0.4	0.2	1.4	19.86	63.6	25.25	5424.76	0.0106	0.2346	0.7212	0.52	5.07	171032.93	0.0061	0.1562	0.6033	56.22
隧-31	0.4	0.2	1.4	58.93	45.2	23.87	5424.76	0.0106	0.2851	0.7038	0.54	6.20	480616.89	0.0061	0.2005	0.5776	188.38
隧-32	0.4	0.2	1.4	28.85	68.8	19.96	5424.76	0.0106	0.2243	0.6530	0.54	4.52	243894.82	0.0061	0.1474	0.5027	63.70
隧-33	0.4	0.2	1.4	27.53	71.7	19.23	5424.76	0.0106	0.2192	0.6435	0.54	4.36	233245.17	0.0061	0.1432	0.4887	57.79
隧-34	0.4	0.2	1.4	45.05	100.0	16.59	5424.76	0.0106	0.1813	0.6085	0.54	3.41	372392.12	0.0061	0.1123	0.4370	63.21
隧-35	0.4	0.2	1.4	35.16	98.6	8.08	5424.76	0.0106	0.1828	0.4925	0.54	2.78	294261.19	0.0061	0.1135	0.2659	31.85
隧-36	0.4	0.2	1.4	35.90	84.0	10.13	5424.76	0.0106	0.2003	0.5206	0.54	3.22	300185.81	0.0061	0.1275	0.3074	41.75
隧-37	0.4	0.2	1.4	27.67	81.6	13.77	5424.76	0.0106	0.2036	0.5704	0.54	3.59	234401.22	0.0061	0.1302	0.3808	41.64
隧-38	0.4	0.2	1.4	40.27	75.4	21.70	5424.76	0.0106	0.2130	0.6758	0.54	4.44	334778.38	0.0061	0.1380	0.5363	85.54
隧-39	0.4	0.2	1.4	31.61	100.0	11.90	5424.76	0.0106	0.1813	0.5449	0.54	3.05	266004.60	0.0061	0.1123	0.3432	36.61
隧-40	0.4	0.2	1.4	42.66	86.4	13.66	4310.32	0.0106	0.1970	0.5689	0.54	2.75	353576.70	0.0061	0.1249	0.3787	57.50
隧-41	0.4	0.2	1.4	18.78	49.9	16.74	4310.32	0.0106	0.2696	0.6105	0.52	3.89	162208.64	0.0061	0.1866	0.4399	45.85
隧-42	0.4	0.2	1.4	18.32	68.1	9.99	4310.32	0.0106	0.2257	0.5188	0.52	2.77	158446.66	0.0061	0.1486	0.3047	25.37
隧-43	0.4	0.2	1.4	17.52	64.0	24.36	4310.32	0.0106	0.2337	0.7100	0.46	3.48	151855.59	0.0061	0.1554	0.5868	42.26
隧-44	0.4	0.2	1.4	26.73	99.0	11.42	4310.32	0.0106	0.1824	0.5385	0.46	2.06	226813.98	0.0061	0.1131	0.3337	26.03
隧-45	0.4	0.2	1.4	11.08	55.8	19.74	4310.32	0.0106	0.2530	0.6501	0.52	3.88	98223.51	0.0061	0.1720	0.4985	30.42
隧-46	0.4	0.2	1.4	19.21	55.8	16.01	4310.32	0.0106	0.2530	0.6007	0.52	3.59	165717.47	0.0061	0.1720	0.4255	41.81
合计																	2988.14

根据上表，在施工期间，本项目隧道工程区年平均土壤流失量为 0.30 万 t。

(4) 交叉工程区

交叉工程区土壤流失量需同时使用上方无来水工程开挖面土壤流失量公式和上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。相关公式不再赘述。在施工期间，本项目交叉工程区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-18。

表 4.3-18 交叉工程区施工期水土流失量计算表

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	
交-1	0.4	0.2	1.4	67.24	100.0	22.63	4648.65	0.0106	0.1813	0.6878	9.57	59.03	544828.31	0.0061	0.1123	0.5540	2043.54
交-2	0.4	0.2	1.4	50.68	100.0	27.11	4648.65	0.0106	0.1813	0.7446	6.65	44.43	416492.95	0.0061	0.1123	0.6377	1258.68
交-3	0.4	0.2	1.4	43.50	98.7	31.28	4648.65	0.0106	0.1826	0.7954	10.77	77.41	360200.41	0.0061	0.1133	0.7127	1995.28
交-4	0.4	0.2	1.4	141.99	100.0	5.90	4648.65	0.0106	0.1813	0.4623	8.68	36.00	1108283.63	0.0061	0.1123	0.2214	1499.62
交-5	0.4	0.2	1.4	17.11	100.0	9.40	4648.65	0.0106	0.1813	0.5107	6.89	31.57	148488.59	0.0061	0.1123	0.2928	237.47
交-6	0.4	0.2	1.4	7.73	92.8	17.91	4648.65	0.0106	0.1892	0.6261	1.18	6.92	69765.11	0.0061	0.1186	0.4630	34.62
交-7	0.4	0.2	1.4	79.15	100.0	6.89	5424.76	0.0106	0.1813	0.4760	11.82	58.88	636142.25	0.0061	0.1123	0.2415	1306.80
交-8	0.4	0.2	1.4	42.48	70.6	19.49	5424.76	0.0106	0.2210	0.6469	8.49	70.05	352201.90	0.0061	0.1447	0.4937	1376.72
交-9	0.4	0.2	1.4	31.49	71.3	11.18	5424.76	0.0106	0.2198	0.5351	4.02	27.30	264980.16	0.0061	0.1436	0.3288	335.25
交-10	0.4	0.2	1.4	36.25	100.0	7.24	5424.76	0.0106	0.1813	0.4808	9.90	49.82	302950.58	0.0061	0.1123	0.2487	562.42
交-11	0.4	0.2	1.4	14.19	52.9	15.83	5424.76	0.0106	0.2607	0.5983	2.84	25.53	124314.56	0.0061	0.1787	0.4220	188.24
交-12	0.4	0.2	1.4	53.99	100.0	14.67	5424.76	0.0106	0.1813	0.5826	14.83	90.40	442244.80	0.0061	0.1123	0.3989	1887.20
交-13	0.4	0.2	1.4	103.06	36.6	22.27	5424.76	0.0106	0.3214	0.6831	4.30	54.52	817374.62	0.0061	0.2337	0.5471	2805.72
交-14	0.4	0.2	1.4	67.60	100.0	11.32	5424.76	0.0106	0.1813	0.5370	12.17	68.38	547570.74	0.0061	0.1123	0.3316	1586.25
交-15	0.4	0.2	1.4	54.99	48.8	17.09	5424.76	0.0106	0.2729	0.6151	1.15	11.17	450095.85	0.0061	0.1896	0.4467	280.05
交-16	0.4	0.2	1.4	53.16	60.0	14.04	5424.76	0.0106	0.2427	0.5741	5.81	46.72	435802.17	0.0061	0.1631	0.3863	1022.73
交-17	0.4	0.2	1.4	23.33	100.0	8.35	4310.32	0.0106	0.1813	0.4961	9.78	40.33	199329.95	0.0061	0.1123	0.2713	403.47
交-18	0.4	0.2	1.4	6.57	66.8	8.52	4310.32	0.0106	0.2282	0.4985	4.24	22.10	59812.12	0.0061	0.1507	0.2747	86.31
交-19	0.4	0.2	1.4	33.90	77.9	10.90	4310.32	0.0106	0.2090	0.5312	3.14	15.98	284235.28	0.0061	0.1347	0.3231	253.45
交-20	0.4	0.2	1.4	6.98	100.0	13.85	4310.32	0.0106	0.1813	0.5716	7.92	37.62	63365.46	0.0061	0.1123	0.3826	169.43
交-21	0.4	0.2	1.4	59.09	100.0	7.70	4310.32	0.0106	0.1813	0.4872	6.07	24.59	481883.09	0.0061	0.1123	0.2581	543.38
交-22	0.4	0.2	1.4	30.86	41.6	31.01	4310.32	0.0106	0.2989	0.7921	3.16	34.35	259998.86	0.0061	0.2130	0.7079	793.10
交-23	0.4	0.2	1.4	11.52	100.0	9.53	4310.32	0.0106	0.1813	0.5124	12.13	51.67	101962.61	0.0061	0.1123	0.2953	302.56
交-24	0.4	0.2	1.4	8.65	100.0	16.31	4310.32	0.0106	0.1813	0.6047	4.37	21.98	77617.22	0.0061	0.1123	0.4314	122.56
交-25	0.4	0.2	1.4	13.53	100.0	4.68	4310.32	0.0106	0.1813	0.4452	10.49	38.82	118805.72	0.0061	0.1123	0.1962	206.76
交-26	0.4	0.2	1.4	32.06	100.0	8.86	4310.32	0.0106	0.1813	0.5032	4.48	18.76	269557.04	0.0061	0.1123	0.2817	252.63
交-27	0.4	0.2	1.4	57.19	100.0	1.13	4844.63	0.0106	0.1813	0.3958	10.57	39.09	467109.45	0.0061	0.1123	0.1233	457.22
交-28	0.4	0.2	1.4	48.81	100.0	2.37	4844.63	0.0106	0.1813	0.4130	5.97	23.05	401848.28	0.0061	0.1123	0.1487	268.24
合计																	22279.69

根据上表，在施工期间，本项目交叉工程区年平均土壤流失量为 2.23 万 t。

(5) 沿线设施区

交叉工程区土壤流失量需同时使用上方无来水工程开挖面土壤流失量公式和上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。相关公式不再赘述。在施工期间，本项目交叉工程区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-19。

表 4.3-19 沿线设施区施工期水土流失量计算表

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	
沿-1	0.4	0.2	1.4	106.24	100.0	7.06	5424.76	0.0106	0.1813	0.4784	4.27	21.36	841338.29	0.0061	0.1123	0.2451	625.87
沿-2	0.4	0.2	1.4	24.69	100.0	3.75	4310.32	0.0106	0.1813	0.4323	4.27	15.34	210294.03	0.0061	0.1123	0.1772	124.55
沿-3	0.4	0.2	1.4	87.67	100.0	16.50	5424.76	0.0106	0.1813	0.6072	7.60	48.29	700971.54	0.0061	0.1123	0.4351	1640.68
沿-4	0.4	0.2	1.4	33.07	100.0	10.50	4310.32	0.0106	0.1813	0.5258	7.60	33.23	277644.54	0.0061	0.1123	0.3151	489.96
沿-5	0.4	0.2	1.4	130.17	100.0	8.73	4648.65	0.0106	0.1813	0.5014	2.13	9.59	1020445.14	0.0061	0.1123	0.2791	427.01
沿-6	0.4	0.2	1.4	42.63	100.0	5.97	5424.76	0.0106	0.1813	0.4632	2.13	10.34	353345.75	0.0061	0.1123	0.2228	125.71
沿-7	0.4	0.2	1.4	48.55	72.9	10.87	4310.32	0.0106	0.2171	0.5308	2.13	11.27	399802.62	0.0061	0.1414	0.3225	249.24
沿-8	0.4	0.2	1.4	69.99	29.7	18.62	4648.65	0.0106	0.3623	0.6354	0.60	6.83	565966.55	0.0061	0.2724	0.4767	276.68
沿-9	0.4	0.2	1.4	3.83	26.7	14.68	5424.76	0.0106	0.3847	0.5827	0.60	7.76	35807.91	0.0061	0.2942	0.3990	23.19
沿-10	0.4	0.2	1.4	28.73	47.1	12.00	5424.76	0.0106	0.2786	0.5463	0.60	5.27	242930.28	0.0061	0.1946	0.3452	65.20
沿-11	0.4	0.2	1.4	101.43	25.9	30.08	5424.76	0.0106	0.3916	0.7809	0.60	10.59	805084.34	0.0061	0.3010	0.6914	625.66
沿-12	0.4	0.2	1.4	22.47	45.6	12.37	5424.76	0.0106	0.2837	0.5514	0.60	5.42	192317.22	0.0061	0.1992	0.3529	55.06
沿-13	0.4	0.2	1.4	45.42	71.5	11.84	4310.32	0.0106	0.2195	0.5442	0.60	3.29	375304.83	0.0061	0.1434	0.3422	70.90
沿-14	0.4	0.2	1.4	54.37	56.1	2.04	4310.32	0.0106	0.2520	0.4085	0.60	2.83	445251.22	0.0061	0.1712	0.1420	42.57
沿-15	0.4	0.2	1.4	9.15	100.0	7.97	4310.32	0.0106	0.1813	0.4909	0.60	2.45	81951.76	0.0061	0.1123	0.2636	11.35
沿-16	0.4	0.2	1.4	7.45	68.6	2.84	4310.32	0.0106	0.2248	0.4196	0.60	2.60	67416.48	0.0061	0.1478	0.1584	8.39
沿-17	0.4	0.2	1.4	12.60	51.6	5.54	4844.63	0.0106	0.2644	0.4572	0.60	3.74	111012.46	0.0061	0.1820	0.2139	19.61
合计																	4881.61

根据上表，在施工期间，本项目交叉工程区年平均土壤流失量为 0.49 万 t。

(6) 弃渣场区

弃渣场区土壤流失量需用上方有来水工程堆积体土壤流失量公式计算。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》，计算上方有来水工程堆积体土壤流失类型时，需先根据相关参数对计算单元进行上方无来水工程堆积体土壤流失量的计算。

上方无来水工程堆积体土壤流失量计算公式如下：

$$M_{dw} = X R G_{dw} L_{dw} S_{dw} A$$

式中： M_{dw} ——上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量，t；

X ——工程堆积体形态因子，无量纲；本项目取 0.92；

R ——降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h)；根据导则说明，本方案拟按照多年平均降雨侵蚀力因子 R_d 计算， $R_d = 0.067 p_d^{1.627}$ ， p_d 为多年平均降雨量（昭化区 945.3mm，剑阁县 1039.4mm，梓潼县 902.4mm，游仙区 969.6mm）；

G_{dw} ——上方无来水工程堆积体土石质因子，t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)；根据导则 8.2.2 小节， $G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta}$ ，其中 δ 为单元侵蚀面土体砾石含量，本方案取 0.2； a_1 、 b_1 均为土石质因子系数，根据导则说明， a_1 取 0.046， b_1 取 -3.379；

L_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；根据导则 8.2.2 小节， $L_{dw} = (\lambda/5)^{f_1}$ ，其中： λ 为计算单元水平投影坡长度，m； f_1 为坡长因子系数，取 0.632；

S_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲；根据导则 8.2.2 小节， $S_{dw} = (\theta/25)^{d_1}$ ，其中： θ 为计算单元坡度，°； d_1 为坡度因子系数，取 1.245；

A ——计算单元的水平投影面积，hm²；

上方有来水工程堆积体土壤流失量按照如下公式计算：

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

式中： M_{dy} ——上方有来水工程堆积体计算单元土壤流失量，t；

F_{dy} ——上方有来水工程堆积体径流冲蚀力因子，MJ/hm²；根据导则 8.3.2 小节， $F_{dy} = 10000W^{0.95}$ ，其中 W 为上方单宽次来水量，根据汇水面积内 50 年一遇最大 1 小时降雨量与计算单元平均宽度相除求得；

G_{dy} ——上方有来水工程堆积体土石质因子， $t \cdot hm^2 / (hm^2 \cdot MJ)$ ；根据导则 8.3.2 小节， $G_{dy} = a_2 e^{b_2 \delta}$ ，其中 δ 为单元侵蚀面土体砾石含量，本方案取 0.2； a_2 、 b_2 均为土石质因子系数，根据导则说明， a_1 取 0.053， b_1 取 -1.95；

L_{dy} ——上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；根据导则 8.3.2 小节， $L_{dy} = (\lambda/5)^{f_2}$ ，其中： λ 为计算单元水平投影坡长度，m； f_2 为坡长因子系数，取 -0.862；

S_{dy} ——上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲；根据导则 8.3.2 小节， $S_{dy} = (\theta/25)^{d_2}$ ，其中： θ 为计算单元坡度，°； d_2 为坡度因子系数，取 1.787；

A ——计算单元的水平投影面积， hm^2 ；

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量，t；需根据前面公式计算得到，相应数值。

在施工期间，本项目弃渣场区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-20。

弃-35	0.046	-3.379	0.2	8.10	1.245	100	0.632	3.59	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.2458	2.06	312.08	33651.76	0.0359	0.074	0.1334	336.65
弃-36	0.046	-3.379	0.2	6.55	1.245	100	0.632	5.21	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.1888	1.93	224.63	47943.63	0.0359	0.074	0.0914	247.10
弃-37	0.046	-3.379	0.2	5.74	1.245	100	0.632	4.02	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.1600	5.89	580.78	37518.90	0.0359	0.074	0.0720	623.07
弃-38	0.046	-3.379	0.2	5.21	1.245	100	0.632	14.75	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.1419	2.75	240.58	128935.78	0.0359	0.074	0.0607	297.73
弃-39	0.046	-3.379	0.2	7.00	1.245	100	0.632	10.14	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.2050	1.36	171.85	90351.75	0.0359	0.074	0.1028	205.42
弃-40	0.046	-3.379	0.2	7.02	1.245	100	0.632	1.29	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.2057	2.15	272.60	12781.74	0.0359	0.074	0.1034	280.15
弃-41	0.046	-3.379	0.2	7.58	1.245	100	0.632	7.80	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.2262	2.49	347.13	70401.99	0.0359	0.074	0.1184	402.28
弃-42	0.046	-3.379	0.2	4.67	1.245	100	0.632	9.52	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.1237	2.68	204.37	85028.22	0.0359	0.074	0.0498	234.53
弃-43	0.046	-3.379	0.2	9.02	1.245	75.6	0.632	0.00	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	5.5662	0.2809	1.20	174.14					174.14
弃-44	0.046	-3.379	0.2	5.40	1.245	100	0.632	7.87	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.1484	2.14	195.77	70975.81	0.0359	0.074	0.0647	221.87
弃-45	0.046	-3.379	0.2	7.81	1.245	100	0.632	5.74	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.2348	1.88	272.11	52599.21	0.0359	0.074	0.1250	304.94
弃-46	0.046	-3.379	0.2	5.47	1.245	100	0.632	11.29	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	6.6413	0.1507	1.79	166.20	100020.16	0.0359	0.074	0.0661	197.63
弃-47	0.046	-3.379	0.2	3.47	1.245	100	0.632	3.93	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4844.63	0.0234	6.6413	0.0856	3.09	183.31	36742.20	0.0359	0.074	0.0294	192.17
弃-48	0.046	-3.379	0.2	5.04	1.245	100	0.632	3.52	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4844.63	0.0234	6.6413	0.1361	2.00	188.55	33049.15	0.0359	0.074	0.0571	198.58
弃-49	0.046	-3.379	0.2	3.61	1.245	100	0.632	0.00	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4844.63	0.0234	6.6413	0.0900	4.02	250.59					250.59
弃-50	0.046	-3.379	0.2	4.65	1.245	100	0.632	5.98	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4844.63	0.0234	6.6413	0.1233	1.46	124.74	54657.03	0.0359	0.074	0.0496	135.25
合计																								51188.38

根据上表，在施工期间，本项目弃渣场区年平均土壤流失量为 5.12 万 t。

(7) 取土场区

施工生产生活区土壤流失量需用上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。相关公式不再赘述。在施工期间，本项目施工生产生活区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-21。

表 4.3-21 取土场区施工期水土流失量计算表

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	
取-1	0.4	0.2	1.4		79.6	11.23	4844.63	0.0106	0.2065	0.5358	2.62	14.95					14.95
取-2	0.4	0.2	1.4	55.45	11.4	29.74	4844.63	0.0106	0.6259	0.7769	0.18	4.59	453616.44	0.0061	0.5488	0.6854	195.76
合计																	210.71

根据上表，在施工期间，本项目施工生产生活区年平均土壤流失量为 0.02 万 t。

(8) 施工生产生活区

施工生产生活区土壤流失量需用上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。相关公式不再赘述。在施工期间，本项目施工生

产生活区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-22。

表 4.3-22 施工产生活区施工期水土流失量计算表

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	
施生-1	0.4	0.2	1.4	40.97	97.6	14.37	4648.65	0.0106	0.1838	0.5785	0.70	3.68	340314.83	0.0061	0.1143	0.3928	69.12
施生-2	0.4	0.2	1.4	97.62	94.8	11.92	4648.65	0.0106	0.1869	0.5452	0.50	2.52	776331.43	0.0061	0.1168	0.3437	97.83
施生-3	0.4	0.2	1.4	45.72	58.3	23.20	4648.65	0.0106	0.2465	0.6952	0.71	6.02	377641.29	0.0061	0.1664	0.5649	160.26
施生-4	0.4	0.2	1.4	76.69	85.3	16.33	4648.65	0.0106	0.1985	0.6049	1.08	6.41	617332.90	0.0061	0.1260	0.4318	228.45
施生-5	0.4	0.2	1.4	21.80	100.0	8.99	4648.65	0.0106	0.1813	0.5050	0.40	1.81	186904.47	0.0061	0.1123	0.2844	16.42
施生-6	0.4	0.2	1.4	41.67	56.4	14.90	4648.65	0.0106	0.2514	0.5857	0.60	4.37	345775.59	0.0061	0.1706	0.4035	91.76
施生-7	0.4	0.2	1.4	53.83	64.0	21.32	5424.76	0.0106	0.2337	0.6709	0.60	5.43	441020.48	0.0061	0.1554	0.5291	138.59
施生-8	0.4	0.2	1.4	80.07	95.9	11.78	5424.76	0.0106	0.1857	0.5434	0.60	3.50	643092.54	0.0061	0.1158	0.3410	96.72
施生-9	0.4	0.2	1.4	89.55	72.9	15.35	5424.76	0.0106	0.2171	0.5917	0.65	4.82	715292.21	0.0061	0.1414	0.4123	170.74
施生-10	0.4	0.2	1.4	47.09	100.0	7.92	5424.76	0.0106	0.1813	0.4903	0.60	3.08	388397.64	0.0061	0.1123	0.2627	45.13
施生-11	0.4	0.2	1.4	35.97	88.6	9.61	5424.76	0.0106	0.1943	0.5135	0.50	2.88	300691.15	0.0061	0.1226	0.2970	36.39
施生-12	0.4	0.2	1.4	49.03	84.2	16.54	5424.76	0.0106	0.2000	0.6078	1.20	8.42	403600.08	0.0061	0.1273	0.4360	172.94
施生-13	0.4	0.2	1.4	62.63	68.5	20.04	5424.76	0.0106	0.2249	0.6542	0.80	6.79	509266.01	0.0061	0.1479	0.5044	192.83
施生-14	0.4	0.2	1.4	86.14	100.0	10.86	5424.76	0.0106	0.1813	0.5307	0.50	2.78	689329.79	0.0061	0.1123	0.3222	79.08
施生-15	0.4	0.2	1.4	40.69	71.3	15.66	5424.76	0.0106	0.2198	0.5959	0.60	4.54	338041.72	0.0061	0.1436	0.4185	79.14
施生-16	0.4	0.2	1.4	64.22	53.8	10.53	5424.76	0.0106	0.2582	0.5262	0.80	6.27	521539.57	0.0061	0.1765	0.3157	148.54
施生-17	0.4	0.2	1.4	40.63	81.2	20.27	5424.76	0.0106	0.2041	0.6572	0.70	5.42	337592.06	0.0061	0.1307	0.5088	101.57
施生-18	0.4	0.2	1.4	38.37	88.7	15.74	5424.76	0.0106	0.1941	0.5970	0.80	5.35	319734.83	0.0061	0.1225	0.4200	85.90
施生-19	0.4	0.2	1.4	49.99	65.4	24.65	5424.76	0.0106	0.2310	0.7137	0.90	8.56	411116.51	0.0061	0.1531	0.5921	213.83
施生-20	0.4	0.2	1.4	40.73	98.7	8.64	5424.76	0.0106	0.1826	0.5002	0.70	3.69	338406.48	0.0061	0.1133	0.2773	49.24
施生-21	0.4	0.2	1.4	41.37	100.0	12.92	5424.76	0.0106	0.1813	0.5589	0.70	4.09	343422.29	0.0061	0.1123	0.3639	64.19
施生-22	0.4	0.2	1.4	123.04	98.7	14.21	5424.76	0.0106	0.1827	0.5764	0.70	4.25	967274.10	0.0061	0.1133	0.3897	187.29
施生-23	0.4	0.2	1.4	46.03	93.4	14.99	5424.76	0.0106	0.1885	0.5869	0.80	5.11	380102.15	0.0061	0.1180	0.4051	94.07
施生-24	0.4	0.2	1.4	39.90	96.1	14.58	5424.76	0.0106	0.1854	0.5813	1.00	6.22	331869.60	0.0061	0.1155	0.3970	99.36
施生-25	0.4	0.2	1.4	22.06	80.6	17.24	5424.76	0.0106	0.2051	0.6171	0.60	4.38	188994.14	0.0061	0.1314	0.4497	45.40
施生-26	0.4	0.2	1.4	5.02	100.0	7.64	5424.76	0.0106	0.1813	0.4864	0.50	2.54	46324.50	0.0061	0.1123	0.2569	6.63
施生-27	0.4	0.2	1.4	29.75	100.0	13.67	5424.76	0.0106	0.1813	0.5690	0.60	3.57	251108.76	0.0061	0.1123	0.3788	42.78
施生-28	0.4	0.2	1.4	11.74	53.1	10.66	4310.32	0.0106	0.2600	0.5279	0.80	5.04	103813.17	0.0061	0.1781	0.3182	33.84
施生-29	0.4	0.2	1.4	23.51	98.6	5.79	4310.32	0.0106	0.1827	0.4607	0.60	2.32	200741.69	0.0061	0.1134	0.2190	20.62
施生-30	0.4	0.2	1.4	20.01	69.6	19.76	4310.32	0.0106	0.2229	0.6504	0.50	3.32	172265.90	0.0061	0.1463	0.4989	41.79
施生-31	0.4	0.2	1.4	27.71	69.5	8.19	4310.32	0.0106	0.2232	0.4940	0.60	3.03	234684.82	0.0061	0.1465	0.2682	36.88
合计																	2947.33

根据上表，在施工期间，本项目施工生产生活区年平均土壤流失量为 0.29 万 t。

(9) 施工道路区

施工道路区土壤流失量需用上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。相关公式不再赘述。在施工期间，本项目施工道路区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-23。

表 4.3-23 施工道路区施工期水土流失量计算表

扰动单元编号	原始参数						上方无来水工程开挖面计算参数及结果						上方有来水工程开挖面计算参数参数				计算结果
	SIL	CLA	ρ	W	λ	θ	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	F _{ky}	G _{ky}	L _{ky}	S _{ky}	
施道-1	0.4	0.2	1.4	22.00	65.8	20.79	4648.65	0.0106	0.2301	0.6640	1.65	12.48	188503.02	0.0061	0.1523	0.5189	163.12
施道-2	0.4	0.2	1.4	56.83	99.3	26.72	4648.65	0.0106	0.1820	0.7397	2.44	16.27	464379.34	0.0061	0.1128	0.6305	510.12
施道-3	0.4	0.2	1.4	64.22	95.7	14.64	4648.65	0.0106	0.1859	0.5822	0.41	2.21	521510.70	0.0061	0.1159	0.3982	63.06
施道-4	0.4	0.2	1.4	50.92	62.5	11.32	4648.65	0.0106	0.2371	0.5370	3.82	24.03	418330.61	0.0061	0.1583	0.3316	536.65
施道-5	0.4	0.2	1.4	58.74	86.0	19.23	4648.65	0.0106	0.1976	0.6434	2.65	16.64	479192.11	0.0061	0.1253	0.4886	491.67
施道-6	0.4	0.2	1.4	26.03	25.5	21.42	5424.76	0.0106	0.3951	0.6721	0.65	9.98	221122.77	0.0061	0.3044	0.5309	152.36
施道-7	0.4	0.2	1.4	30.99	84.0	16.58	5424.76	0.0106	0.2003	0.6082	1.31	9.20	261040.57	0.0061	0.1275	0.4367	125.65
施道-8	0.4	0.2	1.4	27.26	35.2	15.87	5424.76	0.0106	0.3289	0.5987	1.17	13.29	231049.65	0.0061	0.2407	0.4226	181.42
施道-9	0.4	0.2	1.4	20.83	82.1	23.09	5424.76	0.0106	0.2029	0.6938	2.11	17.18	178993.22	0.0061	0.1297	0.5628	186.19
施道-10	0.4	0.2	1.4	20.08	87.7	18.89	5424.76	0.0106	0.1954	0.6390	1.94	13.98	172844.59	0.0061	0.1236	0.4820	136.16
施道-11	0.4	0.2	1.4	29.61	100.0	11.45	5424.76	0.0106	0.1813	0.5388	3.30	18.59	249935.81	0.0061	0.1123	0.3342	207.81
施道-12	0.4	0.2	1.4	40.85	92.6	15.11	5424.76	0.0106	0.1894	0.5885	2.13	13.69	339338.52	0.0061	0.1188	0.4076	227.59
施道-13	0.4	0.2	1.4	20.68	100.0	10.93	5424.76	0.0106	0.1813	0.5317	2.16	12.00	177769.91	0.0061	0.1123	0.3238	97.25
施道-14	0.4	0.2	1.4	35.50	66.5	20.59	5424.76	0.0106	0.2287	0.6613	3.18	27.74	297009.00	0.0061	0.1511	0.5150	477.36
施道-15	0.4	0.2	1.4	13.86	87.2	16.00	5424.76	0.0106	0.1960	0.6005	1.44	9.75	121565.02	0.0061	0.1241	0.4252	66.06
施道-16	0.4	0.2	1.4	40.74	70.6	19.51	5424.76	0.0106	0.2212	0.6472	3.77	31.12	338506.20	0.0061	0.1448	0.4941	589.43
施道-17	0.4	0.2	1.4	29.80	59.7	22.72	5424.76	0.0106	0.2432	0.6889	4.10	39.68	251510.35	0.0061	0.1636	0.5557	613.59
施道-18	0.4	0.2	1.4	28.28	93.6	14.95	5424.76	0.0106	0.1882	0.5864	2.08	13.25	239313.53	0.0061	0.1178	0.4044	158.29
施道-19	0.4	0.2	1.4	7.89	68.3	20.10	5424.76	0.0106	0.2253	0.6550	1.38	11.79	71164.86	0.0061	0.1483	0.5056	56.97
施道-20	0.4	0.2	1.4	11.33	100.0	12.16	4310.32	0.0106	0.1813	0.5485	2.49	11.37	100320.98	0.0061	0.1123	0.3485	71.22
施道-21	0.4	0.2	1.4	22.69	84.1	16.55	4310.32	0.0106	0.2001	0.6079	2.67	14.92	194142.32	0.0061	0.1274	0.4361	191.40
施道-22	0.4	0.2	1.4	27.07	57.9	19.06	4310.32	0.0106	0.2476	0.6413	2.60	18.91	229554.12	0.0061	0.1673	0.4854	315.27
施道-23	0.4	0.2	1.4	18.35	86.8	12.97	4310.32	0.0106	0.1965	0.5596	3.12	15.72	158694.15	0.0061	0.1245	0.3649	153.18
施道-24	0.4	0.2	1.4	17.36	100.0	11.50	4310.32	0.0106	0.1813	0.5395	2.86	12.85	150483.85	0.0061	0.1123	0.3352	112.12
施道-25	0.4	0.2	1.4	21.92	82.8	16.81	4310.32	0.0106	0.2019	0.6113	2.55	14.41	187830.13	0.0061	0.1289	0.4412	180.78

施道-26	0.4	0.2	1.4	13.96	68.8	16.21	4844.63	0.0106	0.2244	0.6033	2.92	20.36	122383.12	0.0061	0.1475	0.4294	158.73
施道-27	0.4	0.2	1.4	18.49	69.5	16.06	4844.63	0.0106	0.2232	0.6014	3.36	23.25	159798.73	0.0061	0.1465	0.4265	228.62
合计																	6452.09

根据上表，在施工期间，本项目施工道路区年平均土壤流失量为 0.65 万 t。

(10) 表土临时堆放场区

施工生产生活区土壤流失量需用上方有来水工程开挖面土壤流失量公式计算。相关公式不再赘述。在施工期间，本项目施工生产生活区各扰动单元年平均土壤流失量计算情况见表 4.3-24。

表 4.3-24 表土临时堆放场区施工期水土流失量计算表

扰动单元 编号	原始参数										上方无来水工程堆积体计算参数及结果							上方有来水工程堆积体计算参数				计算结果		
	a ₁	b ₁	δ	θ	d ₁	λ	f ₁	W	a ₂	b ₂	d ₂	f ₂	X	R	G _{dw}	L _{dw}	S _{dw}	A	M _{dw}	F _{dy}	G _{dy}		L _{dy}	S _{dy}
表-1	0.046	-3.379	0.2	6.61	1.245	43.149	0.632	7.67	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4648.65	0.0234	3.9044	0.1909	1.02	76.07	69275.87	0.0359	0.154	0.0928	112.24
表-2	0.046	-3.379	0.2	13.81	1.245	18.309	0.632	5.77	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	2.2712	0.4776	0.04	5.07	52887.37	0.0359	0.324	0.3462	13.57
表-3	0.046	-3.379	0.2	9.52	1.245	29.822	0.632	9.53	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	3.0914	0.3005	0.12	13.02	85137.03	0.0359	0.212	0.1780	26.85
表-4	0.046	-3.379	0.2	11.70	1.245	36.209	0.632	11.72	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	3.4948	0.3887	0.68	107.88	103599.49	0.0359	0.179	0.2576	224.41
表-5	0.046	-3.379	0.2	9.41	1.245	30.171	0.632	5.81	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	3.1142	0.2963	0.10	10.78	53168.97	0.0359	0.210	0.1744	17.76
表-6	0.046	-3.379	0.2	6.31	1.245	58.785	0.632	7.87	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	4.7471	0.1801	0.44	43.94	71015.05	0.0359	0.117	0.0854	55.19
表-7	0.046	-3.379	0.2	8.26	1.245	34.449	0.632	9.15	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	3.3865	0.2518	0.23	22.91	81926.27	0.0359	0.187	0.1382	40.37
表-8	0.046	-3.379	0.2	8.48	1.245	33.522	0.632	11.99	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	3.3286	0.2604	0.24	24.30	105861.02	0.0359	0.191	0.1450	49.59
表-9	0.046	-3.379	0.2	8.98	1.245	25.307	0.632	6.05	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	2.7868	0.2796	0.14	12.74	55323.74	0.0359	0.244	0.1605	23.64
表-10	0.046	-3.379	0.2	10.22	1.245	27.736	0.632	7.07	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	2.9529	0.3283	0.22	24.91	64086.26	0.0359	0.226	0.2022	47.99
表-11	0.046	-3.379	0.2	15.80	1.245	35.33	0.632	6.58	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	3.4409	0.5650	0.27	61.31	59900.33	0.0359	0.183	0.4406	108.06
表-12	0.046	-3.379	0.2	6.93	1.245	24.697	0.632	6.77	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	2.7441	0.2023	0.10	6.48	61494.61	0.0359	0.250	0.1009	12.04
表-13	0.046	-3.379	0.2	6.75	1.245	33.784	0.632	7.28	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	3.3450	0.1960	0.54	41.35	65920.16	0.0359	0.190	0.0964	64.76
表-14	0.046	-3.379	0.2	9.21	1.245	24.659	0.632	7.72	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	2.7414	0.2886	0.43	39.73	69675.87	0.0359	0.250	0.1680	84.88
表-15	0.046	-3.379	0.2	4.40	1.245	51.949	0.632	6.29	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	4.3903	0.1151	0.46	27.15	57400.97	0.0359	0.131	0.0449	32.71
表-16	0.046	-3.379	0.2	7.68	1.245	37.068	0.632	3.97	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	5424.76	0.0234	3.5470	0.2301	0.17	16.21	37044.50	0.0359	0.175	0.1214	21.02
表-17	0.046	-3.379	0.2	7.72	1.245	59.04	0.632	2.36	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	4.7601	0.2314	0.45	46.00	22623.71	0.0359	0.117	0.1224	51.24
表-18	0.046	-3.379	0.2	2.03	1.245	28.144	0.632	3.78	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4310.32	0.0234	2.9803	0.0440	0.22	2.68	35356.55	0.0359	0.223	0.0113	3.38
表-19	0.046	-3.379	0.2	1.15	1.245	49.808	0.632	3.28	0.053	-1.95	1.787	-0.869	0.92	4844.63	0.0234	4.2751	0.0216	0.76	7.33	30941.95	0.0359	0.136	0.0041	7.80
合计																								997.48

