

# 浅谈智能电网调度运行面临的关键技术

陆俊东 沈忱 王晟赞 聂忠志

国网上海市电力公司浦东供电公司

**摘要:** 随着国家电力建设工作不断推进, 电网规模也随之扩大, 为确保电能运输工作的稳定性, 还需要在电网建设中引入更多的智能化、智慧化技术, 从而确保电力系统得到可持续发展。基于此, 本文从智能电网建设现状入手, 结合实际案例深入分析智能电网运行过程中可能存在的问题, 并且提出针对性的关键技术, 如: 大数据处理与分析技术、高级量测体系(AMI)、分布式能源接入与管理、储能技术与调度应用、自动化与智能控制技术、网络安全与通信技术, 并且打造出多技术融合的调度运行体系。以求进一步提高电网调度运行效率和稳定性, 从而有效减少电能损失。

**关键词:** 智能电网; 调度运行; 关键技术; 电能运输

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.07.058

## 引言

现阶段, 国家现代化进程不断推进, 相应地对电能的需求也随之扩大, 为此, 需要进一步提高电能输送质量和效率, 以此促进国家发展。在此背景下, 智能电网建设工作必须得到进一步推进, 针对关键性技术进行深层次的分析, 以此保证电网的安全性、稳定性。在国家对能源可持续发展重视程度不断提高的背景下, 需要针对电网实际情况, 展开综合性分析, 以此解决当前电网调度运行过程中存在的问题。

### 一、智能电网调度运行过程中存在的问题

智慧化技术不断升级, 与不同行业之间的融合程度也随之加深, 智慧城市建设工作也得到进一步推进, 在此背景下, 电网建设工作也迈入全新的阶段。从实际运行情况来看, 智能电网自愈性、兼容性较强, 而且在智慧技术手段的辅助下, 也可以高效、稳定地运行。但在智能电网调度运行过程中, 还存在一些问题, 如: 电网规划不够科学, 电压等级设置也不够合理等, 不仅如此, 电网测量基础数据还需要得到进一步完善, 准确度、实时性都需要得到提高。面对日益扩大的电网规模, 还需要在现有调度技术系统平台的基础上, 增加功能, 对平台进行优化, 提高平台的服务性能, 和电力用户形成有效的互动, 打造出更为完善的供电服务体系, 从而促进电网的科学可持续性发展<sup>[1]</sup>。

### 二、智能电网调度运行实践分析

随着电力系统的日益复杂和智能化需求的不断提升, 单一技术已难以满足现代电网调度运行的要求。多技术融合通过将不同领域的关键技术进行有机结合, 能够充分发挥各自优势, 提高调度系统的整体性能的同时, 提高调度运行效率、安全性和可靠性。现代电网调

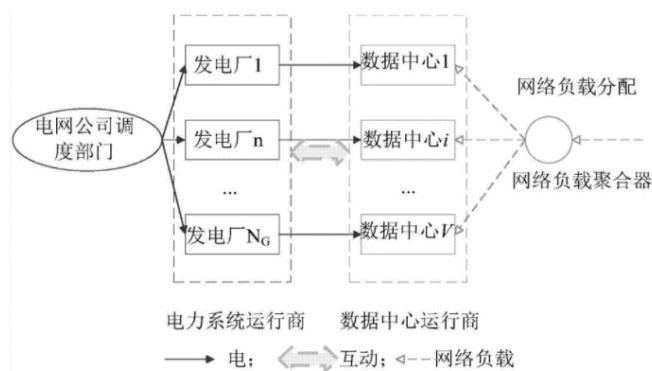


图1 调度方法

度运行面临着诸多挑战, 如, 实时数据采集与处理、复杂网络拓扑管理、故障快速定位与隔离、优化调度决策等。将通信技术、计算机技术、控制技术和人工智能技术等融合应用于调度系统, 可以实现数据的实时传输与处理、智能分析与决策以及优化控制等功能, 从而满足现代电网调度运行的需求。某大型电网公司近年来对其调度系统进行升级改造, 以通信技术、计算机技术、控制技术和人工智能技术为核心, 构建一个高效、智能的多技术融合的智能电网调度运行系统。在此基础上, 该电网公司实现对电网的全面监测、智能分析和优化控制。

### 三、智能电网调度运行过程中的关键技术

在智能电网中, 调度运行作为其核心组成部分, 对于保障电网的安全、稳定、经济运行起着至关重要的作用。而大数据处理与分析技术则可以为调度运行提供更为精准、高效的技术支持。

