

Editorial

智能电网和能源互联网专题主编寄语

余贻鑫

Key Laboratory of Smart Grid of Ministry of Education, Tianjin University, Tianjin 300072, China



近年来, 电网面临诸多挑战, 其中包括实现低碳排放、保障国家能源安全, 以及数字化社会对供电可靠性、韧性、电能质量和效率的严格要求等。为此, 有关学者对智能电网的发展和实践进行了许多研究。智能电网最本质的技术特点是电力和信息的双向流动性, 并

由此建立起一个高度自动化和广泛分布的能量交换网络; 把分布式计算、通信和互联网的优势引入电网, 实现信息实时交换和达到设备层次上近乎瞬时的供需平衡。灵活的网络拓扑和集成的能源与通信基础设施、广泛的分布式电源、分布式智能基础设施及信息的实时交换与高度共享是智能电网的4个关键特征。为实现智能电网的功能, 需要通过创新催生新的技术和商业模式。

本专题收录了有望极大促进智能电网发展的最新研究成果, 总计收录6篇文章, 包括1篇综述、1篇专题文章和4篇研究性论文, 分别由来自英国、中国、美国、澳大利亚、加拿大和巴基斯坦的专家撰写。

为了充分发挥可再生能源的潜力、适应技术创新、培育新兴的产消者以及实现对纳米电网、迷你电网和微电网的无缝衔接, 电网需要像互联网一样智能。受互联网智能的实现方式启发, 文章《像互联网一样智能的电网》提出了一种新型分布式运营模式及其分层的网络结构和运营架构, 该分层的网络结构和运营架构不仅适用

于智能电网, 也同样适用于未来的能源互联网。

为了增强智能电网的态势感知能力、可靠性、韧性和经济性, 亟需开发先进的运行和规划方法。文章《与运行状态无关的电力系统安全域的理论和方法概述》系统综述了定义在功率注入空间和临界割集功率空间上的综合安全域, 通过11个命题及相应注释介绍了电力系统安全域的基本概念、构成、动力学性质、拓扑学与几何学特征。在功率注入空间上, 在工程实际所关心的范围内, 安全域的边界可用一个或少数几个超平面的并集表示。基于该特征, 电力系统概率安全性评估(风险分析)和输配电网安全约束优化问题的计算量可以按数量级减少。

分布式发电是未来电力和能源的发展趋势。可再生能源独立运行(stand-alone operation)是其运行模式之一。文章《基于Jaya学习的独立光伏、风机和电池系统的最佳容量优化》提出了一种能有效求解独立光伏、风机和电池系统最佳容量配置的优化算法, 从而实现以最小年成本满足用户负荷需求的目标。

为了维持电力系统的功率平衡和提高电能利用率, 需要需求响应及其相关市场。考虑到广泛分布在智能电网边缘的小型用户拥有分布式资源, 以及本地电力市场兴起与发展所面临的机遇, 文章《使用IEEE 2030.5标准在电网边缘进行可交易需求响应操作》提出了一种兼顾用户隐私的居民用户需求响应交互方案, 该方案允许用户自行选择其响应的水平并通过激励措施最大化用户的参与度。文章《端到端能源交易现状分析与展望》总

结分析了全球范围内端到端（peer-to-peer, P2P）能源交易的发展现状，在P2P能源交易的框架下拥有分布式资源的用户能够直接进行能源交易和共享。

人工智能与大数据在电网中的应用不断涌现，推动了智能电网的发展。文章《智能电网状态估计中用于提高数据完整性的超分辨率感知技术》提出一种基于机器学习的新方法，从低频数据中恢复高频数据来提高数据完整性。该方法可应用于高频状态估计，从而增强对系统运行状态的感知能力。

智能电网将像互联网那样改变人们的生活和工作方式。回顾一下互联网的发展历史就会明白：由于智能电网需要持续的研发和颠覆性的技术突破，所以其实现会是一个较为漫长的过渡和多种技术长期共存的过程。短期内可以着眼于实现一个较为智能的电网，即利用已有的或即将可配置的技术使目前的电网更有效，提高供电质量并创造较大的社会效益（如环境改善）。

本专题刊出的成果使我深受启发，在此向各位作者、审稿人、编委会以及编辑部表示感谢！