

国道 108 线剑阁县境下寺
至普安段公路新改建工程

水土保持监测总结报告

建设单位：剑阁县交通运输局

编制单位：四川中腾达工程勘察设计有限公司

二〇一九年九月

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程 水土保持监测总结报告

批准： (总经理)

核定： (副总)

审查： (工程师)

校核： (工程师)

项目负责人： (工程师)

编写：

人员	职称	(参编章节、内容)
	工程师	第一章、第二章、第三章、第七章
	工程师	第四章、第五章
	工程师	第六章及附图

目 录

前言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况	7
1.1 建设项目概况.....	7
1.2 水土保持工作情况	24
1.3 监测工作实施情况.....	28
2 监测内容和方法	33
2.1 扰动土地情况	33
2.2 弃土弃渣动态监测	34
2.3 水土保持措施.....	34
2.4 水土流失情况.....	35
3 重点对象水土流失动态监测	37
3.1 防治责任范围监测.....	37
3.2 取料监测结果.....	38
3.3 弃渣监测结果.....	38
3.4 土石方流向情况监测结果.....	39
3.5 其他重点部位监测结果.....	40
4 水土流失防治措施监测结果	41
4.1 工程措施监测结果	41
4.2 植物措施监测结果	43

4.3 临时防治措施及实施进度	44
4.4 水土保持措施防治效果	46
5 土壤流失情况监测	48
5.1 水土流失面积	48
5.2 土壤流失量	49
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	51
5.4 水土流失危害	51
6 水土流失防治效果监测结果	52
6.1 扰动土地整治率	52
6.2 水土流失总治理度	52
6.3 拦渣率与弃渣利用率	52
6.4 土壤流失控制比	53
6.5 林草植被恢复率	53
6.6 林草覆盖率	53
6.3 运行初期水土流失分析	53
7 结论.....	55
7.1 水土保持措施评价	55
7.2 监测工作中的经验与问题	58

附件：

附件 1 四川省发展和改革委员会关于国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程可行性研究报告的批复（川发改基础〔2012〕602 号）；

附件 2 《关于国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案的批复》（四川省水利厅，川水函〔2012〕393 号）；。

附件 3 监测照片

附图 1 工程地理位置图

附图 2 主体工程总平面图

附图 3 水土保持监测分区及监测点布设图

附图 4 防治责任范围图

前言

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程建设单位为剑阁县交通运输局。下寺镇已成为剑阁县的政治文化中心，但由于历史原因，普安镇仍然是剑阁县重要的经济中心和商贸中心，政治文化中心与经济中心的便捷、快速交通运输联系已成为剑阁县经济社会全面快速发展必须解决的重要前提条件，而下寺与普安之间现有两条道路相连：第一路径是国道 108 线，里程 41 公里等级为三四级。受地形限制，线形条件很差，坡陡弯急，交通隐患大，运行速度慢，下普两地直线距离仅 26 公里，却在这里蜿蜒、曲折了 41 公里，已极不适应区域经济社会快速发展的需要，且为旅游热线，穿越国家级风景名胜区之核心景区——剑门关、翠云廊，不利于景区的保护和开发；第二路径是下寺经金子山至普安，经由京昆高速（G5）下寺至金子山段到普安，里程也是 41 公里，路况较好，但是运行成本高，不是最方便大众便捷快速的运输途径。依据剑阁县旅游发展总体规划（2006-2020）及剑阁县交通“十二五”规划，将 G108 线下寺之普安段改造升级，绕避穿越剑门关蜀道风景名胜区，方便新老县城快速通达，满足下寺至（新县城）普安（老县城）两地日益繁多的交通往来，促进两地经济社会发展与城镇化建设，并带动剑门工业园区、普安工业园区开发以及沿线地区的发展，尽快研究实施 G108 线剑阁县境内下寺至普安段公路改建工程十分必要。

2011 年 10 月，剑阁县交通局的委托四川省川交公路工程咨询有限公司、四川川北公路规划勘察设计有限责任公司对国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程编制预可行性研究报告，并于 2012 年 2 月取得了四川省发展和改革委员会关于国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程项目建议书的批复（川发改基础〔2012〕101 号）；同月，项目取得了剑阁县城乡规划建设局和住房保障局颁发的选址意见书（选字第 510823201202270001 号）；2012 年 3 月设计单位完成了《国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程可行性研究报告》上报审查，并于 2012 年 7 月 2 日，取得了四川省发展和改革委员会关于国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程可行

性研究报告的批复（川发改基础〔2012〕602号）；2012年6月，项目委托西南交通大学完成了项目环境影响评价报告，并取得了四川省环境保护厅的批复（川环审批〔2012〕278号）；同月，建设单位取得了四川省国土资源厅关于国道108线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程项目用地预审的复函（川国土资函〔2012〕817号），同意本工程用地；2012年7月底由中铁二院工程集团有限责任公司完成了工程的设初设计报告，并取得了四川省交通运输厅公路局的批复（交路工〔2012〕254号）。

根据国家水土保持法律法规的有关规定，2011年12月，剑阁县交通运输局委托四川金原工程勘察设计有限责任公司编制了《国道108线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案报告书》（送审稿）；并于2012年3月，通过了四川省水利厅组织专家审查，于2012年3月中旬完成了《国道108线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案报告书》（报批稿），并于2012年3月23日，获得四川省水利厅《关于国道108线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案的批复》（川水函〔2012〕393号）（详见附件1）。

国道108线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程起于剑阁县城南郊三江口平面交叉，以两河口、凉水沟电站、缶缶塘、凉水沟水库、大吊岩、剑雄水库、土地老爷梁、弥家湾、弥家梁、母家湾、抄手铺乡场镇、刘家河、三江口大桥为主要控制点，止于三江口大桥南岸桥头，全长30.03km。

国道108线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程起于剑阁县城南郊三江口平面交叉，以两河口、凉水沟电站、缶缶塘、凉水沟水库、大吊岩、剑雄水库、土地老爷梁、弥家湾、弥家梁、母家湾、抄手铺乡场镇、刘家河、三江口大桥为主要控制点，止于三江口大桥南岸桥头，全长30.03km。

全线采用二级公路60km/h的设计速度，剑阁县城南郊三江口至G108线分离处，桩号K00+000~K1+300，路基宽度为20m。桥梁宽度与路基同宽，桥梁设计荷载为公路I级，路面采用沥青混凝土路面。

本项目属建设类线型项目，项目由主体工程（包括路基工程、路面工程、桥涵工

程等)、临时工程(包括施工临时设施、施工便道、弃渣场等)组成。路线全长 30.03km, 全线新建桥梁 13 座(大桥 3040.47m/12 座, 中桥 56.04m/1 座)、隧道 2 座(1201.48m), 设钢筋混凝土盖板涵 83 道(2024.21m/83), 全线设平面交叉 7 处; 设施工临时设施 13 处, 弃渣 2 处, 施工便道 5.50km。

公路改建工程估算总投资 81652.36 万元, 其中土建投资 61366.49 万元, 全部由剑阁县自筹资金。

2013 年 12 月开工建设, 并于 2015 年 12 月完成主体工程建设。主体施工期间, 主体监理单位对主体工程中涉及的水土保持工程一并开展了监理工作, 同时建设单位组织专人同步开展了水土保持监测工作; 2016 年 1 月至今, 项目进行了试运行和养护等工作。2019 年 8 月, 建设单位委托四川中腾达工程勘察设计有限公司承担项目后续工程水土保持补充监测工作。2019 年 9-10 月, 剑阁县交通运输局结合监测意见, 对工程建设所涉及到的水土保持措施进行了自查初验。针对自查工作中发现的问题, 进行了整改。

我单位收到业主委托开展补充监测工作任务后, 成立了国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持监测项目组, 针对该项目实际情况, 落实各项监测工作, 明确责任到人, 详细分工。根据《水土保持监测技术规程》等技术规范的要求、结合《国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案报告书(报批稿)》、历史卫星图片、以及部分施工技术资料, 调查了工程区水土流失现状和水土保持措施实施情况, 并依据项目实际情况布置了 5 个调查点位, 其中 1 个简易坡面侵蚀沟法水土流失量样地、4 个植物样地和 5 个巡查点位, 对项目区的水土流失状况、水土保持措施效益进行了全面调查监测。

监测项目部组织有关技术人员分别于 2019 年 8 月-9 月对现场进行了 2 个月的地面观测和多次调查, 2019 年 9 月完成了公路的调查监测工作。通过监测, 我公司根据结合本工程情况, 对监测期间的水土保持监测数据进行检查核实, 确保监测成果的质量。监测工作完成之后, 及时对监测获得的数据进行了分析和深入细致的探讨, 并按

照《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》和结合《国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案报告书 (报批稿)》,组织技术人员编写本项目工程的监测总结报告,并于 2019 年 9 月顺利完成了监测总报告的编写工作。

水土保持监测特性表

表 1-1

主体工程主要技术指标				
项目名称	国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程			
建设规模	新建道路全长 30.029km。路基宽 12m, 占地面积 93.18hm ²	建设单位、联系人	剑阁县交通运输局 林艳/13518333983	
		建设地点	剑阁县	
		所属流域	嘉陵江流域	
		工程总投资	81652.36 万元	
		工程总工期	25 个月	
水土保持监测指标				
监测单位	四川中腾达工程勘察设计有限公司	联系人及电话	曹军/18381639808	
自然地理类型	亚热带湿润季风气候区	防治标准	建设类一级	
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	调查监测	2.防治责任范围监测	实地测量
	3.水土保持措施情况监测	调查监测	4.防治措施效果监测	调查监测
	5.水土流失危害监测	调查监测	水土流失背景值	2300t/km ² · a
方案设计防治责任范围	93.18hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² · a	
水土保持投资	8269.68 万元	水土流失目标值	500t/km ² · a	
防治措施	<p>一、工程措施:</p> <p>1 路基工程区 表土剥离 3.12 万 m³、绿化覆土 3.12 万 m³。 浆砌片石排水沟: 新建 M7.5 浆砌片石排水沟长度 13047m, C15 现浇混凝土边沟长度 31574m, M7.5 浆砌片石截水沟 19229m; 新建骨架护坡 75030 m²。</p> <p>2、桥涵工程区: 表土剥离 0.85 万 m³, 绿化覆土 0.85 万 m³。</p> <p>3、施工临时设施区 土地整治 4.23hm², 表土剥离 1.17 万 m³, 绿化覆土 1.17 万 m³。</p> <p>4、施工便道区 土地整治 3.13hm², 开挖前对有表土存在的区域进行剥离 0.97 万 m³, 临时堆放于个施工便道附近, 用于后期绿化覆土。</p> <p>5、弃渣场区 表土剥离: 对弃渣场表土剥离 0.88 万 m³, 施工结束后进行覆土整地绿化; 挡渣墙: 修筑 M7.5 浆砌块石挡墙挡渣墙 751m; 浆砌块石排水沟: M7.5 浆砌石排水沟 948m、浆砌块石沉砂池 4 口。</p> <p>二、植物措施</p> <p>1、路基工程区: 乔木 3993 株, 灌木 8116 株, 攀援植物 164821 株, 地被灌草 45274m²。</p> <p>2、桥涵工程区: 撒播草籽面积 2.20hm²。</p> <p>3、施工临时设施区: 撒播草籽 4.11hm²。</p> <p>4、施工便道区: 撒播草籽面积 3.13hm²。</p> <p>5、弃渣场区: 撒播草籽 3.06m², 栽植灌木 3400 株。</p>			

		<p>三、临时措施</p> <p>1、路基工程区：临时排水沟长度 6500m。沉沙凼 54 口；密目网 155000m²。</p> <p>2、桥涵工程区：临时排水沟 750m，沉砂池 13 口；土地挡土墙 2600m³，边坡密目网遮盖 6500m²。</p> <p>3、施工临时设施区：临时排水沟 1500m，土袋挡墙为 660m³，密目网遮盖约 12000m²。</p> <p>4、施工便道区：临时排水沟 22000m，土袋挡墙为 560m³。</p> <p>5、弃渣场区：土袋挡墙 220m³，密目网遮盖 7800m²，马道设置临时排水沟 2050m。</p>								
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	99.88%	防治措施面积	35.37 hm ²	永久建筑物及硬化面积	57.81 hm ²	扰动土地总面积	93.31 hm ²
		水土流失总治理度	98	99.86%	防治责任范围面积	93.31hm ²		水土流失总面积		93.31hm ²
		土壤流失控制比	1.0	1.67	工程措施面积	0.78hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² ·a	
		林草覆盖率	28	99.73%	植物措施面积	34.59hm ²	监测土壤流失情况		300t/km ² ·a	
		林草植被恢复率	99	99.63%	可恢复林草植被面积	34.72hm ²	林草类植被面积		34.59hm ²	
		拦渣率	95	37.07%	实际拦挡弃渣量	11.15 万 m ³	总弃渣量		11.18 万 m ³	
	水土保持治理达标评价	6 项防治指标均已达标，总体达标								
总体结论	项目建设区监测重点为路堑边坡，临时堆土场；建设期监测结果表明水土流失 6 项防治指标均已达标，总体达标；在恢复期应继续对植物措施实施情况进行监测。									
主要建议		1)加强路堑裸露边坡的绿化和后期管理养护；2) 注意周边排水措施和土壤侵蚀监测。								

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

1.1.1.1 地理位置

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程位于广元市剑阁县，起于剑阁县城南郊三江口平面交叉处，自北向南止于剑阁县普安镇三江口大桥南岸桥头，周边道路较完善，交通便利。



1.1.1.2 主要技术指标

项目名称：国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程

项目地点：广元市剑阁县下寺镇、普安镇

建设单位：剑阁县交通运输局

建设规模及建设内容：本线起于剑阁县城南郊三江口平面交叉处，起点桩号 K0+00，自北向南以两河口、凉水沟电站、岳岳塘、凉水沟水库、大吊岩、剑雄水库、土地老爷梁、弥家湾、母家湾、抄手铺乡民主水库、刘家河、三江口大桥为主要控制点，止于剑阁县普安镇三江口大桥南岸桥头，终点桩号 K30+559.175，

路线全长 30.029km。工程建设内容主要包括道路工程（路基工程、路面工程）、桥梁工程（公路桥）、涵洞工程、照明工程、绿化工程等。

1.1.1.3 工程总投资

项目可研批复工程总投资 81652.36 万元，土建投资 61366.49 万元，资金来源于争取部省资金和地方自筹。

1.1.1.4 项目组成及布置

一、总体布置

本工程起于剑阁县城南郊三江口平面交叉处，起点桩号 K0+00，自北向南以两河口、凉水沟电站、缶缶塘、凉水沟水库、大吊岩、剑雄水库、土地老爷梁、弥家湾、母家湾、抄手铺乡民主水库、刘家河、三江口大桥为主要控制点，止于剑阁县普安镇三江口大桥南岸桥头，终点桩号 K30+559.175，路线全长 30.029km。路基宽 12m（起点剑阁新县城段约 1.255 公里采用 20 米），全线新建桥梁 13 座（大桥 3040.47m/12 座，中桥 56.04m/1 座）、隧道 2 座（1201.48m），平面交叉 7 处。公路等级为二级公路、设计速度为 60km/h。

所经主要河流及水库：两河口、三叉河、剑雄水库、民主水库、李家河、闻溪河。与公路、铁路交叉情况：路线于 K0+000~K1+262.5、K18+800~K20+800 段利用原 108 国道改扩建，沿线未与铁路交叉。

