探月“三步走” 收官“有看头”

——中国探月工程嫦娥五号任务正式启航

□新华社记者胡喆 陈凯姿



长征五号遥五运载火箭发射升空。

“嫦”风破浪正当时，“五”动九州揽月回。

11月24日凌晨，中国文昌航天发射场。长征五号遥五运载火箭拖着长长的尾焰，用巨大的轰鸣打破海岸边夜的宁静，全速托举中国探月工程嫦娥五号探测器划过夜空，迈出中国首次地外天体采样返回的第一步。这是中国探月工程“绕、落、回”三步走中的收官之战，更是中国航天领域迄今为止最复杂、难度最大的任务之一。

按照计划，嫦娥五号将成为中国首颗从月球采样后起飞的探测器，还将带着自动采集的约2千克月壤归来。我们为什么要去月球“挖土”？地月往返的探索之旅，又将经历哪些“步步惊心”的时刻？

1 为什么要去月球“挖土”？

“举杯邀明月，对影成三人。”

作为地球唯一的“小伙伴”，月球是我们每个人从出生那天起就“最熟悉的陌生人”，是那个我们每当夜幕降临总会出现在天空中的仰望。

就像一面镜子，月亮映照着苍茫大地，也让我们从中更好地认识自己。月球探测的每一个大胆设想、每一次成功实施，都是人类认识和利用星球能力的充分展示。

月壤即月球的土壤，对地球人来说蕴藏着巨大的科学价值。为了去月球“挖土”，主要航天国家都“很拼”。

苏联月球16号探测器从月球取回了一块101克的小样本，月球20号探测器和月球24号探测器则分别采集到了55克与170克样品。

1969年7月至1972年12月间，美国通过阿波罗11号到阿波罗17号载人飞船实施了7次载人登月任务，除了阿波罗13号因发生故障中途返回，其余6艘飞船皆完成登月，成功将12名航天员送上月球，共带回月壤和月岩样品约382千克。

嫦娥五号探测器由轨道器、返回器、着陆器、上升器四部分组成，任务的科学目标主要是开展着陆点区域形貌探测和地质背景勘察；对月球样品进行系统、长期的实验室研究。

嫦娥五号任务，既是收官之作，更是奠基之作。国家航天局探月与航天工程中心副主任、嫦娥五号任务新闻发言人裴照宇表示，嫦娥五号任务是我国探月工程“绕、落、回”三步走中“回”这一步的主任务，要实现月球表面采样返回。这次任务相比我们已经实施的绕月探测、落月探测来说，是一次新的、更大的技术跨越。

“我们这次的目标是带回约2千克月壤。经过论证，2千克数量上不算少，工程上可实现。但作为对这次任务的考核，我们的目标是采样返回。采到样品返回地球，就是成功。”裴照宇说。

“月球是我们地球的唯一天然卫星，更是我们地球的战略制高点。”中国探月工程三期总设计师胡浩认为，“因为月球有它独特的条件，它的位置、环境、资源都非常独特，不光是对航天技术、科学认识的后续发展，包括对经济社会建设的后续发展，都有十分重要的意义。”

扫二维码
看相关视频

2 为什么每一步都“步步惊心”？

作为我国探月工程“绕、落、回”三步走中的收官之战，不同于中国探月工程嫦娥家族的其他探测器一去不复返，嫦娥五号将有望实现中国航天史上的多个“首次”。每个“首次”都意味着全新的挑战，每一步都堪称“步步惊心”。

一是首次月面自动采样，两种“挖法”齐上阵。

这个阶段，嫦娥五号将在月面选定区域着陆，并使出浑身解数采集月壤，实现我国首次月面自动采样。来自中国航天科技集团五院的设计师们精心设计了两种“挖土”模式：钻取和表取。当顺利软着陆在月球表面，嫦娥五号就开始了为期约2天的月面工作。

