



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

总第 8725 期 2025 年 4 月 8 日 星期二 今日 4 版

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 www.sciencenet.cn

实干出利器 技物致深空

■本报记者 张双虎

中国空间站建成后，从天舟系列货运飞船到神舟系列载人飞船，几乎每艘飞船都会搭载中国科学院上海技术物理研究所（以下简称上海技物所）空间生命科学仪器团队的实验组件或实验单元。

从国际上首次完成水稻全生命周期空间培养实验，到创造最长水生生态系统空间运行纪录；从首次在空间站开展囊胚、原肠运动阶段胚胎发育实验，到首次实现激光共聚焦空间应用，该团队和科学家一次次圆满完成空间飞行实验任务，有力推进了我国空间生命科学研究。

“返回式卫星、飞船和空间站中，都有我们研制的仪器。”空间生命科学仪器团队负责人、上海技物所工程一室主任郑伟波告诉《中国科学报》，“载人航天精神和上海技物所‘实干见物’精神的融合，支撑团队完成了‘不可能的任务’。”

“我们不做生命科学研究，但提供空间生命实验装置和实验技术。”上海技物所工程一室主任张涛说，“这要求我们了解科学家的需求，运用工程技术方面的知识研制出适合空间环境的科学实验仪器，实现科学家的想法。”

协作：“后墙不倒”锻造过硬团队

空间生命科学实验样品都是活物，为确保样品处于最佳状态，临近发射才能进行样品封装。实验样品封装过程要求高，环节多、时间紧、程序复杂且不允许出现任何失误，这让航天员压力很大。

2002 年 12 月，神舟四号发射在即，团队按照惯例提前来到酒泉，进驻发射场进行样品封装。全部封装工作完成并封盖后，可能因为操作时太紧张，一位工作人员忽然说：“糟糕！管子上有个夹子，我记不清有没有取下来！”

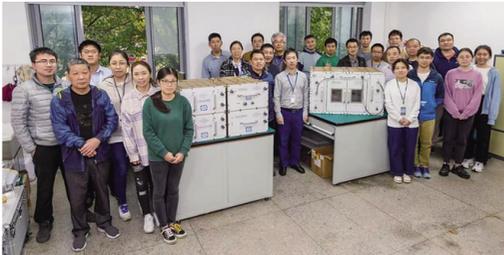
大家都愣住了，发射在即，如果重新打开盖子检查，时间肯定来不及。

“放心吧，每个夹子都取下来了。”正当大家不知所措时，旁边二岗的同事笃定地说，“你的每一步操作，我都记着。”

看到确认记录表，大家悬着的心放了下来。空间科学实验机会难得，对于每次发射任务，硬件团队和科学家团队都投入了大量的时间和精力，如果因操作失误导致实验失败，这个责任谁都“担不起”。

“航天任务的特点是‘后墙不倒’，即发射任务一旦确定，庞大系统中的所有环节必须像齿轮一样紧密咬合，每一步、每一环都不能出错。这就要求团队密切配合，严格按照规范操作。”团队成员之一、空间小型哺乳动物装置负责人刘方武说。

中国航天事业从艰难起步，不断积累，到跨越



部分团队成员合影。

受访团队供图

式发展，每上一个台阶，背后都有一群人在争分夺秒地工作。航天任务中，所有工作围绕“后墙”倒排时间，这意味着团队没有退路，要破釜沉舟、勇往直前，也意味着团队要一次次突破极限。

面对挑战，团队统筹规划、凝练各项目共同点，创造性地提出模块化、标准化的设计思路。团队采用模块化、组件级和单元级的标准化设计，机电热接口统一标准，以适应多用户实验需求和未来升级扩展的需求。

“团队协作，追求极致是我们的特点。”郑伟波说，“不管是否负责某个模块，遇到困难大家一起想办法。正是这种密切配合、相互支持的合作方式，让我们不断实现突破，形成多层次、标准化的产品设计，高效支持了相关项目的研制和交付。”

