

电力系统智能化对社会可持续性的挑战与机遇

刘群

(湖北省电力有限公司五峰县供电公司 湖北省宜昌市 443413)

摘要：2021年3月，习总书记在中央财经委员会第九次会议上提出了“构建以新能源为主体的新型电力系统”。这是“双碳”目标背景下党中央、国务院在我国能源电力领域做出的重大战略决策，为我国电力系统发展指明了科学方向、明确了行动纲领、提供了根本遵循，具有重要意义。

关键词：电力；系统建设；智能化

近年来，随着大数据、人工智能、移动互联、边缘计算、边云协同、数字孪生、知识图谱等技术的迅速发展，为解决上述关于电力设备现有管理模式存在的缺陷提供了新的思路。为此，本文首先从电力设备健康管理和智能运维的基本特征出发，阐述了电力设备的数字化和智能化转型及电力设备的健康管理和智能运维发展新需求。然后以此为基础提出了新的电力设备健康管理模式和智能运维框架，该模式通过结合云边协同、数字孪生、知识图谱等技术实现了电力设备健康状态的智能感知、智能分析、预先告警和保护等功能。

1 新型电力系统介绍与构建意义

随着新一代信息技术的飞速发展,大数据、云计算、物联网和人工智能等技术广泛应用于电力系统,推动着电力系统管理模式和业务流程的持续重塑与升级。电力行业正加速迈向数字化时代,电力系统智能化正成为重要发展方向。信息技术的蓬勃发展为电力系统智能化奠定了坚实基础。电力企业积极应用新技术改造业务流程和管理模式,实现管理 dat 化、自动化和智能化,大大提高工作效率和系统灵活性。与此同时,能源互联网理念的提出,要求构建集发展生产、传输利用于一体的新型电力系统,电力系统智能化成为实现这一目标的重要手段。

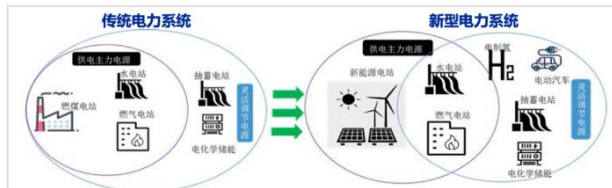


图1 新型电力系统

一是装机和电量的主体逐步成为新能源；二是终端能源消费的电气化；三是高效开发利用新能源并实现负荷友好接入；四是系统运行机理发生深刻变化。未来构建成型新型电力系统，是对传统电力系统的跨越升级，可以从多维度来认识。“十四五”现代能源体系规划中明确提出，推动构建新型电力系统，加快能源绿色低碳转型，由此可见构建新型电力系统意义重大。高比例新能源发展是新型电力系统重要的建设方向，有助于加速满

足人民对绿色能源的迫切需求，助力构建高质量的经济发展新格局。新型电力系统的构建能够顺应全球能源技术进步的潮流，是我国电力系统升级转型的必然要求，有助于驱动电力科技创新，解放发展电力生产力。“双碳”目标的提出是我国贯彻新发展理念的重要举措，新型电力系统的构建有助于我国快速迈入脱碳轨道，尽早实现低碳化发展。近年来，智能化、数字化电力电子技术广泛发展和应用，能源互联网理念不断升级深化，电力系统技术形态持续改革，新型电力系统的构建有助于电力行业主动适应变化、迎接冲击，加快高质量发展，在全球行业竞争中占领制高点。目前我国正处在社会发展的快车道，能源需求量大，能源要求质量高，新型电力系统的构建有助于保障全国能源供应，推动“双碳”目标如期实现。

2 新型电力系统概述

智能化技术包括电子信息、信息处理和智能控制等，应用于电力系统电气自动化工程，可为系统提供智能化使用功能，实现智能过程控制。此外，智能化技术可以节省电力系统工程人力资源，同时提高电气工程的使用效率。与以往的电气控制方式相比，智能化技术在电力系统中的优势体现在适用性和智能化方面。智能化技术理论涉及多个学科，并且使用功能复杂，通常在电力系统引入智能化技术前，相关专业技术人员会制定具体的实施方法并进行测试，以确保在电网运行中充分利用智能化技术。与传统电力系统相比，不仅节省了人力和物力资源，还有效提高了电力系统运行的经济效益。

发电侧新能源比重逐年增加，发电形式由以往多种能源的简单叠加逐渐演化为基于复杂多能流网络协同的多能源互补模式。在电网侧，电网的主要形态呈现主电网与微电网的协同发展，交流电网、直流电网和交直流混合电网并存，变电站和储能电站、新能源发电模块、负荷模块、数据中心等深度融合的特征，其中设备端出现以电力电子为主的新型电力设备，输电线路的传输方式由单一的交直流传输演变为多种传输模式。而在负荷侧，对于能源的需求呈现多元化、多应用场景融和的新

