

新能源与电力电子设备电力管理系统研究

郭海洋

华润新能源(巴彦淖尔)有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015300

摘要: 新能源与电力电子设备在电力系统中的管理技术广泛涉及运行管理、电能质量控制、故障诊断与维护、微电网与智能电网集成,以及分布式能源资源管理等多个维度。这些技术的提升不仅增强发电效率,还优化电力系统的运行控制,确保电能质量的稳定。通过强化维护策略,降低系统故障率,提高系统的可靠性和稳定性。微电网与智能电网的深度融合,为新能源的灵活接入和高效利用提供了可能,而分布式能源资源的高效管理则进一步推动能源结构的优化和可持续发展。

关键词: 新能源;电力电子设备;电力系统管理

1 电力电子设备在新能源接入中的重要作用

在新能源接入电力系统的过程中,电力电子设备发挥着至关重要的作用,它们不仅是新能源发电与电网之间高效、安全、稳定互联的桥梁,也是推动能源结构转型、实现绿色低碳目标的关键技术支撑。第一、电力电子设备通过逆变技术,将新能源发电产生的直流电转换为交流电,以满足电网的输电要求。这一转换过程不仅提高了新能源发电的并网效率,还使得风电、光伏等分布式电源能够灵活接入电网,实现即插即用。逆变器的智能化控制功能还能根据电网的需求和新能源发电的实际情况,自动调节输出功率,确保电网的稳定运行。第二、电力电子设备在新能源接入中起到了平衡电网供需、优化资源配置的重要作用,随着新能源装机容量的不断增加,电网的波动性和间歇性也随之增强。电力电子设备如储能系统的双向变流器、智能电网中的电力电子变压器等,能够实现对电网电压、频率和功率的快速调节,有效平抑新能源发电带来的波动,提高电网的抗干扰能力和韧性,它们还能在电网故障时提供紧急支援,确保重要负荷的不间断供电。第三、电力电子设备在促进新能源消纳、提高能源利用效率方面也具有显著优势,通过构建微电网、虚拟电厂等新型电力系统形态,电力电子设备能够将分散的新能源发电单元、储能装置和负荷进行有效集成和优化调度,实现能源的就地平衡和高效利用。这不仅有助于减少新能源发电的弃风弃光现象,还能降低电网的输配电损耗,提高整体能源利用效率。

2 新能源电力系统的发展现状

新能源电力系统的发展现状呈现出蓬勃发展的态势,成为全球能源转型的重要驱动力^[1]。当前,新能源电力系统的发展主要体现在几个方面;(1)装机容量快

速增长:全球范围内,新能源发电装机容量持续快速增长,尤其是风电和光伏发电,已成为新能源发展的主力军。技术进步和成本降低使得新能源发电项目的经济性和可行性不断提高,吸引了大量投资,推动了装机容量的快速增长。(2)技术不断创新:新能源电力系统的发展离不开技术的持续创新。从高效光伏电池、大容量风力发电机组到智能电网、储能技术等,一系列新技术、新设备的不断涌现,为新能源电力系统的安全、稳定、高效运行提供了有力保障。数字化、信息化技术的深度融合,也为新能源电力系统的智能化、精细化管理提供了可能。(3)政策与市场机制逐步完善:为促进新能源的发展,各国政府纷纷出台一系列支持政策,包括补贴政策、税收优惠、绿色证书交易等。这些政策和市场机制的逐步完善,为新能源电力系统的健康发展提供了有力支持。(4)并网与消纳问题逐步解决:随着新能源装机容量的增加,并网与消纳问题逐渐成为制约新能源发展的瓶颈。为解决这一问题,各国政府和企业纷纷采取措施,加强电网基础设施建设,提高电网的灵活性和韧性;通过构建微电网、虚拟电厂等新型电力系统形态,实现能源的就地平衡和高效利用,提高新能源的消纳能力。(5)国际合作与交流日益频繁:新能源电力系统的发展是全球性的课题,需要各国共同努力。当前,国际合作与交流日益频繁,各国在新能源技术研发、政策制定、市场建设等方面加强合作,共同推动新能源电力系统的发展。

3 电力电子设备对新能源电力系统的影响

3.1 提高新能源发电效率与并网稳定性

电力电子设备在新能源电力系统中扮演着至关重要的角色,它们显著提高新能源发电的效率与并网的稳定性。具体而言,通过高效的逆变技术,电力电子设备

能够将新能源发电产生的直流电精准地转换为交流电，这一过程不仅减少了能量转换过程中的损失，还确保电能质量满足电网要求，电力电子设备具备的智能控制功能，能够实时监测新能源发电设备的运行状态，自动调整输出功率以匹配电网需求，有效避免因功率不匹配导致的电网波动。这种动态调节能力使得新能源发电能够更加平稳、可靠地接入电网，提高并网的稳定性，减少因并网问题导致的电力中断或故障。

