

电力调度自动化中智能电网技术的应用

夏宇梅 杜文翔 张思勤

内蒙古电力（集团）有限责任公司巴彦淖尔供电分公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘要：电力调度自动化中智能电网技术的应用，是电力行业转型升级的关键一环。本文探讨了智能电网技术在电力调度自动化中的多个应用场景，包括智能监控与预警、智能调度决策支持、网络安全防护等。通过集成先进的信息技术、大数据分析和人工智能技术，智能电网技术显著提升电力调度的智能化水平，实现对电网运行状态的实时监测、精准预测和高效调度。这些应用不仅提高电网的安全性和稳定性，还降低运营成本，促进电力行业的可持续发展。

关键词：电力调度自动化；智能电网技术；应用

1 电力调度自动化与智能电网技术基础

1.1 电力调度自动化系统概述

电力调度自动化系统是指服务于电网运行自动控制系统，其基于国际标准和工业标准，以成熟的计算机、通讯、网络等现代技术和相应的软硬件设施为依托。这一系统通过收集数据、处理信息、统计计算、远程控制、语音报警、安全控制、管理数据库、分析历史趋势、申告和处理故障、生成并打印报表等功能，完成对电力系统运行状态的监测和控制，确保其安全、可靠。在系统运行、电能质量以及备用容量等符合要求的基础上，该系统能科学、经济、精确调度电力负荷，并有效控制自动发电运行，以此实现电力生产效益最大化。其中，调度总站负责控制整个电网处于最佳运行模式，从而实现实时监控电网、精确合理调度负荷、及时处理事故等作用。而重点节点处一般采用双机热备用，用于及时切出故障，提高电力系统的稳定性和可靠性。电力调度自动化系统经历了无统一标准的单机系统到有统一标准的分部式系统的发展，且其监视信息也早已脱离单一时代，而是逐步发展为集动态、稳态、暂态等一体化的海量监视信息。

1.2 智能电网技术基础

智能电网是以集成、高速的双向通信网络为基础，以先进的传感和测量技术、设备技术、控制方法、决策支持系统技术等为手段，以可靠、安全、经济、高效、环境友好为目标的现代化电网系统。它不仅涵盖了电力系统的各个环节和所有的电压等级，而且可以实现“电力流、信息流、业务流”的高度一体化融合^[1]。智能电网技术的基础主要包括以下几点：（1）可信网络架构。智能电网的基础是覆盖面广泛的可信网络架构，可以实现智能电网设备之间可靠、安全、高效地进行通信。采

用大容量光缆通信技术，使信号传输更稳定、通信更快捷、可用性更强；（2）传感器技术。智能电网的基础包括采用传感器技术进行网络监控和数据采集，这要求必须有系列的传感器和通信技术，以及对数据进行实时监控和处理算法。传感器技术在智能电网领域发挥着重要作用，具有精准性、抗干扰性、可靠性、低耗能性等优势；（3）智能电网终端。智能电网的基础还包括智能电网终端，这些终端可以有效利用智能电网的信息管理系统来完成网络收发，以便网络对时钟的及时同步，实现对数据的有效控制；（4）可重入式软件。可重入式软件可以实现更有效地数据传输、处理和存储，以更好地支持终端用户的操作，从而帮助智能电网更准确地完成采集、处理和存储的过程；（5）自适应调度技术。使用智能电网自适应调度技术，可以动态调节网络的用电量，同时改善系统的运行效率；（6）新能源。新能源是智能电网的重要基础，其多样性使得智能电网建设变得更加可行，同时运行过程也更加稳定、容易操作。

2 智能电网技术在电力调度自动化中的应用

2.1 智能监控与预警系统在电力调度自动化中的应用

智能监控与预警系统是智能电网技术在电力调度自动化中的一个关键应用。该系统通过集成先进的传感器、数据分析算法和实时监控技术，能够持续监测电网的运行状态，包括电压、电流、频率、负荷等关键参数。一旦检测到异常情况或潜在故障，系统立即触发预警机制，自动分析故障类型、位置和可能的影响范围，并快速向调度员发出警报。这种实时、准确的监控与预警能力，极大地提高了电力调度自动化系统的响应速度和故障处理能力，有助于调度员及时采取措施，防止事故扩大，确保电网安全稳定运行。智能监控与预警系统还能对历史数据进行深度挖掘，识别电网运行的薄弱环节

