

新一代“太空快递小哥”亮相

■本报记者 倪思洁 见习记者 江庆麟

4月24日,在第十个“中国航天日”科普展示活动上,轻舟货运飞船1:1模型首次亮相。

货运飞船被很多人称为“太空快递小哥”,而轻舟货运飞船首次引入商业航天理念,目标是在中国空间站常态化运行后,打造轻小、快捷、低成本的货物运输系统。

记者了解到,轻舟货运飞船由中国科学院微小卫星创新研究院(以下简称卫星创新院)研制。它的个头小、重量轻,以5吨的总重可实现上行1.8吨以上、下行两吨的运力,货物舱体积为27立方米,装载容积约为9立方米。

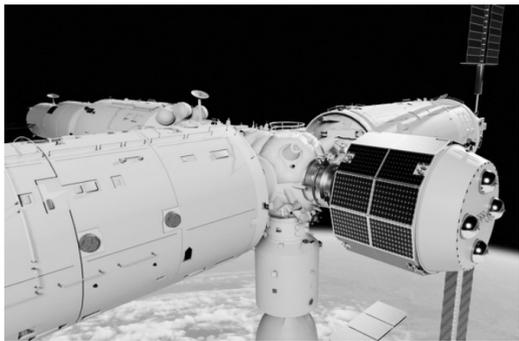
轻舟货运飞船总指挥、卫星创新院副院长舒嵘介绍,目前,轻舟团队正在进行初样试飞船的软件工作及正样首飞船的设计工作,初样试飞船计划于今年首飞;正样首飞船计划于明年具备出厂条件,执行空间站送货任务。

两轮竞标胜出,“买票不买船”

当前,中国空间站已进入常态化运行阶段,为进一步降低空间站上货物运输成本,增强上行货物运输灵活性,探索发展商业航天模式,2023年5月,中国载人航天工程办公室发布《空间站低成本货物运输系统总体方案征集公告》,明确引入市场化机制推动商业航天发展。

2024年,经过第二轮择优,卫星创新院的轻舟货运飞船方案胜出。“我们经过两轮竞标,最终获得工程飞行验证阶段合同。”轻舟货运飞船副总设计师吴会英说。

之所以能够胜出,与轻舟货运飞船系统的理念创新有一定关系。“轻舟货物运输系统不仅包含货运飞船,还包括运载火箭、发射支持等一系列打包服务。”吴会英介绍,卫星



轻舟货运飞船效果图。

卫星创新院供图

创新院提出了以航天员为中心的“低成本、高可靠、高应变、高智能”的轻小、快捷货物运输系统。

在他们看来,这是一个“买票不买船”的理念。“有了经费之后,我们不需要很大的经费体量,而是会找小伙伴,然后把研究经费分摊给大家。这就好比坐高铁去北京,不用把高铁买下来,买张票就可以。”吴会英说。

吴会英表示,轻舟吸纳了传统航天企业之外的科研院所和商业航天公司,共同参与载人航天工程火箭等飞行产品的研制,这有利于构建健康、良性、富有活力的载人航天竞争发展新格局,进一步降低空间站运行成本,也有利于促进商业航天快速、有序、健康发展。

“冷链运输”是一大特色

轻舟货运飞船采取4层货架模式,共有

40个货格,能够满足航天员生活物资、科学实验设备等货物运输需求,对于特殊货物上行需求,在货架设计上预留了相应接口。

“冷链运输”是它的一大特色。飞船上的单个冷链箱容积为60升,可根据冷链上行需求灵活配置容量,最大可达300升。

除了灵活配置容量外,冷链箱还能灵活调节温度。“冷链箱温区可高精度调节以适应货物不同的储存温度要求。这些设计能有效提高冷链运输的可靠性和稳定性,满足上行货物的保鲜需求。”吴会英说。