二、项目组成

本工程建设内容主要包括道路工程（路基工程、路面工程）、桥涵工程（公路桥、涵洞工程）、照明工程、绿化工程等。

表 1.1-2 项目组成表

组成名称	建设内容	占地面积 (hm ²)	备注
路基工程区	线路全长 30.03km	79.33	
桥涵工程	新建大桥 12 座，3040.47/12；新建中桥 1 座（56.04/1）新建涵洞 83 道（2024.21/83）	8.73	
隧洞工程	新建隧道 2 座：1201.48m/2 处	0.40	
		88.46	

1、路基工程

(1) 线路走向

工程起于剑阁县城南郊三江口平面交叉处，起点桩号 K0+00，自北向南以

两河口、凉水沟电站、岳岳塘、凉水沟水库、大吊岩、剑雄水库、土地老爷梁、弥家湾、母家湾、抄手铺乡民主水库、刘家河、三江口大桥为主要控制点，止于剑阁县普安镇三江口大桥南岸桥头，终点桩号 K30+559.175，路线全长 30.029km。路基宽 12m（起点剑阁新县城段约 1.255 公里采用 20 米），全线新建桥梁 13 座(大桥 3040.47m/12 座，中桥 56.04m/1 座)、隧道 2 座(1201.48m)，平面交叉 7 处。

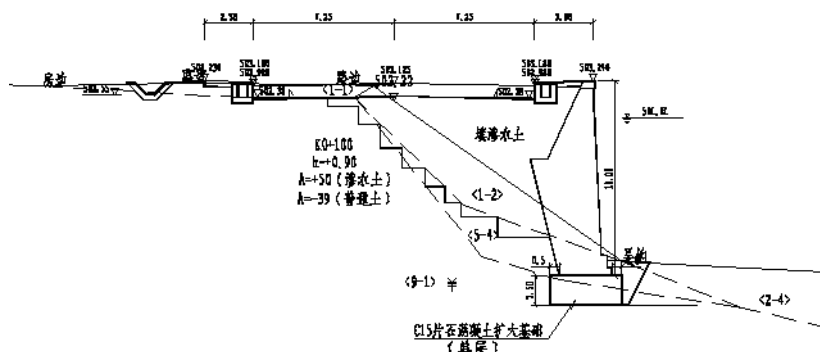
(2) 路基路面

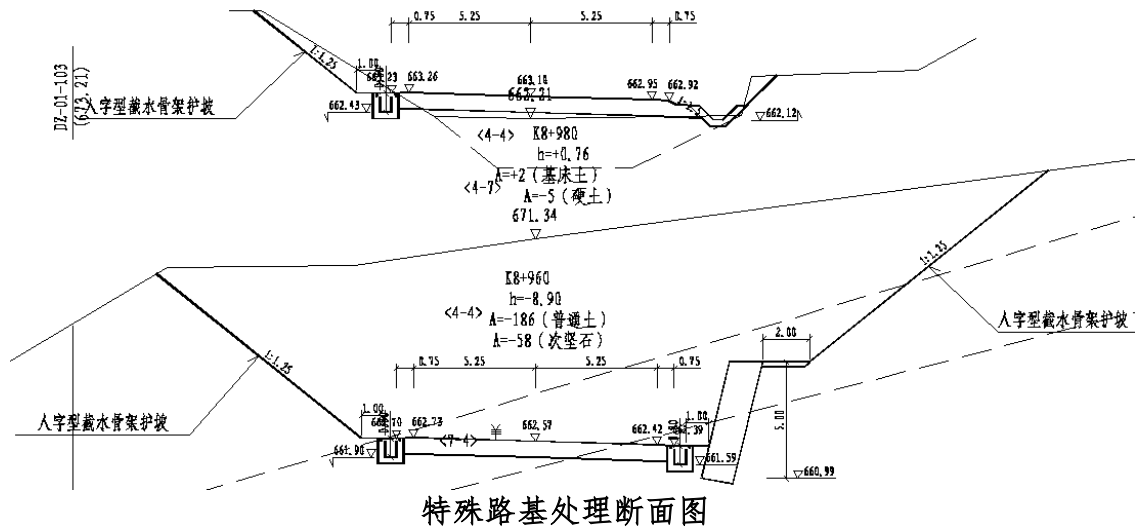
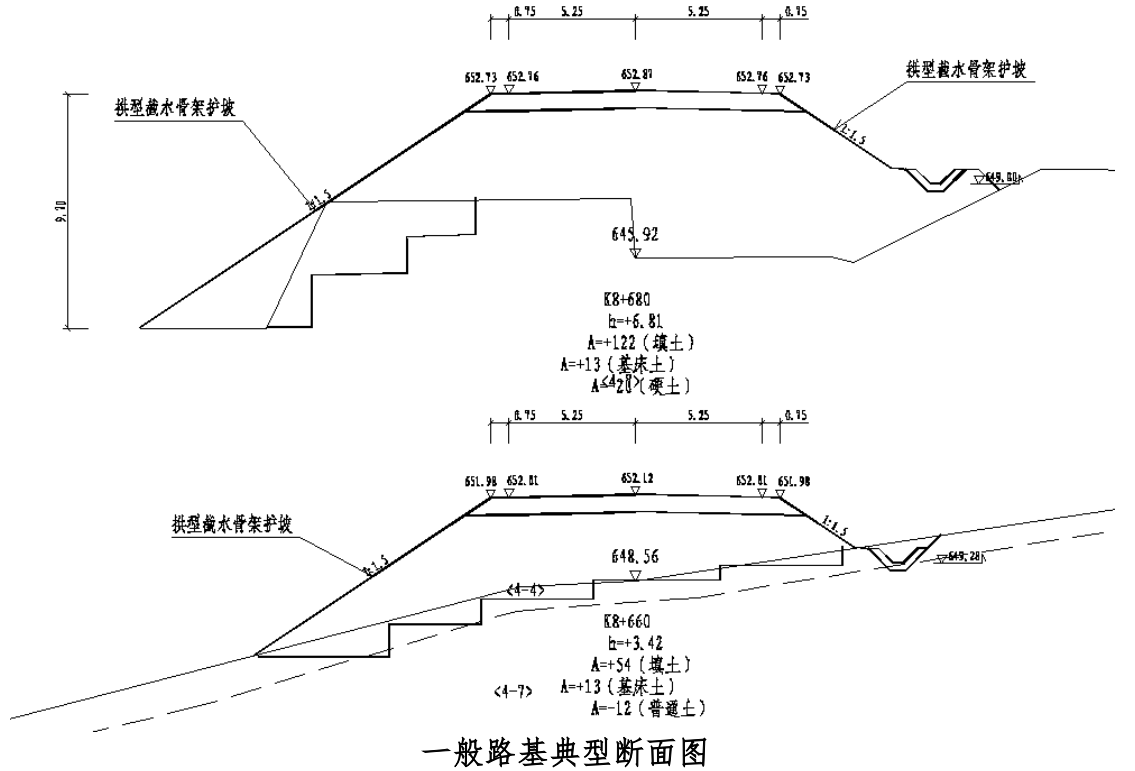
1) 路基断面

按照《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)设计速度为 60km/h 的二级公路路基横断面几何尺寸的规定，以及本项目工程可行性研究报告中所预测的交通量及当地的实际需要，确定整体式路基宽度为 12m，不设置分离式路基。

其路幅构成为：0.75m 土路肩+1.75m 硬路肩+2×3.5m 行车道+1.75m 硬路肩+0.75m 土路肩 =12m。

前 1.255 公里其路幅构成为：2.5m 人行道+2×3.5m 行车道+0.5m 双黄线+2×3.5m 行车道+2.5m 人行道+0.5m 栏杆=20m。





2) 路面横坡

行车道、路缘带和硬路肩均为 2%，土路肩为 4%。

3) 路基设计标高、加宽、超高方式及渐变路基未设加宽及超高，路基设计标高为路面中线标高。

沿河及其它可能被水浸淹的路基，其路肩设计高程应高出设计水位加波浪侵袭高加壅水高加 0.5m。路基设计洪水频率为 1/50。加宽及超高：本工程主线路基为 2 类加宽。

4) 基防护方案

①填方路基边坡

一般填方路段：当路基填土高度 $\leq 4.0\text{m}$ 时，直接采用灌草护坡；当填土高度 $H \geq 4.0\text{m}$ 时，采用拱形型骨架护坡。

高填方路段：对于高填方土石混合料路基边坡，采用拱形型骨架护坡；对于高填方填石路堤，边坡采用块石码砌，在其外侧表面覆盖耕种土再绿化防护。

陡坡填方路段：为增加路堤的稳定性，采用清除表层松散软覆盖土，夯实基底，并开挖台阶，并分层铺设土工格栅；根据实况在陡坡坡脚设浆砌护脚、衡重式挡墙、桩基托梁等支挡结构。同时考虑设置边沟、截水沟、砂砾盲沟等排水设施以阻止地面水浸湿基底，有条件时可酌情考虑设置生态挡墙。

沿线池（鱼）塘、溪河路段均采用浆砌片石护坡或浆砌挡墙防护。

②一般挖方边坡和深路堑边坡

路基挖方边坡的处理是本工程应重点考虑的问题之一。从环保和环境要求出发，首先应做好坡面形状的处理，避免出现刀削似的痕迹，挖方边坡的坡面与地面的结合部应采用变化的坡率并尽可能做成弧形。边坡防护应避免采用圪工或喷浆满铺到顶，必要时，第一级可采用圪工挡墙，其上应结合地质情况采用生态防护或工程防护与生态防护相结合的方案。

挖方路段边坡根据不同的山体石质、边坡率，经稳定分析判定后，采用不同的坡面防护措施。

稳定性好的边坡，当路基挖方高度 $\leq 4.0\text{m}$ 时，直接采用灌草护坡；当填土高度 $H \geq 4.0\text{m}$ 时，采用人字形型骨架护坡。

欠稳性的边坡，增补支挡加固或经刷坡放缓处理。

稳定性较差的边坡，必须增加锚杆框架梁护坡防护和锚索框架梁护坡防护等工程措施保证边坡稳定，并通过坡面喷播灌木达到绿化和防护的效果。

③挡土墙

当地面横坡较陡、两线并行不等高或受建筑物控制等不能放坡路段设置挡土墙收坡。挡土墙结合地形、地基承载力等因素选取，一般采用重力式，最大墙高不宜超过 12.0m。

当路堑边坡大于 10m，土质及风化破碎软质岩边坡控制在 20m 以内，软质岩边坡控制在 25m 以内，硬质岩边坡控制在 30m 以内。可采用路堑挡土墙进

行防护,最大墙高不宜超过 12.0m。如边坡大于以上高度时,按深路堑进行个别设计。本线挡土墙均采用 C25 片石混凝土浇筑。

5)、路基、路面排水系统及防护工程

路基排水应结合桥涵等排水设备,并与自然沟槽水系形成合理网络,同时考虑当地农田水利设施,不使农田失灌或冲毁。地面排水设计流量计算按 1/15 洪水频率进行考虑。路基排水不能排入鱼塘、受水源保护的沟渠、河流中。

①前 1.3 公里边沟采用 C20 混凝土矩形盖板沟,其余路堑边沟采用矩形 C15 混凝土盖板沟。沟底宽 0.5m,沟深 0.8m。每块盖板长 0.5m,宽 0.8m,采用 C25 钢筋混凝土预制。并设 1.0m 碎落台。

②堑顶迎水侧视汇水量大小确定设截水沟,地面横坡不明显时两侧堑顶设截水沟,截水沟内边缘至堑顶距离不小于 5.0m。堑顶截水沟采用梯形沟,沟深 0.6m,沟底宽 0.4m 或 0.6m,沟壁坡率为 1:1。当堑顶截水沟地形陡峻时可改为矩形沟,挖方边坡堑顶地表低凹处边坡应增设急流槽。

③路堤两侧排水沟原应拉通设置。荒山路堤横坡下方侧,除引导需要外,一般不设排水沟,地表水通过自然坡面排离路基。排水沟采用梯形沟,沟深 0.6m,沟底宽 0.4m,沟壁坡率为 1:1。当坡脚外设排水沟时,坡脚与排水沟内边缘设宽 1.0~2.0 米的排水沟平台(护坡道),并设置 3%向外倾斜的横坡。

④路堑的边坡平台设平台截水沟,平台截水沟由挡水垛、平台及坡脚基础形成截面尺寸一般为 0.4m(宽)×0.4m(高)的直角梯形截水沟。堑顶截水沟、路堤排水沟均采用 M7.5,厚 0.3m。

⑤路面排水

路面排水主要由路拱横坡和路线纵坡表面自然排至路基边沟内。

(3)、路面结构设计。

1) 路面设计主要标准

道路等级:	二级公路
路拱横坡:	2%
标准轴载:	BZZ-100
路面类型:	沥青混凝土路面
设计使用年限:	12 年
设计计算指标:	设计弯沉值和各结构层弯拉应力

公路自然区划： V2 四川盆地中湿区

路面使用性能气候分区： 夏炎热冬温潮湿区

表 1.1-3 一般路基段路面结构层组成及厚度表

层位	结构层材料	厚度		备注
上面层	细粒式沥青混凝土 AC-13C	4cm	SBS	改性沥青
下面层	中粒式沥青混凝土 AC-20C	6cm		
下封层	改性沥青沥青同步碎石 封层	0.8cm		
基层	4.0%水泥稳定碎石	20cm		
底基层	3.0%水泥稳定碎石	20cm		
垫层	未筛分碎石	20cm		

人行道：面层 6cm 人行道彩砖，水泥砂浆 2cm，基层 20cm 4.0%水泥稳定碎石。

2、桥梁涵洞

根据推荐路线方案沿线河流及沟谷分布、桥位地形及地质条件、沟谷及河段形态等,推荐路线方案新建大桥 12 座、中桥 2 座,利用大桥 1 座。沿线新建涵洞 83 道 (2024.21m/83)。

设计推荐桥位、桥型结构及孔跨布置方案基本合理,原则同意设计推荐的桥型结构及桥跨布置方案:

表 1.1-4 新建桥梁统计表

序号	中心桩号	桥名	孔数及跨径	结构类型
1	K1+337	两河口大桥	5×25	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
2	K 3+305	凉水沟 1#大桥	3×30+3×30+4×30	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
3	K 4+078	凉水沟 2#大桥	5×25	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
4	K 4+530	凉水沟 3#大桥	6×25	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
5	K 4+928	缶缶塘中桥	2×25	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
6	K 5+415	水碾河大桥	4×30	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
7	K 6+587	桐子坝大桥	4×30+4×30	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
8	K 10+285	三叉河大桥	13×30	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
9	K 11+275	杨家庄大桥	11×30	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
10	K 14+530	剑雄大桥	14×30	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
11	K 21+725	民主水库 1#大桥	8×25	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基
12	K 22+030	民主水库 2#大桥	5×25	混凝土 T 梁: 柱式墩、U 型桥台、桩基

