

万州~达州高速公路（重庆段）

水土保持监测总结报告

建设单位：重庆万利万达高速公路有限公司

监测单位：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

2019 年 05 月

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 建设项目概况.....	4
1.2 水土保持工作情况.....	7
1.3 监测工作实施情况.....	9
2 监测内容与方法	12
2.1 监测内容.....	12
2.2 监测方法.....	12
3 重点对象水土流失动态监测	15
3.1 防治责任范围监测.....	15
3.2 弃渣监测结果.....	17
3.3 土石方流向情况监测结果.....	27
4 水土流失防治措施监测结果	28
4.1 工程措施监测结果.....	28
4.2 植物措施监测结果.....	31
4.3 临时防治措施监测结果.....	34
4.4 水土保持措施防治效果.....	35
5 土壤流失情况监测	36
5.1 水土流失面积.....	36
5.2 土壤流失量.....	36
5.5 水土流失危害.....	36
6 水土流失防治效果监测结果	38
6.1 扰动土地整治率.....	38
6.2 水土流失总治理度.....	38
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	39
6.4 土壤流失控制比.....	39
6.5 林草植被恢复率.....	39
6.6 林草覆盖率.....	40
7 结论	41
7.1 水土流失动态变化.....	41
7.2 水土保持措施评价.....	41
7.3 存在问题及建议.....	41
7.4 综合结论.....	42

前 言

万州~达州高速公路重庆段工程由路基工程、桥梁工程、隧道工程、互通交叉工程及附属设施工程部分组成，线路全长41.217951km。万达路全线为双向四车道全封闭、全立交的收费高速公路，属山岭重丘高速公路，建设性质为新建。万达路设计行车速度为80公里/小时，路基宽度24.5米（分离式12.25米），桥梁全宽24米（分离式12米），平曲线最小半径712.287米，凸形竖曲线最小半径2500米，隧道宽度10.25米，中央分隔带宽度3米，最大纵坡2.8%；其中主线桥梁为6678.6/27座，天桥10座，涵洞及通道138道，隧道15314.6米/10座（单洞）；互通式立交4处，收费站4处，服务区1处。万达路为双向四车道高速公路，车辆荷载为公路-I级。工程于2012年8月8日开工，于2015年1月26日建成交工，工程总工期29个月。项目概算33.16亿元人民币，其中土建投资23.62亿元。

2009年8月18日，重庆市发展和改革委员会《重庆市发展和改革委员会关于万州至达州高速公路开县至开江（界）工程可行性研究报告的批复》（渝发改交[2009]1126号）批复了万州~达州高速公路（重庆段）可研报告；2010年6月11日，重庆市交委《万州至达州高速公路开县至开江（川渝界）段初步设计的批复》（渝交委路[2010]69号）批复了本项目的初步设计；2011年2月15日，重庆市交委《万州至达州高速公路开县至开江（川渝界）段施工图设计的批复》（渝交委路[2011]14号）批复了本项目的施工图设计；2011年12月20日，开县规划局颁发了本项目的建设用地规划许可证（开规地字（2011）61-66号）；2012年6月26日，重庆市交委以《重庆市交通委员会关于印发重庆万州至达州高速公路开县至开江（渝川界）段施工许可决定书的通知》（渝交委路[2012]64号）批准了本项目的施工申请。

2009年5月，招商局重庆交通科研设计院有限公司编制完成了《万州~达州高速公路（重庆段）水土保持方案报告书（送审稿）》；2009年6月，重庆市水利局在水利局大厦主持召开了《万州~达州高速公路（重庆段）水土保持方案报告书（送审稿）》审查会；同年6月中旬，招商局重庆交通科研设计院有限公司

完成了《万州~达州高速公路（重庆段）水土保持方案报告书（报批稿）》并报送审批；2009年7月13日，重庆市水利局以渝水许可[2009]78号文《关于万州~达州高速公路重庆段水土保持方案的批复》予以批复。水土保持初步设计、施工图设计纳入了主体工程的初步设计、施工图设计文件中。

建设单位于2018年9月委托中交第二公路勘察设计院有限公司（以下简称“我院”）对万州~达州高速公路重庆段工程进行水土保持专项监测。

接受委托后，我院成立了监测项目组，由于监测介入时工程已经完工，资料获取方式主要通过查阅主体施工资料、对业主进行咨询以及对项目区进行实地查勘。根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015年6月）等技术规范的要求，结合本工程水土保持方案批复及水土保持方案报批稿，对项目区的水土流失状况、水土保持措施防治效果以及水土流失危害等进行了调查，采取的监测方法主要为实地量测、资料分析、无人机监测及遥感监测。

外业监测工作结束后，项目组根据《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》（GB/T22490-2008）和《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015年6月）的要求，结合本工程情况，对采集的水土保持监测数据进行了严格的复核，并整编相关监测资料。于2019年5月编制完成了《万州~达州高速公路重庆段工程水土保持监测总结报告》，从而结束整个项目的水土保持监测工作。

在水土保持监测过程中，得到了重庆市水利局、建设单位、主体工程设计单位、主体工程监理单位和施工单位等的大力支持和帮助，在此一并致谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标				
项目名称		万州~达州高速公路重庆段工程		
建设规模	工程由主体工程区、弃渣场、施工便道区和施工营地组成，主体工程区包括路基工程、桥梁工程、隧道工程、立交工程、联络线、附属设施和改移工程等部分。全线桥梁 27 座，隧道 10 座，通道涵洞 138 道，互通式立交 4 处，天桥 10 座，收费站 4 处，服务区 1 处。	建设单位、联系人	重庆万利万达高速公路有限公司	
		建设地点	重庆市开州区	
		所属流域	长江流域	
		工程总投资	33.16 亿元	
		工程总工期	2012 年 8 月—2015 年 1 月	
水土保持监测指标				
监测单位		中交第二公路勘察设计院有限公司		联系人及电话
自然地理类型		山岭重丘		防治标准
监测内容	监测指标		监测方法（设施）	
	1.水土流失状况监测		实地量测、资料分析、遥感监测（无人机航拍及卫星影像判读）	2.防治责任范围监测
	3.水土保持措施情况监测		实地量测、资料分析、遥感监测（无人机航拍及卫星影像判读）	4. 防治措施效果监测
	5.水土流失危害监测		实地量测、资料分析	水土流失背景值
	方案设计防治责任范围		273.77 hm ²	土壤容许流失量
	水土保持投资			水土流失目标值
	防治措施		主体工程区	工程措施：表土剥离 68.43 万 m ³ ，方格网、三维网、拱形护坡 65229m,浆砌片石截、排水沟、盖板边沟、中间带排水沟 49698.3,表土回填 46.119 万 m ³ 植物措施：主线共种植乔木 10518 株，草灌 574617 株/丛，种植土 14728m ³ ，植草 25063m ² ；互通、收费站、服务区共种植乔木 400585 株，草灌 429927 株/丛，种植土 72983.7m ³ ，植草 479193.9m ² 。

						临时措施：场地清理 31.94hm ² ，填土编织袋拦挡 17598m ³ ，简易排水沟 9299m，沉砂池 32 座，撒播草籽临时防护 10.41hm ²									
				弃渣场区		工程措施：挡渣墙 2300m，截排水沟 42175m，急流槽 137m ³ ,沉砂池 390m ³ ，剥离表土 30.8 万 m ³ ，回填表土 41.1 万 m ³ ，场地平整 25.27hm ²									
						植物措施：植乔木 11369 株，种植灌木 51732 株，植草 25.25hm ² ，幼林抚育 25.25hm ²									
						临时措施：编织袋拦挡 10369m，简易排水沟 20737m，沉砂池 22 座，撒播草籽临时防护 25.27hm ²									
				施工便道区		工程措施：挡墙 1139m ³ ，回填表土 2.53 万 m ³ ，场地清理 2.56hm ²									
						植物措施：种植乔木 9300 株，种植灌木 27897 株，植草 6hm ² ，幼林抚育 6hm ²									
						临时措施：简易排水沟 4405m									
				施工营地区		工程措施：表土剥离 2.13 万 m ³ ，场地清理 7.2hm ² ，表土回填 2.88 万 m ³ 。									
						植物措施：种植乔木 4252 株，种植灌木 12752 株，植草 5.24hm ² ，幼林抚育 5.24hm ²									
						临时措施：编织袋拦挡 1674m，简易排水沟 3348m，沉砂池 3 座，临时覆盖 4500m ²									
				监测 结论	防治效果		分类指标	目标值（%）	达到值	实际监测数量					
							扰动土地整治率	95	99.17	防治措施面积	108.57hm ²	水域、永久建筑物及硬化面积	212.63hm ²	扰动土地整治面积	350.84hm ²
水土流失总治理度	97	97.89	防治责任范围面积				350.84hm ²	水土流失总面积		111.82hm ²					
土壤流失控制比	1	1	工程措施面积				28.19hm ²	容许土壤流失量		500 t/(km ² ·a)					
林草覆盖率	27	30.53	植物措施面积				107.1hm ²	监测土壤流失情况		500 t/(km ² ·a)					
林草植被恢复率	99	99.26	可恢复林草植被面积				107.9hm ²	林草类植被面积		107.1hm ²					
拦渣率	95	97.16	实际拦挡弃土量				186.71 万 m ³	总弃土（石、渣）量		192.17 万 m ³					

