

贡山县米角河尾水电站工程
水土保持监测总结报告

建设单位：贡山县蓝溪水电开发有限责任公司

监测单位：云南中扬水利工程咨询有限公司

二〇二二年十二月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书
(副本)

单位名称：云南中扬水利工程咨询有限公司
法定代表人：周俊
单位等级：★(1星)
证书编号：水保监测(云)字第0029号
有效期：自2019年10月01日至2022年09月30日

本证书为彩色打印，此次仅供怒江州贡山县米角河水电站

项目

使用

发证机构：中国水土保持学会
再次复印无效！
发证时间：2019年09月30日

设计单位名称：云南中扬水利工程咨询有限公司
单位通讯地址：昆明市白龙路金色俊园C栋1单元208号
设计单位邮编：650233
单位联系人：周俊 15925156228
项目负责人：李仕位 13759476288
联系电话：0871-63372939
传真：0871-63372939
电子信箱：158362009@qq.com
网址：www.ynzysl.com


怒江州贡山县米角河尾水电站工程水土保持

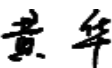
监测总结报告

责任页

监测单位：云南中扬水利工程咨询有限公司

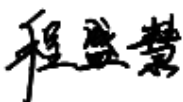
批准：周俊  (高级工程师)

核定：蔡丽莎  (高级工程师)

审查：黄华  (高级工程师)

校核：柴正礼  (工程师)

李仕位  (工程师)

程盛慧  (工程师)

参加监测人：熊翠美  (工程师)

陈红丽  (助理工程师)

唐涛  (助理工程师)

目录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	3
1.1 项目概况.....	3
1.1.1 建设项目概况.....	3
1.1.2 项目区概况.....	3
1.2 水土流失防治工作概况.....	6
1.3 监测工作实施情况.....	7
1.3.1 监测组织.....	7
1.3.2 监测技术方法.....	7
1.3.3 监测时段及频次.....	8
1.3.4 监测点布设.....	8
1.3.5 监测设施设备.....	9
1.3.6 监测成果提交情况.....	9
1.3.7 水土保持监督检查情况.....	10
2 监测方法与内容.....	11
2.1 监测内容.....	11
2.1.1 防治责任范围监测.....	11
2.1.2 弃土弃渣监测.....	11
2.1.3 水土流失防治监测.....	12
2.1.4 土壤流失量动态监测.....	12
2.2 监测方法.....	13
2.2.1 调查监测.....	13
2.2.2 巡查监测.....	17
3 重点部位水土流失动态监测结果.....	18
3.1 防治责任范围监测结果.....	18
3.1.1 水土流失防治责任范围.....	18
3.1.2 扰动土地监测结果.....	18

3.2 取土（石、料）监测结果.....	18
3.3 弃土弃渣监测结果.....	19
3.4 其他重点监测.....	19
4 水土流失防治措施监测结果.....	20
4.1 工程措施监测结果.....	20
4.2 植物措施监测结果.....	20
4.3 临时措施监测结果.....	20
4.4 水土保持措施防治效果.....	20
5 土壤流失量动态监测.....	21
5.1 土壤流失面积监测.....	21
5.2 土壤流失量监测结果.....	21
5.2.1 不同侵蚀单元土壤侵蚀模数.....	21
5.2.2 土壤流失量.....	21
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量监测结果.....	21
5.4 水土流失危害.....	22
6 水土流失防治效果监测.....	23
6.1 水土流失治理度.....	错误！未定义书签。
6.2 土壤流失控制比.....	错误！未定义书签。
6.3 渣土防护率.....	错误！未定义书签。
6.4 林草植被恢复率.....	错误！未定义书签。
6.6 林草覆盖率.....	错误！未定义书签。
6.7 项目区水土流失现状.....	23
7 结论.....	24
7.1 水土流失动态变化.....	24
7.2 水土保持措施评价.....	24
7.3 存在问题及建议.....	24
7.4 综合结论.....	24

