

昆明市富民县金铜盆风电场项目

水土保持监测总结报告

建设单位：云南国电电力富民风电开发有限公司

监测单位：云南今禹生态工程咨询有限公司

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		昆明市富民县金铜盆风电场项目									
建设规模		安装单机容量 2.0MW 的风电机组 19 台，装机规模为 38MW	建设单位、联系人		云南国电电力富民风电开发有限公司 联系人：王祥田 13508712870						
			建设地点		富民县罗免乡						
			所属流域		长江流域金沙江水系						
			工程总投资		37053.06 万元						
			工程总工期		20 个月，2014 年 9 月 ~ 2016 年 5 月						
水土保持监测指标											
监测单位			云南今禹生态工程咨询有限公司			联系人及电话			王幸 15288457718		
自然地理类型			低中山、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		定位观测法 （侵蚀针监测样方）			2.防治责任范围监测			现场调查并结合地形图		
	3.水土保持措施情况监测		现场调查法			4.防治措施效果监测			现场调查法		
	5.水土流失危害监测		巡查法			水土流失背景值			754.76t/km ² ·a		
方案设计防治责任范围			49.90hm ²			容许土壤流失量			500t/km ² ·a		
水土保持投资			754.28 万元			水土流失目标值			500t/km ² ·a		
防治措施			工程措施：风机机组区表土剥离 6100m ³ ，浆砌石排水沟 255m；升压站砖砌排水沟 108m，站内排水管网 180m；场内道路区表土剥离 12400m ³ ，浆砌石排水沟 8457m；弃渣场浆砌石挡墙 82m，浆砌石截水沟 164m								
			植物措施：风机机组区绿化 5.43hm ² ，植树 463 株；集电线路区撒草绿化 0.54hm ² ；升压站园林绿化面积 0.06hm ² ，植草砖绿化 0.03hm ² ，周边扰动区域撒草绿化 0.22hm ² ；场内道路区边坡绿化 4.89hm ² ，路侧撒草绿化 1.45hm ² ，植生袋绿化 0.30hm ² ，植生毯绿化 0.25hm ² ，行道树 6745 株；施工辅助设施区复耕 0.19hm ² ；弃渣场植被恢复 0.35hm ² ，乔木种植 135 株								
			临时措施：风机机组区临时土质排水沟 352m；升压站临时排水沟 108m；场内道路区临时土质排水沟 8000m，临时沉砂池 1 口；施工辅助设施区临时排水沟 40m								
监测结论	防治效果	分类指标	目标值	达到值	实际监测数量						
		扰动土地整治率	95%	99.49%	防治措施面积	14.87 hm ²	永久建筑物及路面面积	7.02 hm ²	扰动土地总面积	23.31 hm ²	
		水土流失总治理度	97%	99.20%	防治责任范围面积		23.31hm ²	水土流失总面积		15.02hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.0	建筑物及硬化面积		7.02hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² ·a	
		拦渣率	95%	97.17%	植物措施面积		13.66hm ²	监测土壤流失情况		500t/km ² ·a	
		林草植被恢复率	99%	99.90%	可恢复林草植被面积		13.66hm ²	林草类植被面积		13.66hm ²	
		林草覆盖率	27%	52.72%	实际拦挡弃渣量		2.00 万 m ³	总弃渣量		2.06 万 m ³	
	水土保持治理达标评价		六项防治指标均达到方案目标值								
	总体结论		建设单位较为重视项目区水土保持工作，落实各项水土保持措施，且能持续、安全、有效运行，能有效防治项目区水土流失，水土保持监测三色评价为“黄色”，三色评价指标赋分值为 71.42 分								
主要建议			（1）加强后期运行过程中植物措施的管护，确保成活率和覆盖率达到要求。 （2）运行期注重水土保持设施的维护，雨季前完成截排水沟的清理工作，保证其正常发挥水土保持效益。								

目 录

前 言	5
1 建设项目及水土保持工作概况	8
1.1 项目概况	8
1.2 水土流失防治工作情况	14
1.3 监测工作实施情况	21
2 监测内容和方法	39
2.1 监测内容	39
2.2 监测方法	42
3 重点对象水土流失动态监测	44
3.1 防治责任范围监测	44
3.2 取土（石）料监测结果	45
3.3 弃土（石、渣）监测结果	46
4 水土流失防治措施监测结果	49
4.1 工程措施监测结果	49
4.2 植物措施监测结果	53
4.3 临时防护措施监测结果	58
4.4 水土保持措施防治效果	61
5 土壤流失情况监测	64
5.1 水土流失面积监测	64
5.2 土壤流失量	65
5.3 取（土、石）料、弃（土、渣）潜在土壤流失量	69
5.4 水土流失危害	70
6 水土流失防治效果监测结果	71
6.1 扰动土地整治率	71
6.2 水土流失总治理度	71
6.3 拦渣率与弃渣利用情况	72
6.4 土壤流失控制比	72
6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率	73
6.6 林草覆盖率	73
7 结论	74
7.1 防治指标分析评价	74
7.2 水土保持措施评价	74
7.3 存在问题及建议	75
7.4 综合结论	77

附件:

附件 1: 水土保持监测委托书 (2014 年 11 月)

附件 2: 云南省发展和改革委员会关于昆明市富民县金铜盆风电场项目核准的批复 (云发改能源〔2014〕832 号)

附件 3: 云南省水利厅关于昆明市富民县金铜盆风电场水土保持方案可行性研究报告的批复 (云水保〔2012〕273 号)

附件 4: 云南省水利厅关于昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持方案变更报告书的批复 (云水保〔2017〕17 号)

附件 5: 施工辅助设施区租地协议

附图:

附图 1: 项目地理位置图

附图 2: 项目总平面布置及水土流失防治责任范围图

附图 3: 水土保持措施布局及监测点布置图

前 言

昆明市富民县金铜盆风电场位于富民县西部，行政区划隶属罗免乡。场址地理坐标介于北纬 $25^{\circ}16'5'' \sim 25^{\circ}18'34''$ ，东经 $102^{\circ}22'57'' \sim 102^{\circ}25'25''$ 之间。风电场进场道路从 108 国道接入，为改造上山道路，长约 10.50km。进场道路为单独立项项目，已单独编报水土保持方案并取得批复（昆水审办〔2013〕35 号），不属于本项目建设内容。

金铜盆风电场安装 19 台单机容量 2.0MW 的风电机组，装机规模为 38MW，场区中部建一座 110kV 升压站。项目实际总投资 37053.06 万元，其中土建投资 6501.88 万元。工程于 2014 年 9 月开工建设，2016 年 5 月完工，总工期 20 个月。

根据国家有关法律法规，建设单位云南国电电力富民风电开发有限公司于 2012 年 3 月委托昆明滇禹勘察设计有限公司承担《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持方案可行性研究报告》的编制工作。2012 年 8 月 2 日，云南省水利厅以《云南省水利厅关于昆明市富民县金铜盆风电场水土保持方案可行性研究报告的批复》（云水保〔2012〕273 号）对项目水土保持方案报告书进行了批复。

2014 年 11 月，建设单位委托云南今禹生态工程咨询有限公司（以下简称“我公司”）承担该项目的水土保持监测工作，监测进场时主体工程已开工建设。接受委托后，针对工程实际情况，我公司立即组织水保监测技术人员，对工程区进行了全面的踏勘调查，详细调查项目区自然情况、水土流失背景与水土保持现状等，结合工程的施工任务安排、施工工艺及总体布局，重点调查防治措施实施情况，并进行现场布设监测点，对现场水土流失情况提出监测完善意见。

工程监测时段内，监测组分别于 2014 年 11 月、12 月，2015 年 3 月、5 月、7 月、11 月，2016 年 3 月、6 月、9 月、11 月，2017 年 4 月、6 月、8 月，2018 年 2 月、6 月、10 月，2019 年 6 月、11 月、2020 年 5 月、10 月先后二十次开展现场监测工作，具体监测内容为：一是重点监测项目区水土流失防治责任范围、扰动原地表面积、损坏土地和植被数量、土石方平衡情况、防护措施是否到位、施工过程中是否设有临时防护措施，项目区及周边区域生态环境变化等情况；二是监测工程建设期和植被恢复期两个时段内项目区的水土流失面积、土壤侵蚀强

度和土壤流失量等情况；三是监测水土流失防治责任范围内的水土保持措施落实、防治效果及维护和工程运行等情况。

由于项目建设内容发生重大变更，为完善本项目的水土保持工作，满足水土保持设施的验收要求，建设单位于 2016 年 11 月委托云南今禹生态工程咨询有限公司进行《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持方案变更报告书》的编制工作。2017 年 4 月 5 日，云南省水利厅以《云南省水利厅关于昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持方案变更报告书的批复》（云水保〔2017〕17 号）对项目水土保持方案变更报告书进行了批复。

2020 年 10 月，我公司技术人员结合水保变更方案及现场实际情况，对监测期数据和资料进行了整理、汇总和分析，编写完成《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测总结报告》。

通过实地调查，结合相关资料分析，截止 2020 年 10 月，工程实际水土流失防治责任范围面积为 23.31hm²。工程建设共扰动地表面积为 23.31hm²，项目区在监测时段内共产生水土流失量约共计 1527.40t。

根据现场调查及工程建设资料分析，建设单位较为重视水土保持工作，在施工过程中根据批复的《水保方案》及《水保方案变更》，结合工程实际风机机组区实施了表土剥离、浆砌石排水沟、风机平台植被恢复、施工期临时土质排水沟等防护措施；集电线路区在施工结束后及时对扰动区域实施了撒播草籽绿化；升压站实施了砖砌排水沟、排水管网、园林绿化、植草砖绿化、扰动区域撒草绿化，施工期临时排水沟等防护措施；场内道路区实施了剥离表土、浆砌石排水沟、行道树、边坡绿化，施工期临时土质排水沟、临时沉砂池等防护措施；施工辅助设施区实施了复耕，施工期临时排水沟等防护措施；弃渣场实施了浆砌石拦挡、混凝土截水沟、植被恢复等防护措施。经统计，本项目完成水土保持措施为：

工程措施：风机机组区表土剥离 6100m³，浆砌石排水沟 255m；升压站砖砌排水沟 108m，站内排水管网 180m；场内道路区表土剥离 12400m³，浆砌石排水沟 8457m；弃渣场浆砌石挡墙 82m，浆砌石截水沟 164m。

植物措施：风机机组区绿化 5.43hm²，植树 463 株；集电线路区撒草绿化 0.54hm²；升压站园林绿化面积 0.06hm²，植草砖绿化 0.03hm²，周边扰动区域撒草绿化 0.22hm²；场内道路区边坡绿化 4.89hm²，路侧撒草绿化 1.45hm²，植生袋绿化 0.30hm²，植生毯绿化 0.25hm²，行道树 6745 株；施工辅助设施区复耕

0.19hm²；弃渣场植被恢复 0.35hm²，乔木种植 135 株。

临时防护措施：风机机组区临时土质排水沟 352m；升压站临时排水沟 108m；场内道路区临时土质排水沟 8000m，临时沉砂池 1 口；施工辅助设施区临时排水沟 40m。

根据监测数据分析，截止 2020 年 10 月，通过各项水土保持措施的实施，使得项目区内扰动土地整治率为 99.49%，水土流失总治理度为 99.20%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率 97.17%，林草植被恢复率为 99.90%，林草覆盖率为 52.72%。六项防治指标均达到方案目标值。本项目水土保持监测三色评价为“黄色”，三色评价指标赋分值为 71.42 分，项目建设期间水土流失防治工作较好

监测认为，建设单位重视工程水土保持工作，因工程建设引起的水土流失已得到治理，目前已经具备水土保持设施验收条件。下一步需要加强植物措施的抚育和补植补种，以及截排水沟的清淤工作，确保已实施的水土保持措施发挥其应有的保土持水效益。

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大力的支持和帮助，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 项目基本情况

1.1.1.1 基本情况

项目名称：昆明市富民县金铜盆风电场项目

建设单位：云南国电电力富民风电开发有限公司

建设地点：富民县罗免乡

项目性质：新建建设类项目

工程等别：III等（中型）

装机容量：38MW（安装 19 台单机容量为 2.0MW 的风力发电机组）

建设工期：计划工期 2013 年 1 月～2013 年 12 月；实际工期 2014 年 9 月～2016 年 5 月，工期 20 个月

项目投资：项目实际总投资 37053.06 万元，其中土建投资 6501.88 万元

占地面积：23.31hm²，其中永久占地 9.73hm²，临时占地 13.58hm²

土石方量：开挖土石方 37.39 万 m³（其中土石方开挖 35.54 万 m³，剥离表土 1.85 万 m³），回填利用土石方 35.33 万 m³（土石方回填 33.48 万 m³，覆土 1.85 万 m³），产生永久弃渣 2.06 万 m³，堆存至新设的 1#、2#弃渣场。

1.1.1.2 地理位置及交通

昆明市富民县金铜盆风电场位于富民县西部，行政区划隶属罗免乡。场址地理坐标介于北纬 25°16'5"～25°18'34"，东经 102°22'57"～102°25'25"之间。风电场进场道路从 108 国道接入，为改造上山道路，长约 10.50km。进场道路为单独立项项目，已单独编报水土保持方案并取得批复（昆水审办〔2013〕35 号），不属于本项目建设内容。

1.1.1.3 项目规模及特性

项目建设规模为 38MW，安装 19 台单机容量 2.0MW 的风电机组，轮毂高度为 80m。工程等别为III等，工程规模中型，机组塔筒地基基础设计级别为一级；

风机基础结构安全等级为 1 级，升压站建筑物等级为二级；估算年平均上网电量约 9772.70 万 kWh，年满负荷运行小时数约为 2572h，容量系数为 0.29。工程实际总工期 20 个月，于 2014 年 9 月开工建设，2016 年 5 月建成投入试运行。工程总投资 37053.06 万元，其中土建投资 6501.88 万元。工程特性及主要经济技术指标详见表 1-1。

