

中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

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

总第 8708 期 2025 年 3 月 13 日 星期四 今日 4 版

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 www.sciencenet.cn

和反复发作鼻窦炎“说再见”不是梦

■本报见习记者 蒲雅杰

鼻塞、流脓涕、味觉丧失、白天头昏乏力、夜晚头痛难眠……许多慢性鼻窦炎、鼻窦内患者都有过这样的体会，甚至戏称这是“不致死但折磨人”的病。

据相关研究院 2025 年最新统计，我国慢性鼻窦炎伴鼻窦内患者超 2000 万，手术后鼻窦内复发率高达 60%。由于病因复杂，这类慢性炎症的根治成为全球医学领域待解的“魔咒”。

清华大学医学院教授祁海团队携手首都医科大学附属北京同仁医院教授张罗团队、清华大学生命科学院副教授王建斌团队，历时 8 年，通过揭示一种全新的免疫机制，解开了慢性鼻窦炎等 II 型炎症反复发作背后的谜团。近日，相关研究成果在线发表于《自然》。

跨学科联手“追凶”

“在欧洲的杜布罗夫尼克市，20 余名欧洲科学家聚在一起达成共识：鼻窦内难治的核心在于嗜酸性粒细胞炎症机制不明……”

1995 年，刚踏入鼻窦内研究领域的张罗，在图书馆找到了全北京唯一一份由欧洲学者撰写的关于鼻窦内治疗的会议报告。报告中提及的鼻窦内机制不明的内容，引发了张罗浓厚的兴趣，成为他博士生阶段的研究方向。

慢性鼻窦炎、鼻窦内本质上是一种以细胞免疫为主的慢性炎症反应，属于 II 型炎症。2000 年，张罗博士毕业，但他坦言：“答辩通过了，但问题根本没解决，就像搭了个空架子。”彼时，临床研究受限于技术手段，科学家还无法深入解析炎症机制。

在此后多年的研究中，张罗深刻认识到，仅依靠临床医学的知识和方法，很难完全揭示疾病机制。他告诉《中国科学报》：“要突破研究瓶颈，必须依靠多学科合作，这是推动科学进步的关键所在。”

自 2016 年起，围绕“慢性鼻窦炎、鼻窦内等 II 型炎症为何会迁延复发”这一科学问题，研究团队首先将重点放在样本获取上，希望通过分析患者前后两次手术的组织样本，挖掘隐藏在其中的关键答案。祁海认为，这是对临床与基础研究的有机整合，也是一次挑战。

“外科医生的主要任务是为患者解除病痛，而不是为了后续研究。因此，不同医生切下来的鼻息肉组织质量差异很大——大部分勉强可用或完全无法用于实验，只有少数切下来的组织适合研究。”祁海告诉记者。

据介绍，为保证样本新鲜度和质量，研究人员常常需要多次往返于医院与实验室之间，以使样本能够在最短时间内被处理分析。

通过分析 200 多个高质量临床样本，研究团队结合单细胞测序与质谱分析技术等手段，首次在复发患者的鼻息肉组织中锁定了一群携带颗粒酶 K 的 CD8⁺T 细胞亚群。鼻窦炎复发“魔咒”的成因逐渐浮出水面。

揭开特殊 T 细胞的奥秘

人体内的 T 淋巴细胞按功能可分为 CD4⁺T 细胞(辅助 T 细胞)和 CD8⁺T 细胞(细胞毒性 T 细胞)。传统理论认为，CD4⁺T 细胞会释放炎症因子直接诱导 II 型炎症；而 CD8⁺T 细胞在受到抗原刺激后，会分泌一种名为颗粒酶 B 的细胞毒性颗粒，注入并杀死靶细胞。