每次发射任务前，团队都会拟定各种预案，除准备备份实验单元外，还要提前 20 多天进入发射场演练，分析各种可能出现的问题，并针对问题进行预案验证。

“通过多次演练，团队成员对所有操作都已烂熟于心。”刘方武说，“但我们依然制定故障预案、标准作业流程，一岗分步工作，二岗确认检查记录等操作规范，每一步、每一项都对表格确认，确保万无一失。”

攻关：“白盒子”倒逼技术创新

工欲善其事，必先利其器。空间生命科学仪器需要满足空间环境条件，并在资源严格约束条件下尽最大可能满足科学实验需求。

进入太空的仪器首先要耐受力学环境，“扛得住”发射和返回时的震动和冲击。而且空间站、卫星或飞船对载荷的体积、重量都有严格约束，这对仪器研制提出了极高要求。此外，空间生命科学实验对象是活物，要保障实验样品从上行过程至在轨实验全流程活性，甚至“活得好”，意味着生命保障系统比地球上复杂得多。

“空间微重力环境在地面很难模拟，目前只有落塔、抛物线飞机和探空火箭等能短时间模拟，如何适应微重力环境，需要细致设计和多方面验证。”团队成员之一、空间站生物技术科学实验系统项目负责人王林君说，“空间微重力环境下的气流没有固定界面，比如为排除空间细胞培养过程中气泡的影响，我们就想了各种方法。”

“更重要的是，科学家希望对在轨实验过程有清晰的了解，希望空间科学实验是个‘白盒子’，这就要求在轨实验变化可检测、过程可操控。”郑伟波说，“这也是巨大挑战。”

2024 年 4 月，4 条斑马鱼随神舟十八号飞船进入空间站，完成了 43 天空间环境下密闭水生受控生态科学实验。这是一个密闭的二元生态系统，斑马鱼呼吸所需氧气由金鱼藻光合作用产生，斑马鱼呼吸产生的二氧化碳为金鱼藻光合作用提供碳源。为了让该二元生态系统稳定运行，团队进行了精心设计，对密闭单元中的溶氧值进行了闭环控制，使水中溶氧值一直在斑马鱼的需求范围内，并通过地面长期实验验证，确保空间实验圆满成功。

2024 年 11 月 15 日，一批果蝇随天舟八号货运飞船进入空间站。在轨繁育实验中，科学家研究了果蝇在空间站求偶、交配、繁育后代的过程，也记录了果蝇刚孵化出来时，因不适应空间微重力环境，在太空漂浮、翻跟头的珍贵画面，获得了大量科学数据。培养实验中，团队为果蝇建立了地磁和亚磁两个对照环境，在空间站和地面分别进行对比试验。除了提供氧气、喂食等基本生命保障外，团队甚至还对果蝇实验区进行了气味净化。

为了让动物在空间研究平台活得“舒适”，团队成员付出了大量心血。

团队成员之一、空间站生命生态科学实验系统项目负责人田清介绍：“空间站斑马鱼实验不仅为空间密闭生态系统物质循环研究提供了重要支撑，还为空间环境对脊椎动物生长发育与行为影响研究提供了丰富数据。空间站也是一个密闭空间，如何构建基于生物的生命支持系统，对于未来载人深空探测意义重大。”

（下转第 2 版）



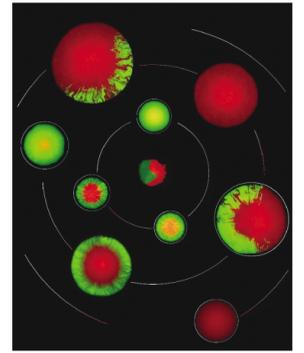
科学家精准设计多样化菌落斑图

本报讯（记者刁雯蕙）中国科学院深圳先进技术研究院定量合成生物学全国重点实验室研究员傅雄飞团队通过构建合成基因回路“拨动开关”，阐明了简单双稳态调控系统与微环境时空异质性的共同作用产生生物斑图的普适性机制，实现了多样化生物斑图的精准设计与合成。4 月 5 日，相关研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

