



像纸一样！金刚石膜“卷”起来了

■本报记者 张晴丹

从金刚石这种无比坚硬的材料上剥离出大片完整的膜，听起来像天方夜谭，实际做起来困难更多。

两年时间没有任何进展，香港大学副教授褚智勤一度想“砍掉”这个课题。但科研本就需要勇闯“无人区”。“就着愿不愿意下血本，简单的事没什么风险，当然也不会有大收益。虽然很难，但我们还是想拼一拼。”褚智勤说，“我觉得人生就应该赌一把。”

他赌赢了。历时 5 年，这个课题终于“结果”了。

褚智勤团队联合香港大学教授林原、北京大学教授王琦、南方科技大学助理教授李拂曦，开创了一种金刚石剥离技术，可获得超薄且超柔韧的金刚石膜——它就像一张纸一样可以卷起来。近期，相关研究成果发表于《自然》。

世界首次

“2004 年安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫首次用胶带剥离出石墨烯，斩获 2010 年诺贝尔物理学奖。20 年后，我们首次实现了碳材料家族的另一位成员——金刚石薄膜的大规模剥离。”论文第一作者、褚智勤课题组的景纪祥说。

时间指针拨回到 2019 年。一直聚焦于金刚石材料和相应量子探测研究的褚智勤，很想用金刚石实现一些功能。他与李拂曦提出制备大面积平整的金刚石膜的想法。第二年新招进组的一位博士后接下了这个课题，但两年下来，几乎没有收获。最终，这位博士后离开了课题组，另找了一份工作。

金刚石，不仅是珠宝界的明星，也是电子和光子材料中的“珠穆朗玛峰”。金刚石膜一旦制备成功便能大有作为。褚智勤不想就此放弃，他把这个自己非常看重的课题交给了当时的博士生景纪祥。

很长时间里，景纪祥绞尽脑汁，无论用什么办法，都无法得到平整的金刚石膜。直到有一次，景纪祥不小心碰破了金刚石块，发现其边角有一小片翘了起来。他灵光一闪：“能不能直接用剥离的方法把膜揭下来？”

实际上，这个想法有些反直觉。毕竟金刚石很硬、脆性高，不太可能实现。但褚智勤认为，这个疯狂的想法值得一试。

通过不断调整参数，他们似乎找到了一些可行性。“简单来说，就是先破坏金刚石的一个边缘，暴露出一个‘新鲜’的缺口，从这个最优‘窗口’的某个特定角度，用力学手段剥离出一大片完整的金刚石膜。这是纯物理方法，不涉及溶液和化学过程，因此剥离出来的生长面完好。”褚智勤说。

这张膜非常完美。论文中描述的金刚石膜为两英寸，实际上，他们已经能在实验室剥离出超过 4 英寸的金刚石膜。更让人惊喜的是，金刚石膜不仅非常薄，还是一张柔性膜，表现出卓越的性能。

“它可以像一张纸一样卷起来。这种柔性非常重要，我们可以通过力学形变来调空一些性能。金刚石需要掺杂某种元素才能变成半导体，而金刚石半导体掺杂研究一直比较困难。现在，我们通过形变就能实现金刚石半导体性质的调空，这完全可以开辟出一条全新赛道。”褚智勤说。

这一研究为大规模生产高质量金刚石膜开辟了新路径，具有巨大的潜在应用价值。“金刚石膜展现了更多优异的性能，相信未来会在电子、光子、机械、热学、声学 and 量子领域大放异彩。”景纪祥表示。

被拒时，心态最重要

这项研究可谓是领域内的一个重大突破。投稿之前，褚智勤坚定地认为，相关论文应该发表在一个影响力高的平台。

“我们当时对顶刊做了分析，觉得《科学》可能更喜欢这种突破常规思维的内容。”褚智勤说。于是在 2023 年 11 月，他们把论文投给了《科学》。虽然送审很快，但反馈的结果令人沮丧。3 位审稿人的意见大相径庭。第一位审稿人极尽赞赏；第二位审稿人极力反对，认为金刚石材料没有特别大的用处；第三位审稿人认为文章很有趣，但不适合在《科学》发表。

褚智勤和合作者始终坚信这项研究的重要性。2024 年 1 月，他们将文章转投《自然》，结果又吃了一记闭门羹。《自然》编辑回复说，还有一些内容没讲清楚、有一些测试没有做，所以论文可能达不到发表的水平。