	水土保持治理达标评价	本项目各项水土流失防治指标基本符合预期防治目标要求，达到了水保批复规定的建设类项目一级标准的防治目标
	总体结论	本项目在建设过程中基本落实了水土保持工程措施及植物措施，在施工过程中采取工程措施、植物措施和临时防护措施相结合综合防治水土流失，对工程建设造成的水土流失进行了治理并得到有效控制。
	主要建议	<p>（1）本项目在实际施工过程中，与批复的水土保持方案相比，主体线路进行优化调整，弃渣场多数位置进行变更，实际挖填土石方量比方案增加了 116.21%，这些变更都涉及到了重庆市水利局关于转发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》中多条变更条例，考虑变更文件发布时弃渣场堆渣等已基本完成，建设单位未编报有关的水土保持方案变更报告。</p> <p>（2）</p> <p>（3）工程建设中，最易产生水土流失的阶段为施工阶段，而本工程水土保持监测介入时，工程已经完工，已错过水土流失最为严重阶段，建议建设单位在今后的项目中，根据“三同时原则”让水土保持监测工作与工程建设同步开展，尽可能将施工过程中的水土流失控制在最低限度。</p> <p>（4）本项目已建成的边坡综合防护措施、截排水沟、植被恢复等水土保持措施应加强管护，确保排水通畅及植被良好生长，使其能够长时间、稳定地发挥水土保持效益。</p> <p>（5）在后续其他项目中，建议建设单位加强施工过程中水土保持临时措施档案资料的建立和保存，以备查阅。</p>

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

地理位置：万州至达州高速公路起于开县县城观音岩，与万开高速相接，途经开县县城、镇安、竹溪、临江、南雅，止于川渝界猴子岩，与万州至达州高速公路（四川段）相连，路线长41.217951km，概算总投资33.16亿元人民币。

主要控制点：开州区、镇安、竹溪、临江、南雅、川渝界猴子岩。

建设性质：新建。

工程规模与等级：万州~达州高速公路重庆段全长41.217951km，全线为双向四车道全封闭、全立交的收费高速公路，属山岭重丘高速公路。万达路设计行车速度为80公里/小时，路基宽度24.5米（分离式12.25米），桥梁全宽24米（分离式12米），平曲线最小半径712.287米，凸形竖曲线最小半径2500米，隧道宽度10.25米，中央分隔带宽度3米，最大纵坡2.8%；其中主线桥梁为6678.6/27座，天桥10座，涵洞及通道138道，隧道15314.6米/10座（单洞）；互通式立交4处，收费站4处，服务区1处。万达路为双向四车道高速公路，车辆荷载为公路-I级。

项目组成：主体工程区包括路基路面工程、隧道工程、桥梁及互通立交工程、改移工程、附属设施工程等五部分组成，临时工程由弃渣场共22处、施工营地（预制场、拌和站、施工场地等）、施工便道（总长23.01km）组成。

占地面积：本工程建设永久占地征地 294.4hm²，弃土场、施工场地等临时用地 56.4hm²。占地类型主要为水田、旱地、林地、鱼塘、公路用地、宅基地等。

土石方量：工程在施工过程中开挖土石方总量为820.63万m³，填方628.46万m³，无线路外借方，永久弃方192.17万m³。本项目设置弃渣场22处，占地面积379.01亩。

工程投资：万达路项目2009年9月经重庆市计划发展委员会批准的总投资估算为32.96亿元人民币，后重庆市交委批准调整初步设计概算33.16亿元人民币（渝交委路

[2010]69号文)。资本金25%，银行贷款75%。重庆高速公路集团有限公司、中交第一公路工程局有限公司两方投资，比例分别为60%、40%。

建设工期：项目于2012年8月8日开工，2015年1月26日交工，2015年2月4日通车试运行。

相关参建单位：本项目采用BOT+施工总承包模式建设。其中建设单位为重庆万利万达高速公路有限公司；主体工程可行性研究报告编制单位为四川省交通厅公路规划勘察设计研究院；主体工程设计单位重庆市交通规划勘察设计院（主要负责土建、路面、机电及交通工程设计）、江苏省交通规划设计院有限公司（主要负责房建、绿化设计）；主体监理单位为北京中通公路桥梁工程咨询发展有限公司；项目施工单位为中交第一公路工程局有限公司（总承包单位），中交一公局海威工程建设有限公司、中交一公局第三工程有限公司、中交公路一局第四工程有限责任公司（负责土建工程），中交一公局第三工程有限公司（负责路面工程），中交一公局北京建筑分公司（负责房建工程），中交隧道工程局有限公司、中交机电工程局有限公司、中交一公局交通工程有限公司（负责交安及机电工程），江西景观建设集团有限公司、江西福乐园林有限责任公司（负责绿化工程）；质量监督单位为重庆市交通委员会工程质量安全监督局；检测单位为中交第一公路工程局有限公司土木技术研究院（桩基检测）、中铁成都工程检测咨询有限责任公司（隧道检测），水土保持方案编制单位为招商局重庆交通科研设计院有限公司。

1.1.2 项目区概况

地形地貌：本项目地处四川盆地东部，为川东盆地侵蚀构造平行岭谷低山丘陵地貌区，北与大巴山山地毗连。地貌明显受控于地质构造格局，背斜成山，向斜成谷，山脉总体走向与大的构造线方向一致。海拔标高175~700m，相对高差100~400m。区内南河沿岸边滩发育，一级阶地发育完整，成为宽阔的河谷平原地貌。路线通过的地形最高点在度三关附近（K40+500），高程686m左右，最低点在南河下游支流（K8+330），高程176m左右，相对高差为510m。一般地形坡角10~30°，沟谷较发

育，纵坡降多小于10%，切割深度多在10~40m。

气象：开州区属亚热带季风气候区，具有春早、夏热、秋雨绵、冬暖而多雾的特点。多年平均气温17.7℃，极端最低气温-4.5℃，极端最高气温42℃。无霜期250天。气候温暖湿润，雨量充沛。多年平均降水量1224.7mm；春季（3~5月）雨量为331.3mm，夏季（6~8）为502.5mm，秋季（9~11月）为333.3mm，冬季（12~2月）为54.6mm。其中5~9月降水量占全年降水的70%，9月份出现高峰值，占全年降水约15.6%。主导风向为西南风，年平均风速为1.6m/s。

水文：工程区地表水系属长江支流小江支流南河水系，平面上水系呈树枝状，汇于南河，南河是区内最大河流，也是地下水的最低排泄基准面，南河由西南流向北东于开县城区汇入小江。南河顺构造线展布，河谷宽缓，阶地保存完好，据余家水文站资料，多年平均最高水位标高 182.85m，平均最低水位标高 159.20m，历史最高洪水位达 185.50m，洪枯水位落差可达 26m，多年平均流量 33.23m³/s。区内河流溪沟多流程短，水力坡度大，水位涨落幅度大，流量变幅大，洪枯流量变幅达 400 倍，洪水期主要集中在降水丰富的 5~9 月，枯水期则 12 月至翌年 2 月间，洪水期洪峰来势猛，特大暴雨时水位常高出 I 级阶地前缘，退水则需 3~5 天。区内地表水包括南河及支流溪沟河水、水库水、堰塘水、耕田地表水等。本项目路线以桥梁形式跨越上述溪沟段，桥梁高程均高于洪水位，不受洪水位控制。

三峡水库蓄水后水位 175.10m，水库回水至南河的竹溪镇附近，县城以下均可通航，水路客货运输可通长江。三峡水库回水位低于拟建路线设计高程，对拟建路线基本无影响。路线区通过范围的溪河段均不通航。

土壤：开县地质构造复杂，土壤母质类型多，成土母质多样，加之复杂的气候、植被、水文、地形等因素，全县形成了有水稻土、冲积土、紫色土、黄壤、黄棕壤、山地棕壤和石灰岩土等 7 个土类，10 个亚类，20 个土属，68 个土种，主要有水稻土、紫色土和石灰岩土三大类。土壤的分布特点是砂质土的比重较大，碳酸盐类土分布广，坡耕地多，薄土面积多。根据现场调查及资料分析，公路沿线的土壤类型以紫色土、水稻土

为主。

植被：拟建公路所经过的开县属亚热带阔叶林区，植物资源丰富、种类繁多，据调查，森林木本植物 76 科 302 种。随着海拔的升高，依次组合为亚热带常绿阔叶林、常绿与落叶混交林、亚高山针叶林。亚热带常绿阔叶林是全县的基带植被，分布在海拔 1500m 以下的地方，主要有青岗、山茶、木荷、棕榈等，但 1000m 以下的地方常绿阔叶林多被人类破坏，随之而起的是马尾松、杉木、柏木的亚热带针叶林；常绿与落叶混交林分布在海拔 1500m-2000m 的地区，主要有小叶青岗、香樟、八角、华山松、杜鹃、箭竹、天麻、巴茅、猕猴桃。全县森林覆盖率为 31.4%，主要为人工林、次生灌木林和经果林。

