

新能源风力发电中的控制技术分析

梁晓军

中电投陵川新能源发电有限责任公司, 山西 晋城 048300

摘要： 随着全球对可再生能源需求的与日俱增，新能源风力发电作为清洁、可持续的能源代表，其重要性日益凸显。控制技术作为新能源风力发电系统中的重要构成部分，不但与风能捕捉效率休戚相关，而且还能直接影响新能源电力输出的稳定性和电网接入的友好性。风力预测技术通过精确预测风速变化，确保风电场调度和运行可以有可靠和完整的数据支持；发电控制技术则能按照风速实时调整运行策略，确保在不同风况下仍然能保持高效发电；功率控制技术可以进一步平衡电力供需，维护电网的安全性和稳定性。在新能源风力发电中采用这些先进的控制技术，既有利于大幅提高风力发电系统的整体性，也能为实现能源结构的绿色转型奠定坚实基础。本文首先阐述新能源风力发电，其次分析新能源风力发电中应用控制技术的重要性，最后探讨新能源风力发电中的控制技术，希望能为相关工作人员提供一些参考。

关键词： 新能源；风力发电；控制技术

Analysis of Control Technology in New Energy Wind Power Generation

Liang Xiaojun

CLP Investment Lingchuan New Energy Power Generation Co., Ltd. Jincheng, Shanxi 048300

Abstract： with the increasing global demand for renewable energy, new energy wind power generation as a clean and sustainable energy representative, its importance is increasingly prominent. As an important component of new energy wind power generation system, control technology is not only closely related to wind energy capture efficiency, but also directly affects the stability of new energy power output and the friendliness of grid access. Wind power forecasting technology ensures reliable and complete data support for wind farm scheduling and operation by accurately predicting changes in wind speed, while power generation control technology can adjust operational strategies in real time according to wind speed, power control technology can further balance power supply and demand, and maintain the security and stability of the power grid. The application of these advanced control technologies in new energy wind power will not only greatly improve the integrity of the wind power system, but also lay a solid foundation for the green transformation of the energy structure. This paper first expounds the new energy wind power generation, then analyzes the importance of the application of control technology in the new energy wind power generation, and finally discusses the control technology in the new energy wind power generation, hope to provide some reference for the relevant staff.

Keywords： new energy; wind power generation; control technology

新形势下，虽然整体经济市场呈现出繁荣富强的发展态势，但是全球能源危机和环境保护的双重挑战日益加剧，新能源风力发电作为绿色、低碳、可持续的能源解决方案，备受瞩目。风力发电系统的关键点在于可以将变幻莫测的风能高效、稳定地转换为电能，该过程对控制技术有非常高的要求。从准确的风力预测开始，控制技术则能发挥风向标的作用，提前洞察风势，为风电场布局和调度提供可靠、真实、全面的决策依据。在风力发电机系统运行过程中，控制技术能够通过智能调节的方式，使设备可以在最佳工况下运行，实现最大化的风能捕捉效率。在风力发电输出过程中，功率控制技术的精细化管理，既保证了电力供应的稳定性，也确保了电网的兼容性。

一、新能源风力发电概述

风力发电技术作为绿色能源应用的典型代表，已经进入成熟

和完善阶段，其广泛应用促进了全球能源格局的深化改革，该项技术不但可以实现对自然生态环境的最小干预，而且还有着无法比拟的生态环境保护优势，推动新能源发展迈向新的潮流^[1]。风

作者简介：梁晓军（1986.3-）男，汉族，山西省朔州市右玉县，本科，工程师。研究方向：新能源发电与并网。

力发电凭借零排放、无污染的优势，减轻了温室效应、减少了对传统化石燃料的依赖性，加之风能是一种取之不尽用之不竭的自然资源，保障了能源供应的可持续性和稳定性，为解决能源危机提供了可靠的途径。在全球对可再生能源需求日益增加和生态环境保护意识日渐增强的双重背景下，风力发电已然成为替代传统化石燃料、减少碳排放的重要战略^[2]。通过精心巧妙地设计风力发电系统中的风力发电机，则能实现最大化捕捉风的动能，将其转换为机械旋转，然后通过驱动发电机产生电能，该过程彰显了人类智慧和自然力量的和谐共生，也意味着绿色低碳经济发展的可行性和必然性。控制体系的不断优化和升级，达到了发电效率和电网稳定性的双重提升效果，使风力发电在新能源领域中的地位越来越稳固^[3]。

大规模商业风电场毋庸置疑是清洁能源的核心点，将其地址选在风力资源丰富的山顶、辽阔的海滨区域乃至深远海域、辽阔的滨海地带，既能实现自然风力资源的最大化利用，也能达到高效、稳定的电力生产效果，这些风电场除了采用先进的风力发电机组外，还配套了智能化的运维系统，保障了电力输出的可靠性和连续性，并通过高压输电线可以直接接入国家级电力网络，为广袤区域提供了绿色、低碳的能源支持。相较于大规模商业风电场，小型分布式风力发电设施具有灵活性和适应性的特点，其主要分布在偏远山区、岛屿、独立建筑群落中，通过利用局部区域的风能资源，为这些无法接入主电网或电力供应不稳定的区域提供可靠和安全的电力补充，这些小型风力发电机可以使能源实现自给自足，减少对传统电网的依赖，提升能源供应的多样性和韧性^[4]。

