



扫二维码 看科学报



扫二维码 看科学网

# 读懂大脑“化学语言”迈出关键一步

■本报记者 张双虎

人类通过大脑认知世界,却对大脑知之甚少。原因之一是大脑有两种“语言”——电信号和化学信号。目前,人们可以“读懂”大脑的“电语言”(读取并解释电信号),而对“化学语言”(神经元释放的神经递质等化学信号)的“译读”却束手无策。

近日,中科院化学研究所研究员于萍和毛兰群团队与合作者在《科学》发表论文,报道了一种聚电解质限域的流体忆阻器,并利用单个器件,首次实现了神经化学信号与电信号转导的模拟。

这意味着,未来人们有望读取大脑的“化学语言”,更好地模拟大脑,实现与大脑的智能交互。

## 探索大脑“千帆竞发”

从人工智能到类脑智能,从记录信号到脑机融合,从信号识别到智能感知,人类对大脑的探索及其运行机制和功能的模仿越来越深入。

目前,很多国家和地区在积极布局类脑智能研究。欧盟开展了“人类脑计划”,美国启动“推进创新神经技术脑研究计划”,我国也启动了科技创新 2030——“脑科学与类脑研究重大项目”等。此外,谷歌、微软等公司也投入大量经费和人力进行该领域的研发。

在类脑研究领域,当前主要集中在以下方面:一是类脑智能,即神经形态计算,旨在模拟人类大脑的形态结构及信息处理机制;二是脑机融合,旨在在模拟大脑功能的基础上,实现和大脑的融合沟通;三是智能生物医学应用,如神经义肢、智能传感器及智能感觉系统等。

在这些领域,科学家已经出色地完成很多研究工作,大量模拟脑神经结构和机制的器件与模型相继被报道。例如,利用两端口的忆阻器和三端口的神经可塑性晶体管发展出的无

机固态神经形态器件,已经实现了一系列复杂的计算任务,包括超低功耗的并行计算、建立人工神经网络等。

与此同时,有机电子研究领域的成果也展示了基于有机材料的神经形态设备具有诸多潜在价值,尤其在与生物系统的结合方面。

## 神奇“忆阻器”

“大脑的神经功能与化学信号和电信号密切相关。”于萍告诉《中国科学报》,“大脑进行神经传递时一般会释放出神经递质,其中包括电信号和化学信号。目前人们只能实现对电信号的识别和模拟,很难直接感知化学信号。因此,制备具有化学信号响应的人工突触(实现类化学突触功能)就成为神经智能传感与模拟领域的科学难题。”

上世纪 70 年代,科学家通过理论推导,预示了研制第四种元件——忆阻器的可能性。

“我们可以把忆阻器看作和电容、电感、电阻一样的基本电子元器件。”于萍解释说,作为一类新的电子元器件,流体忆阻器有望模拟大脑的“离子通道”功能,实现与大脑的智能交互,从而有望帮助人们解读大脑,实现类脑智能研究、类脑计算和类脑智能传感。

科学家曾利用多巴胺电氧化过程产生的电子电流调控仿神经晶体管导电忆阻器,实现了突触可塑性功能的化学调控。然而,化学调控的神经形态器件仍然面临诸多问题,比如,几乎所有的神经形态器件都是固体器件,很难实现与外界信号的化学交互。因此,类化学突触的化学信号与电信号间转导的模拟仍未在单个器件上实现。

## 实现化学信号到电信号的转导模拟

为解决上述问题,于萍和毛兰群团队与中

国科学院大学、湘潭大学及北京师范大学的研究人员合作,通过其在脑神经电分析化学和限域离子传输研究领域的长期积累,提出基于限域流体器件发展仿神经突触功能的构思。

在构建聚电解质限域流体体系的基础上,研究人员发现该体系具有忆阻器的特征,并利用溶液中离子在聚电解质限域空间内传输,使器件具有记忆效应,成功模拟了多种神经电脉冲行为。

“相比传统固体器件,这种流体器件具有可与生物体系相媲美的电压和低功耗。”论文第一作者、中科院化学研究所博士生熊天逸说,“更重要的是,基于流体体系的特征,此器件可以在生理溶液中模拟神经递质对记忆功能的调控,成功模拟了突触可塑性的化学调控行为。”

