

挺进深渊无人区，他们在协同攻坚中刷新认知边界

(上接第 1 版)

不同于鲸落、热液等大型深海景观，这类硬基底动物区系生命藏在岩石的细微角落，唯有亲临海底、细致取样、反复研判才能揭开面纱。

严谨求实的原则贯穿研究团队航次作业、样品处理、论文产出的全过程。万米采样“步步惊心”。海参、狮子鱼躯体柔软，机械臂力度稍有偏差就会破损。团队根据样本特性，灵活使用生物密闭箱、动物吸取装置、地质采样篮，每一个环节都有章可循，确保样本的完整性。潜水器常常傍晚回收，海上实验室整夜灯火通明，记录、分类、保存流程绝不打折扣。

即便论文收到期刊录用通知，严谨的核查依旧不会松懈。鲸落研究论文发表前，团队反复核对全部原始附件中的原始数据、交叉比对，确认证据链形成完整闭环。从海上偶然发现残骸到成果刊出历时 3 年，其间联合国外古生物专家比对标本，层层排除各类假设才下结论。

秉持“只做不说”的原则，靠着这份严谨求实，团队一步一个脚印，实现一系列深渊科学前沿原创突破。

协同攻关，国际合作

深渊科学的重大科学突破，离不开地质、生命、环境等多学科交叉融合；想要奔赴分布在他国海域的海沟，则离不开平等互利的国际合作。“很多成果是多学科交叉的结果，单一学科很难产出。”深海所副研究员他开文如此总结。

科考船上，每日的科学例会就是最好的协作枢纽。地质研究人员解读海底地貌，生物研究人员辨识生命体，地球化学研究人员解析物质组分，结合多方意见动态调整潜次。以鲸落研究为例，初见疑似烟囱体的残骸时，大家提出多种猜想；采样回船之后，不同方向的科研人员分工，解析地形、鉴定物种、分析元素成分，多学科合力才完成这一重要发现。

甲板上的准备工作同样依靠配合。为获取需要低温保存的特殊样品，研究人员常常深夜处理完样本后，凌晨登上甲板，赶在潜航员就位前完成冰源装填、采样容器排布、设备紧固。在大家眼里，潜次不等人，任何环节拖延都会消耗宝贵的作业窗口期。

这种协同攻关的模式不仅体现在学科交叉上，更体现在国际合作中。全球深渊深潜探索计划从一开始就秉持开放共享的理念，航次由中方首席科学家和外方首席科学家共同担任，样品数据与参航科学家共享，中方科学家和外方科学家共同执行下潜任务。

迄今，已有来自 14 个国家的 39 位外国科学家搭乘“奋斗者”号抵达深渊，完成中国－新西兰、中国－印尼、中国－俄罗斯、中国－智利等多场联合科考，覆盖克马德克海沟、迪亚曼蒂纳海沟、爪哇海沟、千岛－堪察加海沟、普伊塞哥海沟等多个深渊区域。2025 年，全球深渊探索计划获得联合国海洋十年大科学计划认证，标志着我国从计划参与者转向主导者。

在这些联合航次中，中外科学家齐心协力，一起处理样品；在科学例会的学术讨论中，经常涌现新的科学想法和研究课题，双方从彼此陌生到相知知底、变成挚友；航次结束后，一起合作发表研究成果。新西兰科学家丹尼尔·勒杜克(Daniel Leduc)参加航次前只了解美国伍兹霍尔海洋研究所，对深海所几乎一无所知，但亲自参与航次后彻底改变了认知。他说：“我们希望未来继续与深海所合作。我们想在许多其他领域、在新西兰和其他需要探索的海域，探索其他海沟以及深海中其他类型的栖息地。”

南丹麦大学教授、丹麦深渊研究中心负责人罗尼·格鲁德(Ronnie Glud)评价：“中国在深海载人潜水器这项技术上一直处于绝对领先地位。开发“奋斗者”号并将其对全球科学界开放，我认为这是令人惊叹且非常值得钦佩的事情。”

