

水保监测(川)字第 0027 号

四川省瓦斯河龙洞水电站

水土保持监测总结报告



建设单位：康定金源实业有限公司

监测单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇一八年十月

四川省瓦斯河龙洞水电站

水土保持监测总结报告

建设单位：康定金源实业有限公司

监测单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇一八年十月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(正本)

单位名称：四川众望安全环保技术咨询有限公司

法定代表人：潘祖高

单位等级：★(1星)

证书编号：水保监测(川)字第0027号

有效期：自2017年07月21日至2020年09月30日

仅用于四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持监测使用

发证机构：

发证时间：2017年07月21日



四川省瓦斯河龙洞水电站 水土保持监测总结报告

责任页

(四川众望安全环保技术咨询有限公司)

批 准：施春华（高级工程师）

核 定：符礼明（高级工程师）

审 查：匡 蓉（工程师）

校 核：胡晓阳（工程师）

项目负责人：詹 松（工程师）

编 写：

郭伟康（工程师）（1~7章）

刘加飞（工程师）（绘制图件）

前 言

依据《四川省瓦斯河干流水电规划报告》，瓦斯河干流康定~河口河段按三级开发方案，自上而下为：龙洞水电站、小天都水电站、冷竹关水电站。龙洞水电站装机容量为 165MW、小天都水电站装机容量为 240MW、冷竹关水电站装机容量为 180MW。四川省瓦斯河龙洞水电站为规划的一部分，该项目四川省甘孜州境内，是大渡河上游一级支流瓦斯河干流梯级开发的第一级电站，下接小天都水电站。

本项目为新建建设类，为三等中型，采用低闸引水式开发，闸首上距康定市城区约 2km，下距 泸定县城约 48km，经左岸长 5.375km 隧洞引水至小天都电站闸坝上游约 0.5km 处建地下厂房发电。工程闸前水位维持在正常蓄水位 2440m，按无调节径流式运行，电站装机容量 165MW，多年平均年发电量 6.944 亿 kW h。

项目施工中，防治责任范围面积 39.32hm²，项目建设期间共扰动土地面积 37.11hm²，造成水土流失面积 37.11hm²。永久占地 9.80hm²，施工临时占地 29.52hm²。占地类型主要包括耕地、园地、住宅、交通设施及水工建筑用地、林地、滩涂、水域、裸地等。

本项目建设总工期 47 个月，于 2013 年 8 月开工，2017 年 7 月试运行，总投资 13.86 亿元，其中土建投资 5.64 亿元。

土石方开挖总量 62.50 万 m³，土石方填筑利用总量 31.2 万 m³，围堰拆除 1.0 万 m³，弃渣总量 32.3 万 m³（弃渣场堆放 22.1 万 m³，炉城镇柳杨村利用 10.2 万 m³）（自然方）。

本项目水土流失防治执行建设类项目一级标准。土壤流失总面积中以中、轻度侵蚀为主。水土流失类型主要是水力侵蚀，流失形式主要为面蚀、片蚀、沟蚀。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》，《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》（水保[2017]365 号）、《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》（川水函〔2018〕887 号）和水利部 12 号令《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律、法规和文件的规定，建设单位在建设过程中，安排了专人负责管理安全、环境工作。为了对施工建设

过程中的水土流失进行监测，了解本项目水土保持方案实施情况，掌握建设生产过程中水土流失发生的时段、强度等情况，及时采取相应的防治措施，最大限度地减少水土流失。康定金源实业有限公司于 2015 年 12 月委托我单位开展水土保持监测工作。

接受委托后，我公司成立了监测项目组，并组织专业技术人员多次了解工程现场，根据《水土保持监测技术规程》等技术规范的要求、结合《四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持方案报告书(报批稿)》以及部分设计技术资料，调查了工程区概况后于 2015 年 10 月编制了《四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持监测实施方案》，并依据项目实际情况布置了 12 个监测点位，对项目区的水土流失状况、水土保持措施效益进行了全面监测。监测组调查了工程区水土流失现状和水土保持措施实施情况，采取地面观测和调查监测相结合的方法，重点对水土流失状况、防治责任范围及水土保持措施效果等方面进行了监测，在经过建设单位后续植物措施的补植及自然恢复期恢复后，我单位对水土流失情况、水土保持措施运行情况、水土保持效果实施情况、实施效果进行分析评价；对项目水土流失治理达标情况进行评价，在此基础上于 2018 年 10 月完成了《四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持监测总结报告》，为竣工验收提供依据。

在本水土保持监测总结报告编制过程中，得到了水行政主管部门、建设单位、施工单位、监理单位和验收编制单位等的大力支持和协助，在此一并致谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		四川省瓦斯河龙洞水电站								
建设单位		康定金源实业有限公司								
项目 规模	引水式电站一座，电站装机容量 165MW，多年平均年发电量6.944亿 kW h，包含首部枢纽、引水系统和 厂区枢纽	建设单位联系人		梁 18582526113						
		建设地点		四川省甘孜藏族自治州康定市瓦斯河						
		所属流域		长江流域						
		项目建设面积		39.32hm ²						
		项目总投资		13.86亿元						
		项目总工期		47个月（2015年12月~2017年7月）						
水土保持监测指标										
监测单位		四川众望安全环保技术咨询有限公司			联系人及电话		汪晓梅18608154557			
自然地理类型		中高山地貌			防治标准		建设类一级标准			
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		资料分析、调查监测、地面监测、全站仪			2.防治责任范围		实地测量、调查		
	3.水土保持措施情况监测		实地测量、调查			4.防治措施效果监测		调查、查阅资料		
	5.水土流失危害监测		调查监测			水土流失背景值		2274t/km ² a		
方案设计防治责任范围		69.49hm ²			水土流失容许值		500t/km ² a			
防治措施		<p>①主体工程区：覆土 0.03 万 m³；撒播草籽 0.15 hm²，幼林抚育 0.15 hm²；园林绿化 0.23hm²，围堰块石护坡 302m³，围堰拆除 3755 m³。</p> <p>②弃渣场区：土石开挖 13230m³，M10 浆砌块石拦渣堤(墙)74444m³，C15 埋石混凝土基础 m³；大块石回填 5763 m³，Φ100PVC 排水管 1248m，土工布 54m²，渣顶整治 1.60hm²。密目网覆盖 30700m²</p> <p>③施工生产生活区：土石方开挖 1652m³ 土方回填 708m³ M10 浆砌石截水沟 629m³；M10 砂浆抹面 2098m²，全面整地 13.80hm²，穴状整地 6902 个，杨树 6902 个，撒播草籽 13.80hm²，幼林抚育 13.80hm²</p> <p>④移民安置及专项设施复建区：截水沟土石方开挖 1159m³ M7.5 浆砌石 372m³ 现浇 C20 砼 264m³，覆土 950 m³。冬青 894 株，撒播草籽 0.47hm²，幼林抚育 0.47hm²，防护围栏 500m。</p> <p>⑤施工公路区：截水沟土石方开挖 1496m³ M7.5 浆砌石 480m³ 现浇 C20 砼 340m³，复耕 4.70hm²，全面整地 0.74hm²，覆土 5383m³，穴状整地 460 个，杨树 460 株，撒播草籽 2.66hm²，幼林抚育 2.66hm²，防护围栏 500m。</p>								
监 测 结 果	分类指标		目标值	达标值	实际监测数量					
	扰动土地整治率（%）		95	98.68	防治措施 面积/hm ²	29.25	建筑物及硬化 面积/hm ²	7.34	扰动土地总 面积/hm ²	37.11
	水土流失总治理度(%)		97	98.25	防治责任范围面积		39.32hm ²	水土流失总面积		37.11hm ²
	拦渣率(%)		0.7	1.02	实际拦挡量		30.86万 m ³	总弃渣量		32.3万 m ³
	土壤流失控制比		95	95.55	监测末期值		492.21t/km ² a	容许土壤流失量		500t/km ² a
	林草植被恢复率（%）		99	99.83	可恢复林草总面积		17.74hm ²	林草措施面积		17.71hm ²
	林草覆盖率(%)		27	45.04	植物措施面积		17.71hm ²	水土流失总面积		37.11hm ²
水土保持治理达标评价		本工程水土保持措施总体布局合理，完成了工程设计和水土保持方案所要求的水土流失的防治任务，水土保持设施工程质量总体合格，水土流失得到有效控制，项目区生态环境基本得到改善。经试运行，未发现重大质量缺陷，水土保持工程运行情况基本良好，达到了防治水土流失的目的，								

		整体上已具备较强的水土保持功能，能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求
	总体结论	<ol style="list-style-type: none"> 1 建设单位重视水土保持工作 2 基本上按照水保方案进行了实施 3 未产生较大水土流失危害，六项指标达标，可验收
主要建议		<ol style="list-style-type: none"> 1、加强水保措施：河堤挡墙、排水、绿化措施的管护，保证水保措施的正常运行及自身和周边的安全。 2、每年雨季前对排水系统进行疏竣，雨季中定期及不定期对挡、排措施进行巡查，确保项目运行安全。 3、对林草绿化措施成活率和覆盖度进一步养护，增加林草覆盖度。

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况	3
1.1 建设项目及项目区概况	3
1.2 水土流失防治工作情况	12
1.3 监测工作实施情况	13
2.监测内容与方法	23
2.1 扰动土地情况监测	23
2.2 取料、弃渣情况监测	24
2.3 水土保持措施	24
2.4 水土流失情况	26
3 重点部位水土流失动态监测	31
3.1 防治责任范围监测	31
3.2 取料监测结果	34
3.3 弃土监测结果	34
3.4 土方流向监测结果	35
3.5 其他重点部位监测结果	35
4 水土流失防治措施监测结果	37
4.1 工程措施监测结果	37
4.2 植物措施监测结果	38
4.3 临时措施监测结果	40
4.4 水土保持措施防治效果	41
5 土壤流失情况监测	42

5.1 水土流失面积	42
5.2 土壤流失量	42
5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量	43
5.4 水土流失危害	43
6 水土流失防治效果监测结果	44
6.1 扰动土地整治率	44
6.2 水土流失总治理度	44
6.3 拦渣率与弃渣利用率	44
6.4 土壤流失控制比	45
6.5 林草植被恢复率	45
6.6 林草覆盖率	45
7 结论.....	47
7.1 水土流失动态评价	47
7.2 水土保持措施评价	47
7.3 存在问题及建议	48
7.4 综合结论	48
8 附图及有关资料	49
8.1 附图.....	49
8.2 有关资料	49

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目及项目区概况

1.1.1 项目概况

1.1.1.1 地理位置

四川省瓦斯河龙洞水电站位于四川省甘孜州康定市境内，是大渡河上游一级支流瓦斯河干流梯级开发的第一级，下接小天都水电站。龙洞水电站闸址位于康定市城下游约 2km 处，地下厂房位于小天都闸坝上游约 0.5km 处，闸、厂相距约 6.5km。地理坐标为东经 $102^{\circ}2'4.68''\sim 104^{\circ}59'36.73''$ 、北纬 $30^{\circ}3'36.63''\sim 30^{\circ}5'42.12''$ 。见图 1 和附图 1。



图 1 地理位置图

1.1.1.2 建设规模

本工程为建设类项目，设计总装机容量 165MW，多年平均年发电量 6.944 亿 kWh，为三等中型工程。采用低闸引水式开发，主要枢纽建筑物由首部枢纽、引水系统和厂区枢纽三部分组成。闸首上距康定市城区约 2km，下距泸定县城约 48km，经左岸长 5.375km 隧洞引水至小天都电站闸坝上游约 0.5km 处建地下厂房发电，闸、厂相距约 6.5km。首部枢纽包括 2 孔泄洪闸、1 孔冲沙闸及 1 孔排

1 建设项目及水土保持工作概况

污闸、左、右岸挡水坝段和进水口等建筑物；引水系统包括包括引水隧洞、调压室、压力管道；厂区枢纽由主副厂房及安装间、主变兼尾闸室、尾水洞及出口、进厂交通洞、母线洞、排风系统（包括厂房排风洞、主变排风洞、排风机室）等组成。