附件：

附件 1：水土保持批复文件

附图：

附图 1：项目区地理位置图；

附图 2：贡山县米角河尾水电站工程水土保持措施实施情况图。

水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标										
项目名称		贡山县米角河尾水电站工程								
建设规模	尾水电站装机 6.3MW。		建设单位		贡山县蓝溪水电开发有限责任公司					
			建设地点		贡山县					
			所在流域		怒江流域					
			工程总工期		2014年12月~2020年11月					
			工程总投资		2230万元					
			项目建设区		1983.316m ²					
水土保监测指标										
监测单位		云南中扬水利工程咨询有限公司			联系人及电话			李仕位 13759476288		
自然地理类型		高山切割地貌			防治标准			一级标准		
监测内容	监测指标		监测方法		监测指标			监测方法		
	1、水土流失状况		实地调查		2、防治责任范围监测			调查监测、实地测量		
	3、水土保持措施情况监测		实地调查		4、防治措施效果监测			实地调查		
	5、水土流失危害监测		调查、巡查监测		水土流失背景值			450t/km ² ·a		
方案设计防治责任范围		0.63hm ²		土壤容许流失量			500t/km ² ·a			
实际		0.19hm ²								
批复水土保持投资		37.50万元		水土流失目标值			500t/km ² ·a			
防治措施实施情况		工程措施：隧洞口喷锚防护 200m ² ,厂房浆砌石防护 200m。								
		植物措施：厂房空地拟绿化 600m ² 。								
		临时措施：/								
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		水土流失总治理度	95	99	防治措施面积	0.19hm ²	永久建筑物及硬化面积	600m ²	扰动地表总面积	0.19hm ²
		扰动土地治理率	95	1.48	防治责任范围面积	0.19hm ²	水土流失面积			0.19hm ²
		土壤流失控制比	93	99	工程措施面积	0.04hm ²	项目区容许值			500t/km ² ·a
		拦渣率	98	98	植物措施面积	0.06hm ²	监测土壤流失状况			336.15t/km ² ·a
		林草植被恢复率	99	99	可恢复林草植被面积	0.06hm ²	林草类植被面积			5300m ²
		林草覆盖率	27	30.25	实际拦挡弃土弃渣量	-	总弃土弃渣量			-
	水土保持治理达标评价		项目区水土流失六项指标均达到方案拟定目标值，各项水土保持设施运行正常，对防治水土流失起到了重要的作用。							
总体结论		通过各项水土保持措施的运行，项目区水土流失基本得到控制，产生的水土流失量较少，对周边的影响较小，水土保持措施运行状况良好，为下阶段对工程的维护、加固和养护提供了依据，加强对植物措施的抚育管理。								
主要建议		后期加强绿化区植被抚育管理工作，避免因管理不当而影响植被的保存率。								

前言

米角河尾水电站为无调节、高水头引水发电，水电站总装机容量 6.3MW（ $2 \times 3.15\text{MW}$ ），设计水头 105m（额定水头）。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），贡山县米角河尾水电站，工程等别为 V 等、规模为小(2)型，主要建筑物为 5 级，次要建筑物为 5 级。是一个以发电为单一开发任务的水力发电工程。项目于 2014 年 12 月开工建设，2020 年 11 月试运行。

为了满足工程安全和防治水土流失的要求，根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和云南省的有关法律法规，2010 年 5 月，项目建设单位委托云南凌禹水利水电勘察设计有限公司编制本项目的水土保持方案报告表。

2010 年 7 月 6 日，取得怒江州水利局关于贡山县米角河尾水电站工程水土保持方案报告表的批复（怒水水保发〔2010〕14 号）。

为进一步了解建设生产项目造成的水土流失影响，并为其水土保持设施验收提供基础性数据，项目水保方案批复后，我公司委托云南中扬水利工程咨询有限公司对本工程开展水土保持监测工作。监测单位于 2020 年 7 月、2021 年 7 月，先后对项目区开展了水土保持监测工作。

我单位监测小组进场时，主体工程已建设完毕，施工期的侵蚀模数是通过类比法和经验法确定的，监测方法以调查监测为主。通过监测，明确工程已实施的水土保持措施数量、运行状况及防治效果，指出工程存在的问题和水土流失隐患，以确保主体工程的安全，最大限度的减少水土流失，为工程水土保持专项验收提供技术资料。

经统计，截止 2021 年 12 月，本工程完成水土保持措施为：

隧洞进出口：隧洞口喷锚防护 200m²，厂房浆砌石防护 200m³，厂房空地绿化 600m²，经业主统计，项目水土保持防护投资约 3.15 万元。

通过各项水土保持措施的实施，使得项目区内水土流失总治理度为 99%，拦渣率达 99%，水土流失控制比达 1.48，渣土防护率 99%，林草植被恢复率为 99%，林草覆盖率达 30.25%。以上指标均达到了方案拟定目标值。

通过本工程的水土保持监测，丰富了我单位同类工程的水土保持监测资料与经验，使得监测人员更加明确了建设类水土保持监测工作的重点，加深了监测人员对水土保持相关理论知识的理解。我单位在以后监测过程中应总结经验，根据施工特点合理布设监

测点位，重点对施工期排水、土石方、植被恢复情况等重点监测。

在本工程水土保持监测工作开展过程中，得到了贡山县等地方水行政主管部门的指导和帮助，在现场勘查、资料收集等过程中，建设单位、监理单位和施工单位给予了大力的支持和配合，在此表示衷心的感谢！

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 建设项目概况

米角河尾水电站为无调节、高水头引水发电，水电站总装机容量 6.3MW（ $2 \times 3.15\text{MW}$ ），设计水头 105m（额定水头）。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），贡山县米角河尾水电站，工程等别为 V 等、规模为小(2)型，主要建筑物为 5 级，次要建筑物为 5 级。是一个以发电为单一开发任务的水力发电工程。项目于 2014 年 12 月开工建设，2020 年 11 月试运行。

为了满足工程安全和防治水土流失的要求，根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和云南省的有关法律法规，2010 年 5 月，项目建设单位委托云南凌禹水利水电勘察设计有限公司编制本项目的水土保持方案报告表。

2010 年 7 月 6 日，取得怒江州水利局关于贡山县米角河尾水电站工程水土保持方案报告表的批复（怒水水保发〔2010〕14 号）

1.1.2 项目区概况

1、地形地貌

工程区座落于横断山脉高黎贡山山脉，与其东面的碧罗雪山隔江相望，两山之间为怒江，山高谷深，高差极为悬殊，河谷呈“V”字形，显示在剥蚀环境下形成的高山峡谷地貌特征。山脉、怒江主体河流走向与区域构造线方向基本一致。

