



听《中国科学报》

《中国科学报》官微

科学网 App

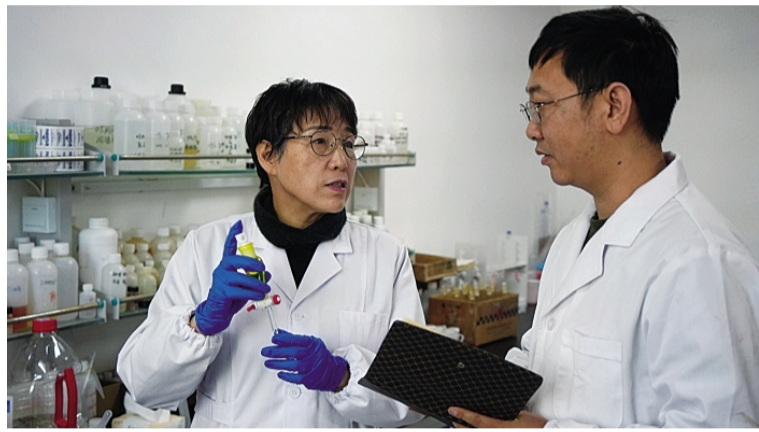
科学网官微

李丽娟：绽放在高原盐湖的铿锵玫瑰

■本报记者 叶满山

开栏语

为大力弘扬科学家精神，涵养优良学风，营造良好创新氛围，中国科学院机关党委组织开展中国科学院年度人物和年度团队评选活动。《中国科学报》自今日起开设“科苑星光·年度人物和年度团队”专栏，展示新时代中国科学院涌现出的先进典型，引导广大干部职工对标身边榜样，为实现高水平科技自立自强和建设科技强国再立新功！



李丽娟(左)与团队成员。

受访者供图

锂，素有“白色石油”之称，是支撑现代新能源产业的核心元素。小到手机电池，大到电动车电芯，都离不开这种“轻盈”的金属。上世纪 80 年代，我国虽坐拥丰富的盐湖锂资源，却因提锂技术被“卡脖子”，任由宝贵的资源沉睡在高原湖水中。

破解这一困局的是来自中国科学院青海盐湖研究所(以下简称青海盐湖所)的研究员李丽娟。她犹如一枝绽放在高原盐湖的铿锵玫瑰，用 40 年光阴从苦涩的盐湖卤水中“钓”出这种曾经“卡脖子”的元素，让中国锂电产业有了自主可控的硬底气。也正因为这份坚守与成就，李丽娟获评 2025 年中国科学院年度感动人物。

脚踏实地，筑牢科研根基

1984 年，刚从青海大学无机化工专业毕业的李丽娟，凭着专业成绩第一的实力，被青海盐湖所高世扬院士和陈敬清副所长选中，成为第四研究室萃取组成员。

初来乍到，她接到的第一个科研任务是洗 3 个月的瓶子。“老师说，分析是科研的眼睛，瓶子洗不干净，数据就不准，这双眼睛就瞎了。”李丽娟笑着回忆道。尽管起初满心委屈，但李丽娟还是沉下心来，一

遍遍清洗器皿，直至所有器皿都光洁如新，滴水不挂珠。

3 个月洗瓶任务结束后，等待李丽娟的是更严苛的训练。标定容量瓶、校准滴定管，用老式天平称样时，盯着晃个不停指针精准读出小数点后 4 位……经过一年的试用期，她最终以盲样分析全优的成绩转正，成为一名合格的科研技术人员。

刚转正，李丽娟便接到首个实战任务，奔赴甘肃白银参与萃取提锂半工业试验。在白银的 3 个月，她独挑大梁，每天面对成百上千个样品，使用分光光度计、运用容量法逐一检测锂、钠、钾、钙、镁等元素。既要手工记录，又要计算数据，忙到深夜是家常便饭。

“那时候没有电子分析设备，全靠眼看、手算，错一个数，所有工作都白做。”李丽娟说。那段日子的磨砺，让她练就了过硬的分析本领，也让她懂得科研从来没有捷径，唯有脚踏实地。

廿载求索，破解锂提“卡脖子”难题

1989 年，李丽娟迎来职业生涯的首个重大挑战——大柴旦盐湖 50 吨级萃取提锂中试。彼时，她所在的团队摸索出中性磷酸三丁酯(TBP)萃取体系，在实验室和半工业试验中取得很

好效果，在青海省引起了不小轰动。可到了产业化现场，他们却遇到了难题：盐湖卤水氯离子浓度高达十几摩尔每升，金属设备无法使用，而当时唯一可用的聚氯乙烯(PVC)材质，会被 TBP 萃取剂溶胀。