根据上表，在施工期间，本项目施工生产生活区年平均土壤流失量为 0.10 万 t。

(2) 自然恢复期土壤侵蚀模数的确定

工程建成后，路面已经铺装硬化，不再有明显的水土流失；路基边坡由于工程措施、植物措施开始发挥作用，水土流失强度大大降低。项目组调查了已建成通车的绵阳至西充高速公路，通过对类比工程中已防护过的、且保存完好的挖填边坡、弃渣场、施工生产生活区、施工道路、表土临时堆放场等在自然恢复期水土流失情况的调查，统计该工程在自然恢复期的平均土壤侵蚀模数见表 4.3-25。

表 4.3-25 自然恢复期土壤侵蚀模数取值表

预测单元	土壤平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)
路基工程区	3200
桥梁工程区	3100
隧道工程区	4000
交叉工程区	2400
沿线设施区	3000
取土场区	3200
弃渣场区	3600
施工生产生活区	3000
施工道路区	3200
表土临时堆放场区	2800

(3) 本项目各预测时段、各预测单元侵蚀模数的确定

由于本工程与类比工程项目区水土流失类型均以水力侵蚀为主，影响水土流失的主要因素之一即为降水，两项目地理位置相近，项目的降水条件也相近，而且从地貌类型来看，两路线均以丘陵、低山地貌为主。因此，拟建项目水土流失预测可参照类比工程水土流失调查成果。根据水土流失预测的原则，结合类比工程调查单元水土保持措施的实施情况进行调整。根据以上分析，本项目各预测单元土壤侵蚀模数见表 4.3-26。

表 4.3-26 各预测单元土壤侵蚀模数一览表

预测单元	工程区背景值 t/(km ² ·a)	施工期 t/(km ² ·a)	自然恢复期		
			类比工程 t/(km ² ·a)	调整系数	本项目 t/(km ² ·a)
路基工程区	1425	18975	3200	1.5	4800
桥涵工程区	1417	9410	3100	1.5	4650
隧道工程区	3750	12378	4000	1.5	6000
交叉工程区	1421	16221	2400	1.5	3600
沿线设施区	1462	13510	3000	1.5	4500
取土场区	2545	7515	3200	1.5	4800
弃渣场区	1539	24942	3600	1.5	5400
施工生产生活区	1653	13811	3000	1.5	4500
施工道路区	1598	10042	3200	1.5	4800
表土临时堆放场区	2353	15045	2800	1.5	4200

4.3.4 预测结果

根据上述计算，本项目预测结果见表 4.3-27。

表 4.3-27 本项目土壤流失量预测表

预测单元	预测时段	原地貌土壤	扰动后	预测	侵蚀	背景	预测	新增	占新增流失
		侵蚀模数	侵蚀模数	面积	时段	流失量	流失量	流失量	总量百分比
		t/(km ² .a)	t/(km ² .a)	hm ²	a	t	t	t	%
路基工程区	施工期	1425	18975	297.65	2	8482.86	112961.02	104478.16	
	自然恢复期	1425	4800	135.70	2	3867.37	13027.20	9159.83	
	小计					12350.23	125988.22	113637.99	23.14%
桥涵工程区	施工期	1417	9410	128.38	3	5457.51	36242.37	30784.86	
	自然恢复期	1417	4650	125.35	2	3552.47	11657.55	8105.08	
	小计					9009.98	47899.92	38889.94	8.80%
隧道工程区	施工期	3750	12378	24.14	3.25	2942.06	9711.21	6769.14	
	自然恢复期	3750	6000	19.54	2	1465.50	2344.80	879.30	
	小计					4407.56	12056.01	7648.44	2.21%
交叉工程区	施工期	1421	16221	201.40	2	5722.32	65339.64	59617.32	
	自然恢复期	1421	3600	80.56	2	2288.93	5800.32	3511.39	
	小计					8011.25	71139.96	63128.71	13.06%
沿线设施区	施工期	1462	13510	36.13	2	1056.30	9762.33	8706.03	
	自然恢复期	1462	4500	10.34	2	302.30	930.60	628.30	
	小计					1358.60	10692.93	9334.33	1.96%
取土场区	施工期	2545	7515	2.80	1	71.25	210.43	139.18	
	自然恢复期	2545	4800	2.80	2	142.50	268.80	126.30	
	小计					213.75	479.23	265.48	0.09%
弃渣场区	施工期	1539	24942	205.23	4	12633.30	204753.53	192120.23	
	自然恢复期	1539	5400	205.23	2	6316.65	22164.84	15848.19	
	小计					18949.95	226918.37	207968.42	41.67%
施工生产生活区	施工期	1653	13811	21.34	4	1410.90	11789.30	10378.40	
	自然恢复期	1653	4500	21.34	2	705.45	1920.60	1215.15	
	小计					2116.35	13709.90	11593.55	2.52%
施工道路区	施工期	1598	10042	64.25	4	4107.90	25808.87	21700.97	
	自然恢复期	1598	4800	54.44	2	1740.34	5226.24	3485.90	
	小计					5848.24	31035.11	25186.87	5.70%
表土临时堆放场区	施工期	2353	15045	6.65	4	625.80	4001.94	3376.14	
	自然恢复期	2353	4800	6.65	2	312.90	638.40	325.50	
	小计					938.70	4640.34	3701.64	0.85%
合计	施工期					42510.20	480580.63	438070.43	88.25%
	自然恢复期					20694.42	63979.35	43284.93	
	小计					63204.62	544559.98	481355.36	

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 54.46 万 t，其中背景流失量为 6.32 万 t，新增水土流失量为 48.14 万 t。路基工程区和弃渣场新增流失量分别占总新增流失量的 23.14% 和 41.67%，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 88.25%，是水土流失发生的主要时段。

4.4 水土流失危害分析

本项目经过昭化区、剑阁县、梓潼县和游仙区，位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区和嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，沿线以低山丘陵

地貌为主；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 48.14 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、草地等，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 987.97hm²，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

由于工程建设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；特别是项目涉及多处水土保持敏感区，如嘉陵江广元、阆中保留区，西河南充保留区）、四川翠云廊古柏省级自然保护区、四川剑阁西河湿地自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区、四川剑门关国家森林公园、剑阁县高观乡饮用水水源保护区、游仙区徐家镇书房村两岔河饮用水水源保护区。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，特别是取土场陡峭的边坡和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

公路在低山丘陵地貌段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，造成的土壤侵蚀侵蚀模数远远超过当地土壤侵蚀容许值（ $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ），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，本项目路基工程区、弃渣场区是新增水土流失的主要来源。因此，应将该区域作为本项目水土流失的防治重点，做好相应的防护措施；其它各临时工程区也要采取必要的防护措施，并在场地使用结束后及时进行迹地恢复。

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

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治分区原则

(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、桥梁、隧道、交叉、沿线设施等; 施工临时工程包括施工道路、施工生产生活区、弃渣场、取土场和表土临时堆放场等。

路线经过区域均属低山丘陵地貌, 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、施工道路区、施工生产生活区、弃渣场区、取土场区和表土临时堆放场区等 6 个一级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 个二级分区。根据以上分析, 本工程水土流失防治区分区结果详见表 5.1-1。

表 5.1-1 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	297.65	46.943km 路基
	桥涵工程区	128.38	40163.5m/87 座
	隧道工程区	24.14	36712m/23 座
	交叉工程区	201.40	11 处互通式立交, 分离式 34 座、人行天桥 42 座
	沿线设施区	36.13	10 处匝道收费站、管理中心 2 处、服务区 2 处、停车区 3 处
	小计	687.70	
施工道路区		64.25	98.84km 施工道路
施工生产生活区		21.34	施工生产生活区 47 处, 其中位于主体工程红线范围 16 处, 新增临时占地 31 处
弃渣场区		205.23	50 个弃渣场
取土场区		2.80	1 处取土场
表土临时堆放场区		6.65	新增占地 19 处
合计		987.97	

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:

(一) 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。

(二) 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。

(三) 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、取土场以及施工道路产生的水土流失为治理的关键。

(四) 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。

(五) 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。

(六) 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 防治措施总体布局

5.2.2.1 主体工程区

(一) 路基工程区

路基工程区水土保持措施主要为主体工程已有水土保持功能的措施,主要包括:对挖、填边坡进行植(灌)草防护、拱形骨架护坡、挂网植草防护等;对中央分隔带采用覆土、丛植灌木、撒播植草;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、截水沟及急流槽;对路基占地范围内的表土进行剥离并集中堆存。本方案补充路基挖填边坡植物生长初期的无纺布临时遮盖保墒措施。

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锚杆框架梁防护措施,但该区域在施工中是易发生水土流失的区域,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,以减少施工中的水土流失。本项目以路基形式穿越环境敏感区域,为保护相应路段的环境,减少施工破坏,拟对相应路段进行拦挡;另外,在本项目部分路段,地形横向坡度较陡峻,下边坡易造成水土流失,根据施工经验增加下边坡的临时拦挡措施,能有效减少施工中的水土流失。

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。因此,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。

工程区表土资源丰富,为了满足工程后期路基工程绿化的覆土需要,在路基处理前,应结合主体工程面层清理施工将表土单独剥离。剥离的表土除1处堆放于AK110+400分离式路基中分带处以外,其他均为新增临时占地,不属于项目沿线路基红线永久占地范围;在堆放期间采取临时撒播植草防护和临时土袋拦挡、无纺布覆盖保墒措施。

路基挖方可部分用于路基填筑,由于施工时序的差异,部分挖方可能会短时间堆放于开挖点附近,待填筑利用区域满足填筑要求时才能运往填筑地点。为减少临时堆土的水土流失,应采取必要的覆盖措施。

(二) 桥涵工程区

桥梁工程一般采用挖孔或钻孔灌注桩,涉水桥墩根据河流水深、流速及距离河岸位置选用沙袋围堰、筑岛围堰或钢围堰施工,均在枯水期进行,土石围堰拆除的

废渣可用于路基填筑，不能利用部分可运至附近弃渣场处理；钢围堰拆除后可继续利用。桥头采用锥坡防护；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。

本水保方案首先对主体工程桥墩防护措施提出相应的水土保持要求，其次，对桥梁工程旱桥部分占地采用混播植草方式绿化，桥墩（包括涉水和旱桥）施工采取沉淀池等临时措施，防治桥墩钻渣引起的水土流失。

（三）隧道工程区

本项目共设置隧道 36712m/23 座。主体设计中设计的隧道洞口采用骨架护坡+喷播植草永久防护工程、排水工程以及绿化设施能够确保洞口开挖边坡稳定的同时，发挥一定的水土保持功用，能够较全面的防治隧道工程区的水土流失。本方案补充施工期隧洞排水及临时沉沙措施。

（四）交叉工程区

交叉工程区由互通式立交匝道和连接线路基、高架桥组成。施工前，对场地内的表土进行剥离并堆放在互通立交场地内。施工过程中，主体设计对匝道和连接线路基边坡采用骨架护坡+植草护坡，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，对区内进行乔灌草立体绿化、美化等。交叉工程区内防护措施体系较完善，可以满足水土保持要求。

交叉工程内剥离的表土集中堆放在该区中，本方案补充对其进行撒播植草防护和土袋挡墙拦挡、无纺布覆盖保墒等临时防护。同时，补充在施工期的临时排水及沉沙设施。

（五）沿线设施区

施工前，对沿线设施区内的表土进行剥离，并集中堆放。施工过程中，主体工程对路线设置的沿线设施区进行平整，靠近山体一侧设排水设施，场地周边设置排水沟，同时在硬化以外区域进行场地乔灌草绿化美化，其中排水沟、植被绿化措施纳入主体工程具有水土保持功能的措施布局中。

沿线设施内剥离的表土堆放在沿该区空地，本方案补充对其进行撒播植草防护和土袋挡墙拦挡、无纺布覆盖保墒等临时防护。同时，补充在施工期的临时排水及沉沙设施。

5.2.2.2 施工道路区

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在沿线的表土临时

堆放场，表土临时防护措施纳入相应防护区，并根据路基沿线坡面汇水情况确定临时排水沟断面尺寸，部分路段施工道路下边坡临时土袋拦挡。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。

5.2.2.3 施工生产生活区

施工生产生活区平整前，应剥离工程占地区域内的表土并集中堆放进行临时防护；平整时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，根据占地前的土地利用现状进行恢复。

5.2.2.4 弃渣场区

本项目弃渣场分为坡地型弃渣场和沟道型弃渣场。

坡地型弃渣场弃渣堆放前，拟将场内表土进行剥离并集中堆放至规划表土临时堆放场进行临时防护，然后根据渣场规模采取不同规格的挡渣墙、截排水沟、消能坎、沉砂池等措施；堆渣过程中，弃渣采取分层压实、分级堆放；渣体形成后，顶部采取覆土复耕措施或绿化措施，渣体边坡采取覆土绿化。

沟道型弃渣场弃渣堆放前，拟将场内表土进行剥离并集中堆放至规划表土临时堆放场进行临时防护，然后根据渣场规模采取不同规格的拦渣坝、排洪渠、消能坎、片石盲沟、沉砂池等措施；堆渣过程中，弃渣采取分层压实、分级堆放；渣体形成后，顶部采取覆土复耕措施或绿化措施，渣体边坡采取覆土绿化。

5.2.2.5 取土场区

取土场取料前，对占地范围内的表土进行剥离，集中堆放并采取拦挡覆盖措施；根据开采范围顶部坡面汇水面积大小、排水标准及设计洪峰流量确定截、排水沟断面尺寸，将取土场顶部的坡面汇水排至场外；施工期间在开挖边缘布设土袋挡墙临时拦挡；开采完毕后，将表土回铺至取土场开采平台，顶面大平台采用部分复耕、部分撒草绿化措施进行恢复。

5.2.2.6 表土临时堆放场区

表土临时堆放场使用前，对相邻区域路基、弃渣场、施工道路内的表土进行剥离，集中堆放于此并采取拦挡覆盖措施；施工完毕后，根据占地前的土地利用现状进行恢复。

本项目水土流失防治措施体系和总体布局详见表 5.2-1 和图 5.2-1，其水土保持

措施总体布局详见附图 5.2-1。

表 5.2-1 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	路基边坡	骨架护坡	主体工程
			路基排水	边沟、截（排）水沟、急流槽、沉沙池	主体工程
			路基表面	表土剥离	主体工程
		植物措施	路基边坡	覆土、植草防护、挂网植草防护	主体工程
			中央分隔带	覆土、丛植灌木、撒播植草	主体工程
		临时措施	高挖填边坡、敏感区路段、陡坡路段	土袋拦挡	水保方案
			路基排水	临时截（排）水沟	水保方案
			表土临时堆放场	临时撒草绿化、土袋拦挡、无纺布覆盖	水保方案
			填土临时转运场	防雨布	水保方案
	桥涵工程区	植物措施	旱桥桥下	混播植草	水保方案
		临时措施	桥墩施工	泥浆沉淀池、排水沟	水保方案
	隧道工程区	工程措施	洞口	骨架护坡	主体工程
			洞口	截（排）水沟	主体工程
		植物措施	洞口	喷播植草	主体工程
		临时工程	洞口	临时排水沟及沉沙池	水保方案
	交叉工程区	工程措施	匝道及连接线路基边坡	骨架护坡	主体工程
			匝道及连接线路基排水	边沟、截（排）水沟、急流槽、沉沙池	主体工程
			占地区域	表土剥离	主体工程
		植物措施	场地平整区域	覆土、乔灌草绿化、植草护坡	主体工程
		临时措施	表土临时堆场	临时撒草绿化、土袋拦挡、无纺布覆盖	水保方案
			场地周边及路基段	临时排水沟及沉沙池	水保方案
	沿线设施区	工程措施	占地区域	表土剥离、截（排）水沟	主体工程
		植物措施	场地平整区域	覆土、乔灌草绿化	主体工程
		临时措施	表土临时堆场	临时撒草绿化、土袋拦挡、无纺布遮盖	水保方案
			场地周边	临时排水沟及沉沙池	水保方案
	弃渣场区	工程措施	渣场占地区域	表土剥离	水保方案
			渣体坡脚	坡地型	挡渣墙
沟道型				拦渣坝	
渣场周边			坡地型	截排水沟、消能坎、沉砂池	水保方案
			沟道型	拦洪坝、排洪渠、消能坎、片石盲沟、沉砂池	
		渣体顶面	复耕	水保方案	
植物措施		渣体顶面、坡面	覆土、栽植灌木和混播草籽	水保方案	
临时措施	表土临时堆场	临时撒草绿化、土袋拦挡、无纺布遮盖	水保方案		
取土场区	工程措施	场地周边	截（排）水沟及沉沙池	水保方案	
		开采区域	表土剥离	水保方案	
		开采底面平台	复耕	水保方案	
	植物措施	开采边坡	种植藤本植物、挂网喷播植草	水保方案	
		开采区域	覆土	水保方案	
	临时工程	表土临时堆场	临时撒草绿化、土袋拦挡、无纺布遮盖	水保方案	
		开采边缘	土袋挡墙临时拦挡	水保方案	
施工道路区	工程措施	占地范围	表土剥离、土地整治	水保方案	
		占用耕地部分	复耕	水保方案	

	植物措施	占地林草范围	栽植灌木和混播草籽	水保方案	
		占地范围	覆土	水保方案	
	临时措施	临时施工道路	临时土袋拦挡、临时排水沟、沉沙池	水保方案	
施工生产生活区	工程措施	占地范围	剥离表土、土地整治	水保方案	
		占用耕地部分	复耕	水保方案	
	植物措施	占地林草范围	乔灌木绿化、覆土	水保方案	
		临时措施	材料堆场	土袋挡墙	水保方案
			表土临时堆场	临时撒草绿化、土袋拦挡、无纺布遮盖	水保方案
			施工生产生活区内	排水沟、沉沙池	水保方案
表土临时堆放场区	工程措施	占地范围	土地整治	水保方案	
		占用耕地部分	复耕	水保方案	
	植物措施	占地林草范围	栽植灌木和混播草籽	水保方案	
	临时措施	表土临时堆场	临时撒草绿化、土袋拦挡、无纺布遮盖	水保方案	

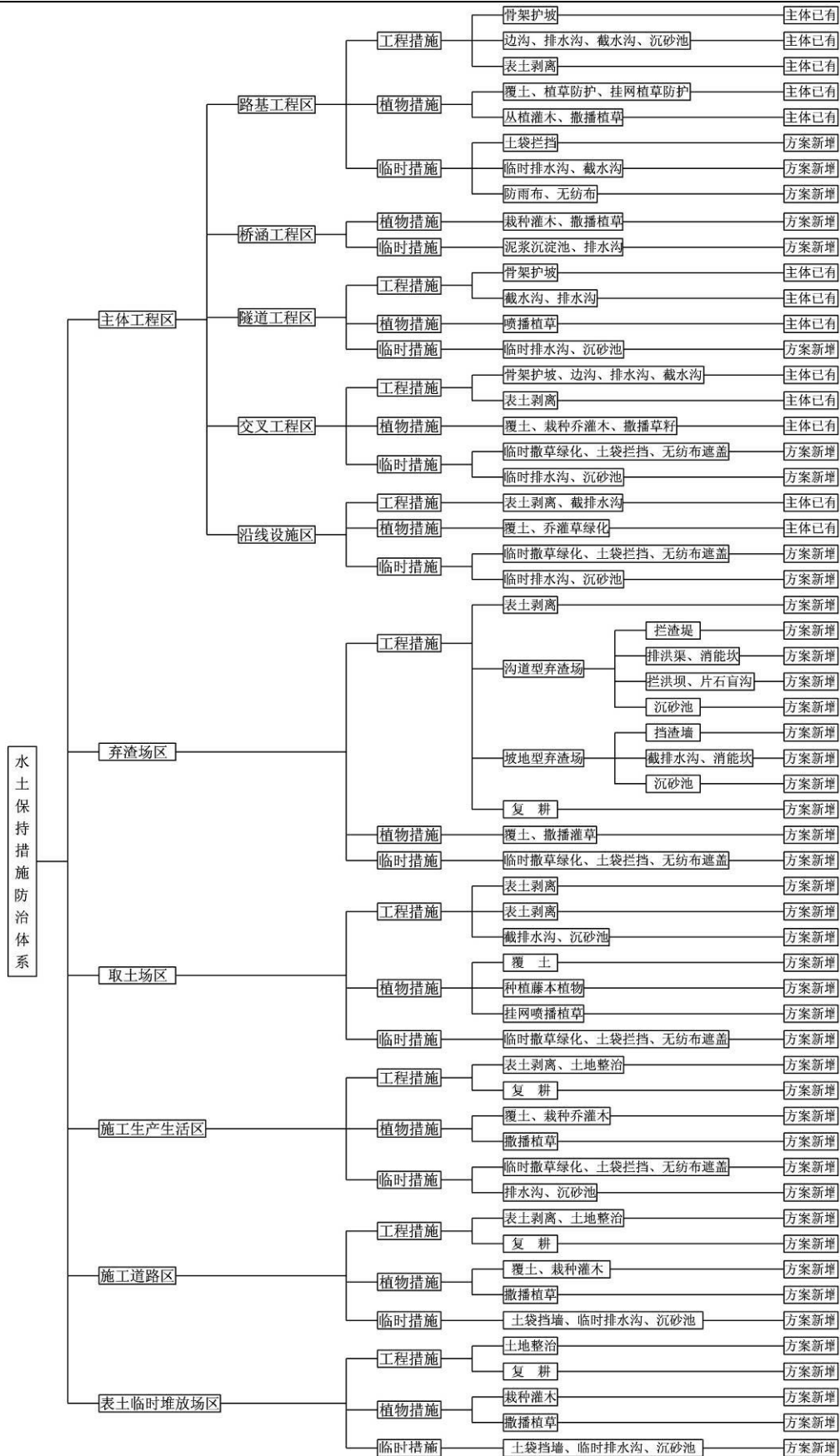


图 5.2-1 水土保持措施体系框图

5.3 分区措施布设

根据本项目水土流失防治措施体系及总体布局要求，在充分考虑主体工程设计中已有水土保持功能措施分析评价的基础上，按照水土保持法律法规和技术规范的要求，本方案拟分区布设不同部位水土流失防治措施。

5.3.1 主体工程区

主体工程区包括路基工程区、桥梁工程区、隧道工程区、交叉工程区和沿线设施区，在主体工程设计中，各工程区已采取了多种具有水土保持功能的措施，各措施在主体工程施工过程中一并实施。针对主体工程中未完善的水土保持措施，本水保方案进行补充设计，并对公路沿线实施的植物措施及后期的管护提出相应的水土保持要求。

5.3.1.1 路基工程区

（一）水土保持要求

（1）将水土保持纳入工程招投标，在工程招标中明确水土保持工程及承包商在工程建设中必须承担的水土保持责任和义务。各施工单位应认真履行对水土保持的各项承诺，并将水土保持的管理纳入管理职责中，监理单位要认真实施对项目水土保持监理工作，建设单位定期进行监督管理。

（2）实行水土流失监测报告制度，对施工区域的水土流失现状及水土保持措施实施情况进行报告，通过合同管理、现场监督、检查、水土流失报告制度，从管理入手，将施工水土流失控制在最低程度。

（3）项目区降雨主要集中在4月~10月，造成水土流失的时间也主要在此季节，故建议大规模的土石方开挖、填筑工程施工应避开雨季，尽量安排在1月~3月或11~12月进行，并在雨季来临前做好必要的防排水工程，最大限度地减少项目施工造成的水土流失和可能造成的危害。

（4）本项目特殊路基主要有软土和崩塌，虽然主体工程采取了工程措施进行防护，但这些区域因土质松软、裸露面大，易造成水土流失，施工中应做好施工组织，如：软基挖除的土方应及时运往附近弃渣场。

（二）工程措施

根据主体设计文件，路基工程区水土保持工程措施主要包括：对土质或土石混的挖、填边坡进行骨架护坡防护；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、截水沟及急流槽；对路基占地范围内的表土进行剥离并集中堆存。

通过主体工程水土保持分析与评价可知，路基工程区已有的工程措施较完善，无需新增。对路基处理时剥离的表土可利用路基工程区下边坡进行堆放，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。

本项目路基工程区水土保持工程措施数量见表 5.3-1。

表 5.3-1 路基工程区水土保持工程措施数量表（主体已有）

区县	骨架护坡	排水沟、边沟、截水沟及急流槽	表土剥离
		混凝土圪工	
	万 m ²	万 m ³	万 m ³
昭化区	4.06	1.03	2.96
剑阁县	5.56	1.29	4.31
梓潼县	3.54	3.91	5.10
游仙区	15.93	0.79	7.23
小 计	29.08	7.02	19.60

（三）植物措施

根据主体设计文件，路基工程区水土保持植物措施主要包括：对挖、填边坡进行植草防护、挂网植草防护等；对中央分隔带进行绿化；对绿化区域进行覆土。

根据工程区气候条件及高速公路景观绿化要求，本项目绿化可采用香椿、紫薇、海桐、胡枝子、盐肤木、黄荆、马桑、爬山虎、葛藤、白三叶、狗牙根等物种进行植物配置。根据水土保持工程设计规范，本项目中央分离带植被恢复与建设工程级别应为 1 级，路基两侧绿化带植被恢复及建设工程级别应为 2 级；但由于项目局部路段（AK11+194~AK12+800、AK14+800~AK16+050、AK17+551~AK19+409、AK30+970 ~ AK31+270、AK43+354~AK44+699.5、AK48+775~AK50+700、AK72+437.74~AK74+700、AK117+030 ~ AK118+685）涉及四川翠云廊古柏省级自然保护区、四川剑阁西河湿地自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区、剑阁县高观乡饮用水水源保护区、游仙区徐家镇书房村两岔河饮用水水源保护区，应提高一级，因此该路段中央分离带植被恢复与建设工程与路基两侧绿化带植被恢复及建设工程级别均为 1 级。根据对路基工程区可绿化路段及面积进行统计分析，路基工程区已有植物措施工程量满足水土保持要求。

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，特别是边坡、服务区等设施内的植被进行喷水、施肥；在雨季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。

本项目路基工程区水土保持植物措施数量见表 5.3-2。

表 5.3-2 路基工程区水土保持植物措施数量表（主体已有）

区县	植草护坡 万 m ²	挂网植草 万 m ²	中央分隔带绿化			覆土 万 m ³
			绿化面积 hm ²	灌木 株	草种 kg	
昭化区	9.55		2.27	9471	341	2.96
剑阁县	13.07	0.54	3.51	14619	526	4.31
梓潼县	8.32	0.78	5.60	23338	840	5.10
游仙区	37.49		2.70	11255	405	7.23
小计	68.43	1.32	14.08	58683	2113	19.60

（四）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）挖填边坡

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 1431m。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，虽然主体工程设计了护面墙、拱形护坡、植草护坡等防治措施，但是，为防治开挖填筑过程中造成的水土流失，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。

本项目以路基形式穿越了四川翠云廊古柏省级自然保护区、四川剑阁西河湿地自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区等环境敏感区域，为保护相应路段的环境，减少施工破坏，拟对相应路段进行拦挡；另外在局部路段，地形横向坡度陡峻，根据项目区路基施工经验，拟在该路段施工中形成的下边坡增设土袋挡墙，减少边坡水土流失。

土袋挡墙采用开挖土石方为原料，在下边坡排水沟内侧设置，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 0.5m，高 0.8m。

（2）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块石的即可。

(3) 表土临时堆放场

为节约利用表土资源，保证工程后期绿化覆土需要，在路基施工前，工程对占地区域内的表土进行剥离。根据本方案第2章表土堆存规划小规模集中堆放，平均堆高约3.0m，方便后期使用。

本项目施工期4年，时间较长，堆放期间经历多个雨季，为防治堆放期间引起的水土流失，减少表土肥力损失，表土临时堆放场周围用0.5m宽，0.8m高的土袋挡墙进行拉挡，堆放完成后，表面用无纺布进行遮盖，并撒草绿化，绿化草籽可选用白三叶、狗牙根的混合草籽，草籽撒播密度为50kg/hm²。

(4) 填土临时转运场

部分路段不利于物料堆放，施工中不仅要合理规划施工工序，使施工开挖土石方中可用于回填的部分能及时填筑，其余部分能及时运至指定弃渣场堆放处置，避免土石方就地堆放；同时施工中加强管理，不得随意堆放、倾倒。

由于工程施工时序上的差异，部分填方料将于临近填方路段的临时堆放一段时期，在填方段落方便施工或者施工条件成熟后，再进行填方作业。在施工组织层面，此处通常称为填土临时堆放场。根据同类型项目施工经验，**填土临时转运场的设置须遵循以下原则：**

① 填土临时转运场的目的在于为方便填方路基施工作业施工顺序衔接和施工组织，暂存一部分用于回填的土方。因此，填土临时转运场距离填土段落距离不宜过远，一般宜从相邻5km以内的挖方路段运输并堆放至相距1km以内的地方，**作为填土临时转运场；**

② 填土临时转运场占地处于主体红线范围以内，**不新增临时占地；**

③ 填土临时转运场仅仅用于临时的施工调度，因此**占地规模不宜过大**，也没有必要很大；**如果局部段落天然条件较好**，或者通过施工组织的优化，**可以不设置填土临时转运场**，则尽量做到不设置，以避免因为土体运输和堆放造成水土流失；

④ 根据施工经验，填土临时转运场的选择应当以土石方平衡段落为单元，单元内路基填方超过 10 万 m^3 以上的，因为施工组织的问题，可能会需要设置；当单元段落路基填方不足 10 万 m^3 时，原则上没有必要设置填土临时转运场；

⑤ 填土临时转运场堆方高度不宜过高，并应做好相应的防护措施。

根据本方案表 2.4-9 土石方平衡分析表，本项目土石方平衡段落 AK0+000~AK3+185、AK7+900~AK8+700、AK21+000~AK34+837、AK45+300~AK49+450、AK55+575~AK65+601 等，路基填方不足 4 万 m^3 或无路基填方，因此相应段落中不会设置填土临时转运场。另外 AK77+500~AK80+745，段落路基填方为 16.53 万 m^3 ，但由于填方路基紧邻挖方路基，施工条件较好，因此没有必要设置填土临时转运场。综上所述，本项目填土临时转运场位置、占地面积及堆置方式等相关情况见表 5.3-3。

表 5.3-3 本项目填土临时转运场设置情况一览表

序号	段落桩号	段落路基填方数量 ^{注①} (自然方, 万 m^3)	填土临时转运场分布段落	占地面积 (hm^2)	堆置方式
1	AK3+185~AK7+900	19.86	AK3+800.0~AK4+100.0	0.94	自然方
2	AK8+700~AK16+052	39.37	AK11+400.0~AK11+700.0	1.20	自然方
3	AK16+052~AK21+000	43.61	AK18+500.0~AK19+000.0	1.30	自然方
4	AK34+837~AK41+195	33.72	AK37+200.0~AK37+600.0	1.33	自然方
5	AK41+195~AK45+300	13.6	AK44+200.0~AK44+700.0	0.72	自然方
6	AK49+450~AK55+575	34.38	AK51+900.0~AK52+100.0	0.87	自然方
7	AK65+601~AK73+500	22.37	AK68+100.0~AK68+400.0	1.15	自然方
8	AK73+500~AK77+510	37.79	AK74+000.0~AK74+700.0	1.26	自然方
9	AK80+745~AK85+543	40.36	AK84+400.0~AK84+600.0	1.17	自然方
10	AK85+543~AK90+700	45.86	AK87+800.0~AK88+000.0	1.11	自然方
11	AK90+700~AK95+705	38.95	AK93+300.0~AK93+700.0	1.33	自然方
12	AK95+705~AK102+960	72.86	AK96+600.0~AK97+100.0	1.52	自然方
13	AK102+960~AK109+734	123.81	AK104+400.0~AK104+900.0	1.77	自然方
14	AK109+734~AK115+000	120.97	AK112+500.0~AK112+900.0	1.61	自然方
15	AK115+000~AK119+000	58.85	AK117+600.0~AK118+100.0	1.97	自然方
16	AK119+000~AK123+818	61.41	AK121+700.0~AK122+200.0	2.13	自然方

注①：本列数据填方量不含表土；据前文所述可知，填土临时转运场主要目的在于服务填方路基施工，表土剥离及堆放在路基上主要用于中央分隔带和边坡绿化覆土，且专门有表土堆放场进行堆放；因此其堆方不纳入此处的施工调度考虑。

根据项目区同类项目施工经验，填土临时转运场堆方结构松散，受降水影响极易引起严重的水土流失，故应当对部分土石方采取防雨布覆盖、砖石压护的形式进行临时防护。根据施工安排和土石方填筑量，预计每公里路基路段防雨布最大需求量为 0.50 万 m^2 ，同时，防雨布可用于路基开挖裸露边坡在雨季及大风时的临时遮盖。

根据以上分析，路基工程区新增水土措施数量见表 5.3-4。路基工程水土保持措施设计图见附图 5.3-1。

表 5.3-4 路基工程区水土保持临时措施（方案新增）

区县	临时措施											
	挖填边坡		表土临时堆放场					临时截排水沟		填土临时转运场	保护路段及路基下边坡	
	土袋拦挡		表土堆存量	土袋拦挡		无纺布	撒播草种	长度	复合土工布	防雨布	土袋拦挡	
	长度 (m)	数量 (m ³)	万 m ³	长度 (m)	数量 (m ³)	万 m ²	kg	km	万 m ²	万 m ²	长度 (m)	数量 (m ³)
昭化区								11.37	1.77	3.79	2012.0	804.8
剑阁县	248	99.2						17.54	2.74	5.85	1559.5	623.8
梓潼县	1183	473.2	4.19	472.7	189.1	1.68	69.8	28.01	4.37	9.34	1071.5	428.6
游仙区								13.51	2.11	4.50	891.0	356.4
合计	1431	572.4	4.19	472.7	189.1	1.68	69.8	70.42	10.99	23.47	5534.0	2213.6

5.3.1.2 桥涵工程区

（一）水土保持要求

由于桥梁施工围堰、桥墩及桥台处理属于主体工程范围，费用在桥梁工程投资中计列，本水保方案提出相关的水土保持要求如下：

（1）涉水桥墩钻孔施工时应注意对固壁泥浆的收集，并将其运至河岸沉沙池沉淀，再将沉淀物运至指定的弃渣场。

（2）涉水桥梁水下工程应在枯水期完成，在雨季来临前及围堰拆除前，应将施工区域的挖方和垃圾清除，防止进入河道产生水土流失。

（3）工程区河道洪水期、枯水期流量变化较大，根据同类工程建设经验，为防止汛期河道洪水对桥墩的冲刷，应根据行洪论证的冲刷计算成果，强化桥墩的基础处理，防止桥墩局部冲刷引起的水土流失。

