

化学物理通讯

Vol.24, №.4 (2023 年 04 月)

(总第 277 期)

目 录

政策研究	1
期待更多社会力量投入基础研究.....	1
“大”处着手 强化国家战略科技力量.....	2
引领前瞻布局的战略科学家如何培养.....	3
心怀国之大者, 打造原创技术策源地.....	4
深化科学基金改革 推动基础研究高质量发展.....	6
以科技自立自强谱写中国式现代化新篇章.....	7
基础研究要宽容失败 人工智能要趋利避害.....	10
基础研究	11
Pt/富勒烯界面显著提高 HER 催化活性.....	11
铂/富勒烯界面铂位点的多样性加速碱性析氢.....	13
电解质在用于非金属水性储能电极的非共轭自由基聚合物中的作用.....	14
调节*CH ₃ O 吸附以促进铜基催化剂 CO ₂ 电催化还原为 CH ₄	15
高选择性电催化烯醇半加氢连续生产烯醇.....	16
FeCoNi 三元 MOF-多孔 S,N 掺杂碳复合材料 OER 电催化.....	18
能源	19
9 项储能相关国家标准发布 2023 年 10 月 1 日实施.....	19
极长寿命新型氧离子电池问世.....	20
“双碳”目标下, 做好煤炭清洁利用必答题.....	20
“绿氨”有望成为真正的可持续燃料.....	23
新型“人造树叶”能源转化率创新纪录.....	24
“天然电池酶”化空气为电能.....	25
浸没式液冷方案护航储能安全.....	26
新一代光储电站: “追”着太阳要能量.....	27
技术创新引领 让清洁能源“风光无限”.....	29
保障能源安全 推动绿色转型走好能源产业中国式现代化道路.....	31
我国高端油气钻井技术实现里程碑式跨越.....	36
新技术	37
重要化工品烷烃脱氢催化剂可“一键筛选”.....	37
制造原子级层状金属的简单方法出现.....	38
纳米结构扭曲程度首次实现控制.....	38
环氧乙烯首次在实验室合成.....	39

磁约束方式实现氢硼聚变.....	40
高能同步辐射光源直线加速器满能量出束.....	40
材料	41
新方法设计出可高效制氢的光催化剂.....	41
我学者研制出细胞相容性超分子材料.....	42
世界首创“相变油墨”可实现被动式控温.....	43
蟹壳可用于制造新的电池材料	44
二氧化碳运输船液货舱用低温钢全球首发.....	44
环境科学	45
十四种新污染物纳入重点管控清单.....	45

期待更多社会力量投入基础研究

加强基础研究，不仅是实现高水平科技自立自强的迫切要求，也是建设世界科技强国的必由之路。在今年两会首场“部长通道”上，科技部部长王志刚介绍，我国基础研究占全社会研发投入比例连续4年超过6%。与全国研发投入相比，基础研究投入增速更快。

纵向比较，我国基础研究投入增长已经较快。但对照国家实现高水平科技自立自强的迫切要求和建设世界科技强国的目标，仍有较大提升空间。数据显示，2022年我国投入研发经费首次超过3万亿元，占GDP的2.55%，已经超过欧洲很多发达国家水平；但其中基础研究经费占经费总量的6.32%，而欧美发达国家在基础研究上的投入占比基本稳定在12%以上。

更大的问题则在于投入结构。我国对基础研究的投入主要还是依靠政府，超过90%来自中央财政，企业和社会投入较低。这也不同于全球一些科技发达国家。例如，美国的基础研究经费中，政府、高校投入一般占60%左右，企业和社会投入占40%左右。

加大基础研究投入，离不开社会力量参与。目前，已经有一些民营企业等社会力量积极主动采取设立研发基金、组建创新联合体、资助高校和研究机构等方式，直接或间接参与到基础研究中来。最近还出现了民营企业设立的资助到个人的项目，不失为探索社会多元投入和资助方式的有益尝试。这些社会投入，对于完善多元化投入机制、形成推进基础研究的强大合力起到了积极作用，也反映了全社会科技创新观念的转变。

“十四五”规划要求，将基础研究的占比提升至8%。党的二十大报告提出，加大多元化科技投入。这些目标的落实，不能只靠政府，需要全社会力量积极参与。

要持续探索基础研究多元化的投入渠道。要通过税收优惠等多种方式激励企业加大投入，鼓励社会力量设立科学基金、科学捐赠等多元投入，提升国家自然科学基金及其联合基金资助效能；鼓励企业积极参与基础研究重大项目。持续探索、不断创新多元投入的机制和方式。

要为社会捐赠创造良好环境。要推动形成社会资本关注支持原始创新、基础研究的社会氛围。完善鼓励社会捐赠资金支持基础研究的顶层设计与配套措施，打通捐赠渠道、完善相关法律法规、激励政策、监管机制等；通过捐赠配比、共建基础学科永续留本基金等政策措施，将“第三次分配”有机嵌入到基础研究资助体系中，鼓励、引导更多社会捐赠力量参与进来。

要探索更高效的资助方式。实际上，这也是世界各国特别是科技发达国家共同探索的问题。比如，社会力量投入怎样识别有潜力的人才、怎样以更好的方式资助到个人、怎样提高原始创新成功的概率等。随

着引领性的科研领域越来越多，未来我们需要更多的开创性理念和科学路线，进一步提高基础研究资助方式本身的科学性。

科技日报 3 月 11 日

“大”处着手 强化国家战略科技力量

在全国两会会场上，永远不缺关于国家战略科技力量的好声音。就如何强化国家战略科技力量的问题，参加全国两会的一些代表委员各抒己见，折射出民心所向和国家意志的同频共振。

国家战略科技力量之所以备受关注，是因为强化国家战略科技力量是新时代实现我国科技自立自强、支撑全面建设社会主义现代化国家的必然选择，也是加快建设世界科技强国的关键举措。

面对世界百年未有之大变局，在推进中国式现代化事业中，在建设世界科技强国的征程上，我们必然会遇到各种可以预料和难以预料的风险挑战、艰难险阻甚至惊涛骇浪。

国家战略科技力量作为体现国家意志、服务国家需求、代表国家水平的“科技王牌军”，能够“召之即来、来之能战、战之必胜”，整体提升我国的创新能力、竞争实力与发展潜力。我们要以更高的格局、更大的视野、更强的力度强化国家战略科技力量，将创新主动权、发展主动权牢牢掌握在自己手中。

强化国家战略科技力量，要抓好大科技攻关。世界科技强国竞争，比拼的是大科技和硬实力。

少数国家技术管制、技术封锁造成的“卡脖子”问题，给我国发展带来了重要影响和严峻挑战。极端天气应对、全球环境治理、深空探索 and 开发等一系列问题背后，我国在前沿科技方面的创新短板不容忽视。我们要立足于事关国家发展前途和命运的大问题，通过实施具有前瞻性、战略性的大科技计划，聚集起国家重点实验室、重要科研机构和创新平台等大科技力量；要坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，加强原创性、引领性科技大攻关，不断增强我国原始创新能力和“从 0 到 1”的大成果产出，扛起高水平科技自立自强的使命担当。

强化国家战略科技力量，要建立大协调机制。加强国家战略科技力量建设，要放在国家创新体系大背景下系统谋划，使各支力量各就其位、统筹联动，切实履行好国家战略任务使命。要建立大协调机制，巩固和提高一体化国家战略体系和能力，更好地总揽全局、统筹指挥、协调各方，以实现国家战略科技力量的最大化。要进一步发挥新型举国体制的优势，以大协调机制推动“集中力量办大事”，集全国资源、举全国之力，努力攻克战略性的高精尖技术。要以大协调机制统筹中央和地方、体制内和体制外的战略科技力量，把政府、市场、社会等各方面力量拧成一股绳，特别是要强化企业创新主体地位，推动创新要素跨领域、跨区域、跨部门自由流动，在新一代信息技术、人工智能、生物技术等新兴产业集群中加强布局、集中力量、优化机制、协同攻关。

强化国家战略科技力量，要形成大创新生态。科技创新不是无源之水、无本之木，国家战略科技力量的强化也并非一日之功，需要建立与之相适应的大创新生态。要敢于破除一切制约科技创新的思想障碍和制度藩篱，鼓励探索“军令状”制度和“揭榜挂帅”机制，赋予科研人员更大自主权。要敢于“破四唯”“立新标”，打破人才流动壁垒和发展桎梏……总之，只有不断深化科技体制改革，营造高效、开放、有活力的大创新生态，才能为国家战略科技力量点燃新引擎、创造新环境。

科技创新决胜未来，关乎国运。新时代的科技事业天高海阔、百舸争流，我们比以往任何时期都更需要国家战略科技力量。勇闯科技创新“无人区”，勇立前沿科技潮头，国家战略科技力量大显身手正当其时。

科技日报 3月11日

引领前瞻布局的战略科学家如何培养

最近，中国科学技术发展战略研究院的一项调查给战略科学家画了像，分别有超过60%的科研人员认为，“准确预判了学科或行业未来发展趋势”“提出的政策建议被采纳并对国家科技发展产生重大影响”“领导团队完成了重大科技攻关任务”的科学家是战略科学家。

习近平总书记指出，“要大力培养使用战略科学家”“形成战略科学家成长梯队”。身为国家战略人才力量中的“关键少数”，如何培养战略科学家成为两会代表委员热议的话题。

何为战略科学家

尽管每个人对战略科学家的理解各有侧重，但受访者不约而同提到了几个关键词：学术积淀、战略眼光、前瞻布局、大兵团作战等。

“深厚的学术涵养、宽广的学术视野以及良好的组织沟通能力，是一位战略科学家的必备素质。”全国政协委员、中科院理论物理研究所所长蔡荣根院士认为，战略科学家还要有很好的前瞻判断能力。

“凝练重大科学问题，推进关键核心技术攻关，前瞻判断能力、超前的学术眼光至关重要。”在蔡荣根心中，中科院理论物理所老所长彭桓武先生、周光召先生都是典型的战略科学家。

全国政协委员、中科院高能物理研究所研究员张新民也持有类似的看法。“战略科学家应该具有深厚的科学素养、宏大的格局、前瞻的视野，要关注当下的重大科学问题和学科发展态势，探究交叉学科融合趋势，能领导‘科技大兵团’作战。”张新民认为，战略科学家要能够根据科学发展规律，为国家科技决策，提出具有前瞻性以及可实施性的建议，比如南仁东。

“战略科学家是指能够着眼全局和长远，在宏观层面上把握科技发展规律，制定或领导执行学科、领域、组织的重大科技发展战略的科学家。”中国科学技术发展战略研究院研究员石长慧认为。

在石长慧看来,我国战略科学家的代表有大家熟知的钱学森、钱三强、王大珩等,美国则有万尼瓦尔·布什、奥本海默等。

从实践中发现和培养战略科学家

近年来,我国日渐重视对战略科学家群体的培养和支持。2021年9月,中央人才工作会议上,“大力培养使用战略科学家”成为重要议题之一。

在张新民看来,人才培养是一个系统工程,战略科学家的培养应该从孩子开始。“战略人才储备体系的建设应借鉴我国乒乓球领域的经验,营造良好的环境和文化氛围。”他说,要将大中小学课程与前沿科技、基础科学原理紧密融合,由浅入深、由表现及原理进行一体化设计,让不同潜能的学生“吃饱、吃好”。

从实践中发现和培养战略科学家,是受访者的共识。“战争年代,优秀的将军必定是在无数次战斗中成长起来的。战略科学家也应该是在科技实践中成长起来。”蔡荣根认为,战略科学家要敢于提出重大科学问题,并组织团队攻关。

石长慧表示,战略科学家的遴选范围,不能只局限于国内外的“顶尖科学家”,也不能局限在国有的企事业单位,建议可以借鉴“两弹一星”元勋科学家的遴选经验,采取推荐制等方式选择战略科学家。

“应从海外引进、或在现有主持国家重大科技任务的科技专家中遴选一批战略科学家。”石长慧建议,还应选拔优秀青年科学家主持承担国家重大科技项目,使其在实践中不断提高领导能力和组织管理水平,尽快成长为战略科学家。

科技日报 3月11日

心怀国之大者, 打造原创技术策源地

2023年政府工作报告提出,科技政策要聚焦自立自强。完善新型举国体制,发挥好政府在关键核心技术攻关中的组织作用,突出企业科技创新主体地位。

国资央企作为科技创新的主力军,如何助力我国实现高水平科技自立自强?两会期间,多位国资央企领域代表委员就这一话题分享了自己的见解。

勇当国家战略科技力量

“中央企业在我国科技创新全局中具有战略地位,应在高水平科技自立自强中担当战略引领作用。”全国政协委员、中国工程院院士、中国钢研集团副总工程师李卫在接受科技日报记者采访时说。

在李卫眼中,国企、民企都是科技创新的主体,中央企业在稳定经济社会大局中发挥着顶梁柱和压舱石的作用,承担着成为国家战略科技力量和原创性技术策源地的责任和使命。国资央企凭借强大的产业链基础优势,在优化科技创新机制、占领科技前沿领域以及突破关键核心技术方面发挥着重要作用。

“中央企业等国有企业要勇挑重担、敢打头阵，充分发挥企业创新主体作用，勇当原创技术策源地和现代产业链链长，围绕服务国家战略，加强基础性、紧迫性、前沿性、颠覆性原创技术研究。”对于国资央企在科技创新中的角色，全国人大代表、东方电气集团东方汽轮机有限公司副主任工程师曹天兰道出自己的理解。

全国人大代表、中国中化控股有限责任公司所属中昊晨光化工研究院有限公司科技管理部主任李慧常年与科技攻关项目打交道。她的答案简洁而实在：“中央企业在助力高水平科技自立自强方面，主要发挥着国家队的作用，这正是中央企业的使命担当所在。”

发挥好“出题人”和“答题人”作用

“中央企业在破解‘卡脖子’技术难题方面，还有很大的潜力。”在全国两会前夕举行的国务院新闻办发布会上，国务院国资委党委书记、主任张玉卓说。

关键核心技术攻关，是必须打赢的硬仗。

曹天兰认为，中央企业在企业科技战略、规划制定及重大科技项目立项、评审中，要发挥企业“出题人”作用，凝练提出符合国家战略、集团公司产业发展方向的重大原创技术需求，进一步完善“自上而下”和“自下而上”相结合的任务征集形式，推动形成战略咨询委员会、科学技术委员会、行业专家、用户多方参与的论证机制，推动关键核心技术攻关。

当然，创新不能闭门造车。

“中央企业需要做好优势资源的高效整合，并不断优化创新生态，将两者有机结合起来，更好地推动关键核心技术攻关。”李慧在接受记者采访时分析，一方面，央企往往规模庞大、分布广泛、涉及行业众多，因此需要整合内部资源协同发力；另一方面，央企与央企之间，可以组建创新联合体携手攻关。

李卫进一步提出，在关键核心技术攻关过程中，国资央企可以发挥“出题人”“答题人”“阅卷人”的作用，发挥科技领军企业引领作用，联合产业链上下游企业及高校、科研院所等优势科研力量组建创新联合体，围绕重大攻关任务开展协同攻关。

推进关键核心技术攻关

去年上半年以来，国资央企如火如荼地推进打造原创技术策源地。

“国资央企要心怀‘国之大者’，持续推进打造原创技术策源地工作。”李卫建议从三大方向发力：从国家急需需要和长远需求出发，为提高综合国力、维护国家安全、促进经济社会健康发展提供支撑；着眼于建设现代产业体系，推动产学研检用联合，解决一批产业技术短板弱项，不断提高产业链供应链安全性和稳定性；聚焦提升企业自身核心竞争力，发挥企业科技创新的主体作用。

打造原创技术策源地与推进关键核心技术攻关之间密不可分。李慧认为，央企应聚焦重要领域和关键环节，不断加大科研投入，在关键核心技术攻关和破解“卡脖子”技术等方面打造一批原创技术策源地，比如在关键材料、核心元器件、基础软件、基础零部件等领域突破一批短板技术。

她补充说，要善于把握创新趋势提前着手，同时在满足市场需求和服务国家战略之间找到最佳平衡点。

原创技术的孕育离不开科技创新体制机制保障，作为科研工作者，曹天兰颇有感触。

“应从投入、项目、人才、成果评价等方面进一步健全完善制度体系。”曹天兰谈到，可以针对原创技术研发、投资等进一步加大授权放权力度，完善“揭榜挂帅”“赛马制”“军令状”等科研组织模式，进一步畅通攻关需求与研发资源之间的衔接，打造符合原创技术培育的科技创新政策体系。

科技日报 3月9日

深化科学基金改革 推动基础研究高质量发展

“这次政府工作报告再次提到‘支持基础研究和应用基础研究’，让我们倍感兴奋、备受鼓舞，同时也更加体会到使命光荣、责任重大。”3月5日，国家自然科学基金委员会（以下简称自然科学基金委）党组书记窦贤康院士接受科技日报记者采访时表示。

党的十九大以来，“改革”成为自然科学基金的关键词。

“面对全球挑战和科研范式的变革交织，自然科学基金委深入贯彻落实习近平总书记关于加强基础研究的重要指示，坚持‘四个面向’，坚持‘基础研究是整个科学体系的源头，是所有技术问题的总机关’的战略定位，持续加强基础研究，不断深化科学基金改革，充分发挥科学基金在科技事业发展中的基础性、引领性作用。”窦贤康说。

