

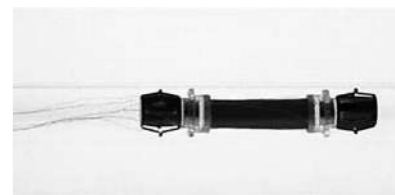
科技云

科技连着你我他

本期观察: 杨浩 宋琢 汤伟

近年来,微型机器人越来越受到大家的关注。在社会生活、工业建设、航空航天等多个领域,微型机器人正在发挥巨大的作用。本期科技云为大家介绍3款微型机器人。

微型管道探测机器人

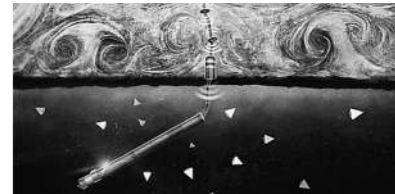


近日,清华大学现代机构学与机器人化装备实验室研发了一种可在亚厘米级管道中高效运动的管道探测机器人。

这款管道探测机器人由外部的缆线来提供动力,可以在亚厘米大小的管道中进行水平和垂直运动,速度达到1.19身长/秒。同时,无论是生活中常见的L形管、S形管、螺旋形管等不同形状的管道,填充了水、油、空气等不同介质的管道,还是玻璃、金属等不同材质的管道中,它都可以高速行进。

这款管道探测机器人由外部的缆线来提供动力,可以在亚厘米大小的管道中进行水平和垂直运动,速度达到1.19身长/秒。同时,无论是生活中常见的L形管、S形管、螺旋形管等不同形状的管道,填充了水、油、空气等不同介质的管道,还是玻璃、金属等不同材质的管道中,它都可以高速行进。与其他类型的管道探测机器人相比,该管道探测机器人具有更高的环境适应性。研究人员认为,这个机器人有望在航空发动机管路检修等相关领域发挥重要作用。

微型游泳机器人

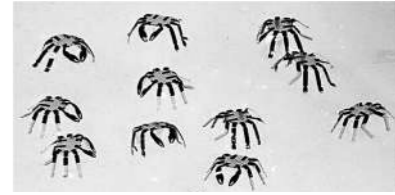


据国外媒体报道,美国国家航空航天局(NASA)正致力于开发一款微型游泳机器人。

据悉,这种微型游泳机器人只有智能手机大小,由微型执行器驱动,以超声波进行无线控制。科研人员计划为每个机器人加装独立的推进系统、机械计算系统和超声波通信系统,配上简单的温度、盐度、酸度和压力传感器,以及可以监测生命迹象的化学传感器。

美国国家航空航天局计划在2024年“欧罗巴快船”任务中部署这些微型游泳机器人。它们将被投放到木星和土星的卫星上,穿过厚厚的冰壳,探索陌生的水域。通过分析该水域海洋特性、宜居性等指标,寻找地外生命的迹象。

微型遥控步行机器人



日前,美国西北大学工程师开发出有史以来最小的遥控步行机器人。

这款机器人只有半毫米宽,就像一只小巧的螃蟹,却比自然界的螃蟹灵活得多。它可以根据需要弯曲、扭曲、爬行、行走、转弯甚至跳跃。

这种机器人之所以如此灵活,原因在于它使用了一种形状记忆合金材料。这种材料在加热时会转变为“记忆”的形状。试验中,研究人员通过激光来让其受热变形,冷却时,该机器人身上的玻璃涂层又让它恢复到原来的形状。这款机器人的响应速度十分惊人,每秒可以完成10次反复变形。扫描激光的方向决定了它的移动方向,它的速度可以达到每秒一半身长。

研究人员设想,这款机器人将帮助工作人员在狭小的空间内工作,可以用于修复或组装微型机器,在工业和医疗领域都能发挥用处。

7月24日,搭载问天实验舱的长征五号B遥三运载火箭,在我国文昌航天发射场准时点火发射。北京航天飞行控制中心指控大厅的大屏幕上,全景相机清晰地拍下了问天实验舱展开太阳翼的绝美瞬间。此情此景,不由让人想起了去年神舟十二号航天员汤洪波透过空间站