表 1-1 工程特性表

一、项目基本情况						
项目名称		昆明市富民县金铜盆风电场项目				
建设地点		富民县罗免乡				
建设单位		云南国电电力富民风电开发有限公司				
建设规模		总容量	机组数		单机容量	
		38MW	19		2000kW	
建设进度		2014 年 9 月至 2016 年 5 月，总工期 20 个月				
总投资		37053.06 万元	土建投资		6501.88 万元	
二、项目基本组成						
项目组成			占地面积（hm ² ）		占地性质	
风机机组区			6.43		永久/临时	
集电线路区			0.55		永久/临时	
升压站			1.00		永久	
场内道路区			14.56		永久/临时	
施工辅助设施区			0.42		临时	
弃渣场			0.35		临时	
合计			23.31			
占地类型		林地、草地、梯坪地、坡耕地				
三、土石方平衡（单位：万 m ³ ）						
开挖量	基础开挖	35.54	回填利用量	35.33	弃渣	2.06（松方 2.68）
	表土剥离	1.85				

1.1.1.4 项目组成

本项目主要由风机机组区、集电线路区、升压站、场内道路区、施工辅助设施区和弃渣场六部分组成。

一、风机机组区

风机机组区包括风力发电机组、箱变及电缆沟和风机机组安装平台。

1、风力发电机组

从场址风能资源情况、地形条件、施工安装条件以及交通运输条件等方面综

合分析,选择单机容量为 2000kW 的机型,风机基础为 19 个,单个风机基础占地约 315m²,风机间距平行主风向按 5 倍以上叶轮直径考虑,垂直主风向按 3 倍以上风轮直径考虑。机组单排布置,局部较开阔处考虑按矩阵形式布置。

2、箱变及电缆沟

本风电场安装单机容量为 2MW 的风电机组 19 台,采用一台风力发电机与一台箱式变电站组合的“一机一变”单元接线方式,风力发电机通过 3 根并联的 ZC-YJV-0.6/1-1×400 (每相)和 1 根 ZC-YJV-0.6/1-1×400 (中性线)电缆,接至布置在风力发电机塔筒基础附近的箱式变电站低压侧。箱变通过一根 ZC-YJV22-26/35-3×70 电缆接至架空集电线路。风机基础与箱变之间、箱变与出线电杆的电缆采用直埋电缆形式,电缆沟沟槽开挖断面尺寸为 1.20×1m。

3、风机机组安装平台

风力发电机安装工作由两台吊车联合作业,为了保证吊车吊臂在起吊过程中不碰到塔筒,因此在每个塔基旁设置一个风机安装平台,安装场地由开挖填筑整平而成,共 19 个,规格在 50×50m 左右。在不影响交通运输的前提下尽可能利用施工道路,以节约占地,且便于设备吊装,提高设备利用率。

二、集电线路区

集电线路采用 35kV 电压等级,架空线路全长 6.45km,共布设塔基 30 基,单个塔基扰动面积约 120~150m²,基础采用台阶式刚性现浇混凝土基础。19 台风力发电机组分为 2 回 35kV 架空线路串联两排风机接入 110kV 升压站。1UL 线路:连接 1#~9#风机箱变;2UL 线路:连接 10#~19#风机箱变。

三、升压站

根据工程需要,本工程在场区中部建一座 110kV 升压站。升压站场地地势较为平坦,便于场地平整,施工场地基面承载力较好,能满足建筑要求。

考虑生产和生活的不同要求,升压站总布置将场地划分为生产区和生活区两部分。生产区包括主变压器、110kV 配电装置、无功补偿装置、出线构架、2 台站用变、综合配电楼、生活及消防水池、水泵房等;生活区包括综合配电楼、办公楼、35KV 配电室一幢、水泵房、油品库、生活及消防水池。站内道路从办公楼和生活楼之间进入生产区,分支道路可方便到达各建筑物和设施旁。站内道路均为水泥路面,道路宽度 4.5m,道路转弯半径为 5m~7m。

四、场内道路区

1、对外交通

风电场进场道路从 108 国道接入，为改造上山道路，长约 10.50km。进场道路为单独立项项目，已单独编报水土保持方案并取得批复（昆水审办〔2013〕35 号），不属于本项目建设内容。

2、场内交通

根据《水保方案》，场内道路采用施工主线与施工支线相结合的方式布置，整个场内主线、支线道路与风机安装平台共同组成树枝状场内交通系统，场内道路采用露天矿山三级公路标准，道路总长 18km，其中主线道路长 13km，支线道路长 5km，路基总宽 7.5m。

由于原规划的进场道路（单独立项）接入口的改变和风机机位调整等主体原因，导致场内道路全线均发生变更。实际建设过程中，项目修建场内道路总长 10.39km，其中主线道路 3.32km，支线道路 7.07km，占地面积 14.56hm²，路基宽度 7.5m。

五、施工辅助设施区

工程建设过程中，在施工生活区位于升压站旁、施工场地位于 8#风机旁各设置 1 处施工辅助设施区，作为设备临时堆放场、材料仓库和施工生活区。经统计，施工辅助设施区面积共计 0.42hm²，使用结束后 0.39hm²的场地已自然恢复，其余板房移交给当地村民使用。

六、弃渣场区

根据《水保方案》，项目前期共规划弃渣场 3 个，占地面积共计 3.01hm²，规划堆渣 16.33 万 m³（自然方）。

实际建设过程中，由于项目开挖土石方基本用于道路、风机平台回填，产生弃渣量较规划量减少较多，且原方案规划的 1#弃渣场未能征地，因此规划的 3 个弃渣场均未启用，在原规划 1#弃渣场的北侧 200m 的沟道处、18#风机西侧约 300m 沟道处各新增 1 个弃渣场。弃渣场特性详见表 1-2。

表 1-2 弃渣场特性表

编号	位置	堆渣量 (万 m ³)		占地面积 (hm ²)		备注
		规划	实际	规划	实际	
1#弃渣场	8#风机机组区东侧场内道路旁	5.07		1.43		未启用
2#弃渣场	15#风机机组区东侧场内道路旁	4.35		0.65		未启用
3#弃渣场	18#风机机组区南侧场内道路旁	6.91		0.93		未启用
新增 1#弃渣场	原规划 1#弃渣场的北侧 200m 的沟道处	—	0.55	—	0.17	按需新增
新增 2#弃渣场	18#风机西侧约 300m 沟道处	—	1.51	—	0.18	按需新增
合计		16.33	2.06	3.01	0.35	

1.1.1.5 土石方平衡

截至 2020 年 10 月本项目实际完成土石方开挖量 37.39 万 m³ (其中土石方开挖 35.54 万 m³, 剥离表土 1.85 万 m³), 回填土石方 35.33 万 m³ (其中土石方回填 33.48 万 m³, 覆土 1.85 万 m³), 永久弃方 2.06 万 m³, 堆存于 1#、2#弃渣场内。

表 1-3 项目土石方平衡统计表 单位: 万 m³

序号	分区	开挖土石方量		回填土石方量		永久弃渣	
		场地开挖	表土剥离	场地回填	覆土	数量	去向
1	风机机组区	8.55	0.61	8.55	0.61		
2	集电线路	0.73		0.73			
3	升压站	2.56		2.56			
4	场内道路	23.65	1.24	21.59	1.24	2.06	弃渣场
5	施工辅助设施区	0.05		0.05			
总计 (自然方)		35.54	1.85	33.48	1.85	2.06	

1.1.1.6 工程占地

本项目实际占地面积 23.25hm², 其中, 风机机组占地 6.37hm², 集电线路占地 0.55hm², 升压站占地 1.00hm², 场内道路占地 14.56hm², 施工辅助设施区占地 0.42hm², 弃渣场占地 0.35hm²。

表 1-4 项目占地类型及面积统计表

序号	防治分区	占地类型及面积 (hm ²)				
		小计	林地	梯坪地	草地	坡耕地
1	风机机组区	6.43	3.88	0.12	1.89	0.54
2	集电线路	0.55	0.35		0.20	
3	升压站	1.00				1.00
4	场内道路	14.56	3.35	1.22	7.17	2.82
5	施工辅助设施区	0.42		0.22	0.20	
6	弃渣场	0.35	0.17		0.18	
合计		23.31	7.75	1.56	9.64	4.36

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 自然概况

金铜盆风电场区主要由白沙箐南侧的几条东北向山脊：金铜盆山、杨梅山、磨盘山、三尖山组成海拔高程为 2180~2791m，受构造控制，大部分为低中山、中山地貌。场地地震动峰值加速度为 0.15g，相应的地震基本烈度为 VII 度；地震设计分组为第三组，地震动反应谱特征周期为 0.45s。

项目区属于长江流域金沙江水系。项目区所在地区内水文地质条件相对较简单，区域内地下水主要接受大气降水补给，区内无河流经过，区内冲沟较为发育，但均无常年流水。

项目区所在地属典型的低纬度亚热带高原季风气候，多年平均降雨量 846.50mm，多年平均气温 15.80℃，最高气温 33.40℃，最低气温 -7℃。每年 5~9 月为雨季，多年平均蒸发量 2032.50mm。每年 1~2 月降雪结冰，11 月至 12 月为霜期，每年 7 月至次年 3 月多雾。场区五十年一遇最大风速为 46m/s，极大风速为 54m/s，测风塔 70m 高度的年平均实测风速为 8.90m/s，小风月是 6 月~12 月，全年主导风向为 SW~WSW；项目区所在地 20 年一遇 24h 最大降雨量为 123.8mm、6h 最大降雨量为 89.5mm、1h 最大降雨量为 49.2mm。

项目区土壤类型以棕壤和黄棕壤为主。

项目区森林植被类型为亚热带半湿润常绿阔叶林，主要生长树种有化香、黄杞、盐肤木、清香树、红果树、黄背栎、云南松、华山松、高山杜鹃、小果冬青、干香柏、云南樟、厚皮香、地檀香、马婴花、马桑、火棘等乔灌木，草本植物有

天门冬、沿阶草、卵叶兔耳风、白三叶、紫花苜蓿、黑麦草、早熟禾、鱼鳞蕨等。项目区占地范围内林草覆盖率约为 60%。

1.1.2.2 区域水土流失现状

根据《水利部办公厅关于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）和《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），项目所在地富民县属于云南省级重点监督区和重点治理区，水土流失防治标准为建设类二级标准。水土保持方案变更报告考虑与原《水保方案》确定的防治标准保持一致，仍将防治目标定为建设类项目一级标准，因此，本项目的水土流失防治执行建设类一级防治标准。按《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）标准划分，工程区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据水土保持方案变更报告，项目区平均土壤侵蚀模数通过加权计算为 $754.76\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，为轻度侵蚀。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

一、水土保持管理组织机构

昆明市富民县金铜盆风电场项目开工后，建设单位云南国电电力富民风电开发有限公司高度重视工程水土保持和环境保护工作，专门设置了主管安全（环保）的领导岗位并部署相关工作，成立安全监察与环境保护部，全面负责项目区安全、水保、环保工作，项目管理部门设置安全与环水保负责专员，紧密联系各参建单位。

二、管理体系

建设单位与各参建单位签订了环境保护和水土保持协议，在合同中明确了责任与义务。同时每年与各施工单位签订《水保目标责任书》，确保水保管理责任层层落实；水保监理制定了监理规划、监理细则以及年度监理工作计划，按时召开水保监理协调会议，开展日常现场巡查和监测，对存在的问题及时下发通知并督促整改；施工单位制定了施工阶段水保实施方案、管理制度及应急预案等多项制度办法措施；建设单位委托主体监理单位定期对施工单位进行考核，根据考核

结果进行奖罚，促进各施工单位更加积极地履行自身水保责任。综上所述，本项目水土保持管理体系较为健全。

三、规章制度

日常工作中，建设单位严格遵守国家《环境保护法》、《水土保持法》等法律法规的要求以及建设单位《环境保护管理办法》、《环境保护及水土保持管理办法》的相关规定，切实做好各项水土保持和环境保护工作。为加强管理力度，同时建设单位制定了水土保持信息报送制度，按要求向各级政府主管部门定期报送水土保持相关材料，确保水土保持管理不脱节。

为了保护乡镇生活环境与生态环境，防止由于本项目施工作业造成环境破坏，保障施工人员的身体健康，加强对环境保护和水土保持的监督管理，做好环境污染和水土流失的预防及治理工作，建设单位制定了《环境保护管理制度》及《环境保护实施细则及水土保持实施细则》，制度贯穿整个项目建设期执行，状况良好。

1.2.2 水土保持方案编报及批复情况

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》及云南省的相关法律法规的要求，为确保工程建设过程中新增水土流失得到全面有效的治理，建设单位云南国电电力富民风电开发有限公司委托昆明滇禹勘察设计院有限公司（以下简称“水保方案编制单位”）承担了《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持方案可行性研究报告》的编制工作。

水保方案编制单位于 2012 年 4 月编制完成了《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持方案可行性研究报告》（送审稿）。2012 年 6 月 8 日，通过专家评审，随后按专家意见进行了修改，于 2012 年 6 月上报审批。云南省水利厅以“云水保〔2012〕273 号”文对本项目方案报告书进行了批复，《水保方案》报批稿及批复文件明确内容如下：

1、金铜盆风电场位于富民县西部，行政区划隶属罗免乡管辖，工程装机规模 38MW，安装 2.0MW 的风力发电机组 19 台。项目总占地面积 35.64hm²，其中，永久占地 15.58hm²，临时占地 20.06hm²。项目总投资 36892.83 万元，其中土建投资 8912.86 万元。计划于 2013 年 1 月开工建设，2013 年 12 月底完工，建设工期 12 个月。

