中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

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

扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网

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

总第 8881 期　2025 年 11 月 25 日　星期二　今日 4 版

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

我国启动聚变领域国际科学计划

据新华社电 11 月 24 日，在位于安徽合肥未来大科学城的紧凑型聚变能实验装置（BEST）主机大厅，中国科学院“燃烧等离子体”国际科学计划正式启动并面向国际聚变界首次发布 BEST 研究计划，聚力点燃“人造太阳”。

核聚变能，模拟太阳的聚变反应释放能量，被誉为人类的“终极能源”。数十年来，科学家们通过磁约束等技术路线，在实验装置上探索聚变反应所需的高参数、长脉冲等严苛条件。“我们将要进入燃烧等离子体的新阶段。”中国科学院合肥物质科学研究院副院长、等离子体物理研究所所长宋云涛介绍，这是聚变工程研究的关键。这意味着核聚变像“火焰”一样，由反应本身产生的热量来维持，是未来持续发电的基础。

BEST 装置作为我国下一代“人造太阳”，承担“燃烧”使命。根据研究计划，2027 年底该装置建成后，将进行氘氚燃烧等离子体实验研究，验证其长脉冲稳态运行能力，力求聚变功率达到 20 兆瓦至 200 兆瓦，实现产出能量大于消耗能量，演示聚变能发电。

“这是‘无人区’的探索，将面临许多工程与物理挑战。”宋云涛说，“牵头启动国际科学计划，既能依托我国超导托卡马克大科学团队的建制化优势，也有助于凝聚全球科学家的智慧与力量，协同攻克聚变燃烧前沿物理难题。”

根据国际科学计划，等离子体物理研究所将面向全球开放包括 BEST 在内的多个核聚变大科学装置平台，设立开放科研基金、资助高频次专家互访交流。来自法国、英国、德国等十余个国家的聚变科学家共同签署《合肥聚变宣言》，该宣言倡导开放共享与合作共赢精神，鼓励各国的科研人员到中国开展聚变合作研究。　（陈诺 戴威）

研究发现大脑处理信息时的“协作密码”

本报讯（记者陈彬 通讯员梁绍楠）近日，天津大学教授于强团队联合国外科研人员，在神经网络信息处理机制研究中取得突破。该研究聚焦于大脑神经网络的“基本零件”——突触，首次揭示了其处理时空信息的核心机制。相关成果发表于美国《国家科学院院刊》。

人类大脑中，数以亿计的神经元以脉冲形式，通过“突触”这一连接点传递并处理信息。突触具有两种关键的调节能力，一是“长时可塑性”，即其连接强度可以长期增强或减弱，这被认为是形成长期记忆的基础；二是“短时可塑性”，即在极短时间内动态调节信号强度的能力。尽管两者均至关重要，但它们如何协同工作，共同影响大脑的学习与信息处理效率，一直是未解之谜。

针对这一难题，研究团队通过构建突触计算与学习理论模型，发现当“长时可塑性”作用于“短时可塑性”时，大脑能够将时间序列上的信息转化为空间上的表达模式，也就是“以时间换空间”。这一机制显著增强了神经网络的记忆容量、抗干扰能力及对复杂时空信息的识别能力。该模型在小鼠与人类大脑皮层突触电生理观测中得到验证，显示出高度的生物合理性。

于强表示，这项研究就像人们找到了大脑在处理信息时的“协作密码”，不仅解释了大脑处理信息的底层逻辑，也为开发可解释、可通用的下一代人工智能方法提供了重要支撑。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1073/pnas.2426290122

11 月 24 日，四川遂宁，涪江六桥建成通车。该桥全长约 3.2 公里，总投资约 14.3 亿元，是全国首座采用复杂曲线钢壳混凝土组合索塔的斜拉桥，创新运用双向抗滑鞍座钢绞线拉索技术，进一步增强了桥梁的抗震性能。

