

基于智能电网调度控制系统的新能源优化调度措施分析

杨永明

(内蒙古电力(集团)有限责任公司乌海供电分公司, 内蒙古 乌海 016000)

摘要 当前能源结构转型速度加快, 新能源在电力系统中的占比增加, 间歇性、波动性等特性为电网调度带来前所未有的挑战。智能电网调度控制系统具备强大的数据处理与决策能力, 是现代电网运行的核心平台, 在新能源优化调度中十分重要。基于此, 本文分析了智能电网调度控制系统的架构、功能及其运行机制, 提出新能源优化调度措施, 以期为促进相关系统的良好运行提供借鉴。

关键词 智能电网; 调度控制系统; 新能源; 优化调度; 数据驱动

中图分类号: TM73

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.34.026

0 引言

新能源具有无污染、可再生的显著优势, 在电力系统中的装机容量、电量占比逐渐提高, 但是相关发电系统在运行过程中具有波动性的特点, 可能会受到外界因素的影响出现问题, 难以像传统能源发电实现稳定的功率输出, 使得新能源大规模接入电网后会对电网的功率平衡、电压稳定、频率调节等方面产生不利影响, 为电网的调度控制带来巨大挑战。因此, 在新能源优化调度的过程中, 需要积极采用智能电网调度控制系统, 提高新能源的利用率、电网的适应性, 改善整体工作的有效性, 达到预期的目的。

1 智能电网调度控制系统

智能电网调度控制系统是融合计算机技术、通信技术、自动化控制技术、信息技术等多学科知识的复杂系统工程。其中, SCADA 系统是智能电网调度控制系统的基础, 负责实时采集变电站的电压、电流、功率、开关状态以及发电机的出力、转速、温度等数据, 为调度人员提供准确的电网运行状态信息; EMS 系统是智能电网调度控制系统的核心, 基于 SCADA 系统采集到的数据进行电网的潮流计算、安全分析、经济调度等功能; WAMS 系统在电网的关键节点部署同步相量测量单元, 实时获取电网的电压相量、电流相量、频率; DMIS 系统是智能电网调度控制系统的管理平台, 负责调度业务的流程管理、信息管理、决策支持, 涵盖调度计划的编制、审批、执行和考核等各个环节, 实现调度业务的规范化、标准化、自动化。智能电网调度

控制系统实现不同子系统之间的数据共享, 打破信息孤岛, 提高电网调度的效率。同时, 具有较高的信息分析能力、信息处理能力, 能全面深入分析电网的信息内容, 明确是否存在问题, 按照实际情况进行处理, 促使调度工作的有序开展^[1]。

2 基于智能电网调度控制系统的新能源优化调度作用

2.1 提升新能源消纳能力

智能电网调度控制系统在新能源优化调度中的应用, 能实时监测新能源发电的出力情况, 结合电网的负荷需求、运行状态合理安排新能源的发电计划。例如: 新能源发电出力较大而电网负荷较低, 调整其他发电机的出力, 为新能源发电腾出消纳空间, 降低火电机组的出力, 使其运行在较低的负荷水平或者启动抽水蓄能电站进行抽水储能, 将多余的新能源电能转化为水的势能储存, 新能源发电出力不足后释放抽水蓄能电站的水能进行发电, 补充电网的电力缺口^[2]。

2.2 增强电网适应性

新能源的大规模接入会使电网的电压波动、频率偏差、谐波污染等运行特性发生变化, 新能源发电出力突然增加会导致电网电压升高。智能电网调度控制系统的应用, 能自动投入无功补偿装置, 吸收多余无功功率, 降低电网电压, 在新能源发电出力突然减少时, 切除部分无功补偿装置释放无功功率, 提高电网电压。同时按照新能源的预测出力, 提前制定应对措施调整电网的运行方式, 降低新能源波动对电网稳定性

的影响。新能源发电出力大幅波动的时段，提前增加电网的旋转备用容量，有助于提高电网的抗干扰能力。

2.3 提高调度决策的科学性

智能电网调度控制系统中存在先进的数据分析技术、决策支持技术，可对新能源发电、电网负荷、设备状态等数据进行综合分析。例如：利用数据挖掘、机器学习算法对历史数据进行分析，完善新能源发电、电网负荷的预测模型，优化模型参数，提高预测的准确性，为调度计划的编制提供可靠依据。采用多目标优化算法综合分析新能源消纳、电网安全稳定、经济运行等情况，制定最优的调度方案，同时智能电网调度控制系统具备可视化展示功能，可将复杂的电网运行数据以直观的图表、图形等形式展示给调度人员，有助于分析电网的运行状态，做出正确的调度决策^[3]。

