

水保监测乙字第 326 号

龙海港尾风电场工程 水土保持监测总结报告



福建八闽水保生态工程咨询有限公司

二〇一八年九月

水保监测乙字第 326 号

龙海港尾风电场工程

水土保持监测总结报告

福建八闽水保生态工程咨询有限公司

二〇一八年九月

龙海港尾风电场工程水土保持监测总结报告

责任页

(福建八闽水保生态工程咨询有限公司)

批 准：杨玉清（总经理）



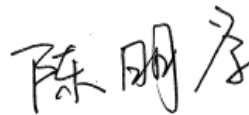
核 定：薛盛明（高级工程师）



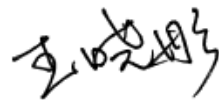
审 查：连钦娜（工程师）



校 核：陈明学（工程师）

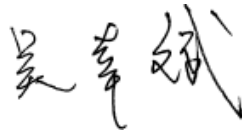


项目负责人：王晓彤（工程师）

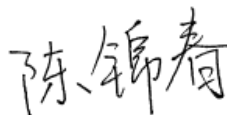


编 写：

吴幸斌（工程师）（编写第一、三、五、六章节）



陈锦春（工程师）（编写第二、四、七章节）



目 录

1	建设项目及水土保持工作概况	1
1.1	项目概况	1
1.2	水土流失防治工作情况	5
1.3	监测工作实施情况	6
2	监测内容与方法	9
2.1	监测内容	9
2.2	监测方法和频次	10
2.3	监测时段	12
2.4	监测点布设	12
3	重点部位水土流失动态监测	13
3.1	防治责任范围监测	13
3.2	弃土（渣）动态监测结果	15
4	水土流失防治动态监测结果	17
4.1	工程措施监测结果	17
4.2	水土保持植物措施监测结果	18
4.3	水土保持临时防治措施监测结果	19
5	土壤流失情况监测	21
5.1	水土流失面积	21
5.2	土壤流失量	21
6	水土流失防治效果监测结果	25
6.1	扰动土地整治率	25

6.2 水土流失总治理度.....	25
6.3 拦渣率	25
6.4 土壤流失控制比	25
6.5 林草植被恢复率	25
6.6 林草覆盖率	26
6.7 运行初期水土流失分析	28
7 结 论.....	29
7.1 水土流失动态变化.....	29
7.2 水土保持措施评价	30
7.3 存在问题及建议	30
7.4 综合结论	30

附图：

龙海港尾风电场工程水土保持措施实施相片

工程水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标											
项目名称		龙海港尾风电场工程									
建设规模	本工程安装 16 台 2.5MW 的风力发电机组，总装机容量 40MW	建设单位全称		福能（龙海）风力发电有限责任公司							
		建设地点		福建省龙海市港尾镇、隆教畲族乡							
		流域管理机构		太湖流域局							
		工程总投资		40963 万元（未决算）							
		工程总工期		31 个月							
水土保持监测指标											
监测单位		福建八闽水保生态工程咨询有限公司			联系人及电话		杨玉清/0591-87843339				
自然地理类型		以低山丘陵地貌为主			防治标准		建设类一级				
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、巡查监测			2.防治责任范围监测		调查监测				
	3.水土保持措施情况监测	巡查、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	调查监测			水土流失背景值		370t/km ² ·a				
方案设计防治责任范围		42.08hm ²			土壤容许流失量		500t/km ² ·a				
水土保持投资		902.56 万元			水土流失目标值		375t/km ² ·a				
防治措施		<p>工程措施：风电机组区：表土剥离 8600m³、表土回填 8600m³、全面整地 5.94hm²、浆砌石挡墙 425.82m³；施工生产生活区：表土剥离 800m³、表土回填 800m³、全面整地 0.42hm²；施工道路及集电线路区：截排水沟 12320m、沉砂池 15 个、蓄水池 2 个、表土剥离 3980m³、表土回填 3980m³、全面整地 6.11hm²。</p> <p>植物措施：完成绿化面积 12.47hm²，实际落实方案新增的水土保持植物措施包括：风电机组区：植草 5.94hm²；施工生产生活区：植草 0.42hm²；施工道路及集电线路区：种植相思树 34100 株，植草 6.11hm²。</p> <p>临时措施：编织袋装挡土墙 2122m³、临时排水沟 1876m、简易沉淀池 18 个、铺塑料薄膜 10260m²；施工生产生活区：编织袋装挡土墙 116m³、临时排水沟 289m、简易沉淀池 1 个、铺塑料薄膜 660m²；施工道路及集电线路区：铺塑料薄膜 29540m²。</p>									
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量						
		扰动土地整治率	99.10	99.87	防治措施面积	9.03hm ²	永久建筑物及硬化面积	13.62hm ²	扰动土地总面积	22.67hm ²	
		水土流失总治理度	99.70	99.78	防治责任范围面积	22.70hm ²	水土流失总面积	9.05hm ²			
		土壤流失控制比	1.10	1.33	工程措施面积	1.59hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a			
		拦渣率	95.70	96.31	植物措施面积	7.44hm ²	监测土壤流失情况	375t/km ² ·a			

龙海港尾风电场工程水土保持监测总结报告

	林草植被恢复率	99.10	99.60	可恢复林草植被面积	7.47hm ²	林草类植被面积	7.44hm ²
	林草覆盖率	28.80	32.77	实际拦挡弃土(石、渣)量	30.92 万 m ³	总弃土(石、渣)量	32.1 万 m ³
	水土保持治理达标评价	工程设施外观平整，稳固牢靠，质量合格，达设计要求，植物措施林草长势良好，质量合格，达设计要求。六项水土流失防治指标均达到水土保持方案设计目标值。					
	总体结论	项目建设区内水土保持措施布局合理，数量和质量达到了方案设计要求，林草植物生长良好，工程措施无损坏，能起到较好的防治作用。项目区植被覆盖率得到提高，社会经济、生态效益明显，初步达到预期效果。					
主要建议	运行期应加强水土保持设施的管理和维护，及时整修损坏工程，确保水土保持设施功能完善。						