13	K 27+345	刘家河大桥	6×30+6×40	混凝土 T 梁: 桩柱式墩、 空心墩
----	----------	-------	-----------	-----------------------

3、隧道工程

新建隧洞 2 座，刘家店隧道 297/1 和大吊岩隧道 903/1。

刘家店隧道进口里程 K4+145，出口里程 K4+442，隧道全长 297m。

隧道位于剑阁县下寺镇凉水沟水库大坝下游峡谷内，地形陡峭，陡崖多，全长 295 米，最大埋深超过 45 米。基岩裸露。隧道进口为桥接隧，出口为隧接桥。

隧道进口：从剑阁县下寺镇出发，沿国道 108 线向普安方向 1.3km 向右，沿土路到凉水沟电站步行 1.2 公里即到，由于沿途道路崎岖，路况较差，交通条件较差。隧道内路线纵坡采用 1.000%的单向坡（上坡）。

大吊岩隧道进口里程 K9+090，出口里程 K9+993，全长 903m。

隧道位于剑阁县剑门关镇大吊岩，隧道进口位于刘家角。隧道长约 903m，最大埋深 155m。距进口处 500 米外的刘家角有机耕便道路至吊岩电站延伸出村，路况较差，交通条件较差。出口位于龙王潭水库上游支沟，出口外侧 700m 外大后木坪村有机耕便道路通往村外。隧道纵坡设计

技术标准

根据《公路工程技术标准》(JTGB01-2003) 和《公路隧道设计规范》

(JTGD70-2004) 拟定，决定采用以下技术指标。隧道内路线纵坡采用 1.161%的单向坡（上坡）。

- (1) 公路等级：二级公路。
- (2) 隧道设计速度：60km/h。
- (3) 隧道建筑限界

项目	净宽(m)	净高(m)	行车道(m)	侧向宽度(m)	人行道(m)
主洞	13.00	5.0	3.50, 2	2.00+2.00	1.00+1.00

- (4) 隧道路面横坡：单向坡或人字坡。
- (5) 隧道内最大纵坡：1.161%；最小纵坡：1.000%。
- (6) 洞内中间段照明亮度：1.5cd/m²

4、路线交叉

施工图设计结合本线实际情况，全线设平面交叉 7 处，均采用加辅转形式，加辅转角弯道半径设置均大于 15 米。其余等外级道路、机耕道与正线交叉共 13 处，均计入改移道路中。

5、交通工程及沿线设施

为保证车辆安全行驶，防止和减少交通事故以及保证交通运营的顺畅运行，在全线设计交通安全设施，等级为 B 级。主要内容包括：交通标志、道路标线、防护栏、信号灯等。结合本公路的特点并配合全线土建工程力求做到安全、明了、舒适、经济、美观。

对路侧填土高度大于 4m，小于 10m；路侧有湖泊、河流的路段或者有重要构造物的路段（如桥梁、涵洞等），和下坡段（纵坡大于 3.5%）以及小半径弯道外侧，设置 B 级加强型波形梁护栏，立柱间距 2m；在挡墙段设置 A 级波形梁护栏，立柱间距 2 米，路侧填土高度大于 10m 或在特别危险路段为避免发生单车特大事故或重大二次事故，设置混凝土护栏。

B 级路侧波形梁护栏由二波波形梁板（310mm×85 mm×3mm）、立柱（ \varnothing 114 mm×4.5 mm）和托架（300 mm×70 mm×4.5 mm）等组成。

A 级路侧波形梁护栏由二波波形梁板（310mm×85 mm×4mm）、立柱（ \varnothing 140 mm×4.5 mm）和防阻块（196 mm×178 mm×200mm×4.5 mm）等组成。

1.1.1.5 施工工期

可研阶段计划 2012 年 6 月开工，2014 年 5 月竣工，总工期 24 个月。

工程实际于 2013 年 12 月开工建设，于 2015 年 12 月完工，工期 25 个月。

1.1.1.6 土石方平衡

（1）水土保持方案批复情况

根据批复，工程土石方开挖总量 142.91 万 m^3 （自然方，下同），填方总量 119.86 万 m^3 ，综合利用 13.12 万 m^3 （其中表土利用 7.31 万 m^3 ），弃方 9.92 万 m^3 运至弃渣场堆放，沿线共设置 2 个弃渣场。土石方平衡见表 1.1-5。

（2）实际情况

根据工程施工、监理及完工验收资料，本工程总挖方 217.91 万 m^3 （其中表土剥离 6.98 万 m^3 ），填方 109.02 万 m^3 （其中表土利用 6.98 万 m^3 ），弃方 108.89 万 m^3 ，其中约 97.71 万 m^3 土石方外运综合利用，11.18 万 m^3 运至弃渣场堆放，共设置 2 个弃渣场。完工土石方平衡见表 1.1-6。

水土保持方案批复的土石方平衡表

表 1.1-5

单位: 万 m³

序号	项目	开挖土石方			回填土石方			调入		调出		弃方	
		小计	表土剥离	开挖	小计	绿化覆土	回填	数量	来源	数量	去向	数量	去向
一	道路工程区	130.65	3.59	127.06	117.83	3.59	114.24					12.82	弃渣场 7.01、 协议回填 2.90
二	桥涵工程	3.32	0.02	3.30	0.41	0.02	0.39					2.91	弃渣场
三	施工便道	3.90	0.94	2.96	3.90	0.94	2.96						
四	施工场地	3.75	1.53	2.22	3.75	1.53	2.22						
五	弃渣场	1.28	1.23	0.05	1.28	1.23	0.05						
	合计	142.90	7.31	135.59	127.17	7.31	119.86					15.73	弃渣场 9.92、协议回填 5.81

工程实际土石方平衡表

表 1.1-6

单位: 万 m³

序号	项目	开挖土石方			回填土石方			调入		调出		借方		弃方	
		小计	表土剥离	开挖	小计	绿化覆土	回填	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
一	道路工程区	207.99	3.12	204.87	101.18	3.12	98.06							106.81	弃渣场 9.10、 协议回填 97.71
二	桥涵工程	3.52	0.85	2.67	1.44	0.85	0.59							2.08	弃渣场
三	施工便道	3.10	0.97	2.13	3.10	0.97	2.13								
四	施工场地	2.20	1.17	1.03	2.20	1.17	1.03								
五	弃渣场	1.10	0.88	0.22	1.10	0.88	0.22								
	合计	217.91	6.98	210.93	109.02	6.98	102.04							108.89	弃渣场 11.18、 协议回填 97.71

1.1.1.7 工程占地

1、水土保持方案批复情况

本项目共占用土地面积 97.66hm²，其中永久占地 88.46hm²，临时占地 9.20hm²。

占地类型主要为耕地 21.63 hm²，林地 55.97 hm²，其他土地 14.30 hm²，交通运输用地 4.58hm²，住宅用地 0.92hm²，水域水利设施用地 0.26hm²。

方案批复工程占地面积统计表

表 1.1-3

单位: hm²

占地性质	项目组成	占地类型 (hm ²)						
		耕地	林地	其他土地	交通运输用地	水域水利设施用地	住宅用地	小计
永久占地	路基工程	17.99	48.18	8.13	4.54	0.05	0.84	79.73
	桥涵工程	2.43	4.94	1.03	0.04	0.21	0.08	8.73
临时用地	施工便道工程	0.67	0.85	1.48				3.00
	施工场地工程	0.22	1.11	1.74				3.07
	弃渣场区	0.32	0.89	1.92				3.13
	小计	1.21	2.85	5.14	0.00	0.00	0.00	9.20
合计		21.63	55.97	14.30	4.58	0.26	0.92	97.66

(2) 实际情况

工程实际占地面积总计 93.31hm²。其中永久占地共计 82.62hm²，临时占地共计 10.69hm²。占地类型包括：耕地 20.99 hm²，林地 46.18 hm²，其他土地 20.48hm²，交通运输用地 3.99hm²，住宅用地 0.86hm²，水域水利设施用地 0.81hm²。

工程实际占地面积统计表

表 1.1-4

单位: hm²

占地性质	项目组成	占地类型 (hm ²)						
		耕地	林地	其他土地	交通运输用地	水域水利设施用地	住宅用地	小计
永久占地	路基工程	20.04	34.27	18.79	3.95	0.60	0.8	78.45
	桥涵工程	0.43	2.40	1.03	0.04	0.21	0.06	4.17
临时用地	施工便道工程	0.27	2.95	0.18				3.40
	施工场地工程	0.12	3.77	0.34				4.23
	弃渣场区	0.13	2.79	0.14				3.06
	小计	0.52	9.51	0.66				10.69
合计		20.99	46.18	20.48	3.99	0.81	0.86	93.31

1.1.1.8 移民安置和专项设施改(迁)建

工程建设需拆迁各类建筑物 8080m²，拆迁电力、通讯线路 21.65km，由地

方政府解决拆迁问题，并负责由此产生的新增水土流失治理，未纳入本项目，不考虑移民安置和专项设施改建的影响。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 自然条件

1 地形地貌

剑阁县境内地势西北高、东南低，地形起伏大。地貌形态差异悬殊，北部属单斜中低山窄谷区，约占区域总面积的 11.1%，海拔多在 800~1330 米之间；中部的台梁低山宽谷区，约占区域总面积的 62.2%，海拔多在 600~1100 米；南部属低山槽坝深丘区，海拔 500~800 米，约占区域总面积的 26.7%。地貌类型以低山地貌为主。平均海拔 540 米。总体地势北高南低，在地形上表现了北部高中山向南部中低山渐次过渡的特征。小地貌单元主要为北部构造剥蚀中山及侵蚀 V 型河谷地貌。

本项目位于四川盆地西北部，海拔一般在 550~850 之间，路线走向由北西往南东，基本上沿丘间沟谷、缓坡低丘布设，所经地区为构造侵蚀低山丘陵槽谷地貌。路线自起点下寺（地面高程 490m）上坡爬行拔高至 K17+050 附近（高程地面高程 815m），尔后下坡行至普安终点（地面高程 490m），总体上路线呈人子坡形态。

起点（下寺镇三江口-汉阳铺）属跌置式单斜低山河谷，汉阳铺-普安属深丘向低山过渡带。总体地势东北高，西南低，一般海拔约 490 至 900 米，河谷切深达 100 至 400 米，线路总体沿沟谷两岸斜坡穿行展布。该区因受西北面龙门山构造带隆升挤压的影响，具单斜构造特征，地形形态特征主要表现为低山及沟谷地形，植被茂密，背坡陡峭。

2 地质

1、区域地质

工程区位于剑阁县，区域构造属于扬子地台川西前陆盆地北西部位与龙门山推覆造山带的过渡地带，西北受龙门山断裂影响，东受巴中莲花状构造控制，西南受绵阳扫帚状构造制约，区内构造形态单一，岩层平缓，倾角 5° - 25° ，多见垂直节理，裂隙不发育。剑阁县域西北为龙门山断裂影响区域，路线处于剑阁县

东南，区内褶皱岩层倾角自北而南逐渐减缓，由北部 $8^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 逐渐变为南部 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ ，未见大的构造断裂，地质构造相对简单，区域稳定性较好。适宜公路工程建设。

2、地层与岩性

测区分布岩性有第四系坡崩积、坡残积、冲洪积粉质黏土、碎石土、块石土、卵石土，局部为人工填筑土和弃土；下伏基岩为白垩系下统剑阁组 (K_{1jn})、白垩系下统剑门关组 (K_{1j})、侏罗系中统遂宁组 (J_{2sn}) 和上统莲花口组 (J_{3l}) 砂岩、砾岩、泥岩互层或夹层状产出。

3、地震及不良地质现象

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 查得，项目区抗震设防烈度为 VII 度，设计基本地震加速度值为 $0.10g$ ，地震动反应谱特征周期为 $0.40s$ 。设计地震分组为第二组。

项目场地属于地震波及区且远离龙门山大断裂，地形平坦，地貌单一，历史上无破坏性地震发生，2008 年“5.12”汶川 8.0 级地震期间未遭受破坏性震害，区域相对稳定。据四川省地勘局川西北地质队 1:5 万广元市城市地质区调资料，深部无大的断裂构造从场地及附近区域通过，新构造运动也只表现为缓慢升降运动。

4、水文地质条件

根据含水岩组的岩性，贮水构造以及地下水水动力条件，测区地下水类型主要有：第四系松散岩类孔隙水、基岩风化裂隙水等类型。

(1) 第四系松散岩类孔隙水

1) 水量丰富段：主要分布清江河两岸及支流谷底，由冲洪积砂卵石层组成含水层，含水量较大，水量丰富，主要接受河水及大气降水补给。

2) 水量不丰富段：含水层厚度较小，为全新统残、崩坡积层，普遍而零星地分布于山坡斜坡及坡脚，富水性差，水量小，排泄条件较好。地下水接受大气降水及基岩裂隙水补给，仅在降雨期间于陡坡、陡崖处呈浸润或小股状产出。

(2) 基岩裂隙水

基岩风化裂隙水受含水岩层、岩石性质、地质构造、地形地貌条件所影响。

1) 碎屑岩构造裂隙潜水

主要分布于侏罗系莲花口组、白垩系剑门关组地层中，由砂岩、砾岩组成含水层，岩石裂隙率 1~2%，地下水径流模数 0.5~10L/s·Km²。其主要接受大气降水及附近高位地下水补给，经裂隙径流，于陡壁或低洼沟谷处排泄。

2) 风化带裂隙水

分布于侏罗系、白垩系地层中，由泥岩为主夹砂岩组成含水层，地下水赋存于表层风化裂隙带中，该类地下水水量小，埋深浅，地下水贫乏，泉流量一般 0.01~0.05L/s，地下水径流模数 0.2L/s·Km²。其主要接受降水补给，经短暂径流后，于斜坡或低洼沟谷处排泄。

总体上砂岩、砾岩含少量裂隙水外，泥岩为相对隔水地层，含水量小。

5、不良地质及特殊性岩土

起点-K10+000 段内地形相对复杂，K10+000-终点段简单，地势平缓。全线不良地质以岩堆、危岩落石、顺层为主。分布段落和特征、工程处理措施建议如下：

表 1.2-1 全线不良地质分布表

分布里程	分布特征	对路线的影响评价	工程对策建议
K1+460-K2+460 左侧 150-右侧 80m	沿斜坡陡缓交界附近“裙边状”分布，以斜坡上部零星崩落堆积而成，粉质黏土为主，夹孤石，孤石块径最大达 5*8*10m，砂岩及砾岩质成分。岩堆厚度 0-6m，零星散布。	天然稳定性较好，扰动后易形成工程滑坡，厚度变化大。路基边坡采用支挡防护后对路线影响小。	宜填方或浅挖方通过中下部，避免形成连续拉槽临空面而导致人工滑坡；分段开挖，边坡及时支挡。
K2+460-K2+800 左侧 50-250	以斜坡上部零星崩落堆积而成，块石土为主，孤石块径最大达 3*5*5m，砂岩及砾岩质成分。	天然稳定性较好，扰动后易形成工程滑坡。线路处于岩堆下方通过。	远离路线，但处于高位，堑顶宜做适当的拦挡措施。
K2+900-K3+300 左侧 100-右侧 40m	沿斜坡陡缓交界附近“裙边状”分布，以斜坡上部零星崩落堆积而成，块石土为主，孤石块径最大达 5*5*5m，砾岩质成分。	天然稳定性较好，扰动后易形成工程滑坡。线路处于岩堆体上通过。路基边坡采用支挡防护后对路线影响小。	宜低填浅挖通过，避免形成连续拉槽临空面而导致人工滑坡；分段开挖，边坡及时支挡。
K2+500-K3+300 右侧 40-500m	呈长条舌状分布，因具有顺层环境而汇水软化层间泥岩导致滑坡，部分滑体被河流冲刷，尚存滑体以块石土为主，厚度 0-20m。	整体稳定性好，雨季洪水期尚有局部蠕动，便道坎局部表土溜坍，线路绕避为主。	线路已经绕避至对岸，无影响。
K3+820-K4+020 右侧 50-250	分布于路线右侧坡面，以块石为主。产状 N50 E/23°SE、走向与中线交角 30°，视倾角 20°，岩层为砾岩夹砂岩偶夹泥岩，附近植被茂密未见泥岩。层间综合 φ 角建议值 25°。	对路线有一定影响	局部清除和加固处理。控制挖高。

