

《计算机研究与发展》能源互联网专刊前言

能源可持续发展是人类面临的共同难题，传统化石能源消耗殆尽，除水力资源作为清洁的可再生能源被广泛用于发电之外，其他具有较大利用潜力的可再生能源，如太阳能、风能等都具有间歇性和不稳定性特点，至今尚未充分加以利用。此外，中国现有的能源生产和利用结构具有资源逆向分布、利用效率低下、集中式电网调节能力有限等特点，因此，2014年我国明确提出了能源生产与消费革命的长期战略。同时，国际上提出第三次工业革命是能源与信息技术碰撞的结果，以能源互联网为主要标志，都是希望找到能源可持续发展的现实意义下的可行途径。

借鉴信息互联网技术的理念、方法，可实现能源生产、传输到消费的开放对等和双向动态平衡，构建未来信息与能源深度融合的能源互联网是践行我国能源革命和国际第三次工业革命的重要方面。在能源互联网构建的能源体系中，能源与信息互联网中的信息类似，任何合法主体都能够自由接入和分享能量。从计算机技术角度看，通过信息能源深度融合，可实现信息主导、精准控制的能源体系，这些方面的研究亟需开展。

《计算机研究与发展》适时推出了能源互联网专题，在征文发出之后，得到同行的广泛关注。通过专题公开征文以及约稿征得74篇高质量的投稿，这些论文分别在多个研究方向上阐述了能源互联网领域具有重要意义的研究成果，展示这个领域近年来的热点及研究现状。本专题的审稿严格按照期刊审稿要求进行，最终从中遴选出7篇论文入选本专题，分别涵盖了能源互联网在能量交换、信息通信、能量管理和市场交易等方面的研究内容。

能源互联网自下而上构建开放互联、对等分享的能源基础设施，首先体现在能量交换层面，多能互补和能量路由是其中的典型特征。张树卿等作者在论文“多能微网阶段化多模式混合仿真关键技术综述”中提出现有热力、电力等能源系统的计算方法和仿真手段分别针对一种独立能源系统，不能满足多种不同能源耦合和交互机理、多能系统组网运行及控制特性的计算分析需求。文章针对性地提出了阶段化、多模式混合仿真思想，概括了其中的关键技术，以期充分利用现有能源设备—系统仿真模型和算法基础，建立适用于多能源系统动态、暂态仿真分析技术，并以典型的冷热电联供为例说明阶段化多模式混合仿真技术在多能系统中的应用。杨刚等作者在论文“基于链式路由网络的能源接入管理策略研究”借鉴互联网中链式路由网络结构，设计了由多个能源路由器链接组成的链式路由网络，实现能量的区块化划分，同时提出边缘扩散的路由控制实现策略，以个体路由器为决策中心，进行分散临近式的功率不平衡的传递，最终实现互联网式的能量路由与管理。

能源互联网中能源信息基础设施的一体化趋势明显。基于物联网、云计算和大数据分析等先进通信信息技术的支撑，能源互联网对数据的采集、传输、处理、决策、控制等方面提出了新的要求，其中最重要的就是数据中心和通信基础设施。孙春蕾等作者在论文“能源互联网下基于多源供能及储能调度的数据中心能效优化研究”中指出能源互联网中尤其是大型的工业用户通常具备一定的储能能力和智能化能源管理能力。文章建立了有储能系统下的数据中心多源能源选择模型，并与无储能时序调度策略时的系统性能做了对比，一定程度上可以降低数据中心的日能源成本，同时提高清洁能源利用率。陈智雨等作者在论文“面向能源互联网的电力量子保密通信系统性能评估”中考虑到电网环境的复杂性和电力通信传输损耗的多样性，提出电力量子保密通信系统性能评估的架构图，最后通过仿真实验验证了该技术在电力通信领域应用的可行性及安全性，有效的支撑能源互联网的发展。

能源互联网核心业务是能量管理和调度，在此基础上实现态势感知等高级应用，其核心是保证能源互联网的安全可靠运行。王娟娟等作者在论文“基于多智能体混合调度的电网自愈系统”中提出一种基于多智能体的混合实时调度模型和求解方法，在电网自愈过程中加入了故障链和安全树，并增加了截止期约束条件，确保电网能及时得出修复故障安全的操作序列，减少后继可能发生的故障。田建伟等作者在论文“基于威胁传播的多节点网络安全态势量化评估方法”中提出能源互联网网络节点的概念和相关定义，并利用图理论进行建模；其次提出基于威胁传播概率的安全态势量化方法，计算网络节点安全态势，并提出多节点网络的权重计算方法，进而评估整个网络的融合安全态势；最后提出一种基于最简威胁图的安全态势改进方法，计算需要开展安全加固的网络边界。

在能源互联网业务应用之上，还需要构建能源市场和交易系统，实现价值层面的整合。结合区块链的去中心化、自主对等、难以更改的技术特征，构建基于区块链的数据安全共享网络体系，王继业等作者在论文“基于区块链的数据安全共享网络体系研究”中提出的网络体系主要包括去集中化数据统一命名技术及服务、授权数据分布式高效存储和支持自主对等的的数据高效分发协议。文章设计了开放式数据索引命名结构，含一级基础 ODIN 和多级扩展 ODIN，且阐述了开放数据索引命名运行机制。其次，基于 ODIN 技术，文章设计了基于 ODIN 的去中心化 DNS 的域名协议模块，为数据间 P2P 安全可信共享奠定基础。

能源互联网涉及的领域非常多，本身又在不断发展过程中。本专题仅仅找到几个有代表性的关键理论和技术点进行了尝试性的深入研究，并不能概况能源互联网的方方面面。随着能源互联网实践的不断深入，相信对基础研究的需求将更加迫切，而本专题的意义和作用将会逐渐得到放大和显示。最后，衷心感谢各位作者、审稿专家和编辑部的辛勤工作，使得本专题得以顺利出版。

王继业（国家电网公司）

曹军威（清华大学）

盛万兴（中国电力科学研究院）

2017年3月12日