

登月之旅对航天技术是全新的巨大考验

载人登月，要过几道关

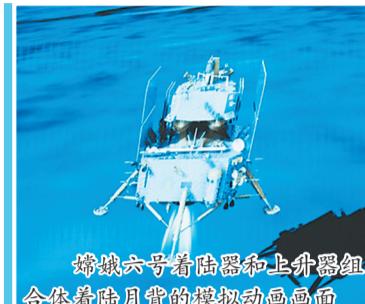
根据规划,我国将在2030年前实现中国人首次登陆月球。

自立项以来,我国载人登月任务各项研制工作总体进展顺利。新一代载人飞船“梦舟”零高度逃逸飞行试验顺利完成,揽月月面着陆器着陆起飞综合验证试验取得圆满成功,目前,各系统研制建设都在按计划有序推进。中国人登月的梦想正在一步步照进现实。

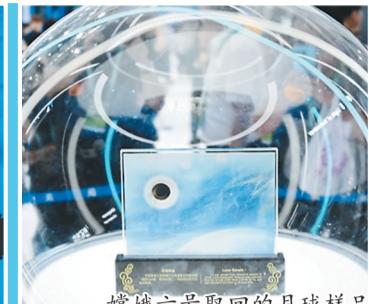
载人登月,要过几道关?记者采访了有关专家。



我国在酒泉卫星发射中心成功组织实施“梦舟”载人飞船零高度逃逸飞行试验



嫦娥六号着陆器和上升器组合体着陆月背的模拟动画画面



嫦娥六号取回的月球样品

第一道关——飞向月球

飞到38万公里之外的月球,火箭得大,飞船也需要拥有更强的轨道机动能力

“小时不识月,呼作白玉盘。”仰望夜空,这轮皎洁明月是地球唯一一颗天然卫星,地月平均距离大约为38万公里。

月球的独特性在于与地球关系密切,揭示月球奥秘对研究地球自身和宇宙起源有极大帮助。月球上没有大气层、磁场微弱、没有光污染,也是进行外太空科学观测的天然“实验室”,更是探索火星等更远星球的最佳中转站。

重大航天工程能够充分激发科学创新,有效牵引技术进步,造福国计民生。有人测算过,航天工程投入产出比是1:15,投入1元,产出15元。不论是中国空间站建设还是探月工程、北斗工程等,都带动了大量尖端工艺、先进材料、智能制造等产业崛起,成果广泛应用于各行各业。

人类飞出地球、奔赴月球,“远”是首要挑战。选择什么路线飞、分哪几个阶段飞,考验着勇气与智慧。

我国载人登月的主要飞行过程是:采用两枚运载火箭分别将月面着陆器和载人飞船送至地月转移轨道;飞船和月面着陆器在环月轨道交会对接,航天员从飞船进入月面着陆器;月面着陆器将制动下降并着陆于月面预定区域,航天员登陆月球开展科学考察与样品采集;完成既定任务后,航天员将乘坐着陆器上升至环月轨道与飞船交会对接,并携带样品乘坐飞船返回地球。

目标明确,路线清晰,充满挑战。

首先,运载能力得强,火箭得大。就像驾驶汽车行驶到不同地点,因为距离不同,消耗的燃料不同。飞到400公里的近地轨道和飞到38万公里的月球相比,火箭的动力系统截然不同。经科学论证,

瞄准地月转移轨道,我国火箭发射载荷的能力应不小于27吨。

盘点我国现役主力火箭家族,虽功勋卓著,却难以担此重任。即便是现役最大推力火箭,其地月转移轨道运载能力约8吨,距离载人登月所需的27吨级能力,仍存在差距。研制具备大质量深空轨道投送能力的全新火箭平台成为必然选择。

长征十号系列运载火箭应运而生。

“这型火箭不仅运载能力大,还具有高可靠、高安全、智慧化的特征。”中国航天科技集团钱航说,载人登月任务周期长、环境极端、不可逆环节多。确保登月航天员生命安全和任务成功,要求火箭具备远高于一般火箭的可靠性与故障应对能力。同时,两枚长征十号运载火箭需按设计时序先后发射,将各自载荷精准送入预定的地月转移轨道,确保后续环月交会对接的可行性与效率,这就要求火箭具备极高的入轨精度和发射窗口灵活性。

此外,还要兼顾多任务构型适应性。火箭研制不易,为实现“一型多用”,长征十号运载火箭实行两种构型设计,既有登月型,也有近地型。

据了解,长征十号运载火箭研制计划正在稳步推进中,新的“天梯”即将搭建。

火箭变了,飞船也得变。既要承受住新一代火箭的巨大推力、拥有更强的轨道机动能力,又要提供更大更舒适的舱内环境、更全面的生命保障能力,新一代载人飞船“梦舟”被寄予厚望。

中国航天科技集团田林告诉记者,“梦舟”载人飞船可搭载最多7名航天员进入近地轨道,既能支撑载人登月任务,也能支撑近地空间站任务。“与神舟飞船发射中‘火箭负责逃逸、飞船负责救生’的模式不同,‘梦舟’接到火箭逃逸指令后自己负责逃逸和救生,承担逃逸系统抓总职能。一旦发生紧急故障,‘梦舟’能将载有航天员的飞船返回船

