中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 9007 期　2026 年 6 月 4 日　星期四　今日 4 版

中国科学院主管　中国科学报社出版

国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

听《中国科学报》　《中国科学报》官微　科学网 App　科学网官微

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　　科学网 www.sciencenet.cn

勇闯无人区！这支团队解锁全固态锂电新前景

■本报记者 袁一雪

电化学储能技术不仅关乎国家能源安全，也决定着新能源产业的升级迭代，具有极高的战略价值和巨大的发展潜力。液态锂离子电池作为当前储能领域的中坚力量，面临两大瓶颈——能量密度已接近理论极限，同时有机电解液存在安全隐患。以固体电解质替代有机电解液的全固态锂电池有望打破这一困局。

为了抢占下一代储能技术制高点，中国科学院迅速行动。由中国科学院与财政部联合发起的“稳定支持基础研究领域青年团队计划”（以下简称“青年团队计划”）于 2022 年将“比能量倍增的全固态金属锂电池”这一课题纳入年度科学问题清单，面向全院青年科研团队开放申报。“比能量”即能量密度，“比能量倍增”意味着同等重量或体积下，电池的储电能力提升一倍以上。

凭借十余年深耕储能领域的前瞻布局与扎实积淀，中国科学院化学研究所（以下简称化学所）研究员郭玉国带领的青年团队成功“揭榜”。他们从电化学储能的基础科学与关键技术着手，通过优化高容量正负极材料、创新界面调控方法、发展原位表征技术，成功研制出比能量倍增的全固态锂电池原型。

“比能量倍增的全固态金属锂电池”研究团队分析电化学数据。　化学所供图

面向国家需求锚定基础研究

这支年轻队伍从“青年团队计划”遴选过程中脱颖而出并非偶然，而是长期潜心钻研、持续迭代技术、深耕底层创新的结果。

早在 2004 年至 2007 年于德国马克斯·普朗克学会从事博士后研究期间，郭玉国就敏锐察觉到全球能源格局的深刻变化，并认识到电化学储能技术的重要战略意义。

2007 年，郭玉国学成归国，依托中国科学院深厚的基础研究底蕴与高端科研平台优势，在化学所牵头组建科研团队，研究方向精准锁定具备完全自主知识产权的锂离子电池，以及下一代全固态电化学储能前沿技术。

之后十余年，他们取得了一系列重要进展：提出“纳米三维导电网络”结构电极材料设计原理，发现“纳米限域”电化学储能效应，提出原位固态化技术，研制出非对称多层结构复合固体电解质膜材料……

然而，全固态电池领域最大的“拦路虎”——固－固界面接触与离子电导相关问题一直未能解决。

2021 年，“青年团队计划”启动，旨在探索契合基础研究规律的科研管理新模式与人才培养新机制，遴选并稳定支持一批青年人才及团队，瞄准基础前沿科学问题大胆探索创新，培育具有国际竞争力的科技人才后备军。

每年在执行“青年团队计划”时，中国科学院主管部门都要会同智库、科学家，围绕国家战略需求和科学前沿重大问题，凝练并发布“年度科学问题清单”。2022 年，看到清单上的“比能量倍增的全固态金属锂电池”课题，郭玉国立即申报。经过多轮遴选后，团队凭借在这一领域的多年深耕以及跨学科人才优势脱颖而出。此后，在中国科学院主管部门的支持协调下，团队结构进一步优化，集聚化学所，中国科学院物理研究所、长春应用化学研究所、大连化学物理研究所等多家单位优质科研力量，由郭玉国“挂帅”，组建起一支平均年龄不超过 36 岁的高层次跨学科交叉研究队伍，正式向比能量倍增的全固态金属锂电池研发过程中绕不开的“拦路虎”发起挑战。

“全固态锂电池一旦研制成功，不仅能实现安全性的质的飞跃，更有望使能量密度翻倍。这将是储能领域的一场革命，有望为国家能源安全和相关产业发展提供重要技术支撑。”郭玉国说。

稳定支撑是基础研究突围的坚强保障

固－固界面接触与离子电导不足问题之所以被称为“拦路虎”，是因为在传统液态锂离子电池中，液态电解液能够保持电极与电解质的紧密接触，离子传输畅通无阻，但在全固态锂电池中，固态电解质与固态电极犹如两块砖头叠放在一起，无论工艺如何优化，微观层面始终存在大量缝隙。更复杂的是，这一困境并非静态，而是随时间动态恶化。

