

# 中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 8940 期  
2026 年 2 月 25 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

## 浪尖“守湾人”新春不“打烊”

■本报记者 廖洋 通讯员 陈思甜 廖梓彬

新春佳节将至,腊月的胶州湾却仍寒冽锁湾,码头护栏凝着冰凌,翻涌的浪涛裹着海冰拍打着岸线,气温骤降至-6℃。

清晨,中国科学院海洋研究所(以下简称海洋所)南海路园区早已是一派忙碌景象。7:00,山东胶州湾海洋生态系统国家野外科学观测研究站(以下简称胶州湾站)的科研人员正细致而迅速地搬运出海装备,他们将执行2月的综合观测任务。

胶州湾站站长、海洋所研究员孙晓霞介绍:“胶州湾站始建于1981年,隶属于海洋所。作为我国温带海域唯一的综合性海洋生态系统国家野外科学观测研究站,胶州湾站长期为这片海湾进行‘生态体检’,而今已是第45个年头。”

“寒冬里,胶州湾的生物正处于越冬关键期,此刻的水质、生物群落数据藏着独一份的‘生态密码’,无可替代。”综合监测航次副队长、胶州湾站高级实验师赵增霞对《中国科学报》说。

8:00,胶州湾站高级工程师赵永芳递给两个装着热姜茶的保温壶,在码头送别这群浪尖上的“守湾人”。海鸥盘旋,航船渐远。

### 与时间赛跑

船刚驶离码头,科研人员便各就各位调试设备。生物组的作业区在船右舷仅70厘米宽的狭长过道里,浮游生物网、绞车、采样桶等沿船舷一字排开。

8:32,渔船稳稳锚定首站C3站——北纬36°06'、东经120°15'。

“网下到15米深处,速度0.5米/秒。下网!”胶州湾站副研究员刘梦坛一声令下,助理研究员王世伟等立刻默契配合,操控绞车将浅水I型、II型、III型浮游生物网缓缓送入海中。

这细密如纱的网口是捕捉浮游生物的“专属滤网”,快一分,网兜水易翻,前功尽弃;慢一秒,微小的浮游生物易从网眼溜走,错失珍贵的样本。

十几分钟后,网具浮出水面时,桡足类、毛颚类等海洋生物紧紧附着在网纱上。胶州湾站副研究员郭木津立刻拿起冲水枪,轻柔又精准地冲刷网具,将海洋生物冲进底部底筐。

“三型网具各采两次,一个站位至少半小时。”王世伟的话音未落,队员们已开始了第二轮操作,每个步骤都严谨细致。

刘梦坛蹲下调整卡扣时,一个浪头猝不及防袭来,冰冷海水瞬间浸湿了他的裤腿。他抬脚轻轻蹭了蹭湿漉漉的甲板,手上的动作却始终未停:“生物采样是全船最满负荷的工作,我们抓紧干,才能赶上船时。我们做完,船才能驶往下站!”



海上作业现场。廖洋/摄

随着海风增大,海浪翻涌,船体颠簸起来。很快,有队员晕船了,有人扶着船舷阵阵反胃,有人强忍眩晕擦擦工具,但没有一个人停下手中的活。

“晕船呕吐是常态,吐完擦把脸,接着做采样工作。”赵增霞道出了这群“守湾人”的坚守。

王世伟至今记得2021年11月航次的惊险时刻——风浪骤起,渔船被浪头高高抬起又快速抛下,180斤的他在驾驶舱里被颠得“一会儿看天,一会儿看地”。最终,晕头转向的他队友们并肩撑过了那场险情。

刘梦坛与海洋的羁绊,则是一次次晕船之后的一次次坚守。曾经,船还没抵达第一个观测站,他就已抱着船舷吐得昏天黑地,最后瘫在舱室的塑料椅上,连抬手扶扶手的力气都耗光了。可看着前辈们在风浪中依旧忙碌的身影,他还是咬着牙,撑着完成了作业。

海况多变,船只条件有限,操作空间狭小,在高强度的体力消耗下,他们与时间赛跑,与海浪博弈,用每一次精准操作守护珍贵的生物数据。

### 在晃动中取数

北纬36°01'48.0"、东经120°17'12.0",11点刚过,船航行到38米水深的第四个观测点。

综合监测航次副队长、胶州湾站高级工程师朱明亮俯身扛起30厘米高的银白色CTD温盐深剖面仪,这台海洋科考的“核心利器”能同步检测海水温、盐度、浊度等关键数据。他麻利地将其与另外4个5升卡盖式采水器牢牢固定在钢缆上。

