



1月3日嫦娥四号成功着陆在月球背面预选着陆区,并通过“鹊桥”中继星传回世界第一张近距离拍摄的月背影像图,拉开了我国年度探月大戏。这是人造探测器首次在月球背面软着陆,具有重大的科学和工程意义。今年我国还将发射嫦娥五号采样返回器。此外,印度、以色列和日本也计划在明年发射月球探测器,人类将再次掀起探月热潮,了解这颗距离我们最近的行星。

人类为什么要探月

■ 鹿之浩

经过20多天的太空飞行后,嫦娥四号于1月3日着陆于月球背面预选着陆区——月球南极-艾肯盆地内的冯·卡门撞击坑,成为世界第一个在月球背面软着陆和巡视探测的航天器。1月3日晚间,嫦娥四号着陆器与巡视器成功分离,玉兔二号巡视器(月球车)驶抵月背表面,在月背留下第一道痕迹。

至今,全球已发射130个月球探测器,并有12名航天员登月进行实地考察。人类为什么要耗费巨大的人力、物力和财力进行探月活动?大量实践和研究表明,月球探测活动在科研、能源、技术、经济和政治领域都具有重要意义,对人类社会产生重要推动作用。

其一,月球是研究地球起源与演化的“最佳标本”。

月球几乎没有大气和地质活动,岩石受侵蚀程度小,在那里研究月球岩石相当于研究地球39亿~40亿年前的标本。探索月球可了解许多地球早期信息,如地壳和地表等,有助于人们认识生命、地球、太阳系以至整个宇宙起源和演化的历史,了解空间现象和地球自然系统之间的关系,并由此认识人类在宇宙中的位置和作用。另外,在月球上建立多学科实验室可以对月球进行全面研究。如果月球实验室与地球上的科学设备并用,还能对地球进行全球性研究,使人们从独特的角度对地球进行全面、深入了解。

月球表面具有高洁净和弱重力特征,这对天文观测来讲是无与伦比的条件。在月球上建立大型天文台和其他科研基地,比在地球上更方便,加上月球的地质活动比地球弱得多,对望远镜的观测影响很小,这对天文观测来说尤为有利。

其二,通过探月工程可推动相关科研和产业发展。

探月是一项十分复杂的系统工程,

通过开发复杂的探月科学技术,可以带动和促进基础科学研究和高科技的快速发展,并推动多学科交叉、渗透、共同发展。在这方面,人类早有收获。

上世纪六七十年代,美国通过实施“阿波罗”载人登月工程,带动了超高强度和耐高温材料、新型计算机、遥控作业等一大批高科技产业集群的发展。后来,该工程的人工智能、机器人和遥控作业等许多技术成果陆续转为民用,促进了科技与工业的整体发展与繁荣。20世纪末的10年,美国能够持续保持高速增长,很大程度上得益于“阿波罗”载人登月工程派生出的约3000种应用技术成果在经济领域的广泛应用。美国领先于世界的信息、生物、新材料等高新技术,很大部分来自对探月技术的消化、优化和二次开发。

其三,探月可以为人类开发利用月球资源做准备。

月球上蕴藏着大量的自然资源,已知有100多种矿物,其中有5种地球上没有。月球上有丰富的钛、铁、铀、钍、稀土、钠、钾、镍、铬、锰等矿产,仅月海玄武岩中就含有可开采钛金属至少有100万吨。由于月球没有大气层,所以月球表面的月壤中有大量通过太阳风吹来的氦-3,这是一种安全、清洁又高效的核聚变发电燃料,用它进行核聚变发电可提供便宜、无毒和无放射性的能源,被科学界称作“完美能源”。目前据保守估计,月壤中有100万吨氦-3,用来发电可满足地球1万年的能源需求。正因如此,月球被誉为21世纪的“波斯湾”。

此外,大量探测表明,月球两极有大量的水资源,引力只有地球的1/6。未来,随着人类利用月球资源能力的提高,月球有望成为人类飞向火星、开展深空探测的一个天然航天港。一方面,月球上的水资源可以为航天员提供月面生存需要,同时,还能分解成氧

