

G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程

水土保持监测总结报告

建设单位：贵州省安顺公路管理局

监测单位：贵州天保生态股份有限公司

2021年7月





生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (正本)

单位名称：贵州天保生态股份有限公司

法定代表人：王兴

单位等级：★★★(3星)

证书编号：水保监测(贵)字第0008号

有效期：自2019年10月01日至2022年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2019年09月30日

仅限于G354营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持监测总结报告使用，再次复印无效。

项目名称：G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程

建设单位：贵州省安顺公路管理局

监测单位：贵州天保生态股份有限公司

单位地址：贵阳市观山湖区甲秀北路235号北大资源梦想城A07栋16楼

联系人：朱波

联系电话：0851-83867777 13765124637

电子邮箱：gztb@vip.163.com

责任页

贵州天保生态股份有限公司

批准：王兴 (高级工程师)

核定：朱波 (高级工程师)

审查：王明明 (中级工程师)

校核：李昕 (工程师)

项目负责人：潘磊 (助理工程师)

编写：王明明 (第一章、第二章、负责确定项目情况和监测开展工作)

潘磊 (第三章、第四章、第五章，负责调查监测水土流失情况和水土措施效果)

李昕 (第六章、第七章、收集资料计算六大指标得出结论)

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况.....	2
1.1 项目概况.....	2
1.2 水土流失防治工作情况.....	8
1.3 监测工作实施情况.....	10
2 监测内容、方法及过程.....	13
2.1 监测内容.....	13
2.2 监测方法.....	17
2.3 监测过程.....	20
3 重点部位水土流失动态监测结果.....	26
3.1 防治责任范围监测结果.....	26
3.2 取土（石）监测结果.....	28
3.3 弃土监测结果.....	29
4 水土流失防治措施监测结果.....	30
4.1 工程措施监测结果.....	30
4.2 植物措施监测结果.....	32
4.3 水土保持措施防治效果.....	33
5 土壤流失情况监测.....	33
5.1 水土流失面积.....	57
5.2 土壤流失量.....	57
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	59
5.4 水土流失危害.....	59
6 水土流失防治效果监测结果.....	60
6.1 扰动土地整治率.....	60
6.2 水土流失总治理度.....	60
6.3 拦渣率.....	60
6.4 土壤流失控制比.....	61
6.5 林草植被恢复率.....	61
6.6 林草覆盖率.....	62
7 结论.....	63
7.1 水土流失动态变化.....	63
7.2 水土保持措施评价.....	63
7.3 存在问题及建议.....	65
7.4 综合结论.....	66

开发建设项目水土保持监测特性表

填表时间：2021年7月

主体工程主要技术指标										
项目名称			G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程							
建设规模	改扩建二级公路总长度 42.427km	建设单位		贵州省安顺公路管理局						
		联系人/联系方式		张飞/15208516504						
		建设地点		安顺市紫云县						
		所在流域		水利部珠江委员会						
		工程总投资		63148.083 万元						
		工程总工期		55 个月						
水土保持监测指标										
监测单位			贵州天保生态股份有限公司		联系人及电话		朱波/13765124637			
自然地理类型			低中山地貌		防治标准		一级			
监测内容	监测指标		监测方法(设施)		监测指标		监测方法(设施)			
	1、水土流失状况监测		调查、巡查监测		2、防治责任范围监测		调查			
	3、水土保持措施情况监测		调查、巡查监测		4、防治措施效果监测		调查、巡查监测			
	5、水土流失危害监测		现场巡查监测		水土流失背景值		1464t/km ² ·a			
	方案设计防治责任范围		126.77hm ²		土壤容许流失量		500 t/km ² ·a			
防治措施	<p>工程措施有：表土剥离 19.37 万 m³，土地整治 55.35hm²，浆砌片石边沟（60×60）40743m，梯形排水沟（60×60）24197m，矩形截水沟（60×60）7585m，急流槽 581m，菱形护面墙 405m，喷播草籽护坡（不挂网）72982m²，衬砌拱骨架植物护坡 24399m²，拱形骨架植草护坡 3.13hm²，涵洞帽石 87 个，涵洞 455m，喷播植草（挂网）3611m²，挡渣墙 317m。</p> <p>植物措施有：撒播草种 55.35hm²，种植复羽叶栎树 1091 株，种植红叶石楠球 2083 株，种植黄花槐 2189 株，种植迎春花 275 株，种植油麻藤 2198 株，种植金叶女贞苗 2692 株，种植青峰 173 株，种植紫薇 93 株，种植桂花 402 株，种植爬山虎 10360 株，种植杜英 220 株，种植紫叶李 157 株，种植茶梅球 64 株，种植夏鹃球 157 株，灌木护坡 3.70hm²，挂植物攀爬网 0.63hm²。</p> <p>临时措施有：临时土袋拦挡 2550m，临时排水沟 5350m，临时苫盖 2.76hm²，临时沉砂池 24 座。</p>									
	监测结论	分类指标		目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量				
		扰动土地整治率		>95	99.42	防治措施面积	74.43 hm ²	永久建筑物及硬化面积	39.47 hm ²	扰动土地总面积
水土流失总治理度		>97	99.11	防治责任范围面积		117.04hm ²	水土流失总面积		75.10hm ²	
土壤流失控制比		≥1	1.16	工程措施面积		6.30hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² ·a	
拦渣率		>95	100	植物措施面积		68.13hm ²	监测土壤流失情况		284t/km ² ·a	
林草植被恢复率		>99	99.03	可恢复林草植被面积		68.80hm ²	林草类植被面积		68.13hm ²	
林草覆盖率		>27	58.21	实际开挖(石、渣)量		127.68 万 m ³	总回填(石、渣)量		83.53 万 m ³	
水土保持治理达标评价			截止至 2021 年 7 月，六项指标均达到并超过《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)中建设类一级标准目标值。							
总体结论		建设单位在工程建设过程中，采取了适宜的水土保持工程措施和植物措施，水土保持措施的总体布局较为合理，防治效果较为明显，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失量，基本达到了《水土保持方案报告书(报批稿)》中的设计要求。								
主要建议	建设单位在后期的运行过程中，对项目建设区可绿化的区域增加覆土绿化，加强对林草植被的管护力度，同时对生长情况较差的区域采取必要的养护和补植，提高林草植被恢复率。									

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

贵州省安顺公路管理局建设的 G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程为改扩建二级公路，建设线路总长度为 42.427km，全线采用二级公路标准建设，路基宽为 8.5 米，设计速度 40km/小时，沥青混凝土路面。全线共设桥梁 6 座，其中中桥 191.58 米/3 座、小桥 81.04 米/3 座。弃渣场 9 处，取料场 2 处；项目总投资 63148.083 万元，其中土建投资 34731.45 万元，平均每公里造价 1251.176 万元；施工期 55 个月，主体工程从 2017 年 1 月动工，到 2020 年 12 月建成通车试运行；至 2021 年 7 月全部建设完工。项目建设占地面积为 117.04hm²，其中永久占地面积为 120.30hm²，临时占地为 14.74hm²。

1.1.1 地理位置

G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程位于安顺市紫云县东北侧，道路中点距贵阳市公路里程 178km，安顺市 94km。道路起于长顺县营盘乡牛滚塘南面，于紫云县与长顺县县界处顺接原 S309，向西南沿原老路布线，经小洛麦、大洛麦、洛麦村至关峨寨，在关峨寨下穿惠兴高速后继续向西南前行途径泡桐关、下麻窝、野猫井，利用板当互通匝道边坡平台到达板当镇，路线在板当镇以平交口连接路线出平交口后原位拆除重建板当中桥通过，沿老路经小板当、大塘至撒金，新建撒金中桥跨巴易河，跨河后路线南下于沙子哨再次下穿惠兴高速，然后顺老路沿沟谷布线，在尕卜设小高寨中桥，新建尕卜中桥跨越河沟，经下坝田、上岜易至团丰村，新建长征中桥跨河沟；之后路线向西南经黄土寨、江洞沟到达紫云县城边界。沿线主要公路有 S211、X482，交通区位优势。

1.1.2 建设性质及工程规模

G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程由贵州省安顺公路管理局投资建设，建设性质为改扩建，项目规模：建设线路总长度 42.427km。

1.1.3 项目组成及分区

G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程主要包括路基工程建设、桥涵工程建设、弃渣场、取料场及附属设施等设施。本项目划分为 5 个水土流失防治一级区，分别为：路基工程区、桥梁工程区、附属设施区、取料场区、弃渣场区。

1.1.4 项目占地面积及土石方数量

根据项目竣工验收资料，结合现场实际建设情况，截止 2021 年 7 月项目施工建设及投产运行期间，本项目占地包括永久占地和临时占地，共计 117.04hm²。永久占地主要包括路基工程区和桥梁工程区永久占地等，共计 102.30hm²。临时占地包括弃渣场、取料场、施工生产生活区、施工便道及拌合站等，共计 14.74hm²。

本项目建设过程中，工程建设共开挖土石方总量为 127.68 万 m³，回填土石方量 83.53 万 m³，弃渣总量 44.15 万 m³。本项目设置 9 处弃渣场，2 处取料场，项目产生的弃渣全部堆运至方案设计指定弃渣场。

表 1.1 项目占地面积及占地性质分析表 单位：hm²

占地性质	工程区	占地面积
永久占地	路基工程区	101.67
	桥梁工程区	0.63
	小计	102.3
临时占地	料场区	3.88
	弃渣场区	6.96
	附属设施区	3.9
	小计	14.74
共计		117.04

1.1.5 工程投资及建设工期

本工程总投资 63148.083 万元，其中土建投资 34731.45 万元，平均每公里造价 1251.176 万元。项目所需资金由贵州省安顺公路管理局根据年度投资计划统筹安排。

项目实际建设总工期 55 个月（于 2017 年 1 月开工建设，至 2020 年 12 月主体工程建设完工并通车试运行），至 2021 年 7 月项目全部建设完工。本工程占地区域内涉及建筑物拆迁 72898m²，不涉及其他专项设施拆迁，拆迁补偿费 3413.99 万元。拆迁安置通过紫云县政府协调采用货币补偿形式一次性补给，拆迁范围已纳入本项目水土流失防治责任范围，新安置点水土流失责任由相应的责任人负责。

1.1.6 项目区自然概况

（1）地质构造

项目区处于扬子准地台黔南台陷贵定南北向构造变形区，走廊带范围内无大的区域构造，局部分布小的构造。受长顺复式背斜北西翼上次级背斜一坝寨背斜控制。在板当关附近(K10-150)发育有一向斜，与路轴线近于垂直通过，背斜轴走向约 357°，岩层代表性产状向斜西南翼为 10° ∠46°，东北翼为 273° ∠76°，场区地质构造较为复杂。

