

水保监测（云）字第 0013 号

项目编号： LSJC-201431

220KV 赤鹭（富民）输变电工程

水土保持监测总结报告

云南电网有限责任公司昆明供电局

云南林水环保工程咨询有限公司

二〇一八年十二月

目录

综合说明.....	1
1 建设项目及水土保持工作.....	4
1.1 项目概况概况.....	4
1.1.1 项目基本情况.....	4
1.1.2 项目组成及规模.....	4
1.1.3 项目总体布局.....	4
1.1.4 工程占地.....	4
1.1.5 工程土石方量.....	5
1.1.6 主要参加工作单位.....	5
1.1.7 方案变更情况说明.....	5
1.2 项目区概况.....	5
1.2.1 地形地貌.....	5
1.2.2 地质构造与地震.....	6
1.2.3 气候条件.....	6
1.2.4 水文条件.....	7
1.2.5 土壤状况.....	7
1.2.6 植被状况.....	7
1.2.7 社会经济概况.....	8
1.3 水土流失现状.....	8
2 监测实施.....	10
2.1 监测目标与原则.....	10
2.2.1 指导思想.....	10
2.2.2 监测目标.....	10
2.1.3 监测原则.....	11
2.2 监测工作实施情况.....	12

2.2.1 任务由来.....	12
2.2.2 监测人员组织情况.....	12
2.2.3 组织实施情况.....	12
3 监测内容与方法.....	14
3.1 监测内容.....	14
3.2 监测技术方法.....	14
3.2.1 动态监测技术.....	14
3.2.2 水土保持措施监测方法.....	15
3.2.3 水土流失情况监测方法.....	16
4 不同侵蚀单元侵蚀模数分析.....	17
4.1 侵蚀单元划分.....	17
4.1.1 原地貌侵蚀单元划分.....	17
4.1.2 地表扰动类型划分.....	17
4.2 各单元侵蚀模数.....	18
4.2.1 原地貌侵蚀模数.....	18
4.2.2 扰动后侵蚀模数取值.....	18
5 水土流失动态监测结果与分析.....	20
5.1 防治责任范围动态监测结果.....	20
5.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围.....	20
5.1.2 实际防治责任范围监测结果与分析.....	20
5.2 土石方流向情况监测结果.....	23
5.3 弃土弃渣动态监测结果分析.....	25
5.3.1 设计弃土弃渣情况.....	25
5.3.2 弃土弃渣情况监测结果分析.....	26
6 水土流失动态监测结果.....	27
6.1 水土流失防治措施.....	27

6.1.1 水土保持措施及工程量.....	27
6.1.2 水土保持措施防治效果.....	29
6.2 工程水保投资.....	30
6.3 水土流失防治效果动态监测结果.....	31
6.3.1 扰动土地整治率.....	31
6.3.2 水土流失总治理度.....	32
6.3.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	32
6.3.4 土壤流失控制比.....	33
6.3.5 林草植被恢复率.....	33
6.3.6 林草覆盖率.....	33
7 结论.....	35
7.1 水土流失动态变化.....	35
7.2 水土保持措施评价.....	36
7.3 存在问题及建议.....	36
7.4 综合结论.....	37

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		220KV 赤鹫（富民）输变电工程									
建设规模	220kV 赤鹫（富民）输变电工程变电站站区总占地面积 7.5hm ² ，其中站区占地 4.49 hm ² ，进站道路占地 0.49hm ² 。主变容量：终期规模 3×180MVA，本期 2×180MVA。 220kV 出线：终期 5 回，本期 2 回，本期 1 回出线至 500kV 厂口变、1 回出线 220kV 狮山变。单回线路长度 7km，总长度 30.1km。 110kV 出线：终期 14 回，本期 4 回，分别为本期 220kV 富民变至普吉变 2 回、至北营变 1 回、至狮山变 1 回。110kV 线路总长 13.4km。				建设单位全称		云南电网有限责任公司昆明供电局				
					建设地点		云南省富民县赤鹫乡				
					工程等级		I 级				
					所在流域		滇池流域长江水系				
					工程总投资		11125.85 元				
					工程总工期		2.92 年				
			项目建设区		昆明市富民县						
水土保持监测指标											
监测单位		云南林水环保工程咨询有限公司				联系人及电话		刘珂吟 13708865178			
自然地理类型		低中山地貌				防治标准		建设类一级标准			
监测内容	监测指标			监测方法（设施）		监测指标			监测方法（设施）		
	1、水土流失状况监测			调查监测、收集资料		2、防治责任范围监测			调查监测、数据处理		
	3、水土保持措施情况监测			抽样调查、收集资料		4、防治措施效果监测			调查监测		
	5、水土流失危害监测			走访、询问及典型调查		水土流失背景值			679t/km ² .a		
方案设计防治责任范围				11.46hm ²		土壤容许流失量			500t/km ² .a		
水土保持投资				402.30 万元		水土流失目标值			400t/km ² .a		
防治措施	分区			工程措施		植物措施			临时措施		
	变电站区			截排水沟 550m，进站道路排水沟 518m，表土剥离 13.65 万 m ³ ，陡坎 130m，		绿化 3750m ² ，植树 2344 株，撒播灌草 2hm ²			土工布覆盖 6000m ² ，临时排水沟 3000m，沉砂池 2 座		
	220KV 线路工程			浆砌石排水沟 387m		撒播灌草 1.68hm ²			土工布覆盖 4700m ²		
	110KV 线路工程			浆砌石排水沟 137m		撒播灌草 0.43hm ²			土工布覆盖 2000m 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			单位：hm ²		
		扰动土地整治率		95%	99%	防治措施面积	4.45	永久建筑物硬化面积	3.14	扰动地表总面积	7.59
		水土流失总治理		97%	99%	水土流失治理面积		4.45	水土流失总面积		4.45
		土壤流失控制比		1	1.56	监测土壤流失情况		319.73t/km ² .a	容许土壤流失量		500t/km ² .a
		拦渣率		95%	99%	实际堆土量		16 万 m ³	/		/
		林草植被恢复		99%	99%	可恢复林草植被面积		4.45	林草类植被面积		4.45
		林草覆盖率		27%	58.63%	植物措施面积		4.45	建设区面积		7.59
		水土保持治理		根据 220kv 赤鹫（富民）输变电工程水土保持监测结果分析，各项指标均已达到水土流失防治							
	总体结论		本工程的防护、植被绿化措施运行效果良好，人为水土流失基本得到控制。								
主要建议		加强植物措施的后期管护及各项水土保持的管理和养护									

综合说明

220kV 赤鹯（富民）输变电位于昆明市富民县东北约 15km，地处富民县赤鹯乡。本项目已于 2012 年 9 月 5 日开工建设，于 2015 年 7 月 20 日完工，施工期为 2.92 年，工程总投资 11125.85 万元。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》和相关法律法规的要求，云南电网有限责任公司昆明供电局于 2010 年 8 月委托西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司承担该项目的水土保持方案报告书的编制工作，报告书编制完成后于 2010 年 9 月通过了云南省水利厅组织的技术审查，会后根据专家意见于 2010 年 10 月编制完成了报告书报批稿。于 2010 年 11 月 12 日以“云水保〔2010〕312 号文”进行了批复。

依据水利部第 12 号令《水土保持生态环境监测网络管理办法》（2000 年 1 月 31 日）和水利部令第 16 号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（2005 年 7 月 8 日，24 号令修改）相关规定，云南电网有限责任公司昆明供电局于 2016 年 5 月 31 日委托云南林水环保工程咨询有限公司承担本工程的水土保持监测工作。接受委托之后，我单位立即组织相关工作人员成立了监测组，对现场进行了实地查勘、调查、收集有关数据，针对工程水土保持工作的不足和存在的问题，现场提出相应的整改建议。项目小组分别于 2016 年 7 月，2017 年 1、5、7、11 月，2018 年 1、5、7 月前后 8 次进行施工期监测，以及现场外业调查，水土保持监测与主体工程建设基本同步，本项目监测的重点是项目施工期间以及植被恢复期间的水土流失状况和对水土保持设施的实施及防治效果进行抽样调查监测，并通过对项目情况的详细监测和调查来反映水土流失防治效果及六项指标完成情况；通过对各项数据、资料的整理分析，结合现场实测复核，对工程水土保持治理效果做出客观真实评价。2018 年 12 月在整理分析实际监测数据、工程水土保持资料的基础上，编写完成了《220KV 赤鹯（富民）输变电工程水土保持监测总结报告（送审稿）》，为下阶段水土保持工作提供依据。

根据《水土保持监测技术规程》及相关文件要求，结合项目征占地情况以及监测实地调查情况，确定 220KV 赤鹯（富民）输变电工程水土保持监测范围为工程建设实际发生的防治责任范围，监测范围面积为 7.59hm²，包括项目建设区 7.59hm²。结合本项目特点，确定本次水土保持监测方法主要是调查监测与定位监测相结合、

巡查监测辅助的模式进行监测，主要监测的重点是对项目区的水土流失因子、水土流失状况及水土保持设施防治效果进行抽样调查监测，并以第一次外业调查时设置的监测点和监测成果为依据，扩大抽样比例，客观反映项目区目前的水土流失和水土保持状况。通过对项目水土保持监测，对项目区土壤侵蚀背景状况及监测结果分析，可以得出以下结论：

