

漂浮基础技术在深远海域风电的创新应用评估

季鹏

江苏龙源振华海洋工程有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i1.11706

[摘要] 本文对漂浮基础技术在深远海域风电的创新应用进行了评估。首先介绍了深远海域风电的发展背景与漂浮基础技术的重要性,随后阐述了该技术在创新应用中的多个方面,包括基础结构设计的创新、材料应用的突破以及施工与安装技术的改进等,同时也分析了其面临的技术挑战与成本控制难题。通过综合评估,指出漂浮基础技术虽有广阔前景,但需不断创新优化以推动深远海域风电的大规模开发与应用。

[关键词] 漂浮基础技术; 深远海域风电; 创新应用

中图分类号: TM925.11 文献标识码: A

Evaluation of Innovative Application of Floating Foundation Technology in Deep Sea Wind Power

Peng Ji

Jiangsu Longyuan Zhenhua Marine Engineering Co., Ltd.

[Abstract] This paper evaluates the innovative application of floating basic technology in far-reaching sea wind power. First introduces the development background of offshore wind power and the importance of floating basic technology, then expounds the technology in the innovative application of multiple aspects, including infrastructure design innovation, material application breakthrough and construction and installation technology improvement, etc., but also analyzes the technical challenges and cost control problems. Through the comprehensive evaluation, it is pointed out that although the floating basic technology has broad prospects, it needs to be continuously innovated and optimized to promote the large-scale development and application of far-reaching sea wind power.

[Key words] floating basic technology; far-reaching sea area wind power; innovative application

引言

伴随世界经济的快速发展,全球能源需求同步上升,风能因可再生、无污染、效率高而成为能源利用的新宠。21世纪以来,陆上风电如风刮过,近海风电更似景观,但噪声、视觉污染与利用率饱和等原因限制了陆上风电与近海风电的进一步发展,所以,大家将目光逐渐转向深远海域。深远海域风电与陆上、近海风电最大的不同在于其基础从固定式变为漂浮式,传统基础及其连接技术不具备继承性。因此,对漂浮基础技术在深远海域风电的创新应用进行全面评估具有重要意义,有助于推动该技术的进一步发展和应用,促进深远海域风电产业的可持续发展。

1 漂浮基础技术在深远海域风电的创新应用

1.1 基础结构设计创新

在当今能源转型的关键时期,深海风电开发成为备受瞩目的领域,然而却荆棘满途。深海环境宛如一个神秘且充满变数的巨大谜团,传统固定式基础在这片领域显得力不从心。海洋中的

暗流涌动、汹涌波涛、复杂地质构造以及难以预测的极端气候,让传统基础结构时刻面临着严峻考验,频繁的晃动、位移甚至损坏风险,极大地制约了风电开发的稳定性与持续性。与之截然不同,漂浮式基础宛如深海中的“灵动舞者”,为风电开发开辟出全新路径。它不受海底复杂地形的桎梏,能够灵活适应深海环境的动态变化。以其卓越的机动性,巧妙化解深海暗流的冲击,平稳漂浮于海面之上,为风机提供可靠支撑。浮式风电平台衍生出的四种常见技术形式,更是各显神通。驳船式(Barge)基础仿若一座坚实的海上浮岛,凭借宽阔的甲板面积,为风机安装提供便利,以其简易的构造在近海风电场崭露头角;半潜式(Semi-submersible)宛如潜伏于海面之下的神秘巨兽,通过巧妙的水下浮体设计,在波涛汹涌中维持绝佳稳定性,能在深海复杂环境中稳如泰山;单柱式(Spar)则似一根定海神针,修长的柱体深入水下,利用自身独特的水动力特性,将风机高高擎起,最大限度减少海浪对风机的影响;张力腿式(Tension Leg