(2) 地层

沿线出露地层主要为古生界二叠系、石炭系、泥盆系，均为沉积岩系列，沿线出露岩性以粘土岩、砂岩、页岩为主，局部地段为灰岩。

项目区内出露的地层岩性由新到老有第四系(Q)、三迭系中统边阳组(T2b)和新苑组(T2x)、下统永宁镇组(Tyn)和夜郎组(Ty)、二叠系上统大隆组(P2d)、长兴组(P2c)、吴家坪组(P2下统茅口组 P1m)、栖霞组(P1q)。项目区走廊带内地层从新到老简述如下

第四系(Q)：褐色、褐黄色粘土，局部含碎石土。主要分布于山间坝子、沟谷及缓坡地带，河谷地段分布有卵石土。

三迭系(T)

边阳组(T2b)：上部薄层至中厚层钙质泥页岩和钙质粉砂岩夹少量泥质灰岩；下部为灰绿薄至中厚层钙质泥岩、泥质粉砂岩及石英砂岩。沿线主要分布于 K12+760~K14+910、K17+400~K17+500、K23+520~K24+820、K25+340~K41+950。

新苑组(T2x)：薄层页岩、泥岩夹厚层砂岩、泥灰岩、灰岩，底部为薄层硅质岩夹泥岩。沿线主要分布于 K12+630~K12+760、K14+910~K15+145、K16+840~K16+930、K17+150~K17+400、K17+500~K18+630、K18+860~K19+140、K23+070~K23+520、K24+820~K25+340、K41+950~K42+300。

夜郎组、宁镇组(Ty+yn)：下部为灰色中厚层灰岩与灰绿色泥岩、泥灰岩互层，中部为浅灰色中厚至厚层灰岩夹泥质灰岩及白云岩，顶部为紫红、黄绿色砂质泥岩、钙质泥岩夹灰岩。沿线主要分布于 K12+380~K12+630、K15+145~K15+400、K16+660~K16+840、K16+930~K17+150、K18+630~K18+860、K19+140~K23+070、K42+300~K42+600。

二迭系(P)

长兴组、大隆组(P2C+d)：上部为薄层健石层夹粘土岩；中下部为灰、深灰色中厚层至块状生物碎屑灰岩，夹薄层炭质页岩及粘土岩。沿线主要分布于 K12+160~K12+380、K15+400~K15+660、K16+440~K16+660、K42+600~K43+200。

吴家坪组(P2w)：灰、灰绿色粘土岩与浅灰、深灰色厚层块状生物碎屑灰岩互层，局部夹薄层硅质岩，含少量煤层。沿线主要分布于 K9+190~K9+520、K9+900~K10+920、K11+370~K12+160、K15+660~K16+440、K43+200~K44+535.101。

茅口组(P1m)：浅灰夹深灰色厚层至块状生物碎屑灰岩。沿线主要分布于

K2+160~K7+860K8+260~K9+190、K9+520~K9+900、K10+920~K11+370。

栖霞组 (P1q)：下部为深灰色厚层至块状生物碎屑灰岩偶夹薄层炭质页岩；中上部为浅、深灰色厚层至块状生物碎屑。沿线主要分布于 K0+000~K2+160、K7+860~K8+260。

(3) 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，项目区地震动反应谱特征周期为 0.35s，地震动峰值加速度为 0.05g。从《地震动峰值加速度分区与地震基本烈度对照表》查得该区地震基本烈度为 VI 度区，属基本稳定至稳定区。

(4) 地形地貌

项目区域位于地处贵州高原向广西丘陵过渡斜坡地带的低中山盆谷区，境内最高海拔 1681 米，最低海拔 623 米，相对高差 1058 米，沿线地貌属低中山丘陵地貌，山地面积比重大。其中山地占总面积的 77.8%。境内地势南北高而中部平缓，东西两侧向外倾斜，西部山脉属乌蒙山系，其余为苗岭山系。最高点马鬃岭海拔 1681 米，最低点喜翁河出口处海拔 623 米，平均海在 1000~1300 米；沿走廊带最高海拔 14527 米，位于板当关附近，最低海拔 1003.6 米，位于土寨附近，相对高差 127.68 米。境内山峦起伏，山谷相间，溶沟、天坑分布较多。地貌类型主要为溶蚀低中山地貌和剥蚀低中山地貌。

(5) 水文

地表水：项目区地表水系属珠江流域格凸河水系的上游支流，沿线主要河流为板当河、岜易河、座马河、下厂河等，地表水系发育。大气降水是地下水补给的主要来源；其补给受地质构造、地层岩性、地貌等因素的影响。

地下水：项目区内地下水主要为碳酸盐岩岩溶水和松散岩类孔隙水。地下水以大气降水为主要补给源。降水通过岩溶裂隙、溶孔、溶洞及落水洞等渗入地下，受地形地貌、岩层产状及构造等因素控制，区内地下水总体由南向北迳流，地下水水位埋藏较浅。

(6) 气象

根据调查和资料统计，该改扩建公路所在区域属于属亚热带湿润季风气候，温和宜人，雨水充沛，四季分明，干湿明显，冬无严寒，夏无酷暑。根据沿线调查和收集的气象资料，分述如下：

紫云县属中亚热带湿润季风候区，气候温暖湿润但受地形因素的影响，气候特点：

冬无严寒，夏无酷暑，夏湿冬干，气温年变化小。年平均气温 15.3℃，年平均最高气温 22.7℃，年平均最低气温 5.7℃。极端最高气温 33.6℃，极端最低气温 -7.3℃。≥ 10℃有效积温 4560℃，平均无霜期 288 天，年平均日照时数 1440 小时。降水丰富，多年平均降水量 1337mm，但时空分布不均。雨热同期，多集中在 6—10 月 5 个月中。主要灾害天气有大风、暴雨、冰雹、寒潮、霜冻等。

经查《贵州省暴雨洪水计算实用手册》，取用《贵州省年最大 1 小时点雨量均值等值线图》、《贵州省年最大 1 小时点雨量 CV 值等值线图》，本项目位于安顺市紫云县境内，因此，CV 值取 0.45，最大 1 小时点雨量为 45mm。10 年一遇最大一小时降水量为 68.21mm，20 年一遇最大一小时降水量为 78.25mm，50 年一遇最大一小时降水量为 96.61mm。

(7) 土壤

根据现场调查，项目区及附近区域土壤主要为黄壤和水稻土。黄壤属温暖湿润的亚热带季风性生物气候条件下发育而成的地带性土壤。在风化作用和生物活动过程中，土壤原生矿物受到破坏，富铝化作用表现强烈，发育层次明显，质地粘重，全剖面呈弱酸性，抗蚀性强，肥力较好，pH 值 6.5，适于偏酸性速生树种的生长，熟土层厚度约 0.4-2m。

(8) 植被

项目区内植被为亚热带常绿阔叶林带，由于人为活动的长期影响，区内原生植被覆盖较少，次生植被主要有常绿阔叶林和常绿阔叶、落叶阔叶混交林，天然林以松林和柏树林为主，分布有杉、松、柏树林等。拟改扩建公路沿线两侧 300m 范围内林草覆盖率为 45.41%。

(9) 容许土壤流失量

根据区域的土壤侵蚀类型与强度，项目区的容许土壤侵蚀模数为 500t/km²·a。

(10) 侵蚀类型

本项目所在区域土壤侵蚀主要以水力侵蚀为主。

(11) 水土流失重点防治区划分情况

根据水利部《关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》（办水保〔2013〕188 号）和《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》（黔水保〔2015〕82 号），本项目位于贵州省安顺市紫云县境内，为建设类项目，不属于在国家级水土流失重点

防治区，项目所在的紫云县板当镇属于黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区，且项目沿线分布有居民、河流，应提高防治标准。因此，本工程水土流失防治标准执行建设类项目一级标准。设计水平年的规划目标值:扰动土地治理率 95%，水土流失总治理度 97%，土壤流失控制比 1，拦渣率 95%，植被恢复系数 99%，林草覆盖率 27%。因此，根据相关规程规范，本项目水土流失防治标准执行建设类一级标准。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 水土保持方案编报情况

贵州省安顺公路管理局根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》、《开发建设项目水土保持方案管理办法》等法律法规的有关规定，贵州省安顺公路管理局于2017年12月14日委托贵州众汇山水生态工程有限公司承担G354营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书的编制工作；2018年4月20日安顺市水务局专家组对《G354营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书（送审稿）》进行技术评审会议并通过专家评审，根据专家意见修改完成《G354营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿），并于2018年7月12日获得安顺市水务局下发的批复《关于G354营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案的批复》（安市水复〔2018〕47号）。

1.2.2 水土保持工作组织开展情况

贵州省安顺公路管理局在工程建设过程中较为重视水土保持工作，指定工程部全面负责落实工程建设过程中的水土保持工作，详细地安排各单位工程的施工顺序，为项目建设主要生产线上的各单位工程开工做好准备，并为其连续快速施工做好周密安排。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律法规的规定，开发建设单位和管理单位应设立专项监测设施对项目建设引起的水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地水行政主管部门通报本单位水土流失防治工作的情况；工程竣工验收时应提交水土保持监测报告。为落实上述法律法规的规定，切实做好G354营盘至紫云县城公路改扩建工程建设过程中的水土流失防治工作，保护项目区生态环境，2019年1月，贵州省安顺公路管理局委托贵州天保生态股份有限公司承担G354营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持监测调查工作，直至工程完工。

1.2.3 水土保持工程实施概况

监测结果显示，建设单位在建设过程中，各防治分区均采取了适宜的水土保持工程措施或植物措施，水土保持措施的总体布局较为合理，防治效果比较明显，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失，基本达到了《G354营盘至紫云

县城公路改扩建工程水土保持方案报告书（报批稿）》的设计要求。

截止 2021 年 7 月，项目建设区实施的水土保持措施如下：

工程措施有：表土剥离 19.37 万 m^3 ，土地整治 55.35 hm^2 ，浆砌片石边沟（60×60）40743m，梯形排水沟（60×60）24197m，矩形截水沟（60×60）7585m，急流槽 581m，菱形护面墙 405m，喷播草籽护坡（不挂网）72982 m^2 ，衬砌拱骨架植物护坡 24399 m^2 ，拱形骨架植草护坡 3.13 hm^2 ，涵洞帽石 87 个，涵洞 455m，喷播植草（挂网）3611 m^2 ，挡渣墙 317m。

植物措施有：撒播草种 55.35 hm^2 ，种植复羽叶栎树 1091 株，种植红叶石楠球 2083 株，种植黄花槐 2189 株，种植迎春花 275 株，种植油麻藤 2198 株，种植金叶女贞苗 2692 株，种植青峰 173 株，种植紫薇 93 株，种植桂花 402 株，种植爬山虎 10360 株，种植杜英 220 株，种植紫叶李 157 株，种植茶梅球 64 株，种植夏鹃球 157 株，灌木护坡 3.70 hm^2 ，挂植物攀爬网 0.63 hm^2 。

临时措施有：临时土袋拦挡 2550m，临时排水沟 5350m，临时苫盖 2.76 hm^2 ，临时沉砂池 24 座。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测目的

