

# 风电项目中的土木工程问题及有关研究的思考和发展展望

任学宇

宁夏兴电工程监理有限责任公司 宁夏 银川 750000

**摘要:** 风电项目作为可再生能源的重要组成部分,在推动能源转型和应对气候变化中发挥着关键作用。然而,风电项目中的土木工程问题,如土地利用冲突、基础设施建设难度、土壤稳定性挑战及基础模板施工质量控制,一直是制约项目发展的重要因素。近年来,研究者们通过构建土地利用评价模型、优化基础设施建设技术、探索土壤改良方法以及改进基础模板施工技术,取得了显著进展。未来,风电项目土木工程领域将更加注重技术创新与智能化发展、绿色建造与可持续发展以及跨学科合作与综合解决方案的应用,以实现更高效、环保、安全的风电项目建设。

**关键词:** 风电项目;土木工程问题;研究;发展展望

**引言:** 随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的日益增强,风电作为清洁、可再生的能源形式,正逐渐成为能源结构转型的重要力量。然而,风电项目的建设并非易事,尤其是在土木工程方面,面临着诸多挑战。从土地利用的冲突到基础设施建设的困难,再到土壤稳定性和基础模板施工的质量控制,这些问题都需要研究者们不断探索和创新。因此,深入剖析风电项目中的土木工程问题,总结相关研究进展,并展望未来发展,对于推动风电行业的可持续发展具有重要意义。

## 1 风电项目中的土木工程问题

### 1.1 土地利用问题

风电场选址是风电项目建设的首要环节,而土地利用问题往往是选址过程中的关键难题。风电场通常需要占用大面积的土地,这往往与农业用地、生态保护区、居民区等现有土地利用方式产生冲突。在选址过程中,需要综合考虑风能资源、土地利用、环境影响等因素,权衡利弊,确定最佳选址方案。此外,风电项目的建设还可能对原有土地利用方式造成不可逆转的损害,如土地压实、植被破坏等。

### 1.2 基础设施建设问题

风电项目的基础设施建设包括道路、输电线路、变电站等,这些设施的建设对于风电场的正常运行至关重要。然而,在实际建设过程中,由于风电场通常位于偏远地区或山区,地形复杂,交通条件差,增加了建设的难度和成本<sup>[1]</sup>。例如,道路的修建需要克服地形障碍,进行大规模的土地采购和地质勘察;输电线路的建设需要跨越河流、山脉等地理障碍,并与当地居民进行协商。此外,考虑到输电损耗和系统安全,还需要进行合理的线路布局和设计。

### 1.3 土壤稳定性问题

风电场的地基处理和土壤改良是确保风力发电机组稳定运行的重要环节。风电场的地基处理包括地表平整、基坑开挖、回填和压实等工程,以确保机组安装的稳定性和可靠性。然而,由于风电场通常位于地质条件复杂的地区,土壤稳定性问题往往成为制约项目建设的关键因素。例如,土壤承载力不足可能导致基础沉降或倾斜;土壤液化问题可能在地震等自然灾害中引发基础失稳。

### 1.4 基础模板施工问题

基础模板施工是风电基础施工中的关键环节,其质量直接影响到风电基础的稳定性和安全性。然而,在实际施工过程中,基础模板施工常常面临一些问题。例如,模板材料的选择不当可能导致模板变形或损坏;模板设计不合理可能导致施工效率低下或施工质量不达标;模板安装不规范可能导致基础尺寸偏差或表面缺陷。此外,在混凝土浇筑过程中,由于混凝土流动及凝固等因素,也可能对模板造成压力分布不均匀的问题,进一步加剧模板变形的风险。

## 2 风电项目中土木工程问题的相关研究

### 2.1 土地利用问题研究进展

土地利用问题是风电项目选址和建设中的首要挑战。研究者们构建了土地利用评价模型,对风电场选址进行量化分析。(1)多目标决策分析是土地利用评价中的常用方法。该方法综合考虑风能资源、土地利用效率、环境影响等多个因素,通过构建评价指标体系,对风电场选址方案进行综合评价。地理信息系统(GIS)技术的应用进一步提高了土地利用评价的准确性和效率。GIS能够整合地理空间数据,进行空间分析和可视化表达,为风电场选址提供科学依据。(2)风电项目对土地利用方式的影响及补偿机制。研究发现风电项目建设会

对周边土地利用方式产生一定影响,如土地压实、植被破坏等。为了减轻这些负面影响,研究者们提出了生态修复和土地利用规划调整等策略。生态修复包括植被恢复、土壤改良等措施,旨在恢复风电场建设对生态环境的破坏。土地利用规划调整则通过优化土地利用布局,减少风电场与周边土地利用方式的冲突。

