

天等把荷风电场
水土保持监测总结报告

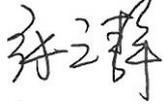
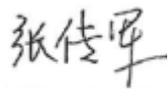
建设单位：天等中能建新能源有限公司

编制单位：中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司

2024年11月

天等把荷风电场
水土保持监测总结报告
责任页

中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司

批准:		(生态环境公司总经理/教授级高工)	
核定:		(生态环境公司总经理/教授级高工)	
审查:		(所长/高工)	
校核:		(主任工程师/高工)	
项目负责人:		(高工)	前言、第七章
		(工程师)	第三章、第五章
编写:		(高级工程师)	第一章、第四章
		(高级工程师)	第二章、第六章、第八章

目 录

前言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	4
1.1 项目基本情况.....	4
1.2 项目区概况.....	6
1.3 水土保持工作情况.....	10
1.4 监测工作实施情况.....	11
2 监测内容和方法.....	22
2.1 扰动土地情况.....	22
2.2 弃渣.....	22
2.3 水土保持措施.....	24
2.4 水土流失情况.....	27
3 重点对象水土流失动态监测.....	28
3.1 防治责任范围监测.....	28
3.2 取料监测结果.....	33
3.3 弃渣监测结果.....	33
3.4 土石方流向情况监测结果.....	33
3.5 其他重点部位监测结果.....	33
4 水土流失防治措施监测结果.....	34
4.1 工程措施监测结果.....	34
4.2 植物措施监测结果.....	35
4.4 水土保持措施防治效果.....	37

5 土壤流失情况监测	38
5.1 水土流失面积.....	38
5.2 土壤流失量.....	38
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量.....	40
5.4 水土流失危害.....	43
6 水土流失防治效果监测情况	43
6.1 水土流失治理度.....	43
6.2 拦渣率.....	43
6.3 土壤流失控制比.....	43
6.4 扰动土地整治率.....	43
6.5 林草植被恢复率.....	44
6.6 林草覆盖率.....	44
7 结论	46
7.1 水土流失动态变化.....	46
7.2 水土保持措施评价.....	46
7.3 存在问题及建议.....	48
7.4 综合结论.....	48

前言

天等把荷风电场项目（项目代码：2111-450000-04-01-397031）位于广西崇左市天等县向都镇、上映乡、把荷乡，风电场场址中心地理坐标为东经 106°58'44"，北纬 23°09'37"。本工程属新建建设类项目，风电场装机规模为 100.1MW，安装 15 台单机容量 6250kW 及 1 台单机容量 6660kW 的风力发电机组，工程规模为大型。工程新建 1 座 110kV 升压站，辅助工程主要包括施工道路 15.95km；配套建设集电线路 20km，均为直埋电缆；设弃渣场 2 处；施工生产生活区 2 处。本项目由天等中能建新能源有限公司投资建设和运营管理，工程总投资 61480.99 万元，其中土建投资 18894.40 万元，已完成水土保持投资 2669.93 万元。工程总占地 62.83hm²（永久占地 2.18hm²，临时占地 60.65hm²），土石方总挖方量 80.65 万 m³，填方量为 73.76 万 m³，产生永久弃渣 6.89 万 m³，设弃渣场 2 处。本工程于 2023 年 3 月开工建设，主体工程于 2023 年 12 月建设完成；计划于 2025 年 2 月竣工，总工期 24 个月。工程建设不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建项目。

2022 年 10 月 13 日，崇左市水利局以崇水行审〔2022〕27 号文印发《天等把荷风电场项目水土保持方案报告书行政许可决定书》对本工程水土保持方案报告书予以批复。

在工程建设过程中，建设单位成立了专门机构，组织人员管理、实施本工程水土保持方案设计的各项措施，并与水行政主管部门密切配合、作好监督、检查等工作。

《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365 号）、《水利厅关于加强生产建设项目水土保持设施验收事中事后监管的通知》（桂水水保〔2017〕14 号）以及《广西壮族自治区生产建设项目水土保持监测管理办法》（桂水规范〔2020〕4 号）进一步明确了开发建设项目水土保持工程必须与主体工程同时投产使用的制度，将水土保持监测报告列为验收必备条件。

据此，天等中能建新能源有限公司委托中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司对天等把荷风电场进行水土保持专项监测。接此委托后，2023 年 7 月~2024 年 11

月期间，中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司积极组织相关技术人员，成立水土保持监测项目组及时开展工作，项目组在详细调查项目区自然及社经概况、水土流失与水土保持现状等背景资料的基础上，依据《天等把荷风电场水土保持方案报告书》（报批稿）并结合工程建设实际情况，制定本工程水土保持监测实施方案，布设了监测点开展水土保持监测工作，对工程各个分区的扰动面积、扰动类型、弃土弃渣数量、水土流失量、水土保持措施的布设进展情况及防治效果进行了实地监测。

2024年11月，中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司编制完成《天等把荷风电场水土保持监测总结报告》。

天等把荷风电场水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		天等把荷风电场								
建设规模	装机规模 100.1MW，安装 15 台单机容量 6250kW 及 1 台单机容量 6660kW 的风力发电机组，新建 110kV 升压站一座		建设单位		天等中能建新能源有限公司					
			建设地点		崇左市天等县					
			所属流域		珠江流域					
			工程总投资		61480.99 万元					
			工程总工期		2023 年 3 月开工建设，主体工程于 2024 年 12 月建设完成；计划于 2025 年 2 月竣工，总工期 24 个月					
水土保持监测指标										
监测单位		中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司			联系人及电话		黄平/0771-5699457			
自然地理类型		低山及高丘地貌，亚热带季风气候区			防治标准		南方红壤区一级标准			
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		地面观测和调查监测		2.防治责任范围监测		调查监测			
	3.水土保持措施情况监测		调查监测		4.防治措施效果监测		调查监测			
	5.水土流失危害监测		现场巡查		水土流失背景值		406(t/km ² ·a)			
方案设计防治责任范围		54.92hm ²		容许土壤流失量		500t/(km ² ·a)				
水土保持投资		2669.93 万元		水土流失目标值		500t/(km ² ·a)				
防治措施	工程措施		表土剥离 48.74hm ² ，绿化覆土 9.30 万 m ³ ，浆砌石排水沟 13965m，雨水排水管 50m，混凝土排水沟 430m，碎石地面 1010m ² ，透水砖铺装 200m ² ，消力井 8 座，土质排水沟 2250m，混凝土挡土墙 50m。							
	植物措施		站区综合绿化 1200m ² ，生态停车场 6 处，素喷草籽护坡 4428m ² ，铺草皮 1000m ² ，撒播草籽绿化 6.69hm ² ，条播灌草绿化 32.26hm ² ，挂网喷播草籽护坡 13.30hm ²							
	临时措施		无纺布覆盖 224700m ² ，密目网苫盖 44612m ² 、临时排水沟 12156m，装土生态袋拦挡 7102m							
监测结论	分类分级指标		目标值	达到值	监测数量					
	水土流失治理度		94%	97.31%	措施面积	47.65hm ²	永久建筑物面积	13.49hm ²	扰动地表面积	62.83hm ²
	土壤流失控制比		1.0	1.00	防治责任范围面积	62.83hm ²	水土流失面积	62.83hm ²		
	渣土防护率		88%	97.99%	工程措施面积	2.40hm ²	容许土壤流失量	500t/(km ² ·a)		
	表土保护率		90%	97.01%	植物措施面积	45.25hm ²	监测土壤流失情况	500t/(km ² ·a)		
	林草植被恢复率		94%	96.40%	可恢复林草植被面积	46.94hm ²	林草类植被面积	45.25hm ²		
	林草覆盖率		19%	72.02%	拦渣量	130842t	堆土量	134595t		
	水土保持治理达标评价		水土保持工程措施布置基本发挥作用，但部分风机平台排水设施不够完善，风机平台台面和边坡以及道路边坡植被恢复情况有待加强，部分平台及道路边坡植被成活率相对较低。							
总体结论		水土保持工程建设符合国家水土保持法律法规的要求，各项工程安全可靠、质量合格，总体工程质量到达了验收标准，可以组织竣工验收，正式投入运行。经综合分析，本项目水土保持监测三色评价为黄色（77 分）。								
主要建议		建议工程主管部门继续作好水土保持植物措施的实施工作，加强平台排水与周边排水系统的衔接，并及时对排水沟进行清淤和修复，使其恢复正常的排水功能；及时对植物长势不佳、存在裸露的区域进行补植；同时在今后运行过程中加强管理，进行必要的抚育，提高林草覆盖率。								

