

水保方案(川)字第 0056 号
工程设计证书编号 A151009047

项目编号: 2020-04

内江至大足（四川境）高速公路

水土保持方案报告书

（报批稿）

项目实施机构：内江市交通运输局

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

一、主体工程



主线起点-清流河大桥 (FK0+025)



内江服务区 (FK1+500)



内江市平坦互通 (FK3+391)



聚源村大桥 (FK7+960)



朱家冲 1#大桥 (NK18+480)



内江市顺河互通 (NK19+788)



费家湾大桥 (NK21+120)



高桥枢纽互通 (NK24+116)



终点 (在建内江绕城高速)



NK24 附近丘陵地貌

二、弃渣场



1#弃渣场



2#弃渣场



3#弃渣场



4#弃渣场



5#弃渣场



6#弃渣场

目 录

1	综合说明.....	1
1.1	项目简况.....	1
1.2	编制依据.....	4
1.3	设计水平年.....	5
1.4	水土流失防治责任范围.....	5
1.5	水土流失防治目标.....	5
1.6	项目水土保持评价结论.....	6
1.7	水土流失预测结果.....	8
1.8	水土保持措施布设成果.....	8
1.9	水土保持监测方案.....	10
1.10	水土保持投资及效益分析成果.....	11
1.11	结论.....	11
2	项目概况.....	15
2.1	项目组成及工程布置.....	15
2.2	施工组织.....	38
2.3	工程占地.....	52
2.4	土石方平衡.....	52
2.5	拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建.....	60
2.6	施工进度.....	61
2.7	自然概况.....	63
3	项目水土保持评价.....	75
3.1	主体工程选线水土保持评价.....	75
3.2	建设方案与布局水土保持评价.....	79
3.3	主体工程设计中水土保持措施界定.....	96
4	水土流失分析与预测.....	100
4.1	水土流失现状.....	100
4.2	水土流失影响因素分析.....	100
4.3	土壤流失量预测.....	102
4.4	水土流失危害分析.....	115

4.5 指导性意见.....	116
5 水土保持措施.....	118
5.1 防治区划分.....	118
5.2 措施总体布局.....	119
5.3 分区措施布设.....	127
5.4 施工要求.....	166
6 水土保持监测.....	170
6.1 范围与时段.....	170
6.2 内容和方法.....	170
6.3 点位布设.....	174
6.4 实施条件和成果.....	175
7 水土保持投资估算及效益分析.....	178
7.1 投资估算.....	178
7.2 效益分析.....	190
8 水土保持管理.....	193
8.1 组织管理.....	193
8.2 后续设计.....	194
8.3 水土保持监测.....	195
8.4 水土保持监理.....	195
8.5 水土保持施工.....	196
8.6 水土保持设施验收.....	196

附表：

附表1 单价分析表。

附件：

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

附件2 四川省交通运输厅关于委托开展叙永至威信等6个高速公路项目工程可行性研究报告及监理咨询工作的通知（川交函〔2014〕828号）；

附件3 关于内江至大足高速公路工可阶段川渝两省（市）接线方案的协议；

附件4 重庆市发展和改革委员会关于重庆大足至四川内江高速公路（重庆段）可行性研究报告的批复（渝发改交〔2018〕572号）；

附图5 四川省交通运输厅关于调整内江至南溪高速公路工程可行性研究阶段相关工作的通知（川交规划便〔2019〕826号）；

附图6 四川省发展和改革委员会关于内江至大足高速公路（四川境）项目核准的批复（川发改基础〔2020〕355号）；

附图7 内江至大足（四川境）高速公路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 路基防护工程设计图

附图2.1-6 十里长冲大桥桥型布置图

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 水土流失防治责任范围、水土保持措施总体布局及水土保持监测点位

图

- 附图5.3-1 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设计图
- 附图5.3-3 交叉工程区、沿线设施区临时措施设计图
- 附图5.3-4 2#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-5 3#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-6 6#弃渣场工程防护设计图
- 附图5.3-7 弃渣场区植物措施设计图
- 附图5.3-8 弃渣场区临时措施设计图
- 附图5.3-9 3#施工生产生活区水土保持措施设计图
- 附图5.3-10 4#施工道路区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

根据四川省交通运输厅、四川省发展和改革委员会文件关于印发《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》的通知（川交发〔2019〕35号），内江至大足（四川境）高速公路是省级高速公路规划路线S56内江—荣县高速公路中内江至重庆（大足）的组成部分，它将打通内江向东至重庆的东线高速走廊，形成内江绕城至G5013渝蓉高速西东向直接连接，与内威荣高速、内江绕城高速以及G5013渝蓉高速形成西东向新的出川通道，将有效的提升路网的运输效率，对加快成渝经济区的形成及周边地区优势互补起着重要意义。该项目对完善内江市路网布局规划、改善地方公路现状、充分带动沿线旅游资源开发，加快区域一体化进程具有重要意义。项目的建设对优化区域路网结构、加强成渝城市群以及川南经济区城市群的建设、对完善路网布局、提升整体路网效益及推进西部综合交通枢纽建设均有十分重要的意义。项目建成后，将推动贫困地区扶贫开发、推动城乡统筹发展，同时提升整体旅游效益。因此，本项目的建设是必要的。

目前，项目区域内的内宜高速公路、厦蓉高速公路、内威荣高速公路等均已建成通车。本项目起点所连接的重庆大足至四川内江高速公路（重庆段）及项目终点所连接的内江绕城高速均已开工建设，因此本项目的建设时机日趋成熟。

内江至大足（四川境）高速公路位于四川省东南部的内江市东兴区境内，属新建建设类项目。路线起于四川省内江市东兴区平坦镇水梨村（重庆市荣昌区吴家镇以南），路线向西，经内江市平坦镇、顺河镇、止于内江绕城高速，对接内江市汉安大道。本项目设计速度120km/h，路基宽度26.5m，按双向四车道高速公路标准建设。

本项目推荐方案（F+H+N线）长19.236km，设置大桥4658m/14座，小桥112m/4座，桥梁总计4770m/18座，占路线总长度的24.80%。涵洞41道，通道36处，桥隧比为24.80%；设置互通立交3座，其中枢纽互通立交1座，一般服务性互通立交2座；分离式立体交叉11处；服务区1处，收费站3处，天桥8处，渡槽5处。

本工程占地总面积为157.49hm²，其中永久占地136.65hm²，临时占地20.84hm²。全线挖方269.27万m³（自然方，下同，含表土21.30万m³），填方230.53万m³，借方17.10万m³（均为特殊路基换填砂砾石，采用外购），弃方55.84万m³（合松

方 72.07 万 m³。本项目共规划弃渣场 6 个，施工道路 12.55km。施工生产生活区 6 个，其中利用永久占地布置 4 个，新增临时占地 2 个。

本项目永久占地范围内拆迁建筑面积 3.75 万 m²，由建设单位一次性以货币形式进行赔偿，由当地政府按照四川省有关建房安置标准负责安置事宜。另拆迁电力电讯、给排水管线 32.09km，专项设施改建统一由建设业主出资，设施主管部门负责实施。

本项目估算总投资 25.07 亿元，其中土建投资 19.13 亿元。计划于 2020 年 10 月开工，2023 年 9 月建成通车，建设工期 3 年。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2019 年 5 月 21 日，四川蜀康地质勘察工程公司邀请专家对《内江至大足高速公路工程建设用地地质灾害危险性评估报告》进行了评审，并出具工程建设用地地质灾害危险性评估报告评审意见；2019 年 5 月 27 日，四川省自然资源厅以川自然资储压函〔2019〕348 号对内江至大足高速公路工程影响区范围内未压覆已查明重要矿产资源出具证明；2020 年 4 月 21 日，内江市交通运输局委托四川省交通运输发展战略和规划科学研究院编制完成《内江至大足高速公路社会稳定风险评估报告》，并取得《内江市人民政府关于同意内江至大足高速公路社会稳定风险评估报告的批复》（内府函〔2020〕33 号）；2020 年 5 月 26 日，本项目取得内江市东兴区生态环境局《关于内江市交通运输局内江至大足高速公路（四川境）环境影响报告表的批复》（内东环函〔2020〕49 号）；2020 年 6 月 10 日，本项目取得建设项目用地预审与选址意见书（用字第 511011-2020-00033 号）。

2014 年 12 月底，四川省交通运输厅下达川交函〔2014〕828 号通知，委托四川省交通运输厅交通勘察设计研究院开展内江至南溪高速公路工程可行性研究报告、环评、水保、用地评估等相关专题。2016 年 6 月，编制完成《内江至南溪高速公路（含大足至内江段）工程可行性研究报告》（送审稿）；2017 年 9 月，四川省交通运输厅召开（内江（川渝界）至南溪高速公路）工可报告评审会，形成专家评审意见；2019 年 3 月，修编完成《内江至大足（四川境）高速公路工可报告》（送审稿）；2019 年 7 月，四川省发展改革委、四川省交通运输厅委托四川公路工程咨询监理有限公司在成都召开了《内江至大足（四川境）高速公路项目申请报告》评估会；2019 年 8 月，按照四川省发展改革委、四川省交通运输厅联合审查专家组意见，修订完成工可报告；2020 年 1 月，四川省交通运输厅综合规划处组织召开本项目土地费用测算

专题会；2020年2月，根据土地费用测算专题会议内容，土地价格按政策测算达成一致意见，完成工可报告编制；2020年7月6日，四川省发展和改革委员会以川发改基础〔2020〕355号对内江至大足高速公路（四川境）项目进行了核准。

自接受本项目水土保持方案编制任务后，我院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3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、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4月编制完成了《内江至大足（四川境）高速公路水土保持方案报告书（送审稿）》。

2020年6月5日，四川省水利厅组织有关单位和专家在成都市对《内江至大足（四川境）高速公路水土保持方案报告书》开展技术评审。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《内江至大足（四川境）高速公路水土保持方案报告书（报批稿）》。

1.1.3 自然简况

项目区位于四川盆地东南部丘陵区，西北高、东南低，东西两侧向中间倾斜，东部与川东平行山岭余脉相连，西部为龙泉山余脉和荣威穷窿低山区。境内丘陵为主，小丘呈浑圆状或垅岗状，地形起伏，沟谷纵横，分割零碎。境内最高点为位于威远县西北部的大堡山，海拔902.5m。项目建设区地貌类型主要为构造剥蚀地貌，且以浅切丘陵为主，项目沿线海拔高程315.00~363.60m，相对高差48.60m。本项目走廊带出露地层主要为三叠系、侏罗系、白垩系和第四系地层，零星出露寒武系上统地层，抗震设防烈度为VI度。项目区内河流属长江水系，主要河流为清流河及其支流。项目区属于中亚热带湿润季风气候区，多年平均气温为17.3℃，多年平均降水量934.8mm。项目区主要土壤类型为水稻土、潮土、紫色土、黄壤四个土壤类型。项目区属亚热带常绿阔叶林带，东兴区森林覆盖率达25.45%。

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500t/(km² a)；项目区水土流失以中度和轻度水力侵蚀为主；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》和《四川省省级水土流失

重点预防保护区和重点治理区划分成果》，项目路线涉及沱江下游省级水土流失重点治理区。涉及水土保持敏感区为沱江下游省级水土流失重点治理区。

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)《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7日第三次修正)。

1.2.2 技术规范与标准

(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)《公路排水设计规范》(JTG/T D33-2012)；

(11)《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017)；

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

(13)《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》(水总[2003]67号)；

(14)《公路工程基本建设项目投资估算编制办法》(JTG 3820-2018)；

(15)《公路工程技术标准》(JTG B01-2014);

(16)《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014);

(17)《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(川水发[2015]9号)。

1.2.3 技术资料

(1)《内江至大足（四川境）高速公路工程可行性研究报告》(四川省交通勘察设计研究院有限公司，2020年2月);

(2)《内江市水土保持总体规划》(2015-2030年)、《内江市东兴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。

1.3 设计水平年

本工程计划于2020年10月开工建设，2023年9月建成通车，建设工期3年。本项目属建设类项目，其设计水平年为工程完工后第一年，即2024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、交叉工程(含连接线)及沿线设施等项目永久征地和弃渣场、施工道路、施工生产生活区等临时占地，共计157.49hm²，其中永久占地136.65hm²，临时占地20.84hm²。

本项目位于29°36'3.35"N~29°36'56.43"N，105°8'52.39"E~105°20'38.85"E范围内，路线主要控制点：平坦镇水梨村清流河大桥(29°36'50.41"N，105°20'38.85"E)、顺河镇内江市顺河互通(29°36'7.49"N，105°11'54.80"E)、终点内江绕城高速(29°36'13.99"N，105°8'52.39"E)。

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	防治责任范围面积 (hm ²)							合计
	路基工程	桥梁工程	交叉工程	沿线设施	施工道路	施工生产生活区	弃渣场	
内江市东兴区	61.14	9.28	54.38	11.85	8.04	1.50	11.30	157.49

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》和《四川省省级水土流失重点预防保护区和重点治理区划分成果》，本项目路线涉及内江市东兴区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。

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建设类一级标准。

1.5.2 防治目标

项目建设区的新增水土流失应到有效控制，原有水土流失得到治理；水土保持设施安全有效；水土资源、林草植被得到最大限度的保护与恢复。

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，土壤流失控制比取 1.0；项目位于丘陵区，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。项目位于沱江下游省级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），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	位于轻度侵蚀为主的区域	城市区	水土流失重点治理区	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		≥1.0			—	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，项目的建设符合国家产业政策要求，符合区域路网规划，符合沿线城镇的城市发展规划。

本项目主体工程选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。本项目路线涉及内江市东兴区属于沱江下游省级水土流失重点治理

区，根据《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》，拟建公路是省级高速公路规划路线 S56 内江—荣县高速公路中内江至重庆（大足）的组成部分，主要控制点有起点平坦镇水梨村、顺河镇、终点内江绕城高速，因此项目不可避免经过沱江下游省级水土流失重点治理区。方案采用一级标准，并提高了林草覆盖率 2 个百分点，提出了优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施。综上所述，本项目推荐方案无水土保持制约因素，从水土保持角度分析本项目建设可行。

1.6.2 建设方案与布局评价

根据路线走向及工程地质条件，经统计，本项目填高大于 8m 的路段有 16 处，没有大于 20m 的高填路段，没有挖深大于 30m 的深挖路段。项目路线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。

本项目对工程占地范围内表土进行了剥离，共计 21.30 万 m^3 ，剥离表土满足主体工程绿化及临时设施迹地恢覆土的需求，表土资源得到了有效保护，表土保护率达到了 97.42%。该项目土石方调配合理，挖方综合利用率较高，有效减少了工程弃渣，符合水土保持要求。建议工程在下阶段设计中，应根据设计深度的不断深入，继续优化路线走向及重要构筑物分布，进一步加大调配力度，充分将开挖土石方用作路基填料；进一步研究弃土用于互通立交景观造景、弃石用于路基防护排水工程等综合利用方案的合理性和可行性，最大限度地减少永久弃方，并减少因土石方开挖、堆弃造成的扰动地表面积，更好的满足水土保持的要求。

方案规划弃渣场 6 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，强化弃渣场的设计。

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，桥梁墩台也应该避开雨季和雨天，并在雨季到来之前做好边坡防护及排水措施。

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、互通立交绿化、沿线设施绿化等。评价认为主体已有的水土保持措施有效，但尚需补充施工期的临时防护措施；由于主体工程处于“工可”阶段，现阶段主体设计文件中没有弃渣场、施工便道、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 157.49hm²，损毁植被面积 49.53hm²，全线挖方 269.27 万 m³（自然方，下同，含表土 21.30 万 m³），填方 230.53 万 m³，借方 17.10 万 m³（均为特殊路基换填砂砾石，采用外购），弃方 55.84 万 m³（合松方 72.07 万 m³）。

在水土流失预测年限内，本项目水土流失预测总量为 5.00 万 t，其中背景流失量为 0.85 万 t，新增水土流失量为 4.15 万 t。路基工程区、交叉工程区和弃渣场新增流失量分别占总新增流失量的 43.93%、25.02%和 14.45%，是产生水土流失重点部位。施工期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、施工道路区和施工生产生活区等 4 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、交叉工程区、沿线设施区等 4 个二级分区。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，高填边坡采取临时拦挡措施。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。

主要工程量：①工程措施：骨架护坡砼骨架护坡 1430m³，中央分隔带渗沟 13.52km，边沟碎砾石盲沟 11.49km，截水沟 4.33km，急流槽 1.18km，沉沙池/集水井 12 座，表土剥离 6.27 万 m³。②植物措施：植草护坡 24.13hm²，中央分隔带绿化面积 3.02hm²，栽植灌木 12066 株，覆土 6.63 万 m³。③临时措施：土袋拦挡 3283.40m，临时截排水沟 29.47km，临时沉沙池 84 座，复合土工布 5.68 万 m²，无纺布 29.36 万 m²，撒播草籽 94.70kg，防雨布 11.59 万 m²。

（2）桥涵工程区

施工前剥离表土，集中堆放于表土堆放场防护；涉水桥墩采用沙袋围堰施工，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，回填覆土，可绿化区域实施撒播草籽绿化。

主要工程量：①工程措施：表土剥离 0.73 万 m³。②植物措施：绿化面积 8.92hm²，栽种灌木 23900 万株，撒播草籽 892kg，覆土 0.73 万 m³；③临时措施：泥浆沉淀池 27 座，临时沉沙池 21 座，临时排水沟 1658.50m。

（3）交叉工程区

施工前剥离表土，集中堆放于表土堆放场防护。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，植灌草绿化美化。

主要工程量：①工程措施：排水工程 8.49km，表土剥离 8.98 万 m³。②植物措施：植草护坡 5.69hm²，栽植灌木 54359 株，场地绿化 13.59hm²，覆土 8.22 万 m³。③临时措施：临时排水沟 1799km，临时沉沙池 6 座，复合土工布 6.72 万 m²，土袋拦挡 657.42m，无纺布 1.80 万 m²，撒播草籽 75.72kg。

（4）沿线设施区

施工前剥离表土，集中堆放于表土堆放场防护。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，植灌草绿化美化。

主要工程量：①工程措施：排水工程砼圪工 1762m³，表土剥离 0.68 万 m³。②植物措施：场地绿化 1.05hm²，栽植灌木 4200 株，覆土 0.53 万 m³。③临时措施：临时排水沟 2905.85m，临时沉沙池 9 座，复合土工布 10823.39m²，土袋拦挡 167.62m，无纺布 0.14 万 m²，撒播草籽 5.45kg。

（二）弃渣场区

弃渣前进行剥离表土，并在弃渣场内择地集中堆放防护；堆渣前，弃渣场沟口布设挡渣墙，周边设截排水沟，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。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：挡渣墙 345.6m，排水沟 3204.7m，沉沙池 12 座，表土剥离 2.77 万 m^3 ，复耕 9.36 hm^2 。②植物措施：绿化面积 1.94 hm^2 ，覆土 2.77 万 m^3 。③临时措施：土袋拦挡 910.62m，无纺布 1.20 hm^2 ，撒播草籽 46.16kg。

（三）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 0.30 万 m^3 ，土地整治 11.10 hm^2 。②植物措施：绿化面积 1.50 hm^2 ，覆土 0.30 万 m^3 。③临时措施：临时排水沟 3131.03m，临时沉沙池 12 座，土袋拦挡 1280.79m，无纺布 0.12 hm^2 ，撒播草籽 5.0kg，铺防雨布 1.38 hm^2 。

（四）施工道路区

施工道路施工前进行剥离表土，并在施工道路附近择地集中堆放，设置拦挡和撒播草籽措施。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 1.57 万 m^3 ，土地整治 5.76 hm^2 。②植物措施：施工期边坡绿化 2.47 hm^2 ，施工结束后绿化 1.57 hm^2 ，覆土 1.57 万 m^3 。③临时措施：临时排水沟 11650km，沉时沉沙池 39 座，土袋拦挡 1828.37m，无纺布 0.79 万 m^2 ，撒播草籽 26kg。

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至设计水平年，采用实地量测、地面监测、资料分析和遥感监测相结合的方法，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 12 个固定监测点，其中主体工程区 6 个监测点（路基填方边坡 2 个点位、跨河大桥 2 个点位、交叉工程 1 个点位、服务区 1 个点

位)、弃渣场 2 个监测点 (2#、6#弃渣场各 1 个)、施工道路 2 个监测点 (3#、4#施工道路各 1 个)、施工生产生活区 2 个监测点 (2#、4#施工生产生活区各 1 个)。

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 6490.68 万元,占工程总投资 (25.07 亿元) 的 2.59%,其中:工程措施费 4274.70 万元,植物措施费 710.75 万元,监测措施费 86.29 万元,施工临时工程费 583.65 万元,工程独立费用 456.52 万元,基本预备费 174.03 万元,水土保持补偿费 204.74 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 154.18hm²,林草植被建设面积 63.88hm²,减少水土流失量 4.75 万 t,整个工程区水土流失治理度达到 97.90%,土壤流失控制比达到 1.0,渣土防护率达到 96.39%,表土保护率达到 97.42%,林草植被恢复率达到 99.16%,林草覆盖率达到 40.56%,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,工程建设不存在水土保持制约因素;实施水土保持措施后能达到控制水土流失、保护生态环境的目的;从水土保持角度,项目建设是可行的。

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

根据《中华人民共和国水土保持法》第二十五条第三款“水土保持方案经批准后,生产建设项目的地点、规模发生重大变化的,应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准”的规定,按照《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),项目若相对于批复的水土保持方案发生如下变更:“弃渣量 10 万 m³(含)以上的弃渣场位置变

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）；取土（料）量在 5 万 m^3 （含）以上的取土（料）场位置发生变更的；挡防、排水等主要工程措施减少量 30%以上的；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”，属于水土保持措施发生重大变更，建设单位应编制水土保持措施变更报告，并向原审批水行政主管部门备案，经同意后方可实施；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督的意见》（水保[2019]160号）意见“二、深化简政放权，精简优化审批：确需在批准的水土保持方案的专门存放地外新设弃渣场的，生产建设单位可在征得所在地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”。变更报告水土保持工程防治标准原则上不低于已批准的水土保持方案防治标准，编制内容须符合现行水土保持相关技术标准、规范和要求。经批准的水土保持措施变更报告，作为开展水土保持设施验收工作的重要依据。

本项目高填路段较多，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路段的桥梁方案论证，以减少水土流失及生态环境破坏。

由于受设计深度和地质勘查深度的影响，开挖料未进行力学指标试验，建议下阶段在力学试验的基础上加强土石方纵向调配和综合利用，根据详细地勘资料研究挖方利用量、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。

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

（3）水土保持监理

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

(4) 水土保持监测

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

本项目水土保持方案特性详见表 1.11-1。

表 1.11-1 水土保持方案特性表

项目名称	内江至大足（四川境）高速公路		流域管理机构		长江水利委员会
涉及省（市、区）	四川省	涉及地市或个数	内江市	涉及县或个数	东兴区
项目规模	双向四车道高速公路，路线全长 19.236km	总投资（亿元）	25.07	土建投资（亿元）	19.13
动工时间	2020 年 10 月	完工时间	2023 年 9 月	设计水平年	2024 年
工程占地（hm ² ）	157.49	永久占地（hm ² ）	136.65	临时占地（hm ² ）	20.84
土石方量（万 m ³ ）	挖方		填方	借方	余（弃）方
	269.27		230.53	17.10	55.84
重点防治区名称		沱江下游省级水土流失重点治理区			
地貌类型		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		中轻度
防治责任范围面积（hm ² ）		157.49	容许土壤流失量 [t/(km ² a)]		500
水土流失预测总量（t）		49963	新增水土流失量（t）		41464
水土流失防治标准执行等级		西南紫色土区建设类一级标准			
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	骨架护坡砼骨架护坡 1430m ³ ，中央分隔带渗沟 13.52km，边沟碎石盲沟 11.49km，截水沟 4.33km，急流槽 1.18km，沉沙池/集水井 12 座，表土剥离 6.27 万 m ³ 。		植草护坡 24.13hm ² ，中央分隔带绿化面积 3.02hm ² ，栽植灌木 12066 株，覆土 6.63 万 m ³ 。	土袋拦挡 3283.60m，临时截排水沟 29.47km，临时沉沙池 84 座，复合土工布 5.68 万 m ² ，无纺布 29.36 万 m ² ，撒播草籽 94.70kg，防雨布 11.59 万 m ² 。
	桥涵工程区	表土剥离 0.73 万 m ³ 。		绿化面积 8.92hm ² ，栽种灌木 23900 万株，覆土 0.73 万 m ³ 。	泥浆沉淀池 27 座，临时沉沙池 21 座，临时排水沟 1658.50m。
	交叉工程区	排水工程 8.49km，表土剥离 8.98 万 m ³ 。		植草护坡 5.69hm ² ，栽植灌木 54359 株，场地绿化 13.59hm ² ，覆土 8.22 万 m ³ 。	临时排水沟 1799km，临时沉沙池 6 座，复合土工布 6.72 万 m ² ，土袋拦挡 657.42m，无纺布 1.80 万 m ² ，撒播草籽 75.72kg。
	沿线设施区	排水工程砼圪工 1762m ³ ，表土剥离 0.68 万 m ³ 。		场地绿化 1.05hm ² ，栽植灌木 4200 株，覆土 0.53 万 m ³ 。	临时排水沟 2905.85m，复合土工布 10823.39m ² ，临时沉沙池 9 座，无纺布 0.14 万 m ² ，土袋拦挡 167.62m，撒播草籽 5.45kg。
弃渣场区	挡渣墙 345.6m，排水沟 3204.7m，沉沙池 12 座，表土剥离 2.77 万 m ³ ，复耕 9.36hm ² 。		绿化面积 1.94hm ² ，覆土 2.77 万 m ³ 。	土袋拦挡 910.62m，无纺布 1.20hm ² ，撒播草籽 46.16kg。	
施工生产生活区	表土剥离 0.30 万 m ³ ，土地整治 11.10hm ² 。		绿化面积 1.50hm ² ，覆土 0.30 万 m ³ 。	临时排水沟 3131.03m，土袋拦挡 1280.79m，无纺布 0.12hm ² ，撒播草籽 5.0kg，临时沉沙池 12 座，铺防雨布 1.38hm ² 。	
施工道路区	表土剥离 1.57 万 m ³ ，土地整治 5.76hm ² 。		施工期边坡绿化 2.47hm ² ，施工结束后绿化 1.57hm ² ，覆土 1.57 万 m ³ 。	临时排水沟 11650km，土袋拦挡 1828.37m，临时沉沙池 39 座，无纺布 0.79 万 m ² ，撒播草籽 26kg。	

投资（万元）	4274.70		710.75	583.65	
水土保持总投资（万元）	6490.68		独立费用（万元）	456.52	
监理费（万元）	79.88	监测费（万元）	86.29	补偿费（万元）	204.74
分省措施费（万元）	——		分省补偿费（万元）	——	
方案编制单位	四川省交通勘察设计研究院有限公司		项目实施机构	内江市交通运输局	
法定代表人	刘四昌		法定代表人	陈代兵	
地址	成都市太升北路 35 号		地址	内江市东兴区兴隆路东段 38 号	
邮编	610017		邮编	641199	
联系人及电话	鲁荔 028-86916839		联系人及电话	彭靓 0832-2266214	
传真	028-86916839		传真	0832-2266214	
电子信箱	363606045@qq.com		电子信箱	pengliang1267@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 地理位置

拟建内江至大足（四川境）高速公路位于四川省东南部内江市东兴区境内。

本项目呈东—西走向，起于四川省内江市东兴区平坦镇水梨村（重庆市荣昌区吴家镇以南），路线向西，经内江市平坦镇、顺河镇、田家镇和高桥街道，止于内江绕城高速，对接内江市汉安大道。本项目位于 $29^{\circ}36'3.35''\text{N}\sim 29^{\circ}36'56.43''\text{N}$ ， $105^{\circ}8'52.39''\text{E}\sim 105^{\circ}20'38.85''\text{E}$ 范围内。

本项目地理位置见附图 2.1-1。

2.1.1.2 技术标准

根据路网规划、沿线地形、地质条件和交通量预测结果，按照《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）的有关规定，结合与本项目连接的内江绕城高速公路、渝蓉高速公路以及重庆大足至四川内江高速公路（重庆段）的设计速度和路基宽度采用情况，本项目设计速度 120km/h，路基宽度 26.5m，按双向四车道高速公路标准建设。

主要技术标准见表 2.1-1。

表 2.1-1 主要技术标准表

序号	指标名称	单位	技术指标		备注
			整体式路基	分离式路基	
1	地形类别		丘陵区		
2	公路等级		高速公路	高速公路	
3	设计速度	km/h	120	120	
4	路基宽度	m	26.5	13.25	
5	行车道宽度	m	4×3.75	2×3.75	
6	圆曲线一般最小半径	m	1000	1000	
7	不设超高最小半径	m	5500	5500	路拱≤2%
8	最大纵坡	%	4	4	
9	最小坡长	m	300	300	
10	停车视距	m	210	210	
11	凸形竖曲线最小半径	m	17000	17000	
12	凹形竖曲线最小半径	m	6000	6000	
13	汽车荷载等级		公路-I级	公路-I级	
14	路面结构类型		沥青砼	沥青砼	
15	桥涵及路基设计洪水频率		1 / 100	1 / 100	无特大桥

2.1.1.3 路线走向及主要控制点

(1) 路线走向

推荐路线（F+H+N 线方案）起于四川省内江市东兴区平坦镇水梨村川渝省界处（重庆市荣昌区吴家镇以南），自东向西布设，经内江市平坦镇、顺河镇、田家镇和高桥街道，止于内江绕城高速，对接内江市汉安大道。路线全长 19.236km。

(2) 主要控制点

本项目主要控制点为起点平坦镇水梨村、顺河镇、终点内江绕城高速。

推荐方案路线平、纵面缩图及路线纵断面图见附图 2.1-2。

2.1.1.4 建设规模

本项目推荐方案（F+H+N 线）长 19.236km，设置大桥 4658m/14 座，小桥 112m/4 座，桥梁总计 4770m/18 座，占路线总长度的 24.80%。涵洞 41 道，通道 36 处，桥隧比为 24.80%；设置互通立交 3 座，其中枢纽互通立交 1 座，一般服务性互通立交 2 座；分离式立体交叉 11 处；服务区 1 处，收费站 3 处，天桥 8 处，渡槽 5 处；永久占地 136.65hm²，拆迁建筑物 3.75 万 m²。项目总投资 25.07 亿元，其中土建投资 19.13 亿元。

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	单位	F+H+N 线	
公路等级		高速公路	
起讫桩号		FK0+000~FK8+768.81 HK14+300~HK16+500 NK16+500~NK24+767.62	
路线长度	km	19.236	
永久占用土地	hm ²	136.65	
拆迁建筑物	万 m ²	3.75	
拆迁电力电讯、给排水管线	km	32.09	
路基排水及防护工程	万 m ³	8.09	
特殊路基处理	km	3.45	
路面工程（不含桥梁互通）	万 m ²	26.79	
大桥	m/座	4658m/14	
小桥	m/座	112m/4	
桥隧比	%	24.80	
涵洞	道	41	
通道	道	36	
互通式立交	枢纽互通	处	1
	一般互通	处	2
分离式立交	处	11	
总造价	亿元	25.07	
土建投资	亿元	19.13	
平均每公里	亿元	1.30	

2.1.1.5 路线行政区划

本项目路线全部位于内江市东兴区境内，涉及平坦镇、顺河镇、田家镇和高桥街道共 4 个乡镇（街道），推荐路线经过行政区域路段桩号分布情况见表 2.1-3。

表 2.1-3 推荐路线行政区划

市	区	乡镇（街道）	起讫桩号
内江市	东兴区	平坦镇	FK0+000~FK8+768.81
		顺河镇	HK14+300~HK16+500
		田家镇、高桥街道	NK16+500~NK24+767.62

2.1.1.6 路线平面布置

本项目路线全长 19.236km，起点位于四川省内江市东兴区平坦镇水梨村川渝省界处（重庆市荣昌区吴家镇以南），路线由东往西走，途经平坦镇，设内江市平坦互通连接县道 XK11，从夏家冲、罗星村、朱家冲穿过，于顺河镇北侧设内江市顺河互通连接县道 XK09，至高桥镇附近，止于内江绕城高速，设高桥枢纽互通，与在建内江绕城高速的高桥单喇叭互通复合形成双喇叭互通式枢纽立体交叉，对接内江市汉安大道。

2.1.1.7 路线分段及竖向布置（纵断面设计）

路线纵断面根据历史洪水位、地形条件、沿线河涌、现状道路标高、规划交叉口控制点标高、排水要求及构筑物及平、纵面线形组合等进行纵断面设计，以中央分隔带两侧边缘的路面处作为纵断面设计线。本项目最大纵坡 4%，最小坡长 300m，凸形竖曲线最小半径 17000m，凹形竖曲线最小半径 6000m。

项目全线公路设计高程 333.72~357.54m，最高点位于高桥互通大桥附近（NK24+100），最低点位于起点清流入大桥（FK0+000）。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。推荐路线竖向布置情况见表 2.1-4。

表 2.1-4 推荐路线竖向布置一览表

市	区	起讫桩号	路线长度 (km)	地面高程 (m)	设计高程 (m)
内江市	东兴区	FK0+000~FK8+768.81	8.768	318.83~365.00	333.72~350.66
		HK14+300~HK16+500	2.200	331.80~353.88	342.09~348.25
		NK16+500~NK24+767.62	8.268	315.00~363.60	341.85~357.54
合计			19.236		

2.1.2 项目组成及工程特性

内江至大足（四川境）高速公路为新建工程，工程主要由路基路面、桥涵、交叉工程及沿线设施等主要建筑物和弃渣场、施工道路、施工生产生活区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2.1-5。

表 2.1-5 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	内江至大足（四川境）高速公路						
2	建设地点	内江市东兴区	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	内江市人民政府 BOT 招商						
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		
		19.236	120	26.5	沥青砼	4%		
6	总投资	25.07 亿元		土建投资	19.13 亿元			
7	建设期	3 年（2020 年 10 月~2023 年 9 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	61.14	61.14		路基	km	12.066	
	桥涵工程	9.28	9.28		桥梁	m/座	4770/18	
	交叉工程	54.38	54.38		互通式立交	处	3	
	沿线设施	11.85	11.85		分离式立交	处	11	
					涵洞 (含通道)	道	77	
					服务区	处	1	
					收费站	处	3	
	小计	136.65	136.65		拆迁建筑物	万 m ²	3.75	
临时工程	弃渣场	11.30		11.30	弃渣场	个	6	
	施工道路	8.04		8.04	施工道路	km	12.55	
	施工生产生活区	1.50		1.50	施工生产 生活区	总量	个	6
	小计	20.84		20.84	其中新增	个	2	
合计		157.49	136.65	20.84				
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	弃方	说明
一般路基	万 m ³	186.07	147.88	0.36	6.85		31.70	自然方
特殊路基	万 m ³	15.30	15.30			15.30	15.30	自然方
桥涵工程	万 m ³	5.24	0.73				4.51	自然方
交叉工程	万 m ³	40.06	44.90	7.52	0.36	1.80	4.12	自然方
沿线设施	万 m ³	16.44	15.56	1.02	1.69		0.21	自然方
施工道路	万 m ³	2.75	2.75					自然方
施工生产生活区	万 m ³	0.64	0.64					自然方
弃渣场	万 m ³	2.77	2.77					自然方
合计	万 m ³	269.27	230.53	8.90	8.90	17.10	55.84	自然方

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

(1) 一般路段横断面

本项目按双向四车道高速公路标准建设，设计速度 120km/h，路基宽度 26.5m，均采用整体式路基，具体组成为：

0.75m（土路肩）+3.0m（硬路肩）+2×3.75m（行车道）+0.75m（路缘带）+2.5m（中央分隔带）+0.75m（路缘带）+2×3.75m（行车道）+3.0m（硬路肩）+0.75m（土路肩）=26.5m。

（2）特殊路段横断面

①桥梁路段

本项目大、中桥均与路基同宽。

②互通式立体交叉匝道及连接线

单向单车道匝道： 1.0m （左侧硬路肩） $+3.5\text{m}$ （行车道） $+3.0\text{m}$ （右侧硬路肩） $+2\times 0.75\text{m}$ （土路肩） $=9.0\text{m}$ 。

单向双车道匝道： $2\times 3.5\text{m}$ （行车道） $+2\times 1.0\text{m}$ （硬路肩） $+2\times 0.75\text{m}$ （土路肩） $=10.5\text{m}$ 。

对向分隔式双车道匝道： $2\times 3.5\text{m}$ （行车道） $+2.0\text{m}$ （中间带） $+2\times 3.0\text{m}$ （硬路肩） $+2\times 0.75\text{m}$ （土路肩） $=16.5\text{m}$ 。

连接线： $2\times 3.5\text{m}$ （行车道） $+2\times 0.75\text{m}$ （硬路肩） $+2\times 0.75\text{m}$ （土路肩） $=10.0\text{m}$ 。

路基标准横断面见附图 2.1-3。

（二）路基边坡

（1）填方路基

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 $0\sim 8\text{m}$ 填土（或土石混填）路基采用 $1:1.5$ ，填高 $0\sim 8\text{m}$ 填石路基采用 $1:1.25\sim 1:1.5$ ； $8\sim 20\text{m}$ 填土（或土石混填）路基上部边坡采用 $1:1.5$ ，下部边坡采用 $1:1.75$ 。 $8\sim 20\text{m}$ 填石路基上部边坡采用 $1:1.25\sim 1:1.5$ ，下部边坡采用 $1:1.5\sim 1:1.75$ 。填方边坡坡脚一般均设置护坡道，护坡道宽度采用 $1.0\sim 2.0\text{m}$ ，均设外倾横坡 3% 。边坡平台宽度为 2.0m ，设外倾横坡 3% 。

路基以自然放坡为主。不设路肩挡墙的填土路基和设置路堤挡墙的墙上填土路基，可根据填土的性质、边坡高度、河流冲刷、周围环境等采用植草、衬砌拱植草、护坡等措施防护；不设置挡墙的石质填方路基，坡面采用衬砌拱或菱形方格网，网格内培土进行绿化。

（2）挖方路基

挖方路基边坡碎砾（块）石土、低液限粘土坡率采用 $1:1.0\sim 1:2.0$ ，泥岩及砂泥岩互层坡率采用 $1:0.75\sim 1:1.0$ 。边坡碎落台采用 $1\sim 2\text{m}$ 、平台宽度采用 2.0m ，当地质条件较好，边坡高度较高且土石方数量较大时可采用 1.0m 或不设。

（三）不良地质及特殊路基

本项目段浅丘宽谷地貌，水平岩层，地质条件简单，无不良地质现象；特殊性

岩土为软弱地基。软弱地基主要由淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其他高压缩性土层构成的地基。该地基天然含水量过大，承载力低，在荷载作用下易产生滑动或固结沉降。

项目沿线穿越红层地区，地貌上为宽缓槽谷地形，为水田、塘及河堰分布，多常年积水，排水不畅，故形成软弱地基，土体物理力学性质极差，地基允许承载力低。结合软弱土层厚度、埋深、分布范围及路基填土高度等因素，处置方案有：砂卵石换填表层 1~3m 粉质粘土、塑料排水板和碎石桩等措施进行综合处理。软弱路基土表层覆盖土厚度 1~3m，建议采用砂卵石换填表层 1~3m 粉质粘土；软弱路基土表层覆盖土厚度 4~7m，建议采用塑料排水板处理；路线沿斜坡布设，斜坡坡脚为软基，软弱路基土表层覆盖土厚度 4~6m，建议采用碎石桩处理。