规划河段区内山脉和主干河流的发育受地质构造控制明显，以北~北西走向为主。怒江深切呈峡谷，高程高 1100~1400m。山脉高程一般为 2000m~4000m，河谷高程 1400m~1500m，切割深度 500m~2500m，流域内地势北高南低，地形切割强烈，山势高峻，山脉连绵，沟壑纵横。该区域属中高山构造侵蚀深切峡谷地貌，地形峻峭，谷坡陡峻，显示了地壳上升较剧的新构造运动。米角河正处于发展阶段，阶地不发育。谷坡坡度一般大于 30° ，横向沟谷发育，溯源侵蚀强烈，河床两岸山体基本对称，坡度较陡，河流下切现象明显，河床比降大，水流湍急，河谷内多为大小不等的块石、砾石及少量砂，一般不具分选性，河床部位一般基岩裸露，山坡多为第四系覆盖，覆盖层厚度一般为 1~7m。山脊多呈长条形，沟谷多呈“V”字形。

2、地层与地质构造

项目区所处大地构造单元为冈底斯~念青唐古拉褶皱系和三江褶皱系，伯舒拉岭~高黎贡山褶皱带与福贡~镇康褶皱带相邻，工程区位于经向构造体系的怒江断裂带，为经向构造体系、青藏滇缅印尼歹字型构造体，区域地质背景复杂，总的构造特征为有较大面积侵入岩和变质岩分布的褶皱紧密的复式背斜构造。本区自古生代以来，经历了多次构造运动，区内构造线为南北向，分别属于歹字型构造体系和经向构造体系。

调查区位于冈底斯—念青唐古拉褶皱系和三江褶皱系两个一级构造单元由青藏高原向南延展的弧形转弯部位，大地构造单元为福贡—贡山褶皱束。主要构造线呈近南北向展布，主要山脉及水系（怒江）均近南北向展布。带内地层展布亦明显受构造控制，密集断裂与保存不甚完好的褶皱平行产出，呈近南北向展布；区内 F1、F2 均为南北向展布逆断层，F1、F2、长约 2000m，断裂面呈舒缓波状，总体向西倾，倾角约 70° ~ 80° ；沿断裂带糜棱岩、构造角砾岩及糜棱岩化、片理化岩石、变质岩石较普遍，常形成数十米至数百米宽的挤压破碎带；区内地质构造活动强烈，均经历了多期构造运动和多期区域变质作用，致使岩石、地层系统遭受破坏，但做好相关设防工作对建筑工程影响不大。

3、地震

新生代上新世末期开始，青藏云贵地区急剧上升隆起，全新世以来滇西地区新构造运动剧烈，地壳间息性上升，因此怒江河流两岸有多级侵蚀或堆积阶地分布，现代该仍处于强烈上升之中，属应力集中、构造活动强烈地区。

根据国家国标《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度值为 0.10g。根据国家地震局颁布的 1:400 万《中国地震烈度区划图（1990）》，工程区对应的地震设计烈度为 VII 度。构造稳定条件一般。地震工程按此值设防是安全的。

4、气象

米角河流域位于高黎贡山东坡，与碧罗雪山隔怒江相望，处于横断山山脉中心地带。尽管山系高大，但由于距西南暖湿气流源地较近，源于孟加拉湾的大量水汽仍可翻越高黎贡山到达深切的怒江峡谷，同时还有由南相北、随南低北高的地形沿怒江河谷爬升侵入的水汽入流。暖湿气流与青藏高原南下的干冷气流遭遇而形成流域湿润的气候和丰沛的降水量，在加上流域地形高差悬殊，使流域的降水、气温等气象要素随海拔不同热具有显著的差异，流域具有一山分四季，十里不同天的立体气候特征。

米角河流雨量丰沛，气候滋润，流域植被良好。流域位于贡山县境内的县城以南 24km 附近，属低纬高原，立体气候突出。海拔上升 100m，气温下降 0.48 度。贡山气象站海拔 1591.3m，均位于河谷地区，多年平均降水量为 1724.8mm，多年平均气温为 14.5℃，极端最高气温 35.7℃，出现在 1974 年 6 月 15 日，极端最低气温 -2.5℃，出现在 1977 年 1 月 3 日。反映出了降水随海拔增加而增加、气温随海拔增加而降低的特性。多年平均相对湿度为 78%。最小相对湿度为 6%，出现在 1984 年 2 月 25 日。多年平均蒸发量为 1255.4mm。多年平均风速 0.9m/s，最大风速 20.0m/s，同时风向为 NW，出现在 1988 年 2 月 16 日。贡山县日照时数为 1322.7 小时，年日照百分率为 30%，总辐射量历年平均 98.92 卡/cm²，出现最高月份 12 月，最低为 6 月。年平均无霜期为 278 天，霜期持续时间短，平均初霜期是 11 月 27 日，终霜期是次年 2 月 21 日。

福贡、贡山气象站降水量的年内分配呈双雨季型，第一个雨季大致在 3 月至 4 月，第二个雨季大致在 6 月至 10 月，从 2 月至 10 月，基本上每个月的降水量都超过 100mm，这是流域一个重要的水文气象特性。流域由低到高，从怒江河谷到高黎贡山峰顶，气候由亚热带逐渐过渡到寒温带，在米角河流域的高黎贡山分水岭一线，估计多年平均气温仅有 1℃左右。

