

水保监测乙字第 0027 号

康定龙洞水电站 220 千伏送出工程 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

二〇一八年一月



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

本证仅用于康定龙洞水电站
220千伏送出工程

发证机构：



发证时间：2017年07月21日

康定龙洞水电站 220 千伏送出工程 水土保持监测总结报告

责任页

四川众望安全环保及技术咨询有限公司

批准：施春华（副总经理）

核定：符礼明（副总经理）

审查：匡 蓉（工程师）

校核：胡晓阳（工程师）

项目负责人：郭伟康（工程师）

编写：郭伟康（工程师）（前言、1 章）

詹 松（工程师）（2~7 章）

刘加飞（工程师）（绘制图件）

目 录

前 言.....	5
1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 建设项目概况.....	1
1.2 水土保持工作情况.....	9
1.3 监测工作实施情况.....	12
2.监测内容与方法.....	16
2.1 扰动土地情况.....	16
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）.....	16
2.3 水土保持措施.....	16
2.4 水土流失情况.....	20
3 重点部位水土流失动态监测.....	23
3.1 防治责任范围监测.....	23
3.2 取料监测结果.....	25
3.3 弃土监测结果.....	25
3.4 土石方流向监测结果.....	26
3.5 其他重点部位监测结果.....	26
4 水土流失防治措施监测结果.....	27
4.1 工程措施监测结果.....	27
4.2 植物措施监测结果.....	29
4.3 临时措施监测结果.....	30
4.4 水土保持措施防治效果.....	31

5 土壤流失情况监测	35
5.1 水土流失面积	35
5.2 土壤流失量	36
5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量	38
5.4 水土流失危害	39
6 水土流失防治效果监测结果	40
6.1 扰动土地整治率	40
6.2 水土流失总治理度	40
6.3 拦渣率与弃渣利用率	41
6.4 土壤流失控制比	41
6.5 林草植被恢复率	42
6.6 林草覆盖率	42
7 结论.....	43
7.1 水土流失动态评价	43
7.2 水土保持措施评价	43
7.3 存在问题及建议	44
7.4 综合结论	44
8 附图及有关资料	45
8.1 附图.....	45
8.2 有关资料	45

前 言

康定龙洞水电站 220 千伏送出工程（以下简称“本工程/本项目”）位于甘孜州康定市境内，原水保方案批复名称为四川省瓦斯河龙洞水电站 220kV 送出工程。本工程起于炉城镇喇嘛咀龙洞水电站，止于榆林乡赵家坪榆林 220kV 变电站，涉及乡镇为康定市炉城镇、榆林乡，为新建建设类线型工程。线路从炉城镇喇嘛咀龙洞水电站对应间隔出线后，沿途穿跨越 500kV 线路 1 次、110kV 线路 5 次、35kV 线路 4 次、10kV 线路 8 次、220V 线路 3 次、通信线 9 次、河流 1 次、普通公路 1 次、机耕道 3 次，止于榆林乡赵家坪榆林 220kV 变电站。线路路径全长约 15.207km，架设 220kV 单回架空线路，共建 40 基铁塔。工程于 2015 年 8 月正式开工建设，于 2016 年 8 月结束，工期 13 个月，总投资 4700 万元。

本项目建设期实际扰动面积 1.13hm²，其中永久占地面积 0.19hm²，施工临时占地面积 0.94hm²，项目占地类型包括草地、林地和交通运输用地等。项目建设过程中土石方开挖总量约 0.35 万 m³，工程回填约 0.23 万 m³，全线产生弃土约 0.12 万 m³，弃土在塔基和塔基施工临时场地及临时场地占地范围内摊铺、压实处理，最终无弃方产生。

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》、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（水利部，办水保[2015]139 号）等法律、法规和文件的规定，有水土流失防治任务的开发建设项目，建设和管理单位应设立专门的专项监测点对水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地监测管理机构报告监测成果。建设单位在建设过程中，成立了安全、环境管理部，并制定了专人负责生态环境工作。为了更好的做好水土保持工作并完善相关水土保持工作，建设单位于 2015 年 12 月，委托四川众望安全环保技术咨询有限公司开展水土保持后续监测工作。

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《康定龙洞水电站 220 千伏送出工程水土保持方案报告书（报批稿）》以及部分施工技术资料，调查了工程区水土流失现状和水土保持措施实施情况，并依据项目实际情况布置了 4 个调查点位，其中其中 1 个简易坡面侵蚀沟法水土流失量样地、3 个巡查点位，对项目区的水土流失状况、水土保持措施效益进行了全面调查监测。

监测项目部组织有关技术人员分别于 2015 年 12 月和 2016 年 3 月等时段对现场进行了多次地面观测和调查，并于 2016 年 8 月完成了线路调查监测工作。通过一年的监测工作，我公司根据结合本工程情况，对监测期间的水土保持监测数据进行检查核实，确保监测成果的质量。监测工作完成之后，及时对监测获得的数据进行了分析和深入细致的探讨，并按照《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》和结合《康定龙洞水电站 220 千伏送出工程水土保持方案报告书水土保持方案报告书(报批稿)》，组织技术人员编写本项目工程的监测总结报告，并于 2018 年 1 月顺利完成了监测总报告的编写工作。通过水土保持监测，我单位认为，本项目达到了验收要求，可组织验收工作。

在本水土保持监测总结报告编制过程中，得到了建设单位、施工单位、监理单位等单位的大力支持和协助，在此表示衷心的感谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		康定龙洞水电站 220 千伏送出工程								
建设单位		四川康定市金源实业有限公司								
项目 规模	220KV 单回架空线路 15.207km	建设单位联系人		梁玉平 0836-2828103						
		建设地点		甘孜州康定市炉城镇、榆林乡						
		所属流域		长江流域						
		项目总投资		4300 万元						
		项目总工期		2015 年 8 月~2016 年 8 月						
水土保持监测指标										
监测单位		四川众望安全环保及技 术咨询有限公司			联系人及电话			崔坤华 13708232097		
自然地理类型		中山地貌			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	调查监测			2.防治责任范围			调查观测		
	3.水土保持措施 情况监测	皮尺等测量			4.防治措施效果监测			调查、样方取样观测		
	5.水土流失危害 监测	巡查监测			水土流失背景值			2213t/km ² ·a		
方案防治责任范围		4.72hm ²			水土流失容许值			500t/km ² ·a		
水土保持投资					水土流失目标值			t/km ² ·a		
防治措施		本项目共实施铺碎石 30m ² 、排水沟浆砌石砌筑 58.1m ³ 、土地整治 1.11hm ² 、装土草袋装土 254m ³ 、撒播草籽 1.11hm ² 、密目网遮盖 2050m ² 、防护网 40m ²								
监测 结论	分类指标	目标值	达标值	实际监测数量						
	扰动土地整治率	95%	97.17%	防治措施 面积 hm ²	1.11	建筑及硬化 面积 hm ²	0.02	扰动土地总 面积 hm ²	1.13	
	水土流失总治理 度	97%	97.30%	防治责任范围面积 hm ²		1.13	水土流失总面积 hm ²		1.11	
	土壤流失控制比	1.0	1.03	监测末期值 t/km ² ·a		485	容许侵蚀模数 t/km ² ·a		500	
	林草覆盖率	27%	76.72%	植物措施面积 hm ²		1.09	扰动地表总面积 hm ²		1.13	
	林草植被恢复率	99%	99.09%	可恢复林草总面积 hm ²		1.10	林草措施恢复面积 hm ²		1.09	
	拦渣率	95%	99%	实际拦挡量万 m ³		0.12	总弃渣量万 m ³		0.12	
	水土保持治理达 标评价		达标							
	总体结论		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，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，起到了较好的水土保持防治效果							
	主要 建议	加强绿化措施管理维护，保证水土保持措施良性运行；对工程措施恢复效果不足的地段进行补充，防治裸露地表水土流失，确保植被恢复发挥水土流失防护作用								

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 地理位置

康定龙洞水电站 220 千伏送出工程（以下简称“本工程”）位于甘孜州康定市境内，本工程起于炉城镇喇嘛咀空洞水电站，止于榆林乡赵家坪榆林 220kV 变电站，沿途经过康定市炉城镇、榆林乡，走向基本与 G318 国道平行。

项目地理位置见图 1。



图 1 工程地理位置示意图

1.1.1.2 建设性质与建设规模

本工程建设性质为新建工程，工程等级为小型，建设规模为：（1）在榆林 220kV 变电站站内利用预留的龙洞间隔扩建 220kV 间隔 1 个，扩建内容主要为电气部分相应建设；（2）新建龙洞水电站~榆林 220kV 线路约 17km，新建铁塔 47 基，导线采用 JL/G1A-400/50。

本项目建设过程中，实际建设塔基 40 基，线路总长约 15.207km，架设 220kV 单回架空线路。线路沿途穿跨越 500kV 线路 1 次、110kV 线路 5 次、35kV 线路 4 次、10kV 线路 8 次、220v 线路 3 次、通信线 9 次、河流 1 次、普通公路 1 次、

机耕道 3 次。

康定龙洞水电站 220 千伏送出工程技术经济指标详见表 1-1。

表 1-1 工程技术经济指标表

项目基本情况			
线路名称	康定龙洞水电站 220 千伏送出工程		
起迄点	起于炉城镇喇嘛咀空洞水电站，止于榆林乡赵家坪榆林 220kV 变电站		
线路长度	15.207km	曲折系数	1.46
转角次数	21	平均耐张段长度	620m
铁塔总数	40	平均档距	619.5m
导线型号	JL/G1A-400/50(N=2.5 20mm 覆冰区)	最大使用张力	8000N/相
地线型号	OPGW-100 (n=4.0)	最大使用张力	28967N
绝缘子型号	防污型玻璃绝缘子、防污型瓷质绝缘子		
防振措施	塔基一般采用防震锤，重要塔基加装预绞丝护条进行联合防护；导线采用预绞丝防振，地线阻尼线防振		
沿线海拔高度	2160m ~ 3230m		
主要气象条件	最大风速：17.3m/s（设计风速 27m/s、29m/s）；年平均降雨量 796.2mm		
电压等级	220KV		
污秽等级	III 级		
地震烈度	IX 度	设计雷电日	50
沿线地形	山地 30%，高山 50%，峻岭 20%		
沿线地质	岩石 73%，松砂石 27%		
铁塔型式	设计单回直线塔、单回耐张或转角塔，利用已建双回终端塔（1 基，仅涉及架线工程）		
基础型式	掏挖式基础、人工挖孔桩基础、钻孔灌注桩基础		
接地型式	水平浅埋风车放射接地装置		
汽车平均运距	8km（10mm 冰区）、10km （20mm 冰区）	人力平均运距	1.2km（10mm 冰区）1.8km （20mm 冰区）
所经行政区域	康定市（炉城镇、榆林乡）		

