

前言

国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程（以下简称“本工程”）位于四川省阿坝藏族羌族自治州境内，路线起于映秀镇烧火坪隧道，沿岷江河谷上行，经映秀、东界脑、银杏、沙坪关、桃关、草坡、绵鹿、玉龙、七盘沟，止于汶川县城大禹广场，是 G317 线和 G213 线的共用段。映秀至汶川通道沿连接汉、羌、藏交流融合的传统走廊——岷江布设，位于“5·12”汶川特大地震极重灾区中心区域，是连接阿坝与成都平原重要公路通道的关键路段，也是震后利用原国道 213 线（成阿公路）和震前刚建成通车的都汶二级公路组合打通的一条生命通道。自 2008 年“5·12”汶川特大地震之后，分别在 2009 年“7.25”灾害中断 7 天，2010 年“8.14”特大山洪灾害中断道 20 余天，2011 年“7.03”特大山洪灾害断道 15 天。

2013 年 7 月 7 日晚～10 日晚，汶川县境内所有乡镇出现持续暴雨天气过程，部分地区出现大暴雨、特大暴雨。此次持续性暴雨为阿坝州 1937 年有气象记录以来最强的一次，持续时间之长，降雨强度之高，过程降水量之大都是相当罕见的。连续不断的暴雨再加上“5·12”地震造成的山体松动、开裂、滑坡、塌方、堆积物，直接导致了“7.9”特大山洪泥石流的爆发。

受“7.9”特大山洪泥石流爆发的影响，项目区内的映汶高速公路和 G213 线映秀至汶川段公路受损严重。其中 G213 线映秀至汶川段公路全线有 7 座桥梁整体垮塌，7 座桥梁严重受损；隧道洞口被掩埋 4 处；受泥石流掩埋与水流冲蚀毁坏的路基长度约 11km。全线受损路段总长约 15km，占路线总长的近 30%。7 月 10 日凌晨灾情发生后，阿坝州政府和四川省交通运输厅随即组织相关部门投入到抢通保通工作中，至 7 月 12 日，初步抢通了映汶高速公路生命通道。由于 G213 受损严重，对沿线人民群众出行影响极大。为此阿坝州州委、州政府启动了本项目的灾后重建工作，重建映秀至汶川生命通道，全面恢复灾区人民的正常生产生活，维护民族地区的安定团结、巩固国防安全，恢复灾区旅游产业和工农业经济建设，提高项目区公路网通行能力、抗灾能力以及营运安全。因此本工程建设是十分必要的。

本工程全段采用设计速度 40km/h，路基宽度为 8.5m 的二级公路技术标准。项目路线全长 53.251km，其中利用原路恢复处治路段长 31.626km，重建路段长

21.625km。全线新建大、中桥梁 1628.85m/9 座，维修整治原桥 4531.97m/28 座。新建隧道 12202.5m/6 座，新建并接长明洞 1059m/9 座，利用原隧道及明洞（含维修整治）6899m/9 座，桥隧总长 26.321km（含利用桥隧），桥隧比 49.4%；全线共设平交口 7 处，应急联系道 2733m/18 处。

本工程实际总占地面积 42.73hm²，其中永久占地面积 37.31hm²，临时占地面积 5.42hm²；占地类型为旱地 1.31hm²、林地 1.70hm²、住宅用地 0.50hm²、交通运输用地 30.37hm²、河流水面 3.92hm²、内陆滩涂 1.11hm²、其他土地 3.82hm²。

本工程实际总挖方 119.93 万 m³（自然方，含表土剥离 0.74 万 m³），实际总填方 35.20 万 m³（自然方，含表土回覆 0.74 万 m³），项目路基施工开挖出的土石方全部用于路基及明洞洞顶回填，隧道洞渣一部分用于路基填筑，剩余部分全部移交给汶川县德发建材有限公司、汶川县帝骏吉建材有限公司、汶川力源建材有限公司用于砂石料生产，项目实际未产生弃方，施工阶段未设置弃渣场。

本工程于 2015 年 12 月开始施工，于 2018 年 12 月完工，实际总工期 36 个月。工程总投资 15.946 亿元，其中土建投资 12.797 亿元，资金来源为：国家和四川省财政补助 11.10 亿元，剩余资金由地方政府自筹。项目建设单位为阿坝藏族羌族自治州公路管理局。

2014 年 8 月 13 日，四川省水利厅在成都市主持召开了《国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案报告书（送审稿）》的技术审查会。专家组通过认真咨询、讨论、审议，形成了专家评审意见。编制单位根据专家评审意见对报告书进行了修改完善，于 8 月下旬完成了《国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案报告书（报批稿）》。2014 年 9 月 3 日，四川省水利厅以《四川省水利厅关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案的批复》（川水函〔2014〕1202 号）对本工程水土保持方案报告书进行了批复。

2017 年 4 月建设单位委托四川西晨生态环保有限公司（以下简称“我公司”）对本项目开展水土保持监测工作，接受委托后，我公司组织水土保持监测技术人员进入现场，对项目施工前期（2015 年 12 月至 2017 年 4 月）的水土流失进行了摸底调查，并完成了监测实施方案；对 2017 年 4 月至 2018 年 12 月项目施工期间现场水土流失情况、水土保持措施落实情况等监测数据则通过实地监测获取。通过 2017 年 4 月至 2018 年 12 月我监测单位对项目各个分区的实地监测，

以及现场各个分区布置的简易水土流失观测场、侵蚀沟样方小区以及植物样方小区等监测设施对现场进行定点监测，并其他区域采取定期巡查监测等，我公司获取了项目建设过程中水土流失情况和监测数据，并对监测数据进行分析汇总，最终形成了本项目水土保持监测总结报告。

根据现场水土保持的监测，结合项目施工过程中的影像资料并比照土壤侵蚀背景状况及简易水土流失观测场监测数据可以看出，本项目水土保持措施基本上按照水土保持方案要求实施完成。目前工程水土保持措施运行良好，起到了良好的水土保持效果。经监测表明各项防治指标达到了批复方案的防治指标。

我公司在开展本工程水土保持监测工作的开展过程中，得到了建设单位、四川省水土保持局、汶川县水务局、映秀县水务局以及主体工程兼水保工程监理、各个施工分部等单位大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程								
建设规模		路线全长 53.251km，其中利用原路恢复处治路段长 31.626km，重建路段长 21.625km	建设单位、联系人			阿坝藏族羌族自治州公路管理局、周玫				
			建设地点			阿坝州汶川县				
			所属流域			长江流域				
			工程总投资			15.946 亿元				
			工程总工期			2015 年 12 月～2018 年 12 月，36 个月				
水土保持监测指标										
监测单位			四川西晨生态环保有限公司			联系人及电话		李江朋（15928808400）		
自然地理类型			中山河谷地貌			防治标准		建设类项目一级标准		
监测 类别	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		定点监测			2 防治责任范围监测		巡查监测并结合资料分析		
	3 水土保持措施情况监测		实地测量并结合资料分析			4 防治措施效果监测		巡查监测并结合资料分析		
	5 水土流失危害监测		实地查勘并结合调查监测			水土流失背景值		调查监测		
方案设计防治责任范围			91.76hm²			容许土壤流失量		500t/km²·a		
水土保持投资			1804.04 万元			水土流失目标值		500t/km²·a		
防治措施		监测分区	工程措施			植物措施		临时措施		
		主体工程区	M10 浆砌石排水沟，C20 砼排水沟，C25 砼排水沟，M7.5 浆砌石网格护坡，C20 砼拱形护坡，M7.5 浆砌石沉砂池，表土剥离及回覆，土地整治，复耕			边坡生态防护，栽植乔木，栽植灌木，植草绿化，栽植攀援植物		临时排水沟、沉沙凼、密目网遮盖、临时沉砂池、土袋拦挡		
		施工场地区								
		施工道路区								
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%	99.67%	防治措施面积	20.28hm²	永久建筑物及	21.31hm²	扰动土地	42.73hm²

						硬化面积		总面积	
	水土流失总治理度	98%	99.12%	防治责任范围面积	42.73hm ²	水土流失总面积	20.42hm ²		
	土壤流失控制比	1.0	1.10	工程措施面积	5.54hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a		
	林草覆盖率	28%	34.50%	植物措施面积	14.74hm ²	监测土壤流失情况	460t/km ² ·a		
	林草植被恢复率	99%	99.13%	可恢复林草植被面积	14.87m ²	林草类植被面积	118.35hm ²		
	拦渣率	95%	98.89%	实际拦挡弃渣量	10.72 万 m ³	总弃渣量	10.84 万 m ³		
	水土保持治理达标评价	通过水土保持措施的实施，项目区 6 项水土流失防治指标均高于水保方案中确定的目标值，防治效果较好。							
	总体结论	在本项目建设中，建设单位重视水土保持工作，基本做到了水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。实施的水土保持措施有效的控制和减少了本项目建设引起的水土流失。							
主要建议		加强对各分区绿化措施的管护工作，对于裸露区域及时加强补植，加强对各分区的截排水设施的日常维护工作，避免截排水沟堵塞。							

目录

前言.....	I
1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 建设项目概况.....	1
1.1.1 项目基本情况.....	1
1.1.2 项目区概况.....	1
1.2 水土保持工作情况.....	6
1.2.1 建设单位实施情况.....	6
1.2.2 工程设计情况.....	7
1.2.3 水土保持设计变更情况.....	7
1.3 监测工作实施情况.....	8
1.3.1 监测实施方案执行情况.....	8
1.3.2 监测项目部设置.....	8
1.3.3 监测点布设.....	10
1.3.4 监测设施设备.....	10
1.3.5 监测技术方法.....	11
1.3.6 监测成果提交情况.....	13
2 监测内容和方法.....	14
2.1 监测内容.....	14
2.1.1 扰动土地情况.....	14
2.1.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）.....	14
2.1.3 水土保持措施.....	15
2.1.4 水土流失情况.....	16
2.2 监测方法.....	16
2.2.1 地面观测.....	17
2.2.2 调查监测.....	17
2.2.3 巡视监测.....	18
3 重点对象水土流失动态监测.....	19

3.1 防治责任范围监测.....	19
3.1.1 水土流失防治责任范围.....	19
3.1.2 建设期扰动土地面积.....	20
3.2 取料监测结果.....	21
3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量等情况.....	21
3.2.3 取料对比分析.....	21
3.3 弃渣监测结果.....	22
3.3.1 设计弃渣情况.....	22
3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果.....	22
3.3.3 弃土（石、渣）量监测结果.....	23
3.4 土石方流向情况监测结果.....	23
3.5 其他重点部位监测结果.....	23
4 水土流失防治措施监测结果.....	24
4.1 工程措施监测结果.....	24
4.1.1 水保方案设计工程措施.....	24
4.1.2 实际实施的工程措施情况.....	25
4.2 植物措施监测结果.....	26
4.2.1 水保方案设计植物措施情况.....	26
4.2.2 实际实施的植物措施情况.....	27
4.3 临时防护措施监测结果.....	28
4.3.1 水保方案设计临时措施情况.....	28
4.3.2 实际实施的临时措施情况.....	29
4.4 水土保持措施防治效果.....	30
4.4.1 主体工程区.....	30
4.4.2 施工场地区.....	30
4.4.3 施工道路区.....	31
5 土壤流失情况监测.....	32
5.1 水土流失面积.....	32