目前，全球深渊深潜计划正在实施的中国－智利太平洋穿越航次，还联合了丹麦和德国科学家。研究团队希望更多国际科研机构加入，一起揭开深渊的神秘面纱。

坚守一线，不忘初心

大洋科考的荣光背后，是狂风巨浪、超长航时、远离家人的重重考验。深渊团队把个人得失放在身后，在颠簸大洋之上坚守初心。

南大洋普伊塞哥海域被称为魔鬼西风带。2025 年 1 月至 3 月，中国－新西兰第二次联合航次在这里作业，巨浪不断冲上甲板，船体剧烈摇摆。他开文记得，即便待在全船晃动最小的中部舱室，很多人依旧吃不好、睡不安。适合下潜的窗口期转瞬即逝，一旦海况短暂好转，船舶班组、潜航员、岸基保障人员、科研人员全部高速运转，顶住海况与经费压力，抢出连续多次有效下潜。

长期出海，远离家人是所有成员共同的考验。船上卫星通信带宽有限，大多数时间只能发送文字消息，通信条件好时才可以用短暂语音通话。有不少人已经连续 4 年在海上过春节。他们有时候调侃，大家在一起的时间比和家人多。

其实，船就是科考队的家。为舒缓思乡情绪，研究团队会在作业间隙，组织包饺子、聚餐、乒乓球赛等文体活动，弥补不能与家人团聚的遗憾。而真正把整支队伍凝聚在一起的是每日雷打不动的科学例会。不管作业多忙，所有人都围坐在一起，复盘每一次下潜的发现，交流观测疑点，共同研讨调整后潜次方案。正是一起冲破风浪、一同邂逅罕见深海图景的共同经历，一次次并肩作战，把他们紧紧联结在一起。

“如果不是发自内心热爱，很难扛住这份艰苦。”这是团队成员共同的感悟。学生时代刚出海时，他开文对这个职业有兴奋、有期待，如今出海已成为他生活的一部分。在他看来，深海科研要耐得住寂寞、经得起失败，要长期坚持。

在周鹏眼中，深渊是个矛盾又迷人的世界，海面无边无际，海底幽深未知，这个世界充满谜团，也充满机遇。投身其中不能只有一股热血，还要做好吃苦的心理准备。

他们表示，只要有热爱，把自己的学科特长带到深渊的广阔舞台，就有机会收获属于自己的科学发现。

年老心脏在年轻人体内“逆龄生长”

移植器官能够适应受体生物年龄

本报讯 器官移植后会发生什么？近日，一项公布于 bioRxiv 的研究表明，来自年轻供体的心脏在年长受体体内会迅速衰老，而年长供体的心脏在年轻受体体内则会恢复活力。

一般来说，器官捐赠者的年龄通常要求小于 45 岁，不过那些没患冠状动脉疾病的年长者也可成为供体。而上述发现意味着，对供体年龄的要求或许可以再放宽一些。

目前全球范围内的心脏移植手术越来越频繁。数据显示，美国 2024 年共进行了 4636 例心脏移植手术，比 2013 年增加了 81.5%。然而，移植器官供不应求，全世界每年仍有数百人在等待器官移植的过程中死亡。为此，科学家一直在探索猪器官移植，同时许多地区的器官移植指南也做了修改，以增加可用的心脏数量。

美国哈佛大学研究衰老的 Jesse Poganik 和同事分别在小鼠和人类中研究了供体心脏移植后的生物学年龄变化，即它们积累的细胞损伤数量。

研究团队将年轻小鼠(3 个月大)、中年小

鼠(1 岁)和年老小鼠(1.5~1.67 岁)的心脏移植到这 3 个年龄段的小鼠体内，使它们同时拥有移植心脏和原生心脏。手术后的 4 至 6 个月，研究人员从小鼠体内采集了组织样本，测量了约 32 万个基因区域的 DNA 甲基化水平，寻找与衰老相关的细胞损伤有关的变化。DNA 甲基化是一种不改变基因序列，但对基因表达起调控作用的机制。

