

金沙江向家坝水电站

水土保持监测总结报告

建设单位：三峡金沙江川云水电开发有限公司

编制单位：长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站

2018年12月

金沙江向家坝水电站 水土保持监测总结报告

建设单位：三峡金沙江川云水电开发有限公司

编制单位：长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站

2018年12月





监测单位地址: 武汉市惠济路 63 号永成精英汇 B 座

监测单位邮编: 430010

项目联系人: 项宇

联系电话: 13908651803

电子信箱: 831506@qq.com

金沙江向家坝水电站水土保持监测总结报告

责任页

(长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站)

批准：李仁华（教 高）



核定：朱永清（教 高）



审查：姚 赫（高 工）



校核：项 宇（高 工）



项目负责人：游爱章（高 工）



编写：周 媛（工程师）（第一章和第六章）



武保华（工程师）（第五章）



赵俊华（高 工）（第三章）



张 勇（工程师）（第七章）



范力竞（工程师）（第四章）



方振华（工程师）（第二章）



彭 超（工程师）（图件）



目 录

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.....	8
1.3 监测工作实施情况.....	11
2 监测内容与方法	16
2.1 监测内容.....	16
2.2 监测方法和频次.....	18
3 重点部位水土流失动态监测	29
3.1 防治责任范围监测.....	29
3.2 取料监测结果.....	32
3.3 弃渣监测结果.....	33
3.4 土石方流向情况监测结果.....	35
4 水土流失防治措施监测结果	38
4.1 工程措施监测结果.....	38
4.2 植物措施监测结果.....	49
4.3 临时措施监测结果.....	53
5 土壤流失情况监测	56
5.1 水土流失面积.....	56
5.2 水土流失量.....	59
5.3 水土流失危害.....	64
6 水土流失防治效果监测结果	65
6.1 扰动土地整治率.....	65
6.2 水土流失总治理度.....	65
6.3 拦渣率.....	66
6.4 土壤流失控制比.....	66
6.5 林草植被恢复率.....	66
6.6 林草覆盖率.....	66
7 结论	67
7.1 水土流失动态变化与防治达标情况.....	67
7.2 监测工作中的经验与问题.....	68

附件：1 监测照片

2 监测数据表格

3 2006 年第一季度简报及 2018 年第三季度简报

附图：1 地理位置图

2 水土保持监测点布设图

3 水土流失防治责任范围图

4 水土保持设施竣工验收图

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		金沙江向家坝水电站								
建设规模	一等大(1)型、电站总装机容量6000MW, 保证出力2009MW, 年平均发电量307.47亿kWh	建设单位、联系人		三峡金沙江川云水电开发有限公司 罗大安						
		建设地点		金沙江下游河段上, 左岸为四川省宜宾市叙州区, 右岸为云南省水富县						
		所属流域		长江流域						
		工程总投资		541.65亿元						
		工程总工期		7年9个月						
水土保持监测指标										
监测单位		长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站			联系人及电话		项宇、13908651803			
自然地理类型		狭窄的V型河谷			防治标准		一级			
监测内容	监测指标		监测方法(设施)		监测指标		监测方法(设施)			
	1.水土流失状况监测		径流小区、简易观测场		2.防治责任范围监测		查阅资料、现场调查、遥感影像			
	3.水土保持措施情况监测		查阅资料、现场调查		4.防治措施效果监测		查阅资料、现场调查、地面监测			
	5.水土流失危害监测		现场调查、巡查		水土流失背景值		1962t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围		10538.61hm ²			土壤容许流失量		500t/km ² ·a			
水土保持投资		51415.67万元			水土流失目标值		600t/km ² ·a			
防治措施		(喷)混凝土护坡19.07万m ³ , 浆砌石护坡12.87万m ³ , 干砌石护坡2.62万m ³ 、0.2hm ² , 抛石护坡0.77万m ³ , 网格梁护坡26.55hm ² , 钢筋笼护坡384m ³ , 锚杆15.56万根, 锚索10.96万束, 钢筋(网)0.40万t, 钢筋桩3369根, 回填灌浆2.68hm ² , 团结灌浆0.49万m, 煤层线灌浆0.52万m ³ ; 排水孔(管)27.06万m, 浆砌石截(排)水(洪)沟(洞、涵)16.12万m ³ , 混凝土截(排)水(洪)沟(洞、涵)20.48万m ³ , 砖砌截(排)水沟0.14万m ³ , 涵管1.28万m; 浆砌石挡墙12.02万m ³ , 混凝土挡墙7.08万m ³ , 钢筋铅丝笼挡墙0.32万m ³ ; 表土剥离56.19万m ³ , 整地158.35hm ² , 覆土35.34万m ³ 。CBS(植被混凝土护坡)1.88hm ² , TBS(厚层基材护坡)8.46hm ² , 撒播草籽护坡74.88hm ² , 栽植乔木16.22万株, 栽植灌木156.85万株、6598丛、6.65hm ² 、2500盆, 铺草皮/撒播草籽182.80hm ² , 栽植藤本植物2.55万株, 管护193.06hm ² 。钢筋石笼挡墙3190m ³ , 砖砌临时围栏32m ³ , 沙(土)袋挡墙0.27万m ³ , 草袋挡墙4520个; 浆砌石截(排)水沟(沉沙池)181.6m ³ , 浆砌石排水沟1240m, 土质排水沟113.8m, 砖砌竖井(沉沙池)41.65m ³ ; 铺草皮/撒播草籽2.24hm ² 。								
监测结论	防治效果	分类指标	目标值(%)	达到值(%)	实际监测数量					
		扰动土地整治率	95.00	99.70	防治措施面积	413.88hm ²	永久建筑物及硬化面积	199.75hm ²	扰动土地总面积	764.90hm ²
		水土流失总治理度	95.00	99.45	防治责任范围面积	10227.42hm ²	水土流失总面积	416.18hm ²		
		土壤流失控制比	0.83	1.44	工程措施面积	179.21hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a		
		林草覆盖率	25.00	38.10	植物措施面积	234.67hm ²	监测土壤流失情况	347t/km ² ·a		
		林草植被恢复率	98.00	99.03	可恢复林草植被面积	236.97hm ²	林草类植被面积	234.67hm ²		
		拦渣率	98.00	98.20	实际拦挡弃土(石、渣)量	3812.1万m ³	总弃土(石、渣)量	3881.98万m ³		
	水土保持治理达标评价	六项指标均达到方案确定的目标值。								
总体结论	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									
主要建议	1 植被较差的渣场应进行补植并加强管护。 2 加强对水土保持设施运行的维护和管理。									

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)地理位置

向家坝水电站是我国于“十一五”期间开工的第一座巨型水电站,是继三峡工程、溪洛渡水电站之后中国在建的第三大水电站,也是中国“西电东送”的骨干电源点。坝址位于川滇两省交界的金沙江下游河段上,左岸为宜宾市叙州区,右岸为云南省水富市,是金沙江下游梯级开发最末的一个梯级电站。该电站开发任务以发电为主,同时改善上、下游通航条件,兼顾灌溉,结合防洪、拦沙,并且具有对上游梯级电站进行反调节等综合作用。见附图 1。

(2)工程组成及规模

工程名称:金沙江向家坝水电站

工程建设地点:云南省水富市、宜宾市叙州区

工程开发河流:金沙江干流下游

工程建设性质:新建特大型水电项目

工程等别:一等大(1)型工程

工程规模:电站装机容量 6000MW,多年平均年发电量 307.47 亿 kW·h

工程开发方式:堤坝式

工程开发任务:以发电为主,兼顾改善通航条件、防洪、拦沙、灌溉,同时 对上游溪洛渡水电站具有反调节作用。工程特性详见表 1-1。

表 1-1 金沙江向家坝水电站主要工程特性表

序号	项 目	单 位	数 量	备 注
—	水文、泥沙			
1	流域面积			
	金沙江流域面积	km ²	473200	
	坝址以上流域面积	km ²	458800	占全流域面积的 97%
2	流量			
	坝址多年平均年径流量	亿 m ³	1440	
	坝址多年平均流量	m ³ /s	4570	
3	泥沙			
	多年平均悬移质年输沙量	亿 t	2.47	
	多年平均含沙量	kg/m ³	1.72	
7	多年平均推移质年输沙量	亿 t	182.0	
二	水库			
1	水库水位			
	正常蓄水位	m	380.00	
	死水位	m	370.0	
2	水库库容			
	正常蓄水位以下库容	亿 m ³	49.77	
	调节库容	亿 m ³	9.03	
3	正常蓄水位时水库面积	km ²	95.6	
4	回水长度	km	156.6	
5	调节性能		季调节	
三	工程效益指标			
1	总装机容量	MW	6000	
2	多年平均发电量	亿 kW h	307.47	
四	主要建筑物和设备			
1	挡水建筑物		混凝土重力坝	
	最大坝高	m	162	
	坝顶长度	m	896.26	
2	泄洪消能建筑物		中孔采用短有压进口、表孔采用开敞式溢流堰、消力池	
3	冲排沙建筑物		排沙洞、冲沙孔	
4	引水发电系统			
	左/右岸厂房进水口底板高程	m	342/321.5	
	左/右岸主厂房尺寸(长 X 宽 X 高)	m	226.94x39.5x79.15/ 245x31x85.5	
	水轮机台数	台	8	
5	通航建筑物		一级垂直升船机	
	航道等级	级	IV	
	设计年通航能力	万 t/年	112	
	最大通航流量	m ³ /s	12000	
	最小通航流量	m ³ /s	1200	
五	施工			
1	主体工程量			
	土石方开挖	万 m ³	4424.71	自然方, 未包括料场开来有

				用料
	土石方拆除	万 m ³	114.9	
	石方填筑	万 m ³	1766.84	
	弃渣量	万 m ³	2772.84	包括表土堆存场保存量 32.09, 自然方, 折合松方 3881.98
2	施工导流方式		分期导流	一期左岸, 二期右岸
3	施工交通	km	41.14	隧洞 6.76, 明线段 34.38
	左岸对外交通公路	km	9.57	隧洞 5.16, 明线段 3.30
	右岸地方改线公路 (还建公路) 北 线段	km	3.4	隧洞 1.6, 明线段 1.8
	场内交通公路	km	26.09	明线段
4	料场			
	骨料输送线	km	31.04	隧洞 29.3, 明线段 1.74
	太平料场及骨料输送线进场道路	km	24.83	明线段
5	施工占地	hm ²	764.90	
6	施工进度			
	筹建期		2 年 5 个月	2004 年 7 月-2006 年 11 月
	总共期		7 年 9 个月	2006 年 11 月-2014 年 7 月
六	经济指标			
1	可研概算			
	静态投资	亿元	434.24	
	总投资	亿元	541.65	
2	已完成投资			
	总投资			
3	单位千瓦静态投资	元/kW	7313	
4	单位电能静态投资	元/kW-h	1.414	

(3)工程占地

根据现场监测、遥感影像分析及对施工、监理资料的分析统计,项目总占地 764.90hm²。详见表 1-2。

表 1-2 工程占地统计表

防治责任范围		占地面积 hm ²	植被状况	备注	
大坝枢纽防治区	左岸导流明渠及下游引航道人工高边坡	104.57	灌木林地、水域、河滩地	其中含水库淹没 36.92 hm ²	
	右岸地下厂房进、出水口人工高边坡区域	86.3			
	小计	190.87			
道路防治区	左岸对外交通	26.5	灌木林地、耕地、园地		
	右岸地方改线公路	5.66	灌木林地、耕地、园地		
	场内交通	50.81	灌木林地、耕地、园地		
	小计	82.97			
料场防治区	太平石料场	石料场采区(含施工营地、场内道路)	灌木林地、耕地、荒地		
		石料场弃渣场			49.52
		骨料输送线弃渣场(含明线段、洞口边坡、营地)			14.31
		9.18			

		太平料场及骨料输送线进场道路	24.83		
		小计	97.84		
弃渣场防治区	新田湾弃渣场		26.3	灌木林地、耕地	
	新滩坝弃渣场		77.17	灌木林地、商业用地、河滩地	其中含水库淹没 77.17hm ²
	小计		103.47		
施工营地及其它用地防治区	左岸莲花池及凉水井区	莲花池区营地	141.77	灌木林地、耕地、荒地	其中含水库淹没 15.27hm ²
		莲花池表土堆土场	1.27		
		凉水井区营地	15.27		
		小计	158.31		
	右岸田坝及马延坡区	田坝区营地	29.2	灌木林地、耕地、荒地	
		马延坡区营地	87.34		
		尾渣库坝	2		
		尾渣库（大型沉淀池）	12.9		
		小计	289.75		
	合计		764.90		

(4)工程土石方

本工程土石开挖量 4424.71 万 m³（自然方，下同，不包括料场开采有用料），莲花池、田坝、马延坡场地平整和尾渣坝等利用开挖料填筑共计 1766.84 万 m³，加上土石拆除量 114.97 万 m³，工程最终总弃渣量为 2772.84 万 m³（包括坝区表土堆存场保存量 32.09 万 m³；折合松方 3881.98 万 m³）。

(5)工程投资及建设进度

2004 年 7 月~2006 年 11 月，开展并完成前期筹建工作，主要为“三通一平”等工程的实施，包括两岸场内公路、改线公路北线段、供水、供电、莲花池场地平整、左岸渣场沟水处理、新滩坝弃渣场挡渣墙工程、太平料场骨料输送线土建工程、表土资源收集、部分绿化美化工程等。

2006 年 11 月 26 日，正式开工建设。

2007 年 6 月，马延坡砂石加工系统投产，8 月缆机、高程 380m、310m 混凝土系统投入运行，满足主体混凝土浇筑需要。8 月 20 日金沙江大桥建成通车，12 月对外交通专用公路具备通车条件。2008 年 6 月，完成地下引水发电系统主厂房 I、II 层和主变洞各层的开挖与支护。

2008 年 12 月 28 日，通过截流验收鉴定后实施大江截流。

截至 2011 年 12 月底，除料场开挖、二期围堰拆除及大坝浇筑外，所有开挖、填筑活动基本结束。大坝已平均浇筑至高程 331.3m，其中右岸非溢流坝段

平均高程 335m,泄水坝段平均高程 315m,左岸坝后厂房坝段平均高程 351.7m,左岸非溢流坝段基本浇筑到高程 382.5m。坝后厂房机组全面安装,右岸地下引水发电系统已基本浇筑完成,地下厂房 4 台机组全面开始本体安装。

2012 年 6 月,大坝全线达到高程 340m 以上,二期基坑开始进水。10 月下闸蓄水,初期发电水位 354m,大坝挡水一线全部浇筑至高程 370m,满足自身度汛要求,第一批地下电站 2 台机组投产。

2013 年 1 月底,大坝全线达到坝顶高程 384m。4 月,抬高水位至 370m 运行。9 月,蓄至正常蓄水位 380m 运行。2013 年地下电站和坝后厂房各投产 2 台机姐。

2014 年 6 月,坝后厂房投产 2 台机组,至此全部机姐投产,提前一年完成装机。2017 年 6 月升船机计划试运行,工程全部完工。

工程筹建期从 2004 年 7 月至 2006 年 11 月,共 2 年 5 个月。从 2006 年 11 月正式开工至 2014 年 7 月全部机组投产,总工期 7 年 9 个月。

金沙江向家坝水电站实际完成投资 541.65 亿元,投资方为中国长江三峡集团公司。

1.1.2 项目区概况

向家坝水电站所在区域地貌上属青藏高原和云贵高原向四川盆地过渡的斜坡地带,区域地貌具有由山区向丘陵地带过渡的特征,库区除绥江、屏山等地局部河段开阔外,其余均为狭窄的 V 型河谷;向家坝库区属亚热带季风气候区,金沙江低海拔地区,为干热河谷气候,热量资源丰富。

(1)自然条件概况

①地形地貌

向家坝水电站所在区域位于川西—滇北高原向四川盆地的过渡区域,区域地貌呈现由山区向丘陵地带过渡的特征,流域地势总体由西北逐渐向东降低。

向家坝坝址区地形地貌,坝址位于向家坝峡谷河段出口处,河流大体自西向东流,河谷形态呈不对称的“U”型。坝址两岸地形整齐,除左岸下游的磨刀溪外无较大冲沟切割。两岸山势总体向下游倾斜,岸坡微地貌形态受地层岩性控制呈阶坎状,由厚层至巨厚层砂岩组成的 T32-6 和 T34 等岩组出露地段多形成陡坎,泥质岩石含量较高、单层厚度较薄的 T33 和 J1-2z 岩组分布地段构成缓坡,陡坡

段基岩裸露，缓坡段被第四系崩坡积物或残坡积物覆盖。左岸边坡走向约 290° ，坡顶前缘高程 $375.00\sim 575.00\text{m}$ ，临江坡高 $105\sim 305\text{m}$ ，自然坡度为 $25^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ；右岸边坡走向由 300° 逐渐偏转至 340° ，向下游敞开，坡顶前缘高程 $400.00\sim 575.00\text{m}$ ，临江坡高 $130\sim 305\text{m}$ ，自然坡度为 $28^{\circ}\sim 64^{\circ}$ 。

②工程地质

工程区域地层出露比较齐全，自震旦系起，各系地层均有分布。坝址地层以中生界为主，主要出露三迭系须家河组河湖相沉积的砂岩、泥岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩。坝址区位于四川内陆盆地盖层褶皱滑脱构造区，断裂构造不甚发育，从向家坝水电站所处的构造部位和构造形迹分析，坝址区无活动断层通过，属于构造稳定区。

坝址区无发生中强地震的地质地震背景，历史外围地震对坝区影响地震烈度 $5\sim 6$ 度，经国家地震局地震烈度评定委员会审定，本工程坝区地震基本烈度定为 7 度。根据地震地质调查和工程类比分析，本工程水库诱发地震的可能性不大，即使诱发地震，震级上限不会超过 5 级。

向家坝水库为山区河道型水库，水库周边地形和分水岭的高程已远超过设计正常蓄水位，库区两岸分水岭山体高大浑厚，水库自然封闭条件好，不存在水库渗漏问题。

③气象特征

向家坝库区属亚热带季风气候区内，同时具有云南高原气候向四川盆地气候过渡的气候特点。由于地形高差悬殊，气候的水平地带性和垂直分带性较明显，在当地有“一山分四季，十里不同天”之说。

在低海拔的金沙江河谷地区，为干热河谷气候，热量资源丰富，降水条件差，年降水量偏少，年蒸发量偏大，空气干燥；但随着海拔升高，气温降低，降雨量增加，蒸发量与降水量趋于平衡，呈现山区凉寒气候特点。库区及库区周围灾害性天气有：干旱、倒春寒、洪涝、冰雹、大风等。评价区各县气象要素统计见表 1-2。

表 1-2 向家坝水电站评价区各气象站气象要素统计表

项 目	单位	永善县	雷波县	绥江县	屏山县	水富县	宜宾县
海拔高度	m	877.0	1474.0	427.0	825.9	290.0	320.0
日照时数	h	1248.8	1211.2	998.1	950.7	774.36	1139.2

多年平均气温	°C	16.5	12.0	17.8	14.9	18.3	17.7
极端最高气温	°C	38.8	34.3	38.8	35.4	38.3	39.5
极端最低气温	°C	-3.6	-8.9	-1.7	-4.8	-1.0	-3.0
多年平均降水量	mm	646.2	850.6	956	1066.1	896.2	1164.8
历年最大 1d 降水量	mm	78.9		122.3	187.1	200.0	235.2
多年平均蒸发量	mm	1309.4	949.7	1201.8	548.4	1150.3	851.8
多年平均相对湿度	%	71	83	85	83	81	83
多年平均风速	m/s	-	-	-	-	1.5	-
历年最大风速/风向	m/s	-	-	-	-	15.0	-

④土壤及植被

库区土壤共有 6 个土类，14 个亚类，34 个土属。6 个土类为黄棕壤、黄壤、红壤、紫色土、潮土、水稻土、石灰土。土壤的垂直地带性分布特点明显，海拔由低至高，大致为红壤—黄壤—黄棕壤—棕壤，紫色土、水稻土在不同高程镶嵌分布。

库区各类土壤土层普遍较薄，一般厚度在 30cm 内，且土壤的质地粗糙，石碴子或石骨子土的面积大，分布广，土壤的有机质含量普遍偏低。

项目区处于我国亚热带西部半湿润常绿阔叶林与亚热带东部湿润常绿阔叶林过渡地带。具有植物种类区系成分混杂、较多的古老成分和次生性质明显的特点。植被的垂直地带性分布是，海拔 1200m 以下山地为湿热常绿阔叶林和干热稀树落叶阔叶林，常见树种有黄葛树、灰毛浆果楝、八角枫、川楝、栲树、麻栎、合欢、乌桕、马尾松、桉木、水冬瓜、檫木、水竹、车筒竹、攀枝花、山麻黄、重阳木等。海拔 1200m 以上山地为暖湿、温凉湿润常绿阔叶林针叶林，常见树种有峨眉栲、包石栎、云南松、箬竹、木荷、楠木、青冈、胡枝子等。但由于人为活动破坏严重，植被类型中原生植被大多破坏殆尽，现存植被主要以次生林为主。植被大致可分成五个类型，即阔叶林及阔叶疏林、针叶林、灌丛、灌草丛、农田植被。

向家坝坝址区植被类型主要以灌木林、草丛为主，覆盖度高的森林植被较少。在左岸莲花池区和凉水井区施工占地除有稀疏森林植被、灌木、草丛外，同时还有较多的农田植被类型，主要为旱地农作物；在右岸水富县城周边，存在较多的人工植被，栽植了较多的以绿化、美化为主的观赏植物，马延坡区地势平缓，场地开阔，以农作物植被类型为主，同时在坡度较陡的地方以及居民的房前屋后种

植有柑橘、桃、李、核桃、板栗等经济果木，亦有南竹、松、杉等用材林木，在田边、道旁分布较多是灌木、草丛植被类型。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持方案编报

根据《中华人民共和国水土保持法》和水利部、国家电力公司水保[1998]423号文关于《电力建设项目水土保持方案暂行规定》的要求，受三峡总公司委托中国水电顾问集团中南勘测设计研究院（以下简称中南院）承担了向家坝水电站水土保持方案报告书的编制工作。2002年，编制完成了《向家坝水电站水土保持方案大纲(送审稿)》，2002年12月水利部对大纲予以批复。根据《大纲》技术评审专家意见和水利部的批复，中南院以此为依据，2005年3月，编制完成了《金沙江向家坝水电站水土保持方案报告书》（送审稿）。

2005年4月，《金沙江向家坝水电站水土保持方案报告书》（送审稿）通过了水电水利规划设计总院主持召开的技术预审查会。根据会议专家组评审意见，中南院又进行了全面修改，于2006年4月形成了《金沙江向家坝水电站水土保持方案报告书》（报批稿）。2006年4月，水利部以水保函[2006]263号文对该方案予以批复。

1.2.2 建设单位水土保持管理

(1)质量管理体系

工程自开工以来，通过不断总结、完善，建立了以三峡公司、设计、施工、监理、驻厂监造、流域质量专家组和电力建设工程质量监督总站等构成的质量管理框架，即“业主负责、施工保证、社会监理、专家把关、政府监督”的行之有效的工程质量管理体系。各参建单位建立健全了质量保证体系和监督体系，通过各种制度、措施保证体系的有效运行。由业主、设计、施工、监理、物资供应、设备制造等参建单位共同组成的“向家坝工程质量管理委员会”，统一监督、协调、指导向家坝工程的质量管理活动。

各参建单位行政正职是本单位工程质量的第一责任人，设置质量分管领导具体负责，配置质量管理部门和相应的质量检测机构。各参建单位认真贯彻执行《中

《中华人民共和国建筑法》和《建设工程质量管理条例》，按照“谁建设谁管理，谁施工谁负责”的原则，实行由向家坝水电工程建设管理局统一领导，监理单位现场监管，设计、施工和供应等承包单位按国家有关规定和合同约定各负其责的管理体制。通过不断提高全员质量意识，依靠技术进步和科学的管理、有效的质量控制手段与措施、严格的质量检查与监督，确保向家坝电站的工程质量。当质量与工期、成本，尤其是与本企业、本单位的经济利益发生矛盾时，始终把保证质量放在第一位。

①建设单位建立了以质量部门监督、工程管理部门保证的管理模式，设置质量分管领导，统一领导向家坝质量管理工作。设安全质量环保部，配置了专职人员，代表建管局对整个工程建设质量履行全面的质量监督职责；工程部全面负责土建工程管理、工程建设协调、设计和技术的归口管理工作；机电物资部负责物资采购、金结机电设备安装工程管理；计财部负责工程计划和财务核算；办公室负责日常管理、档案管理等工作。构成了完善的质量保证体系。

②主体工程施工监理，按照合同管理、技术管理、信息管理和现场管理职能划分，设置了相关职能部门，配备了各专业的监理工程师，制定了完善的管理制度，实行统一的、规范化监理。

监理部（中心）建立了比较完善的质量管理体系，制定了监理规划、监理实施细则。监理重视对施工方法及施工工艺的审查，实行事前控制；对隐蔽工程、施工重点部位和关键工序进行旁站监理，督促和检查施工单位执行“三检制”，加强施工全过程的质量监督，做好事中控制；对已完工程组织质量验收和评定等，发现质量问题限期整改，对质量缺陷进行闭环管理，事后控制起到了减少、消除质量缺陷的作用，使工程总体质量得到保证。

③各施工单位内部质量管理严格执行“三检制”，对过程质量进行层层把关，实验室、测量队等质管部门对过程质量进行检测控制，对质量管理提供数据支持，并通过控制工艺质量来保证产品质量。对质量问题做到有整改就有落实，质量缺陷的处理工作逐步规范和程序化，形成了“检查发现问题、整改消除问题、复查验证结果”的质量闭环管理。

综上所述，向家坝水电站工程各参建单位均建立健全了质量管理机构，质量目标和管理职责明确，配置了质量管理机构及专职人员，制定了相应的质量管理

规章制度，对重要工程和重要工序还制定了专门的质量保证措施，质量管理体系运行有效。

(2) 制度建设

《向家坝水电工程质量管理办法》，是指导电站建设质量管理的总纲，明确了参建各单位的职责，规范了项目参建各方（建设管理、设计、施工、监理、工程材料和设备的供应与制造等）的管理程序和形成工程质量过程中的行为。

为规范施工、监理的施工质量管理，建立了施工质量例会制度（周、月、季度）、上报制度、巡视检查整改制度、实物质量检查制度、施工质量考核评比制度、内业资料检查制度、竣工档案归档制度等七大制度。

综上所述，向家坝电站工程各参建单位均制定了质量目标，建立健全了质量管理机构，明确了质量管理职责，质量管理体系运行有效。

1.2.3 水土保持措施实施

水土保持工程与主体工程建设同步进行，于 2005 年 1 月开始实施，至 2014 年 9 月基本完成工程措施、植物措施和土地复耕等水土保持措施的实施，2015 年 1 月至 5 月又对植物措施进行了补充完善，对堵塞的排水沟进行了清除，水土保持工程的实施历时 9 年 5 个月。整个水土保持工作大体上可分为三个阶段：

第一阶段从 2005 年 1 月至 2013 年 12 月，为初步治理阶段，主要实施水土保持拦挡、护坡、排水等工程措施，同时根据进度，抓住季节，实施了已防护的施工道路、施工场地、取料场、弃渣结束的弃渣场部分植物措施；严格执行“三同时”原则和“先拦后弃”原则加强对弃渣的防护，实施了浆砌石挡墙、干砌石挡墙、浆砌石截排水沟等水土保持工程措施；对工程建设中占用的临时用地修建挡墙、排水措施加强防护。

第二阶段从 2014 年 1 月至 2016 年 12 月，为水土保持工程全面实施和《方案报告书》的落实阶段。根据本工程建设进展的情况及《方案报告书》中新增加设计的水土保持措施，系统地进行了防治责任范围内的防护工作，对项目区全部实施了平整、植被恢复措施，对可以复耕的弃渣场实施了覆土复耕。

第三阶段从 2017 年 1 月至 2018 年 10 月，为工程水土保持工作的补充完善阶段。针对工程水土保持设施建设中存在的不足，结合水土保持设施验收技术评估单位提出的问题组织相应标段的施工单位对现场进行了全面细致地整改，加强