K4+020-K4+300 右 0-300m	以斜坡上部零星崩落堆积而成，块石土为主，孤石块径最大达 5*30*10m，砂岩及砾岩质成分。	天然稳定性较好，扰动后易形成工程滑坡。线路绕避通过。	远离路线。
K4+590-K4+880 右 0-300	分布于路线右侧坡面，地表以粉质黏土夹块石为主，下伏粉砂岩夹泥岩。产状 N40-70°E/20-21°SE、走向与中线交角 5-40°；视倾角 16°；岩层为砂岩夹泥岩，附近植被茂密，露头零星。层间综合 φ 角建议值 18°。	对路线有一定影响，路线应避免连续拉槽通过。	控制挖方高度。低填浅挖通过
K5+400-K5+700 右 0-300m	分布于路线右侧坡面，地表以粉质黏土夹块石为主，滑坡主 轴 N26°W，滑体长度 300m，宽度 400m，估计厚度 0-10m。中上部有滑坡平台，坡体上植被茂密。	路线已经绕避无影响。原可研线位走行于滑坡前缘，工程以在滑体中下部加载方式通过，易导致滑坡复活。	已经绕避至河流对岸可不处理。
K7+100-K7+550 右 0-300m	分布于路线右侧坡面，地表以粉质黏土夹块石为主，下伏粉砂岩夹泥岩。产状 N68-83°E/20-21°SE、走向与中线交角 20-40°；视倾角 20°；岩层为砂岩夹泥岩，附近植被茂密，露头零星。层间综合 φ 角建议值 18°。	对路线有一定影响，禁止深挖方或连续拉槽通过。	控制挖方高度。低填浅挖通过
K7+910-K9+100	巨型古岩堆，为陡崖崩塌堆积而成，充填密实，厚度大、范围广，天然稳定性好，孤石块径最大达 10*40*20m，块石以砾岩为主。	对路线影响小，但严禁连续深拉槽通过。	控制挖方高度。低填浅挖通过
K9+100-K9+900 段左侧斜坡和陡崖	广泛散布于坡面，陡坎受节理切割局部形成倒悬崖，崖底巨型块石分布。以砾岩质为主	对路线威胁大，隧道方案洞身避免了危岩落石危害，隧道进口具有一定的危害，但具有缓冲斜坡，适当接长明洞可降低风险。	建议适当接长明洞
K11+400-+800 段左侧	受节理切割陡崖下零星散布，崖底巨型块石分布。以砾岩质为主，天然稳定性好。	对路线有一定影响	清除、加固、局部支顶、嵌补。
K24+000-K27+060 线路两侧	沿斜坡陡缓交界附近“裙边状”分布，以斜坡上部零星崩落堆积而成，粉质黏土为主，夹孤石，块径最大达 5*8*10m，砂岩及砾岩质成分。岩堆厚度 0-12m，零星散布。	天然稳定性较好，扰动后易形成工程滑坡，厚度变化大。路基边坡采用支挡防护后对路线影响小。	宜填方或浅挖方通过中下部，避免形成连续拉槽临空面而导致人工滑坡；分段开挖，边坡及时支挡。
K27+640-K28+950 线路两侧	沿斜坡陡缓交界附近“裙边状”分布，以斜坡上部零星崩落堆积而成，粉质黏土为主，夹孤石，块径最大达 5*8*10m，砂岩及砾岩质成分。岩堆厚度 0-12m，零星散布。	天然稳定性较好，扰动后易形成工程滑坡，厚度变化大。路基边坡采用支挡防护后对路线影响小。	宜填方或浅挖方通过中下部，避免形成连续拉槽临空面而导致人工滑坡；分段开挖，边坡及时支挡。

3 气象

项目区属四川盆地北部亚热带季风气候，气候温和湿润、雨量充沛、光照充足、四季分明，属亚热带湿润气候。年均气温 14.8℃，最低（1976 年）年均气温 14.1℃，最高年（1979 年）均气温 15.4℃。最低月均气温 1 月 4.2℃，最高 7

月 24.5℃。极端最高气温 36.6℃，最低温度-7.8℃。年平均降雨量 1086.60mm，最多 1583.70 mm，最少 581.30mm，5~10 月多年平均 948.80mm，占全年 87.40%，日最大降雨量 222.90mm。降雪多集中于 1~2 月，最大积雪深 10cm。风向冬天多北风，夏季多偏东、南风，多年平均风速 2.7 米/秒，瞬时最大风速 21.60 米/秒。全年无霜期 270 天，平均霜期 95 天。日照多年平均 1328.30 小时，最多 1678.90 小时，最小 921.70 小时。

4 水文特征

项目路线区地表水系为嘉陵江水系，主要为下寺河及闻溪河的次级及源头支流沟谷，呈树枝状广泛分布，为典型的山区雨洪型性沟谷河流，流量及水位随季节变化大，洪水易涨易消，搬运和冲刷能力强，河床比降大，糙率高，暴雨季节易诱发山洪。另由人工筑坝，多水库分布。

清江河古名清水，因江水清澈得名，发源于广元市西北边缘的市境内最高山大草坪(海拔 3837 米)，向东穿过唐家河自然保护区，曲折再向东经青川县青溪镇、桥楼乡、曲河乡、前进乡、红光乡、关庄镇、茅坝乡、凉山镇、七佛乡、马鹿乡、竹园镇、建峰乡进入剑阁县，再向东经剑阁县上寺乡、下寺镇进入广元市利州区，再向东经广元市利州区赤化、宝轮两镇，在广元市利州区宝轮镇和广元市元坝区昭化镇之两区边界线上注入白龙江。

清江河全长 201 公里。自源头至竹园西雁门河口为上游，长 139 公里，又称青竹江。自雁门河口至大剑水河口为中游，长 36 公里，又称黄河河。自大剑水河口至白龙江为下游，长 26 公里，又称下寺河。流域面积 2846 平方公里。河水补给以雨水和地下泉水为主，属常年性河流。多年平均流量 53.7m³/s，年径总流量 16 亿 m³。

工程区所涉主要河流为凉水沟，为清江河支流。

5 土壤

项目区地质构造复杂，矿产资源丰富，成土母质繁多，以耕作土、水稻土、新积土、黄壤为主。

剑阁县的土壤主要为黄壤，但由于全县土壤受非地带性因素影响极为强烈，即第四系冲积物的大面积覆盖和白垩系红色砂岩的出露，使得黄壤在该县分布反而不广。全县的土壤以水稻土为主，台地和山坡，主要覆盖物有黄色粘土母质，

也有部分黄色粘土层被侵蚀后形成露出白垩系砂岩。工程区土壤以黄壤为主。

6 植被

剑阁县地带性植被为亚热带常绿阔叶林。但境内植被除亚热带常绿阔叶林外，仍有落叶阔叶林、暖性针叶林和暖性竹林分布。因受人类活动的影响，现有林均为次生林，主要有马尾松、青冈林，人工林主要有松、柏、桉木、慈竹林等。由于气候温暖，土壤肥沃，适宜生长多种植物，有林木 49 科 137 种，草本植物 30 种，其中以麻柳、马尾松、青冈、杨树等数量多，珍稀名贵古树有桢楠、银杏、黄葛树等。

工程区林地主要树种为柏树、松树、桉树等，零星分布，林草植被覆盖率约 55.59%。

1.1.2.2 水土流失及防治情况

1 水土流失情况

项目区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，流失形式以面蚀为主，部分为沟蚀。根据《水利部办公厅关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（[2013]188 号，项目位于广元市剑阁县，属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区。

项目区土壤侵蚀类型区一级类型区为水力侵蚀类型区，土壤侵蚀二级类型区为西南土石山区，三级类型区为四川盆地北中部山地丘陵保土人居环境维护区。

项目区侵蚀强度以轻度和中度水力侵蚀为主，经分析项目区土壤侵蚀模数约在 $2366\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右，项目区容许土壤侵蚀模数 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

剑阁县土地总面积 3202.83km^2 ，全县有水土流失面积 1467.71km^2 ，占幅员面积的 45.80%，年土壤侵蚀总量 703.60 万 t。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》（水利部办公厅，办水保[2013]188 号），项目区所在的剑阁县属国家级水土流失重点治理区，土壤侵蚀以水力侵蚀为主，水土流失容许值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。工程区水土流失现状见表 4.3-1。（资料来源：第一次全国水利普查）

剑阁县水土流失现状表

表 1.1.2-2

单位: km²

行政区域	无明显侵蚀面积	各级强度水土流失面积						
	微 度	小计	占比 (%)	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
剑阁县	1736.62	1467.71	45.80	530.59	539.25	153.14	128.13	116.60

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理

本项目为线型项目， 本项目建设单位剑阁县交通运输局十分重视水土保持工作，在项目建设过程中始终坚持水土保持措施与主体工程“三同时”制度，从实际出发，贯彻“预防为主，保护优先，全面规划，综合防治，因地制宜，突出重点，科学管理，注重效益”的水土保持方针，采取了切实可行的水土保持管理措施、防治措施，有效保证了水土保持方案的实施。

1.2.2 “三同时”制度落实情况

建设单位十分重视水土保持工作，一定程度执行了水土保持制度，但水土保持监测工作略微滞后，具体实施的各项水土保持工作如下。

(1) 水土保持方案及后续设计与主体工程设计同步进行，在开工前编报了水土保持方案，并于 2012 年 3 月取得了水保批复。

(2) 在施工过程中，根据实际情况，合理布置了水土保持工程措施、植物措施和临时措施，防治效果良好。

(3) 在试运行期，组织开展水土保持自查自验，并委托相关三方机构开展验收调查工作。

1.2.3 水土保持方案编制情况

根据国家水土保持法律法规的有关规定，2011 年 12 月，剑阁县交通运输局委托四川金原工程勘察设计有限责任公司编制了《国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案报告书》（送审稿）；并于 2012 年 3 月，通过了四川省水利厅组织专家审查，于 2012 年 3 月中旬完成了《国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案报告书》（报批稿），并于 2012 年 3 月 23 日，获得四川省水利厅《关于国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案的批复》（川水函〔2012〕393 号）（详见附件 2）。

1.2.4 重大水土流失危害时间处置情况

工程完工后，因工程地质结构复杂，较为不稳定，在施工后 1~2 年内，局部路段存在少量塌方，管理单位根据实际情况，及时组织了相关施工方进行了维护和修理，工程未造成人员伤亡和重大经济社会危害，水土流失量在可控范围内。

1.2.5 水土保持工程后续设计情况

本项目后续的水土保持设计包含在主体工程设计中，由中铁二院工程集团有限责任公司，在主体设计中列专章进行阐述，提出了水土保持原则性要求和具体工程设计。

1.2.6 其他水土保持工作情况

(1) 水土保持方案变更情况

本项目水土保持方案是依据可研设计成果进行的编制、设计，随着后续项目设计、分期实施和现场实际情况的变化，主体工程和水土保持工程均有一定的调整和优化，实际实施的水土保持措施体系基本依托原方案而实行。经现场调查，并结合资料分析，本项目不涉及重大变更，项目与原可研深度方案相比，存在较小的变化。

本项目的水土保持方案报告书是在项目可行性研究报告基础上进行编制。随着工程区地质勘查工作的进一步深入，项目在施工图设计阶段和实际施工时，工程部分区域标高设计、道路沿线布置、土石方工程量、土石方调用方案和利用率、施工组织等均较可研阶段有一定变化，并由此导致弃渣场的布设位置及数量、弃渣量、施工临时占地、永久占地等与批复的水土保持方案存在一定出入，进而影响原水土保持方案报告书中的工程总占地面积、土石方数量、水土流失量、措施工程量及相应的水土保持投资等内容发生调整。

首先，主体工程的建设规模有所调整，线路走向在整体保持不变的情况下，工程在线路布置上进行了调整，施工图设计及实施阶段线路里程全长约 30.029km，相比于可研阶段线路 30.63km，里程减少约 0.571km，新增加了刘家店隧道、大吊岩隧道，隧道增加为 2 个。

其次，路基工程对平纵段面及竖向设计进行了优化设计，可研设计阶段主体工程采用 1:10000 平面地形图上进行道路走向、桥梁等的布置，施工图设计阶段

的线路设计基于实测的 1:2000 大比例尺平面地形图进行道路走向及桥梁布置布置。部分路段的路基工程采用左偏圆曲线和右偏圆曲线组成 S 型曲线来提高线性指标,代替可研阶段的部分长直线选线,优化了平纵断面设计,使得工程选线更加依托原地形地貌而建,但工程沿线地质条件复杂,部分路段路基、边坡进行了特殊处理,因此工程建设中的土石挖方工程量、填方工程量、弃渣量均有增加。

再次,施工组织设计有所调整,通过优化主体工程设计渣场方案,对局部渣场位置进行调整,增加了施工便道布设。施工临时工程的调整使得原方案中的水土保持措施类型和措施工程量不能有针对性防治该区域的水土流失。

本项目水土保持方案批复防治责任面积 137.25hm² (含直接影响区 39.59 hm²),工程实际防治责任范围面积为 93.31hm²,减少了 43.94hm²,属于一般变更。

项目方案批复土石方挖填总量为 270.07 万 m³,施工阶段土石方挖填总量为 326.93 万 m³,增加了 56.86 万 m³,占比 21%,未达到“办水保[2016]65 号”中重大变更条件,属于一般变更。

本项目渣场数量未发生变化,弃渣量均未超过 10 万 m³,局部面积变化,属于一般变更,纳入本工程验收。

为了恢复原地貌生态环境,建设单位在实际建设维护过程中严格按照要求完成合理布置了水土保持措施,主体变更中水土保持工程类型及工程量指标对比分析并整理统计后,认为主体工程、施工临时工程、水土流失防治体系的组成结构均未发生较大调整,水土流失防治分区、措施类型也均未发生较大变动。

根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》(办水保[2016]65 号)和《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)相关规定,本工程水土保持措施存在一定的变化量,变化合理可行。

我认为,本工程生态环境治理和后续维护主体的补充设计资料,设计深度达到了初步设计深度,对工程生态环境的恢复具有实际指导意义。水土保持工程措施的变化更加有针对性地对工程产生的水土流失,整体上满足水土保持设施完工验收的条件,产生的水土流失可控。同时,通过实施相关措施,达到了防治目标要求,符合“办水保[2016]65 号”和“川水函[2015]1561 号”等文件相关规定。

