

# 浅析分布式发电及储能技术在配电网系统中的应用研究

许山峰 周玟钰

国网江西省电力有限公司南昌市湾里供电分公司 江西 南昌 330000

**摘要：**分布式发电及储能技术在配电网中的融入正日益成为电力行业的关键驱动力。它们不仅大幅提升了供电的可靠性，确保电力供应的连续性，还显著提高了能源利用效率，促进了可再生能源的消纳。同时，这些技术的协同工作有效增强了配电网的稳定性，降低了故障风险。本文深入探讨了这些技术的应用，并分析了其在配电网中的集成与优化策略，以期实现配电网的高效、安全、稳定运行，为智能电网的进一步发展奠定坚实基础。

**关键词：**分布式发电；储能技术；配电网；应用

引言：在全球能源结构向清洁、低碳转型的大背景下，智能电网作为未来电力系统的核心发展方向，正不断推动电力行业的创新与变革。在这一进程中，分布式发电及储能技术凭借其独特的优势，如提高供电可靠性、优化能源利用效率和增强系统稳定性，已成为配电网系统中不可或缺的重要组成部分。这些技术的应用不仅能够推动电力系统的可持续发展，还能够为电力用户提供更加稳定、高效、环保的电力服务。因此，对分布式发电及储能技术在配电网系统中的应用研究具有重要的现实意义和深远的发展前景。

## 1 分布式发电及储能技术概述

分布式发电及储能技术作为现代能源领域的重要组成部分，正逐渐改变着能源供应的格局。第一，分布式发电是一种将发电装置分散布置在用户附近的能源供应方式。它具有多种形式和特点。太阳能光伏发电是其中较为常见的一种，通过太阳能电池板将阳光直接转化为电能。其优势在于太阳能取之不尽，且发电过程清洁无污染。然而，光伏发电受天气和昼夜变化影响较大，输出功率具有不稳定性。风力发电则利用风的动能驱动风机旋转来发电，适用于风资源丰富的地区。但同样存在风力间歇性和随机性的问题。还有燃气轮机发电、燃料电池发电等形式。燃气轮机发电效率较高，启动迅速，适用于应急供电和调峰；燃料电池发电则具有安静、高效、无污染的特点，在一些特定场景中有良好的应用前景。第二，储能技术在分布式发电系统中发挥着至关重要的作用。储能技术能够解决分布式发电输出功率的波动性和间歇性问题，提高能源供应的稳定性和可靠性。电化学储能，如常见的锂离子电池储能，具有能量密度高、响应速度快的优点<sup>[1]</sup>。它在家庭储能和电动汽车领域已经得到了广泛应用。机械储能中的抽水蓄能，通过在电力低谷时将水抽到高处储存势能，在用电高峰时放水

发电，具有规模大、寿命长的特点，但受地理条件限制较大。飞轮储能则利用高速旋转的飞轮储存能量，充放电迅速，适合于短时间、大功率的储能需求。电磁储能中的超级电容器储能，具有极高的功率密度和极短的充放电时间，适用于对功率响应要求极高的场合。第三，分布式发电及储能技术的不断发展和应用，为能源的高效利用和可持续发展提供了有力的支持。

## 2 分布式发电与储能技术在配电网系统中的应用

### 2.1 分布式发电与配电网的连接方式

分布式发电技术作为一种新兴的发电方式，已经成为现代能源系统中的重要组成部分。在配电网系统中，分布式发电系统通常会与配电网连接，为用户提供可靠的电力供应。以下是分布式发电与配电网连接方式的讨论：（1）单点连接：单点连接是分布式发电系统与配电网连接的一种简单方式，即通过单一点（例如变流器或逆变器）将分布式发电系统与配电网连接。这种连接方式适用于小型分布式发电系统，如单台太阳能光伏组件或一台微型风力发电机。单点连接方式简单易行，成本低廉，但受制于单点故障可能会影响整个系统运行。（2）并网连接：并网连接是将分布式发电系统与配电网并联连接，使得分布式发电系统能够向配电网输送电力，并接受配电网的电力调度。在并网连接中，需要通过逆变器、集中式电力管理系统等设备实现分布式发电系统与配电网之间的电力交互。并网连接具有较强的稳定性和可控性，能够更好地实现电力的平衡和调度。（3）离网连接：离网连接是指分布式发电系统与配电网脱离连接，独立运行，也称为离网运行。这种连接方式适用于一些场景，如偏远乡村、海岛或特殊工业需求等，无法接入主电网的地区。离网连接需要依靠独立的储能系统或备用发电设备，以确保在有限资源的情况下满足电力需求。（4）微网连接：微网连接是将分布式发