(下转第2版)



## 四十啣当岁,追月“挑大梁”

■本报记者 冯丽妃

1月28日,北京怀柔雁栖湖畔朝阳辅路。中国科学院大学国际会议中心会场内,中国科学院地质与地球物理研究所(以下简称地质地球所)研究员李秋立接过红色烫金证书,现场掌声雷动。

当天,李秋立和4位“战友”——同所研究员胡森、陈意、杨蔚及中国科学院国家天文台(以下简称国家天文台)副研究员周琴,共同获得2025年度中国科学院杰出科技成就奖基础研究奖。

这支平均年龄“四十啣当岁”的团队,站在人生与科研的“中场”,如同精准咬合的齿轮,嵌在中国探月工程的宏大机器中。他们用一粒粒微小的月壤,揭开了月球晚期演化历史与机制的秘密,让中国人的发现不断刷新人类对月球演化的认知。



科学家的浪漫想象:1.2亿年前,一只小盗龙在天空飞翔时可能曾看到月球火山喷发。地质地球所供图

### 解密者

2021年7月12日,是胡森记在心里的日子。那天,他第一次见到嫦娥五号月壤——细如面粉,极易黏附。如何将其制备成适合岩矿分析的靶片,成为摆在他面前的首道难题。

作为“新手”,他激动、紧张,却不慌乱。为确保“快出成果、出好成果”,他们已经提前用阿波罗月尘反复演练,打磨出一套“CT扫描—镜下挑选—元素扫描—靶片制备—岩相分析—微区分析”的全流程方案。

技术在手,心中笃定。他与同事仅用0.15克月壤,7天完成分析,16天论文完稿,100天内发表在《自然》发表3篇论文,创下了月壤研究的“中国速度”。他们对嫦娥五号月壤样品年龄、源区性质和水含量3个科学问题展开研究,发现20亿年前月球还“活着”,喷发过滚烫的岩浆,比此前预计的30亿至28亿年前推迟了整整10亿至8亿年。

过去,美苏样品揭示了月球30亿年前的早期演化片段。如今,中国科学家的研究则为了解月球晚期演化补上了关键拼图。

嫦娥六号带回的人类首份月球背面样品,带来了全新的机遇和挑战。嫦娥六号的岩石类型远比嫦娥五号的更复杂。周琴记得,样品最初返回地面实验室检查分选时,他们发现不少浅色岩屑,原以为是深部月幔岩石,经可见近红外光谱检测才知道是苏长岩,此外还有角砾岩、粘岩等。

“岩石类型多,意味着可以挖掘的科学故事多,但样品处理也上加难。”周琴说。同时,由于着陆点位于月球最大、最老的南极-艾特肯(SPA)盆地中的阿波罗撞击坑,区域上具有“大坑套小坑,老坑套新坑”的特点,因此样品来源极为复杂。

李秋立团队主攻样品定年。为找到具有代表性的新老年代样品,他们通过“大海捞针”,从5克嫦娥六号样品中甄选108颗大于300微米的玄武岩颗粒。其中,107颗来自28亿年前喷发的岩石,唯一一颗拥有42亿年历史——这是迄今人类在月球返回样品中获得的最古老月海玄武岩,证明月球背面火山活动持续了14亿年,改写了人们对

同类颗粒,将月球最古老撞击“疤痕”的年代锁定在42.5亿年前。

“月球样品研究要从细微处入手,唯有坚持深入辨析,才能打开月球‘盲盒’,获得新发现。”陈意说。

运用在地球上磨炼熟练的“绝技”对一粒粒微小月壤展开分析,研究团队不断揭开月球演化的秘密。杨蔚主攻月球火山活动和形成机制,发现月背玄武岩来自“超亏损月幔”,提出“先天贫瘠”说和“后期撞击改造”说;胡森主攻月球水研究,发现1吨撞击玻璃珠中含1斤水,月背月幔比正面更干;李秋立团队发现月球1.2亿年前仍存在火山活动……这些研究成果不断拓展人类对月球的认知边界。

### “中生代”

在地质学中,中生代是连接古生代与新生代的关键生物学演化阶段;对个人而言,四十啣当岁的人生“中生代”,是承前启后、扛起责任的年纪。

周琴至今记得,嫦娥五号样品解封那天,中国科学院院士欧阳自远特意来到了实验室。看着样品瓶里的月壤,他激动地说:“搞了一辈子探月工程,终于看到咱们国家自己的样品了!”

