

让技术创新与学科交叉“手牵手”

——专家热议新能源技术从科学突破到产业化之路

◎本报记者 张佳星

“刚开始国外不看好晶硅电池，但中国通过提质增效把它做成‘萝卜白菜价’（可被市场接受的低成本），晶硅电池得到大规模推广。而国外看好的薄膜电池，成本却一直降不下来。”日前，在北京举办的“新能源科学论坛2023”上，中国科学院院士、清华大学教授欧阳明高用这样一个对比的例子阐明了一个观点：无论是哪类技术路线，从科学突破到产业化应用都会遇到曲折，需要不断“打磨”，才有可能被市场接受。

近年来，可持续能源的市场占比不断增加。随着绿色化、智能化的推进，新能源技术不断迭代，如何让这些新技术更快实现产业化？与会专家认为，来自技术创新和学科交叉的不断“打磨”，将为科学突破走向产业化提供更顺畅

的路径。

技术“打磨”让产品性能增强

“在能量提升的同时，锂电成本从每瓦时5元降至0.5元，降低了90%。”欧阳明高表示，这些技术进步与相关政策叠加，大大推动了电动汽车产业的发展。

技术的“打磨”让锂电池寿命变长、成本降低、性能增强。

资料显示，10年前，锂离子动力电池充电一次，仅能为汽车提供100多公里的续航里程；而现在，续航里程可达到1000公里。

更多技术迭代正在推进新能源利用的新变革。“相比于晶硅电池，钙钛矿光伏技术理论上可使生产能耗从1.52千瓦/小时下降到0.12千瓦/小时，生产周期从72小时下降至3小时。”北京大学材料科学与工程教授周欣介绍，钙钛矿太阳能电池技术近几年发展

迅速，其在原料价格、加工周期、光电效率、度电成本等方面优势日渐明显。

如何提升钙钛矿电池更好满足产业期望？新能源研发领域持续开展各类技术“打磨”研究，例如研发优势互补的“叠层”电池。“钙钛矿与晶硅的叠层电池能够实现太阳能全光谱的利用。”

欧阳明高介绍，它的光电转化效率已经达到40%，是当前大规模应用的光伏电池转化效率的两倍。

“当技术的产业化处于起步阶段时，企业需要持续推进科技创新，解决其市场化应用的痛点。”纬景储能科技有限公司副总裁袁雨说，产品需经历从实验室到小试线、中试线直至大规模生产的“打磨”，这个过程也是对企业制造水平与工艺能力的挑战。

开展更多交叉融合的探索

“人工智能大模型将改变材料寻找此前‘手工作坊’的试错方式，大幅度提

升材料技术创新的效率。”欧阳明高认为，新能源领域的技术创新涉及大量的学科交叉，除了能量过程控制、材料科学等，新能源科技还在与仿真计算、人工智能、微纳制备等领域融合。

北京大学能源研究院研究员章凯强认为，把技术从实验室搬到现场，必须开展交叉融合的探索。他介绍，北京大学鄂尔多斯研究院正在鄂尔多斯推进“零碳机场”项目。该项目集成了储能、地下清洁能源、节能减碳、分布式资源和CCUS（碳捕集、利用与封存）等多种技术，需要从化学、供热、工程等多方面开展科技集成创新，才能让先进的技术路线应用落地。

“因此，企业应重视多元化人才队伍建设。”章凯强建议，以储能企业为例，除了电化学专业，还应储备二三十个相关专业的技术人才，组成人才矩阵。这些人才可广泛开展产学研合作，推动新能源领域的新技术成功产业化。

鸭绿江畔 红旗飘扬

科技日报丹东1月1日电（记者 郝晓明）“迎国旗，奏国歌！”1月1日上午9时，辽宁出入境边防检查总站丹东边检站指挥员的口令声响彻在鸭绿江畔，3名升旗手迈着矫健的步伐护送国旗走向升旗台。雄壮的国歌声中，升旗手奋力挥臂划出一道弧线，鲜艳的五星红旗冉冉升起。迎着2024年清晨的第一缕阳光，丹东出入境边防检查站与丹东市实验小学师生在中朝友谊桥举行“迎新年 庆元旦”升国旗仪式，共同祝愿伟大的祖国繁荣昌盛。

