中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 9115 期　2026 年 11 月 12 日　星期四　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

听《中国科学报》　《中国科学报》官微　科学网 App　科学网官微

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　　科学网 www.sciencenet.cn

落户西南山间，这座大科学设施迎来新起点

■本报记者 张楠

云南昆明，玉案山花红洞。清晨七八点，山间的饲养区里准时响起轻快的音乐声，3000 多只实验猴吃下营养早餐；饲养员开始一天三次的巡栏，观察每只猴的健康状况和精神状态。

这座像公园一样的园区，是中国科学院昆明动物研究所（以下简称昆明动物所）模式动物（灵长类）表型与遗传研究国家重大科技基础设施（以下简称灵长类设施）的所在地。

这个在“十二五”期间部署建设的国家重大科技基础设施项目，除了在昆明建设了灵长类设施，还在河北涿州建设了猪表型与遗传研究设施，形成了一个横跨南北、涵盖猪和灵长类等大动物的综合性大科学设施体系。

近日，模式动物表型与遗传研究国家重大科技基础设施整体通过国家验收，我国在大动物表型与遗传研究领域有了国际先进的大型综合研究平台。

从 2012 年启动申报，到 2026 年通过验收，这条路走了十余年。“十多年磨一剑，现在剑磨好了，质量还可以。接下来需要武艺高强的侠客，仗剑走天涯。”中国科学院昆明分院院长、灵长类设施建设工程总指挥姚永刚说。



灵长类设施综合实验大楼鸟瞰图。 昆明动物所供图

“大师兄”入住花红洞

位于昆明西郊的玉案山花红洞园区是昆明动物所前辈创业的起点。上世纪 60 年代，这里曾承担国家重大科研任务，开创我国灵长类生物学研究先河。上世纪七八十年代，研究所面临学科重点发展方向的转型，但一直没有放弃应用灵长类动物探索构建医学模型的努力。

在当前的医药研发创新实践中，一个严峻的问题日益凸显：大鼠和小鼠等啮齿类实验动物被广泛用于人类疾病模型构建，但由于其遗传、生理、代谢，特别是神经系统与人类差异巨大，基于啮齿类动物的脑疾病模型研究成果临床转化率不足 1%。

“目前有 200 多种阿尔茨海默病（AD）小鼠模型，但没有一个能完整模拟人类发病的过程。”灵长类设施建设总工艺师毛炳宇解释，很多在小鼠身上有效的药，一到人身上就失败了。

相比之下，猕猴、食蟹猴等非人灵长类动物在基因组成、脑结构、生理生化代谢、免疫反应等方面，与人类高度相似。昆明动物所曾在饲养的猴群中发现一只有“自发”帕金森病的食蟹猴，其症状和人类患者高度相似。进一步检查发现，它的脑子里出现了和人类帕金森病一样的病理变化。

正是基于这些“替身”的独特性，国家在“十二五”期间部署建设了这座专门面向灵长类动物的大科学设施。曾在《西游记》中护佑唐僧西天取经的“大师兄”走进国家大科学设施，承担起为疾病研究“探路”的新使命。

灵长类设施主要建设有模式动物生产与培育、表型分析、遗传分析、信息处理与智能自动化管控等四个系统，目标是实现对灵长类动物从分子到细胞、从组织到整体、从胚胎发育到成体行为的全尺度研究。

图纸变成“猴子科学城”

把概念性的设计变成一砖一瓦的现实，并不容易。

“我们科研团队既往接受的主要是分子生物学等方面的训练，缺少大工程建设方面的历练。”姚永刚说。 从立项初期的质疑与资金压力，到建设过程中的各种突发情况，建设团队始终坚定信心、全力以赴，“一分钱掰成两半花”，最终推动项目成功落地。

然而，在关键处，他们舍得花钱。很多关键设备难以从国外直接引进：或没有现成产品，或价格高昂，或受技术封锁限制。为此，工艺团队与国内科研院所、企业携手，打响了一场关键设备的“国产替代”之战。

他们与中国科学院自动化研究所联合研发了国际首台可用于灵长类动物的大尺度磁纳米粒子－计算机断层扫描融合成像系统，实现纳摩尔级成像灵敏度；自主研发了基于触摸屏的计算机灵长类认知测试系统；委托中国科学院苏州生物医学工程技术研究所，定制研发灵长类实验动物代谢舱，实现了核心设备的全面国产替代。

就连磁共振成像设备，团队也调研了一年多，最终与联影医疗合作开发了国内首台非人灵长类动物磁共振设备，并编写了扫描操作白皮书。双方的长期合作，推动我国动物磁共振技术水平跻身国际先进行列。

