

探访国内首座量子应用示范变电站

构建新型电力系统，有套“量子方案”

因大数据观察 “六张网”里的新动能

利用金刚石量子材料，精准感知电网电流变化；基于量子隧穿原理，精确测量电力杆塔倾角和设备姿态；凭借量子点气体敏感材料，极早预警电缆火灾隐患和开关柜内部局部放电故障……位于安徽省合肥市的合肥候店220千伏量子应用示范变电站，处处都有“量子”的科技味。

合肥候店量子应用示范变电站于2024年11月正式投运，是国内首座量子应用示范变电站。该站投用了18类85套自主研发的电量子技术成果，覆盖量子测量、量子通信和量子计算三大方向，是新型电网与前沿量子技术深度融合的标志性成果，开创了量子技术在电网工程中体系化应用的先例，为破解传统电网发展难题、构建新型电力系统提供了“量子方案”。

“一年多的运行证明，量子技术不是‘花架子’，而是保供电、促发展的‘硬支撑’。”国网安徽省电力有限公司电力科学研究院数字化所青年总师田腾说。

“这就是新一代无人值守智能变电站。”田腾说，“我们使用了大量的量子精密测量设备代替人工巡检，可以更迅速地发现和诊断设备的隐患和故障，减少电力系统巡检和运营成本。”

探秘：量子科技助力软硬件提质升级

走进合肥候店量子应用示范变电站，没有看到户外林立的电气设备，也没有看到值班人员。

“这就是新一代无人值守智能变电站。”田腾说，“我们使用了大量的量子精密测量设备代替人工巡检，可以更迅速地发现和诊断设备的隐患和故障，减少电力系统巡检和运营成本。”

在变电站的高压开关室，一排排供电设备稳定运行。田腾在一座停运的开关柜前站定，指着柜子侧边一个“小盒子”说：“这是量子点多参量传感器，可以监测柜子内部环境的状态和局部放电的特征信号，判断开关柜内部的健康状态。”他又指着安装在底部电缆上的另一个“小盒子”说：“这是配网电流传感器，可以实时掌握线路负荷状态，快速、精准定位线路故障点。”

量子科技赋能，不仅体现在几个“小盒子”里。楼顶的量子激光雷达，可以监测15公里范围内的大气颗粒物、云层等信息，提前预警气象灾害风险；输电杆塔上的量子姿态传感器，可以精准感知地球磁力万分之一的微弱磁场，准确判断杆塔姿态；电力量子加密设备，提供光纤量子保密通信和“5G+量子”加密通信，大幅提升通信安全性。此外，还有可用于大功率直流充电桩电能计量的一体式量子直流电能表、可对铁磁材料表面裂纹进行高精度定位的量子无损探伤仪、电缆火灾隐患早期即可预警的量子点火灾传感器……整座变电站，量子科技的应用随处可见。

不仅有硬件，还有软件。变电站应用了基于量子计算的电网潮流计算方法，并在国产量

探访国内首座量子应用示范变电站

本报记者 徐 靖



子计算机“本源悟空”上完成了真实电网拓扑网架的计算验证。“这一突破为大规模电网仿真计算提供了全新的技术路线，有望进一步提升电力系统实时分析计算能力。”田腾说。

建设：克服难关打通落地“最后一公里”

为何要打造这样一座“量子变电站”？“传统电网在应对高比例可再生能源、高比例电力电子设备接入时，逐渐暴露出三大痛点：设备状态监测精度不足、响应滞后；数据传输与控制指令的安全防护存在短板；传统计算机算力瓶颈难以支撑海量控制对象快速决策需求。”田腾说，量子科技是国家战略布局的重要方向，安徽在量子领域具备优势，依托量子技术发展新型电网势在必行。

