

# 分布式发电对电网规划管理的影响与适应性分析

易国皇

国网恩施市供电公司 湖北 恩施 445000

**摘要:** 随着全球能源结构的转型和可持续能源发展的迫切需求,分布式发电作为一种新兴的能源利用模式正逐渐融入现代电力系统。然而,其接入对现有电网规划管理带来了新的挑战与机遇。本文将从分布式发电的特点出发,深入探讨其对电网规划管理的影响,并针对这些影响提出电网的适应性策略,以期为电力系统的未来发展提供参考。

**关键词:** 分布式发电; 电网规划管理; 影响分析; 适应性策略

## 引言

分布式发电,作为集中式发电的重要补充,以其靠近用户、灵活多变的特点,在全球范围内得到了广泛关注。然而,随着其接入电力系统的比例逐渐增加,传统的电网规划、运行和管理模式正面临着前所未有的挑战。本文旨在系统分析分布式发电对电网规划管理的影响,并探讨相应的适应性策略。

### 1 分布式发电概述

分布式发电通常是指利用可再生能源(如太阳能、风能)或化石燃料进行发电,且发电设施位于用户附近或直接在用户端进行发电的系统。其优势在于减少输电损耗、增强供电可靠性、缓解电网压力、并有助于实现能源的多元化利用。然而,其接入电网也带来了一系列新的问题和挑战。

### 2 分布式发电对电网规划管理的影响

#### 2.1 负荷预测难度增加

分布式发电的接入对电网规划管理的首要影响就是负荷预测难度的显著增加。在传统的电网规划中,负荷预测主要基于历史数据、经济增长、人口变化等因素,通过建立数学模型来预测未来的电力需求。这种方法在集中式发电模式下相对准确,因为电力负荷主要集中在几个大型发电厂,且增长模式相对稳定。然而,分布式发电的广泛接入彻底改变了这一局面。分布式发电设施通常位于用户端或靠近用户的地方,这使得电力负荷变得更加分散。每个分布式发电单元都可能成为一个独立的电力供应源,导致整个电网的负荷分布变得复杂多变。这种分散性和多变性给负荷预测带来了极大的挑战。首先,分布式发电的接入使得负荷增长模式变得不再单一。由于分布式发电单元可以根据用户需求进行灵活调整,因此电力负荷的增长不再仅仅受经济增长和人口变化等传统因素的影响,还受到天气、政策、市场价格等多种因素的共同影响。这使得基于历史数据的负荷

预测方法难以准确捕捉这种多元化的增长模式<sup>[1]</sup>。其次,分布式发电的接入也增加了负荷预测的不确定性。由于分布式发电单元的数量众多且分散,每个单元的发电量和负荷都可能随时发生变化。这种变化不仅难以预测,而且可能对整个电网的稳定运行造成影响。因此,在进行负荷预测时,必须考虑这种不确定性因素,否则可能导致预测结果的严重偏差。

#### 2.2 电网结构复杂化

随着大量的分布式电源接入电网,原本相对简单的配电网结构正逐步复杂化。在传统的电网结构中,电力流向相对单一,通常是从发电厂流向用户,潮流方向明确且稳定。然而,分布式电源的广泛接入打破了这一传统模式。分布式电源,如太阳能光伏发电、风力发电等,其电力输出受天气条件、设备性能等多重因素影响,具有较大的不确定性和波动性。当这些分布式电源大量接入电网时,它们不仅作为电力消费者,同时也可能作为电力供应者,向电网反向输送电力。这种双向的电力流动使得电网的潮流方向变得复杂多变,难以预测。此外,分布式电源的接入也增加了电网中的节点数量,使得电网拓扑结构更加复杂。每个分布式电源都可以视为一个独立的电力节点,这些节点之间需要进行电力交换和协调,以确保电网的稳定运行。然而,节点数量的增加也意味着潜在的故障点增多,给电网的安全稳定运行带来了更大的挑战。更为重要的是,分布式电源的接入可能对电网的电压和频率稳定性造成威胁。由于分布式电源的电力输出具有波动性,当大量分布式电源同时向电网注入或抽取电力时,可能导致电网电压的波动和频率的偏差。这种不稳定性不仅会影响电网的正常运行,还可能对用户的用电设备造成损害。