了临时占地的土地整治，对植被恢复较差的区域撒播草籽或补栽补植，进一步控制了项目区水土流失。

1.2.4 设计变更及备案情况

项目实施阶段，主体设计对部分工程布置进行了优化调整。根据生产建设项目水土保持管理相关规定，2008年3月，建设单位委托中南院编制了《金沙江向家坝水电站施工区水土保持措施变更专题报告》。建设单位组织原国家环保总局西南环保督察中心、长江水利委员会长江勘测规划设计研究院等的有关领导和专家对环保措施(含水保措施)变更专题进行了内部审查。该变更专题对单机容量增容变更、施工组织设计局部变更进行了说明，经分析后认为上述变更无新增水土流失影响或有利于水土保持；另外，根据实际情况，对新滩坝弃渣场和太平料场弃渣场的防护方案进行了调整。

2011年9月，在前期设计工作基础上，结合工程状况，建设单位再次委托中南院编制完成《金沙江向家坝水电站水土保持工程设计报告》，建设单位按相关要求已于2012年3月向四川和云南两省水行政主管部门办理了备案手续。

该报告涵盖了2008年变更专题所有内容，主体设计变更方面主要变更为取消太平料场黑竹林弃渣场，调整为在料场周边300m~1000m范围内布置5个弃渣场(太平料场弃渣场新增的5#渣场，已成为采区内施工道路路基)；长胶隧洞线弃渣场由10个调整为9个，取消了7#弃渣场。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测工作开展

三峡金沙江川云水电开发有限公司(原中国长江三峡工程开发总公司向家坝工程建设部)，2005年11月13日以向工建函字[2005]85号关于委托向家坝水电站水土保持监测工作的函，正式委托长江流域水土保持监测中心站负责组织开展向家坝水电站的水土保持监测工作。

2005年11月，整理调查资料等前期准备工作的基础上，我站编写了《金沙江向家坝水电站水土保持监测设计与实施方案》。并以监测实施方案作为监测工作的技术依据，成立了向家坝水电站水土保持监测项目部，监测项目部由1名总

监测工程师、3名监测工程师、5名监测员组成（见表1-3），并配备了相应的监测设备（见表1-4），并对监测技术人员开展技术培训，制定了监测工作制度和技术“把关”程序。为统一技术方法，规范化地开展监测工作奠定了基础。

表 1-3 向家坝水电站工程水土保持监测项目部成员表

项目部组成		姓名	职务/职称	职责与任务
监测 项目 部	总监测工程师	李仁华	站副主任/教授级高工	项目总负责；组织协调各方工作，审定监测计划、监测大纲、监测实施方案、监测技术规程、监测成果报告。
	监测工程师	赵继东	高级工程师	负责项目实施，组织协调各监测工作小组，编制监测计划、监测大纲、监测实施方案、监测技术规程；人员培训与指导，组织开展地面监测和调查监测，质量检查和控制，数据汇总分析，审核年度报告和监测总结报告。
		刘丹	高级工程师	文控，负责发文和收文，对建设单位、施工单位与监测部往来文件、资料、监测原始记录表格、监测中间成果、监测总结报告、合同项成果、资料、文件等管理和归档，验收后资料移交等。
		雷一龙	工程师	项目现场负责，负责组织现场监测工作，指导现场监测人员开展监测。组织开展地面、调查监测，完成项目区内的监测任务，负责监测数据、表格汇总、整理和分析，编制监测简报、季报、年度报告初稿。
	监测员	武保华	助工	按照分工开展地面监测、调查监测，完成资料收集、数据获取、整理并编写年度监测报告；完成外业数据分析和处理，统计汇总。
		范力竞	助工	
		郝尧	助工	
		彭超	助工	
		张加贝	助工	

2005年12月，再次组织对施工现场进行全区调查，选定监测点37个，并完成了向家坝水电站第一期简报的编写，向建设单位汇报了第一阶段水土保持监测基本情况、水土保持工程存在的问题及建议、后续的水土保持监测工作的内容。同时完成背景资料登记入册，并开始进行各监测点的监测设施布设。同月，各监测设施正式开始运行，地面观测小组成立，开始进行地面数据的收集与汇总，以及各监测设施的管理与维护。监测工作主要针对水土流失严重地段、存在水土流失隐患及正在实施的水土保持工程（措施）开展监测。在全面获取有关资料后，对整个监测区域土壤侵蚀状况进行调查，获取评价水土流失动态的基础数据，为后期水土保持监测工作的实施，打下了坚实的基础。

2005年~2018年,按照《监测实施方案》的要求,监测工作在继续对37个监测点进行实地监测的同时,继续对全区水土保持工程措施、植物措施实施情况以及水土流失隐患进行调查监测。地面观测小组完成临时小区和桩钉法观测场土壤含水量和容重监测试验、弃渣场侵蚀沟测量、植物样地的调查等。调查监测组完成全区水土保持措施实施情况的调查监测,水土流失危害调查,水土保持设施运行情况检查,以及在监测中提出的水土保持工程存在问题整改情况调查。

1.3.2 监测点布设

根据《方案报告书》和《监测实施方案》,为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性,并结合各分区内土壤侵蚀类型和地形地貌特点的不同,在总结野外考察认识和分析勘测资料的基础上,经过反复研究,选取容易造成大量水土流失,且具有一定的代表性的地点。确定存弃渣场、场内公路等为水土保持监测主要地段,重点监测点布置在渣场边坡、场内公路边坡等区域。各监测区采用定点监测和调查监测相结合的方法进行监测。向家坝水电站工程气象观测数据可直接从当地气象站收集引用,故不设置雨量观测点。本次监测将设置简易观测场、土样采集点、植物样地、遥感解译样方和测量基站等设施,共布设37个,其中简易观测场9个、植物样地23个、径流小区2个、测量基站3个。详见表1-2。

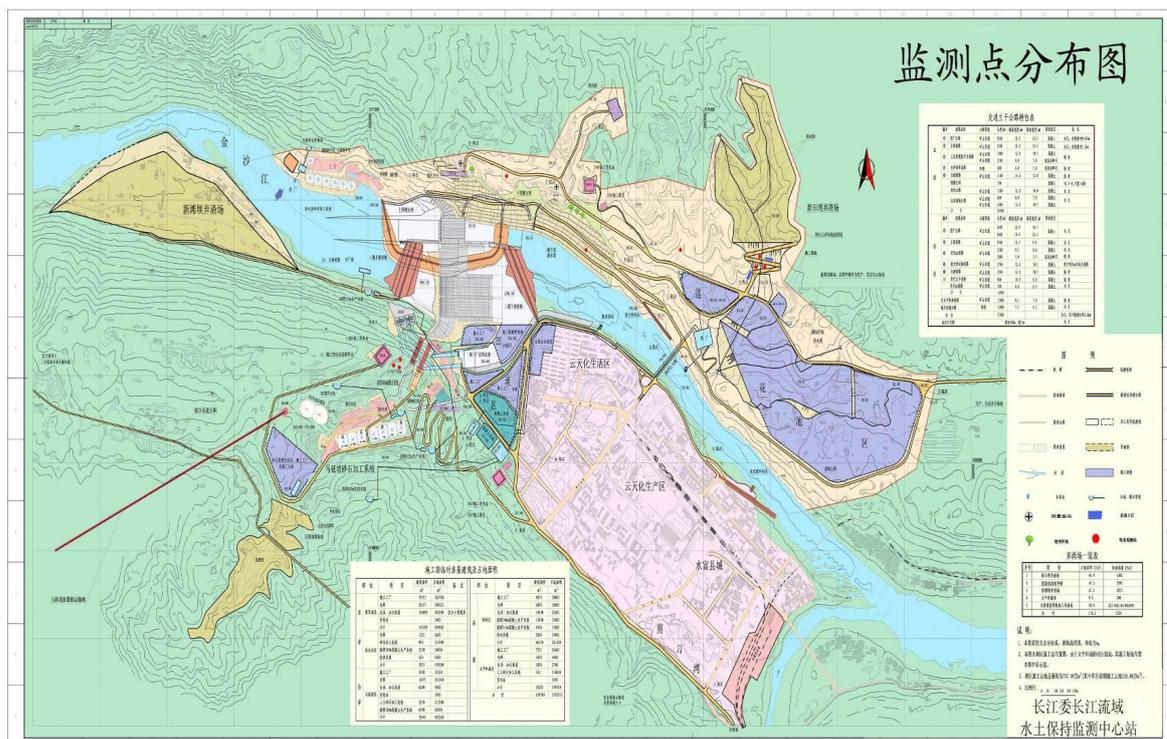


表 1-2 监测点布设及基本情况

监测分区	监测点	简易观测场	植物样地	径流小区	测量基站
渣场	新田湾渣场	3	5	2	
	新滩坝渣场				
道路	对外交通		1		1
	场内交通	1	6		1
料场	太平石料场		2		1
	太平石料场渣场		1		
	太平石料场长距离输送系统弃渣场				
施工营地区	马延坡砂石料加工区	3	2		
	莲花池区	2	3		
	凉水井砂石混凝土系统				
	田坝区		2		
	表土资源堆放场		1		
合计	37	9	23	2	3

1.3.3 监测阶段成果

2005年~2018年，按照《监测实施方案》的要求，监测工作在继续对37个监测点进行实地监测的同时，继续对全区水土保持工程措施、植物措施实施情况以及水土流失隐患进行调查监测。地面观测小组完成临时小区和桩钉法观测场土壤含水量和容重监测试验、弃渣场侵蚀沟测量、植物样地的调查等。调查监测组完成全区水土保持措施实施情况的调查监测，水土流失危害调查，水土保持设施运行情况检查，以及在监测中提出的水土保持工程存在问题整改情况调查。并先后完成了《金沙江向家坝水电站工程水土保持监测年报（2005~2018年）》13期和《金沙江向家坝水电站工程水土保持监测简报（2005~2018年）》40期的编写任务，并报送当地水行政主管部门。同时，监测组根据现场情况对本工程水土保持工作的不足提出水土保持监测意见，建设单位根据我中心站提交的监测报告中提出的水土保持监测意见完善了水土保持措施，取得了很好的防治水土流失的效果。

我中心站水土保持监测小组入场后，收集前期资料并积极投入到监测工作中，及时反映本工程水土流失可能发生的隐患问题并反馈给建设单位，提出切实可行的整改意见，以便于建设单位协调整改完善。监测工作于 2018 年 12 月完成，于 2018 年 12 月编制完成《金沙江向家坝水电站工程水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

2.1.1 防治责任范围监测

包括：工程建设期项目建设区范围和直接影响区范围监测。

(1)项目建设区

A 永久性占地：是指项目建设征地红线范围内、由建设单位负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。水土保持监测内容是复核对红线范围地区，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。

B 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。水土保持监测内容是复核临时性占地面积有无超范围使用。

(2)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。水土保持监测内容是复核扰动地表面积。

2.1.2 弃土弃渣监测

包括施工期弃渣量、弃渣类型、弃土弃渣堆放情况（面积、堆渣高度、坡长、坡度等）、防护措施进展情况及拦渣率，以及运行初期弃渣堆放量、类型、弃渣堆放情况（面积、堆放高度、坡长、坡度等）、防护措施进展情况监测。

根据项目弃土弃渣动态变化情况，对项目建设过程实际发生的弃土弃渣变化情况进行监测。

2.1.3 水土流失状况监测

水土流失状况监测主要包括水土流失影响因子监测、水土流失类型监测、土壤侵蚀量的监测。

(1)水土流失背景监测

施工前期开展项目区的水土流失背景状况监测，包括监测范围的地形地貌、

气象、土壤、植被、水文、土地利用、水土保持设施、水土流失状况等基本情况。

- ①地形地貌：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。
- ②气象：气候类型分区、降雨、气温、风速与风向等。
- ③土壤：土壤类型、地面组成物质、土壤容重。
- ④植被：主要植物种类、植被盖度。
- ⑤水文：水系形式、河流径流特征。
- ⑥土地利用现状：土地利用类型及面积。
- ⑦水土保持设施状况：水土保持设施数量、质量、运行状况。
- ⑧水土流失状况：土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。本项目区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式包括沟蚀和面蚀。

(2)水土流失状况监测

施工期和运行初期开展工程区水土流失动态监测，包括主要水土流失影响因子、水土流失形式及面积、土壤侵蚀。

- ①水土流失影响因子：降雨量、风速。
- ②水土流失形式：水力侵蚀、重力侵蚀的面积。
- ③土壤侵蚀：土壤侵蚀模数、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀量。

2.1.4 水土保持措施及效果监测

(1)水土保持措施监测

- ①水土保持措施的类型、数量、质量。
- ②水土保持工程措施的稳定性、完好程度和运行情况。
- ③水土保持植物措施的林草成活率、保存率、生长情况（树高、乔木胸径、乔灌冠幅）及林草郁闭度（盖度）。
- ④水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况

监测工程建设实际情况是否按照《方案报告书》中的防治要求实施，水土保持管理措施实施情况。

(2)水土流失防治指标监测

监测施工期和运行初期水土流失总治理度、扰动土地整治率、土壤流失控制比、拦渣率、林草覆盖率、林草植被恢复率等六项防治指标的达标情况，分析其是否满足《方案报告书》提出的要求。

2.1.5 水土流失危害监测

水土流失危害监测主要是对《方案报告书》中设计的直接影响区进行监测，并核实有无对周边造成危害和影响，包括：

- (1)水土流失对周边农田、乡村道路及植被的危害；
- (2)水土流失对区域周边居民的影响及危害；
- (3)水土流失危害趋势及可能产生的灾害现象；
- (4)水土流失对区域生态环境影响状况；
- (5)重大水土流失事件监测

重大水土流失事件动态监测主要于施工期开展，若发现重大水土流失事件，应及时建议业主单位进行整改，并上报水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查。重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。

2.2 监测方法和频次

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，向家坝水电站水土保持监测主要采用六种监测方法，即地面监测、调查监测、巡查监测和遥感监测以及无人机监测和三维激光扫描仪坡面监测。

2.2.1 调查监测

(1) 监测要求

按《方案报告书》《监测实施方案》和监测技术规定要求，调查弃渣及表土堆放稳定性、垮塌和坡面冲刷情况；道路边坡的裸露坡面冲刷；施工开挖面及扰动地表水土流失；施工营地回填渣量稳定性和变化；恢复林草生长情况；以及各种水土保持措施实施效果进行监测。

(2) 监测原则

采用实地勘测和量测定点调查，对地形、地貌、水系的变化、建设过程中影响水土流失因子等进行监测。对各监测点，在工作底图上确定位置，利用附近的永久性明显地物标志，现场采用高精度 GPS 定位仪确定其地面位置，并确定监

测范围，设置固定标志。按照 SL277-2002《水土保持监测技术规程》要求进行调查、数据处理。

(3) 监测方法

施工开挖、弃土石渣和表土堆放情况。查阅施工文件，了解弃渣流向，通过实地调查、量测、计算、分析确定建设过程中的、挖填方量和弃土、石渣量等，以及造成的水土流失。

坡面冲刷。采取实地调查量测坡面物质受雨水溅击和径流冲刷情况，特别是侵蚀沟的长度、宽度和深度等。

林草的生长情况观测。在林草恢复区域设计样方地调查林草的种类、植被结构、成活率，对林草的生长状况主要调查苗木胸径、林草结构及覆盖情况等。

水土保持措施效果。通过调查影响水土流失因子以及水土保持设施效果，进行对比、综合分析，评价已实施的水土保持措施对工程产生水土保持效果。

工程施工直接造成的水土流失。调查施工开挖措施不当，扰动地表，乱倒滥弃（地点和数量）等造成的水土流失。

水土保持设施建设及效果。调查、测定水保设施建设质量、数量，如：挡墙、护坡、植被恢复等。

2.2.2 定位监测

(1) 监测要求：采取地面观测的方法，按照《方案报告书》和监测技术规定要求，对所监测的弃渣场、开挖面监测点进行监测。监测设施布设要求：

① 工程措施挡护效果。对弃渣场、开挖面监测点的挡墙、护坡、截排水沟等工程措施设固定观测点，监测其稳定、安全性、完整性等和运行情况；并在坡面设固定观测点，监测弃渣场拦渣效果和开挖坡面稳定、安全性等。

表 3-5 地面观测设施布设及监测方法表

监测点	监测部位	监测设施	监测方法	监测目的
弃渣场、料场	挡墙、截排沟	控制点	GPS (RTK)、测距仪	稳定、安全性、弃渣变量
	坡面	简易小区	量测	水土流失量、变化
公路、道路	挡墙、护坡、截排沟	控制点	GPS、全站仪观测	稳定、安全性
	坡面	简易小区	量测	水土流失量、变化
施工开挖	开挖面、扰动面	简易观测	量测	面积、水土流失量、变化
施工营地	挡墙、护坡、截排沟	控制点	GPS、全站仪观测	稳定、安全性
	填渣量及稳定、坡面	简易观测	量测	水土流失量、变化
表土堆放	稳定、坡面	简易观测	量测	水土流失量、变化
对比原貌	坡面	简易小区	量测	水土流失量、变化



淤积区监测桩



坡面布设监测桩



布设完成的监测桩



径流小区

(2)监测目的：通过对各监测点观测，对工程实施产生的水土流失监测结果进行分析，评价水土保持措施及效果，提出存在的问题及应采取的水土保持措施。

①监测挡墙、护坡、截排水沟的稳定、完整等，评价监测点的工程措施的安全性，提出完善措施；

②通过对渣场顶部和坡面堆放弃渣的动态变化，以及渣场底部拦挡变化情

况，以及弃渣坡面、护坡坡面的冲刷及垮塌情况等监测，提供相应治理措施，使弃渣和坡面得到有效控制，为减少施工开挖造成的水土流失提供依据。

③观测坡面水土流失，评价工程措施效果，提出采取相应的措施的简易。

(3)观测方法：地面观测方法是按照不同的土壤侵蚀特点布设水土保持监测设施和观测点，其方法如下：

①挡墙、护坡、截排水沟等工程措施的稳定、安全性、完整性等和运行情况以及弃渣稳定性和垮塌情况、坡面稳定性、坡面冲刷等动态观测：

采取高精度静态差分 GPS (RTK) 定位结合测距仪等量测方法，对监测点进行形态变化测量。采取空间形态分析，计算出监测点的变化值，确定各部位的变化量，评价其措施和坡面的稳定性。



架设基站



流动站测量

b.采用三维激光扫描仪，在项目区内选取的典型的边坡，进行全景扫描。通过前后在同一位置、同一基准水平面、对同一监测坡面采集的三维点云数据进行对比计算，可得出坡面在两次扫描期间的变化量。



三维激光扫描现场监测



三维激光扫描现场监测

c.现场量测，通过巡视调查弃渣场的弃渣堆放和回采过程动态变化情况，将

观测数据记录后计算出变化量,进行分析,定量反映水土流失的变化情况。同时,用数码相机、摄像机定点记录监测对象的图像数据,作为直观对比依据。

②弃渣场坡面、开挖边坡水土流失监测,在坡面稳定后采取水土流失简易观测。(见表 3-6)

a.在各渣场顶面和坡面按规范布置观测样地,进行水土流失监测。在各渣场观测样地布置观测桩,结合监测仪器观测,达到能从坡顶至坡底全面量测控制。

b.通过观测桩顶与距地面高差,计算出土壤侵蚀的土层流失深度和土壤侵蚀量(计算公式采用:SL277-2002 水土保持监测技术规程)。(见表 3-6)

c.观测弃渣场坡面、护坡边坡冲刷变化情况及侵蚀沟深和宽度等,量测坡面形成初的坡度、坡长、地面组成物质等,量测侵蚀沟的体积计算出流失量。

d.调查水土流失量,由面状流失加上侵蚀沟流失得出总流失量。

表3-6 项目建设区水土保持监测设施布置表

监测方法	建立地点	建立日期	观测设施	观测侵蚀单元
测钎法	新田湾渣场坡面	2006年6月		土石混合堆坡面
测钎法	马延坡	2007年6月		土质开挖面
测钎法	开关站附近坡面	2009年12月		土石混合堆坡面

径流小区	左岸高位水池下边坡	2010年		土质坡面
径流小区	新田湾渣场边坡	2012年		土石混合坡面

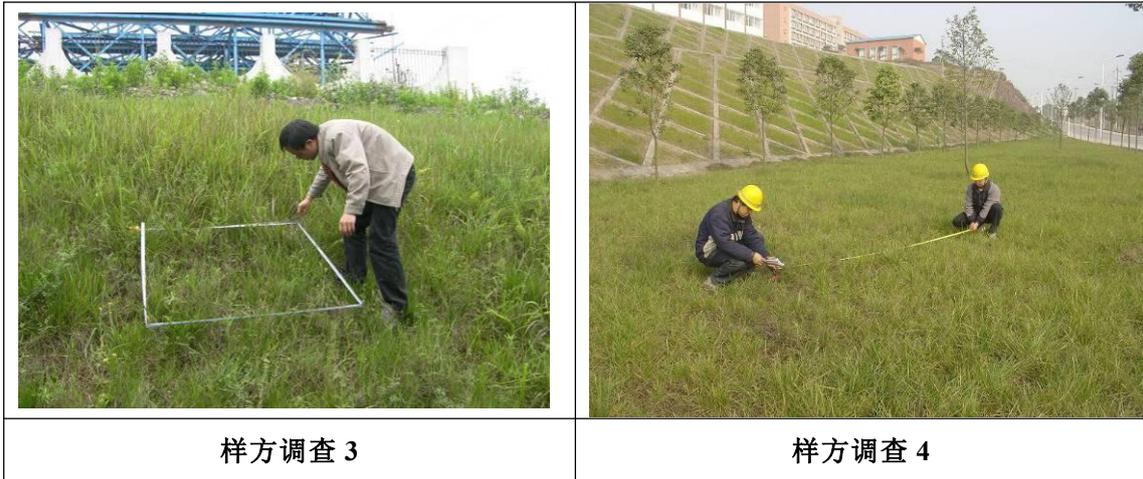
③ 植被观测。

使用询查方法核实植树、种草的数量和绿化面积，采取随机抽样的方法，对植物措施的质量和生长情况进行详查。

对种植的乔灌种树的地径、苗高抽检，大苗则抽检胸径。抽检采用钢卷尺或卡规方式；对于较低矮草木采用钢卷尺或目测抽样。

灌木区内，随机选取 200m² 样地小区抽检，草区选取面积 1-4m² 样方小区随机抽检计算覆盖度，覆盖度计算采用量测法和目测法。（固定样方 4 个，随机样方 19 个）。

	
样方调查 1	样方调查 2



2.2.3 临时监测

对项目区内临时发生的边坡垮塌进行及时监测，监测其规模大小、发展趋势和危害程度。

2.2.4 巡查监测

对项目区内进行全面巡视和观察，了解项目区内全面的水土流失情况，弥补定位监测和调查监测的盲点，补充、完善监测实施方案内容，提高项目水土保持监测的完整性。

2.2.5 遥感监测

为全面掌握工程建设的状况，我站组织专业单位克服了电站地处金沙江高山峡谷、小气候变化频繁的诸多困难，在经历了坠机等挫折后，在环保中心的大力支持下，经过不懈努力成功完成了电站监测区域的全区航拍工作，为电站水土保持监测提供了丰富的信息。



<p>无人机地面装配</p>	<p>无人机控制台联动测试</p>
	
<p>无人机地面调试</p>	<p>飞行中的无人机</p>

2004 年主体工程建设区遥感影像图



2008 年主体工程建设区遥感影像图



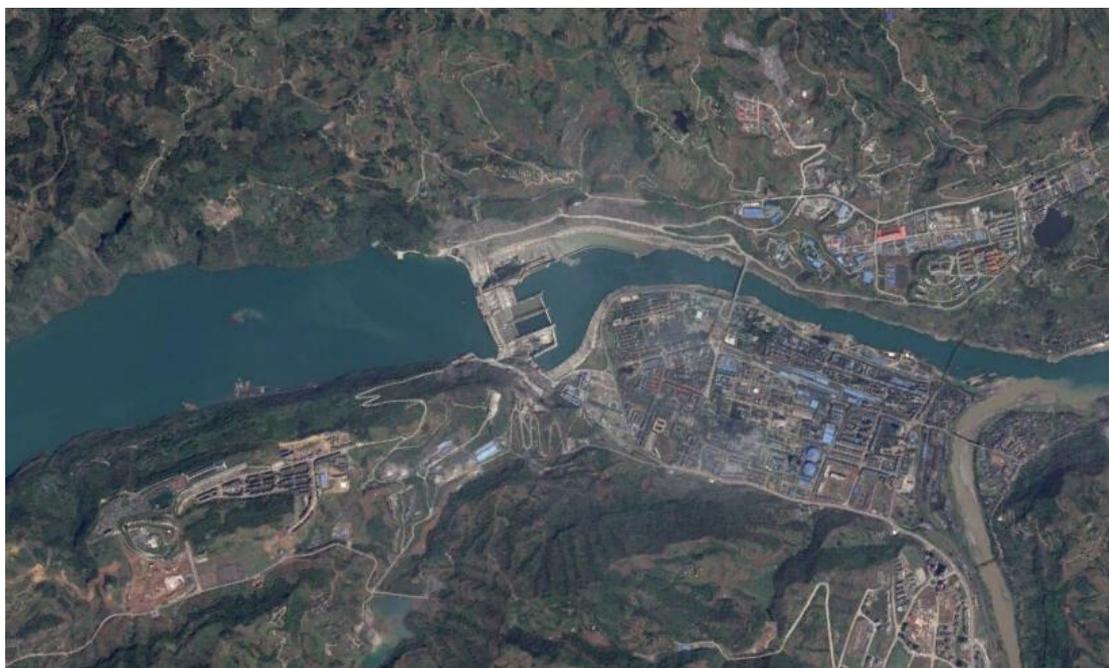
2011年主体工程建设区遥感影像图



2011 年太平料场区遥感影像图



2014 年主体工程建设区遥感影像图



2018 年主体工程建设区遥感影像图



2.2.6 监测频次

本工程监测时段为工程建设期及试运行初期，即 2005 年 12 月至 2016 年 12 月。新田湾、太平料场弃渣场的监测时段延长至 2018 年。监测频次为每年汛前、汛期及汛后进行，暴雨后加测。

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

(1)水土保持方案确定的防治责任范围

根据《方案报告书》，本工程水土流失防治责任范围为 13867.93 hm²，其中项目建设区 10345.27hm²，直接影响区 3522.66hm²。主体工程施工区防治责任范围 1076.09hm²，水库淹没区及移民安置区不在监测范围内。批复的防治责任范围见表 3-1。

表 3-1 批复方案水土流失防治责任范围 单位 hm²

责任范围区		项目建设区	直接影响区	防治责任范围
主体工程 施工区	大坝枢纽区	253.09	-	253.09
	道路防治区(对外、改线、场内道路)	267.35	-	267.35
	土石料场	68.30	-	68.30
	弃渣场	108.20	-	108.20
	施工营地(其它施工场地)	185.81	193.34	379.15
	小计	882.75	193.34	1076.09
水库及移 民安置区	水库淹没区	9462.52	-	9462.52
	城集镇迁建新址区	-	633.93	633.93
	农村居民点新址区	-	319.18	319.18
	新开土地防治区(包括施工移民)	-	1746.21	1746.21
	专项设施复建区	-	586.0	586.0
	小计	9462.52	3285.32	12747.84
库岸影响区		-	44.0	44.0
合计		10345.27	3522.66	13867.93

(2)防治责任范围监测结果

本工程实际防治责任范围为 10227.42hm²，其中，主体工程施工区为 764.90hm²，水库淹没区为 9462.52hm²。水土保持监测工作范围为主体工程施工区。详见表 3-2。

表 3-2 工程建设实际发生的水土流失防治责任范围 单位 hm^2

责任范围区		实际防治责任范围	备注
主体工程 施工区	大坝枢纽区	190.87	监测工作开展范围
	道路防治区(对外、改线、场内道路)	82.97	
	土石料场	97.84	
	弃渣场	103.47	
	施工营地(其它施工场地)	289.75	
	小计	764.90	
水库淹没区		9462.52	
合计		10227.42	

