



听《中国科学报》《中国科学报》官微

科学网 App

科学网官微

## 为 50 万棵树建坐标、办“身份证” 大样地“测量”改写全球生态学认知

■本报记者 李晨 朱汉斌

“红豆生南国，春来发几枝。”在科学家眼中，诗里的“红豆”——无论是相思子还是海红豆，都属豆科。而“南国”恰是豆科植物的乐园，它们在此蓬勃生长，形态万千，成为热带雨林中最繁盛的家族之一。那么，它们的存在又怎样悄然塑造了整片森林的生命图景？

4 月 8 日，《自然》在线发表了由中国林业科学研究院（以下简称中国林科院）联合中山大学等单位的成果，首次在全球尺度上系统揭示了森林中物种间邻体相互作用对维持生物多样性的重要性。

鲜为人知的是，这项突破始于 18 年前海南尖峰岭热带雨林中艰苦卓绝的大样地“测量”。20 多位团队成员用脚步丈量了 60 公顷原始森林，为近 50 万棵树木办理了“身份证”，从海量数据中捕捉到自然界一个隐秘而重大的规律。

### 密林深处的大样地“测量”

2005 年，刚从华南农业大学硕士毕业的许涵来到中国林科院热带林业研究所工作。他的“主战场”是海南岛尖峰岭的原始热带雨林。这里是地球上生物多样性最丰富的热点区域之一。

“我与热带雨林结缘已经是 20 多年前的事了。”许涵回忆道。当时，中国生态学界正酝酿着一个宏大的计划——建设大型森林动态监测样地，以理解森林生态系统的运作机制。在国际上，此类样地网络已由美国史密森热带研究所等机构倡导建立。在中国林科院科学家张守攻和刘世荣的推动下，2008 年一个雄心勃勃的决定在尖峰岭落地：建设世界顶级的森林监测样地。

“最初的设想是建 25 公顷，后来讨论建 50 公顷。”许涵说。最终，受华裔生态学家、加拿大阿尔伯塔大学教授何芳良“要建就建世界最大样地”的鼓舞，时任尖峰岭国家级森林生态站站长李意

德研究员将最终目标定为 60 公顷，也就是 900 亩林地。这意味着要在 1000 米长、600 米宽的山地原始森林中，对每一株胸径大于 1 厘米的树木进行识别、测量、标记和定位。

这是一项常人难以想象的艰苦工程。

2009 年，大样地建设正式开始。许涵带领由研究人员、学生、保护区工作人员和当地林业工人组成的队伍，奔赴深山。为了节省每天上山下山近两小时的路程，团队成员在保护区原始森林深处当时唯一的建筑物——一座简易凉亭旁搭起帐篷露宿。湿热的海南是山岭的乐园。“在林子里被蚂蟥咬了都不知道，经常是回去以后才发现流了好多血。”论文通讯作者、中山大学副教授方素琴回忆道。

样地被划成 20 米×20 米的网格，总共有 1500 个。队员们每天清晨 7 点多出发，手持胸径尺、测尺、记录板，一棵树一棵树地测量胸径、树高、相对坐标，鉴定物种，并将带独一无二编号的定制铝牌挂在树干上——这就是树的“身份证”。

“我们当时主要用打印纸进行记录。一张纸上要记录 20 棵树的信息，50 万棵树就要用 2.5 万张打印纸，原始数据就有这么厚。”许涵比划着描述道。

雨季的热带雨林每天都有不定时的降水，林间路滑，小的划伤、摔跤对团队成员来说是家常便饭，同时还要警惕蛇和野猪。“量树，一两天还好，天天量，量两三年，其实很枯燥。”许涵说。

晚上回到驻地帐篷，除了整理、核对海量数据，他们还要处理白天采集的植物标本。森林里手机没有信号，耳边是虫鸣与其他动物的叫声，大家交流着白天的发现。“很朴素。”许涵如此评价那段时光。

2012 年，这片全球面积最大、监测树木数量最多的热带森林动态监测样地终于建成。它包含了 290 种胸径大于 1 厘米的高等植物，每棵树都有了属于

自己的“空间坐标”。

因常年在潮湿环境中工作，一些团队成员的腰经常疼痛。然而，在许涵和团队成员看来，这一切艰辛都是值得的。对于参与的研究生而言，这可能是他们科研生涯中独一无二的野外经历。