Platform) 仿佛被深海之力拉扯的坚韧绳索, 通过绷紧的系泊系统, 精准定位浮式平台, 保障风机在狂风巨浪中纹丝不动, 为深海风电高效稳定运行保驾护航。

1.2 材料应用的突破

材料科学的进步为漂浮式海上风电基础技术突破提供关键支撑。回顾过往, 传统材料受限于自身性能, 在高盐度、强水压、多变温度以及海浪冲刷等极端海洋条件下, 极易出现腐蚀、疲劳损伤等问题, 无法满足深远海风电长期稳定运行需求。如今, 高强度复合材料成为浮筒与结构部件的理想选材。从材料微观结构层面, 其通过优化纤维与基体的复合方式, 实现高强度与低密度的完美结合, 在减轻整体结构重量的同时, 提升承载性能。并且, 基于先进的表面涂层与防腐处理技术集成, 其抗腐蚀性能卓越, 在海洋环境中的使用寿命远超传统材料, 有效降低全生命周期成本。超高性能混凝土凭借独特的配合比设计与微观结构优化, 具备超强抗压强度, 能够承受漂浮式基础在复杂受力状态下的重载压力。同时, 通过引入纳米材料等添加剂, 进一步提升其耐久性, 抵抗海水侵蚀、干湿循环等破坏因素, 为基础结构提供长久可靠的支撑保障。

1.3 施工与安装技术的改进

深远海域风电的施工与安装环境复杂, 对技术要求极高, 漂浮基础技术的创新应用也在这方面带来了显著改进。传统的海上风电施工安装方法在深远海面面临诸多困难, 而漂浮式基础的施工与安装则采用了一系列创新技术。例如, 在基础的海上安装过程中, 采用了大型浮吊船、自升式平台等先进设备, 能够更高效地完成基础的吊运、定位和安装工作; 同时, 借助动态定位系统(DP)等技术, 能够精确控制基础的位置和姿态, 确保安装精度。此外, 在系泊系统的安装方面, 创新的施工方法和工具也不断涌现, 如采用水下机器人进行系泊缆绳的铺设和连接, 提高了施工效率和安全性。这些施工与安装技术的改进, 不仅缩短了施工周期, 降低了施工风险, 还提高了漂浮式海上风电项目的整体经济性和可操作性。

2 漂浮基础技术面临的挑战

2.1 技术难题待突破

尽管漂浮基础技术在深远海域风电的应用取得了一定进展, 但仍面临诸多技术难题需要突破。首先, 漂浮式基础在海洋环境中的动力响应特性复杂, 其受到风浪流等多种环境荷载的作用, 会产生横摇、纵摇、垂荡等多自由度运动, 这对基础的结构设计和稳定性分析提出了更高要求。如何准确预测和评估基础的运动响应, 以及如何通过优化设计降低其对风机运行的影响, 是当前需要解决的关键技术问题之一。其次, 系泊系统作为漂浮式基础的重要组成部分, 其设计和可靠性也是一个技术挑战。系泊缆绳的材料性能、疲劳寿命、锚固方式等都直接影响到漂浮式基础的安全性和稳定性, 需要进一步研发高性能的系泊材料和可靠的锚固技术。此外, 漂浮式基础与风机的一体化设计和耦合分析也是一个技术难点, 需要综合考虑基础运动、风机载荷、控制策略等多方面因素, 实现系统的优化设计和协同运行。

2.2 成本控制压力大

漂浮基础技术在深远海域风电的应用成本较高, 这是制约其大规模推广的重要因素之一。与固定式基础相比, 漂浮式基础的建造、安装和运维成本都明显增加。首先, 漂浮式基础的结构复杂, 需要使用大量的高性能材料和先进的制造工艺, 导致其建造成本大幅上升。其次, 在安装过程中, 由于需要使用大型专业设备和复杂的施工技术, 安装成本也较高。此外, 深远海域的环境条件恶劣, 漂浮式基础的运维难度大, 需要配备更先进的监测设备和维护技术, 增加了运维成本。因此, 如何有效降低漂浮基础技术的成本, 提高其经济性, 是实现深远海域风电大规模商业化开发的关键。需要通过技术创新、优化设计、规模化生产等多种手段, 降低材料成本、提高施工效率、减少运维工作量, 从而实现成本的有效控制。

2.3 环境适应性问题

深远海域的海洋环境复杂多变, 漂浮基础技术在应用过程中需要充分考虑其环境适应性。一方面, 海洋中的强风、巨浪、海流等自然因素对漂浮式基础的结构和性能会产生较大影响, 需要确保基础在极端环境条件下的安全性和稳定性。例如, 在台风等恶劣天气条件下, 漂浮式基础需要具备足够的抗风能力和耐波性能, 以防止基础损坏和风机倒塌。另一方面, 海洋生态环境的保护也是一个重要问题。漂浮式基础的建设和运行可能会对海洋生态系统造成一定影响, 如改变水流、影响海洋生物的栖息和繁殖等。因此, 在漂浮基础技术的创新应用中, 需要充分考虑其对海洋环境的影响, 采取有效的环境保护措施, 实现风电开发与海洋生态保护的协调发展。