1.1.1.3 项目组成

本项目由间隔扩建工程、塔基工程、塔基施工临时场地、其他施工临时场地、人抬道路组成。

一、间隔扩建工程

本次 220kV 间隔扩建为利用站内预留的龙洞间隔，配电装置采用户外 GIS 设备与前期一致，无新征占地。本次间隔扩建内容主要为电气部分相应建设，土建部分仅新建电容式电压互感器支架 3 根及基础 3 个，并对 GIS 设备基础修复。

本次间隔扩建用地面积为 0.01hm²，其中 30m² 为土建施工开挖扰动区域，施工结束后按站内场地要求恢复铺设碎石，其余面积为施工活动占压。间隔扩建土石方开挖约 12m³，回填 4m³，弃方 8m³ 运至站址附近终端塔内摊平。

二、塔基工程

1、塔基基础

塔基基础工程包括塔基开挖、基础混凝土浇筑、混凝土养护、基础回填等。本工程基础形式有掏挖基础、人工挖孔桩基础和钻孔灌注桩基础。

(1) 掏挖基础

掏挖基础为原状土基础，基坑开挖量及小平台开挖量均较少，有效降低施工对环境的破坏，保护了塔基周围的自然地貌；同时，掏挖基础地下部分在浇制混凝土时无支撑模，施工更加方便。出露地表立柱为圆形，直径平均 1m，平均挖深 6m。基础的立柱和扩大头均配置了钢筋，混凝土采用 C30 级。

(2) 人工挖孔桩基础

针对位于陡坡地形及狭窄的山脊位置的塔位，塔腿采用高低腿设计。在塔腿最大使用级差不能满足要求的情况下，设计塔腿基础为人工挖孔桩基础，利用其可露出高度较大的特点来满足塔位地形的要求。塔位高差较大时，人工挖孔桩基础可有效减少尖峰方量、基坑开挖量及施工弃土量，有效降低施工对环境的破坏；同时人工挖孔桩基础在浇制混凝土时地面以下部分不需要支模，施工较方便。基础形式为圆柱形，直径平均 1m，平均挖深 8m。基础的立柱和扩大头均配置了钢筋，混凝土采用 C30 级。

(3) 钻孔灌注桩基础

本项目设计龙洞水电站厂区 N1 塔为 220kv 单回路钢管杆，采用钻孔灌注桩基础。该类型基础采用机械钻孔，泥浆护壁，广泛应用于河滩及地下水埋藏较浅、场地受限的杆塔位，具有占地小、施工扰动小的特点。

2、铁塔工程

本项目全线共实际布设铁塔 40 基，针对山区地形和所处冰区的特点，分别在 10mm 和 20mm 冰区采取了不同的铁塔塔形。

(1) 10mm 冰区

① 直线塔

采用 ZM5102、ZM5103 单回路猫头型直线塔，设计呼高 15.0~48.0m，全部角钢用螺栓连接，塔身断面为正方形，导线呈三角形排列。塔脚按全方位高低脚设计，长短腿级差 1m，最大使用级差 6m。

其中，ZM5103 直线塔可带 3°转角。

②转角塔

采用 GJ5101(0°~20°)、GJ5102(20°~40°)、GJ5104(40°~60°)、JK5101(0°~30°) 单回路干字型转角塔，设计呼高 15.0~36.0m。导线为三角形排列，全部用螺栓连接，塔身断面为正方形。塔脚按全方位高低脚设计，长短腿级差 1m，最大使用级差 6m。

③终端塔、杆

采用 DGJ5101(0°~60°)，终端杆采用 DGG1(0°~20°)，呼高 24.0m。导线为三角形排列，全部用螺栓连接，塔身断面为正方形。终端塔脚按全方位高低脚设计，长短腿级差 1m，最大使用级差 6m。

塔型及使用条件、占地面积见表 1-2。

表 1-2 10mm 冰区塔型

序号	名称	代号	风区 (m/s)	冰区 (mm)	使用条件			铁塔 根 开距 离(m)	边长 (m)	占地面 积 (m ²)
					Lh(m))	Lv(m)	转角度 数			
1	直线塔	ZM5102	27	10	250	500		5.73	6.73	45.30
		ZM5103	27	10	350	750		5.90	6.90	47.61
2	转角塔	GJ5101	27	10	250	150/200	0°~20°	5.75	6.75	45.56
		GJ5102	27	10	250	150/200	20°~40°	5.75	6.75	45.56
		GJ5104	27	10	250	150/200	40°~60°	6.28	7.28	53.00
		JK5101	27	10	250	150/200	0°~30°	5.75	6.75	45.56
3	终端 塔、杆	DGJ5101	27	10	250	150/200	0°~60°	6.13	7.13	50.84

(2) 20mm 冰区

①直线塔

采用 ZM5201、ZM5202、ZB725 单回路酒杯形塔，设计呼高 19.0~37.0m。全部角钢用螺栓连接，塔身断面为正方形，导线呈三角形排列。塔脚按全方位高低脚设计，长短腿级差 1m，最大使用级差 6m。

②转角塔

采用 JG5201(0°~30°)、JG5202(30°~60°) 单回路酒杯型塔，设计呼高 15.0~33.0m。导线为三角形排列，全部用螺栓连接，塔身断面为正方形。塔脚按全方位高低脚设计，长短腿级差 1m，最大使用级差 6m。

其中，JG5202 兼作冰区分界塔。

塔型及使用条件、占地面积见表 1-3。

表 1-3 20mm 冰区塔型

序号	名称	代号	风区 (m/s)	冰区 (mm)	使用条件			铁塔根 开距离 (m)	边长 (m)	占地面 积 (m ²)
					Lh(m)	Lv(m)	转角度数			
1	直线 塔	ZM5201	29	30	200	400		7.22	8.22	67.57
		ZM5202	29	30	300	650		7.62	8.62	73.30
		ZB725	29	30	300	650		7.65	8.65	74.82
2	转角 塔	JG5201	29	30	200	150/200	0°~30°	9.40	10.40	108.16
		JG5202	29	30	200	150/200	30°~60°	9.67	10.67	113.85

3、架线工程

架线工程包括放线、拉线、紧线等。各线路导线、地线均采用张力放线施工方法。施工单位根据个塔基项目特点，选择一牵二放线方式以防止导线、地线在放线过程中拖拉及相互摩擦。

4、附属工程

本线路工程区地形为中山地形，线路沿山腰或山顶走线，塔基基本分布在山脊或山顶处，并且呈点状分布，单个塔基处占地面积小，且塔位处汇水面积小，无需设置排水沟。工程建设完毕后，对位于斜坡的塔基表面做成斜面，恢复自然排水。

工程部分塔位可能处于地势较低处，塔基以上山坡汇水面积较大并可能对塔基造成汇流冲刷。工程建设过程中，对这部分塔基实施了浆砌石排水沟。排水沟断面尺寸为深×底宽×上口宽=0.6m×0.5m×0.7m，按 10 年一遇防洪标准设计，共布设排水沟 380m。排水沟衬砌厚度为 0.4m，排水沟砌筑工程量为 400m³。

三、塔基施工临时场地

塔基施工临时场地用于项目施工期间器材、材料及土石方临时堆放，布设于各塔基周边。缓地塔基施工临时场地分部于塔基周围约 3m 范围内，坡地、陡坡塔基施工临时场地分部于塔基上边坡 2m、下边坡 4m、两侧各 3m 范围内。

本项目每个塔基设置了一处塔基施工临时场地，共布设 40 处，占地面积 0.16hm²。

四、人抬道路区

本项目建设过程中因利用现有道路无法直达塔基布设点，项目建设所需的材

料采用人工以及骡马托运的方式运送至施工地点，因此，施工时采取人抬道路区方便人畜通行。经统计，全线新建宽 0.8m 的临时施工便道 7500m，占地面积 0.60hm²，施工结束后撒播草籽进行了植被恢复。

五、牵张场

线路工程导线、地线架设采用张力放线，施工过程中设置牵张场 3 处，包括牵引场和张力场，在架线过程中放置牵引机、张力机以及牵引和调整导线。牵张场布置在地势平坦、交通便利的位置，每个牵张场占地约 0.03hm²，面积 0.09hm²。

六、跨越施工临时场地

本工程线路沿途穿跨越 500kv 线路 1 次、110kv 线路 5 次、35kv 线路 4 次、10kv 线路 8 次、220v 线路 3 次、通信线 9 次、河流 1 次、普通公路 1 次、机耕道 3 次。跨越 10kV 及以下电力线路、通信线时采取暂停通电，降线的方式跨越架线；跨越普通公路采取暂停通车直接跨越架线；跨越普通河流采用人工牵线直接跨越架线；在跨越 35kV 及以上电力线路时，需架设支架辅助架线，将对占地区进行林木砍伐和场地清理，对地表造成扰动，需增设跨越施工临时占地。根据经验，跨越两边占地面积分别约 40m²，即每处跨越施工临时占地约 80m²。因此，本工程跨越施工临时占地面积约为 0.08hm²。

1.1.1.4 项目投资

本工程总投资 4700 万元，其中土建投资约 943 万元，资金来源为自筹。

1.1.1.5 建设工期

本工程建设时段为 2015 年 8 月至 2016 年 8 月，施工总工期为 13 个月，施工进度见表 1-4

表 1-4 施工进度表

工程内容	2015 年		2016 年		
	8~9 月	11~12 月	1~3 月	4~6 月	7~8 月
准备工作	—				
塔基工程				—	
铁塔工程				—	
架线工程		—	—	—	—
绿化工程	—				—

1.1.1.6 工程占地

工程总占地面积 1.13hm²(其中永久占地 0.19hm²，临时占地 1.04hm²)，占用

林地 1.13hm²。

1.1.1.7 土石方平衡

本项目土石方开挖总量约 0.35 万 m³，包括间隔扩建基础、塔基、排水沟、接地槽的开挖和表土剥离两部分，工程回填约 0.23 万 m³，全线产生弃土约 0.12 万 m³，弃土在塔基和塔基施工临时场地及临时场地占地范围内摊铺、压实处理，施工结束后进行表土回铺和植物措施，恢复原有植被。

