

嫦娥五号大事记

11月24日
4时30分

长征五号遥五运载火箭将嫦娥五号探测器发射升空，开启我国首次地外天体采样返回之旅。

11月24日
22时06分

嫦娥五号探测器完成第一次轨道修正。

11月25日
22时06分

嫦娥五号探测器完成第二次轨道修正。

11月28日
20时58分

嫦娥五号探测器成功实施“刹车”制动，顺利进入环月轨道飞行。

11月29日
20时23分

嫦娥五号探测器再次实施制动，进入近圆形环月轨道飞行。

11月30日
4时40分

嫦娥五号探测器组合体成功分离。

12月1日23时11分

嫦娥五号探测器实施动力下降并成功着陆，准备在预选区域开展月面采样工作。

12月2日4时53分

探月工程嫦娥五号着陆器和上升器组合体完成了月球钻取采样及封装。

相关链接

四项设计揭秘

嫦娥五号探测器这一落看似轻盈，却凝聚了科研人员的智慧，其中四项设计确保了“嫦娥”完美落月。

“粗精接力”灵巧避障

嫦娥五号探测器采用了中国航天科技集团五院502所研发的“粗精接力避障”落月方式。落月过程中，在制导导航与控制(GNC)系统的指挥下，着陆器、上升器组合体先是大推力反向制动快速减速，快速调整姿态并对预定落区地形进行拍照识别，避开大的障碍，实现“粗避障”；组合体在飞到距离月面100米时悬停，并再次对选定区域进行精确拍照，实现“精避障”；之后组合体再斜向下飘向选定的着陆点，在移动到着陆点正上方之后开始垂直下降，到距离月面较近时关闭发动机，利用着陆腿的缓冲实现软着陆。

缓冲“腿”助其抱稳月球

着陆缓冲机构，通俗地说就是组合体的“腿”。这四条缓冲“腿”可不一样，它们来自于机构分系统团队的精心设计。着陆缓冲机构具有完全自主知识产权的“偏置收拢、自我压紧”式方案，解决了着陆缓冲、着陆稳定性等多方面的问题。

与嫦娥三号的着陆缓冲设计方案相比，嫦娥五号任务的着陆缓冲能力要求提高30%，但机构重量指标却减少了5%。

“天黑请闭眼”精妙防尘

在着陆器、上升器组合体落月过程中还有两个精妙的设计，分别是上升器月面起飞时要用的“最强大脑”中央控制计算机和通过“看星星”确定自己姿态的星敏感器。

由于距离月面较近时主发动机会激起月尘污染星敏感器，后续可能影响上升器在月面起飞，科研人员专门设计了一个盖子，在距离月面一定的高度时将星敏感器的镜头盖起来，大家称之为“天黑请闭眼”，待落月之后月尘散去再通知星敏感器把盖子打开，这“一闭眼一睁眼”之间，着陆器和上升器组合体已经顺利着陆在月面上。

轻量定向天线畅联地月

嫦娥五号探测器所有的遥测数据都需要通过着陆器、上升器组合体上一口小小的“锅”，来实时传送。这个“小锅”就是定向天线。五院总体设计部科研人员设计的定向天线包含了反射面天线辐射器、双轴驱动机构，能够灵活地转动，确保“小锅”始终对准地面。

据《北京晚报》

据《新民晚报》、新华社

月球“挖土机”开工大吉

嫦娥五号按计划开展月面采样工作

嫦娥五号探测器着陆器和上升器组合体着陆后全景相机环拍成像(12月2日摄)。新华社发

选址有讲究

11月24日4时30分，我国在中国文昌航天发射场，用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。

历经一周的旅行，嫦娥“五妹”来到了“姐姐”们曾经或正在奋斗的地方——月球。她顺利地通过了安全软着陆的考验，这不仅是嫦娥“家族”与月球小别近两年后的再次相逢，也意味着嫦娥五号距我国首次地外天体采样返回的创举，更近了一步。

据国家航天局消息，12月1日22时57分，嫦娥五号着陆器和上升器组合体从距离月面约15公里处开始实施动力下降，7500牛变推力发动机开机，逐步将探测器相对月球速度从约1.7公里/秒降为零。其间，探测器进行快速姿态调整，逐渐接近月表。此后进行障碍自动检测，选定着陆点后，开始避障下降和缓速垂直下降，平稳着陆于月球正面风暴洋的吕姆克山脉以北地区。着陆过程中，着陆器配置的降落相机拍摄了着陆区域影像图。