几年来，改革卓有成效——

资助策略更加有效。明确资助导向试点项目已占到申请总数的85%，科技界对四类科学问题属性的认识更加深刻。“负责任、讲信誉、计贡献”的评审机制试点范围已覆盖61%的学科领域，评审专家的责任意识与评审质量显著提升。学科申请代码系统整合，科学性、包容性、引领性大幅提升。

资助机制更加健全。完善科学问题凝练机制和重大项目立项机制，设立交叉科学部，实施新时期联合基金改革，实施原创探索计划和人才资助体系升级计划。持续加大人才项目部署力度，稳定支持青年人才成长。优化创新研究群体项目、基础科学中心项目资助模式，增强对基础研究人才的全方位培养。

资助布局更加优化。确立“基础科学、技术科学、生命与医学、交叉融合”4个资助板块，推动资源优化配置，促进知识与应用融通。科学基金持续深化国际交流合作，实施“放管服”改革，优化资金和项目管理，扎实推进作风学风建设，积极开展科学普及，促进成果转化，不断完善制度体系。

“我们要从战略高度和长远角度认识到加强基础研究的重要性，坚定不移推进科学基金新时代深化改革。” 窦贤康说，尤其要按照习近平总书记在中央政治局第三次集体学习时的重要讲话精神，勇担历史使命，直面现实挑战，不断提升国家自然科学基金及其联合基金资助效能，建立完善竞争性支持和稳定支持相结合的基础研究投入机制，推动我国基础研究高质量发展，为实现高水平科技自立自强和建设世界科技强国夯基蓄势。

窦贤康表示，加强基础研究，必须坚持目标导向和自由探索“两条腿走路”的发展方针。

“当今世界正经历百年未有之大变局，我们必须抓住科研范式变革带来的机遇，进一步强化对原创探索项目的支持，处理好竞争性支持和稳定支持的关系，努力提升科学基金及各类联合基金的资助效能。” 窦贤康说，一方面，要坚持目标导向，面向国家重大战略需求和重大科学前沿，加强顶层设计，凝练科学目标，凝聚优势力量，形成具有相对统一目标或方向的项目集群，促进学科交叉与融合，实现关键科学技术领域突破，提升我国基础研究的原始创新能力，为经济、社会发展和国家安全提供科学支撑。另一方面，要大力支持自由探索和原创性研究，持续开展原创探索计划项目资助工作，鼓励科研人员自由畅想、大胆假设、认真求证，挑战高风险性研究，引领未来科技发展。

实现高水平科技自立自强、在全球科技竞争中赢得战略主动，关键在于高水平基础研究人才。“科学基金将把人才资助工作摆在更加突出的位置。” 窦贤康表示，“我们将以更大力度激发创新活力，进一步调研完善国家杰出青年科学基金、基础科学研究中心项目的资助机制，切实加大对年轻科研人员的资助力度，大力支持中青年科学家承担重大典型科学基金项目，确保将科学基金投向最具创新性的科研人才，强化科学基金的人才和团队培养功能，不断开创基础研究人才培养新局面。”

加强基础研究，必须加大对外开放力度，构筑国际基础研究合作平台。窦贤康说：“我们将坚持扩大对外开放，积极融入全球创新网络，全面推进面向全球的科学研究基金试点实施工作，以更多重大原始创新和关键核心技术突破为人类文明进步作出新的更大贡献。”

基础研究发展离不开良好的科研生态。近日召开的自然科学基金委党组会议，通过了评审专家被“打招呼”顽疾专项整治工作方案。窦贤康在会上强调，坚决根除评审专家被“打招呼”顽疾是今年的重点任务。与此同时，自然科学基金委将大力弘扬科学家精神，涵养优良学风，落实“放管服”改革要求，总结包干制试点经验，优化项目资金管理，引导专家不断规范评审行为，努力营造风清气正的评审环境。

科技日报 3月8日

以科技自立自强谱写中国式现代化新篇章

3月5日，李克强总理代表国务院作政府工作报告。“过去五年极不寻常、极不平凡。”报告指出，我国经济社会发展取得举世瞩目的重大成就。亮眼“成绩单”背后，离不开科技创新的强劲支撑。

今年是全面贯彻党的二十大精神开局之年，站在新的历史起点上，如何下好科技“先手棋”，以科技自立自强助推中国式现代化？基础研究、关键核心技术、数字经济、专精特新等关键词，成为与会代表委员关注的焦点。

加强基础研究着力点在人才

政府工作报告指出，支持基础研究和应用基础研究，全国基础研究经费五年增长一倍。

上海交通大学校长丁奎岭代表对这个数字印象很深。

“我在担任十三届全国政协委员的时候，就一直关注基础研究的投入。”丁奎岭说，“基础研究占全社会研发投入比例从之前的5%左右，到超过6%。基础研究经费的持续增长，反映出国家对科学研究，尤其对基础研究的高度重视。这让我们这些长期从事基础研究的科研人员倍感振奋。”

加强基础研究的着力点在哪里？“归根结底要靠高水平人才。”丁奎岭说，要强化基础研究平台建设，深化国际合作，营造良好的环境，让顶尖人才能够引得来、留得住、用得上、发展得好。

中国农业科学院油料作物研究所研究员邓乾春代表也切身感受到国家对基础研究的日益重视。“比如，国家自然科学基金已形成了完善的基础研究项目体系，对于促进我国科技自立自强发挥了重要的‘源头’支撑作用。国家还出台各种政策，给科研人员‘减负’，有利于科研人员从繁杂的行政事务中解脱出来，心无旁骛地开展基础科学研究。”邓乾春说。

关键核心技术攻关要探索中国式路径

实践告诉我们，关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。这些年，国家反复强调关键核心技术的重要性。政府工作报告提到科技创新成果时，专门强调关键核心技术攻关取得新突破。

中科院国家空间科学中心主任王赤代表认为，加强关键核心技术攻关，是增强科技创新引领作用的重要抓手，是实现高水平科技自立自强的保证。

“在未来相当长时间内，关键核心技术攻关，仍然是科技创新支撑高质量发展、助力中国式现代化建设的必由之路。”国家纳米科学中心主任赵宇亮委员表示。

“近几年，我国不断提升自主创新能力，瞄准关键核心技术进行攻关，取得不少新突破。在肯定成绩的同时，我们也应该看到，一些关键核心技术仍受制于人。”王赤表示，我们要强化责任担当，从国家重大战略需求出发，努力打赢关键核心技术攻坚战，把科技的命脉牢牢掌握在自己手中。

王赤建议，要进一步发挥新型举国体制优势，像研制“两弹一星”一样，充分发挥国家战略科技力量的作用，组织优势力量打歼灭战。

在赵宇亮看来，加强关键核心技术攻关，我国需要探索出中国式路径。“这条路既要尊重科技创新的内在规律，又要充分发挥我国体制机制优势。这样才可以更高效地产出更先进的技术和更大的成果。”

发展数字经济 算力很关键

“政府工作报告再次强调大力发展数字经济，让我非常振奋，备受鼓舞。”山东大学金融研究院院长陈增敬委员对发展数字经济有自己的思考，在全国两会上，他连续三年为发展数字经济建言献策。

在陈增敬看来，发展数字经济最主要的目的之一，是实现产业智能化。“其中，数据是基础，模型是蓝图，算法是大脑，算力是动力。在这个过程中，要发挥好数学的牵引作用，再结合其他基础学科，才能真正把产业智能化做好。”陈增敬说，未来算力与人力、物力、财力一样，将成为我国经济竞争力的主要指标。

陈增敬建议，发展数字经济，必须大力推进算法和算力的融合发展，把算力作为我国新基建的重要建设内容，发挥我国数学大国和新型举国体制优势，推动算法攻关和算力提升，从而赋能产业升级，提升产业竞争力。

智联汽车数据是发展数字经济的重要要素资产。小米集团创始人、董事长兼 CEO 雷军代表今年提交了一份关于构建完善汽车数据安全管理体的建议。

他认为，在数字经济加速发展之际，应该由主管部门牵头，定义汽车数据分类分级规则，加快制定围绕汽车生命周期和数据生命周期两条主线的数据安全标准，从而指导产业发展。

扶持专精特新要出新招

2022 年 3 月，专精特新被首次写入政府工作报告，今年政府工作报告给出了专精特新具体进展：专精特新中小企业达 7 万多家。

“这些企业在技术创新、强链补链等方面发挥举足轻重的作用。为加快实现科技自立自强，扶持专精特新要出新招。”全国两会期间，奇安信集团董事长齐向东委员带来了一份关于扶持专精特新企业的提案。

齐向东直言，专精特新作为中小企业中最具竞争力和创新潜能的部分，依旧面临起步难、持续难、做强难三大困境，专精特新企业融资难、融资贵的问题比一般企业更为突出。

南京大学商学院教授杨德才委员同样关注专精特新企业发展。杨德才接受采访时表示，他去年提交的《关于推动专精特新小巨人企业发展的提案》获评政协第十三届全国委员会优秀提案。今年，他经过调研和走访专精特新企业，提出了“如何优化财税政策支持小微企业”的相关建议，助力“小巨人”企业成为重点先进制造业集群和产业链高质量发展的中坚力量。

“专精特新在参与技术攻关时，可能因为持续的研发投入造成亏损，如果资本市场的包容度不够，企业就很难取得技术突破、做大做强。”齐向东建议，延长贷款还本付息时间、开展贷款保证保险、设立专项投资基金，让其真正成为科技自立自强的生力军。

基础研究要宽容失败 人工智能要趋利避害

3月5日，十四届全国人大一次会议首场“部长通道”开启，科技部部长王志刚围绕如何加强基础研究、强化企业科技创新主体地位等话题答疑解惑。

这是王志刚自2018年以来第五次走上“部长通道”，他还分享了近期热门的ChatGPT如何带动人工智能发展的看法。

基础研究：推动形成宽容失败的科研环境

2月21日，中央政治局第三次集体学习要求加强基础研究。关于基础研究的话题，再度引发各界关注。

“党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央对科技工作高度重视，把基础研究摆在科技创新工作的重要位置。”王志刚表示，在具体工作中，科技部认真落实坚持“四个面向”，并据此推进相关工作。

最新数据显示，基础研究占全社会研发投入比例连续四年超过6%，与全国研发投入相比，基础研究投入增速更快。

不仅基础研究的投入在加大，在国家创新能力建设方面，基础研究的能力建设也被摆在了非常重要的位置，如加快建设国家实验室、全国重点实验室、数学研究中心，加强基础研究基地和平台建设。

“基础研究属于科技创新全局工作的一个重要组成部分，应该进行顶层设计。我们发布基础研究十年规划，同时围绕加强基础研究，在创新环境建设、人才评价方面实施了一系列改革举措。”王志刚坦言，基础研究往往路径不清楚、方法不确定、失败率比较高。对这样的研究工作，要努力推动形成宽容失败、鼓励坐“冷板凳”的科研环境，对从事基础研究科研人员的支持方式、研究生态，要给予更好的针对性和适应性安排，在评价方面要体现分类评价的原则。

王志刚透露，这些年，科技部关注到几个问题：基础研究的问题怎么提准；从事基础研究的人才特别是领军人才是非常难得的，如何形成良好的生态环境；基础研究的底层逻辑怎样搞清。

在王志刚看来，应加强好奇心驱动的探索性基础研究、国家战略目标驱动的体系化基础研究，以及市场驱动的应用基础研究。唯有此，才能成体系布局、成系统推进基础研究，将基础研究与国家战略、国家发展目标真正结合起来，发挥基础性、战略性、源头性的支撑和引领作用。

企业创新：形成权利、机会、规则公平的生态

针对如何进一步突出企业科技创新主体地位，王志刚强调，党的二十大提出企业是科技创新主体，这使企业在国家创新体系中的地位、角色、使命、任务都发生了很大变化。企业不仅是技术创新主体，也是

科学研究主体，要在新方法提出、新科研范式形成、新领域研究、新现象解释等方面，以及成果转化技术、转化成高科技产业等各个阶段，发挥企业在科技创新方面的主体作用。

值得关注的是，科技部一直积极推进企业成为科技创新主体。比如，在企业设立全国重点实验室、技术创新中心，在科研项目申报、科研项目承担中充分发挥企业作用。

“核心就是要在科技重大决策、研发投入、科研组织和科技成果转化四个方面都把企业作为主体。”王志刚坦言，只有让企业成为科技创新活动的主体，而不仅是成果应用的主体，才能让企业从源头全过程参与创新。

王志刚透露，下一步，科技部将加大对企业成为科技创新主体的支持，形成有利于企业成为科技创新主体的生态，实现权利公平、机会公平、规则公平。不管是国有、民营、大中小微企业，只要从事科技创新活动，以科技提升企业的发展质量、发展水平和竞争力，科技部都会全力支持。

人工智能：推出若干场景下的转化应用

谈及如何看待 ChatGPT 现象，王志刚解释说，ChatGPT 之所以引起关注，在于它作为一个大模型，有效结合了大数据、大算力、强算法，计算方法有进步。就如同大家都能做出发动机，但质量是不同的。踢足球都是盘带、射门，但要做到像梅西那么好也不容易。

王志刚表示，我国在人工智能方面作了很多布局，研究也进行了很多年，并且出了一些成果，但目前看，能否达到像 OpenAI 的效果还要拭目以待。在期待人工智能领域产出更多好成果的同时，他提醒，要规范科技伦理，趋利避害。

在谈到人工智能发展趋势时，王志刚说，AI 的影响不仅仅在科技领域本身，还涉及其他领域的赋能应用。对此，科技部已经作了很多部署，包括 AI 本身技术发展的课题，中国首先提出 AI 治理方面的“八项原则”。此外，最近推出智能码头等若干个示范应用场景，推动 AI 转化应用。

科技日报 3 月 6 日

基础研究

Pt/富勒烯界面显著提高 HER 催化活性

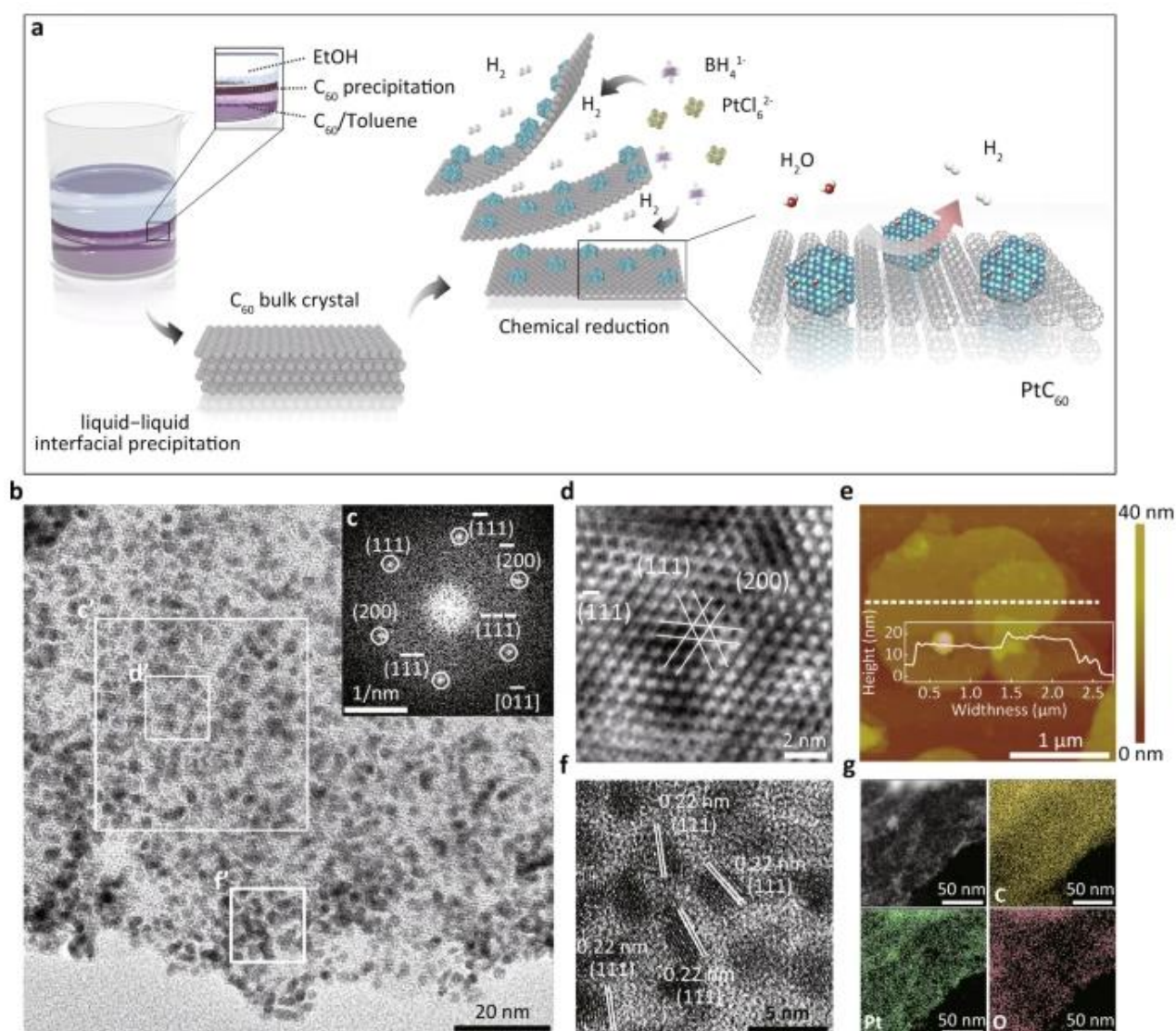
碱性电解液膜催化分解水制氢是一种具有前景且价格合理的制氢技术。膜催化分解水技术的关键困难是发展碱性 HER 电催化材料。

有鉴于此，新加坡国立大学汪磊（Lei Wang）、Sergey M. Kozlov、浙江大学孙文平（Wenping Sun）等报道将 Pt 簇修饰在二维富勒烯纳米片，显著的提高 Pt 的碱性 HER 催化活性，比 Pt/C 催化剂的性能提高 12 倍。

本文要点

（1）富勒烯纳米片具有不同寻常的高晶格间距（ ~ 0.8 nm），因此超小的 Pt 簇（ ~ 2 nm）催化剂实现非常强的限域效应，而且在 Pt/富勒烯界面上发生显著的电荷再分布。因此，Pt/富勒烯电催化剂的碱性 HER 性能达到 Pt/C 催化剂的 12 倍。

（2）通过详细的动力学和理论计算研究，说明显著增强的电催化 HER 活性来自界面 Pt 的丰富结合特点，形成对碱性 HER 反应各个基元步骤的活性位点，特别是动力学缓慢的 Volmer 步骤。此外，将 Pt/富勒烯构筑的碱性分解水电解槽实现了 74 % 的能量效率和优秀的稳定性。



参考文献

Jiayi Chen, Mohammed Aliasgar, Fernando Buendia Zamudio, Tianyu Zhang, Yilin Zhao, Xu Lian, Lan Wen, Haozhou Yang, Wenping Sun, Sergey M. Kozlov, Wei Chen & Lei Wang, Diversity of platinum-sites at platinum/fullerene interface accelerates alkaline hydrogen evolution. Nat Commun 14, 1711 (2023).