（二）工程措施

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。根据同类型区高速公路的施工经验，项目施工时，涵洞与上下游自然沟渠的顺接主要采用八字翼墙-八字翼墙、边沟跌井-八字翼墙、边沟跌井-铺砌、边沟跌井-排水沟等形式。其工程量属主体工程设计范围，不属于主体工程设计中已有水土保持措施，在此不计列。

（三）植物措施

本项目桥梁工程旱桥部分占地 125.35hm²；根据现场勘察情况，旱桥占地以耕地、荒地为主，现状植被稀疏，可以预见其在桥梁施工过程中必然被扰动或破坏，且不易恢复；因此从水土保持及绿化美化公路的角度出发，结合实际施工经验，本方案考虑对旱桥桥下施工扰动区域进行混播植草方式绿化。绿化草籽选择白三叶、狗牙

根等草籽，草种播种密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，植物绿化面积按旱桥占地面积的 80% 计列。因此，本项目桥梁工程撒播植草绿化面积为 100.28hm^2 ，撒播草籽 10028.0kg 。

针对本项目桥梁工程桥下占地部分绿化恢复工作，本方案拟按照路基两侧绿化带标准，其植被恢及建设工程级别定为 2 级，涉及城镇、饮用水源保护区和风景名胜区段落为 1 级。

（四）临时措施

本项目共设 $40163.5\text{m}/87$ 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，本方案规划在桥梁两岸布设泥浆沉淀池进行处理。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下底（长 \times 宽=2.5 \times 0.5），上底（长 \times 宽=4.0 \times 2.0），池深 1.5m，坡比 1:0.5，出水端设底宽 0.5m，深 0.5m，坡比 1:0.5 的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，沉淀池及排水沟开挖土石方可作为沉淀池顶挡坎，在施工结束后，将挡坎回填至沉淀池内，恢复场地平整。

桥涵工程区水土保持措施布置图见附图 5.3-2。

根据以上分析，本项目桥梁工程区需新增的水土保持措施及数量见表 5.3-5。

表 5.3-5 桥涵工程区水土保持植物、临时措施工程数量表（方案新增）

区县	旱桥 面积 hm ²	植物措施（混播植草）		临时措施			
		绿化面积 hm ²	草种 kg	泥浆沉淀池数量 个	临时排水沟长度 m	工程量	
						土夹石开挖 m ³	土工布 m ²
昭化区	17.97	14.38	1437.6	3	1358.4	528.0	2696.3
剑阁县	64.90	51.92	5192.0	12	4075.2	1602.7	8147.7
梓潼县	32.98	26.38	2638.4	5	1584.8	625.4	3175.1
游仙区	9.50	7.60	760.0	3	679.2	273.3	1377.6
合计	125.35	100.28	10028.0	23	7697.6	3029.4	15396.6

5.3.1.3 隧道工程区

本项目隧道工程区洞口采用骨架护坡+喷播植草及排水工程，能够有效恢复隧道工程区的植被，减少自然恢复期的水土流失。工程措施和植物措施工程量可以满足水土保持要求。

针对本项目隧道工程区的绿化恢复工作，本方案拟按照路基两侧绿化带标准，其植被恢及建设工程级别定为 2 级，涉及城镇、饮用水源保护区和风景名胜区段落为 1 级。

（一）水土保持要求

隧道的水土流失主要来源于隧道洞口的地表扰动和隧道弃渣。隧道洞口的防护不影响洞内开挖，隧道洞口开挖后应尽快硬化和绿化，并设置截、排水设施，不能等隧道开挖完成后再进行。同时，根据土石方平衡分析，本项目隧道洞渣部分用于路基填筑，隧道洞渣挖出后应及时运往填筑地点，不得乱堆乱弃，其余的及时运至规划指定弃渣场集中堆放。

(二) 工程措施

根据主体设计文件，隧道工程中可以界定为水保措施的为：骨架护坡和截排水沟。

(三) 植物措施

根据主体设计文件，隧道工程中可以界定为水保措施的为：洞门绿化。

通过项目水土保持评价可知，隧道工程区已有的工程、植物措施较完善，无需新增。本项目隧道工程的水土保持工程、植物措施工程量见表 5.3-6。

表 5.3-6 隧道工程区水土保持工程、植物措施工程数量表（主体已有）

区县	工程措施		植物措施
	骨架护坡	截排水沟	洞门绿化
		长度	喷播植草
m ²	m	m ²	
昭化区	360	720	1950
剑阁县	1980	3960	10725
梓潼县	420	840	2275
游仙区			
合计	2760	5520	14950

(四) 临时措施

主体工程设计对洞口采取了相应的衬砌，坡面采取了骨架护坡，洞口区域采设置截排水沟、洞门绿化。隧道弃渣运至规划的弃渣场。因此，隧道工程区水土措施较完善。本方案补充施工期间隧洞的临时导流排水沟及临时沉砂池措施。

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，在截排水沟出口处布设临时导流排水沟及临时沉沙池。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。设计沉沙池开挖断面为 2.0m × 1.5m × 1.0m，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。

隧道工程区新增水土保持措施及数量见表 5.3-7，隧道工程区水土保持措施见附图 5.3-3。

表 5.3-7 隧道工程区水土保持临时措施工程数量表（方案新增）

区域	隧道	临时排水沟及沉砂池			
		临时排水沟	临时沉砂池	工程量	
		长度	数量	土夹石开挖	复合土工布
	m/座	m	个	m ³	m ²
昭化区	7318/3	978	6	252.7	1591.8
剑阁县	26663/16	5216	30	1341.8	8465.7
梓潼县	2731/4	1304	2	319.0	2050.4
游仙区					
合计	36712/23	7498	38	1913.5	12107.9

5.3.1.4 交叉工程区

在交叉工程区，主体工程已设计了骨架护坡和截排水沟等工程措施，乔灌草植物措施可以有效的治理工程施工扰动造成的水土流失。工程措施和植物措施工程量可以满足水土保持要求。

本项目交叉工程内场地景观绿化植被恢复和建设工程级别为 1 级，交叉工程内的路基段路基两侧绿化带植被恢复与建设工程级别为 2 级，涉及城镇、饮用水源保护区和风景名胜区段落为 1 级。

（一）水土保持要求

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

（2）控制土石方工程的施工周期，尽可能减少疏松土壤的裸露时间。

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

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

（二）工程措施

根据主体设计文件，交叉工程区水土保持工程措施主要包括：对挖、填边坡进行骨架护坡等；对场地周边、连接线边坡等根据坡面汇水情况设置各种型式的排水沟、截水沟、沉砂池；对场地占地范围内的表土进行剥离并集中堆存。

通过主体工程水土保持分析与评价可知，交叉工程区已有的工程措施较完善，无需新增。本项目交叉工程区水土保持工程措施数量见表 5.3-8。

表 5.3-8 交叉工程区水土保持工程措施数量表（主体已有）

区县	互通名称	截排水沟及沉砂池				骨架护坡	表土剥离
		截排水沟长度 (km)	沉砂池数量 (个)	浆砌圪工 (万 m ³)	砼圪工 (万 m ³)	M7.5 浆砌片石 (万 m ²)	(万 m ³)
昭化区	黑水塘枢纽互通	0.81	2	0.20	0.03	0.24	1.51
	红岩互通	1.77	3	0.44	0.08	0.47	1.29
	小计	2.58	5	0.64	0.11	0.71	2.80
剑阁县	高观互通	2.18	4	0.55	0.13	0.45	1.39
	普安互通	1.57	3	0.39	0.07	0.42	1.25
	柳沟互通	1.89	3	0.47	0.07	0.54	1.31
	武连互通	1.85	3	0.46	0.10	0.41	1.31
	小计	7.49	13	1.87	0.36	1.82	5.25
梓潼县	演武互通	1.60	3	0.40	0.07	0.43	1.25
	许州互通	1.89	3	0.47	0.09	0.47	1.31
	梓潼互通	1.52	3	0.38	0.07	0.38	1.24
	卧龙互通	1.17	2	0.29	0.05	0.31	1.17
	小计	6.19	11	1.55	0.28	1.59	4.97
游仙区	徐家互通	1.04	2	0.26	0.03	0.32	1.13
合计		17.30	31	4.32	0.78	4.44	14.16

(三) 植物措施

根据主体设计文件，交叉工程区水土保持植物措施主要包括：场地绿化（栽植乔灌木和撒播植草）、边坡绿化（喷播植草）和覆土等。

通过主体工程水土保持分析与评价可知，交叉工程区已有的植物措施较完善，无需新增。本项目交叉工程区水土保持植物措施数量见表 5.3-9。

表 5.3-9 交叉工程区水土保持植物措施数量表（主体已有）

区县	互通名称	场地绿化				边坡绿化	覆土
		面积 (hm ²)	种植乔木 (株)	种植灌木 (株)	撒播植草 (kg)	喷播植草 (hm ²)	(万 m ³)
昭化区	黑水塘枢纽互通	2.70	4050	10800	405.0	1.40	1.51
	红岩互通	1.85	2775	7400	277.5	3.16	1.29
	小计	4.55	6825	18200	682.5	4.56	2.80
剑阁县	高观互通	1.85	2775	7400	277.5	4.16	1.39
	普安互通	1.85	2775	7400	277.5	2.78	1.25
	柳沟互通	1.85	2775	7400	277.5	3.28	1.31
	武连互通	1.85	2775	7400	277.5	3.46	1.31
	小计	7.40	11100	29600	1110.0	13.68	5.25
梓潼县	演武互通	1.85	2775	7400	277.5	2.86	1.25
	许州互通	1.85	2775	7400	277.5	3.43	1.31
	梓潼互通	1.85	2775	7400	277.5	2.76	1.24
	卧龙互通	1.85	2775	7400	277.5	2.09	1.17
	小计	7.40	11100	29600	1110.0	11.14	4.97
游仙区	徐家互通	1.85	2775	7400	277.5	1.77	1.13
合计		21.20	31800	84800	3180.0	31.14	14.16

(四) 临时措施

施工期间，在交叉工程周边布设临时排水沟及临时沉沙池。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。设计沉沙池开挖断面为 2.0m ×

1.5m × 1.0m，采用夯实土型式，两端分别连接排水沟，经沉砂池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟。

根据表土堆存规划，交叉工程区堆放表土总量约为 25.65 万 m³，堆放占地面积 8.55hm²。为避免表层土堆放期间发生崩塌、面蚀、沟蚀等水土流失及土壤肥力下降，本水保方案拟在坡脚堆砌高 0.80m，宽 0.5m 的土袋挡墙，并在表土堆体表面撒播植草并铺盖无纺布，草籽选择可结合后期路基工程区及交叉工程区绿化草籽，选择白三叶、狗牙根等品种，草籽撒播密度 50kg/hm²。

交叉工程区新增水保措施工程量统计见表 5.3-10，交叉工程区水土保持措施见附图 5.3-4。

表 5.3-10 交叉工程区水土保持临时措施工程数量表（方案新增）

区县	交叉工程 hm ² /座	临时排水沟及沉砂池				表土堆放场				
		临时排水沟	临时沉砂池	土夹石开挖	复合土工布	表土堆存量	土袋挡长度	土袋挡	无纺布	撒播草种
		m	个	m ³	m ²	万 m ³	m	m ³	万 m ²	kg
昭化区	43.77/2	736.0	2	182.6	1167.7	4.69	704.0	281.6	1.88	78.2
剑阁县	75.32/4	1872.0	5	464.3	2969.1	9.18	1396.9	558.8	3.68	153.2
梓潼县	65.77/4	1547.0	4	383.3	2452.0	8.37	1306.0	522.4	3.34	139.2
游仙区	16.55/1	348.0	1	86.5	552.8	3.41	426.4	170.6	1.36	56.8
合计	201.40/11	4503.0	11	1116.7	7141.7	25.65	3833.3	1533.3	10.26	427.3

5.3.1.5 沿线设施区

沿线设施区除建（构）筑物及地表硬化外，还配套了场内排水设施及场地绿化措施，措施实施后能够很好的起到防止水土流失的作用，满足工程区水土保持要求。

本项目沿线设施区植被恢复与建设工程级别为 1 级。根据工程区气候条件及高速公路景观绿化要求，本项目绿化可采用榕树、塔柏、黄花槐、紫薇、火棘、大叶黄杨、爬山虎、三角梅、紫花苜蓿、高羊茅、狗牙根等物种进行植物配置。

（一）水土保持要求

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

（2）控制土石方工程的施工周期，尽可能减少疏松土壤的裸露时间。

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

（二）工程措施

根据主体设计文件，沿线设施区水土保持工程措施主要包括：对场地周边、连

接线边界等根据坡面汇水情况设置各种型式的排水沟、截水沟、沉砂池；对场地占地范围内的表土进行剥离并集中堆存。

通过主体工程水土保持分析与评价可知，沿线设施区已有的工程措施较完善，无需新增。本项目交叉工程区水土保持工程措施数量见表 5.3-11。

表 5.3-11 沿线设施区水土保持工程措施数量表（主体已有）

区县	排水工程		表土剥离
	浆砌圬工	混凝土圬工	
	m ³	m ³	万 m ³
昭化区	286	71	0.16
剑阁县	700	175	1.05
梓潼县	700	175	1.05
游仙区			
合计	1685	421	2.26

（三）植物措施

根据主体设计文件，沿线设施区水土保持植物措施主要包括：场地绿化（栽植灌木和撒播植草）和覆土等。

通过主体工程水土保持分析与评价可知，沿线设施区已有的植物措施较完善，无需新增。本项目沿线设施区水土保持工程措施数量见表 5.3-12。

表 5.3-12 沿线设施区水土保持植物措施数量表（主体已有）

区县	场地绿化				
	绿化面积	乔木	灌木	草种	覆土
	万 m ²	株	株	kg	m ³
昭化区	0.32	479	1278	48	0.16
剑阁县	2.10	3149	8397	315	1.05
梓潼县	2.10	3149	8397	315	1.05
游仙区					
合计	4.52	6777	18072	678	2.26

（四）临时措施

施工期间，在沿线设施周边布设临时排水沟及临时沉砂池。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。设计沉砂池开挖断面为 2.0m × 1.5m × 1.0m，采用夯实土型式，两端分别连接排水沟，经沉砂池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟。

根据表土堆存规划，沿线设施区堆放表土总量约为 10.72 万 m³，堆放占地面积 3.57hm²。为避免表层土堆放期间发生崩塌、面蚀、沟蚀等水土流失及土壤肥力下降，本水保方案拟在坡脚堆砌高 0.80m，宽 0.5m 的土袋挡墙，并在表土堆体表面撒播植草并铺盖无纺布，草籽选择可结合后期路基工程区及交叉工程区绿化草籽，选择高

羊茅、狗牙根等品种，草籽撒播密度为 50kg/hm²。

沿线设施区新增水保措施工程量统计见表 5.3-13，沿线设施区水土保持措施见附图 5.3-5。

表 5.3-13 沿线设施区水土保持临时措施工程数量表（方案新增）

区县	临时排水沟及沉砂池			表土堆放场				
	临时排水沟	临时沉砂池	复合土工布	表土堆存量	土袋拦挡长度	土袋拦挡	无纺布	撒播草种
	m	个	m ²	万 m ³	m	m ³	万 m ²	kg
昭化区	280.0	1	447.1	2.58	370.9	148.4	1.03	43.0
剑阁县	1471.0	5	2345.9	3.78	633.9	253.6	1.51	63.0
梓潼县	1395.0	4	2215.8	4.36	679.9	272.0	1.74	72.7
游仙区								
合计	3146.0	10	5008.9	10.72	1684.7	673.9	4.29	178.7

5.3.2 弃渣场区

根据项目土石方平衡，本工程需设置弃渣场 50 处，占地 205.23hm²，占地类型主要为耕地、林地和草地。弃渣场类型为坡地型和沟道型。本方案结合弃渣场的占地面积、汇水面积、最大堆高、堆渣量、弃渣场类型、区县等因素综合考虑，对 2#、3#、4#、5#、6#、9#、10#、11#、12#、13#、14#、16#、18#、20#、23-1#、24#、26#、27#、28#、32#、36#、37#、40#、43#和 48#弃渣场进行典型设计。典型渣场情况详见表 5.3-14。

表 5.3-14 典型渣场特性表

区县	渣场编号	渣场类型	堆渣量	最大堆高	汇水面积	占地面积	备注
			万 m ³	m	hm ²	hm ²	
昭化区	2#	沟道型	68.90	53	108.34	5.83	昭化区堆高最高、堆渣量最大
	3#	沟道型	52.15	43	195.91	4.98	昭化区汇水面积最大
	4#	坡地型	49.70	43	7.71	4.30	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	5#	坡地型	62.40	42	41.70	6.46	昭化区占地面积最大
	6#	坡地型	46.95	28	51.68	5.03	堆渣自然方大于 30 万 m ³
剑阁县	9#	坡地型	43.28	52	87.75	2.54	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	10#	沟道型	97.60	48	203.46	10.19	全线占地面积最大、汇水面积最大、堆渣量最大
	11#	坡地型	80.67	53	45.24	5.49	全线堆高最高
	12#	坡地型	92.22	38	52.78	7.86	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	13#	坡地型	39.65	38	18.80	3.40	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	14#	沟道型	89.70	43	107.89	8.72	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	16#	沟道型	75.40	42	81.71	6.67	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	18#	坡地型	49.40	38	41.51	3.83	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	20#	坡地型	49.98	33	43.49	4.20	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	23-1#	坡地型	65.65	30	32.12	7.69	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	24#	坡地型	62.40	33	80.57	5.52	堆渣自然方大于 30 万 m ³
26#	坡地型	71.27	30	45.35	7.55	堆渣自然方大于 30 万 m ³	

区县	渣场编号	渣场类型	堆渣量	最大堆高	汇水面积	占地面积	备注
			万 m ³	m	hm ²	hm ²	
	27#	坡地型	46.80	30	31.21	4.16	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	28#	坡地型	93.60	49	62.11	7.05	堆渣自然方大于 30 万 m ³
	32#	坡地型	61.33	28	15.13	8.50	堆渣自然方大于 30 万 m ³
梓潼县	36#	坡地型	53.30	30	5.79	5.89	梓潼县占地面积最大、堆高最高、弃渣量最大
	37#	坡地型	26.49	25	10.80	2.75	梓潼县规模较大
	40#	坡地型	18.20	21	8.98	2.49	梓潼县规模较大
	43#	坡地型	6.12	10	11.62	2.14	梓潼县汇水面积最大
游仙区	48#	坡地型	17.89	12	/	4.02	游仙区占地面积最大、弃渣量最大

5.3.2.1 水土保持要求

弃渣场的施工和使用应满足以下要求：

（一）表土剥离

种植土作为一种资源，应尽可能的利用最大化。在弃渣堆放前将占地范围内可剥离表土按需剥离，临时堆存在各渣场范围内的表土堆存区，供后期渣体表面绿化或复耕覆土。

（二）弃渣堆放要求

堆渣时，应当落实分级堆放、分层碾压要求。本项目弃渣有杂填土、粘土、砂质泥岩等。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，应当对弃渣进行分级堆放，每级弃渣结束后均应进行碾压，根据主体设计文件要求，渣体压实度不小于 0.85。

（三）渣场汇水处理措施

为排除渣场上游坡面汇水，保证渣体稳定，在坡地型弃渣场渣体顶部以上有较大汇水面积的渣场顶部边缘位置设置截排水沟；在沟道型弃渣场上方及渣场边缘设置挡水坝、排洪渠，在渣场底部设置片石盲沟。

（四）渣场拦挡措施

弃渣场的使用应严格遵照“先拦后弃”的原则，堆渣前在渣场外围设置挡渣墙对渣料进行拦挡，挡渣墙的基础需设置在稳定地基层上，挡渣墙抗滑、抗倾覆稳定系数、基底应力必须满足规范要求。

（五）渣体表面防护措施

为满足渣体整体稳定，渣体边坡应进行放缓处理，对堆渣较高的渣体每 10m 左右设置宽 2.00m 的马道，每隔 30m 设置一道宽 5m 的平台马道。根据原地表土地利

用现状，尽可能采取复耕和绿化措施。

5.3.2.2 弃渣场设计标准

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，结合各渣场类型、堆渣量、最大堆高以及渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度等因素，确定本项目各弃渣场设计标准。

本项目涉及的广元市昭化区位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，剑阁县和梓潼县位于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区；经过的绵阳市游仙区虽不属于国家级和省级水土流失重点防治区，但路线所经的游仙区魏城镇、徐家镇为绵阳市水土流失重点治理区。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），本方案将全线弃渣场截排水工程、拦渣工程的工程等级提高一级。

弃渣场设计标准具体详见表 5.3-15。

表 5.3-15 渣场级别及防护工程级别一览表

渣场编号	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	防护工程建筑物级别		渣场防洪设计标准(P=)	
						原界定级别	修正后级别	设计洪水	校核洪水
1#	坡地型	38.99	37	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
2#	沟道型	68.90	53	无危害	4	5	4	3.3%	2.0%
3#	沟道型	52.15	43	无危害	4	5	4	3.3%	2.0%
4#	坡地型	49.70	43	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
5#	坡地型	62.40	42	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
6#	坡地型	46.95	28	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
7#	坡地型	11.05	25	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
8#	坡地型	29.35	23	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
9#	坡地型	43.28	52	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
10#	沟道型	97.60	48	较轻	4	5	4	3.3%	2.0%
11#	坡地型	80.67	53	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
12#	坡地型	92.22	38	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
13#	坡地型	39.65	38	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
14#	沟道型	89.70	43	无危害	4	5	4	3.3%	2.0%
15#	沟道型	25.47	22	较轻	4	5	4	3.3%	2.0%
16#	沟道型	75.40	42	无危害	4	5	4	3.3%	2.0%
17#	坡地型	32.60	40	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
18#	坡地型	49.40	38	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
19#	坡地型	26.16	30	无危害	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
20#	坡地型	49.98	33	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
21#	坡地型	32.85	28	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
22#	坡地型	23.24	32	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
23-1#	坡地型	65.65	30	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
23-2#	坡地型	19.50	20	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	
24#	坡地型	62.40	33	较轻	4	5	4	5年一遇 10min 短历时	

渣场编号	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	防护工程建筑物级别		渣场防洪设计标准(P=)	
						原界定级别	修正后级别	设计洪水	校核洪水
25#	坡地型	26.00	28	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
26#	坡地型	71.27	30	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
27#	坡地型	46.80	30	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
28#	坡地型	93.60	49	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
29#	坡地型	68.92	40	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
30#	坡地型	17.96	28	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
31#	坡地型	14.30	23	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
32#	坡地型	61.33	28	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
33#	坡地型	19.50	29	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
34#	坡地型	13.85	25	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
35#	坡地型	13.39	22	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
36#	坡地型	53.30	30	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
37#	坡地型	26.49	25	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
38#	坡地型	7.54	18	无危害	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
39#	坡地型	11.66	18	无危害	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
40#	坡地型	18.20	21	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
41#	坡地型	11.05	15	较轻	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
42#	坡地型	6.50	12	较轻	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
43#	坡地型	6.12	10	无危害	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
44#	坡地型	16.25	20	无危害	4	5	4	5年一遇 10min	短历时
45#	坡地型	10.40	15	无危害	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
46#	坡地型	13.61	15	较轻	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
47#	坡地型	9.10	12	无危害	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
48#	坡地型	17.89	12	较轻	5	5	4	5年一遇 10min	短历时
49#	坡地型	2.53	10	较轻	5	5	4	5年一遇 10min	短历时

根据《水土保持工程调查与勘测标准 GB/T 51297-2018》4.5.3 小节，4级以上弃渣场及其拦渣工程应当进行水土保持工程调查与勘察，详见表 5.3-16、5.3-17。

表 5.3-16 弃渣场情况调查表

序号	编号	类型	面积 (hm ²)	容量 (万 m ³)	弃渣组成	基本地质条件	交通运输条件	汇水面积 (hm ²)	下游重要基础设施分布情况	占地类型	覆土来源	水源及灌溉设施条件	道路情况	建筑材料情况
1	1#	坡地型	3.45	42.55	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层为侏罗系上统莲花口组，为内陆河湖相砾岩、砂砾岩、砂岩、泥岩之韵律沉积。底部常为巨厚砾岩层。	有县道、乡村道路相邻，需新修施工道路约 151m	37.60	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
2	2#	沟道型	5.83	96.56	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层为侏罗系上统莲花口组，为内陆河湖相砾岩、砂砾岩、砂岩、泥岩之韵律沉积。底部常为巨厚砾岩层。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 206m	108.34	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
3	3#	沟道型	4.98	62.98	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层为侏罗系上统莲花口组，为内陆河湖相砾岩、砂砾岩、砂岩、泥岩之韵律沉积。底部常为巨厚砾岩层。	需新修施工道路约 106m	195.91	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
4	4#	坡地型	4.30	56.03	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层为侏罗系上统莲花口组，为内陆河湖相砾岩、砂砾岩、砂岩、泥岩之韵律沉积。底部常为巨厚砾岩层。	有县道相连，无需新修施工道路	7.71	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
5	5#	坡地型	6.46	77.52	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层为侏罗系上统莲花口组，为内陆河湖相砾岩、砂砾岩、砂岩、泥岩之韵律沉积。底部常为巨厚砾岩层。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	41.70	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
6	6#	坡地型	5.03	50.30	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	51.68	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
7	7#	坡地型	1.41	11.37	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 250.7m	6.30	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
8	8#	坡地型	2.74	30.01	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	73.71	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
9	9#	坡地型	2.54	44.03	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为灰、紫灰色中一厚层含砾砂岩、岩屑砂岩与棕红色泥质粉砂岩和泥岩成单调韵律。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 244.3m	87.75	无分布	林地、草地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
10	10#	沟道型	10.19	122.28	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于单斜深谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，上、中部为砾岩、砂砾岩与棕红色泥质粉砂岩或泥岩成韵律。底部杂色厚一块状砾岩夹紫一棕红色灰质、泥质粉砂岩和泥岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 147.1m	203.46	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
11	11#	坡地型	5.49	84.34	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，上、中部为砾岩、砂砾岩与棕红色泥质粉砂岩或泥岩成韵律。底部杂色厚一块状砾岩夹紫一棕红色灰质、泥质粉砂岩和泥岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 217.2m	45.24	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
12	12#	坡地型	7.86	96.35	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有 118 乡道相邻，需新修施工道路约 423.5m	52.78	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
13	13#	坡地型	3.40	43.07	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 305.3m	18.80	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
14	14#	沟道型	8.72	93.74	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 368.9m	107.89	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
15	15#	沟道型	3.42	26.87	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 74.2m	72.62	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料

序号	编号	类型	面积 (hm ²)	容量 (万 m ³)	弃渣组成	基本地质条件	交通运输条件	汇水面积 (hm ²)	下游重要基础设施分布情况	占地类型	覆土来源	水源及灌溉设施条件	道路情况	建筑材料情况
16	16#	沟道型	6.67	80.04	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	81.71	无分布	耕地、林地、草地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
17	17#	坡地型	3.37	39.65	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为灰、紫灰色中一厚层含砾砂岩、岩屑砂岩与棕红色泥质粉砂岩和泥岩成单调韵律。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 159.8m	16.19	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
18	18#	坡地型	3.83	51.98	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	41.51	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
19	19#	坡地型	3.01	29.13	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 68.7m	13.80	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
20	20#	坡地型	4.20	53.31	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	43.49	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
21	21#	坡地型	5.25	42.00	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 416.3m	56.93	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
22	22#	坡地型	2.27	24.21	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 136.6m	19.24	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件较差，需整修	购买运用主体建筑材料
23	23-1#	坡地型	7.69	67.85	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	32.12	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
24	23-2#	坡地型	3.67	22.24	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 88.2m	49.28	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
25	24#	坡地型	5.52	65.06	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 51.5m	80.57	无分布	林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
26	25#	坡地型	2.90	27.07	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	16.05	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	毗邻河流，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
27	26#	坡地型	7.55	75.50	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有 109 乡道、乡村道路相连，无需新修施工道路	45.35	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	毗邻河流，无灌溉设施	条件较差，需整修	购买运用主体建筑材料
28	27#	坡地型	4.16	48.00	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	31.21	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
29	28#	坡地型	7.05	101.60	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	62.11	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
30	29#	坡地型	5.26	70.13	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	14.69	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件较差，需整修	购买运用主体建筑材料
31	30#	坡地型	3.55	28.40	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 147.6m	2.55	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
32	31#	坡地型	2.71	17.81	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 205.2m	26.39	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料

序号	编号	类型	面积 (hm ²)	容量 (万 m ³)	弃渣组成	基本地质条件	交通运输条件	汇水面积 (hm ²)	下游重要基础设施分布情况	占地类型	覆土来源	水源及灌溉设施条件	道路情况	建筑材料情况
33	32#	坡地型	8.50	68.00	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	15.13	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件较差，需整修	购买运用主体建筑材料
34	33#	坡地型	3.36	24.36	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统白龙组，为砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩为主，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 116.7m	9.17	无分布	林地、草地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件较差，需整修	购买运用主体建筑材料
35	34#	坡地型	2.06	16.61	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统白龙组，为砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩为主，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	3.07	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	邻近水塘，无灌溉设施	条件较差，需整修	购买运用主体建筑材料
36	35#	坡地型	1.93	14.64	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于桌状低缓坡宽谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区，出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	3.83	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	无水源，无灌溉设施	条件较差，需整修	购买运用主体建筑材料
37	36#	坡地型	5.89	58.90	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于枝状低山坦谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	5.79	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
38	37#	坡地型	2.75	27.50	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于枝状低山坦谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	10.80	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
39	38#	坡地型	1.36	8.16	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于枝状低山坦谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相邻，需新修施工道路约 131.6m	6.87	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件较差，需整修	购买运用主体建筑材料
40	39#	坡地型	2.15	13.82	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于枝状低山坦谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	有乡村道路相连，无需新修施工道路	1.39	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	条件良好，无需整修	购买运用主体建筑材料
41	40#	坡地型	2.49	20.11	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于枝状低山坦谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	8.98	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
42	41#	坡地型	2.68	12.18	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于枝状低山坦谷泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统白龙组，为砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩为主，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	10.13	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
43	42#	坡地型	1.20	7.02	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于丘陵洼地泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统白龙组，为砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩为主，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	/	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
44	43#	坡地型	2.14	8.56	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于丘陵洼地泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	11.62	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
45	44#	坡地型	1.88	17.09	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于丘陵洼地泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统白龙组，为砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩为主，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	5.40	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
46	45#	坡地型	1.79	10.74	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于丘陵洼地泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统白龙组，为砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩为主，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	9.41	无分布	林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
47	46#	坡地型	3.09	15.45	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于丘陵洼地泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	3.51	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
48	47#	坡地型	2.00	9.60	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于丘陵洼地泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	3.69	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
49	48#	坡地型	4.02	19.30	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于丘陵洼地泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统七曲寺组，为砖红色粘土岩、粉砂岩为主，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	/	无分布	耕地、林地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料
50	49#	坡地型	1.46	4.56	杂填土、粘土、砂质泥岩	属于丘陵洼地泥岩、砂岩软弱一半坚硬工程地质区。出露地层白垩系下统城墙岩群剑阁组，为棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部常见黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。	与路基相接，无需新修施工道路	5.07	无分布	耕地	渣场占地表土剥离	有堰塘，有水渠等灌溉设施	无需整修	购买运用主体建筑材料

表 5.3-17 弃渣场拦渣工程勘察一览表

序号	弃渣场编号	弃渣场地形地貌特征	弃渣场外围汇水区域地形地貌特征	堆渣后次生灾害的可能性	周围不良地质现象	场地地层岩性	场地基岩面形态、斜坡类型	岩体构造发育特征	场地稳定性、适宜性
1	1#	整体处于单斜低山深谷地貌；本渣场位于沟道右侧沟头发育的山间凹地；坡度 7.6~15.0°；	上方汇水区域为发育沟谷地，最高点 795m，距渣场外边缘最高点长 845.9m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为侏罗系上统莲花口组砂岩，底部为巨厚砾岩层。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
2	2#	整体处于单斜低山深谷地貌；本渣场位于沟道沟头右侧支毛沟；地形坡度 9.6~19.3°；	上方汇水区域为支毛沟上游，最高点 913.2m，距渣场外边缘最高点长 1299.2m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为侏罗系上统莲花口组砂岩，底部为巨厚砾岩层。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
3	3#	整体处于单斜低山深谷地貌；本渣场位于沟道沟头左侧支毛沟；地形坡度 6.0~18.7°；	上方汇水区域为支毛沟上游，最高点 946.7m，距渣场外边缘最高点长 1814.2m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为侏罗系上统莲花口组砂岩，底部为巨厚砾岩层。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
4	4#	整体处于单斜低山深谷地貌；本渣场位于沟道沟头；地形坡度 7.2~12.3°；	上方汇水区域为沟头上方，最高点 950m，距渣场外边缘最高点长 559.0m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为侏罗系上统莲花口组砂岩，底部为巨厚砾岩层。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
5	5#	整体处于单斜低山深谷地貌；本渣场位于青春水库下泄河道左侧山间湾地；地形坡度 5.0~11.5°；	上方汇水区域为发育沟谷地，最高点 838.4m，距渣场外边缘最高点长 1521.6m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为侏罗系上统莲花口组砂岩，底部为巨厚砾岩层。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
6	6#	整体处于单斜低山深谷地貌；本渣场位于山间湾地；地形坡度 7.2~16.4°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 747.3m，距渣场外边缘最高点长 1261.4m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
7	7#	整体处于单斜低山深谷地貌；本渣场位于支毛沟；地形坡度 5.0~22.3°；	上方汇水区域为沟头区域，最高点 584m，距渣场外边缘最高点长 619.1m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
8	8#	整体处于单斜低山深谷地貌；本渣场位于沟道中段；地形坡度 5.3~17.2°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 680m，距渣场外边缘最高点长 977.1m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
9	9#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于咎家沟右岸山间凹地；地形坡度 9.7~18.5°；	上方汇水区域为扇形集水坡面，最高点 946.9m，距渣场外边缘最高点长 1069.7m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑门关组灰、紫灰色中一厚层含砾砂岩、岩屑砂岩与棕红色泥质粉砂岩和泥岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
10	10#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于小河沟左侧支沟；地形坡度 4.6~15.3°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 946.9m，距渣场外边缘最高点长 2172.1m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑门关组砾岩、砂砾岩。底部杂色厚一块状砾岩夹紫一棕红色灰质、泥质粉砂岩和泥岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
11	11#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于小河沟左岸坡地；地形坡度 11.8~13.7°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 885m，距渣场外边缘最高点长 890.5m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑门关组砾岩、砂砾岩与棕红色泥质粉砂岩。底部杂色厚一块状砾岩夹紫一棕红色灰质、泥质粉砂岩和泥岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
12	12#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于沟道上部；地形坡度 6.4~11.9°；	上方汇水区域为扇形集水区域，最高点 951.3m，距渣场外边缘最高点长 890.7m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定

