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





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

2025年11月13日 星期四 今日4版

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao

科学网 www.sciencenet.cn

"夸父"逐日!"人造太阳"向未来

■新华社记者 陈诺 戴威

记者在安徽合肥科学岛见到"人造太阳" 时,恰逢夕阳给这个官方名称为全超导托卡马 克核聚变实验装置(EAST)披上金色外衣。装置 舱门大开,身着白衣、头戴蓝帽的工程师们进进 出出,头顶龙门吊升降腾挪,脚下切割机嗡嗡作 响。这幅火热场景,正是中国聚变事业数年如一 日执着追梦的缩影。

万物生长靠太阳,能否在地球上造一个"太 阳",模拟其聚变反应,实现人类的能源之变?科 学家想到编织一个"磁笼子"容纳高温、高压的 聚变反应。这个装置运行的时间是关键。聚变研 究之初,我国老一辈科学家用生活物资换回国 外装置,在简陋实验室里手搓线圈、改造升级, 运行时间仅以毫秒计。2006年,中国自主建成 EAST, 当年实现 3 秒运行。

"十四五"时期,EAST 先后实现稳态高约束 模式等离子体运行 101 秒、403 秒等世界纪录。 今年 1 月 20 日下午, EAST 创造"亿度千秒"世 界纪录,这意味着装置以超过1亿摄氏度的高温 稳定运行了 1000 秒, 在实验装置上首次模拟出 未来聚变堆运行所需的环境。

经过十余万次实验、一代代"夸父"的接力, 中国聚变研究实现了从"跟跑"到"并跑"再到部 分"领跑"的历史性跨越。

EAST 正在进行新一轮升级。"明年2月前, 它将完成加热系统和水冷系统的改造,继续服 务于新一代核聚变装置的预研工作。"中国科学 院合肥物质科学研究院副院长、等离子体物理 研究所所长宋云涛说,"在提高原始创新能力上 持续用力,在突破关键核心技术、前沿技术上抓 紧攻关,这个'太阳'正年轻。

循着"逐日"的足迹,记者一路向北,来到 又一个大科学装置——聚变堆主机关键系统 综合研究设施"夸父"园区,这里一场体系化攻 坚正酣。

2018年12月获批开工建设以来,围绕下一 代"人造太阳"核心部件的研制,"夸父"园区将 核心任务拆解成19个子系统,进行体系化攻关。 目前总体工程进度已超过92%。

今年,"夸父"园区十余个流线型的厂房 内,好消息接连不断:6月低杂波电流驱动系 统通过专家组测试与验收;9月国产离子回旋 加热系统研制成功;10月世界最大环向场磁 体线圈盒交付……

"夸父"园区 11号厂房巨型的穹顶下,一 硕大的"橘子瓣"——八分之一真空室静卧中 央。未来,八个"橘子瓣"将精准拼接,构成下一 代"人造太阳"的核心舱室。"从预研、研制、调试 到正式建成并通过验收,我们历时十年攻关,形 成 40 余项发明专利。"八分之一真空室及总体安 装系统负责人刘志宏自豪地说,最近几个月, "橘子瓣"旁愈加热闹,偏滤器原型件给它装上 超强"盾牌",遥操作系统测试平台的机械臂徐 徐展开,如夸父伸出巨臂,精准探入装置内部进

"夸父"园区中央,一座夸父雕像立于一座 金属山峰之上,他身体前倾,前后伸出双臂,仿 佛飞翔。远处塔吊林立处,紧凑型聚变能实验装 置(BEST)主机大厅已经封顶。就在今年国庆节 当天,其首个关键部件实现"毫米级落座",正式 进入主机组装阶段。

"十五五"时期将是中国聚变能源发展的关

键阶段,从实验堆到示范堆,从科学验证到工程 实现。"从 EAST 模拟实验,到'夸父'造部件,再 到 BEST 演示发电,我们正稳步迈向聚变能商用 "宋云涛给出了时间表:BEST 争取 2027 年底建成,之后开展燃烧等离子体物理实验,点 亮第一盏灯。