形态，这对未来减少电网投资、促进电网灵活消纳新能源、解决新能源接入带来的随机波动性具有重要意义。随着以新能源为主的新型电力系统的建设与发展，其表现出清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好和开放互动等特点，但也面临着新的挑战，如电力设备智能运维呈现新形态、新型电力设备的复杂特性缺乏实践分析、设备状态信息多源化等。

以光伏发电为例，具体表现为下表 1。

表 1 光伏发电

序号	内容
1	缺少直观反映电站运行状态的数据指标，致使电站运维工作无法客观评定
2	传统的电力监控软件，无法满足光伏发电特殊的生产要求，设备故障频发，安全隐患较多
3	电站运维人员缺少专业知识，日常管理不科学，不规范等

针对上述新型电力系统呈现的新模态，以人工智能、大数据分析等技术为依托的智慧化运维新模式，对实现设备故障智能预警诊断、故障定位、健康监测、状态评估，促进系统安全、可靠和高效运行等具有重要意义。因此，探究新型电力系统复杂运行条件下电力设备稳定健康发展的新机制，促进电力设备数字化和智能化转型迫在眉睫。

3 支撑新型电力系统建设的电力智能化发展路径

3.1 提升信通智慧运营能力

运行监控全景化。通过基础设施及硬件设备运行状态、系统资源使用情况、业务运营数据、用户感知指标等数据的实时采集，面向不同视角全景展示可视化内容，实现公司运管范围内信息通信系统及网络安全的运行态势全面感知、故障精准定位与应急一键处置。提升态势监控深度广度，提高静态数据更新频度，增强监控系统智能水平。运营维护自动化。通过各类运维工具的整合复用，实现关键运行信息、配置信息、漏洞缺陷等数据的收集、挖掘、共享，实现日常巡检、基线检查、配置管理、备份管理等运维作业的自动执行和线上管控，运营维护从平台化、数据化向自动化、智能化方向演进。加强运行维护自动化水平，提高资源维护信息化水平，提升决策分析智能化水平。客户服务智慧化。新型电力系统中，信息通信面对的客户服务质量需求种类繁多，需整合、规范信息通信客户服务窗口，贯通业务流程，深入推进人工智能技术的应用，提升用户获得感。丰富客服入口渠道，强化客户信息管理，深入挖掘客服数据，结合机器学习及大数据技术，将用户常见问题总结形成知识库，提升客服业务智能水平。

3.2 电力设备维护策略

电力设备的维修策略主要分为事后维修、预防性定期检修、预测性维护等。事后维修是针对设备发生故障以后的维修，由于故障会对其性能造成一定的冲击损害，所以这种维修方式在一定程度上会降低系统运行的可靠性。预防性定期检修是通过人为制定检修计划的一种维护方式，这种维护方法主观性强且过于理想化，因此会造成过修或欠修的问题，影响系统整体的维护效率。而基于状态信息的预测性维护方式的出现，为解决事后维修和定期检修提供了便利，因此得到了广泛的关注。现有关于设备维修方案的制定主要基于设备的状态信息，通过分析设备的可靠性、预测设备的故障率或剩余寿命等来判断是否维修，然后在考虑维修费用或风险的基础上优化维修策略。但对于多设备复杂系统的维修，设备之间或设备故障之间存在一定的耦合关联特性，同时存在维修优先级的确定和维修资源冲突等问题。因此，研究设备之间故障的关联关系，研究动态维修资源优化调度方法，探究综合考虑设备相关性（包括经济相关性、结构相关性、失效相关性、各设备退化量之间相关性等）、退化-冲击竞争失效、可靠性、可用度、维修费用等多属性决策的系统动态组合维护策略是今后电力维修领域的研究重点。

结束语

综上所述，实现碳达峰、碳中和目标，任重而道远，构建以新能源为主体的新型电力系统是必然要求，这是一项复杂的大型系统工程，需要发、输、配、用、储全产业链条的大力投入。我国电力系统在未来会有历史性改变，能源行业的高质量发展终会实现。本文通过分析构建新型电力系统过程中源网荷三侧面临的挑战，提出了电源侧加强协调优化、电网侧创新结构形态及负荷侧提升电力弹性的相关构建路径与建议，以期能为“双碳”目标的早日实现提供理论基础。

参考文献：

[1]施俊,陈友宏,李泽鹏,李健生.输电线路智能化建设实现路径[J].电工技术,2020(14):115-116.
 [2]赵九洲,于天雷.面向节能降耗的智能化电力自动控制技术[J].电气技术与经济,2020(03):16-18.
 [3]聂晨浩.试论电气工程及其自动化的智能化技术应用[J].冶金管理,2020(09):58+60.
 [4]张汉君.现代电力系统自动化技术探讨[J].科技创新导报,2019,16(34):46-47.
 [5]陈艳芬.网络技术在电力信息通信中的应用[J].湖北农机化,2019(17):77.