序号	弃渣场编号	弃渣场地形地貌特征	弃渣场外围汇水区域地形地貌特征	堆渣后次生灾害的可能性	周围不良地质现象	场地地层岩性	场地基岩面形态、斜坡类型	岩体构造发育特征	场地稳定性、适宜性
13	13#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山沟右侧凹地；地形坡度 9.6~14.7°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 795m，距渣场外边缘最高点长 225.5m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
14	14#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于小河沟左侧支沟；地形坡度 4.0~15.6°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 912.3m，距渣场外边缘最高点长 1231.7m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
15	15#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山沟右侧坡地；地形坡度 3.6~12.7°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 882m，距渣场外边缘最高点长 978m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
16	16#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于河沟左侧坡地；地形坡度 6.2~13.6°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 950m，距渣场外边缘最高点长 1514.8m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
17	17#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于荒沟左侧坡地；地形坡度 17.2~17.9°；	上方汇水区域为山坡，最高点 811.2m，距渣场外边缘最高点长 942.8m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组紫灰色中一厚层含砾砂岩、岩屑砂岩与棕红色泥质粉砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
18	18#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于荒沟左侧山间凹地；地形坡度 9.0~13.1°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 794.2m，距渣场外边缘最高点长 1301.6m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
19	19#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于荒沟左侧坡地；地形坡度 14.3~14.8°；	上方汇水区域为山坡，最高点 882.7m，距渣场外边缘最高点长 669.3m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
20	20#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山间湾地；地形坡度 4.4~15.6°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 745m，距渣场外边缘最高点长 1172m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
21	21#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山间湾地；地形坡度 5.1~17.8°；	上方汇水区域为扇形集水坡面，最高点 764.8m，距渣场外边缘最高点长 536.4m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
22	22#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于荒沟右侧坡地；地形坡度 11.2~12.1°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 777.5m，距渣场外边缘最高点长 571.7m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
23	23-1#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于荒沟左侧湾地；地形坡度 4.3~10.3°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 777.5m，距渣场外边缘最高点长 853.8m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
24	23-2#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于荒沟右侧凹地；地形坡度 5.2~12.7°；	上方汇水区域为发育沟谷，最高点 801.6m，距渣场外边缘最高点长 836.8m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
25	24#	整体处于桌状低山缓坡宽谷	上方汇水区域为集水坡面，	较低	弃渣场场区内及坝址周	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；

序号	弃渣场编号	弃渣场地形地貌特征	弃渣场外围汇水区域地形地貌特征	堆渣后次生灾害的可能性	周围不良地质现象	场地地层岩性	场地基岩面形态、斜坡类型	岩体构造发育特征	场地稳定性、适宜性
		地貌；本渣场位于荒沟右侧湾地；地形坡度 3.9~14.8°；	最高点 837.2m，距渣场外边缘最高点长 1021.9m；		边未见不良地质现象。	基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡		堆渣后整体稳定
26	25#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于河流左岸台地；地形坡度 12.4~13.3°；	上方汇水区域为山坡，最高点 815m，距渣场外边缘最高点长 1073.4m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
27	26#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于河流左岸坡地；地形坡度 12.3~14.5°；	上方汇水区域为山坡，最高点 816.6m，距渣场外边缘最高点长 980m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
28	27#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于荒沟左侧坡地；地形坡度 11.2~11.7°；	上方汇水区域为山坡，最高点 841.2m，距渣场外边缘最高点长 1041.7m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
29	28#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于荒沟右侧凹地；地形坡度 10.6~13.3°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 845.5m，距渣场外边缘最高点长 1462.4m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
30	29#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于坡地；地形坡度 14.1~14.8°；	上方汇水区域为山坡，最高点 807.5m，距渣场外边缘最高点长 1077.2m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
31	30#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山间凹地；地形坡度 7.4~10.5°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 555.3m，距渣场外边缘最高点长 317.8m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
32	31#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山间湾地；地形坡度 6.6~11.2°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 703.7m，距渣场外边缘最高点长 890.5m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
33	32#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山间湾地；地形坡度 4.9~10.1°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 686.6m，距渣场外边缘最高点长 690.9m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
34	33#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山间凹地；地形坡度 9.6~13.8°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 609.8m，距渣场外边缘最高点长 502.2m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统白龙组砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
35	34#	整体处于桌状低山缓坡宽谷地貌；本渣场位于山间凹地；地形坡度 8.1~12.4°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 572.8m，距渣场外边缘最高点长 288.2m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统白龙组砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
36	35#	整体处于枝状低山坦谷地貌；本渣场位于山间湾地；地形坡度 6.6~11.9°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 567.5m，距渣场外边缘最高点长 385.6m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面受梓潼向斜控制，倾角为 1~3°；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
37	36#	整体处于枝状低山坦谷地貌；本渣场位于山间凹地；地形坡度 5.7~10.6°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 595.1m，距渣场外边缘最高点长 519.7m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
38	37#	整体处于枝状低山坦谷地貌；本渣场位于山间湾地；地形坡度 5.2~9.7°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 623.3m，距渣场外边缘最高点长 619.4m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定

序号	弃渣场编号	弃渣场地形地貌特征	弃渣场外围汇水区域地形地貌特征	堆渣后次生灾害的可能性	周围不良地质现象	场地地层岩性	场地基岩面形态、斜坡类型	岩体构造发育特征	场地稳定性、适宜性
39	38#	整体处于枝状低山坦谷地貌；本渣场位于山间凹地；地形坡度 7.0~9.2°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 595.3m，距渣场外边缘最高点长 516.2m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
40	39#	整体处于枝状低山坦谷地貌；本渣场位于山间凹地；地形坡度 7.0~8.3°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 552.6m，距渣场外边缘最高点长 231.9m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
41	40#	整体处于枝状低山坦谷地貌；本渣场位于坡地；地形坡度 7.6~10.7°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 673.8m，距渣场外边缘最高点长 527.3m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
42	41#	整体处于枝状低山坦谷地貌；本渣场位于山间湾地湾头；地形坡度 4.7~8.0°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 604.3m，距渣场外边缘最高点长 398.3m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统白垩组砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
43	42#	整体处于丘陵洼地地貌；本渣场位于坡地；地形坡度 9.0~10.3°；	无汇水区域	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统白垩组砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
44	43#	整体处于丘陵洼地地貌；本渣场位于坡地；地形坡度 5.4~7.1°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 720.5m，距渣场外边缘最高点长 809.7m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
45	44#	整体处于丘陵洼地地貌；本渣场位于坡地；地形坡度 7.8~9.5°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 608m，距渣场外边缘最高点长 385.1m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统白垩组砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.5m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
46	45#	整体处于丘陵洼地地貌；本渣场位于丘陵湾地；地形坡度 5.5~9.6°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 609.9m，距渣场外边缘最高点长 406.7m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统白垩组砖红、紫红色粘土岩、粉砂岩，夹厚层状长石砂岩、岩屑长石砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.3m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
47	46#	整体处于丘陵洼地地貌；本渣场位于丘陵湾地；地形坡度 3.5~7.0°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 585m，距渣场外边缘最高点长 497.8m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.3~0.6m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
48	47#	整体处于丘陵洼地地貌；本渣场位于丘陵凹地；地形坡度 5.0~7.8°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 581.6m，距渣场外边缘最高点长 334.6m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.3~0.6m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
49	48#	整体处于丘陵洼地地貌；本渣场位于丘陵湾地；地形坡度 3.6~8.6°；	无汇水区域	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统七曲寺组砖红色粘土岩、粉砂岩，夹灰紫色岩屑砂砾岩、含砾砂岩。覆盖层厚度为 0.3~0.6m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定
50	49#	整体处于丘陵洼地地貌；本渣场位于丘陵坡地；地形坡度 4.7~7.3°；	上方汇水区域为集水坡面，最高点 544.3m，距渣场外边缘最高点长 269.1m；	较低	弃渣场场区内及坝址周边未见不良地质现象。	表覆第四系全新统残破积粉质黏土、角砾，下伏基岩为白垩系下统城墙岩群剑阁组棕红色泥岩夹紫灰、棕黄色厚层细一中粒钙质砂岩，底部为黄褐一灰白色组织疏松的含长石石英砂岩。覆盖层厚度为 0.2~0.4m，无软土、粉细砂等不良土层。	基岩面稳定，无倾角；层状同向陡倾结构岩质斜坡	无软弱夹层、断层	场地稳定，较适宜；堆渣后整体稳定

5.3.2.3 工程措施

(一) 表土剥离

为保证弃渣场后期绿化、复耕用土的需要，本项目拟对弃渣场占地范围内的林草地、耕地表层土进行剥离。根据现场踏勘的情况，工程区表土资源较丰富，渣场底部较平缓地带基本为耕地，表土剥离厚度按 30cm 考虑；林草地分布在渣场上部的缓坡地，表土剥离厚度按 20cm 考虑，拟采用机械剥离方式。弃渣场共计剥离表土 47.16 万 m³。剥离表土平均按 3.0m 堆高堆放，表土堆场面积为 15.72hm²。

表 5.3-18 典型渣场剥离表土计算表

典型弃渣场	占地类型及面积 (hm ²)				剥离厚度 (m)		剥离表土	堆场面积
	耕地	林地	草地	小计	耕地	林草地	万 m ³	hm ²
2#		5.83		5.83	0.3	0.2	1.17	0.39
3#		4.98		4.98	0.3	0.2	1.00	0.33
4#		4.30		4.30	0.3	0.2	0.86	0.29
5#		6.46		6.46	0.3	0.2	1.29	0.43
6#	2.45	2.58		5.03	0.3	0.2	1.25	0.42
9#		2.30	0.24	2.54	0.3	0.2	0.51	0.17
10#		10.19		10.19	0.3	0.2	2.04	0.68
11#	2.35	3.14		5.49	0.3	0.2	1.33	0.44
12#		7.86		7.86	0.3	0.2	1.57	0.52
13#		3.40		3.40	0.3	0.2	0.68	0.23
14#	1.68	7.04		8.72	0.3	0.2	1.91	0.64
16#	2.70	2.50	1.47	6.67	0.3	0.2	1.60	0.53
18#	2.73	1.10		3.83	0.3	0.2	1.04	0.35
20#	2.12	2.08		4.20	0.3	0.2	1.05	0.35
23-1#	1.15	6.54		7.69	0.3	0.2	1.65	0.55
24#		5.52		5.52	0.3	0.2	1.10	0.37
26#	1.02	6.53		7.55	0.3	0.2	1.61	0.54
27#	1.96	2.20		4.16	0.3	0.2	1.03	0.34
28#	2.00	5.05		7.05	0.3	0.2	1.61	0.54
32#	2.73	5.77		8.50	0.3	0.2	1.97	0.66
36#	4.73	1.16		5.89	0.3	0.2	1.65	0.55
37#	1.14	1.61		2.75	0.3	0.2	0.66	0.22
40#	2.16	0.33		2.49	0.3	0.2	0.71	0.24
43#	2.00	0.14		2.14	0.3	0.2	0.63	0.21
48#	3.62	0.40		4.02	0.3	0.2	1.17	0.39

表 5.3-19 本项目弃渣场剥离表土特性表

区县	占地类型及面积 (hm ²)				剥离厚度 (m)		剥离表土	堆场面积
	耕地	林地	草地	小计	耕地	林草地	万 m ³	hm ²
昭化区	2.45	31.75		34.20	0.3	0.2	7.09	2.36
剑阁县	31.34	97.25	3.55	132.14	0.3	0.2	29.56	9.85
梓潼县	17.78	10.54		28.32	0.3	0.2	7.44	2.48
游仙区	9.53	1.04		10.57	0.3	0.2	3.07	1.02
合计	61.10	140.58	3.55	205.23			47.16	15.72

(二) 挡渣墙设计

本项目坡地型弃渣场拦渣工程设计采用挡渣墙。

(1) 弃渣场地质条件

项目所在区地质构造位于扬子准地台西北部川北古中拗陷低缓构造区，为新华夏第三沉积带的川北台凹构造体系。沿线依次通过桐梓观鼻状构造、盐店场向斜、北庙场背斜、梓潼向斜、老关庙背斜、玉河场向斜、富顺场背斜等。沿线无较大断层分布；区域上受龙门山断裂带影响，推荐走廊距前山断裂最近约 28km。

(2) 挡渣墙设计安全系数

根据《中国地震动峰值加速度区划图》和《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306-2016 附录 A、B)，项目区地震动峰值加速度为 0.1g。对应的地震基本烈度为 VII 度，地震动反应谱特征周期为 0.40s，属构造稳定区。本项目的弃渣场级别为 4~5 级，挡渣墙允许安全系数设计值详见表 5.3-20。

表 5.3-20 挡渣墙允许安全系数设计值表

渣场级别	工况及项目	弃渣场抗滑	拦渣工程		安全系数				
			类型	级别	抗滑	抗倾	$\sigma_{平} / \sigma_{允}$	$\sigma_{max} / \sigma_{允}$	$\sigma_{max} / \sigma_{min}$
4、5	正常运用	≥ 1.15	挡渣墙	4	≥ 1.20	≥ 1.40	≤ 1.0	≤ 1.2	≤ 2.0
	非正常运用	≥ 1.05			≥ 1.05	≥ 1.30	≤ 1.0	≤ 1.2	≤ 2.0

注：1、表中取值以瑞典圆弧法计算为依据；

2、正常情况指施工完毕后渣料固结一段时间后的工况。

(3) 堆渣体设计参数

根据沿线地层岩性调查，本项目弃渣主要包括壤土、砂岩和泥岩等，并有少量卵砾石土。结合工程土石方分析：本项目弃渣成分以路基土石方和隧道石方为主，天然密度在 1.80~2.20t/m³ 左右，根据主体设计文件要求，施工单位在处理弃渣时要求压实度达到 0.85。因此，经堆放、压实处理后容重应在 2.20t/m³ 左右。弃渣中含有部分粘性土，粘性土由于粘聚力的存在对土压力值的影响很大，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。根据以上分析，本项目堆渣体设计的物理学参数见表 5.3-21。

表 5.3-21 堆渣体设计参数表

项目	天然容重 (kN/m ³)	堆放、压实后容重 (kN/m ³)	抗剪强度		备注
			综合内摩擦角 φ (°)	计算粘聚力 C (g/cm ²)	
堆渣体	18.00~22.00	22.0	28~32	0	

(4) 挡渣墙设计断面计算

① 稳定性计算方法及参数取值

弃渣场挡渣墙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 $5^{\circ}\sim 17.5^{\circ}$;
- 2) 坡面线分段 — 根据各弃渣场堆高确定, 堆渣体设计边坡 $1:1.75\sim 1:2$, 每隔 $8\sim 10\text{m}$ 设一层宽 2m 马道, 每隔 $20\sim 30\text{m}$ 设一层宽 5m 马道;
- 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 200kpa ;
- 5) 基底摩擦系数: 0.50
- 6) 圪工之间摩擦系数: 0.40
- 7) 地基土摩擦系数: 0.50

②挡渣墙设计

为便于渣场挡渣墙统一施工, 结合渣场工程地质条件及地形, 本水保方案共设置 3 个典型断面 (分别为挡I断面、挡II断面和挡III断面), 各断面设计尺寸及稳定计算成果见表 5.3-22。

表 5.3-22 典型拦挡工程断面设计尺寸及稳定计算成果表

拦挡工程类型		挡渣墙		
		挡 I 断面	挡 II 断面	挡 III 断面
适用范围 (堆高 H)		$H\leq 15\text{m}$	$15 < H\leq 40$	$40 < H < 60$
拦挡工程材质		浆砌块石	浆砌块石	浆砌块石
墙/坝身高 (m)		2.5	3.0	4.0
墙/坝顶宽 (m)		1.0	1.1	1.5
墙/坝底宽 (m)		1.60	1.90	2.62
墙/坝趾台阶 (m)		0.20	0.30	0.40
基础宽 (m)		1.80	2.20	3.02
基础深 (m)		1.0	1.0	1.2
面坡倾斜坡度		1:0.40	1:0.40	1:0.40
背坡倾斜坡度		1:0.0	1:0.0	1:0.0
墙/坝底倾斜坡率		0.05:1	0.05:1	0.05:1
坡面起始至墙顶距离 (m)		0.2	0.3	0.5
正常 工况	抗滑安全系数	1.944	1.833	1.802
	抗倾安全系数	5.910	5.763	5.782
	$\sigma_{平} / \sigma_{允}$	0.267	0.305	0.402
	$\sigma_{max} / \sigma_{允}$	0.273	0.335	0.454
	$\sigma_{max} / \sigma_{min}$	1.046	1.219	1.293
非正常 工况	抗滑安全系数	1.589	1.546	1.588
	抗倾安全系数	4.006	4.128	4.500
	$\sigma_{平} / \sigma_{允}$	0.121	0.152	0.189
	$\sigma_{max} / \sigma_{允}$	0.147	0.166	0.193
	$\sigma_{max} / \sigma_{min}$	1.552	1.215	1.046
工程量	挖方 (m^3/m)	2.27	2.68	4.07
	回填 (m^3/m)	0.67	0.78	1.01
	M7.5 浆砌块石 (m^3/m)	3.67	5.08	9.16
	C20 片石砼 (m^3/m)			
备注		适用于 41#、42#、43#、45#、46#、47#、48#、49#弃渣场	适用于 1#、6#、7#、8#、12#、13#、17#、18#、19#、20#、21#、22#、23-1#、23-2#、24#、25#、26#、27#、29#、30#、31#、32#、33#、34#、35#、36#、37#、38#、39#、40#、44#弃渣场	适用于 4#、5#、9#、11#、28#弃渣场

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。本项目挡渣墙和相关断面说明如下。

挡I断面：墙身高 2.50m，埋深 1.00m，地面以上 1.50m；墙顶宽 1.00m，底宽 1.60m，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 1.80m。地面以上 0.6m 处设 $\phi 10\text{cmPVC}$ 排水管 1 排，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 浆砌块石（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 3.00m，埋深 1.00m，地面以上 2.00m；墙顶宽 1.10m，底宽 1.9m，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 2.20m。地面以上 0.8m 处设 $\phi 10\text{cmPVC}$ 排水管 1 排，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 浆砌块石（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III断面：墙身高 4.00m，埋深 1.20m，地面以上 2.80m；墙顶宽 1.50m，底宽 2.62m，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 0.8m 处、1.6m 处设 $\phi 10\text{cmPVC}$ 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 浆砌块石（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。

（5）弃渣场边坡稳定计算

弃渣场边坡稳定计算同样采用理正岩土软件（边坡稳定分析—瑞典圆弧法）计算，计算选取的主要参数表 5.3-23。渣场边坡稳定计算结果见表 5.3-24。

表 5.3-23 渣场边坡稳定计算选取参数表

选取参数	土体性质	容重 (KN/m^3)	粘结强度 (kpa)	粘聚力 (kpa)	内摩擦角 ($^\circ$)
	堆渣体	22.0	120	0	28~32
	地基土	19.0	120	10	25

表 5.3-24 渣场边坡稳定计算结果及分析表

计算结果	边坡堆高 (m)	设计边坡坡比	马道宽度 (m)	稳定计算结果	稳定分析
	≤10m	1:1.75/1:2		1.533/1.679	边坡稳定
	10~20	1:1.75/1:2	2	1.529/1.655	边坡稳定
	20~30	1:1.75/1:2	2	1.529/1.655	边坡稳定
	30~40	1:1.75/1:2	2, 5	1.529/1.655	边坡稳定
	40~50	1:1.75/1:2	2, 5	1.529/1.655	边坡稳定
	50~60	1:1.75/1:2	2, 5	1.529/1.655	边坡稳定

(三) 拦渣坝设计

本项目沟道型弃渣场拦渣工程设计采用拦渣坝。

(1) 弃渣场地质条件

项目所在区地质构造位于扬子准地台西北部川北古中拗陷低缓构造区，为新华夏第三沉积带的川北台凹构造体系。沿线依次通过桐梓观鼻状构造、盐店场向斜、北庙场背斜、梓潼向斜、老关庙背斜、玉河场向斜、富顺场背斜等。沿线无较大断层分布；区域上受龙门山断裂带影响，推荐走廊距前山断裂最近约 28km。

(2) 拦渣坝设计安全系数

根据《中国地震动峰值加速度区划图》和《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306-2016 附录 A、B)，项目区地震动峰值加速度为 0.1g。对应的地震基本烈度为Ⅷ度，地震动反应谱特征周期为 0.40s，属构造稳定区。本项目沟道型弃渣场级别为 4 级，拦渣坝允许安全系数设计值详见表 5.3-25。

表 5.3-25 拦渣坝允许安全系数设计值表

渣场级别	工况及项目	弃渣场抗滑	拦渣工程		安全系数		备注
			类型	级别	抗滑	抗倾	
4	正常运用	≥ 1.20	拦渣坝	4	≥ 1.20	≥ 1.40	连续降雨期/施工期
	非正常运用	≥ 1.05			≥ 1.05	≥ 1.30	

注：1、表中取值以瑞典圆弧法计算为依据；

12、正常情况指施工完毕后渣料固结一段时间后的工况。

(3) 堆渣体设计参数

根据沿线地层岩性调查，本项目弃渣主要包括壤土、砂岩和泥岩等，并有少量卵砾石土。结合工程土石方分析：本项目弃渣成分以路基土石方和隧道石方为主，天然密度在 1.80~2.20t/m³ 左右，根据主体设计文件要求，施工单位在处理弃渣时要求压实度达到 0.85。因此，经堆放、压实处理后容重应在 2.20t/m³ 左右。弃渣中含有部分粘性土，粘性土由于粘聚力的存在对土压力值的影响很大，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。根据以上分析，本项目堆渣体设计的物理学参数见表 5.3-26。

表 5.3-26 堆渣体设计参数表

项目	天然容重 (kN/m ³)	堆放、压实后容重 (kN/m ³)	抗剪强度		备注
			综合内摩擦角 φ (°)	计算粘聚力 C (g/cm ²)	
堆渣体	18.00~22.00	22.0	28~32	0	

(4) 挡渣墙设计断面计算

① 稳定性计算方法及参数取值

弃渣场拦渣坝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 5°~17.5°；
- 2) 坡面线分段 — 根据各弃渣场堆高确定，堆渣体设计边坡 1:1.75~1:2，每隔 8~10m 设一层宽 2m 马道，每隔 20~30m 设一层宽 5m 马道；
- 3) 地基土容重 — 根据沿线地质情况，本项目取 19.0kN/m³；
- 4) 地基允许承载力 — 根据区域地勘结果，本项目取 200kpa；
- 5) 基底摩擦系数：0.50
- 6) 圪工之间摩擦系数：0.40
- 7) 地基土摩擦系数：0.50

② 拦渣坝设计

为便于渣场挡渣墙统一施工，结合渣场工程地质条件及地形，本水保方案共设置 2 个典型断面（分别为拦 I 断面和拦 II 断面），各断面设计尺寸及稳定计算成果见表 5.3-27。

表 5.3-27 典型拦挡工程断面设计尺寸及稳定计算成果表

拦挡工程类型	拦渣坝	
	拦 I 断面	拦 II 断面
适用范围 (堆高 H)	H≤45m	45 < H < 60
拦挡工程材质	C20 片石砼	C20 片石砼
墙/坝身高 (m)	3.0	4.0
墙/坝顶宽 (m)	1.1	1.5
墙/坝底宽 (m)	1.90	2.62
墙/坝趾台阶 (m)	0.30	0.40
基础宽 (m)	2.20	3.02
基础深 (m)	1.0	1.2
面坡倾斜坡度	1:0.40	1:0.40
背坡倾斜坡度	1:0.0	1:0.0
墙/坝底倾斜坡率	0.05:1	0.05:1
坡面起始至墙顶距离 (m)	0.3	0.5
正常工况	抗滑安全系数	1.833
	抗倾安全系数	5.763
非正常工况	抗滑安全系数	1.546
	抗倾安全系数	4.128
工程量	挖方 (m ³ /m)	2.68
	回填 (m ³ /m)	0.78
	M7.5 浆砌块石 (m ³ /m)	
	C20 片石砼 (m ³ /m)	5.08
备注	适用于 3#、14#、15#、16#弃渣场	适用于 2#、10#弃渣场

以上计算结果表明，渣场在满堆的情况下，各拦渣坝断面满足安全稳定要求。

本项目挡渣墙和拦渣坝的相关断面说明如下。

拦I断面：坝身高 3.00m，埋深 1.00m，地面以上 2.00m；坝顶宽 1.10m，底宽 1.9m，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 2.20m。地面以上 0.8m 处设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管 1 排，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。拦渣坝及基础材料均为 C20 片石砼（容重 23.0kN/m^3 ）。沿拦渣坝方向每隔 15m 设置一道伸缩缝，缝宽为 20mm，自坝顶做到基底，缝内采用沥青木板等具有弹性的材料填塞。

拦II断面：坝身高 4.00m，埋深 1.20m，地面以上 2.80m；坝顶宽 1.50m，底宽 2.62m，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 0.8m 处、1.6m 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。拦渣坝及基础材料均为 C20 片石砼（容重 23.0kN/m^3 ）。沿拦渣坝方向每隔 15m 设置一道伸缩缝，缝宽为 20mm，自坝顶做到基底，缝内采用沥青木板等具有弹性的材料填塞。

(5) 弃渣场边坡稳定计算

弃渣场边坡稳定计算同样采用理正岩土软件（边坡稳定分析—瑞典圆弧法）计算，计算选取的主要参数表 5.3-28。渣场边坡稳定计算结果见表 5.3-29。

表 5.3-28 渣场边坡稳定计算选取参数表

选取参数	土体性质	容重 (KN/m ³)	粘结强度 (kpa)	粘聚力 (kpa)	内摩擦角 (°)
	堆渣体	22.0	120	0	28~32
	地基土	19.0	120	10	25

表 5.3-29 渣场边坡稳定计算结果及分析表

	边坡堆高 (m)	设计边坡坡比	马道宽度 (m)	稳定计算结果	稳定分析
计算结果	≤10m	1:1.75/1:2		1.533/1.679	边坡稳定
	10~20	1:1.75/1:2	2	1.529/1.655	边坡稳定
	20~30	1:1.75/1:2	2	1.529/1.655	边坡稳定
	30~40	1:1.75/1:2	2, 5	1.529/1.655	边坡稳定
	40~50	1:1.75/1:2	2, 5	1.529/1.655	边坡稳定
	50~60	1:1.75/1:2	2, 5	1.529/1.655	边坡稳定

(四) 弃渣场排水措施

根据本项目弃渣场实际情况,本方案拟对坡地型弃渣场设计截排水沟+沉砂池的排水措施,对沟道型弃渣场设计排洪渠+沉砂池的排洪措施,并对上方汇水面积大于100hm²的弃渣场增设拦洪坝。

(1) 坡地型弃渣场坡面来水设计流量计算

各坡地型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, m³/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, km²。

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。

经计算,各渣场采用5年一遇10min短历时设计暴雨标准下,典型渣场设计排水流量见表5.3-30。

表 5.3-30 坡地型弃渣场设计排水流量计算表

项目	设计流量	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	坡面流的长度	坡面流的坡降	地面粗糙系数	沟内汇流历时	沟的长度	
符号	Q_m	F	ϕ	q	$q_{5,10}$	C_p	C_t	t	t_1	L_s	i_s	m_1	t_2	l	
单位	m ³ /s	km ²		mm/min	mm/min			min	min	m			min	m	
弃渣场编号	1#	3.606	0.3760	0.65	0.885	1.5	1.00	0.59	30.4	25.1	275.9	0.134	0.6	5.3	845.9
	4#	0.739	0.0771	0.65	0.885	1.5	1.00	0.59	33.4	28.2	341.5	0.126	0.6	5.3	559.0
	5#	3.389	0.4170	0.65	0.750	1.5	1.00	0.50	45.6	36.2	484.6	0.087	0.6	9.5	1521.6
	6#	4.956	0.5168	0.65	0.885	1.5	1.00	0.59	30.1	23.0	222.0	0.126	0.6	7.1	1261.4
	7#	0.604	0.0630	0.65	0.885	1.5	1.00	0.59	34.0	28.1	284.7	0.088	0.6	5.9	619.1
	8#	7.068	0.7371	0.65	0.885	1.5	1.00	0.59	31.1	26.0	247.9	0.093	0.6	5.1	977.1
	9#	10.269	0.8775	0.65	1.080	1.5	1.00	0.72	29.7	24.8	304.2	0.171	0.6	4.8	1069.7
	11#	5.294	0.4524	0.65	1.080	1.5	1.00	0.72	26.7	21.7	252.8	0.210	0.6	5.0	890.5
	12#	5.061	0.5278	0.65	0.885	1.5	1.00	0.59	33.9	28.9	340.5	0.112	0.6	5.0	890.7
	13#	2.200	0.1880	0.65	1.080	1.5	1.00	0.72	25.5	21.7	225.5	0.169	0.6	3.8	617.1
	17#	1.895	0.1619	0.65	1.080	1.5	1.00	0.72	20.4	14.5	129.2	0.310	0.6	5.9	942.8
	18#	3.981	0.4151	0.65	0.885	1.5	1.00	0.59	30.7	22.6	239.8	0.158	0.6	8.1	1301.6
	19#	1.839	0.1380	0.65	1.230	1.5	1.00	0.82	19.2	14.5	117.7	0.255	0.6	4.7	669.3
	20#	3.534	0.4349	0.65	0.750	1.5	1.00	0.50	42.4	35.1	428.3	0.077	0.6	7.3	1172.0
	21#	5.459	0.5693	0.65	0.885	1.5	1.00	0.59	32.5	29.5	316.7	0.088	0.6	3.0	536.4
	22#	2.252	0.1924	0.65	1.080	1.5	1.00	0.72	21.9	17.9	162.3	0.197	0.6	4.0	571.7
	23-1#	3.285	0.3212	0.65	0.944	1.6	1.00	0.59	39.6	34.3	401.0	0.075	0.6	5.3	853.8
	23-2#	6.151	0.4928	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	28.9	24.6	218.3	0.092	0.6	4.4	836.8
	24#	6.984	0.8057	0.65	0.800	1.6	1.00	0.50	43.4	38.1	481.1	0.069	0.6	5.3	1021.9
	25#	2.003	0.1605	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	23.1	15.6	127.8	0.219	0.6	7.5	1073.4
	26#	5.661	0.4535	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	21.7	16.2	137.5	0.218	0.6	5.5	980.0
	27#	3.896	0.3121	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	23.8	17.3	151.4	0.198	0.6	6.5	1041.7
	28#	6.353	0.6211	0.65	0.944	1.6	1.00	0.59	30.2	22.6	261.1	0.188	0.6	7.6	1462.4
	29#	1.834	0.1469	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	24.3	16.8	159.1	0.251	0.6	7.5	1077.2
	30#	0.318	0.0255	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	25.6	22.6	216.4	0.129	0.6	3.0	317.8
	31#	3.294	0.2639	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	27.9	22.3	199.3	0.115	0.6	5.5	890.5
	32#	1.548	0.1513	0.65	0.944	1.6	1.00	0.59	34.9	30.1	326.2	0.086	0.6	4.8	690.9
	33#	1.145	0.0917	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	23.0	19.0	171.0	0.170	0.6	4.0	502.2

项目	设计流量	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	坡面流的长度	坡面流的坡降	地面粗糙系数	沟内汇流历时	沟的长度
符号	Q_m	F	ϕ	q	$q_{5.10}$	C_p	C_t	t	t_1	L_s	i_s	m_1	t_2	l
单位	m^3/s	km^2		mm/min	mm/min			min	min	m			min	m
34#	0.383	0.0307	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	22.8	20.1	175.7	0.142	0.6	2.7	288.2
35#	0.478	0.0383	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	25.6	22.0	191.5	0.115	0.6	3.6	385.6
36#	0.592	0.0579	0.65	0.944	1.6	1.00	0.59	32.8	27.9	298.6	0.100	0.6	4.9	519.7
37#	1.105	0.1080	0.65	0.944	1.6	1.00	0.59	32.3	27.4	274.1	0.091	0.6	4.9	619.4
38#	0.858	0.0687	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	23.2	19.1	146.6	0.123	0.6	4.1	516.2
39#	0.174	0.0139	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	21.2	19.0	146.2	0.123	0.6	2.2	231.9
40#	1.121	0.0898	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	23.6	19.4	157.9	0.133	0.6	4.2	527.3
41#	1.264	0.1013	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	26.5	23.3	183.8	0.082	0.6	3.2	398.3
43#	1.450	0.1162	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	23.9	17.4	105.8	0.095	0.6	6.4	809.7
44#	0.674	0.0540	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	22.2	18.5	145.9	0.137	0.6	3.6	385.1
45#	1.175	0.0941	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	24.1	20.9	156.8	0.096	0.6	3.2	406.7
46#	0.359	0.0351	0.65	0.944	1.6	1.00	0.59	33.4	28.7	247.2	0.061	0.6	4.7	497.8
47#	0.461	0.0369	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	23.1	19.9	136.1	0.088	0.6	3.2	334.6
49#	0.633	0.0507	0.65	1.152	1.6	1.00	0.72	21.9	19.3	122.8	0.081	0.6	2.5	269.1

根据地形条件，弃渣场可从两边排导上游汇水，因此，排水沟的设计流量可按照洪峰流量的 1/2 考虑。

(2) 沟道型弃渣场洪水设计流量计算

本项目 2#、3#、10#、14#、15#、16#和 23#渣场为沟道型渣场，沟道洪峰流量根据《水土保持工程设计规范》附录 A 水文计算说明，结合《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》四川省年最大时段暴雨等值线图，查得工程区最大 1/6 小时、1 小时、6 小时、24 小时降雨量及设计暴雨统计参数，利用推理公式求得。其具体流程如图 5.3-1。

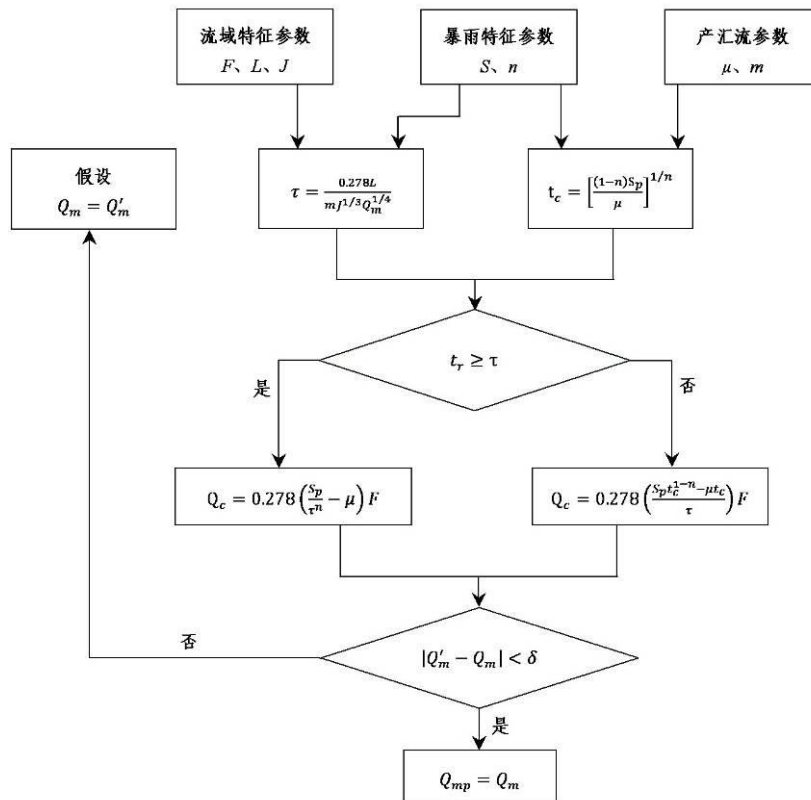


图 5.3-1 推理公式试算法计算洪峰流量流程图

上图中的基本公式为：

$$Q_m = 0.278 \left(\frac{S_p}{\tau^n} - \mu \right) F \quad (\text{全面汇流, } t_c \geq \tau) \quad (\text{A.2.2-1})$$

$$Q_m = 0.278 \left(\frac{S_p t_c^{1-n} - \mu t_c}{\tau} \right) F \quad (\text{全面汇流, } t_c < \tau) \quad (\text{A.2.2-2})$$

$$Q'_m = 0.278 \psi i F$$

$$\tau = \frac{0.278L}{m J^{1/3} Q_m^{1/4}} \quad (\text{A.2.2-3})$$

$$t_c = [(1-n) \frac{S_p}{\mu}]^{1/n} \quad (\text{A.2.2-4})$$

式中： Q_m ——设计洪峰流量， m^3/s ；

Q_m' ——设计最大洪峰流量， m^3/s ；

F ——汇水面积， km^2 ；

S_p ——设计雨力，即重现期（频率）为 p 的最大 1h 降雨强度， mm/h ；本项目沟道型弃渣场均位于山区、丘陵区，且渣场级别均为 4 级，根据《水土保持工程设计规范》，宜采用 20 年一遇设计，30 年一遇校核；