本项目送出工程单独立项，不纳入本项目监测范围。

1.1.1.3 项目组成

本项目为新建建设类工程，主要由枢纽工程、施工辅助工程(含渣场、场内交通、施工生产生活设施)、移民安置及专项设施复建工程等组成。

表 1-1 四川省瓦斯河龙洞水电站组成表

项目名称		实际施工及设计建设规模
枢纽工程		首部枢纽：进水口、左右岸挡水坝段、2 孔泄洪闸、1 孔冲沙闸及 1 孔排污闸
		引水系统：引水隧洞、气垫式调压室、压力管道
		厂区枢纽：地下主副厂房、尾闸室、尾水洞、尾水暗渠、母线洞、进厂交通洞、出线洞、排风洞及地面主变 GIS 楼等
施工辅助工程	渣场	2 个：1#渣场、2#渣场，均为临河型
	场内交通	新建场内施工公路 1.6km，均为临时公路，新建、加固临时施工桥 5 座
	施工生产生活设施	施工企业：1 座砂石加工系统、混凝土拌和站、机械修配站、汽车修配站、综合加工厂、压力钢管加工及机电安装场、金属结构安装场、综合仓库、供风站、供水站、施工变电站等 生活福利设施：施工生活营地
移民安置及专项设施复建工程		生产安置：94 人，全部自谋职业安置 搬迁安置：无 专项设施复建：主要为闸首涉及的国道 G318 公路改线复建，另复建电力设施、电信设施、2 座国家永久水准点
项目占地		共计占地面积 39.32hm ² ，其中永久占地 9.80hm ² ，施工临时占地 29.52hm ² 。
土石方量		土石方开挖总量 62.50 万 m ³ ，土石方填筑利用总量 31.2 万 m ³ ，围堰拆除 1.0 万 m ³ ，弃渣总量 32.3 万 m ³ （弃渣场堆放 22.1 万 m ³ ，炉城镇柳杨村利用 10.2 万 m ³ ）（自然方）
投资情况		工程概算总投资 13.86 亿元，其中土建投资 5.64 亿元。

(1) 主体工程区

主体工程区：即枢纽工程，方案报告书在主体工程已考虑围堰块石护坡、围堰拆除措施的基础上，补充了首部枢纽表土剥离、厂区开挖边坡垂直绿化、首部及厂区平台园林绿化等水保专项措施。

施工阶段，原设计的围堰块石护坡、厂区开挖边坡垂直绿化已实施完成，围堰拆除根据分期导流施工进度已完成；随着本阶段设计深化，厂区开挖边坡实施了截排水沟措施；因土地较贫瘠，可剥离表土不多，首部枢纽表土剥离措施取消实施。

后续根据施工进度，完成剩余部分围堰拆除工作，并对首部右岸空地、闸后右岸导流明渠回填平台及厂区平台进行园林绿化。

(2) 渣场区

方案报告书对原 1#、4#渣场考虑拦渣堤、堤脚外侧钢筋石笼防淘、浆砌块石护坡(仅 1#渣场)、框格梁护坡、排水沟等水保专项工程措施；对 2#、3#、5#渣场，在主体工程已设计沟水处理措施的基础上，补充挡渣墙、框格梁护坡、排水沟等水保专项工程措施。堆渣结束后，5 个渣场顶面主体工程已考虑恢复耕地，坡面补充绿化措施(水保专项措施)。方案报告书中的 1#渣场在施工阶段位置无变化，原设计的临河侧浆砌石拦渣堤基

本按设计进行了实施，基本做到了“先拦后弃”；拦渣堤基础稳定，由原埋石混凝土结构调整得更稳固、施工更简单的混凝土结构，基础埋深 1.0~1.5m，部分堤脚外侧有大块石进行防淘；经复核，拦渣堤总体满足水保要求，但由于部分设计断面冲刷深度约 1.50m，现堤脚外侧部分大块石防淘措施已被冲损，需补充完善。另外，堆渣已全部结束，大堆渣高度 23m，堆渣边坡施工期采用土工网进行了临时覆盖防护，大部分边坡为设计坡比 1:1.8，局部陡于 1:1.8 的边坡以及尚未平整的顶面需要补充整治措施。同时，还需实施原措施体系中的截水沟、顶面恢复耕地、坡面植草等措施。施工阶段因无法征地取消了原 2#、3#、5#渣场，且经分析论证需要将原 4#渣场与原砂石加工系统位置对调以扩大渣场容量，为本阶段的 2#渣场，故本阶段共设 1#、2# 共计 2 个渣场。本阶段的 2#渣场基本做到“先拦后弃”，临河侧修建了浆砌石拦渣堤，堤线布置与经审批的行洪论证报告中的原砂石加工系统临河侧边界线一致；拦渣堤基础稳定，基础采取混凝土结构，埋深 1.0~1.5m；经复核，拦渣堤总体满足水保要求，但由于设计断面冲刷深度约 1.53m，需补充堤脚外侧回填大块石防淘措施。临公路侧已采用彩钢板围栏临时挡护，避免滚渣落入 G318 国道，除此之外还需补充排水沟措施。大堆渣高度 5.5m，边坡已达到设计稳定坡比(临河侧 1:1.8，临公路侧 1:2.0)，后续顶面整治及恢复耕地、坡面植草绿化等措施因雅康高速整地占用未实施。

(3) 施工公路区及施工生产生活区

对施工公路区，方案报告书考虑在主体工程已设计截排水、临时公路使用结束后恢复耕地等措施基础上，补充临时围栏挡护、永久公路道旁和边坡绿化、

临时公路路面和边坡迹地绿化恢复等水保专项措施。对施工生产生活区，方案报告书拟在主体工程已考虑部分场地后期恢复耕园地的基础上，补充排水沟、耕植土暂存场临时拦挡和覆盖、施工结束后迹地绿化恢复等水保专项措施。

施工阶段，因征地原因施工场地布置发生较大变化，取消了原规划的几块临时用地，调整为主要在首部枢纽、各支洞口等作业面附近用弃渣填筑、平整形成的场地布置各项施工生产生活设施及各施工临时道路(两者多结合布置)；不再设置永久公路，因此取消了永久公路道旁和边坡绿化措施；因工程占地减少较多，占用耕园地相应减少，且土地较贫瘠，可剥离表土不多，故取消了耕植土暂存场，其临时防护措施相应取消。施工生产生活设施场地排水沟措施已实施；菜园子附近的首部枢纽施工营地在占压前将耕园地表土进行了剥离收集(约 1000m^3 ，主体已有措施)，回填于营地一处凹坑内，以便施工结束后回铺、恢复耕园地；新增的各块弃渣填筑的场地(场平工程)临河侧坡脚均修建了浆砌石挡墙(主体已有措施)，可以替代原设计的施工公路临时围栏挡护措施，另外还需实施弃渣填筑的场地(场平工程)靠山侧排水沟(主体已有措施)，也替代了原施工公路排水沟。

(4) 移民安置及专项设施复建区

本区主要为闸首改线公路。方案报告书在主体工程已考虑布设截排水沟的基础上，补充了临时围栏挡护、道旁和边坡绿化等水保专项措施。

施工阶段，闸首改线公路因故适当调整了线路、增加了内侧边坡坡脚路堑挡墙和坡面锚杆框格梁，不再具有实施行道树的条件，故取消原设计的道旁种植行道树措施；改线公路外侧区域的绿化已纳入主体工程区，内侧边坡绿化和排水边沟已实施。

1.1.1.4 工程占地

工程建设期间实际损坏的原地表占地类型主要包括耕地、园地、住宅、交通设施及水工建筑用地、林地、滩涂、水域、裸地等。经复核，工程实际损坏原地表面积为 39.32hm^2 ，其中永久占地 9.80hm^2 ，施工临时占地 29.52hm^2 。

1 建设项目及水土保持工作概况

表 1-2 工程占地面积表 单位 hm^2

项目			面积	占地类型						备注		
				耕地	园地	林地	住宅、服务 交通设施及水 工建筑用地	滩涂	水域		裸地	
枢纽工程建 设区	工程 永久 占地	水工建筑 物	4.5	0.26	1.61	1.69	0.43		0.51		0.88 hm^2 位 于库区	
		施工生产 生活设施	0.42		0.24		0.18				0.42 hm^2 位 于库区	
		小计	4.92	0.26	1.85	1.69	0.61		0.51			
	施工 临时 用地	渣场	5.07	0.09	2.52	1.35			0.98		0.14	
		临时公路	3.68	0.48	0.59	2.14	0.14				0.33	
		施工生产 生活设施	20.77	0.84	6.12	9.27	2.12		0.69	1.22	0.51	
		小计	29.52	1.41	9.23	12.76	2.26		1.67	1.22	0.98	
	合计			34.44	1.67	11.08	14.45	2.87	1.67	1.73	0.98	
移民安置及 专项设施复 建区	闸首改建公路	2.67		0.95	1.01	0.71						
水库淹没区			2.21	0.05	0.74	0.05			1.36			
总计			39.32	1.72	12.77	15.51	3.58	1.67	3.09	0.98	1.3 hm^2 属 于库区	

1.1.1.5 土石方平衡

土石方开挖总量 62.50 万 m^3 ，土石方填筑利用总量 31.2 万 m^3 ，围堰拆除 1.0 万 m^3 ，弃渣总量 32.3 万 m^3 （弃渣场堆放 22.1 万 m^3 ，炉城镇柳杨村利用 10.2 万 m^3 ）（自然方）。弃渣场包含两个弃渣场。

1.1.1.6 施工进度及投资

工程投资：本工程核准总投资 13.86 亿元，其中土建投资 5.64 亿元。

本工程于 2013 年 8 月正式动工建设，并于 2017 年 7 月完成投入试运行，总工期 47 个月，目前已进入试运行期。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质

(1) 地形地貌

瓦斯河流域地处青藏高原南缘，属构造剥蚀的极高山、高山区，区内山岭海拔多在 4000m 以上，相对高差大于 2000m，地貌形态明显受构造控制，山川水系与构造线方向近乎一致。该河段均为深切曲流河谷地貌，两岸岸坡不对称，河谷形态呈“V”型。两岸谷坡阶地分布零星，可见规模不等的 I~V 级阶地，其中 I 级阶地保存较好，II 级阶地以上仅局部残存。

库区地层岩性为元古界晋宁~澄江期灰白色斜长花岗岩，岩石坚硬，岩体较为完整。正常蓄水位以下的岸坡及缓坡地带多由大量崩坡积、冲积、洪积、泥石流堆积和少量冰水堆积组成，基岩出露比较零星。库区内未发现较大规模的断层分布，结构面以小断层和节理裂隙为主。

(2) 工程地质

库区内物理地质作用以崩塌为主，其次为泥石流和洪积堆积。其中，崩坡积块碎石土连续分布于库区右岸 2600m 高程以下，于左岸库尾也有大面积分布；库尾右岸加油站、变电站一带的红岩窝沟沟口为较大规模的古泥石流堆积体；洪积堆积则主要分布于库首右岸和各支沟沟口。

闸址区出露地层为晋宁~澄江期斜长花岗岩，地表未见较大规模的断层分布，结构面以小断层和节理裂隙为主，岩体风化卸荷较强，透水性以弱透水为主。河床覆盖层由冰水堆积、冲积堆积、崩坡积堆积和洪积堆积组成，结构复杂，以强透水为主。

闸址区不良物理地质作用主要表现为岸坡岩体卸荷、崩塌较为强烈。闸肩上游侧 2485m 高程以上，岩体因卸荷裂隙和构造裂隙相互切割，加之岩体卸荷松动，已部分崩塌失稳，目前该边坡仍存在局部崩塌等失稳的可能性。