## 2.2 基础设施建设问题研究进展

基础设施建设是风电项目顺利运行的关键保障,道路、输电线路等关键设施的建设技术和优化方法一直是研究者们关注的重点。(1)道路建设方面,研究者们提出了采用预制构件、机械化施工等技术手段来提高建设效率和质量。预制构件具有生产标准化、施工速度快、质量可控等优点,能够显著缩短道路建设周期。机械化施工则通过采用先进的施工设备和工艺,提高道路建设的自动化水平和施工效率。(2)输电线路建设方面,研究者们关注线路布局优化和跨越障碍技术。线路布局优化旨在通过合理的线路走向和杆塔布置,减少线路长度和输电损耗,提高系统稳定性。跨越障碍技术则针对输电线路需要跨越河流、山脉等地理障碍的情况,提出采用高架桥、索道等特殊结构形式,确保线路的顺利铺设。(3)风电项目基础设施建设过程中的环境保护和可持续性评估方法。环境保护措施包括施工期间的噪声控制、扬尘治理、生态恢复等,旨在减少基础设施建设对周边环境的破坏<sup>[2]</sup>。可持续性评估方法则通过建立评估指标体系,对风电项目基础设施建设的环境影响、经济效益和社会效益进行综合评估,为项目的可持续发展提供理论支持。

## 2.3 土壤稳定性问题研究进展

土壤稳定性是风电基础安全运行的关键因素,针对土壤稳定性问题,研究者们主要关注地基处理方法和土壤改良技术的研究与应用。(1)地基处理方法的研究涉及地基加固、排水处理、基础选型等方面。地基加固旨在提高地基的承载力和稳定性,常用的加固方法包括注浆加固、桩基加固等。排水处理则通过合理设置排水设施,减少地下水对地基稳定性的影响。基础选型则根据地质条件和风力发电机组的要求,选择合适的基础形式,如扩展基础、桩基础等。(2)土壤改良技术的研究与应用方面,研究者们探讨了土壤改良剂、固化剂等新型材料在土壤改良中的应用效果。土壤改良剂能够改善土壤的物理和化学性质,提高土壤的承载力和抗剪强度。固化剂则通过与土壤中的水分和矿物质发生化学反应,形成坚硬的固化体,提高土壤的稳定性和耐久性。

## 2.4 基础模板施工问题研究进展探讨

在风电项目的基础模板施工领域,研究者们致力于提升施工质量和效率,确保风电基础的稳定性和耐久性。(1)针对模板材料的选择,众多研究通过对比分析,得出了选用高强度、耐腐蚀、易脱模材料的结论。这些材料不仅能够满足模板施工的基本需求,还能有效减少模板变形、提高脱模效率,从而确保基础形状和尺寸的准确性。(2)在模板设计优化方面,研究者们借助数值模拟技术,对模板结构进行了深入分析。通过模拟不同工况下的模板受力情况,研究者们发现了模板设计中的薄弱环节,并据此进行了优化和改进。现场试验也为模板设计的验证提供了重要依据。通过对比数值模拟结果与现场试验结果,研究者们能够更准确地评估模板设计的合理性,为模板的进一步优化提供了方向。(3)模板安装过程中的质量控制也是研究者们关注的重点。为了确保模板安装的准确性和稳定性,研究者们提出了一系列质量控制方法。这些方法涵盖了模板安装前的准备工作、安装过程中的操作规范以及安装后的检查验收等方面,为模板安装的质量控制提供了全面指导。(4)在混凝土浇筑过程中,研究者们还关注了压力分布问题。通过监测混凝土浇筑过程中的压力变化,研究者们能够及时发现并解决潜在的质量问题,从而确保基础混凝土的密实性和均匀性<sup>[3]</sup>。这些研究成果不仅为基础模板施工提供了技术支持,也为风电项目的整体建设质量提供了有力保障。