(1) 施工建设过程中的水土流失进行适时监测和监控。了解项目建设中水土保持方案实施情况，掌握水土流失发生的时段、强度等情况，及时采取相应的防控措施。

(2) 为项目的水土流失预测和制定防治方案提供依据。积累水土流失预测的实测资料和数据，为确定预测参数、预测模型等服务。

(3) 为项目的水土保持专项验收提供依据。通过对项目的水土保持监测说明施工、建设、生产运行中防治水土流失效果。

1.3.2 监测原则

(1) 全面调查与重点观测相结合。全面调查即对本项目水土流失防治责任范围进行核实，并对水土流失及其防治状况进行全面调查。在全面调查的基础上，确定水土流失及其防治效果监测的重点区域，并确定相应的观测方法。

(2) 定期调查和动态观测相结合。对水土流失防治分区、地形地貌、地面组成物质、植被种类、覆盖度等的变化情况，需通过定期调查获取。对土壤侵蚀形式、降水量、径流量、泥沙量、工程实施进展与防治效果等因子，根据项目不同阶段的变化情况，采用不同的观测方式进行动态观测。

(3) 调查、观测与巡查相结合。随着工程施工进度变化，场地水土流失存在的问题和隐患也在不断的变化。为了及时掌握各种可能出现的水土流失问题，现场隐患。除了调查与观测外，必须进行不断的巡查，制定巡查计划和工作表格，现场填写表格，并定期向水行政主管部门和建设单位汇报和提出相应的处理意见。建设单位在当地水行政主管部门的监督下，根据情况制定相应的处理方案，以保证水土保持监测的时效。

(4) 项目水土保持监测费用应纳入水土保持方案，建设期监测费用应由建设费列支，生产期的监测费用应由生产费用列支。

(5) 结合项目建设特点和新增水土流失预测结果，以管道工程区为监测重点；监测方法力求经济、适用和可操作；监测成果客观、及时、准确。

1.3.3 任务委托及监测工作组织

根据《中华人民共和国水土保持法》，建设单位于2019年1月委托贵州天保生态股份有限公司承担本项目的水土保持监测工作。接受委托之后，我单位即

成立了 G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持监测项目部，负责该项目的水土保持监测工作。项目部成员共 7 名，工程师 3 名，助理工程师 4 名，具有水土保持监测上岗证书人员 7 名，专业涉及水土保持、水文水资源、林学等领域。

1.3.4 监测点布设

（一）监测点布设的基本原则

（1）代表性原则

结合新增水土流失预测结果及监测重点地段及重点对象，选择具有水土流失代表性的场所进行监测；

（2）可操作性原则

结合工程项目对水土流失的影响特点，力求经济、适用、可操作；

（3）结合工程实际情况布设原则

布设水土保持监测点应结合工程实际情况，这样才能更好的为项目水土保持监测服务，使得水土保持监测工作与项目具体情况接轨；

（4）时段对应性原则

工程建设期，在工程建设区建立适当的监测点，建立原则主要以能有效、全面的监测水土流失状况、危害及防治措施的效果为主。

林草植被恢复期，在上述监测点的基础上，在项目直接影响区内增设调查样点，建立原则以能反映人类活动对水土流失及生态环境的影响为主。

（二）监测点布设结果

监测点布设按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中监测点布设原则和选址要求，在指定的区域根据实地踏勘情况确定。根据 G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程的水土流失特点和水土保持措施布局特征，并考虑观测结果的代表性与管理的方便性，分别在项目建设区域内设置了 2 个地形地貌变化情况观测点、7 个植被生长情况观测点、7 个侵蚀针监测样方、7 个侵蚀沟监测样方、4 个边坡稳定情况观测点、不定点的工程措施运行情况观测点、并在工程沿线对水土流失危害和植物成活率进行观测。监测点布设详见表 1-3。

表 1-3 水土保监测点布设位置

序号	监测项目	数量	监测位置	
1	工程占地、扰动地表面积	无	工程征地范围、扰动地表范围	
2	降雨监测	无	利用项目区气象站资料	
3	地形地貌变化情况	2	路基工程区、弃渣场	
4	植被生长状况监测样方	7	路基工程区沿线、弃渣场、取料场	
5	坡面水土流失量及其强度（包括测桩、侵蚀沟样方）	7	挖方区域	路基工程区 4 处
			填方区域	道路填方边坡 3 处
6	边坡稳定情况	4	路基工程区 4 处	
7	水土流失危害	不定点	场区内调查统计水土流失危害情况	
8	工程措施的运行情况	不定点	调查统计路基工程区、弃渣场区工程措施运行情况，	
9	植物成活率、保存率	不定点	调查统计场区水土保持植物措施生长情况	

（三）监测重点地段、重点对象

在运行期间，根据水土保持方案水土流失预测与分析，本项目随着路基防护工程及边坡防护工程的实施，土壤侵蚀得到有效控制，侵蚀模数大幅度下降，各项水土保持措施开始发挥功效。水土保持的工程措施和植物措施都已完备，并逐渐发挥其水土保持功能，项目建设区的土壤侵蚀逐渐达到新的平衡状态。由于人为地进行绿化和养护，部分区域水土流失量甚至低于原有水平，生态环境得到改善。根据预测结果，本工程监测的重点区域为路基工程区、取料场区及弃渣场区域。

2 监测内容、方法及过程

2.1 监测内容

本项目水土保持监测的主要内容包括：

（一）项目区水土流失因子监测：包括地貌、地形和水系情况，建设项目占有地面积，扰动地表面积，项目挖方、填方数量，弃渣量及堆放面积，项目区林草覆盖率。

（二）项目区水土流失状况监测：包括水土流失面积、水土流失量、水土流失程度的变化情况，水土流失防治责任范围内防治措施情况等。

（三）水土流失灾害监测：主要包括下游河道泥沙、洪涝灾害、植被及生态环境变化，对周边地区经济、社会发展的影响等。

（四）水土保持措施防治效果监测：包括防治措施的数量，林草措施成活率、保存率、生长情况及盖度，各项拦挡措施的拦渣保土效果。

（五）主体工程建设进度监测：包括主体工程施工进度、相应的水土保持措施实施进度、主体工程实施的水土保持措施实施后的防治效果等，采用现场调查、测量，列表统计。

2.1.1 防治责任范围监测

防治责任范围监测主要是在项目的运行期开展监测工作，主要包括项目建设区和直接影响区。

（1）建设区

A 永久性占地：永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设者（或业主）负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对红线范围地区进行认真复核，监测项目建设有无超范围开发的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

B 临时性占地：临时性占地是指因主体工程开发需要、临时占用的部分土地，土地管辖权仍属于原单位（或个人），建设单位无土地管辖权。水土保持监测是复核临时性占地面积有否超范围使用。

C 扰动地表面积：地表面积是指开发建设项目在建设过程中扰动地表行为造成破坏或占用的面积。对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。水土保持监测内容为认真复核扰动地表面积。

（2）直接影响区

主要指因项目建设引起的水土流失影响范围内（项目建设区以外）。水土保持监

测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

根据项目建设区及直接影响区面积变化情况,对整个项目的全部区域在项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围变化情况进行监测。

2.1.2 取土(石)、弃渣监测

取土(石)、弃渣监测主要是水土保持措施运行期。通过监测调查统计工程建设实际总挖方约 127.68 万 m³,总填方约 83.53 万 m³,弃渣总量 44.15 万 m³,本工程建设实际使用了弃渣场 9 处,征占地面积共计 117.04hm²。工程建设实际使用了 2 处取料场,取料总量约 18.52 万 m³,征占地面积共计 3.69hm²。弃渣场实际使用情况详见表 2-1,取料场实际使用情况详见表 2-2:

表 2-1 实际使用的弃渣场统计表

弃渣场名称	位置地点或桩号	占地面积 (hm ²)	经纬度	实际弃渣量 (万 m ³)
1 号弃渣场	K10+500	0.88	N25°52'36.67", E106°14'40.58"	2.86
2 号弃渣场	K17+200	1.37	N25°52'21.48", E106°12'16.40"	13.57
3 号弃渣场	K30+100	0.48	N25°47'00.70", E106°10'37.98"	1.77
4 号弃渣场	K32+120	0.53	N25°46'39.319", E106°10'02.082"	4.69
5 号弃渣场	K35+600	0.35	N25°46'13.99", E106°08'57.76"	0.85
6 号弃渣场	K37+780	0.44	N25°45'58.96", E106°07'54.18"	4.48
7 号弃渣场	K39+400	0.34	N25°45'44.04", E106°07'21.25"	1.4
8 号弃渣场	K40+400	1.94	N25°45'32.43", E106°07'04.39"	12.37
9 号弃渣场	K41+000	0.63	N25°45'19.79", E106°07'00.38"	2.16
合计		6.96		44.15

表 2-2 实际使用的取料场统计表

石料场名称	位置地点或桩号	占地面积 (hm ²)	实际取石量 (万 m ³)
1 号石料场	K4+580 左侧 50m	0.50	61097
3 号石料场	K23+300 右侧 150m	3.38	124076
合计		3.88	185173

2.1.3 水土流失防治监测

水土流失防治监测主要是运行期开展监测工作,监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测和水土流失危害监测。水土流失防治监测主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测和水土流失危害监测。

(1) 水土流失状况监测

主要监测项目建设区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况,土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀,其中,水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外,对监测内容还包括水土流失面积的监测。

A 水力侵蚀:面蚀-降雨和地表径流使坡地表土比较均匀剥蚀的一种水力侵蚀包括溅蚀、片蚀和细沟侵蚀。沟蚀-坡面径流冲刷土壤或土体,并切割陆地地表形成沟

道的过程，又称线状侵蚀或沟状侵蚀。

B 重力侵蚀：坡地表层土石物质，主要由于受到重力作用，失去平衡，发生位移和堆积的现象，称为重力侵蚀。

C 水土流失面积：除微度侵蚀外，其他强度的侵蚀面积统称为水土流失面积。

运行期的水土流失状况监测的重点主要是路基工程区的拦挡、道路两侧排水及裸露地表植被恢复。

(2) 运行期水土保持措施防治效果监测

A 水土保持防治措施（工程措施和植物措施）的数量和质量；

B 工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况；

C 林草的生长发育情况（树高、乔木胸径、灌木冠幅）、成活率、保存率、抗性及其植被覆盖率；

D 各种已实施的水土保持措施的拦沙（渣）保土效果监测，包括挖方、填方数量及面积、弃土、弃石、弃渣量及堆放面积；控制土壤流失量、提高拦渣率、改善生态环境的作用等。

E 防治目标监测，监测各个防治目标的达标情况。

F 监督、管理措施的落实情况

运行期水土保持措施防治效果的监测是针对整个项目的全部区域开展的。

(3) 水土流失危害监测

A 对周边或下游河道、天然排水通道的影响情况：监测水土流失是否流入项目建设区周边或下游河道、天然排水通道，是否对其产生严重危害等影响。

B 对周边影响情况：根据项目实际情况，监测项目建设是否对周边产生影响或危害。

C 其他水土流失危害：除上述几类危害外，监测项目建设是否还造成了其他的水土流失危害。

水土流失危害监测是针对整个项目的全部区域开展的，侧重于对《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书（报批稿）》中设计的直接影响区进行监测，核实有无对周边造成危害和影响。