(3)防治责任变化对比

本工程实际防治责任范围与批复的防治责任面积相比减少 311.19hm^2 ，其中大坝枢纽区减少 62.22m^2 、道路防治区减少 184.38hm^2 、土石料场区增加 29.54hm^2 、弃渣场区减少 4.73hm^2 、施工营地区减少 89.40hm^2 。详见对比表 3-3。

表 3-3 工程建设实际发生的水土流失防治责任范围 单位 hm^2

责任范围区		方案设计	实际	变化	变化原因
主体工程 施工区	大坝枢纽区	253.09	190.87	-62.22	枢纽建设区设计变更导致扰动面积减少。
	道路防治区	267.35	82.97	-184.38	左岸对外交通在实施时将大溪口~金沙江大桥段称作进场公路，划入场内道路，故对外交通长度、面积相应减少；右岸地方改线公路进行了线路调整优化，改为坝区北线段，长度减少 16.6km ，明线段减少 18.2km ，场内道路也进行了线路调整优化，最终导致道路防治区面积减少 184.38hm^2 。
	土石料场	68.30	97.84	29.54	实际取消了柏溪土料场，面积减少 2.00hm^2 ；太平石料场增加了太平料场进场道路及骨料输送线进场道路，太平料场弃渣场设计变更，导致面积增加 31.54hm^2 ，最终导致料场防治区防治责任范围增加 29.54hm^2 。
	弃渣场	108.20	103.47	-4.73	
	施工营地	379.15	289.75	-89.4	根据实际情况，在红线范围内减少占地。
	小计	1076.09	764.90	-311.19	
水库淹没区		9462.52	9462.52	0	
合计		10538.61	10227.42	-311.19	

3.1.2 背景值监测

经查阅《土壤侵蚀分类分级标准》及全国土壤侵蚀分级图，项目区属于西南土石山区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

本项目处于青藏、云贵高原向四川盆地过渡的斜坡地带，中低山区。工程用地大部分为荒地，部分为建设用地、农用耕地，自然水土流失现状为微度。年内降水分配不均、植被较差，在暴雨季节，降雨汇集成较大的径流，冲刷裸露土地，易引起水力侵蚀。根据水土保持方案，项目区土壤侵蚀强度为 $1962\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

3.1.3 建设期扰动土地面积

根据现场监测、遥感监测及查阅相关征地、施工、监理资料，本工程扰动地表面积 2005 年为 247.72hm^2 、2006 年为 413.35hm^2 、2007 年为 531.61hm^2 、2008 年为 621.54hm^2 、2009 年为 750.88hm^2 、2010 年为 759.98hm^2 、2011 年达到最大为 764.90hm^2 。地表扰动面积动态监测结果见表 3-4。

表 3-4 地表扰动面积动态监测结果

防治分区	扰动面积 (hm^2)													
	2005	2006	2007年	2008	2009年	2010年	2011	2012	2013	2014	20145	2016	2017	2018年
大坝枢纽	36.38	72.03	108.36	129.49	188.32	190.87	190.87	190.87	190.8	190.87	190.87	190.87	190.87	190.87
道路防治	48.84	59.11	72.27	82.97	82.97	82.97	82.97	82.97	82.97	82.97	82.97	82.97	82.97	82.97
土石料场	19.91	38.92	60.18	71.86	93.45	97.84	97.84	97.84	97.84	97.84	97.84	97.84	97.84	97.84
弃渣场	23.82	27.34	65.35	74.84	96.39	98.55	103.47	103.47	103.4	103.47	103.47	103.47	103.47	103.47
施工营地	118.77	215.95	225.45	262.38	289.75	289.75	289.75	289.75	289.7	289.75	289.75	289.75	289.75	289.75
合计	247.72	413.35	531.61	621.54	750.88	759.98	764.9	764.9	764.9	764.9	764.9	764.9	764.9	764.9

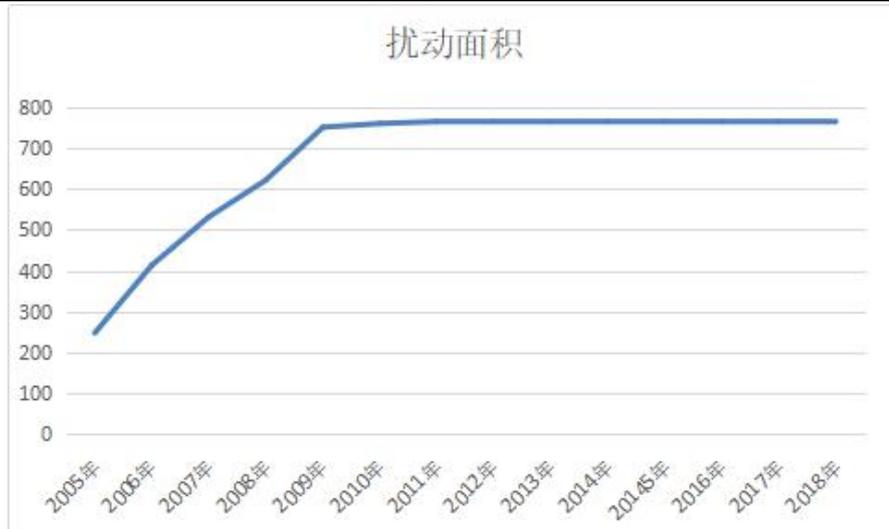


图 3-1 地表扰动面积折线图

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

(1) 石料场

水保方案设计本项目导流及临建工程混凝土骨料采用金沙江下游河段天然砂石料，主体工程混凝土骨料以太平灰岩料场为主，辅以地下厂房开挖利用料为料源。

太平二叠系灰岩料场位于库区右岸绥江县新滩坝镇，新滩溪沟内的大湾口处，距坝址公路里程约 56km，直线距离 30km，料场地形开阔，料场内地形较平缓，自然坡度 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ，沟底高程 950.00m，灰岩出露高程 1160.00~1500.00m，基岩大部分裸露。料场岩体完整性较好，风化浅，岩溶不发育。植被现状以灌丛、草丛为主，兼有少量坡耕地。现有地方简易公路从新滩坝通往料场，公路里程 12km，该公路改建后可作为开采前期进场道路。该料场总体开采条件优越。

根据地质勘察，料场可开采有效储量为 3867 万 m^3 ，剥离量为 108 万 m^3 。向家坝主体工程混凝土所需骨料全部由太平料场开采，按需要 1221 万 m^3 混凝土成品骨料，计划开采毛料 1343 万 m^3 ，无用层剥离量 95.00 万 m^3 ，剥采比为 0.071。

根据料场地形、地质条件，按照尽量减少剥离量、提高获得率、减少水土流失的开采原则，确定料场开采顶部高程 1492.00m，最终开采底部平台高程 1288.00m。料场开采面积约为 50 hm^2 。采用竖直采掘的水平分段法开采，自卸汽车运输至粗碎车间，经粗碎后由封闭式皮带输送机输送至大坝沙石料加工系统。料场无用层剥离弃渣运往料场山脚下弃渣场。

(2) 土料场

柏溪土料场位于坝址下游金沙江左岸，料场勘察储量 590.00 万 m^3 ，土料由侏罗系紫红色粉砂质泥岩风化后形成。料场自然坡角为 $10.00^{\circ}\sim 40.00^{\circ}$ 。坡角及较低部位有耕作土或粘性土，厚约 1.00~2.00m，局部为冲积阶地，土层较深。料场取土高程 292.00~342.00m。

根据工程总进度的安排，土料开采分三个时段进行，第一时段为 2004 年 11 月至 2005 年 5 月；第二时段为 2008 年 11 月至 2009 年 3 月；第三时段为 2012 年 12 月，总开采量 12.09 万 m^3 。

水保方案设计料场特性见表 3-5。

表 3-5 水保方案设计料场特性表

序号	名称	位置	运距(km)	开采量(万 m ³)	开采高程(m)	占地面积(hm ²)	地形条件	占地类型
1	太平灰岩料场	太平村	31.0	1343	1288~1492	49.72	山坡	灌丛、草丛地和坡耕地
2	柏溪土料场	柏溪	17.0	3.94	292~342	2.00	平缓坡地	水田、旱地

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

柏溪土料场

可研阶段，规划柏溪土料场作为施工取土场，主要用于围堰防渗。柏溪土料场位于坝址下游金沙江左岸，运距 17km，规划开采土量约 4 万 m³，占地面积约 2hm²。

实施阶段，考虑到土料需求量不大，且柏溪土料场运距较远（运距 17km），取消了柏溪土料场。经勘察后采用坝区场地平整中剥离的覆盖土层作为围堰的防渗用土。

柏溪土料场取消后，避免了施工对原地貌的扰动，减少了施工占地，减少了水土流失影响，有利于水土保持。

太平石料场

太平石料场位于库区右岸绥江县新滩镇新滩溪沟内的大湾口处，距坝址直线距离约 31km，是向家坝水电站主体工程混凝土骨料生产唯一的料源场地。

太平灰岩料场的开采从高程 1496.00m 起，至高程 1240.00m 和 1228.00m 两个终采大平台止，在终采时形成人工高边坡，该边坡呈“┌”形，平面长约 500m~700m，宽约 300m，最大坡高 268m。开采坡比中等风化岩石 1:0.5，微新岩石 1:0.3，每 12m 坡高设 4m 宽的马道，每三个台阶设 10m 宽的清扫平台，综合坡比大致在 1:0.78 左右。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

《方案报告书》设置了 5 个弃渣场，弃渣场统计表见表 3-6。

表 3-6 项目施工区弃渣场规划表

序号	名称	方位	堆渣容量 (万 m ³)	规划弃渣 松散方 (万 m ³)	弃渣来源	占地面积 (hm ²)	占地及周边 植被类型	地形条件 即渣场类型
1	新田湾 弃渣场	左岸下游	1130	1111.06	左岸大坝及引 泄水渠升船机 一部分	40.9	灌木、草丛 及农田植 被	沟谷、沟道 型
2	新滩坝 弃渣场	右岸上 游河滩	2400	2171.11	右岸大坝基 坑、升船机、 地下厂房及 部分围堰拆 除量	67.3 水库淹 没 范围	灌木、草丛 及农田植 被	河滩、临河 型
3	太平石 料弃渣场	黑竹林	200	162.0	太平石料覆盖 层开挖弃渣	8.0	灌木、草丛 及农田植 被	沟谷、沟道 型
4	隧洞沿 线弃渣场	沿线沟道	180	147.81	隧洞洞挖等施 工弃渣	8.58	灌木、草丛 及农田植 被	沟谷、沟道 型或临河 型
5	对外交 通沿线 弃渣场	沿线沟道	110	97.01	对外交通道路 开挖、填筑后 弃渣	4.89hm ² (包含在对外 交通防治 区内)	灌木、草丛 及农田植 被	沟谷、沟道 型
6	合计	-	4020	3688.99	-	124.78	-	-

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

工程主体施工区的新田湾渣场位于左岸坝址下游 2.5km 的新田湾冲沟内；新滩坝弃渣场位于坝址右岸上游 2.5km 的河边滩地；对外交通公路弃渣场位于该道路沿线的沟谷、沟槽内；石料输送带沿线规划 9 处小型弃渣场位于石料输送带沿线的沟谷、沟道内；太平石料场剥离弃渣场位于该料场的下部坡面和沟槽。

截止 2018 年底各监测分区渣场占地面积为：新田湾渣场 26.3hm²，新滩坝渣场 77.17hm²，对外交通公路 4 个弃渣场 4.89hm²，石料输送带 9 处小型弃渣场 9.18hm²，太平石料场剥离 5 个弃渣场 14.31hm²。详见表 3-7。

表 3-7 实际弃渣场统计表

序号	项目及项目名称		位置	级别	占地面积 hm ²	弃渣量 (松方, 万m ³)	渣场类型
1	左岸	新田湾弃渣场	左岸下游新田湾冲沟	1	26.30	1132.27	沟道型
2	右岸	新滩坝弃渣场	右岸上游河滩	1	77.17	2159.27	库区型
3	太平石料弃渣场	①	开采区下游开阔台地	4	4.51	79.44	沟道型
		②	开采区右侧冲沟	3	3.68	88.9	沟道型
		③	开采区左侧冲沟	4	1.19	70.04	沟道型
		④	开采区左下侧冲沟	4	2.43	78.65	沟道型
		⑤	2#弃渣场上游冲沟内	4	2.50	55.05	沟道型
		小计				14.31	372.08
4	骨料输送线弃渣场	1#	1#隧洞施工支洞口	4	0.6	6.6	沟道型
		2#	1#洞出口、2#洞进口之间冲沟两侧, 骨料输送线左侧, 加档湾	4	0.75	9.1	临河型
		3#	2#隧洞施工支洞口, 黄莲沟	4	0.8	4.8	临河型
		4#	2#洞出口、3#洞进口之间, 骨料输送线左侧, 茶林沟	4	1.5	45.75	沟道型
		5#	3#洞出口、4#洞进口之间, 骨料输送线左侧, 大河坝	4	1.0	11.45	沟道型
		6#	4#洞出口、5#洞进口之间, 骨料输送线左侧, 小屋基	5	0.83	11.36	沟道型
		8#	6#洞出口、7#洞进口之间, 骨料输送线左侧, 裂湾坡	4	1.21	20.29	沟道型
		9#	7#洞出口、8#洞进口之间, 骨料输送线左侧, 清水濠	4	1.09	14.66	沟道型
		10#	8#洞出口、9#洞进口之间, 马延坡冲沟内, 珍珠湾	5	1.4	35.2	沟道型
		小计				9.18	159.21
5	对外交通沿线弃渣场	龙坡嘴渣场	江拗口隧洞进口附近的地方公路旁	5	1.30	19.07	沟道型
		水淋岩渣场	江拗口、岩门摸隧洞之间, 道路内侧	5	1.21	3.48	沟道型
		狗落洞渣场	巨坝隧洞进口附近, 道路两侧	5	1.26	10.02	沟道型
		张沟渣场	巨坝隧洞出口附近, 道路外侧	5	1.12	7.53	沟道型
		小计				4.89	40.1
6	合计		-	-	136.58	3862.93	-

3.4 土石方流向情况监测结果

本工程土石开挖量 4424.71 万 m³ (自然方, 下同, 不包括料场开采有用料),

莲花池、田坝、马延坡场地平整和尾渣坝等利用开挖料填筑共计 1766.84 万 m^3 ，加上土石拆除量 114.97 万 m^3 ，工程最终总弃渣量为 2772.84 万 m^3 （包括坝区表土堆存场保存量 32.09 万 m^3 ，折合松方 3862.93 万 m^3 ）。土石方流向表详见表 3-8。

表 3-8

土石方调运表

单位：万 m³

项目	开挖	拆除	填筑	调出				调入	废弃							
				合计	莲花池场平	田坝场平	公路填筑		合计	新田湾渣场	新滩坝渣场	外通渣(4个) 对交弃场	料场弃渣场(5个)	骨料输送线弃渣场(9)	坝区表土堆存场	
大坝枢纽防治区	左岸导流明渠及下游引航道人工高边坡区域	2059.69		166.25	992.89	960.82		32.07		900.55	682.72	217.83				
	右岸地下厂房进、出水口人工高边坡区域	1279.94		177.30						1102.64	9.10	1093.54				
	围堰拆除		114.97		0.00	0.00				114.97		114.97				
	小计	3339.63	114.97	343.55	992.89	960.82		32.07		2118.16	691.82	1426.34				
道路防治区	左岸对外交通	60.90		25.69	1.98	1.98				33.22	4.58		28.64			
	右岸地方改线公路北线段	24.38		5.88						18.50		18.50				
	场内道路	260.87		162.64	36.77	32.87	3.90	32.07	93.55	33.18	60.35					
	小计	346.15		194.21	38.75	34.85	3.90	32.07	145.27	37.76	78.85	28.64				
料场防治区	石料场采区(含施工营地、场内道路)	290.71		27.87						262.84				262.84		
	骨料输送线(含洞口营地)	129.52		15.79						113.73				2.93	110.80	
	太平料场及骨料输送线进场道路	15.74		15.74						0						
	小计	435.97		59.40						376.57				265.77	110.80	
弃渣场防治区	新滩坝弃渣场	1.21								1.21						1.21
施工营地及其它用地防治区	左岸莲花池及凉水井区	166.29		1118.62				995.67	43.34	36.99						6.35
	右岸回坝及马延坡区	135.44		51.06				3.90	88.29	23.70	37.14			2.92	24.53	
	小计	301.73		1169.68				999.57	131.63	60.69	37.14			2.92	30.88	
合计	4424.69	114.97	1766.84	1031.64	995.67	3.90	32.07	1031.64	2772.84	790.28	1542.34	28.64	265.77	113.72	32.09	

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 设计情况

水利部批复的水土保持方案报告书共划分为大坝枢纽防治区、道路防治区、料场防治区、弃渣场防治区、施工营地及其它用地防治区和库岸影响防治区 6 个水土流失防治分区，分区工程措施设计如下：

(1) 大坝枢纽防治区

1) 主体工程已有水土保持工程措施

① 左岸导流明渠及下游引航道人工高边坡处理

左岸导流明渠及下游引航道人工高边坡主要采取表面保护、内外排水、锚固、煤层采空区回填和边坡修整等工程措施。

A 表面保护

300.00m 高程以下坡面采用钢筋混凝土衬护；300.00m 高程以上坡面采用挂网喷混凝土封闭；马道采用混凝土覆盖。

B 坡面截、排水及坡体排水

坡面设置排水孔。沿开挖顶部轮廓线及周边布置浆砌石截、排水沟。在高程 300.00m、340.00m、380.00m、420.00m 分别设置净断面为 2.5m×3.0m(宽×高)的排水洞。

C 边坡锚固

设置锚杆、锚索。在每一层煤层离开挖坡面 30m 的地方扩挖一条 1.5m×1.8m(宽×高)的隧洞，并进行全断面混凝土回填灌浆处理。

② 右岸地下厂房进、出水口人工高边坡处理

A 进水口边坡处理措施

开挖边坡周边设置截水沟。开挖边坡高程 383.00m 以上，按照排、孔距 3m×3m 梅花形布置排水孔。开挖边坡设置系统锚杆，喷混凝土，挂钢筋网。

B 尾水出口边坡处理措施

开挖边坡周边设置截水沟，减少山体地表水流对边坡的影响。尾水平台高程

380.00m 以上，按照排、孔距 3mx3m 梅花形布置排水孔。尾水平台边坡设置系统锚杆，喷混凝土，挂钢筋网。有煤层开采的区域或岩体较破碎的设置区域网格梁，煤洞范围采取局部回填混凝土的措施，局部范围预应力锚索。并在尾水平台高程 380.00m 以下坡面现浇钢筋混凝土防护。

大坝枢纽防治区主体工程已有水土保持措施设计情况见表 4-1。

表 4-1 大坝枢纽防治区主体工程已有水土保持措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	左岸导流明渠及下游引航道人工高边坡区域	斜坡防护工程	工程护坡	混凝土	m ³	69425.7
				喷混凝土	m ³	35173.6
				钢筋	t	31823
				钢丝网	m ³	287529.7
				锚杆	根	69350
				回填灌浆	m ²	15951.97
				固结灌浆	m	6930.000
				钢筋桩	根	1816.000
2	右岸地下厂房进、出水口人工高边坡区域	斜坡防护工程	工程护坡	排水孔	m	255748
				混凝土	m ³	9435
				喷混凝土	m ³	10800
				钢筋	t	389
				钢丝网	t	158.3
				锚杆	根	37826
				回填灌浆	m ²	1785
				锚索	束	222
排水孔	m	34030				

2) 水土保持专项工程措施

为美化环境，在左右岸高边坡 380.00m 高程马道修筑钢筋混凝土载土格，倒三角形，高 0.5m. 宽 0.6m. 格内装载营养土，栽植爬山虎和小叶黄杨进行垂直绿化。

表 4-2 大坝枢纽防治区水土保持专项工程措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	左岸边坡	土地整治工程	场地整治	混凝土	m ³	19
				钢筋	t	0.88
				覆土	m ³	13.1
2	右岸边坡	土地整治工程	场地整治	混凝土	m ³	25
				钢筋	m ³	0.96
				覆土	t	4

(2) 道路防治区

1) 主体工程已有水土保持工程措施

主体工程对场内道路采取了边坡防护及排水措施设计。

①路基、路面排水工程

所有挖方路段的靠山侧均设置排水沟，纵坡为 0.3%。排水沟断面形式采用梯形边沟，深 0.6m，沟底宽 0.5m，内侧垂直，外侧坡度 1:0.5。

为防止挖方路基上方的地面径流冲刷边坡，需设置截水沟，并设置急流槽将水引走。

②路基及边坡防护工程

陡山坡上的半挖半填路基，填方一侧采用挡土墙，防护挡土墙的内外坡面均直立。

基底面以 1:5 向内倾斜，高度不超过 2m。挡土墙采用路肩式挡土墙及衡重式挡土墙。

为保护路堤边坡，道路路堤靠河侧采用浆砌石进行防护，浆砌石护坡厚度为 0.35m，且在护坡地面设置 0.1m 底碎石垫层。护坡的中下部应设泄水孔，泄水孔的孔径为 $\phi 0.1$ m 圆形孔，梅花型布置，孔、排距 2m，泄水孔后 0.5m 范围内应设置反滤层。

道路防治区主体工程已有水土保持工程措施设计情况见表 4-3。

表 4-3 道路防治区主体工程已有水土保持工程措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量	
1	场内道路	斜坡防护工程	截(排)水	土石方开挖	m ³	32674	
				浆砌石	m ³	24566	
				砂浆抹面	m ²	80793	
				排水孔	m	35316	
			工程护坡	挡土墙	土石方开挖	m ³	22960
					浆砌石	m ³	49138
					砂浆抹面	m ³	3676
				边坡防护与支护	喷混凝土	m ³	10563
		混凝土	m ³		2379		
		浆砌石	m ³		29461		
		钢筋	t		54.02		
		防洪排导工程	排洪导流设施	涵洞	土石方开挖	m ³	44590
					浆砌石	m ³	6463
					砂浆勾缝	t	1473
混凝土	m ³				240		
钢筋	t				21.43		

2) 水土保持专项工程措施措施

道路防治区包括左岸对外交通、左岸对外交通弃渣场、右岸地方改线公路和场内道路。

A 左岸对外交通

挖方路段在路基两侧设置 M5.0 浆砌片石排水沟，外侧排水沟断面尺寸为 0.4m×0.4m(宽×深)，砌石厚度为 0.2~0.25m；内侧排水沟断面尺寸为底宽 0.6m，深 0.6m，外边坡比 1:1、内边坡比 1:0.5，砌石厚 0.2~0.3m；开挖边坡根据边坡坡度、长度及地质等因素采取浆砌石或网格植草或 TBS 植被防护。

填方路段外侧边坡坡脚采用 M5.0 浆砌片石护脚墙挡护，两侧边坡均采用干砌石防护。

半填半挖路段回填侧边坡采用 M7.5 浆砌石或干砌石或路肩式挡土墙进行防护。坡脚处设置 M5.0 浆砌片石排水沟，梯形断面，底宽 0.6m、沟深 0.6m，内侧坡比 1:0.5，砌石厚 0.3m。路段内侧开挖边坡根据坡面特性采取浆砌石或网格植草或 TBS 植被防护。

左岸对外交通工程措施投资 85 万元。

B 左岸对外交通弃渣场

左岸对外交通弃渣场包括张沟渣场、狗落洞渣场、水淋岩渣场和龙坡嘴渣场。弃渣边坡坡脚结合道路防护设路堤式或路壁式挡土墙，渣场底部结合道路排水设拱涵或盖板涵，坡面采用 25cm 厚干砌石或浆砌石或网格植草护坡。各渣场在填渣后均作为道路一侧路基，并与道路边坡一并布设防护措施。对外交通弃渣场防护工程量及投资已计入道路边坡防护，未单独计列。

C 右岸地方改线公路

措施同左岸对外交通。右岸地方改线公路工程措施投资 65 万元。

D 场内道路

工程完工后，左岸炸药库道路路面进行土地整治。

道路防治区水土保持专项工程措施设计情况见表 4-4。

表 4-4 道路防治区水土保持专项工程措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	场内道路	土地整治工程	场地整治	覆土	m ³	1120
				施肥、耕翻	hm ²	0.56

(3) 料场防治区

1) 水土保持专项工程措施

料场防治区包括太平石料场采区、太平石料场弃渣场(黑竹林弃渣场)、太平石料场施工场地及场内道路、太平石料场骨料输送线开挖弃渣场(1#~10#)和柏溪土料场。

① 太平石料场采区

A 开采边坡坡脚修筑排水型截水沟，沟底宽 0.3m，沟深 0.5m，内边坡比 1:0.3，比降 2%；截水沟底层与内侧层为开采后的岩质底层与边坡，不再修筑防渗层，外侧层混凝土衬砌 0.1m，表面喷混凝土。

B 料场开采结束后进行土地整治，平台、平地外侧修筑石坎梯田，砌石厚度 0.3m，田坎高 0.5m，地埂高 0.15m；覆土。

② 太平石料场弃渣场(黑竹林弃渣场)

A 渣场防护：采用重力式浆砌石挡墙，挡墙内设置排水管，排水管孔、排距为 1.2m×2.0m；坡面采用浆砌石网格护坡，网格尺寸为 3m×3m。

B 渣场排水：渣场四周设置浆砌石截水沟，断面尺寸为 1.0m×1.0m(宽×高)；堆渣体的沟底排水涵洞为钢筋混凝土盖板涵，过水断面尺寸为 3.0m×1.0m(宽×高)。

③ 太平石料场施工场地及场内道路

料场开采结束后，对料场施工场地进行清理，与场内临时道路一并进行土地整治。

④ 太平石料场骨料输送线开挖弃渣场(1#~10#)

A 渣场防护：均采用重力式浆砌石挡墙，挡墙内设置排水管，排水管孔、排距为 1.0m×2.0m；坡面采用浆砌石网格护坡，网格尺寸为 3m×3m。

B 渣场排水：渣场四周设置浆砌石截排水沟，断面尺寸为 0.5m×0.5m(宽×高)。

⑤ 柏溪土料场

沿土料开采范围周边修筑浆砌石截水沟，断面尺寸为 0.3m×0.4m(宽×高)，边坡比 1:0.5。

4-5 料场防治区水土保持专项工程措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
----	------	------	------	------	----	---------

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量	
1	太平石料场采区	斜坡防护工程	截(排)水	混凝土	m ³	845	
		土地整治工程	场地整治	覆土	万 m ³	8.17	
				干砌石石坎	m ³	3168	
				施肥、耕翻	hm ²	9.31	
2	太平石料场的弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	6300	
		拦渣工程	防洪排水	浆砌石	m ³	2095.2	
				混凝土	m ³	228	
				钢筋	m ³	34.2	
			基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	3643.8	
		土地整治工程	场地整治	坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	2057.5
				覆土	万 m ³	1.05	
				施肥、耕翻	hm ²	7.03	
3	太平料场施工场地、场内道路	土地整治工程	场地整治	施肥、耕翻	hm ²	33.8	
4	骨料输送线1#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	695.9	
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	365.3	
			防洪排水	浆砌石	m ³	201.6	
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	231.3	
5	骨料输送线2#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	1259.2	
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	525.5	
			防洪排水	浆砌石	m ³	306.8	
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	319.2	
6	骨料输送线3#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	762.1	
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	385.5	
			防洪排水	浆砌石	m ³	212.8	
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	271.6	
7	骨料输送线4#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	662.7	
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	416.8	
			防洪排水	浆砌石	m ³	234.9	
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	273.6	
8	骨料输送线5#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	795.3	
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	407.5	
			防洪排水	浆砌石	m ³	224.1	
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	215.4	
9	骨料输送线6#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	463.9	
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	319.3	
			防洪排水	浆砌石	m ³	178.2	
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	151	
10	骨料输送线7#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	364.5	
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	255.6	
			防洪排水	浆砌石	m ³	152.9	