DOI: 10.1038/s41467-023-37404-0

<https://www.nature.com/articles/s41467-023-37404-0>

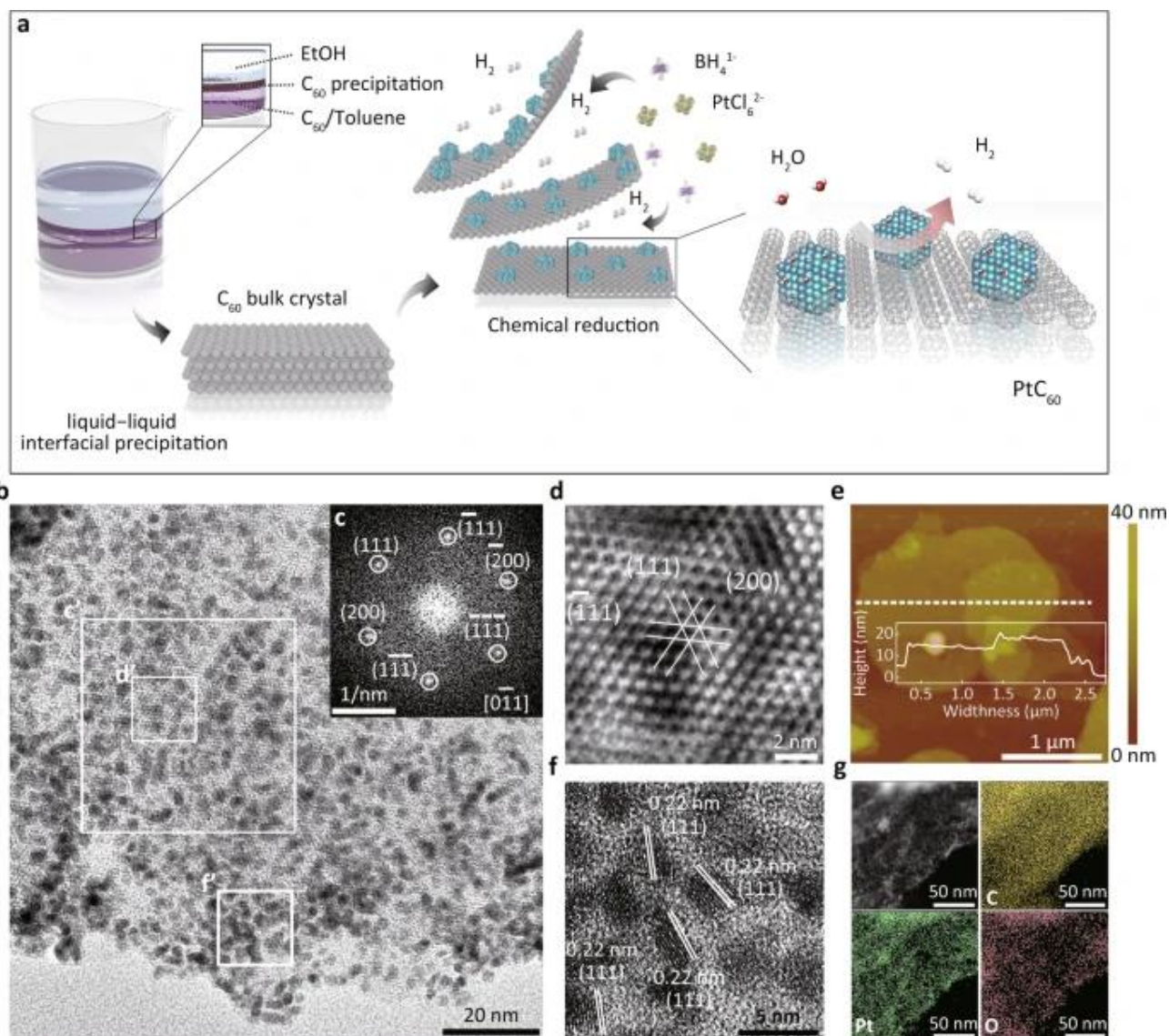
纳米人 3 月 28 日

铂/富勒烯界面铂位点的多样性加速碱性析氢

基于膜的碱水电解槽有望用于成本效益高的绿色氢气生产，其关键技术障碍之一是开发用于碱性析氢反应（HER）的活性催化剂材料。鉴于此，来自**新加坡国立大学化学与生物分子工程系**的 **Lei Wang 等人** 通过将铂团簇锚定在二维富勒烯纳米片上，可以显著增强铂对碱性 HER 的活性。

文章要点:

- 1)** 该研究发现，异常大的晶格距离（~0.8 nm）和铂团簇的超小尺寸（~2 nm）导致铂团簇的强约束，伴随着在紧密的铂/富勒烯界面处的明显的电荷重新分布,因此，铂-富勒烯复合物对碱性 HER 的本征活性是最先进的铂/炭黑催化剂的 12 倍；
- 2)** 此外，详细的动力学和计算研究表明，活性增强的原因是铂/富勒烯界面上铂位点的不同结合性质，它为碱性 HER 中的所有基本步骤尤其是缓慢的 Volmer 步骤生成高度活性的位点，并且在工业相关测试条件下，研究使用铂-富勒烯复合材料组装的碱水电解槽实现了 74%的能量效率和稳定性。



参考资料：

Chen, J., Aliasgar, M., Zamudio, F.B. et al. Diversity of platinum-sites at platinum/fullerene interface accelerates alkaline hydrogen evolution. Nat Commun 14, 1711 (2023).

10.1038/s41467-023-37404-0

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-37404-0>

纳米人 3 月 28 日

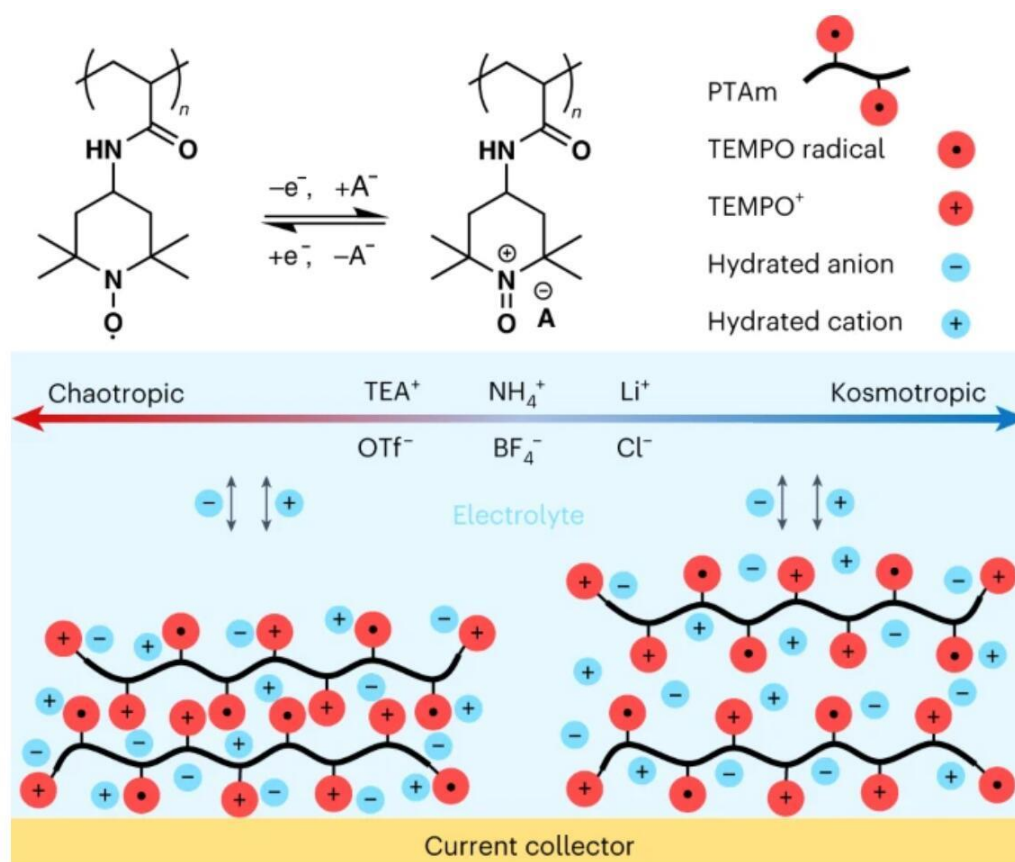
电解质在用于非金属水性储能电极的非共轭自由基聚合物中的作用

非金属水性电池可以有效解决战略金属短缺和锂离子电池安全问题。近日，得克萨斯农工大学 Jodie L. Lutkenhaus 报道了电解质在用于非金属水性储能电极的非共轭自由基聚合物中的作用。

本文要点：

1) 具有氧化还原活性的非共轭自由基聚合物由于其高放电电压和快速氧化还原动力学，是极具潜力的非金属水电池材料。然而，目前对于该聚合物在水性环境中的储能机制知之甚少。并且由于电子、离子和水分子同时转移，使得反应本身很复杂，从而很难解决。

2) 作者通过使用电化学石英晶体微天平在一定时间范围内进行耗散监测，通过检测不同潮/共致性质的水性电解质，证明了聚（2,2,6,6-四甲基哌啶氧基-4-基丙烯酰胺）氧化还原反应的性质。作者发现，容量跟随电解质变化可以高达 1000%，并且其中某些离子能够实现更好的动力学、更高的容量和更高的循环稳定性。



参考文献：

Ma Ting et.al The role of the electrolyte in non-conjugated radical polymers for metal-free aqueous energy storage electrodes Nature Materials 2023

DOI: 10.1038/s41563-023-01518-z

<https://doi.org/10.1038/s41563-023-01518-z>

纳米人 3 月 28 日

调节*CH_xO 吸附以促进铜基催化剂 CO₂ 电催化还原为 CH₄

铜 (Cu) 可以有效催化电化学 CO₂ 还原反应 (CO₂RR) 以生产增值燃料和化学品, 其中甲烷 (CH₄) 由于其质量能量密度高而备受关注。然而, *CO 和 *CH_xO 在 Cu 上的吸附能之间的线性比例关系限制了对 CH₄ 的选择性。在 Cu 中合金化二次金属提供了打破线性比例关系的新自由度, 从而调节产物分布。

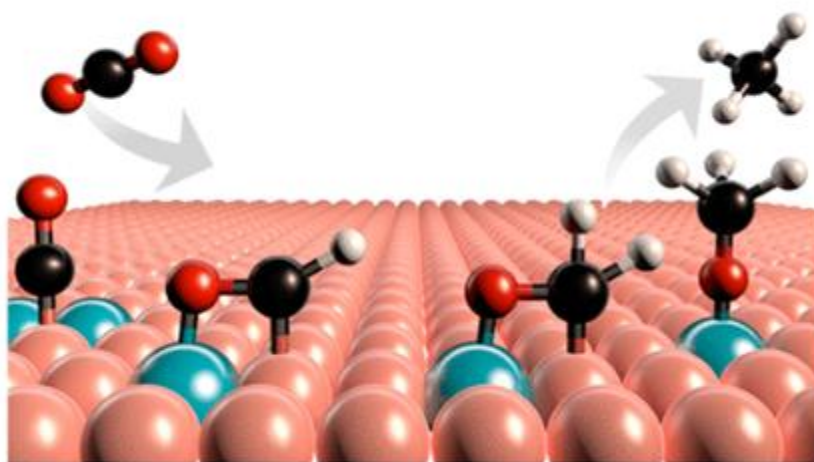
近日, 天津大学巩金龙教授通过将亲氧金属与 Cu 合金化成功构建了 MmCu100-m 双金属催化剂, 以促进电化学 CO₂RR 转化为 CH₄。

文章要点

1) 在 MmCu100-m 电催化剂中, La₅Cu₉₅ 具有 64.5% 的高 CH₄ FE, 部分电流密度为 193.5 mA cm⁻²。

2) Operando ATRSEIRAS 光谱和 DFT 计算表明, 具有高亲氧性的金属合金化会导致 *CH_xO 的吸附增强并促进 *CH₃O 的 C-O 断裂, 从而将反应路径转向 CH₄。La₅Cu₉₅ 电催化剂被证明有望通过 CO₂RR 实际生产 CH₄。

这一发现将指导铜基合金电催化剂的合理设计, 并为通过亲氧工程调节催化选择性铺平道路。



参考文献

Jing Zhao, et al, Modulation of *CH_xO Adsorption to Facilitate Electrocatalytic Reduction of CO₂ to CH₄ over Cu-Based Catalysts, J. Am. Chem. Soc., 2023

DOI: 10.1021/jacs.2c12006

<https://doi.org/10.1021/jacs.2c12006>

纳米人 3月21日

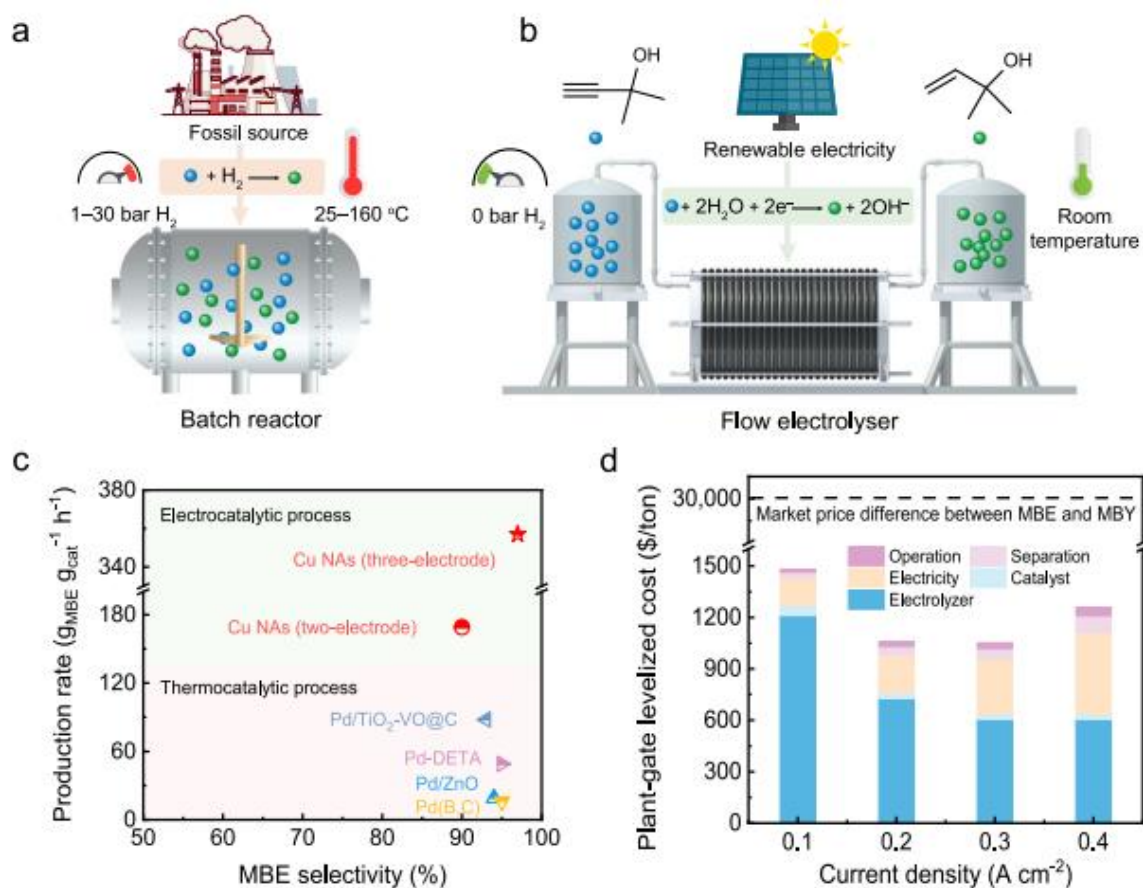
高选择性电催化烯醇半加氢连续生产烯醇

烯醇半加氢是一种重要的工业过程，其产物烯醇在化学和生命科学中有着广泛的应用。然而，这类反应受到高压氢、Pd 基催化剂的使用以及当代热催化过程低效率的困扰。

近日，西北工业大学 Jian Zhang 报道了一种在环境条件下选择性地烯醇加氢为烯醇的电催化方法。

文章要点

- 1) 对于典型的 2-methyl-3-butene-2-ol，由 CuO 电化学衍生的铜纳米阵列在碱性溶液中 -0.88 V 下，获得了高达 750 mA cm^{-2} 的局部电流密度和 97% 的选择性。即使在大型双电极流动电解槽中，铜纳米阵列也能单程生成 93% 的 2-methyl-3-butene-2-ol，速率约为 $169\text{ g Cu}^{-1}\text{ h}^{-1}$ 。
- 2) 理论和原位电化学红外光谱研究表明，通过放热的烷醇吸附和烯醇在铜表面的脱附，提高了半氢化性能。
- 3) 此外，这种电催化半氢化策略被证明适用于各种烷醇底物。



参考文献

Bu, J., Chang, S., Li, J. et al. Highly selective electrocatalytic alkenol semi-hydrogenation for continuous production of alkenols. Nat Commun 14, 1533 (2023).

