中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 9112 期　2026 年 11 月 9 日　星期一　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

听《中国科学报》　《中国科学报》官微　科学网 App　科学网官微

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

0.000000000097K！

中国空间站制造出迄今最冷物质

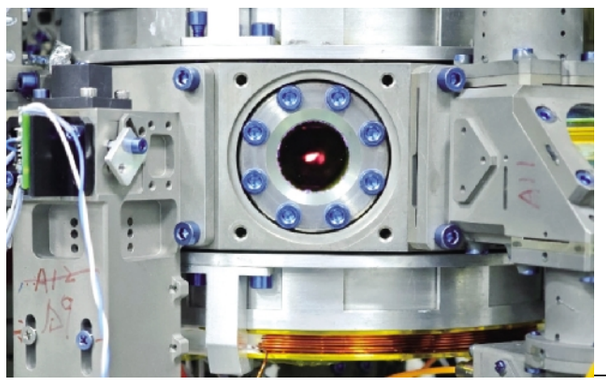
■本报记者 甘晓

绝对零度是零下 273.15 摄氏度（0K）。热力学第三定律指出，绝对零度永远无法真正达到。然而，全球科学家仍在不断逼近这一极限。在这场逐“冷”的竞赛中，中国科学家交出了最新答卷。

在距地面约 400 公里的中国空间站里，超冷原子物理实验柜中，中国科学家利用全光阱冷却技术，成功将铷原子云的等效温度降至 9.7 皮开尔文（pK），较室温降低了 14 个数量级，并持续观测 7 秒。

这打破了人类迄今达到的低温纪录，制备出目前已知最冷的人造物质，标志着中国科学家向绝对零度迈进了一大步。

这项成果由中国科学院空间应用工程与技术中心（以下简称空间应用中心）牵头论证管理集成，由北京大学与中国科学院上海光学精密机械研究所（以下简称上海光机所）联合完成，于 11 月 6 日在《科学》发表。



超冷原子物理实验柜的地面镜像件。　上海光机所供图

到太空去降温

原子在永不停歇地做无规则热运动，人们难以捕捉和观测它。只有降低至接近绝对零度时，原子才会被冻到几乎静止。此时，它会呈现如玻色－爱因斯坦凝聚等宏观量子现象。

“也就是说，此时原子不再无规则地乱跑，而是形成了一支整齐划一的‘仪仗队’。”论文共同通讯作者、北京大学电子学院教授周小计介绍。

然而，100 多年前，德国化学家能斯特提出的热力学第三定律确定“绝对零度永远不可能达到”。此后，“向绝对零度迈进”成为物理学界一个长达百年的挑战目标。

研究发现，在地球上进行原子冷却实验时，原子云会被束缚在磁场或光场形成的容器中，重力会将原子从容器底部拉出。通常采用的蒸发冷却需要降低束缚容器的高度，重力影响使这一高度难以进一步降低。

然而在空间站微重力条件下，这种束缚原子容器的高度可以降得很低，在理论上保证了原子可以进入 pK 温度区域。

沿着这一思路，全球学者不断迭代技术方案，将温度降低了几个数量级。2022 年，国际空间站上的冷原子实验室实现了 52pK 的原子等效温度。

全新方案的“超级冰箱”

自 2011 年起，中国空间站开始论证冷原子物理实验柜项目。经过多年攻关，2022 年，由上海光机所牵头研制的超冷原子物理实验系统随梦天实验舱抵达太空。

论文共同第一作者、上海光机所研究员李唐介绍，这是一个能将温度极限降低的“超级冰箱”，同时也是一个全自动的微型实验室。

研制过程中，在深度冷却环节，科研团队创造的全新“中国方案”采取了与国际上不同的技术路线。国际方案采用原子芯片形成的微磁阱“囚禁”原子云，用射频蒸发冷却降低原子云温度，最后用脉冲冲击进行深度冷却。“中国方案”则采用全光阱“囚禁”原子云，降低光强进行蒸发冷却来降低原子云温度，最后用非绝热扩散进行深度冷却，难度更大，优势更明显。

科研团队认为，全光阱在空间环境中更容易实现多光束精确控制，且对磁场干扰不敏感，对多种量子模拟实验具有兼容性，工程可靠性与科学扩展性更具优势。

在科学方案确定后，上海光机所完成了多项关键技术攻关，将地面 20 立方米、重 10 吨的实验系统集成到 0.7 立方米、重 0.5 吨的超冷原子物理实验柜中。

完成超冷原子物理实验系统工程研制后，空间应用中心系统总体接力攻关，开展了超冷原子物理实验系统在科学实验柜的整柜集成和系统测试。

项目研制过程并非一帆风顺。2021 年底，实验柜进入正样研制阶段，上海光机所多次实验却未能呈现玻色－爱因斯坦凝聚。这是冷却的第一步，如果不能实现，后续深度冷却将无从谈起，甚至直接影响梦天实验舱的载荷集成方案。