不良地质及特殊路基分布情况见表 2.1-6，特殊路基处理措施工程量统计见表 2.1-7。

表 2.1-6 不良地质及特殊路基分布、处理措施一览表

序号	位置	段落长度 (m)	名称 及类型	基本特征	建议处理措施
一、F 线					
1	FK0+500~FK0+700	200	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 4~5m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
2	FK0+800~FK1+100	300	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 5~6m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
3	FK1+250~FK1+350	100	软弱地基	路线横跨水田，为填方路基，软基厚 2~3m，粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	换填
4	FK1+500~FK1+800	300	软弱地基	路线沿斜坡布设，斜坡坡脚为软基，为 5~6m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	碎石桩
5	FK2+000~FK2+300	300	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 5~7m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
6	FK2+700~FK2+800	100	软弱地基	路线横跨水田，为填方路基，软基厚 2~3m，粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	换填
7	FK3+000~FK3+100	100	软弱地基	路线沿斜坡布设，斜坡坡脚为软基，为 4~5m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	碎石桩
8	FK4+700~FK5+000	300	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 6~7m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
9	FK5+200~FK5+500	300	软弱地基	路线横跨水田，为填方路基，软基厚 1~2m，粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	换填
10	FK5+850~FK5+950	100	软弱地基	路线横跨水田，为填方路基，软基厚 1~2m，粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	换填
11	FK6+150~FK6+300	150	软弱地基	路线横跨水田，为填方路基，软基厚 1~2m，粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	换填
12	FK6+400~FK6+700	300	软弱地基	路线沿斜坡布设，斜坡坡脚为软基，为 4~5m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	碎石桩
13	FK7+650~FK7+750	100	软弱地基	路线横跨水田，为填方路基，软基厚 2~3m，粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	换填
14	FK8+500~FK8+700	200	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 6~7m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
小计		2850			
二、H 线					
1	HK15+000~HK15+100	100	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 4~5m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
2	HK15+350~HK15+550	200	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 5~6m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
3	HK15+800~HK16+000	200	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 6~7m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
4	HK16+150~HK16+250	100	软弱地基	路线横跨冲沟，为填方路基，为 5~6m 粉质粘土，呈软塑~可塑状，路基加载后将产生沉降和失稳。	塑料排水板
小计		600			
合计		3450			

表 2.1-7 特殊路基处理措施工程量统计表

序号	起讫桩号	长度	工程项目及数量				
			处治面积	垫层	塑料排水板	碎石桩	换填
				砂砾石	总长度	总长度	砂砾石
m	m ²	m ³	m	m	m ³		
1	FK0+000~FK8+768.81	2850	171000	60000	240000	129231	153000
2	HK14+300~HK16+500	600	36000	18000	110769		
合计		3450	207000	78000	350769	129231	153000

从表 2.1-5、表 2.1-6 可以看出，本项目软基处理量约 3.45km，分布在 F 线和 H 线，路基通过水田或鱼塘，以填方路基为主，结合软基换填对材料的要求，换填料采用外购砂砾石的方式获得。

（四）路基、路面排水

（1）路基排水

路基设计洪水频率为 100 年一遇，路基排水设计流量计算采用 15 年重现期内任意 30min 的最大降雨强度（mm）。

边沟和排水沟：填方路段设置矩形排水沟；挖方路段采用矩形 C20 混凝土盖板边沟。

截水沟：当边坡上部山坡有较大的汇水面积时，在坡口以外不小于 5m 处设置矩形截水沟，C20 混凝土浇筑，外侧堆积挖沟的土方，通过绿化手段予以遮挡。

平台截水沟：台阶式高边坡，在最上一级平台内侧设梯形截水沟，以截排上部坡面水，截水沟采用 C20 混凝土浇筑。

急流槽：边沟、排水沟、截水沟出水口受地形限制落差较大时，设置急流槽。急流槽横断面形式为矩形，槽身采用 30cm 厚 C20 混凝土。急流槽的设置结合地形、地质情况，一直延伸到沟底或无冲刷处，在急流槽的尽头均设消力设施，防止冲刷。

线外涵：路基边沟遇被交路或灌溉沟渠时，设置线外涵通过。线外涵采用圆管涵形式。

（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。路面排水设计按 5 年重现期内当地任意连续 30min 的最大径流厚度（mm）。

一般路段及超高段内侧路面表面排水采用分散式排水方式；路面内部在基层顶面铺设 SBS 改性沥青同步碎石封层。一般路段及超高路段内侧，通过土路肩下透水性填料，以排除面层渗水；超高路段路面表面排水由中央分隔带集水槽汇集于集水井内，通过横向排水管排出路基；集水井每 50m 设置一处。超高内侧为填方时，横向排水管出口与急流槽对应；挖方时，横向排水管接挖方矩形边沟。

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），本项目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。排水沟尺寸，排水沟及填方边沟采用矩形断面 50cm×70cm，衬砌厚度 30cm；路堑平台截水沟采用梯形断面，梯形底宽 30cm、坡比 1: n、深 40cm、衬砌厚度 25cm；反压护道截水沟采用梯形断面，梯形底宽 30cm、坡比 1: 1.5、深 40cm、衬砌厚度 25cm；堑顶截水沟采用矩形断面 30cm×40cm，衬砌厚度 25cm；护坡道采用植草防护。沉沙池长 120cm，宽 100cm，深 100cm，C20 混凝土，厚度 40cm。本项目推荐方案路基排水工程量统计见表 2.1-8，路基、路面排水工程设计见附图 2.1-4。

表 2.1-8 路基排水工程量统计表

序号	起迄桩号	里程 (km)	中央分隔带渗沟 (km)	边沟碎砾石盲沟 (km)	截水沟 (km)	急流槽 (km)	沉沙池/集水井 (座)	混凝土圬工 (m ³)
1	FK0+000~FK8+768.81	8.768	5.65	4.80	0.96	0.62	5	7643
2	HK14+300~HK16+500	2.200	2.20	1.87	0.91	0.21	2	3526
3	NK16+500~NK24+767.62	8.268	5.67	4.82	2.46	0.35	5	8726
合计	19.236	19.236	13.52	11.49	4.33	1.18	12	19895

（五）路基防护

（1）填方路基防护

①填方路基边坡高度 $H \leq 4m$ 时，采用三维网喷播植草灌防护， $H \leq 2m$ 时不设三维网。

②填方路基边坡高度 $4m < H \leq 10m$ 时，采用拱形骨架或菱形骨架喷播植草灌防护。

③路基通过沿河（沟）路段时根据冲刷情况采用浆砌片石护坡防护或路堤挡墙抗冲刷。

④路基填料多为石质时，不宜直接喷播植草灌防护，采用客土喷播植草。

⑤在地面横坡较大的路段，视具体情况采用衡重力式挡土墙、护肩或护脚墙进行防护。根据沿线防护材料情况，护坡、挡土墙、护肩及护脚采用 C15 砼。

（2）挖方边坡防护

项目挖方边坡中，土质边坡数量少，绝大多数为石质边坡。

①对于残、坡积层及全风化土质路基边坡，挖方路基边坡高度 $H \leq 4m$ 时，采用三维网喷播植草灌防护， $H \leq 2m$ 时不设三维网；挖方路基边坡高度 $4m < H \leq 10m$ 时，采用骨架植草灌防护。

②对于强风化石质路基边坡可采用短锚杆挂网客土喷播植草、石砌防护。

③对于弱~微风化石质路基边坡，施工时采用光面爆破，一般不考虑防护，但在碎落台或挖方平台花台内种植油麻藤等攀援植物，碎落台内的攀爬植物向上攀爬，平台上的攀爬植物间隔设置分别向上攀爬和向下延伸，并在坡面点缀灌木。

本项目推荐方案路基防护工程量统计表 2.1-9，路基防护设计见附图 2.1-5。

表 2.1-9 路基防护工程量统计表

序号	起迄桩号	里程 (km)	一般路基防护与加固		其他路基防护与加固		锚杆框架梁 普通锚杆 (m)
			混凝土圪工 (m ³)	片石混凝土圪工 (m ³)	植草护坡 (m ²)	砼骨架护坡 (m ³)	
1	FK0+000~FK8+768.81	8.768	16520	12850	112980	670	27114
2	HK14+300~HK16+500	2.200	6440	5010	44000	260	10560
3	NK16+500~NK24+767.62	8.268	12340	9600	84350	500	20245
合计	19.236	19.236	35290	27460	241330	1430	57919

(六) 中央分隔带防护

中央分隔带设置连续分离式 Gr-Am-2E 波形梁护栏，中分带有构造物宽度范围内及其上下游各 100m 长度范围内设置 SBm 级波形梁护栏。中央分隔带绿化工程数量见表 2.1-10。

表 2.1-10 中央分隔带绿化工程数量见表

措施内容		单位	小计
中央分隔带绿化	栽植灌木	株	12066
	植草面积	hm ²	3.02

(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，本项目填高大于 8m 的路段有 16 处，没有大于 20m 的高填路段，没有挖深大于 30m 的深挖路段。高填深挖路段是水土流失极易发生的部位，应加强边坡防护设计，施工时应提前布设截排水沟措施，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。推荐方案高填深挖路段分布见表 2.1-11。

本项目无挖深大于 30m 的深挖路段；最大填高 12.11m，位于 NK17+324。本方案以最大填高 NK17+324 纵断面就防护进行典型介绍。

NK17+324 纵断面：路堤最大填高 12.11m，该断面位于 NK17+194~NK17+364，长 170m，前段 NK17+095~NK17+194 为开挖路段，主体设计通过先行修筑衡重式路堤墙，然后再利用前段开挖路段的土石方进行综合利用回填，从而减少开挖余方。其他路基防护与加固采用植草护坡和砼骨架护坡，路堤坡底和平台内侧布设排水沟，

截排水沟需连接至沉沙池，最后汇入自然沟渠内。

表 2.1-11 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	无				
高填路段	1	FK0+880~FK0+920	40	8.42	/
	2	FK1+589~FK1+662	73	8.91	/
	3	FK4+518~FK4+562	44	10.19	/
	4	FK4+671~FK4+718	47	9.29	/
	5	FK5+314~FK5+382	68	9.42	/
	6	FK5+789~FK5+982	193	9.54	/
	7	HK14+992~HK15+083	91	12.11	/
	8	HK15+339~HK15+560	221	11.93	/
	9	NK17+194~NK17+364	170	12.15	/
	10	NK17+492~NK17+639	145	10.69	/
	11	NK17+859~NK17+920	61	8.12	/
	12	NK19+310~NK19+493	183	9.44	/
	13	NK20+433~NK20+515	82	10.50	/
	14	NK21+756~NK21+900	144	11.65	/
	15	NK22+654~NK22+764	110	9.84	/
	16	NK22+938~NK22+940	2	8.01	/
		合计	1674		



图 2.1-1 NK17+324 高填路段纵断面

2.1.3.2 路面工程

本项目 F+H+N 线（推荐线）及互通式立交各匝道均采用沥青砼路面，收费站路段路面采用水泥混凝土路面，硬路肩与行车道采用相同路面结构型式。

主线行车间路面结构为：

面 层：4cmSBS 改性沥青 SMA-13C+6cm 中粒式改性沥青 AC-20C+6cm 中粒式普通沥青 AC-20C

下封层：1cm 同步碎石封层

基 层：20cm 水泥稳定碎石

底基层：36cm 水泥稳定碎石

垫 层：15cm 级配碎石垫层

路面总厚度：88cm

收费站路面结构为：

面 层：28cm 水泥砼

下封层：1cm 同步碎石封层

基 层：20cm 水泥稳定碎石

底基层：20cm 水泥稳定碎石

垫 层：15cm 级配碎石垫层

路面总厚度：84cm

桥面铺装结构型式为：

4cm 改性沥青 SMA-13+6cm 改性沥青 AC-20C

2.1.3.3 桥涵工程

（一）设计标准

（1）桥面宽度： $2 \times 13.25\text{m} = 26.5\text{m}$ ；

半幅桥梁宽度： 0.6m （防撞护栏）+ 11.90m （桥面净宽）+ 0.6m （防撞护栏）= 13.1m ；

（2）设计荷载：公路-I 级；

（3）设计洪水频率：大、中、小桥和涵洞 1/100；

（4）地震动峰值加速度系数为 0.05g；地震动反应谱特征周期 0.35s。

（5）净高：上跨一、二级公路及互通式立交匝道 $\geq 5.5\text{m}$ ；上跨三、四级公路 \geq

4.5m；上跨乡村公路 $\geq 4.5\text{m}$ ；上跨机耕道 $\geq 3.5\text{m}$ 。

（二）桥梁结构类型

本项目常规大、中桥上部构造根据墩高及跨越构造物情况采用 25mT 梁及 40mT 梁，常规桥梁 $L > 20\text{m}$ 采用预应力砼简支 T 梁；全线桥梁跨径采用 25、40m，其中墩高小于 10m 的小桥采用 16m 跨径。上部结构标准横断面见图 2.1-2。

桥梁下部构造桥墩一般采用圆柱式墩，钻孔灌注桩基础；桥台可根据实际情况采用桩柱式、肋板台、重力式 U 形桥台及座板台等形式，重力式 U 形桥台高度不宜超过 12m，桩柱式桥台高度不宜超过 6m。

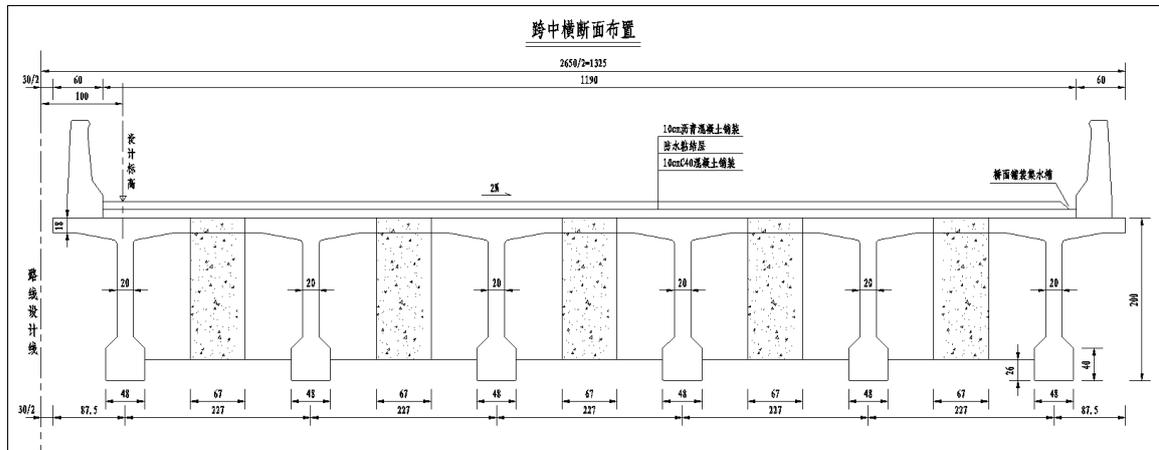


图 2.1-2 上部结构标准横断面图

（三）桥梁规模

本项目推荐方案 F+H+N 线路全长约 19.236km，全线共设置大桥 4658m/14 座，小桥 112m/4 座，桥梁总计 4770m/18 座，桥梁总长占路线长度的 24.80%。涉水桥梁为清江河大桥、太基土大桥、聚源村大桥和费家湾大桥。十里长冲大桥桥型布置见附图 2.1-6。

本项目桥梁设置情况见表 2.1-12，主要跨河桥梁及涉水情况见表 2.1-13。

表 2.1-12 推荐方案大桥桥梁一览表

序号	中心桩号	桥名	孔数—孔径 (孔-m)	交角 (度)	结构类型		桥长 (m)	桥宽 (m)	备注	
					上部构造	下部构造				
						桥墩及基础				桥台及基础
1	FK0+025	清流河大桥	16×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	410	26.2	上跨清流河
2	FK2+025	晒鱼村 1#大桥	6×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	170	26.2	
	FK2+255	晒鱼村 2#大桥	8×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	210	26.2	
3	FK3+391	平坦互通中桥	3×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	86	26.2	量计入互通
4	FK3+930	太基土大桥	21×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	540	26.2	上跨清流河支流
5	FK7+185	十里长冲大桥	8×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	210	26.2	上跨清流河支流
6	FK7+960	聚源村大桥	12×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	320	26.2	上跨水塘
7	FK8+600	涂家冲大桥	11×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	240	26.2	
8	NK16+733	水口庙大桥	7×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	186	26.2	
9	NK18+480	朱家冲 1#大桥	33×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	桩柱式桥台、桩基础	840	26.2	上跨河流
10	NK19+043	朱家冲 2#大桥	7×25	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	186	26.2	
11	NK20+165	滴水岩大桥	16×25	135	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	410	26.2	量计入互通
12	NK21+120	费家湾大桥	14×25	135	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	360	26.2	上跨联合水库
13	NK23+380	天官堂大桥	17×25	135	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	440	26.2	上跨河流
14	NK24+350	高桥互通大桥	1×40	90	简支 T 形梁	桩柱式桥墩	重力式桥台、扩大基础	50	26.2	量计入互通
合计								4658		

表 2.1-13 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)	结构类型	涉水桥墩组数 (组/墩)	跨越河流名称	跨越处河宽 (m)
1	FK0+025	清流河大桥	410	16×25	简支 T 形梁	1/4	上跨清流河	42
2	FK3+930	太基土大桥	540	21×25	简支 T 形梁	1/4	上跨清流河支流	41
3	FK7+185	十里长冲大桥	210	8×25	简支 T 形梁		上跨清流河支流	11
4	FK7+960	聚源村大桥	320	12×25	简支 T 形梁	2/8	上跨清流河支流	73
5	NK18+480	朱家冲 1#大桥	840	33×25	简支 T 形梁		上跨河流	16
6	NK21+120	费家湾大桥	360	14×25	简支 T 形梁	2/8	上跨联合水库	72
7	NK23+380	天官堂大桥	440	17×25	简支 T 形梁		上跨河流	23

（四）涵洞及通道设置

本项目推荐线（F+H+N线）共有涵洞41道，平均每公里2.13道；共布设通道36道，平均每公里1.87道。涵洞结构型式采用钢筋砼盖板涵，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，下游出口设置沉沙池对泥沙进行沉淀处理，沉沙池出口通过排水沟与自然沟渠顺接。

对于设计流量小于 $10\text{m}^3/\text{s}$ 的涵洞采用孔径不小于2m；设计流量大于 $10\text{m}^3/\text{s}$ 、小于 $30\text{m}^3/\text{s}$ 的涵洞采用孔径不小于4m；设计流量大于 $30\text{m}^3/\text{s}$ 、小于 $50\text{m}^3/\text{s}$ 的涵洞采用孔径不小于6m；设计流量大于 $50\text{m}^3/\text{s}$ 的设置桥梁。推荐方案涵洞（含通道）设置情况统计见表2.1-14，典型涵洞布置图见附图2.1-7。

表 2.1-14 推荐方案涵洞(含通道)设置情况统计表

桩号	涵洞								涵式通道	
	涵洞合计		跨径 $1\text{m}<L\leq 2\text{m}$		跨径 $2\text{m}<L\leq 3\text{m}$		跨径 $3\text{m}<L\leq 5\text{m}$		跨径 $4\text{m}\leq L<5\text{m}$	
	道数	长度	道数	长度	道数	长度	道数	长度	道数	长度
	道	m	道	m	道	m	道	m	道	m
FK0+000~FK8+768.81	19	806	9	378	6	252	4	176	17	782
HK14+300~HK16+500	5	212	2	84	2	84	1	44	4	184
NK16+500~NK24+767.62	17	720	7	294	7	294	3	132	15	690
合计	41	1738	18	756	15	630	8	352	36	1656

2.1.3.4 交叉工程

（一）互通式立交

本项目推荐线（F+H+N线）共设置互通立交3座，其中枢纽互通立交1座，与现有内江绕城高速的高桥单喇叭互通复合形成双喇叭互通式立体交叉；一般服务性互通立交2座，分别设置于内江市平坦镇和顺河镇。各互通式立交由主线、匝道及其连接线组成，含对应区域的桥梁及涵洞工程。其中：匝道桥根据交叉道路宽度，主要采用预应力砼筒支T梁；匝道路基宽度根据连接道路的情况、地形条件和车流量等采用9.0m、10.5m、16.5m和19.5m宽路基。本项目互通式立交位置、型式见表2.1-15。

（1）内江市平坦互通

内江市平坦互通位于内江市平坦镇，连接县道XK11，主要服务于平坦镇及周边车辆进出高速公路，拟采用A型单喇叭互通，交叉桩号为FK3+391，主线上跨匝道。路基宽度除E匝道采用16.5m宽对向双车道外，其余匝道都采用9m宽单向单车道。

互通连接线采用二级公路，设计速度采用 60km/h，路基宽度为 10m，连接线长度为 800m。

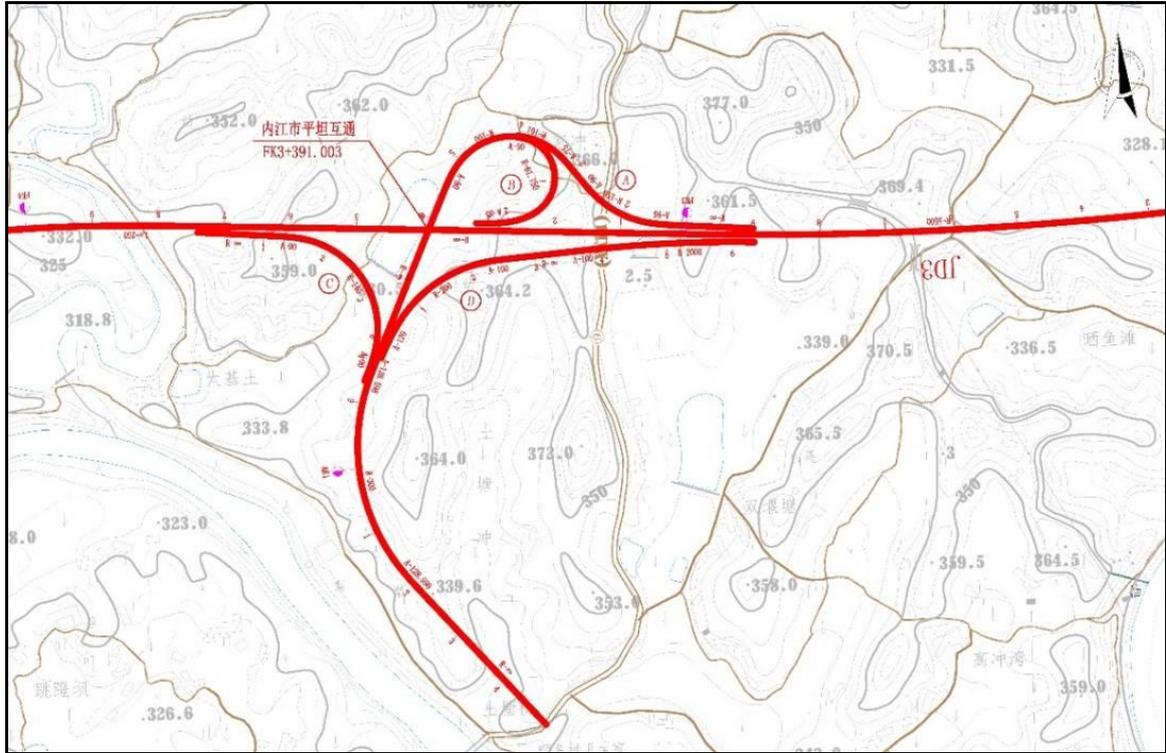


图 2.1-3 内江市平坦互通式立交布置图

(2) 内江市顺河互通

内江市顺河互通位于顺河镇北侧，连接 XK09，主要服务于顺河镇及周边车辆进出高速公路，拟采用 A 型单喇叭互通，交叉桩号为 NK19+788，匝道上跨主线。路基宽度除 A 匝道对向行车道采用 16.5m 宽外，其余匝道都采用 9m 宽单向单车道。互通连接线采用二级公路，设计速度采用 60km/h，路基宽度为 10m，连接线长度为 400m。

(3) 高桥枢纽互通

高桥枢纽互通位于内江市高桥街道东南侧，枢纽匝道上跨主线，与现有内江绕城高速的高桥单喇叭互通复合形成双喇叭互通式枢纽立体交叉，主要承担两条相交高速交换交通流及内江市地方交通流上下高速公路的功能。本互通将与原高桥互通组成为双喇叭枢纽互通型式，其中原高桥互通 A、B、C、D 匝道不变，将 E 匝道向东侧移动，并将互通收费站改移至汉安大道（绕城高速以东），对接汉安大道。另新建 E、F、G、I 匝道与原高桥互通 A、B、C、D 匝道一同完成高速公路间交通流的相互转化，并承担两高速与地方车辆上下高速的功能。新建匝道 E 匝道与高桥互

通对接段采用宽度为 19m 的对向双车道，与 H、G 匝道分岔以后，E 匝道采用 16.5m 宽对向车道，F、H、G 匝道采用 9m 宽单向单车道，I 匝道采用 10.5 米宽单向双车道。

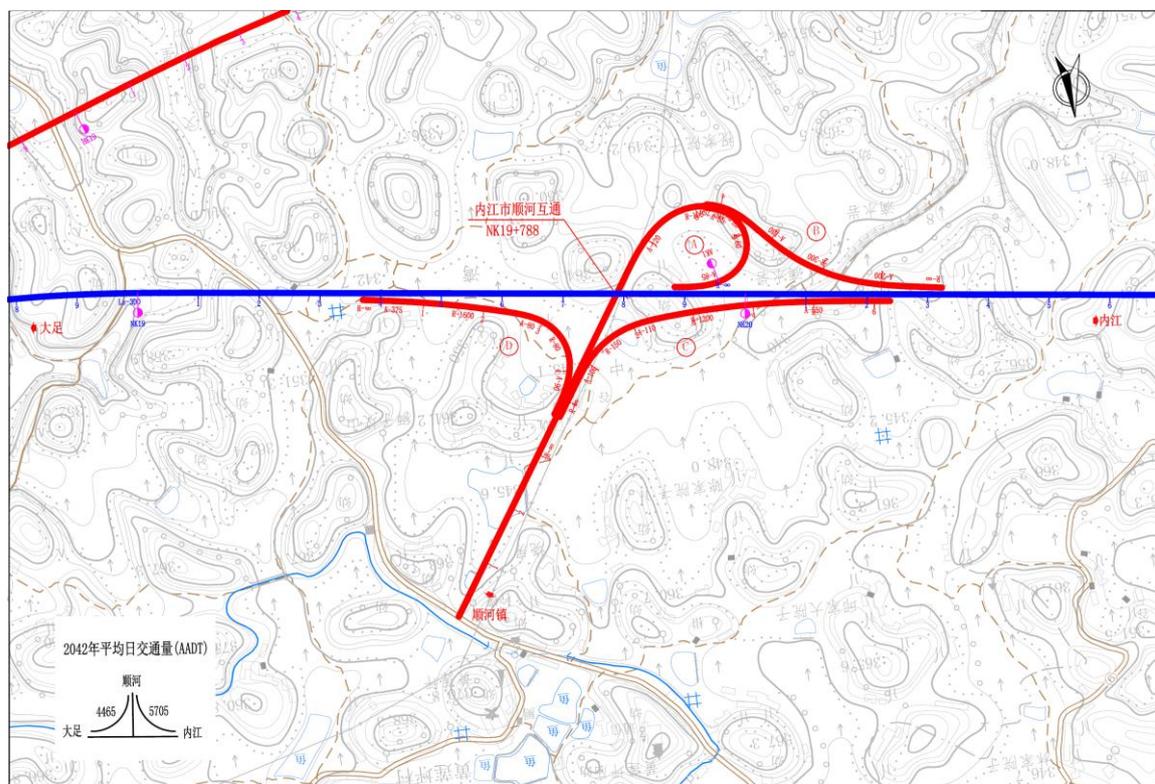


图 2.1-4 内江市顺河互通式立布置图

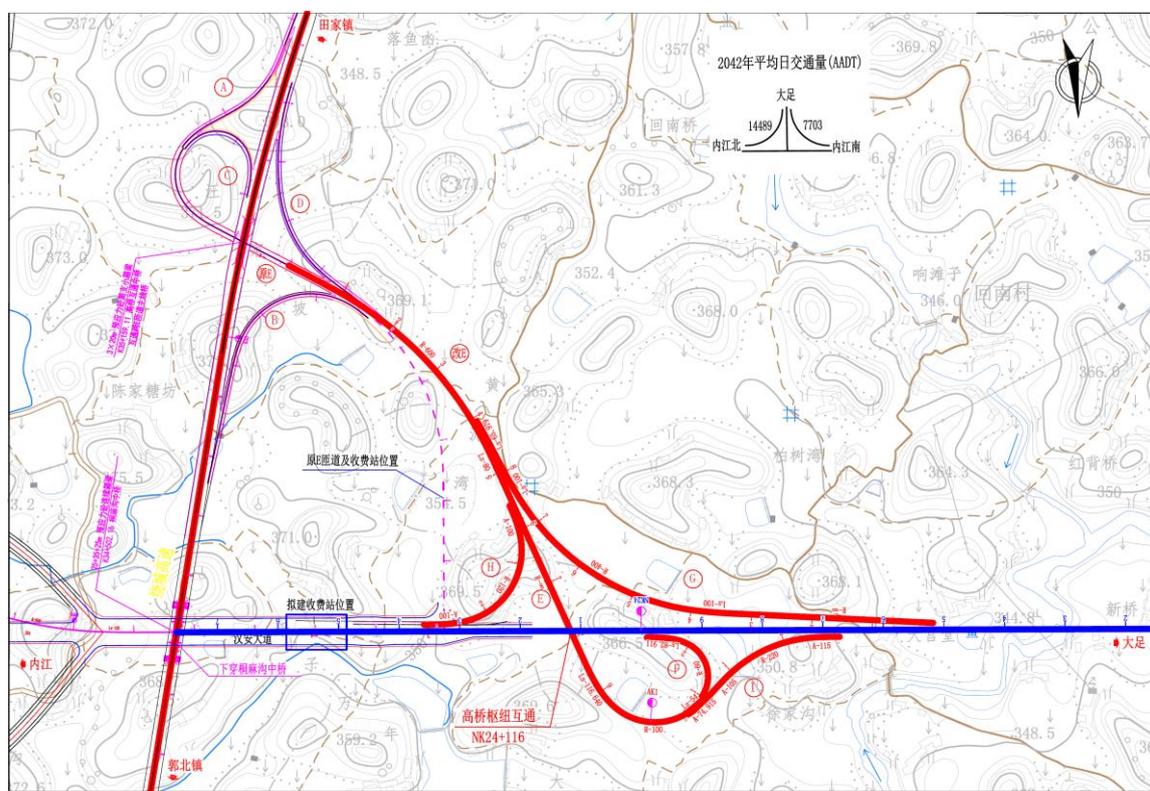


图 2.1-5 内江市高桥枢纽互通式立布置图

（二）分离式立交

路线在与等级公路、有规划的乡村简易公路等相交处，均设置分离式立交。分离式立交结构形式综合考虑沿线地形、地貌、地质、材料、运输、施工等基本条件以及路网规划、景观协调、泄洪排水的要求，遵循经济实用、安全美观、施工方便的原则进行确定。上部结构多采用预应力混凝土小箱梁或 T 梁结构，下部结构多采用柱式墩台，钻孔灌注桩基础。

对于主线下穿的部分县、乡、村道公路，均设置分离式车行天桥。据现场调查，县、乡公路现状宽度为 6.5m~7.5m，车行天桥按 9.0m 宽预留设置；通村公路现状宽度为 3.0~4.5m，车行天桥按 5.5m 宽预留设置。

本项目推荐方案共设分离式交叉 11 处，天桥 8 处，渡槽 5 处。分离式立交的设置按现有路网分布状况，结合沿线村镇规划及工农业生产的实际需要进行设置。

（三）连接线工程

项目推荐线（F+H+N 线）共设置互通立交 3 座，其中枢纽互通立交 1 座，一般服务性互通立交 2 座。共设置互通连接线 3 条，连接线长 1.55km。其中内江市平坦互通、顺河互通连接线采用二级公路技术标准，设计速度 60km/h，路基宽度 10m；高桥枢纽连接线对接汉安大道，设计速度 80km/h，路基宽度 26.5m。

（四）防护工程

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

本方案将连接线工程量均计入交叉工程中，交叉工程防护、排水工程量见表 2.1-16。

表 2.1-15 推荐方案互通式立交一览表

序号	互通名称	交叉桩号	间距 (km)	互通形式	交叉型式	被交道路名称及等级	匝道长度 (m)				连接线长度 (m)	占地面积 (hm ²)		
							宽	宽	宽	宽		互通场地	连接线	小计
							9.0m	10.5m	16.5m	19.5m				
1	内江市平坦互通	FK3+391	-	A 型单喇叭	下穿主线	XK11	530	1110	1355		800	9.97	1.28	11.25
2	内江市顺河互通	NK19+788	11.79	A 型单喇叭	上跨主线	XK09	750	1220	1040		400	16.22	0.64	16.86
3	高桥枢纽互通	NK24+116	4.33	双喇叭枢纽兼落地	上跨主线	内江绕城高速	1080	865	1365	400	350	25.14	1.13	26.27
合计							2360	3195	3760	400	1550	51.33	3.05	54.38

表 2.1-16 互通立交区主体设计防护工程量统计表

序号	互通名称		长度 (km)	排水工程			一般路基防护与加固		其它路基防护与加固
				片石砼圪工 (m ³)	砼圪工 (m ³)	排水工程 (km)	片石砼圪工 (万 m ³)	砼圪工 (m ³)	植草护坡 (hm ²)
1	内江市平坦互通	主线	1.11	1830	400	2.23	4370	1480	1.49
		连接线	0.80	1470	370	1.60	3140	1060	1.07
		小计	1.91	3300	770	3.83	7510	2540	2.56
2	内江市顺河互通	主线	0.31	600	90	0.62	1220	410	0.42
		连接线	0.40	720	150	0.80	1570	530	0.54
		小计	0.71	1320	240	1.42	2790	940	0.96
3	高桥枢纽互通	主线	1.27	2560	260	2.54	4970	1690	1.70
		连接线	0.35	680	100	0.70	1370	470	0.47
		小计	1.62	3240	360	3.24	6340	2160	2.17
合计		4.24	7860	1370	8.49	16640	5640	5.69	

2.1.3.5 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

本项目管理中心、监控、收费、通信业务管理机构综合考虑设置。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。根据本项目特点，本项目全线设置管理分中心（监控分中心）1处，养护中心1处。

（三）监控设施

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

（四）服务设施

根据本项目具体情况，结合相邻路网服务设施的设置情况，本项目设置1处服务区（FK1+500内江服务区），场坪占地面积6.53hm²。服务区进出口匝道设计车速为40km/h，匝道宽度9.0m。服务区主线长度1175m，匝道长度合计923m。

内江服务区方案布置见图2.1-6。



图 2.1-6 内江服务区方案布置图

（五）收费设施

收费系统采用封闭式全省联网收费，并与四川省高速公路联网收费的有关技术标准、规定相统一、协调。推荐方案全线3处互通共设置匝道收费站3处。其中平坦互通、顺河互通收费站设置9个收费车道（3进6出），高桥枢纽互通收费站为主线收费站，设置15个收费车道（4进11出）。

（六）通信设施

按照《四川省高速公路专用通信网联网总体设计》的要求，本路设置电源系统为监控、通信、收费设备提供不间断供电。光通信设备和程控交换机采用48VDC电源供电，监控、收费设备采用交流220V供电。

（七）供电设施

本项目供电系统主要为全线的收费站（通信站）、服务区及监控外场设备服务，适当兼顾管理站等机构。各变电站的电源应优先采用地方可靠电源，由地方高压电源经架空线路引至各变电所的终端杆，然后由终端杆电缆引至变电站。

沿线设施设置情况见表2.1-17。

表 2.1-17 沿线设施设置一览表

序号	站点名称	中心桩号	占地面积 (hm ²)	备注
1	内江服务区	FK1+500	6.53	
2	内江市平坦互通匝道收费站	FK3+391	0.60	
3	内江市顺河互通匝道收费站	NK19+788	0.60	
4	高桥枢纽互通匝道收费站	NK24+116	0.60	
5	管理分中心（监控分中心）	NK24+116	1.00	1处
6	养护工区	FK1+500	2.52	1处
7	合计		11.85	

2.1.3.6 绿化景观设计

绿化主要包括路基边坡绿化、路基路侧绿化、互通式立交绿化和中分带绿化。

（1）路基边坡绿化

边坡生态防护措施为路堑边坡液压喷播植草、路堑边坡挂三维网喷播植草、路堑边坡挂铁丝网喷有机基材植草、路堑边坡菱形网格挂铁丝网喷播植草、路堑边坡锚杆（锚索）框架梁挂铁丝网喷有机基材植草等。

（2）路基路侧绿化

填方路侧绿化区域为护坡道、边坡平台、及隔离栅。护坡道栽植乡土花灌木并配合散播草花籽；隔离栅内侧行列式栽植单排小果蔷薇，株距12cm。挖方路侧绿化

主要绿化区域为碎落台及隔离栅。碎落台栽植（海桐和紫叶李）/（黄花槐和天竺桂）并配合散播草花籽，株距 1m；边坡平台栽植单排花灌木。

（3）互通式立交绿化

互通式立交绿化根据其所处的地理位置以及周边环境采取相应的绿化形式。

①汇流区：在立交的合流处，根据设计车速确定已合流处为圆心，半径 30~50m 范围内为禁乔木绿化区，禁乔木绿化区内栽植低于司机视线的绿篱、草坪、花卉等。

②分流区：在立交的分流处，以分流处为圆心，半径 30~50m 范围内为指示绿化区，指示绿化区内栽植开花小乔木或彩叶小乔木。

③边坡坡面区域：围合区边坡防护绿化、种植应与互通整体绿化统一考虑，以生态恢复为主，兼顾景观性。

④引导区：在匝道平曲线外侧采用小乔木或者灌木。弯道内侧绿化不宜种遮挡视线的乔灌木，路肩内侧可种矮而密的灌木。

⑤匝道围合区：互通匝道围合区中心是互通绿化的主体，结合互通周边环境进行设计。

（4）中央分隔带绿化

中央分隔带绿化以防眩为主要目的，本项目采用间植金禾女贞和木槿、黄花槐。凹形纵坡的中央分隔带可根据凹曲线半径适当增加种植植物高度，或通过整形修剪控制高度，以确保防眩效果；所有苗木修剪后，其枝叶均不得伸出波形防撞护栏以外，以确保行车安全。

本项目桥梁中央带采用防眩板，不涉及绿化。

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、施工用水用电以及筑路材料来源等。本项目处于工可阶段，为满足主体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 8.91km，占地 5.81hm²，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 6 处（新增临时占地 2 处，其余全部位于工程永久占地范围内），新增临时占地 1.50hm²；施工道路新增 3.44km，占地 2.23hm²；弃渣场新增 6 处，占地 11.30hm²。

2.2.1 施工生产生活区

本项目由路基路面、桥梁及交叉工程等主要工程组成，施工生产生活区也主要为路基路面工程、桥梁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，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。

为减少施工生产生活区对地表的扰动，同时减少临时占地，根据以往高速公路的施工经验，本工程充分考虑将路基施工场地布置在互通立交、沿线设施内。从施工时序上分析，互通立交在施工期主要是桥梁及匝道建设，大部分地表将在施工后期扰动，进行绿化恢复；沿线设施将在施工后期才进行场地平整、绿化恢复，因此，本工程路基施工场地布设可充分利用互通立交、沿线设施主体工程占地。根据主体工程布置，本项目可利用互通立交区、沿线设施占地的施工生产生活区 4 个，其占地区域均位于主体工程永久占地范围内，不产生新增占地。内江市平坦互通、内江市顺河互通和高桥枢纽互通内等场地内施工生产生活区采用阶梯式布置。

