



水保监测（鄂）字第 0023 号

白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通
专用公路工程建设项目
水土保持监测总结报告

编制单位：长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站

二〇一九年六月



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书
(正本)

单位名称：长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站

法定代表人：李仁华

单位等级：★★★★（4星）

证书编号：水保方案（鄂）字第 0068 号

有效期：自 2018 年 10 月 01 日至 2021 年 09 月 30 日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2018 年 09 月 30 日



单位地址：湖北省武汉市江岸区惠济路 63 号永成精英汇

邮政编码：430010

联系人：姚赫

联系电话：027-82820520

传 真：027-82820520

Email: yaoxiaoh@163.com

白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通
专用公路项目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（中心站主任/教高）

核定：姚 赫（设计室主任/高工）

审查：游爱章（设计室副主任/高工）

校核：项 宇（设计室副主任/工程师）

项目负责人：姚 赫（设计室主任/高工）

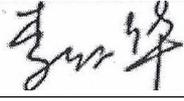
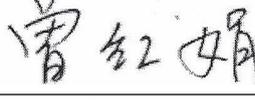
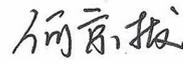
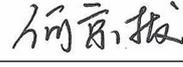
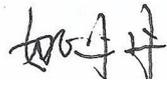
编写：高 飞（高工）（参编第二、七章）

曾文杰（工程师）（参编第一、三、四章）

何京拔（工程师）（参编第五、六章）

涂正安

姚丹丹

项目名称		白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程	
建设单位		三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂	
监测单位		长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站	
审定		李仁华	
监测 项目 部	总监测工程师	姚 赫	
	监测工程师	项 宇	
		曾红娟	
	监 测 员	高 飞	
		曾文杰	
		何京拔	
校 核		项 宇	
报告编写		高 飞	
		曾文杰	
		何京拔	
参加监测人员		涂正安	
		姚丹丹	

前 言

旱谷地料场对外交通专用公路是白鹤滩水电站大坝混凝土骨料运输的主要通道，它在电站施工期发挥着无可替代的作用。同时，该公路的建成也将大大改善旱谷地与金沙江葫芦口大桥之间的交通条件，对公路经过的黎明村、大坪村等村庄的经济发展产生积极作用。

项目名称前期（环评、水保等报告）阶段用的为《白鹤滩水电站旱谷场对外交通专用公路工程建设项目》，但是核准文件调整为《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目》，根据现场实际情况及核准的文件，名字全部采用为《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目》。

本工程属于新建建设类工程，公路全长 13.793km，其中 A 段 2.553km，线路等级为水电工程 III 级专用公路，设计速度 40km/h；B 段 9.580km，线路等级为水电工程 III 级专用公路，设计速度 30km/h；连接线长 1.66km，线路等级为四级公路标准，设计速度 20km/h。全线新建桥梁 3 座（新村跨线桥、盐潭沟大桥、水碾河沟大桥）总长 303.58m；涵洞 63 道，共长 923.46m，无隧道。

工程扰动土地面积 44.51hm²，其中：路基路面区占地 11.73hm²，路基边坡区占地 26.87hm²，桥梁工程区占地 0.35hm²，交叉工程区占地 0.18hm²，弃渣场区占地 3.67hm²，临时施工场地地区占地 1.28hm²，临时表土堆存场区占地 0.43hm²。

全线挖方总量 64.80 万 m³（建筑垃圾和土石方开挖 62.70 万 m³，表土剥离 2.08 万 m³）；回填土石方 61.63 万 m³（包括路基、交叉工程、临时施工场地平整需回填土石方 59.55 万 m³，收集表土绿化回覆 2.08 万 m³）；产生废弃土石方 19.75 万 m³，沿线布设临时表土堆存场 3 处，弃渣场 3 处。

项目工程于 2015 年 6 月 1 日开工建设，2016 年 10 月料场专用公路建成通车；2017 年 7 月 10 日连接线开工建设，2017 年 12 月 4 日连接线完成通车。

2015 年 10 月，受建设单位委托，长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站开展水土保持监测工作，承担了本项目的水土保持监测工作。接受委托后，我站立即成立项目部，进场开展现场调查并编制完成《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测实施方案》。

2015 年 10 月至 2018 年 12 月，监测人员《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持方案报告书》、《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用

公路工程建设项目水土保持监测实施方案》确定的内容、方法开展监测工作，及时掌握工程建设情况，现场监测项目建设过程中的水土流失情况及水土保持防治措施布设，并做好监测记录，为确保项目水土流失防治措施的有效性、安全性及加强项目建设过程中的水土保持监督管理工作，提供了依据和支撑。

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保(2015)139号）、《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）等相关技术要求，于2019年5月编制完成《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测总结报告》。

在本项目的监测工作实施过程中，得到了建设单位三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂、监理单位四川二滩国际工程咨询有限责任公司、设计单位中国电建集团华东勘察设计研究院有限公司、施工单位中铁隧道集团白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路项目经理部等参建单位的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标									
项目名称		白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目							
建设规模	料场专用公路全长 12.133km。 连接线全长 1.66km。	建设单位、联系人	三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂、陈洋						
		建设地点	云南省昭通市巧家县白鹤滩镇						
		所属流域	长江流域						
		工程总投资	15152.16 万元						
		工程总工期	2015 年 6 月至 2017 年 12 月						
水土保持监测指标									
监测单位	长江流域水土保持监测中心站			联系人及电话	姚赫 027-82820520				
自然地理类型	工程区处于金沙江下游河段，范围内的山脉主要有鲁南山、药山及拱王山，山势陡峻，河谷断面多呈“V”型。			防治标准	一级标准				
监测内容	监测指标		监测方法（设施）		监测指标		监测方法（设施）		
	1.水土流失状况监测		工程技术资料查阅、现场调查测		2.防治责任范围监测		工程技术资料查阅、现场调查测量		
	3.水土保持措施情况监测		采用收集有关资料和结合外业踏勘的方法		4.防治措施效果监测		实地调查监测		
	5.水土流失危害监测		调查监测和查询相关资料		水土流失背景值		415t/km ² •a		
方案设计防治责任范围			54.46hm ²		容许土壤流失量		500t/km ² •a		
水土保持投资			1457.65 万元		水土流失目标值		500t/km ² •a		
防治措施	工程措施		表土剥离 2.08 万 m ³ ；表土回填 2.08 万 m ³ ；浆砌石截水沟 1345m，排水沟 25133m，浆砌石量 1295.87m ³ ；框架梁护坡：C20 砼浇筑 8118.91m ³ ，C25 砼浇筑 815.93m ³ ；沉砂池 44 座；土地平整 1.40hm ² ；浆砌石挡墙土方开挖 1453.39m ³ ，砼压顶 40.21m ³ ，浆砌墙体 2832.5m ³ ；排洪沟 370m，土方开挖 412.5m ³ 。						
	植物措施		空地绿化 27935m ² ；草坪护坡 52230.08m ² ；恢复植被面积 3.96hm ² ；						
	临时措施		临时彩条布覆盖 48410.8m ² ；编织土袋填筑拆除 1790m ³ ；临时沉砂池 13 座，土方开挖 91m ³ ，铺土工膜 414.96m ² ；临时排水沟土方开挖 795.4m ³ 。						
监测结论	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
	扰动土地整治率	95	99.84	防治措施面积	16.98hm ²	永久建筑物及硬化面积	27.46hm ²	扰动土地总面积	44.51hm ²
	水土流失总治理度	97	99.59	防治责任范围面积	44.51hm ²	水土流失总面积	17.05hm ²		
	土壤流失控制比	1.0	1.2	工程措施面积	4.38hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² •a		
	拦渣率	95	99.85	植物措施面积	12.60hm ²	监测土壤流失情况	415t/km ² •a		
	林草植被恢复率	99	99.45	可恢复林草植被面积	12.67hm ²	林草类植被面积	12.60hm ²		
	林草覆盖率	27	28.31	实际拦挡弃渣量	9.28 万 m ³	总弃渣量	19.75 万 m ³		
	水土保持治理达标评价			六项指标全部达到方案设计标准					
总体结论		按照水土保持方案要求基本落实各项水土保持设施，整体水土保持效果良好。							
主要建议	(1) 植物措施受气候影响，部分区域植被恢复欠佳，建议加强后期的补植和养护工作。 (2) 运营单位后期应根据运营检查中发现的问题，及时整改，并加强水土保持措施的管护。								

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 水土保持工作情况.....	6
1.3 监测工作实施情况.....	8
2 监测内容与方法.....	21
2.1 监测内容.....	21
2.2 监测方法.....	22
3 重点部位水土流失动态监测.....	25
3.1 防治责任范围监测.....	25
3.2 取土（石、料）监测结果.....	28
3.3 弃渣监测结果.....	28
3.4 土石方监测结果.....	28
4 水土流失防治措施监测结果.....	30
4.1 工程措施监测结果.....	30
4.2 植物措施监测结果.....	32
4.3 临时措施监测结果.....	33
4.4 水土保持措施防治效果.....	35
5 土壤流失情况监测.....	45
5.1 水土流失面积.....	45
5.2 土壤流失量.....	46

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	51
5.4 水土流失危害.....	51
6 水土流失防治效果监测结果.....	53
6.1 扰动土地整治率.....	53
6.2 水土流失总治理度.....	53
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	53
6.4 土壤流失控制比.....	54
6.5 林草植被恢复率.....	54
6.6 林草覆盖率.....	55
7 结论.....	56
7.1 水土流失动态变化.....	56
7.2 水土保持措施评价.....	57
7.3 存在问题及建议.....	57
7.4 综合结论.....	57

附件：

附件 1：水土保持监测大事记

附件 2：水土保持监测季度、年度报告

附图：

1、项目区地理位置图

2、防治责任范围、监测分区及监测点布设图

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 地理位置

本项目位于云南省昭通市巧家县白鹤滩镇，地理位置为东经 102°49'~102°56'，北纬 26°48'~26°56'，高程范围 852.08~1361.13m，公路起点与金沙江葫芦口大桥相接，路线走向总体由西向东布局，经过盐潭沟、野鸭移民安置点、邱家沟、何家老堡村、水碾河沟、黎明村、倒马坎、大坪、箐门口沟、小红岩沟，终点位于旱谷地料场中梁子村。

1.1.1.2 建设性质

本工程属新建建设类项目。

1.1.1.3 工程规模

本工程属于新建建设类工程，料场专用公路全长 13.793km，其中 A 段 2.553km，线路等级为水电工程Ⅲ级专用公路，设计速度 40km/h；B 段 9.580km，线路等级为水电工程Ⅲ级专用公路，设计速度 30km/h；连接线长 1.66km，线路等级为四级公路标准，设计速度 20km/h。全线新建桥梁 3 座（新村跨线桥、盐潭沟大桥、水碾河沟大桥）总长 303.58m；涵洞 63 道，共长 788.46m，无隧道。

表 1.1-1 工程主要技术经济指标表

1	项目名称	白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目				
2	建设地点	昭通市巧家县白鹤滩镇	所在流域	长江流域		
3	工程等级	水电工程Ⅲ级 专用公路	公路等级	水电工程Ⅲ级 专用公路	工程性质	新建项目
4	建设单位	三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂				
5	投资	总投资 15152.16 万元				
6	A 段	里程长度(km)	2.553	设计速度(km/h)	40	
		路基宽度(m)	11.5	桥梁宽度(m)	11.5	
		路面类型	混凝土路面	最大纵坡(%)	6	
		公路等级	三级			
	B 段	里程长度(km)	9.580	设计速度(km/h)	30	
		路基宽度(m)	8.5	最大纵坡(%)	8	
		路面类型	混凝土路面			
		公路等级	三级			
	连接线	公路等级	四级专用公路	设计速度(km/h)	20	
		里程长度(km)	1.66	路基宽度(m)	7.5	
路面类型		混凝土路面	最大纵坡(%)	9		

