

# Research on the Ecological Environment Impact and Prevention Measures of Offshore Wind Power Engineering

Wen Gu

Shanghai Donghai Wind Power Generation Co., Ltd., Shanghai, 200093, China

## Abstract

With the continuous growth of global energy demand and the increasingly severe problem of climate change, offshore wind power, as a representative of clean and renewable energy, has gradually become the key direction of energy structure adjustment in various countries. However, in the construction and operation process of offshore wind power projects, it will inevitably have a certain impact on the Marine ecological environment. Therefore, this paper analyzes the possible impacts of offshore wind power engineering on marine ecosystems, explores its impact mechanisms on marine organisms, marine hydrological environment, and marine landscape, and proposes corresponding prevention and control measures. Through the study of these issues, it aims to provide theoretical support and practical guidance for the sustainable development of offshore wind power projects.

## Keywords

offshore; wind power engineering; ecological environment impact; prevention and control strategy

## 海上风电工程生态环境影响及防治对策研究

顾雯

上海东海风力发电有限公司, 中国·上海 200093

## 摘要

随着全球能源需求的持续增长和气候变化问题的日益严峻,海上风电作为清洁、可再生能源的代表,逐渐成为各国能源结构调整的重点方向。然而,海上风电工程在建设和运营过程中不可避免地海洋生态环境产生一定的影响。所以,论文通过分析海上风电工程对海洋生态系统的可能影响,探讨其对海洋生物、海洋水文环境以及海洋景观的影响机制,并提出相应的防治对策,以期通过对这些问题的研究,为海上风电项目的可持续发展提供理论支持和实践指导。

## 关键词

海上; 风电工程; 生态环境影响; 防治策略

## 1 引言

近年来,随着技术的进步和成本的下降,海上风电产业得到了迅速发展,尤其在中国、欧洲和北美地区,海上风电装机容量逐年增加,已成为能源领域的重要组成部分。然而,海上风电的快速发展也带来了新的环境问题,特别是在项目的选址、施工和运营过程中,可能对海洋生态系统造成不同程度的影响。这些影响不仅涉及海洋生物栖息地的破坏、迁徙路径的干扰,还包括对海洋水文环境的改变、海底地形结构的破坏等。如何在开发海上风电资源的同时,有效减少对海洋生态环境的负面影响,成为当前亟待解决的关键问题。

【作者简介】顾雯,女,中国上海人,本科,助理工程师,从事海上风电项目的开发与建设中海洋环境的影响及应对研究。

## 2 海上风电工程对生态环境的影响

### 2.1 对海洋生物的影响

海上风电机组在安装的过程中往往需要进行大规模的海底打桩和基座建设,这会对海底生物栖息地产生直接的物理破坏。而且由于工程施工时的噪声较大,尤其是打桩过程中的噪音传播范围广且强度高,这将对海洋中的鱼类、海洋哺乳动物以及其他听觉敏感的生物可能产生严重干扰<sup>[1]</sup>。海洋哺乳动物如鲸类和海豚,依赖声波进行导航和觅食活动,而施工噪音可能导致它们迷失方向,甚至被迫迁移。与此同时,海底电缆的铺设和风机基础的建设还可能影响海底沉积物的稳定性,导致局部水域的浑浊度增加,进而影响底栖生物的生长和繁殖。

### 2.2 对海洋生态系统的影响

海洋生态系统是一个高度复杂的网络,各个物种和环境因素之间相互作用,形成了稳定的生态平衡。风电工程的建设将会打破这一平衡,如风机基座可能成为某些海洋生物

的人工礁石,吸引鱼类和无脊椎动物聚集,这虽然可能在局部区域增加生物量,但从生态系统的整体角度来看,这种“局部富集效应”可能会改变区域内物种的分布格局,导致生态系统功能的失衡。而且风机叶片的转动也可能对海鸟的飞行构成威胁,尤其是对于那些依赖海洋环境觅食的鸟类,海上风电场的密集布局可能增加鸟类的碰撞风险。施工阶段的海上风电工程如图1所示。



图1 施工阶段的海上风电工程

## 2.3 对海洋水质的影响

在施工期内,由于风机基座的安装以及海底电缆的铺设,海床会受到扰动,可能导致海底沉积物的再悬浮,进而增加海水的浑浊度。浑浊水体不仅会影响海洋生物,尤其是依赖光合作用的浮游植物和珊瑚礁的生长,还可能影响沿岸生态系统的健康。并且在施工中使用的一些工程材料和设备,如混凝土基座的化学物质泄漏或者船只的燃油泄漏等若是管理不当,可能对海水造成污染。

