

为探月设备定制合身的“防尘服”

■本报记者 严涛 通讯员 王格

从嫦娥奔月到“嫦娥”探月,从对月吟诵“青天有月来几时,我今停杯一问之”到月球探测器抵达月背并带回月壤,中国航天技术的发展为人类逐步揭开了月球的神秘面纱。

然而,鲜少有人知道,在探索月球的进程中,看似微不足道的月尘却成为阻碍人类探索月球的重要空间环境因素之一。月尘防护不仅对探月工程中探测设备的正常运行至关重要,也成为保护宇航员生命健康必不可少的工作。

近日,西安电子科技大学机电工程学院教授王卫东团队针对月尘防护提出了新的应对技术。相关研究成果发表于《美国化学会—应用材料与界面》。

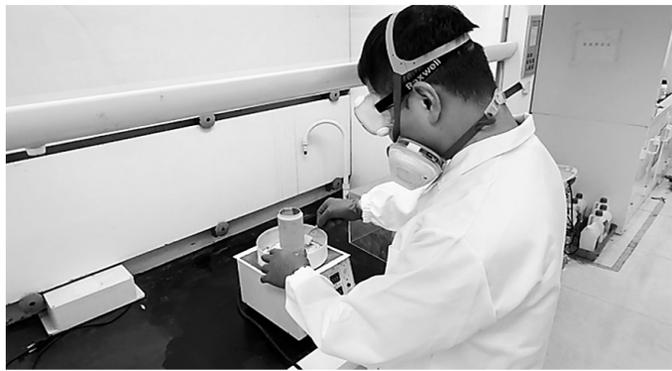
“小”月尘也有“大”危险

月尘即月球上的尘埃。这些细小的硅酸盐颗粒通常是由月球岩石在长期受到微陨石撞击、太阳风和宇宙射线照射后形成的,它们与地球上的尘埃有着很大不同。

研究发现,月尘颗粒大多在几十微米至几百微米之间,肉眼几乎难以看到。它们虽然很小,但陨石撞击产生的高温让这些颗粒玻璃化,粗糙、锋利且带电。因此,它们极易附着在探月设备和宇航员的太空服上,对设备运行和宇航员健康构成威胁。

“这些细小且锋利的月尘很容易渗入机械设备的缝隙和轴承中并不断累积,致使摩擦增加、磨损加剧,导致设备运转困难。”论文第一作者、王卫东团队的博士研究生王晓东介绍,除了会导致探月设备机械系统失效,月尘还会致使热控系统失效,带来光学表面污染。热控系统在月球表面任务中至关重要,它主要用来调节航天器的温度以确保设备正常工作。月尘会覆盖航天器的表面,尤其是散热器等关键部位,阻止有效的热量辐射,从而导致航天器过冷或过热,影响任务正常进行。

记者在采访月球成像技术团队时,对方曾表示,月尘会附着在光学镜头或太阳能电池板上,导致成像质量下降,影响数据采集精度,阻挡电池板吸收太阳光,造成电力供应不足。



王晓东在实验室做基于离心方法的防尘测试。

受访者供图

由此可见,月尘引发的一系列机械、热控系统以及光学表面失效问题亟待解决。

不选“主动”选“被动”

“现在的月尘防护主要有主动防尘和被动防尘两种。主动防尘技术需要依赖外部能源,比如电力、机械力来减少或去除尘埃附着,通常通过控制系统或机械设备进行操作。”王卫东指出,“但月球上的能源资源非常有限,且储存和生成能量的成本极高,所以一般不采用主动防尘技术。”

与主动防尘技术相比,采用改变材料表面结构,选择具备自清洁特性的材料或是给设备涂覆一层具有防尘特性的材料等方式更适应月球环境。这种不依赖于外部能源的技术被称为“被动防尘技术”。

如今,被动防尘技术已有多样化的选择。据了解,目前被动防尘主要有超疏水或超疏油涂层、自清洁材料和低黏附性表面材料等方式,各有优势,具体应用时可以根据环境、防尘需求等综合考虑进行选择。

被动防尘技术因其高效、长期可靠且不需要能源支持,成为应对月球尘埃挑战的重要途径。

用“老牌”材料量体裁衣

铝作为一种金属材料,因具备轻量、高强度、耐腐蚀等特点,在航空航天、机械制造、电子设备和探测器等领域被广泛应用。

如何用这样的“老牌”材料量体裁衣,为探月设备制作出最合身的“防尘服”?王卫东团队在铝基表面微结构上动起了脑筋。

“我们要找到一种方法,让月尘不容易附着在铝的表面。”对王晓东而言,为探月设备定制“防尘服”是一项技术活儿。“最终我们选定了纳秒激光刻蚀的方法,制备出具有不同结构参数的多层次微结构铝基表面。”

