

电力调度自动化中的智能电网技术研究

赵瑜 范建宏

国网邢台市环城供电公司，河北邢台，054000；

摘要：在全球能源转型的大背景下，可再生能源在电力供应中的占比不断攀升。分布式能源的大规模接入给传统电力调度带来了巨大挑战。电力调度自动化作为保障电力系统稳定运行的关键环节，必须适应这种能源结构的变化。智能电网技术可以实时监测电力系统的运行状态，快速响应负荷变化和故障情况，实现电力资源的优化配置。对其进行研究有助于推动电力行业朝着更加高效、环保、可持续发展的方向发展。基于此，以下对电力调度自动化中的智能电网技术进行了探讨，以供参考。

关键词：电力调度自动化；智能电网技术；研究

DOI：10.69979/3041-0673.24.7.007

引言

随着社会经济的飞速发展和人们生活水平的不断提高，电力需求日益增长且呈现出多样化的特点。传统电网在应对这种复杂的电力供应需求时逐渐暴露出诸多局限性，智能电网技术的出现为解决这些问题提供了新的思路和途径。智能电网通过集成先进的技术，能够实现电力系统的自动化调度、优化运行以及对分布式能源的有效整合，从而提高电力系统的可靠性、安全性和经济性，满足现代社会对电力供应的高要求。因此，深入研究电力调度自动化中的智能电网技术具有重要的现实意义。

1 智能电网技术概述

智能电网技术是一种融合了多种先进技术的现代化电力系统技术，旨在构建一个更加高效、可靠、安全、环保且具有高度互动性的电力网络。从技术构成来看，智能电网集成了信息技术、通信技术、控制技术以及电力工程技术等。信息技术为智能电网提供了强大的数据处理和分析能力，能够对电网运行过程中产生的海量数据进行高效管理。通信技术则确保了电网各个环节之间信息的快速、准确传输，实现设备之间的互联互通，如光纤通信、无线通信等技术保障了从发电端到用电端的信息交互。在功能特性方面，智能电网具有自动化的电力调度能力。它能够实时监测电网的运行状态，包括电压、电流、功率等参数，通过智能算法迅速分析并预测电力负荷的变化趋势，提前做出调度决策以应对可能出现的电力供需不平衡。同时，智能电网对可再生能源有着良好的接纳性，能够有效整合风力发电、光伏发电等分布式能源，解决其波动性和间歇性问题，使这些清洁能源稳定地接入电网并参与电力供应。智能电网还强调与用户的互动性。通过智能电表等设备，用户可以实时了解自己的用电情况，并根

据电价信息调整用电习惯，实现节能减排。

2 电力调度自动化的需求

2.1 提高可靠性需求

电力作为现代社会运行的基础能源，其可靠性至关重要。在电力调度自动化方面，提高可靠性是核心需求之一。随着社会的发展，各个领域对电力供应的连续性要求极高。例如，医院的生命维持设备、数据中心的服务器等，一旦电力中断，将造成不可挽回的损失。电力调度自动化系统需要能够实时监测电网的运行状态，及时发现潜在的故障隐患并进行预警。通过自动化的故障诊断和快速隔离功能，在故障发生时能够迅速将故障部分从电网中隔离出来，减少故障影响范围，同时迅速恢复其他部分的正常供电。此外，系统还应具备冗余设计，以应对极端情况下的设备故障，确保电力调度的不间断运行，从而为社会提供稳定、可靠的电力供应。

2.2 优化资源配置需求

电力系统包含多种发电资源，如火力发电、水力发电、风力发电和光伏发电等，每种发电资源都有其独特的特性。电力调度自动化需要满足优化资源配置的需求。不同地区的电力需求在时间和空间上存在差异。例如，某些地区在夏季由于空调使用量大导致电力需求高峰，而另一些地区冬季取暖用电需求大。调度自动化系统要能够根据这些需求差异，合理调配不同地区的发电资源。不同发电资源的成本和环境影响不同。水电和风电等清洁能源在运行时成本较低且对环境友好，而火电在应对高峰负荷时有其优势。通过电力调度自动化，根据发电成本、环境影响以及电力市场价格等因素，动态调整各种发电资源的投入比例，实现资源的最优利用，提高整个电力系统的经济性和环境效益。

