



在纳米尺度“搭积木”，高温超导有了新突破

■本报记者 刁雯蕙

2月18日，中国科学院院士薛其坤领衔的南方科技大学(以下简称南科大)、粤港澳大湾区量子科学中心与清华大学联合研究团队在《自然》发表最新研究。他们在常压环境下实现了镍氧化物材料的高温超导电性，超导起始转变温度突破 40 开尔文(K)——相当于零下 233 摄氏度，并观测到“零电阻”和“抗磁性”的双重特征。

这一发现使镍基材料成为继铜基、铁基之后，第三类在常压下突破 40K“麦克米兰极限”的高温超导材料体系，为破解高温超导机理的科学难题提供了全新突破口。

纳米尺度上“搭原子积木”

超导好比电力高速公路上的“零能耗跑车”，电流通过时完全没有损耗，被广泛认为具有颠覆性的技术前景。自 1911 年超导现象被发现以来，寻找更高温度的超导材料成为国际科学界的一个重要研究方向。

传统超导体的超导最高转变温度为 40K，即“麦克米兰极限”。此前，铜基和铁基两类材料的超导转变温度突破了“麦克米兰极限”，被称为高温超导体。

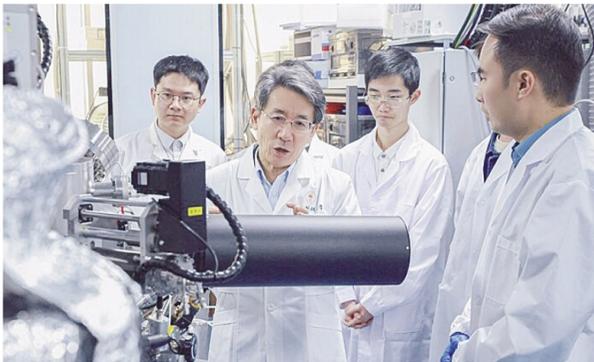
近年来，镍基超导材料异军突起。2019 年，美国科学家首次在镍基薄膜中观测到超导电性，但其超导温度较低。2023 年，我国科学家在超过 10 万个大气压的高压环境下，实现了镍基材料的液氮温区超导，在国际上产生广泛影响。然而，如何摆脱高压限制、实现常压高温超导，仍是全球科学家竞相追逐的重要目标。

针对这一挑战，自 2022 年起，南科大校长薛其坤与南科大物理系副教授陈卓昱带领研究团队，自主研发了“强氧化原子逐层外延”技术。

“这项技术可以在氧化能力比传统方法强上万倍的条件下，依然实现原子层的逐层生长，并精确控制化学配比。这就好比在纳米尺度上‘搭原子积木’，构建出结构复杂、热力学亚稳、但晶体质量趋于完美的氧化物薄膜。”陈卓昱介绍。

研究团队进一步将该技术应用于镍基超导材料的开发中，构建出厚度仅几纳米的超薄膜，在极强的氧化环境下，实现了“原子铆钉术”，固定住原本需要极高高压环境下才能稳定存在的原子结构。

“在此过程中，我们试验了 1000 多片样品，最后成功获得了常压下的超导电性。通过精密的电磁输运测量，我们观测到零电阻与抗磁性，确认了高温超导电性的存在。”陈卓昱表示，此次突破表明，通过界面工程优化材料设计，有望



薛其坤(左二)及团队成员。
南科大供图

在更高温度如液氮温区实现镍基超导。

薛其坤表示，这是氧化物薄膜外延生长技术的一次重大跨越，不仅为包括宽禁带半导体等各类氧化物的缺氧难题提供了解决方案，还极大拓展了高温超导等强关联电子系统的人工设计与制备。