2023 年 9 月 26 日，灵长类设施通过工艺验收。其实验动物饲料生产能力、灵长类动物行为表型数据测定能力、灵长类动物胚胎操作能力、影像分析能力等优于批复要求。卵胞质内单精子注射受精率、显微注射胚胎存活率及胚胎移植怀孕率等重要指标，处于国际先进水平。

依托“边建设、边运行”的模式，灵长类设施在试运行期间已产出系列重要成果。2023 年，《科学》以专刊形式报道了由设施团队牵头发起的“国际灵长类基因组计划”（PGP）一期研究成果，公布了 27 个灵长类物种的基因组数据；首次发现灵长类动物杂交成种事件；构建了人类疾病基因在灵长类动物基因组中的变异图谱及潜在功能预测模型。

此外，团队发现了世界上首只自发罹患帕金森病的食蟹猴；通过严密病理分析证明衰老猕猴会自发 AD，终结了国际学界“猴是否得 AD”的争议；揭开了长臂猿演化与“长臂”之谜，相关成果发表于《细胞》。

这些发现为灵长类动物保护与资源开发利用，特别是疾病动物模型研究等，提供了重要数据基础与理论依据。

依托灵长类设施，科研团队目前正在开展猕猴 ENCODE 计划、猕猴 BioBank 工程、灵长类表型组计划、PGP 二期研究计划等。

“超级大脑”与“数字猴”

在灵长类设施的四大系统中，信息处理与智能自动化管控系统可谓“超级大脑”。博士毕业于荷兰阿姆斯特丹大学的刘书，主要从事脑磁共振影像和大规模人群队列研究。2024 年 4 月，他加入昆明动物所，依托设施成立研究团队。

“灵长类设施最吸引我的，是它的资源。”刘书说。开展人类研究时，很多发现往往只能提出“可能”，要进一步验证这些发现，离不开实验猴提供的重要研究模型。灵长类设施拥有规模化的猴群资源和可控的饲养环境，配备专业的兽医和技术人员，可以完成从动物管理到磁共振扫描的全流程，“我可以很好地开展研究工作”。 （下转第 2 版）

探访大科学装置



11 月 11 日，浙江舟山，随着“定海号”超大直径盾构机完成 6270 米独头掘进，率先抵达海底设计对接点，由上海国铁建管公司建设、中铁十一局承建的世界最长、直径最大海底高铁隧道金塘海底隧道舟山侧盾构掘进圆满完成。

金塘海底隧道是甬舟铁路控制性工程，横穿宁波与舟山之间的金塘水道，全长 16.18 公里，由“定海号”“甬舟号”两台盾构机相向掘进并在海底实现高精度对接。甬舟铁路是国家中长期铁路网规划重大项目，线路全长 76.4 公里，设计时速 250 公里。全线通车后，将结束舟山不通铁路的历史，对长三角高质量一体化发展等具有重要意义。图为舟山侧盾构机掘进现场，工作人员在保养设备。 图片来源：视觉中国

美国加州选民批准 84 亿美元免疫学研究资金

寰球眼

本报讯 美国加利福尼亚州选民近日投票通过了 84 亿美元的免疫学研究资金。这是美国历史上通过全民投票批准的、针对科学研究的单笔最大经费。

据《自然》报道，在近日举行的美国中期选举中，这项名为“第 38 号提案”的资金提案出现在加州选民的投票议题中，工作人员花了近一周时间清点选票后，才宣布其获得通过。加州政府将通过发行债券的方式为免疫学相关研究提供资助。这些研究旨在寻找利用或重新改造人体免疫系统治疗癌症和阿尔茨海默病等疾病的方法。这种方式在科学资助中较为罕见。

第 38 号提案提出的背景是，特朗普政府力主大幅削减科研经费，让政府所任命的官员主导国立科研机构的资助决策，迫使接受联邦资助的美国高校改变自身管理政策。该提案的支持者表示，这笔资金将为深受政治动荡影响的加州研究人员提供稳定保障。

加州大学洛杉矶分校的癌症研究员兼医师 Antoni Ribas 表示，这 84 亿美元“对加州而言是前所未有的优势”，将使该州成为“更重要的全球免疫学研究枢纽”。

第 38 号提案中约 40 亿美元将通过竞争性评审程序，资助加州部分公立大学和非营利机构的研究人员。根据该提案，凡通过受资助研究开发的商业化疗法，必须以 20%折扣向加州居民出售，且 10%的药品特许权使用费需返还至州一般基金。