如电力工程这般的“庞然大物”，与神秘的量子结缘，并非易事。

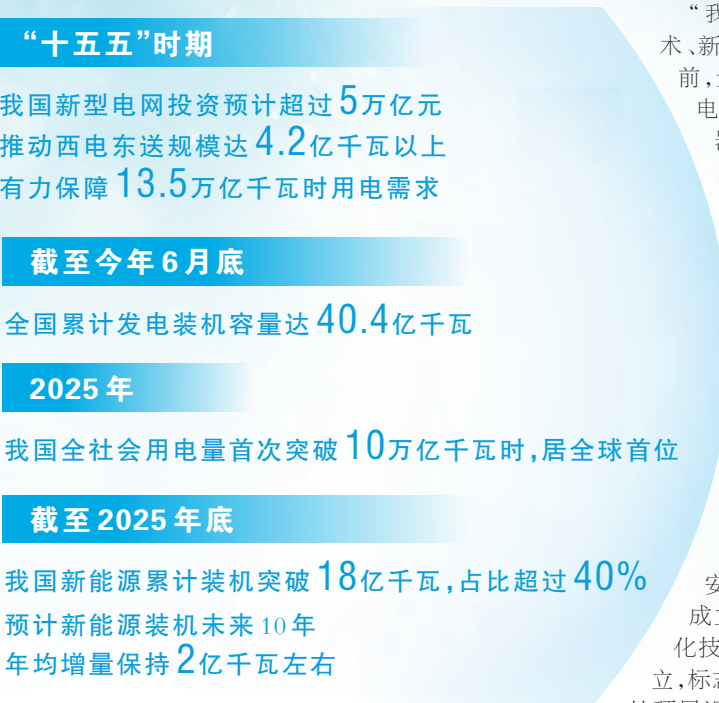
在GIS(气体绝缘组合电器设备)室内，缠绕在电缆外围的一个个“圆环”引人注目。

“这是我们自主研发的量子电流互感器，具备对电网主网电流进行监测、计量和保护的功能，避免了传统互感器的磁饱和、小电流精度不足等问题，具备测量精度高、温漂小、抗干扰能力强、绝缘简单等优点。”国网安徽电科院电力量子感知实验室负责人赵龙介绍。

设备研发之初，摆在面前的是国内无先例、无标准、无成熟方案的三重难关。“当时我们遇到的最大难题是高品质的金刚石传感材料被国外断供，项目几近停摆。”赵龙说，“后来，我们尝试向相关材料研发团队定制，但当时高纯度金刚石研究在国内几乎还是空白。一切都是从开头开始，经过反复试验和测试，终于取得了突破。”

然而，现场抗干扰、工程化适配等难题接踵而至。量子信号极微弱，现场强电磁环境极易造成信号失真；实验室可行的原理样机，一到变电站现场就频繁“水土不服”；高精度要求与工业级稳定性难以兼顾……

“连续几个月，我们白天泡在变电站现场采集数据，调试参数，夜晚扎进实验室优化算法、改进封装结构与屏蔽方案，在高低温、强振动等极端环境下开展了上百次测试。”赵龙



说，“当现场屏幕上量子电流互感器的电流数据正确显示时，团队所有人都欢呼起来——我们打通了量子测量技术从实验室到工程落地的‘最后一公里’。”

根据测算，应用量子技术后，合肥候店量子应用示范变电站每年可减少电量误差超50万千瓦时，电网运行可靠性与经济性大幅提升。眼下，多款量子产品在马鞍山、宣城、淮北、黄山等地已实现落地应用，并逐步走向全国。

未来：“量子+电网”创新持续推进

在国网安徽电科院电力量子感知实验室，研究人员正在忙碌，工作台上有多正在研发中的量子新设备。

因专家点评 以量子技术赋能新型能源体系建设

马铭遥

量子信息技术已成为全球主要国家在前沿科技领域布局的重点方向，也是大国科技竞争的战略制高点。面向国家能源安全战略需求，量子技术规模化融入能源系统，将为构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系提供变革性技术支撑，也是我国抢占新一轮科技革命和产业变革制高点的战略选择。

在高比例新能源、高比例电力电子设备大规模接入的背景下，传统电网运行模式面临感知能力不足、数据安全存在隐患、算力支撑不足等挑战。合肥候店量子应用示范变电站的实践，为理解新型电力系统技术演进、前沿交叉研究方向提供了重要参考，也为破解传统电网瓶颈、推动电网智能化升级提供了一条可探索的技术路径。从行业与学科发展

