

# 中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 8936 期  
2026 年 2 月 11 日  
星期三 今日 4 版

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



科学网 www.sciencenet.cn

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao

## 27 年攻坚,让生命起始的“隐形剧本”显形

■本报记者 王兆昱

一个受精卵,如何从单细胞一步步长成拥有神经、心脏的胚胎?胎盘又是怎样精准“投喂”胎儿、守护生命萌芽的?这些藏在生命开端的秘密,牵系着无数家庭的期盼,更是科学家探索数十年的谜题。

中国科学院动物研究所研究员王红梅带领的“灵长类胚胎发育的规律解析与体外模拟团队”,用 27 年的接力攻坚,把灵长类早期胚胎发育这个看不见、摸不着的“黑匣子”,变成了清晰可见的“生命剧本”。

他们取得了一系列突破性成果,让中国在灵长类早期胚胎发育与体外模拟领域跻身国际前列。近期,该团队荣获中国科学院 2025 年度杰出科技成就奖基础研究奖。

### 在实验室给胚胎“搭个家”

俗话说:“十月怀胎,一朝分娩。”人类胚胎发育的 14 到 28 天被称为“黑匣子”,是至关重要也特别神秘的阶段。王红梅解释道:“14 到 28 天这个阶段,大多数女性甚至不知道自己已经怀孕了。”

恰恰是在这两周里,胚胎经历了翻天覆地的变化。原本对称的细胞团会发生原肠运动,形成内、中、外 3 个胚层,随后进一步分化,发育成人体的各个器官——内胚层变成从口腔到肠道的整个消化系统,肺、肝脏、胰腺、甲状腺都从肠道上“萌芽”而出;外胚层分化为神经系统和皮肤,还会形成眼、耳等感觉器官;中胚层孕育出心脏、肌肉、椎骨和肋骨。到第 25 天左右,心跳出现,神经系统开始发育。

“很多家庭遭遇的出生缺陷、妊娠失败问题的源头就在这个阶段。”王红梅说,要破解出生缺陷与妊娠失败,首先得让这段发育过程“看得见、读得懂”。

然而,由于受到严格的伦理规范限制,人类胚胎体外培养必须在 14 天停止。这意味着,这段决定生命走向的关键时期,几乎无人能窥其全貌。

由于人类胚胎难以获得,团队将目光聚焦于灵长类动物食蟹猴。食蟹猴与人类在遗传、生殖和神经系统等方面高度相似,因此,用食蟹猴体外培养的胚胎开展研究对于撬开人类早期胚胎发育的“黑匣子”非常重要。

在实验室里让胚胎顺利发育,难度远超想象。温度、营养、氧气浓度都需精准控制,从而模拟母体子宫环境。团队花了十几年时间,一点一点优化培养条件。

经过不懈努力,团队成功让食蟹猴



团队成员讨论实验方案。受访者供图

胚胎在体外发育了 20 天,第一次完整捕捉到原肠运动的早期事件。此后,他们进一步突破至 25 天,刷新了灵长类胚胎体外存活纪录,系统解析了三胚层分化、神经发育等关键事件。这项研究入选了 2023 年度“中国生命科学十大进展”,《自然》杂志称之为“有史以来在体外发育时间最长的灵长类胚胎”。

团队始终没有放弃进一步探索,创建了基于深度学习的三维重建技术,借助空间转录组测序,全景式捕捉人类胚胎发育细节,首次实现了对人类早期胚胎各细胞中基因的精准定位和动态追踪,建立了三维数字化动态解析体系。这项发表于《细胞》的研究被评为该刊 2024 年度最佳论文,并获评建立了人类“黑匣子”阶段第一个完整数字化图谱,为探究极早期胚胎发育打开了全新视角。

### 解密“生命土壤”

如果说胚胎是孕育生命的种子,胎盘就是滋养它的“土壤”。而这片“土壤”的精妙程度远超想象。

“胎盘存在一种特殊的多核结构,研究发现单个这样的结构最多包含 580 亿个细胞核。”王红梅说,“我从来没有在任何物种的身体里见过这么大的多核结构。”

胎盘具有复杂的营养分配机制,它从母体吸收营养后,需要同时供给胎儿和维持自身存活,这一过程涉及精密的调控。团队通过建立胎盘细胞系、干细胞系和类器官等模型,利用小鼠、食蟹猴和人进行比较研究,系统解析了胎盘从第一个细胞出现到完整功能建成的全过程,发现了人类胎盘独特的脂糖代

