

分布式光伏接入对配电网电压稳定性影响及应对策略分析

李紫玥 李晓明

薛家湾供电公司 内蒙古自治区 鄂尔多斯 010300

【摘要】：随着分布式光伏发电技术的迅速发展，其在配电网中的广泛接入引起了电压稳定性问题的关注。分布式光伏接入改变了传统配电网的电力流向，可能导致电压波动和不稳定，尤其在光伏发电量大幅波动时更为明显。本文分析了分布式光伏接入对配电网电压稳定性的影响，并提出了应对策略。通过优化电压调节设备配置、加强电网调度、改进电压控制策略，可以有效缓解电压波动，提高电网的稳定性。本研究为分布式光伏接入后配电网的电压稳定性提供了理论依据和实际指导。

【关键词】：分布式光伏；配电网；电压稳定性；电网调度；电压控制

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.026

引言

随着全球能源结构的转型，分布式光伏发电作为清洁能源的代表，得到了广泛应用。尤其是在城市和农村地区，光伏系统的普及不仅提高了能源利用效率，也推动了电力系统的去中心化。分布式光伏的接入，尤其是大规模接入到配电网中，给电压稳定性带来了新的挑战。不同于传统集中式电源，分布式光伏发电具有较强的波动性和间歇性，这使得配电网在高渗透率情况下容易出现电压超限、频繁波动等问题，影响系统的安全运行。如何应对这一问题，保持电网电压的稳定性，成为当前电力行业亟待解决的技术难题。

1 分布式光伏接入对配电网电压稳定性的影响

分布式光伏接入配电网后，电网的电压稳定性面临着显著的挑战。传统配电网通常采用集中式电源，电力流向较为单一，电压的控制较为稳定。光伏发电作为一种间歇性、波动性较强的电源，其输出功率受天气、时间等多种因素的影响，导致电网中电压波动加剧。尤其是在光伏发电大规模接入的区域，当阳光强度变化或天气条件突变时，电网电压的波动性会大幅增加。这种波动不仅影响电网的电能质量，还可能引起电压超标或欠压，影响用户设备的正常运行，甚至可能导致电力设备的损坏或故障。

在分布式光伏接入的配电网中，电压稳定性问题尤为突出，因为电力的分布式生成意味着电网的电力流动更加复杂。在传统配电网中，电压调节主要依赖于集中式变电站及其附属设备，而在分布式光伏系统中，由于发电点和负荷点的相对独立，电压调节需要更灵活的策略。当某一地区的光伏发电量增加时，会导致该区域电压升高，若未及时采取措施进行调节，则可能导致电压超出设备承受范围，进而引发系统不稳定。另一方面，在阴天或夜间光伏发电输出减少时，

可能导致电压下跌，造成供电质量问题。

分布式光伏的接入也对电网的电压控制设备提出了更高要求。传统的电压控制设备，如自动电压调节器（AVR）和无功功率补偿装置，在面对光伏接入时可能难以满足电压稳定性的需求。光伏发电的波动性要求电网实时动态调节电压，而传统的电压控制手段通常基于静态或较慢的反应机制，难以应对瞬时变化。这种不匹配可能导致电网在光伏波动较大的情况下，电压控制延迟或者失效，从而影响电网的整体稳定性。解决光伏接入对配电网电压稳定性影响的问题，亟需优化电网调度策略，引入先进的电压控制技术，以适应分布式电源的特性。

2 优化电压调节与控制策略应对电压波动

为了有效应对分布式光伏接入带来的电压波动问题，电压调节与控制策略的优化显得尤为重要。传统的电压调节方法通常依赖于集中式变电站及其调节设备，但分布式光伏发电系统的特点使得这种方法难以满足高渗透率光伏发电条件下电压稳定性的需求。针对这一问题，灵活的电压调节方法应运而生，主要包括基于实时数据的动态调节和智能化控制手段的引入。通过采用高精度的电压监测设备与自动化调节系统，电网能够实时感知每个节点的电压变化，并进行快速响应，及时采取补偿措施，从而有效减小光伏发电波动对电网电压的影响。