“在鼻息肉组织中，我们发现了特殊的 CD8⁺T 细胞——它们不分泌颗粒酶 B，却分泌颗粒酶 K，并且每次复发时都会出现在息肉组织中。”祁海告诉《中国科学报》。

这一发现打破了学界对 CD8⁺T 细胞功能的认知。祁海介绍，当空气中的细菌或过敏原进入患者鼻腔后，如果被这类 CD8⁺T 细胞识别到，细胞便会分泌非杀伤性的颗粒酶 K，促进局部炎症发展，最终导致鼻息肉形成。

更值得注意的是，这类 CD8⁺T 细胞具有“记忆性”。它们可以通过血液循环迁移到身体的其他部位，即使鼻息肉被切除，当被再次刺激后，它们又会回到“老地方”——鼻腔黏膜组织。

“肇事者”找到了，那么它引发炎症的具体机制是什么？

研究团队通过液相色谱-质谱筛选手段，对鼻息肉组织中颗粒酶 K 的底物进行了鉴定。“结果发现，颗粒酶 K 能够直接激活补体系统。”论文共同通讯作者、清华大学基础医学院研究员刘欣说。

人体对疾病的免疫反应精密而复杂。当抗体识别到细菌等“敌人”入侵时，会激活另一种血清蛋白质——补体的分泌。补体一旦被激活，会在细菌表面形成一种打孔复合物，进而穿透“敌人”的细胞膜并杀死它，并通过聚集白细胞促进炎症反应。

“一直以来，学界公认抗体是激活补体的唯一方式，而我们的发现是前所未有的。”刘欣介绍，研究证实颗粒酶 K 可以将补体 C2 和 C4 进行切割，然后组装成补体 C3；颗粒酶 K 还能将补体 C3 切割成 C3a 和 C3b，进而产生下一步级联炎症过程。

CD8⁺T 细胞分泌颗粒酶 K 直接激活补体这一全新发现，为获得性免疫机制与补体激活建立了第二条链接。“有些情况下，抗体无法进入一些器官组织以激活补体时，颗粒酶 K 就可以派上用场。”刘欣说。

“精锐武器”面世指日可待

基于这些重要发现，研究团队进一步探索了通过抑制颗粒酶 K 来治疗疾病的可能。

动物实验结果显示，哮喘小鼠的肺部有很多表达颗粒酶 K 的 CD8⁺T 细胞，而当清除或抑制 CD8⁺T 细胞中的颗粒酶 K 后，可以显著减轻炎症，达到良好的治疗效果。

张罗表示，颗粒酶 K 将是慢性鼻窦炎、鼻息肉及相关过敏性疾病的全新药物靶点。

目前，市面上针对慢性鼻窦炎和鼻窦内的主要治疗方法包括鼻喷或口服激素类药物以及鼻内镜手术。激素类药物可以无差别减轻炎症，但长期使用会危害健康。

“颗粒酶 K 位于炎症反应的早期上游阶段，因此，通过小分子药物实现颗粒酶 K 的精准抑制能以更小的代价实现更高的治疗效果。”对此，张罗形象地将抑制颗粒酶 K 的小分子药物比作“精锐武器”，以区别于有大规模杀伤力的“武器”，因为它可以更精准地“瞄准”疾病。

据了解，通过技术转移，针对该靶点的潜在药物前体研发工作正在有序开展，预计明年可以启动第一期临床试验，以初步评估药物的安全性和有效性。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08395-9>

造林种草 767 万公顷！2024 年我国显著增绿

据新华社电 今年 3 月 12 日是我国第 47 个植树节。全国绿化委员会办公室当天发布的 2024 年中国国土绿化状况公报显示，2024 年全国完成营造林 444.6 万公顷，种草改良 322.4 万公顷，治理沙化石漠化土地 278.3 万公顷，森林覆盖率超 25%，森林蓄积量超 200 亿立方米。

2024 年，全民义务植树深入推进，线上线下活动蓬勃开展。我国全年发布各类尽责活动 6.1 万个，建成“互联网+全民义务植树”基地 2600 余个，为适龄公民就近、适时、多样尽责提供服务。