表 1.2-1 水土保持内容变更分析表

变更规定	原批复方案	施工期	对比结果	结合办水保[2016]65号文评价
项目建设地点发生变化的	剑阁县下寺镇、普安镇	剑阁县下寺镇、普安镇	未变化	
项目建设规模发生变化的	可研阶段线路长度 30.63km	施工图阶段长度 30.029km	长度减少 0.571km 新增加了刘家店隧道、大吊岩隧道， 隧道增加为 2 个	一般变更
涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区的	国家级水土流失重点治理区	国家级水土流失重点治理区	位置未变化	
水土流失防治责任范围增加 30% 以上的	137.25hm ² (含直接影响区 39.59 hm ²)	实际防治责任范围面积为 93.31hm ²	减少了 43.94hm ²	一般变更
开挖填筑土石方量总量增加 30% 以上的	土石方挖填总量为 270.07 万 m ³	土石方挖填总量为 326.93 万 m ³	增加了 56.86 万 m ³ , 占比 21%	一般变更
线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300 米的长度累计达到该部分线路长度的 20% 以上的	不涉及	线路局部变化较小	线路位移未超过 300m	一般变更
施工道路或伴行道路等长度增加 20% 以上的	5.3km	5.5km	增加 3.77%	一般变更
桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度 20 公里以上的	大桥 3039m/13、中桥 270m/1	大桥 3040.47m/12 座，中桥 56.04m/1 座、隧道 2 座/1201.48m	新增加了刘家店隧道、大吊岩隧道， 隧道增加为 2 个	一般变更
表土剥离量减少 30% 以上的	7.31 万 m ³	6.98 万 m ³	减少 5%	一般变更
植物措施总面积减少 30% 以上的	27.77 hm ²	34.72hm ²	增加 6.95 hm ² , 占比 25%	
水土保持重要单位工程措施体系发生变化, 可能导致水土保持功能显著降低或丧失的	不涉及	不涉及	没有导致水土保持功能降低	
在水土保持方案确定的弃渣场外新设弃渣场的	2 处渣场	2 处渣场	无新增	一般变更
在水土保持方案确定的弃渣场提高堆渣量达到 20% 以上的	9.92 万 m ³	11.18 万 m ³	增加了 1.26 万 m ³ , 占比 12.70%	一般变更

(2) 水土保持监测意见的落实情况

由于监测进场较晚，本项目水土保持监测工作主要针对施工后期及植被恢复期水土保持情况进行调查监测，未出具书面监测意见。

(3) 监督检查意见落实情况

工程建设期间，2014 年 6 月、2015 年 5 月四川省水土保持局、广元市水务局、剑阁县水务局对本工程进行了水土保持监督检查，并提出了整改意见和要求。项目建设单位非常重视，根据水务局对本工程的水土保持监督检查意见和相关技术规程，组织施工单位对检查组在检查中发现的一些不足和问题进行了整改，各项水土保持措施全部得到落实完善。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

监测人员首先通过查阅本项目水土保持方案及相关设计资料，对工程基本情况做了全面了解，并对施工现场进行了全面的勘察。通过现场查勘，了解项目施工的基本情况和水土保持监测的重点地段，初步掌握项目区水土流失现状和工程实施情况，对本工程水土保持监测的组织实施、监测技术方法做了全面安排；在此基础上，依据相关法律法规和技术规范及本项目水土保持方案报告书（报批稿），制定本工程水土保持监测实施方案和技术路线，依据水土保持监测实施方案进行水土保持监测设施的布设，全面开展了水土保持监测工作。

由于监测工作委托相对较晚，本工程的水土保持监测工作实施主要包括两个部分，一是通过从建设单位、施工单位和监理单位收集工程设计和施工资料，包括水土保持方案报告书、及批复文件、施工单位提供的施工月报、周报等施工资料及提供的临时征占地文件等，分析工程在不同施工阶段扰动地表面积、土方开挖回填及施工过程中的取弃土情况，全面了解工程实施可能造成水土流失和主要水土流失环节；二是通过实地调查和现场监测，了解项目施工过程中造成的水土流失、扰动地表面积及水土保持措施实施情况和水土保持措施的防治效果，并与水土保持方案进行对比分析，提出施工中存在的问题和合理化建议。

根据工程建设的实际情况和水土保持监测要确定监测范围为工程水土保持防治责任范围内，实际监测总面 93.31hm²。

表 1.3-1 水土流失防治范围及分区表
(单位: hm²)

分区	实际情况		
	项目建设区	直接影响区	防治责任范围
路基工程	78.45	0	78.45
桥涵工程	4.17	0	4.17
施工便道工程	3.40	0	3.40

施工场地工程	4.23	0	4.23
弃渣场区	3.06	0	3.06
合计	93.31	0	93.31

1.3.2 监测项目部设置

2019 年 8 月我单位受业主委托开展监测工作，接到任务后，经研究决定成立国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持监测项目组，针对该项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工。通过现场详查，了解项目建设过程中水土流失状况及调查工程水土保持工作开展情况。整理监测资料，分析监测数据对比现场监测情况，对工程建设过程水土流失现状及水土保持工作开展状况进行客观真实评价。

为保障本工程水土保持监测工作顺利开展，监测单位组织水土保持、水文水资源、环境科学等专业知识强、业务水平高、监测经验丰富的人员成立该项目水土保持监测组，针对该项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，工作过程中，及时获取监测总站及水利部和水土保持监测中心关于开发建设项目水土保持监测的通知要求，以便及时获取水土保持监测工作最新信息和技术。

表 1.3-2 水土保持监测记录表

监测时间	监测内容	备注
2019 年 8 月 3 日	合同签订后，到工程建设区全面了解情况，明确监测范围及重点监测区域	
2019 年 8 月 7—8 月 20 日	结合外业情况完成监测实施细则	
2019 年 8 月 20 日	到现场布设监测点，重点进行基本扰动类型侵蚀强度监测	
2019 年 8 月 20 日-9 月 10 日	进行扰动面积监测	
	到现场进行各区扰动面积、弃土弃渣整治堆放监测	
	到现场进行扰动面积及防治措施调查。重点进行基本扰动类型侵蚀强度监测	
	到现场进行扰动面积及防治措施调查。重点进行基本扰动类型侵蚀强度监测	
	到现场重点进行植物措施和侵蚀量监测	
	到现场进行各区面积及防治措施调查。重点进行植物措施面积的监测。	
	到现场进行各区面积及防治措施调查，重点进行防治措施调查和侵蚀强度监测	
2019 年 9 月 10 日—20 日	到现场进行扰动面积及防治措施调查。重点进行基本扰动类型侵蚀强度监测	
2019 年 9 月 10 日—30 日	到现场进行各区面积及防治措施调查，准备验收工作。	
2019 年 9 月 10 日—30 日	到现场进行各区面积及防治措施、成活率调查，准备验收工作。	

1.3.3 监测点布设

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程是点状和线状相结合的建设类项目，因此，按照不同分区的特点，布设监测点 5 处，其中：路基工程区边坡开挖回填区域监测点各 1 个；桥梁工程区桥墩回填区域监测点 1 个、施工便道区设置监测点 1 个、施工生临时设施区域监测点 1 个、弃渣场区域监测点 1 个。详见表 1.3—3。

表 1.3-3 水土保持监测点位及内容一览表

序号	监测点位置	监测部位	监测内容	主要监测方法
1	路基工程区	边坡	水土流失量、水保措施布设置量和植被恢复情况	调查法、地面观测法
2	桥涵工程区	桥墩基础	水土流失量、水保措施布设置量	调查法
3	施工临时道路区	1#施工临时道路	水土流失量、水保措施布设置量和植被恢复情况	调查法
4	施工临时设施区	1#施工生产生活区	水土流失量、水保措施布设置量和植被恢复情况	调查法
5	弃渣场区	渣场顶面、坡面	水土流失量、水保措施布设置量	调查法、地面观测法

1.3.4 监测设施设备

根据本项目实际情况，监测采用定位调查+巡查监测方式进行，主要运用的监测设备见表 1.3-4。

表 1.3-4 水土保持监测投入实施设施设备一览表

分类	监测设施、设备	单位	数量
一	简易小区观测设备		
1	测距仪	台	1
2	皮尺	把	1
3	钢卷尺	把	1
二	降雨观测设备		
1	自计雨量计	个	3
三	植被调查设备		
1	测高仪	个	2
2	卡尺	个	3
3	测绳	条	3
4	坡度仪	个	2
四	扰动面积、开挖、回填、临时堆土等调查设备		
1	GPS 定位仪	个	3
五	其他设备		
1	摄像机	台	1

2	笔记本电脑	台	1
3	照相机	台	1

1.3.5 监测技术方法

1、监测方法的选择

根据《生产建设项目水土保持监测规程》，结合项目特点，主要采取的监测方法有定位监测、调查监测等。

(1) 水土流失因子采用实地勘测法、抽样调查和文献、设计资料分析法；

(2) 水土流失状况采用跟踪调查法、定位观测法、抽样调查法；

(3) 水土保持措施主要是跟踪监测，调阅施工和监理材料，抽样调查等方式；

(4) 水土流失危害主要采取典型调查的方法，对穿越公路铁路、农田和湿地的地段采用实地勘查和群众调查的方式进行；

同时，结合项目区的地形地貌特点，对重点地段、重点对象采用定位观测法和遥感调查的方法进行监测；对主要水土流失因子、区段水土保持防治效益和基本状况主要采取调查巡视监测方法获取数据，对排水沟、土地整治等特殊地段主要通过典型调查方法的途径获得。

2 本项目监测方法

1) 调查监测

调查监测是指定期或不定期通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合 1:70000 的地形图、数码相机、标杆、钢尺等工具，按不同地貌类型分区测定扰动地表类型及扰动面积，填表记录每个扰动类型区的基本特征（扰动土地类型、开挖面坡长、坡度）及水土保持措施（护坡工程、土地整治工程等）实施情况。

① 面积监测:采用手持式 GPS 对监测点定位、现场丈量的方法进行。首先对全线进行地貌类型分区，在各类型区布设 3-5 个监测点并用 GPS 定位。丈量扰动区域的长和宽的水平距离，并计算其扰动面积。

② 植被监测: 选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为水平投影面积，要求乔木林 20×20m、灌木林 5×5m、草地 2×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和各类型区林草林草覆盖率。

计算公式为： $D=f_d/F_e$

$C=f/F$

式中：D—林地郁闭度（或草地盖度）；

C—林草覆盖度，%；

f_d —样方内树冠（草冠）投影面积， m^2 ；

F_e —样方面积， m^2 ；

f—林草地面积， hm^2 ；

F—类型区总面积， hm^2 。

2) 定位监测

对生态敏感区域采用侵蚀沟样方法。

①侵蚀沟样方法：在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5~10m 宽的坡面，侵蚀沟按大（沟宽大于 100cm）、中（沟宽 30~100cm）、小（沟宽小于 30cm）分三类统计，每条沟测定沟长和上、中、下各部位的沟顶宽、底宽和沟深来推算流失量。侵蚀沟样方法通过调查实际出现的水土流失情况推算侵蚀强度。重点是确定侵蚀历时和外部干扰。及时了解工程进展和施工状况，通过照相、录像等方式记录、确认水土流失的实际发生过程。

3) 巡查

由于开发建设项目施工场地的时空变化复杂，定位监测有时比较困难，如临时堆土石料的时间很短，来不及监测，土料已经搬走；不断变化的渣、料场常因各种原因造成水土流失，必须采取有效措施，控制水土流失。场地巡查的重点一般是弃土弃渣、大型开挖面、开挖量大的取土场及周边有来水的陡峭和破碎工作面。

1.3.6 监测成果提交情况

由于监测进场较晚，截止 2019 年 9 月，水土保持各项监测成果见表 1.3-4。

表 1.3-4 水土保持监测成果一览表

序号	监测成果名称	完成时间	提交、上报情况
1	监测实施方案	2019.8	存档备查
2	分类监测记录表	随监测频次而定	提交建设单位
3	监测影像资料	2019.8	提交建设单位
4	监测总结报告	2019.9	提交建设单位

2 监测内容和方法

开发建设项目的水土流失及其防治效果的监测内容应根据批复的水土保持方案确定的监测内容的要求确定，同时根据本项目实际生产组织和施工工艺特点，分别确定施工准备期、施工期和植被恢复期等各个阶段的主要监测内容。

在施工准备期间主要是对监测范围的地形地貌、地面组成物质、植被和土地利用现状；施工期主要是对水土流失及其影响因子进行监测，包括扰动土地面积和水土保持措施及水土流失量等；植被恢复期主要是对水土保持措施数量、质量及其效益等进行监测。

2.1 扰动土地情况

扰动面积监测主要包括项目各分区施工时涉及的永久占地、临时占地数量及土地利用类型划分、损坏水土保持设施面积等内容。依据扰动土地情况，核实防治责任范围变化情况。

防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。对于项目建设区内永久性占地，水土保持监测内容主要监测建设单位有无超越开发的情况；

对于临时占地，水土保持监测内容主要有：①有无超范围使用临时占地情况；②各种临时占地的临时性水保措施；③施工结束后，原地貌恢复情况或土地权属移交情况。

扰动土地情况监测采用实地量测、现场调查和资料分析等方法。本项目属于线性工程，采用了抽样量测，抽样间距小于 5km，实地量测监测 1 次。扰动土地情况监测内容和方法见表 2.1-1。

表 2.1-1 扰动土地情况监测内容与方法

监测内容		监测指标	监测方法	设施设备	监测频次
水土流失 自然因素	气象	降水量、降水强度	定位观测	雨量筒及水文数据分析	降雨日监测
	地形地貌、地表组成物质、植被	坡度、沟壑密度、土壤类型、植被类型、覆盖度	巡查和典型调查	坡度仪、测距仪、皮尺等	1 次
地表扰动 情况	原地貌变化情况	扰动面积、坡度坡长、高程	巡查和典型调查	皮尺、坡度仪、全站仪	1 次
	植被占压、损毁情况	植被面积及组成、覆盖度	巡查和典型调查	皮尺、卷尺	1 次

水土流失防治范围	征占地	面积及土地类型	巡查和典型调查	皮尺、GPS、测量图	1 次
	防治责任范围变化	面积范围	巡查和典型调查	皮尺、GPS、测量图	1 次

2.2 弃土弃渣动态监测

在实际监测中,主要对工程建设中设置的取土场进行实际取土量、取土形式、取土场恢复情况进行动态监测。

(1) 监测方法及监测频次

取土(石、料)、弃土(石、渣)情况监测采取实地量测、咨询、资料分析的方法。结合扰动地表监测,核实其位置、数量及分布。取土(石、料)、弃土(石、渣)面积及水保措施实施情况每月监测频次不少于 1 次;临时堆放场监测每月监测 1 次。

(2) 监测程序

A、依据批复的水保方案报告书、主体工程设计资料及施工单位上报的资料等,建立取土(石、料)、弃土(石、渣)场名录。包括位置、面积、占地类型、方量和使用恢复情况。

B、根据监测频次,现场记录取土(石、料)、弃土(石、渣)有关情况,采集影像资料。

C、监测过程中如发现取土(石、料)、弃土(石、渣)存在水土流失危害隐患,及时补充调查有关情况,说明有关情况,并及时书面告知建设单位。

2.3 水土保持措施

监测内容包括措施类型、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果及运行状况等。

(1) 监测方法及监测频次

水土保持措施监测采用实地调查及资料分析方法。工程措施实施及防治效果每月监测 1 次;植物措施实施及生长情况每季度记录 1 次;临水土保持措施时措施实施和防治效果每月监测 1 次。