“只有一次机会！”中国航天科技集团五院嫦娥五号探测器系统副总设计师彭兢介绍：“我们将可能遇到设备故障、突发情况等诸多风险，对月壤状况也不知情。为了避免各种不可抗力带来的意外，在地面上进行了无数次试验，反复调教机械臂。”

二是首次月面起飞上升，全靠嫦娥五号“自己完成”。

当完成月面工作后，嫦娥五号就要回家了，但嫦娥五号想带着月壤回来可不容易。众所周知，运载火箭在地面起飞是有一套复杂的系统和庞大的地面队伍作保障和支撑的。而月面起飞就完全不同，没有一马平川的起飞地，更没有成熟完备的发射系统。

“着陆器就相当于上升器的发射塔架，月球表面环境复杂，着陆器不一定是四平八稳的状态，这就给月面起飞带来更大的挑战。此外，这一切都要靠嫦娥五号自己在38万公里之外的月球上独立完成，难度和风险可想而知。”彭兢说。

三是首次实现月球轨道交会对接，“千里穿针、一气呵成”。

当着陆器托举上升器实现月面起飞上升后，嫦娥五号便开始一路飞奔。但仅靠上升器是不可能实现返回地球的，它需要飞到月球轨道上，在这里与轨返组合体交会对接，把采集到的月壤转移到返回器中。

在38万公里外的月球轨道上进行无人交会对接不仅在我国尚属首次，也是人类航天史上的首次，这为嫦娥五号研制团队带来了极大的挑战。

为此，从上升器进入环月飞行轨道开始，一直到轨返组合体与上升器完成对接与样品转移为止，设计师们为嫦娥五号精心设计了交会、对接、样品转移、组合体运行、轨返组合体与对接舱分离等一系列关键动作，助推嫦娥五号实现对接。

“这种国际上的新兴方案，在地面上已经进行了上千次的模拟，但其难度却是千里穿针，要求一气呵成。”中国航天科技集团八院嫦娥五号轨道器技术总负责人查学雷说。

四是首次带月壤高速再入返回地球，打一个“太空水漂”。

当返回器带着月壤，从38万公里远的月球风驰电掣般向地球飞来，这时它的飞行速度是接近每秒11公里的第二宇宙速度，而一般从近地轨道返回的航天器速度大多为每秒8公里的第一宇宙速度。

“可别小看了这每秒3公里的差别，就好像扔石头，同样一块石头，从一层楼扔下来的速度和从十几层楼扔下来的速度肯定不一样。”彭兢说。

为此，嫦娥五号探测器的设计师们创新提出了半弹道跳跃式再入返回技术方案，就像“在太空打水漂一样”，整个再入返回过程就是让返回器先高速进入大气层，再借助大气层提供的升力跃出大气层，然后以第一宇宙速度扎入大气层、返回地面。

此外，月壤来到地球以后，也是我国首次大规模进行月壤样品的处理、分析和研究，相关的配套实验设施和设备已经准备就绪。

3 是什么让他们探月追梦不止步？

梦想，恰如一颗力量惊人的种子，总能在历经风雨后破土而出、长成参天大树。

从立项到发射，嫦娥五号经历了近10年的艰辛奋斗。三千六百多个日夜，十多万人的努力和汗出，终于将要迎来开花结果那一刻。

——是他，从少年到白头，拿着0.5克月壤发奋研究，一生为探月、逐梦不停歇。

1978年5月，美国送给中国一块1克重的月球岩石样品，国家决定一半用于科研、一半向公众展出。拿着0.5克样品，欧阳自远和全国各实验室的同事们用了4个多月发奋研究，很快就发表了14篇论文。那时，欧阳自远的梦想就是能有一块中国自己采回来的月壤。

45年准备、论证，16年探月追梦。从年轻的科研人员到白发老院士，作为中国月球探测工程首任首席科学家的欧阳自远一干就是大半辈子，他和同事们完成了《中国首次月球探测立项报告》，并推动中国的深空探测越走越远。