细菌菌落呈现的环状、条纹等复杂斑图，本质是基因网络与微环境动态耦合的结果。科研团队采用定量成像及空间分辨转录组学技术，深入分析菌落内部的微环境异质性，发现菌落内部双稳态基因回路“拨动开关”赋予细胞两种稳定状态，而外部营养梯度等时空异质性环境则像“编程指令”，通过局部调控基因表达阈值，驱动不同区域细胞群体切换状态。

研究团队在培养皿中模拟自然环境，使微生物能够在其中吸收生长所需营养。结果显示，菌落外围的细胞由于获得更多营养，倾向于保持绿色状态，而内部的细胞则通过代谢异质方式从外侧细胞获取较低品质的营养，生长速度较慢，并逐渐转变为红色状态。这种由微环境异质性驱动的细胞命运分化，最终形成了菌落的环状模式。

研究还发现，细菌基因表达的随机性在菌落模式的形成中起到了关键作用。在菌落扩展的早期阶段，哪怕只有几个边缘细胞的基因状态偶然切换，如从红色变为绿色状态，这种随机



工程改造细胞切换红绿两种状态，并通过基因-细胞-群体-跨层次调控，演化出斑图复杂性。科研团队供图。

状态也会像滚雪球一样传递到后续分裂的细胞中，最终在菌落外围出现红绿相嵌的扇状斑图。更有趣的是，即便所有细菌都生长在营养完全均衡的环境中，这种由基因表达“噪声”引发的微小波动，也能打破菌落整体平衡，使细菌通过自组织行为产生复杂的空间斑图。

该发现为理解胚胎发育早期体轴形成、肿瘤微环境异质性等生物自组织现象提供了新视角。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1073/pnas.2424112122>

研究揭示多相催化中活性位点形成与演化机制

本报讯（记者李思辉 实习生张曦月）华中师范大学教授郭彦炳团队与合作者的一项研究，首次揭示了负载型金属催化剂中氢化活性位点的形成机制与高效催化原理，为多相催化理论及环境能源技术应用开辟了新路径。日前，相关研究成果在线发表于《科学》。

多相催化是能源转化和环境治理领域的核心技术之一，而识别和精准调控催化剂中的活性位点，一直是该领域面临的关键科学难题。

在这项研究中，科研人员将单原子铂负载于二氧化钛为模型催化剂，结合原位 X 射线光电子能谱、原位中子散射谱等先进表征手段，揭示了在氢气活化条件下，铂原子与二氧化钛

载体形成具有电子与几何限域效应的对位点，并与负氢结合，构建出新型氢化活性结构。该结构不仅大幅提升了氧化还原反应的催化活性（提升超 9 倍），还在丙烷脱氢反应中显著增强产物选择性（提升超 2 倍），表现出优异的催化性能与反应选择性。

研究表明，该新型氢化位点通过负氢中间体的可逆参与，实现了富电子羟基物种的精准构筑和氧物种反应活性的显著提升，兼具高效催化与循环再生能力，赋予催化体系良好的稳定性和实用前景。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adv0735>



在刚刚过去的清明节假期，登泰山的游客络绎不绝，外骨骼机器人成为不少游客的得力助手。

今年，外骨骼机器人“入职”泰山景区，迅速获得不少登山游客的青睐。这些机器人通过精巧的力学设计，能够为用户分担负重，有效减轻其腿部压力。在它们的助力下，许多游客的步伐变得轻盈，轻松实现了“爬泰山自由”。

图片来源：视觉中国

美关税政策冲击科学实验室



本报讯 特朗普政府对美国进口商品广泛征收关税，导致美国实验室仪器和专业科学仪器成本增加。而自去年 1 月特朗普第二个总统任期开启以来，美国科学研究预算已遭遇了前所未有的资助取消和经费削减，如今更是捉襟见肘。

“今天的报价已经比昨天高出了 20%。”为科学实验室提供研究设备的美国 ARES Scientific 公司的首席执行官 Drew Kevorkian 说，“所有人都会看到某种程度的价格上涨。”

美国约翰斯·霍普金斯大学研究全球供应链和医疗保健的戴廷龙认为，最新一轮关税政策反映了“科学研究成本结构的系统性变化，而且这些政策是在研究机构已面临严重财政压力时出台的”。

