基于大数据分析的煤电与新能源互补优化调度策略研究

●陈志煌

[摘要]本文探讨了基于大数据分析的煤电与新能源互补优化调度策略，旨在应对全球能源结构转型和环境保护的双重挑战，加快新型能源体系和新型电力系统建设。文章介绍了煤电与新能源的发电特性及其互补调度的原理，分析了当下存在的问题与挑战。同时，探索了大数据分析在负荷预测、发电调度优化及风险评估与控制中的应用。大数据分析技术通过构建精确的负荷预测模型和科学调度策略，在煤电与新能源互补调度中为新能源规模化发展提供了技术支撑。最后，文章针对性提出了风险评估与控制措施，以确保能源革命深入推进背景下电力系统的可靠运行，为践行双碳目标提供有效途径。

[关键词]大数据分析；煤电；新能源；互补优化调度；能源系统

当前，随着能源安全的地位不断提升，寻找高效、清洁、可持续的能源已成为国际社会普遍关注的重点问题。煤电作为传统能源的代表，长期以来在保障电力供应、促进经济发展方面发挥了“压舱石”和“稳定器”的作用。然而，其高耗能、高污染、高排放的特性也使其成为环境保护和气候变化议题中的关键问题。而新能源主要是以风能和太阳能发电，其可清洁、低碳、可再生的特点，被视为新型能源发展的重要方向。但新能源的波动性、间歇性、不稳定性以及高昂的初期投资成本，又在一定程度上限制了其在大规模并网和商业化应用中的推广。因此，如何有效整合煤电与新能源，实现两者在发电调度上的互补优化、提高其整体效率、保障供应稳定性、促进能源低碳成为关键问题。近年来，随着大数据技术和人工智能的快速发展和广泛应用，其在能源领域的应用也逐渐展现出巨大的潜力和价值。大数据分析技术能够处理海量、异构、高维的数据，深度挖掘数据背后的规律和趋势，为煤电与新能源的互补优化调度提供新的思路和方法。

相关理论与技术基础

（一）大数据分析技术

大数据分析技术作为信息时代和数智时代的重要工具，涵盖了数据采集、预处理、存储管理、应用挖掘及可视化展示等多个环节。

（1）在数据采集阶段，通过多样化的渠道收集结构化和非结构化数据。（2）预处理，则是对数据进行清洗、转换和集成，以确保数据质量。（3）存储管理阶段，利用分布式存储系统解决大规模数据的存储问题。（4）应用挖掘，是大数据分析技术的核心，通过机器学习、数据挖掘等算法，揭示数据背后的规律、趋势和关联。（5）可视化展示，以清晰、直观、易懂的形式呈现分析结果，为决策提供支持。简而言之，大数据分析技术能够实现对历史数据的学习和对未来趋势的预测，为煤电与新能源互补优化调度策略的制定提供科学依据。

（二）煤电与新能源特性

2023年我国煤电装机容量只占总发电装机容量的比重的39.9%，却贡献了我国全年近六成的发电量。传统的化石能源发电方式虽然具有稳定可靠、技术成熟的特点，然而，其高耗能、高污染、高排放的特性使其成为用能结构优化和环境治理的焦点。

风能、太阳能等新能源发电是未来能源发展的方向。2023年我国可再生能源装机容量占比历史性超过煤电，连续突破8亿千瓦、9亿千瓦、10亿千瓦大关，但其发电系统受自然条件的影响大且迅速，具有随机性、波动性、间歇性和不稳定性等特点。因此，在电力系统中，煤电与新能源需要实现互补协同发展，以平衡稳定供能与低碳转型。

（三）互补优化调度原理

互补优化调度，是指在电力系统中，根据煤电与新能源的发电特性和负荷需求，进行合理的调度策略，实现两者在

发电时间、功率输出等方面的互补。这一原理的核心在于充分发挥煤电的稳定性和新能源的清洁性，通过调度手段优化电力系统的运行。在互补优化调度中，需要考虑负荷预测的准确性、新能源发电的不确定性、设备状态及运行成本等多种因素。通过大数据分析技术，可以对这些因素进行全面以及准确的评估，从而制定出更加科学、合理的调度策略。

