

·特约主编专题·



本期特约主编 | 郭小江,男,博导,正高级工程师,国家科技创新领军人才,国资委全国中央企业顶尖战略领军人才,享受国务院特殊津贴,中国华能集团首席科学家,IEC国际标准促进中心(南京)首席专家,中国电机工程学会海上风电专委会副主任委员/秘书长。长期从事新能源发电与并网、新型电力系统稳定与控制研究。牵头承担70余项国家及省部级重大科技项目,其中主持国家重点研发计划项目2项(项目首席)。累计授权/受理国家发明专利263项,出版专著2部,发表论文50余篇,牵头/参编国际标准、国家标准、行业及团体标准14项。获国家科技进步二等奖1项、省部级科技进步奖13项(一等奖6项),获中国电力科技杰出贡献奖。

海上风电新型汇集并网关键技术

海上风电具有不受土地空间限制、风能资源丰富、利用小时数高、靠近沿海负荷集中区域等优势,是构建新型电力系统、实现“双碳”目标的重要举措。近年来,海上风电向更深水域、更大规模、更高效率的方向发展。面对海上风电系统的高度电力电子化特征,直流、交流和分频交流等多种输送方式,以及主动支撑电网的运行需求,亟须开展海上风电并网系统振荡抑制及稳定性提升、海上风电柔直并网系统关键技术、海上风电并网频率/电压支撑技术、海上风机控制技术的研究,保障海上风电系统的可靠运行,提升海上风电的消纳能力。

本期专题中,华南理工大学朱继忠、肖鹏飞等对海上风电并网运行优化调度进行全面综述。进而,在海上风电并网系统振荡抑制及稳定性提升方面,四川大学袁国富、杜文娟等针对风机出力变化条件下永磁同步发电机构成的大规模并网风电场在直流电压时间尺度下的小干扰稳定问题,推导风电场稳定性判据并计算稳定概率;新疆大学余欣同、武家辉等针对直驱风机与弱交流电网之间产生的宽频振荡问题,提出网侧换流器内改进自抗扰抑制策略;南京南瑞继保电气有限公司杨志强、王仙荣等针对海上风电经柔性直流送出系统存在的潜在中频振荡风险,以国内首个海上风电柔直工程——如东工程为研究对象,提出基于虚拟阻尼的中频振荡抑制策略。

在海上风电柔直并网系统关键技术方面,华北电力大学程文静、卢铁兵等建立集电系统和柔性直流输电系统的电磁暂态模型,分析集电系统内部并网、甩负荷和三相接地短路故障3种典型工况下的过电压特征;合肥工业大学向念文、程海龙等针对模块化多电平矩阵换流器(M3C)构建的海上风电经柔性低频输电送出系统,发生工频网侧故障后存在的功率盈余和系统失稳风险问题,提出改进降压法的M3C-风机联合电压-功率下垂控制故障穿越策略,保证故障期间M3C子模块电容平均电压不越限,确保系统在故障期间的安全稳定运行。

在海上风电并网频率/电压支撑技术方面,浙江大学张龙、孙丹、年珩等综合考虑系统不平衡扰动和风电渗透率的影响,在保证风电机组转速和系统频率安全的前提下,以改善系统频率响应特性为目标研究风电机组的调频参数整定方案;新疆大学樊璐雯、樊艳芳等针对风机稳态运行时风速波动导致的风机串联端口过电压问题,提出转子与储能协调控制策略,在减少弃风损耗的同时降低风机储能容量需求,提高风机风能利用率与运行经济性。

在海上风机控制技术方面,内蒙古科技大学张自豪、王志春等提出基于毫米波雷达的风力发电机叶片覆冰检测方法,能精准识别4种覆冰类型及不同厚度覆冰,且在风力发电机叶片覆光滑薄冰阶段即可进行识别并预警;国网江苏电科院邹小明、汪成根等在分析湍流风况对物理转子转速恢复影响机理的基础上,提出考虑渐强风和渐弱风交替影响的构网型风机转速恢复策略,通过若干次恢复/中断过程的自适应切换,实现湍流风速下构网型风机转速的可靠恢复。

2025年9月于北京