2、项目水土流失防治责任范围为 49.90hm^2 ，其中项目建设区 35.64hm^2 ，直接影响区 14.26hm^2 。

3、项目建设扰动地表面积 35.64hm^2 ，损坏水土保持设施面积 30.43hm^2 ，预测时段内可能造成水土流失量为 14430.16t ，可能新增水土流失量 13953.85t 。

4、水土保持措施包括：浆砌石挡墙 126m ，浆砌石截水沟 283m ，土质排水沟 13500m ，蓄水池 24 个，沉沙池 2 口，编织袋挡墙 1255m ，密目网覆盖 13520m^2 ，表土剥离 4.01万 m^3 ，植被恢复 18.13hm^2 ，复耕 2.03hm^2 。

5、项目水土保持投资总计为 754.28万元 ，主体工程中具有水土保持功能设施的投资为 275.90万元 ，方案新增水土保持投资为 478.38万元 。

1.2.3 水土保持变更情况

一、变更情况介绍

1、项目占地变更

根据《水保方案》，本项目总占地面积为 35.64hm^2 （永久占地 15.58hm^2 ，临时占地 20.06hm^2 ）。其中，风机机组占地 5.38hm^2 ，集电线路占地 0.45hm^2 ，升压站占地 1.00hm^2 ，场内道路占地 25.20hm^2 ，施工辅助设施区占地 0.60hm^2 ，弃渣场占地 3.01hm^2 。

实际建设过程中，本项目总占地面积为 23.25hm^2 ，其中，风机机组占地 6.37hm^2 ，集电线路占地 0.55hm^2 ，升压站占地 1.00hm^2 ，场内道路占地 14.56hm^2 ，施工辅助设施区占地 0.42hm^2 ，弃渣场占地 0.35hm^2 。

2、土石方变更

根据《水保方案》，项目土石方开挖量 67.67万 m^3 （场地平整及基础开挖量为 63.66万 m^3 ，收集表层剥离土 4.01万 m^3 ），回填总量为 52.43万 m^3 （其中用于场地平整回填 48.42万 m^3 ，临时转存用于后期绿化或复耕覆土 4.01万 m^3 ），共产生永久弃渣 15.24万 m^3 。

实际建设过程中，本项目实际产生土石方开挖量 37.39万 m^3 （其中土石方开挖 35.54万 m^3 ，剥离表土 1.85万 m^3 ），回填土石方 35.33万 m^3 （其中土石方回填 33.48万 m^3 ，覆土 1.85万 m^3 ），永久弃方 2.06万 m^3 ，堆存于 1#、2#弃渣场。

3、弃渣场变更

根据《水保方案》，项目设置 3 个弃渣场，总占地面积为 3.01hm^2 ，规划总

容量为 24.25 万 m^3 ，计划堆渣 16.33 万 m^3 （自然方）。

实际建设过程中，原规划 3 个弃渣场均未启用，实际新增了 2 个弃渣场，弃渣场总占地面积为 0.35hm^2 ，总容量为 2.75 万 m^3 ，实际堆放弃渣 2.06 万 m^3 （自然方，折合松方 2.68 万 m^3 ）。

表 2-1 昆明市富明县金铜盆风电场项目变更汇总表

水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定		原水保方案情况	变更后情况	变化情况	是否达到重大变更
第三条, 水保方案批准后, 生产建设地点、规模发生重大变化, 有下列情形之一的, 应当补充、修改水土保持方案	(一) 涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区的	金沙江下游国家级水土流失重点治理区、云南省水土流失重点治理区和监督区	金沙江下游国家级水土流失重点治理区、云南省水土流失重点治理区和监督区	未变化	未达到
	(二) 水土流失责任范围面积增加 30%以上的	49.90hm ²	23.31hm ²	减少	未达到
	(三) 开挖填筑土石方总量增加 30%以上的	120.10 万 m ³	72.72 万 m ³	减少	未达到
	(四) 线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300 米的长度累计到达该部分长度 20%以上的			不涉及	未达到
	(五) 施工道路或者伴行道路等长度增加 20%以上的	18km	10.39km	减少	未达到
	(六) 桥梁改路堤或者隧道改路堑长度累计长度 20 公里以上的			不涉及	未达到
第四条 水土保持方案实施过程中, 水土保持措施发生下列重大变更之一的, 应当补充或者修改水保方案	(一) 表土剥离量减少 30%以上的	表土剥离 40100m ³	表土剥离 18500m ³	减少 21600m ³ , 减少比例为 53.87%	达到
	(二) 植物措施总面积减少 30%以上的	绿化面积共 18.13hm ²	绿化面积共 11.35hm ²	减少 6.78hm ² , 减少比例为 37.40	达到
	(三) 水土保持重要单位工程措施体系发生变化, 可能导致水土保持功能显著降低或丧失的			不涉及	未达到
第五条 在水土保持方案确定的弃渣场外新设弃渣场的, 或者需要提高弃渣场堆渣量达到 20%以上的, 生产建设单位应当编制弃渣场变更水土保持方案补充报告书		3 个弃渣场	2 个弃渣场	启用的 2 个弃渣场均不在原方案设计的位置	达到

二、变更设计情况

根据水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知（办水保[2016]65号），本工程涉及的重大变更，需编报水土保持方案变更报告书。建设单位于2016年11月委托云南今禹生态工程咨询有限公司进行《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持方案变更报告书》的编制工作。2017年4月5日，云南省水利厅以《云南省水利厅关于昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持方案变更报告书的批复》（云水保〔2017〕17号）对项目水土保持方案变更报告书进行了批复。《水保方案变更报告》报批稿及批复文件明确内容如下：

1、云南国电电力富民风电开发有限公司金铜盆风电场项目位于昆明市富民县罗免乡，项目建设规模为38MW，安装19台单机容量2.0MW的风电机组，估算年平均上网电量约9772.70万kW·h。工程变更后总工期20个月，于2014年9月开工建设，2016年5月建设投入运行。工程总投资37053.06万元，其中土建投资6501.88万元。

2、项目变更后水土流失防治责任范围为23.31hm²，其中项目建设区23.31hm²，直接影响区0hm²。项目建设区中：风机机组占地6.43hm²，集电线路占地0.55hm²，升压站占地1.00hm²，场内道路占地14.56hm²，施工辅助设施区占地0.42hm²，弃渣场占地0.35hm²。

3、项目变更后实际扰动地表面积23.31hm²，实际完成土石方开挖量37.39万m³，其中土石方开挖35.54万m³，剥离表土1.85万m³；回填土石方35.33万m³，其中土石方回填33.48万m³，覆土1.85万m³，产生永久弃方2.06万m³。

4、水土保持措施主要包括工程措施、植物措施和临时措施

（1）已实施措施

①工程措施：风机机组区表土剥离和收集6100m³，浆砌石排水沟158m；升压站砖砌排水沟108m，站内排水管网180m；场内道路区表土剥离12400m³，浆砌石排水沟8457m；弃渣场区浆砌石挡墙82m。

②植物措施：共计实施绿化措施11.35hm²。其中风机机组区绿化5.43hm²；集电线路区撒草绿化0.54hm²；升压站区园林绿化面积0.06hm²，植草砖绿化0.03hm²，周边扰动区域撒草绿化0.22hm²；场内道路区边坡绿化4.89hm²，行道树35株；弃渣场区植被恢复0.18hm²。

③临时措施：风机机组区临时土质排水沟 352m；升压站临时排水沟 108m；场内道路区临时土质排水沟 8000m，临时沉砂池 1 口；施工辅助设施区临时排水沟 40m。

(2) 变更报告新增措施

①工程措施：弃渣场区截水沟 225m。

②植物措施：共计 0.27hm²。其中场内道路区常春藤 610 株；施工辅助设施区复耕 0.19hm²，灌草绿化 0.03hm²；弃渣场区乔木种植 0.05hm²。

③临时措施：风机机组区密目网覆盖 10340m²，场内道路区密目网覆盖 4600m²，弃渣场区密目网覆盖 3000m²。

5、项目变更后水土保持总投资为 506.25 万元，其中已实施措施投资 482.09 万元，变更后主体新增投资 4.14 万元，本次变更新增投资 20.01 万元。

1.2.4 水土保持监测成果报送情况

本项目水土保持监测工作于 2014 年 11 月接受委托并及时开展，截止 2020 年 9 月，监测组提交的监测成果有：

(1)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测简报（第一期）》（2014 年 12 月）；

(2)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测设计与实施计划》（2014 年 12 月）；

(3)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测年度报告（2014 年）》（2014 年 12 月）；

(4)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测简报（第二期）》（2015 年 3 月）；

(5)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测简报（第三期）》（2015 年 5 月）；

(6)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测季度报告表》（2015 年第一、二、三、四季度）；

(7)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测年度报告（2015 年）》（2015 年 12 月）；

(8)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测季度报告表》（2016 年

第一、二、三、四季度);

(9)《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测总结报告》(2020年10月)。

以上资料均已提交给建设单位并报送至各级水行政主管部门,监测总结报告作为本次水土保持设施验收材料,在验收备案公示期满后送达云南省水利厅进行备案。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测项目部设置

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,云南国电电力富民风电开发有限公司于2014年11月委托云南今禹生态工程咨询有限公司承担本项目的水土保持监测工作(监测任务委托书详见附件1)。

我单位接受监测任务后,立即成立本项目监测小组于2014年11月12日首次进行工程现场,针对项目区水土流失状况、水土保持防治情况、工程进度、水土流失危害等开展调查,布设水土保持监测点,就现场水土流失问题与建设单位进行沟通,提出监测意见督促落实。根据水土保持方案设计情况,结合工程相关资料和现场调查情况,监测组于2014年12月编制完成了《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测设计与实施计划》。

为保障监测工作高质量、高效率完成,我单位组织一支专业知识强、业务水平熟练、监测经验丰富的水土保持监测队伍,成立昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持监测项目部,由总监测工程师、专业监测工程师组成监测机构。其中,总监测工程师全面负责监测合同的履行,主持本项目监测机构的工作,在项目执行期间保持稳定;如果遇到特殊情况,总监测工程师需要发生变化,我公司将充分征求建设单位的意见,并书面通知建设单位,陈述变更的原因。

本项目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行使合同文件赋予监测单位的权利,全面负责现场的监测工作。同时成立数据分析组,负责实测数据归档、分析以及报告的编写。监测项目部技术人员配备见表1-5。

表 1-5 水土保持监测项目部人员配备表

分组	成员	职务	监测上岗证号	分工情况
领导小组	周祥	总监测工程师	第（1627）号	项目负责人所需提交监测成果的批准，项目管理，监测技术指导
	汪斌	副总监测工程师	第（0539）号	项目负责人所需提交监测成果的核定，对监测过程协调及监督等
技术小组	张家兵	监测工程师	第（4982）号	项目负责人所需提交监测成果的审查，项目监测工作进度安排
	黄佳健	监测工程师	第（4605）号	主要负责野外观测，监测项目数据收集、分析
	薛月园	监测工程师	第（4973）号	主要负责数据整编和结果分析，图像编辑、报告编写
	王 幸			主要负责野外观测，监测项目数据收集、分析
	罗绍芹			主要负责数据整编和结果分析，图像编辑、报告编写

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→前期调查→内业整理→编制监测工作计划→实地监测→提交监测意见→复核监测意见落实情况→提交阶段性结果（监测季报、年报）→提交监测总报告→配合水土保持措施专项验收。

昆明市富民县金铜盆风电场项目监测方法主要采用实地测量、地面观测、资料分析、遥感监测等。

（一）实地测量

采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定不同分区的的地表扰动不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施（截排水工程和土地整治工程等）实施情况。

本项目实地测量主要用于监测各分区地表扰动面积、防治措施长度和面积等。

（二）地面观测

通过本项目布置的侵蚀针监测样方进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀

模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、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。

（三）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，拟补本项目由于委托滞后造成的施工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、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

一、监测时段

我公司于 2014 年 11 月接受本项目水土保持监测委托并开展监测工作，监测时段为 2014 年 11 月至 2020 年 10 月，共计 6 年。

二、监测频次

按监测实施方案中的监测规划进行实施，本项目监测时段内分别于 2014 年 11 月、12 月，2015 年 3 月、5 月、7 月、11 月，2016 年 3 月、6 月、9 月、11 月，2017 年 4 月、6 月、8 月，2018 年 2 月、6 月、10 月，2019 年 6 月、11 月、2020 年 5 月、10 月先后二十次开展现场监测工作，监测频次为 20 次。

1.3.4 监测点布设

根据本工程《水土保持监测实施方案》，结合工程实际情况，我公司监测组在本工程监测时段内，共计布设了 14 个监测点，其中 2 个定位监测点，11 个调查监测点和 1 个巡查点。监测点布设情况详见表 1-6，部分定位监测点见表 1-7~1-12。

表 1-6 水土保持监测点布设情况一览表

序号	监测项目	监测对象/布设位置	监测点数	布设时间	备注
1	水土流失背景情况	整个项目区	1	2014 年 11 月	调查型
2	地形地貌变化情况	整个项目区	1	2014 年 11 月	调查型
3	扰动地表面积	整个项目区	1	2014 年 11 月	调查型
4	水土流失面积	整个项目区	1	2014 年 11 月	调查型
5	弃土弃渣	整个项目区	1	2014 年 11 月	调查型
6	水土流失危害	整个项目区	1	2014 年 11 月	巡查
7	水土流失状况	道路回填边坡	1	2014 年 11 月	观测型

序号	监测项目	监测对象/布设位置	监测点数	布设时间	备注
		4#风机边坡	1	2015 年 3 月	观测型
8	工程措施防治效果	道路下侧浆砌石挡墙	1	2015 年 3 月	调查型
		道路内侧浆砌石排水沟	1	2016 年 3 月	调查型
		道路内侧浆砌石排水沟	1	2016 年 6 月	调查型
		道路内侧浆砌石挡墙	1	2016 年 6 月	调查型
9	植物措施生长状况	7#风机平台	1	2016 年 6 月	调查型
		13#风机平台	1	2016 年 9 月	调查型