及时带离危险区域,并确保航天员安全返回地面。”

今年6月,我国在酒泉卫星发射中心成功组织实施“梦舟”载人飞船零高度逃逸飞行试验,为载人登月任务的安全再增添一层保障。

第二道关——登陆月球

面对月球极端高低温、高真空和复杂地形环境,航天员面临许多未知的挑战

新一代载人飞船命名为“梦舟”,月面着陆器命名为“揽月”,登月服取名为“望宇”,载人月球车被称作“探索”,中国载人登月任务命名体现了传统文化与航天精神的融合。

按计划,当“梦舟”载人飞船和揽月月面着陆器交会对接后,两名航天员进入“揽月”,准备登月着陆;另外一名航天员则留守“梦舟”,沿环月轨道飞行,以备接应。

接下来的重点,就是“揽月”如何顺利降落月面。

田林说:“‘揽月’携带探索月球车和科学载荷,是航天员登陆月球后的月面生活中心、能源中心及数据中心,能支持开展月面驻留和月面活动。它的月面下降着陆过程,以及月面任务完成从月面起飞回到环月轨道的过程,可以说是登月最关键的环节。”

今年8月6日,在河北省怀来县的地外天体着陆试验场,揽月月面着陆器着陆起飞综合验证试验圆满完成,主要验证的就是这“一下一上”的关键核心技术。

中国航天科技集团孙兴亮介绍,在试验中,揽月月面着陆器需要模拟着陆过程,利用先进的设备,凭借自主避障算法实时感知月面陨石和月坑,灵活调整下降轨迹,确保安全着陆。“尤其,试验场的塔架和随动圆盘以及多根钢缆通过相互配合,可以模拟月球的低重力环境,并能精确跟踪着陆器的飞行轨迹。地面还铺设了特殊材料,形成坑或坡

的形状,用于模拟月表环境。”

当“揽月”稳稳着陆,一切准备就绪,身着“望宇”登月服的航天员,将从“揽月”下来,迈出登陆月球的第一步。

田林告诉记者,通常,航天员在月球上有两种移动方式。“步行或者乘坐载人月球车,在到达预定的作业点后,停留、采样、放置探测仪器等。”

尽管会在地面模拟的月球环境开展大量试验,验证“月球漫步”的安全,但面对月球极端高低温、高真空和复杂地形环境,航天员面临许多未知的挑战。比如,月表月壤实际厚度不均,可能藏有绊倒人的暗坑;月尘扬起,可能阻碍前行视线;月球缺乏大气保护层,随时可能面临微流星的袭击。

“我们将穷尽一切技术手段,提前做好应急预案,保护航天员的安全,走得出去,更要回来。”田林说。

目前,“望宇”登月服、探索载人月球车等都在紧锣密鼓地开展研制试验。

第三道关——返回地球

从月球返回、高速飞行的飞船想要精准降落地球,需经历太空“打水漂”

安全登月,更要安全返回地球。

按照设计方案,当完成登月任务,两名航天员返回“揽月”,从月面上升至环月轨道,与搭载另外一名航天员飞行等待的“梦舟”实现第二次交会对接。“揽月”里的两名航天员进入“梦舟”,三名航天员搭载“梦舟”与“揽月”分离后,返回地球。

接下来,就是充满挑战的“回家”路。

航天员携带月球样品、乘坐“梦舟”实现月球加速,脱离环月轨道,进入月地转移轨道,瞄准飞入地球的最佳时机。

高速再入中的热防护,是一重考验。当返回舱穿越地

球大气层时,因高速飞行,会和大气产生剧烈摩擦,从而产生大量的热。从月球返回地球,由于初始再入速度更快,将会产生更加剧烈的高温。

“科研人员始终坚持一个信念,要做好飞船的热防护,航天员的生命安全永远放在第一位。”田林说。

精准飞行,是更严峻的考验。载人登月任务中,从月球返回、高速飞行的“梦舟”,精准降落地球,也要经历像嫦娥六号返回地球经历的“打水漂”过程。

所谓“打水漂”,就是返回途中,“梦舟”第一次进入地球大气层,实施初次气动减速,下降至预定高度后跳出大气层,到达最高点后开始滑行下降。之后,“梦舟”再次进入大气层,实施二次气动减速。这一过程俗称“太空打水漂”,标准术语为“半弹道跳跃式返回”。

为何要“太空打水漂”式返回?

科研人员介绍,“梦舟”从月球飞向地球速度非常快,返回过程必须减速。这样设计,目的是充分利用长达数千公里航程中的大气层阻力逐步消耗“梦舟”的初始能量,使其再次穿出大气层时速度显著下降,不再具备环绕地球飞行的条件,从而第二次进入大气层。

为实现这一目标,科研人员正在抓紧开展模拟飞行仿真,研制更加智慧的制导导航和控制系统,确保“梦舟”飞行收放自如、平稳安全。

中国载人登月的大幕已经拉开。提升对月球认知,积累技术经验,探月工程前期成果为载人登月提供有力支撑。一系列关键技术陆续突破,为我国2030年前实现载人登月奠定了坚实基础。

载人登月将开启中国新的航天探索旅程。后续,我国还将探索建造月球科研试验设施,开展系统、连续的月球探测和相关技术试验验证。

梦圆登月,值得期待。
据人民日报