

仙游九社风电场工程 水土保持监测总结报告

福州闽山碧水保生态工程有限公司
二〇一八年八月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (正本)

单位名称：福州闽山碧水保生态工程有限公司

证书等级：乙级

证书编号：水保监测 乙 字 第099 号

有效期：自 2015 年 04 月 01 日 至 2019 年 03 月 31 日

发证机构：

2015年04月01日



单位名称：福州闽山碧水保生态工程有限公司

邮 编：350001

联系地址：福建省福州市鼓楼区铜盘路 6 号农房大厦 2 层 1 室

联系人及电话：关家椿/13055766068

电子信箱：121529473@qq.com

目 录

1 建设项目及项目区概况	1
1.1 项目概况.....	1
1.1.1 地理位置.....	1
1.1.2 工程简况.....	1
1.1.3 工程建设布局.....	1
1.1.4 项目建设占地.....	2
1.2 项目区自然概况.....	3
1.2.1 地形地貌.....	3
1.2.2 气象.....	3
1.2.3 水文.....	3
1.2.4 土壤.....	4
1.2.5 植被.....	4
1.2.6 水土流失与水土流失状况.....	4
1.3 水土流失防治工作情况.....	6
1.4 监测工作实施情况.....	6
2 监测内容与方法	10
2.1 监测内容.....	10
2.1.1 防治责任范围动态监测.....	10
2.1.2 弃土弃渣动态监测.....	10
2.1.3 水土流失防治动态监测.....	10
2.1.4 施工期土壤流失量动态监测.....	10
2.2 监测方法.....	10
2.2.1 调查监测.....	10
2.2.2 定位监测.....	12
3 重点部位水土流失动态监测	14
3.1 防治责任范围监测.....	14
3.1.1 水土保持防治责任范围.....	14
3.1.2 建设期扰动土地面积.....	14

3.2 弃土（渣）监测结果.....	15
4 水土流失防治措施监测结果.....	16
4.1 工程防治措施监测结果.....	16
4.2 植物防治措施监测结果.....	16
4.3 临时防治措施监测结果.....	17
5 土壤流失情况监测.....	18
5.1 水土流失面积.....	18
5.2 土壤流失量.....	18
5.2.1 侵蚀单元划分.....	18
5.2.2 各侵蚀单元模数.....	19
5.2.3 各阶段土壤流失量.....	21
5.2.4 各扰动地表类型土壤流失量.....	21
5.3 土壤侵蚀总量变化分析.....	22
5.4 水土流失危害.....	23
6 水土流失防治效果监测结果.....	24
6.1 扰动土地整治率.....	24
6.2 水土流失总治理度.....	24
6.3 拦渣率.....	24
6.4 土壤流失控制比.....	24
6.5 林草植被恢复率与林草覆盖率.....	24
6.6 运营初期水土流失分析.....	25
7 结论.....	25
7.1 水土流失动态变化.....	25
7.2 水土保持措施评价.....	25
7.3 存在问题与建议.....	26

前言

仙游九社风电场位于福建省莆田市仙游县境内，具体位于枫亭镇的西南部附近山坡地上，风机分别沿着枫亭镇和泉港区交界处的山脊和文子水库西侧的山脊呈狭长式布置。场地中心地理坐标为东经 118°48′，北纬 25°13′，场址东西宽约 3.1km，场址南北长约 3.7km。

本项目建设性质为新建，安装 1kV 升压站。装机总的年发电量 73.37GWh，平均年发电利用小时数为 2445.66，场用电及线损折减取 2.70，上网电量 71.39GWh，等效满负荷小时数 2379.66，容量系数 0.2709。

项目建设征占地总面积 22.31hm²，5 台单机并网型风电机组，单机容量 2.0MW，建设规模 30MW，工程新建一座 110²，其中工程永久占地 16.71hm²，临时占地 5.6hm²。工程挖方总量 25.9 万 m³，填方总量 25.9 万 m³。

本项目静态投资总额为 28215.06 万元（未决算），其中土建投资为 5722.83 万元（未决算），由国电福建电力有限公司投资建设。水土保持方案设计工期 2014 年 1 月到 2014 年 12 月，实际工期计划 2016 年 10 月开工，2018 年 4 月投入试运行。

2016 年 10 月，国电福建省电力有限公司委托我公司承担该工程的水土保持监测工作。之后我公司立即组织人员赶赴工程现场开展前期勘察工作。根据该工程水土保持方案报告书（报批稿）和《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）相关要求，认真组织开展现场监测各项工作，并编制完成该工程水土保持监测实施方案、阶段报告和总结报告。

为作好该工程水土保持工作，创建优质工程，建设单位十分重视并指派专人积极配合水土保持监测工作，认真落实水土保持“三同时”制度，有效遏制了认为造成新的水土流失。

该工程共实施了以下水土保持防护措施：工程措施：浆砌石排水沟 13527m，表土剥离 1.32 万 m³，表土回填 1.32 万 m³，沉砂池 15 口；植物措施：植树 60568 株，播撒草籽 20.15hm²；临时措施：临时排水沟 9030m，塑料布苫盖 6.67hm²，草袋临时挡护 1140m³，临时沉砂池 11 口。