根据以上分析，结合本项目主体工程布置和地形地貌条件，经统计，本项目共设施工生产生活区 6 处，共占地 11.10hm²。利用主体工程占地设施工生产生活区 4 处，不新增占地。方案新增施工生产生活区 2 处，新增占地 1.50hm²，主要占用林地。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	利用主体工程占地 (hm ²)			新增占地 (hm ²)		合计	备注
		互通立交及服务区	路基占地	小计	林地	小计		
1#	FK1+500	4.00		4.00			4.00	内江服务区内，设热拌场、预制场
2#	FK3+391	1.90		1.90			1.90	内江市平坦互通内，设冷拌场
3#	FK6+890				0.70	0.70	0.70	新增，十里长冲大桥右岸，设预制场
4#	HK15+650				0.80	0.80	0.80	新增，路基左侧，设预制场
5#	NK19+788	1.70		1.70			1.70	内江市顺河互通内，设材料堆放场
6#	NK24+116	2.00		2.00			2.00	高桥枢纽互通内，设冷拌场
合计		9.60		9.60	1.50	1.50	11.10	

2.2.2 施工道路

(1) 对外交通

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。项目区域有成渝铁路、内昆铁路、沱

江（内河V级）航道、G76厦蓉高速、G85渝昆高速、S11遂内高速以及若干县、乡道路，本项目对外交通条件较好，基本可以满足工程建设要求。

（2）场内交通

本项目施工道路由施工便道和施工便桥两部分组成。本项目施工道路采用两种形式：一是利用现有乡村道路（机耕道）进行扩建，二是新建。为满足车辆和机械运输要求，同时尽量节约占地，施工道路路基宽度采用4.5m，采用泥结碎石路面，施工时尽量结合地形设置，尽量做到土石方挖填平衡。经统计，本项目设置施工道路12.55km，其中施工便道12.35km、施工便桥0.20km，总占地面积为8.04hm²，主要占用耕地、林地、水域及水利设施用地和交通运输用地。施工道路具体情况详见表2.2-2。

表 2.2-2 本项目施工道路基本特性汇总表

项目	施工便道			施工便桥		施工道路合计	占地类型及面积 (hm ²)				
	主体 已有	方案 新增	小计	主体 已有	小计		耕地	林地	水域及水利 设施用地	交通运 输用地	小计
	km	km	km	km	km						
F+H+N 线	8.91	3.44	12.35	0.20	0.20	12.55	4.19	1.57	0.09	2.19	8.04

主体工程区施工道路9.11km，包括路基宽4.5m的施工便道8.91km，施工便桥200m/5座。新增临时占地为5.81hm²，主体工程区施工道路工程数量详见表2.2-3。

本方案考虑施工期间弃渣的运输，新增施工道路3.44km，路基宽度4.5m，泥结碎石路面，包括利用现有机耕道扩建施工便道1.90km，新建施工便道1.54km，新增临时占地为2.23hm²。方案新增临时工程施工运渣道路特性详见表2.2-4。

表 2.2-3 主体工程区施工道路工程数量表

位置或桩号	简易便道 (平原微丘)	路基宽度	施工便桥		占地面积
			长度/座	钢便桥桥墩个数	
	km	m	m/座	个	hm ²
FK0+000~FK8+768.81	4.10	4.5	80/2	3	2.67
HK14+300~HK16+500	1.65	4.5			1.08
NK16+500~NK24+767.62	3.16	4.5	120/3	5	2.06
合计	8.91		200/5	8	5.81

表 2.2-4 方案新增临时工程施工运渣道路特性表

行政区划	施工道路编号	连接部位	新建长度	整修长度	总长度	宽度	占地类型及面积 (hm ²)				路面结构	上路桩号
			(m)	(m)	(m)		耕地	林地	交通运输用地	小计		
内江市 东兴区	1#施工道路	1#弃渣场、路基	201	451	652	4.5	0.07	0.06	0.29	0.42	泥结碎石	FK1+085
	2#施工道路	3#弃渣场、路基	439	63	502	4.5	0.27	0.02	0.04	0.33	泥结碎石	FK7+344
	3#施工道路	4#弃渣场、K09 县道	311		311	4.5	0.03	0.17		0.20	泥结碎石	NK19+207
	4#施工道路	5#弃渣场、6#弃渣场、路基	948	1030	1978	4.5	0.40	0.21	0.67	1.28	泥结碎石	NK22+223
合计			1899	1544	3443		0.77	0.46	1.00	2.23		

2.2.3 施工用水、用电

（一）施工用水

本段公路沿线溪沟、堰塘众多，水源丰富，对混凝土具微腐蚀性，可用作施工用水。作饮用水对相关指标进行检测。跨越水体主要为清流河及其支流，对混凝土不具腐蚀性，可用作施工用水。施工用水通过水泵直接抽取，不新增供水设施。

（二）施工用电

项目沿线均有 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，但大桥、互通立交等重点工程，应自备发电机，作临时停电时备用，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，像片、块（条石），砂（灰）岩碎石等沿线均有产出，质量和数量均可满足设计要求。砂砾（卵）石分布较少，各料场均有公路及便道相通，交通运输条件较好。

本项目路基填料、施工用料除利用路基挖方外，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。

本项目沿线筑路材料料场调查情况见表 2.2-5。

表 2.2-5 本项目沿线筑路材料料场特性表

序号	材料名称	上路桩号	线外距离 (km)	料场说明	储藏量 (万 m ³)	开采方法	开采时间	运输方式
1	玄武岩	NK24+767.62	180	位于珙县巡场镇武家岩（白蛟采石场），岩体呈深灰、灰绿色，致密坚硬，表面风化后呈黄褐色或黑褐色，有氧化铁膜（斑），局部层位风化严重。	50	购买	全年	汽车
2	片石、块石、料石	FK4+900	35	料场位于荣昌县安富镇，产于三叠系上统须家河组（T3xj），为浅灰色、灰白色厚层石英砂岩，致密坚硬，发育两组节理，块体规则，利于开采利用。	20	购买	全年	汽车
3	砂砾石、细砂、机制砂、卵石	NK24+767.62	10	料场位于内江市谢家坝，为沱江第四系冲洪积堆积，位于江心，长约 500m，宽约 80m，可采厚度约 5m。砾石成分以花岗岩、辉岩、英安岩为主，石英岩、玄武岩次之，粒径一般 2~10cm，结构松散。	20	购买	全年	汽车
4	粉煤灰	NK24+767.62	130	料场设在宜宾市黄桷庄热电厂。粉煤灰是热电厂排出的废渣。日产量及储量丰富，其三级干灰细度 16.4%，烧失量 4.75， $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3=87.57\%$ 。	丰富	购买	全年	汽车
5	水泥	NK24+767.62	10	内江市东兴区振鑫水泥厂。该厂生产有各种标号的水泥，其质量稳定可靠，能满足本工程的要求。	丰富	购买	全年	汽车

2.2.5 弃渣场

（一）弃渣场规划原则

本工程沿线地貌以浅切丘陵为主，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）严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃渣场；

（2）涉及河道的应符合河流防洪规划和治导线规定，不得设置在河道、湖泊和建成水库管理范围内；

（3）宜选择荒沟、凹地、支毛沟；

（4）应充分利用取土（石、砂）场、废弃采坑、沉陷区等场地；

（5）应综合考虑弃渣场结束后的土地利用。

（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 55.84 万 m^3 （合松方 72.07 万 m^3 ）。根据现场勘查及内业工作，道路沿线共设置 6 个弃渣场。各弃渣场特征见表 2.2-6。

1#弃渣场位于袁家湾东侧附近 129m 一处山间凹地内，FK1+350 右侧 357m，中心地理坐标为 N29°37'9.79"，E105°19'48.31"，现状为耕地和林地，为坡地型渣场，上路桩号 FK0+996，运距 0.81km。弃渣主要来源于 FK0+000~FK2+800 段路基开挖弃渣，共弃渣 5.17 万 m^3 （合松方 6.44 万 m^3 ）。弃渣场设计容量 8.74 万 m^3 ，汇水面积 1.85 hm^2 ，占地面积 1.03 hm^2 。弃渣场内无人居住，堆渣体上方无居民点，坝址下方东侧约 197m 为居民点，高程 340m，虽其位置低于坝址线高程，水平距离大于安全防护距离（34m）。

2#弃渣场位于粟家冲南侧 172m 一处山间凹地内，FK5+600 右侧 50m，中心地理坐标为 N29°36'46.41"，E105°17'11.56"，现状为耕地和林地，为坡地型渣场，上路桩号 FK5+623，运距 0.05km。弃渣主要来源于 FK2+800~FK7+000 段内江市平坦互通和路基开挖弃渣，共弃渣 22.63 万 m^3 （合松方 28.74 万 m^3 ）。弃渣场设计容量 39.48 万 m^3 ，汇水面积 6.24 hm^2 ，占地面积 3.92 hm^2 。场地内无人居住，弃渣场下游北侧最近一处居民点距渣场底部约 119m，高程 340m，其位置高于坝址线高程，水平距离大于安全防护距离（42m）。

3#弃渣场位于龚家湾上游一处山间凹地内，FK7+636 左侧 442m，中心地理坐标

为 N29°36'54.34"，E105°15'58.00"，现状为耕地和林地，为坡地型渣场，上路桩号 FK7+720，运距 0.68km。弃渣主要来源于 FK7+000~HK16+500 段路基开挖弃渣，共弃渣 10.22 万 m³（合松方 13.18 万 m³）。弃渣场设计容量 18.72 万 m³，汇水面积 5.99hm²，占地面积 2.04hm²。场地内无人居住，堆渣体上方无居民点，弃渣场下游东侧最近一处居民点约 300m，高程 339m，虽其位置低于坝址线高程，水平距离大于安全防护距离（36m）。

4#弃渣场位于哨前坡南侧 212m 一处山间凹地内，NK18+550 左侧 1090m，中心地理坐标为 N29°35'27.12"，E105°12'42.72"，现状为耕地和林地，为坡地型渣场，上路桩号 NK19+205，运距 1.25km。弃渣主要来源于 NK16+500~NK20+800 段内江市顺河互通和路基开挖弃渣，共弃渣 7.36 万 m³（合松方 9.69 万 m³）。弃渣场设计容量 13.37 万 m³，汇水面积 4.48hm²，占地面积 1.58hm²。场地内无人居住，堆渣体上方无居民点，弃渣场下方北侧约 126m 为居民点，高程 322.5m，其位置高于坝址线高程，水平距离大于安全防护距离（36m）。

5#弃渣场位于菩萨岩东北侧 151m 一处山间凹地内，NK21+795 左侧 1505m，中心地理坐标为 N29°35'19.33"，E105°10'43.42"，现状为耕地和林地，为坡地型渣场，上路桩号 NK22+223，运距 1.90km。弃渣主要来源于 NK20+800~NK24+767.81 段高桥枢纽互通和路基开挖弃渣，共弃渣 5.66 万 m³（合松方 7.59 万 m³）。弃渣场设计容量 8.78 万 m³，汇水面积 4.46hm²，占地面积 1.24hm²。场地内无人居住，弃渣场下方无居民点；堆渣体上方北侧最近 1 处无人居住房屋水平距离约 30m，海拔 349m，其位置高于渣顶高程；堆渣体东侧有 1 处无人居住房屋，水平距离 16m，海拔高程 341m，其位置高于渣顶高程。

6#弃渣场位于范家院子北侧 217m 一处山间凹地内，NK22+038 左侧 853m，中心地理坐标为 N29°35'44.28"，E105°10'33.00"，现状为耕地和林地，为坡地型渣场，上路桩号 NK22+223，运距 1.03km。弃渣主要来源于 NK20+800~NK24+767.81 段高桥枢纽互通和路基开挖弃渣，共弃渣 4.80 万 m³（合松方 6.43 万 m³）。弃渣场设计容量 7.36 万 m³，汇水面积 6.75hm²，占地面积 1.49hm²。场地内无人居住，弃渣场下游无居民点；堆渣体上方南侧最近 2 处居民点水平距离约 15m，海拔 350m，其位置高于渣顶高程。

表 2.2-6 弃渣场规划表

市(县)	弃渣场 编号	弃渣场位置			运距 (km)	弃渣场容量 (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
		桩号	左 (m)	右 (m)			自然方	松方					耕地	林地	小计	
内江市 东兴区	1#	FK1+350		357	0.81	8.74	5.17	6.44	343~360	17	6.9	1.85	0.31	0.72	1.03	坡地型
	2#	FK5+600		50	0.05	39.48	22.63	28.74	339~360	21	8.9	6.24	2.59	1.33	3.92	坡地型
	3#	FK7+636		442	0.68	18.72	10.22	13.18	342~360	18	7.9	5.99	0.36	1.68	2.04	坡地型
	4#	NK18+550	1090		1.25	13.37	7.36	9.69	319.5~337.5	18	7.1	4.48	0.65	0.93	1.58	坡地型
	5#	NK21+795	1505		1.90	8.78	5.66	7.59	326~340	14	6.4	4.46	0.27	0.97	1.24	坡地型
	6#	NK22+038	853		1.03	7.36	4.80	6.43	331.5~347.5	16	4.5	6.75	0.96	0.53	1.49	坡地型
合计							55.84	72.07					5.14	6.16	11.30	

2.2.6 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：

2.2.6.1 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：碎石桩、塑料排水板和砂卵石换填表层 1~3m 粉质粘土等措施进行综合处理。

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。

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 $\leq 2.0\text{m}$ ，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 $\leq 100\text{cm}$ 。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 $\leq 50\text{mm}$ ，含泥量不得大于 5%。

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的方式获得。

2.2.6.2 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。

2.2.6.3 桥涵施工

本项目全线共设置 4658m/14 座，小桥 112m/4 座，桥梁总计 4770m/18 座。

本项目常规大、中桥上部构造根据墩高及跨越构造物情况采用 25mT 梁及 40mT 梁，常规桥梁 $L > 20\text{m}$ 采用预应力砼筒支 T 梁， $L = 16\text{m}$ 采用预应力砼筒支小箱梁；全线桥梁跨径采用 16、25、40m，其中墩高小于 10m 的小桥采用 16m 跨径；桥梁下

部构造桥墩一般采用圆柱式墩，钻孔灌注桩基础，桥台可根据实际情况采用桩柱式、肋板台、重力式 U 形桥台及座板台等形式，重力式 U 形桥台高度不宜超过 12m，桩柱式桥台高度不宜超过 6m。

（一）桥梁上部结构施工

桥梁上部结构为预应力砼小箱梁或预应力砼筒支 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。

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

（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。钻孔灌注桩施工：（1）首先在施工场地上钻孔，钻孔完毕后进行清孔；（2）安装预制好的钢筋笼，钢筋笼安装完毕，进行二次清孔；（3）浇筑混凝土，完成基础施工。承台按其出露地面位置也分为 2 类：若桩身全部埋于土中，承台底面与土体接触，则称为低承台桩基；若桩身上部露出地面而承台底位于地面以上，则称为高承台桩基。在桥梁设计施工中，低承台桩基广泛运用。承台施工：（1）用全站仪坐标放样法进行桩基础位置复测，保证桩位偏差在规范允许范围之内；（2）人工开挖基坑，用砂浆处理地表，保证地面承载力；（3）钢筋模板的预制和现场支立；（4）混凝土的浇筑与养护。

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

台身、台帽施工采用满堂支架法，其施工顺序为：（1）运用钢管、扣件和脚手板搭建双排脚手架；（2）筑砌台身；（3）台帽模板的材料准备及现场安装、固定；

(4) 混凝土浇筑；(5) 模板拆除及洒水养护；(6) 台背回填土。

(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施工。清流河大桥、太基土大桥、聚源村大桥、费家湾大桥采用沙袋围堰施工。

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、互通挖方，选用粘性土或砂夹粘性土，筑堰前清除堰底河床上杂物、树根、石块等。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。

(四) 不涉水桥梁施工

本项目不涉水桥梁均为旱桥，其桥梁标高均不受洪水位限制。旱桥施工应注意对桥梁下方植被资源的保护，减少因施工带来的新增水土流失。桥墩钻孔后的泥浆运至附近沉沙池进行沉淀，然后定期将池内的沉淀物运至弃渣场进行处置，或作为互通立交的景观用土进行利用。

(五) 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沉沙池，桩基出浆进入沉沙池沉淀，沉淀后的上清液循环使用，清出的沉淀物运至邻近弃渣场集中堆放；桥台基础开挖弃渣将用于回填或将其运至邻近弃渣场集中堆放；涵洞基础开挖弃渣将用于回填或将其运至邻近弃渣场集中堆放，尽可能的减小因桥涵施工造成的水土流失危害。

(六) 桥梁、涵洞导流施工

根据项目区域内的水文特点及水利设施状况，桥梁施工按河床位置分为河床外

导流和河床内导流。河床外导流用围堰一次拦断整个河床，让河水通过河床外的导流泄水建筑物导向下游；河床内导流用围堰先后分段围护部分河床，河水通过被束窄的另一部分河床导走，分期导流。

涵洞上游与跌水井、路堑排水边沟或路堤排水沟相接，当上游还有季节性溪沟时，通过开沟进行延长与自然沟渠衔接，设置排水沟导流。下游出口处若为水田，设置跌水井对泥沙进行沉淀处理，跌水井出口通过排水沟与自然沟渠顺接。

2.2.6.4 绿化工程

（一）路基

（1）边坡绿化路基边坡绿化主要采用喷播植草和植草护坡进行绿化；

（2）中央分隔带绿化中央分隔带绿化从防眩功能、减少中分带水土流失等目的出发，采用栽植灌木及小乔木、撒播草籽等方式进行绿化。桥梁中央分隔带统一安装防眩板，不再做绿化设计。

（二）互通

互通绿化物种选择应适地适树，栽植模式应自然，还应考虑减少后期维护成本，使其自身形成稳定的生态系统进行自我调节、繁育，做到少维护或尽量不维护。同时根据项目景观段的不同特点，选择具有鲜明地域特色的 2~3 种树种作为主题物种，利用不同的观花、观叶树种进行搭配，以体现各个节点的不同。

（三）管养服务设施

管养服务设施绿化工程主要包括服务区内植被绿化以及管理养护站内的绿化，A、B 类服务区除了提供加油、厕所、餐饮、住宿等高速公路运营所必须的基本服务功能之外，应注重景观效果的提升。

2.2.6.5 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。

路线与沿途的天然排水沟、排洪沟、河流以及农田水利设施发生干扰时，需对被占用的沟渠部分段落进行改（赔），对于天然排水沟、排洪沟、河流改移时原则上要求远离路基，如果必须靠近路基时，则在路堤边坡坡脚外侧需设置不小于 2.0m 的护坡道，并根据洪水位及冲刷情况对河（沟）床、岸坡、路堤边坡加强防护，必要时在弯道和沟床纵坡较大处设置防冲刷及消能设施，沟床流水纵坡原则上不小于

0.5%，特殊困难地段不小于 0.3%。对于农灌水渠的改移，原则上要求改移至公路用地界外，如果须赔于路基边坡上，要求与路基边沟、排水沟分开设置，沟壁进行浆砌防护，并做好防渗、防漏措施，以免造成漏水危害路基，影响公路安全，沟底纵坡原则上不小于 0.5%，特殊困难地段不小于 0.3%。

边坡应根据开挖高度、地层岩性、岩层产状、斜坡坡度、水文地质条件等采用合理的开挖坡比，同时采取坡面墙结合植被生态防护等措施对开挖边坡进行防护。对挖方高度较大的边坡，应分级设置开挖平台，为防止雨水冲刷坡面，在边坡外围设置截水沟。

2.3 工程占地

本项目主体工程永久占地包括路基路面、桥梁、交叉工程、沿线设施等；临时占地包括弃渣场、施工道路和施工生产生活区占地等。

经统计，本工程占地总面积为 157.49hm²，其中永久占地 136.65hm²，临时占地 20.84hm²。主体工程建设占用土地 136.65hm²，包括耕地 83.33hm²，林地 40.33hm²，住宅用地 10.29hm²，水域及水利设施用地 2.73hm²；临时工程占用土地 20.84hm²，包括耕地 9.33hm²，林地 9.23hm²，水域及水利设施用地 0.09hm²，交通运输用地 2.19hm²。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

市（县）	项目	耕地	林地	住宅用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	小计	
内江市 东兴区	永久 占地	路基工程	31.36	21.09	8.35	0.34	61.14	
		桥梁工程	3.67	2.78	1.05	1.78	9.28	
		交叉工程	44.91	8.36	0.68	0.43	54.38	
		沿线设施	3.39	8.07	0.21	0.18	11.85	
		小计	83.33	40.30	10.29	2.73	136.65	
	临时 占地	施工道路	4.19	1.57		0.09	2.19	8.04
		施工生产生活区		1.50				1.50
		弃渣场	5.14	6.16				11.30
		小计	9.33	9.23		0.09	2.19	20.84
	合计		92.66	49.53	10.29	2.82	2.19	157.49

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）表土剥离量分析

项目区位于低山丘陵地带，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路基施工工艺，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；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 $\geq 20\text{cm}$ 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，桥梁工程区占用耕地扰动区域主要为施工临时占压的桥底地表，本方案考虑对施工期间临时占压的桥底地表进行表土剥离。本方案拟对路基工程、交叉工程和沿线设施区占地范围内表土厚度 $\geq 20\text{cm}$ 的耕地进行剥离，对桥梁工程桥底地表范围内表土厚度 $\geq 20\text{cm}$ 的耕地进行剥离，经估算主体工程区剥离表土耕地面积为 83.33hm^2 ，表土剥离量为 16.66 万 m^3 （自然方）。主体工程区表土剥离量计算见表 2.4-1。

表 2.4-1 主体工程区表土剥离量计算表

区县	组成	剥离表土地类及面积 (hm^2)	剥离表土量 (万 m^3)
		耕地	
内江市东兴区	路基	31.36	6.27
	桥梁	3.67	0.73
	互通	44.91	8.98
	沿线设施	3.39	0.68
	小计	83.33	16.66

（二）主体工程剥离表土利用规划

主体工程区剥离的表土主要用于：①中央分隔带，一般栽植灌草，根据 V 型槽深度，一般平均覆土 50cm 左右；②路基、桥梁、互通边坡，一般栽植灌草及藤蔓植物，护坡道坡脚可栽植带土球乔木，覆土厚度按 25cm 考虑；③互通立交，互通立交区占地面积较大，除匝道、桥梁等工程区外，其余其余后期都将进行绿化，结合行车视距要求，绿化一般采用乔灌草结合的形式，以灌草为主，覆土厚度按 50cm 考虑；④沿线设施区，沿线设施区一般以路面硬化为主，仅在场地区边界开挖边坡及部分空地进行灌草绿化，覆土厚度按 50cm 考虑。

（三）表土需求量

根据主体工程设计资料，主体工程表土需求量见表 2.4-2。

表 2.4-2 主体工程区表土需求计列表

组成	中央分隔带覆土		边坡绿化覆土			场内绿化覆土			合计
	路基长度 (m)	需土量 (万 m ³)	边坡绿化面积 (hm ²)	覆土厚度 (cm)	需土量 (万 m ³)	场地绿化面积 (hm ²)	覆土厚度 (cm)	需土量 (万 m ³)	
路基	12066	0.60	24.13	25	6.03				6.63
桥梁			2.93	25	0.73				0.73
互通			5.69	25	1.42	13.59	50	6.80	8.22
沿线设施						1.05	50	0.53	0.53
总计	12066	0.60	32.75		8.18	14.64		7.33	16.11

本项目主体工程区表土平衡详见表 2.4-3。

表 2.4-3 主体工程区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)	自然方 (万 m ³)	松方 (万 m ³)			
路基工程	6.27	6.63	0.36			
桥梁工程	0.73	0.73				
交叉工程	8.98	8.22		0.36	0.40	0.48
沿线设施	0.68	0.53			0.15	0.18
合计	16.66	16.11	0.36	0.36	0.55	0.66

(四) 主体工程利用表土堆存规划

剥离表土主要用于工程施工后期路基挖填边坡、交叉工程和沿线设施绿化用土，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、互通立交区、沿线设施区等区域分别堆放，不新增临时占地。施工单位可根据现场情况灵活选择路基剥离表土堆存地点，一般 1~2km 选择 1 处。表土堆放时平均堆高约 3.0m，堆场周围用土填草袋拦挡，表面撒播草籽，堆积表土采取无纺布覆盖，以防雨水冲刷松散土方，造成潜在的水土流失。

2.4.1.2 施工道路

施工结束后，除整治的既有乡村道路保留外，新建施工道路原则上均进行复耕及绿化恢复，因此在修建前需对表层土壤进行剥离并集中堆放。根据现场调查，施工道路主要占用耕地、林地、水域及水利设施用地和交通运输用地，其中：耕地、林地区域可剥离表土，机械剥离厚度耕地 30cm，林地 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。

由于施工道路占地面积小，表土剥离量小，呈线性分布。连接主体工程区的施工道路，剥离的表土可与主体工程区剥离的表土一同堆放于路基边坡、互通立交区或服务区、道路占地范围内相对平缓处；与临时工程区连接的施工道路，剥离的表土可堆放在其连接的临时工程区内（弃渣场、施工生产生活区）。需堆存的表土按平

均堆高 3.0m 堆放，同样采用拦挡、覆盖防护措施对其进行防护，施工道路使用结束后用于场地绿化。施工道路表土剥离及堆存规划见表 2.4-4。

表 2.4-4 施工道路表土剥离及堆存规划表

行政区划	剥离表土地类及面积 (hm ²)			剥离表土量	表土需求量	堆场面积
	耕地	林地	小计	(万 m ³)	(万 m ³)	(hm ²)
内江市东兴区	4.19	1.57	5.76	1.57	1.57	0.52

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，但为满足部分大桥施工新增 2 处施工生产生活区。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，同样采用拦挡、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 2.4-5。

表 2.4-5 施工生产生活区表土剥离及堆存规划表

行政区划	剥离表土地类及面积 (hm ²)		剥离表土量	表土需求量	堆场面积
	林地	小计	(万 m ³)	(万 m ³)	(hm ²)
内江市东兴区	1.50	1.50	0.30	0.30	0.10

2.4.1.4 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。本项目弃渣场主要占地耕地、林地，根据现场调查，渣场底部较平缓地带以耕地为主，耕地表土层厚在 20~50cm 之间，采用机械较易剥离；林地表土层厚度在 9~30cm 之间。由于弃渣场设置在地势相对较平缓的缓坡上，所占用的林地地形坡度也相对较缓，同时弃渣从下往上依次堆放，林地表土可随堆渣高度的增加而逐次进行剥离，因此林地厚度 $\geq 20\text{cm}$ 的耕地、林地表土采用机械全部进行剥离，以最大限度利用表土，改善弃渣场后期立地条件。

本工程渣场占地范围内的耕地表土剥离厚度按 30cm 考虑，林地表土剥离厚度按 20cm 考虑。弃渣场地形一般为丘陵地貌，弃渣堆放需分层进行。施工单位根据

现场施工进度，对先行扰动的弃渣场地块进行表土剥离，剥离出的表土可堆放至未扰动的弃渣场场地内，后移至先行堆放完成的渣体上，待渣场下部堆渣完成后及时进行回铺和转运。采用拦挡、覆盖防护措施对其进行防护，最后将表土平铺在渣体表面进行复耕和绿化，以减少表土堆存临时占地，剥离表土平均按 3.0m 堆高堆放。

渣场剥离表土临时堆存规划见表 2.4-6。

表 2.4-6 弃渣场剥离表土临时堆存规划表

市（县）	弃渣场 编号	剥离表土地类及面积（hm ² ）			表土剥离量 （万 m ³ ）	弃渣场需土量 （万 m ³ ）	堆场面积 （hm ² ）
		耕地	林地	小计			
内江市 东兴区	1#	0.31	0.72	1.03	0.24	0.24	0.08
	2#	2.59	1.33	3.92	1.04	1.04	0.35
	3#	0.36	1.68	2.04	0.44	0.44	0.15
	4#	0.65	0.93	1.58	0.38	0.38	0.13
	5#	0.27	0.97	1.24	0.28	0.28	0.09
	6#	0.96	0.53	1.49	0.39	0.39	0.13
合计		5.14	6.16	11.30	2.77	2.77	0.93

2.4.1.5 表土汇总

综上所述，本项目后期复耕和绿化回覆表土需求量为 20.75 万 m³，表土总剥离量为 21.30 万 m³，表土区间调配 0.36 万 m³，表土富 0.55 万 m³，折合压实方 0.66 万 m³，全部运往弃渣场顶面集中堆存，满足覆土厚度要求。本项目表土平衡详见表 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 ）	自然方（万 m ³ ）	松方（万 m ³ ）			
主体工程区	16.66	16.11	0.36	0.36	0.55	0.66
施工道路	1.57	1.57				
施工生产生活区	0.30	0.30				
弃渣场	2.77	2.77				
合计	21.30	20.75	0.36	0.36	0.55	0.66

2.4.1.6 表土堆放

本项目共剥离表土 21.30 万 m³，由于用土区域较为分散，为方便后期用土需要，表土临时堆放利用路基红线范围内、交叉工程、沿线设施区、弃渣场、施工生产生活区和施工道路等区域进行堆放，未新增临时占地。表土临时堆放场按平均堆高 3.0m 考虑，表土堆放需占地 7.09m²，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 表土堆放场规划表

项目分区	序号	堆放位置		表土堆 放量	平均 堆高	表土堆 放占地	备注
				万 m ³	m	hm ²	
路基 工程区	1	FK1+550	路基占地红线内	1.78	3	0.59	桥梁工程附近 多为缓坡及河 道，剥离的表 土堆放在周边 路基范围内平 缓处
	2	FK6+337	路基占地红线内	1.52	3	0.51	
	3	HK14+710	路基占地红线内	1.80	3	0.60	
	4	NK17+324	路基占地红线内	1.12	3	0.37	
	5	NK2+030	路基占地红线内	0.78	3	0.26	
		小计			7.00		
交叉 工程区	1	FK3+391	内江市平坦互通	2.70	3	0.90	
	2	NK19+788	内江市顺河互通	2.76	3	0.92	
	3	NK24+116	高桥枢纽互通	3.52	3	1.17	
		小计			8.98		2.99
沿线 设施区	1	FK1+500	内江服务区、养护工区	0.61	3	0.20	
	3	NK24+116	管理分中心（监控分中心）	0.07	3	0.02	
		小计			0.68		0.22
弃渣场区	1	FK1+350	1#弃渣场	0.24	3	0.08	
	2	FK5+600	2#弃渣场	1.04	3	0.35	
	3	FK7+636	3#弃渣场	0.44	3	0.15	
	4	NK18+550	4#弃渣场	0.38	3	0.13	
	5	NK21+795	5#弃渣场	0.28	3	0.09	
	6	NK22+038	6#弃渣场	0.39	3	0.13	
		小计			2.77		0.93
施工生产 生活区	1	FK6+890	3#施工生产生活区	0.14	3	0.05	
	2	HK15+650	4#施工生产生活区	0.16	3	0.05	
		小计			0.30		0.10
施工 道路区	1	FK1+350	1#施工道路	0.03	3	0.01	
	2	FK7+636	2#施工道路	0.09	3	0.03	
	3	NK18+550	3#施工道路	0.04	3	0.01	
	4	NK21+816	4#施工道路	0.16	3	0.05	
	14		主体工程施工道路	1.25	3	0.42	主体工程施工 道路剥离的表 土堆放在各施 工道路范围内 平缓处
		小计			1.57		0.52
合计				21.30		7.09	

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+调入=填方+弃方+调出”进行平衡。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 333.72~357.54m，最高点位于高桥互通大桥附近（NK24+100），最低点位于起点清流河大桥（FK0+000），最大纵坡 4%，路线高程布设结合纵面指标进行选择，尽量做到挖填平衡，以减少弃渣量和外借土石方。挖方含一般路基表土剥离和开挖、特殊路基淤泥质土挖除、桥梁基础及桥台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，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。表土主要为永久征地范围内的上层腐殖土，在土石方开挖前根据按需剥离的原则进行集中剥离，以满足后期绿化的要求，提高植物的存活率，同时减少弃渣量。

根据主体工程土石方调运安排，多余土石方量优先考虑作为相邻路段路基填料回填使用，交通条件好的路段可运至较远路段回填，以最大限度减少弃方。根据项目组成，本工程土石方计算包含一般路基、特殊路基、桥梁工程、交叉工程、沿线设施、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 269.27 万 m^3 （自然方，下同，含表土 21.30 万 m^3 ），填方 230.53 万 m^3 ，借方 17.10 万 m^3 （均为特殊路基换填砂砾石，采用外购），弃方 55.84 万 m^3 （合松方 72.07 万 m^3 ）。本项目弃渣有杂填土、粘土、砂质泥岩、泥岩夹粉砂岩等，堆存于沿线设置的 6 处弃渣场内。在渣体的堆积过程中，应尽量将渗透性能较好的泥岩、砂岩堆置在渣体前缘，使渣体排水良好，降低渣体浸润线；同时，将土质弃渣尽量堆放在弃渣顶部，便于弃渣场使用完毕后的绿化。施工弃渣过程中，每次弃渣结束后均应进行碾压，渣体压实度不小于 85%。

本工程土石方平衡分析见表 2.4-9~2.4-10，土石方流向情况见图 2.4-1。

表 2.4-9 主体工程土石方平衡表 单位：万 m³

序号	起讫桩号	长度 (km)	项目名称	挖方				调入			调出			借方					填方					余(废)方				弃渣去向	平衡节点			
				表土	土	石	合计	土	石	来源	土	石	去向	土	来源	石	来源	砂砾石	来源	表土	土	石	砂砾石	合计	土	石	合计			合松方		
1	FK0+000~FK2+800	2.800	一般路基	0.47	4.94	12.62	18.03				0.21	0.81	沿线设施					0.47	4.40	10.27		15.14	0.33	1.54	1.87	2.48	1#弃渣场	路线起点				
			特殊路基		2.68		2.68																2.68	2.68		2.68			3.22			
			桥梁工程	0.10	0.62		0.72												0.10				0.10	0.62		0.62			0.74			
			沿线设施	0.32	4.92	5.15	10.39	0.21	0.81	一般路基									0.32	5.13	5.96		11.41									
			小计	0.89	13.16	17.77	31.82	0.21	0.81				0.21	0.81				2.68	外购	0.89	9.53	16.23	2.68	29.33	3.63	1.54			5.17	6.44		
2	FK2+800~FK7+000	4.200	一般路基	2.31	17.69	46.66	66.66	0.36									2.67	16.27	37.97		56.91	1.42	8.69	10.11	13.44	2#弃渣场	内江市平坦互通					
			特殊路基		9.91		9.91																9.91	9.91				9.91	11.89			
			桥梁工程	0.10	0.73		0.83												0.10				0.10	0.73				0.73	0.88			
			交叉工程	2.68	4.68	11.31	18.67				0.36			一般路基				1.80	外购	2.32	4.18	9.93	1.80	18.23	0.00			1.88	1.88	2.54		
			小计	5.09	33.01	57.97	96.07	0.36			0.36						11.71	外购	5.09	20.45	47.90	11.71	85.15	12.06	10.57			22.63	28.74			
3	FK7+000~HK16+500	3.968	一般路基	2.21	8.67	25.38	36.26										2.21	8.25	19.25		29.71	0.42	6.13	6.55	8.78	3#弃渣场	路基					
			特殊路基		2.71		2.71																2.71	2.71				2.71	3.25			
			桥梁工程	0.20	0.96		1.16												0.20				0.20	0.96				0.96	1.15			
			小计	2.41	12.34	25.38	40.13												2.41	8.25	19.25	2.71	32.62	4.09	6.13			10.22	13.18			
			交叉工程	1.02	7.11	21.29	29.42				0.78	0.86	交叉工程						1.02	6.31	14.72		22.05	0.02	5.71			5.73	7.73			
4	NK16+500~NK20+800	4.300	桥梁工程																							4#弃渣场	内江市顺河互通					
			交叉工程	0.23	1.63		1.86	0.78	0.86	一般路基									0.23				0.23	1.63				1.63	1.96			
			沿线设施	1.39	1.40	3.28	6.07												1.39	2.18	4.14		7.71									
			小计	2.64	10.14	24.57	37.35	0.78	0.86				0.78	0.86				2.64	8.49	18.86		29.99	1.65	5.71	7.36			9.69				
			一般路基	0.26	11.33	24.11	35.70				4.19		交叉工程						0.26	7.14	16.67		24.07	0.00	7.44			7.44	10.04			
5	NK20+800~NK24+767.62	3.968	桥梁工程	0.10	0.57		0.67											0.10				0.10	0.57		0.57	0.68	5#、6#弃渣场	高桥枢纽互通				
			交叉工程	4.91	10.05	0.36	15.32	5.88		一般路基、沿线设施									4.91	13.17	0.88		18.96		2.24	2.24			3.02			
			沿线设施	0.36	2.71	2.98	6.05				1.69		交叉工程						0.36	1.02	2.77		4.15	0.00	0.21	0.21			0.28			
			小计	5.63	24.66	27.45	57.74	5.88			5.88								5.63	21.33	20.32		47.28	0.57	9.89	10.46			14.02			
			一般路基	6.27	49.74	130.06	186.07	0.36			5.18	1.67							6.63	42.37	98.88		147.88	2.19	29.51	31.70			42.47			
主体工程合计	19.236	特殊路基		15.30		15.30															15.30	15.30		15.30	18.36							
		桥梁工程	0.73	4.51		5.24												0.73				0.73	4.51		4.51			5.40				
		交叉工程	8.98	16.13	14.95	40.06	6.66	0.86		0.36						1.80	外购	8.62	19.53	14.95	1.80	44.90		4.12	4.12			5.56				
		沿线设施	0.68	7.63	8.13	16.44	0.21	0.81		1.69								0.68	6.15	8.73		15.56		0.21	0.21			0.28				
		小计	16.66	93.31	153.14	263.11	7.23	1.67		7.23	1.67							17.10				16.66	68.05	122.56	17.10			224.37	22.00	33.84	55.84	72.07

注：表中数据除弃方外均为自然方，弃方中土方松散系数按 1.20，石方按 1.35 进行换算。

表 2.4-10 土石方平衡汇总表 单位：万 m³

项目名称	挖方				调入			调出			借方		填方					弃方			
	表土	土	石	小计	土	石	来源	土	石	去向	砂砾石	来源	表土	土	石	砂砾石	小计	土	石	小计	合松方
一般路基	6.27	49.74	130.06	186.07	0.36		交叉工程	5.18	1.67	沿线设施、交叉工程			6.63	42.37	98.88		147.88	2.19	29.51	31.70	42.47
特殊路基		15.30		15.30								15.30	外购			15.30	15.30	15.30		15.30	18.36
桥梁工程	0.73	4.51		5.24									0.73			0.73	4.51		4.51	5.40	
交叉工程	8.98	16.13	14.95	40.06	6.66	0.86	一般路基、沿线设施	0.36		一般路基	1.80	外购	8.62	19.53	14.95	1.80	44.90		4.12	4.12	5.56
沿线设施	0.68	7.63	8.13	16.44	0.21	0.81	一般路基	1.69		交叉工程			0.68	6.15	8.73		15.56		0.21	0.21	0.28
施工道路	1.57	1.12	0.06	2.75									1.57	1.12	0.06		2.75				
施工生产生活区	0.30	0.23	0.11	0.64									0.30	0.23	0.11		0.64				
弃渣场	2.77			2.77									2.77				2.77				
合计	21.30	94.66	153.31	269.27	7.23	1.67		7.23	1.67		17.10		21.30	69.4	122.73	17.10	230.53	22.00	33.84	55.84	72.07

