

# 中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 8995 期 2026 年 5 月 19 日 星期二 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

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 [www.sciencenet.cn](http://www.sciencenet.cn)



听《中国科学报》《中国科学报》官微

科学网 App

科学网官微

## 在“亚洲水塔”，他们有失败，也有泪水

■本报记者 冯丽妃

2024 年 9 月，西藏那曲普若岗日海拔 5400 米的冰原上，《中国科学报》记者每往前走几步，就要张大嘴巴猛吸一口稀薄的空气。在这里疾走五六步，体感就像在平原上跑了几公里。要是勉强跑上几步，就得瘫坐在地上“呼哧”喘气。

前面引路的第二次青藏科考队长、中国科学院院士姚檀栋当时已 70 岁，却没有半分高海拔缺氧的窘迫，不见一点“呼哧”声，爬坡涉水如履平地。他不时回头等待气喘吁吁的记者，笑着鼓励：“多练一练就更好。”

这是第二次青藏科考的一个片段，也是中国科学院青藏高原研究所（以下简称青藏高原所）“亚洲水塔”团队日常工作环境的缩影。

近期，这支由姚檀栋等战略科学家领衔、以中青年骨干为核心的队伍被评为“中国科学院先进集体”。他们在常年征战的被称为“亚洲水塔”的青藏高原取得了一系列国际领先的原创成果——全面评估“亚洲水塔”地表总水量变化，摸清青藏高原生态与碳汇功能规律，创下海拔 8830 米自动气象站建设、9050 米浮空艇—碳观测等多项世界纪录，全程支撑青藏高原生态保护国家立法，构建起地球系统多圈层综合观测与预警平台，开创青藏高原国际合作研究新格局。

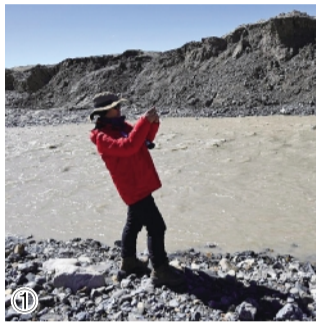
做出这些成就的究竟是一群怎样的人？

### 一次徒步考察

2024 年 9 月 30 日早晨 6 点，西藏那曲双湖县的天际还挂着一钩残月。海拔 4900 米的高原寒气刺骨，记者裹着厚厚的羽绒服，跟随中国科学院院士朱彤、孙航钻进越野车，前往普若岗日大本营。

“冰原比这儿冷得多。青藏高原的人都是铁打的，在那边已经待了 1 个多月。”朱彤的话里带着敬意。

普若岗日冰原位于羌塘国家级自然保护区核心区，平均海拔约 6600 米，汇聚 50 多条冰川，是地球南北极之外的世界第三大冰原。越野车在坑洼的土路上颠簸前行，越过连绵的暗色山



①姚檀栋记录冰川融水。



②冯丽妃 / 摄 ③青藏高原所供图

脉、结冰的小河、冒着热气的地热区。一次次峰回路转后，车子突然停了下来。

“爆胎了。”司机孙师傅说。下车一看，轮胎被割开一道 10 厘米长的大口子。“好在大本营快到了。”朱彤有些庆幸。

所谓大本营是由 3 顶帐篷和 20 多个白色集装箱围成的小院，建在冰川脚下海拔约 5400 米的背风地。前来接应的青藏高原所高级工程师王忠彦就是大本营的建设者。2024 年 7 月底，他和几个同事受命组成科考先锋队，来到冰原寻找驻扎地点。一开始他们住帐篷，后来卡车运来了物资设备，其他科考队员陆续抵达，“营地”才渐渐有了模样。

姚檀栋热情地邀请新来的人去“餐厅”——一个摆着简单桌椅的集装箱吃早餐：包子、蒸饺、小米粥、煮鸡蛋、豆腐干、凉拌牛肉、咸菜。“我们的后勤为大家准备的早餐非常丰富。”他笑着说。

整个上午，姚檀栋陪着朱彤、孙航考察冰川和冰芯钻探现场。下午，为了近距离观察冰川融化情况，姚檀栋决定再次徒步考察，记者也随队前往。

王忠彦驾驶着越野车蹚过泥泞，在冰川融化后留下的漂砾上颠簸前行。一边是高山，一边是陡坡，稍不注意就有倾覆的危险。

“在这里，只要车子能开过去的地方就是‘高速公路’。”王忠彦说。他回忆，开始建营地时，刚过第一条小河车就陷进去了，用好几辆车才拉出来。后来他们渐渐摸索出经验：“往山上开，

因为山上的土壤水分含量少，不容易打滑。”

