

## 科技新闻

## ·前沿动态·

## 空间科学实验聚集小鼠行为、胶体自组织与电池性能

2025年10月31日23时44分,搭载神舟二十一号载人飞船的长征二号F遥二十一运载火箭在酒泉卫星发射中心点火发射,发射取得圆满成功。由中国科学院牵头负责的空间应用系统,本次共上行6项科学实验,1项锂电池光电表征和测试、2项流体科学领域研究和3项生命科学领域研究。

模型小鼠在轨饲养实验。这是中国首次将哺乳动物(2雌2雄小鼠)送入空间站。实验通过多维度视频监控小鼠空间行为,研究失重、密闭等空间条件对小鼠行为模式的影响,从而掌握空间小型哺乳动物饲养和监测关键核心技术,并初步探究小鼠在空间环境的应激响应和适应性变化规律,为未来系统开展哺乳动物空间科学研究奠定重要基础。这些小鼠将在轨饲养5~7 d后随神舟

二十号载人飞船返回,并开展进一步的科学研究。

分子手性与生命起源探索。手性是生命分子的基本特征(如左旋氨基酸、右旋核苷来构建蛋白质和RNA),但重力对其选择性的影响机制尚不明确。实验采用左旋/右旋氨基酸与右旋核苷的混合体系,在微重力环境下观察竞争成肽反应,探究分子手性与重力环境对生物分子手性起源的调控作用。

活性胶体自组织行为研究。活性胶体是能自主运动的微观颗粒,其集群动力学对理解群体智能和设计微纳机器人至关重要。实验在微重力条件下系统观测不同驱动力和浓度下的胶体运动,揭示其自组织原理,为胶体微纳机器人的三维集群操控提供理论支持。例如,研究成果可能用于开发可在血管中自主导航的药物递送系统。

锂离子电池太空性能优化。锂离子电池因自身质量轻,寿命长,是完成各类太空任务的重要供电来源。由中国科学院大连化

学物理所研制的实验项目,通过原位光学观测研究微重力下锂枝晶生长规律。锂枝晶是导致电池短路的主要原因,而太空环境能更清晰地展现其全流程演化过程。载荷专家张洪章研究员将在轨道上精细调节

光学设备,实践“现场决策、快速响应”的实验模式,为下一代高可靠太空电池研制奠定基础。

空间站还将开展在轨智能算力平台试验等搭载项目,为后续科学研究提供依据,以及进一步奠定在轨应用基础。

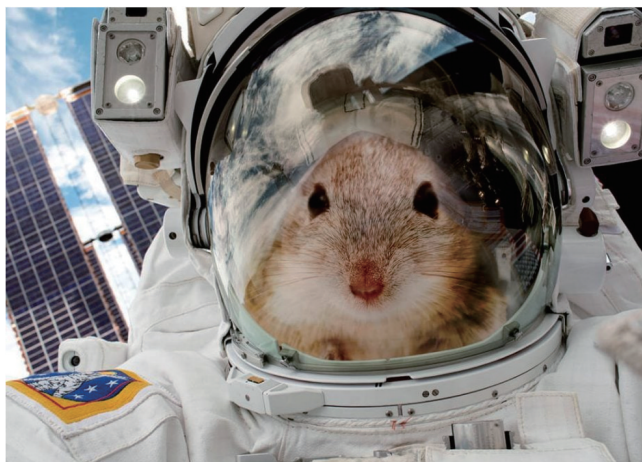
此前神舟二十号航天员乘组已在轨飞行6个月,在空间科学与应用方面取得了阶段性成果:空间环境下获得了高质量的蛋白晶体,有望为肿瘤治疗提供潜在靶点;钨合金被成功加热到3100°C,刷新了国际空间材料科学实验最高加热温度的纪录;首次发现带电胶体在微重力下结晶形成长寿命亚稳态结构等。

(综合:中国科学院空间应用工程与技术中心、央视新闻网、中国载人航天工程网)

## 钍基熔盐堆首次实现核燃料“钍-铀转化”

2025年11月1日,由中国科学院上海应用物理研究所牵头建成的2 MW液态燃料钍基熔盐实验堆首次实现公斤级钍铀核燃料转换(探测到钍-232转换为铀-233过程中的关键中间产物),在国际上首次获取钍入熔盐堆运行后的实验数据,初步证明了熔盐堆核能系统利用钍资源的技术可行性。实验堆是钍基熔盐堆实验堆—研究堆—示范堆“三步走”战略的第一步,目前正处于实验运行阶段,主要任务是获取各种运行数据,验证关键技术,为后续更大规模的堆型设计提供支撑。

反应堆的基本原理是将核燃



4只小鼠将在空间站饲养,研究失重、密闭等空间条件对其行为模式的影响  
(图片来源:《明日科学》)