此次软着陆的地点，虽然是月球正面，但却是以前未曾探索过的区域。中国探月工程首任首席科学家、中国科学院院士、被誉为“嫦娥之父”的欧阳自远曾表示，中国选择的着陆点距离阿波罗计划着陆点有上千公里距离，将会迎来新的现象、新的发现。

嫦娥“五妹”降临月宫，有且只有一次机会，必须一次成功。由于涉及采样后上升器的月面起飞，因此，嫦娥五号落月也是为后续上升器月面起飞选择“发射场”。和“姐姐”们相比，“五妹”对于着

点的位置精度和平整度方面的要求近乎苛刻——着陆区域内无太高的凸起、无太深的凹坑，坡度要符合任务要求。

“挖土”不轻松

50年前，苏联月球16号将101克月壤样本带回地球，这是人类历史上第一个实现月球无人自动取样并送回地球的探测器。此次，嫦娥“五妹”的挑战更艰巨：带回大约2千克的月壤。

2日晨，嫦娥五号已经开工“挖土”了！科研人员为嫦娥“五妹”设计了两种“挖土”模式：钻取和表取。探测器随身携带了钻取采样装置、表取采样装置、表取初级封装装置和密封封装装置等“神器”，将采取深钻、浅钻，以及“铲土”“挖土”“夹土”等方式，采集约2千克月壤，并进行密封封装。

国家航天局探月与航天工程中心副主任、探月工程三期副总设计师、嫦娥五号任务新闻发言人裴照宇表示，经过论证，两公斤是数量上不算少、工程上可实现的。裴照宇表示，以两公斤作为输入去设计探测器，这个探测器就达到了8.2吨。如果要增加样品的量，整个探测器很多指标都会增长，就会超过火箭的运载能力。

嫦娥系列探测器及火星探测器总指挥、总设计师顾问，“人民科学家”叶培建院士介绍，“阿波罗”飞船载人登月时就发现月球上有水，但带回的样本密封出现了问题，搞不清是在月球上有水还是在地球上被污染了。因此，要在1/6地球重力环境下无人采样和封装非常不易——不仅钻取的月壤必须原原本本，不能破坏原有的层次结构；而且采样之后，也不能有任何污染，还要经得

起返回时的各种恶劣环境。

返回很“刺激”

嫦娥“五妹”的“回家”之路，并不比作客他乡轻松，倒不是“近乡情更怯”，而是“近乡更小心”——完成采样任务后，携带月球样品的上升器从月面起飞，与轨返组合体交会对接，把样品转移到返回器后上升器与轨返组合体分离。

在月球轨道展开无人交会对接，这在世界上是第一次。要知道，在地球轨道上交会对接，一般是“小追大”，如“神舟”飞船追“天宫”；而在月球轨道上交会对接，轨返组合体追上升器是“大追小”，所以难度更大，稍微控制不好就会偏离到太空中。

随后，轨返组合体踏上归途，二者在以接近第二宇宙速度飞到距地球数千公里时分离。最终，返回器采用半弹道跳跃再入方式再入地球大气层，落至预定的着陆场。

全国空间探测技术首席科学传播专家庞之浩介绍，“回家”途中，上升器会从着陆器上起飞。由于上升器的火焰喷射之后会碰到着陆器，可能产生干扰上升器的力，做到对上升器的良好操控是一大难点。此外，着陆器可没法做到像地球上的发射塔架那样配置火箭导流槽，因此上升器要克服月面起飞轨道设计、月面起飞测控和发动机羽流导流等难题。

未来，我国探月工程四期将构建月球科研站基本型，这一基本型由运行在月球轨道和月面的多个探测器组成。基本型将具备月球科学技术研究、资源开发利用技术验证的能力，并国际同行合作，建设国际月球科研站。

稳稳地，“仙女”降临月宫。

12月1日23时11分，嫦娥五号探测器成功着陆在月球正面西经51.8度、北纬43.1度附近的预选着陆区，并传回着陆影像图。成功着陆后，着陆器在地面控制下，将正式开始持续约两天的月面工作。

12月2日4时53分，探月工程嫦娥五号着陆器和上升器组合体完成了月球钻取采样及封装。探测器成功着陆月面后，开展了太阳翼展开、机构解锁等相关准备工作。

截至发稿时，着陆器和上升器组合体正按计划进行表取采样。

嫦娥五号探测器自动采样任务采用表钻结合、多点采样的方式，设计了钻具钻取和机械臂表取两种“挖土”模式。