“在充放电循环中，电极材料的体积膨胀与收缩持续撕裂界面，导致接触不断劣化。锂金属负极与固体电解质之间的界面易生成孔洞，且随循环进行而逐渐扩大，最终引发界面接触失效和性能快速衰减。”化学所研究员辛森解释说。

以往业界普遍采用外部加压策略解决固－固界面接触问题，这带来了工程化应用的巨大障碍。复杂的加压结构不仅增加成本，带来安全风险，还限制了电池的应用场景。

“仅是摸索最基本的电池组装工艺，团队就花了整整几个月时间，才初步建立起可重复的实验工艺流程。”化学所副研究员孟庆海回忆道。

在低外压运行的严苛要求下，解决界面问题要复杂得多。那段时间，整个团队夜以继日地对基底缓冲拓扑结构进行设计与尝试，引入弹性、塑性、柔性材料，构建三维结构，甚至尝试刚性约束。然而，无数次实验得出的结果却不尽如人意。

“在一次偶然的数据分析中，我们发现，可以通过极其精妙的结构调控，让界面保持一种‘共形’状态。在这个状态下，电极和固体电解质不再是‘敌人’，而是产生了深度的相互作用。”化学所副研究员张娟说。

全新探索之路上机遇与风险并存，而踏入科研创新的“无人区”意味着前路方向尚无定论。“青年团队计划”正是支撑这场未知探索最坚实的底气。该计划面向深耕基础研究的青年科研团队，提供为期 5 年、持续稳定的强力扶持，容许创新探索过程中的试错与失败，确保科研团队专注科学问题，潜心开展科研工作。

得益于“青年团队计划”的稳定支持，郭玉国带领团队大胆探索，在多个关键环节均取得系统性突破。他们成功创制了多机制协同的复合正／负材料。其内部储能单元如“精密齿轮”般耦合联动，显著提升了电极比容量。同时，他们基于高通量计算，研制出新型固态电解质，构筑起一条“离子高速公路”，兼具高离子电导率、柔性贴合能力及优异稳定性。此外，通过搭建原位表征平台，他们实现了对电极－电解质界面的“实时 CT”扫描，精准揭示失效机制，有的放矢地解决问题。

稳定支撑是创新路上的“压舱石”

在郭玉国看来，基础研究是一场在“无人区”里的长途跋涉，没有捷径可走。“全固态锂电池的研究不是简单的线性累积，每一次配方微调、每一版模具改造、每一轮工艺重构，都在为最终的性能跃迁积蓄力量。”

（下转第 2 版）

加强基础研究

170 余只麋鹿现身南洞庭湖

随着洞庭湖水位持续上涨，原本栖息于低洼地带的国家一级保护动物麋鹿已逐步迁徙至湖洲高处。近日，超过 170 只麋鹿集中出现在湖南南洞庭湖省级自然保护区沅江漉湖黄花滩区域，成为近年来该区域记录到的规模最大的麋鹿种群之一。

近年来，当地职能部门在该区域建成数十个生态岛，为麋鹿提供了理想的栖息环境。这 170 余只麋鹿分为 3 个家族，分别栖息于不同的生态岛上。目前，麋鹿整体状态良好，当地湿地和渔政管理部门已加大巡查与保护力度。图为迁徙中的麋鹿。　本报记者王昊昊 通讯员钟祖彪报道　钟祖彪／摄

数学家发布宣言，警惕 AI 崛起

寰球眼

本报讯 随着人工智能（AI）进入到各个领域，研究人员一直在思考这对各自的学科意味着什么，而数学家感受到的压力尤为强烈。他们看到 AI 变得极其聪明，且发展速度惊人。据《科学》报道，6 月 2 日，16 位数学家将这种不安转化为公开的求助与呼吁——发布了长达 11 页的《人工智能与数学莱顿宣言》（以下简称《宣言》）。

《宣言》警告称，不受控制的自动化不仅会威胁到数学的实践方式，还危及这一学科所代表的意义。《宣言》提出了使用 AI 时应遵循的原则，即要支持而非削弱数学学科的发展。

多年来，AI 研究人员一直将数学作为其模型的验证平台。从本质上讲，数学问题易于量化，并且提供了几乎无限的训练样本池，而构建能够证明定理的 AI 模型被普遍视为迈向更高效推理系统的重要一步。但 AI 已不再局限于解决简单的技巧性问题。上个月，OpenAI 报告称，其最新的一款通用推理模型独立破解了一个已有 80 年历史的著名猜想。而这只是一系列突破中最新的一项。这些突破正将 AI 推向数学领域的前沿。