#### (一) 大数据处理与分析技术

##### 1. 电网运行数据采集整合

在智能电网调度运行中, 数据的采集与整合是最为关键的, 在电力调度和运行过程中, 会产生大量的数

据, 需要对这些动态数据进行实时监控, 全方位、多角度地掌握电网的运行状态, 以此从根本上预防可能会发生的问题。传统的数据采集方式往往是基于定时采样的, 但这种方式在数据量急剧增加的情况下, 会面临数据丢失、处理不及时等问题。在智能电网中有针对性地设置各种传感器和智能终端设备, 实时采集电网运行状态、设备参数、用户用电信息等各种数据, 以风力发电机为例, 借助传感器和自动化监控, 实时监测电网数据, 实时采集电网中的电压、电流、功率因数等运行数据, 以及变压器的油温、气体含量等设备参数。在此基础上, 工作人员可以远程了解现场实际情况, 进而针对性调整电力运行模式调频性, 确保整体效率得到提高。在此基础上, 利用大数据存储和处理技术, 将这些海量的数据进行高效地整合和存储, 统一的数据平台建立为后续的实时数据处理和挖掘提供基础, 为调度运行人员提供全面的电网运行视图。

## 2. 实时数据处理与挖掘

在数据采集与整合的基础上, 实时数据处理与挖掘是大数据处理与分析技术的核心。通过对整合后的数据进行实时处理和分析, 可以及时发现电网运行中的异常和隐患, 为调度运行人员提供决策支持。如短路控制和测量距离方面, 实现实时数据处理, 可以更好地预防短路问题, 在此基础上, 最大程度保护电力系统稳定性。但在长距离电力传输过程中, 需要提高传输过程中的故障排查和精确定位, 借助实时数据处理、挖掘可以尽早发现故障问题。电力系统元件在线参数识别技术能够实时监测电网中各种元件的参数变化, 为调度决策提供准确依据。在某次电网负荷调整中, 通过在线参数识别技术, 调度人员实时监测到变压器、线路等元件的参数变化情况。根据这些参数变化, 调度人员可以及时调整电网的运行方式, 确保电网的稳定运行。此次负荷调整过程中, 在线参数识别技术的应用, 为调度决策提供准确的数据支持。如, 调度运行人员通过实时数据处理和挖掘技术, 发现某条输电线路的电流异常升高。经过进一步分析, 确定该线路存在过载风险。于是, 调度运行人员及时采取措施, 避免可能的电网事故。不仅如此, 在数据清洗、数据压缩、数据变换等操作下, 可以让故障预测更为精准, 找到故障原因、故障位置, 展开针对性处理。不仅如此, 通过关联分析、聚类分析、异常检测等算法, 深入挖掘数据中的潜在规律和模式, 可以让电力传输系统始终处于稳定状态, 降低后期维修的风险和

投入成本。

总而言之, 大数据处理与分析技术的最终目的是为调度运行提供决策支持, 基于实时数据处理和挖掘的结果, 调度运行人员可以更加准确地判断电网的运行状态和趋势, 制定出更加科学的调度策略。

## (二) 高级量测体系

随着智能电网的快速发展, 高级量测体系(AMI)作为其重要组成部分, AMI通过智能电表及通信技术、用电信息采集系统以及需求侧管理与响应等关键技术, 实现电网与用户之间的双向互动, 为智能电网的高效、可靠运行提供有力支撑。智能电表是AMI的基础设备, 具有电量计量、数据存储、通信传输等多种功能。与传统电表相比, 智能电表能够实时、准确地记录用户的用电信息, 并通过通信技术将这些信息传输至数据中心。电网经济运行技术旨在提高电网的运行效率, 降低运行成本。在某电网公司的实际运行中, 通过采用先进的经济运行算法以及高级量测体系, 对电网的潮流分布、电压水平等进行优化调整。经过调整, 电网的线损率显著降低, 运行成本也随之下降。此次优化调整过程中, 电网经济运行技术的应用, 为电网的高效运行提供有力保障。目前, 智能电表主要采用的通信技术包括无线通信技术, 如RF、GPRS、LoRa等和有선通信技术, 如PLC、Ethernet等。在构建成的智能电网中, 通过GPRS网络将用户的用电数据实时传输至数据中心, 进而借助深度网络模型预测符合, 实现分布式智能决策, 这些数据包括用户的实时用电量、电压、电流等参数, 为后续的用电信息采集和需求侧管理提供基础。通过用电信息采集系统提供的数据支持, 需求侧管理与响应系统能够制定出更加精准的用电策略, 如峰谷时段用电、错峰用电等。同时, 该系统还能够根据实时用电数据和预测数据, 及时响应电网的运行状态变化, 保障电网的安全、稳定运行。基于这一关键性技术, 能够让电网在不同的场景中得到科学应用, 如: 电动车充电管理、储能系统的调度、微电网的运行等多种应用场景, 让电网运行的经济性得到根本上的提高。

## (三) 分布式能源接入与管理

在智能电网的运作中, 将微电网与主网进行有效整合, 是提升整个系统智能化程度的关键策略。这种融合不仅能够促进可再生能源的最大化利用, 还能在分布式能源资源管理、电力负荷调度与优化, 以及系统的安全性和可靠性管理等多个方面实现显著的优化。通过这一

