



中国“人造太阳”五创世界纪录

■本报记者 王敏 陈欢欢

“998,999,1000……”2025 年 1 月 20 日晚,中国科学院合肥物质科学研究院(以下简称合肥研究院)全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)控制大厅瞬间沸腾。EAST 俗称为“人造太阳”,这次实验实现了 1 亿摄氏度 1066 秒高约束模式等离子体运行,创造了“十四五”期间第五次世界纪录。

之前 4 次刷新的世界纪录是:2021 年 5 月,实现 1.2 亿摄氏度 101 秒和 1.6 亿摄氏度 20 秒等离子体运行;2021 年 12 月,实现 1056 秒高参数等离子体运行;2023 年 4 月,实现 403 秒高约束模式等离子体运行。

每一次世界纪录意味着什么?人类离核聚变发电还有多远?科研人员还需要继续做什么?

1.2 亿摄氏度维持 101 秒,引领国际前沿

万物生长靠太阳。太阳之所以能发光发热,是因为内部的核聚变反应。核聚变能源的原材料在地球上极其丰富,且排放无污染,如果能造一个“太阳”来发电,人类有望实现能源自由。

2006 年,合肥研究院团队在世界上率先自主建成 EAST,并在当年首次成功实现等离子体放电 3 秒。

为了冲击更高世界纪录参数,2020 年,合肥研究院等离子体物理研究所(以下简称合肥研究院等离子体所)准备对 EAST 进行重大性能提升。

一声来自合肥研究院等离子体所的召唤,让远在法国的郭斌毫不犹豫回国。

“读研期间,我有幸被派往国际热核聚变实验堆(ITER)访问。”郭斌回忆,在法国的 6 年里,他抓住一切机会学习,积累了大型装置冷却系统的先进设计经验。回国后,他与同事基于 EAST 的独特需求,对水冷系统进行了优化与创新,最终成功将系统性能提升至原来的 3 到 4 倍。

“是所里培养了我。因此,当所里有需要,我必须回来。”已是合肥研究院等离子体所技术中心主任的郭斌表示。

除了水冷系统,研究团队还升级了装置的加热、低温、诊断、真空等系统,全面提升了该装置的性能。

2021 年 5 月 28 日凌晨,升级版的 EAST 传出喜讯:正在开展的第 16 轮物理实验实现可重复 1.2 亿摄氏度 101 秒和 1.6 亿摄氏度 20 秒等



世界首台全超导托卡马克核聚变实验装置 EAST。

合肥研究院等离子体所供图

离子体运行,创造新的世界纪录。

这一新的纪录,将当时国际上托卡马克实验装置运行的纪录延长了 5 倍。

“创造新纪录,进一步证明了核聚变能源的可行性,也为迈向商用奠定了物理和工程基础。”合肥研究院副院长、等离子体所副所长宋云涛说。

同年 12 月 30 日夜,EAST 首次突破千秒大关——实现 1056 秒长脉冲高参数等离子体运行,创造世界上托卡马克装置高温等离子体的最长时间运行纪录。

403 秒高约束模式等离子体运行,验证可行性

可控核聚变研究的关键在于,第一,尽可能提高等离子体的温度和密度,以提高聚变反应效率;第二,将高温、高密度等离子体约束在有限空间内持续足够长时间,以减缓能量流失,从而进一步提高聚变反应效率。

德国物理学家弗里德里希·瓦格纳 1982 年最早发现一种高约束运行模式。在这种模式下,

高功率加热的能量约束时间可达低约束模式的两倍。“当时,这个消息传到美国,甚至有人激动得跳上了桌子。这就好似给一台发动机加上了涡轮增压,在不改变装置硬件的条件下,实现了更大的能量输出。”合肥研究院等离子体所副研究员王腾打了个比喻。

为实现高约束模式目标,EAST 团队发扬“甘于奉献,团结协作,锐意进取,争创一流”的精神,集中精力攻关,解决了长时间尺度下的等离子体位形约束、高功率射频波加热与电流驱动、等离子体与壁相互作用等一系列前沿物理和技术集成问题。

刚入职不到一个月就赶上这样的大兵团作战,“90 后”科研人员刘文斌感触很深。

(下转第 2 版)