车在遍地大块漂砾的河谷前停下来。“河”是冰川融水汇集成的，哗哗流淌。姚檀栋带队溯流而上，一路可见连绵的白色冰川，挂着冰凌的“冰塔林”，以及形态各异的“冰蘑菇”。虽然已是初秋，但普若岗日冰原的冰川融水仍在滴滴答答往下掉。一些冰川融水形成汹涌的湍流或瀑布，沿着峡谷飞泻而下，响彻天际。

“你看，这块岩石就是冰川融化的证据。”一处冰塔林附近，姚檀栋指着地上一块黑灰色的岩石说，“冰川移动时会裹挟岩石一起移动，漂砾上的擦痕可以作为测量冰川移动方向和距离的参考。”

作为冰川学家，姚檀栋见证了这片冰原的变化。2000 年他首次到普若岗日做研究时，冰原面积为 420 余平方公里；到 2021 年，冰原面积已缩减为约 389 平方公里。20 年间，冰川消失了 31 平方公里。

消融的冰川去哪儿了？姚檀栋说大部分“流到咸水湖里去了”。那么，淡水岂非都流失了？“所以要加强利用。”姚檀栋说，冰川融水可以浇灌牧场、养育牲畜，是宝贵的资源。

冰川融化后，子孙后代怎么生活？姚檀栋没有回答，而是继续向前走。这次徒步从下午 1 点持续到近 5 点，全程大约 10 公里。70 岁的姚檀栋始终走在最前面，不紧不慢，呼吸平稳。

普若岗日冰原是青藏高原的一面镜子。第二次青藏科考显示，“亚洲水塔”地表总储量超 10 万亿立方米，相当于黄河 200 年径流总量。为应对全球变暖加速的冰川消融，团队构建了监测预警平台，目前已成功实现 6 次冰崩堵江灾害预警。

### 丢了 3 个钻头在里面

距离大本营不远，海拔再攀升 700 米的普若岗日冰原 10 号冰川，是冰芯钻探队的战场。

早在 2024 年 9 月 3 日，青藏高原所研究员徐柏青带着副研究员德吉等几名队员，背着帐篷上了冰川，目标是钻取青藏高原最厚冰川的“透底冰芯”，直达冰川基岩面。这支队伍已在青藏高原钻取了 5000 多米冰芯，保持着多项世界纪录。然而，他们这次遇到了前所未有的挑战——9 月初冰川上的气温已降至零下四五摄氏度，但对于冰芯钻探来说，冰温却“太高了”。

“很不顺利，非常难打。”徐柏青后来在接受《中国科学报》采访时说，“冰川表层的冰温过高，一钻就有水，钻井里全是水，钻头根本无法正常工作。”

（下转第 2 版）

### 我身边的双先

## 九位科学家获首届基础科学奖章

本报讯（记者韩扬眉）5 月 18 日，记者从 2026 国际基础科学大会（ICBS）新闻发布会上获悉，2026 年基础科学奖章及前沿科学奖获奖名单正式公布。9 位中外顶尖科学家荣膺基础科学奖章。其中，克莱尔·瓦赞、姚鸿泽、张寿武荣膺数学领域基础科学奖章；刘若微、王貽芳、文小刚荣膺物理领域基础科学奖章；鲍哲南、庄小威、张锋荣膺工程领域基础科学奖章。此外，118 篇高水平论文获得前沿科学奖。

ICBS 主席、清华大学讲席教授丘成桐、菲尔兹奖得主、清华大学教授考切尔·比尔卡尔、中国科学院高能物理研究所所长曹俊、清华大学力学与工程交叉研究院院长高华健等出席发布会，深度解读基础科学奖章获得者的开创性贡献。

作为 2026 年首次设立的重要奖项，基础科学奖章旨在表彰全球范围内在基础科学领域取得革命性、突破性成果的科学家。该奖项覆盖

数学、物理、工程三大领域，每个领域设置 3 项奖章，分别以埃米·诺特、陈省身、安德鲁·怀尔斯（数学领域）、玛丽·居里、丁肇中、大卫·格罗斯（物理领域）、吴健雄、朱棣文、高锟（工程领域）等 9 位科学巨匠命名。值得关注的是，每个领域专门设立了一个以著名女性科学家命名的奖项，今年共有克莱尔·瓦赞、刘若微、鲍哲南、庄小威 4 位女性科学家获奖，充分彰显了对女性科研工作者的尊重，也展现了女性在基础科学领域的力量。

该奖项由 ICBS 组委会邀请全球对科学发展作出突出贡献的学者提名与评审，由丘成桐担任评审委员会主席，分设三大领域全球委员会、提名委员会，以及 40 个分支学科的评选委员会。