该桥不仅为遂宁市的高质量发展注入新动力，对推动成渝地区双城经济圈建设和长江经济带发展也具有重要战略意义。　**图片来源：视觉中国**

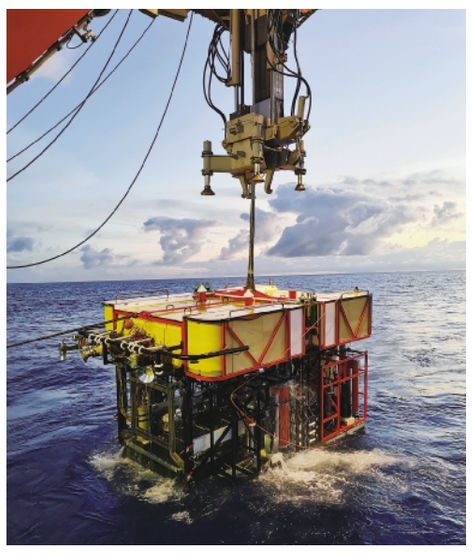
攻坚深海“动力心脏”！他们用“聚能”之光点亮未来

■本报记者 廖洋 通讯员 黄浪 高文洁

万米深海，是连光线都难以穿透的永恒黑暗区，是能让钢筋铁骨变成废铁的恐怖压力场。在这片生命禁区里，为深海科考装备提供动力的“心脏”——高性能电源，一度是我国探索深海的“软肋”。

“传统液态锂电池？在万米深海，它就是个定时炸弹！”中国科学院青岛生物能源与过程研究所（以下简称青岛能源所）固态能源系统技术中心主任崔光磊直言不讳。电池壳体变形、电解液泄漏、性能直线下降……任何一个小故障，都可能让价值连城的科考装备毁于一旦，让整个科考计划泡汤。

然而，核心技术买不来、求不来、等不起。面对国家深海战略的迫切需求，崔光磊带领团队踏上了一场长达十余年的科技“马拉松”。他们练就了“深海心法”——“深怀使命、勇闯禁区、探极探深”的“深海聚能”精神，照亮了深海能源自主可控的道路，并延伸到了新能源汽车领域，开启了绿色能源的新篇章。



深海能源基站海试布放。　受访者供图

深怀使命：国家的需要就是科研的方向

“深海聚能”精神，始于一份深沉的家国情怀与使命担当。

2009 年，已在德国从事博士后研究多年的崔光磊，正处于个人科研生涯的上升期。优越的实验条件、清晰的学术路径，一切都顺风顺水。然而，一次回国探亲的契机，他与青岛能源所首任所长王利生的一次会面，彻底改变了他的人生轨迹。

“那是一次关于未来的畅谈。”崔光磊对《中国科学报》记者回忆，王利生描绘了研究所聚焦国家能源战略的蓝图，也坦承了在关键技术上“卡脖子”的困境。36 岁的崔光磊被服务国家重大需求、白手起家创事业深深吸引了。同年，他举家回国，成为青岛能源所引进的第一位新能源领域专家。

此时，我国深海探测事业开始向全海深迈进，但动力瓶颈却如影随形，难以突破。

“万米级深海电源技术被少数国家垄断。高性能深海电源上，我们严重依赖进口。”崔光磊说，“别人不给，出天价，附加苛刻条件，我们就被扼住了咽喉，深海探索的主动权无从谈起。”

一切只能从零开始。崔光磊迅速组建了一支兼具科学问题探索与工程开发能力的科研团队，并将目光投向了被视为下一代动力电池终极方案的固态锂电池——它从物理上摒弃了易燃、易爆的液态电解质，从本质上解决了安全难题，并拥有耐受极端环境的巨大潜力。

“国家的需要，就是我们科研的方向。”这句话，在团队里从来不是一句挂在墙上的口号。他们深知，唯有将关键核心技术牢牢掌握在自己手中，才能彻底扭转受制于人的局面，才能让中国的深海科考装备拥有一颗自主可控、强劲可靠的“中国芯”。

勇闯禁区：在科研“无人区”里凿出一条路

固态电池从实验室原理到工程化产品，横亘着材料、界面、工艺等一系列世界级难题。就此，团队闯入了一片前路不明的“无人区”。

“那段时间，感觉每一步都像是在黑暗中摸索，不知道方向对不对，也不知道脚下的路能不能走得通。”团队骨干、青岛能源所研究员董杉木坦言。

材料是团队遭遇的第一个“拦路虎”。

“深海的压强非常大，海底 1 万米的压强达到 100 兆帕，相当于一吨重的物体放在指甲盖上。这对电池材料的机械强度、电化学稳定性提出了极其苛刻的要求。”崔光磊解释。为寻找一种兼具高离子电导率和良好机械性能的固态电解质材料，他带着团队开启了漫长而枯燥的筛选、合成、测试循环。

