

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称: 沅江市泗湖山风电场

建设单位(盖章): 沅江市丰昇农林开发有限公司

编制日期: 2022年5月

中华人民共和国生态环境部制

一、建设项目基本情况

建设项目名称	沅江市泗湖山风电场		
项目代码	/		
建设单位联系人	周锋平	联系方式	18975371232
建设地点	湖南省沅江市泗湖山镇北堤外洲		
地理坐标	1#风力发电机组 (112°39'21.930"E, 28°58'46.070"N) 2#风力发电机组 (112°39'31.500"E, 28°58'44.920"N) 3#风力发电机组 (112°39'42.360"E, 28°58'42.930"N) 4#风力发电机组 (112°39'53.400"E, 28°58'42.330"N) 5#风力发电机组 (112°40'5.360"E, 28°58'43.140"N) 6#风力发电机组 (112°40'16.740"E, 28°58'42.250"N) 7#风力发电机组 (112°40'27.810"E, 28°58'40.570"N) 8#风力发电机组 (112°40'38.350"E, 28°58'37.210"N) 9#风力发电机组 (112°40'49.260"E, 28°58'34.880"N) 10#风力发电机组 (112°41'0.510"E, 28°58'33.530"N) 11#风力发电机组 (112°41'11.610"E, 28°58'31.690"N) 12#风力发电机组 (112°41'22.470"E, 28°58'28.900"N) 13#风力发电机组 (112°41'33.300"E, 28°58'25.930"N) 升压站 (112°42'34.46"E, 28°58'49.38"N)		
建设项目行业类别	四十一、电力、热力生产和供应业 90 陆上风力发电	用地(用海)面积(m ²)/长度(km)	总用地面积 16.376 万 m ² , 其中永久性征地面积为 4.142 万 m ² ,临时性用地面积 12.234 万 m ² 。 永久性用地计算如下: 风机基础按基础底面实际用地面积征地, 风机基础 13 个、箱变基础 13 个, 共用地 0.442 万 m ² ; 110kV 升压站用地 3.692 万 m ² ,杆塔用地 0.008 万 m ² 。
建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建(迁建) <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批(核准/备案)部门(选填)	湖南省发展和改革委员会	项目审批(核准/备案)文号(选填)	湘发改能源[2020]875 号
总投资(万元)	总投资 39123 万元。其中, 施工辅助工程 906 万元, 设备及安	环保投资(万元)	952

	装工程 26492 万元，建筑工程 5966 万元，其他费用 4258 万元，基本预备费 752 万元，建设期利息 748 万元。		
环保投资占比 (%)	2.43	施工工期	12 个月
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是：		
专项评价设置情况	无		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		
规划及规划环境影响评价符合性分析	无		
其他符合性分析	<p>1 与国家产业政策符合性分析</p> <p>根据《产业结构调整指导目录(2019)》，本项目未被列入鼓励类、限制类和淘汰类，属于允许类建设项目；对照《限制用地项目目录（2012 年本）》和《禁止用地项目目录（2012 年本）》，本项目不属于限制及禁止类用地项目。因此本项目符合国家产业政策。</p> <p>2 与《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设引导产业健康发展若干意见的通知》相符合性分析</p> <p>国家针对目前风电设备产能过剩、风电设备生产企业增长过快的局面，国发[2009]38 号文《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设引导产业健康发展若干意见的通知》指出：“重点支持自主研发 2.5 兆瓦及以上风电整机和轴承、控制系统等关键零部件及产业化示范，完善质量控制体系。积极推进风电装备产业大型化、国际化，培育具有国际竞争力的风电装备制造业。”本项目设备选择时，依据风电场山地区的地形地貌、风力资源等自然条件，以充分利用风电场风能资源为出发点，并通过对国内外风电机组生产厂家的调研以及地形和交通运输条件、湍流强度以及各型风机的成熟性等特点，并结</p>		

合生产厂家的供货能力等因素比较了不同型号风力发电机组。从工程投资、项目经济性、年上网电量等方面进行综合比较，本项目共安装 13 台单机容量为 3.3MW 的风力发电机组(其中 3 台限发 2.3MW)，装机容量为 40MW。

因此，本项目符合《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设引导产业健康发展若干意见的通知》要求。

3 与《可再生能源发展“十三五”规划》符合性分析

《可再生能源发展“十三五”规划》：(二)全面协调推进风电开发按照“统筹规划、集散并举、陆海齐进、有效利用”的原则，严格开发建设与市场消纳相统筹，着力推进风电的就地开发和高效利用，积极支持中东部分散风能资源的开发，在消纳市场、送出条件有保障的前提下，有序推进大型风电基地建设，积极稳妥开展海上风电开发建设，完善产业服务体系。到 2020 年底，全国风电并网装机确保达到 2.1 亿千瓦以上。

加强中东部和南方地区风能资源勘查，提高低风速风电机组技术和微观选址水平，做好环境保护、水土保持和植被恢复等工作，全面推进中东部和南方地区风能资源的开发利用。结合电网布局和农村电网改造升级，完善分散式风电的技术标准和并网服务体系，考虑资源、土地、交通运输以及施工安装等建设条件，按照“因地制宜、就近接入”的原则，推动分散式风电建设。到 2020 年，中东部和南方地区陆上风电装机规模达到 7000 万千瓦，江苏省、河南省、湖北省、湖南省、四川省、贵州省等地区风电装机规模均达到 500 万千瓦以上。

本工程位于湖南省沅江市，属于规划积极支持地区，因此，本项目符合《可再生能源发展“十三五”规划》。

4 与风电发展“十三五”规划符合性分析

《风电发展“十三五”规划》：根据我国风电开发建设的资源特点和并网运行现状，“十三五”时期风电主要布局原则如下：

按照“就近接入、本地消纳”的原则，发挥风能资源分布广泛和应用灵活的特点，在做好环境保护、水土保持和植被恢复工作的基础上，加快中东部和南方地区陆上风能资源规模化开发。结合电网布局和农村电网改造升级，考虑资源、土地、交通运输以及施工安装等建设条件，因地制宜推动接入低压配电网的分散式风电开发建设，推动风电与其它分布式能源融合发展。

到 2020 年，中东部和南方地区陆上风电新增并网装机容量 4200 万千瓦以上，累计并网装机容量达到 7000 万千瓦以上。为确保完成非化石能源比重目标，相关省（区、市）制定本地区风电发展规划不应低于规划确定的发展目标。在确保消纳的基础上，鼓励各省（区、市）进一步扩大风电发展规模，鼓励风电占比比较低、运行情况良好的地区积极接受外来风电。

本工程位于湖南省沅江市，属于规划要求的加快开发地区，符合《风电发展“十三五”规划》。

5 与电力发展“十三五”规划（2016-2020 年）符合性分析

《电力发展“十三五”规划（2016-2020 年）》：（二）大力发展战略性新兴产业，优化调整开发布局按照集中开发与分散开发并举、就近消纳为主的原则优化风电布局，统筹开发与市场消纳，有序开发风光电。加快中东部及南方等消纳能力较强地区的风电开发力度，积极稳妥推进海上风电开发。按照分散开发、就近消纳为主的原则布局光伏电站，全面推进分布式光伏和“光伏+”综合利用工程，积极支持光热发电。

本项目位于湖南省益阳市沅江市，属于规划要求的加快开发地区，符合《电力发展“十三五”规划（2016-2020 年）》。

6 项目与《关于进一步规范风电发展的通知》的符合性分析

2016 年 10 月 19 日，湖南省发展和改革委员会、湖南省环境保护厅联合下发了《关于进一步规范风电发展的通知》(湘发改能源〔2016〕822 号)，通知中要求：

(1) “严格按照《中华人民共和国自然保护区条例》(国务院令第 167 号)、《风景名胜区条例》(国务院令第 474 号)、《建设项目使用林地审核审批管理办法》(国家林业局令第 35 号)等法律法规要求,结合我省地貌特征、人居环境等约束条件,禁止在世界文化与自然遗产地,省级以上(含省级)自然保护区、风景名胜区、森林公园,经省人民政府批准的生态保护红线一级管控区、I 级保护林地、一级国家公益林地规划建设新的风电项目。”

(2) “严格控制在湿地公园、地质公园、旅游景区、鸟类主要迁徙通道、天然林和单位面积蓄积量高的林地以及基岩风化严重或生态脆弱、毁损后难以恢复的区域建设风电项目。特殊情况下确需在上述区域规划建设的项目,应符合所在区域总体规划,并按规定取得相关行政主管部门的认可意见。涉及鸟类主要迁徙通道的风电项目,要通过严格的鸟类评估和论证。”

本项目与该文件符合性分析见下表。

表 1-1 《关于进一步规范风电发展的通知》符合性分析

管理要求	类别	相对位置关系及说明
禁止建设区域	世界文化与自然遗产地	不涉及
	省级以上(含省级)自然保护区	不涉及
	省级以上(含省级)风景名胜区	不涉及
	省级以上(含省级)森林公园	不涉及
	一级国家公益林	不涉及
	生态保护红线	不涉及
	I 级保护林	不涉及
严格控制区域	湿地公园	不涉及
	地质公园	不涉及
	旅游景区	不涉及
	鸟类主要迁徙通道	不涉及
	天然林和单位面积蓄积量高的林地	不涉及
	基岩风化严重或生态脆弱、毁损后难以恢复的区域	本项目为平原型风电场, 不涉及

7 与国家能源局《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》

见》(国能发新能〔2017〕31号)的符合性分析

根据《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》中各地区新增风电建设规模方案的分年度规模及相关要求。“一、加强可再生能源目标引导和监测考核：对各地区非水电可再生能源发电量占全社会用电量比重指标以及加强水电利用消纳的要求，结合本地区可再生能源发展规划和市场消纳条件，合理确定本地区可再生能源电力发展目标，加强项目建设管理和政策落实工作，推进可再生能源电力有序规范发展。国家能源局按年度对各省（区、市）可再生能源开发利用进行监测评估和考核，并向社会公布评估和考核结果。”根据2017-2020年风电新增建设规模方案，湖南省2017年度风电新增建设规模为232万千瓦，2018年度风电新增建设规模为230万千瓦，2019年度风电新增建设规模为150万千瓦，2020年度风电新增建设规模为150万千瓦，2020年规划并网目标为600万千瓦。本项目共安装13台单机容量为3.3MW的风力发电机组(其中3台限发2.3MW)，装机容量为40MW，且本项目已于2020年11月20日取得湖南省发展和改革委员会核准确认文件（湘发改能源[2020]875号）。

本项目符合《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》相关要求。

8 与湖南省主体功能区规划的符合性分析

《湖南省主体功能区规划》：在对全省国土空间进行综合评价的基础上，以是否适宜或如何进行大规模高强度工业化城镇化为基准，以县级行政区为基本单元，将全省国土空间划分为以下主体功能区：按开发内容，分为城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区；按开发方式和强度，分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域；按层级，分为国家和省级两个层面。

根据《湖南省主体功能区规划》，沅江市为国家级农产品主产区，属于限制开发区域。限制开发区域的产业政策为“限制开发区域，积

极发展生态友好型产业，支持农业产业化、规模化、集约化、标准化、良种化，鼓励生态农业、循环经济、清洁能源、休闲旅游及特色产业发展”；另外《湖南省主体功能区划》积极开发利用新能源“大力发展战略性新兴产业，积极发展风能、太阳能、生物质能等新能源”，风电项目属于清洁能源项目，为限制开发区域的产业政策中鼓励发展的产业，风电场建设和运行对生态环境影响较小，不会损害当地的生态功能。

因此，本工程建设符合《湖南省主体功能区规划》。

9 与湖南省行业发展规划的符合性分析

根据湖南省人民政府办公厅关于印发《湖南省新能源产业振兴实施规划(2010-2020 年)》的通知(湘政办发[2010]2 号)，风力发电是全省新能源产业发展的重点之一，到 2020 年全省风力发电规划达到 65 万 kW。因此，本工程建设符合湖南省新能源产业振兴实施规划。

根据湖南省发展和改革委员会关于印发《湖南省“十三五”战略性新兴产业发展规划》的通知(湘发改高技[2017]74 号)，加快新能源产业发展。推进风电高效利用，大力发展智能电网技术，加快发展 5 兆瓦级以上风电机组、风电场智能化开发与运维。本项目设计安装 13 台风力发电机组，总装机规模为 40MW，符合《湖南省“十三五”战略性新兴产业发展规划》。

10 与湖南省“十三五”能源发展规划符合性分析

《湖南省“十三五”能源发展规划》(湘发改能源[2017]3 号)：规范发展风能。按照“科学规划，有序开发，严格环评，规范管理”的思路，坚持以资源定规划、以规划定项目，重点加强湘南、湘西南等资源富集区风能开发，推进湘东及洞庭湖地区的风电建设，加快发展分散式风电。积极推动风能扶贫，继续推行投资奖励政策，优先加快贫困地区风电开发；全面规范项目管理，切实加强环境保护，杜绝违规圈占倒卖风资源；加强低风速、大容量、高参数、抗冰冻风机技术研发，做大风电装备制造和零部件开发产业，提升风电机组核心设计和制造技术竞争力，培育壮大风机产业链。“十三五”新增装机 300

万千瓦。本项目符合湖南省“十三五”能源发展规划。

11 与国家林业和草原局《关于规范风电场项目建设使用林地的通知》(林资发[2019]17号)的符合性分析

根据国家林业和草原局《关于规范风电场项目建设使用林地的通知》(林资发[2019]17号)(2019年2月26日):“二、风电场建设使用林地禁建区域:严格保护生态功能重要、生态脆弱敏感区域的林地。自然遗产地、国家公园、自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、风景名胜区、鸟类主要迁徙通道和迁徙地等区域以及沿海基干林带和消浪林带,为风电场项目禁止建设区域。三、风电场建设使用林地限制范围:风机基础、施工和检修道路、升压站、集电线路等,禁止占用天然乔木林(竹林)地、年降雨量400毫米以下区域的有林地、一级国家级公益林地和二级国家级公益林中的有林地。本通知下发之前已经核准但未取得使用林地手续的风电场项目,要重新合理优化选址和建设方案,加强生态影响分析和评估,不得占用年降雨量400毫米以下区域的有林地和一级国家级公益林地,避让二级国家级公益林中有林地集中区域。”。

本项目已于2019年11月19日取得沅江市林业局关于本项目选址的初步意见,本项目用地不占用国家级一级、二级公益林地,符合风电场建设使用林地限制范围要求。

本项目与国家林业和草原局《关于规范风电场项目建设使用林地的通知》(林资发[2019]17号)相符性分析见下表。

表 1-2 《关于规范风电场项目建设使用林地的通知》符合性分析

管理要求	类别		相对位置关系/备注
禁止建设区域	自然遗产地	无	/
	国家公园	无	/
	自然保护区	无	/
	森林公园	无	/
	湿地公园	无	/
	地质公园	无	/

风景名胜区	无	/
鸟类主要迁徙通道和迁徙地等区域	无	/
沿海基干林带和消浪林带	无	/
一级国家级公益林地	无	项目用地不占用一级国家级公益林地
二级国家级公益林中有林地集中区域	无	项目用地不占用二级国家级公益林

12 与湖南省林业厅《关于进一步加强风电建设项目使用林地管理的通知》(湘林政[2018]5号)的符合性分析

根据湖南省林业厅发布的《关于进一步加强风电建设项目使用林地管理的通知》(湘林政〔2018〕5号)中相关内容,自本通知施行之日起,对相关区域提出禁止风电项目建设的要求。具体禁建区域及本项目符合性分析如下表所示。

表 1-3 《关于进一步加强风电建设项目使用林地管理的通知》符合性分析

类别	具体禁建区域	本项目情况
风电场建设使用林地禁建区域	生态保护红线区域	本项目不涉及生态保护红线区域
	世界自然遗产地、国有林场、重要湿地、省级以上森林公园、湿地公园、地质公园、风景名胜区	本项目不涉及以上保护区
	县级以上人民政府规定并发布的鸟类迁徙通道	根据鸟评内容,本项目区域不涉及鸟类迁徙通道
	海拔800米以上且坡度36度以上、母岩为强风化花岗岩、砂岩或石灰岩区域	本项目位于平原地区,海拔在30米左右
	各县市(区)最高峰或地标性山峰地域	项目位于平原地区,不涉及上述地域

根据上表分析可知,本项目区域不属于湘林政〔2018〕5号中的禁建区域,因此,本项目建设符合《关于进一步加强风电建设项目使用林地管理的通知》(湘林政〔2018〕5号)要求。

13 建设项目与所在地“三线一单”的符合性分析

13.1 生态保护红线

本项目位于湖南省益阳市沅江市泗湖山镇北堤外洲,根据益阳市生态保护红线区划,本项目不在生态保护红线划定范围内。本项目

与生态保护红线相符。

13.2 环境质量底线

环境质量底线是国家和地方设置的大气、水和声环境质量目标，也是改善环境质量的基准线。根据本项目所在地位置的环境功能区划及环境质量目标，设置环境质量底线如下：

环境空气：根据 2020 年度益阳市沅江市环境空气质量状况统计结果，SO₂ 年均浓度、NO₂ 年均浓度、PM₁₀ 年均浓度、PM_{2.5} 年均浓度、CO 24 小时平均第 95 百分位数浓度、O₃ 8 小时平均第 90 百分位数浓度达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求；

地表水：本项目所在地主要地表水系为草尾河，达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准要求；

声环境：达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类区标准要求。

根据环境质量现状监测结果，环境空气、地表水环境、声环境均满足相应标准，综上所述，本项目所在地环境容量能满足本项目生产要求。

13.3 资源利用上线

本项目位于湖南省益阳市沅江市泗湖山镇北堤外洲，生产过程中水资源消耗和能源消耗均较小，对项目所在区域的土地资源、水资源、能源消耗影响较小，本项目符合资源利用上线要求。

13.4 生态环境准入清单

根据《益阳市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》，本项目位于益阳市沅江市泗湖山镇北堤外洲，属于茶盘洲镇/泗湖山镇管控范围内，根据茶盘洲镇/泗湖山镇管控要求，本项目与茶盘洲镇/泗湖山镇生态环境准入清单符合性分析情况如下。

表 1-4 本项目与生态环境准入清单符合性分析一览表

通知文件	类别	项目与生态环境准入清单符合性分析	结论
益阳市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见茶盘洲镇/泗湖山镇管控要求	空间布局约束	<p>(1.1) 禁止在地下水饮用水水源保护区、自然保护区、城镇居民区内建设畜禽养殖场；已建成的畜禽养殖场所，应依法组织实施关闭或搬迁。</p> <p>(1.2) 禁止在天然湖泊的滩涂和岸坡堆放、存贮固体废弃物和其它污染物。</p> <p>符合性分析：本项目为风力发电项目，不涉及上述禁止行业要求。本项目符合区域空间布局约束要求。</p>	符合
	污染物排放管控	<p>(2.1) 废水：</p> <p>(2.1.1) 生活用水及生产用水产生的废水，通过管道排入化粪池内，经消毒处理过滤后再排入附近的排水系统。</p> <p>(2.1.2) 采用截污纳管，面源控制，清淤疏浚，岸带修复，生态净化，活水循环，清水补给相结合的整治方法加快实施对黑臭水体的治理。</p> <p>(2.2) 固体废弃物：</p> <p>(2.2.1) 推进农业废弃物回收处理和测土配方施肥，从源头减少农药、化肥、农膜等使用。</p> <p>(2.2.2) 积极推进垃圾分类，建设覆盖城乡的垃圾收运体系和垃圾分类收集系统。</p> <p>符合性分析：本项目施工期废水和生活污水均处理后回用于场区绿化或植被恢复。各类固体废物均得到合理有效处置。本项目符合区域污染物排放管控要求。</p>	符合
	环境风险防控	<p>(3.1) 根据所在地供水水质突发性事件，制定相应的突发事件应急预案，并定期组织演练。</p> <p>(3.2) 凡在饮用水源保护区内的所有生产建设活动，须严格按照规范的要求进行，切实做好饮用水源的保护。</p> <p>符合性分析：本项目不涉及饮用水水源，本评价要求项目在审批后及时办理应急预案备案和竣工环保验收工作。</p>	符合
	资源开发效率要求	<p>(4.1) 能源：拓展天然气供应渠道，加快建设太阳能、生物质能和地热等新能源应用示范项目，并逐步推广，减少煤炭使用量。</p> <p>(4.2) 水资源：加快推进大中型灌区续建配套和节水改造，提高农田灌溉水有效利用系数。</p> <p>(4.3) 土地资源：严格控制非农建设占用耕地，确需占用耕地的，应尽量占用等级较低的耕地，鼓励利用低丘缓坡地和未利用地。统筹安排产业用地，节约集约用地，控制建设用地总量，保障重点建设项目用地。</p>	符合

		<p>符合性分析: 本项目符合能源和水资源开发效率要求。项目所在地已取得各部门初步选址意见，符合区域土地资源开发效率要求。</p>	
--	--	--	--

二、建设内容

地理位置	<p>拟建的泗湖山风电场位于湖南省沅江市泗湖山镇境内，距沅江市直线距离约16km。沅江市至泗湖山镇有省道S202通过，泗湖山镇至场区有乡村公路相连，对外交通较为便利。</p> <p>地理位置介于北纬$29^{\circ} 4' 18.12'' \sim 29^{\circ} 4' 12.56''$，东经$112^{\circ} 51' 12.56'' \sim 112^{\circ} 55' 59.16''$之间。</p> <p>风电场拟安装13台单机容量为3.3MW的风力发电机组(其中3台限发2.3MW)，装机容量为40MW。场址区为河库滩地，地势较平坦，海拔高度在26.4m~28.8m。</p>					
项目组成及规模	<p>1 工程规模</p> <p><u>泗湖山风电场工程位于沅江泗湖山镇，地势平坦开阔，东南面以沿洞庭湖的防沙堤为界，场区地貌以芦苇为主，地面高程在26.4m~28.8m。</u></p> <p><u>泗湖山风电场工程范围内建设40MW规模，设计安装13台单机容量为3.3MW的风力发电机组(其中3台限发2.3MW)，占地面积约4km²。本风电场电量接入泗湖山风电场110kV升压站。</u></p> <p><u>本工程主要由风力发电机组、电气设备、消防工程、土建工程（主要包括风机基础土建、箱变基础土建、集电线路土建、110kV升压站土建）等组成，详见下<u>错误！未找到引用源。</u></u></p> <p style="text-align: center;">表 2-1 本项目工程组成</p> <table border="1"><thead><tr><th data-bbox="271 1365 605 1417">工程项目</th><th data-bbox="605 1365 1367 1417">工程组成及特性简介</th></tr></thead><tbody><tr><td data-bbox="271 1417 605 1980" rowspan="2">主体工程</td><td data-bbox="605 1417 1367 1724">风力发电机组 本阶段选择目前发电效率最高的WTG164-3300型风力发电机组作为代表机型，泗湖山风电场工程拟安装13台单机容量为3.3MW的WTG164-3300型风力发电机组，代表机型特征参数见表2-2。经计算本项目年理论发电量为10085万kW·h，预计项目年上网发电量为8836万kW·h，相应单机平均上网电量为631万kW·h，年等效满负荷小时数为2209h，容量系数为0.252。泗湖山风电场工程年上网电量和单台机组上网电量成果见表2-3。</td></tr><tr><td data-bbox="605 1724 1367 1980">电气一次设备 风电场本期工程暂拟以1回110kV线路就近接入南大110kV变电站(LGJ-300/7.8km)。风电场电气主接线采用一机一变单元接线方式，箱变容量选择3500kVA，集电线路设计方案采用35kV光电复合电缆直埋敷设和部分架空方案；110kV升压站电气主接线升压站110kV侧接线采用单母线接线，升压站35kV侧接线采用单母线分段接线型式，35kV中性点接地方式采用接地变压器带小电阻接地的方式。泗湖山风电场工程</td></tr></tbody></table>	工程项目	工程组成及特性简介	主体工程	风力发电机组 本阶段选择目前发电效率最高的WTG164-3300型风力发电机组作为代表机型，泗湖山风电场工程拟安装13台单机容量为3.3MW的WTG164-3300型风力发电机组，代表机型特征参数见表2-2。经计算本项目年理论发电量为10085万kW·h，预计项目年上网发电量为8836万kW·h，相应单机平均上网电量为631万kW·h，年等效满负荷小时数为2209h，容量系数为0.252。泗湖山风电场工程年上网电量和单台机组上网电量成果见表2-3。	电气一次设备 风电场本期工程暂拟以1回110kV线路就近接入南大110kV变电站(LGJ-300/7.8km)。风电场电气主接线采用一机一变单元接线方式，箱变容量选择3500kVA，集电线路设计方案采用35kV光电复合电缆直埋敷设和部分架空方案；110kV升压站电气主接线升压站110kV侧接线采用单母线接线，升压站35kV侧接线采用单母线分段接线型式，35kV中性点接地方式采用接地变压器带小电阻接地的方式。泗湖山风电场工程
工程项目	工程组成及特性简介					
主体工程	风力发电机组 本阶段选择目前发电效率最高的WTG164-3300型风力发电机组作为代表机型，泗湖山风电场工程拟安装13台单机容量为3.3MW的WTG164-3300型风力发电机组，代表机型特征参数见表2-2。经计算本项目年理论发电量为10085万kW·h，预计项目年上网发电量为8836万kW·h，相应单机平均上网电量为631万kW·h，年等效满负荷小时数为2209h，容量系数为0.252。泗湖山风电场工程年上网电量和单台机组上网电量成果见表2-3。					
	电气一次设备 风电场本期工程暂拟以1回110kV线路就近接入南大110kV变电站(LGJ-300/7.8km)。风电场电气主接线采用一机一变单元接线方式，箱变容量选择3500kVA，集电线路设计方案采用35kV光电复合电缆直埋敷设和部分架空方案；110kV升压站电气主接线升压站110kV侧接线采用单母线接线，升压站35kV侧接线采用单母线分段接线型式，35kV中性点接地方式采用接地变压器带小电阻接地的方式。泗湖山风电场工程					

		风机及电气一次设备材料清单见表 2-6。
	电气二次设备	电气二次设备主要包括监控系统、继电保护及安全自动装置、调度自动化系统、交直流控制电源系统、视频安防监视系统、电工试验设备等，风电场工程主要电气二次设备见表 2-8。
	110kV 升压站	本风电场拟新建一座 110kV 升压站，本升压站采用 GIS 户内式布置。站内布置了综合控制楼、无功补偿室、附属用房（含水泵房）、柴油机房等，总建筑面积 7810.48m ² 。升压站技术经济指标见表 2-18，升压站土建工程量见表 2-19。
辅助工程	通信	<p>系统通信：系统通信主要为继电保护信息、远动信息、计量信息等提供传输通道，并为上级主管部门对风电场生产调度提供电话通道。综合考虑系统信息和本项目对通信的要求，系统通信方案暂为：系统通信采取光纤通信方式。升压站至对侧变电站架设 1 根 24 芯 OPGW 光缆，作为继保、通信合用通道，以满足各种信息传输要求。升压站拟配置 SDH 光传输设备 1 套，配置 PCM 复接设备 1 套。引入升压站的进场光缆采用非金属阻燃光缆，长度按 0.8km 考虑。</p> <p>风电场通信：本期风电场 35kV 集电线路主要采用直埋与架空混合的方式，故风机及箱变监控通信光缆推荐直埋与架空混合的敷设方式，光缆宜与风电场集电线路同期、同路由敷设，以减少工程施工量，降低工程造价。根据风电场风机布置的推荐方案直埋光缆拟采用 GYFTA53-24B1 型，总长度约按 12.8km 考虑；架空光缆拟采用 OPGW-24B1 型，总长度按 0.7km 考虑；从杆塔引下至风机的光缆拟采用 24 芯非金属阻燃光缆，总长度按 1km 考虑。</p> <p>场内通信：采用大功率无线对讲机通信方式，并以公网手机通信方式为辅，大功率无线对讲机暂按 6 部配置。</p> <p>风电场工程主要通信设备见表 2-9。</p>
	采暖、通风、空调	采暖、通风与空气调节主要设备清单见表 2-11。
	消防工程	本升压站配备 2 到 3 名兼职消防人员，发生火灾时本升压站能自行组织灭火，同时通知当地消防队支援共同扑灭火灾。本升压站内消防通道路宽不小于 4m，转弯半径不小于 9m，消防车可直达站内建筑物及屋外配电装置。消防区内按规范要求统一规划畅通的安全通道和设置安全出口及其标志；在升压站设置了火灾自动报警控制系统；根据生产重要性和火灾危险性程度配置消防设施和器材，本变电站按规范配置了室内外消火栓、砂箱、手提式灭火器和推车式灭火器。消防主要设备清单见表 2-13。
环保工程	弃渣场	本工程无弃渣，需借土回填 3.5 万 m ³ 。
	表土堆存区	共布设 1 处临时堆存场（主要堆存表土、淤泥等），具体位置结合实际施工条件确定。风机平台、集电线路、交通道路区剥离的表土堆存于各自分区，不再单独设置表土堆存场。
	水土保持	设置排水沟、挡土墙、护坡、植物防护措施等。
	固废处理	设置垃圾箱收集生活垃圾，由环卫部门统一清运
	危废处置	废旧电池、检修废机油、润滑油暂存于危废暂存间（泗湖山风电场升压站危废暂存间），定期由有资质单位回收处置。

	噪声控制	选择低噪并具有较好防噪设施的机组，风机叶片增加锯齿结构；加强对机组的维护，定期检修风机转动连接处；优化变电站平面布局并采用低噪声变压器。本评价要求控制距离内，禁止新建居民点、学校、医院等环境敏感点。
临时工程	施工管理及生活区	根据施工总进度安排，本工程施工期的平均人数为 30 人，高峰人数为 70 人。施工临时办公生活区用地面积约 1100m ² ，建筑面积约 800m ² 。位置集中布置在 110kV 升压站附近。
	混凝土系统	本工程混凝土总量约 1.17 万 m ³ ，最大单台风机基础混凝土浇筑量为 540m ³ ，混凝土系统的生产能力受控于风机基础混凝土浇筑的全面面积，并考虑混凝土初凝时间的影响，单台风机基础混凝土在 12 小时内一次连续浇筑完成，经计算，混凝土平均浇筑强度为 45m ³ /h。根据风机布置及场地条件，本工程拟外购商品混凝土。
	砂石料堆场	砂石料、粗骨料均可从附件砂石料厂进行采购，场区内不设砂石料加工系统，仅设砂石料堆场。砂石料按混凝土高峰期 5 天砂石骨料用量堆存，经计算，砂石料堆场用地面积约 800m ² ，堆高 4m~5m。砂石料堆场采用 100mm 厚 C15 砌地坪，下设 100mm 厚碎石垫层，砂石料场设 0.5% 排水坡度，坡向排水沟。
	机械修配及材料加工	本工程部分辅助作业可利用当地的资源。由于混凝土预制件采取在当地采购的方式，现场不再另外设置混凝土预制件厂，仅设置机械修配厂及综合加工系统(包括钢筋加工厂、木材加工厂)。为了便于管理，施工工厂集中布置在 110kV 升压站附近，总用地面积 800m ² 。机械修配场主要承担施工机械的小修及简单零件和金属构件的加工任务，大中修理则委托沅江市相关企业承担。
	仓库布置	本工程所需的仓库集中布置在 110kV 升压站附近，主要设有水泥库、木材库、钢筋库、综合仓库、机械停放场及设备堆场。水泥库、木材库及钢筋库分别设在混合加工系统及相应的加工厂内。综合仓库包括临时的生产、生活用品仓库等，用地面积 800m ² 。机械停放场考虑 18 台机械的停放，用地面积 1200m ² 。各施工临时设施用地面积详见表 2-20。
	工程等级	本工程拟安装 13 台 3300kW 风电机组，其中 3 台限发 2300kW，装机容量 40MW，轮毂高度为 140m，叶轮直径为 164m；本风电场新建一座升压变电站，升压变电站出线等级 110kV。本工程工程规模为中型；机组塔架地基基础设计级别为甲级，基础结构安全等级取一级，抗震设防类别为丙类，结构设计使用年限为 50 年；升压站主要建（构）筑物级别为 2 级，结构安全等级取二级，抗震设防类别为丙类，结构设计使用年限为 50 年。
土建工程	风机基础	风力发电机组基础采用 PHC 管桩基础，单台风机布桩数为 40 根，外桩径为 0.6m，有效桩长约为 24~26m。桩端持力层为细砂或粉砂层。承台为圆型，直径 19.6m，基础埋深为 1.0m，边坡拟采用 1:1。承台混凝土设计强度等级为 C40，基底下设 100mm 厚的 C15 素混凝土垫层。PHC 管桩混凝土设计强度等级为 C80。施工图阶段将根据各风机位置的地层分布及岩性等因素，对风机基础的形式和外形尺寸等进行多方案的技术经济比较，综合优化基础设计。

	箱变基础	风机单机容量为 3.3MW，采用一机一变的形式。考虑到防洪设计要求，35kV 升压变压器暂考虑放置在抬高的钢结构箱变平台上。风机及箱变基础工程量见表 2-15。
	集电线路 土建	本工程集电线路采用直埋电缆与架空线路混合方式。架空线路全长 0.2km，全部为双回线路。根据当地地形以及风机之的距离，考虑风电场附近的气象条件，设计平均档距 180m，全线路共需 2 基杆塔，全为铁塔。35kV 架空线路全线采用铁塔。主要采用国家电网典设杆塔 35B09 系列双回路塔。单回铁塔共 2 基。集电线路工程量见表 2-16 和表 2-17。
道路工程	对外交通	湖南泗湖山风电场工程位于洞庭湖畔，地面海拔 26.4m~28.8m 之间，场址面积约 4.1km ² ，风机主要布置为一排（东西走向），风电场距西南面的益阳市公路里程为 100.8km、南距省会长沙公路里程为 214km，陆路由省道、县道及乡道相通，水路经洞庭湖通江达海，构成了十分便利的交通网络。
	场内交通	风电场新建道路总长度约 5.93km。场内道路设计考虑永临结合，施工期间为满足施工及设备运输要求，运输方式采用平板车辆运输，运行期满足检修维护的需要，场内道路设计标准：道路路基宽 5.5m，路面宽 4.5m，路面结构为 20cm 厚级配碎石面层。平曲线和最小转弯半径应满足风电机长叶片运输要求，本阶段考虑最小转弯半径为 35m，对应宽度为 10m；道路路面承载力不低于 15T，压实度达到 95%。纵坡最大控制在 10% 以内。最小竖曲线半径为 200m。场内道路施工要求做好道路两侧的排水设施。道路工程量详见表 2-22

2 风力发电机组选型

2.1 机型方案

(1) 机组适应性分析

泗湖山风电场工程风机 140m 轮毂高度处代表年平均风速为 5.12m/s，风功率密度为 172.7W/m²。风速分布主要集中在 2.0m/s~9.0m/s 风速段，风能主要集中在 6.0m/s~12.0m/s 风速段。从风速和风能的频率分布来看，属低风速型风电场，机组应选择发电效率较高的低风速型风力发电机组。

泗湖山风电场工程区域 140m 高度处的 50 年一遇最大风速为 36.6m/s，根据国际电工协会 IEC61400-1(2005)标准，本风电场应选择适合 IECIII 类及以上安全等级的风力发电机组。

根据《关于加强风电安全工作的意见》，并网风电机组应具备低电压穿越能力，并具备一定的过电压能力；风电企业要加强风电场并网管理，组织开展新建风电场机组并网检测工作；风电场要按照有关规定要求，建立风电功率预测预报系统，为满足以上风电安全并网要求，风电场在招标设计阶段需落实风电机组关于安全并网的相关认

证，同时建立风电场运营管理及风电功率预测预报系统。

本阶段从充分利用风电场风能资源和风电机组安全的统一性考虑，并通过对国内外风电机组生产厂家的调研以及根据泗湖山风电场工程的风能资源条件一般、破坏性风速少，地形非常平坦，风电场高差仅 3m 左右，风电场对外对内交通运输条件非常方便，湍流强度小，风切变指数较大等特点，并结合生产厂家的供货能力等因素，考虑到风电场风能资源相对一般，为尽量提高风电场的风资源利用效率，**本阶段选择目前发电效率最高的 WTG164-3300 型风力发电机组作为代表机型，具体机组型号待下阶段根据招标情况而定。**

（2）从施工交通运输条件分析

泗湖山风电场位于湖南省沅江市泗湖山镇境内，距沅江市直线距离约 36km。沅江市至泗湖山镇有省道 S202 通过，泗湖山镇至场区有乡村公路相连，对外交通较为便利。地理位置介于北纬 $28^{\circ}57'49.69''\sim28^{\circ}58'27.41''$ ，东经 $112^{\circ}38'52.27''\sim112^{\circ}44'51.50''$ 之间。地面海拔 $26.4m\sim28.8m$ 之间，场址面积约 $4.1km^2$ ，风机主要布置为一排(东西走向)，风电场距西南面的益阳市公路里程为 100.8km、南距省会长沙公路里程为 214km，陆路由省道、县道及乡道相通，水路经洞庭湖通江达海，构成了十分便利的交通网络。

（3）风电场并网要求

为进一步规范风电安全工作，强化风电设计、建设、并网、运行和调度等全过程安全管理，保证电力系统的安全稳定运行和电力的可靠供应，促进风电安全健康发展，国家能源局分别于 2010 年 12 月 21 日、2011 年 5 月 3 日、2011 年 6 月 9 日发布了《风电机组并网检测管理暂行办法》(国能新能(2010)433 号)、《风电信息管理暂行办法》(国能新能(2011)136 号)、《风电场功率预测预报管理暂行办法》(国能新能(2011)177 号)。

根据各暂行办法，并网风电机组应具备低电压穿越能力，并具备一定的过电压能力；风电企业要加强风电场并网管理，组织开展新建风电机组并网检测工作；风电场要按照有关规定要求，建立风电功率预测预报系统，集中接入的风电场要按风电发电计划申报要求向电力调度机构上报发电计划；为满足以上风电安全并网要求，风电场在招标设计阶段需落实风电机组关于安全并网的相关认证，同时建立风电场运营管

理系统及风电功率预测预报系统。

本阶段从充分利用风电场风能资源和风电机组安全的统一性考虑，并通过对国内外风电机组生产厂家的调研以及根据泗湖山风电场工程的风能资源条件一般、破坏性风速少，地形非常平坦，风电场高差仅3m左右，风电场对外对内交通运输条件非常方便，湍流强度小，风切变指数较大等特点，并结合生产厂家的供货能力等因素，考虑到风电场风能资源相对一般，为尽量提高风电场的风资源利用效率，本阶段拟定13台WTG164-3300作为代表机型分析。

2.2 机型参数

代表机型特征参数见下表。

表 2-2 风电机组主要参数比选表

项目	单位	WTG164-3300
叶轮	叶片数	片 3
	叶轮直径	m 164
	扫风面积	m^2 21113.36
	轮毂高度	m 140
	功率调节方式	- 变桨变速
	切入风速	m/s 2.5
	切出风速	m/s 253
	额定风速	m/s 9.3
发电机	型式	- 双馈异步电机
	额定功率	kW 3300
	额定电压	V 690
	频率	Hz 50
塔架	型式	- 锥管式
刹车系统	空气刹车	- 全顺桨
	机械刹车	- 盘式
安全等级		- IEC III
安全风速	3 秒	m/s 52.5

2.3 风电场年发电量计算

泗湖山风电场工程拟安装13台单机容量为3.3MW的WTG164-3300型风力发电

机组(其中 3 台限发 2.3MW), 最大尾流影响修正系数为 2.22%,; 除尾流和空气密度折减影响后, 风电场综合折减系数为 20.06%。经计算本项目年理论发电量为 10085 万 kW·h, 预计项目年上网发电量为 8836 万 kW·h, 相应单机平均上网电量为 631 万 kW·h, 年等效满负荷小时数为 2209h, 容量系数为 0.252。