（1）根据 2010 年 11 月 12 日以“根据云水保（2010）312 号”文件对《云南省水利厅关于 220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土保持方案可行性研究报告批复》，确定的 220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土流失防治责任范围为 11.46hm^2 。其中项目建设区面积为 8.03hm^2 ，直接影响区面积为 3.43hm^2 。根据工程监理相关资料，通过现场采用 GPS 核实，并结合工程施工平面图综合分析得出，项目区实际发生的水土流失防治责任范围为 7.59hm^2 ，包括项目建设区 7.59hm^2 ，其中项目建设区通过现场核实变电站区占地 4.49hm^2 ，220KV 线路工程占地 2.14hm^2 ，110KV 线路工程占地 0.96hm^2 ，根据监测结果分析得，实际发生项目建设区面积为 7.59hm^2 ，减少了 0.44hm^2 。根据监测结果分析得，实际发生项目建设区面积变化不符合变更要求，不属于变更。

（2）本工程在施工过程中将产生土石方开挖 16 万 m^3 （其中表土剥离 13.65 万 m^3 ），土石方回填 2.35 万 m^3 ，工程外运 13.65 万 m^3 ，至变电站 5km 冲沟处用于绿化回填。

（3）截止 2018 年 12 月，经统计水土保持措施为：

工程措施：截排水沟 550m，进站道路排水沟 518m，表土剥离量 136490m^3 ，陡坎 130m，消力池 2 座，浆砌石排水沟 524m；

植物措施：绿化面积 3750m^2 ，植树 2344 株，撒播灌草 4.11hm^2 ，复耕 1.01hm^2 ；

临时措施：土工布覆盖 12700m^2 ，临时水沟 3000m，沉砂池 2 座。

（4）本项目实际完成水土保持总投资 402.30 万元，植物措施 23 万元，临时措施 9 万元，独立费用 38.84 万元，水土保持补偿费 6.7 万元。

（5）通过对项目区水土流失防治效果评价，水土保持措施实施后各项指标为：扰动土地整治率 99%，水土流失总治理度 99%，土壤流失控制比达到 1.56，拦渣率达到 99%，林草植被恢复率达到 99%，林草覆盖度达到 58.63%。六项指标均达到或超过方案防治目标值。

综上所述，建设单位在本工程建设中，十分重视水土保持工作，积极开展水土

保持监测工作，严格按照水保方案报告书进行各项防护措施的实施，工程建设造成的水土流失得到有效的治理。目前，本工程水土保持设施也已完工，后期运行管理单位已明确，后续管护和运行资金有保证，各项水土保持设施具备运行条件，且能持续、安全、有效运转，符合交付使用要求，已具备水土保持设施竣工验收的条件。

1 建设项目及水土保持工作

1.1 项目概况概况

1.1.1 项目基本情况

220kV 赤鹯（富民）输变电位于昆明市富民县东北约 15km，地处富民县赤鹯乡。本项目已于 2012 年 9 月 5 日开工建设，于 2015 年 7 月 20 日完工，施工期为 2.92 年，工程总投资 11125.85 万元。

1.1.2 项目组成及规模

220kV 赤鹯（富民）输变电工程变电站站区总占地面 4.49hm²，其中站区占地 4.49hm²，进站道路占地 0.49hm²。主变容量：终期规模 3×180MVA，本期 2×180MVA。

220kV 出线：终期 5 回，本期 2 回，本期 1 回出线至 500kV 厂口变、1 回出线 220kV 狮山变。单回线路长度 7km，总长度 30.1km。

110kV 出线：终期 14 回，本期 4 回，分别为本期 220kV 富民变至普吉变 2 回、至北营变 1 回、至狮山变 1 回。110kV 线路总长 13.4km。

	
进站道路	进站道路

	
变电站区	变电站区
	
输电线路	输电线路
	
输电线路	输电线路

1.1.3 项目总体布局

本工程水土流失防治分区划分为三个一级防治区，即变电站区、220kV 输电线路区和 110kV 输电线路区，在此基础上，又分为变电站、进站道路、弃土场塔基、施工临时场地、临时堆土点等多个二级防治区。本工程水土保持措施体系主要是在主体工程设计中已考虑的挡护、排水及站区绿化等工程和植物防护措施，新增进站道路行道树措施，增加弃土场的挡护、排水和植被恢复措施；增加了输电线路的路基区、施工临时占地、牵张及跨越场；此外，对变电站区和输电线路区的剥离表土以及施工期的临时堆土、裸露地表采取临时挡护及覆盖等措施。

1.1.4 工程占地

根据工程相关资料分析计算和现场踏勘，工程建设总占地面积 7.59hm²，其中：变电站 4.49hm²，220KV 线路工程 2.14hm²，110KV 线路工程 0.96hm²，本工程占地情况详见下表：

表 1-1 工程占地面积表 单位：hm²

项目组成	占地面积 (hm ²)	占地类型	备 注
变电站区	4.49	林地	永久
220KV 线路工程	2.14	坡耕地、草地、交通运输用地	永久、临时
110KV 线路工程	0.96	梯坪地、建设用地、林地交通用地	永久、临时
合 计	7.59	梯坪地、建设用地、林地交通用地	永久、临时

1.1.5 工程土石方量

本工程在施工过程中将产生土石方开挖 16 万 m³（表土剥离 13.65 万 m³），土石方回填 2.35 万 m³，工程外运 13.65 万 m³，至变电站 5km 冲沟处用于绿化回填。

1.1.6 主要参加工作单位

建设单位：云南电网有限责任公司昆明供电局

设计单位：云南银塔送变电设计有限公司

监理单位：昆明先行监理有限责任公司

施工单位（变电部分）：云南耀荣电力股份有限公司

施工单位（线路部分）：中国能源建设集团广东火电工程有限公司

水保方案编制单位：西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司。

监测单位：云南林水环保工程咨询有限公司。

1.1.7 方案变更情况说明

局部有调整，其余与方案设计基本一致，没有变更。

1.2 项目区概况

1.2.1 地形地貌

富民县地势南高北低，境内盆地山岭相间，河谷和盆地面积占总面积的 12.5%。海拔高差大，山多平坝少。最高海拔为 2817m，最低海拔为 1455 m，高差达 1362 m。主要山岭有玉屏山、望海山、老青山、大青山、尖山、大黑山等。

站址地貌为低中山地貌，站址场地位于一缓丘顶部，地表为林地。变电站区现状标高 2047m~2068m 之间，站址中部及北部较高，南侧较低。

220kV 线路沿线地貌主要为低中山地貌，沿线山谷切割一般，地形高程 1800m~2200m，相对高差 50m~400m，地形坡度 15°~35°。沿线地形丘陵占 20%，山地占 80%。

110kV 线路各回线路并列走向长度较长，所经选路以山地丘陵地貌为主，海拔在 1950~2100m 之间，沿线地形山地占 70%，丘陵约占 30%。

1.2.2 地质构造与地震

富民县地质构造属于寒武系、第四系，地层岩性为石灰岩、玄武岩。

本站址场地地层分布主要为二叠系上统玄武岩，灰黑色，表面风化呈淡灰黄色，强风化层厚度约 2m-4m。

据踏勘调查，站址场地上覆第四系土层为人工填土层(Qs)和坡残积层(Qsl+el)，下伏基岩为泥盆系中统(D2)泥岩和粉砂岩互层。

a) 第四系人工填土(Qs)

素填土，主要成为粉质粘土，紫红色，稍湿，硬塑，含泥岩和砂岩碎石，据调查访问，填土时间为 2003 年，填土厚度 1m~4m，局部厚度达 7m。

b) 第四系坡残积层(Qsl+el)

粉质粘土，紫红色，稍湿，硬塑状，站址范围内广泛分布，厚度 0.0m~20m，山坡上较薄，洼地处较厚。

c) 泥盆系中统(D2)

泥岩和粉砂岩互层，紫红色，中厚层状~厚层状，强风化层厚度约 2m~4m，以下为中等风化层岩层产状为 330°/SW∠28°。

设计推荐的蛤蟆塘站址场地及其周边区域范围无影响站址整体稳定的不良地质作用发育，站址场地稳定，适宜建设。

根据《中国地震动参数区划图（GB83061—2001）附图 A1》及《中国地震动反应谱特征周期区划图》（GB18306-2001 图 B1），站址区地震动峰值加速度值为 0.15g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，对应的地震基本烈度为 7 度。站址场地内未发现断裂通过的痕迹，站址场地处于构造相对稳定地段。

1.2.3 气候条件

富民县气候温和，属北亚热带季风气候，夏无酷暑，冬无严寒，四季常青；但冬春易旱，夏秋易涝，干湿季分明，水旱灾频繁。富民县多年平均气温 15.8℃，平均最高气温 23℃，平均最低气温 10.1℃，多年平均日照 2128 h，多年平均降雨量 855.1 mm。年平均相对湿度 72%，全年无霜期 245d 左右。

根据《云南省暴雨径流查算图表》，项目区 20 年一遇的 24 小时降雨量为 126.1mm，6 小时降雨量为 90.1mm，1 小时降雨量为 56.1mm。富民气象站气象资料统计见表 1-2。

表 1-2 富民气象站气象资料统计表

县名	多年平均 降水量 (mm)	多年平均 日照时数 (h)	多年平均 气温 (℃)	平均相对 湿度 (%)	极端最高 气温 (℃)	极端最低 气温 (℃)	多年平均 风速 (m/s)	无霜 期(d)	主导 风向
富民	855.1	2128	15.8	72	33.4	-7	2.2	245	SW

