

新能源风力发电机组接入电网技术及其应用分析

韩常龙

国华巴彦淖尔(乌拉特中旗)风电有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015300

摘要: 文章通过分析新能源风力发电机组接入电网技术的应用现状和发展趋势,探讨智能化、数字化、多能互联以及电力电子技术不断创新等方面的关键发展方向。智能化技术的应用可以提高系统的响应速度和稳定性,数字化技术的发展有助于实现系统的实时监测与调节,电力电子技术的不断创新提高系统的效率和稳定性。随着技术的不断进步和完善,新能源风力发电机组接入电网技术有望为清洁能源的大规模利用和能源转型做出积极贡献,推动电力系统朝着更加智能、灵活和可持续发展的方向发展。

关键词: 新能源; 风力发电; 并网技术; 应用分析

1 新能源风力发电并网技术概述

1.1 并网技术基本原理

新能源风力发电作为一种清洁、可再生的能源形式,已经成为了全球能源领域中不可或缺的一部分。风力发电主要利用风力从而产生动能,推动风力发电机转动从而产生电能。为了将风力发电转化为家庭和企业可以利用的电能,需要将发电机产生的交流电能通过并网技术接入电力系统,实现电能的输送和供应。风电并网技术的基本原理是通过电网接入技术,将风力发电的交流电能与电网系统有序衔接。风力发电机通过整流器将产生的交流电转换为直流电,然后通过逆变器将直流电再次转换为交流电。通过并网控制系统对电能进行调节,保证发电系统与电网之间的电压和频率匹配。电能通过变压器等设备进入电网系统,实现与电网的互连,完成电能供应。在风力发电并网技术中,一些关键技术如智能逆变器技术、功率控制技术、电网同步技术等是必不可少的^[1]。智能逆变器技术可以实现对风电系统的高效运行和控制,功率控制技术可以调节风力发电机的输出功率,以确保能力的可预测和可调控性;而电网同步技术则是保证风力发电机与电网的匹配,确保电能的安全稳定输送。

1.2 并网技术分类

新能源风力发电并网技术是将风力发电系统与电网系统相连,实现将风能转化为电能并向电网供电的过程。在新能源风力发电并网技术中,根据电网接入的方式和不同的控制策略,通常可以分为以下几大类:(1)直接并网技术:直接将风力发电系统通过变压器与电网连接,将发电系统产生的交流电能无功或者有功的注入到电网中。直接并网技术简单高效,适用于风力发电系统较小的情况。(2)逆变器并网技术:逆变器并网技术

是将风力发电系统产生的直流电能通过逆变器转换为交流电能,再接入电网。逆变器可以控制发电系统的输出功率、频率和电压等参数,有利于提高发电系统的灵活性和稳定性。(3)大功率风力发电场串并联技术:在大型风力发电场中,会有多台风力发电机同时并网供电。为了确保电网的稳定性和安全性,通常采用串并联技术,将多个发电机串连成一组再并联至电网系统,以实现平衡和控制。(4)并网控制技术:并网控制技术是指通过专门的控制系统对风力发电系统输出的电能进行调节和控制,保证与电网的匹配和稳定运行。其中包括智能逆变器技术、功率控制技术等,以确保发电系统与电网的协调运行。(5)智能互连技术:智能互连技术是指利用先进的通信、监控和调度技术,实现风力发电系统与电网系统智能连接,实时监测发电情况、电网状态和环境条件,提高互联的效率和安全性。通过不同的并网技术分类和应用,新能源风力发电系统能够更加高效地接入电网,实现电能的稳定输送和供应,推动清洁能源的应用和可持续发展。不断创新和完善并网技术将为风力发电行业带来更多的发展机遇和挑战。

2 新能源风力发电并网关键技术问题

2.1 功率控制技术

新能源风力发电的并网是通过将风力发电系统与电网连接,将发电的电能输送至用电设备和电网之中。在这一过程中,功率控制技术是一个至关重要的关键技术问题。在功率控制技术方面,主要涉及以下一些关键技术问题;风机最大功率点跟踪:风机的发电功率与风的速度呈非线性关系,需要采用最大功率点跟踪算法,确保系统在各种风速条件下都能输出最大的发电功率。风电场功率协调控制:对大型风电场来说,不同风机之间的功率分配和协调控制是一个重要问题。有效的功率协