二、控制技术在风力发电中的重要性

在风能向电能高效的转换过程中，调控技术扮演着非常重要的角色，其能对风力发电设备的性能表现、运行稳定性、长期安全性产生直接影响。面对复杂多变的风能环境，为了确保风力发电系统可以保持稳定和安全地运行，研发出先进的调控技术迫在眉睫，这些技术除了要求系统可以灵活适应风速、风向等环境因素的动态变化外，还应在提高转换效率的同时，防止设备受到损坏，达到安全和可靠的运行效果^[5]。基于风速的频繁波动，风力发电设备应具有即时响应能力，通过精准调控机制使其始终保持最佳工作状态。基于先进的风速和风向预测技术，为调控系统提供了全面准确的数据支持，以此实现对风轮叶片角度的精准调控，以及发电荷的精细化管理，旨在最大化风能捕获效率。值得一提的是，如果风力超过了安全标准规定，智能控制模块则要立即介入，自动调整叶片或启动紧急停机程序，减轻设备负荷，防止机械构造受损，保障整个系统的安全和稳定运行。

从某种意义上讲，无论是确保电力体系的稳定运行，还是增强电力体系的应对变动能力，调控技术发挥着非常关键的作用。风能作为一种不连续性、不可测性的能源形式，可以直接影响电网的稳固运行。所以，为了确保风力发电设施输出的精确度，实现电力供应的持续性和稳定性，减轻电网系统的运行压力，则要

有效利用精确化的调控技术。同时，结合精密的管理计划，风力发电机组还可以灵活应用于电网的支持服务中，如频率调节、电压稳定控制，这些措施不但提高了电网的自我调节能力，而且还增强了整个电网系统的稳定性和可靠性，使可再生能源的广泛应用有了坚实支持条件^[6]。

三、新能源风力发电中的控制技术

（一）风力预测技术

对于变为风力资源转换为电力系统而言，精确预估风力的功能是不可掉以轻心的部分。风力固有的波动特征造成的风电资源在供应过程中展现出不稳定性和不可预测性，该种特性带来了两个方面的影响。一方面，风速的提升可以提高涡轮发电机组的转换效率，从而延长长期稳定的电力供应时间，为电网提供更多清洁能源；另一方面，风力的波动性特质增大了风电和电网规范有序的接入难度，对电网的稳定性和资源接纳能力提出了更高标准要求。所以，精准预测风力已然成为提高电力体系稳定性和资源接纳效率，以及优化风力装置性能的关键。为了实现该目标，通过采用一系列前沿科学技术，如大数据分析、人工智能算法等，打破风力预测技术的瓶颈，提高风力发电预测的精确度。更为重要的是，这些技术不但提高了风力发电预估的准确度，而且还为优化风力发电机组的控制策略提供了强有力支持，有助于风力发电系统保持更加灵活和高效地运行^[7]。

依托过往丰富的风力数据，结合先进的数学和统计建模技术，则能构建出对未来风力状况进行精准预测模型，该计划的要点在于深度剖析海量风力数据，揭示风速变化的统计规律和内在特性，进而为风力预测提供奠定坚实基础。在具体操作过程中，要采用时间序列分析技术，捕捉风速变化的时序特征；利用机器学习算法优化预测模型，以提高预测结果的精确性和可靠性。另外，还应巧妙融合物理学和统计学模型的优点，通过优势互补的方式，攻克单一模型在预测中的不足，以全面、精准地预估风力状况，为风力发电和电网调度提供相应支持。

（二）发电机控制技术

在风能转换系统中，发电设备是能量转换的关键点，其精细控制机制的先进性与整个系统的能源转换效率和稳定性息息相关。随着科学技术的不断快速发展，发电设备的调控技术已经从传统的机械式操作转变为高度智能化的电子式调控，这种转变不但提高了设备响应的速度和精确度，而且还实现了对复杂环境因素的实时适应和动态优化。现代风力发电设备因为集成了先进的传感器、控制算法、通信技术，所以可以精准调控电压、频率、相位角，确保输出的电力质量符合国家的电网标准要求，有助于清洁能源实现高效化的利用。对于风速的不可预测性和波动性，风力发电系统设计了复杂的控制策略，如变桨距控制、变速恒频控制等，这些策略可以实时监测风速变化、动态调整风轮转速、发电机输出功率等参数，有效抑制因为风速引发的机组转速波动，确保电力系统运行的稳定性、电力输出的持续性。