集渣路段		借方 (自然方)	土石方填筑 (自然方)	土石方开挖 (自然方)	弃渣 (自然方)	表土堆存点编号 弃渣场编号
FX0+000~FX2+800	主体工程	2.68万m ³	29.33万m ³	31.82万m ³	5.17万m ³	1#弃渣场
FX2+800~FX7+000	主体工程	11.71万m ³	85.15万m ³	96.07万m ³	22.63万m ³	2#弃渣场
FX7+000~HK16+500	主体工程	2.71万m ³	32.62万m ³	40.13万m ³	10.22万m ³	3#弃渣场
NK16+500~NK20+800	主体工程		29.99万m ³	37.35万m ³	7.36万m ³	4#弃渣场
NK20+800~NK24+768	主体工程		47.28万m ³	57.47万m ³	10.46万m ³	5、6#弃渣场
临时工程	弃渣场		2.77万m ³	2.77万m ³		弃渣场占地范围
	施工生产生活区		0.64万m ³	0.64万m ³		施工生产生活区占地范围
	施工道路		2.75万m ³	2.75万m ³		施工道路占地范围

图 2.4-1 土石方流向框图

由上表可知，工程施工期间土石方综合利用率较高。部分路段可采用“移挖作填”的原则调配，其中互通工程及服务区内可利用场地内景观工程消纳部分土方，挖除土石方首先考虑回填利用，不足部分可通过运调处理。交叉工程和沿线设施中，工程挖土方全部利用于绿化覆土及景观工程，无剩余土方，剩余石方约 4.33 万 m² 将作为弃方运至弃渣场。施工前期对一般路基、交叉工程、沿线设施、施工道路、施工生产生活区及弃渣场扰动区域进行表土剥离，后期作为绿化覆土用于各区景观绿化，有效减少了弃渣量，符合水土保持要求。

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本项目推荐路线按照高速公路线路走向原则，在路线经过主要场镇和区县时，按照“近而不进”的原则已绕避布置，在公路施工过程中临时设施布置、渣料场选址也尽可能地避开了沿线居民及重要设施，施工中基本不存在移民迁建及专项设施改建等工程。因此工程占地范围内占地拆迁主要是工程永久占地范围内的房屋迁建及部分专项设施改建。

根据国家相关政策，拆迁房屋由建设单位一次性以货币形式进行赔偿，由当地政府按照四川省有关建房安置标准负责安置事宜。经统计，永久占地范围内拆迁建筑面积 3.75 万 m²，见表 2.5-1。另外，在公路建设过程中要拆迁电力电讯、给排水

管线 32.09km，这类设施改建统一由建设业主出资，设施主管部门负责实施。

表 2.5-1 本项目拆迁建筑面积一览表

行政区	拆迁建筑分类 (m ²)				
	砖混房	砖瓦房	牲畜棚	院坝	合计
内江市东兴区	19247	14288	2335	1581	37451

2.6 施工进度

本项目拟于 2020 年 10 月开工，2023 年 9 月建成通车，建设工期 3 年。主体工程各主要建筑物施工进度见表 2.6-1。

表 2.6-1 主体工程施工进度安排

项目 \ 进度 (年)	2020 年	2021 年				2022 年				2023 年		
	第 4 季度	第 1 季度	第 2 季度	第 3 季度	第 4 季度	第 1 季度	第 2 季度	第 3 季度	第 4 季度	第 1 季度	第 2 季度	第 3 季度
施工准备	■											
路基工程		■	■	■	■	■	■	■	■			
涵洞及通道			■	■	■	■						
防护及排水		■	■	■	■	■						
桥梁工程		■	■	■	■	■	■	■	■			
路面工程										■	■	■
互通工程								■	■	■	■	
沿线设施								■	■	■		
交安及绿化工程							■	■		■	■	■

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

内江市地形西北高、东南低，东西两侧向中间倾斜，东部与川东平行山岭余脉相连，西部为龙泉山余脉和荣威穷窿低山区。境内浅丘为主，小丘呈浑圆状或垅岗状，地形起伏，沟谷纵横，分割零碎。境内最高点为位于威远县西北部的大堡山，海拔 902.5m。项目建设区地貌类型主要为构造剥蚀地貌，且以丘陵为主。

项目区位于四川省东南部，地理坐标为 E105°8'52.39"~105°20'38.85"，N29°36'3.35"~29°36'56.43"，属内江市东兴区境内。项目地处四川盆地盆周山地区的南西缘山地亚区及四川盆地南低山丘陵区，分布于路线走廊的大部分地带，由侏罗系、白垩系的砂岩和泥岩组成，绝对高程一般在 300~400m，相对高差多在 20~60m，平缓宽谷较为发育，短而多，形成珊瑚状丘陵，河谷横断面多呈箱形，丘陵形态多呈圆丘、块丘状。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地层岩性

本项目走廊带出露地层主要为三叠系、侏罗系、白垩系和第四系地层，零星出露寒武系上统地层，现将项目区域内地层岩性按由老至新简述如下：

(1) 侏罗系

分布于路线全线大部分路段，整合于三叠系之上。

①珍珠冲组 (J_{1z}): 系从自流井群众解体出来的一个组，位于须家河组顶部长石石英砂岩之上，自流井组灰岩底之下，由紫红色泥岩、砂质泥岩夹黄绿色泥页岩、泥质粉砂岩和薄至中厚层状粉~细粒石英砂岩组成。

②自流井组 (J_{1-2z}): 为湖相红色碎屑岩沉积，主要岩性为紫红色砂质泥岩夹粉砂岩、钙质粉砂岩及少量细砂岩。中下部泥岩中见有铁矿化，顶部砂岩中夹赤铁矿透镜体。

③新田沟组 (J_{2x}): 灰紫、紫红色钙质粉砂岩、泥岩、灰白色长石石英砂岩夹杂色页岩和泥灰岩，底部为砾岩或含砾砂岩。

④沙溪庙组 (J_{2s}): 为河湖相砂、泥岩沉积，岩性、岩相变化不大。上段岩性为紫红色泥岩、砂泥岩与长石石英砂岩互层。下段岩性为紫红色泥岩、砂质泥岩，顶有一层页岩。泥岩多于砂岩，一般含钙质，顶部出现钙质结核。

⑤遂宁组 (J_3s): 属河湖沉积, 岩性单一, 变化不大。为一套鲜红色、棕红色泥岩、砂质泥岩夹少量粉砂岩及细砂岩, 泥岩一般含钙质, 局部钙质结核富集成层。

(2) 白垩系

主要分布于宜宾县天平村~红卫村一带。

①窝头山组 (K_1w)

砖红色长石石英砂岩夹泥岩, 底为含砾砂岩。

②打儿函组 (K_1d)

砖红色长石砂岩, 具大型斜层理。

(3) 第四系

工作区第四系共分为更新统 (Q_{2-3}) 及全新统 (Q_4)

①中更新统 (Q_2^{al})

零星分布于长江河谷四、五级阶地上。上部为黄、红色粉质粘土, 下部为黄色砾石层, 砾石风化剧烈。

②上更新统 (Q_3^{al})

零星分布于长江河谷二、三级阶地上。上部为黄、红色粉质粘土, 下部为黄色砾石层。

③全新统 (Q_4^{al})

分布于长江河谷, 组成一级阶地和漫滩。

岩性上部为杏黄、土黄色粘质砂土、粘土; 下部为砾卵石夹杏黄色砂质粘土等。砾石成分有砂岩、灰岩、花岗岩、玄武岩和变质岩等, 粒径一般为 5~20cm, 分选性与磨圆度较差。

2.7.2.2 地质构造

项目所在区域属扬子准地台, 川中台坳, 自贡台凹构造带内。项目区区域地质构造呈北东~南西向展布, 线路行经的背斜、向斜及断层分述如下:

(1) 褶皱

①白马镇向斜

位于威远新店子~内江对木镇一带, 长 48km, 轴向北 60°东, 轴部地层由遂宁组构成, 两翼地层为沙溪庙组, 两翼宽缓, 对称, 倾角 4~8°。

②黄家场背斜

位于隆昌、自贡间。东起黄家场, 西至牛佛渡。长 20km, 轴向北 80°东。核部

由新田沟组（断出）、下沙溪庙组构成。两翼地层为上沙溪庙组，两翼不对称，北翼倾角 $4^{\circ}\sim 18^{\circ}$ ；南翼倾角 $10^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ；并有宽11km、长1km的地层陡带。闭合良好，以下沙溪庙组“叶肢介页岩”为标准层圈定的构造，长24km，宽5.3km，闭合面积 110km^2 ，闭合差375m。西端被断层斜切。

③龙爪寺向斜

位于富顺邓关以北，长38km，轴向北 50° 东，轴部地层由遂宁组构成，两翼地层为沙溪庙组，两翼平缓，对称，倾角 $3^{\circ}\sim 9^{\circ}$ 。

④蟠龙场向斜

位于富顺、宜宾、步滩之间，长69km，轴向北 50° 东，轴部地层由高坎坝组构成，两翼地层为白垩系三合组到侏罗系遂宁组，两翼不对称，东翼倾角 $10^{\circ}\sim 49^{\circ}$ ，西翼倾角 $2^{\circ}\sim 13^{\circ}$ 。

⑤同心寨向斜

位于兴隆场以西，长31km，轴向北 40° 东，轴部地层由窝头山组构成，两翼地层为蓬莱镇组、沙溪庙组，两翼对称，倾角 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ；轴线向南弯突。

⑥杨家山背斜

位于富顺县狮子滩、潘家嘴一带。长8km，轴向北 50° 东。核部和两翼均由上沙溪庙组构成。两翼不对称，南东翼倾角 $7^{\circ}\sim 29^{\circ}$ ，伴有岩层陡带（倾角 50° 以上，长3km、宽400m），北西翼倾角 $4^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ；两端侵没角 $3^{\circ}\sim 4^{\circ}$ ；呈单箱状。

⑦宋家场背斜

位于南溪西南。北起南溪，南至宋家场，长14.5km。短轴状，轴向北 45° 东。上沙溪庙组构成核部，高点在罗龙场附近。两翼地层为遂宁组及蓬莱镇组，北西翼倾角 $8^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ；南东翼倾角 $7^{\circ}\sim 18^{\circ}$ 南与区外的贾珍溪背斜呈斜鞍相接。

(2) 断层

①华蓥山大断裂

华蓥山断裂带北起华蓥山北，向南经荣昌至宜宾，长约600km，是四川盆地内规模最大的断裂带。断裂走向 $N45^{\circ}E$ ，断面总体倾向NE，倾角 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 不等，具右旋逆冲性质。该断裂深切基底，晋宁运动成生，澄江期至燕山期为古隆起与古凹陷分界线，二叠纪玄武岩沿断裂喷溢，侏罗纪为一北东向地层厚度减薄地带等，表征具多期活动的特点。它本是古华夏系的成分，喜山期构成新华夏系川中裙带和川东裙带的边界。尔后旋扭构造的生成也受它的控制。断裂带由规模不等的若干条断裂

组成，按组合特征大致可分为南西和北东两段，南西段活动性强于北东段。本项目位于华蓥山断裂带南西段，对本项目影响不大。

②回龙场断层

位于青山岭背斜北西翼。长 3.5km。走向北 40°东，倾向北西，倾角 40°。断于珍珠冲组至自流井组中。断层西侧岩层陡立与东侧岩层对顶，挤压破碎，为压性逆断层。

③仙峰寺断层

位于青山岭背斜核部。南起凉水井，中经仙峰寺、青山岭，北至芝溪，长 32km。走向北 50°东，倾向南东，倾角 32°~55°。主要断于须家河组内部，局部断于嘉陵江组与须家河组间，断距 130~250m。两盘有牵引褶曲，为压性逆断层。

2.7.2.3 新构造运动与地震

项目区新构造运动明显，首先是表现为上升型地貌结构，威远背斜核部阶地不发育，河谷深切，横剖面呈“V”字型，多悬崖、峡谷、叠坎等，显示为上升型地貌结构，表明该区晚近时期构造运动以上升为主。其次是对老构造的继承性活动，如威远背斜区形成的山地或丘陵与构造形态一致，川东褶皱带形成平行岭谷地形，川南的东西向构造带内，其山岭延伸为东西向，构造复合部位地形隆起高。以上表征老构造的继承性活动。项目区位于扬子准地台，地台在晋宁运动后褶皱回返隆起，经区域变质构成结晶基底，从而形成相对稳定的地台区。

项目区处于四川盆地西南部，属四川盆地弱活动断裂构造区。根据 2015 年版 1/400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），项目区地震动峰值加速度均为 0.05g，抗震设防烈度为 VI 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

2.7.2.4 水文地质条件

（1）水文地质类型

项目区内地下水丰富，类型齐全。根据地下水形成的自然条件、水理性质及水力特征，地下水可分为三大类：碎屑岩孔隙裂隙层间水、基岩裂隙水、碳酸盐岩类裂隙溶洞水。

①碎屑岩孔隙裂隙层间水

含水层主要为须家河组，矿化度为 0.1~0.3g/L，水化学类型以 $\text{HCO}_3\sim\text{Ca}\cdot\text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3\sim\text{Na}\cdot\text{Ca}$ 型水为主。该区域汇水条件较好，单井涌水量 146~288.58t/d，矿化

度 0.25~0.33g/L。因该区域地层含膏、钙芒硝，该区域地下水可能存在弱腐蚀性，应加强防腐设计。

②基岩裂隙水

区内广泛分布，根据其赋存特征和岩性的不同可分为三个亚类：即构造裂隙水、风化裂隙水、岩浆岩裂隙水。其中，以前者分布广泛，后二者仅局部有分布。项目区地貌为中高山、高山区，基岩裂隙水富水性分布及不均匀，含水岩组多为砂岩、泥岩、板岩等，泉流量以 0.1~1L/s 者多见。基岩裂隙水主要分布于白垩系夹关组、侏罗系中统沙溪庙组、上统遂宁组砂、泥沙岩浅部风化带裂隙和深部层间孔隙、裂隙中，其中浅部风化带裂隙水含水一般微弱，泉流量一般小于 0.1L/s，仅局部丘间谷地边缘低洼地带富水性好。

③碳酸盐岩类裂隙溶洞水

项目区域内出露三叠系嘉陵江组地层，出露碳酸盐岩。岩溶水富集于岩溶管道、裂隙及孔洞中，分布不均，富水性较差；降水汇集于岩溶洼地沟谷中，经落水洞或溶隙下渗补给地下水，沿岩溶管道径流，在沟谷岸边以暗河、大泉形式排泄，动态较稳定。矿化度为 0.1~0.5g/L，水化学类型以 $\text{HCO}_3\sim\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3\sim\text{Ca}$ 和 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\sim\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水为主。

(2) 补径排条件分析

基岩裂隙水主要受大气降水补给，富水性随季节的变化而发生变化，地下水埋藏较浅，以短途的浅循环为主。一般在沟底、斜坡或低洼地带以泉水的形式排泄。

2.7.2.5 不良地质及特殊地质现象

受地形地貌、地层岩性、气候、植被及人类活动等诸因素的结合影响，本项目路段内不良地质类型主要为软弱地基，主要分布于项目沿线红层地区，地貌上为宽缓槽谷地形，其中水田、塘及河堰分布，多常年积水，排水不畅，故形成软弱地基，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。对于浅层软基可采用换填砂砾石或设置片石排水沟处治，对于深层软基可采用塑料排水板、碎石桩、水泥旋喷桩、强夯筑柱等措施进行处治。

2.7.3 气象

路线所在区域属中亚热带暖湿润型季风气候，表现为气候温和，降水充沛，四

季分明，无霜期长；冬暖夏热，夏季雨量充沛，冬季少雨而干燥，秋季多绵雨，春末夏初常有冰雹。

内江市东江区多年平均气温 17.3℃，最高年平均气温 18.1℃，最低年平均气温 16.6℃，高低年均差 1.5℃；年平均最高气温 27.5℃，极端最高气温 39.5℃，年平均最低气温 9.7℃，极端最低气温-2.8℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 5613℃，年无霜期 317 天，全年有霜日数一般为 4~8 天左右。降雪少见，夏、伏旱频率分别为 64%、45~53%；多年降雨量平均为 934.8mm，但降雨的年际变化大，最大降雨年（1991 年）降雨 1265.5mm，最少降雨年（1996 年）降雨 733.1mm；多年平均日照时数 1035.7h，占年可照时数的 23%，最多日照年 1217h（1994 年），最少日照年 853.5h（1990 年）。一年中夏季（6~8 月）日照最充分，春季（3~5 月）多于秋季（9~11 月），冬季（12~次年 2 月）日照最少；多年平均（1990 年-2003 年）蒸发量为 1198.5mm；常年平均太阳总辐射为 89.6kcal/cm²，属盆地低值区，且年变率大。灾害性天气以干旱为主，旱洪交错出现；多年有明显的冬干春旱，同时夏季伏旱也时有发生。夏季暴雨多发，秋季绵雨较多。

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

气象要素		单位	内江市
平均气温		℃	17.3
极端最高气温		℃	39.5
极端最低气温		℃	-2.8
平均降雨量		mm	934.8
3 年一遇	1/6 小时最大降雨量	mm	20.5
	1 小时最大降雨量	mm	54.3
	6 小时最大降雨量	mm	92.6
	24 小时最大降雨量	mm	118.0
5 年一遇	1/6 小时最大降雨量	mm	23.0
	1 小时最大降雨量	mm	62.5
	6 小时最大降雨量	mm	112.6
	24 小时最大降雨量	mm	148.5
10 年一遇	1/6 小时最大降雨量	mm	26.5
	1 小时最大降雨量	mm	73.4
	6 小时最大降雨量	mm	141.1
	24 小时最大降雨量	mm	189.2
20 年一遇	1/6 小时最大降雨量	mm	30.1
	1 小时最大降雨量	mm	85.4
	6 小时最大降雨量	mm	169.2
	24 小时最大降雨量	mm	231.0
30 年一遇	1/6 小时最大降雨量	mm	32.0
	1 小时最大降雨量	mm	91.6
	6 小时最大降雨量	mm	182.8
	24 小时最大降雨量	mm	255.2
50 年一遇	1/6 小时最大降雨量	mm	34.6
	1 小时最大降雨量	mm	99.8
	6 小时最大降雨量	mm	205.7
	24 小时最大降雨量	mm	283.8
平均风速		m/s	1.2
无霜期		d	317
平均蒸发量		mm	1198.5
平均湿度		%	84
年平均日照时数		h	1035.7
≥10℃ 积温		℃	5613

2.7.4 水文

项目区内河流属长江支流—沱江水系，本项目清流入大桥在 FK0+025 处上跨清流入，太基土大桥、十里长冲大桥上跨清流入支流。

清流入：长江一级支流沱江的左岸支流，大部分在内江市东兴区、资阳市安岳县境内。清流入上游分大清流入、小清流入。大清流入源于资阳市安岳县新民乡唐石坝，于天林乡窝子入内江市东兴区，小清流入源于重庆市大足县中敖镇陈家寨，过安岳县李家、元坝等乡镇入内江，大、小清流入在石子乡松林坝汇合后至清流入，于大河口汇入沱江。沱江全长 121.74km，境内长 94km，流域面积 523km²，收纳 17

条溪河，年总流量 47330.3 万 m^3 ，年均流量 $19.64m^3/s$ ，天然落差 192m，平均比降 1.57%，河面宽 80~100m，河水涨落 10~16m。常年可通航 3~6t 木船或驳船，河流水量充沛，下游海拔落差小，水运发达，通航里程 84km，从上游吴家镇直达下游与沱江交汇处。

2.7.5 土壤

2.7.5.1 项目区土壤基本情况

根据《内江市东兴区水土保持规划（2015-2030 年）》，内江市东兴区境内土壤类可分为紫色土、水稻土、潮土和黄壤 4 个土类，7 个亚类、14 个土属的 56 个土种和 28 个变种。

土壤的水平分布规律是从西南到东北，地势由低到高，沿江河岸一级阶地高出河面 5~10m，分布着灰棕潮土田，垂直于河床方向，土种呈带状分布，床土粒粗，质地偏沙；远离河床，则土粒细，质地偏粘；二至四级阶地，高出河面 15~112.5m 的丘陵顶部，分布着零星黄泥土、紫色潮土、灰棕紫泥土、红棕紫泥土、棕紫泥土等。东兴区土壤情况详见表 2.7-2，东兴区土壤类型及分布情况见表 2.7-3。

表 2.7-2 内江市东兴区土壤情况表

土壤类别	紫色土	水稻土	潮土	黄壤	合计
占内江市东兴区土壤面积比值（%）	36	63	0.6	0.4	100

表 2.7-3 东兴区土壤类型及分布情况表

土类	亚类	土属	分布地区
水稻土	冲积性水稻土	灰棕冲积水稻土	沱江沿库及坝地三富溪、小河口、中山、裱木、西林等乡镇
		紫色冲积水稻土	大清流河、小青龙河流域及其他河面岸的平地：石子、白合、杨家、苏家、 平坦 、 顺河 、永福、大治、新店、双桥、高粱、田家、同福、太安、 高桥 、富溪、西林、胜利、新江、小河口、裱木、裱南、郭北、永兴等地
	紫色水稻土	灰棕色水稻土	分布于全区中丘中谷地貌的各乡镇
		红棕色水稻土	田家、 柳桥 、新店、同福、双桥、杨家等乡镇最为集中
		棕紫泥水稻土	北部和东北部边缘的大治、永福、高粱、杨家、苏家、白合等地
黄壤性水稻土	大清流河：三级阶地富溪、郭北、小河口、裱木、中山、西林、新江等地		
小黄泥水稻土	零星分布于胜利、田家、裱南、双才、富溪 5 地		
潮土	河流潮土	灰棕潮土	沱江岸边一级阶地，富溪、西林、新江、裱木、小河口、中山等
		紫色潮土	河流的二级阶地、带坝状，分布于杨家、苏家、石子、大治、太安、田家、 高桥 、 柳桥 、郭北、裱木、 顺河 等乡镇
紫色土	中性紫色土	灰棕色泥土	东兴、西林、小河口、新江、裱木、中山、 高桥 、双才、胜利、富溪、三烈、郭北、裱南、永兴、田家、 顺河 等地
	石灰性紫色土	红棕紫泥土	顺河 、 平坦 、白合、石子、苏家、同福、太安、新店、双桥、杨家、高粱、 柳桥 、田家等地
		棕紫泥土	杨家、大治、永福、白合、高粱等地
黄壤	黄壤	老冲击黄泥土	沱江、大清流河流域、三、四级阶地
		沙黄泥土	胜利、 高桥 、永兴、三烈等地

根据上表可知，本项目全线涉及乡镇为平坦镇、顺河镇，柳桥镇和高桥街道，占用土壤类型主要为水稻土（紫色冲积水稻土、红棕色水稻土）、潮土（紫色潮土）、紫色土（灰棕色泥土、红棕紫泥土）、黄壤（沙黄泥土）。

水稻土：主要分布于沿线低山河谷，由潮土、紫色土、黄壤等发育而成。水稻土有着特殊的成土条件和过程，分化层次明显，水气状况较稳定，pH 值趋向中性，有机质积累较多，营养元素的有效性增强。耕作层养分平均含量：有机质 2.54%，全氮 0.141%，全磷 0.119%，全钾 2.271%，碱解氮 147PPM，速效磷 9.6PPM，速效钾 123PPM。质地粘沙均有，河谷水稻土宜水旱轮作。由于水稻土所处地形相对平坦，多为水田，以种植作物水稻为主，水田的保水保土能力较好，故水土流失较轻。

潮土：潮土发育于第四系近代河流冲积物，分布于河流两岸阶地，一般厚度在 80cm 以上，母质成分复杂，土壤疏松，矿物养分丰富，耕性良好，自然肥力较高，宜种度广，生产力高。耕作层有机质平均含量为 2.16%，全氮 0.132%，全磷 0.114%，全钾 2.183%，碱解氮 135PPM，速效磷 8.8PPM，速效钾 119PPM。

紫色土：主要分布于海拔 1000m 以下的低山河谷地区，母质为白垩系、侏罗系

以及三迭系紫色砂页岩风化残坡积物，富含铁质，侵蚀严重，风化程度低，发育层次不明显，铁锰等物质淀积弱，胶体品质好，酸碱度较高，宜种度广，多为一年两熟。耕作层有机质平均含量为 1.78%，全氮 0.120%，全磷 0.110%，全钾 2.101%，碱解氮 123PPM，速效磷 4.5PPM，速效钾 116PPM。

黄壤：分布于海拔 1000~1750m 以下的低、中山区，其成土母质多为砂页岩及灰岩、玄武岩、黄色粘土岩风化物，黄化为其特征。有机质含量平均为 3.328%，全氮 0.194%，全磷 0.178%，碱解氮 209PPM，速效磷 4.7PPM，速效钾 241PPM。多数具粘酸瘦性质，尤缺磷，但水热成分较稳定。

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。

项目沿线土壤以水稻土、潮土、紫色土、黄壤为主，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 20~40cm 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

根据《内江市东兴区水土保持规划（2015-2030 年）》，项目区属亚热带常绿阔叶林带，东兴区为丘陵区，地形地貌多为山坡，少平谷，出露馒头山，方山较多，天然植被不丰。防护林树种以柏木为主，巨桉、香椿、杨树和竹林也数量较多。经济林树种主要是花椒和柠檬，其次是桃树，梨子、柚子和梨子也有分布。至 2014 年底，东兴区森林覆盖率达 25.45%。植被覆盖度在 75% 以上的区域占我区面积的 6.8%。东兴区植被覆盖度详见图 2.7-1。

2.7.7 水土保持敏感区

本项目不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等敏感区；涉及水土流失重点治理区。

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》和《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》，本项目路线涉及内江市东兴区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。

本项目推荐线与东兴区水土保持重点治理区的相互关系见图 2.7-2。

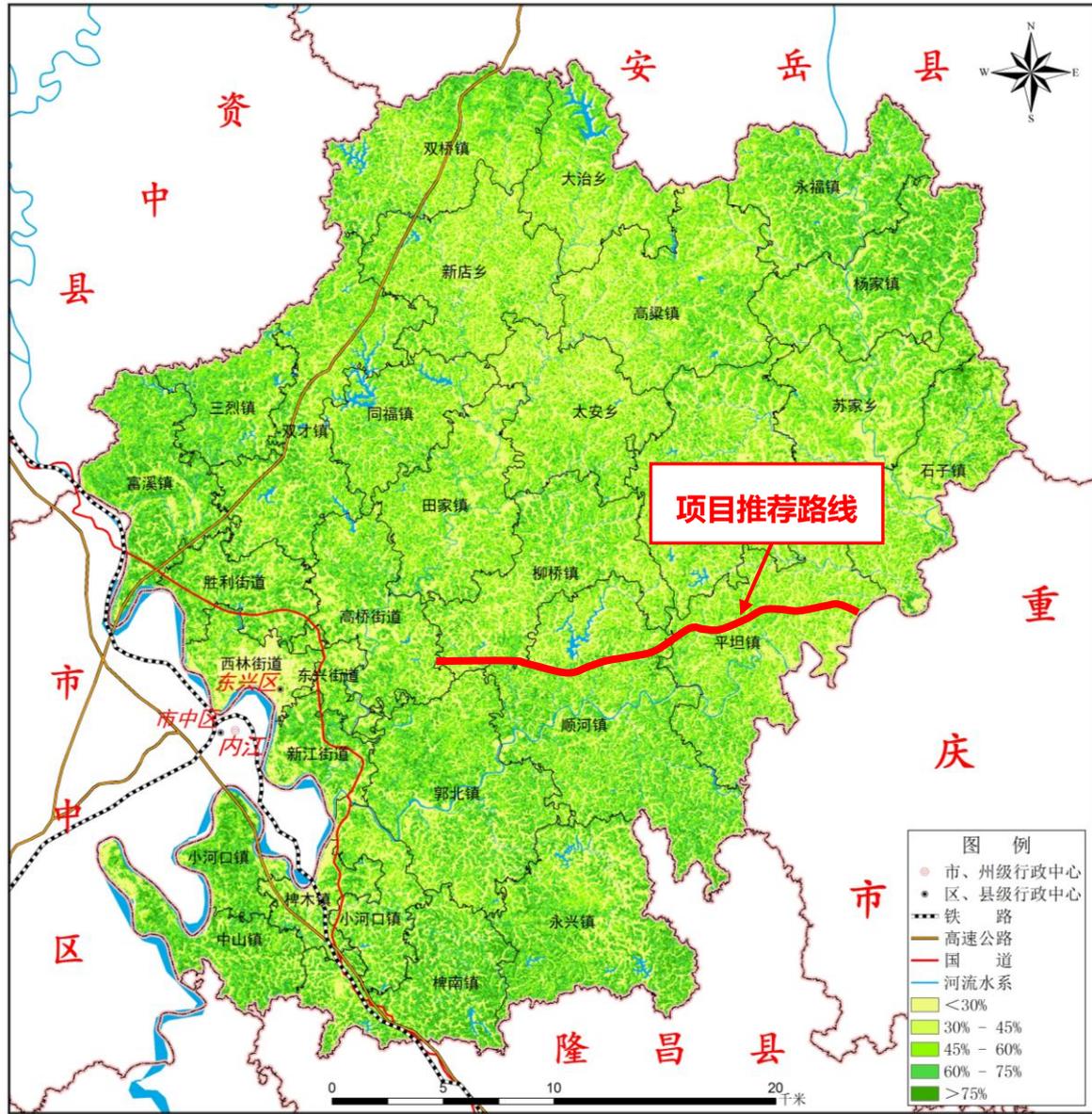


图 2.7-1 东兴区植被覆盖度图

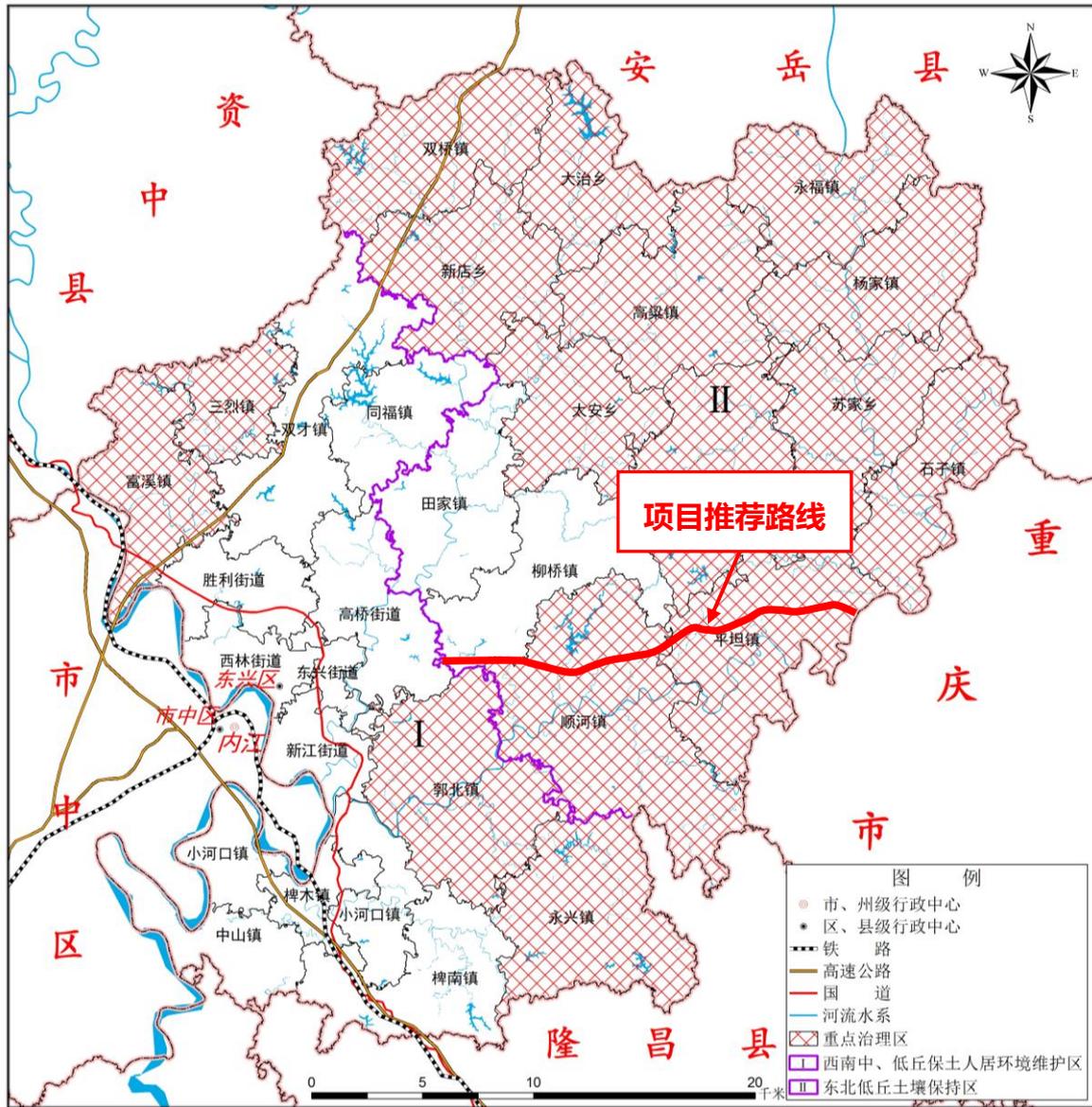


图 2.7-2 东兴区水土保持重点治理区分布图

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选线水土保持评价

3.1.1 与产业政策的符合性分析

根据四川省交通运输厅、四川省发展和改革委员会《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》，内江至大足（四川境）高速公路是省级高速公路规划路线36条联络线之一。根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类和淘汰类，为允许类项目，符合国家现行产业政策。

3.1.2 主体工程选址水土保持评价

根据《四川省高速公路网规划》（2019-2035年），推荐方案F+H+N线起点位于内江市东兴区平坦镇水梨村（重庆市荣昌区吴家镇以南），止于内江绕城高速，对接内江市汉安大道；中间控制点为平坦镇水梨村、顺河镇、终点内江绕城高速，路线分别上跨XK09和内江绕城高速，下穿XK11；起点相关道路有内江绕城高速、G5013渝蓉高速、汉安大道，须从路网总体走向、结构和功能等方面综合确定衔接道路。

受省高网控制点影响，路线起点位于内江市东兴区平坦镇水梨村（重庆市荣昌区吴家镇以南）清流入，路线起点不可避免跨越清流入。主体工程难度较小，土石方量较小，对内江绕城高速在建的高桥落地互通的干扰较小，施工及协调难度低。也不涉及其他自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等敏感区。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，除不可避免地涉及沱江下游省级水土流失重点治理区，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。

3.1.3 主体工程水土保持制约因素分析与评价

本项目属于线性新建建设项目，根据未压覆矿产资源证明（川自然资储压函[2019]348号），本项目建设影响区范围内暂未发现已查明重要矿产资源；根据用地预审与规划选址批复（内市自然资规[2020]40号），项目建设符合《内江市域城镇体系规划和内江市城市总体规划（2014-2030）》及国家产业政策和土地供应政策；根据环境影响报告表批复（内东环函[2020]49号），同意建设项目的性质、规划、地点、采用的生产工艺、环境保护对策措施进行项目建设和运行；根据社会稳定风险评估批复（内府函[2020]33号），项目建设将切实做好项目实施安全、环境保护

和社会稳定等工作，确保项目顺利实施。

对照《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准（GB50433-2018）》和水保[2007]184号文中规定的内容，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，主体工程在工可阶段对工程选线进行了详细的论述和比较，项目建设符合区域总体规划。本项目虽涉及四川省级水土流失重点预防区和重点治理区，但通过提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成水土流失。工程选线及本方案规划布置的弃渣场、施工生产生活区和施工道路等临时工程除不可避免地涉及沱江下游省级水土流失重点治理区外，无水土保持制约因素。

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）》，拟建公路内江至大足（四川境）高速公路，路线涉及内江市东兴区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。方案采用一级标准，并提高了林草覆盖率2个百分点，提出优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施。	符合法律条款
2		第二十五条：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目，生产建设单位应当编制水土保持方案，报县级以上人民政府水行政主管部门审批，并按照经批准的水土保持方案，采取水土流失预防和治理措施。没有能力编制水土保持方案的，应当委托具备相应技术条件的机构编制。	项目建设单位高度重视，项目前期已委托我单位承担水土保持方案。	符合法律条款
3		第十七条：禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本项目不设取土场，筑路材料采用外购。	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。	征地范围可剥离表土全部进行剥离、保存和利用，对弃方采取了拦挡、坡面防护、防洪排导等措施，并进行了植被恢复和复耕。	符合法律条款
7	生产建设项目水土保持技术标准	主体工程选址（线）应避让下列区域： 1.水土流失重点预防区和重点治理区； 2.河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带； 3.全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	1. 根据《四川省高速公路网规划（2019-2035年）》，拟建公路内江至大足（四川境）高速公路，路线涉及内江市东兴区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。方案采用一级标准，并提高了林草覆盖率2个百分点，提出优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施。 2.主体工程选线不涉及河流两岸的植物保护带。	符合规定

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
			3.项目沿线占地范围内没有监测站、试验区和观测站。	
8	水保 [2007] 184号限 批条件	《促进产业结构调整暂行规定》（国发〔2005〕40）、国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录》中限制类和淘汰类产业的开发建设项目。	本项目不属于规定中的“限制类和淘汰类产业的开发建设项目”。	不涉及
9		《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》确定的禁止开发区域内不符合主体功能定位的开发建设项目。	本项目不属于“禁止开发区域内不符合主体功能定位的开发建设项目”。	不涉及
10		违反《水土保持法》第十四条，禁止在25度以上陡坡地开垦种植农作物。本项目不属于“在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物”。	本项目不属于“在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物”。	不涉及
11		违反《水土保持法》第二十条，在县级以上地方人民政府公告的崩塌滑坡危险区和泥石流易发区内取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本项目不属于在县级以上地方人民政府公告的崩塌滑坡危险区和泥石流易发区内可能造成水土流失的活动。	不涉及
12		违反了《中华人民共和国水法》第十九条，不符合流域综合规划的水工程。	本项目不属于“水工程”。	不涉及
13		根据国家产业结构调整的有关规定精神，国家发展和改革主管部门同意后后方可开展前期工作，但未能提供相应文件依据的开发建设项目。	本项目在发展和改革委员会已立项。	符合 规定要求
14		分期建设的开发建设项目，其前期工程存在未编报水土保持方案、水土保持方案未落实和水土保持设施未按期验收的。	本项目不涉及规定中的内容。	符合 规定要求
15		同一投资主体所属的开发建设项目，在建及生产运行的工程中存在未编报水土保持方案、水土保持方案未落实和水土保持设施未按期验收的。	本项目不涉及规定中的内容。	不涉及
16	处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区内可能严重影响水质的开发建设项目，以及对水功能二级区的饮用水源区水质有影响的开发建设项目。	本项目不属于“可能严重影响水质的开发建设项目”。	符合 规定要求	

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

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。因此，考虑项目建设规模、实施难度、工程投资、环境保护、与路网的利用衔接、与当地城镇规划及区域经济发展有机结合等方面，从水土保持角度分析，项目方案可行。

本项目位于丘陵区，地形起伏不大，无填高大于 20m，挖深大于 30m 的高填深挖路段，但全线仍有 16 段总长 1674m 填高大于 8m 的路堤。对高填路段主体设计尽量采用桥涵方案，桥隧比为 24.80%，减少了大填大挖。对高填路段采取锚杆框架梁植草或抗滑桩防护，确保路堤边坡的稳定。建议下阶段主体工程应对高填路段进一步进行桥梁方案优化论证，对于保留的高填路段，应加强边坡防护设计，施工时应提前在周边布设截排水措施，雨季及时对裸露面进行遮盖，以减少水土流失及生态环境破坏。

