

“火眼金睛”助天问一号环火“自动驾驶”

□ 陈葆娟 科普时报记者 付毅飞 何亮

11月8日，天问一号环绕器成功实施第五次近火制动，准确进入遥感使命轨道，开展火星全球遥感探测，同时继续为火星车提供中继通讯支持。

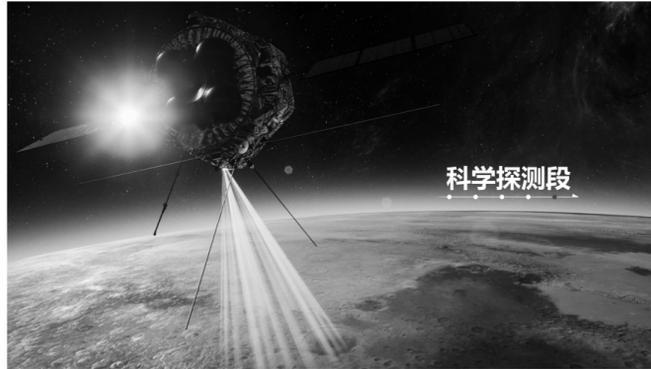
在3.8亿公里外，航天科技集团八院（简称八院）控制所自主研制的红外导航敏感器将助力天问一号在环火轨道上进行深空“自动驾驶”。

环火轨道上配置双料“广角镜”

在天问一号飞向火星的过程中，环绕器GNC自带一双“火眼金睛”，在火星图像从遥远的点目标逐步变为近距离的面目标的过程中，探测器靠“长焦镜头”——光学导航敏感器远距离敏感火星进行自主导航，而同时安装了短焦可见光镜头和红外镜头的红外导航敏感器则是一只“广角镜”，可以在环火轨道上实现对火星的近距离成像、测量。

早在天问一号一脚大力刹车进入停泊轨道后，红外导航敏感器随即开机，在近火点对火星表面进行了红外和可见光双波段成像，验证了红火成像的关键光学参数。

“按照国际惯例，通常飞行器在近轨道时，会利用宽视场相机来获取目标天体图像，然后提取目标天体的边缘信息，进一步拟合提取天体质心坐标，解算并输出目标天体相对探测器的位置信息。这些位置信息可以帮助飞控团队更直观地确认飞行器的飞行轨道和姿态。”八院控制所光学导航专家郑循江介绍道，“所以，准确地获取火星的边缘信息是天问一号实现自主导航的重要前提。”



天问一号效果图（中国航天科技集团八院供图）

由于大气层的存在，会让火星边缘出现弥散光圈，导致图像边界不准确。为了更准确地获取火星边缘信息，八院控制所充分结合自身在红外探测领域的技术优势，在国际上首次将红外导航技术应用于火星环绕期间的自主轨道确定。由红外相机提供相对清晰的边缘信息，可见光利用自身高分辨率的优势对边缘信息进行细分得到更为精确的边缘，弥补了单可见光成像边界弥散不清晰的问题，提高了整体的测量精度。另一方面，红外相机也可在探测器进入火星阴影区时进行扩展探测。

遥感探测要拍得准、算得快、测得精

“对于测量敏感器来说，各项功能、指标的确定都要基于被测物体的特性，比如我们选择温度计的时候首先要知道被测物体的温度范围，否则要么测不到、要么会爆表，对于火星探测也是一样的道理。”对火星目标特性分析着实下过一番苦功夫的主管设计师何峰说道，“但是，目前国际上对火星的光学目标特性始终没有明确统一的认识，特别是红外特性，可以说几乎是一片空白。”

为此，所里组织了专项攻关团队，并

由院型号总师带队形成专项审查团，历经4个多月，反复论证审查，最终确定了红外导航敏感器核心部件红外探测器的选型，并同步设计了专项测试验证设备，对分析结果进行验证。

而在导航测量的算法设计过程中，团队一开始始终执着于构建火星的物理模型表达，但在工程实现中却发现有限的硬件资源难以达到预期的解算精度。团队迅速转换思路，跳出了直接对火星进行椭圆拟合的既定思维，构建了火星本体边缘点与轨道参数的数学模型，提出了一种“基于火星本体局部边缘点的环火段高精度自主导航算法”，有效解决了算法的工程实现问题。

天问一号的环火轨道为大椭圆轨道，近火点约265千米，远火点约1.07万千米。在近火点时，火星轨道高度变化速度快，对单机的边缘提取和拟合算法提出了较高的要求。算法速度跟不上容易丢失目标，而速度快的算法精度又很难满足目标。“这看似是一个‘鱼与熊掌不可兼得’的问题。”算法工程师姜丽辉笑着说，在做了大量地面仿真验证试验的基础上，研制人员最终实现完美平衡，兼顾了测量精度和解算速度需求。