FeCoNi 三元 MOF-多孔 S,N 掺杂碳复合材料 OER 电催化

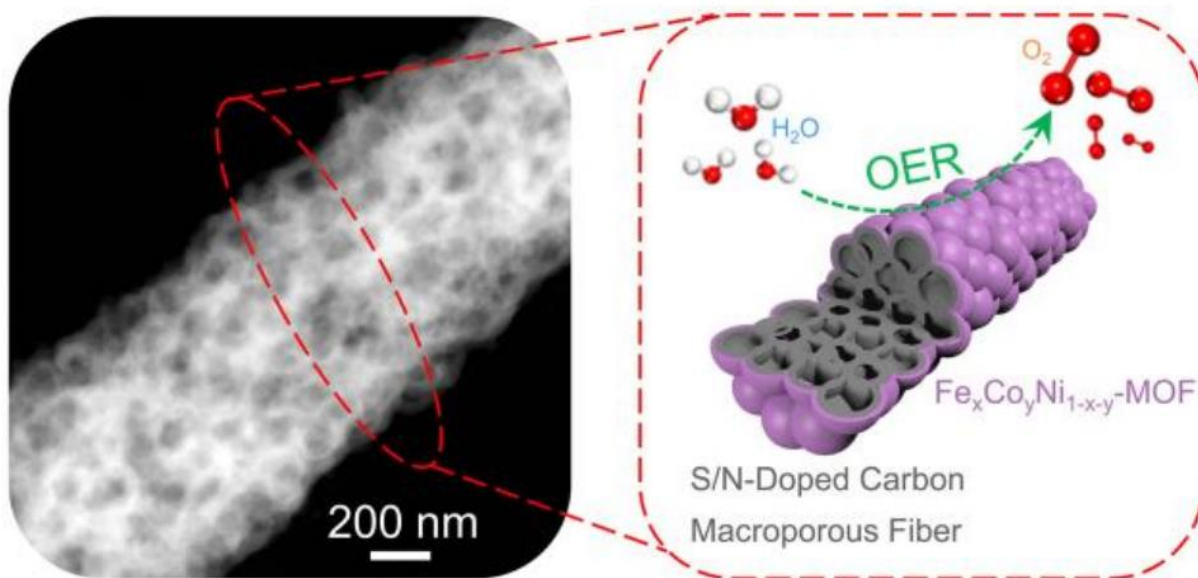
复合材料具有单一组分具有的优势，因此是构筑 OER 电催化剂的理想材料体系。但是目前设计具有特定物理/电化学性质的复合材料电催化剂仍具有非常大的困难和挑战。

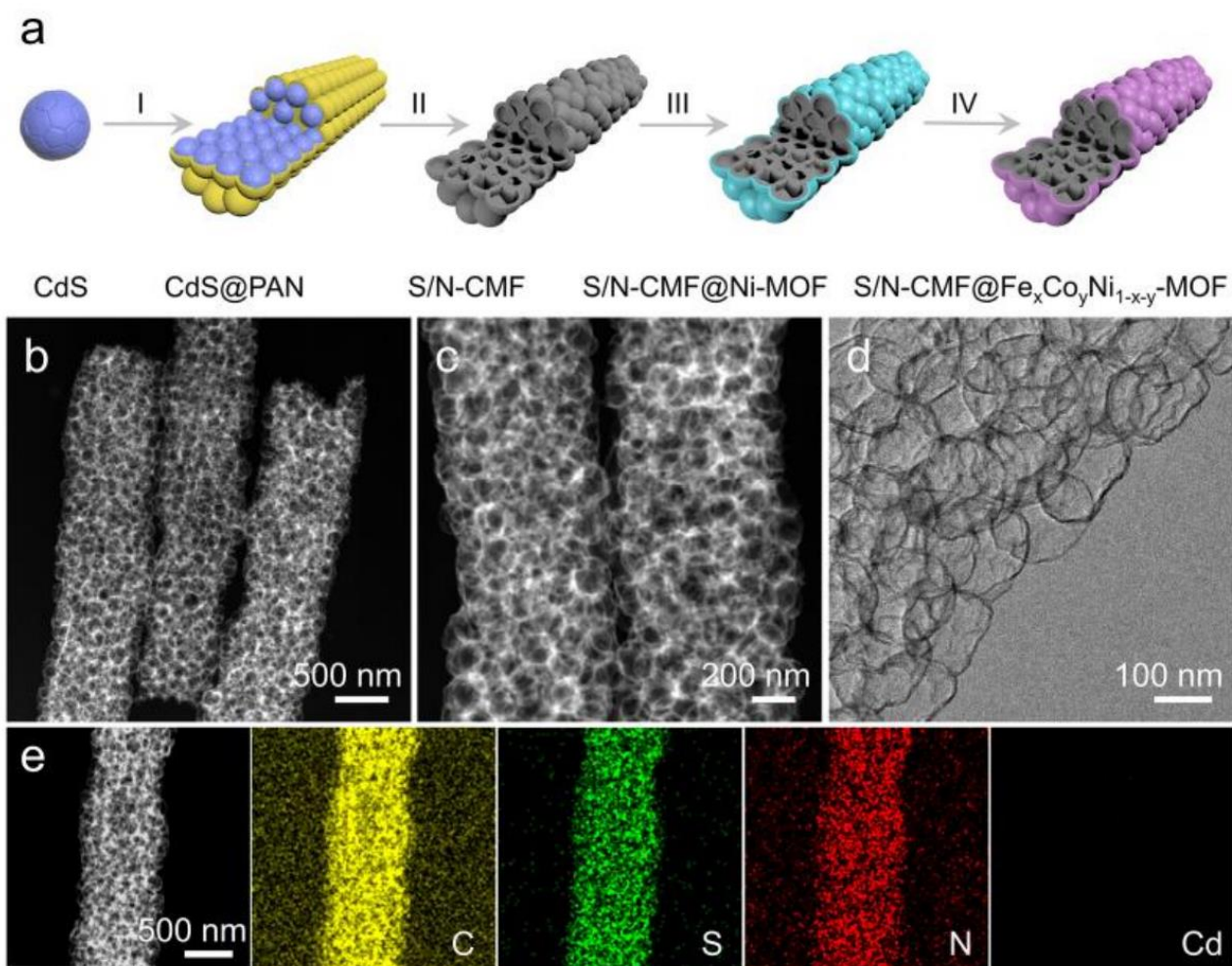
有鉴于此，南洋理工大学/香港城市大学楼雄文 (Xiong Wen (David) Lou)、南洋理工大学 Deyan Luan 等通过离子交换反应合成了担载于 S/N 掺杂大孔碳纤维材料上的三元 MOF，命名为 (S/N-CMF@Fe_xCo_yNi_{1-x-y}-MOF)，得到一种具有前景的 OER 电催化剂。

本文要点

(1) 因为三种金属改善本征催化活性，空心 S/N 掺杂大孔碳纤维材料具有丰富的暴露位点，而且这种材料很好的组装，因此电催化剂具有优异的碱性 OER 催化活性和稳定性。达到 10 mA cm⁻² 电流密度仅需要 296 mV 过电势，Tafel 斜率仅为 53.5 mV dec⁻¹。

(2) 通过 X 射线精细吸收和 DFT 理论计算模拟，发现在 OER 电催化反应过程生成 Fe/Co 掺杂 γ -NiOOH 催化剂是(S/N-CMF@Fe_xCo_yNi_{1-x-y}-MOF)的高 OER 电催化活性原因。





参考文献

Yafei Zhao, Xue Feng Lu, Zhi-Peng Wu, Zhihao Pei, Deyan Luan, Xiong Wen (David) Lou, Supporting Trimetallic Metal-Organic Frameworks on S/N-Doped Carbon Macroporous Fibers for Highly Efficient Electrocatalytic Oxygen Evolution, *Adv. Mater.* 2023

DOI: 10.1002/adma.202207888

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.202207888>

纳米人 3 月 16 日

能源

9 项储能相关国家标准发布 2023 年 10 月 1 日实施

近日，国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布 2023 年第 1 号中国国家标准公告，批准发布 373 项推荐性国家标准和 6 项国家标准修改单。其中，涉及 9 项储能国家标准：《电化学储能电站生产安全应急预案编制导则》《电化学储能电站危险源辨识技术导则》《电力储能系统术语》《分布式储能

集中监控系统技术规范》《电化学储能电站检修规程》《电化学储能电站应急演练规程》《纳米技术 柔性纳米储能器件弯曲测试方法》《电力储能用电池管理系统》《电化学储能电站环境影响评价导则》，实施日期为 2023 年 10 月 1 日。

CNESA 3 月 30 日

极长寿命新型氧离子电池问世

锂离子电池储存能量非常高效，这使得大量能量可装入一个相当小的电池中。但锂离子电池会随着时间的推移而退化，储存电量越来越少，且易着火。奥地利维也纳工业大学研究人员正试图通过一项新发明来解决其中的一些问题，他们已成功开发出一种性能可与锂离子电池媲美的氧离子电池，据称这种电池寿命极长。相关论文即将发表在美国《先进能源材料》杂志上。

虽然氧离子电池不能提供与锂离子电池一样高的能量密度，但它的存储容量不会随着时间的推移而不可逆转地降低。氧离子电池可在不含稀有元素的情况下生产，并且由不可燃材料制成。研究人员表示，这些电池的工作方式与锂离子电池非常相似，它们使离子在两个表面之间来回跳跃并产生电流。

维也纳工业大学团队使用一种名为氧化钇稳定氧化锆的陶瓷材料作为电解质。陶瓷材料可吸收和释放带双负电荷的氧离子。当施加电压时，氧离子从一种陶瓷材料迁移到另一种陶瓷材料，之后可使它们再次迁移回来，从而产生电流。

陶瓷不易燃，这意味着它们不太可能着火，而锂离子电池经常会发生这种情况。此外，也不需用昂贵或只能以对环境有害的方式提取的稀有元素。

研究人员认为，新电池技术最重要的优势在于其潜在的使用寿命。氧离子电池可以毫无问题地再生能量，如果氧气由于副反应而损失，那么损失可简单地通过环境空气中的氧气来补偿。

科技日报 3 月 30 日

“双碳”目标下，做好煤炭清洁利用必答题

长期以来，煤炭有力地支撑了我国经济社会发展，但我们希望未来能够更加清洁高效地利用煤炭。建设新型能源体系应严格遵循“先立后破”的发展路径，在能源结构尚未完全转型前，煤炭在能源体系中的作用依然是不可替代的。

刘吉臻

中国工程院院士

3月25日，新疆维吾尔自治区重大科技专项项目启动会暨实施方案论证会召开。这次启动的2个重大科技专项分别为“新疆难开采煤炭煤层气资源高效开发技术”与“新疆煤系战略性金属矿产赋存分布规律与勘查关键技术研究”，旨在推动煤炭清洁高效利用。

今年的政府工作报告指出，推进能源清洁高效利用和技术研发，加快建设新型能源体系。

“在碳达峰碳中和目标引领下，大力发展新能源是实现未来可持续发展的必然趋势，加强煤炭清洁高效利用是兼顾低碳发展和能源安全的必然选择。”国家能源集团党组书记、董事长刘国跃表示，目前我国已经建成全球清洁化程度最高、规模最大的煤电体系。

当前，我国能源体系面临稳定供应与清洁低碳转型的双重挑战，在多种因素交织叠加的环境下，煤炭将继续发挥能源“压舱石”作用，煤炭清洁高效利用也将成为“双碳”目标下必须答好的一道“必答题”。

煤炭产业已从“大老粗”走向精细化

中国工程院院士、中国矿业大学（北京）校长葛世荣接受科技日报记者采访时表示，在煤炭清洁高效利用方面，我国已在诸多技术领域走在世界前列。在新技术的加持下，煤炭产业已一改此前的“大老粗”形象，正变得更加精细化、清洁化。

例如，不久前由国能准能集团（以下简称准能集团）开发的“煤基纳米碳氢燃料工业化制备”和“煤基纳米碳氢燃料火力发电”两大技术体系，被中国煤炭工业协会鉴定为“国内外首创，达到了国际领先水平”。

煤基纳米碳氢燃料是将煤、水和少量添加剂“打碎”，细化为纳米级颗粒粒度、具有较高表面活性的液态煤基特种燃料，其形态不再是固体的煤炭，而是液态的水煤浆。该特种燃料具有原料热值低、燃料固含低、点火温度低、燃料热值高的“三低一高”特点，可使煤炭热值较常规水煤浆提升10%至30%，发电煤耗降低50克/千瓦时，二氧化碳排放降低128克/千瓦时，实现节能、降耗、减污、增效的清洁化燃烧。

除了高效利用技术，葛世荣还提到，目前我国对于地下煤炭气化的研究也在不断取得新突破。

有别于传统的采煤工艺，地下煤炭气化是通过直接对地下蕴藏的煤炭进行可控燃烧，从而产生富含氢气的可燃气体，再将其输出至地面的一种能源采集方式。煤炭地下气化把采煤变为采气，具有安全性高、投资少、效益好、污染少等优点。该技术可有效盘活废弃煤炭资源，开发深部煤炭资源，实现高碳资源低碳开发，是煤炭清洁高效利用的创新尝试。“煤炭在地下直接气化，还能够将煤炭在这一过程中产生的大量二氧化碳直接封存在地下，大大降低二氧化碳排放，煤气制氢也就不再是所谓的‘灰氢’了。”葛世荣介绍道。

煤炭不仅能够作为燃料，其本身还可充当重要的化工原料。煤制油便是当下较为成熟的煤化工技术之一，我国在这一领域同样走在世界前列。2022年8月，全球单体规模最大煤炭间接液化项目——国家能源

集团宁夏煤业 400 万吨/年煤炭间接液化示范项目通过竣工验收，有力推动煤化工产业“高端化、多元化、低碳化”发展，不断提高煤炭作为化工原料的综合利用效能，对推动煤炭清洁高效利用具有重要意义。

煤炭清洁利用仍有较大发展空间

虽然我国煤炭清洁高效利用发展取得了显著成效，但仍有较大发展潜力。

中国煤炭经济研究会副研究员秦容军指出，煤炭作为燃料发电是煤炭清洁高效利用的主要领域，我国燃煤电厂发电煤耗由 2015 年的 315 克标准煤/千瓦时已经降低到 2022 年上半年的 299.8 克标准煤/千瓦时。但对标目前最先进的燃煤电厂发电煤耗的 270 克标准煤/千瓦时，我国发电煤耗仍有提升空间。并且我国火电厂发电效率普遍低于 50%，其他能源转化效率较低也导致煤电消耗偏高，增加了污染物排放。

此外，秦容军表示，以煤炭作为原料进行清洁转化，相关产业技术也有待进一步提升：一方面目前我国煤化工行业先进与落后产能并存，不同企业间的能效水平差异显著，节能降碳改造升级潜力较大；另一方面，煤化工行业碳排放量需要进一步降低。