5、河流、水文

米角河流域所处地域降水不集中，干湿不分明，有两个降雨时期，第一个降雨时期为 2 月中旬至 4 月底，降雨占年降雨的 20.8~42.6%，平均总降雨量为 515.2mm，占多年平均降雨量的 30.9%；第二个降雨时期为 5 月下旬至 11 月初，降雨占年降雨的 62%，多年平均降雨量为 1661.2mm。最大月平均降雨量 249.6mm，一日最大降雨量 116.4mm。

降雨是米角河流域径流的主要来源，在春季还有大量的融雪径流，加之特殊的双雨季年内分配，形成了米角河径流年内分配相对均衡、水量相对稳定的径流特性。

6、土壤、植被

贡山县土壤从谷底到山脊主要分布有水稻土、山地黄红壤、山地黄棕壤、棕壤、暗棕壤、棕色暗针叶林土和亚高山灌丛草甸土，谷底还零星分布有水稻土。本工程涉及的米角河区域土类以山地黄棕壤和水稻土为主。

贡山县在植被区划上属青藏高原高寒植被区。根据《贡山县土地利用现状调查报告》，全县土地总面积 4506km²，林业用地 419.22 万亩，其中有林地 229.6846 万亩，疏林地 27.92 万亩，灌木林 161.0 万亩，其它林业用地 0.62 万亩。全县森林覆盖率 62.0%，

草坡覆盖率 2.44%。在全省属覆盖率较高的地区。

贡山县地处怒江峡谷北段，植被区系属于泛北极区，中国—喜马拉雅植物亚区划，独特的地形、土壤和气候，使这里的植被类型复杂多样，成份新老兼备、南北混杂、东西过渡，且保存原始面貌。据《贡山县自然资源及其开发利用简介》、《贡山县土地利用现状调查报告》等资料，贡山县分布有种子植物 168 科 809 属 2800 余种。陆生植被呈明显的垂直分布，海拔 1800m 以下为河谷灌丛草坡，系常绿阔叶林被破坏后的次生类型，以类芦蒿草和蕨菜为主。1800m~2500m 为山地常绿阔叶林，主要由壳斗科、樟科、茶科、木兰科、金缕梅科等高大常绿乔木组成，也有次生云南松林和松栎混交林；2500m~3100m 为云南铁杉、石栎等树种组成的暖温性针叶林混交林带；2800m~4000m 为以杜鹃、箭竹和高山柏三种灌木植物和蔷薇科、菊科、禾本科、莎草科、龙胆科、毛茛科等杂草组成的高山、亚高山灌丛草甸。工程区海拔较低处为常绿阔叶林，海拔较高处为以云南松为主的稀树灌木草丛。项目区植被覆盖率约 80%。

1.2 水土流失防治工作概况

(1) 项目建设期，建设单位贡山县蓝溪水电开发有限责任公司高度重视工程水土保持和环境保护工作，专门设置了安全（环保）工作领导小组负责相关工作，并下设成立安全监察与环境保护工作组，全面负责安全、水保、环保工作，各项目管理部门设置安全与环水保兼职工程师，紧密联系各参建单位。

(2) 为了满足工程安全和防治水土流失的要求，根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和云南省的有关法律法规，2010 年 5 月，项目建设单位委托云南凌禹水利水电勘察设计有限公司编制本项目的水土保持方案报告表。

2010 年 7 月 6 日，取得怒江州水利局关于贡山县米角河尾水电站工程水土保持方案报告表的批复（怒水水保发〔2010〕14 号）。

(3) 2020 年 9 月，我单位组织人员开展本项目水土保持监测工作。监测单位根据工程的建设情况，按照水土保持监测相关规定和批复的水保方案有关监测的要求，开展现场监测工作，并布设了相应的监测点，对各阶段存在的水土保持问题，及时提出整改完善建议。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测组织

根据国家水土保持相关法律法规规定，为了及时掌握工程水土保持措施实施情况、运行情况及水土流失动态防治效果，保护生态环境、保障主体工程的运行安全，同时保证工程水土保持专项验收顺利通过并投入运行，监测单位于 2020 年 7 月组建了监测项目部并进场开展水土保持监测工作。

为保障监测工作高质量、高效率完成，我公司组织一支专业知识强、业务水平熟练、监测经验丰富水土保持监测队伍，成立贡山县米角河尾水电站工程水土保持监测组，针对该项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，同时加强与当地水土保持主管部门联系，以便及时获取水土保持监测工作新信息。

本工程实行总监测工程师负责制，专业监测工程师受总监测工程师委托全面负责现场的监测工作。同时组成数据分析组，负责实测数据归档、分析以及报告的编写。

1.3.2 监测技术方法

本项目水土保持监测工作流程如下：

接收任务→资料收集→现场调查→内业整理→编制监测总结报告→配合水土保持设施专项验收。

我单位开展监测时间为 2020 年 7 月，故监测方法主要采用调查监测、巡查监测法、侵蚀模数类比法和资料分析等。

（一）调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪、照相机、标杆、尺子等工具，测定地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是土石方和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程、土地整治等）实施情况。

（二）巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和植被恢复期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

（三）侵蚀模数法

通过现场调查,结合本项目已实施的水土保持措施,再根据本项目周边区域的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型等因素,综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数,从而求得全区的土壤流失量。