在前期环绕器进行环火科学探测及着陆勘察的时间里，红外导航敏感器已成功获取了阴影区火星红外图像，进行了长波红外对超低温目标探测能力等多项技术验证。科学考察阶段，这双“火眼金睛”将继续一展拳脚，为我国后续深空探测任务的开展打下坚实基础。



肠道内的寄生菌（视觉中国供图）

消化道是个特殊的环境，看似在体内，却与外界相通，容纳的食物都是外来的“异物”。食物经过消化、吸收才算真正进入了体内。

我们可以把消化道想象成一个深长的山洞，存放着各种各样的营养物质。它们经过消化变成了氨基酸、单糖等小分子物质，穿过胃壁和肠壁进入血液和淋巴液，然后在代谢过程中释放能量、合成细胞所需的原料，源源不断地转化成人体的组织。

人类的消化系统包括消化道和消化腺。消化道从口腔延伸至咽、食管、胃、小肠和大肠，是一个长达10米的肌肉管道，是食物的必经之路；消化腺包括唾液腺、胰腺、肠腺、胰腺和肝脏，每天分泌多达7升的消化液，对食物进行分解。

食物首先经过牙齿的咀嚼变得比较细碎，然后被送到口腔的后方进行吞咽，通过咽喉进入食管。

食管的作用是把食物从胸腔送入腹腔，并没有消化功能。接下来，食物就进入到胃，胃的主要任务是把食物磨碎，这个过程称之为机械性消化，同时也分泌一些酶进行化学性消化。食物经过胃之后就成了细软的食糜。食糜通过胃的幽门一点点进入小肠，食物中的大分子已经变成了小分子，就可以透过肠壁进入血液和淋巴液，也就完成了吸收。

小肠吸收不了的主要是膳食纤维，这些东西和死亡的细菌、消化液一起被送到大肠，大肠把消化液吸收回来，把其他的残渣排出体外。食物残渣经过大肠排出体外，完成人体之旅。日常的一餐饭大约需要24小时通过整个消化道，其中在胃内4—5个小时，小肠内3—8小时，大肠内10—20小时，停留时间和食物中膳食纤维的含量、生活习惯等有很大关系。

消化道由平滑肌构成，平滑肌不受意识支配，而接受交感神经和副交感神经的调控。进食会引起副交感神经兴奋，导致消化道的运动加强、消化液分泌增多，消化系统的血液供应也增加，人体处在一种“补充能量”的状态，好像手机在充电一般。绝大部分的消化道壁内还含有丰富的壁内神经丛，具有大量感觉神经元、中间神经元、运动神经元，彼此形成回路，可以完成简单的反射。食物的机械或化学刺激可通过局部反射引起消化道运动和消化腺分泌，这是消化系统特有的调节机制。壁内神经丛也被称为“肠脑”，它和中枢神经系统都起源于胚胎的神经嵴。

有人称消化道为“肠脑”，它会不会像大脑一样思考问题呢？近年的一些研究者通过调节肠道菌群来治疗阿尔茨海默症，改善患者情绪与认知能力。相关报道让人们对于肠道菌群和“肠脑”惊叹不已，目前并没有证据说明肠道菌群可以直接提升智力，也没有证据认为“肠脑”可以思考，但是通过改善肠道功能、促进营养物质的吸收、补充人体所需的各种原料，会对大脑功能起到一定程度的保护和提升。

保护消化系统要通过均衡膳食和良好的饮食习惯，按照中国营养学会推荐的平衡膳食宝塔的模式来选择种类丰富、比例合适的食物，让营养物质的摄入全面而均衡。

肠道是吸收营养物质的主要场所，肠道菌群与吸收能力息息相关。人的肠道内寄居着高达1.5公斤、种类达500—1000种的肠道菌群。它们并不是天生就有的，而是随着婴儿的呼吸、母乳喂养，以及各种辅食的添加，逐渐入驻人体的肠道并定植。肠道菌群中的益生菌能够促进食物消化、各种维生素的吸收，构成免疫屏障。

保护益生菌可适当多吃蔬菜、杂粮等富含膳食纤维的食物，规律作息，三餐定时定量，还可以进食一些富含益生菌的发酵食物、切勿滥用抗生素。（作者系华中师范大学副教授、湖北省生理学会理事）



