

二十年磨一剑 支撑电力低碳转型

——南瑞科技成果“能源的信息—物理—社会系统(CPSSE)理论、技术及应用”通过鉴定

■ 宋晓芳

当前能源转型提速,新型电力系统加速构建,对理论体系、技术体系颠覆性创新的需求愈发迫切。

近日,南瑞集团稳定公司牵头的科技成果“能源的信息—物理—社会系统(CPSSE):理论、技术及应用”通过中国电机工程学会组织的科技成果鉴定。作为中国工程院院士薛禹胜在能源安全领域20余年厚积薄发的里程碑性成果,本成果实现了集理论范式、优化技术、决策支撑平台于一体的全面创新,在实践中有力提升了电网运行中保供与消纳的协调能力。

鉴定委员会由包括4位院士在内的9位专家组成。鉴定委员会认为,该成果“围绕跨领域多学科的时变非线性复杂系统难题,在理论与研究范式、转型路径风险优化技术、决策支撑平台三个方面取得系统性突破。在国家、区域、企业不同层面的能源电力转型发展及电网运行决策支撑中得到推广应用,促进了能源电力转型中保供、消纳、降碳与经济的协调,解决了规划与运行中的实际难题,推动了CPSSE科研生态圈的形成,具有突出的理论价值与广阔的应用前景,整体达到国际领先水平。”

作为成果第一完成人,薛禹胜作工作报告和技术报告,向各位专家介绍了成果的立项背景、研发历程、主要科技创新、成果评价及应用效益等情况。

鉴定会上,中国工程院院士邱爱慈指出,长期以来,电力系统一直被孤立研究,但随着新型能源体系加快构建,电力系统中信息、物理、社会元素交互复杂,孤立研究的模式不再适用,迫切需要新的理论和研究方法,本成果提出的CPSSE理论与研究范式具有重大意义。中国工程院院士罗安指出,本成果将能源电力发展战略决策从定性提升到定量,特别是在能源资源匮乏的湖南省能源顶层设计中应用,取得良好的应用效果。中国工程院院士汤广福指出,本成果在传统信息物理社会系统基础上增加了政策机制、人的行为等社会



薛禹胜院士在系统保护实验室指导实验验证工作。



南瑞集团研发团队正在开展CPSSE决策支撑平台研发。

因素,考虑了包括气象、排放等非能源因素,体现了多领域广泛交互,属于重大理论创新。中国工程院院士杨勇平指出,研发团队20年如一日,取得了系统化、丰硕的成果,CPSSE在行业内具有了广泛的学术影响力。

历时20余年 构建CPSSE理论与技术体系

从2002年开始,南瑞集团研发团队探索了电力系统与相关外部领域间的关系,建立了CPSSE理论与技术体系,解决了高维时变非线性的时—空—领域复杂交互问题的认知与分析难题。

一是国际首创了能源的信息—物理—社会系统(CPSSE)理论及其研究范式,实现了复杂时—空—领域交互问题信息获取完备性与知识提取解析性的协同,构建了CPSSE科研生态圈。

二是提出了能源电力转型路径的“解耦优化、聚合协调”框架,突破了能源规划—电力规划—电力运行充裕性、安全性与碳排放的统筹分析技术,为能源电力转型路径提供了决策优化方法。

三是研制了多时—空—领域交互的CPSSE决策支撑平台,实现了基于混合交互仿真的多域融合决策推演,打造了全自主可控的工业级软件,为能源电力低碳转型规划、电网运行支撑提供了决策工具。

多层次多维度应用 成效显著

成果已应用于国家、区域、企业不同管理层次的战略决策。2016年开展了中国工程院首个考虑碳约束的能源结构转型重大咨询项目,为我国能源发展战略制定提供了基于量化分析的科学决策参

考。应用于清洁能源富集的青海省,提出了2020—2050年青海实现100%清洁能源供电目标的最佳路径及其电网支撑方案,纳入国网青海电力“十四五”及中长期发展规划,支撑了多次绿电实践活动;应用于能源资源匮乏的湖南省,开展了煤电与新能源发电协调发展等问题的量化分析,为化石能源和非化石能源均匮乏省份的新型能源体系建设提供了“湖南样板”。

