

证书编号：水保监测（云）字第 0040 号

虎跳峡景区公路改造工程
水土保持监测总结报告

建设单位：迪庆州旅游开发投资有限公司

监测单位：云南润滇节水技术推广咨询有限公司

二〇一八年十月

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	5
1.1 建设项目概况	5
1.2 水土保持工作情况	15
1.3 监测工作实施情况	17
2 监测内容与方法	24
2.1 扰动土地情况	24
2.2 弃土弃渣监测	25
2.3 水土保持措施	25
2.4 水土流失情况	26
3 重点对象水土流失动态监测	29
3.1 防治责任范围监测	29
3.2 取料监测结果	30
3.3 弃土渣监测结果	31
4 水土流失防治措施监测结果	32
4.1 工程措施监测结果	32
4.2 植物措施监测结果	35
4.3 临时防护措施监测结果	38
4.4 水土保持措施防治效果	39
4.5 工程投资	40
5 土壤流失情况监测	44

5.1 水土流失面积.....	44
5.2 土壤流失量.....	44
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量.....	48
5.4 水土流失危害.....	48
6 水土流失防治效果监测结果.....	49
6.1 扰动土地整治率.....	49
6.2 水土流失总治理度.....	50
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	50
6.4 土壤流失控制比.....	50
6.5 林草植被恢复率.....	50
6.6 林草覆盖率.....	51
7 结论.....	52
7.1 水土流失动态变化.....	52
7.2 水土保持措施评价.....	52
7.3 存在问题及建议.....	53
7.4 综合结论.....	53

附件

附件 1: 监测委托书;

附件 2: 云交环〔2009〕40 号《关于虎跳峡景区公路改造工程可行性研究报告的批复》(云南省交通厅, 2009 年 3 月 27 日);

附件 3: 云水保〔2009〕71 号《关于批准虎跳峡景区公路改造工程水土保持方案可行性研究报告的函》(云南省水利厅, 2009 年 4 月 8 日);

附件 4: 迪水发〔2009〕114 号文《迪庆州水务局关于对香格里拉县虎跳峡景区公路改造工程水土保持方案变更设计报告的批复》(迪庆州水务局于 2011 年 12 月 5 日);

附件 5: 水土保持监督检查意见;

附件 6: 水土保持监测现场照片;

附件 7: 水土保持补偿费缴纳凭据。

附图

附图 1: 项目区地理位置示意图;

附图 2: 虎跳峡景区公路改造工程总平面布置图;

附图 3: 虎跳峡景区公路改造工程水土保持措施竣工及监测点布置图。

前 言

(1) 项目简况

虎跳峡景区公路改造工程路线总长 31.72km，位于云南省迪庆藏族自治州香格里拉县境东南部，地理坐标介于北纬 $26^{\circ} 54'$ ~ $27^{\circ} 30'$ ，东经 $99^{\circ} 39'$ ~ $100^{\circ} 01'$ 之间，线路东面隔金沙江与丽江市玉龙县龙蟠乡相望，南连迪庆经济开发区，东、北两面分别与三坝乡、小中甸镇接壤，西面与金江镇山脉相连。虎跳峡镇距县城 97km，主要交通道路有国道 G214 线，交通较为便利。

虎跳峡景区公路改造工程路线起于虎跳峡镇桥头 (K0+000=国道 G214 线 K2147+700=东环线 K194+636 H=1824M)，顺金沙江而下，经香格里拉三中 (K0+358)、石老虎 (K2+900)、上虎跳 (K8+500)、中虎跳 (K18+000)、下虎跳 (28+000)，止于江边村 (K31+717.25)，全长 31.72km。按三级和四级标准进行扩建，改扩建方案沿原有老线布置。K0+000-K7+000、K12+000-K17+500、K22+500-K31+717.25 三条路段改造为三级公路，设计速度 30km/h，路基宽 7.5m，路面宽 6.5m+2×0.5 路肩。K7+000-K12+000、K17+500-K22+500 两段 (10km) 按四级公路改造，设计速度 20km/h，路基宽 6.5m，路面宽 6.0m+2×0.25 路肩。路面为沥青混凝土路面，建设里程总长 31.72km。工程建设总工期为 24 个月，工程于 2009 年 5 月开工建设，于 2011 年 4 月全线建成通车。

工程主要施工内容为公路路基、路面、隧道、桥涵工程及边坡施工，按照分区划分为道路工程区、弃渣场区、临时施工场地区，工程总占地面积为 43.62hm²，其中永久占地 39.80hm²，临时占地 3.82hm²。占地类型主要为交通运输用地 26.88hm²，林地 1.27hm²，草地 5.14hm²，其它土地 10.33hm²。

根据工程施工及监理资料统计，工程土石方开挖总量为 63.83 万 m³，回填利用量 39.56 万 m³，产生永久弃渣 24.27 万 m³。工程产生的弃渣运至规划的 3 个弃渣场内永久堆存，工程建设未剥离表土，根据调查和查阅资料，项目绿化通过对回填土石方的翻挖和平整后直接实施。

项目于 2009 年 5 月正式开工建设，2011 年 4 月全线建成通车，进入试运行，总工期为 2.0 年，水土保持措施施工期为 2009 年 6 月至 2018 年 7 月。工程完成审计总投资 19721.83 万元，其中土建工程费用为 13805.28 万元。

(2) 监测任务由来及监测过程

2011 年 5 月，受迪庆州旅游投资开发有限公司的委托，由云南润滇节水技术推广咨询

有限公司承担虎跳峡景区公路改造工程的水土保持监测工作。接到任务之后，我公司即组织相关监测技术人员成立了本项目的水土保持监测组，在监测时段内（2011年5月至2018年10月），监测组于2011年5月、2011年6月、2011年7月、2013年7月、2013年9月、2014年7月，2015年7月和2018年7月、2018年10月，共九次通过现场巡查、实地观测和走访座谈的方式，结合建设方提供的基础技术资料 and 工程竣工资料分析对比，获取了有关水土保持的资料和数据，在此基础上于2018年10月完成了《虎跳峡景区公路改造工程水土保持监测总结报告》。监测内容涉及防治责任范围、水土流失量、土壤侵蚀形式、水土流失危害、工程措施及植物措施的防治作用、效果等，为水土保持设施专项验收提供依据。

虎跳峡景区公路改造工程于2009年5月开工建设，于2011年4月底主体工程完工进入试运行。根据现阶段工程具体情况主要采用调查监测等监测方法对项目现场进行了外业调查及监测。针对水土保持工作的不足和存在的问题，以口头形式提出了相应的整改意见。

（3）水土保持监测结果

根据虎跳峡景区公路改造工程竣工验收资料，并结合现场监测实际情况确定，核定项目实际发生的防治责任范围面积为62.34hm²，其中项目建设区面积为43.62hm²，直接影响区18.72hm²。

截至2018年10月，虎跳峡景区公路改造工程实际实施的水土保持工程措施主要有：
①工程措施：浆砌石边沟30545m，喷锚混凝土护坡30359m²，浆砌石挡土墙3820m，钢筋石笼挡土墙643m，浆砌石挡渣墙147m，干砌石挡渣墙40m。
②植物措施：本工程共实施绿化面积7.60hm²，抚育管理7.60hm²，绿化主要以撒草为主，弃渣场采用乔、草结合方式进行植被恢复。
③临时措施：本工程完成水土保持临时挡护640m，排水沟485m。水土保持设施保存完好，运行情况良好。

根据项目实际实施措施投资情况以及主体工程和水土保持方案设计资料分析，虎跳峡景区公路改造工程实际完成水土保持总投资为1367.40万元，其中主体计列投资1229.92万元，方案设计新增水土保持投资137.48万元。新增水土保持总投资中工程措施投资43.15万元，植物措施投资3.71万元，临时措施投资1.53万元，独立费用81.99万元，水土保持补偿费7.10万元。

项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为500t/km².a。通过各项水土保持工程措施和植物措施的实施，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于容许值。由于本项目监测介入时间较晚，原地貌侵蚀模数采用《水保方案》成果，项目区占用土地

类型为草地、林地、其它土地和交通运输用地，项目区背景土壤侵蚀模数值为 $830.71\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过监测，项目区现状平均土壤侵蚀模数降低到 $443.37\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，各种措施的实施使这部分环境得到较大改善。

通过对项目区水土流失防治效果评价，水土保持措施实施后各项指标为：扰动土地整治率 99.40% ，水土流失总治理度 98.47% ，土壤流失控制比达到 1.28 ，拦渣率达到 98% 以上，林草植被恢复率达到 99.35% ，林草覆盖率达到 17.42% 。除林草植被恢复率外各项指标均能达到即定目标，也达到了一级防治目标值。

(4) 监测结论

根据监测成果分析，在工程建设及试运行过程中，工程施工生产未引起大面积严重水土流失，水土保持措施基本完好，发挥了防治水土流失的作用。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		虎跳峡景区公路改造工程								
建设规模	道路全场 31.72km, 道路设计标准为三、四级公路。设计时速为三级公路 30km/h, 四级公路 20km/h。	建设单位、联系人		迪庆州旅游投资开发有限公司 白甸						
		建设地点		迪庆州香格里拉市						
		所属流域		长江流域						
		工程基建总投资		19721.83万元						
		工程基建总工期		24个月(2009年5月~2011年4月)						
水土保持监测指标										
监测单位		云南润滇节水技术推广咨询有限公司			联系人及电话		粟定东/15987108101			
自然地理类型		高山峡谷地貌			防治标准		一级标准			
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		实地调查		2.防治责任范围监测		资料结合实地调查			
	3.水土保持措施情况监测		实地调查		4.防治措施效果监测		实地调查			
	5.水土流失危害监测		宏观调查及走访问问		水土流失背景值		830.71t/km ² •a			
方案设计防治责任范围		62.34hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² •a			
水土保持投资		1367.40 万元			水土流失目标值		500t/km ² •a			
防治措施		工程措施主要有: 工程措施: 浆砌石边沟 30545m, 喷锚混凝土护坡 30359m ² , 浆砌石挡土墙 3820m, 钢筋石笼挡土墙 643m, 浆砌石挡渣墙 147m, 干砌石挡渣墙 40m; 植物措施: 本工程共实施绿化面积 7.60hm ² , 抚育管理 7.60hm ² , 绿化主要以撒草为主, 弃渣场采用乔、草结合方式进行植被恢复; 临时措施: 本工程完成水土保持临时挡护 640m, 排水沟 485m。								
监测结论	分类指标		目标值	达到值	实际监测数量					
	扰动土地整治率		95%	99.40%	防治措施面积	16.77hm ²	永久建筑物及硬化面积	26.59hm ²	扰动土地总面积	43.62hm ²
	水土流失总治理度		87%	98.47%	防治责任范围面积		62.34hm ²	水土流失总面积		43.62hm ²
	土壤流失控制比		1.0	1.28	植物措施面积		7.60hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² •a
	拦渣率		95%	98%	监测土壤流失情况		443.37t/km ² •a	可恢复林草植被面积		7.65hm ²
	林草植被恢复率		97%	99.35%	林草类植被面积		7.60hm ²	林草植被达标面积		7.60hm ²
	林草覆盖率		22%	17.42%	实际拦挡弃土(石、渣)量		24.27 万 m ³	总弃土(石、渣)量		24.27 万 m ³
	水土保持治理达标评价		六项水土流失防治指标除林草覆盖率外都已达到《水保方案》拟定防治目标值。							
总体结论		本工程建设单位较为重视本工程水土保持工作, 基本按照工程批复《水保方案》和《变更方案》结合实地情况实施了水土流失防治措施, 对抑制项目区因工程建设造成的水土流失起到了积极作用, 并有效改善了项目区生态环境。								
主要建议		1、定期巡查, 确保弃渣场安全运行 2、加强后期的植被抚育管理工作, 避免因管理不当而影响植物措施的保存率 3、建设单位应高度重视运行期间水土流失治理及管护责任, 与当地有关部门共同配合, 作好水土保持措施的管理工作, 并在每年雨季期间加强监管, 指派专人负责运行期水土保持工作, 发现问题及时采取相应补救措施。								