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	135.6
11	骨料输送线8#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	563.3
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	360.6
			防洪排水	浆砌石	m ³	226.3
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	212.5
12	骨料输送线9#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	596.5
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	395
			防洪排水	浆砌石	m ³	242
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	187.6
13	骨料输送线10#弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	497
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	351.8
			防洪排水	浆砌石	m ³	215.6
			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	159.7
14	骨料输送线弃渣场	土地整治工程	场地整治	覆土	万 m ³	2.36
				施肥、耕翻	hm ²	7.76
15	柏溪土料场	斜坡防护工程	截(排)水	土石方开挖	m ³	1189
				浆砌石	m ³	870
		土地整治工程	场地整治	覆土	万 m ³	0.40
				施肥、耕翻	hm ²	2.00

(4) 弃渣场防治区

弃渣场防治区包括新田湾弃渣场和新滩坝弃渣场。

1) 水土保持专项工程措施

① 新田湾弃渣场

A 渣场坡脚与边坡的防护

利用渣场下游道路填筑形成的路基作为渣场拦渣坝。坡面采用网格状浆砌块石护坡，网格尺寸为 3m×3m。

B 渣场排水设计

渣场四周设置浆砌石截排水沟，断面尺寸为 1.0m×1.0m(宽×高)。马道内侧设浆砌石截水沟，断面尺寸为 0.5m×0.6m(宽×高)。

渣体底部排水设施由 1 条主洞和 4 条支洞组成，排水主洞为排水拱涵、排水隧洞组成，长约 967m。其中断面为 2.0m×2.0m 拱涵段长 453m，断面为 2.5m×2.25m 拱涵段长 211m，2.5m×2.25m 隧洞段长 104m。排水支洞 1 为长 147.5m 的φ100 圆涵管；支洞 2、3、4 为 2.0m×2.0m 断面的排水拱涵，长度分别为 766m、101m、78.5m。

排水主洞、支洞 1、支洞 2 进水口修筑挡水坝，挡水坝高 2~4m；在排水支洞 3、支洞 4 进水口设跌水井，跌水井尺寸为 3.0m×3.0m×3.0m。

C 土地整治

工程完工后，渣场需要进行土地整治，以恢复植被。

②新滩坝弃渣场

A 渣场防护

该弃渣场的设计防护标准为 20 年一遇，防洪高程 302.50m。堆渣前，沿河滩高程 275.00m 设置挡渣墙，并用大块石回填护脚。挡墙顶部高程 280m，顶宽 0.85m，外边坡 1: 0.2。渣场两侧坡脚向两边延伸至堆渣顶部高程，修建重力式浆砌石挡渣墙，墙身高度 2.0m，顶宽 0.8m，外侧坡比 1: 0.5，基座宽度 0.8m。挡渣墙内设置排水管，排水管孔、排距为 1.5m×1.5m。在高程 302.50m 以下采取大块石护坡，防止河水冲刷坡面。

B 渣场排水

渣场两侧的排水沟设置在渣场坡脚的挡渣墙外侧，断面尺寸为 1.5m×1.5m(宽×高)。

弃渣场防治区水土保持专项工程措施设计情况见表 4-6。

表 4-6 弃渣场防治区水土保持专项工程措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	新田湾弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石网格	m ²	24801
			截(排)水	土石方开挖	m ³	15656
				土方回填	m ³	5196
				浆砌石	m ³	9616
		防洪排导工程	排洪导流设施	土石方开挖	m ³	833
				土方回填	m ³	11000
				浆砌石	m ³	4971
				混凝土	m ³	8619
				钢筋	t	427.05
		土地整治工程	场地整治	覆土	万 m ³	8.78
施肥耕翻	hm ²			43.90		
2	新滩坝弃渣场	斜坡防护工程	工程护坡	浆砌石	m ³	56663
				排水管	m	11107
				大块石	m ²	172260
		拦渣工程	基础开挖与处理	土石方开挖	m ³	12044
				土方回填	m ³	1508
			防洪排水	浆砌石	m ³	1060

			坝(墙、堤)体	浆砌石	m ³	2628
				混凝土	m ³	15385
				排水管	m	10360

(5) 施工营地及其它用地防治区

1) 主体工程已有水土保持工程措施

① 左岸莲花池区场地平整防护与排水设计

A 沟底排水：自水波溪上游开挖长 415.00m 的隧洞（3.0m×4.5m，接竖井（φ1.0m）后修筑 498.00m 长的拱涵（3.0m×4.5m），接原天然沟道排出溪流。隧洞喷 0.1m 厚混凝土后采取钢筋混凝土衬砌 0.4m 厚，洞底 C20 细石混凝土护底 0.1m 厚；拱涵拱圈 C25 钢筋混凝土砌筑 0.5m 厚，护拱为 C25 混凝土，台身采用 C15 埋石混凝土砌筑，C20 细石混凝土洞身护底 0.1m，台基采用 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 0.8m；为防止出口水流冲刷破坏，要求在出口 20m 范围内进行 C20 细石混凝土护底，厚 0.15m。

B 表面排水与边坡防护：场地周边、回填坡脚设置排水沟，排水沟采用 M7.5 浆砌石砌筑 0.4m 厚，梯形断面，底宽 0.6m，沟深 1.0m，排水沟边坡坡比 1:0.5，内侧用 M10 砂浆抹面；回填边坡采用干砌石护坡，砌石厚 0.4m，边坡每 10m 高设 2.0m 宽马道，马道上结合干砌石护坡修筑马道排水边沟，边沟底宽 0.8m，深 1.0m，外侧采用 M7.5 浆砌石砌筑宽 0.4m 厚垂直边沟墙，排水边沟内侧用 M10 砂浆抹面。

② 右岸田坝区场地平整与排水设计

马延坡冲沟水向云天化小学方向排放至金沙江，排水箱型涵管过水断面为 3.5m×3.5m（宽×高），排水量为 20 年一遇的设计流量 31.71m³/s，全长 1400m；水富县城后山坡的汇集水 20 年一遇的设计流量 6.3m³/s，结合云天化向水富县城后排水沟的排放量，修建排水箱型涵管的过水断面为 2.0m×2.5m（宽×高），长 850m，将水排至横江。

表 4-7 施工营地及其它用地防治区主体工程已有水土保持工程措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	左岸莲花池区	斜坡防护工程	工程护坡	干浆砌石	m ²	294380
			截(排)水	土石方开挖	m ³	10850
				浆砌石	m ³	7350
				砂浆抹面	m ²	17350
		防洪排导工程	排洪导流设施	排水隧	土石方开挖	m ³

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量	
2	右岸田坝区	斜坡防护工程	工程护坡	洞	混凝土	m ³	2989
					钢筋	t	317.55
				拱洞	混凝土	m ³	9059
					浆砌石	m ³	3157
					钢筋	t	205.5
		防洪排导工程	排洪导流设施	排水型涵管	土石方开挖	m ³	17472
					土方回填	m ³	6083
					浆砌石	m ³	3808
					混凝土	m ³	770
					钢筋	t	115.5

2) 水土保持专项工程措施

左岸凉水井区施工结束后临时种草防护；工程完工后，对左岸莲花池区、右岸田坝及马延坡区进行土地整治。

表 4-8 施工营地及其它用地防治区水土保持专项工程措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	左岸莲花池区	土地整治工程	场地整治	覆土	万 m ³	18.23
				施肥、耕翻	hm ²	45.58
2	左岸凉水井区	土地整治工程	场地整治	覆土	万 m ³	5.59
				施肥、耕翻	hm ²	13.96
3	右岸田坝及马延坡区	土地整治工程	场地整治	覆土	万 m ³	23.52
				施肥、耕翻	hm ²	58.81

(6) 库岸影响防治区

1) 水土保持专项工程措施

库岸影响防治区包括对距坝 56.7km 和 60.2km 的长美号和赵家湾两处滑坡进行治理。工程措施主要为排水措施。

表 4-9 库岸影响防治区水土保持专项工程措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	库岸区	斜坡防护工程	截(排)水	土石方开挖	m ³	3120
				浆砌石	m ³	2700

4.1.2 监测结果

根据监测结果,结合施工、监理资料。本项目水土保持工程措施量:(喷)混凝土护坡 19.07 万 m³,浆砌石护坡 12.87 万 m³,干砌石护坡 2.62 万 m³、0.2hm²,抛石护坡 0.77 万 m³,网格梁护坡 26.55hm²,钢筋笼护坡 384m³,锚杆 15.56 万根,锚索 10.96 万束,钢筋(网)0.40 万 t,钢筋桩 3369 根,回填灌浆 2.68hm²,固结灌浆 0.49 万 m,煤层线灌浆 0.52 万 m³;排水孔(管)27.06 万 m,浆砌石截(排)水(洪)沟(洞、涵)16.12 万 m³,混凝土截(排)水(洪)沟(洞、涵)20.48 万 m³,砖砌截(排)水沟 0.14 万 m³,涵管 1.28 万 m;浆砌石挡墙 12.02 万 m³,混凝土挡墙 7.08 万 m³,钢筋铅丝笼挡墙 0.32 万 m³;表土剥离 56.19 万 m³,整地 158.35hm²,覆土 35.34 万 m³。详见表 4-10。

表 4-10 主体工程已有和水保专项水土保持工程措施主要工程量汇总表

序号	措施名称	单位	大坝枢纽区	道路防治区	料场防治区	弃渣场防治区	施工营地及其它用地防治区	合计
1	(喷)混凝土护坡	m ³	147542.7	34727.51	1073.45		7363.11	190706.77
2	浆砌石护坡	m ³	22396.8	50559.62	800		54899.54	128655.96
3	干砌石护坡	m ³	0	10016.67		16177		26193.67
4	干砌石护坡	m ²				2000		2000
5	抛石护坡	m ³	3203	4500				7703
6	网格梁护坡	m ²	22627.62	112109.82	13070.6		117649.8	265457.84
7	钢筋笼护坡	m ³			384			384
8	锚杆	根	126372	20150	2805.4		8489	157816.4
9	锚索	束	109607					109607
10	钢筋(网)	t	1468.54	558.65	266.24	0.7	1674.11	3968.24
11	排水孔(管)	m	199193.5	53167.9	1994		16202	270557.4
12	钢筋桩	根	3369					3369
13	回填灌浆	m ²	26845.95					26845.95
14	固结灌浆	m	4870.5					4870.5
15	煤层线灌浆	m ³	5210.68					5210.68
	浆砌石截(排)							
16	水(洪)沟(洞、涵)	m ³	2816.98	52434.35	26052.37	34817.06	45038.47	161159.23
	混凝土截(排)							
17	水(洪)沟(洞、涵、盖板)	m ³	5484.78	52177.57	38297.45	27608.36	81248.71	204816.87
18	砖砌截(排)水	m ³	169.4		199.56		1015.81	1384.77

	沟、挡坎							
19	涵管	m	57	2173.45	1121	365.5	9054	12770.95
20	浆砌石挡墙	m ³	171.77	55998.03	28029.54	35976.36		120175.7
21	混凝土挡墙	m ³		51730.79	18796.53	240		70767.32
22	钢筋铅丝笼挡墙	m ³				3200		3200
23	表土剥离	万 m ³			24.1	2	30.09	56.19
24	绿化整地(施肥、耕翻)	m ²	17476	324642.16	357300	267500	616559.81	1583477.97
25	绿化覆土	m ³	3495	120949.75	52573.8	44800	131613.78	353432.33
26	被动防护网	m ²			10650			10650

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 设计情况

水利部批复的水土保持方案报告书共划分为大坝枢纽防治区、道路防治区、料场防治区、弃渣场防治区、施工营地及其它用地防治区和库岸影响防治区 6 个水土流失防治分区，分区防治植物措施设计如下：

(1) 大坝枢纽防治区

1) 水土保持专项植物措施

钢筋混凝土载土格内装载复合营养土，格内靠边坡一侧单行杆插种植爬山虎，株距 0.2m，每格种植 3 株，格内种植小叶黄杨绿化带。

表 4-11 大坝枢纽防治区水土保持专项植物措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	左岸边坡区域	斜坡防护工程	植物护坡	爬山虎	株	1221
				小叶黄杨	株	11210
2	右岸边坡区域	斜坡防护工程	植物护坡	爬山虎	株	732
				小叶黄杨	株	6832

(2) 道路防治区

1) 水土保持专项植物措施

A 左岸对外交通及对外交通弃渣场

左岸对外交通挖方路段、半填半挖路段的开挖边坡根据边坡坡度、长度及地质等因素采取网格植草或 TBS 植被防护。对外交通公路各渣场顶部撒播草籽绿化，其防护结合道路边坡防护一并实施。左岸对外交通及对外交通弃渣场植物措

施投资 12 万元。

B 右岸地方改线公路

右岸地方改线公路沿线绿化措施同左岸对外交通，植物措施投资 8 万元。

C 场内道路

规划对混凝土路面结构道路栽植行道树。在路基外侧 0.5~1.0m 范围内，以株距 3.0m 栽种一排，树种可选择乌桕、香樟、小叶榕等当地常见道路绿化树种。

由于右岸 8#重大件运输道路临近云天化生活区，为减小施工影响，沿道路内侧设置长 3.0km 的隔音墙，为美化环境，沿墙脚杆插种植爬山虎，株距 0.5m。

左岸炸药库道路路面为泥结碎石路面结构，工程完工后，在道路靠山侧开挖边坡与土质排水沟内撒播草籽，草种为百喜草与自三叶混播，混合撒播量 40kg/hm²。同时，路基路面在松土、整地后挖坑植树，规划营造桉木林，行距 1.5m×1.5m，种植密度 4500 株/hm²。

表 4-12 道路防治区水土保持专项植物措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称		单位	批复方案工程量		
							左岸	右岸	合计
1	场内道路	斜坡防护工程	植物护坡	隔音墙绿化	爬山虎	株		6000	6000
				完工后迹地恢复	混播百喜草、白三叶	hm ²	0.56		0.56
2	场内道路	植被建设工程	点片状植被	施工期行道树	小叶榕	株	534	2033	2567
					乌桕	株	1801		1801
					樟树	株		1833	1833
					桉木	株	2520		2520

(3) 料场防治区

1) 水土保持专项植物措施

① 太平料场采区

太平料场开采结束后，1264.00m 高程处形成 15.6hm² 开阔平地，平地覆土后由就近迁移农民耕种；另外，形成 4.0m 宽开采平台与 10m 宽清扫平台面积共 9.31hm²。规划 4.0m 宽开采平台覆土后单行种植桉木小苗，株距 3.0m；10m 宽清扫平台与坡脚处台地按株行距 2.0m×3.0m 配置桉木小苗，栽植密度 1670 株/hm²。以百喜草与自三叶混合撒播，混播量 40kg/hm²，绿化地表面。各级平台内侧坡脚于截排水沟外侧 0.1m 左右，沿截排水沟走向，扦插两年生 0.45m 长的爬山虎杆插苗，单行种植，株距 0.4~0.5m。

②太平料场弃渣场

黑竹林弃渣场坡面浆砌石网格内和渣顶混合撒播百喜草与三叶草，撒播量各 20kg/hm²。

③太平料场施工场地及场内道路

太平料场施工场地占地面积约 14.9hm²，主要布置砂石料粗碎、中碎加工系统以及为料场开采、砂石料粗碎中碎加工服务的生产生活设施。同时，为了方便开采料的场内运输，还布置有临时施工道路，占地面积约 18.9hm²。料场开采结束后，立即对料场施工场地进行清理，同时，与场内临时道路一并进行平整、开垦。开垦后，种植桉木，株行距 2.0m×3.0m；空地混合撒播百喜草与三叶草，撒播量均为 20kg/hm²。

④骨料输送线弃渣场

骨料输送线弃渣场坡面浆砌石网格护坡内与渣顶混合撒播百喜草与三叶草，撒播量各 20kg/hm²。

⑤柏溪土料场

柏溪土料场开采结束，场地平整后种植柑桔，种植株行距 3m×3m，并撒播草籽绿化。

⑥砂石毛料堆场

施工结束后，对左岸砂石毛料堆场种植桉木进行植被恢复。

表 4-13 料场防治区水土保持专项植物措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	太平石料场采区	斜坡防护工程	植物护坡	桉木	株	15500
				爬山虎	株	31500
				混播百喜草、白三叶	hm ²	9.31
2	太平石料场的弃渣	斜坡防护工程	植物护坡	混播百喜草、白三叶	hm ²	7.03
3	太平料场施工场地、场内道路	植被建设工程	点片状植被	桉木	株	56500
				混播百喜草、白三叶	hm ²	33.8
4	骨料输送线弃渣场	斜坡防护工程	植物护坡	混播百喜草、白三叶	hm ²	2.01
		植被建设工程	点片状植被	混播百喜草、白三叶	hm ²	5.75
5	柏溪土料场	植被建设工程	点片状植被	柑桔	m ³	1189
				混播百喜草、白三叶	m ³	870
6	砂石毛料堆场	植被建设工程	点片状植被	桉木	株	24000

(4) 弃渣场防治区

弃渣场防治区包括新田湾弃渣场和新滩坝弃渣场。

1) 水土保持专项植物措施

新滩坝弃渣场在蓄水后位于死库容内。新田湾渣场顶部待堆渣结束进行平整，平整后可利用面积为 34.5 hm²，作施工场地使用。弃渣填筑完毕，随即进行坡面处理，坡面采用网格状浆砌块石护坡，网格内覆土 0.3m，混播百喜草与白三叶，种草 7.5hm²。施工结束后，渣场顶部与马道可绿化面积 36.4hm²，平整清理后覆土 0.5m，按株行距 2.0m×3.0m 挖穴栽种桉木，树间空地混播百喜草与白三叶。

表 4-14 弃渣场防治区水土保持专项植物措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	新田湾弃渣场	斜坡防护工程	植物护坡	混播百喜草、白三叶	hm ²	7.5
		植被建设工程	点片状植被	桉木	株	61000
				混播百喜草、白三叶	hm ²	36.4

(5) 施工营地及其它用地防治区

1) 水土保持专项措施

②水土保持专项植物措施

工程完工后，施工营地内各项施工设备将全部撤离，对左岸莲花池区、右岸马延坡区和田坝区内各施工生产生活设施占地进行清理，栽植树种，恢复植被。规划右岸水富县城周边施工营地、左岸电厂永久生活区附近施工营地以营造核桃（早熟类）、板栗等经济林为主，其它施工营地则以栽植楠竹、桉木等用材林为主。

左岸凉水井区砂石、混凝土系统等设备在一期工程施工完毕后，全部撤离现场。该区水库蓄水后全部淹没，在一期施工占地结束至水库蓄水期间，对场地进行清理，混播百喜草与三叶草进行临时绿化。

施工营地及其它用地防治区植物措施设计工程量见表 4-15。

表 4-15 施工营地及其它用地防治区水土保持植物措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	左岸莲花池区	植被建设工程	点片状植被	楠木	株	6449
				桉木	株	76400
				板栗	株	22933
2	左岸凉水井区	植被建设工程	点片状植被	混播百喜草、白三叶	hm ²	13.96
3	右岸田坝及马延坡区	植被建设工程	点片状植被	楠木	株	28260
				桉木	株	58040

				核桃	株	8625
				板栗	株	5595

(6) 库岸影响防治区

1) 水土保持专项植物措施

对长美号和赵家湾两处滑坡体区域进行封山育林,并在滑坡体库岸区域种植库岸防护林,树种以楠竹为主,种植面积约 5hm²。

表 4-16 库岸影响防治区水土保持植物措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	库岸影响防治区	斜坡防护工程	植物护坡	楠竹	m ³	14000

4.2.2 监测结果

根据监测结果,结合施工、监理资料。本工程实际完成的水土保持植物措施量为: CBS(植被混凝土护坡)1.88hm², TBS(厚层基材护坡)8.46hm², 撒播草籽护坡 74.88hm², 栽植乔木 16.22 万株, 栽植灌木 156.85 万株、6598 丛、6.65hm²、2500 盆, 铺草皮/撒播草籽 182.80hm², 栽植藤本植物 2.55 万株, 管护 193.06hm²。详见表 4-17。

表 4-17 各防治分区水土保持植物措施实施情况表

序号	项目名称	单位	大坝枢纽防治区	道路防治区	料场防治区	弃渣场防治区	施工营地及其它用地防治区	合计
1	CBS(植被混凝土护坡)	m ²		18770.9				18770.9
2	TBS(厚层基材护坡)	m ²		84550.39				84550.39
3	撒播草籽护坡	m ²	36250.02	171456.19	21603.9	267464.03	252024	748798.2
4	栽植乔木	株	15763	61190	17319	34351	33568	162191
5	栽植灌木	株	776901	418860	95050	6200	271527	1568538
6	栽植灌木	丛		1330			5268	6598

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 设计情况

水利部批复的水土保持方案报告书只在道路防治区和施工营地及其它用地防治区设计了临时防护措施。如下:

(1) 道路防治区

①水土保持专项临时措施

A 左岸浆砌石挡土墙拦挡措施

为防止左岸道路施工、莲花池区场地平整开挖、回填土石方及弃渣流失、滚落至下游岸坡，造成弃渣流失，规划沿左岸岸坡开挖区下游设置重力式浆砌石挡土墙。挡土墙的修筑结合左岸进场公路、①进厂公路临河侧的防护措施布置。挡土墙采用路肩式或路堤式，挡墙的高度结合施工现场选择，控制在3~6m之内。

B 右岸钢筋石笼墙拦挡措施

右岸马延坡施工区下游冲沟沟口设置石笼挡墙，防止马延坡场地平整、道路施工时开挖回填土石方滚落。石笼采用 $\phi 8\sim 12$ 钢筋编制成 $2.0\times 1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ (长 \times 宽 \times 高)长方体型，钢筋间排距 $0.1\text{m}\times 0.1\text{m}$ ，选用大块石(粒径介于 $0.15\sim 0.5\text{m}$)人工装笼。

4-18 道路防治区水土保持专项临时措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	场内道路	临时防护工程	拦挡	土石方开挖	m ³	24433
				石方回填	m ³	6585
				混凝土	m ³	3098
				浆砌石挡墙	m ³	29802
				钢筋石笼挡墙	m ³	110.5

(2) 施工营地及其它用地防治区

①水土保持专项临时措施

A 拦沙、沉沙措施

在施工过程中根据施工区场地平整和开挖情况在施工场地的低洼部或冲沟底部设置临时简易拦沙坝，拦截施工区地表径流带走的泥沙。

B 临时生物及覆盖措施

开挖形成的短时裸露边坡，在暴雨期间采用土工布、塑料布、草袋等进行临时覆盖，避免雨水对开挖坡面的直接冲刷。对于开挖形成的裸露较长时间的边坡，应及时采取草皮、撒播草种或移栽灌木植物加以覆盖。

表 4-19 施工营地及其它用地防治区水土保持临时措施设计情况表

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
1	左岸莲花池区	临时防护工程	沉沙	土石方开挖	m ³	5334
				浆砌石	m ³	2859

序号	实施区域	单位工程	分部工程	措施名称	单位	批复方案工程量
			覆盖	塑料布覆盖	m ³	28.60
2	右岸田坝及马延坡区	临时防护工程	覆盖	塑料布覆盖	m ³	29.80

4.3.2 监测结果

根据现场监测,结合施工监理资料,本工程水土保持临时措施工程量为:钢筋石笼挡墙 3190 m³,砖砌临时围栏 32 m³,沙(土)袋挡墙 0.27 万 m³,草袋挡墙 4520 个;浆砌石截(排)水沟(沉沙池)181.6 m³,浆砌石排水沟 1240m,土质排水沟 113.8m,砖砌竖井(沉沙池)41.65 m³;铺草皮/撒播草籽 2.24hm²。详见表 4-20。

表 4-20 水土保持临时措施实施情况表

防治分区	单位工程	分部工程	措施名称	单位	完成工程量	实施进度
大坝枢纽防治区	大坝临时防护工程	拦挡	钢筋石笼	m ³	1340	2008.8~2008.12
		排水	浆砌石排水沟	m	660	
道路防治区	场内道路临时防护工程	拦挡	砖砌临时围栏	m ³	32	2004.9.15~2009.6.24
			沙袋	m ³	2559	
			钢筋石笼	m ³	1500	
		沉沙	浆砌石沉沙池	m ³	4	
施工营地及其它用地防治区	左岸莲花池表土堆放场临时防护工程	拦挡	草袋	个	20	2005.11.17~2006.1.9
		排水	浆砌石截水沟	m ³	177.6	
			截水沟砂浆抹面	m ³	513.48	
			截水沟挖方	m ³	516.77	
			截水沟填方	m ³	1012.4	
			砖砌竖井	m ³	14.69	
			竖井挖方	m ³	9.3	
			竖井填方	m ³	3.81	
			土质排水沟	m	113.8	
		排水管	m	8		
	沉沙	砖砌沉沙池	m ³	26.96		
		沉沙池挖方	m ³	25.21		
		沉沙池填方	m ³	10.29		
	覆盖	铺草皮/撒播草籽	m ²	18264.43		
	右岸田坝及马延坡区临时防护工程	拦挡	填土袋挡墙	m ³	149.77	2005.1.5~2006.11.20
草袋			个	4500		
钢筋石笼			m ³	350		
排水		浆砌石排水沟	m	580		
覆盖		铺草皮/撒播草籽	m ²	4087.65		

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据现场监测、遥感监测及查阅相关施工、监理资料，本工程水土流失面积 2005 年为 187.7hm²、2006 年为 260.5hm²、2007 年为 349.6hm²、2008 年为 398.98hm²、2009 年为 434.63hm²、2010 年为 493.06hm²、2011 年为 435.80hm²、2012 年为 381.99hm²、2013 年为 318.86hm²、2014 年为 318.86hm²、2015 年为 318.86hm²、2016 年为 333.30hm²、2017 年为 339.16hm²、2018 年为 416.18hm²。地表扰动面积动态监测结果见表 5-1，图 5-1。

表 5-1 各年水土流失面积统计表 单位：hm²

施工阶段	年份	项目分区	扰动面积	流失面积
施 工 期	2005	大坝枢纽区	36.38	36.38
		道路防治区	48.84	39.83
		土石料场	19.91	19.91
		弃渣场	23.82	23.82
		施工营地	118.77	67.76
		小计	247.72	187.7
	2006	大坝枢纽区	72.03	72.03
		道路防治区	59.11	42.37
		土石料场	38.92	38.92
		弃渣场	27.34	27.34
		施工营地	215.95	79.84
		小计	413.35	260.5
	2007	大坝枢纽区	108.36	91.11
		道路防治区	72.27	50.39
		土石料场	60.18	60.18
		弃渣场	65.35	65.35
		施工营地	225.45	82.57
		小计	531.61	349.6
	2008	大坝枢纽区	129.49	108.97
		道路防治区	82.97	53.32
		土石料场	71.86	71.86
		弃渣场	74.84	74.84
		施工营地	262.38	89.99
		小计	621.54	398.98

试运行期	2009	大坝枢纽区	188.32	116.65
		道路防治区	82.97	59.68
		土石料场	93.45	75.55
		弃渣场	96.39	81.34
		施工营地	289.75	101.41
		小计	750.88	434.63
	2010	大坝枢纽区	190.87	133.98
		道路防治区	82.97	78.95
		土石料场	97.84	94.16
		弃渣场	98.55	93.25
		施工营地	289.75	92.72
		小计	759.98	493.06
	2011	大坝枢纽区	190.87	108.86
		道路防治区	82.97	72.17
		土石料场	97.84	91.87
		弃渣场	103.47	79.32
		施工营地	289.75	83.58
		小计	764.9	435.8
	2012	大坝枢纽区	190.87	91.39
		道路防治区	82.97	72.17
		土石料场	97.84	91.87
		弃渣场	103.47	56.67
		施工营地	289.75	69.89
		小计	764.9	381.99
2013	大坝枢纽区	190.87	63.8	
	道路防治区	82.97	67.11	
	土石料场	97.84	91.76	
	弃渣场	103.47	26.3	
	施工营地	289.75	69.89	
	小计	764.9	318.86	
2014	大坝枢纽区	190.87	63.8	
	道路防治区	82.97	67.11	
	土石料场	97.84	91.76	
	弃渣场	103.47	26.3	
	施工营地	289.75	69.89	
	小计	764.9	318.86	
2015	大坝枢纽区	190.87	63.8	
	道路防治区	82.97	67.11	
	土石料场	97.84	91.76	

