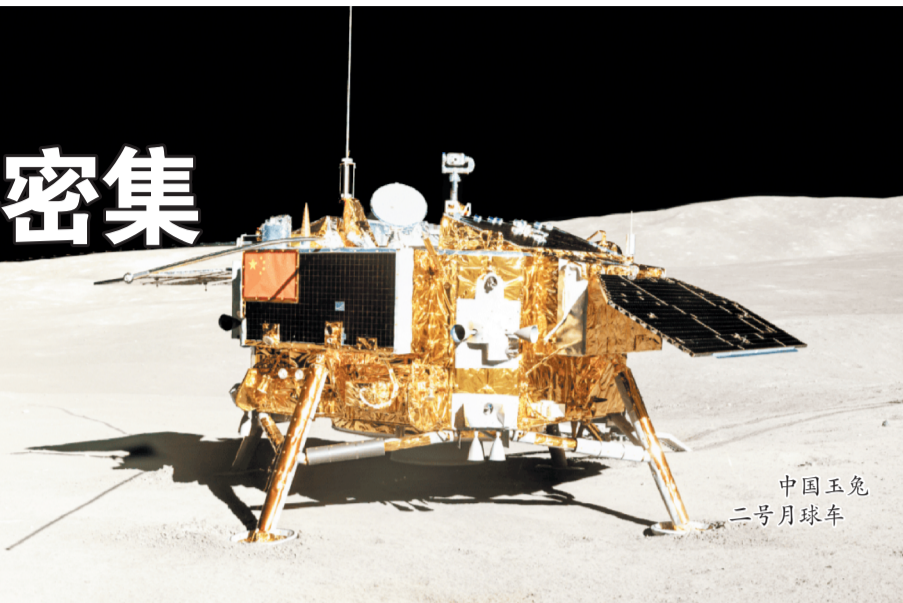


# 人类探测器密集 奔月



中国玉兔  
二号月球车

## 月球南极为何成 落月热门目的地

近期,人类月球探测器密集奔赴月球,标志着新一轮探月热已经到来。探月国家增多、国际合作增强、商业探月兴起,成为本轮探月热潮的新趋势。

探月高潮的背后,无不是各国厉兵秣马多年的技术积累,凸显了月球在未来科技发展及资源开发利用方面的战略地位。随着人类探索宇宙的日益深入,探月的科学内涵还将不断扩展,甚至会超越月球本身。

新一轮探月热正在全球兴起。7月14日,印度“月船-3”探测器发射升空,于8月23日晚在月球南极表面软着陆。8月11日,俄罗斯“月球-25”踏上奔月征程,遗憾于19日撞月失联。这是俄罗斯时隔47年再次发射月球探测器,任务前半段基本顺利,但落月的最后一次轨道调整出现问题,只差临门一脚。

近期,日本将发射“小型月球探测智慧着陆器”,它有望成为日本的落月“首秀”。

按计划,美国直观机器人公司“新星-C”(Nova-C,又译“诺瓦-C”)月球着陆器将于11月15日发射。它是美国航空航天局(NASA)“商业月球有效载荷服务计划”的第一个着陆器,有可能成为第一个在月球着陆的美国私营公司探测器。年底,美国拟用新研制的“火神-半人马座”火箭发射航天机器人技术公司的“游隼-1”着陆器。

这轮探月高潮涌起的背后,无不是世界各国多年厉兵秣马的技术积累。探月在未来科技发展及资源利用中的战略地位愈加凸显。

### 日本努力多年 再度冲击“成功落月”

日本对探月的兴趣由来已久。早在1990年1月24日,日本率先打破美苏对探月的垄断,发射了首个月球探测器“飞天号”,成为第三个发射月球探测器的国家。

日本的月球轨道器曾实现过一次撞月。2007年9月13日,日本发射“月女神”月球轨道器,在经历了约10个月的定期运行和7个半月的后期运行后,于2009年6月11日撞月。

2022年11月16日,日本首个月球着陆器“好客号”承载着首次落月探测的希望,搭乘美国“航天发射系统”重型火箭升空。6天后,日本宣布“好客号”任务失败。不过,与“好客号”一起升空的日本超小型月球轨道器“小马座”目前运行正常。