聚变之光,悄然照进寻常百姓家。在医疗 领域,超导质子治疗系统凭借聚变衍生技术 精准打击肿瘤;在合肥的地铁站,太赫兹安检 仪正守护人流——这项源自"人造太阳"监测 技术的产品,已走进不少公共场所。"未来太 赫兹还将用于脑机接口、生物医药。 科太赫兹科技有限公司总经理王宏北说,"我 们将全力以赴参与推动核聚变能成为新的经 济增长点。

《中共中央关于制定国民经济和社会发展 第十五个五年规划的建议》提出推动科技创新 和产业创新深度融合。围绕整个聚变能产业,合 肥持续打造产业集群,涵盖上游超导线材生产。 中游主机设备制造、下游设计运营商等全产业 链,覆盖超导材料、磁体系统、真空设备等产业

暮色渐深,EAST 控制大厅亮起灯火。大屏 幕上"亿度千秒"的纪录下方,是那行科研人员 最熟悉的提示: Waiting for next shot。这个见证了 16 万次放电、屡破世界纪录的大厅,记录着每一 次向着太阳的冲刺,也正在静静等待下一个迈 向科技自立自强的关键突破。

四中全会精神在基层

海龙科物种"雄性怀孕", 育儿袋怎么演化

本报讯(记者朱汉斌)中国科学院南海海洋 研究所研究员林强团队与合作者系统揭示了 海龙科物种"雄性怀孕"这一独特繁殖策略的 形成机制。该研究从基因组、遗传及细胞生物 学层面解析了雄性育儿袋在演化过程中的关 键调控通路。并首次提出推激素受体及其调 控的上皮祖细胞是启动育儿袋发育的核心因 子。 相关研究 11 月 11 日发表于《自然 – 生态 与进化》。

在生命起源与多样性演化的进程中,繁育 后代传统上一直被视为雌性个体的职责。然而, 海龙科物种却打破了这一生物演化的常规,成 为脊椎动物中唯一采用"雄性怀孕"繁殖策略的 类群。其雄性个体凭借特有的育儿袋器官,为胚 胎提供氧气和营养输送、免疫防护以及渗透压 调节等功能。

研究团队前期研究表明,海龙科物种育儿 袋在结构与功能上和哺乳动物子宫呈现出显著 的趋同进化特征。而且,海龙科物种的育儿袋在 进化过程中衍生出多种形式,包括开放、半开放 和封闭等模式。不过, 作为自然界独一无二的 "孕父",该类群如何在截然不同的生命演化谱 系中"重现"胎盘功能、脊椎动物从"卵生"到"胎 生"的自然选择规律是怎样的、哪些分子信号主

导了这场独特的繁殖演化进程……这一系列问 题一直是学界关注的焦点。

为深入探索育儿袋形成的调控机制, 研究 团队与合作者绘制了海马育儿袋7个发育阶段 的细胞动态图谱。研究发现,一类具有干细胞特 性的"育儿袋上皮相细胞" 其发育过程与胶原 蛋白基因协同表达,并受雄激素信号通路调控。 通过动态网络生物标志物分析与在体实验,研 究人员证实,经雄激素处理的雌性海马也可发 育出育儿袋结构。

进一步的分析显示,在怀孕初期,海马育儿 袋内皮层显著增厚,形成与哺乳动物胎盘功能 相似的结构,负责氧气与营养的输送。研究团队 还首次识别出一类"类滋养层细胞",其基因表 达特征及功能与哺乳动物胎盘滋养层高度相 似,体现了在细胞层面的趋同演化。此外,研究 揭示海马特异性演化出的 sp-chia 与 pastn 基因 在类胎盘构建中发挥关键作用。在免疫调控方 面,该研究提出海马演化出一种不依赖 foxp3基 因的新型免疫耐受机制,从而保障胚胎在雄性 体内正常发育而不受排斥。

通过跨物种比较基因组学与单细胞多组学 联合分析,团队进一步揭示了海龙科物种育儿 袋的演化轨迹。研究推测,其演化起点可能源于



一类特化表皮细胞, 这类细胞使黏性卵能够附 着于雄性体表并完成受精,随后逐步招募具有 同源功能的细胞群体,并演化出 pastns、 syn-lectins等新基因,从而推动育儿袋结构复杂 化及功能多样化。