拟建公路沿线植被主要为人工植被和次生林，公路占用林草地约为 55.80hm²，林草植被覆盖度为 18.95%（公路占地总面积 294.43hm²）。

容许土壤流失量：项目区位于西南紫色土区，容许土壤流失量为 500[t/(km²·a)]。

侵蚀类型及强度：项目区主要以水力侵蚀为主，原地貌土壤侵蚀模数约为 2200.00[t/(km²·a)]，水土流失强度以中度侵蚀为主。

国家和省级水土流失重点防治区划情况：根据《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防保护区和重点治理区复核划分成果>的通知》（办水保[2013]188 号），本项目所在的开州区属于国家级水土流失重点治理区。根据《重庆市人民政府办公厅关于公布水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》（渝府办发[2015]197 号），项目所在的开州区属重庆市人民政府公告的水土流失重点预防区和重点治理区。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 前期工作开展情况

为了全面贯彻《中华人民共和国水土保持法》和相关法律法规，促进水土资源的可持续利用和促进生态环境的可持续发展，正确处理工程建设与水土保持的关系，做到工程建设过程中的水土保持有序进行，在工程可行性研究阶段，2009年5月，招商局重庆交通科研设计院有限公司编制完成了《万州~达州高速公路（重庆段）水土保持方案报告

书（送审稿）》；2009年6月，重庆市水利局在水利局大厦主持召开了《万州~达州高速公路（重庆段）水土保持方案报告书（送审稿）》审查会；同年6月中旬，招商局重庆交通科研设计院有限公司完成了《万州~达州高速公路（重庆段）水土保持方案报告书（报批稿）》并报送审批；2009年7月13日，重庆市水利局以渝水许可[2009]78号文《关于万州~达州高速公路重庆段水土保持方案的批复》予以批复。

根据《重庆市人民政府关于高速公路征地拆迁有关政策的通知》（渝府发[2005]98号）文（2015年6月，重庆市人民政府以“渝府发〔2015〕35号”文废止“渝府发[2005]98号”），水土保持设施补偿费按有关程序全部返还，因此建设单位未缴纳水土保持设施补偿费。

1.2.2 设计阶段工作开展情况

2010年5月，建设单位委托重庆市交通规划勘察设计院开展本项目的初步设计和施工图设计工作，将水土保持方案批复的水土保持相关措施一并纳入到主体设计中。初步设计阶段主要对工程涉及的斜坡防护工程、防洪排导工程、植被建设工程和临时防护工程等5类水土保持单位工程进行了设计，其中斜坡防护工程分路堑边坡和路堤边坡两种类型，在初步设计总报告中采用设计边坡采取拱形骨架综合护坡、浆砌块石骨架综合护坡、植草护坡及其他工程护坡措施。防洪排导工程分边坡截水沟、路基边沟、排水涵管、平台截水沟、路基侧沟和集流槽等顺接措施进行设计；植被建设工程主要根据边坡防护工程设计进行，在边坡和永久占地范围内空地中提高公路两侧景观效果，并结合工程服务区、互通立交区、中央绿化带及边坡进行景观绿化设计；初步设计中对水土保持临时防护工程主要结合施工组织设计中，对施工过程中存在临时覆盖和临时排水沟提出施工要求。施工图阶段，将本项目涉及的边坡防护工程、防洪排导工程一并纳入到主体设计进行施工图设计。

1.2.3 施工阶段工作开展情况

在施工过程中，建设单位按照 ISO9000 质量保证体系、交通部工程建设标准化管理要求等方式建立健全了本项目管理制度；同时建设单位委托并积极开展施工阶段主体监理工作，将水土保持施工监理一并委托于主体监理单位进行。为保障施工过程

中生态环境需求，建设单位颁布了《环境保护及水土保持管理办法（试行）》，主要包括“总则”、“施工准备阶段”、“路基防护、排水工程”、“桥涵、隧道”、“弃渣场”、“临建设施及其他方面”、“奖励与处罚”、“附则”等，对保护万州~达州高速公路重庆段工程沿线的生态环境、自然环境、社会环境和人民生活环境，降低环境污染，减少水土流失，提高公路环境保护与水土流失的管理质量和水平起到了积极的作用。

施工前和施工过程中，建设单位未及时开展本项目的水土保持监测工作，导致本项目水土保持监测工作严重滞后。

1.2.4 试运行阶段工作开展情况

2015年2月4日，本项目进入试运行期，建设单位委托了我院开展本项目水土保持监测工作。因工程已于2015年完工，水土流失监测已错过水土流失最主要的时段。根据所收集的资料，未发现有水土保持重大变更和重大水土流失危害事件的相关记录。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

因本项目监测介入时工程早已完工，无法按照正常的监测程序进行水土保持监测，根据这一特点，本项目水土保持监测工作主要通过后期的资料收集和现场踏勘，结合原有的遥感影像资料确定相关的监测结果。

1.3.2 监测项目组设置

2018年9月，受建设单位重庆万利万达高速公路有限公司委托，我司承担本项目的水土保持监测工作，并签订了水土保持监测委托合同。

我院接受委托后，立即成立万州~达州高速公路重庆段监测项目组，监测人员由项目负责人、监测工程师和监测技术人员组成，并于2019年5月及7月对现场进场查勘，收集有关资料和对项目区的水土保持措施等进行量测。

1.3.3 监测点布设

本项目已于2015年1月完工，本项目水土保持监测工程介入时，项目区各区域植被恢复情况较好，本次监测主要采取实地量测、资料分析及遥感监测（无人机航拍及遥感影像判读）等监测方法进行，不布置固定监测点位，水土保持监测项目部对项目沿线的开县互通（K0+492.476）、竹溪互通（K9+601.485）、临江互通

（K17+151.608）、开州服务区（K26+550）、南雅互通（K31+819.242）、花果山隧道（ZK2+698/K2+693）进出口、段家梁隧道（ZK4+878/K4+830）进出口、双峰山隧道（ZK6+859/K6+883）进出口、小关山隧道（ZK8+835/K8+841）进出口、猴子岩隧道（ZK39+559/K39+559）进出口、镇安大桥（ZK8+369/K8+375）、团凤大桥

（ZK10+595/K10+605.00）、王家湾大桥（K12+120）、刘家湾大桥

（ZK12+425/K12+417）、石碗溪大桥（ZK14+475.00，K14+455.00）、临江大桥

（ZK20+589.00/K20+601.00）、南河大桥（K22+995.00）、李家湾大桥

（ZK24+513.00/K24+523.00）、杨河湾大桥（K30+188）、南雅大桥（K34+148）、八仙洞大桥（ZK36+020/K36+034.5）、青龙岗大桥（K36+959）、沿线22个渣场及大型开挖回填边坡进行了实地调查。

1.3.4 监测设施设备

为准确获得各项监测数据，本次水土保持监测工作主要采用以下监测设备：

表1.2 水土保持监测设备

序 号	设施设备	单位	数量	备注
1	手持式 GPS	台	1	
2	数码相机	台	2	
3	皮尺和钢卷尺	个	2	
4	无人机	架	2	
5	笔记本电脑	台	2	

1.3.5 监测技术方法

由于本项目监测介入较晚，工程已完成，因此本次监测采用实地量测、资料分析及遥感监测（无人机航拍及遥感影像判读）的方法进行监测。

1.3.6 监测成果提交情况

我院接受委托后，及时收集本项目施工过程中资料，并对现阶段已有的水土保持措施等进行实地量测和遥感监测，获取相关数据后编制完成《万州~达州高速公路重庆段水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

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》的要求，结合项目区的实际情况，本次水土保持监测内容主要包括以下四部分：

（1）水土流失影响因素监测：包括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、植被的占压损毁情况；③项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况；④项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式；⑤项目取土（石、料）的扰动面积及取料方式。

（2）水土流失状况监测：包括①水土流失的类型、形式、面积及强度；②各监测分区及其终点对象的土壤流失量。

（3）水土流失危害监测：包括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、居民点的数量、程度；③水土流失对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水土流失对水源地、生态保护区、水体、航道等的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全的弃土（石、渣）情况。

（4）水土保持措施监测：包括①植物措施的种类、面积、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发挥的作用。

2.2 监测方法

由于我公司介入开展监测工作时万达高速已经建成通车，水土保持监测工作采用资料分析、现场调查、遥感监测（无人机航拍及遥感影像判读）等监测方法进行监测（见表2.1），具体监测方法如下：