ICBS 始于 2023 年，由北京市人民政府、科技部、中国科学技术协会、世界华人科学家联盟主办，2026 年 ICBS 将于 8 月在北京怀柔举办。

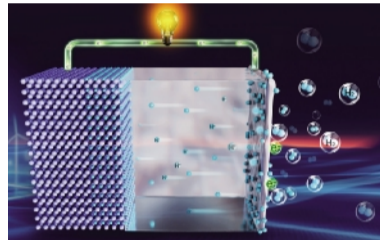
## 气—固氢负离子原型电池实现“氢电共储”

本报讯（记者孙丹宁）中国科学院大连化学物理研究所研究员陈萍团队研制出全球首例以氢气和金属为电极的气—固氢负离子原型电池。该电池充氢放电、充电放氢，以“氢电共储”的方式为常温、常压、高效的储氢提供了原型验证。近日，相关成果发表于《集异》。

氢负离子是氢的“富电子”态。以氢负离子作为载流子能够兼具高反应性和高能量等特征，是发展下一代全固态电池的关键路径之一。然而，氢负离子在自然条件下极不稳定，科学家很难利用它直接参与电化学反应。

研究人员分别利用金属镁和氢气作为负极和正极活性物质，组装出首例可在室温工作的气—固氢负离子原型电池。氢负离子在为电池提供高能量的同时，巧妙地与电化学储氢衔接。电池放电时，氢气在正极被还原为氢负离子，金属在负极被氧化为阳离子形成金属氢化物；充电时，两极分别释放氢气分子和再生金属。

实验结果显示，充氢时，该电池初始放电容量高达 1526 毫安时/克；而当施加 0.3 伏电压时，可在室温



气—固氢负离子原型电池示意图。中国科学院大连化学物理研究所供图

下释放出重量比约 6.0% 的氢气；该电池循环 60 次后容量保持率超过 70%，并且在 -20 至 90 摄氏度范围内均可正常工作。团队将 10 个单电池堆叠成串联电池组，输出电压超过 2.4 伏，成功点亮了 LED 灯泡，标志着气—固氢负离子原型电池的问世。能效分析结果进一步表明，该“氢电共储”体系的能量利用效率可达 93.9%，比传统热储氢提升了 1/3。

这一原创性成果为破解储氢难题提供了全新的技术路线，摆脱了传统储氢所需的高压或深冷等极端条件，有望催生新型储氢技术。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.joule.2026.102475>

## “挖潜”能量密度——他们“搭”出高性能锂硫电池

■本报记者 陈彬

近年来，低空经济已成为人们关注的一个热点领域。发展低空经济离不开无人机。无人机能飞多远、续航多久，关键在于电池能提供多少电量，即所谓“能量密度”有多大。

“当前，常规的锂离子电池已逼近能量密度的上限，理论能量密度更高的锂硫电池正成为无人机迈向长续航的重要候选电池体系。”接受《中国科学报》采访时，清华大学深圳国际研究生院副教授周光敏说。周光敏团队的一项重点工作，就是在现有基础上尽可能提升锂硫电池的能量密度。

不久前，这项工作取得了突破性进展——他们成功设计出一种新的硫电学“预分子介体”。这种介体可大幅提升锂硫电池的能量密度，显著延长无人机的续航时间。相关成果近日在线发表于《自然》。

有意思的是，这项成果是以“搭积木”的方式“搭”出来的。

### 两个关键问题

锂离子电池与锂硫电池的性能差别，源自其内部结构的不同。

“传统锂离子电池的工作机理很简单，即通过锂离子在电池正负极之间的插嵌反应实现充放电。”论文共同第一作者、清华大学深圳国际研究生院博士生高润华说，现有商用锂离子电池的正极多由锂氧化物材料或磷酸铁锂材料组成。电池充电时，锂离子从正极材料跑出，钻进由石墨构成的负极中；放电时，又从石墨回到正极。

锂硫电池的工作原理则要复杂得多——电池的极为单质硫，负极是锂金属。放电时，锂金属在负极失去电子并生成锂离子；在正极侧，单质硫被逐步还原，并与锂离子结合，依次生成多硫化锂中间体，最终转化为固态产物硫化锂。

多硫化锂中间体有很多类型，比如，由 8 个硫原子和 2 个锂离子组成的八硫化二锂，或者由 6 个硫原子和 2 个锂离子组成的六硫化二锂等。这些化合物就像长度不同的链条，硫原子越多，链条越长，不同的“链条”之间还会相互转化，生成固态最终产物

硫化锂。

锂硫电池的充放电过程，正是在这一系列物种的可逆转化中完成的。

“这就带来两个关键问题。”高润华说，一是长链条的多硫化锂很容易溶解在电池内部的电解液中，这会导致活性物质损失，从而降低电池充放电的可逆性。

二是整个反应网络十分复杂，中间还会经历固态和液态的状态变化——单质硫是固态，长链多硫化物容易溶解在电解液中，短链产物和最终产物又变成固态。这种固—液—固的转变速度很慢，导致转化效率难以提升。