表 1-7 水土流失状况定位监测点（1#侵蚀针监测样方）记录表

布设时间	2014 年 11 月 12 日	监测点 地理位 置	北纬 N: 25°17'4.70"
布设部位	道路回填边坡		东经 E: 102°24'37.42"
监测内容	水土流失状况		海拔 H: 2729m
土壤类型	黄棕壤		
原来土地利用	草地	盖度	> 80 %
目前土地利用	道路土质回填边坡	盖度	< 5 %
周边植被类型	天然乔灌草	盖度	> 80 %
土壤侵蚀特点简要说明	工程部位扰动类型为回填边坡，地表裸露、形态松散，降雨冲刷极易造成水土流失		
样方说明	小区规格 3m×3m，坡度 30°，插钎 16 根，2015 年度内观测正常		

表 1-8 水土流失状况定位监测点（2#侵蚀针监测样方）记录表

布设时间	2015 年 3 月 21 日	监测点 地理位 置	北纬 N: 25°19'19.10"
布设部位	4#风机平台回填边坡		东经 E: 102°21'38.59"
监测内容	水土流失状况		海拔 H: 2726m
土壤类型	黄壤、砾石		
原来土地利用	林地	盖度	> 60 %
目前土地利用	风机平台土质回填边坡	盖度	< 5 %
周边植被类型	天然乔灌草	盖度	> 80 %
土壤侵蚀特点简要说明	工程部位扰动类型为风机平台回填边坡，地表裸露、形态松散，降雨冲刷极易造成水土流失		
样方说明	小区规格 2m×2m，坡度 32.3°，插钎 9 根，2015 年度内观测正常		

表 1-9 工程措施防治效果调查监测点记录表（1）

			
调查时间	2015 年 3 月 21 日	地理位置	北纬 N: 25°17'43.55"
调查部位	道路回填边坡		东经 E: 102°24'55.76"
措施类型	M7.5 浆砌石挡墙		海拔 H: 2648m
规格尺寸、数量	顶宽 0.5m、外坡比 1:0.1、内坡比 1:0.2、高度 5m 本段长度 86m		
运行状况	正常		
防治效果	施工破坏原始坡面，通过浆砌石挡墙挡护能够有效保障边坡稳定，后续配合植被恢复措施，能有效治理该地段水土流失		

表 1-10 工程措施防治效果调查监测点记录表（2）

A photograph showing a person kneeling next to a concrete drainage ditch on a dirt road. The person is wearing a grey jacket and blue jeans. The ditch is filled with water and has a concrete curb. A small sign is visible in the ditch, reading "措施防护效果监测点" (Measure Protection Effect Monitoring Point). The background is a steep, rocky hillside.

调查时间	2016 年 6 月 18 日	地理位置	北纬 N: 25°15'36"
调查部位	19#风机支线道路内侧排水沟		东经 E: 102°24'21.7"
措施类型	浆砌石排水沟		海拔 H: 26027m
规格尺寸、数量	顶宽 0.4m、底宽 0.4m、深 0.3m，沟帮 0.3m，本段长度 350m		
运行状况	正常		
防治效果	道路上方存在汇水，通过排水沟的实施能够有效排导汇水，避免汇水冲刷路面造成水土流失		

表 1-11 工程措施防治效果调查监测点记录表（3）

			
调查时间	2016 年 6 月 18 日	地理位置	北纬 N: 25°15'37.9"
调查部位	17#风机支线道路内侧挡墙		东经 E: 102°24'27.8"
措施类型	浆砌石挡墙		海拔 H: 2619m
规格尺寸、数量	顶宽 0.4m、高 1.4m，本段长度 25m		
运行状况	正常		
防治效果	道路上方存在风机平台边坡，通过挡墙的实施能够有效拦挡边坡，避免边坡垮塌造成水土流失		

表 1-12 工程措施防治效果调查监测点记录表（4）

调查时间	2016 年 9 月 25 日	地理位置	北纬 N: 25°17'21.2"
调查部位	7#风机支线道路内侧排水沟		东经 E: 102°24'34.6"
措施类型	浆砌石排水沟		海拔 H: 2367m
规格尺寸、数量	顶宽 0.4m、底宽 0.4m、深 0.3m，沟帮 0.3m，本段长度 280m		
运行状况	正常		
防治效果	道路上方存在汇水，通过排水沟的实施能够有效排导汇水，避免汇水冲刷路面造成水土流失		

表 1-13 植物措施生长状况调查样方记录表

布设时间	2016 年 6 月 18 日	地理位置	北纬 N: 25°16'26.7"
调查部位	13 # 风机平台		东经 E: 102°24'24.0"
措施类型	平台撒草绿化		海拔 H: 2668m
造林规格、数量	树种: 黑麦草、戟叶酸模、波斯菊等。种植密度: 草籽 80kg/hm²		
覆盖度	75%		
成活率	90%		
监测建议	重视抚育管理, 防病虫害, 防牲畜和人为损害, 及时补植, 提高林草覆盖率		

表 1-14 植物措施生长状况调查样方记录表

调查时间	2016 年 9 月 25 日	地理位置	北纬 N: 25°17'21.6"	
调查部位	7 # 风机平台		东经 E: 102°24'34.1"	
措施类型	平台撒草绿化		海拔 H: 2668m	
造林规格、数量	树种: 黑麦草、戟叶酸模、波斯菊等。种植密度: 草籽 80kg/hm ²			
覆盖度	95%			
成活率	95%			
监测建议	重视抚育管理, 防病虫害, 防牲畜和人为损害, 及时补植, 提高林草覆盖率			

1.3.5 监测设施设备

昆明市富民县金铜盆风电场项目监测设施设备使用情况见下表。

表 1-13 水土保持监测使用设备表

序号	设施和设备	规格型号	单位	数量	备 注
一	设 施				
1	简易水土流失观测场	3m×3m	个	1	用于观测土壤侵蚀量
		2m×2m	个	1	用于观测土壤侵蚀量
2	水土保持措施防治效果调查样方	根据措施类型而定	个	4	用于观测水土保持措施实施及运行情况
3	植被生长状况调查样方	2m×2m	个	2	用于调查植被措施实施情况以及植被生长状况
二	设 备				
1	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
2	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
3	罗盘		套	1	用于测量坡度
4	皮尺、卷尺		套	1	测量植物生长状况
5	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录
6	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
7	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
8	幅材及配套设备				各种设备安装补助材料
9	无人机	大疆精灵 4	台	1	用于监测现场的航拍图片记录

1.3.6 监测阶段成果提交情况

本项目水土保持监测工作于 2014 年 11 月接受委托并及时开展，截止 2017 年 5 月，监测组提交的监测成果有：

(1)《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测简报（第一期）》（2014 年 12 月）；

(2)《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测设计与实施计划》（2014 年 12 月）；

(3)《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测年度报告（2014 年）》（2014 年 12 月）；

(4)《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测简报（第二期）》（2015 年 3 月）；

(5)《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测简报(第三期)》(2015年5月);

(6)《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测季度报告表》(2015年第一、二、三、四季);

(7)《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测年度报告(2015年)》(2015年12月);

(8)《昆明市富民县金铜盆风电场工程水土保持监测季度报告表》(2016年第一、二、三、四季)。

以上监测成果按照水土保持监测规程以及相关规范要求,及时提交至省、市、县三级水行政主管部门备案。

1.3.7 水土保持监测意见及落实情况

一、富民县水务局监督检查

2017年5月31日,富民县水务局对本项目水土保持工作进行监督检查。通过监督检查,根据项目存在问题和不足,提出以下监督检查意见(详见附件十四):

- ①排水沟淤积;
- ②局部植被长势较差;
- ③局部建筑垃圾未清理;

完善情况:

①建设单位于2017年6月初督促施工单位对沿线排水沟进行了清淤和道路沿线建筑垃圾清除工作;

②建设单位于2017年6月初督促建设单位对沿线植物措施长势较差区域进行补植补种。

建设单位对富民县水务局提出的监督检查意见十分重视,及时组织相关人员对对监督检查意见提出的问题及时进行了落实与完善。

二、云南省水利厅水土保持设施验收

云南省水利厅于2017年7月28日在富民县主持召开了昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持设施验收会议,经验收组现场检查和讨论,项目水土保持设施未达到水土保持验收规范的要求,须对以下问题进行整改:

- (一)15#风机平台违规堆放大量弃土,形成高陡边坡,水土保持措施未实

施到位,存在安全及严重水土流失隐患,需按水保规范进行清理及分台削坡处理,补充截排水沟,完善拦挡工程和植物措施,确保边坡安全稳定及水土流失得到有效控制。

（二）按规范对 2#弃渣场进行分台削坡处理,完善截排水沟、拦挡工程和植物措施。

（三）场内道路下边坡违规弃土情况明显,无防护措施,需进行清理并一步完善拦挡工程和植物措施。

（四）部分已实施截排水沟质量不符合施工技术规范要求,需进一步整改完善确保沟壁光滑顺直不渗漏;排水口冲刷明显,需增设顺接和消能设施。

（五）场内道路上边坡未实施植物措施,裸露的边坡水土流失明显,与周边环境严重不协调,需进一步完善植物措施

整改意见下发后,建设单位严格按照水行政主管部门提出的意见逐条落实,落实情况如下:

（一）对 15#风机平台的高陡边坡进行清理及分台削坡,完善了截水沟和马道排水沟,对边坡实施松木抗滑桩加固,坡面撒草并栽植了水冬瓜树,确保了边坡稳定和及水土流失得到有效控制。

	
15#平台边坡整改前 (2017.7)	15#边坡分台后现状 (2020.10)

	
15#平台边坡整改前（2017.7）	15#边坡坡面松木抗滑桩（2020.10）
（二）按规范对 2#弃渣场进行分台削坡，完善了截排水沟、拦挡工程，对覆盖率较低的区域补撒了草籽，并在平台栽植了水冬瓜树。	
	
2#弃渣场整改前截水沟（2017.7）	2#弃渣场重新修建的截水沟（2020.10）
	
2#弃渣场整改前边坡（2017.7）	2#弃渣场分台后边坡现状（2020.10）

（三）完善了场内道路下边坡的拦挡和植物措施。

	
道路边坡整改前（2017.7）	道路边坡拦挡及绿化现状（2020.10）
	
道路边坡整改前（2017.7）	道路回填边坡绿化现状（2020.10）
	
道路边坡整改前（2017.7）	道路回填边坡绿化现状（2020.10）

（四）对排水沟沟壁进行抹面，使其光滑顺直不渗漏；排水口设顺接和跌水坎消能设施。

	
道路排水沟整改前（2017.7）	道路排水沟抹面后（2020.10）
	
道路排水沟出口整改前（2017.7）	道路排水沟出口跌水坎现状（2020.10）

（五）对部分存在水土流失隐患的场内道路上边坡实施了植生袋绿化。

	
道路开挖边坡整改前（2017.7）	道路开挖边坡植生袋绿化（2020.10）

	
道路开挖边坡整改前（2017.7）	道路开挖边坡植生袋绿化（2020.10）

1.3.8 重大水土流失危害事件处理情况

根据建设单位提供的信息，结合监测组在项目区周边进行走访调查，本项目建设过程中未发生重大水土流失危害事件。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

2.1.1 扰动土地情况

项目扰动土地分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积一般在项目建设时已经确定，临时占地面积则随着工程进展有一定变化。扰动土地情况监测主要是通过监测核实永久占地和临时占地的面积、扰动土地的利用类型等，确定试运行期防治责任范围面积。

A 永久性占地

永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设单位负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对红线范围地区进行认真复核，监测项目建设及生产有无超范围开发的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

B 临时性占地

临时性占地是指因主体工程开发需要、临时占用的部分土地，土地管辖权仍属于原单位（或个人），建设单位无土地管辖权。水土保持监测是复核临时性占地面积有否超范围使用。

C 扰动地表面积

扰动地表面积是指开发建设项目在建设过程中扰动地表行为造成破坏或占用的面积。对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。水土保持监测内容为认真复核扰动地表面积。

本项目扰动土地监测工作主要通过实地测量结合资料分析的方法进行，监测频次为 20 次。

2.1.2 防治责任范围

水土流失防治责任范围在项目建设初期能基本确定，有少部分区域可能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项目区扰动面积，确定建设期防治责任范围。

本项目区占地面积由国土部门按权限批准，水土保持监测是对红线围地认真

核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况。

工程防治责任范围监测工作主要通过实地测量结合资料分析的方法进行，监测频次为 20 次。

2.1.3 取料、弃渣

本项目建设不涉及取料情况，工程弃土弃渣监测主要包括施工期和水土保持措施运行初期（林草植被恢复期）。具体如下：

（1）施工期

施工期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、弃渣的位置、处（点）数、方量及堆放面积；挖方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。

根据弃土弃渣的动态变化情况，施工期将对整个项目区的弃土弃渣实际变化情况进行详细监测。

（2）运行初期（林草植被恢复期）

林草植被恢复期将临时占地的恢复情况、绿化覆土来源以及防护措施进展等进行动态监测。

本项目土石方平衡情况监测工作主要通过资料分析结合实地踏勘的方法进行，对项目区建设期开挖的土石方处置情况进行调查和分析，就部分区域土方回填不到位的提出完善场地平整的监测意见，并督促实施。土石方平衡情况监测频次为 10 次。

2.1.4 水土保持措施

本项目水土保持措施监测内容主要为：防治措施的类型、数量、质量，防护工程的稳定性、完好程度和运行情况，水土保持管理措施实施情况监测，防治目标监测等。

本项目已实施完成的水土保持措施有：

工程措施：风机机组区表土剥离和收集、松木桩防护、浆砌石排水沟；升压站砖砌排水沟、站内排水管网；场内道路区表土剥离、浆砌石排水沟；弃渣场区浆砌石挡墙、混凝土截水沟。