由于拟建公路无法避让沱江下游省级水土流失重点治理区，所以宜采取桥梁方案取代路基、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，本工程建设方案总体可行。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

本项目路线涉及内江市东兴区，属于沱江下游省级水土流失重点治理区。根据项目建设目的无法避让该区域，本方案拟通过提高防治标准，优化施工工艺等手段，减少地表扰动和植被损坏范围，从而有效控制可能造成水土流失。

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 157.49hm²，其中永久占地 136.65hm²，临时占地 20.84hm²。永久占地包括路基路面、桥梁、交叉工程、沿线设

施等；临时占地包括弃渣场、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 3.2-1 的规定。

表 3.2-1 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	%	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

拟建项目推荐方案（F+H+N 线）全长 19.236km，总体用地面积 136.65hm²，平均每公里用地 7.1039hm²/km。本项目路基宽度为 26.5m，应按路基宽度每增减 1m 对应 0.1660hm²/km 的指标进行调整，本项目用地指标低于《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的调整后指标 7.9863hm²/km，符合国家节约用地的总体目标。

以上结果详见如表 3.2-2。

表 3.2-2 本项目建设用地指标分析表

路段	路基宽度 (m)	车道数	标准值 (hm ² /km)	路基宽度调整指标 (hm ² /km)	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
F+H+N线	26.5	4	7.6543	0.1660×2	—	7.9863	7.1039	符合

综上所述，本项目推荐线路（F+H+N 线）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 136.65hm²，其中耕地 83.33hm²，林地 40.30hm²，住宅用地 10.29hm²，水域及水利设施用地 2.73hm²；临时占地 20.84hm²，其中耕地 9.33hm²，林地 9.23hm²，水域及水利设施用地 0.09hm²，交通运输用地 2.19hm²。

工程占地情况分析见表 3.2-3。

表 3.2-3 工程占地分析表

项目		耕地	林地	住宅用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	小计
永久占地	面积 (hm ²)	83.33	40.30	10.29	2.73	—	136.65
	比例 (%)	60.98	29.49	7.53	2.00	—	100
临时占地	面积 (hm ²)	9.33	9.23	—	0.09	2.19	20.84
	比例 (%)	44.77	44.29	—	0.43	10.51	100
合计	面积 (hm ²)	92.66	49.53	10.29	2.82	2.19	157.49
	比例 (%)	58.84	31.45	6.53	1.79	1.39	100

从上表可以看出，本项目耕地占比较高，达 58.84%，其次为林地，占 31.45%，其他地类占用较少。项目位于丘陵地区，地形起伏不大，丘顶以人工柏木林为主，丘间耕地广布。本项目占地类型与区域土地利用现状总体一致。

（三）临时占地合理性分析

拟建公路临时占用土地 20.84hm²，主要由弃渣场、施工道路和施工生产生活区组成。为满足主体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；而路基弃渣的去向、施工生产生活区的布置以及弃渣运输的道路受设计阶段的限制，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，尽量利用互通、服务区作为施工生产生活区等临时用地，尽量减少临时占地数量。结合本项目互通位置及数量，本工程充分考虑将施工生产生活区布置在 3 个互通式立交、1 个服务区及养护工区的永久占地内，减少施工场地对地表的扰动。本方案弃渣运输道路最大化利用现有村道，新建运输道路长约 1.90km，尽量减少了临时占地数量。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。

临时占地在进行施工作业时，由于机械碾压、施工人员践踏等，施工作业周围的农作物和植被将遭到不同程度的破坏，造成农作物和林地资源的减少，但临时占地对植被的破坏影响是短期的、可恢复的，在施工道路、施工生产生活设施可以拆除采取复耕和植物恢复措施，弃渣场使用结束后可采取绿化和复耕措施，尽量恢复所占土地以前的使用功能。因此，临时占地将不会改变沿线土地的使用性质。

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。项目路线涉及的内江市东兴区属于沱江下游省级水土流失重点治理区，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 21.30 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 97.42%。根据第二章表土堆存规划，表土临时堆放利用路基红线范围内、交叉工程、沿线设施区、弃渣场、施工生产生活区和施工道路等区域进行堆放，考虑表土剥离及利用分散，且量相对较小，利用主体工程及临时工程征占地范围堆置可减少地表扰动及植被破坏，施工时序可行。

（二）土石方平衡分析

主体工程土石方调配遵循“移挖作填”的原则，能够利用做路基填料的挖方应调配至本段或相邻填方路段，加强余方的综合利用，以减少取土方、弃渣和临时占地数量。本项目土石方平衡以工程设计文件、运距、地形地貌、施工条件、土石料质量等为分段原则，最长平衡段落为 4.30km，利用工程区既有交通条件，将土石方调配尽量控制在 5km 以内，并将挖方尽量回填利用减少弃渣量，同时避免了土石方调配运距太远，增加施工组织难度和工程投资，土石方调运符合节点适宜、时序可行、运距合理的原则。

经土石方平衡分析，全线挖方 269.27 万 m^3 （自然方，下同，含表土 21.30 万 m^3 ），填方 230.53 万 m^3 ，借方 17.10 万 m^3 （均为特殊路基换填砂砾石，采用外购），

弃方 55.84 万 m^3 （合松方 72.07 万 m^3 ）。

本项目弃方由一般路基土石方、特殊路基土方、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 55.84 万 m^3 ，占工程挖方的 20.74%。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。本项目特殊路基弃渣 15.30 万 m^3 ，占弃渣总量的 27.40%。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）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。桥梁工程区弃渣 4.51 万 m^3 ，占弃渣总量的 8.08%。

（3）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。

（4）施工道路由于道路等级低，施工时尽量结合地形设置，一般顺山势修建，基本能做到自身土石方挖填平衡。

（5）本项目新增施工生产生活区设施一般布置在平坦的耕地、林地上，以占压为主，主要是进行场地平整，因此能做到土石方挖填平衡。

（6）弃渣场开挖土石方主要为表土剥离，剥离的表土全部用于渣场后期复耕及绿化；同时充分利用主体工程剩余表土增加渣面覆土厚度，有效利用了表土资源。

综上所述，因项目建设需开挖一般路基、特殊路基、桥梁、交叉工程、沿线设施、弃渣场、施工道路、施工生产生活区等区域的土石方总量 269.27 万 m^3 ，项目回填利用挖方 213.43 万 m^3 ，回填利用率 79.26%，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 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 55.84 万 m^3 （合松方 72.07 万 m^3 ），沿线共规划渣场 6 个，平均每 3.21km 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，但工程区属川东南丘陵区，丘谷相间，沟谷基本为水田。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和林地，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。1#弃渣场下游东南侧有居民点，纳入主体工程拆迁范围，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。弃渣场卫星影像见图 3.2-1。



1#弃渣场



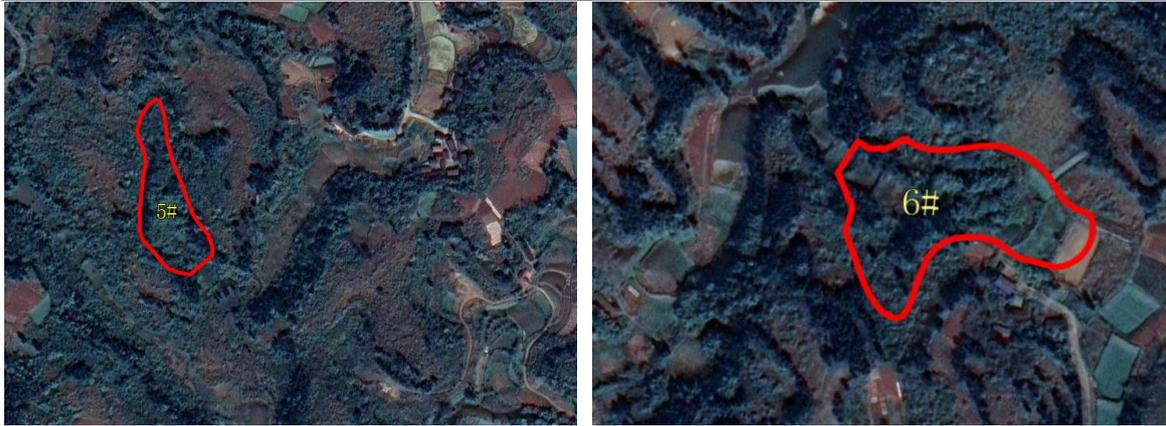
2#弃渣场



3#弃渣场



4#弃渣场



5#弃渣场

6#弃渣场

图 3.2-1 弃渣场卫星影像图

（三）弃渣场规模的合理性分析

本项目设置的 6 个弃渣场，弃渣量在 20~40 万 m^3 的弃渣场有 1 处，弃渣量在 10~20 万 m^3 的弃渣场有 2 处，弃渣量 <10 万 m^3 的弃渣场有 3 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

项目位于丘陵区，沿线农耕发达，占地以耕地为主，因此弃渣场的选择不可避免的占用了一些耕地。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）与特殊生态敏感区的关系

通过现场踏勘，本项目 6 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、饮用水源保护区等特殊生态敏感区。

综上所述，本项目弃渣场设置是合理的。详细论述见表 3.2-4。

表 3.2-4 弃渣场设置合理性分析一览表

市 (区 县)	渣场 编号	渣场 位置	堆渣量 (松 方, 万 m ³)	堆渣 高程 (m)	平均 堆高 (m)	汇水 面积 (hm ²)	渣场 类型	弃渣场外环境	弃渣场选址制约性因素的分析评价				
									影响公共设施、 企业、居民安全	在河道、 湖泊、水 库管理 范围内	影响 行洪 安全	涉及 环境 敏感 区	涉及 不良 地质
内江 市东 区	1#	FK1+350 右 357m	6.44	343~360	6.9	1.85	坡地型	弃渣场位于袁家湾东侧附近 129m 一处山间凹地内，现状为耕地和林地，上游汇水面积不大，渣场下游为坡耕地；场地内无人居住，堆渣体上方无居民点，渣场下游东侧约 197m 为居民点，高程 340m，其位置低于坝址线高程，水平距离大于安全防护距离（34m），因此影响较小。	下游 148m 处机耕道，无重大影响	无	无	无	无
	2#	FK5+600 右 50m	28.74	339~360	8.9	6.24	坡地型	弃渣场位于粟家冲南侧 172m 一处山间凹地内，现状为耕地和林地；场地内无人居住，渣场下游北侧最近一处居民点距坝址约 119m，高程 340m，其位置高于坝址线高程，水平距离大于安全防护距离（42m），因此影响较小。堆渣体上方紧靠拟建公路，可就近弃渣，减少运距。	无	无	无	无	无
	3#	FK7+636 左 442m	13.18	342~360	7.9	5.99	坡地型	弃渣场位于龚家湾上游一处山间凹地内，现状为耕地和林地；场地内无人居住，堆渣体上方无居民点，渣场下游东侧最近一处居民点约 300m，高程 339m，其位置低于坝址线高程，水平距离大于安全防护距离（36m），本次纳入主体工程拆迁范围予以拆除。渣场下游为坡耕地，弃渣场选址无限制性因素，基本合理。	有一户居民房屋需拆除，在房屋拆迁后，弃渣场对周边居民点不构成重大影响	无	无	无	无
	4#	NK18+550 左 1090m	9.69	319.5~337.5	7.1	4.48	坡地型	弃渣场位于哨前坡南侧 212m 一处山间凹地内，现状为耕地和林地；场地内无人居住，堆渣体上方无居民点，坝址下方北侧约 126m 为居民点，高程 322.5m，其位置高于坝址线高程，水平距离大于安全防护距离（36m），因此影响较小。	无	无	无	无	无
	5#	NK21+795 左 1505m	7.95	326~340	6.4	4.46	坡地型	弃渣场位于菩萨岩东北侧 151m 一处山间凹地内，现状为耕地和林地；场地内无人居住，坝址下方无居民点；渣场周围地质条件较好，未发现危害渣场安全的泥石流、崩塌、滑坡等不良地。渣场下游及两岸为林地。弃渣场选址无限制性因素，基本合理。	无	无	无	无	无
	6#	NK22+038 左 853m	6.43	331.5~347.5	4.5	6.75	坡地型	弃渣场位于范家院子北侧 217m 一处山间凹地内，现状为耕地和林地；场地内无人居住，坝址下方无居民点；堆渣体上方南侧最近 2 处居民点水平距离约 15m，海拔 350m，其位置高于渣顶高程，因此影响较小。	无	无	无	无	无

3.2.5 施工方法与工艺的评价

3.2.5.1 施工布置的分析与评价

施工总体布置结合工程建设特点而布设，项目总体布局合理。

项目施工布置遵循因地、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的原则，避开植被相对良好的区域，减少开挖扰动面，符合水土保持等相关法律法规的要求。施工期间应结合施工特点布设相应的水土保持防护措施和管理措施，防止发生潜在的水土流失危害。

3.2.5.2 施工工艺的分析与评价

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

（一）路基开挖与填筑

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

（1）挖方工程

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

（2）填方工程

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

（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砂卵石换填表层1~3m粉质粘土、塑料排水板和碎石桩等措施进行综合处理。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，弃渣量相对较小，

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）高填路基、路基路堑防护、截排水（洪）工程

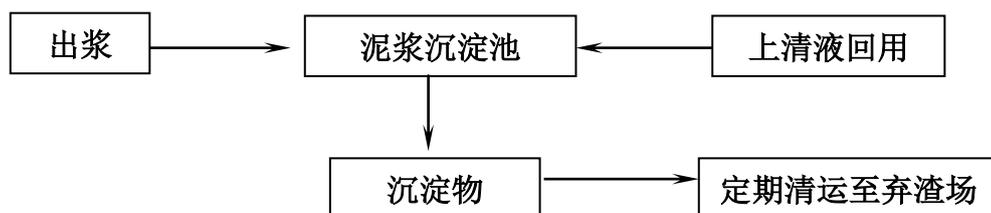
高填路基主体设计主要采用骨架护坡进行防护，路基路堑边坡主要采用砼骨架护坡，以及相关工程防护措施，加之截排水（洪）工程，可减少边坡连续坡长，增加坡面汇流时间，降低汇流速度，可有效减少上游汇水对坡面的冲刷及由此造成的水土流失。建议施工单位施工过程中应合理安排工期，减少坡面裸露时间，边坡形成后临时开展坡面防护，一方面可稳定边坡，另一方面可减少径流冲刷造成水土流失及安全隐患。

（二）桥梁施工

本项目常规大、中桥上部构造采用预应力简支 T 形梁、预应力砼连续刚构的结构形式，小桥采用预应力混凝土简支小箱梁和普通钢筋混凝土空心板。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。

本项目涉水河段水深较浅、流速较缓，且距离河岸位置较近，主体设计采用沙袋围堰施工，其施工工艺成熟可行，围堰前进行场地初平和淤泥等杂物清除，沙袋可填充工程前期开挖土方，充分利用了后期回填土石方，减少了临时堆土场地。桥梁下部结构完成后拆除围堰，清理河床，用自卸汽车运土方至路基、互通回填区域。沙袋围堰施工可有效降低涉水施工过程中的水土流失，同时充分利用了开挖土石方，减少了工程用地的临时占用，符合水土保持要求。

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，在桥梁两岸设置沉沙池，待泥浆沉淀后并晒干后，定期清运至弃渣场。其施工工艺为：



（三）弃渣

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

（四）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。

（五）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。

（六）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。

（七）表土剥离及临时堆放

在进行表土剥离前，应先清理土壤层上部植被，对被剥离表土地区进行测量，依照等高线的原则进行放线，划分表土剥离条带。采用推土机、铲斗等机械挖崛为主，人工挖崛为辅的方式进行表土剥离施工。依据被剥离表土地区交通道路的实际情况，从路边开始向两侧开展剥离施工作业面，若无交通道路则从条带高程最低处开展表土剥离施工作业面。表土剥离时既要保证剥离的表土具有充足的肥力，还要将剥离的表土性状改变控制在最小范围内，尽量不改变土壤团粒结构，并在堆放期间尽量减少水土流失。

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。

（八）综上所述，主体工程的施工工艺从水土保持角度考虑基本合理。但存在以下问题：主体工程进行了清表，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。

（九）本方案提出水土保持要求和建议：各项工程开挖土石方前，应先将表层熟土剥离并按照本方案设计临时堆存防护。道路土石方开挖应尽量避免暴雨时段施工，桥梁墩台也应避开雨季和雨天，并在雨季到来之前做好边坡防护及排水设施。控制土石方工程的施工周期，采用边开挖、边回填、边碾压的施工方式，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。

3.2.6 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.6.1 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 4m 时，采用植草护坡，但要考虑路基超填部分绿化前抗雨水冲刷；边坡高度大于 4m 时，则多采用拱型护坡结合植草等防护措施。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。在地面横坡较陡的路面，视具体情况采用衡重式挡土墙、护肩或护脚进行防护。

本工程涉及填高大于 8m 的高填路段有 16 处，长 1674m。高填路段需加强边坡防护设计，施工时应提前在高填边坡两侧布设截排水沟措施，路堤坡底和平台内侧布设排水沟，截排水沟需连接至沉沙池，最后汇入自然沟渠内。雨季及时对开挖裸露面进行遮盖，路基防护与加固采用植草护坡和砼骨架护坡。

填方路堤采用植草防护和拱形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

边坡高度 < 10m 时，坡面采用挂网植草防护；边坡高度在 10~15m 时，坡面采用骨架植草防护；边坡高度 ≥ 15 m 时，采用锚杆框架梁加固防护。

对于块石、碎石土等土质路段，一般于边沟外侧按 6~8m 高度进行边坡分级，坡比按 1:0.75~1:1.5，各级边坡间设置不小于 2.0m 宽的平台后，视边坡稳定情况采用直接喷播植草防护、挂 CF 网喷播植草防护。

挖方路堑采用挂网植草防护、骨架植草防护等防护措施，均应界定为水土保持工程。锚杆框架梁加固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

本项目沿线崩塌、滑坡和泥石流等不良地质不发育，特殊路基主要表现为软弱地基。

软基主要采用砂卵石换填表层 1~3m 粉质粘土、塑料排水板和碎石桩处理。

对于不良地质的处理主要为路基稳定和安全服务，均采取工程措施防护，砂卵石换填、塑料排水板和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‰，边沟全部采用浆砌或片石砼浇筑，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。

根据公路排水设计规范（JTGT D33-2012），本项目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。排水沟尺寸，排水沟及填方边沟采用矩形断面50cm×70cm，衬砌厚度30cm；路堑平台截水沟采用梯形断面，梯形底宽30cm、坡比1:n、深40cm、衬砌厚度25cm；反压护道截水沟采用梯形断面，梯形底宽30cm、坡比1:1.5、深40cm、衬砌厚度25cm；堑顶截水沟采用矩形断面30cm×40cm，衬砌厚度25cm；护坡道采用植草防护。沉沙池长120cm，宽100cm，深100cm，C20混凝土，厚度40cm。

路面水和坡面水均汇流于边沟，由边沟引至桥涵进出水口排入较深打沟渠，或通过排水沟直接引至路基以外。路线通过斜坡地段，挖方边坡上侧山坡汇水面积较大时，于挖方坡口5m以外适当位置设置截水沟，土层厚度小于2.0m时，须清除表层覆盖土，在基岩上设置截水沟，以拦截山坡坡面地表水，以确保边坡稳定。为减少坡面对挖方边坡的冲刷，在边坡平台内侧设置平台截水沟，以拦截坡面水引至路基以外。由挖方过渡到填方的边沟，沟底纵坡陡于30°时采用急流槽排泄水流。边沟横穿被交叉道路时，结合分离式立交桥和通道设计，在桥涵进出水口设置纵向排水涵或搭设盖跨越边沟，以保证边沟畅通和有利于车辆和行人过往。

通过以上分析，主体工程截排水系统均按相应规范设计，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）路侧绿化

路侧绿化主要包括路堑边沟、护面墙绿化。本项目路堑边沟为矩形加盖板边沟，矩形加盖板边沟包括坡脚和碎落台绿化。对边沟统一撒播植草（50%狗牙草+30%白三叶+20%高羊茅，10g/m²），碎落台上栽植小乔木进行绿化（选择桂花树、紫叶李、鸡爪槭，按每10km一段进行设计），此举既能消除公路带来的硬质景观效应，又能

与边坡自然衔接，将路基与边坡连接成一个有机的整体景观。

3.2.6.2 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。

3.2.6.3 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。为方便施工需要，清流河大桥、太基土大桥、聚源村大桥、费家湾大桥采用沙袋围堰施工。围堰筑好后先由潜水员对围堰本身进行焊接质量和水密性检查，合格后浇注水下混凝土并进行封底，施工结束后由潜水员对堰体结构进行切割，将切割好的堰体结构分块割除，吊离墩体。

施工时灌桩产生的泥浆和堰体内废弃的填料若不经处理就进入河流，将对下游河流水面产生水土流失危害，因此需要对产生的泥浆和废弃的填料进行收集，并及

时运至弃渣场，禁止堆放在河边。这部分工程已列入主体工程工程量，施工要求按照公路桥梁施工规范进行，主体工程在设计时已将相关费用考虑进主体工程临时工程费用中。

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

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

（三）河岸防冲、防掏措施

本项目涉水大桥为清流入大桥、太基土大桥、聚源村大桥和费家湾大桥，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。

（四）涵洞布置及上下游顺接措施

主体工程设计根据区域水系分部情况采用桥梁或涵洞跨越，涵洞结构型式采用钢筋砼盖板涵，涵洞根据《公路工程技术标准》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，下游出口设置沉沙池对泥沙进行沉淀处理，沉沙池出口通过排水沟与自然沟渠顺接。通过采取上述措施，以不改变区域水网布局，保证水系畅通，兼有一定的水保功能。本工程涵洞排水工程量以由主体列入路基工程区，不区不再重复计列。

3.2.6.4 交叉工程

（一）互通式立交

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。

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。

互通式立交绿化根据其所处的地理位置及周边环境采取相应的绿化模式，设计上应简洁大方，物种选择应适地适树，栽植模式应自然，同时应考虑减少后期维护成本，使其自身形成稳定的生态系统进行自我调节、繁育，做到少维护或尽量不维护。本项目由于互通式立交较多，绿化物种选择首先以天竺桂、刺桐、女贞等运用成熟、容易大量购物且价格便宜的树种为贯通全线的绿化主干树种，再根据景观段的划分，对处于不同景观段的互通选择不同的观花、观叶树种进行搭配。互通工程采用乔、灌、草相结合的方式绿化，在美化沿线景观的同时，可有效防治地表水土流失。

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。

填方路堤采用植草防护、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。挖方路堑挂网植草防护、骨架植草防护等防护措施，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。

3.2.6.5 沿线设施

沿线设施防护措施主要包括砌石护坡、植被绿化等。服务区及主线路基防护排水纳入路基工程，收费站防护排水纳入交叉工程。

沿线设施的绿化景观首先满足其功能要求，在入口处选择姿态优美、叶色鲜艳的树种起提示作用；在停车场周围可选用树干通直、树形开展的乔木，形成一定的绿荫，使车辆免受暴晒；在面积较大的绿地或重点地段可有花卉组合，并可供司乘人员休息和观赏。在树种选择上，可采用一些较高档具有观赏价值的园林树种，以观花小乔木和色叶花灌木为主，营造具有生活气息的园林环境。区内植物无毒、无异味，并需要有花香、花色。种植设计以庭院式绿化手法为主，形式开敞，乔、灌、草相结合，自然式种植，形成层次丰富的植物景观。沿线设施占用范围采用乔、灌、草相结合的方式进行绿化，在美化景观同时，可有效防治地表水土流失。

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、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、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

编号	工程项目	工程名称	单位	数量	投资合计（万元）
	第一部分：工程措施				3777.45
1	路基工程				2583.74
	骨架护坡	砼骨架护坡	m ³	1430	116.16
	中央分隔带渗沟	混凝土圪工	m ³	9394	1112.49
	边沟碎砾石盲沟	混凝土圪工	m ³	7306	865.22
	截水沟	混凝土圪工	m ³	2238	265.04
	急流槽	混凝土圪工	m ³	902	106.82
	沉沙池/集水井	混凝土圪工	m ³	55	6.51
	表土剥离		m ³	62700	111.23
2	桥梁工程				12.95
	表土剥离		m ³	7300	12.95
3	交叉工程				960.03
	排水工程	排水工程	km	8.49	800.72
		片石砼圪工	m ³	7860	638.48
		砼圪工	m ³	1370	162.24
	表土剥离		m ³	89800	159.31
4	沿线设施				220.73
	排水工程	砼圪工	m ³	1762	208.67
	表土剥离		m ³	6800	12.06
	第二部分：植物措施				594.19
1	路基工程				325.23
	植草护坡		m ²	241330	213.15
	中央分隔带绿化	栽植灌木	株	12066	4.79
		灌木	株	12066	10.32
		撒草	hm ²	3.02	0.42
		草籽	kg	302	2.07
	覆土		m ³	66300	94.48
2	交叉工程				254.66
	路基防护	植草护坡	m ²	56900	50.24
	场地绿化	栽植灌木	株	54359	21.58
		灌木	株	54359	46.48
		撒草	hm ²	13.59	1.89
		草籽	kg	2039	17.33
		覆土	m ³	82200	117.14
		3	沿线设施		
	场地绿化	栽植灌木	株	4200	1.67
		灌木	株	4200	3.59
		撒草	hm ²	1.05	0.15
		草籽	kg	158	1.34
		覆土	m ³	5300	7.55
	已有水保投资合计				4371.64

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：缺少高填路段边坡的临时防护措施、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、转运场临时防护措施，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，本水保方案将补充旱桥桥下植被补植措施以及综合护坡措施。

（3）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，但缺少对临时堆放于交叉工程区的路基剥离表土临时防护措施。

（4）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，但缺少对临时堆放于沿线设施区的路基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）施工道路

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

（四）施工生产生活区

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

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：补充高填边坡施工期临时防护措施及道路施工期临时截排水、沉砂措施，路基挖填边坡植物生长初期的临时撒草绿化、临时遮盖及拦挡措施；桥梁施工临时排水、沉砂措施、旱桥桥下植被恢复措施、桥台下覆土措施及绿化措施；交叉工程区和沿线设施区施工期临时排水、沉砂措施、临时撒草绿化措施，表土堆放的临时遮盖及拦挡措施。

（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、沉砂措施，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）施工生产生活区：补充施工前的表土剥离措施，场地周边的排水沟及沉沙池，材料堆场的拦挡及遮盖措施，场地内的临时撒草绿化措施，施工场地迹地的土地整治及绿化恢复措施。

（四）施工道路区：补充施工道路表土剥离措施，堆存表土的临时拦挡、覆盖及撒草绿化措施，开挖坡面截排水沟及沉沙池，施工结束后的土地整治及复耕措施。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

本工程涉及的内江市东兴区水土流失类型以水力侵蚀为主，侵蚀形式以片蚀为主。根据《内江市东兴区水土保持规划（2015-2030年）》，全区水力侵蚀面积为574.07km²，占土地总面积的48.64%。其中：轻度流失面积128.94km²，占水土流失总面积的22.46%；中度流失面积191.40km²，占水土流失总面积的33.34%；强烈流失面积113.59km²，占水土流失总面积的19.79%；极强烈流失面积118.97km²，占水土流失总面积的20.72%；剧烈流失面积21.17km²，占水土流失总面积的3.69%。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 (km ²)	比例 (%)								
内江市东兴区	574.07	128.94	22.46	191.40	33.34	113.59	19.79	118.97	20.72	21.17	3.69

从上表中可以看出，全区水力侵蚀以中度和轻度为主。项目区土壤侵蚀类型属西南紫色土区，区域内容许土壤流失量为500t/(km²a)。

区域土壤侵蚀分布情况见附图4.1-1。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 建设期水土流失影响分析

本项目涉及四川省内江市东兴区属于沱江下游省级水土流失重点治理区，地貌类型为丘陵，项目建设区占用土地类型主要为耕地、林地、住宅用地、水域及水利设施用地和交通运输用地。项目沿线土壤侵蚀以中度和轻度侵蚀为主。

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、弃渣等工程活动都会扰动或再塑地表，并使地表植被受到不同程度的破坏，地表抗蚀能力减弱，产生新的水土流失。公路投入使用后，工程防护及相应的水保、环保措施发挥作用，将有效地控制公路用地范围内的水土流失，同时随着植被的逐渐恢复，造成的水土流失将逐渐减弱、稳定，达到轻度以下的水平，实现局部治理和改善水土流失状况的目的。项目建设期间主要产生的水土流失影响包括：

（一）施工扰动造成的水土流失影响

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

（二）路基挖填带来的水土流失影响

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

（三）桥梁施工中的水土流失影响

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

（四）工程弃渣水土流失影响

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

（五）临时工程水土流失影响

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

4.2.2 自然恢复期水土流失影响分析

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

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

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

4.2.3 扰动地表、损毁植被面积

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、交叉工程、沿线设施区等主体工程各建筑物施工，以及弃渣堆放、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 157.49hm²，其中工程永久建筑物扰动地表面积 136.65hm²，施工临时设施扰动地表面积 20.84hm²；损毁植被面积 49.53hm²，详见表 4.2-1。

表 4.2-1 扰动地表、损毁植被面积一览表

区县	占地性质	耕地	林地	住宅用地	水域及水利设施用地	交通运输用地	小计 (hm ²)
内江市东兴区	永久占地	83.33	40.30	10.29	2.73		136.65
	临时占地	9.33	9.23		0.09	2.19	20.84
	合计	92.66	49.53	10.29	2.82	2.19	157.49

4.2.4 弃土（石、渣）量

全线挖方 269.27 万 m³（自然方，下同，含表土 21.30 万 m³），填方 230.53 万 m³，借方 17.10 万 m³（均为特殊路基换填砂砾石，采用外购），弃方 55.84 万 m³（合松方 72.07 万 m³）。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

本项目水土流失预测范围为项目水土流失防治责任范围，共 157.49hm²。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、交叉工程区、沿线设施区、弃渣场区、施工生产生活区和施工道路区。根据《生产建设项目土壤流失测算导则 SL 773-2018》，生产建设项目土壤流失类型按照表 4.3-1 划分，其中，一级分类依据侵蚀外营力划分，二级分类下垫面工程扰动形态划分，三级分类依据扰动程度、上方有无来水等因素划分。

表 4.3-1 生产建设项目土壤流失类型划分说明表

一级分类	二级分类	三级分类	说明
水力作用下的土壤流失	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	人为活动导致原有林草植被遭受破坏，地表植被覆盖减少或裸露，未扰动地表土壤，维持原有整体地形的扰动地表。
		地表翻扰型一般扰动地表	人为活动导致地表土壤翻动，原有植被覆盖明显减少或裸露，维持原有整体地形的扰动地表。
	工程开挖面	上方无来水工程开挖面	工程开挖面上缘已达到或越过分水岭，或在工程开挖面顶部有截排水沟等坡面径流拦截措施，不受上方来水冲刷侵蚀的开挖面。
		上方有来水工程开挖面	工程开挖面上缘未达到或越过分水岭，或在工程开挖面顶部无截排水沟等坡面径流拦截措施，受上方来水冲刷侵蚀的开挖面。
	工程堆积体	上方无来水工程开挖面	在平地或坡面堆积，不受上方来水冲刷侵蚀的堆积体。
		上方有来水工程开挖面	在坡沟堆积或在平地堆积但顶部有较大平台，受降水和堆积体顶部以上来水共同侵蚀的堆积体。
风力作用下的土壤流失	一般扰动地表	—	
	工程堆积体	—	

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，项目区属亚热带湿润气候区，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，年干燥度为1.28，属温带湿润地区，本项目自然恢复期预测时段取2年。

根据以上分析，考虑工程建设内容、建设规模、建设期、项目区地形、气象、植被等基础资料。按扰动方式相同、扰动强度相仿、土壤类型和地质相近、气象条件相似、空间上相连续的原则，将项目的扰动地表划分为19个扰动单元，其中大型扰动单元4个，中型扰动单元14个，小型扰动单元1个。本工程扰动单元划分详见表4.3-2。

4.3.3 土壤侵蚀模数

（一）原地貌土壤侵蚀模数

工程区位于丘陵地貌，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 4.3-3。经计算，工程占地区内平均水土流失背景值为 1720t/（km² a）。

表 4.3-2 本工程扰动单元划分表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期（含施工准备期）		自然恢复期	
		序号	项目			预测范围（hm ² ）	预测时段（a）	预测范围（hm ² ）	预测时段（a）
主体工程区	路基工程区	扰动单元 1	填方路基	上方无来水工程堆积体	大	26.04	2	11.07	2
		扰动单元 2	挖方路基	上方无来水工程开挖面	大	30.67	2	13.01	2
		扰动单元 3	高填路段	上方无来水工程堆积体	中	4.43	2	1.86	2
	桥涵工程区	扰动单元 4	涉水桥梁	上方无来水工程开挖面	中	4.32	3	6.32	2
		扰动单元 5	不涉水桥梁	上方无来水工程开挖面	中	4.67	3	1.64	2
		扰动单元 6	围堰填筑、拆除	上方无来水工程堆积体	小	0.29	2	0.29	2
	交叉工程区	扰动单元 7	A 型单喇叭	上方无来水工程开挖面	大	28.11	2	10.08	2
		扰动单元 8	双喇叭枢纽兼落地	上方无来水工程开挖面	大	26.27	2	9.41	2
	沿线设施区	扰动单元 9	匝道收费站、管理分中心	上方无来水工程开挖面	中	2.80	2	0.11	2
		扰动单元 10	内江服务区、养护工区	上方无来水工程开挖面	中	9.05	2	0.94	2
临时工程区	弃渣场	扰动单元 11	1#弃渣场	上方无来水工程堆积体	中	1.03	3	1.03	2
		扰动单元 12	2#弃渣场	上方无来水工程堆积体	中	3.92	3	3.92	2
		扰动单元 13	3#弃渣场	上方无来水工程堆积体	中	2.04	3	2.04	2
		扰动单元 14	4#弃渣场	上方无来水工程堆积体	中	1.58	3	1.58	2
		扰动单元 15	5#弃渣场	上方无来水工程堆积体	中	1.24	3	1.24	2
		扰动单元 16	6#弃渣场	上方无来水工程堆积体	中	1.49	3	1.49	2
	施工生产生活区	扰动单元 17	3#、4#施工生产生活区	地表翻扰型一般扰动地表	中	1.50	3	1.50	2
	施工道路	扰动单元 18	主体工程施工道路	地表翻扰型一般扰动地表	中	5.81	3	3.78	2
		扰动单元 19	临时工程施工道路	地表翻扰型一般扰动地表	中	2.23	3	1.45	2
合计		19 个				157.49		72.76	

表 4.3-3 各工程区水土流失背景值分析表

分区	地类	面积	地形 坡度	植被 覆盖度	侵蚀	平均 侵蚀模数	年流 失量
		hm ²	°	%	强度	t/km ² a	t/a
路基 工程区	耕地	28.10	5~8		轻度	1500	422
		3.26	8~15		中度	3750	122
	林地	14.87	8~15	45~60	轻度	1500	223
		6.22	15~25	45~60	中度	3750	233
	住宅用地	8.35	<5		微度	300	25
	水域及水利设施用地	0.34			无明显流失		
	小计	61.14				1676	1025
桥涵 工程区	耕地	3.67	5~8		轻度	1500	55
	林地	2.78	8~15	30~45	中度	3750	104
	住宅用地	1.05	<5		微度	300	3
	水域及水利设施用地	1.78			无明显流失		
	小计	9.28				1746	162
交叉 工程区	耕地	39.55	5~8		轻度	1500	593
		5.36	8~15		中度	3750	201
	林地	5.67	8~15	45~60	轻度	1500	85
		2.69	15~25	45~60	中度	3750	101
	住宅用地	0.68	<5		微度	300	2
	水域及水利设施用地	0.43			无明显流失		
	小计	54.38				1806	982
沿线 设施区	耕地	3.39	5~8		轻度	1500	51
	林地	8.07	8~15	45~60	轻度	1500	121
	住宅用地	0.21	<5		微度	300	1
	水域及水利设施用地	0.18			无明显流失		
	小计	11.85				1460	173
弃渣场区	耕地	5.14	5~8		轻度	1500	77
	林地	2.58	8~15	45~60	轻度	1500	39
		3.58	15~25	45~60	中度	3750	134
	小计	11.30				2212	250
施工生产生活区	林地	1.50	8~15	45~60	轻度	1500	23
施工 道路区	耕地	4.19	5~8		轻度	1500	63
	林地	1.57	8~15	45~60	轻度	1500	24
	水域及水利设施用地	0.09			无明显流失		
	交通运输用地	2.19	<5		微度	300	7
	小计	8.04				1169	94
合计		157.49				1720	2709

（二）施工期土壤侵蚀模数

根据设计文件、前期现场查勘情况、项目实施施工特点和已有水土保持监测经验，本方案扰动单元数量小于 20 个，因此全部扰动单元均确定为典型扰动单元。参照《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），计算典型扰动单元的土壤土流失量。扰动后土壤流失量预测计算公式见表 4.3-4，典型扰动单元土壤侵蚀模数计算见表 4.3-5~7。

表 4.3-4 土壤流失预测计算公式表

土壤流失类型（水力作用）	水土流失量计算公式	备注
地表翻扰型一般扰动地表	$M_{yd} = RK_{yd}L_yS_yBETA$	<p>M_{yd} 为地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量，t；</p> <p>式中 $K_{yd} = NK$；R 为降雨侵蚀力因子，根据导则附录，内江市取 5297.8 MJ mm/ (hm² h)；</p> <p>K_{yd} 为地表翻扰后土壤可蚀性因子，t hm² h/ (hm² MJ mm)；</p> <p>N 为地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，无条件实测可取值 2.13；K 为土壤可侵蚀因子，内江市取 0.0069；</p> <p>$L_y = (\lambda/20)^m$，$\lambda = \lambda_x \cos\theta$，$L_y$ 为坡长因子，λ 为水平投影坡长；</p> <p>S_y 为坡度因子，$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin\theta)}]$，$\theta$ 为坡度（°）；B 为植被覆盖因子，无量纲；</p> <p>E 为工程措施因子，无量纲；</p> <p>T 为耕作措施因子，无量纲；</p> <p>A 为计算单元的水平投影面积，hm²。</p>
上方无来水工程开挖面	$M_{kw} = RG_{kw}L_{kw}S_{kw}A$	<p>式中 M_{kw} 为上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量，t；</p> <p>G_{kw} 为上方无来水工程开挖面土质因子，t hm² h/ (hm² MJ mm)；</p> <p>$G_{kw} = 0.004e^{4.28SIL(1-CLA)^\rho}$，其中 SIL 为粉粒（0.002~0.05mm）含量，CLA 为黏粒（<0.002mm）含量；</p> <p>ρ 为土体密度，g/cm³，根据查阅相关文献资料，本方案取项目区平均值 1.35；</p> <p>L_{kw} 为坡长因子，$L_{kw} = (\lambda/5)^{-0.57}$，$\lambda$ 为计算单元水平投影坡长度；</p> <p>S_{kw} 为坡度因子，$S_{kw} = 0.80\sin\theta + 0.38$，$\theta$ 为计算单元坡度；</p> <p>λ 同上。</p>
上方无来水工程堆积体	$M_{dw} = XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A$	<p>式中 M_{dw} 为上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量，t；</p> <p>X 为工程堆积体形态因子，锥型堆积体取 0.92，侵蚀面为倾斜平面的堆积体取 1；R 为降雨侵蚀力因子；</p> <p>G_{dw} 为上方无来水工程堆积体土石质因子，t hm² h/ (hm² MJ mm)，$G_{dw} = a_1e^{b_1\delta}$，其中 δ 为单元侵蚀面土体砾石含量，重量百分数，取小数（如 0.1、0.2、...）；</p> <p>a_1、b_1 均为土石质因子系数，根据导则，施工期 a_1 取 0.075，b_1 取 -3.570；自然恢复期 a_1 取 0.046，b_1 取 -3.379；</p> <p>L_{dw} 为坡长因子，$L_{dw} = (\lambda/5)^{f_1}$，其中 λ 为计算单元水平投影坡长度；</p> <p>f_1 为坡长因子系数，施工期取 0.751；自然恢复期取 0.632；</p> <p>S_{dw} 为坡度因子，$S_{dw} = (\theta/25)^{d_1}$，$\theta$ 为计算单元坡度，（°）；d_1 为坡度因子系数，施工期取 1.212，自然恢复期取 1.245。</p>