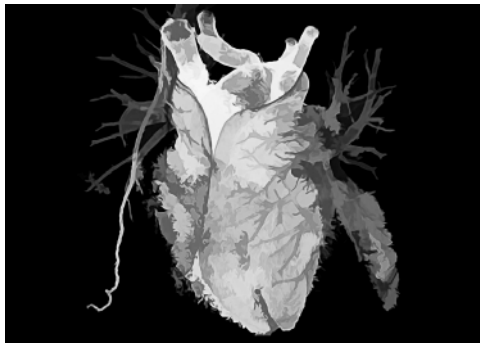
研究人员比较了供体心脏与原生心脏中与衰老相关的甲基化水平。结果显示，供体心脏的生物学年龄会发生改变，更接近受体的年龄；移植到年长动物体内的年轻心脏加速衰老；而年长供体的心脏在年轻受体体内恢复了活力。该结果与此前的研究一致。通过异体共生模型——通过外科手术连接年老和年轻小鼠的循环系统所构建的模型，研究人员发现，年轻小鼠的血液可以延长与之相连的年长小鼠的寿命，并改善其记忆和学习能力，而年长小鼠的血液则会导致年轻小鼠的生物学年龄增长。

除小鼠外，Poganik 团队还分析了美国布

列根妇女医院的心脏移植案例，筛选了能够获取活检样本以进行 DNA 甲基化检测的病例。他们研究了 11 例供体与受体年龄差距较大的移植案例——年长供体心脏移植给年轻受体，年龄差距在 8 至 24 岁；年轻供体心脏移植给年长受体，年龄差距在 38 至 50 岁。“我们在人体中发现了与在小鼠中看到的完全相同的影响。”Poganik 说，移植后，供体心脏呈现出受体的生物学年龄。

研究人员还查看了数百名受术体后一年的电子病历，评估心脏功能及其与生物学年龄的相关性。他们发现，心率、心脏后壁厚度和运动能力等指标，与受体年龄而非供体年龄相关。“一些年长供体心脏在年轻受体体内，功能上表现出在生物学层面更年轻的特征，反之亦然。”Poganik 说，“但有些损伤可能是无法逆转的。”

不过，研究人员没有观察到心脏移植会导致其他器官功能发生变化。Poganik 表示，他们需要在更大规模的队列以及不同移植项



健康心脏的三维 CT 扫描图。
图片来源：Vsevolod Zvirnyk

目中进行重复实验。但上述研究结果至少表明，通过纳入年长供体，移植器官库也许可以得到扩充。（徐锐）

相关论文信息：
<https://doi.org/10.64898/2026.09.15.751836>

美“星舰”首次地球轨道飞行提前结束

据新华社电 美国太空探索技术公司“星舰”飞船 9 月 28 日实现首次地球轨道飞行，但由于上升阶段发动机提前关闭等情况，任务团队决定缩短“星舰”在轨飞行时间，较原计划提前结束。

美国中部时间 9 月 28 日 7 时 48 分(北京时间 9 月 28 日 20 时 48 分)，“星舰”从位于得克萨斯州南部的发射基地升空。发射后，火箭第一级“超级重型”助推器的 33 台“猛禽 3”发动机全部点火，但其中一台发动机在上升过程中关闭。此后，火箭一二级分离。“超级重型”助推器随后在墨西哥湾附近海域受控溅落。

第二级“星舰”飞船在上升过程中，其 6 台“猛禽”发动机中有一台真空版发动机提前关闭。“星舰”通过让其余 5 台发动机延长燃烧时间补偿推力损失，仍按计划进入亚轨道。

此后，任务团队对“星舰”进行评估，确认后续操作所需的 3 台海平面版“猛禽”发动机状态良好，决定继续执行人轨操作。“星舰”完成入轨点火，首次进入绕地球运行的轨道。随后，“星舰”首次在轨部署 26 颗新一代“星链”V3 卫星。

完成卫星部署后，“星舰”进入绕地球轨道飞行阶段。太空探索技术公司表示，鉴于上升过程中出现的发动机问题，团队决定缩短“星舰”在轨飞行时间，从原计划约 10 小时缩短至约 3 小时。此后，“星舰”执行首次离轨点火，脱离地球轨道并再入大气层，在北太平洋预定区域溅落。