1.1.1.4 项目组成

项目工程主要由路基路面、路基边坡、桥梁工程、交叉工程、临时施工场地、临时表土堆场、弃渣场组成。

(1) 路基路面

本项目线路主线全长 13.793km，其中路基长度 12.133km (A 段 2.553km; B 段 9.580km; 连接线 1.66km)，设计速度 A 段 40km/h; B 段 30km/h; 连接线 20km/h，路基宽 A 段 11.5m; B 段 8.5m; 连接线 7.5m，混凝土路面。

路基工程区包括路基、路面、涵洞 63 道等，占地面积 11.73hm²。

(2) 路基边坡

路基边坡坡脚为混凝土挡墙及浆砌片石挡墙，边坡部分实施拱形骨架护坡和方格护坡，路基边坡占地面积 26.87hm²。

(3) 桥梁工程

全线新建桥梁 303.58m/3 座，桥梁工程区占地面积 0.35hm²。桥梁分布情况见表 1.1-2。

表 1.1-2 全线桥梁分布情况表

序号	桥梁名称	中心桩号	桥面净宽 (m)	桥梁长 (m)	占地宽度 (m)	占地 (m ²)
1	新村跨线桥	AK1+164.1m	11	33.84	12	389
2	水碾河沟桥	AK2+051.65m	11	89.74	12	1032
3	盐潭沟大桥	AK0+260m	11	180	12	2069
合计				303.58		3490

(4) 交叉工程

本项目 A 段共设 3 处交叉，其中 1 处为与昭巧公路分离式立交，2 处为与村道平交。本项目 B 段共设 10 处平交叉，其中 1 处为与 A 段平交，2 处与大坪~法土乡道平交，其余 7 处均为与乡村道路平交。交叉工程区占地 1.8hm²。交叉情况见表 1.1-3

表 1.1-3 线路交叉分布情况

序号	交叉中心桩号	被交叉路名称	交叉形式	交叉角度 (度)	被交路等级
A 段线路					
1	AK0+560	机耕路	T 型交叉	70	等级外道路
2	AK1+164	昭巧公路	分离立交	70	四级公路
3	AK2+400	乡村道路	T 型交叉	70	等级外道路
B 段线路					
1	BK0+000	本项目 A 段	Y 型交叉	35	

1 建设项目及水土保持工程概况

序号	交叉中心桩号	被交叉路名称	交叉形式	交叉角度 (度)	被交路等级
2	BK0+700	乡村道路	T型交叉	50	等级外道路
3	BK1+300	乡村道路	Y型交叉	35	等级外道路
4	BK3+150	乡村道路	十字型交叉	60	等级外道路
5	BK3+290	乡村道路	十字型交叉	70	等级外道路
6	BK4+500	乡村道路	十字型交叉	90	等级外道路
7	BK5+750	乡村道路	十字型交叉	80	等级外道路
8	BK6+000	大坪~法土乡道	T型交叉	70	等级外道路
9	BK8+216	大坪~法土乡道	T型交叉	90	等级外道路
10	BK9+970	乡村道路	Y型交叉	30	等级外道路

(5) 弃渣场

工程共设弃渣场 3 处，弃渣完成后进行覆土整治。弃渣量为 19.75 万 m³，弃渣场占地为 3.67hm²。

序号	弃渣场名称	渣场位置	渣场占地 (hm ²)	弃渣量监测情况 (万 m ³)
1	1#弃渣场	AK0+950	1.92	10.3
2	2#弃渣场	BK3+800	0.56	6.89
3	3#弃渣场	BK8+710	1.19	2.56
	合计		3.67	19.75

(6) 临时施工场地

项目工程施工场地主要为拌和站。占地面积 1.28hm²

序号	位置	中心桩号	占地 (hm ²)
1	拌和站	Bk4+700	1.28

(7) 临时表土堆场

项目工程临时表土堆存场共设置 3 处，占地面积 0.43hm²

1.1.1.5 工程投资

本项目总投资 15152.16 万元，项目投资全部由白鹤滩水电站建设投资单位三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂筹措。

项目工程于 2015 年 6 月开工建设，2017 年 12 月完工。

1.1.1.6 工程占地

本项目总占地面积为 44.51hm²，其中主体工程区占地 39.13hm²（路基路面区占地 11.73hm²、路基边坡区占地 26.87hm²、桥梁工程区占地 0.35hm²、交叉工程区占地 0.18hm²），弃渣场区占地 3.67hm²，临时施工场地地区占地 1.28hm²，临时表土堆场区占地 0.43hm²。

表 1.1-4 项目工程占地统计表

项目组成		合计	临时占地	永久占地
主体工程区	路基路面区	11.73		11.73
	路基边坡区	26.87		26.87
	桥梁工程区	0.35		0.35
	交叉工程区	0.18		0.18
弃渣场区		3.67	3.67	
临时施工场地		1.28	1.28	
临时表土堆场区		0.43	0.43	
合计		44.51	5.38	39.13

1.1.1.7 土石方量

项目工程共计开挖土石方量 64.80 万 m³（建筑垃圾和土石方开挖 62.70 万 m³，表土剥离 2.08 万 m³）；回填土石方 61.63 万 m³（包括路基、交叉工程、临时施工场地平整需回填土石方 59.55 万 m³，收集表土绿化回覆 2.08 万 m³）；产生废弃土石方 19.75 万 m³。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 自然条件

(1) 气象

项目区属亚南亚热带季风气候。据白鹤滩气象站（海拔约 560m）的观测数据，金沙江河谷年均气温 21.8℃，极端最高气温 42.2℃，最低气温 2.1℃。无霜期 347 天以上，年平均日照时数 2297.4 小时，日照率 60%—80%，有效积温 7646.7℃~8264℃。多年平均风速 2.1m/s，最大定时风速 13m/s，相应风向为南方。

项目区年内降雨的季节分配十分显著，降水主要集中于 5~10 月，期间降雨量占全年降雨总量的 91.5%，而 11 月至次年 4 月仅占全年总降雨量 8.5%，降雨量年内分配极为不均，干湿季节十分明显，多年平均相对湿度 63%。巧家县年降雨量 1120mm。

根据《云南省暴雨径流查算图表》项目区所在地 20 年一遇 1h、6h、24h 最大降雨量：1h 最大降雨量 53mm，6h 最大降雨量 92mm，24h 最大降雨量 124.25mm。

(2) 水文

巧家县境内河流属金沙江水系，主要河流为金沙江、小江、以礼河。金沙江河谷较宽，平水期江水位高程 700~630m，江面宽 62~380m，825m 高程河谷宽

一般 800~1800m，其中巧家段河谷最宽处可达 4500m。年径流主要集中在 5~10 月份，一般占全年径流 80%以上，径流的年际变幅自上游向下游渐趋减小。小江、以礼河为金沙江一级支流，在工程区内小江总体流向南北，于象鼻岭汇入金沙江；以礼河总体流向北西，于金塘附近注入金沙江。

项目区内有盐谭沟、邱家沟、水碾河沟、白龙沟、箐门口沟和小红岩沟穿过，冲沟一般垂直金沙江发育，沟谷长短不一，多呈树枝状及叶脉状分布，一般具有季节性水流，雨季时水量较大，旱季时无水流或流量较小，其中规模最大的为水碾河沟，沟内长年流水，雨季流量大，最终流入金沙江。

(3) 土壤

巧家县土壤主要有玄武土、石灰土、砂岩等发育成的红壤、黄棕壤、棕壤暗棕壤、亚高山草甸等，此外还有部分非地带性土壤，如燥红土、紫色土等，土壤垂直分布比较明显，从低海拔到高海拔依次为：燥红土、红壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤、亚高山草甸土。

白鹤滩水电站库区及坝址区沿江两岸主要土壤有 9 个土类、19 个亚类、35 个土属和 63 个土种，9 个土类分别为水稻土、新积土、紫色土、石灰岩土、燥红土、红壤、黄棕壤、暗棕壤、亚高山草甸土。

公路沿线主要分布有水稻土、燥红土、红壤等类型土壤。

(4) 植被

项目区位于金沙江下游属亚热带常绿阔叶林带中的川、滇金沙江干热河谷植被区，植被分布因受地形影响垂直分布差异明显，受人为活动影响植被不断退化。由于海拔高度的差异，形成了植被的垂直分布，通常 1500m 以下为稀树灌丛带（人工营造的河谷林带除外），本工程基本位于此海拔高度以下。受人为活动影响，公路沿线植被大量被砍伐，植被覆盖率较低，沿线森林覆盖率为 35%左右。沿江乔木树种主要有：攀枝花、云南松、黄杞、夜合、木麻黄、赤桉、新银合欢。灌木树种有余甘子、番石榴、黄荆等。散生树种主要有榕树、红椿等。公路沿线还分布有甘蔗、桑树等经济作物。

1.1.2.2 水土流失情况

根据《云南省水土流失调查成果公告（2015 年）》，巧家县土地总面积 3196.51km²，微度流失面积 1378.79km²，占土地面积的 43.13%；水土流失面积 1817.72km²，占土地面积的 56.87%，其中轻度流失面积 1236.59km²，占流失总

面积的 68.03%；中度流失面积 297.51km²，占流失总面积的 16.37%；强烈流失面积 112.65km²，占流失总面积的 6.20%；极强度流失面积 146.14km²，占流失总面积的 8.04%；剧烈流失面积 24.83km²，占流失总面积的 1.37%。

该项目水土流失防治执行建设类 I 级标准。工程区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量 500t/km²·a。

通过现场调查，公路沿线水土流失较轻，以水力侵蚀为主。结合工程区土壤侵蚀现状遥感资料，并经过踏勘和调查，获得沿线各路段土壤侵蚀模数背景值为 576.55t/km²·a。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保[2013]188 号），项目区所在地巧家县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区；根据《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（云南省云政发[2007]165 号），项目区所在地巧家县属重点监督区和重点治理区。

1.2 水土保持工作情况

建设单位对本工程建设中的水土保持工作较为重视，基本按照“三同时”要求落实了各项工作。

1.2.1 水土保持工作组织管理体系

工程实行项目工程责任制，三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂为项目法人，中国三峡建设管理有限公司白鹤滩工程建设部为施工现场的建设管理机构，在工程建设中，把水土保持工程纳入主体工程的建设和管理体系中。

建设单位：三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂。

建设管理机构：中国三峡建设管理有限公司白鹤滩工程建设部。

项目工程的实施，基本按照“三同时”的要求，委托云南岩土工程勘察设计研究院编报水土保持方案报告书，并得到了昭通市水利局批复；实施过程中委托长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站开展水土保持监测工作，定期报送水土保持监测季报、年报；主体监理由四川二滩国际工程咨询有限责任公司承担；水土保持监理由中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司承担；主体工程初步设计由中国电建集团华东勘察设计研究院有限公司承担；施工单位由中铁隧道集团有限公司承担；工程施工过程中不存在较大变更情况。

1.2.2 制度建设及责任落实

白鹤滩工程建设部颁布了《金沙江白鹤滩水电站环境保护与水土保持管理办法》与《金沙江白鹤滩水电站环境保护与水土保持工作考核管理办法》等管理办法对白鹤滩水电站工程水保工作体系进行了系统规范，制定了水保季度例会、水保报告报送、现场水保联络人、水保措施整改通知闭合制度。

(1) 项目质量管理体系涵盖工程建设部、设计单位、监理单位及合同项目施工单位质量管理机构及其各层次、各项目的质量负责人，并按照各自承担的工作内容履行相应的质理职责，同时接受政府监督机构检查。