5.2 土壤流失量.....	33
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量.....	34
5.4 水土流失危害.....	34
6 水土流失防治效果监测结果.....	35
6.1 扰动土地整治率.....	35
6.2 水土流失总治理度.....	37
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.....	40
6.6 林草覆盖率.....	41
7 结论.....	42
7.1 水土流失动态变化.....	42
7.2 水土保持措施评价.....	42
7.3 存在问题及建议.....	44
7.4 综合结论.....	44
8 附件及附图.....	46
8.1 附件.....	46
8.2 附图.....	46

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

项目名称：国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程

建设单位：阿坝藏族羌族自治州公路管理局

项目建设地：阿坝藏族羌族自治州汶川县

项目建设性质：改建

建设规模：项目路线全长 53.251km，其中利用原路恢复处治路段长 31.626km，重建路段长 21.625km。全线新建大、中桥梁 1628.85m/9 座，维修整治原桥 4531.97m/28 座。新建隧道 12202.5m/6 座，新建并接长明洞 1059m/9 座，利用原隧道及明洞（含维修整治）6899m/9 座，桥隧总长 26.321km（含利用桥隧），桥隧比 49.4%；全线共设平交口 7 处，应急联系道 2733m/18 处。

工程占地：总占地面积 42.73hm²，其中永久占地面积 37.31hm²，临时占地面积 4.73hm²；占地类型为旱地 1.31hm²、林地 1.70hm²、住宅用地 0.50hm²、交通运输用地 30.37hm²、河流水面 3.92hm²、内陆滩涂 1.11hm²、其他土地 3.13hm²。

建设工期：2015 年 12 月，项目正式开工建设，并于 2018 年 12 月完成全部建设内容，项目建设总工期 36 个月。

工程投资：工程总投资 15.946 亿元，其中土建投资 12.797 亿元。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

项目区位于四川盆地西北侧，龙门山脉中南段侵蚀中山河谷地貌，山体海拔高度一般在 1000~3000m，地势自西北向东南倾斜。岷江河谷深切，河谷形态及展布方向受地层岩性和地质构造控制，山高坡陡，是典型的中山峡谷地貌区。其中映秀~草坡（下索桥）为峡谷区，呈“V”字形，河面宽 40~100m，草坡（下索

桥)以上岷江沿茂汶断裂发育,河谷开阔,谷宽一般为400~800m,河面宽一般100~200m,呈“U”字形,河谷地带分布有河漫滩及I~V级阶地,其中I、II级多为堆积阶地,III级以上为内迭式基座阶地,岷江现代河床堆积厚度由都江堰市向上游逐渐增厚,至彻底关~玉龙一带可厚达80~110m。区内出露地层以元古界晋宁~澄江期岩浆岩和古生代变质岩系为主。第四系地层包括冲洪积、崩坡积、泥石流堆积等,分布于河谷、冲沟、斜坡地带或山间槽地内。

岷江上游干流自汶川县城以下,谷坡陡峻,植被少,沿江两岸物理地质作用强烈,常见崩塌、滑坡等斜坡失稳现象,且多出现于志留系、泥盆系之板岩、千枚岩地层及第四纪巨厚堆积的斜坡地段,沿江两岸支沟泥石流较发育,如一碗水沟、下银杏坪沟、罗筐湾沟、桃关沟、板子沟等近期都发生过规模较大的泥石流。

1.1.2.2 气象

项目区在银杏乡梭坡店以南的映秀、漩口地区属山地亚热带湿润季风区,梭坡店以北的绵虬、威州地区属暖温带大陆性半干旱季风气候区,不仅具有大分区气候的特征,也具有地方性气候的特点。气象要素变化与流域地理位置及地形地势特点相适应,多年平均气温13.5~13.9℃,元月份平均气温最低2.3℃,七月份平均气温最高25.4℃。相对湿度68~83%,无霜期269天/年,实测最大风速为17m/s,多年平均风速3.1 m/s。

年平均降雨量在绵虬以南为1001.9~1264.7mm,最大年降雨量2434.8mm,是有名的川西暴雨区,夏季暴雨频繁,强度大、历时短,每年最大洪水多出现在6~9月份。而在绵虬以北,年降雨量只有500mm左右,气候相对温暖干燥。该区立体气候明显,气象要素垂直分布特征显著。

1.1.2.3 水文特征

项目区位于四川省阿坝藏族羌族自治州汶川县境内,位于岷江上游,在水系上属于岷江流域。

路线主要沿岷江两岸布线,主要河流为岷江及其支流。岷江是长江的主要支流,发源于四川省阿坝州松潘县岷山南麓,全长745km,流域面积23037km²。岷江在汶川县境内全长88km,流域面积1428.476km²,多年平均流量为470m³/s,最大流速6.9m/s,河面宽度一般在80~100m左右。河谷深切,水流湍急,河床平均比降8‰。岷江汛期主要为降水补给,枯季为融雪和地下水补给。线路跨越岷江

流域的各类溪沟和冲沟，包括太平驿沟、桃关沟、板子沟、杂谷脑河等。河流水位受局部降水量影响显著，具有典型山区河流特征。

岷江支流很多，在项目经过区域注入岷江的主要支流有杂谷脑河、草坡河。

①杂谷脑河

杂谷脑河是汶川县境岷江的主要支流，发源于理县西北鹧鸪山南麓，由西北流向东南，经理县流入汶川，在威州汇入岷江。全长158km，集水面积4630km²。在汶川境内流长约11km，流域面积316.58km²。实测最高水位为1335.51m，最枯水位为1332.32m，常年水位1333.915m，最大流量为677m³/s，流速最快为6.25m/s，最大含沙量为0.95kg/m³。

②草坡河

发源于汶川县与理县交界的环梁子(卡乒乓山)南麓，源头海拔高度5600m，源头及上游称正河，流经草坝、樟树村称草坝河，草坝河在两河口与金波河汇合，以下称草坡河，经凉水井、冬瓜槽、核桃坪、塘房等地在绵池镇下索桥汇入岷江，全长45.5km，流域面积528km²。

项目区地下水赋存条件受自然地理、岩性岩相、地质构造、地貌形态等因素综合影响，按含水介质的贮水性能和地下水的水力性质，可划分为第四系松散堆积层孔隙潜水、基岩孔隙裂隙水和基岩裂隙水三大类，其中第四系孔隙潜水的补给源主要为地表径流和大气降水，部分为地下水，而基岩孔隙裂隙水和基岩裂隙水的补给源较单一，多为大气降水，少量为高山融雪水补给。受高原地形地貌影响，区内地下水具近源补给、就近排泄特点。

1.1.2.4 地质构造及地层岩性

1、地质构造

项目区处于龙门山断裂带中段。龙门山断裂带基本构造格架主要由三条NE向压扭性大断裂（自北向南分别是茂汶断裂、北川～映秀断裂、灌县～江油断裂（本区亦叫二王庙断裂））组成，区内地质构造主要受茂汶断裂与北川～映秀断裂控制，本公路则是夹于此两条断裂之间相对稳定的岩浆岩为主的块体上。

2、地层岩性

项目区地层出露有第四系松散堆积物、沉积岩、岩浆岩和变质岩，分述如下：

(1)第四系覆盖层（Q4）

①冲积层 (Q4al) :分布于河床和两岸一级阶地及河漫滩上, 物质成分主要为漂卵石质土, 结构疏松到中密。一级阶地上部常覆盖砂土、粉土等细粒土, 厚约几米至数十米。

②洪积层 (Q4pl) : 多分布于冲沟沟口, 平面上呈扇形, 扇端多被岷江水流冲蚀。组成物质为浅褐黄色块 (碎) 石质土和含砂粘土, 厚约几米至数十米。

③崩积坡积层 (Q4dl、Q4c) : 崩塌、落石及岩堆是受汶川地震影响引发的次生地质灾害之一, 也是区内分布最广、影响面最大的一种地质灾害, 主要沿岷江两岸分布, 物质成分主要为岩块、块石质土。粒径一般 30~80cm, 大者可达 300cm 以上, 棱角分明, 坡积物局部见架空现象, 崩积物普遍具架空现象。

④滑坡堆积物 (Q4del) : 分布于岷江两岸, 多为坡体上方的崩坡积堆积物受地震、降雨、冲刷临空等影响下发生滑动, 在地貌上多呈扇形、撮箕形。其组成物质多为含块 (卵) 石粘土、块 (碎) 石质土等, 厚约 5~50 米。

⑤冰水堆积物 (Q1-3fgl) : 多分布在岷江河谷二级阶地以上, 上覆黄褐色、灰黄色卵石质土、砾石质土, 卵砾土成分以花岗岩、闪长岩为主, 次有石英岩及片麻岩等, 花岗岩及片麻岩表面风化严重, 厚度数米至二十余米。

(2) 沉积岩

在映秀镇附近, 北川~映秀断裂以南分布三叠系须家河组 (T3x) 之砂页岩夹薄煤层及三叠系须家河组, 海相、海陆交替相及河湖沼泽相含煤构造, 可划分为二段, 须家河组第一段 (T3x2) : 岩性多为黄褐色~青灰色厚层块状中细粒岩屑石英砂岩、岩屑细砂岩与浅灰色一灰黑色薄层钙质粉砂岩, 厚层块状粉砂质泥岩、泥岩组成不等厚旋回层, 夹灰褐色厚层状同生砾岩; 须家河组第二段

(T3x3) : 岩性多为灰~深灰色中厚层中~细粒岩屑石英砂岩、云岩屑钙质屑砂岩与瓦灰色灰黑色薄~中厚层粉砂岩、粉砂质泥岩、灰质页岩夹煤层组成多个不等厚旋回层。

(3) 岩浆岩和变质岩

沿线大面积出露晋宁~澄江期的岩浆岩和泥盆系、震旦系、志留系变质岩:

映秀~板桥沟段, 主要分布澄江——晋宁期($\gamma 02(4)$ 、 $\gamma 2(4)$ 、 $\delta 2(3)$)斜长花岗岩、黑云母花岗、花岗闪长岩及灰绿岩脉等, 以硬质岩为主。

板桥沟~汶川段, 主要为泥盆系月里寨群 (Dyl2) 千枚岩夹灰岩及石英砂岩,

震旦系灯影组(Zbdn)白云岩, 志留系茂县群(Smx2)千枚岩, 黄水河群(Pthn)石英片岩, 石英岩夹结晶灰岩, 安山岩夹细碧岩、英安岩。

1.1.2.5 地震

项目区位于龙门山断褶带北川~映秀断裂及茂汶断裂限制的断块上, 沿断裂边界, 历史上曾发生过多地地震, 最大震级达6.5级(1657年), 2008年5月12日, 在映秀镇开始沿北川~映秀断裂发生8.0级大地震, 沿断裂区对场地的影响烈度达11度, 根据2008年6月11日实施的GB18306-2001《中国地震动参数区划图》国家标准第1号修改单, 项目区地震动峰值加速度为0.20g, 地震动反应谱特征周期为0.35s, 基本地震烈度为Ⅷ度。