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 地理位置

龙海港尾风电场工程位于漳州龙海市港尾镇、隆教畲族乡，场场内涉及港尾镇的山柄、省岭坪、蔡田，以及隆教畲族乡的万安、埔顶、黄坑等村庄，风机沿着村落附近的沿海丘陵布置。场址中心地理坐标为东经 $118^{\circ}02'25''$ 、北纬 $24^{\circ}19'22''$ ，场址范围面积约 1.75km^2 。场址西距离港尾镇直线距离约 $1.5\sim 7.5\text{km}$ ，西北距离龙海市区直线距离约 26km 。

1.1.2 建设规模及内容

本工程安装 16 台 2.5MW 的风力发电机组，总装机容量 40MW ，风电场电力送出与邻近的新厝、新村风电场共用 1 座 220kV 升压站（位于新厝风电场场区内，该升压站已于 2015 年 10 月 15 日投产运行），通过 220kV 输电线路并入福建电网。

本方案建设内容包括：16 台单机容量为 2.5MW 的风力发电机组、16 台 35kV 机组升压变、 35kV 配套的风电场集电线路工程、场区内道路等组成。

工程主要特性见表 1-1。

主要特性见表

表 1-1

一、项目的基本情况						
名 称		单位(或型号)	数 量	备 注		
风电场场址	海拔高度		m	195-320		
	经度(东经)			118°02'25"		
	纬度(北纬)			24°19'22"		
	年平均风速(70m)		m/s	6.285	离地 70m	
	风功率密度(70m)		W/m ²	258	空气密度 1.171kg/m ³	
	盛行风向			NNE、NE、ENE		
主要设备	风电场主要机电设备	风电机组	台数	台	16	
			额定功率	kw	2500	
			叶片数	片	3	
			风轮直径	m	108	
			风轮扫掠面积	m ²	9144	
			切入风速	m/s	3.4	
			额定风速	m/s	12-13	
			切出风速	m/s	25	
			安全风速	m/s	70	
			轮毂高度	m	80	
			风轮转速	r/min	-	
			发电机额定功率	kw	250	
			发电机功率因数		-0.95-0.95 可调	
	额定电压	V	660			
	主要机电设备	箱式变电站	台	16		
	升压变电站	主变压器	型号		SZ11-150000/220	本风电场与新厝、港尾等三座风电场公用 1 座 220kV 升压站
			台数	台	1	
			容量	kvA	150	
			额定电压	kv	230±8×1.25%/37kV	
		出线回路数及电压等级	出线回路数	回	1	
	电压等级	kV	220			
土建	风电机组基础	台数	座	16		
		型式		独立基础		
		地基特性		粉质粘土		
	箱式变电站基础	台数	座	16		
		型式		独立基础		

二、项目组成及占地情况	
项目组成	占地面积 (hm ²)
风电机组区	5.73
施工生产生活区	0.48
施工道路及集电线路区	16.49
合计	22.70
三、项目土石方工程量 (m ³)	
开挖总量	32.1
填方总量	32.1
弃方总量	0

1.1.3 工程占地及土石方平衡情况

工程实际总占地 22.70hm²，其中永久征占地面积 1.03hm²，临时征占地面积 21.67hm²，临时占地包括风机施工安装场地 4.70hm²、施工生产生活区 0.48hm²、施工道路及集电线路 16.49hm²，占地类型主要是林地、未利用地等。

本工程实际土石方开挖量 32.1 万 m³，填筑量 32.1 万 m³，土石方平衡，无弃渣，未使用弃渣场。

1.1.4 工程工期及投资

本工程于 2014 年 11 月 28 日开始开工，2015 年 4 月 13 日首台风机基础砼浇筑，2015 年 12 月 14 日第一台箱变基础砼浇筑，2015 年 12 月 5 日风机开始吊装，2015 年 8 月 20 日防雷接地网开始施工，2015 年 9 月 24 日电集电线路开始施工，2017 年 3 月 20 日完成集电线路 16 台风机电缆敷设接线及箱变安装调试；2017 年 4 月 1 日完成最后一台风机并网发电，5 月 23 日通过 250 小时试运行考核。工程实际总工期为 31 个月（即 2014 年 11 月开工至 2017 年 5 月完工）

工程实际完成总投资 40963 万元(未决算)。工程建设单位为福能(龙海)风力发电有限责任公司。

1.1.5 项目区概况

1.1.5.1 地形地貌

风机所在地段均位于低山~残丘地段，地形起伏，场内最大高程约310m，最低处风机的地面高程约180m。山体整体呈西北高东南低趋势，部分山坡上现遍布树林、灌木，部分为岩石裸露。

1.1.5.2 气象

龙海市属南亚热带海洋性气候，常年温和湿润，冬暖夏凉。常年平均气温21.4℃，年积温7662℃，无霜期330天左右；雨量充沛，年平均降水量1686.4mm。龙海市年雷暴日数分别为33.2天，以夏季（尤以8月）最为频发，春季次之（3~6月），秋冬季出现较少；各月最多日数为15天；最长持续时间为16天（出现在1960年7月20~8月4日）。

降雨主要集中在3~9月，其降水量为全年84%。3月下旬~6月下旬由于太平洋热带气流与北方冷空气的空中交汇而形成的锋面雨为梅雨，面广势均。7~9月多为台风过境、登陆或受外围影响时带来的降雨，一般历时2~3天，时间短，强度大。10月至翌年1月降水量较少，仅占全年总量的10%左右。

1.1.5.3 水文

龙海水系发达，基础配套完善。龙海是国家级初级水利化县（市）之一，市内北引灌渠和西、南溪一条龙灌渠全省闻名，全市水资源总量多年平均值9.2亿m³。九龙江西、北、南溪在龙海境内总长达529.6km，流域面积1138km²。