(3) 地层岩性

出露地层主要以第四系 (Q)、三叠系 (T)、二叠系 (P)、石炭系 (C)、志留系 (S)。

志留系 (S): 志留系出露广而分散，沉积类型多样，均遭不同程度的变质，褶皱发育。志留统茂县群下亚群，为炭质千枚岩夹砂岩及透镜状泥灰岩，无生物产出。中上志留统茂县群上亚群，以绿灰、灰黑色千枚岩为主，夹泥质灰岩、大理岩化灰岩及石英岩状岩状砂岩，厚 340~600m，含珊瑚、笔石等化石。

石炭系 (C): 下石炭统为深灰-黑色千枚岩，炭质千枚岩夹变基性火山岩、变安山岩，低部为紫灰-深灰色厚层-块状基性凝灰岩，厚 1156m；中-上石炭统为上深灰色薄-中厚层条带状大理岩和千枚岩呈互层关系，厚 1049m。

二叠系 (P): 分布较广，发育较为完整，沉积类型多样，生物化石门类较丰，并具有一定数量。其下统为灰岩或大理岩；上统为石榴石片岩，透闪石黑云母石英片岩或灰白色黑云母石英岩、钙质石英岩、偶夹灰岩。

三叠系 (T): 三叠系在工程区分布广泛, 是一套浅变质黑色碎屑岩沉积。从早三叠纪到晚三叠纪的完整连续沉积旋回。下三叠统沉积较薄, 不超过 200m, 中-上三叠系为巨厚的类复理石碎屑沉积, 总厚 1 万米以上, 除少数地区见有灰岩、火山岩夹层外, 岩性均为单调的砂板岩。

第四系 (Q): 第四系比较发育, 以冰水沉积和冲积层最为发育, 其次为残坡堆积、泥石流堆积和冲积阶地堆积, 皆为线性展布, 阶地级数一般一至五级。中更新统由三阶地至五级组成, 具清楚的二元结构, 下部为砂砾层, 上部为黄色砂质粘土。上更新统由冲积、冰积和化学堆积组成, 多构成二至三级阶地, 下部为砂砾层, 上部为亚砂土、粘土等组成。

(4) 地震场地

工程区地处青藏高原东部, 地震活动频繁, 强度大, 为我国著名的地震活动带。泸定、康定历史上都发生过 7 级以上地震。

工程区地震动峰值加速系数为 0.15g, 对应地震基本烈度为 VII 度, 地震动反应谱特征周期为 0.45s。

1.1.2.2 气候

项目区所处的康定市属大陆高压季风气候, 干湿季节分明, 具有明显的立体气候带。按其类型可分为高山寒带、山地寒温带、山地凉温带、山地暖温带和河谷亚热带等气候类型。受高原气候和季风影响, 气候整体上呈冬春日照充足、昼夜温差悬殊、夏秋阴凉多雨季四级不分明特征。

工程区多年平均降水量为 750mm~897.40mm, 雨季为 6~9 月, 占全年降水量的 85% 以上。工程区多年平均气温 7.1~8.7℃, 极端最高气温 31℃ (1953 年 6 月 17 日)。极端最低气温 -14.4℃ (1962 年 1 月 17 日), $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年平均气温 1547.9~1995.10℃, 平均年积雪日数 21d。项目区多年平均日照时数为 1738~1920.5h, 多年平均风速 2.9~3.1m/s。

气压受海拔高度和地理纬度制约, 年际变化小。项目区因海拔高, 地形起伏大, 气压差明显, 气温差显著等因素, 造成了多风特点, 大风一年中集中于 11 月至次年 5 月, 占年平均日数的 80% 以上, 年大风日 26~45 日, 最大风速 20.7~21.2m/s。项目区局部从 9 月 1 日开始有霜, 年均无霜日 197~280 天。

1.1.2.3 水文

瓦斯河系大渡河上游右岸的一级支流，径流主要来自降水，其次为地下水和融雪水补给。由于流域内植被好和众多的天然海子，使流域调蓄能力大、经流丰沛稳定、年际变化小的特点。

根据康定水文站计算成果，闸址多年平均流量 42.7m³/s,多年平均流量 72.4m³/s。该地区基本上属于非暴雨区，洪水属于缓涨缓落型。6~9 月为主汛期，6、7 月次数最多，占 76.4%。一次洪水历时 5d 左右，5 月为汛前过度期，10、11 月为汛后过度期。

1.1.2.4 土壤

康定市地处高原山区，幅员广阔，土地资源十分丰富。全县土地总面积约 1163180hm²，土地利用率约为 78%，其中，面积最大的是牧草地，其次为林地。炉城镇面积最大的是林地，其次是牧草地。项目区所在的县土壤划分为 10 个土类，以红壤、黄棕壤和棕壤为主，其次为暗棕壤、亚高山草甸土、高山草甸土、寒漠土、沼泽土、水稻土和潮土等。

工程红壤分布有 1 个亚类；黄棕壤有 2 个亚类；棕壤仅 1 个亚类。本项目线路较长，海拔跨度大，土壤分布在水平地带性分布基础上，有明显的垂直变异规律，并于海拔高程基本一致，工程沿线局部各区域水文、植被、成土母质等条件的变化对土壤分布有一定的影响。工程区土壤垂直带为冲积土（2400~4200m）、山地黄棕壤（3050~3750m）、山地棕壤（3600~4200m）、亚高山草甸土（3570~4200m）、高山草甸土（4200~4700m）。土壤厚度在 0.20m~0.4m 之间。

1.1.2.5 植被

龙洞水电站工程区域植被分区按《四川植被》隶属于亚热带常绿阔叶林区的川西高山山原峡谷针叶林地带、川西山原针叶林、灌丛、草甸亚带下的川西山原植被地区、大雪山西坡南段植被小区。

该区的植被特征是：从流域内瓦斯河河口至雅拉河大盖沟沟口的河段，海拔为 1400 - 3100m 区域范围内，由于长久以来人为的开发和破坏，所有靠近河段的原生森林植被几乎完全被破坏，退化成次生的山地灌丛，仅峡谷险峻陡峭的地方还保存少量的针叶林。植被类型可以划分成 6 个植被型，6 个群系组和 14 个

群系。

依据环境报告，评价范围共分布有维管植物 127 科、405 属、887 种；其中，蕨类植物 12 科、14 属、31 种；裸子植物 6 科、12 属、20 种（变种）；被子植物 109 科、379 属、836 种（变种或亚种）。评价区海拔 2200m 以下主要以灌丛为主，间或有柳、杨树林等；2200~2600m 阴坡或半阴坡为落叶阔叶林，乔木多为桦木、杨树为主，2600~2900m 多为针阔混交林，多为小片红杉、油松、华山松、桦木林；海拔 2900m 以上，为亚高山暗针叶林，以红杉、油松为主；灌木优势类群以柳属、忍冬属、悬钩子属、小檗属、柃木属、蔷薇属、荚蒾属、杜鹃花属、绣线菊属等类群为主；草本类以早熟禾属、蒿属、藜属、酸模属、苔草属、唐松草属、虎耳草属、柳叶菜属、萎陵菜属、蓼属、毛茛属、香薷属等为主；藤本植物以铁线莲属、菟丝子属、五味子属、薯蓣属、防己属、杠柳属、牛皮消属、茜草属等为主。

根据调查结果，龙洞水电站评价区共有金荞麦与水青树 2 种国家 II 级保护植物，无国家 I 级保护植物和四川省级保护植物。经现场调查和康定市林业局核实，龙洞水电站评价范围内没有名木古树分布。

评价区内共有两栖动物 2 目 5 科 6 属 8 种；爬行动物共有 2 亚目 4 科 7 属 10 种；鸟类 170 种，隶属 14 目 40 科；兽类 43 种，隶属于 6 目 16 科 33 属；

龙洞水电站水库淹没区和施工区没有珍稀保护物种分布，也未发现本地区特有物种分布，工程区所在河谷区域活动的珍稀保护鸟类仅有鸢、红隼、大麻鴉、普通燕鸥 4 种，工程河段范围内仅有国家 II 级保护兽类水獭分布，无其他珍稀保护兽类分布。

1.1.2.6 原水保方案设计防治标准

依据《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），康定市属于省级重点预防区，因此，应执行二级防治标准。但依据原水土保持方案，按建设类一级标准执行，故本次验收按原方案执行。水土流失防治目标见表 1-3:

表 1-3.工程水土流失防治目标值表

防治指标	一级标准									
	规范标准		按降水量修正值		按土壤侵蚀强度修正值		按地形修正值		采用标准	
	施	试运	施	试运	施工	试运	施工	试运	施	试运

1 建设项目及水土保持工作概况

	工期	行期	工期	行期	期	行期	期	行期	工期	行期
扰动土地整治率 (%)	*	95							*	97
水土流失总治理度 (%)	*	95		+2					*	97
土壤流失控制比	0.7	0.8							0.7	0.7
拦渣率 (%)	95	95							95	95
林草植被恢复率 (%)	*	97		+2					*	99
林草覆盖率 (%)	*	25		+2					*	27

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 水土保持管理

本项目为点线结合工程，建设过程中对建设区域存在一定的扰动，特备是对河道的扰动是水土流失的重点区域，建设单位按照设计要求严格按照征地范围进行施工，因场地均沿瓦斯河布局，主要涉及河道管理范围，同时项目又位于康定市城区出入口，故项目在建设过程中水土保持工程相关事务纳入工程管理部门进行负责并落实，安排有专人负责水土保持工作。同时委托监理单位兼顾水土保持工作。

1.2.2“三同时”制度落实情况

建设单位较为重视水土保持工作，按照水土保持“三同时”制度，开展了各项水土保持工作。

(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 2011 年 5 月 7 日取得了《四川省水利厅关于四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持方案报告书的批复》(川水函[2011]510 号)。

(2) 在施工过程中，水土保持措施存在一定滞后性，在康定环保局协助下，水务局的督导及各单位密切配合下，及时在雨季初期合理布置了水土保持工程措施和临时措施，截止 2017 年 12 月，项目场地被征用后，各项水土保持措施基本实施，具备一定防护效果。

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

1.2.3 水土保持方案编报

康定金源实业有限公司积极贯彻《水土保持法》，认真落实水土保持“三同时”

制度，根据项目实际，在主体工程可行性研究阶段，及时开展水土保持方案的编制，以便水土保持工程与主体工程同步实施，防止工程建设造成新增水土流失。

《四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持方案报告书》(简称“水保方案”)(四川省水利厅川水函[2013]510号)针对工程建设项目区水土流失特点、工程建设时序、造成危害的程度等，设计了较为完整的水土流失防治措施体系。

康定金源实业有限公司将水土保持职能，纳入工程部统一管理，负责项目施工过程中生态环境保护问题。建设单位在施工阶段对沿河河堤、公路排水和临时防护工程采取了防护措施，对河道进行了治理。土石方工程主要发生在引水隧洞，土石方主要发生在2014年和2015年的，2016年隧洞完全打通，隧洞和厂区枢纽均为地下工程，不涉及绿化。

建设单位在水务局和环保局的要求下，同时结合监测、监理单位意见，积极对现场水土保持措施不足的位置进行了整改。整体而言，水土保持措施实施到位。

1.2.4 重大水土流失危害时间处置情况

工程建设期间，工程各项水土保持措施相对较为完善，在监测时段内局部区域存在水土流失重现现象，主要为对河道的扰动。河道常年流水，施工过程中不可避免存在土石块进入河道，建设单位组织施工单位进行了清理工作。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2016年1月，根据《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部令第12号)和《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(水利部令第16号)规定，开发建设项目的建设单位应该依据批准的水土保持方案，对水土流失状况进行水土流失状况监测，水土保持监测报告应作为工程竣工水土保持专项验收的必备材料。同时，根据《中华人民共和国水土保持法》第四十一条“对可能造成严重水土流失的大中型生产建设项目，生产建设单位应当自行或者委托具备水土保持监测资质的机构，对生产建设活动造成的水土流失进行监测”。因此，本项目在工程开工时，未及时委托水土保持监测，建设单位进时，施工作业面均已形成，因此，建设单位2015年12月委托我单位进行水土保持监测工作，存在一定的滞后性。

