

# 中国航天四个“首次” 每一步都“步步惊心”

嫦娥五号发射有哪些重要意义？中国探月工程副总设计师、中国航天科技集团科技委副主任于登云在接受采访时介绍，作为我国探月工程“绕、落、回”三步走中的最后收官之战，嫦娥五号将实现我国航天史上的四个“首次”：首次在月球表面自动采样，首次从月面起飞，首次实现月球轨道无人交会对接，首次带月壤高速再入返回地球。

## 首次月面自动采样

作为此次任务的核心关键之一，月球表面自动采样封装是嫦娥五号任务中最引人注目的一个环节。在这个阶段，嫦娥“五姑娘”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。为此，来自航天科技集团五院的设计师们采用表钻结合、多点采样的方式，精心设计了两种“挖土”模式：钻取和表取。当着陆上升组合体顺利软

## 首次月面起飞上升

当着陆器托举上升器实现月面起飞上升后，嫦娥“五姑娘”一路飞奔而去。但是仅仅依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，在这里与轨道组合体交会对接，把采集到的月壤转移到返回器。经过几十年的实践探索，我国在载人航天领域已经熟练掌握了近地轨道交会对接技术，但是在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，而且也是人类航天史上的第一次。人类此前三次无人月球采样任务，由于

## 首次实现月球轨道交会对接

无法掌握月球轨道无人交会对接技术，采用的都是月面起飞直接返回地球的方案；而嫦娥五号则是采用具有世界先进水平的月球轨道交会对接技术，这为航天科技集团五院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，一直到轨道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“五姑娘”精心设计了交会、对接、组合体运行、轨道组合体与对接舱分离等一系列关键动作，助推嫦娥五号实现完美对接。

## 首次带月壤高速再入返回地球

当返回器带着月壤，从38万公里外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公里的差距，因为，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速度肯定不一样。同理，航天器从数百公里高的近地轨道返回和从38万公里外的月球返回必然不同，且差距巨大。一旦速度过猛，返回器一撞向地球，后果不堪设想，必须让返回器减速飞行。为此，航天科技集团五院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是高速进入大气层，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。整个过程环环相扣，确保嫦娥五号能安全顺利地降落在着陆场。

# 嫦娥「五姑娘」奔月「挖土」

- 科学目标**
- 开展着陆点区域形貌探测和地质背景勘察，获取与月球样品相关的现场分析数据，建立现场探测数据与实验室分析数据之间的联系。
  - 对月球样品进行系统、长期的实验室研究，分析月壤的结构、物理特性、物质组成，深化月球成因和演化历史的研究。



发射时间：11月24日4时30分  
发射地点：中国文昌航天发射场

## 【出征】 火箭将探测器送入预定轨道

11月24日凌晨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。  
长征五号遥五运载火箭发射升空后，先后实施了助推器分离、整流罩分离、一二级分离以及器箭分离等四次分离。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，在经历地月转移、近月制动、环月飞行后，着陆器和上升器组合体将与轨道器和返回器组合体分离，轨道器携带返回器留轨运行，着陆器承载上升器择机实施月球正面预选区域软着陆，按计划开展月面自动采样等后续工作。  
嫦娥五号任务由国家航天局组织实施，具体由工程总体和探测器、运载火箭、发射场、测控与回收、地面应用等五大系统组成。国家航天局探月与航天工程

中心为工程总体单位，中国航天科技集团有限公司所属中国运载火箭技术研究院抓总研制运载火箭系统、中国空间技术研究院抓总研制探测器系统。中国卫星发射测控系统部负责组织实施发射、测控与回收。中国科学院国家天文台抓总研制地面应用系统，负责科学数据和样品的接收、处理、存储管理等工作。  
中国探月工程是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》明确的国家科技重大专项标志性工程，是党中央着眼我国社会主义现代化建设全局，为推动航天事业发展、促进科技进步和创新、提高综合国力作出的重大战略决策，自2004年1月立项并正式启动以来，已连续成功实施嫦娥一号、嫦娥二号、嫦娥三号、再入返回飞行试验和嫦娥四号等五次任务。  
此次发射任务是长征系列运载火箭的第353次发射。

## 【探月】 将为载人登月提供技术验证

月球探测器嫦娥五号成功发射，中国月球探测工程首席科学家、中国科学院院士、被誉为“嫦娥之父”的欧阳自远十分激动。他表示，嫦娥五号发射，标志着我国探月“三步走”进入收官阶段。嫦娥五号以无人交会对接的方式进行月球样品的采集返回意义重大，并且有很大的科研价值。这次任务还可以为中国载人登月提供技术验证。  
欧阳自远表示，人类此前几次无人月球采样任务，由于无法掌握月球轨道无人交会对接技术，采用的都是月面起飞直接返回地球的方案；嫦娥五号则采用达到世界先进水平的月球轨道交会对接技术。这种以无人交会对接的方式进行月表样品的采集返回，在世界历史上还是首次。过去苏联进行过无人月球采样返回，他们没有使用交会对接的方式，每次采集的样品都不多，其中1976年的月球24号从月球携回170克样本，这也是人类迄今为止最后一次从月球采回样品。美国的阿波罗载人探月，因为有人，所以在样品采