“3 个月，就 3 个月，萃取槽全鼓包变形了，PVC 杂质混进有机物里，萃取率直接‘崩’了。”李丽娟想起当时的场景，语气里仍带有些许懊恼。这个被寄予厚望的项目，最终无奈暂停。这一停，就是近 20 年。

其间，青海盐湖所经历中国科学院知识创新工程三期改革，有人在“出国潮”中去了欧美，有人选择留在大都市，1/3 的科研人员流失，萃取组只剩李丽娟一人在坚守。可她从未放弃对萃取提锂技术的研究，始终关注着国内外萃取剂和萃取设备的发展。

2008 年，中国科学院上海有机化学研究所(以下简称上海有机所)袁承业院士为这项技术带来了曙光。当时，袁承业带着院士咨询报告找到青海盐湖所，直言中国盐湖提锂技术必须搞上去，不能让宝贵资源白白浪费，并点名让李丽娟接手萃取法研究。

此后 9 年，李丽娟开启了西宁、上海两地跑的日子。她带着团队入驻上海有机所，针对 TBP 体系不稳定、易降解

的缺陷，他们合成了上百种磷酸酯类化合物、数十种酰胺类和双酮类化合物，通过反复筛选，终于找到适合不同卤水体系的新型萃取剂。

针对设备材质问题，团队历经无数次试验，发现均聚聚丙烯(PPH)和聚丙烯(PP)材质能完美适配盐湖卤水环境；考虑到青海当地的操作条件，他们对比了离心机、箱式萃取塔等多种设备，最终确定箱式萃取槽为产业化设备。

依托成熟绿色高效萃取分离提锂技术，李丽娟团队以“技术+资金”联合投标的形式成功中标中信国安项目。年产 6000 吨的碳酸锂生产线 3 个月完成设计、9 个月实现投产，并于 2025 年扩产 4000 吨，累计形成年产 1 万吨的规模。该产线产品已供应比亚迪、宁德时代等国内头部电池企业，为我国新能源汽车产业发展提供了重要原料支撑。

在攻克萃取技术的过程中，李丽娟注意到盐湖钾肥生产时产生大量氯化镁副产物。这类被称为“镁害”的废弃物，不仅浪费资源，也污染环境。与此同时，国内所需的高端微米级镁基功能材料(特殊形貌氢氧化镁与镁铝水滑石)长期被日韩企业垄断，市场价高达每吨 1.5 万至 3.5 万元。

接手相关研发任务后，李丽娟发现，高端微米级镁基功能材料的核心难点在于粒径与形貌的控制。针对特殊形貌氢氧化镁的制备，她最初尝试以氢氧化锂为改性剂，虽成功做出合格产品，但成本过高。经过反复试验，团队改用廉价的氢氧化钠替代氢氧化锂，并联合设备厂家引入核心粒径与形貌调控设备，成功研发出国产材料，单吨成本不足 1 万元，彻底打破了日韩在该领域的长期垄断，也为我国阻燃高分子材料提升国际市场竞争力奠定了坚实基础。(下转第 2 版)



全球最大恐龙蛋化石群穿上“纳米防护服”

4 月 21 日，经过 5 年科研攻关与现场施工，在湖北十堰青龙山恐龙蛋化石群国家级自然保护区内，全球规模最大、分布最集中、埋藏最完好的恐龙蛋化石群防风化保护工程全面完成。

这是世界上首次对超大规模恐龙蛋化石遗址实施纳米材料整体封护，为古生物化石原址保护树立了全新标杆。

图为工作人员正用刷子将喷洒的乳液均匀涂抹在恐龙蛋化石上，为它披上一层坚不可摧的“纳米防护服”。

图片来源:视觉中国



新型艾滋病预防药物有望使全球 300 万人获益



寰球眼

本报讯 一针即可在 6 个月内预防艾滋病病毒(HIV)的突破性药物，将在未来 3 年内惠及资金短缺国家的 300 万人，这一数字较此前的承诺增加了 50%。

据《科学》报道，美国国务院与全球抗击艾滋病、结核病和疟疾基金(以下简称全球基金)近日宣布，计划快速扩大美国吉利德科学公司研发的预防药物——来那卡帕韦在 HIV 易感人群中的使用规模。这是一种暴露前预防药物(PeP)，可提前阻断 HIV 感染。双方还将扩大有资格获得该药物的国家范围。

“2024 年 11 月，我们还认为 200 万

人是一个不错的起始数字，但目前的实践经验表明，若要最大发挥这款药物的作用，必须扩大规模，而且要更快推进。”全球基金执行董事 Peter Sands 在一场专题研讨会上表示。

来那卡帕韦在临床试验中实现了近 100% 的 HIV 保护率，获评《科学》杂志“2024 年度突破”，之后迅速获得全球多国监管机构批准，其中包括美国食品和药品管理局。

