

“面向高比例新能源电力系统的储能规划、调控与运营技术”专辑

特约主编寄语

储能可以弥补新能源在随机波动性方面的先天缺陷,从根本上破解高比例新能源消纳的难题,被认为是支撑以新能源为主体的新型电力系统建设、实现碳达峰与碳中和最核心的物理手段。目前,世界各国已掀起建设储能的热潮,我国也相继出台了多项政策,推动储能的快速发展,特别是2017年由五部委联合发布的《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》,明确了储能在我国现代能源产业体系中的战略地位。然而从总体上看,储能仍远滞后于新能源的发展,这也在一定程度上制约了新型电力系统的建设进程。

为了探讨新形势下储能的规划、调度、控制、运营等技术,进一步推动该领域的深入研究,《电力自动化设备》邀请我们共同策划组织了“面向高比例新能源电力系统的储能规划、调控与运营技术”专辑。自专辑征稿启事发出后,得到了学术界和产业界的积极响应,共收到百余篇饱含真知灼见的稿件。经编辑部组织专家进行严格评审,最终确定将33篇论文收入本专辑,涵盖了储能的规划、运营、控制、评估等方面的内容。

◆ 储能规划

青海大学的梅生伟教授、陈来军教授等针对风电场出力以及氢储能系统内部热能供需平衡的不确定性问题,提出了基于数据驱动的风-氢混合系统容量优化配置方法;华中科技大学的苗世洪教授等建立了考虑大规模风电接入的电力系统混合储能容量优化配置模型,不仅可以平抑可再生能源出力波动,还可以提高系统的运行灵活性及可靠性;华东交通大学的孙惠娟副教授、彭春华教授等采用并行多目标正弦微分进化算法对风储联合系统优化配置问题进行求解,可以有效提高分布式风电就地消纳率水平和风储联合投资商的净收益;河海大学的朱瑛副教授、卫志农教授等针对风储联合调频的经济性问题,提出了考虑电网与风机惯性的风储联合系统优化

配置策略;东北电力大学的刘洪波教授等分析了储能系统调频的动态过程及调节性能,提出了满足电网频率支撑需求的容量及惯量配置方法;三峡大学的李咸善教授等提出了多微电网共享储能的多目标优化配置模型,可以实现共享储能用户和运营商的双赢;中国农业大学的牛焕娜副教授等提出了考虑辅助服务费用的灵活型资源优化配置方法,可以提高配电网的灵活性;东北电力大学的孙亮副教授等从经济、能耗和碳排放的角度建立了含相变储能的冷热电联供型微网多目标优化配置模型,在有效降低系统能耗的同时,显著减少了碳排放;华北电力大学的栗然教授等基于共享电动汽车的租赁规律以及功率、时间等充电数据,建立了一个多目标优化规划模型,为共享电动汽车混合充换电站的规划建设提供了一种新思路。

◆ 储能运营

华南理工大学的朱建全副教授等提出了计及循环寿命的储能配置与运营两阶段优化策略,可以完整地反映储能在全寿命周期内的成本及效益变化情况;华中科技大学的方家琨教授、文劲宇教授、艾小猛副教授等考虑数据负荷调度、服务器休眠、多种类型储能协调运行等因素,建立了数据中心的实时能量管理模型;上海交通大学的严正教授、徐潇源助理教授等提出了一种基于深度强化学习的光储充电站优化运行方法,可以有效应对光伏发电、电动汽车充电负荷以及电价等的不确定性;大连理工大学的袁铁江教授等建立了包含光伏、氢燃料电池、热电联产机组的氢能综合能源系统运行优化模型,对降低运行成本、提高氢能综合能源系统的运行可靠性具有积极作用;华北电力大学的朱永强副教授等将电转氢和燃料电池相结合,构建了电热微网的日前经济协调调度模型;东北电力大学的周军教授、张虹副教授等提出了一种以点对点电能共享为核