（1）资料收集分析法

对与项目区背景值有关的指标，通过查阅主体工程设计资料，收集气象、水文、土壤、土地利用等资料进行分析，结合实地调查分析对各指标赋值；对水土流失危害监测涉及的指标主要通过对项目区重点地段进行典型调查和对周边居民进行访谈调查，获取监测数据。对施工完成水土保持措施数量、取土弃渣量等数据通过查阅施工纪录获取。

（2）现场调查法

①样方调查法：对植被状况采用样方调查法或标准行法进行调查确定，样方投影面积为：5m×5m（林地）、1m×1m（草地），每一样方重复3次，查看林草生长情况、成活率、保存率。计算公式为：

$$C=f/F$$

式中：C-林草植被覆盖度，%；

f-林地面积，hm²；

F-类型区总面积，hm²。

②现场巡查法

针对本工程建设情况，采取巡查为主的方式以监测其扰动地表面积以及水土流失的发生、发展情况。

③实地测量法：对防治责任范围、扰动地表面积、损坏水土保持设施面积利用GPS卫星定位系统，沿扰动边界跟踪监测确定；对土石方量采用测量仪通过现场地形测量并结合施工资料和监理资料确定。

④侵蚀沟体积测量法

主要适用于各类开挖边坡土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面的土壤侵蚀量的测定,一般用于桥梁、隧道、施工生产生活区、施工便道等区域开挖边坡上水土流失监测。在选定的坡面，量测坡面形成初期的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，并记录造成侵蚀沟的历次降雨。具体监测时通过量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，来计算土壤侵蚀量（图3.2-1）。当观测坡面能保存一年以上时，应量测至

少一年的流失量。

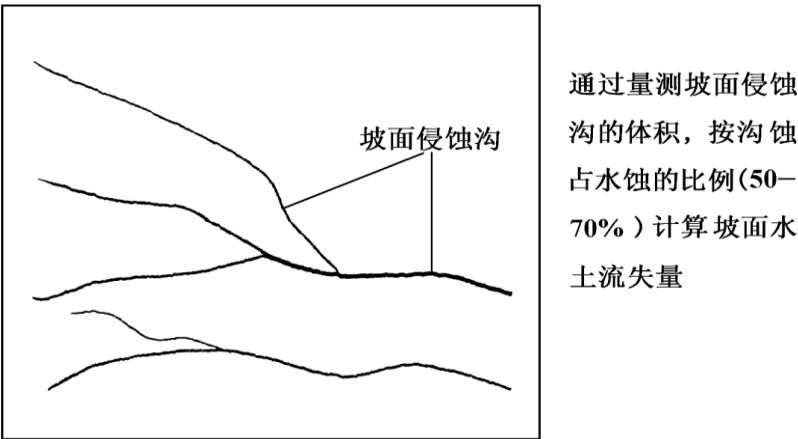


图 2.1 侵蚀沟量测法示意图

(3) 遥感监测法

针对本工程特点，对工程空间布局、占地，水土流失防治措施面积等采用无人机航拍及遥感影像判读的方式监测。

表 2.1 水土流失监测内容及方法一览表

监测项目	监测内容	监测方法	备注
水土流失影响因素监测	自然影响因素；项目建设占压损毁情况，防治责任范围变化情况；项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式，取土（石、料）的扰动面积及取料方式。	资料分析、现场调查、遥感监测	本工程监测介入时间较晚，只能对监测介入后的运行期水土流失情况进行监测。施工期的水土流失情况主要在资料分析的基础上获取，采用模型计算方法计算水土流失量
水土流失状况监测	水土流失的类型、形式、面积及强度；各监测分区及其终点对象的土壤流失量。	资料分析、现场调查、遥感监测	
水土流失危害监测	水土流失造成危害的方式、数量和程度。	资料分析、现场调查	
水土保持措施监测	工程措施、植物措施、临时措施布置情况；主体工程 and 各项水土保持措施的实施进展情况；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；水土保持措施对周边生态发挥的作用。	资料分析、现场调查、遥感监测	

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

1. 水土保持防治责任范围

根据《重庆市水利局关于万州~达州高速公路重庆段工程水土保持方案的批复》（渝水许可 [2009]78号）和批复的水土保持方案报告书，万州~达州高速公路重庆段工程防治责任范围为273.77hm²，其中项目建设区247.06hm²，直接影响区26.71hm²。

根据现场实地量测及遥感监测，并结合主体工程施工征占地数据收集分析，本项目实际水土流失防治责任范围为350.84hm²，全部为项目建设区，无直接影响区。各防治分区监测范围具体见表3.1。

表 3.1 工程实际发生的防治责任范围及对比分析 单位：hm²

分区		方案批复防治责任范围 (hm ²)			监测防治责任范围 (hm ²)			对比情况 (hm ²)		
		建设项目区	直接影响区	小计	建设项目区	直接影响区	小计	建设项目区	直接影响区	小计
临时占地	弃渣场	11.75	0.35	12.10	25.27	0	25.27	13.52	-0.35	13.17
	施工便道	3.70	1.23	4.93	10.76	0	10.76	7.06	-1.23	5.83
	施工营地	8.00	0.87	8.87	20.38	0	20.38	12.38	-0.87	11.51
	小计	23.46	2.14	25.59	56.41	0	56.41	32.95	-2.14	30.81
主体工程区		223.60	24.26	247.87	294.43	0	294.43	70.83	-24.26	46.57
合计		247.06	26.71	273.77	350.84	0	350.84	103.78	-26.71	77.07

根据表 3.1 可知，本工程监测的防治责任范围较水土保持方案确定的防治责任范围共增加了 77.07hm²，其中项目建设区增加了 70.83hm²，直接影响区减少了 24.26hm²。防治责任范围增加最多的为主体工程区，增加了 46.57hm²，其次临时占地中的弃渣场，增加了 13.17hm²，施工便道防治区增加了 5.83hm²，施工营地增加 11.51hm²；实际施工过程中，建设单位和施工单位均严格按照水土保持规范标准，结合已批复的水土保持方案的要求，本着尽可能减少扰动地表面积的原则，将施工营地和临时材料堆存地尽可能设在永久占地线以内，同时充分利用已有弃渣场平台布设施工营地，优化施工工艺，充分利用弃土弃渣，减少弃渣场的扰动，基本符合水土保持相关要求。

工程建设期实际水土流失防治责任范围发生变化，主要原因有以下几方面：

（1）城市规划变更，增加弃渣场数量

本工程在批复的水土保持方案中，项目设计弃渣场共 5 座，占地面积 11.75hm^2 ，堆渣量 78.01万 m^3 。另外，拟建公路起点段 99.20万 m^3 弃土被开县城市规划区要求用来填高（《关于万州至达州高速公路相关问题的专题会议纪要》）；但是在实际施工过程中，弃渣并没有被开县城市规划使用，所以原用来规划填高的弃土在设计单位、施工单位及业主等多方的商讨下决定沿线增设弃土场数量来放置原先计划用于城市规划的 99.20万 m^3 的弃土；其次由于沿线位置偏移，重新选取的路线沿线土地相对平坦，少有能够集中设置较大弃渣场的条件，原水土保持方案设置的弃渣场不满足实际情况，通过业主及施工方的协调下调整为 22 座弃渣场，所以本次监测项目实际布设弃渣场共 22 座，占地面积 25.27hm^2 ，22 座弃渣场均为新增弃渣场，弃渣场占地面积相对方案批复增加了 13.52hm^2 。

（2）施工便道平面布置变化，实际施工便道增长

施工便道在实际施工过程中，由于主体路基线路的调整导致施工便道布置发生变化，实际施工过程中施工单位虽然充分利用路基路面作为施工运输道路，但由于工程偏远，还是新布设施工道路 23010m ，与水土保持方案批复的 6160m 增加了 16850m ，施工便道防治区占地增加了 5.83hm^2 。

（3）主体工程变更，临时占地增加

在实际施工过程中，施工单位尽可能的将临时生产生活设施、施工便道的布设在隧道进出口和路基等永久占地范围内，但本工程规模增加，增设相依的临时用地，与方案批复的施工营地布设相比，施工营地临时占地增加了 11.51hm^2 。

（4）主体工程占地面积增加

相对于设计期的实际增设养护工、管理中心以及将开州服务区由 B 级升到 A 级，工程永久占地增加 70.83hm^2 。

3.1.2 建设期扰动土地面积

由于本项目水土保持监测介入时,项目已完工,建设期每年扰动的土地面积无法实测确定,只能通过资料分析方法确定建设期扰动土地面积,通过查阅本工程各阶段施工监理日志全面分析各施工期间工程扰动土地面积情况,详见表 3.2。

表3.2 工程建设扰动土地面积统计表 (hm²)

防治分区	方案批复	监测范围	对比情况
弃渣场	11.75	25.27	13.52
施工便道	3.70	10.76	7.06
施工营地	8.00	20.38	12.38
主体工程区	223.60	294.43	70.83
合计	247.06	381.98	134.92