谢模式,正是这种模式控制着胎盘多核细胞的发育及营养的精准传输。一旦代谢紊乱,就可能导导致孕前期等妊娠疾病,严重时危及孕妇生命。这些发现为妊娠期疾病的早期预警和发病机制研究提供了新的方向。

团队还在食蟹猴身上完成了一项此前无法在人体中实现的研究——系统解析怀孕过程中母体多个重要器官的代谢改变。团队借助食蟹猴模型,收集了未怀孕、怀孕早期、中期、晚期不同时间点的多个组织器官样本并开展代谢组学研究。结果发现,未怀孕时各器官配合默契,一旦怀孕,心脏忙着增加输血量,肝脏忙着调整代谢,各器官“各忙各的”,虽然看似混乱,但胎盘却扮演了一个统一协调的角色,让混乱重新归于有序。

这项工作被国际同行评价为“中国科学家向填补妊娠期母体器官改变这一领域的空白迈出重要一步”。

### 给妊娠失败患者造“体外子宫”

基础研究的最终指向是解决临床难题。在接受辅助生殖治疗的夫妇中,约 15% 会遭遇反复胚胎着床失败,而每位患者的病因各不相同,目前尚无有效治疗手段。

团队独辟蹊径,尝试在体外为患者“造”一个微型子宫。他们开发了一种芯片系统,取患者子宫内膜的少量组织,在芯片上重建包膜腺上皮类器官、基质细胞和腔上皮细胞的子宫内膜模型,再将人工合成胚胎“种植”上去,模拟着床的早期事件。

有了这个“体外子宫”平台,药物筛

选便有了抓手。团队从 1119 种获美国食品药品监督管理局批准的小分子药物中逐轮筛选,在缩小到十几种候选药物后将其放到患者特异的芯片上验证,寻找能让患者子宫内膜改善、胚胎成功着床的特定药物。团队提出的这条“从患者到芯片、从芯片到药物”的个性化诊疗路径,已在发表于《细胞》的最新论文中得到初步验证。

“我们在想怎样让方法更简化。”王红梅透露,未来可能只需收集患者的经血,就能获得足够细胞以搭建体外着床模型,免去子宫活检的创伤。同时,团队成员于乐谦在国际上率先搭建了高度模拟人类自然胚胎的人工合成胚胎,并与临床合作建立了小脑症患者的人工胚胎模型,揭示了核糖体基因突变导致神经祖细胞增殖异常的致病机理,发现了潜在干预靶点。

王红梅反复强调,这些目前只是“潜在的”诊疗策略,与真正的临床应用仍有距离,团队将在这条路上持续探索。

### 把论文写在生命健康“第一线”

“做研究,一定不要急功近利。”这是王红梅常对团队说的话。每一个阶段都要精准记录,每一组数据都要反复验证,一个实验失败了就推倒重来,一个难题攻克了就向更深的未知迈进。为了观察胚胎全时程发育变化,成员轮流值守,常常在显微镜前一坐就是好几个小时;为了验证一个猜想,可能要重复上百次实验。

于乐谦曾打趣说:“我们对胚胎发育的了解,可能比自己孩子的成长细节还要清楚。”

27 年间,团队取得了一系列重要成果,得到了国际同行的广泛认可。他们创立了国际生殖生物学前沿论坛并已举办 6 届,参与制定国际干细胞研究学会人工合成胚胎准则,担任英国剑桥大学胎盘研究中心学术委员会委员和国际妊娠联盟执委会中方代表,为推动全球生殖健康研究作出了重要贡献。

从解读生命的起始密码,到在体外模拟生命的最初萌发,这个团队用 27 年的坚守,一步步把“看不见的黑匣子”变成了“读得懂的生命剧本”,为无数等待新生命降临的家庭点亮了希望的灯火。



杰出科技成就奖

## 科技期刊世界影响力指数报告发布

本报讯(记者高雅丽)2月10日,记者从中国科协获悉,《科技期刊世界影响力指数(WJCI)报告》2025 版已于日前发布。该报告建立了中外科技期刊同源、同标评价体系。报告显示,随着世界一流科技期刊建设工作深入推进,我国科技期刊的国际影响力和传播力持续增强,在部分领域已达到国际领先水平。

报告指出,中国科技期刊呈现数量和质量齐升态势。报告 2025 版收录中国科技期刊 1906 种,比 2020 版增加了 480 种。在质量方面,收录中国科技期刊均 WJCI 指数为 1.490,世界排名第 7 位,相比于 2020 版上升了 5 个位次;刊均总被引频次为 2530 次,较 2020 年增长了 55.60%;刊均影响因子由 2020 版的 1.105 增加到 2025 版的 2.434。

