

这把「基因剪刀」，还是「指挥官」

（上接第 1 版）

这一发现颠覆了人们对细菌防御体系的固有认知，表明细菌会持续权衡病毒入侵风险与时刻备战带来的代谢消耗，动态调整防御强度。“以前，大家认为只有在包括人类在内的高等真核生物中，才会有两种免疫防线之间的协同和偶联对话。”李明说，“现在，我们首次证明了它在细菌和古菌中也存在，这是第一次揭示三域生命的共同特征。”所谓“三域”，即细菌、古菌和真核生物，这是生命演化树上最顶层的三大分支。

基于这一发现，研究团队还建立了一条细菌免疫元件发掘的全新路径，系统性鉴定出一系列新型免疫元件。其中，他们发现并命名了一个新的免疫系统——“悟空”。“这样命名是因为它很强大，低表达时能防御噬菌体，高表达时能消灭各种质粒，但它的具体机制还在深入研究。”论文共同第一作者、在微生物所从事博士后研究的舒宪说，这些新元件的发现有助于为底层分子技术创新提供关键资源。

拒稿后的“破局”

尽管这项研究受到国际同行的好评，但其发表过程并非一帆风顺。

2024 年 9 月，团队首次将论文投给《自然》，收到的回复却令人沮丧：拒稿重投。

审稿人提出一项极具挑战性的要求：团队最初是在大肠杆菌中验证所有机制的，必须进一步在原生菌株，如奈瑟菌中重新验证大部分实验。

这一要求在当时是难以逾越的壁垒。奈瑟菌是一种人体共生菌，其遗传操作体系极具挑战性，国内几乎没有团队建立稳定的遗传操作平台。

就在李明坐困愁城时，转机出现了。2025 年 2 月，他前往新西兰参加“CRISPR2025”全球会议，听了张燕的报告，得知他们团队恰好掌握奈瑟菌的遗传操作体系，而且拥有相应的噬菌体资源。

会后，李明找到张燕讲述了自己的经历，并展示了预印本文章。张燕看完后直言：“故事非常精彩！”于是，两人一拍即合，迅速建立合作。

随后，李明团队花了 3 个月时间在国内首次建立起奈瑟菌的稳定转化体系，构建了国内首个可在大肠杆菌、奈瑟菌双宿主中稳定复制的穿梭质粒，将关键基因从大肠杆菌带入奈瑟菌进行功能验证。

与此同时，张燕团队利用其在奈瑟菌中的基因敲入工具和相应噬菌体，成功复现了在大肠杆菌中观察到的全部调控规律和生理现象：“指挥官”缺失后先天免疫爆发——噬菌体杀伤力提升，菌群群体存活能力增强，但细胞个体的生长则会被抑制。至此，中美团队协作闭环验证了他们最初提出的协同免疫模型。

2025 年 12 月，他们将修改后的论文重新投递。2026 年 6 月 10 日，论文获得原则性接收。从首次投稿到接收，历时近两年。

“科研交流是我们破局的关键。”李明说，“张燕老师是一个非常严谨、专业的人，合作中我们向她学到了很多。”

回忆这段经历，舒宪表示：“审稿人的意见非常专业，帮我们修正了许多不足，正是这份磨砺让文章更加扎实；而和国际顶尖学者交流、反复打磨实验的过程，也是科研人最珍贵的成长。”

“不想当指挥官的狙击手，不是好狙击手”

李明的核心研究方向，是用噬菌体攻克耐药菌感染。如今，他带领团队与医院合作，利用噬菌体治愈了多名耐药菌感染患者。

对于这项新研究的应用前景，李明表示取决于研究对象是有益菌还是致病菌。在工业发酵过程中，一旦遭遇噬菌体污染，单次经济损失可达数百万元。在此背景下，可将“指挥官”和“炮兵”同步导入工业菌株，构建多层级协同防御工程菌，抵御常见噬菌体侵袭。而在临床研究中，则可以基于“指挥官”和“炮兵”的免疫偶联机制，为噬菌体治疗构建精准决策树：根据病原菌的免疫基因背景，定制噬菌体的选用和改造方案，提升抗感染治疗成功率。