(2) 白鹤滩工程建设部环保中心为水土保持专职部门，并要求施工单位配备专职环水保工作管理人员，建立环水保工作微信群，工作中严格落实各项水土保持施工管理制度。

(3) 根据联合检查、日常监测发现的问题，督促施工单位进行整改落实，减少项目建设带来的水土流失。

(4) 注重各项水土保持措施的检查验收工作，保障工程质量及地貌恢复的合格率，确保水土保持设施发挥最大效益。

1.2.3 水土保持方案编制及后续设计

受建设单位委托，中国水电顾问集团华东勘察设计研究院承担了《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目可行性研究报告》编制工作，并于2013年10月编制完成。

2014年11月，云南岩土工程勘察设计研究院承担了《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持方案报告书》的编制工作，于2015年1月编制完成了《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持方案报告书》的送审稿。于2015年3月10日在昭通主持召开《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持方案报告书（送审稿）》的技术评审会，根据专家意见进行了修改，于2015年3月23日完成了对《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持方案报告书（报批稿）》的修改工作。2015年3月，昭通市水利局以昭市水保许[2015]4号对项目工程水土保持方案报告书进行了批复。

批复之后开展施工图纸设计。

1.2.4 水土保持监测意见及落实情况

2015年10月,监测项目部依据《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程项目水土保持监测实施方案》,结合施工现场实际情况开展水土保持监测工作,根据现场调查结果编制水土保持监测简报、提出监测意见上报建设单位。建设单位根据监测意见,明确整改责任单位和责任人,督促切实抓好整改,全面落实相关意见。

1.2.5 重大水土流失危害事件处理情况

工程建设过程中,未发生水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2015年10月至第2018年12月,建设单位三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂委托长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站开展水土保持监测工作,我单位高度重视本工程水土保持监测工作,及时组建监测机构,抽调技术能力最强的、监测经验丰富的技术骨干成立了“白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程水土保持监测项目组”,即开展水土保持监测工作。项目组成员赴现场进行实地查勘,及时组织收集工程自开工建设以来的相关勘察设计、施工资料,编制本工程《监测实施方案》、制定工作制度、工作细则、质量管理制度、保密制度等各项制度,并根据工程建设情况、合同、《监测实施方案》和《水土保持监测技术规程》等定期部署监测工作。

此后,监测人员根据项目监测实施方案确定的内容、方法及时间,根据建设单位项目指挥部的统一部署和安排,开展监测工作。水土保持监测技术路线主要运用现场调查、地面定位监测和巡查等方法进行各项防治措施和施工期扰动条件下的侵蚀强度调查,及时了解项目建设过程中的水土流失情况。通过对全面工程建设区地形地貌、地质、土壤、植被、交通、水土流失和水土保持现状和背景情况,结合工程建设实际,现场研究、设计和布设监测点,建设各类监测设施。共布设固定监测点位21个,调查巡视点42个,植物样方点16处。

通过监测扰动土地面积、土石方开挖回填及弃渣量、防护工程措施和工程量、水土流失状况、水土保持效果和危害等水土保持相关信息和数据。全面掌控项目建设过程中的水土流失情况,并做了监测记录,对每次监测结果进行了统计分析

和评价，每个季度及时报送业主和当地水行政主管部门。

监测全部结束后，项目组对监测结果进行了综合评价与分析，于2019年5月编制完成了本工程水土保持监测总报告。

1.3.2 监测项目部设置

2015年10月，我单位在白鹤滩水电站成立驻地监测项目部，并于2015年10月开展了水土保持监测技术交底及水土保持宣贯工作。

为了根本上保证监测工作的质量，我站遴选监测经验丰富、技术能力过硬的技术人员投入到本项目监测工作中，所有投入的监测技术人员和项目负责人均有水土保持监测实施经验。

实行项目经理负责制，明确项目负责人以及总监测工程师，组建综合组、监测组（室内监测组与驻点监测组）和财务组三个项目组，制定项目管理制度和岗位职责。针对项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，同时加强与当地水行政主管部门的联系，及时获取水土保持工作信息。

项目经理：负责协调与建设单位、各级水行政主管部门的关系，组织人力、设备、物资等各种资源。

总监测工程师：负责审查和审批监测实施方案、监测大纲、监测计划、技术规定、监测成果报告，技术指导。

水土保持监测项目组由综合组、监测组和财务组组成。项目组具体负责监测机构的正常运行，项目的具体组织、实施和管理，协调与参建各方关系、监测成果上报、信息反馈与沟通。分组具体职责如下：

综合组：负责日常管理、后勤服务和对外协调等工作。

监测组：负责监测工作的具体组织和实施，监测数据分析与处理，质量控制、成果报告编制。

财务组：负责合同管理、财务管理以及计划管理。

项目组织机构见图1.3-1，监测机构及岗位负责人情况见表1.3-1，各组监测人员与分工见表1.3-2。

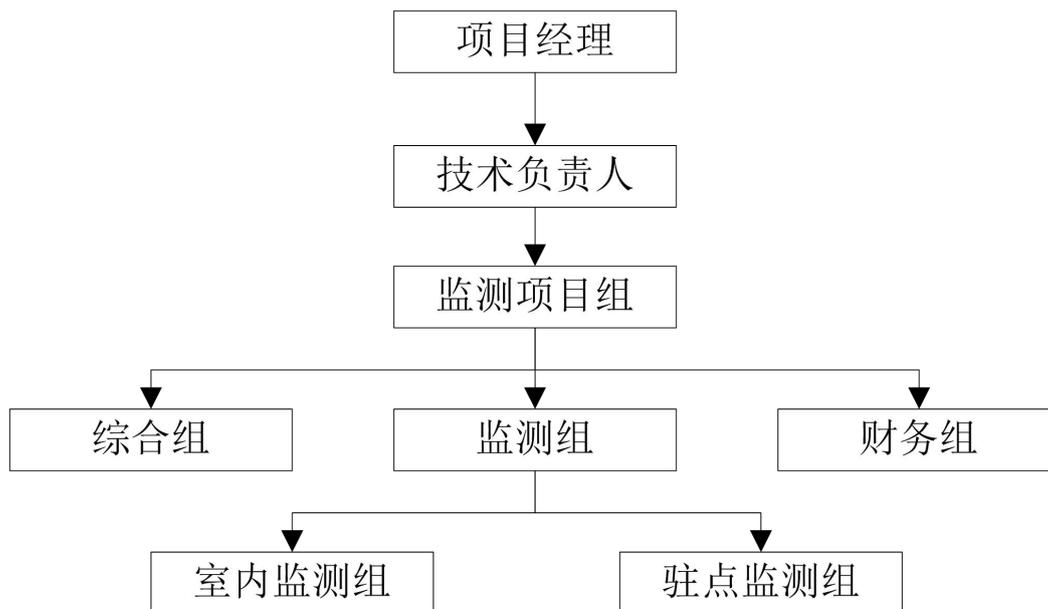


图 1.3-1 水土保持监测组织机构图

表 1.3-1 监测机构及岗位负责人情况表

岗 位	负责人	职务/职称	职 责 与 任 务
项目经理	李仁华	中心站主任/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。
总监测工程师 (技术负责人)	姚赫	中心站副主任/高级工程师	技术总负责；组织协调各方技术工作，组织编制和审查监测计划、监测实施方案、监测技术规程、监测成果报告，联络建设单位和施工单位，协助向水行政主管部门报送监测成果，签署有关文件。
监测组	项宇	设计室主任/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、监测实施方案、监测技术规程；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。
财务组	杨新汉	高级工程师	组织编制监测经费预算，参与监测实施方案制定。负责合同管理、财务管理以及计划管理。
综合组	王莉	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。

表 1.3-2 各组人员组成及职责

组别		姓名	职务	职责与任务
监测组	驻点监测组	高飞	小组长	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。
		曾文杰	组员	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。
		何京拔	组员	
		涂正安	组员	
	室内监测组	曾红娟	小组长	项目室内负责，负责组织室内监测工作，指导室内监测人员开展监测。组织开展遥感监测，负责遥感监测数据、表格汇总、整理和分析，参与编制监测简报、季报、年度报告初稿。
		张敬	组员	按照分工开展遥感监测，主要进行遥感影像资料解译，外业资料数据分析，表格填写，整理上报，完成监测任务。
		赵俊华	组员	
		张玉华	组员	
		田红	组员	
	综合组	桂惠中	组员	按照分工开展各项监测数据、文件、资料的整理、归档。
财务组	俞丰	组员	编制监测经费预算，进行资金、进度控制。	

项目建设期间，我单位监测人员定期对项目区的水土流失现状，搜集现场资料，遇到暴雨和大风时进行加测，并及时向建设项目部反映水土保持措施实施进度和水土流失安全隐患。水土保持定点监测严格按照施工、安全、环保原则，在施工期间对施工单位上报的水土保持工程施工方案进行整理并提出控制要求，施工中要求施工单位加强安全与环保意识，对施工过程进行安全评价并提出实施方案，有效地防止水土保持安全事故和水土流失危害事件的发生。

1.3.3 监测点布设

根据工程施工进度，结合各防治区地形地貌、地表扰动情况，本项目采用定点监测和调查监测相结合的方法，分别在各防治分区选择具有代表性的地段布设监测点位（简易观测场、植物样方点、巡查监测点），对全线工程建设扰动土地面积、水土保持工程建设情况、取土（石、料）弃土（石、渣）情况进行全面监测。选定固定监测点 21 个，分别为路基路面区 2 个；路基边坡区 4 个（挖方边坡 2 个，填方边坡 2 个）；桥梁工程区 5 个（每座桥梁设置 1 个监测点）；交叉工程区 1 个；弃渣场区 3 个；临时表土堆场区 3 个；施工场地区 3 个，并根据实际情况在不同的监测区域设置调查巡视点 42 个；植物样方点 16 个。

表 1.3-3 水土保持监测点位设置情况

防治区	监测区域	固定监测点			调查巡视点 据动态变化 设置	植物样方点 据动态变化 设置
		监测点 数	沉砂池 法	简易观测 场		
主体工程 区	路基路面区	2		2	4	1
	路基边坡区	4	4		8	4
	桥梁工程区	5	5		10	1
	交叉工程区	1	1		2	1
	小计	12	10	2	24	7
弃渣场区	弃渣场 1	1		1	2	1
	弃渣场 2	1		1	2	1
	弃渣场 3	1		1	2	1
	小计	3		3	6	3
临时施工 场地地区	临时施工场地 1	1	1		2	1
	临时施工场地 2	1	1		2	1
	临时施工场地 3	1		1	2	1
	小计	3	2	1	6	3
临时表土 堆场区	临时表土堆场 1	1		1	2	1
	临时表土堆场 2	1		1	2	1
	临时表土堆场 3	1		1	2	1
	小计	3		3	6	3
合计		21	12	9	42	16