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 项目地理位置

虎跳峡景区公路改造工程路线总长 31.72km，位于云南省迪庆藏族自治州香格里拉县境东南部，地理坐标介于北纬 26°54'~27°30'，东经 99°39'~100°01'之间，线路东面隔金沙江与丽江市玉龙县龙蟠乡相望，南连迪庆经济开发区，东、北两面分别与三坝乡、小中甸镇接壤，西面与金江镇山脉相连。虎跳峡镇距县城 97km，主要交通道路有国道 G214 线，交通较为便利。交通较为便利，地理位置详见附图 1。

1.1.1.2 建设性质、工程规模与等级

虎跳峡景区公路改造工程路线全长 31.72km，沿线建成隧道 1 处，长 83m（在原有隧道锚杆喷射混凝土处理）；涵洞 100 道，其中 62 道为新建，38 道为接长利用；桥梁 1 座，在原有桥梁上拼宽桥梁 90m²；完成三、四级沥青路面油路 31.71725km。K0+000-K7+000、K12+000-K17+500、K22+500-K31+717.25 三条路段地势较缓，路线平曲线半径均能达到 30m，改造后为三级公路标准，设计速度 30km/h，路基宽 7.5m，路面宽 6.5m，路肩宽 0.5m × 2。K7+000-K12+000、K17+500-K22+500 两段处于悬崖陡壁地段，改造非常困难，但路线平曲线半径均能满足 15m，按四级公路标准改造，设计速度 20km/h，路基宽 6.5m，路面宽 6.0m，路肩宽 0.5m × 2。

项目名称：虎跳峡景区公路改造工程；

建设地点：香格里拉市虎跳峡镇；

建设单位：迪庆州旅游投资开发有限公司；

建设性质：建设类项目；

建设工期：项目主体工程总工期 24 个月，水土保持措施施工期为 2009 年 6 月至 2018 年 7 月；

表 1-1 工程特性表

名称	单位	指标		备注
公路技术等级	级	三级	四级	
里程	km	21	10.72	
路面设计年限	年	15	15	
设计年末交通量	辆/日	3964	3964	
设计速度	km/h	30	20	
路基宽	m	7.5	6.5	
行车道宽	m	6.5	6.0	
路面类型		沥青混凝土面层	沥青混凝土面层	
新建桥涵荷载等级荷载	级	公路 - II 级	公路 - II 级	
地震动峰值加速度系数	g	0.15	0.15	VII度设防
平曲线一般最小半径	m	65	30	
最大纵坡	%	8	9	
路面设计标准轴载		BZZ-100	BZZ-100	
服务水平	级	三级	四级	

1.1.1.3 项目组成

虎跳峡景区公路改造工程此次改建，工程建设在原线路基础上局部扩宽、改直，路面设计为沥青混凝土，全长 31.72km。主要建设内容为道路工程区的路基、路面、隧道、涵洞、桥梁、边坡工程、附属设施及其它工程，弃渣场区和施工临时占地区。

一、道路工程区

(1) 路基工程

路线平面：K0+000-K7+000、K12+000-K17+500、K22+500-K31+717.25 三条路段地势较缓，改造为三级公路，路基宽 7.5m=路面宽 6.5m+2×0.5m 路肩。K7+000-K12+000、K17+500-K22+500 两段改造为四级公路，设计速度 20km/h，路基宽 6.5m=路面宽 6.0m+2×0.25m 路肩。

(2) 路面工程

路面工程采用沥青混凝土路面，根据各路段改建标准。

(3) 隧道工程

工程在上虎跳处（K8+627 - K8+710）有长 83m 隧道，宽 6.0+2×0.5m，隧道边缘采用料石衬砌，顶面为毛洞，未进行处理，经常有落石掉下。本次扩建对其顶面进行锚杆喷射混凝土处理，可以继续使用。

(4) 涵洞工程

道路沿线共设涵洞 100 道，其中 62 道为新建，38 道为接长利用。

(5) 桥梁工程

道路原有桥梁 1 座，可以继续使用，本次扩建对其缺口处进行拼宽，拼宽桥梁 90m²。

(6) 路基边坡工程

路基边坡工程分挖方路段和填方路段，根据不同边坡高度采用相应坡比施工，以机械施工为主。

(7) 附属设施及其它工程

附属配套工程包括交通安全设施、服务设施和管理设施。主要指视距不良、急弯、陡坡等路段设置的路面标线及必须的视线诱导标，路侧有悬崖、深谷、深沟、江河等路段设置的路侧护栏，和必须的交通安全设施，以及坠石等危及公路安全的路段做特殊情况下的交通安全设施。



道路工程区现状

2、施工临时场地区

实际新增施工临时场地区域占地面积为 0.10hm²，目前已被当地村民利用，为建构筑物覆盖。



施工临时场地区现状

3、弃渣场区

主体工程优化了项目的布局和施工工艺，工程实际启用变更方案设计的弃渣场 3 座，总占地面积为 3.72hm^2 ，实际堆渣量 24.27万 m^3 。



弃渣场现状

1.1.1.4 投资

工程总投资：实际总投资 19721.83 万元，其中土建工程费用为 13805.28 万元。

1.1.1.5 建设工期

项目总工期 24 个月，主体工程 24 个月 2009.5~2011.4，水保措施工期 2009.5~2018.10。

1.1.1.6 占地面积

根据虎跳峡景区公路改造工程监理资料，并结合现场监测实际情况确定，虎跳峡景区公路改造工程总占地面积为 43.62hm^2 ，其中道路工程区占地 39.80hm^2 ，施工临时场地区占地 0.10hm^2 ，弃渣场区占地 3.72hm^2 。工程建设占地类型包括草地 5.14hm^2 ，林地 1.27hm^2 ，其它土地 10.33hm^2 ，交通运输用地 26.88hm^2 ；其中永久占地 39.80hm^2 ，临时占地 3.82hm^2 。

表 1-2 工程实际占地统计表

项目	总面积 (hm ²)	占地类型 (hm ²)			
		草地	林地	其它土地	交通运输用地
道路工程区	39.80	3.91	0.27	8.74	26.88
临时施工场地区	0.10	0.03	0.07		
弃渣场区	3.72	1.20	0.93	1.59	
总计	43.62	5.14	1.27	10.33	26.88

1.1.1.7 土石方量

(1) 原方案设计土石方情况

根据原水土保持方案及批复，设计工程开挖土石方 58.74 万 m³，其中剥离表土 2.88 万 m³，全部堆放于方案规划的 3 个表土堆场进行临时堆存；开挖土石方中土方 9.04 万 m³，石方 46.59 万 m³，拆除废弃物 0.23 万 m³；填方 37.03 万 m³；外借方 5.86 万 m³，产生永久弃渣 24.69 万 m³，全部堆放于方案规划的 5 个弃渣场内。

(2) 变更方案设计土石方情况

根据变更方案及批复，变更方案设计开挖土石方 63.83m³，回填土石方 39.56 万 m³，弃方 24.27 万 m³，（永久弃渣 24.27 万 m³：松方 31.55 万 m³，松方系数 1.3），弃用原设计的 5 个弃渣场，另布设 3 座弃渣场，总占地面积 3.72 hm²（堆渣平台 2.55 hm²，堆渣边坡 1.17 hm²）。

(3) 工程建设实际开挖土石方量情况

由于监测介入时，项目已建设进入建设后期，项目土石方情况根据工程施工及监理资料统计如下：

工程实际建设土石方开挖总量为 63.83 万 m³，回填利用量 39.56 万 m³，废弃土石 24.27 万 m³，废弃方 24.27 万 m³ 全部运至 3 个弃渣场堆存。

表 1-3 土石方平衡及流向表

序号	项目名称	开挖	回填	调入方		调出方		外借方		弃方	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	道路工程区	636451	393704							242747	弃渣场
2	临时施工场地区	1851	1851								
合计		638302	395555							242747	
注：路缘石等石料和绿化用覆土来源于外购，未纳入土石方平衡											

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

香格里拉全境山高坡陡，峡长谷深，地形地貌复杂。由于县境地处横断山脉腹地，决定了其特点为“峰峦重叠起伏，峡谷急流纵横”，区域内屹立的哈巴雪山、玉龙雪山海拔都在 5000m 以上，终年积雪，县内平均海拔为 4171.2m。

拟建公路位于香格里拉县虎跳峡镇，虎跳峡镇地势西北高东南低，村庄坐落在金沙江两岸和硕多岗河两岸，全境四分之一地区处于金沙江西畔为河谷地区，背山面水，农田村舍分布在狭长的偏坡上，其余四分之三地区为半山区和高寒山区，村庄坐落在硕多岗河两岸，镇内有雄伟的山峰，也有较平缓的斜坡和深邃的峡谷。特殊的地理环境蕴藏着丰富的水利资源和矿产资源，但陡峭的山地易被冲刷。

拟建公路全线地处高山峡谷中，地形复杂、悬崖陡壁，公路沿线海拔标高为 1730 ~ 1990m。

1.1.2.2 气象

香格里拉属高原性寒温带山地季风气候，境内地形地貌复杂，海拔相对高差达 4900m，具有低纬、高原气候特点。气温受海拔的影响较大，纬度影响不甚明显，大部分地区四季不明显，冬长夏短年平均降雨量 633.7mm，5~10 月一般为雨季，降雨量占全年降雨量的 77.5%，县境西北部年均降雨量在 660mm 以下，东南部年均降雨量在 850mm 左右，多年平均日照时间数为 1967.5 小时，日照百分率为 4.5%。有霜期每年一般为 236 天，多年平均无霜期仅 129 天左右。旱象居多，长旱、短旱、插花旱、霜冻洪涝加冰雹和雪。