在电机调控领域中，向量调控策略是非常重要的方法，其核

心点在于通过精确调整转子和电子电流，全方位准确控制发电机组磁场方向的方向性和强度级，进而实现对旋转速度和输出扭矩的精准调控，该策略适用于永磁同步电动机，尤其是在风速波动的自然环境中，既能显著提高其发电效率，也能确保能源转换的连续性和高效性^[9]。直接扭矩控制（DTC）技术是一种前沿的电机控制手段，其可以完成对电机扭矩和即时反应和电力的高效率转换，即时调整电动机的定子电压和频率，达到对电动机扭矩和转数的准确调控。DTC技术的应用不但简化了控制流程，而且也降低了对传感器的依赖程度，增强了整个系统的可靠性和稳定性。为了进一步提高风力发电的效率，则要在电力系统中采用前沿的功率点追踪技术（MPPT），该项技术可以实时监测发电机的运行状况，并根据风速变化趋势及时调整发电机的工作点，确保设备始终保持在最优化的能量生产效率上稳定运行，这种即时和灵活的调整机制，提高了风力发电的整体效率，延长了发电设备的使用年限，也为可再生能源的高效应用提供了强有力的技术支持。

（三）功率控制技术

为了进一步提高风力涡轮机的稳定性和安全性，延长相关设备的使用年限，工作人员必须高度重视风力涡轮机驱动技术的应用，详细内容如下：在风力发电领域中，功率控制技术占据着非常重要的地位，其不但能确保风力发电机组保持高效和持续地生产电力，而且还能始终维持高度的运行可靠性，延长设备的使用年限^[9]。为了达到最优化的能源产出目的，则要求涡轮机的动力源实时精细控制，这就要求相关技术人员必须深入研究风力资源的特性，促使其实现有效利用。在风能向电能转换过程中，既要保证转换过程中的安全性、稳定性、高效性，也要精细化管理电力生产过程，这不仅关乎着能源能否实现高效利用，还是确保电力供应稳定的基础。因此，为了保障电力生产流程的安全性和稳定性，则要实施高效的能源控制策略。为了有效应对多样化的工作环境，在风力发电设备中需要融合多元化调控体系，其中，稳定

螺旋桨叶片的失速管理方法，其具有简洁明了的设计思路和较低成本，所以备受青睐，成为应对能源转换系统多变需求的首选方案。该技术通过巧妙的方法可以将流体力学原理应用于实践，主要是将叶片固定安装在轮毂内部，使风力发电机组可以智能地自我调节适应风速波动，保证了电力的稳定输出。

基于实际风力条件的考量，通过采用先进的技术手段可以准确调整螺旋桨叶片的倾斜角度，灵活控制风力发电机组动力的输出量，该特性可以使机组及时响应外部环境的变化，并根据风电系统的实际情况开展全面细致的优化调整。当风力发电机组的发电量无法达到预设目标时，该技术可以智能地维持叶片处于最佳工作角度，确保风力发电机组保持高效运行，提高发电量乃至达到理想水平；如果风力发电机组的发电量输出超过了安全设定值，系统则会启动智能调控机制，通过对叶片角度的优化调整，则能有效降低能量输出，使其在最短时间内回归至安全范围内，该机制不仅防止了因为超负荷运行对机械设备造成的潜在损害，还保证了风力发电过程中的安全性和稳定性^[10]。

四、结语

风电资源作为一种清洁、可再生能源，高效充分利用这类资源，对促进绿色低碳经济发展有很重要的意义。在新能源风力发电中，控制技术发挥着至关重要的作用，其不仅涉及了风力预测的准确控制，还涵盖了发电机组和功率输出的精细调控，每项技术都与风力发电系统的高效性和稳定性有紧密联系。随着控制技术的不断迅速发展，新能源风力发电必定朝着更加高效、可靠的方向前进，为全球能源结构的绿色转型和环境保护注入新的动力。所以，在未来新能源风力发电的开发和利用过程中，必须加大控制技术的深入研究力度，以提高风力发电效率，推动可再生能源的广泛应用。

参考文献

- [1] 徐兴朝. 信息化控制在风力发电控制系统中的应用[J]. 大众用电, 2021, 36(04):80-81.
- [2] 鲁民, 李冰皓. 新能源风力发电系统中自适应控制技术及应用及未来前景探讨[J]. 时代农机, 2020, 47(6):81-82, 84.
- [3] 杨威. 新能源时代电力电子技术在风力发电中的应用分析[J]. 电气技术与经济, 2023(8):54-56.
- [4] 朱加敏, 李唐科. 新能源风力发电系统中自适应控制技术及应用及未来前景探讨[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2020(6):4467-4468.
- [5] 廖文朋. 新能源风力发电系统中自适应控制技术及应用及未来前景研究[J]. 城市情报, 2020(24):87-88.
- [6] 李杰龙. 新能源风力发电系统中自适应控制技术及应用及未来前景[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2020(11):3665-3666.
- [7] 李杨. 新能源风力发电系统中自适应控制技术及应用[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(8):1703.
- [8] 李耀光. 关于风力发电控制技术及其发展趋势的讨论[J]. 中国科技投资, 2021(13):104-105.
- [9] 蒙泽宇. 新能源风力发电系统中自适应控制技术及应用[J]. 电脑校园, 2020(12):204-205.
- [10] 杨锐. 我国新能源风力发电现状及发展对策探究[J]. 汽车博览, 2022(10):91-93.