这是“星舰”第 14 次试飞，此次任务首次实现地球轨道飞行，并完成入轨点火、在轨部署卫星、离轨点火以及再入大气层等关键环节，为“星舰”未来实现完全、快速重复使用积累了重要飞行数据。

“星舰”火箭总长约 120 米，直径约 9 米，由两部分组成，第一级是长约 70 米的“超级重型”助推器，第二级是“星舰”飞船。该火箭的设计目标是将人和货物送至地球轨道、月球乃至火星。（谭晶晶）

新工具借鉴天文学方法 破解显微成像定位难题

据新华社电 芬兰图尔库大学参与的一项国际研究借鉴天文学方法开发出一种新型开源工具，将多个细胞核组成的集群视作“星座”，帮助显微镜识别样本的同一区域，有望提高复杂显微成像实验的效率和可重复性。

图尔库大学近日发布新闻公报说，在显微成像实验中，研究人员经常需要多次观察样本同一区域。但是当观察条件改变时，从显微镜中看到的样本外观可能发生变化，例如样本放大倍率被改变、样本被转移到另一台显微镜或被进一步处理后再成像等。依靠人工重新找到此前观察过的样本区域，往往非常耗时且易出现偏差。

天文学家根据若干恒星之间的相对位置，将未知星空区域与星图进行比对并确定其位置，即“星图匹配”法。研究人员借鉴这一思路，开发出一款名为“NucleiSky”的工具，通过把细胞核集群中细胞核之间的位置关系看作星空中恒星之间的位置关系，再在更大范围的显微图像中寻找样本中具有相同排列特征的区域。

研究人员表示，“NucleiSky”识别的是细胞核之间的排列模式，而不是图像整体外观，因此即使放大倍率、成像方法或使用的显微镜发生变化，仍可找到相对应的视野。理想情况下，仅利用 5 个细胞核的排列就能识别出正确定位。

研究人员还在智能显微成像应用中测试了“NucleiSky”。他们首先使用一台显微镜对细胞样本中的特定区域成像，随后将样本转移到采用不同成像模式的另一台显微镜。第二台显微镜配备智能显微成像工作流，先以较低放大倍率自动扫描样本，识别出此前记录的细胞核“星座”，随后自动导航至原来的观察区域，并对其进行更高分辨率成像。

研究人员认为，这一工具可减少对人工搜索等手段的依赖，使复杂显微成像实验更加便捷和易于重复。未来，相关方法还可用于智能显微系统，让显微镜能够自主扫描样本、发现感兴趣区域，并自动返回该区域进行高精度成像。相关研究论文已发表于《细胞科学杂志》。（朱昊晨 徐谦）



一项新研究揭示了在无重力环境中肠道会发生什么。

图片来源：Frans Wej/Jean Beaufort

■ 科学此刻 ■

宇航员为何会便秘

便秘是宇航员经常遇到的问题，但科学家尚未完全搞清太空环境为何会扰乱正常的消化功能。近日，一项研究给出了可能的解释。科学家分析了 52 名在国际空间站驻留数月的宇航员的血液样本，发现离开地球后，他们的消化系统很快会发生变化。相关研究成果发表于《自然－通讯》。

“我们在宇航员的血液样本中发现，进入太空数周后，他们的肠道菌群开始比平时更猛烈地发酵蛋白质，这种变化一直持续到返回地球。”丹麦哥本哈根大学的 Giorgia La Barbera 表示。

当肠道内的膳食纤维消耗殆尽时，菌群便会分解蛋白质，这一过程便是蛋白质发酵。这种现象并非宇航员特有，地球上的人也会经历。研究人员推测，微重力可能会减缓食物在消化道中的移动速度。如果食物在肠道内停留的时间变长，菌群就有更多的时间进行蛋白质发酵。有时人体即便没有明显的便秘感觉，这一过程也会发生。

“太空的重力环境可能导致食物在肠道中移动得更慢，这与我们观测到的蛋白质发酵增加的迹象相吻合。这或许能够解释宇航员便秘的原因。”哥本哈根大学的 Henrik Roager 表示。