1.2.4 水文条件

富民县水资源丰富，流域面积大于 100km² 以上的支流有龙纳河、大营河、龙泉河、木板河。水力蕴藏量为 13.3 万 KW。

项目所在地水系属长江流域金沙江水系螳螂川流域，主要河流有自南向北的螳螂川，水资源丰富。

1.2.5 土壤状况

富民县土壤类型主要有红壤、棕壤、紫色土、水稻土等，土壤有机质 3.5% 左右。项目区土壤以红壤与棕壤为主。

1.2.6 植被状况

该区地带性植被属于滇中高原半湿润常绿阔叶林区。富民县植物种类繁多，森

林覆盖率约 60.79%。自然植被树种以云南松、华山松、栎类、油杉、楸树等为主，灌木树种有杜鹃、山茶、杨梅、刺柏等，草本植物为黄背草、狗尾草、蕨类、旱茅、白茅、野古草等。

站址区植被主要为以桉树、云南松林等为主的人工植被，植被层主要为乔木层，林下植被稀疏。线路所经区域主要为林地，但受人为活动影响，原生地带性植被已消失殆尽，现状自然植被主要云南松林、桉树林及灌草丛。云南松林均为天然次生，分布在海拔相对较高，坡度较大，人为干扰较小的区域，树高 2~5m 左右；桉树林也为人工引种栽植，多分布在靠近村庄的区域；灌草丛多分布在自然水分条件较差的阳坡及土壤贫瘠区域。输电线路研究有少量的耕地分布，主要作物有玉米，小麦等。工程占地区林草植被覆盖度较高，约为 88%。

项目区适生树种主要有小叶香樟、桉树、云南松、滇杨、山玉兰、云南含笑、滇柏、鹅掌楸、云南油杉、云南桂花、侧柏、昆明柏、云南梧桐等乔木，灌木主要有小杜鹃、也字画、山梔子、花杜鹃、滇杨梅、火棘、大红袍、小铁籽、石楠叶、芒种花、小茶花、费氏小蘗等种类。根据本工程地表扰动区的海拔、地形地貌等条件，植被恢复可采用的适生树种的乔木树种有云南樟、香樟、侧柏、云南梧桐等，灌木有小杜鹃、山梔子、花杜鹃、滇杨梅费氏小蘗等，草种可选择狗牙根、旱茅、羊茅等。

1.2.7 社会经济概况

根据《云南 2008 统计年鉴》，富民县土地总面积 1003.09km²，下辖 1 镇 5 乡，2007 年末总人口 15.07 万人，农业人口 12.50 万。

富民县盛产稻谷、玉米、小麦、烤烟、茭瓜、板栗、药材、杨梅、葡萄、冬桃、樱桃等粮经作物。生态环境优良，先后被列为省市生猪、禽蛋、板栗、优质大米生产基地和“菜篮子”工程基地。境内有丰富的矿产资源，钛、铝土、硝盐储量居全国前列，开发前景广阔。县域工业已形成钛白粉、磷盐化工、电力、冶金、建筑建材、食品加工为主的工业群体，一批县乡骨干企业迅速崛起。工程涉及县社会经济统计见表 1-3。

表 1-3 富民县社会经济统计表

县名	国内生产总值	第一产业		第二产业		第三产业		农民人均纯收入	人均生产总值
	万元	万元	%	万元	%	万元	%	元	元
富民	162961	44847	27.52	55411	34.00	62703	38.48	3927	13866

1.3 水土流失现状

根据《云南省 2004 年土壤侵蚀现状遥感调查报告》（2006 年），富民县土地总面积 1003.09km²，无明显流失面积 596.39 km²，占土地总面积的 59.46%；水土流失面积 406.70km²，占总面积的 40.54%，土壤平均侵蚀模数为 1319t/（km²•a），年平均侵蚀总量约 132 万 t，平均侵蚀深约 0.98mm。根据水利部公告[2006]2 号《关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》（2006 年 5 月 12 日），富民县属于国家级重点治理区；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》（云政发[2007]165 号），工程所在地富民县属云南省水土流失重点监督区和重点治理区。富民县水土流失现状见表 1-4。

表 1-4 富民县水土流失现状 单位：km²

县名	土地总面积	微度侵蚀		土壤侵蚀		强 度 分 级									
						轻 度		中 度		强 度		极 强 度		剧 烈	
		面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%
富民	1003.09	596.39	59.46	406.70	40.54	256.57	63.09	139.96	34.41	10.16	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00

经外业现场踏勘，工程区域内土地利用现状主要为坡耕地、林地、荒草地和交通运输用地（主要为农耕道路）。其中林地和荒草地植被覆盖高，水土流失较轻；坡耕地地形坡度较大，地表疏松，水土流失较为严重；交通运输用地也存在一定的水土流失，但强度不大。因此，根据工程区的地形、地貌、水文、气象条件，土地利用现状和地表植被的覆盖情况，判定工程区属于轻度侵蚀，背景土壤侵蚀模数为 679t/（km²•年）。

根据《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区划分公告》（云南省水利厅公告第 49 号）和《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结果的通知》（水利部办公厅〔2013〕188 号），结合开发建设项目水土流失防治标准项目区位于云南省昆明市富民县，该项目应当执行的水土流失防治标准等级为建设类 III 级标准，项目所在地水系属长江流域金沙江水系螳螂川流域，螳螂川属滇池唯一出口，可划分为重要江河，故该项目应执行的水土流失防治标准为建设类 I 级标准，根据水利部行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），工程区属于以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤容许流失量为 500t/（km²•年）。

2 监测实施

2.1 监测目标与原则

2.2.1 指导思想

水土保持监测是一项以保护水土资源、改善和维护生态环境为目标，为水土保持生态建设和国民经济的健康、稳定、持续发展提供科学依据的基础性工作，对贯彻水土保持法律、法规，搞好水土保持监督管理，控制因开发建设造成新的人为水土流失具有十分重要的意义。在监测过程中始终坚持和落实科学发展观，贯彻《水土保持法》。在《全国生态建设规划》等规划的指导下，解放思想，实事求是，与时俱进。正确处理近期与远期的关系、宏观与微观的关系、先进与实用的关系、定性与定量的关系、内部与外部的关系。尽量地对工程建设区进行适时、准确的监测，为政府水土保持生态建设决策提供科学依据，为实现国民经济和社会的可持续发展服务。

2.2.2 监测目标

（1）对水土流失动态实施监测分析，为水土流失防治提供依据

水土流失本身是一个动态发生发展的过程，因此要对不同的地貌类型中不同施工方式所造成的水土流失进行实时动态的监测分析，了解水土流失的特点，包括其成因、侵蚀形式、侵蚀强度、侵蚀量及其危害等，为水土流失防治提供依据。

（2）对水土保持措施及其效果进行评价，为水土保持设施管护提供依据

采取水土保持措施的目的是快速控制施工过程中产生的水土流失，在竣工后恢复良好的生态环境，恢复耕地，使作物能够良好生长。通过水土保持监测，了解各水土保持防治措施及其效果，判断项目区内水土保持防护工程技术的合理性，并为水土保持设施管护提供依据。

（3）对水土流失防治效果进行评价，为项目管理运行提供依据

通过水土保持监测，检验项目建设过程中水土流失是否得到有效控制，是否达到水土保持方案提出的目标和国家规定的标准，为项目的管理运行提供科学依据。

（4）服务于工程的安全生产建设，为建设单位管理提供依据

通过监测，针对项目建设过程中存在的水土流失相关问题提出防治措施和建议，确保各项水土保持措施运行状况良好，水土保持措施布局合理，真正让项目建设所

造成的水土流失得到有效控制，为建设单位对工程建设的管理提供依据。

2.1.3 监测原则

依据《水土保持监测技术规程》等相关技术标准，根据工程建设特点，本工程水土保持监测工作遵循以下原则：

(1)全面调查与重点观测相结合

全面调查是对整个工程水土保持防治责任范围而言，通过全面调查，全面了解工程水土流失的背景值，掌握工程防治责任范围内的水土流失状况。重点监测即对工程可能造成的严重水土流失地段布设监测点进行监测。

(2)根据地表扰动类型划分监测分区，确定监测点的类型和数量

开发建设项目地表扰动类型决定了水土流失的速度和特点。根据工程地表扰动类型的不同将工程进行分区，再根据每个分区水土流失的特点确定监测方法和监测点的类型、数量。本工程主要以临时监测点为主。同时，对每一种监测分区分别设置监测点确定不同类型的水土流失量。

(3)监测内容和方法依监测分区而定

不同的地表扰动类型(监测分区)所产生的水土流失类型有较大差异，根据不同地表扰动类型对监测内容(水土流失影响因子、植被恢复情况、水土保持设施运行情况等)和监测方法进行认真分析，具体问题具体对待。