在实际产业应用中，受制于成本、经营环境等因素，煤炭清洁高效利用推广也遭遇一定阻碍。有部分煤电企业反映，由于缺少深入推进清洁化利用的相关支持政策，发电企业改造动力和积极性不足。相关部门在推进煤电清洁化利用方面存在各自为政的问题，缺少顶层设计及协同配合等问题。在当前国内外形势下，受煤炭供应紧缺、煤价高企、煤电价格倒挂等多重因素影响，煤电企业经营普遍较为吃力，而煤电清洁化利用又需投入大量资金，导致企业清洁化改造意愿不强。

针对这些现象，秦容军提出了五点建议：一是强化法律保障作用，加快修订煤炭法，进一步优化煤炭清洁高效利用的内容。二是支持煤炭清洁高效利用新兴技术研发和应用，加强对煤炭清洁高效利用重大关键技术和装备研发统筹。三是制定财税鼓励政策，制定促进煤炭清洁高效利用的财政补贴、税费、贷款支持等政策。四是鼓励煤化工转化与新能源耦合发展，对照行业能效标杆和基准水平，对现有化工项目开展节能降碳系统性改造和落后产能淘汰。五是加快分散用煤治理。

煤炭要在新型能源体系中发挥兜底保障作用

“长期以来，煤炭有力地支撑了我国经济社会发展，但我们希望未来能够更加清洁高效地利用煤炭。”谈到煤炭在新型能源体系中的角色时，中国工程院院士刘吉臻强调，建设新型能源体系应严格遵循“先立后破”的发展路径，在能源结构尚未完全转型前，煤炭在能源体系中的作用依然是不可替代的。

刘吉臻表示，未来煤炭产业应进一步加快与新能源的深度融合，例如在电网调峰中发挥更大作用。2022 年我国风电、光伏发电新增装机超过 1.2 亿千瓦，非化石能源发电装机突破 12 亿千瓦，历史性超过煤电机组，风电、光伏、生物质一年的发电量合计超过 1 万亿千瓦时。

以风电、光伏为代表的新能源发电量不断攀升，在促进能源结构转型的同时也给电网稳定运行带来了较大挑战，煤炭在电网调峰中的重要作用得到进一步凸显。刘吉臻对此有个形象的比喻，他认为当下新能

源就像还没长大成熟的孩子，性格阴晴不定，当“孩子”调皮时便会给电网带来麻烦，此时就需要煤电充当“哥哥”的角色，带着新能源一起成长。“比如在新能源发电不稳定的时候，煤炭作为‘哥哥’就要立即补上，进行兜底保障。”刘吉臻提出新型能源体系建设应遵循多元互补、源网协同、供需互动、灵活智能的发展路径，甚至在未来实现荷随源动。

新型能源体系建设离不开先进装备、创新技术的有力支撑。在煤炭开采阶段，各种自动化、智能化设备近年来也取得了飞速发展。如在不久前，葛世荣参与现场验收的国家能源集团准格尔露天煤矿顺利通过国家首批智能化示范煤矿验收。借助人工智能、5G、智能终端等先进技术，该煤矿形成了“用人最少、用时最短、效率最高、安全最好、质量最佳”的建设成果，钻、爆、采、运、排工艺全面实现智能化。“智能化将是煤矿产业重要的发展方向之一，相关成套装备、关键技术我国已实现自主研发制造，未来将有更大的发展空间。”葛世荣说道。

科技日报 3月28日

“绿氨”有望成为真正的可持续燃料

氨作为肥料众所周知，目前也广泛应用于化工和制药等多个工业领域，但它的潜能不止于此。它还可能成为一种燃料，与目前广受追捧的氢等一起，为交通运输，尤其是海上运输的脱碳贡献力量。

鉴于氨尤其是由可再生能源生产的“绿氨”拥有诸多优点，如不会产生二氧化碳、来源丰富、液化温度低等，多家国际巨头纷纷加入工业生产“绿氨”的竞赛中。但氨作为可持续燃料仍有一些困难需要克服，比如扩大生产规模、处理其毒性等。

氨拥有一些重要优点

氨拥有一些重要的优点。从化学式来看，它可由地球上两种丰富的资源进行制备：从大气中获得的氮和从水中获得的氢。

此外，氨在低压和-33℃的条件下很容易被液化，而另一种目前广受追捧的燃料氢在-253℃才能被液化。而且，液态氨的能量密度高于液态氢，氨的体积能量密度几乎是氢的2倍，使其运输和储存更具能效。还有一点很重要：由于氨被广泛用作肥料，各国企业在使用这种化合物方面拥有丰富的经验，且已具备完整的相关基础设施。

德国自然和生物多样性保护联盟的报告指出，“氨是未来船舶燃料的候选者”。预计到2050年，氨将成为世界大型货船的主要燃料来源。

巨头竞相研制“绿氨”

氨成为可持续燃料还存在一个问题。当前，氨主要从化石燃料中制取，科学家希望从可再生资源中生产“绿氨”，以做到真正可持续且无碳。

西班牙《阿贝赛报》网站在最近的报道中指出，鉴于“绿氨”可能拥有非常光明的未来，工业规模生产竞赛已在全球范围内展开。

著名化工巨头雅苒公司正积极布局“绿氨”生产，准备在挪威建设一家年产能为 50 万吨的可持续氨工厂。该公司此前已与法国电力公司 Engie 合作，在澳大利亚西北部皮尔巴拉的现有工厂利用太阳能发电制造氢气，使氢气与氮发生反应，利用可再生能源制造的“绿氨”将自 2023 年开始试产。西班牙费蒂韦里亚公司也规划其位于普埃托利亚诺的工厂每年生产超过 100 万吨“绿氨”，并计划在帕洛斯—德拉弗龙特拉建设另一家同样产能的“绿氨”工厂。西班牙伊格尼斯集团则计划在塞维利亚港建设一家“绿氨”工厂。

沙特 NEOM 公司计划 2026 年建造世界上最大的“绿氨”生产设施。该设施竣工后，预计每年将生产 120 万吨“绿氨”，可减少 500 万吨二氧化碳排放。

《阿贝赛报》称，如果“绿氨”能克服它所面临的各种困难，人们有望在未来 10 年内看到第一批以氨为燃料的卡车、拖拉机和船舶。目前已有公司、大学等正在研究氨燃料的应用技术，甚至已经出现了第一批原型设备。

据美国《技术时报》网站 10 日报道，总部位于美国布鲁克林的 Amogy 公司透露，期待 2023 年展示第一艘氨动力船，且在 2024 年全面商业化。该公司表示，这将是实现零排放航运的一项重大成就。

仍有困难需要克服

不过，氨通向作为船舶和卡车燃料的道路并非一片坦途。正如挪威船级社在一份报告中指出的：“必须首先克服几项困难。”

首先要确保燃料氨的供应。如今全球生产的氨大约有 80% 被用作肥料。因此，在满足这种农业需求的同时，预计有必要把氨的产量增加一倍甚至两倍，以便为世界各地的海运船队和重型卡车提供燃料。其次，氨的毒性也是一个问题。西班牙能源转型专家拉斐尔·古铁雷斯解释说，氨被用来制造肥料，并在某些船舶上用作制冷剂，由一些非常专业且经验丰富的人员来操作。如果人们将它的用途扩展到充当船舶和卡车的燃料，那将会有更多人接触到氨，出现问题的可能性就会更大。

科技日报 3 月 23 日

新型“人造树叶”能源转化率创新纪录

欧盟“A-LEAF”项目团队在最新一期《能源与环境科学》杂志上撰文指出，他们研制出了一款“人造树叶”系统，能模仿自然界的光合作用，将二氧化碳和水转化为可持续燃料，创下 10% 的太阳能—燃料转

化效率新纪录。这是首款太阳能—燃料转化率比天然树叶高一个数量级的“人造树叶”，为实现能源转型提供了可持续解决方案。

“A-LEAF”项目旨在研制出人工光合作用装置（人造树叶）。研究团队指出，开发“人造树叶”直接将二氧化碳、水和阳光转化为有价值的燃料和化学品，是能源转型中面临的最大挑战之一。之前开发出的“人造树叶”需要昂贵的原材料，且存在系统坚固性和性能差等问题。

新装置能首次同时生产出氢气和存储氢气的甲酸盐，甲酸盐被用于在没有阳光的情况下生产氢气。因此，最新设备首次实现了利用“人造树叶”装置连续制氢。研究团队利用紧凑型电化学流动电池，且与低成本硅基光伏模块集成，对该系统进行了验证。

研究团队指出，这项研究为在未来的能源场景中集成“人造树叶”系统铺平了道路，也为实现能源转型，以及将当前的集中式能源模式转变为分布式替代能源这一重大挑战提供了可持续的解决方案。

研究人员计划扩大该系统的规模，以证明其工业可行性。其最终目标是建造一棵“人造树”。

科技日报 3月17日

“天然电池酶”化空气为电能

据最新一期《自然》杂志报道，澳大利亚科学家发现了一种能将空气转化为能源的酶，这种酶利用大气中少量的氢来产生电流。这一发现为创建真正从稀薄空气中获取能源的设备开辟了道路。

澳大利亚莫纳什大学从一种常见的土壤细菌——耻垢分枝杆菌中制备并分析了一种耗氢酶。最新研究表明，许多细菌利用大气中的氢作为营养贫乏环境中的能源，这种称为 Huc 的酶可将氢气转化为电流。研究人员指出，Huc 非常高效，它甚至可消耗低于大气水平的氢气，低至人类呼吸的空气中的 0.00005%。

研究人员使用多种前沿方法揭示了大气氢氧化的分子蓝图。他们首先使用先进的显微镜来确定它的原子结构和电通路，突破界限以产生迄今为止该方法报告的解析度最高的酶结构。他们还使用了电化学技术来证明纯化的酶可在微小的氢浓度下产生电能。

实验室工作表明，纯化的 Huc 可长期储存，它非常稳定，在将酶冷冻或将其加热到 80℃ 时，它仍能保持产生能量的能力，这反映出这种酶有助于细菌在最极端的环境中生存。

Huc 是一种“天然电池”，可从空气或添加的氢气中产生持续的电流。虽然这项研究还处于早期阶段，但 Huc 的发现具有开发小型气动设备的巨大潜力，例如作为太阳能设备的替代品。

像 Huc 这样产生酶的细菌其实很常见，可大量繁殖，这意味着人们能获得可持续的酶来源。研究人员表示，未来工作的一个关键目标是扩大 Huc 的生产规模，而“一旦生产出足够数量的 Huc，天空就是使用它生产清洁能源的极限”。

浸没式液冷方案护航储能安全

3 月 6 日，全球首个浸没式液冷储能电站——南方电网梅州宝湖储能电站正式投入运行。该储能电站规模为 70 兆瓦/140 兆瓦时，按照每天 1.75 次充放测算，每年可发电近 8100 万度，相当于用电高峰时 350 万用户一天所需的电能，可减少二氧化碳排放超过 4.5 万吨。该电站的正式投运标志着浸没式液冷这一前沿技术在新型储能工程领域的成功应用，为我国能源安全稳定和绿色低碳发展发挥了积极作用。

储能电池存在持续发热问题

储能电站相当于城市的“充电宝”，其利用风能、太阳能等可再生能源发电，并在电网用电低谷时，将多余的电能转化为化学能储存于储能电池中，在电网用电高峰时，再将存于储能电池中的化学能转化为电能进行放电，参与调峰调频，发挥削峰填谷的作用，提升新能源消纳能力。

不过，储能电池在运行过程中会持续发热，存在一定的安全隐患。因此，储能电池的冷却技术是影响储能电站安全的重要因素，也是我国储能领域的热门研发技术之一。此前，储能电池的冷却技术主要为风冷散热和液冷散热，这两种冷却技术均存在降温速度较慢、降温时间较长的不足。

实现对电池的快速充分降温

2022 年以来，南方电网储能股份有限公司联合多方科研力量，组建材料科学、电力电子、自动控制等多学科交叉的科研团队，集中对浸没式液冷电池储能系统研制涉及的热管理、消防灭火、电气集成等关键技术开展攻关，解决了浸没式液冷应用于大容量储能系统的技术难题。

在梅州宝湖储能电站，南方电网储能股份有限公司首次将储能电池直接浸没在舱内的冷却液中，实现了对电池的直接、快速、充分冷却降温，确保了电池在最佳温度范围内运行，有效延长电池的使用寿命，整体提升储能电站的安全性能。

“浸没式液冷电池储能系统的成功研制，实现了电化学储能安全技术的迭代升级，电池散热效率较传统方式提升 50%。梅州宝湖储能电站的每个浸没式液冷电池舱容量为 5.2 兆瓦时，能够实现电池运行温升不超过 5 摄氏度，不同电池温差不超过 2 摄氏度。”中国南方电网有限责任公司领军级技术专家、南方电网调峰调频（广东）储能科技有限公司董事长汪志强表示。

截至 2022 年底，我国新型储能项目装机规模已达到 870 万千瓦，预计到 2025 年底，装机规模将达到 3000 万千瓦以上，年均增长将超过 50%。浸没式液冷作为储能领域安全技术的创新突破，将持续推动储能产业的安全发展，助力新型能源体系建设。

新一代光储电站：“追”着太阳要能量

一般而言，传统光储电站采用的技术是“被动”的，即电站建设完成就几乎处于相对静止状态。新一代光储电站系统，采用的是光伏跟踪系统，其改变了传统光储电站只能被动、固定接收光的模式，通过跟踪支架驱动光伏组件，实现了主动“追着”太阳跑，以获取最大的发电量。

3月10日，天合光能股份有限公司（以下简称天合光能）再次加码储能赛道，其旗下控股子公司江苏天合储能有限公司拟进行增资扩股，各方合计增资4亿元。就在不久前，天合光能基于当前储能系统的发展趋势，推出了其新一代光储电站系统。据悉，新一代光储电站系统，在利用太阳能方面，能够实现由“被动”变“主动”。

天合光能的频繁布局，也反映出当前大力发展的新能源产业，储能似乎成为了一道“必答题”。据统计，自2021年开始，国内已有23份省级政策文件，对风光电站的储能技术等提出了具体指标。新一代光储电站或许就是考题的答案。

那么，为何要研制新一代光储电站？新一代光储电站和以往的光储电站有何不同？其又是如何将太阳能的利用由“被动”变为“主动”的？3月12日，记者带着上述问题采访了业内相关专家。

光伏和储能是一对“好朋友”

近年来，随着世界经济的快速发展，能源消耗急剧增长，传统不可再生能源储量迅速降低，生态环境进一步遭到破坏，人们对可再生能源的需求越来越强烈。因此，包括光伏在内的清洁、可再生能源逐渐受到各国青睐。

2022年，我国光伏新增装机87.41吉瓦，同比增长59.3%。预测到2050年，我国年总装机容量中，将有70%来自太阳能和风能发电。因此，如何利用新型储能技术，提高新能源的利用效率，成为未来新能源产业发展的重中之重。

江苏理工学院电气信息工程学院副院长俞洋介绍，在“双碳”目标的引领下，我国相继出台了《关于加快推动新型储能发展的指导意见》《“十四五”新型储能发展实施方案》等一系列政策。2022年12月，国家能源局印发《光伏电站开发建设管理办法》，规范了光伏电站的开发建设秩序，充分调动各方积极性，进一步推动我国光伏电站行业的健康有序发展。

但光伏容易受到光照条件等因素的影响，利用光伏发电，波动性、随机性较大，增加了电网系统管控的难度。因此，储能技术逐渐成为解决光伏发电波动性的重要手段，能够有效实现“光储一体化”的光储电站由此而生。

可以说，光伏和储能是一对天然的“好朋友”。

江苏理工学院副教授倪福银也表示，光储一体化已成光伏新能源项目建设的基本趋势。目前，我国光储电站的建设进入高速发展期，光伏+储能“双轮驱动”的新型绿色电力模式可以有效解决光伏输出功率波动问题，实现电力在发电侧、电网侧以及用户侧的稳定运行。

主动“跟踪”太阳增加发电量

一般而言，传统光储电站采用的技术是“被动”的，即电站建设完成就几乎处于相对静止状态，光伏发电的曲线也被动地随着太阳能资源的波动呈正态分布。而新一代光储电站系统，采用的是光伏跟踪系统，其改变了传统光储电站只能被动、固定接收光的模式，通过跟踪支架驱动光伏组件，实现了主动“追着”太阳跑，以获取最大的发电量。

“光伏跟踪系统，顾名思义，就是可以自动跟踪太阳并提高总体发电量的光伏系统。”常州工学院博士生王书博表示，光伏跟踪系统可以实时跟踪太阳运动，并通过机械、电气、电子电路及程序等手段，调整光伏组件平面的空间角度，让太阳光直接照射光伏阵列，以此增加光伏阵列接收到的太阳辐射量，提高太阳光伏发电系统的总体发电量。

除了提高发电量外，光伏跟踪系统还有许多其他优势。比如利用光伏跟踪系统，太阳能板可以随时调整角度，使光储电站不容易受到灾害天气的影响；另外，安装了光伏跟踪系统的光储电站，还能与当地农业生产紧密结合，在山地、池塘、荒地等特殊环境下灵活运转，相较于传统光储电站更具优势；光伏跟踪系统还可以安装在农光、渔光互补系统中，达成农业、鱼塘与光伏的互补，在土地资源有限的情况下，做到真正实现收益最大化。