现场监测点位照片：



1 建设项目及水土保持工程概况



桥梁工程区沉砂池监测



桥梁工程区沉砂池监测



路基路面区植物样方监测点



交叉工程区植物样方监测点



临时施工场地区砂石系统植物样方监测点



渣场防治区 1 号渣场植物样方监测点



1 号临时表土堆存场植物样方监测点



2 号临时表土堆存场植物样方监测点



1#弃渣场简易观测场



2#弃渣场简易观测场



路基区简易观测场



1#临时表土堆存场简易观测场



3#临时表土堆存场简易观测场



路面区植物样方点监测



桥梁工程区植物样方点监测



1#弃渣场植物样方点



3#弃渣场植物样方点



3#弃渣场简易观测点



2#弃渣场植物样方点



临时施工场地区植物样方点



临时施工场地区植物样方点



1#临时表土堆存场植物样方点



2#临时表土堆存场植物样方点



临时施工场地区沉砂池监测点

1 建设项目及水土保持工程概况



临时施工场地区沉砂池监测点



路面区现场巡查监测点



桥梁区现场巡查监测点



桥梁区现场巡查监测点



1#弃渣场现场巡查监测点



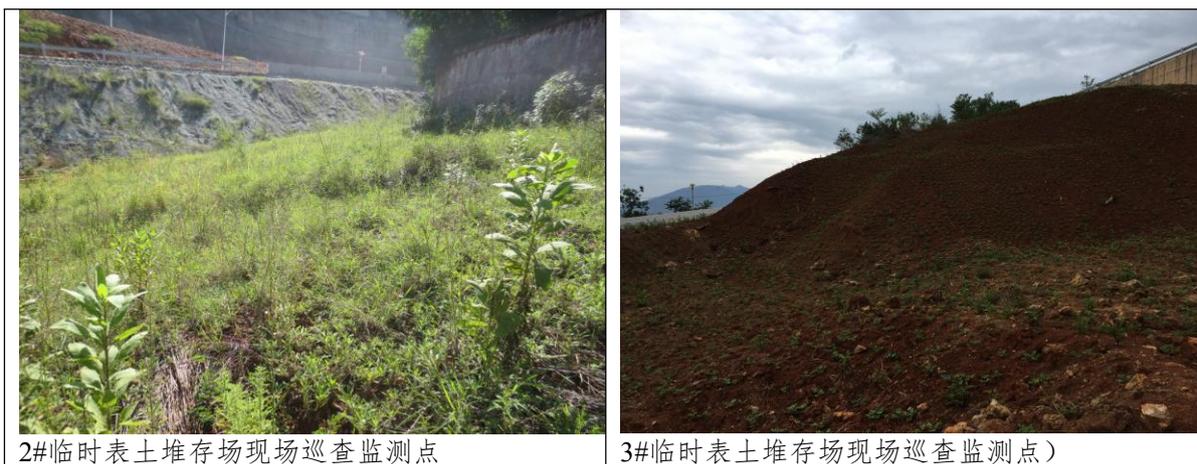
2#弃渣场现场巡查监测点



3#弃渣场现场巡查监测点



1#临时表土堆存场现场巡查监测点



1.3.4 监测设施设备

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。如利用全球定位系统（GPS）、全站仪对渣场形态变化进行动态监测，用地理信息系统（GIS）建立动态监测数据库，用水样、土样分析仪器分析典型区沙量以及土壤养分等。本项目监测设施设备配置详见表 1.3-4。

表 1.3-4 监测设施设备配置情况表

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	全站仪	套	1	定位、测量
2	手持式 GPS	套	1	
3	数码相机	台	1	
4	数码摄像机	台	1	记录影像资料
5	土壤水份快速测定仪	台	1	测不同深度土壤水份
6	皮尺或钢卷尺	个	4	测量距离和面积
7	烘箱	台	1	监测用具
8	机械天平	台	1	
9	泥沙取样器	个	30	
10	量筒（1000mg）	个	20	
11	取样瓶（1000mg，紧口瓶）	个	20	
12	边界材料	M	300	
13	钢钎	根	100	
14	抽式标杆	支	50	
15	易耗品			化学试剂等

1.3.5 监测时段与频次

(1) 监测时段

根据批复的水土保持方案报告书，水土保持监测时段应从工程动工前开始，至设计水平年结束，即从 2015 年 10 月至第 2018 年 12 月，共计 3.25 年。水土保持监测分为施工准备期、施工期和自然恢复期。

道路工程施工期为水土保持监测重点时段。施工准备期、施工期，由于工程土建施工扰动强度大、土石方挖、填较大，造成的水土流失量大，是水土保持监测的重点时段

(2) 监测频次

根据水利部水保[2009]187号文，弃渣场的弃渣量、临时表土堆存场的堆土量、实施的水土保持措施建设情况等至少每10天监测记录1次；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每1个月监测记录1次；主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等至少每3个月监测记录1次。遇暴雨、大风等情况及时加测。泥石流、滑坡等水土流失灾害事件发生后1周内完成监测过程中发现异常情况、水土流失灾害事件应及时反馈给相关部门，以便及时采取措施。

结合《水电建设项目水土保持方案技术规范》、《生产建设项目水土保持监测技术规范》等规程规范要求，施工期监测频次根据工程特点和监测内容等拟定，水土流失量的定点监测次数施工前监测一次，施工期每年雨季（3-10月）每月一次，旱季（11月-次年2月）每2个月监测1次，在暴雨期间对渣场等重点部位进行加密监测。水土保持措施实施情况监测次数结合工程建设进度，每年不少于4次。

对于不同形式的监测要求：

- (1) 地面定点观测：以汛期观测为主，每年不少于10次；
- (2) 调查巡视监测：结合地面观测，每年不少于10次；
- (3) 遥感解译监测：影像数据获取与处理，每年2次；
- (4) 实地量测：结合工程建设进度，每年不少于4次；
- (5) 资料分析监测：结合工程建设进度，每年不少于4次；
- (6) 远程监控技术：每天观测相应监测点水土流失动态变化情况。

此外，监测频次还将根据监测点位的类型、稳定性加以区分，根据工程的进展情况进行合理动态调整。对“三通一平”阶段已经相对稳定的监测部位适当减少监测频次，以定期抽查为主，使用中的渣场以及道路边坡等重点部位在雨季加密监测。

各监测点位的监测频次如下：

表 1.3-5 水土保持监测点监测频次表

防治区	监测区域	总监测 点个数	监测频次	监测时段
			每年最低次数	主要监测时段 (年)
主体工程区	路基路面区	2	10	2015.10-2017.12
	路基边坡区	4	10	2015.10-2018.12
	桥梁工程区	5	10	2015.10-2017.12
	交叉工程区	1	10	2015.10-2018.12
弃渣场区	弃渣场 1	1	10	2015.10-2018.12
	弃渣场 2	1	10	2015.10-2018.12
	弃渣场 3	1	10	2015.10-2018.12
临时施工场地 区	临时施工场地 1	1	10	2015.10-2018.12
	临时施工场地 2	1	10	2015.10-2018.12
	临时施工场地 3	1	10	2015.10-2018.12
临时表土堆场 区	临时表土堆场 1	1	10	2015.10-2018.12
	临时表土堆场 2	1	10	2015.10-2018.12
	临时表土堆场 3	1	10	2015.10-2018.12

1.3.6 监测阶段成果

进场以来累计完成水土保持监测实施方案、调查报告、季报、年报共 18 期。

(1) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测实施方案》(2015 年 10 月)；

(2) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》(2015 年 4 季度)；

(3) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测年报》(2015 年)；

(4) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》(2016 年 1 季度)；

(5) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》(2016 年 2 季度)；

(6) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》(2016 年第 3 季度)；

(7) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报水土保持监测简报》(2016 年 10 月、11 月)；

(8) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》(2016 年第 4 季度)；

(9) 《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持

监测年报》（2016年）；

（10）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》（2017年第1季度）；

（11）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》（2017年第2季度）；

（12）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》（2017年第3季度）；

（13）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》（2017年第4季度）；

（14）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测年报》（2017年）；

（15）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》（2018年第1季度）；

（16）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》（2018年第2季度）；

（17）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》（2018年第3季度）；

（18）《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专用公路工程建设项目水土保持监测季报》（2018年第4季度）；

（19）2019年5月编制完成水土保持监测总结报告。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

依据《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部令第12号）、《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保[2009]187号文）及《水土保持监测技术规程（SL277-2002）》、《生产建设项目水土保持监测规程》（试行）的规定，确定本项目水土保持监测内容如下：

（1）水土保持背景值监测

对项目区施工前的水土流失类型及强度、地表组成物质、原地貌类型、植被类型及覆盖度、水土保持设施种类及数量进行调查。

（2）项目区水土流失影响因子监测

包括影响土壤侵蚀的地形地貌、土壤植被、气象、水文等自然因子及工程建设对上述因子的影响。

（3）项目区水土流失防治责任范围动态监测

工程建设对地表的扰动面积、挖方、填方数量及占地面积，弃土（渣）量及临时堆放场地占地面积等；项目区林草植被盖度动态变化情况。

（4）项目区水土流失动态状况监测

主要包括工程建设过程中和植被恢复期的水土流失形式、面积、分布、流失量和水 土流失强度变化情况，项目建设过程中水土流失的主要时段。

（5）水土流失危害监测

监测项目区内水土流失对周边地区生态环境的影响、造成的危害情况等。主要包括项目建设造成的水土流失对周边和下游的影响及重大水土流失事件等监测。

（6）水土保持措施效果监测

通过实施监测，并根据工程建设实际情况，分析确定建设项目水土流失防治责任范围、施工临时堆土堆放情况、拦渣情况、工程建设扰动土地情况，统计和计算水土流失治理面积、林草植被覆盖面积、区域内可建设植被面积，结合水土流失量的定位监测及分析计算，评价水土流失控制情况和水土流失治理效果，最后计算得出水土保持措施效益评价的六项指标。

2.2 监测方法

2.2.1 地面观测

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

(1) 监测要求：按照《方案》和监测技术规定要求，对所监测的弃渣场、开挖面监测点等进行监测。监测设施布设：

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弃渣稳定性、垮塌和坡面冲刷情况和开挖坡面稳定、安全性等。

2) 监测点坡面布设沉砂池、简易观测场，监测水土流失量及变化情况。

(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定量分析，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、截排水沟的稳定性、完整性等，评价监测点的工程措施的安全性，提出完善措施；

2) 通过对弃渣场顶部、坡面堆放弃渣的动态变化和渣场底部拦挡变化情况，以及弃渣坡面、护坡坡面的冲刷及跨塌情况等监测，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，提出相应的水土保持措施。

(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) 对挡墙、护坡、截排水沟等工程措施的稳定、完整性、安全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：

2) 弃渣场坡面、施工开挖及堆填边坡水土流失监测，建设沉砂池和水土流失简易观测场观测水土流失量

3) 降雨量观测。定期收集项目区监测点相关降雨量资料，通过雨量、雨强等资料，分析降雨与工程水土流失相关因子的关系以及对工程施工造成的水土流失影响

2.2.2 调查监测

调查监测法分为普查调查、典型调查与抽样调查

普查适用于面积较小的面上监测项目的调查,并需要对水土流失重点单元进行详查,调查内容和方法按《水土保持综合治理 规划通则》的规定执行。

典型调查适用于滑坡、崩塌、泥石流的调查,可采用收集资料、实地考察和量测、访问、开调查会等多种形式,也可根据实际要求布设样地或设置固定观测点观测,并填写调查表。

抽样调查适用于范围较大的面上监测项目的调查,由抽样方案设计、现场踏勘、预备调查、外业测定、内业分析等环节组成,按《水土保持监测技术规程》的规定执行

(1) 监测要求:按《方案》和监测技术规定要求,对弃渣场堆渣、扰动面变化、林草生长情况、水土保持措施实施效果进行监测。

(2) 监测目的:通过调查监测,对工程建设中水土保持方案的落实情况进行评价,提出存在的问题及应采取的措施。

(3) 调查方法

调查应做好方案设计、野外察勘、数据测定、内业分析等。现场采用 GPS 定位仪确定其地面坐标,同时在工作底图上确定各监测点的位置,确定监测范围,利用附近的永久性明显地物标志,设置固定标志。具体工作方法,按照 SL277-2002《水土保持监测技术规程》进行调查。数据处理应认真使用规定的图例、表格、符号、编码等。原始资料应进行分类整理,录入计算机等成册保存。

1) 降雨强度、降雨量资料收集。按监测时段,定期获取监测点所在地区气象部门的逐日降雨量、24 小时大于 50mm 降雨,以及相关降雨资料。

2) 施工开挖、弃土石渣堆放情况。应查阅施工设计、监理文件,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。