节,为电网规划、改造和优化提供科学依据。

2.2 智能调度决策支持系统在电力调度自动化中的应用

智能调度决策支持系统是智能电网技术在电力调度自动化中的又一重要应用。该系统基于大数据、云计算和人工智能技术,能够实时分析电网运行状态,预测未来负荷趋势,自动优化调度策略。它不仅能根据电网的实时需求和可用资源,自动生成最优的发电计划和负荷分配方案,还能在紧急情况下快速生成应急调度方案,最大限度地减少停电时间和范围。智能调度决策支持系统还能提供直观的图形化界面和丰富的决策分析工具,帮助调度员更好地理解电网状态,做出更加精准、高效的调度决策。这一应用显著提升了电力调度的智能化水平,增强了电网的灵活性和可靠性。

2.3 网络安全防护与应急响应在电力调度自动化中的应用

随着智能电网技术的发展,网络安全防护与应急响应应成为电力调度自动化中不可或缺的一环。智能电网的广泛互联和高度自动化,使得电网系统面临着来自外部网络攻击和内部误操作等多重威胁。为了保障电力调度自动化系统的安全稳定运行,必须构建全面的网络安全防护体系,包括采用先进的防火墙、入侵检测系统、数据加密技术等手段,确保数据传输和存储的安全性^[2]。建立应急响应机制,制定详细的应急预案和演练计划,以提高对网络安全事件的快速响应和处置能力。在发生网络安全事件时,能够迅速定位问题、隔离影响、恢复系统,最大限度地减少损失。网络安全防护与应急响应的应用,为电力调度自动化系统提供了坚实的安全保障,确保了电网运行的连续性和稳定性。

3 智能电网技术在电力调度自动化中的优化措施

3.1 上下级调度协调与优化在智能电网技术中的电力调度自动化应用

智能电网技术在电力调度自动化中的应用,首先体现在上下级调度协调与优化方面。传统的电力调度体系中,各级调度中心往往各自为政,信息孤岛现象严重,难以实现全局最优调度。而智能电网技术通过构建统一的信息平台和通信协议,打破了这一壁垒,实现了上下级调度中心之间的无缝对接和信息共享。在这一框架下,上级调度中心可以实时获取下级调度中心的电网运行状态、负荷预测、发电计划等数据,进行全局性的分析和优化。下级调度中心也能根据上级的调度指令和策略,灵活调整本地电网的运行方式,确保与上级电网的协调一致。这种上下联动的调度模式,不仅提高了调度

的灵活性和响应速度,还有效避免了因信息不畅导致的调度失误和资源浪费。为了进一步优化上下级调度协调,智能电网技术还引入了先进的算法和模型,如分布式优化算法、多目标决策模型等,用于求解复杂的电网调度问题。这些算法和模型能够综合考虑电网的安全性、经济性、环保性等多个目标,生成最优的调度方案。智能电网技术还通过智能预警和故障预测功能,提前识别潜在的风险和故障,为上下级调度中心提供充足的时间进行预防和应对,从而降低了电网运行的风险和成本。

3.2 电力资源整合与优化配置在智能电网技术中的电力调度自动化实践

智能电网技术在电力调度自动化中的另一个重要应用是电力资源整合与优化配置。随着可再生能源的大规模接入和电力市场的逐步开放,电网中的电力资源呈现出多元化、复杂化的趋势。智能电网技术通过集成先进的传感器、测量技术和数据分析算法,能够实时、准确地监测和评估各种电力资源的状态和价值,为实现资源的整合和优化配置提供了可能。在资源整合方面,智能电网技术通过构建统一的电力资源池,将不同类型的发电资源(如火电、水电、风电、光伏等)和储能设施纳入统一管理,实现了资源的灵活调度和互补利用。这不仅可以提高资源的利用率和可靠性,还能有效平抑可再生能源的波动性,确保电网的稳定运行。在资源配置方面,智能电网技术采用先进的优化算法和模型,综合考虑负荷需求、发电成本、环境影响等多个因素,自动生成最优的资源配置方案。这些方案能够确保在满足负荷需求的同时,最大限度地降低发电成本和环境污染,实现经济效益和社会效益的双赢。

3.3 智能电网调度系统建设在电力调度自动化中的深化与发展

智能电网调度系统建设是智能电网技术在电力调度自动化中的核心任务之一。在数据采集方面,智能电网调度系统通过部署大量的传感器和测量设备,实时采集电网的电压、电流、频率、负荷等关键参数,以及气象、环境等外部信息,为调度决策提供了丰富的数据支持。在数据处理和分析方面,智能电网调度系统采用云计算、大数据等先进技术,对采集到的数据进行高效处理和分析,提取出有价值的信息和规律,为调度决策提供依据。系统还具备自我学习和优化的能力,能够不断适应电网运行的变化和需求,提高调度的智能化水平^[3]。在控制功能方面,智能电网调度系统通过集成先进的控制算法和策略,实现对电网的远程监控、自动调节和故

