

2026世界清洁能源装备大会举行：

装备强一分，能源安全多一分底气

■本报记者 董梓童

“今年上半年，核发电机组、水轮发电机组、风力发电机组产量同比分别增长92.0%、51.9%、11.5%，清洁能源装备供给能力持续跃升。装备强一分，能源安全就多一分底气。”中国机械工业联合会党委书记、会长徐念沙在2026世界清洁能源装备大会上表示。

清洁能源发展，既要看装机规模增长，也要看装备能否跟上能源转型的步伐。从海上风电机组大型化，到水电关键部件自主研制，再到氢能、储能等领域加快突破，清洁能源装备正成为推动能源技术进步和产业升级的重要支撑。随着新能源开发向深远海、高水头等复杂环境延伸，应用场景不断拓展，装备制造不仅需要突破性能极限，还要兼顾运行可靠性、制造精度和经济性。推动技术创新与工程应用衔接，把装备优势转化为能源供给能力，是清洁能源装备产业持续发展的重要课题。

●供给能力跃升

展台上，一台海上风电机组模型吸引了不少参观者。模型虽小，技术体量却不小。“别看在这非常袖珍，在海上真正安装好了，这台海上风电机组的叶轮直径可是有310米！”东方电气工作人员的讲解吸引了众多人驻足。

这台由东方电气集团自主研发的26兆瓦级半直驱海上风电机组，是目前全球单机容量最大、叶轮直径最长的海上全国产化风电机组。“这台机组的扫风面积能达到7.7万平方米，相当于10.5个标准足球场；轮毂中心高度185米，相当于63层居民楼；满负荷运行时，风轮每旋转一圈即可产生62度清洁电能，单机年发电量可达1亿度。”上述工作人员介绍。

从福建福清下线到山东东营并网，这台“巨无霸”不断刷新全球纪录，并入选国家第五批能源领域首台(套)重大技术装备名单。

徐念沙表示，“十四五”以来，我国清洁能源装备产业实现跨越式发展，标杆项目密集落地：全球最大海上换流站“海风之心”完成安装投运，我国海上风电迈入超高压直流输电时代；“华龙一号”2.0版示范项目获国务院核准，工厂化海水直接制氢、钙钛矿/晶体硅叠层组件加快示范应用；全钒液流电池等新型储能实现工程化规模化应用，聚变堆关键超导磁体实现100%国产化。

量变引发质变。中国机械工业联合会副会长罗俊杰表示，清洁能源装备保持较快增长。今年上半年，绿色能源转型带动核发电机组、水发电机组产量分别增长92%和51.9%，风电机组产量增长11.5%；新能源汽车和储能需求带动锂离子电池产量增长39.3%；发电机组、变压器等电工产品出口势头强劲，其中风力发电机组出口额同比增长35.6%。

●立足制造优势

装备制造业的竞争力，归根到底要靠技术说话。

转轮被誉为水轮发电机组的心脏，它决定着机组的效率、稳定性与寿命。今年9月，世界单机容量最大的500兆瓦冲击式水机组转轮“东方蓝莲”在东方电机下线交付，即将远赴雪域高原，服务西藏拉拉水电站。这台重约80吨、最大直径6.2米的转轮，应用水头近700米，每分钟要承受1286次高频高速含沙射流冲击。

东方电气集团东方电机有限公司总经理张天鹏介绍，这台500兆瓦级转轮具有

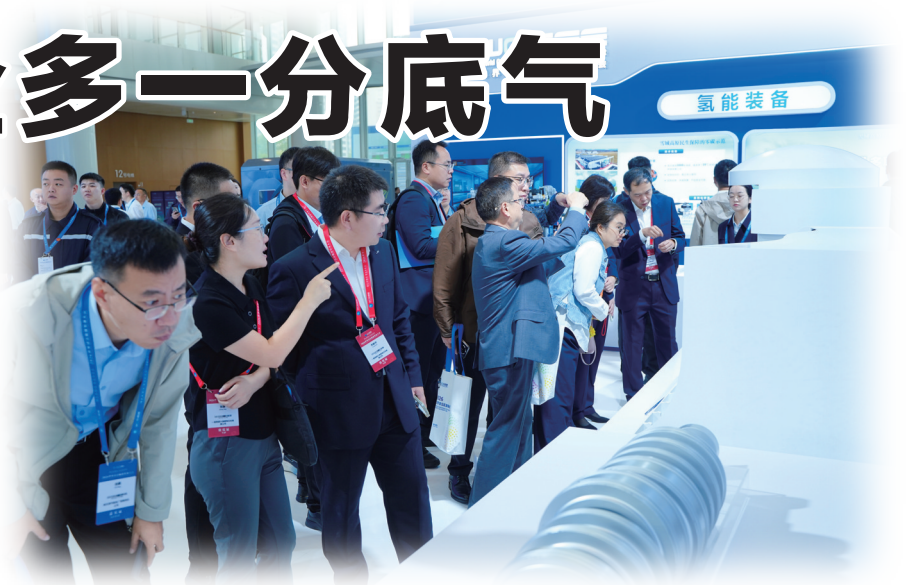
高效率、新智造、抗疲劳、抗磨蚀四大关键技术特性。“我们采用‘中心体锻件+尾翼增材+外部水斗模锻’的复合锻焊结构，开发出高性能激光加电弧增材技术，将锻件尺寸需求压缩1/3以上。”