纳秒激光刻蚀是一种利用超短脉冲激光的材料加工技术,脉冲持续时间在纳秒级,即一秒的十亿分之一。

“在加工过程中,我们通过调整激光参数的调节实现复杂的多层次微纳结构。”坐在纳秒激光刻蚀机旁的王晓东介绍着定制“防尘服”的加工工艺,“第一种是通过调整激光能量密度,生成不同深度和尺寸的刻蚀坑洞或隆起;第二种是控制脉冲频率及持续时间,短脉冲时间和高频率有助于生成精细的纳米级结构,而低

频率和长脉冲则适合形成较大的微米级结构;第三种是扫描的速度,较快的扫描速度生成浅层结构,而较慢的扫描速度有助于深层刻蚀。”

“微米级结构较为粗糙,可以减少尘埃附着面积。纳米级结构比较精细,能够增强疏水、疏尘和自清洁功能,通过不同参数激光形成的结构各不相同,因此具备了不同的作用。”王晓东介绍,“在刻蚀过程中还可能引起表面的氧化反应,形成氧化铝层。这种表面化学变化有助于提升防腐性,并增强光催化或抗静电特性等功能。”

微结构的疏密程度也需要团队进行精准调控。在不断调整线间距进行预实验的过程中,王晓东发现80μm(微米)线间距制备出的铝基表面与灰尘颗粒的接触面积最小,接触轮廓最短,防尘效果最佳。

研究发现,根据原子力显微镜的测力结果显示,纳秒激光刻蚀铝基表面(线间距80μm)与模拟月尘颗粒之间的黏附力仅为9.58nN(纳牛顿),手指敲击计算机键盘的力约为7亿纳牛顿,比原始铝片的20.22nN的黏附力下降了52%。数字图像方法统计结果也表明,在相同扬尘环境中,激光刻蚀表面(线间距80μm)比原始铝基表面的尘埃覆盖率下降了约85%,极大提高了铝基表面的防月尘黏附效果。防尘测试结果有力地证明了纳秒激光快速、可控大面积制备铝基防尘表面技术在月尘防护方面的卓越性能。

“后续,我们将针对这一技术开展大量的工程试验验证与评估,希望能够成为航天器表面防护的备选方案之一。”对于这一技术的应用前景,王晓东充满期待地说,“在月球车表面、热控设备表面、机械结构表面、太阳能电池板表面,都有望应用此技术,以实现表面尘埃的低黏附效果,为人类在月球探索的过程中提供更多的便利和安全保障。”

未来,或许会有更多的探月设备穿上这件定制版“防尘服”,探索月球的秘密。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1021/acsami.4c08100>

集装箱

退役风机叶片改性沥青混合料开展示范应用

本报讯(记者叶满山)近年来,中国科学院兰州化学物理研究所(以下简称兰州化物所)精细石油化工中间品国家工程研究中心研究员唐志诚团队围绕退役风机叶片处置技术难题开展了大量研究工作。团队从退役风机叶片材料结构和理化性质出发,利用退役风机叶片质轻、强度高、耐腐蚀等特点,通过物理破碎—化学处理方式将退役风机叶片处理后用于路面沥青混合料,降低沥青混合料生产成本,同时提高沥青混合料的强度和稳定性,最终形成资源化、高值化和绿色化的退役风机叶片回收利用技术。

通过团队数年的技术攻关,在

退役风机叶片改性沥青混合料技术方面取得重大突破,各项指标均符合DB62/T 3136-2017公路沥青路面施工技术规范。

以该技术为基础,兰州化物所近期在兰州市清博路(G312线)开展了退役风机叶片改性沥青混合料示范应用试验段路面的铺设。经检测,退役风机叶片改性沥青混合料路面与常规沥青路面性能无差异,表明将退役风机叶片应用于改性沥青混合料完全可行。

据悉,该项目的实施不仅能有效实现退役风机叶片的资源化、高值化和绿色化回收利用,还可为我国公路建设提供高强度沥青混合料,降低公路建设成本。

“微笑卫星”完成正样研制

本报讯(记者倪思洁)记者近日从中国科学院国家空间科学中心获悉,中国科学院空间科学(二期)先导专项太阳风磁层相互作用全景成像卫星(SMILE,以下简称“微笑卫星”)工程通过评审委员会卫星正样研制总结评审暨卫星平台正样起运评审,标志着“微笑卫星”工程已完成国内的所有研制工作。