煤电与新能源互补调度存在的问题与挑战

在当前，互补优化调度在平衡传统能源，新型能源结构转型，提升电力系统灵活性面临着多方面的问题与挑战。(1)如何处理新能源发电的不确定性是互补调度中的一大难题。难以预测新能源的发电量在日照、风速及气候变化的影响下，会给电力系统的稳定供能带来什么挑战，也增加了煤电与新能源互补调度的复杂性。(2)煤电与新能源在发电特性和运行成本上存在显著差异。煤电技术成熟并且出力稳定，但污染物排放水平较高。而新能源虽然清洁可再生，但出力不够稳定且初期投资成本高。这些差异使得煤电与新能源在互补调度中需要考虑环保要求、经济效益、电网稳定性等多种因素，以达到最优调度。(3)互补调度面临着技术层面的挑战。一方面，现有技术和设备无法完全适应新能源大规模并网和互补调度需求，需要专业人员进行技术升级。另一方面，人工智能在煤电与新能源互补调度的应用需要不断探索和完善其相关分析模型、算法和工具，以提高准确率和效率。由于政策导向、市场机制、电价政策等环境因素，都可能影响煤电与新能源的互补调度的实施效果，需要充分考虑其变化对电力系统运行和经济效益的影响。

大数据分析在煤电与新能源互补调度中的应用

大数据分析在煤电与新能源互补调度中的应用，是提升能源系统智能化水平，实现高效稳定运行的重要途径。面对新能源发电的不确定性、煤电与新能源特性的差异性以及电力系统调度的复杂性，大数据分析技术以其强大的数据处理能力和智能算法，为互补调度提供全新的解决方案。在煤电与新能源互补调度中，大数据分析可以通过对历史数据的学习，建立精确的负荷预测模型和新能源发电预测模型。这些模型能够综合考虑天气条件、历史负荷趋势、设备状态等多种因素，实现对未来的负荷需求和新能源发电量的准确预测，有助于调度人员合理安排煤电与新能源的发电比例和时序，确保电力系统的稳定供能。

大数据分析技术还能够对电力系统的实时运行数据进行监测和分析，及时发现设备异常和潜在故障，为机组运维和故障处理提供实时在线支持，以减少设备的停机时间和维修成本，提高电力系统的可靠性和经济性。以此还能够优化煤电与新能源的互补策略，通过对比不同调度方案下的经济指标、环保指标和电网稳定性等，找出煤电与新能源高效协同的最优解，降低能源消耗和排放，提高能源效率和水平。大数据分析技术可以通过对历史数据和实时数据的分析，呈现电力系统运行的规律和趋势，并评估不同市场机制下的互补调度效果，为机制优化和完善提供参考，为互补调度的政策制定和市场机制设计提供科学依据。

基于大数据的负荷预测与发电调度优化

(一)负荷预测模型

负荷预测是煤电与新能源互补调度中的关键环节，其准确性直接影响调度策略的制定和实施效果。根据负荷预测模型整合历史负荷数据、天气信息、气候状况、社会需求等多源数据，使用机器学习算法和统计分析方法，对未来负荷需求进行精准预测。这些模型能够捕捉负荷变化的规律和趋势，考虑不同时间尺度(如日、周、月)的负荷特性，以及节假日、特殊事件等因素对负荷的影响，从而提供可靠的负荷预测结果。准确的负荷预测有助于调度人员提前安排发电计划，确保电力系统供需平衡，减少因负荷预测误差导致的备用容量不足或过剩问题。

(二)发电调度策略

大数据的发电调度策略，是在准确负荷预测的基础上，结合煤电与新能源的输电容量、电压稳定等约束条件，以及其发电特性、运行成本、技术水平等多维因素，综合考虑电力系统结构和特性，进一步修正优化算法，实现精准、协同、高效的电力调度。

在发电调度过程中，大数据分析技术能够实时监测运行状态、设备参数等，动态调整发电计划，确保电力系统安全、经济、环保。同时，发电调度策略还考虑了不同时间段的电价政策、市场需求等因素，以更加适应当前电力现货、跨省交易等市场机制，实现经济效益最大化。