“搞林业研究的必须有这种野外经历，通过亲身体验，感受大自然。”许涵强调。

### 从一张张分布图 到一个世界性课题

样地建成了，海量数据收集完毕，团队开始像破译密码一样，审视这片森林。他们为样地内所有树种绘制了空间分布图。

当 290 多张物种分布图一一呈现时，一个奇特的现象抓住了许涵的眼睛：豆科树木的分布呈现出明显的空间分化。样地内的 7 种豆科树木，有 4 种生长在土壤氮含量较低的地方，而另外 3 种集中在土壤氮含量较高的区域。在空间分布图上，它们“井水不犯河水”，几乎不重叠。

豆科植物因其根部的根瘤菌能固定大气中的氮素而闻名，可以“凭空”获取氮素资源。“为什么它们的区域是完全不重叠的？”许涵心中埋下了这个疑问。

许涵与从事物种共存和地下生态学的方素琴合作多年。“我们经常讨论一些有趣的观点。”方素琴说，传统生态学观点认为大部分豆科植物是“利他主义者”，能为贫瘠土壤补充氮肥，惠及邻里。但眼前的现象暗示，故事可能更复杂。他们想一探究竟。

大约在 2015 年，这个基于直观观察的疑问转化为严谨的科学分析。许涵团队决定深入探究豆科树木与邻居之间的关系。这需要发展新的数据分析方法，以量化树木之间的竞争和互助关系。

他们从豆科出发，将研究视野逐步

扩大。2020 年，他们联合国内外学者，基于全球 11 个大型森林样地的数据，发表了第一篇揭示豆科树木与邻体复杂关系的论文，即豆科树木与邻体之间既有促进关系，也有竞争关系。随之，一个更大的科学问题浮出水面：如果豆科树木对邻体的影响如此重要，那么在全球尺度上，所有树种之间的这种相互作用是否会沿着纬度变化，从而解释那个生态学核心谜题——为什么热带地区物种多样性那么高。

“其实我们 2020 年就做出了论文里最主要的趋势图。”许涵回忆。当他们第一次做出“具有邻体促进作用的物种的数量比例随纬度升高而降低”的曲线时，感觉这是一个重要的发现，但并没有因此“特别兴奋”。科学的严谨让他们保持冷静。要证明这是一个全球性的普遍规律，11 个样地的证据还远远不够。

于是，研究团队利用国际森林监测网络与全球同行联系，收集更多样地数据。这个过程耗时费力。“因为都在不同国家，有时差。申请大样地数据需要一一沟通。”许涵说。

秉持严谨的科研态度，论文合作者们先后开发并使用了 4 种不同的统计模型来检验核心结论。“几种方法的结果完全一致。”许涵解释，尽管论文最终只呈现了一种方法，但背后是数月的额外计算与分析，只为确保结论万无一失。样地数量从 11 个增加到 14 个，数据覆盖了全球五大洲。

审稿过程同样漫长而充满挑战。2024 年 1 月投稿，3 月收到意见，编辑给了“申诉”修改的机会。他们用了近 15 个月的时间修改补充，得到更多全球单位和研究人员的支持。最终，全球 29 个单位 34 名学者参与了这项研究，将样地扩大到 17 个，囊括 5567 种、2621809 棵树，用多种分析方法反复验证，直至 2025 年 6 月才返回第一轮修改稿。（下转第 2 版）

## 2030 年基本健全社会心理服务体系 和危机干预机制

据新华社电 社会心理服务体系和危机干预机制建设是社会治理体系的重要内容。国家卫生健康委等部门 4 月 9 日发布《健全社会心理服务体系和危机干预机制实施方案》提出，到 2030 年，覆盖全人群、全生命周期的社会心理服务体系和危机干预机制基本健全。

根据实施方案，到 2030 年，80% 以上的行政村、城市社区设置心理咨询室或社会工作室，并提供心理服务；各级各类学校具有心理服务场所并加强心理健康教育教师队伍建设和心理健康教育相关工作；各级党政机关和国有企业事业单位、各类非公经济组织创造条件为员工开展心理服务；各级公立精神专科医院、各县（区）至少有 1 所医院提供心理门诊服务；各省（自治区、直辖市）建成省级 12356 心理援助平台。

