

首次在煤炭生产、电力、运输、化工等全产业链成功示范应用

煤质快速检测研发应用领域取得重大突破

本报讯 10月24日，由国家能源集团携手中国电子科技集团旗下海康威视联合研发的“融合光谱煤质快速检测技术”在京正式发布，并首次在煤炭生产、电力、运输、化工等全产业链成功示范应用，标志着我国煤炭数质量管控领域迈入全新的人工智能时代。

煤炭是国家能源的基石，2023年我国原煤生产和进口量共计51.84亿吨，全国规模以上煤炭企业营收达3.5万亿元。煤炭质量数据是煤炭生产、销售结算、利用的关键基础数据。长久以来，依赖化学手段的传统煤质检测技术，存在过程复杂、操作差异大、存在流程长、数据缓、风险大、结算周期长等诸多问题，严重制约了煤炭清洁高效利用。

通常情况下，一列煤从上游装车台装车发出，到下游用煤单位卸车验收采用传统破坏性化学分析方法，中间至少有2次检测，但仍然很难保障上下游煤质检测结果的一致性，这也是长期困扰购销双方“卡脖子”的难题，难以适应煤炭产业链供应链绿色安全发展需要。



图为胜利能源工作人员在进行煤质快检。

此前，国内外进行过大量的煤质快检技术研发，逐步形成多种技术路线，但由于检测精度不高、放射源安全隐患等因素，一直未能形成大规模商业化应用的成熟可靠技术。

据介绍，“融合光谱煤质快速检测技术”

，是一项集煤质快检核心装置、AI模型与数质量管控平台于一体的原创性技术，实现人工智能、光谱学及化学等多学科交叉融合，可对煤炭成分中的热值、水分、灰分、硫分进行精准检测，攻克了传统煤炭检

测技术检测数据延迟、失真及成本高等难题，实现煤炭供需两端全流程实时在线、全自动检测。

10月24日上午10点，在国家能源集团准能集团黑岱沟露天煤矿，安装在准能选煤厂785商品煤胶带机中部的煤质快检核心设备，正在对当天装车外运的商品煤煤质进行实时检测。仅两分钟后，涵盖发热量、水分、灰分、硫分等多项指标的数据信息已传输到下游用煤单位，这套设备可实现当天10列装车共计4.1万吨商品煤全部过检，每车传输10组数据，一天共传输100组数据。

据国家能源集团煤炭数质量技术监督服务中心常务副主任张杰介绍，该技术可以在线检测6毫米煤样的热值、全硫、灰分、全水等指标，整列车采样完成后仅需2分钟获取检测结果，相较于至少8小时的传统检测周期，实现煤质信息的实时精准获取；样品代表性指数级增强，单列车的检测煤量可达1吨以上，是传统1克煤样检测量的百万倍，样品代表性和检测效率大幅提升；全程实现自动无人干预，改变了传统

采样、制样、化验的复杂流程，构建了高效、透明的在线检测模式。2024年在国家能源集团四大产煤区、港口、销售、电厂、化工产业共9家单位示范应用的10台产品设备，检测煤量超4亿吨，且历经高温、粉尘、震动以及高湿度、电磁干扰等各种严苛环境条件，均稳定运行。

国家能源集团董事长刘国跃说，与传统检测相比，该技术一举突破多项“卡脖子”难题，推动煤炭供需两端全流程实时在线、无人干预检测成为现实，目前已在多家合作伙伴实现超千万吨的煤炭快速结算，未来将进一步向“大模型、大平台”延伸，打造全球全时态国家级数质量共享服务平台并拓展至其他大宗散货商品检测领域，对于促进人工智能高水平场景应用具有重要里程碑意义。

据悉，计划到年底，国家能源集团将在新疆、宁夏、晋陕蒙核心区、蒙东四大产煤区相关矿点、外购煤站和部分电力、煤化工企业部署应用80多台煤质快检装置，实现对“煤炭、电力、港口、化工”等上下游的煤质快检覆盖。（吴莉）

国产大容量发电机断路器发展提速

■本报记者 苏南

《中国能源报》记者近日从中国机械工业联合会主办的“国产大容量发电机断路器、刚性气体绝缘输电线路应用成果研讨会”上获悉，百万千瓦机组190千安发电机出口断路器成套装置正式面市，环保型真空断路器实现超大电流开断已从实验室走向生产线，标志着我国高端发电设备关键部件领域不断发展提速。