图为“迎新年 庆元旦”升国旗仪式现场。
李宁宁摄



青岛海关签发山东首份中尼自贸协定原产地证书

科技日报青岛1月1日电（记者 王健高 宋迎迎 通讯员赵广英 徐兴凯 刘岳云）1月1日，中国—尼加拉瓜自贸协定正式生效。零时刚过，在青岛海关所属临沂海关通关大厅，海关关员通过国际贸易“单一窗口”，为山东凯驰蓝德轮胎有限公司出口到尼加拉瓜的一批轮胎签发了中尼自贸协定原产地证书。

这是协定正式生效后，山东签发的首份中尼自贸协定原产地证书。“凭这份原产地证书，轮胎在当地通关时缴纳的关税税率可由10%降为9%。”山东凯驰蓝德轮胎有限公司外贸经理吕青松说。

尼加拉瓜是山东凯驰蓝德轮胎有限公司近年来开拓的新兴市场。“目前我们对尼加拉瓜的轮胎出口额能够达到400万元。”吕青松说，通过自贸协定享惠方案，根据静态估算，2024年企业出口的产品可以在尼加拉瓜获得关税减让4万元。10年后关税税率将降为0，每年减让的关税就可以超过40万元。

记者了解到，中国—尼加拉瓜自贸协定是中国对外签署的第21个自贸协定。根据约定，中尼双方第一年零关税产品占协定总体目比例约为60%，最终零关税产品占总体目比例超过95%。

2023年12月29日，在青岛海关所

属菏泽海关通关大厅，山东佳农国际贸易有限公司出口事业部经理刘义申办了一份中国—尼加拉瓜自贸协定早期收获安排项下的原产地证书。

“凭借这份证书，公司出口的大蒜可以在尼加拉瓜免于缴纳税率为15%的进口关税。这批大蒜将近30吨，可以获得关税减让超过5万元。”刘义申说，2023年5月份以来，公司对尼加拉瓜出口享惠货值近300万元，享受关税减让超过40万元。

中国—尼加拉瓜自贸协定早期收获安排于2023年5月生效并实施至2023年底。据统计，青岛海关已签发中

尼自贸协定早期收获安排项下原产地证书359份，出口享惠货值达5582万元，有关企业可享受尼方关税减让超700万元。

据青岛海关统计，2023年前11个月，山东对尼加拉瓜进出口额达到7.1亿元，同比增长21.5%。

“中国—尼加拉瓜自贸协定生效后首年，山东企业就可节省关税成本约2000万元，主要受益产业为农产品、纺织以及包括轮胎等在内的汽车产业。”青岛海关关处处长毕海军说，“下一步，我们将加强政策宣传和靶向推介，指导企业用足用好自贸协定项下关税减让等优惠政策，同时持续深化原产地管理改革，提升企业享惠的便利化水平，促进自贸协定红利在更大范围内释放，助力山东外贸实现2024年开门红。”

“智慧大脑”助力西渝高铁工程建设

◎通讯员 刘婧 本报记者 韩荣

“拌合站混凝土生产过程中，料称量误差一旦超过预警值，信息化系统会在30秒内发送报警短信，试验室可及时对超差报警的混凝土进行试验检测，确保混凝土性能符合要求。”1月1日，在我国首条穿越大巴山的高铁——中铁十七局西渝高铁的康渝段站前13标3分部拌合站信息化中心，中铁十七局信息化管理员李好告诉记者。

只见李好轻点鼠标，几秒钟内便快速完成对配料单号的读取，随后同时启

动20余台外加剂循环泵，开始混凝土生产作业。

西渝高铁是国家中长期铁路网规划“八纵八横”高铁通道中包（银）海通道、京昆通道的重要组成部分，也是成渝地区双城经济圈连接丝绸之路经济带、联通京津冀协同发展区的重要高铁通道，全长739公里，设计时速350公里。

为确保工程建设优质高效，建设者依托云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能等数字化技术，通过芯片、感应设备、自动化报警装置、高清摄像头等打造“数智中心”，构建全方位“智