自主研发国产仪器

在以往的高温超导实验研究中，所用设备以进口为主，这一局面在很大程度上制约了我国高温超导研究的自主性和创新性。

此外，高温超导实验对于超高真空、超强氧化环境、原子级沉积精度以及高度自动化等方面的要求极为严苛，使得研究团队在开展研究时不得不依赖进口设备。

此次研究团队联合了多家国产设备制造企业，成立了由材料科学家、精密机械工程师和自动化控制专家组成的联合技术组，研发出全球首台兼具超强氧化氛围与原子级沉积精度的薄膜外延设备，实现较国际同类设备提升上百万倍的氧化效能。

“与国外相比，国内的产业生态优势非常大，多家设备商能够很好地合作，很多复杂的需求也能实现。”陈卓昱说。在这个过程中，研究团队摸索出“科研牵引—联合开发—迭代升级”的新型校企协同研发范式。

本地企业通过派驻技术人员与高校实验室建立长期合作关系，能够实时掌握设备运行状态，并在出现故障时快速完成维修或提供替代方案，最大程度支撑科研工作高效进行。这不仅提高了设备的使用效率，还促进了设备不断迭

代升级，达到更高的运行水平。

平均年龄 28 岁，年轻力量不断涌现

35 岁的陈卓昱是这项研究成果的主要完成人。2022 年，他在结束美国斯坦福大学的博士后研究工作后，回到家乡深圳，加入南科大。

在薛其坤的带领下，陈卓昱从零开始组建超导机理实验室，开展高温超导研究，短短 3 年就组建起一个主要由博士后和在读研究生组成的研究团队，团队成员平均年龄仅 28 岁。

镍基超导研究作为当前国际科学界的前沿热点，全球竞争异常激烈。在攻关的过程中，斯坦福大学的研究团队与合作者几乎同时报告了类似材料体系中的常压超导电性。中美团队研究路径独立，实验相互印证。

“由于国际竞争非常激烈，我们组织了几个小队轮流做实验，每天跟进实验结果、反馈、制订计划，发现超导信号后，便立刻撰写文章。”陈卓昱表示，研究发表后引发了学术界的高度关注。审稿人对该成果评价称，这项工作为镍基超导研究的一个重要突破。

“该成果在常压下实现了镍氧化物超导温度达到 40K 以上，将促进对镍基超导体更深入、广泛的研究，有望推动对铜基、铁基、镍基 3 类高温超导体体系家族的共性机理研究。另外，该成果源于长期积累的技术突破，是在强氧化和材料体系应用上的创新，为高温超导材料研究提供了新思路。”中国科学院院士陈仙辉评价说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08755-z>

自然科学基金委接受腾讯公司 5 亿元无偿捐赠

本报讯(记者甘晓)近日，国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)与腾讯公司正式签约，腾讯公司向自然科学基金委无偿捐赠 5 亿元，用于资助青年学生基础研究项目(博士研究生项目)。捐赠签约仪式在京举行，自然科学基金委党组书记、主任窦贤康，腾讯公司高级副总裁、首席人才官奚丹出席并讲话。

窦贤康表示，基础研究发展离不开社会各界的支持。自然科学基金委作为我国科研资助的主要力量之一，是我国基础研究科研人员获取竞争性经费的最主要来源，近年来一直努力探索并积极开辟投入渠道，为科学基金事业长足发展提供有力保障。此次腾讯公司出资捐赠自然科学基金委，既是响应国家号召支持基础研究的大手笔，也是履行社会责任、体现企业担当的有力行动，更是与企业一直以来推动科技创新、支持人才培养一脉相承的切实举措。

窦贤康强调，自然科学基金委将把捐赠资金全部用于博士生项目，积极打造高水平人才队伍的“源头活水”。未来，自然科学基金委将进一步加强对腾讯公司在人才培养、项目资助、国际合作等方面的互动合作，充分发挥示范效应，吸引更多高科技企业和社会力量投入科学研究。

奚丹介绍，近年来，腾讯公司在科研资助方面持续稳定投入，先后出资发起了“科学探索奖”和“新基石研究员项目”，设立纯公益化独立运营组织“新基石科学基金会”，在国家和社会各界的支持下，产生了广泛的社会影响和良好的示范效应。加强对年轻人的支持是腾讯科研公益资助体系中的重要一环和努力方向。