我国自主研发的190千安发电机出口断路器成套装置为国内首台百万千瓦核发电机组用大容量发电机断路器，主要应用于100—120万千瓦容量的大型核发电机组，实现了我国百万千瓦级核发电机组用重大装备的国产化。

在受访专家看来，大容量发电机断路器的国产化，有助于保障国家能源安全和电力基础设施的稳定运行。未来将推动机械工业特别是电力设备制造业的转型升级，促进产业链的优化和升级。

■推进核心技术装备自主可控

发电机断路器是保障发电机组安全运行的核心装备，主要应用领域包括水力发电厂、火力发电厂和核电站等。市场上的主要产品类型包括六氟化硫断路器、真空断路器等。近年来新增的核电、火电、水电等主力机组的单机容量均已达到百万千瓦以上，这对大容量发电机的断路器的性能要求越来越

越高。

“百万千瓦级的大型发电机是在发电机组输出端所需的断路器，对于断路器的参数要求极为严格。”西安交通大学电气工程学院副院长杨飞接受《中国能源报》记者采访时表示，百万千瓦发电机断路器作为一种特殊的开关装置，连接着大容量发电机和超特高压电网。在这里，断路器的额定电流和短路电流都非常大，比常规输电断路器的额定电流和短路电流要高一个数量级。相较而言，家庭用的插座所提供的电流通常仅为10安培左右，而此断路器则需要承受高达60到70万安培的电流，是一般人很难想象的。

■项目招标设计不再受制于人

“发电断路器在开关行业中占据着极高的地位，处于金字塔的顶端。”西安西电电气有限公司副总工程师程立对《中国能源报》记者表示，目前，无论是在国内还是国际上，普遍采用的是以六氟化硫为绝缘介质的机械式开关。然而，如果继续采用这一技术路线，当电流等级进一步提升，如达到210kA甚至未来核电领域可能需要的250kA时，我国现有的技术储备面临瓶颈。

发电机断路器技术长期以来被国外垄断，特别是在大型国家重点项目如水电、核电等领域，设备维护和后期安全方面的风险较大。用户担心产品可能突然出现故障，应

急响应不及时，从而引发重大事故，影响国家能源安全。因此，用户更倾向于使用国产设备，以便于运维和保障。尤其是国外研发与制造企业通常是分离的，因此他们在技术上难以及时变革。

业内人士直言，国产设备进入市场打破了价格壁垒。设备价格的下降使得设计方案更加灵活多样，设计者更加专注于设计本身，而不是成本。特别是以前发电机断路器招标时，由于厂商太少，常常要经过公开招标、流标、申请改变招标方式等多个环节，复杂的流程，使得招标时间超长，可能导致设计进度变化，影响整体工程进度。“中国电建集团西北勘测设计研究院副总工程师孙帆说：“国内厂商的加入，壮大了供货商队伍，满足招标要求变得容易了，国内厂商的参与，促进了市场竞争，为业主提供了更多的选择。”

多家曾使用过国产发电机断路器的企业纷纷表示，随着西开、东电、哈电等国内设备企业的加入，设备故障处理的响应速度得到显著提高，有效减少故障处理的等待时间。

■新技术路径正申请国家认证

谈及国产发电机断路器未来研发方向，杨飞介绍，传统六氟化硫开断方案，开断速度慢，电弧能量高达数兆焦，使得开断能力

持续提升极其困难，并且电寿命低，不环保。采用这一技术路线，国内从130千安提升到190千安花了15年时间。因此，采用传统六氟化硫开断方案，提升发电机断路器参数难度很大，若试图进一步提升其性能，所面临的问题将极为复杂，实现起来难度极大。这会导致研发周期大幅延长，所需投入也会显著增加。

“国家重点研发计划立项，我们另辟蹊径地提出了一种新的技术路线。”杨飞表示，“目前，西安交大秦哲教授带领的科技创新团队与西开电气、西安高压电器研究院联合研制成功了国际首台31.5千伏/210千安/40000安环保型发电机快速断路器（以下简称“210kA断路器”）。这一成果填补了国内空白，解决了超大电流开断的技术难题，并标志着中国在超大容量开关设备的自主创新研发方面取得了重要突破。”