## 2.4 对海洋景观的影响

海洋景观作为海洋环境中的重要组成部分,具有自然美学和文化价值,而风电机组的大规模布局无疑会改变原有的海洋景观结构。风机塔架、叶片以及附属设施的建立,往往需要占用广阔的海域,这些高耸的人工设施与自然海洋环境之间形成了强烈的视觉对比,破坏了原有的自然和谐。对于一些以海洋风光为主要吸引力的旅游区域,风电场的存在可能会削弱景观的吸引力,甚至影响到当地的旅游业和相关经济活动。并且夜间风机叶片上的红色警示灯也会对附近居民和海上活动者产生一定的光污染,进一步削弱了海洋景观的原始美感<sup>[2]</sup>。

## 2.5 对航运航道的影响

海洋是全球贸易的重要通道,各国的航运活动高度依赖海洋航道的畅通和安全。海上风电场的建设不仅占用了部分海域,还可能对现有的航道布局产生干扰。风电机组通常具有较大的体积,且分布密集,这些设施的物理存在必然会对航行船只的路径规划、航行安全以及航道管理造成一定的挑战。特别是在大风大浪天气下,风电机组周边海域的通行

条件可能更加复杂。为了保证航运安全,海上风电场附近通常需要设立专门的航行警示标志,甚至重新规划部分航线,这为航运管理部门带来了额外的工作负担。

## 3 海上风电工程生态环境防治策略

### 3.1 合理选址与布局

#### 3.1.1 避开生态敏感区

生态敏感区是指那些具有较高生态价值或容易受到外界干扰而导致生态系统功能失衡的区域,如重要的鱼类洄游通道、海洋生物繁殖区、红树林、珊瑚礁等。这些区域往往在维持海洋生物多样性和生态系统稳定性方面起着至关重要的作用。如果风电场选址不当,可能会破坏这些区域的生态功能,导致海洋生物栖息地的丧失,甚至引发局部生态系统的崩溃。所以来说,风电场的规划应当基于详细的生态调查和环境评估,识别出相关的生态敏感区,并在设计阶段避开这些区域,从源头上减少对生态环境的干扰。

#### 3.1.2 优化风电场布局

由于风机之间的距离和排列方式会直接影响周围生态的和谐,所以来说在风电场的设计过程中,施工团队需要针对海洋环境及其生态特点进行合理的布局。通常风机之间应保持适当的间隔,以减轻湍流对周围水域的影响,并尽量减少对海洋生物的干扰。并且布局时还需考虑风机的高度及数量,合理规划风电场的规模,从而减少对鸟类和海洋哺乳动物的影响。

### 3.2 加强生态环境监测

#### 3.2.1 建立长期监测机制

监测的内容应包括海洋水质、海洋生物多样性、声环境以及海底生态等多个方面。为了实现这一目标,相关部门需联合科研机构 and 高校,组建专业的监测团队,制定详尽的监测计划。通过定期采集和分析数据,不仅可以及时发现生态环境的变化,还能评估风电项目对生态系统的具体影响。

#### 3.2.2 开展生态补偿措施

生态补偿是一种经济手段,旨在弥补因开发和利用自然资源而导致的生态环境损失。可以通过设立生态补偿基金用于修复和保护受影响的生态环境。这些资金能够被用于一系列海洋生态恢复项目,例如人工鱼礁的建设、海草床的修复,以及对海洋生物栖息地的保护等。通过这些措施,不仅有助于提升海洋生态环境的整体质量,还有助于促进当地渔业的可持续发展,从而实现生态与经济的双重收益。

### 3.3 优化施工方案

#### 3.3.1 采用低影响施工技术

传统的施工方法往往会对海洋生态系统造成一定的干扰,特别是在施工过程中产生的噪声和振动,可能对水生生物特别是鱼类的栖息和繁殖产生不利影响。现代技术的不断进步为我们提供了一些具有较低环境影响的施工方案,如使用静音桩机代替传统的冲击桩机,不仅能够显著降低施工

过程中产生的噪声污染，而且有助于减少对周围生态环境的干扰。与此同时，水下作业机器人被广泛应用于海底作业，这种设备能够在执行任务时有效地减小水体的扰动，不仅保护了水生生物的栖息地，还提高了施工的安全性和作业效率。

### 3.3.2 合理安排施工时序

由于在海上风电项目的施工过程中涉及多个环节包括基础设施的建设、风机的安装以及后期的维护等各个阶段。所以为了确保施工过程顺利进行，并避免对海洋生态系统带来不必要的影响，制定科学的施工计划变得尤为重要。具体来说，在施工过程中，应尽量避免鱼类的繁殖季节以及海洋生物的迁徙时期，避免大规模施工活动影响海洋生态平衡。最重要的是，合理安排施工时序还需考虑到天气变化的因素，尽量在气候稳定的季节进行高风险作业，以保证施工的安全性并尽可能减少对海洋环境的负面影响<sup>[1]</sup>。