项目区所在区域随着海拔的升高，气温降低，降水增大，大部分地区四季不分明，冬季长夏季短，正常年干湿两季分明，年平均降雨量 633.7mm，二十年一遇 24 小时最大降雨量 74.7mm，6 小时最大降雨量 27.0mm，1 小时最大降雨量 21mm，5~10 月雨季的降水量占全年降水量的 77.5%。最高气温 40℃，最低气温-25℃，年平均气温 6.7℃，日照时数为 1980.7 小时，日照百分率为 4.5%。项目区主导风向西南风，年平均风速 2.0m/s，大风日数 65 天。有霜期每年一般为 236 天，无霜期仅 129 天左右，旱象居多，长旱、短旱、插花旱、霜冻洪涝加冰雹和雪成为项目区的主要气候特征。

1.1.2.3 水文

项目区所在的香格里拉境内河流主要为金沙江水系，金沙江经西藏、四川在本县尼西乡入境。经五境、上江、金江、虎跳峡等乡（镇），县境内流程约 250km。

据石鼓水文站 1952~1979 年观测资料统计,金沙江多年平均流量为 $1327.8\text{m}^3/\text{s}$, 年平均径流量 $419.2\text{亿 m}^3/\text{s}$ 。最大流量为 1972 年 8 月 1 日的 $7550\text{m}^3/\text{s}$, 最小流量为 1960 年 1 月 30 日的 $310\text{m}^3/\text{s}$ 。县境内支流有吉仁河、麦地河、汤满河、硕多岗河等 40 多条。

项目区沿虎跳峡段金沙江左岸布设。

1.1.2.4 土壤

香格里拉市成陆时间较晚,土壤成土年年龄较短,境内有高山寒漠土、亚高山草甸土、棕色暗针叶林土、暗棕壤、棕壤、褐土、黄棕壤、黄壤、区域性土壤等 11 个土壤, 15 个亚类、29 个土属、26 个土种。根据现场踏勘,项目区土壤以黄壤、黄棕壤为主。

1.1.2.5 植被

项目所在区域内各类岩体风化强烈,多覆盖一定厚度的残坡积层及全风化带,虽然降雨充沛,有利于植物生长,但由于在项目区 3000m 以下低海拔地区,地形坡度较大,分布以更新统冰川堆积为主,加之可开发利用的土地资源少,人多地少,造成过度开发,陡坡耕作,生活所用的燃料均以木材为主,因而植被遭受严重破坏,覆盖率仅 $15\sim 35\%$; $3000\sim 4200\text{m}$ 之间地势趋于平缓,分布有利于植被生长的残坡积层,植被覆盖较密,主要以灌木为主,分布有松树、梨树、杜鹃等及少量低矮植被,覆盖率在 $30\sim 50\%$; 4200m 以上气候寒冷,同时分布有全新统冰川堆积层,主要分布为低矮的苔藓类植物,灌木林极为少见; 4500m 以上基本无植被覆盖。

根据实地调查,公路沿线公路主要分布有旱冬瓜、云南松、滇杨、火棘、余甘子等,植被覆盖率约 30% 。

1.1.2.6 土壤容许流失量

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区,水土流失允许流失量值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.1.2.7 侵蚀类型与强度

项目区属高山峡谷地貌。从土壤侵蚀类型来看,全区的水土流失大多为水力侵蚀、局部为重力侵蚀。除这两种自然因素的作用外,还有部分水土流失是由于人为作用引起的物理机械侵蚀。项目建设运行过程中将扰动地面产生水土流失,随着工程建设结束,地表拦挡、排水及绿化措施的实施,各扰动区域水土流失得到控制和治理,项目区平均侵蚀模数降至 $443.37\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据现场走访调查情况,项目在建设生产过程中对原地貌开挖扰动破坏较大,必然形成大面积裸露扰动地面,受生产建设要求及地形特征等因素控制,土石方工程量大,产生

的水土流失危害在建设期和试运行期的表现形式及危害如下:

(1) 建设期

主要是由于工程施工中开挖破坏以及占压地表, 导致施工区的地形地貌、植被、土壤结构发生巨大变化, 使土壤抗侵蚀能力减弱, 产生于施工阶段的道路工程区、临时施工场地及弃渣场区等占地区域范围内, 属于人为因素造成的加速侵蚀。水土流失具有面积集中、流失形式多样、流失量大等特点, 并且流失主要集中在施工期间的雨季。

施工期间, 弃渣不妥善处理, 随处堆弃, 会给水土流失提供物质基础, 同时造成周边植被有被掩埋、压覆的可能, 使区域内生态环境遭受破坏。

(2) 自然恢复期

项目完工后进入试运行期, 因植被恢复相对缓慢, 水土流失程度仍明显高于项目建设前水平, 但随着拦挡工程及植被措施等的实施和完善, 工程区域水土流失程度将逐渐得到控制, 低于现状水平。

监测认为, 在项目建设运行过程中, 各种人为的扰动导致项目区内原有地貌、植被遭到一定的破坏, 使区域水土流失急剧增大, 但工程建设和试运行过程中对可能产生水土流失危害的区域及时进行了防护, 整个项目区水土保持措施比较完善, 控制并减轻了给周边环境带来的不利影响。

1.1.2.8 水土流失重点防治区划

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), 香格里拉市属于国家级“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《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(云南省水利厅公告第49号), 项目区为云南省人民政府公告的水土流失云南省“重点预防区”, 结合《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2008), 本工程水土流失防治应执行一级标准, 但本工程建设较早, 水土保持方案设计防治目标为二级标准, 本项目验收标准执行二级标准。

1.1.2.9 项目区水土流失现状

经监测组现场调查, 本工程2009年5月开工建设, 于2011年4月主体工程建设完工, 截止2018年10月, 各项水土保持工程措施和植物措施都已实施完成, 现将各分区水土流失现状简述如下:

(1) 道路工程区

水土流失现状典型照片	水土流失现状分析
	<p>道路工程区实施了浆砌石排水沟、喷混凝土护坡、钢丝网护坡、植被恢复工程等多项具有水土保持功能的措施，根据现场踏勘，目前工程措施质量良好，运行较好，侵蚀强度判定为微度。</p>
区域水土流失情况综合评价	微度流失

(2) 施工临时场地区

水土流失现状典型照片	水土流失现状分析
	<p>临时施工场地内在施工结束后进行了场地平整，交还当地村民使用，现状有建构筑物覆盖，侵蚀强度判定为微度。</p>
区域水土流失情况综合评价	微度流失

(3) 弃渣场区

弃渣场区水土流失现状典型照片	水土流失现状分析
	<p>弃渣场区在渣场下游布设有浆砌石挡墙，运行良好；弃渣场坡面实施了植物措施，植被成活率良好，长势良好，渣场顶部为当地村民利用，为建构筑物覆盖，土壤侵蚀强度综合判定为微度。</p>
区域水土流失情况综合评价	微度流失

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

工程建设过程中，建设单位严格履行基本建设程序，认真执行项目审批制度。在项目计划合同管理上依据《中华人民共和国招标投标法》等法律法规，制定了多项施工管理、财务管理办法，严格按照法定程序办事。工程质量管理的内容和目标层层落实，责任到人。全部工程建设项目管理的办法、制度和措施，对确保工程建设的顺利进行起到了重要的作用。

1.2.2 水土保持方案编报及变更

(1) 水土保持方案编报情况

按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》、《开

发建设项目水土保持方案管理办法》等有关法律法规，2008年11月，迪庆州旅游开发投资有限公司委托昆明睿清水土保持咨询有限公司承担了本项目水土保持方案的编制任务。2008年12月完成了《虎跳峡景区公路改造工程水土保持方案可行性研究报告》（报批稿）。2009年4月8日，云南省水利厅以“云水保〔2009〕71号”文对该项目水保方案进行了批复。

由于施工实际过程中对局部路线及弃渣场的布置进行了适当的调整，为了更好地做好水土保持工作，建设单位于2011年6月委托香格里拉县水务局勘测设计所承担该项目的水土保持方案变更设计报告的编制工作（以下简称《变更方案》）。2011年12月5日，迪庆州水务局于以迪水发〔2011〕114号文《迪庆州水务局关于对香格里拉县虎跳峡景区公路改造工程水土保持方案变更设计报告的批复》，对该变更方案进行了批复。

（2）主体工程变化情况

工程实际施工过程与主体工程设计阶段无重大变化。由于主体工程施工组织与工艺优化导致主体工程局部发生变化。具体变化情况如下：

（1）道路工程区：道路走线没有变化，道路设计33.00km，实际建成31.72km，路线减少1.28km，主要发生在原设计路线较大转弯处，多处转弯采取了截弯取直，导致线路总长度减少，道路起止点均与设计一致。

（2）取料场区：原《水保方案》设计中，设计了取料场两处，占地为1.72hm²，为沿线距虎跳峡镇桥头3450m处、6500m处布置。工程实际建设中石方基本采用工程建设开挖进行加工利用，工程利用的砂料等采用外购解决，实际施工中取料场未启用。

（3）表土堆存场区：原《水保方案》规划3个临时表土堆场，规划占地0.86hm²。实际施工中，由于项目区条件有限，表土难以剥离，工程施工尽量收集了表土，并在绿化时进行了平整翻挖，一定程度上利用了珍贵的表土。

（4）施工临时场地区：原《水保方案》设计中，公路施工营地大部分为租用公路沿线的居民房，另一部分是设在临时施工场地和路基占地区内；公路的预制场、拌合场和堆料场等的用地首先是利用路基区占地、不足部分进行临时征地，公路的建设规划新增部分临时施工场地，占地为1.12hm²。规划共布置两处施工营场地、三个临时施工场地。在工程实际建设中，施工营地布置在弃渣场堆渣平台之上和路基上，实际新增临时占地布置为0.10hm²。

（5）弃渣场区：主体预可研阶段设计5座弃渣场，占地面积为4.30hm²，实际建设

过程中，5座弃渣场均未启用，新增布设3座弃渣场，堆存弃渣24.27万 m^3 ，占地面积从4.30 hm^2 减少为3.72 hm^2 。

1.2.3 水土保持监测意见及落实情况

监测组于2011年5月，首次对工程现场进行踏勘，现场确定监测点的布设，并全线调查主体工程及水土保持方案措施落实情况，进行外业影像等相关资料的收集，在现场调查结束后向建设单位提出了整改建议，建设单位对现场进行了完善，但由于自然条件差，植物措施恢复速度慢，建设延长了植物措施的抚育管理时限，我单位进行了不间断的监测，现场植物措施达到验收标准后，我单位于2018年10月完成了《虎跳峡景区公路改造工程水土保持监测总结报告》，建设单位进行了向业主提出下阶段工程水土保持工作建议。

1.2.4 水土保持监督检查意见落实情况

(1) 监督检查

2010年12月10日，迪庆州水务局就项目水土保持措施建设情况组织相关人员对该工程进行监督执法检查。通过监督检查，本项目未产生较大的水土流失，并提出监督检查需要完善的意见；2011年10月12日，香格里拉县水务局对本项目进行了监督检查执法，经检查，本项目基本落实了方案设计的各项拦挡、排水和绿化措施，并提出了相关要求（详见附件）；