谈及下一步目标，他表示，一是依托原创基础研究，在国际微生物免疫领域发出更多中国科研团队的声音；二是推动成果转化，用微生物技术解决工业、医疗等现实难题，让基础研究能够回馈社会。

“不想当指挥官的狙击手，不是好狙击手。”在李明看来，科学探索的本质“是代表人类拓展认知边界，这是一件非常酷的事”，而能用科研成果回馈和服务社会与老百姓同样重要。

从 2021 年建组至今，李明团队已培养了 2 名教授，团队现有约 20 名学生和工作人员。“没有会议的时候，李老师每周至少 6 天都在办公室，但不强制学生打卡坐班，完全尊重学生个人节奏。他治学严谨，但极少批评学生，对于实验中遇到的难题，他习惯引导我们自主思考。”舒宪如此评价这位与自己相处了 5 年的导师。

李明希望与更多有志青年一同探索生命未知边界。“我们不唯竞赛、奖项、履历，而是更看重学生的底层科研素养，包括自驱力、好奇心、创新思维，尤其是不满足于知其然，还要知其所以然，具有主动提出问题、思考问题、解决问题的能力。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10833-9>

心脏有一个抵御压力的“小脑袋”

本报讯 每一次心跳不仅由大脑控制，还由嵌入心脏内部的一个神秘的神经系统共同协调。如今，小鼠研究揭示了这一复杂系统是如何在极端压力下，保持心脏平稳跳动的。这一发现挑战了“所有心脏神经元都相同”的传统观点，有望为治疗心脏病提供更好的指导。7 月 22 日，相关研究成果发表于《细胞》。

“关键在于无论发生什么，都要确保心脏的正常功能。因为一旦泵血功能停止，人就会死亡。”论文通讯作者、美国耶鲁大学医学院的常瑞表示。

就像肠道被广泛认为是“第二大脑”一样，心脏也拥有自己的“迷你大脑”——心脏内源性神经系统。这个神经元网络嵌在包围心脏的脂肪垫中。这些神经元不仅与大脑交流信息，也相互传递信号，是控制心脏功能的神经元链的最终环节。但是，由于心脏内源性神经元极其稀少，仅占心脏组织细胞总数的约 0.01%，因此其确切作用一直难以确定。

为填补这一空白，常瑞团队通过基因工程技术改造了小鼠，从而能够标记所有的心脏神经元。科学家对从这些神经元中分离出的基因

进行了测序，并确定了两种神经元亚型的标记物。随后，他们利用高分辨率成像等技术，识别出这些基因不同亚型的核心功能，并绘制了它们在体内的分布图。

刺激其中一种被称为 Npy⁺ 的神经元会降低动物的心率，而破坏这些神经元则会导致心力衰竭和死亡。这些结果表明，Npy⁺ 神经元既能抑制心跳过速，也是维持心脏跳动所必需的。相比之下，第二种亚型——Ddah1⁺ 神经元则显得更加神秘，无论刺激还是消除这些神经元，似乎都对小鼠没有任何影响。

然而，研究团队发现，2/3 没有功能性 Ddah1⁺ 神经元的小鼠会在测量血压时死亡，而对对照组动物未受影响。“在死亡前，它们的心率会突然下降，且再也无法恢复。”常瑞说。

研究人员怀疑压力是诱因。他们把每只小鼠都束缚在一个狭窄的管道里，尾部还绑上一个束带，然后尝试以各种方式给动物施加压力。结果同样如此，大多数小鼠都死亡了。移除 Ddah1⁺ 神经元似乎会使心脏更容易受到压力的影响。相反，刺激这些神经元则提高了压力下的小鼠存活率。