国能经济技术研究院研究员姜大霖介绍,采用该成果研发的信息—物理—社会系统决策支撑平台,开展了国家能源集团2020—2060年发展战略量化分析,以及“十四五”期间重大能源电力工程投资分析,论证了“新能源+煤电CCUS”协同发展优势,对“双碳”目标下确立煤炭在能源安全保障中的“压舱石”作用提供了重要支撑,实现了企业经营发展决策从定性到定量的本质提升。

基于CPSSE研发的产品也在电网运行决策支撑中得到广泛应用。为解决新能源出力不确定性引发的功率平衡问题,研发的电网运行备用决策支撑系统,在广东、甘肃等10多个省调应用,提升了电网统筹防控保供与消纳风险的能力;为降低自然灾害引发的电网运行风险,研发的自然灾害下电网运行风险评估系统在浙江、云南等10多个省地电网应用,提升了极端灾害下电网的应急保供能力;为加速“双碳”目标实现,研发了国内首个获得国际权威机构TUV南德认证的电力行业碳管理系统,支撑提升电力碳排放的可测与可控水平。

2017年以来,CPSSE理论、研究范式与决策支撑工具,在浙江大学、东南大学、华北电力大学、香港中文大学(深圳)等16家高校的20余支科研合作团队中应用,实践了以企业为主体的产学研深度融合创新。

南方电网科技成果亮相北京科博会



南方电网公司的展区,吸引了众多观众驻足围观。林丹丹/摄

恰逢暑期,不少家长带着孩子参观展区,探索数字电网奥秘。温志鹏/摄

■ 黄雅熙 林丹丹 刘海荣 杨雅洁

7月13—16日,第26届中国北京国际科技产业博览会在国家会议中心举办。南方电网公司以“数字化绿色化协同,加快发展新质生产力”为主题,精心筹备、精美设置展区,多元化、全方位展示南方电网科技创新和工程实践成果。

在核心展区内,广东目标网架工程展现高水平数字化运维;广域山火监测告警系统、“慧眼”无人机与“擎天”机器人强强联手,呈现“天空地”一体化智慧巡检的高效能;海底电缆水下机器人展现带电检测,并已在海南电网工程应用中发挥重要作用……

南方电网公司多项高科技闪亮登场,吸引众多现场观众驻足围观。恰逢暑期,不少家长带着孩子参观展区,一同探索数字电网的奥秘。

●以数字化赋能绿色化发展

近年来,南方电网公司以数字化、绿色化协同发展推进新型能源体系和新型电力系统建设,着力将数字电网打造成为承载新型电力系统的关键载体,以数字化赋能绿色化发展,以绿色化带动数字化升级。

“广东目标网架工程入选‘2023年度央企十大超级工程’,是全国最大规模的省级电网优化重构项目。”据介绍,南方电网该工程创新运用数字化技术,犹如在世界上最复杂的省级电网心脏做了重手术

术,运用大量在线监测装置,实现大范围的数字化运维。工程完成后,粤港澳大湾区电力基础设施的互联互通水平得到了大幅提升,电网的高比例清洁能源消纳能力也得到进一步提升,为电网全面绿色转型提供强大支撑。

在数字化领域,南方电网致力于构建安全可控、智能友好的新型电力系统。历时5年,南方电网公司建成了云边融合智能调度平台。在该平台上,海量新能源能够灵活快捷地接入调度系统,并参与电网调控和市场交易。

手指轻轻一点,全东莞区域的光照情况预测曲线、光伏发电预测曲线跃然于电脑屏幕上,光伏发电功率、发电效率等指标一览无遗。而云南昆明电力调度控制中心调度员通过一键点击,就可实时调节某分布式光伏电站的出力计划。

●以原创科技创新产出“黑科技”

南方电网公司加快原创科技创新,不断产出“黑科技”,支撑打造零碳竞争力和绿色低碳发展高地。

向绿色低碳转型,向高端智能升级。在展区内,南网电鸿、“伏羲”电力专用芯片、“极目”系列电力微型智能传感器、态势感知采集装置、南网智瞰等亮相。工程不仅让电力行业工作者更轻松便捷地获取海量数据,更为电力行业注入智慧动力。