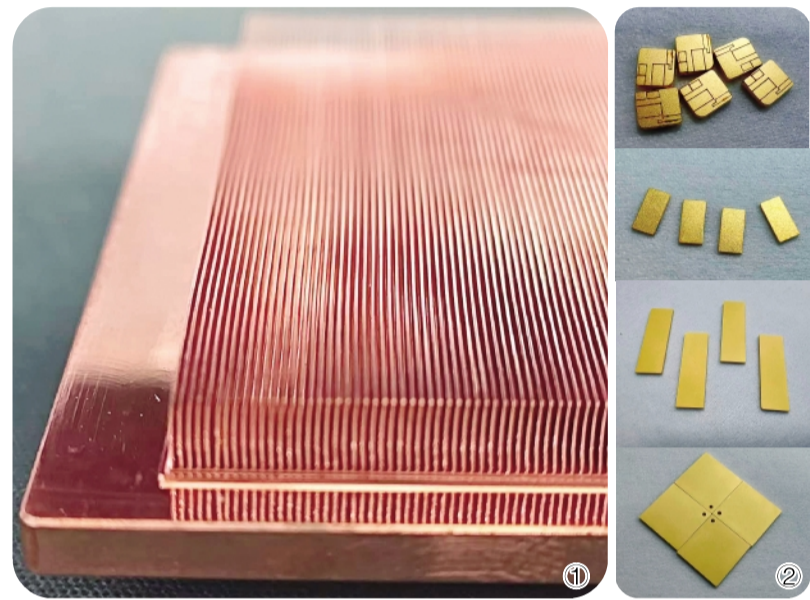
实施方案部署了 5 个方面共 18 项主要任务。包括健全加强社会心理

服务阵地、壮大社会心理服务人才队伍、强化重点人群心理服务、拓展社会心理服务形式与内容、推进心理危机干预和心理援助等工作。

具体来看，实施方案要求加强儿童青少年、职业人群、特定群体等心理健康工作，提升服务水平。同时，发挥 12356 心理援助热线作用，建强用好 12355 青少年综合服务平台，加强联动协作，提高专业化服务质量。实施方案还明确要强心理危机干预和心理援助队伍，做好日常服务，并加强重大突发事件时心理危机干预和心理援助相关工作。

实施方案要求，各地要加强组织领导，将健全社会心理服务体系和危机干预机制工作纳入平安中国、健康中国建设总体规划。各有关部门要加强协同配合，结合职责抓好落实，确保各项工作任务取得实效。

（彭韵佳 李恒）



近日，中国科学院宁波材料技术与工程研究所功能碳素材料团队制备的高导热金刚石/铜散热模组，成功应用于全球首个兆瓦级变浸没液冷整机柜解决方案 C8000V3.0，可使芯片模组传热能力提升 80%，助力芯片性能提升 10%。该产品已在国家超算互联网核心节点实现集群部署，标志着金刚石/铜高导热复合材料在算力芯片热控领域实现全球首次大规模应用。

随着算力产业高速发展，芯片热设计功耗持续攀升，芯片的“热墙”已成为制约全球算力产业升级的关键瓶颈。面向国家重大需求，研究团队依托自主研发的高效率 3D 复合技术与规模化制备工艺，通过“基础研究—中试验证—产业推广”全链条布局，系统攻克了金刚石/铜复合材料在“分散难”“加工难”“表面处理难”等方面的制造卡点，成功研制出导热率突破 1000 瓦特每米开尔文的金刚石/铜复合材料，在导热率、热膨胀匹配及加工精度等关键指标上达到国际先进水平。

图①为用于算力芯片的金刚石/铜高导热复合材料；图②为可应用于不同场景的金刚石/铜高导热复合材料。  
本报记者张楠报道  
中国科学院宁波材料技术与工程研究所供图

## 旷野中最亮的星——野外台站巡礼 这群科学家，让黄土不“土”

## 美国将投入 1.44 亿美元 开展延缓衰老研究



衰老是导致晚年生活不便的许多疾病的推手，但迄今尚未有针对衰老的治疗方法经过严格测试并获得批准。近日，美国健康高级研究计划局（ARPA-H）发放了总额高达 1.44 亿美元的资金，力图改变这一现状。

ARPA-H 的“延长健康韧性主动解决方案”（PROSPR）项目向 4 个来自学术界、3 个来自生物技术公司的团队拨付了资金，旨在为延长健康寿命的干预措施 III 期临床试验奠定基础。