1.1.2.6 土壤

汶川县土壤共分12个土类, 12个亚类。潮土类分布于岷江两岸和各支流宽阔河谷阶地及山沟冲积扇, 面积8708hm², 占总面积的2.2%; 黄壤分布于县境东南山地亚热带, 主要是漩口镇海拔780~1300m地带, 占总面积0.94%; 山地黄棕壤分布于漩口、白花、映秀、水磨、三江等7个乡镇, 山地黄壤分布在黄壤上线以上的区域, 海拔900~1500m之间, 占总面积4.93%; 山地棕壤在温带至北温带气候区内形成, 漩口、映秀在海拔1500~2800m有分布, 威州、绵虬在海拔2300~2800m有分布, 占总面积29.65%; 山地褐色土分布在威州、绵虬、玉龙等地, 海拔1200~2300m之间, 占总面积5.97%; 山地灰化土分布在寒温带季风气候区, 占总面积的16.51%; 山地草甸土主要分布在海拔3500~4200m的山坡和山脊地带, 占总面积的26.68%; 山地冰冻土主要分布于海拔4200~5000m的山岭地区, 占总面积的11.92%; 水稻土主要分布在漩口、白花、映秀等地的河坝, 占总面积的0.02%。

项目区的土壤以山地黄壤为主, 从映秀至绵虬镇下索桥为山地黄棕壤向褐色土的过度带, 下索桥以上至汶川县城以北路线终点一带为褐色土及部分灰褐土。

1.1.2.7 植被

项目建设区汶川县受气候条件的影响, 沿线植被垂直分布明显, 从上到下依次分布有: 高山草甸、耐旱灌丛、寒温带针叶林、温带针叶林、温带针叶阔叶混交林、常绿落叶阔叶混交林和常绿阔叶林。据统计, 汶川县有已知高等植物217科, 814属, 2000多种, 草本植物64科, 600余种, 森林植被面积267432hm², 森

林覆盖率达65.5%。项目区主要植被类型以人工次生植被为主，包括乔木、灌木、草本及耕地（旱地）。

1.1.2.8 区域水土流失现状

根据《关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》（水利部公告 2006 年第 2 号）、《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》以及《四川省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（1998 年 10 月），项目区属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，同时也属于省级水土流失重点预防保护区。

根据2008年《汶川大地震四川省水土保持专题公报》，在“5.12”地震后，汶川县水土流失面积3439.09km²，占幅员面积84.21%，较震前增加了1722.51km²。其中，轻度流失面积142.24km²，占流失面积的4.14%；中度流失面积1309.62km²，占流失面积的38.08%；强度流失面积1166.24km²，占流失面积的33.91%；极强度流失面积352.59km²，占流失面积的10.25%；剧烈流失面积468.40km²，占流失面积的13.62%。年均土壤侵蚀量2129.33万t，平均土壤侵蚀模数6191.53t/km²·a。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位实施情况

2014 年 3 月，阿坝藏族羌族自治州公路管理局委托四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院承担《国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案报告书》的编制工作。

2014 年 8 月，四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院完成《国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案报告书》（报批稿）。

2014 年 9 月 3 日，四川省水利厅以《四川省水利厅关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案的批复》（川水函〔2014〕1202 号）对本工程水土保持方案报告书进行了批复。

2017 年 4 月，受建设单位委托，由四川西晨生态环保有限公司负责本项目的水土保持监测工作，监测单位于 2017 年 4 月入场对本项目进行水土保持监测。

施工单位已按照批复的水土保持方案和相关法律法规的要求,完成了各个防治分区的水土保持防治措施,取得了较好的水土流失防治效果。

建设单位在本项目建设过程中主要从以下方面规范落实水土保持管理工作:

(1) 按照方案落实资金、管理等保证措施,做好本项目的工程设计、招投标和施工组织工作,加强对施工单位的管理,加强水土保持工程建设监理工作,切实落实水土保持“三同时”制度。

(2) 定期向流域机构及省级水行政主管部门报告水土保持方案的实施情况,并接受有关水行政主管部门的监督检查。

1.2.2 工程设计情况

2013 年“7.9”特大泥石流灾害发生后,阿坝州交通运输局委托四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院开展《国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程工程可行性研究报告》的编制。经过反复研究、讨论、会审,不断修改完善,于 2014 年 7 月下旬完成了《国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程工程可行性研究报告》的修编工作。2014 年 11 月 24 日,四川省发展和改革委员会以《关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程可行性研究报告的批复》(川发改基础〔2014〕1020 号)对本工程可行性研究报告进行了批复。

2015 年 1 月 8 日,四川省交通运输厅以《关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程两阶段初步设计文件的批复》(川交函〔2015〕18 号)对本工程的初步设计文件进行了批复。

2015 年 6 月 23 日,四川省交通运输厅公路局以《关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程两阶段施工图设计文件的批复》(川交路函〔2015〕314 号)对本工程的施工图设计文件进行了批复。

1.2.3 水土保持设计变更情况

本项目主体工程建设地点、规模和建设内容未发生重大变更,水土保持方案中确定的建设内容未发生重大变化,故本工程无水土方案变更。

水保方案设计项目可研阶段设计永久弃渣 88.43 万 m^3 (自然方),来自路基

开挖、隧道工程弃渣等，共设置 3 个弃渣场堆放。施工阶段，通过对项目开挖的土石方进行综合利用，最终本工程无弃渣。因此不涉及重大变更。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

根据本项目监测实施方案中的要求，本项目方案实施阶段监测技术路线主要包括：①资料收集分析→②确定监测点及工作计划→③野外勘察调查→④确定监测方法→⑤地面调查→⑥巡查调查→⑦调查监测→⑧土壤侵蚀环境因子状况监测→⑨水土流失状况监测→⑩水土保持措施实施情况监测→⑪水土流失防治效果监测→⑫监测数据资料整理、汇总与分析→⑬工程建设水土保持防治效果评价→⑭编写监测成果资料→⑮图像汇总。监测实施阶段，根据本项目的实际施工进度并结合项目区气象水文等情况，实际监测过程中增加了水保监测工作宣传、监测数据成果定期汇报等步骤，减少了标准径流小区观测等步骤。因此实际监测技术路线为：①资料收集分析→②确定监测点及工作计划→③野外勘察调查→④确定监测方法→⑤地面调查→⑥巡查调查→⑦调查监测→⑧土壤侵蚀环境因子状况监测→⑨水土流失状况监测→⑩水土保持措施实施情况监测→⑪水土流失防治效果监测→⑫监测数据资料整理、汇总与分析→⑬工程建设水土保持防治效果评价→⑭编写监测成果资料→⑮图像汇总→⑯水保监测工作宣传→⑰监测数据成果定期汇报。

1.3.2 监测项目部设置

我公司于 2017 年 4 月受建设单位委托，开展本项目水土保持监测工作，根据我公司与建设单位签订的水土保持监测技术咨询合同约定，我单位于 2017 年 4 月进场进行本项目监测工作，为了切实落实水土保持方案中的要求，做好本项目水土保持监测工作，我单位成立了本项目水土保持监测项目部，监测项目部根据本工程的特点，进行集中管理，统一调配，做好水土保持监测工作，尽职、高效地履行服务，确保本项目各个分区监测数据采集准确、及时，能较好的反应工程水土流失防治工程建设情况。监测部组织机构采用直线职能制，在项目负责人

的领导下，形成了若干监测小组数据采集、分析记录，专业负责人初审汇总，项目负责人总把关定稿监测成果的高效监测系统。

本项目合同编制监测人员共 6 人，监测项目部为满足监测工作需要，根据各阶段工程施工实际情况（暴雨多发季节），及时加强监测力量，在岗监测人员可达 7-8 人。在配置 6 名监测人员中，由经验丰富、专业技术全面、吃苦耐劳的专业工程师组成，其中监测项目负责人 1 人，监测组长 1 人，监测人员 3 人。监测小组选址均符合业主提出的“靠近现场、管理方便、不受干扰、交通便利、尽靠公路、缩短入线、通信畅通、邮路便捷”的原则。监测项目部严格按照监测合同要求，对各监测小组实行直线式管理，项目部组织机构情况见下图：

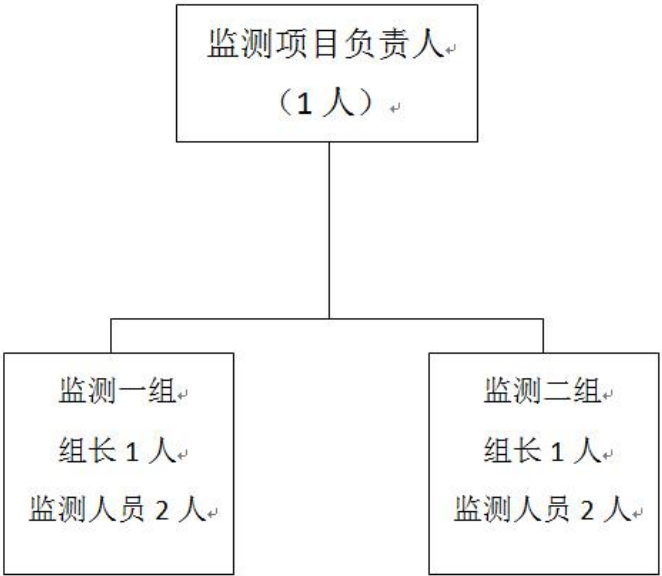


图 1-1 项目部组织机构图

表 1-1 本项目监测机构人员组成表

人员分工	姓名	职务/职称	主要工作
项目负责人	韦俊位	高级工程师	负责全面工作
组长	李江朋	工程师	负责现场监测技术，制定监测实施计划，汇总监测数据，协调各方，收集监测所需的资料等
	兰依依	工程师	

成员	章德才	工程师	数据的收集,编写监测简报相关篇章
	刘慧霞	工程师	
	刘开述	工程师	监测点位的照相,汇总,植物措施调查汇总,样品的采集

1.3.3 监测点布设

根据《水土保持方案》、项目建设的实际情况和水土保持监测要求,以批复的水土流失防治责任范围为主要监测范围。具体监测分区包主体工程区、施工场地区、施工道路区、3个分区。各监测区采用地面监测、调查监测、巡视监测等方法进行监测,监测时段为2017年4月~2018年12月。项目施工期间一共布置了1处水土流失观测场和2处侵蚀沟样方,以及多处定点监测点位。