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目基本情况

天等把荷风电场项目位于广西崇左市天等县向都镇、上映乡、把荷乡，风电场场址中心地理坐标为东经 106°58'44"，北纬 23°09'37"，。

天等把荷风电场装机规模为 100.1MW，安装 15 台单机容量 6250kW 及 1 台单机容量 6660kW 的风力发电机组，工程规模为大型，工程新建 1 座 110kV 升压站。辅助工程主要包括施工道路 15.95km，均为新建场内道路；配套建设集电线路 20km，均为直埋电缆；建设施工生产生活区 2 处，使用弃渣场 2 处。

本项目由天等中能建新能源有限公司投资建设和运营管理，工程总投资 61480.99 万元，其中土建投资 18894.40 万元，已完成水土保持投资 2669.93 万元。工程总占地 62.83hm²（永久占地 2.18hm²，临时占地 60.65hm²），土石方总挖方量 80.65 万 m³，填方量为 73.76 万 m³，产生永久弃渣 6.89 万 m³，设弃渣场 2 处。本工程于 2023 年 3 月开工建设，主体工程于 2023 年 12 月建设完成，水土保持工程于 2024 年 10 月完成，工程计划于 2025 年 2 月竣工，总工期 24 个月。工程建设不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建项目。

本工程主要项目组成及其特性详见表 1.1-1。

表 1.1-1 主要经济技术指标表

一、项目的基本情况					
1	项目名称	天等把荷风电场			
2	建设地点	崇左市天等县	所在流域	珠江流域	
3	工程规模	大型	工程性质	新建建设类	
4	建设单位	天等中能建新能源有限公司			
5	投资单位	天等中能建新能源有限公司			
6	建设规模	装机规模 100.1MW，安装 15 台单机容量 6250kW 及 1 台单机容量 6660kW 的风力发电机组，新建 110kV 升压站一座。			
7	总投资	61480.99 万元	土建投资	18894.40 万元	
8	建设期	2023 年 3 月开工建设，计划 2025 年 2 月竣工，总工期 24 个月			
二、项目组成及主要技术指标					
项目组成	占地面积 (hm ²)			主要项目名称	主要技术指标
	永久	临时	小计		
风力发电场区	0.76	7.57	8.33	风机	16 台
升压站建设区	1.42		1.42	升压站	110kV 升压站 1 座
道路及电缆建设区		51.00	51.00	施工道路	新建场内道路总长 23.0km，配套建设集电线路 20km（全部为直埋电缆）。
弃渣场		0.80	0.80	弃渣场	2 处
施工生产生活区		1.28	1.28	施工生产生活区	2 处，包括简易材料仓库、钢筋加工厂、简易设备仓库、混凝土拌和站等
合计	2.18	60.65	62.83		
三、项目土石方挖填工程量 (万 m ³)					
项目组成	挖方	填方	内部调配		弃方
			调出	调入	
风力发电场区	15.10	12.31			2.79
升压站建设区	4.70	1.50			3.20
道路及电缆建设区	59.60	58.70			0.90
施工生产生活区	1.09	1.09			
弃渣场	0.16	0.16			
合计	80.65	73.76			6.89

1.2 项目区概况

1.2.1 自然条件

a) 地形地貌

天等县境内绝大部分为低山、高丘地形，山地占全县总面积的 77.98%。山地中大部分是岩溶地貌，地势西高东低，自西南向东北倾斜，三分之二地带属右江流域。

把荷风电场场址区域属中低山地貌，山脊主要为东北-西南走向，山顶海拔在 600m~910m 之间，相对高差 50m~350m，山体连绵起伏，山顶多呈浑圆状，少量尖顶，山体自然坡度一般在 25°~45°之间，局部较陡，坡度大于 45°。

升压站位于中部相对平缓的地段，站址自然地面高程约 770m~805m 之间，地势起伏较小；站址北侧及南侧均位于高大山坡的坡脚地带

b) 地质

天等县在区域构造上位于南华准地台（一级），右江再生地槽（二级）之下雷~灵马拗陷的中部，地质构造相对较为复杂。

场址内覆盖层第四系冲积层(Qal)和残坡积层(Qedl)；下伏基岩主要为泥盆系中统郁江阶(D2y)砂岩、页岩和泥盆系下统(D1)页岩夹灰岩、白云岩(上部)或砾岩、砂岩(下部)。岩土层力学强度均较高，均可采用天然地基。

据现场地质调查，场址区内未发现大规模的崩塌、滑坡、泥石流及岩溶塌陷等不良地质作用，场地稳定性较好，具备进行风力发电场建设的地质条件。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，场址区域 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，对应的地震基本烈度为 6 度。

升压站站址岩土层为混碎石粉质黏土、强风化砂岩、页岩及中等风化砂岩页岩。站址地下水为基岩裂隙水，基岩裂隙水赋存于基岩裂隙密集发育带，由于站址地势相对较高，地下水埋藏较深，地下水对站址基础施工影响不大升压站场地内无滑坡、崩塌等不良物理地质现象发育，自然场地整体稳定性较好，适宜工程建设。

弃渣场场地覆盖层第四系冲积层(Qal)和残坡积层(Qedl)；下伏基岩主要为泥盆系中

统郁江阶 (D2y) 砂岩、页岩和泥盆系下统 (D1) 页岩夹灰岩、白云岩 (上部) 或砾岩、砂岩 (下部)。

c) 水文

(1) 地表水

风电场场址外西北侧约 1.36km 分布有金洞河, 功能以灌溉为主; 东南侧约 180m 分布有那利水库, 功能以养殖、灌溉为主。

金洞河 (又称祥屯河) 属古榕江的支流, 枯榕江又称太平河, 源于把荷乡吉兰村若兰水库, 经向都镇福利、乐久村与源于九十九岭的支流那必河会合, 过祥龙、中和, 平尧村后入田东县, 归右江。

那利水库位于宁干乡宁干村, 集雨面积 41.54km², 总库容 1642 万 m³, 有效库容 1061 万 m³, 主要使用功能为防洪、灌溉和养殖。

(2) 地下水

场址区地下水主要为土层孔隙水、基岩裂隙水及岩溶裂隙水。孔隙水多以上层滞水形态赋存于场地内的残坡积粘性土层中, 水量小, 补给来源主要为大气降水, 由高往低向基岩裂隙及自然地形较低的丘谷及冲沟渗流排泄。基岩裂隙水赋存于基岩裂隙中, 补给来源主要为大气降水和孔隙潜水, 由高往低向自然地形低洼处排泄。岩溶裂隙水赋存于碳酸岩溶蚀裂隙中, 补给来源主要为大气降水和孔隙潜水, 由高往低向自然地形低洼处排泄。风机均位于山顶, 地势较高, 地下水埋藏深度大于 20m, 地下水对风机基础无影响。

d) 气象

本工程所在地天等县属南亚热带季风气候区, 具有冬短微寒, 夏长炎热, 无霜期长, 雨量充沛, 四季气温变化不明显的气候特征。根据天等县气象站 1991 年至 2020 年的观测资料, 气象特征见表 1.2-1。