据悉,“微笑卫星”工程是中国首次与欧洲航天局进行任务级全方位深度合作的空间科学探测任务,也是中国科学院空间科学(二期)先导专项收官之战,其科学目标是探测太阳风—磁层相互作用大尺度结构和基本模式;认知磁层

亚暴整体变化过程和周期变化;探索日冕物质抛射事件驱动磁暴的发生和发展。

2023年1月起至今,“微笑卫星”正样研制阶段完成了国内测试、系统接口对接和环境试验等所有研制工作。按照中欧联合工作计划,卫星平台和载荷舱预计于2024年10月运抵欧洲空间技术中心,与欧洲航天局负责研制的载荷舱一起开展正样星整星的集成与测试。

“微笑卫星”预计于2025年7月运往法属圭亚那库鲁航天发射场,2025年底前,采用欧洲阿丽亚娜空间公司织女星-C(Vega-C)运载火箭择机发射。

第五届干旱半干旱环境对地观测国际会议在喀什召开

本报讯(记者高雅丽)日前,第五届干旱半干旱环境对地观测国际会议在新疆喀什召开并顺利闭幕。作为会议重要成果,《对地观测促进干旱半干旱区可持续发展国际合作协议喀什宣言》及《数字技术加速喀什地区可持续发展目标实现倡议书》(以下分别简称《宣言》和《倡议书》)在开幕式上发布。

《宣言》指出,全球干旱半干旱区可持续发展面临着生态环境脆弱、水资源短缺等严峻挑战,对地观测技术可以为干旱和半干旱区的可持续发展提供有效的解决方案。

《倡议书》指出,希望本次会议为进一步加强干旱半干旱区可持续发展的学术研究与交流提供新的契机,并在智慧农业、可持续城

市、气候变化等优先领域开展更多实质性的国际合作与交流。

会上,喀什地区行政公署与可持续发展大数据国际研究中心签署了《共同推进喀什地区可持续发展科技创新建设战略合作框架协议》,旨在以发展新质生产力为重要着力点,高质量推进喀什地区自然资源、生态环境、农业与灾害等方面的可持续发展目标,实现研究及科技创新。

据悉,本次会议围绕“对地观测促进干旱半干旱区可持续发展”主题,共作7个大会特邀报告和14个分会场的近百场报告,内容涵盖气候变化、农业、自然和文化遗产、大气与陆地生态环境、地质、城市、冰雪、大数据服务和信息挖掘等领域。

新一代脑脊接口设备将开展临床试验

本报讯(见习记者江庆龄)近期,复旦大学脑智能科学与技术研究院研究员加福民团队研发的新一代用于脊髓损伤患者的植入式脑脊接口设备,为脊髓损伤患者带来了站立行走的希望。

日前,相关项目“植入式脑脊接口关键技术及系统研制”在约1400个参赛项目中脱颖而出,获2024年全国颠覆性技术创新大赛优胜奖,并于年底开展首例临床试验。

据了解,现有脑脊接口解决方案采用多设备植入模式,需要分别在大脑左右侧运动皮层植入两台脑电采集设备,在脊髓植入1台脊髓刺激设备。

加福民团队提出“三合一”的系统设计方案,将3台设备集成为

1台颅骨植入式微型设备,减小患者术后创口的同时实现采集与刺激一体化,对患者自主运动进行闭环调控。值得一提的是,该方案可实现厘米级分辨率的解码速度和毫秒级指令输出,意味着未来脊髓损伤患者的行走步态将更加自然、流畅。

团队目前已初步完成脊髓时空刺激和脑脊接口关键技术的积累,并在动物身上实现概念验证,具备临床应用的必要条件。今年底,团队将与国内三甲医院相关专家合作开展首例临床试验。

未来,加福民希望通过研发三类有源植入式创新医疗器械,建立智能脑脊接口自主知识产权体系,让全球2000万脊髓损伤患者获益。

索米妥昔单抗落地大湾区内地医院

本报讯(记者朱汉斌 通讯员刘文琴)10月1日上午8时,一份特殊的药品顺利抵达中山大学孙逸仙纪念医院南院区,为患者陈女士带来了新的希望。记者近日从院方获悉,这是全球首个获批靶向治疗叶酸受体α阳性、铂耐药复发性卵巢癌患者的抗体偶联药物——索米妥昔单抗及其伴随诊断试剂盒正式落地我国内地医院。