		弃渣场	103.47	26.3
		施工营地	289.75	69.89
		小计	764.9	318.86
	2016	大坝枢纽区	190.87	63.8
		道路防治区	82.97	67.11
		土石料场	97.84	91.76
		弃渣场	103.47	26.3
		施工营地	289.75	84.33
		小计	764.9	333.30
	2017	大坝枢纽区	190.87	63.8
		道路防治区	82.97	67.11
		土石料场	97.84	91.76
		弃渣场	103.47	26.3
		施工营地	289.75	90.19
		小计	764.9	339.16
	2018	大坝枢纽区	190.87	63.8
		道路防治区	82.97	67.11
		土石料场	97.84	91.76
弃渣场		103.47	26.3	
施工营地		289.75	167.21	
小计		764.9	416.18	



图 5-1 水土流失面积年度变化曲线图

5.2 水土流失量

5.2.1 各侵蚀单元侵蚀模数

(1) 原地貌侵蚀模数

由于监测工作开展时，项目区已开始施工，扰动区原地貌大部分已改变，原地貌侵蚀模数主要通过一些施工资料和《方案报告书》确定的土壤侵蚀情况进行确定，本工程项目区原地貌土壤侵蚀模数为 $1962\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(2) 各地表扰动类型侵蚀模数

通过对各区施工进度，水土流失影响因子进行分析得出各扰动类型土壤侵蚀模数，具体见表 5-2。

表 5-2 各扰动地表类型侵蚀模数

防治分区	施工期侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)													
	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
大坝枢纽区	7350	6020	5242	4487	2912	2246	1508	811	712	650	550	550	550	550
道路区	5290	5110	2944	1750	1618	1490	1056	852	800	750	650	650	650	650
土石料场区	7910	7862	8145	11109	8455	6520	5485	3496	1988	1820	1820	1820	950	580
弃渣场区	8670	8670	8670	7460	5778	5500	5500	4670	3950	3650	3650	3650	1850	1250
施工营地	5850	5645	2013	1643	1350	1040	804	756	710	610	610	610	500	600

5.2.2 水土流失量

根据现场监测及施工资料数据分析得出，本工程截止 2018 年 12 月，共造成土壤流失量 142984t，详见表 5-3。

表 5-3 土壤流失量统计表

施工阶段	年份	项目分区	扰动面积	流失面积	侵蚀模数	土壤流失量 (t)
施 工 期	2005	大坝枢纽区	36.38	36.38	7350	2674
		道路防治区	48.84	39.83	5290	2107
		土石料场	19.91	19.91	7910	1575
		弃渣场	23.82	23.82	8670	2065
		施工营地	118.77	67.76	5850	3964
		小计	247.72	187.7		12385
	2006	大坝枢纽区	72.03	72.03	6020	4336
		道路防治区	59.11	42.37	5110	2165
		土石料场	38.92	38.92	7862	3060
		弃渣场	27.34	27.34	8670	2370
		施工营地	215.95	79.84	5645	4507
		小计	413.35	260.5		16439
	2007	大坝枢纽区	108.36	91.11	5242	4776
		道路防治区	72.27	50.39	2944	1483
		土石料场	60.18	60.18	8145	4902
		弃渣场	65.35	65.35	8670	5666
		施工营地	225.45	82.57	2013	1662
		小计	531.61	349.6		18489
	2008	大坝枢纽区	129.49	108.97	4487	4889
		道路防治区	82.97	53.32	1750	933
		土石料场	71.86	71.86	11109	7983
		弃渣场	74.84	74.84	7460	5583
		施工营地	262.38	89.99	1643	1479
		小计	621.54	398.98		20867
2009	大坝枢纽区	188.32	116.65	2912	3397	
	道路防治区	82.97	59.68	1618	966	
	土石料场	93.45	75.55	8455	6388	
	弃渣场	96.39	81.34	5778	4700	
	施工营地	289.75	101.41	1350	1369	
	小计	750.88	434.63		16819	
2010	大坝枢纽区	190.87	133.98	2246	3009	
	道路防治区	82.97	78.95	1490	1176	
	土石料场	97.84	94.16	6520	6139	
	弃渣场	98.55	93.25	5500	5129	
	施工营地	289.75	92.72	1040	964	
	小计	759.98	493.06		16418	
2011	大坝枢纽区	190.87	108.86	1508	1642	

试 运 行 期		道路防治区	82.97	72.17	1056	762
		土石料场	97.84	91.87	5485	5039
		弃渣场	103.47	79.32	5500	4363
		施工营地	289.75	83.58	804	672
		小计	764.9	435.8		12477
	2012	大坝枢纽区	190.87	91.39	811	741
		道路防治区	82.97	72.17	852	615
		土石料场	97.84	91.87	3496	3212
		弃渣场	103.47	56.67	4670	2646
		施工营地	289.75	69.89	756	528
		小计	764.9	381.99		7743
	2013	大坝枢纽区	190.87	63.8	712	454
		道路防治区	82.97	67.11	800	537
		土石料场	97.84	91.76	1988	1824
		弃渣场	103.47	26.3	3950	1039
		施工营地	289.75	69.89	710	496
		小计	764.9	318.86		4350
	2014	大坝枢纽区	190.87	63.8	650	415
		道路防治区	82.97	67.11	750	503
		土石料场	97.84	91.76	1820	1670
		弃渣场	103.47	26.3	3650	960
施工营地		289.75	69.89	610	426	
小计		764.9	318.86		3974	
2015	大坝枢纽区	190.87	63.8	550	351	
	道路防治区	82.97	67.11	650	436	
	土石料场	97.84	91.76	1820	1670	
	弃渣场	103.47	26.3	3650	960	
	施工营地	289.75	69.89	610	426	
	小计	764.9	318.86		3843	
2016	大坝枢纽区	190.87	63.8	550	351	
	道路防治区	82.97	67.11	650	436	
	土石料场	97.84	91.76	1820	1670	
	弃渣场	103.47	26.3	3650	960	
	施工营地	289.75	84.33	610	514	
	小计	764.9	333.30		3932	
2017	大坝枢纽区	190.87	63.8	550	351	
	道路防治区	82.97	67.11	650	436	
	土石料场	97.84	91.76	950	872	
	弃渣场	103.47	26.3	1850	487	

		施工营地	289.75	90.19	500	451
		小计	764.9	339.16		2596
2018		大坝枢纽区	190.87	63.8	550	351
		道路防治区	82.97	67.11	650	436
		土石料场	97.84	91.76	580	532
		弃渣场	103.47	26.3	1250	329
		施工营地	289.75	167.21	600	1003
		小计	764.9	416.18		2651
总计						142984

5.2.3 各阶段土壤流失量

各阶段土壤流失量根据监测时段分为 14 个年度进行统计，累计流失量 142984t，各年土壤流失量详见表 5-4。土壤流失量动态变化为：2005 年至 2009 年因工程施工造成大量开挖和弃渣，流失面积增大，土壤流失量增加，2010 年至 2014 年，随着水土保持措施的不断完善以及建筑及硬化面积不断增加，侵蚀面积和侵蚀强度逐年减小，土壤流失量也逐年减少，2015 年以后，随着植物措施不断完善和覆盖度提高，土壤流失量下降，变化趋势减缓，基本趋于稳定。详见表 5-4 和图 5-2。

表 5-4 各阶段土壤流失量统计表 单位：t

年份	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	合计
流失量 (t)	12385	16439	18489	20867	16819	16418	12477	7743	4350	3974	3843	3932	2596	2651	142984

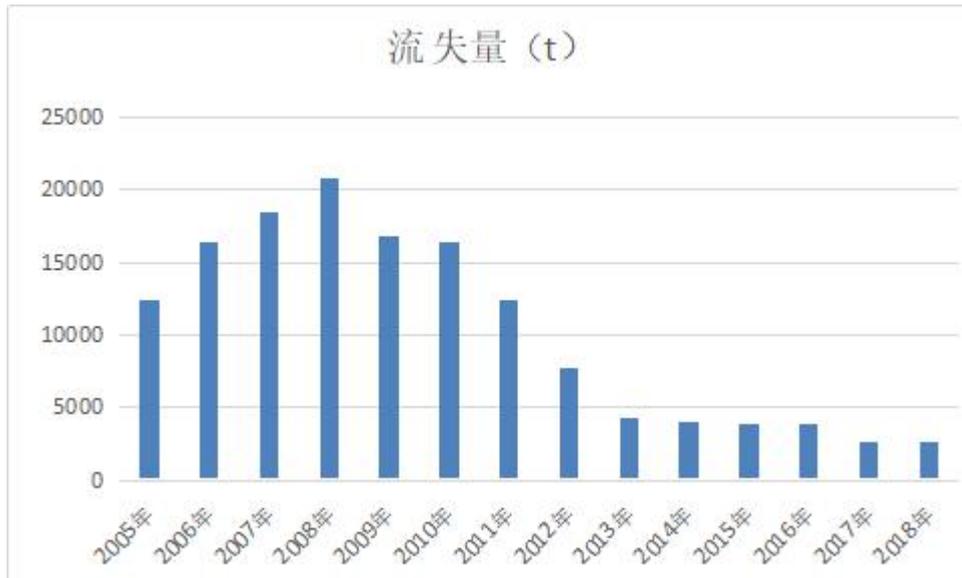


图 5-2 土壤流失量年度变化柱状图

5.2.4 各扰动地表类型土壤流失量

扰动地表类型按照水土流失防治分区进行划分,即大坝枢纽区、道路防治区、土石料场区、弃渣场区、施工营地区。各扰动地表类型土壤流失量为:大坝枢纽区 27737t, 占比 19.40%, 道路防治区 12993t, 占比 9.09%, 土石料场区 46535t, 占比 32.55%, 弃渣场区 37256t, 占比 26.06%, 施工营地区 18463t, 占比 12.91%。详见表 5-5 及图 5-3。

表 5-5 各扰动地表类型土壤流失量统计表

防治分区	流失量 (t)	占比 (%)
大坝枢纽区	27737	19.40
道路防治区	12993	9.09
土石料场区	46535	32.55
弃渣场区	37256	26.06
施工营地	18463	12.91
合计	142984	100.00%

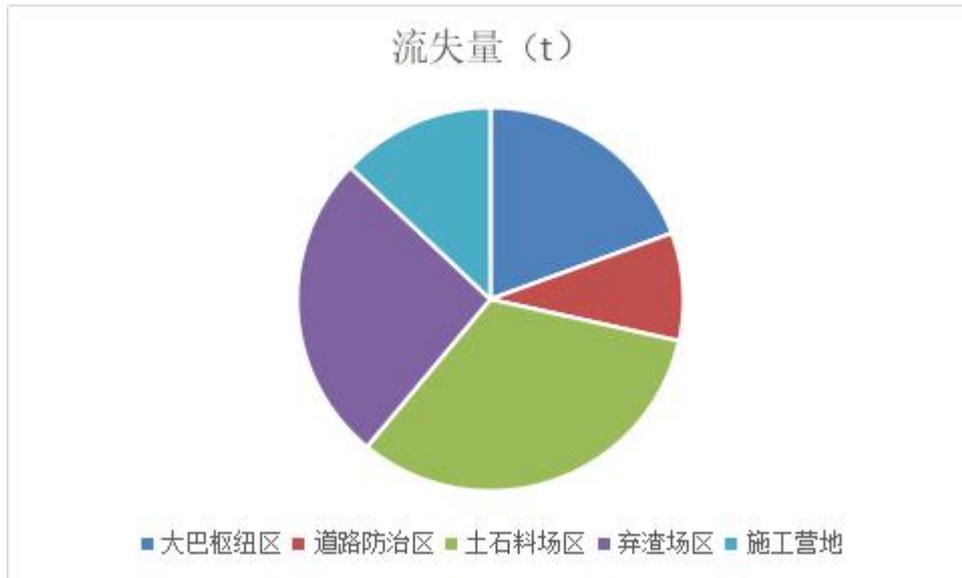


图 5-3 各扰动地表类型土壤流失量饼状图

由表 5-5 和图 5-3 可见，存弃渣场区土壤流失量较大，主要是因为存弃渣场在堆放过程中，不能采取植物等绿化措施，必须要在弃渣结束后才能采取土地整治、绿化等措施，使得存弃渣场裸露时间长，是存弃渣场防治区土壤流失量较大的主要原因；土石料场区土壤流失量最大，主要是由于土石料场扰动面积较大，在开挖过程中，产生的开挖边坡大，在开挖过程中，整个开挖面裸露，必须要等土石料开挖结束后才能采取土地整治及绿化措施，使得土石料场裸露时间长，是土石料场区土壤流失量大的主要原因。

5.3 水土流失危害

根据现场监测，在工程施工期项目区内存在少量的水土流失问题，根据现场监测发现的水土流失问题，及时提出相应的监测意见，建设单位根据监测意见要求施工单位及时完善该地段的水土保持措施，并要求施工单位对项目区内存在水土流失隐患地点进行排查，并完善水土保持措施。故在施工过程中无水土流失危害发生。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率指项目建设区内扰动土地面积的整治面积占扰动土地总面积的百分比。截止2018年12月，本工程的扰动土地面积为764.90hm²，扰动土地整治面积为762.60hm²，扰动土地整治率为99.70%。具体计算见表6-1。

表6-1 扰动土地整治率计算表

分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动土地面积 (hm ²)	扰动土地整治面积 (hm ²)					扰动土地整治率 (%)
			建筑物、场地硬化及水域面积	水土保持措施面积			合计	
				植物措施	工程措施	小计		
大坝枢纽防治区	190.87	190.87	127.07	13.13	50.67	63.8	190.87	100
道路防治区	82.97	82.97	15.86	63.03	3.68	66.71	82.57	99.52
料场防治区	97.84	97.84	6.08	41.12	49.84	90.96	97.04	99.18
弃渣场防治区	103.47	103.47	77.17	23.8	1.9	25.7	102.87	99.42
施工营地及其它用地防治区	289.75	289.75	122.54	93.59	73.12	166.71	289.25	99.83
合计	764.9	764.9	348.72	234.67	179.21	413.88	762.6	99.70

6.2 水土流失总治理度

截止2018年12月，项目施工区内水土流失面积416.18hm²，水土流失治理面积413.88hm²，计算得出本项目水土流失总治理度为99.45%，具体计算见表6-2。

表6-2 水土流失总治理度计算表

分区	扰动土地面积 (hm ²)	建筑物、场地硬化及水域面积	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			水土流失总治理度 (%)
				植物措施	工程措施	小计	
大坝枢纽防治区	190.87	127.07	63.8	13.13	50.67	63.8	100.00
道路防治区	82.97	15.86	67.11	63.03	3.68	66.71	99.40
料场防治区	97.84	6.08	91.76	41.12	49.84	90.96	99.13
弃渣场防治区	103.47	77.17	26.3	23.8	1.9	25.7	97.72
施工营地及其它用地防治区	289.75	122.54	167.21	93.59	73.12	166.71	99.70
合计	764.9	348.72	416.18	234.67	179.21	413.88	99.45

6.3 拦渣率

拦渣率为采取措施后实际拦挡的弃土（石、渣）量与弃土（石、渣）总量的百分比。根据监测，工程产生渣量 3862.93 万 m^3 ，通过修建拦挡、排水设施、植被恢复等措施，有效拦挡的弃渣量为 3793.39 万 m^3 ，拦渣率为 98.20%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比为项目区容许土壤流失量与方案实施后土壤侵蚀量之比。根据开发建设项目所处水土流失防治区的划分，项目所在县属于以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。根据监测结果，截止 2018 年 12 月，实际土壤侵蚀模数为 $347t/(km^2 \cdot a)$ ，水土流失控制比为 1.44（土壤流失控制大于 0.83 达到方案防治目标值）。

6.5 林草植被恢复率

工程项目建设区扣除建筑物占地、硬化面积及水域面积等其他非可绿化区域后，可绿化面积为 $236.97hm^2$ ，截止 2018 年 12 月，植被恢复面积 $234.67hm^2$ ，植被恢复率为 99.03%。各分区植被恢复率见表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复率及林草覆盖率计算表

防治分区	扰动土地面积 (hm^2)	林草植被面积变化统计 (hm^2)			林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
		不可恢复林草植被面积	可恢复林草植被面积	林草植被面积		
大坝枢纽区	190.87	177.74	13.13	13.13	100	8.53
道路防治区	82.97	19.54	63.43	67.97	99.37	82.65
土石料场	97.84	55.92	41.92	36.18	98.09	42.03
弃渣场	103.47	79.07	24.4	23.8	97.54	90.49
施工营地	289.75	195.66	94.09	93.59	99.47	35.78
合计	764.9	527.93	236.97	234.67	99.03	38.10

6.6 林草覆盖率

项目建设区面积为 $764.90hm^2$ ，截止 2018 年 12 月，林草面积为 $234.67hm^2$ ，扣除水库淹没（含尾渣库）的陆域林草覆盖率为 38.10%。各分区植被覆盖率见表 6-4。

7 结论

7.1 水土流失动态变化与防治达标情况

截止 2018 年 12 月，工程实际地表扰动面积 2005 年为 247.72hm²、2006 年为 413.35hm²、2007 年为 531.61hm²、2008 年为 621.54hm²、2009 年为 750.88hm²、2010 年为 759.98hm²、2011 年达到最大为 764.90hm²；根据工程建设期水土流失面积不断变化和各区域在不同阶段水土流失差异较大的特点的实际情况，监测单位采取现场调查、定点监测，结合降雨资料推算，土壤流失总量为 142984t，经过防护措施的落实，施工扰动面流失基本得到控制，达到了防护效果。

该工程本阶段验收范围扰动面积为 764.90hm²。工程区内水土保持措施实施并发挥效益后，场地、道路部分得到硬化，植被覆盖面积增加，本项目扰动土地治理率达 99.70%，水土流失总治理度为 99.45%，项目区的目前侵蚀模数为 347t/(km²·a)，土壤侵蚀允许值为 500 t/km²·a，水土流失控制比为 1.44。本工程弃渣通过修建拦挡、排水设施、植被恢复等措施，流失量得到有效控制，拦渣率达 98.2%，项目区林草植被恢复率达 99.03%，林草覆盖率 38.10%。达到了《方案报告书》设定的防治目标，对比情况见下表 7-1。

表 7-1 水土保持措施防治效果表

防治指标	《方案报告书》 防治目标值	实际达到的 防治指标	达标情况
扰动土地整治率 (%)	95.00	99.70	达 标
水土流失治理度 (%)	95.00	99.45	达 标
土壤流失控制比	0.83	1.44	达 标
拦渣率 (%)	98.00	98.20	达 标
林草植被恢复率 (%)	98.00	99.03	达 标
林草覆盖率 (%)	25.00	38.10	达 标

7.1.1 综合结论

本工程在施工过程中优化弃渣场布置，大大减少了工程建设占用土地面积，

使项目区扰动地表面积大为减小；在工程建设管理方面，实行项目法人制、招标投标制、建设监理制和合同管理制，加大了工程建设的监管检查力度，确保了水土保持工程的建设质量。在工程建设过程中，通过采取各类水土流失防治措施，工程建设产生的新的人为水土流失得到了有效控制，扰动和损坏的土地得到了有效恢复和治理，已实施的浆砌石护坡、浆砌石挡土墙和排水沟等水土保持工程措施安全稳定、运行良好；已实施的植物措施植被恢复良好。

7.1.2 存在的问题及建议

目前，向家坝水电站工程已全部完工，并进入试运行期，建设单位还应进一步加强水土保持设施管理力度，完善并落实后期管理制度，确保项目建设区内水土保持设施正常运行，充分发挥其保持水土和防治水土流失的作用。

①建议做好已实施的水土保持工程措施的管护工作，明确组织机构、人员和责任，防止新的水土流失发生。

②建议对局部植被覆盖度较低的区域做好补植及管护工作。

7.2 监测工作中的经验与问题

7.2.1 监测工作中的经验

(1)开发建设项目水土保持监测是验证项目水土保持方案、水土保持措施实施情况及效果的根本手段，是水土保持工程验收的基本依据。监测工作者必须及时对施工过程中的扰动范围、扰动程度、水土流失等进行监测，才能正确回答方案及措施是否适宜、是否有效等问题。

(2)长江流域水土保持监测中心站对向家坝水电站工程非常重视，先后多次组织有关领导和专家进行现场考察，对监测计划及实施过程中遇到的问题进行了讨论和指导，保证了监测工作的顺利进行和监测成果质量。

(3)开发建设项目水土保持监测（特别是施工期水土流失监测）的特点之一是实时性，工程建设过程中易发生水土流失的堆渣、开挖裸露面等在工程完工时大多不复存在，它们在施工期是否有流失、流失量有多大，只有通过实时监测才能知道。某些施工地段的临时堆放土石渣，由于有外部汇流，流失量可能很大，而另一些堆渣雨季来临前已回填或其堆存时间不在雨季，则其实际流失量很小，不

能通过预测来反映施工期水土流失的真实状况，因此，施工期水土流失监测不可替代。

(4)采用 GPS 定位仪进行面积监测是快速、动态监测各阶段不同扰动类型面积的好方法。地表扰动监测主要是监测各扰动类型的面积，并在实际监测工作中要结合不同扰动类型的侵蚀强度进行适当的归类，其中监测的重点是各种有害扰动，特别是没有水土保持措施的堆渣、和开挖裸露面及临时施工占地。

(5)开发建设项目水土保持工作的最终目的是减少水土流失，对项目防治责任范围内的水土流失进行治理。因此，通过阶段报告对工程进展过程中的水土流失及治理状况、施工中存在的水土流失隐患及应采取的措施及时向业主报告，以便业主采取相应的措施，也应是监测工作的内容之一。

7.2.2 存在的问题

(1)对于开发建设项目水土保持监测，由于施工过程中各种扰动变化相当快，各监测点存在的时间有限，现在的传统监测方法不太适用。适合于开发建设项目特点的水土保持监测方法有待于进一步探索。

(2)各类水土流失面积的监测，尤其是弃渣的流失面积的监测存在偏差，在实际工作中大多按一个近似的几何面积量测计算，致使所测面积与实际流失面积有所偏差，因此，这方面的工作有待进一步深入开展。

附件一：监测照片

(1)监测点照片



JY1 监测点数据采集（2007 年 4 月）



JY1 监测点数据采集（2008 年 12 月）



JY2 监测点数据采集（2008 年 5 月）



JY2 监测点数据采集（2009 年 2 月）



JY4 监测点数据采集（2011 年 6 月）



JY4 监测点数据采集（2010 年 6 月）



JY5 监测点数据采集 (2010 年 9 月)



JY5 监测点数据采集 (2010 年 12 月)



JY6 监测点数据采集 (2011 年 5 月)



JY6 监测点数据采集 (2011 年 12 月)



JY7 监测点 (2013 年 9 月)



JY7 监测点 (2013 年 12 月)



ZY1 监测点数据采集 (2006 年 6 月)



ZY1 监测点数据采集 (2009 年 6 月)



ZY2 监测点数据采集 (2011 年 6 月)



ZY2 监测点数据采集 (2013 年 6 月)



ZY3 监测点数据采集 (2012 年 6 月)



ZY3 监测点数据采集 (2013 年 6 月)



ZY4 监测点 (2013 年 3 月)



ZY4 监测点数据采集 (2014 年 3 月)



ZY5 监测点 (2014 年 6 月)



ZY5 监测点数据采集 (2014 年 6 月)



ZY6 监测点 (2015 年 3 月)



ZY6 监测点数据采集 (2015 年 3 月)



ZY7 监测点数据采集 (2014 年 6 月)



ZY7 监测点数据采集 (2015 年 6 月)



XQ1 监测点数据采集 (2011 年 6 月)



XQ2 监测点数据采集 (2012 年 6 月)

(2) 现场监测照片

1、大坝枢纽区



坝肩开挖（2005年）



左岸坝肩开挖临时堆渣（2005年）



左岸坝肩（2006年）



右岸坝肩（2006年）



右岸坝肩整体现状（2007年）



临时防护措施（2008年）



大坝区施工现状（2009年）



大坝区施工现状（2009年）



大坝枢纽区现状（2010年）



边坡防护（2011年）



边坡防护（2011年）



枢纽区现状（2012年）



边坡防护（2012年）



大坝下游（2013年）



大坝下游绿化（2013年）



大坝枢纽区全景图（2015年）



大坝施工区（2015年）



大坝右岸坝肩（2015年）



<p>大坝边坡防护（2016年）</p>	<p>大坝施工区（2016年）</p>
	
<p>大坝施工区（2017年）</p>	<p>边坡防护（2018年）</p>

2、施工营地区



马延坡施工区 (2005 年)



莲花池生活区 (2005 年)



06 年右岸包括 110kv 变电站状况 (2006 年)



05 年右岸包括 110kv 变电站状况 (2005 年)



左岸 440m 的生活调节水池状况 (2006 年)



表土资源堆放场建设初期 (2006 年)



田坝区 (2007 年)



马延坡区 (2007 年)





施工区绿化情况 (2014年)



施工区绿化情况 (2014年)



施工区绿化情况 (2014年)



施工区绿化情况 (2014年)



施工区挡墙 (2015年)



污泥干化场 (2015年)



马延坡变电站外锚索挡墙 (2015年)



马延坡变电站外绿化 (2015年)





道路区绿化及边坡防护（2010年）



道路区绿化及边坡防护（2010年）



道路区绿化及边坡防护（2010年）



道路区绿化及边坡防护（2010年）



道路区绿化及边坡防护（2010年）



道路区绿化及边坡防护（2010年）



道路绿化防护及排水（2011年）



道路绿化防护及排水（2011年）





新滩坝弃渣场挡墙（2006年）



弃渣坡面得到整治（2006年）



新田渣场全景（2007年）



沿线渣场拦挡措施（2008年）



沿线渣场拦挡措施（2008年）



新滩坝渣场顶面现状（2009年）



新田湾渣场顶面现状及排水沟（2009年）





新田湾弃渣场现状（2011年）

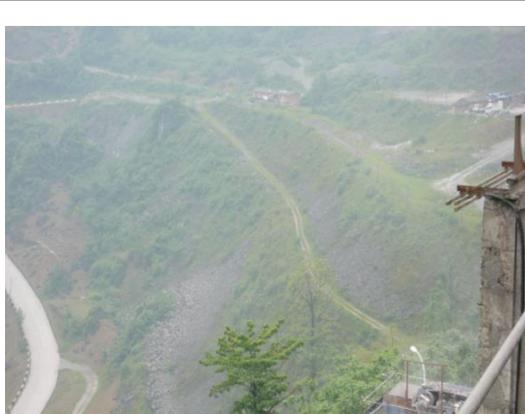
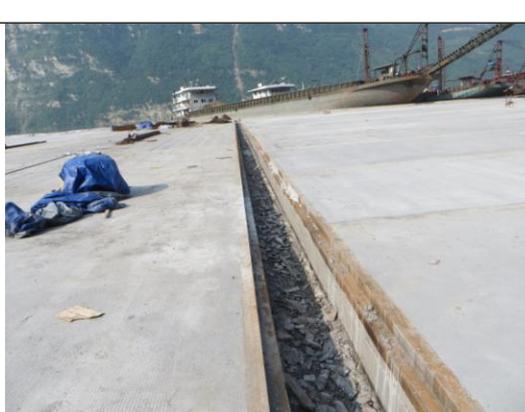
新滩坝弃渣场边坡防护（2011年）

石料输送带沿线弃渣场（2011年）

石料输送带沿线弃渣场（2011年）

新滩坝渣场恢复情况（2012年）

新田湾弃渣场排水措施（2012年）

<p>新滩坝码头 (2013 年)</p>	<p>新滩坝码头 (2013 年)</p>
	
<p>太平石料场堆渣边坡绿化 (2013 年)</p>	<p>太平石料场堆渣边坡绿化 (2013 年)</p>
	
<p>沿线渣场现状及水保措施 (2014 年)</p>	<p>沿线渣场现状及水保措施 (2014 年)</p>
	
<p>沿线渣场现状及水保措施 (2014 年)</p>	<p>沿线渣场现状及水保措施 (2014 年)</p>
	

<p>新滩坝码头现状（2015年）</p>	<p>码头已修筑的盖板沟（2015年）</p>
	
<p>新田湾渣场顶部整平现状（2016年）</p>	<p>新田湾渣场顶部整平现状（2017年）</p>
	
<p>新田湾渣场顶部清理工作（2018年）</p>	<p>新田湾渣场顶部清理工作（2018年）</p>
	
<p>沿线弃渣场恢复情况（2018年）</p>	<p>沿线弃渣场恢复情况（2018年）</p>
<p>5 料场区</p>	



太平料场施工现场（2005年）



太平料场施工现场（2006年）



凉水井石料场加工场（2006年）



太平料场开挖面现状（2007年）



太平料场全景（2007年）



砂石加工系统区护坡和植物措施（2007年）



石料加工厂房外场区绿化（2007年）



砂砂石加工系统内挡墙（2008年）



马延坡区内排水沟（2008年）



马延坡新增堆料场上游现状（2009年）



马延坡新增堆料场的硬化边坡（（2009年）



马延坡新增堆料排水沟（2009年）



马延坡堆料场挡墙及硬化地面（2009年）



石料输送带堆料状况（2010年）



太平料场区边坡防护（2010年）



凉水井砂石料系统现状（2010年）



凉水井砂石料系统现状（2010年）



太平料场区域现状 (2011 年)