3.2 弃渣监测结果

本项目建设所需的道碴、碎石、片石等建筑材料实际施工过程中均全部从附近的合法料场择优购买,本工程不设专门的砂石料场。

3.2.1 设计弃渣情况

根据本项目批复的水土保持方案,本工程弃渣 208.01 万 m³ (含临时表土弃方量 30.80 万 m³、永久弃方 177.21 万 m³),弃渣拟全部运至路基沿线的 5 处弃渣场,弃渣场占地面积共计 11.75hm²,堆渣量 78.01 万 m³,占地类型以土坎梯田梯土和林草地为主,在路基沿线周边 500m 范围内,运距均不超过 500m。方案批复的渣场主要特性详见表 3.3。

表 3.3 方案批复的渣场特性表

名称	桩号	位置	弃渣量 (万 m ³)	容量 (万 m ³)	平均堆 高 (m)	占地类型 (hm ²)			
						小计	土坎梯田梯 土	林草地	其他
1#弃渣场	CK11+250	左 50m	10.36	12.6	8.36	1.24	0.4	0.84	0
2#弃渣场	CK12+800	右 100m	11.35	13.56	7.32	1.55	1.23	0.32	0
3#弃渣场	CK18+650	左 50m	8.17	10.23	6.81	1.2			1.2
4#弃渣场	CK26+400	右 200m	9.33	11.12	6.62	1.41	1.41		0
5#弃渣场	AK39+800	右 300m	38.8	46.85	6.11	6.35	0.89	5.05	0.41
合计			78.01	94.36		11.75	3.93	6.21	1.61

3.2.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

本工程在实际施工过程中,充分考虑弃土弃渣的综合利用,通过优化施工工艺,优化主体设计尽力增加弃土弃渣的综合回填利用量。经查阅主体监理及施工资料,结合建设单位和施工单位的介绍描述,在施工单位和建设单位的陪同下监测项目部人员对本项

目沿线全部弃渣场进行了实地监测。本项目在实际施工过程中共布设弃渣场 22 座，渣场总占地 25.27hm²，除了 3#、21#、22#弃渣场属于 4 级渣场外，其余渣场全部属于 5 级渣场。弃渣场总弃渣量为 192.17 万 m³，目前各渣场已经堆放完毕，部分渣场采取了拦挡和排水措施。本项目施工过程中渣场的位置、占地及堆渣量详细情况见表 3.3。

表 3.4 实际设置的渣场监测情况表

名称	标段	桩号	位置	渣场等级	弃渣（取土）量（万 m ³ ）	最大堆高（m）	占地类型（hm ² ）			
							小计	旱地	林地	其他
1#弃渣场	WD01 标段	k1+300	左侧 50m	5 级	4.74	8	1.10	0.20	0.80	0.10
2#弃渣场		k4+167	左侧 30m	5 级	13.79	15	1.47	0.25	0.90	0.32
3#弃渣场		k8+000	右侧 20m	4 级	14.13	23	1.11	0.90	0.21	0.00
4#弃渣场		k11+950	右侧 50m	5 级	8.27	25	1.01	0.80	0.10	0.11
5#弃渣场		k12+250	左侧 50m	5 级	1.40	9	0.35	0.20	0.05	0.10
6#弃渣场	WD02 标段	k13+329	右侧 30m	5 级	6.08	13	1.03	0.80	0.10	0.13
7#弃渣场		k14+700	左侧 50m	5 级	2.81	9	0.34	0.10	0.24	0.00
8#弃渣场		k20+150	右侧 20m	5 级	4.05	12	0.68	0.40	0.25	0.03
9#弃渣场		k23+560	左侧 30m	5 级	1.23	8	0.32	0.32	0.00	0.00
10#弃渣场		k23+980	右侧 50m	5 级	1.46	10	0.36	0.36	0.00	0.00
11#弃渣场		k24+100	右侧 15m	5 级	6.02	9	1.38	1.38	0.00	0.00
12#弃渣场		k25+500	右侧 20m	5 级	1.27	8	0.27	0.27	0.00	0.00
13#弃渣场		k27+900	左侧 40m	5 级	8.46	12	1.60	0.70	0.60	0.30
14#弃渣场		k28+000	右侧 50m	5 级	1.50	9	0.25	0.25	0.00	0.00
15#弃渣场		k30+100	右侧 30m	5 级	3.85	12	0.65	0.00	0.40	0.25
16#弃渣场	WD03 标段	k30+800	右侧 40m	5 级	2.30	15	0.29	0.00	0.29	0.00
17#弃渣场		k31+100	右侧 30m	5 级	4.31	9	0.84	0.40	0.30	0.14
18#弃渣场		k31+500	左侧 20m	5 级	3.12	8	1.19	0.20	0.50	0.49
19#弃渣场		南雅收费站出口	右侧靠收费中心	5 级	7.86	9	1.51	0.90	0.30	0.31

20#弃渣场		k33+400	右侧 60m	5 级	3.43	13	0.44	0.44	0.00	0.00
21#弃渣场		k35+350	左侧 50m	4 级	51.74	28	4.58	1.52	2.87	0.19
22#弃渣场		k37+700	左侧 30m	4 级	40.35	31	4.49	2.33	1.86	0.30
合计					192.17		25.27	12.72	9.77	2.78




表 3.5 实际设置的前后影响及监测结果分析表



弃渣场编号	位置	现状照片	现场情况
1#弃渣场	k1+300 左侧		弃渣场排水措施已施作，挡护措施未施作，边坡坡度合适、坡面顺适、坡体稳定。回填种植土均匀、平整。植被恢复效果一般。
2#弃渣场	k4+167 左侧		弃渣场排水沟已施作，沟底局部脱空；挡护措施未施作，边坡坡度合适、坡面顺适、坡体稳定；未回填种植土。植被恢复效果一般。
3#弃渣场	k8+000 右侧		弃渣场排水沟未施作，挡护措施已施作，边坡坡度合适、坡面顺适、坡体稳定。回填种植土均匀、平整。植被恢复效果一般。
4#弃渣场	k11+950 右侧		弃渣场排水沟已施作，挡护措施已施作，边坡坡度合适、坡面顺适、坡体稳定。回填种植土均匀、平整。植被恢复效果一般。

弃渣场编号	位置	现状照片	现场情况
5#弃渣场	k12+250 左侧		弃渣场排水沟未施作，挡护措施未施作，边坡坡度合适、坡面顺适、坡体稳定。回填种植土均匀、平整。植被恢复效果一般。当地村民阻工，导致排水沟，挡护措施未能施工，根据达万开指[2015]14号文，弃渣场由当地政府自行处理。
6#弃渣场	k13+329 右侧		弃渣场排水沟已施作，挡护措施已施作，边坡坡度合适、坡面顺适、坡体稳定。回填种植土均匀、平整，具备复垦条件。植被恢复效果一般。
7#弃渣场	k14+700 左侧		弃渣场排水沟已施作；由于现场地势平坦，挡护措施未施作，边坡防护未施作。回填种植土均匀、平整，已复垦。植被恢复效果一般。
8#弃渣场	k20+150 右侧		弃渣场排水沟已施作；由于现场地势平坦，挡护措施未施作，边坡防护未施作。回填种植土均匀、平整，已复垦。植被恢复效果一般。

弃渣场编号	位置	现状照片	现场情况
9#弃渣场	k23+560 左侧		弃渣场排水沟未施作；挡护措施未施作，边坡防护未施作。回填种植土均匀、平整，已复垦。植被恢复效果良好。
10#弃渣场	k23+980 右侧		弃渣场排水沟已施作；挡护措施已施作，边坡防护未施作。回填种植土均匀、平整，已复垦。植被恢复效果良好。
11#弃渣场	k24+100 右侧		弃渣场排水沟已施作；挡护措施未施作，边坡防护已施作。回填种植土均匀、平整，当地已在此建房。植被恢复效果良好。
12#弃渣场	k25+500 右侧		弃渣场排水沟已施作；挡护措施已施作，边坡防护未施作。回填种植土均匀、平整，已复垦。植被恢复效果良好。

弃渣场编号	位置	现状照片	现场情况
13#弃渣场	k27+900 左侧		弃渣场排水沟未施作；挡护措施未施作，边坡防护未施作。回填种植土均匀、平整，已具备复垦。植被恢复效果一般。因张家坪村民阻工，无法施工该弃土场挡墙及排水沟措施。根据达万开指[2015]14号文，该弃土场由当地政府自行承担。
14#弃渣场	k28+000 右侧		弃渣场排水沟已施作；挡护措施已施作，边坡防护未施作。回填种植土均匀、平整，已复垦。植被恢复效果良好。
15#弃渣场	k30+100 右侧		弃渣场排水沟已施作；挡护措施已施作；地势平坦，边坡防护未施作。回填种植土均匀、平整，已复垦。植被恢复效果良好。
16#弃渣场	k30+800 右侧		弃渣场排水沟未施作；挡护措施未施作；地势平坦，边坡防护未施作。回填种植土。植被恢复效果一般。