210kA断路器实现了超大电流与超高压直流分量快速开断、环保型真空多断口并联均流同步开断和超大额定电流流温控制等诸多难题，故障切除时间小于40ms，远低于国际最先产品。目前，国家高压电器质量监督检验中心正在进行扩容改建，一旦实验室条件得到提升，我们会继续进行更高参数的技术研究及产品开发，达到250千安甚至更高。“我们在国家高压电器质量监督检验中心完成了210千安断路器的全套实验。后续将准备申请国家能源局的首台套认证。”杨飞说。

程立表示，传统电气设备研发是实验科学，依赖经验设计和样机试验的反复迭代，周期长、成本高，严重制约产品设计精度和研发效率。未来国产发电机断路器在产品迭代阶段，可在虚拟状态下提前对各种性能做出准确仿真与预测。

氢能，如何实现高质量规模化发展？

■本报记者 张胜杰

“在政策和市场的双轮驱动下，中国氢能产业取得了长足进步。”在近日于广东佛山举办的2024年中国氢能产业大会上，国家发展和改革委员会高技术司二级巡视员阮高峰说，据不完全统计，截至2024年6月底，我国已建成运营可再生能源制氢项目80余个，产能超过10万吨/年，较2023年底增长10%。

虽然发展速度较快，但氢能行业仍面临着运输成本过高、技术不够成熟、基础设施建设滞后等问题。那么，氢能如何实现高质量的规模化发展？对此，国家发改委原副主任张晓强认为，“未来需要继续坚持科技创新、强化金融支持、持续扩大对外开放，实现氢能高质量发展。”

■建立氢走廊，破解储运成本难题

“广东省氢能产业基础好、创新能力强、发展空间足，在氢能技术研发、装备制造、应用推广、政策创新等方面取得了积极的成效。”阮高峰说，佛山市是我国氢能产业发展的先行区，孵化了一批先进技术，开展了有益的探索和尝试。

佛山时任市委书记郑翔介绍，佛山自2009年引进第一家氢能产业企业以来，经过15年的不懈努力，推动氢能产业从无到有、从小到大，已走出一条氢能产业高质量发展之路。佛山已集聚超过170家氢能企业和项目，覆盖氢能制、储、运、加、用全链条。

大会上，广湛氢能高速示范项目沿线加氢站建设正式启动。作为广东省广湛氢能

高速示范项目的重要支撑，项目大力推动与茂名市、开平市加氢站合作建设，打通广湛氢能交通和物流瓶颈，加快广湛沿线地区融入粤港澳大湾区“氢能圈”的步伐。

据介绍，广湛氢能高速项目涵盖广州、佛山、东莞、江门、阳江、茂名、湛江等城市，辐射粤港澳大湾区、海南和广西东南部，由沈海高速、汕湛高速、207国道、228国道和325国道组成交通大网络。通过在沿线物流重要节点布局油氢站、加氢站，推进江门、茂名、湛江等地氢气就地消纳。

华南氢能产业技术创新战略联盟理事长蔡德权告诉《中国能源报》记者，目前首批近100辆的4.5吨燃料电池冷藏车已投入使用，广湛氢能高速示范项目建成后，车辆就可以直接进入湛江、茂名沿线。”

■绿色金融赋能氢能产业发展

产业发展离不开金融支持。“要强化金融对氢能技术和产业创新的支持。”张晓强表示，许多科创企业得到金融支持才能持续提升技术和产品水平。推动“科技—产业—金融”的良性循环，是氢能科技成果转化重要保障。

“在推动氢能产业发展过程中，我们深刻认识到绿色金融支持至关重要。”佛山市委常委、常务副市长刘杰表示，近年来，我们积极推动绿色金融产品的创新，鼓励金融机构量身定制氢能产业专属信贷产品，如绿色债券等，有效降低了氢能企业的融资成本。“未来，我们还将持续深化绿色金融体制改