本报告重点监测评价 2016 年 10 月至 2018 年 4 月该工程水土流失状况及水土保持措施实施效果。

项目名称		仙游九社风电场工程						
建设规模	总占地面积为 22.31hm ² ，共建设 1 座 110kV 升压站、15 基风机基础、场区道路、集电线路以及绿化等		建设单位		国电福建电力有限公司			
			建设地点		枫亭镇西南部			
			工程总投资		28215.06 万元			
			工程总工期		2016 年 10 月至 2018 年 4 月，共 17 个月			
水土保持监测指标								
监测单位		福州闽山碧水保生态工程有限公司		联系人及电话		关家椿/13055766068		
自然地理类型		低山丘陵		防治标准		建设类项目二级标准		
监测内容	1、水土流失状况监测		桩钉法		2、防治责任范围监测		实地查勘	
	3、水土保持措施情况监测		实地查勘		4、防治措施效果监测		实地查勘	
	5、水土流失危害监测		调查法		土壤侵蚀背景值		400(t/km ² ·a)	
方案设计防治责任范围面积			39.74hm ²		容许土壤流失量		500(t/km ² ·a)	
水土保持投资			951.99 万元					
防治措施	工程措施：浆砌石排水沟 13527m，表土剥离 1.32 万 m ³ ，表土回填 1.32 万 m ³ ，沉砂池 15 口；植物措施：植树 60568 株，播撒草籽 20.15hm ² ；临时措施：临时排水沟 9030m，塑料布苫盖 6.67hm ² ，草袋临时挡护 1140m ³ ，临时沉砂池 11 口。							
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值 (%)	达到值 (%)	监测情况			
		扰动土地整治率	95	97.84	防治责任范围	28.16hm ²	水土流失总面积	20.55hm ²
		水土流失总治理度	87	94.16				
		拦渣率	95	95	工程措施面积	2.54hm ²	治理后的平均土壤流失强度	473.5
		土壤流失控制比	1	1.05				
林草植被恢复率	97	97.4	植物措施面积	16.8hm ²	可绿化面积	17.25		
林草覆盖率	22	75.34						
水土保持治理达标评价		达标						
主体结论		通过实地监测后，本项目水土流失六项防治指标均达到或超过了方案设计的目标值或行业规定值，满足建设类项目水土流失防治一级标准。通过实地勘测，项目区各项防治措施均已交付使用，且运行效果良好，满足水土保持的要求。本项目具备了水土保持设施专项验收的条件。						
主要建议		建议建设单位在后期工程和其他的建设项目中及时开展水土保持监测工作，真正做到“三同时”，严格执行国家的有关法律、法规和规章制度。建议建设单位在日常工作中加强对项目区植被的管护和保养。						

1 建设项目及项目区概况

1.1 项目概况

1.1.1 地理位置

仙游九社风电场位于仙游县枫亭镇西南部，场址范围面积约 2.2km²，场址东北距枫亭镇直线距离约 5.5km。场地中心地理坐标为东经 118°48′，北纬 25°13′，场址东西宽约 3.1km，场址南北长约 3.7km，场址范围面积约 2.2km²。场址东北距枫亭镇直线距离约 5.5km、距莆田市市区直线距离约 33km，西北距仙游县城直线距离约 20km。

1.1.2 工程简况

项目名称：仙游九社风电场工程

建设性质：建设类新建

建设单位：国电福建电力有限公司

建设内容：本工程安装 15 台并网型风电机组，单机容量 2.0MW，建设规模 30MW，工程新建一座 110kV 升压站。装机总的年发电量 73.370GWh，平均年发电利用小时数为 2445.66，上网电量 71.390GWh。

工程占地：工程占地包括永久占地和临时占地，总占地面积为 22.31hm²，工程永久占地面积为 16.71hm²；工程临时占地面积为 5.6hm²。

投资情况：本项目静态投资总额为 28215.06 万元，其中土建投资为 5722.83 万元。本风力发电工程为我国内投资项目，资本金占动态总投资 20%，其余为国内银行人民币贷款。

建设工期：项目于 2016 年 10 月开工建设，2018 年 4 月投入试运行，总工期 17 个月。

1.1.3 工程建设布局

仙游九社风电场位于仙游县枫亭镇的西南部附近山坡地上，升压变电站布置在场区中部，位于后榄林场西侧、9#风机南侧的山坡丘陵地上，风机分别沿着枫亭镇和泉港区交界处的山脊和文子水库西侧的山脊呈狭长式布置，集电线路主要沿道路一侧布设，施工及检修道路与现有道路相连，总长 11.8km。

1.1.4 项目建设占地

项目总占地面积 22.31hm²，分为永久占地和临时占地，占地类型为林地、荒草地及原有道路。工程占用土地数量、性质详见表 1-1。

表 1-1 项目占地情况统计

项目区	项目建设区					合计
	占地类型			占地性质		
	林地	荒草地	原有道路	永久占地	临时占地	
风机基础	0.81	1.0	/	1.81	/	1.81
升压站	0.4	0.2	/	0.6	/	0.6
场区道路与 电缆埋设	5.5	5.2	3.6	14.3	/	14.3
风机施工及 安装场地	1.9	2.95	/	/	4.85	4.85
临时堆土场	0.35	0.4	/	/	0.75	0.75
合计	8.96	9.55	3.8	16.71	5.6	22.31

1.2 项目区自然概况

1.2.1 地形地貌

福建省莆田市仙游县枫亭镇南部与泉州泉港区的界山镇交界处。场地地貌类型为低山高丘，高程 255~675m，地势起伏较大，植被茂密，土层较厚。场址距仙游县城区约 21km，交通条件较差。

1.2.2 气象

工程所在地区属亚热带海洋性季风气候，气候温和。其特点是夏季高温多雨，冬季温和少雨。

本地区风向以偏东风为主，东东北—东东南之间的风向频率为 33%，台风、暴雨是本区域主要灾害气候。

表 1-2 项目区气象要素统计表

气象要素		单位	数值
气温	年平均气温	°C	19.8
	年极端最高气温	°C	39.4
	年极端最低气温	°C	-3.5
降雨	年平均降水量	mm	1750
湿度	年平均湿度	%	79
日照	年平均日照时长	h	1935.5
太阳辐射量	年平均太阳辐射量	MJ/m ²	4622.6
风速	年平均风速	m/s	2.2
	最大风速	m/s	32
	风向	/	偏东风