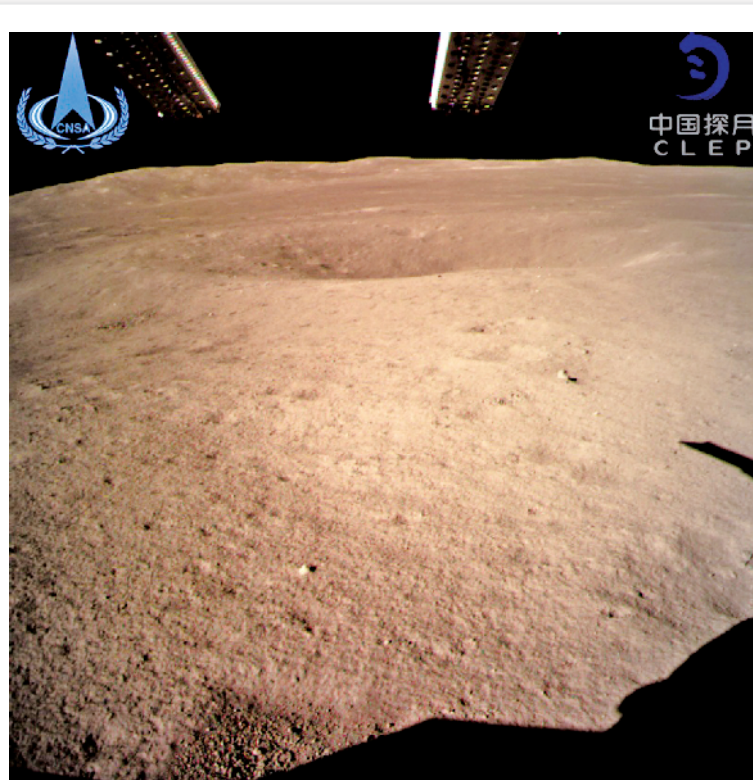
和氢,转化为探测器的燃料。另一方面,将月球作为深空探测的前哨或中转站,载人飞船或空间探测器只需很小的推力,就能摆脱月球引力前往其他星球。据一份报告称,如果将月球作为载人火星探测项目的中转站,每年能够节省大约100亿美元的开支。

最后,探月工程是一个国家综合国力的重要体现。

对于任何一个国家来说,通过实施

探月工程,都可以激发民族自豪感,增强民族凝聚力。

进入21世纪以来,随着科技和经济的飞速发展,越来越多的国家开始研制和发射月球探测器,并取得大量科技成果。至今,我国已先后发射嫦娥一号、二号绕月探测器,嫦娥三号、四号落月探测器,再入飞行返回试验器。未来我国还将发射嫦娥五号、六号月球采样返回器等月球探测器,期待探月工程取得更多成果。



嫦娥四号传回世界首张近距离拍摄的月背影像图。此图片为嫦娥四号着陆器监视相机C拍摄的着陆点南侧月背影像图,巡视器将朝此方向驶向月球表面。
新华社发(国家航天局 供图)

嫦娥四号:月球背面好戏多

■ 杭 田

目前全球已进行大量探月活动,但至今没有一个探测器在月球背面软着陆,并对月球背面进行近距离详查。为什么嫦娥四号要在月球背面进行探测?落到月球背面有哪些困难?这要从月球特性讲起。

月球表面分为月海和月陆两大地理单元,月海主要由玄武岩组成,月陆主要由斜长岩组成,月陆比月海更古老,保留着月球更原始的状态,在月球背面,月陆居多,撞击坑分布密度高,其斜长岩高地可能形成于月球岩浆洋的分异结晶,这是月球形成的两大学说之一。因此,对月球背面开展形貌、物质组成、月壤和月