2.1.4 土壤流失量监测

土壤流失量监测主要包括水土流失面积监测、土壤流失量监测、项目区内潜在土壤流失量监测、水土流失危害监测，运行期重点监测区域是路基工程区的拦挡、护坡、

道路排水及裸露地表植被恢复的水土流失危害监测。各监测时段监测内容详见表 2-3。

表 2-3 项目各监测时段监测内容

监测时段	监测分区	监测内容	
施工期	整个项目建设区	防治责任范围监测	复核项目建设区及直接影响区实际面积
			项目建设期间防治责任范围变化情况
		弃土弃渣动态监测	监测弃渣量、岩土类型、弃土弃渣堆放情况（面积、堆渣高度、坡长、坡度等）、防护措施进展情况及拦渣率
		水土流失防治动态监测	土壤侵蚀类型及形式
			水土流失面积
			实施的水土保持措施数量及质量
			水土保持措施完好性、运行情况
			防治要求及管理措施实施情况监测
			对周边河道及水利设施的影响情况
		施工期土壤流失量动态监测	造成的其他水土流失危害
			项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查
			土壤侵蚀强度
			土壤侵蚀模数
		重大水土流失事件动态监测	土壤侵蚀量
及时反映重大水土流失事件，并上报监测管理机构			
水土保持措施运行初期（林草植被恢复期）	整个项目建设区	水土保持措施防治效果	实施的水土保持措施数量及质量
			水土保持措施完好性、运行情况
			林草的生长发育情况
			各种已实施的措施的拦沙（渣）保土效果
			防治目标监测
	临时占地区	土壤流失量动态监测	监督、管理措施的落实情况
			土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数及土壤侵蚀量
			对水土流失状况的监测实施情况及效果的监测
水土保持措施防治效果	水土保持措施防治效果	防治措施实施情况及效果的监测	

2.2 监测方法

本项目水土保持监测方法主要采用了调查监测、面积监测、现场巡查监测相结合的方法。

2.2.1 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等）实施情况。

（1）面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。

（2）植被监测

植被监测主要是选取有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。植被监测主要是在运行期开展监测工作，针对整个项目的全部区域进行监测。

（3）水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行期开展监测工作。

对于项目建设区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书（报批稿）》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤容重、土壤抗蚀性，具体监测方法如下：

A 土壤类型及地面组成物质识别：监测工作鉴别土壤质地时常在野外进行，因此必须掌握一定的野外鉴别土壤质地的方法及标准。

B 土壤含水率测定：用铝盒在剖面上取三个土样，带回室内称得湿土重，然后在 105 度烘箱中烘 8 小时至恒重，称得干土重，用下列公式计算土壤含水率。

$$\text{土壤含水率} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

C 孔隙度、容重测定：用环刀法在土壤剖面上取土，带回室内称重，在进行浸泡后，计算土壤的毛管孔隙度、非毛管孔隙度、总孔隙度、田间持水量和容重。

D 土壤抗蚀性测定：土壤抗蚀性指单位面积上表土层抵抗水力冲刷的能力，值越大抵抗能力越强，值越小抵抗能力越弱。土壤抗性指标采用土壤袖珍剪力仪现场测定。

水土流失因子监测中的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子是针对全区开展的；土壤因子的监测是根据实际需要，在项目的不同区域选取有代表性的土样进行测算，确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

（4）水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是在施工期和运行期开展监测工作。

A 水土流失状况监测：主要调查的监测指标为项目建设区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

B 水土保持措施防治效果：包括防治措施的数量与质量。本项目整个项目建设区水土保持措施的数量主要由业主及施工单位提供，项目的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施项目量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

C 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况：本项目的防护工程主要指挡土墙、护坡、排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

D 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测：主要采用实地调查、询问、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

E 林草植被恢复：包括水土流失状况监测和林草措施防治效果监测。

2.2.2 面积监测

一、项目建设区

（1）永久占地

永久占地是工程建设单位为工程建设永久征地区域，水土保持监测过程中复核工程建设是否在红线范围内施工。

(2) 临时占地

复核临时占地使用情况及扰动面积情况，是否合法租用，租用后是否恢复原地貌状况及原土地使用功能状况。

二、直接影响区

(1) 直接影响区为工程建设过程中可能造成该区域水土流失的区域，监测过程主要复核工程建设影响工程周边环境水土流失状况。

2.2.3 现场巡查监测

现场巡查监测主要是项目运行期针对整个建设区所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

(1) 水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况：通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边水利设施影响情况：通过实地踏勘、走访群众、询问水库管理人员等形式进行监测。

C 其他水土流失危害：通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

(2) 重大水土流失事件监测

根据项目实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

监测内容统与监测方法详见表 2-4。

表 2-4 项目监测时段监测内容一览表

监测时段	监测分区	监测内容		监测方法
施工期	整个项目建设区	防治责任范围监测	复核项目建设区及直接影响区实际面积	调查监测
			项目建设期间防治责任范围变化情况	调查监测
		弃土弃渣动态监测	监测弃渣量、岩土类型、弃土弃渣堆放情况（面积、堆渣高度、坡长、坡度等）、防护措施进展情况及拦渣率	调查监测、巡查
		水土流失防治动态监测	土壤侵蚀类型及形式	调查监测
			水土流失面积	调查监测
			实施的水土保持措施数量及质量	调查监测、巡查
			水土保持措施完好性、运行情况	调查监测
			防治要求及管理措施实施情况监测	调查监测
			对周边河道及水利设施的影响情况	调查监测
			造成的其他水土流失危害	调查监测
		施工期土壤流失量动态监测	项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查	调查监测
			土壤侵蚀强度	调查监测
			土壤侵蚀模数	调查监测
			土壤侵蚀量	调查监测

		重大水土流失事件动态监测	及时反映重大水土流失事件，并上报监测管理机构	调查监测
林草植被恢复期	整个项目建设区	水土保持措施防治效果	实施的水土保持措施数量及质量	调查监测

2.3 监测过程

(1) 2019 年

2019 年 1 月，贵州省安顺公路管理局委托我单位开展 G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持监测工作，并签订了本项目水土保持监测合同书，随后，我单位成立监测组，并收集工程相关资料。

2019 年 1 月至 2019 年 12 月，共进行现场监测 4 次，分别为每月月初和月底进行，期间共布置监测点 4 个，期间完成监测季报 4 份，实施方案 1 份，出具现场监测建议书 1 份。

(2) 2020 年

2020 年 1 月至 2020 年 12 月，共进行现场监测 4 次，分别为每月月初和月底进行，期间对已布置监测点进行监测记录数据，期间完成监测季报 4 份，出具现场监测建议书 1 份。

(3) 2021 年

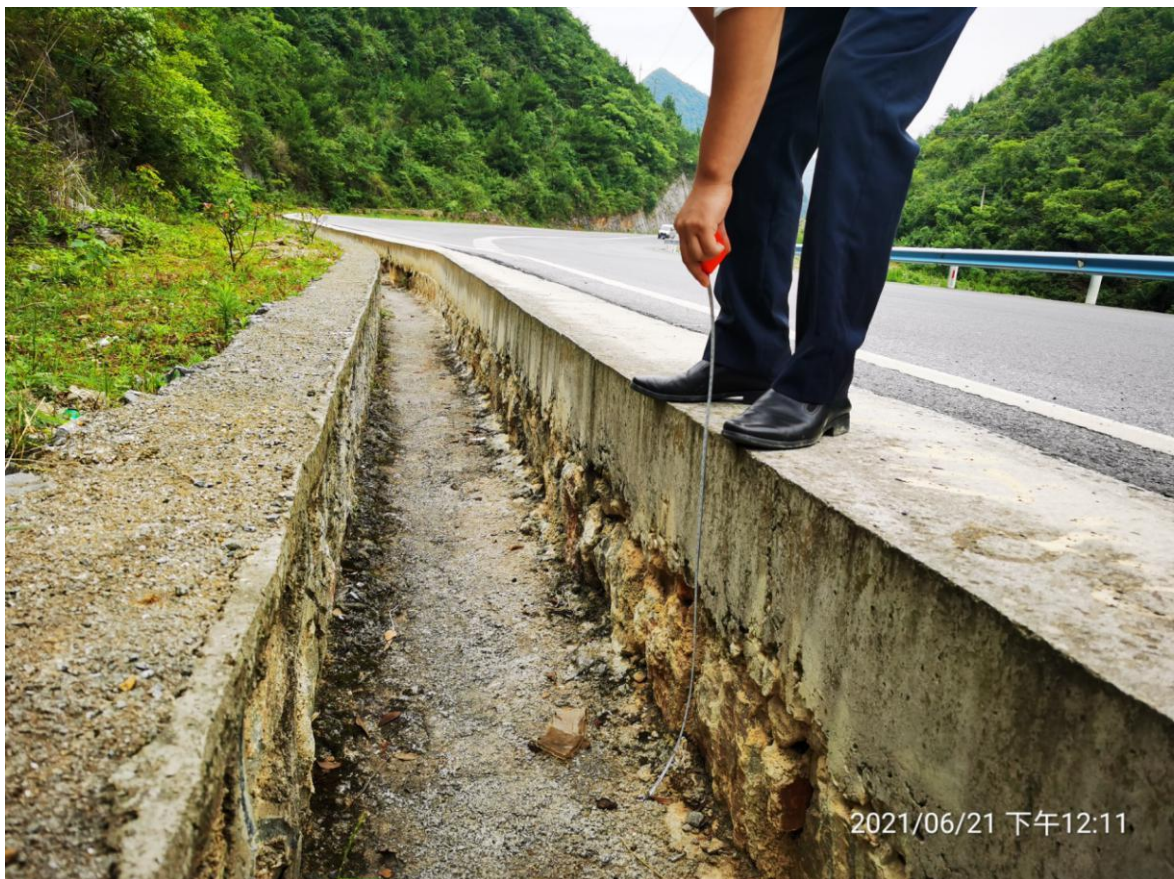
截止 2021 年 7 月为止，我单位会同水土保持验收评估单位工作人员一起，共出现场 2 次，主要核查工程现场水土保持措施的完善情况，重点就路基工程区、桥梁工程区、附属设施区（施工生产生活、施工便道区、拌合站）弃渣场及取料场的开挖、拦挡、排水、植被恢复的完善工作进行全面复核。

2021 年 7 月，我单位监测小组汇总、分析相关资料，完成了《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持监测调查报告》。