的窗口拍下的一张照片——蔚蓝的地球与空间站橙色的太阳翼交相辉映,成为太空中一道亮丽的风景线。在太空探索的征程中,太阳翼源源不断地将太阳能转换为空间站所需的电能,是我国空间站不可或缺的“能量源泉”。

中国空间站的“能量源泉”

——我国最大面积柔性太阳翼亮相太空

程雷 胡芳芳 本报记者 王凌硕

热点追踪

“能量之源”

航天员的工作生活它来保障

人们的生活离不开电力,航天器在轨飞行,同样需要稳定的能源来维持设备的正常运转。地上,人们可以选择多种方式发电。到了太空,太阳能才是最受欢迎的方式。

众所周知,大量不间断的太阳能在空间环境中弥散。太阳就像一座天然的无线充电器,为航天器提供能源支持。由于单个太阳能电池一般无法满足需求,以串、并联方式结合的太阳能电池及相关结构组成的太阳能电池阵,如同航天器的“营养师”,时刻将太阳能“烹饪”成各种设备所需的“营养套餐”。

目前,航天器太阳能电池阵的主流形式是太阳翼。根据基板类型,可以将太阳翼划分为刚性太阳翼、半刚性太阳翼和柔性太阳翼。我国神舟系列载人飞船采用的是刚性太阳翼,天舟系列货运飞船采用的是半刚性太阳翼,中国空间站采用的是柔性太阳翼。