(4)监测方法及频率与观测内容的指标一一对应。

每个方面的监测内容都包括数个具体的监测指标。对每个指标，设计相应的监测方法和监测频次等，观测指标与监测设施和设备相对应，保证监测结果的正确性。

(5)固定监测点与临时监测点相结合

结合工程造成的水土流失特点布设有代表性的监测点，固定监测点和临时监测点相结合。

(6) 监测内容、方法及时段依据合理、经济、可操作的原则选择。

2.2 监测工作实施情况

2.2.1 任务由来

根据水利部令 16 号《开发建设项目水土保持设施验收管理规定》第七条：“水土保持措施符合下列条件的，方可确定为验收合格：（一）开发建设项目水土保持方案手续完备，水土保持工程设计、施工、监理、财务支出、水土流失监测报告等

资料齐全；（二）水土保持措施按批准的水土保持方案报告书和设计文件的要求建成，符合主体工程和水土保持要求；（三）治理程度、拦渣率、林草恢复率水土保持控制量等指标达到了批准的水土保持方案和批复文件的要求及国家和地方有关的技术标准；（四）水土保持措施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运转，符合交付使用要求，水土保持设施的管理、维护措施落实。根据此规定，云南电网有限责任公司昆明供电局于 2016 年 5 月 31 日委托我公司承担了 220KV 赤鹫(富民)输变电工程的水土保持监测工作，为下阶段水土保持工作提供依据。监测伊始，我公司组织相关监测技术人员组成本项目的水土保持监测组。”

2.2.2 监测人员组织情况

根据工程特点，我公司成立由总监测工程师、专业监测工程师组成的项目监测机构，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。监测人员组成安排表见 2-1。

表 2-1 水土保持监测人员组织安排和分工表

分组	成员	职务	分工情况
领导小组	武 军	经 理	项目管理，对监测过程的指导、协调及监督等；
技术小组	刘珂吟	工程师	项目负责人所需提交监测成果的校核，项目出差工作安排；
	王 进	工程师	主要负责野外观测，监测项目数据收集、分析，主要负责数据整编和结果分析，图像编辑；
	寸淑梅	工程师	辅助野外观测，数据分析，图像编辑
后勤小组	孙 颖	办公室文员	报告装订，监测工具及设备的管理；
	蒋 滇	司机	车辆驾驶

2.2.3 组织实施情况

项目于 2012 年 9 月 5 日进场进行“三通一平”，于 2015 年 7 月 20 日完工，云南电网有限责任公司昆明供电局于 2016 年 5 月 31 日委托云南林水环保工程咨询有限公司开展水土保持监测工作，接受委托后我单位制定了水土保持监测实施方案，并上报给监测总站。

在进行水土保持监测过程中，我单位严格按照该实施方案确定的监测内容、监测方案和监测频次。监测组采取资料收集、调查咨询、实地测量、无人机以及遥感等方式进行调查，收集整理相关的项目区水土流失治理、工程施工组织设计、工程进度资料，现场实测水土流失情况和水土保持措施类型、数量，科学评价主体工程水土流失防护效益。

3 监测内容与方法

3.1 监测内容

根据《水土保持技术规程》（SL277—2002），结合本工程进展情况和水土流失特点，监测内容主要包括防治责任范围动态监测、弃土弃渣动态监测、水土流失防治措施监测、土壤流失量动态监测四大类。项目工程监测时段处于植被恢复期内，结合该工程水土流失特点，确定 220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土流失监测重点区域为变电站区、进场道路区、塔基区、临时用地区，调查分析项目建设水土流失及其影响因子变化情况，查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、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。

投入该工程的水土保持设施设备为越野车、手持 GPS、测距仪、卷尺量杯、笔记本电脑、数码照相机、无人机、遥感影像卫片等，各项设施设备均得到有效使用。详见表 3-1。

表 2-2 监测设施设备

序号	设备名称	单位	设备数量	备注
1	手持 GPS	台	2	经纬度定位
2	激光测距仪	台	2	测量距离
3	坡度仪	个	2	测量坡度
4	数码相机	台	1	记录图像资料
5	数码摄像机	台	1	记录图像资料
6	皮尺或卷尺	个	2	测量距离和面积
7	笔记本电脑	台	1	监测用具
8	监测车辆	台	1	交通工具
9	无人机	台	1	获取工程影像资料
10	ARCGIS 软件		1	获取工程影像资料
11	量杯	个	3	泥沙含量

3.2 监测技术方法

3.2.1 动态监测技术

项目监测组查阅资料、资料分析、实地测量、现场调查、地面监测、侵蚀沟测量、无人机及遥感影像解译对全线进行监测。监测运用无人机对赤鹫（富民）变电

站、220KV 输电线路以及 110KV 输变电路进行了两期遥感监测，增加新技术运用解译数据分析等工作，获取了项目工程全线各分区各时段的水土流失变化状况，为保证监测数据的科学性和准确性，提高监测工作效率，主要采用新技术的运用遥感影像与无人机结合监测。

（1）确定数据源

对卫星影像数据源的内容、数据模式、范围、相关技术指标、质量、元数据和时间组织等方面进行筛查、比选，并根据本工程的实际情况选择了不同时期的 SPOT-52.5m 全色卫星影像和 QuickBird2.5m 全色和 5m 多光融合卫星图像。确定无人机路径，实地操作空中航拍。

（2）影像纠正、解译

首先熟悉影像特性，即经过图像处理以后用于图像解译的图像行迹、纹理、色彩等方面的特征。行迹往往为面状、线状且分布均匀的各种图像现象。纹理是影像上较为细小的形迹内部影像构造或现象，如均匀一致，斑点状、颗粒状等现象。色调是影像中所表现的颜色、深浅程度、色彩的密度等都是色彩特征。

在地理信息系统中，打开处理好的图像，根据影像行迹、纹理色彩方面的特征，采用人机对话的方式进行解译，勾绘图斑，解译和计算统计工程建设扰动面积等，完成解译工作。航片纠偏、拼图等程序控制工作。

（3）建立背景专题数据

建立背景专题数据主要利用当前的数据源，结合现场查验，解译出项目占地范围内扰动前的土地利用、植被、土壤等专题数据，并结合地形资料，根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）判断项目取得土壤侵蚀情况。

（4）动态监测

动态监测是根据国家法律法规要求和制定的监测方案开展监测，主要是结合定位监测，进行土地利用现状、植被状况、水土流失状况、水土保持措施情况等的定期更新工作，针对每项指标，形成专题数据。后续监测中，以土地利用背景专题数据为主要基础，按照施工进度对土地利用进行更新市进行监测评价分析的基础。在监测过程中，对不同阶段地表状况特点，对项目区的土地利用状况进行分类。



图1 项目区无人机航拍图

3.2.2 水土保持措施监测方法

水土保持措施监测内容包括措施类型、开工完工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果、运行状况等，监测方法为资料分析法、实地测量法和巡查法。

监测内容	监测方法	备注
措施类型	资料分析	定期收集工程建设资料，掌握工程进度
	实地量测	实地调查采取的水土保持措施类型
开工和完工日期	资料分析	定期收集工程监测资料，掌握工程进度
措施位置	实地调查	实地调查采取的水土保持措施
	实地测量	对水土保持措施进行实地定位
规格、尺寸、数量	资料分析	定期收集工程监测资料，掌握工程进度
	实地调查	实地调查是否采取水土保持措施，并核定水土保持措施类型
	实地量测	结合设计，实地量测措施的规格、尺寸、面积，计算工程量
林草覆盖度	实地量测	实地量测采取的植物措施工程，计算林草覆盖度
防治效果	实地调查	实地调查措施的防护效果
运行状况	巡查法	定期巡查措施的运行状况，保存状况，及时发现损坏状况并反馈

3.2.3 水土流失情况监测方法

水土流失情况监测内容包括水土流失面积、土壤流失和水土流失危害，监测方法为实地调查、实地量测法和遥感影像。

监测内容	监测方法	备注
水土流失面积	资料分析	主要结合工程建设资料，掌握工程进站
	实地量测	定点量测扰动土地面积和水土流失面积
	遥感影像	分析遥感影像，对比各年度影像的水土流失面积
水土流失量	实地量测	定点量测侵蚀沟数量，计算代表范围的土壤流失量
	比较分析	通过比较确定土壤侵蚀程度，在对同类区域进行统计分析，确定不同区域土壤侵蚀强度，测算出该区域水土流失量

3.3 监测频次

根据工程实际情况，监测频次根据降雨情况进行确定。根据《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》以及实际监测需要，项目小组分别于 2016 年 7 月，2017 年 1、5、7、11 月，2018 年 1、5、7 月前后 8 次进行现场监测。

3.4 监测时段

我单位于 2016 年 5 月 31 日接受委托，水土保持监测时段为 2016 年 6 月~2018 年 12 月，主要为项目运行期的植被恢复期。

3.5 监测点布设

根据工程特点、施工布置，共布设 3 个水土保持监测区：变电站防治区、220kV 输电线路区和 110kV 输电线路区，其中又分为变电站、进站道路、弃土场、塔基区、施工临时场地和临时堆土点等多个二级监测分区。共设置 5 个监测点，变电站防治区的变电站内设 1 个、进站道路设 1 个、弃土场 1 个，220kV 输电线路区塔基区设 1 个，施工临时场地设 1 个；110kV 输电线路区塔基区设 1 个。

监测点位

序号	坐标	位置	形式
1	102°32'08.13"E, 25°21'33.12"N	变电站内	简易观测场
2	102°32'12.01"E, 25°21'28.19"N	进站道路	简易观测场
3	102°32'08.57"E, 25°21'26.84"N	弃土场	植物样地
4	102°32'13.59"E, 25°21'34.43"N	220KV 输变电线路	植物样地
5	102°32'04.12"E, 25°21'33.36"N	110KV 输变电线路	植物样地