表 1.2-1 天等县气象特征值表

项 目		天等县
气 温	多年平均 (°C)	20.7
	极端最高 (°C)	37.3
	极端最低 (°C)	0.2
	≥10°C年积温 (°C)	6500
蒸发量	多年平均蒸发量 (mm)	1487.9
降水量	多年平均降水量 (mm)	1409.5
	十年一遇 1h 暴雨量 (mm)	80.2
	雨季时段 (月)	5 月~9 月
风 速	多年平均风速 (m/s)	1.5
	主导风向 (方位)	N、S
冰雹天	年平均冰雹天数	0
雷暴日	年平均雷暴日数	90

e) 土壤

天等县土壤种类有赤红壤、红壤、黄红壤和石灰土，土壤结构和深厚不一，土壤自低而高的分布是赤红壤、红壤、黄红壤。

项目区内土壤以赤红壤土为主，土壤呈酸性反应，水浸 pH 多在 5.0-5.5 间。本工程占地类型主要是林地和草地，表层土厚度约 0.1m~0.3m，可剥离表土面积为 50.57hm²。

f) 植被

天等县属亚热带常绿阔叶林植被区。

项目区内植被较茂盛，场址及周边区域山顶植被以桉树、松树、低矮灌木为主，项目区林草覆盖率为 95%。

1.2.2 水土流失及水土保持情况

根据广西壮族自治区水土保持公报（2023 年），天等县以轻度水力侵蚀为主，水土流失调查面积统计见表 1.2-2。

表 1.2-2 天等县土壤侵蚀强度分级面积统计表 单位：km²

行政区划		水力侵蚀					总计
		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	
天等县	流失面积	239.14	74.50	31.05	26.02	32.04	402.75
	所占比例 (%)	59.38	18.5	7.71	6.46	7.96	100

根据《关于印发〈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>的通知》（办水保〔2013〕188号）和《广西壮族自治区人民政府关于划分我区水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（桂政发〔2017〕5号），本工程所在区域天等县不属于国家级和省级水土流失重点预防区和重点治理区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），本工程所在区域属于南方红壤区，容许土壤流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。

1.3 水土保持工作情况

2022年8月，中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司编制完成《天等把荷风电场水土保持方案报告书（报批稿）》。

2022年10月，崇左市水利局以崇水行审〔2022〕27号文印发《天等把荷风电场项目水土保持方案报告书行政许可决定书》对本工程水土保持方案报告书予以批复。

根据批复的水土保持方案报告书及批复文件要求，建设单位内部设立了工程部，将水土保持措施纳入到主体工程施工计划中，严格落实水土保持各项防护措施，做到“三同时”，已完成的水土保持设施布设完善，有效的防止了水土流失现象的发生。

2023年7月，建设单位委托中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司进行天等把荷风电场水土保持监测工作，水土保持监测时段为2023年7月~2024年11月，在本项目的水土保持监测时段内，根据水土保持阶段性监测报告反馈的意见和问题，建设单位能积极整改并落实完善相应的水土保持措施，采取的水土保持措施取得一定的保持水土的效果。

天等把荷风电场完成的水土保持措施包括：

工程措施：表土剥离 48.74hm²，绿化覆土 9.30 万 m³，浆砌石排水沟 13965m，雨水排水管 50m，混凝土排水沟 430m，碎石地面 1010m²，透水砖铺装 200m²，消力井 8 座，土质排水沟 2250m，混凝土挡土墙 50m。

植物措施：站区综合绿化 1200m²，生态停车场 6 处，素喷草籽护坡 4428m²，铺草皮 1000m²，撒播草籽绿化 6.69hm²，条播灌草绿化 32.26hm²，挂网喷播草籽护坡 13.30hm²。

临时措施：无纺布覆盖 224700m²，密目网苫盖 44612m²、临时排水沟 12156m，装土生态袋拦挡 7102m。

共完成水土保持投资为 2669.93 万元。

1.4 监测工作实施情况

1.4.1 监测实施方案执行情况

a) 监测技术路线

2023年7月,建设单位委托中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司进行天等把荷风电场水土保持监测工作,接受委托任务后,我公司及时组织水土保持监测技术人员进行了现场查勘,依据《水土保持监测技术规程》及批复的水土保持方案报告书,成立了天等把荷风电场水土保持监测项目部,监测人员进驻项目现场,全面铺开天等把荷风电场水土保持监测工作。

根据工程的进展情况,监测人员按照《监测合同》和《监测实施方案》的要求,于2023年第3季度开始,采取定点监测和现场巡查监测法对工程进行实地踏勘,并通过查阅相关资料及座谈等方法了解和掌握工程水土流失防治情况。

根据水土保持监测实施方案,水土流失监测分为建设期和试运行期两个时段,由于水土流失主要发生在工程建设期,相应建设期是水土保持监测的重点时段。监测过程中,以定点监测为主,并采用定期、不定期现场调查巡查法,对工程区防治责任范围、施工地表扰动、土石方挖填、防治措施数量及质量、植被恢复及土地整治等情况进行动态巡查监测调查,以全面反映建设期和试运行期的水土流失状况和对周围环境的水土流失影响等。

b) 监测布局

本项目分为5个水土流失防治分区:风力发电场区、升压站建设区、道路及电缆建设区、施工生产生活区和弃渣场。水土保持监测分区和水土流失防治分区一致,共分为5个监测分区。本工程共布设固定监测点位11处。

c) 监测内容

每个区域的监测内容,一般都包括数个具体的监测指标,对于每个指标,设计相应的监测方法、频次(或监测时段),并通过必要的监测设施与设备进行测试。

对于水土流失状况,选择监测点、布设相关的设施,进行动态监测;对于植被类型

及林草覆盖率、水土保持设施及其效果等，则通过阶段性的观测，得到相关数据；对于地貌、降雨以及地面组成物质等，则通过调查、收集资料和分析整理，获得相应的信息。

天等把荷风电场水土保持监测的内容包括防治责任范围动态监测、水土流失防治动态监测和土壤流失量动态监测三个部分。

①防治责任范围动态监测

工程水土流失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地和临时占地，工程永久征地主要通过土地部门的批复文件确定；临时占地面积和直接影响区随工程的进展会发生变化，因此防治责任范围监测主要通过监测临时占地的面积变化情况，确定工程实际的水土流失防治责任范围，并与水土保持方案的水土流失防治责任范围相比较，分析变化原因。

②水土流失防治动态监测

调查监测工程水土流失防治责任范围内水土保持措施实施情况，包括工程措施、植物措施和临时措施。调查内容包括水土保持工程措施的实施数量、质量、进度、运行情况、保存完好程度及拦渣保土效果，植物措施的实施面积、苗木种类、数量、质量、实施进度、成活率、植被生长情况以及养护情况等。临时措施主要采用查阅施工及监理记录的方式核查。

③土壤流失量动态监测

针对不同扰动地表类型的特点，选取典型扰动土地类型，采用现场调查监测，经综合分析推算不同扰动类型的侵蚀强度及土壤侵蚀量。

d) 监测方法

本项目水土保持监测主要采用以下监测方法。

(1) 定位监测

定位监测主要适用于项目水土流失防治责任区范围内，地貌、植被受扰动最严重的区域如：风机平台边坡和道路两侧挖填边坡等。主要通过在地面设置相应的观测设施，定位监测水土流失影响因子和水土流失量，如采用侵蚀沟样法测定样方内侵蚀沟的数量

和大小，从而计算侵蚀量；采用插钎法，通过观测钢钎出露地面高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。通过定期的和不定期的观测来获得有关数据，计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。

(2) 调查监测

分普查法与抽样法两种，普查法主要是对工作量较少的监测项目指标（如地表植被及其它水土保持设施破坏面积变化等）的调查。通过对项目区勘察、实地量测、填写表格等形式进行，从而掌握具体情况及变化等动态。抽样法是对工作量大，技术性强的项目指标（如人为造成的水土流失量，水土保持林草成活率、工程质量等）调查，通过抽样选点，以局部数值推算出整体数值。