水电是我国发展历史最悠久、最早形成规模化发展的可再生清洁能源产业。“这套机组的转动部件重达2600吨，由上万个零部件构成，但总装之后实现了‘零配重’——不需要额外配重，就能满足技术要求。”展台上，东方电气工作人员介绍道。

“就像用一根手指拨动350吨重转轮。”上述工作人员说，百万千瓦机组由转轮、转子、主轴等上万个零部件组成，细微的重量差别就会导致转动时出现力矩不平衡偏差，需要“配重”之后才能进入下一环节。而白鹤滩百万千瓦机组实现了“零配重”，几乎没有力矩不平衡，这是精品工程的一项重要指标。

中国能源研究会副秘书长、碳中和专委会主任委员江冰认为，我国制造业优势突出，拥有全球最完整的工业体系。在“双碳”目标推动下，光伏产量增长5倍，新能源汽车产量增长11.4倍，锂电池产量增长9倍。实现“双碳”目标正是立足我国制造业的突出优势，顺应能源转型大势，将制造业竞争力转化为绿色低碳发展的动力，促进国家工业发展。

罗俊杰则提出，能源装备创新加速，未来能源发展空间广阔。水电、风电、太阳能等主力装备的效率、可靠性和智能化水平持续提升，光热发电、柔性直流输电等一批关键技术加快攻关。在前沿方向，我国已建成东方超环、中国环流三号等一批先进装置，在“亿度千秒”高约束模式运行等方面取得标志性技术突破。新型储能装机规模已超过1.3亿千瓦，氢能等未来产业加快布局。



在2026世界清洁能源装备大会现场，观众驻足展台参观。董梓童/摄

●坚持场景牵引

从巴尔干半岛的风电场到撒哈拉的光伏矩阵，从西藏扎拉500兆瓦高水头冲击式水机组到福建福清华龙一号核机组，从全球最高水头长龙山抽水蓄能机组到世界首台630℃超超临界二次再热示范项目，国内外重大能源项目中处处有着“德阳造”的身影。

作为我国重大技术装备制造基地，联合国清洁能源技术与新能源装备制造国际示范城市，德阳加快培育世界级清洁能源装备产业集群。聚焦装备制造产业系统集成能力提升、全价值链运行效率和质量优化，支持“链主”企业长协采购，带动产业链上下游协同发展。

“今年是‘十五五’开局之年，清洁能源装备产业正处在转型升级的关键阶段。”在徐念沙看来，必须把发展新质生产力作为重要着力点，以科技创新引领产业创新，以颠覆性技术和前沿技术培育新产业、新模式、新动能。

他预计，到2030年，全国电力总装机容量要达到54亿千瓦，风电和太阳能发

电装机比重将大幅提升，成为电力装机主体。这一背景下，清洁能源装备产业可抢抓三方机遇，发展新质生产力，拓展产业升级空间：一是重大装备迭代升级机遇。核电小堆、四代先进堆、超高水头大容量冲击式水轮机组、先进光伏、氢能与绿色燃料等重点领域研发提速；二是前沿技术布局机遇。可控核聚变、高温超导输电等未来能源技术加速突破，超前布局方能抢占先机；三是“人工智能+能源”赋能机遇。大型新能源基地与国家算力枢纽协同布局加快推进，构建以电算算、以算促电的良性循环。

为进一步夯实清洁能源装备产业基础，稳步推进产业发展，中国机械工业联合会党委副书记、副会长张文宏提出，坚持场景牵引，以规模化应用带动产业降本增效。技术不能只停留在实验室、停留在示范项目，最终要落地产业、服务实体经济。我们应持续拓展工业、交通、储能、发电等多元场景，重点围绕钢铁、化工、重型装备、港口矿山等高耗能领域，大力推广绿氢替代、氢电协同、源网荷储一体化等新模式，依靠模块化协同应用，拉动装备迭代，摊薄成本，推动氢能产业由政策驱动逐步转向市场驱动。