虽然被拒，但研究团队从拒稿信里看到了些许希望。“研究的确实欠缺一些实质性内容，

所以在收到拒稿信后，我们又补做了 4 个月的实验，分析了实验数据，特别是对膜的质量做了分析。我们猜测，编辑希望看到更多证明金刚石膜质量优异性的证据，我们就尽量补充相应内容。”褚智勤表示。

补充数据、整理参考文献、增加总结性图表……论文多出了好几十页的新内容。当做好万全的准备后，2024 年 4 月研究团队再次投出文章。又经历两轮修改后，文章终于在 2024 年 10 月被接收，并于近期发表。

“在这个过程中真的要摆正心态。这就好比参加考试，如果你是为了考试而考试，这个过程一定是痛苦的。如果先不考虑结果如何，而是把重点放在复习上，你就会有很多思考，各方面的能力都会得到提升。”褚智勤说。

对科研保持纯粹的热情

“不浮躁，踏踏实实地做好每一件琐碎的事，完成每一个小目标。”这是褚智勤的科研观。这些观念的形成源于他博士后阶段的导师、德国斯图加特大学教授 Joerg Wrachtrup——一位量子探测领域泰斗级的科学家。“只要不出差，他都‘泡’在研究所里。早上八点准时到办公室，晚上八九点才离开。他把所有的热情都投入到科学研究中。”褚智勤说。

Joerg Wrachtrup 对科研的这份纯粹的热情，深深感染着褚智勤，有一件事情一直让他记忆犹新。“有一次，他到实验室找我，说想看下我的实验笔记，但看过之后很不满意，认为实验笔记不够详细。他把我叫到办公室，从柜子里翻出厚厚一沓当年他读博时的实验笔记。我看到上面手写的密密麻麻、清晰又详细的笔记时，很受触动。”

导师的言传身教深深影响了褚智勤。“科研起步时，我会对每一位学生说，要做一些具体的、小的项目。目标不要‘高大上’，从比较务实的目标着手，一点点往前走。而且，我希望学生是发自内心地热爱科研。做科研面对失败是常态，我很看重学生是否可以稳住负面情绪、戒骄戒躁，在周围人都不看好的情况下，冷静地扭转局面、逆流而上，开辟出一片新天地。”褚智勤说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08218-x>

到 2030 年老年期痴呆综合连续防控体系基本建立

据新华社电 到 2030 年，老年期痴呆预防、筛查、诊疗、康复、照护综合连续防控体系基本建立，老年期痴呆患病率增速得到有效控制，老年期痴呆友好的社会环境建设取得积极成效……

记者近日从国家卫生健康委了解到，国家卫生健康委、国家发展改革委、教育部等 15 部门日前联合印发《应对老年期痴呆国家行动计划（2024—2030 年）》，提出以上相应目标。

随着人口老龄化进程的加快和人均预期寿命的延长，我国老年期痴呆患者数量持续增长，给个人、家庭和社会带来严峻挑战，已成为影响人民健康的重大社会问题。

行动计划提出 7 项主要任务，包括宣传老年期痴呆防控科普知识、开展老年期痴呆筛查与早期干预、提升老年期痴呆规范化诊疗服务水平、增加痴呆老年人照护服务供给、构建老年期痴呆友好的社会环境、强化应对老年期痴呆的科技支撑能力和加强应对老年期痴呆对

外交流与合作。围绕 7 项主要任务，设置 9 个项目专栏，包括世界阿尔茨海默病月主题宣传活动项目、认知功能筛查和早期干预能力提升项目、“守护记忆”社区认知训练活动项目、老年期痴呆全病程服务协作网项目、老年期痴呆相关专科医师培训项目、痴呆老年人照护专区（单元）建设项目、痴呆老年人照护人员培训项目、“黄手环”痴呆老年人关爱行动项目、老年期痴呆信息管理平台。

根据行动计划，到 2030 年，痴呆防控科学知识基本普及，老年人认知功能筛查全面开展，老年期痴呆风险人群得到早期干预，规范化诊疗机制更加完善，照护服务能力稳步提升。同时，100 张床位以上且具备相应服务能力的养老服务机构痴呆老年人照护专区（单元）设置率达到 50%，痴呆老年人照护人员培训数量累计达到 1500 万人次。（李恒 董瑞丰）

首台国产连续低温弹丸注入系统研制成功

本报讯（记者王敏 通讯员侯吉霖）经过近一年的研发及工艺摸索，中国科学院合肥物质科学研究院和安徽万瑞冷电科技有限公司的联合团队，掌握了弹丸制备和加速的关键技术，成功研制出第一台可常稳态运行的弹丸注入系统。这标志着我国继美国和俄罗斯之后，成为第三个掌握连续低温弹丸注入技术的国家。近日，该系统一次性通过出厂测试和验收。