表 1-5 工程实际土石方平衡表

单位：万 m³

分区	项目	开挖量	回填量	弃方	去向	
变电工程	间隔扩建区	10	4	6	3#张力场就近摊铺	
线路工程	塔基区	基础	1715	525	1190	塔基、塔基施工临时占地范围回铺处置
		表土	485	485	0	
		排水沟	91	30	61	
		接地槽	1081	1081	0	
	人抬道路区	150	150	0	半挖半填，就近摊铺	
合计		3532	2275	1257		

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

本工程地处甘孜州康定市，工程区区域地貌为四川盆地向川藏高原过渡的高中山，走向由东向西，地势总体为南低北高，线路沿线高程在 2100~3500m，相对高差 20~80m，地形坡度一般在 25~40°，局部山坡地段可达 60°。

1.1.2.2 水文气象

康定市属亚热带气候区，由于受青藏高原复杂地形的影响，境内呈现高原性气候和大陆性气候特征，属大陆性季风高原性气候，表现为空气干燥、气温较低、长冬无夏、春秋相连的特点。

本工程区属大渡河水系，区内地表水非常丰富，线路沿瓦斯河左岸山上走线，区内还有较多瓦斯河的大小支沟。本工程仅涉及跨越瓦斯河左岸的支沟雅拉沟，跨越点处塔位均在半山上，不受影响。

1.1.2.3 土壤植被

康定市土壤类型以潮土、褐土、棕壤、暗棕壤、亚高山草甸土、高山寒漠土

等为主，土壤面积占全县土地面积的 87.8%，其中潮土面积占土壤总面积的 0.27%，褐土面积占土壤总面积的 3.37%，棕壤面积占土壤总面积的 25%，暗棕壤面积占土壤总面积的 1.41%，棕色针叶林土面积占土壤总面积的 0.25%，亚高山草甸土面积占土壤总面积的 26.81%，高山草甸土面积占土壤总面积的 27.34%，高山寒漠土面积占土壤总面积的 5.64%，沼泽土面积占土壤总面积的 1.10%，石灰岩土面积占土壤总面积的 1.31%，石膏盐土面积占土壤总面积的 0.24%。工程区土壤类型以棕壤、暗棕壤为主，表层土厚度约 10~25cm。

经现场调查，工程区林草植被覆盖率达 70%，工程区分布的树种主要有川西云杉、岷江柏、高山栎、白桦、青杠、槭、漆树、椴榆、杜鹃、沙棘等，草有康巴披碱草、早熟禾。由于本工程线路走线位于山上，根据当地气候及降雨条件，工程区栽植灌木不易成活，因此，本方案植物措施仅考虑撒播种草，草种选用康巴披碱草和早熟禾。

1.1.2.4 项目区水土流失区划及容许水土流失量等

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部办公厅，办水保[2013]188 号）、《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）等文件，康定市未列入《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部办公厅，办水保[2013]188 号），属康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。区域内部分地段植被相对较好，水土流失以轻度、中度水力侵蚀为主。

依据《四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书（报批稿）》及《四川省水利厅关于四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书的批复》（川水函[2015]34 号），康定市处于西南土石山区，属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.1.2.5 地质地震

本工程区区域上处于巨型青藏滇缅印尼“歹”字型构造体系中部与龙门山构造接合部位，线路所在区域属南北向构造和北西向构造带，规模很大。路径附近区域地质构造主要包括鸡心梁子背斜、二郎山向斜、鲜水河断裂，其余断裂构造

距线路较远。

依据《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2001)确定线路工程区地震动峰值加速度大于等于 0.4g,相应的地震基本烈度大于等于IX度。地震反应谱特征周期为 0.4s,设计地震分组为第二组。

1.1.2.6 社会经济状况

康定龙洞水电站 220 千伏送出工程(以下简称“本工程”)位于甘孜州康定市境内,康定市幅员面积 11631.8km²,共有 5 个工委,3 个镇、18 个乡、235 个村。2013 年末,全县常住总人口 131138 人,其中:城镇人口 63860 人,乡村人口 67278 人。公安户籍总户数 32414 户,总人口 111627 人。其中:非农业人口 39548,农业人口 72079 人。其中:藏族 77082 人,占 69.1%;汉族 32889 人,占 29.5%;回族 811 人,占 0.7%,彝族 372 人,占 0.3%;其它民族 473 人,占 0.4%。

康定市 2013 年全市属生产总值达 22.9 亿元,增长 11.1%。其中:第一产业增加值 34728 万元,增长 5.7%;第二产业增加值 128978 万元,增长 11.4%;第三产业增加值 65235 万元,增长 13.1%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 7.2%、59.3%、33.5%,分别拉动经济增长 0.8 个百分点、6.6 个百分点、3.7 个百分点。人均地区生产总值达 29851 元,增长 13.7%。三次产业结构比重由上年的 14.1:57.6:28.3 调整为 15.2:56.3:28.5,其中第一、三产业比重分别比去年提高 1.1 个百分点和 0.2 个百分点。全市城镇化率达 48.7%,比上年提高 0.4 个百分点。全市城镇居民人均可支配收入 19160 元,增长 13.5%。在岗职工年平均工资 47298 元,增长 17%。农牧民人均纯收入 4303 元,比上年增收 917 元,增长 27.1%。全市城乡居民储蓄存款余额 275431 万元,增长 22.6%。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理情况

本项目为线型项目,建设过程中对原地貌造成一定扰动。因工程主要为工程管理部门负责,故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。

1.2.2 水土保持“三同时”制度落实情况

四川康定市金源实业有限公司由于工程进度等原因，康定龙洞水电站 220 千伏送出工程水土保持工作有一定滞后。但工程开工立项前委托了四川省西点电力设计有限公司编制完成了《四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书》，并于 2015 年 1 月取得了本方案的批复，为下一阶段水土保持工作开展提供了依据与前提条件。工程开工建设过程中，成立了环境保护领导小组，负责项目施工过程中生态环境保护问题。

2015 年 8 月，工程正式开工。工程开工前，建设单位完成监理单位、施工单位等相关单位招投标工作，确定由四川省岳池电力建设总公司承担本项目工程建设期间各水土保持项目施工任务，由四川新永一集团有限公司承担本项目工程建设期间的水土保持工程实施监理工作。

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

1、水土保持方案及后续设计与主体工程设计同步进行，在开工前编报了水土保持方案，并于 2015 年 1 月取得了水保批复。

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

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

1.2.3 水土保持方案编报及变更

2014 年 7 月，根据《中华人民共和国水土保持法》、《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》，四川康定市金源实业有限公司委托四川省西点电力设计有限公司编制该项目水土保持方案报告书。四川省西点电力设计有限公司于 2014 年 11 月按照相关规定编制完成了《四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书》（送审稿）。2014 年 12 月，四川省水土保持局在成都市主持召开了《四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书（送审稿）》的技术审查会，经讨论、审议后专家组对该项目的水土保持方案最终汇总整理形成了技术评审意见；编制单位根据评审意见，于 2014 年 12 月完成了《四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书》（报批稿）。

2015年1月，四川省水利厅以《四川省水利厅关于四川省瓦斯河龙洞水电站220kv送出工程水土保持方案报告书的批复》（川水函[2015]34号）对该项目的水土保持方案予以批复。

因主体工程为可行性研究阶段，该方案按可行性研究阶段深度进行编制。按照《开发建设项目水土流失防治标准》（GB 50434-2008）规定，工程执行建设类项目一级标准。依据批复的水土保持方案，水土流失防治责任范围为4.72hm²，建设区面积为2.03hm²，直接影响区面积2.69hm²。工程总投资为3936万元，其中水土保持总投资为81.20万元，水土保持补偿费4.06万元。

本项目水土保持方案是依据可研设计成果进行的编制、设计，随着后续项目设计、实施和现场实际情况的变化，主体工程和水土保持工程均有一定的设计调整、优化，并将水土保持纳入初步设计报告专章，对水土流失防治、环境保护等提出了具体设计要求。

本项目建设过程中建设地点、规模、设计内容等均没有发生重大变化，项目在实施过程中，主要是对各区域的局部进行了优化设计和实施，水土保持措施也相应进行了优化和实施。因此，本项目不涉及水土保持方案变更情况。

1.2.4 水土保持监测意见的落实情况

本项目水土保持监测单位入场后，建设单位积极配合水土保持监测组开展相关水土保持监测工作。

1.2.5 水土保持监督检查意见落实及重大水土流失危害事件处理情况

2015年4月，本项目线路前期踏勘、复测期间，康定市水务局下发《康定县水务局关于要求瓦斯河龙洞水电站220KV送出工程做好水土保持工作的通知》（康水务[2015]85号），要求建设单位按照已批复的水土保持方案，做好水土保持初步设计、施工图设计等后续设计，加强施工组织和管理，切实落实水土保持“三同时”制度。

康定金源实业有限公司作为工程的建设单位，积极主动和当地水行政主管部门取得联系，自觉接受四川省水土保持局、甘孜州水务局、康定市水务局等水行政主管部门的监督和检查，并积极进行沟通。目前，本项目已按要求落实相关水土保持措施设计及施工，并按要求缴纳水土保持补偿费。工程建设过程中，为发生重大水土流失危害事件。

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《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部令第 12 号）和《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（水利部，办水保[2015]139 号）等文件规定，本项目水土流失监测组于 2015 年 12 月提交了《康定龙洞水电站 220 千伏送出工程水土保持监测实施方案》。

本项目建设过程中，水土流失监测组按项目监测实施方案，于相关塔基设置监测点位，实施巡查、坡面侵蚀沟观测法等监测方法，对项目建设扰动面积、水土流失量、水土保持措施实施情况等进行了有效的监测。

1.3.2 监测项目部设置

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《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（水利部，办水保[2015]139 号）等文件规定，本项目建设单位于 2015 年 12 月委托本公司承担本项目水土流失监测工作。

本公司接受委托后，为保障本工程水土保持监测工作顺利开展，本单位组织水土保持、水文水资源、环境科学等专业知识强、业务水平高、监测经验丰富的人员成立该项目水土流失监测组，并于建设单位项目部设立水土流失监测现场办公室。同时，建设单位组织项目设计单位、施工单位及监理单位等相关单位对项目建设实际情况、设计情况等相关资料进行了技术交底。