1号简易观测场位于B3标段施工营地旁的裸露边坡。

1#侵蚀沟样方小区和2#侵蚀沟样方小区位于K29+600路基挖方边坡、K30+750施工营地边坡。

1.3.4 监测设施设备

①、钢钎法监测仪器设备

本工程开展的钢钎法监测,涉及的仪器设备主要有:GPS、钢钎、铁锤、测尺、测斜仪、自记雨量计、雨量筒、数码相机等。

②、侵蚀沟样方监测仪器设备

本工程开展的侵蚀沟样方法监测,涉及的仪器设备主要有:GPS、测尺、测绳、测斜仪、数码相机等。

③、沉沙池法监测仪器设备

本工程开展的沉沙池法监测,涉及的仪器设备主要有:GPS、测尺、水样桶、烧杯、量杯、烘箱、天平测、数码相机等。

④、调查监测仪器设备

本工程开展的调查监测,涉及的仪器设备主要有:GPS、钢卷尺、森林罗盘仪、植物冠层分析仪、激光测距仪、数码摄像机、数码相机、对讲机、监测车等。

按上述监测内容和监测方法的要求，水土保持监测所需主要仪器如表所示。

表 1-2 本工程水土保持监测仪器设备一览表

编号	设施设备名称	单位	数量	型号
一	监测设施			
1	简易土壤流失观测场	处	6	
2	侵蚀沟样方测场	处	2	
3	沉沙池测场	处	2	
4	植物样地	处	4	
5	水样采集点	处	2	
6	土样采集点	处	5	
二	仪器设备			
1	测尺	把	3	
2	测绳	条	2	
3	水样桶	个	5	
4	取土钻	件	4	
5	取土环刀	个	4	
6	土样盒	个	30	
7	自记雨量计	只	1	SRY-2 雨量计
8	钢钎	根	100	
9	钢卷尺	个	5	50m
10	测斜仪	个	2	SET-PA-01 智能自动测斜仪
11	数字式手持风速仪	台	1	H-N962 数字手持式风速仪
12	激光测距仪	个	1	图帕斯 360R
13	数码相机	个	1	尼康 N70D
14	笔记本电脑	台	1	DELL
15	高精度 GPS	台	1	华测 LT500
16	打印机	台	1	
17	监测车	辆	1	丰田普拉多

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL 277-2002）的规定及项目实际，为保证监测数据的科学性和准确性，提高监测工作效率，本项目水土保持监测主要采用的监测方法有定点监测、调查监测和巡查监测。

①调查监测

对施工区的林草生长情况、各种工程防护措施实施效果、水土保持效益等采取调查监测。

(1) 对施工开挖、土石方堆放进行调查，通过查阅施工设计、监理文件和实地量测，通过计算、分析确定建设过程中的挖填方量及堆土量。

(2) 林草的生长情况观测，在植物措施实施完成之后进行。在措施实施的当年按 $1 \times 1\text{m}$ （灌草）的样方地调查林草的成活率。对林草的生长状况主要调查林草结构、覆盖情况等，时间主要在每年的秋季进行。位于坡面林草措施，应根据其植被结构、覆盖度及林草种类等进行样方调查，样方面积：草地 1m^2 、灌木 25m^2 ，小于样方调查规定面积的地块按实际面积测算。

(3) 扰动土地面积和程度，采用设计资料分析，结合实地调查，以实际调查情况为准。边坡侵蚀面积、范围和侵蚀量及变化情况；监测时段内产生的降雨量、洪水量和频次等；水土流失程度变化量及对周边地区造成的影响趋势等。

(4) 对新建的水土保持设施的质量和运行情况进行监测，并对其稳定性观测，应充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持调查综合分析评价。

(5) 水土保持效益监测，主要测算水土保持设施的保土效益和拦渣效益。保土效益测算应按《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T 15774-2008）规定进行；拦渣效益主要针对临时堆土的实际拦挡量进行计算。

② 定位监测

地面观测方法是按照不同的土壤侵蚀特点布设水土保持临时监测设施，对施工扰动面、填方边坡等形成的水土流失坡面的监测。

根据项目建设实际，本项目定位监测采用侵蚀沟样方调查法进行。在监测点的边坡，采用侵蚀沟样方调查法监测土壤侵蚀量。在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，也可根据实际情况确定，测定样方内侵蚀沟的数量、长度、宽度和深度来进行量算，通过沟蚀量和面蚀量确定水土流失量。

③ 临时监测

当有水土流失危害发生和遇降大雨、暴雨，应增加监测频次，进行临时监测。对水土流失危害情况进行调查，并及时上报有关部门，若遇降暴雨，应增加对水土流失的临时观测，并对相关数据进行整理和分析。

④巡查监测

不定期的进行项目区全面巡查，若发现地貌变化、新的扰动区域、较大强度水土流失和明显的水土流失危害，则及时记录。

1.3.6 监测成果提交情况

①监测实施方案

受发包人监测工作委托后 20 个工作日内，对整个工程目前的水土流失状况进行全面的摸底调查。在进场后 35 天内编制完成项目水土保持监测实施方案。方案编制完成后报送给建设单位。

②监测记录表

定期对项目进行巡查和定点监测，并填写监测记录表，通过分析记录监测数据，将记录表作为附件和监测季报一起报送给建设单位。

③监测意见

监测期间，定期对现场发现的水土保持监测问题进行简要汇总，以监测意见书的形式反馈给建设单位。

④ 监测季报

监测期间，每年的 1 月、4 月、7 月和 10 月定期提交上一季度的监测季报，需对上季度监测成果进行整理、分析与评述，并以水土保持监测季报的形式提交给建设单位。

⑤ 监测年报

监测期间，每年的 1 月，需对上年度监测成果进行整理、分析与评述形成水土保持监测年报，提交给建设单位。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

2.1.1 扰动土地情况

在项目建设期，根据项目施工进度及项目区实际条件，本项目对扰动地表面积、扰动范围、土地利用情况进行过程监测，其中扰动范围每年进行4次监测，扰动地表面积每年监测4次，土地利用类型和变化情况每年监测一次，监测的主要方法是现场调查和资料分析法。

表2-1 本项目扰动土地情况监测表

分区及监测	扰动范围	扰动面积 (hm ²)	扰动前利用类型	扰动后利用类型
主体工程防治区	建设区征地范围内	37.31	林地、草地、交通道路	交通运输用地
弃渣场防治区	建设区征地范围内	0	/	/
施工场地防治区	建设区征地范围内	3.13	林地、草地	交通运输用地
施工便道防治区	建设区征地范围内	1.60	林地、草地	交通运输用地
拆迁安置区	建设区征地范围内	0	/	/
监测频次	4次/年	4次/年	1次/年	1次/年
监测方法	现场调查	现场调查	现场调查	现场调查

2.1.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

依据批复的水土保持方案，本项目工程挖方 119.59 万 m³，填方 11.98 万 m³，综合利用 19.18 万 m³，弃方 88.43 万 m³（自然方）。弃渣由自然方换算为压实方时，土方松方系数取 1.33，石方松方系数取 1.53，压实方系数取 0.85，因此本项目弃渣量（压实方）为 113.38 万 m³（设 3 处弃渣场）。

根据施工监理及调查监测结果，工程实际施工过程中土石方挖方总量为 119.93 万 m³（自然方，含表土剥离 0.74 万 m³），实际土石方填方总量为 35.20 万 m³（自然方，含表土回覆 0.74 万 m³）。本项目路基施工开挖出的土石方全部用于路基及明洞洞顶回填，隧道洞渣一部分用于路基填筑，剩余部分全部移交给

汶川县德发建材有限公司、汶川县帝骏吉建材有限公司、汶川力源建材有限公司用于砂石料生产，项目实际未产生弃方，施工阶段未设置弃渣场。

2.1.3 水土保持措施

水土保持工程措施实施区域包括主体工程区、施工场地区、施工道路区。根据我单位监测数据及现场巡查监测的实际情况，实施了路基混凝土边沟、截排水沟、拱形网格护坡、菱形骨架植草护坡、急流槽、沉砂池、片石盲沟、土工布临时遮盖、袋装土挡防、撒草绿化、表土剥离、土地整治等水土保持措施，另外对场内扰动区域根据施工工序进行了土地整治和表土剥离措施，在项目建设后期对剥离的表土进行了表土回铺。具体实施的工程措施和规格尺寸详见下表。

表 2-2 水土保持工程措施监测表

防治分区	工程名称		单位	实施工程量	实施时间
主体工程防治区	表土剥离		万 m ³	0.3	2016.01
	表土回覆		万 m ³	0.3	2019.01
	排水沟	M10 浆砌石	m ³	2652	2016.06
		C20 砼	m ³	402.9	2016.06
		C25 砼	m ³	137.8	2016.06
		M7.5 浆砌石	m ³	721	2016.06
	网格护坡	M7.5 浆砌石	m ³	489.8	2016.06
	拱形护坡	C20 砼	m ³	0	2016.06
		M7.5 浆砌石	m ³	95.3	2016.06
施工场地防治区	表土剥离		万 m ³	0.03	2015.12
	表土回覆		万 m ³	0.03	2019.01
	排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	425	2016.01
	沉砂池	M7.5 浆砌石	m ³	21	2016.01
	土地整治		hm ²	0.35	2019.05
施工便道防治区	表土剥离		万 m ³	0.41	2015.12
	表土回覆		万 m ³	0.41	2019.01

	排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	2398.5	2016.01
	土地整治		hm ²	0.22	2019.01

2.1.4 水土流失情况

通过现场的巡查监测，以及布设相应的监测点数据收集分析，收集施工前期的纸质及影像资料汇总分析，结合《土壤侵蚀分类分级标准》，分别得出项目各个年度各分区水土流失情况。详见表 2-5。

表 2-5 项目土壤流失情况一览表

项目分区	年份	侵蚀面积	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	水土流失量 (t)
主体工程区	2017	29.26	4513	1320.50
	2018	37.31	3872	1444.64
	2019	18.46	1852	341.88
	小计			3107.03
施工场地区	2017	2.84	3214	91.28
	2018	3.13	2615	81.85
	2019	0.35	2021	7.07
	小计			180.20
施工道路区	2017	1.38	4873	67.25
	2018	1.6	4754	76.06
	2019	1.6	1946	31.14
	小计			174.45
合计	2017			1479.03
	2018			1602.56
	2019			380.09

2.2 监测方法

根据《国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案报告书》和 SL277-2002《水土保持监测技术规程》、SL190-2007《土壤侵蚀分类分级标准》要求，本项目区监测采取地面观测、调查监测和巡视监测相结合的方法，结合施工实际情况。

2.2.1 地面观测

2.2.1.1 全站仪测量

采用全站仪对堆土场、建筑区及道路区等占地面积进行测量，对堆土场的顶部和底部地形进行测量，从而获得项目建设的相关地理信息资料。

2.2.1.2 无人机航拍

采用无人机对项目建设区的弃渣场、大型开挖扰动边坡、大型填方段区域、桥梁工程扰动开挖区域、路基工程区扰动开挖区域等，进行施工前期航拍，施工期航拍，以及试运行期的航拍对比，分析各个重点扰动分区的措施落实情况以及水土流失防治情况，对项目区的水土流失情况起到直观性的监测。

2.2.1.3 侵蚀沟法监测

根据工程水土流失特点及地形条件，在项目弃渣场或开挖高陡边坡选取项目建设过程中天然形成的冲蚀沟区域进行侵蚀沟法监测，从而获取项目建设期间弃渣场区和开挖区域的水土流失情况。