泗湖山风电场工程年上网电量和单台机组上网电量成果见下表。

表 2-3 风电场年上网电量计算成果表

项目	单位	折减系数	指标
单机容量	kW		3300
机组台数	台		13
轮毂高度	m		140
本期工程总装机容量	MW		40
风电场年理论发电量	万 kW·h		10085
其中: 尾流折减后	万 kW·h	2.22%	10314
控制与偏航修正后	万 kW·h	2.00%	10188
湍流影响修正后	万 kW·h	1.00%	10085
叶片污染修正后	万 kW·h	2.00%	9984
风机利用率修正后	万 kW·h	5.00%	9984
功率曲线折减后	万 kW·h	5.00%	9784
气候影响停机后	万 kW·h	2.00%	9485
其他影响因素	万 kW·h	2.00%	9295
风电场年设计发电量	万 kW·h	-	9109
厂用电及线损折减后	万 kW·h	3.00%	8836
风电场年上网电量	万 kW·h		8836
年等效满负荷利用小时	h		2209
容量系数	-		0.252

3 电气设备

3.1 电气一次设备

风电场本期工程暂拟以 1 回 110kV 线路就近接入南大 110kV 变电站(LGJ-300/7.8km), 最终接入方案以接入系统报告以及电网公司评审意见为准。

(1) 电气主接线

①风电场电气主接线

a、风力发电机组与箱式变电站的组合方式

风力发电机组单机容量为 3.3MW，出口电压为 1.14kV。风电机组-箱变间推荐采用一机一变单元接线方式，箱变容量选择 3500kVA。

风力发电机组出口电压为 1.14kV，风力发电机组与箱式变电站之间采用 1kV 电缆连接。风机变频柜到箱式变电站低压侧之间相线采用 10 根 1kV 三相交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯铠装电力电缆分相并联，电缆规格为 ZC-YJV₂₃-3×300-0.6/1kV，箱变中性点采用 3 根 1kV 单相交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯电力电缆与风机变频柜中性点连接，电缆规格为 ZC-YJV-1×300-0.6/1kV。电缆穿出风力发电机组基础时，采用穿管敷设。

箱变就近布置在风机旁，箱变高压侧采用并联接线方式。该方式电能损耗少、接线简单、操作方便、任意一台风力发电机组故障不会影响其它风力发电机组的正常运行。

b、集电线路设计方案

风电场集电线路电压可采用 10kV 和 35kV 两种。当出线电压采用 35kV 时，集电线路回路数较少，送电线路较短，可节省设备投资，同时总损耗亦较低，具有明显优势；而 10kV 方案集电线路回路数多，设备投资大，线路损耗和电压损失均较大，故推荐集电线路电压采用 35kV 电压等级。

根据风电场升压站位置及风机布机情况，集电线路可选择电缆敷设方案或电缆和架空线混合敷设方案，先对两种方案进行技术经济比较。

方案一：采用 35kV 光电复合电缆直埋敷设方案：根据风机布置情况，从经济性考虑，风电场共敷设 2 回集电线路，单回线路最大输送容量为 21MW，选择电缆型号为 HYJYF31-F-26/35kV-3×70+1×24B1、HYJYF31-F-26/35kV-3×150+1×24B1、HYJYF31-F-26/35kV-3×300+1×24B1、HYJYF31-F-26/35kV-3×400+1×24B1。

方案二：集电线路采用 35kV 架空线/电缆混合敷设方案。风机之间采用采用电缆直埋敷设方式，最后一台风机至升压站之间采用架空线方案。根据风机布机情况，风电场共敷设 2 回集电线路，电缆型号为铝芯电缆 YJV₂₂-3×70、3×300，架空导线的型号为 LGJ-240/30。

以上两种集电线路方案的经济比较见下表。

表 2-4 直埋电缆与架空线/电缆混合方案经济性比较表

方案项目	35kV 直埋电缆方案(方案 1)				35kV 直埋电缆和架空线路混合方案(方案 2)			
	型号	数量 /km	单价 (万元 /km)	总价 (万元)	型号	数量 /km	单价 (万元 /km)	总价 (万元)
集电线路 (含施工费)	HYJYF31-F-26/35kV-3×70+1×24B1	1.5	30	45	YJV ₂₂ -3×70-26/35	1.8	30	54
	HYJYF31-F-26/35kV-3×150+1×24B1	1.6	35	56	YJV ₂₂ -3×300-26/35	0.6	80	48
	HYJYF31-F-26/35kV-3×300+1×24B1	5.8	40	232	LGJ-150/25(单回)	2.5	65	162.5
	HYJYF31-F-26/35kV-3×400+1×24B1	2.8	80	224	LGJ-240/30(双回)	5.2	85	442
	LGJ-240/30(双回)	0.65	85	55.3				
合计 (万元)	612.3				706.5			
差价 (万元)	0				94.2			

从上表可以看出，方案 1 比方案 2 投资省 94.2 万元，经济性较优，且架空线易出现遭雷击、绝缘子污闪等故障，在安全性方面低于电缆，后期维护成本高，综合考虑到风电场的运行的安全性、可靠性、后期运行的经济性，风电场集电线路推荐采用电缆直埋敷设方案（即方案 1）。

②10kV 升压站电气主接线

湖南沅江泗湖山风电场本期装机容量为 40MW，配套新建一座 110kV 升压站，安装 1 台容量为 40MVA 的有载调压升压变压器。

a、升压站 110kV 侧接线

本升压站 110kV 侧采用单母线接线。

b、升压站 35kV 侧接线

本工程 14 台风电机组-箱式变分别由 2 组集电线路接入 110kV 升压站，35kV 母线采用单母线分段接线型式。

35kV 母线上安装 7 面 35kV 高压开关柜：2 面进线柜、1 面出线柜、1 面接地变

柜、1面站用变柜、1面PT柜、1面无功补偿柜。

③35kV 中性点接地方式

为防止 35kV 系统单相接地时出现弧光过电压，造成电气设备绝缘损坏，本工程采用接地变压器带小电阻接地的方式来抑制弧光过电压，35kV 系统发生单相接地时继电保护动作，切除故障线路。

(2) 主要电气设备选择

风电机组、电气设备的选型应合理、运行安全可靠、技术先进，风力发电机组应具备低电压穿越能力。

选择主要电气设备时，按照设备的额定电流、短路开断容量、最大关合电流峰值、额定峰值耐受电流、额定短时耐受电流和持续时间等参数值进行选择，并考虑留有一定裕度，待接入系统设计正式审批，并经短路电流计算后，再进行复核和修改。电气设备污秽等级按 III 级标准选择，对应爬电比距的要求为 25mm/kV，故本升压站户外电气设备电瓷外绝缘最小爬电距离，35kV 应不小于 1013mm，110kV 应不小于 3150mm。

①风力发电机组

风电机可在不同速度下进行运转，功率因素可调，具有低电压穿越功能。主要电气参数如下：

型号： WD164-3300

类型： 永磁直驱同步发电机

额定功率： 3300kW

额定电压： 1140V

功率因数： 容性 0.95~感性 0.95 内可调

防护等级： IP54

绝缘等级： F

数量： 13 台

②箱式变电站

为了使户外变压器安全可靠地运行和安装施工的简便，选用具有运行灵活、操作方便、免维修、性价比较优的华变。

型号: 数量: 箱内变压器 变压器选用的型号: 额定容量: 额定电压高压侧: 低压侧: 短路阻抗: 变比: 联接组标号: ③主变压器	ZGS-ZF-3500/35	
	13 台	
	S11-3500/35	
	3500kVA	
	35kV	
	1.14kV	
	6.5%	
	$37 \pm 2 \times 2.5\% / 0.69\text{kV}$	
④110kV 配电装置	D,yn11	
本工程 110kV 升压站设计安装 1 台容量为 40MVA 的主变，为三相、双绕组、自冷型油浸式低损耗有载调压电力变压器，主要电气参数如下：		
主变型号:	SZ11-40000/110	
电压组合:	$115 \pm 8 \times 1.25\% / 36.75$	
联接组标号:	YN, d11	
短路电压百分比:	$U_d = 10.5\%$	
接地方式:	经隔离开关有效接地	
数量:	1 台	
110kV 配电装置采用单母线接线形式。		
对于升压站 110kV 配电装置选择，主要考虑以下二种方案：		
方案一：采用 110kV GIS，户外布置；方案二：采用 110kV AIS，户外布置；两种方案的的比较参见下表。		
表 2-5 110kV 配电装置方案比较表		
项目	方案一： GIS、户外布置	方案二： AIS、户外布置
特点	占地面积和空间小；运行可靠性高，维护工作量小，安装调试方便；对环境适应性较强。	占地面积大；维护工作量大；对环境适应性较弱。

电气设备价格	130 万元	80 万元
土建费用	10 万元	15 万元
可比总投资	140 万元	95 万元
差价	45	0

从远景考虑，虽然方案一投资比方案二高 45 万元，但敞开式开关设备外露部件多，易受气候环境条件的影响。方案二具有占地面积小、可靠性高、检修周期长、维护工作量小的优点。综合考虑投资成本比较、风电场安全运行以及发电效益，本工程推荐采用方案二(户外 GIS 方案)。根据《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》要求，GIS 出线间隔的避雷器宜采用外置结构，故本工程出线避雷器采用敞开式设备。

(3) 电气一次设备材料清单

泗湖山风电场工程风机及电气一次设备材料清单见下表。

表 2-6 湖南泗湖山风电场工程风机及电气一次主要设备材料清单

序号	名称	规格及技术规范	单位	数量	备注
一	风电场设备				
1	风力发电机	3.3MW	台	13	
2	塔 筒		t	5287.1	
3	箱式变电站	ZGS-Z.F-3500/35	台	13	
4	其他风电机组配套设备	1kV 三芯电力电缆 ZC-YJV ₂₃ -3×300	m	3900	
		1kV 单芯电力电缆 ZC-YJV ₆₃ -1×300	m	780	
		1kV 电缆附件,与 ZC-YJV ₂₃ -3×300 配套	套	260	
		1kV 电缆附件,与 ZC-YJV ₆₃ -1×300 配套	套	52	
		φ150PE 管	m	3250	
		φ70 PE 管	m	130	
		φ50 PE 管	m	975	
5	35kV 集电线路	35kV 架空线 LGJ-240	km	0.65	双回
		35kV 电力电缆 HYJYF31-F-26/35kV-3×70+1×24B1	km	1.5	35kV 光电复合电缆
		35kV 电力电缆 HYJYF31-F-26/35kV-3×150+1×24B1	km	1.6	35kV 光电复合电缆

		35kV 电力电缆 HYJYF31-F-26/35kV-3×300+1×24B1	km	5.8	35kV 光电复合电缆
		35kV 电力电缆 HYJYF31-F-26/35kV-3×400+1×24B1	km	2.8	35kV 光电复合电缆
		35kV 电缆终端头	套	30	
		35kV 电缆中间接头	套	6	
6	风机及箱变接地	水平接地装置 镀锌扁钢 60×6	t	20	
		垂直接地装置 镀锌钢管 DN50×3.5	t	7	2.5m/根
		电解地极	套	130	
二		110kV 升压站设备			
1	主变压器系统	电力变压器 SZ11-40000/110 115±8×1.25%/37 YN,d11 Ud%=10.5%	台	1	
		主变中性点成套装置	台	1	
2	110kV 配电装置	110kV GIS 断路器间隔, 2000A, 40kA	个	1	
		融冰开关	组	1	
		氧化锌避雷器 Y10W-102/266	支	3	
		110kV 钢芯铝绞线 LGJ-300	m	60	
		绝缘子串	串	6	
3	35kV 配电装置	35kV 进线柜 KYN61-40.5 型	面	2	
		35kV 出线柜 KYN61-40.5 型	面	1	
		35kV PT 柜 KYN61-40.5 型	面	1	
		接地变柜 KYN61-40.5 型	面	1	
		无功补偿柜 KYN61-40.5 型	面	1	
		35kV 站用变柜 KYN61-40.5 型	面	1	
		无功补偿装置 SVG: ±8Mvar	套	1	
		35kV 接地变压器 DKSC-800/35	台	1	
		电阻柜 R=43Ω	面	1	
		穿墙套管	个	3	
		共箱封闭母线 FM-35/2000A	m/三相	5	
		铜母排(TMY-100×10)	m/三相	20	
		支持绝缘子 ZSW-40.5/8	个	12	

4	站用电系统	站用变压器 SCB10-315/35	台	1	
		10kV 变压器 YBM1-315/10	台	1	
		ZRC-YJV22-1kV 系列各种型号	m	5000	
		35kV 电力电缆 YJV22-3×50、120	m	500	
		35kV 电力电缆头 配套 YJV22-3×50、120	套	10	
		10kV 电力电缆	m	200	
		10kV 电力电缆头 配套 YJV22-3×50	套	2	
		电缆防火涂料	t	6	
5	升压站 接地工程	水平接地装置 镀锌扁钢 60×6mm2	t	6	各种 型号
		垂直接地装置 镀锌钢管 DN50×3.5	t	2	
		降阻剂	t	30	
		电解地极	t	2	
		避雷针	根	2	
6	升压站 照明工程	室外照明配电箱	个	1	
		庭院灯	盏	20	
		投光灯	盏	22	
		泛光灯	盏	6	
		电力电缆	m	1250	
		电力电缆	m	110	
		钢管	m	1360	
		室内照明	项	1	
7	电缆支架		t	2	
8	送出工程		项	1	

3.2 电气二次设备

(1) 监控系统

风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计。根据目前风电监控技术的发展现状，风电场监控系统分为两个部分，即风机计算机监控系统和升压站计算机监控系统，两套系统监控功能各自独立，通过通信互联实现数据交换。

①风机及其 35kV 箱式变压器的控制、保护、测量和信号

a、风机的控制、保护、测量和信号

风机计算机监控系统由风机厂家配套提供，完成机组的自动监测和控制，实现对机组遥控、遥调、遥测、遥信等功能。风机监控系统具备与升压站监控系统数据通信的功能。

风力发电机组正常采用集中监控方式，集控层设备布置在 110kV 升压站内，对风电场内所有风电机组进行集中远方监测和控制。在每台风机的现地控制柜上，运行人员可通过人机接口对风机进行现地监测和控制。在风电机组运行过程中，风机监控系统能连续监测风机的转速，控制制动系统使风机安全运行。

风力发电机组配置以下保护装置：过负荷保护、过电流保护、低电压保护、过电压保护、低频保护、高频保护、电网故障保护、温度高报警信号、温度过高保护、振动超限保护、超速保护、电缆非正常缠绕和传感器故障信号等。当过流保护、低电压保护、过电压保护、低频保护、高频保护、电网故障保护、温度过高保护、振动超限保护、超速保护动作后，发出相应动作信号，跳开风电机组出口断路器，并停机。当过负荷、温度高报警信号、电缆非正常缠绕和传感器故障信号等保护动作后发出报警信号。风电机组的保护定值应与电网保护相匹配。

风电机组配有各种监测装置和变送器，用以反映风电机组实时状态。风机计算机监控系统能连续自动对各风电机组进行监测，并能显示以下内容：当前日期和时间、叶轮转速、发电机转速、风速、环境温度、风力发电机温度、功率和偏航情况等。

风电机组配置振动在线监测系统，实现对风电机组关键机械部件(主传动链上各轴承、齿轮及塔架等)的振动在线自动监测，精确定位故障部件、准确识别故障类型和故障程度，并对将要危及安全的故障，发出早期预警，提请维修，以防止故障扩大。

b、35kV 箱式变压器的控制、保护、测量和信号

35kV 箱式变的控制、保护、测量和信号应满足相关规程规范的要求。箱变内配置箱变测控装置，将箱变信号通过风机间通信光缆远传至升压站监控系统，实现对箱式变的远程监控。箱式变的监控信息主要有：

遥信量：高压负荷开关位置信号、高压熔断器熔断信号、压力释放动作跳闸信号、油温超高跳闸信号、油温过高报警信号、油位异常报警信号、低压断路器位置信号、低压断路器保护动作信号、箱变柜门位置信号、远方/就地操作信号等；

遥测量：油面温度等；

	<p>遥控量：高压负荷开关分/合、低压断路器分/合等。</p> <p>35kV 箱变高压侧配置熔断器加负荷开关作为变压器短路和过载保护；低压侧配置智能断路器，具有过载保护、短路短延时保护、短路瞬时保护、接地故障保护等；变压器本体配置压力释放、油温、油位等非电量保护。</p> <p>根据调网安〔2018〕10号国调中心关于印发《国家电网公司电力监控系统等级保护及安全评估工作规范(试行)》等3个文件的通知要求，每台风机及每台箱变保护测控装置出口加装1台微型纵向加密装置，接入升压站监控后台前对风机监控与箱变监控各配置1台电力专用核心纵向加密认证装置。</p> <p>②升压站计算机监控系统</p> <p>110kV 升压站监控系统采用开放式、分层分布式的系统，由站控层和间隔层组成，两层采用双以太网连接。站控层设备负责全站的集中监控，主要由主机兼操作员工作站、主机兼工程师工作站、远动工作站、卫星对时装置、网络接口设备和打印机等设备组成，这些功能设备各自独立，共享站内的所有信息。间隔层设备主要由测控单元和保护单元组成，测控单元采用面向设备，单元化设计。间隔层设备主要包括主变保护、110kV 线路保护、110kV 线路测控、主变测控、35kV 配电设备保护测控、公用测控等设备。</p> <p>风电场升压站设置1套卫星时钟同步对时系统，双时钟主备方式，两台主时钟各自独立接收GPS和北斗卫星的标准授时信号，对监控系统站控层设备、保护/测控装置、故障录波装置、安全自动装置、风电场监控系统及其他智能设备等进行对时。时间同步装置应具备对被授时设备的时间同步状态监测功能，采用NTP的方式实现对被授时设备的时间同步监测，同时，保护测控装置等被授时装置应支持NTP时间同步监测方式。</p> <p>a、监控功能</p> <p>升压站监控系统站控层设备能够对110kV断路器，110kV电动隔离开关和接地刀闸、主变中性点开关、35kV断路器等进行远方操作。间隔层设备采集各种实时信息，监测和控制一次设备的运行，自动协调就地操作与站控层的操作要求，保证设备安全运行，并具有就地/远方切换开关，在升压站站控层及网络失效的情况下，仍能独立完成一次设备的监测和控制功能。</p>
--	---

隔离开关、接地刀闸等都必须具有操作闭锁措施，严防电气误操作。升压站配置1套微机五防系统，以防止误分、误合开关；防止带负荷拉、合隔离开关；防止带电挂(合)接地线(接地刀闸)；防止带接地线(接地刀闸)合隔离开关(隔离开关)；防止误入带电间隔。

b、监测功能

升压站监控系统的监测功能主要有：数据采集及处理；事件顺序记录及故障处理；异常报警；历史数据记录；运行监视及运行管理等。

实时数据的采集量包括交流模拟量、直流模拟量、温度量、电度量及开关量。数据处理是系统对所采集的实时数据进行处理及监测。

事件记录包括：各保护装置动作编号，断路器跳、合闸信号，无功的控制操作等。所有事件记录信号的时间采用卫星时钟，当事件顺序记录数据变位时，系统应将事件发生的时刻、性质、名称记录在实时数据库。

异常报警应具有声、光闪烁LCD报警条文显示等功能，当报警状态返回正常时，声、光闪烁自动消失，而报警条文转入历史数据库中。

历史数据记录是指历史数据按重要情况，存入历史数据库；历史数据库分日、月、年存入，并按时间更新数据库。

运行监视和运行管理，运行人员在监控主机上能实现人机联系功能。

c、远动功能

升压站监控系统通过远动通信工作站与电网调度系统通信，负责完成对风电场的遥测、遥信、遥控、遥调等远动功能。

遥测功能：能够遥测调度端所需要的交流电流、交流电压、频率、有功功率、无功功率等模拟量。

遥信功能：能够传送调度端所需的断路器、主变中性点接地刀闸、主变调压开关接头位置等状态信号，此类开关量变位优先传送。此外，还有保护装置动作及故障信号，反应运行设备异常的告警信号及事故总信号等。

遥控功能：能够在调度端遥控操作断路器、主变中性点的电动接地刀闸等系统设备，所有遥控操作必须具有操作权限和闭锁限制。

遥调功能：能对保护定值进行修改，对风电机组有功、无功，变压器分接头进行

	<p>调节。同样遥调操作也必须有操作权限和闭锁限制。</p> <p>(2) 继电保护及安全自动装置</p> <p>升压站内主要电气设备(110kV 线路、主变压器、35kV 线路等)的继电保护及安全自动装置按照《继电保护和安全自动装置技术规程》(GB/T 14285-2006)、《并网风电场继电保护配置及整定技术规范》(DL/T 1631-2016)等规程规范进行配置，同时须满足当地电网的要求和实际情况，继电保护选用微机型保护装置。</p> <p>①主变压器保护</p> <p>根据湖南省电力公司相关文件要求，110kV 主变压器电量保护采用主后一体化装置双套配置，非电量保护单套独立配置，组 2 面柜。电量保护配置如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> a、纵联差动保护（双套配置）：作为主变压器内部及引出线短路故障的主保护。保护装置具有躲避励磁涌流和外部短路时产生的不平衡电流能力，过励磁时应闭锁。保护瞬时动作跳主变两侧断路器。 b、高压侧复合电压闭锁方向过流保护（双套配置）：作为主变压器内部相间故障的近后备保护，外部相间短路引起主变过电流的远后备保护，保护延时跳主变两侧断路器。 c、零序电流保护（双套配置）：作为主变压器中性点接地运行时高压侧单相接地故障的后备保护，保护延时动作主变压器两侧断路器跳闸。 d、间隙零序电流、零序过电压保护（双套配置）：当主变压器中性点不接地运行，电力网单相接地且失去中性点时，间隙零序电流瞬时、零序过电压短延时动作主变压器两侧断路器跳闸。 e、低压侧复合电压闭锁方向过流保护（双套配置）：作为主变低压侧相间短路和 35kV 侧母线后备保护。保护延时跳主变两侧断路器 f、过负荷保护（双套配置）：主变高、低压侧均配置，动作发信号。 <p>非电量保护包括：</p> <p>瓦斯保护：主变压器本体和有载调压开关均设有该保护。轻瓦斯动作发信号，重瓦斯动作后瞬时跳主变压器两侧断路器。</p> <p>压力释放保护：保护瞬时跳主变压器两侧断路器。</p> <p>温度保护：温度过高时主变压器两侧断路器跳闸，温度升高时动作于发信号。</p>
--	--

	<p>油面降低保护：油面降低动作发信号。</p> <p>②110kV 线路保护</p> <p>110kV 线路拟配置 1 套光纤纵联差动保护作为 110kV 线路主保护，并配有阶段式相间距离、接地距离及零序电流方向保护做后备保护，组 1 面柜。110kV 线路保护应与线路对侧保护配置一致。110kV 线路保护最终配置应根据接入电力系统审定方案确定。</p> <p>③35kV 线路保护</p> <p>35kV 线路保护采用保护测控一体的微机型保护装置，安装于相应开关柜中，配置有：电流速断保护、过电流保护、零序电流保护、过负荷保护等。</p> <p>④35kV 母线保护</p> <p>风电场 35kV 系统为单母线接线，配置 1 套 35kV 母线差动保护装置，组 1 面柜，作为 35kV 母线的快速母线保护，保护动作后快速跳开与故障母线相连的所有断路器。</p> <p>⑤110kV 母线保护</p> <p>风电场 110kV 系统为单母线接线，配置 1 套 110kV 母线差动保护装置，组 1 面柜，作为 110kV 母线的快速母线保护，保护动作后快速跳开与故障母线相连的所有断路器。</p> <p>⑥35kV 站用变保护</p> <p>35kV 站用变保护采用保护测控一体的微机型保护装置，安装于相应开关柜中，配置有电流速断保护、过电流保护、零序电流保护、低压侧零序电流保护、非电量保护等。</p> <p>⑦35kV 接地变保护</p> <p>35kV 接地变保护采用保护测控一体的微机型保护装置，安装于相应开关柜中，配置有电流速断保护、过电流保护、零序电流保护、非电量保护等。</p> <p>⑧35kV 无功补偿装置保护</p> <p>35kV 无功补偿装置采用降压 SVG 型式，SVG 支路保护选用微机型保护测控一体化装置，就地安装在开关柜内。配置有：差动保护、非电量保护、电流速断保护、两段式过电流保护、过负荷保护、单相接地保护等。</p> <p>SVG 装置测控保护由厂家配套提供，装置的保护包括：SVG 系统输出过电流故</p>
--	---

障保护和电网供电电压过压故障保护等。功率单元的保护包括：IGBT 驱动故障保护、直流过压保护、冷却系统故障及超温故障保护等。

⑨故障录波装置

故障录波装置具有稳态记录功能、升压站或电网故障时的暂态数据记录功能，当升压站或电网连续多次发生大扰动时，装置应能完整地记录每次大扰动的全过程数据。根据有关规程，本期风电场配置 1 套故障录波，组 1 面柜。最终配置情况以最终的接入系统报告及批复为准。

⑩安全自动装置

本工程拟配置频率电压紧急控制装置 1 套，具有高频切机，高压解列等功能。组 1 面柜。最终配置情况以最终的接入系统报告及批复为准。

(3) 调度自动化

①远动系统

升压站内不配置独立的 RTU 设备，采用升压站监控系统的远动工作站完成远动功能。远动工作站冗余配置，热备用，能够实现调度端对风电场的“四遥”功能。风电场远动信息按照电力系统调度自动化要求和部颁《电力系统调度自动化设计技术规定》及当地电网要求设定采集量。

②电能量计量

风电场工程以 1 回 110kV 出线接入电网，风电场计量关口点设在厂网产权分界处。本风电场厂网产权分界处暂考虑设在风电场 110kV 出线侧。

在风电场关口计量点安装高精度多功能电能表，1 主 1 副双表配置，电能表有功精度为 0.2S 级；无功精度为 2 级，并安装失压计时仪 1 台。计量点处专用电流互感器计量绕组精度不低于 0.2S 级，专用电压互感器计量绕组精度不低于 0.2 级，并 2 台配置电能量远方终端，分别将采集电量信息远传到省调计量主站系统及地调计量主站。在主变高压侧配置 0.2S 级考核表 1 块，上述关口计量设备共组 1 面柜。

另外，本风电场设置 6 块 0.5S 级电能表用于 35kV 回路计量，安装在 35kV 开关柜中。设置 1 块 0.2S 级电能表用于 10kV 进线计量，安装在 10kV 站用备用变压器开关柜中。

③风功率预测系统

为提高风电场发电效率，配合电网公司调度需求及满足电网并网技术标准要求，风电场应配置风功率预测系统，并按调度部门的要求报送风功率预测曲线。本风电场配置 1 套风电功率预测系统。

④风功率控制系统

本工程配置 1 套功率控制系统，能够接收并自动执行调度部门发送的有功功率（AGC）和无功功率（AVC）的控制指令，确保本项目有功功率和无功功率按照电力调度部门的要求运行。

本工程配置 1 套一次调频系统，与功率控制系统集成。一次调频系统与 AGC 进行信息交互，获取相关必要数据，通过并网快频测控装置直接采集并网点的频率。当出现频率扰动时，系统按照设置好的调频策略进行响应调节。

⑤电能质量监测装置

为监测风电场输入电网的电能质量情况，本工程配置 1 套电能质量监测装置，装置能检测系统电压、频率、三相不平衡度、谐波、闪变、间谐波、谐波功率等电能质量参数。最终配置情况以接入系统报告及批复为准。

⑥同步相量测量装置

根据国家能源局关于印发《防止电力生产事故的二十五项重点要求》的通知（国能安全[2014]161 号）的文件要求，本风电场配置 1 套同步相量测量装置，含 2 台同步相量数据集中器，2 台交换机，1 台同步相量数据采集器，组 1 面柜。同步相量测量装置应包含具备连续录波、低频振荡监测和次同步振荡监测功能，其测量信息应能满足调度机构的需求，并提供给厂站进行就地分析。相量测量装置与主站之间采用调度数据网络进行信息交互。最终配置情况以最终的接入系统报告及批复为准。

⑦调度数据网及二次安防

本工程考虑在 110kV 升压站内配置 2 套调度数据网设备，含路由器、交换机等。调度数据网接入设备组 2 面柜，布置在继保室内。最终配置情况以接入系统报告及批复为准。

⑧调度生产管理系统及综合数据网设备

风电场配置 1 套调度生产管理系统和 1 套综合数据网接入设备，调度生产管理系统用于实现风电场设备检修申报等调度运行管理业务。调度生产管理系统终端通过综

合数据网实现与省调、地调的信息交互。综合数据网接入设备包含路由器、防火墙、交换机等，接入设备应与电网综合数据专网设备型号相一致。

(4) 交直流控制电源系统

本风电场升压站装设 1 套将交流电源、直流操作电源、电力专用交流不间断电源(UPS) 等升压站站用电源一体化设计、一体化配置、一体化监控的电源系统，通过一体化监控模块将站用电源各子系统通信网络化，实现站用电源信息共享。

站内蓄电池容量选取按全站事故放电不小于 2 小时计算，并考虑一定容量裕度，直流操作电源设置 1 组 220V、250Ah 阀控式密封铅酸蓄电池，配置 2 套高频开关充电装置，充电模块 3+1 配置(3 个 20A+1 个 20A 备用的整流模块)。通信不单独设通信专用直流电源，由 220V 直流电源经两套互为备用的 DC/DC 转换装置供给。

电力专用交流不间断电源(UPS) 由输入、输出隔离变压器，整流器，逆变器，静态开关，手动维修旁路开关，馈线开关等组成，对监控系统站控层设备、微机防误系统、调度数据网及二次安防设备，电量采集装置等负荷供电。配置 1 套 UPS，容量拟定为 7.5kVA，UPS 主机冗余配置。正常时由站用交流电供电，当站用交流电失电时，由站内 220V 直流电逆变为交流 220V 输出，UPS 总的静态切换时间≤4ms。

(5) 视频安防监视系统

视频安防监视系统采用全数字方式，监视对象主要包括风电场风电机组、高低压配电设备、SVG 设备、继保室及升压站四周等。视频安防监视系统的设计应满足相关设计规程规范和电力行业反恐怖防范标准（试行）的要求。

视频安防监视系统包括视频服务器、终端监视器、摄像机、视频电缆、网络设备、控制电缆及沿升压站围墙四周设置远红外线探测器或电子栅栏等。视频安防监控系统应能与火灾报警控制系统联动。视频服务器等后台设备按全站最终规模配置，并留有远方监视的接口。视频安防监视系统摄像机配置见下表。

表 2-7 风电场视频安防布置表

序号	监视对象	摄像头类型	数量	备注
1	主变压器	室外网络快速球机	1	安装在主变附近
2	GIS 设备	室内网络快速球机	1	安装在设备附近
3	围墙四周	室外网络快速球机	4	安装在围墙附近
4	户内 SVG 设备	室内网络均速球机	1	安装在 SVG 室

5	35kV 配电设备	室内网络均速球机	2	安装在 35kV 配电室对角
6	继保屏柜	室内网络均速球机	3	安装在继保室
7	监控中心	室内网络均速球机	1	安装在控制室
8	控制楼门厅	室内网络均速球机	1	安装在门厅
9	设备区全景	室外网络快速球机	1	安装在综合楼顶
10	进站大门	室外网络快速球机	1	安装在进站大门附近
11	交直流一体化室	室内网络均速球机	1	安装在交直流一体化室
12	蓄电池室	室内网络防爆均速球机	1	安装在蓄电池室
13	风机和箱变	室外网络快速球机	13	安装在风机箱变附近

(6) 电工试验设备

根据风电场工程管理原则和需要，配备 1 套相应数量的仪器仪表设备，供相应电气设备进行调整、试验以及今后的维护和检验。

(7) 主要电气二次设备清单

风电场工程主要电气二次设备见下表。

表 2-8 主要电气二次设备清单

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
一	控制和保护				
1	110kV 线路保护柜	微机型	面	1	
2	110kV 线路测控柜	微机型	面	1	
3	主变保护柜	微机型	面	2	
4	主变测控柜	微机型	面	1	
5	110kV 母线保护柜	微机型	面	1	
6	故障录波柜	微机型	面	1	
7	频率电压控制柜		面	1	
8	公用测控柜		面	1	
9	同步相量测量装置柜		面	1	
10	电能质量监测柜		面	1	
11	时间同步系统柜	含 2 台主时钟，1 台扩展时钟等	面	1	
12	关口电能计量系统	有功 0.2S 级电表 2 块，失压计时仪 1 台，计量采集终端 2 台，主变高	面	1	

		压侧考核表 1 块			
13	35kV 母线保护柜	微机型	面	1	
14	35kV 线路保护测控装置	微机型	套	2	装在开关柜中
15	35kV 接地变保护测控装置	微机型	套	1	装在开关柜中
16	35kV 站用变保护测控装置	微机型	套	1	装在开关柜中
17	35kV 无功补偿进线保护测控装置	微机型	套	1	装在开关柜中
18	35kV 无功补偿控制保护装置	微机型	套	1	厂家自带
19	0.5S 级双向多功能电能表		块	6	装在各自开关柜中
20	0.2S 级双向多功能电能表		块	1	装在欧变中
21	智能操显装置		台	7	装在开关柜中
22	调度数据网设备		套	2	
包括	路由器		台	1	
	交换机		台	2	
23	二次安防设备		套	1	
包括	纵向加密认证装置		套	4	
	正向物理隔离装置		台	1	
	反向物理隔离装置		台	1	
	防火墙		台	2	
	入侵检测装置		台	2	
	网络安全监测装置		台	2	
	安全审计		套	1	
	核心防护	全站主机加固	项	1	
	国产防病毒软件		套	2	
	监控系统安全测评市		项	1	

	公安局省调备案				
24	综合数据网	路由器, 交换机	套	1	
25	调度生产管理系统		套	1	
26	升压站微机监控系统		套	1	
包括	监控主机兼操作员工作站		套	1	
	监控主机兼工程师工作站		套	1	
	远动工作站		套	2	
	微机防误系统		套	1	
	网络设备		套	2	冗余双网
	打印机		台	2	
	软件		套	1	
27	控制电缆		km	15	
28	接地铜缆	50mm ²	m	80	
	接地铜缆	100mm ²	m	80	
	接地铜排	120mm ²	m	150	
29	功率控制系统	AGC/AVC, 一次调频系统	套	1	
30	风电场微机监控系统	含操作员站、冗余配置的数据采集服务器, 13 台 10M 纵向加密装置、1 台 1000M 纵向加密装置等	套	1	由风机厂家提供
31	箱变测控系统	含 13 台箱变测控装置、14 台 10M 纵向加密装置、1 台 1000M 纵向加密装置、组网设备等	套	1	
32	保护及故障信息子站		套	1	
二	交直流控制电源系统		套	1	
1	直流馈线柜		面	1	
2	高频开关电源柜	220V/ 3×20+20 [备用]A	面	2	
3	阀控式铅酸免维护蓄电池	单体 2V, 容量 250Ah, 电池 104 只/组	组	1	
4	通信电源柜	两套 DC/DC 装置及馈线	面	1	
5	事故照明逆变装置	3kVA	套	1	
6	交流不停电系统(UPS)	2×7.5kVA, 主机冗余配置	套	1	
7	交流进线柜		面	2	

8	交流馈线柜		面	2	
三	风功率预测系统		套	1	
四	视频安防监视系统		套	1	
五	电工实验设备		套	1	

3.3 通信

(1) 系统通信

①调度关系

风电场升压站以 1 回 110kV 出线接入电网, 风电场的电力调度管理关系暂定为湖南省调调度, 相关信息送湖南省调及益阳地调。最终的调度关系以最终的接入系统报告及批复为准。

②系统信息对通信的要求

本风电场系统通信信息主要有继电保护及安全自动装置信息、远动信息、计量信息、行政及调度电话信息等。通道按需要组织如下:

a、继电保护要求

风电场 1 回 110kV 出线配置 1 套微机光纤成套保护作为线路保护, 保护信号采用专用纤芯传输, 线路保护需配置 1 个专用通道, 采用光缆的专用纤芯, 用 2 芯备 2 芯。

b、远动要求

风电场远动信息分别送至湖南省调和益阳地调。

风电场至湖南省调主通道拟为调度数据网通道。

风电场至益阳地调主通道拟为调度数据网通道。

c、调度电话

风电场至湖南省调应配置 2 部内部调度电话, 方便湖南省调对风电场的调度工作联系。

d、计量要求

风电场远动信息分别送至湖南省调和益阳地调。

本风电场至湖南省调的电能计量信息主通道拟为电力调度数据网通道。

本风电场至益阳地调的电能计量信息主通道拟为电力调度数据网通道。

③系统通信方案

系统通信主要为继电保护信息、远动信息、计量信息等提供传输通道, 并为上级

主管部门对风电场生产调度提供电话通道。综合考虑系统信息和本项目对通信的要求，系统通信方案暂为：

系统通信采取光纤通信方式。升压站至对侧变电站架设 1 根 24 芯 OPGW 光缆，作为继保、通信合用通道，以满足各种信息传输要求。升压站拟配置 SDH 光传输设备 1 套，配置 PCM 复接设备 1 套。引入升压站的进场光缆采用非金属阻燃光缆，长度按 0.8km 考虑。

最终的配置方案以最终的接入系统报告及批复为准。

(2) 风电场通信

①风机通信

风电场工程需建设风电机组至升压站的光纤通信线路，该通信线路将根据风机分布情况和控制方式构成网络方式运行，以保证各风电机组及箱变在运行控制、维护管理及故障信息上传等方面的通信需求。

本期风电场 35kV 集电线路主要采用直埋与部分架空混合的方式，故风机及箱变监控通信光缆推荐直埋与架空混合的敷设方式，光缆宜与风电场集电线路同期、同路由敷设，以减少工程施工量，降低工程造价。根据风电场风机布置的推荐方案直埋光缆拟采用 GYFTA53-24B1 型，总长度约按 12.8km 考虑；架空光缆拟采用 OPGW-24B1 型，总长度按 0.7km 考虑；从杆塔引下至风机的光缆拟采用 24 芯非金属阻燃光缆，总长度按 1km 考虑。

②场内通信

场内通信系统是实现风电场正常生产运行和调度管理的重要保证，本风电场内通信主要解决生产运行和行政管理所必须的办公电话以及信息网的用户接入等问题。

风电场不设置调度程控交换机，调度电话由调度运行单位直接放小号方式解决。站内固定电话网络采用直接配线方式，全站设置相应数量的电话分线箱，站内各处固定电话用户均由相应分线箱引出。

风电场移动通信指风电场检修及巡视的通信方式，即各风力发电机组之间，风力发电机组塔顶与地面之间，风力发电机组与升压变电站之间的语音通信，主要采用大功率无线对讲机通信方式，并以公网手机通信方式为辅，大功率无线对讲机暂按 6 部配置。

(3) 通信电源

通信不单独设通信专用直流电源,由220V 直流电源经两套互为备用的DC/DC 转换装置供给。

(4) 主要通信设备清单

风电场工程主要通信设备见下表。

表 2-9 主要通信设备材料清单

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
1	SDH 光传输设备		套	1	
2	PCM 复接设备		套	1	
3	调度电话		套	2	
4	综合配线屏	含 ODF、DDF、MDF	面	1	
5	电话分线箱		个	1	
6	电信电话网络柜		面	1	
7	综合布线		项	1	
8	电话机		部	10	
9	对讲机		部	6	
10	电话线		km	3	
11	风机通信光缆	GYFTA53-24B1	km	12.9	
		OPGW-24B1	km	0.7	
		24 芯非金属阻燃光缆	km	1	
12	进场光缆	非金非金属阻燃光缆	km	0.8	

3.4 采暖、通风、空调

(1) 室内外计算参数

①室外空气计算参数

冬季

采暖计算温度 1℃

空调计算温度 -1.1℃

通风计算温度 6.2℃

最冷月平均相对湿度 84%

夏季

空调干球计算温度	35.6°C
空调湿球计算温度	26.7°C
空调日平均温度	31.7°C
通风计算温度	32.9°C
最热月平均相对湿度	55%

②室内空气设计参数，详见下表。

表 2-10 室内空气设计参数表

房间名称	冬季		夏季	
	温度(°C)	相对湿度%	温度(°C)	相对湿度%
控制室、继保室	20±1	60±10	26±1	60±10
办公室、资料室、休息室	18	-	≤30	-
高低压配电室	-	-	≤35	-

(2) 采暖

根据当地气候条件，本工程不单独设置采暖系统，而是与空调系统合并，采用冷暖型分体空调。

(3) 通风

①主控室、继保室通过外窗自然通风。

②35kV 配电室、交直流一体化室设事故排风，采用自然进风、机械排风的通风方式，事故排风机兼作通风机用。通风量按每小时 12 次换气次数计算；35kV 配电室选用 T35-11No5.0 轴流风机 4 台；交直流一体化室选用 T35-11No3.15 轴流风机 2 台。