董杉木至今仍对那段日子记忆犹新。他带领的材料合成小组负责一种关键高分子固态电解质材料的合成与改性。“一年多里，我天天泡在实验室，合成、纯化、测试，失败了上百次。有时候半夜想到一个可能的变量或灵感，都会立刻爬起来记在笔记本上，生怕第二天忘了。”

失败在那段时间是常态。“有时候感觉数据趋势很好，快要成功了，下一次重复实验的结果又把你狠狠地打回原形。”董杉木憋着一口气，“崔老师常常跟我们说，科研没有捷径，唯有‘十年磨一剑’的坚韧和执着。他告诉我们，在‘无人区’开路，失败是必然的，成功才是偶然的。”

转机在无数次的失败后悄然降临。

一个凌晨，董杉木在分析海量测试数据时，突然发现一组样品在特定合成条件下，表现出异常优异的综合性能。疲惫一扫而空，他立刻反复验证、制备样品，多次实验结果都指向同一个令人振奋的结论。正是基于这次关键突破，团队最终成功制备出了符合要求的高分子固态电解质核心材料，艰难地叩开了固态电池材料学的第一道大门。

材料问题初步解决后，系统集成与工程化是更大的难关。系统集成负责人、青岛能源所研究员吴天元最初接到深海应用需求时，用户给定的研制周期仅有一个月，时间窗口期极短。这时，团队既缺乏可借鉴的深海电池系统研制经验，又面临高能量密度万米级自承压电源系统的设计与实现难题。

吴天元迅速入驻客户现场，与应用工程师紧密对接，深入开展深海环境与载荷工况调研。可喜的是，他们死磕问题，最终创新提出自承压电池管理系统方案，并完成多轮次电源系统设计与优化。

针对固态电池单体及其管理系统，他们开展了全海深环境模拟工况下的测试验证。在短短一个月内，这支小分队完成了电池系统样机的 3 轮优化迭代。该系统顺利通过全海深模拟在线压力测试，并成功获得了马里亚纳海沟的海试机会，实现了我国在高能量密度深海电源系统领域全海深技术的重要突破。

青岛能源所正高级工程师韩鹏献负责固态电池的批量制备工艺开发。“在实验室里，我们制备性能优异的纽扣电池样品是一回事；用表观上厚度均匀一致的电解质膜制备固态电池，完全是另一回事，难度指数级增加。”韩鹏献介绍，最初制备的固态电解质总是存在缺陷、韧性不足等问题，导致组装出的电池性能急剧下降甚至短路。

为解决问题，工艺团队住在了中试车间和实验室。他们像雕琢艺术品一样，反复调整参数、改造涂布设备、优化温湿度。

“记不清熬了多少个通宵，失败品的废料堆了半个房间。”韩鹏献说，“每当感到沮丧想放弃时，想到一定要勇闯禁区，为深海科考任务奉献‘动力心脏’，我们就满血复活了。”

探极探深：以极端场景技术反推民用创新

性能优异的实验室样品，能否经受住深海的终极考验？2017 年，团队迎来了成果“大考”——他们研发的固态锂电池系统，随“万泉”号深渊着陆器挑战万米深渊。

“心情是无比忐忑的，就像送自己的孩子去参加一场决定命运的终极考试。”崔光磊如此形容当时的心情。在探测器下潜的那些日子里，整个团队的心都悬在了马里亚纳海沟。董杉木不断检查地面模拟压力舱的对比数据，韩鹏献则一遍遍在脑海里“回放”生产过程中的每一个质量控制细节，吴天元密切关注系统集成的各项遥测数据，确保万无一失。

成功了！

当捷报传来——“万泉”号携带团队的固态电池系统，连续 9 次成功下潜至万米深渊，最大工作深度达 10918 米，并完整、稳定地传回了所有科学数据时，整个团队沸腾了。这不仅是一次海试的成功，还标志着我国成功突破了全海深电源技术瓶颈，彻底打破了国外在该领域的技术垄断与封锁。

此后，从“沧海”号到“奋斗者”号全海深载人潜水器，青岛能源所的固态电池系统一次次随国家重器潜入深海，累计应用超过百批次，至今保持着“零故障”的惊人纪录。这是“深海聚能”精神结出的最丰硕的果实之一。