革，创新绿色金融

产品和服务模式，为我市氢能产业的发展提供更有力的金融支撑，持续打造一流的营商环境，降低市场准入门槛，鼓励更多社会资本投资氢能产业。”刘杰说。

目前，佛山市南海区构建起较完善的绿色金融体系，为氢能产业发展提供持续、稳定、低成本的资金支持。南海产业集团参与投资恩泽基金，积极投资布局氢能及相关领域，一期基金出资1.99亿元。截至2023年底，恩泽基金一期已投资项目较投资成本增值6.5亿元。目前，南海正积极筹备出资3亿元投入恩泽基金二期。与此同时，南海积极筹备总规模10亿元的产业发展基金、总规模2亿元的蓝海科创天使投资基金，重点投向氢能和氢氨融合装备制造产业。

■积极拓展氢能多场景应用

“总体来说，近年来我国氢能产业进步非常显著。”中国国际经济交流中心能源与绿色低碳发展研究部部长景春梅说：“目前，氢能正处于从小规模示范应用走向大规模产业化应用的阶段。如何提高关键设备的性能、降本以及构建完整产业的生态链，成为发展的关键。”



广东易运物流供应链有限公司与佛山市飞驰汽车科技有限公司签订了500辆4.5T氢能冷藏车合作协议，未来这些车辆将在广湛氢能高速上行驶，进一步拓展了氢能应用场景。

在北京清华工业开发研究院副院长付小龙看来，规模足够大，成本就足够低。氢能产业亦如此。

阮高峰建议，继续推进氢能供应、消纳相结合的一体化应用示范，促进产业链上下游协同发展，降低终端用户用氢成本，提高氢能应用经济效益，因地制宜拓展氢能低碳氢源，推动绿色氢能规模化制备、运输及应用，建设高水平的氢能基础设施，探索并拓展氢能应用多元场景的新模式，释放氢能商业化发展潜能。

此外，张晓强呼吁，氢能未来还要积极拓展多场景应用。目前，从我国的能源消费结构看，工业占比最高。2022年消费总量54.1吨标准煤，其中工业36.4亿吨，占比67%；交通运输4亿吨，占比7.4%。“工业中的钢铁、石化、化工等都是大量用氢的，应该积极开拓绿氢替代灰氢或蓝氢的应用场景。”

上接1版

国内高压交直流混联电网示范工程开工

扬镇直流二期工程在一期工程交流改直流的基础上，新增约228千米的直流输电线路，送受两端各新建一个±200千伏换流站。工程起于淮安市淮安区，止于镇江丹阳市，在新增跨江输电通道的前提下，将工程输电容量再增加120万千瓦，有效缓解北电南送输电压力，提升电网运行灵活性。

“已投运的扬镇直流一期工程采用的是常规LCC直流技术；扬镇直流二期工程是国内首次采用SLCC直流技术，预计于2026年建成投运；扬镇直流三期工程将采用功率输送更为灵活的VSC直流技术，计划于2028年投运。届时，扬镇直流工程的输送能力可达约360万千瓦。”国网江苏电力工程咨询公司项目管理中心主任柏彬表示，本次工程建设首次创新应用基于多源换相换流器的直流技术（SLCC），可有效提高电力系统运行安全可靠。

“我们将在扬镇一期积累的标准施工经验基础上，建设管理技术创新地采用三维可视化交底、无人机阵列展放牵引绳等世界一流施工技术全力保障工程按期投运”。江苏省送变电有限公司施管部主任陈庆飞介绍。

“江苏公司将结合中长期北电南送、沿海外送等关键断面整体优化加强需求，强化规划引领作用，加快推进扬镇直流、GIL直流等重点工程规划建设，积极构建省域交流直流混联电网，推动交流电网功率自然分布的特性转变为交直流混联电网功率优化分布，大幅度提升电网资源优化配置能力，实现江苏能源电力要素的南北互济、东西互济。”国网江苏省电力有限公司发展策划部主任阮高峰说。

据国网江苏经研院预测，江苏要实现新能源发电装机占比超过50%，还需要近9000万千瓦的新能源涌入长三角腹地，新能源装机规模将达到约1.5亿千瓦。国网江苏电力将利用苏通GIL管廊，在南通至苏州两市间建设直流输电通道，陆续推广一批直流输电工程，在不重复占用土地资源的基础上，提升功率输送能力、电网运行灵活性、电网短路电流控制能力，进一步优化能源资源配置，加快长三角地区实现“双碳”目标进程，为全球能源绿色发展提供中国经验。