1#侵蚀沟样方小区和 2#侵蚀沟样方小区位于 K29+600 路基挖方边坡、K30+750 施工营地边坡。

2.2.1.4 简易观测场监测

从我监测单位进场开始直至 2019 年 12 月，我公司技术人员根据工程施工扰动特点，在主体工程区以边坡布置了水土流失观测场，对施工期工程区水土流失情况进行监测，共设置了 1 处水土流失观测场。

2.2.1.5 植物样地

根据工程建设和新增水土流失的特点，结合项目区植被类型及生长情况，植物样地用于观测区域内的植被恢复情况，在路基挖方边坡及路基填方边坡，互通立交区域，弃渣场顶部及边坡，临时施工场地，施工便道等区域布设了植物样方小区对项目区的植被覆盖恢复情况进行了监测。

2.2.2 调查监测

调查监测主要是指定期通过现场实地勘测和定点调查，对地形、地貌、水系的变化、水土流失等进行监测。各监测点在工作底图上确定位置，利用附近的永久性明显地物标志，现场采用高精度 GPS 定位仪确定其地面位置，并确定监测范围，设置固定标志。数据处理应认真使用规定的图例、表格、符号、编码等。原始资料应进行分类整理，录入计算机等成册保存。

其具体监测内容及方法见下：

(1) 对施工开挖、弃土堆放进行调查，结合施工设计、监理文件和实地量测，监测确定建设过程中的挖填方量及弃土量。

(2) 林草的生长情况观测，在植物措施实施之后的半年内进行。在措施实施的当年按乔木大于 400m²、草地 1~4m²、灌木 25~100m² 的样方地调查林草的成活率，小于样方调查规定面积的地块按实际面积监测。对林草的生长状况主要调查苗木胸径、地径及林草结构，同时采用 AccuPAR PAR/LAI ceptometer 植物冠层分析仪测定乔木、灌木及草本的覆盖度及郁闭度等指标。

(3) 扰动土地面积监测，采用设计资料分析，结合实地调查，以实际调查情况为准。

(4) 对施工过程中新建水土保持设施的质量和运行情况进行监测，并对其稳定性观测，应充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持调查综合分析评价。

(5) 调查沟道淤积、洪涝灾害及其对周边的影响，进行分析，评价建设期水土保持措施的作用与效果。

(6) 水土保持效益监测，主要为水土保持设施的保土效益和拦渣效益等监测。保土效益测算应按 GB / T15774-2008《水土保持综合治理效益计算方法》规定进行。

2.2.3 巡视监测

在进行调查监测的同时，还采取对现场巡查，现场填写表格，及时掌握各种可能出现的水土流失问题，及时向项目建设单位汇报和提出相应的处理意见，由建设单位根据情况制定相应的处理方案，以保证水土保持监测的实效。巡视方法采取定期或不定期方式。

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

根据四川省水利厅《关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案的批复》（川水函〔2014〕1202 号），本工程水土流失防治分区划分为主体工程防治区、弃渣场防治区、施工场地防治区、施工便道防治区、拆迁安置防治区，共 5 个防治分区。批复的水土保持方案的水土流失防治责任范围面积共计 91.76hm²，其中项目建设区 51.03hm²，直接影响区 40.73hm²。

根据水土保持监测成果、查阅相关的施工、征地与档案资料和资料统计，项目建设期间实际发生的水土流失防治责任范围面积为 42.73hm²，全部为项目建设区。实际发生的水土流失防治责任范围面积较方案批复的水土流失防治责任范围面积减少 49.72hm²，其中，项目建设区占地面积减少 8.99hm²，直接影响区面积减少 40.73hm²，主要变化原因如下：

（1）根据施工图设计文件以及本项目勘测定界资料，本项目主体工程实际占地面积为 37.31hm²，全部为项目建设区，无直接影响区，与批复方案相比防治责任范围减少 25.82hm²；

（2）本项目路基施工开挖出的土石方全部用于路基及明洞洞顶回填，隧道洞渣一部分用于路基填筑，剩余部分全部移交给汶川县德发建材有限公司、汶川县帝骏吉建材有限公司、汶川力源建材有限公司用于砂石料生产，项目实际未产生弃方，施工阶段未设置弃渣场，因此弃渣场占地面积减少 9.43hm²；

（3）经实地调查，本项目施工期间共设置施工场地 5 处，施工场地临时占地面积 3.13hm²，与批复方案相比减少 0.02hm²。

（4）经实地调查，本项目施工期间共新修施工便道 7 条，新建施工便道总长 2.13km，实际占地面积 1.60hm²，与批复方案相比减少 14.13hm²。

（5）实际施工中土石方挖方总量为 119.93 万 m³（自然方，含表土剥离 0.74

万 m³），实际土石方填方总量为 35.20 万 m³（自然方，含表土回覆 0.74 万 m³）。本项目路基施工开挖出的土石方全部用于路基及明洞洞顶回填，隧道洞渣一部分用于路基填筑，剩余部分全部移交给汶川县德发建材有限公司、汶川县帝骏吉建材有限公司、汶川力源建材有限公司用于砂石料生产，项目实际未产生弃方，施工阶段未设置弃渣场。因此，弃渣场区占地面积减少 8.71hm²。

方案确定和实际发生的防治责任范围变化具体情况见表 3-1。

表 3-1 方案确定和实际发生的防治责任范围变化情况表单位：hm²

防治分区	水土流失防治责任范围（hm ² ）		
	方案确定	实际发生	增减变化
主体工程防治区	63.13	37.31	-25.82
弃渣场防治区	9.43	0	-9.43
施工场地防治区	3.15	3.13	-0.02
施工便道防治区	15.73	1.60	-14.13
拆迁安置区	0.32	0	-0.32
合计	91.76	42.04	-49.72

3.1.2 建设期扰动土地面积

根据《水土保持方案》，在可行性研究阶段项目扰动地表总面积 91.76hm²。

在项目建设期，项目实际征地面积略有减少，且在监测期不同年份扰动地表面积也有所不同。经调查施工资料及现场查勘，项目 2017 年扰动地表共计 94.15hm²，其中路基工程区 56.23hm²，桥梁工程区 4.26hm²，隧道工程区 0.45hm²，互通立交工程区 24.32hm²，沿线设施区 5.16hm²，施工场地区 2.23hm²，施工道路区 0.8hm²，弃渣场区 0.7hm²。

项目 2018 年扰动地表共计 275.60hm²，其中路基工程区 143.24hm²，桥梁工程区 14.91hm²，隧道工程区 1.44hm²，互通立交工程区 88.93hm²，沿线设施区 18.26hm²，施工场地区 3.12hm²，施工道路区 2.2hm²，弃渣场区 3.5hm²。

项目 2019 年扰动地表共计 307.06hm²，其中路基工程区 147.03hm²，桥梁工程区 14.91hm²，隧道工程区 1.44hm²，互通立交工程区 117.71hm²，沿线设施区 16.85hm²，施工场地区 3.12hm²，施工道路区 2.5hm²，弃渣场区 3.5hm²。

整个建设期总体扰动地表面积为 307.06hm²，其中路基工程区 147.03hm²，桥梁工程区 14.91hm²，隧道工程区 1.44hm²，互通立交工程区 117.71hm²，沿线

设施区 16.85hm²，施工场地区 3.12hm²，施工道路区 2.5hm²，弃渣场区 3.5hm²。
详见表 3-2。

表 3-2 项目实际分年度扰动地表面积监测结果表单位：hm²

项目分区	各年度扰动地表面积			总体扰动面积
	2017	2018	2019	
主体工程区	29.26	37.31	37.31	37.31
施工场地区	2.84	3.13	3.13	3.13
施工道路区	1.38	1.6	1.6	1.6
合计	33.48	42.04	42.04	42.04

3.2 取料监测结果

根据主体工程施工资料及现场查勘，本工程施工过程中所用砂石料未自行开采，全部外购或利用本工程基建开挖的废石，本工程未设置取土场。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量等情况

根据主体施工统计资料及现场查勘，本项目施工过程中所用砂石料未自行开采，全部外购或利用本工程基建开挖的废石。因此，本项目未单独建立取料场、取土场。

3.2.3 取料对比分析

根据主体施工统计资料及现场查勘，本项目施工过程中所用砂石料未自行开采，全部外购或利用本工程基建开挖的废石。因此，本项目未单独建立取料场、取土场。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据土石方平衡情况，国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程工程全线共需布设弃渣场 3 处，弃方 88.43 万 m³（自然方），占地 8.71hm²，均为临时用地。批复的水土保持方案设置的弃渣场特性详见表 3-3。

表 3-3 弃渣场规划特性表

行政 区界	序号	桩号	与公路相 对位置 (m)	平均堆 高(m)	弃渣量 (万 m ³)	容渣量 (万 m ³)	占地类型、面积 (hm ²)					渣场 类型	外环境关系
							合计	耕地 旱地	林地 其它林地	住宅用地 农村宅基地	其他土地 裸地		
汶川 县	1	K16+900	左侧10 米	6.80	9.70	12.73	2.09	0.15	0.22		1.72	谷坡型	该渣场属谷坡型弃渣场，位于A2K16+900左侧路边供项目起点~皂角湾隧道~A2线止点弃渣，渣场主要占用旱地、其它林地、裸地；弃渣场下方无居民居住；渣场交通条件较好，现有交通条件可以满足施工需要；弃渣场位于现有G213与映汶高速之间位于岷江阶地上；渣体不受地质灾害影响；弃渣场渣脚高程1044.3m，高于其上游映汶高速沙坪关大桥桥位处(距离50m)20年一遇洪水高程1041.60m说明其满足岷江防洪要求。
	2	K21+000	路右600 米	17.14	43.44	44.13	2.86	1.06	1.46	0.34		谷坡型	该渣场属谷坡型弃渣场，位于K21+000路右600米供A2线起点~A2线止点弃渣，渣场主要占用旱地、其它林地及农村宅基地；渣场交通条件一般，但对现有道路进行改扩建以满足施工需要；弃渣场位于佛堂坝下游处的岷江阶地上；渣体不受地质灾害影响；弃渣场渣脚高程1088.2m，高于其同一位置处的映汶高速9#弃渣场(已进行了弃渣场设计，但未实际施工)30年一遇洪水高程1085.85m，说明其满足岷江防洪要求。
	3	K30+650	路左500 米	21.43	60.24	64.46	3.76		1.21		2.55	谷坡型	该渣场属谷坡型弃渣场，位于B2K30+550路左500米，供起A2线起点~项目止点弃渣，渣场主要占用其它林地、裸地；渣场交通条件较好，现有交通条件可以满足施工需要。弃渣场位于殷家坝处的岷江阶地上；渣体不受地质灾害影响；弃渣场渣脚高程1161.4m，高于其上游处的映汶高速殷家坝大桥(距离100m)50年一遇洪水高程1157.43m，说明其满足岷江防洪要求。
全线总计					113.38	121.32	8.71	1.21	2.89	0.34	4.27		

