

## 多能协同综合能源系统专辑

# 特约主编寄语

广义的能源系统包括电力、供热、供冷、天然气、电气化交通等多个子系统,而现阶段这些子系统隶属于不同部门或企业来进行管理、规划、运行与运营,能源系统之间存在固有藩篱,互联互通有限。这种相对割裂的状态造成了许多能源设施的重复建设和浪费,无法充分发挥协同潜力,抑制了能源使用效率的提高与可再生能源的消纳,甚至可能造成能源体系中的薄弱环节,影响能源生产与使用的安全性。

开放互联是能源互联网的核心理念,而多能协同正是体现能源互联网开放互联的关键特征之一。多能协同是指能源系统中的电、热、冷、气、交通等各子系统在生产、传输、转化与利用等各个环节实现互补与优化。具有多能协同特征的综合能源系统是目前能源互联网发展的重要形态,通过冷、热、电、气等多能流综合规划、协调控制、智能调度与多元互动,能够显著提高能源综合利用效率与分布式可再生能源就地消纳能力。

针对这一热点问题,《电力自动化设备》邀请我们共同组织了“多能协同综合能源系统”专辑,收到了来自学术界和工业界的数十篇饱含真知灼见的投稿。最终本次专辑共收录了 37 篇论文,主要从以下几个方面展开。

### ◆ 综述与展望

山东理工大学的彭克博士、徐丙垠教授等综述了国内外多能协同综合能源系统示范工程现状;河海大学的鞠平教授等综述了综合能源电力系统的建模难点,提出了在线

分布互联的新建模思路;四川大学的洪居华、刘俊勇教授等对城市能源互联网的设备形态、系统规划、运行控制、商业模式与协同发展进行了展望;上海交通大学的周晓倩、艾芊教授等对含冷热电联供的微网优化调度策略进行了综述。

### ◆ 建模与分析

华南理工大学的葛海麟、陈皓勇教授等提出能量网络理论,并在此基础上分析了分布式供能系统的能量传输过程;河海大学的卫志农教授等提出了电-气互联综合能源系统多时段暂态能量流仿真方法;四川大学的闫占新、刘俊勇教授等提出了风能等效转化利用模型,并进行了效益分析;清华大学的夏天、郭庆来副教授、孙宏斌教授等提出了基于 PSASP 商业软件实现电热耦合能源系统潮流计算的方法;河海大学的孙娟、卫志农教授等提出了计及 P2H 的电-热互联综合能源系统概率能量流分析方法;浙江大学的何仲潇、董树锋副教授等提出了考虑多能协同的工厂综合需求侧响应模型。

### ◆ 规划与评价

华南理工大学的管霖教授等提出了基于集中质-量调节的综合能源系统供能管网管径优化设计方法;中国农业大学的白牧可、唐巍教授等提出了基于热网-电网综合潮流的用户侧微型能源站及接入网络优化规划方法;上海交通大学的陈东文、李勇副教授等提出了用于削减工业园区用电功率峰值

的蓄冷空调系统的规划建模与优化方法;浙江大学的崔鹏程、文福拴教授等研究了计及综合需求侧响应的能量枢纽优化配置方法;东北电力大学的杜琳、陈厚合教授等提出了计及电转气规划的综合能源系统运行多指标评价方法;清华大学的薛屹洵、郭庆来副教授、孙宏斌教授等提出了面向多能协同园区的能源综合利用效率指标;天津大学的董晓红、穆云飞副教授、贾宏杰教授等提出了考虑配网潮流约束的高速公路快速充电站启发式校正规划方法;清华大学的路晓敏、陈磊副教授等研究了电热综合能源系统框架下蒙西电网的电源容量最优配比问题。

### ◆ 运行与控制

清华-伯克利深圳学院的于婧、孙宏斌教授等提出了考虑储热装置的风电-热电机组联合优化运行策略;上海交通大学的施金晓、邵能灵教授等提出了计及需求侧管理的热泵-储能型微网能量优化策略;武汉大学的徐业琰、廖清芬副教授、刘涤尘教授等提出了考虑用户互补聚合响应与热能传输延时的综合能源园区优化调度方法;天津大学的魏炜副教授等研究了基于热网互联的电力系统灵活性调度问题;上海交通大学的郝然、艾芊教授等提出了基于能源集线器的区域综合能源系统分层优化调度方法;武汉大学的王琪鑫、刘涤尘教授等研究了计及用户行为分析的多能协同综合能源系统供需双侧综合优化问题;上海交通大学的陈东文、李勇副教授等提出了利用蓄冷技术实现削峰优化控制的方法;天津大学的刘洪副教授等提出了基于改进 CPSO 算法的区域电热综合能源系统经济调度方法;上海交通大学的施金晓、邵能灵教授等提出了计及群控电热泵的微网联络线功率平滑策略;华北电力大学的胡浩、张建华教授等提出基于 CVaR 理论的综合能源系统经济优化调度方法;华北电力大学的曾鸣教授等提出了基于 Tent 映射混沌优化 NSGA-II 算法的综合能源系统多目标协同优化运行方法;浙江大学的齐峰、文福拴教授等提出了计及电动汽车车主意愿的集成光热充电站优化运行策略;大连理工大学的

吕泉副教授等研究了风热冲突下的热电厂供热问题;全球能源互联网研究院的陆晶晶博士等研究了适用于多能协同运行的 MMC 型三端主动电力调节系统;山东理工大学的赵日浩、徐丙垠教授等提出了综合能源系统分层分布式协调控制方法。

### ◆ 示范与应用

上海交通大学的姜子卿、艾芊教授等设计了考虑冷热电多能互补的工业园区互动机制;上海电力学院的王乾、清华大学的孙宏斌教授等介绍分析了一个工业园区多能直供运营模式案例;广州供电局的甘霖、刘育权等介绍了含可再生能源的微网冷-热-电多能流协同优化案例;清华大学的程林副教授等介绍了基于多能互补的综合能源系统多场景规划案例。

多能协同的综合能源系统是传统电力系统研究外延的不断扩展,也是未来电气及能源领域的重要发展方向,这方面的研究方兴未艾,远未成熟,现有研究难免有局限之处,也势必存在大量的学术争鸣与思维碰撞。由于篇幅、主题以及稿件处理周期的限制,部分高水平投稿论文未能完全涵盖于本专辑中,希望能够得到所有为本专辑撰稿的作者和广大读者的理解。

衷心感谢众多专家学者的大力支持,将您的最新研究成果慷慨贡献于本专辑。感谢《电力自动化设备》编辑部为本专辑的选题、策划、组织和出版所做的大量而细致的工作。同时,还要感谢本专辑的各位特约评审专家,正是他们求实的科学态度和无私的奉献精神保证了本专辑的高质量出版。

清华大学电机系

广州供电局有限公司

2017年5月25日