一年来，“三北”工程攻坚战迈出坚实步

伐。聚焦打好三大标志性战役，完成治理面积超 380 万公顷。

城乡绿化美化水平持续提升。开工建设“口袋公园”6200 余个，建设城市绿道 7300 余公里。

通过持续深化改革，生态富民产业实现提质增效。公报显示，2024 年全年林草产业总产值 10.17 万亿元，同比增长 9.6%，森林食物产量超 2 亿吨，成为继粮食、蔬菜之后的第三大重要农产品。全国经济林种植面积 4666.7 万公顷，年产值超 2 万亿元，林下经济利用林地面积 4000 万公顷，年产值约 1 万亿元。生态旅游游客量达 27.6 亿人次，同比增长 9.1%。(胡璐)

传承“两弹一星”精神，攻坚半导体与信息技术前沿

■谢晓明

中国科学院与“两弹一星”纪念馆的一隅，存放着一枚特殊的奖章，那是我的老师、中国科学院院士吴自良先生的“两弹一星”功勋奖章。在征求家属同意后，中国科学院上海微系统与信息技术研究所(以下简称上海微系统所)将这枚珍贵的奖章暂时放置在纪念馆中。

1960 年 8 月，中国科学院上海冶金研究所(上海微系统所前身，以下简称上海冶金所)承担了核工业中重要的“卡脖子”技术——甲种分离膜的研制任务。上海冶金所专门成立代号“真空阀门”的第十研究室，由吴自良先生担任室主任和技术总负责人。这支队伍与来自全国的其他科研力量协同攻关，以惊人的毅力和智慧，克服了设备简陋、资源匮乏、技术封锁等各种困难。1963 年底，团队制成了符合设计要求的甲种分离膜，其性能甚至超过了当时苏联的同类产品，使我国在核工业技术的关键节点上占据了国际科技制高点，为我国的核工业和国防安全提供了坚实保障。

“国家需要就是我的研究方向。”这是吴自良先生曾经说过的一句话，也是一直融在上海微系统所血液中的理念。作为技术学科综合性研究所，理论联系实际、注重产品开发与应用、服务国民经济建设，是上海微系统所长期坚持的办所方针。从 1928 年建所之初推进冶金、陶瓷、玻璃等工业的技术创新和进步，到 20 世纪 80 年代初逐渐形成微电子学、功能材料和器件、金属腐蚀与防护三大研究领域，在近百年的历史中，上海微系统所始终围绕国家战略需求，多次主动调整科研布局，取得一系列面向应用的重要成果，发挥对科学研究、高技术发展和国民经济建设的骨干引领作用。2001 年，上海冶金所更名为上海微系统所，再一次将研究重点转向微电子、信息技术等新兴领域。

在新的时代背景下，按照中国科学院的整体部署，上海微系统所恪守国家战略科技力量主力军的使命定位，以“聚焦布局、重组队伍、提升效能”为总体思路，以“强基础、抓攻关、聚人才、促改革”为工作重点，推动重点实验室体系重组，持续强化使命导向的建制化基础研究，着力突破关键核心技术，在 300 毫米硅片、高性能超导量子探测器件、超导集成电路、特种宽带无线传感网系统等领域取得一批重要的创新成果，提高了我国相关产业的技术水平和自主可控能力。

当前，上海微系统所正在承担一系列国家重大科技任务，涵盖先进半导体材料、超导计算、高性能传感器、人工智能芯片等前沿领域。这些任务呈现典型的“大兵团”作战特点，不仅关乎我国科技自立自强，也直接关系到国家安全和产业升级。