(2) 完善情况

建设单位结合监督检查意见，建设单位逐条进行整改，对现场进行了全面的排查，于2011年11月15日前完成了相关工作。

1.2.5 水土流失危害事件及处理情况

通过现场监测及调查询问，本项目从开工到建设结束未发生水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测项目组设置

1.3.1.1 监测任务委托

根据《中华人民共和国水土保持法》和有关开发建设项目水土保持法规及技术规范，在开发建设项目施工准备期之前、施工期及运行期间，需对建设项目防治责任范围内的水

土流失情况进行监测，以便及时、准确的掌握工程建设所引起的水土流失状况以及工程项目对区域生态环境的影响程度，为工程建设的水土流失防治工作提供依据。2011年5月受迪庆州旅游投资开发有限公司的委托，云南润滇节水技术推广咨询有限公司承担了虎跳峡景区公路改造工程的水土保持监测任务（监测委托书见附件1）。

1.3.1.2 进场及监测工作开展情况

接到任务之后，我公司即组织相关监测技术人员成立了本项目的水土保持监测组，依据工程《水保方案》、《变更方案》设计开展监测工作。根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）等有关规定，结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，虎跳峡景区公路改造工程水土保持监测开始于2011年5月，止于2018年10月，监测时段为75个月。

在监测时段内（2011年5月至2018年10月），监测组于2011年5月、2011年6月、2011年7月、2013年7月、2013年9月、2014年7月，2015年7月和2018年7月、2018年7月开展监测。

2018年10月，监测组再次到达现场对整个项目区的工程防护和植被恢复效果进行调查监测。在此基础上于2018年10月完成了《虎跳峡景区公路改造工程水土保持监测总结报告》。

1.3.1.3 监测组技术人员配备情况

为确保本项目监测工作顺利展开，我公司成立由专门的项目监测机构。其中，总监测工程师全面负责监测合同的履行，主持本项目监测机构的工作，在项目执行期间保持稳定；如果遇到特殊情况，总监测工程师需要发生变化，我公司将充分征求建设单位的意见，并书面通知建设单位，陈述变更的原因。

监测组人员负责现场的监测工作。同时组成数据分析组，负责实测数据归档、分析及报告的编写。监测人员组织安排见表1-4。

表 1-4 水土保持监测人员组织安排和分工表

序号	姓名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工
领导小组	张真	高级工程师	水工	项目管理
	李伟	技术负责人	水土保持	技术指导
	马斌	部门经理	水土保持	技术审查（总监测工程师）
技术工作	水土流失因子监测组	孙正文	工程师	水土流失因子监测组组长，负责土壤分析
		杨树涛	工程师	项目负责人，负责监测报告统稿
	水土流失状况	贾王英	工程师	水土保持

序号	姓名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工	
小组	况监测组	黄金荣	工程师	水土保持	负责水土保持状况监测, 负责监测报告编写
	防治效果监测组	郑祖俊	工程师	水工	水土流失防治效果监测组组长,
		徐建章	工程师	水土保持	负责水土保持效果监测
后勤保障组	陈云英	工程师	水土保持		
		尹炳梅	办公室人员	后勤	监测工具及设备的管理;
	刘新年	驾驶员		车辆驾驶	

1.3.2 监测点布设

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中监测点布设原则和选址要求, 在实地踏勘的基础, 针对虎跳峡景区公路改造工程的工程特点、施工布置、水土流失的特点和水土保持措施的布局特征, 并考虑观测与管理的方便性, 兼顾开展水土保持监测的典型性和可操作性原则, 共设监测点 9 个, 虎跳峡景区公路改造工程已进入植被恢复期, 无新增地表扰动, 监测方法以调查监测为主, 监测数据主要通过现场全面调查分析确定。现场调查主要通过随机抽样调查、巡查、测量和普查的方式进行。监测点数量统计表详见表 1-5。

表 1-5 水土保持监测点布设情况

序	监测分区	监测点位置	监测点数量
1	公路建设永久占地监测区	K6+300 左边坡	1 个
2		K11+600 右边坡	1 个
3		K17+270 右边坡	1 个
4		K21+160 右边坡	1 个
5		K23+220 右边坡	1 个
6		K27+550 左边坡	1 个
7	弃渣场监测区	1#弃渣场堆渣边坡	1 个
8		2#弃渣场堆渣边坡	1 个
9		3#弃渣场堆渣平台	1 个
合计			9 个

1.3.3 监测设施设备

投入本项目水土保持监测的监测设备有钢卷尺、GPS、数码相机等 9 种设备, 详见表 1-6。

表 1-6 监测设备表

序号	设备仪器	型号规格
1	钢卷尺	5m
2	钢卷尺	3m
3	记录夹	硬塑
4	激光测距仪	GeoRef K2
5	GPS	1 个
6	皮尺	30m
7	数码照相机	佳能
8	数码摄像机	松下 HDC-SD1
9	笔记本电脑	Thinkpad X61

1.3.4 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中规定的开发建设项目水土流失监测,宜采用地面观测法和调查监测法。参照《水土保持综合治理 规划通则》(GB/T15772-2008)、《水土保持综合治理技术规范》(GB/T1653.1~16453.6-2008)、《水土保持综合治理 效益计算方法》(GB/T15774-2008)等技术标准,结合本项目监测内容及指标,确定本次水土保持监测方法主要以调查监测法为主。

1.3.4.1 调查监测

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

(1) 面积监测

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

(2) 植被监测

植被监测主要是选取有代表性的植被样方作为标准地,标准地的面积为投影面积,要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。

植被样方可用于调查林草植被的生长发育状况,根据监测指标不同,具体的测量方式方法也不同。根据本项目监测实际情况,主要监测指标测量方法如下:

①林木生长情况

树高：采用测高仪进行测定。

胸径：采用胸径尺进行测定。

②存活率和保存率

根据工程实际情况，造林成活率在随机设置 20m×20m 三个重复样方内，于秋季查看春秋造林苗木成活的株数占造林苗木总株数的百分数，保存率是指造林一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草的成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 以上为合格，并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

③林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum(C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中：C_i 为林地、草地郁闭度或盖度；

A_i 为相应郁闭度、盖度的面积；

A 为流域总面积。

（3）水土流失防治动态监测

监测介入时工程施工期已结束，水土流失防治动态监测主要是植被恢复期开展监测工作。

①水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

a、实测法

通过本项目布置的监测设施（植被样方法等）进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、

植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

b、类比法

采用已有的其它同类工程监测数据为基础，结合本项目实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

c、经验推测法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可采取人工经验推测的方式。即根据实际的坡度、地面组成物质、侵蚀类型、坡长、植被盖度等，直接根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行取值，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

本项目土壤侵蚀模数选用的方法根据实际情况确定，方法的确定遵守优先性原则，即：**a 优于 b 优于 c**。本项目监测中采用 **b、c** 两种结合的监测模式。

②水土保持措施防治效果

a、防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

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

b、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

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

c、水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

施工期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

1.3.4.2 巡查监测

巡查主要是针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的

影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

(1) 水土流失危害监测

①对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

②对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘、走访群众、询问水库管理人员等形式进行监测。

③其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

(2) 重大水土流失事件监测

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

巡查的监测频次为每次现场监测监测一次，通过监测小组巡查，本项目监测时段内未发生水土流失危害。

1.3.5 监测成果提交情况

监测组入场时由于项目已进入植被恢复期，地面已无新增设施的建设，监测期内无地表扰动及弃土弃渣量动态变化，无法实施动态监测，本项目监测的重点是对项目区的水土流失因子、水土流失状况及水土保持设施防治效果进行抽样调查监测，并以第一次外业调查时设置的监测点和监测成果为依据，扩大抽样比例，以补充完善监测报告的内容，客观反映项目区目前的水土流失和水土保持状况。后期对植被恢复措施进行了长期的追踪监测，经过分析整理于2018年10月完成了该项目水土保持监测总结报告，为下阶段水土保持设施专项验收提供依据。。

2 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况

2.1.1 监测内容

(1) 项目建设区

①永久性占地

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

②临时性占地

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

③扰动地表面积

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

(2) 直接影响区

主要指因工程建设引起的水土流失影响范围内（项目建设区以外）。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

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

2.1.2 监测方法

(1) 征占地面积监测：建设项目实际占用土地面积，主要在查阅主体工程设计资料的基础上，结合实地监测记录复核。

(2) 扰动地表面积、造成水土流失面积监测：项目建设扰动地表面积、造成水土流失面积主要利用遥感监测获取，同时结合现场调查量测复核。扰动土地面积、造成水土流失面积动态变化监测主要定期采用 Google Earth 软件定点获取项目区不同时段卫星影像图片，再结合现场量测分析项目施工期间扰动土地动态变化情况。

2.1.3 监测频次

监测时段内，监测员共计组织对水土保持监测范围开展实地监测 9 次，其中 2011 年-2018 年 7 月监测 8 次、2018 年 10 月监测 1 次。

表 2-1 水土保持监测频次一览表

年度	建设期	自然恢复期（试运行期）	合计
2011-2018 年 7 月		★★★★★★★	8
2018 年 10 月		★	1
合计		10	9

说明：“★”代表监测次数。

2.2 弃土弃渣监测

2.2.1 监测内容

根据项目土石方情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程实际发生的弃土弃渣变化情况进行监测。

2.2.2 监测方法

本项目水土保持监测工作介入时间相对较晚，项目土建施工期已过，无法实时实地的对弃土弃渣进行动态监测，因此施工期弃土弃渣量仅能结合业主提供的资料和项目区的现状进行定性分析。

2.2.3 监测频次

弃土弃渣监测进行 9 次，每次监测均进行现场调查，分别为 2011 年 5 月、2011 年 6 月、2011 年 7 月、2013 年 7 月、2013 年 9 月、2014 年 7 月，2015 年 7 月和 2018 年 7 月、2018 年 10 月。

2.3 水土保持措施

2.3.1 监测内容

（1）防治措施的数量与质量

主要包括防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量。

（2）防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

对工程建设过程中所采取的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

（3）水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

水土保持措施防治效果动态监测是针对整个工程的全部区域开展的，监测工程建设实

际情况是否按照《水保方案》中的防治要求实施，水土保持管理措施实施情况。

2.3.2 监测方法

(1) 防治措施的数量与质量

水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

(2) 工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况

通过现场实地调查的方式进行监测，主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

(3) 林草的生长发育情况

林草生长发育情况主要包括林木生长情况、植物措施的存活率和保存率、林草覆盖度等。主要采取植被样方调查法进行观测。

2.3.3 监测频次

水土保持防治措施共进行 9 次现场监测，分别为 2011 年 5 月、2011 年 6 月、2011 年 7 月、2013 年 7 月、2013 年 9 月、2014 年 7 月，2015 年 7 月和 2018 年 7 月、2018 年 10 月。