③无功补偿预制舱散热通风由厂家自行解决。

④卫生间采用通风器通风。

⑤通风系统空气均不作循环，各房间均为独立的通风系统。

(4) 空气调节

根据升压站房间布置、当地气候条件，考虑设备稳定运行和人员舒适要求。控制室、继保室、办公室、餐厅、宿舍等设分体柜式或壁挂式冷暖型空调机。

(5) 采暖、通风与空气调节材料清单

采暖、通风与空气调节主要设备清单见下表。

表 2-11 采暖、通风空调专业设备清单

序号	设备名称	规格	单位	数量
1	轴流风机	T35-11No3.15 L=2078m ³ /h N=0.09kW	台	2
2	轴流风机	T35-11No5.0 L=7273m ³ /h N=0.5kW	台	4
3	分体柜式空调(冷暖型)	QL=7.5kW N=3P 220V	台	4
4	分体壁挂式空调 (冷暖型)	QL=3.75kW N=1.5P 220V	台	15

4 消防

4.1 消防总体设计

(1) 升压站不设专职消防队，但需配备1~2名兼职消防人员。初期火灾由站内兼职消防人员自行组织灭火，同时通知当地消防队支援共同扑灭火灾。

(2) 本工程消防总体设计采用综合消防技术措施，从防火、监测、报警、控制、灭火、排烟、逃生等各方面入手，力争杜绝火灾发生的可能性，一旦火灾发生也能在最短时间内予以扑灭，使损失减少到最低，同时确保火灾时人员的安全疏散。

(3) 升压站内消防通道路宽不小于4m，转弯半径不小于9m，通道呈环形布置，消防车可直达站内任何位置。

(4) 升压站主控制室与消防控制室合并设置。

(5) 根据生产重要性和火灾危险性程度配置消防设施和器材。

4.2 工程消防设计

(1) 主要建筑物火灾危险性类别及耐火等级

根据《火力发电厂与变电所设计防火规范》(GB50229-2006)，本变电站建(构)筑物各部位火灾危险性类别、耐火等级见下表。在建筑设计时墙体、门窗、楼梯等均按火灾危险性分类、耐火等级进行设计，并确保各建筑物之间的防火距离符合规范要求。

表 2-12 升压站建(构)筑物火灾危险性类别、耐火等级

建(构)筑物名称	火灾危险性类别	耐火等级
综合控制楼	丁	二级
附属用房(含水泵房)	戊	一级
无功补偿室	戊	二级
柴油机房	丙	二级

根据《火力发电厂与变电所设计防火规范》条款规定，各建(构)筑物之间的防火

距离符合规范要求。

①建筑物消防设计

综合控制楼为三层框架结构，主要布置了主控室、继保室、35kV 配电室、GIS 室、蓄电池室、交直流一体化室、宿舍等，总建筑面积为 2277.70m²，建筑高度为 13.15m。主要布置了 3 个疏散楼梯，2 个室内楼梯，1 个户外楼梯，疏散走廊净宽为 2.2m，疏散门宽度分别是 1m、1.4m，电气房间如主控继保室、交直流一体化室、35kV 配电室、GIS 室、蓄电池室均采用钢制防火门并向疏散方向开启。

附属用房（含水泵房）为一层框架结构，主要布置了水泵房及库房等，总建筑面积为 283.64m²，建筑高度为 4.50m。疏散门净宽为 1.5m，水泵房的门采用防火门并向疏散方向开启。

无功补偿室为一层框架结构，建筑面积为 96.72m²，建筑高度为 5.40m。疏散门净宽为 1.5m，并采用向疏散方向开启的防火门。

柴油机房为一层框架结构，建筑面积为 55.24m²，建筑高度为 4.50m。疏散门净宽为 1.5m，并采用向疏散方向开启的防火门。

②建筑内部装修防火设计

建筑内部装修满足《建筑内部装修设计防火规范》GB50222-2017 相关要求。

a、主控继保室、35KV 配电室、交直流一体化室、蓄电池室、SVG 控制室其内部所有装修均应采用 A 级装修材料。

b、其余房间其顶棚、墙面、地面采用不低于 B1、B2 的装修材料。

（2）安全疏散通道和消防通道

①主控继保室、35kV 配电室等房间面积均大于 50m²，设有两个疏散门。

②主控继保室、交直流一体化室、35kV 配电室、GIS 室、蓄电池室门为乙级防火门，向疏散方向开启。

③升压站内道路设计成环形，主干道净宽 6.0m，其他车道 4.0m，局部布置了尽端式回车坪，满足消防车道及转弯半径要求。

（3）主要场所及主要机电设备消防设计

①综合控制楼

综合控制楼一、二层走廊各设 4 具手提式干粉灭火器；主控室设 4 具手提式干粉

<p>灭火器；厨房、餐厅各设 2 具手提式干粉灭火器。</p> <p>②配电装置楼、附属用房</p> <p>35kV 配电室、继保室各设 6 具手提式干粉灭火器；交直流一体化室设 4 具手提式干粉灭火器；附属用房设 8 具手提式干粉灭火器。</p> <p>③户外主变压器、无功补偿装置</p> <p>升压站选用 1 台容量为 50MVA 的 110kV 主变压器，根据规范要求，主变压器采用干粉灭火及干砂灭火；主变压器旁设 2 具推车式干粉灭火器，1 个消防砂箱($1m^3$)，并配置 5 把消防铲；户外无功补偿装置设 2 具推车式干粉灭火器。</p> <p>主变压器布置在户外，变压器底部设有贮油坑，贮油坑容积为主变压器油量的 20%设计。主变油坑铺设厚度不小于 250mm 的卵石，卵石直径宜为 50~80mm。贮油坑尺寸大于主变压器外廓线各 1m。坑底设有排油管，在主变压器附近设置事故油池，容量按单台变压器最大油量的 60%确定，事故油池有油水分离的功能。变压器事故状态下需排油时，经主变下部的贮油坑与排油管排至事故油池。</p> <p>④电缆沟</p> <p>从室外进入室内的电缆入口处、电缆竖井的出入口处、电缆接头处、长度超过 100m 的电缆沟道，均采取防止电缆火灾蔓延的封堵或分隔措施。</p> <p>⑤风力发电机组及箱变</p> <p>风力发电机组、箱变分布较广且风力发电机舱是在几十米以上的高空，发生火灾时消防人员不可能及时扑救。因此，风力发电机组及箱变的防火措施主要以预防为主，同时配备相应的灭火器及自动灭火装置，灭火设施由供货商配套供应。</p> <p>(4) 消防水设计</p> <p>升压站综合控制楼、配电装置楼、附属用房火灾危险性为戊类，耐火等级为二级。综合控制楼为站内最大建筑物。根据规范要求，本工程不设置水消防系统。</p> <p>(5) 消防电气</p> <p>本升压站消防配电设备主要包括火灾自动报警系统、应急照明系统，消防电源采用双电源供电。</p> <p>①火灾自动报警系统：火灾自动报警系统电源由站用电系统供电，同时该系统自身配备一套 DC24V 的备用电源。</p>
--

②应急照明：在控制室、继保室、交直流一体化室、35kV 配电室、GIS 室等高低压配电室设有备用照明，正常情况下采用 220V 交流供电，事故时由直流逆变电源供电，蓄电池能维持备用照明 3h。在主要疏散通道、楼梯间、出入口处设置自充电式的应急灯及疏散标志灯，蓄电池供电时间不小于 1h。

③消防配电的配电线路均暗敷于非燃烧结构内，或采用金属管保护，电线电缆均采用耐火型电缆。

（6）防火排烟设计

根据《火力发电厂与变电所设计防火规范》GB50229-2006、《发电厂供暖通风与空气调节设计规范》DL/T 5035-2016 的相关要求。

①主控室、继保室无需设置机械排烟装置，通过外窗自然排烟。

②高低压配电室、设置机械排风系统。发生火灾时自动切断通风机电源，灭火完成后，手动打开排风机进行事故后排烟。

③通风系统空气均不作循环，各房间均为独立的通风系统。

（7）火灾自动探测报警系统

根据《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013 的要求，升压站采用集中报警系统。在主主控室设置柜式火灾报警控制器(联动型)用于监测设置在各场所的火警信号，并对消防设备实施自动联动控制。

根据各房间的功能选择不同的探测器：电缆沟采用缆式线型感温探测器，其他采用感烟、感温探测器。在各防火分区适当位置设置带电话插孔的手动报警按钮以及声光报警器。探测器或手动报警按钮动作时，火灾报警控制器发出声光报警并显示报警点地址并启动声光报警器，按预先编制好的逻辑关系发出控制指令，也可由值班人员在火灾报警控制器上手动操作。

风电机组的机舱及机舱平台底板下部、塔架及竖向电缆桥架、塔架底部设备层、各类电气柜设置火灾自动探测报警系统，信号与风电机组中心控制系统相连，传输至风电场升压站监控系统。

（8）消防设备材料清单

消防主要设备清单见下表。

表 2-13 主要消防设备清单

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
1	火灾自动报警系统		项	1	
2	手提式磷酸铵盐干粉灭火器	MF/ABC4	具	72	塔筒、箱变
3	火探管式自动灭火装置		套	18	风电机组
4	手提式磷酸铵盐干粉灭火器	MF/ABC4	具	50	升压站
5	推车式磷酸铵盐干粉灭火器	MFT/ABC50	具	4	
6	防火堵料/涂料	WS-II/FZD-II	吨	1	
7	消防砂箱	1m ³	个	1	
8	消防铲		把	5	

4.3 施工消防

(1) 建筑防火

临时用房和在建工程应采取可靠的防火分隔和安全疏散等防火技术措施。

①临时用房防火

宿舍、办公用房的防火设计应符合下列规定：建筑构件的燃烧性能等级应为 A 级。当采用金属夹芯板材时，其芯材的燃烧性能等级应为 A 级；建筑层数不应超过 3 层，每层建筑面积不应大于 300m²；层数为 3 层或每层建筑面积大于 200m² 时，应设置至少 2 部疏散楼梯，房间疏散门至疏散楼梯的最大距离不应大于 25m；宿舍、办公用房不应与厨房、操作间、变配电房等组合建造。

会议室、文化娱乐室等人员密集的房间应设置在临时用房的第一层，其疏散门应向疏散方向开启。

其他临时用房防火措施应符合《建设工程施工现场消防安全技术规范》第 4.2 节的有关规定。

②在建工程防火

施工现场应设置灭火器、临时消防给水系统和临时消防应急照明等临时消防设施。

临时消防设施应与在建工程的施工同步设置。房屋建筑工程中，临时消防设施的设置与在建工程主体结构施工进度的差距不应超过 3 层。

在建工程可利用已具备使用条件的永久性消防设施作为临时消防设施。当永久性

消防设施无法满足使用要求时，应增设临时消防设施，并应符合《建设施工现场消防安全技术规范》第 5.2~5.4 节的有关规定。

地下工程的施工作业场所宜配备防毒面具。

(2) 临时消防设施

①灭火器

- a、变配电房设置 2 具干粉灭火器。
- b、临时办公用房、宿舍按每 $100m^2$ 面积配置不少于 1 具干粉灭火器。
- c、在建工程各单体每层楼梯口或室外配置 2 具干粉灭火器。
- d、木材库、综合仓库、加工厂按每 $25m^2$ 面积配置不少于一具干粉灭火器。

②临时消防给水系统

本工程临时用房建筑面积之和小于 $1000m^2$ ，在建工程单体体积小于 $10000m^3$ ，不设置临时室外消防给水系统。

③应急照明

变配电房、无天然采光的作业场所及疏散通道设置应急照明，应急照明灯具宜选用自备电源的应急照明灯具，自备电源的连续供电时间不小于 60 min。

5 土建工程

5.1 工程等级及工程地质条件

(1) 工程等级

本工程拟安装 13 台 $3300kW$ 风电机组，其中 3 台限发 $2300kW$ ，装机容量 $40MW$ ，轮毂高度为 $140m$ ，叶轮直径为 $164m$ ；本风电场新建一座升压变电站，升压变电站出线等级 $110kV$ 。根据《风电场工程等级划分及设计安全标准》(NB/T 10101-2018)、《陆上风电场工程风电机组基础设计规范》(NB/T 10311-2019)、《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011) 及《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) 规定，本工程工程规模为中型；机组塔架地基基础设计级别为甲级，基础结构安全等级取一级，抗震设防类别为丙类，结构设计使用年限为 50 年；升压站主要建（构）筑物级别为 2 级，结构安全等级取二级，抗震设防类别为丙类，结构设计使用年限为 50 年。

(2) 工程防洪

本风电场地处东洞庭湖与南洞庭湖交汇处的湖区内，风电场地势低洼，地面高程

	<p>26.4m~29.9m 之间，不受洞庭湖干堤的保护，夏季汛期来临时，常被洪水淹没。</p> <p>①升压站防洪</p> <p>升压站设计高程 37.5m，满足《风电场工程等级划分及设计安全标准》的相关要求。</p> <p>②风机基础及箱变基础防洪</p> <p>根据《五门闸水位控制站 1980~2015 年历年最高水位表》，2002 年三峡建成后，水位站最高水位为 36.5m。本工程采用低桩承台作为基础设计方案，为节约工程量，汛期风机基础按照被淹没情况进行设计。</p> <p>为充分合理利用好风资源，采用 140m 高钢混塔架。为了保证电气设备安全，汛期时电气设备不能被水淹。风电场地面高程为 26 m~29m，考虑安全超高 0.5m，暂定箱变平台自台柱顶面起算高度为 9m。</p> <p>(3) 工程地质条件</p> <p>①场区地形地貌</p> <p>湖南泗湖山风电场工程位于洞庭湖湖畔，地面海拔 26.4m~28.8m 之间，场址面积约 4.1km²，风机主要布置为一排（东西走向），风电场距西南面的益阳市公路里程为 100.8km、南距省会长沙公路里程为 214km，陆路由省道、县道及乡道相通，水路经洞庭湖通江达海，构成了十分便利的交通网络。地势开阔平坦，地表主要为芦苇地，场址区分布着多条水渠，水渠深度与宽度不一，一般深 3.5m~4.5m，宽度 4.0~8.0m。</p> <p>②地质构造及地震</p> <p>场区均为第四系松散堆积物覆盖，基岩面埋深一般大于 40m。据区域地质资料，场区内无区域性断层通过。</p> <p>根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，风电场址区 50 年超越概率 10% 时地震动峰值加速度为 0.05g，相应地震基本烈度为 VI 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。</p> <p>③地层岩性</p> <p>场区岩土层主要为第四纪全新统的河湖相沉积物(Q₄)及上白垩统分水坳组(K_{2f})泥质粉砂岩及粉砂岩，覆盖层主要为粘土、淤泥质粘土、砂类土。土层分布不稳定，依据岩土的地质时代、成因、岩性、分布规律将地基土分为 8 层，分别为粉质粘土、淤</p>
--	---

泥质粘土、粘土、粉细砂、中、粗砂、砾砂、细砂和粉砂岩。	<p>④水文地质</p> <p>风电场区位于洞庭湖滩地上，地下水类型为孔隙性潜水，推测场址区地下水位埋深 1.00m~3.00m，其补给来源主要为大气降水和湖水。</p> <p>参照龙潭沟风电场、柴下洲风电场的水质简分析，按《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)有关水质评价标准判定：地下水对混凝土具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋在长期浸水下具微腐蚀性。</p> <p>⑤不良地质现象</p> <p>通过现场平面地质调查，地表覆盖层较厚，地形起伏不大，未发现崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降等不良物理地质作用。参照龙潭沟风电场、柴下洲风电场钻孔资料，钻孔内未发现有抛石、孤石等地下障碍物。</p> <h2>5.2 风机基础</h2> <p>(1) 基础选型及持力层选择</p> <p>本阶段根据相邻风电场地质勘探成果，场址区域从地面上而下分别为粉质粘土、淤泥质粘土、粘土、粉细砂、中、粗砂、砾砂、细砂和粉砂岩共 8 大层，为满足地基承载力和建筑物抗倾斜要求，本风电场机组基础拟采用桩基础。</p> <p>目前工程实践中比较常用的桩基有灌注桩、预制钢筋混凝土方桩和预应力高强混凝土管桩(以下简称 PHC 管桩)。本风电场场址区地下水位埋深较浅，成孔不易，如采用灌注桩施工难度较大，且桩身混凝土质量较难保证。并且从目前桩基造价情况来看，在同等条件下，采用预制 PHC 管桩的桩基的造价一般比采用普通预制钢筋混凝土方桩要低。因此，本阶段风机基础拟采用 PHC 管桩基础。</p> <p>根据毗邻风电场现场原位测试和土工试验成果，结合《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)及当地工程经验综合分析，提出各土层桩基设计参数建议值见下表。</p>
-----------------------------	--

表 2-14 桩基参数及地基土承载力建议值表

岩土层编号及名称	灌注桩			预制桩			预应力混凝土管桩抗拔系数
	极限侧阻力标准值	极限端阻 力标准值	地基土水平抗力比例系数	极限侧阻力标准值	极限端阻 力标准值	地基土水平抗力比例系数	
	q_{sk}	q_{pk}	m	q_{sk}	q_{pk}	m	
	kPa	kPa	MN/m ⁴	kPa	kPa	MN/m ⁴	
①层粉质粘土	30	--	20.0	40	--	7.0	0.7
②层淤泥质粘土	22	--	2.8	25	--	3.0	0.7
③层粘土	40	--	35.0	50	--	10.0	0.75
④层粉细砂	50	700	15.0	55	2000	7.0	0.6
⑤层中~粗砂	60	1500	45.0	68	5000	15.0	0.6
⑥层砾砂	70	2000	120.0	80	9000	--	0.5
⑦层细砂	50	1400	20.0	60	5000	--	0.5
⑧层强风化泥质粉砂岩夹粉砂岩	--	1500	--	--	7000	--	--

(2) 风机基础设计

基础尺寸及计算简图

本工程采用中国水电顾问集团北京木联能软件技术有限公司开发的《CFD-风力发电机组塔架地基基础设计软件 vV202102 版》对风机基础进行计算，考虑到实际情况，计算时采用的设计水位高程为 37.5m，以下列计算风机机位为例，基础荷载由风机厂家提供，主要计算参数及结果如下。

设计计算控制工况为极端载荷工况，计算时，竖直方向的作用力应考虑基础和塔筒在洪水期间水的浮力影响，水平力和弯矩应考虑洪水期间水流对塔筒的流水压力作用荷载。由于塔筒底部开孔，当水位达到或者超过孔底段高程时，底端塔筒内部充水。经过计算，洪水期间，当水位恰好在门洞下部并且水不进入塔筒时为基础抗拔控制工况，将水作用的浮力、水流力及水流力产生的弯矩作用叠加到风机厂家提供的基础荷载中，以此考虑水流力对基础的影响。

经计算，低水位时基础抗压为控制工况，主要验算结果如下。

①单桩竖向承载力复核：

单桩竖向承载力特征值：1460.888kN

基桩平均竖向力: 799.301kN; $799.301 < 1460.888$; 满足要求。
 基桩最大轴向力: 1740.315kN; $1740.315 < 1460.888 \times 1.2$; 满足要求。

②抗拔桩基承载力验算:

基桩自重: 72.346kN

单桩抗拔极限承载力标准值(群桩呈整体破坏): 926.748kN

单桩抗拔承载力(群桩呈整体破坏)2348.237kN

最大基桩拔力: 0kN; $0 \leq 2348.237$; 满足要求。

单桩抗拔极限承载力标准值(群桩呈非整体破坏): 1101.922kN

单桩抗拔承载力(群桩呈非整体破坏)623.308kN

最大基桩拔力: 0kN; $0 \leq 623.308$; 满足要求。

③单桩水平承载力验算:

单桩水平承载力特征值: 50.809kN

桩身最大水平力: 28.017kN; $28.017 < 50.809$; 满足要求。

④单桩桩身弯矩验算:

单桩抗裂弯矩: 240kNm

桩身最大弯矩: 42.937kNm; $42.937 < 240$; 满足要求。

⑤基础底板悬挑根部裂缝宽度验算

基础底板底面裂缝计算(径向配筋):

裂缝宽度(不考虑重复荷载) $W_{max}=0.11547\text{mm}$;

裂缝宽度允许值为: 0.3mm, 符合要求。

基础底板顶面裂缝计算:

基础底板顶面裂缝计算(径向配筋):

裂缝宽度(不考虑重复荷载) $W_{max}=0.01274\text{mm}$;

裂缝宽度允许值为: 0.3mm, 符合要求。

⑥台柱及角桩对承台的冲切验算

台柱对承台冲切力设计值为 56338.543kN;

承台冲切力允许值为 66467.766kN;

$56338.543\text{kN} \times 1.1 = 61972.397\text{kN} \leq 66467.766\text{kN}$, 符合要求。

	工程或费用名称	单位	数量	备注
1	发电设备基础工程			
1.1	风机基础			
	土石方开挖	m^3	5512	

	土石方回填	m ³	754	
	C20 混凝土垫层	m ³	1009	
	C40 基础混凝土	m ³	7215	
	钢筋	t	830	
	锚栓组件	t	279.5	
	C80 高强灌浆料	m ³	13	
	预应力管桩 PHC-AB600 (130)	m	13520	
	桩顶填芯 C45 混凝土	m ³	194	
	桩顶填芯钢筋	t	57	
	环氧防腐涂层	m ²	2323.8	
	六边形植草砖 (边长 150mm, 厚 60mm)	m ³	5987.5	
	垫层预埋件	t	3.9	
	沉降观测点	个	42	
	沉降观测基准点	个	42	
	基础密封防水	台	13	
	成品测温点	个	91	
2	箱变基础			
	C30 混凝土	m ³	32	
	钢筋	t	5	
	箱变平台	t	90	

5.4 集电线路土建

(1) 杆塔设计

本工程集电线路采用直埋电缆与部分架空线路混合方式。架空线路全长 0.2km，全部为双回线路。根据当地地形以及风机之的距离，考虑风电场附近的气象条件，设计平均档距 180m，全线路共需 2 基杆塔，全为铁塔。

35kV 架空线路全线采用铁塔。主要采用国家电网典设杆塔 35B09 系列双回路塔。单回铁塔共 2 基。

(2) 杆塔基础

根据风电场区域的地形地质条件，铁塔基础主要采用掏挖式基础或直柱大板式基础。

表 2-16 集电线路工程量表

编号	工程或费用名称	单位	数量
1.1	35kV 架空线路	km	0.2
	铁塔基础		
	土石方开挖	m ³	672.00
	土石方回填	m ³	618.00
	C15 混凝土	m ³	5.48
	C30 混凝土	m ³	48.80
	钢筋	t	4.00
1.2	接地敷设		
	土石方开挖	m ³	143.24
	土石方回填	m ³	136.08
	钢筋	t	0.50

(3) 直埋线路

根据线路设计，本工程场内集电线路采用直埋电缆和部分架空方式，电缆沟长度为 6.2km，直埋电缆开槽底宽 0.8m，深 1m，按 1:0.5 开挖边坡，基础开挖完成后，应将槽底清理干净并夯实，敷设电缆的上下侧各铺 100mm 细砂，并在电缆上侧做盖砖保护。

表 2-17 集电线路土建工程量

编号	工程或费用名称	单位	数量	备注
1.4	直埋电缆沟			
	直埋电缆沟长度	km	6.2	
	土石方开挖	m ³	9768.0	
	土石方回填	m ³	7008.0	
	铺沙	m ³	2388.0	
	砖盖板	m ³	552.0	

5.5 110kV 升压站**(1) 升压站站址选择**

本风电场拟新建一座 110kV 升压站，升压站站址选择时考虑现场地形地貌和工程的具体区位情况，结合工程气象、水文资料和具体施工条件的难易程度，充分利用现

有地形，因地制宜，降低工程难度。升压站站址考虑交通便利，方便检修巡视进出场；并尽可能缩短场内的集电线路，从而降低集电线路的投资、减少集电线路的电能损耗。

升压站技术经济指标见下表。

表 2-18 升压站技术经济指标表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	升压站围墙用地面积	m ²	8000.00	
2	建筑物用地面积	m ²	6735.48	
3	建筑密度	%	18.24	
4	总建筑面积	m ²	7810.48	
5	容积率		0.23	
6	道路用地面积	m ²	1188.00	
7	广场利用地面积	m ²	2500.00	
8	围墙长度	m	440.00	
9	绿地面积	m ²	600.00	

(2) 升压站建筑物

升压站内建筑物包括综合控制楼、无功补偿室、柴油机房、附属用房（含水泵房），总建筑面积 7810.48m²，建筑物简介如下：

综合控制楼为三层框架结构，其用地面积为 894.39m²，建筑面积为 2277.70m²，建筑高度为 13.15m。一层布置门厅、继保室、蓄电池室、交直流一体化室、35kV 配电室、餐厅、厨房、宿舍等；二层布置控制室、GIS 室、会议室、资料室、宿舍等；三层布置宿舍、办公室、会议室等。综合控制楼采用框架结构，建筑物安全出口的设置满足防火规范要求。综合控制楼布置中升压站的中间位置，便于站内工作人员生活、办公及巡视等。主控室与继保室集中布置在方便办公的同时，更有效减少电缆的长度。

主要房间的装饰面材料色彩选择应与照明灯具、设备仪表相协调，并考虑防噪声、防尘等要求。地面选材除主控制室、继保室为抗静电活动地板外其它均为防滑地砖。蓄电池室应采用耐腐蚀的饰面材料。整座主控楼造型新颖，简洁大方，与场区绿化相结合，创造出良好的工作空间，充分体现现代建筑的特点。

无功补偿室：一层框架结构，建筑面积为 96.72m²，层高为 5.40m。采用框架结构，墙体厚度为 240mm。

柴油机房：一层，建筑面积为 $55.24m^2$ ，层高为 5.40m。采用框架结构，墙体厚度为 240mm。

附属用房（含水泵房）：一层，建筑面积为 $283.64m^2$ ，层高为 4.2m。布置有库房、水泵房等房间，采用框架结构，墙体厚度为 240mm。

综合控制楼、无功补偿室采用现浇钢筋混凝土框架结构，屋面为钢筋混凝土现浇板。基础采用柱下钢筋混凝土独立基础。

附属用房采用砖混结构，屋面为钢筋混凝土现浇板。基础采用墙下条形基础。

110kV 构支架均选用钢筋混凝土环形等径杆，构架钢横梁采用三角形钢桁架方案，构架基础根据不同的情况采用混凝土独立或联合基础；主变基础采用钢筋混凝土板式基础。

升压站钢结构采用镀锌防腐；根据地质资料，混凝土结构无须特殊防腐措施。

表 2-19 升压站土建工程量表

编号	工程或费用名称	单位	数量	备注
1	变配电网程			
1.1	主变压器基础工程			
	土石方开挖	m^3	360	
	土石方回填	m^3	190	
	干铺卵石(厚 20cm)	m^3	49	
	垫层素混凝土 C15	m^3	16.4	
	基础混凝土 C30	m^3	113.6	
	钢筋	t	9.08	
	预埋件	t	2.1	
	砖砌体	m^3	7	
1.2	配电设备基础工程（含集装箱基础）			
	土石方开挖	m^3	683	
	土石方回填	m^3	433	
	垫层混凝土 C15	m^3	37	
	混凝土 C30	m^3	271	
	钢筋	t	19.0	
	砖砌体	m^3	190	

	1.3	配电设备构筑物			
		构架钢横梁	t	3.5	
		支架、构架电杆	m	150	
		站内电缆沟长度	m	160	
2		升压站建筑			
2.1		升压站建构(筑)物桩基础			
		PHC 管桩(d=400mm)	m	3970	
2.2		生产生活建筑			
		综合控制楼	m ²	2277.7	
		SVG 控制室	m ²	96.72	
		附属用房	m ²	283.64	
		柴油机房	m ²	55.24	
3		预埋装置工程			
		事故油池	座	1	
		化粪池	套	1	
		300m ³ 消防蓄水池	套	1	
4		升压站道路		1188	
		20cm 碎石垫层	m ³	356.4	
		15cm 混凝土 C25	m ³	356.4	
		路缘石	m	380	
5		升压站排水沟			
		排水沟总长	m	287.00	
		土方开挖	m ³	21.53	
		土方回填	m ³	10.76	
		水泥沙浆	m ³	7.18	
		砖	m ³	69.0	
6		其他			
		实体围墙	m	440	
		通透栏杆	m	200	
		绿化带	m ²	4722.7	
		电动伸缩大门	座	1	
		旗台	座	1	

	普通平开铁门	座	2	
	升压变电站内广场铺砖	m ²	2500	
	水井	眼	1	
7	升压站场地清表	m3	1761.2	
	升压站场地回填	m3	8806	
	植草皮	m ²	500	

总平面及现场布置	<p>1 风电机组总体布置</p> <p>风电场在布置风电机组时，关键是寻找投资和资源开发利用量的结合点，同时还要根据实际的地形和地域情况，因地制宜地优化布置。通过风资源分析表明在泗湖山风电场工程选定场址范围内风资源分布差异较小，因此，风电场风电机组布置以较为规则的行列布置且只进行风电机组的局部微调，将更有利于节省整个风电场集电线路及道路工程投资，并有利于以后的运行维护管理和区域景观。</p> <p>本阶段根据泗湖山风电场工程场址特性和风资源情况，拟定的风电机组的布置原则如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 根据风向和风能玫瑰图，按风机间距满足发电量较大，尾流影响较小为原则。从本风电场风向风能玫瑰图分析，主风向和主风能都集中在 N 方向，风电机组排列应垂直于主风能方向 N。 (2) 风电机组的布置应根据地形条件，充分利用风电场的土地和地形，考虑风电场的送变电方案、运输和安装条件，力求电力电缆长度较短，运输和安装方便。 (3) 本风电场属河滩地，地势平坦。风电机的布置应根据地形条件，充分利用风电场的土地和地形，经多方案比较，恰当选择机组之间的行距和列距，尽量减少尾流影响，集中布置，并结合当地的交通运输和安装条件选择机位。 (4) 考虑风电场内建筑物、主干道路、输电线路等对风电机组布置的约束，具体如下： <ul style="list-style-type: none"> ①为减少风电机组噪音对居民点的影响，风电机组距离居民点应大于 300m。 ②为避免因风电机组发生事故对输电线路的不利影响，风电机组距输电线路的距离按不小于 218m 考虑。 ③在满足各种约束条件前提下，以整个风电场发电量最大为目标对风电机组进行优化布置。 <p>泗湖山风电场工程位于河滩地，地势平坦开阔，场址高程在 25m~28m 左右，从风电场风资源条件分析，场址区域内风能资源差别很小，且考虑到风电场机组布置的美观性，风电场机组布置可采用固定的间距均匀布机，并根据机组的位置进行局部调整达到进一步优化机组的布置。</p> <p>按照风电机组布置的原则，考虑风电场区域地形地貌、风资源条件、边界约束等</p>
----------	--

因素，通过比选及前期现场选址，泗湖山风电场工程经优化布置后最终的风机布置图见下图。

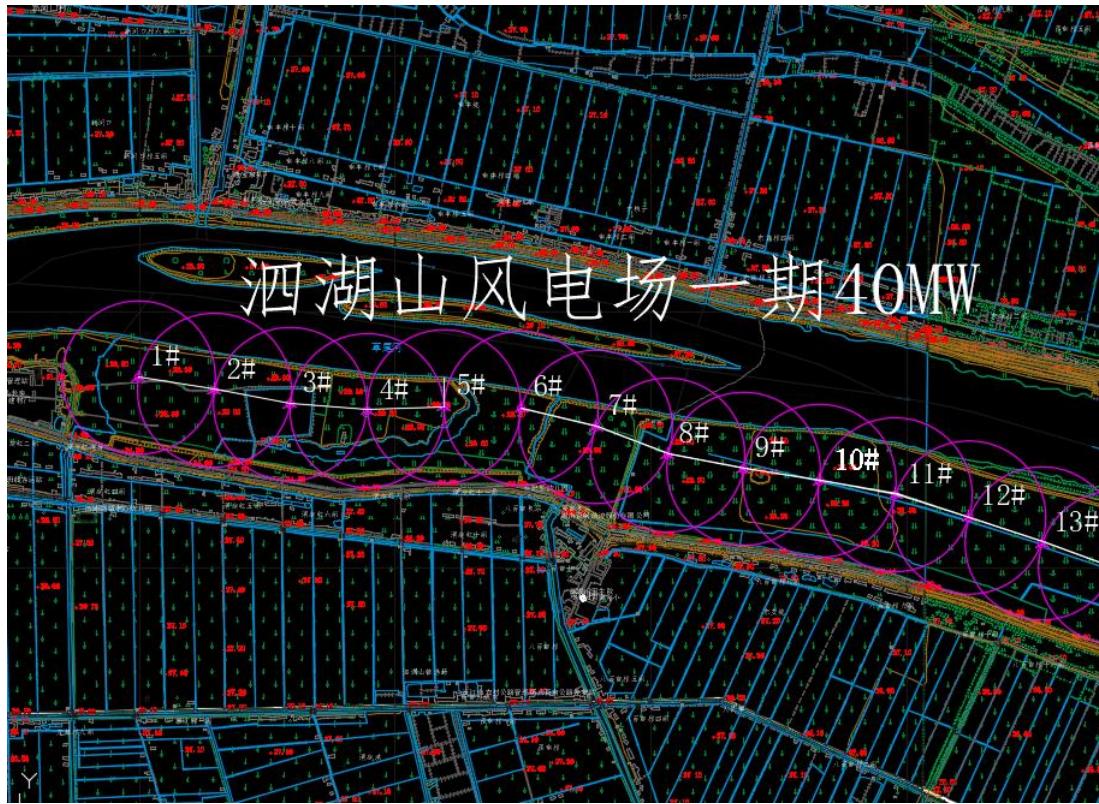


图 2-1 泗湖山风电场工程最终风电机组布置图

2 电气设备布置

(1) 箱式变电站布置

根据风力发电机布置位置，箱式变电站靠近风力发电机 20m 范围内布置，现场定位时考虑电缆走向、安装等要求。

(2) 电缆布置

风电场的电缆部分采用直埋敷设，直埋敷设的埋深为 800mm，沟底铺细砂或筛过的土，且沿全长以砖或水泥板遮盖。

(3) 110kV 升压站电气设备布置

110kV 升压站内主要生产设施有：110kV 主变、户内 GIS 配电设备、35kV 配电装置、35kV 动态无功补偿装置、继电保护设备、中央控制设备、交直流一体化设备等。

本工程 110kV 主变采用户外布置，布置在配电装置楼的东边，紧邻 35kV 配电室。

110kV 配电装置采用户内 GIS 设备，布置在 35kV 配电室二层。35kV 配电装置设备采用 KYN61-40.5 镗装型移开式金属封闭开关柜，室内双列布置于 35kV 配电室；35kV 接地变成套装置布置在升压站北侧；10kV 备用场用变为户外布置。35kV 无功补偿装置布置于升压站的东侧。

3 升压站平面布置

升压站总平面围墙内布置尺寸为 100.0m×80.0m，围墙内用地面积为 8000.00m²。升压站四周为 2.30m 高实体围墙，进站大门设置于东侧围墙。根据 GB50059-2011《35kV~110kV 变电站设计规范》、DL/T5056-2007《变电站总布置设计技术规程》以及本风电场气象、地形地质条件、配电要求，本升压站采用 GIS 户外式布置。升压站内建筑物包括综合控制楼、无功补偿室、柴油机房、附属用房（含水泵房），总建筑面积 7810.48m²。

升压站场地均采用平坡式。考虑升压站区域内的安全超高和波浪爬高，以确保升压站的正常运行。站内排水均考虑采用有组织排水方式，设排水明沟和管道。站内雨水经过管道排出站外。

110kV 升压站总平面布置图详见附图。

4 消防总平面布局

临时用房、临时设施的布置应满足现场防火、灭火及人员安全疏散的要求。

施工现场出入口的设置应满足消防车通行的要求，并布置在不同方向，其数量不少于 2 个。当确有困难只能设置 1 个出入口时，应在施工现场内设置满足消防车通行的环形道路。

固定动火作业场应布置在可燃材料堆场及其加工场、易燃易爆危险品库房等全年最小频率风向的上风侧，并宜布置在临时办公用房、宿舍、可燃材料库房、在建工程等全年最小频率风向的上风侧。

易燃易爆危险品库房应远离明火作业区、人员密集区和建筑物相对集中区。

可燃材料堆场及其加工场、易燃易爆危险品库房不应布置在架空电力线下。

①防火间距

易燃易爆危险品库房与在建工程的防火间距不应小于 15m，可燃材料堆场及其加工场、固定动火作业场与在建工程的防火间距不应小于 10m，其他临时用房、临时设

施与在建工程的防火间距不应小于 6m。

施工现场主要临时用房、临时设施的防火间距应符合《建设工程施工现场消防安全技术规范》表 3.2.2 的规定。

②临时消防车道

施工现场内应设置临时消防车道，临时消防车道与在建工程、临时用房、可燃材料堆场及其加工场的距离不宜小于 5m，且不宜大于 40m；施工现场周边道路满足消防车通行及灭火救援要求时，施工现场内可不设置临时消防车道。

5 施工总布置

(1) 施工总布置方案

施工总布置应综合考虑工程规模、施工方案及工期、造价等因素，按照因地制宜、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、节约用地的原则，在满足环保与水保要求的条件下布置生产生活区、施工仓库、供电供水、堆场等。本风电场工程施工总平面布置见附图。

(2) 施工管理及生活区

根据施工总进度安排，本工程施工期的平均人数为 30 人，高峰人数为 70 人。施工临时办公生活区用地面积约 1100m^2 ，建筑面积约 800m^2 。

(3) 施工工厂、仓库布置

根据风电场场址附近的地势条件，初步考虑按集中与分散相结合的原则，把施工工厂和仓库等设施和建筑布置在升压站附近，场区内主要布置辅助加工厂、材料设备仓库、临时房屋等。

①混凝土系统

本工程混凝土总量约 1.17 万 m^3 ，最大单台风机基础混凝土浇筑量为 540m^3 ，混凝土系统的生产能力受控于风机基础混凝土浇筑的全面积，并考虑混凝土初凝时间的影响，单台风机基础混凝土在 12 小时内一次连续浇筑完成，经计算，混凝土平均浇筑强度为 $45\text{m}^3/\text{h}$ 。根据风机布置及场地条件，本工程拟设 HZS80 型拌和站一座，设备铭牌生产能力为 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。

②砂石料堆场

砂石料、粗骨料均可从附件砂石料厂进行采购，场区内不设砂石料加工系统，仅

设砂石料堆场。砂石料按混凝土高峰期 5 天砂石骨料用量堆存，经计算，砂石料堆场用地面积约 800m^2 ，堆高 $4\text{m}\sim 5\text{m}$ 。砂石料堆场采用 100mm 厚 C15 砼地坪，下设 100mm 厚碎石垫层，砂石料场设 0.5% 排水坡度，坡向排水沟。

③机械修配及材料加工

本工程部分辅助作业可利用当地的资源。由于混凝土预制件采取在当地采购的方式，现场不再另外设置混凝土预制件厂，仅设置机械修配厂及综合加工系统(包括钢筋加工厂、木材加工厂)。为了便于管理，施工工厂集中布置在 110kV 升压站附近，总用地面积 800m^2 。机械修配场主要承担施工机械的小修及简单零件和金属构件的加工任务，大中修理则委托沅江市相关企业承担。

④仓库布置

本工程所需的仓库集中布置在 110kV 升压站附近，主要设有水泥库、木材库、钢筋库、综合仓库、机械停放场及设备堆场。水泥库、木材库及钢筋库分别设在混合加工系统及相应的加工厂内。综合仓库包括临时的生产、生活用品仓库等，用地面积 800m^2 。机械停放场考虑 18 台机械的停放，用地面积 1200m^2 。

(4) 施工临时设施用地

本工程临时设施建筑面积约 1400m^2 ，用地面积约 5400m^2 。各施工临时设施用地面积详见下表。

表 2-20 施工临时设施用地面积一览表 单位： m^2

序号	项目名称	建筑面积(m^2)	用地面积(m^2)	备注
1	砂石料堆场		800	
2	综合加工厂	300	800	
3	综合仓库	200	800	
4	机械停放场		1200	
5	临时生活办公区	800	1200	
6	合计	1400	5400	