整合过程，智能电网能够更高效地响应各种电力需求，确保能源的稳定供应，同时降低运营成本，为未来的可持续发展奠定坚实基础。近几年来，可再生能源得到快速发展，国家加大对清洁能源的利用率，风能、太阳能等能源得到重视，相应的能源消费结构也发生转变，智能电网作为未来电力系统的发展方向，也需要认识到分布式能源资源的重要性。分布式能源资源主要包括光伏发电、风力发电、储能系统等，这些资源具有分散性、间歇性和不确定性等特点。为实现分布式能源的高效利用，需要将其集成到智能电网中。集成过程中，需要考虑分布式能源的容量、位置、出力特性等因素，以及其与电网的互动方式和调度策略。以某地区的光伏发电项目为例，该项目将大量分散的光伏发电系统接入智能电网，通过智能电网的调度系统，实现对光伏发电出力的实时监测和预测，以及根据电网需求进行动态调整。同时，利用储能系统对光伏发电的出力进行平滑处理，减少其对电网的冲击。在某智能电网项目中，应用微电网技术，将光伏发电、风力发电、储能系统和柴油发电机等分布式能源集成在一起，形成一个独立的微电网。通过智能控制系统，实现对微电网内各分布式能源的协调控制和优化调度，保障居民的用电需求。同时，该项目还通过虚拟电厂技术，将多个微电网进行聚合，提高整体能源利用效率<sup>[2]</sup>。

#### （四）储能技术与调度

储能系统不仅能够平衡电网的供需关系，还能提高电力系统的稳定性、可靠性和经济性。以某智能电网项目为例，该项目采用锂离子电池储能系统，总容量为10MWh。在电网负荷高峰时段，储能系统通过放电来补充电网的供电缺口，降低或延缓电网设备投资。在负荷低谷时段，储能系统则通过充电来储存电能，实现电能的时空转移。此外，储能系统还能够在电网发生故障时提供紧急备用电源，保障电网的安全稳定运行。基于生态环境建设发展需要，储能与可再生能源的协同调度是实现电力系统绿色、低碳运行的重要手段。通过将储能系统与可再生能源进行有机结合，可以实现可再生能源的最大化利用和电网的稳定运行<sup>[3]</sup>。

#### （五）自动化与智能控制技术

随着科技的飞速发展，自动化与智能控制技术已经深入到电力系统的各个领域，特别是在调度自动化系统中，其升级与智能化、智能保护与自适应控制以及人工智能与机器学习的应用等方面，都取得显著的成果。调

度自动化系统是电力系统中的重要组成部分，其升级与智能化是提高电力系统运行效率和安全性的关键。近年来，随着计算机技术、通信技术和控制技术的发展和调度自动化系统已经实现从数据采集、监视控制到高级应用功能的全面升级。以某电网公司为例，该公司对其调度自动化系统进行全面升级，引入智能化技术。新系统不仅能够实时监测电网的运行状态，还能通过智能分析算法对电网的运行趋势进行预测。此外，系统还集成多种高级应用功能，如自动发电控制（AGC）、自动电压控制（AVC）等，实现对电网的自动调节和优化控制。通过升级与智能化，该电网公司的调度自动化系统能够更好地适应电网的复杂运行环境，提高电网的运行效率 and 安全性。不仅如此，还进一步打造出了电力部门一体化技术，实现电网调度、运行、维护等各部门之间的信息共享和协同工作。在该电网公司的实际运行中，通过构建一体化信息平台，实现了各部门之间的实时信息交互。这一技术的应用，不仅提高各部门之间的工作效率，还加强电网调度的统一性和协调性<sup>[4]</sup>。

#### 总结

综上所述，随着电力行业的不断发展和技术的持续创新，智能电网已经成为现代电力系统的重要组成部分。智能电网调度运行作为智能电网的核心功能之一，其高效、稳定、智能的运行对于保障电力系统的安全、可靠和经济性具有重要意义。在智能电网调度运行过程中，面临着一系列关键技术的挑战。这些技术的不断发展和创新应用将推动智能电网调度运行向更高效、更智能、更可靠的方向发展。未来，随着科技的进步和电力需求的增长，这些关键技术将在智能电网调度运行中发挥更加重要的作用，为电力行业的可持续发展注入新的动力。

#### 参考文献

- [1]徐靖楠, 夏娴, 周彬. 配电网智能调度运行过程中的关键技术分析[J]. 集成电路应用, 2021, 39(06): 268-269.
- [2]王振丹, 马小鹏, 代崇辉. 智能电网调度运行面临的关键技术研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 12(10): 196-197+204.
- [3]于洋. 智能电网调度运行面临的关键技术研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, (07): 158-159.
- [4]丁家琪, 丁永杰. 智能电网调度运行面临的关键技术[J]. 电子元器件与信息技术, 2020, 4(05): 158-159.