表浅层结构的综合探测,可促进对月球早期演化历史的新认知,对研究地球的早期历史也有重要价值。

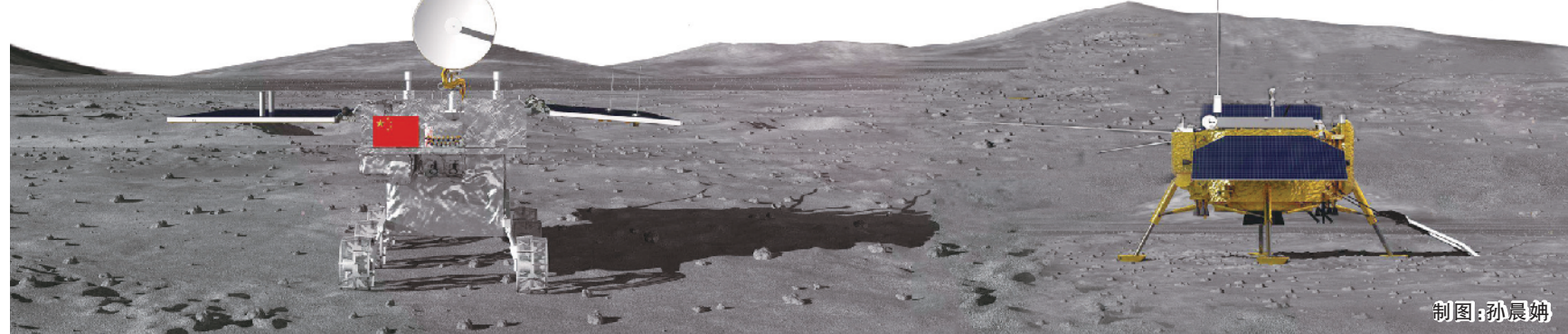
由于被地球潮汐锁定、月球自转与公转周期相同等原因,月球背面始终受到阻挡,屏蔽了人类活动产生的无线电干扰以及闪电、极光带来的无线电发射,形成一片没有信号干扰的宁静之地,被认为是开展低频射电天文观测的绝佳地点。在月球背面能监测到来自宇宙深空的微弱射电辐射信号,这对研究恒星起源和星云演化有重要意义,被认为有望取得重大天文研究成果。

因此可以说,发射探测器落到月球背面具有重要意义。不过,正是由于地球上永远看不到月球背面,探测器在这里着陆时也不能直接与地球进行通信,所以此前没有一颗月球探测器到达月背。另外,月球背面地理状况非常复杂,遍布撞击坑,而且坑连坑,坑套坑,地形落差接近6000米,很难找到“巴掌大”一块平地,因此,在这里着陆和探测困难重重。

为解决这一世界难题,我国相继攻克一系列关键技术。2018年6月14日,我国将“鹊桥”中继星送入地月拉格朗日2点(简称地月L2点)的晕轨道上运行。在这一使命轨道上,“鹊桥”中继星

能同时“看到”地球和月球背面,为在月球背面着陆的嫦娥四号与地球站提供通信链路,传输测控通信信号和科学数据。另外,由于嫦娥四号要在凹凸不平的地方软着陆,对着陆精度要求更高,所以要求嫦娥四号具有很强的自主导航和避障功能,能够自主寻找地势相对平坦的地区进行着陆,并采取近乎垂直的着陆方式。

嫦娥四号成功在月球背面实现软着陆,创下三大“壮举”:首次实现人类探测器造访月球背面;首次实现人类航天器在地月L2点进行地月中继通信;为科研人员提供月球背面空间科学研究平台,将获得一批重大的原创性科学研究成果。



制图:孙晨朔

第三代全球卫星导航系统

助力美军导航战

■ 张峻敏

2018年底,美国太空探索技术公司的猎鹰九号火箭将一枚极具战略价值的卫星发射升空。这枚卫星之所以备受关注,在于它是美国第三代全球卫星导航系统的首颗卫星。考虑到作为重要的战场传感器,卫星导航系统是现代战争不可或缺的重要组成部分,第三代导航系统首上天具有重要意义。

导航战中的无声对抗

现代战争中,部队指挥控制和快速反应协同,提升武器装备打击精度和作战效能等,都离不开卫星导航系统。海湾战争中,美军首次将卫星导航系统投入现代战争使用。尽管当时全球卫星导航系统星座并未部署完毕,但临时装备全球卫星导航系统接收机的武器装备战斗力仍得到成倍提高。此后,科索沃战争、阿富汗战争以及伊拉克战争中都能看到全球卫星导航系统的参战身影。

全球卫星导航系统看似具有革命性影响,但技术缺点也尤为致命。该系统需要发送和接收卫星信号,存在导航频率公开、长距离传输信号弱、易受电磁和网络攻击等缺陷,且极易被拒止、削弱甚至欺骗。一旦卫星出现故障无法提供服务时,将对依赖该系统的作战人员和武器装备带来灾难性后果。

早在伊拉克战争期间,伊军曾使用干扰器对美军部分制导武器实施干扰,使其偏离打击目标。俄罗斯针对北约的制导导弹研制出信号干扰机,可在导弹飞行不同阶段对其导航信号实施干扰。此外,还有其他种类繁多的干扰设备。据美国《空军时报》报道,俄罗斯新研制的“磁场-21”电子战系统能对半径80公里范围内的导航信号进行压制。

正因如此,美军从本世纪初开始实施“GPS现代化”项目。计划发射新一代导航卫星,逐步代替上一代卫星。

提高定位精度和抗干扰能力

第三代全球卫星导航系统的卫星由美国洛-马公司设计制造,单星造价5亿美元。按照洛-马公司提供的消息,第三代全球卫星导航系统将重点提升定位精度和抗干扰能力,其中定位精度

