



成功脱“单”，一次看清百万细胞

■本报记者 刁雯蕙

在生命科学领域，单细胞测序技术就像一把“精密手术刀”，让科学家得以剖析每个细胞的分子特征，为深入理解生命的复杂性提供了独特视角。然而，现有单细胞测序技术的局限性往往需要科学家作出取舍，要么漏掉某些细胞，要么抓不住细胞形态，导致在应对一些复杂研究场景时如同“盲人摸象”，看不到细胞所处环境的全貌。

8月22日，华大生命科学研究院牵头建设的基因组多组学解析技术全国重点实验室联合多家机构，在《科学》发布了细胞组学技术 Stereo-cell。该技术实现了多模态整合、原位动态捕捉、极限样本兼容、百万级通量等技术突破，打破了传统单细胞测序的技术局限。

据介绍，该成果将推动单细胞测序摆脱通常只能获取单一分子层面信息的“平面解析”模式，迈向兼顾多模态信息、具备“立体洞察”能力的“单”时代，为规模化开展细胞病理、发育与衰老、免疫与疾病、动植物遗传与进化等前沿研究提供强有力的支撑。

一次性捕捉、识别百万个细胞

目前，单细胞研究最主流的技术之一是基于液滴微流控的高通量单细胞测序技术。但这种传统的单细胞测序技术存在诸多局限，例如细胞回收率低，无法直接观测细胞形态与形状，对大尺寸细胞解析困难、信息捕获不全，实验批次间的细胞数据差异大等。

而研究人员提出的 Stereo-cell 技术基于高密度 DNA 纳米球 (DNB) 阵列芯片，无需依赖特定设备进行细胞分隔封装，可直接对细胞进行原位捕获和转录组测序，实现了从百个到百万个量级细胞的无偏捕获，同步解析细胞的转录、蛋白信号与形态学信息。

“该芯片由直径仅为 220 纳米的小球以 500 纳米的间距密集排列组成，就像纳米级别的‘捕手’，通过静电吸附的方式捕获细胞，解决了传统方法因物理限制造成的细胞丢失或变形问题。”论文共同第一作者、华大生命科学研究院副研究员刘畅介绍。

结合显微成像及空间定位，Stereo-cell 能对捕获的每一个细胞进行“CT 扫描”和“GPS 定

位”，实现精准识别，避免了因多个细胞重叠或背景杂乱导致的误判。研究显示，该技术生成的单细胞基因表达谱与传统平台获得的数据高度一致，且细胞类型比例更契合真实情况。

科研人员利用 Stereo-cell 技术，在 0.5×0.5 厘米、6×6 厘米的不同尺寸芯片规格上，实现了从百个到百万个量级细胞投入的超高通量范围，且一次实验便能够从大规模样本中识别出稀有细胞亚群，即使占比仅 0.05% 的稀有细胞也能被精准找到，实现了“大海捞针”。此外，Stereo-cell 芯片尺寸最大可达 13×13 厘米，为未来更大细胞通量研究提供了可能。

“实时直播”细胞动态变化

能否一次性获得细胞的多维度信息，如细胞形态特征、分子类型和功能状态，一直是单细胞研究中的技术难题。研究人员介绍，Stereo-cell 整合了荧光染色和抗体标记技术，能同时捕获细胞形态、转录本和细胞表面蛋白，并识别细胞类型与功能，相当于给细胞拍了一张“多模态立体照片”。

“过去做单细胞测序时，需要开展很多验证性实验，例如免疫荧光染色或流式细胞术等。如今我们将这些技术进行集成，一次实验就能捕获百万数量细胞，并且获取形态、转录和蛋白特征，更深度地解析细胞的病理状态。”论文共同第一作者、华大生命科学研究院研究员刘传宇表示，Stereo-cell 技术将显著推动单细胞组学迈向临床细胞组学，有望在疾病机制研究和临床转化中发挥巨大潜力。

此外，Stereo-cell 支持直接在芯片上培养细胞，实现原位动态测序，捕捉基因转录活性变化，并保留空间位置及时序变化信息。在芯片上培养成纤维细胞时，该技术不仅捕获了细胞迁移和纤维化过程中的基因表达变化，还解析了细胞外囊泡的时空分布规律，以及真实物理接触细胞间的互作信号。这为理解细胞间通信打开了全新视角，极大扩展了单细胞测序研究的边界，可应用于大规模药物筛选和小分子扰动实验等。

研究人员介绍，Stereo-cell 还能够解析传统技术难以处理的“极限样本”。例如，在骨骼肌纤维研究中，Stereo-cell 能精准区分不同功能区域

的基因表达，揭示肌纤维的空间异质性；在体积较大的卵细胞研究中，Stereo-cell 可高通量原位捕获 719 个卵母细胞，绘制它们在成熟过程中的基因表达变化、染色质形态动态和 RNA 亚细胞空间分布等。