3.2 优化新能源电力系统的运行与控制

电力电子设备还极大地优化新能源电力系统的运行与控制策略，它们为电力系统的智能化管理提供了可能。通过集成先进的传感器、通信技术和数据分析算法，电力电子设备能够实时收集、处理和分析新能源发电及电网运行的海量数据，为电力系统调度人员提供精准、全面的信息支持，有助于制定更加科学合理的运行计划和控制策略。电力电子设备在储能系统的应用中发挥了关键作用，储能系统的双向变流器能够实现电能的储存与释放，平抑新能源发电的间歇性和波动性，提高电力系统的灵活性和韧性^[2]。这种灵活的能量调节能力使得新能源电力系统能够更好地应对各种复杂多变的运行场景，确保电网的安全、稳定、高效运行。电力电子设备还促进了新能源电力系统的分布式管理，使得分布式电源、储能装置和负荷之间能够实现更加高效、协同的互动，进一步提高了整个系统的运行效率和可靠性。

4 新能源与电力电子设备电力系统的管理技术

4.1 运行管理技术

在新能源与电力电子设备深度融合的电力系统中，运行管理技术扮演着至关重要的角色。这一领域涵盖了从发电侧到用户侧的全链条管理，旨在确保电力系统的安全、稳定、高效运行，运行管理技术需要实现对新能源发电设备的实时监控与调度。由于新能源发电具有间歇性和波动性的特点，如风电、光伏等受自然条件影响较大，因此需要通过先进的传感器网络和物联网技术，实时采集发电设备的运行状态、输出功率、环境参数等数据，并进行快速分析和处理。基于这些数据，运行管理系统能够智能调整发电设备的运行状态，优化发电计划，以最大限度地提高新能源的利用率和发电效率。运行管理技术还涉及到电网的调度与平衡，新能源的大规模接入对电网的调度提出了更高要求。为了保持电网的稳定运行，运行管理系统需要综合考虑新能源发电的预测数据、传统能源的发电能力、负荷需求以及电网的传输能力等多方面因素，制定科学合理的调度方案。同时，通过引入智能电网技术，如自动电压控制

(AVC)、自动发电控制(AGC)等，实现对电网的实时调节和平衡，确保电网电压稳定、频率合格，满足各类用户的用电需求。运行管理技术还注重与储能系统的协同优化，储能系统在新能源电力系统中扮演着“能量缓冲池”的角色，能够平抑新能源发电的波动，提高电网的灵活性和韧性。运行管理系统需要根据电网的运行状况和新能源发电的预测数据，智能调度储能系统的充放电过程，实现能量的优化分配和存储。

4.2 电能质量控制策略

随着新能源在电力系统中的占比不断提高，电能质量问题日益受到关注。电力电子设备作为新能源接入电网的关键接口，对电能质量具有重要影响。制定科学合理的电能质量控制策略至关重要，需要加强对电力电子设备的谐波抑制和无功补偿技术的研究与应用。电力电子设备在运行过程中会产生一定的谐波电流和无功功率，这些谐波电流和无功功率会对电网的电能质量造成不利影响。通过采用先进的谐波抑制技术和无功补偿装置，可以有效降低谐波电流和无功功率的注入量，提高电网的电能质量。加强对新能源发电设备的电能质量监测与评估，新能源发电设备如风电、光伏等，其输出电压和电流波形可能存在一定的畸变和波动。为了准确评估这些设备的电能质量水平，需要采用高精度的测量仪器和先进的评估算法，对发电设备的输出电压、电流、功率因数等参数进行实时监测和评估。基于评估结果，可以制定相应的改进措施和优化方案，以提高新能源发电设备的电能质量水平。还要加强对电网侧电能质量的综合治理，电网侧电能质量的优劣直接影响到用户的用电体验和设备的正常运行。为了提高电网侧的电能质量水平，需要采取多种措施综合治理谐波、电压波动、闪变等电能质量问题。这包括加强电网的谐波治理、提高电网的电压调节能力、优化电网的结构布局等^[3]。