(5) 场地平整及土石方平衡

泗湖山风电场工程的风电机组基础施工、风电机组吊装及升压站建设，需进行一定的场地平整。风电机组安装场地尺寸约 $50\text{m}\times 50\text{m}$ ，主要为土石方挖填及碾压。经计算，本工程土方开挖总量约 8.46 万 m^3 ，土方回填总量约 11.51 万 m^3 ，经土石方平衡

后，需借土回填 3.5 万 m³。本风电场各主要施工场地土石方平衡表见下表。

表 2-21 风电场土石方平衡表 单位：万 m³

序号	项目	开挖	回填	平衡量	备注
1	风机、箱变及安装场地	3.67	4.13	-0.46	
2	集电线路	1.06	0.78	0.01	就地平衡
3	升压站及施工项目部	0.18	0.88	-0.88	
4	场内道路	3.55	5.72	-2.17	
5	合计	8.46	11.51	-3.50	

(6) 弃渣场

本工程无弃渣，需借土回填 3.5 万 m³。

施工方案	<p>1 施工条件</p> <p>(1) 地理位置和对外交通</p> <p>本风电场工程位于洞庭湖湖畔，地面海拔 26.4m~28.8m 之间，场址面积约 4.1km²，风机主要布置为一排（东西走向），风电场距西南面的益阳市公路里程为 100.8km、南距省会长沙公路里程为 214km，陆路由省道、县道及乡道相通，水路经洞庭湖通江达海，构成了十分便利的交通网络。</p> <p>(2) 地形地貌</p> <p>泗湖山风电场工程位于东洞庭湖区的湖滩地小洲，区域地貌上属于平坦的湖积平原。场地地面高程 26.4m~28.8m，地势开阔平坦，地表主要为芦苇地，场址区分布着多条水渠，水渠深度与宽度不一，一般深 3.5m~4.5m，宽度 4.0~8.0m。</p> <p>(3) 水文、气象条件</p> <p>泗湖山风电场工程位于洞庭湖滩地上，地下水为孔隙性潜水，枯水季节地下水水位一般埋深约 1.0m~2.7m，与周边湖泊基本一致，地下水补给来源主要为大气降水和湖水。每年 6 月~9 月为汛期，风电场场址可能将被长江及洞庭湖水淹没，此期间不安排项目施工。</p> <p>泗湖山地区属亚热带湿润季风气候区，具有热量丰富、光照充足、降水充沛的特点。该地区夏季暑热期长，冬季严寒期短，四季温差较大，昼夜温差较小。多年平均气温 17℃，年降水量 1320mm，年日照数 1757h。一年中冬春季盛行北风，夏秋季盛行偏南风。</p> <p>(4) 施工水电及建材供应</p> <p>①施工用水</p> <p>升压站供水设施采用永临结合的方式，施工临时用水主要包括生产用水、生活用水。生产用水包括现场施工用水、施工机械用水。生活用水包括施工现场生活用水和生活区生活用水。混凝土养护方式暂时考虑采用节水保湿养护膜进行养护，风机基础混凝土养护可采用水车拉水。</p> <p>施工用水水源采用地下水，在升压站附近打一眼深井。本工程高峰日用水量约 169.3m³/d，其中生产用水 149.3m³/d，生活用水量 20m³/d。生产用水包括施工期土建用水量约 134.3m³/d，施工机械用水量 5m³/d，场内环境保护用水量 8m³/d，浇洒道路</p>
-------------	---

用水量 $7\text{m}^3/\text{d}$, 为保证施工期间的用水量, 可考虑在升压站施工现场附近设置临时蓄水池。

②施工用电

施工临时用电主要包括动力用电、照明用电。

施工临时用电最大负荷约为 180kW , 考虑施工时可能额外增加用电设施, 在升压站施工现场安装一台 200kVA 的 $10/0.38\text{kV}$ 变压器一台, 经变压器降压后引线至各施工用电点, 施工变作为后期升压站运营期站用备用变。施工用电电源就近从附近 10kV 线路引接, 距离约 1.5 公里。为适应风电机组分布比较散的特点, 施工用电还考虑配备 2 台 50kW 移动式柴油发电机发电。

③建材供应

本工程所需的砂石料、砖、水泥、钢材、木材、油料等材料可就近从沅江市采购。

2 施工交通运输

(1) 对外交通

湖南泗湖山风电场工程位于洞庭湖湖畔, 地面海拔 $26.4\text{m}\sim 28.8\text{m}$ 之间, 场址面积约 4.1km^2 , 风机主要布置为一排(东西走向), 风电场距西南面的益阳市公路里程为 100.8km 、南距省会长沙公路里程为 214km , 陆路由省道、县道及乡道相通, 水路经洞庭湖通江达海, 构成了十分便利的交通网络。



图 2-2 泗湖山风电场位置示意图

(2) 场内交通

通过现场查勘，并结合实际情况。湖南沅江泗湖山风电场场址位于湖南沅江澧湖风电场南面，泗湖山风电场设备通过陆路运输至泗湖山风电场内，场内经新建道路至各个风机机位。

本风电场场内地势比较平坦，但每年洪水期场区内全部被淹没，土质比较松软，场内道路修建主要为了提高路基的承载力。处理方法如下：先将 50cm 表层土进行翻晒；30cm 厚块石垫层+20cm 厚砂卵石+20cm 级配碎石面层。本风电场施工道路总长度约 5.93km。

风电场新建道路总长度约 5.93km。场内道路设计考虑永临结合，施工期间为满足施工及设备运输要求，运输方式采用平板车辆运输，运行期满足检修维护的需要，场内道路设计标准：道路路基宽 5.5m，路面宽 4.5m，路面结构为 20cm 厚级配碎石面层。平曲线和最小转弯半径应满足风电机长叶片运输要求，本阶段考虑最小转弯半径为 35m，对应宽度为 10m；道路路面承载力不低于 15T，压实度达到 95%。纵坡最大控制在 10%以内。最小竖曲线半径为 200m。场内道路施工要求做好道路两侧的排水设施。

道路工程量详见下表。

表 2-22 道路工程量表

<u>工程或费用名称</u>	<u>单位</u>	<u>数量</u>
<u>风电场道路工程</u>		
<u>道路长度</u>	<u>km</u>	<u>5.93</u>
<u>土方开挖</u>	<u>万 m³</u>	<u>3.13</u>
<u>土方回填</u>	<u>万 m³</u>	<u>5.09</u>
<u>20cm 级配碎石面层</u>	<u>m²</u>	<u>32011</u>
<u>20cm 厚砂卵石</u>	<u>m²</u>	<u>39124</u>
<u>30cm 厚块石垫层</u>	<u>m²</u>	<u>39124</u>
<u>φ1000mm 管涵</u>	<u>m</u>	<u>89</u>
<u>风电场道路工程</u>		
<u>进站道路长度</u>	<u>km</u>	<u>0.8</u>
<u>土石方开挖</u>	<u>m³</u>	<u>4224</u>
<u>土石方回填</u>	<u>m³</u>	<u>6336</u>

<u>铺 10cm 砂卵石</u>	<u>m2</u>	<u>4840</u>
<u>铺土工珊瑚土布</u>	<u>m2</u>	<u>6248</u>
<u>20cm 砂卵石</u>	<u>m2</u>	<u>4840</u>
<u>15cm 厚级配碎石基层</u>	<u>m2</u>	<u>4840</u>
<u>20cm 厚 C30 混凝土面层</u>	<u>m2</u>	<u>3960</u>

3 工程用地

风电场占用土地包括永久性用地和临时性用地。永久性用地包括风电机组基础及箱变基础用地、110kV 升压站。

临时性用地包括风电机组安装场地、直埋电缆用地、施工检修临时道路用地、施工临时设施用地以及其他施工过程中所需临时用地。

湖南泗湖山风电场工程项目总用地面积 16.376 万 m²，其中永久性征地面积为 4.142 万 m²，临时性用地面积 12.234 万 m²。

永久性用地计算如下：

风机基础按基础底面实际用地面积征地，风机基础 13 个、箱变基础 13 个，共用地 0.442 万 m²；110kV 升压站用地 3.629 万 m²，杆塔用地 0.008 万 m²。

临时性用地计算如下：

场内新建道路 6.73km，按 13m 宽计算施工临时用地，共用地为 8.266 万 m²；施工安装场地 13 个，单个施工场地用地 2500m²，扣除基础永久征地后临时用地 2.808 万 m²；直埋电缆 6.2m，按 1m 宽征地，总占地 0.620 万 m²；施工临时设施用地 0.54 万 m²。工程用地详见下表。

表 2-23 施工用地一览表 单位：万 m²

序号	项目名称	永久性征用地	临时性征用地
1	风机、箱变基础	0.442	
2	风机安装场地		2.808
3	110kV 升压站	3.692	
4	场内施工道路（含进站道路）		8.266
5	集电线路	0.008	0.530
6	临时施工用地		0.540
合 计		4.142	12.234
总用地面积		16.376	

4 主体工程施工

(1) 道路施工

场内道路严格按照技术规范和设计要求组织施工，确保路基宽度、高度、分层厚度，平整度、压实度、边坡坡度等符合设计要求。对特殊不良地质路段，要按设计进行特殊处理，确保路基的稳定可靠。路基填方段应清除填方范围内的草皮，树根，淤泥，积水，并翻松，平整压实地基后，方能上土填筑路基。路基挖方段以机械开挖为主，爆破为辅。路基整平压实后，面层用压路机碾压密实。

(2) 风机基础施工

本风电场安装 13 台风机，风机机组安装平台铺设 0.3m 厚碎石，风机基础根据风机制造厂提供的设计参数和本场区地质条件，风电机组基础拟采用低桩高台柱式风机基础，其中单台风机基础的平均基础混凝土量为 540m³，混凝土强度等级为 C40。

场地平整之后，进行 PHC 管桩施工，PHC 管桩施工可采用静压法或锤击法沉桩，基础施工时根据现场情况采取有效的排水措施，地下水位降至基础开挖面以下 0.5m。PHC 桩施工完成后及进行风机基础基坑的开挖。开挖边坡比采用 1：0.7，开挖至槽底后保留 30cm 厚度进行人工清底，并需相关人员进行验槽后方可进行下一步施工。

风机基础混凝土采用薄层连续浇筑形式，层厚 300mm～500mm。混凝土拌和料采用 6m³ 混凝土槽罐车运至浇筑点，泵送混凝土入仓，人工振捣浇筑。风机基础混凝土施工工艺流程如下：浇筑全面准备(基础环安装、绑钢筋、立模)→质检及全面验收→混凝土搅拌车运输→泵送混凝土入仓→平仓振捣→洒水养护→拆模→质量检查→修补缺陷。

风电机组基础施工时必须做好施工排水工作，暂考虑采用水泵抽水排水方案，将基坑里面的积水通过水泵排至附近地势低洼地区，顺着地表地势流入洞庭湖内。

浇筑混凝土后，进行基坑的回填。回填土要求分层夯实，分层厚度 20cm～30cm，密实度达到 0.95 以上。

考虑到风场的景观效果，在回填土后应恢复植被，营造和谐的风场环境。

(3) 风电机组安装

本风电场拟安装 13 台 3300kW 风电机组，装机容量 40MW，轮毂高度为 140m，叶轮直径为 164m；最重的部件为机舱加发电机组装后重量，重约 52t；安装起吊的最

大高度约 140m。

本风电场因风机轮毂高，需采用吊装高度大于 120 米的起重机。初拟本期工程风力发电机需要一台 1600t 履带起重机和一台 200t 汽车式起重机共同完成风机的吊装。

①本工程的大件运输委托大件运输公司，对设备进行运输。
②塔筒(塔架)吊装：为合理安排吊装大件，缩短工期，将每台风电机组的四段塔身(钢结构塔筒)分四批吊装，使用一台 1600t 履带起重机与一台 200t 汽车式起重机配合。

第一节塔筒吊装：用一台 200t 汽车起重机吊住塔筒的底法兰处，另一台 1600t 履带式起重机吊住塔筒的上法兰处，两个起重机水平吊起塔节直至地面以上 1.5m 后，1600t 起重机继续起钩，同时 200t 汽车起重机配合降钩，当塔筒起吊到垂直位置后，解除 200t 起重机的吊钩，此时 1600t 起重机旋转吊臂至风机基础。

然后用 1600t 起重机将塔筒就位到基础预埋环上进行塔筒对口、调平、测量塔筒的垂直度，再用力矩扳手将基础的每一个螺母紧到力矩值，经检查无误后，松掉 1600t 起重机的吊钩，移走起重机。

第二、第三节塔筒的吊装：起吊方式和第一节塔筒吊装时相同，但是在第二节、第三节塔筒的吊装时，一些装配人员必须分别在在第一节、第二节塔筒的上部平台工作。吊起第二节、第三节塔筒至第一节塔筒上方，将悬挂塔节的下法兰与第一节、第二节塔筒大体对齐。在两个塔节间留下几厘米间隙，然后旋转悬挂塔节直至两个塔节对位(塔梯必须形成直线)并至少需在 120°位置三个方位放上螺栓以确定正确的位置。

放下第二节塔筒直至两个法兰接触在一起(完全合上塔筒间隙)，并将两段塔梯连在一起，用冲击扳手拧紧螺母。从塔筒上取下主起吊工具，移走起重机。

③机舱的吊装：机舱在安装过程中要严格按照设计图纸和安装说明书和要求及安装规程进行，对每一条连接螺栓都要进行严格的检查；吊装过程中不能碰伤和损坏设备，并按照操作规程的要求对安装人员及设备加以保护。

发电机组设备采用 1600t 履带式起重机进行吊装。用专用吊具及索具将机舱上部四个吊点与吊钩连接，调整好机舱水平后进行试吊，在吊离地面 0.1m 时，检查各连接点的可靠程度及发电机组是否水平，在确信绝对保证安全的前提下正式起吊。起吊机舱时，在机舱固定两根绳子(一根在低速轴，另一根在发电机吊耳)用来定位和引导。

将机舱吊至第三节塔筒以上至少 1m，然后降低机舱直至偏航轴承离塔筒法兰 40mm~50mm 并用一根支杆将偏航轴承导向塔筒法兰，在偏航轴承 90°位置手工拧上四个螺栓进行定位(螺栓涂上油脂以利于安装)。

缓慢地将设备与塔筒顶部的螺栓孔对齐后就位，手工将所有双头螺栓全部旋入凸台(螺栓涂上油脂以利于安装)。不要将机舱搁置在塔筒上。并按要求将螺母紧固到设计力矩，从塔节上取下主起吊工具，移走起重机。

④叶片及轮毂的吊装：根据设备的安装要求，叶片要在地面组装在轮毂上。用枕木将轮毂和叶片垫起呈水平状态(为了保持稳定，在框架下放上一块钢板)。

用起重机将叶片移向轮毂位置，调整角度按安装要求对接紧固。

叶片和轮毂安装完毕后，将风轮的吊装工具固定在叶片上。将工具固定在吊装风轮的起重机上并拉紧吊绳。

在固定工具的风叶终端，系上带有至少 150m 导向的口袋的吊索。这些吊索在吊装过程中作导向和稳定作用。

将支撑起重机的支撑吊索固定在第三个风叶的终端。

将风轮吊装起距支撑以上至少 50cm 并从支撑台移开，然后固定轮毂的帽子。

用主起重机继续吊装，用三根绳索系住三根叶片，以便在起吊时控制叶片的移动方向。向下垂的一根叶片由 200t 汽车起重机起吊。其它两个叶片用 1600t 履带起重机吊起，当风轮水平起吊离开地面后，由履带起重机与汽车起重机配合将风轮扳立起至叶片垂直地面，此时摘除汽车起重机的吊具，用 1600t 履带起重机独立完成叶轮的吊装。吊装的同时用牵引绳控制叶片不要摆动。

⑤当安装完成后，校验塔筒的垂直度，经核实无误后，将塔筒与基础连接的所有预埋环复紧一次，然后进行基础二次混凝土浇灌。

⑥风力发电机安装，每台风电机组塔身 3 节、机舱及轮毂各一件、叶片三片。

(3) 升压站施工

①土建工程施工

本风电场 110kV 升压站内建筑物包含综合控制楼、SVG 室、附属用房等建(构)筑物。基础土石方开挖边坡坡度按实际地质条件控制，采用推土机或反铲剥离集料，一次开挖到位，尽量避免基底土方扰动，基坑底部留 30cm 保护层，采用人工开挖。

开挖的土方运往施工临时堆渣区堆放，用于土方回填。升压站建筑施工时在建筑物下部结构铺设平面低脚手架仓面，在上部结构处铺设立体高脚手架仓面，由人工胶轮车在高低脚手架上将混凝土利用溜筒倒入仓面，人工平仓，振捣器振捣。

施工顺序大致为：施工准备→场地平整、碾压→基础开挖→基础施工→梁、板、柱混凝土浇筑→砖墙砌筑→电气管线敷设及室内外装修→电气设备入室。具体施工要求遵照有关工民建施工技术规范执行。

②升压站设备安装

a、电缆管的加工敷设，电缆桥架及电缆架的安装，电缆敷设及电缆终端头的制作等均应符合 GB50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的有关规定和施工图纸要求。

b、变压器本体及附件的安装应遵守制造厂在安装装配图、安装使用说明书中的规定。

c、绝缘油必须按国家标准 GB47200《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的规定试验合格后，方可注入变压器中。

d、不同牌号的绝缘油，或同牌号的新油与使用过的油混合使用前，必须做混油试验。

e、主变压器要求采用真空注油，真空度应达到 GBJ148 第 2.5.3 条规定。注油速度不宜大于 100L/min，注油后真空保持时间不少于 2h。真空注油工作不宜在雨天或雾天进行。

f、变压器注油时，宜从下部油阀进油；加注补充油时，应通过储油柜上专用的添油阀注入。注油完毕后，应从变压器各有关部位进行多次放气。

g、变压器安装完毕后，应用高于附件最高点的油柱压力进行整体密封试验，其压力为油箱底部达到 50kPa 压力，试验持续时间为 36h，应无渗漏。

1 施工总进度

(1) 施工主要项目

本工程总体而言施工条件一般，为实现早投产、早发电的项目总体进度目标，必须在各个施工环节进行精心安排。本工程主要施工项目：施工前期准备→道路施工→升压站土建施工及风电机组基础施工→风电机组安装、线路敷设及升压站电气设备安装、调试→第一组风电机组调试、发电投产→工程竣工。

(2) 总进度安排

工程建设总工期为 14 个月，其中 6 月~9 月份为汛期，不安项目施工。工程准备期 1 个半月。主体工程于 3 月初开始，11 月底第一组风电机组具备发电条件，第 2 年 2 月底 13 台机组全部投产发电，工程完工。

根据施工安排，本工程建设总工期为 14 个月，具体工程进度如下：

①施工准备期从 1 月初开始，2 月中旬结束。升压站场地平整同时开工，4 月底结束。

②场内道路改造从 2 月初开始，至 4 月底结束。

③风电机组基础施工从 3 月中旬开始，第一年 11 月底结束，每台风机施工安装平台在风机基础施工前完成。

④升压站扩建工程从 3 月初开始，至 6 月底土建工程完工。电气设备安装及调试从 10 月初起开始，11 月底结束。升压站工程完工并设备调试完毕后，风电机组具备向外输电条件。

⑤电力电缆、通信电缆的敷设与风机基础施工同步进行。

⑥从 10 月初起进行风力发电机组的吊装，11 月底首批风电机组发电，第二年 2 月底全部机组投产发电。

⑦辅助建筑等工程从 10 月初开始，第 1 年 11 月底结束。

施工总进度计划见下表。

表 2-24 泗湖山风电场工程施工总进度计划表

开始时间	项目	备注
第一年 1 月初	施工准备工作开始	
	升压站场地平整开工	
第一年 2 月初	场内施工道路开工	

第一年3月初	施工安装平台开工	
第一年3月初	变配电等工程开工	
第一年3月中旬	风机基础工程开工	
第一年10月初	风电发电机组安装开始	机组安装按5天1台控制，按1台履带式起重机1班考虑。
第一年10月初	电气设备安装及调试开始	
第一年11月初	辅助建筑等工程开工	
第一年11月底	首批机组投产并网发电	
第二年2月底	最后一批机组投产并网发电	

2 主要物质供应计划

(1) 主要工程量

本工程主要工程量见下表。

表 2-25 主要工程量表

序号	项目	单位	数量
1	风电机组	台	13
2	集电线路电缆沟	km	6.2
3	新建道路	km	6.73
4	建筑面积	m ²	7810.48
5	土石方开挖	万 m ³	8.46
6	土石方回填	万 m ³	11.51
7	混凝土	万 m ³	1.17
8	钢筋	t	1151

(2) 主要机械设备

主要施工机械设备见下表。

表 2-26 主要施工机械设备表

序号	机械设备名称	规格	单位	数量	备注
1	汽车式起重机	1000t	台	3	
2	汽车式起重机	150t	台	3	
3	气腿式手风钻	YT23	个	10	
4	挖掘机	2m ³	台	7	
5	装载机	2m ³	台	6	

6	推土机	160kW	台	6	
7	压路机		台	3	
8	振动碾压机	16t	台	5	
9	手扶式振动碾压机	1.0t	台	3	
10	牵引式斜坡振动碾	10t	台	3	
11	混凝土运输搅拌车	8m ³	辆	8	
12	混凝土泵		套	2	
13	插入式振捣器		个	12	
14	自卸汽车	20t	辆	6	
15	载重汽车	15t	辆	4	
16	水车	8m ³	辆	1	
17	洒水车		辆	1	
18	平板运输车	SSG840	套	1	
19	柴油发电机	50kW	台	2	
20	移动式空压机	YW-9/7	台	2	
21	潜水泵	QB10/25	台	2	

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环 境现 状	<p>1 非生物因子现状</p> <p>评价区位于湖南省沅江市境内，属亚热带季风湿润气候区，受季风环流和自然地带性的综合影响，具有气候温和，四季分明，雨水充沛，春温多变，夏秋多旱、严寒期短，暑热期长的气候特点。</p> <p>地形为洞庭湖湖泊、平原及环湖丘岗，地势一般低于海拔 50 米，丘岗海拔 200 米以下，边缘孤山海拔 560 米，大部分为农田、沼泽、湖泊、洲滩。</p> <p>1.1 风能资源</p> <p>根据沅江市气象站 1974 年~2008 年系列的风速观测资料进行统计分析，沅江市气象站多年平均风速为 2.44m/s，气象站所在区域风向主要出现在 N 向。年最大平均风速为 3.17m/s(1978 年)，最小年平均风速为 1.65m/s(1995 年)；年内月平均最大风速出现在 7 月份，为 2.69m/s，月平均风速只有 2.20m/s 的小风月出现在 11 月份。</p> <p>泗湖山风电场工程区域内共装设了 1 座测风塔(6400#测风塔)，位于场址中部。本阶段收集的测风塔测风资料为一年，从测风塔测风数据的完整性、地理位置分布等综合考虑拟选择 6400#测风塔作为本风电场的代表性测风塔。测风代表年为 2019 年 4 月 1 日~2020 年 3 月 31 日。</p> <p>泗湖山风电场工程 140m 轮毂高度处年平均风速为 5.12m/s，风功率密度为 172.7W/m²，根据《风电场风能资源评估方法》(GB/T18710-2002)风功率密度等级评判标准，本风电场风功率密度等级为 1 级，风能资源一般。本风电场主风向和能量主要集中在 N~NNE 方向，其中以 NNE 向风向和风能频率最大；风速分布主要集中在 2.0m/s~9.0m/s 风速段，风能主要集中在 6.0m/s~12.0m/s 风速段，风速风能分布较为集中，但风电场低风速段频率较大，属低风速型风场。</p> <p>本风电场 140m 轮毂高度处 50 年一遇最大风速为 36.6m/s；代表性测风塔 30m 以上高度综合湍流强度值为 0.124；风速 V=14.0~16.0m/s 时湍流强度值为 0.119；30m 以上高度主导风向(N)湍流强度值为 0.127。两测风塔平均湍流强度均随高度的增加而减小，湍流强度属于偏小湍流强度；风电场风机 140m 轮毂高度处年平均风速为 5.12m/s。根据国际电工协会 IEC61400-1(2005)评判标准，综合风电场 50 年一遇最大风速、V=15m/s 湍流强度以及风电场轮毂高度年平均风速，本风电场工程在风机选型</p>
----------------	--

时需选择适合 IECIII_B 类及以上安全等级的风力发电机组。本风电场风能资源一般，但风速频率分布较好，基本可用于并网型风力发电，建议选择风轮直径大和轮毂高度较高的风力发电机组，提高风能利用效率。

1.2 工程地质

本工程区域位于河滩地，地势较平坦，面积约 10.00m²。

场址区大地构造部位属于新华夏第二沉降带的中部，洞庭湖坳陷区，根据挽近期构造活动迹象图，本场址区属于全新世以来地壳沉降区域。南咀断裂(8)北侧，幸福港断裂(14)与湘阴—岳阳断裂(10) 所围的相对完整地块上，场内无区域性断裂通过。(见图 3.2-1、3.2-2)。

南咀断裂(8): 位于场区的西南侧。走向 NNE。南起于阳南塘，往北北东经南咀，伸向三仙湖以东。全长约 50 公里。断层沿层面有定向挤压擦痕及沿节理面的错动现象。距场区最近约 20km。

幸福港断裂(14): 位于场区的东侧。走向 NE。从龙峡港沿 N50° E 方向延伸汇于距场地稍远的 NNE 向湘阴—岳阳断裂 (10)，该断层重力异常密集，地震资料推测断距达 800m，断裂 NW 向可见下第三系广泛发育，厚可达 1500m，断裂南东仅见白垩系上统，厚度在 500m 左右。距场区最近约 3.5 km。

湘阴—岳阳断裂(10): 位于场区的东侧，走向 NNE。从湘阴-磊石山-岳阳一线延伸达 100 余公里，重力测量和航磁测量均表现为现状异常，属地震强烈活动带，地貌上反应明显断裂东盘上升遭受剥蚀，形成丘陵化阶地，断裂西盘沉降，形成埋藏阶地。距场区最近约 5km。

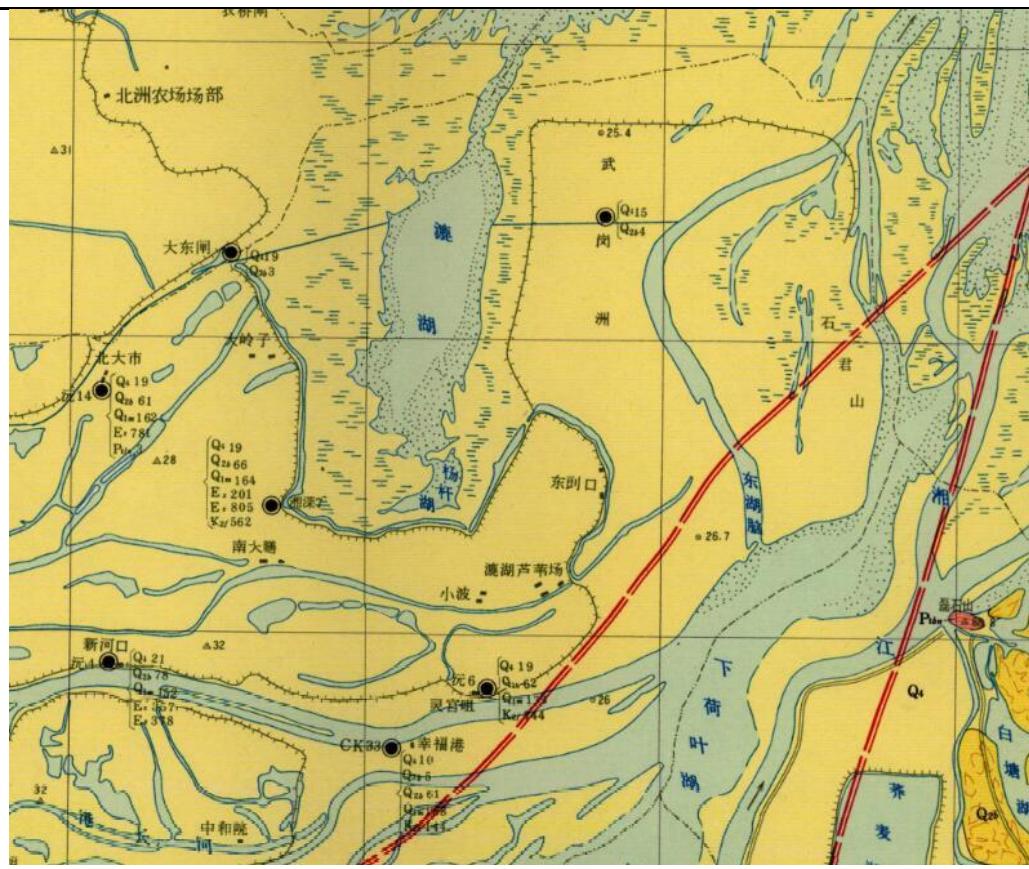


图 3-1 风电场区域地质图

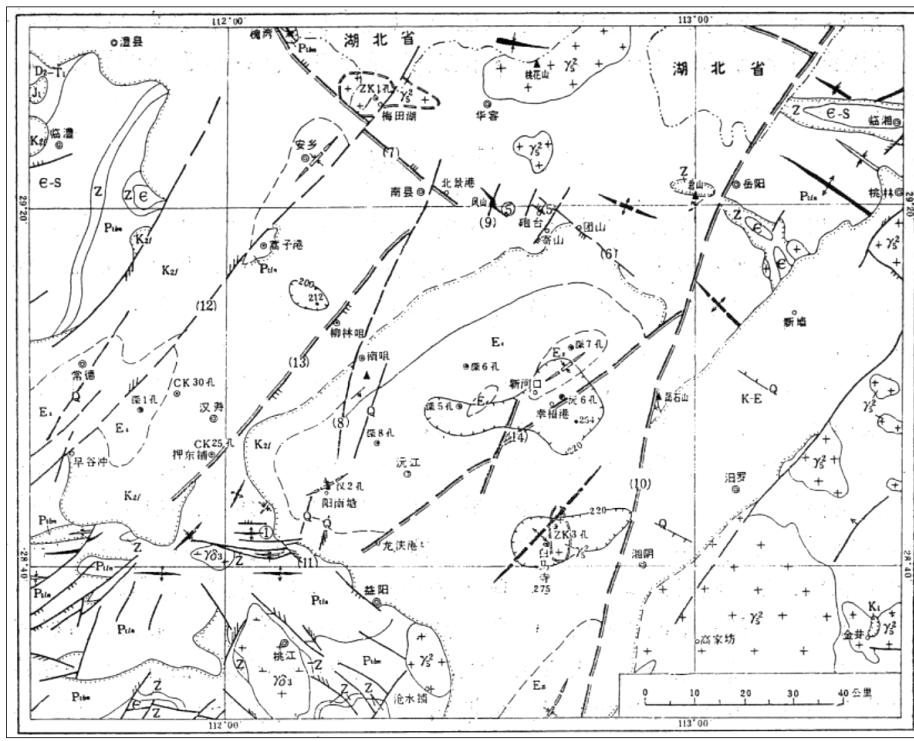


图 3-2 风电场区域构造图

1.2.1 场址工程地质条件

(1) 地形地貌

泗湖山风电场工程位于河滩地，区域地貌上属于平坦的湖积平原。场地地面高程 26.4m~28.8m，地势开阔平坦，地表主要为芦苇地，场址区分布着多条水渠，水渠深度与宽度不一，一般深 3.5m~4.5m，宽度 4.0m~8.0m。

(2) 地层岩性

场区岩土层主要为第四纪全新统的河湖相沉积物(Q4)及上白垩统分水坳组(K2f)泥质粉砂岩及粉砂岩，覆盖层主要为粘土、淤泥质粘土、砂类土。土层分布不稳定，依据岩土的地质时代、成因、岩性、分布规律将地基土分为 8 层。各岩土层特征简述如下：

①层：灰色、灰黄色粉质粘土，呈可塑状，属中等压缩性土。表层土中含少量植物根系，推测厚度为 1.0m~8.0m，场区普遍分布。

②层：灰色~灰黑色淤泥质粘土，呈流塑状，属高压缩性土，推测厚度为 1.0m~14.0m，分布较广泛。

③层：灰黄色粘土，呈硬塑状，具中等压缩性土。推测厚度为 3.0m~11.5m，该层局部可见。

④层：灰色~灰黄色粉细砂，饱和，中密~密实，主要成分为石英、长石等，局部含少量的粉质粘土薄层。推测厚度为 1.0m~10.0m，该层局部可见。

⑤层：灰黄色中、粗砂，饱和，中密~密实，主要成分为石英、长石等，局部含少量的粉质粘土薄层。推测厚度为 4.0m~13.5m，该层局部可见。

⑥层：灰色~灰黄色砾砂，饱和，密实，局部含有少量圆砾，圆砾主要成分为石英、长石等，圆砾粒径为 10mm~20mm，个别可达 30mm，磨圆度差，呈圆棱状。推测厚度为 4.0m~33.0m，该层场区均有分布。

⑦层：灰色~灰黄色细砂，饱和，密实，主要成分为石英、长石等，推测厚度为 10.5m~11.0m，该层少量分布。

⑧层：白垩系上统分水坳组(K2f)强风化灰黄色泥质粉砂岩夹灰绿色粉砂岩，粉砂状结构，中厚层构造，岩芯风化严重，呈土状，局部见少量短柱状灰绿色粉砂岩。推测埋深大于 45.0m，该层普遍分布。

(3) 地质构造

据区域地质资料，场地及其附近区域无大的断裂构造分布，属较稳定区域。

(4) 水文地质条件

泗湖山风电场位于洞庭湖滩地上，场地地下水类型为孔隙性潜水，推测场址区地下水位埋深 1.00m~3.00m，其补给来源主要为大气降水和湖水。洪水季节，湖水会漫过湖堤，使场址经常泡于水中。

按《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)有关水质评价标准初步判定：地下水对混凝土具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋在长期浸水下具微腐蚀性。

(5) 不良地质现象

通过现场平面地质调查，地表覆盖层较厚，地形起伏不大，未发现崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降等不良物理地质作用。参照泗湖山风电场、柴下洲风电场钻孔资料，钻孔内未发现有抛石、孤石等地下障碍物。

1.2.2 工程地质条件评价

(1) 区域稳定性评价

根据区域地质资料，场区内无区域性构造断层通过，依据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，工程区按 50 年基准期超越概率 10%的地震动峰值加速度 0.05g，相应的地震基本烈度 VI 度。参考《水电水利工程区域构造稳定性勘察技术规程》(DL/T5335-2006)相关要求，属区域构造稳定性较好。

(2) 地震效应评价

据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，场地土类型为中软土，根据附近工程地质资料，推测本场区等效剪切波速 155 m/s~165m/s，建筑场地类别 II 类，设计地震分组为第一组，特征周期 $T_g=0.35s$ ，拟建场地属抗震一般地段。

(3) 场地液化判别

参照柴下洲风电详勘地质资料，初判：场地 20m 深度范围内地层饱和砂土主要为第④层粉细砂、第⑤层中~粗砂，在抗震基本烈度为 VI 度时，按《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)4.3.1 条规定“VI 度时，一般情况下可不进行判别和处理，但对液化沉陷敏感的乙类建筑可按 7 度要求进行判别和处理”。

由于场区第④层饱和粉细砂的粘粒百分含量在抗震设防烈度7度时大于10,第⑤层中~粗砂粘粒百分含量均小于10,根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)4.3.3第二条可初步判为第③层饱和粉细砂为不液化土,第⑤层中~粗砂可能为液化土。

根据毗邻风电场勘察结果表明:在设防烈度为VII度时,场地地基土层第⑤层中~粗砂不液化。

(4) 场地土层工程特性评价

场区地表为第四纪地层,具有明显的湖相沉积特点,大部分地层在纵向和横向土层位相对稳定,场区属较均匀地基土。

①层:为灰色、灰黄色粉质粘土,呈可塑状,属中等压缩性土。承载力较低,该层分布稳定,未经处理不宜直接用作风机基础持力层。

②层:为灰色~灰黑色淤泥质粘土,呈流塑状,属高压缩性土。承载力低,为软弱层,该层分布相对稳定,未经处理不宜直接用作风机基础持力层。

③层:灰黄色粘土,硬塑,具中等压缩性土。但该层分布不稳定,埋深相对较浅,不宜作风机桩基础的持力层。

④层:灰色~灰黄色粉细砂,饱和,中密~密实。但该层分布不稳定,层厚变化较大,对层厚较大的地段可作风机桩基础的持力层。

⑤层:灰色~灰黄色中~粗砂,饱和,中密~密实,该层分布不稳定,层厚变化较大,对层厚较大的地段可作风机桩基础的持力层。

⑥层:灰色~灰黄色砾砂,饱和,密实,该层分布相对稳定,厚度大,分布基本稳定,承载力较高,可作风机桩基础的持力层。

⑦层:灰色~灰黄色细砂,饱和,密实,分布不稳定,但埋深大,承载力较高,可作风机桩基础的持力层。

⑧层:强风化灰黄色泥质粉砂岩夹灰绿色粉砂岩,粉砂状结构,中厚层构造,该层分布不稳定,但承载力高,可作风机桩基础的持力层。

(5) 场地稳定性与适宜性评价

工程区上部为第四系河湖积物,基岩面埋深较深。场区内无活断层通过。该区地震活动水平一般。风电场地地表植被覆盖较好,以芦苇为主,自然边坡稳定,

场区地质灾害不发育。综上所述，场地工程区稳定。

整个场地地势较平坦，周围无天然边坡，未发现活动性断裂构造、溶洞、土洞、地陷、崩塌、滑坡、饱和砂土液化、地面沉降等不良地质现象，本区岩土层分8层，以第①层、②层、⑥层分布基本稳定，均一。该建筑场地类别属Ⅱ类，场地土类型为中软土。综上所述，场区地基土经过工程处理后，基本适宜风力工程的建设。

(6) 地基基础方案

根据场地条件，风电机组等建筑物基础宜采用桩基。本工程可供选择的桩型有三种：钻孔灌注桩、预应力混凝土管桩和钢管桩，下面根据场地条件对成桩可能、桩型建议进行评价：

钻孔灌注桩为非挤土桩，桩的侧阻力较小，且拟建该场地上部土层以粘土、淤泥质粘土、粉质粘土、粉细砂为主，易塌孔，充盈系数大，不经济，施工难度较大。

高强度预应力管桩(PHC桩)与钢管桩均为挤土桩，不存在施工用水问题，焊接桩较方便，桩的侧阻力相对较大，施工速度快。钢管桩较预应力管桩耐打及耐压性好，水平承载力大，容易根据桩端持力层的变化变更桩长，重量轻刚性好，装卸运输方便，不易破损，但造价较高，采用大直径开口桩时闭塞效应不够好，需要进入持力层一定深度，但沉桩耐打性好于PHC桩。

综上所述，从技术角度来看，本工程宜采用PHC桩或钢管桩。

(7) 风机位工程地质条件评价

泗湖山风电场工程位于平坦的湖积平原，场地地面高程26.40m~28.80m，地势开阔平坦，地表主要为芦苇地，场址区分布着多条水渠，水渠深度与宽度不一，一般深3.5m~4.5m，宽度4.0m~8.0m。

场区岩(土)层共分8大层：①层粉质粘土，②层淤泥质粘土，③层粘土，④层粉细砂，⑤层中、粗砂，⑥层砾砂，⑦层细砂，⑧层粉砂岩。场地类别属Ⅱ类，场地土类型为中软土。周围无天然边坡，未发现活动性断裂构造、溶洞、土洞、地陷、崩塌、滑坡、饱和砂土液化、地面沉降等不良地质现象。

场地土层深厚，结构松散、承载力低，天然地基不能满足拟建风机上部荷载

和建筑物抗倾要求，建议风电机组采用桩基或复合性桩基础，选择④层、⑤层、⑥层、⑦层、⑧层作为桩基持力层，桩端深入稳定土层中的长度应进行验算，桩端持力层应有足够的厚度，桩长应满足承载和抗倾要求。

(8) 场内道路和集电线路工程地质条件评价

道路场地地形平缓开阔，主要为平坦的湖积平原。上部要为第四纪全新统的河湖相沉积物(Q4)①层粉质粘土，路基碾压夯实后，基本满足道路持力层要求。道路边坡易受雨水冲刷，破坏路基，应采取相应的护坡处理和截、排水措施。