早在获批之前，吉利德就已宣布，允许 6 家仿制药厂商为 120 个低收入国家生产仿制药；同时承诺在它们能够扩大生产规模前，以零利润向全球基金供货。Sands 表示，预计仿制药厂商将在 2027 年年中开始供货。

Sands 介绍，截至目前，全球基金已向 9 个非洲国家提供了可供 13.5 万人使用的来那卡帕韦针剂，其中 6 国已开始接

种。全球基金计划在今年年底，再向 15 个国家提供支持，包括泰国、印度尼西亚、洪都拉斯、格鲁吉亚、菲律宾和乌克兰。

“推广来那卡帕韦这类具有颠覆性的药物时，总会面临‘普惠少量’还是‘重点集中’的权衡。”Sands 说，“我们审慎决定，优先投向能产生最大影响的地区。”

HIV 防治人士强烈批评吉利德将多个中等收入国家排除在仿制药采购范围之外，其中包括参与该药临床试验的巴西。独立国际救援组织“无国界医生”则称，吉利德拒绝向其医疗项目供货，而这些项目多处于人道主义紧急地区。

美国智库“战略与国际研究中心”的 Katherine Bliss 指出，令人担忧的是，美国与全球基金的合作过于侧重向孕妇和哺乳期人群提供防护，却未惠及其他高危群体。

吉利德首席执行官 Daniel O'Day

在研讨会上表示，希望药物初期的推广能提振全球需求。“我们清楚，要进入数百个国家、惠及数百万人，必须依靠可持续、大规模的仿制药供应。”

来那卡帕韦每年两针的注射方式更隐蔽、简便。“一旦仿制药全面投产，来那卡帕韦的成本效益很可能优于口服 PrEP，这意义重大。”美国国务院高级官员 Jeremy Lewin 在研讨会上说。

自 2010 年以来，全球新增 HIV 感染人数已下降 40%，主要得益于抗病毒药物可有效降低感染者体内病毒载量，使其不再具备传播能力。但全球 2024 年仍有 130 万人新感染 HIV，与前两年基本持平。

“如果能大幅减少新感染人数，艾滋病流行格局将彻底改变，艾滋病也将真正有终结。”Sands 说，“我认为这已经触手可及。”(王方)

科学家开发出关键金属离子膜“绿色分离术”

本报讯(记者廖洋 通讯员张建鑫、孔凤茹)中国科学院青岛生物能源与过程研究所研究员高军团队联合江大、中国科学院理化技术研究所研究人员，开发出一种普适的关键金属离子膜分离方法，可高效、绿色、选择性地提取铜、钨、金等多种对新能源至关重要的关键金属资源，有望解决传统提取技术高污染、低效率、高能耗的难题。近日，相关成果发表于《自然-纳米技术》。

关键金属资源的提取主要依赖溶剂萃取法，不仅成本高昂，更带来沉重环境负担。近年来，无有机溶剂的吸附法备受关注，但吸附材料存在瓶颈。相比之下，膜分离法被认为是绿色高效的分离技术。

研究团队发现，生物体内的钙离子通道具有“吸附越强，传输越快”的反常运输性能，对钙离子的吸附能力远强于钠离子，并且能从浓度高出数千倍的钠离子背景中精准识别并高速传输钙离子。这一特性源于两大机制，一是异常摩尔分数

效应，二是离子单线排列诱导的快速集体运输。

据此，团队提出假设——在人工膜内构建宽度与离子尺寸相当的一维通道，并于内壁修饰对目标金属离子亲和的功能基团，有望同时激发异常摩尔分数效应与快速集体运输，实现宏观尺度下类似生物通道的高效分离性能。

研究人员选取了一种直径略大于单个离子的共价有机框架材料膜，并在孔壁上引入大量偕胺胍基团——该基团已被证实对铈酰离子具有极强亲和力。实验结果表明，在真实海水中，该膜对铈的选择性高达 734，比现有最佳吸附材料高一个数量级以上。即使面对高浓度竞争离子，膜仍能稳定富集铈，且无需化学再生。在 0.2 伏特低电压驱动下，铈的提取通量达到 87.6 毫克/克/天，铈分离速率比吸附材料高一个数量级以上。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41565-026-02147-8>

研究绘制鼻咽癌蛋白质组全景图谱

本报讯(记者朱汉斌 通讯员宋冬)广东智慧医学国际研究院贺福初院士团队与中山大学肿瘤防治中心马骏院士团队合作，成功绘制出鼻咽癌在两种治疗方案——顺铂(GP)诱导化疗联合同步放化疗和单纯同步放化疗下的多组学全景图谱，首次构建了基于蛋白质组的鼻咽癌分子分型体系。近日，相关成果发表于《自然-癌症》。

