

让新能源电站“听得懂”电网的话

——记南方电网公司获第二十六届中国专利金奖获奖团队

■张玲 刘桓瑞 金南沙 邓阳越

近日,第二十六届中国专利奖授奖结果公布。南网科研院与南方电网广东电网公司共有的发明专利“一种新能源电站无功电压自动控制方法、装置及存储介质”摘得本届中国专利金奖。该奖项由国家知识产权局与世界知识产权组织联合设立,是国内专利领域的最高政府奖项。

这份荣誉的背后,是一场持续数年的科研攻关。在南方电网公司的统筹布局下,南网科研院牵头攻关核心技术,广东电网推进落地应用,分工明确,并肩作战,走完了从实验室到全国100多座新能源电站的“科研长征”。

“语言不通”,一道全行业难题

“电压对电网而言,就像血压对人体一样,必须保持稳定。”南网科研院新能源并网控制技术团队负责人罗超说。

风电、光伏大规模并网,新能源的间歇性波动让电网电压起伏波动;更令人警惕的是,一旦电力系统发生短路等故障而新能源电站电压控制不协调,大量机组可能

连锁脱网,让故障“雪上加霜”。如何让新能源场站既扛得住日常电压波动、又守得住故障瞬间?上百台机组如何协同调节,守牢电网安全底线?

依赖“中央大脑”集中决策,通信耗时太长,暂态故障根本来不及。若各自决策,则又有出力不均、部分机组过载的隐患。协同控制难,稳态暂态统一调节难,这是困扰高比例新能源电网运行调控的核心痛点。

“问题的症结,在于源网两端‘语言不通’。发电设备‘听不懂’电网的实时需求,电网也难以及时指挥成百上千台发电机组协同控制。”广东电网公司规划研究中心副经理余浩说。源网两端虽然有对接标准,但并未对涉及二者协同和暂稳态统一调节做详细规定。这种长期存在的结构性脱节,让新能源发电对电网的“友好度”大打折扣。

在困扰全行业的难题面前,等待无济于事。南方电网公司特级专业技术专家、南网科研院副院长郭琦回忆,考虑到难度和成本,团队曾讨论过是否只解决其中的部分问题,但最终认定那只是“治标不治本”。“我们坚持了下来,正是这种不服输的

劲头,让我们走到了今天。”

自主协同,让每台设备长出“大脑”

方向既明,唯有前行。
2019年,南方电网公司正式立项攻关。团队成员背景丰富,既有深谙电网安全稳定运行的技术专家,又有长期扎根新能源设备测试验证的一线工程师。“我们既懂电网需要什么,又懂设备能做什么。”罗超说。正是这种双重身份,让整个团队能够跳出“头痛医头”的局限,从系统全局寻找答案。

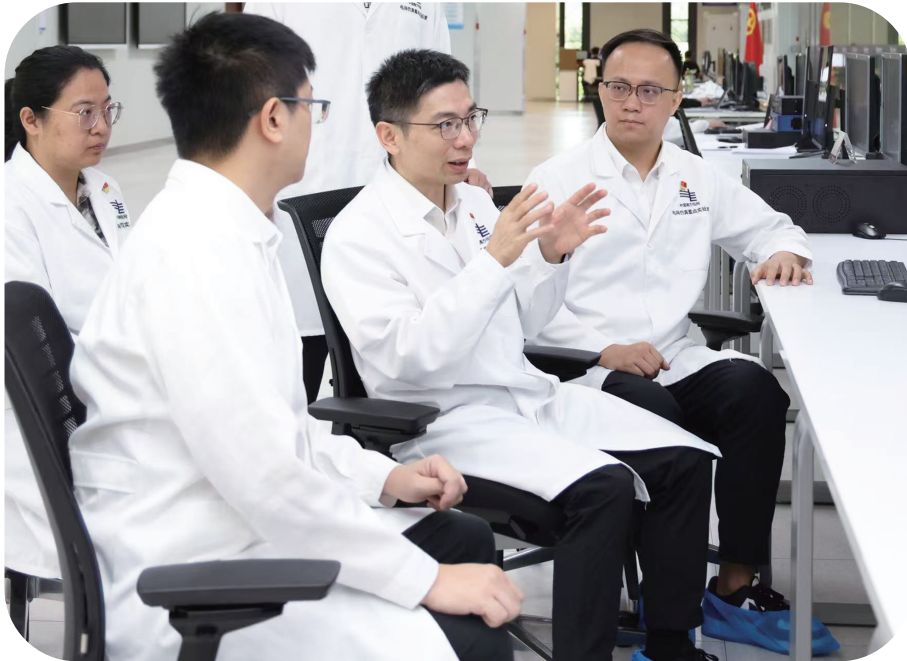
突破已现。团队创新性地提出分层协同的无功电压控制策略,将核心理念凝练为“自主协同”。所谓“自主”,是让每台发电设备自带“大脑”,根据设备与电网的耦合关系预设控制参数,确保其行为始终符合电网整体需求。所谓“协同”,是在场站并网点配备“管家”设备,即动态无功补偿装置,作为整场调控的灵活补充。该设备能自主识别当前是稳态还是暂态,毫秒级切换控制回路,实现暂态响应迅速灵敏,稳态调节平滑如丝。