该研究聚焦动物界中从卵生到胎生这一关 键繁殖策略的演变过程与规律,不仅深化了对 脊椎动物从卵生到胎生繁殖策略演变规律的理 解,也为探索海洋生物多样性繁殖策略提供了 新的理论框架。

相关论文信息:

https://doi.org/10.1038/s41559-025-02883-5

美国际博士生人数目前保持稳定

未来仍有可能大幅下降



本报讯 美国总统特朗普上任以来施行的撤 销学生签证、削减院校资金、对部分国家实施旅 行禁令的政策,改变了美国高等教育格局。因 此,许多高等教育研究人员预计会有大量海外 学生不再选择就读美国院校。

但据《自然》报道,美国国土安全部(DHS) 近日公布的9月和10月的数据显示,包括博士 生候选人和新获得博士学位的学生在内, 国际 学生人数与去年同期基本持平。这意味着美国

国际学生人数并未如预期般大幅下降。 今年7月,非营利组织国际教育工作者协会 (NAFSA)预测,本学年美国的海外留学生人数 将比上一学年减少15%。10月,《纽约时报》报道 称,2025年8月抵达美国的学生人数与2024年 8月相比下降了20%。这一结论是基于美国商务 部数据得出的。

DHS 公布的数据来自"学生和交流访问 者信息系统"(SEVIS)数据库。该系统追踪在 教育机构注册的学生以及通过名为"选择性 实习培训"(OPT)项目获取工作经验的应届 毕业生。

OPT 是针对持 F1 签证留学生推出的实习 政策,是美国最大的外国人才输送渠道之一。尤 其是对于获得 STEM(科学、技术、工程和数学) 领域博士学位的人来说,OPT 至关重要。2010 至 2022 年,76%的应届毕业生参与了该项目。

根据 SEVIS 数据,2025 至 2026 学年,美国 国际学生和 OPT 参与者约为 130 万,与 2024 至 2025 学年的人数大致相同,博士生总数也与去 年基本持平。专家表示,这些数据比其他数据更

那么,美国商务部记录显示的8月学生入境 人数下降 20%这一情况该如何解释? 对此,美国 非营利智库"进步研究所"研究员 Violet Buxton-Walsh 表示,8 月的入境数据并不能很好地 代表国际学生数量。许多国际学生可能在 2025 至 2026 学年开始前并未离开美国,这部分人不 会被计入8月入境数据。此外,还有一些学生可 能因为签证延误而选择在9月入境

考虑到有关特朗普政府反移民举措的种 种报道, 国际学生人数相对稳定这一现象或 许令人费解。但在美国威廉与玛丽学院高等 教育研究员 Melissa Whatley 看来,"国际学生 具有极强的适应力,即便在我们认为可能会 让其却步的情况下,他们仍会前往院校就读 并获得学位"

不过这一局面可能转瞬即逝, 特朗普政府 已提议将国际博士生在美签证期限限制在4年, 并且 OPT 也可能被取消。高等教育研究人员表 示,取消 OPT 可能会对学术人才引进造成毁灭

性打击。 NAFSA 和进步研究所 9 月发布的一份报告 指出,在接受调查的1000多名国际研究生中,有 54%的人表示,如果没有 OPT,他们不会在美国 人学。学者们表示,如果不利政策继续快速推行, 下个学术周期,国际学生数量可能大幅下降,导 致相关课程停办,研究工作停滞不前。 (徐锐)

物理天工总是鲜

彭桓武先生诞辰 110 周年纪念大会举行

11月11日,北京,来自全国各地的理论物 理学家和青年学者共赴中国科学院理论物理 研究所(以下简称理论物理所)主办的"彭桓武 先生诞辰 110 周年纪念大会暨学术思想研讨 会",追忆他们尊敬的前辈、老师,新中国理论 物理学的开拓者彭桓武。

报告厅里,流淌着温暖的回忆。这些记忆 聚在一起,使一位拥有家国情怀,敢于质疑、追 求真理的科学家形象再次浮现在眼前。

"回国不需要理由"