植物措施：风机机组区绿化；集电线路区撒草绿化；升压站区园林绿化、植

草砖绿化、周边扰动区域撒草绿化；场内道路区边坡绿化、行道树、植生袋；施工辅助设施区复耕；弃渣场区植被恢复。

临时措施：风机机组区临时土质排水沟；升压站临时排水沟；场内道路区临时土质排水沟，临时沉砂池；施工辅助设施区临时排水沟。

针对已经实施的措施，监测组通过实地测量结合资料分析的方法进行措施类型、位置、实施时间、规格、数量、防治效果的复核调查，对于施工期间所实施的临时防护措施主要通过资料分析的方法进行统计。已实施的水土保持措施监测频次为 12 次。

2.1.5 水土流失情况

土壤流失情况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

主要对项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

A 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

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

C 土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤容重。

D 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

E 水文因子：水系形式、河流径流特征。

F 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

G 社会经济因子：社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，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

监测项目区内发生的风力、水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

项目区属于以水力侵蚀为主的西南土石山区。

根据项目区气象资料，项目区属低纬度亚热带高原季风气候，年平均降雨量 846.50mm，全年主导风向为 SW ~ WSW，平均风速 8.9m/s，林草覆盖率约为 60%。综合判断项目区地表未扰动情况下为轻度水力侵蚀区。

监测组通过在项目区布设的 2 个侵蚀针监测样方，获取扰动区域典型地段的水力侵蚀强度。根据已经测算的样地土壤侵蚀量计算整个坡面及项目区的土壤侵蚀模数。土壤流失监测频次为 3 次。

2.2 监测方法

2.2.1 实地测量

实地测量是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定扰动土地面积、防治责任范围、水土保持措施、取料弃渣场地面积等。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等）实施情况。

2.2.2 地面观测

通过本项目布置的监测设施（简易水土流失观测场）进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、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、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，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。

2.2.3 资料分析

根据施工单位提供的工程报告、监理单位提供的监理报告和工程计量资料，以及工程审批、土地使用资料等，对工程征占地面积、土石方挖填及平衡情况、

水土保持措施实施过程等进行分析整理，作为现场踏勘的基础参照材料，通过现场核查，最终获得相关监测数据。

2.2.4 遥感监测

遥感监测是指通过无人机、卫星影像等资料，对项目区的扰动地表面积、措施防护效果、植被覆盖度、对下游的水土流失危害等情况进行观测。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

一、水土流失防治责任范围

(1) 水保方案批复的水土流失防治责任范围

根据《昆明市富民县金铜盆风电场水土保持方案可行性研究报告（报批稿）》及其批复文件（云水保〔2012〕273号），本项目的水土流失防治责任范围面积为 49.90hm²，其中项目建设区 35.64hm²，直接影响区 14.26hm²。

(2) 水保方案变更报告批复的水土流失防治责任范围

根据《昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持方案变更报告书（报批稿）》及其批复文件（云水保〔2017〕17号），本项目的水土流失防治责任范围面积为 23.31hm²，其中项目建设区 23.31hm²，直接影响区 0hm²。

(3) 监测确定的水土保持防治责任范围

经过监测现场调查复核，项目实际的水土流失防治责任范围较《水保方案》确定的防治责任范围减少了 26.59hm²，减少比例为规划面积的 53.29%，减少后水土流失防治责任范围面积为 23.31hm²，与水保方案变更报告批复的一致。其中项目建设区 23.31hm²，直接影响区 0hm²。水土流失防治责任范围具体情况详见表 3-1。

表 3-1 实际水土流失防治范围面积与水保方案批复对比表

项目分区		占地面积					备注
		原方案 规划值	变更方 案值	监测 值	变化值	变化 比例	
项目 建设 区	风机机 组区	5.38	6.43	6.43	+1.05	+19.52%	平台面积相对减少，但原水保方案未考虑边坡面积，实际建设过程中不可避免的会产生一定的开挖及回填边坡，导致面积增大
	集电线 路区	0.45	0.55	0.55	+0.10	+22.22%	塔基扰动范围减少，但新增地埋电缆沟扰动面积增加
	升压站	1.00	1.00	1.00	0	—	未变更
	场内道 路区	25.20	14.56	14.56	-10.64	-42.22%	原水保方案规划总长 18km，实际总长 10.39km，道路长度减少导致路面和边坡占地减少
	施工辅 助 设施区	0.60	0.42	0.42	-0.18	-30%	未设置混凝土拌和系统、石料堆场及砂石加工系统，导致面积减少
	弃渣场	3.01	0.35	0.35	-2.66	-88.37%	设计的 3 个弃渣场均未启用，由于总弃渣量大大减小，新增的 2 个弃渣场面积较小
	合计	35.64	23.31	23.31	-12.33	-34.60%	各防治分区面积变更导致总面积减少
直接影响区		14.26	0	0	-14.26	-100%	按照新的规范要求不再计列直接影响区
防治责任范围		49.90	23.31	23.31	-26.59	-53.29%	

二、建设期扰动土地面积

昆明市富民县金铜盆风电场项目于 2014 年 9 月开工。根据项目建设资料分析，并结合现场监测调查核算，工程扰动地表面积为 23.31hm²。

表 3-2 项目区年度扰动土地面积情况统计表

项目组成	累计扰动土地面积 (hm ²)						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
风机机组区	2.15	6.37	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43
集电线路	0	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
升压站	0.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
场内道路	6.89	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56
施工辅助设施区	0.24	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
弃渣场	0.17	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
合计	10.16	23.25	23.31	23.31	23.31	23.31	23.31

3.2 取土（石）料监测结果

一、设计取土（石）料情况

根据《水保方案》，本项目建设过程中所需要的砂石材料主要通过外购的方式解决，本项目不涉及启用石料场。覆土主要利用前期剥离的表层土，不涉及新增土料场。

二、取土（石）料监测结果

本项目实际建设过程中，严格按照《水保方案》规划，砂石料等通过外购方式获得，回填土料利用前期剥离土石方获得，未新增土（石）料场。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

一、设计弃土（石、渣）情况

根据《水保方案》，本项目土石方开挖量 67.67 万 m^3 （场地平整及基础开挖量为 63.66 万 m^3 ，收集表层剥离土 4.01 万 m^3 ），回填总量为 52.43 万 m^3 （其中用于场地平整回填 48.42 万 m^3 ，临时转存用于后期绿化或复耕覆土 4.01 万 m^3 ）共产生永久弃渣 15.24 万 m^3 。

表 3-3 《水保方案》规划土石方平衡情况

分区或分段		挖方(万 m^3)		回填利用量 (万 m^3)	废弃、转存		
		场地平整及 基础开挖	表土剥 离量		小计(万 m^3)	永久弃 渣	临时 堆土
风机机 组区	风机基础	3.40		2.10	1.30	1.30	
	箱变及电 缆沟	0.04		0.04	0.00	0.00	
	风机机组 吊装平台	7.80	0.95	5.32	3.43	2.48	0.95
	小计	11.24	0.95	7.46	4.73	3.78	0.95
集电线路		0.86		0.86	0.00	0.00	
升压站		2.56		2.56	0.00	0.00	
场内道路		48.55	2.34	37.09	13.80	11.46	2.34
施工辅助设施区		0.45	0.12	0.45	0.12	0.00	0.12
弃渣场			0.60		0.60	0.00	0.60
小 计		63.66	4.01	48.42	19.25	15.24	4.01
合 计		67.67		48.42	19.25	15.24	4.01

二、弃土（石、渣）量监测结果

根据建设单位提供的相关资料，本项目共产生土石方开挖 37.39 万 m^3 （其中土石方开挖 35.54 万 m^3 ，剥离表土 1.85 万 m^3 ），回填土石方 35.33 万 m^3 （其

中土石方回填 33.48 万 m^3 ，覆土 1.85 万 m^3 ），永久弃方 2.06 万 m^3 ，堆放于 1#、2#弃渣场。

表 3-4 工程土石方平衡表 (单位: 万 m^3)

序号	分区	实际产生				
		开挖土石方量		回填土石方量		永久弃渣
		场地开挖	表土剥离	场地回填	覆土	
1	风机机组区	8.55	0.61	8.55	0.61	
2	集电线路	0.73		0.73		
3	升压站	2.56		2.56		
4	场内道路	23.65	1.24	21.59	1.24	2.06
5	施工辅助设施区	0.05		0.05		
6	弃渣场					
合计(自然方)		35.54	1.85	33.48	1.85	2.06

三、弃土(石、渣)场位置及占地面积监测结果

根据现场调查情况及查阅相关资料，项目实际产生弃方 2.06 万 m^3 ，全部堆放于 1#、2#弃渣场。

1#弃渣场占地面积 0.17 hm^2 (含运渣便道 130m)，属沟道型渣场，周边及渣场地质情况良好，无塌陷、滑坡等不良地质情况存在，坡度约 8°，占地类型主要为草地，堆渣高程范围 2568~2576m 之间，最大高差 8m，规划容量 0.75 万 m^3 。根据《水土保持工程设计规范》，该渣场属 5 级弃渣场，堆存渣体为土石混合弃渣，弃渣场平台按 2°的纵坡堆放，无堆渣边坡产生。堆渣前已在下侧实施了浆砌石挡墙，堆渣时分层对渣体进行压实。场地上游汇水面积约 0.023 km^2 ，汇水较小。

2#弃渣场位于 18#风机西侧约 300m 处，占地面积为 0.18 hm^2 ，属沟道型渣场，弃渣场紧邻场内道路布置，周边及渣场地质情况良好，无塌陷、滑坡等不良地质情况存在，坡度约 18°，占地类型主要为林地，堆渣高程范围 2577~2600m 之间，最大高差 23m，规划容量 2.00 万 m^3 。根据《水土保持工程设计规范》，该渣场属 4 级弃渣场，堆存渣体为土石混合弃渣。2#弃渣场在堆渣前已在下侧实施了浆砌石挡墙，堆渣时分层对渣体进行压实，并进行了简易分台处理。场地上游汇水面积约 0.016 km^2 ，汇水较小。

表 3-5 弃渣场特性表

渣场编号	占地面积(hm ²)	渣场类型	堆渣量(万 m ³)		渣场容量(万 m ³)	堆高(m)	
			自然方	松方		高程	高差
1#弃渣场	0.17	沟道型	0.55	0.72	0.75	2568 ~ 2576	8
2#弃渣场	0.18	沟道型	1.51	1.96	2.0	2577 ~ 2600	23
合计	0.35		2.06	2.68	2.75		

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 工程措施监测方法

(1) 工程措施的数量与质量

本项目水土保持工程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挡墙、排水沟等工程,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砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现,做出定性描述。

4.1.2 工程措施设计情况

一、水保方案工程措施设计情况

根据《水保方案》及其批复,本项目的工程措施包括主体设计的工程措施和方案新增的工程措施,具体工程量如下:

1、主体工程设计工程措施情况

主体工程设计具有水土保持功能且计入水土保持投资的工程措施包括:升压站浆砌石截水沟 330m,砖砌排水沟 600m;场内道路区浆砌石截水沟 3420m,浆砌石排水沟 18560m。

表 4-1 主体工程设计工程措施情况

防治分区	工程措施	单位	数量
升压站	浆砌石截水沟	m	330
	砖砌排水沟	m	600
场内道路区	浆砌石截水沟	m	3420
	浆砌石排水沟	m	18560

2、《水保方案》新增工程措施情况

《水保方案》新增的工程措施主要有:风机机组区表土剥离 9500m³,蓄水池 19 个;场内道路区表土剥离 23400m³,蓄水池 5 个;施工辅助设施区表土剥

离 1200m³；弃渣场表土剥离 6000m³，浆砌石挡渣墙 126m，浆砌石截水沟 283m，沉砂池 1 口。

表 4-2 方案新增工程措施及工程量汇总表

防治分区	措施类型	单位	工程量
风机机组区	表土剥离	m ³	9500
	蓄水池	个	19
场内道路区	表土剥离	m ³	23400
	蓄水池	个	5
施工辅助设施区	表土剥离	m ³	1200
弃渣场	表土剥离	m ³	6000
	浆砌石挡渣墙	m	126
	浆砌石截水沟	m	283
	沉砂池	口	1

二、水保方案变更报告工程措施设计情况

1、已实施工程措施情况

风机机组区表土剥离和收集 6100m³，浆砌石排水沟 158m；升压站砖砌排水沟 108m，站内排水管网 180m；场内道路区表土剥离 12400m³，C20 砼排水沟 109m³，C20 跌水坎 49m³，浆砌石排水沟 8457m；弃渣场浆砌石挡墙 82m。

2、变更报告新增工程措施情况

弃渣场区浆砌石截水沟 225m。

4.1.23 工程措施实际实施情况

根据现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，本项目实际实施的水土保持工程措施有：风机机组区表土剥离 6100m³，浆砌石排水沟 255m；升压站砖砌排水沟 108m，站内排水管网 180m；场内道路区表土剥离 12400m³，浆砌石排水沟 8457m；弃渣场浆砌石挡墙 82m，浆砌石截水沟 164m。工程量为：剥离表土 18500m³，土方开挖 7250.32m³，M7.5 浆砌石 8335.44m³，混凝土浇筑 158m³，砖砌 19.44m³。

工程措施具体实施情况见表 4-3 及图 4-1。

表 4-3 水土保持工程措施实施情况统计表

分区		数量	土方开挖 (m³)	砌砖 (m³)	浆砌石 (m³)	混凝土 (m³)
风机机组区	表土剥离及收集	6100m³				
	浆砌石排水沟	255m	178.5		137.7	
升压站	砖砌排水沟	108m	36.72	19.44	0	
	雨水管网	180m	0		0	
场内道路区	浆砌石排水沟	8457m	5919.90		4566.78	
	C20 排水沟	109m³	0		0	109
	C20 跌水坎	49m³	0		0	49
	表土剥离及收集	12400m³	0		0	
弃渣场	浆砌石挡墙	82m	1000.40		3542.40	
	浆砌石截水沟	164m	114.8		88.56	
合计			7250.32	19.44	8335.44	158