(四) 资料分析

通过项目建设、施工、监理、水土保持方案以及当地有关资料的收集分析,弥补本项目由于委托滞后造成的施工前期水土保持监测数据空白。主要分析项目区扰动前自然概况、气象数据、施工期临时防护措施实施数量和时段、部分工程措施施工质量、建设单位水土保持制度等与水土保持相关的内容。

1.3.3 监测时段及频次

(1) 监测时段

2020年7月,为了反映项目建设过程中的水土流失情况,确保水土流失能够得到有效得治理,我公司组建了水土保持监测项目组负责本工程水土保持监测工作。即本工程水土保持监测时段为2020年7月~2021年12月。

(2) 监测频次

我公司于2020年7月、2021年7月至12月,对项目区开展水土保持监测工作。

1.3.4 监测点布设

开展本工程的水土保持监测主要以调查监测及定点观测相结合。根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中监测点布设原则和选址要求,水土流失特点以及水土保持措施布局特征,并考虑观测结果的代表性与可操作性的原则。通过对现场的全面调查监测,根据项目实际建设状况,监测人员采取了调查监测及巡查监测方式进行监测。

根据本工程水土流失特点和水土保持措施布局特征,并考虑观测结果的代表性和管理的方便性,共在项目区域内设置监测点3个,全部为调查型监测点。监测点详细布设情况详见表1-1。

表 1-1 水土保持监测点布置一览表

序号	监测分区	监测内容	监测点数(个)
			试运行期
1	隧洞进口	扰动土地情况; 水土流失情况	1
2	隧洞出口	扰动土地情况; 水土流失情况; 措施运行状况、防护效果	1
3	产区	扰动土地情况; 水土流失情况; 植物成活率及生长状况, 植被恢复情况	1
合计			3

1.3.5 监测设施设备

根据《水土保持监测技术规程》、《水土保持监测设施通用技术条件》以及相关的监测技术要求, 本项目监测所选定的监测点需配备多种监测设备、工具和设施。经统计, 本项目采用监测仪器、设备详见下表 1-2。

表 1-2 工程水土保持监测设施及设备一览表

序号	设施和设备	型号	单位	数量	备注
一	设施				
1	植被样方	3m×3m	个	2	用于调查植被生长情况
二	设备				
1	激光测距仪	Laserrangefinder	台	1	便携式
2	天平	HC-TP11-5	套	1	1/500g
3	土壤采样	ST-99027	台	1	用于土壤试验
4	土壤刀、铝盒、环刀、酒精		套	1	用于土壤含水率、容重等的量测
5	手持式 GPS	麦哲伦 Triton	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
6	罗盘、塔尺		套	1	用于测量坡度
7	测高仪		台	1	测量植物生长状况
8	数码照相机		台	1	用于监测现场的图片记录
9	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录
10	易耗品			1	样品分析用品、玻璃器皿等
11	测绳		m	50	用于布设植被样方
12	钢卷尺	5m	个	2	测量排水沟、挡墙等工程措施
13	皮尺	50m	个	2	测量中长度尺寸

1.3.6 监测成果提交情况

本项目水土保持监测工作于 2020 年 7 月开展, 为补充监测, 监测工作开展过程中未提交相关监测阶段性成果。

1.3.7 水土保持监督检查情况

根据相关要求，水行政主管部门在项目建设和试运行期间进行了相关监督指导工作，并按照相关要求责令建设单位对本项目试运行期间的管理和维护，并完成本项目的水土保持相关监测和验收工作。

2 监测方法与内容

2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测规程》（试行）、《贡山县米角河尾水电站工程水土保持方案可行性研究报告》（报批稿）及批复文件，结合本项目水土保持的监测目标和原则，调查分析项目建设区水土流失及其影响因子的变化情况，查清项目建设区内水土保持措施具体实施数量、质量及其防治效果。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。开发建设项目水土保持监测内容应包括以下几方面：

2.1.1 防治责任范围监测

建设项目的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设前已经确定，施工阶段及工程运行阶段保持不变。临时占地面积及直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化，防治责任范围动态监测主要是通过监测本项目水土流失防治范围包括项目建设区和直接影响区，项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设前已经确定，施工阶段扰动面积逐年增加，项目运行阶段基本保持不变。

临时占地面积和直接影响区的面积随着工程进展有一定变化，防治责任范围动态监测主要是通过监测永久占地、临时占地和直接影响区的面积，确认施工期防治责任范围面积。根据贡山县米角河尾水电站工程建设实际情况以及水土保持工作开展情况，确定工程水土保持防治责任范围动态监测最终主要是对水土保持方案中确认的水土保持防治责任范围面积通过监测进行复核。

2.1.2 弃土弃渣监测

弃土弃渣监测内容包括工程挖方的位置、数量及占地面积；弃土、弃渣场的设置位置、处（点）数、方量及堆放面积；挖填边坡的水土流失防护、边坡的稳定性；弃土、弃渣的水土流失防治措施及效果；挖方、填方及弃渣堆放地水土流失对周边的影响。

2.1.3 水土流失防治监测

水土流失防治动态监测的内容主要包括：水土流失防治措施的类型、水土保持措施的数量与质量等进行调查。其中水土流失防治措施类型分为工程措施和植物措施两类，工程措施主要对区域内的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测；植物措施主要对实施植物措施后的成活率、保存率、植物生长情况及防治责任范围内的林草覆盖率等进行监测；水土保持数量与质量主要对水土保持措施的尺寸、规格及质量等进行监测。