表 4.3-5 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（地表翻扰型一般扰动地表）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元	M_{yd}	R	K_{yd}	θ	L_y	λ_x	S_y	B	E	T	A	M_{ji}
				t	MJ mm/ (hm ² h)	t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	(°)							hm ²	t/ (km ² a)
1	扰动单元 17	施工生产生活区	3#、4#施工生产生活区	92.06	5297.8	0.015	6	1.05	22	1.21	0.61	1	1	1.5	6138
2	扰动单元 18	施工道路	主体工程 施工道路	545.92	5297.8	0.015	8	1.32	35	1.73	0.52	1	1	5.81	9396
3	扰动单元 19		临时工程 施工道路	166.91	5297.8	0.015	7	1.24	31	1.46	0.52	1	1	2.23	7485

表 4.3-6 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方无来水工程开挖面）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元	M_{kw}	R	G_{kw}	θ	λ_x	SIL	CLA	ρ	L_{kw}	S_{kw}	A	M_{ji}
				t	MJ mm/ (hm ² h)	t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	(°)							hm ²	t/ (km ² a)
1	扰动单元 2	路基工程区	挖方路基	4926.36	5297.8	0.0236	59	7	0.7	0.2	1.35	1.2049	1.0657	30.67	16062
2	扰动单元 4	桥涵工程区	涉水桥梁	482.71	5297.8	0.0183	50	6	0.6	0.2	1.35	1.1595	0.9928	4.32	11173
3	扰动单元 5		不涉水桥梁	462.35	5297.8	0.0183	39	5	0.6	0.2	1.35	1.1546	0.8834	4.67	9900
4	扰动单元 7	交叉工程区	A 型单喇叭	3304.75	5297.8	0.0236	35	5	0.7	0.2	1.35	1.1204	0.8388	28.11	11756
5	扰动单元 8		双喇叭枢纽兼落地	2392.25	5297.8	0.0183	40	6	0.6	0.2	1.35	1.0491	0.8942	26.27	9106
6	扰动单元 9	沿线设施区	匝道收费站、管理分中心	296.53	5297.8	0.0236	30	5	0.7	0.2	1.35	1.0854	0.7800	2.80	10590
7	扰动单元 10		内江服务区、养护工区	978.92	5297.8	0.0236	31	5	0.7	0.2	1.35	1.0918	0.7920	9.05	10817

表 4.3-7 施工期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方无来水工程堆渣体）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元	M_{dw}	R	G_{dw}	θ	λ_x	X	δ	d_1	L_{dw}	S_{dw}	A	M_{ji}
				t	MJ mm/ (hm ² h)	t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	°							hm ²	t/ (km ² a)
1	扰动单元 1	路基工程区	填方路基	3987.74	5297.8	0.0367	5	49	1	0.2	1.212	5.5356	0.1421	26.04	15314
2	扰动单元 3		高填路段	738.64	5297.8	0.0367	7	32	1	0.2	1.212	4.0087	0.2137	4.43	16674
3	扰动单元 6	桥涵工程区	围堰填筑、拆除	31.12	5297.8	0.0256	13	12	0.92	0.3	1.212	1.8927	0.4526	0.29	10732
4	扰动单元 11	弃渣场	1#弃渣场	204.77	5297.8	0.0367	16	11	1	0.2	1.212	1.755	0.5822	1.03	19881
5	扰动单元 12		2#弃渣场	819.99	5297.8	0.0367	15	13	1	0.2	1.212	1.9968	0.5384	3.92	20918
6	扰动单元 13		3#弃渣场	393.84	5297.8	0.0367	14	13	1	0.2	1.212	2.0036	0.4952	2.04	19306
7	扰动单元 14		4#弃渣场	289.64	5297.8	0.0367	17	9	1	0.2	1.212	1.5036	0.6266	1.58	18332
8	扰动单元 15		5#弃渣场	196.26	5297.8	0.0367	9	20	1	0.2	1.212	2.8061	0.2898	1.24	15828
9	扰动单元 16		6#弃渣场	267.32	5297.8	0.0367	12	15	1	0.2	1.212	2.2445	0.4108	1.49	17941

（三）自然恢复期土壤侵蚀模数的确定

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），本标准适用于水力作用下生产建设项目土壤流失量的事前预测、事中监测和事后计算。因此，本项目自然恢复期土壤流失量预测计算公式可采用表 4.3-4，自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算见表 4.3-8~10。

表 4.3-8 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（地表翻扰型一般扰动地表）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元	M _{yd}	R	K _{yd}	θ	L _y	λ _x	S _y	B	E	T	A	M _{ji}
				t	MJ mm/ (hm ² h)	t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	(°)							hm ²	t/ (km ² a)
1	扰动单元 17	施工生产生活区	3#、4#施工生产生活区	29.05	5297.8	0.015	4	0.52	4	0.76	0.61	1	1	1.5	1937
2	扰动单元 18	施工道路	主体工程施工道路	80.10	5297.8	0.015	5	0.52	4	0.98	0.52	1	1	3.78	2119
3	扰动单元 19		临时工程施工道路	28.01	5297.8	0.015	6	0.38	3	1.21	0.52	1	1	1.45	1932

表 4.3-9 自然恢复期典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（上方无来水工程开挖面）

序号	计算单元	预测单元	扰动单元	M _{kw}	R	G _{kw}	θ	λ _x	SIL	CLA	ρ	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{ji}
				t	MJ mm/ (hm ² h)	t hm ² h/ (hm ² MJ mm)	(°)							hm ²	t/ (km ² a)
1	扰动单元 2	路基工程区	挖方路基	1041.14	5297.8	0.0142	5	5	0.5	0.2	1.35	1.0021	0.4497	30.67	3395
2	扰动单元 4	桥涵工程区	涉水桥梁	126.63	5297.8	0.0142	9	8	0.5	0.2	1.35	0.7704	0.5051	4.32	2931
3	扰动单元 5		不涉水桥梁	109.51	5297.8	0.0125	8	9	0.45	0.2	1.35	0.7193	0.4913	4.67	2345
4	扰动单元 7	交叉工程区	A 型单喇叭	877.12	5297.8	0.0128	9	6	0.46	0.2	1.35	0.9076	0.5051	28.11	3120
5	扰动单元 8		双喇叭枢纽兼落地	933.52	5297.8	0.0142	10	6	0.5	0.2	1.35	0.9091	0.5189	26.27	3553
6	扰动单元 9	沿线设施区	匝道收费站、管理分中心	98.69	5297.8	0.0110	5	3	0.4	0.2	1.35	1.3409	0.4497	2.8	3525
7	扰动单元 10		内江服务区、养护工区	318.97	5297.8	0.0110	5	3	0.4	0.2	1.35	1.3409	0.4497	9.05	3525

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

序号	计算单元	预测单元	扰动单元	M_{dw}	R	G_{dw}	θ	λ_x	X	δ	d_1	L_{dw}	S_{dw}	A	M_{ji}
				t	MJ mm/ ($hm^2 h$)	t $hm^2 h$ / ($hm^2 MJ mm$)	°							hm^2	t/ ($km^2 a$)
1	扰动单元 1	路基工程区	填方路基	946.55	5297.8	0.0234	6	12	1	0.2	1.212	1.7329	0.1691	26.04	3635
2	扰动单元 3		高填路段	169.38	5297.8	0.0234	6	13	1	0.2	1.212	1.8229	0.1691	4.43	3824
3	扰动单元 6	桥涵工程区	围堰填筑、拆除	6.47	5297.8	0.0166	7	8	0.92	0.3	1.212	1.3395	0.2049	0.29	2234
4	扰动单元 11	弃渣场	1#弃渣场	35.51	5297.8	0.0234	9	5	1	0.2	1.212	0.9922	0.2802	1.03	3448
5	扰动单元 12		2#弃渣场	116.91	5297.8	0.0234	8	5	1	0.2	1.212	0.9938	0.2420	3.92	2983
6	扰动单元 13		3#弃渣场	68.27	5297.8	0.0234	8	6	1	0.2	1.212	1.1152	0.2420	2.04	3347
7	扰动单元 14		4#弃渣场	53.78	5297.8	0.0234	7	8	1	0.2	1.212	1.3395	0.2049	1.58	3404
8	扰动单元 15		5#弃渣场	36.98	5297.8	0.0234	8	5	1	0.2	1.212	0.9938	0.2420	1.24	2983
9	扰动单元 16		6#弃渣场	49.86	5297.8	0.0234	8	6	1	0.2	1.212	1.1152	0.2420	1.49	3347

根据以上分析，本项目各预测时段、各预测单元土壤侵蚀模数见表 4.3-11。

表 4.3-11 各预测时段、各预测单元土壤侵蚀模数一览表

预测单元		扰动单元		工程区背景值 (t/km ² a)	本项目	
					施工期 (t/km ² a)	自然恢复期 (t/km ² a)
		序号	项目			
主体工程区	路基工程区	扰动单元 1	填方路基	1676	15314	3635
		扰动单元 2	挖方路基	1676	16062	3395
		扰动单元 3	高填路段	1676	16674	3824
	桥涵工程区	扰动单元 4	涉水桥梁	1746	11173	2931
		扰动单元 5	不涉水桥梁	1746	9900	2345
		扰动单元 6	围堰填筑、拆除	1746	10732	2234
	交叉工程区	扰动单元 7	A 型单喇叭	1806	9900	3120
		扰动单元 8	双喇叭枢纽兼落地	1806	11756	3553
	沿线设施区	扰动单元 9	匝道收费站、管理分中心	1460	9106	3525
		扰动单元 10	内江服务区、养护工区	1460	10590	3525
临时工程区	弃渣场	扰动单元 11	1#弃渣场	2212	19881	3448
		扰动单元 12	2#弃渣场	2212	20918	2983
		扰动单元 13	3#弃渣场	2212	19306	3347
		扰动单元 14	4#弃渣场	2212	18332	3404
		扰动单元 15	5#弃渣场	2212	15828	2983
		扰动单元 16	6#弃渣场	2212	17941	3347
	施工生产生活区	扰动单元 17	3#、4#施工生产生活区	1500	6138	1937
	施工道路区	扰动单元 18	主体工程施工道路	1169	9396	2119
		扰动单元 19	临时工程施工道路	1169	7485	1932

4.3.4 预测结果

本项目各预测单元水土流失预测分为施工期和自然恢复期，施工期土壤流失量预测结果见表 4.3-12，自然恢复期土壤流失量预测表结果见表 4.3-13，土壤流失量预测汇总见表 4.3-14。

表 4.3-12 施工期土壤流失量预测表

预测单元	扰动单元		原地貌土壤侵蚀模数	扰动后侵蚀模数	预测面积	侵蚀时段	背景流失量	预测流失量	新增流失量
	序号	项目	(t/km ² a)	(t/km ² a)	(hm ²)	(a)	(t)	(t)	(t)
路基工程区	扰动单元 1	填方路基	1676	15314	26.04	2	873	7976	7103
	扰动单元 2	挖方路基	1676	16062	30.67	2	1028	9852	8824
	扰动单元 3	高填路段	1676	16674	4.43	2	148	1477	1329
	小计				61.14		2049	19305	17256
桥涵工程区	扰动单元 4	涉水桥梁	1746	11173	4.32	3	226	1448	1222
	扰动单元 5	不涉水桥梁	1746	9900	4.67	3	245	1387	1142
	扰动单元 6	围堰填筑、拆除	1746	10732	0.29	2	10	62	52
	小计				9.28		481	2897	2416
交叉工程区	扰动单元 7	A 型单喇叭	1806	9900	28.11	2	1015	5566	4551
	扰动单元 8	双喇叭枢纽兼落地	1806	11756	26.27	2	949	6177	5228
	小计				54.38		1964	11743	9779
沿线设施区	扰动单元 9	匝道收费站、管理分中心	1460	9106	2.80	2	82	510	428
	扰动单元 10	内江服务区、养护工区	1460	10590	9.05	2	264	1917	1653
	小计				11.85		346	2427	2081
弃渣场区	扰动单元 11	1#弃渣场	2212	19881	1.03	3	68	614	546
	扰动单元 12	2#弃渣场	2212	20918	3.92	3	260	2460	2200
	扰动单元 13	3#弃渣场	2212	19306	2.04	3	135	1182	1047
	扰动单元 14	4#弃渣场	2212	18332	1.58	3	105	869	764
	扰动单元 15	5#弃渣场	2212	15828	1.24	3	82	589	507
	扰动单元 16	6#弃渣场	2212	17941	1.49	3	99	802	703
	小计				11.30		749	6516	5767
施工生产生活区	扰动单元 17	3#、4#施工生产生活区	1500	6138	1.50	3	68	276	208
	小计				1.50		68	276	208
施工道路区	扰动单元 18	主体工程施工道路	1169	9396	5.81	3	204	1638	1434
	扰动单元 19	临时工程施工道路	1169	7485	2.23	3	78	501	423
	小计				8.04		282	2139	1857
合计				157.49		5939	45303	39364	

表 4.3-13 自然恢复期土壤流失量预测表

预测单元	扰动单元		原地貌土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	自然恢复期 侵蚀模数 (t/km ² a)	预测面积 (hm ²)	侵蚀时段 (a)	背景流失量 (t)	预测流失量 (t)	新增流失量 (t)
	序号	项目							
路基工程区	扰动单元 1	填方路基	1676	3635	11.07	2	371	805	434
	扰动单元 2	挖方路基	1676	3395	13.01	2	436	883	447
	扰动单元 3	高填路段	1676	3824	1.86	2	62	142	80
	小计				22.59		870	1830	961
桥涵工程区	扰动单元 4	涉水桥梁	1746	2931	6.32	2	221	370	150
	扰动单元 5	不涉水桥梁	1746	2345	1.64	2	57	77	20
	扰动单元 6	围堰填筑、拆除	1746	2234	0.29	2	10	13	3
	小计				8.25		288	460	172
交叉工程区	扰动单元 7	A 型单喇叭	1806	3120	10.08	2	364	629	265
	扰动单元 8	双喇叭枢纽兼落地	1806	3553	9.41	2	340	669	329
	小计				19.49		704	1298	594
沿线设施区	扰动单元 9	匝道收费站、管理分中心	1460	3525	0.11	2	3	8	5
	扰动单元 10	内江服务区、养护工区	1460	3525	0.94	2	27	66	39
	小计				1.05		31	74	43
弃渣场区	扰动单元 11	1#弃渣场	2212	3448	1.03	2	46	71	25
	扰动单元 12	2#弃渣场	2212	2983	3.92	2	173	234	60
	扰动单元 13	3#弃渣场	2212	3347	2.04	2	90	137	46
	扰动单元 14	4#弃渣场	2212	3404	1.58	2	70	108	38
	扰动单元 15	5#弃渣场	2212	2983	1.24	2	55	74	19
	扰动单元 16	6#弃渣场	2212	3347	1.49	2	66	100	34
	小计				11.30		500	723	223
施工生产 生活区	扰动单元 17	3#、4#施工生产生活区	1500	1937	1.50	2	45	58	13
	小计				1.50		45	58	13
施工道路区	扰动单元 18	主体工程施工道路	1169	2119	3.78	2	88	160	72
	扰动单元 19	临时工程施工道路	1169	1932	1.45	2	34	56	22
	小计				5.23		122	216	94
合计				72.76		2559	4660	2100	

表 4.3-14 土壤流失量预测汇总表

预测单元	预测时段	预测面积	侵蚀时段	背景流失量	预测流失量	新增流失量	占新增流失总量百分比
		(hm ²)	(a)	(t)	(t)	(t)	(%)
路基工程区	施工期	61.14	2	2049	19305	17256	
	自然恢复期	25.94	2	870	1830	961	
	小计			2919	21135	18217	43.93
桥涵工程区	施工期	9.28	3	481	2897	2416	
	自然恢复期	8.25	2	288	460	172	
	小计			769	3357	2588	6.24
交叉工程区	施工期	54.38	2	1964	11743	9779	
	自然恢复期	19.49	2	704	1298	594	
	小计			2668	13041	10373	25.02
沿线设施区	施工期	11.85	2	346	2427	2081	
	自然恢复期	1.05	2	31	74	43	
	小计			377	2501	2124	5.12
弃渣场区	施工期	11.30	3	749	6516	5767	
	自然恢复期	11.30	2	500	723	223	
	小计			1249	7239	5990	14.45
施工生产生活区	施工期	1.50	3	68	276	208	
	自然恢复期	1.50	2	45	58	13	
	小计			113	334	221	0.53
施工道路区	施工期	8.04	3	282	2139	1857	
	自然恢复期	5.23	2	122	216	94	
	小计			404	2355	1951	4.71
合计	施工期	157.49		5939	45303	39364	94.94
	自然恢复期	72.76		2559	4660	2100	
	小计			8498	49963	41464	

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 5.00 万 t，其中背景流失量为 0.85 万 t，新增水土流失量为 4.15 万 t。路基工程区、交叉工程区和弃渣场新增流失量分别占总新增流失量的 43.93%、25.02%和 14.45%，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 94.94%，是水土流失发生的主要时段。

4.4 水土流失危害分析

本项目路线涉及内江市东兴区，属于沱江下游省级水土流失重点治理区，沿线以丘陵地貌为主；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 4.15 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，增加水体泥沙含量，影响沿线水体水质，特别是清水河及其支流，水土流失对水生生态造成一定的影响。

（二）对项目区土地资源的破坏

工程建设将扰动、破坏大量耕地、林地等，使原表层土剥离形成裸露地表和高陡边坡，失去原有植被的防冲、固土能力。据统计，整个工程建设过程中扰动地表面积 157.49hm²，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；此外，随着工程区植被的破坏，在一定程度上对当地陆生生物的生境条件产生干扰，对当地生态环境造成影响。各施工场区水土流失量的增加，加剧对周边土地的冲刷，特别是弃土场松散的堆积物，极易产生滑坡等重力侵蚀。

（四）危及工程运行安全

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

（五）加剧当地水土流失治理难度

工程扰动区域侵蚀强度以强度~剧烈为主，造成的土壤侵蚀模数远远超过当地土壤侵蚀容许值 500t/(km² 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、交叉工程区、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的水土流失及危害，应加强水土流失监测工作。对路基工程区、桥涵工程区、交叉工程区、沿线设施区、弃渣场区、施工生产生活区和施工道路区应分期（施工准备期、施工期和试运行期）进行水土流失监测。其中路基工程区、交叉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、交叉工程、沿线设施等；施工临时工程包括施工道路、施工生产生活区和弃渣场等。

路线经过区域均属丘陵地貌，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、施工生产生活区和弃渣场区等 4 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、交叉工程区、沿线设施区等 4 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	61.14	14.466km 路基
	桥涵工程区	9.28	4770m/18 座桥梁
	交叉工程区	54.38	3 处互通式立交，其中 1 处枢纽互通
	沿线设施区	11.85	管理分中心（监控中心）1 处、养护工区 1 处、匝道收费站 3 处和服务区 1 处
	小计	136.65	
弃渣场		11.30	6 个弃渣场，均为坡地型弃渣场
施工生产生活区		1.50	施工生产生活区 6 处，其中位于主体工程占地范围 4 处，新增临时占地 2 处
施工道路		8.04	12.55km 施工道路，其中施工便道 12.35km、施工便桥 0.20km
合计		157.49	

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、填边坡进行骨架护坡和植草防护；对一般路基根据坡面汇水情况设置各种类型的排水沟、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。

受地形条件及地层岩性的影响，本项目存在一定的高填边坡，虽然主体工程设计中针对高挖填边坡已采取了框架锚杆（索）防护、骨架护坡防护等措施，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。

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。剥离的表土可堆放于项目沿线路基红线永久占地范围内，并在堆放期间采取临时撒播草籽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，涉水桥墩根据水深采用沙袋围堰施工，在枯水期进行；沙袋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。

部分桥梁桥底表土资源丰富，为了满足工程后期桥底边坡绿化的覆土需要，在桥梁施工前，应结合主体工程面层清理施工将表土单独剥离。剥离的表土可堆放于项目沿线路基红线永久占地范围内，并在堆放期间采取临时撒播草籽防护和临时土袋拦挡、无纺布覆盖保墒措施。

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，对部分桥底边坡采取撒播草籽措施，对桥梁工程旱桥部分占地采用撒播草籽方式绿化，桥墩（包括涉水和旱桥）施工采取泥浆沉淀池等临时措施，防治桥墩钻渣引起的水土流失。

（三）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。主体设计采用锚杆框架梁防护、浆砌片石护坡，同时结合沿线场地进行排水设计。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草籽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。

（四）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木绿化美化，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处，本方案补充对其进行撒播草籽保护和土袋挡墙拦挡、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进行临时防护，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，并按占用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

弃渣堆放前，拟将场内表土进行剥离并集中堆放进行临时防护，根据弃渣场类型采取相应的挡护措施、截排水及消能坎、沉沙池等措施；渣体形成后，根据各渣场占地前的土地利用现状和周边居民耕作半径，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。

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、植草护坡	主体工程
			中央分隔带	覆土、栽植灌木、撒播草籽	主体工程
			临时措施	挖填边坡	土袋拦挡、无纺布
		路基排水		临时排水沟、截水沟、沉沙池	水保方案
		表土临时堆放场		临时撒草绿化、土袋拦挡、无纺布遮盖	水保方案
		桥涵工程区	工程措施	桥底边坡	表土剥离
	旱桥桥下、桥底边坡			栽植灌木、撒播草籽	水保方案
	临时措施		所有桥梁	泥浆沉淀池	水保方案
	交叉工程区	工程措施	边坡	骨架护坡、边沟、排水沟、截水沟	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、栽种乔灌木、撒播草籽、植草护坡	主体工程
			占地区域	临时排水沟、沉沙池	水保方案
		临时措施	表土临时堆场	撒草绿化、土袋拦挡、无纺布遮盖	水保方案
			沿线设施区	工程措施	占地区域
	场地周边	截排水沟、沉沙池			主体工程
	植物措施	场地平整区域		覆土、乔灌木绿化	主体工程
		场地周边		临时排水沟、沉沙池	水保方案
	临时措施	表土临时堆场		撒草绿化、土袋拦挡、无纺布遮盖	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	挡渣墙	水保方案	
		渣场周边	截排水沟、沉沙池	水保方案	
		渣体顶面	复耕	水保方案	
	植物措施	渣体顶面、坡面	覆土、栽种灌木、撒播草籽	水保方案	
施工生产生活区	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	
	工程措施	占地范围	表土剥离、土地整治	水保方案	
		植物措施	占地范围	覆土、栽种乔灌木、撒播草籽	水保方案
	临时措施	材料堆场	土袋挡墙、铺防雨布	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	占地范围	覆土、栽种灌木、撒播草籽	水保方案	
	临时措施	边坡周围	土袋挡墙、临时排水沟、沉沙池	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	

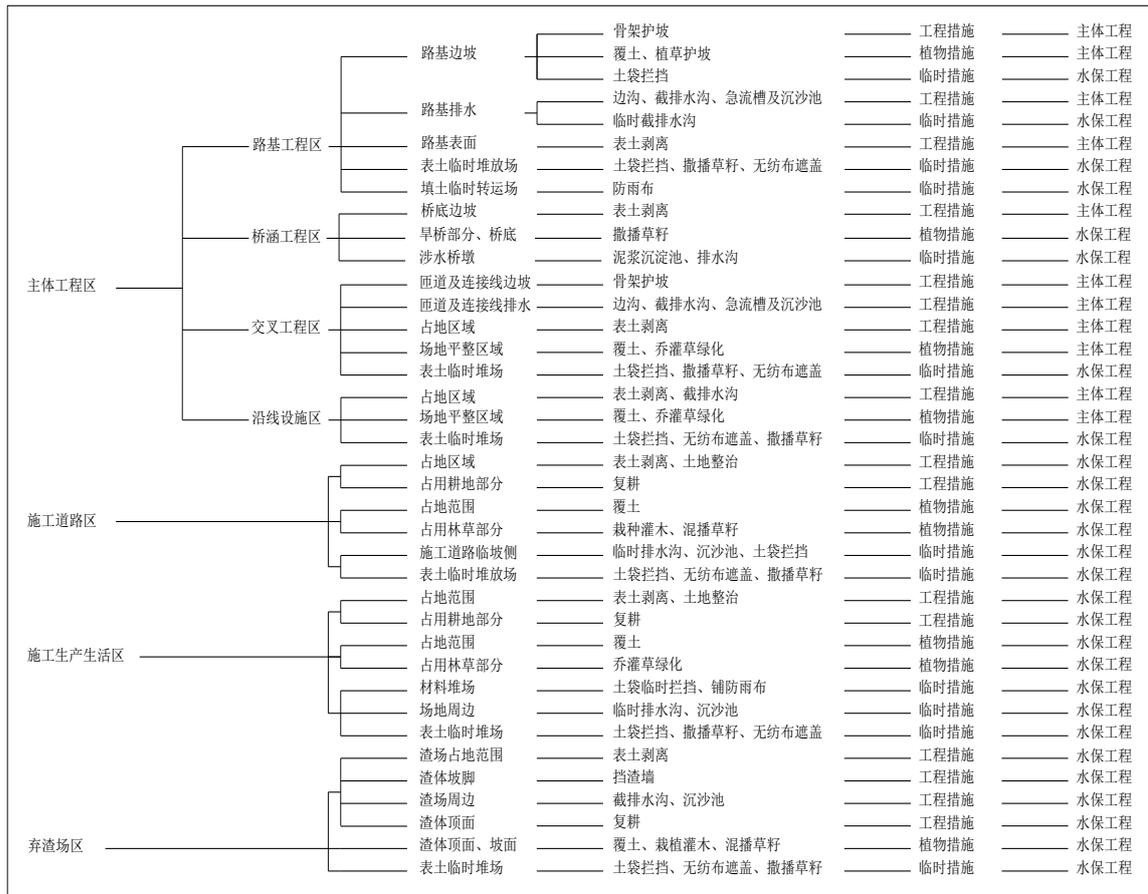


图 5.2-1 水土保持措施体系框图

5.2.3 水土保持措施技术经验

项目区已建成的高速公路项目较多，本方案选择自贡至隆昌高速公路（C 线）工程作为类比项目。自贡至隆昌高速公路（C 线）工程，起于乐自高速与内自高速相连接的永安枢纽互通，向东经黄市、沿滩后跨越釜溪河，经互助后跨沱江，经狮市、响石、龙市、迎祥到达本路段终点接成渝高速公路，路线全长 50.846km。根据《四川省高速公路网规划（2011 年调整方案）》，该项目是联系重庆与川中、川西地区的横向高速公路通道。全线共设置桥梁 4437m / 29 座，设互通立交 8 座，服务区 1 处；项目总投资 34.06 亿元。

自贡至隆昌高速公路（C 线）工程在建设过程中开展了相应的水土保持临时、工程及植物措施，并开展了水土保持监测。本方案将对其水土保持工作的实施、管理经验进行总结。

5.2.3.1 主体工程区

（一）路基工程区

自贡至隆昌高速公路（C 线）工程路基工程水土保持措施主要利用主体工程具

有水土保持功能的措施，主要包括：填方边坡的实体护坡、拱形护坡、喷播植草护坡；对挖方边坡坡面采用护面墙或种植草皮绿化；对一般路基根据坡面汇水情况设置各种型式的排水沟、截水沟、急流槽及沉沙池；对特殊路基中的软基采用基础换填或碎石桩处理，对高边坡采取修筑挡土墙和锚杆框架梁结，以确保边坡稳定；对路基挖、填边坡、路面中央隔离带采取客土绿化。

路基表土作为珍贵的表土资源应与集中堆放，因此在路基开挖前，已将表土集中剥离并堆放于互通立交区及服务区内，用于路基边坡、中央分隔带的绿化用土。

（二）桥涵工程区

自贡至隆昌高速公路（C线）工程主桥桩基一般采用钻孔灌注桩或挖孔灌注桩，涉水桥墩采用沙袋围堰施工。位于水下桥墩施工应在枯水期进行，围堰高出枯期设计洪水位 0.5~0.7m。灌桩前挖好沉沙池，灌桩出浆进入沉沙池沉淀，沉淀后的上清液循环使用，清出的沉淀物运至弃渣场处置。桥梁施工中，桥墩扩基土石方开挖量部分用于基础填筑。涵洞布置与地面水系相衔接，其进口设置有八字墙，出口设置有沉沙池。

（三）互通立交区

互通立交区地形相对平缓，为与主体线形和周边地形相协调，主体工程通过设置高架桥、或通过对填筑边坡的实体护坡、拱型护坡加以防护。主体工程均对互通立交区进行平整，并加以绿化及美化。自贡至隆昌高速公路（C线）工程剥离的表土均集中堆放于互通立交区及服务区内，用于后期路基挖填边坡及中央隔离带绿化覆土，路基剥离表土在临时堆放期间，均采取了土带挡护及防雨布遮盖等防护措施。

（四）沿线设施

自贡至隆昌高速公路（C线）工程对路线设置的沿线设施区进行平整，并加以绿化及美化。

5.2.3.2 弃渣场区

自贡至隆昌高速公路（C线）工程在弃渣堆放前先对表土进行剥离，临时堆放在渣场占地范围内，以减少施工临时占地。根据渣场类型采取相应的挡渣墙，拦渣堤等挡护措施及截、排水措施；渣体形成后根据各渣场占地前的土地利用现状及周边居民耕作半径，顶部采取覆土复耕措施，渣体边坡采取覆土绿化恢复。

5.2.3.3 施工道路区

自贡至隆昌高速公路（C线）工程施工道路根据路基沿线坡面汇水情况确定临时排水沟断面尺寸，施工完毕后，对无需保留的施工道路迹地进行土地整治，并按占用地类进行了绿化和复垦恢复。

5.2.3.4 施工生产生活区

自贡至隆昌高速公路（C线）工程施工生产生活区平整做到挖、填平衡，场地周边根据坡面汇水情况设置排水沟、沉沙池；施工完毕后，对其迹地进行土地整治，并按占用地类进行了绿化和复垦恢复。

自贡至隆昌高速公路（C线）工程采用的绿化物种主要有杨树、柏木、水杉、香樟等乔木树种，春鹃、火棘、大叶黄杨、海桐、紫薇等灌木树种，爬山虎、三角梅、迎春等藤本植物，狗牙根、紫花苜蓿、高羊茅等草本植物。

5.2.3.5 项目区生态防护措施植被备选方案

根据对当地适生物种的调查，为满足防治水土流失、恢复项目区绿化和美化环境要求，本着“安全、舒适、美观、生态”原则，根据项目区立地条件和沿线气候特点，选择适生能力强、生长速度快、栽培和养护容易的优良树草种，对沿线路基边坡、路侧绿化带等采用由圪工防护以及乔、灌、草、藤本植物为一体的防护措施，对边坡进行综合处置。具体的绿化美化物种选择详见表 5.2-2。

表 5.2-2 项目区适生植物特性表

类型	名称	生态习性	适宜配置区域	繁殖方式
乔木	杨树	喜光，耐寒喜湿润排水良好的冲击图土，对水涝、盐碱和瘠薄土地均有一定耐性，能适应暖热气候。对 SO ₂ 有较强的吸收能力。适应性强，生长快，常生长于水边。是良好的“四旁”绿化树种。	道路 临时工程区	栽植
	柏木	柏木科常绿乔木。阳性树种，略耐荫，喜温暖湿润气候，不耐寒，为亚热带代表性的针叶树种；对土壤适应能力强，耐干旱瘠薄，略耐水湿。在南方山区、丘陵地区常形成纯林或与其他树种的混交林。寿命长，自然繁殖能力强。	临时工程区	栽植
	水杉	常绿乔木，树高可达 30~40m，胸径可达 2~3m。较喜光，但幼时稍能耐侧方蔽荫。对土壤的要求较高，最适宜肥沃、深厚、疏松、排水良好的土壤，而嫌土壤瘠薄、板结及排水不良。	道路	栽植
	香樟	樟科常绿乔木。喜光，稍耐荫；喜温暖湿润气候，不耐寒，对土壤要求不严，较耐水湿，不耐干旱、瘠薄和盐碱土。为深根性树种，抗风。萌芽力强，耐修剪。具有很强的吸烟滞尘、涵养水源、固土防沙和美化环境的能力。寿命长，可成为古木。	道路 各临时工程区	栽植
	银杏	银杏科落叶大乔木，阳性树，喜适当湿润而又排水良好的深厚砂质壤土，在酸性土、石灰性土中均可生长良好，而以中性或微酸性土最适宜；不耐积水，耐干旱，耐寒性很强。	景观路段	栽植
	桂花	常绿乔木或灌木，性喜温暖，湿润。桂花对土壤的要求不太严，除碱性土和低洼地或过于粘重、排水不畅的土壤外，一般均可生长，但以土层深厚、疏松肥沃、排水良好的微酸性砂质壤土最为适宜。	景观路段	栽植
	桑树	桑科落叶乔木。喜光，喜温暖，适应性强，耐寒，耐干旱瘠薄和水湿，在微酸性、中性、石灰质和轻盐碱土壤上均能生长。抗风力强，对 SO ₂ 、HCl 等有毒气体具有较强的抗性。适于城市、工矿区及农村四旁绿化。	临时工程区	栽植
灌木	大叶黄杨	卫矛科卫矛属常绿灌木。喜光，亦较耐荫。喜温暖湿润气候亦较耐寒。要求肥沃疏松的土壤，极耐修剪整形。	服务设施	栽植
	法国冬青	忍冬科荚蒾属常绿灌木或小乔木。终年苍翠欲滴。喜温暖湿润气候。在潮湿肥沃的中性壤土中生长旺盛，酸性和微酸性土均能适应，喜光亦耐阴。根系发达，萌芽力强，特耐修剪，极易整形。	道路边坡 服务设施	栽植
	紫薇	千屈菜科紫薇属落叶灌木或小乔木，性强健，易于栽培，对土壤要求不严，但栽种于深厚肥沃的砂质壤土中生长最好。喜光，耐旱，怕涝，耐修剪。每年 6~9 月开花，花色鲜艳，观赏性强，常用于道路、园林绿化。	服务设施	栽植
	南天竹	小檗科南天竹属常绿灌木。多生于湿润的沟谷旁、疏林下或灌丛中，为钙质土壤指示植物。喜温暖多湿及通风良好的半阴环境。较耐寒。能耐微碱性土壤。花期 5-7 月。喜温暖湿润气候，不耐寒也不耐旱，强光下叶色变红。适宜含腐殖质的沙壤土生长。	服务设施	栽植
	海桐	海桐科常绿灌木或小乔木，在阳光下及半阴处均能良好生长。适应性强，有一定的抗旱、抗寒力，喜温、湿润气候。耐盐碱，对土壤的要求不严，喜肥沃、排水良好的土壤。耐修剪，萌芽力强。	服务设施	栽植
	金叶女贞	木犀科女贞属半绿小灌木。喜光，喜温暖湿润气候，耐高温，耐阴性较差，耐寒力中等，适应性强，对土壤要求不严，但以疏松肥沃的沙壤土为最好。	道路边坡 临时工程区	栽植
藤本	爬山虎	葡萄科攀援植物。适应性强，喜阴湿环境，耐寒，耐旱，耐贫瘠，耐修剪，怕积水，对土壤要求不严，在阴湿环境或向阳处，均能茁壮生长，但最喜阴湿、肥沃的土壤中。对 SO ₂ 等有害气体有较强的抗性。	道路边坡	播种、扦插、压条
	葛藤	豆科多年生藤本。分布于海拔 300~1500m 的坡地或疏林中。喜温暖湿润气候，耐旱、耐寒。对土壤适应性强，除排水不良的粘土外，山坡、荒谷、砾石地、石缝都可生长，但最适宜湿润和排水通畅的土壤。整株移植或扦插繁殖。	道路边坡	扦插
草本	早熟禾	禾本科多年生草本。喜光、耐阴，喜温暖湿润气候，耐寒、不耐旱，在排水良好、土壤肥沃的湿地生长良好；再生性强，耐践踏。	全线	播种
	假俭草	禾本科多年生草本。喜光，耐阴，耐干旱，较耐践踏。喜阳光和疏松的土壤，耐修剪，抗二氧化硫等有害气体，吸尘，滞尘。	全线	播种
	黑麦草	禾本科黑麦草属一年生或多年生草本，须根发达，水分条件良好时生长茂盛，喜温暖湿润土壤，喜光照。	全线	播种

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 水土保持措施执行标准

根据拟定的防治措施体系，各防治分区水土保持工程措施主要包括拦挡工程、坡面截排水工程、斜坡防护工程，植物措施主要为植被恢复与建设工程，临时工程主要包括临时拦挡和临时排水。根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）确定水土保持措施级别与标准。同时本项目涉及沱江下游省级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），截排水工程、拦挡工程的工程等级提高一级。各个防治分区水土保持措施执行标准详见表 5.3-1。

表 5.3-1 本项目水土保持措施执行标准

防治分区	措施类型	措施名称		执行标准	依据
路基工程区	工程措施	坡面截排水沟	路基两侧边坡	1 级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），路基两侧边坡林草工程为 2 级。同时本项目涉及沱江下游省级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），截排水工程等级提高一级，确定坡面截排水工程为 1 级。
		斜坡防护工程	路基两侧边坡	5 级	根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），路基边坡破坏造成的危害程度较轻，确定路基两侧边坡斜坡防护工程为 5 级。
	植物措施	植被恢复与建设工程	中央分隔带	1 级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），中分分隔带植被恢复具有景观、环境保护和生态防护等多种功能，确定植被恢复与建设工程为 1 级。
			路基两侧绿化带及坡面绿化	1 级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），路基两侧绿化带林草工程级别为 2 级。
	临时工程	临时拦挡工程	路基下边坡	5 年一遇	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），参考弃渣场临时性工程防洪标准区 3-5 年一遇，确定路基工程临时拦挡为 5 年一遇。
		临时排水工程	路基两侧边坡	1 级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本项目路基两侧边坡面截排水工程为 1 级，确定路基工程永临结合排水工程 1 级。
桥涵工程区	工程措施	坡面截排水沟	桥台	1 级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），路基及桥涵两侧边坡林草工程为 2 级。同时本项目涉及沱江下游省级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），截排水工程等级提高一级，确定坡面截排水工程为 1 级。
		斜坡防护工程	桥台	5 级	根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），路基及桥涵边坡破坏造成的危害程度较轻，确定桥涵边坡斜坡防护工程为 5 级。
	植物措施	植被恢复与建设工程	桥底	2 级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），桥底植被绿化具有环境保护和生态防护等多种功能，林草工程级别为 3 级。
	临时工程	临时排水工程	沉淀池排水沟	3 级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），沉淀池临时排水沟属其他设施的排水沟，确定临时排水沟 3 级。
交叉工程区	工程措施	坡面截排水沟	路基及匝道边坡	1 级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），路基及匝道两侧边坡林草工程为 2 级。同时本项目涉及沱江下游省级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），截排水工程等级提高一级，确定坡面截排水工程为 1 级。