奚丹表示，此次捐赠的资金将主要用于支持博士生项目中女性以及来自西部地区、粤港澳大湾区的资助者。此外，还将通过“新基石科学基金会”为博士生提供学术交流平台 and 成长支持。

科学家发现超级钻石合成路径

本报讯(记者孙丹宁)近日，吉林大学教授刘冰水、姚明光团队联合中山大学教授朱升财等人，发现高温高压下石墨经后石墨相形成六方金刚石的全新路径。该路径下合成的高质量六方金刚石，具有高出立方金刚石的极高硬度和良好的热稳定性。相关成果发表于《自然-材料》。

钻石，即金刚石，由碳原子在地壳深处经受巨大压力而形成，其硬度极高，通常具有立方结构。金刚石因实现了人工合成而在诸多领域得到广泛应用，被誉为最锋利的“工业牙齿”。

在研究过程中，团队巧妙设计了高温高压实验，研究了石墨在 50GPa 超高压高温下的结构变化规律，发现石墨在高压区间会形成后石墨相高压结构，再通过局部加热即可成功获得六方金刚石。团队进一步结合大尺度分子动力学理论模拟，揭示了石墨层堆叠构型对形成

六方金刚石结构的关键作用，证实了石墨经后石墨相形成六方金刚石的全新路径。

随后，针对六方金刚石体块的高压合成，团队在超高压组装体中引入热导率不同的高硬度材料，高压下产生温度梯度，在 30 GPa、1400°C 的条件下，成功制备出毫米级取向六方金刚石块材。此外，团队发现六方金刚石具有出色的物理性质，硬度高达 155±9GPa，是天然金刚石的 1.4 倍以上，真空环境下其热稳定性可以达到 1100°C，优于纳米金刚石的 900°C。

该成果不仅提供了一种纯六方金刚石人工合成的有效途径，为突破立方金刚石的应用局限提供了可能，也对深入了解陨石中钻石的具体来源和重大地质事件具有重要意义。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41563-025-02126-9>

中晚全新世造礁珊瑚钙化演变及对气候环境响应机制获揭示

本报讯(记者朱汉斌)中国科学院广州地球化学研究所的科研人员以南海北部、海南岛东部的近岸珊瑚礁为研究对象，揭示了中晚全新世造礁珊瑚钙化演变及其对气候环境的响应机制。近日，相关成果分别发表于《英国皇家学会学报 B 辑：生物科学》与《全球和行星变化》。

过去 40 年，全球多个珊瑚礁区域出现不同程度的钙化下降，对珊瑚礁生态安全构成严重威胁。深入了解珊瑚钙化对气候与环境变化的响应机制，对于预测其未来命运至关重要。

为此，研究人员系统开展了珊瑚钙化动力学研究，并取得多方面进展。首先，过去 6000 年来，海南岛东部滨珊瑚骨骼密度整体呈现增加趋势，而线性生长速率和钙化速率则呈现出千百年尺度上的波动变化特征。

其次，在工业化时期之前，暖期(如全新世气候适宜期和中世纪气候异常期)的珊瑚钙化生长

优于冷期(4.2ka BP 事件和小冰期)。值得注意的是，不同暖期之间的珊瑚钙化特征相似，但不同冷期之间的珊瑚钙化策略明显不同。

最后，在工业化时期之前，珊瑚钙化生长主要受温度控制，而火山活动和太阳辐射等环境因素通过影响有效光照，在温度条件不理想时会时会对珊瑚钙化产生次一级的影响。而在工业化时期之后，珊瑚钙化生长显著下降，其下降幅度已超出自然变率的影响，表明人类活动干扰是导致珊瑚礁退化的主要原因。

上述研究成果为确定影响珊瑚钙化的主要自然因素提供了重要依据，同时有助于评估人为干扰下珊瑚钙化对千百年尺度气候环境变化的响应。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1098/rspb.2024.1739>
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2024.104456>

