

智能配电网优化调度设计及关键技术

韦丹静

(广西电网公司崇左供电局 广西崇左市 532200)

摘要:随着智能电网技术的发展,智能配电网优化调度已成为电力系统研究的热点。本文综述了智能配电网的关键技术,包括通信技术、传感器与测量技术、数据管理与信息技术、控制策略与自动化技术,以及能源管理系统(EMS)。这些技术共同支撑起智能配电网的基础架构,为电力系统的可靠性、效率和经济性提供了保障。文章进一步探讨了优化调度的经典策略和智能算法的应用,包括遗传算法、粒子群优化等,以及这些算法的比较和性能评估。通过实际案例分析,证明了智能优化调度在提升电力系统性能方面的有效性。

关键词:智能配电网;电网优化调度;关键技术

智能配电网是现代电力系统发展的重要组成部分,其集成了先进的监测、通信、分析和控制技术,旨在提高电力供应的可靠性、安全性和效率。随着全球能源消费的增长以及对可再生能源的依赖加深,传统的电网正面临前所未有的挑战,包括需求侧管理、分布式发电的集成以及老化基础设施的更新等问题。智能配电网通过实时数据分析和自适应调度,有望解决这些问题,但同时也带来了技术和管理上的新挑战,例如数据安全、隐私保护以及调度算法的复杂性增加等。通过探索和设计优化的智能配电网调度方案,能够对现有电网的限制和挑战,并充分利用智能技术的潜力,提高配电网的运行效率和可靠性。

1 智能配电网的关键技术

1.1 通信技术

智能配电网的高效运作依赖于可靠和高速的通信技术。通信技术的核心作用是实现信息的双向流动,从而支持远程监控、控制和数据分析。在智能配电网中,通信技术需要处理来自各种设备的大量数据,如智能计量设备、传感器、保护设备等,并确保数据传输的实时性和安全性。现代配电网采用了多种通信协议和网络技术,包括无线射频(RF)、光纤通信、功率线通信(PLC)和第四代/第五代移动通信技术(4G/5G)。这些技术各有优劣,它们或独立或综合应用,以满足不同场景下的通信需求。一个健壮的通信网络对于实现配电网的智能化至关重要,它不仅要求具有高容量和低延迟,还要求能抵御各种安全威胁,保障数据传输的可靠性。

1.2 传感器与测量技术

传感器与测量技术是智能配电网的感知基础。它们负责收集电网各部分的实时数据,包括电压、电流、频率、温度等参数,这些数据对于系统状态的评估和故障诊断至关重要。随着技术的进步,传感器变得更加小巧、精准且具有自我校准功能。智能传感器不仅可以测量和

记录数据,还可以对数据进行初步处理和分析。此外,配电自动化系统中的数字化设备,如数字式保护继电器和智能断路器,都内置了高级传感器,可以提供用于高级数据分析的详细信息。现代传感器技术通过采用无线技术和能量采集技术,实现了对配电网的无线监测,大大提高了监测系统的灵活性和可扩展性。

1.3 数据管理与信息技术

数据管理和信息技术是智能配电网的大脑,负责处理和分析海量数据。这些技术使配电网能够从传感器和智能计量设备收集的数据中提取有价值的信息,并将其转化为可操作的智能。数据管理系统需要具备高效的数据收集、存储、处理和分析能力。信息技术包括数据库管理系统、云计算、大数据分析和人工智能算法,这些技术共同支持智能配电网的决策过程。例如,大数据分析可以预测电力消费模式,而人工智能算法可以优化配电和负荷管理。随着信息技术的不断发展,智能配电网变得更加智能化,能够自动处理复杂的优化问题,提升运行效率和服务质量。

1.4 控制策略与自动化技术

控制策略与自动化技术是智能配电网实现高效管理的执行手段。这些技术确保电网在不断变化的供需状况下保持平衡和稳定。自动化技术包括配电自动化系统(DAS)、故障隔离和系统恢复设备(FISR)、自动重合闸设备等。这些系统能够在没有人工干预的情况下,对电网进行监控和控制,快速响应故障,减少停电时间,提高电网的可靠性和弹性。控制策略则通过预设的规则或基于优化和人工智能算法来决定如何调度资源,包括分布式发电资源(如太阳能和风能)和储能设备,以满足实时或预测的需求。