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

根据工程建设实际情况，本工程路基施工开挖出的土石方全部用于路基及明洞洞顶回填，隧道洞渣一部分用于路基填筑，剩余部分全部移交给当地的砂石料生产企业综合利用，实际未设置弃渣场。

3.3.3 弃土（石、渣）量监测结果

根据施工监理及现场监测结果，工程实际施工过程中土石方挖方总量为 119.93 万 m^3 （自然方，含表土剥离 0.74 万 m^3 ），实际土石方填方总量为 35.20 万 m^3 （自然方，含表土回覆 0.74 万 m^3 ）。本项目路基施工开挖出的土石方全部用于路基及明洞洞顶回填，隧道洞渣一部分用于路基填筑，剩余部分全部移交给汶川县德发建材有限公司、汶川县帝骏吉建材有限公司、汶川力源建材有限公司用于砂石料生产，项目实际未产生弃方，施工阶段未设置弃渣场。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据施工单位和监理单位提供的资料以及我单位现场监测数据，本项目实际施工中，本工程建设期实际施工过程中土石方挖方总量为 119.93 万 m^3 （自然方，含表土剥离 0.74 万 m^3 ），实际土石方填方总量为 35.20 万 m^3 （自然方，含表土回覆 0.74 万 m^3 ），弃方均被汶川县德发建材有限公司、汶川县帝骏吉建材有限公司、汶川力源建材有限公司用于砂石料生产。

3.5 其他重点部位监测结果

本项目属于改建项目，在施工过程中施工单位严格按照水保方案中的要求进行施工，路基工程区在施工过程中，开挖形成的裸露边坡采取密闭网临时遮盖，周边修建了临时的排水沟及沉砂池等临时措施，产生的临时堆土采取了各项临时防护措施进行防护，同时对剥离的表土采取了防雨布遮盖和土袋挡墙等措施；桥梁工程区桥墩基础开挖产生的临时堆土，四周采取了临时拦挡，裸露区域采取了密闭网进行遮盖，避免雨水直接冲刷，施工完毕后，对桥下进行了覆土整治绿化，因此这些区域的水土流失得到有效控制。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 水保方案设计工程措施

水土保持方案在对主体工程已采取的具有水土保持功能的防护措施基础上，根据水土流失防治分区进行新增措施布局。按照“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的原则，以防治工程建设中水土流失和恢复区域环境为目的，提出新增水土保持措施，使之形成一个以工程措施为先导、土地整治与植物措施相结合，临时防护措施相配套的水土流失综合防治体系。既能有效地控制项目建设期的水土流失，保护项目区生态环境，又能保证工程建设和运行安全。各个分区工程措施设计情况如下：

表 4-1 主体区水土保持工程措施工程量表

防治分区	工程名称		单位	设计工程量
主体工程防治区	表土剥离		万 m ³	0.38
	表土回覆		万 m ³	0.30
	排水沟	M10 浆砌石	m ³	0.00
		C20 砼	m ³	19852.00
		C25 砼	m ³	8144.00
	网格护坡	M7.5 浆砌石	m ³	0.00
	拱形护坡	C20 砼	m ³	2498.00
		M7.5 浆砌石	m ³	0.00
施工场地防治区	表土剥离		万 m ³	0.04
	表土回覆		万 m ³	0.06
	排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	461.00
	沉沙池	M7.5 浆砌石	m ³	36.00

	土地整治		hm ²	0.39
施工便道防治区	表土剥离		万 m ³	0.00
	表土回覆		万 m ³	0.00
	排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	2397.00
	土地整治		hm ²	0.00
弃渣场防治区	C15 挡渣堤	长度	m	1065
		挖土方	m ³	6866
		排水管	m	2238
		C15 砼	m ³	15425
	浆砌排水沟	长度	m	2435
		挖土方	m ³	4758
		M7.5 浆砌石	m ³	2442
	沉沙池	挖土方	m ³	77
		M7.5 浆砌石	m ³	47
	表土剥离	表土剥离	万 m ³	0.43
	表土回覆	表土回覆	万 m ³	0.49

4.1.2 实际实施的工程措施情况

通过查阅施工、监理资料，集合现场巡查监测，本工程水土保持工程措施实施区域包括主体工程防治区、施工场地防治区、施工便道防治区。

（1）主体工程防治区

通过核查施工过程、监理相关资料、水土保持监测成果资料及结合现场调查情况，主体工程防治区在施工过程中实施了表土剥离、表土回覆、排水沟、网格护坡、拱形护坡措施。

（2）施工场地防治区

通过核查施工过程、监理相关资料、水土保持监测成果资料及结合现场调查情况，施工场地防治区在施工过程中实施了排水沟、沉沙池、表土剥离、表土回覆、土地整治措施。

(3) 施工便道防治区

通过核查施工过程、监理相关资料、水土保持监测成果资料及结合现场调查情况，施工便道防治区在施工过程中实施了排水沟、表土剥离、表土回覆、土地整治措施。

各防治分区实施的水土保持工程措施详见表 4-2。

表 4-2 水土保持工程措施量监测结果

防治分区	工程名称		单位	实施工程量	实施时间
主体工程防治区	表土剥离		万 m ³	0.30	2016.01
	表土回覆		万 m ³	0.30	2019.01
	排水沟	M10 浆砌石	m ³	2652.0	2016.06
		C20 砼	m ³	402.9	2016.06
		C25 砼	m ³	137.8	2016.06
		M7.5 浆砌石	m ³	721.0	2016.06
	网格护坡	M7.5 浆砌石	m ³	489.8	2016.06
	拱形护坡	C20 砼	m ³	0	2016.06
		M7.5 浆砌石	m ³	95.3	2016.06
施工场地防治区	表土剥离		万 m ³	0.03	2015.12
	表土回覆		万 m ³	0.03	2019.01
	排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	425.0	2016.01
	沉沙池	M7.5 浆砌石	m ³	21.0	2016.01
	土地整治		hm ²	0.35	2019.05
施工便道防治区	表土剥离		万 m ³	0.41	2015.12
	表土回覆		万 m ³	0.41	2019.01
	排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	2398.5	2016.01
	土地整治		hm ²	0.22	2019.01

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 水保方案设计植物措施情况

项目主体工程设计的菱形护坡植草及边坡绿化等植物措施已完全满足水土保持要求，利用主体已有植物措施。方案仅就主体工程采取的植树、种草措施的种植提出水土保持要求：

行道树种植、灌木种植于公路两侧用地范围边界上，即界碑以内，排水沟以外，树种选择栽种容易，成活率高，树冠大小适中，根系发达的速生树种，行道乔、灌木应选择终年常绿，树形优美，有较高的观赏价值和视线诱导效果的灌木，且同时要满足水土保持要求。该措施由主体工程负责实施，除达到公路景观需要外，还应该满足水土保持要求。各个分区设计的植物措施情况如下：

表 4-3 水土保持植物措施设计工程量表

防治分区	工程名称	单位	设计工程量
主体工程防治区	边坡生态防护	m ²	143778.00
	栽植乔木	株	10000.00
	栽植灌木	株	26000.00
	植草绿化	m ²	513.00
	栽植攀援植物	株	0.00
施工场地防治区	植草绿化	m ²	11560
施工便道防治区	植草绿化	m ²	1534.00
弃渣场防治区	植草绿化	m ²	86303
	栽植灌木	株	38836

4.2.2 实际实施的植物措施情况

通过查阅施工、监理资料，并经现场实际调查核实，本工程水土保持植物措施实施区域包括主体工程防治区、施工场地防治区、施工便道防治区。主体工程防治区实施的植物措施主要包括播撒草籽、喷播植草、栽植乔木、栽植灌木、栽植攀缘植物；施工场地、施工便道防治区实施的植物措施为播撒草籽。各防治分区水土保持植物措施实施情况详见表 4-10。

表 4-10 水土保持植物措施监测结果

防治分区	工程名称	单位	实施工程量	实施时间
主体工程防治区	边坡生态防护	m ²	58110.00	2020.06
	栽植乔木	株	3537.00	2020.06
	栽植灌木	株	678.00	2020.06
	植草绿化	m ²	0.00	/
	栽植攀援植物	株	752.00	2020.06
施工场地防治区	植草绿化	m ²	3500	2021.06
施工便道防治区	植草绿化	m ²	15000.00	2021.06
弃渣场防治区	植草绿化	m ²	0.00	/
	栽植灌木	株	0	/

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 水保方案设计临时措施情况

工程建设过程中，对扰动区域采取临时的防护措施可减少施工过程中造成的水土流失，因此方案在项目施工过程中考虑了一下临时措施：

①由于土石方工程可能持续施工到夏秋雨季，因此应考虑到降雨和径流对尚未完成防护的边坡形成冲刷，故采用无纺布或草栅对未及时完成防护的路基边坡进行临时覆盖。

②为了减少土石下落带来的水土流失，水保方案在路基高填深挖路段、临沟侧、临坡侧等有一定坡度的路段设土工布围栏，具体做法为：在路基临沟侧和临坡侧每 3 m 设长度为 1.5 m 的立柱，立柱钉入地面 0.5 m，然后用宽 0.6 m 的土工布固定在立柱上。临沟侧围栏的作用是拦截泥沙并使雨水通过，临坡侧围栏的作用是拦截细碎的坡面滚落物和径流带来的冲刷物。

③因为路基开挖填筑过程中的土石方松散，受降水冲刷极易引起严重的水土流失，故在路基两侧设置用于排水、沉淀的土质排水沟和土质沉沙凼，沉沙凼内铺彩条布，以便于清理。

根据桥梁工程水土流失特点，水保方案设计采用桥梁桥墩转孔桩在施工时的泥浆经收集后，运送至沉淀凼沉淀，沉沙凼内铺彩条布，以便于清理。清理出的沉淀物运输至弃渣场；排水沟用于防止桥墩基础开挖土石方受降雨

影响进入水体而产生水土流失。

(1)土质排水沟：下底宽 0.3m，高 0.3m，顶宽 0.9m，沟壁坡比 1：1。

(2)土质沉砂函：容积 1m^3 ，长×宽×高=2.0m×1m×0.5m。

沉淀泥沙后将水流排入附近沟渠或河流，同时兼做消力池，可减少坡面水流对坡底排水沟断面的冲刷。临时排水沟每 400~500m 设一临时沉砂池，沉砂池断面为底部 1.0m×1.0m 正方形，顶部 2.0m×2.0m 正方形，深 1.0m，坡比 1：0.5。

4.3.2 实际实施的临时措施情况

工程建设过程中，严格控制工作范围在征地范围内，尽量减少对原生地貌的扰动。各防治分区施工过程中采取的临时防治措施，主要采取表土剥离，临时排水沟，临时沉砂函，防雨布临时遮盖，土袋挡墙等措施并与主体工程同步进行。

水土保持临时措施实施区域包括主体工程区的路基工程区、桥梁工程区和施工道路区、施工场地区。根据我单位监测数据及收集到的施工单位及主体监理资料可知，本项目在施工阶段根据设计及项目实际情况，在工程建设场区内实施了，表土剥离、密目网遮盖、临时排水沟、临时沉砂池以及临时土袋挡墙等多项水土保持临时防护措施。