“得益于神经科学，新一代的治疗方法将会

■ 科学此刻 ■

传染性鱼癌首次现身

从美国佛蒙特州北部至加拿大魁北克省南部，门弗雷梅戈格湖绵延 50 公里。佛蒙特州鱼类与野生动物部门的 Peter Emerson 表示：“这片湖区的渔业资源极佳，有巨型湖鲈、鲑鱼，还有优质的黄鲈。”不过，湖中数量众多的褐头鲈 (*Ameiurus nebulosus*) 就没那么受欢迎了，因为近 1/3 的褐头鲈身上都长着一种黑色的瘤灶。

Emerson 的团队在 7 月 22 日发表于《自然》的研究中指出，这是一种罕见且奇特的癌症。与大多数癌症不同，褐头鲈的黑色素瘤并非自身组织的异常增生。相反，它似乎是一种单一的癌症，以某种方式从一条鱼传播到另一条鱼，是一个巨大的恶性克隆体。

褐头鲈黑色素瘤是动物中为数不多的传染性癌症之一，并且是首次在鱼身上发现的此类癌症。它带来了一系列谜团，包括起源时间和地点、传播方式、鲈鱼易受感染的原因及其对其他尚未发现的传染性癌症意味着什么。英国剑桥大学的 Elizabeth Murchison 表示，解答这些问题“将非常令人兴奋”。

这种癌症可能有着漫长的历史。19 世纪的文学作品就对其有过描述。美国地质调查局的 Vicki Blazer 此前曾在受影响的鱼类血液检测到微量的全氟和多氟烷基物质 (PFAS)，这种致癌的永久化学物质是鲈鱼患病的早期怀疑对象。

而论文通讯作者、美国佛蒙特大学的 Julie Dragon 表示，褐头鲈的 DNA 指向了一



鲈鱼癌症最初表现为体表斑点，最终会侵入内脏。 图片来源：佛蒙特州鱼类与野生动物部门

个不同的病因。团队分析了患病鲈鱼的癌组织与健康组织，以及新英格兰地区未受影响的鱼组织中的线粒体 DNA 和核 DNA 变异情况。由于携带相似遗传变异的组织可能拥有共同的起源，研究人员构建出肿瘤与褐头鲈的家族树。

Dragon 说：“我们构建了这些系统发育树，结果发现所有肿瘤都聚在一起，所有宿主也都聚在一起。”这一意想不到的模式表明，这种癌症有着单一、独立的起源，仿佛是一种已在鱼体内定植的独特生物体。

最初曾是团队成员的 Blazer 并不认同这一结论。她说，在鱼类患上癌症之前，它们的组织会发生炎症和细胞变化，这表明受到了某种污染物的影响。Blazer 在受影响的鲈鱼体内检测到异常高的砷含量，认为污染更可能是主要原因。“我不认同传染性癌症的说法，这也是我从论文上撤回署名的原因。”

未参与研究的 Murchison 表示，遗传学证据“毫无疑问地表明这是一个克隆体，一个在种群中传播的单一克隆体。”美国太平洋西北国家实验室的 Michael Metzger 对此表示赞同，“对于这些基因检测结果，确实没有其他任何解释”。

自被发现以来，这种癌症已出现在美国东北部和加拿大的其他湖泊与池塘中。但它是如何在这片又长又深的湖泊中迅速扩散的，至今仍是一个谜。

此外，患病鲈鱼的年龄提供了一条线索。“年轻的鱼从来不会得癌症。”Emerson 说，但在 3 岁左右性成熟后，这种癌症就很猖獗了。交配是这种通常独居的鲈鱼为数不多的相遇机会。Dragon 说：“它们会聚集在一起，由于胸鳍后面长着小刺，所以这些鱼可能会互相蹭痒。”

病鱼体内的细胞也可能像水生病原体一样传播。Blazer 和其他人将病鱼和健康鱼放在实验室鱼缸中，希望借此探究这种可能性，同时验证这种癌症是否真的可以传播。

门弗雷梅戈格湖中的褐头鲈依然很多，表明黑色素瘤虽然会侵袭鱼的内脏器官，但并不会迅速杀死它们。与此同时，癌症的高发病率表明这些鱼无法建立有效的免疫防御机制。“每一种新的传染性癌症都能带来全新的视角。”Murchison 说。 （方子逸）