(3) 巡查

由于施工场地的时空变化复杂，定位监测有时是十分困难的，对这种情况必须采取巡查的办法，及时发现水土流失并采取最有效的措施加以控制。

通过以上监测，依据《开发建设项目水土流失防治标准》以及批复的水土保持方案报告书，综合分析本工程水土流失防治措施实施后的防治指标，测算出水土保持措施实施后是否达到了方案设计的防治目标要求。

1.4.2 监测项目部设置

接受监测委托后，我公司成立了天等把荷风电场水土保持监测项目部，并派专业监测技术人员进场调查。

水土保持监测项目部监测技术人员于 2023 年第 3 季度开始，采取定点监测和现场巡查监测，对工程区防治责任范围、施工地表扰动、土石方挖填、防治措施数量及质量、植被恢复及土地整治等情况进行动态监测。

1.4.3 监测点布设

本工程监测期间在工程建设区共布设了 11 个定位观测站点，其中风力发电场区 3 处，升压站区 1 处，道路建设区 3 处，施工生产生活区 1 处，弃渣场 2 处。各监测点具体位置见表 1.4-3。

表 1.4-3 监测点特性表

编号	监测分区	位置	监测点特性	监测方法
1	风力发电场区	T14#风机吊装平台挖方边坡	位于坡度 15°以上的上顶上的风机	简易坡面侵蚀沟量测法
2	风力发电场区	T11#风机吊装平台填方边坡	位于坡度 15°以上的上顶上的风机	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
3	风力发电场区	T5#风机吊装平台填方边坡	位于坡度 15°以上的上顶上的风机	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
4	风力发电场区	T3#风机吊装平台挖方边坡	位于坡度 15°以上的上顶上的风机	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
5	升压站区	升压站西北侧排水末端沉沙池	易产生水土流失	沉沙池法、遥感监测法
6	道路建设区	进场道路排水沟末端消力井	路面排水汇入自然沟道	沉沙池法（消力井）、遥感监测法
7	道路建设区	T16#~T8#风机场内道路最大挖方边坡	道路挖方路段，最大开挖边坡	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
8	道路建设区	T7#~T1#风机场内道路填方边坡	道路填方边坡	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
9	施工生产生活区	施工生产生活区四周土质排水沟末端沉沙池	集雨面积最大的施工生产生活区	沉沙池法、遥感监测法
10	1#弃渣场	1号弃渣场堆渣坡面	土壤流失量、工程措施综合监测点	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
11	2#弃渣场	2号弃渣场堆渣坡面	土壤流失量监测点	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测

表 1.4-4 监测计划表

项目	编号	监测点位置	监测项目	监测方法	监测内容	监测时段及频率
定位监测	1#	T14#风机吊装平台挖方边坡	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	简易坡面侵蚀沟量测法	泥沙流失量、工程措施状况和运行状况	<p>监测时段：从接到委托2023年3月开始至设计水平年2024年10月结束，共监测20个月（1.66年），采用遥感调查法、沉沙池法、简易坡面侵蚀沟量测法调查。</p> <p>地形地貌状况整个监测期监测1次；正在使用的临时堆土场、弃渣场每两周天监测记录1次；扰动地表情况、水土流失状况等至少每1个月监测记录1次；水土流失防治成效至少每季度监测1次，其中临时措施至少每月监测1次。遇暴雨、大风等情况应及时加测。水土流失灾害事件发生后1周内完成监测。其他时段应每季度监测不少于1次；水土流失状况应至少每月监测1次，发生强降水等情况后及时加测；至少每季度监测1次，其中临时措施至少每月监测1次；灾害事件发生后1周内完成监测</p>
	2#	T11#风机吊装平台填方边坡	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测	泥沙流失量、工程措施状况和运行状况	
	3#	T5#风机吊装平台填方边坡	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测	泥沙流失量、工程措施状况和运行状况	
	4#	T3#风机吊装平台挖方边坡	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测	泥沙流失量、工程措施状况和运行状况	
	5#	升压站西北侧排水末端沉沙池	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	沉沙池法、遥感监测法	泥沙淤积量、流失量、工程措施状况和运行状况	
	6#	进场道路排水沟末端消力井	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	沉沙池法（消力井）、遥感监测法	泥沙淤积量、流失量、工程措施状况和运行状况	
	7#	T16#~T8#风机场内道路最大挖方边坡	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测	泥沙流失量、工程措施状况和运行状况	
	8#	T7#~T1#风机场内道路填方边坡	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测	泥沙流失量、工程措施状况和运行状况	
	9#	施工生产生活区四周土质排水沟末端沉沙池	土壤侵蚀模数、水土流失量、措施类型、数量、分布和完好程度	沉沙池法、遥感监测法	泥沙淤积量、流失量、工程措施状况和运行状况	

1 建设项目及水土保持工作概况

项目	编号	监测点位置	监测项目	监测方法	监测内容	监测时段及频率
			施类型、数量、分布和完好程度		行状况	
	10#	1号弃渣场堆渣坡面	土壤侵蚀模数、水土流失量	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测	泥沙流失量、工程措施状况和运行状况	
	11#	2号弃渣场堆渣坡面	植被成活率、保存率、覆盖率	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测	泥沙流失量、工程措施状况和运行状况	
巡查监测	各施工区		巡查水土流失危害	现场巡查	压埋绿地、阻塞沟道等情况	
			调查水土保持设施完好率	现场巡查	水保设施损毁情况	
遥感监测	各施工区		调查土地利用现状、植被覆盖度等	运用遥感技术	水保设施损毁情况	
备注：当 24h 过程暴雨量大于 50mm 时进行加测。						

1.4.4 监测设施设备

本工程监测设备见表 1.4-4。

表 1.4-4 监测主要设备及仪器一览表

类型		序号	监测设施及设备名称	单位	数量
设备	测量 设备	1	皮尺（100m）	件	2
		2	测绳	件	10
		3	钢卷尺（3m）	件	2
		4	钢钎	根	20
		5	地质罗盘	个	1
		6	手持 GPS 定位仪	台	1
		7	自记雨量计	台	1
		8	植被测量仪器	套	1
	其他 设备	1	数码摄像机	台	1
		2	数码相机	台	1
		3	无人机	台	1
		4	笔记本电脑	台	1
		5	打印机	台	1

1.4.5 监测技术方法

监测方法依据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（水利部办公厅 办水保〔2015〕139号）和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）执行，采用地面观测、遥感监测和调查监测相结合的方法。

一、地面观测

地面观测法主要是通过通过对样方内的进行测算分析，推算出项目区域内的水土流失量。根据本项目的建设特点，主要采取以下几种方法：

测钎法：适用于开挖、填筑和堆弃形成的、以土质为主的稳定破面土壤流失量简易监测。按照设计频次观测钎帽距地面的高度变化计算土壤流失量。

集沙池法：适用于径流冲刷物颗粒较大、汇水面积不大、有集中出口汇水区的土壤流失量监测。按照设计频次观测集沙池中的泥沙厚度，宜在集沙池的四个角及中心点分别量测泥沙厚度，并测算泥沙密度。

二、遥感监测

施工前、施工过程中和施工后期分别进行一次遥感监测，通过遥感图像分析工程施工造成的水土流失。

三、调查监测

（一）标准样地调查法

对项目区的水土保持植物措施应设立固定标准地，每年10月定期对标准地进行调查，植被调查的主要内容为：树高、胸径、冠幅、生物量、盖度、郁闭度、覆盖度、成活率、保存率及植物种类等。

选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10m×10m、灌木林5m×5m、草地2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。计算公式为：

$$D = fe / fd \qquad C = f / F \times 100\%$$

式中：D—林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C——林草覆盖度，%；

fd——样方面积，m²；

fe——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）现场调查、巡查监测

调查监测是指定期对整个项目建设区调查的方式，通过实地勘测，结合地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按不同区域的地表扰动类型和面积，填表、勾图记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施实施情况。

巡查法是开发建设项目施工期间水土保持监测的一种特殊方法。因为开发建设项目施工场地的时空变化复杂，定位监测有时十分困难，场地巡查可以及时发现水土流失并采取最有效的措施加以控制，如土石方开挖是否及时调运、重力侵蚀发生情况等均可通过定期或不定期的巡查来发现问题。