作为全球首个商业登月任务,去年12月11日,日本民营航天公司ispace“白兔-R”M1月球着陆器搭乘美国“猎鹰-9”火箭发射升空。不过,今年5月26日,ispace宣布着陆月球任务失败。搭乘在该着陆器上的阿联酋第一个月球探测器“拉希德号”月球车任务也宣告失败,阿联酋探月初试由此夭折。

这一次,日本使用H-2A运载火箭从种子岛航天中心发射“小型月球探测

智慧着陆器”,旨在验证精准的月球软着陆技术。

这台着陆器长1.7米、宽2.7米、高2.4米,研发费用达180亿日元。它将在月球正面风暴洋马吕斯山区域的一个小陨石坑(月球南纬13°和东经25°)软着陆,着陆精度优于百米。

“小型月球探测智慧着陆器”将对月球表面多个地点进行拍摄,运用数码相机的面部识别技术检出环形山,并通过之前由“月女神”轨道器收集的数据来确定着陆器当时的位置。为了实现精确着陆,它可通过雷达测量高度,并借助传感器感测自身倾斜度。

着陆后,这台着陆器将用多波段相机评估当地的矿物环境,尤其是月面上的橄榄石,它可能起源于月幔。着陆器还装有一个小型激光反射器阵列,专家将借助它考察月球环境及资源能否供人类利用,并对将航天员送上月球开展长期活动的可能性进行研究,也为无人探测器考察火星积累经验。

作为参加美国阿尔忒弥斯(Artemis)计划的一部分,日本还将在美国帮助下把航天员送上月球空间站,并期待登上月球。今年7月21日,丰田汽车公司透露,正与日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)联合研制重约10吨的载人加压月球漫游车,计划于2029年用美国火箭发射,用于支持美国抓总的阿尔忒弥斯月球探索计划。

### 月球南极首落 印度俄罗斯竞争激烈

最近一二十年,印度一直在为亚洲探月霸主地位而努力,近年来更是在落月探测上与日本展开激烈竞争。

2008年10月22日,印度发射了第一个月球探测器“月船-1”轨道器。2019年7月22日,又发射了“月船-2”尝试着陆月球,但在着陆时刻以失败告终。

今年7月14日,印度发射“月船-3”,以期完成“月船-2”未完成的使命。因此,“月船-3”的着陆点与“月船-2”相同,着陆器和月球车设计也相似,但着陆器上的800牛着陆缓冲发动机数量从原来的5台减少到4台,以降低系统的复杂程度,减少故障率。

为提高着陆成功率,“月船-3”重新匹配了姿控发动机,将其姿态修正能力整整提高了一倍,并增加了多普勒激光测速仪,以实时测定着陆器的三维姿态。此外,其飞控软件和紧急控制系统也得到了加强,以应对着陆时可能出现的意外。

同时,印度还简化了留轨的推进舱,将减重额度用于增加着陆器的推进剂,并设计了错过预定着陆地点后扩大范围随机登陆的“失败模式”。

由于印度目前推力最大的地球同步轨道运载火箭MK-III的地月转移轨道运载能力仅约2吨,无法将“月船-3”直接送入地月转移轨道,因此“月船-3”进入地球轨道后要靠自己发动机多次点火加速变轨,才能进入地月转移轨道。

所以,“月船-3”在发射20多天后的8月5日才进入月球轨道,8月17日进入100千米高度的环月极地轨道。此时开始,装有月球车的维克拉姆着陆器与推进舱分离,进入距离月面35至100千米的椭圆轨道,为在月球南极表面着陆做准备。

然而,让印度没想到的是,俄罗斯“月球-25”着陆器后发先至,于8月11日发射后,16日即顺利进入月球轨道,并计划8月21日在月球南极着陆。可就在8月20日,俄罗斯国家航天集团宣布,“月球-25”探测器因偏离预定轨道,于19日与月球表面相撞后失联。

根据俄罗斯此前公布的月球探索与开发计划,“月球-25”是该计划第一阶段的首个任务。此后,俄罗斯计划在2027年发射“月球-26”月球轨道器,对全月球进行普查,为2028年发射的“月球-27”提供数据中继服务和选择载人登月地点提供信息。而“月球-27”着陆器则用于研究月球内部结构和月震机制以及月表下2米深月壤的矿物学、化学、同位素组成等。2030年或更晚些时候则将发射“月球-28”。