“生命就这么长，要把最宝贵的时光献给祖国最需要的地方！是梦想让我们离目标越来越近。”欧阳自远说。

——是他们，从失败到成功，战高温、斗酷暑，用身体为火箭遮风挡雨、用青春为航天矢志奋斗。

此次运送嫦娥五号的“专车”，是目前我国运载能力最大的长征五号火箭，从设计之初便瞄准探月和深空探测等一系列重大航天任务，但第二次发射的失败，却不得不让中国航天放慢了脚步，但航天人从来没有因此自暴自弃，而是继续迎难而上。

作为火箭系统的“01指挥”，来自中国航天科技集团一院总体部的黄兵是对火箭最熟悉和了解的人之一。每次发射，这个爱跑步的航天专家就像一名战士，不顾海南的高温和热浪，丝毫不敢落下脚步，紧跟在火箭后面，小心翼翼地守护着。

回忆起长征五号遥三火箭复飞前的那几天，黄兵说：“那时的自己真正感受到什么叫紧张，在操场上一圈一圈地跑，一直跑了20多公里，直到精疲力竭……”

“如今，我们已经走出至暗时刻，必将走得更远。”黄兵说。

——是他们，花小钱办大事，把每一分钱都花在刀刃上，指标不降、经费不超、工期不拖，精打细算地制就了中国的探月之路。

中国探月工程是高效、低投入、高产出的典范，与美国动辄数亿美元的探测器相比，性价比极高。

“中国的探月工程，正是精打细算铺就了探月之路，送嫦娥上天、采月壤返回，充分体现了集中力量办大事的制度优势。”国家航天局探月与航天工程中心主管王正伟说。

为达到功能最优，嫦娥五号每一部分的重量都“克克计较”，用了两年时间进行“减重”；为实现好世界首次月轨交会对接，探月人进行了60余个专项试验，以期充分验证、不留疑点；国家航天局还组织全国专家，进行全过程质量管控……

千万颗心，连着太空；亿万双手，托举航天。未来，中国人探索宇宙的脚步还将走得更远。

“在探测太空的领域，中国不能缺席。”中国航天科技集团八院嫦娥五号探测器副总指挥张玉花说，从奔月到“闯”月、从跟跑到并跑，中国人在不停求索，部分领域已经开始领先。

探月工程三期研制过程中，国家航天局对后续的月球探测进行了论证，规划了嫦娥七号和嫦娥八号任务，这两次任务目标是建设月球科研站基本型。中国向国际社会发出倡议，希望与世界各国合作，共建国际月球科研站，这将为月球科学探测和月球相关技术的实验提供共享平台。

“这次嫦娥五号肩负着月球采样返回的光荣使命，我们的天问一号也正在飞向火星的路上，我们还要飞得更远，去探测木星、小行星并建设我们的国际月球科研站。中国已经昂首进入了深空探测的新时代。”欧阳自远说。

