

电力电子化综合能源电力系统运行控制

贾宏杰, 何晋伟, 肖 迁

(天津大学电气自动化与信息工程学院, 天津 300072)

面对能源危机和环境问题的挑战,为促进节能减排,早日实现“碳达峰”和“碳中和”的双碳目标,现代电力系统迫切地需要创新与变革。近年来,新型电力电子变换装备在新能源发电、柔性交直流输配电、分布式电源与储能等领域取得了广泛的应用,使得传统能源电力系统的灵活性、可控性逐步增强,多种能源系统耦合性和互动性显著提升。另一方面,电力电子化的综合能源电力系统也出现了建模困难、控制复杂度增大等诸多亟待解决的关键问题。

为展示该领域的新进展和发展趋势,共享最新学术研究和科技成果,《天津大学学报(自然科学与工程技术版)》组织了“电力电子化综合能源电力系统运行控制”专题,最终确定将 12 篇论文收入本专题,内容涵盖综合系统优化、发电及输电控制、配用电电网运行、分布式电源与储能及多电平功率变换等领域。

在综合能源系统优化方面,天津大学贾宏杰教授团队针对面向电力系统需求的流程工业用电灵活性指标、评估方法及其调控手段等进行综述,并提出相应的总结及展望;山东大学孙波副教授团队基于经济、能源、环境 3 方面的系统性能评价指标提出一种新能源冷热电联供系统的优化设计方法。

在发电以及输电控制方面,西南交通大学廖凯副教授团队针对风电场内有功输出的不确定性以及无功调节装置间响应时间的差异导致的系统电压控制难题,提出一种基于鲁棒优化的风电场分层电压无功优化控制策略;北京交通大学许寅教授团队针对水电高占比的水光互补发电系统中的超低频振荡问题,提出新型振荡抑制控制方法,实现不同出力比例情况下的超低频振荡抑制;中国科学院电工研究所李耀华研究员团队针对海上风电场高压直流输电系统提出一种大陆端换流站采用直流电流控制、离岸端换流站选取交流侧电压控制的控制策略。

在配用电电网运行方面,天津大学葛磊蛟副教授团队针对商业和居民混合的配电网负荷预测影响因素多样和随机性强的特点,提出一种基于灰狼郊狼混合优化算法和长短时记忆网络相结合的短期电力负荷预测方法,提升了负荷预测的精度以及运行效率;东南大学洪芦诚副教授团队针对变压器耦合逆变器中负实部虚拟阻抗诱发系统失稳问题,提出了一种虚拟阻抗重塑的方法,并对传统电网电压全前馈控制策略进行了修正,保证电网有效抑制 LCL 滤波器的谐振峰,从而避免系统面临的失稳风险;西南交通大学杨建维副教授团队针对直流微电网中传统协调控制方法在不同状态运行时会造成电压偏差的问题,提出一种基于双层电压信号的光储燃直流微电网分层协调控制策略,保证直流微电网母线电压稳定。

在分布式电源与储能方面,长沙理工大学姜飞副教授团队针对分布式光伏的大规模接入后非常规潮流带来的电压越限问题,提出了一种基于动态一致性算法的光伏-储能分布式协调电压控制策略,有效抑制了电压越限;天津大学何晋伟教授团队为提高分布式电源在电网电压发生畸变时的电能质量,提出一种基于加权电流无差拍控制的新型电能质量控制方法,保证并网电流不会受谐波电压的影响;

在多电平功率变换方面,哈尔滨工业大学纪延超教授团队及天津大学贾宏杰教授、肖迁博士团队针对模块化多电平换流器(MMC)传统控制方法功率跟踪精度差、动态响应速度慢等问题,提出一种基于反馈线性化的直接功率控制方法;内蒙古工业大学杨炳元教授团队分析了基于 MMC 的交直流混联电网场景下短路故障特征,并提出一种无需换流站间通信的交直流故障穿越协调控制方案。

专题在筹备和执行过程中,得到国内外专家的积极响应,在此表示由衷的感谢。希望本专题的出版能够为关心和从事相关研究工作的专家学者提供参考,以促进我国电力电子化综合能源电力系统领域研究的核心理论创新、关键技术发展和工程实践推广。