场地地下水主要为深部岩层裂隙水，埋藏深，水量微弱，对地基与基础不构成影响。在局部山坡段，上部覆盖层较厚，土层中仅存在湿润现象。

1.1.5.4 土壤

项目区地带性土壤为红壤。全区土壤共有砖红壤性红壤、红壤、水稻土3个土类。红壤是本区的地带性土，分布于区境西北部低山丘陵地带，

为区内林业用地土壤面积最大、分布最广的土壤类型，其亚类有红壤、粗骨性红壤等。水稻土亚类主要有渗育型水稻土、潴育型水稻土、潜育型水稻土、盐渍型水稻土、漂洗型水稻土。山地土壤大多数土层比较深厚，养分含量比较丰富，物理性状较好，有利于植被的生长发育。

1.1.5.5 植被

龙海市地带性植被属于南亚热带海洋性季风雨林，长期以来，由于外界条件影响，原始植被基本被破坏殆尽，现有植被均为次生植被和人工植被，所以群落结构简单，种类少、覆盖度低，生长差。据调查，本地有针叶林、针阔混交林、荒山草坡等类型，用材林主要树种有杉木、柠檬桉、樟树等，薪炭林主要有马尾松、相思树、桉树等，经济林主要树种有龙眼、荔枝、柑桔、杨梅、茶叶等。全市森林覆盖率为 54%。

根据调查，工程影响区内主要植被是人工植被、杂草等，未发现有野生珍稀的动植物物种。

1.1.5.6 侵蚀类型及防治区划

工程涉及漳州龙海市港尾镇、隆教畲族乡，按照全国土壤侵蚀类型区划，项目区属南方红壤丘陵区，水土流失以水力侵蚀为主，其侵蚀形态以面蚀为主，间有沟蚀发生。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保[2013]188 号)和《福建省水土保持规划》(2016-2030)，工程所在隆教畲族乡列入闽南省级水土流失重点治理区，工程所在地容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤侵蚀模数背景值为 $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 水土保持管理

龙海港尾风电场工程水土保持工作在漳州市水利局和龙海市水利局

指导下，在福能（龙海）风力发电有限责任公司的领导下开展，福能（龙海）风力发电有限责任公司工程部为龙海港尾风电场工程施工期水土保持事务的归口管理部门，负责项目的水土保持管理工作、信息沟通和接受行政主管部门的监督检查。

1.2.2 水土保持“三同时”落实情况

水土保持“三同时”制度，主要为建设项目水土保持设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。本项目建设单位在主体工程设计时，同时委托福州市闽华工程设计有限公司编制完成了水土保持方案设计工作；施工过程中由主体工程施工单位福建省永富建设集团有限公司同时完成了本项目的水土保持的施工工作，现主体工程已完工，业主正在办理水土保持验收手续。

1.2.3 水土保持方案编报

根据水土保持法律法规的要求，2013年6月，建设单位福能（漳州）风力发电有限责任公司委托福州市闽华工程设计有限公司进行龙海新村风电场工程水土保持方案编制工作。2013年9月，福建省水土保持监督站组织专家组召开了本工程水土保持方案报告书技术评审会。2013年11月6日，福建省水利厅以闽水水保[2013]203号文对《龙海港尾风电场工程水土保持方案报告书》予以批复。

1.2.4 水土保持方案变更

本项目未涉及水土保持方案变更。

1.3 监测工作实施情况

工程于2014年11月开工建设，2017年5月工程完工。2014年10月福能（龙海）风力发电有限责任公司委托我公司开展本工程水土保持监测任务，监测人员先后走访了建设单位、施工单位、建设监理单位、当地水行政主管部门，同时对正在建设的施工现场进行水土保持调查监

测。

根据水土保持监测合同要求，依据《水土保持监测技术规程》、《龙海港尾风电场工程水土保持方案报告》（报批稿）及福建省水利厅闽水水保[2013]203号文要求，2018年9月编制完成《龙海港尾风电场工程水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

2.1.1 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国土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。因此防治责任范围动态监测主要通过监测临时占地和直接影响区的面积变化情况，确定工程实际的水土流失防治责任范围，并与批复的防治责任范围相比较，分析变化原因。

2.1.2 弃土弃渣动态监测

主要通过调查监测，确定工程弃渣量、弃渣组成特点、弃土弃渣堆放情况、占地面积、防治措施和拦渣情况等。

2.1.3 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、植物措施和临时工程。调查内容包括水土保持工程措施和临时工程的实施数量、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、后期养护情况等。

2.1.4 施工期土壤流失量动态监测

施工期土壤流失量动态，监测工作主要是针对防治责任范围内不同扰动地表类型的特点开展的按季度监测记录的动态数据，经综合分析得出不同扰动类型不同时间段的土壤侵蚀强度及土壤流失量。同时结合《开发建设项目水土流失防治标准》以及报批的水土保持方案报告书，综合分析本工程水土保持防治措施实施后，土壤流失量的变化情况，工程是否达到了方案设计的防治目标要求。

2.2 监测方法和频次

监测方法采取地面观测、调查监测相结合进行。地面观测频率为 1 次/季，调查监测以不定期调查巡查为主。

2.2.1 调查监测

调查监测包括外业调查和内业调查两种。

(1) 外业调查

外业调查采用定期与不定期现场巡查法，动态监测工程措施、植物措施以及临时工程实施情况，借助皮尺、钢卷尺、测距仪等测量仪器，量测挡墙、截排水沟等防治措施的断面尺寸、长度、宽度，并通过外观检测，定性判断其稳定性、完好程度等。