助力突破生命科学底层理论

在 8 月 21 日举办的成果发布会上，基于 Stereo-cell 技术平台，“百亿细胞联盟 (10BC)”正式成立，旨在绘制细胞图谱，构建虚拟细胞，深度解码生命底层规律，推动生命科学实现从生物数据储备到智能技术驱动的产业革新。

“在生命科学领域，我们尚未形成物理、化学、材料等领域那样的底层规律性总结，还处在描述性、观察性的阶段。”基因组多组学解析技术全国重点实验室主任、华大集团首席研究员徐讯说，随着人工智能 (AI) 技术的发展，通过整合有效的单细胞数据构建虚拟细胞模型，实现生命科学底层理论的突破，逐渐成为科学界的共识。

今年 3 月，扎克伯格 - 陈计划 (CZI) 宣布启动“十亿细胞项目”，目标是生成 10 亿级单细胞数据，加速 AI 生物模型开发。但该数据集的技术基础仍以上一代单细胞技术为主，缺乏形态与多组织信息。

徐讯介绍，Stereo-cell 不仅是技术平台，更是新一代生命数据引擎。而基于此平台发起的百亿细胞联盟，将构建生命图谱、疾病图谱和扰动响应图谱的“三大细胞宇宙数据库”。他表示：“欢迎全球科研团队共建共享，共同推动细胞 AI 大模型与虚拟细胞系统研发，实现从数据到诊疗的系统性跃迁。”

“在当前的生命科学发展阶段，需要整合更多信息和数据。单细胞解析的数据如果能覆盖大细胞及细胞间交互作用，甚至精细到亚细胞结构层面，整合这些百亿、千亿级别的细胞多维信息，并借助 AI 模型进行系统性分析，将极大深化我们对疾病机制的理解，推动重大领域的科学创新，尤其对复杂疾病和慢性病的防控具有深远意义。”上海瑞金医院院长角健康研究院院长曹亚南表示。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adr0475>



8月24日，第二十七届中国机器人及人工智能大赛人形机器人专项赛全国总决赛在安徽省合肥市举行。

这是中国首个全尺寸人形机器人赛事。该赛事以“技术赋能产业，创新引领未来”为主题，赛题围绕工业、家庭服务等真实场景需求，推动人形机器人在多场景中的技术验证与应用突破。来自全国 50 余所高校的大学生团队，展示了人形机器人的创新应用与极限挑战。

图为参赛选手演练人形机器人。
图片来源：视觉中国

天文学家为捕获中微子设置最大“陷阱”



极罕见。如果能探测到一个，就厉害了；如果能探测到一个，还能知道它来自哪个方向，那就更了不起了。”因为这将指向产生它的强大宇宙引擎。

由于宇宙射线带有电荷，太空中的磁场会牵引它们沿着曲折的路径运动，因而无法追溯源头。瑞典乌普萨拉大学的 Olga Bomser 说：“我们对超高能宇宙射线的起源仍然知之甚少。”

然而，在宇宙射线传播早期，它们经常会与游离的原子发生碰撞，产生能量稍低的中微子，并沿着直线到达地球。GRAND 联合负责人、法国巴黎天体物理研究所的 Kumiko Kotera 说：“要近乎直接地获取源头粒子活动的信息，中微子是唯一途径。”

2023 年，正在地中海海底建设的立方千米中微子望远镜探测到一个能量为 220 拍电子伏特的中微子。它的能量是此前捕获的任何中微子能量的 30 倍，但无法追溯源头。为了捕获更多这样的中微子并确定它们的来源，天文学家需要的远不止 1 立方千米的水。

GRAND 将极大扩展探测范围。在大会上，GRAND 团队表示，他们已在中国甘肃省的戈壁沙漠安装了首批 300 只射电天线的 60 只。该团队获得了来自中国、法国和欧洲其他国家的约 200 万欧元资金。目前，这些天线已经探测到明显的射电脉冲，不过这些脉冲并非由中微子引发，而是由入射的宇宙射线撞击高层大气中的分子所产生。

为了捕获超高能中微子，GRAND 团队希望将规模扩大到两个阵列，每个阵列包含 1 万只天线，边长超过 100 公里。最终，他们希望在全球范围内建造 20 个这样的阵列。这是天文学家设置的有史以来最大的中微子“陷阱”。

科学家们面临的一个挑战是找到没有射电干扰的开阔空间。另一个挑战则是让探测器维持尽可能低的成本。GRAND 联合负责人、法国国家科学研究中心核与高能物理实验室的 Olivier Martineau-Huyhn 表示，大规模生产可能将目前每只天线 5000 欧元的成本降至 500 欧元。

