

分布式发电对电力配电系统的影响与对策

包黎明

(鄂尔多斯供电公司 内蒙古鄂尔多斯市 017010)

摘要: 分布式发电作为一种新兴的能源供应方式, 在我国的快速发展给电力配电系统带来了机遇和挑战。文章分析了分布式发电对系统电压、保护、短路电流和可靠性等方面的影响, 并提出了优化电网结构、改进保护装置、限制短路电流和提高系统监控调度水平等对策, 旨在促进配电系统的安全、稳定和高效运行, 推动电力系统的可持续发展。

关键词: 分布式发电; 电力配电系统; 电压影响; 保护影响; 对策研究

引言

随着全球能源需求的不断增长和环境保护的日益重视, 分布式发电作为一种新型的能源供应方式, 在我国得到了迅速发展。分布式发电是指在用户侧或靠近用户的地方, 利用可再生能源、清洁能源或废弃能源进行的小规模发电方式, 主要包括太阳能、风能、生物质能、燃料电池等多种形式。与传统集中式发电相比, 分布式发电具有投资省、建设周期短、环境污染小、能源利用率高等优点。

近年来, 我国政府高度重视分布式发电的发展, 出台了一系列政策措施以促进其推广应用。然而, 分布式发电的快速发展给电力配电系统带来了诸多挑战。电力配电系统作为连接发电侧与用户侧的关键环节, 其安全、稳定、高效运行对于保障电力供应至关重要。分布式发电的接入, 改变了传统配电系统的结构、运行和管理模式, 对系统产生了多方面的影响。

一、分布式发电在我国的发展现状

分布式发电 (Distributed Generation, 简称 DG) 是指相对于集中式发电而言, 在用户侧或靠近用户的地方, 以小规模、模块化、分散式的方式产生电力的系统。得益于国家政策的强劲推动, 分布式发电项目的实施规模不断扩大, 尤其在光伏和风电领域取得了突破性进展。技术层面上, 系统集成与智能控制技术的持续创新, 显著提升了分布式发电的运行效率与系统可靠性。同时, 分布式发电的市场化交易试点正在稳步推进, 为电力市场注入了新的活力, 促进了市场的多元化发展。尽管如此, 分布式发电在并网接入、补贴发放和融资渠道等方面仍遭遇诸多挑战, 这些瓶颈限制了其发展步伐。综合来看, 我国分布式发电正处在转型升级的重要节点, 迫切需要进一步优化政策环境、完善市场体系, 以确保分布式发电朝着健康、稳定和可持续发展的方向发展。

二、分布式发电对电力配电系统的影响

2.1 对系统电压的影响

随着分布式光伏发电、风力发电等清洁能源的逐渐普及, 分布式发电 (DG) 系统对配电网产生的影响逐渐引起了人们的关注^[1]。分布式发电 (DG) 的接入对电力配电系统产生了一定的影响, 尤其在系统电压方面。分布式发电通常以小规模、分散式的方式接入配电网, 这

种接入方式会导致配电网的潮流分布发生改变。具体来说, DG 的接入会在一定程度上提高接入点附近的电压水平。当分布式电源输出功率较大时, 可能会在馈线上产生逆向潮流, 使得馈线上的电压沿线分布出现“抬升”现象。这种电压抬升可能会超出系统的额定电压范围, 导致电压偏差增大, 影响电能质量。

此外, 分布式发电的波动性和间歇性也会对系统电压造成影响。例如, 光伏发电和风力发电受天气条件影响较大, 其输出功率的波动会导致系统电压的波动。在负荷高峰时段, DG 的接入可以缓解系统压力, 降低电压下降的风险; 而在负荷低谷时段, 过多的 DG 输出可能会加剧电压抬升问题。

因此, 在分布式发电广泛接入的背景下, 电力配电系统需要采取相应的调压措施, 如调整变压器分接头、使用无功补偿装置等, 以维持系统电压的稳定。同时, 还需加强对分布式发电的监控与管理, 确保其在不同工况下都能与配电网协调运行。

2.2 对系统保护的影响

分布式发电具有分散性, 并且容量较小, 因此具有建设灵活、供电便捷等特点。越来越多的分布式发电并入配电网, 配电网运行模式发生了改变, 这对配电网的潮流计算、电能质量、网络损耗等都产生重要影响^[2]。传统配电系统的单端供电模式因 DG 的引入转变为多端供电, 导致故障电流的大小和方向出现不确定性, 从而提升了系统保护配置的难度。DG 的短路电流供给可能导致现有保护装置的整定值失效, 造成保护装置的误动或拒动, 特别是在故障情况下, 保护装置可能因电流方向的变化而无法正确识别故障点。同时, DG 的加入使得保护区域出现重叠, 保护装置间的协调性受到挑战, 增加了保护系统设计的复杂性。再者, DG 的动态响应改变了系统的暂态过程, 对距离保护、方向保护和差动保护等保护原理的可靠性构成了影响^[3]。鉴于此, 为适应 DG 的接入, 必须对配电系统的保护装置进行重新评估、设计和测试, 确保保护系统的适应性、灵敏性和选择性, 以保障电力系统的安全稳定运行。