1.2.3 水文

所有风机均布置在沿海丘陵上，其中最低风机场地高程高于海水潮位，因此场区不受海水潮位影响。风电场升压站位于山坡顶部，不受洪水影响，亦无坡面汇水影响。

根据现场调查，风电场附近有外坑水库、文子水库、钟坛水库，风电场拟布置风机机位距离外坑水库的距离大于 2000m，距离文子水库的距离大于 1750m，距离钟坛水库的距离大于 1150m。

1.2.4 土壤

项目所处的莆田市仙游县土壤类型以红壤、赤红壤、滨海盐土、水稻土和滨海风沙土为主，其中红壤和赤红壤最多，其次为滨海盐土、水稻土。根据现场调查，本项目所在区域以红壤、黄壤为主。

1.2.5 植被

根据现场调查和建设单位提供资料，场区内林草覆盖率一般，场区植被内主要以木麻黄、相思、黑松等为主，分布有一定面积的疏林地等。

本项目区内不存在压占历史遗迹及自然资源，也不存在破坏珍惜濒危植物和影响濒危珍惜动物的情况。

1.2.6 水土流失与水土流失状况

本项目为建设类项目，项目所在区根据《关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》和《福建省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》，项目所在地仙游县枫亭镇在福建省划定的水土流失重点监督区内，本项目应执行水土流失防治二级标准。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），本项目容许土壤流失模数为 $500 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$ ，项目区背景土壤流失模数为 $400 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$ 。

表 1-3 项目组成及技术指标

一、总体概况						
项目名称	仙游九社风电场工程					
建设地点	福建省仙游市枫亭镇					
建设单位	国电福建省电力有限公司					
总建设占地	22.31hm ²					
工程进度	2016 年 10 月至 2018 年 4 月					
工程投资	28215.06 万元					
二、工程组成及用地指标						
项目区	项目建设区				合计	
	占地类型		临时占地			
	其他草地	其他林地	永久占地	临时占地		
风机及箱变区	0.81	1.0	1.81	/	1.81	
升压站区	0.4	0.2	0.6	/	0.6	
施工道路及电缆埋设区	5.5	5.2	14.3	/	14.3	
施工与安装场地	1.9	2.95	/	4.85	4.85	
临时堆土场	0.35	0.4	/	0.75	0.75	
合计	8.96	9.55	16.71	5.6	22.31	
三、工程土石方量						
项目	单位	挖方	填方	调入	调出	备注
风机及箱变区		1.75	1.05		0.7	挖填平衡
升压站区	万 m ³	1.5	0.2		1.3	
施工道路及电缆埋设区	万 m ³	21.5	23.4	1.9		
施工与安装场地	万 m ³	1.25	1.35	0.1		
临时堆土场	万 m ³	/	/			
合计	万 m ³	25.9	25.9	2.0	2.0	

1.3 水土流失防治工作情况

建设单位在项目建设过程中防治人为水土流失情况,包括建设单位水土保持管理,三同时落实、水保方案编报、水土保持监测成果报送、主体工程设计及事故过程中变更、备案等情况。

建设单位在项目开工前委托设计单位编报水土保持方案,方案批复后及时委托监测单位进行水土保持监测工作,我单位按《仙游九社风电场工程水土保持监测实施方案》按时间节点开展了该项目水土保持监测工作。主体工程设计及施工过程中建设单位按照项目规划进行施工,未发生重大变更情况。

1.4 监测工作实施情况

本项目水土流失监测自 2016 年 10 月开始,接受建设单位委托后,我单位即成立水土保持监测项目部,通过对施工现场的详细勘察,对本项目配备专门的监测人员和监测设备,并依据批复的水土保持方案结合现场实际情况,制定了监测计划,确定了监测内容,编制实施方案,本项目的监测工作主要针对施工建设期、自然恢复期的水土流失状况,土壤侵蚀量及水土保持措施监测至 2018 年 4 月结束。

表 1-4 项目水土保持监测工作安排表

监测因子	多年降雨状况	地形地貌	植被状况	地面组成物质	土壤侵蚀形式	水土流失状况
监测方式	调查	观测	观测	观测	观测	观测、实验、计算
监测安排	只调查一次，安排在第一个月采集基础数据时进行	安排在水土流失现状调查时进行	观测三次分别在水土流失现状调查、水土保持工程完工投入试运行、工程运行第一个雨季结束时进行	只观测一次，安排在水土流失现状调查时进行	第一次在水土流失现状调查，第二次工程运行第一个雨季结束时进行	观测多次，分三个时期进行：第一阶段观测一次，在水土流失现状调查时进行；第二阶段的观测频次根据水土保持工程的施工阶段安排多次；第三阶段观测一次，在水土保持工程完工投入使用后第一个雨季结束时进行
备注	水土保持工程施工后降雨状况记录频次根据水土保持工程的施工阶段进行		水土保持工程施工后的林草措施的观测频次根据水土保持工程的施工阶段进行，一般两个月监测一次			在大雨或暴雨后加测一次

根据批复的水土保持方案，本项目共布设 11 个固定监测点位。根据主体工程功能区分布情况，并结合水土流失防治责任分区，监测组实际布设 3 个固定监测点，5 个调查监测点。

表 1-5 项目水土保持监测点布设情况一览表

治理区	监测方法	位置	监测内容	监测时间	监测频次
升压站区	调查监测	全区	水土保持措施效果、水土流失危害	施工期、自然恢复期	每年汛期开始、中期和结束
	沉砂池观测法	雨水出口处沉砂池	水土流失量、水土流失危害、植被类型、数量及覆盖度、恢复率、水土保持效果	施工期、自然恢复期	每月至少监测一次，大风、大雨日加测一次
道路工程区	调查监测	全区	水土保持措施效果、水土流失危害	施工期、自然恢复期	每年汛期开始、中期和结束
	桩钉法	坡面处	水土流失量、水土流失危害、植被类型、数量及覆盖度、恢复率、水土保持效果	施工期、自然恢复期	每月至少监测一次，大风、大雨日加测一次
风机及箱变区	调查监测	全区	水土保持措施效果、水土流失危害	施工期、自然恢复期	每年汛期开始、中期和结束
	桩钉法	坡面处	水土流失量、水土流失危害、植被类型、数量及覆盖度、恢复率、水土保持效果	施工期、自然恢复期	每月至少监测一次，大风、大雨日加测一次
临时堆土场区	调查监测	全区	水土保持措施效果、水土流失危害	施工期、自然恢复期	每年汛期开始、中期和结束
安装与施工场地区	调查监测	全区	水土保持措施效果、水土流失危害	施工期、自然恢复期	每年汛期开始、中期和结束