“PROSPR 的愿景是为这些大型临床试验‘铺设轨道’。”ARPA-H 管理该项目的 Andrew Brack 表示，“研究是获得监管机构批准的必要条件。”他预测，因为有了 PROSPR 项目，未来 5 年内长寿研究领域将迎来巨大变化。

美国阿拉巴马大学伯明翰分校的 Steve Austad 认为，PROSPR 项目“是一个重大进步，因为它标志着我们首次尝试将从实验动物中获得的成功经验应用到人类身上”。

“这至关重要。”丹麦哥本哈根大学生物学家 Morten Scheibye-Knudsen 表示，该项目“可能对人类健康产生深远影响”。药物、自律饮食及其他干预手段可延长实验动物的寿命，并确保其健康，但人类尚未从这些研究中获益。“问题在于如何让药物获得批准。”美国巴克抗衰老研究所的 John Newman 表示，“在这一问题得到解决之前，该领域暂时无法改变人类的健康状况。”

要证明某种药物确实能延长寿命，通常需要进行极其漫长的随访，这使得临床试验难以推进。Brack 表示，为开展

“无需持续 20 年”的试验，研究人员需要替代性的生物标志物，即无需计算年数即可测量的衰老指标。科学家已提出许多候选指标，包括与年龄相关的 DNA 甲基化模式、步行速度，甚至通过照片记录的面部皱纹累积情况。ARPA-H 资助 PROSPR 的目标之一，就是验证一种能够追踪衰老进程、对干预措施产生反应，并通过监管机构审核的生物标志物。

Newman 表示，他所在的 PROSPR 研究团队计划分析大型健康数据集、腕戴式监测仪所记录的数据和其他信息，从而设计出这样的指标。他们正寻找一种综合指标或者“内在能力评分”，能够预测未来 20 年内可能发生的死亡、多种疾病发作和住院治疗等结果。该团队还计划开发一款家用检测工具包，让用户能够自行测定衰老评分。

另一个 ARPA-H 资助的研究团队希望从 4 种现有药物的临床试验数据中找出与衰老相关的指标。这些药物包括治疗糖尿病的二甲双胍和免疫抑制剂雷帕霉素等，虽然它们是针对其他疾病获批的，但也可能对衰老产生影响。

Austad 表示，ARPA-H 专注于提升健康状况而非一味延长寿命，“是正确的决策”。健康状况的改善更易于衡量，并且可通过降低老年人的医疗成本而带来巨大的社会和经济效益。

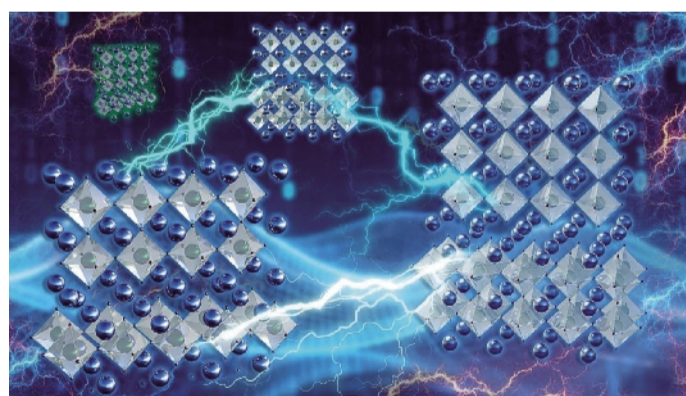
PROSPR 项目同样瞄准了监管路径。美国监管机构的药物审批流程通常旨在评估特定疾病的治疗方案，而非衰老的自然过程。Brack 指出，过去，希望启动潜在干预措施临床试验的研究人员“不得不针对与年龄相关的疾病进行研究，而非衰老本身”。多位 PROSPR 项目参与者正在筹划临床试验，希望借此增强人们寻找并确认衰老标志物的信心。  
（文乐乐）

## 科学家发现全新常压镍基氧化物超导材料

本报讯（记者刁雯蕙）中国科学院院士、粤港澳大湾区量子科学中心主任薛其坤和南方科技大学副教授陈昱团队，联合中国科学技术大学教授沈大伟团队等，在极端氧化条件下通过人工设计原子堆叠序列，创制出单层—双层超结构和双层—三层超结构两种全新常压高温超导体。与此同时，研究团队结合角分辨光电子能谱（ARPES），识别出超导态对应的电子能带结构，为破解高温超导机理提供了关键实验依据。相关研究 4 月 8 日发表于《自然》。