3) 弃渣场拦挡措施稳定性监测。利用建设方安全监测资料,结合水土保持巡视监测资料综合分析,主要分析拦挡体(渣场坡脚护坡、挡渣墙的位移量、完整性和破坏(损)情况。采取填表、上图、计算等工作方法分析,为防止弃渣垮塌和滚落等提供依据。

4) 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。

5) 林草的生长情况观测。在监测点植物措施实施之后进行,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。

样方面积:乔木大于 400m^2 、草地 $1\sim 4\text{m}^2$ 、灌木 $25\sim 100\text{m}^2$,小于样方调查规定面积的地块按实际面积监测。

(6) 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。

(7) 工程施工直接造成的水土流失。现场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。

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

2.2.3 实地量测

采用定期或不定期方式对工程区水土流失和水土保持情况进行实地量测,得到最基础的数据。

(1) 普通量测法

利用皮尺、测距仪、手持 GPS 等常规量测设备,根据测区实际情况,对工程扰动范围、面积、水土保持措施等开展测量。

2.2.4 资料分析

采用定期或不定期方式对已经存在的各种资料档案,进行分析,并通过现场调查确认,得到水土保持监测数据。主要应用于工程设计与实际情况的差别,主要包括占压扰动面积,工程措施与进度,项目管理等方面的资料分析。

2015年10月~2018年监测期间,深入现场开展调查、巡查、定位监测9次,收集施工月报17期,全面监测土地利用、植被覆盖度、扰动土地、防治责任范围、取土(石、料)弃土(石、渣)、水土保持措施、土壤流失量等内容。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

(1) 方案确定防治责任范围

批复的方案确定的水土流失防治责任范围 54.46hm²，其中项目建设区 44.51hm²，直接影响区 9.95hm²。

项目建设区包括主体工程区、弃渣场区、临时表土堆场区和施工临时场地区。根据主体工程设计资料，项目建设区占地面积为 44.51hm²，详见表 3.1-1。

表 3.1-1 工程水土流失防治责任范围表

工程区			小计	占地类型及面积(hm ²)						
				梯坪地	林地	草地	园地	坡耕地	交通运输用地	建设用地
项目建 设区	主体工程区	路基路面区	11.73	2.11	4.79	1.53	0.51	2.25	0.35	0.19
		路基边坡区	26.87	5.52	12.41	4.06	1.62	3.04	0.11	0.11
		桥梁工程区	0.35		0.07	0.28				
		交叉工程区	0.18	0.05	0.06	0.03	0.01	0.03		
		小计	39.13	7.68	17.33	5.90	2.14	5.32	0.46	0.30
	弃渣场区		3.67	0.36	1.48	1.79		0.04		
	临时施工场地区		1.28	0.15	0.38	0.13	0.06	0.56		
	临时表土堆场区		0.43	0.13	0.02	0.11	0.11	0.06		
	合计		44.51	8.32	19.21	7.93	2.31	5.98	0.46	0.30
	直接影 响区	填方边坡		3.87						
挖方边坡		2.92								
桥梁工程		0.43								
弃渣场		2.12								
交叉区		0.09								
施工场地		0.21								
临时表土堆场		0.31								
小计		9.95								
合计			54.46							

(2) 监测防治责任范围

根据监理、监测成果数据以及对项目建设区施工遗迹的实地量测，计算结果显示，方案确定的防治责任范围在实际施工建设过程中发生了变化。方案批复的防治责任范围面积 54.45hm²，实际发生的防治责任范围面积 44.51hm²，比方案批复减少 9.95hm²。其中，直接影响区面积减少 9.95hm²（具体情况见表 3.1-2）。

表 3.1-2 水土流失防治责任范围变化对比表

防治分区			防治责任范围 (hm ²)								
			方案设计			监测结果			增减情况		
			小计	项目建 设区	直接影 响区	小计	项目建 设区	直接影 响区	小计	项目建 设区	直接影 响区
项目建 设区	主体工 程区	路基路面区	10.67	10.67		11.73	11.73		1.06	1.06	
		路基边坡区	34.23	27.44	6.79	26.87	26.87		-7.36	-0.57	-6.79
		桥梁工程区	1.24	0.81	0.43	0.35	0.35		-1.1	-0.46	-0.43
		交叉工程区	0.3	0.21	0.09	0.18	0.18		-0.12	-0.03	-0.09
		小计	46.44	39.13	7.31	39.13	39.13		-7.31		-7.31
		弃渣场区	6.01	3.89	2.12	3.67	3.67		-2.34	-0.22	-2.12
		临时施工场地 区	0.93	0.72	0.21	1.28	1.28		0.35	0.56	-0.21
		临时表土堆场 区	1.08	0.77	0.31	0.43	0.43		-0.65	-0.34	-0.31
		小 计	8.02	5.38	2.64	5.38	5.38		-2.64		-2.64
	合 计			54.46	44.51	9.95	44.51	44.51		-9.95	

(3) 防治责任范围变化原因

本工程建设期防治责任范围较批复方案防治范围有所变化。各分区变化的主要原因主要为：

1) 路基路面区

水保方案设计线路全长 12.852km，施工过程中线路进行了微调，并增加连接线，工程建设中线路调整至 13.793km，线路长度增加，占地面积相应增加。

2) 路基边坡区

项目线路建设过程中进行了优化微调，占地面积相应减少；项目建设过程中为节约占地边坡底部相应增加挡墙布设，占地面积相应减少。

3) 桥梁工程区

水保方案设计桥梁 747m/5 座，工程建设共实施桥梁 303.58m/3 座，长度减少，占地面积相应减少；

3.1.2 建设期扰动土地面积

工程于 2015 年 6 月开工，2017 年 12 月建成通车试运行。水土保持监测于

2015年10月介入，工程实际扰动土地面积44.51hm²，其中：路基路面区占地11.73hm²，路基边坡区占地26.87hm²，桥梁工程区占地0.35hm²，交叉工程区占地0.18hm²，弃渣场区占地3.67hm²，临时施工场地区占地1.28hm²，临时表土堆存场区占地0.43hm²。

在工程建设期各监测分区各年度扰动地表面积详见表3.1-3

表3.1-3 项目区扰动面积情况 单位：hm²

序号	分区		2015年		2016年		2017年		2018年	
			新增	累计	新增	累计	新增	累计	新增	累计
1	主体工程区	路基路面区	2.35	2.35	5.92	8.27	3.46	11.73	0	11.73
2		路基边坡区	5.16	5.16	12.8	17.96	8.91	26.87	0	26.87
3		桥梁工程区	0.03	0.03	0.09	0.12	0.23	0.35	0	0.35
4		交叉工程区	0.04	0.04	0.09	0.13	0.05	0.18	0	0.18
5	弃渣场区		1.09	1.09	1.49	2.58	1.09	3.67	0	3.67
6	临时施工场地区		0.29	0.29	0.29	0.58	0.70	1.28	0	1.28
7	临时表土堆场区		0.17	0.17	0.14	0.31	0.12	0.43	0	0.43
8	合计		9.13	9.13	20.82	29.95	14.56	44.51	0	44.51

根据建设期各年度扰动地表面积统计表分析得出，项目区新增内扰动地表面积主要集中在2015年、2016年、2017年，新增扰动地表面积分别为9.13hm²、29.95hm²、14.56hm²。

3.2 取土（石、料）监测结果

本公路主体工程以挖方为主，挖方量大于填方量，挖方中的土方大部分能满足填方中的土方需求，由于部分路基区域回填土石方对回填土方质量的要求进行外借，因此本公路建设未设取土场。

3.3 弃渣监测结果

（1）设计弃土（石、渣）情况

本项目的设计原则是尽量做到利用挖方，减少废弃土石方量，尽可能纵向调配，由于公路布设于山岭区，将产生部分开挖，挖方路段的土石能够满足筑路要求的（强度要求、级配要求）用于填方路段的路基填筑材料，多余土方将通过运输工具运至专门设置的弃渣场进行堆放。

（2）弃土（石、渣）场监测结果

启用 3 处弃渣场，占地面积 3.67hm²，其中：1#弃渣场（AK0+950 处）占地 1.92hm²，2#弃渣场（BK3+800 左侧）0.56hm²，3#弃渣场（BK8+710 冲沟内）占地 1.19hm²。

（3）弃土（石、渣）量监测结果

3 处弃土（石、渣）场累计弃渣 19.75 万 m³，2017 年完成弃渣。

根据现场实际监测，目前 1#弃渣场底部已实施干砌石护坡，顶部已实施框格护坡，且框格梁内植物已覆盖，渣场排水沟已实施完成，植被措施生长一般；2#弃渣场坡面为框格护坡，渣场边坡排水沟还有大量裸露表土，植被措施生长一般；3#弃渣场顶部截水沟和挡渣墙已实施完毕，植被措施长势比 1#和 2#弃渣场好，现植被正在生长期，长势较上期好，坡面还未完全覆盖，边坡基本稳定，坡面采取框格梁护坡形式进行防护，植被措施布设较少。

表 3.3-1 弃渣场监测情况表

序号	弃渣场名称	渣场位置	设计弃渣量 (万 m ³)	渣场占地 (hm ²)	平均堆高 (m)	弃渣量监测情况 (万 m ³)
1	1#弃渣场	AK0+950	11.15	1.92	8	10.30
2	2#弃渣场	BK3+800	7.45	0.56	15	6.89
3	3#弃渣场	BK8+710	7.7	1.19	8.5	2.56
	合计		26.3	3.67		19.75

3.4 土石方监测结果

工程施工中，土石方依据各类施工工艺分段进行调配，尽量做到各类施工工艺及各段土石方平衡。项目工程道路长度较方案批复增加 581m，对应开挖回填产生了细微变

化。

本项目在建设过程中土石方工程量主要包括主体工程、临时施工场地等，，本项目共开挖土石方 64.80 万 m³（建筑垃圾和土石方开挖 62.70 万 m³，表土剥离 2.08 万 m³）；回填土石方 61.63 万 m³（包括路基、交叉工程、临时施工场地平整需回填土石方 59.55 万 m³，收集表土绿化回覆 2.08 万 m³）；产生废弃土石方 19.75 万 m³，分别运往 1~3# 弃渣场，收集 2.08 万 m³ 表土分别运往各临时表土堆场进行存放，用于后期绿化覆土。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

根据《白鹤滩水电站旱谷地料场对外交通专业公路工程项目水土保持方案报告书》，本项目水土保持工程措施如下：（详见表 4.1-1）

表土剥离 2.37 万 m³；土方开挖 2694.5m³；浆砌石截水沟 1382m；排水沟 22833m；浆砌石量 995.68m³；C20 砼浇筑 12329.93m³；沉砂池 13 座；浆砌石挡墙 393m；浆砌石墙体 2802.1m³；浆砌石基础 1777.04m³；截水沟 369m；马道排水沟 41m；跌坎 38m；砼压顶 40.21m³；反滤层 17.69m³；水泥砂浆抹面 931.4m²；碎石垫层 10.07m³。

4.1.2 水土保持工程措施监测结果

根据现场监测，结合工程监理提供相关数据，进行整理和分析，项目工程水土保持工程措施基本与主体工程同步实施，水土保持工程措施实际完成表土剥离 2.08 万 m³；表土回填 2.08 万 m³；浆砌石截水沟 1345m，排水沟 25133m，浆砌石量 1295.87m³；框架梁护坡：C20 砼浇筑 8118.91m³，C25 砼浇筑 815.93m³；沉砂池 44 座；土地平整 1.4hm²；浆砌石挡墙土方开挖 1453.39m³，砼压顶 40.21m³，浆砌墙体 2832.5m³；排洪沟 370m，土方开挖 412.5m³。水土保持工程措施完成情况详见表 4.1-1。