根据监测内容的不同，本项目采取的主要方法有：①对项目区内的水土流失背景值，采取现场调查的方法，通过现场查勘各分区水土流失现状、植被分布生长情况和各区的地形，分析水土流失背景值。②对主体工程占用土地面积、扰动地表面积、类型及其变化情况，主要通过采用 GPS 仪和全面调查相结合的方法。③对水土流失因子，主要采用资料收集和现场查勘相结合的方法，通过收集当地气象站气象资料获得相关的降雨数据，通过查阅主体工程设计报告、监理资料和实地查勘、测量获取土石方的挖填数量和弃渣数量及流向。④对水土保持工程措施的实施数量、质量、防护效果及其稳定性情况，采用全面调查法。⑤对水土流失对主体工程影响、周边环境的影响和水土流失重大危害事件，采取现场巡查法。

1.4.6 监测成果提交情况

2023年3月依据水土保持方案报告、水土保持监测技术规程、规范要求，并结合工程建设实际情况，制定本工程水土保持监测实施方案，对项目区开展水土保持调查监测。本项目已于2023年3月开工，我公司于2023年7月接受委托后，立马组织监测人员进场，开展水土保持工作。监测时段从2023年7月开始至2024年11月监测结束，按季度完成水土保持监测季度报告共6期；对进场前已发生的工程扰动现状采取回顾性监测的方式进行监测，在2023年第三季度监测季度报告反映整体监测情况。

2024年11月，编制完成《天等把荷风电场水土保持监总结报告》。

a) 施工期

施工期监测，主要是监测数据采集阶段。项目组依据制定的监测实施方案、工作计划和野外调查监测工作细则，对项目建设区开展全面踏勘调查。通过实地调查，选择典型地块布设监测点，对典型地块的土壤侵蚀环境因子、水土流失状况及水土保持防治效益进行定位观测，以获取定位和定量的监测数据。通过调查数据采集的方式，对项目建设区实施全面调查监测，掌握工程建设过程中防治责任范围、扰动原地貌、损坏土地和植被、土地整治恢复、水土流失、水土保持措施执行及其防治效益的动态变化情况。按季度监测，特殊情况，如：降水量大于50mm加测。积极配合业主和水行政主管部门检查监督，及时完成提交监测季度报告。

b) 自然恢复期

自然恢复期为主要巡查工程完工后水土保持措施试运行情况。对试运行阶段的林草植被恢复和工程措施运行情况进行了监测，并归纳总结监测资料汇总，对工程沿线的自然条件和社会经济情况进行全面调查。按季度提交监测报告，特殊情况配合业主和水行政主管部门检查，适时掌握工程建设水土流失状况和防治措施成效。

c) 评价阶段

评价阶段根据监测范围、分区分时段整理、汇总、分析监测数据资料。重点分析以下内容：防治责任范围动态变化情况以及变化的主要原因；土石方调配等情况；扰动原

地貌、损坏土地和植被、土地整治恢复的动态变化情况；项目建设后期的土壤侵蚀分布、面积、强（程）度、危害情况；水土保持工程执行情况；水土保持工程防治效益情况。在此基础上，分析本项目水土流失治理度、土壤流失控制比、拦渣率、扰动土地整治率、林草植被恢复率、林草覆盖率等六项指标，对项目的水土保持综合防治情况做出客观、公正的评价，并对项目建设过程中水土流失的防治特点和成功经验以及存在的问题等进行归纳总结，以供其它工程建设防治人为水土流失的借鉴利用。

最终，我公司通过现场全面调查，收集资料，在整理、汇总和分析的基础上，编写完成本监测总结报告。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

根据现场调查及监测分析，本工程扰动土地面积详细情况见表 2.1-1。

表 2.1-1 工程扰动面积监测结果表

名称	分区	永久占地	临时占地	累计扰动
项目 建设区	风力发电场区	0.76	7.57	8.33
	升压站建设区	1.42		1.42
	道路及电缆建设区		51.00	51.00
	弃渣场		0.80	0.80
	施工生产生活区		1.28	1.28
合计		2.18	60.65	62.83

2.2 弃渣

本工程已开挖总量 80.65 万 m³（含表土剥离 9.30 万 m³），已回填总量 73.76 万 m³（含表土回覆 9.30 万 m³），经土石方平衡计算后，产生永久弃渣 6.89 万 m³。

土石方平衡表见表 1.1-2。

表 1.1-2

工程土石方平衡表

单位: 万 m³

序号	项目名称	挖方			填方			内部调配				弃方	
		表土剥离	其它开挖	小计	表土回覆	其它回填	小计	调入	去向	调出	来源	数量	去向
一	风力发电场区	0.96	14.14	15.1	0.96	11.35	12.31					2.79	Z3、Z10 弃渣场
二	升压站建设区	0.48	4.22	4.7	0.48	1.02	1.5					3.2	Z3 弃渣场
三	道路及电缆建设区	7.54	52.06	59.6	7.54	51.16	58.7					0.9	Z3、Z10 弃渣场
四	施工生产生活区	0.16	0.93	1.09	0.16	0.93	1.09					0	
五	弃渣场	0.16		0.16	0.16		0.16					0	

2.3 水土保持措施

2.3.1 水土保持工程措施监测情况

通过现场调查量测和查阅资料，本工程水土保持措施主要有：风力发电场区的表土剥离、绿化覆土、砂浆抹面排水沟；升压站区的绿化覆土、碎石压占、雨水井布设、浆砌石排水沟、消力沉砂池；道路建设区的表土剥离、绿化覆土、浆砌石排水沟、砂浆抹面排水沟、混凝土排水沟、过路涵管、挡水土埂、浆砌石挡墙、混凝土挡墙；弃渣场的表土剥离、表土回覆、平台排水沟、急流槽、沉沙池。工程措施的监测频次为每季监测一次，边坡防护运行状况随机调查，采取地面观测、调查监测相结合进行监测其水土流失情况。已完成的水土保持工程措施布设完善，起到了较好的水土保持效果。

经统计，本工程完成的水土保持工程措施有：表土剥离 48.74hm²，绿化覆土 9.30 万 m³，浆砌石排水沟 13965m，雨水排水管 50m，混凝土排水沟 430m，碎石地面 1010m²，透水砖铺装 200m²，消力井 8 座，土质排水沟 2250m，混凝土挡土墙 50m。

2.3.2 水土保持植物措施监测情况

通过现场调查量测和查阅资料，本工程植物措施主要包括风力发电场区的平台台面和边坡绿化，对升压站区综合绿化、生态停车场、铺草皮绿化，道路建设区、集电线路区两侧空地和边坡撒播草籽绿化、穴播种植、条播绿化、挂网喷播绿化，弃渣场条播绿化及撒播草籽绿化。植物措施的监测频次为每季监测一次，植物措施随机调查监测，采取地面观测、调查监测相结合进行监测。

根据现场监测调查，风力发电场区的植物措施成活率在 85%以上，植被覆盖率约 90%；道路及集电线路区植物措施成活率在 80%以上，植被覆盖率约 84%。本工程已完成的水土保持植物措施起到了一定的水土保持效果。

经统计，本工程已实施的水土保持植物措施工程量有：站区综合绿化 1200m²，生态停车场 6 处，素喷草籽护坡 4428m²，铺草皮 1000m²，撒播草籽绿化 6.69hm²，条播灌草绿化 32.26hm²，挂网喷播草籽护坡 13.30hm²