然而，《宣言》指出，数学不仅仅是一种用于得出正确答案的工具，更是一项极具人文色彩的事业。它建立在创造力、理解力、协作精神及对知识的纯粹追求上。而这些价值观往往与推动 AI 发展的动机相冲突。

“科技行业遵循商业逻辑行事，这与数学的价值观背道而驰。”《宣言》合著者、美国哥伦比亚大学的 Michael Harris 说。

《宣言》警告称，AI 的后果已开始显现。AI 生成的论文可能充斥着低质量的内容，使同行评审系统不堪重负，还会使那些不愿依赖 AI 工具的研究人员处于不利境地。作者还对将数学家的研究成果用于训练军事和监控目的的 AI 系统表示伦理方面的担忧。

这份由数学领域全球权威机构——国际数学联盟背书的《宣言》，正面向全球的个人和组织征集签名。将于下个月在美国费城举行的国际数学家大会将围绕《宣言》展开讨论。同时，各国政府也在关注 AI 系统的进一步发展。美国总统特朗普近日签署了一项行政命令，旨在让联邦官员获得未发布的 AI 模型最先进版本的优先使用权，以便使各机构为应对 AI 可能带来的任何安全威胁做好准备。　（李木子）

我国将培育壮大农业新兴产业和未来产业

据新华社电 国务院 6 月 2 日对外公布的《加快农业农村现代化“十五五”规划》将因地制宜发展农业新质生产力摆在更加突出的战略位置，并首次提出培育壮大农业领域新兴产业和未来产业。

规划提出农业科技发展目标：“十五五”期间，我国农业科技自立自强水平大幅提高，发展农业新质生产力取得重大突破，农业科技进步贡献率达到 67%。

农业农村部有关负责人表示，“十五五”期间，农业农村部将着力推动智能设计育种、新能源农机、农业低空经济、农业生物制造、新型食品等更多先导性产业规模化发展；有针对性谋划实施农机装备高质量发展、农业生物制造提升、“人工智能＋农业”等行动，支撑农业新质生产力发展。同时，注重政策支持保障，创新提出落实鼓励科技创新税收政策；落实涉农首台（套）、首批次应用政策，鼓励地方探索实施涉农首版次应用政策等。

“农业新兴产业是今天正在崛起的新增长点，农业未来产业是我国农业要抢占的未来战略制高点，两者共同构成了我国农业强国战略的科技底座。”南京农业大学教授仇童伟表示，加力推动智慧农业、农业废弃物资源化利用等农业新兴产业发展，同时积极培育分子农业与基因编辑育种、农业大模型与 AI 决策系统等未来产业，有利于激活我国农业高质量发展新动能。　（韩佳诺）

专家呼吁

加强慢性肾脏病早期检测

本报讯（记者张思玮）慢性肾脏病（CKD）已成为全球第九大死亡原因，大量漏诊正在危及全世界数百万患者的健康。推广便捷可靠的尿液检测和肾功能评估有望显著改善这一现状。6 月 3 日，来自全球多国的肾脏病专家联合在《柳叶刀》发表系列论文，呼吁国际社会重点聚焦 CKD 的诊断与治疗。

此次发表的系列论文由来自 5 大洲 11 个国家的研究者共同撰写，分别由英国格拉斯哥大学研究员 Jennifer Lees、加拿大不列颠哥伦比亚大学教授 Adeera Levin、北京大学第一医院教授张路霞领衔。系列论文中的 3 篇分别聚焦 CKD 的诊断与检测进展、CKD 相关的性别差异，以及 CKD 的治疗进展。系列文章既阐述了这一疾病沉重的医疗负担与诊断不足的现状，也系统梳理了近年来在早期识别、风险预测和有效干预等方面取得的重要进展，为改善全球肾脏健康提供了切实可行的路径。

张路霞表示，CKD 病程迁延漫长，肾功能随时间推移逐渐衰退。由于疾病早期通常没有明显症状，因此我国约 90% 的 CKD 患者并不知晓自己患病。一旦出现明显临床表现，疾病往往已进展至中晚期，常需要依赖透析或肾移植治疗，若未能及时有效干预，病情恶化甚至会危及生命。因此，提升公众和医疗工作者对 CKD 的认知水平，重视早期筛查与及时诊断，是保障疗效、延缓病情的关键。

“中国肾脏疾病数据网络（CK-NET）持续追踪我国 CKD 疾病负担、医疗服务质量和资源分布，显示我国 CKD 防控挑战与机遇并存。下一步，需要将 CKD 的早期筛查与管理深度融入我国重大慢病防控体系，使过去数十年间关于 CKD 诊治的医学进展真正惠及更广泛人群。”张路霞说。