扎根西部，为“美丽中国”筑牢生态屏障

■孙有斌

2017 年 11 月，在中国科学院第 33 期所局级领导人员上岗培训班学习期间，我曾有幸参观过中国科学院与“两弹一星”纪念馆。不久前，中国科学院 2025 年度工作会议召开期间，我又一次参观了焕然一新的纪念馆。每一次走进这里，都如同接受一场心灵的洗礼，带给我深深的震撼。

上世纪 50 年代末至 70 年代初，我国科技工作者自力更生、艰苦奋斗，仅用 10 年左右时间就取得了成功研制出“两弹一星”的辉煌成就。这场艰苦卓绝的伟大奋斗孕育形成了“两弹一星”精神，它凝聚着科技工作者报效祖国的无限热忱和赤诚之心，是爱国主义、集体主义和科学家精神的生动体现。

党的领导是“两弹一星”工程顺利实施的坚强保证。面对当时严峻的国际形势，科技工作者跟随党的领导、听从党的指挥，激发出空前的积极性和创造性。近年来，中国科学院地球环境研究所(以下简称地球环境所)持续加强对科技工作的全面领导，积极落实党中央部署和院党组要求，围绕国家重大需求开展建制化科技攻关，先后在渭河盆地深地钻探、日本核废水排放监测、黄土高原生态屏障建设等科技攻关任务中取得了显著成效。以党建共建为纽带，我们积极探索与国家自然科学基金委员会、地方政府及科研院所等的合作新模式，在党建活动中探索联合攻坚的切入点，实现资源共享、业务共促，以党的坚强领导引领保障抢占地球环境领域科技制高点任务顺利推进。

爱国奉献是“两弹一星”工程顺利实施的精神灯塔。当年，科技人员怀揣“祖国强盛，吾辈之责”的信念投身于“两弹一星”事业，隐姓埋名数十载，甘心奉献不求回报。今天，地球环境所通过为科技攻关突击队授旗、组织集体宣誓等方式，引导青年科技工作者传承和发扬刘东生、安芷生等老一辈科学家身上“如履薄冰、奋发图强”的黄土精神，号召大家扎根西部、献身科学。现在，我们正瞄准地球系统科学前沿与黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略需求，全力推进黄土科学国家重点实验室建设。实验室以黄土与全球气候环境变化、黄土高原环境响应与安全、黄土高原生态屏障建设 3 个主攻方向，替代原有的 5 个研究方向，着力开展黄土与全球变化相融合的多尺度气候变化动力学和未来发展趋势研究。全体科研人员将个人理想与国家需要紧密结合，从“自由探索为主”的基础研究，向助力满足人与自然和谐共生的美丽中国建设的国家需求转变。



用于核污染源环境示踪与监测的 300 千伏特串列加速器质谱仪。
地球环境所供图

协同攻关是“两弹一星”工程顺利实施的制胜法宝。“两弹一星”的成功研制与全国上下团结协作、群策群力、集智攻关密不可分。近年来，地球环境所从地球科学学科自身性质和发展规律出发，针对其涉及学科门类广、研究对象要素繁多且复杂的学科特点，制定了“针对抢占人与自然和谐共生领域科技制高点，必须发挥多学科背景‘大兵团’联合作战”的协同攻关战略。我们重塑 5 个科研团队，结合学科特色下设 9 个研究组，实行双 PI(双课题组长)运行模式，建立以“产出重大成果+承担重大任务”为导向的考核评价体系，聚焦极端气候事件、黄土高原生态屏障、中华文明探源、核环境安全、大气污染防治等重点任务开展建制化研究。我们深化高水平国际合作，建设陕西省中亚极端气候“一带一路”联合实验室，与“一带一路”国家开展多次联合科考，以坚实的步伐向抢占科技制高点目标稳步迈进。