1 建设项目及水土保持工作概况

依据《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》(水保[2017]365号)和《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》川水函[2018]887号,为了配合验收,我单位按照《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持监测规程(试行)>的通知》(办水保〔2015〕139号)的相关要求并结合工程完工后的实际情况开展了水土保持监测工作。我单位依据原水土保持方案及计划施工时间段,通过现场调查后于2015年12月编制了《四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持监测实施方案》。

依据实施方案,监测时段为2013年8月~2017年2月,而本项目实际监测时段为2016年1月至2017年12月,其中2016年1月~2017年7月为施工期,2017年8月至2017年12月为自然恢复期。监测方案分为了6个监测分区和12个监测点位,原监测计划如下表1-4所示:

表 1-4 监测计划表

分区	点位	监测类型	监测内容
主体工程区	首部枢纽	侵蚀沟观测及巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况
	厂房	巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况
施工生产生活区	1#支洞	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况
	2#支洞场地	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况
	3#支洞施工场地	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况
	首部枢纽营地	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况
	五局施工场地	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况
	砂石骨料系统	巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况
弃渣场	1#弃渣场	测钎观测场	弃渣量、林草措施成活率、保存率、水土流失强度、水土流失量及变化情况
	2#弃渣场	定位调查	弃渣量、林草措施成活率、保存率、水土流失强度、水土流失量及变化情况
施工公路区	场内交通	巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况、林草措施成活率、保存
移民安置及专项设施复建区	闸首改线公路	抽样、巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况、林草措施成活率、保存率

随着施工变化,项目监测点位基本无较大变化,主要因为我单位进场是,各施工作业面均已形成。

依据原批复的水保方案，工程计划于 2011 年进入施工准备期，2015 年 12 月施工结束，设计水平年为 2016 年，监测时段应为 53 个月。实际监测时段与方案发生了变化，目前主体工程已经进入试运行期阶段，主体工程实施措施已经发挥效益，根据工程实际情况将工程的监测时段确定为 2013 年 8 月至 2017 年 12 月。其中 2013 年 8 月至 2017 年 7 月为施工期，自然恢复期因项目临时占地被征用，故监测时段到 2017 年 12 月，因工程在施工中采取了植物措施，目前植物措施恢复良好。

我公司于 2015 年 12 月下旬接受委托后，立即收集资料并进行分析，于 2016 年 1 月初第一次进场，各主要施工标段第一次接触，对现场施工现状情况进行性调查，同时全面查看了项目地形地貌，提出了初步的监测实施方案，对各标段第一次简要工作说明并同时宣传相关法律法规政策。

因本项目属于后补性监测，我监测单位，主要依据现状进行调查工作。调查时，各工段均正常施工，主要在进行首部枢纽的建设工作，同时引水隧洞不停专探进行。

由于本项目为了赶工期，采取多点作业，设施了 3 个支洞进行施工。2016 年 1 月我单位进场后对项目进行了全面调查，同时采用全站仪的方式对渣场区域进行了弃渣量的简单测算。

2016 年，前后四次进入现场，在 2016 年 11 月，项目隧洞基本通畅，工程逐步从弃渣场回踩去渣进行回填利用，主要用于隧洞墙面防护。

2017 年第一季度项目基本处于缓慢施工阶段，地面工程几乎无扰动，正在调试部分机组，为发电做准备工作，第一季度巡查时，原各支洞外临时堆渣均逐步进行了回填利用。

2017 年 7 月，工程正式试运行，我单位在对现场定期查看的同时，对建设单位提出逐步完善水土保持措施要求，建议按照变更方案完善未完成的措施。2017 年下半年，雅康高速征地逐步至本项目工区，建设单位在逐步整改现场不足的同时，通过与雅康高速建设方协调，对部分工程采取移交。

2018 年 1 月，工程处于试运行期，建设单位准备进入验收环节。建设单位于 2018 年 5 月，补交了水土保持补偿费。

2018年10月，因雅康高速对渣场均进行了扰动，我单位根据原有资料情况，在总结分析的基础上进行报告编制工作，编制完成水土保持监测报告。

1.3.2 监测项目部署

我公司接受委托后，成立了监测项目组，根据土建工程进度，采取不定期方式对现场进行监测。监测人员组成如下。

表 1-5 监测项目部

姓名	专业	职称	职务
詹松	水土保持	工程师	监测员
刘加飞	海洋环境	工程师	监测员
郭伟康	水土保持	工程师	监测员
匡蓉	工程造价	工程师	监测员

1.3.3 监测点布设

1.3.3.1 监测点布设原则

(1) 典型性原则

结合原方案新增水土流失预测结果，以吊弃渣场、首部枢纽为重点，选择典型场所及典型样点进行监测；

(2) 代表性原则

根据工程施工工艺及工程水土流失特点相似性，选取有代表性区域进行监测；

(3) 结合项目实际情况布设原则

布设水土流失监测点应该结合工程的实际情况，同时与主体工程设计及施工相一致，保证项目水土保持监测与工程实际情况相吻合。

1.3.3.2 监测点布设主要思路

项目监测组根据工程实际情况，从多方面，多角度的了解项目建设过程水土保持情况，从收集资料开始，分析确定重要监测内容和重点区域进行点位布设。根据工程实际情况采取以下思路进行项目区水土保持监测点进行布设：

(1) 根据工程特点，重点监测渣场的水土流失情况及措施建设运行情况，对实施工程措施、植物措施及水土流失强的区域进行点位布设；

(2) 针对工程建设过程中主体工程区中国，各支洞为沉砂池调查为主，其余多为定位观测；

1 建设项目及水土保持工作概况

(3) 选取有代表性的边坡进行典型样地观测，在获取近期典型样点水土流失程度的同时推求项目建设过程中水土流失状况。

1.2.3.3 监测点布设结果

结合实施方案并根据现场实际情况进行调整，监测组确定本项目监测点 12 个，以地面观测和调查监测为主，采用全站仪调查、沉砂池法、简易坡面侵蚀小区等方式进行监测。具体布置见下表 1-6。

表 1-6 监测点位布设

分区	监测点位置	编号	监测点类型	监测内容	监测方法	监测设备	监测频次
主体工程区	首部枢纽	1#	侵蚀沟观测及巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位、巡查监测	插杆、皮尺、样方	每月 1 次
	厂房	2#	巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位、调查监测	皮尺、坡度仪、测距仪	每月 1 次
施工生产生活区	1#支洞	3#	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位监测	皮尺、钢卷尺	每月 1 次
	2#支洞场地	4#	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位监测	皮尺、钢卷尺	每月 1 次
	3#支洞施工场地	5#	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位监测	皮尺、钢卷尺	每月 1 次
	首部枢纽营地	6#	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位监测	皮尺、钢卷尺	每月 1 次
	五局施工场地	7#	沉砂池观测	水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位监测	皮尺、钢卷尺	每月 1 次
	砂石骨料系统	8#	巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位观测		每月 1 次
弃渣场	1#弃渣场	9#	测钎观测场	弃渣量、林草措施成活率、保存率、水土流失强度、水土流失量及变化情况	调查监测	皮尺、样方、全站仪	每月 1 次
	2#弃渣场	10#	定位调查	弃渣量、林草措施成活率、保存率、水土流失强度、水土流失量及变化情况	定位、调查、巡查监测	皮尺、样方、全站仪	每月 1 次
施工公路区	场内交通	11#	巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况、林草措施成活率、保存	调查监测		每月 1 次
移民安置及专项设施复建区	闸首改线公路	12#	抽样、巡查	水土流失强度、水土流失量及变化情况、林草措施成活率、保存率	样方，定位观测		每月 1 次



图 2 监测点位布设

1.3.4 监测设施设备

监测设备主要有：数码相机、测距仪、钢卷尺、坡度仪、全站仪等。本项目采用监测仪器、设备详见下表 1-7。

表 1-7 工程水土保持监测设施及设备一览表

序号	设施和设备	型号	单位	数量	备注
一	设施				
1	简易坡面量测		个	2	用于观测水土流失量
2	植被样方		个	2	用于调查植被生长情况
二	设备				
5	手持式 GPS		台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
6	皮尺、钢卷尺		套	1	措施调查
7	坡度仪				用于测量坡度
8	测距仪		台	1	测量面积
9	全站仪		台	1	渣场
10	数码照相机		台	1	用于监测现场的图片记录
11	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录
12	易耗品			若干	样品分析用品、玻璃器皿、测钎等
13	测钎			若干	扦插

1.3.5 监测技术方法

我单位接收委托后，立即组织相关技术人员对现场进行查看，通过现场查看。在查看调查过程中，主要针对边坡、植被、临时措施实施情况、排水等措施进行调查，同时对项目区内侵蚀沟、侵蚀坡面进行调查，结合当季雨水量进行合理分析。监测技术路线如下图所示：。

