

解密分辨率最高的“全火图”

■本报记者 冯丽妃

4月24日,中国首幅火星全球彩色影像图在第八个中国航天日发布。天问一号环绕器中分辨率相机从2021年11月至2022年7月历时约8个月,对火星表面实施284轨次遥感成像,实现了火星全球覆盖。在此基础上,地面应用系统对获取的14757幅影像数据进行处理,得到了空间分辨率为76米的“全火图”。

基于这幅高分影像图,研究人员识别出着陆点附近大量地理实体。国际天文联合会根据相关规则,将其中的22个地理实体以中国人口低于10万人的历史文化名村名镇如西柏坡、古绛、漠河等命名,将中国标识永久刻印在火星上。

那么,“全火图”最大的亮点是什么?上万幅图片如何拼出这张火星“彩照”?《中国科学报》专访了天问一号副总设计师兼地面应用系统总指挥、中科院国家天文台研究员李春来,天问一号任务地面应用系统总设计师刘建军,以及天问一号任务地面应用系统副总设计师任鑫。

“全火图”的两大亮点

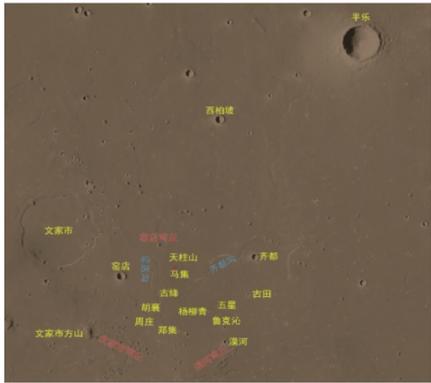
《中国科学报》:请谈谈中国首次发布火星全球彩色影像图的意义。

李春来:这标志着天问一号任务第一步实现火星环绕、着陆和巡视探测的工程目标和科学目标圆满完成。它将为国际同行开展火星探测和科学研究提供质量更高的基础数据和原始数据。

《中国科学报》:这幅火星全球图最大的亮点是什么?

李春来:这幅火星全球影像图是用我国天问一号轨道器中分辨率相机获得的图像制作的。影像图有两个亮点:一是分辨率高;二是颜色真。

首先,它的像素分辨率达到76米。目前,国际上已有4幅100%覆盖全球表面的火星全球影像图,最高分辨率只有232米。天问一号轨道器中分辨率相机获取的图像像素分辨率为57~120米。采用平均分辨率76米制作的火星全球影像图在分辨率上是之



实体分布图。 国家航天局供图

前图像3倍多,因此是目前世界已公布的分辨率最高的火星全球彩色影像图。

其次,在火星图像处理过程中,我们进行了非常详细的大气校正,尤其是对颜色进行了校正。我们使用火星矿物光谱仪测量得到的火星表面真实光谱数据,校正中分辨率相机的图像数据,使得全球影像图的颜色最大限度地接近火星真实颜色。可以说这幅火星全球影像图是真彩色的影像图。

四年攻克四大难题

《中国科学报》:火星全球影像图是如何用上万幅图片拼成的?

任鑫:火星全球彩色影像图的制作过程非常复杂,需要多学科专业知识交叉融合,非常具有挑战性,其间遇到了很多技术困难。

我们从2019年4月就开始了火星全球彩色影像图的研制工作,直到2023年4月才完成了“全火图”的数据生产和质量检查,整个过程历时4年。

《中国科学报》:制作这幅图时遇到了怎样的挑战?是如何克服的?

刘建军:全火图数据处理和制图的技术

困难和挑战主要有四个方面。

一是多变的成像条件对成像质量产生了显著影响。火星周围笼罩着大气层,经常伴随有各种沙尘活动,还会出现云等天气现象,这使得中分辨率相机图像中包含了大气、沙尘和云等的反射信息。另外,由于拍摄的时间不同、成像时刻太阳高度角不同等,使得原始图像的颜色、亮度、清晰度、对比度等受到不同程度的影响。我们通过建立适用于中分辨率相机的大气校正和光度校正模型,降低了这些影响。

二是缺乏火星颜色的量化认识。科学家普遍认为火星为一颗“红色”星球,也利用维京号轨道器遥感数据制作了空间分辨率232米的火星全球彩色影像图,但该颜色并不是严格意义上的真彩色图像(光谱并非严格的红绿蓝)。因此对火星的准确颜色我们并没有准确的概念。