在优化电压调节策略中，无功功率的调节发挥着关键作用。分布式光伏发电系统的接入使得配电网中的无功功率分布变得更加复杂，这直接影响到电压的稳定性。为了提高电网的电压调节能力，研究者提出了一种通过动态调节无功功率的方式来平衡电网电压的方案。具体而言，当光伏系统发电量突然增加时，电网中的电压会上升，此时需要通过无功补偿设备进

行调节,吸收多余的无功功率,避免电压超标。反之,当光伏发电量下降时,电网电压会出现下跌,这时无功功率的补充可以帮助提升电压,保证电网的正常运行。合理调度无功功率,提升无功调节设备的响应速度,是解决电压波动问题的关键。

随着智能电网技术的发展,基于大数据和人工智能的电压控制策略逐渐成为一种新的解决方案。通过构建智能电网平台,电力系统可以实时获取大量的气象、负荷及光伏发电数据,并通过智能算法进行分析和预测。这些数据的实时处理能够提前预判光伏发电对电网电压的影响,并提出相应的电压调节方案。基于光伏发电预测和负荷预测,智能调度系统可以预设电网各节点的电压控制策略,实现全网范围内的协调调度。这种基于大数据和智能算法的调节方式,不仅提升了电网对分布式光伏波动的适应能力,也能在保障电压稳定性的优化电网的运行效率和经济性。智能化电压调节与控制策略的引入,将成为未来电网应对分布式光伏接入电压波动问题的重要方向。

3 基于调度优化的电压稳定性提升方案

针对分布式光伏接入配电网后电压稳定性的问题,调度优化方案被提出作为提升电压稳定性的重要手段。调度优化主要通过调整电网中各类资源的配置,优化电力流向,从而实现对电压的有效控制。在传统电网中,电压调节通常是依赖于静态的设备和预定的方案,但随着分布式光伏发电的接入,电网需要更加灵活和实时的调度策略。通过对光伏发电的实时数据进行监测和预测,电网调度中心可以准确掌握各个光伏发电点的发电量和电网电压状态,并根据这些数据动态调整电力调度方案,避免由于光伏发电波动带来的电压波动和不稳定问题。

参考文献:

- [1] 刘晓东,赵婷婷.分布式光伏接入对配电网电压稳定性影响分析[J].电力系统自动化,2021,45(12):23-30.
- [2] 何磊,周建军.光伏发电接入配电网电压波动问题研究[J].电力科技与环境,2022,44(4):58-65.
- [3] 王一凡,李长春.基于调度优化的电压稳定性控制策略研究[J].电力工程技术,2020,39(10):102-109.

调度优化方案的核心在于对电力流的合理引导,尤其是无功功率的调度。光伏系统的波动性和间歇性要求电网能够实时调整无功功率的分配,以应对瞬时的电压变化。在电网运行中,无功功率起着平衡电网电压的作用,合理调度无功功率能够在电压升高时吸收多余的无功功率,防止电压超标,而在电压降低时则提供足够的无功功率来维持电压水平。调度优化通过实时计算和灵活调配无功功率,能够在不同的负荷和光伏发电条件下,维持电网的电压稳定,避免因电压波动导致的设备故障和系统不稳定。

基于调度优化的电压稳定性提升方案还需要考虑光伏发电预测的准确性以及电网各环节的协调性。通过对气象数据、负荷需求以及光伏发电情况的综合分析,电网调度中心可以提前预测电压波动的风险,并在实际发生之前采取必要的措施进行预调度。在预计光伏发电将出现大幅波动时,可以通过优化负荷调度或提前启动备用电源,避免电网负荷和电压失衡。通过这种基于预测的主动调度策略,电网不仅能够更好地应对光伏接入带来的电压波动,还能够在提升电压稳定性的提高电网整体的可靠性与运行效率。

4 结语

本文研究了分布式光伏接入配电网对电压稳定性的影响,并提出了优化电压调节与控制策略以及基于调度优化的电压稳定性提升方案。通过分析光伏发电的波动性对配电网电压稳定性的挑战,结合无功功率调节、智能电网调度以及预测控制方法,本文提供了多种切实可行的应对策略。合理的电压调节与优化调度能够有效改善电网电压稳定性,保障光伏发电的大规模接入不会对电网运行造成负面影响。未来的研究可进一步深化智能化电压控制及调度系统的应用,以应对更复杂的电力系统需求。