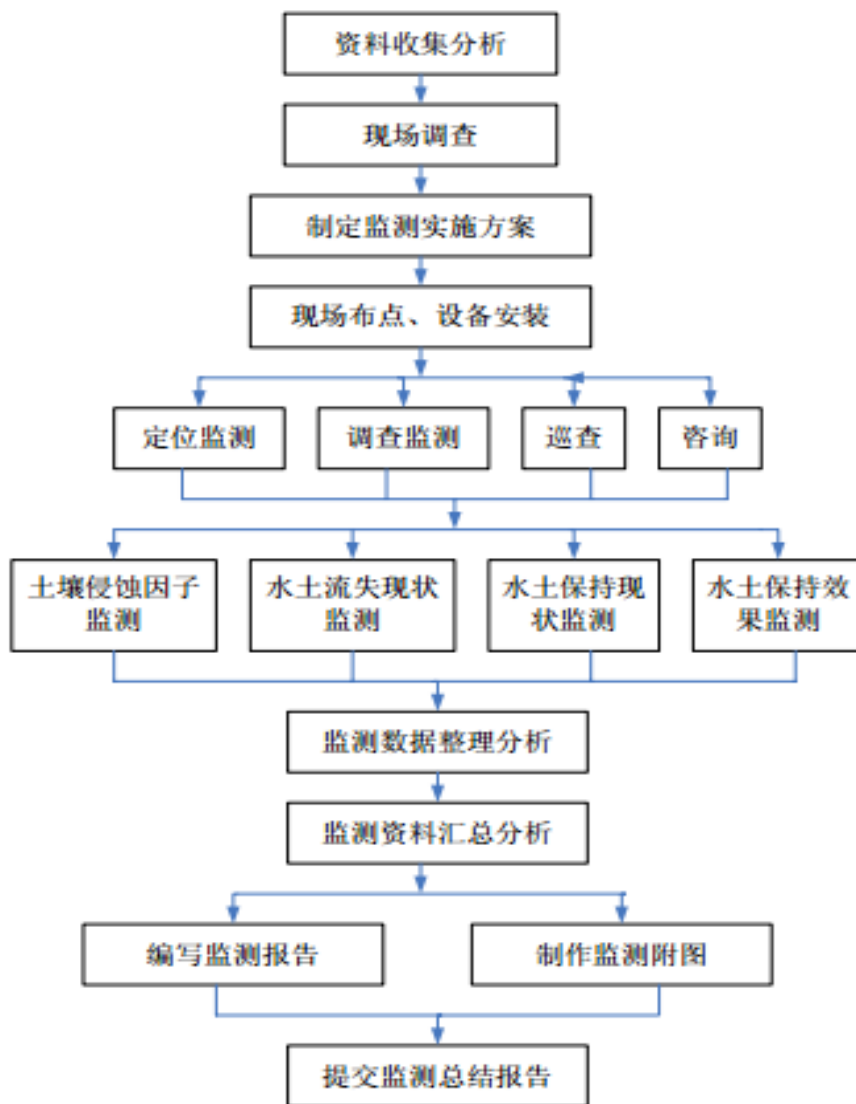


图3 监测技术路线

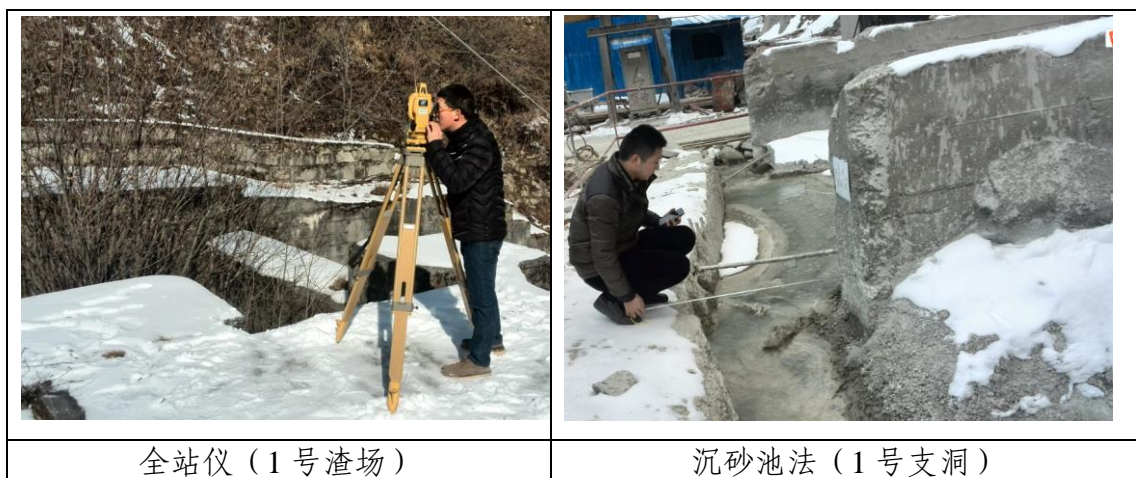




图 4 项目监测实施情况

1.3.6 监测成果提交

（1）监测数据记录

每次调查过程中，收集工程进度，收集各项措施规格及数量，并做影像记录，同时对现场不足提出整改意见。

本项目监测过程中主要通过水保监理发放整改意见，以组织会议的方式传达。

（2）监测季报、年报

我单位对 2013 年至 2015 年已施工的时段，进行资料于回顾性补充，2013 年形成一份简报，2014 年形成 2 份简报和 1 份年度总结报告，2015 年形成形成 2 份简报和 1 份年度总结报告以及监测实施方案，同时对时间监测时段进行了现场调查，2016 年形成 3 份简报，年度总结报告 1 份，2017 年因工程基本接近尾声，形成了 2 份简报。共计 16 份。

（3）监测报告

1 建设项目及水土保持工作概况

根据监测结果，从施工结束至今，场我单位通过收集竣工资料和监测数据进行汇总，于2018年10月，编制完成了《四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持监测总结报告》。

表 1-8 水土保持监测成果一览表

序号	类型	时间	单位	数量
1	实施方案	2015年12月	份	1
2	年报总结报告	2014年12月	份	4
		2015年12月		
		2016年12月		
		2017年11月		
3	监测简报	2013年12月	份	11
		2014年6月		
		2014年12月		
		2015年3月		
		2015年6月		
		2015年9月		
		2016年3月		
		2016年6月		
		2016年9月		
		2017年5月		
2017年9月				
4	水土保持监测总结报告	2018年10月	份	1
5	照片		若干	

2.监测内容与方法

2.1 扰动土地情况监测

2.1.1 监测内容

通过资料分析并结合实地调查从而分析因施工水造成的影响。主要包括水土流失防治责任范围内工程扰动地表面积，表土剥离及保存情况，挖填土石方量和堆放面积、运移情况，开挖、填筑体形态变化和占地面积等的变化；结合原始土地利用类型，分析施工过程中新增水土流失面积及其分布，水土流失强度、水土流失量变化情况，获取水土流失状况的数据及主要影响因子的参数的变化情况。获取各扰动面积的实施时间、工程量。

2.1.2 监测方法

采用设计资料分析，结合实地调查，以实际调查情况为准。首先对调查区按扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，同时记录调查点名称、工程名称、扰动类型和监测数据编号等。然后监测记录监测时段内产生的降雨量、洪水量和频次等。

A 项目建设区

监测元素：永久占地、临时占地以及各类占地动态扰动变化过程；

监测方法：结合工程设计资料、施工进度采用测距仪、皮尺等监测仪器进行实地核算，进行面积测量。

B 直接影响区

项目建设可能影响区域面和各类土地利用类型面积。

C 水土流失面积监测

主要对工程建设扰动区域土壤侵蚀模数大于容许土壤侵蚀模数区域采用皮尺等监测仪器进行实地核算、面积测量。

D 其它面积监测

包括工程建设过程中植被临时恢复生长面积，复垦等水土保持措施面积。

监测方法：结合工程设计资料、施工施工和竣工资料并用测距仪、皮尺等监测仪器进行实地核算，进行面积测量。

2.1.3 监测频次

本项目施工时间为 2013 年 8 月正式开工建设， 2017 年 7 月完工，总工期

2.监测内容与方法

为 47 个月，我单位于 2016 年 1 月进场进行初步调查，对项目已经扰动的情况进行了调查，分析了原地貌及可能造成的破坏情况。面积监测采取方式主要为调查测量监测，和现场量测，土建施工期每月一次，恢复期基本按照每季度一次进行扰动面积全面性恢复调查。

表 2-1 项目扰动面积监测表 单位：hm²

项目组成	扰动面积	监测频次	监测方法
主体工程区	4.5	土建期每月 1 次	资料分析与实地量测
施工生产生活区	21.1		
弃渣场	95.07		
施工公路区	3.68		
移民安置及专项设施复建区	2.67		
水库淹没区	2.21		
合计	39.32		

2.2 取料、弃渣情况监测

2.2.1 监测内容

主要分析监测土石方开挖、回填利用、土方堆放情况，以及土石方开挖临时堆放后防护及拦渣率，监测工程开挖产生多余土石方堆放情况以及堆放土石方对周围环境的影响。

2.2.2 监测方法

本项目涉及弃方，施工中因隧洞开挖，弃渣全部堆放于弃渣场，采用全站仪记录弃渣场不同时间点弃渣量变化情况，多采用皮尺、坡度仪等工具通过测定坡长、坡度进行确定。同时定期观测弃渣场弃渣量。

2.2.3 监测频次

依据《水利部办公厅关于印发〈生产建设项目水土保持监测规程（试行）〉的通知》（办水保〔2015〕139号），临时堆土监测应按照每月监测一次，因工程堆土主要集中在土建工程期，故对施工期临时堆土位置、堆土量情况采用每半月一次进行现场调查。主要的土石方集中在弃渣场区。采取每月一次进行调查分析。

2.3 水土保持措施

2.3.1 监测内容

对工程建设的工程措施、植物措施和临时措施进行全面监测，主要包括措施类型、开完工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果、运行状

况等。

2.3.2 监测方法

采用地面观测、实地量测和资料分析的方式进行。

工程措施主要采用皮尺、钢卷尺、坡度仪量测排水沟尺寸、坡面、坡度等。

(1) 防治措施数量与质量

工程水土保持数量由现场测量结合监理资料进行确定,施工质量由监理单位确定。

(2) 防护工程稳定性、完好程度和运行情况

工程水保措施主要有挡墙、排水沟,工程施工质量由施工监理单位确定,监测过程中查看措施运行情况,因工程施工可能造成的影响,完好程度。

针对项目直接影响区亦采用巡查的监测方法。巡查监测内容主要有①工程实施的水土保持措施运行情况,包括工程措施的完整性、完好性,植物措施的成活率、盖度等等。②巡查项目建设过程中是否存在重大水土流失隐患,工程施工结束后是否有未进行水土流失治理的盲区,例如,边坡治理存在缺陷、土质冲沟造成下垫面侵蚀等。③巡查工程建设可能造成水土流失对周边的影响程度。

植被措施采用样方调查的方式,对植被恢复效果进行调查。

(1) 乔木生长情况

A 树高:采用测高仪进行测定;

B 胸径:采用胸径尺进行测量;

C 冠幅:晴天选取合理时间利用太阳光产生阴影进行量算。

(2) 灌草存活率和保存率

选有代表性的地块作为标准地,标准地的面积为投影面积,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的植被覆盖度。计算公式为:

$$D = f_e / f_d$$

$$C = f / F$$

式中: D—林地的郁闭度(或草地的盖度);

C—林(或草)植被覆盖度, %;

f_d ——样方面积, m^2 ;

f_e ——样方内树冠（草冠）垂直投影面积， m^2 。

f ——林地（或草地）面积， hm^2 ；

F ——类型区总面积， hm^2 。

需要注意：纳入计算的林地或草地面积，其林地的郁闭度或草地的盖度都应大于20%。关于标准地的灌丛、草本覆盖度调查，采用目测方法按国际通用分级标准进行。

2.4 水土流失情况

水土流失防治监测主要开展资料分析，分析包括水土流失状况监测和水土保持措施防治效果监测。主要以水土保持措施效果监测为主，并通过水土流失地面监测和调查的方式分析水土流失状况。

（1）水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要有水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀，主要发生在道路边坡、渣场和沿河的其他临时场地。

（2）水土保持措施防治效果动态监测

主要针对项目建设过程中防治措施的数量与质量、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况；林草生长情况及植被覆盖率、已经实施的水土保持措施拦渣保土效果；监督及管理措施实施情况监测。

2.4.1 施工期土壤流失量调查

综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

施工期土壤流失量动态监测主要包括施工期水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。施工期水土流失量采用调查和实地监测相结合分析土壤侵蚀情况。

（1）水土流失因子

收集资料，主要对项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

A 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

B 气象因子：项目区气候类型分区、降雨、气温、无霜期、风速与风向等因子。其中，降雨因子主要为多年平均降雨量，数据主要来自气象站等。

C 土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土

壤 PH 值、土壤抗蚀性。

D 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

E 水文因子：水系形式、河流径流特征。

F 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

G 社会经济因子：社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。本项目气候、水文等因子采用当地气象局或者附近监测站数据进行水土流失因子可能造成水土流失分析评价。

(2) 土壤侵蚀量监测

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。

A 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、强度侵蚀、极强度侵蚀及剧烈侵蚀。

B 土壤侵蚀模数

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。

C 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 水土流失危害监测

A 项目建设造成水土流失对草地等的危害；

B 项目建设造成水土流失对周边民房、居民造成的影响状况；

C 项目建设造成水土流失危害趋势及可能发生灾害现象；

D 项目建设造成水土流失对区域生态环境影响状况；

E 调查项目建设过程重大水土流失事件。

2.4.3 水土流失监测方法

对水土流失重点地段和水土流失防治重要点进行地面调查，布设水土保持地

面监测和调查点位。

监测组通过原地貌侵蚀模数、各地表扰动类型侵蚀分析及工程施工过程典型监测点土壤侵蚀分析推算。土壤流失量调查方法采用简易坡面量测法、沉砂池、测针法和简易监测小区法。

简易坡面量测法

(1) 简易坡面量测场原理

简易坡面量测法又称侵蚀沟量测法。主要用于土质边坡、土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面水土流失量的测定。调查坡面形成初的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，记录造成侵蚀沟的次降雨量。在每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀的比例（50%~70%），计算水土流失量，如图5所示。

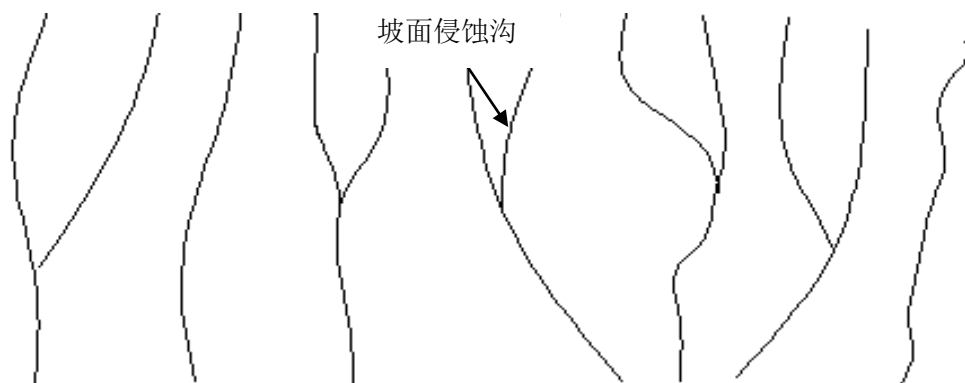


图5 水土流失简易坡面量测场示意图

(2) 简易坡面量测场选址

选定的坡面应具有较为明显的侵蚀沟，以侵蚀沟形状简单为宜，所选地面要方便量测，具有代表性，选址时若土渣堆周边来水较大，易造成冲刷的渣堆，应考虑排水或查明来水量和流向，布设时避开这类地段。