三是相比地球和月球,火星轨道测量精度低,而且没有高精度火星位置基准,如何实现全火图图像在全球范围的像素级“无缝”镶嵌,是一大技术难题。我们采用光束法平差技术,将火星全球作为一个整体平差网络,对原始轨道测量数据进行优化,使得中分辨率相机的位置偏差降低到了一个像素以内,实现了像素级的“无缝”镶嵌。同时,采用最小二乘平差技术,在全球范围内对所有参与全球制图的图像数据进行匀色处理,提高了火星全球“一张图”的整体品质。

四是数据质量的严格控制。我们制定了数据优选策略,建立了严格的质量检查体系,从获得的图像中筛选出了质量和分辨率最优且可以实现火星全球100%覆盖的数据,数据处理过程中对于位置偏差、颜色偏差、亮度和对比度偏差等进行了多级检查,确保了全球影像图的质量水平。

《中国科学报》:此次国际天文联合会以22个中国历史文化名镇名村命名的地理实体大致位于火星什么地方?

任鑫:这次22个命名的火星地名都在

祝融号火星车着陆点附近,位于火星北半球,乌托邦平原南部。着陆点的地理位置是东经109.9度、北纬25.1度,这一经纬度值类似于广西桂林市在地球上的位置。这些地名包括了1个方山、2个沟、3个穹丘和16个环形坑。

展示三大能力提升

《中国科学报》:从2008年11月嫦娥一号拍摄的中国第一幅全月球影像图到今天的第一幅火星全球影像图,您如何看待这15年来中国深空影像探测方面的技术进步?

李春来:我国的深空探测从月球走向火星,获得的月球和火星全球影像图体现了我国深空探测整体技术水平和科研实力的跃升。

一是地外天体科学数据获取能力大幅提升。火星环绕器既要完成火星车的中继通信,又要完成全球遥感探测,多任务规划、多任务轨道设计极其复杂,有效载荷技术得到了跨越式发展。

二是行星际测控和通信能力提升。相比地球与月球,地球与火星之间最远通信距离增加了1000倍。同等条件下,地火之间的信号强度降低到地月之间的100万分之一。通过多天线组阵测控和异地组阵数据接收等技术,我们实现了4亿公里远时2Mbps的高效数据接收,有效保障了火星探测数据的接收。

三是探测数据处理和研究能力提升。从月球到火星图像的处理,体现了很多数据处理和研究能力的提升,包括行星图像校正、几何定位、拼接镶嵌、全球平差等。

《中国科学报》:火星全球影像图对于下一步火星探测的意义是什么?

李春来:此次全球影像图基于摄影测量原理制作而成,实现了影像图与火星表面特征地物之间空间几何位置的严密一致,为后续火星探测任务提供了一个全新的、高精度的控制网。76米的高分辨率它能够识别更加精细的火星表面细节,为后续火星探测任务科学目标选取、探测路径规划等提供支撑。(本报记者甘晓、王敏对本文亦有贡献)

航天员签名墙亮相中国科技馆

本报(记者高雅丽)4月24日,在第八个“中国航天日”到来之际,中国科技馆举行“致敬航天员——筑梦航天主题联动科普活动”。活动现场,由中国科技馆与中国载人航天工程办公室共同实施的“航天员签名墙”项目首次对公众展示。

后续,“航天员签名墙”将通过科普资源包共享共建的方式,在中国科技馆校合作基地校和现代科技馆体系内进行传播、落地,激励广大青少年热爱航天、崇尚科学、用格物致知的精神,勇于探索深空奥秘。

航天员签名墙展示现场。

中国科技馆供图



一所一人一事

登高必自 初心不改

——记中科院烟台海岸带研究所研究员胡晓珂

■本报记者 廖洋 通讯员 高丽梅

“论文不能只写在纸上,专利和专著也不能只摆在书架上,我们应该把核心技术开发成实体,摆在货架上,服务于国民经济。”她是这样说的,也是这样做的。她带领团队攻关前沿基础课题,心系“国家事”、肩扛“国家责”不动摇,创新健康产业发展不放弃。