2.4 水土流失情况

2.4.1 监测内容

土壤流失量监测主要包括运行期水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。对监测时段（2011 年 5 月~2018 年 10 月）内的土壤流失量进行量化以评价项目区治理达标与否。

土壤侵蚀量的监测内容主要包括土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量等反映整个土壤侵蚀情况的指标。

(1) 土壤侵蚀强度

项目各个监测分区的土壤侵蚀强度监测，土壤侵蚀强度分为微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强烈侵蚀、极强烈侵蚀及剧烈侵蚀。

(2) 土壤侵蚀模数

土壤侵蚀模数是单位面积土壤及其母质在单位时间内侵蚀量的大小，是表征土壤侵蚀强度的定量指标。

(3) 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际的水土流失因子、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测。

2.4.2 监测方法

对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；对于水土流失面积，采取 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

① 实测法

通过本项目布置的监测设施进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其它区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

② 类比法

采用已有的类似项目监测数据为基础，结合本项目实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

③ 经验推测法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可采取人工经验推测的方式。即根据实际的坡度、地面组成物质、侵蚀类型、坡长、植被盖度等，直接根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行取值，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

本项目土壤侵蚀模数选用的方法根据实际情况确定，方法的确定遵守优先性原则，即：

①优于②优于③。

由于本工程水土保持监测开展时，土石方工程已基本结束，具备布设监测点条件的部位较少，故防治措施实施后，即现状土壤侵蚀模数主要通过典型地段布设监测样方、现场调查各分区现状、结合《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），经综合分析得出。

2.4.3 监测频次

水土流失情况共进行 9 次现场监测，分别为 2011 年 5 月、2011 年 6 月、2011 年 7 月、

2013年7月、2013年9月、2014年7月，2015年7月和2018年7月、2018年10月。

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 水土保持防治责任范围

3.1.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《变更方案》及批复迪水发〔2011〕114，本项目水土流失防治责任范围分为项目建设区和直接影响区，防治责任范围总面积为 62.34hm²，其中项目建设区 43.62hm²，直接影响区 18.72hm²。具体见表 3-1。

表 3-1 《变更方案》确定防治责任范围统计表 单位：hm²

序号	项目名称		项目建设区	直接影响区	防治责任范围
1	永久占地区	道路区	39.80	18.52	58.32
2	临时占地区	弃渣场区	3.72	0.15	3.87
		临时施工营地	0.1	0.05	0.15
	合计		43.62	18.72	62.34

3.1.1.2 防治责任范围监测结果

根据现场查勘，结合监测、监理报告等资料，并核查建设单位提供的征占地数据资料，确定本次验收范围。本项目实际发生的防治责任范围面积为 62.34hm²，其中项目建设区 43.62hm²，直接影响区 18.72hm²。防治责任范围监测结果见表 3-2。

表 3-2 实际防治责任范围统计表 单位：hm²

序号	项目名称		项目建设区	直接影响区	防治责任范围
1	永久占地区	道路区	39.80	18.52	58.32
2	临时占地区	临时施工场地区	0.10	0.05	0.15
		弃渣场区	3.72	0.15	3.87
3	合计		43.62	18.72	62.34

3.1.1.3 防治责任范围变化情况

本项目实际发生的水土流失防治责任范围为 62.34hm²，与监测实际发生防治责任范围面积一致。防治责任范围对比变化情况见表 3-3。

表 3-3 《变更方案》设计与监测防治责任范围对比表 单位: hm^2

序号	分区	变更方案批准		实际监测		防治面积变化情况 (增‘+’、减‘-’)
		工程占地	直接影响区	工程占地	直接影响区	
一	永久占地区	39.80	18.52	39.80	18.52	0.00
1	道路区	39.80	18.52	39.80	18.52	0.00
二	临时占地区	3.82	0.20	3.82	0.20	0.00
1	临时施工场地区	0.10	0.05	0.10	0.05	0.00
2	施工便道区	0.00	0.00			0.00
3	路基-路面取料场区	0.00	0.00			0.00
4	表土堆场区	0.00	0.00			0.00
5	弃渣场区	3.72	0.15	3.72	0.15	0.00
三	合计	43.62	18.72	43.62	18.72	0.00
		62.34		62.34		0.00

3.1.2 扰动土地面积

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。

按照监测实际介入情况,通过对项目区现场踏勘,对工程水土流失情况进行分析,监测工作组并利用 GPS、测距仪、皮尺等量测工具,结合工程施工、监理和工程平面布置等资料,对方案批复扰动面积和现状的扰动面积进行分析。根据实际踏勘,结合航拍图纸量算,工程实际扰动占地面积为 43.62hm^2 。工程建设扰动地表面积变化情况详见表 3-4。

表 3-4 工程建设扰动地表面积统计表

项目	总面积 (hm^2)	占地类型 (hm^2)			
		草地	林地	其它土地	交通运输用地
道路工程区	39.80	3.91	0.27	8.74	26.88
临时施工场地区	0.10	0.03	0.07		
弃渣场区	3.72	1.20	0.93	1.59	
总计	43.62	5.14	1.27	10.33	26.88

3.2 取料监测结果

根据工程实际建设情况、施工及监理资料显示,结合现场踏勘情况,本项目未设置取料场。本项目建设期间所需建筑砂料从当地有合法开采手续的采石场购买,相应砂料开采水土保持防治责任由供方负责,在合同中注明,报地方水行政主管部门备案。

施工用石方采用项目自身开挖石料,其它材料采购自丽江、香格里拉和虎跳峡镇。

3.3 弃土渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据变更方案设计及相关资料，本工程土石方开挖总量为 63.83 万 m³，土石方回填利用量 39.56 万 m³，废弃土石 24.27 万 m³，废弃土石方运往弃渣场堆存。

3.3.2 弃渣监测结果

由于监测介入时工程土建施工已结束，弃土弃渣监测主要根据施工和监理资料以及现场勘查。

根据工程施工及监理资料统计，工程实际建设土石方开挖总量为 63.83 万 m³，回填利用量 39.56 万 m³，废弃土石 24.27 万 m³。

3.3.3 弃渣对比分析

通过监测，本工程产生的弃渣与变更方案及批复数量一致，主要是由于监测介入时，工程施工工期已过，进入植被恢复，变更方案及批复弃渣中数量来自于施工监理及施工统计资料，因此与监测组数据一致。

4 水土流失防治措施监测结果

虎跳峡景区公路改造工程水土流失防治及其效果监测内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量及其防治效果，主要为工程措施中防洪排导工程的稳定性、完好程度及运行情况；植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度。结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，从水土保持工程措施、水土保持植物措施、水土保持临时措施、水土流失防治效果几个方面对监测数据进行综合分析。与《水保方案》中的防治措施及水土流失量预测结果进行对比分析，反映项目建设区水土流失防治措施及其效果。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 水土保持工程措施设计情况

虎跳峡景区公路改造工程项目的水土保持工程措施主要为针对工程永久占地区、弃渣场及临时施工场地等水土流失防治区采取的拦挡、护坡以及排水等措施，纳入水土保持措施的为主体设计的具有水土保持功能的截水沟 17725m³，急流槽 1541m³。挡墙 385m，截水沟 1056m，排水沟 340m，沉沙池 5 座，土石方开挖 2605.1m³，回填 271.3m³，浆砌石 3157.9m³，抹面 2426.2m²。

4.1.2 水土保持工程措施实际实施情况

1、工程量

工程在施工过程结束后经建设单位组织施工单位、监理单位等相关部门进行自检，自检结果如下。截止 2018 年 10 月，工程在施工过程中实施的工程措施主要有：

浆砌石边沟 30545m，喷锚混凝土护坡 30359m²，浆砌石挡土墙 3820m，钢筋石笼挡土墙 643m，浆砌石挡渣墙 147m，干砌石挡渣墙 40m。

2、施工进度

工程措施施工主要时段为 2009 年 5 月~2011 年 4 月。

3、变化情况

通过对比，本工程实际实施的工程措施工程量与《变更方案》一致，与《原水保方案》及其批复相比有一定变化：

1、原方案设计措施是根据主体可研报告进行设计，深度受限，工程建设时候根据实际需要，布设了多种防护措施类型，主要是受地质和边坡的稳定性限制；

2、原方案设计的各项措施包含了按照最新文件界定原则不纳入水土保持措施的路基挡

墙等措施；

3、原方案设计的弃渣场未启用，变更方案设计的弃渣均为在原方案的基础上新增弃渣场。

具体变化情况情况见表 4-1。

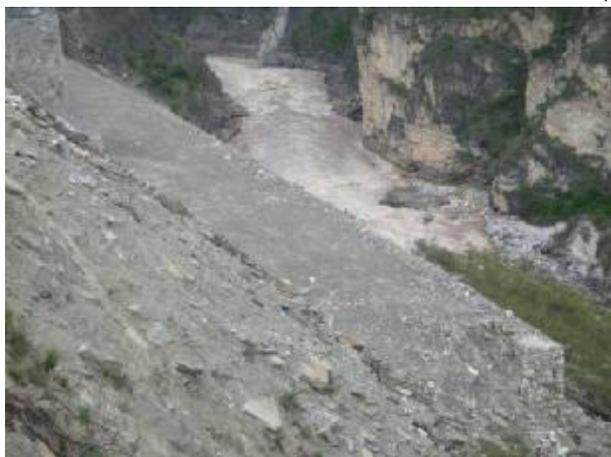
表 4-1 变更方案设计与实际实施的工程措施对比分析表

监测分区	水保措施	设计工程量				实际实施工程量				工程量变化情况			
		主体设计		新增设计		主体设计		新增设计		主体设计		新增设计	
		数量	工程量 m ³	数量	工程量 m/座	数量	工程量 m/m ²	数量	工程量 m ³	数量	工程量	数量	工程量
道路区	浆砌石边沟					30545	2943.67			30545	2943.67		
	截水沟		17725								-17725		
	急流槽		1541							0	-1541		
	喷混凝土护坡					30359	3580.83			30359	3580.83		
	浆砌石挡土墙					3820	6939.49			3820	6939.49		
	钢筋石笼挡土墙					643	1052.16			643	1052.16		
弃渣场区	浆砌石挡渣墙					147	4173.13			147	4173.13		
	干砌石挡渣墙					40	168.80			40	168.80		

注：1、当《水保方案》与《变更方案》重复设计时，按照《变更方案》进行对比统计；
2、工程永久占地区路基挡墙工程量按照相关新规定，不界定为水保措施，因此，表中统计数量不包括其工程量。