## 3 风电项目中土木工程问题的未来发展展望

### 3.1 技术创新与智能化发展

随着科技的飞速发展,未来的风电项目将更加注重技术创新与智能化应用,以应对日益复杂的建设挑战。(1)在地基处理和土壤改良方面,新型材料和先进技术的引入将显著提升施工效率和改良效果。例如,纳米材料、生物酶等新型土壤改良剂的应用,可能带来土壤性能的革命性提升,使得在不利地质条件下也能有效建设稳固的风电基础。地基处理技术的智能化升级,如利用大数据和机器学习算法对地基条件进行精准预测和优化设计,将大幅减少施工风险和成本。(2)智能化监测技术是提升风电基础安全性的另一大利器。通过安装高精度传感器和远程监控系统,可以实时监测风电基础的位移、应力等关键参数,及时发现潜在的安全隐患。结合人工智能算法进行数据分析,可以实现风险的早期预警和智能决策支持,确保风电项目的长期稳定运行。(3)针对复杂地形和气候条件,专用施工机械和设备的研发将是未来技术创新的重点。这些设备应具备更高的灵活性、适应性和自动化水平,能够在极端环境下高效完成

作业,从而降低施工难度和成本<sup>[4]</sup>。

### 3.2 绿色建造与可持续发展

在全球气候变化和环境保护意识日益增强的背景下,绿色建造和可持续发展理念将成为风电项目建设不可或缺的一部分。(1)设计优化是实现绿色建造的关键。通过精细化设计,减少材料浪费和能源消耗,同时提高结构的耐久性和可靠性。例如,采用模块化设计,不仅可以加快施工进度,还能减少现场作业对环境的影响。环保材料的应用也是绿色建造的重要组成部分,如使用再生混凝土、竹材等低碳、可降解材料,既能满足结构性能要求,又能减少碳排放。(2)生态修复和土地利用规划调整是减轻风电项目建设对生态环境影响的有效手段。在项目选址阶段,应充分考虑生态敏感区的保护,避免对重要生态系统造成不可逆损害。建设完成后,通过植树造林、湿地恢复等措施,促进生态系统的恢复和多样性保护。土地利用规划调整应兼顾风电项目与农业、林业、城市发展的需求,实现土地资源的合理利用和共享。(3)探索利用可再生能源满足基础设施建设能源需求,是实现风电项目全生命周期绿色化的重要途径。例如,利用太阳能施工现场提供电力,或建设小型风力发电站为施工机械供电,既减少了化石能源的消耗,也展示了风电项目在能源转型中的示范作用。

### 3.3 跨学科合作与综合解决方案

风电项目中的土木工程问题往往跨越多个学科领域,需要跨学科合作和综合解决方案来应对。(1)地质学、土木工程与环境科学等学科的交叉融合,将为风电场选址提供更为全面和科学的依据。地质学提供地质构造、岩土特性等基础数据,土木工程负责结构设计与施工优化,环境科学则评估项目对生态系统的影响及提出减缓措施。多学科团队的紧密协作,能够确保风电项目在地质安全、结构稳定和环境友好方面达到最优平衡。

(2)计算机模拟和数据分析技术的广泛应用,为优化基础设施建设方案和提高施工效率提供了有力支持。通过建立三维地质模型、施工仿真模型等,可以预演施工过程,识别潜在风险,优化资源配置。大数据分析技术的应用,能够挖掘施工数据中的隐藏规律,为决策制定提供科学依据,进一步提升项目管理的智能化水平。(3)跨学科合作还体现在人才培养和知识传播上。通过设立跨学科研究项目、举办学术研讨会等形式,促进不同领域专家之间的交流与合作,培养具备多学科背景的创新型人才<sup>[5]</sup>。此外,加强科普教育和公众参与,提高社会各界对风电项目及其土木工程问题的认识和理解。

### 结语

综上所述,风电项目中的土木工程问题复杂多样,但通过研究者的不断努力和 innovation,已经取得了显著的研究成果。未来,随着技术的不断进步和跨学科合作的深入,风电项目土木工程领域将迎来更多的发展机遇。通过技术创新与智能化发展、绿色建造与可持续发展以及综合解决方案的应用,风电项目将能够更加高效、环保、安全地建设,为人类社会的可持续发展贡献更大的力量。

### 参考文献

- [1]刘建刚.风电项目中土建工程技术质量的控制要点分析[J].商品与质量,2020(51):229.
- [2]袁琦.风电项目中土建工程技术质量控制要点剖析[J].百科论坛电子杂志,2021(24):3946-3947.
- [3]闻洋,李兆建,于蛟.钢管混凝土风电塔架球式节点的力学性能分析[J].西南交通大学学报,2023,58(6):1440-1448.
- [4]王宇航,周绪红,杨琳,等.风电机组支撑结构技术发展现状及趋势[J].钢结构(中英文),2024,39(10):1-13.
- [5]庞伟琪,张宁,汤瑜,等.超高性能风电灌浆料的制备与性能试验研究[J].混凝土与水泥制品,2024(10):7-11,17.