(3) 简易坡面量测场的布置

简易坡面量测场的布置主要由实际的坡面侵蚀沟确定，布置规格不等，小型侵蚀沟以3m×3m内为佳，较大侵蚀沟则视实际情况确定观测面积。本项目监测选择典型的坡面进行监测，同时结合简易观测场进行调查监测，以达到充分调查分析工程产生水土流失的情况。

(4) 简易坡面量测场侵蚀量的计算

在调查样地上等间距取若干个断面（B样地宽×L坡长），每个断面上量测侵

蚀沟的断面积，然后按下式进行计算：

$$M=1nr (S_1+ S_n) /2+1nr (S_2+... S_i+ S_{i+1}+...+ S_{n-1})$$

式中：M——样地侵蚀量，t；

S_i ——第 i 个断面的面积， m^2 ；

S_{i+1} ——第 i+1 个断面的面积， m^2 ；

l——样地断面间距，m；

r——土壤容重， t/m^3 ；

n——断面数。

也可以将侵蚀沟概化为棱锥、棱柱、棱台等，按下式计算：

$$\text{棱锥体积：} V=S H / 3$$

$$\text{棱柱体积：} V=S H$$

$$\text{棱台体积：} V=H \cdot [S_1+S_2+ (S_1 S_2)^{1/2}] / 3$$

式中：V——体积， cm^3 ；

S_1 、 S_2 、 S ——底面积， cm^2 ；

H——高，cm。

(5) 其他注意事项

① 侵蚀沟断面大致可分为“V”型和“U”型，根据实际情况应进行判别，便于采取正确的公式进行计算；

② 侵蚀沟断面一般以上、中、下三处进行划分，必要时可增加观测断面；

③ 在量测某个侵蚀沟断面深度时，应注意“V”型需量测最深处，“U”型需要对底部实测两次以上，以减少误差；

④ 观测人员进行量测时，应尽量避免对侵蚀沟形状造成破坏，尽量不要破坏到侵蚀沟，保证观测数据的合理性、准确性；

⑤ 因具体计算时数字偏差对侵蚀模数计算影响较大，读数时应注意估读，在测尺最小刻度后还应估读一位。

测针法：坡面水土保持监测采用钢钎布置法进行，主要布设在水土流失严重的施工公路。

钢钎采用 $\Phi 10 \times 500mm$ 规格，顶部钉帽上刷红色油漆并编号入册。监测钢钎采取菱形布置，长轴长 1m、短轴长 0.5m。钢钎应沿坡面垂直方向打入坡面，钉

帽与坡面齐平。坡面面积较大时，为提高精度，钢钎密度可加大。每次暴雨后和汛期終了以及时段末，观测钉帽距地面高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。

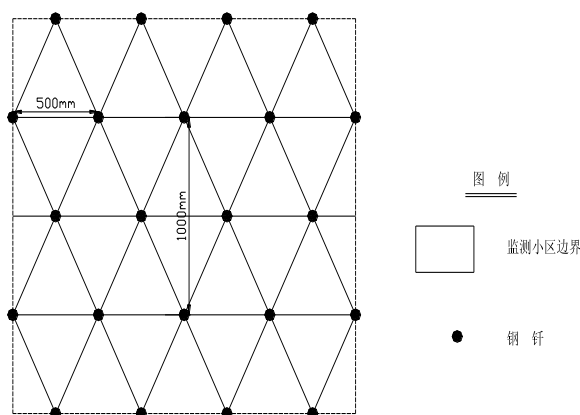


图 6 监测钢钎设置示意图

首先采用手持式 GPS 定位，按分区类型记录调查点名称、工程名称、扰动类型和监测数据编号。依据下表设置的频次进行相应的坡面小区的观测。每次观测是纪录钢钎顶部露出坡面的距离，同时对小区内的侵蚀沟进行记录，记录每条侵蚀沟的长度及上、中、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深等。

依据每次观测钢钎顶部露出地面的距离以及侵蚀沟的体积，计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。

$$W = \rho Z \times S \cos \alpha \times 10^3 + \sum_{i=1}^n \frac{1}{3} (s_{i1} + s_{i2} + s_{i3}) L$$

式中：W——土壤侵蚀量，t；

ρ ——小区土壤的密度， t/m^3 ；

Z——土壤侵蚀厚度，mm；

S——监测小区水平投影面积， m^2 ；

α ——小区坡面坡度；

S_{i1} 、 S_{i2} 、 S_{i3} ——第 i 条侵蚀沟上、中、下部位的断面面积， m^2 ；

L——第 i 条侵蚀沟长度，m

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

表 3-1 防治责任范围监测表

项目		可研阶段	施工阶段	变更情况	
枢纽工程建设区	工程永久占地	水工建筑物	8.28	4.50	-3.78
		永久公路	0.92		-0.92
		施工生产生活设施	0.62	0.42	-0.20
		小计	9.82	4.92	-4.90
	施工临时用地	渣场	11.20	5.07	-6.13
		临时公路	7.59	3.68	-3.91
		施工生产生活设施	34.88	20.77	-14.11
		耕植土暂存场	0.80		-0.80
		小计	54.47	29.52	-24.95
		合计	64.29	34.44	-29.85
	移民安置及专项设施复建区	闸首改线公路	2.92	2.67	-0.25
		水库淹没区	2.21	2.21	0
	合计	69.42	39.32	-30.10	

工程实际施工较《水土保持方案报告书》确定防治责任范围存在较大变化，主要原因如下：

本项目原水保方案批复面积为 69.42hm²，为可研阶段。工程施工期实际发生的水土流失防治责任范围面积较批复水保方案减少 30.10hm²，减少原因主要是施工布局及弃渣量的变化，具体各区情况如下：

主要变更为施工辅助工程布置和占地的变化。因支援雅康高速建设和康定市其他规划的需要，可研阶段规划的升航小学背后、宋家沟口、仰天窝沟口等处的施工临时用地(布置了 2#、3#、5#渣场，2#生活区、综合加工系统等施工生产生活设施，2#、4#、8#等施工公路)不再征用，相应不足部分通过整治河道整理出的土地(填筑场平工程)进行补充，基本解决了施工生产生活设施临时用地需要，施工临时用地减少较多，且施工场地位置发生了变化，导致项目建设区可采取植物措施的面积大幅减少，较可研阶段减少约 29%(接近 30%)，植物措施布设位置也发生了变化。由于上述原因，原规划的 2#、3#、5#渣场取消。虽工程增加了弃渣填筑利用量，总弃渣量有所减少，但原规划的 4#渣场容量仅 7.5 万 m³，需要调整位置或新增渣场以扩大堆渣容量。经分析论证，将原 4#渣场和原规划的砂石加工系统位置对调，即在原 4#渣场位置设置砂石加工系统，而原砂石加工系统位置设置新的渣场，为变更后的 2#渣场，该渣场容量 15.0 万 m³，较原 4#

渣场容量增加了 7.5 万 m^3 ，最大大堆渣量超过 10 万 m^3 (松方)，部分弃渣回采用于加工混凝土骨料后，终堆渣量 7.2 万 m^3 (松方)。上述渣场布置调整造成渣场工程措施相应发生较大变化，现 2#渣场的主要工程量较原 2#~5#渣场合计量减少约 66%。原 1#渣场在本阶段位置无变化，主要由于经复核取消了框格梁护坡工程量，主要工程量合计后较原水保方案减少了约 44%。综上所述，本工程可研阶段规划了 5 个渣场，施工阶段取消了其中 3 个，1 个位置变化以扩大容量，1 个位置未变，即实际布置了原 1#渣场和现 2#渣场共 2 个渣场，渣场区的挡护、排水等主要工程措施工程量大幅减少，总体较原水保方案减少约 56%。

因工程占地面积减少较多，相应占用的耕园地面积也减少较多，且占用的耕地为旱地，园地为花椒、核桃园地，土地较贫瘠，可剥离表土不多，因此工程施工期间，仅菜园子附近的首部枢纽施工场地在临时占压耕园地前剥离了表土，约 1000 m^3 ，集中堆存于场地范围内一角，便于施工结束后回铺、恢复耕园地，其投资已计入主体工程。据此，取消可研阶段设置的 1#、2#耕植土暂存场及设计的耕植土暂存场临时防护、首部枢纽表土剥离等临时措施。

3.1.2 建设期扰动土地面积

3 重点部位水土流失动态监测

表 3-2 各阶段防治责任范围监测表

序号	分区	防治责任范围																	
		监测范围			2013 年扰动范围			2014 年扰动范围			2015 年扰动范围			2016 年扰动范围			2017 年扰动范围		
		合计	项目 建设 区	直接 影响 区	合计	项目 建设 区	直接 影响 区	小计	项目 建设 区	直接 影响 区	小计	项目 建设 区	直接 影响 区	小计	项目 建设 区	直接 影响 区	合计	项目 建设 区	直接 影响 区
1	主体工程	4.5	4.5				2.10	2.10		4.5	4.5	0	0.95	3.95	0	0.5	0.5		
2	弃渣场	5.07	5.07				2.10	2.10		5.07	5.07	0	5.07	5.07	0	5.07	5.07		
3	施工生 产生活 区	21.19	21.19				21.19	21.19		21.19	21.19	0	13.89	13.89	0	21.19	21.19		
4	移民安 置及专 项设施 复建区	2.67	2.67		1.35	1.35	2.67	2.67		2.67	2.67	0			0				
5	施工公 路区	3.68	3.68		2.10	2.10	3.68	3.68		3.68	3.68								
6	水库淹 没区	2.21		2.21					2.21	2.21		2.21			2.21				
合计		39.32	37.11	2.21	3.45	3.45	33.95	31.74	2.21	39.32	37.11	2.21	22.11	19.91	2.21	26.76	26.76		

3.2 取料监测结果

本项目建设过程中,工程填方利用工程开挖土石方,碎石等材料均就地取材。填方利用挖方,不涉及外购。

3.3 弃土监测结果

3.3.1 设计弃土情况

根据《四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持方案报告书(报批稿)》和《四川省水利厅关于四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持方案报告书的批复》(四川省水利厅川水函[2011]510号),水保方案统计的开挖量 105.2 万 m^3 , 回填 28.3 万 m^3 , 弃渣 76.9 万 m^3 , 并规划设计了 5 个弃渣场。

表 3-3 方案弃渣场规划表

序号	渣场名称	渣场位置	渣场容量 (万 m^3)	最大堆渣量 (万 m^3)	回采量 (万 m^3)	最终堆渣量 (万 m^3)	占地面积 ($h m^2$)	渣场类型	弃渣组成	渣脚高程 (m)	渣顶高程 (回采前, m)	最大堆渣高 (m)
1	1 渣场	左岸 闸址 下游 2km 处	37	32.4	6.8	25.6	3.8	临河型	土石混 合渣,以 土渣为 主	2360	2398	38
2	2 渣场	左岸 宋家 沟口 上游 侧	16	14.3	2	12.3	1.6	谷坡型	全部为 石渣	2320	2336	16
3	3 渣场	右岸 仰天 窝沟 口下 游侧	22	20.3	8	12.3	2.9	谷坡型	全部为 石渣	2285	2320	35
4	4 渣场	左岸 金海 电站 附属 房	7.5	7.1	1.5	5.6	0.8	临河型	土石混 合渣,以 土渣为 主	2259	2278	19
5	5 渣场	右岸 升航 沟口 下游 侧	32	31.1	10	21.1	2.1	谷坡型	全部为 石渣	2364	2395	31
	合计		114.5	105.2	28.3	76.9	11.2					