3 基于智能电网调度控制系统的新能源优化调度措施

3.1 基于数据驱动的新能源出力预测优化措施

为合理构建新能源出力预测模型，在采用智能电网调度控制系统期间需要收集丰富的历史数据，完成相关信息采集后，采用相应的处理技术将其中噪声去除，改善信息的应用质量，利用均值填充等方式，完善缺失部分信息的填充处理，如若存在异常值，需利用统计方法或机器学习算法识别处理，避免其对预测模型产生不利影响。在实际工作中需使用将统计学习理论作为基础的支持向量机预测技术，明确最佳的超平面类型，科学合理地进行信息的预测处理，采用神经网络技术模拟复杂的系统行为，使用长短期记忆网络处理序列数据中的长期依赖关系，预测具有时间序列特性的新能源出力。在构建预测模型期间，需借助训练集训练模型调整模型的参数，设置测试集评估模型的预测性能，采用对不同数据信息进行融合的技术，科学整合相关的数据内容。例如：按照具体情况，整合天气信息、设备信息等，全面监控设备的运行情况，提高对新能源出力变化的捕捉能力，利用数值天气预报数据提供未来一段时间内的气象信息，为新能源出力预测提供宏观的参考，采集新能源发电设备的实时运行数据，反映设备的当前状态，对预测结果进行实时修正，基于在线学习算法，在模型运行过程中接收新的数据，按照新数据对模型进行优化，使模型保持良好的预测性能^[4]。

3.2 多目标优化调度模型构建与求解措施

在新能源优化调度过程中，需综合分析新能源消纳、电网安全稳定、经济运行等目标构建多目标优化

调度模型，将新能源消纳率作为衡量电网对新能源接纳程度的重要指标，定义为实际消纳的新能源电量与新能源发电总电量的比值，提高新能源消纳率，减少弃风、弃光现象，提高新能源的利用率。由于电压偏差过大会影响用电设备的安全运行，因此，需将电压偏差的平方和作为目标函数的部分，优化调度以降低电压偏差，在新能源优化调度中结合传统能源发电、新能源发电的成本优化发电计划，降低电网的发电成本。而在约束条件设定方面，需保持电网中发电功率与负荷功率平衡，发电功率等于负荷功率加上电网的损耗功率，各类发电机的出力、变压器的容量、输电线路的传输功率等都应在其额定容量范围内，避免设备过载运行，新能源发电设备的出力受到气象条件、设备状态等因素的限制，出力应在一定范围内波动。同时，采用非支配排序遗传算法，可在一次运行中得到多个满足不同目标要求的解，为调度人员提供更多的选择，借助 NSGA-II 算法快速非支配排序、拥挤度计算、精英保留策略等操作，保持种群的多样性，提高算法的搜索能力^[5]。

3.3 源网荷储协同调度的应用措施

在源侧，智能电网调度控制系统可根据新能源的预测出力及电网的负荷需求，优化传统发电机的出力计划，在新能源发电出力较大的情况下减少传统发电机的出力，为新能源发电腾出空间，新能源发电出力不足后增加传统发电机的出力，保障电网的供电可靠性，调整风力发电机的叶片角度、太阳能光伏发电板的倾斜角度，提高新能源发电的效率。且需在网侧调整电网的拓扑结构、变压器分接头位置、无功功率补偿设备，优化电网的运行方式。例如：新能源发电接入点附近的电压过高，调整变压器分接头位置降低电压，电网的功率因数过低时，投入无功补偿设备，提高功率因数。同时，在源网荷储协同调度期间引导电力用户参与需求响应，制定合理的电价政策、激励措施，指导用户在新能源发电过剩期间增加用电负荷、在新能源发电不足后减少用电负荷。例如：实行分时电价，在新能源发电高峰时段降低电价吸引用户增加用电，在新能源发电低谷时段提高电价促使用户减少用电。另外，源网荷储协同调度过程中需采用储能设备，在新能源发电过剩的情况下，使用储能设备储存多余的电能，将电能转化为其他形式的能量储存，新能源发电不足后借助储能设备释放储存的能量，补充电网的电力缺口。