在学科排名方面,报告 2025 版收录中国科技期刊进入 Q1 区的有 362 种,比 2020 版增加了 190 种;进入 Q1 和 Q2 区(前 50%)的共 902 种,比 2020 版增加了 414 种。特别是

地质学、工程综合等 31 个学科,中国进入前 50% 的期刊均超过 10 种。

值得关注的是,中国头部科技期刊数量连续 5 年持续增长,2025 年共有 76 种中国科技期刊的 WJCI 指数位列全球 TOP5%,数量是 2020 版的 9.5 倍;位列学科 TOP10% 的有 152 种,比 2020 版增加了 117 种。

报告自 2020 年起组织研制,至今已连续发布 6 年。报告构建了面向全球、具有自主特点的期刊评价体系,2025 版覆盖了全球 15274 种优秀期刊,收录来自 89 个国家和地区的 3218 种非英文期刊,占来源期刊总数的 21.07%。

在学科分类上,报告进一步优化体系,共设 281 个三级学科,更好适应了科研发展趋势。在评价指标上,报告融合影响因子、总被引频次、网络传播数据 3 项指标,提出“科技期刊世界影响力指数”,引导期刊走质量、规模、影响力均衡发展之路,避免了“唯影响因子”单一评价指标的片面性。

## 我国到 2027 年将新制定科技服务业国家标准和行业标准 40 项以上

新华社电 记者 2 月 10 日获悉,工业和信息化部等五部门日前联合印发《科技服务业标准体系建设指南(2025 版)》,提出到 2027 年,新制定科技服务业国家标准和行业标准 40 项以上,初步构建满足科技服务业高质量发展的标准体系,面向超过 1000 家企业开展贯标工作。

科技服务业是运用现代科学知识和技术手段,围绕科技创新全链条发展,科技成果转化,向社会提供智力服务的新兴产业。近年来,我国科技服务业发展迅速,新型服务主体不断涌现,服务业态不断丰富,亟需加强标准体系建设,规范和引领科技服务业高质量发展。

指南明确将坚持“系统谋划、创新驱动、开放合作”原则,统筹推进科技服务业标准的制定、实施和国际标准化,并提出到 2030 年,新制定科技服

务业国家标准和行业标准 80 项以上,基本建成满足科技服务业高质量发展的标准体系,标准服务企业成效更加凸显。

指南围绕基础通用标准、重点领域标准、管理保障标准三个方面作出一系列部署,主要包括规范科技服务业相关术语的概念与定义,为其他相关标准的制定及开展标准化活动提供支撑;规范研究开发服务的过程、质量、人员资质、设备管理等要求;规范科技服务业机构及个人在数据收集、处理、分析、报告等过程要求。

组织实施方面,指南明确,加强科技服务业有关标准化技术组织的协同配合,支持相关标准化技术组织和专业机构等开展培训,支持和鼓励科技服务机构深度参与国际标准化活动等。(周圆 王舒一)

## 英国科研经费改革引发忧虑



此次改革还可能使大型物理基础设施项目面临资金的不确定性。其中包括 LHCb 实验,它利用位于瑞士日内瓦附近的欧洲核子研究中心(CERN)的大型强子对撞机(LHC)运行。2022 年,UKRI 曾向该项目拨款 4900 万英镑。

英国利物浦大学的 Tara Shears 负责英国在 LHCb 实验中的工作。她表示,去年 12 月收到通知“项目被降为非优先事项”后,团队对未来走向十分茫然。“这意味着我们出现的缺口必须由国际合作伙伴来填补。”

尽管 UKRI 表示尚未作出任何决定,但物理学家与天文学家已深感忧虑。“如此大规模的削减,对英国物理学的根基是毁灭性打击。”英国物理学学会当选会长 Paul Howarth 表示。

“政府承诺加大对量子、绿色科技、人工智能等领域的投入,这些固然可喜。但现实是,数百名科学家被告知研究经费被大幅削减,工作岌岌可危,然而却看不到承诺的替代资金在哪里。”英国诺丁汉大学的 Maggie Lieu 担心地说。

虽然 UKRI 强调每项改革背后都有不同情况,但政策专家指出,其中存在共同主题——将英国科研重新转向政府认定的、对经济增长至关重要的领域。(王方)