她就是“曾呈奎海洋科技奖”青年科技奖获得者、中科院烟台海岸带研究所(以下简称海岸带所)研究员胡晓珂。10年来,她一直带领团队走产学研一体化道路,坚持“研为用”。

还祖国绿水青山

2010年,在美国路易斯安那州立大学和杰克逊州立大学工作了6年的胡晓珂回到了祖国的怀抱,秉持着敢于拼搏的科研态度,来到了刚筹建完备的海岸带所,开启新的科研路。

初入研究所的胡晓珂投入解决海岸带污染问题的研究,在她看来这是一名海岸带所人应当承担的责任。于是,基于自身研究背景,她主动请缨组建了海洋环境微生物与生物技术团队。

万事开头难,带着仅有的一名助手,胡晓珂“单枪匹马”开始了实验平台的构建。出海、采样、做实验……不论冬夏,她亲力亲为,每天手把手带着学生做实验,直到夜阑人静。

当天上午,航天员聂海胜在中国科技馆开讲“科技馆里的思政课”,与现场青少年分享航天励志故事。

航天日期间,中国科技馆还将集中上映多部航天主题影片,并选取来自吉林科技馆、合肥科技馆和中国科技馆等的优秀球幕特色天文课程,面向公众免费开课。同时,中国科学院空间应用工程与技术中心和中国科技馆联合主办的“星宇探索之旅:中国载人航天工程空间科学与应用科普展”将于5月至6月在中国科技馆免费向公众开放。

中国科技馆供图

全力开展生物资源产业化

“登高必自”出自《中庸》:“君子之道,辟如行远必自迩,辟如登高必自卑。”对于这4个字,胡晓珂有深刻的感悟,她认为既要志存高远,又要脚踏实地。

近10年来,围绕“环境和人体”双健康,胡晓珂带领团队以微生物为抓手,积极推进海岸带生物资源的产业化发展。而这离不开团队一次次尝试与坚持。

为了以绿色低碳的方式解决海水养殖池塘内底层沉积物缺氧、水体富营养化严重的问题,胡晓珂带领团队坚持挖掘高效微生物资源,不断驯化菌株功能,经过反复实验与对比,最终确定复合菌剂配方。

实现产业化必须控制菌剂成本,保证每一位养殖户都能享受到科技带来的福音。为此,从研发配方到发酵工艺流程,胡晓珂带领团队反复讨论、实验并实地考察发酵工厂。在产品示范过程中,胡晓珂一周内辗转9个养殖场,为养殖户深入浅出地解释其中原理,并提供免费试用菌剂。为拿到精准的实时数据,她强忍着晕船和呕吐,与团队合力将近百斤的实验器材运送到海上养殖平台。

经过不断的实验与调整,胡晓珂团队开发的修复菌剂最终成功应用于养殖水体修复,硫化物去除效率高出市售产品11.4%、氨氮去除率高出26.6%,推广面积

超过15000亩,广受养殖户好评。在环境污染修复方面,胡晓珂团队开发了石油污染修复、重金属污染修复、盐碱地改良等菌剂;在人类大健康方面,以低值生物资源为原料,研发团队自主研发酶解耦合技术,开发了一系列高质量生物制品。疫情期间,她还基于团队储备的核心技术,研发了美如系列中药口罩、二氧化氯消毒卡、消毒液等防疫产品,并通过合作企业捐赠给政府、事业和医疗单位,为抗击疫情作出应有贡献。

除了自己体验和感悟“登高必自”外,她还把这种精神通过行动传递给学生和青年人才,激励他们常怀理想,释放创新潜力,脚踏实地,实现科研成果产业化。

“研究成果能不能适应市场、是不是市场急需的东西,是科研成果产业化的核心。”胡晓珂说,“科研人员不能只埋头研究,而忽视企业需求、市场要求,要始终致力于将科研成果服务于国家与社会。”



海岸带所供图

发现·进展

中科院兰州化学物理研究所

制备出具有电热疏水润滑效果的薄膜材料

本报讯(见习记者叶满山)近日,中科院兰州化学物理研究所(以下简称兰州化物所)固体润滑国家重点实验室材料界面团队通过多层复合制备出一种具有电热疏水润滑效果的薄膜材料。该材料由底层的自黏性聚酰亚胺基膜、中间的电热层和最外侧的疏水自润滑防护层组成,具有表面发热均匀、电热功率可调、机械强度高和易黏结置换的特性,同时表面疏水、润滑,具有优异的抗污染、自清洁、自润滑特性。相关研究成果近日以封面文章形式发表于《ACS应用工程材料》。

“装备表面冬季结冰是困扰工程技术领域的一大难题,因为结冰问题造成的重大事故时有发生,特别是在航空领域。”兰州化物所副研究员吴杨告诉《中国科学报》,目前飞机防冰除了喷洒提供临时性保护的防冰液外,飞机机翼防冰主要是通过将飞机高温尾气引入机翼部位,加热迎风面实现防冰,这就需要在机翼内部设置复杂管路,与当前飞机轻量化设计的目标相反。而电热涂层为其提供了很好的解决方案。