集电线路场地内地形平缓开阔，主要为平坦的湖积平原，上部土层主要为第四纪全新统的河湖相沉积物(Q4)①层粉质粘土。地理部分电缆沟应按规范和要求回填，沟底需铺填细砂，方可放置电缆。架空线路部分，砼杆埋深应满足地基承载力和变形要求。

2 土地利用现状

湖南省沅江市泗湖山风电场位于湖南省沅江市境内，本工程主要由风机区、集电线路区等部分组成。评价区土地利用现状是在卫片解译的基础上，结合现有资料，运用景观生态法（即以植被作为主导因素），并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将土地利用格局的拼块类型分为林地、耕地、水域、建设用地等几种类型。

表 3-1 评价区土地利用现状

拼块类型	面积 (hm ²)	占评价区 (%)
水域	58.0468	20.08
河滩地	222.8911	77.10
有林地	3.5738	1.24
交通用地	2.6251	0.91
荒地	1.9525	0.68
合计	289.0892	100.00

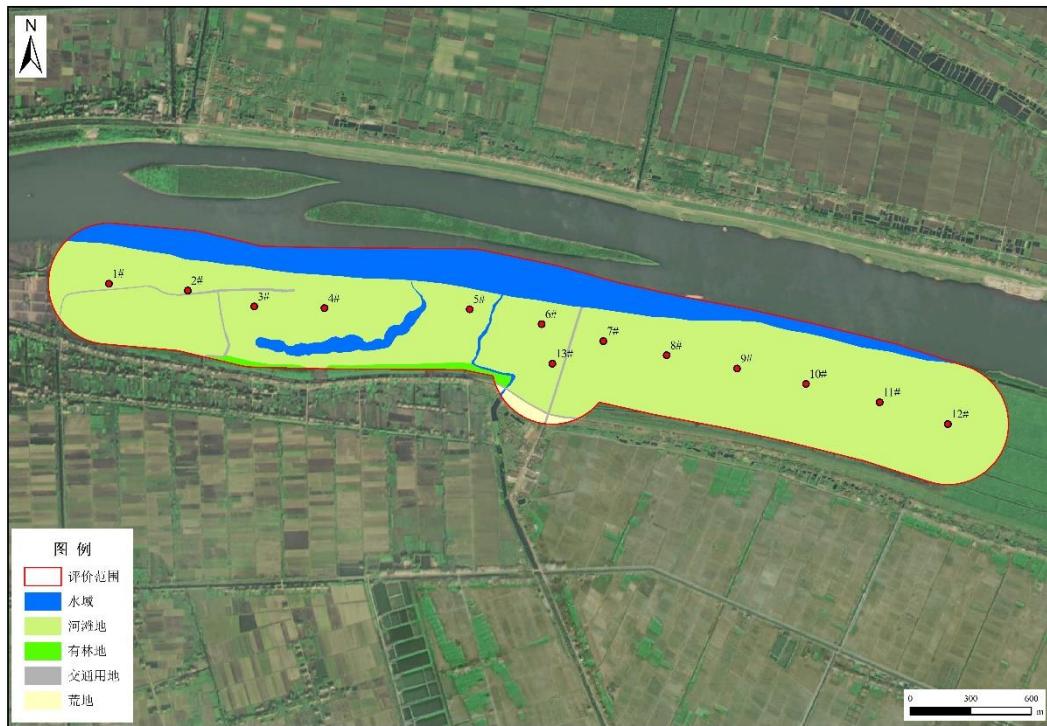


图 3-1 评价区土地利用现状图

由上表可知，评价区土地利用类型以河滩地为主，水域地为辅，其中河滩地面积 222.8911hm^2 ，占评价区总面积的 77.10%，水域地面积 58.0468hm^2 ，占评价区总面积的 20.08%；其他类型如有林地、交通用地、荒地等的面积相对较小。

3 生态系统现状

根据地形地貌、土地利用类型以及植被类型等环境特征的不同，参考《中国生态系统》的分类方法，将评价区陆地生态系统现状划分为人工森林生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和农村居民点生态系统。

根据遥感解译数据，评价区内各生态系统面积及比例统计见下表。

表 3-2 评价区生态系统面积及比例

生态系统类型	面积 (hm^2)	占比 (%)
人工森林生态系统	3.5738	1.24
湿地生态系统	280.9379	97.18
农田生态系统	0	0
农村居民点生态系统	4.5776	1.59
合计	289.0892	100.00

由上表可知，评价区生态系统以湿地生态系统为主，森林生态系统、农村居民点生态系统等的所占面积相对较小。

3.1 人工森林生态系统

指以乔木、竹类和灌木等为主要生产者的陆地生态系统。由于为人工栽植，植物种类单一，层次结构简单，种群密度和群落结构能够保持长期稳定，主要生态系统服务功能是净化空气，保持水土，防风固沙、吸烟滞尘。评价区人工森林生态系统面积为 3.5738hm^2 ，占评价区总面积的1.24%。通过现场调查，结合评价区植被类型图，该生态系统广泛分布在道路和河渠两侧，居民点附近也有少量分布。

评价区森林生态系统内植被以人工栽植的植物为主，乔木主要有加杨(*Populus × canadensis* Moench)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C. Cheng)、桑(*Morus alba* L.)、构树(*Broussonetia papyrifera* (Linnaeus) L'Heritier ex Ventenat)、柰树(*Koelreuteria paniculata* Laxm.); 灌木主要有柑橘(*Citrus reticulata* Blanco)、木犀(*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Loureiro); 草本植物主要有小蓬草(*Erigeron canadensis* L.)、接骨草(*Sambucus javanica* Blume)、狗尾草(*Setaria viridis* (L.) Beauv.)、小窃衣(*Torilis japonica* (Houtt.) DC.)等。

森林生态系统中的野生动物种类相对丰富，主要有鸟类，如野鸡、鹌鹑、杜鹃、翠鸟、麻雀等；兽类如野兔、松鼠、野猪、竹鼠等；两栖类中的蟾蜍、雨蛙等；爬行类的蛇、蜥蜴等。

3.2 湿地生态系统

是指所有的陆地淡水生态系统，如河流、湖泊、沼泽，以及作为河流归宿地的内陆河尾闾湖泊、陆地和海洋过渡地带的滨海湿地生态系统，是陆地，水域共同与大气相互作用，相互影响，相互渗透，是兼有水陆双重特征的特殊生态系统。系统兼具陆生与水生动植物类群，生物多样性丰富；结构复杂，生产力高，在水文情势影响下，生态系统随之出现同步波动，强弱互替；生态系统服务功能高，主要在于径流调节、蓄水抗旱、防洪排涝、废弃物降解、调节气候、净化空气等方面。

评价范围内的水体与湿地生态系统主要分布于河流、河滩地段，面积为

280.9379hm²，占评价范围总面积的 97.18%。湿地生态系统的植被主要分布于水陆交接带，植被类型以河滩的灌草为主，常见的湿生植物有芦苇 (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)、凤眼蓝 (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solme)、浮萍 (*Lemna minor*) 等。动物种类主要包括两栖类、爬行类、鱼类，以及湿地鸟类。

3.3 农田生态系统

指以作物为主要生产者的陆地生态系统。生物群落结构较简单，常为单优群落，伴生有杂草、昆虫、土壤微生物、鼠、鸟等其他小动物；由于大部分生产力随收获而被移出系统，养分循环主要靠系统外投入而保持平衡；农田生态系统的稳定有赖于一系列耕作栽培措施的人工养地，在相似的自然条件下，土地生产力远高于自然生态系统；其生态系统服务功能主要在于提供食品，其他服务功能较低。评价区范围内虽不涉及农田生态系统。但通过现场调查，结合评价区土地利用类型图，该生态系统广泛分布在道路、河渠和居民点之外的区域。

评价区农田生态系统主要为耕地，植被以农作物为主，包括粮食作物和经济作物。其中粮食作物主要有水稻 (*Oryza sativa*)、大豆 (*Glycine max*)、番薯 (*Ipomoea batatas*)、土豆 (*Solanum tuberosum* L.) 等；经济作物主要有棉花 (*Gossypium* spp)、苎麻 (*Boehmeria nivea* (L.) Gaudich.) 等。除了作物本身外，田间常见鬼针草 (*Bidens pilosa* L.)、愉悦蓼 (*Polygonum jucundum* Meisn.)、艾 (*Artemisia argyi* Lévl. et Van.)、荸荠 (*Eleocharis dulcis* (N. L. Burman) Trinius ex Henschel)、翅果菊 (*Lactuca indica* L.)、龙葵 (*Solanum nigrum* L.)、牛筋草 (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) 等植物。

由于农田生态系统中植被类型较为单一，植物种类较少，距离居民区较近而易受人为干扰，因此农田生态系统中动物种类不甚丰富。农田生态系统内的动物种类包括鸟类如家燕、喜鹊等，啮齿类动物如褐家鼠、小家鼠等。

3.4 农村居民点生态系统

是人类对自然环境的适应、加工、改造而建设起来的特殊的人工生态系统。它不仅有生物组成要素(植物、动物和细菌、真菌、病毒)和非生物组成要素(光、热、水、大气等)，还包括人类和社会经济要素，这些要素通过能量流动、生物地球化学循环以及物资供应与废物处理系统，形成一个具有内在联系的统一整体。评价区农村居民点生态系统面积为 4.5776hm²，占评价区面积的 1.59%。根据现场

调查并结合评价区土地利用类型图，该生态系统主要沿道路呈带状分布。

根据现场调查，评价区农村居民点生态系统内人为活动频繁，植物多零星分布，常见的植物有桂花树、柑橘、李 (*Prunus salicina* L.)、桃 (*Amygdalus persica* L.)、柚 (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.)、旱园竹 (*Phyllostachys propinqua* McClure) 等。评价区农村居民点生态系统内植物多以经济树种为主，常零星分布于村落附近、路旁。

喜与人类伴居的动物多活动于此，如爬行类的多疣壁虎 (*Gekko japonicus*)、赤链蛇 (*Dinodon rufozonatum*)、乌梢蛇、短尾蝮 (*Gloydius brevicaudus*) 等，鸟类的珠颈斑鸠 (*Streptopelia chinensis*)、家燕、金腰燕 (*Hirundo daurica*)、麻雀 (*Passer montanus*)、黑卷尾 (*Dicrurus macrocercus*) 等，兽类的东方蝙蝠 (*Vespertilio superans*) 和几种鼠类，如小家鼠、褐家鼠 (*Rattus norvegicus*)、社鼠 (*Niviventer niviventer*) 等。

4 植物资源

为客观评价工程建设对评价区植物多样性及植被的影响，评价组相关专业技术人员对评价区内的植物资源、植被类型及群系、重点保护野生植物及古树名木进行了现场调查和分析，重点对风机基础及箱变基础区、集电线路区、临时工程区及植被发育良好的地段进行了详细调查。

4.1 植物区系

根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒等, 2011)的中国植物区系分区系统进行划分，评价区植物区系属东亚植物区——中国、日本森林植物亚区——川、鄂、湘亚地区。

4.2 植被

(1) 植被分布特征

通过查阅《湖南植被》(祁承经等, 1990 年) 确定评价区属于中亚热带典型常绿阔叶林北部植被亚地带-湘北滨湖平原栲栎林、旱柳林、桑树林、湖漫滩草甸、沼泽、水生植被及农田植被区-洞庭湖平原及湖泊植被小区。地域包括华容、南县、安乡、临澧和 15 个国营农场的全部，澧县、石门、常德、汉寿、沅江、益阳、湘阴、汨罗、岳阳和临湘的一部分，以及洞庭湖主要水体及河汊。本小区属洞庭湖

断陷盆地，地层表面部分多分为近代河湖沉积物。地势开阔平坦，一般海拔 30-50 米。湖泊经长期自然营力和人类活动的影响，至今已成为港汊纵横，支离破碎的水面与星罗棋布的洲滩。

本小区农田植被农作物以水稻和麻类分布广，熟制有双季稻一年两熟，双季稻-油菜，或双季稻-绿肥（紫云英）一年三熟，其他作物有棉花，油菜、芝麻、黄豆等。

湖边堤岸和田埂上种植有各种防护林，已形成体系，主要由旱柳、日本三蕊柳、枫杨、重阳木、水杉、池杉和欧美杨等组成。此外，香椿、榆树、泡桐、喜树、女贞、椤木石楠、桂竹和棕榈也习见。湖泊泥沙淤积的洲滩和季节性湖滩多为荻、芦苇、菰、苔草、香蒲、辣蓼、蒿草等组成沼泽化草甸。

湖泊水生植被分布，按生活水位的深浅依次呈同心环状分布，有挺水植物群落、浮水植物群落和沉水植物群落。主要为眼子菜科、茨藻科、泽泻科、菱科、金鱼藻科、水鳖科和睡莲科等。除前述主要种类外，还有萍科、槐叶苹科、满江红科、三白草科、毛茛科、千蕨菜科、小二仙草科、龙胆科、玄参科、狸藻科、伞形科、菊科、旋花科、灯心草科、莎草科、天南星科、雨久花科、谷精草科、鸭跖草科等 90 余种。从整个小区的区系成分看，植被具有明显的隐域性。上述水草和湿生草类富含养分，一般可作为肥料、饲料、饵料，荻、芦为重要造纸原料，莲、芡实、荸荠、菰（茎）、菱（根）可作为食用。

（2）主要植被类型

参考《中国植被》、《湖南植被》及相关林业调查资料，根据现场对评价区植被的实地调查，采用植物群落学—生态学分类原则，选用植被型组、植被型、群系等基本单位，在对现存植被进行考察的基础上，结合区域内现有植被中群系建群种与优势种的外貌，以及群系的环境生态与地理分布特征等分析，将评价区自然植被初步划分为 4 个植被型组、4 个植被型及 8 个群系，详见下表。

表 3-3 评价区主要植被类型及分布

植被型组	植被型	群系中文名	群系拉丁名	分布
一、针叶林	I. 低山针叶林	1. 水杉群落	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> community	常见用材林，沿施工道路两侧分布
二、阔叶林	II. 落叶阔叶林	2. 加杨群落	<i>Populus × canadensis</i> community	常见护岸林，沿施工道路两侧分布

		3. 栾树群落	<i>Koelreuteria paniculata</i> community	评价区周边宅地旁	
三、灌丛和灌草丛	III. 灌草丛	4. 鬼针草群落	<i>Bidens pilosa</i> community	评价区周边农田周边	
		5. 愉悦蓼群落	<i>Polygonum jucundum</i> community	评价区周边农田周边	
四、沼泽和水生植被	IV. 水生植被	6. 芦苇群落	<i>Phragmites australis</i> community	评价区近水、挺水区域	
		7. 凤眼蓝群落	<i>Eichhornia crassipes</i> community	评价区沟渠、池塘等水体表面	
		8. 浮萍群落	<i>Lemna minor</i> community		
栽培木本类	经济果木	桂花树、栾树、柑橘等		评价区道路两侧、宅旁	
	用材林	水杉等			
	护岸林	加杨等			
栽培草本类	粮食作物	水稻、薯类等		评价区周边农田广泛分布	
	经济作物	苎麻、棉花等			

(3) 主要植被类型描述

根据现场对评价区内植被的实地调查，利用典型样方法，参照《中国植被》、《湖南植被》的分类原则对评价区植被中主要植物群落的分布及特征进行简要的描述。

①针叶林

低山针叶林是评价区针叶林的主要植被型，主要分布于评价区河渠和道路两侧。

a、水杉群落

为当地常见的道路、河渠防护林带和用材林，评价区常见于施工道路两侧。群系的乔木层郁闭度 0.7，层均高 10m，优势种为水杉，盖度 60%，高约 6-10m，胸径 8~10cm，无伴生种；灌木层盖度 10%，层均高 2.5m，无优势种，主要植物有桑树、构树等；草本层盖度 20%，层均高 0.2m，无优势种，主要植物有接骨草、小窃衣、天名精 (*Carpesium abrotanoides* L.)、乌蔹莓 (*Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep.) 等。

②阔叶林

评价区自然环境优越，气候适宜，较有利于阔叶林发育，但受湖泊影响，阔叶林植被主要为护岸林。通过现场调查，评价区阔叶植物以加杨、栾树较为常见。

a、加杨群落

乔木层郁闭度 0.6，层均高 10m，优势种为加杨，是当地引进的常见护岸、护堤树种，盖度 65%，高约 8-15m，胸径 8~20cm，无伴生种；灌木层盖度 5%，层均高 2.6m，无优势种，主要植物是构树；草本层主要有小蓬草 (*Conyza canadensis*)、狗尾草 (*Setaria viridis* (L.) Beauv.)、小窃衣、黄鹌菜 (*Youngia japonica* (L.) DC.)、羊蹄 (*Rumex japonicus* Houtt.)、龙葵 (*Solanum nigrum* L.) 等。

b、栾树群落

群落结构单一，为人工栽培。乔木层郁闭度 0.6，层均高 6m，无伴生种；林下主要植物有小蓬草、羊蹄等。

③灌丛和灌草丛

灌丛和灌草丛主要分布在评价区内农田周边、沟渠沿岸和机耕道两侧。

a、鬼针草群落

群落结构单一，草本层盖度 60%，层均高 0.8m，以鬼针草为优势种，主要伴生种有狗尾草、绿穗苋 (*Amaranthus hybridus* L.) 等。

b、愉悦蓼群落

草本层盖度 50%，层均高 0.2m，优势种为愉悦蓼，主要伴生种为接骨草、小窃衣等。

④沼泽和水生植被

区域为环洞庭湖平原带，受湖泊水力影响，形成纵横交错的耕地和水域，非常适应水生植被的生长。

a、芦苇群落

在评价区池塘、河渠的挺水区域广泛分布，群落盖度 80%，高度约 2m，伴生种主要是荻 (*Miscanthus sacchariflorus* (Maximowicz) Hackel)。

b、凤眼蓝群落

主要由凤眼蓝组成，覆盖在水塘和河渠表面，其群落盖度可达到 90% 以上，厚度 0.1~0.2m，结构单一，但是生命力顽强。

c、浮萍群落

浮萍为浮萍科水生植物，在池塘、湖泊内常见。在拟建项目区域内的静水池

塘和水田中常见。

4.3 重点保护植物和古树名木

(1) 重点保护植物

评价区国家重点保护野生植物根据《国家重点保护野生植物名录》(第一批)(国务院, 1999年8月)确定。参考《湖南省国家级珍稀濒危植物分布特征及区系探讨》(刘德良, 2001年)、《湖南珍稀濒危保护植物的地理分布及其区系特征》(杨一光, 1987年)、《湖南省林木种源普查资料汇编》(湖南省林业厅, 1985年)、《湖南植物名录》(祁承经, 1987年)、《湖南珍稀濒危植物优先护存分级指标的研究》(颜立红等, 1997)、《湖南珍稀濒危植物迁地仿生护存的初步研究》(颜立红等, 1997)及本工程所在行政区内关于国家重点保护野生植物的相关资料, 结合现场调查, 在评价范围内未发现重点保护野生植物。

(2) 古树名木

参考《湖南古树名木》(邓三龙等, 2011年)及本工程所在行政区内关于古树名木及其分布资料, 同时对项目所在区域的林业局、附近村民进行访问调查及现场实地调查, 在评价区未发现古树名木分布。

4.4 外来入侵物种

外来物种入侵是造成生物多样性下降的直接原因之一。《生物多样性公约》明确要求, 防止引进、控制或消除那些威胁到生态系统、生境或物种的外来物种。依据原环境保护部发布的《中国自然生态系统外来入侵物种名单(第一批)》、《中国自然生态系统外来入侵物种名单(第二批)》、《中国自然生态系统外来入侵物种名单(第三批)》、《中国自然生态系统外来入侵物种名单(第四批)》确定外来物种, 通过现场实地调查, 在评价区发现有外来入侵种垂序商陆、一年蓬、凤眼蓝草分布, 其多零星分布于评价区人为活动较多的村落及道路旁, 危害程度较小; 凤眼蓝草分布在废弃的池塘、河渠内, 危害范围有限。

4.5 生态公益林

评价区位于沅江市泗湖山镇, 经沅江市林业局核实, 拟建设工程不占用国家生态公益林。

5 动物资源

5.1 动物区系及物种组成

(1) 动物区系

根据《中国动物地理》(张荣祖, 2011) 进行区系划分, 评价区泗湖山风电场位于湖南省沅江市泗湖山镇内, 动物区划属于东洋界—华中区—东部丘陵平原亚区—长江洞庭湖平原省-农田湿地动物群。

(2) 种类组成

根据实地考察及对相关资料进行综合分析, 评价区分布的陆生脊椎动物有 4 纲 20 目 46 科 98 种; 其中东洋种 40 种, 古北种 10 种, 广布种 48 种; 评价区暂未记录到国家I级重点保护野生动物分布, 有国家II级重点保护野生动物 5 种、湖南省重点保护野生动物 56 种。评价区动物的种类组成、区系和保护等级具体见下表。

表 3-4 评价范围内陆生脊椎野生动物数量、区系及保护情况

种类组成				动物区系			保护动物		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家I级	国家II级	湖南省级
两栖纲	1	3	10	7	0	3	0	1	8
爬行纲	1	6	12	10	0	2	0	0	11
鸟纲	13	31	68	20	10	38	0	4	34
兽纲	5	6	8	3	0	5	0	0	3
合计	20	46	98	41	10	48	0	5	56

5.2 动物多样性

为表示各类动物种类数量的丰富度, 采用数量等级方法: 对某动物种群在单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%及以上, 用“+++”表示, 该种群为当地优势种; 对某动物种群占调查总数的 1~10%之间, 用“++”表示, 该动物种为当地普通种; 对某动物种群占调查总数的 1%及以下或仅 1 只, 用“+”表示, 该物种为当地稀有种。数量等级评价标准见下表。

表 3-5 动物资源数量等级评价标准

种群状况	表示符号	标准
当地优势种	+++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%及以上

当地普通种	++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1~10% 之间
当地稀有种	+	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1% 及以下，或 1

(1) 两栖类

评价资料主要来源于座谈访问和查阅评价区及其附近敏感区域相关参考文献和资料，得出评价区两栖类种类、数量及分布现状如下：

a、种类、数量及分布

评价区内两栖动物种类有 1 目 3 科 10 种。其中蛙科种类最多。记录有国家Ⅱ级重点保护两栖类 1 种，为虎纹蛙 (*Hoplobatrachus rugulosus*)，另外还有湖南省级重点保护两栖类 8 种，分别为中华蟾蜍 (*Bufo gargarizans*)、黑眶蟾蜍 (*Duttaphrynus melanostictus*)、黑斑侧褶蛙 (*Pelophylax nigromaculata*)、沼蛙 (*Boulengerana guentheri*)、泽陆蛙 (*Fejervarya limnocharis*)、饰纹姬蛙 (*Microhyla ornata*)、小弧斑姬蛙 (*Microhyla heymonisi*) 和粗皮姬蛙 (*Microhyla butleri*)。其中，中华蟾蜍、沼蛙和泽陆蛙等适应能力强、分布广，为评价范围常见种。

b、区系组成

按区系类型划分，东洋种 7 种，广布种 3 种；暂未记录到古北种分布。评价区地理位置处于东洋界，两栖类的迁移能力较弱，古北界成分很难跨越地理阻障向东洋界渗透，评价区内的两栖动物地理分区与所处地理位置相符。

c、生态类型

根据生活习性的差异，可将评价区内的两栖类分为以下 2 种生态类型：

静水型(在静水或缓流中觅食)：有虎纹蛙、黑斑侧褶蛙和沼蛙共 3 种。主要生活在评价区内水流较缓的水田、水洼等水域，与人类活动关系较密切。

陆栖型(在陆地上活动觅食)：中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、中国林蛙、泽陆蛙、饰纹姬蛙、小弧斑姬蛙和粗皮姬蛙共 7 种。它们主要是在评价区内离水源不远处或较潮湿的陆地上活动，分布较广泛。

(2) 爬行类

评价资料主要来源于座谈访问和查阅评价区及其附近敏感区域相关参考文献和资料，得出评价区爬行类种类、数量及分布现状如下：

a、种类、数量及分布

评价区内爬行类共有 1 目 6 科 12 种。其中游蛇科种类最多，有 5 种。评价区内暂未记录到有国家重点保护爬行类分布，湖南省重点保护种类有多疣壁虎 (*Gekko subpalmatus*)、中国石龙子 (*Eumecus chinensis*)、北草蜥 (*Takydromus septentrionalis*)、翠青蛇 (*Cyclophiops major*)、王锦蛇 (*Elaphe carinata*)、短尾蝮 (*Gloydius brevicaudus*)、鸟梢蛇 (*Zaocys dhumnades*)、虎斑颈槽蛇 (*Rhabdophis tigrinus*)、赤链蛇、银环蛇 (*Bungarus multicinctus*) 和白唇竹叶青蛇 (*Trimeresurus albolabris*)。

b、区系组成

按照爬行动物的区系类型，评价区的 12 种爬行类中东洋种 10 种，广布种 2 种，也未发现古北种分布。与两栖类类似，爬行类的迁移能力也较差，古北界成分难以跨越地理阻障向东洋界渗透。

c、生态类型

根据评价区内爬行类生活习性的差异，可以将上述 12 种爬行类分为以下 3 种生态类型：

住宅型(在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类)：仅多疣壁虎 (*Gekko subpalmatus*) 1 种，主要在评价区内的居民点附近活动。

灌丛石隙型(经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类)：包括中国石龙子 (*Eumecus chinensis*)、蓝尾石龙子、北草蜥和短尾蝮 (*Gloydius brevicaudus*) 共 4 种，主要在评价区内的山林灌丛中活动。

林栖傍水型(在山谷间有溪流的山坡上活动)：翠青蛇 (*Cyclophiops major*)、王锦蛇、虎斑颈槽蛇 (*Rhabdophis tigrinus*)、赤链蛇、白唇竹叶青蛇、鸟梢蛇和银环蛇共 7 种。它们主要在评价区内水域边或潮湿的林地内活动，整个评价区中都有分布。

(3) 鸟类

a、种类、数量及分布

评价区内共分布有鸟类有 68 种，隶属于 13 目 31 科，评价区分布的鸟类中，以雀形目鸟类最多，共 44 种。评价区内暂未发现有国家 I 级保护鸟类分布；国家 II 级保护鸟类 4 种，即黑鸢 (*Milvus migrans*)、普通鵟 (*Buteo buteo*)、斑头鸺鹠

(*Glaucidium cuculoides*)和红隼 (*Falco tinnunculus*)，现场调查暂未记录到；另外评价区还有湖南省重点保护鸟类 34 种，如环颈雉 (*Phasianus colchicus*)、灰胸竹鸡 (*Bambusicola thoracica*)、山斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、珠颈斑鸠 (*Streptopelia chinensis*)、火斑鸠 (*Oenopelia tranquebarica*)、四声杜鹃 (*Cuculus micropterus*)、大杜鹃 (*Cuculus canorus*)、黑水鸡 (*Gallinula chloropus*) 和凤头麦鸡 (*Vanellus vanellus*) 等，其中现场目击主要有山斑鸠、珠颈斑鸠、黑水鸡、白头鹀 (*Pycnonotus sinensis*)、棕背伯劳 (*Lanius schach*)、黑卷尾 (*Dicrurus macrocercus*)、八哥 (*Acridotheres cristatellus*)、棕头鸦雀 (*Paradoxornis webbianus*)、麻雀 (*Passer montanus*) 和金翅雀 (*Carduelis sinica*) 等，种群数量较多。

b、区系组成

评价区分布的 68 种鸟类中，东洋种有 20 种，广布种有 38 种，古北种有 10 种。评价区处于东洋界，但古北界成分也占一定的比例，由于鸟类的迁移能力很强，加之有季节性迁徙的习性，因此鸟类中古北界向东洋界渗透的趋势较强，鸟类中东洋种占优势的程度不如两栖、爬行类明显。

c、居留型

鸟类迁徙是鸟类随着季节变化、方向确定、有规律和长距离的迁居活动。根据鸟类迁徙行为，可将评价区的鸟类分成以下 4 种居留型。

留鸟(长期栖居在生殖地域，不作周期性迁徙的鸟类)：共 41 种，在评价区内占的比例最大，主要包括鳩鸽科、翠鸟科、啄木鸟科，雀形目的鹀科、椋鸟科、鸦科、百灵科、雀科、鹟科和鹀科等；

冬候鸟(冬季在某个地区生活，春季飞到较远而且较冷的地区繁殖，秋季又飞回原地区的鸟)：共 10 种，种类相对较少，主要是隼形目、鹰形目和雀形目等；

夏候鸟(夏候鸟是指春季或夏季在某个地区繁殖、秋季飞到较暖的地区去越冬、第二年春季再飞回原地区的鸟)：共 15 种，主要包括杜鹃科、鹭科和雀形目的燕科、卷尾科等的种类；

旅鸟(指迁徙中途经某地区，而又不在该地区繁殖或越冬)：共 2 种，旅鸟在评价区占的比例最小。

综上所述，评价区迁徙鸟类共 27 种，另外繁殖鸟(包括留鸟和夏候鸟)占的比

例也很大，即评价区的鸟类中，多数种类在评价区内繁殖。

d、生态类型

按生活习性的差异，可以将评价区内 68 种鸟类分为以下 5 种生态类型：

涉禽(嘴、颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食)：评价区中涉禽主要包括鹤形目的红脚田鸡 (*Amaurornis akool*) 和黑水鸡，鸽形目的凤头麦鸡、灰头麦鸡 (*Vanellus cinereus*)，鹅形目的大白鹭 (*Ardea alba*)、白鹭和池鹭 (*Ardeola bacchus*)，共计 7 种。它们在评价区主要分布于水田中。

陆禽(体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食)：评价区内的陆禽有鸡形目的环颈雉和灰胸竹鸡，鸽形目的山斑鸠、珠颈斑鸠和火斑鸠共计 5 种，它们在评价区内主要分布于进场道路两侧的林地及林缘地带或农田及居民点区域，在现场调查中多次目击到山斑鸠和珠颈斑鸠。

猛禽(具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物)：评价区中的猛禽类主要包括隼形目的黑鸢和普通鵟，鹗形目的斑头鸺鹠，隼形目的红隼，共计 4 种。它们活动范围较广，偶尔游荡至评价区上空。猛禽处于食物链顶端，在生态系统中占有重要地位。它们在控制啮齿类动物的数量，维持环境健康和生态平衡方面具有不可替代的作用。由于数量稀少，我国将所有猛禽都列为国家重点保护鸟类。

攀禽(嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘)：评价区中的攀禽类主要包括鹃形目的四声杜鹃和大杜鹃，犀鸟目的戴胜(*Upupa epops*)，佛法僧目的普通翠鸟(*Alcedo atthis*)、白胸翡翠 (*White throated Kingfisher*) 和斑鱼狗 (*Ceryle rudis*)，啄木鸟目的灰头绿啄木鸟 (*Picus canus*) 和大斑啄木鸟 (*Picoides major*)，共计 8 种。主要分布于森林、林缘或村庄周围活动。

鸣禽(鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢)：评价区内记录的所有雀形目鸟类均为鸣禽，为典型的森林鸟类。如小云雀 (*Alauda gulgula*)、家燕 (*Hirundo rustica*)、金腰燕 (*Cecropis daurica*)、崖沙燕 (*Riparia riparia*)、领雀嘴鹎 (*Spizixos semitorques*)、白头鹎 (*Pycnonotus sinensis*)、棕背伯劳 (*Lanius schach*)、红尾伯劳 (*Lanius cristatus*)、

黑卷尾 (*Dicrurus macrocercus*) 等共 44 种。它们在评价区内广泛分布，不论是种类还是数量，鸣禽都占绝对优势。

e、工程区域鸟类迁徙现状

鸟类迁徙通道泛指鸟类中的某些种类，每年春季和秋季，有规律的、沿相对固定的路线、定时地在繁殖地区和越冬地区之间进行的长距离的往返移居的行为现象。湖南省地处华夏大地中部，位于西伯利亚-澳大利亚鸟类迁徙通道上。由于环境和地势的复杂性，在不同地域鸟类迁徙的路线和方式各有不同。

依据历史记载和邓学建教授等专家多年的研究成果，湖南主要有 3 条鸟类迁徙通道，主要涉及蓝山、桂东、炎陵、新邵、隆回、新宁、城步、道县、新化、通道 10 县。其中东部的罗霄山脉和西部的雪峰山脉迁徙通道属于两条大型窄幅通道，而大部分小型迁徙通道分布在中部的宽幅迁徙通道上，分布在整个湘中区域，只是在个别区域，像南北方向的山脉沟谷地带，形成局部的窄幅迁徙通道。经过窄迁徙通道的大多是水禽，如鹳形目鹭科鸟类、鹤形目秧鸡科鸟类，其他种类倾向于选择宽迁徙通道，从湘中地区向南飞去。在宏观上项目区与湖南省的 2 条窄幅主要迁徙通道范围的平行距离约 182.5km，地理位置明显不在该两条迁徙通道上。

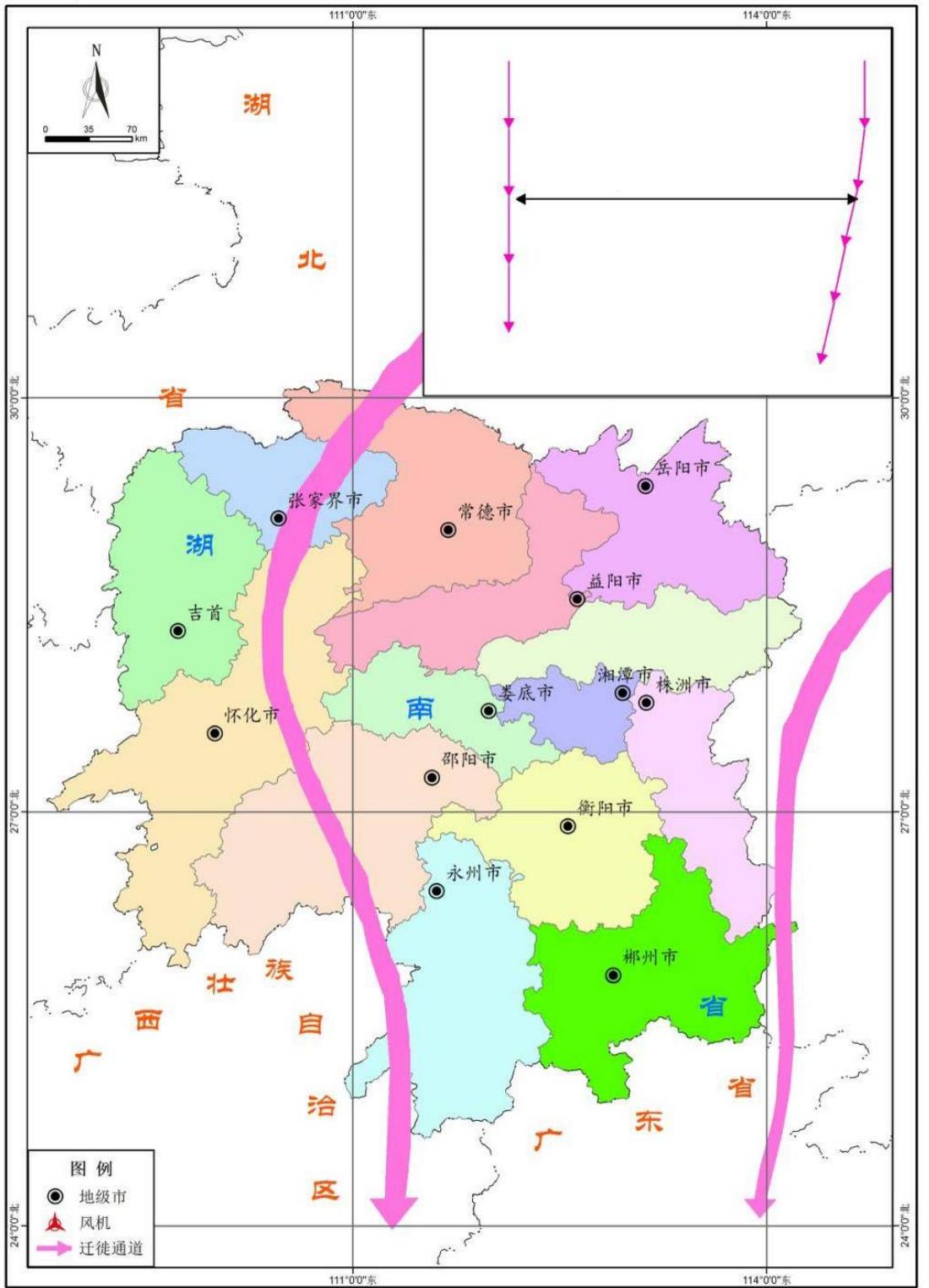


图 3-2 本项目与湖南省鸟类迁徙通道位置关系示意图

总体来说，项目区不属于鸟类集中迁徙通道，也不是迁徙鸟类的栖息繁衍区域，因此对迁徙鸟类的影响较小。

(4) 哺乳类

采用样线法和样点法对评价区的哺乳类进行了实地调查和现场访问，并结合历史文献及资料等调查成果进行综合分析，对评价区内的哺乳类种类、数量及分布现状进行全面调查，得出如下结论：

a、种类、数量及分布

评价区内哺乳类共有 5 目 6 科 8 种。评价区内哺乳类以啮齿目最多，共有 4 种。评价区暂未记录到国家重点保护野生哺乳类，有湖南省重点保护野生哺乳类 3 种，分别是东方蝙蝠(*Vespertilio superans*)、草兔(*Lepus capensis*)和黄鼬(*Mustela sibirica*)。

b、区系组成

按区系类型划分，可将评价区内的哺乳类分为以下 2 类：东洋种和广布种，其中广布种有 5 种，东洋种有 3 种。与鸟类相似，哺乳类的迁移能力也较强，但评价区属于东洋界，故古北种类相对较少见。

c、生态类型

根据评价区哺乳类生活习性差异，将上述种类分为以下 2 种生态类型：

穴居型(主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物)：有东北刺猬、草兔、东方田鼠 (*Microtus fortis*)、小家鼠 (*Mus musculus*)、社鼠 (*Niviventer niviventer*)、褐家鼠(*Rattus norvegicus*)、黄鼬 (*Mustela sibirica*) 共 7 种，在评价区的哺乳类中占的比例最大，为评价区哺乳类的主要生态类型。它们在评价区内分布在灌丛、草丛和农田中，主要为进场道路两侧的居民点和农田附近。其中小家鼠、社鼠和褐家鼠等与人类关系密切。

岩洞栖息型(在岩洞中倒挂栖息的小型哺乳类)：有东方蝙蝠 (*Vespertilio superans*) 1 种。它们主要分布于评价区的居民点附近。

5.3 重点保护野生动物

评价区未发现国家I级重点保护野生动物分布；国家II级重点保护野生动物 5 种；湖南省重点野生保护动物 56 种。评价区内分布的国家重点保护野生动物均是猛禽，活动范围广，主要分布于评价区生境较好的林缘，但偶尔也出没在村庄、农田边缘。

(1) 国家重点保护野生动物

评价区内分布的国家II级重点保护动物 5 种，为虎纹蛙、黑鳲、普通鷟、斑头鸺鹠和红隼。这些国家重点保护动物的生境、习性以及分布情况见下表。

表 3-6 评价区国家重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	分布	居留型	区系	数量	保护等级
1、 虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus rugulosa</i>	主要在湿地周边活动。	-	东	+	国家 II 级
2、 黑鳲 <i>Milvus migrans</i>	项目区及其周边均为其活动范围。	留鸟	广	+	国家 II 级
3、 普通鷟 <i>Buteo buteo</i>	主要在湿地周边活动，偶尔游荡至评价区地带。	冬候鸟	古	+	国家 II 级
4、 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	项目区及其周边均为其活动范围。	留鸟	广	+	国家 II 级
5、 斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	主要在湿地周边活动，偶尔游荡至评价区地带。	留鸟	东	+	国家 II 级