在俞洋看来，光伏跟踪系统的出现结束了光伏系统发电的被动性。相较采用普通固定支架的光储电站，新一代光储电站能够有效地提升电力系统发电量 15%—20%，同时使得光伏发电全天曲线更加平滑，降低用电成本，带来更高收益。

当然，新一代光储电站不是只有“跟踪”这一项本领。

新一代光储电站采用的是集成式智能技术，可以自动检测和优化电力系统的运转状况，根据不同的客户需求，采用不同的调度策略，不断优化电力的调度和分配，从而提高能源的利用效率。

此外，在能源预测与调度上，新一代光储电站还能够通过捕获太阳能的实时数据，判断当日天气情况，根据当日天气的阴晴以及太阳光照时间的多少作出相应的调度，从而提高太阳能利用的主动性。

可广泛应用以确保供电安全

新一代光储电站不仅提高了组件功率，还为组件的优化设计提供了更多的可能性，在降低项目初始投资的同时，可以广泛适用于多元化的应用场景。

在常州工学院技术转移有限公司博士后创新实践基地办公室主任、江苏省退役光伏组件资源化利用工程技术研究中心主任陈小卉看来，针对当前快速发展的新能源汽车领域，新一代光储电站可助力城市快速

充电基础设施建设，在充电高峰期通过储能和市电一起为新能源汽车充电站供电，解决部分新能源汽车充电站电容量不足的问题，满足高峰期用电需求，既实现了削峰填谷，又节省了配电增容费用，还增加了新能源的消纳，弥补了太阳能发电不连续的不足。

陈小卉还建议，可以将新一代光储电站布局到用电需求量较大的工业园区中，确保园区用电峰期的电网供电安全，消除断电风险。

此外，俞洋提出，新一代光储电站要想规模化建设，应制定相应的标准体系，打造“源网荷储一体化应用核心区”“光伏+储能应用拓展带”“新型储能综合应用示范区”等，充分发挥储能资源在新型电力系统中的平衡作用。

随着新一代光储电站的发展，中国的可再生能源利用率将会持续提高，绿色可再生能源产业也会得到更大发展，更好地满足我国各地不同用电方式、不同电能负荷变化的需求，实现高效可靠的电力供应以及节能减排的巨大社会效益，为我国绿色能源发展奠定良好基础。

相关链接

光伏跟踪系统的分类

近几年，随着数字化、人工智能技术的应用，光伏跟踪系统逐渐成为全球光伏电站建设的普遍选择。

光伏跟踪系统主要分为双轴跟踪系统和单轴跟踪系统两大类，其中单轴跟踪系统又可分为水平单轴跟踪系统、斜单轴跟踪系统以及垂直单轴跟踪系统。

双轴跟踪系统可以实现在两个方向上旋转的自由度，无论太阳处于任何高度角和方位角，它都可以进行跟踪，使得辐射接收面始终垂直于太阳的入射方向，即在跟踪范围内太阳的入射角始终为零，最大化地利用太阳能资源。

双轴跟踪系统虽然接收的太阳辐射量最多，但由于其结构复杂、成本较高、故障率高等问题，限制了其应用范围。单轴跟踪系统只在一个方向上有旋转自由度，结构相对简单，因而不能保证辐射接收面在任何时候都垂直于太阳的入射方向，只能是尽量地减小太阳的入射角，提高辐射接收量。但由于单轴跟踪系统相对于双轴跟踪系统，在太阳辐射接收量和成本等方面取得了相对较好的平衡，因此近年来的发展也更为迅速。

科技日报 3月15日

技术创新引领 让清洁能源“风光无限”

曾经的不毛之地正成为我国新能源发展的沃土，去沙漠“种”新能源，不再是幻想。

去年年底，库布齐沙漠鄂尔多斯中北部新能源基地项目开工建设，该项目由中国长江三峡集团有限公司牵头建设，成为全球在沙漠、戈壁、荒漠地区开发建设的最大规模风电光伏基地项目。

今年政府工作报告提出，“推动发展方式绿色转型”“加快建设新型能源体系”。在积极稳妥推进碳达峰碳中和进程中，清洁能源被寄予厚望。如何让清洁能源建设“蹄疾步稳”实现高质量发展，成为今年全国两会代表委员关注的热点。

创新储能技术 让清洁能源变得稳定

沙漠、戈壁、荒漠的风能、太阳能资源丰富，拥有大片生态红线区以外的未利用土地。但特殊的地理位置和独特的生态环境，也给清洁能源开发带来不小挑战。

风电、光伏有一个致命弱点：波动性强。有什么办法让可再生能源不再“听天由命”？全国政协委员、中国能源建设集团有限公司党委书记、董事长宋海良给出回答——大规模储能技术。

宋海良介绍，“十三五”以来，我国新型储能技术实现了从试验示范向商业化初期发展过渡，锂离子储能、压缩空气储能、液流电池等技术试点示范项目纷纷落地。

数据显示，截至 2022 年底，国内已投运的新型储能累计装机规模达到 865 万千瓦，超过 2021 年同期规模的 2 倍。但是，要实现 2025 年的能源结构目标，新型储能的装机需求依旧巨大。

如何化解供需矛盾，推动新型储能快速发展？宋海良表示，激励机制是关键。

他建议，探索建立新型储能容量补偿机制和容量市场，合理体现储能设施的装机经济效益，并鼓励各地在条件成熟时先行先试，加快推动储能产业形成稳定合理的收益空间。

新型储能是颠覆性技术，一旦实现突破将会重塑产业格局。宋海良建议，要支持骨干企业开展关键装备和核心技术研发攻关，加大产业化应用支持力度，尽快实现技术突破。

加快氢能开发 助交通运输低碳转型

北京 2022 年冬奥会期间，氢能汽车迅速“出圈”，在全球开创了大规模使用氢燃料电池汽车的先河。冬奥会结束后，千余辆氢能汽车在北京、张家口继续服务市民日常公交出行。

2022 年 3 月，国家发展改革委、国家能源局联合发布《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》，首次明确氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，提出稳步推进氢能多元化示范应用，到 2025 年燃料电池车辆保有量约 5 万辆等目标。

但是，绿氢成本高、竞争力弱，氢能应用场景单一，技术装备自主化水平不足等问题，仍是产业发展的痛点。

在全国人大代表、中国石化中原石油勘探局有限公司执行董事、党委书记张庆生看来，当前，我国氢能产业仍处于政策扶持及市场培育阶段。

对此，全国人大代表、中国石化茂名分公司炼油分部联合五车间四催化班内操（技师）阮阳越深有同感。她在调研中发现，即便在交通领域，大部分加氢站所服务的车辆也不稳定。而且，氢能制储运加各环节及燃料电池的部分关键技术与核心装备存在国产化程度不高、对外依存度较大等问题。

如何突破？“关键在优化氢能产业链布局结构，加强核心技术自主攻关。”张庆生建议，一方面要延续氢能交通领域的支持政策并重点推动绿氢在工业方面的应用，另一方面要支持科研院所及企业探索并推动加氢站用设备、氢气储运技术、绿氢制取技术的突破和提升。

开发屋顶光伏 为乡村建筑绿色赋能

建筑光伏可谓清洁能源中被低估的“潜力股”。

根据我国城乡屋顶面积估算，仅乡村户用光伏装机总容量可达近 20 亿千瓦，而全国“十四五”期间计划新增建筑光伏为 0.5 亿千瓦以上。

“让屋顶变电站，阳光变收入，关键要让老百姓有实实在在的获得感。”全国政协委员、中国建筑设计研究院总建筑师李兴钢建议，调整优化光伏在农村的推广模式及方案。

当前，“整县屋顶分布式光伏开发试点”推广模式多数采用光伏发电全额上网、农户另从电网取电用电的方案。李兴钢表示，此类“收支两条线”方案，不仅未能充分利用农村灵活用电资源，还因为光伏产权和空间产权不一致带来一系列运行管理问题。

他建议，大力发展“产储调消一体化”农村屋顶光伏系统，以“自发自用+余电上网”模式推广农村屋顶光伏，以此实现农户光伏产权和空间产权统一，使光伏电力成为可调可控的优质上网电源。

科技日报 3 月 10 日

保障能源安全 推动绿色转型走好能源产业中国式现代化道路

中国式现代化对能源产业立足我国能源资源禀赋、深入推进能源革命、确保能源安全、加快绿色转型提出了迫切要求。国家能源集团坚持服务国家战略，坚守主责主业，加大科技创新，坚持绿色发展，以高质量党建引领保障企业高质量发展，大力践行“社会主义是干出来的”伟大号召，在着力模范履行安全生产和能源保供责任，巩固强化产业链一体化，构建稳产稳供稳价稳市的核心能力，全力保障国家能源安全的基础上，加快绿色转型发展步伐，助力我国实现“双碳”发展目标，走好能源产业中国式现代化高质量发展道路。

产业链一体化构建能源保供特别能力

能源安全关系我国经济社会发展全局，是最重要的安全之一。中央企业是能源保供的“顶梁柱”，要进一步提高政治站位，增强责任感和使命感，多措并举全力增产保供，确保经济社会发展用能需求。

中国式现代化将使 14 亿多人口整体迈入现代化社会，规模将超过现有发达国家人口的总和。能源产业中国式现代化首先要立足我国“富煤、缺油、少气”资源禀赋和 2022 年煤炭占我国一次能源消费 56.2%、未来较长一段时间内煤炭作为我国主体能源的现实现状，全力发挥煤炭兜底保障基础性作用，先立后破，做好煤炭低碳清洁开发这篇大文章，以煤炭清洁高效利用切实保障国家能源安全。

国家能源集团自成立起，就承担着落实能源安全战略的责任使命。2017 年 11 月 28 日，国家能源集团由以“煤”和以“电”为主的两家世界 500 强能源企业重组成立，实现了煤炭与电力两大产业链之间的深度联营。新成立的这艘“能源航母”产业分布全国 31 个省区市以及 10 多个国家和地区，总资产 2 万亿元，形成了独具特色的“煤电化运”能源一体化保供全产业链，在保障我国能源安全、推动能源产业结构调整转型升级中承担重要使命。

五年来，国家能源集团胸怀“国之大者”，坚守主责主业，不断深化拓展煤炭“产运销储用”一体化协同，持续巩固优化“大一体化”能源保供格局，充分发挥了能源供应压舱石和稳定器作用。

资源保障能力持续增强。国家能源集团着力抓好煤炭战略资源布局接续和增储增供，积极释放优质先进产能，保持产业链、供应链高效顺畅。截至 2023 年 1 月底，已形成“神东、宁乌、蒙东、新疆”4 个亿吨级矿区开发格局，开创了我国现代化规模化高产高效煤矿开发模式。电力总装机 2.89 亿千瓦，其中火电装机 2 亿千瓦，风电装机 5400 万千瓦，百万千瓦机组数量占全国 30%。高效运营我国西煤东送第二条运输大通道，铁路运输能力达到 5.4 亿吨。3 个专业煤炭港口总吞吐能力 2.9 亿吨。自有船舶载重规模 331 万吨。

一体化能源保供贡献突出。国家能源集团坚持以煤炭保能源安全，以煤电保电力稳定，通过“一体化集中管控、智能化高效协同、可视化高度融合”的一流生产运营协同调度系统，实现煤炭产运销储各环节高效协同，环环相扣、相融共促，持续提升集团全产业链运营效率。2018 年至 2022 年，集团煤炭累计产量 27.2 亿吨，发电量 5.15 万亿千瓦时，为我国保持高能源自给率作出重要贡献。尤其是 2021 年下半年至 2022 年底，国际国内能源形势持续紧张，国家能源集团 74 座在产煤矿稳产高产，数百家电力热力企业应发尽发，牢牢守住民生用能底线。2021 年秋冬季，东北地区能源供应紧张，国家能源集团迅速优化煤矿采掘接续，优先保障东北区域冬季用煤补库，全力以赴保障安全生产，保民生、保产量、保供应、保兑现、保出力、保库存、稳价格、稳市场、稳预期，全年供应东北地区煤炭 1.35 亿吨左右，为保障东北区域冬季能源安全、人民群众温暖过冬提供了坚实保障。2022 年 8 月，全国经历历史罕见的极端天气，长江流域出现大范围高温伏旱天气，国家能源集团紧急增加疆煤入川渝等地调配，集团日发电量连续多日突破 40 亿度，月发电量达到 1200 亿度以上，在能源保供大考中交出优异答卷。

2022 年全年，国家能源集团自产煤炭月均产量保持在 5000 万吨峰值水平，煤炭销量达到全国的 18%，电煤供应量占全国四分之一，煤炭下水量占北方主要煤港总量的 34%，以不到全国 11% 的电力装机贡献了全国 14% 的发电量。

安全保供树立行业标杆。国家能源集团坚持以人为本、科技兴安、本质安全、系统安全，持续完善安全风险预控管理体系，以全员安全生产标准化、智慧化建设巩固提升能源保供本质安全水平。全集团拥有特级安全高效矿井 47 处，建设了 9 处国家智能化示范煤矿，智能化建设与技术在采煤工作面、掘进工作面、选煤厂实现全覆盖，632 个固定岗位无人值守，近两年煤炭企业采掘工作面及其生产系统用工减少 5000 多人，55 家煤矿实现安全生产 1000 天以上，煤矿单产、单进、全员工效分别是全行业平均水平的 3.5 倍、2 倍、5 倍，矿山智能安全建设经验在全国矿山智能化建设和安全发展推进会上交流推广。

绿色保供形成产业示范。国家能源集团创新探索，在开发能源的过程中，不但没有破坏生态环境，还恢复再造了绿水青山。创新实践煤炭全生命周期绿色开发利用新模式，建成省级以上绿色矿山 53 座、“集团生态林” 20 多万亩。神东煤炭开创了“五采五治”“三期三圈”生态治理模式，在建成 2 亿吨煤炭生产基地、累计采煤 35 亿吨的同时，推动了 473 平方公里矿区生态治理，植被覆盖率由开发初的 3%—11% 提高到 64%，在黄土高原丘陵沟壑区与毛乌素沙地过渡地带建成了一片绿洲。准能集团在建成总产能 6900 万吨的两座世界级露天煤矿的同时，成功将昔日沟壑纵横、植被覆盖度不到 25% 的“鸡爪子”山改造为绿色矿区 and 万亩良田，矿区复垦绿化总面积 3340 公顷，植被覆盖度提高到 80% 以上，破解了黄土高原半干旱荒漠地区大型煤炭基地开发与保护协同推进的重大技术难题，入选 2022 年世界经济论坛发布的“开展自然受益型矿产资源开采”案例。

绿色发展迈出向美而行新步伐

在全力保障能源安全的基础上，国家能源集团深入贯彻落实“双碳”目标，举全集团之力加强绿色转型发展，因地制宜、因资源制宜，基地式、场站式、分布式开发相结合，多元化、快速化、规模化、效益化、科学化发展可再生能源，建成了涵盖清洁高效煤电、气电、风能、太阳能、生物质能、潮汐能、地热能、氢能在内的能源产业体系。近两年年新增新能源装机连续突破千万千瓦，可再生能源装机比例持续提升。

大基地建设快速起步。国家能源集团充分发挥多产业优势，响应国家战略，积极布局开发风光火储一体化、水风光一体化等千万千瓦级大基地项目。牵头开发宁夏腾格里 1300 万千瓦、甘肃巴丹吉林 1100 万千瓦等沙漠、戈壁、荒漠地区大型风电光伏基地项目，其中，国家“沙戈荒”大型风光基地中备案、开工的光伏治沙发电项目即将投产发电。以青海果洛黄河干流上建设的“西电东送”骨干电源点，黄河上游在建的玛尔挡水电站为核心工程，建设“水光蓄储”千万千瓦级多能互补一体化基地。火电在建项目国电电

力上海庙公司采用“四机共建”模式建设4台100万千瓦超超临界间接空冷火电机组，同步配套建设蒙西采煤沉陷区300万千瓦新能源项目。

风电产业持续领先。作为中国风电行业的先行者、开拓者和引领者，国家能源集团近年来在风光大基地项目开发的同时，陆上、海上、海外项目并重，持续保持风电领先优势，先后建成中国在非洲投资、建设、运营一体的风电项目，建设在强台风海域的海上风电项目，中外合资海上风电项目，龙源南非德阿风电项目管理团队被国家有关部门评选为2021年“央企楷模”。今年以来，集团公司加快推进山东渤中、江苏射阳、浙江象山、海南东方等一批重点海上风电项目，推动风电产业滚动接续发展。

光伏产业跨越发展。集团出台加快推进光伏产业发展指导意见，因地制宜、扬长避短、多产业发力，全面铺开光伏发展布局，坚持战略突破、协同共进和深耕细作相统一，在积极推进集中式光伏发电大基地建设的同时，积极发展煤矿沉陷区、复垦区光伏项目，因地制宜发展分布式光伏项目，积极开发“农光互补”等复合式光伏项目，加快推动光伏产业数字化智能化发展，打造了“采煤沉陷区生态修复治理+光伏”“火光联动”“潮光互补”等一批示范项目。2022年底，集团光伏装机1640万千瓦，同比增长91%，实现了跨越式发展。