监测过程中的部分影像资料如下：



监测小组人员在现场调查项目区排水沟尺寸情况



监测小组人员在现场调查项目区排水沟尺寸情况



监测人员巡查调查道路两侧水土保持措施实施情况



监测小组人员使用无人机巡查调查弃渣场水土保持措施实施情况



监测小组人员对弃渣场水土保持措施实施情况监测



监测小组人员对取料场水土保持措施实施情况监测



监测小组人员使用无人机对弃渣场及路基工程两侧进行监测



监测小组人员对行道树胸径进行测量监测



监测小组人员对项目全线实施措施进行调查监测



监测小组人员对弃渣场实施措施进行调查监测

3 重点部位水土流失动态监测结果

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 水土保持防治责任范围

(一) 方案设计的水土保持防治责任范围

根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（毕水保监〔2013〕18号），本项目水土流失防治责任范围总面积为 126.77hm²，其中项目建设区永久占地面积为 95.19hm²，临时占地面积为 19.16hm²。水土保持方案设计界定的水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 水土保持方案界定的水土流失防治责任范围表 单位：hm²

项目分区		水土流失防治责任范围(hm ²)				合计
		小计	建设区占地		直接影响区	
一级	二级		永久占地	临时占地		
路基工程区		93.21	93.21		9.32	102.53
桥梁工程区		0.65	0.65		0.07	0.72
料场区	1号石料场	0.5		0.5	0.05	0.55
	2号石料场	1.5		1.5	0.15	1.65
	3号石料场	1.35		1.35	0.14	1.49
	小计	3.35		3.35	0.34	3.69
弃渣场区	1号弃渣场	0.88		0.88	0.09	0.97
	2号弃渣场	1.88		1.88	0.19	2.07
	3号弃渣场	0.52		0.52	0.05	0.57
	4号弃渣场	0.72		0.72	0.07	0.79
	5号弃渣场	0.35		0.35	0.04	0.39
	6号弃渣场	0.44		0.44	0.04	0.48
	7号弃渣场	0.34		0.34	0.03	0.37
	8号弃渣场	1.62		1.62	0.16	1.78
	9号弃渣场	0.42		0.42	0.04	0.46
	小计	7.17		7.17	0.72	7.89
附属设施区	公路养护站	1.33	1.33		0.27	1.6
	施工便道	3.49		3.49	0.7	4.19
	施工场地	2.47		2.47	0.49	2.96
	拌合站	2		2	0.4	2.4
	预制场	0.67		0.67	0.13	0.8
	小计	9.96	1.33	8.63	1.99	11.95
合计		114.34	95.19	19.16	12.43	126.77

(二) 实际监测范围

根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）的有关规定，结合业主提供的项目建设区实测图，经监测人员进行现场复核，实际水土流失防治责任范围总面积为建设区实际征占地面积 117.04hm²。项目实际建设期间征占地面积变化主要体

现在以下几个方面:

(1) 路基工程区

根据施工图设计资料并结合实际建设情况, G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程起于长顺县营盘乡牛滚塘南面, 于紫云县与长顺县县界处顺接原 S309, 向西南沿原老路布线, 经小洛麦、大洛麦、洛麦村至关峨寨, 在关峨寨下穿惠兴高速后继续向西南前行途径泡桐关、下麻窝、野猫井, 利用板当互通匝道边坡平台到达板当镇, 路线在板当镇以平交口连接路线出平交口后原位拆除重建板当中桥通过, 沿老路经小板当、大塘至撒金, 新建撒金中桥跨巴易河, 跨河后路线南下于沙子哨再次下穿惠兴高速, 然后顺老路沿沟谷布线, 在尕卜设小高寨中桥, 新建尕卜中桥跨越河沟, 经下坝田、上岷易至团丰村, 新建长征中桥跨河沟: 之后路线向西南经黄土寨、江洞沟到达紫云县城边界。路基宽为 8.5 米, 全线为沥青混凝土路面, 路线全长 42.427 公里, 总占地面积为 101.67hm², 全部为永久占地。

(2) 桥梁工程区

根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程施工图设计》(贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司)及项目实际建设情况, 本项目设计 6 座桥梁, 其中中桥 191.58 米/3 座、小桥 81.04 米/3 座, 占路线总长 0.457%, 总占地面积为 0.63hm², 全部为永久占地。

(3) 弃渣场区

根据主体工程施工、监理等相关资料结合现场实际情况, 本工程建设实际使用了弃渣场 9 处, 弃渣总量约 44.15 万 m³, 征占地面积共计 6.96hm², 全部为临时占地。

(4) 取料场区

根据主体工程施工、监理等相关资料结合现场实际情况, 本工程建设实际开采和使用了取料场 2 处, 取料总量约 28.52 万 m³, 征占地面积共计 3.88hm², 全部为临时占地。

(5) 附属设施区

根据主体工程施工、监理等相关资料结合现场实际情况, 本工程附属设施区由施工便道、施工场地及拌合站组成, 施工便道约 160 米, 占地 0.11hm²; 施工场地三处, 均为租用民房, 未进行扰动, 使用完成后原状归还, 占地 2.47hm²; 拌合站三处, 占地 1.32hm²; 取消了公路养护站及预制场的建设, 附属设施区实际占地面积为 3.90hm², 全部为临时占地。

因此根据现场实际情况及实际测量结果,整个项目区实际扰动面积为 117.04hm²,较方案设计占地面积减少 9.73hm²。详细的水土流失防治责任范围见表 3-4。

表 3-4 项目建设区水土流失防治责任监测表 单位: hm²

项目分区		水土流失防治责任范围(hm ²)			直接影响区	合计
		建设区占地		小计		
一级	二级	永久占地	临时占地			
路基工程区		101.67	101.67		0	101.67
桥梁工程区		0.63	0.63		0	0.63
料场区	1号石料场	0.5		0.5	0	0.5
	3号石料场	3.38		3.38	0	3.38
	小计	3.88		3.88	0	3.88
弃渣场区	1号弃渣场	0.88		0.88	0	0.88
	2号弃渣场	1.37		1.37	0	1.37
	3号弃渣场	0.48		0.48	0	0.48
	4号弃渣场	0.53		0.53	0	0.53
	5号弃渣场	0.35		0.35	0	0.35
	6号弃渣场	0.44		0.44	0	0.44
	7号弃渣场	0.34		0.34	0	0.34
	8号弃渣场	1.94		1.94	0	1.94
	9号弃渣场	0.63		0.63	0	0.63
	小计	6.96		6.96	0	6.96
附属设施区	施工便道	0.11		0.11	0	0.11
	施工场地	2.47		2.47	0	2.47
	拌合站	1.32		1.32	0	1.32
	小计	3.9		3.9	0	3.9
合计		117.04	102.3	14.74	0	117.04

3.1.2 建设期扰动土地面积

本项目在建设过程中扰动地表方式主要表现为路基工程及桥梁的开挖及回填平整、路基基础开挖及取料场区的开挖及恢复平整等。通过对项目的监测调查统计,本项目实际建设期扰动土地地表总面积为 117.04hm²。

3.2 取土(石)监测结果

根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》(报批稿)、及其批复文件,本工程建设所需土石料主要为路基工程区、桥梁工程区等区域路基回填所需的土石料,据现场实际调查得知,石料一部分从项目区取料场进行取料,小部分砂石料通过周围取料场进行购买(方案设计 2#弃渣场,占地实属地方国土局),覆土绿化用土来源于项目建设前期的表土剥离。根据现场调查,本工程建设实际使用了 2 处取料场,取料总量约 18.52 万 m³,征占地面积共计 3.88hm²。

3.3 弃土监测结果

3.3.1 设计弃土（渣）情况

根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿）及其批复文件得知，本项目总挖方约 146.46 万 m³，总填方约 111.12 万 m³，弃渣总量 35.34 万 m³，本工程建设实际使用了弃渣场 9 处，征占地面积共计 7.89hm²。废弃土石方全部运至方案设计指定弃渣场进行堆放，方案设计弃渣场库容满足项目弃渣量。

3.3.2 弃土（渣）场位置及占地面积监测结果

经监测人员查看《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿），并结合现场调查得知，项目设计 9 个弃渣场，征占地面积共计 6.96hm²，弃渣场实际使用情况详见表 3-5。

表 3-5 实际使用的弃渣场统计表

弃渣场名称	位置地点或桩号	占地面积 (hm ²)	经纬度	实际弃渣量 (万 m ³)
1 号弃渣场	K10+500	0.88	N25°52'36.67", E106°14'40.58"	2.86
2 号弃渣场	K17+200	1.37	N25°52'21.48", E106°12'16.40"	13.57
3 号弃渣场	K30+100	0.48	N25°47'00.70", E106°10'37.98"	1.77
4 号弃渣场	K32+120	0.53	N25°46'39.319", E106°10'02.082"	4.69
5 号弃渣场	K35+600	0.35	N25°46'13.99", E106°08'57.76"	0.85
6 号弃渣场	K37+780	0.44	N25°45'58.96", E106°07'54.18"	4.48
7 号弃渣场	K39+400	0.34	N25°45'44.04", E106°07'21.25"	1.4
8 号弃渣场	K40+400	1.94	N25°45'32.43", E106°07'04.39"	12.37
9 号弃渣场	K41+000	0.63	N25°45'19.79", E106°07'00.38"	2.16
合计		6.96		44.15

3.3.3 弃土（渣）监测结果

经监测人员查看《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》及其批复文件，并结合现场调查得知，项目建设过程中，本项目总挖方约 127.68 万 m³，总填方约 83.53 万 m³，弃渣总量 44.15 万 m³，本工程建设实际使用了弃渣场 9 处，征占地面积共计 6.96hm²。废弃土石方全部运至方案设计指定弃渣场进行堆放，方案设计弃渣场库容满足项目弃渣量。实际使用弃渣场与方案设计弃渣场数量及位置一致，未发生变化，占地面积较设计面积减少 0.93hm²，弃方量增加 8.81 万 m³，不存在弃渣场数量、位置及渣场级别发生变化。

4 水土流失防治措施监测结果

根据业主提供资料及我单位技术人员现场复核，综合主体工程设计中具有水土保持功能工程项目的建设，贵州省安顺公路管理局建立了以水土保持工程措施和植物措施相结合的生态恢复体系，最大限度地减少水土流失量。项目水土保持措施量以建设单位提供的《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持工程结算书》为主要依据；同时结合现场调查复核相关工程布置及工程量，分析整理获得相关数据。

4.1 工程措施监测结果

根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿），水土保持方案设计的项目建设区水土保持工程措施主要有剥离和收集表土 120797m³，土地整治 40.26hm²；60×60 矩形路基边沟 51388m，急流槽 8 处，60×60 梯形排水沟 11181m，60×60 矩形截水沟 490m，衬砌拱骨架植物护坡 5.49hm²，喷播草籽护坡 4.20hm²，拱形骨架植草护坡 3.54hm²，挂网喷射混凝土植草护坡 6.34hm²，挡渣墙 310m。根据现场调查以及结合贵州省安顺公路管理局提供的《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持工程结算书》，截至 2021 年 7 月为止，项目建设区已经实施的水土保持工程措施如下：