图 4-1 工程措施实施情况图

4.1.4 工程措施监测结果

本项目工程措施较变更批复的工程措施，主要变化为增加了风机机组区排水沟、场内道路区排水沟和跌水坎等措施。详细情况如下：

表 4-3 工程措施监测成果表

分区	防治措施	单位	水保方 案设计	变更方 案设计	实际实 施	变化量	备注
风机机组 区	表土剥离	m³	9500	6100	6100	0	
	浆砌石排水沟	m	0	158	255	+97	变更后增加
	蓄水池	个	19	0	0	0	
升压站	浆砌石截水沟	m	330	0	0	0	
	砖砌排水沟	m	600	108	108	0	
	雨水管网	m	0	180	180	0	
场内道路 区	表土剥离	m³	23400	12400	12400	0	
	浆砌石截水沟	m	3420	0	0	0	
	浆砌石排水沟	m	18560	8457	8457	0	
	C20 排水沟	m³	0	0	109	+109	变更后增加
	C20 跌水坎	m³	0	0	49	+49	变更后增加
	蓄水池	个	5	0	0	0	

分区	防治措施	单位	水保方案 设计	变更方 案设计	实际实 施	变化量	备注
施工辅助 设施区	表土剥离	m ³	1200	0	0	0	
弃渣场区	表土剥离	m ³	6000	0	0	0	
	浆砌石挡墙	m	126	82	82	0	
	截水沟	m	283	164	164	0	
	沉砂池	口	1	0	0	0	

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施监测方法

植物措施监测一般采用植被样方调查方法，主要是选取有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测植被生长发育状况，主要监测指标测量方法如下：

（1）林木生长情况

① 树高：采用卷尺或测高仪进行测定。

② 胸径：采用胸径尺进行测定。

（2）存活率和保存率

根据本工程实际情况，造林成活率在随机设置的 20m×20m 的三个重复样方内，于后期查看前期造林苗木成活的株数占造林苗木总株数的百分数，单位为%，保存率是指造林一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草的成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 以上为合格，并计算合格样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

（3）林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum (C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中： C_i 为林地、草地郁闭度或盖度； A_i 为相应郁闭度、盖度的面积； A 为流域总面积。

4.2.2 植物措施设计情况

一、水保方案植物措施设计情况

根据本项目《水保方案》，本项目的工程措施包括主体设计的工程措施和方案新增的工程措施，具体工程量如下：

1、主体工程设计植物措施情况

主体工程设计具有水土保持功能且计入水土保持投资的植物措施包括：场内道路区网格植草绿化 1.48hm^2 ，路基裸露边角绿化 0.88hm^2 。

表 4-4 主体工程设计植物措施情况

防治分区	工程措施	单位	数量
场内道路区	网格植草绿化	hm^2	1.48
	路基裸露边角绿化	hm^2	0.88

2、《水保方案》新增植物措施情况

《水保方案》新增的植物措施主要有：风机机组区植被恢复 4.75hm^2 ；集电线路区撒草绿化 0.15hm^2 ；场内道路区行道树 4500 株，植被恢复 11.70hm^2 ；施工辅助设施区复耕 0.60hm^2 ；弃渣场植被恢复 1.53hm^2 ，复耕 1.43hm^2 。

表 4-5 方案新增植物措施及工程量汇总表

防治分区	措施类型	单位	工程量
风机机组区	绿化	hm^2	4.75
集电线路区	绿化	hm^2	0.15
场内道路区	植被恢复	hm^2	11.70
	行道树	株	4500
施工辅助设施区	复耕	hm^2	0.60
弃渣场	植被恢复	hm^2	1.53
	复耕	hm^2	1.43

二、水保方案变更报告植物措施设计情况

1、已实施植物措施情况

风机机组区绿化 5.43hm^2 ；集电线路区撒草绿化 0.54hm^2 ；升压站园林绿化面积 0.06hm^2 ，植草砖绿化 0.03hm^2 ，周边扰动区域撒草绿化 0.22hm^2 ；场内道路区边坡绿化 4.89hm^2 ，行道树 35 株；弃渣场植被恢复 0.35hm^2 。

2、变更报告新增植物措施情况

场内道路区常春藤 610 株;施工辅助设施区复耕 0.19hm^2 ,灌草绿化 0.03hm^2 ;弃渣场乔木种植 0.05hm^2 。

4.2.3 植物措施实际实施情况

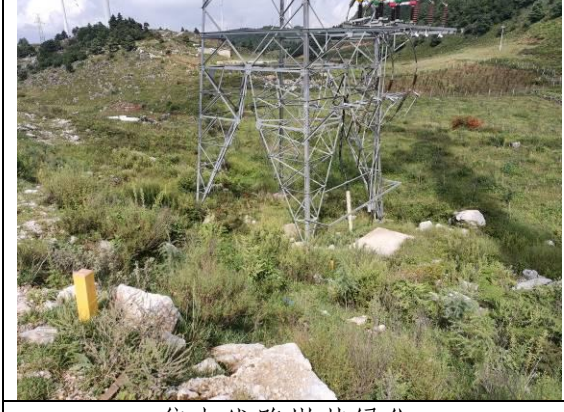
本项目水土保持植物措施主要围绕风机平台和边坡、道路行道树及两侧空地、集电线路施工扰动区域、升压站、施工辅助设施区、弃渣场等部位实施。

根据现场调查统计,结合建设单位提供资料分析,本项目实际实施的水土保持植物措施有:风机机组区绿化 5.43hm^2 ,植树 463 株;集电线路区撒草绿化 0.54hm^2 ;升压站园林绿化面积 0.06hm^2 ,植草砖绿化 0.03hm^2 ,周边扰动区域撒草绿化 0.22hm^2 ;场内道路区边坡绿化 4.89hm^2 ,路侧撒草绿化 1.45hm^2 ,植生袋绿化 0.30hm^2 ,植生毯绿化 0.25hm^2 ,行道树 6745 株;施工辅助设施区复耕 0.19hm^2 ;弃渣场植被恢复 0.35hm^2 ,乔木种植 135 株。

植物措施具体实施情况见表 4-6 及图 4-2。

表 4-6 完成水土保持植物措施统计表

分区		数量	覆土 (m^3)	撒播绿 化(hm^2)	条播绿 化(hm^2)	植生袋 (m^3)	抚育管 理(hm^2)
风机机组区	绿化	5.43hm^2	6100	4.12	1.31		5.43
	植树	463 株					
升压站	园林绿化	0.06hm^2					
	植草砖绿化	0.03hm^2					
	撒草绿化	0.22hm^2		0.22			
场内道路区	边坡绿化	4.89hm^2	12400	2.04	2.85		4.89
	路侧绿化	1.45hm^2		1.45			
	植生袋绿化	0.30hm^2				591	
	植生毯绿化	0.25hm^2					
	行道树	6745 株					
集电线路区	绿化	0.54hm^2		0.54			0.54
施工辅助 设施区	复耕	0.19hm^2					
弃渣场	植被恢复	0.35hm^2		0.35			0.35
	植树	135 株					
合计			18500	8.72	4.16	591	11.21

	
9#风机平台绿化	15#风机平台及边坡绿化
	
升压站植草砖绿化	升压站园林绿化
	
道路路侧空地及回填边坡绿化	道路行道树
	
集电线路塔基绿化	集电线路电缆沟绿化

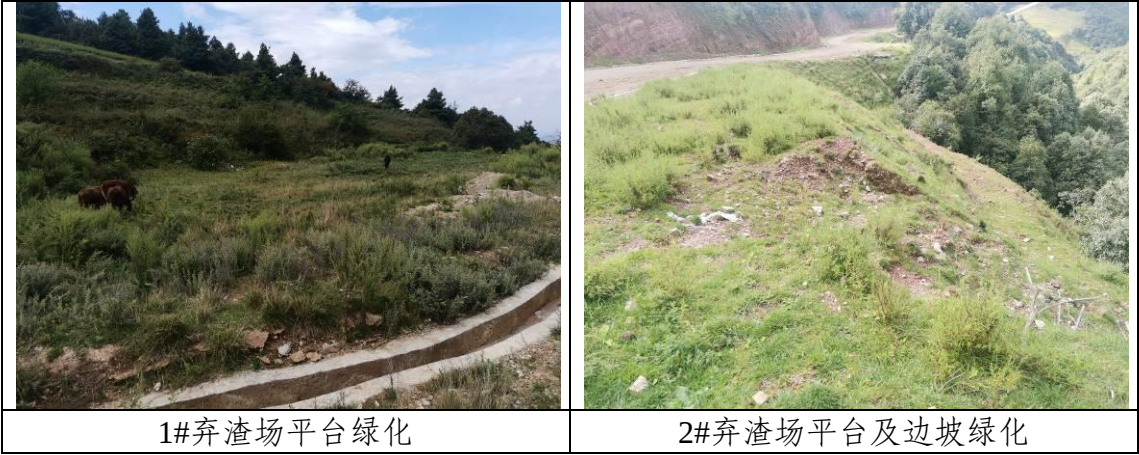


图 4-2 植物措施实施情况图

4.2.4 植物措施监测结果

本项目实施的植物措施较变更批复的植物措施，主要变化为增加了路侧撒草绿化措施，上边坡爬藤调整为植生袋绿化措施，行道树数量增加。详细情况如下：

表 4-6 植物措施监测成果表

分区	防治措施	单位	水保方 案设计	变更方 案设计	实际实 施	变化量	备注
风机机组 区	绿化	hm ²	4.75	5.43	5.43	0	
集电线路 区	绿化	hm ²	0.15	0.54	0.54	0	
升压站	园林绿化	hm ²	0	0.06	0.06	0	
	植草砖绿化	hm ²	0	0.03	0.03	0	
	撒草绿化	hm ²	0	0.22	0.22	0	
场内道路 区	网格植草	hm ²	1.48	0	0	0	
	路侧撒草绿化	hm ²	0.88	0	1.45	+1.45	变更后新增
	边坡绿化	hm ²	11.70	4.89	4.89	0	
	常春藤	株	0	610	0	-610	边坡爬藤绿化调 整为植生袋绿化
	植生袋	hm ²	0	0	0.30	0.30	
	行道树	株	4500	35	1640	+1605	较变更增加
施工辅助 设施区	复耕	hm ²	0.60	0.19	0.19	0	
弃渣场区	植被恢复	hm ²	1.53	0.35	0.35	0	
	复耕	hm ²	1.43	0	0	0	
	植树	株	0	131	135	+4	

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 临时措施监测方法

水土保持临时防护措施监测方法与工程措施监测方法类似,临时措施的数量主要由业主及监理单位提供,水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的临时防护措施工程量进行实地测量,记录临时措施实施位置、时段、类型、数量以及防治效果等。临时措施的施工质量主要由监理单位确定。

4.3.2 临时措施设计情况

一、水保方案临时措施设计情况

《水保方案》设计的临时措施主要有:风机机组区临时排水沟 2850m,编织袋拦挡 285m,密目网覆盖 5700m²;升压站土质排水沟 600m,沉砂池 1 口;场内道路区土质排水沟 9500m;施工辅助设施区临时排水沟 550m,编织袋挡墙 70m,密目网覆盖 420m²;弃渣场编织袋挡墙 900m,密目网覆盖 7200m²。

表 4-7 方案新增临时措施及工程量汇总表

防治分区	措施类型	单位	工程量
风机机组区	临时排水沟	m	2850
	编织袋拦挡	m	285
	密目网覆盖	m ²	5700
升压站	土质排水沟	m	600
	沉砂池	口	1
场内道路区	土质排水沟	m	9500
施工辅助设施区	临时排水沟	m	550
	编织袋挡墙	m	70
	密目网覆盖	m ²	420
弃渣场	编织袋挡墙	m	900
	密目网覆盖	m ²	7200

二、水保方案变更报告临时措施设计情况

1、已实施临时措施情况

风机机组区临时土质排水沟 352m;升压站临时排水沟 108m;场内道路区临时土质排水沟 8000m,临时沉砂池 1 口;施工辅助设施区临时排水沟 40m。

2、变更报告新增临时措施情况

风机机组区密目网覆盖 10340m²,场内道路区密目网覆盖 4600m²,弃渣场

密目网覆盖 3000m²。

4.3.2 临时措施实际实施情况

根据监测调查统计，结合建设单位提供资料分析，本项目完成水土保持临时防护措施为：风机机组区临时土质排水沟 352m；升压站临时排水沟 108m；场内道路区临时土质排水沟 8000m，临时沉砂池 1 口；施工辅助设施区临时排水沟 40m。

经统计，本项目完成临时措施为：临时土质排水沟 8500m，临时沉砂池 1 口。

临时措施具体实施情况见表 4-8 及图 4-3。

表 4-8 完成水土保持临时措施统计表

分区		数量	土方开挖 (m³)	薄膜覆盖 (m²)	密目网覆盖 (m²)
风机机组区	临时排水沟	352m	105.60		
升压站	临时排水沟	108m	32.40		
场内道路区	土质排水沟	8000m	3000		
	临时沉砂池	1 口	4	25	
施工辅助设施区	临时排水沟	40m	9.60		
合计			3151.60	25	17940



