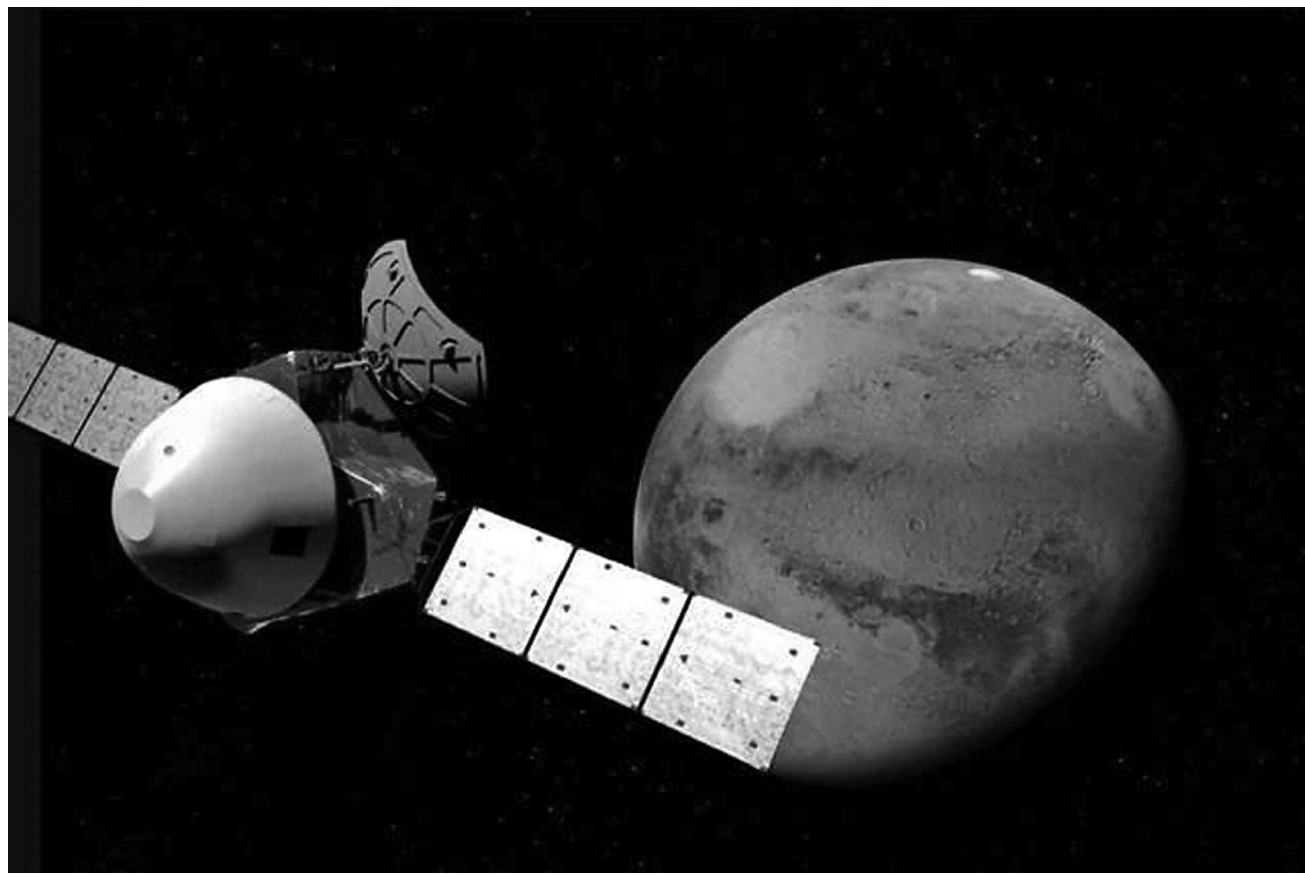


时隔202天,跨越近5亿公里,2021年2月10日晚,奔赴火星的“天问一号”探测器开始制动工作约15分钟后,成功进入近火点高度约400公里、周期约10个地球日、倾角约10°的环绕火星大椭圆轨道。