表 4.1-1 水土保持工程措施方案设计与实际监测完成情况对比表

分区		措施		单位	方案设计	实际完成
					数量	数量
主体工程区	路基路面区	表土剥离	表土剥离	万 m ³	2.37	1.87
			表土回填	万 m ³	2.37	1.85
		沉砂池		座		44
	路基边坡区	浆砌石截水沟	截水沟	m	1382	1345
		排水沟	排水沟	m	22833	25133
			浆砌石量	m ³	995.68	1032.69
		框架梁护坡	C20 砼浇筑	m ³	12329.93	8118.91
	C25 砼浇筑		m ³		815.93	
	桥梁工程区	土方开挖		m ³	279.8	
		沉砂池		座	5	
临时施工场地	表土剥离	表土剥离	万 m ³	0.22	0.23	
		表土回填	万 m ³		0.23	
	土地平整		hm ²		0.24	

4 水土流失防治措施监测结果

	土方开挖		m ³	138.26	
	沉砂池		座	3	
弃渣场	浆砌石挡墙	土方开挖	m ³		1453.39
		砼压顶	m ³		40.21
		浆砌墙体	m ³	2802.10	2832.5
		浆砌石基础	m ³	1777.04	
	马道排水沟	土方开挖	m ³		5.61
	排洪沟	土方开挖	m ³		412.5
	跌坎	土方开挖	m ³		50.99
	土地平整		hm ²		0.73
	反滤层		m ³	17.69	
	水泥砂浆抹面		m ²	931.4	
	碎石垫层		m ³	10.07	
临时表土堆存场	土地平整		hm ²		0.43
	土方开挖		m ³	242.6	
	沉砂池		座	5	



路基工程区排水沟



路基工程区人字形截水骨架



沉砂池



排水沟（边坡进行锚喷防护）

4.1.3 工程措施实施进度

通过档案资料查阅,经统计、汇总和分析,本工程水土保持工程措施建设各年度工程措施实施进度和动态变化情况详见表 4.1-2。

表 4.1-2 水土保持工程措施年底实施情况表

措施		单位	2015 年累 计完成	2016 年累 计完成	2017 年累 计完成	2018 年累 计完成
表土	表土剥离	万 m ³	0.35	1.44	2.08	2.08
	表土回覆	万 m ³		1.38	2.08	2.08
排水沟	浆砌石量	m ³	383.9	995.1	1032.69	1032.69
框架梁护坡	C20 砼浇筑	m ³	1852.10	5386.56	8118.91	8118.91
	C25 砼浇筑	m ³		382	815.93	815.93
浆砌石挡墙	土方开挖	m ³	872	1453.39	1453.39	1453.39
	砼压顶	m ³		40.21	40.21	40.21
	浆砌墙体	m ³		2832.5	2832.5	2832.5
沉砂池		座		18	44	44
土地平整		hm ²		0.56	1.40	1.40
马道排水沟	土方开挖	m ³			5.61	5.61
截水沟	土方开挖	m ³			412.5	412.5
跌坎	土方开挖	m ³			50.99	50.99

4.2 植物措施监测结果

《方案》设计的水保植物措施包括:空地绿化 31682m²;草坪护坡 122600.68m²;恢复植被面积 4.11hm²;复耕面积 1.27hm²;撒播白三叶 0.9hm²;核桃 450 株;车桑子 894 株。各工程防治分区主体《方案》设计的主要植物措施详见表 4.2-2

监测项目部根据现场调查统计,以及查阅工程合同、签署协议、验收合同、监理资料、质检材料的检查,本项目共实施空地绿化 27935m²;草坪护坡 52230.08m²;恢复植被面积 3.96hm²;撒播白三叶 333kg;栽植车桑子 769 株。详见表 4.2-1

表 4.2-1 各监测分区方案设计与实际监测完成的水土保持植物措施量对比表

分区	措施	单位	方案设计	实际完成量	实施时间	
主体工程区	路基路面区	道路绿化	m ²	28520	25395	2015.8-2017.1 2
		绿化面积	m ²	28520	28395	
	路基边坡区	草坪护坡	m ²	122600.68	52230.08	2015.8-2017.1 2
	桥梁工程区	绿化面积	m ²	2100	1560	2015.8-2017.1 2
裸露空地绿化面		m ²	2100	1560		

		积				
	交叉工程区	绿化面积	m ²	1072	980	2016.8-2017.1 2
弃渣场区		恢复植被面积	hm ²	3.27	3.17	2017.1-2017.1 2
		复耕面积	hm ²	0.62		
		撒播白三叶	kg	215.82	265	2015.8-2017.1 2
		需定植核桃	株	303		
		车桑子	株	603	680	
临时施工场地区		植被恢复面积	hm ²	0.51	0.47	2017.1-2017.1 2
		撒播白三叶	kg	0.21	44.5	
		复耕面积	hm ²	33.66		
		需定植核桃	株	89		
		车桑子	株	176		
临时表土堆场区		植被恢复面积	hm ²	0.33	0.32	2017.1-2017.1 2
		复耕面积	hm ²	0.44		
		撒播白三叶	kg	21.78	23.5	
		需定植核桃	株	58		
		车桑子	株	115	89	

4.3 临时措施监测结果

《方案》设计的水保临时措施包括：临时彩条布覆盖 46500m²；编织土袋填筑拆除 1609m³；沉砂池土方开挖 91m³，铺土工膜 349.96m²；临时排水沟土方开挖 569.76m³。各工程防治分区主体《方案》设计的主要临时措施详见表 4.3-2。

监测项目部根据现场调查统计，以及查阅工程合同、签署协议、验收合同、监理记录、质检材料的检查，本项目实施的临时措施主要包括：临时彩条布覆盖 48410.8m²；编织土袋填筑拆除 1790m³；沉砂池土方开挖 91m³，铺土工膜 414.96m²；临时排水沟土方开挖 795.4m³。主要临时措施详见表 4.3-1。

表 4.3-1 各工程防治分区方案设计与实际实施临时措施工程量对比表

防治分区	措施名称	数量	名称	方案设计	实际完成	单位	实施时间
路基边坡区	临时彩条布覆盖	45700m ²	彩条布覆盖	45700	48410.8	m ²	2015.8-2017 .12
	临时拦挡	820m	编织土袋填筑拆除	820	980	m ³	
桥梁工程区	沉砂池	5座	土方开挖	35	35	m ³	2015.8-2017 .12
			铺土工膜	130	130	m ²	
	临时排水沟	1030m	土方开挖	244.8	273.2	m ³	

4 水土流失防治措施监测结果

防治分区	措施名称	数量	名称	方案设计	实际完成	单位	实施时间
立交区	临时彩条布覆盖	800m ²	彩条布覆盖	800	800	m ²	2015.8-2017 .12
弃渣场区	铺土工膜	11.96m ²	铺土工膜	11.96	11.96	m ²	
临时施工场 地区	临时排水沟	627m	土方开挖	117.36	175.3	m ³	2015.8-2017 .12
	临时沉砂池	3 座	铺土工膜	78	89	m ²	
			土方开挖	21	21	m ³	
临时表土堆 场区	临时排水沟	980m	土方开挖	207.6	256.9	m ³	2016.8-2017 .12
	临时沉砂池	5 座	土方开挖	35	35	m ³	
			铺土工膜	130	184	m ²	
	临时拦挡	789m	编制土袋填筑拆除	789	810	m ³	

4.4 水土保持措施防治效果

经监测,建设单位根据本项目的实际情况,实施了斜坡防护工程、排水工程、土地整治工程以及临时防护工程,对施工扰动的区域进行了较全面的治理。本项目建设过程中将水土保持工程纳入主体工程施工之中,水土保持建设与主体工程同步进行,质量保证体系完善。水土保持工程措施从原材料、中间产品至成品质量合格,建筑物结构尺寸规则,外表整齐,质量符合设计和规范要求,工程措施质量总体合格。水土保持监测情况详见表 4.4-1。

表 4.4-1 水土保持措施对比表

项目	挡渣墙	截水沟	排水沟	排洪沟	C20 砼浇筑	C25 砼浇筑	表土剥离	沉沙池	喷播植草护坡	道路绿化	空地绿化
单位	(m ³)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m ³)	(万 m ³)	(座)	(m ²)	(m ²)	(hm ²)
实际量	2832.5	1735	25133	370	8118.91	815.93	2.08	44	52230.08	25395	2540
设计量	2802.10	1751	22833		12329.93		2.37	13	122600.68	28520	3172
增减	+152.61	+16	-2300	+370	-4211.02	+815.93	-0.29	+31	-70370.6	-3125	-632
项目	植被恢复	土地复耕	撒播白三叶	核桃	车桑子	彩条布覆盖	沉沙池	临时挡护	临时排水沟	铺土工膜	彩条布
单位	(hm ²)	(hm ²)	(kg)	(株)	(株)	(m ²)	(座)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)
实际量	3.96		333		769	49210.8	13	720	2000	414.96	800
设计量	4.11	1.27	271.26	450	894	46500		1609	2374	349.96	800
增减	-0.15	-1.27	+61.74	-450	-125	+2710.8	-13	-889	-1374	+65	

(1) 工程措施防治效果

各分区水土保持防治的工程措施基本已按照水土保持方案设计进行实施。水土保持工程措施防治责任基本得到落实。工程措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

(2) 植物措施防治效果

总体上各分区水土保持防治的植物措施基本已按照水土保持方案设计进行实施。种植的草木已经起到了良好的水土保持作用，水土流失情况也得到了改善，临时占地在施工完成后除了复耕部分外均撒播草籽，撒播草籽前进行了土地平整，之后均匀撒播，并采取了适当的养护措施。水土保持植物措施防治责任基本得到落实。植物措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

(3) 临时措施防治效果

总体上各分区水土保持防治的临时措施基本已按照水土保持方案设计进行实施。水土保持临时措施防治责任基本得到落实。临时措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

4.4.1 工程措施防治效果

(1) 路基路面区



(2) 路基边坡区



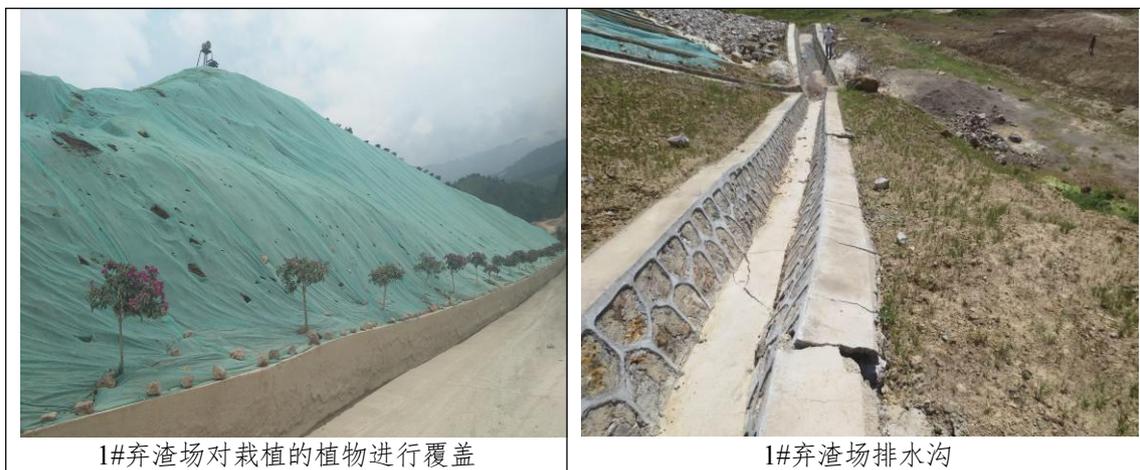
(3) 桥梁工程区



(4) 交叉工程区



(5) 弃渣场区



4 水土流失防治措施监测结果



2#弃渣场边坡排水沟



2#弃渣场坡面为框格护坡



3#弃渣场监测照片



3#弃渣场植被措施

(6) 临时施工场地



拌合站



拌合站

(7) 临时表土堆存区



1#临时表土堆存场



1#临时表土堆存场



2#临时表土堆存场



2#临时表土堆存场排水沟



3#临时表土堆存场



3#临时表土堆存场

4.4.2 植物措施防治效果



4.4.3 临时措施布设情况



临时苫盖，拍摄时间 2018 年 7 月



临时苫盖，拍摄时间 2018 年 7 月



密目网临时苫盖，拍摄时间 2017 年 6 月



密目网临时苫盖，拍摄时间 2018 年 5 月



护坡临时苫盖，拍摄时间 2018 年 7 月



临时编织袋挡护，拍摄时间 2017 年 3 月

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

项目开工时间为 2015 年 6 月，于 2017 年 12 月完工，水土保持监测于 2015 年 10 月进场，根据水土保持监测，各季度水土流失面积统计表详见表 5.1-1