本公司针对项目实际情况及公司业务能力，对本项目的水土保持监测工作任务十分重视，由公司技术总工直接领导该项目监测技术工作，对项目监测工作进行统筹安排。其中，本项目水土流失监测组分为领导小组、技术工作小组和后勤保障组。

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

结合施工特点，以塔基及塔基施工临时场地作为重点监测点进行监测；

（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，选取有代表性塔基及塔基

施工临时场地区域进行监测；

(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目前的实际情况，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监测点布设。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布设：

(1) 根据工程特点，重点监测工程建设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监测点布设。

(2) 针对工程建设过程中临时施工占地，监测中以巡查、调查为主，不设永久监测点；

(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。

(4) 针对项目的施工工艺情况，主要采取调查和巡查的监测方法。

1.3.3.3 监测点布设结果

结合项目情况，监测组进行现场踏查，确定本项目监测点 4 个。各监测点位监测方法以调查监测为主，巡查监测为辅等方式进行监测。具体布置见下表 1-6。

表 1-6 工程水土保持监测点布设情况汇总

监测区域	位置	数量	监测方法
塔基防治区	地形较陡处	1 (N32 塔基)	巡查
塔基施工临时场地防治区	地形较陡处	1 (N27 塔基)	巡查
其他施工临时场地防治区	地势较平坦处	1	巡查
人抬道路防治区	地势较平坦处	1	巡查
合计		4	

1.3.4 监测设施设备

根据监测实施方案，本项目水土流失监测设施设备包括手持式 GPS、数码照相机、数码摄像机等。本项目建设过程中，按监测实施方案实施相关水土流失监测工作，并使用手持式 GPS、数码照相机、数码摄像机、测距仪、钢卷尺等相关水土流失监测设施设备。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	植被样方		个	2	用于调查植被生长情况
二	设备				
3	手持式 GPS	麦哲伦 Triton	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
4	罗盘、塔尺		套	1	用于测量坡度
5	数码照相机		台	1	用于监测现场的图片记录
6	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录

1.3.5 监测技术方法

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：

$$D = fe / fd$$

$$C = f / F$$

式中：D—林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C—林（或草）植被覆盖度，%；

fd——样方面积，m²；

fe——样方内树冠（草冠）垂直投影面积，m²。

f——林地（或草地）面积，hm²；

F——类型区总面积，hm²。

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。

1.3.6 监测成果提交情况

本项目水土流失监测组针对该项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工。工作过程中，采取定期和不定期的方式到现场进行定位监测和调查监测，随时掌握施工过程中水保措施开展情况，加强监督和管理，并及时获取监测总站及水利部和水土保持监测中心关于开发建设项目水土保持监测的通知要求，以便及时获取水土保持监测工作最新信息和技术。

2015年12月至2016年8月，监测组对工程建设过程的土石方开挖和进度进行调查，核实了各监测塔基位置的径流汇水面积，同时对工程建设过程中的工程措施、植物措施进行了调查监测，完成了全区的水土保持措施实施情况的调查监测，确保了水土保持措施的实施。

2016年9月至2017年8月，为自然恢复期，工程在已实施的水保措施的基础上，对自然恢复期的植被恢复效果进行了调查监测，对恢复效果较差塔基、道路等区域提出了补植植物措施的要求。

工程建设过程中，共编制监测实施方案1份，监测季报5份，监测年报2份，监测记录表10份。同时，本公司水土流失监测组向建设单位及时提交了相关资料。

2.监测内容与方法

2.1 扰动土地情况

根据项目水土流失监测实施方案,根据现场监测结果,本项目建设过程中扰动土地面积约 1.13hm²,用地扰动土地类型为林地、草地等。本项目建设过程中,扰动土地面积、类型,及相应水土流失监测频次与方法见表 2-1。

表 2-1 项目各年度扰动面积监测表 单位: hm²

项目组成	扰动面积	用地类型			监测频次	监测方法
		林地	草地	公共管理与公共服务用地		
间隔扩建区	0.01	0.00	0.00	0.01	每月 1 次	实地量测
塔基防治区	0.19	0.16	0.03	0.00		
塔基施工临时占地区	0.16	0.06	0.10	0.00		
其他施工临时占地区	0.17	0.08	0.09	0.00		
人抬防治区	0.60	0.10	0.50	0.00		
小计	1.13	0.40	0.72	0.01	/	/

2.2 取料(土、石)、弃渣(土、石、矸石、尾矿等)

本项目建设过程中土石方开挖总量约 0.35 万 m³,包括间隔扩建基础、塔基、排水沟、接地槽的开挖和表土剥离两部分,工程回填约 0.23 万 m³,全线产生弃土约 0.12 万 m³,弃土在塔基和塔基施工临时场地及临时场地占地范围内摊铺、压实处理,最终无弃方产生。

项目建设过程中在充分利用工程开挖土石方回填的前提下,未对外取料、弃土。

2.3 水土保持措施

2.3.1 监测内容

根据 SL277-2002《水土保持监测技术规程》及《四川省水利厅关于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》等相关文件相关规定,本项目水土保持措施监测内容见表 2-2、表 2-3。

表 2-2 项目工程措施监测内容一览表

措施名称	开、完工时间	位置	工程量		运行状况	备注
铺碎石	2016年3月~2016年4月	间隔扩建区	m ²	30	良好	主体设计
浆砌石排水沟砌筑	2016年3月~2016年4月	塔基防治区	m ³	51.5	良好	已有
扩散段排水沟	2016年2月~2016年4月		m ³	6.6	良好	水保方案 新增
装土草袋	2015年8月~2016年3月		土方 m ³	69	良好	
表土剥离	2015年8月~2016年3月		m ³	285	良好	

措施名称	开、完工时间	位置	工程量		运行状况	备注
绿化覆土	2016年1月~2016年4月		m ³	285	良好	
土地整治	2016年1月~2016年4月		hm ²	0.18	良好	
装土草袋	2015年8月~2016年3月	塔基施工临时占地区	土方 m ³	185	良好	
土地整治	2016年1月~2016年4月		hm ²	0.16	良好	
土地整治	2016年3月~2016年4月	其他施工临时占地区	hm ²	0.17	良好	
土地整治	2016年4月~2016年8月	人抬防治区	hm ²	0.6	良好	
小计	/	/	/	/	良好	/

表 2-3 项目植物措施监测内容一览表

措施名称	开、完工时间	位置	工程量		运行状况	备注
撒播草籽	2016年3月~2016年6月	塔基防治区	hm ²	0.18	良好	水保方案新增
撒播草籽	2016年3月~2016年6月	塔基施工临时占地区	hm ²	0.16	良好	
撒播草籽	2016年3月~2016年6月	其他施工临时占地区	hm ²	0.17	良好	
撒播草籽	2016年3月~2016年6月	人抬防治区	hm ²	0.6	良好	
小计	/	/	/	/	良好	/

2.3.2 监测频次与方法

根据 SL277-2002《水土保持监测技术规程》的规定，为保证监测数据的科学性和准确性，提高监测工作效率，本工程水土保持监测主要采用调查监测和巡查监测。

2.3.2.1 监测时段

按照《开发建设项目水土保持技术规范》对水土保持监测的基本要求及《水土保持监测技术规程》等技术规程的要求，项目水土保持监测时段应该从施工准备期前开始，至设计水平年结束。分为：施工准备期前、施工期（包括施工准备期）、设计水平年（水土保持措施运行期）。

依据原批复的水保方案，施工开始至设计水平年监测时段为 23 个月，工程实际施工时间为 2015 年 8 月至 2016 年 8 月，依据原批复的水保方案及本项目实际，本工程的监测时段为 2015 年 8 月到 2017 年 8 月，共计 25 个月。其中 2015 年 8 月至 2016 年 8 月为施工期，2016 年 9 月至 2017 年 8 月为自然恢复期。

2.3.2.2 监测频次

建设单位委托监测后，监测单位按照工程建设进度及工程施工进度情况合理安排工程监测频次。

(1) 监测总频次

本工程水土保持监测采取地面观测和其他监测方法结合的方法,通过对有代表性地区设置固定监测点、其余区域定期巡查的方式进行监测。根据《水土保持监测技术规程》等相关监测规范要求并结合工程特点,本项目施工期每月监测1次,计20次,以调查监测为主,自然恢复期每季度监测一次,计4次。包括地面观测、调查监测、巡查。

(2) 地面观测频次

依据原批复的水保方案,项目区雨季为7月~9月。本项目建设时段内部分施工项目位于雨季内,地面观测主要集中在工程建设期的雨季,同时根据《水土保持监测技术规程》要求,遇到 $R_{24h} \geq 50\text{mm}$ 降雨后追加1次,共监测5次;植被恢复期每季度监测1次,共4次;地面监测合计9次。

(3) 调查监测频次

调查监测依据调查内容具体确定,其中林草植被生长状况样地调查种草后20天检查成活情况。

(4) 巡查频次

巡查为不定期监测,贯穿整个监测过程,以保证及时提出预防水土流失建议。

2.3.2.3 监测方法

一、调查监测

调查监测是指定期采取全线路抽样调查的方式,通过现场实地勘测,结合1:5000地形图、照相机、标杆、尺子等工具,测定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(特别是堆土和开挖面坡长、坡度、岩土类型)及水土保持措施(拦挡工程、护坡工程、土地整治等)实施情况。

1、植被监测

(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。

因各塔基扰动面积有限,同时工程所在的地理环境属于中高山地貌,建设环境气温较低,树种成活率极低,因此项目不采取种植乔木措施。

(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：

$$D = f_e / f_d \qquad C = f / F$$

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 。

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、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、其它调查监测

(1) 水土流失影响因子监测

对项目区的地形地貌、气象、水文、植被、土壤类型，土地利用类型和社会经济因子，通过《水土保持方案报告书》及查阅相关资料获取。

土壤因子监测内容有土壤类型以及土壤理化性质（主要是土壤容重）。

(2) 水土流失防治动态监测

A 土壤流失状况

土壤侵蚀类型、形式及影响土壤侵蚀主要因子，土壤侵蚀强度结合现场实地监测参照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

B 水土保持措施防治效果监测

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。

二、巡查

巡查主要是对各防治区进行全面监测，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，塔基斜坡面是否存在较大汇水面积会形成较大径流对风机形成冲刷；巡查工程建设造成水土流失对周边环境的影响程度。

2.4 水土流失情况

2.4.1 水土流失面积

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。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，因塔基扰动面积小，对周边无明显影响，因此工程水土流失监测不对直接对直接影响区进行监测。