2.3.3 水土保持临时措施监测情况

通过现场调查量测和查阅资料，本工程在建设过程中采取的临时防护措施主要是：在风力发电场区吊装平台临时堆土及裸露地表，采用密目网苫盖，实施植物措施后采取无纺布苫盖；升压站区裸露地表未能及时采取植物措施前的裸露挖方边坡采取密目网苫盖，实施植物措施后采取无纺布苫盖；道路及集电线路区施工期间根据地形情况在部分道路一侧设置临时排水沟、土质沉沙池，低矮填方边坡采取装土编织袋拦挡，道路沿线坡面撒播草籽、穴播绿化、条播绿化及挂网喷播后，采用无纺布苫盖；施工期间，施工生产生活区裸露地表采用密目网苫盖，实施植物措施后采取无纺布苫盖，弃渣场实施植物措施后采取无纺布苫盖等。

本工程已完成的水土保持临时措施起到了一定的水土保持效果。

经统计，本工程已实施的水土保持临时措施工程量有：无纺布覆盖 224700m²，密目网苫盖 44612m²、临时排水沟 12156m，装土生态袋拦挡 7102m

2.4 水土流失情况

根据监测结果统计，至 2024 年 11 月底，工程累计扰动原地貌、损坏土地和植被总面积为 62.83hm²，累计土壤侵蚀总量为 2281t。水土流失监测情况见表 2.4-1

表 2.4-1 水土流失监测情况表

序号	分区	实际占地 (hm ²)	监测时段土壤 流失量 (t)	监测频次	监测方法
1	风力发电场区	8.33	324.57	监测时段：从接到委托开始至设计水平年 2024 年 10 月结束，共监测 20 个月（1.66 年），采用遥感调查法调查。地形地貌状况整个监测期监测 1 次；正在使用的临时堆土场、弃渣场每两周天监测记录 1 次；扰动地表情况、水土流失状况等至少每 1 个月监测记录 1 次；水土流失防治成效至少每季度监测 1 次，其中临时措施至少每月监测 1 次。遇暴雨、大风等情况应及时加测。水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。其他时段应每季度监测不少于 1 次；水土流失状况应至少每月监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测；至少每季度监测 1 次，其中临时措施至少每月监测 1 次；灾害事件发生后 1 周内完成监测	简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
2	升压站建设区	1.42	12.98		沉沙池法、遥感监测法
3	道路及电缆建设区	51.00	1875.8		简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
4	弃渣场	0.80	48.9		简易坡面侵蚀沟量测法、遥感监测
5	施工生产生活区	1.28	18.75		沉沙池法、遥感监测法
6	合计	62.83	2281		

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

a) 水土保持方案确定的防治责任范围

依据报告及批文，确定本工程水土流失防治责任范围面积共计 54.92hm²。项目建设区包括风力发电场区、升压站区、道路及电缆建设区、施工生产生活区和弃渣场等，方案批复的水土流失防治责任范围详见表 3.1-1。

表 3.1-1 方案批复水土流失防治责任范围表 单位：hm²

序号	项目	占地性质		行政区划	占地类型				合计
					乔木林地	灌木林地	其它用地	农村道路	
1	风力发电场区	永久	0.90	天等县	5.81	4.65	1.16		5.81
		临时	4.91						
2	升压站建设区	永久	1.42	天等县	1.42	1.14	0.28		1.42
3	道路及电缆建设区	临时	41.88	天等县	41.88	32.93	8.38	0.57	41.88
4	施工生产生活区	临时	0.64	天等县	0.64	0.51	0.13		0.64
5	弃渣场	临时	5.17	天等县	5.17	4.14	1.03		5.17
合计		永久	2.32	天等县	54.92	43.37	10.98	0.57	54.92
		临时	52.60						

b) 监测的防治责任范围

根据查阅资料及现场监测确认，本工程的水土流失防治责任范围为 62.83hm²，详见表 3.1-2。

表 3.1-2

实际水土流失防治责任范围表

单位: hm²

名称	分区	永久占地	临时占地	累计扰动
项目 建设区	风力发电场区	0.76	7.57	8.33
	升压站建设区	1.42		1.42
	道路及电缆建设区		51.00	51.00
	施工生产生活区		0.80	0.80
	弃渣场		1.28	1.28
合计		2.18	60.65	62.83

3.1.2 背景值监测

调查监测结果显示，工程区原始地貌主要为低山丘陵地貌，占地类型主要为林地和草地，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主。按照《土壤侵蚀分类分级标准》，工程项目区水土流失以轻度水力侵蚀为主。

结合《天等把荷风电场水土保持方案报告书》（报批稿），并选择在项目区未扰动区域进行调查监测，分析确定工程原地貌各侵蚀单元土壤侵蚀模数为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，原方案确定背景值为 $406\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，基本一致。

水土流失背景值监测结果详见表 3.1-4。

表 3.1-4 本工程原地貌侵蚀单元土壤侵蚀模数结果表

风力发电场区	地形	低山	
	坡度	20	度
	郁闭度	90%	
	面积	100	m^2
	时段	3	月
	土壤流失量	0.012	t
	平均土壤侵蚀模数	450	$\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$
升压站区	地形	丘陵	
	坡度	7	度
	郁闭度	95%	
	面积	100	m^2
	时段	3	月
	土壤流失量	0.010	t
	平均土壤侵蚀模数	470	$\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$
道路及电缆建设区	地形	中低山	
	坡度	20	度
	郁闭度	90%	
	面积	100	m^2
	时段	3	月

3 重点对象水土流失动态监测

	土壤流失量	0.011	t
	平均土壤侵蚀模数	510	t/(km ² ·a)
弃渣场区	地形	丘陵	
	坡度	8	度
	郁闭度	90%	
	面积	100	m ²
	时段	3	月
	土壤流失量	0.011	t
	平均土壤侵蚀模数	530	t/(km ² ·a)
施工生产生活区	地形	丘陵	
	坡度	8	度
	郁闭度	90%	
	面积	100	m ²
	时段	3	月
	土壤流失量	0.011	t
	平均土壤侵蚀模数	300	t/(km ² ·a)
项目区平均土壤侵蚀模数		500	t/(km²·a)

3.1.3 建设期扰动土地面积

根据现场调查监测分析，天等把荷风电场累计扰动原地貌、损毁土地和植被总面积为 62.83hm²，其中永久征地面积为 2.18hm²，临时用地面积为 60.65hm²，占地类型主要是林地和其他用地。

3.2 取料监测结果

本工程不涉及取料。

3.3 弃渣监测结果

本工程已开挖总量 80.65 万 m³ (含表土剥离 9.30 万 m³)，已回填总量 73.76 万 m³，已弃土 6.89 万 m³ (运至弃渣场堆放)。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据调查监测结果统计所知，本工程已开挖总量 80.65 万 m³ (含表土剥离 9.30 万 m³)，已回填总量 73.76 万 m³，已弃土 6.89 万 m³ (运至弃渣场堆放)。

3.5 其他重点部位监测结果

通过现场调查量测和查阅资料，施工期间表土集中堆放在风机吊装平台及道路一侧空地，临时堆放的表土采用密目网苫盖，施工结束后，剥离的表土及时用作绿化覆土，表土堆放未造成水土流失危害。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

本工程水土保持方案报告设计的水土保持工程措施主要有：本工程水土保持措施主要有：风力发电场区的表土剥离、绿化覆土、浆砌石排水沟；升压站区的绿化覆土、碎石压占、雨水井布设、浆砌石排水沟、混凝土排水沟、铺透水砖；道路建设区的表土剥离、绿化覆土、浆砌石排水沟、消力井、土质排水沟；弃渣场的表土剥离、表土回覆、浆砌石排水沟、混凝土挡墙。

经统计，本工程完成的水土保持工程措施有：表土剥离 48.74hm²，绿化覆土 9.30 万 m³，浆砌石排水沟 13965m，雨水排水管 50m，混凝土排水沟 430m，碎石地面 1010m²，透水砖铺装 200m²，消力井 8 座，土质排水沟 2250m，混凝土挡土墙 50m。

水土保持工程措施实施进度要求与主体工程建设进度同步实施。主体施工时间为 2023.3-2023.12，水土保持工程措施完成时间为 2023.3-2024.10；水土保持工程措施实施进度与主体工程“三同时”。

