针对新型电力系统调控运行中的典型场景，应用人工智能技术推进电网数字化建设将会成为一个突破口。

人工智能：试水新型电力系统调控运行

文/陆继翔

人工智能作为新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，已成为经济和社会发展的新引擎，相关学科发展、理论建模、技术创新、软硬件升级整体推进，正在引发链式突破，推动经济社会各领域从数字化、网络化向智能化加速跃升。

随着碳达峰碳中和目标的稳步推进，如何充分应用人工智能技术支撑新型电力系统建设，成为各界关注的焦点。针对新型电力系统调控运行中的典型场景，应用人工智能技术推进电网数字化建设将会成为一个突破口。

当人工智能遇上电网

当前，构建新型电力系统是促进能源转型和实现碳达峰碳中和目标的重要支撑，是构建清洁低碳、安全高效能源体系的重要组成部分。新型电力系统是传统电力系统的跨越升级，具有“清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好、开放互动”等显著特征。

新型电力系统建设将带来电源结构、负荷特性、电网形态、技术基础、运行特性等方面的深刻变化。传统电网调度控制体系基于模型驱动，面对多元海量清洁能源并网运行带来的强不确定性和随机性，存在海量机组运行方式求解速度慢、调控经验难以数字化、新能源功率高精度预测难等问题，无法满足新型电力系统建设的实际需求。身处能源革命与信息革命交汇期，数据驱动的人工智能技术作为新一代数字技术，通过学习海量电网运行数据和运行经验，发现规律、形成知识体系并指导电网运行，是支撑新型电力系统的重要手段。人工智能与电力行业的结合，将有助于实现能源信息的实时反映、推演预判、智能分析、辅助决策，让电力调度和源网荷储互动更加灵活、更加高效、更加智能，打造出以人工智能技术为主体的智能化电网体系，为传统能源电力行业的全方位、全链条产业升级、业态创新、服务拓展及生态构建提供更有力的支撑。南瑞集团南瑞研究院新技术应用研发中心人工智能团队在国内率先开发了“电力时序数据人工智能预测平台”，分别在浙江

新一代人工智能技术具有特征挖掘、关系映射能力，能够很好地解决电力负荷预测中的非线性关系。

和江苏打造了精准化预测示范工程。

随着新型电力系统的建设推进，电网正逐步演变为源、网、荷、储、人等多重因素耦合，具有开放性、不确定性和复杂性的新型网络。面对可再生能源的高比例渗透、逐步形成的交直流混联大电网、新型负荷柔性互动以及多要素的广泛接入与融合共享，电力系统需要在能源的信息—物理—社会系统（CPSSE）框架之下，综合考虑环境、技术、经济、社会、行为等方面的影响，开展系统性多维度研究分析。人工智能技术以其独特优势，可从大量多源异构数据中快速提炼出深层知识来优化决策，必将在未来新型电力系统中拥有更广阔的发展空间。

从三大典型应用场景突破

在新能源功率预测方面，由于新能源类型多样、容量各异、厂站分布广泛，在功率预测方面影响因素与权重差异较大，当新能源大规模接入时，会对电网的调度运行与安全稳定造成很大的影响，开展新能源的功率预测是解决该问题的重要手段。在数字化的天气预报与历史出力等海量数据的基础上，运用人工智能技术针对不同对象的新能源开展功率预测研究，实现人工智能预测模型的定制化，可以极大地提升新能源功率预测的准确性，降低新能源不确定性给新型电力系统带来的影响，助力电网对新能源出力充分消纳。南瑞集团的“电力时序数据人工智能预测平台”，通过构建基于多种人工智能算法的专用预测模型，实现新能源功率日前精准预测，已在甘肃、山东、河北等省份成功应用。

在电网负荷预测方面，电网负荷与时区、天气、日期、政策等多种因素相关，难以建立复杂的非线性数学物理模型，而新一代人工智能技术具有特征挖掘、关系映射能力，能够很好地解决负荷预测中的非线性关系。通过大数据分析技术智能识别不同类型负荷，在数据驱动、物理模型与电力领域知识经验相融合的基础上，形成针对不同地区的差异化人工智能电网负荷预测模型。同时引入迁移学习、自学习等技术，实现预测模型的自更新与自迭代。目前基于人工智能技术的电网负荷预测已经超过传统预测精度，在省级电网的示范应用中取得了很好的实际应用效果，南瑞集团承担的浙江省人工智能负荷预测工程针对该省全社会负荷预测日前准确率高达97.8%，为保障迎峰度夏、冬季寒潮期间电力平稳有序供应提供了支撑。

在电网调度优化方面，电力系统地域分布广泛且包含大量特性各异的设备和控制系统，所涉及的状态空间与动作维度非常高。同时，在源、荷双不确定性和波动性的情况下，完全集中式的求解可能遇到信息不全、通信瓶颈或计算速度慢等问题，传统计划调度已不适应新型电力系统发展，需要借助人工智能技术实现智能调度。深度强化学习技术基于知识引导，将数据—知识融合与电力物理模型相结合，在电网自主有功潮流、无功电压控制优化方面的应用研究已经取得了突破性的进展。在南瑞集团承担的江苏淮安电网示范工程中，基于深度强化学习的人工智能，通过新能源、储能、柔性负荷等多种无功资源的控制优化决策，实现地区电网无功电压领域的闭环控制，解决了新能源、储能等多主体参与电网自动电压控制（AVC）调节带来的强随机性与控制黑箱问题，整体调节效能提高20%～30%。E

（作者系南瑞集团南瑞研究院新技术应用研发中心副总工程师）