3.3.2 弃土量监测结果

施工阶段，因征地以及土石方调运变更导致弃渣量减少等原因，取消可研阶段规划的原 2#、3#、5#渣场，原 4#渣场与原砂石加工系统位置对调，以扩大渣场容量，为本阶段的 2#渣场，加上位置未变、靠山侧堆渣范围有所缩小的原 1#渣场，施工阶段共布置 2 个临河型渣场，能满足本阶段弃渣堆放需求。与可研阶段相比，渣场个数减少了 3 个，总占地面积减少了 6.13hm^2 (约 55%)，渣场总容量、终总堆渣量分别减少了 69.5万 m^3 (约 61%)、 44.6万 m^3 (约 58%)。

3.4 土方流向监测结果

3.4.1 设计弃土情况

原水保方案统计的开挖量 105.2万 m^3 ，回填 28.3万 m^3 ，弃渣 76.9万 m^3 ，并规划设计了 5 个弃渣场用于堆放弃渣量：

3.4.2 实际土方情况

土石方开挖总量 62.50万 m^3 ，土石方填筑利用总量 31.2万 m^3 ，围堰拆除 1.0万 m^3 ，弃渣总量 32.3万 m^3 (弃渣场堆放 22.1万 m^3 ，炉城镇柳杨村利用 10.2万 m^3) (自然方)。弃渣场包含两个弃渣场。

本工程施工阶段总开挖/拆除量约 63.5万 m^3 (自然方，下同)，较可研阶段减少了 9.3万 m^3 ，主要是由于设计阶段不同造成的，后续设计加深后，工程量发生了相应调整。施工阶段总填筑利用量约 28.3万 m^3 ，主要原因为因征地问题导致的新增场平工程以形成足够的施工场地，消耗了大量弃渣；其次为混凝土细骨料由外购调整为从开挖料加工获得，提高了弃渣利用率；另外，设计加深后，各部位回填弃渣量有所增加；同时施工过程中，炉城镇柳杨村利用 10.2万 m^3 。

综上，施工阶段总弃渣量约 32.3万 m^3 ，较可研阶段减少了 44.6万 m^3 ，减少了约 58%。其中两个弃渣场堆放 22.1万 m^3 ，炉城镇柳杨村利用 10.2万 m^3 。

3.5 其他重点部位监测结果

从地形陡峭程度分析：线路所处位置为河谷，瓦斯河径流会对两岸施工作业面造成。在工程建设初期全部，因防洪堤未修建，造成的土石对河道的淤积。在环水保部门的督导下，建设单位积极整改，委托了施工单位进行修筑和后期修补，确保了后续施工的安全。

从扰动面积看，施工生产生活区面积较大，施工过程中，布置了水土保持措

施和硬化处理，水土保持临时措施起到了一定作用。

从扰动频次看，拌合场和砂石骨料系统属于车辆经常碾压的区域，扰动频次较高，在雨季存在一定的水土流失，后期采用硬化地面，起到了一定的保护作用。

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 工程措施设计情况

主要以查阅方案设计资料、施工单位施工资料以及工程监理资料并进行水土保持措施调查确认。

原方案采取了表土剥离、绿化覆土、排水沟等措施，具体各区设计量见表4-1中“方案工程量”。

4.1.2 监测结果

工程措施中，主体工程措施量有所变化，具体变化见下表。

1、主体工程区

无工程措施

2、弃渣场区

措施名称		单位	方案工程量	变更方案量	实施工程量	增减	实施时间	
工程措施	挡墙	土石开挖	m ³	24532	13230	13230	-11300	2014.5~2015.8
		土石回填	m ³	8416			-8416	
		M10 浆砌块石拦渣堤(墙)	m ³	11640	74444	74444	-4196	
		C15 埋石混凝土基础	m ³	6929	5242	5242	-1687	
		钢筋石笼	m ³	801			-801	
		大块石回填	m ³		5763	5763	+5763	
		Φ100PVC 排水管	m	4687	1248	1248	-3439	
		土工布	m ²	826	54	54	-772	
	浆砌石护坡	M10 浆砌石护坡	m	974			-974	
		Φ50PVC 排水管	m ³	334			-334	
		土工布	m ²	45			-45	
		砂砾石垫层	m ³	389			-389	
	截排水沟	M10 浆砌石截水沟	m ³	938	893		-938	
		M10 砂浆抹面 2cm	m ²	3600	2221		-1379	
		土石方开挖	m ³	2435			-2435	
		土石回填	m ³	993			-993	
	渣顶整治		万 m ³	0		1.60	+1.60	2015.7~2016.8
	框格护坡	土石开挖	m ³	4820			-4820	2012.7~2013.8
		M10 框格梁护坡	m ³	10145			-10145	

4 水土流失防治措施监测结果

弃渣场数量和面积减少，工程量变化较大

3、施工生产生活区

措施名称		单位	方案工程量	实施工程量	增减	实施时间	
工程措施	截水沟	土石方开挖	m ³	1652	1652	0	2013.08~2014.08
		土石方回填	m ³	708	708	0	
		M10浆砌石截水沟	m ³	629	629	0	
		M10砂浆抹面2cm	m ²	2098	2098	0	

本区域无变化

4、移民安置及专项设施复建区和施工公路区

措施名称		单位	方案工程量	实施工程量	增减	实施时间	
移民安置及专项设施复建区	截水沟	土石方开挖	m ³	1159	1159	0	2014.07~2015.8
		M7.5浆砌石	m ³	372	372	0	
		现浇C20砼	m ³	264	264	0	
施工公路区	截水沟	土石方开挖	m ³	1496	1496	0	2014.07
		M7.5浆砌石	m ³	480	480	0	
		现浇C20砼	m ³	340	340	0	
	复耕	hm ²	4.70	4.70	0		

无变化

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

本项目绿化工程设计按景观好，效果高效持久、安全可靠；管理简单易行；价格合理来综合考虑方案。遵循以下设计原则：

(1)生态优先、注重复绿实效的原则

依照生态学的理论，采用一系列科学合理的工程措施和生物措施，以恢复和营造一个良好的生态环境和最佳的生态效益并最终形成稳定高效的生态群落为首要目的。

(2)注重景观原则

水土保持工程同时也是一个景观恢复工程，必须考虑工程本身的景观效果，以及与周边环境的协调，尽可能的设计和营造一个赏心悦目的美观得体的自然生

态景观。

(3)施工安全、长期安全的原则

采用科学、安全的设计，确保工程验收后不会因本工程的质量问题而出现滑坡等安全问题。

(4)因地制宜、适地适树的原则

根据工程建设区的自然条件，因地制宜地选用一种或多种复绿方式，以求达到良好的复绿和生态效果。

(5)生物多样性原则

考虑“生物多样性”，尽可能采用多种植物，乔、灌、草结合，以草灌为主，增加生态系统的稳定性和可持续性，形成乔、灌、草结合的自然生态群落。

原水土保持方案设计种植乔木（华山松）、撒播草籽等植物措施，并进行了抚育管理，具体设计量见表 4-2。

4.2.2 监测结果

通过查阅资料核实工程植物措施面积情况如下所示。

表 4-2 植物措施变化表

措施名称		单位	方案工程量	实工程量	增减	实施时间
主体工程区	覆土	m ³	600	300	-300	2017.5~2017.7
	撒播草籽	hm ²	0.60	0.15	-0.45	
	幼林抚育	hm ²	0.60	0.15	-0.45	
	园林绿化	hm ²	0.23	0.63	+0.40	
弃渣场区	覆土	m ³	3300		-3300	2014.4~2014.7
	撒播草籽	hm ²	5.99		-5.99	
	幼林抚育	hm ²	5.99		-5.99	
施工生产生活区	全面整地	hm ²	15.46	13.80	-1.66	2016.07~2018.6
	穴状整地	个	/	6902	+6902	
	杨树	株	9662	6902	-2760	
	撒播草籽	hm ²	15.46	13.80	-1.66	
	幼林抚育	hm ²	15.46	13.80	-1.66	
移民安置及专项设施复建区	穴状整地	个	400	/	-400	14.07~2015.8
	杨树	株	400	/	-400	
	覆土	m ³	/	950	+950	
	冬青	株	0	894	+894	
	撒播草籽	hm ²	1.12	0.47	-0.65	
	幼林抚育	hm ²	1.23	0.47	-0.76	

4 水土流失防治措施监测结果

施工 公路 区	全面整地	hm ²	1	0.74	-0.26	2014.07
	覆土	m ³	191	5383	5192	
	穴状整地	个	827	460	-367	
	杨树	株	627	460	-167	
	麦冬鸢尾混播	hm ²	0.60		-0.60	
	红叶李	株	200		-200	
	撒播草籽	hm ²	2.89	2.66	-0.23	
	幼林抚育	hm ²	3.55	2.66	-0.89	

从上表对比可以看出：本工程各防治区植物措施量均有一定变化，项目绿化分为两个阶段，首先为施工结束时，进行撒播种草绿化，弃渣场因雅康高速占用，无法绿化。

经现场踏勘及以上对比分析可以看出，实际施工中基本按批复水保方案设计水保植物措施进行实施，但随着设计深入和现场实际情况，各区域乔木数量进行了优化调整，较多增加了乔木绿化量。本监测报告认为：

工程实际实施的水保植物措施根据项目实际施工情况布局完整，经过后续增加绿化措施后，场地绿化效果进一步增加，林草覆盖率增加，合理可行。达到批复水保方案水土保持植物措施防治功能要求。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

查阅监理资料和施工资料或影响，核实施工过程中临时措施是否实施，并根据监理资料核实其工程量。依据原水土保持方案，设计了土袋挡墙、防雨布等临时措施，具体见 4-3。

4.3.2 监测结果

临时措施中路基工程区裸露边坡进行临时防护，并对局部地段采取土质排水沟；施工临时设施占地区设置临时排水沟并对堆放的材料进行防雨布覆盖。

表 4-3 临时措施变化表

措施名称		单位	方案工程量	实施工程量	增减	实施时间
主体工程 区	围堰块石护坡	m ³	302	302	302	2014.2
	围堰拆除	m ³	3755	3755	3755	2016.6
	表土剥离	m ³	4183	/	-4183	

4 水土流失防治措施监测结果

措施名称		单位	方案工程量	实施工程量	增减	实施时间
弃渣场区	密目网覆盖	m ²		30700	+37400	2015.5~2017.7
施工生产生活区	土袋挡墙	m ³	110	/	-110	
	土工布	m ²	10248	/	-10248	
移民安置及专项设施复建区	防护围栏	m	500	500	0	2013.8~2014.6
施工公路区	防护围栏	m	500	500	0	2013.8~2014.6

从上表对比可以看出：本工程各防治区临时措施量均有一定减少，主要原因是：裸露堆土或地表容易发生水力侵蚀和少量的风力侵蚀，因此，为了更好的做好施工期防护措施，增加了临时措施遮盖，同时加强工程措施的实施。

4.4 水土保持措施防治效果

通过了解本工程的《水土保持方案报告书》，对照项目施工过程中实施的水土保持防治措施与效果，检验项目建设过程中水土流失是否得到有效控制，是否达到了水土保持方案提出的目标和国家规定的标准，判断项目水土保持防护工程的技术合理性。

本项目实施的各项措施可满足验收要求。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

表 5-1 各阶段水土流失面积一览表

单位: hm^2

阶段	分区	占地面积	扰动面积	流失面积
施工准备 及施工期	主体工程	4.5	4.5	0.95
	弃渣场	5.07	5.07	1.94
	施工生产生活区	21.19	21.19	4.68
	移民安置及专项设施复 建区	2.67	2.67	17.50
	施工公路区	3.68	3.68	1.53
	水库淹没区	2.21		0.70
	小计	39.32	37.11	37.11
自然恢复 期	主体工程	4.5	0	0.78
	弃渣场	5.07	0	0
	施工生产生活区	21.19	0	13.8
	移民安置及专项设施复 建区	2.67	0	0.47
	施工公路区	3.68	0	2.66
	水库淹没区	2.21	0	
	小计	39.32	0	17.71