700 公里每小时,我国创造超导电动磁悬浮推进世界纪录

本报讯(记者王昊昊 通讯员王连春、何畅)记者 12 月 25 日从国防科技大学获悉,该校磁浮团队近日在 400 米磁悬浮试验线上,成功在两秒内将吨级重的试验车加速至 700 公里/小时,测试速度打破了同类型平台世界纪录,创造了全球最快超导电动磁悬浮试验速度。

此次突破攻克了超高速电磁推进、电动悬浮导向、瞬态大功率储能逆变、高场超导磁体等核心技术难题,标志着我国在超高速磁浮领域迈入国际领先行列。早在今年 1 月 7 日,该团队就已在磁悬浮试验中实现最高试验速度不低于 648 公里/小时,刷新了当时该领域的世界纪录。

此次成功不仅标志着我国在超高速磁悬浮技术领域达到了国际领先水平,为我国未来的真空管道磁浮交通发展提供了新选择,也为航天助推发射和试验测试提供了新方法、新手段。其后续的技术迭代及产业化应用,将为我国的航空航天和轨道交通事业发展带来新动能。

▶试验实景。

国防科技大学供图



特朗普计划解散全球知名大气研究机构



本报讯 美国特朗普政府计划解散在全世界领先地位的地球科学研究机构——美国国家大气研究中心(NCAR),该中心的气象模拟与地球观测数据为美国乃至全球众多领域的研究提供了重要支撑,在气候研究方面的作用尤为关键。

据《自然》报道,特朗普政府预算主任 Russell Vought 近日在社交平台上宣布这一计划时称:“该机构是美国危言耸听的气候理论的最大源头之一。”白宫在一份声明中更是将 NCAR 称作“左翼气候极端论调的首要科研据点”。

白宫表示,为该中心提供资金支持的美国

国家科学基金会(NSF),“将着手拆分 NCAR,以终止与所谓‘绿色新骗局’相关的研究项目。其气象模拟、超级计算等核心职能,将移交至其他机构或地点管理”。

负责运营 NCAR 的大学大气研究协会(UCAR)主席 Antonio Busalacchi 透露,该协会已收到 NSF 发来的关于拆分 NCAR 的意向书。

据悉,NSF 于 1960 年设立 NCAR,现有 800 多名员工。NSF 与 UCAR 于 2023 年签署的协议约定,5 年内为 NCAR 提供 9.38 亿美元运营资金。若终止该协议,NCAR 大部分年度预算将被取消。

美国得克萨斯理工大学的 Katharine Hayhoe 表示:“拆分 NCAR,就如同用大锤砸向支撑人类认知地球科学体系的基石。”她还称 NCAR 是全球大气科学领域的“母舰”。

美国环境系统研究所的 Dawn Wright 表示:“这无疑是对美国科研事业又一次不计后果的沉重打击。一旦 NSF 真的推行拆分计划,美国众多赖以生存的气候研究机构都将遭受毁灭性打击。”

NCAR 的研究为现代气象与气候预测技术的发展奠定了关键基础。例如,该中心率先研发了下投式探空仪,可持续收集观测数据。美国国家飓风中心的 James Franklin 表示:“NCAR 的科研人员与外界研究人员开展合作,研发并分享各类模型与工具,同时负责保管科研所需的数据集。”

在全球范围内,NCAR 以气候模拟研究著称。其研发了多款领先的气候模型,为政府间气候变化专门委员会(IPCC)等机构发布的国际评估报告提供了重要支撑。目前尚不清楚 NCAR 解散将会对于 2029 年完成的下一份 IPCC 评估报告产生何种影响。

(王方)

3D 子宫模拟芯片

首次复刻人类胚胎着床过程

本报讯(记者王兆显)中国科学院动物研究所研究员于乐谦、王红梅联合美国得克萨斯大学西南医学中心教授吴军等国内外科研人员,成功研发出基于微流控芯片的 3D 胚胎植入模型,即 3D 子宫模拟芯片。近日,相关研究成果发表于《细胞》。

研究表明,中国的不孕症人群规模已超过 4000 万,在接受辅助生殖技术治疗的患者中,约有 10% 的个体在经历 3 次或更多次胚胎移植后仍无法实现临床妊娠,从而陷入反复种植失败(RIF)的困境,这是目前辅助生殖领域面临的重大挑战。