4 不同侵蚀单元侵蚀模数分析

根据本工程特点，监测介入时，主体工程已基本实施完成，由建设活动导致的水土流失逐渐减弱，参照水土保持监测分析的划分原则，确定侵蚀单元划分原则，确定侵蚀单元划分按照下列原则进行：

（1）施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等有显著差异；

（2）相同原因造成的水土流失的主导因子相近或相似；

（3）各级分区应层次分明，居于关联性和系统性。

4.1 侵蚀单元划分

4.1.1 原地貌侵蚀单元划分

根据现场调查情况，按地貌类型（即土地利用类型）分区段综合分析后统计计算确定。本方案初步确定工程不同土地的原生土壤侵蚀模数为：坡耕地（地形坡度 8° - 15° ） $2500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 、林地（覆盖度大于 65%） $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 、荒草地 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 、交通运输用地（主要为农耕道路） $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

工程区施工前水土流失背景值为项目区各地类水土流失平均模数的加权值，经计算，项目区水土流失平均加权模数为 $679\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，属于轻度侵蚀。

4.1.2 地表扰动类型划分

通过现场地形勘测和调查，根据重塑地形后形成的新的地形地貌，分析划分地表扰动类型。为了客观反映建设项目的水土流失特点，对建设项目的地表扰动进行适当分类。施工过程中对地表的扰动主要表现为开挖面、施工平台等。根据监测工作的实际需要和工程建设的特点和流失强度明显不同的原则，共分为两类扰动类型。

根据工程建设实际情况，地表扰动类型分为：1、变电站、进场道路、整修道路以及塔基区、植被恢复期施工开挖造成原地表裸露，属于施工平台类；2、道路工程及变电站建设由于施工开挖形成的土质开挖边坡，造成原地表裸露，属于开挖面类。

4.2 各单元侵蚀模数

4.2.1 原地貌侵蚀模数

根据现场调查情况，按地貌类型（即土地利用类型）分区段综合分析后统计计算确定。本方案初步确定工程不同土地的原生土壤侵蚀模数为：坡耕地（地形坡度 8°

°-15°) 2500t/km²·a、林地（覆盖度大于 65%）400t/km²·a、荒草地 500t/km²·a、交通运输用地（主要为农耕道路）1000t/km²·a。

工程区施工前水土流失背景值为项目区各地类水土流失平均模数的加权值，经计算，项目区水土流失平均加权模数为 679t/km²·a，属于轻度侵蚀。

表 4-1 项目区原生土壤侵蚀平均加权模数

序号	项目	合计 (t/km ² ·a)
1	变电站区	400
1.1	变电站	400
1.2	进站道路	400
1.3	弃土场	400
1.4	临时道路	400
2	220KV 线路工程	1131
2.1	塔基	697
2.2	塔基临时施工场地	876
2.3	临时堆土点	778
2.4	牵张及跨越场	1500
2.5	施工便道	1340
3	110KV 线路工程	1006
3.1	塔基	767
3.2	塔基临时施工场地	824
3.3	临时堆土点	759
3.4	牵张及跨越场	1357
3.5	施工便道	1290
合计		679

4.2.2 扰动后侵蚀模数取值

项目建设过程中对地表的扰动不同、施工工艺不同引起的水土流失强度也不同，结合对 220kV 赤鹫（富民）输变电工程进行现场调查结果，确定扰动后的土壤侵蚀模数；施工结束后各防治分区均进行了植被恢复，考虑每个防治区的植被恢复状况，综合分析从而确定分区自然恢复期的土壤流失模数。各防治分区扰动后的土壤侵蚀模数见 4-2。

表 4-2 各预测分区扰动后土壤侵蚀模数

序号	项目	占地面积	侵蚀强度		侵蚀强度
			侵蚀模数	加权平均	
一	变电站区	4.49		165.37	微度
1	变电站	2.65	——		
2	进站道路	0.49	——		
3	弃土场	1.35	550		
二	220KV 线路工	2.05		550.00	轻度
1	塔基	0.72	550		
2	施工临时场	1.42	550		
三	110KV 线路工	0.96		550.00	轻度
1	塔基	0.33	550		
2	施工临时场	0.63	550		

5 水土流失动态监测结果与分析

5.1 防治责任范围动态监测结果

5.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据云南省水利厅文件云水保〔2010〕312号文件对《云南省水利厅关于220KV赤鹯（富民）输变电工程水土保持可行性研究报告》的批复，本工程水土保持防治责任范围总面积为11.46hm²，分为项目建设区和直接影响区。其中项目建设区面积为8.03hm²，直接影响区面积为3.43hm²。详见表5-1。

表 5-1 方案设计项目区水土流失防治责任范围面积表 单位：hm²

序号	项目	防治责任范围		
		合计	项目建设区	直接影响区
1	变电站区	6.06	4.80	1.26
1.1	变电站	3.1	2.65	0.45
1.2	进站道路	0.86	0.65	0.21
1.3	弃土场	1.77	1.35	0.42
1.4	临时道路	0.33	0.15	0.18
2	220KV 线路工程	2.81	1.63	1.18
2.1	塔基	0.67	0.42	0.35
2.2	塔基临时施工场地	0.09	0.09	
2.3	临时堆土点	0.12	0.02	
2.4	牵张及跨越场	0.13	0.10	0.03
2.5	施工便道	1.80	1.00	0.8
3	110KV 线路工程	2.59	1.6	0.99
3.1	塔基	0.98	0.63	0.45
3.2	塔基临时施工场地	0.15	0.15	
3.3	临时堆土点	0.17	0.07	
3.4	牵张及跨越场	0.18	0.14	0.04
3.5	施工便道	1.10	0.60	0.5
合计		11.46	8.03	3.43

5.1.2 实际防治责任范围监测结果与分析

根据现场调查与监测统计结果，该项目水土流失防治责任范围面积为7.59hm²，其中建设面积为7.59hm²，建设期水土流失防治责任范围详见表3-2。

表 5-2 实际建设项目区水土流失防治责任范围面积表 单位: hm^2

序号	项目	防治责任范围		
		合计	项目建设区	直接影响区
1	变电站区	4.49	4.49	/
1.1	变电站	2.65	2.65	/
1.2	进站道路	0.49	0.49	/
1.3	弃土场	1.35	1.35	/
1.4	临时道路	0	0	/
2	220KV 线路工程	2.14	2.14	/
2.1	塔基	0.72	0.72	/
2.2	塔基临时施工场地	0.16	0.16	
2.3	临时堆土点	0	0	
2.4	牵张及跨越场	0.16	0.16	/
2.5	施工便道	1.1	1.1	/
3	110KV 线路工程	0.96	0.96	/
3.1	塔基	0.33	0.33	/
3.2	塔基临时施工场地	0.05	0.05	
3.3	临时堆土点	0	0	
3.4	牵张及跨越场	0.08	0.08	/
3.5	施工便道	0.5	0.5	/
合计		7.59	7.59	/

表 5-3 建设期水土流失防治责任范围监测对比结果

项目	方案设计			实际发生			增减情况		
	合计	项目建设区	直接影响区	合计	项目建设区	直接影响区	合计	项目建设区	直接影响区
变电站区	6.06	4.8	1.26	4.49	4.49	/	-1.57	-0.31	-1.26
变电站	3.1	2.65	0.45	2.65	2.65	/	-0.45	0	-0.45
进站道路	0.86	0.65	0.21	0.49	0.49	/	-0.37	-0.16	-0.21
弃土场	1.77	1.35	0.42	1.35	1.35	/	-0.42	0	-0.42
临时道路	0.33	0.15	0.18	0	0	/	-0.33	-0.15	-0.18
220KV 线路工程	2.81	1.63	1.18	2.14	2.14	/	-0.67	0.51	-1.18
塔基	0.67	0.42	0.35	0.72	0.72	/	0.05	0.3	-0.35
塔基临时施工场地	0.09	0.09		0.16	0.16		0.07	0.07	
临时堆土点	0.12	0.02		0	0		-0.12	-0.02	
牵张及跨越场	0.13	0.1	0.03	0.16	0.16	/	0.03	0.06	-0.03
施工便道	1.8	1	0.8	1.1	1.1	/	-0.7	0.1	-0.8
110KV 线路工程	2.59	1.6	0.99	0.96	0.96	/	-1.63	-0.64	-0.99
塔基	0.98	0.63	0.45	0.33	0.33	/	-0.65	-0.3	-0.45
塔基临时施工场地	0.15	0.15		0.05	0.05		-0.1	-0.1	
临时堆土点	0.17	0.07		0	0		-0.17	-0.07	
牵张及跨越场	0.18	0.14	0.04	0.08	0.08	/	-0.1	-0.06	-0.04
施工便道	1.1	0.6	0.5	0.5	0.5	/	-0.6	-0.1	-0.5
合计	11.46	8.03	3.43	7.59	7.59	/	-3.87	-0.44	-3.43

实际发生水土流失范围面积与方案批复面积相比较工程实际发生水土流失范围是 7.59hm^2 ，相比《水保方案》批复面积减少 3.87hm^2 ，其中建设面积减少 0.44hm^2 ，根据该项目的建设性质，工程完工后不对周边环境造成影响，因此不存在水土保持直接影区，建设中施工单位严格控制施工，施工人员严格执行在红线范围内施工。项目建设区面积变化原因如下：