调控制能够实现风电场的整体优化运行。风电场无功控制：无功功率在维持电网电压稳定、提高电能传输效率和保证系统安全性方面至关重要。风电场需要实现无功功率控制，以满足电网要求。功率预测技术：由于风能的波动性和不确定性，功率预测对于提高风电场的发电效率具有重要作用。准确的功率预测有助于提前调整发电系统输出功率，减少电网负荷波动。风电场响应速度：风力发电系统的响应速度决定了其对电网频率调节的灵活性。提高风电场的响应速度和灵敏性，有助于维持电网的稳定运行^[2]。

2.2 电压和频率稳定技术

新能源风力发电并网是将风力发电系统与电网相连，通过协调控制，确保发电系统与电网之间的电压和频率稳定，以实现电能的安全输送和互联。在新能源风力发电系统中，电压和频率稳定技术面临以下几个关键技术问题：电网电压稳定：电压稳定是电网供电的基本要求。风力发电系统产生的电能接入电网后，必须保持与电网的电压匹配，以保证设备的正常运行和电能的安全传输。电压稳定技术包括调节和维持电网中的电压在正常范围内，避免电压波动对设备的影响。电网频率稳定：电网频率稳定性是电源系统运行的重要标志。风力发电的波动性会对电网频率带来挑战，因此需要对风力发电系统进行频率调节控制，以保持电网频率在合适的范围内。电网与风电场协调控制：将新能源风力发电系统与电网有机结合需要实现电网与风电场的协调控制。通过先进的通信技术和自动调节系统，实现对电网和风电场之间电压和频率的实时监测和调控，确保系统之间的匹配和适配性。风电场无功功率控制：无功功率是影响电网电压稳定的重要因素。风电场需要实现对自身无功功率的控制，以满足电网对无功功率的需求，维持电网电压的稳定性。风电场响应速度：风力发电系统的响应速度决定了其对电网频率和电压调节的灵活性。

2.3 并网保护技术

新能源风力发电的并网保护技术是确保风力发电系统安全、稳定地接入电力系统，保障电网运行的关键技术。在实现风力发电并网中存在许多挑战和技术问题，需要有效的并网保护技术来应对。过电压保护：在风力发电系统并网过程中，由于电网突发故障或不稳定因素可能导致电网产生过电压，这会对风力发电系统造成损坏或影响。因此，需要过电压保护装置来监测和保护系统，及时切断过电压。过电流保护：风力发电系统在并网时，需要密切监测电网电流，及时发现和保护系统不受过电流损害。过电流保护装置可以帮助识别和处理突

发的过电流情况，确保系统的正常运行。短路保护：电力系统在运行中可能遭遇短路，对风力发电系统造成潜在的威胁。为了确保系统的安全性，需要短路保护技术来及时检测并切断短路故障。隔离保护：在发生电网或风力发电系统故障时，需要隔离保护技术帮助将故障隔离，避免扩散并提高系统的稳定性。隔离保护装置可以在必要时从电网中隔离风力发电系统。频率跟踪保护：频率在电力系统中具有重要的作用，不同频率下风力发电系统的稳定性和性能都不同。频率跟踪保护技术能够跟踪并维护系统的频率，确保系统的稳定运行。智能保护技术：随着智能技术的发展，智能保护技术应用于风力发电并网系统，可以实现自动化的诊断和反应，提高系统的鲁棒性和安全性。

3 新能源风力发电并网技术的应用分析

3.1 并网技术在不同地区的应用

新能源风力发电并网技术在不同地区的应用都面临着各自的挑战和机遇。发达地区如欧美国家普遍拥有成熟的风电产业和电网系统，因此在并网技术方面较为先进。这些地区通常采用高级的逆变器技术和智能并网控制系统，实现风力发电系统稳定、有效并网供电，实现清洁能源的大规模利用。这些地区还注重发展智能化、高效化的并网技术，更好地应对电网的需求变化和风电系统的波动性。相比之下，一些新兴的发展中国家和地区在风力发电并网技术方面面临一些挑战。这些地区可能需要加大对并网技术的投入和研究，以实现风力发电系统与电网的有效连接。在这些地区，需要优化并网保护技术、频率跟踪技术和电压稳定技术等方面，以提高风力发电系统的稳定性和电网互联的可靠性^[3]。在一些偏远地区或岛屿地区，风力发电系统可能是主要的可再生能源选择。在这些地区，微网并网技术尤为重要，可以有效实现未并入主电网系统的分布式风力发电系统之间的互联，提高当地的能源自给自足程度。总的来说，新能源风力发电并网技术在全球范围内得到广泛应用和研究，不同地区需根据当地电网情况、气候条件和经济发展水平等因素选择适合的并网技术。