防治分区	措施类型	措施名称		执行标准	依据
		斜坡防护工程	路基及匝道边坡	5级	根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），路基边坡破坏造成的危害程度较轻，确定路基及匝道两侧边坡斜坡防护工程为5级。
	植物措施	植被恢复与建设工程	路基两侧绿化带及坡面绿化	2级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），路基两侧绿化带及坡面绿化具有景观等功能，确定植被恢复与建设工程为2级。
	临时工程	临时拦挡工程	场内表土拦挡	5年一遇	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），参考弃渣场临时性工程防洪标准区3-5年一遇，确定临时拦挡为5年一遇。
		临时排水工程	场内排水	2级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本项目路基两侧边坡面截排水工程为2级，确定永临结合排水工程2级。
沿线设施区	工程措施	坡面截排水沟	服务区、管理处	1级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），服务区、管理处林草工程为1级，确定坡面截排水工程为1级。
			养护工区、收费站	1级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），养护工区、收费站林草工程为2级。同时本项目涉及沱江下游省级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），截排水工程等级提高一级，确定坡面截排水工程为1级。
		斜坡防护工程	路基两侧边坡	5级	根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），路基边坡破坏造成的危害程度较轻，确定路基两侧边坡斜坡防护工程为5级。
	植物措施	植被恢复与建设工程	服务区、管理处	1级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），服务区植被恢复具有景观、游憩、环境保护和生态防护等多种功能，确定植被恢复与建设工程为1级。
			养护工区、收费站	2级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），养护工区、收费站植被恢复具有景观、环境保护和生态防护等功能要求，确定植被恢复与建设工程为2级。
	临时工程	临时拦挡工程	场内表土拦挡	5年一遇	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），参考弃渣场临时性工程防洪标准区3-5年一遇，确定路基工程临时拦挡为5年一遇。
		临时排水工程	服务区、管理处、养护工区、收费站	1级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），服务区、管理处、养护工区、收费站边坡面截排水工程为2级，确定永临结合排水工程1级。
	弃渣场区	工程措施	拦挡工程	4~5级坡地型弃渣场	4级

防治分区	措施类型	措施名称		执行标准	依据
		坡面截排水沟	弃渣场	2级，采用5年一遇10min短历时设计暴雨	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），弃渣场林草工程为3级，确定弃渣场坡面截排水工程为3级。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），截排水工程等级提高一级，确定截排水工程为2级。根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），弃渣场永久性截排水措施的排水设计标准采用3-5年一遇5-10min短历时设计暴雨，确定本项目弃渣场坡面截排水沟采用5年一遇10min短历时设计暴雨。
		斜坡防护工程	渣体边坡	5级	根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），渣体边坡破坏造成的危害程度为较轻，确定路基两侧边坡斜坡防护工程为5级。
	植物措施	植被恢复与建设工程	渣体边坡	3级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），弃渣场临时占地区域执行3级标准，确定本项目弃渣场植被恢复与建设工程3级。
	临时工程	临时拦挡工程	场内表土拦挡	5年一遇	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），弃渣场临时性工程防洪标准区3-5年一遇，确定临时拦挡为5年一遇。
施工生产生活区	植物措施	植被恢复与建设工程	场内植被恢复	3级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），施工生产生活区临时占地区域执行3级标准，确定本项目施工生产生活区植被恢复与建设工程3级。
	临时工程	临时拦挡工程	场内表土拦挡	5年一遇	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），参考弃渣场临时性工程防洪标准区3-5年一遇，确定临时拦挡为5年一遇。
		临时排水工程	场内排水	3级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），施工生产生活区临时排水属于其他设施的截排水沟，确定排水工程3级。
施工道路区	植物措施	植被恢复与建设工程	场内植被恢复	3级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），施工交通临时占地区域执行3级标准，确定本项目施工生产生活区植被恢复与建设工程3级。
	临时工程	临时拦挡工程	场内表土拦挡	5年一遇	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），参考弃渣场临时性工程防洪标准区3-5年一遇，确定临时拦挡为5年一遇。
		临时排水工程	场内排水	3级	根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），施工道路临时排水属于其他设施的截排水沟，确定排水工程3级。

5.3.2 主体工程区

主体工程区包括路基工程区、桥梁工程区、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。

5.3.2.1 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 4~10 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 1~3 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路基，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：对挖、填边坡进行骨架护坡；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 5.3-2。

表 5.3-2 路基工程区水土保持工程措施数量表（主体已有）

项目	措施类型	措施内容		单位	合计
工程措施	防护工程	骨架护坡	砼骨架护坡	m ³	1430
			长度	km	13.52
	排水工程	中央分隔带渗沟	混凝土圪工	m ³	9394
			长度	km	11.49
		边沟碎砾石盲沟	混凝土圪工	m ³	7306
			长度	km	4.33
		截水沟	混凝土圪工	m ³	2238
			长度	km	1.18
		急流槽	混凝土圪工	m ³	902
			长度	座	12
		沉沙池/集水井	混凝土圪工	m ³	55
			长度	座	12
	表土剥离				万 m ³

（三）植物措施

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。本项目路基工程路基两侧绿化带植被恢及建设工程级别为 2 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 5.3-3。

表 5.3-3 路基工程区水土保持植物措施数量表（主体已有）

措施名称	植草护坡 (hm ²)	中央分隔带绿化		覆土 (万 m ³)
		栽植灌木 (株)	植草面积 (hm ²)	
数量	24.13	12066	3.02	5.68

（四）临时措施

根据主体工程水土保持分析与评价，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，本项目存在个别填高大于 8m 的路段，该类型路段长 1674m。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实体护坡、骨架护坡、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，方案拟在填高较大的路段设置土袋拦挡及临时覆盖措施，减少施工期水土流失。

土袋挡墙采用开挖土石方为原料，在下边坡排水沟内侧设置，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，因路基工程区表土利用区域较为分散，因此，方案建议选择路基下边坡阴凉区域小规模集中堆放，平均堆高约 3.0m，一般 1~2km 选择 1 处，方便后期使用。

本项目施工期 3 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，绿化草籽可选用高羊茅、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，部分填方料将临时堆放一段时期，因结构松散，

受降水影响极易引起严重的水土流失，故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要量为 0.50 万 m²，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数量表（新增）

区县	临时措施											
	高挖深填边坡		挖填边坡	排水工程			表土临时堆放场				填土临时转运场	
	土袋拦挡长度	土袋工程量	无纺布	截排水沟长度	沉沙池数量	复合土工布	表土堆存量	土袋拦挡		无纺布	撒播草种	防雨布
	m	m ³	hm ²	km	座	hm ²	万 m ³	m	m ³	hm ²	kg	hm ²
内江市	2008.80	803.50	27.09	29.47	84	5.68	5.68	1275.60	510.20	2.27	94.70	11.59

5.3.2.2 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。桥涵工程区水土保持工程措施主要是对桥梁占地范围内桥底边坡的表土进行剥离并集中堆存。

（三）植物措施

本项目桥梁工程旱桥部分占地 7.50m^2 ，部分现状植被稀疏，部分在桥梁施工过程中被局部扰动或破坏，从水土保持及绿化美化公路的角度出发，本方案考虑对旱桥桥下施工扰动区域进行栽种灌木和混播草籽方式绿化。绿化灌木选用黄荆、火棘等乡土树种，草籽选择高羊茅、狗牙根等草籽。灌木栽植密度为 $4000\text{株}/\text{hm}^2$ ，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草籽绿化面积为 5.99hm^2 ，栽植灌木 2.39 万株，撒播草籽 599kg。桥梁底部边坡撒播草籽面积为 2.93hm^2 ，撒播草籽 293kg，覆土 7300m^3 。

本项目桥梁工程区需新增的水土保持植物措施见表 5.3-4。

（四）临时措施

本项目共设桥梁 4770m/18 座，其中共有 4 座大桥部分桥墩涉水施工，分别为清流河大桥、太基土大桥、聚源村大桥和费家湾大桥。其余桥梁的桥台及桥墩均在陆域施工。涉水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×宽=2.5×0.5），上底（长×宽=4.0×2.0），池深 1.5m，坡比 1:0.5，出水端设上款 1.0m，高 0.5m，内坡比 1:0.5 的梯形排水沟与附近河道（或自然沟渠）相连，沉淀池及排水沟采用夯实土形式，内衬土工布，其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。

根据以上分析，本项目桥梁工程区需新增的水土保持临时措施见表 5.3-5。桥涵工程区水土保持措施布置图见附图 5.3-2。

表 5.3-5 桥涵工程区水土保持植物、临时措施数量表（方案新增）

区县	旱桥面积 hm ²	桥底边坡覆土 m ³	植物措施			临时措施				
			绿化面积 hm ²	栽种灌木 万株	撒播草籽 kg	泥浆沉淀池数量 座	临时沉沙池数量 座	临时排水沟长度 m	工程量	
									土夹石开挖 m ³	土工布 m ²
内江市东兴区	7.50	7300	8.92	2.39	892	27	21	1688.50	913.20	3896.40

5.3.2.3 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，乔灌木植物措施可以有效的防治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。

（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）排水沟和沉沙池应定期清理，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、边沟、截水沟、沉沙池；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 5.3-6。

表 5.3-6 交叉工程区水土保持工程措施数量表（主体已有）

措施类型	措施内容		单位	合计
工程措施	排水工程	排水工程	km	8.49
		片石砼圪工	m ³	7860
		砼圪工	m ³	1370
	表土剥离		万 m ³	5.42

（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（栽植灌木和撒播草籽）、植草护坡和覆土等。

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 5.3-7。

表 5.3-7 交叉工程区水土保持植物措施数量表（主体已有）

措施类型	措施内容		单位	合计
植物措施	场地绿化	绿化面积	hm ²	13.59
		种植灌木	株	54359
		撒播草籽	kg	2039
	路基防护	植草护坡	hm ²	5.69
	覆土		万 m ³	4.54

（四）临时措施

根据主体工程水土保持分析与评价，交叉工程区需增加的临时措施主要有：

（1）临时截排水沟与沉沙池

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，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟。

（2）表土堆放场

根据表土堆存规划，交叉工程区堆放表土总量约为 4.54 万 m³，堆放占地面积 1.51hm²。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草籽并铺盖无纺布，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 50kg/hm²。

交叉工程区水保临时措施工程量统计见表 5.3-8。交叉工程区水土保持措施设计图见附图 5.3-3。

表 5.3-8 交叉工程区水土保持临时措施数量表（方案新增）

序号	交叉工程名称	临时排水沟及沉沙池			表土堆放场				
		临时排水沟	临时沉沙池	复合土工布	表土堆存量	土袋拦挡		无纺布	撒播草种
						长度	数量		
m	个	hm ²	万 m ³	m	m ³	hm ²	kg		
1	内江市平坦互通	372	1	1.39	0.94	136.10	54.40	0.37	15.70
2	内江市顺河互通	558	2	2.08	1.41	204.20	81.70	0.56	23.50
3	高桥枢纽互通	869	3	3.25	2.19	317.12	126.82	0.87	36.52
	合计	1799	6	6.72	4.54	657.42	262.92	1.80	75.72

5.3.2.4 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。

服务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) 排水沟和沉沙池应定期清理，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、边沟、截水沟、沉沙池；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 5.3-9。

表 5.3-9 沿线设施区水土保持工程措施数量表（主体已有）

措施类型	措施内容		单位	合计
工程措施	排水工程	截排水沟长度	m	2918
		沉沙池数量	座	8
		砼圪工	m ³	1762
	表土剥离		万 m ³	0.32

(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（栽植灌木和撒播草籽）和覆土等。收费站和管理分中心由于全部硬化而没有植物措施。

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 5.3-10。

表 5.3-10 沿线设施区水土保持植物措施数量表（主体已有）

措施类型	措施内容		单位	合计
植物措施	场地绿化	绿化面积	hm ²	1.05
		种植灌木	株	4200
		撒播草籽	kg	158
	覆土		万 m ³	0.32

(四) 临时措施

根据主体工程水土保持分析与评价，沿线设施区需增加的临时措施主要有：

(1) 临时排水沟与沉沙池

施工期间，在沿线设施区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，经沉沙池过滤后的水就近排入附近的自然冲沟。

(2) 表土堆放场

根据表土堆存规划，沿线设施区堆放表土总量约为 0.32 万 m^3 ，堆放占地面积 0.11 hm^2 。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草籽并铺盖无纺布，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/ hm^2 。

沿线设施区新增水保措施工程量统计见表 5.3-11。沿线设施区水土保持措施设计图见附图 5.3-3。

表 5.3-11 沿线设施区水土保持临时措施数量表（方案新增）

序号	沿线设施名称	临时排水沟及沉沙池			表土堆放场				
		临时排水沟	沉沙池	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	hm^2	kg
1	内江服务区	867.01	4	3029.20	0.27	119.30	47.70	0.11	4.50
2	内江市平坦互通匝道收费站	292.91		994.61					
3	内江市顺河互通匝道收费站	338.90		1490.60					
4	高桥枢纽互通匝道收费站	383.91		2122.58					
5	管理分中心（监控分中心）	340.02	2	1197.10					
6	养护工区	683.10	3	1989.30	0.05	48.32	19.30	0.03	0.95
	合计	2905.85	9	10823.39	0.32	167.62	67.00	0.14	5.45

5.3.3 弃渣场区

5.3.3.1 弃渣场基本情况

根据项目土石方平衡，本工程需设置弃渣场 6 处，占地 11.30 hm^2 ，占地类型主要为耕地和林地。弃渣场类型为坡地型。本项目弃渣场基本信息及外环境情况详见 3.2.4 章节。

5.3.3.2 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。

本项目涉及的内江市东兴区位于沱江下游省级水土流失重点治理区。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（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 5.3-12。

表 5.3-12 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	最大堆高	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	渣场级别	防护工程建筑物级别	
		万 m ³	m			原界定级别	修正后级别
1#	坡地型	6.56	17	无影响	5	5	4
2#	坡地型	31.59	21	较轻	4	5	4
3#	坡地型	13.42	18	较轻	4	5	4
4#	坡地型	9.96	18	无影响	5	5	4
5#	坡地型	7.95	14	无影响	5	5	4
6#	坡地型	6.66	16	无影响	5	5	4

5.3.3.3 典型弃渣场的确定

（一）典型渣场选址的原则

1) 典型弃渣场的选择位置上尽量兼顾全线，各个县域选择的渣场数量与其路线比重尽量一致，不要过于集中到某一段落而导致有失偏颇；

2) 尽量选择在堆渣量、占地面积、最大堆高、平均堆高、汇水面积等参数中表现出极值选择的弃渣场；

3) 兼顾不同弃渣场类型，其中堆渣量超过 30 万 m³ 的弃渣场均设为典型弃渣场；

4) 选择的典型渣场尽量涵盖不同的挡渣断面、截排水沟尺寸等差异化工程措施设计；

5) 典型弃渣场选择的数量应达到或超过弃渣场总量的 30% 以上。

（二）典型渣场的选择

根据以上原则，本方案结合弃渣场的占地面积、汇水面积、最大堆高、堆渣量、弃渣场类型等因素综合考虑，以 2#、3#、6# 弃渣场进行典型设计。典型渣场情况详见表 5.3-13。

表 5.3-13 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	
内江市东兴区	2#	坡地型	28.74	21	6.24	3.92	堆高最高、占地最大、堆渣量最大
	3#	坡地型	13.18	18	5.99	2.04	堆渣高程较高
	6#	坡地型	6.43	16	6.75	1.49	汇水面积最大

5.3.3.4 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，用于渣体表面覆土绿化或复耕。

（二）弃渣堆放要求

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，每次弃渣结束后均应进行碾压，渣体压实度不小于 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。

（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。根据原地表土地利用现状，尽可能采取复耕和绿化措施。

5.3.3.5 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 2.77 万 m³。剥离表土平均按 3.0m 堆高堆放，表土堆场面积为 0.93hm²。

本项目各弃渣场表土剥离情况见表 5.3-14。

表 5.3-14 渣场剥离表土计算表

弃渣场编号	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	小计	耕地	林草地	万 m ³	hm ²
1#	0.31	0.72	1.03	0.3	0.2	0.24	0.08
2#	2.59	1.33	3.92	0.3	0.2	1.04	0.35
3#	0.36	1.68	2.04	0.3	0.2	0.44	0.15
4#	0.65	0.93	1.58	0.3	0.2	0.38	0.13
5#	0.27	0.97	1.24	0.3	0.2	0.28	0.09
6#	0.96	0.53	1.49	0.3	0.2	0.39	0.13
合计	5.14	6.16	11.30			2.77	0.93

（二）挡渣墙设计

（1）弃渣场地质条件

项目所在区域属扬子准地台，川中台坳，自贡台凹构造带内。项目区区域地质构造呈北东~南西向展布，地台在晋宁运动后褶皱回返隆起，经区域变质构成结晶基底，从而形成相对稳定的地台区。项目走廊带出露地层主要为三叠系、侏罗系、白垩系和第四系地层，零星出露寒武系上统地层。

（2）挡渣墙设计安全系数

项目区处于四川盆地西南部，属四川盆地弱活动断裂构造区。根据 2015 年版 1/400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），项目区地震动峰值加速度均为 0.05g，抗震设防烈度为 VI 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。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 5.3-15。

表 5.3-15 挡渣墙允许安全系数设计值表

项目		应用情况	弃渣场级别	挡挡工程级别（挡渣墙）	备注
			4、5	4	
弃渣场	抗滑	正常运用	≥1.2		
		非常运用	≥1.05		连续降雨期
挡挡工程	抗滑	正常运用		≥1.20	
		非常运用		≥1.05	连续降雨期/施工期
	抗倾	正常运用		≥1.40	
		非常运用		≥1.30	连续降雨期/施工期

注：1、表中取值以毕肖普法计算为依据；2、正常情况指施工完毕后渣料固结一段时间后的工况。

（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杂填土、粘土、砂质泥岩等，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为主，天然密度在 1.80~2.20t/m³ 左右，施工单位在处理弃渣时要求压实度达到 85%。因此，经堆放、压实处理后容重应在 2.20t/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 5.3-16。

表 5.3-16 堆渣体设计参数表

选取参数	土体性质	容重(KN/m ³)	饱和容重 (KN/m ³)	粘聚力 (kpa)	内摩擦角 (°)
	堆渣体	21.0	22.0	0	35
	地基土	24.0	25.6	300	28

(4) 弃渣场边坡稳定计算

本次弃渣场边坡稳定分析采用 Autbank 程序进行计算, 按计及条块间作用力的简化毕肖普法计算出抗滑稳定最小安全系数, 计算公式为:

$$K = \frac{\sum [(W_i \cos \alpha) \tan \varphi + C_i b \sec \alpha] \left[\frac{\sec^2 \alpha}{(1 + \tan \alpha \tan \varphi / K)} \right]}{\sum (W_i \sin \alpha + M_c / R)}$$

式中:

b —条块宽度 (m);

R —圆弧半径;

K —稳定安全系数;

W_i —土条重量;

α —条块的重力线与通过此条块底面中点的半径的夹角 ($^{\circ}$);

M_c —水平地震惯性力对圆心的力矩;

C_i, φ —土条的抗剪强度指标 ($\text{KN/m}^2, ^{\circ}$)

计算工况按正常运用和非正常运用 (连续降雨) 两种工况计算。根据渣场等级相应的稳定标准, 本工程渣场正常工况安全系数满足 1.2, 长期降雨工况安全系数满足 1.05。计算选取的主要参数表 5.3-15。本报告选取 2#弃渣场计算断面作为典型示意断面, 2#弃渣场正常运行工况稳定计算断面见图 5.3-1, 2#弃渣场连续降雨期稳定计算断面见图 5.3-2。其余各渣场边坡稳定计算结果见表 5.3-17。

表 5.3-17 渣场边坡稳定计算结果及分析表

弃渣场序号	渣场级别	计算值		规范值	
		正常工况	非常工况 (连续降雨)	正常工况	非常工况 (连续降雨)
1	5	1.22	1.10	1.2	1.05
2	4	1.23	1.09	1.2	1.05
3	4	1.22	1.07	1.2	1.05
4	5	1.25	1.11	1.2	1.05
5	5	1.23	1.09	1.2	1.05
6	5	1.21	1.07	1.2	1.05

Autobank7



图 5.3-1 2#弃渣场正常运行工况稳定计算断面

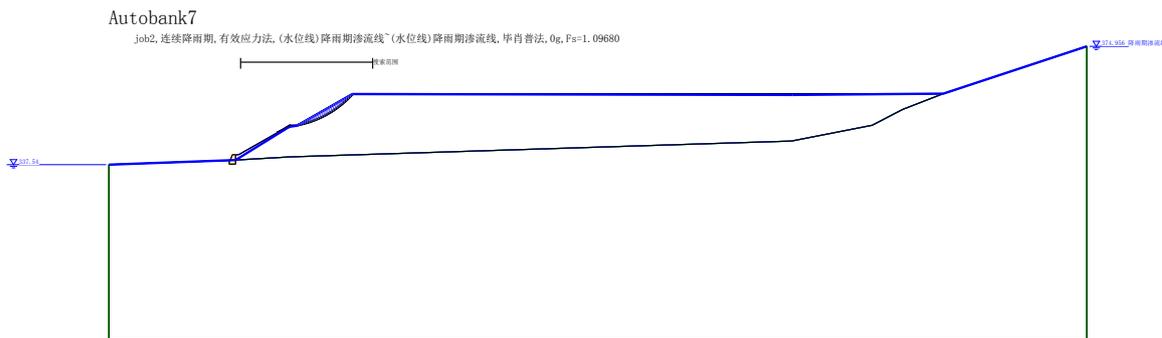


图 5.3-2 2#弃渣场连续降雨期稳定计算断面

(5) 挡渣墙设计断面计算

为便于渣场挡渣墙统一施工，结合渣场地形、地质条件，本方案共设置 2 种断面形式的挡渣墙（断面尺寸见表 5.3-18），均为重力式挡墙，重力式挡墙的抗滑稳定公式为：

$$K_c = \frac{f \sum W}{\sum P}$$

式中：

K_c —抗滑稳定安全系数；

f —底板与基地之间的摩擦系数；

$\sum W$ —作用在墙体上的全部垂直力的总和，（KN）；

$\sum P$ —作用在墙体上的全部水平力的总和，（KN）；

挡墙的抗倾覆稳定安全系数计算公式为：

$$K_0 = \frac{\sum M_v}{\sum M_H}$$

K_0 —抗倾覆稳定安全系数；

$\sum M_v$ —抗倾覆力矩（Kn m）；

ΣM_H —倾覆力矩（Kn m）；

计算工况按施工工况、正常运用和非正常运用（连续降雨）三种工况计算。计算成果见表 5.3-19。

表 5.3-18 典型挡渣墙断面设计尺寸

挡渣墙类型	挡 I 断面	挡 II 断面
适用范围（堆高 H）	H≤15m	15<H≤30
挡渣墙材质	浆砌块石	浆砌块石
墙身高（m）	2.5	3.0
墙顶宽（m）	1.0	1.1
墙底宽（m）	1.60	1.90
墙趾台阶（m）	0.20	0.30
基础宽（m）	1.80	2.20
基础深（m）	1.0	1.0
面坡倾斜坡度	1:0.40	1:0.40
背坡倾斜坡度	1:0.0	1:0.0
墙底倾斜坡率	0.05:1	0.05:1
坡面起始至墙顶距离（m）	0.2	0.3

表 5.3-19 拦渣墙抗滑/抗倾计算成果表

名称	拦挡级别	计算工况	计算值		规范值	
			抗滑安全系数	抗倾安全系数	抗滑安全系数	抗倾安全系数
			K_c	K_0	K_c	K_0
挡 I 断面	四级	正常运用	2.20	5.60	1.20	1.40
		非常运用一（连续降雨）	1.95	3.65	1.05	1.30
		非常运用二（施工期）	2.12	4.66	1.05	1.30
挡 II 断面	四级	正常运用	2.16	5.28	1.20	1.40
		非常运用一（连续降雨）	1.94	3.69	1.05	1.30
		非常运用二（施工期）	1.24	3.48	1.05	1.30

以上计算结果表明，渣场在满堆的情况下，各挡渣墙断面满足安全稳定要求。

挡 I 断面：墙身高 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 $\phi 10\text{cm}$ 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。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 $\phi 10\text{cm}$ 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。挡渣墙及基础材料均为 M7.5 浆砌块石（容重

23.0kN/m³)。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。

(三) 弃渣场排水措施

(1) 排水沟设计流量计算

各渣场需采取永久截排水措施，永久截排水沟设计排水流量，采用小流域面积设计流量式计算：

$$Q_m = 16.67\varphi q F$$

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，各渣场采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨标准下，各渣场设计排水流量见表 5.3-20。

表 5.3-20 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#	0.299	0.0185	0.6	1.617	2.1	1.00	0.77	17.6	16.1	112.9	0.151	0.6	1.5	130.5
	2#	0.773	0.0624	0.6	1.239	2.1	1.00	0.59	30.2	26.7	249.0	0.084	0.6	3.5	295.2
	3#	0.918	0.0599	0.6	1.533	2.1	1.00	0.73	19.2	17.0	124.6	0.144	0.6	2.2	231.8
	4#	0.583	0.0448	0.6	1.302	2.1	1.00	0.62	27.9	25.4	220.4	0.082	0.6	2.5	305.9
	5#	0.553	0.0446	0.6	1.239	2.1	1.00	0.59	31.0	28.7	241.4	0.058	0.6	2.3	350.5
	6#	0.865	0.0675	0.6	1.281	2.1	1.00	0.61	28.1	25.6	214.1	0.074	0.6	2.5	385.8

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坡面来水流量的 1/2 考虑。

(2) 排水沟设计

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：

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

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。

(3) 排水沟典型断面设计

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，本工程坡面洪水排水沟共设置 3 个典型断面，设计尺寸见表 5.3-21。

表 5.3-21 弃渣场设计排水流量计算表

类型	设计流量	底宽	深	安全超高	坡比	开挖	衬砌厚度	开挖	回填	砌石	抹面
	m^3/s					m	m	m	坡比	m	m^3/m
I	0.153	0.4	0.4	0.2	1:0.75	1:1	0.3	0.98	0.12	0.58	1.40
II	0.383	0.5	0.5	0.2	1:0.75	1:1	0.3	1.28	0.16	0.68	2.50
III	0.544	0.5	0.6	0.2	1:0.50	1:1	0.3	1.67	0.25	0.74	2.64

各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 0.30m，糙率 0.025，坡降 0.02，排水沟内用 3cm 水泥砂浆抹面。

在坡度陡、流量大时，排水沟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。消能措施详见设计见附图。

(4) 沉沙池设计

弃渣场初期由于堆放大量松散弃渣，受降雨冲刷，部分弃渣将从排水沟或排水孔排出，为防止弃渣场排水影响下游沟渠水质，需设置沉沙池对排出水进行处理。

根据沿线弃渣场场地的汇水面积和降水条件，本水保方案拟设计 2 种沉沙池尺寸，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 2.0m^3 ，矩形断面，长 \times 宽 \times 高= $2.00\text{m}\times 1.00\text{m}\times 1.00\text{m}$ ；采用 III 型排水沟的弃渣场采用 II 型沉沙池，设计容积为 5.5m^3 ，矩形断面，长 \times 宽 \times 高= $2.80\text{m}\times 1.40\text{m}\times 1.40\text{m}$ 。沉沙池为永久性设施，采用 M7.5 浆砌块石砌筑，壁厚 0.30m，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 5.3-22。

表 5.3-22 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	抹面
	m^3	m	m	m	$\text{m}^3/\text{个}$	$\text{m}^3/\text{个}$	m^2/m
I 型沉沙池	2.0	2.0	1.0	1.0	5.4	3.4	8.0
II 型沉沙池	5.5	2.8	1.4	1.4	11.6	6.1	15.7

（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、排水沟等。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，各弃渣场拦渣、防洪排导措施选取类型及尺寸见表 5.3-23。

本项目弃渣场类型全部为坡地型。挡 I 断面适用于堆渣高度 $\leq 15\text{m}$ 的弃渣场，挡 II 断面适用于堆渣高度 $15\text{m}\sim 30\text{m}$ 的弃渣场。排水沟的选择以各弃渣场计算流量小于沟渠设计流量为原则。

（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。

表 5.3-23 弃渣场工程防护特性表

区县	渣场编号	渣场类型	挡渣墙		洪峰流量	设计流量		排水沟		沉沙池	
			墙高	长度				类型	长度	设计容积	数量
			m	m	m ³ /s	m ³ /s	m				
内江市 东兴区	1#	坡地型	3.0	78.8	0.299	0.153	×2	截 I	316.6	2.0	2
	2#	坡地型	3.0	55.8	0.773	0.544	×2	截 III	777.3	5.5	2
	3#	坡地型	3.0	96.9	0.918	0.544	×2	截 III	464.8	5.5	2
	4#	坡地型	3.0	47.2	0.583	0.383	×2	截 II	551.3	2.0	2
	5#	坡地型	2.5	38.7	0.553	0.383	×2	截 II	521.1	2.0	2
	6#	坡地型	3.0	28.2	0.865	0.544	×2	截 III	573.6	5.5	2

(六) 渣场典型防护设计

1) 2#渣场（坡地型渣场）

2#渣场位于内江市东兴区 FK5+600 右侧 50m 处丘陵洼地，渣场容量 39.48 万 m³，实际堆渣量 28.74 万 m³（松方），占地面积 3.92hm²，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 339~360m，最大堆渣高度 21m，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 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 55.8m。

从地形图上判断，2#渣场上游汇水面积 6.24hm²，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 777.3m，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。

2#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-4。

2) 3#渣场（坡地型渣场）

3#渣场位于内江市东兴区 FK7+636 右侧 442m 处丘陵洼地，渣场容量 18.72 万 m³，实际堆渣量 13.18 万 m³（松方），占地面积 2.04hm²，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 342~360m，最大堆渣高度 18m，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 II 型挡渣墙，墙高 3m，挡渣墙长 96.9m。

从地形图上判断，3#渣场上游汇水面积 5.99hm²，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 464.8m，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。

3#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-5。

3) 6#渣场（坡地型渣场）

6#渣场位于内江市东兴区 NK22+038 左侧 853m 处丘陵洼地，渣场容量 7.36 万 m^3 ，实际堆渣量 6.43 万 m^3 （松方），占地面积 $1.49hm^2$ ，主要占用耕地和林地，设计堆渣高程约 331.5~347.5m，最大堆渣高度 16m，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 28.2m。

从地形图上判断，6#渣场上游汇水面积 $6.75hm^2$ ，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 573.6m，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。

6#弃渣场典型设计图详见附图 5.3-6。

（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 5.3-24。

表 5.3-24 弃渣场工程措施数量表（方案新增）

区县	渣场编号	挡渣墙					排水沟及消能坎						沉沙池					表土剥离 万 m ³	复耕 hm ²
		长度	墙高	挖方	回填	M7.5 浆砌块石	长度	类型	挖方	回填	M7.5 浆砌块石	砂浆抹面	数量	设计容积	挖方	M7.5 浆砌块石	砂浆抹面		
		m	m	m ³	m ³	m ³	m		m ³	m ³	m ³	m ²	座	m ³	m ³	m ³	m ²		
内江市东兴区	1#	78.8	3.0	211.2	61.5	400.3	316.6	截 I	310.3	37.9	183.6	443.2	2	2.0	10.8	6.8	16.0	0.24	0.72
	2#	55.8	3.0	149.5	43.5	283.5	777.3	截 III	1298.1	194.3	575.2	2052.1	2	5.5	23.2	12.2	31.4	1.04	3.29
	3#	96.9	3.0	258.9	75.3	490.7	464.8	截 III	776.2	116.2	343.9	1227.1	2	5.5	23.2	12.2	31.4	0.44	1.59
	4#	47.2	3.0	126.5	36.8	239.8	551.3	截 II	705.7	88.2	374.9	1378.3	2	2.0	10.8	6.8	16.0	0.38	1.29
	5#	38.7	2.5	87.8	25.9	142.0	521.1	截 II	667.0	83.4	354.3	1302.8	2	2.0	10.8	6.8	16.0	0.28	1.11
	6#	28.2	3.0	75.6	21.9	143.3	573.6	截 III	957.9	143.4	424.5	1514.3	2	5.5	23.2	12.2	31.4	0.39	1.36
全线合计		345.6		909.5	264.9	1699.6	3204.7		3417.1	663.4	2256.4	7917.8	12		102.0	57.0	142.2	2.77	9.36

5.3.3.4 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。

（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

本方案对渣体边坡采用栽植灌木树种和混播草籽方式绿化。根据区域植被分布情况，灌木选用黄荆、火棘等乡土树种，草籽选用高羊茅、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/hm²，草种播种密度为 100kg/hm²。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。

本项目渣场边坡采用栽植灌木树种和混播草籽方式绿化，渣场顶面利用方向全部为复耕。经统计，本项目渣场绿化面积为 1.94hm²，覆土 2.77 万 m³，栽植灌木 7760 株，撒播草籽 194kg。

本项目弃渣场区植物措施工程数量见表 5.3-25。弃渣场区植物措施设计详见附图 5.3-7。

表 5.3-25 弃渣场植物措施数量表（方案新增）

区县	渣场编号	占地	边坡	顶面	顶面利用方向	绿化	覆土	栽植	撒播
		面积	面积	面积		面积	万 m ³	灌木	草籽
		hm ²	hm ²	hm ²		hm ²		株	kg
内江市 东兴区	1#	1.03	0.31	0.72	复耕	0.31	0.24	1240	31
	2#	3.92	0.63	3.29	复耕	0.63	1.04	2520	63
	3#	2.04	0.45	1.59	复耕	0.45	0.44	1800	45
	4#	1.58	0.29	1.29	复耕	0.29	0.38	1160	29
	5#	1.24	0.13	1.11	复耕	0.13	0.28	520	13
	6#	1.49	0.13	1.36	复耕	0.13	0.39	520	13
全线合计		11.30	1.94	9.36		1.94	2.77	7760	194

5.3.3.5 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草籽并铺盖无纺布避免表面受雨水冲刷影响，草籽可选择高羊茅、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 910.62m，撒播草籽临时绿化 0.93hm²。渣场表土堆场临时防护措施工程量见表 5.3-26。弃渣场区临时措施设计图详见附图 5.3-8。

表 5.3-26 弃渣场临时措施数量表（方案新增）

区县	渣场编号	表土堆存量 万 m ³	临时措施				
			拦挡长度 m	土袋工程量 m ³	绿化面积 hm ²	撒播草籽 kg	无纺布 hm ²
内江市 东兴区	1#	0.24	113.14	5.25	0.08	4.00	0.11
	2#	1.04	235.51	94.21	0.35	17.33	0.42
	3#	0.44	153.19	61.94	0.15	7.33	0.19
	4#	0.38	142.36	48.89	0.13	6.33	0.18
	5#	0.28	122.20	48.89	0.09	4.67	0.12
	6#	0.39	144.22	57.69	0.13	6.50	0.18
全线合计		2.77	910.62	316.87	0.93	46.16	1.20

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 6 个，其中 4 个利用主体工程区的交叉工程和服务区等占地，在十里长冲大桥右岸、HK15+650 路基左侧分别设置了专门的施工生产生活区 2 个，新增占地面积 1.50hm²。本方案以 3#施工生产生活区（十里长冲大桥右岸）进行防护措施典型设计，具体详见表 5.3-27。

表 5.3-27 3#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	林地	小计	
内江市东兴区	3#	FK6+890 十里长冲大桥右岸	-	0.70	0.70	新增，十里长冲大桥右岸

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 3#施工生产生活区后期绿化用土，施工前需将其占地范围内的表层土进行剥离。3#施工生产生活区占用林地的面积为 0.70hm^2 ，采用机械剥离方式，机械剥离厚度林地 20cm，经计算，3#施工生产生活区共剥离 0.14万 m^3 。施工结束后，对于占用林地的部分应进行植树种草绿化。3#施工生产生活区工程措施具体数量详见表 5.3-28。

表 5.3-28 3#施工生产生活区工程措施数量表（方案新增）

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)
3#施工生产生活区	0.14	0.70	-	0.70

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 5.3-29。

表 5.3-29 本项目施工生产生活区工程措施数量统计表

区县	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)
内江市 东兴区	1#施工生产生活区		4.00		
	2#施工生产生活区		1.90		
	3#施工生产生活区	0.14	0.70	-	0.70
	4#施工生产生活区	0.16	0.80	-	0.80
	5#施工生产生活区		1.70		
	6#施工生产生活区		2.00		
合计		0.30	11.10	-	1.50

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 3#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乔木并撒播灌草方式进行。为了尽快达到绿化和水土保持效果，绿化乔木可选用柏木和桉木等当地常见物种，栽植密度为 2500 株/hm²，灌木可选用黄荆、火棘等乡土树种，栽植密度为 4000 株/hm²，草籽可选用高羊茅、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。3#施工生产生活区工程措施具体数量详见表 5.3-30。

表 5.3-30 3#施工生产生活区植物措施数量表（方案新增）

区域	覆土	绿化面积	栽植乔木	栽植灌木	撒播草籽
	万 m ³	hm ²	株	株	kg
3#施工生产生活区	0.14	0.70	1750	2800	70

本项目施工生产生活区植物措施数量计算详见表 5.3-31。

表 5.3-31 本项目施工生产生活区植物措施数量统计表

区县	区域	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
内江市 东兴区	3#施工生产生活区	0.14	0.70	1750	2800	70
	4#施工生产生活区	0.16	0.80	2000	3200	80
合计		0.30	1.50	3750	6000	150

5.3.4.4 临时措施

3#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、堆体表面撒播草籽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。其他占用主体工程的施工场地，周边设置了临时排水措施和相关表土堆放的临时措施，纳入主体工程临时措施计列；因此此处仅需对其材料堆放新增部分临时措施即可。

（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草籽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

择高羊茅、狗牙根等草籽，草籽撒播密度为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

（二）临时排水

本项目施工期 3 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 $2.0\text{m}\times 1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，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）材料堆放场临时拦挡

施工生产生活区内堆放有砂卵石骨料，特别是预制场，在砂石堆放场地，为防止砂石骨料崩塌，同时也避免各级配筛分料的混合，可在骨料周边采取土袋挡渣墙挡护，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。

本项目 3#施工生产生活区临时措施数量计算详见表 5.3-32。施工生产生活区临时措施数量详见表 5.3-33。3#施工生产生活区水土保持措施设计图详见附图 5.3-9。

表 5.3-32 3#施工生产生活区临时措施数量表（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	土夹石回填	复合土工布	拦挡长度	土袋工程量
m	m ³	hm ²	kg	hm ²	m	个	m ³	m ³	m ²	m	m ³	
3#施工生产生活区	86.41	34.56	0.05	2.5	0.06	334.67	2	87.67	718.87	117	47	87.67

表 5.3-33 本项目施工生产生活区临时措施数量表（方案新增）

区县	施工生 产生活 区编号	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		土袋拦挡		覆盖
		拦挡 长度 m	土袋 工程量 m ³	绿化 面积 hm ²	撒播 草籽 kg	无纺布 hm ²	长度 m	数量 座	土夹石 开挖 m ³	复合 土工布 m ²	拦挡 长度 m	土袋 工程量 m ³	防雨布 hm ²
内江市东兴区	1#						800.00	2	209.57	1717.39	279	111	0.49
	2#						551.36	2	144.43	1184.32	192	77	0.23
	3#	86.41	34.56	0.05	2.50	0.06	334.67	2	87.67	718.87	117	47	0.09
	4#	92.38	36.95	0.05	2.50	0.06	357.77	2	93.44	768.49	134	54	0.11
	5#						521.54	2	136.21	1120.27	182	73	0.21
	6#						565.69	2	147.74	1215.10	198	79	0.25
合计		178.79	71.51	0.10	5.00	0.12	3131.03	12	819.06	6724.44	1102	441	1.38

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 12.55km，占地面积约 8.04hm²。

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。本方案以 4#施工道路进行防护措施典型设计，具体详见表 5.3-34。