研究团队将薄薄的涂层材料(微米级别)涂覆在机翼前缘,通过改变涂层厚度和调节施加电压可以实现电热功率(表面温度)控制。聚酰亚胺强度高、耐高温和电绝缘性能优异,将其作为基膜并覆涂导电涂料,再在电热涂层表面喷涂团队自研的疏水自润滑防护涂层,可对电热膜进行保护。

整张膜在实验室或者车间就能完成制备,电热涂层厚度完全由设备控制,保证了涂层厚度和膜面电热功率的均匀性。此外,该薄膜最外层使用了团队自研的高分子树脂材料。该材料具有优异的疏水、自润滑效果,水滴在表面接触角大,很难附着,在较小风速下即可实现液体自脱离,避免雨滴蒸发带来的能量损耗。

该材料为飞机机翼防冰、风电叶片防冰提供了新思路。相关论文信息: <https://doi.org/10.1021/acsaem.2c00176>

中南大学湘雅医院

揭示脊髓神经元铁死亡参与骨癌痛形成

本报讯(记者王昊昊)中南大学湘雅医院麻醉手术部教授黄长盛团队揭示了脊髓γ-氨基丁酸能中间神经元铁死亡在骨癌痛发病机制中的作用。相关研究近日发表于生物学领域国际期刊《氧化还原生物学》。

癌症疼痛是许多中晚期肿瘤患者的主要临床症状之一,治疗效果欠佳,严重影响患者生存质量。临床发病率位居前列的乳腺癌、前列腺癌及肺癌等恶性肿瘤晚期往往伴随骨转移,导致严重的骨质破坏及骨癌痛。骨癌痛的主要临床表现为痛觉过敏和自发性疼痛。γ-氨基丁酸能中间神经元作为脊髓背角内主要的抑制性中间神经元,通过调控脊髓内兴奋与抑制的平衡参与慢性疼痛的产生。脊髓中间神经元的异常缺失削弱了脊髓背角对痛觉信号的抑制性调控,是导致骨癌痛痛觉过敏及自发性疼痛的重要机制。

铁死亡是一种依赖于铁离子的非细胞凋亡性细胞死亡,其以脂质活性氧堆积为特点。细胞抗氧化能力降低、活性氧堆积,会引起细胞氧化性死亡即铁死亡。该研究首次明确了脊髓中间神经元铁死亡可通过影响脊髓内抑制性神经元,参与大鼠骨癌痛的产生,并证实了联合应用铁死亡抑制剂可以增强非甾体镇痛药在骨癌痛中的镇痛作用。

该研究丰富了骨癌痛的发病机制,为探索骨癌痛临床防治靶点奠定了重要的理论基础。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2023.102700>

中科院声学研究所等

揭示声学拓扑角模式反常现象

本报讯(记者刘如楠)近日,中科院声学研究所噪声与振动重点实验室博士生张鹏,研究员杨军、贾险与武汉大学、华南理工大学团队合作,首次在声子晶体中构造了声学万尼尔晶体,并观测到了分数化的声学谱电荷分布,为判断声学人工晶体的拓扑性质提供了一种内禀的判据。相关研究成果近日发表于《科学通报》。

拓声学研究起源于利用声学人工结构实现凝聚态物理中复杂拓扑物理机制的过程,拓声学为实现声场的定向调控提供了新思路。然而,目前的研究大多基于凝聚态物理中贝里曲率的概念分析体系的拓扑性质,该方法已不再适用于具有各种复杂晶体对称性的声学拓声结构。此外,声波作为经典波缺少限制拓声拓扑频率的对称性,导致大量的声学拓声态湮灭在体连续谱中,无法被实验观测和调控利用。

为此,研究人员在构建的声子晶体中测得了表现为分数化谱电荷的拓声角模式反常,这种模式反常可以作为一种易于观测的空间拓声指标对湮灭在体态中的拓声角模式进行实验判据。

在此基础上,通过将不同的万尼尔构型按照多种方式进行组合,研究人员将原本湮灭在体连续谱中的角模式调制至带隙中。在组合后的声子晶体中,平庸相和非平庸相结构均可作为包裹层,这在带隙中构造和调控拓声角模式提供了新思路。该模型有望应用于设计高品质因子的声学谐振腔、声学俘能器等功能器件。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.03.015>