工程措施有：表土剥离 19.37 万 m³，土地整治 55.35hm²，浆砌片石边沟（60×60）40743m，梯形排水沟（60×60）24197m，矩形截水沟（60×60）7585m，急流槽 581m，菱形护面墙 405m，喷播草籽护坡（不挂网）72982m²，衬砌拱骨架植物护坡 24399m²，拱形骨架植草护坡 3.13hm²，涵洞帽石 87 个，涵洞 455m，喷播植草（挂网）3611m²，挡渣墙 317m。

各防治分区实际实施水土保持措施工程量详见表 4-1。

表 4-1 水土保持工程措施工程量

项目分区		单位	路基工程区	桥梁工程区	弃渣场	取料场	附属设施区
工程措施	表土剥离	m ³	193723				
	浆砌片石边沟（60×60）	m	40743				
	梯形排水沟（60×60）	m	24197				
	矩形截水沟（60×60）	m	6816		769		
	急流槽	m	581				
	菱形护面墙	m	405				
	喷播草籽护坡（不挂网）	m ²	72982				
	衬砌拱骨架植物护坡	m ²	24399				
	拱形骨架植草护坡	hm ²	3.13				
涵洞帽石	个	87					

涵洞	m	455				
喷播植草(挂网)	m ²	3611				
挡渣墙	m			317		
土地整治	hm ²	45.88		6.96	1.08	1.43

4.2 植物措施监测结果

根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿），水土保持方案设计的项目建设区水土保持植物措施主要有撒播草种 40.27hm²，种植香樟 20940 株，种植金叶女贞苗 45192 株，种植灌木护坡 4.00hm²，种植油麻藤 2934 株，种植桂花 2117 株，喷射草籽绿化（三叶草）19.57hm²。根据现场调查以及结合贵州省安顺公路管理局提供的《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持工程结算书》，截至 2021 年 7 月为止，项目建设区已经实施的水土保持植物措施如下：

植物措施有：撒播草种 55.35hm²，种植复羽叶栎树 1091 株，种植红叶石楠球 2083 株，种植黄花槐 2189 株，种植迎春花 275 株，种植油麻藤 2198 株，种植金叶女贞苗 2692 株，种植青峰 173 株，种植紫薇 93 株，种植桂花 402 株，种植爬山虎 10360 株，种植杜英 220 株，种植紫叶李 157 株，种植茶梅球 64 株，种植夏鹃球 157 株，灌木护坡 3.70hm²，挂植物攀爬网 0.63hm²。各防治分区实际实施水土保持植物措施工程量详见表 4-2。

表 4-2 水土保持植物措施工程量

项目分区		单位	路基工程区	桥梁工程区	弃渣场	取料场	附属设施区
植物措施	复羽叶栎树(胸径 7-8cm)	株	701		390		
	撒播草种（狗牙根、三叶草）	hm ²	45.88		6.96	1.08	1.43
	红叶石楠球（冠径 120cm）	株	456		195		
	红叶石楠球（冠径 20cm）	株	1432				
	黄花槐(H=40cm)	株	1924		215	50	
	迎春花(枝长大于 40cm)	株	275				
	油麻藤(枝长大于 80cm)	株	2198				
	金叶女贞苗（冠幅 40cm）	株	2464		228		
	青峰(胸径 2-3cm)	株	173				
	紫薇(胸径 3-4cm)	株	93				
	桂花(胸径 3-4cm)	株	402				
	爬山虎（枝长大于 80cm）	株	9980			380	
	杜英（胸径 7-8cm）	株	135		85		
	紫叶李（胸径 3-5cm）	株	52		105		
	茶梅球（冠径 80cm）	株	24		40		
	夏鹃球（冠径 80cm）	株	37		120		
	灌木护坡	hm ²	3.7				
挂植物攀爬网	m ²					6300	

4.3 临时措施监测结果

根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿），水土保持方案设计的项目建设区水土保持临时措施主要有临时拦挡 3473m，临时排水沟 9387m，临时沉砂池 33 口，覆盖 32818m²。根据现场调查以及结合贵州省安顺公路管理局提供的《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持工程结算书》，截至 2021 年 7 月为止，项目建设区已经实施的水土保持植物措施如下：

临时措施有：临时土袋拦挡 2550m，临时排水沟 5350m，临时苫盖 2.76hm²，临时沉砂池 24 座。

各防治分区实际实施水土保持临时措施工程量详见表 4-3。

表4-3 水土保持临时措施工程量

项目分区		单位	路基工程区	桥梁工程区	弃渣场	取料场	附属设施区
临时措施	临时拦挡	m	1260	120	650	520	
	临时苫盖	m ²	21300	200	5250		800
	临时排水沟	m	3200		1050	640	460
	临时沉砂池	座	10		9	2	3

4.4 水土保持措施防治效果

根据监测小组现场监测结果显示，项目建设区水土保持措施的总体布局较为合理，防治效果比较明显，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失，基本达到了《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿）的设计要求。

项目建设区水土流失防治体系主要以工程措施、植物措施及临时措施相结合，“点、线、面”相结合的方法，形成完整的综合防护体系。根据不同施工区的特点，建立分区防治措施体系，在弃渣场及取料场区“点”状位置，以绿化措施为主；在道路区等“线”状位置，以排水工程和绿化措施为主，在整个施工区“面”上，土地整治和绿化工程相结合，合理利用水土资源，改善生态环境。在水土保持监测过程中，针对不同防治分区监测该区相应的水土保持措施的实施情况，验证工程建设水土保持方案中水土保持工程的实施情况，为工程项目的水土保持专项验收提供实际资料。

G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程防治效果如下图：



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



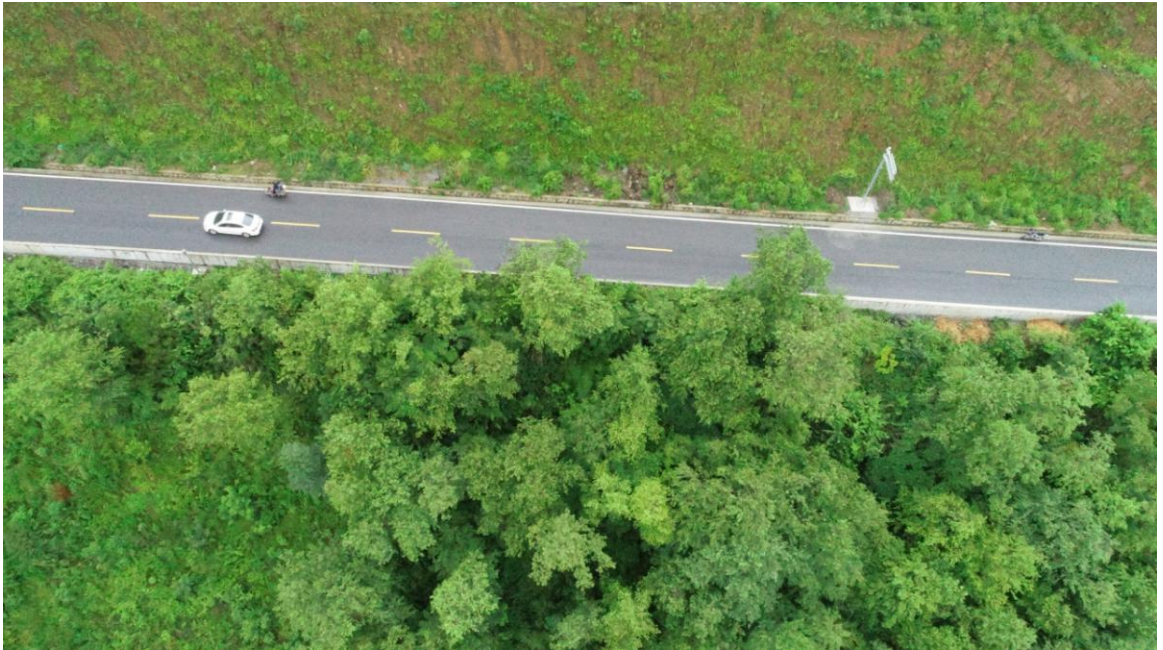
路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧及边坡水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区两侧水土保持治理效果



路基工程区水土保持治理效果



路基工程区水土保持治理效果



1#弃渣场水土保持治理效果图（已移交）



2#弃渣场水土保持治理效果图（挡土墙、截水沟）



3#弃渣场水土保持治理效果图（挡土墙、截水沟）



4#弃渣场水土保持治理效果图



5#弃渣场水土保持治理效果图



6#弃渣场水土保持治理效果图（挡土墙、截水沟）



7#弃渣场水土保持治理效果图（挡土墙）



8#弃渣场水土保持治理效果图（挡土墙、排水沟）



9#弃渣场水土保持治理效果图（挡土墙）



1#取料场水土保持治理效果图



2#取料场水土保持治理效果图
(方案设计料场, 但责任归属为地方国土局, 由国土局进行治理恢复, 不纳入本次验收范围)