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、施工进度采用 GPS、皮尺等监测仪器进行实地核算，进行面积测量。

2.4.2 土壤流失量

针对各个防治分区、不同地表扰动类型的水土流失特点，采用调查监测、实地量测、资料分析等方法进行综合分析土壤流失面积、土壤流失量、弃渣和水土流失危害等内容。调查监测和实地量测依据工程现场实际情况，采用侵蚀沟样方测量法进行多点位、多频次监测，经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。

(1) 水土流失因子

采用资料收集方式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资料分析和调查监测，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。

2.4.3 水土流失危害

水土流失危害具有监测对象及时间不确定等特点，水土流失监测工作需根据实际情况及监测目的进行目的性监测。为对项目建设过程中水土流失危害进行监测，本项目监测小组按每月 1 次的监测频次，并采取临时监测的监测方法对项目水土流失危害情况进行监测。

临时监测内容包括土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积，根据施工现场的施工时间、施工方式以及已形成的水土流失危害时间，向建设单位提出监测意见，说明可能发生水土流失危害事件的区域、时间以及需要处理的位置，并对已造成的水土流失事件提出处理意见。

本项目设计单位依据地形条件合理设计高低脚塔基，避免了对原地面的大面积扰动。同时，项目周边无大汇水面积，未会对塔基形成严重冲刷。通过相关单位优化设计及施工组织，项目建设过程中未发生重大水土流失事件，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。

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 水土流失防治责任范围

3.1.1.1 水土保持方案设计

根据《四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书（报批稿）》及《四川省水利厅关于四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书的批复》（川水函[2015]34 号），本工程的防治责任范围 4.72hm²，其中项目建设区 2.03hm²，直接影响区 2.69hm²。方案报告书确定的工程水土流失防治范围详见表 3-1。

表 3-1 原水土保持方案确定水土流失防治责任范围一览表 单位：hm²

分区	原方案确定防治责任范围 (hm ²)			备注
	项目建设区	直接影响区	小计	
间隔扩建区	0.01	/	0.01	根据川水函[2014]1723号不计列直接影响区，线路及塔基优化，严控施工扰动范围
塔基防治区	0.39	/	0.39	
塔基施工临时场地防治区	0.67	0.64	1.31	
其他施工临时场地区	0.16	0.05	0.21	
人抬道路区	0.80	2.00	2.80	
合计	2.03	2.69	4.72	

3.1.1.2 监测的水土流失防治责任范围

根据监测、及现场实地勘查，工程建设扰动原始地貌范围为间隔扩建区、塔基防治区、塔基施工临时场地区、其他施工临时场地区和人抬道路区共 5 个区域，共计扰动面积 1.13hm²，其中永久占地面积 0.19hm²，施工临时占地面积 0.94hm²。工程建设期水土流失防治责任范围面积及变化情况见表 3-2。

表 3-2 防治责任范围监测表 单位：hm²

防治分区	防治责任范围		
	建设期	运行期	
项目建设区	间隔扩建区	0.01	/
	塔基防治区	0.19	0.19
	塔基施工临时占地区	0.16	/
	其他施工临时占地区	0.17	/
	人抬防治区	0.60	/
	小计	1.13	0.19

3.1.1.3 防治责任范围变化及原因

本项目原方案确定及项目监测的防治责任范围变化情况详见表 3-3。

表 3-3 防治责任范围监测表 单位: hm^2

序号	分区	防治责任范围							
		水保方案设计			监测结果		增减情况		
		小计	项目建 设区	直接影 响区	小计	项目建 设区	小计	项目建 设区	直接影 响区
1	间隔扩建区	0.01	0.01	/	0.01	0.01	-0	0	/
2	塔基防治区	0.39	0.39	/	0.19	0.19	-0.20	-0.20	/
3	塔基施工临时场 地防治区	1.31	0.67	0.64	0.16	0.16	-1.15	-0.51	-0.64
4	其他施工临时占 地防治区	0.21	0.16	0.05	0.17	0.17	-0.04	+0.01	-0.05
5	人抬防治区	2.80	0.80	2.00	0.60	0.60	-2.20	-0.20	-2.00
合计		4.72	2.03	2.69	1.13	1.13	-3.59	-0.90	-2.69

本工程为小型工程，对周边环境无影响，依据《四川省水利厅关于印发〈四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定〉的函》（川水函[2014]1723号），直接影响区面积不计。根据现场实地勘查，建设期实际扰动面积 1.13hm^2 ，其中永久占地面积 0.19hm^2 ，施工临时占地面积 0.94hm^2 。建设区实际水土流失防治责任范围较水土保持方案估列面积减少了 3.59hm^2 ，本工程验收评估范围为 1.13hm^2 。主要原因如下：

（1）线路塔基位置进行优化调整，塔基数量由 47 基减少为 40 基，同时优化了塔基设计，占地面积由 0.39hm^2 减少为 0.19hm^2 。

（2）线路工程导线、地线架设采用张力放线，施工过程中设置牵张场 3 处，其中牵力场 1 处、张力场 2 处。牵张场布置在地势平坦、交通便利的位置，每个牵张场占地约 0.03hm^2 ，面积 0.09hm^2 。

经线路调整后，本项目线路工程跨越 35kV 及以上电力线路 10 次，跨越施工临时场地占地约 $80\text{m}^2/\text{次}$ ，相应的占地由 0.07hm^2 增加为 0.08hm^2 。

由此其他施工临时占地防治区建设区面积增加 0.01hm^2 。

（3）本工程线路除利用现有的道路外，到塔基位置道路随塔基位置调整发生变化。根据施工图阶段现场调查，在可研设计阶段水土保持方案中设置了施工道路 10km ，对施工有一定难度，因此施工道路随着塔基进行局部微调，同时，由于塔基数量减少，项目施工人抬道路长度减少为 7.5km ，占地面积由 0.80hm^2

减少为 0.60hm²。

综上，本项目防治责任范围变化合理。

3.1.2 背景值监测

根据相关资料，本项目建设内容未包含弃渣量大于 50 万 m³ 的大型弃渣场、取料量超过 10 万 m³ 的大型取料场相关建设布设。项目建设过程中，相关区域开挖填筑面未超过 2000m²，及开挖填筑高度未超过 30m。本项目建设过程中，塔基施工通过高低腿设计消除场地高差，塔基施工临时场地、其他施工临时场地等临时场地选择通过就近选择平整场地进行布设，对场地继续基本整平，未进行扰动强度较大的开挖填筑施工。

3.1.3 建设期扰动土地面积

本工程于 2015 年 8 月开始动工，各塔基为依次施工，2015 年施工塔基 25 座，2016 年施工塔基 15 座。根据监测、及现场实地勘查，工程建设扰动原始地貌范围为间隔扩建区、塔基防治区、塔基施工临时场地区、其他施工临时场地区和人抬道路区共 5 个区域，共计扰动面积 1.13hm²，其中永久占地面积 0.19hm²，施工临时占地面积 0.94hm²，工程各年度扰动土地面积情况见表 3-4。

表 3-4 项目各年度扰动面积监测表 单位: hm²

防治分区		扰动面积		
		合计	2015	2016
项目建设区	间隔扩建区	0.01	0.00	0.01
	塔基防治区	0.19	0.12	0.07
	塔基施工临时占地区	0.16	0.10	0.06
	其他施工临时占地区	0.17	0.11	0.06
	人抬防治区	0.60	0.38	0.22
	小计	1.13	0.71	0.42

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，塔基混凝土浇筑材料通过合法料场提供，未设置取料场。

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 220kv 送出工程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 220kv 送出工程水土保持

方案报告书的批复》(川水函[2015]34号),本项目土石方开挖总量 4803m³,包括塔基、排水沟、接地槽的开挖和表土剥离两部分,工程回填 2347m³,利用方 585 m³,全线产生余土 1871m³,余土在塔基和塔基施工临时场地占地范围内摊铺、压实处理,施工结束后进行表土回铺和植物措施,恢复原有植被。

3.2.3 弃土量监测结果

工程实际挖方量为约 0.35 万 m³,回填量约 0.23 万 m³,弃土量约 0.12 万 m³,土石方均在塔基周围平摊,后期绿化。

3.4 土石方流向监测结果

本工程土石方开挖量按原设计方案实施,主要来自塔基基础的开挖和回填,排水沟的开挖等。全线弃土约 0.12 万 m³,单个塔基平均弃土量约 31m³。土石方全部平摊于塔基基础以及塔基施工临时占地范围回铺处置,项目建设过程中土石流向监测结果见表 3-5。

表 3-5 土石方情况监测表

分区	项目	开挖量	回填量	弃方	去向	
变电工程	间隔扩建区	10	4	6	3#张力场就近摊铺	
线路工程	塔基区	基础	1715	525	1190	塔基、塔基施工临时占地范围回铺处置
		表土	485	485	0	
		排水沟	91	30	61	
		接地槽	1081	1081	0	
	人抬道路区	150	150	0	半挖半填,就近摊铺	
合计		3532	2275	1257		

3.5 其他重点部位监测结果

本项目建设过程中,塔基施工通过高低腿设计消除场地高差,塔基施工临时场地、其他施工临时场地等临时场地选择通过就近选择平整场地进行布设,对场地继续基本整平,未进行扰动强度较大的开挖填筑施工。

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 监测方法

主要以查阅方案设计资料，施工单位施工资料、工程监理资料和监测实际核实情况确认措施数量。

4.1.2 监测结果

工程措施中，采用表土剥离方式对可剥离区域进行剥离，在需要实施浆砌石排水沟塔基区域布设排水沟。

表 4-1 工程措施变化表

防治区域	分区防治措施	单位	方案设计工程量	实际实施工程量	增减	备注
间隔扩建区	铺碎石	m ²	30	30	0	按设计实施
塔基区	浆砌石排水沟砌筑	m ³	400	51.5	-348.5	按设计方案实施，由于塔基数量减少及线路优化，实际仅实施两基施工，实施量减少
	扩散段排水沟	m ³	50	6.6	-43.4	
	装土草袋	土方 m ³	149	69	-80	按设计方案实施，覆土数量及面积减少，防护措施量随之减少
		草籽 kg	14.9	6.9	-8	
	表土剥离	m ³	585	285	-300	按设计方案实施，剥离厚度
	绿化覆土	m ³	585	285	-300	按设计实施，剥离面积、绿化覆土量及土地整治面积由于塔基数量减少及塔基扰动面积建设而减少
土地整治	hm ²	0.38	0.18	-0.2		
塔基施工临时占地区	装土草袋	土方 m ³	219	185	-34	按设计方案实施，覆土数量及面积减少，防护措施量随之减少
		草籽 kg	21.9	18.5	-3.4	
	土地整治	hm ²	0.67	0.16	-0.51	按设计方案实施，塔基数量减少并严控施工范围，扰动面积减少
其他施工临时占地区	土地整治	hm ²	0.16	0.17	0.01	按设计方案实施，塔基数量减少并严控施工范围，扰动面积减少
人抬道路区	土地整治	hm ²	0.8	0.6	-0.2	按设计方案实施，塔基数量减少并严控施工范围，扰动面积减少