2.3 对系统短路电流的影响

分布式发电的接入对电力配电系统短路电流的影响主要体现在以下几个方面: 分布式发电的接入改变了系

统的网络结构,使得系统中的短路电流水平发生变化。具体来说,当分布式电源接入系统时,其在故障点附近提供的短路电流会与系统原有电源提供的短路电流相互叠加,从而可能导致系统短路电流的增加。特别是在分布式电源容量较大、接入位置较近的情况下,这种影响尤为显著。此外,分布式电源的类型和接入方式也会对短路电流产生影响。例如,同步电机类型的分布式电源会增大系统的短路电流,而逆变器型分布式电源则可能减小短路电流。同时,分布式电源的接入位置不同,对系统短路电流的分布和大小也会产生不同的影响。在分布式发电接入电力配电系统时,需充分考虑这些因素,以确保系统运行的安全稳定。

2.4 对系统可靠性的影响

分布式发电(DG)作为一种创新的能源供应模式,对电力配电系统的可靠性产生了深远的影响。分布式发电的融入,显著提升了配电系统的备用能力,即使在遭遇局部故障的情况下,系统也能维持一定的供电水平^[4]。一方面,DG的并入电网增加了供电节点,有效缩短了线路的传输距离和负载需求,减少了线路故障的可能性,进而增强了系统的可靠性。另一方面,在主电网出现问题时,DG能够独立运作,为关键负荷提供持续电力,提升了系统的灾害应对能力。不过,DG的接入同时也引入了电压和频率波动等挑战,这些波动可能会干扰系统的稳定运作。DG的间歇性和不可预测性,使得配电系统的运营变得更加复杂,对系统保护装置和调度策略提出了更为严苛的要求。因此,分布式发电对配电系统可靠性的作用具有双重性,要求在实际操作中持续优化调控措施,以最大化其正面效应。

三、分布式发电对电力配电系统的对策研究

3.1 优化电网结构

面对分布式发电的接入,电网结构的优化成为提升系统性能的关键。采用模块化设计,构建由多个微网或子网组成的配电系统,不仅提高了系统的灵活性和可扩展性,还增强了故障隔离与恢复能力^[5]。环网化改造的推进,通过形成多环网供电结构,提升了电网的互联互通能力,有效降低了单点故障的影响。同时,合理规划分布式电源的接入位置和容量,确保电网潮流的合理分布,减少线路过载的风险,从而提高了系统的整体稳定性。

3.2 改进保护装置

分布式发电的接入改变了故障电流特性,对保护装置提出了新的要求。保护装置的改进旨在实现快速故障识别与隔离,防止故障扩散。引入智能保护技术,如基于广域信息的保护系统,能够实时监测电网状态,对分布式发电的动态响应更为迅速。保护装置的自适应功能,使其能够根据电网运行方式和故障类型自动调整保护参数,确保保护动作的准确性和及时性,从而提升了系统的安全水平。

3.3 限制短路电流

短路电流的限制是确保电网设备安全运行的重要措施。通过安装限流器等设备,直接控制故障时的短路电流水平,保护电网设备免受过大电流的损害。优化电网结构,增加线路阻抗或采用分段断路器,有效减少短路电流的流通过程,降低了对电网设备的冲击。合理规划分布式发电的接入点,避免在短路电流高的区域集中接入,从而维持了电网的稳定运行。

3.4 提高系统监控与调度水平

分布式发电的间歇性和不确定性要求系统监控与调度水平的提升。建立全面的监控系统,实时监测分布式发电单元、负荷和电网状态,为调度决策提供了准确的数据支持^[6]。开发智能调度系统,利用先进的人工智能算法,对分布式发电出力、负荷变化和电网运行状态进行预测分析,制定高效的调度策略。同时,建立灵活的市场机制,鼓励分布式发电参与电力市场调度,通过经济手段优化资源配置,提升系统的经济性和可靠性。总而言之,分布式发电对电力配电系统的影响是全方位的,对策研究需从电网结构、保护装置、短路电流限制和监控调度等多方面入手。

结束语

分布式发电的兴起,为电力系统注入了清洁能源的活力,但也带来了电压波动、保护复杂、短路电流变化等挑战。应对这些挑战,需要电网结构优化、智能保护技术、短路电流限制以及系统监控调度等方面的全面提升。通过这些措施,可以充分发挥分布式发电的优势,构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系,为电力系统的可持续发展奠定坚实基础。然而,仍需进一步研究分布式发电与电力系统协同运行的关键技术,完善相关政策和市场机制,以促进分布式发电的健康发展,实现能源转型和可持续发展目标。

参考文献:

- [1]赵青宇.高分布式发电渗透率对配电网电压的影响[J].电气传动自动化,2023,45(05):65-68+64.
- [2]齐洋.含分布式发电的配电网重构方法研究[D].西安石油大学,2023.DOI:10.27400/d.cnki.gxasc.2023.000427.
- [3]刘显茁,邓韦斯,谢恩彦.考虑分布式发电并网的配电网自适应保护系统[J].计算机与现代化,2023,(09):120-126.
- [4]匡超,陈悦.分布式发电与配电网保护协调性研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(03):241-242+245. DOI:10.16525/j.cnki.14-1362/n.2023.03.090.
- [5]马佳牧.配电网分布式电源规划研究及仿真分析[D].东北电力大学,2022.DOI:10.27008/d.cnki.gdbdc.2022.000217.
- [6]周晓琳,程松涛.分布式发电对电力系统的影响和应用策略研究[J].光源与照明,2022,(05):207-209.