2021年4月29日成功发射的空间站天和核心舱,应用了我国首型大型柔性太阳能电池翼。这对“翅膀”展开面积达67平方米,相当于一个标准单打羽毛球球桌的大小。

时隔一年多,这一纪录就被刷新了:问天实验舱配置了2个单翼展开面积超过138平方米的“翅膀”,是名副其实的Plus版。

别看太阳翼如此庞大,却十分轻巧柔软。粘贴太阳能电池片的太阳翼基板采用了超薄型轻质复合材料,柔性太阳翼全部收拢后厚度也只有18厘米。

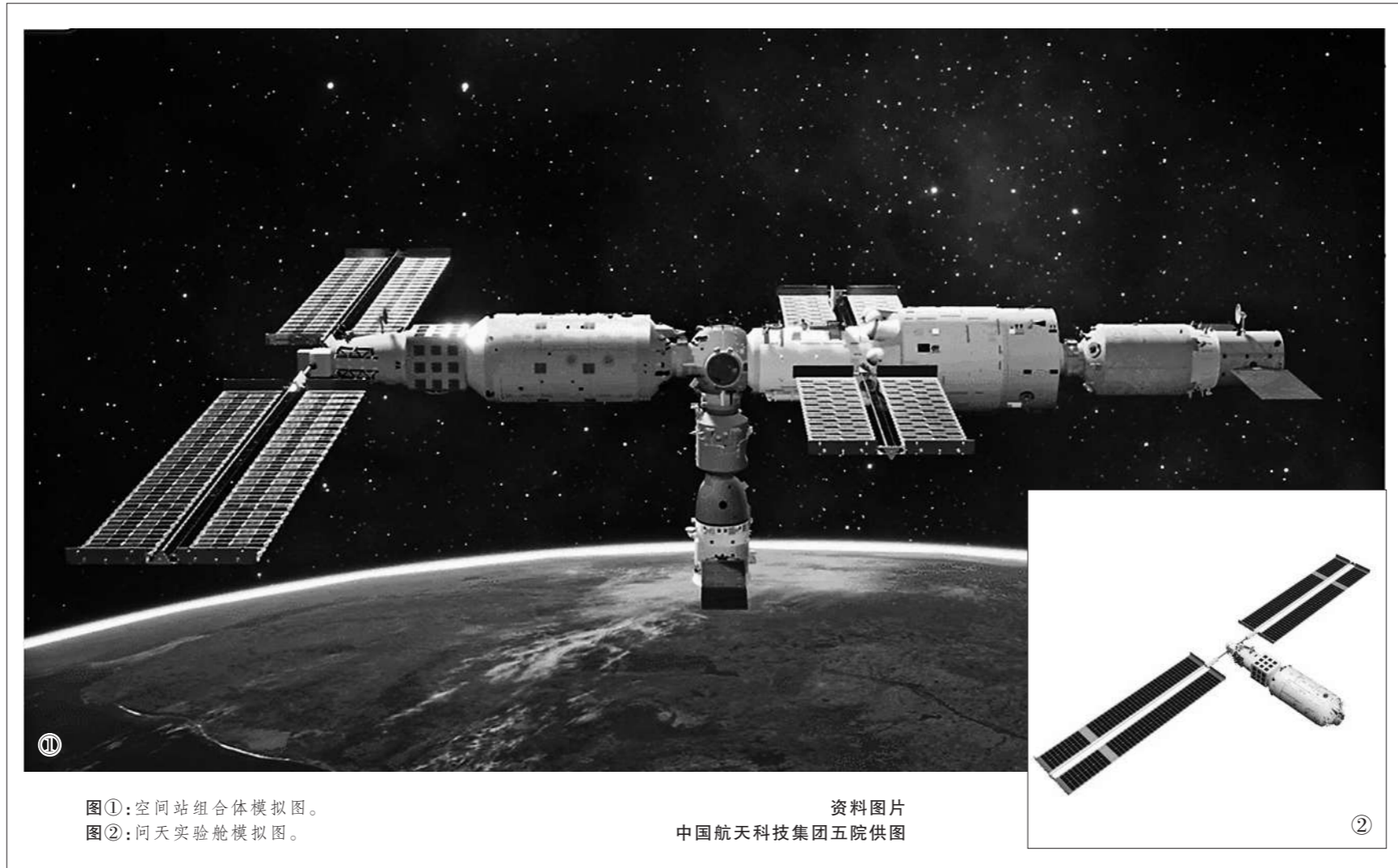
太阳翼基板上,安装了柔性砷化镓电池,俗称薄膜电池。薄膜电池的光电转换效率高于传统硅电池,体积更小、重量更轻。仅问天实验舱配置的太阳翼,功率就高达18千瓦,4个太阳翼就能提供空间站建成后“天和+问天+梦天”三舱组合体80%的能量。

太空的生活离不开电。空间站内各系统的运转、航天员的生活、问天实验舱中实验仪器的工作,都需要电力。综合下来,三名航天员一天工作、生活的用电量预计为320度左右。柔性太阳翼提供的能量在满足舱内所有设备正常运转的同时,完全可以保证航天员在空间站中的日常生活。

时刻保持“电力在线”

二次展开技术首亮相

在观看载人航天发射直播时,我



图①:空间站组合体模拟图。图②:问天实验舱模拟图。

资料图片 中国航天科技集团五院供图

们常常会听到一系列遥控口令:船箭分离,太阳能帆板展开、调整飞行姿态……对于飞行器来说,太阳翼的成功在轨展开是发射任务圆满成功的重要标志之一。

由于受到火箭尺寸等限制,航天器发射前,科研人员必须对太阳翼进行折叠或压缩。在太空中,太阳翼舒展打开,并在航天器飞行过程中不断调整方向,尽量对准太阳,提供最大效率的能源输入。有人形容,这好像鸟儿在枝头打盹时合拢双翼,在展翅高飞时翱翔长空。所以,展开是太阳翼正式服役的标准动作。此次问天实验舱太阳翼就以全世界首创的“二次展开”精彩亮相。