在配置冷链箱的同时,轻舟货运飞船还配备了智能货物运输管理系统,可实现货物的智能识别、定位和管理,减少航天员的工作负担,降低因人工操作失误导致的风险;具备多样化的运输能力,不仅可以运输航天员的生活物资、科学实验设备等常规货物,还能搭载各种试验载荷,支持有人或无人参与的空间科学载荷和多种在轨试验。

不仅如此,为了提高空间利用率和任务经济性,轻舟货运飞船采用了一体化单舱构型设计,在满足任务需求的前提下,降低轻舟本身的外形尺寸,把最大最好的空间留给货物,同时还可以适应多型火箭,满足快速发射需求。

此外,轻舟还引入了商业航天的理念和技术手段,例如,首次采用货物运输系统抓总的商业模式,可以将运载与飞船结合得更紧

密,实现系统整体优化设计;推动新思路、新器件、新材料在航天领域的快速迭代与应用,形成良好的经济效益和社会效益。

“我们计划探索冠名权、搭载IP文化、品牌传播、科普合作等多种商业模式,与社会各行各业开展创新合作,形成良好的经济效益和社会效益。”吴会英说。

送完货,还能做实验

记者了解到,在卫星创新院,轻舟货运飞船的研制团队大约有八九十人,平均年龄34岁。

“我们拿到任务的时候非常重视,由卫星创新院党委书记、副院长舒嵘担任总指挥,从卫星创新院各个支撑中心抽调相关人员配合我们,并从考核评价体系上给予相应倾斜。”轻舟货运飞船总设计师常亮说。

这个年轻化的团队除了构建安全可靠、形式多样、效益突出的空间站天地货物运输体系外,还产生了把飞船物尽其用的想法。

按照设计,轻舟货运飞船在完成货物运输任务并与空间站分离后,最终会坠入大气层烧毁。不过,常亮介绍,在飞船完成首要任务——货物运输后,他们还会利用飞船上的空间,开展一些科学实验。

“发射一次很不容易,投入了经费成本,我们希望在飞船离开空间站后,还可以用它做一些小型化实验。”常亮说。

常亮表示,在飞船坠入大气层之前,实验数据将通过飞船搭载实验模块上的摄像头、传感器传回地面。

“目前有很多研究所找到我们,想在太空中做一些细胞类、载荷类实验,我们也在积极开展相应工作。之后,我们将向社会征集太空实验探索的想法,并开展实验上的合作。”常亮说。

刘源张院士百年诞辰纪念会在京举办

本报讯(记者韩扬眉)今年是中国工程院院士、我国全面质量管理的开创者和奠基人刘源张诞辰100周年。4月26日,刘源张全面质量管理思想研讨会暨刘源张院士百年诞辰纪念会在位于北京的中国科学院数学与系统科学研究院举办。

刘源张家属、学生,国内外质量管理领域的资深专家代表以及社会各界人士共聚一堂,深入研讨刘源张全面质量管理思想的内涵与应用,推动我国质量管理学科进一步发展;追忆他虽历经坎坷却矢志不渝的报国之路,大力弘扬科学家精神。

“刘源张是将论文写在企业里的‘工厂大夫’。”中国科学院数学与系统科学研究院副院长杨翠红说。

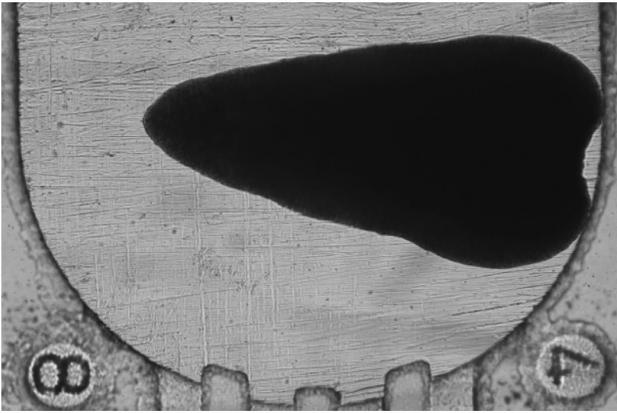
自上世纪50年代起,刘源张长期深入工厂、企业进行调查研究,编写讲义、举办质量管理讲习班、普及质量管理。他将全面的统计质量控制和日本的全面质量管理相结合,根据中国国情将质量管理理论和方法本土化,构建了适合中国国情的质量管理理论框架,为