2.1.4 土壤流失量动态监测

土壤流失量动态监测主要包括水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。

(1) 水土流失因子

主要对项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

A 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

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

C 土壤因子：土壤类型、地面组成物质。

D 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。

(2) 土壤侵蚀量监测

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

A 土壤侵蚀强度

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

B 土壤侵蚀模数

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

C 土壤侵蚀量

施工期土壤流失量动态监测是针对不同地表扰动类型的流失特点,对不同地表扰动类型,分别采用侵蚀钉样方进行多点位、多频次监测,经综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度、水土流失量、水土流失危害。

2.2 监测方法

2.2.1 调查监测

(一) 水土流失因子调查

区内原地貌和水系分布情况通过收集地形资料和工程设计资料分析获得;因工程建设而引起地形、地貌、水系的变化,采用实地勘测、线路调查等方法进行监测。

(1) 地貌监测:地貌监测包括地貌类型区、小地形和地面坡度组成三个方面。外业监测时,根据表 2-1 地貌类型划分标准进行判别归类;小地形监测则应确定每一地块的地貌部位和坡地特征,坡地特征包括坡向、坡度、坡长等。地貌部位划分如表 2-2。

表 2-1 地貌类型区划分标准

分级	地貌类型区	海拔高程(m)	相对高差(m)
极高原面以上(>4000m)	极高山区	>6000	>1500
	高山区	5500 ~ 6000	1000 ~ 1500
	中山区	5000 ~ 5500	500 ~ 1000
	低山区	4500 ~ 5000	200 ~ 500
	丘陵区(山前台地)	<4500	<200
	盆地区(谷地)	可低于 4000	可成负地形
	极高原区	4000	<50
高原面(4000 ~ 1000)	高山区	>2500	>1000
	中山区	2000 ~ 2500	500 ~ 1000
	低山区	1500 ~ 2000	200 ~ 500
	丘陵区(山前台地)	<1500	<200
	盆地区(谷地)	可低于 1000	可成负地形
	高原区	1000	<50
平原区	中山区	>1000	>500
	低山区	500 ~ 1000	200 ~ 500
	丘陵区(山前台地)	<500	<200
	洼地区(谷地)	可低于海平面	可成负地形
	平原区	<200	<50

表 2-2 小地形地貌部位划分

山地	山脊、山坡、山麓
丘陵地	丘顶（梁）、丘坡、丘间凹地、丘间低地
沟谷地	沟掌、沟坡、阶地、沟底、滩地、冲积扇

工程项目区地形坡度调查按三级划分：小于 5°、5~15°、15~25°。监测时，查清项目区地形坡度，分级归类，然后统计出各级坡度所占面积的数量和百分比，以此分析地形坡度对水土流失的影响，评价防治措施配置。

(2) 气象监测：降雨特征以当地气象站资料为准，当地气象站观测仪器齐全，观测项目齐全。

(3) 土壤因子监测：土壤因子监测包括土壤属类及土壤质地，不同土壤类型的分布范围、面积。开展监测工作时，主要通过实地调查方法，利用土钻或其他方法取样，查清土层厚度、土壤质地，用于水土流失防治措施的配置，以此分析、评价工程水土保持整地措施与植物措施配置的合理性。土壤质地分类和野外指感法鉴定标准见表 2-3 和表 2-4。

表 2-3 国际制土壤质地分类表

质地分类		各级土粒重量 (%)		
类别	质地名称	粘粒 (<0.002mm)	粉沙粒 (0.02~0.002mm)	砂粒 (2~0.02mm)
沙土类	沙土及壤质沙土	0~15	0~15	85~100
壤土类	砂质壤土	0~15	0~45	40~85
	壤土	0~15	35~45	40~55
	粉沙质壤土	0~15	45~100	0~55
粘壤土类	砂质粘壤土	15~25	0~30	55~85
	粘壤土	15~25	20~45	30~55
	粉沙质粘壤土	15~25	45~85	0~40
粘土类	砂质粘土	25~45	0~20	55~75
	壤质粘土	25~45	0~45	10~55
	粉沙质粘土	25~45	45~75	0~30
	粘土	45~65	0~35	0~55
	重粘土	65~100	0~35	0~35

表 2-4 野外土壤质地指感法鉴定标准表

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球(直径 1cm)	湿时搓成土条(2mm 粗)
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾, 搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主, 有少量细土粒	感觉主要是砂, 稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球, 轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多, 细土约占二成	感觉有较多粘质颗粒	用手压土块, 相当于压断一根火柴棒的力	可成球, 压扁时边缘裂缝多而大	可成条, 轻轻提起即断
中壤土	还能见到砂砾	感觉砂砾大致相当, 有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球, 压扁时有小裂缝	可成条, 弯成 2cm 直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到砂砾	感觉不到砂砾存在	干土块难用手压碎	可成球, 压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到砂砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎, 锤击也不成粉末	可成球, 压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁无裂缝

(3) 林草覆盖度监测: 对工程区域绿化植被, 本次监测主要采用抽样调查。选择具有代表性的地块作为标准样地, 标准地的面积为投影面积, 乔木选择 20m×20m, 灌木选择 5m×5m、草地 2m×2m, 分别取标准地进行观测并计算林地的郁闭度、草地的盖度和该类型区的林草盖度。计算公式为:

$$D=fd/feC=f/F$$

式中: D——林地的郁闭度(或草地盖度)