1、变电站区

变电站区面积减少 0.32hm^2 ，主要原因是由于项目水土保持方案编写时，主体工程设计尚处于可研阶段，而在主体工程初步设计阶段和实际施工过程中，进站道路长度由以前的 346m 改为 259m ，道路设计变短，同时减少了对地表的扰动，因此进站道路面积相对减少 0.16hm^2 。另外，变电站主要在现有到道路的基础上进行施工，并未修建临时道路，则该部分面积减少 0.15hm^2 ；

2、220KV 线路工程

由于该段线路的长度发生改变，由以前的 14km 变为 30.1km ，因此塔基数量增加，塔基区面积增加 0.3hm^2 ，塔基临时施工场地增加 0.07hm^2 ，牵张及跨越场面积增加 0.06hm^2 ，施工便道增加 0.1hm^2 。由于塔基区土石方开挖量较小，开挖土石方就近堆放于塔基附近，后就地回填，因此不设置专门的临时堆土点，则临时堆土点减少面积为 0.02hm^2 。

3、110KV 线路工程

该段线路长度由以前的 29.4km 减少为 13.4km ，塔基数量随之减少 0.3hm^2 ，其中塔基较少了 0.3hm^2 ，塔基临时施工场地减少 0.1hm^2 ，牵张及跨越场减少 0.06hm^2 ，施工便道减少 0.1hm^2 ，塔基区开挖土石方就近堆放回填，该区域面积减少 0.64hm^2 。

5.2 土石方流向情况监测结果

根据《云南省水利厅关于 220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土保持方案可行性研究报告》的批复，项目所产生土石方开挖总量为 153115m^3 （其中表土剥离 6732m^3 ），用于回填利用的共 7750m^3 ，弃方为 100115m^3 。弃方外运于变电站以南 1.5km 冲沟处用于回填，占地面积约 1.35hm^2 ，堆渣高程约 $1975\sim 2000\text{m}$ 。详细情况见表 5-4。

表 5-4 水土保持方案设计土石方平衡表 单位：m³

序号	项目	挖方			回填利用	调入	调出	外运	去向
		总量	挖方	表土剥离					
一	变电站区	130406	125993	4413	32610	7750	7750	97796	绿化回填
1	变电站	126447	122034	4413	21601		7750	97096	
2	进站道路	2759	2759		10509	7750		0	
3	临时道路	1200	1200		500			700	
二	220KV 线路工程	10192	8295	897	9295	0	0	897	绿化回填
1	塔基	6341	5444	897	5444			897	
2	塔基临时施工场地	451	451		451				
3	牵张及跨越场	1000	1000		1000				
4	施工便道	2400	2400		2400				
三	110KV 线路工程	12517	9895	1422	11095	0	0	1422	绿化回填
1	塔基	9364	7942	1422	7942			1422	
2	塔基临时施工场地	753	753		753				
3	牵张及跨越场	1200	1200		1200				
4	施工便道	1200	1200		1200				
合计		153115	144183	6732	53000	7750	7750	100115	绿化回填

根据实测统计，该工程总挖方量 16 万 m³（表土剥离 13.65 万 m³），总填方 2.35 万 m³，委托其他单位外运土石方量 13.65 万 m³至离变电站西南方向 5km 冲沟处回填，后期在回填区域进行了植树绿化，无外借方。该工程实际土石方流向情况见表 5-5。

表 5-5 实际工程土石方平衡表 单位：m³

序号	项目	挖方			回填利用	调入	调出	外运	去向
		总量	挖方	表土剥离					
一	变电站区	137892	1402	136490	1402			136490	绿化回填
1	变电站	136490		136490				136490	
2	进站道路	1402	1402		1402			0	
3	临时道路	0	0		0			0	
二	220KV 线路工程	15050	15050		15050				绿化回填
1	塔基	10836	10836		10836				绿化回填
2	塔基临时施工场地	830	830		830				
3	牵张及跨越场	900	900		900				
4	施工便道	2484	2484		2484				
三	110KV 线路工程	7040	7040		7040				绿化回填
1	塔基	4869	4869		4869				绿化回填
2	塔基临时施工场地	373	373		373				
3	牵张及跨越场	682	682		682				
4	施工便道	1116	1116		1116				
合计		159982	159982	136490	23492			136490	绿化回填

表 5-6 实际土石方增减变化表

序号	项目	方案设计			监测结果			增减情况		
		挖方	回填	外运	挖方	回填	外运	挖方	回填	外运
一	变电站区	130406	32610	97796	137892	14012	136490	7486	-18598	38694
1	变电站	126447	21601	97096	136490		136490	10043	-21601	39394
2	进站道路	2759	10509	0	1402	14012	0	-1357	3503	0
3	临时道路	1200	500	700	0	0	0	-1200	-500	-700
二	220KV 线路工程	10192	9295	897	15050	6740		4858	5755	-897
1	塔基	6341	5444	897	10836	2526		4495	5392	-897
2	塔基临时施工场地	451	451		830	830		379	379	0
3	牵张及跨越场	1000	1000		900	900		-100	-100	0
4	施工便道	2400	2400		2484	2484		84	84	0
三	110KV 线路工程	12517	11095	1422	7040	2740		-5477	-4055	-1422
1	塔基	9364	7942	1422	4869	569		-4495	-3073	-1422
2	塔基临时施工场地	753	753		373	373		-380	-380	0
3	牵张及跨越场	1200	1200		682	682		-518	-518	0
4	施工便道	1200	1200		1116	1116		-84	-84	0
合计		153115	53000	100115	159982	23492	136490	6867	-29508	36375

（1）变电站区

变电站土石方工程主要为场地平整、设备基础基坑开挖、仅占道路修筑及站外供排水管线铺设产生的土石方。与《方案》设计对比，挖方量增加 0.75 万 m^3 ，填方量减少 1.86 万 m^3 ，原因是《方案》编写时，该区域表土剥离量较大，且主体工程尚处于可行性研究阶段，实际施工过程中开挖量比方案预估值大，但未达到变更条件，不符合变更。

（2）220KV 线路工程

输电线路土石方发生在塔基区和施工简易道路。与《方案》设计相对比，挖方量增加 0.49 万 m^3 ，回填量增加 0.58 万 m^3 ，原因是该线路长度较可行性研究阶段增加，相应的开挖方和填筑方增加。

（3）110KV 线路工程

输电线路土石方发生在塔基区和施工简易道路。与《方案》设计相对比，挖方量减少 0.55 万 m^3 ，回填量减少 0.41 万 m^3 ，原因是该线路较可行性研究阶段长度减小，相应的挖方量和填方量也相应减小，且塔基区域挖方量只存在于每基塔基角，故挖方量较小。

5.3 弃土动态监测结果分析

5.3.1 设计弃土情况

由于受站址场地地形及进站道路路线及纵坡限制，本站址土石方工程量较大，场地平整土石方不能就地平衡需外弃；弃土场选择在西南侧冲沟，所在区域为低中山地貌，场地内现状主要为云南松林和桉树林，占地以林地为主，占地面积约 1.35 hm^2 ，总容量约 13 万 m^3 ，渣场特性表见表 3-8。

为满足弃土需要，弃土场需在利用现有道路的基础上，需新建临时弃土道路 300m 占地，路面宽 3.5m，路面用场地开挖碎石土碾压。

表 5-7 弃渣场特性表

项目	渣场类型	位置	容量	实际堆渣量	堆渣高程	占地类型
弃渣场	冲沟型	站址南侧冲沟	13 万 m^3	12.0 万 m^3	1975~2000m	林地

5.3.2 弃土情况监测结果分析

根据工程施工监理资料，在实际建设过程中共产生土石方量 16 万 m^3 （表土剥离量 13.65 万 m^3 ），回填土石方量为 2.35 万 m^3 ，在施工过程中，施工方与其他单位签

订合同，将 13.65 万 m^3 剥离表土外运至变电站西南方向 5km 冲沟处，作为绿化覆土进行回填。

原水土保持方案为工程可行性研究阶段编制，由于设计深度限制，当时拟定的弃渣场在工程实际建设中，由于原弃渣场位置难以协调，地质环境条件不符合施工要求等原因，无法堆放在原水土保持方案中确定的位置。为了给工程施工提供更有利的条件，须变更原方案弃渣场位置。

经实地调查，工程实际设置 1 处弃土场，共占地面积 1.35hm^2 ，最大容积量是 14 万 m^3 ，距离变电站西南方向 5km 处，地形为冲沟类型，占地类型为林地，项目变电站开挖土石方采取“即挖、即运、即填”的原则，回填于冲沟内，在建设期间未发生土石方堆积，项目完工后进行绿化，有效利用了表土资源，减少水土流失。

表 5-8 弃土场特性表

项目	渣场类型	位置	容量	实际堆渣量	堆渣高程	占地类型
弃渣场	冲沟型	站址南侧约 5km 处冲沟	14 万 m^3	13.65 万 m^3	1975~2000m	林地

6 水土流失动态监测结果

6.1 水土流失防治措施

6.1.1 水土保持措施及工程量

1、设计水土保持工程量

220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土保持措施主要包括：

工程措施：截排水沟 550m，站区挡土墙 16795m³，进站道路排水沟 220m，挡墙 40m，截水沟 180m，陡坎 80m，消力池 2 座，浆砌石排水沟 480m，表土剥离 6732m³；