4.2 植物措施监测结果

本工程植物措施主要包括风力发电场区的平台台面和边坡绿化，对升压站区铺草皮绿化、生态停车场、喷播草籽护坡、站区综合绿化，道路建设区、集电线路区两侧空地和边坡撒播草籽绿化、挂网喷播、条播绿化，弃渣场撒播草籽绿化，施工生产生活区撒播草籽绿化。

经统计，本工程已实施的水土保持植物措施工程量有：站区综合绿化 1200m²，生态停车场 6 处，素喷草籽护坡 4428m²，铺草皮 1000m²，撒播草籽绿化 6.69hm²，条播灌草绿化 32.26hm²，挂网喷播草籽护坡 13.30hm²。

主体施工时间为 2023.3-2023.12，植物措施施工时间为 2023.3-2024.10。水土保持植物措施实施进度与主体工程“三同时”。

4.3 临时措施监测结果

本工程在建设过程中采取的临时防护措施主要是：在风力发电场区吊装平台临时堆土及裸露地表，采用密目网苫盖，装土生态袋拦挡，实施植物措施后采取无纺布苫盖；升压站区裸露地表未能及时采取植物措施前的裸露挖方边坡采取密目网苫盖，实施植物措施后采取无纺布苫盖；道路及集电线路区施工期间根据地形情况在部分道路一侧设置临时排水沟、土质沉沙池，低矮填方边坡采取装土编织袋拦挡，道路沿线坡面撒播草籽、穴播绿化、条播绿化及挂网喷播后，采用无纺布苫盖；施工期间，施工生产生活区裸露地表采用密目网苫盖，实施植物措施后采取无纺布苫盖，弃渣场实施植物措施后采取无纺布苫盖等。

经统计，本工程已实施的水土保持临时措施工程量有：无纺布覆盖 224700m²，密目网苫盖 44612m²、临时排水沟 12156m，装土生态袋拦挡 7102m。

主体施工时间为主体施工时间为 2023.3-2023.12，水土保持工程措施完成时间为 2023.3-2024.10。水土保持临时措施实施进度与主体工程“三同时”。

4.4 水土保持措施防治效果

建设单位在项目建设过程中根据工程建设特点、施工情况、土地类型等，以工程措施为先导，通过工程措施与植物措施的有机结合，永久措施和临时措施的相互补充，因地制宜地布设了工程措施、植物措施、临时措施，其中各项措施包括：表土剥离 48.74hm²，绿化覆土 9.30 万 m³，浆砌石排水沟 13965m，雨水排水管 50m，混凝土排水沟 430m，碎石地面 1010m²，透水砖铺装 200m²，消力井 8 座，土质排水沟 2250m，混凝土挡土墙 50m。站区综合绿化 1200m²，生态停车场 6 处，素喷草籽护坡 4428m²，铺草皮 1000m²，撒播草籽绿化 6.69hm²，条播灌草绿化 32.26hm²，挂网喷播草籽护坡 13.30hm²。无纺布覆盖 224700m²，密目网苫盖 44612m²、临时排水沟 12156m，装土生态袋拦挡 7102m。经过水土保持过程监测，项目区的水土保持措施运行较好，绿化效果较明显。项目区水土流失已得到基本的治理，实施完成各项工程措施、植物措施能够保证主体工程运行的水土保持要求。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

通过监测及资料，天等把荷风电场在实际施工过程中扰动地表面积为 62.83hm²。项目区实际扰动地表面积和水土流失面积统计分别见表 5.1-1、5.1-2。

表 5.1-1 项目区实际扰动地表面积

防治分区	总面积 (hm ²)	2023 年	2024 年	最终扰动面积 (hm ²)
		1 月~12 月	1 月~8 月	
风力发电场区	8.33	8.33	8.33	8.33
升压站建设区	1.42	1.42	1.42	1.42
道路及电缆建设区	51	47	51	51
施工生产生活区	0.8	0.8	0.8	0.8
弃渣场	1.28	1.1	1.28	1.28
合计	62.83	58.65	62.83	62.83

表 5.1-2 水土流失面积统计

防治分区	面积	水土流失面积	
		施工准备期及施工期	自然恢复期
风力发电场区	8.33	8.33	6.9
升压站建设区	1.42	1.42	0.66
道路及电缆建设区	51	51	43.35
施工生产生活区	0.8	0.8	1.28
弃渣场	1.28	1.28	0.72
合计	62.83	62.83	52.91

随着项目的持续施工，项目的扰动面积变大，相应的水土保持措施同主体工程同步实施。

5.2 土壤流失量

通过现场监测，根据工程施工特点和扰动土地类型，工程建设过程中发生水土流失的重点部位风力发电场区和道路建设区，发生水土流失的重点时段是建设期，包括施工期（含施工准备期）和自然恢复期。产生的水土流失危害有：破坏植被，破坏水土保持设施，加速土壤侵蚀，对生态环境造成一定影响。根据土壤流失量计算公式，利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区水土流失量。

5.2.1 土壤侵蚀模数计算方法

根据土壤侵蚀模数计算公式，利用每季度监测的土壤流失量和水土流失面积及侵蚀时段反推出各分区水土流失量。

土壤侵蚀模数计算公式：

$$K_s = W / (F \times T)$$

式中：

K_s ——侵蚀模数 [t / (km²·a)]；

W ——项目区土壤流失总量 (t)；

F ——水土流失面积 (km²)；

T ——侵蚀时段 (a)。

土壤流失总量计算公式：

$$W = \sum_{j=1}^n W_j \quad W_j = \sum_{s=1}^n M_{js}$$

W ——项目区土壤流失总量 (t)；

W_s ——各防治分区土壤流失量 (t)；

M_s ——防治分区分时段土壤流失量

5.2.2 土壤侵蚀模数

在水土保持监测过程中,根据项目区地表扰动情况、措施布设情况及土石方情况等,结合已批复的《水土保持方案报告》,确定项目在建设期内各分区的土壤侵蚀模数,主体工程于2023年12月份完工,工程实施的水土保持措施已发挥水土保持功能,能够有效减少项目区的水土流失,土壤侵蚀模数比施工期的土壤侵蚀模数低。项目区林草植被恢复良好,植被覆盖率较高,根据设计水平年土壤侵蚀模数计算,项目区设计水平年各防治分区土壤侵蚀模数均达到项目区的容许土壤流失量 $500t/(km^2\cdot a)$,平均土壤侵蚀模数为 $500t/(km^2\cdot a)$

5.2.3 分区水土流失量

经统计，项目区造成水土流失总量 2281t。施工期土壤流失量统计表见表 5.2-1。

从表 5.2-1，可以看出，施工期土壤流失量为 2281t，其中风力发电场区土壤流失量 324.57t，占施工期土壤流失量的 14.23%；升压站建设区土壤流失量 12.98t，占施工期土壤流失量的 0.60%；道路及电缆建设区土壤流失量 1875.80t，占施工期土壤流失量的 82.23%；弃渣场土壤流失量 48.90t，占施工期土壤流失量的 2.14%；施工生产生活区土壤流失量 18.75t，占施工期土壤流失量的 0.82%，说明施工期水土流失重点区域为道路及电缆建设区。

表 5.2-1 本工程施工期土壤流失量统计表 单位：t

防治分区	2023 年	2024 年	合计
风力发电场区	110.99	213.58	324.57
升压站建设区	4.44	8.54	12.98
道路及电缆建设区	641.44	1234.36	1875.80
弃渣场	16.72	32.18	48.90
施工生产生活区	6.41	12.34	18.75
合计	780	1501	2281

5.3 土壤流失危害

根据水土流失量分析可知，项目建设造成的水土流失量较大。扰动地表面积较大，道路建设过程中基础开挖使得原地貌破坏严重，大面积裸露的土地较大，水力侵蚀强度较大，造成水土流失量较大。