1.5 能源管理系统

能源管理系统是智能配电网的核心组件之一,它协调和优化电网的能源流。能源管理系统利用先进的监测

和控制技术,实时分析电网状态,并根据电力供需动态优化发电、输电和配电过程。它整合了负荷预测、发电调度、需求响应和能效管理等多个功能模块。通过这些模块,能源管理系统能够提高能源利用率,降低运营成本,并减少环境影响。它也是实现配电网自愈能力的关键,可以在发生故障时自动重新配置电网,以保持供电的连续性。此外,随着分布式能源资源和可再生能源的增多,能源管理系统在整合这些资源方面发挥着越来越重要的作用,确保电网的稳定与经济运行。

2 调度策略与算法

调度策略与算法是智能配电网核心运作的关键,它们直接决定了电网的效率和可靠性。随着智能配电网的发展,从经典的调度策略到现代的智能算法,调度技术已经经历了重大的演变。经典调度策略为基础设施的稳定运作提供了坚实的基础,而智能算法的引入则进一步提升了调度的灵活性和自适应性。通过对不同算法的比较和性能评估,我们能够识别出最适合特定电网需求的算法。此外,实际应用案例证明了智能优化调度在现实世界中的有效性和潜力。接下来,我们将详细探讨经典调度策略的作用,智能算法如何革新调度任务,算法间的性能如何评估,以及智能优化调度如何在具体案例中实现价值。

2.1 经典调度策略概述

经典的调度策略在智能配电网中起着基础性的作用,这些策略通常基于预定的规则和程序来管理和优化电网的运行。例如,负荷频率控制(LFC)和经济调度(ED)是两种传统的调度方法。LFC保持系统频率稳定,而ED旨在最小化发电成本。这些策略依赖于准确的负荷预测,以及对电网状态的深入理解,包括发电机的运行特性和输电线路的约束。然而,经典调度策略往往不够灵活,不能有效应对快速变化的市场条件或突发事件。因此,随着电网变得更加动态和复杂,传统的调度策略需要与更先进的技术相结合,以提高其效率和响应速度。

2.2 智能算法在调度中的应用

随着计算能力的提高和算法的进步,智能算法开始在智能配电网调度中发挥关键作用。这些算法包括但不限于遗传算法、粒子群优化、模拟退火和人工神经网络。这些智能算法能够处理非线性、多目标和多约束的优化问题,它们通常具有更好的全局搜索能力和更高的计算效率。例如,遗传算法通过模仿自然选择和遗传机制来优化调度问题,粒子群优化通过模仿鸟群的社会行为来寻找最优解。这些算法特别适合于处理随机性和不确定

性较高的问题,如可再生能源的集成和需求侧响应。它们的自适应和自学习能力使得调度策略更加灵活和高效。

2.3 算法比较与性能评估

为了选择最适合智能配电网的调度算法,必须进行详细的算法比较和性能评估。性能评估通常基于多个指标,包括算法的收敛速度、解的质量、计算复杂度和鲁棒性。收敛速度评估算法找到可接受解的快慢,解的质量涉及算法找到的最优解与真实最优解之间的接近程度,计算复杂度考虑了算法对计算资源的需求,而鲁棒性则是指算法对不同问题实例和参数变化的适应性。通过模拟不同的电网运行场景和条件,研究人员可以确定哪些算法在特定情况下表现最佳。这种比较不仅有助于理解各算法的优势和局限,也为算法的改进和定制提供了依据。

2.4 智能优化调度的应用案例

智能优化调度已在多个实际案例中展示了其价值。例如,某城市的配电网通过引入智能优化算法,成功地集成了大量分布式发电资源,如太阳能和风能,同时确保了电网的稳定性和经济性。通过智能调度算法,该城市能够实时调整发电和负荷,优化能源流,减少了电力损耗,降低了运营成本。在另一个案例中,配电网运营商使用了人工神经网络来预测短期内的电力需求,结合遗传算法来优化发电机组的调度,有效应对了需求峰谷的挑战。这些案例证明了智能优化调度不仅可以提高电力系统的经济效益和运行效率,还可以提升系统对可再生能源波动和不确定性的适应能力。

结论

本研究详细探讨了智能配电网的优化调度设计及其关键技术。通过对通信技术、传感器与测量技术、数据管理与信息技术、控制策略与自动化技术以及能源管理系统(EMS)的深入分析,本文确立了智能配电网提升电力系统性能的技术基础。智能配电网的实施不仅强化了电网的可靠性和稳定性,也提高了能源利用的效率和经济性。

参考文献:

- [1]潘炫霖.智能配电网优化调度设计及关键技术分析[J].机电信息,2019(35):32-33.
- [2]鲁文,杜红卫,丁恰,等.智能配电网优化调度设计及关键技术[J].电力系统自动化,2017,41(3):1-6,88.
- [3]黄建梅.智能配电网优化调度设计及关键技术[J].农村电气化,2017(10):40-41.