戈壁滩上的钍基熔盐实验堆园区

(图片来源:中国科学院上海应用物理研究所)

料——钍-232熔解在高温液态氟化盐中,形成流动的燃料熔盐。在堆芯发生核反应时,钍-232会吸收中子,最终转换为裂变材料——铀-233,并持续燃烧。实现钍-铀循环意味着能够将地球上储量丰富的钍资源有效利用起来,创造出一条全新、可持续的核燃料供应途径。

熔盐堆是以高温熔盐作为冷却剂的第四代先进核能系统,具有固有安全、无水冷却、常压工作和高温输出等优点,是国际公认最适配钍资源核能利用的堆型。这一技术路线不仅契合中国钍资源丰富的资源禀赋,更可构建多能互补的低碳复合能源系统,为中国能源安全提供全新解决方案。

在钍基熔盐堆特有的关键技术上,中国实现了全面突破,包括耐高温抗腐蚀的特殊合金材料制备、熔盐循环下的腐蚀控制技术、燃料在线分离与处理技术,以及主泵、换热器等关键装备的自主研制。目前,核心材料、装备、技术已实现从实验室研发到实验堆工程验证的重大跨越,整体国产化率超过90%,关键核心设备100%国产化,供应链自主可控。

此外,科研团队正围绕加钍后的关键科学问题开展系统研究。下一步,中国科学院上海应

用物理研究所将通过与能源领域领军企业深度合作,共建钍基熔盐堆产业链和供应链。以2035年建成百兆瓦级钍基熔盐堆示范工程并实现示范应用为目标,加速技术迭代与工程转化,为国家提供安全可靠的钍基能源发电新路径。

(综合:中国科学院上海应用物理研究所、《文汇报》、中国网、《光明日报》)

### 冷冻电镜抓拍到神经元之间“亲吻-收缩-逃逸”通信过程

中国科学技术大学毕国强联合多个中外研究团队,基于自主研发的毫秒级时间分辨冷冻电镜技术,捕捉到突触囊泡释放与快速回收的完整动态过程,并提出全新“亲吻-收缩-逃逸/融合”模型,解决了神经科学领域长达半个世纪的关键争议。这一成果揭示了大脑高效传递信息的“微观密码”,为相关脑疾病机理研究提供了新视角。2025年10月16日,相关研究成果发表于《Science》。

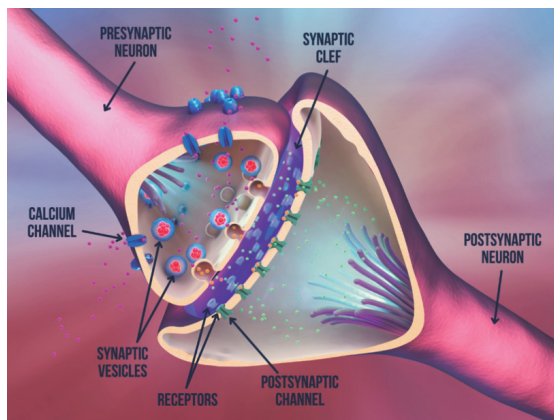
大脑功能的实现,依赖于数万亿个神经元之间高效、精准的突触传递,突触囊泡作为神经递质(绝大多数为小分子化合物,负责快速神经信号传递)的载体,其释放机制一直是神经科学领域的重要问题。自20世纪70年代以来,科学界围绕囊泡释放机制形成了“全融合”与“亲吻-逃逸”2种

对立模型,但由于囊泡释放过程发生在毫秒时间尺度、结构变化处于纳米空间尺度,传统技术难以捕捉其瞬时动态,导致神经科学研究长期陷入困局。

为攻克这一难题,科研团队开发出具有毫秒时间分辨的原位冷冻电镜技术,将光遗传学刺激与投入式快速冷冻方法结合,实现了对神经元突触传递过程的毫秒级“动态定格”。

在这项实验中,研究团队在神经元中表达光敏蛋白,通过激光精准激发动作电位,触发突触囊泡释放。此后,载有样品的电镜载网,在设定时间快速落入冷冻剂,将细胞瞬间固定。通过精确控制光照与冷冻的时间间隔,团队在4~300 ms之间释放样品,捕获了囊泡不同阶段的结构快照。

基于上千套高分辨率三维结构数据的系统分析,研究团队发现囊泡释放与快速回收可分为3阶段动态过程:囊泡与突触前膜形成纳米级融合孔(“亲吻”),随后迅速收缩为表面积减半的小囊泡(“收缩”),最终大部分囊泡以“逃逸”方式回收,少数发生“全融



神经突触递送囊泡的过程示意

(图片来源:拉瓦尔大学言语和听觉神经科学实验室)