中国的企业和学术界打开了新视野和新思路。

刘源张在中国首先倡导全面质量管理,并身体力行地在全国各地各厂进行宣传;致力于质量管理标准的制定、鉴定和推行;坚持到群众和领导中去讲学和指导质量管理,在转变人们的管理观念和启蒙人们的科学理解上取得了成功。

中国科学院数学与系统科学研究院院长张平表示,刘源张被国内外质量管理同行誉为“中国质量管理之父”。在刘源张的身上集中体现了科学报国、砺学躬行、顶天立地、勇于创新的科学家精神,这是中国科学院数学与系统科学研究院,乃至整个中国科技界应该永续传承的精神财富。

当天,“纪念刘源张院士百年诞辰档案展”在中国科学院数学与系统科学研究院科学家精神教育基地举行。张平、刘源张大女儿刘欣、中国科学院原党组书记郭传杰、方新共同为本次展览揭幕。展览精选刘源张部分珍贵档案,其中刘源张的手稿、书信、奖章证书为首次展览。



下行涡虫图像。

空间应用中心供图

本报讯(记者甘晓)4月25日,记者从中国科学院空间应用工程与技术中心获悉,在航天员协助下,随神舟二十号飞船上行的生物和生命科学实验样品顺利转运至空间站,并陆续完成在轨安装,现已正常开展科学实验,并获取了一批实验数据和图像视频。涡虫、斑马鱼、链霉菌等实验对象状态良好。

“空间微重力和辐射环境对涡虫再生的影响及作用机制探索”项目按计划完成了3个实验盒的48个液池4次换液和30余次拍照,涡虫体态舒展。“失重性骨丢失及心肌重塑的蛋白稳态调控机

制研究”项目开展了鱼室光照测试及图像视频下行等工作,溶氧值、水温及模块内部压力均正常,斑马鱼活性和金鱼藻状态良好。

“空间微重力对微生物的效应机制研究”项目进行了显微观测调焦及链霉菌样品拍照工作,链霉菌状态正常。

神舟二十号乘组在轨期间,空间应用系统还将在空间生命科学、微重力物理学、空间新技术等领域,开展血管化脑类器官芯片培养、软物质非平衡动力学、高温超导材料空间制备等研究。

神舟二十号科学实验启动

中山大学等

研究揭示气温冷变暖翻转新现象

本报讯(记者朱汉斌)中山大学教授刘小平、罗明团队与中国科学院地理科学与资源研究所研究员裴韬团队合作,首次揭示了全球变暖背景下气温冷暖翻转的新现象,即气温在几天内由异常偏暖快速转变为异常偏冷,或由异常偏冷快速转变为异常偏暖的极端事件。近日,相关成果在线发表于《自然-通讯》。

气温冷暖急剧交替的“过山车”式变化给社会和生态系统的适应与缓冲时间极短,其影响可能比单一异常偏暖或偏冷事件更为严重。研究团队构建了识别和表征极端气温冷暖翻转事件的方法体系,综合分析了多套气象观测、再分析和气候模式模拟数据,以确保结果的可靠性。经过初步验证,该方法体系能够有效识别历史上发生的典型冷暖快速翻转事例。

研究首次系统刻画了全球陆地范围内气温冷暖翻转事件的时空分布特征,发现这类事件广泛分布于全球中高纬度地区。自20世纪中期以来,冷暖翻转事件频次增加、强度加剧、转变加快,且未来在高排放情景下,这一趋势将进一步加剧。如果不采取有效的气候变化缓解措施,人类将在更暖的未来面对更频繁且更剧烈的“过山车”式极端翻转事件及其叠加影响。

罗明指出,研究成果对提升人类社会应对极端气候复合风险的能力具有重要意义,相关部门可据此改进早期预警系统,从而减少农业、能源及公共安全等领域的损失。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41467-025-58544-5>