植物措施调查选择具有代表性的地块作为标准样地布设样方，计算林草覆盖度、成活率等。

另外，工程水土流失防治责任范围、地表扰动和弃土弃渣也以现场动态调查监测为主。

(2) 内业调查

内业调查主要对外业调查监测资料的补充和完善，以查阅水土保持设计、监理、施工等资料为主，包括土地征、占地面积，防治措施工程量等。

2.2.2 定位监测

在施工建设及运行初期形成的松散临时堆土和扰动后的裸露地面，采用定位观测方法对其产生的水土流失量进行监测、具体包括桩钉法及侵蚀沟样方测量法等。

桩钉法用于坡面水蚀监测。将直径 0.6cm、长 30cm、类似桩钉形状的竹钎，相距 0.5×0.5m 分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入坡面，形成 1m² 的 1 个小区方阵。

钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。共布设 5-6 个。具体分布成旋转 90°的正方形分布+一个圆心，再考虑在顶上布设一个。

计算公式：体积法确定土壤侵蚀量如下：

$$A=(Z \cdot S / 10^3) \cdot r$$

式中：A-土壤侵蚀量 (g)；Z-侵蚀深度 (mm)；S-侵蚀面积 (m²)；r-土体容重。

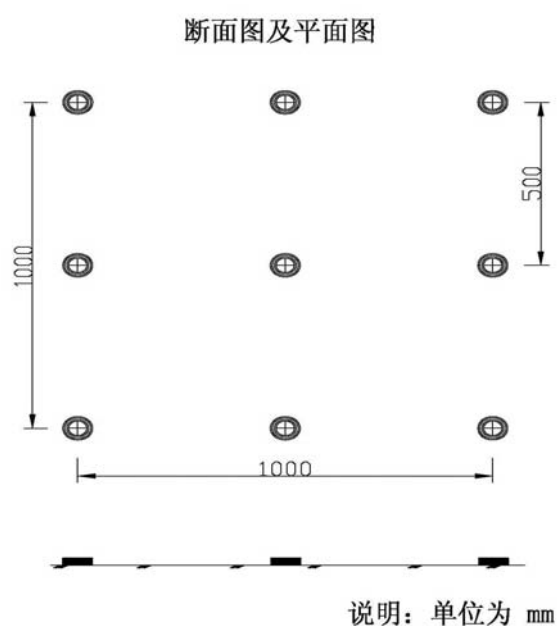


图 2-1 水蚀桩钉法布设竹钎示意图

2.2.3 临时监测

在土质开挖面或临时堆土（石）区域，通过量测坡面形成初期的坡度、坡长、坡面组成物质的物理性状，并定期记录坡面侵蚀沟的发育情况，包括侵蚀沟的密度、长度、侵蚀沟体积等，从而得出坡面沟蚀量。

2.2.4 现场巡查

对工程开挖、填筑形成的裸露地表、扰动地表面积、损坏的水土保持设施、水土流失面积、植被破坏等变化情况、水土流失危害及各项防治措施的实施情况、运行情况等进行定期巡查，一般为 1 次/季，现场调

查、量测并记录，在监测报告中予以反映。

2.3 监测时段

工程水土保持监测时段包括施工期和运行初期两个时段，其中施工期为水土流失发生的重点时段，亦是水土保持监测工作的重点时段，水土保持监测时段为施工期和运行初期监测。

水土保持监测时段为 2014 年 11 月至 2018 年 9 月。主要是对项目建设区施工期和试运行期水土流失状况及水土流失防治情况进行了调查监测。

2.4 监测点布设

根据施工总平面布置和可能造成水土流失部位特点，本项目建设区共布设 8 个监测点。其中：建立原地貌固定监测点 2 处，扰动地貌固定监测点 6 处。

工程水土保持监测点布设及监测频次详见表 2-1。

水土保持监测点布设及监测频次汇总表

表 2-1

监测分区	监测点数	监测点位布设	监测频次
一、主体工程	4	原地貌固定监测点 1 处,坡度 10°、20°; 扰动地貌固定监测点 1 处,路基上边坡坡度 15°、20°各 1 处,路基下边坡 1 处。	(1)每季监测一次 (2)植被随机调查监测
二、施工便道	2	施工便道 2 处。	
三、施工生产生活区	2	选取 I 标、VI、标段各 1 处	
小 计	8	/	

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《龙海港尾风电场工程水土保持方案报告书》(报批稿)及福建省水利厅闽水水保[2013]203号文,工程水土流失防治责任范围为42.08hm²,其中项目建设区27.29hm²,直接影响区14.79hm²。

方案批复水土流失防治责任范围表

表 5-1

单位: hm²

防治分区		批复方案范围	备注	
项目建设区	风电机组区	风电机组	1.03	永久占地
		风机施工安装场地	5.21	临时占地
	施工生产生活区		0.60	临时占地
	施工道路及集电线路		20.45	临时占地
	小计		27.29	
直接影响区		14.79		
总计		42.08		

3.1.2 实际防治责任范围监测结果

根据现场调查监测结果,工程实际扰水土流失防治责任范围为22.70hm²,其中项目建设区22.70hm²,直接影响区0hm²。

工程实际防治责任范围表

表 3-2

单位: hm²

序号	防治分区		实际防治范围	备注
1	风电机组区	风电机组	1.03	永久占地
		风机施工安装场地	4.70	临时占地
2	施工生产生活区		0.48	临时占地
3	施工道路及集电线路		16.49	临时占地
项目建设区			22.70	
直接影响区			0	
总计			22.70	

3.1.3 水土流失防治责任范围变化情况

工程实际扰动影响范围与批复的防治责任范围对比情况详见表3-3。

工程实际水土流失防治责任范围变化情况表

表 3-3

单位: hm^2

序号	防治分区		批复方案范围	实际防治面积	变化情况
1	风电机组区	风电机组	1.03	1.03	0
		风机施工安装场地	5.21	4.70	-0.51
2	施工生产生活区		0.60	0.48	-0.12
3	施工道路及集电线路		20.45	16.49	-3.96
项目建设区			27.29	22.70	-4.59
直接影响区			14.79	0	-14.79
总计			42.08	22.70	-19.38