慧大脑”，以信息化手段为施工安全作业提供“双保险”，实现工程建设智慧化、数字化、精细化。

“我们将拌合站物料验收系统、试验室信息系统、混凝土生产监控系统整合为一个平台，通过多平台数据共享，实现生产流程全覆盖，生产效率提高50%。”中铁十七局西渝高铁康渝段站前13标3分部负责人许志刚表示，原材料到场后，管理人员通过过磅影像系统、视频抓拍系统、LED显示系统控制材料进场数量和质量验收情况并实时自动报检。待检验合格，生成“准入证”，材料进入指定料仓后，技术人员再

根据施工现场所报混凝土需求数量，提前在信息化平台下单、出库，可确保任务单100%完成。

与此同时，在距离拌合站2.3公里的重难点工程——高升一号隧道的出口信息化中心大屏上，人员车辆定位、施工部位和里程、有毒有害气体监测等各种信息实时滚动。建设者可通过监控设备随时调阅任何位置的实时视频图像，全方位掌握洞内人员轨迹和设备分布情况，实现对施工作业面全面覆盖，确保隧道钻孔、爆破、排烟、初支等作业全面可控，施工工序紧密衔接。

截至目前，高升一号隧道斜井施工已完成，正式进入双向正洞施工，桥梁、路基施工均有有序推进。

（科技日报太原1月1日电）

案和风险管控“口袋书”，通过负荷转供、临时改接及特巡保供等方案，确保完成工程建设。

“这项工程的建成，大大增加了银川电网线路容量，将为国家级银川经济技术开发区内宁夏中环50吉瓦（G12）太阳能智慧工厂、宁夏创盛新材料科技有限公司等重点招商引资企业提供可靠电力接入能力，为宁夏‘六新六特六优’现代化产业格局的建设提供电力支撑，有效助力地方经济社会高质量发展。”国网银川供电公司相关负责人表示。

宁夏投资规模最大220千伏输变电工程投运

科技日报讯（记者王迎霞 通讯员白钰）“主变运行正常，无异音信号！”2023年12月28日，随着国网银川供电公司电力调度控制中心人员发令下达，总投资6.05亿元的宁夏银川市典农220千伏输变电工程投运。此工程是宁夏投资规模最大的220千伏输变电工程。

该工程由宁夏首座全户内220千伏变电站——典农220千伏变电站，以及总长73.9千米、铁塔228基的输电线路组成。工程共建设6回220千伏线路。其中，贺兰山—典农输电线路横跨银川、吴忠两市两县一区，成为银川电网最长线路。作为受端电网的银川电网，主要由青铜峡750千伏贺兰山变电站通过5回220千伏线路向现有电网供电。本次工程中的贺兰山—典农双回

主供线路建成后，输电能力相当于现有5回线路的总和，银川西部电网输电能力将翻一番。

典农220千伏输变电工程包含93.6米高的宁夏220千伏最高输电塔，跨越高速公路、包兰铁路等共38处，跨越点集中、施工风险高、管控难度大。国网银川供电公司详细制定前期工作节点进度计划，“1+1+2+7+15”系列工作方

◎本报记者 马爱平

养殖用海是我国用海面积最大的海域使用类型。据统计，我国现有海水养殖面积3111万亩。向海洋要热量、要蛋白，养殖用海已成为18亿亩耕地之外，扩大食物供给的重要资源要素。

近期，自然资源部办公厅、农业农村部办公厅联合发布了《关于优化养殖用海管理的通知》（以下简称《通知》），就优化养殖用海管理出台了一系列政策措施。

“《通知》立足于严守资源安全底线、优化国土空间格局、促进绿色低碳发展、维护资源资产权益，提出了优化养殖用海管理的一系列政策措施，既关乎国计民生和粮食安全，保障海水养殖产品供给，也关乎沿海地区的经济发展和社会稳定，具有重要意义。”1月1日，自然资源部海域海岛管理司和农业农村部渔业渔政管理局相关负责人在解读政策时指出。