智能鞋垫精准识别人体运动状态

■本报记者 叶满山

近日,兰州大学教授兰伟团队联合中美研究人员,成功研制出一款高集成度、自供电、无线智能鞋垫,创新性地实现足底压力监测与步态分析深度融合,借助人工智能技术实现了对人体运动状态的精准识别。相关论文发表于《科学进展》。

从临床需求获得灵感

“这项研究的灵感源于对身边疾病的观察。”兰伟回忆说。一次,他与心内科医生交流,得知心力衰竭患者在临床上有个简单的判断方法,就是请患者走一走,观察走路姿势、速度等表现。

其实,很多疾病都与足底压力分布密切相关。现有监测手段,如压力平台和实验室步态分析系统,通常局限在特定空间,难以实现日常环境中的连续监测。兰伟意识到,这是一个未被很好满足的临床需求,于是萌生了开发智能鞋垫的想法。

兰伟团队一直关注柔性电子与医疗健康场景的结合应用,并致力于将前沿科技转化为实际产品。当时,该团队正在研究一种性能出色的新型压力传感器,于是一个创新想法在他们脑海中闪现:可以将这种传感器集成到鞋垫中,从而实现对足底压力的实时监测。

这个想法如同一颗种子逐渐生根发芽。兰伟团队决定尝试将传感器、电路设计、系统集成、数据采集与传输以及人工智能算法等先进技术相结合,共同打造一款完整的智能鞋垫系统。这不仅是一次技术上的跨越,更是从基

础研究转化为功能性产品的重要一步。

随着智能鞋垫项目的正式启动,一场跨越学科、跨越国界的合作悄然拉开帷幕。兰伟介绍,该项目核心成员、硕士研究生王齐在完成压力传感器的设计与制备、电路设计、系统集成等关键任务后,前往美国俄亥俄州立大学继续深造。

这一契机,促成了兰州大学与美国科研团队的紧密合作。双方虽然身处不同时区,但凭借对科研的执着追求和共同目标,通过紧密沟通与协作,共同推动了项目的顺利进行。

在中美团队的努力下,智能鞋垫项目取得显著进展。他们通过反复试验与优化,成功实现了传感器性能的大幅提升。同时,美国合作伙伴也在数据处理、动态可视化及论文撰写等方面发挥了重要作用。这一系列的技术突破和创新成果,为智能鞋垫的进一步研发和应用奠定了坚实基础。

多学科交叉集成的创新突破

在智能鞋垫的研发过程中,科研团队遇到了不少技术瓶颈。其中,柔性太阳能电池的研发尤为棘手。由于柔性基底与钙钛矿器件制备工艺之间的不兼容性,导致成膜质量和器件性能难以达到预期。面对这一难题,团队没有退缩,而是迎难而上。

团队尝试了多种柔性基底,并对整个制备流程进行了反复调整。最终,通过二次旋涂法,他们在柔性基底上逐步建立起稳定的结

晶条件,成功实现了成膜质量和器件性能的双重提升。这一突破,不仅为智能鞋垫的自供电提供了有力保障,也为柔性电子器件的制备提供了新的思路与方法。

“在传感器性能方面,我们遇到了不小的挑战。”兰伟表示,传统柔性电阻型传感器在非线性响应方面存在瓶颈,难以满足高精度监测需求。为了突破这一局限,团队提出“非线性协同”策略。他们设计并制备了三维多孔硅橡胶结构,在其表面沉积了碳纳米管和乙炔黑两种导电材料。初步实验验证,这一策略能够实现较为理想的线性响应。

在此基础上,团队对材料配方进行了系统性的筛选与优化,最终找到一个兼具高线性度与良好灵敏度的组合方案。这一创新解决方案,不仅提升了传感器的性能,也为智能鞋垫的精准监测提供了有力支持。