τ ——流域汇流历时， h ；

t_c ——净雨历时或称产流历时， h ；

μ ——损失参数，即平均稳定入渗率， mm/h ；工程区沟道位于四川盆地盆缘山区，根据流域下垫面条件，选取产汇流参数公式 $\mu=3.6F^{-0.19}$ 进行计算；

n ——暴雨衰减指数，反映暴雨在时程分配上的集中或分散程度指标；

m ——汇流参数，在一定概化条件下，通过本地区实测暴雨洪水资料综合分析得出；根据《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》， m 值与流域特征参数 θ ($\theta=L/(J^{1/3}F^{1/4})$) 有关，当 $\theta \leq 30$ 和 $\theta > 30$ 时，分别采用 $m=0.318 \theta^{0.204}$ 和 $m=0.055 \theta^{0.72}$ 进行计算。

L ——河长，即沿主河道从出口断面至分水岭的最长距离， km ；

J ——沿河长（流程） L 的平均比降，以小数计；

ψ ——洪峰径流系数；

i ——最大 1 小时降雨量， mm ；

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，用推理公式计算出渣场沟道洪峰流量成果见表 5.3-31~5.3-33。

表 5.3-31 参数 H 取值表

区县	昭化区				剑阁县				梓潼县				游仙区			
	H _{1/6}	H ₁	H ₆	H ₂₄	H _{1/6}	H ₁	H ₆	H ₂₄	H _{1/6}	H ₁	H ₆	H ₂₄	H _{1/6}	H ₁	H ₆	H ₂₄
均值 \bar{H} (mm)	17	45	90	119	17	47	90	128	17	45	86	119	17	47.5	91	119
变差系数 C _v	0.38	0.39	0.50	0.52	0.37	0.37	0.52	0.58	0.36	0.38	0.50	0.52	0.34	0.37	0.48	0.52
模比系数 K _p (p=3.3%)	1.86	1.88	2.18	2.23	1.83	1.83	2.23	2.39	1.80	1.86	2.18	2.23	1.75	1.83	2.12	2.23
模比系数 K _p (p=2.0%)	2.02	2.05	2.42	2.48	1.99	1.99	2.48	2.69	1.95	2.02	2.42	2.48	1.89	1.99	2.35	2.48
H _p (p=3.3%) (mm)	31.62	84.60	196.20	265.37	31.11	86.01	200.70	305.92	30.60	83.70	187.48	265.37	29.75	86.93	192.92	265.37
H _p (p=2.0%) (mm)	34.34	92.25	217.80	295.12	33.83	93.53	223.20	344.32	33.15	90.90	208.12	295.12	32.13	94.53	213.85	295.12

表 5.3-32 参数 n 取值表

区县	昭化区			剑阁县			梓潼县			游仙区		
	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃
p=3.3%	0.4508	0.5306	0.7822	0.4325	0.5271	0.6959	0.4384	0.5500	0.7494	0.4016	0.5551	0.7700
p=2.0%	0.4485	0.5206	0.7808	0.4325	0.5146	0.6873	0.4371	0.5377	0.7481	0.3978	0.5444	0.7676

表 5.3-33 本项目沟道型弃渣场设计洪峰流量计算表

渣场 编号	流域特征参数			产流汇流参数			暴雨特征参数				产流汇流历时				设计流量		判断条件					
	F	L	J	μ	θ	m	S _p		n		Q _m '		τ		t _c		Q _m		Q _m '-Q _m		δ	
							p=3.3%	p=2.0%	p=3.3%	p=2.0%	p=3.3%	p=2.0%	p=3.3%	p=2.0%	p=3.3%	p=2.0%	p=3.3%	p=2.0%	p=3.3%	p=2.0%		
2#	1.0834	1.299	0.228	3.5456	2.0845	0.2567	84.60	92.25	0.4508	0.4485	22.9322	25.8394	1.0523	1.0214	301.2086	379.4418	23.8330	26.4537	0.9007	0.6142	1.1466	1.2920
3#	1.9591	1.814	0.182	3.1682	2.7072	0.2708	84.60	92.25	0.4508	0.4485	39.1643	42.7058	1.3144	1.2862	386.6371	487.6715	39.0081	43.1525	0.1562	0.4467	1.9582	2.1353
10#	2.0346	2.172	0.117	3.1455	3.7146	0.2888	86.01	93.53	0.4325	0.4325	36.4867	39.6767	1.7374	1.7013	566.8947	688.1332	36.5319	40.2607	0.0452	0.5840	1.8243	1.9838
14#	1.0789	1.232	0.175	3.5484	2.1616	0.2586	86.01	93.53	0.4325	0.4325	23.2176	25.2476	1.0787	1.0564	429.0117	520.7620	23.9011	26.3310	0.6835	1.0835	1.1609	1.2624
15#	0.7262	0.978	0.152	3.8256	1.9836	0.2541	86.01	93.53	0.4325	0.4325	16.4958	17.9381	0.9939	0.9733	360.5273	437.6312	16.6376	18.3321	0.1417	0.3940	0.8248	0.8969
16#	0.8171	1.515	0.196	3.7408	2.7426	0.2715	86.01	93.53	0.4325	0.4325	16.0207	18.0588	1.3345	1.2952	379.6994	460.9035	16.3954	18.1476	0.3747	0.0888	0.8010	0.9029

由上表可知, $|Q_m' - Q_m| < \delta$, 因此即为所需计算的洪水设计流量。

(3) 截排水沟及排洪渠设计

为了保证渣场上方坡面洪水的排出, 避免水流冲刷造成水土流失并危及渣场安全, 弃渣前, 需在场地周边或上游布设截排水沟或排洪渠, 排水沟或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。排水沟或排洪渠可承受的最大径流量可按以下公式计算:

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

式中: n ——排水沟或排洪渠地面糙率系数;

A ——排水沟或排洪渠断面面积, m^2 ;

i ——排水沟或排洪渠底坡, 取坡度 0.02;

R ——排水沟或排洪渠水力半径。

根据各渣场坡面洪水流量计算成果及各渣场地形地质条件, 本工程坡地型弃渣场坡面洪水排水沟共设置 7 个典型断面, 沟道型弃渣场沟道洪水排洪渠共设置 2 个典型断面, 设计尺寸见表 5.3-34~5.3-35。

表 5.3-34 坡地型弃渣场排水沟设计尺寸及工程量表

类型	设计流量	底宽	深	安全超高	坡比	开挖 坡比	衬砌厚度	开挖	回填	砌石	抹面
	m^3/s						m				
沟 I	0.383	0.5	0.5	0.2	1:0.75	1:1	0.3	1.28	0.16	0.68	2.50
沟 II	0.753	0.6	0.6	0.2	1:0.75	1:1	0.3	1.62	0.20	0.79	2.85
沟 III	1.288	0.7	0.7	0.2	1:0.75	1:1	0.3	2.00	0.25	0.89	3.20
沟 IV	2.010	0.8	0.8	0.2	1:0.75	1:1	0.3	2.42	0.30	1.00	3.55
沟 V	2.942	0.9	0.9	0.2	1:0.75	1:1	0.4	3.38	0.42	1.54	4.15
沟 VI	4.104	1.0	1.0	0.2	1:0.75	1:1	0.4	3.92	0.49	1.68	4.50
沟 VII	7.197	1.2	1.2	0.2	1:0.75	1:1	0.4	5.12	0.64	1.96	5.20

表 5.3-35 沟道型弃渣场排洪渠设计尺寸及工程量表

类型	设计流量	底宽	深	安全超高	坡比	开挖 坡比	衬砌厚度	开挖	回填	C20
	m^3/s						m			m
渠 I	15.277	1.3	1.3	0.2	1:0.75	1:1	0.5	6.48	0.81	2.71
渠 II	23.397	1.5	1.5	0.2	1:0.75	1:1	0.5	8.00	1.00	3.06

各坡地型弃渣场排水沟均采用梯形断面, M7.5 浆砌块石衬砌, 衬砌厚度 0.30~0.40m, 糙率 0.025, 坡降 0.02, 排水沟内用 3cm 水泥砂浆抹面; 各沟道型弃渣场排洪渠亦采用梯形断面, C20 片石砼衬砌, 衬砌厚度 0.50m, 糙率 0.015, 坡降 0.02。

在坡度陡、流量大时, 排水沟、排洪渠中间末端设置多级消能坎。消能坎采用阶梯式, 每级坎高 0.5m, 坎长 1.27m。消能末端通过排水沟顺接沉沙池和自然沟渠。

(4) 拦洪坝设计

本方案共设置 6 个沟道型弃渣场，其中 4 个规模较大，上方汇水面积超过 100hm²，均有沟道洪水正冲渣场上方。为保障渣场安全，对汇水面积超过 100hm² 的 2#、3#、10#、14#弃渣场设置拦洪坝。

1) 拦洪坝坝址选择

根据《生产建设项目水土保持设计指南》和水利行业规范及施工经验，拦洪坝坝址的选择应符合以下条件：

① 坝址地形要口小肚大，坝址内沟道地形宽广平缓（经济性原则：使得坝长最小，工程规模及施工扰动范围均较小）；

② 坝址附近最好有适合开挖溢洪道的马鞍形垭口，以岩石山垭最好（安全性原则：使得超过设计洪峰流量能及时疏导）；

③ 有布置放水建筑物的地方（安全性原则：使得沟道洪水能及时排泄）；

④ 有与蓄水库容相适应的集水面积（经济性原则：避免库容过大或过小，引起设计冗余度的过度浪费或设计标准不够）；

⑤ 水库上游植被覆盖度高，水土流失少（安全性原则：避免泥沙过早淤积库区）；

⑥ 库区淹没损失要小（经济性原则：拆迁及生产用地的影响应当最小）；

⑦ 坝址和库区地质较良好，基础较稳固（安全性原则：避免因影响范围内的地质条件不良对拦洪坝的正常使用造成隐患）。

根据以上要求，整体上项目所在区地质构造位于扬子准地台西北部川北古中拗陷低缓构造区，为新华夏第三沉积带的川北台凹构造体系，沿线无较大断层分布；另外根据现场踏勘结果，本方案需要设置拦洪坝的弃渣场，周围无不良地质条件；上游植被覆盖较好，无剧烈的水土流失现象发生；周边地形适合开挖溢洪道，可以布置防水建筑物；因此整体上讲，安全性原则对本项目拦洪坝坝址设置没有约束。

根据现场勘察结果，2#、3#、10#、14#弃渣场上方为林草地覆盖居多，均无居民点；整体地形多为长条状沟道，没有明显存在肚大口小的隘口；参照水利行业，本项目上方汇水面积并不算很大，因此整体上讲，经济性原则对坝址没有制约。

根据相关经验，在渣场上方 50~100m 处合适位置设置拦洪坝即可。各渣场拦洪坝位置见表 5.3-36。

表 5.3-36 沟道型弃渣场拦洪坝分布情况一览表

序号	沟道型弃渣场编号	拦洪坝长度 (m)	坝址线距渣场堆渣范围最上缘距离 (m)	坝址中心点坐标	坝址线偏角
1	2#	33.1	61.0	32°16'5.4"N, 105°47'5.4"E	北偏东 70.8°
2	3#	76.5	66.2	32°16'6.5"N, 105°46'37.1"E	北偏西 3.9°
3	10#	62.4	74.0	32°11'3.3"N, 105°38'51.0"E	北偏东 78.5°
4	14#	109.1	76.0	32°6'34.0"N, 105°35'28.6"E	北偏西 80.2°
5	15#	/	/	/	/
6	16#	/	/	/	/

2) 拦洪坝基础地勘资料

根据主体设计部门与地勘专业提供的相关资料, 结合本项目外业勘察情况, 本项目沟道型弃渣场拦洪坝基础地勘资料如下。

地形地貌: 本项目位于四川盆地西北的低山丘陵地区, 广元市昭化区~剑阁~梓潼段属构造剥蚀低山地貌, 梓潼~绵阳市游仙区魏城镇段属构造侵蚀剥蚀深切丘陵地貌, 此外还有少量侵蚀堆积河谷地貌, 沿嘉陵江、潼江及其支流的两岸呈断续分布。

地层与地质构造: 公路沿线由新生界第四系全新统 (Q_4^{3al})、上更新统 (Q_3^{al})、中更新统 (Q_2^{al})、白垩系上统下统七曲寺组 (K_{1q})、白龙组 (K_{1b})、苍溪组 (K_{1c})、剑阁组 (K_{1jn})、剑门关组上段 (K_{1j}^2)、剑门关组下段 (K_{1j}^1)、侏罗系上统莲花口组 (J_3l)、中统遂宁组 (J_2sn)、沙溪庙组 (J_2s)、千佛岩组 (J_2q)。项目区地质构造位于扬子准地台西北部川北古中拗陷低缓构造区, 为新华夏第三沉积带的川北台凹构造体系。推荐方案起于广元, 经剑阁、梓潼至绵阳魏城镇, 沿线依次通过桐梓观鼻状构造、盐店场向斜、北庙场背斜、梓潼向斜、老关庙背斜、玉河场向斜、富顺场背斜等。

地下水: 受区内地层岩性、地质构造、地形地貌及气象、水文等因素的影响和控制, 区内地下水类型主要有松散堆积砂砾石层孔隙水、红层砂泥岩风化带孔隙裂隙水, 富水性与成因类型与岩性有关。

不良地质现象: 项目区位于丘陵、低山地貌上, 地形地貌较复杂, 但区内地质构造简单, 多为舒缓状褶皱(向、背斜), 区内岩性单一, 为砂、泥岩或砂泥岩互层。所以工程区工程地质问题较为简单, 不良地质及特殊地质现象主要为软弱地基和砂泥岩风化碎落、顺层边坡。

场地稳定性和适宜性评价: 场地稳定, 较适宜; 堆渣后整体稳定。

3) 拦洪坝防洪标准

本项目沟道型弃渣场均为 4 级弃渣场，根据相关标准，其上游设置的拦洪坝防洪标准如表 5.3-37 所示。

表 5.3-37 沟道型弃渣场拦洪坝防洪标准一览表

序号	沟道型弃渣场编号	渣场级别	拦洪坝建筑物级别	拦洪坝防洪设计标准 (P=)	
				设计洪水	校核洪水
1	2#	4	3	3.3%	2.0%
2	3#	4	3	3.3%	2.0%
3	10#	4	3	3.3%	2.0%
4	14#	4	3	3.3%	2.0%
5	15#	4	/	/	/
6	16#	4	/	/	/

4) 拦洪坝断面设计及稳定性计算

根据《中国地震动峰值加速度区划图》和《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306-2016 附录 A、B)，项目区地震动峰值加速度为 0.1g。对应的地震基本烈度为 VII 度，地震动反应谱特征周期为 0.40s，属构造稳定区。本项目沟道型弃渣场级别为 4 级，排洪工程提高一级为 3 级，根据《水电工程沟水治理设计规范(NB/T 35121-2018)》，拦洪坝允许安全系数设计值详见表 5.3-38。

表 5.3-38 拦洪坝允许安全系数设计值表

渣场级别	排洪工程建筑物级别	拦洪坝(混凝土重力坝)
		抗滑
4	3	≥3.0

拦洪坝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：

地面横坡 — 根据各弃渣场地形条件计算，本项目大约在 5°~17.5°；

地基土容重 — 根据沿线地质情况，本项目取 19.0kN/m³；

地基允许承载力 — 根据区域地勘结果，本项目取 200kpa；

基底摩擦系数：0.50

圬工之间摩擦系数：0.40

地基土摩擦系数：0.50

根据项目区水利工程设计经验，结合上述沟道型弃渣场汇水面积、工程地质及地形条件，为便于渣场拦洪坝统一施工，本水保方案设置 1 个拦洪坝断面，其断面设计尺寸及稳定计算成果见表 5.3-39。

表 5.3-39 本项目拦洪坝断面设计尺寸及稳定计算成果表

拦挡工程类型		拦洪坝
		I 断面
适用范围 (汇水面积 hm^2)		$S \leq 300\text{hm}^2$
挡渣墙材质		C20 片石砼
坝身高 (m)		6.50
坝顶宽 (m)		1.00
坝底宽 (m)		6.20
坝踵台阶 (m)		1.00
坝趾台阶 (m)		1.00
基础宽 (m)		6.20
基础深 (m)		1.50
面坡倾斜坡度		1:0.00
背坡倾斜坡度		1:0.80
墙底倾斜坡率		0.0:1
正常工况	抗滑安全系数	35.323
工程量	挖方 (m^3/m)	2.68
	回填 (m^3/m)	0.78
	C20 片石砼 (m^3/m)	5.08
备注		适用于的 2#、3#、10#、14#弃渣场

以上计算结果表明，拦洪坝断面满足安全要求。本项目拦洪坝相关断面说明如下。

拦洪坝I断面：坝身高 6.50m，埋深 1.50m，地面上 5.00m；坝顶宽 1.00m，底宽 6.20m，面坡坡度为 1:0.00，背坡坡度为 1:0.80，底面斜坡 0.00:1，基础宽 6.20m，深 1.5m；坝踵台阶、坝趾台阶长 1m。拦洪坝及基础材料均为 C20 片石砼（容重 $23.0\text{kN}/\text{m}^3$ ）。拦洪坝分缝和止水应满足《混凝土重力坝设计规范(NB/T 35026-2014)》的相关要求。

5) 相关水文参数

根据《水利水电工程水土保持技术规范》，参考《生产建设项目水土保持设计指南》《生产建设项目水土保持技术标准》等技术资料，参照水利行业，沟道型弃渣场来水流量规模较小，拦洪坝规格较低，可不进行调洪验算。

根据初步计算，本项目拦洪坝相关参数见表 5.3-40。

表 5.3-40 拦洪坝相关参数一览表

序号	沟道型弃渣场编号	来水流量		拦洪坝长度 (m)	拦洪坝正常使用高度 (满足设计、校核条件, m)	安全超高 (m)	库区面积 (m ²)	总库容 (m ³)
		设计(5.0%)	校核(3.3%)					
1	2#	23.833	26.454	33.1	4.0	1.0	183.9	367.8
2	3#	39.008	43.152	76.5	4.0	1.0	518.0	1035.9
3	10#	36.532	40.261	62.4	4.0	1.0	2121.5	4243.1
4	14#	23.901	26.331	109.1	4.0	1.0	1976.0	3951.9
5	15#	16.638	18.332	/	/	/	/	/
6	16#	16.395	18.148	/	/	/	/	/

6) 其他说明

本项目尚且处于工程可行性研究阶段,各沟道型弃渣场拦洪坝具体位置的选址,应当在施工图阶段进行详细的地质勘察后,进行针对性的研究分析来确定。

另外,拦洪坝坝基的处理与设计也应当注意:其基础应当具有足够的强度,已承受坝体的压力;具有足够的整体稳定性和均匀性,以满足坝基抗滑稳定和减少不均匀沉降;具有足够的抗渗性,以满足渗透稳定,控制渗流量;具有足够的耐久性,以防止岩体在水的长期作用下发生恶化。因此,需要针对地勘后得知的坝基地质信息,对透水性不同的岩层,采用不同的处理方式,确保坝基安全稳定。

(5) 盲沟设计

根据实际施工经验,为有效引导沟道型弃渣场排水,应当在渣场底部设置片石盲沟。片石盲沟能让渣体水分下渗到盲沟位置,通过石头缝隙排出渣场范围外,不至于使堆渣体长期浸泡形成滑动面,造成安全隐患。

片石盲沟采用矩形断面,根据弃渣场规模分别采用 1.50m×1.50m 和 2.00m×2.00m 两种不同规格的断面形式布置。在渣场底部进行基坑开挖后,沿基坑铺设土工布,然后修筑片石。其相关设计尺寸详见表 5.3-41。

表 5.3-41 片石盲沟设计尺寸表

类型	长	宽	挖方	土工	M7.5 浆砌块石	备注
	m	m	m ³ /m	m ² /m	m ³ /个	
盲 I 型	1.5	1.5	2.25	6.00	2.25	适用于 15#、16#弃渣场
盲 II 型	2.0	2.0	4.00	8.00	4.00	适用于 2#、3#、10#、14#弃渣场

(6) 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。

根据相关设计规范,沉沙池布置与设计应有如下原则:

- ① 沉沙池的布设应合理利用地形、地质条件,避开不良地质区域;

② 沉沙池入口应接排水沟出水口，出水口应设置导入沟渠，故其位置应尽量邻近自然沟道或人工水渠，以方便施工和后期使用；

③ 当接入沉沙池入口处的截排水沟渠坡降较缓，且整体坡面来水较小时，可不设置沉沙池；

④ 为便于施工，降低造价，本方案采用的沉沙池型式为厢式沉沙池；

⑤ 为抵抗水流冲刷作用，沉沙池壁厚与材质应当与相接的排水工程一致。

根据沿线弃渣场场地的地质条件，沉沙池布设原则和水土保持工程设计规范要求，本水保方案拟设计4种沉沙池尺寸，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型排水沟的弃渣场采用I型沉沙池，设计容积为 3.5m^3 ，矩形断面，长 \times 宽 \times 高= $2.40\text{m}\times 1.20\text{m}\times 1.20\text{m}$ ，采用M7.5浆砌块石砌筑，壁厚0.30m；采用III、IV型排水沟的弃渣场采用II型沉沙池，设计容积为 8.2m^3 ，矩形断面，长 \times 宽 \times 高= $3.20\text{m}\times 1.60\text{m}\times 1.60\text{m}$ ，采用M7.5浆砌块石砌筑，壁厚0.30m；采用V型、VI型、VII型排水沟的弃渣场采用III型沉沙池，设计容积为 16.0m^3 ，矩形断面，长 \times 宽 \times 高= $4.00\text{m}\times 2.00\text{m}\times 2.00\text{m}$ ，采用M7.5浆砌块石砌筑，壁厚0.40m；采用I、II型排洪渠的弃渣场采用IV型沉沙池，设计容积为 16.0m^3 ，矩形断面，长 \times 宽 \times 高= $6.00\text{m}\times 3.00\text{m}\times 3.00\text{m}$ ，采用C20片石砼，壁厚0.50m。沉沙池为永久性设施，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，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。弃渣场沉沙池设计尺寸详见表5.3-42，弃渣场沉沙池设计图详见附图。

表 5.3-42 沉沙池设计尺寸表

类 型	设计容积	长	宽	深	挖方	M7.5 浆砌块石	C20 片石砼
	m^3	m	m	m	$\text{m}^3/\text{个}$	$\text{m}^3/\text{个}$	$\text{m}^3/\text{个}$
I 型沉沙池	3.5	2.4	1.2	1.2	8.1	4.6	
II 型沉沙池	8.2	3.2	1.6	1.6	15.9	7.7	
III 型沉沙池	16.0	4.0	2.0	2.0	32.3	16.3	
IV 型沉沙池	54.0	6.0	3.0	3.0	98.0		44.0

(四) 各弃渣场挡土墙、排水沟设计方案

由上述典型弃渣场水土保持措施设计可以看出，本方案水土保持工程防护措施主要包括：挡渣墙、拦渣坝、排水沟、拦洪坝、排洪渠和盲沟等。根据各弃渣场地形，以控制挡渣墙高度、节约工程量、减小渣场占地、降低工程建设成本为原则，各弃渣场拦挡、防洪排导措施选取类型及尺寸见表5.3-43。

表 5.3-43 弃渣场工程防护特性表

区县	渣场编号	渣场类型	挡渣墙		拦渣坝		坡面来水量/ 洪峰流量	设计流量	排水沟		排洪渠		拦洪坝		片石盲沟		沉沙池		
			墙高	长度	坝高	长度			类型	长度	类型	长度	坝高	长度	类型	长度	设计容积	数量	
			m	m	m	m	m ³ /s	m ³ /s	m	m	m	m	m	m	m	m	m ³	个	
昭化区	1#	坡地型	3.0	49.5			3.606	2.010	×2	沟IV	740.6							8.2	2
	2#	沟道型			4.0	14.0	26.454	15.277	×2			渠 I	1015.8	5.0	33.1	盲 II 型	1299.1	54.0	2
	3#	沟道型			4.0	16.5	43.152	23.397	×2			渠 II	1104.7	5.0	76.5	盲 II 型	1814.1	54.0	2
	4#	坡地型	4.0	23.5			0.739	0.383	×2	沟 I	873.0							3.5	2
	5#	坡地型	4.0	21.5			3.389	2.010	×2	沟IV	1393.3							8.2	2
	6#	坡地型	3.0	44.0			4.956	2.942	×2	沟V	1094.5							16.0	2
	7#	坡地型	3.0	28.0			0.604	0.383	×2	沟 I	665.5							3.5	1
	8#	坡地型	3.0	27.5			7.068	4.104	×2	沟VI	873.5							16.0	2
剑阁县	9#	坡地型	4.0	18.0			10.269	7.197	×2	沟VII	750.2							16.0	2
	10#	沟道型			4.0	28.5	40.261	23.397	×2			渠 II	1453	5.0	62.4	盲 II 型	2172.0	54.0	2
	11#	坡地型	4.0	23.5			5.294	2.942	×2	沟V	893.6							16.0	2
	12#	坡地型	3.0	38.0			5.061	2.942	×2	沟V	1382.5							16.0	2
	13#	坡地型	3.0	97.5			2.200	2.010	×2	沟IV	730.6							8.2	2
	14#	沟道型			4.0	32.0	26.331	15.277	×2			渠 I	1560.3	5.0	109.1	盲 II 型	1231.7	54.0	2
	15#	沟道型			3.0	38.5	18.332	15.277	×2			渠 I	808.5			盲 I 型	978.0	54.0	2
	16#	沟道型			4.0	23.5	18.148	15.277	×2			渠 I	1028.6			盲 I 型	1514.8	54.0	2
	17#	坡地型	3.0	326.5			1.895	2.010	×2	沟IV	474.3							8.2	2
	18#	坡地型	3.0	47.0			3.981	2.010	×2	沟IV	716.4							8.2	2
	19#	坡地型	3.0	313.5			1.839	1.288	×2	沟III	459.7							8.2	1
	20#	坡地型	3.0	34.5			3.534	2.010	×2	沟IV	1080.9							8.2	2
	21#	坡地型	3.0	51.0			5.459	2.942	×2	沟V	977.7							16.0	1
	22#	坡地型	3.0	63.0			2.252	1.288	×2	沟III	528.9							8.2	2
	23-1#	坡地型	3.0	34.0			3.285	2.010	×2	沟IV	1065.3							8.2	2
	23-2#	坡地型	3.0	133.0			6.151	4.104	×2	沟VI	637.6								
	24#	坡地型	3.0	34.5			6.984	4.104	×2	沟VI	1087.2							16.0	2
	25#	坡地型	3.0	295.0			2.003	1.288	×2	沟III	450.1							8.2	2
	26#	坡地型	3.0	680.0			5.661	2.942	×2	沟V	861.2							16.0	2
	27#	坡地型	3.0	407.5			3.896	2.010	×2	沟IV	452.5							8.2	2
	28#	坡地型	4.0	57.5			6.353	4.104	×2	沟VI	992.4							16.0	2
	29#	坡地型	3.0	480.0			1.834	1.288	×2	沟III	524.8							8.2	2
	30#	坡地型	3.0	77.0			0.318	0.383	×2	沟 I	620.5								
	31#	坡地型	3.0	170.5			3.294	2.010	×2	沟IV	526.5								
32#	坡地型	3.0	133.5			1.548	1.288	×2	沟III	1080.6							8.2	2	

区县	渣场编号	渣场类型	挡渣墙		拦渣坝		坡面来水量/ 洪峰流量	设计流量	排水沟		排洪渠		拦洪坝		片石盲沟		沉沙池	
			墙高	长度	坝高	长度			类型	长度	类型	长度	坝高	长度	类型	长度	设计容积	数量
			m	m	m	m	m ³ /s	m ³ /s	m	m	m	m	m	m	m	m	m ³	个
	33#	坡地型	3.0	97.5			1.145	0.753	×2	沟II	630.1						3.5	1
梓潼县	34#	坡地型	3.0	57.5			0.383	0.383	×2	沟I	485.2						3.5	1
	35#	坡地型	3.0	61.5			0.478	0.383	×2	沟I	464.3						3.5	1
	36#	坡地型	3.0	393.5			0.592	0.383	×2	沟I	683.4						3.5	2
	37#	坡地型	3.0	96.0			1.105	0.753	×2	沟II	597.2						3.5	2
	38#	坡地型	3.0	38.0			0.858	0.753	×2	沟II	403.3							
	39#	坡地型	3.0	99.5			0.174	0.383	×2	沟I	451.7							
	40#	坡地型	3.0	257.0			1.121	0.753	×2	沟II	374.1						3.5	2
	41#	坡地型	2.5	281.5			1.264	0.753	×2	沟II	481.3							
	42#	坡地型	2.5	222.5														
	43#	坡地型	2.5	259.5			1.450	0.753	×2	沟II	390.6							
	44#	坡地型	3.0	193.0			0.674	0.383	×2	沟I	366.0						3.5	2
	45#	坡地型	2.5	217.5			1.175	0.753	×2	沟II	445.2						3.5	1
游仙区	46#	坡地型	2.5	155.0			0.359	0.383	×2	沟I	560.2							
	47#	坡地型	2.5	213.0			0.461	0.383	×2	沟I	386.0							
	48#	坡地型	2.5	196.5														
	49#	坡地型	2.5	102.0			0.633	0.383	×2	沟I	354.3						3.5	1

(五) 场地复耕

项目区农耕发达，用地紧张，本水保方案拟将各渣场顶面全部覆土复耕；顶面复耕时，为能满足农作物生长需要，渣体顶部回铺表土，覆土厚度按各渣场表土平衡分析确定。因表土底层为公路弃渣，质地松散，持水能力弱，复耕后耕地生产力低下，且容易干旱。为此，在表土回铺之前，需对渣体表层压实，在作物种植过程中，多施有机肥，增加土壤持水保墒能力。在耕作过程中，尽可能采用横坡耕作，减少弃渣水土流失。

(六) 渣场典型防护设计

1) 2#渣场（沟道型渣场）

2#渣场位于昭化区 AK6+350 左侧约 940m 处，渣场容量 96.56 万 m^3 ，实际堆渣量 68.90 万 m^3 (松方)，占地面积 5.83 hm^2 ，主要占用林地，设计堆渣高程约 617~670m，最大堆渣高度 53m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 2#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型拦渣坝，坝高 4m，拦渣坝长 14.0m。

从地形图上判断，2#渣场上游汇水面积 108.34 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置拦洪坝、排洪渠排导沟道洪水，拦洪坝长 33.1m，高 6.5m，埋深 1.5m；排洪渠设计比降为 0.02，长 1015.8m；经流量计算，采用 I 型排洪渠可满足场地排水要求。排洪渠下游设置沉沙池（III 型沉沙池），排洪渠末端与渣场下游侧自然沟渠相连。为保障堆渣体底部排水，渣场沟底设置盲 II 型片石盲沟，长 1299.1m。

2#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-6。

2) 3#渣场（沟道型渣场）

3#渣场位于昭化区 AK6+400 左侧约 650m 处，渣场容量 62.98 万 m^3 ，实际堆渣量 52.15 万 m^3 (松方)，占地面积 4.98 hm^2 ，主要占用林地，设计堆渣高程约 617~660m，最大堆渣高度 43m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 3#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 I 型拦渣坝，墙高 3m，拦渣坝长 16.5m。

从地形图上判断，3#渣场上游汇水面积 195.91 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置拦洪坝、排洪渠排导沟道洪水，拦洪坝长 76.5m，高 6.5m，埋深 1.5m；排洪渠设计比降为 0.02，长 1104.7m；经流量计算，采用 II 型排洪渠可满足场地排水要求。排洪渠下游设置沉沙池（III 型沉沙池），排洪渠末端与渣场下游侧自然沟渠相连。为保障堆渣体底部排水，渣场沟底设置盲 II 型片石盲沟，长 1814.1m。

3#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-7。

3) 4#渣场（坡地型渣场）

4#渣场位于昭化区 AK7+200 左侧约 1420m 处，渣场容量 56.03 万 m^3 ，实际堆渣量 49.70 万 m^3 （松方），占地面积 4.30 hm^2 ，主要占用林地，设计堆渣高程约 827~870m，最大堆渣高度 43m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 4#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 III 型挡渣墙，墙高 4m，挡渣墙长 23.5m。

从地形图上判断，4#渣场上游汇水面积 7.71 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 873m，经流量计算，采用 II 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（I 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

4#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-8。

4) 5#渣场（坡地型渣场）

5#渣场位于昭化区 AK17+000 右侧约 4100m 处，渣场容量 77.52 万 m^3 ，实际堆渣量 62.40 万 m^3 （松方），占地面积 6.46 hm^2 ，主要占用林地，设计堆渣高程约 663~705m，最大堆渣高度 42m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 5#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 III 型挡渣墙，墙高 4m，挡渣墙长 21.5m。

从地形图上判断，5#渣场上游汇水面积 41.70 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 1393.3m，经流量计算，采用 III 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

5#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-9。

5) 6#渣场（坡地型渣场）

6#渣场位于昭化区 AK17+300 右侧约 750m 处，渣场容量 50.30 万 m^3 ，实际堆渣量 46.95 万 m^3 （松方），占地面积 5.03 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 527~555m，最大堆渣高度 28m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 6#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 44m。

从地形图上判断，6#渣场上游汇水面积 51.68 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 1094.5m，经流量计算，采用 IV 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

6#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-10。

6) 9#渣场 (坡地型渣场)

9#渣场位于剑阁县 AK21+500 右侧约 3260m 处, 渣场容量 44.03 万 m^3 , 实际堆渣量 43.28 万 m^3 (松方), 占地面积 2.54 hm^2 , 主要占用林地和草地, 设计堆渣高程约 628~680m, 最大堆渣高度 52m, 堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 9#弃渣场地形条件及堆渣高度, 该弃渣场渣脚处修筑III型挡渣墙, 墙高 4m, 挡渣墙长 18m。

从地形图上判断, 9#渣场上游汇水面积 87.75 hm^2 , 堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水, 排水沟设计比降为 0.02, 长 750.2m, 经流量计算, 采用 V 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池 (III型沉沙池), 排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

9#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-11。

7) 10#渣场 (沟道型渣场)

10#渣场位于剑阁县 AK22+900 右侧约 1090m 处, 渣场容量 122.28 万 m^3 , 实际堆渣量 97.60 万 m^3 (松方), 占地面积 10.19 hm^2 , 主要占用林地, 设计堆渣高程约 692~749m, 最大堆渣高度 48m, 堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 10#弃渣场地形条件及堆渣高度, 该弃渣场渣脚处修筑 II 型拦渣坝, 坝高 4m, 拦渣坝长 28.5m。

从地形图上判断, 10#渣场上游汇水面积 203.46 hm^2 , 堆渣前应在渣场外侧设置拦洪坝、排洪渠排导沟道洪水, 拦洪坝长 62.4m, 高 6.5m, 埋深 1.5m; 排洪渠设计比降为 0.02, 长 1453m; 经流量计算, 采用 II 型排洪渠可满足场地排水要求。排洪渠下游设置沉沙池 (III型沉沙池), 排洪渠末端与渣场下游侧自然沟渠相连。为保障堆渣体底部排水, 渣场沟底设置盲 II 型片石盲沟, 长 2172m。