耗资7500万美元的“月船-3”着陆点选在月球南极附近的曼齐努斯U陨石坑西南方向(南纬69.37°、东经32.35°)。软着陆成功后,它将释放小型月球车。不过,印度着陆器和月球车设计寿命仅为1个月亮日(14个地球日),因为它们没有装放射性同位素加热器,无法熬过严寒的长月夜。俄罗斯“月球-25”设计寿命为1年,原本计划在月球南极博古斯拉夫斯基陨石坑附近(南纬69.5°、东经43.5°)软着陆,距离“月船-3”着陆点仅相距120千米。

随着俄罗斯“月球-25”的坠毁,在地形复杂的月球南极首次着陆的重任再次回到了印度“月船-3”的肩上。

终于,北京时间8月23日20时34分,“月船-3”成功软着陆在月球南极附近的预定地点。这使印度成为“月球着陆俱乐部”第四个成员,“月船-3”也成为首个在离月球南极最近地点着陆的人类探测器。

### 美国重返月球 商业探月方兴未艾

作为世界探月强国,上世纪六七十年代,美国为了实现载人登月,先后发射多个、多种月球探测器,最终通过“阿波罗”飞船使12个美国人登上月球。过去30年,美国的探月努力不曾停止,发射了多个月球探测器,最近两年更是在商业探月上频频发力。

去年6月28日,美国将“拱石”月球探测器送上太空。同年11月,“拱石”采用弹道月球转移方式进入月球轨道。这是NASA主导的一项地月空间立方星任务,旨在通过与商业伙伴的合作,低成本地完成对月球轨道进行验证,并测试新型导航技术。已升空一年多的绕月立方星“拱石”目前运行良好,为阿尔忒弥斯重返月球项目提供了数据支持。

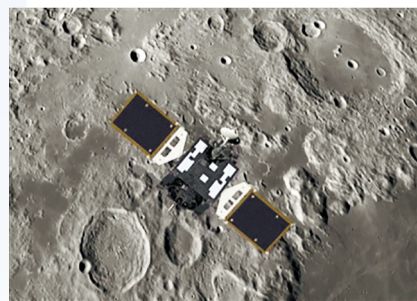
去年11月16日,美国用首枚“航天发射系统”发射了“猎户座”无人绕月飞船,实施“阿尔忒弥斯-1”任务,开启重返月球之旅。

阿尔忒弥斯项目分为3个阶段:“阿尔忒弥斯-1”任务是实施无人绕月飞行,研究“重返月球”对人体可能产生的影响;“阿尔忒弥斯-2”任务是实施载人绕月飞行,有4名航天员参加;“阿尔忒弥斯-3”任务是实施载人登月飞行。

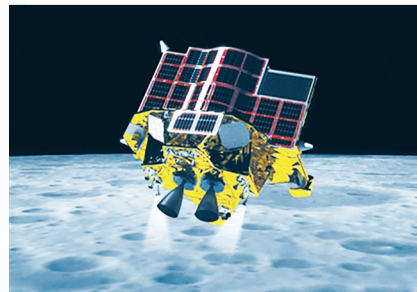
阿尔忒弥斯计划有3个特点:一是广泛开展国际合作,截至今年7月27日,已有28个国家签署《阿尔忒弥斯协定》;二是建立月球空间站,航天员先飞往月球空间站,然后根据需要从月球空间站出发完成载人登月任务,最终再返回月球空间站;三是让私营企业也参与其中,NASA“商业月球有效载荷服务计划”为那些对月球感兴趣的小公司提供了一个机会。

今年11月15日,美国休斯敦直观机器人公司将用“猎鹰-9”发射“新星-C”无人月球着陆器,首次执行“商业月球有效载荷服务计划”。今年底,美国匹兹堡太空机器人技术公司将用首枚“火神-半人马座”火箭发射“游隼-1”月球着陆器,它将把20多个“商业月球有效载荷服务计划”有效载荷送到月面。

据《文汇报》、观察者网



韩国“享月号”月球轨道器示意图



日本“小型月球探测智慧着陆器”