(2) 监测程序

依据批复的水保方案、施工图设计及各标段施工组织设计等,根据现场实际情况,建立水土保持措施名录,主要包括个性措施类型、数量、位置、实施进度及防治效果。在工程建设中,依据监测方法和频次,定期开展水土保持措施监测,

填写记录表。水土保持措施监测内容与方法见表 2.3-1。

表 2.3-1 水土保持措施监测内容与方法

监测内容		监测指标	监测方法	设施设备	监测频次
工程措施	措施类型、数量及质量	类型	现场调查、查阅资料及巡查	照相机	1 次
		数量		皮尺、测距仪、坡度仪	
		质量		照相机、录像机	
植物措施	植物措施种类、绿化面积、存活率及覆盖度	类型	样方调查、查阅资料及巡查	照相机	1 次
		绿化面积		皮尺	
		存活率、养护情况		卷尺	
		林草覆盖率		盖度相机	
临时措施	措施类型、数量及防治效果	类型	现场调查、查阅资料及巡查	照相机	1 次
		数量		皮尺、测距仪	
		防治效果		照相机、录像机	
对主体工程建设的发挥的作用	是否影响工程安全施工	全面调查、重点巡查		1 次	
对周边水保生态环境发挥的作用	是否出现较大水土流失事件	全面调查、重点巡查		1 次	

2.4 水土流失情况

水土流失情况监测主要包括水土流失面积、水土流失量和水土流失危害等内容。详见表 2.4-1。

(1) 监测方法及监测频次

水土流失情况监测采用地面监测、侵蚀沟调查和资料分析的方法。

水土流失情况监测频次应符合：水土流失面积监测每季度 1 次；水土流失量每月 1 次，遇暴雨、大风天气加测 1 次。

(2) 监测程序

A、工程建设前和建设中，根据工程进度情况，监测防治责任范围变化情况；

B、工程建设中，根据监测分区、监测点和设施布设情况，按照监测频次，监测水土流失情况，采集影像资料，填写记录表；

C、发现水土流失危害事件，应现场通知建设单位，并开展监测，填写水土流失危害监测记录表，5 日内编制水土流失危害事件监测报告并提交建设单位；

D、按照监测分区，整理记录表，获取水土流失情况，根据工程实际施工进度及监测进场时间，编写监测季报和年报。

表 2.4-1 水土流失状况监测内容与方法

监测内容		监测指标	监测方法	设施设备	监测频次
水土流失类型	水土流失形式及分布情况	面蚀、沟蚀、重力侵蚀	巡查、调查观测	GPS	1 次，汛期加测
水土流失面积	轻度以上水土流失面积	扰动土地面积	典型调查	GPS、全站仪、坡度仪、皮尺及测距仪	1 次，汛期加测
水土流失量及强度	侵蚀量及流失强度	水土流失量、侵蚀模数	径流小区、测钎法及侵蚀沟量测	测钎、径流小区器材	1 次，汛期加测

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、水土保持方案确定的防治责任范围

根据《国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案报告书》(报批稿),国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程确定的防治责任范围为 137.25hm²,其中:项目建设区 97.66 hm²,直接影响区 39.59hm²。具体见表 3.1—1。

项目组成	项目建设区	直接影响区	防治责任范围
路基工程	79.73	28.47	108.2
桥涵工程	8.73	8.77	17.5
施工便道工程	3.00	1.50	4.5
施工场地工程	3.07	0.36	3.43
弃渣场区	3.13	0.49	3.62
合计	97.66	39.59	137.25

2、施工期防治责任范围监测结果

通过现场勘察,结合资料分析确定本次评估范围包括项目永久占地区、施工占地区和直接影响区,在整个监测期内共监测 3 次,因为每个分区都在不断的建设中,所以每次面积都不相同,2019 年 8 月 2 日—9 月 20 日,最后一次监测面积为:总面积 93.31hm²,与方案批复的防治责任范围相比,不计直接影响区面积,防治责任范围减少了 43.94hm²,其中直接影响区减少 39.59hm²,项目建设区减少了 4.35hm²。

根据实地监测结果,发现施工期防治责任范围与水土保持方案有以下几点变化:

(1) 根据现场调查,工程建设区外围建设有施工围挡,且建设区周边道路已硬化处理,根据《四川省水利厅关于印发<四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定>的函》(川水函[2014]1723 号)等相关文件要求,方案监测和评估时不再计列直接影响区面积。

(2) 水土保持方案编制的主要依据是项目的可研报告,项目初步设计和施工图设计时对部分建筑物做了一定的调整,项目建设区面积减少 4.35hm²,变化

面积主要来自路基占地，减少面积为 1.28hm²，桥涵工程占地面积减少 4.56hm²，施工便道增加面积 0.40hm²，施工场地工程占地增加 1.16hm²，弃渣场占地面积减少 0.07hm²。各分区防治责任范围面积详见表 3.1-2。

表 3.1—2 防治责任范围监测结果

分区	方案批复			实际情况			项目建 设区调 整量
	项目建 设区	直接影 响区	防治责 任范围	项目建 设区	直接影 响区	防治责 任范围	
路基工程	79.73	28.47	108.2	78.45	0	78.45	-1.28
桥涵工程	8.73	8.77	17.5	4.17	0	4.17	-4.56
施工便道工程	3.00	1.50	4.5	3.40	0	3.40	0.4
施工场地工程	3.07	0.36	3.43	4.23	0	4.23	1.16
弃渣场区	3.13	0.49	3.62	3.06	0	3.06	-0.07
合计	97.66	39.59	137.25	93.31	0	93.31	-4.35

3.1.2 背景值监测

经查阅《土壤侵蚀分类分级标准》及全国土壤侵蚀分级图，工程区容许土壤流失量为 500t/km²·a。项目区土壤侵蚀类型区一级类型区为水力侵蚀类型区，土壤侵蚀二级类型区为西南土石山区，三级类型区为四川盆地北中部山地丘陵保土人居环境维护区。

项目区侵蚀强度以轻度和中度水力侵蚀为主，经分析项目区土壤侵蚀模数约在 2300t/km²·a 左右。

3.1.3 建设期扰动土地面积

截止 2019 年 9 月监测工作完成时，国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程实际发生的扰动土地面积 93.31hm²，其中永久占地 82.62hm²，临时占地 10.69hm²。

本项目为线型工程，工程单元众多，扰动集中，土建工程主要集中在 2013 年 11 月至 2015 年 11 月。

3.2 取料监测结果

本项目回填料主要利用开挖料，不足的通过购买获得，不涉及取料场。

3.3 弃渣监测结果

由于竖向设计、线路布置的优化调整，同时结合现场施工实际情况，工程弃渣场布局大致按照施工标段进行布局，布置了 2 处弃渣场，共占地面积 3.06hm²。根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)，本项目涉及的 2 个

弃渣场其级别均为 5 级，挡渣墙的建筑物级别均为 5 级，永久性排水措施设计标准采用 5 年一遇 5min 短历时暴雨设计。施工临时设施占地区域的植被恢复按 3 级标准进行设计。

经施工设计线路优化、施工组织设计调整以及施工工艺优化，项目弃方 108.89 万 m^3 ，其中约 97.71 万 m^3 土石方外运综合利用，11.18 万 m^3 运至弃渣场堆放，共设置 2 个弃渣场。弃渣场面积为 3.06 hm^2 ，1#渣场为原方案设计渣场位置，2#渣场位置变更至 K26+100 右侧，原位置不再弃渣，渣场面积减少 0.07 hm^2 ，其中 1#渣场面积由原来的 1.40 hm^2 减少为 0.94 hm^2 ，2#渣场面积由原来的 1.73 hm^2 增加为 2.12 hm^2 。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据工程施工、监理资料，本工程总挖方 217.91 万 m^3 (其中表土剥离 6.98 万 m^3)，填方 109.02 万 m^3 (其中表土利用 6.98 万 m^3)，弃方 108.89 万 m^3 ，其中约 97.71 万 m^3 土石方外运综合利用，11.18 万 m^3 运至弃渣场堆放，共设置 2 个弃渣场。

弃渣量变化原因如下：

原批复水保方案中的土石方工程量和弃方量是在可行性研究阶段对主体设计资料进行的整理、统计，受设计阶段的限制，确定的项目竖向设计和线路布置主要是为项目前期工作开展的需要，存在一定误差。

随着工程区地质勘查工作的进一步深入，项目在初步设计、施工图设计阶段和实际施工时，工程部分区域标高设计、道路沿线布置、土石方调用方案和利用率、施工组织等方面均较可研设计阶段有所优化、调整，由此导致弃渣量以及弃渣场的布设位置及数量等与批复的水土保持方案中弃渣量和弃渣场等内容均存在较大差异，主要原因体现为：

原批复水保方案中的土石方工程量和弃方量是在可行性研究阶段对主体设计资料进行的整理、统计，受设计阶段的限制，确定的项目竖向设计和线路布置主要是为项目前期工作开展的需要，存在误差，其主要影响因素为：可研设计阶段的主体工程采用的是在 1:10000 小比例尺平面地形图上进行道路走向、桥梁等的布置，平纵面缩图的平面比例为 1:20000。本项目线路相对原可研阶段发生了局部调整，新增加了刘家店隧道、大吊岩隧道，隧道增加为 2 个。

随着工程区地质勘查工作的进一步深入，项目在初步设计、施工图设计阶段和实际施工时，工程部分区域标高设计、道路沿线布置、土石方调用方案和利用率、施工组织等方面均较可研设计阶段有所优化、调整，由此导致弃渣量以及弃渣场的布设位置及数量等与批复的水土保持方案中弃渣量和弃渣场等内容均存在一定差异，主要原因体现为：施工图设计阶段的线路设计在实测的 1:2000 大比例尺平面地形图上布置，平纵面缩图的平面比例为 1:50000。

因此，在线路走向整体不变的情况下，主体工程在后续设计中线路所经区域占地范围进行了较全面地现场调查、地质勘查，并在基础资料更充分、详实的基础上进行了较为准确的竖向设计和线路布置。随着竖向设计和线路布置的优化改善，对道路的最大纵坡、结构形式等指标均有所调整。

经优化、调整过后的主体工程设计较充分地考虑了沿线原始地形、地貌和地质条件，因竖向设计和线路布置的调整使得路基开挖区域土石方、填方区域土石方均较水保方案编制时确定的挖填方有一定差异，因此，产生的弃渣量也较水保方案确定的数量存在出入。

3.5 其他重点部位监测结果

无

4 水土流失防治措施监测结果

从现场影像资料、施工资料分析，并通过现场实地勘查、监测和量测，本工程在施工过程中，基本能够按照水土保持方案的要求落实各项水土保持措施，做到水土保持工程与主体工程施工进度相一致，不同施工阶段实施不同的防护措施。施工中所实施的水土保持防治措施有工程措施、植物措施和临时措施。

4.1 工程措施监测结果

本项目水土保持工程措施主要有：

1 路基工程区

路基工程区包括路基工程、隧道工程、配套服务设施、边坡，防治责任范围为永久占地面积 78.45hm^2 。主体工程于 2013 年 12 月开始动土施工，主要分为了 3 个路基标段，2015 年 12 月完成全部主体工程，并对场地进行覆土绿化（撒播草籽、种植乔木、灌木护坡等）。

表土剥离、绿化覆土：开工前进行表土剥离 3.12万 m^3 ，完工后用于边坡和框格内覆土，绿化覆土 3.12万 m^3 。

浆砌片石排水沟：新建 M7.5 浆砌片石排水沟长度 13047m ，C15 现浇混凝土边沟长度 31574m ，C25 现混凝土盖板 2681.48 m^3 ，M7.5 浆砌片石截水沟 19229m ；

新建各类骨架护坡 75030 m^2 ，包括 M7.5 浆砌片石拱形骨架护坡 75030m^3 ，M7.5 浆砌片石人字形骨架护坡 49359.90 m^3 ，C30 锚索框架梁护坡 6176.50 m^3 。

2、桥涵工程区

桥涵工程区包括桥涵工程、边坡，防治责任范围为永久占地面积 4.17hm^2 。工程于 2013 年 12 月开始动土施工，主要分为了 3 个路基标段，2015 年 12 月完成全部主体工程，并对场地进行覆土绿化（撒播草籽、种植乔木、灌木护坡等）。

工程措施：开工前进行表土剥离 0.85万 m^3 ，完工后用于边坡覆土，绿化覆土 0.85万 m^3 。

3、施工临时设施区

工程于 2013 年 12 月开始动土施工，主要分为了 3 个标段，2014 年 3 月完成全部主体工程，设置生产生活设施、材料堆放场地、桥梁预制场等场地共 13 处，占地面积 4.23hm^2 ，并对场地进行表土剥离、覆土绿化（复耕等）。

工程措施：土地整治 4.11hm^2 ，开挖前对有表土存在的区域进行剥离 1.17

万 m³，临时堆放于各施工区附近，用于后期绿化覆土。

4、施工便道区

施工便道工程于 2013 年 12 月开始动土施工，主要分为了 3 个标段，2014 年 12 月完成全部便道工程，新建施工便道总长度约 5.5km，临时占地面积 3.40hm²，并对场地进行表土剥离、临时排水、覆土绿化（复耕等）。

工程措施：土地整治 3.13hm²，开挖前对有表土存在的区域进行剥离 0.97 万 m³，临时堆放于个施工便道附近，用于后期绿化覆土。

5、弃渣场区

弃渣场区共包含 2 处渣场，布置在线路沿线两侧，防治责任范围为 3.06hm²。

弃渣场于 2014 年 1 月开始实施，2015 年 11 月堆渣结束后进行边坡和坡顶的绿化。

表土剥离：对弃渣场表土剥离 0.88 万 m³，施工结束后进行覆土整地绿化；

挡渣墙：修筑 M7.5 浆砌块石挡墙挡渣墙 751m；

浆砌块石排水沟：M7.5 浆砌石排水沟 948m、浆砌块石沉砂池 4 口。

表 3.5-1 工程措施实际完成和方案设计对比表

防治分区	措施内容	单位	方案工程量	实际工程量	增减	实施时间
路基工程区	排水沟	m	4000	13047	9047	2014.3~2015.4
	截水沟	m	59801	19229	13249	
	边沟	m	22680	31574	8894	
	急流槽	m	4680		-4680	
	骨架护坡	m ²	56256	75030	18774	
	表土剥离	万 m ³	3.16	3.12	-0.04	
	绿化覆土	万 m ³	3.16	3.12	-0.04	
	(HDPE) 双壁波纹管排水管 dn500	m		795	795	
	II 级钢筋混凝土管 dn600	m		557	557	
	混凝土雨水检查井	座		43	43	
	雨水口及雨水篦	座		43	43	
桥涵工程区	表土剥离	m ³	0.44	0.85	0.41	2013.12~2014.3
	绿化覆土	万 m ³	0.44	0.85	0.41	2015.9
施工临时设施区	表土剥离	万 m ³	1.53	1.17	-0.36	2013.12~2014.2
	土地整治	hm ²	3.07	4.11	1.16	2015.1
施工便道区	表土剥离	万 m ³	0.94	0.97	0.03	2013.12~2014.2
	绿化覆土	万 m ³	0.94	0.97	0.03	2015.1

	土地整治	hm ²	1.13	3.13	2.00	2015.1
弃渣场区	表土剥离	万 m ³	1.23	0.88	-0.35	2013.12~2014.2
	绿化覆土	万 m ³	1.23	0.88	-0.35	2015.1
	土地整治	hm ²	2.3	3.06	0.76	2015.1
	浆砌块石挡墙	m	502	751	249	2014.2~2015.1
	浆砌排水沟	m	1088	948	-140	
	浆砌沉砂池	口	6	4	-2	