“我们持续进行量子新技术、新产品的探索和实验。目前，量子互感器、一体化量子电能表、量子点多参量传感器等多款产品已实现迭代，监测精度从千分之一跃升至十万分之一。”赵龙说，“我们正致力于量子气体传感技术研究，通过量子精密测量，达到十分之一的监测极限，助力极早期发现电气设备缺陷，有望为电气设备状态评估与故障诊断带来重大助力。”

今年4月23日，国网安徽省电力有限公司牵头成立国内首个电力量子标准化技术委员会。“委员会的成立，标志着电力量子标准化工作从顶层设计迈入标准研制的实质性阶段，对量子技术在电力领域的发展具有积极意义。”赵龙说。

“合肥候店量子应用示范变电站是新型电网与量子技术结合的典型案例，我们将以此为起点，把量子科技进一步推广到电力系统的各个环节。目前已经计划在更高等级的变电站进行新的示范工程建设。”田腾说。

“未来，我们将聚焦电力量子产业化前沿，目标是建成安徽电力量子保密通信网、量子精密测量产品功能测试和性能验证平台、面向电力系统仿真计算的专用量子计算机系统，打造量子技术与新型电力系统建设结合的样板。”国网安徽省电力有限公司科技部科研处处长罗超介绍。

数据来源：国家能源局
制图：沈亦伶

本报深圳7月28日电（记者顾仲阳、吕绍刚）7月27日至28日，2026年亚太经合组织(APEC)林业部长级会议在广东省深圳市召开。会议期间，来自APEC 21个经济体和7个国际组织的高级别代表、专家学者，围绕推进全球森林目标，促进科技创新与绿色产业融合等核心议题开展系列对话磋商，并达成广泛共识，通过《2026年APEC林业部长级会议联合声明》。

亚太地区森林面积占全球一半以上，贡献了约全球60%的林产品生产和40%的林产品贸易，是全球陆地、海岸生态系统最富集的区域，并拥有全球近半的红树林资源。亚太林业在构筑生态安全屏障、厚植民生福祉、推进区域绿色发展等方面发挥着不可替代的作用。

作为亚太共同体的重要成员，中国积极推动林业发展取得重要成就，为全球贡献25%的新增绿化面积，提前实现2030年国家自主贡献森林蓄积量目标。不断强化科学保护，建设以国家公园为主体的自然保护地体系，将18%的陆域国土面积纳入自然保护地严格保护，正式设立首批5个国家公园。建设国家植物园体系，形成科学系统的迁地保护网络。更加注重系统治理，统筹山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，持续实施重要生态系统保护和修复重大工程，推行草原森林河流湖泊湿地休养生息。全面打响“三北”工程攻坚战。持续推进合理利用，不断深化集体林权制度改革、国有林区林场改革和草原保护改革，成果惠及1亿多林农和1200万牧民。不断壮大林草产业，2025年总产值达11万亿元，带动6000多万人就业增收。

同时，中国也高度重视加强亚太林业合作，推动构建更加公平合理的全球生态治理体系。倡议设立亚太森林恢复与可持续管理网络，发起建立大中亚地区林业部长级会议、普洱茶太林业论坛等高层政策对话平台。支持20多个经济体落地50余个林业示范项目，投入超4500万美元，修复退化土地1300余公顷。广泛传播生态文明理念，积极分享技术经验，为推动亚太地区林业发展、建设全球生态文明，贡献中国智慧、中国力量。

联合声明指出，期望各经济体促进生物多样性保护，加强打击林产品非法贸易执法工作，将森林治理和可持续森林管理纳入经济发展计划，政策框架与建议。结合各经济体的具体情况与发展重点，增加林业发展和合法林产品贸易的投融资机遇。支持林产品加工的转型升级和价值链提升。加强亚太区域在城市林业和水资源管理方面的合作，依托技术创新和可持续森林管理，修复生态系统、缓解栖息地碎片化。在符合可持续森林管理原则下，鼓励发展新兴森林产业、产品和服务。

此次会议是APEC“中国年”系列重要活动之一，也是APEC时隔15年再次在中国举办的生态领域专业会议。会议由自然资源部指导，国家林业和草原局、广东省人民政府、深圳市人民政府联合主办，主题为“增强亚太森林韧性 共享全民生态福祉”。