4.1.2.1 间隔扩建区

工程建设完成后，对非建筑压覆区域按原方案设计实施铺碎石措施。既达到了降水蓄渗的目的，也避免了土石方裸露造成的水土流失威胁，起到了良好的水土保持功能。

4.1.2.2 塔基防治区

1、浆砌石排水沟

工程建设过程中，依据设计和实际情况在两处存在较大汇水面积的区域布置了浆砌石排水沟，排水沟进行砂浆抹面，总共实施量为 54m，实施时间为 2016 年 3 月。

2、表土剥离

表土剥离依据各塔基建设时序，在施工前进行剥离，剥离厚度约 20cm，剥离面积共计 0.19hm²，在塔基施工临时防治区进行对放，待施工结束后进行绿化覆土。

3、绿化覆土

单个塔基施工结束后，将场地进行整理，并将开挖的土平摊于塔基及其周围，然后将表土覆盖于其上，轻轻踩压，使其有利于植被生长。

4、装土草袋

项目建设过程中，为控制施工扰动范围，减弱摊铺于本区域的松散土石方水土流失情况，本项目施工单位按照原水保方案设计要求，将部分土方装入土袋，并按要求码放于塔基开挖下边坡。土袋内按照 0.1kg/m³ 的比例装入草籽，共装土袋 1000 个，装土方量 69m³，混装草籽 6.9kg。

5、土地整治

施工结束后，对场地采用人工方式进行土地整治，包括平整土地、翻地、碎土（耙磨）等，共整治土地 0.18hm²。

4.1.2.3 塔基施工临时防治区

1、装土草袋

项目建设过程中，为控制施工扰动范围，减弱摊铺于本区域的松散土石方水土流失情况，本项目施工单位按照原水保方案设计要求，将部分土方装入土袋，

并按要求码放于塔基开挖下边坡。土袋内按照 $0.1\text{kg}/\text{m}^3$ 的比例装入草籽，共装土袋 2500 个，装土方量 185m^3 ，混装草籽 18.5kg。

2、土地整治

施工结束后，对场地采用人工方式进行土地整治，包括平整土地、翻地、碎土（耙磨）等，共整治土地 0.16hm^2 。

4.1.2.4 其他施工临时占地区

1、土地整治

施工结束后，对场地采用人工方式进行土地整治，包括平整土地、翻地、碎土（耙磨）等，共整治土地 0.17hm^2 。

4.1.2.5 人抬道路区

1、土地整治

施工结束后，对场地采用人工方式进行土地整治，包括平整土地、翻地、碎土（耙磨）等，共整治土地 0.60hm^2 。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 监测方法

采用调查方式进行。

4.2.2 监测结果

通过查阅资料核实工程设计植物措施面积实施植物措施恢复面积 2.01hm^2 ，实施绿化面积 1.11hm^2 。

表 4-2 实施植物措施变化表

序号	分区防治措施	方案设计工程量		实际实施工程量		增减	备注
		单位	工程量	单位	工程量		
塔基区	撒播草籽	hm^2	0.38	hm^2	0.18	-0.2	线路优化及塔基数量减少，建设区占地面积减少
		kg	30.4	kg	14.4	-16	
塔基施工临时占地区	撒播草籽	hm^2	0.67	hm^2	0.16		线路优化及塔基数量减少，建设区占地面积减少
		kg	30.4	kg	12.8	-17.6	
其他施工临时占地区	撒播草籽	hm^2	0.16	hm^2	0.17		线路优化及塔基数量减少，建设区占地面积减少
		kg	30.4	kg	13.6	-16.8	
人抬道路区	撒播草籽	hm^2	0.8	hm^2	0.6		线路优化及塔基数量减少，建设区占地面积减少
		kg	30.4	kg	48	17.6	

从表 4-2 可知，实施的植物措施较设计减少，变化原因主要为塔基数量减少，导致占地面积减少，土石方工程量减小，因此相应的措施数量也减少。

4.2.2.1 塔基防治区

工程在塔基施工结束，进行绿化覆土，然后撒播草籽进行绿化，依据原批复的方案，结合现场周边环境调查和咨询当地农业局，采用的植物主要为当地乡土植物，以康巴披碱草为主，并结合周边自然植被的自然恢复力进行恢复。撒播草籽数量为 14.4kg，面积为 0.18hm²。

4.2.2.2 塔基施工临时场地防治区

塔基施工临时场地防治区和塔基防治区在场地整治后均同时进行了撒播草籽的方式进行绿化。实施时间均在完成后立即进行植物措施。主要的实施时间集中在 2016 年 3 月，后期根据植被恢复情况，于 2017 年进行了补播。

4.2.2.3 其他施工临时占地防治区

其他施工临时占地防治区包括牵张场及跨越施工临时占地区等，工程在施工结束后进行土地整治，然后进行撒播草籽，撒播面积为 0.17hm²，撒播量为 13.6kg。

4.2.2.4 人抬道路防治区

人抬道路区对原地貌扰动较小，工程在施工结束后进行土地整治，然后进行撒播草籽。撒播面积为 0.60hm²，撒播量为 48kg，撒播草籽时间为 2016 年 5~6 月。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 监测方法

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。

4.3.2 监测结果

临时措施中对剥离的表土进行防护，增加土袋挡墙措施和塑料布覆盖措施，取消原来因剥离草皮和腐殖质而设置的临时措施。

表 4-3 临时措施变化表

序号	分区防治措施	方案设计工程量		实际实施工程量		增减	备注
		单位	工程量	单位	工程量		
间隔扩建区	密目网	m ²	50	m ²	50	0	按照方案设计实施
塔基施工临时占地	密目网	m ²	2350	m ²	2000	-350	线路优化及塔基数量减少,土石方工程量减小,防护措施相应减小
	防护网	m ²	540	m ²	40	-500	

工程施工过程中基本按方案设计实施了临时防护措施,而塔基防治区建设位置较平缓,不会对周边植被造成破坏,因此减少实施防护网。

4.3.2.1 间隔扩建区

基础开挖产生松散土石方,临时堆放于场地内。为避免大风吹扬及雨水击溅,按原方案设计实施密目网遮盖措施。

4.3.2.2 塔基施工临时占地防治区

因各塔基所处地势比较平缓,位于陡边坡的塔基均采用了高低脚方式进行施工,工程开挖过程中无石块下滑,不会对周边植被造成破坏,因此减少实施防护网措施。同时,由于塔基数量减少,塔基施工面积减少,临时堆土减少,实施措施数量减少。

4.4 水土保持措施防治效果

工程于 2015 年 8 月至 2016 年 3 月施工完成,工程建设过程中对塔基扰动小,集中在枯水期,因此,施工期未造成大量水土流失。在植被恢复期,经过植被的自然恢复,裸露地表逐渐被植被覆盖,开挖扰动地表逐渐稳定,水土流失强度减少。经过统计分析,六项指标均达到水土流失防治一级标准,各指标值分别为:扰动土地整治率达到 97.17%,水土流失总治理度为 97.30%,土壤流失控制比 1.03,拦渣率 99%,林草植被恢复绿 99.09%,林草覆盖率 76.72%。

表 4-4 水土保持措施监测表

分区	措施类型	措施名称	单位	方案规模	实际完成	增减
				数量	数量	
间隔扩建区	工程措施	铺碎石	m ²	30	30	0
	临时措施	密目网	m ²	50	50	0
塔基防治区	工程措施	浆砌石排水沟砌筑	m ³	400	51.5	-348.5
		扩散段排水沟	m ³	50	6.6	-43.4
		装土草袋	土方 m ³	149	69	-80
		表土剥离	m ³	585	285	-300
		绿化覆土	m ³	585	285	-300

分区	措施类型	措施名称	单位	方案规模	实际完成	增减
				数量	数量	
	植物措施	土地整治	hm ²	0.38	0.18	-0.2
		撒播草籽	hm ²	0.38	0.18	-0.2
塔基施工临时场地防治区	工程措施	装土草袋	土方 m ³	219	185	-34
		土地整治	hm ²	0.67	0.16	-0.51
	临时措施	密目网	m ²	2350	2000	-350
		防护网	m ²	540	40	-500
植物措施	撒播草籽	hm ²	0.67	0.16	-0.51	
其他施工临时占地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.16	0.17	0.01
	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.16	0.17	0.01
人抬道路区	工程措施	土地整治	hm ²	0.8	0.6	-0.2
	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.8	0.6	-0.20

4.4.1 间隔扩建区

工程建设完成后，对非建筑压覆区域按原方案设计实施铺碎石措施。同时，对临时堆放土方实施了密目网遮盖措施。适量工程措施及临时措施的实施，既达到了降水蓄渗的目的，也避免了土石方裸露造成的水土流失威胁，起到了良好的水土保持功能。