#### 2.3 继电保护配置难度增加

分布式电源的接入对电网的继电保护系统带来了显著的影响,主要体现在可能改变故障电流的路径和大

小,这一变化直接挑战了传统的继电保护策略。在传统的电网结构中,故障电流的路径是相对固定的,通常从电源端流向负载端。因此,继电保护装置的设置相对简单,主要是根据电流的大小和方向来判断是否发生故障,并采取相应的保护措施。然而,分布式电源的接入打破了这一传统模式。分布式电源在电网中的角色是双重的,它们既可以作为电源向电网供电,也可以作为负载从电网中汲取电能。这种双重角色使得故障电流的路径变得复杂多变。当电网发生故障时,分布式电源可能会向故障点提供短路电流,从而改变故障电流的大小和方向。这种变化可能导致传统的继电保护装置误动作或拒动作,从而影响电网的安全稳定运行<sup>[2]</sup>。此外,分布式电源的接入还可能导致电网中出现多个电源点,这使得电网的拓扑结构变得更加复杂。在这种情况下,如果仍然采用传统的基于单一电源点的继电保护策略,可能会导致保护装置的误判和误动作。

#### 2.4 运营管理的复杂性上升

分布式发电的接入对电网运营管理带来了前所未有的复杂性。在传统的集中式发电模式下,电网运营管理相对集中,主要关注大型发电厂和输电网络的运行状态。然而,随着分布式发电的广泛接入,电网中涌现出众多小型发电单元,这些单元地理位置分散,发电能力各异,且可能由不同的运营者管理。首先,分布式发电单元的接入使得电网运营者需要对更多的设备进行监控。每个分布式发电单元都需要安装相应的监控设备,以实时获取其运行状态、发电量、电压和电流等关键参数。这些数据的采集、传输和处理都需要高效的信息系统支持,这无疑增加了运营管理的难度和成本。其次,分布式发电单元的接入也增加了电网调度的复杂性。由于分布式发电单元的发电量受天气、设备状况等多种因素影响,其输出电力具有较大的波动性。因此,电网调度中心需要实时掌握各个分布式发电单元的运行状态,以便进行精确的电力平衡和调度。这要求电网调度系统具备更高的智能化和自动化水平,以应对复杂多变的电力供需状况。最后,分布式发电的接入还对电网的安全管理提出了更高的要求。由于分布式发电单元可能分布在电网的各个角落,其安全防护和故障应对能力参差不齐。因此,电网运营者需要加强对这些单元的安全监管,及时发现并处理潜在的安全隐患,确保电网的整体安全稳定运行。

### 3 电网对分布式发电的适应性策略

#### 3.1 提升负荷预测的准确性

为了应对分布式发电对电网负荷预测带来的挑战,

电网运营者必须采用更为先进的预测技术和方法来提升负荷预测的准确性。基于大数据和机器学习的预测模型在这方面展现出了巨大的潜力。大数据技术为电网运营者提供了前所未有的数据处理能力。通过收集和分析海量的历史负荷数据、分布式发电输出数据、天气数据等,电网运营者可以更全面地了解各种因素对负荷变化的影响。这种数据驱动的方法不仅提高了预测的精度,还能帮助运营者发现隐藏在数据中的规律和趋势。其次,机器学习算法在负荷预测中发挥着关键作用。这些算法能够从历史数据中学习并自动调整模型参数,以更好地拟合实际负荷变化。例如,支持向量机(SVM)、随机森林和神经网络等算法都被广泛应用于负荷预测。这些算法能够处理复杂的非线性关系,捕捉各种因素对负荷的细微影响。此外,深度学习技术的兴起为负荷预测带来了新的突破。深度学习模型,如长短期记忆网络(LSTM)和卷积神经网络(CNN),能够处理时间序列数据中的长期依赖关系,从而更准确地预测未来的负荷变化。这些模型还能够结合多种数据源,如社交媒体信息、交通流量数据等,进一步提高预测的精度和实时性。

#### 3.2 优化电网结构与运行方式

随着分布式发电的广泛接入,优化电网结构与运行方式显得至关重要。在这方面,引入智能电网技术成为了行业的前沿趋势,它不仅能提升电网的智能化水平,更能实现灵活调度和优化运行,从而有效适应分布式发电的接入。智能电网技术通过集成先进的信息通信技术和电力系统控制技术,能够实时监控电网的运行状态,预测电力需求,优化电力流,并确保电网在各种条件下的稳定运行。这一技术的应用,使得电网从传统的被动应对模式转变为主动管理模式,大大提高了电网的效率和可靠性。在电网结构优化方面,智能电网技术可以帮助规划人员更精确地评估分布式发电对电网的影响,从而合理布局电网设施,优化网络拓扑结构。此外,智能电网还能实现电力设备的状态监测和预防性维护,降低设备故障率,提高电网的整体性能<sup>[3]</sup>。在运行方式优化上,智能电网技术可以实现电力负荷的实时平衡,确保电网在分布式发电接入后的稳定运行。通过智能电网的调度系统,可以实时掌握各个分布式发电单元的运行状态,并根据电力需求和供应情况进行灵活的电力调度。这种优化不仅提高了电网的运行效率,也增强了电网对突发事件的应对能力。