据了解,陈女士是一位卵巢上皮性肿瘤晚期患者,治疗期间不幸出现铂耐药复发,意味着传统的化疗药物已没有明显效果,这也是目前大多数晚期卵巢癌患者终将面对的阶段。

此前,中山大学孙逸仙纪念医院妇科肿瘤专科教授林仲秋和张丙志通过多次会诊详细了解陈女士病史及症状后,耐心交代用药期间的注意事项,于10月1日一早开具了首例索米妥昔单抗的处方及用药前的预处理医嘱。

“索米妥昔单抗抵达医院后,静配中心及妇科肿瘤专科病区护士按照说明书规范配置并为陈女士输注了索米妥昔单抗。”林仲秋表示,整个用药过程顺利,陈女士没有出现任何明显不适,出院后定期监测血常规及肝肾功能和眼睛反应即可。21天后,陈女士需返院接受第二疗程治疗。

按图索技

图案化“人工树叶”实现定制太阳能分解水制氢

本报讯(记者沈春蕾)中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家研究中心研究员刘岗团队与国内外研究团队合作,发展出仿生图案化半导体光催化材料面板,实现可见光驱动下水的自发裂解产生化学计量的氢气和氧气。近日,相关研究成果发表于《美国化学会志》。

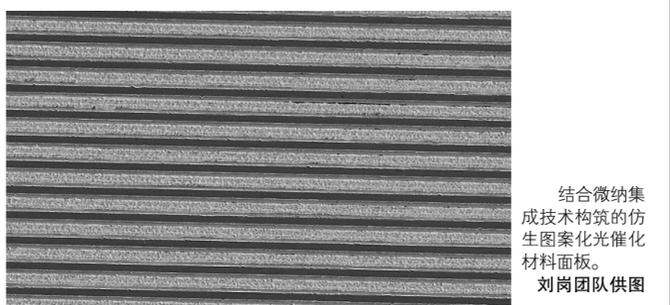
据了解,太阳能光催化分解水制取绿氢技术在助力实现“双碳”战略目标方面具有较大潜力。该技术主要利用太阳光谱中的紫外和可见光驱动半导体光催化材料,以满足水分解所需的能量要求。其中,发展高效的半导体光催化材料是该技术走向应用的关键。

近半个世纪的研究显示,半导体光催化材料对太阳光谱中占比不足5%的紫外光的利用效率已近100%,而对太阳光谱中占比达45%的可见光的利用效率却很低。究其原因,是可见光能量较低,激发窄带隙半导体产生的光生电子与空穴诱发水分解反应的驱动力

不足。因此,实现高效可见光催化分解水,是太阳能光催化分解水制氢领域的研究制高点。

研究还发现,自然界中植物叶子可以高效利用可见光进行光合作用,是因为叶子中进行光合作用的类囊体膜中,间隔有序分布着两种吸收可见光的光合色素,二者通过电荷传递蛋白实现串接,受可见光激发产生的光生电荷按照Z型路径传递,实现能量叠加驱动可见光下的高效光合反应。

刘岗团队的研究人员受此启发,结合微纳集成工艺,在氟掺杂氧化锡(FTO)透明导电玻璃上创制了“人工树叶”,即图案化的新型仿生光催化材料面板,获得Cu₂O(产氢光催化材料)与BiVO₄(产氧光催化材料)两种半导体间隔交替分布的条带图案。通过匹配半导体与导电基体间的功函数,形成欧姆接触促进二者间通过导电基体进行Z型电荷转移,有效抑制光生电子与空穴的发光



复合,延长光生电荷的平均寿命,并实现光生电子与空穴的空间有序分离,即分别在产氢和产氧光催化材料条带上有序富集。由此,可见光照射下有序富集的光生电子与空穴可自发裂解水,产生化学计量的氢气和氧气。

据悉,该图案化光催化材料面板技术方案通用性高、易模块化组装。其与低成本微电子集成工艺无缝衔接,可显著降低规模化应用门槛。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1021/jacs.4c10807>

马尔堡病毒为何让德国“大动干戈”

■王月丹

据报道,10月2日,德国卫生部门宣布,该国汉堡市火车站发现2名疑似马尔堡病毒感染者。其中,男性患者是一名医学生,最近到访过卢旺达一家收治马尔堡病毒患者的医院。当时,这两名患者乘坐列车从法兰克福前往汉堡。为了应对可能发生的危险疫情,德国方面发出重大紧急疫情警报,警察封锁汉堡站数小时,同一列车上的200多名乘客也被要求暂时不能离开车站。

不过,幸运的是,德国汉堡市卫生当局后来证实,从卢旺达返回德国的两名疑似感染马尔堡病毒患者的病毒检测呈阴性,危机得以解除。

那么,马尔堡病毒究竟是何方神圣,值得德国政府如此如临大敌、“大动干戈”呢?