嫦娥一号

◆2007年10月24日

长征三号甲遥十四火箭将嫦娥一号卫星送入预定轨道，拉开了中国人探索月球的大幕，首次实现零窗口发射。

◆2009年3月1日

嫦娥一号卫星按预定计划受控撞月，为探月工程一期——“绕月探测”任务画上了一个圆满的句号。

嫦娥二号

◆2010年10月1日

长征三号丙遥七火箭将嫦娥二号卫星送入地月转移轨道，刷新了中国探月工程新高度，也是我国火箭首次将卫星直接送入地月转移轨道。

嫦娥三号

◆2013年12月2日

长征三号乙遥二十三火箭将携带中国第一辆月球车的嫦娥三号探测器成功发射升空，标志着探月工程第二步进入实施阶段。

◆2013年12月14日

嫦娥三号探测器成功落月，实现我国航天器首次地外天体软着陆，并开展巡视勘察和科学探测，为我国航天事业发展树立了新的里程碑。



◆2014年10月24日

长征三号丙遥十二火箭将我国自行研制的探月工程三期再入返回飞行试验器发射升空，准确进入近地点高度为209公里、远地点高度41.3万公里的地月转移轨道。

◆2014年11月1日

探月工程三期再入返回飞行试验器按既定方案平安着陆，这是中国航天器第一次从月球轨道返回地球。

嫦娥四号

◆2018年12月8日

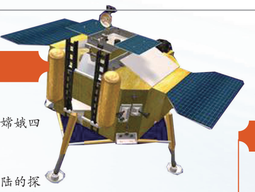
长征三号乙遥三十火箭将嫦娥四号探测器送入预定轨道。

◆2019年1月13日

人类首个在月球背面软着陆的探测器，嫦娥四号稳稳降落在月球南极—艾特肯盆地冯·卡门撞击坑。

◆至今

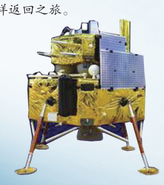
仍在进行着对月球的探测和研究……



嫦娥五号

◆2020年11月24日

长征五号遥五运载火箭成功发射探月工程嫦娥五号探测器，火箭飞行约2200秒后，顺利将探测器送入预定轨道，开启我国首次地外天体采样返回之旅。



50分钟窗口、5条轨道设计：

“胖五”完成今年最具“分量”发射

□新华社记者胡喆 陈凯姿 周旋

南海之滨，彻夜无眠。11月24日，由中国航天科技集团一院抓总研制的长征五号遥五运载火箭，在中国文昌航天发射场点火升空，成功将嫦娥五号探测器送入地月转移轨道。这是长征五号系列运载火箭的第六次发射，也是2020年第三次执行发射任务。

长征五号运载火箭是我国新一代大推力低温液体运载火箭，全长近57米，起飞重量约870吨，起飞推力超过1000吨。长征五号运载火箭采用“两级半”构型，芯级和助推器全部采用液氢、液氧、煤油等无毒无污染推进剂；地球同步转移轨道运载能力可达14吨，是目前我国运载能力最大的火箭。

由于“体型”又粗又胖，长征五号运载火箭也被亲切地称为“胖五”。因为采用了液氢、液氧等低温推进剂，长征五号运载火箭也获得了“冰箭”的称呼。

此次长征五号遥五运载火箭发射的嫦娥五号探测器重达8.2吨，是今年中国航天发射的最重的探测器，嫦娥五号探测器需要进入近地点200公里、远地点约41万公里的地月转移轨道，对运载火箭的能力提出了很高的要求。

此次发射的“分量”还体现在长征五号运载火箭的技术创新与管理创新上。由于地月相对位置以及轨道设计等因素的限制，此次发射是一次接近于“零窗口”的发射，长征五号遥五火箭的发射窗口只有50分钟，一旦在发射窗口时间内不能实施发射，嫦娥五号的奔月计划就会受到影响。

长征五号运载火箭总设计师李东介绍，为确保火箭准时发射，研制团队采用了变射向、变滑行时间的多轨道奔月发射方案，应用“窄窗口多轨道”技术，针对50分钟的发射窗口分别设计了5条发射轨道，每条轨道对应10分钟的发射窗口，在发射窗口期内，可根据发射时间通过软件自动选择发射轨道，提高了轨道切换效率，为长征五号火箭实现“零窗口”发射奠定了基础。

此外，作为大型低温火箭，长征五号火箭在发射日的工作项目繁多而复杂，任何一个环节出现问题都可能导致火箭发射时间的推迟，甚至错过发射窗口。为确保发射日工作精准、高效开展，研制团队在管理上也采取了创新的方法，对发射前流程进行精细化再造。

作为我国目前运载能力最大的运载火箭，长征五号火箭在多项重大航天工程中承担着不可或缺的角色，是实施深空探测、载人空间站建设、大型高轨卫星发射的主力火箭，是我国从航天大国向航天强国进军的重要标志之一。