## 洞庭追鸟人

■本报记者 王昊昊

2 月 8 日早上六点半,邹业爱的手机闹钟准时响起。他快速穿工装,推开宿舍门时天还未亮,哈气成霜。李冬梅同一时间出现在楼下,他们将望远镜等设备装车后就出发了,约 1 小时便抵达东洞庭湖的一处堤垸内湖。此时晨光初露,太阳从湖面缓缓升起。

邹业爱和李冬梅分别为中国科学院亚热带农业生态研究所洞庭湖湿地生态系统观测研究站(以下简称洞庭湖站)的副研究员、博士研究生,都是研究员谢永宏团队的成员。过去 7 天,他们和同事都保持着“朝六晚九”的野外科研节奏。

过去 10 余年来,洞庭湖站科研人员每年定期追着洞庭湖的鸟儿跑,基于调查到的鸟类种群、数量等数据开展研究,反映洞庭湖的生态变化,并为政府部门的科学决策提供重要参考。

2 月 8 日,《中国科学报》记者跟随他们的脚步,体验了“追鸟”一日。

### 野外调查遇“稀客”

寒风掠过,洞庭湖畔成片芦苇随风摇曳。邹业爱驾车缓慢驶过湖滩土路,生怕惊着休憩的候鸟。

“快看,那是不是东方白鹳?”还未下车,他就观察到前方有只鸟很像东方白鹳。这种鸟繁殖分布区域狭窄且数量稀少,已处于全球濒危状态。



▲邹业爱(右)和李冬梅在观察候鸟。  
▶洞庭湖站实验地里的观鸟塔。  
王昊昊/摄

“应该是,羽毛尾部是黑色的。”李冬梅一边回应,一边收拾起装备。他们下车,迅速换上雨靴,悄声走近观鸟塔。

“脚步轻点,否则会惊扰鸟儿。”邹业爱边走边提醒记者。观鸟塔一楼有芦苇等遮挡,风较小。登上三楼,寒风陡然加剧,呼啸声灌满双耳,不一会儿,双手就冻得不听使唤。“这风不算大,湖区一些地方风速最高达到每秒 18 米左右,无人机都没法用。”

指尖轻旋调焦旋钮,望远镜中的视野逐渐由模糊变得清晰——观鸟塔约 1 公里外,一只东方白鹳时而在湖面觅食,时而在浅滩踱步徜徉。

“太惊喜了,遇到‘稀客’是我们最开心的时刻。”二人不由得感慨。这不仅是一次惊喜“邂逅”,更是洞庭湖生态持续向好的鲜活注脚。洞庭湖站科研人员“最开心的时刻”背后,却是他们常年在洞庭湖的滩涂、洲渚与圩垸间“追鸟”的艰辛与坚持。

### 追风赶月的“候鸟”科学家

“水鸟是洞庭湖生态环境的关键指示物种,其种群结构与数量变化是评估湖区生态状况的重要指标,因此我们在 2014 年就系统开展了洞庭湖鸟类调查

研究工作。”谢永宏当时担任洞庭湖站站长。

“鸟来了,我们就来了。”“邹业爱们”也像是洞庭湖的“候鸟”,在每年的候鸟越冬期,即 11 月至次年 3 月,联合其他单位开展鸟类调查,一般每月 7 日开始。

野外调查中最大的挑战往往是最基本的“吃喝拉撒”问题。出发前,邹业爱特意提醒:“上好厕所,湖区可没地方解手。”他们不是在观测点,就是在赶往下一个观测点的路上。

洞庭湖并非一片完整的水面,而是巨大的湿地复合体,面积超 2600 平方千米。一天的调查结束后,科研人员往往就近在乡镇找个旅馆住下,次日开始新一天的调查。

“饭点从来不准时。”中午 12 时许,他们完成既定调查任务,回到车上开始用餐。“野外调查点离饭店远,往返一趟至少一两小时车程,因此有条件时就去饭店吃,经常下午三四点才吃午饭;没条件就吃自带的干粮,户外没热水,面包、水、自热速食是‘主打菜’。”

(下转第 2 版)



### 看封面

## 高科技头盔来了



在最新一期《科学》封面中,一个气动冲头猛烈撞击着橄榄球头盔。这是美国 Biocore 公司进行的一项测试,该公司负责对美国国家橄榄球联盟的头盔进行安全评级。此类测试推动了头盔设计领域的创新浪潮,如今的头盔采用新理念和材料,能够以前所未有的效率吸收冲击力。(王钰)

图片来源: Ben Huddleston for Exos