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10828-6>

“共同塑造全球人工智能的未来”——中国倡议为人工智能发展注入强劲动能

■新华社记者 张晓茹 苟伟等

7 月 17 日至 20 日，2026 世界人工智能大会暨人工智能全球治理高级别会议在上海举行。国际人士高度评价中国推进人工智能向上向善发展的主张，赞赏中国帮助全球南方国家加强能力建设、弥合智能鸿沟的务实举措，认为这不仅彰显了作为负责任大国的担当，也为全球人工智能健康、安全、有序发展注入持久而强劲的动力。

“全球人工智能领域的重要引领者”

“近年来，中国人工智能发展势头强劲，在科研论文产出、专利布局、前沿模型研发及产业应用等方面展现出较强的国际竞争力，在部分领域已跻身世界前列。”德国人工智能研究中心科学主任汉斯·乌斯科赖特接受新华社记者采访时说。

大会期间，一批重磅成果集中发布。“中国如今已成为全球人工智能领域的重要引领者。”哈萨克斯坦副总理兼人工智能和数字发展部部长马迪耶夫表示，中国不仅培育出一批实力雄厚的高科技企业，还将创新成果迅速应用于工业、交通、医疗等领域，构建起涵盖科研、算力设施、人才培养、场景应用的完整生态体系。

在几内亚人工智能专家布巴卡尔·西迪·迪亚洛看来，高质量专业人才培养、良好的创新环境、长期稳定的政策支持，为中国人工智能产业

快速发展奠定了坚实基础。塞尔维亚国际政治经济研究所中国研究中心主任卡塔琳娜·扎基奇认为，中国持续将人工智能作为国家重点发展方向，充分体现了中国科技发展战略的连续性。

“为全球人工智能发展作出重要贡献”

作为负责任大国，中国积极同世界共享人工智能发展经验与技术成果。“中国大力发展开源人工智能模型，为全球人工智能发展作出重要贡献。”卢旺达基加利独立大学科学与技术学院院长让·博斯科·穆萨贝认为，开源人工智能降低了获取先进技术的门槛，为资源有限的国家培育本土创新提供了机遇。

“中国发展成果为全球人工智能创新提供了重要实践经验。”作为中葡人工智能与公共卫生技术联合实验室葡方主任，葡萄牙人工智能专家阿林多·奥利韦拉接受新华社记者采访时说，中葡联合实验室便是双方务实合作的生动例证。

未来 5 年，中国将面向发展中国家提供 5000 个人工智能专题研修培训名额；面向东盟、东盟、非盟、拉共体、上合组织、金砖国家建设国际人工智能应用合作中心。英国南安普敦大学网络科学研究所所长温迪·霍尔说：“这些举措表明，中方着眼长远，致力于让人工智能技

术造福世界、造福人类。”科特迪瓦阿比让大学学院信息学与数字传播学教授阿尔塞纳·梅纳恩指出，中国倡导开放合作、推动成果共享，将帮助全球南方国家弥合数字鸿沟，共享智能时代发展红利。

德国联邦议院技术评估办公室主任阿明·格伦瓦尔德高度评价中国推动建设开放包容的人工智能生态、将人工智能作为造福全人类的全球公共产品的主张，认为“这是人工智能发展理念上的重要进步”。

人工智能还为全球协同防灾减灾开辟了新路径。中国气象智能预警方案“妈祖”已在巴基斯坦、埃塞俄比亚、所罗门群岛等国落地。马达加斯加塔那那利佛大学数字治理与公共政策专家内斯托尔·拉贝认为，“妈祖”的应用推广体现了超越单纯商业逻辑的发展理念，生动展示了中国坚持以各国共同利益为导向、致力于让人工智能服务民生福祉的追求。

“具有弥合全球数字鸿沟的战略格局”