“十三五”期间，长征五号火箭实现了从研制到应用的多次跨越，闯出了一条“大火箭”的发展之路。“十四五”期间，长征五号火箭将为我国载人空间站建设贡献力量。

按计划，在未来2到3年内，我国将应用长征五号B运载火箭，发射载人空间站的核心舱和试验舱，完成载人空间站主体建设。

此外，“十四五”期间长征五号运载火箭还将在深空探测、星际探测中继续扮演重要角色，并在卫星发射上实现新突破。同时，在发射低轨卫星方面，长征五号运载火箭也可通过“一箭多星”的方式实现快速组网，大幅缩短星座组网周期。



航天科技人员在文昌航天发射场庆祝发射成功。

从『奔月』到『揽月』 中国探月永葆赤子心

□新华社记者陈凯姿 胡喆

嫦娥五号探测器成功发射，标志我国探月工程“绕、落、回”三步走的收官之战顺利开局。从探测月球向应用月球转变，将为后续我国载人登月乃至飞向更远的深空奠定坚实基础。

探索浩瀚宇宙是全人类的共同梦想。作为地球唯一的“小伙伴”，在现代空天科技领域，月球理所当然成为人类空间探测的首选目标，探月工程的重要性不言而喻。

月球探测的每一个大胆设想和任务的成功实施，都是人类探索星球能力的充分展示。当前，月球已成为世界航天大国关注的焦点，部分国家制定了探月的中长期发展规划。毫无疑问，在和平利用太空的征程里，中国需要贡献一份力量，不能缺席。

围绕探月工程，我国已经并将继续牵引、推动一大批航天技术的进步，打造实力雄厚的深空队伍，服务国家各项大战略。

人类对外太空的探索还处于起步阶段。从“奔月”到“视月”，从跟跑到并跑再到领跑，从仰望星空到拥抱星空，中国探月仍需在走向太空的新起点、新征程上永葆赤子心，乘胜前进、继续努力。

曾经，中国科学家们拿着仅有的0.5克月壤发备研究，写出一大批论文，创造了一大批科研成果。今天，嫦娥五号顺利进入预定轨道，迈出九天揽月更为重要的一步。中国人将拥有自己采回的月壤，也必将诞生更多令世界瞩目的科研成果。

期待嫦娥五号嫦宫新桂胜利归来！

新华时评 XINHUA SHIPING

嫦娥五号为何要选在凌晨发射？

□新华社记者胡喆 陈凯姿

11月24日，长征五号运载火箭携嫦娥五号月球探测器在文昌发射升空，我国探月工程三期取得良好开局。此次发射的时间在凌晨，为什么嫦娥五号要选择凌晨升空？中国航天科技集团一院总体部设计师钱航表示，主要原因是便于奔月轨道设计、减少太阳活动影响、利于信号传播及观测等。

月球探测与火星探测一样，都属于深空探测。钱航说，在火箭发射轨道设计上，要考虑到地月相对位置关系。此次发射嫦娥五号探测器，要在满足地球与月球位置关系的限制、火箭射向和滑行时间的约束、探测器地月转移时间、返回器再入航程等条件下，选择最合适的发射时间，也就是确定火箭的发射窗口，而凌晨发射最有利于奔月轨道的设计。

“太阳活动特别是太阳风会干扰电子信号传播，影响地面科研人员操控。”钱航介绍，长征五号选择在凌晨飞向宇宙，此时地球正好把太阳光直接遮蔽住，避免了过多太阳辐射的影响。

钱航还表示，天气条件对于航天发射至关重要。在凌晨，天气状况比较稳定，云层更少，有利于火箭发射及信号的传播。同时，可更好地利用望远镜等天文设备，对观察到的发射情况做出总结。此外，由于凌晨整体环境亮度较低，火箭喷射火焰飞向太空时非常显眼和突出，有利于地面光学和测量设备跟踪到目标，收集相关信息。

（本版内容均据新华社电）