临时措施实施完成工程量见下表 4-11。

表 4-11 水土保持临时防护措施监测结果

防治分区	工程名称		单位	设计工程量	实施工程量	增减 (+/-)	备注
主体工程 防治区	临时排水沟	挖土方	m^3	2211.00	840.00	-1371.00	水保设计
	沉砂函	挖土方	m^3	2316.00	195.00	-2121.00	水保设计
	彩条布遮盖		m^2	15114.00	0.00	-15114.00	水保设计
	无纺布遮盖		m^2	4692.00	0.00	-4692.00	水保设计
	密目网遮盖		m^2	0.00	59519.00	59519.00	水保设计
	编织袋装土		m^3	325.00	0.00	-325.00	水保设计
	土工布围栏	土工布	m^2	23276	0.00	-23276.00	水保设计

		铁杆	根	8621	0.00	-8621.00	水土保持设计
		回填土	m ³	3581	0.00	-3581.00	水土保持设计
施工场地 防治区	无纺布遮盖		m ²	8327	0	-8327.00	水土保持设计
	密目网遮盖		m ²	0	8102	8102.00	水土保持设计
	编织袋装土		m ³	80	0	-80.00	水土保持设计
施工便道 防治区	临时排水沟	挖土方	m ³	0.00	413.00	413.00	水土保持设计
	临时沉沙池	挖土方	m ³	0.00	28.50	28.50	水土保持设计
	土袋拦挡		m ³	0.00	1200.00	1200.00	水土保持设计
弃渣场防 治区	无纺布遮盖		m ²	18300	0.00	-18300.00	水土保持设计
	编织袋装土		m ³	7457	0	-7457.00	水土保持设计

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 主体工程区

该分区施工过程中根据设计要求实施 C20 砼边沟，C25 砼边沟，M10 浆砌石排水沟，M7.5 浆砌石网格护坡，C20 砼拱形护坡，M7.5 浆砌石拱形护坡，表土剥离，回覆表土，土地整治等工程措施和剥离表土、密目网遮盖等临时措施，有效的减少施工过程中的水土流失。根据我单位现场监测结果，在项目施工过程中，施工单位按照设计要求实施了相应的工程措施、植物措施和临时措施等水土保持防治措施，这些措施在实施后起到了较好的水土保持作用，对施工期间的项目水土流失起到了良好的控制。目前该区域工程措施运行情况较好，水土流失程度低，土壤侵蚀程度低，整体水土保持效果好。

4.4.2 施工场地区

该区域方案设计要求对场地内实施 M7.5 浆砌石排水沟，对场地内栽植乔木、灌木和种植草，对场地进行表土剥离和回覆，临对场地开挖过程中形成的临时堆土采取临时挡护。

根据我单位现场监测结果，在项目施工过程中，该分区开挖产生的临时堆土

均及时的运到规定的临时堆土处堆放，对扰动区域内修建 M7.5 浆砌石排水沟，对场地进行了表土剥离及土地整治、复垦，临时的排水沟及临时遮盖，撒播草籽及栽植乔灌木等措施。通过现场监测该分区水土流失程度低，土壤侵蚀程度低，植被恢复较好，各项水保措施均在良好运行，整体水土保持效果好。

4.4.3 施工道路区

该分区施工过程中根据设计要求施工前，对本工程区占用的耕地、林地、草地清表，施工期间，对于路基挖填边坡采用撒播灌草籽进行边坡防护，在土地整治结束后，对不拟利用的施工便道采用草植被恢复。根据我单位现场监测结果，在项目施工过程中，施工单位按照设计要求实施了表土剥离，土地整治，植草，表土回覆等水土保持防治措施，这些措施在实施后起到了较好的水土保持作用，对施工期间的项目水土流失起到了良好的控制。目前该区域完成回覆，栽植了乔灌木和撒播草籽，目前植被恢复较好，水土流失程度低，整体水土保持效果好。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目于 2016 年开工建设，根据批复的水土保持方案，项目可研阶段的设计资料，以及我单位通过查阅施工单位和当地水文地质等资料获取了项目在施工准备期水土流失情况。

按照《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区属于西南土石山区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。根据项目水保方案报告书及现场查勘，项目区域土壤侵蚀类型主要以水力侵蚀和重力侵蚀为主，侵蚀强度以轻度侵蚀为主，侵蚀模数为 $1171\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据《水土保持方案》，在可行性研究阶段项目水土流失总面积 91.76hm^2 。

在项目建设期，项目实际征地面积有所减少，且在监测期不同年份扰动地表面积亦有所不同。经调查施工资料及现场查勘，项目施工期水土流失面积共计 42.73hm^2 ，试运行期水土流失面积 20.41hm^2 。项目施工期各个年度的流失面积具体情况如下：

项目 2017 年水土流失面积共计 33.48hm^2 ，其中主体工程区 29.26hm^2 ，施工场地区 2.84hm^2 ，施工道路区 1.38hm^2 。

项目 2018 年水土流失面积共计 42.73hm^2 ，其中主体工程区 37.31hm^2 ，施工场地区 0.31hm^2 ，施工道路区 1.6hm^2 。

项目 2019 年水土流失面积共计 20.41hm^2 ，其中主体工程区 18.46hm^2 ，施工场地区 0.35hm^2 ，施工道路区 1.6hm^2 。。

该项目位于汶川县，水土流失的主要因子为降雨，因此本项目水土流失的主要时段为雨季，在夏季项目水土流失面积明显增加，使得原本属于非水土流失的区域变为水土流失区域，在降雨季节部分区域的土壤侵蚀模数超过本区域允许土壤流失量，另外春季和冬季本区域的另外一个因子：风，也是土壤流失面积变化的一个原因。总体来说本区域水土流失面积变化规律为雨季面积变大。

5.2 土壤流失量

本项目按照水土保持方案中的设计共分为：主体工程区，施工场地区，施工道路区 3 个分区，根据项目现场布设的监测点位测量的监测数据以及现场巡查监测收集的影像及纸质资料汇总分析，得出项目建设区各个分区各个年度的平均侵蚀模数以及水土流失量，其中主体工程区是水土流失的主要分区，该分区在项目施工过程中，扰动面积最大，形成的裸露区域较多，因此水土流失量因此也较大。各个分区各年度的水土流失量情况详见表 5-1。

表 5-1 项目各个分区土壤流失情况一览表

项目分区	年份	侵蚀面积	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	水土流失量 (t)
主体工程区	2017	29.26	4513	1320.50
	2018	37.31	3872	1444.64
	2019	18.46	1852	341.88
	小计			3107.03
施工场地区	2017	2.84	3214	91.28
	2018	3.13	2615	81.85
	2019	0.35	2021	7.07
	小计			180.20
施工道路区	2017	1.38	4873	67.25
	2018	1.6	4754	76.06
	2019	1.6	1946	31.14
	小计			174.45
合计	2017			1479.03
	2018			1602.56
	2019			380.09

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据工程建设实际情况，本工程路基施工开挖出的土石方全部用于路基及明洞洞顶回填，隧道洞渣一部分用于路基填筑，剩余部分全部移交给当地的砂石料生产企业综合利用，实际未设置弃渣场。本项目施工过程中所用砂石料未自行开采，全部外购或利用本工程基建开挖的废石。因此，本项目未单独建立取料场。

5.4 水土流失危害

经现场巡查，走访及查阅相关资料，项目在建设期间（2015 年 12 月至 2018 年 12 月）没有因人为因素而造成对主体工程及周边有负面影响的水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

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》（办水保〔2013〕188号）及《四川省水利厅关于印发〈四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果〉的通知》（川水函〔2017〕482号），项目所在地汶川县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区。根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中的相关规定，本工程水土流失防治标准等级为建设类项目一级标准。批复的水土保持方案报告书中，至设计水平年，扰动土地整治率为95%，水土流失总治理度为98%，土壤流失控制比为1.0，拦渣率为95%，林草覆盖率为28%，林草植被恢复率为99%。

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总面积的百分比。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、堆弃用地，均以垂直投影面积计。扰动土地治理面积，是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。

$$\text{扰动土地整治率} = \frac{\text{水土保持措施防治面积} + \text{永久建筑物面积} + \text{水库水面面积}}{\text{扰动地表面积}} \times 100\%$$

项目在施工过程中产生了大量的地表扰动，致使局部地表裸露，造成了一定的水土流失，但建设单位在施工过程中采取了大量的土地整治及绿化措施，使水土流失得到了有效地控制。

项目建设期实际扰动土地本工程建设实际扰动土地面积为42.73hm²，各类措施面积加上建构筑物占压及硬化面积共计42.59hm²，扰动土地整治率达到99.67%，达到了批复水土保持方案确定的防治目标95%的要求。各分区的扰动土地整治率见表6-1。

表 6-1 各分区扰动土地整治率一览表

防治分区	扰动面积 (hm ²)	建筑物及硬化 面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			扰动土地整治 面积	扰动土地整治率 (%)
				工程措施	植物措施	小计		
主体工程区	37.31	18.85	18.46	5.54	12.84	18.38	37.23	99.78
施工场地区	3.82	3.46	0.36	0	0.34	0.34	3.80	99.48
施工道路区	1.60		1.6	0	1.56	1.56	1.56	97.50
合计	42.73	22.31	20.42	5.54	14.74	20.28	42.59	99.67

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治理达标面积(不含工程永久建筑物及水面面积)占项目建设区内水土流失总面积的百分比。

$$\text{水土流失总治理度} = \frac{\text{水土流失治理达标面积}}{\text{造成水土流失面积}} \times 100\%$$

根据调查监测,运行期项目实际扰动土地面积 42.73hm²,水土流失面积 20.42hm²,通过实施各类措施治理后,水土流失治理达标的面积共计 20.24hm²,水土流失总治理度为 99.12%,达到并超过方案设定的 98%目标要求。各分区的水土流失治理率详见表 6-2。

表 6-2 各防治分区水土流失治理度一览表

防治分区	扰动面积 (hm ²)	建筑物及硬化 面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)			扰动土地整治 面积	水土流失治理度 (%)
				工程措施	植物措施	小计		
主体工程区	37.31	18.85	18.46	5.54	12.83	18.37	37.23	99.51
施工场地区	3.82	3.46	0.36	0	0.34	0.34	3.80	94.29
施工道路区	1.60		1.6	0	1.53	1.53	1.56	95.63
合计	42.73	22.31	20.42	5.54	14.70	20.24	42.59	99.12

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率指项目建设区内实际拦挡弃土弃渣量与项目建设区内弃土弃渣总量的百分比。