改善肠道有利于提升大脑功能

□ 王欣

宇宙超级机械臂是如何炼成的

□ 科文

据中国载人航天工程办公室消息，北京时间11月8日1时16分，经过约6.5小时的出舱活动，神舟十三号航天员乘组密切协同，圆满完成出舱活动全部既定任务，航天员翟志刚、王亚平安全返回天和核心舱，出舱活动取得圆满成功。

两名出舱航天员在机械臂支持下，配合开展机械臂悬挂装置与转接件安装和舱外典型动作测试等工作，检验了航天员与机械臂协同工作的能力，及出舱活动相关支持设备的可靠性与安全性。其间，在舱内的航天员叶光富配合支持两名出舱航天员开展舱外操作。

此次出舱活动中，由航天科技集团五院抓总研制的空间站核心舱机械臂再次闪亮登场，托举航天员到达指定位置开展出舱操作，顺利完成了机械臂级联装置的安装工作，为后续实现擎天巨臂的组合打下

扎实基础。

空间站机械臂是我国航天事业发展的新领域之一，融合了机、电、热、控制、光学等多个专业，这也更加凸显了双臂组合转接件的研制难度。

航天科技集团五院作为空间站机械臂的抓总研制单位，在关键技术、原材料选用、制造工艺、适应空间站环境的长寿命设计等方面做出突破和创新，不断向世界展示着中国智慧和力量。

此次出舱活动的“主角”——机械臂级联装置由双臂组合转接件和悬挂装置组成，是空间站机械臂实现组合动作的关键装备。其中，双臂组合转接件更是被空间站型号研制人员形象地比喻为“宇宙级机械臂转接头”。

航天科技集团五院空间站机械臂飞行负责人高升介绍，空间站机械臂由核心舱

机械臂（大臂）和“问天”实验舱机械臂（小臂）组成。按照空间站关键技术验证阶段的任务规划，实验舱机械臂将随“问天”实验舱一起发射入轨，并将在太空中与核心舱机械臂完成“大小臂在轨组合”的亮眼操作，而实现组合的关键装置就是双臂组合转接件。由于长度为10米的核心舱机械臂和长度为5米的实验舱机械臂“体型”差异较大，因此端口设计也有较大差别。

如何做好两个机械臂的对接，完成适应性强、操作难度更大的任务，对研制团队是一个巨大的创新难题。为此，五院研制团队一次次开展方案论证，一轮轮进行设计优化，将小小的“宇宙级机械臂转接头”从创意变成了“四两拨千斤”的科技神器。

双臂组合转接件和悬挂装置的关系好

比“刀剑”与“刀鞘”。航天科技集团五院空间站机械臂悬挂装置主管设计师高翔宇介绍，未来，两个空间站机械臂开展对接工作时，核心舱机械臂（大臂）将主动探向双臂组合转接件，通过末端视觉相机识别靶标，将其从悬挂装置上精准取出，进而完成与“问天”实验舱机械臂的组合，形成更长、更稳定的灵巧型空间机器人。

届时，空间站机械臂可达范围直接拓展为14.5米，活动范围可直接覆盖空间站三个舱段，随时可实现对空间站舱体表面的巡检。同时，机械臂在组合对接状态下完成在轨任务后，又要重新分为大小机械臂两个部分，此时双臂组合转接件自然是收“刀”入“鞘”，由核心舱机械臂主动将双臂组合转接件重新放回悬挂装置中。

元素家族

被称为「惰性气体元素」的氦

□ 宋丹

氦，元素周期表第36号元素。

你是《超人》的粉丝吗？如果是，应该还记得超人克拉克·肯特的故乡就是大名鼎鼎的氦星球。作为美国著名的动漫公司DC，为了增加“超人”这个科幻人物的真实性，还专门在太空寻找了一颗与漫画中的氦星非常相符的星球，并正式定名为氦星。

在地球上，氦气属于稀有气体之一，在地球大气中含量稀少。1898年，英国化学家莱姆塞与莫里斯·特拉弗斯在将液态空气中几乎所有已知成分都被蒸发后，最终找到了除了氩气以外的一种新的气体，通过光谱仪测试最终认定是一种新的元素——氦。

商业化氦气的生产，主要是分离液态空气，但也会从核反应堆中铀裂变后产生的气体中提取氦-85。氦-85是一种放射性元素，半衰期为10.8年，随后会衰变成没有放射性的钷-85，于是人们利用氦-85的这一特性，来侦查秘密的核军事活动。在1985年《无核检测》的一篇文章中，科学家描述了氦-85的另一个用途，就是用高纯度氦-85气体处理材料表面，能发现细微的裂缝，可用于密封用材的查漏。