植物措施：绿化 3750m²，植树 2409 株，撒播灌草 3.24hm²，复耕 0.73hm²；

临时措施：编织袋挡土墙 650m³，土工布覆盖 6700m²，临时防护网 1100m²，临时排水沟 1600m，沉砂池 2 座。

2、实际实施水土保持措施及工程量

经统计汇总，水土保持措施实际实施完成情况如下：

工程措施：截排水沟 550m，进站道路排水沟 518m，表土剥离量 136490m³，陡坎 130m，消力池 2 座，浆砌石排水沟 524m；

植物措施：绿化面积 3750m²，植树 2344 株，撒播灌草 4.11hm²；

临时措施：土工布覆盖 12700m²，临时排水沟 3000m，沉砂池 2 座。

3、水土保持措施增减原因

（1）工程措施增减变化原因

由于项目水土保持方案编写时，主体设计尚处于可研阶段，而在主体工程初步设计阶段和实际施工过程中，变电站面积和位置不变，且变电站周围截排水沟、站区围墙按照原主体设计基本满足项目需要，故实施措施基本不变。根据变电站周边地势的高差确定陡坎长度，该区域陡坎长度增加；依据变电站设计高差，及变电站周围表土剥离的条件，则表土剥离量增加。

根据资料，该项目线路局部长度有所变化，线路总长度不变，总塔基数不变，也未达到变更条件。该部分塔基区土石方开挖量较小，开挖土石方在该区域内基本回填平衡，故不进行表土剥离。

表 6-1 水土保持方案工程措施量与实际完成量对比分析表

项目	工程措施	单位	方案设计	实际实施	变化情况	变化原因
变电站区	截排水沟	m	550	550	0	站址面积不变，截排水沟按照原设计不变
	站区挡墙	m ³	16795	0	-16795	实际未实施
	进站道路排水沟	m	220	518	+298	实际实施排水沟增加
	表土剥离	m ³	4413	136490	+132077	表土剥离量增加
	挡墙	m	40	0	-40	实际实施没有挡墙
	截水沟	m	180	0	-180	原主体设计已有
	陡坎	m	80	130	+50	实际增加
	消力池	座	2	2	0	/
220KV 线路工程	浆砌石排水沟	m	180	387	207	线路长度增加
	表土剥离	m ³	897	0	-897	不符合剥离条件
110KV 线路工程	浆砌石排水沟	m	300	137	-163	线路长度减小
	表土剥离	m ³	1422	0	-1422	不符合剥离条件



变电站周边排水沟及陡坎

变电站周边排水沟

	
进站道路排水沟	变电站周围排水沟

(2) 植物措施增减变化原因

根据实际踏勘测量确定该项植物措施数量。

表 6-2 水土保持方案植物措施量与实际完成量对比分析表

项目	工程措施	单位	方案设计	实际实施	变化情况	变化原因
变电站区	绿化	m ²	3750	3750	/	按原设计不变
	植树	株	2409	2344	-65	实际测量
	撒播灌草	hm ²	1.49	2	0.51	实际测量
220KV 线路工程	撒播灌草	hm ²	0.78	1.68	0.9	线路长度增加
110KV 线路工程	撒播灌草	hm ²	0.97	0.43	-0.54	线路长度减少

	
塔基区绿化	塔基区绿化

	
变电站周围绿化	塔基区绿化

（3）临时措施增减变化原因

施工过程中，变电站开挖土石方即挖、即填、即运不进行堆存，因此不设置编织袋挡墙，为了满足施工期间的排水需要，施工过程中增加临时排水沟，对于进站道路区绿化，增加了土工布覆盖。

输变电线路塔基区开挖土石方量较小，且塔基区内挖填平衡，没有专设的堆土点，不需设置编织袋挡土墙，工程施工时为了减少塔基区的水土流失，增加了土工布临时覆盖。

表 6-3 水土保持方案临时措施量与实际完成量对比分析表

项目	工程措施	单位	方案设计	实际实施	变化情况	变化原因
变电站区	编织袋挡墙	m	250	0	-250	即挖即运，即运即填
	土工布覆盖	m ²	4000	7000	+6000	实际增加
	临时排水沟	m	1600	3000	+1400	实际增加
	沉砂池	座	2	2	/	/
220KV 线路工程	临时防护网	m ²	600	0	-600	实际未实施
	编织土袋挡土墙	m ³	230	0	-230	实际开挖量小即挖即填
	土工布覆盖	m ²	1400	4700	+2100	实际增加
110KV 线路工程	临时防护网	m ²	500	0	-500	实际未实施
	编织土袋挡土墙	m ³	170	0	-170	实际开挖量小即挖即填
	土工布覆盖	m ²	1300	2000	+700	实际增加

6.1.2 水土保持措施防治效果

工程在建设和过程中，参建单位注重水土保持工作与生态环境的保护，按照水土保持方案报告书和专项设计的相关要求，结合各防治分区的各自特点，因地制宜、因害设防地实施了全面有效的水土流失防护措施。

工程施工建设期间针对的绘图保持措施类型、数量、保存情况、运行状况与防治效果进行了监测。表土剥离、表土回覆等措施有效保护了宝贵的表土资源，保持土壤肥力，确保地貌恢复；排水沟、沉砂池等确保施工区域积水及时排出，工程结束后对永久占地进行了绿化，提高了项目区绿化率。

通过实施水土保持监测，结合工程施工对地表扰动方式、扰动程度、造成水土流失以及采取的防护措施效益分析，可以确定水土保持措施均得到及时落实，水土保持措施从保持土壤肥力，控制水土流失，地貌恢复等方面看，均达到预期效果，该工程水土保持管理规范，及时落实水土保持措施，施工期间未产生因水土流失造成影响施工进度和施工安全的事件。

6.2 工程水保投资

（1）设计工程水保投资

220kV 赤鹜（富民）输变电工程水土保持方案估算总投资 597.8 万元，其中主体工程计列 457.77 万元，新增工程措施 22.79 万元，植物措施 29.75 万元，施工临时工程 16.32 万元，独立费用 7.55 万元，基本预备费 7.55 万元，水土保持补偿费 6.7 万元。

表 6-4 水土保持方案批复新增水保投资情况统计表

序号	工程或费用名称	合计(万元)	所占比例 (%)
1	第一部分 工程措施	22.79	16.28
2	第二部分 植物措施	29.75	21.25
3	第三部分 施工临时工程	16.32	15.17
4	一~三部分合计	68.86	49.18
5	第四部分 独立费用	56.92	40.65
6	一~四部分合计	125.78	89.82
7	基本预备费	7.55	5.39
8	水土保持设施补偿费	6.70	4.78
9	水保总投资	140.03	100.00

(2) 实际工程水保投资

220kV 赤鹫（富民）输变电工程水土保持总投资 402.30 万元，其中主体工程投资 64.76 万元，新增工程措施 260 万元，植物措施 23 万元，施工临时工程 9 万元，独立费用 38.84 万元，水土保持补偿费 6.7 万元。

表 6-5 实际新增水保投资情况统计表

序号	工程或费用名称	合计(万元)	所占比例 (%)
1	第一部分 工程措施	260.00	77.03
2	第二部分 植物措施	23.00	6.81
3	第三部分 施工临时工程	9.00	2.67
4	一~三部分合计	292.00	86.51
5	第四部分 独立费用	38.84	11.51
6	一~四部分合计	330.84	98.02
7	水土保持设施补偿费	6.7	1.98
8	水保总投资	337.54	100.00

(3) 实际新增水土保持措施投资为 337.54 万元，较方案设计总投资增加 197.51 万元。

表 6-6 实际新增水保投资情况对比表

序号	工程或费用名称	方案批复投资 (万元)	实际投资 (万元)	增减(万元)
1	第一部分 工程措施	22.79	260.00	237.21
2	第二部分 植物措施	29.75	23.00	-6.75
3	第三部分 施工临时工程	16.32	9.00	-7.32
4	一~三部分合计	68.86	292.00	223.14
5	第四部分 独立费用	56.92	38.84	-18.08
6	一~四部分合计	125.78	330.84	205.06
7	基本预备费	7.55	0	-7.55
8	水土保持设施补偿费	6.7	6.7	0
9	水保总投资	140.03	337.54	197.51

6.3 水土流失防治效果动态监测结果

6.3.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率为土地整治面与扰动地表面积的比值。其中土地整治面积是指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括建筑物及场地道路硬化面积及水土保持

措施面积；扰动土地面积是指在防治责任范围内由于工程建设、挖损、占压及堆弃用地占地，都以垂直投影面积计。

通过对本工程在各区域对扰动地表均实施了水土保持措施，水土流失得到有效治理，经统计，项目建设区面积 7.59hm^2 ；变电站区面积 4.49hm^2 ，水土流失治理面积为 4.45hm^2 （工程措施面积 0hm^2 、植物措施面积 4.45hm^2 ）；项目建设扰动土地区域面积 7.59hm^2 ，经计算得扰动土地整治率为 99%。具体分析见表 6-7。