本项目实施的工程措施片如下：

一、挡渣工程



1#弃渣场实施挡渣墙



2#弃渣场实施挡渣墙



3#弃渣场实施干砌石挡渣墙

二、斜坡防护工程



路基边坡挡墙



路基边坡挡墙



路基边坡挡墙



路基边坡挡墙



喷锚护坡



钢筋石笼挡护

三、防洪排导工程



道路边沟



道路边沟



道路边沟



排水涵洞

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 水土保持植物措施设计情况

根据《变更方案》、《水保方案》及批复，设计植物措施为：植被恢复 6.70hm²，撒播草籽 368.0kg，植树 24593 株，覆土 17520m³。

4.2.2 水土保持植物措施实际实施情况

1、工程量

根据工程竣工统计资料、监理资料和现场调查情况，项目在实施过程中实际实施的植物措施主要为：植被恢复 7.60hm²。

2、施工进度

植物措施于 2010 年 6 月~2011 年 8 月施工，目前植被恢复较好，满足水土保持要求。

3、变化情况

通过对比，本工程实际实施的植物措施工程量与原方案批复的相比有一定变化，与变更方案批复一致，主要原因为：

- (1) 道路区主体工程对道路下边坡进行了撒草绿化，绿化面积较原设计面积有所增加；
- (2) 虎跳峡景区公路改造工程弃渣场堆渣平台已被当地居民占地，不能进行植被恢复；
- (3) 施工临时营地在工程使用结束后被当地居民利用，故不进行整地绿化；
- (4) 根据公路沿线的实际情况，在施工过程中未对道路沿线进行表土剥离，故未有表土堆存的绿化措施的实施；
- (5) 根据公路建设的实际情况，未在道路建设区以外新建施工便道，故未有施工便道的绿化措施实施。

(6) 《变更方案》介入时，工程施工期基本结束，变更方案统计工程量为实际发生。

工程量变化情况见表 4-2。

表 4-2 变更方案设计与实际实施的植物措施对比分析表

监测分区	水保措施	设计工程量 hm ²		实际实施工程量 hm ²		工程量变化情况	
		主体设计	新增设计	主体设计	新增设计	主体设计考虑	水保方案新增设计
道路区	裸露边角绿化	1.51		3.26	3.21	1.75	3.21
临时施工场地	植被恢复		0.10				-0.10
施工便道	植被恢复						0.00
路基-路面取料场	植被恢复						0.00
表土堆场	植被恢复						0.00
弃渣场	植被恢复		3.72		1.13		-2.59
合计		5.33		7.60		2.27	

注：1、当《水保方案》与《变更方案》重复设计时，按照《变更方案》进行对比统计；
2、在《变更方案》中已经明确了尚未设计施工便道区、取料场、表土堆存区。

本项目实施的植物措施照片如下：

植物措施完成情况典型照片



3#弃渣场绿化



2#弃渣场绿化



沿线绿化带



沿线绿化带



沿线绿化带



沿线绿化带

植物措施完成情况典型照片



沿线绿化带



沿线绿化带



沿线绿化带



沿线绿化带



沿线绿化带



沿线绿化带

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 水土保持临时措施设计情况

水保方案设计临时措施为：临时编织袋挡墙 7560m，简易排水沟 1320m，临时沉沙池 3 座，土方开挖 309m³，回填 273m³，砖砌体 36m³，砂浆抹面 22.5m²，编织袋装土 11907m³，

土工布 23030m²。

4.3.2 水土保持临时措施实际实施情况

(1) 工程量

根据施工资料及监理记录资料，本工程完成水土保持临时措施包括：临时挡护 640m，排水沟 485m。

(2) 对比情况

表 4-3 变更方案设计与实际实施的临时措施对比分析表

位置	项目名称	方案设计工程量 m/m ² /m ³ /座		实际实施工程量 m/m ²		工程量变化情况 m/m ² /座	
		数量	工程量	数量	工程量	数量	工程量
道路区	临时挡护	7000	11025	640	1208	-6360	-9817
	临时覆盖	14000	14000			-14000	-14000
临时施工场地	截水沟	300	60	485	106.7	185	46.7
	截水沟(*)	150	20.25			-150	-20.25
	沉沙池	2	30			-2	-30
施工便道	排水沟	1020	204			-1020	-204
	沉沙池	1	15			-1	-15
表土堆场区	临时挡护	560	882			-560	-882
	临时覆盖	9030	9030			-9030	-9030

注：1、“*”标识为《变更方案》设计，其余为《水保方案》设计；

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 实际实施水土保持措施工程量汇总

截至 2018 年 10 月，虎跳峡景区公路改造工程实际实施的水土保持工程措施主要有：①工程措施为：浆砌石边沟 30545m，喷锚混凝土护坡 30359m²，浆砌石挡土墙 3820m，钢筋石笼挡土墙 643m，浆砌石挡渣墙 147m，干砌石挡渣墙 40m。

②植物措施：本工程共实施绿化面积 7.60hm²，抚育管理 7.60hm²，绿化主要以撒草为主，弃渣场采用乔、草结合方式进行植被恢复。

③临时措施：本工程完成水土保持临时挡护 640m，排水沟 485m。

4.4.2 水土保持工程措施运行情况监测结果

通过监理资料分析，结合实地调查对工程措施的稳定性、完好程度和运行情况进行评定监测。各工程单元已经完成水土保持工程措施稳定性等情况详见表 4-4

表 4-4 水土保持工程措施防治效果监测结果

布设区域	防治措施	稳定性	完好程度	运行情况
道路工程区	浆砌石挡墙	无断裂、沉降	无破损	运行良好

布设区域	防治措施	稳定性	完好程度	运行情况
	浆砌石排水沟	无断裂、沉降	无破损	运行良好
弃渣场区	挡墙	无断裂、沉降	无破损	运行良好

4.4.3 水土流失植物运行情况监测结果

经现场踏勘结合绿化施工资料，虎跳峡景区公路改造工程植被恢复面积为 7.60hm²，通过采用样方调查的方式进行监测，虎跳峡景区公路改造工程工程实施的水土保持植物措施运行情况详见表 4-5

表 4-5 已实施的水土保持植物措施运行情况

布设区域	措施类型	名称及比例	造林方式	工程整地	成活率 %	生长状况
道路工程区	植被恢复	柳树、竹子	植苗、撒播	全面整地	>90	一般
弃渣场区	植被恢复	大麦草、三叶草	撒播	块状整地	>90	良好

4.5 工程投资

4.3.1 原方案设计及批复的水土保持投资

根据《水保方案》及其批复文件“云水保〔2009〕71号”，虎跳峡景区公路改造工程水土保持估算总投资为1018.54万元。其中主体工程建设完成投资617.22万元；方案新增水保投资401.32万元。新增措施投资中工程措施费103.95万元，植物措施费10.37万元，临时工程费125.96万元，独立费用131.63万元，预备费22.31万元，水土保持设施补偿费7.10万元。

方案批复水土保持投资情况详见表4-6。

表 4-6 方案批复水土保持投资情况表 单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	植物措施费	设备费	独立费用	合计（万元）
一	第一部分 工程措施	660.77				660.77
二	第二部分 植物措施		70.77			70.77
三	第三部分 临时工程	125.96				125.96
	一至三部分合计	786.73	70.77			857.50
四	第四部分 独立费用				131.63	131.63
(一)	建设管理费				4.81	4.81
(二)	工程建设监理费				45.60	45.60
(三)	水保技术报告咨询服务费				1.50	1.50
(四)	科研勘测设计费				14.42	14.42
(五)	水土保持方案编制费				12.00	12.00
(六)	水土保持监测费				40.71	40.71
(七)	水保设施竣工验收报告编制费				12.00	12.00
(八)	工程质量监督费				0.60	0.60
	一至四部分合计	786.73	70.77		131.63	989.13
五	基本预备费					22.31

六	水土保持设施补偿费					7.10
七	方案新增总投资					401.32
八	主体工程具有水保功能的措施投资					617.22
九	水土保持总投资					1018.54

4.3.2 变更方案设计及批复水土保持投资

根据变更方案设计及批复，虎跳峡景区公路改造工程水土保持方案（变更设计）总投资为 247.02 万元，其中工程措施费 107.17 万元，植物措施费用 18.16 万元，临时措施费用 22.29 万元，独立费用 81.99 万元，基本预备费 10.99 万元，水土保持设施补偿费 6.41 万元。变更投资中仅计算为剩余措施实施所需投资，未计算原方案设计已实施投资，也未进行水土保持投资综合相加，因此，变更方案投资其实已包含在原来方案设计投资中。

4.3.3 水土保持投资完成情况

结合本工程实际情况，通过查阅工程竣工结算资料，经统计，虎跳峡景区公路改造工程实际完成的水土保持投资总计 1367.40 万元，其中主体工程建设完成水土保持措施投资 1229.92 万元，完成新增的水土保持措施投资为 137.48 万元。完成的新增投资中工程措施投资 43.15 万元；植物措施投资 3.71 万元；临时措施费 1.53 万元；独立费用 81.99 万元；损坏水土保持补偿费 7.10 万元。实际完成的水土保持措施投资汇总详见表 4-7。

表 4-7 水土保持投资实际完成情况 单位：万元

序号	工程或费用名称	主体投资	新增投资	投资合计
第一部分 工程措施		1211.15	43.15	1254.30
1	工程永久占地区	1211.15		1211.15
2	弃渣场区		43.15	43.15
第二部分 植物措施		18.77	3.71	22.48
1	工程永久占地区	18.77		18.77
2	弃渣场区		3.71	3.71
第三部分 临时措施		0.00	1.53	1.53
1	工程永久占地区		1.34	1.34
2	施工营场地区		0.19	0.19
第一至三部分合计		1229.92	48.39	1278.31
第四部分 独立费用			81.99	81.99
水土保持设施补偿费			7.10	7.10
水土保持总投资		1229.92	137.48	1367.40

4.3.4 实际完成投资与方案设计对比情况

1、实际完成投资对比变化情况

根据项目实际实施措施投资情况以及主体工程和水土保持方案设计资料分析,虎跳峡景区公路改造工程实际完成的水土保持投资总计 1367.40 万元,相比设计投资增加 348.86 万元,变化情况主要为:①、主体工程建设完成水土保持措施投资 1229.92 万元,相比设计投资增加 612.70 万元;②、新增的水土保持措施投资为 137.48 万元,相比设计投资减少 263.84 万元。新增投资中工程措施投资 43.15 万元,相比设计投资减少 60.80 万元;植物措施投资 3.71 万元,相比设计投资减少 6.66 万元;临时措施费 1.53 万元,相比设计投资减少 124.43 万元。水土保持措施投资完成情况对比分析见表 4-8。

表 4-8 水土保持措施投资完成情况对比分析表

序号	工程或费用名称	投资对比情况(万元)		
		设计投资	实际投资	增(+)-减(-)
一、主体工程计列		617.22	1229.92	+612.7
1	工程措施	556.82	1211.15	+654.33
2	植物措施	60.40	18.77	-41.63
3	临时措施			0.00
二、方案新增		401.32	137.48	-263.84
1	工程措施	103.95	43.15	-60.80
2	植物措施	10.37	3.71	-6.66
3	临时措施	125.96	1.53	-124.43
4	独立费用	131.63	81.99	-49.64
5	预备费	22.31		-22.31
6	损坏水土保持补偿费	7.10	7.10	0.00
合计		1018.54	1367.40	+348.86