面对世界百年未有之大变局，作为地球科学研究领域“国家队”的一员，我们深知肩上责任之重。新征程上，我们必须拿出时不我待的紧迫感，深刻领悟“两弹一星”精神的新内涵，从中汲取攻坚克难的力量，加快抢占地球环境领域科技制高点，为我国生态文明建设和可持续发展贡献力量。

不忘来时路，方知向何处。“两弹一星”精神在抢占科技制高点的新征程中薪火相传，也必将在建设科技强国的道路上不断绽放出新的时代光芒。

(作者系中国科学院地球环境研究所党委书记、所长，本报记者唐琳采访整理)

百合家族添新成员

本报讯(记者杨晨)近日，中国科学院成都生物研究所联合黄龙国家级自然保护区管理局，在保护区内发现了全新的百合属植物物种——黄龙百合。相关研究发表于《植物钥匙》。

该研究通过形态学对比和分子系统发育分析，明确了新物种的独立物种地位。分子系统学结果显示，黄龙百合属于百合属的 *Lophophorum* 分支。这一分支成员分布横跨秦岭大巴山地区的中山阔叶林，并向西扩张经过横断山区最终到达喜马拉雅地区。黄龙百合的发现连接了秦岭与横断山区，填补了这一区域的百合属分布空白。

野外调查发现，目前黄龙百合在保护区内仅存 3 个分布点。研究提出，气候变化引发的极端天气及栖息地破碎化是黄龙百合的主要威胁，急需采取保护措施。研究人员计划通过人工繁育迁地保护和栖息地修复等措施，探索重点物种濒危机制，制定可行的保护策略，助力这一珍稀物种的存续。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.3897/phytokeys.252.135155>



▲黄龙百合花。
▼黄龙百合开花植株。
中国科学院成都生物研究所供图

美国有条件批准保护家禽的疫苗



本报讯 由于 H5N1 型禽流感病毒在家禽中扩散，导致美国鸡蛋价格飙升。为此，美国农业部(USDA)近日有条件地批准了一种保护家禽的疫苗。而特朗普政府可能很快将面临一个艰难的抉择：是否加入包括法国、埃及和墨西哥在内的其他国家的行列，为家禽接种 H5N1 疫苗。

据《科学》报道，尽管许多研究流感的科学家认为，接种疫苗有助于控制这种致命病毒的

传播，但美国政府长期以来出于政治和贸易方面的考虑一直不允许给家禽接种疫苗。USDA 的批准事宜可能标志着政策的转变，这与特朗普政府对鸡蛋价格的担忧有关。由于获得的是有条件的批准，根据美国对 H5N1 和其他高致病性禽流感病毒的特殊规定，养殖户需要经 USDA 批准才能给家禽接种疫苗。

该疫苗由美国硕腾公司生产，含有一种灭活的 H5N2 型禽流感病毒变体，以应对正在扩散的 H5N1 病毒变体，后者已导致大量家禽死亡，甚至传播到奶牛和一些人的身上。

硕腾公司在一份声明中表示：“是否为家禽接种疫苗，完全取决于国家监管机构与当地家禽行业协商后作出的决定。”声明还指出，该公

司已在其他国家获得类似疫苗的批准。硕腾公司还有一个 2016 年获批的早期疫苗版本，在 2021 年以前该版本一直存放在美国国家兽医储备库中，从未使用过。

几十年来，高致病性禽流感病毒主要通过扑杀被感染家禽和实施严格的生物安全措施来消灭。但自 2022 年 2 月美国出现隶属于 2.3.4.4b 分支的 H5N1 病毒以来，这一策略宣告失败。许多科学家担心，该病毒无法在家禽中根除，这意味着它已成为美国地方性流行病。

美国圣裘德儿童研究医院的禽流感研究员 Richard Webby 表示：“H5N1 在地方上流行的可能性很大，不断更新高质量的家禽疫苗必将成为未来应对疫情的重要策略。”(文乐乐)

所长书记谈
“两弹一星”精神