系统总体紧急争取到 10 天宽限，如果 10 天后仍无结果，这一轮就不上天。那 10 天里，科研团队没日没夜地测试、优化，逐个排查成百上千个软硬件部件。2022 年 1 月 8 日凌晨，实验终于成功。“当时感觉距离成功只有一张窗户纸，后来还真捅破了。”李唐回忆说。

在中国空间站的这台“超级冰箱”中，5 克金属铷先经过加热蒸发，释放出铷蒸气。借助磁光阱、光学黏团技术对蒸气中的铷原子进行初步冷却，再利用两级交叉光阱技术进行蒸发冷却和深度冷却，最终科学家成功将铷原子云的等效温度降至 9.7pK，较室温降低了 14 个数量级，可持续观测 7 秒。

对全球科学家开放

“这是超冷原子领域的一项重大成就。”2001 年诺贝尔物理学奖获得者、美国麻省理工学院物理系教授沃尔夫冈·克特勒评价，“这也是一个很好的起点，有望推进原子温度测量和精密测量。”

这一成果的科学与应用价值体现在多个层面。具体而言，科学方面，该成果有望帮助解决极低温下量子气体的相变、非平衡动力学、量子多体关联等基础物理问题，推动对早期宇宙模拟、超轻暗物质探测等前沿课题的研究；应用方面，超低温原子可用于更高精度的原子干涉仪、量子传感器和空间时频基准，服务于地球重力场测量、惯性导航及基本物理常数检验，未来有助于提升我国在空间量子科技领域的国际竞争力。

论文共同通讯作者、上海光机所研究员陈卫标期待，此次研究成果能有助于提升相关仪器的精度，服务未来空间重力测量任务。

15 年来，该项目得到了中国载人航天工程办公室、中国科学院的支持，并在一批院士专家的指导下、在工程各大系统的协同下持续推进。中国载人航天空间应用系统总设计师、空间应用中心副主任吕从民表示：“中国空间站的超冷原子物理实验柜取得国际最好指标，离不开从基础研究到工程实现的跨组织、体系化攻关。”

“绝对零度永远不可达到，但人类迈向它的脚步永远不会停歇。欢迎大家到中国空间站的超冷原子物理实验柜开展实验研究，共享实验机会，共同为人类科技进步作出新的贡献。”吕从民说。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.aea5324

记者从中国广核集团有限公司（以下简称中广核）获悉，11 月 6 日，中广核阿里雪域高原“零碳”光储热电示范项目 5 万千瓦光热电站首次并网发电，成为目前全球海拔最高的并网光热电站。作为西藏首个并网发电的光热项目，电站配置的全球容量最大的光热电站熔盐电加热器，将显著提升西藏阿里地区能源保供的稳定性与可靠性。

该项目位于西藏阿里地区噶尔县狮泉河镇，平均海拔 4300 米，总投资约 24 亿元，总装机容量 15 万千瓦。此次并网发电的是光热电站 1 号汽轮发电机组。按照工程建设计划，2 号汽轮发电机组将于年内并网。项目全面建成投产后，预计年发电量约 2.7 亿千瓦时，等效节约标煤消耗约 7.42 万吨，减排二氧化碳约 16.82 万吨。

图为中广核阿里雪域高原“零碳”光储热电示范项目。

本报记者朱汉斌　通讯员杜长琦报道　中广核供图



美 NASA 欲联手航天企业拯救“哈勃”

寰球眼

本报讯 哈勃空间望远镜已经服役 35 年，彻底改变了人类对宇宙的认知。如今，美国国家航空航天局（NASA）正在调研商业航天企业能否帮助延长它的服役寿命。

10 月 29 日，NASA 发布了一份信息征询书，征集可用于在轨维护哈勃望远镜的商业技术细节。其目的是确定新型航天器技术能否让这一标志性天文台继续运转，并提升工作性能，或是帮助它安全结束使命。

“哈勃仍具备重要的科学研究价值，我们应当抓住一切机会，尽可能让它长久地发挥作用。”NASA 局长 Jared Isaacman 表示，“如果有创新且高性价比的方案能够延长哈勃的寿命，我们理应开展探索。因为这意味着更多发现、更多科研成果，也会让我们进一步加深对宇宙的理解。”