为突破这一瓶颈,研究团队独辟蹊径,跳出了传统研究的固有思路。他们首先创新性构建了“活”的子宫内膜组织。他们利用从患者子宫内膜中提取的上皮细胞与基质细胞,在一种硬度与真实子宫组织高度吻合的可降解水凝胶中,培养出具备正常激素响应功能的子宫内膜类器官,为后续模拟奠定了生

物学基础。

在此基础上,团队通过微流控技术构建了分层的“人工子宫内膜”体系。该体系不仅支持胚胎完成“定位—附着—入侵”的着床全步骤,还首次实现了对着床后早期发育关键阶段的模拟,植入后的胚胎能在芯片中分化并形成类似羊膜腔和卵黄囊的结构,再现了体内 10 至 12 天的发育景象。

借助这一强大平台,研究首次系统解析了胚胎与母体子宫内膜之间复杂的“分子对话”。在着床的不同阶段,胚胎和子宫内膜细胞通过分泌特定的因子与受体精确互作,协同完成附着与入侵过程。这为了解着床失败的根本机制提供了前所未有的清晰视角。

这项技术不仅首次在实验室完整复刻人类胚胎着床过程,更取得了可直接惠及患者的临床突破。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.10.026>

我国海水淡化领域取得新进展

本报讯(通讯员周铭轩 记者陈彬)海南大学教授姜忠义、潘福生团队在海水淡化技术领域取得重要进展。他们研发了光响应共价有机框架(COF)膜,构建了太阳能-真空双驱动脱盐系统,在 30 摄氏度低温条件下,实现媲美传统 70 摄氏度高温脱盐的水通量,且盐截留率保持在 99% 以上。近日,相关成果发表于《自然·水》。

渗透蒸发海水淡化是缓解水资源短缺的新兴技术,但存在水相变能耗高、低温下通量不足的问题,即“能全高、通量低”的性能瓶颈。

针对上述难题,团队创新性提出“质能耦合”的低温高效脱盐机制,利用 COF 膜特有的共轭结构与光响应特性,在纳米通道入口引入太阳能驱动的光热与光电效应,定向扰动氢键网络以降低水分子进入能垒。同时,结合真空驱动之力,促使水分子在低温下快速通过功能化纳米

通道,实现高效脱盐。

实验采用带有光学透明玻璃窗口的特制错流装置,让太阳光可直接照射 COF 膜表面。结果显示,该 COF 膜在真空加 7 个太阳光强条件下,水通量达到每平方米每小时 120 千克,超越相近盐度和温度条件下所有已知膜的通量水平。此外,其观测水通量超过单独太阳驱动或真空驱动过程的通量之和,凸显了太阳能-真空系统在促进水传输中的协同增效作用。

该研究通过局域光激活突破氢键能垒,规避蒸馏技术的相变能耗,揭示了纳米限域空间中低配位数水分子快速扩散机制,为质能耦合实现低温高效脱盐提供了首创范例,并为可持续脱盐技术的发展开辟了新途径。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s44221-025-0053-8>

他论文不多,却撑起两大“国之重器”的产业化蓝图

■本报见习记者 江庆龄

2025 年 9 月 14 日,中国科学院上海应用物理研究所(以下简称上海应物所)原所长徐洪杰在上海逝世,享年 70 岁。

与徐洪杰相处过的人,回忆起关于他的点点滴滴。有人说,他不像科学家,平时总穿着牛仔裤和马甲,遇见谁都能“侃”上几句;有人感叹,身为一名核物理学家,徐洪杰发表的论文屈指可数,因为他忙于“上海光源”和“钍基熔盐堆”这两大“国之重器”,以至于分不出精力写论文。

也有人评价,“徐所长在产业化方面的思想是与生俱来的”。徐洪杰的战略眼光不仅体现在科学研究上,也体现在站在工业应用、服务民生的视角,强调通过“有组织、建制化”的科研,开展应用目标导向的研究和攻关。

低谷期,他跑企业“化缘”