弃渣场编号	位置	现状照片	现场情况
17#弃渣场	k31+100 右侧		弃渣场排水畅通，排水沟未施作；边坡较缓，挡护措施未施作；地势平坦，边坡防护未施作。回填种植土。植被恢复效果一般。
18#弃渣场	k31+500 左侧		弃渣场排水沟已施作；挡护措施已施作；地势平坦，边坡防护未施作。回填种植土。植被恢复效果非常好。
19#弃渣场	南雅收费站出口		弃渣场原排水沟已砌筑，后因业主增加车道施工，水沟已被掩埋；边坡过缓，挡护措施未施作；地势平坦，边坡防护未施作。回填种植土。植被恢复效果一般。
20#弃渣场	k33+400 右侧		弃渣场排水畅通，排水沟未施作；边坡较缓，挡护措施未施作；地势平坦，边坡防护未施作。回填种植土。植被恢复效果良好。

弃渣场编号	位置	现状照片	现场情况
21#弃渣场	k35+350 左侧		弃渣场排水沟已施作，排水畅通；挡护措施，拦渣坝已施作；地势平坦，边坡防护未施作。回填种植土。植被恢复效果良好。现场发现当地村民取土自用，把拦渣坝改造为水塘。
22#弃渣场	k37+700 左侧		由于猴子岩隧道出口已征弃渣场，剩余土地未完全使用。本弃渣场挡护措施未施作；排水通畅，排水措施已施作；地势平坦，边坡防护未施作；已回填种植土；植被恢复效果良好。

3.2.3 弃渣对比分析

本项目实际施工过程中实际产生弃渣量约192.17万 m^3 ，与方案批复的弃渣量208.01 m^3 （其中永久弃方177.21万 m^3 ；临时弃方30.80万 m^3 ）相比减少了15.84万 m^3 ，产生的弃渣全部堆放在项目布设的22处弃渣场内。

根据批复的水土保持方案报告书，本项目布设5座弃渣场，共占地11.75 hm^2 ，设计堆放弃渣78.01万 m^3 。

项目施工过程中实际弃渣场22座，与批复的水土保持方案相比，弃渣场新增弃渣场17座，本弃渣场位置变更涉及到了重庆市水利局关于转发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知中第五条，建设单位应尽快完善变更手续。弃渣场项目的对比情况见下表。

表 3.5 弃渣场对比分析情况

方案批复弃渣场				实际弃渣场				
弃渣场名称	桩号	占地/hm ²	弃渣量/万 m ³	弃渣场名称	桩号	占地/hm ²	弃渣量/万 m ³	与批复方案相比变更情况
1#弃渣场	CK11+250	1.24	10.36	1#弃渣场	k1+300	1.10	4.74	新增渣场
2#弃渣场	CK12+800	1.55	11.35	2#弃渣场	k4+167	1.47	13.79	新增渣场
3#弃渣场	CK18+650	1.2	8.17	3#弃渣场	k8+000	1.11	14.13	新增渣场
4#弃渣场	CK26+400	1.41	9.33	4#弃渣场	k11+950	1.01	8.27	新增渣场
5#弃渣场	AK39+800	6.35	38.8	5#弃渣场	k12+250	0.35	1.40	新增渣场
				6#弃渣场	k13+329	1.03	6.08	新增渣场
				7#弃渣场	k14+700	0.34	2.81	新增渣场
				8#弃渣场	k20+150	0.68	4.05	新增渣场
				9#弃渣场	k23+560	0.32	1.23	新增渣场
				10#弃渣场	k23+980	0.36	1.46	新增渣场
				11#弃渣场	k24+100	1.38	6.02	新增渣场
				12#弃渣场	k25+500	0.27	1.27	新增渣场
				13#弃渣场	k27+900	1.60	8.46	新增渣场
				14#弃渣场	k28+000	0.25	1.50	新增渣场
				15#弃渣场	k30+100	0.65	3.85	新增渣场
				16#弃渣场	k30+800	0.29	2.30	新增渣场
				17#弃渣场	k31+100	0.84	4.31	新增渣场
				18#弃渣场	k31+500	1.19	3.12	新增渣场
				19#弃渣场	南雅收费站出口	1.51	7.86	新增渣场
				20#弃渣场	k33+400	0.44	3.43	新增渣场
				21#弃渣场	k35+350	4.58	51.74	新增渣场
				22#弃渣场	k37+700	4.49	40.35	新增渣场
合计		11.75	78.01	合计		25.27	192.17	

弃渣场的变化主要受前期设计深度的影响，导致弃渣场的变更。水土保持方案批复的弃渣场设计属可研阶段，渣场的平面布置主要根据可研阶段路基线路的走向和平面布置来布设的；到后期初步设计阶段和施工设计阶段，因主体设计对路基线路的优化调整，导致方案批复的弃渣场离路基施工地较远，施工运距增大，投资增加，因此经主体设计和建设单位商量，对原有的部分弃渣场进行位置调整，重新选择弃渣场堆放。其次原方案方案批复的弃渣量208.01m³（其中永久弃方177.21万m³；临时弃方30.80万m³）中有99.2万m³弃土应被开县城市规划要求用来填高，剩余78.01万m³布设5个弃渣场在当时满足需

求，但后期开县政府并未使用原应填高的弃土，导致原批复方案的弃土方式不满足实际使用，加之路线偏移原先位置导致弃渣量增加且原先渣场位置不宜再设置弃渣场。因此施工单位与业主多次协调并经当地政府同意，最终设置了22个弃渣场。

3.3 土石方流向情况监测结果

(1) 原水保方案设计土石方

根据《万州~达州高速公路（重庆段）水土保持方案报告书》及批复文件，本工程全线挖方704.86万 m^3 （含剥离表土量30.8万 m^3 ），填方527.65万 m^3 ，弃方208.01万 m^3 。其中：永久弃方177.21万 m^3 ，临时表土弃方量30.8万 m^3 ，收集的表土作为项目后期的绿化美化用土。

(2) 实施土石方流向监测结果

根据竣工图资料，本工程土石方总量1449.09万 m^3 ，工程总挖方量820.63万 m^3 ，填方量628.46万 m^3 ，弃方量192.17万 m^3 （弃往22处弃渣场）。

表3.8 土石方对比分析情况表

单位：万 m^3

分区	方案批复			监测结果			相差		
	挖方	填方	弃方	挖方	填方	弃方	挖方	填方	弃方
主体工程区	702.17	525.75	176.4	819.17	601	192.17	117	75.25	15.77
施工便道	2.04	1.45	0.59	1.03	12.03	0	-1.01	10.58	-0.59
施工营地	0.65	0.43	0.22	0.43	15.43	0	-0.22	15	-0.22
合计	704.86	527.63	177.21	820.63	628.46	192.17	115.77	100.83	14.96

与批复的水土保持方案相比，实际实施的土石方中挖填方量相对增加，借方量和弃方量相对减少。其中挖方增加115.77万 m^3 ，填方量增加100.83万 m^3 ，弃方增加14.96万 m^3 ，土石方量变化的主要原因有以下几方面：

一、前期设计深度的差异导致土石方量的不准确性。本项目的水土保持方案属于可行性研究阶段，在实际施工过程中，与可研阶段发生了较大的变化导致本项目土石方挖填总量的变化。

二、由于后期设计阶段，主体设计对可研阶段的线路走向进行了变更调整，调整后的高开挖边坡和回填边坡增加，因此实际施工过程中挖填土石方总量增加。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

批复的水土保持方案中，主体工程防治区工程措施主要为表土剥离、排水工程、综合护坡等；渣场防治区工程措施主要为挡渣墙、截排水沟、急流槽、沉砂池、平台排水沟、表土剥离、表土回填、场地平整及复耕等；施工便道防治区工程措施主要有挡墙、表土回填及土地整治；施工营地工程措施主要有土地整治、表土回复及复耕等。

水土保持监测结果通过查询施工纪录、工程竣工验收资料和现场踏勘获得，本工程实施的水土保持工程措施主要于2012年8月~2015年1月之间完成，主要工程措施包括表土剥离利用、骨架护坡、截排水沟、挡渣墙、急流槽、盲沟、沉砂池、场地平整及复耕等。

本工程各防治区工程措施实施情况与批复方案对比情况详见表4.1。

表4.1 工程措施实施情况统计表

分区	水土保持措施	单位	方案设计	实际实施	增 (+) 减 (-) 量	备注
主体工程区	表土剥离	万 m ³	16.87	68.43	51.56	
	方格网、三维网、拱形护坡	m		65229	65229	计量方式不同
	混凝土（骨架护坡、截排水沟）	m ³	53472		-53472	
	浆砌片石截、排水沟、盖板边沟、中间带排水沟	m		49698.3	49698.3	
	浆砌片石（骨架护坡、截排水沟）	m ³	231888		-231888	
	表土回填	万 m ³	16.87	46.119	29.249	
弃渣场区	挡渣墙	m	555.5	2300	1744.5	
	截排水沟	m ³		42175	42175	
	急流槽	m ³		137	137	
	沉砂池	m ³		390	390	
	截排水沟	m	5397		-5397	
	急流槽	m	104		-104	
	盲沟	m	3584		-3584	
	剥离表土	万 m ³	9.5	30.8	21.3	
	回填表土	万 m ³	9.5	41.1	31.6	
	场地平整	hm ²	43.65	25.27	-18.38	
	复耕	hm ²	4.81		-4.81	
施工便道区	挡墙	m ³		1139	1139	
	回填表土	万 m ³		2.53	2.53	
	场地清理	hm ²		2.56	2.56	