这标志着我国“天问一号”火星探测任务取得初步成功,可谓经受住了“奔火”大考的初步考验,也开启了迎接“环火”大考的新征程。今天,让我们一起追踪它的身影——

# “天问一号”进入环火大椭圆轨道

■毛新愿 殷向荣



“天问一号”飞行示意图。

## 热点追踪

### 超高难度,实现“绕、着、巡”一揽子计划

火星,是人类最了解的地球邻居之一。人类很早就开启了火星探测历程。1960年10月到1964年11月,苏联和美国连续6次探测失败。人类首颗抵达火星的探测器是美国研制的“水手四号”。

迄今为止,人类航天探索火星已达60余年,主要包括四大任务类型:飞掠、环绕、着陆和巡视。

飞掠:犹如“惊鸿一瞥”,飞行器只能在火星远处飞掠而过,近距离接触火星的时间极其有限。这是人类航天技术尚不成熟时的无奈之举,仅在早期没有能力制动进入环火轨道时使用。如今,已经没有专门针对火星进行的飞掠任务了。

环绕:即环绕器通过制动减速进入环绕火星轨道。这能长期环绕火星进行观测,帮助人类了解火星的磁场、大气、重力场、地物地貌、浅层地表等综合情况。此外,它们还能为降落到火星表面的着陆器和巡视器提供信号中继服务,成为连接地球和火星的“宇宙灯塔”。

着陆:即直达火星表面,详细研究火星表面情况,尤其是底层大气情况、气象条件和浅层土壤构成等。这都是“登高望远”的环绕器所不能做到的。然而,无法自由移动始终是探测器的一个“硬伤”。因为小范围研究着陆区域,能获得的科研成果太有限。

巡视:即由火星车来完成巡视任务。火星车携带多种复杂科学仪器,能在火星自由巡视。但它无法自主着陆火星,且受限于能量和天线尺寸问题。除非有额外的着陆系统和信号中继系统辅助,否则几乎不可能与地球直接通信。

考虑到不同任务的执行难度,一般情况下,研究人员都会选择分开执行环绕、着陆、巡视任务。即便这样,失败的尝试也不在少数。

据悉,此次“天问一号”可接续完成环绕、着陆、巡视3项任务,实现“绕、着、巡”的一揽子计划。

其困难程度不言而喻。且巡视器重

达240千克,着陆器不仅服务着陆过程,还要有一定载荷传感器和通信设备的空间。有关科研人员说,“天问一号”是人类探测火星工程技术复杂度最高的任务之一。

### 失之毫厘,谬以千里,整体入轨成最佳方案

执行第一大任务的环绕器,集中了整个探测器的推进系统、能源系统、通信系统、导航制导与控制等核心系统,是整个任务成败的关键。只有连续进行1次深空机动和4次轨道修正,才能确保“天问一号”始终飞行在理想轨道上,最终和火星如期相遇。

与火星成功“相遇”,指的是冲进火星的引力影响范围。太阳占据了太阳系总质量的99%以上,是太阳系内的引力中心,它会把火星等行星的引力影响范围约束在一个定义为“希尔球”的空间内。

理论上,火星的“希尔球”半径约为

100万公里,至少在内部1/3的位置,探测器才能长期稳定环绕轨道。当然,实际情况下,探测器需要达到更近的距离,它需要冲到距离火星表面仅有几百公里的位置开始制动。

进入火星引力影响范围只是开始。如果以火星为参照,“天问一号”相对速度会超过从火星表面永远逃离的逃逸速度(约5公里/秒)。如果不制动减速,“天问一号”只能完成对火星的“惊鸿一瞥”,随即在火星引力作用下改变轨道,飞入更远的太空。最终,被太阳引力重新拉回,成为一颗人造“小行星”,与火星和地球再无交集。