(王方)

第十一届国际发明展览会和 第 33 届广州博览会开幕

本报讯(记者高雅丽、朱汉斌)8月22日，第十一届国际发明展览会和 第 33 届广州博览会在 中国进出口商品交易会展馆开幕。中国科学院副院长、党组副书记，中国发明协会理事长吴朝晖与广州市市长孙志洋在开幕式上致辞并共同巡馆。

吴朝晖在致辞中说，此次国际发明展览会与广州博览会首次同期举办，实现了发明创造与产业转化紧密协同，国际交流与国内合作互补增效，区域发展与对口协作有机结合。他表示，发明创造是推动创新范式演进的重要力量，创新范式可以为新的发明创造提供路径指引，并发出倡议。一是以新质生产力开辟发明创造新赛道，加速原创性、颠覆性技术突破，将粤港澳大湾区打造为新质生产力创新策源地。二是以“双向循环”激活创新创造共同体，共同完善知识产权跨境保护机制，让更多创新成果惠及“一带一路”市场。三是以负责任发明创新回应人类共同挑战，推动绿色低碳技术、智慧养老产品转化落地，造福各国人民。

孙志洋说，广州是科技创新的重要“策源地”、产业创新的积极“奋进者”、市场创新的有力“开拓者”。当前，广州正抢抓新一轮战略机遇，积极建设国际消费中心城市，布局一系列

国家战略科技力量和科技成果转化平台，加快高水平人才高地建设，全力以构建“12218”现代化产业体系，力争在推进中国式现代化建设中走在前列。

国家知识产权局副局长卢鹏起、发明者协会国际联合会主席阿里·拉斯特加、中国发明协会党委书记余华荣分别致辞。他表示，科技发明是推动进步的关键力量。此次展会汇聚全球 2000 多项发明创新成果，将有力推动新质生产力发展，促进国际发明成果交流和专利技术转化。

开幕式上发布了广州“12218”现代化产业体系头部企业“双向赋能”倡议书，举行了“百园千企”畅通国内大循环、促进新质生产力发展经济协作战略框架协议签署和广州博览会“双向赋能”项目签约等活动。

据悉，第 33 届广州博览会持续推动改革创新，首次实现市财政资金“零投入”，首次设立广州消费帮扶专展，并对原有部分专业展进行扩容提质。今年的国际发明展设立国际展区、新质生产力发展展区、国防科技创新展区等多个特色主题展区。展会期间，将组织系列产品推介、新品发布、创新大赛等活动，推动资源共享、产品互推、互利共赢。

我国医药产业规模 位居全球第二位

据新华社电 国家药监局副局长杨胜 8 月 22 日在国新办举行的“高质量完成‘十四五’规划”系列主题新闻发布会上介绍，目前，我国医药产业规模位居全球第二位，创新药在研数目达到全球的 30% 左右。

杨胜表示，高质量完成“十四五”规划目标任务，切实保障人民群众用药安全有效，主要从全方位筑牢药品安全底线、全链条支持医药产业高质量发展、全覆盖保障人民群众用药需求三个方面开展工作。

在全方位筑牢药品安全底线方面，我国强化覆盖药品全生命周期的动态监管，建立完善药品安全风险会商机制，聚焦药品网络销售、药品委托生产、临床试验管理等重点环节，聚焦疫苗、血液制品等重点产品，聚焦农村、城乡接合部等重点区域，实现药品安全风险排查、研判、处置常态化、长效化。

“十四五”时期，每年抽检各类药品 20 余万批次、医疗器械 2 万余批次、化妆品 2 万余批次，对国家集采中选产品实行生产企业检查

和中选品种抽检 100% 全覆盖。

在全链条支持医药产业高质量发展方面，持续深化审评审批制度改革，设立突破性治疗药物、附条件批准、优先审评审批、特别审批 4 个快捷通道，对重点品种实行“提前介入、一企一策、全程指导、研审联动”。

“十四五”以来批准创新药 204 个、创新医疗器械 265 个，其中今年 1 至 7 月，批准创新药 50 个、创新医疗器械 49 个。

在全覆盖保障人民群众用药需求方面，进一步优化临床急需境外新药的审评审批程序，让我国患者更早更快地享受到全球最新药物研发成果。加快儿童用药、罕见病药品上市速度，“十四五”以来，共批准 387 个儿童药品、147 个罕见病药品上市，有效满足了重点人群的用药需求。

杨胜表示，下一步将继续全面深化药品监管改革，为保障药品高水平安全、促进医药产业高质量发展、造福人民群众高品质生活而不懈努力。
(高亢 赵文君)