施工营地	表土剥离	万 m ³	1.8	2.13	0.33	
	场地清理	hm ²	5.5	7.2	1.7	
	表土回填	万 m ³	1.8	2.88	1.08	
	复耕	hm ²	3.9		-3.9	



道路矩形边沟（盖板）措施



道路矩形边沟措施



道路矩形边沟措施



道路矩形边沟措施



道路矩形边沟措施



路基填方边坡排水沟措施



互通立交回填边坡坡底排水沟



绿化覆土



中央分隔带绿化覆土



挖方边坡框格护坡（运行期）



挖方边坡植草护坡（运行期）



挖方边坡植草护坡（运行期）



填方边坡绿化



填方边坡绿化

4.2 植物措施监测结果

批复的水土保持方案中，本工程主体工程防治区水土保持植物措施主要包括边坡绿化、绿化美化等；弃渣场防治区水土保持植物措施主要有乔冠草植被恢复及幼林抚育；施工便道防治区及施工营地水土保持植物措施主要有乔冠草植被恢复及幼林抚育。

通过监理资料分析、现场实地量测及遥感监测的监测方法，结合主体工程施工图，监测组确定植物措施实际实施情况。本项目实际完成的水土保持植物措施为：在公路范围内结合路基防护进行绿化，主线共种植乔木10518株，草灌574617株/丛，种植土14728m³，植草25063m²；互通、收费站、服务区共种植乔木400585株，草灌429927株/丛，种植土72983.7m³，植草479193.9m²；弃渣场植乔木11369株，种植灌木51732株，植草25.25hm²，幼林抚育25.25hm²；施工便道防治区种植乔木9300株，种植灌木27897株，植草1.34hm²，幼林抚育1.34hm²；施工营地种植乔木4252株，种植灌木12752株，植草7.13hm²，幼林抚育7.13hm²。

本项目植物措施实施时间为2013年10月至2015年9月。目前主体工程区各植物措施防治效果较好，边坡绿化、中央隔离带绿化及附属设施景观绿化效果较好，有专门的高速景观绿化维护队伍进行维护。但工程弃渣场防治区、施工便道防治区及施工营地虽然采取了撒播草籽、植乔木和灌木的方式进行绿化，但目前植被恢复效果较差，防护效益不好，弃渣场部分还存在裸露区域。本项目各防治区水土保持植物措施实施情况及监测对比情况详见表4.2。

表4.2 植物措施实施情况统计表

分区	水土保持措施	单位	设计方案	实际措施	增 (+) 减 (-) 量	备注
主体工程区	乔木	株		411103	411103	
	草灌	株/丛		1004544	1004544	
	种植土	m ²		87711.7	87711.7	
	植草	m ²		25063	25063	
	边坡绿化	万 m ²	26.38	31.0	4.62	
	立交及附属设施区绿化	m ²		47.92	47.92	
	绿化美化	万 m ²	29.16	78.92	49.76	
弃渣场	种植乔木	株	5217	11369	6152	
	种植灌木	株	17700	51732	34032	
	植草	hm ²	9.17	19.71	10.54	
	幼林抚育	hm ²	9.17	19.71	10.54	
施工便道区	种植乔木	株	1850	9300	7450	
	种植灌木	株	5550	27897	22347	
	植草	hm ²	3.71	1.34	-2.37	
	幼林抚育	hm ²	3.71	1.34	-2.37	
施工营地	种植乔木	株	5000	4252	-748	
	种植灌木	株	15000	12752	-2248	
	植草	hm ²	8.00	7.13	-0.87	
	幼林抚育	hm ²	8.00	7.13	-0.87	



道路路基两侧绿化效果



开州服务区植被景观恢复效果



挖方边坡植被恢复效果



隧道洞脸及周边植被恢复效果



南雅收费站景观绿化效果



南雅互通匝道景观绿化效果

4.3 临时防治措施监测结果

批复的水土保持方案中，主体工程防治区水土保持临时防护措施主要有场地清理、无纺布覆盖、填土编织袋拦挡、简易排水沟、简易沉砂池、撒播草籽临时防护等；弃渣场防治区临时防护措施主要有填土编织袋拦挡、简易排水沟、简易沉砂池、撒播草籽临时防护等；施工便道防治区水土保持临时措施主要有简易排水沟；施工营地临时措施主要有填土编织袋拦挡、简易排水沟、简易沉砂池、撒播草籽临时防护及彩条布临时覆盖等。

水土保持监测组介入时，本项目施工过程中的临时措施均已经无迹地证明，监测组通过监理单位和施工单位提供的监理日志和施工日志获取本工程实际实施的临时防护措施，通过资料分析的方法，实际实施的临时措施有主体工程区场地清理31.94hm²，填土编织袋拦挡17598m³，简易排水沟2976m³/9299m，沉砂池397m³/32座，撒播草籽临时防护10.41hm²；弃渣场填土编织袋拦挡10369m，简易排水沟20737m，沉砂池350m³/22座，撒播草籽临时防护25.27hm²；施工便道临时排水沟4405m；施工营地填土编织袋拦挡2260m³/1674m，简易排水沟1071m³/3348m，沉砂池3座，临时覆盖4500m²。

项目各防治区临时防护措施详见表4.3。

表4.3 临时措施实施情况统计表

分区	水土保持措施	单位	设计方案	实际措施	增 (+) 减 (-) 量	备注
主体工程区	场地清理	hm ²	24.26	31.94	7.68	
	塑料薄膜	万 m ²	29.16	0	-29.16	
	无纺布覆盖	万 m ²	29.16	0	-29.16	
	编织土袋拦挡	m ³	13365	17598	4233	
	简易排水沟	m ³	2260	2976	716	
	简易沉砂池	m ³	288	397	109	
	撒播草籽临时防	hm ²	7.91	10.41	2.5	
	泥浆沉淀池座	座	2	0	-2	
	临时围堰	m	160	0	-160	
弃渣场防治区	编织土袋拦挡	m		10369	10369	
	简易排水沟	m		20737	20737	
	简易沉砂池	座		22	22	
	撒播草籽临时防	hm ²		25.27	25.27	

	场地清理	hm ²	0.35		-0.35	
施工便道	简易排水沟	m ³	1728	4405	2677	
	编织土袋	m ³	911		-911	
	路面清理	hm ²	3.71		-3.71	
施工营地	编织土袋拦挡	m ³	2511	2260	-251	
	简易排水沟	m ³	1190	1071	-119	
	简易沉砂池	m ³	36	3	-33	
	彩条布覆盖	万 m ²	0.50	0.45	-0.05	
	场地清理	hm ²	0.87		-0.87	

4.4 水土保持措施防治效果

根据对水土流失防治措施监测结果来看,本工程主体工程完工的同时,本工程的水土保持工程措施和植物措施也相应完成,这些防治措施已投入运行,取得了较好的防治水土流失效果;工程采取的工程措施、植物措施和临时措施相结合的水土流失防治体系。与批复的水土保持方案相比,工程建设过程中,各防治区水土保持措施及工程量存在变化,但水土保持措施体系基本完整,实施的措施能有效的防治了项目建设可能造成水土流失,基本符合水土保持方案中防治措施总体布局,基本落实了水土保持方案中提出的各项防护措施,防护效果满足水土保持的要求。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

各阶段水土流失面积主要通过资料分析结合遥感影像资料判读方法获得。施工期水土流失面积按全部扰动计算，即施工期水土流失面积294.43hm²；试运行期水土流失面积主要为道路沿线植被恢复不佳的区域及未采取水土保持措施的区域，主要根据资料分析获得，面积约137.90hm²，各阶段水土流失面积详见表5.1。

表5.1 各阶段水土流失面积统计表

序号	防治区	水土流失面积 (hm ²)		备注
		施工期	试运行期	
1	弃渣场	25.27		未复耕和未植被恢复区域
2	施工便道	6.07	0	施工便道硬化留地方使用
3	施工营地	5.24	0	施工区复耕或硬化并移交
4	主体工程区	257.86	0	非硬化区大都已植被恢复
	合计	294.43		

5.2 土壤流失量

由于水土保持监测介入时本项目已经建成通车，土壤流失量主要通过资料分析、遥感影像资料判读方法和现场调查的方式获得。分析阶段主要针对试运行期末，即分析 2019-2020 年的水土流失情况。

经分析，试运行期水土流失面积约 4.1hm²。主要为弃渣场未复耕和未植被恢复区域。土壤流失量采用《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）测算。