4.3 故障诊断与维护技术

在新能源与电力电子设备深度融合的电力系统中，故障诊断与维护技术对于保障系统的安全、稳定、高效运行具有重要意义。首先，建立完善的故障诊断系统，该系统能够实时监测电力电子设备和新能源发电设备的运行状态和参数变化，一旦发现异常立即进行报警和定位。通过引入先进的故障诊断算法和人工智能技术，可以实现对故障的快速准确识别和分析。这有助于及时发现并排除潜在的安全隐患，防止故障扩大对系统造成更大的损害。其次，制定科学合理的维护计划，基于故障诊断系统的分析结果和设备的运行历史数据，可以制定针对性的维护计划。该计划包括定期巡检、预防性维

护、故障维修等多个环节。通过定期对设备进行巡检和预防性维护,可以及时发现并处理设备的潜在问题,降低故障发生的概率和维修成本。在设备发生故障时能够迅速响应并进行维修处理,以最短的时间恢复设备的正常运行。要加强对维护人员的培训和技能提升,随着新能源和电力电子技术的快速发展,对维护人员的专业技能和知识水平提出了更高的要求。

4.4 维护策略与措施

在新能源与电力电子设备高度集成的电力系统中,维护策略与措施是确保系统长期稳定运行的关键,实施预防性维护策略至关重要,这包括定期对电力电子设备进行性能测试、清洁保养和关键部件更换,以预防潜在故障的发生。预防性维护不仅可以减少意外停机时间,还能提高设备的可靠性和使用寿命。建立应急响应机制以应对突发故障。这包括设立专门的维护团队,配备必要的维修工具和备件,确保在设备发生故障时能够迅速响应并采取有效措施进行修复,利用远程监控和诊断技术可以实时跟踪设备状态,提前发现潜在问题,并通过远程指导或自动修复功能减少现场维护需求。加强维护人员的培训和技能提升,确保他们掌握最新的维护技术和操作方法,以应对不断变化的电力系统需求。

4.5 微电网与智能电网集成技术

微电网与智能电网的集成技术是推动新能源电力系统发展的重要方向。微电网作为一个独立的电力系统,能够灵活集成分布式新能源发电、储能装置和负荷,实现局部能源的自给自足和高效利用。而智能电网则通过先进的通信、信息和控制技术,实现电网的智能化、优化调度和互动服务^[4]。微电网与智能电网的集成,可以充分发挥两者的优势,提高新能源的消纳能力和电力系统的整体效率。通过智能电网的调度和控制,可以实现微电网与主电网之间的灵活互动,优化能源配置和供需平衡。

4.6 分布式能源资源管理技术

随着新能源的广泛应用,分布式能源资源管理技术

变得尤为重要,分布式能源资源包括分布式新能源发电、储能装置、电动汽车等,它们广泛分布在电网的各个角落,为电力系统提供了丰富的能源资源和灵活性。为了有效管理和利用这些分布式能源资源,需要采用先进的管理技术,建立分布式能源资源管理系统,实现对各类分布式能源资源的实时监控、数据采集和智能调度。通过数据分析和预测,可以优化能源配置和供需平衡,提高能源利用效率,推动分布式能源资源与电网的互动和协同。通过制定合理的互动机制和价格政策,鼓励分布式能源资源积极参与电网的调度和交易,实现能源的优化配置和共享。加强分布式能源资源的安全管理和风险控制。建立完善的安全管理体系和应急预案,确保分布式能源资源在运行过程中不会对电网和用户造成安全威胁。

结束语

新能源与电力电子设备的深度融合正引领电力系统迈向更加智能、高效、可靠的未来。通过不断创新管理技术和优化维护策略,能够更好地应对新能源发电的波动性和不确定性,提升电网的灵活性和韧性。展望未来,随着技术的持续进步和政策的不断完善,新能源电力系统将发挥更大作用,为实现全球能源转型和可持续发展目标贡献力量。

参考文献

- [1]杨超.新能源与电力电子设备电力系统管理研究[J].电力设备管理,2024(1):120-123.
- [2]任建强,王璐阳,吴家浩,等.基于情景构建与推演的新能源电力设备运行风险评估[J].清华大学学报(自然科学版).2022,62(10).DOI:10.16511/j.cnki.qhdxxb.2022.21.008.
- [3]马宁宁,谢小荣,贺静波,等.高比例新能源和电力电子设备电力系统的宽频振荡研究综述[J].中国电机工程学报.2020,(15).DOI:10.13334/j.0258-8013.pcsee.191968.
- [4]张怡,常鹏飞.新能源电力系统分布式模型预测负荷频率控制[J].电气传动,2022,52(20):70-75.DOI:10.19457/j.1001-2095.dqcd22426.