爱国,是彭桓武的人生底色。

1938年,彭桓武赴英国爱丁堡大学留学, 他的导师是著名的物理学家玻恩和薛定谔。 1944年左右,彭桓武与海特勒、汉密特对宇宙 线现象作了较系统的解释,提出了以3人姓名 首字母命名的 HHP 理论,该理论载人物理学

在英国,彭桓武成长为一位学术明星,有 着很好的前途。而他始终怀着赤子之心,迫切 希望回归祖国。1947年,他毅然放弃国外优越 条件,冲破重重阻挠回到祖国。

"'回国不需要理由,不回国才需要理由。 这句朴实无华的话,道出了一位科学家最深厚 的家国情怀,诠释了这一代人最坚定的初心使 命。"中国科学院副院长、中国科学院大学校长 周琪说。

彭桓武回国后,接到中央让他参与原子弹 和氢弹研制的任务时说:"国家需要我,我去。

在研制期间,彭桓武是原子弹和氢弹理论 设计的主要学术领导人,带领团队为试验成功 打下了坚实的理论计算基础。但他从不居功, 认为一切都是集体的功劳,并表示"不是工农 兵协力,焉能数理化成功"。

1982年,"原子弹氢弹设计原理中的物理 力学数学理论问题"获得国家自然科学奖一等 奖,彭桓武为第一完成人。奖状每位获奖者各 持一份,奖章只有一枚,按规定授予第一完成 人。当这枚奖章送到彭桓武手中时,他坚决不 收,说工作是大家做的。他执意把这枚奖章送 给工作单位,并在纸上写下"集体集体集集体, 日新日新日日新"。

这14个字,至今仍是彭桓武曾工作过的 诸多机构的精神指引。

"不要受老师思想的束缚"

彭桓武鼓励学生要大胆挑战权威,几乎是 在场后辈们的共同记忆。

在原子弹和氢弹理论设计研究期间,彭桓 武倡导学术民主。在讨论会上,科研人员低声 交谈,不敢大声表达。彭桓武看到后,鼓励大家 公开发表意见,"谁说得对听谁的,在原子弹面 前没有老师,因为谁也不懂,有什么想法就说 出来"。正是在彭桓武的鼓励之下,周光召、黄 祖洽等理论物理学家迅速成长起来。

20世纪60年代初,彭桓武在领导原子弹 和氢弹理论设计的百忙之中,受聘为中国科学 技术大学近代物理系兼任教授,亲自为本科生 讲授《流体力学》。"在指导学生毕业论文时,先 生反复告诫学生'不要受老师思想的束缚',鼓 励他们有新的思想和解法尽可提出。这种开放 包容、鼓励创新的教育理念,深深根植于中国 科学技术大学的育人传统之中,至今仍激励着 科大学子敢于挑战权威、勇于探索未知。"中国 科学技术大学校长常进说。

彭桓武鼓励学生有质疑精神,要求学术机 构提供环境保护这种精神。

走进理论物理所,抬头便看到"开放交融 求真创新"8个大字,"开放"是彭桓武心中最 理想的学术状态。理论物理所所长周善贵说。 彭桓武等老一辈创业者,把在原子弹和氢弹理 论设计时坚持的学术民主、有目标的自由探 索、平等的交流讨论甚至争论这些宝贵经验带 到了理论物理所。一个典型的例子是理论物理 所的两个研究室名字很简单——一室和二 室。"这样的设置看似随意,实际上非常有利于 打破研究方向间的壁垒,有利于交叉研究。"周

在这样的氛围中,理论物理所产出了由两 个研究室合作的成果"统一描述平衡与非平衡 体系的格林函数理论研究"。该研究获国家自 然科学奖二等奖。

有科学研究陪伴就不孤独

彭桓武对生活要求十分简单。彭桓武晚年 不请保姆、不用专车,出行坐公交车。对他来 说,科学研究便是自己的全部追求。

中国工程院院士胡思得曾在彭桓武晚年时 到家中探望,看到他一个人生活,肉菜简单煮一 下就是一顿饭。"生活太朴素了,没人照顾,我们 想要安排人照顾他,被他坚定拒绝了。