(2) 湖南省级重点保护野生动物

评价区范围内陆生脊椎野生动物中，还分布有湖南省重点保护动物 56 种，其中两栖类有 8 种，分别为中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、黑斑侧褶蛙、沼蛙、泽陆蛙、饰纹姬蛙、小弧斑姬蛙和粗皮姬蛙；爬行类有 11 种，为多疣壁虎、中国石龙子、北草蜥、翠青蛇、王锦蛇、短尾蝮、乌梢蛇、虎斑颈槽蛇、赤链蛇、银环蛇和白唇竹叶青蛇；鸟类的有 34 种，分别为雉鸡、灰胸竹鸡、山斑鸠、珠颈斑鸠、火斑鸠、四声杜鹃、大杜鹃、黑水鸡、凤头麦鸡、大白鹭、白鹭、池鹭、戴胜、普通翠鸟、大斑啄木鸟、家燕、金腰燕、白头鹎、棕背伯劳、红尾伯劳、黑卷尾、八哥、喜鹊、灰喜鹊、白颈鸦、红胁蓝尾鸲、乌鸫、黑脸噪鹛、棕头鸦雀、红头长尾山雀、大山雀、麻雀、金翅雀和黑尾蜡嘴雀；哺乳类有 3 种，分别是东方蝙蝠、草兔和黄鼬。

6 评价区自然体系生物量现状

根据现场调查和卫片解译，结合评价区地表植被覆盖现状和植被立地情况，将评价区植被类型化分为 5 类。

表 3-7 评价区自然体系生物量现状表

植被类型	代表植物	面积 (hm ²)	占评价区比例 (%)	平均生物量 (t/hm ²)	总生物量 (t)	占评价区总生物量比例 (%)
针叶林	水杉	1.0245	0.35	20.1	20.59	0.46

阔叶林	加杨、柰树	2.5493	0.88	27.81	70.90	1.59
灌丛/灌草丛	鬼针草、愉悦蓼	216.4909	74.89	19.8	4286.62	96.12
农作物	水稻、苎麻	0	0	3.63	0	0
水生植物	浮萍、凤眼蓝	69.0245	23.88	1.18	81.45	1.83
合计	289.0892	100.00	/	4459.56	100.00	

经计算，评价区总生物量为 4459.56t，以灌丛/灌草丛为主，占评价区总生物量的 96.12%；其他植被类型生物量占的比例较小，总计不足 5%。从生物量数值看，荒草地为评价区的主要类型，对生态系统的稳定和变化起到很重要的作用。

7 生态敏感区

通过对本工程所在行政区内各类型生态敏感区的逐一排查，本工程不经过生态敏感区。距离项目较近的敏感区为 1#风机西南面的湖南南洞庭湖省级自然保护区和洞庭湖银鱼三角帆蚌国家级水产种质资源保护区，其最近距离约为 7.05km。

8 工程影响区域主要植被现状

评价区内工程影响区主要包括风机区、施工道路、弃渣场等，其主要生态环境指标详细情况见下表。

表 3-8 工程影响区域主要生态环境指标详细情况

项目	地形地貌	地质岩性	风化程度	生态脆弱性	水土流失	土地类型	植被现状
风机组区							
1#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
2#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	主要是沿河两侧的水生植被，以芦苇、香蒲等为主，以及河滩内的水生植被凤眼蓝群落等
3#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
4#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
5#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	

6#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
7#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
8#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
9#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
10#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
11#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
12#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
13#风机	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	河滩地	
升压站区							
升压站，兼做弃渣场、施工生产区	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	水塘为主	主要是水生植被，以芦苇、香蒲等为主
施工道路区							
施工道路	位于洞庭湖平原区，地形平缓	第四系冲积砂、砾石和湖积粉砂质粘土	中等风化	微度脆弱	轻度	村道	施工道路利用现有村道，沿路两侧植被主要是鬼针草群落、愉悦蓼群落等
9 其他环境要素环境质量现状							
9.1 水环境质量现状							
本项目位于湖南省沅江市泗湖山镇北堤外洲，风机位置位于草尾河河滩地上，周边主要水系为草尾河。根据《湖南省主要水系地表水环境功能区划》(DB43 /							

023-2005), 草尾河属于洞庭湖水系, 水域范围为西至草尾镇、东至东湖脑, 总长度 55.0km, 水环境功能区划为渔业用水区, 执行标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准。

本项目所在地为草尾河下游河段, 从 13#风机位置向下游约 12km 进入洞庭湖水域。

为了解项目周围的地表水质量现状, 本评价引用了《湖南特种电机有限责任公司鞋类、手套、箱包、变压器线圈加工建设项目环评报告书》中委托湖南中润恒信环保有限公司于 2019 年 5 月 12 日至 5 月 14 日对本项目周边主要水系草尾河进行的现状监测。

(1) 监测工作内容

本次引用的地表水环境监测断面共设有 3 个, 分别位于 W1 引用项目排污口上游 500m、W2 引用项目排污口下游 700m 和 W3 引用项目排污口下游 3000m, 具体监测断面详见附图;

本次现状监测项目包括 pH、COD、BOD₅、SS、氨氮、总磷、总氮, 检测时间 2019 年 5 月 12 日至 5 月 14 日连续监测 3 天, 每天采样 1 次。

监测工作内容见下表。

表 3-9 地表水环境监测工作内容

编号	水体名称	监测断面名称	监测因子	监测频次
W1	草尾河	引用项目排污口上游500m	pH、COD、 BOD ₅ 、SS、氨 氮、总磷、总氮	连续监测3天， 每天1次
W2		引用项目排污口下游700m		
W3		引用项目排污口下游3000m		

(2) 监测分析方法

监测及分析方法均按照国家环保局《环境监测技术规范》、《环境监测分析方法》和《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)要求的方法进行。

(3) 监测结果统计分析

评价区的地表水环境质量现状评价采用单因子超标率、超标倍数法进行评价。

①pH 值的计算公式: $P_i = (pH_i - 7) / (pH_{SU} - 7)$ $pH_i > 7$ 时;

$$Pi = \frac{(7 - pH_i)}{(7 - pH_{SD})} \quad pH_i < 7 \text{ 时。}$$

其中: pH_i —i 污染物的实际值;

pH_{SU} —标准浓度上限值;

pH_{SD} —标准浓度下限值。

$$\text{②其他项目计算公式: } Pi = \frac{C_i}{Co_i}$$

其中: Pi —i 污染物单因子指数;

C_i —i 污染物的实际浓度;

Co_i —I 污染物的评价标准。

$Pi > 1$, 表明该水质参数超过了规定的水质标准。

地表水环境监测及统计分析结果见下表。

表 3-10 地表水环境监测结果与评价结果 单位: mg/L, pH 无量纲

监测项目 监测断面		pH	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	总磷	总氮
W1	标准值	6-9	≤20	≤4	/	≤1.0	≤0.2	≤1.0
	5.12	6.97	0.03	52.1	0.22	ND	113	ND
	5.13	6.94	0.04	52.7	0.23	ND	115	ND
	5.14	6.99	0.03	51.4	0.21	ND	112	ND
	超标率	0	0	0	0	0	0	0
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0
W2	标准值	6-9	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2	/	≤0.05
	5.12	7.02	0.02	51.6	0.25	ND	99	ND
	5.13	7.04	0.02	50.5	0.23	ND	96	ND
	5.14	7.01	0.03	50.2	0.22	ND	101	ND
	超标率	0	0	0	0	0	0	0
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0
W3	标准值	6-9	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2	/	≤0.05
	5.12	7.43	0.03	103.7	0.31	ND	125	ND
	5.13	7.41	0.05	104.6	0.27	ND	122	ND
	5.14	7.44	0.04	103.5	0.26	ND	126	ND
	超标率	0	0	0	0	0	0	0
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0

(4) 地表水环境现状评价

根据上表可知，本项目周边主要水系草尾河各断面的监测数据表明，各监测断面的 pH、COD、BOD₅、SS、氨氮、总磷、总氮监测因子浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准。

9.2 大气环境质量现状

根据《建设项目环境影响报告表编制指南》选择近 3 年中数据相对完整的 1 个日历年作为评价基准年，采用评价范围内国家或地方环境空气质量监测网中评价基准年连续 1 年的监测数据，或采用生态环境主管部门公开发布的环境空气质量现状数据”。依据上述要求，为了解本项目周边环境空气质量状况，本评价收集了沅江市 2020 年逐日环境空气监测数据。根据《环境空气质量评价技术规范（试行）》(HJ663-2013) 表 1 中年评价相关要求对沅江市例行监测数据进行统计分析，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年平均浓度，CO 日均值保证率为 24 小时平均第 95 百分位数对应浓度值，O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数对应浓度值，沅江市 2020 年环境空气质量对应保证率日均值统计见下表。

表 3-11 2020 年沅江市环境空气监测结果 单位：ug/m³

污染物	年评价指标	现状浓度	标准浓度	占标率	达标情况
SO ₂	年均浓度	5	60	0.83	达标
NO ₂	年均浓度	11	40	0.275	达标
PM ₁₀	年均浓度	49	70	0.7	达标
PM _{2.5}	年均浓度	34	35	0.97	达标
CO	日均值第95百分位浓度	1700	4000	0.425	达标
O ₃	日最大8小时滑动平均第90百分位浓度	120	160	0.75	达标

由上可知，项目所在区 2020 年沅江市环境空气质量 SO₂、NO₂、CO、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃ 的年平均质量浓度和其百分位数日平均质量浓度均可达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求。判定本项目所在区域为达标区。

9.3 声环境质量现状

本项目风机外周边 300 米范围内不存在声环境保护目标的建设项目，故未进行声环境质量现状监测。

	<h4>9.4 土壤环境质量现状</h4> <p>根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）中规定的建设项目所属行业的土壤环境影响评价项目类别、土壤环境敏感程度划分评价工作等级。本项目属于《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）附录 A 中的 IV 类项目。因此本项目无需开展土壤环境影响评价，故本次评价未进行土壤环境现状调查评价。</p>
与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	<p>本项目位于湖南省沅江市泗湖山镇北堤外洲，场址区为河库滩地，地势较平坦，海拔高度在 26.4m~28.8m。本项目属于新建项目，根据对项目拟建场址调查，无与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题。</p>

1 生态环境保护目标

表 3-12 生态环境保护目标一览表

环境要素	敏感保护目标	规模及特征	与工程关系及特性	影响源和时段	保护要求
生态环境	土地资源	总用地面积 16.376 万 m ² , 其中永久性征地面积为 4.142 万 m ² , 临时性用地面积 12.234 万 m ² 。	工程占地	施工期及营运期	合理利用土地
	基本农田	本项目不占用基本农田。	工程占地	施工期及营运期	禁止占用基本农田
	动物资源	工程施工范围	-	施工期及营运期	减少影响
	植物资源	工程施工范围	工程破坏地表植被	施工期	减少破坏
	珍稀保护物种及古大树	施工区域无珍稀动、植物分布	-	-	-
	生态景观	生态评价范围内	-	施工期及营运期	保持与周边景观协调一致
生态 环境 保护 目 标	生态敏感区	项目不涉及生态敏感区, 距离最近的为项目西南面的湖南南洞庭湖省级自然保护区和洞庭湖银鱼三角帆蚌国家级水产种质资源保护区, 其最近距离约为 7.05km。	-	-	-

2 社会环境保护目标

表 3-13 社会环境保护目标一览表

环境要素	敏感保护目标	规模及特征	与工程关系及特性	影响源和时段	保护要求
社会环境	乡村道路	风电场场内道路改造利用段	风电场场内道路	施工车辆	维护道路设施不受损坏

3 水环境保护目标

表 3-14 水环境保护目标一览表

环境要素	敏感保护目标	规模及特征	与工程关系及特性	影响源和时段	保护要求
水环境	草尾河	中河、III类渔业用水区	本项目风机占地范围内	施工期	废污水处理后综合利用不外排, 同时做好施工期水土保持工作。

4 大气环境保护目标

表 3-15 大气环境保护目标一览表

序号	名称	坐标		保护对象	保护内容	环境功能区	相对厂址方位	相对厂界距离/m
		东经	北纬					
1	洞庭红村居民点	112.6559	28.9766	居住区	环境空气质量	二级	S	308~500 (以 1#风机为参照点)
2	东安垸村居民点	112.6746	28.9745	居住区			S	306~500 (以 7#、8#风机为参照点)
3	八百亩村居民点	112.6807	28.9736	居住区			S	300~500 (以 9#风机为参照点)

5 声环境保护目标

本项目风机外300米范围内无声环境保护目标。本评价重点考虑到施工期道路对周边居民及其他特殊声环境保护目标的影响，道路周边声环境调查范围为道路两侧200m。道路工程周边声环境保护目标见下表。

表 3-16 声环境保护目标一览表

序号	名称	坐标		保护对象	保护内容	环境功能区	相对厂址方位	相对厂界距离/m
		东经	北纬					
1	洞庭红村居民点	112.6559	28.9766	居住区	声环境质量	2类区	S	5~200 (以施工道路为参照点)
2	东安垸村居民点	112.6746	28.9745	居住区			S	5~200 (以施工道路为参照点)
3	八百亩村居民点	112.6807	28.9736	居住区			S	5~500 (以施工道路为参照点)

1 环境质量标准

环境空气：执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准；

地表水：执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准；

声环境：执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的2类标准。

评价标准

	<p>2 污染物排放标准</p> <p>废水：施工期和营运期废水综合利用，不外排；</p> <p>废气：执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2中的二级标准及无组织排放监控浓度限值；</p> <p>噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)表1标准，营运期升压站厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类标准；</p> <p>固体废弃物：一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)，危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改单，生活垃圾执行《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB6889-2008)。</p>
其他	本项目不涉及总量控制指标

四、生态环境影响分析

施工期生态影响分析	<p>本工程施工总用地面积 16.376 万 m²，其中永久性征地面积为 4.142 万 m²，临时性用地面积 12.234 万 m²。工程占地将改变土地利用性质，对生态环境产生不利影响。</p> <p>本工程风机基础开挖、集电线路埋设、施工道路建设等均会进行土石方开挖，经计算，本工程土方开挖总量约 8.46 万 m³，土方回填总量约 11.51 万 m³，经土石方平衡后，需借土回填 3.5 万 m³。土石方工程施工时将扰动地表，破坏植被，使动物栖息地减少，迫使动物迁移；施工产生的弃渣如不妥善堆置，还将造成新的水土流失，对周围环境造成不利影响。</p> <p>1 对土地利用的影响</p> <p>工程建设前后，评价区土地利用格局发生了变化。主要为河滩地的面积及斑块数目有所减少，主要是受到工程的占地和切割影响。</p> <p>2 对农林业的影响</p> <p>(1) 对农业生产影响分析</p> <p>在项目施工期间，主要包括站场建设、风机基础平台施工以及施工便道建设期，当季无法种植农作物，而且将破坏施工地面已有的农作物，这些都将造成一定的经济损失。环境负效益主要体现在项目占用土地所造成的农作物损失和植被、生物量损失。</p> <p>(2) 对林业的影响</p> <p>在项目施工期间，项目应控制施工作业带宽度，减少对林地资源的损失；施工结束后，采取相应的植被恢复措施，造成的生物量损失可以在一定程度上得到弥补。</p> <p>3 对生态系统的影响</p> <p>根据遥感解译，评价区生态系统主要有人工森林生态系统、湿地生态系统和农村居民点生态系统等。</p> <p>本工程建设对评价区生态系统的不利影响主要有：</p> <p>(1) 施工占地：工程施工占地将直接占用生态系统面积，使系统中生产者减少，占地范围及附近区域的非生物环境发生改变，局部区域能量流动和物质循环</p>
-----------	--

能力降低，生态系统结构及功能退化。由于项目占地面积相对较小和分散，其影响范围有限，对生态系统的地域连续性影响较小。

(2) 施工活动：施工活动产生的弃渣、扬尘、噪声、生活垃圾等带来的污染，会直接或间接影响附近植物生境及动物的栖息环境，导致生态系统内原有的一些植物受到破坏，致使某些动物被迫迁移。由于工程占地区受人为活动频繁，植被类型多为人工栽植，群系组成单一，动植物种类较少，个体的抵抗性和恢复能力强，因此工程施工活动不会造成物质和遗传信息交流的障碍。

(3) 人为干扰：施工过程中，如管理不善，可能会对周围植被造成破坏，特别是对乔木、灌木的随意砍伐，造成林地建群种的损失，群落层次缺失，垂直结构发生改变，进而导致生境变化。此外，人为捕猎活动也会对周边动物种群数量及生境产生不利影响。因此，施工期间必须加强宣传教育活动、施工监理工作，尽量控制避免人为干扰。在相关措施得到落实后，人为干扰对生态系统的结构和功能影响较小。

综上所述，本工程建设对评价区生态系统完整性和稳定性的影响较小，对其结构及功能的影响较小。且施工结束后，临时占地将采取一定的复垦和植被恢复措施，永久占地破坏的植被将采取占补平衡的方式进行生态补偿。因此，在采取各种相关措施后，本工程建设对对生态系统的影响较小。

4 对植物及植被的影响

本工程主要包括风电机组区、升压站区、集电线路区、临时工程区等部分。根据本工程特点，工程施工及运营会对评价区植物及植被产生一定影响，主要影响因素及途径如下表。

表 4-1 施工期植物及植被影响因素一览表

工期	影响因素	来源	影响途径	影响性质	程度
施工期	1.工程占地	风机区、升压站区、道路区、弃渣场区等	占地区施工扰动地表，破坏地表植物及植被	直接影响、长期影响	一般
	2.人为干扰	施工区等	施工人员踩踏、施工机械碾压等	直接影响，短期影响	较小
	3.临时表土堆存	基础开挖，场地平整等	压覆地表植物及植被，破坏地表环境	直接或间接影响，短期影响	较小
	4.废水	升压站区、生产生活区等	破坏地表环境，间接影响植物生命活动	间接影响，短期影响	较小

	5.扬尘	道路区、风机区等	影响植物生命活动	直接影响，短期影响	较小
	6.水土流失	占地区	影响区域植物生长环境	直接和间接影响，长期影响	较小
	7.外来入侵物种	占地区	人员进出、运输作业等可能引起外来物种扩散等	直接影响，长期影响	较小

本工程施工期主要有土石方工程施工等活动，施工期，工程对评价区植物及植被的影响因子主要有工程占地、施工活动及施工活动产生的废水、废气、弃渣、固废、扬尘等。

4.1 施工占地对植物及植被的影响

本工程施工占地不可避免会破坏占地区植物及植被。工程施工总用地面积 16.376 万 m²，其中永久性征地面积为 4.142 万 m²，临时性用地面积 12.234 万 m²。

(1) 永久占地对植物及植被的影响

工程永久占地会使占地区域土地利用类型发生改变，生物个体失去生长环境，影响的程度是不可逆的；且永久占地将破坏区域植被，失去原有的生物生产力，降低景观的质量。本项目永久占地主要为风机基础、箱变基础、升压站以及集电线路，其中以风机基础、升压站区永久占地面积最多。根据现场实地调查情况，工程永久占地的植被类型以栽培植被为主，主要为农作物、加杨林等，均为当地常见的人工栽植树种，可恢复性高。因此，本工程永久占地对评价区内植物及植被影响较小，仅为少量的个体损失、生物量减少。根据评价区内各植被类型平均生物量，本工程永久占地区植被损失的生物量占评价区总生物量比重较小，变化幅度较小，且施工结束后，工程区植被恢复措施会在一定程度上缓解其影响。

(2) 临时占地对植物及植被的影响

工程临时占地主要包括场内施工道路、风机安装场地、临时施工用地等临时占地。根据评价区内各植被类型平均生物量，本工程临时占地区植被损失的生物量占评价区总生物量比重较小，变化幅度不大，随着施工结束，临时施工区植物及植被在适宜条件下可迅速得到恢复。因此，工程临时占地对占地区植物种类、植被类型影响较小。

工程施工的临时占地部分，随施工结束和植被恢复措施的实施，工程影响会逐渐消失，临时占地地表植被恢复等措施的实施，将使区域内植被覆盖率形成一

种动态形式的平衡，因此，临时占地对植被的影响是暂时的、可恢复的。

4.2 施工活动对植物及植被的影响

施工期施工活动对评价区植物及植被的影响因素主要有：施工活动产生的弃渣、废水、废气、固废物及人为干扰等。依据施工活动对植物的影响方式，可分为直接影响及间接影响，直接影响主要是指人员活动、车辆碾压等会使周边植物个体损失，植被生物量减少；间接影响主要是指施工过程中产生的废气、废水、弃渣、固废、扬尘等会使周边植物的生命活动受阻。

(1) 废气对植物及植被的影响：施工期废气主要来源于燃油机械的尾气，其主要污染物为 SO₂、NO₂、CO 等。废气对植物的影响主要是在叶脉间或边缘出现不规则水渍状，导致叶片逐渐坏死，植物光合生产受阻，生长发育变缓。由于本工程施工较分散，燃油机械相对较少，燃油机械的废气排放量相对较低，再加上施工期机械尾气属移动线源排放，因此施工期废气对植物及植被的影响较小。

(2) 废水对植物及植被的影响：施工期废水分为生产废水和生活污水，生产废水主要来源于砂石料冲洗废水和机械检修场含油废水等，废水对植物的影响主要是废水的随意排放会改变土壤理化性质，改变植物生长发育环境，进而影响其正常生命活动。但这种影响可通过在生产生活区布置污水处理系统等进行缓解。

(4) 弃渣对植物及植被的影响：弃渣主要来源于基础开挖、施工场地以及施工道路建设等，弃渣的随意堆放不仅会压覆区域内植物及植被，改变区域生境条件，还可能导致局部区域的水土流失。但这种影响通过对弃渣等进行统一调配与处理等措施进行缓解。

(5) 扬尘对植物及植被的影响：扬尘主要来源于开辟施工便道，土石方调配，建筑物施工，直至工程竣工后场地清理、恢复等诸多工程，其中以运输车辆引起的二次扬尘影响时间最长，对周围植物及植被影响最严重。扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物叶、茎、花表面，会使其生命活动受到一定影响。由于评价区处亚热带季风气候区，区域内空气湿度相对较大，扬尘扩散范围相对较小，再加上施工期如能采取洒水抑尘等措施，可有效减轻扬尘对周围植物及植被的影响。

4.3 人为干扰对植物及植被的影响

施工期，施工人员及机械增多，施工人员砍伐、踩踏及施工机械碾压等会破

坏区域内植物及其生境。由于本工程占地面积不大，占地区多集中分布于村落附近及农田区，占地区人为活动范围相对较小，同时施工期人为干扰等可通过加强宣传教育活动，加强施工监理，在施工前划定施工范围，规范施工人员活动等进行缓解，在相对措施得到落实后，人为干扰对植物及植被的影响较小。

4.4 水土流失对植物及植被的影响

施工期占地区开挖、施工场地平整、施工道路建设等扰动地表，造成大面积的土壤裸露，受雨水冲击时易造成水土流失，将对植物及其生境造成不利影响。
同时，水土流失易导致土壤中的有机质也不断流失，从而破坏了土壤的结构，增加植被复垦工作的难度。由于本工程在可研阶段充分考虑到了水土流失问题，只要切实落实水土保持方案，本工程水土流失对区域植物及植被的影响较小。

4.5 外来入侵物种的影响

通过现场调查，评价区外来入侵物种主要有一年蓬、垂序商陆、凤眼蓝草等，仅有凤眼蓝草在水域呈集中分布，影响范围有限。评价区风能资源充足，再加上施工期频繁的人为活动，易引起外来入侵物种的大面积扩散或者带来一些新的外来入侵物种。施工过程中如不注意对其进行控制，可能导致其大规模入侵并迅速占领生态位，对本地种的生存造成危害。

4.6 对重点保护野生植物的影响

根据现场实地调查，在评价区内尚未发现重点保护野生植物。

5 对陆生野生动物的影响

施工期的开挖、碾压、践踏等活动，会对地面植被资源不同程度的破坏，进而造成动物生境的破坏，同时施工作业产生的噪声会使野生动物受到惊吓，迫使其迁至新的环境中；施工占地也会使野生动物的栖息地遭到一定程度的丧失。具体表现如下：

表 4-2 工程对野生动物的影响

动物类群	影响方式
两栖类	水体污染、栖息地破坏，施工过程车辆碾压
爬行类	施工人员的捕杀、食源的迁移变化、水体污染、栖息地破坏，施工过程车辆碾压
鸟类	施工灯光的影响、噪声惊扰、栖息地破坏、空气污染、施工人员的捕杀、食源的迁移变化。

兽类	施工车辆的威胁、噪声惊扰、栖息地破坏、空气污染、施工人员的捕杀、食源的迁移变化。
项目在施工期对陆生动物的影响主要是场内道路工程、风机安装场地、集电线路、弃渣场等施工期的临时占地对生境的占用和破坏等；施工噪音、施工人员活动以及夜间光照等对动物栖息、觅食、求偶繁殖等生理和生活行为的影响；施工产生的废水、建筑材料堆积等均会在不同程度上对动物及其生境产生一定影响。	
(1) 施工占地对动物的影响	<p>主要表现为施工期风机安装场地、弃渣场、表土堆存场、施工营地等区域占地的影响。根据现场调查，占地区常见的陆生野生动物主要为鸟类，迁移能力较强，施工期间植被破坏后会迫使其迁移至周边影响较小的环境。因此工程占地会导致野生动物转移栖息地，限制部分陆生动物在该工程区域的觅食和活动行为，从而对陆生动物的生存产生部分影响。由于周边相似生境较多，且永久性占地面积较少，在施工结束后随着占地区域水土保持以及植被恢复措施的实施，其对周边的动物产生的不利影响将有所缓解。由于风机位置分散，每个风机占地面积相对较小，且单个风机施工时间较短，对野生动物的影响相对较小，不会对其生存造成威胁，且这种影响会随着施工结束生境的恢复而消失，因而影响较小</p> <p>道路工程对动物的影响：进场改造道路对动物的影响一直客观存在，动物在一定程度上适应该道路。新建进场道路较短，相对来说对动物影响较小。场内新建道路是道路类型中影响动物的主要因素，包括生境丧失及生境片段化的影响、对动物活动的阻隔影响。施工道路的占地造成两栖类和爬行类生境的丧失、生境的片段化，其对两栖类、爬行类和哺乳类动物活动造成不利影响，对鸟类影响相对较小。部分失去隐藏环境的个体被迫寻找新的生活环境，从而加剧种内种间竞争。片段化的生境，使其觅食范围、活动区域减少，对其栖息、觅食、求偶繁殖等有不利影响。工程施工时间相对较短，施工结束后，通过一定的恢复补偿措施，可以缓解因道路的实施对两边动物的影响，施工道路路面为泥结碎石，施工结束后通行车辆较少，一些草本植被可以自然生长，因此动物生境丧失及生境片断化、公路的阻隔作用对两栖类、爬行类和兽类的影响不大。在施工期间要因此施工过程要严格控制施工车辆的进场速度和频次，防止出现对两栖、爬行类造成碾压等</p>

伤害。

(2) 施工噪音、施工人员活动及夜间光照对动物的影响

施工噪音对动物的影响：在施工过程，道路的施工由于地理特殊性，存在爆破施工，爆破产生的噪音会驱赶野生动物，可能使施工区域附近的野生动物受到惊吓，对其觅食活动也将产生一定的影响。且在项目建设过程中，施工机械发出的声音或材料运输车辆噪声等，可能使施工区域附近的野生动物受到惊吓，对其觅食活动也将产生一定的影响。由于动物均具有迁移能力，特别是鸟类和兽类的迁移能力很强，且施工区域附近生境都比较相似，野生动物可暂时由原来的生境转移到远离施工区域的相似生境生活；且由于工程施工时间短、风机设置点分散，这些不利影响会将随施工的结束而逐渐消失。

施工人员活动对动物的影响：工程施工期间，施工人员可能对一些有经济价值、观赏价值和食用价值的动物如一些鸟纲鸡形目、雀形目鸟类、爬行纲蛇类、哺乳类兔科进行捕杀，如环颈雉、画眉、银环蛇、王锦蛇、草兔等造成其种群数量的减少。对于这种干扰，必须通过严格的惩罚制度以及明令禁止的方式进行约束，从而减轻或避免工程施工对野生动物的影响。

夜间光照对动物的影响：由于大部分爬行类、哺乳类以及部分两栖类在夜晚活动，这些夜行性动物大多具有趋光或者避光性，夜间光照则会影响其觅食、求偶等行为。但这种影响会随着施工期结束而消失，因而夜间光照对动物影响较小且短暂。

(3) 污染物的排放对动物的影响

项目施工期间，施工工程和施工人员分别会产生一定的建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾和生活垃圾的随意丢弃、生活污水随意排放会劣化动物的生境，使得原来的生境变得不再适合动物生存，但这种影响可以通过建筑垃圾掩埋、垃圾分类回收、污水集中处理等合理的措施加以避免或消减，且随着施工的结束而消失。

综合分析，本项目在施工期对野生动物影响基本可控，其影响时间只集中在主体工程施工期间，对动物的影响将随着施工的结束和临时占地植被的恢复而减缓。

(4) 对重点保护野生动物的影响

评价区范围内陆生脊椎动物中，暂未发现有国家I级重点保护野生动物分布，有国家II级重点保护野生动物5种：分别为虎纹蛙、黑鸢、普通鵟、红隼和斑头鸺鹠，除虎纹蛙外，其余种类均属于猛禽，善飞翔，领域范围广。

虎纹蛙是重点保护两栖类，主要分布于东洞庭湖国家自然保护区及新墙河国家湿地公园等湿地环境。由于本项目距离保护区和湿地公园相对较远，且主要建在山脊上，总体上对保护区和湿地公园范围内的虎纹蛙影响有限。但在施工期间，可能会造成在水田或水塘周边公路上被路过施工车辆碾压的风险。因此在施工车辆进入施工区过程中，采取控制车速的和禁止鸣笛等措施，避免对虎纹蛙等动物造成伤害。

其他的国家II级重点保护种类主要为猛禽类。黑鸢、普通鵟、红隼和斑头鸺鹠飞翔能力强，活动范围广，风机永久占地对其觅食、栖息的影响不大。并且这些猛禽类种群数量较少，风机附近不是其主要觅食地，出现在风机周围的几率较小，因此撞击风机叶片的风险相对较低。

6 对生态敏感区的影响

无。

7 对景观生态体系完整性的影响

对区域自然体系生态完整性的影响是由工程占地引起的，本工程永久占地面积4.142万m²，占地区土地类型以水域为主。本工程建成后，各种斑块类型面积发生少许变化，导致区域自然生态体系生产能力和稳定状况发生改变，对本区域生态完整性具有一定影响。

本工程建设后评价区植被总生物量会有所减少，减少的生物量幅度较小，其影响程度较小，是评价区生态系统能够承受的；本工程建设后评价区各植被类型的生物量变化较小，其中变化最大的为阔叶林、水生植物；本工程建设后评价区各生态类型生物量均以阔叶林及水生植物占优势，工程建设后优势种植被生物量不会发生明显变化。因此，本工程建设对评价区生态体系生物量的影响较小。

8 生态环境脆弱度评价

根据《全国生态脆弱区保护规划纲要》（环境保护部，2008），我国生态脆弱

区包括 8 类，根据全国生态脆弱区空间分布及其生态环境现状，重点对全国八大生态脆弱区中的 19 个重点区域进行分区规划建设。

本项目所在地属于南方红壤丘陵山地生态脆弱区，重点保护区域为南方红壤丘陵山地流水侵蚀生态脆弱重点区域、南方红壤山间盆地流水侵蚀生态脆弱重点区域，其主要生态问题和措施如下：

表 4-3 项目所在生态脆弱区重点保护区域及发展方向

生态脆弱区名称	重点保护区域	主要生态问题	发展方向与措施
南方红壤丘陵山地生态脆弱区	南方红壤丘陵山地流水侵蚀生态脆弱重点区域	土地过垦、林灌过樵，植被退化明显，水土流失严重，生态十分脆弱	杜绝樵采，封山育林，种植经济型灌草植物，恢复山体植被，发展生态养殖业和农畜产品加工业
	南方红壤山间盆地流水侵蚀生态脆弱重点区域	土地过垦、肥力下降，植被盖度低、退化明显，流水侵蚀严重	合理营建农田防护林，种植经济灌木和优良牧草，推广草田轮作，发展生态种养业和农畜产品加工业

根据《湖南省主体功能区划-湖南省生态脆弱性总体评价图》所示，本项目沅江市为微度脆弱。因此，根据主体功能区划的相关要求，在项目评价范围内，应加强植被保护和恢复，维系生物多样性，重点实施水土流失预防监控和生态修复工程，禁止毁林开荒，保护和恢复自然生态系统，维持和增强区域水土保持能力。此外，工程应严格落实水土保持方案报告的各项具体措施。

9 其他施工期污染源环境影响分析

9.1 施工期污染源分析

9.1.1 废水

本工程施工期的平均人数为 30 人，高峰人数为 70 人。施工期高峰日用水量约 $110.4\text{m}^3/\text{d}$ ，其中生活用水量 $8.4\text{m}^3/\text{d}$ （以人均生活用水量 $120\text{L}/\text{d}$ 计），生产用水 $102\text{m}^3/\text{d}$ （包括施工期土建用水量约 $86\text{m}^3/\text{d}$ ，施工机械用水量 $6\text{m}^3/\text{d}$ ，场内清洗用水量 $5\text{m}^3/\text{d}$ ，道路洒水用水量 $5\text{m}^3/\text{d}$ ）。

生活污水：施工人员产生的生活污水主要污染物为 CODcr、氨氮和悬浮物。施工人员生活用水量 $8.4\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水排放系数取 0.8，则施工期每天污水产生量 $6.7\text{m}^3/\text{d}$ 。施工营地产生的生活污水统一收集、排放至施工临建区内的临时化粪池，处理后用作施工临建区附近区域林地或农田浇灌，禁止直接排污周边沟渠。

生产废水：施工生产废水主要是机械设备的冲洗废水以及运输车辆清洗废水。用水量约为 $5\text{m}^3/\text{d}$ ，废水排放按用水量的 90% 计算，则废水产生量为 $4.5\text{m}^3/\text{d}$ ，废水主要污染物为 SS 和石油类。施工现场设沉砂池，经澄清处理后回用，不外排。

9.1.2 废气

工程对大气环境的影响主要是施工开挖、钻孔爆破产生的粉尘和运输车辆产生的扬尘，污染因子主要是 TSP。施工粉尘和扬尘量的大小与施工条件、管理水平、机械化程度、施工季节、土质和气象等诸多因素有关。

根据同类工程项目现场实测结果进行类比，风电机组基础开挖施工现场的 TSP 日均浓度在 $0.12\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，距离施工现场 50m 的浓度为 $0.014\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.056\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。

土石方钻孔爆破过程中产生的粉尘也将对环境空气产生影响。根据经验数据和类比资料，爆破起尘量约为总开挖量的 0.002%，根据类似工程实际调查资料，在旱季施工场地的粉尘浓度可达到 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

运输车辆产生的扬尘将对道路两侧的居民产生一定影响。风电场工程施工期间，各种施工机械将会消耗油料，排放有害物质。类比国内有关资料，耗油 1t 约排放 $\text{SO}_2 3.3\text{kg}$ 、 $\text{NO}_x 13\text{kg}$ 等。

9.1.3 噪声

工程施工期噪声主要包括施工机械噪声和施工交通运输噪声等。

(1) 施工机械噪声

拟建电场工程施工机械主要有挖掘机、装载机、推土机、钻机、运输车辆、压路机、发电机等，机械运行时噪声源强在 $82 \sim 102\text{dB}$ 之间。

表 4-4 施工期噪声源强一览表

序号	机械类型	测点距施工机械距离 (m)	最大声级Lmax (dB)
1	挖掘机	5	87
2	轮式装载机	5	90
3	推土机	5	86
4	压路机	5	86
5	卷扬机	5	102

6	压缩机	5	102
7	手风钻	1	102
8	碾压机	5	105
9	振捣器	5	102

(2) 交通运输噪声

交通运输噪声来自自卸汽车等运输，属于流动噪声源，由于本项目评价日运输车辆为 6 车次，且车辆在进场道路行驶过程中速度一般低于 20km/h，参考《公路项目环评中低时速单车噪声源强研究》(卓春晖环境科学与管理第 39 卷第 6 期) 中对于不同车型不同速度情况下噪声源强拟合公示：

$$\text{中型车 } L = 10.4 \lg V + 59.29 \quad 15 \leq V \leq 53$$

$$\text{大型车 } L = 14.5 \lg V + 61.14 \quad 15 \leq V \leq 48$$

式中，V 为车速，L 为距离车辆中心线 7.5m 处声级。

由此可预测，本项目主要运输车辆噪声源强见下表。

表 4-5 拟建风电场施工运输车辆噪声源强一览表

序号	车辆	声级dB (A)
1	大型载重车	80
2	混凝土罐车	73
3	轻型载重卡车	73

9.1.4 固体废弃物

施工期产生的固体废弃物主要是弃渣和生活垃圾。

(1) 弃渣

风电施工弃渣主要来自于土石方开挖，基本上属无毒害的天然风化物，其影响主要是占压土地、影响自然景观、临时改变土地的使用功能等。土建工程主要包括风电机组基础施工、风电机组吊装、施工检修道路工程、集电线路工程等。

本项目属于平原型风电场，本工程土方开挖总量约 8.46 万 m³，土方回填总量约 11.51 万 m³，经土石方平衡后，需借土回填 3.5 万 m³，无弃方，不需要设置弃渣场。

(2) 生活垃圾

本工程施工期的平均人数为 30 人，高峰人数为 70 人。生活垃圾按 0.5kg/(人·d)

计，则施工高峰期排放生活垃圾 35kg/d。若不妥善处理，一方面将破坏周围自然环境，另一方面可能成为苍蝇、蚊虫孽生、致病以及细菌的繁衍、鼠类的肆虐场所。

9.2 施工期环境影响分析

9.2.1 废水环境影响分析

施工期废水主要是生产废水和施工人员生活污水。

(1) 生产废水

施工期合计日生产废水排放量为 $4.5\text{m}^3/\text{d}$ ，施工生产废水主要是施工机械设备与运输车辆的清洗废水等，其主要污染物有 SS 和石油类。工程建设区生产废水排放量不大且排放点分散，土壤吸水性强，废水若直接排放不符合建设项目环境保护相关规定要求。为减小不利影响，要求设备和车辆的清洗必须集中到施工生产生活区进行。在施工营地设置沉淀池和隔油池。废水集中收集后进入沉淀池，经沉淀后，进入小型隔油池，废水经处理后回用于道路洒水和场区绿化。

本工程施工期较短，且生产废水经沉淀隔油处理后回用。因此，施工期生产废水不会对区域内水环境影响较小。

(2) 生活污水

施工期每天污水排放量 $6.7\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水日排放量很小。施工员工和工作人员均租住在周边农户或村部，利用当地的生活污水处理设施，经化粪池处理后，用于周边农田的灌溉。

9.2.2 废气环境影响分析

(1) 废气污染源

本项目废气主要来源为施工场地扬尘、运输道路扬尘和施工机械运行产生的无组织排放废气，其中以施工扬尘和运输道路扬尘对空气环境质量的影响最大。

工程施工时，在运输车辆行驶、施工垃圾的清理及堆放、人来车往、装卸材料等均可能产生扬尘。一般情况下，扬尘产生量在有风旱季晴天多于无风和雨季，动态施工多于静态作业。

类比同类项目分析，本项目施工过程中的扬尘将是大气污染因子中对周边敏感点大气环境影响最大的一项。因此，本次环评将施工阶段扬尘对项目周边环境

	<p>产生的影响进行分析评价。</p> <p>(2) 施工场地扬尘影响分析评价</p> <p>施工期粉尘产生于施工开挖、交通运输等。施工开挖属间歇性污染，交通运输属流动性污染。施工扬尘产生量主要取决于风速及地表干湿状况。工程场区风速大，大气扩散条件好，有利于废气粉尘的扩散，但是多风气象也增加了场地尘土飞扬频次。若在春季施工，风速较大，地面干燥，扬尘量将增大，对风电场周围特别是下风向区域的空气环境产生污染。而夏季施工，因风速较小，加之此季降水较多，地表较潮湿，不易产生扬尘，对区域空气环境质量的影响也相对较小。</p> <p>根据北京环境科学研究院对建筑工程施工工地的扬尘测定结果，在风速为2.4m/s时，建筑施工扬尘的影响范围为其下风向150m之内，被影响地区的TSP浓度日平均值为0.491 mg/m³，为上风向对照点的1.5倍，相当于环境空气二级标准的1.6倍。在干燥和风速较大的天气情况下，施工现场近地面粉尘浓度超过环境空气二级标准中日平均值0.3mg/m³的1~40倍。工程所在地场区内50m高度代表年平均风速为5.39m/s，风速较大，有利于扬尘的扩散。</p> <p>项目区域内植被覆盖率较高，扬尘经长距离自然沉降和沿途茂密植被的阻滞及施工场地洒水降尘等措施后，工程对场区环境空气影响较小。</p> <p>(3) 施工道路扬尘影响分析评价</p> <p>施工期间交通运输将产生扬尘，汽车产生的道路扬尘量与车速、车型、车流量、风速、道路表面积尘量、尘土湿度等因素有关。根据交通部公路研究所对施工现场车辆扬尘监测结果，下风向150m处的扬尘瞬时浓度可达到3.49mg/m³。此外物料拉运或堆放过程中，因遮盖不严密而产生粉尘污染。</p> <p>施工期扬尘影响是暂时的，随着施工的完成，水土保持和生态恢复工程的实施，这些影响也将消失，不会对周围环境产生较大的影响。</p> <p>根据同类工程类比资料，施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在100m以内，如果在施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水4~5次，可使扬尘减少70%左右。施工场地洒水抑尘的试验结果见下表。</p>
--	--