“自主协同”这一策略提出基于灵敏度的无功电流支撑系数计算方法,一举攻克新能源电站稳态电压调节、暂态电压支撑快速性、多发电单元协调多目标融合控制的行业难题。

理论突破以后,如何让纸面上的专利在现场用得上、用得好,才是真正的考验。

广东粤西海上风电片区采用风火打捆、多机型混搭的方式,系统稳定边界较为脆弱,由此成为团队选取的极具代表性的实际场景。然而要想开展仿真建模,一个场站上上百台设备,不可能一夜之间1:1全部建出来。

“失败是常态。有时候仿真结果跟预期完全是两个极端。在获得满意的试验结果之前,可能要尝试上百次。”来自南网科研院团队的曾冠铭坦言。坐着“冷板凳”,“拿时间换空间”此时成为了团队成员攻坚克难的必经之路。耗时两三个月,团队将近十台风机变流器控制器、无功补偿装置控制器一一接入平台,每个设备至少经过上百项验证实验。



图为专利金奖团队在实验室讨论技术问题。陈世豪/摄

“翻山越岭”,迈向下一个高地

仿真验证过关之后,更难的关口是现场验证。“很多故障不可能完全在现场测试,成本太高,对电网有破坏性风险。我们就在实验室还原现场场景。”南网科研院团队成员李成翔说。

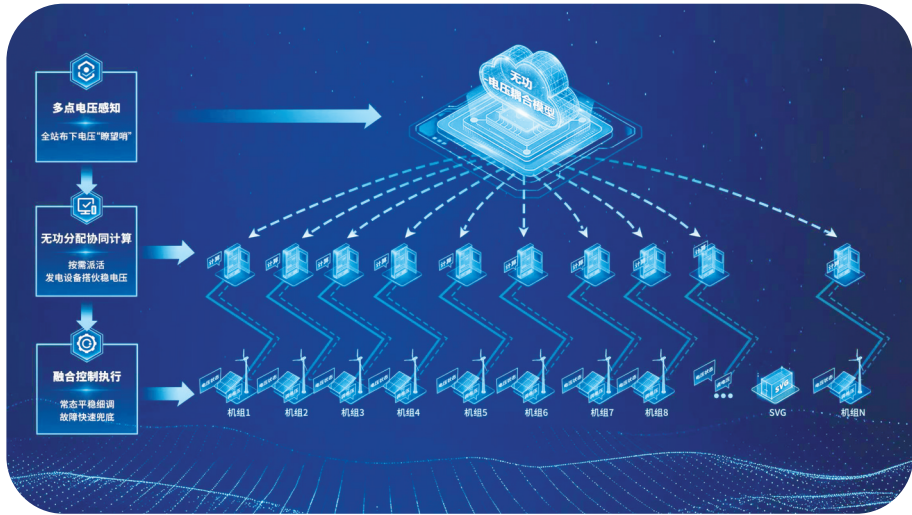
平台搭建是第一头“拦路虎”。粤西海上风电场几百台机组,计算量巨大。若全机组全建详细模型,算力不够根本跑不动,若只是沿用简单的单机等值,又忽略场站内部差异,算不准。南网科研院和广东电网共同攻关,前者负责算法研发与仿真建模,后者跟进现场应用示范,共同提出主导变量引导的分群动态等值方法,按运行状态差异把机组分群建模,再对机电参数做多目标优化辨识,有效将分析计算量降低两个数量级。“算得准、跑得动”的仿真模型,让每个应用场景的方案比选和效果验证都有了可靠依据。

从理论设计到仿真验证,再到现场应

用,正是这样的严谨路径保证了技术落地的可靠性。如今,该专利技术已落地揭阳前詹、粤电阳江青洲一/二、阳江沙扒、阳江明阳蕴华海上风电场等超百座新能源电站,运行稳定可靠。去年,广东某海上风电场调试时曾遭遇较大电压波动,应用该专利技术优化后,电压波动量较此前降低近80%。

从2019年立项到2026年获奖,七年时间,漫漫攻关,整个团队走过一条充满挑战的道路,实现了一场漂亮的科技突围。这离不开南方电网公司科研体系的整体支撑。“十四五”时期,南方电网公司研发投入达585.8亿元,较“十三五”增长55.6%。为科研团队提供了从基础研究到工程验证的完整平台支撑。截至目前,公司已获得中国专利金奖3项、银奖4项,“十四五”时期,新增有效发明专利超1.9万件、PCT国际专利800余件。

金奖之后,电力科研人的攻关之路仍然山高路险,但他们已有无畏的勇气,坚实的底气,向着下一个高地再出发。



图为“一种新能源电站无功电压自动控制方法、装置及存储介质”专利技术示意图。南网科研院/供图

Goldwind

聚力·新主力

2026 CWP 2026北京国际风能大会暨展览会 DRIVING OUR RENEWABLE FUTURE

金风科技展位号 Goldwind Booth No. **W1-A13**