其中一个备选方案是派遣航天器，把哈勃推送到更高轨道，这有望让哈勃继续开展数年的科学观测。NASA 同时也关注可以开展在轨维护、提升设备性能的任务方案。还有一种方案是，在哈勃科学工作结束后，引导它受控坠入地球大气层或对其进行在轨处置，从而实现安全退役。

以上这些设想尚处于探索阶段，并未正式获批。通过对接商业企业，NASA 希望充分摸清现有技术水平，判断其能否提供切实可行、成本可控的解决方案。

“35 年以来，哈勃是美国的标志性设备，从根本上重塑了人类看待宇宙的方式。”NASA 总部科学任务理事会副主管 Nicky Fox 说，“近些年商业航天行业发展迅速，已具备捕获、维护在轨卫星的全新能力。距离哈勃再入大气层还有一段时间，我们迫切希望探索多种可能性，以提升其轨道高度，同时推进后续的旗舰任务。”

目前的部分航天器配备发动机，可以定期抬升轨道，而哈勃没有任何推进系统来维持自身的轨道高度。如果没有外部协助，它无法逆转轨道持续下降的趋势。NASA 现有分析表明，哈勃大概会在 2033 至 2034 年间重新进入地球大气层。如果想要通过抬升轨道来避免这一结局，相关任务需要在 2032 年前实施。

随着商业航天技术不断进步，NASA 正在评估哈勃能否受益于一批在它最初设计阶段并不存在的技术。留给评估备选方案、研发并实施任务的窗口期十分有限。如果相关任务取得成功，这台具有历史意义的望远镜就可以继续探索浩瀚的宇宙，远超其当前预估的轨道寿命。　（王方）



哈勃空间望远镜。　图片来源：ESA/Hubble

关于为 2026 年度“两院院士评选中国 / 世界十大科技进展新闻”推荐候选新闻的启事

由中国科学院、中国工程院主办，中国科学院学部工作局、中国工程院办公厅及中国科学报社承办的“两院院士评选中国 / 世界十大科技进展新闻”活动（以下简称“双十”活动）自 1994 年启动至今已成功举办了 32 届，取得了积极的社会反响。

2026 年度“双十”活动目前已正式启动，诚请符合要求的单位和推荐人积极推荐。

一、征集范围及推荐要求

“双十”活动面向全社会广泛征集，并实行推荐制，要求如下：

（一）相关材料需有一名推荐人或推荐单位予以推荐，不受理个人直接申报；

（二）推荐材料主体为上一自然年度 12 月 16 日至本年度 12 月 15 日期间在主流媒体（包括但不限于新华社、《人民日报》、中新社、《中国科学报》、《科技日报》、《光明日报》、《中国青年报》等）上公开发表的科技进展新闻；

（三）若同一条新闻同时收到推荐人、推荐单位两方推荐，以单位推荐为准。每位推荐人最多可推荐 2 条中国科技进展新闻和 2 条世界科技进展新闻，每家单位最多可推荐 5 条中国科技进展新闻和 5 条世界科技进展新闻。

二、材料填报要求

推荐人或推荐单位需填写《“双十”推荐材料》（可查看科学网或微信公众号启事链接）、推荐人 / 推荐单位信息表及相关承诺声明（可查看科学网或微信公众号启事链接），生成电子文件并完成签名后，在 2026 年 12 月 15 日（含）前报送至工作组指定邮箱。推荐材料包括新闻链接、创新点、学术影响力、新闻传播数据等内容。推荐人和推荐单位对推荐材料内容的真实性负责。

三、推荐人要求

推荐人应具备下列条件：

（一）为推荐新闻相关领域的研究员、教授或同等专业技术职务的专家、新闻工作者等；

（二）与所推荐新闻对应的科技进展无合作关系；

（三）不得为该科技进展的牵头人或作者。

四、推荐单位要求

推荐单位可推荐本单位或其他单位牵头的科技进展新闻，推荐单位应具备下列条件之一：

（一）具备自主研发能力的科研院所、高校、科技企业；

（二）主流媒体单位。

五、征集事项咨询

工作组联系人：李舒曼

工作组指定邮箱：smli@stimes.cn

电话：

（010）62580726，13651188901

中国空间站将迎来首位外籍航天员

据新华社电 记者 11 月 7 日从中国载人航天工程办公室了解到，神舟二十四号载人飞行任务将有 1 名巴基斯坦航天员以载荷专家身份参加，在完成短期在轨飞行后，随神舟二十三号载人飞船返回。

这是中国载人航天工程历史上首次中外航天员联合飞行，中国空间站将迎来首位外籍航天员到访。

2025 年 2 月，中国和巴基斯坦在伊斯兰堡签署《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》，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，选拔出 2 名巴基斯坦预备航天员，在华完成各项训练并通过考核后，其中 1 人将执行载人飞行任务，1 人作为任务备份航天员。