表 1-6 项目水土保持监测点布设情况表

编号	监测方法	位置	布置时间	面积	监测方法
1	定点监测	升压站区雨水出口处沉砂池	2017年1月4日	2m×1m×1m	沉砂池法
2	定点监测	风机及箱变区坡面处	2017年1月4日	2m×2m	桩钉法
3	定点监测	道路工程区坡面处	2016年12月8日	2m×2m	桩钉法
4	调查监测	升压站区全区	多次监测	/	调查监测
5	调查监测	风机及箱变区全区	多次监测	/	调查监测
6	调查监测	道路工程区全区	多次监测	/	调查监测
7	调查监测	临时堆土场区	多次监测	/	调查监测
8	调查监测	安装与施工场地区	多次监测	/	调查监测

表 1-7 本项目水土保持监测时间统计表

监测采样	依据
2016年10月31日	接受水土保持监测委托,收集设计资料,场地土壤类型资料、植被情况,明确监测范围及重点监测区域
2016年11月4日	到现场布设1个定点监测点,2个调查监测点,重点对工程建设进度、扰动土地面积、土壤侵蚀量、土石方量监测
2016年12月7日	通过定点监测点,监测工程地表扰动面积、土壤侵蚀量;通过调查监测点,监测工程建设进度、土壤侵蚀量、水土保持措施拦挡效果等
2016年12月24日	
2017年1月17日	
2017年2月12日	
2017年2月26日	到现场布设2个定点监测点,3个调查监测点,重点对扰动地表面积、土壤侵蚀量监测
2017年3月15日	通过定点监测点,监测工程地表扰动面积、土壤侵蚀量;通过调查监测点,监测工程建设进度、土壤侵蚀量、水土保持措施拦挡效果等
2017年4月10日	
2017年5月20日	
2017年6月18日	
2017年7月9日	
2017年7月21日	
2017年8月14日	
2017年9月17日	
2017年10月24日	
2017年11月30日	
2017年12月24日	
2018年1月14日	
2018年2月11日	
2018年3月23日	
2018年1月14日	通过定位监测点和调查监测点,监测自然恢复期土壤侵蚀量、水土保持措施效果、项目区内植被恢复情况
2018年2月12日	
2018年3月20日	
2018年2月~4月	核实现场植被恢复情况,资料整理、数据分析、编写报告

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

工程建设期间，按照监测计划实施对施工实际造成的扰动面积进行动态监测，并将实际发生的水土流失防治责任范围和批复的防治责任范围进行对比，若有不同，说明调整变化的原因。

2.1.2 弃土弃渣动态监测

由于工程挖填不同步性，本项目在时候期间产生临时堆土和弃土，对临时堆土及弃土弃渣的量、占地情况及造成的水土流失量进行动态监测，并与预测水土流失量进行比较，说明变化的原因。

2.1.3 水土流失防治动态监测

对防治措施的数量和质量、林草措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况、各项防护措施的拦渣、保土效益实施动态监测。

2.1.4 施工期土壤流失量动态监测

对工程施工建设期、自然恢复区不同分区的土壤流失量进行动态监测，得出本项目在各时段实际发生的土壤流失量及土壤流失危害情况，从而进一步验证所布设水土保持防治措施的实施效果。

2.2 监测方法

2.2.1 调查监测

本项目水土保持防治措施的实施效果监测主要采用调查监测的方法。水土保持措施的实施数量，采用抽样调查的方式，通过实地调查核实；水土保持措施的质量，通过抽样调查的方式进行。对于工程防治措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况，按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)和《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》中规定的方法，并参照 GB/T15772-1995《水综合治理规划通则》、GB/T16453.1~16453.6—1996《水土保持综合治理技术规范》的规定；植物措施主要调查其成活率、保存率、生发育情况(林木的树高、

胸径、冠幅)、抗冻性及其植被覆盖度的变化,采用 SL277-2002《水土保持监测技术规程》中 6.5.1~6.5.4 和 7.4.4 规定的方法。

项目区林草覆盖度利用高精度 GPS 定位,结合 GIS 分析技术采用抽样调查和测量等方法进行监测。即选择有代表性的地块,确定调查地样方,先现场测量、计算总盖度(或郁闭度),再计算出场地的林草盖度。具体方法为:

(1)林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在典型地块内选定 10m×20m 的标准地,用皮尺将标准地划分为 5m×5m 的方格,测量每株立木在方格中的位置,用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北的投影长度,再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影,在图上求出林冠投影面积和标准地面积,即可计算林地郁闭度。

(2)灌木盖度的监测采用线段法,用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过,垂直观察灌丛在测绳上的投影长度,并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比,即为灌木盖度。用此法在样方不同位置取三条线段求取平均值,即为样方灌木盖度。

(3)草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内,选取 2m×2m 的小样方,测绳每 20cm 处用细针($\phi=2\text{mm}$)做标记,顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上,从草的上方垂直插下,针与草相接触即算有,不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值,即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值,即为样方草地的盖度