水电项目组团发展。在做好生态保护的基础上，集团公司推动大渡河、金沙江流域以及青海、西藏、新疆等地水电项目发展，有序推进抽蓄电站开发，打造一批引领行业发展的精品工程，世界高坝——双江口水电站大坝日填筑量创新高，《大渡河流域珍稀鱼类保护中心建设》入选联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（COP15）第二阶段会议宣传案例集。2022年，旭龙水电站及湖北松滋等3个抽蓄项目合计720万千瓦水电获得核准，清洁能源规模化发展取得新突破。

氢能产业创新开拓。国家能源集团加快构建“绿色氢能供应链”和“氢能联盟服务链”体系，深化“东西南北中”全国绿氢供应布局，加快推进风光储氢等基地项目建设，江苏如皋成功建成双模全天候商业运营加氢站，宁夏开发20千瓦级固体氧化物燃料电池发电系统，大功率氢能源动力调车机在新朔铁路完成加氢并顺利上线试运行，露天煤矿燃料电池矿用重卡、绿电绿氢与现代煤化工耦合发展等多元示范应用。牵头发起成立的中国氢能联盟高效运营，成员单位超过150家，成功举办氢能全领域创业大赛——2022氢能专精特新创业大赛，为氢能产业生态繁荣注入强大动力。

煤电产业拓展新路。对标对表“双碳”目标，国家能源集团煤电产业也在绿色发展方面发生深刻变化。全集团所有常规煤电机组均实现超低排放，1.2亿千瓦煤电机组实现“三改联动”，机组调节能力和发电效率有效提升，为新能源规模化发展提供有效支撑。燃煤电厂规模15万吨/年碳捕集封存与利用示范工程（CCUS）在陕西锦界公司建成，大同公司化学链矿化CCUS项目每年可将1000吨二氧化碳气体转化为碳酸钙固体，煤电50万吨/年二氧化碳捕集与资源化能源化利用示范项目即将在江苏泰州公司建成投产，规模化的二氧化碳捕集利用创新实践不断破解火电厂减碳难题。江苏常州电厂打开围墙，向社会提供电、热、

冷、气、水等“火电+”综合能源服务，在发挥“动脉”作用的同时，主动参与周边城市垃圾、污泥等各种固废处理，发挥“静脉”作用，做融入城市绿色发展的生态共享型电站。

创新驱动引领世界一流企业建设

国家能源集团以国家战略需求为导向，坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力，深入推进党建引领、科技创新、数字化转型战略，全面实施 RISE 品牌战略和 CE·CE 责任管理体系，大力推动 ESG 体系建设，分层分类全面开展对标提升，奋力建设“产品卓越、品牌卓著、创新领先、治理现代”的世界一流企业，引领带动能源产业中国式现代化，2022 年世界 500 强排名第 85 位。

突出党建引领保障作用。国家能源集团坚决贯彻“两个一以贯之”，不断深化“第一议题”制度，连续六年开展“社会主义是干出来的”岗位建功行动，巩固完善大党建工作格局，着力建设坚强有力的党组织、堪当重任的大国重器、基业长青的优秀文化，全面提升党委领导力、支部战斗力、干部执行力，切实增强企业高质量党建对高质量发展的引领保障作用。突出“强战略、优运营”“强协同、优布局”，科学授权放权，层层压实能源保供、绿色转型、科技创新、数智赋能、国际化发展、助力乡村振兴等重大责任，总部部门精简近一半，分批推进火电业务整合和同质化公司业务整合。大力实施干部人才工程，锻造高素质专业化干部人才队伍，建强“优秀专家、大国工匠、青年人才”三支队伍，将管理类单通道晋升拓展为管理、专业、技能三通道并行，形成“自上而下、五层四级”的全员绩效考核体系，30 多万人次投入“国家能源杯”绿色发展劳动竞赛和智能建设技能大赛，大渡河大岗山水电站值长徐博海地震瞬间逆行坚守，获评 2022 年“央企楷模”。

加强科技创新布局攻关。国家能源集团坚持服务国家、引领行业、需求导向，服务“煤电化运”产业链高质量发展，促进创新链与产业链深度融合，集团构建了“1+2+3+N”科研体系，建成 12 家国家平台、7 家协同创新中心，推进创新资源布局优化和结构调整，在煤炭安全高效开采、煤炭清洁高效发电、煤制油煤化工、重载铁路运输、风力发电和智慧水电等领域取得一大批引领行业发展的标志性重大科技成果。

《神东现代化矿区建设与生产技术》等 4 个项目获国家科技进步奖一等奖。开发了煤直接液化和间接液化两大煤制油品成套技术，成为掌握两种煤制油技术的企业。开发验证了 40 兆瓦燃煤锅炉 35%比例混氨燃烧技术，万吨级煤基可降解材料项目建成投产。

加快数字化智慧化建设。国家能源集团协同推进智能生产、智慧运营、智慧管理，深挖集团数据资产潜力和开发潜能，数字化转型持续深化，全产业链赋能成效显著。信息技术与“煤电化运”各产业深度融合，探索形成“1235”产业煤炭智能化建设新模式，携手华为研发的“矿鸿系统”实现国产操作系统工业化应用；宿迁高效灵活二次再热示范项目被列为国家科技创新重大成果典型案例，国能智深自主研发的 iDCS 火电智能控制系统在 25 家电厂成功运行，龙源电力建成新能源生产数字化平台；智慧化工新版规划建设指南发布，20 个自主研发建设系统整体上线；重载铁路智能运维技术铁路行业工程研究中心成立，5G

智慧港口逐步建设，装船机全部实现自动化。迭代升级“基石”系统，构建集团工业互联网平台，新 ERP 系统业财数据联动和应用水平持续提升，煤炭交易网完成新电商平台功能上线，全周期穿透式采购监管系统全面升级，集团主导、多方参与、开放共享的智慧能源生态圈加快构建，开辟平台化发展、生态化协作、数字化运营新的战略空间。

在中国式现代化的浪潮中，国家能源集团始终牢记“国之大者”，勇担时代使命，奋力担当“能源基石、转型主力、经济标兵、创新先锋、改革中坚、党建示范”，深入实施“四保一大”发展路径，以煤炭保能源安全，以煤电保电力稳定，以多元快速保可再生能源规模化发展，以一体化数字化保公司综合实力提升，全力推进重大项目建设，勇做能源供应压舱石、能源革命排头兵，加快建设世界一流企业，在走好能源产业中国式现代化道路上踔厉奋发、勇毅前行！

科技日报 3 月 9 日

我国高端油气钻井技术实现里程碑式跨越

从中国海洋石油集团有限公司（以下简称中海油）获悉，历时十余年自主研发，我国高端油气钻井装备“璇玑”系统成功实现 1000 口井作业、100 万米钻井总进尺，这标志着我国高端油气钻井技术实现里程碑式跨越。

“璇玑”系统由旋转导向钻井与随钻测井两大技术组成，这两项技术被称为石油钻井技术“皇冠上的明珠”。通过这套系统，地面工程师可以精准控制几千米地下的钻头钻进方向，实现“瞄着”油气去，“看着”边界钻，甚至能做到在仅 1 米厚的薄油层中精准穿行数千米，把油气宝藏“吃干榨净”。同时它还能实时分析地层资料，大幅降低油气田开发成本，是全球高效开发常规油气、页岩气、煤层气、可燃冰等资源的关键核心装备。

据介绍，旋转导向钻井技术因横跨 20 多个学科、涉及 1000 多道高端工艺，控制代码多达几百万行，曾被国际油田服务公司垄断达 20 余年。2014 年，我国成功研发“璇玑”系统并实现海上作业，成为世界上第二个拥有该项技术的国家。

自投用以来，“璇玑”系统作业“足迹”遍布我国海域以及新疆、山西等陆地油气田，并被出口至印度尼西亚、伊拉克等国家，多次完成大位移水平井、三维防碰井等高难度钻井。

“应用突破 1000 口井、钻井总进尺达 100 万米，是一个重要的里程碑。”“璇玑”系统技术带头人、中海油服总工程师尚捷介绍道，“商用以来，‘璇玑’系统经历了上万次的可靠性验证、结构优化和迭代升级。这期间，中海油技术团队破解了上百个技术难题。截至目前，该系统已获得国家级专利 95 项，关键作业指标——一次入井成功率已达 92%，达到世界一流水平。”

2022 年 4 月，“璇玑”系统智能化生产线在广东佛山建成投产，迈入大规模产业化阶段。同年 8 月，中国海油建成了覆盖全球多个国家的“璇玑”系统专家支持中心，具备了同时为 12 个国家和地区提供 7×24 小时实时线上支持的能力。

科技日报 3 月 4 日

新技术

重要化工品烷烃脱氢催化剂可“一键筛选”

天津大学成功打破传统实验“试错法”局限，取得了开发重要化工催化材料的新进展。该校新能源化工团队通过合金催化剂“孤立度”描述符的构建，只需向程序输入催化剂结构参数，就能实现烷烃脱氢催化剂“一键筛选”。该研究相关论文 3 月 28 日发表于国际期刊《自然·纳米技术》。

丙烯是全球产量最高、应用最广的基础化工原料之一，在工业生产中作用巨大，是制造塑料、合成橡胶和合成纤维等“三大合成材料”的基本原料，对纺织、制药、医疗等领域有重要价值。“丙烷脱氢法”是目前市场占有率增长最快、最具前景的丙烯生产技术之一。然而，我国现有的“丙烷脱氢”工艺主要依赖高价进口的成熟工艺包，作为工艺核心的催化剂被发达国家牢牢把持，缺乏自主知识产权的丙烷脱氢催化剂成为了国内化工业的短板弱项。

正如爱迪生在上千种导电材料中选择出钨丝，传统丙烯生产工艺采用实验“试错法”研发催化剂，往往需要数月甚至数年时间，消耗大量人力物力财力。通常，采用“试错法”得到的催化剂结构、组成较为复杂，导致催化剂与反应性能的构效关系难以明确，这也成为了催化剂开发创新的“屏障”。近年来提出的基于“单位点”催化剂的概念，能实现催化剂电子、几何结构的可控调控与制备，成为催化领域长期追求的终极目标。

天津大学新能源化工团队提出了“催化微环境预测催化性能”的方法。他们创新算法，借助计算机程序发现了烷烃脱氢“单位点”合金催化剂的设计新途径，即只需获得催化剂的电子、几何结构参数“孤立度”，就能描述出烯烃选择性等性能，从而加速遴选性能优异的催化剂材料。基于该方法，研发的新型铂基催化剂贵金属用量降低超 60%，可大幅度节约生产成本，提升了催化剂市场竞争力。实验证明，新型催化剂的丙烯选择性显著优于国际同类产品，且在长程稳定性和再生循环测试中均保持稳定。

近年来，天津大学新能源化工团队探索形成了“催化剂理性设计—精准构筑—应用引领”的研究范例，建立了相对完整的具有自主知识产权的新型高效丙烷脱氢催化剂的专利体系。“我们正在与行业领军企业合作开展催化剂工程制备与工艺放大研究，实现了新型丙烷脱氢成型催化剂的工程制备，加速突破国外对

催化剂技术的垄断。”该论文第一作者、天津大学化工学院博士生常鑫介绍，这项发现是化工、化学、材料、物理、数学等学科交叉的结果，可能为相关领域催化剂设计和催化过程解析提供新思路，对加快工业催化剂创新开发具有重要意义。

科技日报 3 月 30 日

制造原子级层状金属的简单方法出现

一直以来，被称为“MXenes”（即二维过渡金属碳化物、氮化物或碳氮化物）的材料，属于劳动密集型产品。但美国芝加哥大学科学家们的一项新技术突破表明，现在可以更快、更容易地制造这些 MXenes，并减少有毒副产品。相关研究发表在最新一期《科学》杂志上。

类似于层次分明的牛角包，这种有望用于新应用的新材料是由许多极薄的金属层组成的，科学家可在这些金属层之间滑动不同的离子以达到不同目的，对未来的高科技电子产品或能量存储大有用处。研究人员希望，这一发现将刺激新的创新，并为在日常电子产品和设备中使用 MXenes 铺平道路。

研究人员介绍，当把金或钛这样的金属刮成原子般的薄片时，它的行为就不再像金属了。但 MXenes 中异常强烈的化学键使它们能够保留金属的特殊能力，比如高导电性。MXenes 也很容易定制，例如，可把离子放在层之间用来储存能量。所有这些优势都可能使 MXenes 在制造新设备方面非常有用，例如，存储电力或阻止电磁波干扰。

然而，目前已知制造 MXenes 的唯一方法涉及密集的化学工程步骤，包括在 1650℃ 的温度下加热混合物，然后浸泡在氢氟酸溶液中。如果想将 MXenes 大量用于商业产品，腐蚀性废物处理将成为主要阻碍。

为了设计一种更有效、毒性更低的方法，该团队使用了化学原理。研究小组发现新的化学反应，能从简单而廉价的前体中制备 MXenes，而不需要使用氢氟酸。它只有一个步骤：将几种化学物质与想要制造层状金属的任何一种金属混合，然后将混合物加热到 927℃。

这种更简单、毒性更低的方法为创造和探索不同应用的新型 MXenes 开辟了新途径，例如不同的金属合金或不同的离子调味品。

科技日报 3 月 28 日

纳米结构扭曲程度首次实现控制

美国密歇根大学领导的一个研究小组显示，由纳米颗粒自组装而成的微米大小的“蝴蝶结领结”，可形成各种不同的扭曲形状，并能被精确控制。这一进展为轻松生产与扭曲光相互作用的材料开辟了道路，为机器视觉和药物生产提供了新的工具。相关论文 15 日发表在《自然》杂志上。

虽然生物学上充满了像 DNA 这样的扭曲结构，也就是众所周知的手性结构，但其扭曲的程度是固定的，试图改变它会破坏这种结构。

扭曲的纳米结构将编码从表面反射的光波形状的信息，它将优先反射某些类型的圆偏振光，这种形状在空间中移动时会扭曲。

信息将被编码为反射频率、扭曲的松紧度以及扭曲是左旋还是右旋的组合。通过避免使用自然光和环境光，而是依靠机器人产生的圆偏振光。无论是在明亮还是黑暗的环境中，机器人都不太可能错过信息或误解提示。它能选择性地反射扭曲光的材料，即手性超材料。

研究人员表示，他们已实现控制从完全扭曲的左手结构到平坦的结构，再到完全扭曲的右手结构的扭转。

研究人员将“领结”当作油漆，把它们与聚丙烯酸混合，然后涂抹在玻璃、织物、塑料和其他材料上。激光实验表明，只有当光中的扭曲与“领结”形状中的扭曲相匹配时，这种油漆才会反射扭曲光。

“领结”是由镉金属和胱氨酸混合制成的，胱氨酸是一种蛋白质片段，它在掺有碱液的水中，有左手和右手两种版本。每个“领结”都有糖果包装一般的扭曲结构，与其他可能需要数天时间才能自组装的手性纳米结构不同，“领结”只需 90 秒就能形成。该团队在“领结”光谱中制作了 5000 种不同的形状。

科技日报 3 月 17 日

环氧乙烯首次在实验室合成

美国和德国科学家携手解决了一个困扰科学界 50 多年的问题：首次在实验室制造出以前被认为“不可合成”的反芳香性分子环氧乙烯。刊发于最新一期《科学进展》的相关研究，不仅有助科学家进一步理解这种分子的化学键和稳定性，也为他们未来在极端环境合成出类似分子铺平了道路。

环氧乙烯是最小的反芳香性杂环化合物，也是星际环境中的一种关键活性成分，被认为是最神秘的有机瞬变分子之一，科学家们此前认为其不可合成。

在最新研究中，美国夏威夷大学玛诺分校、佛罗里达国际大学和德国波鸿鲁尔大学的科学家发现了一种新方法，对极低温冰进行处理并借助转移到冰基质上的共振能量，在模拟深空分子云和恒星形成区域的实验室条件下，制造出了环氧乙烯，且通过一种高科技质谱工具观察到了该分子。

研究团队指出，在如此极端环境内发现环氧乙烯意义非凡，它值得科学家们使用阿塔卡马大型毫米/亚毫米阵列和詹姆斯·韦布空间望远镜等，在宇宙中对其开展搜索。

研究人员表示，这些实验表明，分子云和恒星形成区域可作为天然实验室，在那里的低温化学和物理条件下，一些奇特的反芳香性分子很容易合成出来，而这些分子在地球上非常不稳定。最新研究将激起其他科学家的热情，以合成和鉴定出更难以捉摸的不稳定分子，从而增加人们对其分子结构和化学键的了解。

科技日报 3 月 15 日

磁约束方式实现氢硼聚变

日本国家聚变科学研究所和美国 TAE 技术公司携手，首次在磁约束聚变等离子体中实现了氢—硼聚变实验。研究团队表示，尽管最新试验没有产生净能量增益，但它证明了无中子核聚变的可行性，使制造更清洁的聚变反应堆成为可能。相关研究刊发于最新一期《自然·通讯》杂志。

目前，全球有多个团队正力图实现可控核聚变。可控核聚变主要的方式大概有 3 种：引力约束、惯性约束和磁约束，目前占据主流的托卡马克装置属于磁约束，主要利用氢的同位素氘—氚作为聚变燃料。