电系统与配电网连接的一种混合模式。微网通过控制器和智能监控系统,能够实现分布式发电系统、储能系统和配电网之间的灵活协调和交互。微网连接模式具有较好的灵活性和鲁棒性,可以根据实际需求自动切换并实现自主运行。

### 2.2 储能系统在配电网中的配置位置和容量优化

在配电网系统中,储能系统的合理配置位置和容量优化对于提升整个系统的运行效率和稳定性至关重要,配置位置的选择需要综合考虑配电网的拓扑结构、负荷分布以及预期效益。通常,储能系统可以安装在关键点,如变电站、馈线末端或重要负荷附近。这些位置不仅能够有效缓解高峰时段的电力需求,还能在故障发生时提供紧急电力支持,保障重要负荷的供电连续性。容量优化是一个基于经济性和技术性的综合决策过程,容量过小可能无法满足电力需求,而容量过大则可能导致资源浪费<sup>[2]</sup>。因此,需要根据配电网的实际情况,结合负荷预测、电价机制等因素,进行精确的计算和模拟,确定最优的储能容量。在优化过程中,还需要考虑储能系统的技术特性,如充放电效率、循环寿命、安全性等。这些因素将直接影响储能系统的实际运行效果和经济效益。储能系统在配电网中的配置位置和容量优化是一个复杂而关键的问题,通过合理的配置和优化,可以充分发挥储能系统的优势,提高配电网的供电可靠性、运行效率和经济效益。

### 2.3 分布式发电与储能的协同运行模式

分布式发电和储能系统可以通过智能调度系统实现协同工作,在电力需求低谷时段,分布式发电设备可以将多余的电能充电至储能系统,而在电力需求高峰时段,储能系统可以释放电能补充电网供电,从而平衡电力供需,减轻主电网的供电压力。分布式发电与储能的协同运行模式还可以提高配电网的可靠性和韧性,当配电网出现故障或意外情况时,分布式发电设备可以立即启动,为关键负荷提供电力支持,而储能系统则可以为分布式发电设备提供电力缓冲,确保电力的持续供应。这种协同运行模式可以大幅度减少停电时间和范围,提高用户的用电体验。分布式发电与储能的协同运行模式还可以优化能源结构,促进可再生能源的消纳。通过智能调度系统的优化控制,可以优先利用可再生能源进行发电,同时结合储能系统的调节功能,实现可再生能源的稳定输出和高效利用。分布式发电与储能的协同运行模式在配电网系统中发挥着重要作用,它不仅可以平衡电力供需、提高系统可靠性和韧性,还可以优化能源结构、促进可再生能源的消纳。随着技术的不断进步和智

能电网的发展,这种协同运行模式将得到更广泛的应用和推广。

### 2.4 提高供电可靠性和电能质量

在配电网系统中,分布式发电与储能技术的综合应用对于提高供电可靠性和电能质量具有显著效果。分布式发电设备能够就地提供电力,减少了对远距离主电网的依赖,当主电网出现故障或维护时,分布式发电设备能够迅速切换为孤岛运行模式,继续为关键负荷提供电力,从而显著提高了供电可靠性。这种分布式供电模式减少了因主电网故障导致的停电时间和范围,对于保障重要设施和用户的用电需求至关重要。储能系统在配电网中发挥着平衡电力供需、稳定电网电压和频率的关键作用。在电力需求高峰时段,储能系统可以释放储存的电能,减轻主电网的供电压力,同时避免因电力供应不足而导致的电压下降和频率波动。在电力需求低谷时段,储能系统则可以吸收多余的电能,为高峰时段储备电力,从而保持电网的稳定运行。分布式发电与储能技术的结合还能够优化电力流动,减少电网中的功率损耗和电压波动,通过智能调度系统的控制,可以实现分布式发电设备与储能系统之间的协同运行,优化电力分配和调度,进一步提高电能质量和供电可靠性。

## 3 分布式发电及储能技术在配电网中的集成与优化

### 3.1 分布式发电与储能技术的协同性

在配电网中,分布式发电与储能技术的协同性是实现能源高效利用、优化资源配置和确保系统稳定运行的关键,这种协同性不仅体现在技术层面,也贯穿于整个配电网的运行和管理过程。从技术层面来看,分布式发电设备,如太阳能光伏板、风力发电机等,能够持续产生电能,但其输出具有间歇性和波动性。而储能系统,如电池储能、超级电容器等,则能够储存电能并在需要时释放,具有灵活性和可调节性。当分布式发电设备产生的电能超过配电网的即时需求时,储能系统可以吸收多余的电能;而当电力需求增加或分布式发电设备出力不足时,储能系统则能够释放电能,补充电网供电。这种互补性使得分布式发电与储能技术能够协同工作,实现电能的稳定输出和高效利用。从运行和管理层面来看,分布式发电与储能技术的协同性体现在智能调度和优化控制上。通过先进的通信技术、大数据分析和人工智能技术,可以实现对分布式发电设备和储能系统的实时监控、预测和调度。根据电网的实时运行情况和负荷需求,智能调度系统可以优化分布式发电设备的运行模式和储能系统的充放电策略,实现电网的稳定运行和高效能源利用。