(4)林地的郁闭度或灌草地的盖度计算公式为:

$$D = fe/fd$$

式中: D——林地的郁闭度(或草地的盖度), %

fd——样方面积, m^2 ;

fe——样方内树冠(或草冠)的垂直投影面积, m^2 。

(5)项目建设区内各种类型场地的林草植被覆盖度(C)计算公式为

$$C=f/F$$

式中: C——林木(或灌草)植被的覆盖度, %

F——类型区总面积, km^2 ;

f——类型区内林地(或灌草地)的垂直投影面积。

本次纳入计算的林地(或草地)而积,其林地的郁闭度或草地的盖度取大于20%。样方规格乔木林为10m×1m,灌木林为5m×5m,草地为2m×2m。本次监测采用的GPS定位和GIS技术,具有对监测对象的位置、边界准确定位的高精度特性,可在实地调查基础上,结合对地形图件和施工图件的综合分析,提取建设项目占地面积、地表位置及变化情况的数据信息准确可靠。

2.2.2 定位监测

工程建设区开挖基础、扰动地表等施工活动引起的水土流失数量以及变化情况,可通过典型调查、小区观测法、简易土壤流失观测场法以及简易坡面量测法等地面观测方法进行监测。

本项目土壤流失量动态监测采用简易土壤流失观测场法(桩钉法)和沉沙池法进行监测。在典型区域内布设观测场地,根据动态监测结果,通过相似区域尺度放大的方法,得出不同分区的水土流失总量。

①简易土壤流失观测场法(桩钉法)

适用于分散的土状堆积物形成的稳定边坡面上。设置样方规格为2×2m,长边顺坡。将直径5mm,长50-100cm的钢钎按上坡、中坡、下坡,左侧、居中、右侧纵横各三排(共9根)沿铅垂方向打入地下,钉帽与地面齐平,并在顶帽上涂上红漆,编号登记上册。观测频率以汛期每月观测一次,非汛期两月观测一次为准,24小时降雨量超过50mm时加测。

每次在暴雨后和汛期结束,观测钉帽距地面的高度,以此计算土壤侵蚀厚度和总的水土流失数量。计算公式为:

$$A = ZS / 1000 \cos \theta$$

式中:A——土壤侵蚀数量(m³);

Z——侵蚀厚度(mm);

S——水平投影面积(m²);

θ ——斜坡坡度。

①沉砂池法

设置在汇水集中出口处,实时观测沉沙池中沉积泥沙的厚度。为便于人工清淤,一般控制池深在1.5m左右。池入口段应设施扩散段,以利于水流均匀扩散,增加泥沙沉淀效率。通常是在沉沙池的4个角分别测量泥沙厚度,并测得侵蚀泥

沙的容重(或密度), 土壤流失量计算公式如下:

$$S_t = (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \times S \times y / 4$$

式中:

S——排水沟控制的汇水区域内侵蚀总量, kg;

h_n ——沉沙池四角的厚度, m;

S——沙池底面面积;

y——侵蚀土壤密度, kg/m³。

严禁复制

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 水土保持防治责任范围

根据批复的水土保持方案报告书，批复的水土流失防治责任范围共计 39.74hm²，其中，项目建设区 30.57hm²，直接影响区 9.17hm²。

对水土流失状况及水土流失防治情况通过查阅相关的施工报告进行统计。通过实地测量核实及施工图的量算，确定本项目施工期实际扰动范围为 22.31hm²，直接影响区为 5.85hm²。防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 实际扰动与批复方案的扰动范围对比表

建设项目分区	批复方案扰动面积			实际扰动面积			增加数量		
	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计
风机及箱变区	0.96		0.96	1.81		1.81	+0.85		+0.85
升压站区	0.91		0.91	0.6		0.6	-0.31		-0.31
施工道路及电缆埋设区	23.4		23.4	14.3		14.3	-9.1		-9.1
施工与安装场地		4.6	4.6		4.85	4.85		+0.25	+0.25
临时堆土场		0.7	0.7		0.75	0.75		+0.05	0.05
合计	25.27	5.3	30.57	16.71	5.6	22.31	-8.56	+0.3	-8.26

3.1.2 建设期扰动土地面积

根据项目实际工程进度，对本项目各分区施工期各年度扰动土地面积进行了监测记录，汇总分析详见表 3-2。

由表可知，本项目 2016 年扰动地表面积为 5.83hm²，未扰动地表面积为 16.48hm²；2017 年扰动地表面积为 22.31hm²，未扰动地表面积为 0.00hm²；2018 年扰动地表面积为 22.31hm²，即本项目 2017 年整个占地范围已全部扰动。

表 3-2 建设期扰动地表面积统计表

	建设期扰动地表面积 (hm ²)							
	扰动类型	扰动面积	2016		2017		2018	
			已扰动	未扰动	已扰动	未扰动	已扰动	未扰动
风机及箱变区	开挖、占压	1.81	0.46	1.35	1.81	0.00	1.81	0.00
升压站区	开挖、占压	0.6	0.6	0.00	0.6	0.00	0.9	0.00
施工道路及电缆埋设区	开挖、占压	14.3	5.2	9.1	14.3	0.00	14.3	0.00
施工与安装场地	开挖、占压	4.85	0.00	4.85	4.85	0.00	4.85	0.00
临时堆土场	开挖、占压	0.75	0.4	0.4	0.8	0.00	0.8	0.00
合计		22.31	5.83	16.48	22.31	0.00	22.31	0.00

3.2 弃土（渣）监测结果

根据水土保持方案报告书汇总土方平衡分析结果,本项目土石方挖方总量为 40.15m³, 填方量为 40.15m³, 无借方弃方, 场内土石方平衡。实际项目建设中, 挖方量为 25.9m³, 填方量为 25.9m³, 无借方, 建设期内弃方 2.0 万 m³, 均为剥离表土, 后期用于绿化。

本工程的土石方平衡情况详见表 3-3

表 3-5 土石方平衡及流向表

单位: 万 m³

序号	项目分区	挖方	填方	调入		调出		弃渣	
				数量	来源	数量	去向	数量	去向
①	风电机组	1.75	1.05			0.7	③	0.7	③
②	安装与施工场地	1.5	0.2			1.3	③④	1.3	③④
③	场区道路与集电线路	21.5	23.4	1.9	①②			/	
④	升压站	1.25	1.35	0.1	②			/	
⑤	临时堆土场	/	/					/	
	合计	25.9	25.9	2.0		2.0		/	