地震对河床沙的影响 远超预期更大更久

本报(见)记者李媛)中国科学院地球环境研究所联合美国南加州大学、英国牛津大学等国际团队，针对 2008 年汶川地震引发的滑坡物质及河流沉积物开展了长期连续监测，在国际上首次定量评价了地震后河床沙这类粗颗粒沉积物通量及其长期变化，揭示了地震对河床沙的影响远超预期更大更久。相关研究成果近日发表于《自然》。

在构造活跃的山区，大规模地震常常引发广泛的滑坡。滑坡将土壤和岩石搬运到河流系统中，抬高河床并增加洪水风险。同时，河流清除滑坡沉积物的过程对山地演变具有重要影响，且通过岩石侵蚀、风化和有机碳搬运，进而对全球碳循环产生影响。然而，地震引发的滑坡物质对河流到底有什么样的影响，由于粗颗粒物质的搬运速率很难准确测定，成为一个国际性的难题。

为回答这一难题，自 2009 年开始，研究团队每 2 至 3 年在四川紫坪铺水库进行一次沉积物声学扫描和取样。通过分析 2012 年、2015 年和 2018 年水库沉积物的累积厚度变化，结合滑

坡体和河床粒度实地测量、钻孔精确沉积厚度和组成等大量野外调查数据，研究团队定量获得了地震前后沉积物通量、产率及河床沙组分的变化。结果表明，地震发生后，岷江的总沉积物通量增加了近 6 倍，其中河床沙(粗颗粒沉积物)通量增加了 20 倍，约占总沉积物的 65%，而在正常山地河流中，河床沙的比例通常只有 20% 左右。

以往对极端事件的环境示踪研究一般关注河流悬浮物这类简单、易监测的细颗粒沉积物通量和组成变化，该研究在国际上首次定量评价了地震后河床沙这类粗颗粒沉积物通量及其长期变化。研究团队指出，这种大规模河床沙搬运对河道组成和结构造成的影响比预期的更大更久，包括抬高河床、增加洪水风险等。研究成果揭示了地震发生是瞬时的，但它们引发的地质环境风险并非短期存在，而可能持续数十年或更久，甚至改变一个区域的生态与社会发展轨迹。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09354-8>

新研究有望重塑鼻咽癌 标准治疗模式

本报(记者朱汉斌 通讯员赵现廷)中国科学院院士、中山大学肿瘤防治中心教授马骏团队牵头，联合全国 13 家单位，首次在局部晚期鼻咽癌中通过 III 期随机对照试验的金标准，创立了免疫治疗联合“去同期顺铂”放疗新方案，为局部晚期鼻咽癌患者提供了一种“高效低毒、耐受性好”的全新治疗选择。相关成果近日发表于《美国医学会杂志》。

约 70% 的鼻咽癌患者在就诊时已发展至局部晚期。目前，这类患者的标准治疗是在同期放疗基础上联合诱导化疗或辅助化疗，其中基于顺铂的同期放疗是治疗基础。顺铂的高毒性是亟待解决的重要临床问题。

基于前期研究，团队牵头开展了一项多中心、III 期、随机对照 T4N1 或 N2-3 分期的局部晚期鼻咽癌患者，分为标准治疗组和豁免同期顺铂组。标准治疗组接受“诱导-同期-辅助”全疗程特瑞普利单抗联合 GP 方案诱导化疗和顺铂方案同期放疗，豁免同期顺铂组则在标准治疗组基础上去掉同期顺铂。

研究设定了两个共同主要终点，疗效方面

基于“无失败生存”采用非劣效性检验，安全性方面基于“所有分级的呕吐发生率”采用优效性检验。经过 37 个月的中位随访，研究发现，豁免同期顺铂组的 3 年无失败生存率为 88.3%，标准治疗组为 87.6%，达到疗效上的非劣效；所有分级呕吐发生率在豁免同期顺铂组为 26.2%，标准治疗组为 58.9%，达到安全性上的优效。此外，两组在次要终点总生存、无局部区域复发生存、无远处转移生存上均无显著差异。

在不良反应方面，豁免同期顺铂组的 3-4 级不良反应发生率为 52.3%，低于标准治疗组的 63.6%，两组均未报告治疗相关死亡。患者报告的研究结果显示，豁免同期顺铂组在放疗期间具有明显更高的耐受性和生活质量。

该研究严格遵循临床研究经典范式，依托特瑞普利单抗创新性设计了“去同期顺铂”的治疗方案，为局部晚期鼻咽癌患者提供了兼具高疗效与低毒性的全新治疗选择，有望重塑鼻咽癌的标准治疗模式。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1001/jama.2025.13205>