经测试，该系统发射弹丸尺寸可达每发 12 立方毫米，发射频率在 1 至 10 赫兹范围内可调，最大弹丸发射速度大于每秒 300 米，性能达到了国际同类产品水平。

低温弹丸注入是一种利用低温技术将氢

的同位素气体凝为固态冰丸，并加速注入等离子体中的加料技术。该技术具有粒子注入深、加料效率高等优点，已经在国际各大托卡马克装置上得到充分证明。国际热核聚变实验堆、中国聚变工程实验堆和欧洲聚变示堆等下一代聚变装置都将弹丸注入列为芯部加料的关键技术手段。此前，该技术一直被其他国家相关院所垄断。

下一步，该系统将安装到全超导非圆截面托卡马克装置上，助力其开展高密度、高约束实验。同时，研发团队将围绕未来聚变堆等离子体加料的关键问题，继续推动弹丸注入加料技术的更新换代，为未来聚变堆的运行贡献力量。

科学家发现特殊叫噪天然产物抑制自噬机制

本报讯（见习记者江庆龄）华东理工大学药学院副教授何薇薇课题组与中国科学院上海有机化学研究所研究员李昂课题组合作，发现叫噪天然产物 hapalindole Q 是一个机制独特的自噬后期抑制剂，能够通过降解 YAP1 干扰自噬体与溶酶体融合，有望推动自噬相关疾病及 Hippo-YAP 相关疾病的先导化合物发现。近期，相关研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

自噬是真核细胞中一种重要的分解代谢过程，主要作用是清除冗余或异常的细胞成分，同时回收细胞内的营养物质，以维持细胞稳态，使其适应环境变化。自噬功能异常与癌症、神经退行性疾病、心血管疾病、代谢性疾病等多种疾病的发生和发展密切相关。因此，精确调控自噬有望成为针对这些疾病的一种治疗策略。发现具有新颖机制的小分子自噬抑制剂更是具有重要价值。

叫噪天然产物是一大类具有叫噪和萜类杂合结构的天然产物。其中，hapalindole 家族天然产物是一类从蓝藻中发现的叫噪萜，李昂课题组前期成功合成了该家族多个成员和系列类似物。

在此基础上，何薇薇课题组与李昂课题组开展了深度合作。研究结果显示，hapalindole 家族的代表性成员 hapalindole Q 在肝细胞癌 Hep G2 细胞中显著上调自噬标志蛋白 LC3B。系列实验表明，hapalindole Q 对自噬后期过程具有抑制效应，且作用机制不同于常见的自噬后期抑制剂，可通过降解 YAP1 影响自噬体与溶酶体融合。同时，它能够干扰融合过程关键蛋白 Rab7 在细胞内的正常分布。

研究团队进一步证实了 hapalindole Q 能够直接结合 YAP1，且天然对映体的结合力强于非天然对映体。初步的构效关系研究表明，hapalindole 的基本骨架对结合至关重要，而异硫氰酸酯基团则非必需。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1073/pnas.2400809121>

丘成桐：推动数学与交叉学科的发展

■本报见习记者 江庆龄

1 月 4 日，卡拉比—丘广场揭幕仪式在上海数学与交叉学科研究院（SIMIS）举行。世界华人数学家联盟主席、SIMIS 理事长丘成桐，中国科学院院士、复旦大学教授李骏等一同为广场揭幕。

产生深远影响的学术突破

卡拉比—丘广场中央竖立的“卡拉比—丘空间”雕塑，大部分线条是弧形的，呈现出一个六维的开放空间。“卡拉比—丘空间”理论背后，离不开美国国家科学院院士、宾夕法尼亚大学名誉教授尤金尼奥·卡拉比和丘成桐两位国际数学大师的工作。

仪式现场，丘成桐分享了关于这项研究的往事。

1954 年，卡拉比提出了“卡拉比猜想”，探讨在封闭空间中是否存在没有物质分布的引力场。1969 年，20 岁的丘成桐来到美国加利福尼亚大学伯克利分校，师从陈省身。在校期间，丘成桐首次了解到“卡拉比猜想”，对其产生了浓厚兴趣。

最初，包括丘成桐在内的许多数学家都认为这一猜想是错误的，丘成桐甚至花费了大量时间试图找到反例。直到 20 世纪 70 年代，丘成桐证明了该猜想，带来了“超弦理论的基石”——卡拉比—丘流形。这对理论物理产生了深远影响。