市场化手段促进新能源消纳

浙江虚拟电厂填谷响应负荷规模刷新国内纪录

■张悦 芦鹏飞 何阳 陈昱豪

国庆假期，国网浙江电力组织虚拟电厂市场化填谷响应，吸引50家虚拟电厂运营商、2542户聚合用户参与，最大响应负荷359.52万千瓦，刷新国内虚拟电厂响应规模纪录。其中，1359户用户侧储能参与，最大响应106.41万千瓦，储能响应规模同步创下国内新高。

国庆长假，浙江多数工商企业进入休假模式，全社会用电负荷较工作日明显回落，但遍布全省的光伏电站并未“休假”，午间光伏发电量集中释放，新能源消纳压力陡增。填谷响应，就是引导可调负荷在午间光伏发电出力高峰时段提升用电，就地消纳富余绿电。

此次响应刷新纪录，得益于浙江近期出台的《浙江电力领域新型主体市场化响应实施细则（试行2.0版）》《浙江省虚拟电厂运营管理实施细则（试行）》。按照新规，用户侧储能可作为独立单元参与响应，储能贡献单独核算、单独兑付，不再被

企业减产后的负荷下降所抵消。

配套市场机制同步打通。今年9月，浙江省发展改革委、省能源局印发通知，明确经虚拟电厂聚合参与填谷响应的用户侧储能，可在响应日前一日19时至23时用电高峰时段放电商网上网，上网电量按当月同电压等级电网代理工商业购电电价结算。储能在晚间高峰腾出容量、获取收益，次日午间继续充电填谷，形成“谷充峰放”的每日滚动循环。

“过去，企业减产导致用电减少时，电网难以区分是生产调整还是储能调节，储能价值容易被掩盖。”国网浙江电力有关负责人介绍，如今，储能“午间充电填谷、晚峰放电腾容”的贡献能够被精准计量，企业参与动力明显增强。

当日，虚拟电厂统一下达调度指令，分布在全省各地的可调负荷同步响应。在宁波鄞州，日月重工股份有限公司将10000千瓦储能接入虚拟电厂，累计填谷响应电量2万千瓦时；在嘉兴海宁，晶科能源(海宁)有限公司投入5000千瓦储能参与填

谷。宁波、丽水、金华等地重卡充电站也接入虚拟电厂资源池，运用电价信号和响应激励机制，引导货运车辆将充电时间调整至电网负荷低谷时段，吸引货运车队有序错峰补能，让交通领域充电网络成为电网调节的“蓄水池”。

截至目前，浙江全省累计接入虚拟电厂运营商65家，聚合二级用户9852户，总可调度能力超360万千瓦，调节容量相当于一座大型火电厂。应用场景已从最初的单一削峰，拓展为削峰与填谷双向调节；聚合资源类型从可调工业负荷延伸到用户侧储能、新能源汽车充电网络、商业楼宇、数据中心等多元场景。

据悉，浙江虚拟电厂的市场化填谷探索其实早已起步。今年“五一”假期，浙江虚拟电厂连续4天开展市场化填谷响应，最大响应负荷147.4万千瓦，首次突破百万千瓦量级。从“五一”到国庆假期，填谷响应参与主体持续增加，覆盖范围不断扩大，正逐步从节日专项动作转变为电网调节的常规力量。

南方电网云南昆明供电局：虚拟监视员“海鸥”上线，配网异常信号处置效率提升96%

本报讯 近日，南方电网第四批“大瓦特”高价值应用场景——智慧调度虚拟监视员“海鸥”在南方电网云南昆明供电局投入使用。该应用能根据线路负荷变化，提前发出重载预警，自动生成负荷转供方案，调控员一键确认执行转供，及时处置线路重过载风险。

配网调度长期依靠人工盯屏，存在隐患漏判风险高、负荷预判滞后、人工编制转供方案耗时长等痛点。“海鸥”依托南方电网“大瓦特”AI模型底座，构建智能监视、重过载预测、负荷转供三大核心智能体。智能监视智能体实时采集全域配网线路数据，实现毫秒级刷新。重过载预测智能体运用深度学习，预判未来15至30分钟负荷变化，提前识别重载风险。负荷转供智能体数秒内输出多套转供方案，并按安全运行与供电可靠性优先级排序，为调度员决策提供精准高效支撑。