表 4-6 施工场地洒水抑尘试验结果表

距离 (m)		5	20	50	100
TSP 小时平均浓度 (mg/Nm ³)	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.60

结果表明实施每天洒水 4~5 次进行抑尘，可有效控制施工扬尘，将 TSP 污染距离缩小到 20~50m 范围。施工扬尘的另一种情况是建材的露天堆放和搅拌作业，因此，禁止在大风天气进行此类作业及减少建材的露天堆放是抑制这类扬尘的有效手段。此外，在建材运输、装卸、使用等过程中做好文明施工、文明管理，尽量避免或减少扬尘的产生，防止区域环境空气中粉尘污染。

本工程风机机组施工区、场内新建道路周围没有居民居住，改造道路评价范围内有部分居民点分布。通过以上分析评价，只要在施工期做好施工管理、洒水降尘等措施，就能有效减免对居民点的不利影响。根据调查，项目施工过程中未发生道路施工扬尘对周边居民环境造成的影响。

9.2.3 噪声环境影响分析

(1) 施工区机械噪声影响

经预测，距声源 57m 处，噪声即降到 70dB(A)以下，施工场界的噪声可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)昼间 70dB(A)的要求；距声源 150m 处，噪声即降到 60dB(A)以下，即可满足(GB3096-2008)《声环境质量标准》2 类标准昼间 60dB(A)的要求。

本项目施工营地位于升压站附近，施工营地和升压站在夜间施工时，对该处居民点声环境造成一定影响，施工时对其噪声贡献值为 5dB(A)-10dB(A)，瞬时噪声贡献值可达 20dB(A)以上。建设单位应合理安排作业时间，高噪声项目施工前对居民进行解释说明并取得居民同意，优化施工平面布置，再次基础上，在施工营地、升压站对周边声环境影响可以接受。

本项目风机区域与周边居民距离均大于 300m，一般情况下，风机基础区施工时对周边居民声环境影响很小。

(2) 施工交通运输噪声

由预测结果可知，大型载重车辆昼间运输过程中，运输道路沿中心线两侧 75m

	<p>范围内的首排居民噪声均出现超标现象。因此，车辆运输瞬时噪声对沿线居民影响较大。</p> <p>本项目建设期为 12 个月，随着施工期结束，项目对运输道路沿线居民声环境影响随即结束，在落实环评提出的运输噪声控制措施基础上，对运输沿线声环境影响可以接受。</p>																											
	<h4>9.2.4 固体废物环境影响分析</h4> <p>工程施工期间产生的固体废弃物主要来自施工场所产生的建筑垃圾（主要指场地平整、开挖、道路修筑、管道敷设、材料运输、基础工程和房屋建筑等工程施工期间产生的大量废弃的建筑材料，如砂石、石灰、木材和土石方等）、临时表土以及由于施工人员活动产生的生活垃圾等。固体废弃物若处置不当，遇暴雨会被冲刷流失到环境中造成污染。</p> <p>本工程建设无弃渣产生，无需设置弃渣场。</p> <p>施工人员生活垃圾 35kg/d，生活垃圾的主要成分是有机物，易被微生物分解腐化，生活垃圾若乱堆乱放，则会为蚊子、苍蝇和鼠类的孳生提供良好场所；同时垃圾中有害物质也可能随水流渗入地下或随尘粒飘扬空中，污染环境，传播疾病，影响人群健康。施工期生活垃圾产生量较大，应在施工场地设置垃圾箱，对生活垃圾分类收集后，交由乡镇环卫部门统一收集后进行卫生填埋。</p>																											
运营期生态环境影响分析	<p>1 对植物及植被的影响</p> <p>本工程主要包括风电机组区、升压站区、集电线路区、临时工程区等部分。根据本工程特点，工程施工及运营会对评价区植物及植被产生一定影响，主要影响因素及途径如下表。</p> <p style="text-align: center;">表 4-7 运营期植物及植被影响因素一览表</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>工期</th> <th>影响因素</th> <th>来源</th> <th>影响途径</th> <th>影响性质</th> <th>程度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">运营期</td> <td>1.废水</td> <td>生产、生活区等</td> <td>污染地表环境，间接影响植物生命活动</td> <td>间接影响，短期影响</td> <td>较小</td> </tr> <tr> <td>2.固废物</td> <td>生产、生活区等</td> <td>污染地表环境，影响植物生命活动</td> <td>间接影响，短期影响</td> <td>较小</td> </tr> <tr> <td>3.人为干扰</td> <td>道路区、升压站区等</td> <td>人为破坏等</td> <td>直接影响，长期影响</td> <td>较小</td> </tr> <tr> <td>4.植被恢复</td> <td>临时占地区等</td> <td>植物多样性增加，植被面积增加</td> <td>直接影响，长期影响</td> <td>较小</td> </tr> </tbody> </table>	工期	影响因素	来源	影响途径	影响性质	程度	运营期	1.废水	生产、生活区等	污染地表环境，间接影响植物生命活动	间接影响，短期影响	较小	2.固废物	生产、生活区等	污染地表环境，影响植物生命活动	间接影响，短期影响	较小	3.人为干扰	道路区、升压站区等	人为破坏等	直接影响，长期影响	较小	4.植被恢复	临时占地区等	植物多样性增加，植被面积增加	直接影响，长期影响	较小
工期	影响因素	来源	影响途径	影响性质	程度																							
运营期	1.废水	生产、生活区等	污染地表环境，间接影响植物生命活动	间接影响，短期影响	较小																							
	2.固废物	生产、生活区等	污染地表环境，影响植物生命活动	间接影响，短期影响	较小																							
	3.人为干扰	道路区、升压站区等	人为破坏等	直接影响，长期影响	较小																							
	4.植被恢复	临时占地区等	植物多样性增加，植被面积增加	直接影响，长期影响	较小																							

风电场投入运营后，永久占地内的植被完全被破坏，取而代之的是风机的基础等建筑用地类型。临时占地区域被占用的植被将随着施工的结束而得到恢复，其影响将逐步消失。

风电场的运行过程中免不了风机等设施的维护检修，风电机在日常的维护检修中要进行拆卸、加油清洗等，如不注意会造成漏油及乱扔油布等现象，会对土壤、植被造成污染，影响植物的生长。

2 对陆生野生动物的影响

本工程在运行期对陆生动物的影响主要为风机、集电线路、升压站带来的影响。在4类陆生动物中，对鸟类的影响相对较大。

(1) 生境质量下降对动物的影响

工程永久占地会减少动物原有栖息地面积范围，尤其是对部分耕地的占用以及林地的砍伐使动物活动场所和食物资源的减少。本项目实际占地规模不大，在运营期的影响主要是风电设施运转、维护人员的活动等也会干扰影响部分动物的活动栖息地、觅食地。项目竣工后，新修的道路会对道路两边的两栖类、爬行类及哺乳的正常活动增加阻隔作用，也会加剧鸟类栖息地片段化，这些因素的叠加会造成风电场区动物栖息地质量下降。

栖息地质量下降有可能导致部分动物种群数量下降，同时也造成风电场区的生物多样性降低。根据现场调查，风电场区及其周边环境主要以农村和居民区为主，人为干扰相对较大，栖息动物均为安全距离较近的常见种类，能够比较良好的适应栖息地变化。在运营初期，鸟类的数量上在一段时间上是下降的，但随着植被的逐渐恢复，鸟类种群数量可逐渐上升，恢复到接近原来水平；由于当地现存动物大部分是一些分布广泛、适应能力强或者本身就是已经适应人类干扰环境的种类，因此栖息地质量下降不会导致有物种消失。

(2) 风机运行对动物的影响

①对鸟类栖息和觅食的影响

风机对区域栖息、觅食鸟类的影响主要包括两个方面。一方面是风机运行，包括叶片运动、噪音等对鸟类的干扰影响；另一方面是风机可能与鸟类发生碰撞。

风力发电场对鸟类影响最严重的后果是鸟类飞行中由于不能避让正在旋转

中的风机叶片而致死或致伤，这种影响主要表现在风机转速和恶劣天气与鸟类撞击的关系。有研究说明，鸟类与风机发生撞击而造成死亡与风机的运转速度呈一定的相关关系，一般变速的风机对鸟类的影响较大(Percival, 2003)。泗湖山风电场工程风机 140m 轮毂高度处代表年平均风速为 5.12m/s，风功率密度为 172.7W/m²。风速分布主要集中在 2.0m/s~9.0m/s 风速段，风能主要集中在 6.0m/s~12.0m/s 风速段。根据《风电场风能资源评估方法》(GB/T18710—2002) 风功率密度等级划分标准，密度等级为 1 级。本工程风机叶轮直径 164m，风机运转速度较小，区域内发生鸟类碰撞风机致死现象的可能性较小（贺志明，2008），风电场的鸟类均能正常回避。

一般情况下，鸟类的视力很好，它们能在几百米之外发现风机这样的障碍物而绕其飞行。但在遇到大风、大雾、降雨等恶劣天气以及无月的情况下，容易被光源吸引，鸟降低飞行高度，使其向着光源飞行，极易撞击在光源附近的障碍物上。因此，工程运行后必须采取严格保护措施，加强对风电场光源的管控。

②对鸟类迁徙的影响

评价区的鸟类中繁殖鸟（包括留鸟和夏候鸟）57 种，繁殖鸟中部分留鸟离巢后离开繁殖地，在种的分布区域内迁移，直到春季才回到繁殖地，其特点是不断地移动，无定居所，主要以食物为转移，无一定越冬地，这些留鸟属于留鸟中的游荡鸟，这些游荡鸟也有撞上风机并导致死伤的可能性。

目前国内外已开展了风电场工程对鸟类迁徙的研究，其中包括利用雷达对世界上最大风力发电场 Horns Rev 电场地区鸟类迁徙行为的观察、监测，研究发现春季向北迁飞的鸟群在距离风力发电场 400m 左右开始变换飞行的方向，向北改为向西飞行。说明鸟类对风力发电场这类障碍物有一定的避让能力。雷达对丹麦 Nysted 海上风电场鸟类迁徙监测说明，白天鸟类可在 3000m 外，夜间鸟类在 1000m 外绕开风力发电场飞行，改变飞行方向。风电机组沿山顶(脊)顶部布置，布置于思条近似于南北走向的山顶(脊)顶部，山体整体较连续，山脊两侧发育近东西走向的沟壑，坡相对较缓。项目区不属于鸟类集中迁徙通道，对迁徙鸟类无较大影响，但运行期仍需加强风电场区鸟类监测和生态保护。

除此之外，运行期在异常天气的迁徙鸟群，夜间迁徙的鸟类，在遇到大风、

大雾、降雨等恶劣天气以及无月的情况下，容易被路线上的光源吸引，使其向着光源飞行，极易撞击在光源附近的障碍物上。因此，工程运行后必须采取严格保护措施，加强对风电场光源的管控，必要情况下适当关闭部分风机。在切实执行好相应的保护措施后，对鸟类的迁徙影响在可承受范围内。

总的来说，区域内不涉及鸟类重要迁徙通道，迁徙经过评价区的鸟类较少，因此，本工程对鸟类迁徙影响和生存影响相对较小。

③风机噪声对动物栖息和觅食的影响

风机在运转过程中会产生叶片扫风噪声和机械运转噪声。对动物将造成一定的驱赶作用，特别是对鸟类和哺乳类有较大影响。由于大多数兽类对噪声具有较高的敏感性，由于大多数鸟类和哺乳类对噪声具有较高的敏感性，在该噪声环境条件下，大多数鸟类会选择回避，这将造成动物活动范围的缩减。但动物对长期持续而无害的噪音会产生一定的适应性，随着运行时间的延长，这种影响会逐渐减小。

(3) 升压站和集电线路对动物的影响

本工程集电线路采用直埋电缆和部分架空的方式，其对陆生动物的影响主要是工频电磁影响。本项目在设计时考虑了防磁、防辐射等要求，由于地下电缆外护套和铠装层对工频电场起到了一定的屏蔽作用，电缆周围的工频电场不大，加之土壤和电缆隧道起到的屏蔽作用，地表上的工频电场与建设前当地工频电场的环境背景相当。同时工频电场和工频磁场属于感应场，感应场的特点是随着距离的增加其场强快速衰减，高压电缆线路产生的工频磁场经过距离的衰减，对动物影响甚微。所以野生动物所受到的电磁影响较小。

运行期升压站对动物的影响除与集电线路类似的电磁影响和噪声影响外，升压站中设置有办公生活区，若不采取合理措施，运行期工作人员正常生产生活产生的生活垃圾及生活污水将污染升压站周围动物生境，使得动物远离该地区，亦或引来大量啮齿类动物的到来，而恶化该区域的生态平衡。但考虑到运营期工作人员数量不多，这种影响基本可控，且可以通过合理的保护措施加以消减或避免。

(4) 场内道路对动物的影响

风电场运营后，场内道路主要用于风机检修和维护，其对评价区内动物的影

响主要在于栖息地的破碎使动物的活动范围受到限制，同时场内道路的运行也提高了动物在新建道路上被碾压的概率。尤其是对迁移能力较差的动物如两栖类和爬行类，对鸟类和哺乳类影响相对较小。除农耕时间有农用车辆出入较多，其他时间道路上车流量有限，因此对动物的正常栖息活动影响较小。在运营过程中，需要在检修道路两侧树立限速的警示牌，对来往车辆采取限速的措施，可以进一步减缓动物被碾压的概率。

3 其他运营期污染源环境影响分析

3.1 运营期污染源分析

3.1.1 废水

(1) 生产废水

运营期的生产废水主要是变压器发生事故时泄漏的含油废水。由于变压器已配套有接油装置，正常情况下油不会泄漏到地表。但变压器和集油装置发生故障时，油泄漏后会对地表土壤产生一定的不利影响。由于变压器用油量较小，其泄漏的油量也很小。事故油池的废油作为危险废物将交由专业危险废物单位处理。

(2) 生活污水

风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计。本项目运营期人员产生的生活污水纳入区域农村生活污水收集处置范围内，不再进行定量分析。

3.1.2 废气

本项目运营期废气主要是人员生活产生的食堂油烟废气，由于风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计，本项目运营期人员饮食问题依托项目所在地乡镇饮食设施，同样不再进行定量分析。

3.1.3 噪声

风电场营运期噪声主要是风机噪声和升压站低频噪声。

(1) 风机噪声

风机噪声主要来自于风力发电机内发电机和齿轮箱的机械噪声、叶片切割空气产生的噪声、风向改变时风机偏航产生的噪声以及风机刹车产生的噪声，其中以机组内部的机械噪声为主。本工程采用 3.3MW 力发电机组。参考风机厂家浙江运达风电股份有限公司提供的《WD156-3300 机组噪声计算报告》，在速为

9.5m/s 时的标准状态下，风机机组噪声声功率达到最大，为 104.61dB。本次评价，以 105dB 作为风机噪声源强；风机液压及润滑油冷却系统噪声值约为 78dB；偏航系统刹车偶发噪声值约为 120dB。

（2）升压站噪声

110kV 户外式升压站（变电站）对周围声环境的影响主要是由变电站中的主变压器运行时所产生的噪声。根据典型 110kV 主变压器运行期间的噪声类比监测数据及相关设计资料，户外式 110kV 主变压器 1m 处声压级一般约为 65dB(A)。

3.1.4 固体废弃物

项目营运期产生的固体废弃物主要是生活垃圾、废机油、废旧蓄电池以及检修垃圾及报废设备、配件。

（1）生活垃圾

风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计。本项目运营期人员产生的生活垃圾纳入区域农村生活垃圾收集处置范围内，不再进行定量分析。

（2）废机油

风力发电机组变速箱使用机油进行润滑。由于风电机组机转速小，机油用量使用量少，每台发电机组机油用量为 40kg 左右，风电场机油用量合计为 520kg。机油使用过程中若出现氧化现象则需更换。一般情况下，机油约 5 年~10 年更换一次，按更换率 50% 考虑，风电场废机油最大产生量为 260kg/次，平均产生量 52kg/年。废机油属于危险废物，更换的废机油应用具有明显标示的专用油桶收集暂存，本工程将在升压站内设置危废暂存间，收集的废油及时交由有资质的单位处理。

（3）废矿物油

本项目风机叶片转动采用液压调节，不采用机械齿轮运转，根据建设单位提供，液压油更换周期较长，一般 6~10 年更换一次，该废液压油属于危险废物，类比其他风电场项目估算，该油产生量约 1.5t/次，应按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改清单中的要求进行临时贮存，并定期及时交给有资质的单位进行处理。

（4）废旧蓄电池

本项目建设有 110kV 变电站一座，蓄电池使用一段时间后，会因活性物质脱

落、板栅腐蚀或极板变形、硫化等因素，使容量降低直至失效。变电站铅酸蓄电池使用年限不一，一般浮充寿命为8~10年左右。退役的蓄电池属于危险废物。因此，建设方须严格按照国家危废转移、处置有关规定对变压器废油和退役的蓄电池进行转移、处置，从而确保全部变压器废油和退役的蓄电池按国家有关规定进行转移、处置。

(5) 废变压器油

本项目建设有110kV变电站一座，升压站变压器使用变压器油，这些冷却油或绝缘油装在电气设备外壳内，平时无废油排出，不会造成对环境的危害，一般只有事故发生时才会发生变压器油外泄。本项目升压站内设置1台容量为40MVA的主变，变电站内设置污油排蓄系统，即按最大一台主变压器的油量，设一座事故油池，有效容积大于40m³，变压器下铺设一卵石层，四周设有排油槽并与事故油池相连。一旦变压器事故时排油或漏油，所有的油水混合物将渗过卵石层并通过排油槽到达事故油池，在此过程中卵石层起到冷却油的作用，不易发生火灾。然后经过真空净油机将油水进行分离，废油集中收集后委托有危险废物处理资质的单位妥善处理。

3.2 运营期环境影响分析

3.2.1 废水环境影响分析

(1) 生产废水

运行期正常情况下无废水排放，只有变压器检修或发生事故时有少量含油废水排放。根据主体工程设计报告，变压器均配备有事故油池，发生漏油时，集油池收集的漏油单独外运处置。因此，运行期生产废水排放对环境无影响。

(2) 生活污水

风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计。本项目运营期人员产生的生活污水纳入区域农村生活污水收集处置范围内，本项目运营期生活污水对水环境无影响。

3.2.2 废气环境影响分析

本项目运营期废气主要是人员生活产生的食堂油烟废气，由于风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计，本项目运营期人员饮食问题依托项目所在地乡

镇饮食设施，本项目运营期废气对大气环境无影响。

3.2.3 噪声环境影响分析

风电场营运期噪声主要是风机噪声和升压站低频噪声。

3.2.3.1 风机噪声影响分析

(1) 风机噪声源强

风机噪声主要来自于风力发电机内发电机和齿轮箱的机械噪声、叶片切割空气产生的噪声、风向改变时风机偏航产生的噪声以及风机刹车产生的噪声。本工程 3.3MW 的风电机组运行时轮毂处噪声约 105dB，液压及润滑油冷却系统噪声值约为 78dB；偏航系统刹车偶发噪声值约为 120dB。

(2) 预测方法

根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)，对于单一面声源，如声源中心到预测点之间的距离超过声源最大几何尺寸 2 倍时，该声源可近似为点声源。对于本项目选用 3.3MW 风机叶轮直径为 164m，当预测点与风机轮毂中心点距离大于 328m 后，风机可视为点声源。

因此，噪声预测采用处于半自由空间的点声源衰减公式和多声源叠加公式对预测点进行预测。

处于自由空间的点声源衰减公式为：

$$L(r) = LW - 20\lg r - 8 \quad (1)$$

式中： LW—一点声源的噪声值，dB(A)；

多声源叠加公式为：

$$L_p = 10 \lg(10L_{p1}/10 + 10L_{p2}/10 + \dots + 10L_{pn}/10) \quad (2)$$

式中：

 L_p —n 个噪声源叠加后的总噪声值，dB(A)；

 L_{pi} —第 i 个噪声源对该点的噪声值，dB(A)。

(3) 预测软件

由于本项目风机之间间距较近，周边居民较多，多台风机对不同敏感目标影响互相叠加，因此，本次评价采用石家庄环安科技有限公司出品的 noisesystem 软件，预测项目风机运行对周边声环境的影响，输出结果可以图形化展示项目对周

边声环境的影响程度和范围。

(4) 预测内容

本项目噪声影响的预测内容主要包括：

①预测单台风机运行对周边声环境的影响；

②预测多台风机对周边 300~1000m 范围内敏感目标处的噪声影响；选取项目区域距离风机最近的有代表性的居民点作为预测点，预测项目对其声环境影响程度；

③预测偏航系统偶发噪声的环境影响；

④计算噪声防护范围。

(5) 单机噪声预测结果

单个风机噪声影响预测结果见下表。

表 4-8 3.3MW 单个风机噪声衰减计算结果单位：dB(A)

<u>距声源水平距离 r1(m)</u>	<u>300</u>	<u>312</u>	<u>350</u>	<u>400</u>	<u>450</u>	<u>500</u>	<u>600</u>	<u>700</u>	<u>800</u>	<u>900</u>	<u>1000</u>
<u>距声源直线距离 r (m)</u>	<u>331</u>	<u>342</u>	<u>377</u>	<u>424</u>	<u>471</u>	<u>519</u>	<u>616</u>	<u>714</u>	<u>812</u>	<u>911</u>	<u>1010</u>
<u>噪声贡献值 L(r)dB(A)</u>	<u>46.63</u>	<u>46.35</u>	<u>45.50</u>	<u>44.48</u>	<u>43.57</u>	<u>42.73</u>	<u>41.24</u>	<u>39.96</u>	<u>38.84</u>	<u>37.84</u>	<u>36.20</u>

从上表结果可以看出，对于本项目使用的 3.3MW 风机，不考虑敏感点与风机基础处高程差的情况下，水平距离 300m 处的噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准（昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)）。

(6) 多台风机噪声影响预测结果

①噪声影响及超标范围预测

为了使保护目标处能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准要求（夜间 50dB(A)），本项目多台风机影响下，噪声预测贡献值及超标范围预测如下图所示：



图 4-1 风电场噪声影响预测结果图

本次预测区域基本涵盖了本项目所有保护目标，根据预测结果图，离风机最远的超标距离约为 168m，超标范围内无居民。因此，本项目建成后，周边居民昼间、夜间声环境均可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准。

② 风机运行对风电场周边声环境保护目标的噪声影响预测

统计与项目风机距离较近的有代表性的居民及特殊敏感目标，共确定了 3 处敏感目标。各敏感目标处的噪声影响预测值见下表所示。

表 4-9 风电场周边居民噪声预测结果一览表

敏感点名称	离风机距离 m	预测结果 dB(A)	是否达标
洞庭红村居民点	308	45.38	达标
东安垸村居民点	310	45.29	达标
八百亩村居民点	300	46.18	达标

根据预测结果，各预测点及预测时段均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准要求。

(7) 偏航系统偶发噪声预测结果

偏航系统运行时噪声来源于刹车系统产生的刹车噪声、液压及润滑油冷却系统噪声。单个风电机组偏航系统运行突发噪声最大预测值见下表。

表 4-10 偏航系统刹车偶发噪声衰减计算结果

距声源水平距离 r1(m)	300	312	350	400	450	500
距声源直线距离 r (m)	331	342	377	424	471	519
L(r)dB(A)	61.63	61.35	60.50	59.48	58.97	57.73

从上表可知，对于偏航系统偶发噪声，不考虑敏感点与风机基础处高程差的情况下，夜间 300m 外噪声可以满足 GB3096-2008《声环境质量标准》对于偶发噪声在 2 类声功能区最大限制(夜间 65dB(A))要求。本项目风电场风机周边 300m 范围内已无居民居住，因此，偏航系统偶发噪声对周边声环境影响很小。

(8) 噪声防护范围

根据预测结果，将预测结果中的 50dB(A)线，以及风电场风机基础以外 300m 范围线进行叠加，将叠加后最外围范围作为本项目噪声防护范围。由于预测结果中的 50dB(A)范围线在风电场风机基础以外 300m 范围线以内，因此确定噪声防护范围风电场风机基础以外 300m 范围，详见附图。若需在本工程区风机附近新建项目，应协调控制好项目建设用地，并满足防护距离要求，在防护范围内，禁止新建居民点、学校、医院及其他声环境敏感点。

3.2.3.2 升压站噪声影响分析

110kV 户外式升压站（变电站）对周围声环境的影响主要是由变电站中的主变压器运行时所产生的噪声。根据典型 110kV 主变压器运行期间的噪声类比监测数据及相关设计资料，户外式 110kV 主变压器 1m 处声压级一般约为 65dB(A)。预测结果如下表所示。

表 4-11 升压站噪声预测结果一览表 (单位: dB(A))

预测点 预测结果		厂界东侧	厂界南侧	厂界西侧	厂界北侧	标准限值	达标情况
贡献 值	昼间	45.57	44.89	39.32	40.54	60	达标
	夜间	45.57	44.89	39.32	40.54	50	达标

根据预测结果可知，升压站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准。

3.2.4 环境风险分析

3.2.4.1 环境风险影响分析

运营期的主要环境风险为事故情况下检修产生的废油对环境的影响。

风电发电机组等设备，在事故情况下检修，需要将发电机油排出检修，若操作不当将可能使机油泄露，从而污染项目区及附近的土壤。

3.2.4.2 环境风险防范

运营期为防止风电机组检修而产生的漏油风险，在风机储油箱下设接油盘，设备在发生事故时，污油直接排入接油盘，定期回收处理，避免事故废油对外部环境产生不良影响。

升压站运营期的主要环境风险为事故情况下主变压器产生的废油对环境的影响。变压器油使用电力用油，这些冷却油或绝缘油装在电气设备外壳内，平时无废油排出，不会造成对环境的危害，一般只有事故发生时才会发生变压器油外泄。

变电站内设置污油排蓄系统，即按最大一台主变压器的油量，设一座事故油池（40m³）变压器下铺设一卵石层，四周设有排油槽并与集油池相连。一旦变压器事故时排油或漏油，所有的油水混合物将渗过卵石层并通过排油槽到达集油池，集油池收集的漏油单独外运处置。

3.2.4.3 应急措施

(1) 编制应急预案，制定应急计划，成立事故应急指挥机构，全权负责本工程施工期和运营期的突发性污染事件的处理和处置。应急指挥部应设 24 小时值班电话，并向社会公布。

(2) 污染事故一旦发生，应急指挥机构必须快速出击、赶赴现场，现场判断出污染事故影响波及的范围及程度，并在最短时间内确定污染控制方案。

3.2.4.4 环境风险应急预案

(1) 应急组织机构与人员

风电场环境管理办公室下设环境应急机构，对机构成员定职定岗，并建立值班制度；安排专门人员对风险源进行常规巡视、管理和监测；环境应急机构的专职人员进行专业培训，必要时进行有计划的环境应急演练。

(2) 应急通讯联络方式

在环境风险应急机构设置固定电话和无线通讯系统，一旦发生风险事故，环

境应急机构负责人（或值班人员）应立即向风电场环境管理机构及相关行政主管部门汇报。

(3) 应急防护措施及器材

风电场环境管理办公室须配备消防器材、医疗设备及常见药品等。

(4) 环境风险应急预案编制

针对本项目运行可能发生的环境风险，应由建设单位编制环境风险应急预案。主要内容应包括：

- ①运营期可能存在的环境风险类型、风险几率及其危害程度；
- ②针对各类风险提出的防范和补救措施；
- ③建立风险信息上传下达通道，确保一旦风险发生能及时汇报；
- ④风险损失补偿机制；
- ⑤灾后重建、恢复计划等。

一旦发生风险事故，需立即启动应急预案，将危害和损失降至最低；事故发生后须立即向上级主管部门汇报事故状况，不得隐瞒和漏报，积极采取补救措施。

表 4-12 环境风险突发事故应急预案

序号	项目	内容及要求
1	危险源情况	详细说明危险源类型、数量、分布及其对环境的风险。
2	应急计划区	运行期环境风险主要为含油废水泄漏风险等，保护目标为工作人员、仪器设备、植被、周围居民点等。
3	应急组织	成立应急指挥小组，环保、消防部门为主要响应机构。
4	应急状态分类 应急响应程序	规定环境风险事故的级别及相应的应急状态分类，以此制定相应的应急响应程序。
5	应急设施 设备与材料	消防器材、消防服等；防毒面具；中毒人员急救所用的一些药品、器材。
6	应急通讯 通告与交通	规定应急状态下的通讯、通告方式和交通保障、管理等事项。可充分利用现代化的通信设施，如手机、固定电话、广播、电视等
7	应急环境监测 及事故后评价	由专业人员对环境分析事故现场进行应急监测，对事故性质、严重程度均所造成的环境危害后果进行评估，吸取经验教训避免再次发生事故，为指挥部提供决策依据。
8	应急防护措施 消除泄漏措施 及需使用器材	事故现场：控制事故发生，防止扩大、蔓延及连锁反应；相应的设施器材配备； 临近地区：控制和消除环境污染的措施及相应的设备配备。
9	应急剂量控制 撤离组织计划 医疗救护与保	事故现场：事故处理人员制定毒物的应急剂量、现场及临近装置人员的撤离组织计划和紧急救护方案； 临近地区：制定受事故影响的临近地区内人员对毒物的应急剂

		护公众健康	量、公众的疏散组织计划和紧急救护方案。
	10	应急状态中止 恢复措施	事故现场：规定应急状态终止程序；事故现场善后处理，恢复生产措施； 临近地区：解除事故警戒，公众返回和善后回复措施。
	11	人员培训 与演习	应急计划制定后，平时安排事故处理人员进行相关知识培训并 进行事故应急处理演习。
	12	公众教育 信息发布	对风电场工作人员及周边居民点村民开展环境风险事故预防教 育、应急知识培训并定期发布相关信息。
	13	记录和报告	设应急事故专门记录，建立档案和报告制度，设专门部门负责 管理。
选 址 选 线 环 境 合 理 性 分 析	<h3>1 风电场选址合理性分析</h3> <p>湖南泗湖山风电场工程位于洞庭湖湖畔，地面海拔 26.4m~28.8m 之间，场址面积约 4.1km²，场区属于平原地貌。工程区未发现活动性断裂构造、溶洞、土洞、地陷、崩塌、滑坡、泥石流、饱和砂土液化、地面沉降等不良地质现象。未发现大规模的滑坡、泥石流等严重不良地质体与地质灾害活动痕迹。自然状态下边坡稳定性与场地稳定条件较好，适宜风电场建设。</p> <p>建设用地项目查询范围内没有已探明的具有工业价值的重要矿产资源，也没有设置探矿权和采矿权。</p> <p>泗湖山风电场位于湖南省沅江市泗湖山镇境内，沅江地区属亚热带湿润季风气候，具有热量丰富、光照充足、降水充沛等特点。其典型的气候特征表现为：夏季暑热期长，冬季严寒期短，四季温差较大，昼夜温差较小。多年平均气温为 17℃，1 月份气温较低，平均气温 4.4℃，7 月份气温较高，平均气温 29.1℃；年平均降雨量 1230mm~1700mm，全年日照时间 1348h~1772h，无霜期 263d~276d。一年中冬春季盛行北风，夏秋季盛行偏南风。</p> <p>泗湖山风电场工程风机 140m 轮毂高度处代表年平均风速为 5.12m/s，风功率密度为 172.7W/m²。风速分布主要集中在 2.0m/s~9.0m/s 风速段。根据沅江市气象站近 35 年资料推算风机轮毂 140m 高度 50 年一遇最大风速为 35.7m/s。由测风资料推算 30m 以上高度湍流强度在 0.133~0.145 之间，风速 V=14m/s~16m/s 时湍流强度介于 0.088~0.090 之间，属中等湍流强度。根据国际电工协会 IEC61400-1(2005)标准判定该风电场属 IECIIIB 类安全等级风电场，在风机选型时需选择适合 IECIIIB 类风电场的风力发电机组。</p> <p>综合分析，本风电场选址地质条件稳定，周边环境比较简单，不存在环境制</p>		

约因素，场址选择符合《风电场场址选择技术规定》中环境保护要求，选址可行。

2 风机布置合理性分析

风机布置时从地貌、地质、施工条件、土石方平衡及生态环境影响等分别考虑电缆长度、道路长度和征占地等多方面比较分析，最终采取水土流失与生态破坏较小的工程方案。从本风电场风向风能玫瑰图分析，主风向和主风能都集中在N方向，本项目风电机组排列垂直于主风能方向N布置。风机采用固定的间距均匀集中布机，满足发电量最大，机组相互间尾流影响最小。

拟建项目风机布置不涉及文物古迹等，无重大的环境制约因素，因建设施工活动造成的影响可通过采取相应的措施予以减缓。因此，从环境保护的角度看，风机的布置是可行的。

3 施工场地选址合理性分析

由于本项目为平原型风电场，交通运输方便，施工营地主要为风电场升压站服务，同时为施工人员提供食宿。该施工生产区设置在升压站附近，主要包括综合加工厂、综合仓库等。

施工生产区选择平缓地形，减少了土地平整、土石方开挖量，降低对地表的扰动，减少对环境的不利影响；施工临时占地在施工结束后及时进行土地复垦，可最大程度上减小对土地资源的影响。同时，施工废水经沉淀后回用于场内洒水抑尘，施工生活污水处理达标后用于周边林地浇灌，减少对外环境的影响。

本项目施工场地选址未处于湿地公园、生态保护红线、饮用水源保护区、国家二级公益林有林地集中区等敏感区域。因此，从总体布局及施工时序安排来看，施工生产生活区选址合理。

4 道路选址合理性分析

进场道路：湖南泗湖山风电场工程位于洞庭湖湖畔，地面海拔26.4m~28.8m之间，场址面积约4.1km²，风机主要布置为一排（东西走向），风电场距西南面的益阳市公路里程为100.8km、南距省会长沙公路里程为214km，陆路由省道、县道及乡道相通，水路经洞庭湖通江达海，构成了十分便利的交通网络。

场内道路：风电场新建道路总长度约5.93km。场内道路设计考虑永临结合，施工期间为满足施工及设备运输要求，运输方式采用平板车辆运输，运行期满足

检修维护的需要，场内道路设计标准：道路路基宽 5.5m，路面宽 4.5m，路面结构为 20cm 厚级配碎石面层。平曲线和最小转弯半径应满足风电机长叶片运输要求，本阶段考虑最小转弯半径为 35m，对应宽度为 10m；道路路面承载力不低于 15T，压实度达到 95%。纵坡最大控制在 10%以内。最小竖曲线半径为 200m。场内道路施工要求做好道路两侧的排水设施。

风电场场内道路已充分利用区域内原有修建的土路，以及现有的乡村公路，并适当扩宽，可有效减少占地，减少对植被的破坏。

经现场勘察，场内外的改建和新建路段周边多为灌木丛、林地和耕地，道路征地范围内无明显保护敏感问题。道路施工和交通运输对其大气环境和声环境有一定的影响，但道路改造施工时间非常短，且为白天施工，通过设置减速带和限速标志，限制施工车辆的车速，可有效降低对居民点声环境的影响；对施工场地和运输道路采取洒水降尘措施，可减免扬尘对居民点大气环境的影响。从环境保护的角度道路选线合理。

5 集电线路选线合理性分析

本工程集电线路采用直埋电缆与部分架空线路混合方式。架空线路全长 0.2km，全部为双回线路。根据当地地形以及风机之的距离，考虑风电场附近的气象条件，设计平均档距 180m，全线路共需 2 基杆塔，全为铁塔。35kV 架空线路全线采用铁塔。主要采用国家电网典设杆塔 35B09 系列双回路塔。单回铁塔共 2 基。

经现场勘察，集电线路征地范围内不涉及环境敏感区和敏感保护目标，不会破坏周边植被；在落实水保提出的植被恢复措施的情况下，水土流失将会得到控制。从环境保护的角度集电线路选线合理。

6 其他选址要求

6.1 关于项目区是否涉及矿产资源的情况说明

根据湖南省自然资源事务中心《建设用地项目压覆重要矿产资源查询结果表》：建设用地项目查询范围内没有已探明的具有工业价值的重要矿产资源，也没有设置采矿权。

6.2 关于项目区是否涉及地质灾害的情况说明

根据项目可行性研究报告及初步水保方案：场址区地表植被覆盖率高，边坡基本稳定，未发现有大规模的滑坡、崩塌、泥石流等不良地质体发育。

道路开挖所产生大量的土石渣，应按要求堆弃，严防泥石流等次生灾害的发生，顺向坡地段及高陡边坡开挖应注意其稳定性。

松散堆积层以残坡积层为主，表层多为腐殖土，覆盖层内部未见大规模滑动、蠕变等迹象，不存在可液化土层，自然边坡整体稳定。

综上所述，风电机组场区内未见规模较大的塌陷等存在。

6.3 关于项目区是否涉及严重水土流失重点区域的情况说明

项目区属于湘资沅上游国家级水土流失重点预防区（GY1），项目区不属于国家划定的重点预防区和重点治理成果区，项目区属于洞庭湖平原湿地省级水土流失重点预防区。项目区侵蚀类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度以为微度，按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目区属以水力侵蚀为主的南方红壤丘陵区，土壤侵蚀模数允许值为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。根据现场调查，本工程海拔较低，风力较大，土层厚度在 0.5m 以上，土壤为潮土，占地类型主要为内陆滩涂，雨季为水面，枯水期为芦苇地，项目区地表坡度 $<5^\circ$ ，水土流失以轻度为主，未扰动前土壤抗蚀性一般，项目区平均土壤侵蚀模数背景值为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，水土流失成因主要是人为不合理的地表扰动活动与气候特性、土壤质地、植被等自然因素的相互作用。结合第三次土壤侵蚀遥感调查成果，依据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）水力侵蚀强度分级、面蚀（片蚀）分级指标，项目区水土流失以轻度水力侵蚀为主。根据各项目区所占不同土地类型的面积和土壤模数背景值，计算出不同土地利用类型的年土壤流失量。通过对项目区开展水土流失调查，项目建设区平均土壤侵蚀模数 $415\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。依据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属于以水力侵蚀为主的南方红壤丘陵区，容许土壤侵蚀模数为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

7 小结

风电场风机机座不涉自然保护区、世界文化或自然遗产地、森林公园、地质公园、重要湿地、文物保护单位、饮用水源保护区等敏感区。综合分析，本风电场选址地质条件稳定，周边环境比较简单，不存在环境制约因素，场址选择符合《风电场场址选择技术规定》中环境保护要求，选址可行。