和其他稀有气体一样，氦气在通电以后，也会发出特定颜色的光，并以等离子体的形式释放出大量的谱线，这使氦成为制造高功率气体激光器的重要材料。氦还能制成不需要电能的原子灯，当灯管充满氦气时能增加10%的光通量，因此大量用作矿灯、越野车照射灯和飞机跑道的指示灯等。

氦元素和其他稀有气体元素一样，其原子的最外层电子达到了8个电子的稳定结构，很难与其他元素发生反应而生成化合物，因此像氦气一样的稀有气体也被称为“惰性气体元素”。1962年，就在发现这些气体之后的第65年，人们终于合成了第一种惰性气体的化合物——氦的化合物；随后的一年，人们分离出了第一种氦的化合物——二氟化氦。后来人们还利用这些氟化氦制成了特制的氟化氦激光器，应用于光刻技术，能使半导体元件进一步微细化，大大增加了这些半导体元件在硅晶片上的密度。

说起来很轻松，要实现这一切却并不容易，首先需要解决的就是二氟化氦的热稳定性，即二氟化氦受热会分解，产生自由基，这使得二氟化氦成为了比氟气更强的氧化剂。大规模合成二氟化氦是非常具有挑战性的，首先考虑的当然是低温，为防止二氟化氦分解，只能用热射线、辉光放电和紫外光解等低温方法来处理。而且二氟化氦还有比氟气更强的氧化性，极易与其他物质发生反应，生成各种氟化物，所以人们还需要考虑发生反应的装置材料。

不过人们也利用二氟化氦的特性合成在其他一般条件下很难获得的银、钡、金的高价化合物。这些应用充分展示了作为本源的二氧化氟并非仅仅是科学志里的化学奇想，也是化学家工具箱中的一员干将，能“诱使”其他元素达到最高氧化态。氦虽然“隐蔽”在氦的身边，却是能产生超高氧化态物质的关键。

（作者系武汉市第二十中学化学教师、武汉市科学家科普团成员）

世界顶尖前沿科技也如此有“生活范儿”

（上接第1版）

被誉为“柔性电子之父”的美国西北大学约翰·罗杰斯教授重点分享了电子皮肤的最新成果。作为一名专门研究新型电子设备或者表皮电子设备的材料学家和工程师，他和团队在表皮电子设备上取得了突破性的进展，研发用于监测早产婴儿生命体征的电子皮肤，已经在全球五大洲23个国家临床应用，守护着婴儿的健康。

罗杰斯表示，从材料和工程的角度看，更希望这些设备可以拥有像皮肤的薄厚、力学、弹性、柔性、伸展性等，可以很方便地贴到人们的皮肤上，而且基本上都感觉不到它的存在。“不影响任何生活，也没有任何负担，这是未来电子皮肤技术希望能够达到的目标。”

除了广泛的医疗应用场景外，当前火热的元宇宙对这一技术也是“虎视眈眈”。元宇宙致力于打造的是一个跟现实平行的虚拟宇宙，以AR、VR技术让现实世界与虚拟世界无缝结合，给人们带来侵入式的体验。

“目前来看，现有技术支撑的元宇宙依靠的是非常精密的视频和声音，给人们带来的也只是视觉和听觉上的感受。”罗杰斯表示，这跟真实世界的体验还有本质上的区别，因为人们需要的不仅仅是看和听。“以现有AR和AI，加上将来有点像皮肤一样有触觉的传感器，就可以创造出人工感觉的嗅觉、味觉和触觉，只需在皮肤里加装一些接收器，就行接收

和感知，完全可以丰富人们在虚拟世界中的体验。”

对于柔性电子皮肤何时才能广泛应用，罗杰斯认为还需要材料、工程、力学等领域的科学家共同来攻克。“相信随着技术的不断进步，柔性电子皮肤不仅仅能使人有更好的AR和VR体验，还将在身体康复、体育竞技、社交媒体等领域有广泛应用的空间。”

北京上下班通勤15分钟，飞行汽车来了？

“未来上下班通勤最多只需15分钟。无论你住在北京的什么地方，飞行汽车都能在15分钟内把你送到办公室。”

宾夕法尼亚州立大学材料与工程学教授王朝阳是极速充电的开拓者，他在WE大会上关于飞行汽车的分享引发广泛共鸣。“这是我在退休之前的梦想，而这个梦想背后，是电动飞行汽车电池在安全、快充、低温、长续航方面的焦虑。当然，飞行汽车对电池的性能要求极高，高能量密度、高功率密度，而且必须在每次降落以后马上对电池进行快速补能。所以我们必须要有高能量密度的快充电池，才能让飞行汽车变成现实。”

