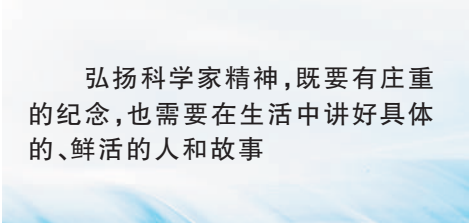


创新谈



迎着商场一抬头,巨幅广告上不是明星代言,也不是新品促销,而是钱学森、邓稼先、袁隆平、于敏等科学家的面孔。近日,这样的画面从山东菏泽、淄博等地开始,陆续出现在内蒙古呼伦贝尔、安徽合肥、浙江杭州等地,路过市民纷纷驻足点赞“打卡”。城市中心的商业大屏,主动把最醒目的位置留给科学家。

为什么一张科学家海报,会让那么多人驻足、拍照、转发?

深度观察·走近太空新基建(上)

跨越约40万公里的深空,一束激光穿梭于地球与月球轨道之间,如同一条看不见摸不着的隐形光纤,搭建起地月双向高速通信链路。近日,我国科研团队成功完成地月双向高速激光通信试验,成为全球第二个掌握深空激光通信技术的国家。这一重大突破,标志着我国空间激光通信正式从近地轨道迈入地月空间。

一束光,在地月间架起隐形宽带

什么是地月激光通信?简单来讲,就是以激光作为载体,完成地球与绕月卫星之间的数据交互。

“这束光起的作用和家里装的网线一样,都是信息传输的载体,就像在地球和月球之间拉了一根隐形的光纤宽带,能让数据在约40万公里距离高速传输,所以又被大家形象地比喻为‘太空网线’。”中国科学院空间应用工程与技术中心研究员、激光通信试验科研团队负责人杨雷说。

长期以来,我国深空探测主要依靠微波通信开展数据回传,但微波通信带宽有限,如同一条车道有限的普通公路,一旦探测器产生大量图像、观测数据,通道就极易拥堵。“探测器飞得出去,珍贵数据回不来”,成为困扰深空探测的一大现实瓶颈。

相较传统微波,激光通信速率能够提升10到100倍,且光束集中不易被截获,保密性更强;同时星上终端设备体积小、重量轻,更加适配航天载荷严苛的搭载条件。

对此,杨雷进一步解释说:“微波通信好比一条普通公路,车道有限,车流量容易饱和;激光通信则像一条多车道高速公路,可以容纳更多的信息并驾齐驱,互不干扰。”

一组直观数据可以感受速率飞跃:一张不压缩的8K月面全景照片,拥有3300万像素,原始数据约1.2吉比特。传统地月微波通信速率仅有几兆比特每秒(Mbps),完整传输这张图片,要花费4到5分钟。本次试验实现下行100Mbps通信速率,传输一张同等高清图片,仅仅需要12秒。

在地月间架起隐形宽带,需翻越三座技术“大山”——瞄准难、信号弱、传输慢。

“深空传输距离动辄数十万公里,对光束瞄准精度要求苛刻;激光信号远距离传输至地面后衰减极强,信号微弱至难以捕捉;高速传输技术受限,传输速度也一直提不上去。”杨雷说。

超远距离精准瞄准,是本次试验攻克的首要难题。地月间通信好比“万里穿针”:相当于在约40万公里外,将一束极细的光线精准穿过一个高速运动的“针孔”。发射端哪怕出现极其微小的角度偏差,抵达目标附近时也会产生数公里的位置误差。

为此,科研团队创新性地提出了适用于超远距离、极微弱信号条件的双向捕获跟踪方案。

“我们通过对卫星轨道、望远镜安装及形变误差、大气折射、激光飞行时间等多种因素的计算和系统校准,让天上的卫星和地面的望远镜在运动中始终对准,确保激光能精准照到预定位置。”中国科学院空间应用工程与技术中心副研究员展月英说。

攻克瞄准难题后,极弱信号识别的挑战接踵而至。激光跨越约40万公里到达地面时,信号已衰减至仅剩余数个光子,地面望远镜能接收到的信号极少。与此同时,月光、星光、城市灯光等信号也会混入其间,对激光信号形成干扰,让有效