紧接着,研究团队利用聚电解质对不同离子的识别能力,实现了神经化学信号与电信号之间转导的模拟,在化学突触的模拟研究领域迈出了关键一步。

“化学信号的捕获、调控和模拟是脑化学研究的重要内容,具有很大的挑战性和科学价值。用单个器件实现化学信号到电信号的转导模拟,意味着未来我们可以‘读懂’大脑的‘化学语言’。如果这条路走通了,对人们认识大脑、模拟大脑或与大脑智能交互等研究都非常重要。”毛兰群说。

该团队认为,这项跨领域研究非常值得期待,它可以引导智能传感、神经假肢感知等领域的学者进行更深入探究。未来人们甚至能像科幻小说中那样,给大脑“存点东西”,“写入”知识或技能。

“目前我们只是做了简单的样机,它还是个概念,离真正的应用还很远。”毛兰群坦言,“但这使人类朝着实现与大脑化学信号智能交互迈出了初始和关键的一步。”

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adc9150>

# 科学家首次在实验室实现激光驱动湍流磁重联

本报讯(记者崔雪芹)我国科研人员依托上海高功率激光物理国家实验室“神光 II”装置,首次在实验室实现激光驱动湍流磁重联物理过程,并通过标度变换解释太阳耀斑爆发现象,实验证实了湍流过程对耀斑快速触发及高能带电粒子加速的重要性。相关成果 1 月 17 日发表于《自然-物理》。

太阳耀斑是一种最剧烈的太阳活动现象,一次典型耀斑的爆发相当于数十亿枚氢弹的爆炸。目前,耀斑触发的基本出发点之一是磁重联。磁重联是等离子体中方向相反的磁力线因互相靠近而发生的重新联结的过程,重联会将磁能快速转化为等离子体热能和动能。

湍流磁重联是等离子体磁流体中磁场能量耗散的最有效方式之一,其观测特征是在速度或磁场涡旋结构、多重磁岛,等离子体团的分裂、破碎以及加速高能电子和离子等现象,然而激光驱动湍流磁重联尚未在实验室得到直接证实和系统研究。

论文通讯作者、北京师范大学天文系教授仲佳勇领导的实验室天体物理研究团队,在前期工作的基础上,提出了利用“神光 II”四路激光多点烧蚀金属靶,设计出具有微扰特征且磁性相反的等离子体磁环来增大磁场相互作用区,进而实现湍流磁重联的实验构想。

论文第一作者、北京师范大学天文与天体物理前沿所平永利博士介绍,实验中首次发现相互作用区形成的电流片呈现碎片化结构,采用傅里叶谱分析获得功率谱信息,并发现该功率谱符合典型等离子体湍流幂律谱特征。



湍流磁重联可能触发太阳耀斑的艺术图。

仲佳勇供图

她表示,通过时空标度变换发现,实验室湍流与太阳耀斑小尺度湍流结构一致,并且在电流片流出方向的电子能谱呈现非热的幂律谱特征;通过数值理论模拟发现,在湍流磁重联过程中,高能电子主要被重联平行电场加速,而回旋过程在流出区域对电子起到了减速作用,同时费米的加速效应可以忽略不计。这些研究成果为理解太阳耀斑高能粒子起源和加速过程具有重要意义。

相关论文信息:

<http://doi.org/10.1038/s41567-022-01855-x>

# 研究制备用于可穿戴织物的柔韧储热相变无纺布

本报讯(见习记者孙丹宁)近日,中科院大连化学物理研究所研究员史全团队、吴忠帅团队和澳大利亚迪肯大学教授陈英团队合作,在柔性纤维型相变材料研究方面取得新进展。合作团队通过湿法纺丝和真空浸渍制备了柔性石墨烯-氯化碳纤维基的相变无纺布,具有优异的柔韧性、储热能力、透气性能,并将其用于可穿戴人体热管理器件中。相关成果发表于《纳微快报》。

相变储能材料能够在相对恒定的温度下吸收和释放大容量潜热,可作为热能储存和温度控制介质应用于人体热管理领域。然而,传统相变材料固有的液态易泄漏、透气性差及固态刚性等特点,使其很难应用于可穿戴智能热管理器件中。