上述发现来自对宇航员血液中代谢物的分析。后者是血液中循环的小分子，能够提供身体机能的线索。通过分析这些分子，研究人员可以了解从饮食、代谢到肠道内部活动的一系列生理过程。

这项研究的意义可能超出了消化领域，因为肠道变化会影响身体的其他部位，包括大脑。“我们知道，蛋白质发酵的产物通常与多种健康负面影响相关，如肾脏损伤、情绪波动、注意力下降等。”哥本哈根大学的 Lars

■ 环球科技参考 ■

中国科学院成都文献情报中心

美国就生成式 AI 医疗器械监管征求意见

近日，美国食品药品监督管理局(FDA)官网发布生成式人工智能(GenAI)医疗器械监管考量讨论文件，就风险评估、上市前评估、上市后监测等全链条监管议题公开征求意见，截止日期为 2026 年 10 月 19 日。

该行为响应特朗普政府“用 AI 加速创新医疗产品上市”的优先事项，支撑 FDA 设备与放射健康中心(CDRH)“创新与全球领导”公共卫生战略。

文件由 CDRH 下属数字健康卓越中心牵头，在风险评估端提出双轴框架，用以区分 GenAI 器械相对于传统软件 /AI 器械的新型风险。

在医疗器械上市前，该方法由非临床设备基准测试与临床确认两部分组成，验证器械是否按预期表现后再触达患者。在上市后，方案给出风险匹配型监测思路，单独讨论基础模型、自主智能体系统的治理边界。

该方案表明，GenAI 医疗器械不再只遵循软件即器械的理念，而是向能力可证明、风险可分层、上市后可追踪的新规发展。

英国修正法案 加强药品和医疗器械监管

近日，英国药品和健康产品管理局(MHRA)向议会提交 3 项《健康法案》监管改革修正案，旨在加强现代化药品与医疗器械监管。

一是扩大信息共享权限。MHRA 可与受信任的英国政府部门及全球监管伙伴共享药品、医疗器械特定信息，用于公共卫生、患者安全和创新。与此同时，商业敏感信息与患者信息仍受数据保护法约束。这意味着基因治疗、细胞治疗等前沿产品的安全性和有效性数据可在跨国监管机构间更高效流动，可能加速多区域同步审评。

二是建立灵活的立法更新机制。技术标准和国际指南更新可自动进入法规，实现灵活更新。轻微技术或行政修改采用比例化咨询，重大政策仍采用完整公开咨询。

三是为未来医疗器械许可制度做铺垫。修订《2021 年药品与医疗器械法》，授予 MHRA 构建本土医疗器械许可框架的赋权能力。英国市场未来或由 MHRA 直接发放许可。法案强调，医疗器械许可需按风险分级审查，软件与人工智能医疗器械被明确纳入适配范围。

日本修订《生物制品最低要求》

近日，日本厚生劳动省通过世界贸易组织(WTO)拟对《生物制品最低要求》进行部分修订。意见反馈截止日期为 2026 年 10 月 9 日，修订计划于 2026 年 11 月批准并正式生效。该修订是日本在生物制品质量控制领域推动方法学现代化的重要举措，旨在引入灵敏度更高、特异性更强的分子生物学检测技术。

此次修订聚焦两类核心变更。

一是针对重组吸附乙型肝炎疫苗(酵母制备)，将原有的“载体及插入基因检测”收窄为“插入基因检测”。这一调整意味着生产企业无需再对载体序列进行额外检测，有助于降低质控成本、简化放行流程，同时保持对目标基因的严格把控。

二是在冻干减毒麻疹活疫苗鉴别试验、冻干减毒麻疹活疫苗外源病毒检测与鉴别试验以及麻疹联合疫苗标签确认 3 个项目中，明确允许采用逆转录聚合酶链反应(RT-PCR)方法替代原有传统检测手段。RT-PCR 具有快速、灵敏、可定量等优势，能够显著缩短检测周期，尤其适用于活疫苗中外源因子的排查与鉴别。（刘竟雄）