那一刻,周琴突然懂得了什么叫“责任”。周琴2013年加入国家天文台,那时该研究团队已经在布局建设月球样品实验室。由于没有参考模板,他们在时任国家天文台副台长李春来的指导下,专程到国外考察,最后形成300多

页的样品操作方案,建起了国内第一个月球样品实验室。

“老一辈是种树人,他们付出了很多心血。现在到了出成果的时候,我们不能辜负他们的期望。”周琴说。

李秋立和同事对此也深有体会。地质地球所早在嫦娥工程立项之初就布局行星科学研究,在人才引进、平台建设、方法研发、人才培养等方面默默耕耘了20余年。例如,针对月壤颗粒细小的特点,分别组建具有微区定年、同位素分析、含水量测定、成分分析等多种功能的实验室。在原有仪器功能不足的情况下,研究人员研发和改进关键部件,增强仪器功能,使得综合研究能力达到国际领先水平。

“前辈领航,做战略规划;我们打仗,具体执行。”李秋立说。

事实上,李秋立这代人,尽管没有前辈“从0到1”的筚路蓝缕,却要面对“从有到优、从追赶跨越”的时代考题。

接到嫦娥五号样品那一刻,杨蔚第一次深刻感受到了使命感。“航天人耗费巨大的心血,带回如此珍贵的样品。我们承载着样品研究的使命,肩负着整个民族对月亮的向往。对于从事月球科学研究的人来说,这是何等幸运。”他深情地说。

(下转第2版)



2026年春节期间,全国科技馆体系以“科技大联欢”为主题,精心策划了一系列融合生肖文化、非遗技艺与前沿科技的科普惠民活动。据初步统计,春节期间全国科技馆接待观众超350万人次,为公众献上了一场融知识性、趣味性与人文化于一体的新春科普盛宴。

其中,中国科技馆举办的“驰越千里——马的自然与人文之旅”主题展览同步面向全国科技馆免费开放共享电子资源,全国37家科技馆申请资源并陆续展出,贯通省、市、县三级,有效提升基层科技馆服务能力。图为公众在动手实践课堂“鲁班工作坊”体验制作生肖。

本报记者高雅丽报道 吉林省科技馆供图

## 全球首创干细胞疗法即将在日本获批



寰球眼

本报讯 据《自然》报道,近日,日本厚生劳动省已支持两种首创疗法在今年3月有条件上市。但部分研究人员指出,这两种应用了重编程干细胞技术的疗法——Amchepry和ReHeart,尚未达到成熟阶段。

由日本住友制药公司与Racthera公司联合研发的用于帕金森病治疗的Amchepry疗法,目前已在7名患者身上进行了试验;日本Cuorip公司研发的用于治疗重度心力衰竭的ReHeart疗法,已应用于8名患者。

“这是一项高风险的、需要监管的试验。”美国加利福尼亚大学戴维斯分校的干细胞研究专家Paul Knoepfler说,试验还需要在更大范围展开以确保这些疗法安全、有效。“目前看到的数据令人鼓舞,但讨论这类产品的商业化还为时尚早。”

再生医学领域的研究人员致力于利用干细胞培育替代细胞,以治疗多种疾病。2006年,日本京都大学的山中伸弥与高桥和利提出将成熟细胞重编程为诱导多能干细胞(iPS细胞)的简易方案,开辟了可转化为多种细胞类型的新细胞来源。山中伸弥因此荣获2012年诺贝尔生理学或医学奖。

运用该技术,研究人员开发出Amchepry疗法,其流程包括募集志愿者的血液细胞,将其重编程为iPS细胞,再诱导重编程细胞转化为产生多巴胺的祖细胞。随后,神经外科医生将这些细胞移植到帕金森病患者脑部进行技术验证。

Amchepry目前已完成小规模I/II期临床试验,主要评估这一疗法的安全性。研究人员2025年报告称未出现严重副作用,至少4名受试者表示震颤等症状得到缓解。

ReHeart同样也是利用志愿者iPS细胞,但后者经分化变成了心肌细胞,然后被培养成含1亿个细胞的硬心肌组织。这些组织被移植到缺血性心脏病患者的心脏中,以促进心血管修复。

研究人员2025年向美国胸外科协会报告称,在一项小型I期试验中,ReHeart显示出安全性,并有帮助部分参与者提升身体活动能力的迹象。

日本千叶县一所医院的骨科医生Hiroshi Kawaguchi认为,这两种药物的临床数据“非常匮乏”。他表示,试验的规模均不足以评估风险,且试验缺乏对照组,无法准确判断疗效。