3.2 并网技术对不同类型风力发电机组的影响

并网技术对不同类型风力发电机组的影响是一个重要且复杂的问题。不同类型的风力发电机组在使用的技术和特性上存在明显的差异，因此在进行并网时需要考虑各自的特点和要求。对于传统的齿轮式风力发电机组，其特点是具有一定的功率输出曲线，并且对电网的要求相对较高。这种类型的风力发电机组通常需要通过功率控制技术来调节发电功率，以保证电网供电的稳定

性和可靠性。同时,需要考虑到并网过程中可能出现的电压、频率波动等问题,因此需要配备相应的电压、频率稳定技术和保护技术。对于无齿轮直驱式风力发电机组,其结构更为简单、可靠,并且具有更高的发电效率和更广的适应性。在进行并网时,这种类型的风力发电机组通常需要考虑到风桨角度调节和变桨控制等技术,以实现对其风力的更精确控制,提高系统的稳定性和输出效率。新型风力发电技术如垂直轴风力发电机组等也在不断发展和应用。这些新型风力发电机组在并网时可能需要针对其特殊结构和工作原理设计相应的并网控制方案,保证系统稳定性和电网适应性。对于不同类型风力发电机组的并网影响需要综合考虑机组的技术特点、电网的要求以及环境条件等因素,并针对各自的特点进行相应的并网技术设计和改进,以实现风力发电系统与电网的有效互联和稳定运行。

3.3 并网技术的经济效益和环境效益分析

新能源风力发电并网技术的应用旨在实现清洁能源的有效利用,并为能源转型、减少碳排放做出贡献。从经济效益角度来看,新能源风力发电并网技术可以有效提高风力发电系统的发电利用率和稳定性。通过高效的并网技术,可以将风力发电系统产生的电能有效地输送到电网中,降低发电系统的闲置率,提高发电效率,降低单位发电成本。此外,并网技术可以使风力发电系统更好地参与市场交易,实现风电发电量的最大化经济收益。从环境效益角度来看,新能源风力发电并网技术可大大促进清洁能源的发展和利用,降低对传统化石能源的依赖,减少温室气体的排放,改善空气质量,从而为环境保护和气候变化防治做出贡献。通过增加清洁能源比例、减少碳排放,新能源风电并网技术能够推动能源结构转型,促进可持续发展。新能源风力发电并网技术还能提高电网的稳定性和灵活性,促进电力系统的智能化和高效化发展。

4 新能源风力发电机组接入电网技术发展趋势

新能源风力发电机组接入电网技术在不断发展和演进,具有一些明显的发展趋势,这些趋势反映了技术的

创新和应用需求的变化。智能化和数字化技术的应用是新能源风力发电机组接入电网技术的重要趋势之一,随着物联网、云计算、大数据等技术的不断发展,风电系统在接入电网时候使用更多的智能控制系统和数字化监测装置,实现对电网状态和发电系统运行状态的实时监测和调节。智能化技术的应用可以提高系统的响应速度和稳定性,优化发电系统的运行效率。多能互联与综合利用是新能源风力发电机组接入电网技术的另一个发展趋势,风力发电系统在接入电网的同时,也可以结合其他新能源技术如光伏发电、储能系统等,建立多能互联的清洁能源系统,实现能源的综合利用和协同发电^[4]。通过多能互联,能够实现风力发电系统的灵活调度和能源的高效利用。新能源风力发电机组接入电网技术的发展趋势还包括电力电子技术的持续创新、网侧电压控制技术的提升、对可再生能源消纳能力的提高等。电力电子技术的不断创新可以提高逆变器的效率和稳定性,实现对电网的更好适应;网侧电压控制技术的进步可以提高电网质量和稳定性;而对可再生能源消纳能力的提高则可以促进新能源风力发电系统更大规模地接入电网。

结束语

通过本文的分析,可以看到新能源风力发电机组接入电网技术在不断演进、创新的过程中,为实现清洁能源目标提供了更多可能性。未来随着技术的进一步完善和政策的支持,相信新能源风力发电机组接入电网技术将发挥更加重要的作用,促进清洁能源产业的发展,推动能源结构调整,实现绿色、低碳、可持续发展的能源未来。

参考文献

- [1]张晓明.李俊峰.高虎.风电并网技术及其发展趋势[J].可再生能源.2022.40(1):1-6.
- [2]王成山.武震.李鹏.分布式新能源接入智能电网的技术与挑战[J].电力系统自动化.2022.46(2):1-8.
- [3]刘强.李东东.薛禹胜.新能源电力系统稳定控制研究的现状与挑战[J].电力系统自动化.2021.45(19):1-11.
- [4]李辉.杨超.陈宁.风力发电并网技术及其发展趋势探讨[J].电力建设.2021.42(10):13-19.