## 3.4 加强环境风险管理

### 3.4.1 制定应急预案

在海上风电项目的施工和运营过程中，往往会因为自然因素或人为失误引发一些突发事件，如设备故障、油污泄漏，甚至海洋生物的误捕等。这些意外事件不仅会直接威胁到海洋环境的健康，而且还可能对周围的生态系统造成严重影响，所以提前制定一套详细且有效的应急预案，成为确保及时应对这些突发情况的重要措施。举例来说，针对油污泄漏的突发事件，应急预案应当详细规定清理的责任人和具体的清理措施，以确保一旦发生泄漏事件，能够迅速组织处理，最大限度地减少污染对海洋生态的伤害，而且为了确保应急预案在实际操作中的有效性，项目方还需要定期组织应急演练，借此检验预案的可行性，并使所有参与的工作人员熟悉应急响应后的具体流程。

### 3.4.2 建立风险防控体系

一个完善的风险防控体系能够有效帮助识别和评估环境风险，在风险发生前采取预防措施，从而不断降低事故发生的概率。在规划阶段，应进行全面的环境影响评估，以识别潜在的环境风险，并在设计中融入防控措施，如选择合适的材料和技术，从源头减少对环境的影响。在施工阶段，施工单位需严格遵循环保法规，落实各类防护措施，实现“源头控制”，尽量减小对周围环境的影响。在运营和维护阶段，需要进行定期检查和维护设备，确保设备正常运转，从而避免设备故障可能引发的环境风险。海上风电场工程建设阶段流程如图2所示。

## 3.5 推进技术创新

### 3.5.1 研发生态友好型风机

传统风机在设计和使用上往往难以兼顾性能和

环境保护，生态友好型风机则强调在确保发电效率的同时，尽量减少对海洋生态系统的影响。比如说采用可再生材料或环境影响较低的合成材料，不仅可以降低风机的碳足迹，还能减少风机在生产和废弃过程中的环境污染。并且通过优化风机叶片的设计和材料，可以有效降低对鸟类及海洋生物的干扰。这种设计理念不仅有利于保护海洋生态，也能提升公众对海上风电项目的接受度。

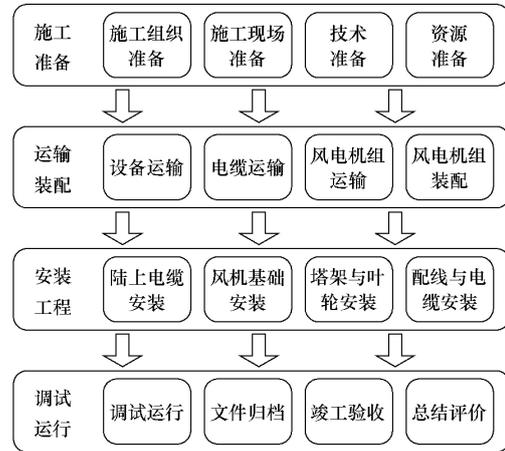


图2 海上风电场工程建设阶段流程图

### 3.5.2 探索新型防污防腐技术

新型防污防腐技术的研发能够有效延长风机的使用寿命，降低其维护频率，进而减少其对环境的影响，通过采用新型涂料和防腐材料不仅可以使工程具备良好的防腐性能，还能在海洋环境中稳定存在，减少传统材料可能带来的污染风险。并且智能监测技术的引入使得风机在运行过程中能实时监测材料状态，及时发现并处理潜在的防腐问题，以确保风机在整个生命周期内的安全与环保。

## 4 结语

总之，海上风电工程给生态环境带来的影响是复杂而多样的，然而通过科学的规划、严格的施工管理以及有效的运营监测，能够最大限度地降低其对生态环境的负面影响，为海上风电的可持续发展创造良好的环境基础。

## 参考文献

- [1] 涂睿, 向往, 郑双燕, 等. 基于直流大母线的大规模海上风电混合多端直流并网系统[J]. 电网技术, 1-12[2025-02-17]. <https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2024.1604>.
- [2] 王佳俊, 靳国旺, 熊新, 等. 顾及相干性与空间分布特征的SAR图像海上风电平台检测方法[J]. 测绘科学技术学报, 2024, 40(5): 484-490.
- [3] 马佳星, 肖石, 朱永飞, 等. 人工智能在海上风电运维中的自主决策与智能化管理研究[J]. 电气技术与经济, 2024(10): 236-237+242.