



一个“濒危”课题组引领中国锂电池崛起

■本报记者 韩扬眉

黄学杰从抽屉深处拿出一个精美的小盒子，打开盒盖，里面装着两块约一根食指长的圆柱体锂离子电池。电池银灰色壳体上，清晰地刻着一串编号“LC8111231”。这是 1996 年黄学杰和同事在中国科学院物理研究所（以下简称物理所）的实验室里手工装配的中国第一批 18650 圆柱锂离子电池，总数不到 50 个。

时隔 30 年，电池壳体依然平整光滑，没有一丝锈迹。“这是手搓的，纯手工打造。”黄学杰自豪地向《中国科学报》记者介绍。

“搓”电池时，黄学杰还不满 30 岁，刚接替比他年长 26 岁的物理所研究员陈立泉（2001 年当选中国工程院院士），担任固态离子学和二次电池课题组长。30 年来，陈立泉是“领航者”，黄学杰是“舵手”，二人将一个濒临解散的“濒危”课题组，发展成国际动力电池版图上绕不开的研究高地。

该团队创立了我国固态离子学学科，开创了我国锂二次电池领域，推动我国锂离子电池产业实现从无到有、从跟跑到领跑的跨越式发展。如今，团队正引领新一代固态电池的发展，为我国在能源革命中抢占科技制高点提供有力保障。

今年 1 月，固态离子学和二次电池团队获得“中国科学院先进集体”荣誉称号。

“一组两制”

20 世纪八九十年代，中国还是“自行车王国”，清脆的车铃声在大街小巷此起彼伏。那时，谁家门口停了一辆小汽车是会被围观的——汽车，对普通人而言是可望而不可即的奢侈品。

就在这样的时代背景下，陈立泉却提出要研发汽车动力电池，这一想法一度被质疑为“异想天开”。彼时，课题组因老一代科研人员集中退休，无法满足“至少 3 人才能成组”的基本条件，面临解散危机。刚回国接任课题组长的黄学杰，找物理所领导据理力争：“如果转换赛道做产业化，所里能否给予支持？”

课题组被暂时保留，处于“待定”状态。随后，黄学杰从所属机械加工工厂请来一名技术工人“入伙”，满足了成组的人数条件。在下次课题组评估前，团队“争”来了 3 年宝贵的发展时间。

团队虽然以锂离子电池产业化为目标，但并未放弃基础研究，始终坚持“一组两制”：一方面奋力把锂离子电池关键材料和电池的产业化路径打通，另一方面



固态离子学和二次电池研究团队。物理所供图

坚持潜心攻坚前沿基础研究。

1997 年，在中国科学院和相关企业的支持下，课题组从日本引进了部分关键设备，在物理所搭建起中国第一条 18650 型锂离子电池中试线。

物理所请回了已退休的科研人员，还调配了部分技术人员进行支援。大家轮番守着生产线，脏活、累活抢着干，一步步攻关，势必打通产业化路径。

与此同时，黄学杰和陈立泉深知，产业热度可能瞬息万变，但关键科学问题需要持续深耕，更得坐得住“冷板凳”。

“我们对学生的要求很明确——专心做基础研究，关注领域内重要的前沿问题。”黄学杰告诉《中国科学报》。

1997 年，在推进产业化的同时，如今已是物理所研究员的李泓进入课题组攻读博士。他在离“厂房”不远的一间小实验室里，在老师指导下潜心攻关锂离子电池前沿负极材料课题，为纳米硅碳负极材料的发展做出引领性工作。这种材料可显著提升锂离子电池的能量密度，在相关产业发展方面发挥了重要的推动作用。

基础研究为产业发展提供了源头活水，团队先后取得多项重要成果：对钴酸锂进行氧化物包覆以提升充电电压、对磷酸铁锂进行体相掺杂改性，打破国外原始专利垄断；研发纳米合金化负极材料；研发新型钠离子电池正极材料（含铜基氧化物）和负极材料（煤基碳材料）……

30 年来，“一组两制”让他们在动力电池领域走得稳、走得远。

“贴标签”

2015 年，俞海龙进入课题组从事博士后研究。两年博士后任期将满时，黄学杰对他：“海龙，你得留下，做全固态锂电池界面研究课题，这是固态电池领域最具挑战性的科学和技术难题，希望你用 10 年时

间做好这个工作，成为你的‘标签’。”