“这不仅事关‘勒紧裤腰带’，而且可能是压垮人们的最后一根稻草，造成持久的损害。”戴廷龙说。

研究人员表示，许多科学产品的价格可能上涨，因为它们来自受关税政策影响的美国。中国向美国供应基础的实验室设备，如玻璃器皿、试剂，以及先进的电子产品，如计算机芯片、液晶显示器和孵化器；德国和日本向美国供应高端实验室仪器，如显微镜或精密分析设备；瑞士和英国是诊断工具、抗体和特种化学

品的主要出口国；墨西哥供应塑料器皿；加拿大供应专业设备，如 DNA 测序仪和细胞计数器；美国实验室使用的消毒器、离心机 and 洗瓶机通常来自欧洲……

“这些不是奢侈品。”戴廷龙说，“它们是现代科学的核心基础设施。”

美国威斯康星大学麦迪逊分校的物理学家 Mikhail Kats 表示，尚不清楚关税政策将如何适用于已编入预算的项目，“不知道这些预算价格是不是加上关税后的价格”。

Kevorkian 表示，其公司产品中约有 60% 是美国制造的，而 40% 是进口的。但研究人员表示，即使是美国制造的产品也依赖进口部件。“在加利福尼亚州制造的 DNA 测序仪可能仍然依赖德国的光学元件和中国的半导体。”戴廷龙说。

Kevorkian 提醒：“我们购买的一些海外产品，即使加上关税，仍然比美国购买便宜。”

美国波士顿大学都会学院研究供应链管理的 Canan Gunes Corlu 说，更换供应商并非易事，需要双方建立信任关系并进行质量检查。“这不是一夜之间就能搞定的。”她说。

但戴廷龙表示，一些产品在美国并不生产，如高端光学显微镜，这意味着无法避免进口关税的影响。

受影响的可能不仅是美国的实验室。一些国家正在考虑对来自美国的商品征收报复性关税，这可能引发全球实验室设备价格飙升。“我们正处于因关税而引发的混乱时期的开端。”戴廷龙说。（文乐乐）



日前，住房和城乡建设部发布了《住宅项目规范》（以下简称《规范》）。这份将于 5 月 1 日正式实施的国家标准，以“安全、舒适、绿色、智慧”为核心理念，通过强制性条文重新构建住宅建设标准，不仅为新规划定了品质基线，也为存量房改造和行业转型指明了方向。

从“量的扩张”转向“质的跃升”，这场“居住革命”正在重塑 14 亿中国人的生活空间。

从“生存容器”到“生活容器”的质变

《规范》的出台，标志着中国住宅建设从满足基本居住需求转向追求高品质生活，其核心亮点体现了对居住痛点的精准回应与对未来需求的超前布局。

首先，层高与空间体验的升级。《规范》将住宅层高从 2.8 米提升至 3 米，净高不低于 2.6 米。0.2 米的增量打破了延续数十年的空间桎梏，更高的层高不仅改善了采光通风条件，更通过“垂直冗余空间”为智能家居、新风系统等现代设备提供安装可能。北京、广州等城市的许多项目已提前实践 3 米层高设计，这些项目预售认筹的“火爆”市场反映了消费者对空间品质的渴求。

其次，电梯标配是老龄化社会的民生答卷。将电梯设置门槛从 7 层降至 4 层，这一调整直面中国中度老龄化的现实困境。据统计，新规实施后，全国约 1200 万套多层住宅将直接受益。更值得关注的是，电梯轿厢尺寸标准化和通信信号全覆盖设计，既满足了担架通行与紧急联络需求，也为未来智慧物流配送预留接口。

再次，静音标准预示邻里关系的重构。据统计，位居城市居民邻里纠纷首位的因素就是噪声扰民。《规范》将楼板隔声标准从 75 分贝严控至 65 分贝，相当于将楼上跑跳声降至正常交谈水平。同时，对排水管、电梯等设备噪声提出限值要求，或将终结“深夜马桶声”等邻里纠纷，重构社区和谐生态。