4.2 植物措施监测结果

1、路基工程区

乔灌草绿化：施工后期，对边坡、裸露地表区域进行表土回铺后撒播草籽、乔灌木种植。项目既注重了乔木、灌木、草本的合理搭配，又保证了植被的多样化、连续性、层次感，同时也兼顾了色、香、美的感官效果。栽植银杏、香樟、垂柳、紫薇、楸树、金桂、刺槐、木芙蓉等乔木 3993 株；栽植紫薇、小叶女贞球、八角金盘、三角梅、红继木、海桐、红叶李等单株灌木 8116 株，栽植爬山虎、蔷薇、麻油藤等攀援植物 164821 株；栽植杜鹃、红叶石楠、木春菊等地被灌草 45274m²；混播（波斯菊、台湾二号）草籽 3339kg。

2、桥涵工程区

撒播草籽：桥梁施工结束后对桥墩岸坡裸露面进行撒播草籽绿化，绿化面积 2.20hm²。

3、施工临时设施区

撒播草籽：施工后期，在场地绿后进行撒播草籽绿化，绿化面积 4.11hm²。

4、施工便道区

撒播草籽：施工后期，在场地绿后进行撒播草籽绿化，绿化面积 3.13hm²。

5、弃渣场区

弃渣场区共包含 2 处渣场，布置在线路沿线两侧，面积为 3.06hm²。

撒播草籽、栽植灌木：施工后期，撒播草籽绿化 3.06m²，栽植灌木 3400 株。

表 3.5-2 植物措施实际完成和方案设计对比表

防治分区	措施内容	单位	方案工程量	实际工程量	增减	实施时间
路基工程区	行道树绿化	株	13860		-13860	2015.9~2015.12
	植草护坡	m ²	23440	45274	21834	
	栽植乔木	株	2720	3993	1273	
	栽植灌木	株	2720	8116	5396	
	攀援植物	株		164821	164821	

	播种草籽	Kg	1251	3339	2088	
桥涵工程区	播种草籽	hm ²	4.44	2.2	-2.24	2015.9~2015.12
施工便道区	栽植乔木	株		15650	15650	2015.9~2015.13
	撒播草籽	hm ²		3.13	3.13	2015.9~2015.14
施工临时设施区	栽植乔木	株	480	20500	20020	2014.10-2015.12
	撒播草籽	hm ²	1.38	4.11	2.73	
	栽植灌木	株	3456	10275	6819	
弃渣场区	栽植乔木	株	39000		-39000	2014.10-2015.12
	撒播草籽	hm ²	0.39	3.06	2.67	
	栽植灌木	株	2808	3400	592	

4.3 临时防治措施

1、路基工程区

临时排水沟：在道路永久排水系统没有建成前，为防止降雨对道路建设区地表的冲刷，在道路建设临时占地区设置临时排水沟，临时排水沟采用夯实土质排水沟，采用梯形断面，底宽 20cm，深 20cm，边坡 1: 0.5，同时，临时排水沟每间隔 200~500m 设置一个临时沉沙函，沉沙函容积约 1.0m³，共设置 54 个。经计算，本工程道路及其临时占地区的临时排水沟长度约为 6500m。

临时遮盖：开挖前对有表土存在的区域进行剥离，剥离后表土堆放于主体工程区内（互通、服务区等），堆积的表土采取临时遮盖；道路开挖土方均临时堆放在路基附近，松散堆土极易被雨水冲刷，随地表径流进入基坑，造成严重的水土流失，同时影响基坑的安全，为防止临时堆土被雨水冲刷，施工单位合理安排了工程施工进程，减少了土方临时堆置时间，并争取做到随挖、随运、随填；路基开挖、回填边坡采用密目网遮盖，实际增设密目网 155000m²。

2、桥涵工程区

施工过程中在桥梁施工区外围设置临时排水沟 750m 排放施工区集水及基坑抽水，排水沟末端设置沉砂池，共设置沉砂池 13 口；设置土地挡土墙 2600m³，边坡密目网遮盖 6500m²。

3、施工临时设施区

临时措施：开挖前对有表土存在的区域进行剥离堆放于场地角落，表土周围采取临时挡护，对建筑周围修筑临时排水沟 1500m，土袋挡墙为 660m³，密目网遮盖约 12000m²。

4、施工便道区

开挖前对有表土存在的区域进行剥离，堆放于场地角落，表土周围采取临时挡护，对道路沿线、堆土区周围修筑临时排水沟 22000m，土袋挡墙为 560m。

5、弃渣场区

弃渣场区临时工程：堆渣前对有表土存在的区域进行剥离，统一集中堆放，修建土袋挡墙 220m³，堆土表面采用密目网遮盖 7800m²，堆渣坡面每隔 5-8m 设置马道，马道设置临时排水沟 2050m，沟底铺土工布。

表 3.5-3 临时措施实际完成和方案设计对比表

防治分区	措施内容	单位	方案工程量	实际工程量	增减	实施时间
路基工程区	施工围堰	m	2300	不计入		2014.3~ 2015.6
	彩钢围栏	m	1300	不计入		
	临时排水沟	m	3155	6500	3345	
	沉沙凼	个	63	54	-9	
	土袋挡土墙	m ³	2267	1450	-817	
	密目网遮盖	m ²	77338	123000	45662	
桥涵工程区	临时排水沟	m	259	750	491	
	沉沙凼	个	5	13	8	
	土袋挡土墙	m ³	5400	2600	-2800 0	2013.12~ 2015.6
	铺密目网	m ²	6139	6500	361	
施工临时设施区	临时排水沟	m	630	1500	870	
	沉沙凼	个	11	13	2	
	土袋挡土墙	m ³	100	660	560 0	2014.1~ 2015.6
	铺密目网	m ²	6139	12000	5861	
施工便道区	临时排水沟	m	8735	22000	13265	
	沉沙凼	个	58	65	7	
	土袋挡土墙	m ³	78	190	112	2013.12~ 2015.6
	密目网遮盖	m ²	3770	3000	-770	
弃渣场区	马道临时排水沟	m		2055	2055	
	土袋挡土墙	m ³	900	220	-680	2013.12~ 2015.6
	密目网遮盖	m ²	4934	7800	2866	

本工程的临时防治措施主要是指道路施工时的临时堆土防护，施工道路、施工生产生活区的土地整治，道路区施工时开挖的临时堆土防护和排水工程。在施

工时施工单位对施工过程中临时堆放的余土能够集中堆放、拍实，并在周围用纤维布采取临时挡护防治措施；施工场地平整时在各开挖阶面采取临时的拦挡和截水措施；施工生产生活区使用完毕后将地表建筑物及硬化地面全部拆除、进行土地整治、复垦或绿化。据现场调查，在施工过程中按水土保持方案设计的临时防护措施及要求，基本落实到位，尤其对土石方的转运、堆放都采取了相应的临时防护措施。施工单位注意保护生态环境，做到文明施工。

表 4—1 水土保持措施实施进度对照表

防治措施		2012	2013	2014	2015
工程措施	主体工程建设进度	---	-----	-----
	道路边坡平整		---	
	边坡临时防护措施		---	
	施工区临时防护措施	---	-----	-----	
	道路排水设施		-----	-----
	道路硬化及土地整治		-----	-----
	施工区土地整治		-----	
植物措施	道路边坡绿化		-----	-----
	施工便道绿化		---	---
施工生产生活区复垦及绿化			根据实际情况确定整治、复垦或绿化进度		

注：水保方案进度 ----- 实际进度

4.4 水土保持措施防治效果

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程在施工过程中，按“三同时”要求，基本按水土保持方案设计的防治措施进行施工，通过对已完成的工程监测，水土流失防治效果比较显著。

4.4.1 工程措施防治效果

监测结果表明，本工程实施的工程措施基拱形骨架防护、各类排水沟、挡土墙等表面平整，布置合理，基本按照设计尺寸施工，对路基安全起到保护作用，同时有效防治了水土流失；施工结束后，能够对绝大部分施工扰动区及时采取的土地整治措施，为植被恢复创造了条件，有效保护耕地，对改善生态环境起到了

积极的作用。建议在项目运行管理过程中，保持日常缺陷责任工程的巡护，确保工程安全运行。

4.4.2 植物措施防治效果

本工程施工中及时实施植物措施，有效防护施工场地边坡，目前植物生长状况大部分较好，使施工扰动的土地得到尽快的恢复，降低了扰动区域的水土流失的强度。但也存在个别区域植被恢复较差，成活率较低，地表裸露，建议在项目运行管理过程中，对成活率不高的地块，及时补栽补种。

4.3.3 临时措施防治效果

工工程施工中对绝大部分表土和路基的临时堆土采用临时拦挡、密目网覆盖与临时排水措施、设置临时沉砂池等，有效防治施工中造成的水土流失，整体效果较好。但从施工影像资料分析，个别施工场地覆盖、拦挡措施实施不到位，造成裸露边坡的水力侵蚀，产生一定量的水土流失。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据本项目水土保持方案报告书，本项目共占用土地面积 97.66hm²，其中永久占地 88.46hm²，临时占地 9.20hm²。

占地类型主要为耕地 21.63 hm²，林地 55.97 hm²，其他土地 14.30 hm²，交通运输用地 4.58hm²，住宅用地 0.92hm²，水域水利设施用地 0.26hm²。

原方案扰动、破坏原地表面积统计表

表 5-1

单位：hm²

占地性质	项目组成	占地类型 (hm ²)						
		耕地	林地	其他土地	交通运输用地	水域水利设施用地	住宅用地	小计
永久占地	路基工程	17.99	48.18	8.13	4.54	0.05	0.84	79.73
	桥涵工程	2.43	4.94	1.03	0.04	0.21	0.08	8.73
临时用地	施工便道工程	0.67	0.85	1.48				3.00
	施工场地工程	0.22	1.11	1.74				3.07
	弃渣场区	0.32	0.89	1.92				3.13
	小计	1.21	2.85	5.14	0.00	0.00	0.00	9.20
合计		21.63	55.97	14.30	4.58	0.26	0.92	97.66

实际监测扰动、破坏原地表面积统计表

表 5-2

单位：hm²

占地性质	项目组成	占地类型 (hm ²)						
		耕地	林地	其他土地	交通运输用地	水域水利设施用地	住宅用地	小计
永久占地	路基工程	20.04	34.27	18.79	3.95	0.60	0.8	78.45
	桥涵工程	0.43	2.40	1.03	0.04	0.21	0.06	4.17
临时用地	施工便道工程	0.27	2.95	0.18				3.40
	施工场地工程	0.12	3.77	0.34				4.23
	弃渣场区	0.13	2.79	0.14				3.06
	小计	0.52	9.51	0.66				10.69
合计		20.99	46.18	20.48	3.99	0.81	0.86	93.31

地表扰动面积监测包括两方面的内容：即扰动类型判断和面积监测，其中扰动类型判断是关键，扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的，监测过程中必须根据实际流失状态进行归类和面积监测。

根据监测结果，项目实际扰动地面面积为 93.31hm²，比方案设计扰动地面面积减少了 4.35 hm²，减少面积主要来自路基工程、桥涵工程、弃渣场占地等。

5.2 土壤流失量

项目建设准备期前期水土流失量及项目施工前未扰动时期水土流失量即为项目的原生水土流失量，工程建设工期 25 个月，因本项目施工期已经结束，属于补充监测，采用的方法以侵蚀调查为主。原生侵蚀按照用地类型及周边地貌，并结合相关规范和各年份水文气象特征进行估算。

表 5.2-1 原生土壤侵蚀量模数确定表

地面类型	侵蚀模数 (t/km ² .a)	备注
耕地	1500	依据《四川省水利厅关于印发〈四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定〉的函》(川水函[2014]1723号)
林地	1500	
其他土地	1500	
交通运输用地	300	
水域及水利设施用地	0	
住宅用地	0	

表 5.2-2 原生土壤侵蚀量 (2013.12~2015.12)

项目分区	土地现状	占地面积 (hm ²)	强度级别	侵蚀时间	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失量 (t/a)
路基工程	耕地	20.04	轻度	2.1	1500	631.26
	林地	34.27	轻度	2.1	1500	1079.51
	其他土地	18.79	轻度	2.1	1500	591.89
	交通运输用地	3.95	微度	2.1	300	24.89
	水域及水利设施用地	0.60		2.1	0	
	住宅用地	0.80		2.1	0	
	小计	78.45			2967	2327.54
桥涵工程	耕地	0.43	轻度	2.1	1500	13.55
	林地	2.40	轻度	2.1	1500	75.60
	其他土地	1.03	轻度	2.1	1500	32.45
	交通运输用地	0.04	微度	2.1	300	0.25
	水域及水利设施用地	0.21		2.1	0	0.00
	住宅用地	0.06		2.1		0.00
	小计	4.17				121.84
施工便道	耕地	0.27	轻度	2.1	1500	8.51
	林地	2.95	轻度	2.1	1500	92.93
	其他土地	0.18	轻度	2.1	1500	5.67
	小计	3.40				107.10
施工生产生活区	耕地	0.12	轻度	2.1	1500	3.78
	林地	3.77	轻度	2.1	1500	118.76

	其他土地	0.34	轻度	2.1	1500	10.71
	小计	4.23				133.25
弃渣场区	耕地	0.13	轻度	2.1	1500	4.10
	林地	2.79	轻度	2.1	1500	87.89
	其他土地	0.14	轻度	2.1	1500	4.41
	小计	3.06				96.39
合计		81.69			3411	2786.11

因此，按照原生侵蚀量推算，在不经扰动情况下，从 2013 年 12 月至 2015 年 12 月可产生原生水土流失量 2786.11t。

5.2.2 工程建设过程土壤流失量

工程建设过程中，发生的侵蚀类型以水力侵蚀为主，其中以面蚀、沟蚀为主。特别是在工程开挖和堆土过程中，在未采取防护措施的情况下，各开挖面，堆积体容易在降雨条件下形成较严重水土流失。

本工程按照水土流失监测分区划分。通过查阅施工资料及过程建设过程中影像资料等，并采用简易坡面量测法进行调查，结合《土壤侵蚀分类分级标准》，采用类比法确定施工期侵蚀模数，分别得出 2013 年~2016 年的水土流失面积和水土流失量。2013 年 12 月至 2016 年 12 月为资料分析和补充调查时段，其中 2013.12~2015.12 为施工期，2016.1~2016.12 自然恢复期，面积按各自侵蚀面积计列。

工程建设过程中土壤流失状况见下表 5.2-3。

表 5.2-3 各扰动年限土壤流失量

阶段	分区	扰动面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)	平均侵蚀模数 (t/km ² *a)	侵蚀时间 (a)	水土流失量 (t)
2013.12 ~ 2015.12	道路工程区	78.45	78.45	8850	2.1	14579.93
	桥涵工程区	4.17	4.17	8600	2.1	753.10
	施工便道区	3.40	3.40	7500	2.1	535.50
	施工场地区	4.23	4.23	4500	2.1	399.74
	弃渣场区	3.06	3.06	9100	2.1	584.77
	小计	93.31	93.31			16853.04
2016.01 ~ 2016.12	道路工程区	78.45	33.56	500	1	167.80
	桥涵工程区	4.17	2.2	500	1	11.00
	施工便道区	3.40	3.40	500	1	17.00
	施工场地区	4.23	4.23	500	1	21.15
	弃渣场区	3.06	3.06	500	1	15.30
	小计	93.31	46.45		1	232.25
总计						17085.29