（李国利　邓孟）

人工智能原生科学实验室 AutoDNA 装置问世

本报讯（记者江庆龄）上海交通大学研究团队采用人工智能（AI）原生架构，结合模型－实验－仪器协同设计的思路，构建了 AI 原生科学实验室 AutoDNA 装置——思源一号，实现了自主分子生物学实验操作，使自主实验能够覆盖需要微米级定位和微升级液体处理的复杂生物分子实验场景。11 月 4 日，相关成果发表于《自然》。

AI 自主科学实验室已经成为推动科研范式变革、提升原始创新能力的重要技术方向。针对实验流程复杂的问题，AutoDNA 构建了面向实验的多智能体架构。系统将复杂实验任务分解为文献检索、试剂选择、方案设计、代码生成、硬件执行、结果分析和迭代优化等环节，并根据实验进展组织多个专业智能体协同工作，使模型能够贯通“设计—实验—优化”全过程，并依据实验结果持续迭代调整后续方案。

针对仪器种类多、跨设备协作困难的问题，AutoDNA 将各类仪器的能力提炼为适合模型理解和调用的“原子服务”，以自然语言说明和统一代码接口告诉模型每台设备“能做什么、如何调用”。

针对实验对实时性、稳定性和操作精度的严格要求，AutoDNA 将高精度自动化硬件和实验执行与调度系统相结合。硬件提供微米级定位和微升级液体处理能力，系统负责程序检查、仪器状态跟踪和资源调度，使多个实验任务在满足时序和操作约束的前提下有序运行。平台在构建过程中还集成了基于 OpenHarmony 操作系统的控制终端，并展示了在核酸检测、酶促 DNA 合成、癌症检测等场景中的应用验证。

研究团队还以 AutoDNA 作为产线级 DNA 存储装置，进行全流程端到端的大数据 DNA 信息存储。AutoDNA 从用户的数据写入和读取要求出发，衔接编码、DNA 合成、保存、测序和解码等环节，协调计算设备与实验仪器完成数字信息与 DNA 序列之间的转换。整个读写周期共执行 11382 次硬件操作，最终准确恢复此前写入 DNA 的信息，验证了系统在长时间运行中协调多类设备、完成复杂实验流程的能力。

相关论文信息：*https://doi.org/10.1038/s41586-026-11228-6*

研究揭示苔藓植物有性生殖适应陆地环境的演化机制

本报讯（记者田瑞颖）中国科学院植物研究所植物登陆与早期演化研究团队以苔藓植物地钱为研究对象，揭示了其雌性生殖结构适应陆地环境的关键机制。相关研究成果近日发表于《自然－植物》。

苔藓配子体同时承担有性生殖和孢子扩散功能，既需要水分保障精子受精，又要适配干燥环境散播孢子，同时还要协调二者的功能冲突。地钱为雌雄异株植物，雌性叶状体顶端可形成直立延伸的颈卵器托，将颈卵器抬离地面。这种结构有利于孢子远距离传播，但也增加了精子在陆地环境中到达颈卵器的难度。

研究团队发现，地钱雌性颈卵器托具有此前尚未被认识的定向水分运输系统，能够实现水分逆重力向上运输，为游动精子到达颈卵器提供必要的水分条件。该系统由导水沟、鳞丝和苞膜等多种表面结构组成，形成了从颈卵器托柄基部延伸至颈卵器区域的连续导水通道。分子机制研究发现，GRAS 家族转录因子 MpLAS 能够调控这些关键表面结构的发育，揭示了单一转录调控因子整合多种结构组分、共同实现定向水分运输的分子基础。这一发现表明，保障受精成功的功能需求可能对表面结构协同发育与功能整合施加了强烈的自然选择压力。

研究还发现，另一 GRAS 家族转录因子 MpGRAS10 通过调控赤霉素相关化合物生物合成途径中的关键基因 MpKAOL1 和 MpKAOL2，参与了颈卵器托柄的形成。该发现揭示了地钱生殖结构形成的重要调控途径，为理解生殖结构形态建成及其演化提供了新的分子证据。

这项研究揭示了苔藓植物通过生殖结构创新协调孢子传播与水媒受精的适应策略，深化了对植物有性生殖适应陆地环境及相关结构演化机制的认识，为解析复杂整合性状的形成与演化提供了新视角。此外，该系统无需外部动力即可实现定向水分运输，其结构设计原理有望为仿生液体输运系统的研发提供生物学启示。

相关论文信息：*https://doi.org/10.1038/s41477-026-02450-1*