最后，适老化设计是温情城市的微观注解。卫生间扶手预留、无障碍出入口强制设置、户门净宽扩大至 0.9 米等细节，折射出政策制定者对弱势群体关怀。这些改动看似微小，却能让轮椅使用者独立完成

住宅新规开启“居住革命”

■周城雄

如厕洗浴，使帮扶老人者无需“侧身挤门框”。

《规范》还要求夏热冬冷地区预留供暖制冷设施位置，严寒地区强制使用可再生能源系统，预计每年减少碳排放 1200 万吨。这种因地制宜的设计思路，既回应了长江流域居民冬季采暖的长期诉求，也推动建筑从能源“消耗者”转向生态“参与者”。

破解“老破小”困局的制度钥匙

如果说新规为未来住宅树立了标杆，那么其对存量房的影响则更具现实意义。根据住房和城乡建设部公布的最新数据，截至 2024 年底，全国城镇已建成住宅中，超过 41% 的建筑房龄在 21 年以上，改造迫在眉睫。而《规范》无疑为未来老旧小区改造指明了方向。

面对全国巨量的老旧住宅，新规实施带来的价值分化已成定局。有数据显示，符合新标准的住宅溢价空间达 15%~20%，而低标准老旧住宅则面临资产重估压力。

要破解“老破小”困局，需要政策、技术、市场协同破冰。

利益博弈中的破局之道。尽管《规范》明确新建住宅 4 层起配电梯，但既有老旧小区加装电梯仍面临技术评估难、居民意见协调难、资金筹措难三重障碍。北京、上海等地探索的“政府补贴+居民分摊+企业让利”模式，或可为全国提供借鉴。

《规范》对于电梯的相关规定，为地方政府推动老旧小区加装电梯提供了明确依据，相信未来会有更多地方加快推进老旧小区加装电梯，并且一定会有各种创新的模式和政策出台。

功能升级中从“将就”到“讲究”。《规范》提出的人均集中绿地不低于 0.5 平方米、雨水资源化利用等要求，倒逼老旧小区重构公共空间。成都“公园社区”实践中，拆除围墙增建绿地、利用废弃车棚改建养老驿站等创新，证明存量改造不仅是硬件的更新，更是社区治理能力的升级。

施加装，则能显著提升居住品质。苏州部分社区试点“菜单式改造”，居民可自选项目组合，这种柔性策略值得推广。

推动房地产市场的分化与重生

当建安成本刚性上升，房地产市场将经历“冰与火”的淬炼。《规范》的强制性标准将推动行业洗牌，并催生新的增长点。有房企的财报显示，仅隔音标准提升就导致利润率降低 2 个百分点。

与之形成对比的是，头部企业通过研发投入，已在改善型市场攻城略地。高层提升导致建筑成本增加 50%~8%，电梯配置标准升级使每平方米造价上涨 200~300 元。这对中小房企构成严峻挑战，却为拥有技术储备的头部企业创造差异化优势。一些企业通过先进技术优化管线布局，在 3.3 米层高项目中实现成本可控，印证了“技术降本”的可能性。

新规释放的改善型需求正在重塑市场格局。某房企推出的“3 米层高+全屋智能”项目受到消费者的追捧，新规发布后，“层高”“电梯配置”搜索量激增，某些声学材料企业订单量大幅增长，而电梯制造商需调整生产线以适应 1.6 米宽轿厢标准。这意味着这种强制性技术迭代正在重构产业链生态，房地产市场未来的竞争焦点将从地段转向产品力，智慧家居、健康住宅等概念将成为核心竞争力，建筑隔音材料、无障碍设施、智能电梯等细分领域将迎来爆发式增长。

总之，《规范》不仅是技术标准升级，更是居住文明的制度性跃迁。其通过强制性底线要求与市场化创新激励的双重机制，正在重构价值逻辑、产业逻辑和治理逻辑。

未来，随着新规落地和城市更新推进，我国将逐步形成“新建住宅标杆化、存量住房优质化”的住房发展新格局。这一过程中，需要政府、企业、社区和居民共同努力，平衡各方利益，创新实施路径，最终实现从“住有所居”到“住有优居”的历史性跨越。（作者系中国科学院科技战略咨询研究院研究员）