中国科学院上海营养与健康研究所研究 员邵振在理论物理所读博士时是彭桓武最后 一任学生秘书。他告诉《中国科学报》:"彭先生 几乎不会因为私事麻烦身边人。唯一一次'私 事'是彭先生在儿子去世一年多时,叫我帮忙 整理遗物。"邵振回忆,当时,他帮彭桓武搬出 一个大箱子,箱子里面放着儿子儿时的文具笔 记,彭桓武一件一件翻看。"他在最悲痛的时 刻,依然不希望我们花费太多的时间陪伴他, 怕耽误我们的研究工作。"邵振说。

彭桓武对身边人十分慷慨,他一直惦记着 曾经奋战在原子弹和氢弹研制一线的青年人。

1995年,彭桓武获得了"何梁何利基金科 学与技术成就奖",他将获得的100万港币捐 出,以帮助早期在核工业研究中健康受到损害 的同事,一共帮助了35位。

彭桓武说:"我有物理、理论物理陪伴我, 不孤独,科学家的追求还是做工作。"他在耄耋 之年仍坚持演算、学习计算机、研究广义相对 论并发表学术论文。

他也常写诗寄情。60岁那年,他前往香 山,有感而发:"人情世事依然远,物理天工总 是鲜。"诗句中饱含对科学探索的永恒追求与 对自然规律的由衷赞叹。

研究人员通过计算 筛选出新型高性能电池材料

本报讯(记者陈彬)如今,锂离子电池和钠 离子电池因性能卓越而被广泛应用于便携式 电子设备、电动汽车和大规模储能系统。但传 统电池材料在电池能存多少电、充电有多快、 反复充电能使用多久等方面都遇到了难题。针 对这些挑战,天津大学国家储能技术产教融合 创新平台副教授吉科猛团队联合国内外科研 单位,通过先进的理论计算方法,预言了一类 新型二维拓扑二硫化物单层材料,这些材料在 快充性能、循环稳定性、耐热稳定性等方面展 现出巨大潜力。相关研究成果近日在线发表于 《先进科学》。

研究团队通过计算模拟发现,这些材料作 为负极活性材料,其丰富的锂、钠离子存储位 点和超快的离子传输能力,可显著提升电池负 极的快充性能。作为硫正极材料载体,它们能 有效锚定并催化转化多硫化物中间体,有望大 幅延长正极循环寿命并优化其快充表现。

该新型二维材料用于电池负极时的电化 学性能指标突出:储存锂离子时,理论上每克 能存 1.60 安时的电量;储存钠离子时,每克能 存 1.35 安时的电量。同时,离子在该材料中移 动时遇到的阻力特别小,离子扩散势垒分别低 至 0.206 电子伏和 0.046 电子伏。这些性能远 优于现有二维碳材料和磷材料的水平,给高性 能电池研发提供了全新的材料选择。

目前,常用的锂硫电池和钠硫电池普遍存 在一个问题——多硫化物会"乱跑",直接影响 电池稳定性和充电效率。研究团队通过计算发 现,此类新型二维材料表面有特殊的化学特性 和吸附能力,能牢牢"抓住"多硫化物,阻止它 们"乱跑",从而提升电池反复使用的稳定性和 充电效率。此外,该材料在从室温到约227℃温 度区间,耐热性和动力学性能表现良好,为电 池在高温工况场景,如新能源汽车夏季户外长 时间行驶、工业储能系统高温环境运行、便携 式电子设备高功率放电等的应用提供了关键 技术理论支撑。

相关论文信息:

https://doi.org/10.1002/advs.202515841



11月11日,由湖北人形机器人创新中心打造的全国首家人形机器人 7S店在武 汉光谷开业。湖北自主研发的人形机器人集体亮相,功能覆盖工业制造、文旅导览、康 养护理、特种作业等十余个应用场景。其中最便宜的机器人售价7万多元,最贵的50 多万元,人们可以像买车一样购买人形机器人。相比传统的汽车"4S店",这家"7S 店"整合了销售、配件、服务、信息反馈、解决方案、展示、培训七大功能,组成了一个完 整的机器人产业与生活服务生态。图为 7S 店开业现场,人形机器人在表演。

魏铼/摄 图片来源:视觉中国