注: 土石方均折算为自然方; 建筑垃圾回填场地, 已包括在回填土石方量

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程防治措施监测结果

项目施工期间主要采取的工程措施为排水工程、边坡防护工程、土地整治等。工程措施实施数量监测结果见表 4-1。

表 4-1 水土保持工措施实际完成量与设计量对比表

分区	单位工程	分部工程	单位	方案工程量	实际工程量	变化量 (+、-)	实施时间
风机及箱变区	土地整治工程	整地	m ³	1000	950	-50	2017.7~2017.12
	防洪排导工程	浆砌石排水沟	100m	16.5	16.5	0	2017.1~2017.10
升压站区	土地整治工程	整地	m ³	1200	1200	0	2017.10
	边坡防护工程	浆砌石护坡	100m ²	5	0	-5	2016.12~2017.10
	防洪排导工程	沉砂池	口	2	2	0	
		浆砌石排水沟	100m	5	4.77	-0.23	
施工道路及电缆埋设区	土地整治工程	整地	m ³	7600	4850	-2750	2017.10~2018.1
	边坡防护工程	浆砌石挡墙	100m ³	/	78.5	+78.5	2016.10~2017.9
	防洪排导工程	沉砂池	口	15	13	-2	
		浆砌石排水沟	100m	144	114	-30	
施工与安装场地	土地整治工程	整地	m ³	3400	2170	1230	2017.9
临时堆土场	/	/	/	/	/	/	/

4.2 植物防治措施监测结果

项目主要采取的植物措施为播撒种草、栽植乔灌木。

植物措施实施数量监测结果见表 4-2。

表 4-2 水土保持植物措施实际完成量设计量对比表

分区	措施	单位	方案工程量	实际工程量	变化量 (+、-)	实施时间
风机及箱变区	播撒草籽	hm ²	0.96	4.85	+3.89	2017.9~2018.1
升压站区	绿化	hm ²	/	0.17	+0.17	2017.11~2018.1
施工道路及电缆埋设区	播撒草籽	hm ²	23.4	15.3	-8.1	2017.9~2018.3
	植树(相思树)	株	2570	27740	+25170	
	植树(马尾松)	株	2570	27740	+25170	
施工与安装场地	播撒草籽	hm ²	4.6	2.9	-1.7	2017.10~2018.1
临时堆土场	播撒草籽	hm ²	0.7	0.5	-0.2	2017.10~2018.1
	植树(相思树)	株	780	2544	+1764	
	植树(马尾松)	株	780	2544	+1764	

4.3 临时防治措施监测结果

项目施工期间主要采取的临时措施为临时拦挡及覆盖、临时排水沟、表土剥离及回填等。

临时措施实施数量监测结果见表 4-3。

表 4-3 水土保持临时措施实际完成量与设计量对比表

分区	措施	单位	方案工程量	实际工程量	变化量 (+、-)	实施时间
风机及箱变区	塑料布苫盖	100m ²	96	94.5	-1.5	2016.10~2017.12
升压站区	临时排水沟	100m	1.1	1.4	+0.3	2017.2~2017.10
	塑料布苫盖	100m ²	15	15.5	+0.5	
	编织袋挡护	100m ³	0.9	0.9	0	
施工道路及电缆埋设区	临时排水沟	100m	110	75.1	-34.9	2016.12~2017.10
	塑料布苫盖	100m ²	795	527.2	-267.8	2016.10~2017.9
施工与安装场地	临时排水沟	100m	16.3	10.4	-5.9	2017.1~2017.9
	临时沉沙池	座	10	7	-3	
临时堆土场	草袋临时挡护	100m ³	16.5	10.5	-6	2017.3~2017.10
	临时排水沟	100m	6.2	3.4	-2.8	
	临时沉沙池	座	2	4	+2	
	塑料布遮盖	100m ²	70	45	-25	

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据监测结果可知，项目建设期水土流失面积为 20.55hm²，防治措施实施后水土流失面积为 19.3hm²。详细情况见表 5-1。

表 5-1 各阶段水土流失面积

单位：hm²

项目名称	水土流失面积	
	项目区建设期	防治措施实施后
风机及箱变区	0.76	0.76
升压站区	0.7	0.7
施工道路及电缆埋设区	14.7	14.7
施工与安装场地	3.64	3.64
临时堆土场	0.75	0.75
合计	20.55	20.55

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

5.2.1.1 原地貌侵蚀单元划分

根据水土流失特点，可以将施工期项目防治责任范围划分为扰动地表(各施工地段)和实施防治措施的地表(水泥构筑物及防治措施等无危害扰动)两大类侵蚀单元。在施工初期，原地貌所占比例较高，随着工程进展，扰动地表的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少；最终原地貌完全被扰动地表和防治措施地表取代，随后防治措施逐渐实施，实施防治措施的地表比例大增。

施工期某时段(以年计)的土壤流失量即等于该时段各基本侵蚀单元的面积与对应侵蚀强度乘积的总和。因此侵蚀单元划分及侵蚀强度的监测具有十分重要的意义。

5.2.1.2 地表扰动类型划分

地表扰动类型划分，应按工程开挖、埋填、占压和堆积四种方式进行。根据本项目的特点，这四种扰动方式对于水力侵蚀的特点来说影响土壤侵蚀的最主要因素是扰动后微地形的地面坡度，坡度越大侵蚀量越大。

本项目地表扰动类型是根据主体工程设计建设布局和施工工艺来划分的。根

据主体工程建设布局了 5 个防治分区，进而按照施工工艺详细划分了不同的扰动类型，详见表 5-2。

表 5-2 地表扰动类型划分表

防治分区	占地用途	扰动类型	面积 (hm ²)
风机及箱变区	风机及箱变建设	开挖、占压	1.81
升压站区	建筑	开挖、占压	0.6
施工道路及电缆埋设区	道路、电力	开挖、占压	14.3
施工与安装场地	材料堆放	开挖、占压	4.85
临时堆土场	临时堆土	开挖、占压	0.75
合计		-	22.31