太平料场区域现状 ((2011 年)



凉水井砂石料系统现状 (2011 年)



凉水井砂石料系统现状 (2011 年)



马延坡料场现状 (2011 年)



马延坡料场现状 (2011 年)



<p>太平料场开采区现状（2012年）</p>	<p>太平料场开采区现状（2012年）</p>
	
<p>开采料场下边坡绿化（2013年）</p>	<p>运输道路内侧截水沟及绿化（2013年）</p>
	
<p>骨料输送线现状（2014年）</p>	<p>骨料堆存（2014年）</p>
	
<p>太平料场开采区现状（2014年）</p>	
	
<p>长距离骨料输送线（2015年）</p>	<p>骨料输送线（2015年）</p>



砂石生产系统成品工区（2015年）



马延坡骨料加工厂堆料（2015年）



剩余骨料（2016年）



剩余骨料（2016年）



已停止使用的皮带机廊（2016年）



已停止使用的皮带机廊（2016年）



砂石料项目部（2017年）



马延坡骨料加工厂（2017年）



剩余骨料（2018年）



剩余骨料（2018年）

6、迹地恢复



附件二：监测数据

(1)径流小区观测记录表

2009年

项目名称	金沙江向家坝水电站工程						
监测代表性	渣场区						
监测点	新田湾渣场						
样区基本情况							
样区长度(m)	5	样区宽度(m)		2			
斜面坡度(°)	25	水土流失形式		面蚀、沟蚀			
水池长度(m)	1	水池宽度(m)		0.5			
地面组成物质	土质	设立时间		2009.3			
观测记录							
取样瓶容积(ml)	1000						
观测日期	1		2		3		观测人员
	水深(cm)	样品干重(g)	水深(cm)	样品干重(g)	水深(cm)	样品干重(g)	
2009.7	33.15	23.06	36.72	25.16	35.38	30.05	
2009.8	42.67	25.13	40.25	27.86	39.02	29.42	
2009.9	50.23	30.97	55.36	32.15	51.62	29.54	
2009.12	21.78	25.13	20.84	29.87	19.96	30.45	
侵蚀量	侵蚀模数	6308	t/km ² .a	侵蚀强度	强烈	水土流失控制比	0.08
简要说明							

2010年

项目名称	金沙江向家坝水电站工程						
监测代表性	渣场区						
监测点	新田湾渣场						
样区基本情况							
样区长度(m)	5	样区宽度(m)		2			
斜面坡度(°)	25	水土流失形式		面蚀、沟蚀			
水池长度(m)	1	水池宽度(m)		0.5			
地面组成物质	土质	设立时间		2009.3			
观测记录							
取样瓶容积(mL)	1000						
观测日期	1		2		3		观测人员
	水深(cm)	样品干重(g)	水深(cm)	样品干重(g)	水深(cm)	样品干重(g)	
2010.4	15.57	19.29	17.56	18.78	18.02	16.27	
2010.7	42.75	32.71	45.20	36.66	41.87	38.46	
2010.8	23.74	39.64	25.33	40.26	25.49	21.47	
2010.12	28.43	35.42	30.84	36.85	32.14	36.87	
侵蚀量	侵蚀模数	5955	t/km ² .a	侵蚀强度	强烈	水土流失控制比	0.08
简要说明							

2011 年

项目名称	金沙江向家坝水电站工程						
监测代表性	渣场区						
监测点	新田湾渣场						
样区基本情况							
样区长度(m)	5		样区宽度(m)	2			
斜面坡度(°)	25		水土流失形式	面蚀、沟蚀			
水池长度 (m)	1		水池宽度 (m)	0.5			
地面组成物质	土质		设立时间	2009.3			
观测记录							
取样瓶容积 (mL)	1000						
观测日期	1		2		3		观测人员
	水深(cm)	样品干重 (g)	水深 (cm)	样品干重 (g)	水深 (cm)	样品干重 (g)	
2011.4	17.61	14.77	16.45	15.68	17.15	14.97	
2011.7	61.11	25.89	59.00	30.54	55.07	31.41	
2011.8	43.34	39.15	46.56	43.70	40.82	47.00	
2011.12	20.38	36.24	28.48	27.41	22.14	33.18	
侵蚀量	侵蚀模数	5283	t/km ² .a	侵蚀强度	强烈	水土流失控制比	0.09
简要说明							

(2) 简易水土流失观测场观测数据

2009 年

位置：田家湾渣场边坡												
序号	日期	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号	8 号	9 号	备注	
1	09.3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
2	09.7	20.8	21.4	20.4	20.9	19.6	20.2	21.1	20.7	20.5		
3	09.12	21.3	20.9	21.9	23.1	21.4	19.3	22.0	21.5	23.8		
侵蚀深度		1.3	0.9	1.9	3.1	1.4	-0.7	2.0	1.5	3.8		
平均侵蚀深度		1.69					mm					
平均侵蚀模数		6472					t/km ² ·a					
位置：场内交通边坡												
序号	日期	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号	8 号	9 号	备注	
1	09.3	21.3	20.6	22.4	21.3	21.0	22.1	20.9	19.8	21.2		
2	09.7	21.5	20.9	22.6	21.5	21.1	22.3	21.0	19.9	21.0		
3	09.12	22.1	21.0	23.0	21.9	21.6	23.1	22.0	20.5	22.0		
侵蚀深度		0.8	0.4	0.6	0.6	0.6	1.0	1.1	0.7	0.8		
平均侵蚀深度		0.76					mm					
平均侵蚀模数		2212					t/km ² ·a					

位置：莲花池施工营地边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	09.3	14.6	11.8	11.1	14.2	12.7	10	9.3	8	12.2		
2	09.12	16.5	12.3	12.6	14.9	11.3	10.2	7.2	9.6	11.4		
侵蚀厚度		1.9	0.5	1.5	0.7	-1.4	0.2	-2.1	1.6	-0.8		
平均侵蚀厚度		0.91					mm					
平均侵蚀模数		1640					t/km ² ·a					
位置：马延坡砂石料加工区边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	09.3	145.7	140.7	165.1	212.7	143.1	160.0	164.8	192.9	182.5	因坡面未稳定，本次数据2、3、4、7、8号观测桩误差相对较大，作参考计算。	
2	09.12	158.5	132.6	172.6	212.9	148.5	193.9	171.3	197.7	187.3		
侵蚀深度		0.1	-0.6	-2.1	-0.2	0.1	0	-1.8	-0.2	1		
平均侵蚀深度		0.3					mm					
平均侵蚀模数		1220					t/km ² ·a					

2010年

位置：田家湾渣场边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	10.3	22.5	22.9	23.1	22.3	20.6	21.9	21.2	22.2	20.8		
2	10.12	23.3	23.5	25.0	24.0	23.0	22.3	23.2	23.7	22.6		
侵蚀深度		1.3	0.6	1.9	1.9	1.4	0.4	2.0	1.5	1.8		
平均侵蚀深度		1.42					mm					
平均侵蚀模数		5638					t/km ² ·a					
位置：场内交通边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	10.3	21.7	21.0	23.0	21.9	21.4	22.6	21.2	20.4	21.1		
2	10.12	22.1	21.8	23.6	22.5	21.9	23.0	22.3	21.2	21.8		
侵蚀深度		0.4	0.8	0.4	0.6	0.5	0.4	1.1	0.8	0.7		
平均侵蚀深度		0.63					mm					
平均侵蚀模数		1557					t/km ² ·a					

位置：莲花池施工营地边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	10.3	17.1	12.5	13.0	15.3	11.7	10.6	8.9	10.1	12.0		
2	10.12	17.4	12.9	13.9	14.9	13.0	11.5	10.3	10.9	11.1		
侵蚀厚度		0.3	0.4	0.9	-0.4	1.3	0.9	1.4	0.8	-0.9		
平均侵蚀厚度		0.53					mm					
平均侵蚀模数		1048					t/km ² ·a					
位置：马延坡砂石料加工区边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	10.3	14.6	14.0	16.5	21.3	15.8	16.0	16.5	17.1	18.3		
2	10.12	14.3	15.2	17.0	22.2	16.3	16.5	15.8	18.1	18.8		
侵蚀深度		-0.3	1.2	0.5	0.9	0.5	0.5	-0.7	1	0.5		
平均侵蚀深度		0.56					mm					
平均侵蚀模数		1146					t/km ² ·a					

2011年

位置：田家湾渣场边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	11.3	23.4	23.7	25.3	24.2	23.3	22.6	23.5	24.0	22.9		
2	11.12	24.5	25.9	26.4	25.8	24.8	24.0	23.9	25.5	24.7		
侵蚀深度		1.1	2.2	1.1	1.6	1.5	1.4	0.4	1.5	1.8		
平均侵蚀深度		1.40					mm					
平均侵蚀模数		5524					t/km ² ·a					
位置：场内交通边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	11.3	22.3	22.0	23.8	23.0	22.2	23.1	22.7	21.4	22.1		
2	11.12	22.7	22.5	24.1	23.5	22.8	23.5	23.4	22.0	22.7		
侵蚀深度		0.4	0.5	0.3	0.5	0.6	0.4	0.7	0.6	0.6		
平均侵蚀深度		0.51					mm					
平均侵蚀模数		1339					t/km ² ·a					

位置：莲花池施工营地边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	11.3	17.6	13.3	14.1	15.3	13.2	11.9	10.5	11.6	11.5		
2	11.12	18.0	13.5	14.7	15.5	13.9	12.8	11.1	12.2	12.0		
侵蚀厚度		0.4	0.2	0.6	0.2	0.7	0.9	0.6	0.6	0.5		
平均侵蚀厚度		0.52					mm					
平均侵蚀模数		992					t/km ² ·a					
位置：马延坡砂石料加工区边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	11.3	14.6	15.4	17.1	22.5	16.5	16.6	16.3	18.4	19.1		
2	11.12	14.8	15.9	17.7	22.9	17.2	16.5	16.7	18.6	19.4		
侵蚀深度		0.2	0.5	0.6	0.4	0.7	-0.1	0.4	0.2	0.3		
平均侵蚀深度		0.36					mm					
平均侵蚀模数		761					t/km ² ·a					

2012 年

位置：田家湾渣场边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	12.3	23.6	23.9	25.2	24.3	23.4	22.6	23.7	24.1	22.9		
2	12.12	25.0	25.1	26.5	25.4	23.9	23.3	24.7	25.2	24.0		
侵蚀深度		1.4	1.2	1.3	1.1	0.5	0.7	1	1.1	1.1		
平均侵蚀深度		1.04					mm					
平均侵蚀模数		4923					t/km ² ·a					
位置：场内交通边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	12.3	22.2	21.6	23.9	22.7	22.4	23.3	22.5	21.6	22.0		
2	12.12	22.4	21.9	24.5	23.2	22.2	23.8	22.8	22.0	22.6		
侵蚀深度		0.2	0.3	0.6	0.5	-0.2	0.5	0.3	0.4	0.6		
平均侵蚀深度		0.36					mm					
平均侵蚀模数		906					t/km ² ·a					

位置：莲花池施工营地边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	12.3	17.6	13.3	14.1	15.1	13.2	11.9	10.4	11.1	11.5		
2	12.12	17.7	13.9	14.4	15.3	13.5	12.3	10.7	11.2	11.8		
侵蚀厚度		0.1	0.6	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.1	0.3		
平均侵蚀厚度		0.29					mm					
平均侵蚀模数		815					t/km ² ·a					
位置：马延坡砂石料加工区边坡												
序号	日期	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	备注	
1	12.3	14.4	15.5	17.2	22.3	16.5	16.8	16.0	18.2	19.0		
2	12.12	14.7	15.2	17.9	22.7	16.8	16.9	16.3	18.6	19.4		
侵蚀深度		0.3	-0.3	0.7	0.4	0.3	0.1	0.3	0.4	0.4		
平均侵蚀深度		0.29					mm					
平均侵蚀模数		631					t/km ² ·a					

(3)植物样地观测数据

植树样方

编号	2008年		2009年		一年变化值	
	胸径处高度 (cm)	胸径处周长 (cm)	胸径处高度 (cm)	胸径处周长 (cm)	胸径处高度变化值 (cm)	胸径处周长变化值 (cm)
1	126.7	16.1	129.2	16.5	2.5	0.4
2	120.1	16.1	124.4	18.2	4.3	2.1
3	122.2	15.0	125.5	15.5	3.3	0.5
4	140.2	15.1	144.6	17.2	4.4	2.1
5	108.5	16.3	112	17.5	3.5	1.3
6	112.3	14.2	116.4	14.8	4.1	0.6
7	120.1	15.9	124.5	16.5	4.4	0.6
8	105.9	18.2	110	18.9	4.1	0.7
9	106.1	17.1	110.2	18.2	4.1	1.1
10	94.2	25.4	99.6	26.9	5.4	1.5

编号	2009年		2010年		一年变化值	
	胸径处高度 (cm)	胸径处周长 (cm)	胸径处高度 (cm)	胸径处周长 (cm)	胸径处高度变化值 (cm)	胸径处周长变化值 (cm)
1	129.2	16.5	132	17.0	2.8	0.5
2	124.4	18.2	129	20.1	4.6	1.9
3	125.5	15.5	129	16.5	3.5	1.0
4	144.6	17.2	148	19.6	3.4	2.4
5	112	17.5	115	18.7	3.0	1.2
6	116.4	14.8	120	15.1	3.6	0.3
7	124.5	16.5	129	17.1	4.5	0.6
8	110	18.9	112	19.3	2.0	0.4
9	110.2	18.2	114	19.2	3.8	1.0
10	99.6	26.9	104	28.2	4.4	1.3

编号	2010年		2011年		一年变化值	
	胸径处高度 (cm)	胸径处周长 (cm)	胸径处高度 (cm)	胸径处周长 (cm)	胸径处高度变化值 (cm)	胸径处周长变化值 (cm)
1	132	17.0	138.3	17.7	5.3	0.7
2	129	20.1	135.5	22.3	6.5	2.2
3	129	16.5	134.5	18.1	5.5	1.6
4	148	19.6	152.6	22.1	4.6	2.5
5	115	18.7	119.2	20.2	4.2	1.5
6	120	15.1	125.6	15.4	5.6	0.3
7	129	17.1	133.6	17.8	4.6	0.7
8	112	19.3	117.7	19.3	5.7	0
9	114	19.2	118.8	19.9	4.8	0.7
10	104	28.2	109.2	29.7	5.2	1.5

编号	2010年		2012年		一年变化值	
	胸径处高度 (cm)	胸径处周长 (cm)	胸径处高度 (cm)	胸径处周长 (cm)	胸径处高度变化值 (cm)	胸径处周长变化值 (cm)
1	138.3	17.7	144.2	18.8	5.9	1.1
2	135.5	22.3	143.1	24.2	7.6	1.9
3	134.5	18.1	140.6	19.6	6.1	1.5
4	152.6	22.1	157.7	24.5	5.1	2.4
5	119.2	20.2	123.9	21.7	4.7	1.5
6	125.6	15.4	131.8	16	6.2	0.6
7	133.6	17.8	140	18.6	6.4	0.8
8	117.7	19.3	124.4	19.9	6.7	0.6
9	118.8	19.9	123.2	20.7	4.4	0.8
10	109.2	29.7	115.3	31.3	6.1	1.6

植草样方

样方编号	年份	位置	样方规格	草种	草深 (cm)	覆盖率	坡度
1		观景台 路外平台	2m×2m	狗牙根、 黑麦草			<5°
	2008				3~15	27	
	2009				14~23	35	
	2010				8~29	60	
	2011				12~35	65	
	2012				16~40	75	
2		基础局 斜对面	2m×2m	黑麦草			<5°
	2008				8~17	22	
	2009				3~12	40	
	2010				5~16	56	
	2011				10~20	60	
	2012				15~30	75	
3		出渣路 右边坡	2m×2m	黑麦草			22°
	2008				7~12	25	
	2009				5~14	33	
	2010				8~22	46	
	2011				10~20	56	
	2012				15~30	65	

金沙江 向家坝水电站 水土保持监测简报

(06-No1)

长 江 水 利 委 员 会
长江流域水土保持监测中心站

二〇〇六年六月

目 录

1 监测范围、内容和方法	1
1.1 监测范围	1
1.2 监测内容和方法	1
1.2.1 监测内容	1
1.2.2 监测方法	3
2 监测工作实施情况	4
2.1 工作组织	4
2.2 质量控制	4
3 监测结果与分析	5
3.1 水土流失	5
3.1.1 大坝枢纽区	5
3.1.2 弃渣场区	6
3.1.3 土石料场区	12
3.1.4 道路区	12
3.1.5 施工营地区	14
3.2 水土保持	19
3.2.1 完成水土保持措施工程量	19
3.2.2 水土保持措施效果	19
4 结论与建议	24
4.1 结论	24
4.2 存在问题	24
4.3 建议	28

根据《金沙江向家坝水电站水土保持监测委托函》、《金沙江向家坝水电站水土保持监测实施方案》，2006年5月20~28日，长江流域水土保持监测中心站组织四川、云南两省的水土保持生态环境监测总站，开展向家坝水电站施工区的水土流失监测工作，本次监测工作共有12名监测技术人员参加现场工作。现就本次监测情况通报如下：

1 监测范围、内容和方法

1.1 监测范围

监测范围为主体工程施工区，即：大坝枢纽区、道路防治区、土石料场区、弃渣场区、施工营地区，总面积为1076.09 hm²。根据工程进度，本次各项目区重点监测项目见表1。

表1 主体工程施工区水土保持监测项目表 单位：hm²

序号	项目分区	面积	项 目
1	大坝枢纽	253.09	坝肩边坡开挖
2	道路	267.35	2 [#] 、4 [#] 、6 [#] 、10 [#] 、12 [#] 、14 [#] 、3 [#] 、1 [#] 、5 [#] 、7 [#] 、9 [#] 、进场公路等开挖面及上下边坡、马延坡隧洞进口坡面支护、临时进场公路、
3	土石料场	51.72	表土资源堆放场等
4	弃渣场	124.78	新滩坝渣场、新田湾渣场、长距离输送系统弃渣场
5	施工营地	379.15	莲花池填方场地；右岸马延坡砂石加工系统、110kv 施工变电站；左岸凉水井砂石混凝土系统、35kv 施工变电站；炸药库；水厂；生活调节水池；施工营地、田坝；沟涵开挖、填方区、表土剥离区、江边开挖面；
合 计		1076.09	

1.2 监测内容和方法

1.2.1 监测内容

监测内容主要包括水土流失及其防治、监测范围内环境变化、水土流失危害和水土流失防治效果。

(1)水土流失及其防治

了解水土保持方案的实施情况，各项防治措施及工程的实施时间、工程量，防治责任范围内采取的水土保持措施情况等。

定期获取关于水土流失状况的数据。主要包括各监测点水土流失面积及其分布、水土流失量变化情况、流失强度等。特别是挖填、弃土、石渣方量和堆放、运移情况，体积形态变化与面积。同时，定期获取水土流失主要影响因子的参数的变化情况。如水土流失类型、侵蚀深、侵蚀量，主要水土流失部位的坡度、坡长、坡形；汛期降雨、水文情况等。

(2)监测范围内环境变化

了解工程建设引起的地形地貌、植被、水系等变化情况，施工占用、扰动土地面积，挖方、填方数量，弃土、石弃渣量对环境的影响，河流泥沙量变化情况等。

(3)水土流失危害

调查水土流失的发展和对工程建设、周边环境及河道安全的影响。重点包括：土壤侵蚀程度发展、植被破坏情况、河道或沟道水体填埋和淤塞情况、诱发重力侵蚀、已有水土保持设施的损坏情况、地貌改变情况等。防止因水土流失造成的危害。

(4)水土保持措施效果

在对水土流失防治措施调查的基础上，监测防治措施的质量及其效果。如：各防护工程措施的稳定性、完好程度、运行情况。拦挡措施的拦渣保土效果、截排水、沉沙设施的完整性、护坡工程的边坡防

护稳定情况；植物措施的植被类型、成活率、保存率和生长情况及覆盖度；地表土壤恢复面积和恢复质量情况等。以及各项防治措施的保存量，改善生态环境效果等。

表 2 主体工程施工区水土保持监测内容及指标表

监测分区	监测区	监测项目、内容	主要监测指标
渣场	新田湾渣场	水土流失因子、状况；工程、植物措施效果	地貌变化、地面坡度、渣场面积、弃渣量、新增弃渣量、弃渣性质、渣体稳定性，水土流失类型、土壤侵蚀模数、土壤侵蚀量，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。
	新滩坝渣场		
	太平石料场弃渣场		
	太平石料场长距离输送系统弃渣场		
道路	对外交通		地貌变化、地面坡度、岩土性质，水土流失类型、土壤侵蚀模数，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。
	场内交通		地貌变化、地面坡度、料场面积，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。
料场	太平石料场		地貌变化、地面坡度、料场面积，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。
	表土资源堆放场		地貌变化、地面坡度、料场面积、堆放量、新增堆放量、稳定性，水土流失类型、水土流失强度，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。
施工营地区	马延坡砂石料加工区		水土流失类型、水土流失强度，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度，尾渣库淤积量。
	田坝区		水土流失类型、水土流失强度，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。
	莲花池区		
	凉水井砂石、混凝土系统		
枢纽工程区	坝肩、各洞室进出口	工程、植物措施效果	工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。

1.2.2 监测方法

根据《报告书》和 SL277-2002《水土保持监测技术规程》、SL190-96

《土壤侵蚀分级标准》要求，本项目区监测采取地面观测和调查监测相结合的方法，结合施工实际情况，安排监测方法如下：

(1)地面观测：应用 GPS 技术并根据现场情况结合激光测距仪等测量设备进行量测，一方面计算流失面积，监测水土流失性质、流失量等，另一方面分析挡墙、护坡等水土保持措施和弃渣、坡面等稳定性、完整性。

(2)调查监测：搜集相关资料，通过实地查勘和量测获取水土保持有关技术数据，调查分析水土流失潜在危害及其发展趋势。

在监测现场，将各项观测数据认真校对、填表，作好现场记录，并辅以监测对象相关位置和状况的照片，为内业数据处理做好充分的准备。

2 监测工作实施情况

2.1 工作组织

向家坝水电站工程水土保持监测由长江流域水土保持监测中心站负责，云南、四川两省水土保持监测部门协助开展监测工作。监测工作在向家坝水电站环境中心的协调下，各施工单位配合下，根据监测技术规程和项目要求，按照已编制的《监测实施方案》，依据工程的施工进度和监测工作分区，开展水土保持监测工作。

2.2 质量控制

为确保向家坝水电站工程水土保持监测工作的成果质量，长江流域水土保持监测中心站与云南、四川两省水土保持监测总站共同建立项目工作小组，完善质量控制体系，对监测工作实行质量负责制，由

有关领导对项目质量进行总负责，在各监测地段和各监测点明确具体的工作质量负责人，所有的监测数据必需由质量负责人审核，监测数据整编后，项目领导还将组织对监测成果进行审核和查验，以保证监测成果的质量。

3 监测结果与分析

3.1 水土流失

向家坝水电站工程在工程建设中，特别是建设初期由于主体工程施工、场内公路、施工区建设、边坡开挖、弃渣等施工活动而造成的大面积地表扰动是造成水土流失最主要和最直接的原因。

本次监测通过地面观测和调查监测，按两岸 5 区分类统计，共采集 GPS 测量点 123 个及其它水土流失相关数据。

3.1.1 大坝枢纽区



左岸坝肩



右岸坝肩

向家坝水电站坝址位于金沙江峡谷河谷地段出口，出露岩石主要为砂岩、泥岩及粉砂岩等，坝肩自然坡度大于 25° ，陡坡坡度可达 50° 以上，极易造成水土流失。

此次监测重点是对左岸坝肩的基础开挖及围堰范围进行调查，根

据调查统计，坝肩扰动面积约 115.12hm²，水土流失面积约 34.97hm²，施工开挖临时堆放土石渣约 11.40 万 m³。水土流失主要发生在开挖坡面和施工场地临时堆放的土石渣。该区域由于施工作业强度大，扰动面积大，开挖边坡高且坡面陡，临时堆放的土石渣量较多，在没有配套水土保持措施的情况下，雨季受降雨径流冲刷，场区泥沙将直接进入金沙江干流，水土流失强度为极强度或剧烈。

由于施工场地运渣车、挖掘机等施工机械多，且临时堆放渣体处于不稳定状态，无法布置地面观测设施，故本次监测按照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190--96）来估算土壤侵蚀模数（其它项目堆渣侵蚀强度计算方法类同）。

3.1.2 弃渣场区

(1) 新田湾渣场

基本情况

该渣场位于左岸坝址下游 2.5km 的新田湾冲沟内，弃渣成



新田湾渣场顶面

分主要为砂岩和砂砾石，采用自下而上分层堆填的方式，卸渣经机械



新田湾渣场

碾压整平后，渣体内角在 35°--40°之间，堆渣表面高程为 397—413m。据调查，已堆弃渣约 236.99 万 m³，工程弃渣被较好地控制在渣场范围内，水土流失主要分布于渣体坡面及顶面，扰动

面积约为 8.31hm²（其中渣体坡面 0.09hm²，渣体顶面 7.44hm²）；水土流失面积为 1.63hm²。

目前，该弃渣场的底部排水工程已完工，但两侧山坡及堆渣坡面无截排水设施，堆渣坡脚处容易集水，对渣场安全构成一定的威胁。

水土流失类型

目前，新田湾渣场尚处于工程弃渣期，不断有新增弃渣，弃渣在堆放过程中形成的坡面是弃渣场水土流失的主要部位，且坡面为非均匀坡面；再次，工程所堆放弃渣虽经碾压处理，但其在短时期内无法完全达到稳定状态，在重力作用下易发生沉降；因此，由上确定该弃渣场水土流失类型主要为面蚀、沟蚀和重力侵蚀。

水土流失强度

目前，渣体顶面经机械碾压后，水土流失强度可控制在轻度；但渣场坡面，在无任何防护措施的情况下将存在较为严重的水土流失，水土流失强度依坡面坡度的不同达到极强度或剧烈。

(2)新滩坝弃渣场

基本情况



新滩坝弃渣场



弃渣场挡墙措施

新滩坝弃渣场位于金沙江的右岸阶地，该渣场上边缘以水富至绥江公路（还建公路）为界，弃渣主要为红层的泥质岩石，采用自下而上分层填渣的方式，弃渣后经碾压整平，渣体斜坡坡度平均为 46° ，堆渣表面高程为 $302.0\sim 311.0\text{m}$ 。经调查现渣场已堆渣 278.14万 m^3 ，在上次堆渣量 70.14万 m^3 的基础上增加了 208万 m^3 。弃渣坡面已基本碾压整平、坡脚已经修建好了 435m 的挡墙，其他正在修建中。渣场弃渣目前控制在渣场范围内，水土流失主要分布于渣体坡面，实测扰动面积约为 27.09hm^2 ，水土流失面积约为 14.48hm^2 。



渣顶表面已碾压整平



堆渣坡面水土流失

水土流失类型

项目施工区地处金沙江下游地区，原地貌水土流失类型以水蚀为主，具体表现为面蚀和沟蚀。新滩坝渣场目前已弃渣 278.14万 m^3 ，渣顶已基本碾压整平，弃渣坡面渣体较松散，降雨极易造成水土流失，是渣场主要流失部位。