本工程水土流失面积为 39.32hm^2 ，本项目施工期（2013年8月至2016年7月）水土流失面积为 37.11hm^2 ，试运行期水土流失面积 17.71hm^2 。

经过近自然恢复，项目植物措施发挥了效益，水土流失全部达到水土流失防治标准要求。

5.2 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。通过实际调查与监测等，获取土壤侵蚀模数，根据各个调查监测区域的质进行综合分析，取平均值，并根据各区特点通过修正得出，面积按各自侵蚀面积计列，本项目分析过程中，将根据扰动的时间情况进行具体分析，

5 土壤流失情况监测

序号	监测分区	时段 (a)	水土流失 面积 hm^2	平均侵蚀 模数 $\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$	土壤 流失量 t	备注
1	主体工程区	施工期	2014年(1a)	2.10	8000	168
			2015年(1a)	4.5	7000	315
			2016年(1a)	0.95	4500	42.75
			2017年(0.5a)	0.50	2000	10
2	弃渣场区	施工期	2014年(1a)	2.10	6000	126
			2015年(1a)	5.07	3000	152.1
			2016年(1a)	5.07	3000	152.1
			2017年(0.5a)	5.07	2000	101.4
3	施工生产生活区	施工期	2014年(1a)	21.19	5100	1080.69
			2015年(1a)	21.19	2100	444.99
			2016年(1a)	13.89	1600	222.24
			2017年(0.5a)	21.19	1600	339.04
4	移民安置及专项设施复建区	施工期	2013年(0.5a)	1.35	3500	47.25
			2014年(1a)	2.67	2300	61.41
			2015年(1a)	2.67	2100	56.07
5	施工公路区	施工期	2013年(0.5a)	2.10	4500	94.5
			2014年(1a)	3.68	1500	55.2
			2015年(1a)	3.68	1500	55.2
6	水库淹没区	施工期	/	/	/	/
合计					3523.94	

由上表 5-6 可知：各区施工期产生水土流失量施工生产生活区面积最大，水土流失量最大，水土流失量为 3523.94t。

5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量

弃渣场存在潜在水土流失，流失量为 1.44 万 m^3 。

5.4 水土流失危害

工程建设过程中水土流失量主要发生在渣场和施工生产生活区，该区占地面积大，因工程均采取了措施，水土流失危害减小，但需时常检查防洪堤边坡稳定性，做好危险排除工作，确保行车安全的同时，做好沿线生态环境景观效果。同时，需对场地进行维护，确保边坡稳定，不构成人员伤害，不影响瓦斯河安全。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

全区扰动土地面积 39.32hm²，经过治理后工程总的扰动土地整治率达到 98.68%。大于目标 95%。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（单位：hm²）

区县	项目分区	总面积	扰动面积	扰动土地整治面积						土地整治率%
				水域	建筑占地面积	植物措施	工程措施	临时措施	合计	
康定市	主体工程	4.5	4.5		3.72	0.78			4.5	100
	弃渣场	5.07	5.07		0	0	2.19	2.85	5.04	99.41
	施工生产生活区	21.19	21.19		1.42	13.8	2.5	3	20.72	97.78
	移民安置及专项设施复建区	2.67	2.67		2.2	0.47			2.67	100
	施工公路区	3.68	3.68			2.66	1		3.66	99.46
	水库淹没区	2.21		2.21					2.21	100
小计		39.32	37.11	2.21	7.34	17.71	5.69	5.85	38.8	98.68

6.2 水土流失总治理度

监测期结束时，本工程造成水土流失面积达到 39.32hm²，至试运行期累计治理达标面积为 29.25hm²，水土流失总治理度达 98.25%。大于目标 97%。各分区的水土流失治理度见表 6-2。

表 6-2 各分区水土流失总治理度（单位：hm²）

区县	项目分区	总面积	水域	扰动面积	建筑占地面积	扰动土地整治面积				土地整治率%
						植物措施	工程措施	临时措施	合计	
康定市	主体工程	4.5		4.5	3.72	0.78			0.78	1
	弃渣场	5.07		5.07	0	0	2.19	2.85	5.04	99.41
	施工生产生活区	21.19		21.19	1.42	13.8	2.5	3	19.3	97.62
	移民安置及专项设	2.67		2.67	2.2	0.47			0.47	1

6 水土流失防治效果监测结果

	施复建区									
	施工公路区	3.68		3.68		2.66	1		3.66	99.46
	水库淹没区	2.21	2.21						0	/
	小计	39.32	2.21	37.11	7.34	17.71	5.69	5.85	29.25	98.25

6.3 拦渣率与弃渣利用率

四川省瓦斯河龙洞水电站建设共产生弃渣 32.3 万 m^3 (松方), 通过对各弃渣, 实际有效拦渣量为 30.86 万 m^3 , 求得该工程拦渣率为 95.55%。

6.4 土壤流失控制比

通过监测末期调查获知, 运行期的土壤侵蚀模数, 由于各类措施实施时间不同, 以及措施发挥效益的差异, 以最后一次调查数据作为最后土壤侵蚀模数, 为 $492.21t/km^2a$, 容许土壤侵蚀模数为 $500t/km^2a$, 土壤流失控制比为 1.02。大于目标 0.7。各分区的土壤流失控制比见表 6-3。

表 6-3 各分区土壤流失控制比

区县	分区	监测结束时的土壤侵蚀模数	容许土壤侵蚀量	土壤流失控制比
		($t/km^2 a$)	($t/km^2 a$)	
康定	主体工程	432.59	500	1.16
	弃渣场	625.93	500	0.80
	施工生产生活区	490.00	500	1.02
	移民安置及专项设施复建区	432.59	500	1.16
	施工公路区	568	500	0.88
	水库淹没区	0	500	/
	小计	492.21	500	1.02

6.5 林草植被恢复率

项目建设区扣除建筑物占地、复耕区域等其他非可绿化区域后, 共有 $17.74hm^2$ 属于可绿化面积。至监测结束时, 工程区植被恢复面积为 $17.71hm^2$, 林草植被恢复率为 99.83%。大于目标 99%。各分区林草植被恢复率见表 6-4。

6 水土流失防治效果监测结果

表 6-4 各分区林草植被恢复率（单位：hm²）

区县	项目分区	总面积	已恢复林草植被面积	可恢复林草植被面积	林草恢复率%
康定市	主体工程	4.5	0.78	0.78	100
	弃渣场	5.07	0	0.02	/
	施工生产生活区	21.19	13.8	13.9	99.28
	移民安置及专项设施复建区	2.67	0.47	0.47	100
	施工公路区	3.68	2.66	2.66	100
	水库淹没区	2.21		0.78	/
小计		39.32	17.71	17.74	99.83

6.6 林草覆盖率

截止监测期结束时，工程项目建设区总面积为 39.32hm²，已恢复林草覆盖面积为 17.71hm²，最终可实现的林草植被恢复面积为 17.74hm²。按已恢复的林草植被面积统计，可得该项目目前林草覆盖率为 45.04%。大于目标 27%。各分区的林草覆盖率见表 6-5。。

表 6-5 各分区林草覆盖率（单位：hm²）

区县	项目分区	总面积	已恢复林草植被面积	可恢复林草植被面积	林草恢复率%
康定市	主体工程	4.5	0.78	0.78	17.33
	弃渣场	5.07	0	0.02	0
	施工生产生活区	21.19	13.8	13.9	65.12
	移民安置及专项设施复建区	2.67	0.47	0.47	17.60
	施工公路区	3.68	2.66	2.66	72.28
	水库淹没区	2.21		0.78	0
小计		39.32	17.71	17.74	45.04

7 结论

7.1 水土流失动态评价

7.1.1 各阶段流失变化情况

本项目从 2013 年 8 月开工以来建设单位成立了项目部，在施工单位、监理单位的协同配合下完成了水土保持相关工作。施工期工程扰动面积约为 39.32hm²，扰动过程主要以机械扰动为主。施工过程经历了 4 个雨季，工程结束时，采取撒播种草措施，因植被未及时恢复，加之现场处于中高山地貌，气候恶劣，温度长期处于低温，植被生长缓慢，工程裸露面积较大，工程坡面水土流失量主要以面蚀为主，局部区域为沟蚀，开挖过程形成的边坡采取了排水和防护措施，因局部边坡坡度较大，在雨季因雨水浸泡，局部区域由少量土石块滑落，但未对工程进度造成影响，建设单位及时处理，减少了新增水土流失量。工程施工结束后，经过自然恢复，建设单位对工程进行养护，水土保持措施基本到位。2016 年~2018 年，我单位经过实地监测和调查，认为：本工程在建设过程中存在一定的新增水土流失量，水土流失主要区域主要在施工生产生活区和弃渣场区等，经过合理管理，建设过程中及时处理地质险情，避免了重大水土流失事件，工程水土保持措施基本到位，整体合格。

7.1.2 防治目标达标情况

根据本项目水土保持监测情况，经计算分析，工程扰动土地整治率达到 98.68%，水土流失总治理度达到 98.25%，拦渣率达到 95.55%，土壤流失控制比达到 1.02，林草植被恢复率达到 99.83%，林草覆盖率达到 45.04%。项目水土流失防治情况达到设计目标值，本项目防治目标达标情况见表 7-1。

表 7-1 防治目标达标情况表

指标	方案确定目标值	现行标准	实际完成指标
1 扰动土地整治率 (%)	95	95	98.68
2 水土流失总治理度 (%)	97	97	98.25
3 土壤流失控制比	0.7	0.7	1.02
4 拦渣率 (%)	95	95	95.55
5 林草植被恢复率 (%)	99	99	99.83
6 林草覆盖率 (%)	27	27	45.04

7.2 水土保持措施评价

依据《报告书》的要求，开展了相应的水土保持工作。目前项目区域植被得

到了一定恢复，弃渣场目前已被征用，无法进行植被恢复，其余工区大多硬化处理，施工道路区植被相对良好，部分临时场地直接移交给当地使用，未进行全部绿化，植被可在后续进行加强恢复。

7.3 存在问题及建议

(1) 生产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。我单位属于施工中接入的监测，存在一定滞后性。

(2) 工程建设中经过反复强调，一定程度上避免了造成严重水土流失危害，将生态环境工作纳入了主体建设内容，各项措施得到了较好实施。

故，建设单位及时加强了水土保持监测法律法规学习，做好了项目生态恢复，确保了各项措施实施，做好了“三同时”的工作要求，需加强运行期的管理维护工作，雨季做好检查工作，确保无地质灾害造成水土流失危害和影响工程安全生产。

7.4 综合结论

根据本项目水土保持监测情况，通过项目建设实施水土保持措施工程量分析可知工程建设单位在施工过程中基本按照《水土保持方案报告书》设计的各项措施进行实施，工程完工后，项目区水土流失基本得到控制，工程建设过程中注重项目周边环境的保护，项目建设过程未造成大量的水土流失危害，工程建设完工后土壤侵蚀模数整体上较原生土壤侵蚀模数低，工程建设过程土石方得到充分利用和挡护，各项指标都将达到《水土保持方案报告书》设计的目标值，六项指标达标，减少了项目区水土流失，符合验收要求。后期需加强排水沟清理和维护工作，确保项目现场水保措施持续发挥作用。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图
- (2) 监测分区及监测点位布设图
- (3) 防治责任范围图
- (4) 施工前后卫星对比图

8.2 有关资料

- (1) 监测照片
- (2) 监测季度报告
- (3) 监测年度报告
- (4) 监测实施方案
- (5) 委托书
- (6) 四川省水利厅关于四川省瓦斯河龙洞水电站水土保持方案报告书的批

复