1992 年,徐洪杰结束了在日本东京大学原子核研究所为期一年的合作研究,回到中国科学院上海原子核研究所(上海应物所前身,以下简称原子核所),并很快走上管理岗位。

“我和小徐共事了 5 年多时间,我们讨论最多的就是如何让原子核所在国家发展需求下,在中国科学院的框架下发展得更好。”中国科学院院士、原子核所原党委书记沈文庆回忆说,“那段时期,原子核所基于核技术优势发展了很多企业,对国民经济发展起到了重要作用,但也遇到了很大困难。”

上世纪 90 年代,原子核所正处于发展低谷,学科多而散、经济状况不好,一度发不出工资。在徐洪杰等人的领导下,原子核所涅槃重生。

为了让研究所“活下去”,徐洪杰十分关注原子核所所属企业发展状况,到每个企业调研、交流。他常说:“企业的发展离不开研究所,研究所也会支持企业的发展,大家要形成合力,共渡难关。”

徐洪杰的真诚打动了这些企业,它们每年都会拿出一部分利润支持研究所正常运转。同时,徐洪杰设置了“专项奖励”鼓励企业经营者。此后企业面临困难和改革时,徐洪杰始终强调以人为本。

上海应物所原科技开发处处长张海荣与徐洪杰的首次见面,就是源于一次调研。那时是 20 世纪 90 年代初期,张海荣在上海科学仪器厂当厂长。后来,在徐洪杰的鼓励下,张海荣来到研究所担任开发处处长。这是一个非常需要勇气的决定,因为此前所里几乎没有企业负责人到职能部门任职的先例。

张海荣回忆,徐洪杰带领团队做了几个科技成果转化和企业股权转让的“大项目”。每回团队陷入思维困局或合作停滞时,徐洪杰总能想出一些令人拍案叫绝的办法解决难题。

“徐所长对产业化一直很关注,也很有战略眼光。他很早就说过,企业要让企业家做,研究所要做好转化的技术。”张海荣说。

正因如此,之后在牵头建设上海光源、开展钍基熔盐堆先进核能研发时,产业化早早被徐洪杰写进了规划蓝图中。

工程结束时,
他推动国内制造水平提升了一级



上海应物所供图

内工业水平不符合大科学装置建设要求。

上海光源属于第三代中能同步辐射光源,此前国内没有同类型光源的建设先例。而大装置需要的很多零部件,国内相关厂家别说生产就连概念都不曾听过。

从国外采购相对容易,但徐洪杰坚持同步发展国产化设备,这就需要寻找具备“硬实力”的供应商。而对当时的不少国内厂家而言,生产这些器件设备是“费力不讨好”的事。一方面,需要组织人手进行技术攻关、调试专门的生产线;另一方面,市场需求小,甚至在一段时间内,仅上海光源一家客户。

路虽远,行则将至,事虽难,做则必成。徐洪杰协调多方资源,带着一批年轻人一边调研,一边走南闯北找合作伙伴。达成合作意向后,上海光源团队和厂家反复优化技术指标、产品工艺,使之最终满足光源建设需求。

“上海光源工程建成时,国内好多厂家的制造和工艺水平都提升了层级。”上海光源科学中心原副主任肖体乔说。

产业链水平的整体提升,也使团队有了应对突发状况的能力。一次,一个重要部件临近安装时,国外供应商突然变卦,表示“无论如何,做不出来了”。徐洪杰第一时间动员各方力量,开会讨论应急方案,最终找到有加工能力的厂家生产部件,赶上了安装进度。

“做工太难了,随时可能出現意外情况。”肖体乔感叹,“徐老师能够把全所的力量凝聚起来,让大家拧成一股绳做好这件事,是很不容易的。”

上海光源的建成,不仅有力支撑了我国基础研究的突破,也不断强化了“面向经济主战场”的服务能力,推动行业创新和产业能级跃升。

在上海光源工程建设接近尾声时,徐洪杰就已经开始思考,如何将工程中的技术积累和经验服务于民生。当时,国际上质子治疗迎来快速发展阶段,我国则刚刚起步。考虑到物理原理相通性,徐洪杰决定推动中国科学院院士方守贤建议的质子治疗装置国产化项目。

(下转第 2 版)

弘扬科学家精神</p