2.3 应对新能源接入需求

随着对环境保护和可持续发展的重视,新能源在电力系统中的占比不断增加。电力调度自动化必须满足应对新能源接入的需求。新能源发电,特别是风力发电和光伏发电,具有间歇性和波动性的特点。风力的大小和光照的强度受到自然环境的影响,导致发电功率不稳定。例如,风力发电在风速不稳定时,输出功率会大幅波动。电力调度自动化系统需要具备对新能源发电的精准预测能力,通过分析气象数据等多种信息源,预测新能源发电的功率变化。同时,系统要能够协调新能源与传统能源的配合,当新能源发电功率不足时,及时调度传统能源补充;当新能源发电过剩时,合理安排储能或调整其他用电策略。此外,还要考虑新能源接入对电网稳定性的影响,通过自动化控制手段,如无功功率补偿、电压调节等,确保电网在新能源接入的情况下能够稳定运行。

3 智能电网技术应用的优势

3.1 提高调度效率

智能电网技术在提高调度效率方面具有显著优势。传统电网调度依赖人工操作和经验判断,信息获取滞后且处理速度慢。而智能电网技术借助先进的信息技术和自动化控制系统,能够实时、全面地获取电网各个节点的运行数据,如电压、电流、功率等。通过高速通信网络,这些数据被迅速传输到调度中心,调度人员可及时掌握电网的运行状态。智能电网中的智能算法和分析软件能对海量数据进行快速分析,准确预测电力负荷的变化趋势。基于这些预测结果,调度中心可以提前做出合理的调度决策,如调整发电计划、优化潮流分布等。例如,在用电高峰来临前,提前调度发电资源,减少不必要的电力传输损耗,从而高效地满足电力需求,大大提高了电力调度的整体效率。

3.2 增强电网可靠性

智能电网技术对增强电网可靠性有着不可忽视的作用。智能电网采用了先进的传感器技术,这些传感器遍布电网的各个部分,包括发电设备、输电线路、变电站等,能够实时监测设备的运行状况和电网的运行参数。一旦检测到设备故障或电网异常,如输电线路的短路、变压器的过热等情况,智能电网能够迅速定位故障点。同时,智能电网的自动化控制系统会根据故障情况自动采取相应的措施,如隔离故障区域,避免故障蔓延,减少停电范围。此外,智能电网还具备自愈功能,通过智能开关、分布式电源等设备的协同作用,在故障发生后能够快速恢复部分或全部供电。例如,在局部线路故障时,利用分布式电源为附近区域继续供电,大大缩短了停电时间,提高了电网应对故障的能力,从而增强了电

网的可靠性。

3.3 促进可再生能源消纳

智能电网技术在促进可再生能源消纳方面发挥着至关重要的作用。可再生能源如风能、太阳能具有间歇性和波动性的特点,这使得它们大规模接入传统电网时面临诸多挑战。智能电网技术通过精准的气象预测、发电功率预测等技术手段,能够对可再生能源的发电能力进行较为准确的预测。例如,利用气象卫星数据、地面气象站数据以及历史发电数据等,预测风力发电和光伏发电的功率变化。基于这些预测结果,智能电网可以提前规划调度策略,协调可再生能源与传统能源的发电比例。智能电网中的储能技术也是促进可再生能源消纳的关键因素。储能设备可以在可再生能源发电过剩时储存电能,在发电不足时释放电能,有效平滑可再生能源的功率波动。

4 电力调度自动化中的智能电网技术研究

4.1 智能监测技术

智能监测技术是电力调度自动化中智能电网技术的重要组成部分。在智能电网环境下,智能监测技术利用大量的传感器分布于电网的各个环节,包括发电设备、输电线路、变电站以及用户端等。这些传感器能够实时采集多种数据,如电压、电流、温度、功率因数等参数。与传统监测方式不同,智能监测技术具有高精度和高频率的数据采集能力。例如,对于输电线路的监测,传统方式可能只能定期巡检,而智能监测技术可以实时获取线路的运行状态,及时发现潜在的安全隐患,像线路的微小破损或者局部过热等情况,避免故障的进一步发展。智能监测技术还具备数据的预处理功能。采集到的数据在本地传感器端就可以进行初步的分析和处理,去除噪声等干扰因素,然后将有效数据传输到调度中心。在调度中心,通过大数据分析技术对海量的监测数据进行深度挖掘,从而实现对电网运行状态的全面评估。这有助于提前预测设备故障,为电力调度提供准确的决策依据,例如根据设备的运行趋势合理安排设备的检修时间,避免设备突然故障导致的电力供应中断,提高电力系统的可靠性和稳定性。