表 5.3-34 4#施工道路特性表

区县	施工道路编号	连接部位	长度 (m)	占地类型及面积 (hm ²)			
				耕地	林地	交通运输用地	小计
内江市东兴区	4#	5#弃渣场、6#弃渣场、路基	1978	0.40	0.21	0.67	1.28

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，道路建成后要加强对道路的管理和维护，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 4#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。4#施工道路占用耕地和林地的面积为 0.61hm^2 ，采用机械剥离方式，机械剥离厚度耕地 30cm，林地 20cm，经计算，4#施工道路共剥离 0.16万 m^3 。施工结束后，对 4#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 0.61hm^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；对于占用林地的部分应进行植树种草绿化。4#施工道路工程措施具体数量详见表 5.3-35。

表 5.3-35 4#施工道路工程措施数量表

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)	道路保留 (hm^2)
4#施工道路	0.16	0.61	0.40	0.21	0.67

本项目施工道路工程措施数量计算详见表 5.3-36。

表 5.3-36 施工道路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)
内江市东兴区	1.57	5.76	4.19	1.57	2.28

5.3.5.3 植物措施

本项目建设工期为 3 年。在施工期，需对 4#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，可采用撒播草籽的方式进行绿化防护。撒播草籽可选用高羊茅、狗牙根等，密度 $50\text{g}/\text{hm}^2$ 。

施工结束后，对 4#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、火棘等常用绿化物种，栽植密度 $4000\text{株}/\text{hm}^2$ ；撒播草籽可选用高羊茅、狗牙根等，密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。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 1#施工道路植物措施数量计算详见表 5.3-37。

表 5.3-37 4#施工道路植物措施数量表

区域	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	撒播草籽
	hm ²	kg	万 m ³	hm ²	株	kg
4#施工道路	0.40	20	0.16	0.21	840	21

本项目施工道路植物措施数量计算详见表 5.3-38。

表 5.3-38 本项目施工道路植物措施数量统计表

区域	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	撒播草籽
	hm ²	kg	万 m ³	hm ²	株	kg
内江市东兴区	2.47	124	1.57	1.57	6280	157

5.3.5.4 临时措施

4#施工道路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、堆体表面撒播草籽和铺盖无纺布等防护；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）表土临时堆场

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。由于施工道路占地面积小，表土剥离量小，根据前述表土剥离堆存规划，剥离表土可直接堆放在道路占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草籽并铺盖无纺布避免表面受雨水冲刷影响，同时用块石压护。草籽可选择高羊茅、狗牙根等草籽，草籽撒播密度为 50kg/hm²。

（二）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。根据道路排水需求设置相应配套的土质沉沙池，每隔 200~300m 设置一个沉沙池，沉沙池断面尺寸为长×宽×高=2.0m×1.0m×1.0m，矩形断面，设计容积 2.0m³。土质排水沟及土质沉沙池周边用复合土工布铺垫。

（三）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。

4#施工道路区临时工程数量详见表 5.3-39。

表 5.3-39 4#施工道路临时措施数量表

区域	表土临时堆放场					临时排水沟及沉沙池				路基下边坡	
						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	hm ²	m	个	m ³	m ²	m	m ³	
4#施工道路	92.95	37.18	0.05	2.5	0.06	870	3	229.90	1868.76	102	40.80

本项目施工道路临时措施数量计算详见表 5.3-40。4#施工道路水土保持措施设计图详见附图 5.3-10。

表 5.3-40 本项目施工道路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				路基下边坡	
						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	hm ²	m	个	m ³	m ²	m	m ³	
内江市东兴区	289.37	115.75	0.52	26	0.79	11650	39	3129.83	25336.16	1539	615.6

5.3.6 新增防治措施工程量汇总

根据主体工程区、弃渣场、施工道路、施工生产生活区等水土保持防护措施数量的统计，本项目新增防护措施工程量汇总结果见表 5.3-41。

表 5.3-41 新增防护措施工程量汇总及分年度实施工程量表

防治分区		措施类型	序号	措施名称		单位	合计	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
主体工程区	路基工程区	临时措施	1	高挖深填边坡	土袋拦挡	长度	m	2008.80		1607.04	401.76	
						体积	m ³	803.50		642.80	160.70	
			2	挖填边坡	无纺布	hm ²	27.09		16.25	10.84		
			3	临时截排水沟及沉沙池	长度	km	29.47		23.58	5.89		
					沉沙池	座	84		67.20	16.80		
					复合土工布	hm ²	5.68		4.54	1.14		
			4	表土临时堆放场	表土堆存量	万 m ³	5.68		3.49	2.19		
					土袋拦挡	长度	m	1275.60		784.88	490.72	
						体积	m ³	510.20		313.93	196.27	
					无纺布	hm ²	2.27		1.19	1.08		
	撒播草种	kg	94.70		58.27	36.43						
	5	填土临时转运场	防雨布	hm ²	11.59		5.80	5.79				
	桥涵工程区	植物措施	1	绿化面积		hm ²	8.92		7.14	1.78		
				栽种灌木		万株	2.39		1.91	0.48		
				撒播草籽		kg	892		713.60	178.40		
			2	覆土		万 m ³	0.73		0.58	0.15		
		临时措施	1	泥浆沉淀池	数量	座	27		18	9		
			2	临时沉沙池	数量	座	21		14	7		
			3	临时排水沟	长度	m	1688.50		1124.54	563.96		
			4	工程量	土夹石开挖	m ³	893.20		594.87	298.33		
		复合土工布			m ²	3896.40		2595.00	1301.40			
		交叉工程区	临时措施	1	临时排水沟	长度	km	1799		1205	594	
	临时沉沙池				数量	座	6		4	2		
	工程量				复合土工布	hm ²	6.72		4.50	2.22		
	2			表土堆放场	表土堆存量		万 m ³	4.54		3.05	1.49	
					土袋拦挡	长度	m	657.42		440.47	216.95	
						体积	m ³	262.92		176.16	86.76	

防治分区		措施类型	序号	措施名称		单位	合计	2020年	2021年	2022年	2023年	
沿线设施区	临时措施	1	临时排水沟及沉沙池	无纺布		hm ²	1.80		1.20	0.60		
				撒播草种		kg	75.72		50.73	24.99		
			临时排水沟	长度	m	2905.85		958.93	1946.92			
				临时沉沙池	数量	座	9		3	6		
			工程量	复合土工布	m ²	10823.39		3571.72	7251.67			
			2	表土堆放场	表土堆存量		万 m ³	0.32		0.11	0.21	
					土袋拦挡	长度	m	167.62		55.31	112.31	
						体积	m ³	67.00		22.11	44.89	
					无纺布		hm ²	0.14		0.05	0.09	
			撒播草种		kg	5.45		1.80	3.65			
弃渣场区	工程措施	1	挡渣墙	长度		m	345.6		276.48	69.12		
				土夹石开挖		m ³	909.5		727.6	181.90		
				土夹石回填		m ³	264.9		211.92	52.98		
				M7.5浆砌块石		m ³	1699.6		1359.68	339.92		
		2	排水沟及消能坎	长度		m	3204.7		2563.76	640.94		
				土夹石开挖		m ³	663.4		530.72	132.68		
				土夹石回填		m ³	2256.4		1805.12	451.28		
				M7.5浆砌块石		m ³	2256.4		1805.12	451.28		
		砂浆抹面		m ²	7917.8		6334.24	1583.56				
		3	沉沙池	数量		座	12		9.60	2.40		
				土夹石开挖		m ³	102.0		81.60	20.40		
				M7.5浆砌块石		m ³	57.00		45.60	11.40		
	砂浆抹面			m ²	142.2		113.76	28.44				
	4	表土剥离		万 m ³	2.77		2.77					
	5	复耕		hm ²	9.36				9.36			
	植物措施	1	绿化面积		hm ²	1.94		0.27	0.83	0.84		
			栽植灌木		株	7760		1086.40	3325.16	3348.44		
			撒播草籽		kg	194		27.16	83.13	83.71		

防治分区	措施类型	序号	措施名称		单位	合计	2020年	2021年	2022年	2023年		
	临时措施	2	覆土		万 m ³	2.77			1.39	1.38		
		1	土袋拦挡	长度	m	910.62		910.62				
				体积	m ³	316.87		316.87				
		2	无纺布		hm ²	1.20		0.60	0.40	0.20		
		3	撒播草籽		kg	46.16		23.08	23.08			
施工生产生活区	工程措施	1	表土剥离		万 m ³	0.30		0.30				
		2	土地整治		hm ²	11.10				11.10		
	1	植物措施	绿化面积		hm ²	1.50				1.50		
			栽植乔木		株	3750				3750		
			栽植灌木		株	6000				6000		
			撒播草籽		kg	150				150		
	2	覆土		万 m ³	0.30				0.30			
	1	临时措施	临时排水沟及沉沙池	临时排水沟	长度	m	3131.03		3131.03			
				临时沉沙池	数量	座	12		12			
				工程量	土夹石开挖	m ³	819.06		819.06			
			复合土工布		m ²	6724.44		6724.44				
			2	表土临时堆放场	土袋拦挡	长度	m	178.79		178.79		
						工程量	m ³	71.51		71.51		
					撒播草籽		kg	5.0		5.0		
			无纺布		hm ²	0.12		0.12				
3			材料堆放场	土袋拦挡	长度	m	1102		1102			
	工程量	m ³			441		441					
	铺防雨布			hm ²	1.38		1.38					
施工道路区	工程措施	1	表土剥离		万 m ³	1.57		1.57				
		2	土地整治		hm ²	5.76				5.76		
	1	植物措施	施工期边坡绿化		hm ²	2.47				2.47		
			撒播草籽		kg	124				124		
			施工结束后绿化		hm ²	1.57				1.57		

防治分区	措施类型	序号	措施名称	单位	合计	2020年	2021年	2022年	2023年		
			栽植灌木	株	6280				6280		
			撒播草籽	kg	157				157		
		3	覆土	万 m ³	1.57				1.57		
	临时措施	1	临时排水沟及沉沙池	临时排水沟	m	11650		6640.50	5009.5		
				临时沉沙池	座	39		22.23	16.77		
			工程量	土夹石开挖	m ³	3129.83		1784.00	1345.83		
		复合土工布		m ²	25336.16		14441.61	10894.55			
		2	表土临时堆放场	土袋拦挡	长度	m	289.37		57.87	231.50	
					工程量	m ³	115.75		23.15	92.60	
					撒播草籽	kg	26		5.20	20.80	
					无纺布	hm ²	0.79		0.16	0.63	
		3	路基下边坡	土袋拦挡	长度	m	1539		307.8	1231.20	
					工程量	m ³	615.60		123.12	492.48	

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。项目区域有成渝铁路、内昆铁路、沱江（内河V级）航道、G76 厦蓉高速、G85 渝昆高速、S11 遂内高速以及若干县、乡道路，交通运输较为方便。但部分路段还需新建施工便道，以利于施工顺利进行。在修建施工便道完成后，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）浆砌片石挡渣墙：按照挡渣墙设计尺寸，人工开挖挡渣墙基础，然后采用 0.4m³ 搅拌机拌制水泥砂浆，人工堆砌浆砌块石，最后将开挖土石方回填至挡渣墙基座上部。

（四）浆砌片石排水沟：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。

（五）浆砌片石沉沙池：按照设计尺寸，人工开挖沉沙池，开挖土方用于场地平整，然后用浆砌块石筑砌，厚度 30cm。

（六）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、排水沟等排水措施，防止开挖边坡遭坡面和周边径流冲刷，在对边坡进行稳定处理后及时种植植被进行绿化，以便能尽快发挥植物措施防治水土流失的作用和改善环境的功能。

在填筑过程中应先修建挡渣墙，防止填筑料崩塌。在渣体防护措施时，应首先

对原地表表土进行剥离、堆放并采取临时措施挡护，随后进行挡渣墙施工。弃渣堆放完成后，及时对渣体表面进行绿化、复耕等。

水土保持措施实施安排见图 5.4-1。

防治分区	措施类型	措施名称	2020年	2021年				2022年				2023年					
			第4季度	第1季度	第2季度	第3季度	第4季度	第1季度	第2季度	第3季度	第4季度	第1季度	第2季度	第3季度			
主体工程区	施工准备期																
	主要建筑物施工时段																
	路基工程区	临时措施	高挖深填路段土袋挡墙														
			临时截、排水沟														
			表土堆放场土袋拦挡														
			撒播草籽、无纺布遮盖														
			防雨布														
		工程措施	骨架护坡														
			截排水沟														
			边沟														
	植物措施	覆土、植被护坡															
		表土剥离															
	桥涵工程区	临时措施	泥浆沉淀池														
			临时排水沟														
		植物措施	覆土、撒播草籽、绿化														
	交叉工程区	临时措施	土袋挡墙														
			撒播草籽、无纺布遮盖														
		工程措施	骨架护坡														
			截排水沟														
			边沟														
	植物措施	覆土、乔灌木绿化															
	沿线设施区	临时措施	土袋挡墙														
			撒播草籽、无纺布遮盖														
		工程措施	截排水沟														
表土剥离																	
植物措施	覆土、乔灌木绿化																
施工道路区	施工道路使用时段																
	临时措施	土袋挡墙															
		无纺布遮盖															
		撒播草籽															
	工程措施	土质排水沟、沉沙池															
		表土剥离															
	植物措施	土地整治、复耕															
覆土																	
施工生产生活区	施工生产生活区使用时段																
	临时措施	土袋挡墙、铺防雨布															
		土质排水沟、沉沙池															
		撒播草籽、无纺布遮盖															
	工程措施	表土剥离															
土地整治、复耕																	
植物措施	栽植乔木、灌木																
弃渣场区	弃渣堆放时段																
	临时措施	土袋挡墙															
		无纺布遮盖															
		撒播草籽															
	工程措施	表土剥离															
		挡渣墙															
		排水沟、沉沙池															
植物措施	复耕																
		覆土															
		栽植灌木、撒播草籽															

图 5.4-1 本项目水土保持措施工程量实施进度双横道图

6 水土保持监测

6.1 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 157.49hm²，包括主体工程监测区、弃渣场监测区、施工生产生活监测区和施工道路监测区，其中主体工程区包括路基工程监测区、桥梁工程监测区、交叉工程监测区、沿线设施监测区。

6.1.2 监测时段

本项目计划 2020 年 10 月动工，2023 年 9 月底建成通车，建设工期 3 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至方案设计水平年（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 2020 年 10 月至 2020 年 12 月，共 3 个月。

（二）施工期：本项目主体工程工期为 2021 年 1 月至 2023 年 9 月，共 33 个月。

（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，即 2023 年 10 月至 2024 年 9 月。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018），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；

（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）对江河湖泊、水库、塘坝的危害，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）植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；
- （2）工程措施的类型、数量、分布和完好程度；
- （3）临时措施的类型、数量和分布；
- （4）主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；
- （5）水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；
- （6）水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

6.2.2 监测方法

（一）水土流失影响因素监测

（1）降雨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。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。

（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。

（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

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频次如下：

（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 监测点位的布点原则

- (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	监测时段		代表性说明	监测内容	监测方法
		施工期	试运营期			
路基工程	HK15+339~HK15+560 (填方边坡)	•	•	填方路段最长,内江境	水土保持措施	实地调查法,巡查、径流小区法、测钎法
	NK17+194~NK17+364 (填方边坡)	•	•	最大填方高度12.15m,内江境	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	
桥涵工程	FK7+960 聚源村大桥	•	•	跨河最宽,内江境	水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施	实地调查法,巡查,集沙池法
	NK21+120 费家湾大桥	•	•	上跨联合水库,内江境		
交叉工程	NK24+116 高桥枢纽互通	•	•	枢纽互通,占地规模最大,内江境	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法,巡查、测钎法、侵蚀沟法
沿线设施	FK1+500 内江服务区	•	•	内江境	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法,巡查、集沙池法
弃渣场	FK5+600 右侧 50m 2#弃渣场	•	•	坡地型,堆高最高,占地面积最大,堆渣量最大,内江境	水土流失影响因素、水土保持措施、水土流失危害	实地调查法,巡查、测钎法
	NK22+038 左侧 853m 6#弃渣场	•	•	坡地型,汇水面积最大,内江境	水土流失状况和水土保持措施	
施工生产生活区	2#施工生产生活区 FK6+890	•	•	内江境	水土保持措施	实地调查法,巡查
	4#施工生产生活区 HK15+650	•	•	内江境	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法,巡查、集沙池法
施工道路	3#施工道路 NK19+207	•	•	内江境	水土流失状况和水土保持措施	
	4#施工道路 NK22+223	•	•	新建路段最长,内江境	水土流失状况和水土保持措施	实地调查法,巡查

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	3	由监测单位提供
	2	手持式 GPS	台	2	
	3	全站仪	台	1	
	4	红外测距仪	台	2	
	5	数码照相机	台	2	
	6	摄像机	台	1	
	7	干燥箱	台	1	
	8	电子天平	台	2	
	9	坡度仪	个	1	
	10	无人机	架	1	
工具及耗材	11	测绳	米	若干	
	12	2m 抽式标杆	支	10	
	13	测距仪	个	1	
	14	φ10 钢钎	根	若干	
	15	自计雨量计	个	4	
	16	1000ml 量筒	个	10	
	17	漏斗	个	若干	
	18	滤纸	张	若干	
	19	地形图	套	2	

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。

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

（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。

项目建设期间，水土保持监测单位应及时报送监测成果。在每季度的第一个月报送上一季度的水土保持监测季度报告表；监测任务完成后三个月内报送水土保持监测总报告。对项目存在水土流失的区域，应及时向建设单位提出整改意见，并在监测报告中如实反映；对发生严重水土流失及危害事件的，须及时向水行政主管部门报告。

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：2019年第四季度；

（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）《公路工程建设项目投资估算编制办法》（JTG 3820-2018）；
- （2）《公路工程估算指标》（JTG/T 3821-2018）；
- （3）《公路工程建设项目概算预算编制办法》（JTG 3830-2018）；
- （4）《公路工程概算定额》（JTG/T 3831-2018）；
- （5）《公路工程预算定额》（JTG/T 3832-2018）；
- （6）《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）；
- （7）《关于印发〈四川省水土保持补偿费征收使用管理实施办法〉的通知》（四川省财政厅 四川省发展和改革委员会 四川省水利厅 中国人民银行成都分行 川财综〔2019〕6号）；
- （8）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）；
- （9）四川省交通运输厅关于贯彻执行交通运输部2018年《公路工程建设项目投资估算、概算预算编制办法》及配套指标、定额有关事项的通知（川交函〔2019〕344号）；

(10) 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);

(11) 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);

(13) 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);

(13) 四川省水利厅关于《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);

(14) 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(办财务函〔2019〕448号);

(15) 《内江至大足（四川境）高速公路工程可行性研究报告》(四川省交通勘察设计研究院有限公司，2020年2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。

本位于内江市东兴区境内，依据四川省交通运输厅关于贯彻执行交通运输部2018年《公路工程建设项目投资估算、概算预算编制办法》及配套指标、定额有关事项的通知(川交函〔2019〕344号)，项目区人工单价为94.94元/工日，即：11.87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，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	1450.00						
2	HPB300 钢筋	t	3805.00				2600	1205.00	
3	HRB400 钢筋	t	3885.00				2600	1285.00	
4	8~12 号铁丝镀锌铁丝	kg	5.00						
5	钢钎 (Φ22~25mm, 32mm)	kg	5.80						
6	空心钢钎	kg	6.30						
7	钢管立柱	t	5650				2600	3050	
8	铁丝编织网	m ²	16.50						
9	土工布 4~5m	m ²	5.10						
10	三维植被网	m ²	12.00						
11	PVC 塑料管 (Φ50mm)	m	5.13						
12	塑料编织袋	个	1.45						
13	乔木	株	45.00				15.00	30.00	
14	灌木	株	8.55				15.00		
15	草籽/灌木籽	kg	85.00				60.00	25.00	
16	草皮	m ²	15.00				10.00	5.00	
17	32.5 级水泥	t	455.00				260	195.00	
18	42.5 级水泥	t	490.00				260	230.00	
19	硝铵炸药	kg	13.00				5.20	7.80	
20	柴油	kg	6.95				3.00	3.95	
21	汽油 (93 号)	kg	8.31				3.10	5.21	
22	电	kw h	0.74						
23	水	m ³	2.00						
24	黏土	m ³	35.00						
25	中 (粗) 砂	m ³	205.00				70	135.00	
26	片石	m ³	110.00				70	40.00	
27	大卵石	m ³	110.00				70	40.00	
28	块石	m ³	150.00				70	80.00	
29	无纺布 30g	m ²	3.42						
30	防雨布	m ²	2.16						
31	农家土杂肥	m ³	35.00						

(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 (元/m ³)
			水泥 (kg)	粗砂 (m ³)	水 (m ³)	
1	M7.5	32.5	292	1.11	0.289	154.05

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，根据四川省水利厅关于发布《四川省水利水电工程概（估）算编制规定》的通知（川水发（2015）9号）进行计算。

（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333.72~357.54m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

按新增工程措施、植物措施、监测措施和施工临时工程费用之和的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。根据四川省水利厅关于发布《四川省水利水电工程概（估）算编制规定》的通知（川水发（2015）9号）的相关说明进行计算。

（3）工程建设监理费

根据川水发（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，本项目钢筋工程、模板工程乘以 5%的扩大系数，砂石备料工程（自采）不乘以扩大系数，其余各类工程乘以 10%的扩大系数。

7.1.2.4 估算成果

本项目水保工程总投资为 6490.68 万元，占工程总投资（25.07 亿元）的 2.59%，其中：工程措施费 4274.70 万元，植物措施费 710.75 万元，监测措施费 86.29 万元，施工临时工程费 583.65 万元，工程独立费用 456.52 万元，基本预备费 174.03 万元，水土保持补偿费 204.74 万元。计算结果见表 7.1-3~7.1-11。

表 7.1-3 水土保持措施投资估算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	新增水保措施费	主体工程已有措施费	合计
	第一部分：工程措施	497.25				497.25	3777.45	4274.70
1	主体工程区						3777.45	3777.45
2	弃渣场	462.21				462.21		462.21
3	施工生产生活区	6.55				6.55		6.55
4	施工道路区	28.49				28.49		28.49
	第二部分：植物措施			116.56		116.56	594.19	710.75
1	主体工程区			43.41		43.41	594.19	637.60
2	弃渣场			23.65		23.65		23.65
3	施工生产生活区			31.88		31.88		31.88
4	施工道路区			17.62		17.62		17.62
	第三部分：监测措施	75.79	10.50			86.29		86.29
1	土建设施	18.00				18.00		18.00
2	设备及安装		10.50			10.50		10.50
3	建设期观测运行费	57.79				57.79		57.79
	第四部分：施工临时工程	583.65				583.65		583.65
1	主体工程区	477.38				477.38		477.38
2	弃渣场	18.19				18.19		18.19
3	施工生产生活区	39.07				39.07		39.07
4	施工道路区	42.01				42.01		42.01
5	其它临时工程	7.00				7.00		7.00
	第五部分：独立费用				456.52	456.52		456.52
1	建设管理费				25.68	25.68		25.68
2	科研勘测设计费				257.04	257.04		257.04
3	工程建设监理费				79.88	79.88		79.88
4	竣工验收技术评估费				56.19	56.19		56.19
5	招标代理服务费				22.37	22.37		22.37
6	经济技术咨询费				15.36	15.36		15.36
I	一至五部分合计	1156.69	10.50	116.56	456.52	1740.27	4371.64	6111.91
II	基本预备费					174.03		174.03
III	价差预备费							
IV	水土保持补偿费					204.74		204.74
V	工程总投资	1156.69	10.50	116.56	456.52	2119.04	4371.64	6490.68
	静态总投资（I+II+IV）	1156.69	10.50	116.56	456.52	2119.04	4371.64	6490.68
	总投资（I+II+III+IV）	1156.69	10.50	116.56	456.52	2119.04	4371.64	6490.68

表 7.1-4 主体工程已有水保措施投资估算表

编号	工程项目	工程名称	单位	数量	投资合计（万元）
	第一部分：工程措施				3777.45
1	路基工程				2583.74
	骨架护坡	砼骨架护坡	m ³	1430	116.16
	中央分隔带渗沟	混凝土圪工	m ³	9394	1112.49
	边沟碎砾石盲沟	混凝土圪工	m ³	7306	865.22
	截水沟	混凝土圪工	m ³	2238	265.04
	急流槽	混凝土圪工	m ³	902	106.82
	沉沙池/集水井	混凝土圪工	m ³	55	6.51
	表土剥离		m ³	62700	111.23
2	桥梁工程				12.95
	表土剥离		m ³	7300	12.95
3	交叉工程				960.03
	排水工程	排水工程	km	8.49	800.72
		片石砼圪工	m ³	7860	638.48
		砼圪工	m ³	1370	162.24
	表土剥离		m ³	89800	159.31
4	沿线设施				220.73
	排水工程	砼圪工	m ³	1762	208.67
	表土剥离		m ³	6800	12.06
	第二部分：植物措施				594.19
1	路基工程				325.23
	植草护坡		m ²	241330	213.15
	中央分隔带绿化	栽植灌木	株	12066	4.79
		灌木	株	12066	10.32
		撒草	hm ²	3.02	0.42
		草籽	kg	302	2.07
	覆土		m ³	66300	94.48
2	交叉工程				254.66
	路基防护	植草护坡	m ²	56900	50.24
	场地绿化	栽植灌木	株	54359	21.58
		灌木	株	54359	46.48
		撒草	hm ²	13.59	1.89
		草籽	kg	2039	17.33
		覆土	m ³	82200	117.14
		已有水保投资合计			

表 7.1-5 新增水土保持措施投资估算表

编号	工程或费用名称		单位	数量	单价（元）	合计（万元）
	第一部分：工程措施					497.25
1	弃渣场					462.21
	表土剥离		m ³	27700	17.74	49.14
	挡渣墙	M7.5 浆砌块石	m ³	1699.6	812.32	138.06
	排水沟	M7.5 浆砌块石	m ³	2256.4	1184.26	267.22
	沉沙池	M7.5 浆砌块石	m ³	57.0	1184.26	6.75
	复耕		hm ²	9.36	1107.22	1.04
2	施工生产生活区					6.55
	表土剥离		m ³	3000	17.74	5.32
	土地整治		hm ²	11.10	1107.22	1.23
3	施工道路区					28.49
	表土剥离		m ³	15700	17.74	27.85
	土地整治		hm ²	5.76	1107.22	0.64
	第二部分：植物措施					116.56
1	主体工程区					43.41
	撒播草籽		hm ²	8.92	1389.73	1.24
	草种		kg	1067.87	85.00	9.08
	栽植灌木		株	23900	3.97	9.49
	灌木		株	23900	8.55	20.43
	覆土		m ³	7300	4.34	3.17
2	弃渣场					23.65
	覆土		m ³	27700	4.34	12.02
	栽植灌木		株	7760	3.97	3.08
	灌木		株	7760	8.55	6.63
	撒播草籽		hm ²	1.94	1389.73	0.27
	草籽		kg	194	85.00	1.65
3	施工生产生活区					31.88
	覆土		m ³	3000	4.34	1.30
	栽植乔木		株	3750	12.50	4.69
	乔木		株	3750	45.00	16.88
	栽植灌木		株	6000	3.97	2.39
	灌木		株	6000	8.55	5.13
	撒播草籽		hm ²	1.50	1389.73	0.21
	草籽		kg	150	85.00	1.28
4	施工道路区					17.62
	覆土		m ³	15700	4.34	6.81
	撒播草籽		hm ²	4.04	1389.73	0.56
	草籽		kg	281	85.00	2.39
	栽植灌木		株	6280	3.97	2.49
	灌木		株	6280	8.55	5.37
	第三部分：监测措施					86.29
1	土建设施					18.00
2	设备及安装					10.50
	设备费					10.00
	安装费					0.50

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
3	建设期观测运行费				57.79
	第四部分：临时措施				583.65
1	主体工程区				477.38
	土袋拦挡	m ³	1643.62	288.61	47.44
	复合土工布	m ²	138719.79	10.44	144.82
	土夹石开挖	m ³	893.20	20.18	1.80
	撒播草籽	hm ²	3.52	1389.73	0.49
	草籽	kg	175.87	85.00	1.49
	无纺布	m ²	313000	7.10	222.23
	防雨布	m ²	115900	5.10	59.11
2	弃渣场				18.19
	土袋拦挡	m ³	316.87	288.61	9.15
	无纺布	m ²	12000	7.10	8.52
	撒播草籽	hm ²	0.92	1389.73	0.13
	草籽	kg	46.16	85.00	0.39
3	施工生产生活区				39.07
	土袋拦挡	m ³	512.51	288.61	14.79
	无纺布	m ²	12000	7.10	8.52
	撒播草籽	hm ²	0.10	1389.73	0.01
	草籽	kg	5.0	85.00	0.04
	土夹石开挖	m ³	819.06	20.18	1.65
	复合土工布	m ²	6724.44	10.44	7.02
	铺防雨布	m ²	13800	5.10	7.04
4	施工道路区				42.01
	土袋拦挡	m ³	115.75	288.61	3.34
	无纺布	m ²	7900	7.10	5.61
	撒播草籽	hm ²	0.52	1389.73	0.07
	草籽	kg	26	85.00	0.22
	土夹石开挖	m ³	3129.83	20.18	6.32
	复合土工布	m ²	25336.16	10.44	26.45
5	其它临时措施费用	%	1		7.00
Σ	新增水土保持措施费用合计				1283.75

表 7.1-6 独立费用估算表（单位：万元）

序号	费用名称	编制依据及计算公式	金额
一	建设管理费	按新增工程措施、植物措施、监测措施和施工临时工程费用之和的2.0%计列	25.68
二	科研勘测设计费	1+2+3	257.04
1	工程科学研究试验费	本项目不需要计列	/
2	工程勘测设计费	根据川水发[2015]9号发布的《四川省水利水电工程概（估）算编制规定》的相关说明计列	108.85
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	148.19
三	工程建设监理费	参照国家发改委、建设部关于印发《建设工程监理与相关服务费管理规定》的通知（发改价[2007]670号）计列，结合市场情况调整	79.88
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	56.19
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	22.37
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	15.36
七	合计		456.52

表 7.1-7 水土保持补偿费计算表

项目名称	内江市东兴区
面积 (hm ²)	157.49
补偿标准 (万元/hm ²)	1.30
补偿费 (万元)	204.74

表 7.1-8 水保投资年度投资估算表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	投资合计	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
	第一部分：工程措施	497.25	285.91	208.43	0.33	2.58	
1	主体工程区						
2	弃渣场	462.21	263.98	197.19	0.33	0.71	
3	施工生产生活区	6.55	4.06	1.26		1.23	
4	施工道路区	28.49	17.87	9.98		0.64	
	第二部分：植物措施	116.56			37.36	79.20	
1	主体工程区	43.41			19.95	23.46	
2	弃渣场	23.65			5.91	17.74	
3	施工生产生活区	31.88			7.97	23.91	
4	施工道路区	17.62			3.53	14.09	
	第三部分：监测措施	86.29	28.83	23.75	14.45	9.63	9.63
1	土建设施	18.00	10.80	7.20			
2	设备及安装	10.50	8.40	2.10			
3	建设期观测运行	57.79	9.63	14.45	14.45	9.63	9.63
	第四部分：施工临时工程	583.65	291.95	291.70			
1	主体工程区	477.38	227.57	249.81			
2	弃渣场	18.19	10.91	7.28			
3	施工生产生活区	39.07	23.44	15.63			
4	施工道路区	42.01	25.80	16.21			
5	其它临时工程	7.00	4.23	2.77			
	第五部分：独立费用	456.52	293.65	30.84	30.84	30.84	70.35
1	建设管理费	25.68	3.37	6.34	6.34	6.34	3.29
2	科研勘测设计费	257.04	257.04				
3	工程建设监理费	79.88	9.31	20.42	20.42	20.42	9.31
4	竣工验收技术评估费	56.19					56.19
5	招标代理服务费	22.37	22.37				
6	经济技术咨询费	15.36	1.56	4.08	4.08	4.08	1.56
I	一至五部分合计	1740.27	900.34	554.72	82.98	122.25	79.98
II	基本预备费	174.03	19.53	45.11	45.11	45.11	19.17
III	价差预备费						
IV	水土保持补偿费	204.74	204.74				
V	工程总投资	2119.04	1124.61	599.83	128.09	167.36	99.15
	静态总投资（I+II+IV）	2119.04	1124.61	599.83	128.09	167.36	99.15
	总投资（I+II+III+IV）	2119.04	1124.61	599.83	128.09	167.36	99.15

表 7.1-9 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）	36.52	2.64	3.29	0.16	15.43	15.00
1035	推土机（132kW）	164.62	37.86	39.86	1.72	28.49	56.70
1030	推土机（59kW）	75.30	9.39	11.73	0.49	28.49	25.20
1056	铲运机（自行式，9~12m ³ ）	127.48	19.97	31.03		28.49	48.00
1023	装载机（3.0m ³ ）	165.58	44.48	34.57		15.43	71.10
3018	自卸汽车（20t）	137.56	43.94	29.59		15.43	48.60
1006	挖掘机（1.0m ³ ）	132.85	30.98	22.94	2.18	32.05	44.70
2002	砂浆搅拌机（0.40m ³ ）	30.19	2.86	4.81	1.07	15.43	6.02
3059	胶轮架子车	0.80	0.23	0.58			

表 7.1-10 工程单价汇总表（主体工程已有的项目单价）

序号	工程名称	单位	单价
1	混凝土圪工排水	m ³	1184.26
2	片石混凝土圪工防护	m ³	812.32
3	混凝土圪工防护	m ³	1134.11
4	路基工程植草护坡	m ²	8.83
5	锚杆框架梁（普通锚杆）	m	151.65
6	表土剥离	m ³	17.74
7	覆土（含表土运输）	m ³	14.25

表 7.1-11 工程单价汇总表（水保工程中新增的项目单价，单位：元）

序号	工程名称	单位	单价	其 中								
				人工费	材料费	机械使用费	其它直接费	间接费	利润	价差	税金	扩大系数
1	表土剥离	100m ³	782.70	33.24	3.66	375.33	17.31	21.48	31.57	170.21	58.75	71.15
2	铺土工布	100m ²	1043.89	189.92	556.61		32.85	34.29	56.96	78.36	94.90	1043.89
3	覆土	100m ³	433.93	94.96	10.45	143.41	10.45	12.96	19.06	70.63	32.57	39.45
4	表土运输	100m ³	990.93	52.23	2.09	457.91	21.54	26.69	39.23	223.81	74.38	90.09
5	铺防雨布	100m ²	509.71	118.70	256.52		15.34	16.74	27.81		38.26	46.34
6	铺无纺布	100m ²	710.41	118.70	390.32		21.38	23.34	38.76		53.33	64.58
7	土袋填筑	100m ³	25994.76	13792.94	4832.85		782.28	853.96	1418.34		1951.23	2363.16
8	土袋拆除	100m ³	2866.61	1994.16	59.82		86.27	94.17	156.41		215.17	260.60
9	土地整治	hm ²	1107.22	225.53	39.55	365.23	26.47	21.67	47.49	197.50	83.11	100.66
10	土方回填	100m ³	5594.55	3869.62	116.09		167.40	207.66	305.25		419.94	508.60
11	土方开挖	100m ³	2018.16	1395.91	41.88		60.39	74.91	110.12		151.49	183.47
12	栽乔木	100 株	1249.57	902.12	8.00		32.76	31.12	68.18		93.80	113.60
13	栽灌木	100 株	396.63	284.88	4.00		10.40	9.88	21.64		29.77	36.06
14	撒播草籽	hm ²	1389.73	712.20	300.00		36.44	34.61	75.83		104.32	126.34

7.2 效益分析

水土保持效益分析本着可持续发展原则，着重分析方案实施后，控制人为水土流失所产生的保土保水、改善生态环境、保障公路安全运营方面的效益和作用。本方案着重分析项目建设区在实施水土保持治理措施后所产生的效益，效益分析中以减轻和控制水土流失为主，其次才考虑其它方面的效益。

7.2.1 水土保持基础效益

在方案拟定的各项措施实施后，施工期水土流失基本得到控制，在自然恢复期的水土流失也很小，方案实施可有效防治因工程建设造成的水土流失，防止土壤被雨水、径流冲刷，保护水土资源，使占地区域内的水土流失得到有效控制，生态环境得到恢复。

水土保持效益指标包括水土流失治理度、水土流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和林草覆盖率等。根据本方案采取的各项措施，计算结果

见表 7.2-1，达标情况见表 7.2-2。

表 7.2-1 方案目标值计算表

序号	项目	指标	
1	水土流失治理度 (%)	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失总面积 (hm ²)
	97.90	154.18	157.49
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)
	96.39	74.36	77.14
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)
	97.42	20.75	21.30
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)
	99.16	63.88	64.42
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)
	40.56	63.88	157.49

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%	97.90%	达标
2	土壤流失控制比	1.0	1.0	达标
3	渣土防护率	92%	96.39%	达标
4	表土保护率	92%	97.42%	达标
5	林草植被恢复率	97%	99.16%	达标
6	林草覆盖率	25%	40.56%	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 154.18hm²，林草植被建设面积 63.88hm²，减少水土流失量 4.75 万 t，整个工程区水土流失治理度达到 97.90%，土壤流失控制比达到 1.0，渣土防护率达到 96.39%，表土保护率达到 97.42%，林草植被恢复率达到 99.16%，林草覆盖率达到 40.56%，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 99.16%，林草覆盖率达到 40.56%。

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。

建设单位在主体工程招标文件中，按水土保持工程技术要求，把水土保持工程各项内容纳入招标文件的正式条款中，中标后承包商与业主需签订水土保持责任合同，以合同条款形式明确承包商应承担的防治水土流失的责任范围、义务和惩罚措施。

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。

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，在主体工程后续设计时，建设单位应委托工程设计单位按设计程序将本水保方案的水土流失防治措施工程纳入到主体工程的设计当中，并单独成册，以便使水土保持措施能按设计要求顺序实施。在项目初步设计审查时注意征求水行政主管部门的意见。

项目位于丘陵区，沿线农耕发达，占地以耕地为主，因此弃渣场的选择不可避免的占用了一些耕地。按照水土保持法律法规要求，结合节约耕地的角度，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；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。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。

根据《中华人民共和国水土保持法》第二十五条第三款“水土保持方案经批准后，生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准”的规定，按照《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），项目若相对于批复的水土保持方案发生如下变更：“弃渣量 10 万 m^3 （含）以上的弃渣场位置变化的；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）；取土（料）量在 5 万 m^3 （含）以上的取土（料）场位置发生变更的；挡防、排水等主要工程措施减少量 30%以上的；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”，属于水土保持措施发生重大变更，建设单位应编制水土保持措施变更报告，并向原审批水行政主管部门备案，经同意后方可实施。变更报告水土保持工程设计为初步设计阶段，防治标准原则上不低于已批准的水土保持方案防治标准，编制内容须符合现行水土保持相关技术标准、规范和要求。经批准的水土保持措施变更报告，作为开展水土保持设施验收工作的重要依据。

后续初步设计、施工图设计时要落实临时施工道路、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、水行政主管部门等单位参加确定。后续设计应当进一步完善表土综合利用；施工前应当落实设计表土剥离工程量，对堆存的表土设计防护措施，施工结束后落

实覆土绿化或复耕措施。

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。

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）文件规定，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来承担监理任务。本项目征占地面积大于 200 公顷，挖填方也大于 200 万立方米，因此承担本项目的水土保持工程监理工作的单位必须具有水土保持监理资质。

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 and 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方案内容纳入主体工程施工管理体系中，按照水土保持方案的防治措施、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，避免对征地范围外的土地进行扰动和植被破坏，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书、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。