为进一步提升相变器件的透气性能和储能

密度,史全团队利用吴忠帅团队的石墨烯三维多孔组态的制备技术,以及陈英团队在氯化硼纳米片制备领域的独特优势,与后者共同提出了一种通过湿法纺丝方法制备高熔柔性相变无纺布的通用策略。该相变无纺布表现出 206.0 焦耳/克的高焓值、优异的热稳定性、1000 次循环后焓值保持率仍达到 97.6% 的热循环能力,以及超高的水蒸气透过率,优于当前已报道的相变材料薄膜和纤维。

此外,该相变无纺布可与口罩复合应用于人体可穿戴热管理系统,使人体保持在舒适的温度范围内,为可穿戴智能织物的开发提供了新方向。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1007/s40820-022-00991-6>

# 软件定义卫星“天智二号”D 星成功发射

## 整星仅 19 公斤,星载算力高达每秒 40 万亿次

本报讯(记者胡瑞琦)1 月 15 日 11 时 14 分,由中科院软件研究所(以下简称软件所)牵头研制的中国软件定义卫星“天智二号”D 星在太原发射中心发射升空,成功进入预定轨道。该星采用软件所完全自主知识产权的天星超算平台,可实现卫星功能软件化、智能化,支持卫星上载和更新各种 APP,以及提供各类定制化服务。

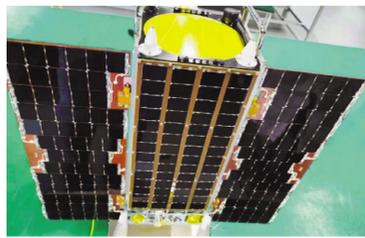
软件定义卫星,即在一个卫星平台上,通过加载更多软件,让卫星完成更多任务。据软件所研究员、天智系列卫星总设计师赵军锁介绍,“天智二号”D 星体积小、重量轻,整星仅 19 公斤重,但星载算力却高达每秒 40 万亿次,可支持星上超分,实现米级对地分辨率。

在硬件方面,“天智二号”D 星首次采用智能计算引擎+交换机+智能部组件的开放系统架

构,结构紧凑、开放性好、集成度高。特别是交换机部分,对上连接各种计算引擎,对下连接各种部组件,将全部软件部署于统一的微云计算平台之上,不但降低了接口设计复杂度,有助于数据共享,而且提高了存算资源利用率。

在软件方面,“天智二号”D 星首次采用了开放系统架构的天智软件栈。赵军锁解释,天智软件栈的核心是承担星上资源综合集成与编配管控功能的治理框架,对下可以综合集成各种底层资源,对上可以编配管控各种应用软件,具有良好的开放性。其配有专门的开发运维一体化平台,可快速迭代、持续演进,从而不断提升在轨卫星的智能化水平,有助于构建下一代智能卫星生态。

据悉,“天智二号”D 星将首次在轨开展新一代智能卫星架构与天智软件栈验证试



“天智二号”D 星。中科院软件所供图

验,评估多方算法及模型的在轨应用效能,并持续进行天地联合智能软件栈(DevOps)能力验证。

# NASA 计划寻找外星生命和宜居世界



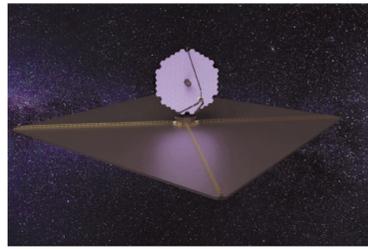
本报讯在美国天文学会近日召开的会议上,研究人员听取了关于美国宇航局(NASA)韦布空间望远镜(JWST)“继任者”的消息。

据《科学》报道,JWST 虽然去年才运行,但天文学家已经开始着手瞄准一项更大的目标——建造一台与 JWST 差不多大的光学望远镜,到 21 世纪 40 年代初,将在类地行星上寻找生命迹象。