上半年全国光伏发电量同比增长超过40%

本报北京7月28日电（记者王云杉）记者从中国光伏行业协会获悉：截至今年6月底，全国光伏装机已达12.7亿千瓦，预计年内将超过煤电装机规模，成为我国第一大电源。上半年全国光伏发电量同比增长超过40%，入夏以来午间高峰时段光伏出力已达1/3。

当前，我国光伏行业正处在深度调整阶段。为推动光伏行业“反内卷”，以统一标尺引导行业有序竞争，近日由中国光伏行业协会牵头编制的团体标准《光伏行业成本核算模型通则》正式发布。中国光伏行业协会相关负责人表示，该标准的出台，使得光伏产品的成本有了公认的标尺，为依法核查低于成本销售提供了方法参考，将更好引导企业从价格驱动转向价值驱动，将更多资源投入技术研发、质量提升和品牌建设。

本版责编：纪雅林 卢 涛 张伟昊

迎峰度夏保电煤运输 万吨重载列车驰骋唐包线

本报记者 张 彬

因探访

“呜——”浑厚悠长的鸣笛声响彻天际，呼和浩特南站发出指令：“71396次，10道发车！”中国铁路呼和浩特局集团有限公司呼和浩特机务段司机曹博高声应答：“司机明白！”随即他驾驶万吨重载列车缓缓驶出，沿唐包铁路向东驶去。

入夏以来，全国各地用电需求持续增加，为保障电煤供给，连通内蒙古包头与河北唐山港的唐包铁路开启全天候保供模式，一列列满载“乌金”的万吨重载列车昼夜穿梭、不间断开行，将内蒙古中西部的煤炭源源不断地运往29个省份，为迎峰度夏关键时期的电力供应提供能源保障。

首批完整社区建设可复制经验做法清单发布

据新华社北京7月28日电（记者王优玲）住房城乡建设部28日发布第一批完整社区建设可复制经验做法清单，总结各地在健全工作机制、完

盛夏正午，骄阳似火。司机室内，曹博紧盯前方轨道线与屏幕速度曲线，操作精准，丝毫不敢懈怠。

看似平稳的旅途，暗藏重重考验。唐包铁路从海拔1000多米的呼和浩特南站攀升至1600米左右的乌兰察布卓资县十八台站，再降至海拔不足400米的河北滦平东站，全线串联174座桥梁、84座隧道，包含多处坡度超12‰的大坡道。

“这一路山势起伏，列车运行极难把控，多个区段必须全程带闸控速，即便持续制动，受重力俯冲影响，车速还是容易逆势攀升，每一次操作都得精准到位。”曹博手握手柄，动作娴熟。

行车过程中，另一名司机任吉涛不时核对仪表数据，协助曹博观察线路情况、接触网状态是否有异常，定时检查

机车内部各仪表显示状态是否正常，两人配合默契。

万吨重载列车下坡是个考验。“坡度最大的时候，车头车尾最大垂直落差近20米，大约有六层楼高，分毫偏差都可能影响行车安全。”任吉涛说。

为保障万吨重载列车安全运行，呼和浩特机务段成立专项工作组，对唐包铁路每一处坡道、隧道进行地毯式摸排，逐点记录制动地点、减压数值与缓解时机，反复验证不同车况、载重、气象条件下的最优操作参数，归纳形成标准化操作规范并制作作业提示卡，精准指导现场作业。

“暑运以来，我们采取‘按图扩班+按需供班+应急备班’管理方式，以最大化机班供应保证唐包铁路日均38对电煤列车开行。”呼和浩特机务段呼南运用车间主任肇启发介绍。

今年暑运期间，内蒙古将通过唐包铁路外运煤炭1370万吨，保障京津冀、华东、华南等地80余家电厂的能源需求。

机制，有效破解完整社区“谁来建、怎么建”的难题。上海市发布完整社区建设实施方案，部署到2027年底主城区和5个新城完整社区覆盖率达到60%。江西省统筹社区居民“需求清单”、各部门“资源清单”，形成“项目清单”，构建“需求、资源、更新”一体化推进完整社区建设闭环链条。



7月28日，山西省运城盐湖堤险除险加固及生态修复项目加紧施工。工程机械穿梭在盐湖边，开展堤险修整加固作业，为这片古老盐池筑牢安全屏障，守护盐湖独特的生态资源。

杨建峰摄(影像中国)