新一代全固态金属锂电池被公认为新能源动力电池的发展方向。然而，长期以来，全固态电解质和金属锂电极之间的接触面始终无法紧密接触。

在黄学杰的指导下，俞海龙摒弃杂念，全身心投入全固态界面研究。实验中经历的无数次失败与反复验证，让他一度身心俱疲。“黄老师经常跟我说，我们今天做的事情，有机会改变行业。”正是这份信念感，支撑俞海龙突破一个又一个难关。

2025 年 10 月，《自然-可持续发展》刊发了他们的研究成果——黄学杰团队开发出一种阴离子调控技术，突破了全固态电池走向实用的最大瓶颈。该研究被评价为“解决了制约全固态电池商业化的关键瓶颈问题，为实现其产业化迈出了决定性一步”。这一成果引发业界广泛关注，俞海龙是相关论文的共同第一作者。

“最近几个月，产业界头部公司基本上都来了解我们的工作。”俞海龙高兴地告诉《中国科学报》。

坚持长期主义，是团队培养人才的理念。“人才成长和事业发展都需要一定时间。一般情况下，一个人在一个领域耕耘 10 年左右，再经过 10 年左右的发展巩固，基本就靠谱了。”黄学杰说，这是人才成长的规律，而尊重这个规律，就是他管理团队“诀窍”。

在黄学杰看来，年轻人的成长本质上是能力的系统塑造。“从读博士的 20 多岁到成为科研人员的三四十岁期间，要给自己贴上一个‘标签’，让无论是政府部门还是产业界，在寻找这方面的专家时都能想起你。”

如今，固态离子学和二次电池课题组现有 9 名研究员，每个人身上都有一个闪亮的“标签”。黄学杰——正极材料迭代研发和电池技术；李泓——硅碳负极材料和原位固态化电池技术；胡勇胜——钠离子

电池技术；禹习谦——电池材料表征分析；索蕊敏——水系电解质电池技术……

这就像一个实力雄厚的门派，每位高手精研一门绝技，互不重叠又彼此呼应。这些高手带出的弟子也各有专长。黄学杰尊重学生兴趣，也鼓励学生与老师的研究方向相匹配。“不能跟着鲁莽学做裁缝。”黄学杰说，“第一步必须跟着这个领域里最优秀的那个人，瞄准一个方向把本事练扎实。”

“贴标签”有时还需要一些魄力。早在上世纪 90 年代末，陈立泉和黄学杰就忍痛割爱，砍掉了当时最热门的方向之一“高温超导”的相关课题。要知道，他们都从事过超导研究，陈立泉还曾因高温超导研究获得过国家自然科学基金一等奖。

“我们只能贴一个标签，干一件事，不能‘四面攻城’。”黄学杰说。

托举

在年轻人成长的道路上，陈立泉和黄学杰始终尽力托举、全力支持，把年轻人推到科研一线的最前沿。

陈立泉常跟团队中的年轻人说：“别人有的我们不能没有，别人没有的我们也要有。”李泓回忆，当年，团队发现纳米硅材料的潜力时，导师陈立泉立即联系中国科学院沈阳金属研究所获取激光烧蚀设备，“这种科研支持催生了多项颠覆性技术”。

面对年轻人对行业“内卷”加剧的苦恼，黄学杰也有另一种解读。“不要只看到科研道路上竞争者多了，要看到是同行者多了，这更易于找到可以彼此依靠的肩膀。过去，路上没几个人同行时，我们‘窝里’也会发怵，会忍不住想‘是不是走错了路’。”

今年，即将 60 岁的黄学杰卸任课题组组长一职，由李泓接棒。团队规模也从最初的 3 人发展成上百人。

1988 年，团队在一间极其简陋的实验室里研发出我国第一块固态锂电池。30 多年来，固态电池研究与产业化跌宕起伏。2021 年，已逾八旬的陈立泉仍大声疾呼“固态电池大干快上，引领电动中国”。

在全球固态电池你追我赶的发展态势下，一代又一代中国科学家持续作出贡献，而物理所固态离子学和二次电池课题组融在血脉中潜心研究、攀登高峰的精神力量，始终托举着年轻一代科研工作者的。

我身边的双先

科学家首创预晶种策略

为钙钛矿太阳能电池打好“地基”