根据建设单位、监理单位和施工单位等各单位提供的资料统计，从工程开工建设至2024年11月，本工程未发生水土流失危害性事件。建设单位重视水土保持工作，并严格要求各施工单位规范施工、文明施工，本工程在建设过程中基本未对周边环境造成不良影响。

6 水土流失防治效果监测情况

6.1 水土流失治理度

扰动土地根据监测调查及施工记录，本工程施工期间扰动土地面积 62.83hm²，施工结束后，完成治理面积 61.14hm²，水土流失治理度为 97.31%，达到了方案制定的目标值 94%。达到了方案制定的目标要求和验收合格标准。

6.2 表土保护率

表土保护率是指项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比，可剥离表土总量是目前技术经济条件下可以剥离表土的总量，包括采取覆盖措施保护的表土量。

本项目可剥离表土数量为 7.36 万 m³，本项目对表土采取剥离保护，剥离出来的表土集中堆放并采取密目网覆盖措施，本项目实际采取覆盖措施保护表土数量为 7.14 万 m³，表土保护率为 97.01%。

6.3 土壤流失控制比

项目区土壤容许流失量为 500t/(km²·a)，根据验收调查，水土保持措施全部实施后，工程总体水土流失得到有效控制，各防治分区均实施了植物措施，本工程治理后的平均土壤侵蚀强度为 500t/(km²·a)，总体土壤流失控制比为 1.00，达到了按南方红壤区一级防治标准值和水土保持方案设计的目标值。

6.4 渣土防护率

渣土防护率是指项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

本工程实际开挖土石方 80.61 万 m³，回填土石方 73.72 万 m³，产生永久弃方 6.89 万 m³。工程施工期间临时堆土量包括道路开挖临时堆土、风机基础开挖临时堆土及表土，临时堆土量为 11.05 万 m³。工程施工期间对临时堆土采取了密目网苫盖等措施，对

弃渣集中堆置于弃渣场内进行堆渣，采用混凝土挡土墙、浆砌石排水沟、撒播草籽绿化、无纺布苫盖等措施进行防护。

实际采取覆盖、拦挡、排水防护措施的弃渣及临时堆土量为 17.58 万 m^3 ，经计算，渣土防护率 97.99%，达到方案目标值。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率指项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比，可恢复林草植被面积是指在当前技术经济条件下，通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积，不含恢复农耕的面积。

项目建设区可恢复林草植被面积为 46.94hm^2 ，已实施林草植被的面积为 45.25hm^2 ，林草植被恢复率为 96.40%。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占项目总面积的百分比。本项目建设区总面积为 62.83hm^2 ，项目区绿化区域采取了水土保持植物措施后，林草植被面积为 45.25hm^2 。经计算，林草覆盖率为 72.02%，达到本项目水土保持方案设计的目标值。

表 6.6-1 工程水土流失防治效果分析表

项目分区	项目建设区面积 (hm ²)	水土保持措施治理达标面积 (hm ²)				水土流失治理程度 (%)
		建筑物及硬化	工程措施	植物措施	小计	
风力发电场区	8.33	0.96	0.4	6.45	7.81	93.76
升压站建设区	1.42	0.57	0.18	0.59	1.34	94.37
道路及电缆建设区	51.00	11.96	1.75	36.21	49.92	97.88
施工生产生活区	1.28			1.28	1.28	100
弃渣场	0.8		0.07	0.72	0.79	98.75
合计	62.83	13.49	2.4	45.25	61.14	97.31

表 6.6-2 林草植被恢复率及植被覆盖率计算表

序号	项目分区	项目建设区面积 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	林草类植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
1	风力发电场区	8.33	6.97	6.45	92.54	77.43
2	升压站建设区	1.42	0.67	0.59	88.06	41.55
3	道路及电缆建设区	51.00	37.29	36.21	97.1	71
4	施工生产生活区	1.28	1.28	1.28	100	100
5	弃渣场	0.8	0.73	0.72	98.63	90
6	合计	62.83	46.94	45.25	96.4	72.02

7 结论

7.1 水土流失动态变化

7.1.1 防治责任范围

根据工程实际征占地面积，并结合已批复的水土保持方案报告书及现场调查监测，工程实际扰动和影响范围为 62.83hm²。

7.1.2 土石方的变化分析评价

本工程土石方总挖方量为 80.65 万 m³（含表土剥离 9.30 万 m³），总填方量为 73.76 万 m³（含表土回覆 9.30 万 m³），经土石方平衡计算后，产生永久弃渣 6.89 万 m³。

7.1.3 水土保持治理达标评价

经调查监测计算，本工程水土流失治理度为 97.31%，土壤流失控制比为 1.0，渣土防护率为 97.99%，表土保护率为 97.01%，林草植被恢复率为 96.40%，林草覆盖率 72.02%。

水土流失防治目标评价见表 7.1-1。

表 7.1-1 水土流失防治目标评价表

防治指标	二级标准	监测值
水土流失治理度（%）	94	97.31
土壤流失控制比	1.0	1.0
渣土防护率（%）	88	97.99
表土保护率（%）	90	97.01
林草植被恢复率（%）	94	96.40
林草覆盖率（%）	19	72.02

7.2 水土保持措施评价

工程在建设过程中，按照主体工程设计要求，在各防治分区内实施了一系列水土保持措施，并取得了一定的防治效果。

本工程水土保持措施主要有：表土剥离 48.74hm²，绿化覆土 9.30 万 m³，浆砌石排水沟 13965m，雨水排水管 50m，混凝土排水沟 430m，碎石地面 1010m²，透水砖铺装 200m²，消力井 8 座，土质排水沟 2250m，混凝土挡土墙 50m。站区综合绿化 1200m²，生态停车场 6 处，素喷草籽护坡 4428m²，铺草皮 1000m²，撒播草籽绿化 6.69hm²，条播灌草绿化 32.26hm²，挂网喷播草籽护坡 13.30hm²。无纺布覆盖 224700m²，密目网苫盖 44612m²、临时排水沟 12156m，装土生态袋拦挡 7102m。。经过水土保持过程监测，项目区的水土保持措施运行较好，绿化效果较明显。

7.3 存在问题及建议

7.3.1 存在的问题

(1) 风力发电场区：部分平台四周仍存在局部塌方、裸露现象，其绿化、拦挡措施不够完善，需持续做好已有水土保持设施管护，确保发挥应有效益；

(2) 道路及电缆建设区：部分道路上下边坡绿化效果不佳，部分路段上边坡存在局部裸露现象。

(3) 弃渣场：弃渣场植被覆盖度较低，未按水土保持措施体系布设乔木灌木设施。

7.3.2 建议

(1) 风力发电场区：由于地质灾害、雨水冲刷造成的局部塌方、裸露，在运行期需做好监督管理工作，及时进行治疗，采取拦挡、排水、绿化等措施，防止水土流失现象进一步扩大，确保风机平台的安全稳定。

(2) 道路及电缆建设区：运行期需及时清理场内裸露，植被覆盖度低的路段，需及时进行补植抚育工作。

(3) 弃渣场：加强植物补植抚育工作，结合土地权属人意见，及时完善临时占地绿化恢复要求。

7.4 综合结论

通过对项目区进行水土流失现场调查监测、分析，本工程自开工初期以来，分阶段分区域实施了水土保持各项防治措施，发挥了一定的水土流失防治效果。监测结果表明：防治责任范围内土壤侵蚀量呈下降趋势，至 2024 年 12 月项目区平均土壤侵蚀模数达到 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，工程建设新增水土流失得到了一定的控制，但仍存在工程措施部分损坏、部分风机平台排水设施不够完善、植物措施恢复效果不理想、道路填方边坡防护措施不完善的情况，现场局部仍存在水土流失现象。

因此，我单位建议建设单位后续应及时完善风力发电场区排水、沉沙池等措施，部分道路填方边坡的防护措施及绿化措施，加强弃渣场工程措施的管护工作，确保项目水土保持措施发挥效益，保证其不产生水土流失事件。

经综合分析，本项目水土保持监测三色评价为黄色（77 分色）。