为了更好地完成国家重大科技任务，上海微系统所采取系列举措，多维度激发创新活力：瞄准“国家事”，改变以往被动接受大任



“两弹一星”功勋奖章。 上海微系统所供图

务的模式，主动谋划、对接、支撑国家重大科技需求，从国家信息技术领域的急迫需求和战略需求出发凝练科学技术问题，制定研究所长期规划和阶段性任务；坚持“人才强所”战略，着力培养和引进一批德才兼备、勇于创新的高层次人才，建立健全有利于人才成长的体制机制，引导广大科研人员将个人理想融入国家发展伟业，打造一支敢于担当、能打硬仗的科技铁军；深化科研组织模式和管理改革，减少行政层级，赋予科研团队更大的自主权和创新空间，构建高效协同的科研组织模式；打破学科和院所壁垒，建立以重大项目为牵引的科研团队，加强与国家重点实验室、产业界和高校的合作，形成资源互补、优势互补的良好态势，为关键领域和重点项目提供充分保障，最大限度发挥资源效益。

面向未来，上海微系统所将继续坚持“四个面向”，继承并弘扬吴自良先生等老一辈科学家爱国奉献和十年磨一剑的精神，将“两弹一星”大会战期间的系统思维与顶层设计智慧，转化为契合新时代的科技范式和协作模式，为国家的科技自立自强贡献力量。我们也将结合国家和时代发展需求，注重市场机制，“把论文写在祖国大地上”，把前沿科学研究的突破转变为推动国家社会发展的新质生产力。

(作者系中国科学院上海微系统与信息技术研究所所长，本报见习记者江庆龄采访整理)

所长书记谈 “两弹一星”精神

3 月 12 日 0 时 38 分，海南商业航天发射场一号发射工位首次发射取得圆满成功，长征八号遥六运载火箭以“一箭十八星”方式，将千帆星座第五批组网卫星送入预定轨道。这标志着我国首个商业航天发射场已具备双工位发射能力。

2024 年 11 月 30 日，海南商业航天发射场二号发射工位首次成功。此次执行发射任务的一号发射工位，是长征八号系列运载火箭的适用工位。其高度达 83 米，采用模块化钢结构设计，并首次采用地面导流锥双向开展地面排导喷水，实现降温降噪。一号发射工位具备“7 天发射、7 天恢复”的快速测发能力，可满足未来高密度发射需求。 图片来源:视觉中国



科学家参加“支持科学”集会 抗议特朗普削减经费

寰球眼

本报讯 近日，数千名研究人员及其支持者聚集在美国华盛顿特区林肯纪念堂前，抗议唐纳德·特朗普担任美国总统以来的反科学行为。据《科学》报道，美国首都只是举办这场名为“支持科学”的集会的诸多地点之一，全美范围内约有 30 场活动，美国之外也有集会，预计总数超过 150 场。

特朗普政府大幅削减研究经费预算，并在相关科研资助部门大量裁员，这在科学界引发了罕见的抵制行动，后者呼应了特朗普首个任期内的“科学游行”抗议活动。该活动于 2017 年举行，吸引了全球数百万人参加。

“我们面对的是美国有史以来最激进的反

科学政府。”天文学家 Phil Plait 说，“我们以前也与反科学斗争过，并且我们赢了。”

在华盛顿的活动中，抗议者要求政府结束对科学研究的审查，恢复联邦资助，重新雇佣被解雇的员工，保护科学领域的多样性和包容性等。现场有十几位演讲者。

“我现在很担心我的国家。”美国国立卫生研究院(NIH)前主任 Francis Collins 在演讲时说。他在 NIH 工作了 32 年，担任主任 10 多年，不久前离开了 NIH。当天，Collins 在离开 NIH 后的首次公开演讲中未提及他是否被特朗普政府强迫离职，但他为 NIH 进行了辩护。

“美国硅谷的格言可能是‘快速行动，打破陈规’，但对于会影响国家健康研究机构的决策而言，更重要的是‘不要造成伤害’。”他说。

一位参加抗议活动、要求匿名的科学家希望这次活动能帮助公众理解给科学造成伤害的严重性。他的工作是研究影响美国军队的传

染病。“现在，我不能推进工作，这很糟糕。”他说，特朗普政府实施的信用卡限制和预算削减是主要原因。

忧思科学家联盟(UCS)主席 Gretchen Goldman 也是演讲者之一。“当没有资金用于疾病防治研究时，真正受苦的是普通人。”她说。早些时候，UCS 向美国国会议员发送了一封由代表 10 万名科学家的 50 多个科学协会背书信件，要求保护联邦资助的科学研究和科学家。“我们必须拯救科学、拯救生命。”Goldman 向现场的听众说。