10#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-12。

8) 11#渣场 (坡地型渣场)

11#渣场位于剑阁县 AK27+000 右侧约 1850m 处, 渣场容量 84.34 万 m^3 , 实际堆渣量 80.67 万 m^3 (松方), 占地面积 5.49 hm^2 , 主要占用耕地和林地, 设计堆渣高程约 697~750m, 最大堆渣高度 53m, 堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 11#弃渣场地形条件及堆渣高度, 该弃渣场渣脚处修筑III型挡渣墙, 墙高 4m, 挡渣墙长 23.5m。

从地形图上判断, 11#渣场上游汇水面积 45.24 hm^2 , 堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水, 排水沟设计比降为 0.02, 长 893.6m, 经流量计算, 采用 IV 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池 (II型沉沙池), 排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

11#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-13。

9) 12#渣场（坡地型渣场）

12#渣场位于剑阁县 AK29+300 右侧约 4750m 处，渣场容量 96.35 万 m^3 ，实际堆渣量 92.22 万 m^3 （松方），占地面积 7.86 hm^2 ，主要占用林地，设计堆渣高程约 827~865m，最大堆渣高度 38m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 12#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 38m。

从地形图上判断，12#渣场上游汇水面积 52.78 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 1382.5m，经流量计算，采用 VI 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

12#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-14。

10) 13#渣场（坡地型渣场）

13#渣场位于剑阁县 AK31+600 右侧约 1350m 处，渣场容量 43.07 万 m^3 ，实际堆渣量 39.65 万 m^3 （松方），占地面积 3.40 hm^2 ，主要占用林地，设计堆渣高程约 757~795m，最大堆渣高度 38m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 13#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 97.5m。

从地形图上判断，13#渣场上游汇水面积 18.80 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 730.6m，经流量计算，采用 III 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

13#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-15。

11) 14#渣场（沟道型渣场）

14#渣场位于剑阁县 AK32+800 左侧约 240m 处，渣场容量 93.74 万 m^3 ，实际堆渣量 89.70 万 m^3 （松方），占地面积 8.72 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 697~740m，最大堆渣高度 43m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 14#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 I 型拦渣坝，坝高 4m，拦渣坝长 32m。

从地形图上判断，14#渣场上游汇水面积 107.89 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置拦洪坝、排洪渠排导沟道洪水，拦洪坝长 109.1m，高 6.5m，埋深 1.5m；排洪渠设计比降为 0.02，长 1560.3m；经流量计算，采用 I 型排洪渠可满足场地排水要求。排洪渠下游设置沉沙池（III 型沉沙池），排洪渠末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

为保障堆渣体底部排水，渣场沟底设置盲 II 型片石盲沟，长 1231.7m。

14#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-16。

12) 16#渣场（沟道型渣场）

16#渣场位于剑阁县 AK34+000 右侧约 2870m 处，渣场容量 80.04 万 m^3 ，实际堆渣量 75.40 万 m^3 （松方），占地面积 6.67 hm^2 ，主要占用耕地、林地和草地，设计堆渣高程约 653~695m，最大堆渣高度 42m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 16#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 I 型拦渣坝，坝高 4m，拦渣坝长 23.5m。

从地形图上判断，16#渣场上游汇水面积 81.71 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排洪渠排导沟道洪水，排洪渠设计比降为 0.02，长 1028.6m；经流量计算，采用 I 型排洪渠可满足场地排水要求。排洪渠下游设置沉沙池（III型沉沙池），排洪渠末端与渣场下游侧自然沟渠相连。为保障堆渣体底部排水，渣场沟底设置盲 I 型片石盲沟，长 1514.8m。

16#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-17。

13) 18#渣场（坡地型渣场）

18#渣场位于剑阁县 AK42+400 左侧约 850m 处，渣场容量 51.98 万 m^3 ，实际堆渣量 49.40 万 m^3 （松方），占地面积 3.83 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 517~555m，最大堆渣高度 38m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 18#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 III 型挡渣墙，墙高 4m，挡渣墙长 22m。

从地形图上判断，18#渣场上游汇水面积 41.51 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 716.4m，经流量计算采用 IV 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

18#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-18。

14) 20#渣场（坡地型渣场）

20#渣场位于剑阁县 AK45+750 左侧约 510m 处，渣场容量 53.31 万 m^3 ，实际堆渣量 49.98 万 m^3 （松方），占地面积 4.20 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 497~530m，最大堆渣高度 33m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 20#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 34.5m。

从地形图上判断，20#渣场上游汇水面积 43.49 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排

水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 1080.9m，经流量计算，采用IV型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

20#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-19。

15) 23-1#渣场（坡地型渣场）

23-1#渣场位于剑阁县 AK56+200 左侧约 2750m 处，渣场容量 67.85 万 m³，实际堆渣量 65.65 万 m³（松方），占地面积 7.69hm²，主要占用耕地、林地，设计堆渣高程约 650~680m，最大堆渣高度 30m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 23-1#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑III型挡渣墙，墙高 4m，挡渣墙长 22m。

从地形图上判断，23-1#渣场上游汇水面积 32.12hm²，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 1065.3m，经流量计算，采用IV型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

23-1#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-20。

16) 24#渣场（坡地型渣场）

24#渣场位于剑阁县 AK60+200 右侧约 410m 处，渣场容量 65.06 万 m³，实际堆渣量 62.40 万 m³（松方），占地面积 5.52hm²，主要占用林地，设计堆渣高程约 572~605m，最大堆渣高度 33m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 24#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑II型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 34.5m。

从地形图上判断，24#渣场上游汇水面积 80.57hm²，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 1087.2m，经流量计算，采用IV型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

24#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-21。

17) 26#渣场（坡地型渣场）

26#渣场位于剑阁县 AK63+500 左侧约 2575m 处，渣场容量 75.50 万 m³，实际堆渣量 71.27 万 m³（松方），占地面积 7.55hm²，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 510~540m，最大堆渣高度 30m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 26#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑II型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 680m。

从地形图上判断，26#渣场上游汇水面积 45.35hm²，堆渣前应在渣场外侧设置排

水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 861.2m，经流量计算，采用 IV 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

26#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-22。

18) 27#渣场（坡地型渣场）

27#渣场位于剑阁县 AK67+850 左侧约 75m 处，渣场容量 48.00 万 m^3 ，实际堆渣量 46.80 万 m^3 （松方），占地面积 4.16 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 545~575m，最大堆渣高度 30m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 27#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 407.5m。

从地形图上判断，27#渣场上游汇水面积 31.21 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 452.5m，经流量计算，采用 IV 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

27#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-23。

19) 28#渣场（坡地型渣场）

28#渣场位于剑阁县 AK70+300 右侧约 950m 处，渣场容量 101.60 万 m^3 ，实际堆渣量 93.60 万 m^3 （松方），占地面积 7.05 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 531~580m，最大堆渣高度 49m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 28#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 III 型挡渣墙，墙高 4m，挡渣墙长 57.5m。

从地形图上判断，28#渣场上游汇水面积 62.11 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 992.4m，经流量计算，采用 IV 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

28#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-24。

20) 32#渣场（坡地型渣场）

32#渣场位于剑阁县 AK79+800 右侧约 690m 处，渣场容量 68.00 万 m^3 ，实际堆渣量 61.33 万 m^3 （松方），占地面积 8.50 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 542~570m，最大堆渣高度 28m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 32#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 133.5m。

从地形图上判断，32#渣场上游汇水面积 15.13 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排

水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 1080.6m，经流量计算，采用 III 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

32#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-25。

21) 36#渣场（坡地型渣场）

36#渣场位于梓潼县 AK93+000 右侧约 80m 处，渣场容量 58.90 万 m^3 ，实际堆渣量 53.30 万 m^3 （松方），占地面积 5.89 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 520~550m，最大堆渣高度 30m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 36#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 393.5m。

从地形图上判断，36#渣场上游汇水面积 5.79 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 683.4m，经流量计算，采用 I 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（I 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

36#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-26。

22) 37#渣场（坡地型渣场）

37#渣场位于梓潼县 AK93+800 左侧约 105m 处，渣场容量 27.50 万 m^3 ，实际堆渣量 26.49 万 m^3 （松方），占地面积 2.75 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 517.5~542.5m，最大堆渣高度 25m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 37#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 96m。

从地形图上判断，37#渣场上游汇水面积 10.80 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 597.2m，经流量计算，采用 II 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（I 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

37#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-27。

23) 40#渣场（坡地型渣场）

40#渣场位于梓潼县 AK102+550 左侧约 50m 处，渣场容量 20.11 万 m^3 ，实际堆渣量 18.20 万 m^3 （松方），占地面积 2.49 hm^2 ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 524~545m，最大堆渣高度 21m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 40#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 257m。

从地形图上判断，40#渣场上游汇水面积 8.98 hm^2 ，堆渣前应在渣场外侧设置排

水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 374.1m，经流量计算，采用 II 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（I 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

40#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-28。

24) 43#渣场（坡地型渣场）

43#渣场位于梓潼县 AK109+600 右侧约 50m 处，渣场容量 8.56 万 m³，实际堆渣量 6.12 万 m³（松方），占地面积 2.14hm²，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 510~520m，最大堆渣高度 10m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 43#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 I 型挡渣墙，墙高 2.5m，挡渣墙长 259.5m。

从地形图上判断，43#渣场上游汇水面积 11.62hm²，堆渣前应在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，排水沟设计比降为 0.02，长 390.6m，经流量计算，采用 III 型排水沟可满足场地排水要求。排水沟下游设置沉沙池（II 型沉沙池），排水沟末端与渣场下游侧自然沟渠相连。

43#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-29。

25) 48#渣场（坡地型渣场）

48#渣场位于游仙区 AK115+300 左侧约 10m 处，渣场容量 19.30 万 m³，实际堆渣量 17.89 万 m³（松方），占地面积 4.02hm²，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 486~498m，最大堆渣高度 12m，堆渣体边坡坡比 1:1.75。根据 48#弃渣场地形条件及堆渣高度，该弃渣场渣脚处修筑 I 型挡渣墙，墙高 2.5m，挡渣墙长 196.5m。

从地形图上判断，48#渣场上游没有汇水面积，本方案无需在渣场外侧设置排水沟排导坡面洪水，渣场自身汇流可通过渣体表面来满足场地排水要求。

48#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-30。

（七）弃渣场工程措施数量汇总

根据以上分析可知，本项目弃渣场的工程措施包括挡渣墙、排水沟及消能坎、沉沙池、表土剥离及复耕，各弃渣场工程防护措施工程量见表 5.3-44。

5.3.2.4 植物措施

由于各渣场边坡坡度均大于 25° ，渣场边坡均采用植物措施进行绿化，顶面根据原土地利用类型进行迹地恢复，即占用林草地的进行绿化，占用耕地进行复耕。本项目弃渣场绿化植被恢复和建设工程级别为 3 级。

(一) 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渣场临时征地范围的一角，渣场表面可通过覆土改变立地条件，覆土均来自于堆存于渣场临时征地范围的一角的表层土。结合区域自然条件，渣体边坡铺土厚度按 15cm 考虑，渣顶覆土厚度按各渣场表土平衡分析确定，在将渣体表面覆土后，可满足灌草籽生长，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。

(二) 灌草选择

本方案对渣体边坡及原土地利用类型为林草地的弃渣场顶面采用栽植灌木树种和混播植草方式绿化。根据区域植被分布情况，灌木选用黄荆、马桑等乡土树种，草籽选用白三叶、狗牙根等常用水土保持物种。草籽应选择优良级种籽，以保证发芽率及生长率。为了尽快达到绿化和水土保持效果，灌木栽植密度为 4000 株/ hm^2 ，草种播种密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。施工完毕后 2 年内应调查灌草生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。

经统计，本项目渣场绿化面积为 115.51hm^2 ，覆土 47.16 万 m^3 ，栽植灌木 46.20 万株，撒播草种 11549.8kg 。

本项目弃渣场区植物措施工程数量统计见表 5.3-45，弃渣场区植物措施设计详见附图 5.3-31。

表 5.3-45 弃渣场区水土保持植物措施数量统计表（方案新增）

区县	渣场编号	占地面积 (hm ²)	边坡面积 (hm ²)	顶面面积 (hm ²)	顶面利用 方向	绿化面积 (hm ²)	覆土 (万 m ³)	栽植灌木 (万株)	撒播植草 (kg)
昭化区	1#	3.45	0.88	2.57	绿化	3.45	0.69	1.38	345.0
	2#	5.83	1.42	4.41	绿化	5.83	1.17	2.33	583.0
	3#	4.98	0.96	4.02	绿化	4.98	1.00	1.99	498.0
	4#	4.30	0.98	3.32	绿化	4.30	0.86	1.72	430.0
	5#	6.46	0.90	5.56	绿化	6.46	1.29	2.58	646.0
	6#	5.03	0.58	4.45	复耕	0.58	1.25	0.23	57.5
	7#	1.41	0.32	1.09	绿化	1.41	0.28	0.56	141.0
	8#	2.74	0.33	2.41	绿化	2.74	0.55	1.10	274.0
剑阁县	9#	2.54	1.05	1.49	绿化	2.54	0.51	1.02	254.0
	10#	10.19	1.25	8.94	绿化	10.19	2.04	4.08	1019.0
	11#	5.49	1.75	3.74	复耕	1.75	1.33	0.70	175.0
	12#	7.86	1.06	6.80	绿化	7.86	1.57	3.14	786.0
	13#	3.40	1.22	2.18	绿化	3.40	0.68	1.36	340.0
	14#	8.72	1.14	7.58	复耕	1.14	1.91	0.46	114.4
	15#	3.42	0.42	3.00	复耕	0.42	0.73	0.17	41.7
	16#	6.67	1.40	5.27	复耕	1.40	1.60	0.56	139.6
	17#	3.37	2.20	1.17	绿化	3.37	0.67	1.35	337.0
	18#	3.83	0.89	2.94	复耕	0.89	1.04	0.36	89.0
	19#	3.01	2.02	0.99	复耕	2.02	0.81	0.81	202.4
	20#	4.20	0.71	3.49	复耕	0.71	1.05	0.29	71.4
	21#	5.25	0.98	4.27	绿化	5.25	1.05	2.10	525.0
	22#	2.27	0.81	1.46	绿化	2.27	0.45	0.91	227.0
	23-1#	7.69	1.09	6.60	复耕	1.09	1.65	0.44	109.4
	23-2#	3.67	0.78	2.89	复耕	0.78	0.99	0.31	77.7
	24#	5.52	0.62	4.90	绿化	5.52	1.10	2.21	552.0
	25#	2.90	1.67	1.23	复耕	1.67	0.77	0.67	167.1
	26#	7.55	7.42	0.13	复耕	7.42	1.61	2.97	741.5
	27#	4.16	2.09	2.07	复耕	2.09	1.03	0.83	208.5
	28#	7.05	1.93	5.12	复耕	1.93	1.61	0.77	192.9
	29#	5.26	3.42	1.84	复耕	3.42	1.29	1.37	342.3
	30#	3.55	1.01	2.54	复耕	1.01	0.80	0.40	101.0
	31#	2.71	0.68	2.03	复耕	0.68	0.61	0.27	68.2
	32#	8.50	1.57	6.93	复耕	1.57	1.97	0.63	157.2
33#	3.36	1.14	2.22	绿化	3.36	0.67	1.34	336.0	
剑阁县	34#	2.06	0.67	1.39	复耕	0.67	0.45	0.27	67.0
	35#	1.93	0.48	1.45	复耕	0.48	0.46	0.19	47.7
	36#	5.89	2.58	3.31	复耕	2.58	1.65	1.03	257.8
	37#	2.75	0.63	2.12	复耕	0.63	0.66	0.25	62.8
	38#	1.36	0.31	1.05	复耕	0.31	0.38	0.13	31.4
	39#	2.15	0.62	1.53	复耕	0.62	0.58	0.25	61.8
	40#	2.49	1.06	1.43	复耕	1.06	0.71	0.42	105.7
	41#	2.68	0.74	1.94	复耕	0.74	0.75	0.30	73.8
	42#	1.20	0.39	0.81	复耕	0.39	0.34	0.15	38.6
	43#	2.14	0.47	1.67	复耕	0.47	0.63	0.19	47.2
	44#	1.88	0.81	1.07	复耕	0.81	0.46	0.33	81.2
	45#	1.79	0.63	1.16	绿化	1.79	0.36	0.72	179.0
游仙区	46#	3.09	0.47	2.62	复耕	0.47	0.90	0.19	47.3
	47#	2.00	0.37	1.63	复耕	0.37	0.56	0.15	37.1
	48#	4.02	0.42	3.60	复耕	0.42	1.17	0.17	42.2
	49#	1.46	0.19	1.27	复耕	0.19	0.44	0.08	19.4
昭化区小计		34.20	6.35	27.85		29.75	7.09	11.90	2974.5
剑阁县小计		132.14	40.33	91.81		73.76	29.56	29.50	7375.3
梓潼县小计		28.32	9.39	18.93		10.55	7.44	4.22	1054.0
游仙区小计		10.57	1.46	9.11		1.46	3.07	0.58	146.0
全线合计		205.23	57.53	147.70		115.51	47.16	46.20	11549.8

5.3.2.5 临时措施

为满足渣场后期绿化及复耕恢复用土，在堆渣前，需将渣场的表层土预先进行剥离，分别暂时堆放在各渣场内，以减小表土堆放临时占地。为防止施工期表土的流失，对集中堆放的表土需采取临时防护措施。

在各渣场内临时堆存的剥离表土，按平均 3m 高度进行堆放，坡脚采取土袋挡护，土袋宽 0.5m、高 0.8m，并在表土堆体表面撒播植草并铺盖无纺布避免表面受雨水冲刷影响，草籽可选择白三叶、狗牙根等草籽，草籽撒播密度为 50kg/hm²。

经统计，本项目渣场表土临时堆放场土袋临时拦挡 6116.5m，撒播植草临时绿化 11.65hm²。

渣场表土堆场临时防护措施工程量见表 5.3-46，弃渣场区临时措施设计详见附图 5.3-32。

表 5.3-46 弃渣场区水土保持临时措施数量统计表（方案新增）

区县	渣场编号	表土堆存量 数量 (万 m ³)	临时措施				
			土袋拦挡		临时撒播植草		无纺布遮盖
			长度 (m)	数量 (m ³)	面积 (hm ²)	草籽 (kg)	面积 (万 m ²)
昭化区	1#	0.69	143.8	57.5	0.23	11.5	0.28
	2#						
	3#						
	4#	0.86	161.5	64.6	0.29	14.5	0.35
	5#	1.29	196.7	78.7	0.43	21.5	0.52
	6#	1.25	194.4	77.8	0.42	21.0	0.50
	7#	0.28	90.0	36.0	0.09	4.5	0.11
	8#	0.55	127.2	50.9	0.18	9.0	0.22
	9#	0.51	123.6	49.4	0.17	8.5	0.20
剑阁县	10#						
	11#						
	12#	1.57	216.3	86.5	0.52	26.0	0.62
	13#						
	14#	1.91	240.0	96.0	0.64	32.0	0.77
	15#						
	16#	1.60	218.4	87.4	0.53	26.5	0.64
	17#						
	18#	1.04	177.4	71.0	0.35	17.5	0.42
	19#	0.81	155.8	62.3	0.27	13.5	0.32
	20#	1.05	177.4	71.0	0.35	17.5	0.42
	21#	1.05	177.4	71.0	0.35	17.5	0.42
	22#	0.45	116.1	46.4	0.15	7.5	0.18
	23-1#	1.65	222.4	89.0	0.55	27.5	0.66
	23-2#	0.99	172.3	68.9	0.33	16.5	0.40
	24#	1.10	182.4	73.0	0.37	18.5	0.44
	25#	0.77	152.9	61.2	0.26	13.0	0.31
	26#						
	27#	1.03	174.9	70.0	0.34	17.0	0.41
	28#	1.61	220.4	88.2	0.54	27.0	0.65
	29#						
	30#	0.80	155.8	62.3	0.27	13.5	0.32
	31#	0.61	134.1	53.6	0.20	10.0	0.24
32#	1.97	243.7	97.5	0.66	33.0	0.79	

区县	渣场编号	表土堆存量 数量 (万 m ³)	临时措施				
			土袋拦挡		临时撒播植草		无纺布遮盖
			长度 (m)	数量 (m ³)	面积 (hm ²)	草籽 (kg)	面积 (万 m ²)
	33#	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00
梓潼县	34#	0.45	116.1	46.4	0.15	7.5	0.18
	35#	0.46	116.1	46.4	0.15	7.5	0.18
	36#	1.65	222.4	89.0	0.55	27.5	0.66
	37#						
	38#	0.38	108.1	43.2	0.13	6.5	0.16
	39#	0.58	130.7	52.3	0.19	9.5	0.23
	40#	0.71	146.9	58.8	0.24	12.0	0.29
	41#	0.75	150.0	60.0	0.25	12.5	0.30
	42#	0.34	99.4	39.8	0.11	5.5	0.13
	43#	0.63	137.4	55.0	0.21	10.5	0.25
	44#	0.46	116.1	46.4	0.15	7.5	0.18
	45#						
游仙区	46#	0.90	164.3	65.7	0.30	15.0	0.36
	47#	0.56	130.7	52.3	0.19	9.5	0.23
	48#	1.17	187.3	74.9	0.39	19.5	0.47
	49#	0.44	116.1	46.4	0.15	7.5	0.18
昭化区小计		7.09	913.6	365.4	1.64	82.0	1.97
剑阁县小计		29.56	3261.3	1304.5	6.85	342.5	8.22
梓潼县小计		7.44	1343.2	537.3	2.13	106.5	2.56
游仙区小计		3.07	598.4	239.4	1.03	51.5	1.24
全线合计		47.16	6116.5	2446.6	11.65	582.5	13.98

5.3.3 取土场区

根据项目土石方平衡分析,本项目共设置取土场 1 处,处于游仙区。取土场开采总量为 10.17 万 m³,占地面积 2.80hm²,占地类型主要为耕地和林地。

本方案取土场基本情况情见表 5.3-47。

表 5.3-47 取土场特性表

区县	取土场编号	储量	开采量	占地类型及面积 (hm ²)			开采方式
		万 m ³	万 m ³	耕地	林地	小计	
游仙区	1#取土场	14.27	10.17	1.30	1.50	2.80	山丘取平

5.3.3.1 水土保持要求

根据现场初步踏勘,取土场地表为腐殖层,表层土不能满足路基填筑需要,料源开采时须将其剥离。在施工结束后根据迹地恢复原则,采取复耕或植物措施绿化。取土场开采过程中应满足以下水土保持要求:

(一) 取土场地形坡度较大,开采前宜在开采上边缘布置截排水沟,疏导坡面来水,减少水流对开采面的影响。

(二) 开采时分台阶采用微爆方式,以减少对周边的影响,同时有利于后期复耕或绿化。

(三) 开采时对取土场表层土进行剥离,集中堆放,开采结束后回铺在开采台阶和平台上进行复耕或绿化。

5.3.3.2 工程措施

(一) 表土剥离

取土场占地类型主要为耕地和林地，施工前对其表层无用层进行剥离集中堆放，用于取土场后期复耕或绿化恢复用土。表土剥离采用机械剥离方式，机械剥离厚度耕地 30cm，林地 20cm，取土场总计剥离表土约 0.69 万 m³，堆放于取土场底部平缓的一角，平均堆高为 3m，堆放占地面积 0.23hm²。表土堆存场完毕后，场地迹地恢复采用复耕方式，工程量一并计入复耕中，不重复计量。

表 5.3-48 取土场表土剥离计算表

取土场编号	占地类型及面积 (hm ²)			剥离厚度 (m)		剥离表土 万 m ³	堆场面积 hm ²
	耕地	林地	小计	耕地	林地		
1#取土场	1.30	1.50	2.80	0.3	0.2	0.69	0.23

(二) 排水工程设计

本项目取土场开采方式为顶面山包取平，西面一侧形成 8m 高的边坡；根据现场调查勘察，取土场开采完后，西侧汇水将排入到取土场占地范围内。因此，本方案需在取土场征地范围周边设置截排水沟，方可避免取土场开采过程中坡面汇水对开采迹地的影响，减小水土流失。

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)中对坡面截排水工程的要求，取土场排水沟按 5 年一遇 10min 降雨强度洪水标准设计。

(1) 设计排水流量计算

各取土场需采取永久排水措施，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。

$$Q_m = 16.67\varphi q F$$

式中： Q_m —设计洪峰流量，m³/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，km²。

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，各取土场采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨标准下，其设计排水流量见表 5.3-49。

表 5.3-49 取土场设计排水流量计算成果表

项目	符号	单位	取土场编号
			1#
设计流量	Q_m	m ³ /s	0.490
汇水面积	F	km ²	0.0318
径流系数	ϕ		0.75
设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度	q	mm/min	1.230
5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度	$q_{5,10}$	mm/min	1.5
重现期转化系数	C_p		1.00
降雨历时转换系数	C_t		0.82
降雨历时	t	min	15.4
汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时	t_1	min	13.7
坡面流的长度	L_s	m	86.3
坡面流的坡降	i_s		0.174
地面粗糙系数	m_1		0.6
沟内汇流历时	t_2	min	1.6
沟的长度	l	m	137.5

根据地形条件，取土场可从两边排导场地坡面汇水，因此，排水沟的设计流量可按照洪峰流量的 1/2 考虑。

(2) 排水沟设计

为了保证场地的使用，及时将场地内的降水排出，避免水流冲刷造成水土流失，在取土场开采前，需根据取土场场地条件设置排水沟，排水沟采用 M7.5 砂浆砌块石筑砌，壁厚 0.30m，沟底纵坡顺应地形条件设置，但不应小于 1%，施工时根据实际情况作适当调整，以保证排水沟水流顺畅。排水沟可承受的最大径流量可按以下公式计算：

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

式中： n ——排水沟或排洪渠地面糙率系数；

A ——排水沟或排洪渠断面面积，m²；

i ——排水沟或排洪渠底坡，取坡度 0.02；

R ——排水沟或排洪渠水力半径。

根据取土场设计排水流量计算成果及各渣场地形地质条件，本工程取土场排水

沟采用梯形断面，底宽 0.5m，深 0.5m，坡比 1:0.75，安全超高 0.2m，M7.5 浆砌石铺筑厚 0.3m。排水沟末端设置沉沙池，经沉沙池连接将场地汇水排入灌溉沟渠。取土完毕后，取土场排水沟和沉沙池作为永久保留用于取土平台复耕浇灌使用。其排水沟特性见表 5.3-50。

表 5.3-50 取土场排水沟特性表

类型	设计流量	宽	深	安全超高	坡比	开挖坡比	衬砌厚度	开挖	回填	砌石	抹面
	m ³ /s	m	m	m			m	m ³ /m	m ³ /m	m ³ /m	m ² /m
排水沟	0.383	0.5	0.5	0.2	1:0.75	1:1	0.3	1.28	0.16	0.68	2.50

(三) 沉沙池的设置

由于取土场开采作业时，场地地表扰动剧烈，水流含沙量高，极易造成水土流失，因此取土场排水沟汇水须经沉沙池沉淀，特别是场地内汇水经沉淀后才能排放。沉沙池布置在排水沟末端，其出水口通自然沟渠；同时根据实际情况定期进行清淘，避免淤积。沉沙池采用矩形断面，容积 2.00m³，长×宽×高=2.00m×1.00m×1.00m，内衬 0.30m 厚浆砌石。

表 5.3-51 取土场区沉沙池设计尺寸表

类型	设计容积	长	宽	深	挖方	M7.5 浆砌块石
	m ³	m	m	m	m ³ /个	m ³ /个
沉沙池	2.00	2.00	1.00	1.00	5.4	3.4

(四) 复耕

项目区人口密集，耕地资源紧张，取土场开采完成后，将形成大面平坦的开采底面，为减少项目建设带来的对工程区耕地资源的影响，同时，根据以往高速公路取土场后期恢复措施实施的实际情况，方案拟将剥离的表土回铺至开采底面后，对底面进行土地整治，然后交由当地政府部门进行复耕。

表 5.3-52 取土场区水土保持工程措施数量统计表（方案新增）

行政区划	取土场编号	开采面积 hm ²	工程措施									
			表土剥离 万 m ³	截排水沟					沉沙池			复耕 hm ²
				长度 m	挖方 m ³	回填 m ³	M7.5 浆砌块石 m ³	砂浆抹面 m ²	数量 个	挖方 m ³	M7.5 浆砌块石 m ³	
游仙区	1#取土场	2.80	0.69	692.0	885.8	110.7	472.3	1730.0	2	10.8	6.8	2.33

5.3.3.3 植物措施

取土结束后，本方案设计对取土场开采边坡全部采用挂铁丝网喷播植草绿化进行恢复，同时，在开采边坡坡脚、坡顶和开采边坡分级马道内侧处栽植藤本植物以达到绿化边坡的目的。

挂铁丝网喷播植草绿化防护施工方法为：在修整好的开采边坡坡面上先施工锚

固钢筋，然后悬挂镀锌铁丝网，在施工纵、横向钢筋框条并锚筋焊接，将镀锌铁丝网与纵、横想钢筋框条用 $\phi 2.2$ 镀锌铁丝扎牢，铁丝网与坡面的距离保持在4~5cm，在喷播10cm的有机基材植草（含灌木种子，尽量从正面进行喷射，凹凸部死角要补喷）。挂铁丝网喷播植草选用的灌草籽可选用黄荆、马桑、白三叶、狗牙根等草种，播种密度为10~15g/m²。草灌籽、有机基材、铁丝网、钢筋材料等，均不单独计列，一并计入喷播有机基材面积以平方米为单位综合计量。

在开采边坡坡脚、坡顶和开采边坡分级马道内侧处按0.50m/株距种植葛藤、油麻藤等藤本植物，使开采边坡尽快恢复。

本项目取土场绿化植被恢复和建设工程级别为3级。

5.3.3.4 临时措施

施工期间，在取土场开采边缘布设临时拦挡措施。临时拦挡采用土袋挡墙，高0.80m，顶宽0.5m。同时，为避免剥离表土（及无用层）在堆放期间发生崩塌、面蚀、沟蚀等水土流失及土壤肥力下降，本水保方案拟在堆放区域坡脚堆砌高0.80m，顶宽0.5m的土袋挡渣墙，并在表土堆体表面撒播植草并铺盖无纺布，绿化草籽可用白三叶、狗牙根等草种，草种撒播密度为50kg/hm²。

表 5.3-53 取土场区水土保持植物、临时措施数量统计表（方案新增）

行政区划	取土场编号	植物措施			临时措施						
					开采边缘临时拦挡		表土堆放场				
		表土回铺	藤本植物	挂网喷播植草	临时拦挡长度	土袋工程量	临时拦挡长度	土袋工程量	绿化面积	无纺布	撒播草籽
万 m ³	株	hm ²	m	m ³	m	m ³	hm ²	万 m ²	kg		
游仙区	1#取土场	0.69	2812	0.47	162.0	64.8	143.8	57.5	0.23	0.28	11.5

5.3.3.5 取土场典型设计

本项目设置1处取土场，占用类型为耕地和林地，采用顶面取平、一侧留坡开采。根据水土保持相关要求，方案设计了表土剥离、排水沟及沉沙池、挂网喷播植草绿化、栽植藤本、表土临时挡护等多种水土保持措施。其典型设计情况如下。

1#取土场位于游仙区AK115+450左侧约230m处，取土储量14.27万m³，实际开采量10.17万m³，占地面积2.80hm²，主要占用耕地和林地。采取顶面取平，西侧形成高约8m边坡的开采方式，开采高程为490~505.8m。开采前应在取土场周边设置M7.5浆砌块石梯形排水沟，宽0.5m，深0.5m，坡比1:0.75，安全超高0.2m，衬砌厚度0.3m，比降为0.02，排水沟长692m。排水沟末端设置沉沙池，与取土场

周边自然沟渠相连。

项目区人口密集、耕地紧缺，1#取土场开采结束后，开采顶面地势平坦，周边也有居民居住，因此，可考虑复耕使用；开采坡面根据开挖边坡高度采用挂网喷播植草护坡，在坡脚和坡顶栽植藤本植物以达到绿化、恢复目的。

1#取土场典型设计图详见附图 5.3-33。

5.3.4 施工生产生活区

本项目全线共设置施工生产生活区 47 个，其中 16 个利用主体工程区的交叉工程和服务区等占地，在特大桥沿岸和长隧道进出口等设置了专门的施工生产生活区 31 个，新增占地面积 21.34hm²。本方案以 16#施工生产生活区（灯杆咀隧道出口、土地咀隧道进口）进行防护措施典型设计，具体详见表 5.3-54。

表 5.3-54 16#施工生产生活区特性表

区县	编号	位置	占地类型及面积 (hm ²)			备注
			耕地	草地	小计	
剑阁县	16#	AK33+160	0.80	0.40	1.20	新增，灯杆咀隧道出口、土地咀隧道进口

5.3.4.1 水土保持要求

（一）施工生产生活区的布置应尽量结合地形，减少地表的扰动，同时，要尽量做到挖填平衡，减少弃渣和取土。

（二）场地平整时应先修建下游填方边坡挡护措施，随后完善上边坡截排水措施；排水沟和挡土墙的布置根据各个施工生产生活区而定。

（三）堆放于场内的建筑材料严格按要求堆放，禁止在材料转运过程中乱堆乱放；运输筑路材料过程中应避免沿途散落；施工中及时清理区域分布的零星料。

（四）对于需临时堆放的土石料和其他建筑材料，应对其采取拦挡和覆盖。

（五）场地使用结束后，应及时拆除临时建筑，清理场地，将废弃物运往弃渣场堆放；对清理后的场地进行土地整治和表层土翻松，改善立地条件后尽快进行绿化或复耕。

5.3.4.2 工程措施

为满足 16#施工生产生活区后期绿化及复耕用土，施工前需将其占地范围内的表层土进行剥离。16#施工生产生活区占用耕地和草地的面积为 1.20hm²，采用机械剥离方式，机械剥离厚度耕地 30cm，草地 20cm，经计算，16#施工生产生活区共剥离 0.32 万 m³。施工结束后，对 16#施工生产生活区进行全面的土地整治，内容包括

硬化层清理、平整、翻松，整治面积为 1.20hm²。对于占用耕地的部分应立即进行土地整治，然后交由地方政府进行复耕；对于占用草地的部分应进行种草绿化。16#施工生产生活区工程措施具体数量详见表 5.3-55。

表 5.3-55 16#施工生产生活区水土保持工程措施数量统计表

区域	表土剥离	土地整治	土地整治后的土地利用方向	
	万 m ³	hm ²	复耕 (hm ²)	植树种草 (hm ²)
16#施工生产生活区	0.32	1.20	0.80	0.40

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。本项目施工生产生活区工程措施数量计算详见表 5.3-56。

表 5.3-56 本项目施工生产生活区水土保持工程措施数量统计表（方案新增）

区县	表土剥离	土地整治	土地整治后的土地利用方向	
	万 m ³	hm ²	复耕 (hm ²)	植树种草 (hm ²)
昭化区	0.93	3.99	1.30	2.69
剑阁县	4.04	14.85	10.70	4.15
梓潼县	0.63	2.50	1.30	1.20
游仙区				
合计	5.60	21.34	13.30	8.04

5.3.4.3 植物措施

本项目施工生产生活区分为利用主体施工生产生活区及专用施工生产生活区两大类。利用主体施工生产生活区位于永久占地范围内，施工结束后仅能对施工生产生活区进行绿化恢复，且主体工程已对该区域采取了乔、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。专用施工生产生活区施工结束后需按占地类型进行土地整治后绿化和复耕恢复。