水土流失强度

通过现场调查，新滩坝弃渣场原土地利用类型为梯坪地、苗圃、草地等，水土流失强度以微度和轻度为主，另有少量中度流失。目前

采取的水土保持措施为工程拦挡措施，渣体表面基本无植被覆盖，水土流失大多在强度。

长距输送系统渣场

基本情况

（6出7进）渣场位于皮带输送石料6号隧洞出口与7号隧洞入口之间，弃渣主要为砂岩和砂砾石，弃渣后渣顶已碾压整平，渣体内角平均坡度为 48° 。目前，弃渣已结束，弃渣量约为 55.96 万 m^3 ，由于挡墙修建得过矮、过短，部分弃渣已冲出挡墙。渣体左右两侧各



6出7进隧洞间弃渣场



渣体左侧排水沟

修建有一条排水沟，左侧排水沟只修建至渣体坡面，导致沟水直接冲刷在弃渣坡面造成水土流失。实测渣场扰动面积为 0.98hm^2 ，水土流失面积为 0.92hm^2 ，水土流失主要分布于渣体斜坡面。

（7出8进）渣场位于皮带输送石料7号隧洞出口与8号隧洞入口之间，弃渣主要为砂砾石，渣体斜坡坡度平均为 52° ，经调查现渣场已堆渣 57.51 万 m^3 ，弃渣坡面已基本碾压整平、坡脚修建有挡墙，渣体左右两侧修建有排水沟，其兼顾挡墙之用。渣场弃渣目前控制在渣场范围内，水土流失主要分布于渣体坡面，实测扰动面积约为

1.81hm²，水土流失面积约为 1.0hm²。



7 出 8 进隧洞间弃渣场



渣场排水沟及挡墙

(8 出 9 进) 渣场位于皮带输送石料 8 号隧洞出口与 9 号隧洞入口之间，弃渣主要为红色泥质岩石，渣体斜坡平均坡度为 32°，经调查现渣场已堆渣 56.68 万 m³，弃渣坡面还未整平，渣场建有排水沟及挡墙，挡墙下排水沟还未完善。渣场弃渣目前控制在渣场范围内，水土流失主要分布于渣体表面及坡面，实测扰动面积约为 4.59hm²，水土流失面积约为 1.93hm²。



8 出 9 进隧洞间弃渣场



隧洞入口护坡措施

水土流失类型

(6 出 7 进) 渣场位于皮带输送石料 6 号隧洞出口与 7 号隧洞入口之间，现水土流失类型以水蚀为主，具体表现为面蚀和沟蚀。目前

渣场弃渣已结束弃渣量为 55.96 万 m³，渣顶已基本碾压整平，弃渣坡面渣体较松散，部分渣体已滑出挡墙，降雨极易造成水土流失，是渣场主要流失部位。



弃渣坡面



渣场拦挡措施

(7 出 8 进) 渣场位于皮带输送石料 7 号隧洞出口与 8 号隧洞入口之间，现水土流失类型以水蚀为主，具体表现为面蚀和沟蚀。目前



弃渣坡面



隧洞出口顶部护坡及截排水沟

渣场弃渣已结束弃渣量为 57.51 万 m³，渣顶已基本碾压整平，弃渣坡面渣体较松散，降雨极易造成水土流失，是渣场主要流失部位。

(8 出 9 进) 渣场位于皮带输送石料 8 号隧洞出口与 9 号隧洞入口之间，现水土流失类型以水蚀为主，具体表现为面蚀。目前渣场弃渣已结束弃渣量为 56.68 万 m³，渣顶已基本碾压整平，弃渣坡面渣体较松散，降雨极易造成水土流失，是渣场主要流失部位。

水土流失强度

皮带输送石料隧洞渣场（6出7进）、（7出8进）、（8出9进）原地貌及土地利用类型均为山谷和自然乔灌木林，水土流失以中度流失为主，各弃渣场坡面水土流失强度均在强度以上。



9号隧洞进口顶部边坡水土流失



7出8进隧洞间弃渣场坡面水土流失



6出7进隧洞间弃渣场坡面水土流失

3.1.3 土石料场区

向家坝水电站工程左岸的土石料及其加工场位于坝址上游约0.6km处的凉水井区，该处地势较平缓，高程在290.00~350.00m范围内。目前该区扰动地表面积约13.61hm²，水土流失面积约7.11hm²，流失类型以面蚀为主，流失强度为极强度。

3.1.4 道路区

本次监测主要是对左岸1#、3#、5#、7#、9#及进场公路，右岸2#、4#、6#、10#、12#、14#、16#等公路的运行情况、上下边坡等的水土流失现状和水土保持工程进行了监测。

根据现场调查，道路坡面水土流失主要分布于开挖边坡，水土流失以面蚀和沟蚀为主，左岸由于开工早于右岸，目前左岸道路边坡已布设的水土保持措施正逐步开始发挥效益，部分坡面的水土流失强度下降了一个等级。右岸道路正处于开挖建设期，各裸露边坡缺乏有效的临时防护措施，其水土流失强度达到剧烈。详细情况



左岸长势良好的植草护坡

见表 1-1。

表 1-1 道路区水土流失调查表

区域	项目	长度 (km)	扰动面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)
左岸	1#	1.17	5.71	3.5
	3#	2.25	5.05	3.7
	5#	3.9	12.45	3.57
	7#	0.59	0.87	0.13
	9#	1.08	6.52	0.54
	进场公路	5.1	14.17	13.87
	小计	14.09	44.77	25.31
右岸	2#	1.75	8.75	8.08
	4#	0.8	5.18	5.18
	6#	1.76	11.48	11.23
	10#	0.74	2.22	0.92
	12#	1.2	0.2	0.2
	14#	1.23	4.38	3.51
	16#	0.5	3.04	3.01
	小计	7.98	35.25	32.13
合计		22.07	80.02	57.44



2# 公路边坡喷浆护坡



4# 公路浆砌石挡墙

3.1.5 施工营地区

3.1.5.1 莲花池施工区



莲花池位于坝址下游 2.1—4.5km 处，可利用面积约 150hm²。堆填渣成分主要为砂岩和砂砾石，堆填方式采用自下而上分层填渣，卸渣经机械碾压整平后，渣体内角为 33°--42°，堆渣表面高程为 360m—408m。

据调查，该填方区已堆弃渣 856.72 万 m³，开成 4 个人工台地，扰动面积 38.85hm²，堆填渣坡面水土流失面积 6.12hm²，水土流失强度为极强度，流失类型以面蚀和沟蚀为主，目前沿 5#公路及进场公路一侧建设有挡墙和护坡，但仍然有大面积的裸露坡面存在，水土流失较为严重。

3.1.5.2 田坝施工区

田坝施工区位于云天化生活区上游、地下厂房尾水出口的右侧坝



田坝区



田坝施工区水土流失

址下游 0.3~1.0km 处，横向宽度约 300~500m 的三角地形范围内。该场地以冲沟、滩地、旱地为主，有少量农田，可利用面积 25hm²。

该区主要施工项目有砼系统施工、变电站、水厂以及营地建设等施工开挖。据调查，目前该区施工扰动地表面积 48.28hm²，水土流失面积约 5.24hm²，坡面水土流失一般为强度，流失类型以面蚀为主。

3.1.5.3 马延坡施工区

马延坡区位于坝址右坝头，高程 450.0m 以下为坡地，高程 450.0~600.0m 之间的地势平缓，场地开阔，该场地以旱地为主，有少量农田，可利用面积 45hm² 左右。根据主体工程设计，该区施工项目主要为砼砂石骨料料场、砂石加工系统和生产设施、砼系统等。

据调查，该区目前正处于施工开挖的基础建设阶段，砂石料加工区坡面开挖扰动面积为 15.17hm²，水土流失主要分布于剥离地表及开挖边坡，水土流失面积为 14.25hm²，目前还在大规模开挖中，弃渣运往尾渣坝填埋。

目前马延坡施工区扰动地表面积共 25.46hm²，水土流失面积为

16.32hm²，水土流失大部分为强度流失，流失类型以面蚀为主。



马延坡砂石加工系统



马延坡施工区水土流失

3.1.5.4 其它工程区



混装炸药库



高程 440m 的生活调节水池



表土资源堆放场



35kV 变电站

其它工程区主要指相对独立的施工项目，左岸包括正在施工的混电站等项目，右岸包括 110kv 变电站、尾渣库、缆机拉索平台等项目。

装炸药库、高程 440m 的生活调节水池、表土资源堆放场、35kV 变左岸

(1) 混装炸药库

目前正在施工，已修筑部分挡墙和排水沟道，但坡面未采取水土保持措施，水土流失主要分布于开挖面和渣体坡面，水土流失强度多为极强，部分开挖面和坡面达到剧烈。混装炸药库建设扰动地表面积为 4.06hm²，水土流失面积 2.46hm²。

(2) 高程 440m 的生活调节水池

目前正在施工，但开挖坡面尚未采取防护措施，同时施工场地堆放有较多松散的弃土，存在着严重的水土流失，水土流失强度达到剧烈。建设扰动地表面积为 0.82hm²，水土流失面积 0.56hm²。

(3) 表土资源堆放场

表土资源堆放场基本稳定，已修见截排水沟、植草覆盖等水土保持措施，依照表土资源堆放场不同坡面的坡度和植被覆盖度的差异，水土流失强度在中度以上。建设扰动地表面积为 1.71hm²，水土流失面积 0.04hm²。

(4) 35kV 变电站

工程已经完成，基本情况与上次监测时大致相同，已建各项工程措施质量满足要求，由于原裸露坡面仍未布设水土保持防护措施，水土流失强度达到极强以上。建设扰动地表面积为 2.4hm²，水土流失面积 2.4hm²。

右岸

(1) 110kv 变电站

目前变电站已建成，开挖的上边坡已经做了喷浆护坡，渣体底部有完整的浆砌石挡墙，但坡面未采取水土保持措施，水土流失主要分布于渣体坡面。变电站建设扰动地表面积为 6.42hm^2 ，水土流失面积 1.39hm^2 ，水土流失强度依坡度和部位的不同分别为极强和剧烈。



110kv 变电站裸露坡面



110kv 变电站坡面堆渣高过挡墙

(2) 尾渣库

目前正在建尾渣库大坝和箱涵，库区已经开始弃渣，开挖坡面面积较大。据调查，扰动地表面积为 11hm^2 ，水土流失面积 12hm^2 ，堆渣量 129.17万 m^3 。水土流水大部分为剧烈流失，流失部位大多在开挖坡面及弃渣坡面。



尾渣库



尾渣库弃渣边坡水土流失



正在修建箱涵



开挖坡面水土流失

(3) 缆机拉索平台

缆机拉索平台位于 4 号公路上方，据调查，目前扰动地表面积 1.17hm^2 ，开挖面积 5.4hm^2 ，水土流失面积 4.2hm^2 ，其中已做喷浆护坡面积 1.2hm^2 ，缆机平台下侧坡面正在开挖。目前水土流失为强度流失，流失主要集中与开挖坡面，以面蚀为主，未采取防护措施的坡面水土流失强度为剧烈。

3.2 水土保持

向家坝水电站工程建设部非常重视施工区水土保持工作，成立了向家坝工程建设部环境保护管理中心（以下简称“环保中心”），明确了环境保护和水土保持工程项目管理、监督及部分工程监理由环保中心负责。建立健全了环保、水保管理、监理等制度。

3.2.1 完成水土保持措施工程量

根据施工区施工要求和水土流失特点，分别对施工区的大坝枢纽区、弃渣场区、石料场区、莲花池施工区、道路防治区和其它工程区 6 个区域水土保持情况进行了调查，调查情况详见表 3。

3.2.2 水土保持措施效果

(1) 大坝枢纽区

大坝枢纽区施工开挖量大，对地表扰动强度大，水土流失防治以工程措施为主，结合植物措施。工程施工中采取钢筋混凝土衬护、混凝土衬护、挂网喷混凝土封闭、坡面截排水沟及边坡锚固、边坡整修等形式多样的水土保持措施加固岩体。

据调查统计，已采取的水土保持工程和植物措施有：左岸坝肩工程护坡 38.40hm²、截排水沟 1730 m，右岸采取了喷浆护坡处理的坡面积为 36000m²。总体施工质量达到设计标准，满足水土保持要求，建设初期的水土保持措施，不仅保障了工程安全，而且控制和减少了施工建设中开挖边坡的水土流失。

(2) 弃渣场区

新田湾弃渣场位于新田湾冲沟内，场地为双沟交汇的“W”型峡谷地形，沟谷切割较深，侧坡地形陡，易于地表水汇集。目前，该弃渣场已在沟底修建了混凝土排水涵洞，并利用 5#公路拦渣，达到稳定弃渣的效果。

新滩坝弃渣场场地平缓，上边缘以水富至绥江公路边为界，渣体道路已建有截排水沟，沿金沙江浆砌块石挡渣墙正在按设计方案修建中，目前已修筑的浆砌石挡墙长 435m。

皮带输送石料隧洞、7 出 8 进间渣场、8 出 9 进间渣场。渣场都位于山谷，弃渣坡面较陡，渣场已经修建了挡墙及排水沟，沟道排水畅通挡墙基本稳定。

(3) 道路防治区

施工区场内道路均为新建或改建道路，在施工过程中对场内道路（1#、3#、5#、7#、9#）、进场公路采取截排水沟、浆砌石挡墙、喷浆护坡、TBS护坡、网格护坡等多种水土保持措施。护坡面积达 17.68hm²（其中，网格护坡 6.64hm²、喷浆护坡 11.04hm²）、植草 3.40hm²（其中 TBS 护坡 0.8hm²）、植树 9657 株、挡墙 1329m、截排水沟 14531m。

右岸场内道路 2#、4#、6#、地方还建公路，主要采取截排水沟、浆砌石挡墙、喷浆护坡、网格护坡等水土保持措施；10#、14#、16# 厂内公路目前只采取了浆砌石挡墙措施；12#公路（原水绥公路）由于坝肩开挖及隧洞弃渣等原因，目前已未通行。

已采取的水土保持工程措施和植物措施，总体施工质量达到设计标准，满足水土保持要求，如：浆砌石挡墙砂浆填充密实、沟缝完整、结构牢固；截排水沟符合设计要求，排水基本畅通；喷浆护坡、TBS 护坡、网格护坡效果良好。完成的水土保持措施，不仅保障了道路安全，基本上控制住了道路和边坡的水土流失。

(4) 土石料场区

左岸土石料取料、加工及混凝土系统设在坝址上游约 0.6km 处的凉水井区，该处高程在 290.00~350.00m 范围内，地势较平缓，可利用面积约 20hm²。一期工程施工完毕后，该处取料、加工及混凝土系统全部拆离现场。目前凉水井区下侧临河一带已布置挡墙和截排水设施，防止土石方直接流入金沙江。

(5) 施工营地区

莲花池施工区场地平整采取自然堆放、机械平整碾压的形式，目

前已填筑弃土石渣约 856.72 万 m³，沿 5#公路和进场公路的部分填方路段已采取水土保持挡拦措施，目前仍在继续修建挡墙、护坡等挡拦措施。右岸田坝区、马延坡砂石加工系统正处于施工高峰期，尽管部分开挖坡面的护坡以及挡墙已开始着手布设施工，但水土保持措施仍相对滞后，临时防护措施较为缺乏。

(6) 其它工程区

其它工程区主要指相对独立的施工项目，此次监测对正在施工的混装炸药库、高程 440m 的生活调节水池、表土资源堆放场、35kV 变电站及临河工程等项目，分述如下：

① 混装炸药库

目前，混装炸药库正在施工中，其中排水箱涵、上游截排水沟已基本完工；

② 生活调节水池四周边坡已修建网格护坡，目前正在回填覆土，准备种草恢复植被，上游截排水沟（共 135m）较为完善，且保持畅通；

③ 表土资源堆放场目前基本稳定，完成截排水沟 470m，堆土坡面植被盖度达 37%以上；

④ 35kV 变电站已建成，场平开挖土石方堆放基本处于稳定状态，四周截排水沟较为完善，挡墙牢固，达到了水土保持的要求，同时也保证了工程的安全。

各工程区水土流失现状和水土保持措施详见表 3。

表 3

向家坝水电站工程水土保持监测表

监测区域	监测项目	扰动面积 (hm ²)	开挖面积 (hm ²)	堆渣体积 (万 m ³)	水土流失 面积(hm ²)	防护措施					备注
						护坡(hm ²)	挡墙(m)	截排水沟(m)	植树(株)	植草 (hm ²)	
大坝枢纽区	坝肩开挖	105.94	10.8	11.4	38.57	42	0	1730			
道路区 公路	左岸	44.77	4.98		25.31	17.68	1329	14531	9657	3.4	
	右岸	35.25	23.67	20.65	32.13	7.57	948	264			右岸
弃渣场	新田湾弃渣场	8.31		236.99	1.63						
	新滩坝弃渣场	27.09		278.14	14.48		435				右岸
	远距离输送	7.38	0	170.15	3.85	0	127	1280			右岸
土石料场	凉水井	13.61			7.11		547	733			
莲花池施工区	施工营地场平	38.85		856.72	6.12	0.7	170	270			
田 坝	砼系统、施工营地等	12.35	10.86	11	5.24						右岸
	水厂	1.02	1.02		0.26						右岸
	小计	13.37	11.88	11	5.5						右岸
马 延 坡	施工开挖坡面	25.46			16.32	0.24					右岸
	110kv 变电站	6.2			1.6	1.13	248		190		右岸
	小计	31.66			17.92	1.37	248		190		右岸
其它		44.03	16.01	135.61	31.38	2.79	509	2443	70	0.68	
合计		370.26	67.34	1720.66	184.00	72.11	4313	21251	9917	4.08	

其它：左岸表土资源堆放场、炸药库、35kV 变电站、生活调节水池、右岸尾渣库、缆机拉索平台等

4 结论与建议

4.1 结论

金沙江向家坝水电工程建设中造成大范围的地表扰动，产生了大量的弃土、石渣，同时在施工范围内存在较大范围的新增水土流失。随着前期建设工程的展开，水土保持工程也同时进行。针对水土流失的现状，建设单位采取了有效的管理措施、工程措施、植物措施，减少了水土流失，主要表现在：

(1) 工程建设中的水土保持管理措施完善。一是在工程建设中成立了向家坝工程建设部环境保护管理中心，负责落实国家对环境和水土保持的相关要求；二是制定了相应的环境保护管理制度，如针对项目施工特点，制定出“向家坝工程施工区环境保护管理实施办法（试行）”。

(2) 项目区水土流失基本控制在封闭管理区内，对区外影响较小。绝大多数工程弃渣控制在弃渣场内，场地平整和弃渣场的弃渣调运规范，基本控制了工程开挖弃土、石渣流向，避免了造成严重的水土流失。

(3) 向家坝水电工程的水土保持设施建设正在按照《报告书》要求有序逐步开展，随着工程建设的深入，水土保持设施建设的完善，将形成工程措施和植物措施相结合的水土流失综合防治体系，有效保护和改善项目区生态环境。

4.2 存在问题

工程的一些项目水土保持措施实施进度滞后于工程实施进度，部

分水土保持措施不完善等，如场内公路、尾渣库等，控制水土流失的拦挡、护坡措施明显不足。各项目具体问题如下：

(1)大坝枢纽区

大坝枢纽区坝肩开挖尚有裸露坡面，在修筑围堰时弃石渣倾倒江边所形成的坡面没有任何挡拦措施，极易造成严重的水土流失；施工面的临时防护措施不足，目前还未设



坝肩裸露坡面

置降尘措施，致使场内道路尘土飞扬，污染环境，影响施工人员的身体健康，若遇降雨则更易随之流失。

(2)道路区

左岸进场道路临江坡面防护工作仍较滞后，在 2005 年度监测报告内已有指出，目前只有部分临江坡正在进行防护措施的施工，随着雨季的来临，尚未布设防护措施的坡面在降雨冲刷作用下将会产生严重的水土流失，临江公路部分排水沟存在断头、堵塞、淤积等情况依然没有有效解决。

右岸的 2#、6#、14#、16#公路拦挡措施及护坡措施力度不够，无绿化措施，坡面水土流失相对严重。

(3)弃渣场区

左岸的新田湾渣场弃渣形成的坡面坡脚处仍未设置截水设施，集水不易排出，对弃渣场的安全构成一定的威胁；在弃渣场与 5#公路的

连接处，运渣车有较多洒落的弃渣，导致 5#公路路面泥土较多，易形成扬尘，一影响到施工人员身体健康，二若遇降雨则易随之流失。右岸新滩坝弃渣场已经修建好了 435m 的挡墙，其余还未开始修建，渣场弃渣坡面目前还未进行护坡处理。

(4) 土石料场区



凉水井区现状

凉水井区的土石料取料、加工和混凝土系统，在堆料场临江坡面没有设置有效的挡拦措施，对堆料没有防护，在降雨冲刷作用下极易流失。

(5) 施工营地区

莲花池区虽然在沿进场公路和 5#公路一侧已修建部分挡土墙和网格护坡，但裸露边坡面积较大，且边坡土石渣堆置相对疏松；网格内未种草恢复植被，仍存在有水土流失的危害。



炸药库排水箱涵

炸药库的施工场地堆放有较多松散的临时土石方，施工便道已将排水通道堵塞，上游边坡堆放有临时土石方且未做任何防护，在降雨条件下极易流失。排水箱涵上游未设拦挡措施，易造成较大块石堵塞排水箱涵，降低箱涵的排水能力的安全隐患。

变电站仍遗留有较大面积的裸露坡面，并堆放有松散土石渣；生活调节水池场地平整所产生的开挖土石方倚坡堆放，没有采取任何防护措施，且场地四周堆放存少量松散土石方。调节水池上侧截水



变电站流失坡面

沟有断口，且表土采集后没有任何防护措施，极易造成水土流失，从现场调查发现降雨冲刷形成的冲沟和重力作用形成的裂缝，存在有重力侵蚀的危险。



110kv 变电站坡面的侵蚀沟

表土资源堆放场在现场踏勘发现，表土资源分级堆放的平台有冲沟和重力作用形成的裂缝，堆放场顶面植被盖度较低，堆放场顶部土质排水沟有冲毁的迹象。

右岸目前施工全面铺开，场地尾渣库、排水箱涵修筑；场地开挖平整；马延坡砂石料加工场建设等，开挖堆土分散零乱，水土保持临时防护措施不足，存在严重的水土流失。已建成的 110kV 变电站堆渣坡面还未采取防护措施，目前坡面上已有侵蚀沟发育。

4.3 建议

针对工程建设中水土保持工作所存在的问题，依照相关规定，结合各项工程进度，尽快落实水土保持防护措施建设，减少工程建设所产生的水土流失。

(1) 在各项工程实施过程中严格贯彻执行“先拦后挖、先挡后弃”的原则，实现及时对工程建设中水土流失的有效防治，防患于未然，减少施工期的水土流失。

(2) 汛期前应加强工程建设中的水土保持临时防护措施建设，对工程建设中产生的大量临时性弃土弃渣以及大面积裸露面及时予以保护，如使用土工布或装土编织袋挡拦，塑料薄膜覆盖等方法将水土流失降低到最低限度。

(3) 完善工程建设中水土保持防治措施，对工程建设未采取水土保持措施的要及时予以补建，特别是在 2005 年度监测报告中明确提出的，如左岸 35kV 变电站等有水土流失危害或潜在危害的区域尽快实施水土保持防护措施，对工程建设中虽已修建相关措施，但标准未达到要求的要及时完善；对水土保持设施发生破损或已被破坏的要尽快予以维修或重建；根据施工条件，尽量采取必要的降尘措施，防止扬尘，减少流失，同时保护施工人员的身体健康。

(4) 加强管理，提高各施工单位的水土保持意识，协调各交叉工序的开展，尽可能使水土保持措施与主体工程建设同步进行。

水保监资证 甲 字第 002 号

金沙江向家坝水电站
水土保持监测简报

2018 年第 3 期 (18-NO.3)

长江流域水土保持监测中心站

2018 年 7 月

批 准：李仁华

核 定：李仁华

审 查：姚赫

校 核：游爱章

编 写：范力竞

项宇

张加贝

目 录

1 综合说明.....	1
2 监测情况概述.....	2
2.1 监测组织.....	2
2.2 监测范围.....	2
2.3 监测内容.....	3
2.4 监测方法.....	4
3 监测结果.....	6
3.1 枢纽区.....	6
3.2 渣（料）场区.....	7
3.2.1 弃渣场.....	8
3.2.2 长距离骨料输送线及其渣场.....	9
3.2.3 太平石料场.....	9
3.3 道路区.....	10
3.4 施工营地区.....	13
3.5 其它工程区.....	15
3.5.1 尾渣库.....	16
3.5.2 变电站.....	17
3.5.3 缆机平台.....	17
4 总体评价.....	19
5 存在问题及建议.....	20

表 目 录

表 2-1	向家坝水电站水土保持监测点规划表.....	2
表 3-1	金沙江向家坝水电站水土流失情况统计表.....	6
表 3-2	金沙江向家坝水电站枢纽区水土流失现状调查情况统计表.....	7
表 3-3	弃渣场监测情况汇总表.....	8
表 3-4	长距离骨料输送线及沿线弃渣场汇总表.....	9
表 3-5	太平石料场监测情况表.....	10
表 3-6	道路区水土流失情况统计表.....	11
表 3-7	施工营地区水土流失情况统计表.....	13
表 3-8	其它工程区水土流失情况统计表.....	16

图 目 录

图 3-1	金沙江向家坝水电站枢纽区现状.....	7
图 3-2	新滩坝翻坝转运码头现状.....	9
图 3-3	道路区现状.....	12
图 3-4	施工营地区目前现状情况.....	13
图 3-5	尾渣库现状.....	16
图 3-6	马延坡变电站现状.....	17
图 3-7	马延坡缆机平台现状图.....	18

1 综合说明

向家坝水电站是金沙江梯级开发中的最后一级，位于四川省与云南省交界处的金沙江下游河段，坝址左岸下距四川省宜宾县的安边镇 4km、宜宾市 33km，右岸下距云南省的水富县城 1.5km。工程开发任务以发电为主，同时改善通航条件，结合防洪和拦沙，兼顾灌溉，并且具有为上游梯级进行反调节的作用。向家坝水电站由中国长江三峡集团公司组织建设，中国水电顾问集团中南勘测设计研究院负责工程总体设计。

向家坝水电站为一等大（1）型工程，工程枢纽布置由大坝、厂房和升船机等建筑物组成。大坝挡水建筑物从左至右由左岸非溢流坝段、冲沙孔坝段、升船机坝段、左岸厂房坝段、泄水坝段及右岸非泄流坝段组成；泄水坝段位于主河槽中部靠右岸，泄洪采用表孔、中孔联合泄洪的方式，中表孔间隔布置，共布置 10 个中孔及 12 个表孔，坝段前缘总长 248m。升船机坝段位于河槽左侧，坝段宽 29.60m，坝块沿升船机轴线长 115.50m。升船机中心线与坝轴线正交 90 度，由上游引航道、上闸首、塔楼段、下闸首和下游引航道等 5 部分组成，全长 1260m。左岸坝后厂房安装间与通航建筑物呈立体交叉布置。

大坝坝顶高程 384m，最大坝高 162m，坝顶长度 896.3；向家坝水库正常蓄水位 380m，死水位 370m，水库总库容 51.63 亿 m³，调节库容 9.03 亿 m³；在右岸地下厂房和左岸坝后式厂房共安装 8 台单机容量 800MW 水轮发电机，总装机容量 6400MW，年平均发电量约 307 亿度。

工程总进度安排：向家坝水电站工程与 2004 年 3 月开始筹建，2006 年 11 月正式开工，2008 年 12 月截流，计划 2012 年首批机组发电，2015 年竣工。

2 监测情况概述

2.1 监测组织

根据《金沙江向家坝水电站水土保持监测实施计划》，2018年7月26日至7月29日，我中心站对金沙江向家坝水电站开展了2018年第3次水土保持监测（编号：18-NO.3），对向家坝水电站的枢纽工程区、渣（料）场区、道路区、施工营地区和其它工程区域进行了监测，并对监测结果以简报的形式作一次总结。