路基工程区两侧绿化、涵洞、排水沟



路基工程区排水沟及绿化实施情况



路基工程区拱形护坡及植被实施情况



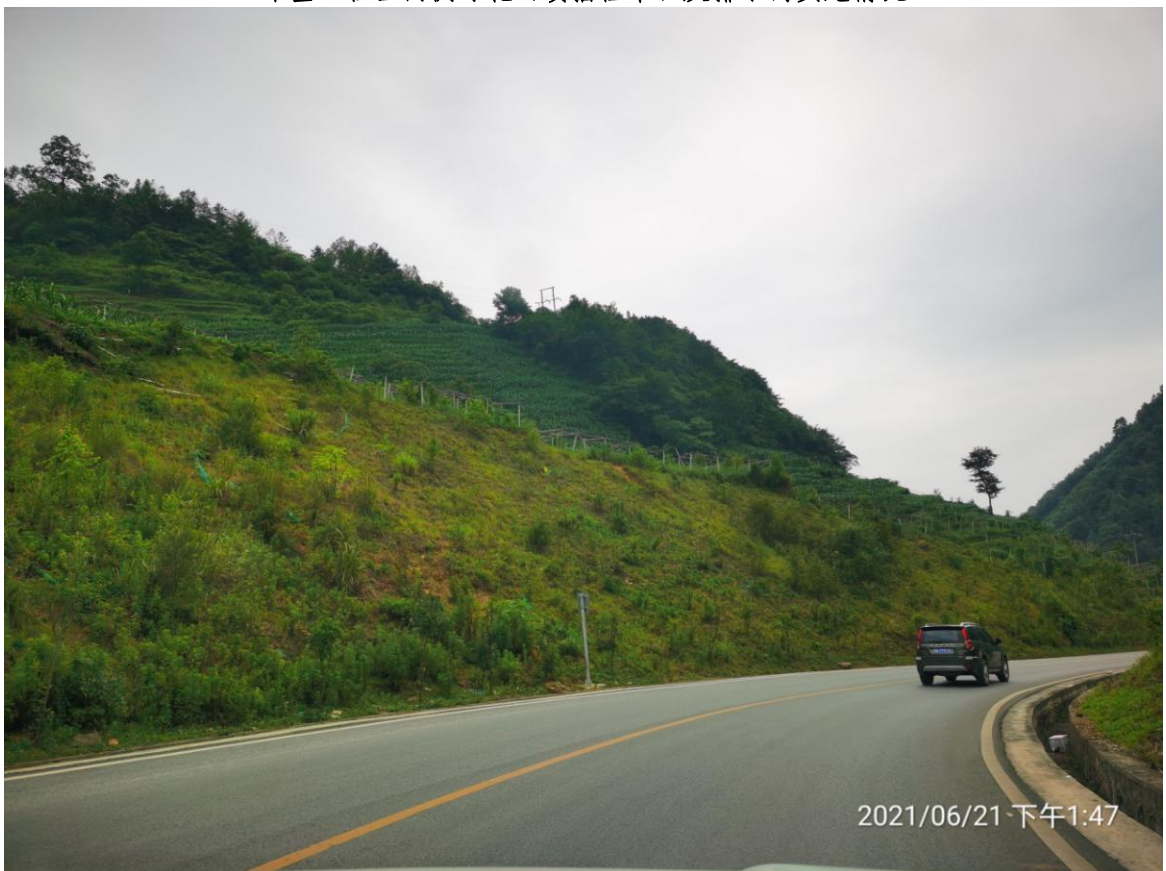
路基工程区排水沟实施情况



路基工程区两侧绿化及排水沟实施情况



路基工程区两侧绿化（喷播植草）及排水沟实施情况



路基工程区两侧绿化（喷播植草）及排水沟实施情况



路基工程区两侧绿化（喷播植草）及排水沟、边坡截水沟实施情况



路基工程区拱形护坡及植被实施情况



路基工程区涵洞帽石实施情况



路基工程区两侧绿化（喷播植草）及排水沟、边坡截水沟实施情况



项目终点

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

项目实际建设总工期 55 个月（于 2017 年 1 月开工建设，至 2020 年 12 月主体工程完工并通车试运行），至 2021 年 7 月项目全部建设完工。根据监测记录结果显示，项目建设区实际占地面积为 117.04hm²，其扰动面积为 114.57hm²。水土流失面积为 75.10hm²。

表 5-1 项目建设区水土流失面积表 单位：hm²

项目分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	建筑物及场地道路硬化 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)
一级				
路基工程区	101.67	101.67	36.06	65.61
桥梁工程区	0.63	0.63	0.63	0.00
弃渣场	6.96	6.96	0.00	6.96
取料场	3.88	3.88	2.78	1.10
附属设施区	3.90	1.43	0.00	1.43
合计	117.04	114.57	39.47	75.10

5.2 土壤流失量

5.2.1 原地貌土壤流失量

根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿），工程所在地属于西南土石山区，项目监测开始时，本项目已开工建设，因此，原地貌土壤流失量直接应用水土保持方案报告书计算结果。根据水土保持方案计算结果，项目建设区年均原地表土壤侵蚀模数为 1464t/(km².a)，年均土壤侵蚀量 1677.30t。

5.2.2 建设期土壤流失量

项目建设区扰动地表区域通过建立遥感数据解译标志、从遥感数据上提取该区域林草覆盖度结合项目建设区地形图综合分析，参照《土壤侵蚀分级分类标准》（SL190-2007）的土壤侵蚀强度分级标准（表 5-2）和面蚀分级指标（表 5-3）等规定，确定水土流失等级。

表 5-2 土壤侵蚀强度分级标准表

侵蚀级别	平均侵蚀模数(t/km ² ·a)	平均流失厚度 (mm/a)
微度侵蚀	<500	<0.37
轻度侵蚀	500-2500	0.37-1.90
中度侵蚀	2500-5000	1.90-3.70
强烈侵蚀	5000-8000	3.70-5.90
极强烈侵蚀	8000-15000	5.9-11.10
剧烈侵蚀	>15000	>11.10

表 5-3 面蚀分级指标表

地面坡度 地类		5°-8°	8°-15°	15°-25°	25°-35°	>35°
非耕地 林草覆 盖度 (%)	60-75	度				
	45-60	轻		度		强 烈
	30-45		中		强 烈	极强烈
	<30			强 烈	极强烈	剧 烈
坡耕地		轻 度	中 度	强 烈	极强烈	剧 烈

主体工程建设期自 2017 年 1 月至 2020 年 12 月期间，为项目主体建设开挖扰动最大阶段，在 2019 年 1 月建设单位委托我单位进场监测，所以未委托期间主体施工阶段的水土流失量是根据同类型项目经验推算得出，项目建设区扰动地表面积为 114.57hm²，扰动区域平均土壤侵蚀模数 2499t/km²·a，扰动地表土壤流失总量为 8590.29t。扰动地表土壤流失量详见表 5-4:

表 5-4 项目建设区土壤流失量计算表

项目分区	扰动面积 (hm ²)	监测时段	强度级别	土壤侵蚀面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)	土壤流失量 (t)
一级						
路基工程区	101.67	2017.1~2020.12	中度	101.67	2600	7930.26
桥梁工程区	0.63	2017.1~2020.12	轻度	0.63	1200	22.68
弃渣场	6.96	2017.1~2020.12	轻度	6.96	1600	334.08
取料场	3.88	2017.1~2020.12	轻度	3.88	2200	256.08
附属设施区	1.43	2017.1~2020.12	轻度	1.43	1100	47.19
合计	114.57			114.57	2499	8590.29

5.2.3 试运行期土壤流失量

主体工程于 2020 年 12 月建设完工进入试运行期，截止 2021 年 7 月根据监测结果显示，项目开展水土保持监测期间，项目建设区已扰动地表面积为 114.57hm²，试运行期间土壤侵蚀面积 75.10hm²，平均土壤侵蚀模 284t/km²·a，试运行期土壤流失量为 106.81t。试运行期土壤流失量详见表 5-5。

表 5-5 项目试运行期土壤流失量计算表

项目分区	水土流失面积(hm ²)	监测时段	强度级别	土壤侵蚀面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)	土壤流失量 (t)
一级						
路基工程区	65.61	2021.1~2021.7	微度	65.61	260	85.29
桥梁工程区	0.00	2021.1~2021.7	微度	0.00	120	0.00
弃渣场	6.96	2021.1~2021.7	微度	6.96	480	16.70
取料场	1.10	2021.1~2021.7	微度	1.10	420	2.31
附属设施区	1.43	2021.1~2021.7	微度	1.43	350	2.50
合计	75.10			75.10	284	106.81

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

监测结果显示：因本项目建设期涉及土料通过土建施工前剥离堆存的表土资源进行利用，石料方案设计取料场进行取料，本工程建设实际使用了 2 处取料场，取料总量约 18.52 万 m³，征占地面积共计 3.88hm²。1#取料场已进行覆土整治恢复，现场恢复治理效果显著，3#取料场已进行覆土绿化，边坡已进行挂网种植爬藤植物，侵蚀强度级别为微度，推算每年存在土壤流失量为 4.62t。工程建设实际总挖方约 127.68 万 m³，总填方约 83.53 万 m³，弃渣总量 44.15 万 m³，本工程建设实际使用了弃渣场 9 处，征占地面积共计 6.96hm²。项目区所有弃方均运至方案设计弃渣场进行堆放，截止目前弃渣场已基本治理完善，现场恢复治理效果显著，侵蚀强度级别为微度，推算每年存在土壤流失量为 33.41t。

5.4 水土流失危害

根据现场监测调查结果，本项目在建设过程中，实施了完善的水土流失防治措施，如场内排水设施、植被恢复等。通过监测人员对本项目施工建设期间、试运行期间产生的施工扰动对周边河流、农田、乡村道路及植被的危害，对周边民房、居民造成的影响状况，水土流失危害趋势及可能发生灾害现象，造成水土流失对区域生态环境影响状况等的现场调查显示，本项目建设期间没有严重水土流失危害事件的发生。

6 水土流失防治效果监测结果

根据调查结果显示，本项目已经于 2020 年 12 月主体建设完工并通车试运行，项目运行期间（2021 年 12 月至 2021 年 7 月）主要进行项目区内水土保持工程措施的完善工作，未产生水土流失事件。项目建设区实际征占地面积为 117.04hm²，项目建设过程中，扰动土地面积为 117.04hm²。因此，本项目六项指标值计算采用扰动地表占地面积 117.04hm² 进行计算。

6.1 扰动土地整治率

本项目水土保持措施面积 74.43hm²（其中工程措施 6.30hm²，植物措施面积 68.13hm²），永久建筑及硬化面积占地 39.47hm²，占压扰动地表面积 117.04hm²，扰动土地都已得到整治。经计算得扰动土地整治率 99.42%，大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 95%，详见表 6-1，计算公式如下：

$$\text{扰动土地整治率}(\%) = \frac{\text{水土保持措施面积} + \text{永久建筑物占地面积}}{\text{建设区扰动地表面积}} \times 100\% = \frac{74.43 + 39.47}{117.04} \times 100\% = 99.42\%$$

表 6-1 扰动土地整治率

项目分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	建筑物及场地、道路硬化 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			扰动土地整治面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (%)
				植物措施	工程措施	小计		
路基工程区	101.67	101.67	36.06	58.75	6.28	65.03	101.09	99.43
桥梁工程区	0.63	0.63	0.63	0.00	0.00	0.00	0.63	100.00
弃渣场	6.96	6.96	0.00	6.88	0.02	6.90	6.90	99.14
取料场	3.88	3.88	2.78	1.08	0.00	1.08	3.86	99.48
附属设施区	3.90	1.43	0.00	1.42	0.00	1.42	1.42	99.30
合计	117.04	114.57	39.47	68.13	6.30	74.43	113.90	99.42

6.2 水土流失总治理度

本项目水土保持措施面积 74.43hm²（其中工程措施 6.30hm²，植物措施面积 68.13hm²），永久建筑及硬化面积占地 39.47hm²，造成水土流失的面积为 75.10hm²（不包括永久建筑面积及场内道路硬化面积，即为占地面积减去永久建筑、硬化区域面积），经计算得水土流失治理度 99.11%。大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 97%，详见表 6-2，计算公式如下：

$$\text{水土流失总治理度 (\%)} = \frac{\text{水土保持措施面积}}{\text{建设区水土流失总面积}} \times 100\% = \frac{74.43}{75.10} \times 100\% = 99.11\%$$

表 6-2 水土流失总治理率

项目分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	建筑物及场地道路硬化 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			水土流失总治理度 (%)
					植物措施	工程措施	小计	
路基工程区	101.67	101.67	36.06	65.61	58.75	6.28	65.03	99.12
桥梁工程区	0.63	0.63	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
弃渣场	6.96	6.96	0.00	6.96	6.88	0.02	6.90	99.14
取料场	3.88	3.88	2.78	1.10	1.08	0.00	1.08	98.18
附属设施区	3.90	1.43	0.00	1.43	1.42	0.00	1.42	99.30
合计	117.04	114.57	39.47	75.10	68.13	6.30	74.43	99.11