解决了棘手问题,但在智能鞋垫的硬件和软件设计过程中,团队又遇到问题——采集精度、采样率和系统功耗之间的权衡。

为了实现在高分辨率的足底压力监测,系统在数据采集和传输上需要一定的频率和精度,但这意味着更高的能耗。尤其是在自供电背景下,功耗控制显得尤为关键。

“为了解决这些矛盾,团队在硬件设计上采用‘按需唤醒’机制。”兰伟告诉《中国科学报》,这一机制使得电路中大多数器件在非采样时处于休眠状态,只有在采样瞬间才被激活,从而显著降低整体功耗。同时,团队还对采样率、数据传输速率和采集精度进行了综合评估,最终选择了32Hz的采样频率。这一频率既

能捕捉足底压力分布的快速变化,又避免了功耗的大幅上升,是一个相对理想的平衡点。

服务老年人健康管理

“目前,这款智能鞋垫虽然已构建了完整的技术方案,并在多个方面实现突破,但尚未进入真实医疗场景的试用阶段。”不过,兰伟表示,团队对其应用前景充满信心。他们相信,凭借系统的高集成度、低功耗和优异的数据表现,这款智能鞋垫未来一定可以在真实医疗环境中发挥价值,为患者带来帮助。

对于老年人来说,这款鞋垫在日常健康管理中的作用尤为显著。它可以实现日常步态的长期监测,帮助及早识别步态变化、平衡异常等潜在风险,还能实时监测足底压力分布,为心力衰竭、糖尿病足等慢性疾病提供辅助评估价值。通过与移动端的联动,它还能实现远程数据可视化与趋势分析,便于家属或护理人员随时掌握老年人的活动状态。

“人们穿着看似简单的一双鞋,就能持续、无感地获取身体状态,甚至与医生、家人共享数据,实现早期干预和远程照护。这种以‘脚’为切入点的智能健康管理方式,可能在未来成为可穿戴医疗设备的重要组成部分。”兰伟说。团队还有意将这项技术与养老机构或康复中心结合起来,开展初步的试点应用。他们希望这款鞋垫不仅是一项技术成果,更是真正能服务于老年人健康管理的工具。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adu1598>

中国科学院生物物理研究所等

弱视患者视觉皮层微环路异常机制获揭示

本报讯(记者孟凌霄)近日,中国科学院生物物理研究所研究员张明团队与复旦大学附属耳鼻喉科医院副主任医师文雯团队合作,利用超高分辨率7特斯拉功能磁共振成像和频率标记脑电图技术,揭示了人类弱视患者视觉皮层微环路层级的神经活动异常。相关论文发表于《影像神经科学》。

弱视是一种常见的视觉发育障碍,通常表现为单眼视力下降,即便矫正了屈光不正,视力仍无法达到正常水平。以往研究普遍认为弱视眼的视觉信号在传递过程中发生了衰减,但在介观尺度上参与前馈、侧向连接与反馈处理的皮层微环路的具体变化,以及双眼相互作用机制仍不明确。

该研究发现,在弱视患者的大脑视觉皮层初级区域,来自弱视眼的视觉信号在输入层已显著减弱,并前馈传递至下游视觉区,提示弱视的异常起源于更早阶段的视觉信息输入缺陷。这也印证了团队此前关于弱视患者皮层下视觉核团功能改变的研究成果——双眼侧向抑制机制失衡进一步导致V1区表层信号丢失,强视觉,即好眼,强烈抑制了弱视眼的信号传递,而弱视眼对好眼的抑制则显著下降。脑电频率标记数据进一步表明,侧向抑制的失衡伴随双眼视觉信息整合能力显著下降。此外弱视眼视觉信号不仅幅度下降,而且传递速度明显变慢,整体视觉处理效率降低。

这项研究首次以毫米和毫秒级的精度描绘了弱视患者视觉皮层微环路的异常变化,揭示了关键期内异常视觉经验如何塑造人类皮层微环路功能,并为弱视治疗奠定了理论基础。

相关论文信息:

https://doi.org/10.1162/imag_a_00561