为保障和优化海水养殖发展空间，《通知》重点提出了3项具体措施：科学确定养殖用海规模，积极支持深远海养殖用海，明确严格禁止与适度控制养殖用海。

“具体来看，首先，各地自然资源（海洋）主管部门在编制海岸带等国土空间专项规划时，应根据国土空间总体规划确定的规划分区，并结合养殖水域滩涂规划，划定增养殖区，科学地确定养殖用海规模，以此稳定海水健康养殖面积。其次，要拓展深水远岸宜渔海域，优化养殖用海布局，积极支持深远海养殖和海洋牧场用海，加快重力式网箱、桁架类网箱、养殖工船等深远海养殖渔场的建造应用。再次，新增的养殖区不得划定在军事禁区和管理区、港口、航道、锚地、海底电缆管道保护区等法律明确禁止占用的海域，要适度控制重要海湾和河口、滨海城市近岸海域的养殖用海规模。”上述负责人表示。

对于维护传统渔民合法权益，《通知》重点明确了4项政策举措：因地制宜划定渔民传统养殖海域、优先保障当地传统渔民用海、切实减轻渔民负担、围海养殖区内允许建设必要设施。

“各地应根据海域资源状况、养殖用海现状和渔民数量，划定一定范围的渔民传统养殖海域，保障传统渔民的生计。渔民传统养殖海域主要是指《中华人民共和国海域使用管理法》施行前，已由农村集体经济组织或者村委会经营的养殖用海。在向渔民传统养殖海域核发‘两证’（海域使用权证和水域滩涂养殖证）时，应当优先安排当地的渔业生产者，使其合法权益受到法律保护。要优化养殖用海申请审批程序，全面提高行政审批效率，依法减免海域使用金，切实减轻传统渔民的负担。”上述负责人强调。

我观测到非厄米复合量子系统在奇异点纠缠相变

科技日报讯（记者谢开飞 通讯员许晓凤）记者近日从福州大学获悉，该校物理与信息工程学院教授郑仕标课题组发现，非厄米复合量子系统在奇异点能够呈现出纠缠相变。相关成果于2023年12月29日发表在《物理评论快报》上。审稿专家认为，这一发现是非厄米量子系统纠缠性质研究领域的里程碑。

郑仕标介绍，开放量子系统区别于孤立系统最显著的特征，是对应的非厄米哈密顿量允许奇异点的存在，在该点哈密顿量的本征能和非厄米耦合系数达到这个临界值时，纠缠度突然停止变化，其变化率从零变为非零的常数跳跃到0，验证了理论预测。近20年来，人们在理论上预测并实验验证了奇异点导致的各种非厄米现象。但是，这些现象都可能在量子系统和经典系统中出现。这导致了一个悬而未决的根本性问题：什么样的非厄米现象能够完全背离经典物理？

该团队研究发现，非厄米光子—量子比特相互作用系统在奇异点能够呈现出量子纠缠的突变现象。一方

面，纠缠是纯量子力学效应，没有对应的经典概念；另一方面，该纠缠相变是非厄米系统所特有的奇异点效应。因此，他们所发现的现象回答了上述根本问题。同时，该团队在电路量子电动力学系统中实现了量子比特与具有耗散的微波谐振器的可控耦合，并在此基础上观测到了奇异纠缠相变。

实验结果表明，当量子比特与谐振器的微波光子的耦合系数小于耗散系数的四分之一（奇异点）时，系统本征态的纠缠度与耦合系数成正比。当耦合系数达到这个临界值时，纠缠度突然停止变化，其变化率从零变为非零的常数跳跃到0，验证了理论预测。

由于在奇异点附近，非厄米系统的性质对控制参量的变化很敏感，奇异点效应有助于实现高灵敏度传感。迄今为止所报道的奇异点增强的传感都局限于经典系统，该研究所提出的方法有望用于量子系统参量的高灵敏度测量。

国内首台民用液氢罐车研制成功

科技日报讯（记者陆成宽）记者2023年12月29日获悉，国内首台民用40立方米液氢罐车研制成功。这标志着我国在液氢制取、储运与加注等关键技术装备及安全性研究方面取得重大进展，对促进我国民用液氢储运装备发展具有重要意义。

液氢罐车是实现液氢上路运输的关键装备，也是实现氢能大规模应用的关键节点之一。据悉，该民用液氢罐车由张家港中集圣达因低温装备有限公司设计制造，北京特种工程设计与研究院以及西安交通大学共同参与完成。