与此同时，物理学家关于弦理论的研究也对数学产生了深刻影响，引发了人们对“镜像对称”理论的关注。由此，微分几何、代数几何和物理联系起来。

“一个重要的科学发现，是能经受住时间的考验并不断发展的。到今天，‘卡拉比—丘空间’依然是数学上的一个重要问题，同时也影响着物理学的发展。”丘成桐说。他期望研究者要做有深度的学问，进行深入的思考和探索，同时，他对 SIMIS 的发展寄予厚望，期待有更多能经受住时间检验的学术研

究在此诞生。

25% 基础数学 +25% 应用数学 +50% 交叉学科应用

值得一提的是，1 月 2 日是 SIMIS 成立一周年纪念日。SIMIS 由丘成桐牵头，李骏担任首任院长。据介绍，SIMIS 对标世界一流，采用与国际接轨的人才选拔机制，从多维度考虑候选者的学术背景，引进全球范围内顶尖的科学家。一年来，SIMIS 已引进来自俄罗斯、美国、加拿大等 10 多个国家 50 多位全职科研人员及 15 位访问学者。这支科研人才队伍以中青年为主，

研究领域涵盖基础数学、应用数学、交叉学科的不同分支。

丘成桐认为，随着数学的发展，基础数学和应用数学的边界已经不那么清晰，且能够互相促进。“牛顿用‘扔石头’的方法研究地球引力，但他没有想到，后续会在此基础上发展出万有引力、人类语言演化复杂系统建模研究等项目均在实施推进中。

“数学研究是长周期的，SIMIS 的研究人员目前开展的工作，有些在加入前已经完成了一部分，有些是全新课题。研究方向包括数学、物理，以及偏应用的交叉领域。整体来说，都是世界一流的。”丘成桐表示，未来，SIMIS 将吸引更多全球顶尖科学家，为推动数学与交叉学科的发展贡献更大力量。



图片来源：视觉中国

美报告建议对“太阳研究”增加资助



本报讯 虽然近些年太阳和空间物理学领域增添了有突破性的新仪器，为研究注入了活力，但研究太阳和空间物理学的美国研究人员还希望得到更多。

据《科学》报道，美国国家科学院、工程院和医学院近期发布了一份报告——《太阳和空间物理学下一个十年的发现——探索和维护人类的太空家园（2024）》。该报告是一项十年调查的结论，研究人员在其中阐明了科学目标，评估了他们所在领域的发展状况，并为资助机构列出了优先事项清单。

太阳和空间物理学，也被称为太阳物理学，旨在了解太阳如何产生磁场，并将能量从内部转移到灼热的大气层或日冕；为什么太阳活动

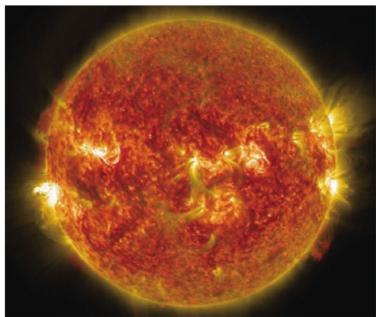
在 11 年的周期中会有增减；为什么太阳偶尔会爆发，喷射出物质，形成日冕物质抛射。

除了这些极端的太空天气事件外，太阳还会不断释放出太阳风。太阳风创造了日球层——一个巨大的“保护泡”，保护整个太阳系免受银河宇宙射线的伤害。

在报告中，科学家建议，美国国家航空航天局未来 10 年投入的资金应该从每年 8.79 亿美元增加到每年 16.5 亿美元。有了这笔资金，NASA 可以开展两项任务：一项是发射绕太阳两极运行的航天器，另一项是组成由 20 多颗绕地球运行的卫星构成的星座，用于了解太阳对地球磁场的影响。同时，他们敦促美国国家科学基金会升级全球地面望远镜网络，以持续观测太阳上的地震涟漪。该报告还呼吁研究人员和机构之间加强凝聚力和协调性，并提示该领域需要一个新名称。

报告作者说，尽管一些有史以来最好的仪器在运行，但该领域存在某种“身份认同危机”，因为它涉及太多学科。参与相关研究的有天体

物理学家、大气科学家、等离子体物理学家等，他们可能不会认为属于一个共同的领域，而这种“不认同”在招募人才和形成研究合力方面是一个问题。（文乐乐）



图片来源：SDO/NASA