（1）弃渣场土壤流失量

弃渣场布置于沟道内，周边设置有排水设施，顶部有较大平台，土壤流失量按水力作用下工程堆积体土壤流失量测算（上方有来水），计算公式为：

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

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

经分析计算，弃渣场运行期末土壤流失量1450t。

5.5 水土流失危害

经收集查询工程施工报告、监理报告、水行政主管部门监督检查意见和现场调查，项目建设过程中未发生水土流失危害事件。

因本项目水土保持监测介入时间晚，现有资料中无施工过程中的水土流失危害的相关记录。根据现阶段现场实际调查情况，主体工程内植被覆盖度高，截排水沟排水通畅，现场基本无土质裸露面，水土保持效果较好，未发现水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目防治责任范围内的扰动土地整治面积占扰动土地面积的百分比。扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、填埋等用地，均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑物面积。

据监测结果，本项目扰动土地面积共计 350.84hm²，通过采取工程措施、植物措施及建筑物硬化等，共计整治土地面积 347.92hm²，其中建（构）筑物及场地硬化处理面积 212.63hm²，工程措施占地面积 28.19hm²，植物措施占地面积 107.1hm²，项目区平均扰动土地整治率达 99.17%，大于水保方案的防治目标值 95%，项目各防治分区扰动土地整治率情况详见表 6.1。

表6.1 扰动土地整治率

分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	扰动土地整治面积 (hm ²)				扰动土地整治率 (%)
			水域、建筑物及场地道路硬化	植物措施	工程措施	小计	
主体工程防治区	294.43	294.43	195.87	78.92	19.64	294.43	100
弃渣场防治区	25.27	25.27		19.71	2.64	22.35	88.44
施工便道防治区	10.76	10.76	7.91	1.34	1.51	10.76	100
施工营地	20.38	20.38	8.85	7.13	4.40	20.38	100
合计	350.84	350.84	212.63	107.1	28.19	347.92	99.17

注：临时占地的硬化面积是根据地方要求保留的硬化施工营地和施工便道路面。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目建设区内的水土流失防治面积占水土流失总面积的百分比（不含永久建构筑物及硬化占地面积）。根据监测结果，项目区施工期间水土流失面积138.21hm²，水土流失治理面积135.29hm²，水土流失总治理度为97.89%，详见表 6.2。

表6.2 水土流失总治理度

分区	项目建设区面积 (hm ²)	水域、建筑物及场地道路硬化	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	
主体工程防治区	294.43	195.87	98.56	78.92	19.64	98.56	100
弃渣场防治区	25.27		25.27	19.71	2.64	22.35	88.44
施工便道防治区	10.76	7.91	2.85	1.34	1.51	2.85	100
施工营地防治区	20.38	8.85	11.53	7.13	4.4	11.53	100
合计	350.84	212.63	138.21	107.1	28.19	135.29	97.89

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率指项目防治责任范围内实际拦挡弃土弃渣量与防治责任范围内弃土弃渣总量的百分比。本项目共计产生约192.17万m³的弃渣，目前弃渣拟全部堆放在沿线的22座弃渣场内，弃渣全部运至本项目水土流失防治责任范围内。但本工程在施工过程中不可避免会产生部分水土流失。因此本项目实际拦渣量为186.71万m³，实际拦渣率为97.16%，大于水保方案的防治目标值95%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。

截止2018年12月，由于各项水土保持措施完全发挥效益，根据监测现场植被调查情况和项目区植被恢复情况进行综合评估，本项目目前项目区的平均土壤侵蚀模数为500[t/(km²·a)]以下。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目工程所在区域属西南紫色土区，容许土壤流失量为500[t/(km²·a)]。即得：

土壤流失控制比=容许土壤流失量/治理后的平均土壤流失强度=500/500=1.0，达到水保方案的防治目标值1.0。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率是指项目建设区内林草类植被面积占可恢复林草植被(在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被)面积的百分比。

经资料分析和现场实地量测，本项目可恢复植被面积为107.9hm²，实际采取植物措施的面积为107.1hm²。经计算，林草植被恢复率达99.26%，达到水保方案的防治目标值

99%，详见表6.3。

表6.3 林草植被恢复率计算表

分区	项目建设区面积 (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 (%)
主体工程防治区	294.43	78.92	78.92	100
弃渣场防治区	25.27	20.51	19.71	96.10
施工便道防治区	10.76	1.34	1.34	100
施工营地防治区	20.38	7.13	7.13	100
合计	350.84	107.9	107.1	99.26

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。本项目林草覆盖面积 107.1hm^2 ，项目建设区面积 350.84hm^2 ，则林草覆盖率为30.53%，高于水保方案的防治目标值27%，详见表6.4。

表6.4 林草覆盖率计算表

分区	项目建设区面积 (hm^2)	已恢复植被面积 (hm^2)	林草植被覆盖率 (%)
主体工程防治区	294.43	78.92	26.80
弃渣场防治区	25.27	19.71	78.00
施工便道防治区	10.76	1.34	12.45
施工营地防治区	20.38	7.13	34.96
合计	350.84	107.1	30.53

7 结论

7.1 水土流失动态变化

(1) 本工程监测的防治责任范围较水土保持方案确定的防治责任范围共增加了77.07hm²，主要原因是施工过程中建设单位和施工单位严格按照文明施工的基本原则，严格控制施工作业范围，未对项目区以外的区域产生扰动影响，减少了直接影响区面积，同时优化主体设计，减少主体工程施工扰动范围。但本项目施工过程中在方案批复以外的区域新增22处弃渣场，与批复水土保持方案不一致。水土防治责任范围的减少有利于水土保持，变化合理。

(2) 本工程弃渣208.01万m³（含临时表土弃方量30.80万m³、永久弃方177.21万m³），弃渣拟全部运至路基沿线的5处弃渣场，弃渣场占地面积共计11.75hm²，堆渣量78.01万m³。本项目在实际施工过程中新布设弃渣场22座，渣场总占地25.27hm²。弃渣场总弃渣量为192.17万m³。造成土石方及弃渣场变化的原因主要受到水土保持方案编制深度的影响以及后期原始地貌的变化。

(3) 根据对六项防治指标的计算，各项指标均达到了水土保持方案批复的指标值，各项水土保持措施均达到了很好的防治效果。

7.2 水土保持措施评价

根据对水土流失防治措施监测结果来看，本工程主体工程完工的同时，本工程的水土保持工程措施和植物措施也相应完成，这些防治措施已投入运行，取得了较好的防治水土流失效果；工程采取的工程措施、植物措施和临时措施相结合的水土流失防治体系。与批复的水土保持方案相比，工程建设过程中，各防治区水土保持措施及工程量存在变化，但水土保持措施体系基本完整，实施的措施能有效的防治了项目建设可能造成水土流失，基本符合水土保持方案中防治措施总体布局，基本落实了水土保持方案中提出的各项防护措施，防护效果满足水土保持的要求。

7.3 存在问题及建议

(1) 本项目在实际施工过程中，与批复的水土保持方案相比，高速线路、土石方、取弃土场存在变化。线路累计横向位移超过300米的路段比例为28.8%，实际布置的弃渣场22处，22处弃渣场与原水土保持方案批复弃渣场位

置不一致。由于《重庆市水利局关于转发<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》（渝水[2016]83号）发布时，本工程弃渣场堆渣等已基本完成，因此建设单位未编报工程水土保持方案变更报告。

（2）由于目前临时占地已移交地方，取土场、弃渣场的复垦工作由地方实施，后续阶段建设单位应进一步与地方协调，加快推进取土场、弃渣场复耕工作。

（3）加强实施水土保持措施的管护力度，如发现损毁、沟道堵塞等影响水土保持措施功能的情况，应及时修复、清理，确保排水通畅及植被良好生长，使其能够长时间、稳定地发挥水土保持效益。

（4）工程建设中，最易产生水土流失的阶段为施工阶段，而本工程水土保持监测介入时万达高速已经建成通车，水土流失监测错过为工程服务的最佳时段，建议建设单位在今后的项目中，让水土保持监测工作与工程建设同步开展，尽可能将施工过程中的水土流失控制在最低限度，也使水土保持监测更好的为工程建设服务。

（5）建议建设单位加强水土保持资料的整理归档工作，以备查阅；同时，在后续其他项目中，建议建设单位加强施工过程中水土保持临时措施档案资料的建立和保存工作。

7.4 综合结论

本项目在建设过程中基本落实了水土保持工程措施及植物措施，在施工过程中采取工程措施、植物措施和临时防护措施相结合综合防治水土流失，对工程建设造成的水土流失进行了治理并得到有效控制。扰动土地整治率达99.17%，拦渣率为97.16%，水土流失控制比为1.0，林草植被恢复率达99.26%，林草覆盖率为30.53%，各项水土流失防治指标基本符合预期防治目标要求，基本达到了批复规定的建设类项目一级标准的防治目标。因项目已于2015年1月完工，试运行至今，现场无明显的水土流失危害，截排水沟排水通畅，水土流失防治效果较为显著。