注:设计投资为《水保方案》与《变更方案》之和

2、完成投资变化原因分析:

①、主体工程建设完成完成的水土保持措施投资相比设计投资增加 612.70 万元,是由于工程沿线地质条件较为复杂,开挖坡面组成物质主要为砂质壤土,相应具有水土保持工程措施数量的大大增加,也致使投资与原设计相比明显增加;

②、方案新增(计原方案设计投资)水土保持工程措施投资为 137.48 万元,相比设计投资减少 263.84 万元。主要原因是原设计针对弃渣场堆渣考虑采用重力式挡渣墙进行拦护,施工过程中由于沿线弃渣场数量及位置发生优化调整,结合各弃渣场的实际情况,建设单位优化调整原设计单一的浆砌石渣墙拦渣方式,采用干砌石和浆砌石多种方式,从现场情况看,挡渣墙数量有所减少,但拦渣效果明显,满足相关要求;

③、方案(计原方案设计投资)新增水土保持植物措施投资为 3.71 万元,相比设计投资减少 6.66 万元。主要原因是原设计在弃渣场、表土堆场、取料场、临时施工场地、临时

施工便道等区域进行植被恢复，但实际建设过程中未布设表土堆场、临时便道、取料场等，临时施工场地也多布置在弃渣场堆渣平台之上，并且弃渣场堆渣平台现已用作当地居民的建设用地，因此不能进行植被恢复，故植被恢复面积较原设计有所降低，投资也相对减少。

④、实际施工过程中人工、材料购买价格相对概算价格有所变化；

⑤、在本工程的施工过程中，水土保持工程的独立费用是根据已批准的《水保方案》中概算的独立费用进行划拨。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

按照监测实际介入情况，通过对项目区现场踏勘，对工程水土流失情况进行分析，监测工作组并利用 GPS、测距仪、皮尺等量测工具，结合工程施工、监理和工程平面布置等资料，对方案批复扰动面积和现状的扰动面积进行分析，本工程造成的水土流失面积为 43.62hm²。具体各区域水土流失面积详见表 5-1。

表 5-1 工程实际水土流失面积统计表

序号	项目名称	占用土地类型及数量 (hm ²)				
		小计	交通运输用地	林地	草地	其他用地
一	永久占地区	39.80	26.88	0.27	3.91	8.74
1	道路区	39.80	26.88	0.27	3.91	8.74
二	临时占地区	3.82	0.00	1.00	1.23	1.59
1	临时施工场地区	0.10		0.07	0.03	
2	弃渣场区	3.72		0.93	1.20	1.59
三	合计	43.62	26.88	1.27	5.14	10.33

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

5.2.1.1 原地貌侵蚀单元划分

根据项目设计资料调查结果显示，项目实施前项目区水土流失防治责任范围内的原生地貌主要有：草地、林地、其它土地和交通运输用地。

各侵蚀单元占地情况见表 5-2。

表 5-2 各侵蚀单元占地表 单位：hm²

项目名称	占用土地类型及数量 (hm ²)				
	小计	交通运输用地	林地	草地	其它土地
道路区	39.80	26.88	0.27	3.91	8.74
临时施工场地区	0.10		0.07	0.03	
弃渣场区	3.72		0.93	1.20	1.59
合计	43.62	26.88	1.27	5.14	10.33

5.2.1.2 地表扰动类型划分

监测介入时，工程土建施工已结束，工程施工扰动不明显。地表扰动类型的划分不具有实际意义，因此，本报告不对地表扰动类型进行划分。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数

监测介入时，工程土建施工已结束，原地貌侵蚀模数采用《水保方案》成果，项目区占用土地类型为草地、林地、梯坪地和交通运输用地。项目区背景土壤侵蚀模数值为 830.71t/km²·a。项目区背景土壤侵蚀模数取值见表 5-3，项目各区域原生平均土壤模数见表 5-4。

5-3 项目区背景土壤侵蚀模数取值表

土地利用类型	土壤侵蚀模数	取值依据
老路	300	路面大部分为沥青砼路面结构，少部分路弹石路面及沙石路面，路面大部分稳定，少部分有流失。
灌木林地	400	盖度 40~50%，坡度在 10°~25°
荒草地	500	郁闭度大于 60%，坡度在 10°~25°
裸露地	3000	坡度在 15°—25°左右，地表全裸露
裸岩	120	项目区主要分布有砂岩、石灰石、弱风化灰岩等，岩性较好。

表 5-4 原生土壤侵蚀模数取值

项目	占地类型 (hm ²)				平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)
	交通运输用地	林地	草地	其它土地	
道路区	26.88	0.27	3.91	8.74	803.44
临时施工场地区		0.07	0.03		430.00
弃渣场区		0.93	1.20	1.59	1329.84
总计	26.88	1.27	5.14	10.33	830.71

5.2.2.2 扰动后侵蚀模数

本项目水土流失监测从 2011 年 5 月进场，由于监测介入时本项目已进入试运行，因此无法对工程施工期间的地表扰动侵蚀情况进行动态监测，且施工期间相关监测资料不足，数据缺乏，故本次监测对工程施工期间的水土流失情况结合项目特点及现场照片，并参照同类工程进行分析和评价。施工期各区土壤侵蚀模数见表 5-5。

表 5-5 项目建设区施工期侵蚀模数表

监测分区		扰动土地类型	面积 (hm ²)	侵蚀强度 (t/km ² ·a)
永久占地区	道路区	土质面	6.59	13000.00
		平台	33.21	10000.00
		小计	39.80	10496.73
临时占地区	临时施工场地区	平台	0.10	10000.00
		小计	0.10	10000.00
	弃渣场区	堆渣边坡	1.17	18000.00
		平台	2.55	15000.00
		小计	3.72	5661.29
合计			43.62	10083.22

5.2.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

通过监测情况分析,截止 2018 年 10 月,各区域从现场情况看,各项工程措施运行良好,效果显著;由于项目区气候条件适宜植被生长,植被恢复区域基本与原生地表接近。通过与参照同类工程的经验,结合现场调查分析确定项目区现状侵蚀模数为 443.37t/km².a。监测时段内土壤流失量监测分析结果详见表 5-6。

表 5-6 水土保持措施实施后土壤侵蚀模数取值

序号	监测分区		施工结束后占地类型	监测确定侵蚀强度 (t/km ² ·a)		
				占地面积	按占地类型	加权平均
一	永久占地区	道路工程区	公路硬化区域	23.99	400	437.99
			工程措施占地	2.79	400	
			植物措施占地	6.47	500	
			工程护坡占地	6.34	500	
			裸露区域	0.21	1500	
			小计	39.8		
二	临时占地区	临时施工场地区	建构物覆盖	0.1	500	500
			小计	0.1		
		弃渣场区	工程措施占地	0.04	450	499.46
			植物措施占地	2.55	500	
			建构物覆盖	1.13	500	
			小计	3.72		
		合计(平均)			43.62	

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

5.2.3.1 原生土壤流失量监测结果及分析

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),工程范围均属水力侵蚀为主的西南土

石山区。据原方案资料，结合监理资料进行分析，水土流失背景值为 $830.71\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，采用公式： $\text{流失量}=\sum\text{侵蚀单元面积}\times\text{侵蚀强度}$ ，对各阶段水土流失情况进行计算。虎跳峡景区公路改造工程于 2009 年 5 月开工建设，于 2011 年 4 月底主体工程完工进入试运行。截止 2011 年 4 月，历时 2.0a，项目建设区原生年水土流失量为 739.64t，详见表 5-7。

表 5-7 原生地表年土壤流失量

监测分区	扰动面积 (hm ²)	原地貌土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时段 (a)	水土流失量 (t)
道路区	39.8	803.44	2	639.54
临时施工场地区	0.1	430	2	0.86
弃渣场区	3.72	1329.84	2	98.94
总计	18.02			739.34

5.2.3.2 施工期和运行期土壤流失量监测结果及分析

虎跳峡景区公路改造工程于 2009 年 5 月开工建设，于 2011 年 4 月底主体工程完工进入试运行，施工期为 2a；试运行期(自然恢复期)按 1a 计；施工期产生的水土流失量见表 5-8、自然恢复期产生的水土流失量见表 5-9。

表 5-8 施工期产生的水土流失量

监测分区	扰动面积 (hm ²)	施工期土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时段 (a)	水土流失量 (t)
道路工程区	39.8	10496.73367	2	8355.4
临时施工场地区	0.1	10000	2	20
弃渣场区	3.72	15943.54839	2	1186.2
总计	18.02			9561.60

表 5-9 植被恢复期产生的水土流失量

监测分区	扰动面积 (hm ²)	试运行期土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时段 (a)	水土流失量 (t)
道路工程区	39.8	437.99	1	174.32
临时施工场地区	0.1	500	1	0.5
弃渣场区	3.72	499.46	1	18.58
总计	43.62			193.4

5.2.3.3 新增水土流失量

较原地貌，新增水土流失量 9015.66t。工程建设水土流失重点区域为道路工程边坡区和弃渣场区，分别占总流失量的 87.52%、12.27%。具体分析见表 5-10。

表 5-10 项目建设各区水土流失量统计分析表

项目	扰动面积 (hm^2)	原生水土流失 量 (t_1)	施工期流失量 (t_2)	试运行期水土流失 总量 (t_3)	新增流失量 ($t=t_2+t_3-t_1$)	分布比例 (%)
道路工程 区	39.8	639.54	8355.4	174.32	7890.18	87.52%
临时施工 场地区	0.1	0.86	20	0.5	19.64	0.22%
弃渣场区	3.72	98.94	1186.2	18.58	1105.84	12.27%
总计	43.62	739.34	9561.60	193.40	9015.66	100%

5.2.4 水土流失情况对比分析

项目区原生平均土壤侵蚀模数为 $830.71\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，措施实施后现状平均土壤侵蚀模数为 $443.37\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过各项水土保持措施的建设，本工程建设产生的水土流失危害得到恢复，且比原生水土保持情况有所提高，因此本工程建设的水保措施可满足水土保持要求。

5.3 弃渣潜在土壤流失量

根据建设单位提供的建设资料，本项目布设有 3 座永久弃渣场，布设了相应的水土保持措施，可有效防止水土流失产生。通过现场调查，本项目建设期间未发生严重的水土流失，未对项目区周边造成严重影响。

5.4 水土流失危害

通过对本项目周边区域实地走访巡查，监测组未发现虎跳峡景区公路改造工程在建设过程中直接或间接对所在流域水系内的水体等因水土流失造成危害。调查结果显示虎跳峡景区公路改造工程在施工期及自然恢复期未产生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

监测组根据监测时段 2011 年 5 月至 2018 年 10 月分别对六项指标进行量化计算，检验项目区内水土保持工程是否达到治理要求，为今后建设单位水土保持工作提供依据。