然而，该提案也引发了争议。原因在于它要求将大约一半的资金直接划拨给研究机构，而唯一符合提案所列要求的机构，是加州大学洛杉矶分校下属的加州免疫学与免疫治疗研究所。该机构由亿万富翁、医疗设备发明家 Gary Michelson 参与创立。而 Michelson 起草了这项提案，并捐赠了约 4500 万美元个人资金，以推动其通过。

“我觉得选民们被利用了。”加州州立大学富尔顿分校的政治学家 Sarah Hill 表示。而 Michelson 曾在其他场合承诺，自己不会从债券收益中获利。支持者称，这些资格“门槛”旨在确保符合条件的机构拥有实验室空间、资源支持和影响力，从而快速推进研究。

加州此前也曾通过投票程序资助科学研究。2004 年，时任美国总统乔治·布什限制联邦资金用于人类胚胎干细胞研究后，加州选民批准了 30 亿美元的债券发行，用于建立加州再生医学研究所；2020 年，他们又投票决定追加 55 亿美元资助。

加州选民不久后将迎来另一个支持科研经费的机会——2028 年 3 月，他们将投票决定是否批准 75 亿美元的债券用于创建一个基金会，以支持生物医学、气候变化、农业和野火防控等领域的研究。 （文乐乐）

关于为 2026 年度“两院院士评选中国 / 世界十大科技进展新闻”推荐候选新闻的启事

由中国科学院、中国工程院主办，中国科学院学部工作局、中国工程院办公厅及中国科学报社承办的“两院院士评选中国 / 世界十大科技进展新闻”活动（以下简称“双十”活动）自 1994 年启动至今已成功举办了 32 届，取得了积极的社会反响。

2026 年度“双十”活动目前已正式启动，诚请符合要求的单位和推荐人积极推荐。

一、征集范围及推荐要求

“双十”活动面向全社会广泛征集，并实行推荐制，要求如下：

（一）相关材料需有一名推荐人或推荐单位予以推荐，不受理个人直接申报；

（二）推荐材料主体为上一自然年度 12 月 16 日至本年度 12 月 15 日期间在主流媒体（包括但不限于新华社、《人民日报》、中新社、《中国科学报》、《科技日报》、《光明日报》、《中国青年报》等）上公开发表的科技进展新闻；

（三）若同一条新闻同时收到推荐人、推荐单位两方推荐，以单位推荐为准。每位推荐人最多可推荐 2 条中国科技进展新闻和 2 条世界科技进展新闻，每家单位最多可推荐 5 条中国科技进展新闻和 5 条世界科技进展新闻。

二、材料填报要求

推荐人或推荐单位需填写《“双十”推荐材料》（可查看科学网或微信公众号启事链接）、推荐人 / 推荐单位信息表及相关承诺声明（可查看科学网或微信公众号启事链接），生成电子文件并完成签名后，在 2026 年 12 月 15 日（含）前报送至工作组指定邮箱。推荐材料包括新闻链接、创新点、学术影响力、新闻传播数据等内容。推荐人和推荐单位对推荐材料内容的真实性负责。

三、推荐人要求

推荐人应具备下列条件：

（一）为推荐新闻相关领域的研究员、教授或同等专业技术职务的专家、新闻工作者等；

（二）与所推荐新闻对应的科技进展无合作关系；

（三）不得为该科技进展的牵头人或作者。

四、推荐单位要求

推荐单位可推荐本单位或其他单位牵头的科技进展新闻，推荐单位应具备下列条件之一：

（一）具备自主研发能力的科研院所、高校、科技企业；

（二）主流媒体单位。

五、征集事项咨询

工作组联系人：李舒曼

工作组指定邮箱：smli@stimes.cn

电话：

（010）62580726，13651188901

《人类遗传资源管理条例实施细则》新修订后公布

据新华社电 记者 11 月 11 日从国家卫生健康委获悉，根据相关法律法规中涉及人类遗传资源管理职责调整的最新修订内容，国家卫生健康委对原科技部 2023 年出台的《人类遗传资源管理条例实施细则》组织开展修订工作，并于 11 日公布。修订后的实施细则自公布之日起施行。

国家卫生健康委法规司有关负责人表示，本次修订坚持统筹发展和安全，以“安全管理、尊重权益、促进共享、高效利用”为目标，有效保护和合理利用我国人类遗传资源、维护国家生物安全与社会公共利益、推动医药卫生领域高质量发展。修订对标上位法律法规，落实法定职责和改革要求，主要调整监管主体、优化审批备案管理制度、健全监管链条等，保障我国人类遗传资源规范、安全、高效利用。