6.3 拦渣率

项目实际建设过程中，工程总挖方约 127.68 万 m³，总填方约 83.53 万 m³，弃渣总量 44.15 万 m³，所有弃渣全部运至方案指定弃渣场进行堆放，无废弃土石方，弃渣场已实施工程措施及植物措施，现场弃渣场治理恢复效果明显，经计算采取措施后实际拦挡的开挖土石方量为 44.15 万 m³，经计算得拦渣率为 100%，大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 95%。计算公式如下：

$$\text{拦渣率 (\%)} = \frac{\text{采取措施后实际拦挡的弃土(石、渣)量}}{\text{土(石、渣)总量}} \times 100\% = \frac{44.15}{44.15} \times 100\% = 100\%$$

6.4 土壤流失控制比

在水土保持设施实施后，项目建设区平均土壤侵蚀流失强度达到 430t/(km².a)，本项目容许侵蚀模数值为 500t/(km².a)，经计算得土壤流失控制比为 1.16，大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 1.00。计算公式如下：

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{容许土壤流失量}}{\text{治理后平均土壤流失量}} = \frac{500}{430} = 1.16$$

6.5 林草植被恢复率

项目区域内可恢复林草面积 68.80hm²，已实施植物措施面积 68.13hm²，经计算

得林草植被恢复率 99.03%，大于《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008) 中建设类一级标准及《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》(报批稿)的防治目标值 99%。详见表 6-3，计算公式如下：

$$\text{林草植被恢复率} (\%) = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100 \% = \frac{68.13}{68.80} \times 100 \% = 99.03\%$$

6.6 林草覆盖率

项目区内植物措施面积为 68.13hm² (路基工程区内的植被面积为 58.75hm²，弃渣场区植被面积 6.88hm²，取料场区内植被面积为 1.08hm²，附属设施区内植被面积为 1.42hm²)。项目区域内防治责任面积为 117.04hm²，经计算得林草覆盖率为 58.21%，大于《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)中建设类一级标准及《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》(报批稿)的防治目标值 27%。详见表 6-3，计算公式如下：

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{防治责任范围面积}} \times 100 \% = \frac{68.13}{117.04} \times 100 \% = 58.21 \%$$

表 6-3 林草植被恢复率与林草覆盖率计算表

项目分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	可恢复植被面积 (hm ²)	已恢复植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
一级						
路基工程区	101.67	101.67	59.33	58.75	99.02	57.78
桥梁工程区	0.63	0.63	0.00	0.00	100.00	0.00
弃渣场	6.96	6.96	6.94	6.88	99.14	98.85
取料场	3.88	3.88	1.10	1.08	98.18	27.84
附属设施区	3.90	1.43	1.43	1.42	99.30	36.41
合计	117.04	114.57	68.80	68.13	99.03	58.21

综上所述，项目建设区大部分可绿化区域已覆土绿化，本项目建设区水土保持措施总体布局合理，已实施治理区域效果较为明显，充分发挥了防治水土流失的效果。调查结果表明，截止至 2021 年 7 月，六项指标中全部已经达到并超过《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)中建设生产类一级标准目标值。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

项目建设前：根据《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿），工程建设前项目建设区水土流失状况为：项目建设区面积为 117.04hm²，可能造成的水土流失量 1677.30t，平均土壤侵蚀模数为 1464t/(km²·a)，属轻度水土流失区。

项目建设过程中：监测结果显示，2017 年 1 月至 2020 年 12 月期间，项目建设区扰动地面积为 114.57hm²，扰动区域平均土壤侵蚀模数 2499t/km²·a，扰动地表土壤流失总量为 8590.29t。

项目建成后：监测结果显示，截止 2021 年 7 月，项目建设区已扰动地面积为 114.57hm²，土壤侵蚀面积为 75.10hm²，平均土壤侵蚀模数 284t/km²·a，试运行期土壤流失量为 106.81t。

综上所述，通过监测实地调查，结合建设单位提供资料，在工程施工过程中，建设单位实施了一系列的水土流失防治措施，有效减轻了因施工建设造成的水土流失。结合水土流失防治指标动态监测结果的对比分析，可以看出，随着项目区水土保持工程措施的逐步完善，项目建设区无水土流失面积及微度流失面积大幅增加，轻度和强烈水土流失面积大幅减少。从项目建设区现状来看，尚有部分区域存在水土流失，主要位于弃渣场区，因排水措施未完善，存在一定的水土流失，以上区域是后续运行过程中，建设单位需要重视及完善的区域。

7.2 水土保持措施评价

贵州省安顺公路管理局在工程建设过程中较为重视水土保持工作，指定工程部全面负责落实工程建设过程中的水土保持工作，在项目建设过程中因害设防，与主体工程同步实施完成大部分主体设计中的水土保持工程措施，并根据需要及时实施了部分排水、拦挡及植被绿化等措施，这些水土保持措施对建设过程中的水土流失防治发挥了较为明显的作用。

项目建设区的水土保持措施完成情况分述如下：

路基工程区：完成了路基工程区两侧的临时拦挡、土地整治工程等水保工程措施；同时对于路基工程区内大片的裸露区域均设置了完善的植物措施，充分发挥了防治水土流失的效果。整个区域的工程措施和植物措施基本按照工程进度实施，工程措施治理效果显著。但对于周边的部分扰动区域，还存在不足，需要建设单位在后续建设过

程中，持续进行补充完善。

桥梁工程区：根据监测结果，建设单位对桥梁工程区实施了部分临时拦挡措施，发挥了较大的水土保持作用。

弃渣场区：根据监测结果，建设单位对弃渣场区修筑有排水措施、拦挡措施等工程措施，发挥了较大的水土保持作用，实施的绿化措施经过试运行期后，恢复效果良好。弃渣场区内的工程措施和植物措施基本按照工程进度实施，取得了一定的效果。但 3#弃渣场及 8#弃渣场存在部分裸露区域，植被长势较差，需要建设单位在后续建设过程中，持续进行补植补种和加强植被养护。

取料场区：方案设计对于取料场区周边的绿化措施较为重视，对取料场区域进行覆土整治及补植，发挥了较大的水土保持作用，实施的绿化措施经过试运行期后，恢复效果良好。

附属设施区：附属设施区包含施工便道、拌合站及施工营地，拌合站在施工结束后未全部拆除，场地平整后已进行部分覆土绿化，建议对不再使用区域进行治理，目前施工生产生活区植物措施效果明显（租用民房，不涉及拆除），基本达到了防护标准。施工便道区实施了植物措施，取得了一定的效果。

监测结果显示，建设单位在建设过程中，各防治分区采取了适宜的水土保持工程措施和植物措施，水土保持措施的总体布局较为合理，防治效果比较明显，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失量，工程基本达到《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿）中的设计要求。

根据水利部《关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》（办水保〔2013〕188号）和《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》（黔水保〔2015〕82号），本项目位于贵州省安顺市紫云县境内，为建设类项目，不属于在国家级水土流失重点防治区，项目所在的紫云县板当镇属于黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区，且项目沿线分布有居民、河流，应提高防治标准。因此，本工程水土流失防治标准执行建设类项目一级标准该区水土流失类型以水力侵蚀为主，水土流失侵蚀方式为面蚀，属轻度流失区，项目区容许土壤侵蚀模数 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。对项目建设区的水土保持治理作定量达标评价。具体详见表 7-1。

表 7-1 水土保持措施分类分级评价

治标名称	防治目标	实际达到值	达标情况
扰动土地整治率	95%	99.42%	达标
水土流失总治理度	97%	99.11%	达标
土壤流失控制比	1	1.16	达标
拦渣率	95%	100%	达标
林草植被恢复率	99%	99.03%	达标
林草覆盖率	27%	58.21%	达标

综上所述，本项目建设区水土保持措施总体布局合理，已实施治理区域效果较为明显，充分发挥了防治水土流失的效果。监测结果表明，截止至 2021 年 7 月，六项指标全部达到并超过《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标。

7.3 存在问题及建议

建设单位对水土流失防治工作的重要性有一定的认识，按法律法规的要求，编制了水土保持方案报告书，并明确了水土保持工程建设的主管部门和项目负责人；在项目建设过程中因害设防，根据需要及时实施了大量排水、植被绿化等措施，这些水土保持措施对建设过程中的水土流失防治发挥了较为明显的作用，但本项目水土保持工作还存在一些问题和不足。

（1）项目建设区的排水措施在运行过程中，极易被堵塞，建设单位应安排专人加强排水沟的清理、管护工作，保持排水沟畅通，避免排水沟堵塞后地表径流直接冲刷边坡，造成水土流失。

（2）建设单位应加强各类水土保持措施的管理维护工作，特别是水土保持排水措施在运行期容易损坏，建设单位在生产运行期过程中应加大管护力度，发现有损坏、淤积等情况，应及时修复疏通，确保各项水土保持设施正常发挥水土保持效益。

（3）建设单位在后期应加强植物措施的养护（对喷播植草和撒播草种区域进行养护），对弃渣场区及取料场区植被长势较差区域及时的进行补种，确保植物措施长势得到茂密生长，发挥水土保持生态绿化效益。

7.4 综合结论

(1) 监测结果显示, 方案设计项目建设区征占地面积 126.77hm², 截止 2021 年 7 月项目施工建设及投产运行期间, 项目建设区实际征占地面积为 117.04hm², 项目建设过程中, 扰动土地面积为 117.04hm²; 扰动面积中已经治理面积为 68.13hm², 未治理面积 0.67hm²。

(2) 2017 年 1 月至 2020 年 12 月期间, 项目建设区扰动地表面积为 117.04hm², 扰动区域平均土壤侵蚀模数 2499t/km²·a, 扰动地表土壤流失总量为 8590.29t; 截止 2021 年 7 月, 项目建设区已扰动地表面积为 117.04hm², 土壤侵蚀面积 75.10hm², 平均土壤侵蚀模数 284t/km²·a, 试运行期土壤流失量为 106.81t。

(3) 项目建设区实际发生的扰动地表面积为 117.04hm²较《G354 营盘至紫云县城公路改扩建工程水土保持方案报告书》(报批稿)设计及批复的项目建设区扰动地表面积 126.77hm²减少了 9.73hm², 由于道路长度由 50.471km 减为 42.427km。

(4) 项目区现有水土流失防治措施体系较好地控制了项目建设区的水土流失, 据调查, 项目建设施工活动没有对周边产生不良影响。

(5) 建设单位严格按照水土保持方案报告书(报批稿)的设计要求, 并结合工程建设特点合理布设水土保持措施, 施工符合要求。已完成的水土保持措施在有效防治水土流失的同时能与环境美化有机结合, 改善了生态环境。