然而,在日本,完成探索性临床试验的再生医疗产品可获得“有条件且限

时”的批准。厚生劳动省专家小组已建议对这两种疗法给予此类许可,预计最早将于3月正式获批上市。

随后,制药商、保险公司和医疗机构将共同确定产品价格,由保险方和患者共同承担费用。企业可在7年内向特定人群销售产品,并在此期间持续追踪患者反应以评估安全性和有效性。

Kawaguchi认为,这种监管模式将药物研发的资金与伦理成本嫁给了患者、纳税人和保险公司,同时削弱了临床数据的质量。

他补充说,这些疗法也可能存在风险。一些研究人员担心重编程后的细胞可能转化为肿瘤。Amchepry和ReHeart均需侵入性手术移植,而且患者后续需服用免疫抑制剂,以防止志愿者来源的细胞被身体排斥。“我支持iPS细胞的研究,但对缺乏充分证据就过早商业化持质疑态度。”Kawaguchi说。(文乐乐)

## 组氨酸扫描法提升T细胞清除癌细胞能力

本报讯(见习记者江庆龄)中国科学院分子细胞科学卓越创新中心研究员赵祥团队与合作者,建立了一种基于组氨酸扫描的工程化改造策略,可显著增强T细胞受体(TCR)等力感应受体的活化效能,为理解力感应受体活化机制奠定了基础,也为相关疾病的免疫治疗提供了新思路。近日,相关研究成果发表于《细胞》。

在人体免疫系统中,T细胞犹如一支守护健康的特种部队,负责执行全身细胞的“安全检查”。而T细胞表面的TCR分子,正是执行任务的核心“安检仪”。科学家从众多TCR分子中筛选出能精准识别癌细胞的型号,并将其“装配”到癌症患者的T细胞上,使免疫系统能够精准锁定并清除癌细胞。然而,天然TCR分子的识别灵敏度有限,一些狡猾的癌细胞仍可能成为漏网之鱼。

针对此问题,研究团队分析了前期研究结果,发现组氨酸能精准定位TCR分子识别癌细胞并启动癌细胞清除程序的“关键按钮”位点,强化TCR分子与pMHC抗原分子之间的逆锁键结构。在此基础上,研究团队开发了新型组氨酸扫描法。这种方法无需依赖TCR分子的三维结构信息,只需对筛选出的多个“关键按钮”进行同步改造,即可增强TCR分子“抓住”癌细胞的能力。经改造的T细胞活化水平更高,杀伤力更强,且能精准辨别敌我,避免误伤健康细胞。

该结论已在动物模型中得到了验证。此外,“组氨酸扫描法”在多种力感应受体-受体中均表现出良好的改造效果。

相关论文信息:https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.12.050

## 科学家开发出超低功耗铁电存储器新技术

本报讯(记者孟凌霄)北京大学电子学院邱红光研究员、彭练渊院士团队成功研制出纳米栅超低功耗铁电存储器,将铁电晶体管工作电压降低至0.6V,能耗降低至0.45fJ/μm,是目前国际上尺寸最小、功耗最低的铁电存储器。研究成果近日在线发表于《科学进展》。

当前,人工智能(AI)技术迅猛发展,对芯片提出了“超低功耗、高速运算、高集成度”的严苛需求。但现实中,AI芯片的性能提升始终受限于芯片硬件瓶颈,尤其是数据存取与运算之间的协同效率不足,成为制约AI应用向高端化、轻量化发展的关键因素。

面对这一核心技术难题,研究团队在研发过程中实现了三大关键突破。一是提出纳米栅极电场增强机

理,利用纳米栅的尖端电场汇聚效应,构建了高度局域化的高密度电场汇聚区域,有效放大了铁电层局部电场强度。二是将铁电电极化翻转电压降低到超越常规平板铁电体的矫顽电压极限,成功将铁电晶体管存储电压降低至0.6V,能耗降低至0.45fJ/μm,领先国际已有报道一个数量级。三是探索了铁电晶体管的尺寸微缩极限,栅电极物理尺寸缩减到1纳米。

这项工作突破了超低功耗铁电存储器研制的关键科学瓶颈,将存储电压降低到和逻辑电压相当水平,数据可以零障碍、低功耗、超高速双向流动。相关存储器件有望大幅降低AI芯片整体功耗,并提升数据存取效率。

相关论文信息:https://doi.org/10.1126/sciadv.aea5020