施工结束后，对 16#施工生产生活区土地整治后进行迹地恢复。对于绿化恢复区域，水保方案将采取覆土后栽植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，灌木可选用黄荆、马桑等乡土树种，栽植密度为 4000 株/hm²，草籽可选用白三叶、狗牙根等，草籽撒播密度为 100kg/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。

本项目施工生产生活区绿化植被恢复和建设工程级别为 3 级。

表 5.3-57 16#施工生产生活区水土保持植物措施数量统计表

区域	覆土	绿化面积	栽植灌木	撒播植草
	万 m ³	hm ²	株	kg
16#施工生产生活区	0.32	0.40	1600	40.0

本项目施工生产生活区植物措施数量计算详见表 5.3-58。

表 5.3-58 本项目施工生产生活区水土保持植物措施数量统计表（方案新增）

区县	覆土	绿化面积	栽植乔木	栽植灌木	撒播植草
	万 m ³	hm ²	株	株	kg
昭化区	0.93	2.69	6225	10760	269.0
剑阁县	4.04	4.15	7250	16600	415.0
梓潼县	0.63	1.20	3000	4800	120.0
游仙区					
合计	5.60	8.04	16475	32160	804.0

5.3.4.4 临时措施

16#施工生产生活区在施工前剥离其占地范围内的表层土并集中堆放，堆场坡脚采取土袋拦挡、堆体表面撒播植草和铺盖无纺布等防护；场地周边布设土质临时排水沟和沉沙池等措施；材料堆放场骨料周边布设土袋挡墙防护。

（一）表土临时堆场

为满足施工生产生活区后期绿化及复耕用土，施工前，需将其占地范围内的表层土进行剥离。由于施工生产生活区占地面积小，表土剥离量小，根据前述表土剥离堆存规划，剥离的表土可直接堆放在施工生产生活区占用耕地范围内相对平缓处，按平均堆高 3.0m 堆放，坡脚采取土袋挡护，土袋宽 0.5m、高 0.8m，并在表土堆体表面撒播植草并铺盖无纺布避免表面受雨水冲刷影响，同时用块石压护。草籽可选择白三叶、狗牙根等草籽，草籽撒播密度为 50kg/hm²。

（二）临时排水

本项目施工期 4 年，为减少施工期地面径流对施工生产设施造成影响，在场内地内及周边宜设置排水沟，在排水沟出口处设置沉沙池使汇水在池中流速减缓、沉淀泥沙。考虑施工生产生活设施的临时性，即在施工结束后进行迹地恢复，采用土质排水沟，临时排水沟拟采用梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5。设计沉沙池开挖断面为 2.0m×1.0m×1.0m，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。

（三）临时拦挡

施工生产生活区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渣墙挡护，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。

表 5.3.3-59 16#施工生产生活区水土保持临时措施数量统计表

区域	表土临时堆放场					临时排水沟及沉沙池				材料堆放场	
						临时排水沟	临时沉沙池	工程量			
	拦挡长度	土袋工程量	绿化面积	撒播草籽	无纺布	长度	数量	土夹石开挖	复合土工布	拦挡长度	土袋工程量
m	m ³	hm ²	kg	万 m ²	m	个	m ³	m ²	m	m ³	
16#施工生产生活区	130.6	52.2	0.11	5.3	0.13	394.3	2	100.6	636.7	111.0	44.4

本项目施工生产生活区临时措施数量计算详见表 5.3-60。

16#施工生产生活区水土保持措施设计图详见附图 5.3-34。

表 5.3-60 本项目施工生产生活区水土保持临时措施数量统计表（方案新增）

区域	表土临时堆放场					临时排水沟及沉沙池				材料堆放场	
						临时排水沟	临时沉沙池	工程量			
	拦挡长度	土袋工程量	绿化面积	撒播草籽	无纺布	长度	数量	土夹石开挖	复合土工布	拦挡长度	土袋工程量
m	m ³	hm ²	kg	万 m ²	m	个	m ³	m ²	m	m ³	
昭化区	541.3	216.5	0.31	15.5	0.37	1739.4	12	453.5	2847.0	460.1	184.0
剑阁县	2106.1	842.4	1.35	67.3	1.62	6314.3	42	1641.4	10316.4	1790.2	716.1
梓潼县	365.4	146.2	0.21	10.5	0.25	1134.0	8	296.2	1858.2	310.6	124.2
游仙区											
合计	3012.8	1205.1	1.87	93.3	2.24	9187.7	62	2391.0	15021.7	2560.9	1024.4

5.3.5 施工道路区

本项目施工道路采用两种形式：一是利用现有乡村道路（机耕道）进行局部扩建，二是新建。为满足车辆和机械运输要求，同时尽量节约占地，施工道路路基宽度设计为 4.5m，经初步统计，主体工程区和各临时工程区需新修和整修施工道路 98.84km，占地面积约 64.25hm²。

施工道路的修建首先应剥离其占地范围内的表土资源并集中堆放加以临时防护，道路设置应尽量顺应原有地形，以减少路基土石方量和工程量，使用期间需修建临时排水沉沙措施，施工结束后，对整修施工道路予以保留，以方便村民出行或耕作，新修施工道路按占地类型进行覆土，并进行复耕和绿化恢复。

5.3.5.1 水土保持要求

现阶段主体工程未对施工道路进行设计，在公路施工期和主体工程建设期须采取必要的排水、挡护和维护管理措施，施工结束后临时道路采取迹地恢复措施。在施工道路施工中提出以下水土保持要求：

（一）加强管理，坚持文明施工，施工中路基土石方尽量挖填平衡，严禁向道路边坡及河道、冲沟内倾倒弃渣。

（二）在路面形成后及时开挖排水沟，以疏导上游坡面汇水，并在施工中加强

维护，保证流水通畅，道路建成后要加强道路的管理和维护，每年雨季期间要组织人力疏浚排水沟，防止雨水漫流，同时对道路出现的崩塌、塌方及时清理和维修。

5.3.5.2 工程措施

为满足施工道路后期绿化及复耕用土，道路施工前，需将其占地范围内的表层土进行剥离。施工道路占用耕地和林草地采用机械剥离方式，机械剥离厚度耕地30cm，林草地20cm，经计算，共需剥离13.30万 m^3 。施工结束后，对施工道路进行全面的土地整治，内容包括清理、平整、表土回覆，整治面积为64.25 hm^2 。对于占用耕地的部分应立即进行土地整治，然后交由地方政府进行复耕；对于占用林草地的部分应进行植树种草绿化。

本项目施工道路工程措施数量计算详见表5.3-61。

表 5.3-61 本项目施工道路区水土保持工程措施数量统计表（方案新增）

区县	表土剥离	土地整治	土地整治后的土地利用方向		
	万 m^3	hm^2	复耕 (hm^2)	植树种草 (hm^2)	道路保留 (hm^2)
昭化区	2.21	10.97	3.59	5.68	1.70
剑阁县	6.24	30.72	10.40	15.59	4.73
梓潼县	3.48	16.29	7.03	6.84	2.42
游仙区	1.38	6.28	3.13	2.18	0.97
合计	13.30	64.25	24.15	30.29	9.81

5.3.5.3 植物措施

本项目建设工期为4年。在施工期，需对施工道路开挖填筑边坡进行施工期防护，因施工道路挖填高度不大，可采用撒播植草的方式进行绿化防护。草籽可选用白三叶、狗牙根等，密度50g/ hm^2 。

施工结束后，对施工道路土地整治后进行迹地恢复。其中对于占用农村道路的部分，继续保留地方道路使用，不再进行恢复。对于绿化区域，为了尽快达到绿化和水土保持效果，栽种灌木可选用黄荆、马桑等常用绿化物种，栽植密度4000株/ hm^2 ；草籽可选用白三叶、狗牙根等，密度100kg/ hm^2 。灌草籽撒播2年内应调查灌草籽生长情况，加强苗木抚育和管理，定时洒水和施肥，并及时进行补播。

本项目施工道路区绿化植被恢复和建设工程级别为3级。

本项目施工道路植物措施数量计算详见表5.3-62。

表 5.3-62 本项目施工道路区水土保持植物措施数量统计表（方案新增）

区县	施工期		施工结束后			
	绿化面积	撒播草籽	覆土	绿化面积	栽植灌木	撒播植草
	hm ²	kg	万 m ³	hm ²	万株	kg
昭化区	1.65	82.3	2.21	5.68	2.27	568.0
剑阁县	4.61	230.4	6.24	15.59	6.24	1559.0
梓潼县	2.44	122.2	3.48	6.84	2.74	684.0
游仙区	0.94	47.1	1.38	2.18	0.87	218.0
合计	9.64	482.0	13.30	30.29	12.12	3029.0

5.3.5.4 临时措施

施工道路开挖侧布设土质临时排水沟和沉沙池等措施；施工道路填方下边坡采用土袋挡墙防护，减少水土流失的发生。

（一）截排水措施

施工道路修建过程中还需设置道路临时排水系统，作为临时道路，道路排水系统可采取土质排水沟，根据项目区降水情况，排水沟拟采用梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，坡比 1:0.5。每 300~500m 设置一个沉沙池，土质沉沙池断面尺寸为长×宽×高=2.0m×1.5m×1.0m，矩形断面，设计容积 3.0m³。土质排水沟及土质沉沙池周边用复合土工布铺垫。

（二）临时土袋拦挡

本项目施工期较长，虽然施工道路挖填高度不大，但为保证施工期道路的完整性，减少水土流失，施工道路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。

本项目施工道路植物措施数量计算详见表 5.3-63。施工道路水土保持措施设计图详见附图 5.3-35。

表 5.3-63 本项目施工道路区水土保持临时措施数量统计表（方案新增）

区县	临时排水沟及沉沙池				路基下边坡	
	临时排水沟	沉沙池	工程量		土袋拦挡	
	长度	数量	土夹石开挖	复合土工布	长度	工程量
	km	个	万 m ³	万 m ²	m	m ³
昭化区	20.24	10	0.49	3.16	5061.0	2024.4
剑阁县	56.70	29	1.37	8.85	14175.0	5670.0
梓潼县	30.07	15	0.73	4.69	7518.0	3007.2
游仙区	11.59	6	0.28	1.81	2898.0	1159.2
合计	118.61	60	2.86	18.50	29652.0	11860.8

5.3.6 表土临时堆放场区

本项目全线共设置表土临时堆放场 108 处，其中利用路基工程区占地范围 1 处，利用互通占地范围 11 处，利用沿线设施 5 处，利用弃渣场 40 处，取土场 1 处，施

工生产生活区 31 处，以上共计 89 处其相关工程数量计入相应的防治责任分区中，不纳入本小节。另外，本方案还设置了 19 处堆场，新增临时占地 6.65hm²。本方案以 1#表土临时堆放场进行防护措施典型设计，具体详见表 5.3-64。

表 5.3-64 1#表土临时堆放场特性表

区县	编号	位置	占地类型及面积 (hm ²)			备注
			林地	草地	小计	
昭化区	1#	AK6+000 左	0.10	0.92	1.02	新增，灯杆咀隧道出口、土地咀隧道进口

5.3.6.1 水土保持要求

(一) 表土临时堆放场区的布置应尽量结合地形，减少地表的扰动，同时，要尽量做到挖填平衡，减少开挖和回填。

(二) 堆放于场内的表土严格按照要求堆放，禁止在转运过程中乱堆乱放；运输表土过程中应避免沿途散落；到达场区卸料后，及时进行围挡规整；堆置完毕后及时进行覆盖。

(三) 场地使用结束后，应及时拆除临时建筑，清理场地，将废弃物运往弃渣场堆放；对清理后的场地进行土地整治和表层土翻松，改善立地条件后尽快进行绿化或复耕。

5.3.6.2 工程措施

表土临时堆放场施工前，应当进行适度的场地平整及清理。施工结束后，对表土临时堆放场区宜进行全面的土地整治，内容包括底层清理、平整、翻松，整治面积为全部扰动面积。对于占用耕地的部分应立即进行土地整治，然后交由地方政府进行复耕；对于占用林草地的部分应进行种草绿化。以 1#表土临时堆放场为例，其工程措施详见表 5.3-65。

表 5.3-65 1#表土临时堆放场水土保持工程措施数量统计表

区域	土地整治	土地整治后的土地利用方向	
	hm ²	复耕 (hm ²)	植树种草 (hm ²)
1#表土临时堆放场	1.02	/	1.02

本项目表土临时堆放场区工程措施数量计算详见表 5.3-66。

表 5.3-66 本项目表土临时堆放场区水土保持工程措施数量统计表 (方案新增)

区县	土地整治	土地整治后的土地利用方向	
	hm ²	复耕 (hm ²)	植树种草 (hm ²)
昭化区	1.02		1.02
剑阁县	4.20	2.28	1.91
梓潼县	0.67	0.67	
游仙区	0.76	0.76	
合计	6.65	3.71	2.94

5.3.6.3 植物措施

施工结束后，对表土临时堆放场区土地整治后进行迹地恢复。对于绿化恢复区域，水保方案将采取覆土后栽植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，灌木可选用黄荆、马桑等乡土树种，栽植密度为 4000 株/hm²，草籽可选用白三叶、狗牙根等，草籽撒播密度为 100kg/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。以 1#表土临时堆放场为例，其植物措施详见表 5.3-67。

本项目表土临时堆放场区绿化植被恢复和建设工程级别为 3 级。

表 5.3-67 1#表土临时堆放场水土保持植物措施数量统计表

区域	绿化面积	栽植灌木	撒播植草
	hm ²	株	kg
16#施工生产生活区	1.02	400	102.4

本项目表土临时堆放场区植物措施数量计算详见表 5.3-68。

表 5.3-68 本项目施工生产生活区水土保持植物措施数量统计表（方案新增）

区县	绿化面积	栽植灌木	撒播植草
	hm ²	株	kg
昭化区	1.02	400	102.4
剑阁县	1.91	1240	191.4
梓潼县			
游仙区			
合计	2.94	1640	293.8

5.3.6.4 临时措施

相邻的主体工程区、施工道路区、弃渣场区等剥离的表土，根据前述表土剥离堆存规划，堆放于对应的表土堆方场区，按平均堆高 3.0m 堆放，坡脚采取土袋挡护，土袋宽 0.5m、高 0.8m，并在表土堆体表面撒播植草并铺盖无纺布避免表面受雨水冲刷影响，同时用块石压护。草籽可选择白三叶、狗牙根等草籽，草籽撒播密度为 50kg/hm²。以 1#表土临时堆放场为例，其工程措施详见表 5.3-69。

表 5.3-69 1#表土临时堆放场水土保持临时措施数量统计表

区域	拦挡长度	土袋工程量	绿化面积	撒播草籽	无纺布
	m	m ³	hm ²	kg	万 m ²
1#表土临时堆放场	403.9	161.6	1.02	51.0	1.22

本项目表土临时堆放场区临时措施数量计算详见表 5.3-70。表土临时堆放场水土保持措施设计图详见附图 5.3-36。

表 5.3-70 本项目施工生产生活区水土保持临时措施数量统计表（方案新增）

区县	土袋拦挡长度	土袋工程量	绿化面积	撒播草籽	无纺布
	m	m ³	hm ²	kg	万 m ²
昭化区	403.9	161.6	1.02	51.0	1.22
剑阁县	2991.3	1196.5	4.20	210.0	5.04
梓潼县	455.9	182.4	0.67	33.5	0.80
游仙区	348.7	139.5	0.76	38.0	0.91
合计	4199.8	1679.9	6.65	332.5	7.98

5.3.7 新增防治措施工程量汇总

根据前文所列主体工程区、弃渣场区、取土场区、施工生产生活区和施工道路区等水土保持措施数量的统计，本项目新增水土保持措施数量汇总结果见表 5.3-71。

表 5.3-71 新增水土保持措施数量汇总表

防治分区	措施类型	序号	措施名称	单位	工程量				合计			
					昭化区	剑阁县	梓潼县	游仙区				
主体工程区	路基工程区	临时措施	1	土袋临时拦挡	m	2012.0	1807.5	2254.5	891.0	6965.0		
			1)	土袋拦挡	m ³	804.8	723.0	901.8	356.4	2786.0		
			2	表土临时堆放量	万 m ³			4.19		4.19		
			1)	土袋拦挡	m ³			189.1		189.1		
			2)	撒播植草	kg			69.8		69.8		
			3)	无纺布	万 m ²			1.68		1.68		
			3	临时排水沟	km	11.37	17.54	28.01	13.51	70.42		
			1)	复合土工布	万 m ²	1.77	2.74	4.37	2.11	10.99		
			4	填土临时转运场								
			1)	防雨布	万 m ²	3.79	5.85	9.34	4.50	23.47		
	桥涵工程区	植物措施	1	绿化面积	hm ²	14.38	51.92	26.38	7.60	100.28		
			1)	撒播植草	kg	1437.6	5192.0	2638.4	760.0	10028.0		
		临时措施	1	泥浆沉淀池	个	3	12	5	3	23		
				临时排水沟	m	1358.4	4075.2	1584.8	679.2	7697.6		
			1)	土夹石开挖	m ³	528.0	1602.7	625.4	273.3	3029.4		
			2)	复合土工布	m ²	2696.3	8147.7	3175.1	1377.6	15396.6		
	隧道工程区	临时措施	1	临时排水沟	m	978	5216	1304		7498		
				临时沉沙池	个	6	30	2		38		
			1)	土夹石开挖	m ³	252.7	1341.8	319		1913.5		
			2)	复合土工布	m ²	1591.8	8465.7	2050.4		12107.9		
	交叉工程区	临时措施	1	临时排水沟	m	736.0	1872.0	1547.0	348.0	4503.0		
				临时沉沙池	个	2	5	4	1	11		
			1)	土夹石开挖	m ³	182.6	464.3	383.3	86.5	1116.7		
			2)	复合土工布	m ²	1167.7	2969.1	2452.0	552.8	7141.7		
			2	表土临时堆放量	万 m ³	4.69	9.18	8.37	3.41	25.65		
			1)	土袋拦挡	m ³	281.6	558.8	522.4	170.6	1533.3		
			2)	无纺布	万 m ²	1.88	3.68	3.34	1.36	10.26		
			3)	撒播植草	kg	78.2	153.2	139.2	56.8	427.3		
			沿线设施区	临时措施	1	临时排水沟	m	280.0	1471.0	1395.0		3146.0
						临时沉沙池	个	1	5	4		10
	1)	复合土工布			m ²	447.1	2345.9	2215.8		5008.9		
	2	表土临时堆放量			万 m ³	2.58	3.78	4.36		10.72		
	1)	土袋拦挡			m ³	148.4	253.6	272.0		673.9		
	2)	无纺布			万 m ²	1.03	1.51	1.74		4.29		
	3)	撒播植草			kg	43.0	63.0	72.7		178.7		
	弃渣场区	工程措施	1	挡渣墙	m	194.0	3612.5	2177.0	666.5	6650.0		
			1)	土夹石开挖	m ³	582.5	9819.1	5432.2	1513.0	17346.7		
			2)	土夹石回填	m ³	161.7	2840.5	1590.2	446.6	5038.9		
			3)	M7.5 浆砌块石	m ³	1169.1	18755.4	9676.0	2446.1	32046.5		

防治分区	措施类型	序号	措施名称	单位	工程量				合计		
					昭化区	剑阁县	梓潼县	游仙区			
防治分区		2	拦渣坝	m	30.5	122.5			153.0		
		1)	土夹石开挖	m ³	124.1	445.1			569.2		
		2)	土夹石回填	m ³	30.8	114.9			145.7		
		3)	C20片石砼	m ³	279.4	965.0			1244.4		
		3	排水沟	m	5640.4	16923.6	5142.3	1300.5	29006.8		
		1)	土夹石开挖	m ³	20410.3	67785.9	7497.3	1664.6	97358.2		
		2)	土夹石回填	m ³	2551.3	8473.2	937.2	208.1	12169.8		
		3)	M7.5浆砌块石	m ³	8492.3	27295.8	3792.2	887.6	40467.9		
		4)	砂浆抹面	m ²	23682.4	76291.3	13797.8	3251.3	117022.8		
		4	拦洪坝	m	109.6	171.5			281.1		
		1)	土夹石开挖	m ³	1208.3	1890.8			3099.1		
		2)	土夹石回填	m ³	189.1	295.8			484.9		
		3)	C20片石砼	m ³	2268.7	3550.1			5818.8		
		5	排洪渠	m	2120.5	4850.4			6970.9		
		1)	土夹石开挖	m ³	15420.0	33639.2			49059.1		
		2)	土夹石回填	m ³	1927.5	4204.9			6132.4		
		3)	C20片石砼	m ³	6138.5	13665.3			19803.8		
		6	片石盲沟	m	3113.2	5896.5			9009.7		
		1)	土夹石开挖	m ³	12452.8	19223.6			31676.4		
		2)	片石	m ³	12452.8	19223.6			31676.4		
		3)	土工布	m ²	29886.7	50623.7			80510.4		
		7	沉砂池	个	15	43	11	1	70		
		1)	土夹石开挖	m ³	608.9	1545.0	89.1	8.1	2251.1		
		2)	M7.5浆砌块石	m ³	109.7	377.5	51.1	4.6	543.0		
		3)	C20片石砼	m ³	176.0	352.0			528.0		
		8	表土剥离	万 m ³	7.09	29.56	7.44	3.07	47.16		
		9	复耕	hm ²	4.45	58.38	17.77	9.11	89.72		
		植物措施		1	绿化面积	hm ²	29.75	73.76	10.55	1.46	115.51
				1)	栽植灌木	万株	11.90	29.50	4.22	0.58	46.20
				2)	撒播植草	kg	2974.5	7375.3	1054.0	146.0	11549.8
		临时措施		3)	覆土	万 m ³	7.09	29.56	7.44	3.07	47.16
				1	表土临时堆放量	万 m ³	7.09	29.56	7.44	3.07	47.16
				1)	土袋拦挡	m ³	365.4	1304.5	537.3	239.4	2446.6
		临时措施		2)	无纺布	万 m ²	1.97	8.22	2.56	1.24	13.98
				3)	撒播植草	kg	82.0	342.5	106.5	51.5	582.5
				1	表土剥离	万 m ³				0.69	0.69
		取土场区	工程措施	2	截排水沟	m				692.0	692.0
				1)	土夹石开挖	m ³				885.8	885.8
				2)	土夹石回填	m ³				110.7	110.7
				3)	M7.5浆砌块石	m ³				472.3	472.3
				4)	砂浆抹面	m ²				1730.0	1730.0
				3	沉砂池	个				2	2
				1)	土夹石开挖	m ³				4.0	4.0
				2)	M7.5浆砌块石	m ³				6.8	6.8
				4	复耕	hm ²				2.33	2.33
植物措施				1	表土回铺	万 m ³				0.69	0.69
				2	藤本植物	株				2812	2812
				3	挂网喷播植草	hm ²				0.47	0.47
临时措施				1	开采边缘临时拦挡	m				162.0	162.0
				1)	土袋拦挡	m ³				64.8	64.8
				2	表土临时堆放量	万 m ³				0.69	0.69
		1)	土袋拦挡	m ³				57.5	57.5		
		2)	无纺布	万 m ²				0.28	0.28		
		3)	撒播植草	kg				11.5	11.5		
施工生产生活区	工程措施	1	表土剥离	万 m ³	0.93	4.04	0.63		5.60		
		2	土地整治	hm ²	3.99	14.85	2.50		21.34		

防治分区	措施类型	序号	措施名称	单位	工程量				合计		
					昭化区	剑阁县	梓潼县	游仙区			
	植物措施	1	绿化面积	hm ²	2.69	4.15	1.20		8.04		
		1)	栽植乔木	株	6225	7250	3000		16475		
		2)	栽植灌木	株	10760	16600	4800		32160		
		3)	撒播植草	kg	269.0	415.0	120.0		804.0		
		4)	覆土	万 m ³	0.93	4.04	0.63		5.60		
	临时措施	1	表土临时堆放量	万 m ³	0.93	4.04	0.63		5.60		
		1)	土袋拦挡	m ³	216.5	842.4	146.2		1205.1		
		2)	无纺布	万 m ²	0.37	1.62	0.25		2.24		
		3)	撒播植草	kg	15.5	67.3	10.5		93.3		
		2	临时排水沟	m	1739.4	6314.3	1134.0		9187.7		
			临时沉砂池	个	12	42	8		62		
		1)	土夹石开挖	m ³	453.5	1641.4	296.2		2391.0		
		2)	复合土工布	m ²	2847.0	10316.4	1858.2		15021.7		
		3	材料堆放场临时拦挡	m	460.1	1790.2	310.6		2560.9		
		1)	土袋拦挡	m ³	184.0	716.1	124.2		1024.4		
		施工道路区	工程措施	1	表土剥离	万 m ³	2.21	6.24	3.48	1.38	13.30
				2	土地整治	hm ²	10.97	30.72	16.29	6.28	64.25
			植物措施	1	施工期边坡绿化	hm ²	1.65	4.61	2.44	0.94	9.64
				1)	撒播草籽	kg	82.3	230.4	122.2	47.1	482.0
2	施工结束后绿化			hm ²	5.68	15.59	6.84	2.18	30.29		
1)	栽植灌木			万株	2.27	6.24	2.74	0.87	12.12		
2)	撒播植草			kg	568.0	1559.0	684.0	218.0	3029.0		
3)	覆土			万 m ³	2.21	6.24	3.48	1.38	13.30		
临时措施	1		临时排水沟	km	20.24	56.70	30.07	11.59	118.61		
			临时沉砂池	个	10	29	15	6	60		
	1)	土夹石开挖	万 m ³	0.49	1.37	0.73	0.28	2.86			
	2)	复合土工布	万 m ²	3.16	8.85	4.69	1.81	18.50			
	2	路基下边坡临时拦挡	m	5061.0	14175.0	7518.0	2898.0	29652.0			
1)	土袋拦挡	m ³	2024.4	5670.0	3007.2	1159.2	11860.8				
表土临时堆放场区	工程措施	1	土地整治	hm ²	1.02	4.20	0.67	0.76	6.65		
		1	绿化	hm ²	1.02	1.91			2.94		
	植物措施	1)	栽植灌木	株	400	1240			1640		
		2)	撒播植草	kg	102.4	191.4			293.8		
	临时措施	1	表土临时堆放量	万 m ³	3.07	12.60	2.00	2.28	19.95		
		1)	土袋拦挡	m ³	161.6	1196.5	182.4	139.5	1679.9		
		2)	无纺布	万 m ²	1.22	5.04	0.80	0.91	7.98		
		3)	撒播植草	kg	51.0	210.0	33.5	38.0	332.5		

5.4 施工要求

5.4.1 施工条件

5.4.1.1 交通条件

本项目区内有铁路、水运、公路等多种运输方式，各种筑路材料及机械设备可根据需要选择经济合理的运输方式进驻现场。路线经过区域附近可利用西成客运专线铁路、宝成铁路及兰渝铁路、G5012恩广高速、G75兰海高速、G5京昆高速绵阳至广元段、G108线、G347线、S208线、S209线、沿线县乡公路，交通运输较为方便。此外，本项目还在施工条件不能满足施工要求的区域设置了施工道路，因此，项目区交通条件可以满足施工要求。

5.4.1.2 市场供应条件

(一) 砂卵石料

本工程砂卵石料全部外购，水保工程所用砂卵石料直接利用主体工程外购料。

(二) 片块石料

项目区分布大量砂岩，力学强度高，可作桥涵、挡渣墙、边沟工程料石、块石、条块石使用，本工程片块石料全部外购，水保工程所用片块石料直接利用主体工程外购料。

(三) 水电供应条件

本水保工程的用水和供电可直接利用主体工程供水供电设施，无须另设。

施工供水、供电工程在建设前应做好规划，开挖沟槽、铺设管线要控制用地范围，尽量减少地表扰动，建设完成后要及时恢复扰动地表，若有废弃的土石方应及时运往附近弃渣场集中堆放，不得零散地堆放在施工区域周围。

(四) 树(苗)草籽供应

道路沿线各县水利及林牧业部门有固定的购置苗木及种源渠道，本方案绿化树草籽可从当地苗木生产企业购买。

5.4.2 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 实施方案

5.4.3.1 工程措施

(一) 表土剥离：采用推土机 132kw 进行机械剥离表土，并用卸载机 3.0m³、推土机 59kw 和自卸汽车 20t 等机械将表土运送至指定表土临时堆放场进行堆放。

(二) 表土回铺: 用铲运机和推土机 59kw 等机械将表土运送至回铺地点进行铺平。

(三) 浆砌块石挡渣墙: 按照挡渣墙设计尺寸, 人工开挖挡渣墙基础, 然后采用 0.4m^3 搅拌机拌制水泥砂浆, 人工堆砌浆砌块石, 最后将开挖土石方回填至挡渣墙基座上部。

(四) C20 砼拦渣坝: 按照拦渣坝设计尺寸, 人工开挖拦渣坝基础, 然后用 C20 砼筑砌成设计尺寸, 最后将开挖土石方回填至拦渣坝基座上部。

(五) 浆砌块石排水沟: 按照设计尺寸, 人工开挖排水沟, 开挖土方用于场地平整, 然后用浆砌块石筑砌, 厚度 30cm。

(六) C20 砼排洪渠: 按照设计尺寸, 人工开挖排洪渠, 开挖土方用于场地平整, 然后用 C20 砼筑砌, 厚度 50cm。

(七) C20 砼拦洪坝: 按照拦洪坝设计尺寸, 人工开挖拦洪坝基础, 然后用 C20 砼筑砌成设计尺寸, 最后将开挖土石方回填至拦洪坝基座上部。

(八) 片石盲沟: 按照设计尺寸, 人工开挖盲沟, 开挖土方用于场地平整, 然后用片石筑砌, 规格 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ 或 $2.00\text{m}\times 2.00\text{m}$ 。

(九) 浆砌块石沉沙池: 按照设计尺寸, 人工开挖沉沙池, 开挖土方用于场地平整, 然后用浆砌块石筑砌, 厚度 30cm。

(十) 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

结合工程区气候条件, 植物措施可在春、秋两季实施。在植苗及草籽撒播前, 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, 草籽应对其进行筛选, 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

本项目水土保持工程设计的临时措施主要有：

（一）土袋挡墙：主要用于临时堆存表土的拦挡，具体做法为：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，沙袋码放高度 0.80m，宽 0.50m，上下交错码放。

（二）防雨布覆盖：将防雨布铺在堆土（或堆料）表面，并用砖石压护。

（三）无纺布遮盖：将无纺布铺在表土堆体表面，并用砖石压护。

（四）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。

（五）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。

（六）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 水土保持措施进度安排

5.4.4.1 进度安排原则

（一）按照“三同时”原则，坚持预防为主，及时防治；

（二）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；

（三）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；

（四）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；

（五）植物措施在具备条件后尽快实施。

5.4.4.2 实施进度安排

水土保持方案的实施与主体工程施工同期进行，纳入工程施工招标文件。各承包方在建设主体工程的同时完成水土保持措施。

针对主体工程及水土保持方案施工要求、应首先对开挖面施行边沟、排水沟等排排水措施，防止开挖边坡遭坡面和周边径流冲刷，在对边坡进行稳定处理后及时种植植被进行绿化，以便能尽快发挥植物措施防治水土流失的作用和改善环境的功能。

在填筑过程中应先修建挡渣墙，防止填筑料崩塌。在渣体防护措施时，应首先对原地表表土进行剥离、堆放并采取临时措施挡护，随后进行挡渣墙施工。弃渣堆放完成后，及时对渣体表面进行绿化、复耕等。

水土保持措施实施安排见表 5.4-1。

表 5.4-1 水土保持措施实施进度安排表

防治分区	措施类型	措施名称	2021年				2022年				2023年				2024年				
			第一 季度	第二 季度	第三 季度	第四 季度	第一 季度	第二 季度	第三 季度	第四 季度	第一 季度	第二 季度	第三 季度	第四 季度	第一 季度	第二 季度	第三 季度	第四 季度	
主体工程区	施工准备期																		
	路基施工时段																		
	桥涵施工时段																		
	隧道施工时段																		
	防护及排水施工时段																		
	路面施工时段																		
	沿线设施施工时段																		
	绿化工程施工时段																		
	路基工程区	临时措施	土袋挡墙																
			临时排水沟																
			无纺布																
	桥涵工程区	植物措施	栽种灌木																
			撒播植草																
		临时措施	泥浆沉淀池																
	隧道工程区	临时措施	临时排水沟																
			临时沉砂池																
			撒播草籽																
	交叉工程区	临时措施	土袋挡墙																
			无纺布																
			临时排水沟																
临时沉砂池																			
沿线设施区	临时措施	撒播草籽																	
		土袋挡墙																	
		无纺布																	
		临时排水沟																	
弃渣场区	渣场措施实施及弃渣堆放时段																		
	临时措施	土袋挡墙																	
		无纺布																	
		撒播草籽																	
	工程措施	挡渣墙、拦渣坝																	
		排水沟、排洪渠																	
		沉砂池																	
		拦洪坝																	
		片石盲沟																	
		表土剥离																	
	植物措施	复耕																	
		绿化																	
		覆土																	
栽种灌木																			
取土场区	取土场措施实施及土石开挖时段																		
	临时措施	土袋挡墙																	
		无纺布																	
		撒播草籽																	
	工程措施	排水沟																	
		沉砂池																	
		表土剥离																	
	植物措施	复耕																	
		绿化																	
		覆土																	
栽种灌木																			
施工生产生活区	施工生产生活区实施及使用时段																		
	临时措施	临时排水沟																	
		临时沉砂池																	
		土袋挡墙																	
		无纺布																	
		撒播草籽																	
	工程措施	表土剥离																	
		土地整治																	
		绿化																	
	植物措施	覆土																	
栽种乔木																			
栽种灌木																			
撒播草籽																			
施工道路区	施工道路区实施及使用时段																		
	临时措施	临时排水沟																	
		临时沉砂池																	
		土袋挡墙																	
	工程措施	表土剥离																	
		土地整治																	
	植物措施	绿化																	
栽种灌木																			
撒播草籽																			
表土临时堆放场区	表土堆放实施及使用时段																		
	临时措施	土袋挡墙																	
		无纺布																	
		撒播草籽																	
	工程措施	土地整治																	
绿化																			

6 水土保持监测

6.1 监测范围与时段

6.1.1 监测范围

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018），生产建设项目水土保持监测范围应包括水土保持方案确定的水土流失防治责任范围，以及项目建设与生产过程中扰动与危害的其他区域。本项目为建设类项目，结合项目特点，确定项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，面积为 987.97hm²，包括主体工程区、取土场区、弃渣场区、施工道路区、施工生产生活区和表土临时堆放场区，其中主体工程区包括路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、交叉工程区、沿线设施区。

6.1.2 监测时段

本项目计划 2021 年 1 月动工，2024 年 12 月建成通车，建设工期 4 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 4 月至 2024 年 12 月。

（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影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等。

（一）水土流失影响因素监测

- (1) 气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素;
- (2) 项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况;
- (3) 项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况;
- (4) 项目弃土(石、渣)场的占地面积、弃土(石、渣)量及堆放方式;
- (5) 项目取土(石、料)的扰动面积及取料方式。

(二) 水土流失状况监测

- (1) 水土流失的类型、形式、面积、分布及强度;
- (2) 各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

(三) 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土(石、渣)情况。

(四) 水土保持措施监测

- (1) 工程措施的类型、规格、数量、分布、质量、完好程度、运行情况和防治效果;
- (2) 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;
- (3) 临时措施的类型、数量、分布和防治效果;
- (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。