“换句话说，提升锂硫电池能量密度的关键，就是如何让这些多硫化物间的转化更有秩序、速度更快，同时让长链条的多硫化物尽量少地溶解、流失。”周光敏说。

### 寻找最优“催化剂”

周光敏团队想到的解决办法，是在上述化学反应中添加一种特殊的“催化剂”——预分子介体。

“之所以称其为‘预分子介体’，是因为这种物质被加入电解液中时，处于一种未激活的‘待命’状态，激活它的‘密码’便是多硫化物。”周光敏解释说，该物质的分子结构中，存在一个氯原子，当电池内部产生多硫化物时，后者就会将该结构中的氯原子“挤走”并占据这一位置，由此形成一种新分子。该分子会进一步和多硫化物发生动态配位作用，形成分子复合物。

这会带来两个好处。

“这种分子复合物不易溶于电解液，因此能防止长链多硫化物的溶解和流失；同时，该分子复合物的反应速度要远快于单独存在的多硫化物。”周光敏说。换言之，这种物质的存在，能同时解决此前硫转化反应中反应动力学差、速度慢、效率低的问题。

这一高效介导机制的发现令团队很兴奋，但新问题也随之出现——如何设计预分子介体的分子结构，才能最大限度地提升它的“催化效果”？

（下转第 2 版）

## 焕新升级！中国科学家博物馆馆藏精品展对外开放

5 月 18 日是国际博物馆日。当天，由中国科协主办的“共和国脊梁——中国科学家博物馆馆藏精品展”完成提质升级改造，以全新面貌正式面向社会公众开放。

本次升级改造后的展览面积达 1900 平方米，甄选展出 160 余位科学家的 200 余件（套）实物、300 余张珍贵照片及若干历史影音资料。我国近代力学事业奠基人之一周培源开展湍流力学研究时所用的手摇电阻电压仪器等多件展品是首次对外展出。

本次展览以中国科技发展百年征程为时间主线，纵向梳理近代以来中国科学事业从艰难起步到自立自强、从跟跑追赶至领跑突破的壮阔历程。展览四大篇章层层递进、环环相扣，完整展现中国科学事业的百年蜕变发展之路。

展览还增设了“老科学家学术成长采集工程专题展”及“时光知味，岁月留情——科学家多彩人生长廊”展区。

本报记者高雅丽摄影报道



①公众参观展览。②周培源使用的手摇电阻电压仪器。③核物理学家何泽慧使用过的绿色背包布满缝补痕迹。

## SpaceX 将发射史上最高推力最大火箭



“超重”运载火箭和“星舰”飞船两部分组成。自去年 10 月最后一次测试以来，SpaceX 对这两部分都进行了升级。截至目前，“星舰”已完成 11 次试飞，6 次成功、5 次失败。

第 12 次试飞预计最早于当地时间 5 月 19 日进行，火箭上下级都将由 3.0 版“猛禽”发动机提供动力，该发动机此前仅在试飞中进行过有限测试。同时，此次发射将在 SpaceX 得克萨斯州基地一处新设计的发射台进行。在“超重”运载火箭 3.0 版上，用于引导其重返大气层并安全着陆的栅格翼数量从 4 个减少到 3 个，但面积却大了 50%。“星舰”飞船

3.0 版则配备了更大容量的推进剂储箱、在轨加注设备，以及用于大气层再入的升级版耐热瓦。

该火箭发射时的总高度将达 124 米——比“星舰”2.0 版本高约 1 米。其高度还超过了 NASA 目前使用的 98 米高的太空发射系统（SLS）火箭，以及在 20 世纪六七十年代将宇航员送上月球的 111 米高的土星五号火箭。

“星舰”3.0 版的推力将达到 75000 千牛，几乎是 SLS 火箭推力——39000 千牛的两倍，因此它将成为有史以来推力最大的火箭。

并最终执行火星探测任务。NASA 将其作为“阿尔忒弥斯”计划的两种商业着陆器设计方案之一，该任务的另一款备选着陆器来自美国蓝色起源公司。

英国谢菲尔德大学的 Alistair John 表示，即将进行的测试对于验证 3.0 版本的设计至关重要，因为该设计构成了“星舰”载人着陆系统（HLS）的基础。

“这些只是微小、渐进式的改进，但这是迄今最为重要的版本——3.0 版本正是‘阿尔忒弥斯’计划所需要的，之前的版本都只是原型而已。”John 说，“3.0 版本实际上是量产型号的首次测试，现在要做的就是确保其可靠性。”（文乐乐）