图 4-1 间隔扩建区实施效果

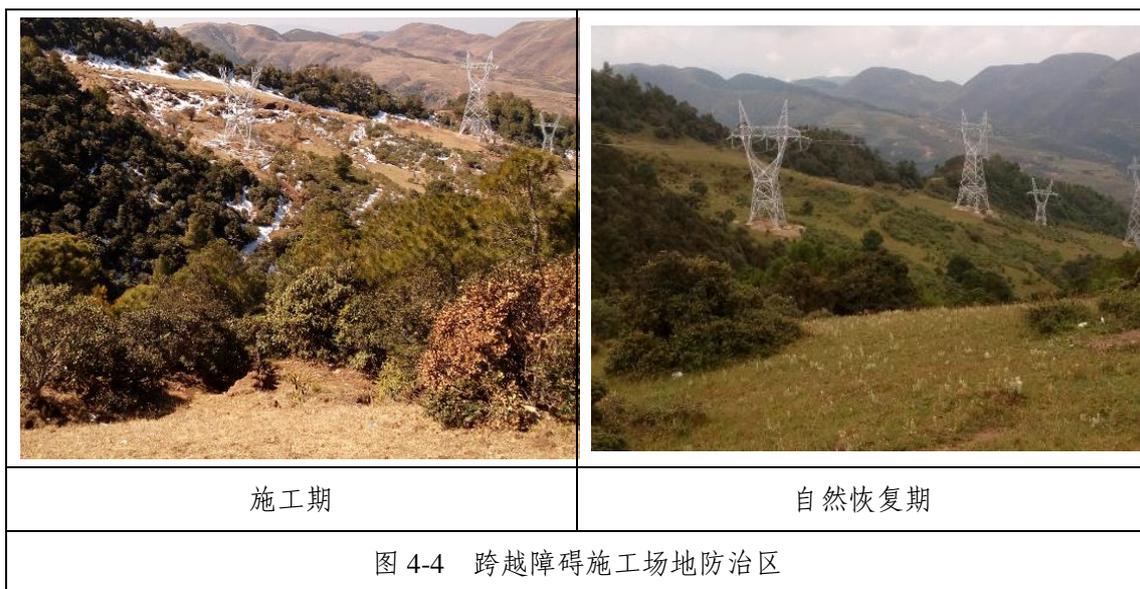
4.4.2 塔基防治区和塔基施工防治区



塔基防治区、塔基施工临时防治区两区域施工场地紧密相连，按原方案设计对塔基实施表土剥离、绿化覆土措施，对施工迹地实施撒播草籽措施，目前恢复良好。同时，针对部分塔基（N22、N23）实施堡坎、部分塔基（N27、N29）实施浆砌石排水沟。

4.4.2 其他施工临时占地区





施工完成后，对场地进行整治。施工结束后采用撒播草籽方式进行绿化，恢复效果良好，绿化面积 0.17hm²。

4.4.3 人抬道路区



施工便道采用撒播草籽绿化，因施工便道作为检修道路，市场扰动，部分地面恢复效果一般，需加强后期维护，减少水土流失。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

工程建设过程中，因对原始地表的扰动，造成新增水土流失。工程施工集中在枯水期，采用逐个塔基依次施工的方式进行，受施工进度和作业面的影响，不同时期对工程造成扰动的原地面积不同，各年度对原地面造成的破坏面积也不一致，已形成的裸露地表面积也不同。随着时间的推移，工程施工破坏造成的新增水土流失面积逐渐增大。其中施工期分为两个年度，即 2015 年 8~12 月和 2016 年 1~8 月，自然恢复期为 2016 年 9 月之后，本次主体监测自然恢复期为 2016 年 9 月~至 2017 年 8 月。因项目区自然环境较为严峻，且工程完工后已过雨季，植被自然恢复较慢，2017 年植被恢复良好。各年度水土流失面积见表 5-1。

表 5-1 各阶段水土流失面积一览表 单位: hm^2

阶段	防治分区	扰动面积	流失面积	备注
2015 年 8 月至 2016 年 3 月（施工期）	间隔扩建区	0.01	0.01	临时占地移交后水土流失防治责任由接收方承担
	塔基防治区	0.19	0.19	运行期建设单位承担永久征地范围内水土流失防治责任
	塔基施工临时占地区	0.16	0.16	
	其他施工临时占地区	0.17	0.17	
	人抬道路防治区	0.60	0.60	
	小计	1.13	1.13	
2016 年 4 月至 2017 年 3 月（自然恢复期）	间隔扩建区	0.00	0.00	
	塔基防治区	0.19	0.19	
	塔基施工临时占地区	0.00	0.00	临时占地移交后水土流失防治责任由接收方承担，同时人抬道路区作为项目检修道路。
	其他施工临时占地区	0.00	0.00	
	人抬道路防治区	0.00	0.00	
	小计	0.19	0.19	

依据《四川省水利厅关于印发〈四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定〉的函》（川水函[2014]1723 号），直接影响区面积不计。依据工程进度，工程从炉城镇喇嘛咀龙洞水电站对应间隔出线后开始，止于榆林乡赵家坪榆林 220kV 变电站，共建 40 基铁塔。2015 年完成了约 22 个塔基的施工，2016 年完成余下 18 个塔基施工。

5.2 土壤流失量

5.2.1 各阶段土壤流失量

项目建设准备期前期水土流失量及为项目施工前未扰动时期水土流失量及为项目的原生水土流失量，工程建设工期及自然恢复期共计 2.08 年。通过调查和查阅相关资料，项目区原地貌土壤侵蚀模数约 2213t/km².a。原生土壤侵蚀量推算表见下表 5-2 和 5-3。

表 5-2 原生土壤侵蚀量模数确定表

地面类型	坡度(°)	植被覆盖度(%)	测量总面积(m ²)	样地数	土壤侵蚀体积(m ³)	土壤侵蚀容重(t/m ³)	调查时段	侵蚀模数(t/km ² .a)	侵蚀强度
灌木林地	8~15	60~75	100	2	0.119	1.34	1	1600	轻度
	15~25	60~75	100	2	0.138	1.45	1	2000	轻度
	25~35	60~75	100	2	0.185	1.51	1	2800	中度
其他林地	8~15	60~75	100	2	0.115	1.56	1	1800	轻度
	15~25	60~75	100	2	0.126	1.74	1	2200	轻度
	25~35	60~75	100	2	0.168	1.79	1	3000	中度

表 5-3 原生土壤侵蚀量

序号	占地分区	占地类型	面积(hm ²)	坡度(°)	植被覆盖度(%)	侵蚀强度	平均侵蚀模数(t/km ² .a)	年流失量(t/a)
1	间隔扩建区	公共设施用地	0.01	/	/	微度	200	0.02
2	塔基区	灌木林地	0.02	8~15	60~75	轻度	1600	0.32
		灌木林地	0.03	15~25	60~75	轻度	2000	0.6
		灌木林地	0.04	25~35	60~75	中度	2800	1.12
		其他林地	0.04	8~15	60~75	轻度	1800	0.72
		其他林地	0.03	15~25	60~75	轻度	2200	0.66
		其他林地	0.03	25~35	60~75	中度	3000	0.9
		小计	0.19	/	/	/	2274	4.32
3	塔基施工临时场地	灌木林地	0.05	8~15	60~75	轻度	1600	0.8
		灌木林地	0.06	15~25	60~75	轻度	2000	1.2
		灌木林地	0.03	25~35	60~75	中度	2800	0.84
		其他林地	0.02	15~25	60~75	轻度	2200	0.44
		小计	0.16	/	/	/	2050	3.28
4	人抬道路区	灌木林地	0.05	15~25	60~75	轻度	2000	1
		其他林地	0.07	15~25	60~75	轻度	2200	1.54
		其他林地	0.05	25~35	60~75	中度	3000	1.5
		小计	0.17	/	/	/	2376	4.04
5	其他施工临时	灌木林地	0.2	8~15	60~75	轻度	1600	3.2
		其他林地	0.4	8~15	60~75	轻度	1800	7.2

序号	占地分 场地	占地类型	面积	坡度(°)	植被覆盖	侵蚀强	平均侵蚀模	年流失
		小计	0.6	/	/	/	1733	10.4
6	合计		1.13	/	/	/	1952	22.06

5.2.2 工程建设过程土壤流失量

5.2.2.1.土壤侵蚀模数计算

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

本工程按照水土流失监测分区划分。通过查阅施工资料及过程建设过程中影像资料等,并采用重点观测点观测、水土流失样地抽样调查等方式,结合《土壤侵蚀分类分级标准》,分别得出2015年、2016年和2017年的水土流失面积和水土流失量。

表 5-4 施工期水土流失样地随机调查情况表

监测点	测量总面积(m ²)	样地数	地面组成物质	土壤侵蚀体积(m ³)	土壤侵蚀容重(t/m ³)	调查时段	侵蚀模数(t/km ³ .a)
间隔扩建区	9	1	土质	0.005	1.56	0.25	3520
塔基防治区	27	3	土质、草地	0.024	1.57	0.25	5530
塔基施工临时场地防治区	27	3	土质、草地	0.026	1.46	0.25	5700
人抬道路区	9	1	土质、草地	0.007	1.67	0.25	4850
其他施工临时占地区	9	1	土质、草地	0.007	1.49	0.25	4500

表 5-5 自然恢复期水土流失样地随机调查情况表

监测点	测量总面积(m ²)	样地数	地面组成物质	土壤侵蚀体积(m ³)	土壤侵蚀容重(t/m ³)	调查时段	侵蚀模数(t/km ³ .a)
间隔扩建区	5	1	土质	0.005	1.56	0.75	2200
塔基防治区	18	2	土质、草地	0.028	1.57	0.75	3300
塔基施工临时场地防治区	9	1	土质、草地	0.016	1.46	0.75	3520
人抬道路区	18	2	土质、草地	0.023	1.67	0.75	2800
其他施工临时占地区	9	1	土质、草地	0.012	1.49	0.75	2600

5.2.2.2.各阶段土壤流失量结果

工程建设过程中土壤流失状况见下表 5-6。

表 5-6 各扰动年限土壤流失量

年份	分区	扰动面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)	扰动时 间	平均侵蚀模 数 (t/km·a)	水土流失 量 (t)
2015 年 (建 设 期)	间隔扩建区	0.00	0.00	0.67	3520	0.00
	塔基防治区	0.10	0.10	0.67	5530	3.85
	塔基施工临时场地防治区	0.09	0.09	0.67	5700	3.34
	人抬道路区	0.09	0.09	0.67	4850	3.02
	其他施工临时占地区	0.33	0.33	0.67	4500	9.90
	小计	0.62	0.62	0.67	4820	20.12
2016 年 (建 设 期)	间隔扩建区	0.01	0.01	0.42	3520	0.15
	塔基防治区	0.09	0.09	0.42	5530	1.97
	塔基施工临时场地防治区	0.07	0.07	0.42	5700	1.71
	人抬道路区	0.08	0.08	0.42	4850	1.55
	其他施工临时占地区	0.27	0.27	0.42	4500	5.06
	小计	0.51	0.51	0.42	4820	10.44
2017 年 (自 然恢 复 期)	间隔扩建区	0.01	0.01	1	2200	0.22
	塔基防治区	0.19	0.19	1	3300	6.27
	塔基施工临时场地防治区	0.16	0.16	1	3520	5.63
	人抬道路区	0.17	0.17	1	2800	4.76
	其他施工临时占地区	0.6	0.6	1	2600	15.60
	小计	1.13	1.13	1	2884	32.48
总计		1.13	1.13	1		63.04