由此可见,最佳入轨方案的选择,是远征火星的重中之重。

从具体工程实践角度看,着陆器和巡视器的目标并非环绕火星,它们完全可以不跟随环绕器而直接降落火星。理论上,在近火星上空,“天问一号”的着陆器携带巡视器立即分离,环绕器可以单独进入环绕火星轨道,这样对环绕器要求将大幅降低。这也是苏联的“火星2号”“火星3号”,还有欧

洲的火星快车和“小猫2号”、微量气体探测器和“斯基亚帕雷利”号曾经采取的方案。

但这种方案也存在很大的不足——容错空间极小。

我国对火星的认知还不多,对火星着陆区域尚无实地勘察,且没有稳定运行在火星上空的环绕器作信号中继服务。另一方面,火星大气稀薄、地形复杂,整个着陆过程仅有约7分钟时间。但目前,地球、火星间约1.9亿公里的双向通信有长达21分钟左右的时延。这意味着,整个分离着陆过程,探测器将完全失去地面测控支持。此方案就好比在“刀尖上起舞”,存在很大风险。上述提到的苏联及欧洲的几个任务中,除了“火星3号”着陆器成功着陆、工作了十几秒钟外,其余着陆器均以失败告终。

为将后续风险降至最小,“天问一号”采取了探测器整体进入环绕火星轨道的方案。这样,虽然会给环绕器带来不小的工作压力,但留给着陆器和巡视器自由选择着陆窗口的空间更大,完成后续任务将从容很多。

### 入轨待机:用最少的燃料,派最大的用场

“天问一号”成功进入的是一个超大环火椭圆轨道,抛弃了理论上最理想的环绕火星方式,这是为何呢?

所谓的“最理想的环绕火星方式”,其实就是保持近圆极地轨道。这样,能相对火星保持稳定距离,最大限度覆盖对火星的观测范围,获得理想的科研结果。

然而,火星引力约为地球引力的38%,探测器在它附近进行机动操作,会受到较大影响。直接制动切入环绕火星的圆轨道,对制动系统要求极高,往往需要消耗掉巨量的推进剂,甚至远远超过探测器运载火箭的能力。

要知道,火星探测器的推进剂是无比宝贵的。对于“天问一号”而言,每一滴推进剂都是长征五号火箭发射后,又独立深空飞行近7个月才送抵火星附近的成果。环绕器还需携带沉重的着陆器和巡视器整体制动减速,推进剂消耗量进一步增加。而且,按照后续任务规划,环绕器需要长期在火星上空工作,并定期进行轨道维持。最大限度节省推进剂、延长环绕器总工作时间,对于“天问一号”工程和科学产出有着重大意义。

因此,“天问一号”整体在近火点附近减速,首先进入近火点高度约400公里、周期约10个地球日、倾角约10°的环绕火星大椭圆轨道。据有关科研人员介绍,随后的2个月内,“天问一号”还会在远火点启动,推进系统调整轨道倾角和轨道形状,并在近火点多次工作,将远火点降低到数万公里高。

“近火点制动减速,远火点调整轨道倾角”,这样的轨道设计,是基于探测任务工程复杂度和推进系统能力的综合考量,能最大限度节约推进剂、确保环绕器的长久工作状态。

据悉,进入环绕火星大椭圆轨道的未来2~3个月内,“天问一号”上的环绕器会开启7个科研有效载荷,细致勘察待选火星着陆地点,与地面实时沟通相关信息,逐渐调整轨道到最佳着陆窗口。等窗口来临之时,着陆器和巡视器的结合体将立刻分离,冲进火星大气,正式开启“天问一号”任务周期内挑战最大、也最为高光的“着陆七分钟”时刻。

火星探索的征途,无疑是披荆斩棘之路,入轨只是一次“大考”。火星探测过程中,“天问一号”还要经历多重考验,让我们共同期待它后续的精彩表演吧!