关于这两个大型太阳翼的太空首秀,研制团队经过了一番深思熟虑。在与“天和”交会对接时,一对长且柔的大翅膀势必会影响对接的准确度。交会对接往往是最惊心动魄的时刻——两个数十吨重的航天器,以约7.9千米/秒的速度运动,稍有偏差,航天器就会发生碰撞。如果太阳能电池翼完全展开,实验舱就好比两只手各持一面巨大的帆,微小的抖动,都会导致实验舱的速度、相对位置和飞行姿态的控制精度下降,控制难度指数级增加。

因此,研制团队经过反复验证,制定了太阳翼“两步走”展开策略。问天实验舱发射后,柔性太阳翼会展开一部分电池板,满足实验舱的基本需求。等到交会对接后,再完全展开。整个过程持续80分钟,可谓“步步惊心”。

第一次展开持续时间约30分钟,有五个动作:首先,“热身运动”解除太阳翼的固定;紧接着,抬升机构“俯仰运动”将太阳翼从舱壁上立起;随后,展开锁定机构“扩胸运动”将两个太阳能电池阵向两侧展开;接下来,约束释放机构“转体运动”解除收藏箱的约束;最后,伸展机构“伸展运动”井然有序地推开20块电池板。这个过程如同太阳翼在太空做了一套“广播体操”。

在交会对接完成后,开始第二次展开,历时50分钟。约束释放机构再次“登场”,搭挡实验舱太阳翼独有的二次解锁装置,为其余64块电池板解除约束。

整个展开过程,数节伸展机构依次向外推出,带动太阳翼向外展开,像是一架被缓缓拉开的手风琴,在宇宙中奏响美妙乐章。当然,凭借其“高可靠可重复展收”的硬核技术,问天实验舱太阳翼不仅可以在太空中收放自如、刚柔并济,还能助力空间站时刻保持“电力在线”。

受太阳入射角和空间站飞行姿态的影响,太阳翼的发电效率会因时段不同、姿态不同而产生相应变化。为了让“柔性翅膀”24小时不间断追踪太阳,保持最高发电效率为空间站保障用电,问天实验舱首次采用太阳翼双自由度同时转动,确保阳光垂直照射在太阳翼上。

为了实现这一技术,设计师们自主研发出我国目前设计规模最大、连续使用寿命最长、传输功率最大的大型回转运动类空间机构产品——对日定向装置,有了它的加持,将保证空间站源源不断获得能量供给。

据介绍,柔性太阳翼之所以没有在交会对接前全部展开,其中一个原因就是减少了柔性太阳翼振动对交会对接任务的影响。相比于此前我国航天器使用的刚性太阳翼和半刚性太阳翼,柔性太阳翼更加柔软,固有频率范围更宽。航天器上若有同样的控制频率和它的固有频率重合,帆板就会被激发而振动起来。这使得它特别容易振动,如果控制不好,每次“温柔一振”都可能对航天任务造成致命影响。如果任由这种振动发展下去,轻则影响航天器的控制精度和稳定度,从而影响载荷工作和交会对接;重则导致系统失稳,影响空间站在轨稳定运行。

为此,科研人员对柔性太阳翼振动抑制的方法,用“四两拨千斤”的方式,让其在太空中“平稳翱翔”。

算法是抑制太阳翼振动的核心技术。科研人员首先通过理论分析和实验去识别引起太阳翼振动的源头,然后通过精细的数学仿真和大量的物理仿真,总结出针对不同情况下控制太阳翼振动的算法。

这个控制的基本过程大致为:首先通过摄像机观察等手段去识别柔性太阳翼的振动参数,然后计算机通过相应的算法来确定航天器需要做出的姿态调整,并下达命令给负责调整航天器姿态的执行机构。

从实际效果看,我国自主创新设计的控制方法正适合中国航天器的“体质”。此外,2个太阳能电池翼完全展开后总面积超过276平方米,厚度只有0.7毫米。它们就像在太空中舞动的两面巨大扇子,任何“风吹草动”都能让它晃悠悠。除了配置的驱动装置进行控制,太阳翼上还有一个特殊装置也是功不可没——其外表看上去是一根简单的钢丝绳,实际是一套恒力弹簧绳索系统。通过它的不断伸缩,能够保证太阳翼在太空复杂的环境中保持足够刚度和姿态控制。