障处理等功能。这些功能不仅提高调度的灵活性和准确性,还能在紧急情况下迅速采取措施,保障电网的安全稳定运行。为了进一步深化智能电网调度系统的建设和发展,需要不断加强技术研发和创新,提高系统的性能和可靠性;还需要加强人才培养和团队建设,提高调度人员的专业技能和综合素质。另外,还需要加强与政府、企业等各方面的合作与交流,共同推动智能电网技术的发展和运用,为构建安全、高效、绿色的现代能源体系贡献力量。

4 智能电网技术在电力调度自动化中的案例分析

4.1 佛山供电局AI“小慧”应用案例

随着电力需求的不断增长和电网结构的日益复杂,传统的人工电力调度方式已难以满足高效、安全、可靠的运行需求。佛山供电局作为广东省电力供应的重要一环,面临着提高调度自动化水平、优化资源配置、提升应急响应能力的紧迫任务。在此背景下,佛山供电局引入了AI“小慧”智能调度系统,旨在通过人工智能技术实现电网调度的智能化、自动化,提高调度决策的准确性和效率,保障电网的安全稳定运行。AI“小慧”智能调度系统在佛山供电局的应用主要体现在以下几个方面:第一、智能预警与故障预测:AI“小慧”能够实时监测电网运行状态,通过大数据分析预测潜在的故障风险,提前发出预警信号,为调度员提供充足的时间进行预防和处置。这一功能显著提高了电网的故障预防能力,减少了非计划停电次数。第二、优化调度策略:AI“小慧”能够根据电网负荷变化、天气条件、发电资源状况等因素,自动生成最优的调度策略,实现发电与负荷的平衡。这不仅提高电网的运行效率,还有效降低发电成本 and 环境影响。第三、智能故障处理:在电网发生故障时,AI“小慧”能够迅速识别故障类型和位置,自动生成故障处理方案,指导调度员进行快速响应和恢复。这一功能极大地缩短了故障处理时间,提高了电网的可靠性和韧性。经过实际应用评估,AI“小慧”智能调度系统在佛山供电局取得了显著成效。电网运行效率提高约20%,非计划停电次数减少30%,调度决策准确性提升至98%以上。该系统还降低运维成本,提高客户满意度,为佛山供电局的可持续发展奠定坚实基础。佛山供电局AI“小慧”应用案例的成功实践,为我们提供了宝

贵的启示和经验。首先,人工智能技术在电力调度自动化中的应用具有广阔前景和巨大潜力,能够显著提升电网的运行效率和安全性。其次,智能电网技术的实施需要紧密结合实际需求,注重系统的实用性和可操作性。最后,加强技术研发和人才培养是推动智能电网技术发展的关键。

4.2 其他典型应用案例

某省电力公司智能调度中心:该中心通过构建智能电网调度平台,实现了对全省电网的实时监控、智能预警和优化调度。该平台通过集成大数据分析、云计算等先进技术,提高调度决策的准确性和效率,有效降低电网运行风险和成本^[4]。某市智能电网示范区:该市通过建设智能电网示范区,实现对区域内电网的智能化管理和控制。示范区内的智能电网系统能够实时监测电网负荷、电压等关键参数,自动调节发电和负荷平衡,提高了电网的可靠性和稳定性。该系统还具备智能故障处理和应急响应能力,能够在电网发生故障时迅速恢复供电,保障居民和企业的正常用电需求。这些典型应用案例表明,智能电网技术在电力调度自动化中具有广泛的应用前景和巨大的经济社会效益。

结束语

综上所述,智能电网技术在电力调度自动化中的应用,为电力行业带来了革命性的变革。随着技术的不断进步和应用场景的持续拓展,智能电网技术将在未来发挥更加重要的作用。有理由相信,在智能电网技术的推动下,电力行业将朝着更加高效、安全、绿色的方向发展,为构建现代能源体系、推动经济社会可持续发展作出更大贡献。

参考文献

- [1]黄子萍.电力调度自动化中的智能电网技术研究[J].现代工业经济和信化,2023,13(1):168-169.
- [2]王加澍.电力调度自动化系统中的智能电网技术研究[J].现代工业经济和信化,2023,13(1):189-190.
- [3]刘元夏,陶岗.智能电网调度自动化的关键技术[J].电子技术,2021,50(10):72-73.
- [4]叶晖,施心源,成冰洁.电力调度自动化中的智能电网技术应用[J].电气技术与经济,2023(05):114-116.