5.2.1.3 防治措施分类

按照水土保持工程的类型，防治措施可分为工程措施、植物措施和临时防护措施三类。在各类措施的下一级可按不同的措施细分侵蚀单元。项目采取的水土保持措施包括工程措施排水工程、土地整治等；植物措施播撒草籽；临时措施临时拦挡及覆盖、临时排水沟等。

5.2.2 各侵蚀单元模数

本项目为“点”型工程，其扰动面积也为“点”型。根据本项目的特点、水土保持技术规范和水土保持方案确定的监测方法，本次监测的方法为地面监测和实地监测。因此，本次监测侵蚀模数的确定：1、原地貌侵蚀模数采用水保方案中的数据；2、采用桩钉法监测获得的各地表扰动类型土壤侵蚀模数；3、防治措施后的侵蚀模数采用沉砂池法确定。

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数

根据现场调查并结合水保方案，确定原地貌土壤侵蚀模数为 400 t/(km²·a)，水力侵蚀强度为轻度。

5.2.2.2 各地表扰动类型侵蚀模数

根据本项目的特点、水土保持技术规范和水土保持方案确定的监测方法，本次监测的方法为地面定位监测和调查监测。因此，本次监测侵蚀模数的确定：1、原地貌侵蚀模数采用水保方案中的数据；2、采用桩钉法对项目建设期间土壤流失进行监测获得各地表扰动类型土壤侵蚀模数；3、防治措施后的侵蚀模数采用沉沙池法确定。

(1)原地貌侵蚀模数

原地貌侵蚀模数采用水保方案的数据，土壤侵蚀模数为 $400t/(km^2 \cdot a)$ ，侵蚀强度为轻度。

(2)各地表扰动类型侵蚀模数

项目建设期间土壤侵蚀模数用桩钉法来测定。监测项目组对 2016 年 10 月~2018 年 4 月期间的各地表扰动类型侵蚀单元采用桩钉法监测。

经对数据采集、整理与分析，用经验公式换算为一年期的侵蚀量，从而得出防治措施实施后的侵蚀模数。监测情况详见表 5-3、5-4。

表 5-3 建设期土壤流失情况监测表

组别	2016 年 10 月~2018 年 4 月侵蚀厚度 (mm)		备注
	桩钉法		
	道路工程区	风机及箱变区	坡面处
标桩 1	6.66	6.42	
标桩 2	6.61	6.73	
标桩 3	6.89	6.53	
标桩 4	6.64	6.14	
标桩 5	6.16	6.39	
标桩 6	6.5	6.53	
标桩 7	6.69	6.87	
标桩 8	6.87	6.76	
标桩 9	6.65	6.1	
平均侵蚀厚度	6.63	6.50	$H = \bar{h}$
坡度 (°)	11	14	
容重 (t/m^3)	1.55		
侵蚀量	0.027	0.0267	$A = ZS / 1000 \cos \theta$
侵蚀模数($t/km^2 \cdot a$)	4210	4052	

表 5-4 建设期土壤侵蚀模数监测表

组别	桩钉法	备注
平均厚度 (mm)	6.565	$H_{\text{平均}} = \bar{h}$
容重 (t/m^3)	1.55	测定值
平均侵蚀量 (m^3)	0.0269	$A = ZS / 1000 \cos \theta$
侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	4131	侵蚀量

(3) 临时土堆的侵蚀模数

工程施工中，需要回填的土方临时堆放在项目区待绿化区域，经统计分析本

项目临时堆土数量为 2 万 m³，堆放高度为 2m，考虑边坡，面积为 0.70hm²，经现场调查和实地测量，确定临时堆土的侵蚀模数为 5400 t/km²·a，堆放时间为 2016 年 11 月-2017 年 10 月。

5.2.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

防治措施实施后自然恢复期侵蚀模数用沉砂池法来测定。监测项目组对 2017 年 2 月~2018 年 3 月期间实施水土保持措施后的水土流失及水土保持效益进行了监测。经对数据采集、整理与分析、用经验公式换算为一年期的侵蚀量，从而得出防治措施实施后的侵蚀模数。

监测情况详见表 5-5。

表 5-5 沉砂池监测结果表

沉砂池编号	泥沙重量 (kg)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	备注
1	57620	479	充填弃土，无杂草
2	56348	468	充填弃土，无杂草

本项目扰动地表在防治措施实施完毕后初步发挥效益的时候的土壤侵蚀模数为 473.5 t/km²·a，通过水土保持防治措施实施后完成后有无植被防护条件的对比，发现有植被覆盖的地表比尚未恢复植被的地表径流明显减少，水保措施保水拦渣防护效果显著。

5.2.3 各阶段土壤流失量

根据项目类型，重点说明土壤流失量实际发生的部位、时间和数量，并说明对周边产生的影响。

根据建设期及自然恢复期内 3 个固定监测点、5 个调查监测点的监测数据，进行汇总分析，计算出项目区建设期土壤流失量为 7944 t；自然恢复期土壤流失量为 658 t。

5.2.4 各扰动地表类型土壤流失量

通过对施工建设期及自然恢复期内 3 个固定监测点、5 个调查监测点的 x 次监测数据，得出不同地表扰动类型的动态土壤流失量，详见表 5-6。

表 5-6 工程土壤侵蚀量动态监测情况表

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	风机及箱变区	1501	1.81	18	3511	18.9
	升压站区	236	0.6	18	3050	11.9
	施工道路及电缆埋设区	4510	14.3	18	5534	56.8
	施工与安装场地	944	4.85	18	3209	2.97
	临时堆土场	753	0.75	18	5400	9.5
	合计	7944	22.31	/	/	100
扰动地表类型	临时堆渣体体坡面	653	1.75	18	3092	8.2
	土质边坡	6540	18.8	18	5760	82.3
	施工平台	751	2.51	18	3541	9.4
	合计	7944	22.31	/	/	100
时段	施工期(2016年10月-2018年3月)	7286	22.31	17	4131	91.7
	运行初期(2018年3月-2018年4月)	658	22.31	2	473.5	8.3
	合计	7944	/	/	/	100