类脑智能是下一代 AI 的重要突破方向

■张旭

类脑智能（BI）作为下一代人工智能（AI）的重要突破方向，正从算法、芯片到计算系统实现全面革新，有望摆脱对传统 AI 算力的长期依赖，并破解数据隐私难题。

从“跟跑”到“领跑”的新机遇

类脑智能是受脑科学启发的智能科学与技术，属于技术科学范畴。其核心在于借鉴人脑感知认知神经网络原理及工作机制，工程化实现受脑信息处理机制启发的智能框架、算法模型和智能计算系统。

AI 从上世纪五六十年代就吸收了脑科学的基础发现，但后来主要靠互联网大数据和数学及统计学、计算机技术推动，如今走到了技术瓶颈，过度依赖以图形处理器（GPU）为代表的主流 AI 算力和海量数据，导致能耗高、成本高、难以普及。

而类脑智能另辟蹊径，模拟生物脑的神经元及其神经网络计算体系，与传统 AI 算力方案相比，大幅度降低硬件规模、能耗需求、使用成本和算力建设成本，特别适用于广大 AI 应用技术的开发者和使用者，以及相关企业和科研机构、医院等，可以作为智能体、智能机器人、具身智能的算力基础。

类脑智能当前发展的最大挑战，并非单纯来自现在主流 AI 算力，而是神经科学、脑机接口、数学、计算机科学、芯片制造等多学科的深度交叉与范式协同。类脑智能要真正实现突破，需要打通从脑认知机理到算法模型，再到芯片和系统的全链条。

与此同时，类脑智能需要在现有 AI 技术体系基础上错位拓展，通过众创联动、资源整合，与开发者、投资方和消费方共同构建产业生态和发展生态。

抓住这一轮技术变革机遇，中国有望在下一代 AI 的若干点上占据上风，实现从“跟随”到“引领”的跨越。

“越来越像你”

与当前大模型追求公众化、标准化不同，类脑智能支持本地化、私有化训练，个人健康、家庭数据可完全保留在本地，在保障隐私安全的同时实现高度个性化。

我们团队已经取得多项原创性进展。例如，团队开发的直觉神经网络（INN），有别于传统人工神经网络（ANN）和尖峰脉冲神经网络（SNN），能更好模拟大脑感觉运动皮层第五层神经元的感知认知融合机制。基于该模型的类脑计算系统，在仅 6 千瓦功耗下可支撑 1153 个 X86 中央处理器核心计算，训练速度达每秒 36 万词元，推理速度每秒 135 万词元，延迟低于 100 毫秒。

在芯片层面，团队研制的第一代类脑晶圆芯片尽管采用 40 纳米制程，在处理非结构化数据时，相较于 7 纳米制程的 A100 GPU，能耗优势可达 18 倍，并已支持 460 万脉冲神经元计算。全球首台 100 亿神经元类脑异构融合超算系统也已建成，仅需 5 个机柜、30 个服务器。

类脑智能的性能优势可能彻底改变商业模式，企业、实验室，甚至家庭，有望独立完成多模态大模型训练，无需担忧数据泄露。这是人类思想解放、个性化能力解放的重要一步。

因而，对于很多人关切的“类脑智能是否会取代人类情感”等问题，我的看法是，类脑计算机是“养”在你家里的，它会越来越像你，而不是像别人。

投融资超 30 亿元，场景应用成关键

智能技术最大的特点是没有场景就没有应用，没有应用就没有市场。

不过，日前发布的《中国未来产业科技创新发展报告（2026 年）》蓝皮书显示，我国类脑智能领域投融资总额已突破 30 亿元，其中脑机接口赛道占比达 43%。上海已分别形成类脑计算和脑机接口产业集聚区。预计 2026 年会出现更细分的产业布局。

类脑智能在医疗健康、工业仿真、边缘计算等领域已展现出应用潜力，但需政府与社会共同推动场景开发。

在技术融合方面，脑科学、AI、合成生物学、材料科学的交叉创新将成为核心驱动力。

在芯片制造与技术集成方面，建议构建开放共享的国家级基础设施，优先发展边缘应用场景，打造典型示范案例，同时加快人才培育与标准体系建设。

当前，我国在类脑智能领域已具备“换道超车”的基础条件，关键在于把握时代机遇，坚持自主创新与开放合作并重，推动技术成果转化为惠民利民的产业实践。这不仅是科技竞争的需要，更是服务国家高质量发展、满足人民美好生活向往的战略选择。

（作者系中国科学院院士、广东省智能科学与技术研究院院长，本报记者张楠整理）

科观中国