“大瓦特”是南方电网公司推出的行业首个自主可控电力大模型,大模型基于自

主研发的算力芯片和学习框架,从零开始进行训练,展现了强大的自主可控能力。“大瓦特”能够轻松实现聊天交互、信息查询、图形识别和文本撰写等功能。电力用户可以通过与“大瓦特”的互动,快速获得所需的电力信息和解决方案。

据透露,南方电网公司深度融合“电力+算力”,积极融入人工智能发展浪潮,支撑新型电力系统有感、可控。

●以数字技术驱动电网生产力跃升

在新型电力系统建设中,如何保证更大规模新能源充分消纳,保障电力安全稳定可靠供应是电网行业所面临的重大难题。电力供需互动为电网灵活调度提供了一种全新的思路,数字技术已成为驱动电网生产力跃升的重要引擎。

在国内首个区域级虚拟电厂——南方电网分布式源荷聚合服务平台上,聚合了广州、深圳和广西柳州三地的新型储能、电动汽车、分布式光伏、非生产性空调、风光储充微电网等各类分布式资源。该平台可以为新型电力系统由传统的“源随荷调”调度模式转变为“源荷互动”新模式提供解决方案。

面向未来,南方电网公司将持续深入贯彻能源安全新战略,以数字化绿色化协同,促进新型能源体系和新型电力系统建设,努力推进中国式现代化南网新实践,加快发展新质生产力,为推进中国式现代化积极贡献力量。

7.8GWh! 阳光电源与沙特 AlGihaz 签约全球最大储能项目

本报讯 7月15日,阳光电源股份有限公司(以下简称“阳光电源”)与沙特阿拉伯知名能源企业 AlGihaz 签署了全球装机规模最大的储能项目合作协议。阳光电源与 AlGihaz 的高层代表共同出席签约仪式。该项目总装机容量达到7.8GWh,分别位于沙特的 Najran、Madaya 和 Khamis Mushait 三个站点地区,2024年下半年开始交付,2025年全容量并网运行,将有效提升沙特电网稳定性和可靠性,助力沙特“2030愿景”实现。

该项目体量庞大、工期紧迫、调度管理复杂,电网支撑及运维要求高。阳光电源将部署1500余套 PowerTitan 2.0 液冷储能系统,采用AC存储一体化设计,能量密度高,可以节省55%的用地面积。设备出厂前即可完成预安装、预调试,到站即并网,同时依托智能制造能力及全球化销售和服务体系,满足项目极速交付需求。

另外,此项目配备近780万颗电芯,为解决运维的巨大挑战,阳光电源通过智能EMS、BMS系统,确保从电芯到PACK到系统,再到储能电站的高效安全运行。项目设计建设期间,阳光电源还将开展系统仿真工

作,进行场站级电网HIL实验,模拟本地电网实际情况,验证场站级策略一致性,确保储能系统安全、稳定地接入沙特电网。

阳光电源对此表示,此次签约是企业取得的重要成果,希望通过与 AlGihaz 的项目合作,进一步深化双方的互信合作关系。多年来,阳光电源持续深耕全球市场,除提供优质产品和服务外,还在170多个国家和地区建立了销售和服务体系。相信通过双方的共同努力,该项目将高质量交付,助力沙特能源可持续发展,成为沙特乃至全球可再生能源领域的典范。

在全球能源转型浪潮下,储能企业加快出海并融入当地社区已成必然趋势。阳光电源持续深入推进国际化战略,深耕全球市场,加大全球布局力度,提升全球化能力,已在中东及北非地区建立了完善的服务网络,设立了全球仓储中心及多个地区服务中心。未来,阳光电源将持续完善全球化的生产制造及供应链体系,探索在储能领域的专业化、国际化发展,携手合作伙伴,共同推进全球能源绿色转型与可持续发展。(仲新源)



阳光电源与沙特 AlGihaz 签约现场。