由上表 5.2-3 可知：各区产生水土流失量以主体工程区水土流失量最大，最小为施工临时场地占地区，从 2013 年 12 月至 2016 年 12 月共产生水土流失量约 17085.29t，而原生地面侵蚀量为 2786.11t，因工程竣工后，水土流失得到了很好治理，地面侵蚀模数减小，故与原生侵蚀量相比，新增水土流失量为 14299.17t。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本工程余方为 108.89 万 m^3 ，其中约 97.71 万 m^3 土石方外运综合利用，11.18 万 m^3 运至弃渣场堆放，经调查分析，工程在施工后渣场植被恢复前造成了一定水土流失量，其中拦挡约 11.15 万 m^3 ，约 0.03 万 m^3 弃土被流失，渣场目前区域趋于稳定，植被基本恢复，无明显水土流失情况。

5.4 水土流失危害

本工程在水土保持监测过程中，建设单位高度重视水土保持工作，专门成立水土保持工作领导小组，专人专责，制定相关规章制度，切实加强项目区水土流失防治工作；施工单位及监理单位也按照建设单位要求，各司其职，在工程建设中严格工程变更，优化施工工艺，严格控制作业面，采取有效的临时防护措施，加强事前、事中、事后的监管。

施工前对扰动地面进行合理的表土剥离，生熟土分离堆放，有效保护耕地资源，施工中，水保设施与主体工程同步施工，拱形骨架及排水沟有效防护边坡，有效防治了水土流失；施工后，大面积进行土地整治、撒播草籽及园林绿化，大大降低扰动强度。

故项目区内未发生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程在建设过程中的工程开挖、绿化覆土及整地等，对原始地表造成扰动，但由于项目用地面积较小，所有临时设施均布置于永久占地范围内，进场道路主要采用了已成道路，场内道路采用主体工程规划道路，工程建设过程中，尽量减少了原地面的扰动。现场调查分析认为，在工程结束后，建设单位及时对施工迹地进行了平整，并在未硬化区域种植了园林植被。本工程实际扰动土地面积共计 93.31hm^2 ，通过各项水土保持措施，共计完成扰动土地治理面积 93.18hm^2 ，项目区扰动土地整治率为 99.88% ，达到防治目标值。

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水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。水土流失治理达标面积是指在水土流失总面积中实施的水土保持措施已初步发挥作用的面积，各项措施的防治面积均以投影面积计。

项目区内水土流失总面积为 93.31hm^2 ，完成扰动土地治理面积 93.20hm^2 ，通过采取水土保持防护措施，加强林草植被建设，使水土流失得到一定程度控制。经评估核定，国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程共计完成植物措施面积 34.59hm^2 ，工程措施面积 0.39hm^2 ，项目水土流失总治理度为 99.86% 。

6.3 拦渣率与弃渣利用率

拦渣率指项目建设区内采取拦挡措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比，工程弃渣的流失是主体工程容易忽视而且潜伏危害严重的流失方式。

根据调查，土石方工程量资料来源全部来源于施工资料和监理资料，其资料具有真实性，弃方 108.89万 m^3 ，其中约 97.71万 m^3 土石方外运综合利用， 13.18万 m^3 运至弃渣场堆放，考虑运输途中散落，实际拦挡弃土 13.15万 m^3 ，拦渣率达到 99.73% 。

6.4 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》SL190—2007，项目区土壤侵蚀类型属西南土石山区水力侵蚀区，土壤容许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

通过各水土保持工程措施和植物措施的实施，包括主体工程永久道路、地表硬化以及林草植被的恢复，项目区水土流失得到了有效控制，目前，项目内无明显水土流失现象，该区能够达到容许流失量要求。总体分析，工程扰动区土壤侵蚀模数小于 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，估算目前土壤侵蚀模数为 $300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.67。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率指项目建设区内，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。

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程总扰动土地面积为 93.31hm^2 ，除去工程措施占地、水域面积、不能进行绿化的地面硬化等，可绿化措施面积为 34.72hm^2 ，实际完成绿化 34.59hm^2 ，林草植被恢复率 99.63%。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指项目建设区内的林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。

项目区完成绿化面积 34.59hm^2 ，林草覆盖率 37.07%。

水土保持防治效果对比表

表 6-1

指标	规范要求	方案设计值	评估值	达标情况
扰动土地整治率 (%)	95	99	99.88	达标
水土流失总治理度 (%)	97	99	99.86	达标
土壤流失控制比	1	1	1.67	达标
拦渣率 (%)	95	99	99.73	达标
林草植被恢复率 (%)	99	99	99.63	达标
林草覆盖率 (%)	27	27	37.07	达标

6.3 运行初期水土流失分析

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程分别于 2015 年 11 月和 2015 年 12 月投入运行，在运行初期，方案设计的各项水土保持工程已随主体工

程投入运行。具体情况是：

(1) 工程建设将原来起伏不平的丘陵整治成平地，消除了引发水土流失的地形因素。各施工场地已平整，水土流失轻微。

(2) 运行初期及运行期道路及边坡已采取永久硬化、挡护措施，基本不产生流失。

(3) 施工道路、施工生产生活区，至 2015 年 12 月，才进行施工场地平整，未及时实施绿化，虽水土流失的程度较原地貌轻，但还达不到水土保持方案设计的水平。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

监测结果表明,该工程实际水土流失防治责任范围为 93.31hm²,较方案设计的水土流失防治责任范围减少了 43.94hm²,其中直接影响区减少 39.59hm²,项目建设区减少了 4.35hm²。截止 2019 年 9 月,项目土壤流失总量为 17085.29t,水土流失主要集中在施工期。本项目施工期(包含施工准备期)土壤流失主要发生在 2013 年 12 月~2015 年 12 月之间,随着工程开挖、回填,对地表扰动较大,水土流失面积不断增加,水土流失强度不断增加,产生的土壤流失量也不断增大。随着工程进度的不断推进,路面不断硬化和建筑物完工,使得水土流失面积不断减小,且随着水土保持措施的不断实施且发挥效益,水土流失得到控制,土壤流失量不断减小。2016 年 1 月至 2019 年 9 月,项目工程进入植被恢复期,随着植物措施的生长,进一步减小了水土流失,土壤流失量逐渐减小。参建单位通过优化设计、加强施工管理等手段,结合实际施工条件及相关部门要求,减少了扰动面积。施工作业严格控制在征地范围内,降低对周边环境的影响,有效降低水土流失程度。

7.2 水土保持措施评价

7.2.1 措施评价

工程在建设过程中,参建单位注重水土保持工作与生态环境的保护,按照水土保持方案报告书的要求,结合各防治分区各自特点,因地制宜、因害设防地实施了全面有效的水土保持防护措施,取得了较好的防治效果。

通过实施监测,结合工程施工对地表扰动方式、扰动程度、造成水土流失以及采取的防护措施效益分析,可以确定水土保持工程措施均得到了及时的落实,水土保持措施从保持土壤肥力、控制水土流失、扰动地表恢复等方面来看,均达到预期效果。

7.2.2 效益评价

本项目水土保持工程措施中,水土保持防治工程措施都已实施完毕。已完成的水保措施工程主要有道路边坡的挡土墙、道路硬化、排水管线埋设后的场地平整、绿化;道路临时占地的土地整治、施工场地区的土地整治等,上述各项工程

均按照水土保持方案设计施工修建，目前均运行良好，达到了防治水土流失、保护工程本身安全的防治效果，水土保持防治效果显著。

方案设计的植物措施主要是道路区的绿化及渣场区的终期覆土自然恢复，目前道路绿化都已完成；施工临时道路、施工生产生活区刚完成绿化施工。已完成的植物措施均按照水土保持方案设计实施，采取草、灌木、乔木相结合的方式，树、草种大部分选择具有耐旱、耐寒、耐瘠薄等特性，以乡土树种居多，平均成活率达到 90%。总体来说，植物措施的实施起到了防治水土流失，绿化美化环境的作用，防治效果显著。完成的水土流失防治措施数量见表 7—1。

完成的水土保持治理达标情况如下：

水土保持防治效果对比表

表 7-1

指标	规范要求	方案设计值	评估值	达标情况
扰动土地整治率（%）	95	99	99.88	达标
水土流失总治理度（%）	97	99	99.86	达标
土壤流失控制比	1	1	1.67	达标
拦渣率（%）	95	99	99.73	达标
林草植被恢复率（%）	99	99	99.63	达标
林草覆盖率（%）	27	27	37.07	达标

项目建设区内扰动土地整治率达到 99.88%，拦渣率达到 99.73%，水土流失总治理度达 99.86%，土壤流失控制比达到 1.67，林草植被恢复率 99.63%，林草覆盖率 37.07%，达到了根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB/T50434—2008）建设类一级标准防治目标值，总体达到《关于国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程水土保持方案的批复》（四川省水利厅，川水函〔2012〕393 号，2012 年 3 月 23 日）的防治目标。

总体上看，国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程已完成工程的防护、拦渣、土地整治、植物措施等工程运行效果良好，人为水土流失基本得到控制，水土保持工程的实施明显改善了项目区的生态环境。

通过对工程沿线村民的调查访问，证实国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程在施工期没有发生水土流失事故，做到总体危害较小，达到防治水土流失的效果。

7.1.2 综合结论

国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程项目部对工程建设中的水土保持工作给予了充分重视,按照水土保持法律法规的规定,依法编报了水土保持方案,报水行政主管部门批准,在施工过程中认真按照水土保持方案中设计落实水土保持防治措施。目前已完成的防治措施有:道路边坡的挡墙、地面硬化及排水、边坡绿化、行道树的栽植、土地整治;施工场地区、施工道路区的土地整治、硬化排水。在六项指标中均达标。目前已完成的防治措施均运行良好,对于防治人为水土流失起到了一定的作用。

在项目建设过程中,施工方基本能够贯彻防治结合、以防为主的方针,施工时能尽量减少工程开挖弃渣对周边环境的破坏,同时搞好开挖地面的防护措施。监测过程中对工程建设引起的扰动情况、弃渣情况、开挖情况、水土流失的变化情况、各类水土保持工程的实施情况及防治效果等,做了相应的调查、记录,以便给后面实施监督管理时提供一定依据。

项目法人单位将水土保持工程的建设和管理纳入高标准、规范化管理模式和程序中,在工程建设过程中落实了项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持职责,强化了对水土保持工程的管理,实行了“项目法人对国家负责,监理单位控制,承包商保证,政府监督”的质量管理体系,以确保水土保持方案的顺利实施。对水土流失防治责任区内的水土流失进行着全面、系统的整治,彻底完成了部分水土保持方案确定的防治任务,未完成部分也正在紧张的施工建设中。对工程的各类开挖面、临时堆渣、施工场地等都重视边施工边及时整治、拦挡、恢复植被,力保施工过程中的水土流失得到有效控制。

7.1.3 存在问题与建议

7.1.3.1 存在问题

(1) 开发建设项目的水土保持措施,不仅仅是为环境建设服务,同时也为主体工程服务,对于改善城市环境、保障主体工程的安全运行具有重要的作用。国道 108 线剑阁县境下寺至普安段公路新改建工程,在工程建设过程中,没有及时进行水土保持监测工作委托,导致监测项目组错失了施工前期的工作,通过调查了解,在局部施工中有临时防护工程不到位,造成了一定量的水土流失。

7.1.3.2 建议

(1) 对已完成的水土流失防治措施,要加强管护、维修,尤其是植物措施,要认真做好抚育管理,平时应主要调查监测各部位林草生长情况(造林种草质量、存活率、保存率)等,对适应性差成活率不能达标的植被应及时补植,使其尽快发挥防护效益。

(2) 对监测工作的结果进行阶段性综合分析与评价,便于随时找出问题,在有可能的情况下,将历次监测资料 and 结果报送当地水土保持部门,为日后的水土保持工作积累基础资料。

7.2 监测工作中的经验与问题

7.2.1 监测工作中的经验

(1) 工程建设时各施工区土石方开挖前应事先选择好土方堆放点,做好排水、截水工作,特别防止外部来水冲刷土方堆放点,可修建临时排水沟和导水设施。

(2) 施工开挖后表层本已粗化和有一定植被的地表,经扰动后容易产生流失,堆放的开挖土尽可能堆放在背风坡,必要时采取临时覆盖或洒水,施工完毕后,应立即压实,防止流失。

(3) 做好区间土方调配,挖、填方最好一次到位,尽量避免多次搬运。临时堆土应合理堆放,并采用填充土的编制袋在周围临时拦挡。

(4) 施工期间与气象、水文部门建立讯息联系,及时获取灾害性天气预报和水情预报,以便及时采取临时措施和调整作业计划。

7.2.2 存在问题与建议

根据开发建设项目水土保持监测的要求,要全面准确地反映建设项目的水土流失情况,水土流失量的确定是监测工作的难点。由于施工过程中各种工程变化快,各监测点可供监测的时间较短,现有的传统监测方法有较大的局限,但在现阶段的技术条件下又不得不依托传统的监测方法,探索一套适合于开发建设项目特点的水土流失监测方法势所必然。

植物措施及工程措施的侵蚀强度的监测方法有待进一步研究。

(1) 开发建设项目水土保持监测是验证项目水土保持方案、水土保持措施实施情况及效果的根本手段,是水土保持工程验收的基本依据。必须开展水土保

持监测才能及时反映建设项目施工过程中的扰动范围、水土流失程度的动态变化及水土保持措施实施的数量和效果,才能检验水土保持方案及措施是否适宜、是否有效,同时为今后开展水土保持编制工作提供有益的经验。

(2) 开发建设项目水土保持监测重点在施工期。开发建设项目的建设特点是工程变化速度快、扰动范围变化大,开挖面和施工场地等造成的水土流失主要集中在施工阶段,在工程完工时,施工现场已发生巨大的变化,施工期的流失量必须通过实时监测才能准确统计。而且开发建设项目的水土流失成斑块状分布,受水土流失因子的影响,局部工程土壤侵蚀强度变化较大,如不通过实时监测,将无法全面反映施工期的水土流失情况,过后也无法进行补测,因此,水土流失监测强调实时监测、全程监测。就本项目而言,只能通过对试运行期工程的现状及运行情况进行监测和评价。

(3) 准确的反映开发建设项目水土流失状况要从复杂的工程建设内容找出引发水土流失的因子。根据水土流失形态、侵蚀物质组成以及基本相似的水土流失强度归纳出基本地表扰动类型,这些基本类型能够涵盖整个工程的所有建设内容所产生的水土流失种类,取得了较好的监测效果。

(4) 利用多种方法监测基本扰动类型侵蚀强度。基本扰动类型侵蚀强度的监测是监测工作的重点和难点,这是统计整个项目水土流失量以及评价工程水土流失程度必不可少的内容。由于本工程施工进度快,扰动情况变化大,监测点布设和观测受到很大的制约,我们采取了及时增补、调整监测点,以适应工程的变化情况。

(5) 多方面参与监测工作。为了提高监测质量,邀请有关技术部门、施工单位和现场施工人员进行实地调查,对监测实施过程中遇到的问题进行讨论,保证了监测工作的顺利进行和监测成果的质量。