## 科技云

科技连着你我他

■本期观察:贾卫国 邵建伟 游其波

在人们的生产生活中,很希望电子产品电量充足,能够超长续航、超长待机。为此,科学家们在电池研究领域进行不断探索,寻求更好的解决方案。这里为大家介绍3种时下较为热门的新概念电池。

### 注水电池——续航千里不是梦

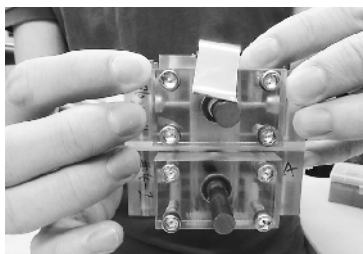


一直以来,新能源汽车因续航里程短、充电时间长、电池成本高,让用户感到困扰。日前,加拿大与以色列科研人员联合研制出具有超长续航能力的注水电池,为电动汽车发展提供了一种新的可能。

该电池采用新型特种材料制造,充满电的电池其实是一块大部分由铝制成的厚重面板。面板利用从空气中吸收的氧气以及用户给汽车加注的水产生化学作用,将铝变成氧化铝,从而释放出能量,为汽车持续提供动力。

据悉,使用这种电池的电动汽车仍需保留锂电池,锂电池只在锂电池电量耗尽后才启动。其间,只需每月加注清水,在一年左右电池达到使用极限后,到服务站更换充满电的锂电池即可再次使用。

### 新型液流电池——有望取代锂电池



近期,国外一研究团队成功研发出新型液流电池。它是一种正负极电解液分开、各自循环的高性能蓄电池。

简单来说,这种电池基于一种中性水溶液中的有机分子进行发电。在液流电池单元中,液态电解质在两个容器箱体中循环流动,而两个箱体通过一个隔膜进行分离,离子穿越隔膜就实现了电荷转移,从而为用电器提供电能。实验表明,电池大约经过1000次的充、放电,才会损失1%的容量。

这种新型液流电池与锂电池相比,具有容量大、安全性高、应用领域广等特点,循环使用寿命可达10年左右。即便放置很长一段时间,其电能也不会流失。因此,很适合用来储存太阳能、风能等可再生能源。未来,有望取代锂电池。

### 新型核电池——使用期可达百年



俄罗斯国立科技大学的科学家开发出一种新型核电池,使用期可达百年,同时其制造成本也比同类电池要低得多。

新型核电池采用基于放射性同位素钷-63的设计,由半导体转换器和放射性同位素两部分组成。放射性同位素释放的能量转换为电流。

该新型核电池中的放射源利用特殊元素钷-14,其半衰期为5700年,且无毒、廉价,呈独特的3D结构。科学家将放射性同位素置于半导体内部的微通道中,这样可最大程度避免能量浪费。核电池中的半导体转换器由廉价的硅制成,电池体积比同类产品小3倍,成本仅为同类产品的一半。

该新型核电池将适用于各种管理和控制自动化系统中的传感器,在医疗、无人机、机械制造等领域亦具有广阔应用前景。

## 论见

短短一周时间,北斗三号卫星首席总设计师谢军接连迎来人生两次高光时刻:2月11日,央视春晚《向祖国报告》节目中,他郑重宣布北斗三号卫星已实现全球组网、核心器部件国产化率百分之百;2月17日,他又获评“感动中国2020年度人物”。在时代的舞台上,面对祖国的召唤,以谢军为代表的“北斗人”,用实际行动诠释了何谓艰苦奋斗、自主创新、自立者强。

对于竞争激烈的军事领域来说,更需要自主创新精神。战争实践也一再证明:花钱买来的战斗力,最终只会“昙花一现”;只有自主创新,掌握核心关键

# 创新者胜 自立者强

■魏军民

技术,自己研制出“撒手锏”,才能形成技术优势,掌握战场主动权。

英阿马岛战争初期,阿根廷战机一举击沉英军当时最为先进的“谢菲尔德”号驱逐舰。由于法国供应商在开战后停止提供“飞鱼”导弹,战争后期阿根廷空军无弹可打,只能吞下失败的苦果。