细则共八章六十一条。第一章总则，规定适用范围、相关定义、各方职责等内容。第二章调查与登记，明确国家、省级主管部门职责，开展重要遗传家系等调查、登记并建立动态清单目录。第三章人类遗传资源采集，明晰采集申报条件、多中心采集程序等内容。第四章人类遗传资源保藏，明晰保藏申报条件、申请单位管理要求等内容。第五章利用人类遗传资源开展国际合作，明确开展国际合作科学研究的申报条件、申报规则、合作研究情况报告、事项变更等内容。第六章人类遗传资源材料出境、信息对外提供或者开放使用，规定申报规则、简化程序等内容。第七章服务与监督，明确各级主管部门监管职责、监督检查以及紧急、快速审批制度等内容。第八章附则。

（李恒）

科学家发现植物镍元素传输机制

本报讯（见习记者郑浩威）中国科学院分子植物科学卓越创新中心、上海张江智种中心晁代印团队联合华中农业大学严建兵团队，首次鉴定出控制禾本科作物籽粒镍积累的关键转运蛋白 ZmNAET1，揭示了镍由茎叶“源”器官长距离运输到籽粒“库”器官的分子机制，并阐明镍在种子活力和产量形成中的关键作用。11 月 11 日，相关研究成果发表于《细胞》。

早在 1840 年，植物营养学奠基人李比希就提出“最小养分律”——作物产量取决于供给最不足的那种养分。也就是说，作物产量不仅由氮、磷、钾等大量元素决定，镍等微量元素同样可能成为限制产量的“短板”。然而，自半个世纪前镍的生理功能被发现以来，其运输机制和控制基因一直是植物微量元素营养领域的核心谜团。

研究团队从 1404 份玉米材料的数据入手，通过全基因组关联分析锁定 ZmNAET1 基因。研究发现，ZmNAET1 调控区的自然变异会影响籽粒镍含量，高表达类型材料的籽粒镍含量可高出约 60%。进一步的分子与生化研究表明，ZmNAET1 主要分布在茎节和穗柄的韧皮部细胞中，负责将植物特有的非蛋白氨基酸烟胺（NA）运出细胞，NA 在胞外与镍结合形成复合物，再经后续转运蛋白送往籽粒。遗传学研究进一步证实，该基因功能受损时，玉米穗重、籽粒大小、淀粉含量和储藏后发芽率均明显下降。补充镍可恢复发芽，补锌则无效。团队还在水稻中鉴定出两个同源基因，表明这一机制在禾本科作物中发挥着类似功能。

长期以来，学界普遍认为禾本科植物镍需求低、镍缺乏罕见。这项研究首次为镍是必需元素提供了遗传学证据，填补了教科书中镍运输机制的空白，为通过营养调控和分子育种提升作物产量与种子活力开辟了新方向。

相关论文信息：*https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.10.035*

研究实现陶瓷薄膜低温致密化制备

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杨维慎、朱雪峰等提出陶瓷薄膜液相生长新策略。该策略在液相介质中引导晶体定向生长，实现了高熔点陶瓷膜在低温下致密化生长，从原理上打破了传统陶瓷薄膜制备对高温烧结的依赖。近日，相关研究成果发表于《自然－合成》。

陶瓷薄膜是固态电池、能源转换及电子器件等领域的核心功能材料。传统致密化工艺通常依赖高温固相烧结，能耗高，且易引起元素挥发、成分偏析及界面反应，限制材料本征性能的发挥。如何在低温下获得成分均匀、结构致密的高质量薄膜，是该领域长期面临的科学挑战。

研究团队围绕固态氧离子、质子导体材料开展研究，前期在表面氧活化、界面反应及高性能陶瓷薄膜制备方面取得系列进展。在此基础上，他们从陶瓷膜致密化机制出发，提出液相介导的晶体生长新策略。研究团队以熔点约 2700 摄氏度的钇掺杂锆酸钡（BZY）质子导体为模型材料，以熔融碳酸盐为液相反应环境，通过晶种层定向调控晶体成核与生长，在 800 摄氏度、常压下制备出厚度约 10 微米、成分均匀的致密 BZY 电解质薄膜。与传统高温烧结相比，该策略可抑制元素偏析、杂相形成及界面元素互扩散。原位表征揭示了液相生长过程中碳酸盐熔化、前驱体溶解、反应成核、晶体长大、连生成膜的演变机制。团队组装的单电池测试表明，液相生长的电解质薄膜表现出良好的电化学性能。

该方法还实现了大面积陶瓷薄膜的制备，并展示出对金属基底及其他陶瓷材料的适用性，为高性能功能陶瓷薄膜的低温制造提供了新途径。

相关论文信息：*https://doi.org/10.1038/s44160-026-01207-0*