本报讯（记者廖洋 实习生张建鑫）近日，中国科学院青岛生物能源与过程研究所太阳能光电转化与利用全国重点实验室联合香港科技大学研究团队，在钙钛矿太阳能电池埋底界面工程领域取得重要突破。他们首创“溶剂化物预晶种”策略，为实现高效、可规模化生产的钙钛矿光伏组件带来新希望。相关成果发表于《自然-合成》。

钙钛矿太阳能电池因兼具高效率率和溶液加工的潜力，被誉为“下一代光伏技术”的有力候选。然而，在目前广泛研究的倒置结构电池中，底部界面难以控制的微观缺陷，严重制约了电池性能与长期稳定性，如同“地基不牢”影响整体建筑的稳固性。如何让轻薄、柔韧的钙钛矿太阳能电池既保持高效率，又能稳定、均匀地大面积生产，是困扰学界与产业界的核心难题。

为解决这一难题，研究团队独辟蹊径，开发出一种名为“晶体-溶剂化物预晶种”的通用性调控方法。该方法的核心在于，预先在基底上沉积一层特殊设计的低维溶剂化物晶体作为“晶种”。这一策略为钙钛

矿薄膜的生长提前搭建了“引导支架”，并在改善浸润、均匀铺展、引导生长、加速结晶、可控释放、温和退火等方面发挥关键作用。

通过这一协同机制，研究人员成功在钙钛矿薄膜底部构筑了致密、平整、结晶取向更佳的高质量活性层，从根本上消除了常见的埋底界面孔隙和深晶界等缺陷。

团队进一步将其与适合大规模生产的“狭缝涂布”工艺相结合，成功制备出入面积达 49.91 平方厘米的钙钛矿太阳能电池微型组件，并获得了 23.15% 的认证效率，其在实验室小电池到较大面积组件的效率损失率小于 3%。

该研究不仅为攻克反式钙钛矿太阳能电池的界面瓶颈提供了一个高效、通用的解决方案，其提出的“晶体-溶剂化物预晶种”概念，还可通过改变组分衍生出多种功能化“晶种”，为钙钛矿乃至其他新型软物质半导体光电器件的精密制造开辟全新的技术路径。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s44160-026-00993-x>

无需透析液的

可穿戴人工肾原型研制成功

本报讯（记者杨晨）近日，电子科技大学教授邓旭、王德辉联合四川大学教授赵长生研制出一种无需透析液的可穿戴人工肾（WAK）原型。该原型利用液-气相变机制，从根本上改变水分清除方式，同时结合血液灌注吸附技术，实现对尿素素的高效去除，向真正实现可穿戴肾脏替代治疗迈出关键一步。相关成果发表于《自然-化学工程》。

近年来，WAK 被视为替代传统医院间歇性血液净化治疗的潜在方案。然而，目前 WAK 未能从根本上解决传统透析方式的痛点，其根源在于当前微型化、便携式设备仍沿用传统血液净化原理——血液透析及血液透析滤过，一方面依靠弥散、对流为主

的浓度/压力差清除代谢毒素，另一方面借助超滤为主的压力梯度排出体内多余滞留水。无论是液相到液相的毒素分子清除，还是将液相中水分从高水势区域推向低水势区域清除，都需要消耗百余升透析液或置换液，这从根本上限制了 WAK 的可行性和便携性。

因此，开发出无需连接外部供液系统的血液净化设备，对于真正实现患者治疗自由具有重要意义。开发无需透析液的新型血液净化策略，已成

为推动设备可穿戴化亟需突破的关键难题。

该研究提出了一种基于无透析液 WAK 的替代策略，其核心是基于透气性血液排液膜（GBM）构建的血液净化器，通过蒸汽压梯度驱动的液-气相变实现水的分离，同时结合吸附作用实现尿毒症毒素分离。当血液流经透气性血液排液膜时，膜的高气-液界面比可促进水分子蒸发成蒸汽，使其以气态形式透过膜，同时有效阻止血液渗透，保障治疗安全性。更为关键的是，通过调控蒸汽压差，可按需精确控制相变效率，其速率最高可达 7 毫升每分钟每平方米。

体内动物实验结果验证了无透析液 WAK 具有优异的净化性能——通过血液净化器与血液灌注吸附剂的协同作用，可以可持续、高效去除体内多余水分，以及肌酐、β2 微球蛋白等各类尿毒症毒素。基于该策略的原型整机重量已控制在 3.8 千克以内，有望优化慢性肾病、终末期肾病患者治疗模式，为全球数千万肾病患者带来更高质量的治疗选择与生活希望。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s44286-026-00355-6>