5.3 土壤侵蚀总量变化分析

根据调查监测结果统计所知,土壤侵蚀量集中在工程施工期(施工期为2016年10月-2018年2月),且主要集中在土石方开挖高峰期(为2016年11月至2017年10月)。各年度土壤侵蚀量大小变化趋势分析如下:

2017年2月至2018年2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。

2018年3月,工程完工投入运营,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,地表仍明显大面积裸露,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。

工程运营期间,2018年3月-2018年4月间,工程补充实施了部分水土保持措施。至2018年8月,水土保持设施在经历了试运行期后,逐步发挥了保水固土效益,项目区水土流失得到有效治理,项目区土壤侵蚀模数已降为473.5t/km².a,在容许土壤侵蚀模数内,水土流失轻微,工程区生态环境已得到明显改善。

5.4 水土流失危害

工程施工期、自然恢复期为产生水土流失危害事件。

严禁复制

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

工程建设期扰动面积为 22.31hm²，水土保持措施总面积 21.83hm²，其中工程措施 2.54hm²，植物措施 16.81hm²，建筑物及硬化面积 1.48hm²，土地扰动整治率 97.84%。详见表 6-1。

表 6-1 扰动土地整治情况表

分区名称	建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	治理面积 (hm ²)				扰动土地整治率 (%)
			工程措施	植物措施	硬化建筑物	合计	
项目区	22.31	22.31	2.54	16.81	2.48	21.83	97.84

6.2 水土流失总治理度

本项目实际扰动面积为 22.31hm²，水土流失面积为 20.55hm²，水土流失治理面积为 19.35hm²，工程措施面积 2.54hm²，植物措施面积 16.81hm²。通过以上水土保持措施，水土流失治理度为 94.16%。详见表 6-2。

表 6-2 水土流失治理情况表

分区名称	建设区面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	治理面积 (hm ²)			水土流失总治理度 (%)
			工程措施	植物措施	合计	
项目区	22.31	20.55	2.54	16.81	19.35	94.16

6.3 拦渣率

工程实际土石方挖方量 25.9 万 m³，开挖土石方全部用于场地回填，填筑量 25.9 万 m³，工程土石方平衡。本工程未使用取土、弃渣场，拦渣率为 95%。满足水土保持方案设计的 95%防治目标要求。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设期内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。项目区原土壤容许流失量为 500 t / (km · a)，根据水土保持监测，实施水土保持措施就项目平均侵蚀模数为 473.5 t / (km · a)。本项目土壤流失控制比为 1.05，达到目标值。

6.5 林草植被恢复率与林草覆盖率

项目绿化面积为 16.81hm²，可绿化面积为 17.25hm²，项目建设区面积为

22.31hm²，。算得区域林草覆盖率为 75.34%，林草植被恢复率为 97.4%。详见表 6-3。

表 6-3 植被恢复情况统计表

建设区面积 (hm ²)	建筑及硬化面积 (hm ²)	工程措施面积 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
22.31	1.48	2.54	17.25	16.81	97.4	75.34

6.6 运营初期水土流失分析

项目已完工，主体工程、水土保持工程也相应进入运行期。从现场调查、核实的情况来看，各项水土保持措施发挥其保持水土的效益，各种乔灌木以及草皮成活率较高，生长情况良好，水土流失已得到有效的控制。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土保持监测除了反映建设项目水土流失状况、水土保持措施的实施情况外，也是对水土保持工作效果的检验。通过对项目的水土流失及防治措施的评价，对进一步完善水土保持工作，提高项目水土保持水平具有重要意义。

项目防治责任范围面积 28.16hm²，扰动地表面积 22.31hm²，水土保持措施总面积 19.35hm²。本项目水土流失主要发生在道路工程区和风机及箱变区。根据实地监测数据，结合调查资料计算，本项目水土流失总量 7944 t。

目前，随着工程区域植物措施水保效益的逐渐增强，水土流失量已开始逐渐减少。本项目实际扰动土地治理率 97.84%，水土流失总治理度 94.16%，土壤流失控制比 1.05，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97.4%，林草覆盖率 75.34%，六项指标值均已达到或超过预期防治目标。

7.2 水土保持措施评价

工程项目部对工程建设中的水土保持工作给予了充分重视，在开工前及时编制了水土保持方案，在施工过程中也认真按照水土保持报书中的设计落实水土保持防治措施。六项指标均达标。目前项目区各项防治措施均运行良好，对于防治人为水土流失起到了一定的作用。

在项目建设过程中，施工方基本能够贯彻防治结合、以防为主的方针，施工时能尽量减少工程开挖弃渣对周边环境的破坏，同时搞好开挖地面的防护措施。

监测过程中对工程建设引起的扰动情况、弃渣情况、开挖情况、水土流失的变化情况、各类水土保持工程的实施情况及防治效果等，做了相应的统计，以便给后面验收工作提供一定依据。

7.3 存在问题与建议

为了今后水土保持工作的顺利开展，针对本项目的实际情况，对建设单位提出以下建议：

(1)对于已实施的各项水土流失防治措施，建议加强管护，如排水系统的正常运行、地面铺装的维护、绿化措施的抚育浇灌等，若发现隐患或损坏，则应及时修复，以免影响各项措施的正常运行。

(2)积极总结项目水土流失防治和水土保持方面的宝贵经验，促使生产建设项目水土保持工作顺利开展。

严禁复制