当科学家海报登上城市大屏

李君强

我国科技事业取得历史性成就,离不开一代又一代科学家前赴后继、接续奋斗。1958年,34岁的邓稼先接受核武器研制任务,从此隐姓埋名28年,一点点啃下原子弹理论设计的硬骨头;黄旭华被选中参与核潜艇研制,从零起步攻关30年,亲自参加极限深潜试验,展现了“花甲痴翁,志探龙宫,惊涛骇浪,乐在其中”的豪迈气概。一代代科学家把个人选择融入国家需要,也让爱国、创新、求实、奉献、协同、育人的科学家精神,有了具体动人的注脚。

我国向来有尊重、崇尚科学的优良传统。今天,科技创新越来越深入“无人区”,走别人没有走过的路,尤其需要向全社会特别是青少年弘扬科学家精神。此次城市大屏点亮科学家的公益行动,由商场运营者自发参与,将商业价值让位于非商业价值,让人们原本耳熟能详的名字跳出课本和纪录片,出现在车水马龙和人间烟火中,成了人们日常生活里可感可知

的存在。商业大屏本是一个城市最热闹、广告最密集的地方,科学家的形象出现在这里,形成了一种鲜明反差,也唤起了人们心里早已有的敬意。

今年以来,各地弘扬科学家精神的方式更

加多元。北京市科协组建弘扬科学家精神宣讲队伍,大学生宣讲队伍已达165支;山东济南在地铁四号线创新推出科学家精神主题专列,让市民在日常通勤中感受科学氛围;辽宁沈阳、大连邀请“两弹一星”元勋黄纬禄女儿黄道群、杂交水稻之父袁隆平生前工作助理辛业芸等为青少年开展主题报告,讲述隐姓埋名、躬耕田野的故事。科学家的故事从展馆走进校园,从史料走上舞台,传播的载体也越来越丰富。

一个社会崇尚什么,往往体现在日常生活中什么被频繁看见,什么故事被反复讲述。向

更深一层思考,此次商场的自发传播说明,社会并不缺少对科学家的认同,让科学家精神落地生根,需找到贴近普通人的传播方式,让人们愿意停下脚步,了解并分享科学家的故事。短视频平台、商场大屏、公交地铁等线上线下公共空间都可以成为传播载体。孩子在地铁里看到一位科学家的故事,年轻人在刷短视频时了解一次科研突破背后的常年坚守,这些看似微小的接触,未必立刻改变谁的选择,却会一点点塑造社会的价值取向。弘扬科学家精神,既要有庄重的纪念,也需要在生活中讲好具体的、鲜活的人和故事。这启示我们,讲述科学家的成就,也需讲述他们求索的困顿和艰辛;既记录他们取得突破的“高光”时刻,也呈现他们细水长流的日常坚守。

榜样的力量直抵心灵。当创造知识的人获得与知识价值相称的关注,当推动社会进步的人得到与其贡献相称的尊重,成为科学家成为越来越多年轻人自觉追求,这将为科技强国建设注入更为坚实的价值底座和人才支撑。

打通地月「信息高速公路」

本报记者 吴月辉



轨算力等为重要载体,太空新基建不仅是科技竞争的新赛道,也有望成为数字经济的新底座。

地月通信如何更高效、卫星怎样织就“天网”?本版推出“走近太空新基建”系列报道,介绍我国航天发展的前沿技术,探寻逐梦星空的产业新机遇。

——编者

铺就未来深空探测的信息底座

打通地月第一条激光通信链路,只是我国深空信息基础设施建设的起点。面向载人登

- 传输一张不压缩的8K月面全景照片
- 微波通信通常需要4到5分钟
- 以本次激光通信的速率传播仅需12秒

月、月球科研站建设的现实需求,杨雷表示,团队还有一连串明确的攻坚目标。

速率的继续提升是首要任务。当前,星上硬件已经具备达到国际领先速率指标的能力,团队计划在年内开展速率升级试验。“但是地面试验受天气制约很大,云层、大气条件都会影响试验开展,具体执行要视地面站气象条件而定。”杨雷坦言,跑得更快之外,还要跑得更稳。

此外,目前试验大多局限于夜间,太阳光会造成强烈干扰。团队正集中力量攻关新技术,希望打破夜间限制,探索白天、复杂气象条件下开展通信的可能性,提升系统抗强光、抗大气湍流的能力,降低断线概率,朝着长时间连续稳定通信努力,让太空通信像地面宽带一样少卡顿、少掉线。