表 6-7 扰动土地整治率计算表 单位： hm^2

监测分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化	水土流失治理面积			土地整治面积			扰动土地整治面积	扰动土地整治率%
				工程措施	植物措施	小计	恢复农地	土地整平	小计		
变电站区	4.49	4.49	3.14		1.35	1.35				4.49	99
220KV 线路工程	2.14	2.14	0		2.14	2.14				2.14	99
110KV 线路工程	0.96	0.96	0		0.96	0.96				0.96	99
合计	7.59	7.59	3.14		4.45	4.45				7.59	99

6.3.2 水土流失总治理度

水土流失治理度为项目建设区内水土流失治理达标面积与水土流失总面积的比值。其中水土流失治理面积指工程建设在项目区内实施的拦渣工程和植被建设工程等水土保持措施面积；水土流失面积是指防治责任范围内，由于工程建设（水力侵蚀和重力侵蚀）强度超过容许土壤流失量的面积，扣除工程永久占地域。

经统计，水土流失治理面积 4.45hm^2 （工程措施面积 0hm^2 ，植物措施面积 4.45hm^2 ），水土流失总面积 4.45hm^2 ，针对可能造成水土流失的不同区域都做了相应的水保措施，随着排水设施、绿化措施的实施完善，使本工程水土流失治理度达到 99%。具体分析见表 6-8。

表 6-8 水土流失治理度计算表 单位： hm^2

监测分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化	水土流失面积	水土流失治理面积			土地整治面积			水土流失总治理度%
					工程措施	植物措施	小计	恢复农地	土地整平	小计	
整个项目区	7.59	7.59	3.14	4.45	-	4.45	4.45	-	-	-	99

6.3.3 拦渣率与弃渣利用情况

220KV 赤鹫（富民）输变电工程在实际建设过程中项目共产生开挖方 16.06 万

m³，其中表土剥离 13.65 万 m³，土石方回填 2.35 万 m³，工程外运 13.65 万 m³，项目开挖土石方均已回填，不存在永久弃方，通过排水、沉砂池、临时覆盖及植物措施的实施，工程拦渣率为 99%。

6.3.4 土壤流失控制比

水土流失控制比是指项目区容许土壤流失量与方案实施后土壤侵蚀强度之比。项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 500t/km²·a。通过各水土保持工程措施和植物措施的实施，项目各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。经计算项目区加权平均土壤流失强度降到 319.73t/km²·a，经计算项目区土壤流失控制比为 1.56。

6.3.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目建设区内，林草植被面积与可恢复林草植被面积（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的比值。其中可恢复林草植被面积指在当前经济、技术条件下通过分析论证确定的条适宜恢复植被的土地面积，不含国家规定应恢复的面积；林草植被面积为项目区实施的人工种植、天然林地和草地的总面积，包括成活率、保存率达到设计和验收标准天然林地和草地的面积。分析得出项目区可恢复面积为 4.45hm²，实施林草植被面积 4.45hm²，计算得出项目区林草植被恢复率为 99%。具体分析见表 6-3。

表 6-9 植被情况统计表 单位：hm²

监测分区	项目建设区面积	可恢复植被面积	已恢复植被面积	林草植被恢复率
变电站区	4.49	1.35	1.35	99
220KV 线路工程	2.14	2.14	2.14	99
110KV 线路工程	0.96	0.96	0.96	99
合计	7.59	4.45	4.45	99

6.3.6 林草覆盖率

林草植被覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值，通过监测统计资料分析得出，项目区实施林草植被总面积为 4.45hm²，项目建设区面积为 7.59hm²，本工程林草覆盖率为 58.63%。具体分析见表 6-4。

表 6-10 植被情况统计表 单位：hm²

监测分区	项目建设区面积	可恢复植被面积	林草覆盖率（%）
整个项目区	7.59	4.45	58.63
合计	7.59	4.45	58.63

综上所述，本项目六项指标均达到或超过方案防治目标值。其中扰动土地整治率达到 99%，水土流失总治理度达到 99%，拦渣率达到 99%，土壤流失控制比达到 1.56，林草植被恢复率达到 99%，林草植被覆盖率达到 58.63%。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

根据 2010 年 11 月 12 日以“根据云水保〔2010〕312 号”文件对《云南省水利厅关于 220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土保持方案可行性研究报告批复》，确定的 220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土流失防治责任范围为 7.59hm²。其中项目建设区面积为 7.59hm²，根据该项目的建设性质，工程完工后不对周边环境造成影响，因此不存在水土保持直接影区。根据工程监理相关资料，通过现场采用 GPS 核实，并结合工程施工平面图综合分析得出，项目区实际发生的水土流失防治责任范围为 7.59hm²，包括项目建设区 7.59hm²，其中项目建设区通过现场核实变电站区占地 4.49hm²，220KV 线路工程占地 2.14hm²，110KV 线路工程占地 0.96hm²，根据监测结果分析得，实际发生项目建设区面积为 7.59hm²，减少了 0.44hm²。

根据工程监理相关资料，建设项目在实际施工过程中共产生开挖土石方 16 万 m³，回填土石方 2.35 万 m³，委托其他单位外运土石方量 13.65 万 m³至离变电站西南方向 5km 冲沟处回填，后期在回填区域进行了植树绿化，无外借方。

通过监测，对 220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土保持防治达标情况进行了定量分析，项目运行初期，各项防治指标为：土地整治率达到 99%，水土流失总治理度达到 99%，拦渣率达到 99%，土壤流失控制比达到 1.56，林草植被恢复率达到 99%，林草植被覆盖率达到 58.63%。六项指标均达到或超过方案防治目标值。

根据《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区划分公告》（云南省水利厅公告第 49 号）和《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结果的通知》（水利部办公厅〔2013〕188 号），结合开发建设项目水土流失防治标准项目区位于云南省昆明市富民县，该项目应当执行的水土流失防治标准等级为建设类 III 级标准，项目所在地水系属长江流域金沙江水系螳螂川流域，螳螂川属滇池唯一出口，可划分为重要江河，故该项目应执行的水土流失防治标准为建设类 I 级标准，根据水利部行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），工程区属于以水力侵蚀为主的西南土石山区，土

壤容许流失量为 500t/（km²•年）防治目标达标情况见表 7-1。

表 7-1 水土保持防治目标达标情况表

防治标准	一级标准	目标值	监测值	达标情况
扰动土地整治率（%）	95	95	99	达标
水土流失总治理度（%）	95	97	99	达标
土壤流失控制比	0.8	1.0	1.56	达标
拦渣率（%）	95	95	99	达标
林草植被恢复率（%）	97	99	99	达标
林草覆盖率（%）	25	27	58.63	达标

7.2 水土保持措施评价

《220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土保持方案》的落实总体上效果较好，特别是涉及项目安全的重要地段的主体工程防护措施、绿化措施都很到位，既保障了主体设施的安全，又减少了建设造成的水土流失。水土保持方案中各项措施均基本到位，发挥了水土保持功能，基本控制了工程施工所造成的水土流失。

截止 2018 年 12 月，经统计水土保持措施工程量为：

工程措施：截排水沟 550m，进站道路排水沟 518m，表土剥离量 136490m³，陡坎 130m 消力池 2 座，浆砌石排水沟 524m；

植物措施：绿化面积 3750m²，植树 2344 株，撒播灌草 4.11hm²；

临时措施：土工布覆盖 12700m²，临时排水沟 3000m，沉砂池 2 座。

7.3 存在问题及建议

一、存在问题

220KV 赤鹫（富民）输变电工程水土保持监测工作存在以下问题：

1、主体工程建设同步监测未能落实，给建设期水土流失情况定量分析造成阻碍，缺乏建设期间的监测数据，仅能依照施工方提供的数据进行分析；

2、由于错过了监测时段，导致部分水土流失监测因子无法适时监测，水土保持监测结果与项目建设区域实际水土保持量可比性差，无法全面、准确地对项目建设区域进行水土流失情况总体定量评价；

3、变电站外东侧边坡坡面由于自然恢复效果不佳，边坡处于裸露状态，容易造成水土流失。

	
东侧裸露边坡	东侧裸露边坡

建议：

- 1、加强绿化区抚育管理，对出现死苗、病苗定期补植；
- 2、完善企业水土保持资料档案，健全水土保持管理制度；
- 3、做好水土保持措施的管护工作，确保各项水土保持设施的正常运行；
- 4、变电站自然恢复效果不佳，因对变电站裸露边坡增加护坡措施，或进行撒草绿化。

7.4 综合结论

项目建设中设计了工程措施、植物措施和临时措施防治工程建设所造成的水土流失，施工中对设计的各项防护措施基本都已落实到位。

工程措施：截排水沟 550m，进站道路排水沟 518m，表土剥离量 136490m³，陡坎 130m 消力池 2 座，浆砌石排水沟 524m；

植物措施：绿化面积 3750m²，植树 2344 株，撒播灌草 4.11hm²；

临时措施：土工布覆盖 12700m²，临时排水沟 3000m，沉砂池 2 座。

经监测，扰动土地整治率达到 99%，水土流失总治理度达到 99%，拦渣率达到 98%，土壤流失控制比达到 1.56，林草植被恢复率达到 99%，林草植被覆盖率达到 58.63%。各项指标均已达到并超过方案目标值，达到了 I 级防治标准。

总体上看，工程的防护、土地整治、绿化等工程运行效果都较为良好，临时措施、工程措施、植物措施结合实施，人为水土流失基本得到控制，防治责任范围区内的水土流失量已经低于原地貌的水土流失；林草覆盖率及林草植被恢复率符合标准要求。