研发团队克服了研制周期短、基础数据缺乏、设计与制造标准缺失等困难，依次攻克了40立方米液氢罐车总体工艺流程及安全结构设计、高性能绝热材料高效配比应用、超低温材料焊接、高真空获取及长效维持技术等核心关键技术。

其中，张家港中集圣达因低温装备有限公司研制的移动式真空绝热液氢压力容器企业标准是我国首个液氢罐车企业标准，该标准已经由全国锅炉压力容器标准化技术委员会压力容器分技术委员会备案通过；同时，相关工作还为民用液氢罐车设计标准制定作出重要贡献。

研究团队克服了研制周期短、基础数据缺乏、设计与制造标准缺失等困难，依次攻克了40立方米液氢罐车总体工艺流程及安全结构设计、高性能绝热材料高效配比应用、超低温材料焊接、高真空获取及长效维持技术等核心关键技术。

液氢罐车是实现液氢上路运输的关键装备，也是实现氢能大规模应用的关键节点之一。据悉，该民用液氢罐车由张家港中集圣达因低温装备有限公司设计制造，北京特种工程设计与研究院以及西安交通大学共同参与完成。

研究团队克服了研制周期短、基础数据缺乏、设计与制造标准缺失等困难，依次攻克了40立方米液氢罐车总体工艺流程及安全结构设计、高性能绝热材料高效配比应用、超低温材料焊接、高真空获取及长效维持技术等核心关键技术。

确定用海规模 唱响「海洋牧歌」

相关负责人解读优化养殖用海管理新政策

养殖用海是我国用海面积最大的海域使用类型。据统计，我国现有海水养殖面积3111万亩。向海洋要热量、要蛋白，养殖用海已成为18亿亩耕地之外，扩大食物供给的重要资源要素。

近期，自然资源部办公厅、农业农村部办公厅联合发布了《关于优化养殖用海管理的通知》（以下简称《通知》），就优化养殖用海管理出台了一系列政策措施。

“《通知》立足于严守资源安全底线、优化国土空间格局、促进绿色低碳发展、维护资源资产权益，提出了优化养殖用海管理的一系列政策措施，既关乎国计民生和粮食安全，保障海水养殖产品供给，也关乎沿海地区的经济发展和社会稳定，具有重要意义。”1月1日，自然资源部海域海岛管理司和农业农村部渔业渔政管理局相关负责人在解读政策时指出。

为保障和优化海水养殖发展空间，《通知》重点提出了3项具体措施：科学确定养殖用海规模，积极支持深远海养殖用海，明确严格禁止与适度控制养殖用海。

“具体来看，首先，各地自然资源（海洋）主管部门在编制海岸带等国土空间专项规划时，应根据国土空间总体规划确定的规划分区，并结合养殖水域滩涂规划，划定增养殖区，科学地确定养殖用海规模，以此稳定海水健康养殖面积。其次，要拓展深水远岸宜渔海域，优化养殖用海布局，积极支持深远海养殖和海洋牧场用海，加快重力式网箱、桁架类网箱、养殖工船等深远海养殖渔场的建造应用。再次，新增的养殖区不得划定在军事禁区和管理区、港口、航道、锚地、海底电缆管道保护区等法律明确禁止占用的海域，要适度控制重要海湾和河口、滨海城市近岸海域的养殖用海规模。”上述负责人表示。

对于维护传统渔民合法权益，《通知》重点明确了4项政策举措：因地制宜划定渔民传统养殖海域、优先保障当地传统渔民用海、切实减轻渔民负担、围海养殖区内允许建设必要设施。

“各地应根据海域资源状况、养殖用海现状和渔民数量，划定一定范围的渔民传统养殖海域，保障传统渔民的生计。渔民传统养殖海域主要是指《中华人民共和国海域使用管理法》施行前，已由农村集体经济组织或者村委会经营的养殖用海。在向渔民传统养殖海域核发‘两证’（海域使用权证和水域滩涂养殖证）时，应当优先安排当地的渔业生产者，使其合法权益受到法律保护。要优化养殖用海申请审批程序，全面提高行政审批效率，依法减免海域使用金，切实减轻传统渔民的负担。”上述负责人强调。