根据福建省人民政府（闽政地[2015]577号）及工程施工占地资料，确定工程实际水土流失防治责任范围共计 22.70hm^2 ，其中项目建设区占地面积 22.70hm^2 ，直接影响区 0hm^2 ，总体上较工程水土保持方案界定的水土流失防治责任范围减少 19.38hm^2 。

根据工程建设用地批复，以及实际建设内容与批复的工程水土保持方案可比的各防治分区变化情况如下：

(1)依据项目建设用地批复（闽政地[2015]577号），本工程风电机组区实际永久占地面积 1.03hm^2 与原方案设计面积一致。

(2)原方案设计风机施工安装场地 5.21hm^2 ，实际占地面积 4.70hm^2 ，风机施工安装场地面积较原设计减少 0.51hm^2 。

(3)原方案设计施工生产生活区 0.60hm^2 ，施工生产生活区占地面积 0.48hm^2 ，施工生产生活区减少 0.12hm^2 。

(4)原方案设计项目区施工道路长 14.50km ，实际部分道路沿用当地已有村道，施工道路实际建设长 10.90km ，施工道路长度变短，使得施工道路区面积较原方案设计减少 3.96hm^2 。

(5)主体工程施工过程中，严格控制施工用地红线，对周边环境并未造成影响，使得直接影响区面积较方案批复减少 19.38hm^2 。

3.2 弃土（渣）动态监测结果

3.2.1 方案阶段弃土（渣）场

批复的水土保持方案中，工程土石方开挖总量 35.0 万 m³，填方总量 35.0 万 m³，无弃渣。

各个分区内土石方自平衡，项目土石方内部平衡，不产生多余弃渣。

3.2.2 弃土（渣）场及占地监测结果

经查阅工程设计、施工资料和现场调查监测，本工程实际土石方开挖量 32.1 万 m³，填筑量 32.1 万 m³，土石方平衡，无弃渣，未使用弃渣场。

4 水土流失防治动态监测结果

4.1 工程措施监测结果

通过现场调查量测和查阅资料，本工程结合主体工程施工进度和水土保持进度要求，分阶段实施了风电机组区的土地整治、土袋挡墙、表土剥离和回填，施工生产生活区的土地整治、表土剥离和回填，施工道路及集电线路区土地整治、截（排）水沟、沉淀池、蓄水池、表土剥离和回填，临时堆土场区的土地整治、表土剥离和回填等措施。

4.1.1 水土保持工程措施实施情况及工程量

风电机组区：表土剥离 8600m^3 、表土回填 8600m^3 、全面整地 5.94hm^2 、浆砌石挡墙 425.82m^3 ；

施工生产生活区：表土剥离 800m^3 、表土回填 800m^3 、全面整地 0.42hm^2 ；

施工道路及集电线路区：截排水沟 12320m 、沉砂池 15 个、蓄水池 2 个、表土剥离 3980m^3 、表土回填 3980m^3 、全面整地 6.11hm^2 。

实际落实水土保持工程措施工程量汇总表

表 4-1

序号	分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
1	风电机组区	全面整地	hm^2	5.94	2016.9-2017.4
		表土剥离	m^3	8600	2014.11-2015.6
		表土回填	m^3	8600	2016.7-2017.4
		浆砌石挡墙	m^3	425.82	2016.5-2017.2
2	施工生产生活区	全面整地	hm^2	0.42	2017.4-2017.5
		表土剥离	m^3	800	2014.11-2014.12
		表土回填	m^3	800	2017.4-2017.5
3	施工道路及集电线路区	截排水沟	m	12320	2015.2-2016.12
		沉砂池	个	15	2015.2-2016.12
		蓄水池	个	2	2015.2-2016.12
		全面整地	hm^2	6.11	2017.1-2017.5
		表土剥离	m^3	3980	2014.11-2015.6
		表土回填	m^3	3980	2017.1-2017.5

4.1.2 水土保持工程措施实施进度

水土保持工程措施设计实施进度要求与主体工程建设进度同步实施。实际实施的水土保持工程措施在主体工程建设期内，于2017年5月前实施完成，进度满足主体工程和水土保持要求。试运行期间，建设单位根据运行情况，于2017年6月~2018年5月期间及时对局部拦挡和截排水措施进行了补充完善，满足水土保持方案设计要求。

水土保持工程措施实际实施进度基本与主体工程“三同时”。

4.2 水土保持植物措施监测结果

本工程绿化面积12.47hm²，实际落实方案新增的水土保持植物措施包括：

风电机组区：植草5.94hm²；

施工生产生活区：植草0.42hm²；

施工道路及集电线路区：种植相思树34100株，植草6.11hm²。

水土保持植物措施实施情况表

表 4-2

序号	分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
1	风电机组区	植草	hm ²	5.94	2015.12-2017.5
2	施工生产生活区	植草	hm ²	0.42	2017.4-2017.5
3	施工道路及集电线路区	挖穴整地	个	34100	2015.12-2017.5
		种植相思树	株	34100	2015.12-2017.5
		植草	hm ²	6.11	2015.12-2017.5

4.2.1 水土保持植物措施实施进度

主体工程防治区的植物护坡、沿线设施植被建设等与主体工程同步落实，于2017年5月前实施完成。建设单位根据运行情况，于2018年5月~2018年8月期间及时对局部植物措施进行了补充完善，满足水土保持方案设计要求。

综上所述，水土保持植物措施实际实施进度基本与主体工程施工进度同步，满足水土保持方案设计要求。

4.3 水土保持临时防治措施监测结果

4.3.1 水土保持临时措施实施工程量

水土保持临时措施实施了风机机组区的土袋挡墙、临时排水沟、简易沉淀池、铺塑料薄膜，施工生产生活区的土袋挡墙、临时排水沟、简易沉淀池、铺塑料薄膜，施工道路及集电线路区的铺塑料薄膜，临时堆土区的土袋挡墙、临时排水沟、简易沉淀池、铺塑料薄膜等措施。