6.2.2 监测方法

(一) 水土流失影响因素监测

(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。

(5) 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。

(6) 弃土弃渣在查阅资料的基础上，以实地量测为主，监测弃土（石、渣）量及占地面积。弃土（石、渣）占地面积采用实测法、填图法，有条件的采用遥感监测。弃土（石、渣）量根据渣场面积，结合占地地形、堆渣体形状测算。

(7) 取土（石、料）在查阅资料的基础上，进行实地调查与量测，监测地表扰动面积。

(二) 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。

(三) 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。

(四) 水土保持措施监测

(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。

6.2.3 监测频次

(一) 水土流失影响因素监测

(1) 地形地貌状况在整个监测期监测 1 次。

(2) 地表组成物质在施工准备期前和试运行期各监测 1 次。

(3) 植被状况在施工准备期前测定 1 次。

(4) 地表扰动情况、水土流失防治责任范围全线巡查每季度不少于 1 次，典型地段监测每月 1 次。

(5) 大型和重要渣场正在使用的，每 10 天监测 1 次；其他时段每季度监测不少于 1 次。其他渣场每季度监测不少于 1 次。

(6) 正在使用的大型和重要取土（石、料）场每 10 天监测 1 次，其他料场每季度监测 1 次。

(二) 水土流失状况监测

(1) 水土流失类型及形式每年不少于 1 次。

(2) 水土流失面积每季度 1 次。

(3) 土壤侵蚀强度在施工准备期前和监测期末各 1 次，施工期每年不少于 1 次。

(三) 水土流失危害监测

水土流失危害事件发生后 1 周内完成监测工作。

(四) 水土保持措施监测

(1) 植物措施监测方法

①植物类型及面积每季度调查1次。

②成活率、保存率及生长状况在栽植6个月后调查成活率，且每年调查1次保存率及生长状况。

③郁闭度、盖度每年在植被生长最茂盛的季节监测1次。

(2) 工程措施监测方法

措施的数量、分布和运行状况重点区域每月监测1次，整体状况每季度1次。

(3) 临时措施实施情况每季度统计1次。

(4) 水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

(5) 水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

6.3 点位布设

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 本项目监测点位的布设

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6.3-1，监测点位布局图见附图5.2-1。

表 6.3-1 水土保持监测点及监测方法

监测范围	监测点位	代表性说明	监测内容	监测方法
路基工程	AK107+580 ~ AK107+915 (挖方边坡)	最大挖方高度 45.4m, 梓潼县境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查 径流小区法、测钎法、遥感
	AK71+080 ~ AK71+328 (挖方边坡)	最大挖方高度 41.2m, 剑阁县境		
	AK117+640 ~ AK118+190 (挖方边坡)	最大挖方高度 29.6m, 游仙区境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	AK103+000 ~ AK103+745 (填方边坡)	最大填方高度 17.7m, 梓潼县境		
桥涵工程	塔子坡西河大桥 (AK73+547)	跨河桥, 剑阁县境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	庙子梁嘉陵江特大桥 (AK15+572.50)	跨河桥, 昭化区境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查 集沙池法、遥感
	潼江特大桥 (AK90+055)	涉水桥墩最多, 梓潼县境		
隧道工程	齐家山隧道入口 (AK63+748)	剑阁县境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	老柏树梁隧道出口 (AK80+745)	梓潼县境		
	老蒙岩隧道出口 (AK10+520)	全线最长的隧道, 昭化县境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查 集沙池法、遥感
交叉工程	高观互通 (AK28+459)	一般互通, 剑阁县境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	许州互通 (AK91+443)	一般互通, 梓潼县境		
	黑水塘枢纽互通 (AK0+000)	枢纽规模最大, 昭化县境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查 测钎法、侵蚀沟法、遥感
	徐家互通 (AK120+407)	一般互通, 游仙区境		
沿线设施	李家停车区 (AK20+400)	昭化区境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查 集沙池法、遥感
	普安服务区 (AK39+000)	剑阁县境		
	演武服务区 (AK81+550)	梓潼县境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	徐家收费站 (AK120+407)	游仙区境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
弃渣场	2#弃渣场 (AK6+350 左 940m)	昭化区堆高最高、堆渣量最大	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查 集沙池法、遥感
	3#弃渣场 (AK6+400 左 650m)	昭化区汇水面积最大		
	5#弃渣场 (AK17+000 右 4100m)	昭化区占地面积最大	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	9#弃渣场 (AK21+500 右 3260m)	堆渣自然方大于 30 万 m ³	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	10#弃渣场 (AK22+900 右 1090m)	全线占地面积最大、汇水面积最大、 堆渣量最大	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查 径流小区法、遥感
	11#弃渣场 (AK27+000 右 1850m)	全线堆高最高		
	12#弃渣场 (AK29+300 右 4750m)	堆渣自然方大于 30 万 m ³	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	23-1#弃渣场 (AK56+200 左 2750m)	堆渣自然方大于 30 万 m ³	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	
	24#弃渣场 (AK60+200 右 410m)	堆渣自然方大于 30 万 m ³	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	

监测范围	监测点位	代表性说明	监测内容	监测方法
	28#弃渣场 (AK70+300 右 950m)	堆渣自然方大于 30 万 m ³	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	
	32#弃渣场 (AK79+800 右 690m)	堆渣自然方大于 30 万 m ³	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	
	36#弃渣场 (AK93+000 右 80m)	梓潼县占地面积最大、堆高最高、弃渣量最大	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	37#弃渣场 (AK93+800 左 105m)	梓潼县规模较大	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	40#弃渣场 (AK102+550 左 50m)	梓潼县规模较大	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	43#弃渣场 (AK109+600 右 50m)	梓潼县汇水面积最大	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查
	48#弃渣场 (AK115+300 左 10m)	游仙区占地面积最大、弃渣量最大		测钎法、遥感
取土场	1#取土场 (AK115+450 左 230m)	游仙区境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	测钎法、集沙池法、遥感
施工生产 生活区	5#施工生产生活区 (AK10+500)	老蒙岩隧道出口, 昭化区境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查 集沙池法、遥感
	16#施工生产生活区 (AK33+160)	灯杆咀隧道出口、土地咀隧道进口, 剑阁县境		
	39#施工生产生活区 (AK89+200)	潼江特大桥, 梓潼县境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
施工道路	AK6+400 (连接 3#弃渣场)	昭化区境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	AK42+400 (连接 18#弃渣场)	剑阁县境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感 集沙池法、遥感
	AK83+000 (连接 34#弃渣场)	梓潼县境		
表土临时 堆放场区	1#表土堆放场 (AK6+000 左)	昭化区境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感 集沙池法、遥感
	4#表土堆放场 (AK22+900)	剑阁县境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	13#表土堆放场 (AK63+500)	剑阁县境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	17#表土堆放场 (AK88+100 左)	梓潼县境	水土保持措施、水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感
	19#表土堆放场 (AK116+000 右)	游仙区境	水土流失状况和水土保持措施、 水土流失影响因素、水土流失危害	实地调查法, 巡查、遥感 集沙池法、遥感

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《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。

表 6.4-1 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	4	由监测单位提供
	2	手持式 GPS	台	4	
	3	全站仪	台	2	
	4	红外测距仪	台	4	
	5	数码照相机	台	5	
	6	摄像机	台	4	
	7	干燥箱	台	2	
	8	电子天平	台	4	
	9	坡度仪	个	6	
	10	无人机	架	2	
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	集水池	个	12	利用工程设置排水沟、沉沙池监测
	22	径流小区	套	2	
	23	简易水土流失观测场	个	4	

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 5 人，其中总监测工程师 1 人，监测工程师 2 人，监测员 2 人。

6.4.3 监测成果及要求

(一) 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。

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

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

(四) 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。

(五) 监测成果数据表(册)应包括原始记录表和汇总分析表。

(六) 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。

(七) 监测成果应采用纸质和电子版形式保存，做好数据备份。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(一) 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;

(二) 本项目水土保持投资估算价格水平年与主体工程一致,即:2018年第二季度;

(三) 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;

(四) 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

本项目水土保持投资估算的编制依据为:

(1) 交通运输部2011年第82号公告颁发的《公路工程项目投资估算编制办法》(JTG M20-2011);

(2) 交通部2011年第82号公告颁发的《公路工程估算指标》(JTG/T M21-2011);

(3) 交通部2007年第33号公告《公路工程基本建设项目概算预算编制办法》(JTG B06-2007);

(4) 交通部2007年第33号公告颁发的《公路工程概算定额》(JTG/T B06-01-2007);

(5) 交通部2007年第33号公告颁发的《公路工程机械台班费用定额》(JTG/T B06-03-2007);

(6) 四川省交通厅川交函(2008)412号文发布的《四川省交通厅关于贯彻执行交通部2007年〈公路基本建设项目概算预算编制办法〉及配套定额有关事项的通知》;

(7) 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);

(8) 水利部 关于颁发《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》的通知(水总〔2003〕67号);

(9) 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);

(10) 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);

(11) 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);

(12) 水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知(办财函〔2019〕448号);

(13)《京昆高速公路广元至绵阳扩容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,2018年12月)。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 基础单价

(一) 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,与主体工程保持一致。

本位于广元市昭化区、剑阁县和绵阳市梓潼县、游仙区境内,依据“四川省交通厅关于贯彻执行交通部2007年《公路工程基本建设项目概算、预算编制办法》及配套定额有关事项的通知”(川交函〔2008〕412号),项目区人工单价为42.81元/工日,即:5.35元/工时。

(二) 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	价差
				原价	运杂费	采购及保管费	运输保险费		
1	原木	m ³	1500.00						
2	光圆钢筋直径 10~14mm	t	4050.00				2600	2450.00	
3	带肋钢筋直径 15~24mm, 25mm 以上	t	4150.00				2600	2550.00	
4	预应力粗钢筋直径 10mm 以上精扎螺纹钢	t	4000.00				2600	2400.00	
5	钢钎	kg	5.90						
6	空心钢钎	kg	6.20						
7	钢管立柱	t	5600.00						
8	铁丝编织网	m ²	21.00						
9	8~12 铁丝	kg	4.50						
10	土工布	m ²	8.50						
11	三维植被网	m ²	13.20						
12	PVC 塑料管 (Φ50mm)	m	9.00						
13	PVC 塑料管 (Φ100mm)	m	14.00						
14	草籽/灌木籽	kg	80.00				60	20.00	
15	编织袋	个	1.50						
16	乔木	株	50.00				15	35.00	
17	灌木	株	7.00						
18	树苗	株	8.00						
19	草皮	m ²	13.70				10	3.70	
20	32.5 级水泥	t	400.00				260	140.00	
21	硝铵炸药	kg	11.60				5.2	6.40	
22	汽油	kg	7.84				3.1	4.74	
23	柴油	kg	6.54				3	3.54	
24	电	kw-h	0.72						
25	水	m ³	1.50						
26	黏土	m ³	15.00						
27	砂	m ³	135.00				70	65.00	
28	片石	m ³	90.00				70	20.00	
29	大卵石	m ³	90.00						
30	块石	m ³	130.00				70	60.00	
31	藤本植物	株	3.90						
32	肥料	kg	2.00						
33	无纺布 30g	m ²	3.42						
34	防雨布	m ²	1.27						
35	农家土杂肥	m ³	28.00						

(三) 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
			水泥	粗砂	水	
			(kg)	(m ³)	(m ³)	(元/m ³)
1	M7.5	32.5	292	1.11	0.289	154.05
2	M10	32.5	327	1.08	0.291	161.06

7.1.2.2 各项措施费用构成

(一) 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,并根据川水函〔2019〕610号及川水发〔2015〕9号进行相关费率调整。

(二) 植物措施

植物措施费 = 工程量 × 植物措施单价;

植物措施单价以水总〔2003〕67号为定额基础计算,并根据川水函〔2019〕610号及川水发〔2015〕9号进行相关费率调整。

(三) 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,参照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),并根据实际工程量和市场行情计列。

(四) 施工临时工程

临时防护措施费 = 工程量 × 临时措施单价;

临时措施单价以水总〔2003〕67号为定额基础计算,并根据川水函〔2019〕610号及川水发〔2015〕9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474.95~720.50m之间,海拔高程均低于2000m。因此,本段水土保持工程投资估算按《水土保持工程概(估)算定额》计算人工、机械消耗量,不计海拔高度调整系数。

(五) 独立费用

(1) 建设管理费

按工程措施、植物措施、监测措施和施工临时工程费用之和的2.0%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。参照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),并根据实际工程量和市场行情计列。

(3) 工程建设监理费

根据川水发〔2015〕9号,兼顾项目实际工作量及项目区市场价格进行调整。

(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。

(六) 预备费

(1) 基本预备费

按新增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。

(七) 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：

(一) 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 4.2% 计算，植物措施和土地整治工程按直接费的 3.6% 计算。

(二) 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。

（三）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。

（四）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。

（五）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。

表 7.1-3 取费标准汇总表

序号	项目名称	计算基础	土石方工程	混凝土工程	其他工程	土地整治工程	植物措施
一	直接费						
1	基本直接费						
2	其他直接费	基本直接费	4.2	4.2	4.2	3.6	3.6
二	间接费	直接费	5	4.3	4.4	3.3	3.3
三	利润	一+二	7	7	7	7	7
四	税金	一+二+三	9	9	9	9	9
五	扩大系数	一+二+三+四	10	10	10	10	10

7.1.2.4 估算成果

本项目水保工程总投资为 34832.35 万元(其中主体已有措施投资 18751.52 万元、方案新增投资 16080.83 万元)，占工程总投资（285.23 亿元）的 1.22%，其中：工程措施费 21462.71 万元，植物措施费 5321.74 万元，监测措施费 461.81 万元，施工临时工程费 1345.31 万元，工程独立费用 3611.30 万元，基本预备费 1345.13 万元，水土保持补偿费 1284.35 万元。计算结果见表 7.1-4~7.1-12。

表 7.1-4 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	6940.98				6940.98	14521.72	21462.71
1	主体工程区						14521.72	14521.72
2	弃渣场	6606.72				6606.72		6606.72
3	取土场	32.02				32.02		32.02
4	施工生产生活区	89.09				89.09		89.09
5	施工道路区	212.64				212.64		212.64
6	表土临时堆放场区	0.52				0.52		0.52
	第二部分: 植物措施			1091.95		1091.95	4229.79	5321.74
1	主体工程区			88.78		88.78	4229.79	4318.57
2	弃渣场			655.75		655.75		655.75
3	取土场			19.23		19.23		19.23
4	施工生产生活区			144.57		144.57		144.57
5	施工道路区			179.58		179.58		179.58
6	表土临时堆放场区			4.05		4.05		4.05
	第三部分: 监测措施	409.31	52.50			461.81		461.81
1	土建设施	40.00				40.00		40.00
2	设备及安装		52.50			52.50		52.50
3	建设期观测运行费	369.31				369.31		369.31
	第四部分: 施工临时工程	1264.18				1345.31		1345.31
1	主体工程区	476.94				476.94		476.94
2	弃渣场	133.72				133.72		133.72
3	取土场	3.92				3.92		3.92
4	施工生产生活区	75.99				75.99		75.99
5	施工道路区	488.67				488.67		488.67
6	表土临时堆放场区					81.13		81.13
7	其它临时工程	84.95				84.95		84.95
	第五部分: 独立费用				3611.30	3611.30		3611.30
1	建设管理费				571.83	571.83		571.83
2	科研勘测设计费				1678.43	1678.43		1678.43
3	工程建设监理费				480.00	480.00		480.00
4	竣工验收技术评估费				779.65	779.65		779.65
5	招标代理服务费				39.85	39.85		39.85
6	经济技术咨询费				61.55	61.55		61.55
I	一至五部分合计	8614.47	52.50	1091.95	3611.30	13451.35	18751.52	32202.86
II	基本预备费					1345.13		1345.13
III	价差预备费							
IV	水土保持补偿费					1284.35		1284.35
V	工程总投资	8614.47	52.50	1091.95	3611.30	16080.83	18751.52	34832.35
	静态总投资 (I + II + IV)	8614.47	52.50	1091.95	3611.30	16080.83	18751.52	34832.35
	总投资 (I + II + III + IV)	8614.47	52.50	1091.95	3611.30	16080.83	18751.52	34832.35

表 7.1-5 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					14521.72
1	路基工程					10951.18
	骨架护坡		m ²	290840	91.02	2647.23
	路基排水	砼圪工	m ³	70150	1140.13	7998.01
	表土剥离		m ³	196000	15.61	305.94
2	隧道工程					276.86
	骨架护坡		m ²	2760	91.02	25.12
	截排水沟	砼圪工	m ³	2208	1140.13	251.74
3	交叉工程					3413.19
	骨架护坡		m ²	44410	91.02	404.22
	排水工程	浆砌圪工	m ³	43240	439.62	1900.92
		砼圪工	m ³	7780	1140.13	887.02
	表土剥离		m ³	141600	15.61	221.03
4	沿线设施					157.35
	排水工程	浆砌圪工	m ³	1685	439.62	74.08
		砼圪工	m ³	421	1140.13	48.00
	表土剥离		m ³	22600	15.61	35.28
	第二部分：植物措施					4229.79
1	路基工程					2600.72
	植草护坡		m ²	684330	33.57	2297.30
	中央分隔带	栽植灌木	株	58683	1.80	10.59
		灌木	株	58683	7.00	41.08
		撒草	hm ²	21.13	852.72	1.80
		草籽	kg	2113	80.00	16.90
	覆土		m ³	196000	11.89	233.05
2	隧道工程					50.19
	喷播植草		m ²	14950	33.57	50.19
3	交叉工程					1492.57
	植草护坡		m ²	311370	33.57	1045.27
	场地绿化	栽植乔木	株	31800	5.67	18.02
		乔木	株	31800	50.00	159.00
		栽植灌木	株	84800	1.80	15.30
		灌木	株	84800	7.00	59.36
		撒草	hm ²	21.20	852.72	1.81
		草籽	kg	3180	80.00	25.44
		覆土	m ³	141600	11.89	168.37
4	沿线设施					86.32
	场地绿化	栽植乔木	株	6777	5.67	3.84
		乔木	株	6777	50.00	33.89
		栽植灌木	株	18072	1.80	3.26
		灌木	株	18072	7.00	12.65
		撒草	hm ²	4.52	852.72	0.39
		草籽	kg	678	80.00	5.42
		覆土	万 m ³	22600	11.89	26.87
	已有水保投资合计					18751.52

表 7.1-6 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					6940.98
1	弃渣场					6606.72
	挡渣墙	M7.5 浆砌块石	m ³	32046.5	439.62	1408.83
	拦渣坝	C20 片石砼	m ³	1244.4	737.54	91.78
	排水沟	M7.5 浆砌块石	m ³	40467.9	439.62	1779.05
	拦洪坝	C20 片石砼	m ³	5818.8	737.54	429.16
	排洪渠	C20 片石砼	m ³	19803.8	737.54	1460.61
	片石盲沟	片石	m ³	31676.4	199.30	631.31
	沉砂池	M7.5 浆砌块石	m ³	543	439.62	23.87
		C20 片石砼	m ³	528	737.54	38.94
	表土剥离		m ³	471600	15.61	736.14
	复耕		hm ²	89.72	783.65	7.03
2	取土场					32.02
	表土剥离		m ³	6900	15.61	10.77
	截排水沟	M7.5 浆砌块石	m ³	472.3	439.62	20.76
	沉砂池	M7.5 浆砌块石	m ³	6.8	439.62	0.30
	复耕		hm ²	2.33	783.65	0.18
3	施工生产生活区					89.09
	表土剥离		m ³	56000	15.61	87.41
	土地整治		hm ²	21.34	783.65	1.67
4	施工道路区					212.64
	表土剥离		m ³	133000	15.61	207.61
	土地整治		hm ²	64.25	783.65	5.03
5	表土临时堆放场区					0.52
	土地整治		hm ²	6.65	783.65	0.52
	第二部分: 植物措施					1091.95
1	主体工程区					88.78
	撒播植草		hm ²	100.28	852.72	8.55
	草种		kg	10028	80.00	80.22
2	弃渣场					655.75
	覆土		m ³	471600	3.11	146.73
	栽植灌木		株	462000	1.80	83.37
	灌木		株	462000	7.00	323.40
	撒播植草		hm ²	115.51	852.72	9.85
	草籽		kg	11549.8	80.00	92.40
3	取土场					19.23
	覆土		m ³	6900	3.11	2.15
	栽植藤本植物		株	2812	0.72	0.20
	藤本植物		株	2812	3.90	1.10
	挂网喷播植草		hm ²	0.47	335700.00	15.78
4	施工生产生活区					144.57
	覆土		m ³	56000	3.11	17.42
	栽植乔木		株	16475	5.67	9.34
	乔木		株	16475	50.00	82.38
	栽植灌木		株	32160	1.80	5.80
	灌木		株	32160	7.00	22.51
	撒播植草		hm ²	8.04	852.72	0.69
	草籽		kg	804	80.00	6.43
5	施工道路区					179.58
	覆土		m ³	133000	3.11	41.38
	撒播植草		hm ²	39.93	852.72	3.40
	草籽		kg	3511	80.00	28.09
	栽植灌木		株	121200	1.80	21.87
	灌木		株	121200	7.00	84.84

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
6	表土临时堆放场区				4.05
	撒播植草	hm ²	2.94	852.72	0.25
	草籽	kg	294	80.00	2.35
	栽植灌木	株	1640	1.80	0.30
	灌木	株	1640	7.00	1.15
	第三部分：监测措施				461.81
1	土建设施				40.00
2	设备及安装				52.50
	设备费				50.00
	安装费	%	5		2.50
3	建设期观测运行费				369.31
	第四部分：临时措施				1345.31
1	主体工程区				476.94
	土袋拦挡	m ³	5182.3	169.48	87.83
	复合土工布	m ²	149555	14.14	211.50
	土夹石开挖	m ³	6059.6	9.10	5.51
	撒播植草	hm ²	13.52	852.72	1.15
	草籽	kg	675.8	80.00	5.41
	无纺布	m ²	162300	6.19	100.53
	防雨布	m ²	234700	2.77	65.01
2	弃渣场				133.72
	土袋拦挡	m ³	2446.6	169.48	41.47
	无纺布	m ²	139800	6.19	86.60
	撒播植草	hm ²	11.65	852.72	0.99
	草籽	kg	582.5	80.00	4.66
3	取土场				3.92
	土袋拦挡	m ³	122.3	169.48	2.07
	无纺布	m ²	2800	6.19	1.73
	撒播植草	hm ²	0.23	852.72	0.02
	草籽	kg	11.5	80.00	0.09
3	施工生产生活区				75.99
	土袋拦挡	m ³	2229.5	169.48	37.79
	无纺布	m ²	22400	6.19	13.88
	撒播植草	hm ²	1.87	852.72	0.16
	草籽	kg	93.3	80.00	0.75
	土夹石开挖	m ³	2391.0	9.10	2.18
	复合土工布	m ²	15021.7	14.14	21.24
4	施工道路区				488.67
	土袋拦挡	m ³	11860.8	169.48	201.02
	土夹石开挖	m ³	28600	9.10	26.02
	复合土工布	m ²	185000	14.14	261.63
5	表土临时堆放场区				81.13
	土袋拦挡	m ³	1679.9	169.48	28.47
	无纺布	m ²	79800	6.19	49.43
	撒播植草	hm ²	6.65	852.72	0.57
	草籽	kg	332.5	80.00	2.66
6	其它临时措施费用	%	1		84.95
Σ	新增水土保持措施费用合计				9840.04

表 7.1-7 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	按工程措施、植物措施、监测措施和施工临时工程费用之和的 2.0% 计列	571.83
二	科研勘测设计费	1+2+3	1678.43
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	参照川水发〔2015〕9号发布的《四川省水利水电工程概(估)算编制规定》，并根据实际工程量和市场行情计列。	857.75
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	820.68
三	工程建设监理费	参照川水发〔2015〕9号，兼顾项目实际工作量及项目区市场价格进行调整。	480.00
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	779.65
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	39.85
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	61.55
	合计		3611.30

表 7.1-8 水土保持补偿费计算表

项目名称	昭化区	剑阁县	梓潼县	游仙区	合计
面积 (hm ²)	177.290	438.243	272.842	99.590	987.965
补偿标准 (万元/hm ²)	1.30	1.30	1.30	1.30	
补偿费 (万元)	230.48	569.72	354.69	129.47	1284.35

表 7.1-9 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	第一年	第二年	第三年	第四年
	第一部分: 工程措施	21462.71	4193.10	8858.50	8399.66	11.45
1	主体工程区	14521.72	316.18	5808.69	8396.85	
2	弃渣场	6606.72	3629.83	2969.86	2.81	4.22
3	取土场	32.02	31.83	0.18		
4	施工生产生活区	89.09	69.93	17.48		1.67
5	施工道路区	212.64	145.32	62.28		5.03
6	表土临时堆放场区	0.52				0.52
	第二部分: 植物措施	5321.74		1076.67	2386.40	1858.66
1	主体工程区	4318.57		1057.45	2150.41	1110.71
2	弃渣场	655.75			163.94	491.81
3	取土场	19.23		19.23		
4	施工生产生活区	144.57			36.14	108.42
5	施工道路区	179.58			35.92	143.67
6	表土临时堆放场区	4.05				4.05
	第三部分: 监测措施	461.81	158.33	118.83	92.33	92.33
1	土建设施	40.00	24.00	16.00		
2	设备及安装	52.50	42.00	10.50		
3	建设期观测运行	369.31	92.33	92.33	92.33	92.33
	第四部分: 施工临时工程	1345.31	808.75	536.56		
1	主体工程区	476.94	286.17	190.78		
2	弃渣场	133.72	80.23	53.49		
3	取土场	3.92	3.92			
4	施工生产生活区	75.99	45.59	30.39		
5	施工道路区	488.67	293.20	195.47		
6	表土临时堆放场区	81.13	48.68	32.45		
7	其它临时工程	84.95	50.97	33.98		
	第五部分: 独立费用	3611.30	1996.62	278.35	278.35	1057.99
1	建设管理费	571.83	142.96	142.96	142.96	142.96
2	科研勘测设计费	1678.43	1678.43			
3	工程建设监理费	480.00	120.00	120.00	120.00	120.00
4	竣工验收技术评估费	779.65				779.65
5	招标代理服务费	39.85	39.85			
6	经济技术咨询费	61.55	15.39	15.39	15.39	15.39
I	一至五部分合计	32202.86	7156.80	10868.90	11156.74	3020.43
II	基本预备费	1345.13	336.28	336.28	336.28	336.28
III	价差预备费					
IV	水土保持补偿费	1284.35	1284.35			
V	工程总投资	34832.35	8777.44	11205.18	11493.02	3356.71
	静态总投资 (I + II + IV)	34832.35	8777.44	11205.18	11493.02	3356.71
	总投资 (I + II + III + IV)	34832.35	8777.44	11205.18	11493.02	3356.71

表 7.1-10 施工机械台班费用汇总表 (单位: 元)

序号	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
1043	轮式拖拉机(37kW)	28.05	2.64	3.29	0.16	6.96	15.00
1031	推土机(132kW)	148.98	37.86	39.86	1.72	12.84	56.70
1030	推土机(59kW)	59.65	9.39	11.73	0.49	12.84	25.20
1056	铲运机(自行式, 9~12m ³)	111.84	19.97	31.03		12.84	48.00
1023	装载机(3.0m ³)	157.10	44.48	34.57		6.96	71.10
3018	自卸汽车(20t)	129.08	43.94	29.59		6.96	48.60
1006	挖掘机(1.0m ³)	115.25	30.98	22.94	2.18	14.45	44.70
2002	砂浆搅拌机(0.40m ³)	21.89	2.86	4.81	1.07	6.96	6.19
3059	胶轮架子车	0.80	0.23	0.58			

表 7.1-11 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	混凝土圪工	m ³	1140.13
2	片石混凝土圪工	m ³	737.54
3	砌石圪工	m ³	439.62
4	表土剥离	m ³	15.61
5	覆土(含表土运输)	m ³	11.89
6	骨架护坡	m ²	91.02
7	植草护坡	m ²	33.57

表 7.1-12 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									扩大系数
				人工费	材料费	机械使用费	其它直接费	间接费	利润	价差	税金		
1	土方开挖	100m ³	909.83	629.31	18.88		27.22	33.77	49.64		68.29	82.71	备注
2	表土剥离	100m ³	683.03	14.98	1.65	339.67	14.96	18.56	27.29	152.55	51.27	62.09	
3	表土运输	100m ³	877.91	23.55	0.94	427.34	18.98	23.54	34.60	203.26	65.90	79.81	
4	覆土	100m ³	311.14	42.81	4.71	125.11	2.00	8.73	12.83	63.31	23.35	28.29	
5	土地整治	1hm ²	783.65	101.67	31.64	280.48	17.38	14.23	31.18	177.00	58.82	71.24	
6	铺土工布	100m ²	1414.21	85.62	927.69		42.56	46.46	77.16		106.15	128.56	
7	铺无纺布	100m ²	619.43	53.51	390.32		18.64	20.35	33.80		46.50	56.31	
8	防雨布	100m ²	276.97	53.51	144.95		8.34	9.10	15.11		20.79	25.18	
9	土袋挡墙	100m ³	16948.05	7117.16	5026.47		510.03	556.76	924.73		1272.16	1540.73	
10	藤本植物	100株	72.47	40.13	12.65		1.90	1.80	3.95		5.44	6.59	
11	植乔木	100株	566.62	406.70	6.00		14.86	14.11	30.92		42.53	51.51	
12	植灌木	100株	180.45	128.43	3.00		4.73	4.49	9.85		13.55	16.40	
13	撒播草籽	1hm ²	852.72	321.08	300.00		22.36	21.23	46.53		64.01	77.52	

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)
	98.10	969.20	987.97
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)
	1.0	500	500
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)
	95.60	1502.68	1571.84
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)
	92.70	102.76	110.85
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)
	98.40	441.84	449.03
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)
	44.72	441.84	987.97

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	97%	98.10%	达标
2	土壤流失控制比	1.0	1.0	达标
3	渣土防护率	92%	95.60%	达标
4	表土保护率	92%	92.70%	达标
5	林草植被恢复率	97%	98.40%	达标
6	林草覆盖率	25%	44.72%	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 969.20hm²，林草植被建设面积 441.84hm²，减少水土流失量 52.43 万 t，整个工程区水土流失治理度达到 98.10%，土壤流失控制比达到 1.0，渣土防护率达到 95.60%，表土保护率达到 92.70%，林草植被恢复率达到 98.40%，林草覆盖率达到 44.72%，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 98.40%，林草覆盖率达到 44.72%。

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防治措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量完成水土保持各项措施。项目建设单位应在组织领导、技术力量和资金来源等方面制定切实可行的方案，实施保障措施。本项目的水土保持方案实施保障措施主要包括组织管理、后续设计、水土保持监测、水土保持监理、水土保持施工、水土保持设施验收等方面。

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。本公路里程长，施工阶段标段较多，为保证水土保持方案的顺利实施，需要在工程筹备期就成立水土保持管理机构，指派专人负责水土保持方案的实施工作。主要职责是与设计、施工、监理保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，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。

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。水土保持工程的土建设计和施工应纳入主体工程。

生产建设单位应当加强对施工单位的管理，在招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。

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。在主体工程施工中，必须按照水土保持方案要求实施水土保持措施，保证水土保持工程效益的充分发挥。中标单位在实施本方案时，对设计内容如有变更，应按主体工程基本建设程序报批。达到重大变更的，建设单位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，向水行政主管部门提出备案申请，经同意后方可实施。

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。

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。弃渣场等重要防护对象应开展点对点勘察与设计，设计防护措施标准不得降低，不得对弃渣场下游公共设施、基础设施、工业企业和居民点等保护目标有重大影响，若存在安全隐患，应搬迁或按水土保持相关程序变更弃渣场选址。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持设施自主验收。

初步设计、施工图设计时要落实施工道路、施工生产生活区、弃渣场的设计；施工单位不得随意变更弃渣场的位置，弃渣场的变更要有建设单位、监理单位、设计单位、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。

下阶段应强化表土剥离与保护、弃渣场工程防护、工程区植被恢复工程等后续设计。对工程区地面组成物质、土壤类型及其分布、土壤厚度、土壤养分含量等进行调查，根据地形条件、施工方法、表土层厚度，综合考虑目前技术经济条件确定

可剥离表土总量，剥离表土应集中堆放，并采取临时拦挡、苫盖等措施。弃渣场调查与勘察应满足《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T 51297-2018）的要求，拦渣工程需置于稳定地层上，地基承载力需满足要求，其稳定性需满足规范要求，应当落实分级堆放、削坡开级要求。强化沟道洪水的计算与设计，防止造成次生灾害。植被恢复工程设计应重点调查工程区主要植被类型，林草覆盖率和主要树（草）种等，特别是乡土适生种和引进适生树，优化植物配置。植被恢复与建设工程级别不得降低，特别是涉及水土保持敏感区等重点路段应提高一级，强化景观绿化设计。

8.3 水土保持监测

为及时、准确掌握生产建设项目水土流失状况和防治效果；落实水土保持方案，加强水土保持设施和施工管理，优化水土流失防治措施，协调水土保持工程与主体工程的建设进度；及时发现重大水土流失危害隐患，提出防治对策建议；提供水土保持监督管理技术依据和公众监督基础信息。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。监测单位应编制《生产建设项目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），实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管部门要将监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

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、承包商、监理工程师三方相互制约、以质量、进度和投资为控制目标的合同管理模式，达到降低

投资，保证进度，提高施工质量的目的。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）：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20公顷以上或者挖填土石方总量在20万立方米以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在200公顷以上或者挖填土石方总量在200万立方米以上的项目，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200公顷，且挖填土石方总量大于200万立方米，因此，承担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。

监理方法可采用跟踪、旁站、抽检等监理方法，控制水土保持工程的质量、进度和投资，对水土保持工程实行信息管理和合同管理，确保工程按期保质完成。水土保持监理的主要内容为水土保持合同管理，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，包括水土保持实施阶段的招标工作、设计、施工等全过程。

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；审查承包商选择的分包单位；组织设计交底和图纸会审；审查承包商提出的施工方案，施工进度和资金、物质、设备计划等；督促承包商执行工程承包合同，按照国家和行业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；处理违约和变更事件；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工程监理报告、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

为了保证本项目水土保持方案提出的各项水土保持防治措施的实施和落实，建设单位应将水土保持设计内容纳入主体工程施工管理体系中，按照水土保持设计的防治措施、进度安排、技术标准等，严格要求施工单位保质保量完成水土保持各项措施。同时对施工单位组织学习《中华人民共和国水土保持法》，加大宣传力度，提高工程建设者的水土保持自觉行动意识。同时配备水土保持专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地水行政主管部门的监督检查。

施工单位应配备专门的人员负责水土保持方案的实施工作。在施工过程中，施工单位对其责任范围内的水土保持负责；施工单位应采取有效措施，尽量减少其防

治责任范围内的水土流失，严格控制施工扰动范围，禁止随意占压破坏地表植被，避免对周边生态环境造成影响。

8.6 水土保持设施验收

按照《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管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（川水函〔2018〕887号），生产建设项目投产使用前，生产建设单位应当根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制验收报告，开展水土保持设施验收工作。验收报告编制完成后，生产建设单位应当组织水土保持设施验收工作，验收工作组应当由生产建设单位、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，一般包括现场查看、资料查阅、验收会议等环节。验收合格后，建设单位应在10个工作日内将水土保持设施验收鉴定书、水土保持监测总结报告和水土保持设施验收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，公示时间不得少于20个工作日，对于公众反映的主要问题和意见，建设单位应当及时给予处理或者回应。建设单位在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持设施验收报备机关报备验收材料。报备材料包括水土保持设施验收报备申请函、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。

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。