组织这一活动的想法约始于一个月前，当时 5 名科研人员在社交媒体上表达了他们对特朗普行政命令之于科学影响的担忧，并因此联合起来。随着参与者越来越多，举行集会的计划逐渐成形。之前，社交媒体上“支持科学”的官方账号只有几千名“粉丝”；如今，“粉丝”数已超过 5 万人。(文乐乐)

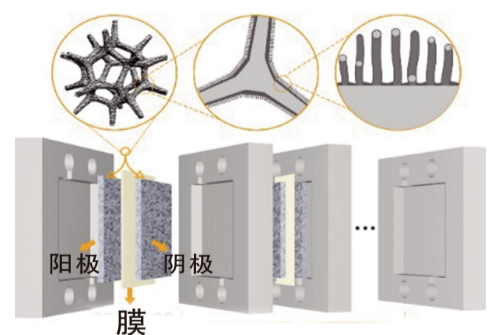
双级“铠甲”整体式电极 高效分解硫化氢

本报讯(记者孙丹宁)中国科学院大连化学物理研究所研究员邓德会、副研究员崔晓菊团队，在硫化氢电催化分解制备氢气研究中取得新进展。团队开发出具有双级“铠甲”结构的整体式电极，实现了在工业安培级电流密度下高效分解硫化氢制备氢气和单质硫。近日，相关成果发表于《德国应用化学》。

硫化氢是一种常见的有毒气体，广泛存在于天然气、炼油厂和化工过程中，不仅危害环境，还对设备具有腐蚀性。传统的克劳斯工艺虽能将硫化氢转化为单质硫，但无法实现氢气的回收利用。相比之下，电催化分解技术能够在温和条件下同时实现硫化氢污染物的消除和绿色氢气的制备。然而，硫化氢的酸腐蚀性易导致非贵金属催化活性中心在阳极氧化反应中失活，电极骨架也容易发生结构坍塌，使得催化剂的活性与稳定性难以兼顾，这一问题在工业级大电流密度反应条件下尤为突出。因此，开发兼具高催化活性、优异结构稳定性且易于规模化制备的电极材料，以实现高通量硫化氢电催化分解制氢，具有重要的科学意义和应用价值。

邓德会团队长期致力于二维材料表面调控及其在能源与环境小分子催化转化中的应用研究，在国际上提出“铠甲催化”概念，并在“铠甲”催化结构设计及催化性能调控方面开展了系统的研究工作。

在此基础上，团队进一步开发出石墨烯封装泡沫镍骨架的双级“铠甲”整体式电极。该电极的一级“铠甲”结构由石墨烯包覆泡沫镍骨架构成，二级“铠甲”结构则由石墨烯封装金属



双级“铠甲”整体式电极示意图。 中国科学院大连化学物理研究所供图

镍纳米颗粒形成。这种独特的双级“铠甲”结构不仅充分发挥了石墨烯封装对活性位点的保护作用，而且通过金属中心对石墨烯的电子调控作用，进一步优化了石墨烯“铠甲”表面的催化活性。此外，该结构显著增强了整体式电极的化学稳定性，从而在电催化硫化氢分解反应中实现了催化活性与稳定性的双重提升。在模拟天然气脱硫实验中，该双级“铠甲”整体式电极在阳极能够实现 20% 浓度硫化氢的完全氧化去除，获得单质硫的同时在阴极获得高纯氢气。

该研究为工业废气中硫化氢污染物的资源化利用和绿色氢能源的可持续制备提供了新思路。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1002/anie.202502032>