4.2 智能控制技术

智能控制在电力调度自动化的智能电网中起着关键的调控作用。它基于先进的控制理论和算法,能够对电网中的各种设备进行精确、高效的控制。在发电侧,智能控制技术可以根据电力负荷需求、发电成本以及可再生能源的可用性等多方面因素,动态调整发电机组的输出功率。对于风力

发电和光伏发电等可再生能源发电系统,智能控制技术能够克服其间歇性和波动性的特点,通过控制逆变器等设备,使发电功率尽可能稳定地并入电网。在输电和配电环节,智能控制技术可以实现潮流优化控制。通过对电网拓扑结构、线路参数以及实时负荷情况的分析,智能控制系统能够自动调整电网中的潮流分布,减少输电损耗,提高电能传输效率。智能控制技术还能够对电网中的电压和无功功率进行有效控制。当电网电压出现波动时,智能控制器可以迅速做出反应,调节无功补偿设备的投切,维持电压稳定在合理范围内,保障电力系统的安全稳定运行。

4.3 智能决策支持技术

智能决策支持技术为电力调度自动化中的智能电网提供了科学的决策依据。该技术集成了多种先进的分析方法和模型,包括数据挖掘、机器学习、专家系统等,数据挖掘技术可以从海量的电网运行数据中提取有价值的信息,如电力负荷的变化规律、不同季节和时间段的用电特性等。这些信息为智能决策提供了数据基础。机器学习算法在智能决策支持技术中发挥着重要作用。它能够学习历史数据中的模式和趋势,并根据当前的气象、经济等外部因素,预测未来一段时间内的电力负荷情况。基于这些预测结果,智能决策支持技术可以为发电计划的制定提供参考。专家系统则是将电力领域的专家知识和经验进行编码,形成规则库。当遇到复杂的电力调度问题时,如电网故障时的恢复策略制定,专家系统可以根据预先设定的规则进行推理,给出合理的解决方案。智能决策支持技术还能够对不同的决策方案进行评估和优化。通过建立电力系统的仿真模型,模拟不同决策方案下电网的运行情况,分析其对电网可靠性、经济性、环境影响等多方面的效果,从而选择最优的决策方案。

4.4 智能广域机器人

智能广域机器人是基于电力混成控制理论提出的具有指标自趋优化运行能力的电网,是电网智能的最高形式。该机器人将根据电力混成控制理论满足用户的一切需求,将各种用户不满意或者无法满足用户需求的状态进行控制,使得系

统能够最大程度满足人们的各种需求。智能广域机器人能够有效降低人工成本,能够减少工作人员的工作量,能够实现对系统指标的完美运行和对电网的系统控制,保证电网的运行能够满足人们的各项需求。

结束语

智能电网技术在电力调度自动化中的应用是电力行业发展的必然趋势。通过智能电网技术,电力系统能够更好地应对能源结构转型带来的挑战,提高调度的精确性、快速性和可靠性。它不仅能有效整合各类分布式能源,还能提升电网与用户之间的互动性,满足不同用户的需求。未来,随着技术的不断创新和完善,智能电网技术必将在电力调度自动化领域发挥更为重要的作用,推动电力系统迈向更加智能、高效、可持续的新时代。

参考文献

- [1] 赵淑娟, 赵倩. 电力调度自动化中的智能电网技术研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (34): 4-6.
- [2] 王超. 基于智能电网技术的电力调度自动化研究[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司. 2024 新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(三). 国网山东省电力公司东明县供电公司; , 2024: 2.
- [3] 周喜明, 罗嘉良, 徐星. 电力调度自动化系统中的智能技术应用[J]. 电子技术, 2024, 53(10): 104-105.
- [4] 罗亚楠, 张兴继. 智能电网技术在 35 千伏电网电力调度自动化中的应用[J]. 数字通信世界, 2024, (10): 163-165.
- [5] 王江海, 杜弘. 智能技术在电网调度自动化系统中的应用[J]. 电子技术, 2024, 53(09): 256-257.
- [6] 林威, 王乾. 电力系统调度自动化中的智能电网技术研究[J]. 光源与照明, 2024, (06): 150-152.
- [7] 许文婧, 刘晓静. 关于电力调度自动化中的智能电网技术的研究[C]//广东省国科电力科学研究院. 第二届电力工程与技术学术交流会议论文集. 国网伊犁伊河供电有限责任公司; , 2022: 4.