马尔堡病毒是世界上最高危的病毒之一,它与埃博拉病毒同属于丝状病毒,都可以导致感染者出现致命的出血热症状,与埃博拉病毒同称为非洲出血热病毒。在一定程度上,马尔堡病毒比埃博拉病毒更加危险。据文献报道,在2005年和2012年,安哥拉和乌干达先后爆发大规模马尔堡病毒感感染疫情,当地的感染

者病死率高达90%。

2015年,世界卫生组织(WHO)将马尔堡病毒感染列入可能引发大流行需要高度关注的重点传染病。因此,马尔堡病毒是国际公认的最危险病毒之一,必须在生物安全4级的最高等级实验室中才能对其进行研究。

人类主要是通过接触马尔堡病毒的动物或者患者接触而感染该病毒的。在患病的动物血液、组织、尿、呼吸道和阴道分泌物以及精液等体液中均含有马尔堡病毒,接触这些含有病毒的样本可致人体感染。由于人类感染该病毒最早的来源是非洲绿猴,因此其也被称为非洲绿猴病毒。目前普遍认为,非洲的非人灵长类动物和蝙蝠是马尔堡病毒感染的主要来源,但其天然保存宿主尚未被发现和确定,这大大提升了对该病毒感染的防控难度。

然而,这种源自非洲的致命传染病,却是在欧洲被首次发现的。1967年,位于德国西部小城马尔堡的一家研究机构对非洲乌干达购买了非洲绿猴用于制备疫苗的研究(当时的一些疫苗,如脊髓灰质炎疫苗是由非洲绿猴细胞培养的),后来又将这些非洲绿猴销售到了南斯拉夫。

在这个过程中,马尔堡、法兰克福和贝尔格莱德分别有24人、6人和2人感染,死亡人数分别为5人、2人和0人,总病死率约为21.9%。

这是马尔堡病毒首次在人类感染中被发现,该病毒也因此首当其冲而得名。

人类主要因接触含有马尔堡病毒的人或动物组织、体液和分泌物而感染病毒,感染后,一般要经历3~9天不等的潜伏期。之后,患者可能出现发热、头痛、肌肉痛、咽喉痛、吞咽困难、呕吐、腹泻等症状,同时出现皮肤出血点及皮疹、消化道及阴道等部位出血,最终甚至会导致患者死亡。马尔堡病毒引发出血热的主要原因是其影响患者的凝血系统,产生播散性血管性凝血(DIC)。在非洲地区马尔堡病毒感染者的病死率可高达83%以上,远高于欧洲地区的20%左右,这可能与非洲的医疗水平较低及患者确诊较晚等因素有关。

在本次德国发生马尔堡病毒感染乌龙事件的同时,马尔堡病毒在非洲的疫情一直在发展。9月28日,卢旺达卫生部发布消息表示,该国近期出现的马尔堡病毒疫情已经造成20人感染,其中至少

6名患者死亡。

我国一直特别关注包括马尔堡病毒感染在内的所有病毒性出血热疫情。在本次卢旺达卫生部发布疫情消息的第一时间,我国驻卢旺达大使馆就发文提醒中国公民防范马尔堡出血热。当入境我国人员出现发热、头痛等疑似马尔堡病毒感染症状时,应立即排查近期前往该病疫情流行区人员的旅行史和居住史及与患者接触史,必要时进行隔离和抗体及病原学检测,避免汉堡火车站的事件在我国发生。

马尔堡病毒在我国至今还未被发现,但其快速的传播及发病速度,以及极高的病死率,都提醒我们必须关注这种危险程度极高的病原体。因此,我国公民在前往其他国家旅行时,一定要提高警惕,避免前往疫情流行区旅行,不要吃未完全煮熟的食物,不要与出血热患者及感染状态不明的野生动物及其制品和分泌物接触,一旦出现发热等疑似症状要及时就医。此外,回国入境时,一定要如实填写健康状况和旅行地点,共同为防控病毒性出血热贡献一份力量。

(作者系北京大学基础医学院教授)