团队探索的脚步并未停歇。2024 年，为保障国家重点研发计划项目任务深海国际站能源系统的按时交付，吴天元带领小组开展双班 12 小时工作，历时 4 个多月，及时保障了国际站能源系统的交付与供给。这是继 2023 年建成国际首台套兆瓦时级深海能源基站后，再次实现了单一深海能源系统容量的倍增。　（下转第 2 版）

攻坚｜弘扬新时代科学家精神

中国将寻找下一个地球 这场发布会信息量超大

■本报记者 倪思洁

11 月 24 日，中国科学院国家空间科学中心召开空间科学先导专项最新亮点成果发布会，集中发布了空间科学卫星任务在宇宙暂现天体、宇宙线传播、太阳爆发等领域取得的系列重大科学突破。

“专项实施以来，我国空间科学呈现出多点突破、集群迸发的强劲发展态势。”发布会上，中国科学院院士、中国科学院国家空间科学中心主任、空间科学（二期）先导专项负责人王赤说。

2011 年 1 月，中国科学院空间科学先导专项启动实施，已完成了 8 项科学卫星任务，分别是“悟空”号、实践十号、“墨子号”、“慧眼号”、“太极一号”、“怀柔一号”、“夸父一号”和“天关”卫星。

记者从发布会上获悉，目前，处于工作状态的空间科学卫星任务共有 5 个；未来 5 年，至少将新增 4 个新科学卫星任务，其中包括一颗以寻找第二个地球为目标的卫星。

“中国科学院在部署新的空间科学任务。我判断，未来 10 年左右，中国将处于世界领先水平。”德国图宾根大学教授安德烈亚·圣安杰洛说。

3 颗“超役星”，原创成果独特

“悟空”号是我国首颗空间暗物质粒子探测卫星，于 2015 年 12 月 17 日发射，设计寿命为 3 年。

“目前，卫星状态优异，下个月将迎来 10 周岁生日。”中国科学院紫金山天文台副台长范一中说。

今年 5 月，“悟空”号利用卫星前 8 年观测数据，在国际上首次获得了 TeV/n（万亿电子伏特每核子数）能区最精确的次级宇宙线硼核能谱，对揭示宇宙射线传播机制有重要意义。

“慧眼号”是我国研制的首颗 X 射线天文卫星，于 2017 年 6 月 15 日发射，设计寿命为 4 年。

“目前，卫星运行稳定，2025 年对地球、黑洞、中子星和伽马射线暴等天体和现象的研究取得系列成果。”“慧眼号”首席科学家、中国科学院高能物理研究所研究员张双南说。

他介绍，2025 年，已经 8 岁的“慧眼号”卫星独立测量了地球中高层大气的密度，填补了这一范围的测量空白，而且测量结果挑战现有的大气密度模型。此外，卫星还取得了银河系内黑洞吸积爆发的耀发机制、吸积毫秒脉冲星的辐射机制和表面磁场、中子星表面核燃烧的点火位置、最亮伽马射线暴的最小光变时标等系列成果。

今年 12 月，“怀柔一号”将迎来 5 岁生日。它于 2020 年 12 月 10 日发射，设计寿命不小于 3 年。

“2025 年，‘怀柔一号’从宇宙深处到近地空间均取得了原创科学成果，深化了人们对遥远宇宙极端天体和近地空间辐射环境的认识。”“怀柔一号”首席科学家、中国科学院高能物理研究所研究员熊少林说。

熊少林介绍，2025 年，“怀柔一号”发现致密星并合产生的伽马暴中存在新的子类型，拓展了人们对引力波电磁对应体的认知；揭示全新的磁陀星爆发模式，对理解其爆发机制具有重要意义；通过发现一组独特的周期性粒子沉降事件，深化了对近地轨道空间辐射环境的认识。