图 4-3 临时措施实施情况图

4.3.3 临时措施监测结果

本项目实施的临时措施较变更批复的临时措施无变化。详细情况如下：

表 4-9 临时措施监测成果表

分区	防治措施	单位	水保方案 设计	变更方 案设计	实际实 施	变化量	备注
风机机组区	临时排水沟	m	2850	352	352	0	
	编织袋拦挡	m	285	0	0	0	
	密目网覆盖	m ²	5700	0	0	0	
升压站	土质排水沟	m	600	108	108	0	
	沉砂池	口	1	0	0	0	
场内道路区	土质排水沟	m	9500	8000	8000	0	
	沉砂池	m	0	1	1	0	
施工辅助 设施区	临时排水沟	m	550	40	40	0	
	编织袋挡墙	m	70	0	0	0	
	密目网覆盖	m	420	0	0	0	
弃渣场区	编织袋挡墙	m	900	0	0	0	
	密目网覆盖	m ²	7200	0	0	0	

4.4 水土保持措施防治效果

一、水土保持措施实施情况汇总

经监测统计，本项目实施完成水土保持措施为：

1、风机机组区

工程措施：表土剥离 6100m³，浆砌石排水沟 255m；

植物措施：风机平台绿化 5.43hm²，植树 463 株；

临时措施：临时土质排水沟 352m。

2、集电线路区

植物措施：扰动区域撒草绿化 0.54hm²；

3、升压站

工程措施：砖砌排水沟 108m，站内排水管网 180m；

植物措施：园林绿化面积 0.06hm²，植草砖绿化 0.03hm²，周边扰动区域撒草绿化 0.22hm²；

临时措施：临时排水沟 108m。

4、场内道路区

工程措施：表土剥离 12400m³，浆砌石排水沟 8457m；

植物措施：边坡绿化 4.89hm²，路侧空地撒播 1.45hm²，植生袋绿化 0.30hm²，植生毯绿化 0.25hm²，行道树 6745 株；

临时措施：临时土质排水沟 8000m，临时沉砂池 1 口。

5、施工辅助设施区

植物措施：复耕 0.19hm²；

临时措施：临时排水沟 40m。

6、弃渣场

工程措施：浆砌石挡墙 82m，浆砌石截水沟 164m；

植物措施：植被恢复 0.35hm²，植树 135 株。

二、水土保持措施防治效果评价

本项目水土保持工程措施主要针对场地表土进行剥离，有汇水区域实施截排水沟，弃渣场实施拦挡措施，工程扰动面积的土地平整等，措施布局满足水土保持方案要求，措施实施量达到水土保持方案设计量。

植物措施主要围绕风机平台和边坡、道路行道树及两侧空地、集电线路施工扰动区域、升压站、施工辅助设施区、弃渣场等部位实施，植物措施的实施较好的治理了因项目建设增加的水土流失面积。

水土保持临时防护措施主要针对施工期间的临时土质排水沟、临时沉砂池及密目网覆盖覆盖，措施布局满足水土保持方案要求。

综上所述，本项目水土保持措施布局合理、措施实施到位，能够有效防治因工程建设引起的水土流失，各项措施保存良好，运行正常。

表 4-9 水土保持措施监测表

分区	防治措施	单位	设计量	完成量		变化量	备注
风机机组区	工程措施	表土剥离	m ³	9500	6100	6100	0
		浆砌石排水沟	m	0	158	255	+97
		蓄水池	个	19	0	0	0
	植物措施	绿化	hm ²	4.75	5.43	5.43	0
	临时措施	临时排水沟	m	2850	352		-2498
		编织袋拦挡	m	285	—		-285
		密目网覆盖	m ²	5700	0		-5700
集电线路区	植物措施	绿化	hm ²	0.15	0.54	0.54	0
升	工程	浆砌石截水沟	m	330	0	0	0

分区		防治措施	单位	设计量	完成量		变化量	备注
压站	措施	砖砌排水沟	m	600	108	108	0	
		雨水管网	m	0	180	180	0	
	植物措施	园林绿化	hm ²	0	0.06	0.06	0	
		植草砖绿化	hm ²	0	0.03	0.03	0	
		撒草绿化	hm ²	0	0.22	0.22	0	
	临时措施	土质排水沟	m	600	108		-492	
		沉砂池	口	1	—		-1	
场内道路区	工程措施	表土剥离	m ³	23400	12400	12400	0	
		浆砌石截水沟	m	3420	0	0	0	
		浆砌石排水沟	m	18560	8457	8457	0	
		C20 排水沟	m ³	0	0	109	+109	变更后增加
		C20 跌水坎	m ³	0	0	49	+49	变更后增加
		蓄水池	个	5	0	0	0	
	植物措施	网格植草	hm ²	1.48	0	0	0	
		路侧撒草绿化	hm ²	0.88	0	1.45	+1.45	变更后新增
		边坡绿化	hm ²	11.70	4.89	4.89	0	
		常春藤	株	0	610	0	-610	边坡爬藤绿化调整为植生袋和植生毯绿化
		植生袋	hm ²	0	0	0.30	+0.30	
		植生毯	hm ²	0	0	0.25	+0.25	
		行道树	株	4500	35	6745	+6710	较变更增加
	临时措施	土质排水沟	m	9500	8000		-1500	
		沉砂池	m	—	1		+1	
施工辅助设施区	工程措施	表土剥离	m ³	1200	—		-1200	
	植物措施	复耕	hm ²	0.60	0.19	0.19	0	
		灌草绿化	hm ²	0	0.03	0.03	0	
	临时措施	临时排水沟	m	550	40		-510	
		编织袋挡墙	m	70	—		-70	
弃渣场区	工程措施	密目网覆盖	m	420	—		-420	
		表土剥离	m ³	6000	0	0	0	
		浆砌石挡墙	m	126	82	82	0	
		截水沟	m	283	164	164	0	
	植物措施	沉砂池	口	1	0	0	0	
		植被恢复	hm ²	1.53	0.35	0.35	0	
		复耕	hm ²	1.43	0	0	0	
	临时措施	植树	株	0	131	135	+4	
		编织袋挡墙	m	900	—		-900	
		密目网覆盖	m ²	7200	0		-7200	

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积监测

1、施工准备期

通过实地调查并结合原始地形图分析，本工程扰动前项目区占地类型为林地、草地、梯坪地、坡耕地，项目区林草覆盖率约 60%。水保方案确定的项目区原地貌土壤侵蚀模数为 $754.76\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤容许流失量确定为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

2、施工期

工程开始建设后，场地平整、风机平台开挖、道路平整、集电线路开挖、塔基基础开挖等施工活动对项目区地表造成全面扰动。施工活动改变了原始地表形态和地表组成物质，加剧项目区水土流失。因此，施工期水土流失面积为整个项目占地面积，共计 23.31hm^2 。具体统计情况详见表 5-1。

表 5-1 施工期水土流失面积统计情况 (单位: hm^2)

项目组成	扰动面积	流失面积
风机机组区	6.43	6.43
集电线路区	0.55	0.55
升压站	1.00	1.00
场内道路区	14.56	14.56
施工辅助设施区	0.42	0.42
弃渣场	0.35	0.35
合计	23.31	23.31

3、运行初期

通过监测实地调查，工程 2016 年 5 月完工后进入自然恢复期，随着各项水土保持不断发挥水土保持效益，项目区扰动地表被风机基础及箱变占据的区域、升压站建构筑物及硬化占据的区域、不再产生水土流失。其他扰动区域经过场地平整以及绿化等治理，水土流失强度也控制在轻度流失。经统计，试运行期水土流失面积为 12.24hm^2 ，统计情况详见表 5-2。

表 5-2 运行初期水土流失面积统计情况 (单位: hm^2)

项目组成	扰动面积	流失面积
风机机组区	6.43	5.43
集电线路区	0.55	0.54
升压站	1.00	0.31
场内道路区	14.56	5.20
施工辅助设施区	0.42	0.42
弃渣场	0.35	0.34
合计	23.31	12.24

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤侵蚀强度分析

2014 年 11 月工程委托监测工作后, 我公司监测小组通过布设 2 个侵蚀针样方观测项目区水土流失侵蚀强度。

表 5-3 监测样方侵蚀模数观测结果汇总表

监测样方	布设位置	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
		运行初期
1#侵蚀针	道路回填边坡	6354.30
2#侵蚀针	风机回填边坡	5680

从表中可以分析得出, 项目区运行初期随着工程施工结束不再扰动, 项目区水土流失强度为中度。在项目建设中后期, 随着项目区各项水土保持措施逐渐实施以及前期实施的绿化措施初见成效, 水土流失强度进一步得到控制。

1#侵蚀针监测样方的监测时段为 2014 年 11 月 12 日-2015 年 11 月 12 日, 之后监测样方被破坏, 未能继续取得监测数据; 2#侵蚀针监测样方的监测时段为 2015 年 3 月 21 日-2015 年 11 月 12 日, 之后监测样方被破坏, 未能继续取得监测数据。

监测样方计算详见表 5-4、表 5-5。

表 5-4 1#侵蚀针样方监测数据记录及计算表

样方编号	1#		样方规格	3m×3m
布设日期	2014 年 11 月 12 日		布设部位	道路回填边坡
北纬	25°17'4.70"		东经	102°24'37.42"
高程	2729m		坡度 $\varnothing$	30°
项目	侵蚀深度 (mm)			
	1#	2#	3#	4#
第一排	146	108	122	135
第二排	124	136	152	110
第三排	117	149	116	126
第四排	133	121	103	107
小 计	520	514	493	478
2015 年 5 月 20 日观测数据				
项目	侵蚀深度 (mm)			
	1#	2#	3#	4#
第一排	148	110	124	136
第二排	124	136	153	112
第三排	119	150	116	127
第四排	133	121	104	109
小 计	524	517	497	484
2015 年 7 月 28 日观测数据				
项目	侵蚀深度 (mm)			
	1#	2#	3#	4#
第一排	150	112	127	137
第二排	126	136	154	114
第三排	119	152	119	129
第四排	134	124	106	110
小 计	529	524	506	490
2015 年 11 月 12 日观测数据				
项目	侵蚀深度 (mm)			
	1#	2#	3#	4#
第一排	151	114	127	139
第二排	126	137	155	114
第三排	120	152	119	130
第四排	134	125	107	110
小 计	531	528	508	493
平均侵蚀厚度 (mm)			3.44	
总流失量 (t)			0.0495	
水平投影面积 (m ²)			3.38	
土壤密度 (t/m ³)			1.6	
测点历时			1 年	
侵蚀模数 (t/km ² ·a)			6354.30	
计算公式			$A=ZS/1000\cos\varnothing$	

表 5-5 2#侵蚀针样方监测数据记录及计算表

样方编号	2#	小区规格	2m×2m
布设日期	2015 年 3 月 21 日	布设部位	4#风机平台回填边坡
北纬	25°19'19.10"	东经	102°21'38.59"
高程	2726m	坡度 θ	32.3°
项目	测纤深度 (mm)		
	1#	2#	3#
第一排	82	81	79
第二排	84	86	77
第三排	81	83	80
小计	247	250	236
2015 年 5 月 20 日观测数据			
项目	测纤深度 (mm)		
	1#	2#	3#
第一排	82	81	79
第二排	84	86	77
第三排	81	83	80
小计	247	250	236
2015 年 7 月 28 日观测数据			
项目	测纤深度 (mm)		
	1#	2#	3#
第一排	84	83	81
第二排	85	87	79
第三排	83	84	81
小计	252	254	241
2015 年 11 月 12 日观测数据			
项目	测纤深度 (mm)		
	1#	2#	3#
第一排	85	84	82
第二排	87	88	81
第三排	84	86	83
小计	256	258	246
平均侵蚀厚度 (mm)		3	
流失量 (t)		0.0192	
水平投影面积 (m ²)		3.38	
土壤密度 (t/m ³)		1.6	
测点历时		8 个月 (经历整个雨季)	
侵蚀模数 (t/km ² ·a)		5680	
计算公式		$A=ZS/1000\cos\theta$	

5.2.2 土壤流失量分析

一、施工期土壤流失量

监测组在项目施工期间布设的 1#侵蚀针和 2#侵蚀针两个监测样方并取得相应的施工期水土流失侵蚀模数 (详见 5.2.1 章节), 未布设定位监测点的扰动地类

则通过经验估算法对其侵蚀模数取值（取值情况详见表 5-6），结合施工期的地表流失面积和流失时段进行统计，本项目施工期土壤侵蚀量为 871.27t，详见表 5-7。

表 5-6 施工期土壤侵蚀模数取值表

分区	流失部位	面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	备注
风机机组区	开挖边坡	0.58	2200	
	回填边坡	1.10	5680	2#侵蚀针监测样方
	平台	4.75	2000	
集电线路区	平台	0.55	2000	
升压站	开挖边坡	0.12	2200	
	平台	0.88	2000	
场内道路区	开挖边坡	3.35	2200	
	回填边坡	4.95	6355	1#侵蚀针监测样方（取整数）
	平台	6.26	2000	
施工辅助设施区	平台	0.42	800	
弃渣场区	平台	0.19	3000	
	回填边坡	0.16	6355	施工期参照道路区取值
合 计		23.31		

表 5-7 施工期土壤流失量计算表

分区	流失部位	流失面积 (hm^2)	流失时段 (a)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤侵蚀量 (t)
风机机组区	开挖边坡	0.58	1.67	2200	21.31
	回填边坡	1.10	1.67	5680	104.34
	平台	4.75	1.67	2000	158.65
集电线路区	平台	0.55	1.67	2000	18.37
升压站	开挖边坡	0.12	1.67	2200	4.41
	平台	0.88	1.67	2000	29.39
场内道路区	开挖边坡	3.35	1.67	2200	123.08
	回填边坡	4.95	1.67	6355	525.34
	平台	6.26	1.67	2000	209.08
施工辅助设施区	平台	0.42	1.67	800	5.61
弃渣场区	平台	0.19	1.67	3000	9.52
	回填边坡	0.16	1.67	6355	16.98
合 计		23.31		3149.64	1226.08