3 漂浮基础技术在深远海域风电的发展前景与展望

3.1 技术创新推动发展

随着科技的不断进步, 漂浮基础技术在深远海域风电领域的技术创新将不断涌现, 为其发展提供强大动力。一方面, 基础结构设计将更加优化, 通过引入先进的数值模拟技术和多学科优化方法, 能够更准确地预测和评估基础的性能, 实现基础结构的轻量化、高效化和智能化设计。另一方面, 新材料和新技术的研发将不断取得突破, 如新型复合材料、智能材料、海洋防腐技术等的应用, 将进一步提高漂浮式基础的性能和耐久性, 降低成本。此外, 随着人工智能、大数据、物联网等技术在海上风电领域的应用, 漂浮基础技术的运维管理将更加智能化, 通过实时监测基础的状态、预测故障风险、优化维护策略等, 提高运维效率, 降低运维成本, 保障漂浮式海上风电系统的长期稳定运行。

3.2 市场潜力巨大

深远海域风电作为未来海上风电的重要发展方向, 具有巨大的市场潜力。随着全球对清洁能源的需求不断增加, 以及各国对海上风电开发的重视和支持, 深远海域风电市场将迎来快速发展。漂浮基础技术作为深远海域风电开发的关键技术, 其市场需求也将随之增长。据预测, 未来几十年内, 全球漂浮式海上风电市场规模将呈现爆发式增长, 为漂浮基础技术的应用提供了广阔的市场空间。同时, 随着漂浮基础技术的不断成熟和成本降

低, 其在深远海域风电市场的竞争力将不断增强, 有望逐步实现商业化大规模应用, 推动深远海域风电产业的快速发展。

3. 3能源转型的重要支撑

在全球能源转型的背景下, 海上风电作为一种清洁、可再生的能源, 对于实现能源结构的优化和碳减排目标具有重要意义。深远海域风电凭借其丰富的风能资源和广阔的开发空间, 将成为未来海上风电发展的重点领域。漂浮基础技术的创新应用, 为深远海域风电的开发提供了可行的技术方案, 使其能够在更深更远的海域进行大规模开发, 有效提高海上风电的装机容量和发电量, 为全球能源转型提供重要支撑。随着漂浮基础技术在深远海域风电领域的不断推广和应用, 将进一步推动海上风电产业的发展, 促进能源结构的多元化和可持续发展, 为应对全球气候变化做出积极贡献。

4 总结

漂浮基础技术在深远海域风电的创新应用具有重要意义和广阔前景。通过基础结构设计创新、材料应用突破以及施工与安装技术改进等方面的不断探索和实践, 漂浮基础技术为深远海域风电的开发提供了有力支撑。然而, 该技术在发展过程中也

面临着技术难题待突破、成本控制压力大、环境适应性问题等诸多挑战。未来, 需要进一步加强技术创新, 加大研发投入, 不断优化漂浮基础技术, 降低成本, 提高其环境适应性和可靠性, 以推动漂浮基础技术在深远海域风电领域的大规模商业化应用。同时, 还需要加强政策支持和市场引导, 促进产业链协同发展, 为深远海域风电产业的可持续发展创造良好的环境。总之, 漂浮基础技术在深远海域风电的创新应用将在全球能源转型中发挥重要作用, 为实现人类社会的可持续发展做出积极贡献。

[参考文献]

[1]李远扬.半潜式基础漂浮式风机拖带技术研究[J].珠江水运,2023,(06):55-57.
[2]周昊,侯承宇,李辉.我国海域漂浮式风电机组基础适用性分析[J].风能,2020,(07):102-105.
[3]陈云巧,周圣荻,陆亮.深远海域海上风电示范工程漂浮式基础连接技术分析与思考[J].太阳能,2020,(08):60-70.

作者简介:

季鹏(1991-),男,汉族,江苏省南通市人,大学本科,研究方向: 海上风电施工。