心的智能楼宇群能量管理模型,可以有效降低楼宇群对外部能源的依赖;安徽理工大学的梁喆副教授等建立了矿山综合能源系统的协调优化调度模型,并进一步分析了不同储能模式下电转气和混合电储能设备之间的互补协调能力;合肥工业大学的杨贺钧副教授等建立了考虑多重分时电价的储能系统效益潜力评估模型,并提出了基于压缩因子自修正的改进粒子群优化算法对其进行求解;浙江大学的杨莉副教授、林振智教授等设计了一种计及分布式储能和火电机组偏好的联合调频分散交易机制,可以有效节省交易成本,实现社会总福利最大化。

◆ 储能控制

天津大学的张芳副研究员等提出了一种适用于高电压、大功率等级的大储能容量超导磁储能系统的拓扑结构及控制策略;昆明理工大学的刘红锐副教授等针对传统电容式串行均衡器效率低和响应速度慢的问题,提出了一种双超级电容倍压式串联蓄电池系统并行均衡器;东北电力大学的李军徽教授、李翠萍副教授等提出了一种基于超前控制和模糊控制的风电场群储能系统优化控制策略,改善了风电场群的弃风状况;华北电力大学的王彤副教授等针对储能型虚拟同步发电机对风电出力适应性不足的问题,提出了一种新的自适应协调阻尼控制策略;燕山大学的顾和荣教授等提出了一种基于储能型准Z源逆变器有功功率增量控制的故障穿越控制策略,增强了分布式发电适应短时故障负荷潮流的能力和对网侧电压的支撑能力;华北电力大学的朱晓荣副教授等提出了一种基于模型预测控制算法的多风储直流微电网分布式电压二次控制策略,可以实现对直流母线电压动态响应的滚动优化;上海电力大学的王育飞教授、薛花副教授、米阳教授等提出了一种计及荷电状态的电池储能系统一次调频控制策略,能够自适应控制电池储能系统的出力,提升一次调频效果;华北电力大学的张海波教授等提出了计及储能荷电状态恢复的孤岛直流外送自动发电控制模型预测控制方法,在具有通信延时的情况下仍可有效控制电网频率。

◆ 储能评估

西南交通大学的廖凯副教授等针对锂电池

实际放电时数据不完整的问题,提出了一种基于随机片段数据的锂电池状态估计方法,可以获得锂电池的剩余放电时间等状态信息;华北电力大学的梁海峰副教授等提出了一种考虑多种寿命衰退特征与数据时序性的锂离子电池剩余使用寿命预测模型;上海电力大学的赵健副教授等基于荷储动态特性时序降维分析对配电网的剩余供电能力进行了评估;大连理工大学的袁铁江教授等设计了富裕风电制氢支撑的风-火耦合多能系统的总体结构,并考虑经济性、能源利用率、“双碳”目标等影响,提出了风-火耦合多能系统的多尺度评价指标;华中科技大学的苗世洪教授等提出了多类型储能系统运行状态评价指标体系,可以反映储能系统关键设备的运行状态,并筛选出需要进行检修的设备;浙江大学的林振智教授、杨莉副教授等设计了面向新能源消纳场景的共享储能综合评价指标体系,能够有效反映共享储能的运营状况、存在的问题及其变化趋势;昆明理工大学的刘亚锦博士、刘志坚教授等提出了一种以储能全寿命周期净收益、动态投资回收期、投资回报率为指标的储能投资评估方法,有利于降低工业用户的初期投资成本和用电成本。

由于篇幅、主题以及稿件处理周期等限制,本专辑收入的论文只是储能规划、运营、控制、评估等领域的一个缩影。期望广大读者能够从中获得启发,推动储能技术研究与应用的发展。遗憾的是,部分高水平稿件未能收入本专辑中,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。

衷心感谢各位专家学者对本专辑的大力支持;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工作;感谢本专辑的各位评审专家的客观、公正评审。最后,衷心希望储能规划、运营、控制、评估等领域的研究能引发学术界与工业界更广泛的关注和讨论,通过学术争鸣与思维碰撞,开创我国储能事业的新局面。

梅生伟 陈来军 朱建全

2021年9月24日