经过项目现场实地巡查监测数据，实际土石方挖方总量为 119.93 万 m^3 （自然方，含表土剥离 0.74 万 m^3 ），实际土石方填方总量为 35.20 万 m^3 （自然方，含表土回覆 0.74 万 m^3 ）。本项目路基施工开挖出的土石方随挖随运随填，全部用于路基及明洞洞顶回填，隧道洞渣一部分用于路基填筑，剩余部分全部移交给汶川县德发建材有限公司用于砂石料生产，项目实际未产生弃方，施工阶段未设置弃渣场。项目施工期间路基填方区域的临时堆土采取了相应的拦挡措施，实际拦挡的临时堆土（含表土）量达 10.72 万 m^3 ，实际拦渣率达到 98.89%，达到并超过方案设定的 98%的目标防治要求。各个渣场拦渣率情况详见下表。

表 6-3 项目拦渣率

临时堆土名称	实际堆放量（万 m^3 ）	实际拦挡量（万 m^3 ）	拦渣率（%）
表土堆放	0.74	0.72	97.30
主体工程区临时堆土	10.10	10.00	99.00
合计	10.84	10.72	98.89

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内治理后的平均土壤流失强度与容许土壤流失量之比。国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程工程所在区域容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

施工准备期

本阶段为 2015 年 12 月项目开工以前，根据已批复的水土保持方案，并结合我单位调查、查阅施工单位、监理单位等影像资料，可以确定施工准备期时本项目区水土流失背景值为 $1171\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，故本阶段土壤流失控制比为 0.43。

施工期

本阶段为 2015 年 12 月至 2018 年 12 月，此时间段，项目开始施工，大量的扰动破坏原有地面植被类型，造成了一定量的水土流失，经现场监测，本阶段项

目区平均水土流失侵蚀模数为 3257 t/km²•a，故本阶段土壤流失控制比为 0.18。

植被恢复期

本阶段为 2018 年 12 月至今，此时间段，项目施工完毕，主体工程区大部分区域完成了硬化，项目区各个分区实施的植物措施开始发挥效应，故项目区土壤侵蚀模数降低，经监测本阶段项目区土壤侵蚀模数为 456t/km²•a，故本阶段土壤流失控制比为 1.10。

表 6-4 土壤流失控制比

时间	侵蚀模数 (t/km ² •a)	容许土壤流失量 (t/km ² •a)	土壤流失控制比
施工准备期	1171	500	0.43
施工期	3257	500	0.18
植被恢复期	456	500	1.10

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复系数指项目建设区内林草类植被面积占可恢复植被（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。可恢复植被面积是指在当前技术经济条件下，通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积。

$$\text{植被恢复系数} = \frac{\text{植物措施面积}}{\text{可绿化围面积}} \times 100\%$$

经现场监测，截止 2021 年 10 月，国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程项目建设区面积 42.73hm²，可恢复林草植被面积 14.87hm²，实际恢复的林草植被面积 14.74hm²，林草植被恢复率为 99.13%，达到防治目标值 99%的要求。

表 6-5 林草植被恢复率

防治分区	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 (%)
主体工程区	37.31	12.92	12.84	99.38
施工场地防治区	3.82	0.35	0.34	97.14
施工道路防治区	1.60	1.6	1.56	97.50
合计	42.73	14.87	14.74	99.13

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率则是指项目建设区内的林草面积占项目建设区总面积的百分比。

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草总面积}}{\text{防治责任范围面积}} \times 100\%$$

经现场监测，截止 2021 年 10 月，主体工程区林草覆盖率为 34.41%，施工场地区的林草覆盖率为 8.90%，施工道路区的林草覆盖率为 97.50%，项目区林草覆盖率为 34.50%。

表 6-6 林草覆盖率

防治分区	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)	林草覆盖率 (%)
主体工程区	37.31	12.92	12.84	34.41
施工场地区	3.82	0.35	0.34	8.90
施工道路区	1.60	1.6	1.56	97.50
合计	42.73	14.87	14.74	34.50

7 结论

7.1 水土流失动态变化

根据批复的水土保持方案报告书,设计阶段,本项目扰动土地治理率为 95%,水土流失总治理度为 98%,土壤流失控制比为 1.0,拦渣率为 95%,林草植被覆盖率为 28%,植被恢复系数为 99%。截止 2021 年 10 月,项目建设区实际扰动土地面积 42.73hm²,扰动土地整治面积 42.59hm²,扰动土地整治率达到 99.67%,水土流失总治理度达到 99.12%,土壤流失控制比达到 1.10,拦渣率 98.89%,林草植被恢复率达到 99.13%,林草覆盖率达到 34.50%。

国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程工程在工程建设过程中,因人为对原地形地貌和地表植被的扰动和破坏,不可避免地产生了一定的新增水土流失,主要表现为面蚀、沟蚀等,其中在施工期的流失强度相对集中。国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程工程在建设过程中的水土保持临时工程措施、永久工程措施和植物措施的实施对工程建设期防止水土流失起着至关重要的作用。国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程工程,路基工程区、互通立交工程区及弃渣场区等区域在建设过程中实施了大量的水土保持措施,极大地减少了水土流失。根据现场调查与监测结果,本工程实施水土保持措施后,运行良好,并持续发挥作用,水土流失强度逐渐降低,区域内总体水土流失强度控制在轻度范围内。

工程建成后,施工活动停止,道路进入运行期。此阶段,由于工程区内不再有施工扰动,各分区均进入自然恢复期,同时,已实施的水保措施将继续发挥其重要水土保持作用,工程区内水土流失情况进一步降低,目前多数区域的水土流失强度在微度范围内,与周边环境基本一致。通过后期监测,项目区实施的工程措施和植物措施运行情况较好,尤其是植物措施随着时间的推移,正在逐步高效的发挥其水土保持功能。

7.2 水土保持措施评价

项目根据批复的水土保持方案报告书和水土保持后续设计报告,施工阶段,

本项目水土保持防治分区共分为 3 个分区，主体工程区、施工场地区、施工道路区。

1、主体工程区：该分区施工过程中根据设计要求实施 C20 砼边沟，C25 砼边沟，M10 浆砌石排水沟，M7.5 浆砌石网格护坡，C20 砼拱形护坡，M7.5 浆砌石拱形护坡，表土剥离，回覆表土，土地整治等工程措施和剥离表土、密目网遮盖等临时措施，有效的减少施工过程中的水土流失。根据我单位现场监测结果，在项目施工过程中，施工单位按照设计要求实施了相应的工程措施、植物措施和临时措施等水土保持防治措施，这些措施在实施后起到了较好的水土保持作用，对施工期间的项目水土流失起到了良好的控制。目前该区域工程措施运行情况较好，水土流失程度低，土壤侵蚀程度低，整体水土保持效果好。

2、施工场地区：该区域方案设计要求对场地内实施 M7.5 浆砌石排水沟，对场地内栽植乔木、灌木和种植草，对场地进行表土剥离和回覆，临对场地开挖过程中形成的临时堆土采取临时挡护。

根据我单位现场监测结果，在项目施工过程中，该分区开挖产生的临时堆土均及时的运到规定的临时堆土处堆放，对扰动区域内修建 M7.5 浆砌石排水沟，对场地进行了表土剥离及土地整治、复垦，临时的排水沟及临时遮盖，撒播草籽及栽植乔灌木等措施。通过现场监测该分区水土流失程度低，土壤侵蚀程度低，植被恢复较好，各项水保措施均在良好运行，整体水土保持效果好。

3、施工道路区：该分区施工过程中根据设计要求施工前，对本工程区占用的耕地、林地、草地清表，施工期间，对于路基挖填边坡采用撒播灌草籽进行边坡防护，在土地整治结束后，对不拟利用的施工便道采用草植被恢复。根据我单位现场监测结果，在项目施工过程中，施工单位按照设计要求实施了表土剥离，土地整治，植草，表土回覆等水土保持防治措施，这些措施在实施后起到了较好的水土保持作用，对施工期间的项目水土流失起到了良好的控制。目前该区域完成回覆，栽植了乔灌木和撒播草籽，目前植被恢复较好，水土流失程度低，整体水土保持效果好。

本项目各监测分区水土保持措施落实到位，工程措施、植物措施和临时措施体系完善，措施数量满足工程建设水土保持防治需求，各项措施搭配合理，措施运行情况良好，水土保持防治效果显著。

截至 2021 年 10 月，项目建设区实际扰动土地面积 42.73hm²，扰动土地整治面积 42.59hm²，扰动土地整治率达到 99.67%，水土流失总治理度达到 99.12%，土壤流失控制比达到 1.10，拦渣率 98.89%，林草植被恢复率达到 99.13%，林草覆盖率达到 34.50%。均达到了批复的水土保持方案确定的各项防治目标值，故水土流失防治工作总体可行。

7.3 存在问题及建议

经现场查勘，项目水土保持工程，措施完善，未发现较大的水保问题。主要提以下几点建议：

(1) 对已建成的水土保持设施要加强管理维护，及时制定水土保持设施管理维护相关办法，落实管理维护责任，保证水土保持设施正常运行，持续发挥水土保持功能，确保水土保持工程的连续性。

(2) 加强运行期水土保持设施的管护，及时清理排水沟，避免排水沟淤积堵塞，保证水土保持功能的正常发挥。

(3) 加强运行期水土保持植物措施的日常管护，及时洒水，避免植被枯萎，对裸露地表进行补植、补喷，保证存活率，提高项目区的植被覆盖度。

7.4 综合结论

根据项目现场的水土保持调查、巡查监测，比照土壤侵蚀背景值，通过计算简易观测场、侵蚀沟样方小区、植物样方小区和现场查勘的监测数值，以及通过观察航拍获取的影像资料等多种技术手段，我监测单位认为工程建设单位和施工单位较为重视水土保持工作和生态保护，水土保持措施基本按照水土保持方案在进行防治。主要体现在以下几点：

(1) 建设单位重视水土保持工作，表现在有专门的机构和人员负责与协调水土保持工作，并制定了相应制度和规范来指导和约束水土保持工作。

(2) 项目在建设过程中产生了大面积的地表扰动，造成了新的水土流失，但建设单位采取一系列的措施，使水土流失降到最低程度。

(3) 依据《水土保持方案》的要求，开展了相应的水土保持工作，如按照设计对弃渣场修建了挡墙、护坡、截排水沟等措施，对施工临时设施区等区域进

行了土地整治及覆土绿化工作，对工程开挖边坡进行了喷锚防护，目前主体工程水土保持措施和新增水土保持措施运行良好，起到了良好的水土保持效果。

（4）通过我监测单位的监测数据显示，该项目的水土保持措施效益指标均达到了水保方案中的设计要求，达到水土保持验收标准。

（5）通过我监测单位的过程监测数据显示，该项目建设过程中三色评价平均得分为 82 分，根据生产建设项目三色评价评分法为“绿色”。

8 附件及附图

8.1 附件

- (1) 四川省发展改革委关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程可行性研究报告的批复
- (2) 四川省水利厅关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程水土保持方案的批复
- (3) 四川省交通运输厅关于国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程两阶段施工图设计的批复
- (4) 项目弃渣综合利用协议
- (5) 汶川县水务局水保补偿费票据

8.2 附图

- (1) 项目地理位置图
- (2) 项目水土保持监测点位图
- (3) 项目水土流失防治责任范围图
- (4) 国道 213 线映秀至汶川段公路“7.9”山洪泥石流灾害恢复重建工程现场监测照片