试运行期间，该应用累计自动闭环处置异常信号203起，提前预警4起10千伏馈线重载事件，全程辅助调度员完成负荷快速转供处置。传统人工模式单条异常信号从聚合、研判、通知到闭环平均约10分钟，“海鸥”依托AI自动聚合信号、信息推送现场、闭环追踪，处置耗时缩短至25秒内，异常信号处置效率提升96%，配网调度由此实现从“被动响应”到“主动预防”的转变，智能化水平与电网运维质效得到显著提升。（张昕霞 李川川）

南方电网首次构网型静止同步调相机半实物仿真测试顺利完成

本报讯 近日，南方电网首次构网型静止同步调相机RT-LAB电力半实物仿真测试全部完成。本次测试实现南方电网公司在该技术领域“从0到1”的突破，填补构网型静止同步调相机电磁暂态实时仿真验证技术空白，为高比例新能源电网安全稳定运行筑牢技术底座，有力支撑新型电力系统建设。

构网型静止同步调相机可主动输出无功功率，提供惯量支撑，有效提升新能

源场站短路比与涉网运行性能，为应对电网惯量下降、电压支撑能力减弱、宽频振荡风险，破解新能源主动支撑不足、新能源远距送出等行业共性难题提供工程范式。

此次试验将作为构网型装备入网前的重要质量关口，从源头上把控设备并网性能，建立设备入网的技术门槛，支撑构网型装备规模化落地应用。测试将电磁暂态仿真验证工作前移至设备并网之前，提前检

验、优化设备在各类复杂工况条件下的控制性能。通过新增源头预验证环节，保障大规模新能源安全高效送出，助力新型电力系统建设。

据了解，自2025年12月起，南方电网云南电力试验研究院(集团)有限公司紧扣构网型装备工程应用与入网验证需求，历时9个月开展本次半实物仿真测试。测试对象为52MVar、54MVar两个容量等级构网型静止同步调相机，

依托RT-LAB半实物仿真平台，接入设备真实控制器，还原电网实际电磁暂态运行环境，系统开展7大类专项测试，覆盖高低电压穿越、频率与电压偏差适应性、相角突变、阻抗扫描、惯量响应、阻尼等项目，累计完成百余个工况试验，对比验证不同容量设备动态响应与弱电网适应能力，为设备入网检测、控制参数优化、工程选型及后续示范应用提供了重要技术依据，同时也为南方电网区域内构

网型静止同步调相机的规模化应用和半实物仿真测试标准体系建设提供了有力支撑。

下一步，云南电力试验研究院(集团)将持续完善构网型装备性能评价技术体系，推动实时仿真验证与现场试验协同落地，充分发挥构网装备技术效能，保障大规模新能源安全高效送出，服务南方区域新能源高质量发展大局。（伍阳阳 夏瑶 高小雅）

南网超高压公司曲靖局：

数智穿透破“人海” 全域监督筑新局

■解家培 戴永平

近年来，中国南方电网有限责任公司超高压输电公司曲靖局(以下简称“曲靖局”)扎实推进数智化穿透式监督基层实践，依托企业运营监控中心打造7大数字化监督场景，上线50余块管理看板，累计召开11场问题整改会，完成153个问题整改闭环。该局“人海排查、事后补救”的传统监督模式加速迭代，迈向“数据预警、事前介入、全域闭环”的数智监督新范式。

前介入、全域闭环”的数智监督新范式。

从“人海战术”到“模式再造”

前期调研表明，曲靖局传统监督存在短板。各业务多依靠人工排查，效率偏低、漏判率高，隐性风险难识别，监督长期停留在事后整改惯性，监督赋能高质量发展的作用未能充分释放。

破题必先立制。曲靖局构建“监督+

内控”双轮驱动监管模式，探索“12345”大监督工作路径，编制年度监督控制计划，实现业务监督全覆盖、风险管控无死角。梳理基层创新经验，提炼可复制范式，立项上级变革项目，将基层探索固化为体系化数智监督路径。

从“人工排查”到“数智穿透”

监督质效能不能提升，关键看场景建

准穿透转型。

从“单点实践”到“全域示范”

监督不是目的，护航中心工作才是核心目标。曲靖局在机制与数字变革中锻造监督队伍，选派4名骨干支撑上级风险探针竞赛，以实战练兵提升履职能力。依托“监督+内控”基层治理观测机制，夯实管理落地，争创监督示范样板。

数字背后是实打实的变化：当前数智监督成效逐步显现，7大场景落地运行，153个问题完成闭环整改，变革课题成功立项，数字监督、闭环管控的示范效应持续释放。

基层监督提质增效，重在打破路径依赖，贵在做实数字赋能与闭环管控，曲靖局的实践给出了清晰方向。