C——林(或草)植被覆盖度, %

fe——样方面积, m²。

fd——样方内树冠(草冠)垂直投影面积, m²。

f——林地(或草地)面积, hm²。

F——类型区总面积, hm²。

(二) 工程土石方量

采用建设单位提供的实际完成工程量及竣工、监理资料统计。

(三) 面积监测

(1) 水土流失防治责任范围监测

A 项目建设区

监测指标为: 永久性占地及扰动地表面积。主要根据工程设计资料, 结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算, 对面积的变化进行监测。

B 直接影响区

监测指标为项目建设压占地区的面积及地类。通过实地调查，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算。

水土流失防治责任范围监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失防治责任范围面积。

(2) 水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。水土流失面积的监测主要是在建设期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测水土流失面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

(四) 水土流失防治动态监测

(1) 水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

(2) 水土保持措施防治效果

①防治措施的数量与质量

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

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

②防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指排水沟、透水铺装等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或裂缝或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

③水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

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

运行初期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

调查监测的监测频率为每次现场监测对项目区的水土保持措施运行情况、水土保持措施稳定情况以及植被生长状况进行调查，而地形地貌、土壤因子等水土流失因子只在监测初期全面调查一次。

2.2.2 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和运行初期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。本工程主要对运行期进行监测。

(1) 水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边农田水利设施影响情况

通过实地踏勘、走访群众、询问相关管理人员等形式进行监测。

C 其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

(2) 重大水土流失事件监测

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

3 重点部位水土流失动态监测结果

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 水土流失防治责任范围

(一) 防治责任范围设计情况

根据《贡山县米角河尾水电站工程水土保持水土保持方案报告表》（报批稿）及批复文件，本项目水土流失防治责任范围总面积 0.63hm^2 ，其中项目建设区 0.38hm^2 ，直接影响区 0.25hm^2 。

(二) 监测结果

根据现场监测，截止 2021 年 12 月，本项目的水土流失防治责任范围面积为 0.19hm^2 ，均为项目建设区。

通过对比，工程实际水土流失防治责任范围与方案设计值一致。

表 3-1 工程水土流失防治责任范围面积变化对比表 单位： hm^2

序号	防治分区	方案设计	监测结果	变化情况（增+/-减-）
1	项目建设区	0.38	0.19	-0.19
2	直接影响区	0.25	0	-0.25
三	防治责任范围	0.63		0.43

通过监测对比分析，本项目的水土流失防治责任范围较设计减少，减少范围为方案设计的渣场范围。

3.1.2 扰动土地监测结果

通过监测，贡山县米角河尾水电站工程工程建设实际扰动原地貌损坏土地面积为 0.19m^2 。

通过监测，项目于 2014 年 12 月开工建设，2020 年 11 月试运行。水土保持监测工作于 2020 年 7 月开展，水土保持监测工作相对滞后。

3.2 取土（石、料）监测结果

根据《水保方案》，本项目不设相关单独的砂石料场，工程建设所需的砂石料在项目区周边具有合法开采手续的砂石料厂购买，混凝土直接购买商品混凝土，其他建筑材料就近购买。本项目绿化覆土全部利用前期剥离堆存表土，砂石料场的水土流失防治责

任属其料场经营方负责。根据实际调查,工程建设及生产所需原料均为外购及洞渣利用,未设置料场。

3.3 弃土弃渣监测结果

(一) 设计弃土(石、渣)情况

依据批复的水土保持方案报告表,本项目土石方开挖 518m^3 ,回填 347m^3 ,弃渣 171m^3 。施工过程中,开挖土石方全部用于厂区右侧通村道路回填。无弃渣产生。

(二) 实际弃土(石、渣)情况

隧洞洞挖土石为 7854m^3 ,在施工过程中,用于通村道路回填,不产生弃土弃渣。

(三) 土石方变化情况

隧洞洞挖土石为 7854m^3 ,在施工过程中,用于通村道路回填,不产生弃土弃渣。

3.4 其他重点监测

无。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

（一）监测方法

通过查阅施工资料、现场复核方式进行监测。

（二）措施实施情况

隧洞进出口：隧洞口喷锚防护 200m²，厂房浆砌石防护 200m³，厂房空地绿化 600m²，

4.2 植物措施监测结果

（一）监测方法

通过查阅施工资料、现场复核方式进行监测。

（二）措施实施情况

厂房空地绿化 600m²，

4.3 临时措施监测结果

（一）监测方法

通过查阅施工资料、现场复核方式进行监测。

（二）措施实施情况

无。

4.4 水土保持措施防治效果

本项目已实施的各项水土保持工程均是从各防治分区的侵蚀特点出发，有针对性的采取适宜的水土保持措施，水土保持工程总体布局合理，水土保持效果明显。截至目前，项目占地区域均已被建筑物覆盖，实施完成了绿化措施。目前项目区内植被生长状况良好，发挥了很好的水土保持功能和效益。综上所述，主体工程区水土流失已得到基本的治理，实施完成各项工程措施、植物措施能够保证项目区水土保持要求。

经查阅主体工程设计资料及水土保持方案，结合全面巡查监测记录，可能对项目建设区造成水土流失危害及影响的外界因素主要为项目区周边的道路；经过全面巡查其危害迹象并寻访当地居民，建设过程中基本没有对其造成影响。