集上便利很多。他们实施了6次载人探月任务，共采集到382公斤。我们虽是两公斤，但以无人的方式来实施，所以技术难度更大。  
嫦娥五号将在38万公里外实施世界首次月球轨道无人交会对接与样品转移。对接机构中的运动位置精度和对中性是影响样品容器转移关键，“月宫之吻”对接精度要求达到毫米级。  
月球采样也是这次任务的一大看点。这一次，嫦娥五号钻取子系统具有钻进能力强、排粉能力强、月壤适应性强的特点。钻取子系统经历了上千次地面钻取试验，积累试验过程数据，形成了不同工况的钻取参数数据库，通过在轨预编程自主控制，实现钻取子系统“回转”“冲击”和“回转+冲击”三种模式，不同参数的自由切换。同时可根据采集到的钻进参数，自主切换钻进策略，适应多种月壤工况，具有很强的钻取适应性。



嫦娥五号绕月飞行模拟图



嫦娥五号以无人交会对接的方式进行月球样品的采集返回意义重大，并且有很大的科研价值。这次任务还可以为中国载人登月提供技术验证。  
嫦娥五号将着陆在月球正面，在月球最大的月海风暴洋北缘的吕姆克山附近，这样的位置过去还没有人类的探测器去过。科学家们认为这个区域形成的地质年代比较短，大概只有37亿年左右。我们对这个地带的样品进行科学研究，能够帮助我们更好地认识月球形成的过程。  
——欧阳自远

## 为何去月球“挖土”？

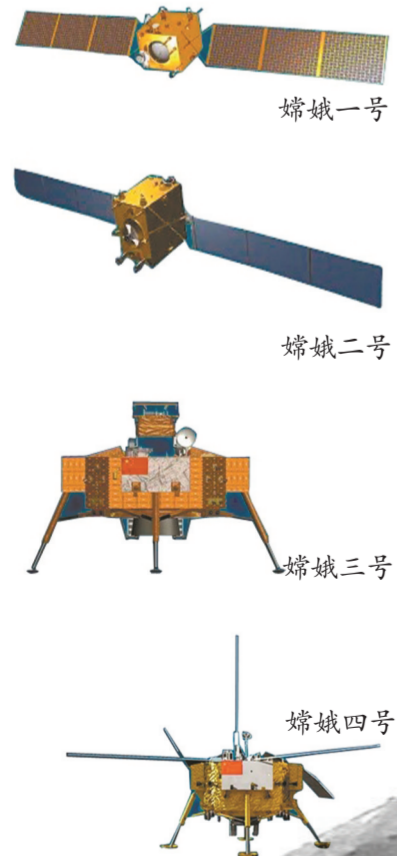
欧阳自远院士表示，嫦娥五号探月在月球上带回月壤，科学意义重大。  
1978年，时任美国国家安全事务顾问布热津斯基访华时，向中国赠送了1克月球岩石标本。这块黄豆大小的石头被一分为二，一半送去北京天文馆向公众展出，另一半被欧阳自远拿来进行研究。他花四个月全面解剖，把它的化学成分、矿物组成、演化历史等全弄清楚了。光这半克月球岩标本，团队就发了数十篇科研论文。在他看来，月壤包含大量信息，既是了解月球壳岩圈的组成和分布特征，研究月球乃至地月系演化历史的绝佳样本，也为了解太阳活动历史等提供必要信息。  
此外，这次月球采样返回还可以为我们今后开展载人登月提供相关的技术验证和探索。“载人返回和采样返回，这其中的技术有相似的地方。”欧阳自远说，后续探月工程任务还很重，我们将在月球南极建设月球科研站，另外还将在不久的将来把中国人送上月球，这些都离不开每一步坚实的探索。

## 为何搭“红眼航班”？

中国运载火箭技术研究院总体设计部钱航博士表示，多个因素决定了嫦娥五号选择在凌晨发射：一是便于奔月轨道的设计。月球探测与火星探测一样，都属于深空探测，在火箭发射轨道设计上，要考虑到地月相对位置关系。对于嫦娥五号探测器，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。经过综合考虑，长征五号遥五火箭在凌晨发射最有利于奔月轨道的设计，可以满足各种约束条件。二是减少太阳活动对于嫦娥五号的影响。它飞向宇宙的时候，正好是地球把太阳光直接遮蔽住，避免有过多太阳辐射。三是晚上的天空云层更少，有利于信号的传播。凌晨天气状况比较稳定，基本不会出现突然的天气变化，有利于发射。四是为了方便观测。在凌晨发射，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。

（据《广州日报》）

## 【回顾】 我国探月工程“绕、落、回”三步走



- 绕**：实现环绕月球探测（嫦娥一号）
- 落**：实现月面软着陆、月面就位探测和巡视探测（嫦娥二号）（嫦娥三号）（嫦娥四号）
- 回**：实现无人采样返回（嫦娥五号）