近些年,我国军事科技水平有了快速发展,新一代大型运输机运-20有效提高战略投送能力,新型国产战斗机歼-20正

式列装部队,歼-10C开始担负战斗值班任务,国产航母山东舰顺利下水……可以说,我国国防建设取得了一系列重大自主创新成果。同时也要看到,科技竞争就像百舸争流,不进则退。只有坚定不移走中国特色自主创新之路,勇于攻坚克难、追求卓越,走前人没有走过的路,才能在世界军事科技竞争和未来发展中抢得一席之地。

善举强者万事遂,善谋强者机可期。我们应当清醒地看到,世界范围

内新一轮科技革命正在全面提速,新技术和技术群不断突破,重大颠覆性创新不断出现,并深刻改变着军事及战争形态的发展演变轨迹,推动着高新技术武器装备进入快速迭代发展期。无人智能战等新的作战和战争样式渐露端倪。在此背景下,只有加强科技创新,更加注重创新驱动,以国防科技薄弱环节作为筹划推进的主攻方向,通过实施重大专项建设带动高新技术重点突破,不断寻求军队建设新

的发展空间和战斗力新的增长点,为战斗力提供强劲动力之源。面对日新月异的科技发展态势,迫切要把创新摆在更加重要的位置,瞄准世界军事科技前沿,加快战略性、前沿性、颠覆性技术发展,扎实抓好核心关键技术的研发与创新。特别是在关系国家安全和发展的关键科技领域,不管有多大困难,我们都必须迎难而上、奋力赶超,不断提高科技创新对军队建设和战斗力发展的贡献率。

科技是一个国家实力的重要组成部分,也是建设一支强大军队必不可少的支撑。我们只有勇攀科技高峰,不断超越自我,通过自主创新掌握竞争主动权,见之于未萌、识之于未发,才能在迈进世界一流军队的伟大征程上下好先手棋、打好主动仗。

# 智能滑雪服:冬季作战士兵的“第二层皮肤”

■宋琛 董晓宇

力增强。为此,有人称之为士兵的“第二层皮肤”。

目前,外军已设计出智能滑雪服,在具备很好防护性、舒适性和通信能力的基础上还搭配外骨骼系统使用,进一步提升了士兵综合作战能力。智能滑雪服中,包含柔性电源、便携式自发电、贴合人体能量回收的综合能源系统,可有效延长士兵携带传感器、电子设备和通信系统的续航能力。设计者还将电极捻在一起,或逐层组装成纤维,制造出二维柔性超级电容器,可为低功耗人体传感器等供电。同时,通过将各种电子传感器植入滑雪服中,形成微型局域网,这些

传感器会自动采集士兵体能特征数据,持续监测士兵生命体征,判断士兵是否生病或受伤。

有专家还提出隐身智能滑雪服的概念。加拿大一家超材料隐身生物公司发明了一种材料,制成的智能滑雪服能使周围光线折射,从而具备一定的隐身功能。

而另一家研究团队开发的一种声学材料斗篷,用于士兵滑雪服,能对限定频率的声波实现“隐身”,这种技术如加以应用,或将成为防声呐探测之盾。随着材料技术、显示屏技术和图片处理技术的发展,智能滑雪服还可实现对雷达、红外、可见光等探测手段的规避。



图为身着智能滑雪服的士兵。

## 新看点

随着人工智能技术的不断发展,未来单兵作战系统也将逐渐智能化。这其中,就包括冬季作战最重要的装备之一——单兵滑雪服。

单兵穿着的滑雪服,一般指便于在雪天和雪地保暖、伪装、机动的军服。面对未来战场,单兵作为体系终端的作用愈加凸显,所以滑雪服会综合应用智能材料、电子信息、计算机控制、先进电源等多种技术,使单兵穿着后战场感知能