由上表 5-3 可知：各区产生水土流失量以塔基临时施工场地防治区水土流失强度最强，人抬道路区水土流失量最大，最小为间隔扩建区。整个建设期造成的水土流失量为 30.56t，其中 2015 年 20.12t，2016 年 10.44t；自然恢复期造成的水土流失量为 32.48t。项目自然恢复期水土流失量较大，项目建设对原地表造成的影响较大，在本项目以及其他类似项目建设过程中应加强项目区自然恢复期的巡视。

5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量

本工程塔基占地面积小，大部分塔基所处位置比较平缓，对部分塔基实施浆砌石排水沟、堡坎措施。同时，对各塔基实施土地整治、绿化覆土及撒播草籽等措施，水土保持措施实施效果良好。

本项目建设过程中，未对外取料，未设置专门的弃渣场。各塔基及塔基施工临时场地等临时场地剩余土石方按原方案设计就近摊铺于各临时场地附近。目

前，各摊铺土石方结构稳定，已完成相应拦挡及植被覆盖，工程无潜在弃土水土流失量。

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塔基及塔基临时施工区域，为工程的主要扰动区域，其次为施工便道，因单个塔基占地面积小，对周边生态环境的影响小。因此，建设单位仅需组织人员对塔基和施工便道做好维护工作，避免运行期产生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

依据原批复的水土保持方案，本工程涉及的甘孜州康定市处于西南土石山区，属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。本工程水土流失防治标准采用建设类项目一级防治标准。标准如下表 6-1。

表 6-1 批复方案水土保持防治目标 单位： hm^2

防治指标	扰动土地整治率 (%)	水土流失总治理度 (%)	土壤流失控制比	拦渣率 (%)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
目标值	95	97	1.0	95	99	27

6.1 扰动土地整治率

项目建设区实际扰动面积为 1.13hm^2 。扰动土地整治面积包括：建筑占地面积，植物措施面积，植被自然恢复面积，工程措施以及建议恢复面积。

工程扰动土地整治情况见下表 6-2。工程建设过程中，水土保持整治面积为 1.11hm^2 ，塔基占压面积为 0.01hm^2 ，间隔扩建区临时占地 0.01hm^2 ，扰动总面积为 1.13hm^2 。由此可得项目整治率为 97.17%，工程各分区扰动整治率计算情况见下表 6-2。

表 6-2 扰动整治率情况表 单位： hm^2

分区	扰动土地面积 (hm^2)	建筑物占压面积 (hm^2)	水保措施防治面积 hm^2 , (不重计)			整治率 (%)
			植物措施	工程措施	合计	
间隔扩建区	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	100.00
塔基区	0.19	0.01	0.14	0.03	0.17	94.35
塔基施工临时场地	0.16	0.00	0.14	0.01	0.15	95.00
其他施工临时占地区	0.17	0.00	0.16	0.01	0.17	100.00
人抬道路区	0.6	0.00	0.58	0.01	0.59	99.00
小计	1.13	0.02	1.02	0.06	1.08	97.17

6.2 水土流失总治理度

项目建设区扰动总面积扰动土地面积 1.13hm^2 ，塔基等永久建构物占压面积约 0.02hm^2 ，水土流失面积约 1.11hm^2 。水土保持措施治理达标面积包括：植物措施面积、工程措施面积。采取工程和植物措施后，本工程共计水土流失治理

面积达 1.08hm²，水土流失总治理度为 97.30%。水土流失总治理度计算情况见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度计算情况表 单位: hm²

分 区	水土流失面积 (hm ²)	水土保持防治面积(hm ² , (不重计))			治理度(%)
		植物措施	工程措施	合计	
间隔扩建区	0	0.00	0.00	0.00	98.00
塔基区	0.18	0.14	0.03	0.17	93.48
塔基施工临时场地	0.16	0.14	0.01	0.15	95.00
其他施工临时占地 区	0.17	0.16	0.01	0.17	100.00
人抬道路区	0.6	0.58	0.01	0.59	98.33
小计	1.11	1.02	0.06	1.08	97.30

6.3 拦渣率与弃渣利用率

根据项目建设区实际查勘，项目建设过程中开挖产生的土石方部分回填利用，废弃土石方全部余塔基周围回填，各区土石方全部平衡，工程建设过程中开挖土石方得到有效利用，经监测，可确定项目建设区的拦渣率为 99%。达到《水土保持方案》设计的不低于 95%防治目标。工程各防治分区土石方开挖利用情况见下表 6-4。

表 6-4 工程建设过程中土石方开挖利用情况 单位: 万 m³

余渣总量(万 m ³)	综合利用(万 m ³)	实际利用量(万 m ³)	拦渣率%	备注
0.12	0.12	0.23	99	回填渣少量损失

6.4 土壤流失控制比

根据项目实施措施治理后平均土壤侵蚀模数推算，治理后土壤侵蚀模数 485t/km².a，水土流失控制比 1.03，达到目标值 1.00，土壤流失控制比计算详见表 6-5。

表 6-5 工程各防治分区土壤流失控制比

项目分区	容许流失量 (t/km·a)	恢复侵蚀模数 (t/km·a)	土壤流失控制比
间隔扩建区	500	420	1.19
塔基区	500	500	1.00
塔基施工临时场地	500	480	1.04
其他施工临时场地	500	450	1.11
人抬道路区	500	520	0.96
合计	500	485	1.03

6.5 林草植被恢复率

项目建设区总面积 1.13hm²，可恢复植被面积 1.10hm²，经实地调查，林草植被恢复面积 1.09hm²。林草植被恢复面积为植被自然恢复面积，林草植被恢复率为 99.09%。各分区林草植被恢复率情况见下表 6-6。

表 6-6 林草植被恢复面积情况一览表 单位: hm²

水土保持分区	面积	可绿化面积	植被恢复面积	林草植被恢复率 (%)
间隔扩建区	0.01	0	0	100
塔基防治区	0.19	0.18	0.17	94.44
塔基施工临时场地	0.16	0.16	0.16	100.00
其他施工临时占地防治区	0.17	0.16	0.16	100.00
人抬道路防治区	0.6	0.6	0.6	100.00
合计	1.13	1.1	1.09	99.09

6.6 林草覆盖率

项目建设区总面积 1.13hm²，其中林草类植被恢复面积 1.09hm²，经计算分析，本项目林草覆盖率 76.72%。本项目林草植被覆盖率计算情况详见表 6-7。

表 6-6 林草植被覆盖面积情况一览表 单位: hm²

水土保持分区	面积	不可绿化面积	可绿化面积	植被恢复面积	未恢复面积	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
间隔扩建区	0.01	0.01	0	0	0.01	100	0.00
塔基防治区	0.19	0.01	0.18	0.17	0.01	94.44	89.47
塔基施工临时场地	0.16	0	0.16	0.16	0	100.00	100.00
其他施工临时占地防治区	0.17	0	0.16	0.16	0	100.00	94.12
人抬道路防治区	0.6	0	0.6	0.6	0	100.00	100.00
合计	1.13	0.02	1.1	1.09	0.02	99.09	76.72

7 结论

7.1 水土流失动态评价

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将达到 97.17%，水土流失总治理度达到 97.30%，拦渣率达到 99.00%，土壤流失控制比达到 1.03，林草植被恢复率达到 99.09%，林草覆盖率达到 76.72%。项目主体工程进行绿化后各项指标均能达到水土流失防治一级标准。项目水土流失防治情况较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	批复方案水土流失防治目标值	工程建设完成指标值	达标情况
扰动土地整治率 (%)	95%	97.17%	达标
水土流失总治理度 (%)	97%	97.30%	达标
土壤流失控制比	1.0	1.03	达标
拦渣率 (%)	95%	99.00%	达标
林草植被恢复率 (%)	99%	99.09%	达标
林草覆盖率 (%)	27%	76.72%	达标

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，水土保持措施实施基本到位，整体防治效果良好，主要现在一下几个方面：

1、水土保持措施布局基本按照原批复的水土保持方案中水土保持措施体系进行实施，并根据施工实际情况，做了局部调整。整个工程措施、植物措施和临时措施布局合理。

2、工程扰动原始地表面积为 1.13hm²，相比原批复的水土保持方案减少了 0.90hm²，面积减少合理。各防治区水土保持措施量变化量少，均依据工程建设实际情况实施，除了未种植灌木和减少实施防护网、浆砌石排水沟等措施外，其余措施基本得到落实。

3、从防治效果看，牵张场、跨越障碍施工场地和施工便道植被恢复效果良好，塔基及塔基施工临时场地在陡峭坡面修筑了浆砌石排水沟，并进行了土地整治，撒播草籽后，植被基本能够生长，恢复效果良好，再加上塔基周边植被的延伸生长，可基本消除裸露地表，减少水土流失，恢复工程区原始生态功能。

4、建设单位已安排专门人员负责工程运行期的维护工作，确保工作在运行中安全，并对可能造成的重大水土流失事件进行处理，确保工程区生态环境良性

运转，发挥相应的生态效益。

7.3 存在问题及建议

7.3.1 问题

1、本工程尽管单个塔基扰动土壤面积较小，单工程所处的地理和气候环境比较恶劣，常年温度较低，多风，工程区植被恢复速度相对较慢，部分塔基机还存在地表裸露（多为石质裸露）显现，植被恢复还不完善；

2、部植物成活率不高，工程生态恢复管理还不足。

7.3.2 建议

5、加强工程恢复期和运行过程中的管理维护，对土质裸露地表进行补充覆土绿化，加强植被管理和养护；

6、在运行过程中，若发现容易导致如泥石流、崩塌等重大水土流失时间发生的，应及时处理，并向水行政主管部门汇报，做好记录。

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，临时堆放土石方已经采取良好的拦挡防护措施，各项指标都将达到《水土保持方案报告书》设计的目标值，减少了项目区水土流失，效果显著。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图；
- (2) 监测分区及监测点布设图；
- (3) 防治责任范围图；
- (4) 取料场、弃渣场分布图（本工程不涉及）。

8.2 有关资料

- (1) 监测影像资料；
- (2) 监测季度报告；
- (3) 《四川省水利厅关于四川省瓦斯河龙洞水电站 220kv 送出工程水土保持方案报告书的批复》（川水函[2015]34 号）。