在最新研究中，科学家们在日本国家聚变科学研究所的大型螺旋装置中进行了氢—硼核聚变，并借助 TAE 开发的探测器，测量出了反应产物：氦核（ α 粒子）。TAE 公司认为氢—硼是最清洁、最具成本竞争力的聚变燃料，因为它不仅原料丰富，而且“实现了更清洁的聚变反应堆的概念，反应产物仅三个 α 粒子。”

研究团队指出，他们设计的紧凑型线性装置使用了先进的加速器束驱动场反位形（FRC）。FRC 是通用的，可适应所有目前可用的聚变燃料，包括氢—硼、氘—氚和氘—氦—3 等。TAE 公司首席执行官迈克尔·本德鲍尔表示：“这项实验为我们提供了大量数据，表明氢—硼在实用规模的聚变能中应占有一席之地。”

TAE 公司目前也在研制一个易于维护的模块化装置。该装置占地紧凑，并有可能利用一种更高效的磁约束方法。与托卡马克装置相比，新方法将获得高达 100 倍的功率输出。

研究团队指出，最新研究没有产生净能量增益，但它证明了无中子核聚变的可行性及氢—硼核聚变反应的潜力。尽管制造氢—硼聚变堆芯的挑战比氘—氚更大，但反应堆的工程设计将简单得多。TAE 预计将在 2025 年左右在其下一个反应堆“哥白尼”上演净能量增益，本世纪 30 年代将建成第一座氢—硼聚变发电厂并连接到电网。

科技日报 3 月 2 日

高能同步辐射光源直线加速器满能量出束

国家重大科技基础设施高能同步辐射光源（HEPS）直线加速器 14 日满能量出束，成功加速第一束电子束。这是 HEPS 装置建设的又一重要里程碑，标志着 HEPS 进入科研设备安装、调束并行阶段。

HEPS 被誉为“超级显微镜”，其加速器由直线加速器、增强器和储存环三台独立的加速器，以及连接彼此间的 3 条输运线组成。直线加速器是一台常温直线加速器，长约 49 米，是电子的源头和第一级加速器，用于产生电子，并将电子加速到 500 兆电子伏（MeV），由端头的电子枪、聚束单元、加速结构、微波功率源等设备构成。

“HEPS 加速电子的过程分为三级：首先由源头的电子枪产生高品质的电子束，再由直线加速器将电子加速到 500MeV 的能量，相当于给电子一个初速度；增强器将 500MeV 的电子束加速到额定的 6 吉电子伏（GeV，1GeV=10 亿电子伏）；达到 6GeV 的电子束团由增强器环里引出，再注入专门为发射同步光准备的储存环中。” HEPS 工程加速器部副主任李京祎介绍。

“作为 HEPS 率先进入设备安装的先行军，直线加速器建设团队提前规划，认真组织，克服了基建施工、设备安装并行作业等困难。”李京祎说。2022 年 3 月，直线加速器启动隧道设备安装开始，历经 4 个月完成全部设备安装，并于 2022 年 9 月完成系统联调；经过充分磨合和准备，3 月 9 日启动调束，实现束流全线贯通，取得开门红；3 月 14 日，直线加速器束流能量达到 500MeV、末端电荷量达到额定 2.5 纳库以上。

李京祎表示，未来研究团队将继续优化直线加速器的电子束，使得它的性能指标达到更高水平，同时他们将调试增强器设备。“争取今年年底前，增强器能够输出满能量的电子束。”李京祎说。

“直线加速器成功满能量出束，拉开了 HEPS 加速器调束的序幕，调束团队将在此基础上进行参数优化和性能提升，以优化直线加速器性能指标，并为后续增强器、储存环的建设打下坚实基础。” HEPS 工程总指挥潘卫民说。

据悉，建成后的 HEPS，将是世界上亮度最高的第四代同步辐射光源之一，也将是中国第一台高能量同步辐射光源，将和我国现有的光源形成能区互补，对提升我国国家发展战略与前沿基础科学和高技术领域的原始创新能力具有重大意义。

科技日报 3 月 15 日

材料

新方法设计出可高效制氢的光催化剂

氢能作为一种完全清洁的可再生能源，它的制备对于解决环境污染与能源短缺问题具有重要意义，当前光催化水分解制氢是生产氢气的一种重要途径。近日，南京工业大学吕刚教授课题组与电子科技大学、

德国达姆施塔特工业大学合作，设计出一种新型等离激元复合材料作为高效且稳定的析氢光催化剂，该方法还有望应用于固氮等领域。相关成果日前发表在《自然·通讯》上。

据悉，金属卟啉类催化剂由于具有独特的结构、优异的光电性能等优势被应用于析氢反应，但是其光吸收能力和光稳定性均较差。而金属纳米颗粒如金、银和铜等，在可见光或近红外光谱区，可显示出局域表面等离激元共振效应，即金属表面自由电子发生集体振荡的现象，具有卓越的光学特性。

在光照作用下，等离子体纳米结构附近会产生局部电磁场、局部加热以及热电子的激发，可以有效促进附近分子的化学反应活性。然而，等离激元产生的热电子难以在单组分纳米结构中有效分离，这限制了它们在化学反应中的应用。为了解决这个问题，科学家们正在开发等离激元复合材料，将这类材料作为等离激元介导的光催化剂。

“基于局域表面等离激元效应，处于等离激元纳米结构周围的这些分子催化剂，催化活性可以显著提高。”吕刚介绍，课题组通过将外端带有 4 个吡啶基的钴卟啉分子与金纳米颗粒进行复合，利用金颗粒的等离激元效应激发钴卟啉分子催化剂的活性，从而提升催化反应的效率，成功地开发出一种高效且稳定的析氢光催化剂。

“实验结果和理论计算都表明，等离激元金纳米颗粒在金颗粒—钴卟啉界面处产生热电子的寿命得到延长，并且可以将热电子转移至钴卟啉分子的最低未占据轨道上，有利于促进析氢反应的进行。”吕刚表示。

论文第一作者、南京工业大学硕士生盛回香说，该方法具有制备过程简单，为高效杂化纳米催化剂的设计和制备提供了一种全新方法，还可以扩展到其他光催化体系，如固氮等领域。

科技日报 3 月 31 日

我学者研制出细胞相容性超分子材料

3 月 30 日从安徽大学了解到，该校生命科学院杨雪峰老师与华南理工大学边黎明教授团队合作，提出了一种凝聚层—水凝胶转变策略，制备出孔径为 100 微米的大孔水凝胶（MPH）。相关研究成果日前发表在材料领域国际期刊《先进材料》上。

在水凝胶中引入大孔隙以形成大孔水凝胶（MPH），有望支持所负载细胞的球形生长并增强其活力和生物功能。但是现有 MPH 主要通过模板法、冷冻法和气体发泡法等途径形成，这会导致以下问题：首先是孔隙形成过程不具有细胞相容性；其次，水凝胶的可注射性和孔隙连通性较差，因此无法满足 3D 细胞球培养等生物医学用途的需求。近年来，凝聚作用驱动的液相分离在多个生物医用领域引起了广泛关注，特别是在微结构生物材料的构建方面。

基于此，研究人员提出了一种凝聚层—水凝胶转变策略，通过选定的二聚体间主—客体作用所形成的超分子组装物的凝聚作用，制备出孔径为 100 微米的 MPH 材料。由于超分子组装物网络中弱且可逆的超分子交联作用赋予其类似液体的流变性能，这不仅使得超分子组装物具有可注射性，而且有利于其在生理介质中形成大孔凝聚体并最终向 MPH 转变。

与具有相同初始力学性能的无孔静态水凝胶相比，MPH 优异的结构动态特性和细胞相容的孔形成过程，可以更好地支持所封装小鼠胚胎干细胞和人间充质干细胞的成球化生长和自我更新，从而显著促进其干性保持和软骨化。研究人员表示，这种具有自进化多孔结构的、可注射和细胞相容的 MPH，在细胞/类器官培养、细胞器模拟、药物、细胞传递和组织再生等生物医学领域具有广阔的应用前景。

科技日报 3 月 31 日

世界首创“相变油墨”可实现被动式控温

澳大利亚墨尔本大学研究人员开发出世界上第一种可改变房屋、汽车供暖和制冷方式的“相变油墨”，它能实现复杂的“被动气候”控制，具有帮助减少能源消耗和全球温室气体排放的巨大潜力。研究发表在最新一期英国皇家化学学会的《材料化学杂志 A》上。

研究领导者穆罕默德·塔哈博士表示，这些油墨可用于开发涂层，实现被动加热和冷却。

被动式的气候控制方式可创造舒适的生活条件，并可减少不必要的能源消耗。例如，为了在冬天供暖，在建筑立面上的油墨可以自动转换，以便在白天通过更多的太阳辐射，并在晚上提供更好的隔热来保暖。在夏天，它们可以形成屏障，阻挡来自太阳和周围环境的热辐射。

利用纳米技术控制日常环境温度的多功能“相变油墨”是一种概念验证，可以层压、喷涂或添加到油漆和建筑材料中。它还可以融入服装，在极端环境中调节体温，或者用于制造大型、灵活和可穿戴的电子设备，如可弯曲电路、摄像头和探测器，以及气体和温度传感器。

塔哈表示，新研究意味着现有的结构和建筑材料可以进行翻新，这种油墨很可能在 5 到 10 年内投放市场，通过与业界的合作，还可以扩大规模，并将其整合到现有新技术中，作为应对世界气候变化挑战的一种解决方案。

这一突破是通过发现如何修饰“相变材料”的主要成分之一的二氧化钒而实现的。相变材料使用热或电触发器创造足够能量，使材料在压力下自我转化。以前，相变材料需要加热到非常高的温度才能激活它们的相变特性。

塔哈博士团队测试了他们如何触发绝缘体—金属相变的反应，在这种反应中，新材料起到了开关的作用，阻止超过特定温度的热量。

研究人员表示，新材料可以根据需要调整其吸热性能，这意味着可以设计出更智能的砖和油漆。

科技日报 3 月 29 日

蟹壳可用于制造新的电池材料

品尝过新鲜蟹腿的人都知道，蟹壳到底有多坚硬。但山东第一医科大学和日本九州工业大学研究人员不是简单地把它们扔掉，而是将这些壳“升级”成具有广泛用途的多孔、碳填充材料。他们在最新一期《ACS Omega》杂志上发表报告称，利用这种“蟹碳”制造了钠离子电池的阳极材料，这将是锂电子化学的一个极具竞争力的对手。

近年来，锂离子电池在大多数日常移动设备中无处不在，为手机、汽车甚至牙刷提供动力。但由于世界上锂金属的数量有限，一些研究人员将注意力转向了它的“化学表亲”。

此前，研究人员利用蟹壳中的甲壳素制造了一种可生物降解的锌离子电池。但这些被废弃的壳也可转化为“硬碳”，这种材料已被探索用作钠离子电池的可能的阳极。当硬碳与过渡金属二硫化物（TMD）等金属半导体材料结合时，该材料可用作电池阳极。

虽然钠离子在化学上类似于锂，但钠离子更大，与锂离子电池的阳极不兼容。研究人员探索了如何将两种不同的 TMD——硫化锡和硫化铁与蟹壳制成的硬碳结合起来，制成可行的钠离子电池阳极。

为了制造“蟹碳”，研究人员将蟹壳加热到 540℃ 以上，将碳加入硫化锡或硫化铁的溶液中，然后将它们干燥以形成阳极。“蟹碳”的多孔纤维结构提供了较大的表面积，增强了材料的导电性和高效传输离子的能力。

当在模型电池中进行测试时，研究小组发现这两种复合材料都具有良好的容量，可持续至少 200 次循环。

科技日报 3 月 15 日

二氧化碳运输船液货舱用低温钢全球首发

我国自主研制的能够应用于二氧化碳液货舱制造的低温钢面向全球首发，填补了液化二氧化碳存储材料领域的国际空白。

对二氧化碳的捕捉、利用与封存已成为全球探索未来减碳路径的重要方式，而液化二氧化碳运输船是其中不可或缺的一环。记者了解到，此次研发的二氧化碳运输船液货舱用 690 兆帕级低温钢将应用于两艘全球首制世界最大 7500 立方液化二氧化碳运输船。此前，低温钢应用于二氧化碳液货舱制造在国内外尚无实践范例。

鞍钢集团造船海工用钢市场技术总监韩鹏介绍，最新研发的超高强低温钢技术要求极其严苛，主要体现在强度级别达到全球造船海工用钢标准的最高等级 690 兆帕级；低温韧性达到全球造船海工用钢标准的最高质量等级-60 摄氏度级；抗开裂性能达到-35 摄氏度级，远低于现有国际标准的-10 摄氏度级。

记者了解到，仅用一年时间，鞍钢集团完成了二氧化碳运输船液货舱用 690 兆帕级低温钢的研发、船级社认证、应用性能评价及批量供货等产学研检用全链条技术工作，并获得了全球首张二氧化碳船用 690 兆帕级低温钢船级社认可证书。

在研发过程中，鞍钢集团充分发挥海洋装备用金属材料及其应用国家重点实验室的技术优势开展攻关，解决了超高强度、超低温韧性钢的碳当量、屈强比、抗开裂性等 6 项技术难题。

据了解，全球首艘 7500 立方液化二氧化碳运输船将应用于欧洲二氧化碳捕捉及封存计划，收集欧洲工业产生的二氧化碳，运至挪威西海岸地区二氧化碳接收端码头加以处理后注入海底地下 2600 米永久封存，从而减少欧洲地区二氧化碳的排放量，以此推进欧洲整体碳中和终极目标。

科技日报 3 月 9 日

环境科学

十四种新污染物纳入重点管控清单

3 月 1 日起，《重点管控新污染物清单（2023 年版）》（以下简称《清单》）正式施行，包括抗生素、内分泌干扰物壬基酚等 14 种新污染物被列入重点管控范围，被实施禁止、限制、限排等环境风险管控措施。

新污染物是指排放到环境中的，具有生物毒性、环境持久性、生物累积性等特征，对生态环境或人体健康存在较大风险，但尚未纳入管理的有毒有害化学物质。生态环境部固体废物与化学品司有关负责人说，我国是化学物质生产使用大国，加强新污染物管控工作，是深化环境污染防治、保护国家生态环境安全的必然要求，对防范环境与健康风险意义重大。

中共中央、国务院印发的《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，把“新污染物治理能力明显增强”作为“十四五”时期主要目标予以部署。上述负责人表示，在《清单》编制过程中，重点关注环境和健康危害大且在我国环境风险已经显现、群众反映强烈，以及国际社会广泛关注、国际环境公约管控的新污染物。《清单》的实施，明确了目前新污染物“治什么、怎么治”。

《清单》主要包括 4 类 14 种新污染物，编号 1—9 是《斯德哥尔摩公约》明确的持久性有机污染物（POPs），POPs 一旦进入环境不易降解，即使是极低浓度也可能造成较大的环境风险。编号 10—11 是已

列入有毒有害大气污染物名录或有毒有害水污染物名录、需实施重点管控的新污染物，编号 12、13 分别是壬基酚、抗生素，编号 14 是在我国已被淘汰的 POPs。

生态环境部科技与财务司司长邹首民说，“十四五”期间，随着污染防治攻坚战深入推进，新污染物等问题逐渐凸显。目前，我国已在有毒有害新污染物监测分析、风险评估、排放源溯源、污染物有效去除技术研发与评价等方面开展工作，建立了“筛一评一控”逐级识别与分类管理的新污染物治理体系，形成了《化学物质环境风险评估技术方法框架性指南（试行）》等系列标准、技术规范，有效支撑了新污染物的治理工作。

为支持《清单》施行，生态环境部生态环境监测司和国家环境分析测试中心启动了新污染物调查试点工作。作为试点参与单位，生态环境部长江流域生态环境监督管理局生态环境监测与科学研究中心（以下简称长江局监测科研中心）主要负责长江流域重点区域的新污染物监测。

“我们单位的技术力量、仪器设备完全可以支撑《清单》中新污染物的监测。”长江局监测科研中心二（口右加恶）英监测室翟婉盈博士说，除《清单》的 14 种新污染物外，中心还对部分增塑剂、手性农药等进行监测。

但新污染物治理还需要解决诸多问题，高效检测方法的建立就是一道急需克服的“难题”。“不同种类的新污染物，所需检测时间不同，比如二氯甲烷、三氯甲烷等检测只需要几小时。需要复杂前处理的全氟化合物、十溴二苯醚等，检测通常要耗时数天不等。”翟婉盈说。

邹首民也表示，总体来说，新污染物治理的科技支撑基础相对薄弱，还应加强科技攻关。比如加强新污染物毒性测试、危害机理、计算毒理、暴露预测、环境归趋、追踪溯源、监测检测等基础研究；研发绿色替代品、替代技术、减排技术和治理修复技术，加快新污染物环境风险管控技术推广等。

长江局监测科研中心在抗生素快速检测方面取得新进展，开发了地表水、地下水中 45 种抗生素大体积直接进样液相色谱—三重四极杆质谱法，可使检测时间由传统的几天缩短至几小时，极大提升了检测效率。翟婉盈说，团队还将探索其他高效的检测方法。

为支持《清单》实施，目前，少数 POPs、挥发性有机污染物（VOCs）已发布行业监测标准，抗生素、内分泌干扰物、全氟化合物等部分新污染物的监测标准正在制定中。

科技日报 3 月 2 日