3.4 智能化控制在调度中的深度应用措施

在新能源优化调度过程中，需采用人工智能技术进行大量历史数据的学习分析，自动分析新能源发电、电网运行规律，实现智能化的调度决策。例如：神经网络具有非线性映射能力，可模拟复杂的系统行为，需训练神经网络模型，输入气象数据、历史新能源出力数据等、输出新能源的预测出力，强化学习算法凭借智能体与环境的交互，学习最优的调度策略，以最大化长期的奖励，在新能源优化调度中利用智能体调整发电机的出力、投入或切除无功补偿设备，明确最优的调度策略。例如：某新能源优化调度工作中，采用强化学习算法后，智能体在面对不同天气条件下的新能源出力波动可快速做出反应，在晴朗天气中太阳能发电出力较高，智能体按照实时监测到的电网负荷需求，合理调整火电机组出力，优先消纳太阳能电力，同时控制储能设备进行充电，将多余电能储存起来。遇到阴天或夜间太阳能发电出力下降后，智能体释放储能设备的电能，适当增加火电机组出力，保障电网的稳定供电。经过一段时间的运行，该区域电网的新能源消纳率显著提高，发电成本有所降低，电网的稳定性也得到增强。另外，在新能源优化调度中，新能源的出力、电网的负荷受到多种因素的影响，具有不确定性特点，因此需采用模糊控制技术将不确定的输入变量进行模糊化处理，转化为模糊集合，结合预先制定的模糊规则进行推理、决策，将决策结果进行解模糊化处理，得到具体的控制量。例如：在处理新能源发电出力波动对电网电压的影响期间，将新能源发电出力的变化量和电网电压偏差作为输入变量，将其模糊化为“大”“中”“小”等模糊集合，按照“如果新能源发电出力变化量大且电网电压偏差大，则投入较大容量的无功补偿设备”等专家经验制定模糊规则，得到需要投入的无功补偿设备的容量，将该容量进行解模糊化处理，得到具体的控制指令，实现对电网电压的精确控制。

3.5 跨区域协同调度与市场机制衔接措施

由于新能源资源分布不均衡，不同地区的新能源发电出力存在差异，因此，需构建跨区域协同调度机制，实现新能源电力的跨区域优化配置，提高新能源的消纳能力。跨区域协同调度需要建设统一的调度平台，实现不同地区电网之间的信息共享和实时通信。例如：某地区新能源发电出力过剩、本地电网无法完全消纳时，可借助跨区域协同调度平台将多余的电力输送到

其他新能源发电不足的地区，在电力输送过程中需结合输电线路的传输容量、电压稳定性等因素，合理安排输电计划和潮流分布，构建跨区域的调度协调机制，明确各地区在协同调度中的职责与权益，保证调度决策的科学性。在电力市场中，新能源发电企业可按照市场价格和自身的发电成本，自主决定发电计划和报价策略，市场价格较高，可增加发电出力，获取更多的经济收益；市场价格较低，可减少发电出力避免亏损。同时需积极建设新能源电力交易市场，减少中间部分，降低交易成本，实现新能源的优化配置、高效利用，促进新能源产业的健康发展。为保障跨区域新能源电力交易的有序进行，采用双边交易、集中交易等方式满足不同市场主体的需求。在价格形成机制方面，按照新能源发电的成本及市场供求关系，以边际成本定价、节点电价等反映新能源电力的真实价值，规范市场秩序，预防市场操纵、不正当竞争行为的发生。

4 结束语

智能电网调度控制系统在新能源优化调度中的应用，能改善新能源优化调度效果，具有重要意义。因此，在新能源优化调度过程中，需积极采用智能电网调度控制系统，基于数据驱动进行新能源出力预测优化，多目标优化调度模型构建与求解，源网荷储协同调度应用，智能化控制技术深度应用，跨区域协同调度与市场机制衔接，提升新能源的消纳能力，增强电网对新能源的适应性。

参考文献：

- [1] 鄢仁武,林丽婵.考虑P2HH和二维激励需求响应的综合能源系统优化调度[J].国外电子测量技术,2023,42(12):77-85.
- [2] 陈施,龚祥龙,尤东泽,等.智能电网调度控制系统中的安全防护技术探析[J].电力设备管理,2024,03(22):243-245.
- [3] 奚春平,薛渊,张新亮.智能电网框架下新能源发电调度优化策略分析[J].中国电力企业管理,2025,02(21):55-58.
- [4] 李强,赵峰,庄莉,等.基于新能源消纳能力的有源配电网运行智能调度模型[J].微型电脑应用,2024,40(08):104-107.
- [5] 覃淼昌.基于保护与故障信息系统的继电保护策略[J].新潮电子,2024,05(10):91-93.