高质量建设热带国家植物园

■张教林

党的二十届四中全会将“美丽中国建设取得新的重大进展”作为“十五五”时期经济社会发展的主要目标之一，并明确要求加强原始创新和关键核心技术攻关。这一部署和要求为中国科学院西双版纳热带植物园（以下简称版纳植物园）的高质量发展指明了方向。我们在国家植物园体系建设中，必须精准定位、凸显特色，发挥版纳植物园在“专精特新”细分领域的竞争优势。

作为国家战略科技力量的重要组成部分，我们将以党的二十届四中全会精神为指引，按照《国家植物园体系布局方案》的重点任务和院战略要求，结合正在推进的版纳植物园创建重点工作，建设迁地保护体系、科学研究体系、植物资源可持续利用体系、科普宣教体系、园林园艺展示和文化体系、公共基础设施、系统化智慧化管理等七大工程，在热带生物多样性保护和植物资源可持续利用领域，全力抢占科技制高点。在此过程中，版纳植物园秉持“党建要对准改革发展的堵点、聚焦科研攻关的难点”理念，力争将党的政治优势和组织优势转化为攻坚克难的生产力和竞争力。

蓝图已绘就，奋进正当时。版纳植物园党委将带领全体党员、干部和职工，将党的二十届四中全会精神落实到加快抢占科技制高点的具体实践中，推动版纳植物园在重塑科研组织模式、优化科技评价体系、改革薪酬激励制度、实施人才强园战略、建设重大创新平台、启动合作伙伴计划、营造一流创新生态、构建支撑保障体系以及加强党的全面领导等重点改革领域取得标志性重大成果，为“十五五”规划编制、组织建设和版纳植物园建设奠定决定性基础。

（作者系中国科学院西双版纳热带植物园党委书记、副主任）

我国海上油田首次实现无人机规模化作业

近日，北部湾海域油田无人机系统运营项目正式落地。这是我国海上油田首次实现无人机规模化作业，为海洋能源开发与低空经济融合提供了实践范例。

在北部湾海域，距离陆地约 50 海里的涠洲 12-1 油田中心平台上，一台搭载高清摄像头和红外热成像仪的工业级无人机正在起飞。它能在 7 级风以下实现全天候智能巡检，1 小时就能完成过去拖轮一整天的巡检工作量。

图片来源：视觉中国



我国实现小时级不间断高轨星地激光通信

本报讯（记者杨晨）近日，中国科学院光电技术研究所联合北京邮电大学、航天五院西安分院、空天信息大学（筹）、北京光启星空科技有限公司等单位，在丽江高美古观测站共同开展了星地激光通信试验。利用自主研发的 1.8 米激光通信地面站，团队成功与地球同步轨道卫星建立了稳定激光链路，在最远距离 40740.96 公里条件下，实现了上行与下行对称 1Gbps 的双向高速通信，并创造了 4 秒快速建链、链路不间断维

持超过 3 小时的纪录。这标志着我国在高轨星地激光通信领域，成功打通上下行对称的 1Gbps 实时传输通道，系统性攻克了超远距离下高速双向交互与长时间稳定保持的工程难题，向构建未来天地一体化网络迈出关键一步。

目前，国际星地激光通信研究主要沿着两个关键方向深化，一是追求极致的单向下行峰值速率，以满足特定场景下的数据洪峰回传需求；二是提升高轨环境下长时稳定、双向实时的通信能

力，这被视为实现天基系统业务化运行与高级交互应用的关键。

本次试验的成功，标志着我国在后一方向上取得引领性突破。试验在更具挑战的高轨平台上，将稳定通信时长从“分钟级”推向了“小时级”（>3 小时），并确保了上下行“航道”同时具备 1Gbps 的实时通信能力。这意味着卫星不仅能“高速下传”数据，更能“实时接收”复杂指令，为高轨卫星从“数据中继站”升级为“智能处理枢纽”奠定了基础。

研究人员表示，1.8 米激光通信地面站成功捕获并跟踪极微弱信号，保障了迈向深空通信的“前置演练”的顺利实行，直接验证了深空通信地面站的核心能力。这项技术是未来与月球、火星乃至更远探测器建立高速激光链路的宝贵储备。地面站和卫星激光通信系统在长达 3 小时的真实环境下表现出的卓越可靠性，标志着相关技术已从实验室样机迈向“可业务化运行”的新阶段，为未来规模化应用提供了成熟的工程范本。