较第二代系统提高3倍,抗干扰能力是现有系统的8倍,卫星使用寿命也将提高到15年。

从定位精度上看,卫星配备最新型高精度导航信号发送模块,民用导航系统定位精度将从目前的3米提升到1米。军用导航系统的定位精度更高。

从抗干扰能力上看,通过提升卫星发射功率着力补足这一关键短板。现有的全球卫星导航系统,一台发射功率仅1瓦的干扰机,能使100公里范围内的民用接收机全部失灵。一台发射功率10瓦的干扰机能使10公里范围内全部军用接收机。新一代全球卫星导航系统采用综合性、整体化抗干扰设计,旨在打造“攻守一体”能力。另外,第三代全球卫星导航系统将军用信号与民用信号彻底分离,从根本上提升军用信号的安全性。

此外,第三代全球卫星导航系统的卫星增加“搜索和救援任务载荷”,类似于“北斗”卫星导航系统的“短报文”功能。不仅具备一定程度的数据通信功能,还有助于实现更高效的快速定位导航。

美军多手段缓解“GPS依赖症”

根据美军的“导航战”概念,战争中,美军将着力阻止敌方使用全球卫星导航系统信号,并保证己方和盟友可以有效利用卫星导航信息,同时不影响战区以外区域和平利用卫星导航信息。不仅如此,美军还根据任务需要将导航战划分为进攻导航战和防御导航战。前者是指使敌方卫星导航系统在规定区域内失效的能力,后者则是设法阻止敌方具备对卫星导航系统实施进攻的能力。

未来,第三代全球卫星导航系统将进一步提升美军在未来导航领域博弈实力。到2034年,第三代全球卫星导航系统“星座”部署完毕,将在高效导航、精确定位、快速通信和精准授时领域发挥重要作用。

即便如此,美军仍在开发新一代导航、定位和授时系统,或通过多种新型导航定位手段缓解美军的“全球卫星导航系统依赖症”。近年来美军还大力推动惯性导航技术研究,实现与全球卫星导航系统协同使用,使导航系统的整体抗干扰能力大幅提升。



“铠甲”弹炮合一防空系统

“道尔”和“铠甲”打擂台,孰优孰劣

■ 李 文

“道尔”野战防空系统和“铠甲”弹炮合一防空系统是俄军装备的两款近程防空系统,均被部署在叙利亚战场上。考虑到近年来俄军在叙利亚战场上屡遭无人机的攻击,近程防空系统对固定军事目标防护,部队行军保护显得尤为重要。经历过实战考验的“道尔”系统和“铠甲”系统在对抗无人机的表现孰优孰劣?日前,俄罗斯一家军事杂志的专栏作者“毫不客气”地指出,“铠甲”系统面对小型低速目标时的表现“相当无能”。

该作者指出,在叙利亚战场上,“铠甲”系统无法探测到小型低速飞行目标,包括军用无人机。同时,该系统还时常误报,把从基地上空飞过的大型鸟类误认为飞行器,令操作人员很无奈。

文章中还指出,在叙利亚实战中,“铠甲”系统表现令人失望。去年7月,在保护驻叙利亚俄军基地免遭无人机袭击作战中,“道尔”系统发射5枚导弹,共击落4架无人机;“铠甲”系统发射13枚导弹,仅击落3架。另外,从去年4月到10月,“道尔”系统在叙利亚共击落各型

空中目标80个,作战效率为80%;同一时段,“铠甲”系统的作战效率只有19%。最后,文章得出结论:在对付无人机时,“道尔”系统的表现远强于“铠甲”系统。

不过,对于这一结论,不少分析人士和武器专家并不完全认同。有分析称,虽然这两款防空系统的性能参数相近,但承担的任务不同。“道尔”系统属于前沿部署型防空系统,配备导弹可在行进中发射;“铠甲”系统通常被固定部署在军事基地外执行防空任务,例如保护S-400远程防空导弹阵地免遭打击。从此前俄军对外披露的作战效果看,“道尔”系统的近距离反应速度和拦截能力的确强于“铠甲”系统,但据此并不能证明“道尔”系统的整体性能比“铠甲”系统更好。况且,俄军在叙利亚执行任务的“铠甲”系统配备的雷达并不匹配,导致它在探测和跟踪小型低速空中目标方面屡屡失手。

装备观察