风电机组防治区：编织袋装挡土墙 2122m³、临时排水沟 1876m、简易沉淀池 18 个、铺塑料薄膜 10260m²；

施工生产生活区：编织袋装挡土墙 116m³、临时排水沟 289m、简易沉淀池 1 个、铺塑料薄膜 660m²；

施工道路及集电线路区：铺塑料薄膜 29540m²。

水土保持临时措施实施情况表

表 4-3

序号	分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
1	风电机组区	编织袋装挡土墙	m ³	2122	2014.11-2016.7
		临时排水沟	m	1876	2014.11-2016.7
		简易沉淀池	个	18	2014.11-2016.7
		铺塑料薄膜	m ²	10260	2014.11-2016.7
2	施工生产生活区	编织袋装挡土墙	m ³	116	2014.11-2014.12
		临时排水沟	m	289	2014.11-2014.12
		简易沉淀池	个	1	2014.11-2014.12
		铺塑料薄膜	m ²	660	2015.1-2015.2
3	施工道路及集电线路区	铺塑料薄膜	m ²	29540	2015.1-2016.8

4.3.2 水土保持临时措施实施进度

项目区的临时拦挡、临时覆盖、临时沉沙等与主体工程同步落实，本工程临时措施于 2014 年 11 月~2016 年 8 月期间实施完成。

综上所述，水土保持临时措施实际实施进度基本与主体工程施工进度同步，满足水土保持方案设计要求。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本工程由风电机组区、施工生产生活区和施工道路及集电线路区等组成。土建工程于2014年11月开工，2017年5月完工运行。建设单位于2014年11月委托我公司承担本工程水土保持监测任务，我公司监测技术人员按要求开展水土保持监测工作。

根据根据查阅相关资料统计分析，工程累计扰动原地貌、损坏土地和植被总面积为350.80hm²；损坏的水土保持设施类型主要为耕地、建设用地、未利用地等。

施工期工程扰动面积监测情况如表5-1。

工程扰动面积监测情况表

表 5-1

单位：hm²

工程划分		扰动地表面积	备注
风电机组区	风电机组	1.03	损坏的水土保持设施类型主要为林地、未利用地等。
	风机施工安装场地	4.70	
施工生产生活区		0.48	
施工道路及集电线路		16.49	
合计		22.70	

5.2 土壤流失量

该工程从开工至试运行期2014年11月~2017年5月(总计31个月)时段内，各防治分区的土壤侵蚀量约为8157.79t。

本工程通过设置固定监测点，并与同类已验收工程监测进行类比。通过本项目与同类项目各项条件类比、分析、修正，确定本项目施工前、施工中、施工后各项水土保持相关指标。类比工程选择云霄青径风电场项目（2014年9月通过福建省水利厅验收），详见表3-9。

水土保持监测类比工程表

表 5-2

类目条件	本项目	类比项目（云霄青径风电场项目）		
工程概况	安装 16 台风力发电机组，单机容量 2.5MW，建设规模 40MW，2014 年 11 月开工，2017 年 5 月完工。	建设 13 台单机容量 1.5MW 的风力发电机组，总装机容量 19.5MW。2012 年 10 月开工，2013 年 6 月完工。		
地形、地貌	沿线属滨海丘陵区，以低山丘陵地貌为主。	沿线属滨海丘陵区，以低山丘陵地貌为主。		
水文、气象	属南亚热带气候区，年平均气温在 21.4℃，多年平均降水量 1686.4mm。	属亚热带气候区，年平均气温在 21℃，多年平均降水量 1200mm。		
土壤、植被	土壤类型以红壤和水稻土为主，典型植被类型有：常绿针叶林、灌木林、常绿阔叶林、混交林、竹林、草坡。	土壤类型以红壤为主，沿线主要的植被类型有马尾松、相思林、人工林、果林等		
高程、坡度	项目区自然高程 180-310m，山坡坡度 15-35°。	项目区自然高程 54.5-146.7m，山坡坡度 10-30°。		
施工工艺	土石方机械化施工为主，人工辅助。	土石方机械化施工为主，人工辅助。		
土壤侵蚀特征	土壤侵蚀模数(t/km ² .a)		土壤侵蚀模数(t/km ² .a)	
	背景值	370	背景值	400
	施工期	1014.11	施工期	1350
	试运行期	375	试运行期	435

根据查阅相关资料与同类项目背景值及施工期各项条件进行类比、分析、修正，确定本项目施工前、施工中、施工后各项水土保持监测指标。

5.2.1 各阶段土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，施工期实际于 2014 年 11 月开工，2017 年 5 月完工，该工程土壤侵蚀量约为 7136.29t，占总量的 87.48%，平均土壤侵蚀模数为 1014.11t/km².a；运行初期 12 个月(2017 年 6 月-2018 年 5 月)，土壤侵蚀量约为 1021.50t，占总量的 12.52%，平均土壤侵蚀模数为 375t/km².a。

5.2.2 各扰动地表类型土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，堆土石坡面的土壤侵蚀量约为 3134.68t，占总量的 38.43%，平均土壤侵蚀模数为 1832.29t/km².a；土石质边坡的土壤侵蚀量约为 1317.63t，占总量的 16.15%，平均土壤侵蚀模数为

1112.49t/km².a；施工平台的土壤侵蚀量约为 3705.47t，占总量的 45.42%，平均土壤侵蚀模数为 1005.31t/km².a。工程土壤侵蚀量动态监测情况表详见表 5-10。