二、运行初期土壤流失量

项目主体工程完工后，由于各项工程措施的实施以及植物措施的覆盖率逐渐

增加,根据各分区的扰动类型及水土保持措施实施情况,采用经验取值法确定各分区的平均土壤侵蚀模式,具体取值及依据详见表 5-8。

根据监测所得的运行初期工程流失面积,及监测所得平均土壤侵蚀强度,工程运行初期因建设产生土壤流失总量 301.32t,详见表 5-9。

表 5-8 运行初期土壤侵蚀模式取值情况

分区	流失面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	备注
风机机组区	5.75	480	平台及边坡绿化覆盖率较高,高陡边坡下实施了拦挡措施
集电线路区	0.54	450	植被恢复良好,覆盖率较高
升压站	0.31	400	已被建筑物、硬化及植被覆盖
场内道路区	6.13	520	高陡边坡下实施了拦挡措施,沿线布设排水沟并栽植行道树,边坡绿化效果较好
施工辅助设施区	0.42	450	已实施复耕并归还村民
弃渣场区	0.35	550	平台及边坡绿化措施到位,下侧挡渣墙质量合格,运行稳定

表 5-9 运行初期土壤流失量计算表

分区	扰动面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)	流失时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤侵蚀量 (t)
风机机组区	6.43	5.75	4.5	480	124.20
集电线路区	0.55	0.54	4.5	450	10.94
升压站	1.00	0.31	4.5	400	5.58
场内道路区	14.56	6.13	4.5	520	143.44
施工辅助设施区	0.42	0.42	4.5	450	8.51
弃渣场区	0.35	0.35	4.5	550	8.66
合计	23.31	13.50		496.01	301.32

三、土壤流失量汇总

综上所述,昆明市富民县金铜盆风电场项目建设造成的土壤流失量共 1527.40t,其中施工期流失量 1226.08t,占土壤流失总量的 80.27%;运行初期土壤流失量 301.32t,占土壤流失总量的 19.73%。

5.3 取(土、石)料、弃(土、渣)潜在土壤流失量

5.3.1 取(土、石)料潜在土壤流失量

本项目建设过程中未涉及取(土、石)料场,建设所需的砂石料均采取外购的方式解决。

5.3.2 弃（土、渣）潜在土壤流失量

根据调查及相关资料，本项目建设产生的弃渣全部堆放在 1#弃渣场和 2#弃渣场内，2 个弃渣场的渣体整体在自重、暴雨和地震工况下稳定系数均大于规范值，渣体前缘局部发生圆弧型滑动的可能性小，渣体稳定性好，已实施的拦挡及截排水措施完善，植物措施覆盖度较高，能够有效地防治水土流失。但边坡在雨水冲刷下仍可能会产生一定的潜在土壤流失，因此建议建设单位定期进行巡查，发现问题及时采取补救措施。

5.4 水土流失危害

根据监测组现场调查，并通过分析工程施工资料，昆明市富民县金铜盆风电场项目建设期间未发生水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

本工程建设扰动土地面积为 23.31hm^2 ，各防治分区内建筑物、硬化及路面面积为 7.02hm^2 ，石质边坡面积 1.30hm^2 ，工程措施面积 1.21hm^2 ，植物措施面积 13.66hm^2 ，整治面积共计 23.19hm^2 。因此，工程建设区扰动土地整治率为 99.49% ，达到本工程水土保持方案水土流失防治目标值 95% 。

表 6-1 扰动土地整治率计算表

序号	分区	扰动土地面积 (hm^2)	整治面积 (hm^2)	建筑物、硬化及路面 (hm^2)	石质边坡面积 (hm^2)	工程措施面积 (hm^2)	植物措施面积 (hm^2)	扰动土地整治率 (%)
1	风机机组区	6.43	6.42	0.63	0.05	0.31	5.43	99.84
2	集电线路区	0.55	0.55		0.01		0.54	100.00
3	升压站	1	1	0.69			0.31	100.00
4	场内道路区	14.56	14.45	5.67	1.24	0.9	6.64	99.24
5	施工辅助设施区	0.42	0.42	0.03			0.39	100.00
6	弃渣场	0.35	0.35			0	0.35	100.00
合计		23.31	23.19	7.02	1.3	1.21	13.66	99.49

6.2 水土流失总治理度

经监测分析，本项目各防治分区内实际扰动土地范围除去建筑物、硬化及路面、石质边坡占地外，实际造成水土流失面积 14.99hm^2 ，各项水土保持工程措施和植物措施治理面积为 14.87hm^2 ，由此计算出项目建设区水土流失总治理度为 99.20% ，达到本工程水土保持方案水土流失防治目标值 97% 。

水土流失总治理度：项目建设区水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。水土流失总治理度计算表格详见表 6-2。

表 6-2 水土流失总治理度计算表

序号	分区	扰动土地面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	流失治理面积 (hm ²)	建筑物、硬化及路面 (hm ²)	石质边坡面积 (hm ²)	工程措施面积 (hm ²)	植物措施面积 (hm ²)	水土流失治理度 (%)
1	风机机组区	6.43	5.75	5.74	0.63	0.05	0.31	5.43	5.75
2	集电线路区	0.55	0.54	0.54		0.01		0.54	0.54
3	升压站	1.00	0.31	0.31	0.69			0.31	0.31
4	场内道路区	14.56	7.65	7.54	5.67	1.24	0.9	6.64	7.65
5	施工辅助设施区	0.42	0.39	0.39	0.03			0.39	0.39
6	弃渣场	0.35	0.35	0.35			0	0.35	0.35
合 计		23.31	14.99	14.87	7.02	1.3	1.21	13.66	99.20

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率是指项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比。

本工程实际土石方开挖总量为 37.39 万 m³（其中土石方开挖 35.54 万 m³，剥离表土 1.85 万 m³），回填土石方 35.33 万 m³（其中土石方回填 33.48 万 m³，覆土 1.85 万 m³），永久弃方 2.06 万 m³，堆存于新设的 1#、2#弃渣场，弃渣场拦挡及绿化措施完善。施工期间土石方开挖后及时回填，监测时段内未发生水土流失危害事件。综合分析，本工程拦渣率达到 97.17%，达到方案确定目标值 95%。

6.4 土壤流失控制比

根据本工程水土保持方案，参考工程所在区域的土壤侵蚀类型和强度，本项目区的土壤容许流失量 500t/km²·a。

根据 5.2.2 章节分析：施工期项目区土壤流失量 1226.08t，项目区平均土壤侵蚀模数为 3149.64t/km²·a；运行初期项目区土壤流失量 301.32t，项目区平均土壤侵蚀模数为 496.01t/km²·a。

因此，本项目施工期土壤流失控制比为 0.16，试运行期土壤流失控制比为 1.0，达到本工程水土保持方案水土流失防治目标值 1.0。

6.5 林草植被恢复率

本项目建设区面积 23.31hm²，除建筑物、硬化及路面、石质边坡等占地面积外，可恢复植被面积为 13.66hm²，实施植被措施面积为 13.66hm²，林草植被恢复率为 99.90%，达到方案确定目标值 99%。

表 6-3 林草植被恢复率计算表

序号	分区	扰动土地面积 (hm ²)	林草植被可恢复面积 (hm ²)	植物措施面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)
1	风机机组区	6.43	5.43	5.43	99.90
2	集电线路区	0.55	0.54	0.54	99.90
3	升压站	1.00	0.31	0.31	99.90
4	场内道路区	14.56	6.64	6.64	99.90
5	施工辅助 设施区	0.42	0.39	0.39	99.90
6	弃渣场	0.35	0.35	0.35	99.90
合 计		23.31	13.66	13.66	99.90

6.6 林草覆盖率

本工程项目建设区占地面积为 23.31hm²，实施植物措施面积为 13.66hm²，截止 2020 年 10 月，绿化措施达标面积为 12.29hm²，因此林草覆盖率可达 52.72%，达到方案目标值。

经过以上各表分析，扰动土地整治率为 99.49%，水土流失总治理度为 99.20%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率 97.17%，林草植被恢复率为 99.90%，林草覆盖率为 52.72%。六项防治指标均达到方案目标值。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

通过各项水土保持措施的实施,截止 2020 年 10 月,本工程各项水土保持指标的达标情况见表 7-1。

表 7-1 六项指标监测结果与方案目标对比情况表

防治指标	一级标准	监测结果	结果
扰动土地整治率(%)	95	99.49	达标
水土流失总理度(%)	97	99.20	达标
土壤流失比	1.0	1	达标
拦渣率(%)	95	97.17	达标
林草植被恢复率(%)	99	99.90	达标
林草覆盖率(%)	27	52.72	达标

从表中可以看出,六项防治指标均达到方案目标值。建设单位较为重视项目区水土保持工作,落实各项水土保持措施,因工程建设引起的水土流失基本得到治理。

7.2 水土保持措施评价

(1) 工程措施评价

本项目水土保持工程措施主要为表土剥离、风机平台排水沟、升压站排水系统、道路沿线排水沟、弃渣场的拦挡及排水措施,措施布局能够满足

本工程实施的水土保持工程措施及措施量为:风机机组区表土剥离 6100m³,浆砌石排水沟 255m;升压站砖砌排水沟 108m,站内排水管网 180m;场内道路区表土剥离 12400m³,浆砌石排水沟 8457m;弃渣场浆砌石挡墙 82m,浆砌石截水沟 164m。

(2) 植物措施评价

本项目水土保持植物措施主要为项目区内可绿化区域的绿化及场内道路沿线的行道树,措施布局满足水土保持方案要求。

本工程实施的水土保植物措施量为:风机机组区绿化 5.43hm²,植树 463 株;集电线路区撒草绿化 0.54hm²;升压站园林绿化面积 0.06hm²,植草砖绿化 0.03hm²,周边扰动区域撒草绿化 0.22hm²;场内道路区边坡绿化 4.89hm²,路侧撒草绿化

1.45hm²，植生袋绿化 0.30hm²，植生毯绿化 0.25hm²，行道树 6745 株；施工辅助设施区复耕 0.19hm²；弃渣场植被恢复 0.35hm²，乔木种植 135 株。

（3）临时防护措施评价

本项目水土保持临时防护措施主要针对施工期间的临时排水、临时覆盖，措施布局满足水土保持方案要求。

本工程实施的水土保持临时措施及措施量为：风机机组区临时土质排水沟 352m；升压站临时排水沟 108m；场内道路区临时土质排水沟 8000m，临时沉砂池 1 口；施工辅助设施区临时排水沟 40m。

综上所述，本项目水土保持防护措施布局合理、措施实施到位，能够有效防治工程建设期间工程措施未到位之前的水土流失。

7.3 水土保持监测三色评价

参照水利部办公厅《关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]第 161 号），结合项目建设情况，项目水土保持监测三色评价主要包括扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效和水土流失危害等方面进行指标计算评分。

综合评价，本项目水土保持监测三色评价为“黄色”，三色评价指标赋分值为 71.42 分，项目建设期间水土流失防治工作较好，项目水土保持监测三色评价指标赋分详见下表。

生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表

项目名称		昆明市富明县金铜盆风电场项目																										
监测时段和防治责任范围		6 年，23.31 公顷																										
三色评价结论			红色	红色	红色	红色	红色	红色	红色	红色	黄色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	黄色	
评价指标		分值	2014 年四 季度	2015 年一 季度	2015 年二 季度	2015 年三 季度	2015 年四 季度	2016 年一 季度	2016 年二 季度	2016 年三 季度	2016 年四 季度	2017 年一 季度	2017 年二 季度	2017 年三 季度	2017 年四 季度	2018 年一 季度	2018 年二 季度	2018 年三 季度	2018 年四 季度	2019 年一 季度	2019 年二 季度	2019 年三 季度	2019 年四 季度	2020 年一 季度	2020 年二 季度	2020 年三 季度	综合 评分	
扰动 土地 情况	扰动范围控制	15	10	5	5	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	11.46	
	表土剥离保护	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3.13	
	弃土（石、渣）堆放	15	12	9	9	9	9	9	8	8	8	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	12.29	
水土流失状况		15	15	15	13	12	15	15	12	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14.54	
水土 流失 防治 成效	工程措施	20	2	3	3	3	3	5	10	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	18	18	19	19	19	20	12.67	
	植物措施	15	0	0	0	0	0	0	0	12	10	9	12	13	12	12	13	13	13	12	13	13	13	12	12	13	8.63	
	临时措施	10	3	4	4	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8.71	
水土流失危害		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
合 计		100	42	36	34	37	40	42	43	57	61	83	86	87	86	86	87	87	87	86	90	90	92	91	91	93	71.42	

7.4 存在问题及建议

监测组经过分析本项目监测工作，并根据现场情况，结合水土保持相关规范要求，对本工程水土保持工作提出以下几点建议：

（1）加强后期运行过程中植物措施的管护，确保成活率和覆盖率达到要求。

（2）运行期注重水土保持设施的维护，雨季前完成截排水沟的清理工作，保证其正常发挥水土保持效益。

（3）本工程水土保持监测在主体工程已开工后三个月委托，稍有滞后，建议建设单位在后续项目建设过程中，在工程开工之前及时委托水土保持监测工作。

7.4 综合结论

监测结果表明，昆明市富民县金铜盆风电场项目水土保持方案的设计基本上合理可行。在工程施工过程中，建设单位基本能按照批复的水土保持方案、水土保持方案变更报告书和有关法律法规要求开展了水土流失防治工作，保障水土保持投资专项使用，有效控制了工程建设期间的水土流失。在施工过程中，多数分项工程能及时跟进水土保持措施，取得了较好的防护效果。

截至 2020 年 10 月，随着工程区各项水保措施已完全发挥防护作用，取得了较好的水土保持防护效果。通过项目区巡查及查阅工程资料，项目建设未发生水土流失危害。项目区的六项防治指标均已达到方案设定的目标值。

综上所述，建设单位在水土流失防治责任范围内的水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运行，水土保持设施的管护、维护措施落实到位，符合交付使用要求。