### 3.2 配电网系统的优化运行

在配电网系统中,分布式发电及储能技术的集成与优化对于实现系统的优化运行至关重要,这种优化运行不仅体现在提高能源利用效率上,还体现在提升系统的稳定性、可靠性和经济性等方面。分布式发电和储能技术的集成能够显著提高配电网的能源利用效率,合理配置分布式发电设备和储能系统,可以根据负荷需求实时调整供电策略,实现电能的精准匹配和高效利用。这不仅可以减少能源浪费,还可以降低系统的运行成本。优化运行能够提升配电网的稳定性和可靠性,智能调度系统对分布式发电设备和储能系统进行实时监控和预测,可以及时发现并处理潜在的运行风险,确保电网的稳定运行。在故障发生时,分布式发电和储能系统能够迅速响应,为关键负荷提供电力支持,减少停电时间和范围<sup>[3]</sup>。优化运行还能够提高配电网的经济性,精准预测负荷需求和优化资源配置,可以降低电网的运营成本。同时,分布式发电和储能技术的集成还可以为配电网带来新的商业模式和服务模式,如需求侧响应、虚拟电厂等,进一步提升配电网的经济价值。通过提高能源利用效率、提升系统稳定性和可靠性以及提高经济性等方面的工作,可以实现配电网系统的优化运行,为智能电网的发展提供有力支撑。

### 3.3 安全稳定性的保障

在集成分布式发电和储能技术的过程中,保障安全性是至关重要的,以确保系统能够在各种工况下有效运行、提供可靠的电力供应。(1) 储能技术的快速响应: 储能技术在配电网中的应用可以提升系统的快速响应能力。一旦系统发生电压不稳定或频率波动等问题,储能系统可以迅速启动并提供电力支持,平稳调整电力平衡,维持系统的稳定运行。通过储能技术的快速响应,可有效解决电网突发问题,提高系统运行的可靠性和稳定性。(2) 智能调度与监测系统: 建立智能调度与监测系统是提升配电网系统安全稳定性的重要手段。利

用先进的监测技术,实时监测系统运行状态,及时发现潜在问题并做出调整。结合智能调度系统,可以根据系统负荷情况和电力需求,合理安排分布式发电和储能系统的运行模式,实现最优的能源配置,从而确保系统安全稳定运行。(3) 多元化供能和备用设备: 在集成分布式发电和储能技术的配电网系统中,多元化的供能策略是保障系统安全稳定性的关键之一。通过利用不同类型的分布式发电设备、不同形式的储能设备以及备用发电设备,可以降低单一设备故障对系统的影响,避免系统单点失效。这种多元化供能和备用设备策略有效地提高了系统抗灾能力,确保了系统在各种异常情况下的可靠性。(4) 安全保护机制: 在配电网系统中,建立完善的安全保护机制是保障安全稳定性的基础。通过设置过流保护、短路保护、电压稳定保护等一系列安全设备,及时识别并隔离问题,避免故障扩大影响整个系统。同时,持续加强系统检查和维护,确保设备安全运行,保障系统稳定性和可靠性。

### 结语

未来,科技的步伐永不停歇,分布式发电及储能技术也将迎来更广阔的应用空间。这些前沿技术将持续提升配电网系统的运行效率和可靠性,优化能源利用,降低环境影响。它们将成为智能电网建设中不可或缺的支柱,为电力行业带来革命性的变革。我们有信心,分布式发电及储能技术的持续发展,将引领电力行业走向更加绿色、高效、智能的新时代,为构建可持续发展的能源体系作出巨大贡献。

### 参考文献

- [1]王成山,李鹏.分布式发电、储能与微网技术的研究与应用[J].电力系统自动化,2023,47(10):1-12.
- [2]孙秋野,王睿.配电网中分布式发电与储能协同优化运行研究[J].电网技术,2024,48(05):1897-1905.
- [3]钟清,王科.分布式发电与储能系统接入配电网的关键技术及应用[J].电工技术学报,2023,38(19):5091-5103.