5.2.3 各防治分区土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，风电机组区土壤侵蚀量约为 1786.74t，占总量的 21.90%，平均土壤侵蚀模数为 1005.88t/km².a；施工生产生活区土壤侵蚀量约为 139.75t，占总量的 1.71%，平均土壤侵蚀模数为 939.15t/km²；施工道路及集电线路区土壤侵蚀量约为 6231.30t，占总量的 76.38%，平均土壤侵蚀模数为 1218.98t/km².a。工程土壤侵蚀量动态监测情况表详见表 5-3。

工程土壤侵蚀量动态监测情况表

表 5-3

分类	项目	土壤侵蚀总量 (t)	占地面积 (hm ²)	时间 (月)	土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀量占总量
防治分区	风电机组区	1786.74	5.73	31	1005.88	21.90%
	施工生产生活区	139.75	0.48	31	939.15	1.71%
	施工道路及集电线路	6231.30	16.49	31	1218.98	76.38%
	合计	8157.79	22.7	—	—	100%
扰动地表类型	堆土石坡面	3134.68	6.58	26	1832.29	38.43%
	土石质边坡	1317.63	4.23	28	1112.49	16.15%
	施工平台	3705.47	11.89	31	1005.31	45.42%
	合计	8157.79	22.7	—	—	100%
时段	施工期 (2014 年 11 月 -2017 年 5 月)	7136.29	22.7	31	1014.11	87.48%
	运行期 (2017 年 6 月 -2018 年 5 月)	1021.50	22.7	12	375	12.52%
	合计	8157.79	—	—	—	100%

5.3 弃土（石、渣）潜在土壤流失量

本工程土石方平衡，无弃渣，不设弃渣场。

5.4 水土流失危害

根据查阅相关资料所知，土壤侵蚀量集中在工程施工期（施工期为

2014年11月至2017年5月),且主要集中在土石方开挖高峰期。各年度土壤侵蚀量大小变化趋势分析如下:

2014年11月工程道路开工,土石方挖填施工逐步频繁,地表扰动破坏面积急剧扩大,水土保持措施虽有部分实施,但大范围地表裸露和大面积的扰动破坏,水土流失严重,水土流失量呈急剧上升趋势。

2015年4月至2017年3月工程进入施工高峰期,土石方开挖与填筑施工量最大,主体工程中具有水土保持功能的措施虽有同步实施完成,但由于林草生长尚需恢复期,地表仍明显大面积裸露,因此土壤侵蚀量呈最大。

2017年5月工程通过试运行。主体工程中具有水土保持功能的措施虽然同步实施完成,但由于林草生长尚需恢复期,部分地表仍有明显裸露,水土流失开始得到有效控制,土壤侵蚀量开始呈明显下降趋势。

2017年6月工程进入运行期。工程实施的水土保持措施基本完成,采取的各项水土保持措施逐渐发挥保水固土效益,项目区水土流失问题得到有效治理,土壤侵蚀模数已开始在容许土壤侵蚀模数内。随着扰动地表各项防护措施实施、完善,并开始发挥保土效果,土壤侵蚀强度呈明显下降趋势,至2018年9月,项目区平均土壤侵蚀强度降至 $375\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,项目区的生态环境得到明显改善。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

项目建设区内扰动土地面积 22.70hm^2 ，扰动土地整治面积 22.67hm^2 ，扰动土地整治率为 99.87% 。扰动土地整治未达标面积 0.03hm^2 ，主要包括风电机组区、施工道路及集电线路区局部整治未达标区域。

经计算，本工程项目建设区内扰动土地整治率为 99.87% ，满足方案防治目标 99.10% 的要求。

6.2 水土流失总治理度

项目建设区除路面和建筑物面积，工程水土流失面积 9.05hm^2 ，水土流失治理达标面积 9.03hm^2 ，水土流失总治理度为 99.78% 。水土流失治理未达标面积 0.02hm^2 ，主要包括主体工程区局部治理未达标区域。

经计算，项目建设区水土流失总治理度 99.78% ，满足方案防治目标 99.70% 的要求。

6.3 拦渣率

本工程实际土石方开挖量 32.1万m^3 ，填筑量 32.1万m^3 ，土石方平衡，无弃渣，未使用弃渣场。

工程未使用弃渣场，未发现明显的水土流失现象。工程拦渣率 96.31% ，达到方案确定的 95.70% 防治目标。

6.4 土壤流失控制比

经综合治理后，运行初期该工程土壤侵蚀模数为 $375\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。工程土壤流失控制比为 1.33 ，满足方案防治目标 1.1 的要求。

6.5 林草植被恢复率

根据监测成果，项目建设区可恢复林草植被面积 7.47hm^2 ，林草类植被恢复面积 7.44hm^2 ，林草植被恢复率 99.60% 。林草植被治理未达标面

积 0.03hm²，主要包括主体工程区局部裸露区域面积。

经计算，项目区林草植被恢复率为 99.60%，达到方案确定的 99.10% 防治目标。

6.6 林草覆盖率

经调查监测，项目建设区面积 22.70hm²，项目建设区内林草植被面积 7.44hm²。

经计算，项目区林草覆盖率达到 32.77%，达到水土保持方案 28.80% 的目标要求。

林草植被恢复率情况表

表 6-3

序号	防治分区	项目建设区面积	植被可恢复面积 (hm ²)	已恢复植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率(%)	林草覆盖率(%)
1	风电机组区	5.73	2.60	2.59	99.62	45.20
2	施工生产生活区	0.48	0.20	0.20	100	41.67
3	施工道路及集电线路区	16.49	4.67	4.65	99.57	28.20
合计		22.70	7.47	7.44	99.60	32.77

各区扰动土地整治率情况表

表 6-1

单位:hm²

序号	防治分区	项目建设区面积	扰动地表面积	建筑物及场地道路硬化	水土流失治理面积			扰动土地整治未达标面积	扰动土地整治率(%)
					植物措施面积	工程措施面积	小计		
1	风电机组区	5.73	5.72	2.66	2.59	0.46	3.05	0.01	99.83
2	施工生产生活区	0.48	0.48	0.20	0.20	0.08	0.28	0	100
3	施工道路及集电线路区	16.49	16.47	10.76	4.65	1.05	5.70	0.01	99.88
合计		22.70	22.67	13.62	7.44	1.59	9.03	0.02	99.87