煤电与新能源互补调度的风险评估与控制

(一)风险识别

风险识别是保障整个系统稳定运行、有效规避潜在经济损失的关键防线。在煤电与新能源互补调度的复杂过程中，险源呈现多元化特征。新能源发电的不确定性是一个显著风险点，其发电能力深受自然条件制约，难以准确预估，进而对电力供应的稳定性构成挑战。电力机组设备作为传统能源发电的重要支柱，其故障率同样不容忽视。设备老化、维护缺失或突发事件都可能导致故障停机，进而削弱电力系统的整体可靠性。电网传输的局限性也是一大风险来源。当新能源发电量大增时，有限的电网传输能力可

能会限制电力有效调度和分配。此外，电价波动、政策调整等因素都可能影响调度策略的制定和实施，进而对整个能源系统的经济性和可持续性产生深远影响。因此，在煤电与新能源互补调度过程中，必须高度重视风险识别，采取有效措施加以应对。

（二）风险评估

风险评估是对识别出的风险进行量化和定性分析的过程，旨在确定风险的严重程度和可能发生的概率。对于新能源发电的不确定性，可以通过历史数据和天气预测来评估其发电量的波动范围和概率分布。电力机组设备的故障风险可以通过设备监测数据、维修记录和故障统计来进行分析。电网传输的风险则需考虑电网的拓扑结构、传输容量和潮流分布等因素。市场和政策环境的风险则需要通过分析历史影响、政策趋势和市场动态来进行预测。通过风险评估，可以为制定风险控制措施提供科学依据。

（三）风险控制措施

针对煤电与新能源互补调度中的风险，需要采取一系列控制措施来降低风险的影响。（1）新能源发电的不确定性。可以通过建立多能源互补系统、提高储能技术应用、优化调度策略等方式来降低影响。（2）电力机组设备的风险。应加强设备的监测和维护，及时发现并处理潜在风险，提高设备的可靠性和使用寿命。（3）电网传输的风险。可以通过加强电网建设、优化电网结构和提高电网灵活性来增强电网传输能力。详见表 1。

表 1　风险控制措施实施效果

风险控制措施	实施前状态	实施后效果
多能源互补系统	新能源利用率低，系统稳定性差	提高新能源利用率，增强系统稳定性
储能技术应用	新能源弃电率高	降低弃风、弃光率，提高经济效益
设备监测与维护	设备故障频发	减少设备故障，延长使用寿命
电网建设与优化	电网传输能力有限	提高电网传输能力，打破传输瓶颈

同时，需要密切关注市场和政策环境的变化，及时调整调度策略和经济模型，以适应外部环境变化。此外，建立风险预警和应急响应机制也是风险控制的重要措施。通过实时监测并分析电力系统的运行状态和风险情况，及时启动应急响应程序，迅速消除或避免风险的扩大和蔓延。

结束语

煤电与新能源的互补调度是保障能源清洁、低碳转型的关键策略。本文聚焦大数据在负荷预测与发电调度优化中的应用，揭示其如何助力并提升电力系统的稳定性、经济性和新能源利用效率，同时降低能耗、减少污染物排放。然而，互补调度还面临着诸多风险。为此，本文提出全面风险识别、评估与控制策略，以增强电力系统安全性、可靠性和可持续性。未来，基于大数据分析的煤电与新能源互补调度策略，将成为推动能源结构转型升级的有效路径。随着大数据技术的发展，互补调度的智能化和高效化水平将不断提升，为新型能源体系和新型电力系统建设提供新的动力。

参考文献

[1]白易杰，张林音，李真.基于数字孪生与动态能效模型的综合能源系统实时优化调度策略分析[J].电子技术，2023，52(10)：216-217.

[2]杨文佳.基于大数据技术的省级电力调度机构数据综合管理平台[J].电气应用，2023，42(08)：100-105.

[3]万一帆，张朝宇.基于大数据的新能源智慧管控平台研究[J].机电信息，2023(14)：50-53.

[4]郝运鹏，张涛，罗英汉，等.基于时空大数据的综合能源系统协调优化控制方法[J].电子设计工程，2023，31(12)：105-108，114.

[5]刘文宇.考虑大规模计算负载调度的数据中心与电力系统协同优化研究[D].北京：华北电力大学，2023.

作者简介：

陈志煌(1995—)，男，汉族，福建泉州人，本科，国能(泉州)热电有限公司，研究方向：能源生产运营、科技创新。