高温超导是凝聚态物理领域最重要的研究前沿之一。继铜基和铁基高温超导体之后，镍基材料被认为是有望揭示高温超导机理的第三类体系。但镍基超导材料的合成与控制面临一个根本性的矛盾：实现超导所必需的高度氧化状态，与实现晶格稳定生长之间存在热力学冲突。

为此，研究团队自主研发“强氧化



原子逐层外延”（GAE）技术，巧妙破解了这一难题。该技术开辟出一个极端非平衡的生长区间，使薄膜在生长过程中一步完成结构构建与充分氧化。这如同在纳米世界中，一边逐层搭建高度氧化状态，一边实时锁定每一层的化学状态，按照人工设计的蓝图精确排列镍、氧、铜等原子，从而构建出从纯

双层到复杂超结构等一系列晶体质量趋于完美的超导薄膜。

基于该技术，研究团队先是将之前发现的纯双层超结构（简称 2222）超导薄膜的常压超导起始温度从此前的约 45 开尔文（K）提升至 63K，零电阻温度和抗磁性均大幅提升。随后，团队又精确合成出单层—双层超结构（简称

研究示意图。  
南方科技大学供图

1212）、单层—三层超结构（简称 1313）和双层—三层超结构（简称 2323）3 种全新的镍基超结构材料，并发现 1212 和 2323 在常压下可实现高温超导，起始转变温度分别达到 50K 和 46K，均突破了传统超导理论中的“麦克米兰极限”，而 1313 仅呈现金属性。这充分体现了 GAE 技术在超强氧化氛围下对材料进行原子级精度操控的卓越能力。研究团队进一步将原子级精准的结构控制与 ARPES 相结合后发现，在超导的 1212、2222 和 2323 结构中，布里渊区顶角附近均存在一个被称为  $\gamma$  能带形成的费米口袋；而在不能超导的 1313 结构中，这一  $\gamma$  能带则未能形成费米口袋，揭示了原子堆叠构型、电子能带与超导电性之间的关联，识别出决定超导发生与否的“电子基因”，为揭示镍基高温超导的微观机制提供了明确的实验证据。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10352-7>

## 新策略让聚苯乙烯“升级回收”为有机硫化物

本报讯（记者孙丹丹）中国科学院大连化学物理研究所研究员陈庆安、副研究员刘恒团队联合东北大学教授胡建设、副教授陈章培团队，以太阳能能源、硫磺为协同试剂，开发出聚苯乙烯（PS）升级回收为有机硫化物的新策略，为聚苯乙烯和硫磺的高值化转化提供了新思路。相关成果近日发表于《美国化学会志》。

PS 是全球应用最广泛的通用塑料之一，年产能超 2000 万吨，占全球塑料总产量的 6%，广泛应用于食品包

装、家电、汽车零部件等领域。但其分子结构中存在强 C-C 和 C-H 共价键，化学惰性强，自然降解难度大。实现 PS 中共价键的断裂转化，通常需要消耗大量能量，这不仅增加了回收成本，也增加了碳排放，引发新的环境问题。此外，相较于将 PS 回收为苯乙烯单体的闭环回收，升级回收能将 PS 转化为高价值产物。与此同时，硫磺作为石油化工精炼的副产物，全球年产能达 7000 万吨，目前仍以制造肥料等低值化利用为主，其高值化利用成为行

业亟待解决的问题。

研究团队在前期相关研究的基础上，利用硫磺兼具光热试剂与反应试剂的双重特性，提出太阳能驱动 PS 与硫磺协同升级回收新策略。研究发现，硫磺在光照下产生光热效应并生成自由基，硫自由基介导的氢原子攫取过程是引发 PS 链断裂、实现转化的核心步骤。此外，反应中原位生成的部分降解 PS 和炭黑可作为光热试剂维持体系温度，形成自催化的光热反应循环，进一步提升反应效率。

该策略对各类消费后 PS 废弃物均具有良好的兼容性。实验证实，一次性餐勺、水杯、冰箱塑料部件、泡面碗等日常 PS 制品，以及实验室用一次性试管、泡沫塑料等耗材，均可通过该策略实现高值化转化。同时，该策略对含取代基的 PS 衍生物及苯乙烯—丙烯腈共聚物、丙烯酸—丁二烯—苯乙烯共聚物等也具有适用性，展现出实际应用潜力。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1021/jacs.6c01318>