五、主要生态环境保护措施

施工期生态环保措施	<p>针对评价区生态现状及生态功能分区，结合工程可能对区域生物及生态环境带来的不利影响，提出一系列切实可行的保护和恢复措施，以减小由于工程建设对区域生态的不利影响，达到积极的保护、恢复及改善作用。</p> <h3><u>1 陆生野生植物的保护措施</u></h3> <h4><u>1.1 避让措施</u></h4> <p>(1) 优化场内道路的布设，场内道路应尽量利用已有的道路从而减少占地和植被破坏；风机机组安装场地，在满足风机机组基础稳定的情况下，设计标高以减少开挖、回填土石方量为原则；场内施工道路，尽量以半挖半填方式施工，减少施工土石方量和弃渣量，从而减少地面扰动面积。</p> <p>(2) 优化风电机组区施工布置，风机基础平台应尽量利用自然地势和环境，杜绝大面积土地平整，避开植被发育、地形险要区域。</p> <p>(3) 优化临时占地区的选址，应尽量选择裸地、荒地等未利用地，减小对占用区植被的影响。施工结束后，应及时对临时占地区域采取平整压实处理，避免水土流失等对植被的破坏。</p> <p>(4) 优化施工时序，施工期应避免在雨季施工，同时减少土石方的开挖以及植被的砍伐，减少施工垃圾量的产生，及时清除多余的土方和石料，严禁就地倾倒覆压植被，同时采取护坡、挡土墙等防护措施，避免水土流失。</p> <p>(5) 加强施工监理，施工活动要保证在征地红线范围内进行，禁止施工人员越线施工。</p> <h4><u>1.2 减缓措施</u></h4> <p>生态影响的削减是对难以避免的不利生态影响采取一定措施减轻受影响的范围和程度。根据工程特点，建议采用以下生态影响的消减措施。</p> <p>(1) 合理规划场内检修道路布设，严格划定施工范围和人员、车辆的行走路线，避免对施工范围之外的区域的植被造成碾压和破坏。</p> <p>(2) 加强对施工占地的硬化，以减少水土流失现象发生。</p> <p>(3) 施工期应避免在雨季施工，减少土石方的开挖，尽量保持挖填平衡，减少施工弃土的产生，产生的弃土临时堆放好以便后期回覆利用，严禁就地倾倒覆</p>
-----------	---

	<p>压植被，同时采取护坡、挡土墙等防护措施。</p> <p>(4) 为了防止施工占地区表层土的损耗，风机基础、箱变基础等地开挖时，应将表层土与下层土分开，要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥离，进行留存用于今后的回填，以恢复土壤理化性质。待施工结束后用于施工场地平整，进行绿化。</p> <p>(5) 施工结束后，应及时对临时占地进行植被恢复。工程临时占地区植被恢复尽量选用乔-灌-草相结合的方式进行绿化，绿化树种选择应在“适地适树”的原则下，尽量以当地的优良乡土树种为主，适当引进新的优良树种、草种，保证绿化栽植的成活率。</p> <p>(6) 运输粉末样散料的车辆应用防尘篷布遮盖严实，避免其散落对周围植物产生的不利影响。</p> <h3><u>1.3 重点保护野生植物的保护措施</u></h3> <p>根据调查，评级范围内尚未发现重点保护野生植物，但在施工过程中，如发现其他重点保护野生植物和古树名木，应立即上报相关部门，采取就地或迁地保护措施。</p> <h3><u>2 陆生野生动物的保护措施</u></h3> <h4><u>2.1 避让与减缓措施</u></h4> <p>(1) 在风机的叶片上涂上能吸引鸟类注意力的反射紫外线涂层或鲜艳颜色，如红色、橙色等提高鸟类的注意力，避免白天鸟类撞击风机。加强对夜间光源的管控，减少对外界的漏光量。迁徙季节遇到有雾、雨或强逆风恶劣天气，应停止施工。建议在所有的风机上设置“恐怖眼”或迁徙季节时采用声音驱鸟法进行驱鸟，使鸟类在迁徙中能及时回避，减少鸟类碰撞风机的概率。</p> <p>(2) 优选施工时间，避开野生动物活动的高峰时段。野生鸟类和哺乳类大多是晨昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和夜间施工。</p> <p>(3) 在施工车辆进入施工区过程中，采取控制车速的和禁止鸣笛等措施，避免对过路的野生动物造成伤害。施工期间加强堆料场防护，加强施工人员的各类卫生管理，避免生活垃圾、生活污水的直接排放，减少污染，最大限度保护动物</p>
--	--

生境。

(4) 在鸟类迁徙季节，部分迁徙鸟类会受到人为活动或驱赶等干扰因素而乱飞，这会增加乱飞的迁徙鸟类与风机相撞的几率，因此建议在鸟类迁徙季节（当年 10 月底至 11 月底，次年 2 月底至次年 3 月底）实行风机电限负荷运转，降低风机转速，避免该影响。

3 生态敏感区保护措施

本项目不涉及生态敏感区，由于拟建地水系发达，为避免对风机南侧的湖南南洞庭湖省级自然保护区和洞庭湖银鱼三角帆蚌国家级水产种质资源保护区产生影响，建议加强施工管理，禁止向河渠排放废水和弃渣；营运期加强巡检，避免检修过程的废水、固废排入周边河渠。

4 生物多样性监测措施

为了在建设期和运行期实时掌握本项目建设对评价区域内动植物物种多样性的影响，应设置生物多样性监测线路，在施工期观测 1 年，运行期对鸟类和生态恢复情况连续监测 3-5 年。根据监测变化状况制定相应的保护措施。

主要监测内容为各工程作业区域及周边环境野生动植物分布、活动范围、种群密度、受胁情况、栖息地恢复等方面的变化监测。应重点开展对评价区内野生动植物和自然植被中各群丛长势的监测。具体监测内容详见下表。

表 5-1 评价区生物多样性监测的内容、目的、指标和频次

对象	监测地点和线路	目的	指标	监测时间及频次(每年)
植物多样性	沿各风机位分布平台沿线设置水平和垂直样线各 2 条	植物物种多样性变化，重点监测主要物种种群数量的变化	物种组成及数量	2 次/年
植物群落	同植物多样性监测线路	植物群落结构及物种变化，重点监测占地区内主要群丛的长势	植物群落的物种组成	2 次/年
永久占地植被生长及恢复	道路工程、风机位平台、升压站等永久占地工程四周	植被恢复状况，植物群落结构及物种变化	植物的组成结构、生长势	2 次/年
临时占地植被生长及恢复	施工便道、临时施工生活区及其他临时占地	临时占地植被恢复状况	恢复植物的成活率、生长势，植被覆盖率等	2 次/年

	两栖爬行动物	沿各风机位分布平台沿线设置水平和垂直样线各 2 条	两栖爬行动物种多样性变化	物种组成及数量	2 次/年
	鸟类	沿各风机位分布平台沿线设置水平和垂直样线各 2 条	鸟类物种多样性变化	物种组成及数量	2 次/年
	工程区域	施工期鸟类监测点位为1#机位附近。营运期鸟类重点监测点位为各风机机位。	鸟类的栖息、迁徙情况调查及物种多样性变化	物种组成、数量	2 次-4 次/年，连续监测 3-5 年
	兽类	同植物多样性监测线路	兽类物种多样性变化，重点关注国家级和省级重点保护中型兽类	物种组成及数量	每季度一次，共 4 次
1 陆生野生植物的保护措施					
1.1 恢复与补偿措施					
运 营 期 生 态 环 保 护 措 施	根据本工程的特点，施工结束后，应结合水土保持的植物措施，对各类施工迹地实施陆生生态修复。				
	(1) 植被修复原则				
	①保护原有生态系统的原则				
	评价区位于湖南省沅江市境内，区域内自然环境优越，气候适宜，区域内植被发育良好，覆盖率高。本工程建设不可避免的会破坏评价区内植被，生态系统结构及功能受到影响。因此在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以湿地和防护林植被为主体的生态系统。				
	②保护生物多样性的原则				
	植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。在保证物种多样性的前提下，防止外来入侵物种的扩散。				
	(2) 恢复植物的选择				
	①生态适应性原则：植物生态习性必须与当地条件相适应。评价区在湖南省植被区划上属洞庭湖平原及湖泊植被小区，在进行植被恢复时应尽量选择适应中亚热地区环境的植物，应以中生性树种为主。				
②本土植物优先原则：乡土树种对植被恢复具有重要作用，其能快速融于周					

边生态环境，减轻对景观的影响，并可阻止外来物种入侵。由于乡土种在当地食物链中已经形成相对稳定的结构，与生境建立了和谐的关系，其适应性强、生长快、自我繁殖和更新能力强，有利于保护生物多样性和维持当地生态平衡。

（3）植被恢复方法

植物恢复区主要包括施工迹地区植被恢复和工程施工创伤区植被恢复，根据本工程特点，建议采用以下植被恢复方法：

①工程施工迹地植被恢复应以经果林、水土保持林和景观园林绿化等模式为主。水土保持林一般采用株间混交的方式种植，品字形排列；经果林一般采用条带状种植；草籽采用撒播方式种植；景观园林绿化根据景观造型，一般采用孤植、点植、丛植等较为灵活的栽植方式，花卉采用片植，草皮采用满铺。

②工程施工创伤面主要包括开挖边坡、堆渣和土料迹地边坡等，植被恢复措施包括种植槽栽植攀援植物和灌草绿化、厚层基材植被护坡、撒播灌草护坡、液力喷播植草护坡和框格植草护坡等。

（4）植被恢复方案

为减缓工程建设对施工迹地区植被的影响，施工结束后应严格落实水土保持措施，根据原风机区、道路区、弃渣场区、施工生产生活区植被情况和地质地貌情况等实行不同的恢复方案。

①风机区

综合考虑区域土壤、水分及原有植被情况，采用植树种草相结合的立体边坡防护措施，采用栽植杨树，结合狗牙根和黑麦草混播，混播比例 1:1 方式进行植被恢复。草籽撒播用量按 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 考虑，杨树栽植密度为 $600-800 \text{ 株}/\text{hm}^2$ ，株行距为 $4.0\text{m} \times 4.0\text{m}$ 。

②道路区

在道路土路肩种植构树进行防护。另外，当路基边坡高度小于 3m 时，采用撒播草籽的植物措施进行边坡防护；当路基边坡大于 3m 时，依据边坡的分级情况，采用撒播草籽、种植灌木及藤本植物进行进行边坡防护。

③升压站区

升压站内站内绿化采用栽种适量花草、灌木、草坪，主要以草皮和组合花坛

为主，路边辅以修剪整齐的低矮绿篱，该措施能够起到美化站区环境的作用，增添绿化氛围，同时也可起到增加雨水蓄渗、改善土壤肥力的作用，具有防治水土流失功能。

④集电线路区

集电线路施工结束并进行土地平整之后，采取撒播草籽措施，草种选用狗牙根和黑麦草。狗牙根和黑麦草草籽按照 1:1 混合，撒播用量按 60kg/hm² 考虑。

⑤弃渣场及表土堆存场区

该区域为临时占地，施工结束后种植杨树，株距 4.0m×4.0m，林下撒播狗牙根草籽。

⑥施工生产生活区

该区域为临时占地，施工结束后种植杨树，株距 4.0m×4.0m，林下撒播狗牙根草籽。

(5) 植被恢复监测

建设单位应加强植被恢复监测，也可以委托科研技术单位负责或向相关技术单位寻求技术指导，定期观察播撒的草种及栽种的树苗的生长状况，保证单位面积内的植被存活率。林业部门要监督建设单位，保障植被恢复措施切实有效。

1.2 管理措施

(1) 防止外来入侵物种的扩散。加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，采用有效的防治措施，消除其危害。

(2) 预防火灾。在工程建设期，更应加强防护，如在施工区、临时居住区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、搞好消防队伍及设施的建设等，以预防和杜绝火灾发生。

(3) 落实监督机制，保证各项生态措施的实施。工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。通过监测，了解植被的变化，数量变化以及生态系统整体性变化，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员和管理人员环境意识。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

(4) 开展生态监测和管理，工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。

2 陆生野生动物的保护措施

2.1 恢复与补偿措施

(1) 工程完工后尽快做好风机安装场地、弃渣场、表土堆存场、施工营地等临时占地生态环境的恢复工作，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。每个风机和集电线路施工完成后，在临时占地及其附近合理绿化，种植本地土著的小乔木或灌木，并结合草本植物，尽快恢复动物生境。

(2) 在升压站等生产生活区征询沅江市林业局的意见设立野生动物救护设施，以便于对受伤的动物进行救治。

2.2 管理措施

(1) 施工期制定严格的施工纪律和规章制度，规范施工行为，严格控制施工人员数量、设备和施工作业时间，严格划定施工范围，严禁越界施工，严禁施工人员进入非施工区域或从事与施工活动无关的活动，特别是要杜绝捕杀、伤害、惊吓、袭击动物等行为。开展施工期的工程环境监理工作，切实保障各项措施的落实，控制工程施工对植被资源和野生动物的影响。

(2) 运营期做好升压站周边的卫生，避免固体废物堆积而造成啮齿类动物聚集，进而吸引猛禽类猎食，增加撞击风机的风险。

(3) 设置宣传栏，加强宣传保护动物的相关法律法规，培训施工人员重点保护动物科普知识，施工期间若发现野生动物的幼体或鸟卵等，不要伤害，要及时通知林业部门专门人员救护。

(4) 在本项目运营 18 月内，应聘请鸟类观测专业技术人员，随时观测进入场区的鸟类数量，在鸟类迁徙季节增加观测频次和观测时间。可根据 18 月内监测的结果，进一步采取相关控制措施，如在迁徙季节遇到大风大雾时段，要求适时关闭影响较大的风机组。

2.3 对迁徙鸟类的保护措施

评价区非鸟类迁徙主要路线，但是不可避免的会有部分迁徙鸟类途径项目风机区域，因而对鸟类迁徙季节施行保护措施是非常有必要的。要及时设立鸟类救

护中心，以方便救助撞伤鸟类；营期加强风机区域巡检，便于将撞伤的鸟类及时送至救护中心或救护站救助；由于部分鸟类在夜晚进行迁飞，风机夜晚发电将增加迁徙鸟类撞伤概率，因此建议迁徙季节降低夜晚发电频率，尤其是天气晴好的夜晚，关闭风机，尽最大可能避免迁徙鸟类撞伤概率。

2.4 对重点保护野生动物的保护措施

(1) 加强国家、省有关保护野生动物法律法规的宣传，培训施工和管理人员相关野生动物的保护管理知识。在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设立野生动物保护的宣传栏，重点标注说明施工区域内可能出现的又极易被捕杀的重点保护动物，包括动物图片、保护级别、保护意义及对捕杀野生保护动物的惩罚措施，提高施工和管理人员对野生动物的保护意识。

(2) 加加大对栖息地保护，合理安排施工时间和施工过程，尽量减少影响范围和影响时间。减少在非施工区的人为干扰、污染与环境破坏，合理安排设施的使用，减少噪声设备的使用时间和强度，减小对野生动物的惊扰。

(3) 恢复和改善重点保护鸟类栖息地环境，并委托科研单位开展定期的国家重点保护野生动物及生境调查监测与研究。保护现有自然植被，恢复因工程施工对施工区周围植被产生的破坏，并通过加快对评价区的植树造林，尽快恢复工程临时占用的林地，从根本上有效的保护评价区鸟类及其它动物。

1 施工期声环境保护措施

(1) 噪声源控制措施

主要是指固定点源控制

①施工单位必须选用低噪声的施工机械和设备，从源头上降低噪声的影响；应尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度；

②加强设备的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声；

③施工爆破过程中，优先采用先进爆破技术，如微差松动爆破可降低噪声3~10dB。

(2) 交通噪声控制

为降低改建道路、新建道路施工和车辆运输对本项目新建和改建道路沿线居

其他

民的影响，应采取以下措施：

①施工单位必须选用符合国家有关环境保护标准的施工机械，如运输车辆噪声符合《汽车定置噪声限制》(GB16170-1996)和《机动车辆允许噪声》(GB1495-79)，其它施工机械符合 GB12523-2011《建筑施工场界限值》，从根本上降低噪声源强。

②施工中，加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。配备、使用减震坐垫和隔音装置，减低噪声源的声级强度。

③改建道路施工应尽量缩短高噪声施工作业、机械设备的使用时间，靠近居民路段应禁止夜间施工，昼间尽量在上午 8:30~11:30、下午 2:30~6:30 进行施工；并尽量知会受影响的居民，做好防范措施。

④为减少施工运输车辆对运输道路两侧居民，材料运输应选在白天进行，同时加强道路养护和车辆的维修保养，在靠近居民路段设减速警示牌，降低机动车行驶的振动速度。

⑤应加强施工管理措施，要求该区域施工发包合同条款中具有声环境质量保护条款，同时进行噪声监测、环境工程监理和政府及社会各界的监督。

⑥建设单位还应对运输道路沿线有居民居住的路段进行跟踪监测，在本项目施工期，纳入施工期跟踪监测范围，并应作为施工期监理的重要内容，同时预留环保资金。

(3) 其他措施

①合理安排施工时间

施工单位应合理安排施工时间，运输和施工作业尽量安排在上午 8:30~11:30、下午 2:30~6:30 进行，严禁夜间进行爆破等源强大的施工活动，尽量避免夜间施工，防止对周围居民的噪声干扰。

②劳动保护措施

对于强噪声源，如作业区，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作，既可以减少作业人员，又可以使作业人员尽量远离噪声源。在施工过程中，当施工人员进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修工等，

应给施工人员配戴防噪声耳塞、耳罩、防声棉、防噪声头盔等个人防护工具，具体的防护工具根据不同岗位择优选取使用。

③发布公告公示

加强与敏感点的沟通，在施工前首先在工程影响范围内，特别是工程周边敏感目标处，以张贴公告或其他方式对施工情况发布公告，以获得谅解。

2 施工期地表水环境保护措施

施工设备与车辆清洗必须集中到施工生产生活区进行，并在施工生产生活区布设沉淀池和隔油池对上述废水一并进行处理。集中收集后进入沉淀池，经过沉淀和隔油后的污水，回用于道路洒水或场区绿化，污水处理过程中产生的污泥将自行堆肥，主要用于场区的绿化和生态恢复。

由于施工期较短，施工期生活污水可经化粪池处理后回用于场区绿化或植被恢复。从处理方式上看，采用隔油池进行机械和车辆冲洗废水的处理，能除去粒度在 $150\mu\text{m}$ 以上的油，除油效果稳定、处理费用低；本工程施工期短，生活污水经化粪池处理后回用于场区绿化或植被恢复的处理方式较为经济，同时有利于场区的生态恢复。

3 施工期大气环境保护措施

(1) 燃油废气的削减与控制

本工程使用的多为大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量均较轻型车辆高，因此，按照国家的有关规定，施工运输车辆必须执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新；燃油机械设备应选用符合国家有关卫生标准的施工机械，使其排放的废气符合国家有关标准。

按《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》要求，对施工区运输车辆进行监督管理，定期和不定期的对运输车辆排放的尾气进行监测，施工运输车辆必须执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新，对未达标的车辆实施严厉的处罚措施或禁止其在施工区的使用。

(2) 粉尘的消减与控制

为防止施工粉尘对环境空气质量的影响，施工作业区布置要远离居民区，并及时洒水，非雨天每天洒水不少于4~5次。此外，对施工区道路进行管理与养护，对施工区道路进行硬化，使路面保持清洁，处于良好运行状况；为减少运输过程中的粉尘产生量，采用密闭式自卸运输车辆，原料和成品运输实行口对口密闭传递。同时，对回填土、废弃物和临时堆料应按指定的堆放地堆放，场地周围采取围挡措施，大风季节在临时堆料场上面被以覆盖物，防止大风引起的扬尘污染。

大气环境保护措施效果分析见下表。

表 5-2 本项目施工期扬尘、废气处理情况

类别	排放源	防治措施	预期治理效果
扬尘	材料的运输和堆放等作业，道路硬化，道路扬尘，土石方挖掘	加强施工管理，物料堆放和运输遮盖苫布，道路硬化，道路洒水，避免大面积开挖，协调施工季节	基本控制了大气污染排放，不会对区域环境质量产生大影响
废气	施工机械和运输车辆	施工机械采用技术先进的设备，燃料采用优质燃料，避免超负荷工作，加强对施工机械和施工运输车辆的维护保养	产生量较少，影响暂时，随施工的结束，污染也随之结束

4 施工期固体废物处理处置措施

(1) 工程弃渣

本项目无弃方，无需设置弃渣场。

(2) 生活垃圾

为预防施工区生活垃圾任意堆放和丢弃而污染环境，按照《城市环境卫生设施设置标准》(CJJ27-2005)的相关要求，施工期间在每个施工区设立垃圾桶(箱)，安排专人定期定点收集生活垃圾，交由乡镇环卫部门统一收集后进行卫生填埋。

5 运营期声环境保护措施

控制叶片结构噪声。叶片结构振动噪声是叶片与空气产生摩擦或冲击及旋转过程中作用在叶片上的重力等因素，引起叶片在摆振和挥舞方向发生弯曲、扭转及弯扭组合振动的噪音；叶片空气动力噪声是由于气体非稳定流动，即气流的扰动，气体与气体及气体与物体相互作用而产生的噪声，按产生机理可分为旋转噪声（气压脉动）和涡流噪声（紊流噪声）。叶片降噪方案主要从控制策略方面降低噪声和改变叶片翼型、结构及材料等方面降低噪声。

(1) 改变叶片翼型、结构及材料等降噪

翼型湍流边界层与尾缘相互作用产生的尾缘噪声是翼型自噪声的最主要分量，尾缘齿形结构的气流噪声控制机理研究表明，叶片尾缘锯齿结构可以改变各截面尾迹涡的脱落位置，从而增大了涡心之间的距离，抑制了脱落涡对尾迹流动的扰动，进而减小了叶片表面的非定常压力脉动和尾迹涡引起的气动噪声。对叶片靠近叶尖部分进行锯齿形设计，采用对后缘附加锯齿的降噪方案，尤其对中低频段的远场气动噪声有比较明显的降低效果；另外附加锯齿对翼型壁面动态载荷的影响较小，基本不影响翼型的气动性。

根据《锯齿降噪结构在风力发电机组叶片上的应用》(噪声与振动控制. 2018 年 03 期.陈宝康等)：“锯齿形降噪结构在大型风力发电机组机型上的现场实际应用取得初步成效，对比安装降噪结构前后的噪声值，在 $5\text{m/s} \sim 6\text{m/s}$ 的风速段降噪明显；进一步频谱分析表明，在下风向水平距离机组 135m 远测点处的大部分频段噪声值可降低 $2\text{dB} \sim 8\text{dB}$ 。考虑到目前国内大部分风电场的年平均风速基本小于 8m/s ，故对于有降噪需求的风电场而言，在风机叶片上加装降噪结构不失为一项有效的技术手段，既可以在一定程度上缓解噪声扰民的问题，又避免了因投诉停机甚至拆除风机而产生的经济损失。”

本项目采用了增加锯齿降噪结构的设计方案。参考风机厂家浙江运达风电股份有限公司提供的《WD156-3300 机组噪声计算报告》，在速为 9.5m/s 时的标准状态下，风机机组噪声声功率达到最大，为 104.61dB 。在未采取风机锯齿降噪的风机，其噪声源强一般为 $108\text{~}110\text{dB}$ 。

通过对比风机采取降噪措施与未采取降噪措施两种方案的噪声预测结果说明，通过增加风机降噪措施（主要是风机叶片锯齿结构降噪），最终设计方案有效地降低了对周边声环境的影响。

(2) 叶片控制降噪

风电机组控制策略降噪方案主要为叶轮高转速下优化变桨角度、发电机转速以及通过预定制降噪扇区的方案来实现风电机组降噪，以上两种方案可能对风电机组发电量有所影响，在采用该降噪方案时需和业主达成相应共识，通过优化控制策略风电机组噪声与叶轮转速有直接关系。

风电机组噪声与叶轮转速、变桨角度存在着密切联系，一般情况下，转速越低，风电机组产生的噪声也越小，因此可以通过优化变桨角度控制策略来实现风电机组的降噪。

另外，当居民区处于风电机组下风向，且为夜晚居民休息时，可采取扇区控制策略来降低风电机组的噪声，当白天居民不休息时，风电机组恢复到正常发电控制策略，以达到风电机组降噪的目的。

风电机组优化变桨及扇区控制策略为风机定制化控制策略，需依据客户需求定制化相应的降噪策略。

建设单位应严格按照设计进行施工建设，严格落实各项风机降噪措施；在风电场运行过程中，委托有资质的单位对周边居民处声环境进行长期监测；若发现由于本风电场运行造成周边居民噪声超标，将采取降低风机转速、降低风机运行功率等措施，甚至停运部分风机，以确保周边居民声环境质量达标。

(3) 设置噪声防护范围

根据预测结果，将预测结果中的 50dB(A)线，以及风电场风机基础以外 300m 范围线进行叠加，将叠加后最外围范围作为本项目噪声防护范围。由于预测结果中的 50dB(A)范围线在风电场风机基础以外 300m 范围线以内，因此确定噪声防护范围风电场风机基础以外 300m 范围。若需在本工程区风机附近新建项目，应协调控制好项目建设用地，在防护范围内，禁止新建居民点、学校、医院及其他声环境敏感点。

6 运营期地表水环境保护措施

运行期正常情况下无废水排放，只有变压器检修或发生事故时有少量含油废水排放。根据主体工程设计报告，变压器均配备有事故油池，发生漏油时，集油池收集的漏油单独外运处置。风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计。本项目运营期人员产生的生活污水纳入区域农村生活污水收集处置范围内，本项目运营期生活污水对水环境无影响。

7 运营期大气环境保护措施

本项目运营期废气主要是人员生活产生的食堂油烟废气，由于风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计，本项目运营期人员饮食问题依托项目所在地乡

镇饮食设施，本项目运营期废气对大气环境无影响。

8 运营期固体废物处理处置措施

本项目风电场员工产生的生活垃圾产生量小，可在升压站设置垃圾箱，将生活垃圾进行分类收集后交由乡镇环卫部门统一收集后进行卫生填埋。污水处理过程中产生的污泥将自行堆肥，主要用于场区的绿化和生态恢复。因此，本项目固废处理后能实现无害化要求，从处置途径和处置方式上看可行。

运营期，风电机组更换废机油时，需安排专业人员进行操作，用专门的油桶将废机油进行收集并在升压站内设置专用暂存间进行暂存，最终定期交由有相关资质的单位合理处置，严禁随意丢弃。油桶和暂存间须设置明显标志，暂存间地面应进行防渗处理。

运营期，升压站更换下来的废旧蓄电池属于危险废物。因此，建设方须严格按照国家危废转移、处置有关规定对变压器废油和退役的蓄电池进行转移、处置，从而确保全部变压器废油和退役的蓄电池按国家有关规定进行转移、处置。

升压站变压器使用变压器油，事故发生时会发生变压器油外泄。变电站内设置污油排蓄系统，即按最大一台主变压器的油量，设一座事故油池，有效容积 $40m^3$ ，事故油池应加盖防雨。一旦变压器事故时排油或漏油，所有的油水混合物将渗过卵石层并通过排油槽到达事故油池，在此过程中卵石层起到冷却油的作用，不易发生火灾。然后经过真空净油机将油水进行分离，废变压器油属于危险废物，集中收集后委托有危险废物处理资质的单位妥善处理。升压站泄漏的变压器油可以得到妥善处置。

升压站更换下来的废绝缘油、废润滑油、废矿物油、变压器废冷却介质、废旧蓄电池属于危险废物。因此，建设方须严格按照国家危废转移、处置有关规定对废绝缘油、废润滑油、废矿物油、变压器废冷却介质、废旧蓄电池进行转移、处置，从而确保废绝缘油、废润滑油、废矿物油、变压器废冷却介质、废旧蓄电池按国家有关规定进行转移、处置。

9 环境监理

9.1 监理目的

工程环境监理目标是为满足工程环境保护要求制定的，其内容主要包括：在

既定的环境保护投资条件下充分发挥工程的潜在效益；监督工程招标文件中环境保护条款及与环境有关的合同条款的实施情况；保证施工区周围附近的人群健康；缓解或消除环境影响报告及环评批复中所确认的不利影响因素，最后实现工程建设的环境、社会与经济效益的统一。

9.2 监理模式

本工程土石方开挖量较大，因此必须高度重视施工期和运行期的环境保护和环境监理工作。

施工区环境监理的工作性质要求监理工程师必须定期到施工区现场对承包商的环境保护工作进行巡视监督，主要对废水、固废、噪声和生态等 4 个方面进行监督检查，并将采用现场观察、记录摄影和拍照的方式做好工作记录，对发现的环境污染问题及时通知承包商环境管理员并限期处理。同时，对要求限期处理的环境问题，按期进行跟踪检查验收。

9.3 监理内容

根据施工时段的具体内容不同，环境监理可分为 4 个阶段进行，即设计及施工准备阶段、施工阶段、试运行阶段及验收阶段。

(1) 设计及施工准备阶段

这一阶段的监理任务主要是由环境监理单位依据环境影响评价文件及审批文件对环境保护设施设计文件内容进行核对并出具核对意见，编制环境监理细则，审核施工合同中的环保条款、承包商施工期环境管理计划和施工组织设计中的环保措施，核实工程占地和准备工作，审核施工物料的堆放是否符合环保要求。目前，项目已完成设计和施工准备，环境监理应对项目设计和准备阶段的相关符合性进行资料收集、整理和复核。

(2) 施工阶段

施工阶段工程环境监理单位应根据建设项目类别、规模、技术复杂程度等因素现场派驻项目监理机构或满足专业工作要求的监理人员，建立工程环境监理档案，监督和记录环境保护设施建设情况，及时纠正与环境影响评价文件及审批文件不符的问题，并向环境保护行政主管部门报告。本项目施工阶段主要的环境监理要点见下表。

现阶段，环境监理应对现有工程应开展而未开展的生态恢复措施进行监督，落实水保措施，落实恢复措施和水保措施的施工单位及施工责任，将施工内容和施工要求在施工合同条款中予以明确。

表 5-3 风电场工程施工期环境监理一览表

对环境的影响		环境监理重点内容
水环境	生产废水	生产废水采取沉淀加隔油池处理，施工废水回用；建设单位在建设过程中，杜绝向河流排放施工废水。
	生活污水	生活污水通过化粪池处理后回用于场区绿化或植被恢复。
大气环境	粉尘及尾气	施工营地洒水降尘，干旱季节每天3~4次；临时堆场设置遮盖；运输高峰期对运输道路洒水抑尘；选择符合环保标准的施工机械，并定期维修保养。
声环境	施工机械噪声	选用符合国家有关环境保护标准的施工机械，昼间尽量在上午8:30~11:30、下午2:30~6:30进行施工；禁止夜间爆破，采取低噪声工艺和设备，禁止夜间运行高噪声设备；高噪声设备远离场界布置。
	道路施工噪声	道路施工应尽量缩短高噪声施工作业、机械设备的使用时间，靠近居民路段应禁止夜间施工，昼间尽量在上午8:30~11:30、下午2:30~6:30进行施工；并尽量知会受影响的居民，做好防范措施。对施工场地可能造成噪声超标的区域进行噪声跟踪监测
	交通运输噪声	加强各种运输车辆的维修和保养，同时加强道路养护，在靠近居民路段设减速警示牌和禁鸣标志，行驶速度应低于20km/h。尽量在上午8:30~11:30、下午2:30~6:30进行运输作业，禁止在夜间进行运输活动，同时针对可能出现的交通噪声扰民，需预留环保资金。
固体废物	生活垃圾	施工期采用垃圾桶分类收集，送乡镇垃圾收集系统进行处置。
	表土堆存区	共布设1处临时堆存场（主要堆存表土、淤泥等），风机平台、集电线路、交通道路区剥离的表土堆存于各自防治分区，不再单独设置表土堆存场。
	弃渣场	项目不设置弃渣场
陆生生态	植被和野生鸟类	升压站周围园林绿化；风机叶片美化
	保护动植物	制作保护动植物图片宣传册和宣传栏，施工过程中发现保护植物，应及时上报并采取移栽等措施，同时做好记录。按照本报告提出的重点保护植物和古大树的保护措施逐条落实。
	其他	在进行道路施工时，尽量利用现有道路，控制道路的宽度在环评文件要求的道路宽度范围内，修建临时排水沟并及时绿化；严格控制风机点位占地面积和禁止弃渣往红线外随意倾倒；表土保存，临时堆土做到百分之百苫盖，减少水土流失；土石方挖填是否平衡，防止弃渣产生新的水土流失；避让林地，避免砍树，最大限度地减少生态环境破坏，监理国家重点保护野生动植物保护措施的实施情况。监督环评报告及设计中的各项生态恢复和补偿措施是否得到落实。
水土保持	水土流失	按照本项目水土保持报告提出的要求，完成本工程水保的工程措施、植物措施和临时措施。

	环境风险	地表水	记录升压站事故油池、危废暂存间等处的防渗施工措施，对事故油池隐蔽工程应保存施工记录备查。						
(3) 验收阶段									
验收阶段监理单位应在建设工程项目环境监理工作完成后，在建设工程项目申请验收同时向省级建设项目建设项目环评审批机构提交工程环境监理工作总结报告。									
环保投资	本工程总投资 39123 万元，计算得到本项目环境保护投资 952 万元，占工程总投资的 2.43%，其费用构成见下表。								
	表 5-4 沅江市泗湖山风电场工程环境保护投资一览表（单位：万元）								
	时期	项目	治理措施	投资	治理效果				
	施工期	水环境	生产废水 生活污水	生产废水采取沉淀加隔油池处理； 生活污水通过化粪池处理后回用于场区绿化或植被恢复。	30.0	生产废水和生活污水处理后用于绿化			
		大气环境	粉尘及尾气	租用洒水车洒水降尘，干旱季节每天3~4 次。选择符合环保标准的施工机械，并定期维修保养。	50.0	达标排放			
		声环境	施工机械噪声、运输噪声	禁止夜间爆破、采取低噪声工艺和设备、禁止夜间运行高噪声设备；居民点附近道路改造时，提前告知附近居民；设置禁鸣标志；运输和施工作业尽量安排在昼间上午 8:30~11:30、下午 2:30~6:30 进行。	4.0	达标排放			
		固体废物	生活垃圾 弃渣	施工期采用垃圾桶分类收集，送乡镇垃圾收集系统进行处置。 表土收集堆存，规范堆存于弃渣场或表土场，施工结束后对弃渣进行覆土绿化	10.0 18.0	不外排			
		陆生生态	植被和野生鸟类	升压站周围园林绿化；风机叶片艳化；	35.0	减少对植被的破坏，减少对野生鸟类的影响			
		水土保持	水土流失	工程措施、植物措施和临时措施	580.0	减少水土流失			
		环境监理		项目建设期聘请有资质的单位进行环境监理，编写环境监理报告	40.0	完善环境管理			
		环境监测		施工期对项目及周边大气、地表水、声环境进行监测	30.0	完善环境监测			
		营运期	水环境	生活污水 废油	生活污水依托于乡镇生活污水处理设施 事故油池	1.0	生活污水综合利用、消纳		
			声环境	运输噪声	禁止大声鸣笛、限制车速，设置减速标志	2.0	达标排放		
			升压站噪声	选用低噪声主变压器，优化站内布局，对临近居民进行营运期监测	3.0	达标排放			
			固体	生活垃圾	设置垃圾桶，统一收集后送乡镇垃圾收	2.0	不外排		

	废物		集系统进行处置。		
		废旧蓄电池、废机油	升压站设置合格的危废暂存间；危险废物由有资质单位处理	2.0	合理处置，不外排
环境管理	编制应急预案		编制应急预案	15.0	完善风险管理
	竣工验收费用		竣工验收费用	30.0	完善环境管理
	预留环保资金		/	100.0	完善环境管理
	合计			952	

六、生态环境保护措施监督检查清单

要素 内容	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	<p>陆生野生植物的保护措施：避让措施（1）优化场内道路的布设、（2）优化风电机组区施工布置、（3）优化临时占地区的选址、（4）优化施工时序、（5）加强施工监理；减缓措施（1）合理规划场内检修道路布设，避免对施工范围之外的区域的植被造成碾压和破坏。（2）加强对施工占地的硬化，以减少水土流失现象发生。（3）施工期应避免在雨季施工，尽量保持挖填平衡，减少施工弃土的产生，产生的弃土临时堆放好以便后期回覆利用，同时采取护坡、挡土墙等防护措施。（4）表层土剥离，进行留存用于今后的回填。（5）施工结束后，应及时对临时占地进行植被恢复。</p> <p>陆生野生动物的保护措施：（1）采用驱鸟措施，使鸟类在迁徙中能及时回避，减少鸟类碰撞风机的概率。（2）优选施工时间，避开野生动物活动的高峰时段。（3）加强施工管理。</p> <p>生物多样性监测措施：设置生物多样性监测线路，根据监测变化状况制定相应的保护措施</p>	调查风机、升压站周围绿化和水土保持情况；调查植被和野生鸟类植物保护措施落实情况。	<p>陆生野生植物的保护措施：恢复与补偿措施，根据本工程的特点，施工结束后，应结合水土保持的植物措施，对各类施工迹地实施陆生生态修复。管理措施，（1）防止外来入侵物种的扩散。（2）预防火灾。（3）落实监督机制，保证各项生态措施的实施。</p> <p>陆生野生动物的保护措施：恢复与补偿措施，工程完工后尽快做好风机安装场地、弃渣场、表土堆存场、施工营地等临时占地生态环境的恢复工作，以尽量减少环境破坏对动物的不利影响。设立野生动物救护设施，以便于对受伤的动物进行救治。管理措施，设置宣传栏，加强宣传保护动物的相关法律法规，聘请鸟类观测专业技术人员，随时观测进入场区的鸟类数量。加强对迁徙鸟类的保护措施。</p>	调查风机、升压站周围绿化和水土保持情况；调查植被和野生鸟类植物保护措施落实情况。
水生生态	/	/	/	/
地表水环境	施工设备与车辆清洗必须集中到施工生产生活区进行，并在施工生产生活区布设沉淀池和隔油池对上述废水一并进行处理。施工期生活污水可经化粪池处理后回用于场区绿化或植被恢复。	施工废水和生活污水不外排	风电场工程按“无人值班、少人值守”的运行方式设计。运营期人员产生的生活污水纳入区域农村生活污水收集处置范围内	生活污水收集处理，综合利用或达标外排入管网
地下水及土壤环境	/	/	/	/

声环境	合理布置高噪声设备位置和合理安排施工时间；尽可能选择低噪声的先进设备，加强设备的维护保养；施工期运输车辆采取缓速、禁鸣等措施	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	优选风机设备选型。采用叶片降噪方案，主要从控制策略方面降低噪声和改变叶片翼型、结构及材料等方面降低噪声。设置噪声防护范围	《工业企业场界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2类标准
振动	/	/	/	/
大气环境	(1) 燃油废气的削减与控制，燃油机械设备应选用符合国家有关卫生标准的施工机械，使其排放的废气符合国家有关标准。对施工区运输车辆进行监督管理。 (2) 粉尘的消减与控制，施工作业区布置要远离居民区，并及时洒水，对施工区道路进行管理与养护，对施工区道路进行硬化，使路面保持清洁，采用密闭式自卸运输车辆，堆料应按指定的堆放地堆放，场地周围采取围挡措施，大风季节在临时堆料场上面被以覆盖物，防止大风引起的扬尘污染。	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 中表2中无组织排放监控浓度限值	运营期人员饮食问题依托项目所在地乡镇饮食设施	/
固体废物	本项目无弃方，无需设置弃渣场。施工期间在每个施工区设立垃圾桶(箱)，安排专人定期定点收集生活垃圾，交由乡镇环卫部门统一收集后进行卫生填埋。	固体废物均得到合理有效处置	废旧蓄电池、废机油、废变压器油等危险废物，暂存于升压站内危废暂存间内，危险废物按《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ 2025-2012)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单的相关规定进行管理，最终交由有资质的单位进行处置。	固体废物均得到合理有效处置
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	/	/	设置事故油池，用于油类物质泄露收集	具备完善的防范措施
环境监测	加强施工环境监理	完善施工环境监理报告	加强对陆生生态系统的监测	/
其他	/	/	/	/

七、结论

沅江市丰昇农林开发有限公司沅江市泗湖山风电场符合产业政策，符合国家和地方的相关规划。风电场占地不涉及自然保护区、森林公园、风景名胜区等环境敏感区域，不涉及鸟类迁徙路线，未处于生态保护红线一级管控区、I级保护林地、一级国家公益林地范围，不涉及天然林和单位面积蓄积量高的林地以及基岩风化严重或生态脆弱、毁损后难以恢复的区域，没有制约性或重大环境影响因素。工程建成后，将为社会提供 8836 万 kW·h/a 的电量，为地方政府带来大量的财政税收，并带动和促进当地国民经济的全面发展和社会进步，具有较好的社会效益、经济效益、节能和环保效益。同时，工程建设将不可避免的对环境带来不利影响，但在采取本报告提出的各项环保措施及对策后，各种不利影响均可得到较大程度的减缓或减免。因此，从环境保护角度总体评价认为，本项目的建设是可行的。