2.2 监测范围

根据《金沙江向家坝水电站水土保持监测实施计划》中的工程水土流失预测和水土保持工程总体布局及监测工作安排，按照SL277-2002《水土保持监测技术规程》的规定与要求，向家坝水电站本次的监测范围主要包括：枢纽工程区、渣（料）场区、道路区、施工营地区和其它工程区5个区域。结合监测范围内的实际情况，对新滩坝渣场、马延坡砂石料场加工区、坝肩及各洞室进出口、太平石料场、场内公路等5个监测区域内布设监测点并对其进行监测。监测点布设详见表2-1。

表 2-1 向家坝水电站水土保持监测点规划表

监测分区	监测区	监测项目、内容	主要监测指标	监测时段及频次
渣场	新田湾渣场	水土流失因子 水土流失状况 工程措施效果 植物措施效果 设监测点3个	地貌变化、地面坡度、渣场面积、弃渣量、新增弃渣量、弃渣性质、渣体稳定性，水土流失类型、土壤侵蚀模数、土壤侵蚀量，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。	施工筹建期第2年至运行期第3年，每年4次，雨季前、雨季中和雨季后各1次，另选择典型大暴雨后观测1次。
	太平石料场至坝区长距离带式输送系统弃渣场	水土流失因子 水土流失状况 工程措施效果 植物措施效果 设监测点3个	地貌变化、地面坡度、渣场面积、弃渣量、新增弃渣量、弃渣性质、渣体稳定性，水土流失类型、土壤侵蚀模数、土壤侵蚀量，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。	施工筹建期第2年至运行期第3年，每年3次，雨季前、雨季中和雨季后各1次。
道路	对外公路	水土流失因子 水土流失状况 工程措施效果 植物措施效果 设监测点3个	地貌变化、地面坡度、岩土性质，水土流失类型、土壤侵蚀模数，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。	施工筹建期第2年至运行期第1年，每年3次，雨季前、雨季中和雨季后各1次。

监测分区	监测区	监测项目、内容	主要监测指标	监测时段及频次
	场内道路	水土流失因子 水土流失状况 工程措施效果 植物措施效果 设监测点 6 个	地貌变化、地面坡度、岩土性质，水土流失类型、土壤侵蚀模数，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。	施工筹建期第 2 年至运行期第 1 年，每年 3 次，雨季前、雨季中和雨季后各 1 次。
料场	太平石料场	水土流失因子 水土流失状况 工程措施效果 植物措施效果 设监测点 3 个	地貌变化、地面坡度、料场面积，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。	施工筹建期第 2 年至运行期第 3 年，每年 3 次，雨季前、雨季中和雨季后各 1 次。
	太平表土资源堆放场	水土流失因子 水土流失状况 工程措施效果 植物措施效果	地貌变化、地面坡度、料场面积、堆放量、新增堆放量、稳定性，水土流失类型、水土流失强度，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。	施工筹建期第 2 年至运行期第 3 年，每年 3 次，雨季前、雨季中和雨季后各 1 次。
施工营地区	马延坡砂石料加工区	水土流失状况 工程措施效果 植物措施效果 设监测点 4 个	水土流失类型、水土流失强度，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度，排水口的水体含沙量含沙量，尾渣库淤积量。	施工筹建期第 2 年至运行期第 3 年，每年 3 次，雨季前、雨季中和雨季后各 1 次。
	田坝区	水土流失状况 工程措施效果 植物措施效果 设监测点 4 个	水土流失类型、水土流失强度，工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。	施工筹建期第 2 年至植物措施后第 3 年，每年 3 次，雨季前、雨季中和雨季后各 1 次。
枢纽工程区	坝肩、各洞室进出口	工程措施效果 植物措施效果 设监测点 5 个	工程措施类型、数量、规模、稳定性、拦挡效果，植被类型、植被结构、植被生长情况、植被覆盖度。	施工筹建期第 2 年至运行期第 3 年，每年 3 次，雨季前、雨季中和雨季后各 1 次。

2.3 监测内容

根据《金沙江向家坝水电站水土保持监测实施计划》，监测内容主要包括监测范围内的水土流失现状、水土流失危害、水土保持工作以及水土流失防治效果等。

结合 2018 年度监测进度安排，本次监测主要内容为旱季水土流失状况调查。本次监测内容共分为以下四部分：

(1) 水土流失状况监测：工程的施工开挖坡面、堆渣坡面和施工临时堆渣

的水土流失情况，本次监测对各弃渣场的坡面在重力和水力作用下水土流失情况进行了较为全面的巡视调查并结合定点观测，对该区域采集相应的数据和照片。

(2) 弃土弃渣动态监测：工程施工过程中弃渣场的使用情况、复核渣场占地面积、堆渣量动态变化情况、弃渣堆放现状和稳定情况等；

(3) 水土保持措施防治效果监测：水土保持工程、植物、临时措施的数量、质量、防护效果等；本次监测对各个渣场的拦渣效益、拦渣坝、排水沟等运行情况，施工营（场）地和施工道路等区域的边坡挡墙、排水沟渠运行情况，整个工程建设区域的水土保持临时设施运行情况进行全面监测，并采集相应的照片和数据。

(4) 水土流失危害监测：对因工程建设造成的水土流失危害进行监测。

2.4 监测方法

依照《金沙江向家坝水电站水土保持监测实施计划》结合调查监测和地面监测，采用 GPS 和激光测距仪等设备，配合传统水土保持监测手段，对枢纽工程区、渣（料）场区、道路区、施工营地区和其它工程区进行监测。

监测情况：



3 监测结果

金沙江向家坝水电站 2018 年度水土保持监测工作由长江流域水土保持监测中心站负责，云南省水土保持监测单位协助开展。本项目根据《金沙江向家坝水电站水土保持方案报告书》中确定的水土流失防治分区进行监测。在向家坝水电站环境中心的协调下，各单位配合下，根据《金沙江向家坝水电站水土保持监测设计与实施计划》要求，在 2018 年对枢纽工程区、渣（料）场区、道路区、施工营地区和其它工程区进行监测。

根据本次监测情况，金沙江向家坝水电站右岸扰动面积无变化，水土流失面积有所减少。截至 2018 年 7 月，工程建设实际累计扰动地表面积约 688.23hm²，现有水土流失面积为 201.77hm²。本次监测情况见表 3-1。

表 3-1 金沙江向家坝水电站水土流失情况统计表

监测分区	扰动面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)	流失形式	备注
枢纽区	190.87	32.80	面蚀、沟蚀、重力侵蚀	
渣（料）场区	121.26	104.73	面蚀、沟蚀、重力侵蚀	新建码头对土地的扰动
道路区	82.97	8.94	面蚀、沟蚀、重力侵蚀	
施工营地区	276.26	47.29	面蚀、沟蚀、重力侵蚀	
其它工程区	16.87	8.01	面蚀、沟蚀、重力侵蚀	
合计	688.23	201.77	面蚀、沟蚀、重力侵蚀	扰动面积与水土流失面积与 2012 年 12 月监测时相比有较小的变化，其原因是在建码头对土地的扰动

3.1 枢纽区

本工程已经进入调试运行阶段，大坝上游开始因蓄水而被淹没，本次监测过程中，上下游围堰全部拆除，下游施工区大部分拆除，整平后进行绿化，绿化效果较好。本工程下游河岸采用了大量护岸防护工程，有效防止水蚀。截止到 2016 年 6 月大坝枢纽工程区扰动面积为 190.87hm²。

本次监测枢纽区水土流失调查统计情况见表 3-2，枢纽区现状情况见图 3-1。

表 3-2 金沙江向家坝水电站枢纽区水土流失现状调查情况统计表

位置	面积(hm ²)
左岸导流明渠及下游引航道人工高边坡区域	104.57
右岸地下厂房进、出水口人工高边坡区域	86.30
小计	190.87

图 3-1 金沙江向家坝水电站枢纽区现状





大坝现状

3.2 渣（料）场区

3.2.1 弃渣场

向家坝水电站施工弃渣场主要为右岸的新滩坝渣场，由于大坝蓄水，新滩坝渣场最高处临公路侧建成新滩坝翻坝转运码头，目前正在运行，整个渣场全部被水淹没，本区扰动面积不变，与水库淹没区面积不重复计列。本区扰动面积为 57.95 hm²，流失面积减少为 0。渣场弃渣量约为 932.54 万 m³。弃渣场情况汇总见表 3-3。

新建的引水隧道出渣，位于开关站路旁侧沟道内部，占地类型以林地为主，渣体已分平台整平，局部植被已经恢复。渣场下部已建混凝土挡墙及排水沟道，渣场所在沟道较长，堆高最大高度不超过 12m，目前无水土流失隐患。

表 3-3 弃渣场监测情况汇总表

弃渣场	扰动面积(hm ²)	流失面积(hm ²)	堆渣变化情况(万 m ³)	备注
新滩坝渣场	57.95	0	932.54	已淹没
新增渣场	1.02	0.83	10.62	位于开关站路旁侧沟道内

渣场现状情况见图 3-2、3- 。

图 3-2 新滩坝翻坝转运码头现状



码头现状

图 3-3 新增弃渣场



渣场排水措施

3.2.2 长距离骨料输送线及其渣场

因工程已进入尾声，骨料运输工作已经完成，为不影响周边植物的生长及环境，现已拆除未对周边环境造成影响。

表 3-4 长距离骨料输送线及沿线弃渣场汇总表

骨料运输区	扰动面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)	流失形式	备注
渣场	6.22	5.66	重力侵蚀、水力侵蚀	

3.2.3 太平石料场

本次监测中，1#渣场已植被恢复，周边截水沟等措施运行良好；2#渣场植被恢复效果明显，无明显水土流失；一出二进渣场下部挡墙及边坡网格植草护坡均

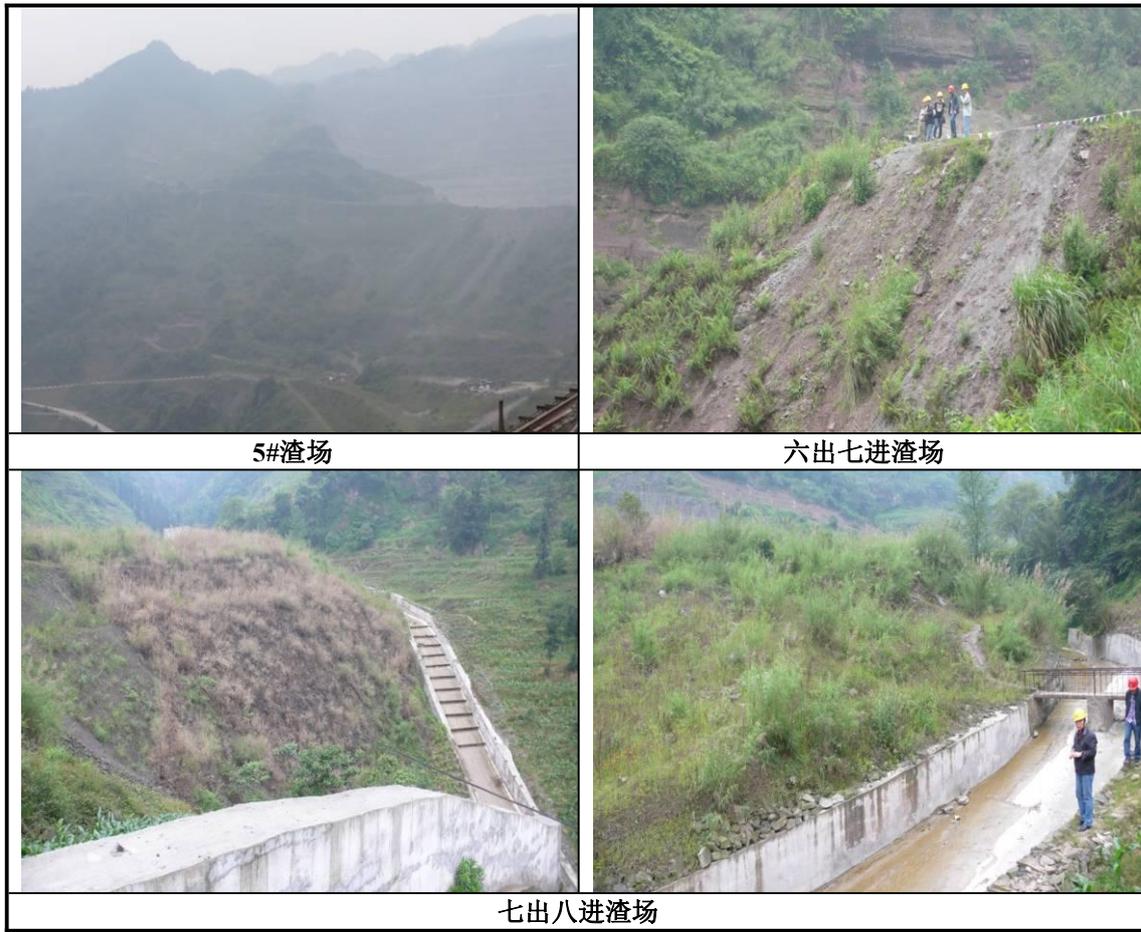
运行良好；3#渣场目前仍有部分裸露面积未绿化；三出四进渣场下部挡墙及边坡网格植草护坡均运行良好；4#渣场、5#渣场运行良好；六出七进渣场小部分边坡未绿化，仍为裸露，建议加快绿化进度；七出八进渣场植被恢复良好，运行良好。太平料场流失面积减少了 16.75hm²。

表 3-5 太平石料场监测情况表

料场区	扰动面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)	流失形式	备注
太平石料场	60.42	23.83	重力侵蚀	

图 3-4 太平料场





3.3 道路区

本次监测道路区水土流失情况与上次监测基本一致，根据现场监测，部分存在的水土流失的公路边坡现已大面积绿化，采用的是网格护坡，道路绿化措施完善，绿化效果显著，截排水措施运行正常，水土流失强度为轻度。本次监测中，此部分扰动面积为 30.65hm²，水土流失面积为 8.94hm²，2012 年 4 月后基本没有变化，道路区目前现状情况见图 3-3。

图 3-5 道路区现状



3.4 施工营地区

向家坝施工营地区主要莲花池区营地 99.57hm²，莲花池表土堆存场 1.27hm²，凉水井区营地蓄水后已被淹没，其它用地 42.20hm²，田坝区营地 29.2hm²，马延坡区营地 87.34hm²，尾渣库坝 2.00hm²，尾渣库(大型沉淀池)12.90hm²，新田湾新建砂石料加工厂 1.78hm²，合计 276.26 hm²。施工营地区水土流失情况统计见表 3-7，施工营地区目前现状情况见图 3-4。

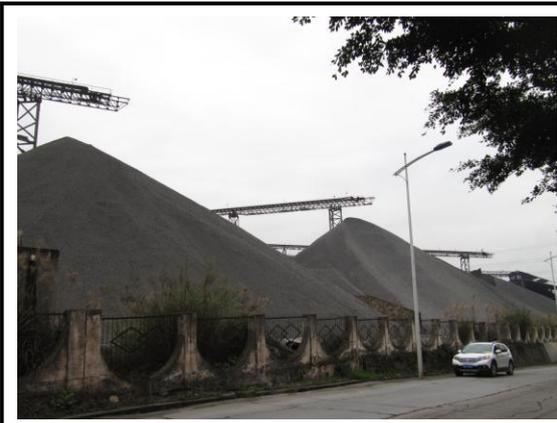
表 3-7 施工营地区水土流失情况统计表

项目区	扰动面积 hm ²	无明显流失 hm ²	流失面积 hm ²					
			小计	轻度	中度	强度	极强度	剧烈
莲花池营地	99.57	82.18	17.39	15.0	2.39			
莲花池表土堆存场	1.27	1.27	0					
左岸其它用地	42.20	22.65	19.55	11.76	7.79			
田坝区	29.2	18.87	10.33	7.25	3.08			
马延坡区	87.34	59.65	27.69	15.22	12.02	0.45		
尾渣库坝	2.00	2.00	0					
尾渣库(大型沉淀池)	12.90	12.90	0					
新田湾新建砂石料加工厂	1.78	0	1.78			1.78		
合计	276.26	199.52	76.74	49.23	25.28	2.23		

图 3-6 施工营地区目前现状情况



马延坡骨料加工厂及输送线路



砂石生产系统成品工区



马延坡骨料加工厂堆料



田坝施工营地区现状



已硬化的施工场地



莲花池表土堆存场



施工区排水沟





3.5 其它工程区

其它工程区主要指相对独立的施工项目，右岸包括 35kv 变电站、尾渣库、缆机平台，专用码头等项目。根据本次现场监测情况，专用码头已被水淹没；水土流失面积计为 0，35kV 变电站早已建成，本年度中新建了变电站围墙，变电站下边坡植被恢复情况较好，相关水土保持设施均运行正常，因此变电站区的水土流失进一步减少；尾渣库已停止使用，尾渣坝下游堆土区部分植被自然恢复，目前水土流失面积进一步减小，库区内储水量较 2013 年 5 月无变化。缆机平台建成后全部进行硬化，故水土流失很小。

本次监测其它工程区水土流失情况与上次监测情况基本一致，扰动面积、流失面积有较小的变化，主要原因是建成的缆机平台对地表的扰动。专用码头扰动面积为 3.53hm²，流失面积为 0，此区内扰动面积为 16.87hm²，水土流失面积为 1.27hm²，其它工程区水土流失情况统计见表 3-8 。

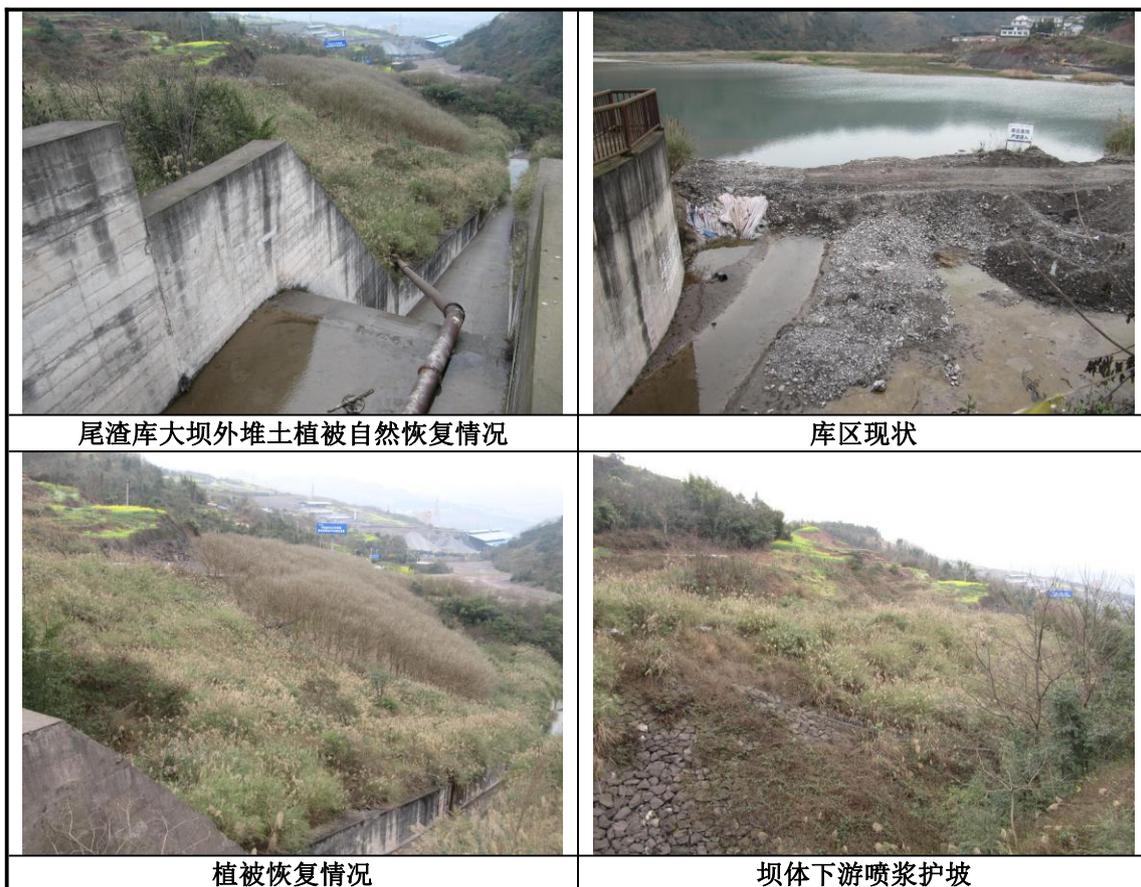
表 3-8 其它工程区水土流失情况统计表

其它工程区	扰动面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)	流失形式	备注
专用码头	3.53	0	面蚀、沟蚀	被淹没
变电站	2.68	0.02	面蚀、沟蚀	
尾渣库区	10.66	1.25	面蚀、沟蚀	
缆机平台	(2.53)	(0.82)	面蚀、沟蚀	
合计	16.87	1.27		

3.5.1 尾渣库

尾渣库经过多年的运行，已建的水土保持措施有：下游坝坡干砌石护坡，下游浆砌石排水沟以及坝顶浆砌石排水沟，下游坝坡堆土未进行绿化，通过自然恢复植被已有一定覆盖度，水土保持效果良好。本区扰动面积约为 10.66hm²，水土流失面积为 1.25 hm²。尾渣库详细情况见图 3-7。

图 3-7 尾渣库现状





3.5.2 变电站

马延坡变电站在本次监测情况与上次监测相比无明显变化,变电站目前已建成较为完善的水土保持设施,拦挡、截排水措施都具备并且运行良好。变电站前的植被覆盖较好,边坡植被充分的发挥了水土保持作用,效果较好。马延坡变电站现状见图 3-8。

图 3-8 马延坡变电站现状



3.5.3 缆机平台

本次监测，缆机平台已经开始拆除未对周边环境造成破坏，场地原设有挡墙、排水沟，挡墙挡护效果较好，排水沟较为通畅，本区无水土流失危害，扰动面积为 2.53hm²，面积计入枢纽区。马延坡缆机平台现状图见图 3-9。

图 3-9 马延坡缆机平台现状图



4 总体评价

本次监测结果表明，向家坝工程建设部在工程建设中重视水土保持工作，严格按照《方案报告书》的要求，开展各项工程建设。金沙江向家坝水电站各项水土保持措施正按照《水土保持方案》的要求逐步实施，区域内的水土流失程度逐渐减弱。本次监测过程中，水土保持工程的数量和质量均满足主体工程对于水土保持的要求，水土保持植物措施的实施和管护基本能够满足涵养水源与持水固土的要求。

根据监测情况，截至 2018 年 7 月，向家坝水电站工程建设实际累计扰动面积与水土流失面积较上次监测基本上变化较小，其变化的主要原因是各项水土保持措施日渐完善。

工程目前存在的问题主要有各区域排水措施的完善，高陡边坡的防护等。对于存在问题的区域，出根据监测建议进行完善外，还应加强管理，尽量避免类似问题在工程的其他区域出现。建设单位应及时根据本次监测简报反应问题进行整治。

根据《金沙江向家坝水电站水土保持监测设计与实施计划》安排，本次进场主要为雨季调查，建设单位应及时根据本次监测简报反应问题进行整治。

5 存在问题及建议

(1) 枢纽区应充分重视施工场地内的排水情况，施工场地内应布设临时排水沟，场内道路两侧的边坡有散落的石块，建议及时清理。应注重坝坡植被的管护。

(2) 渣（料）场区中，太平料场目前大部分弃渣场各水保措施均运行良好，植被恢复较好，小部分弃渣场边坡仍为裸露，建议加快绿化进度，并加强水保措施的管护力度。

(3) 道路区：该区目前部分道路已经采取了边坡防护措施，比较有效的维持了边坡稳定，应加强场内的排水措施，注意排水沟的清淤和管护，加强对道路两边植被护坡的保护，防止水土流失。

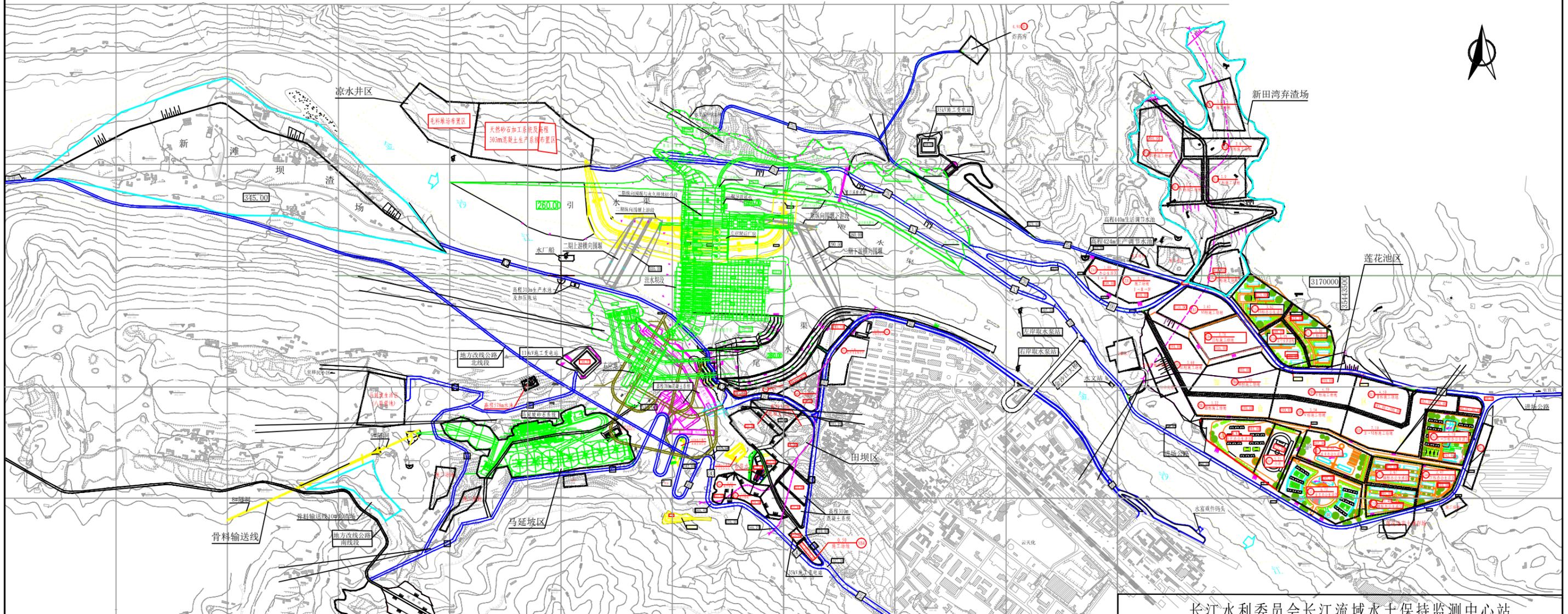
(4) 施工营地区：田坝区施工营地部分拆除，场地已清理并平整，建议及时覆土并播撒草籽进行绿化，防止产生水土流失。

(5) 其它工程区：变电站对植被的保护较好，网格护坡效果明显，充分的发挥了水土保持措施的作用。尾渣库区应注意泄洪道的通畅，防止强降水时出现洪涝，造成水土流失。

金沙江向家坝水电站地理位置示意图



金沙江向家坝水土流失防治责任范围图



工程建设实际发生的水土流失防治责任范围 单位 hm²

责任范围区		实际防治责任范围	备注
主体工程 施工区	大坝枢纽区	190.87	监测工作开展范围
	道路防治区(对外、改线、场内道路)	82.97	
	土石料场	97.84	
	弃渣场	103.47	
	施工营地(其它施工场地)	289.75	
小计		764.90	
水库淹没区		9462.52	
合计		10227.42	

说明
1 单位:高程及坐标以 m 计,面积以万 m² 计。
2 本图采用北京坐标系、黄海高程系。
3 比例尺:



长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站

核定	李仁华	李仁华	金沙江向家坝水电站工程	验收阶段	
审查	姚赫	姚赫		水保部分	
校核	项宇	项宇	水土流失防治责任范围图	设计证号	
设计	彭超	彭超		资质证号	
制图	彭超	彭超		比例	
描图	彭超	彭超	图号		
			日期	2018年12月	
			附图3		