这个控制的基本过程大致为:首先通过摄像机观察等手段去识别柔性太阳翼的振动参数,然后计算机通过相应的算法来确定航天器需要做出的姿态调整,并下达命令给负责调整航天器姿态的执行机构。

从实际效果看,我国自主创新设计的控制方法正适合中国航天器的“体质”。此外,2个太阳能电池翼完全展开后总面积超过276平方米,厚度只有0.7毫米。它们就像在太空中舞动的两面巨大扇子,任何“风吹草动”都能让它晃悠悠。除了配置的驱动装置进行控制,太阳翼上还有一个特殊装置也是功不可没——其外表看上去是一根简单的钢丝绳,实际是一套恒力弹簧绳索系统。通过它的不断伸缩,能够保证太阳翼在太空复杂的环境中保持足够刚度和姿态控制。

到了发射塔架上,意味着火箭的旅行前准备已基本完成。发射前,工作人员会为火箭加注推进剂。到了计划的时间节点,随着发射场指挥员的一声“点火”,火箭开启了它飞往太空的奇妙旅程。

左图:神舟十四号船箭组合体转运现场。汪江波摄

火箭的奇妙旅程

江佳丽 贾君叶 本报记者 王凌硕

科普笔记

有个脑筋急转弯问:把大象装进冰箱需要几步?答案只需要三步:把冰箱门打开,把大象放进去,再把冰箱门关上。

那么,把火箭“装进”发射塔架呢?简单来说,也是三步:出厂,转场,发射。而其中的过程,远没有想象中那么简单。我国的火箭研制成功后,往往会通过两种方式抵达发射场:乘火车或乘船。

乘火车是火箭前往内陆发射场的最佳方式。位于巴丹吉林沙漠腹地的酒泉卫星发射中心,就有着一条约通往外部的铁路。从这里发射的火箭,都是通过这条铁路运输进来。

乘船,是前往海南文昌航天发射场的最佳方式。这种方式让火箭不再受隧道、涵洞的限制,而且更加平稳。上船之前,火箭往往还需要再走一段高速。专属的运输车将火箭由生产厂家送往港口。

运往发射场的火箭,并非像我们看到的成品那样高耸入云,而是被分解成许多个部分。火箭由上万个零件组成。出发前,总装测试厂房的工作人员会将这些零件总装在一起,进行一系列安全体检后,运往发射区。

火箭转场时,有时采用“躺姿”,火箭各部分安静地“躺”在转运车上;有时采用“站姿”,竖立在活动发射平台上,慢慢“走”向发射塔架。这正是我国目前火箭的两种转运方式:水平转运和垂直转运。

“站姿”和“躺姿”各有优势,发射场工作人员会根据任务需要,选择最适合火箭的转运方式。

以神舟十四号船箭组合体为例。活动发射平台指挥李保占介绍说,组合体在垂直总装测试厂房完成火箭吊装、对接、测试后,要沿着20米宽、1500米长的无缝钢轨,在电源驱动控制车的驱动下,整体运往载人航天发射塔架。垂直转运的方式让它能够最大限度地保持火箭的直立状态不变,提高后期测试的可靠性



和安全性。

在神舟十四号船箭组合体转运现场,我们看到的是一个庞然大物。组合体加上活动发射平台,总高度将近70米,总重量近800吨。这个又高又大的“家伙”全靠4个支撑点牢牢固定在发射平台上,整个组合体就像垂直托着的羽毛球拍一样,头重脚轻,要“走”起来稳当,难度可想而知。

到了发射塔架上,意味着火箭的旅行前准备已基本完成。发射前,工作人员会为火箭加注推进剂。到了计划的时间节点,随着发射场指挥员的一声“点火”,火箭开启了它飞往太空的奇妙旅程。

左图:神舟十四号船箭组合体转运现场。汪江波摄