世界人工智能合作组织在上海应运而生。中国推动人工智能发展的务实举措得到国际社会广泛响应。

“人工智能技术正广泛应用于经济社会各领域，制定相应的技术规则势在必行。”俄罗斯



一组神经元帮助小鼠心脏保持平稳跳动，而另一组神经元则在急性压力下为心脏提供缓冲保护。 图片来源：Steve Gschmeissner

出现。”Shivkumar 说，“这项研究为我们的知识体系奠定了基础。” （文乐乐）

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.06.040>

从实验室到马里亚纳海沟科学院的万米深海路

（上接第 1 版）

她回忆，刚接到任务时，大家心里就非常清楚，这是一块真正的“硬骨头”，从一开始就做好了长期吃苦、反复试错的准备。

她的团队曾为 4500 米载人潜水器“深海勇士”号提供过国产浮力材料，但这次，万米深海完全是全新的未知领域，对材料的轻质、高强、耐压稳定性要求几乎达到了现有材料体系的物理极限。国际上没有成熟方案、公开数据可供参考，所有技术路径、工艺参数都要从零开始。

万米浮力材料最大的难点，是一对技术矛盾：既要足够轻，给潜器提供足够浮力；又要足够强，扛住万米海底的极致水压。许多“既要”“又要”的技术难题由此产生，比如作为密度调节剂的空心玻璃微球，既要实现对中空结构的微米级均匀性控制，又要将其耐压强度提升到极限。

“材料热固化的细微偏差，都会造成内部应力不均，高压下极易失效；海水侵蚀、温差变化、反复深潜的复杂工况都会影响材料长期服役时的稳定性；更难的是，上千块材料需要性能稳定地制备出来。”张敬杰说。

攻关的那些年，团队成员全身心扑在项目上，往返奔波于分散在全国各地的研发、测试、加工场间，白天扎根一线对接工程问题、跟进试验进度，晚上复盘海量数据、迭代优化配方和工艺方案。

2020 年 10 月底，“奋斗者”号万米海试前进行全系统联调和超高压模拟专项验收。团队交付的所有国产浮力构件全部顺利通过测试，各项指标全部达标，完全具备万米海试的条件。

2020 年 11 月 10 日万米坐底返航当天，张敬杰在办公室看直播，心里满是紧张、牵挂。对他们来说，坐底不是胜利，安全返航才是最终成功。

当“奋斗者”号成功上浮时，大家松了一口气。“这不仅是一台装备的成功，更是我国深海核心材料自主创新的有力证明，也是科研人践行科技报国最真切的收获。”张敬杰说。

“万米深潜只是我们探索深海的新起点，未来我们会继续深耕深海功能材料领域，持续攻克技术难题，为我国深海科技发展、深海装备国产化贡献更多力量。”张敬杰说。

网络安全事务协调专家乌尔万·帕尔芬季耶夫接受新华社记者采访时说，中国在人工智能领域全球领先，倡议并推动成立世界人工智能合作组织可谓水到渠成。

南非主流媒体独立在线新闻网站刊文评价说，世界人工智能合作组织的成立是全球化时代的一件大事。参与人工智能治理对话对发展中国家至关重要，“今天参与制定规则的国家，将更有能力塑造未来的数字经济”。

人工智能是全人类共同的智慧结晶和宝贵财富，让这一前沿技术更好造福人类，是国际社会的普遍期待。“本届大会充分展现了中国具有弥合全球数字鸿沟的战略格局。”波黑经济学家加夫兰·伊夫表示，中方倡议为全球人工智能发展指明方向、注入信心。坦桑尼亚《卫报》资深财经记者詹姆斯·坎多亚说：“科技创新应服务全人类，而不是成为新的发展壁垒。中方一系列倡议回应了许多发展中国家希望更加公平地参与全球人工智能治理的共同期待。”

约旦侯赛因·本·塔拉勒大学战略研究教授哈桑·达贾接受新华社记者采访时表示：“中国经验的独特之处不仅在于其发展人工智能技术的速度，还在于其提出将产业创新、经济发展、全球治理和人道主义责任联系起来的全面战略愿景，将推动各方共同塑造全球人工智能的未来。”