各区水土流失治理度情况表

表 6-2

单位:hm²

序号	防治分区	项目建设区面积	扰动地表面积	建筑物及场地道路硬化	水土流失面积	水土流失治理面积			水土流失总治理度(%)
						植物措施面积	工程措施面积	小计	
1	风电机组区	5.73	5.72	2.66	3.06	2.59	0.46	3.05	99.67
2	施工生产生活区	0.48	0.48	0.20	0.28	0.20	0.08	0.28	100
3	施工道路及集电线路区	16.49	16.47	10.75	5.71	4.65	1.05	5.70	99.82
合计		22.70	22.67	13.61	9.05	7.44	1.59	9.03	99.78

6.7 运行初期水土流失分析

工程运行初期，水土保持各项措施已建成，风电机组区的土地整治、土袋挡墙、表土剥离和回填，施工生产生活区的土地整治、表土剥离和回填，施工道路及集电线路区土地整治、截（排）水沟、沉淀池、蓄水池、表土剥离和回填，临时堆土场区的土地整治、表土剥离和回填等措施。

水土保持植物措施实施了风电机组区的植草，施工生产生活区的种植相思树、植草，施工道路及集电线路区的种植相思树、植草，临时堆土区的种植相思树、植草等。

经调查监测，试运行期间，建设单位根据运行情况，于2017年6月~2018年5月期间及时对局部拦挡和截排水措施进行了补充完善。近期调查监测显示，至2018年9月项目区平均土壤侵蚀模数已降为 $375\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，在项目区土壤容许侵蚀模数内，水土流失轻微，工程区生态环境已得到明显改善。

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，并结合水土保持方案报告书及现场调查监测，本工程施工期实际水土流失扰动范围为 22.70hm²，较水土保持方案确定的水土流失扰动范围为 42.08hm²，减少 19.38hm²。

7.1.2 各年度土壤侵蚀模数

施工期实际于 2014 年 11 月开工，2017 年 5 月完工，该工程土壤侵蚀量约为 7136.29t，占总量的 87.48%，平均土壤侵蚀模数为 1014.11t/km².a；运行初期 12 个月(2017 年 6 月-2018 年 5 月)，土壤侵蚀量约为 1021.50t，占总量的 12.52%，平均土壤侵蚀模数为 375t/km².a。平均土壤侵蚀模数为 375t/km².a，土壤流失控制比 1.33。

7.1.3 水土保持治理达标评价

经监测计算，截至 2018 年 9 月，工程扰动土地整治率为 99.87%，水土流失总治理度为 99.78%，土壤流失控制比为 1.33，拦渣率为 96.31%，林草植被恢复率为 99.60%，林草覆盖率为 32.77%，均达到了方案设计防治目标要求，工程建设水土流失得到了有效控制，项目区的生态环境得到进一步改善。水土流失防治目标评价见表 7-1。

水土流失防治目标评价表

表 7-1

防治指标	一级防治目标	方案目标	监测值	备注
扰动土地整治率(%)	95	99.10	99.87	达方案目标值
水土流失总治理度(%)	97	99.70	99.78	达方案目标值
土壤流失控制比	1	1.10	1.33	达方案目标值
拦渣率(%)	95	95.70	96.31	达方案目标值
林草植被恢复率(%)	99	99.10	99.60	达方案目标值
林草覆盖率(%)	27	28.80	32.77	达方案目标值

7.2 水土保持措施评价

工程在建设过程中，按照水土保持方案和专项设计要求，各防治分区结合各自特点，实施了一系列水土流失防治措施，并取得了较好的防治效果。

水土保持工程措施实施了风电机组防治区的土袋拦挡、排水沟、沉沙池、塑料薄膜覆盖、表土剥离和回填，施工生产区防治区的土袋拦挡、排水沟、沉沙池、塑料薄膜覆盖、表土剥离和回填，施工道路及集电线路防治区内截排水、蓄水池、塑料薄膜覆盖、表土剥离和回填等。水土保持植物措施实施了风电机组防治区防治区的植草，施工生产区防治区整地、栽植乔灌木、植草、抚育，施工道路及集电线路防治区整地、栽植乔灌木、植草、抚育等。

各防治区实施的水土保持措施完善，布局合理，满足水土保持方案要求。

7.3 存在问题及建议

运行期应加强水土保持设施的管理和维护，及时整修损坏工程，确保水土保持设施功能完善。

7.4 综合结论

该工程建设单位和施工单位十分重视水土保持工作。在项目立项过程中，按照水土保持法律法规的规定，依法编报了水土保持方案，报水行政主管部门批准；在施工建设过程中，认真落实方案设计的水土保持防治措施，委托了我公司进行工程建设的水土保持监测。

通过对项目区进行水土流失现场调查监测、分析，本工程自开工以来，分阶段分区域实施了水土保持各项防治措施，发挥了较好的水土流失防治效果。监测结果表明：各防治区实施的水土保持措施完善，布局合理，满足水土保持方案设计要求。防治责任范围内土壤侵蚀量呈下降

趋势，至 2018 年 9 月项目区平均土壤侵蚀模数达到 $375\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，工程建设新增水土流失得到控制，六项水土流失防治指标均达方案设计要求。

综上所述，监测单位认为：该工程建成并经历试运行期，完成的水土保持设施运行正常，发挥了较好的保持水土，改善生态环境作用，较好地控制了开发建设中的水土流失，具备了水土保持设施竣工验收条件。

现场照片



施工道路排水沟及绿化现状



升压站排水沟及绿化现状



58 号风机绿化现状



56 号风机绿化现状



55 号风机绿化现状



59 号风机绿化现状