表 5.1-1 水土流失面积 单位：hm²

序号	分区	占地面积	2015 年		2016 年		2017 年		2018 年		
			扰动面积	流失面积	扰动面积	流失面积	扰动面积	流失面积	扰动面积	流失面积	
1	主体工程区	路基路面区	11.73	2.35	2.05	8.27	7.13	11.73	4.48	11.73	0.04
2		路基边坡区	26.87	5.16	4.56	17.96	15.29	26.87	5.63	26.87	0.07
3		桥梁工程区	0.35	0.03	0.03	0.12	0.11	0.35	0.04	0.35	0.01
4		交叉工程区	0.18	0.04	0.03	0.13	0.12	0.18	0.03	0.18	0.01
5	弃渣场区		3.67	1.09	0.87	2.58	2.35	3.67	0.52	3.67	0.05
6	临时施工场地		1.28	0.29	0.22	0.58	0.52	1.28	0.05	1.28	0.01
7	临时表土堆场		0.43	0.17	0.15	0.31	0.30	0.43	0.07	0.43	0.02
8	合计		44.51	9.13	7.91	29.95	25.1	44.51	10.82	44.51	0.21

在监测过程中，2015 年水土流失面积所占比例最高，达到 86.7%，主要是由于 2015 年 6 月工程开工，2015 年是项目区内新增扰动地表面积最多的年份，由于处在施工初期，水土保持措施略微滞后，在 2015 年水土流失占扰动地表面积比例最高。

在整个施工过程中，2016 年水土流失面积达到最大值，即项目区内水土流失面积为 25.9hm²，但水土流失面积占扰动地表面积的比为 86.47%，较 2015 年减少，主要是由于：截止 2016 年底项目区内扰动地表面积已达到总占地面积的 67.29%，项目区内水土保持措施在不断完善过程中，项目区内水土保持措施实施面积和场地硬化等措施较 2015 年明显增加，故水土流失面积所占比例有所减少。

在整个施工过程中，2017、2018 年项目区内各项措施不断完善，项目区内水土流失面积逐渐减少。

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元

根据该项目水土保持方案报告书与水土流失影响范围及特点，按照水土流失防治分区进行划分，侵蚀区域共分为路基路面工程区、路基边坡工程区、桥梁工程区、交叉工程区、临时表土堆场区、弃渣区、临时施工场地区，共 7 个。

5.2.2 各阶段土壤流失量

本项目施工期为 2015 年 6 月至 2018 年 12 月，水土保持监测与主体工程同步实施。结合主体工程进度，选择施工场地堆土坡面作为典型样地，采用简易径流小区法、测钎观测场、沉砂池法估算水土流失量，同时通过分析各施工时段的施工强度、对不同地表扰动类型的扰动程度及扰动面积，结合各月份降雨强度、采取的水土流失防护措施等因素推算土壤流失量。

(1) 2016 年度

根据 2017 年度现场监测，本项目在 2017 年土壤侵蚀主要部位要发生在弃渣场、临时表土堆场区、路基及交叉工程。2017 年采用两种测量方法，其中测钎观测场 3 处和沉砂池测量法 4 处。根据现场监测，2017 年度测量的土壤侵蚀模数详见表 5.2-1。

表 5.2-1 2017 年度土壤侵蚀模数 单位：t/ (km²·a)

2017 年	路基边坡工程区	交叉工程区	临时表土堆场区	弃渣场区	临时施工场地区	路基路面工程	桥梁工程
测钎观测场	7000	5000				1000	
沉砂池法			5000	11000	3500		5000

水土保持监测于 2016 年 6 月介入，水土保持介入时，本工程已处于施工期，因此本工程 2015 年和 2016 年各监测分区土壤侵蚀模数采用 2017 年数据。

(2) 2018 年度

根据 2018 年度现场监测，本项目在 2018 年土壤侵蚀主要发生在弃渣场、路基工程、桥梁工程三个监测分区。2018 年采用两种测量方法，其中测钎观测场 3 处和沉砂池测量法 4 处。根据现场监测，2018 年度测量的土壤侵蚀模数详见表 5.2-2。

表 5.2-2 2018 年度土壤侵蚀模数 单位：t/ (km²·a)

2018 年	路基边坡工程区	交叉工程区	临时表土堆场区	弃渣场区	临时施工场地区	路基路面工程	桥梁工程
测钎观测场	834	1186				655	
沉砂池法			995	1395	720		1047

(3) 各监测分区侵蚀模数

根据监测过程中，各年度采取的多种水土流失监测方法，计算得出每年度各监测分区水土流失区域的平均土壤侵蚀模数。监测过程各年度平均土壤侵蚀模数详见表表 5.2-3。

表 5.2-3 监测过程各年度平均土壤侵蚀模数汇总表

监测分区	土壤侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$			
	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
路基路面区	1000	1000	1000	655
路基边坡区	7000	7000	7000	834
桥梁工程区	5000	5000	5000	1047
交叉工程区	5000	5000	5000	1186
弃渣场区	11000	11000	11000	1395
临时施工场地区	3500	3500	3500	720
临时表土堆场区	5000	5000	5000	995

5.2.3 土壤侵蚀量

(1) 施工期土壤侵蚀量

在监测过程中，采取多种监测手段监测项目区内施工过程中土壤侵蚀情况，由于在监测过程中重点测量水土流失面积的土壤侵蚀情况，对已治理面积（包括建筑及场地硬化、工程措施、植物措施）未进行土壤侵蚀模数的测量和计算，在施工阶段各年度土壤侵蚀量计算过程中，已实施治理面积的土壤侵蚀模数按当地允许侵蚀模数 $500t/km^2 \cdot a$ 计算，各年度存在水土流失面积的侵蚀模数按照测量的侵蚀模数计。经计算，在监测过程中，各年度土壤侵蚀量详见表 5.2-4。

(2) 运行期土壤侵蚀量

运行期各项水土保持措施均基本完善，仅存有少量的植被覆盖度不高地段存在裸露面积。运行期各项水土保持已实施完毕，未对运行期水土保持侵蚀进行测量，运行期土壤侵蚀模数按照实施措施不同，取土壤侵蚀模数，其中：建筑及场地硬化及工程措施面积，由于已实施硬化及相关措施，不存在土壤侵蚀；植物措施、土地平整、恢复农地等措施，土壤侵蚀模数按允许土壤模数计，及土壤侵蚀模数计 $500t/(km^2 \cdot a)$ ；项目区内还存在植被覆盖度不高的裸露地表面积按照水土流失面积计，其侵蚀模数参照施工期最后一年 2018 年的土壤侵蚀模数计。经计算，运行期各监测分区土壤侵蚀量详见表 5.2-5。

(3) 土壤侵蚀量

根据水土保持监测结果，项目区产生土壤侵蚀量为 4969.55t，其中工程施工过程中产生的土壤侵蚀量为 4902.55t，运行期产生的土壤侵蚀量为 67t。

表 5.2-1 各防治分区水土流失面积统计表

单位 t

监测分区		2015 年					2016 年				
		侵蚀模数	扰动面积	流失面积	治理面积	土壤侵蚀量	侵蚀模数	扰动面积	流失面积	治理面积	土壤侵蚀量
主体工程区	路基路面区	1000	2.35	2.05	0.31	23.50	1000	8.27	7.13	1.14	82.70
	路基边坡区	7000	5.16	4.56	0.60	361.20	7000	17.96	15.29	2.67	1257.20
	桥梁工程区	5000	0.03	0.03		1.50	5000	0.12	0.11	0.01	6.00
	交叉工程区	5000	0.04	0.03	0.01	2.00	5000	0.13	0.12	0.01	6.50
弃渣场区		11000	1.09	0.87	0.22	119.90	11000	2.58	2.35	0.23	283.80
临时施工场地区		3500	0.29	0.22	0.07	10.15	3500	0.58	0.52	0.06	20.30
临时表土堆场区		5000	0.17	0.15	0.02	8.50	5000	0.31	0.30	0.01	15.50
合计			9.13	7.91	1.22	526.75		29.95	25.1	4.85	1672.00
监测分区		2017 年					2018 年				
		侵蚀模数	扰动面积	流失面积	治理面积	土壤侵蚀量	侵蚀模数	扰动面积	流失面积	治理面积	土壤侵蚀量
主体工程区	路基路面区	1000	11.73	4.48	7.25	117.30	655	11.73	0.04	11.69	76.83
	路基边坡区	7000	26.87	5.63	21.24	1880.90	834	26.87	0.07	26.80	224.10
	桥梁工程区	5000	0.35	0.04	0.31	17.50	1047	0.35	0.01	0.34	3.66
	交叉工程区	5000	0.18	0.03	0.15	9.00	1186	0.18	0.01	0.17	2.13
弃渣场区		11000	3.67	0.52	3.15	403.70	1395	3.67	0.05	3.62	51.20
临时施工场地区		3500	1.28	0.05	1.23	44.80	720	1.28	0.01	1.27	9.22
临时表土堆场区		5000	0.43	0.07	0.36	21.50	995	0.43	0.02	0.41	4.28
合计			44.51	10.42	33.69	2494.70		44.51	0.21	44.30	209.10

表 5.2-5 运行期土壤侵蚀量汇总表

单位: t

监测分区		植物措施			恢复耕地及土地平整			水土流失面积			合计
		面积 (hm ²)	侵蚀模数	侵蚀量	面积	侵蚀模数	侵蚀量	面积	侵蚀模数	侵蚀量	
主体工程区	路基路面区	1.63	500	8.2				0.04	655	0.3	8.5
	路基边坡区	5.95	500	29.8				0.07	834	0.6	30.4
	桥梁工程区	0.02	500	0.1				0.01	1047	0.1	0.2
	交叉工程区	0.1	500	0.5				0.01	1186	0.1	0.6
弃渣场区		3.67	500	19.1				0.05	1395	0.7	19.8
临时施工场地区		0.47	500	2.4	0.19	500	0.95	0.01	720	0.1	3.45
临时表土堆场区		0.25	500	1.3	0.43	500	2.2	0.02	995	0.2	3.7
合计		11.49		61.4			3.15	0.21		2	66.55

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

项目工程取弃土场未发生变更，单个弃土场方量较小，施工过程中采用临时措施进行挡护，施工完成后取土场及时进行了回填整治；1#、2#、3#弃渣场进行了土地整治、撒播草籽绿化。项目工程取土、弃土无潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

由于本工程线路长、涉及范围广，工程在施工过程中因施工开挖回填等人为原因造成大量的裸露地表，植被遭到破坏，使得土地失去原有的防冲固土能力。若不对其加以防护，表土层易随降水及地表径流大量流失，造成区域土壤趋贫瘠，土地生产力降低，可利用土地减少。