本项目在监测过程中将项目监测分区划分为项目建设区和直接影响区，项目建设区分为道路工程区、施工临时场地区和弃渣场区三个分区，共计监测面积 43.62hm²，直接影响区共计监测面积为 18.72hm²。

根据方案确定本项目防治目标值按以下标准执行，即：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 87%，土壤流失控制比 1.00 以上，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 22%。具体见表 6-1。

表 6-1 水土保持措施（设施）分类分级评价指标

目标	防治目标中的二级指标	按降雨量 800mm 以上调整	按轻度土壤侵蚀调整	按地形地貌调整	采用目标
扰动土地整治率%	95	0	0	0	95
水土流失总治理度%	85	+2	0	0	87
土壤流失控制比	0.7	0	+0.3	0	1.0
拦渣率%	95	0	0	0	95
林草植被恢复率%	95	+2	0	0	97
林草覆盖率%	20	+2	0	0	22

6.1 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在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。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积。扰动土地整治率为水保措施防治面积、永久建筑物面积之和与扰动地表面积的比值。

本项目在建设过程中，各分区均受到不同程度的扰动，且采取相应的措施进行了整治，经统计，项目扰动面积为 43.62hm²，整治面积为 43.36hm²，通过分析扰动土地整治率为 99.40%，具体分析详见表 6-2 的计算。

表 6-2 扰动土地整治率分析计算表

项目分区	项目建设区面积	扰动面积	工程措施	植物措施	硬化	工程护坡	未治理面积	扰动土地整治率%
道路工程区	39.8	39.8	2.79	6.47	23.99	6.34	0.21	99.47%
施工临时场地	0.1	0.1			0.1		0	100.00%
弃渣场区	3.72	3.72	0.04	1.13	2.5		0.05	98.66%
合计	43.62	43.62	2.83	7.6	26.59	6.34	0.26	99.40%

备注：根据[2008]8号文规定，路堤挡墙措施具有水保功能，但不计入水保措施投资；弃渣场堆渣平台及临时施工场地因作为建设用地为纳入指标计算。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度为水保措施防治面积与造成水土流失面积（扣除建筑物及硬化面积）的比值。经统计，项目扰动面积为 43.62hm²，扣除项目建构筑物及硬化占地 26.59hm²，项目水土流失面积 17.03hm²，项目水土保持措施达标面积 16.77hm²，扰动整治率可达 98.47%。具体分析见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度分析计算表

防治分区	建设区水土流失总面积(hm ²)				水土保持措施面积(hm ²)	水土流失总治理度(%)
	①项目区总面积	②永久建筑物占地面积	③场地道路硬化面积	结果=(①-②-③)		
道路工程区	39.8		23.99	15.81	15.6	98.67%
施工临时场地	0.1	0.1		0	0	100.00%
弃渣场区	3.72	2.5		1.22	1.17	95.90%
合计	43.62	2.6		17.03	16.77	98.47%

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

根据项目监理资料分析，工程实际建设土石方开挖总量为 63.83 万 m³，回填利用量 39.56 万 m³，废弃土石 24.27 万 m³。工程实施的拦挡及绿化等措施，弃方可得到有效拦挡，工程拦渣率能够达到 98%，达到了方案目标值。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目容许土壤流失量与水土保持方案实施后土壤流失量之比。工程区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 500t/km².a。主体工程完工、工程措施的完好运行，以及植物措施、临时措施的实施，项目区水土流失得到有效的控制，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。参照 5.2.2.3 章节现状土壤侵蚀模数分析得出，各项防治措施实施后，项目区加权平均土壤流失强度降到 443.37t/km².a，经计算项目区土壤流失控制比为 1.28。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目建设区内，林草植被面积与可恢复林草植被面积（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的比值。其中可恢复林草植被面积指在当前经济、技术条件下通过分析论证术确定的适宜恢复植被的土地面积，不含国家规定应恢复的面积；林草植被面积为项目区实施的人工种植、天然林地和草地的总面积，包括成活率、保存率达到设计和验收标准天然林地和草地的面积。经分析项目扰动区面积为 43.62hm²，可恢复

林草植被面积为 7.65hm^2 ，现恢复植被达标面积为 7.60m^2 ，经计算林草植被恢复率为 99.35%。

6.6 林草覆盖率

林草植被覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值。结合工程施工实际情况，监测介入时，采取植物措施治理的区域，植物基本恢复，水土流失防治效果基本达标。项目扰动区面积为 43.62m^2 ，植物措施达标面积 7.60m^2 ，经过分析项目区林草覆盖率达 17.42%。未达标原因为施工场地及弃渣场被当地村民作为建设用地，同时，由于地质原因，工程建设路线上边坡为岩质陡坡，可绿化面积减少。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的，水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的。根据监测结果：随着本工程施工期场地平整、基础开挖等建设的开始，地表扰动强度增大，水土流失强度增强；随着基础工程的结束，水土保持措施效益发挥，水土流失强度减小；施工过程中土壤流失强度决定性因素为降雨，因此在雨季的流失强度远大于旱季流失强度。项目区原生年水土流失量为 739.34t/a，试运行期水土流失量为 194.30t/a。与原生水土流失量相比，水土流失量减少 545.04t/a，工程施工建设过程中水土流失程度总体呈轻度侵蚀→中度侵蚀→微度侵蚀的动态变化过程。

本工程水土保持措施实施后，有效控制了新增水土流失数量，具有较好的生态效益，除林草覆盖度外各项指标均能达到即定目标。各项指标达标情况见表 7-1。

表 7-1 水土流失防治效果监测达标情况

序号	防治指标类型	防治标准值	方案批复目标值	监测指标	达标情况
1	扰动土地治理率 (%)	95	95	99.40	达标
2	水土流失治理度 (%)	85	87	98.47	达标
3	土壤流失控制比	0.8	1.0	1.28	达标
4	拦渣率 (%)	95	95	98	达标
5	林草植被恢复率 (%)	95	97	99.35	达标
6	林草覆盖率 (%)	20	22	17.42	不达标

7.2 水土保持措施评价

通过现场勘察、图片拍摄、调查巡访等，对工程各扰动地表区域实施的水土保持措施进行评价。工程建设期间水土保持措施评价主要参照水土保持方案报告书设计情况，结合现场巡查记录（记录方式采用图片拍摄、表格记录等），查阅建设单位提供相关施工资料进行综合分析、评价。经分析、评价，得出如下结论：

(1) 各扰动地表区域基本按照主体工程设计和水土保持方案设计要求实施完成拦挡、截排水系统等工程的建设，工程实施完成各项工程措施质量合格，经监测组现场调查、量测，实施完成各项工程措施尺寸、规格符合水土保持要求。

(2) 各扰动地表区域可恢复植被区域基本已按照主体工程设计及水土保持方案设计要求实施完成撒播草籽等植被恢复措施。经监测项目组巡查监测记录，工程建设区域大实施完

成植被恢复良好，能够满足工程各扰动地表区域今后运行水土保持；但是由于项目区自然条件恶劣，植被恢复较慢，抚育管理仍为一项长期工作。

(3) 截止 2018 年 10 月，工程建设区域实施完成各项工程措施均运行良好，未出现损坏、倒塌等现象，能够正常发挥其水土保持功能；实施完成各区域植被绿化措施恢复良好，能够发挥其水土保持功能。

7.3 存在问题及建议

虎跳峡景区公路改造工程的监测工作中存在以下问题：

(1) 由于接受监测任务时，主体工程建设已进完工，主体工程建设同步监测未能落实，给建设期水土流失情况定量分析带来了阻碍，缺乏建设期间的部分监测数据，仅能依靠照片及资料对现场状况进行分析；

(2) 由于错过部分监测时段，导致部分水土流失监测因子无法适时进行监测，水土流失量监测结果与项目建设区域实际水土流失量可比性较差。

为进一步做好虎跳峡景区公路改造工程的水土保持工作，避免建设管理漏洞造成今后水土流失的发生发展，消除水土流失对工程运行产生的不良影响及安全隐患，我公司提出建议如下：

- (1) 定期对截排水工程进行检查并清理，保证其能够正常发挥行洪能力；
- (2) 对项目区植被恢复不良区域应及时进行补植补种，尽快完善植物措施；
- (3) 做好项目区内的水土保持措施的管理与养护，对工程运行中存在的隐患及时排查。

7.4 综合结论

根据项目水土保持监测，从土壤侵蚀背景状况及监测结果的分析可以看出，业主和施工单位很重视水土保持工作和生态保护，基本按照《水保方案》及《变更方案》设计实施各种预防保护措施。根据监测成果分析，可以得出以下总体结论：

(1) 截止 2018 年 10 月，本项目在建设过程中，实际发生的防治责任范围面积为 62.34hm^2 ，其中项目建设区面积为 43.62hm^2 ，直接影响区 18.72m^2 。

(2) 截止 2018 年 10 月，经统计水土保持工程措施主要有：①工程措施：浆砌石边沟 30545m ，喷锚混凝土护坡 30359m^2 ，浆砌石挡土墙 3820m ，钢筋石笼挡土墙 643m ，浆砌石挡渣墙 147m ，干砌石挡渣墙 40m 。②植物措施：本工程共实施绿化面积 7.60hm^2 ，抚育管理

7.60hm²，绿化主要以撒草为主，弃渣场采用乔、草结合方式进行植被恢复。③临时措施：本工程完成水土保持临时挡护 640m，排水沟 485m。水土保持设施保存完好，运行情况良好。

根据项目实际实施措施投资情况以及主体工程和水土保持方案设计资料分析，虎跳峡景区公路改造工程实际完成水土保持总投资为 1367.40 万元，其中主体计列投资 1229.92 万元，方案设计新增水土保持投资 137.48 万元。完成的新增投资中工程措施投资 43.15 万元；植物措施投资 3.71 万元；临时措施费 1.53 万元；独立费用 81.99 万元；损坏水土保持补偿费 7.10 万元。

(3) 根据水土流失量监测结果，项目区原生平均土壤侵蚀模数为 830.71t/km²·a，措施实施后现状平均土壤侵蚀模数为 443.37t/km²·a。项目原地貌占用草地、林地、其它土地和交通运输用地，项目区原水土流失为轻度，现状项目通过治理后，水土流失得到一定控制，目前水土流失强度为微度，满足水土流失防治标准，后期防治效果将更加显著，因此本工程建设的水保措施可满足水土保持要求。

(4) 通过对项目区水土流失防治效果评价，水土保持措施实施后各项指标为：扰动土地整治率 99.40%，水土流失总治理度 98.47%，土壤流失控制比达到 1.28，拦渣率达到 98% 以上，林草植被恢复率达到 99.35%，林草覆盖率达到 17.42%。除林草植被恢复率外各项指标均能达到即定目标，也达到了二级防治标准值。

总体上，虎跳峡景区公路改造工程建设对水土保持工作较为重视，基本按照主体工程和水土保持方案的设计要求开展了水土流失防治工作，各项措施基本依照要求落实到位，水土保持措施的实施效果较好。