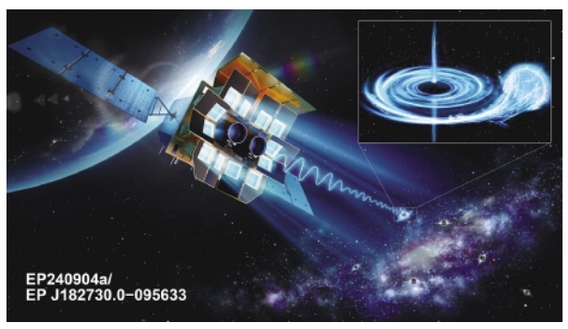
两颗“在役星”，挑战传统模型

“夸父一号”是我国首颗综合性太阳探测专用卫星，于 2022 年 10 月 9 日发射，设计寿命不少于 4 年。

2025 年，“夸父一号”观测发现，高能 C 级耀斑与日冕物质抛射的关联率，远低于基于以往结果和传统模型的预期值。

“这个发现改变了以往认知，但为理解太阳爆发提供新的突破口，为科学家破解太阳爆发机制和高能粒子起源提供了新线索。”中国科学院紫金山天文台研究员苏杨说。

（下转第 2 版）



“天关”卫星 EP240904a 艺术想象图。　中国科学院国家空间科学中心供图

顶尖学府遭网络攻击　AI 赋能让黑客更难防

寰球眼

本报讯 据《自然》近日报道，半个月前，黑客入侵了美国普林斯顿大学的一个数据库，该数据库包含该校校友、捐赠者和学生的个人信息。今年 10 月，美国宾夕法尼亚大学和哈佛大学也发生了类似的数据泄露事件。

过去几年间，全球学术机构遭受的网络攻击呈上升态势。此类攻击不仅需要耗费大量时间和资金来应对，还导致学术机构相关人员无法使用电子邮件、研究软件等重要数字化服务，时间长达数周甚至数月。

尽管各高校正着力构建更强大的安全系统，但专家表示，学术机构需进一步强化防御体系，尤其是对于利用人工智能（AI）进行的攻击——此类攻击可能使黑客更快速、轻松地实施入侵。

澳大利亚墨尔本大学网络安全研究员 Toby Murray 指出，在当今国家之间竞争日益激烈的大环境下，“大学始终是一个极具吸引力的攻击目标”。攻击源头往往难以追溯，但部分攻击可追溯至国家支持的组织，且通常涉及使用勒索软件——这种恶意软件会锁定数据或系统直至支付赎金。

从政府部门到私营企业，针对各机构的网络攻击都在不断增加。专家指出，大学尤其容易受到攻击，因为它们掌握着员工档案和知识产权等宝贵数据，且这些机构难以实现全面防护。许多大学仍使用陈旧、过时的安全系统，加之复杂多样的数字基础设施和用户群体，使得黑客更容易渗透。

英国政府去年 8 月至 12 月开展的一项调查显示，该国教育机构网络安全事件高发，遭遇攻击的概率远高于其他行业。91%的高等院校和 85%的继续教育学院报告称过去 12 个月内曾遭遇网络安全事件。

针对德国高校的攻击测试发现，1/5 的研究机构存在严重漏洞，97%的德国高校领导层面临网络攻击风险。“每天都有数百次网络攻击发生。”德国汉诺威高等教育发展研究所顾问 Maren lbcke 表示，虽然多数攻击被拦截，但少数突破防线的攻击仍可能造成重大损失。

AI 对网络安全的威胁日益受到关注。英国国家网络安全中心（NCSC）今年发布的报告指出，黑客已开始利用 AI 增强现有能力，如自动提取数据或协助定位漏洞等。尽管对于这类 AI 工具能否自动进行网络攻击仍有质疑，但 Murray 认为，这些工具将使黑客更轻松、快速地完成任务。

美国 AI 公司 Anthropic 披露，11 月，一个黑客组织使用了该公司一款名为 Claude Code 的编码工具，攻击了大约 30 个未具名组织，并成功实施了数次入侵。

英国教育机构数字基础设施供应商 Jisc 的安全总监 David Batho 认为，尚不能“预见 AI 给科研教育领域带来的全部影响”，“其潜在破坏性可能极为严重”。他援引另一份 NCSC 报告指出，AI “几乎必然”会导致网络攻击的频率和强度增加。

许多高校一直在努力构建数字防御体系，包括实施多种手段登录认证等安全措施，以及提高对网络安全威胁的认识，但一些专家质疑这些措施能否有效抵御新型网络攻击。

Batho 认为，为应对这些威胁，机构间必须加强协作——共享与安全相关的信息与基础设施。“这关乎集体防御，孤军奋战已行不通。”

（文乐乐）