根据过程监测，工程施工期内按照水土保持方案、水土保持施工图设计落实水土保持措施，项目工程存在少量的水土流失问题，主要集中在施工过程中部分区域临时措施存在滞后，部分区域植物措施实施受自然天气影响长势还不佳。根据监测情况显示，项目工程未对项目区及周边造成危害。

（1）对河道影响及危害的监测

本项目线路跨越的河流有盐潭沟、水碾河沟等水域。全线没有与河争道的路段，调查中未发现主体工程施工对河流造成堵塞现象，而且主体工程在跨越河道时，制定了专项的防护方案，并在雨季做好了防洪度汛实施预案，增加了护岸工程等措施，有效地减轻了施工扰动对河道的影响及危害。

（2）对村庄影响及危害的监测

经监测，本项目沿线属山地，工程的开挖填筑工程未发生垮塌、滑坡等严重水土流失现象，未发生对附近村庄和居民造成危害的情况。

（3）对农田及灌渠的影响

建设单位对建设过程中涉及影响的水利工程进行了逐一检查，采取了切实有效地补救等多种措施，这些措施的实施均弥补了对农业生产的影响，保证了农民的切身利益。

（4）对周边道路交通影响的监测

经现场监测人员巡查、调查，本工程施工作业期对周边道路交通影响较小。项目施工过程中主要使用现有道路运输施工材料、人员等，施工便道也是尽量利用现有硬化路面或乡村道路，对未硬化的村道利用，施工单位及时进行加固和维护。临时修建的施工便道在施工结束后也尽快进行了恢复，未对周边道路交通造成危。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

项目区累计扰动土地面积为 44.51hm²，实施水土保持措施面积为 16.98hm²，硬化地表及永久建筑物面积占地面积 27.46hm²，据此，计算得出项目区扰动土地治理率为 99.84%，达到 95%的防治目标。本项目各分区的扰动土地整治率见表 6.1-1。

表 6.1-1 扰动土地整治率计算表

分区		扰动土地面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (hm ²)				扰动土地整治率 (%)
			建筑物及硬化	工程措施	植物措施	小计	
主体工程区	路基路面区	11.73	9.15		2.54	11.69	99.65
	路基边坡区	26.87	18.04	3.61	5.22	26.87	99.87
	桥梁工程区	0.35	0.19	0.01	0.15	0.35	100
	交叉工程区	0.18	0.08		0.10	0.18	100
弃渣场区		3.67		0.49	3.17	3.66	99.56
临时施工场地区		1.28		0.23	1.03	1.26	98.6
临时表土堆场区		0.43		0.04	0.39	0.43	100
合计		44.51	27.46	4.38	12.60	44.44	99.84

6.2 水土流失总治理度

本工程共计产生水土流失面积 17.05hm²，工程建设过程中实施的水土保持措施面积为 16.98hm²，水土流失总治理度为 99.59%，达到 97%的防治目标。各区域水土流失总治理度情况详见表 6.2-1。

表 6.2-1 各区域水土流失总治理度情况表

单位：hm²

分区		扰动土地面积 (hm ²)	建筑物及硬化 (hm ²)	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 %
					工程措施	植物措施	小计	
主体工程区	路基路面区	11.73	9.15	2.58		2.54	2.54	98.45
	路基边坡区	26.87	18.04	8.83	3.61	5.22	8.83	99.89
	桥梁工程区	0.35	0.19	0.16	0.01	0.15	0.16	99.89
	交叉工程区	0.18	0.08	0.1		0.10	0.10	99.89
弃渣场区		3.67		3.67	0.49	3.17	3.66	99.73
临时施工场地区		1.28		1.28	0.23	1.03	1.26	98.44
临时表土堆场区		0.43		0.43	0.04	0.39	0.43	99.89
合计		44.51	27.46	17.05	4.38	12.60	16.98	99.59

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率指项目建设区内实际拦挡弃土弃渣量与项目建设区内弃土弃渣总量

的百分比。

目前, 1#、2#、3#弃渣场进行渣面整治、覆土绿化。根据水土保持监测成果, 工程拦渣率为 99.85%; 达到 95%的防治目标。

表 6.3-1 拦渣率情况表

序号	弃渣场名称	堆渣量(万 m ³)	流失量(万 m ³)	拦渣量(万 m ³)	拦渣率 (%)
1	1#弃渣场	10.30	0.01	10.29	99.90
2	2#弃渣场	6.89	0.01	6.88	99.86
3	3#弃渣场	2.56	0.01	2.55	99.61
合计		19.75	0.03	19.72	99.85

6.4 土壤流失控制比

目前各防治分区采取了水土保持措施并开始发挥防止效益, 项目区的蓄水保土能力得到恢复及改善, 水土流失防治能力进一步提高。根据监测结果分析, 项目区土壤平均侵蚀强度为 415 t/(km²·a), 经计算, 项目区土壤流失控制比为 1.2。

6.5 林草植被恢复率

项目区面 44.51hm², 除去建筑物、场地及道路硬化面积、经工程措施实施后不宜绿化占地面积, 可绿化面积为 12.67hm²。实施植物措施为 12.60hm², 林草植被恢复率为 99.45%, 详见表 6.5-1。

表 6.5-1 林草植被恢复率计算表

分区		扰动土地面积 (hm ²)	建筑物及硬化 (hm ²)	工程措施 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	植物措施 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)
主体工程区	路基路面区	11.73	9.15		2.58	2.54	98.45
	路基边坡区	26.87	18.04	3.61	5.22	5.22	99.89
	桥梁工程区	0.35	0.19	0.01	0.15	0.15	99.89
	交叉工程区	0.18	0.08		0.1	0.10	99.89
弃渣场区		3.67		0.49	3.18	3.17	99.68
临时施工场地		1.28		0.23	1.05	1.03	98.09
临时表土堆场区		0.43		0.04	0.39	0.39	
合计		44.51	27.46	4.38	12.67	12.60	99.45

注: 由于临时施工场地、弃渣场部分区域被其它项目占用为临时占地, 未进行植被恢复, 等区域施工结束, 按照要求进行植被恢复以后能达到上述植被恢复率。

6.6 林草覆盖率

项目区面积 44.51hm²，已恢复植被面积为 12.60hm²，林草覆盖率为 28.31%，详见表 6.6-1。

表 6.5-1 工程林草植被覆盖率 单位：hm²

分区	项目建设区 (hm ²)	植物措施 (hm ²)	林草覆盖率(%)
主体工程区	路基路面区	11.73	21.65
	路基边坡区	26.87	19.43
	桥梁工程区	0.35	42.86
	交叉工程区	0.18	55.55
弃渣场区	3.67	3.17	86.38
临时施工场地	1.28	1.03	80.46
临时表土堆场区	0.43	0.39	90.70
合计	44.51	12.60	28.31

注：由于临时施工场地、弃渣场部分区域被其它项目占用为临时占地，未进行植被恢复，等区域施工结束，按照要求进行植被恢复以后能达到上述植被覆盖率。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

(1) 防治责任范围

监测结果表明,该工程实际水土流失防治责任范围为 44.51hm²,较方案设计的水土流失防治责任范围 54.46hm² 减少了 9.95hm²。参建单位通过优化设计、加强施工管理等手段,减少了项目区占地面积,施工作业严格控制在征地范围内,降低对周边环境影响,有效降低水土流失程度。

(2) 土石方平衡

根据实测统计,本工程总土石方开挖量为 64.80 万 m³ (自然方),回填量 61.63 万 m³ (自然方),永久弃方 19.75 万 m³ (自然方)。工程建设期间,建设单位督促施工方采取表土保护措施、加强施工管理,保护了施工区表土资源,优化土石方平衡,合理利用开挖土方,减少了水土流失。

(3) 土壤流失量

根据水土保持监测结果分析,项目区产生土壤侵蚀量为 4969.55t,其中工程施工过程中产生的土壤侵蚀量为 4902.55t,运行期产生的土壤侵蚀量为 67t。

(4) 六项指标

1) 建设中扰动的土地面积,在得到及时的治理的情况下,运行期扰动土地整治率为 99.84%,达到方案设计值 95.00%以上。

2) 工程建设中对防治责任范围内建设施工活动造成的水土流失进行防治,试运行期水土流失治理度为 99.59%,达到方案设计值 97%以上。

3) 土壤流失控制比 1.2,达到方案设计值 1.0。

4) 拦渣率为 99.85%,达到方案设计值 95%。

5) 植被恢复系数为 99.45%,达到方案设计值 99%。

6) 林草植被覆盖率为 28.31%,达到方案设计值 27%。

表 7-1 六项指标值达标情况表

序号	指标名称	防治目标 (%)	监测结果 (%)	达标情况
1	扰动土地整治率 (%)	95	99.84	达标
2	水土流失总治理度 (%)	97	99.59	达标
3	土壤流失控制比	1.0	1.2	达标
4	拦渣率 (%)	95	99.85	达标
5	林草植被恢复率 (%)	99	99.45	达标
6	林草覆盖率 (%)	27	28.31	达标

7.2 水土保持措施评价

在工程施工过程中实施大量水土保持措施,水土保持措施包括工程措施有:表土剥离 2.08 万 m^3 ;表土回填 2.08 万 m^3 ;浆砌石截水沟 1345m,排水沟 25133m,浆砌石量 1295.87 m^3 ;框架梁护坡:C20 砼浇筑 8118.91 m^3 ,C25 砼浇筑 815.93 m^3 ;沉砂池 44 座;土地平整 1.4 hm^2 ;浆砌石挡墙土方开挖 1453.39 m^3 ,砼压顶 40.21 m^3 ,浆砌墙体 2832.5 m^3 ;排洪沟 370m,土方开挖 412.5 m^3 。

根据现场监测,工程措施在满足水土保持防治要求的前提下合理有效的布设了各项工程措施,根据现场水土流失防治效果来看,既保证了主体工程运行的安全和稳定,也达到了防治水土流失的目的。

临时措施在《水保方案》设计原则基础上,结合现场实际情况实施临时措施,实施的临时措施有:临时彩条布覆盖 48410.8 m^2 ;编织土袋填筑拆除 1790 m^3 ;沉砂池土方开挖 91 m^3 ,铺土工膜 414.96 m^2 ;临时排水沟土方开挖 795.4 m^3 ,有效控制项目区施工过程中的水土流失。

植物措施结合工程现场,植物生长习性等实际情况,实施项目区内的植被措施,实施项目区内的植被措施,本项目共实施水土保持植物措施面积 12.60 hm^2 ,其中施空地绿化 27935 m^2 ;草坪护坡 52230.08 m^2 ;恢复植被面积 3.96 hm^2 ;撒播白三叶 333kg;栽植车桑子 769 株。

根据现场水土流失防治实际效果来看,植物措施实施基本达到了原方案设计的水土流失防治目的,目前项目区内植被长势良好。

7.3 存在问题及建议

在本工程建设过程中,水土保持工程与主体工程施工基本同步,通过各项水土保持工程的实施,工程建设过程中所造成人为水土流失得到有效控制,已造成的水土流失得到基本治理。根据项目建设情况,对项目主要存在的问题及相关建议如下:

(1) 植物措施受气候影响,部分区域植被恢复欠佳,建议加强后期的补植和养护工作。

(2) 主动接受各级水行政主管部门的监督检查。

7.4 综合结论

三峡金沙江云川水电开发有限公司宁南白鹤滩电厂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；恢复耕地当地百姓已进行耕种，整体复耕效果良好；前期已实施的植物措施大部分植被恢复良好。

本项目水土流失防治目标各项指标均中扰动土地整治率、拦渣率、林草植被恢复率已达标，水土流失总治理度、土壤流失控制比、林草覆盖率达标。随着各项水土保持措施的实施及自然恢复期林草植被的生长，项目区内水土流失各项防治指标总体上达到批复的水土保持方案提出的水土流失防治标准，可以控制项目区产生的新的人为水土流失。