鼻咽癌是我国高发的头颈部恶性肿瘤，全球每年新发病例近半数来自中国，华南地区尤为高发。由于早期临床症状隐匿，约 70% 患者确诊时已处于中晚期。马骏团队前期研究表明，在同步放化疗前联合吉西他滨+GP 方案诱导化疗可提高生存率，但仍有 20%~30% 患者疗效不佳，“相同方案但预后各异”是临床难题。

该研究中，科研人员对 240 例鼻咽癌患者样本进行了微量多组学分析，首次将鼻咽癌划分为 3 种蛋白质组亚型——S1、S2、S3，各亚型预后特

征与治疗响应显著不同。其中，S1 亚型肿瘤微环境呈免疫激活状态，整体预后良好，可单纯采用同步放化疗；S2 亚型细胞周期通路显著活跃，可从 GP 诱导化疗中显著获益；S3 亚型存在明显免疫耗竭特征，GP 诱导化疗疗效有限，而联合抗 PD-1 治疗有望进一步改善生存。此外，研究发现 I-gA⁺ 浆细胞可作为 S3 亚型的关键疗效预测标志物，为阐明化疗耐药机制及开发新策略提供了科学依据。

贺福初表示，该成果将打破鼻咽癌“一刀切”的传统治疗模式，构建起“分子分型-疗效预测-精准治疗”的分层诊疗体系。该研究是人体蛋白质组学国际大科学计划(π-HuB 计划)的先锋项目之一。π-HuB 计划由我国科学家领衔发起，面向全球开放合作，致力于绘制人体全生命周期蛋白质组图谱，构建计算驱动的生命健康导航系统。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s43018-026-01149-8>

中国载人航天工程首批外籍航天员选拔工作顺利完成

据新华社电 中国载人航天工程首批外籍航天员选拔工作于 4 月上旬结束，2 名巴基斯坦籍候选对象穆罕默德·齐尚·阿里(Muhammad Zee-shan Ali)和胡拉姆·达乌德(Khurram Daud)最终入选。

据中国载人航天工程办公室介绍，近日，他们将作为预备航天员来华参加训练，在完成各项训练并通过考核后，其中 1 人将以载荷专家身份参加飞行任务，成为首位进入中国空间站的外籍航天员。

2025 年 2 月，中巴在伊斯兰堡签署《关于选拔、训练巴基斯坦航天员并参与中国空间站飞行任务的合作协议》，随即正式启动巴基斯坦航天员选拔工作。经过初选、复选、定选三

个阶段的严格筛选和评定，最终选拔出两名巴基斯坦预备航天员。

据介绍，本次为巴方选拔训练航天员，在中国航天史上具有里程碑意义，是中国空间站国际合作的标志性成果，也是中巴全天候战略合作伙伴关系在航天领域落地落实的又一成功范例，充分彰显了中国政府愿与国际社会分享航天发展成果的开放态度。

和平利用太空、造福全人类，始终是中国大力发展航天事业的初心使命。中国载人航天将始终敞开大门，欢迎世界各国积极参与中国空间站的科学实验、技术试验和航天员选拔训练等领域合作，共同拓展人类对宇宙的认知，携手为构建人类命运共同体贡献智慧力量。(李国利 邓孟)

中老 500 千伏联网工程正式投产

本报讯(记者朱汉斌 通讯员包莉婷)4 月 20 日，中国和老挝两国建设规模最大、电压等级最高的跨境电网工程——中老 500 千伏联网工程投产。自此，中老电力互济能力提升至 150 万千瓦，每年可输送清洁能源约 30 亿千瓦时，将有力支撑中老实现更大范围、更大规模清洁能源优化配置。

中老 500 千伏联网工程是纳入中老命运共同体行动计划的重大工程，于 2025 年 2 月启动建设。输电线路全长 177.5 公里，连接中国云南省和老挝乌多姆塞省、琅南塔省，其中中国段 145 公里、老挝段 32.5 公

里，分别由中国南方电网公司和老挝国家电网公司建设运营。

当天，随着中老 500 千伏联网工程正式投产，跨境电力交易也同步开展。来自老挝北部清洁能源基地的 481 万千瓦时电能，经中老 500 千伏联网工程送入我国云南。据了解，境外新能源项目参与我国电力市场尚属首次，此次跨境交易的电力来自老挝首个大型山地光伏项目。该项目年均发电量约 16.5 亿千瓦时，今年预计实现光伏跨境输送电量约 11 亿千瓦时，持续助力中老能源优势互补。



位于老挝乌多姆塞省的 500 千伏那磨变电站。中国南方电网公司供图