#### 3.3 改进继电保护策略

在分布式发电广泛接入的背景下,传统的继电保护策略已经难以适应电网的新需求。因此,我们需要研究

并应用新型的保护策略和技术,以提高电网的故障识别和隔离能力。其中,基于广域测量系统(Wide Area Measurement System, WAMS)的保护策略是一种极具潜力的解决方案。广域测量系统通过高精度、高速度的同步相量测量单元(PMU)实现对电网状态的实时监测。这些PMU能够捕捉电网中的动态行为,为继电保护策略提供更为准确和及时的信息。基于这些信息,我们可以构建更为精细和智能的保护策略。具体来说,基于广域测量系统的保护策略能够实现对电网的全局监控,当发生故障时,可以迅速准确地定位故障点,并通过快速切断故障部分来防止事故的扩大。这种保护策略不仅可以提高电网的稳定性和可靠性,还能减少停电时间和范围,从而降低故障对社会和经济的影响。此外,新型保护策略还可以结合人工智能和大数据分析技术,对电网的运行状态进行预测和评估,及时发现潜在的故障风险,并采取相应的预防措施。这将使电网的运营管理更加智能化和精细化。除了基于广域测量系统的保护策略外,还可以研究其他新型保护技术,如自适应保护、差动保护等,以适应分布式发电接入后电网的复杂性和多样性。这些保护技术可以根据电网的实时状态自动调整保护定值和时间配合,提高保护的灵敏性和选择性。

### 3.4 加强运营管理和协调

为了应对分布式发电接入带来的运营管理复杂性,建立完善的运营管理体系至关重要。这一体系需要高度集成先进的监控系统和通信技术,以实现分布式发电单元的实时监控和精准调度,确保其与主电网的协调运行。第一,建立完善的运营管理体系意味着要构建一个全面、系统的管理框架,这个框架要涵盖分布式发电单元的接入、运行、维护和退出等各个环节。这需要电网运营者制定详细的管理规定和操作流程,确保每个环节都有明确的职责和规范。第二,利用先进的监控系统,我们可以实时获取分布式发电单元的运行状态、发电

量、电能质量等关键数据。这些数据不仅可以用于实时监控,还可以为后续的调度决策提供有力支持。监控系统需要具备高度的可靠性和实时性,以确保数据的准确性和时效性。第三,通信技术是实现实时监控和调度的关键。通过高速、稳定的通信网络,我们可以将监控系统获取的数据及时传输到调度中心,为调度人员提供实时的决策支持。同时,通信技术还可以实现远程控制和调试,大大提高了运营管理的效率和便捷性<sup>[4]</sup>。第四,确保分布式发电单元与主电网的协调运行是运营管理的核心目标。这需要我们制定合理的调度策略,根据电力需求和供应情况,实时调整分布式发电单元的输出,以保持电网的稳定运行。同时,我们还需要加强与分布式发电运营者的沟通和协调,确保其在遵守电网规定的前提下,积极参与电网的调度和运行。

### 结语

分布式发电作为一种新兴的能源利用方式,其在提高能源利用效率、促进能源多元化利用等方面具有显著优势。然而,其接入对现有电网规划管理带来了新的挑战。本文通过深入分析分布式发电对电网规划管理的影响,并提出了相应的适应性策略。展望未来,随着智能电网技术的不断发展和应用,电网将能够更好地适应和接纳分布式发电,实现更加高效、环保、安全的电力供应,为可持续能源发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]王巍.分布式光伏发电与主动配电网的协调发展[J].集成电路应用,2020,37(10):164-165.
- [2]刘永富,刘宏志.分布式光伏发电对配电网规划的影响[J].山东电力技术,2021(06):18-20.
- [3]陈强,黄劲松,李云东.分布式光伏发电系统对配电网的影响[J].电力建设,2022,40(08):1-5.
- [4]杨维,郑珊珊.分布式光伏发电对配电网的影响及其规划对策[J].新型工业化,2021(02):71-73.