然而，近100年来电池技术的改进基本上都源于材料上的创新，主流电池从铅酸电池改进到镍氢电池，然后转变到现在的锂离子电池，而即便是最新的锂离子电池技术也有了30年的发展历程。王朝阳表示，在

科技日新月异的今天，我们经常会感觉到电池技术力不从心、发展太慢，无法满足我们高速发展的应用场景，甚至满足不了人们“手机一周只充一次电”的小小愿望。

为了加快电池技术的发展，科学家们一直在问，除了材料创新之外，有没有可能颠覆200多年来一成不变的电池结构？有没有更好的工作生态，可以让电池材料发挥出更大的潜能，让电池技术突飞猛进？

王朝阳认为，电池和储能是新能源时代和智能社会最重要的基础技术之一，在未来10年将迎来巨大的创新机会。而他带领的团队在继续材料创新的基础上，从锂离子电池结构方面展开了重点研究。“目前在科学上已经揭示了可调控反应界面的可能性，这种可调控反应界面用在电池上，不使用时可以关小到最低水平，使用时就可以瞬间开大，必将为能源创新打开新的“大门”。

目前，王朝阳带领的团队以革新电池结构打造的全天候电池（ACB）已被2022年北京冬奥会采用，成为驱动奥运电动汽车的核心技术之一。

王朝阳表示，电动飞行汽车可能会是在2025年左右，以商用出租车服务的方式出现，比如在北京、上海，从市中心到机场，它能够保证在10—15分钟内将你送达。商用服务成熟后，真正的私人飞行汽车也会出现，就像哈里·波特骑着扫把飞行一样，这是人类的梦想！

关于癌症的认知，为什么科学败给直觉

（上接第1版）

符合直觉的伪科学

我为什么要在开头“造谣”，说新西兰和丹麦的癌症发病率低？是为了给大家演示如何制造“伪科学”。可以想象，我如果讲完这个“谣言”，借机卖新西兰和丹麦的抗癌保健品，生意应该不会差。我在讲座的时候经常用这个故事，到目前为止加起来上万听众，只有一个人曾经公开质疑，很多人都觉得很有道理。为什么大家都会上当？因为我说的答案，符合大家的直觉。我抓住了大家对癌症的恐惧、对环境的担忧，抛出了一个大家“等待已久”的答案：环境好的地方，癌症发病率必然低。中国癌症

发病率高，是因为环境差。

在讲座中，我甚至故意找了两张风景非常美丽的图片，来诱导大家往“环境好”这个方面去想。不出所料，这引起了巨大的共鸣，大家纷纷中计，尽管我的故事里谎言无数、漏洞百出。

其实，新西兰人和丹麦人牛肉都吃得不少，鲨鱼油、红辣椒、龙须草三种保健品都是我编造的，根本不存在；麻省理工学院也没有研究说保健品能防癌。我的所有结论都没有引用任何文献支持，但绝大多数人还是相信了，就因为我说的话和大家想的一样。心理学研究表明，当文章结论和自己直觉一致的时候，几乎所有人都不会去考察证据是否可靠。很多时候，我们不是在寻求

真相，而是在证明自己的直觉。

酸性体质致癌、转基因致癌、红腐病、大蒜防癌，这些谣言传播范围非常广，出现在大量营销文案中。即使文案漏洞百出，即使无数科学家辟谣，很多人仍坚信不疑。这些谣言之所以大获成功，就是因为它们符合大家的直觉。我们可以不断地辟谣，但这治标不治本。我经常说，科学家在兼职辟谣，人家是全职制造伪科学，只有通过科学思维训练，学会质疑“直觉”，才是防止上当受骗的最佳武器。

但这并不容易，因为人天生是靠直觉来认知世界的，科学思维是非常“反天性”的。我们需要随时提醒自己，面对任何结论，请抛弃自己固有的想法，客观地分析证据是否可靠。

人的科学思维训练越早开始越好，最好从孩童时期就开始。年龄越大，人的思维越不容易跳出“舒适区”。说白了，我们的大脑会越来越懒，越来越不想分析。很可惜，中国的课堂上极少有科学思维训练。我们从小到大记住了很多信息，但没有掌握识别信息真伪的能力。我也是大学毕业，经过10多年的系统科研训练，才慢慢习惯在日常生活中不轻易下结论，而是用科学思维来分析看到的東西。

我希望大家，尤其是小朋友，不用走这个弯路，能早日发现：科学，是很酷的，用科学思维看世界，是很酷的。（作者系科普作家，美国杜克大学癌症生物学博士。文章节选自中信出版社出版的《癌症·防御》，略有删减）