NASA 天体物理学部主任 Mark Clampin 表示,JWST 的“继任者”名为“宜居世界观测天文台(HWO)”,它将与 JWST 一样被部署在同样距离地球 150 万公里的地日第二拉格朗日点。但与 JWST 不同的是,它将拥有机器维护和升级功能,以保障其运行几十年。

不过 Clampin 强调,这样的项目如果没有专项经费支持,很难开展设计和技术研发工作。

事实上,HWO 不会是继 JWST 之后



LUVOIR 艺术图。图片来源:NASA

NASA 发射的下一个旗舰级空间望远镜。NASA 还计划在 2027 年发射南希·格雷斯·罗曼空间望远镜——一台致力于搜寻暗能量和系外行星的 2.4 米口径观测望远镜。

但是,NASA 需要在 HWO 的帮助下完成 2021 年美国天文学十年调查报告中的首要任务——建造一台耗资 110 亿美元、6 米口径的空间望远镜,以激活大型轨道天文台项目。哈勃太空望远镜和其他一些望远镜都出自该项目。

这台空间望远镜与 JWST 不同,其关注光谱的光学部分,而非红外部分。调查报告还指出,该望远镜除了进行一般的天体物理学观测外,还必须能够探测 25 颗近地地外行星上的生命迹象,这是从统计学角度确认银河系中是否存在生命的最低要求。

NASA 还提出了其他空间望远镜项目,如宜居系外行星天文台(HabEx)和空间望远镜 LUVOIR。其中,LUVOIR 是多用途天文台,将配置 15 米宽的主镜。它建立在 JWST 分段反射镜基础上,但外观要比 JWST 大得多。

HabEx 设计者之一、俄亥俄州立大学哥伦布分校的 Scott Gaudi 指出,HWO“不包含任何尚未考虑用于 HabEx 或 LUVOIR 的技术”。

但 Clampin 表示,NASA 在进行 HWO 的设计时会采取保守的方法,以避免曾困扰 JWST 的成本超支和延误问题。

不过,HWO 项目面临的最大问题是美国国会的支持。不久前,美国国会确定今年为 NASA 天体物理学拨款 15.1 亿美元,较 2022 年下降 4%。天体物理学部是 NASA 四个科学部门中唯一一个拨款下降的部门。Clampin 说,他将“与利益相关者合作,协调资金”。(徐锐)

# 首个国家卫星有效载荷产品质量检验检测中心开建

本报讯(记者倪思洁)1 月 16 日,首个专门面向国家卫星有效载荷产品全研制周期、全链条质量检验检测的国家认证机构——国家卫星有效载荷产品质量检验检测中心在北京怀柔科学城正式启动建设。

该中心依托中科院国家空间科学中心建设,联合优势科研机构、地方政府、商业航天企业等单位,抢占从元器件、原材料、部组件、单机到有效载荷整机研制的全阶段、全链条的检验检测能力高地,加强质量基础设施全要素的

融合、科研与市场化的融合、建设单位全产业链的融合,打造“技术装备一流、环境设施一流、人才团队一流、科研水平一流、支撑服务一流”的检验检测机构,为我国卫星有效载荷产品的高质量发展做好服务保障。

据悉,该中心将围绕新型有效载荷产品的检测方法的前瞻性研究、检验检测技术体系与规范、商业航天市场化开展建设,为满足航天强国、质量强国的国家战略需求提供支撑。

# 特种机器人亮相



四足特种机器人。中关村丰台园供图

本报讯 1 月 16 日,首届特种机器人“四链”融合创新发展论坛在中关村丰台园举行。论坛由中关村科技园区丰台园管理委员会、中兵智能创新研究院联合主办,论坛围绕特种机器人“创新链”“产业链”“资金链”“人才链”展开交流研讨。

论坛期间,四足、履带、轮式、人形等多种特种机器人产品与装备实现了应用场景示范,电池、电机、控制模组等关键部组件新技术成

果备受关注。丰台园是全国最早的特种机器人研发基地。据中关村丰台园管委会相关负责人介绍,丰台园机器人产业培育将坚持“陆域人工智能+特种机器人”方向,打造特种机器人高质量发展示范基地。中关村丰台园还将联合优势区域资源,构建无人机、灵巧手、外骨骼、电动轮等系统智能产品谱系。(沈春雷)