更重要的是,地月距离只是起点。展月英表示,此次验证的高精度跟踪、弱信号探测和高速单光子信号处理等技术,可进一步延伸至火星、小行星乃至更远的深空任务,将有力支撑我国深空探测取得更多的原创性科学成果。

而更长远的宏大蓝图,是从“一条路”进化为“一张网”。

“我们的任务走到哪里,信息通路就要铺到哪里。”杨雷说,这次试验相当于完成建网第一步——先打通单条链路,然后以激光通信作为核心,多条链路交织,构建完整地月信息网络。目前,相关部门已经在论证常态化地月骨干通信网络。

回望这次重大技术突破,杨雷、展月英都有着同样的感悟:核心技术,从来不是等出来的,是干出来、闯出来的。“面对国内技术空白,不能因为前路艰难就畏缩止步。自主创新路上,信念与实干缺一不可,既要敢于向世界级难题发起挑战,又要脚踏实地,一步一步啃下现实难题。”杨雷说。

图①:地月尺度双向激光通信示意图。
图②:2025年12月,在云南天文台地月激光通信试验现场,科研人员实时观测地面站系统工作状态。
以上图片均为中国科学院空间应用工程与技术中心提供

本版责编:喻思南
版式设计:张丹峰 蔡华伟

“咖”说科技

基础研究需要抛开功利之心,真正有价值的工作往往来自对科学问题本身的长期追问

从沸石分子筛到活性炭,人类对多孔材料的探索已逾百年。孔径小于2纳米的微孔材料,在催化、吸附等领域大显身手,但大分子的转化与输运,需要更大的孔道。孔径介于2至50纳米之间的多孔固体——介孔材料由此进入科学家的视野。它最突出的特征,是拥有极高的比表面积和规整的孔道结构,让大分子得以自由“穿梭”。

我们团队与介孔材料打交道已经有30年了。早期研究多集中在无机介孔材料领域,一

个长期未能突破的问题是:能否把介孔材料从无机拓展到有机高分子乃至碳材料?难点在于,高分子聚合与自组装成有序介孔需要同时实现,因此该课题极具挑战性。最终,我们另辟蹊径,采用“分步法”,先自组装再聚合,成功合成了介孔高分子,再进一步碳化得到介孔碳,由此提出了“有机—有机自组装”的新路径。如今回望,这个想法并非凭空而来,而是源于长期积累和对化学基本问题的持续思考。

在纳米尺度上“造孔”

赵东元

基础研究处于科研链条起始端。基础研究打得牢,成果转化、生产应用的“大厦”才能建得高。介孔碳凭借其结构优势,很快在能源领域找到了用武之地。以硅碳负极为例,硅在充放电过程中体积膨胀约4倍,容易导致电池“鼓包”。我们把介孔碳作为骨架负载硅,利用孔道为硅的膨胀预留空间,显著提升了电池能量密度。在石油化工领域,我们与中石化合作开发的介孔—沸石复合催化剂,已实现千吨级生产,

将重油和渣油转化为高标号汽柴油,对保障国家能源安全具有重要意义。

介孔材料的合成,目前仍谈不上“精确”。与原子级精细的晶体材料相比,介孔材料在原子尺度上相对“粗糙”,存在表面缺陷。如何实现既有原子晶体精细结构又有介孔大比表面积材料的“精确合成”,是当前主要的挑战。我们还在继续探索合成具有原子级精度的晶态介孔材料,以及在生物体系中构建可呼吸、可塑、具

有生物相容性的介孔材料,用于细胞培养、药物筛选乃至模拟生命过程。这些探索距离应用还很远,却正是基础研究的魅力所在。

获得2026未来科学大奖“物质科学奖”,是对我和团队30年来工作的认可,也让我越发体会到,基础研究需要抛开功利之心,真正有价值的工作往往来自对科学问题本身的长期追问。当前科研环境中一些“唯论文”“唯帽子”倾向,给青年科研人员带来不小的压力。这就需要进一步优化创新环境,让他们潜心钻研。特别要在一些前沿领域,为他们提供更宽松、更长周期的支持。化学是创造物质的重要科学,我们期待更多年轻人投身其中,追寻科研目标、实现人生价值。

(作为中国科学院院士、复旦大学教授,2026未来科学大奖“物质科学奖”获得者,谷业凯、吕泽滢采访整理)