5 土壤流失量动态监测

5.1 土壤流失面积监测

根据现场监测及资料，本项目在建设过程中，逐步采取硬化、边坡防护、绿化等措施进行治理，截止 2022 年 12 月，本项目可能存在土壤流失面积为 0.0m²。

5.2 土壤流失量监测结果

5.2.1 不同侵蚀单元土壤侵蚀模数

(一) 侵蚀单元划分

根据主体工程的建设情况、水土保持措施的实施情况，分析其土壤流失特点，将项目区侵蚀单元划分如下表所示。

表 5-1 侵蚀单元划分结果表

序号	预测单元	预测面积 (m ²)
1	项目建设区	1983.316

(二) 不同侵蚀单元侵蚀时段侵蚀模数

工程开展水土保持监测工作时候，项目主体工程已完工，施工期的侵蚀模数是通过类比法和经验法确定的。监测进场后，在施工期间，各施工阶段扰动地表类型土壤侵蚀模数结果如下。

表 5-2 监测时段土壤侵蚀模数汇总表

监测分区	侵蚀单元划分	监测时段土壤侵蚀模数(t/km ² .a)
项目区	隧洞进口、出口、厂区枢纽	336.15

5.2.2 土壤流失量

根据不同侵蚀单元土壤侵蚀模数和土壤流失面积计算，监测时段(2020 年 7 月~2021 年 12 月)内，贡山县米角河尾水电站工程工程区土壤流失量为 0.12t。

5.3 取土(石、料)弃土(石、渣)潜在土壤流失量监测结果

(一) 取土(石、料)潜在土壤流失量监测结果

本项目建设所需的砂、石料利用洞渣，砼采用购买商品混凝土，未设置取土(石、料)场。

（二）弃土（石、渣）潜在土壤流失量监测结果

隧洞洞挖土石为 7854m³,在施工过程中,用于通村道路回填,不产生弃土弃渣。因此,工程建设不存在弃土弃渣潜在土壤流失的情况。

5.4 水土流失危害

在监测时段内,贡山县米角河尾水电站工程工程建设未发生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测

(1) 水土流失治理度

项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积为 1980m^2 , 水土流失总面积为 1983m^2 , 水土流失治理度为 99.84% 。达到防治目标值。

(2) 扰动土地治理率

项目扰动土地 1983m^2 , 土地整治 1980m^2 , 扰动土地整治率为 99.84% 。

(3) 土壤流失控制比

本项目扰动面积内, 采用工程措施治理面积 1383m^2 , 土壤侵蚀强度为微度侵蚀, 土壤侵蚀模数取为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 采用植物措施防治面积 600m^2 , 土壤侵蚀强度为轻度侵蚀, 土壤侵蚀模数取为 $650\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。经计算, 项目区内的土壤侵蚀模数为 $336.15\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。土壤流失控制比为 1.48。

(4) 拦渣率

本项目无弃土弃渣场产生, 渣土防护率达到 98% 以上。

(5) 植被恢复率

本项目水土流失防治责任范围内可绿化面积 605m^2 , 林草类植被面积为 600m^2 , 林草植被恢复率达 99.10% 。

(6) 林草覆盖率

本项目水土流失防治责任范围为 1983m^2 , 至方案设计水平年, 林草植被面积为 600m^2 , 林草覆盖率为 30.25% 。

经过计算, 各项指标均达到方案目标值要求。

6.7 项目区水土流失现状

通过水土保持监测指标可以看出, 各项指标均达到了方案拟定目标值。目前, 现状水土流失分析如下:

各项水土保持措施运行正常, 现状水土流失呈微度侵蚀。本工程水土流失防治措施基本到位, 防治效果较好, 区域水土流失得到了基本控制。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

通过监测统计：本工程完成水土保持措施为：

隧洞进出口：隧洞口喷锚防护 200m²，厂房浆砌石防护 200m³，厂房空地绿化 600m²，经业主统计，项目水土保持防护投资约 3.15 万元。

通过各项水土保持措施的实施，使得项目区内水土流失总治理度为 99%，拦渣率达 99%，水土流失控制比达 1.48，渣土防护率 99%，林草植被恢复率为 99%，林草覆盖率达 30.25%。以上指标均达到了方案拟定目标值。

7.2 水土保持措施评价

根据水土保持措施的监测结果，本项目水土保持措施总体布局合理，工程建设过程中，基本按照水土保持方案的要求实施了水土保持措施，能够有效的控制水土流失。通过现场监测，已实施的水土保持措施运行正常，工程质量总体合格，未发现工程质量问题。

7.3 存在问题及建议

通过监测发现，本项目在建设期间，存在以下水土保持方面的问题：

(1) 水土保持监测工作有所滞后，造成施工期间监测数据空白，希望建设单位在后期类似开发建设项目建设开工前及时开展水土保持监测工作，为项目建设水土保持工作提供数据支撑和技术指导。

(2) 加强绿化区植被抚育管理工作，避免因管理不当而影响植被的保存率。

7.4 综合结论

根据本项目水土保持监测结果，贡山县米角河尾水电站工程水土流失防治达到了水土保持方案既定的目标，各项水土保持设施运行正常，发挥相应的防护效益。

附图 1、地理位置示意图



附图 2、尾水电站竣工图

