

# “嫦娥四号”为何要落月球背面

经过20多天的太空飞行，“嫦娥四号”很快将着陆于月球背面预选着陆区——月球南极-艾肯盆地内的冯·卡门撞击坑，成为世界第一个在月球背面软着陆和巡视探测的航天器。“嫦娥四号”落月探测器是2018年12月8日升空的，2018年12月12日进入月球轨道。那么，“嫦娥四号”为什么要落到月球背面？落到月球背面有哪些困难？

## “嫦娥四号”一路奔月宫

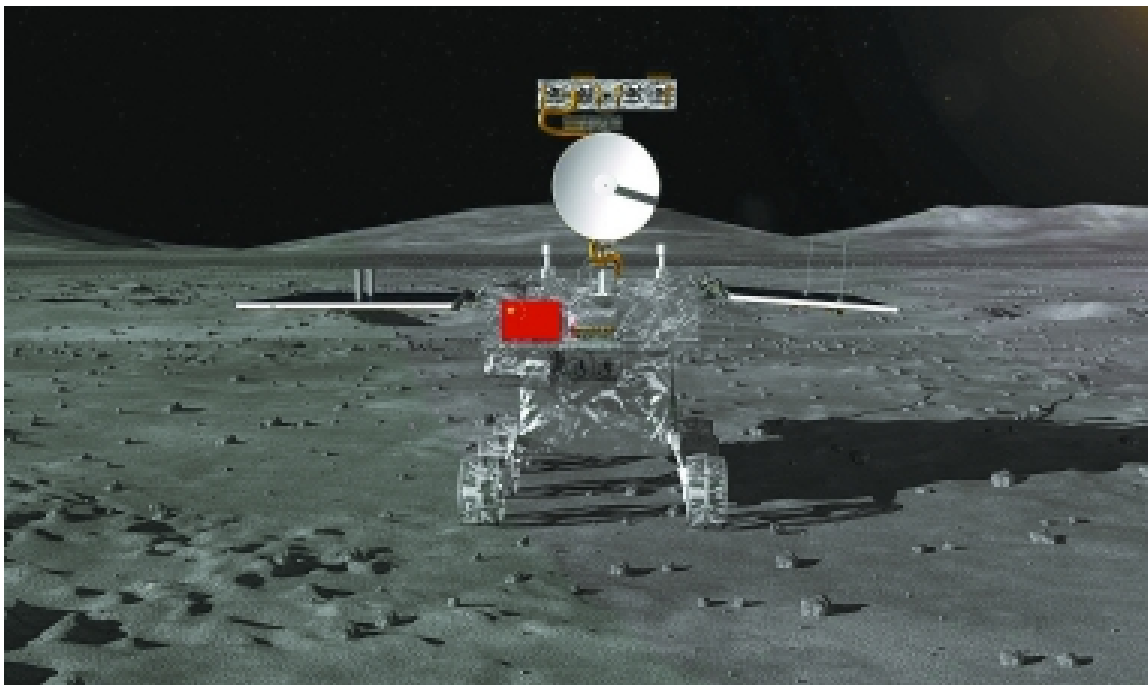
“嫦娥四号”整个飞行过程包括发射入轨段、地月转移段、近月制动段、环月飞行段、环月降轨段、动力下降段，最终着陆到月面。期间，着陆器和巡视器组合体通过“鹊桥”月球中继星与地面建立上下行通信链路。着陆成功后，着陆器将择机完成巡视器释放。着陆器、巡视器分别开展科学探测，并通过“鹊桥”将数据传回地球。

“嫦娥四号”落月探测器升空后，由于准时发射、准确入轨，原计划在近月制动前实施的3次轨道中途修正，只于2018年12月9日进行了1次，达到了预期目标。

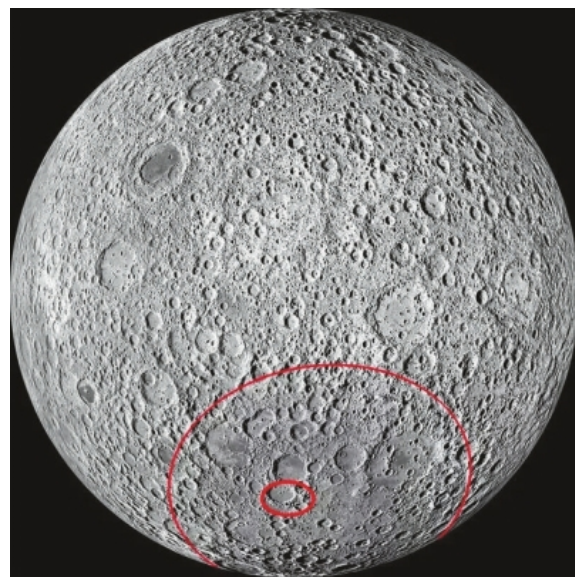
经过约110小时奔月飞行，2018年12月12日16:45，“嫦娥四号”成功实施了近月制动，顺利完成“太空刹车”，被月球捕获，进入了环月轨道。此前的12月12日16:39，“嫦娥四号”在距月面129千米处成功实施了7500牛发动机点火，约5分钟后发动机正常关机，“嫦娥四号”顺利进入近月点100千米的环月轨道，近月制动获得圆满成功。

所谓近月制动就是给高速飞行在地月转移轨道的航天器减速，使其被月球的引力捕获，进入环月轨道。“嫦娥四号”经过约110小时飞行后，以10千米/秒左右的速度和月球相遇。此时它与月球的相对速度约为2.4千米/秒。到达制动点时，它需要通过减速发动机反推将速度降下来，制动量约为800米/秒，即将原本2.4千米/秒的相对速度降低到1.6千米/秒左右。“嫦娥四号”的“刹车”力度需要极其精准。如果“刹车重了”，例如每秒的速度多减30米，可能会导致它撞上月球；如果“刹车轻了”，探测器速度过大的话，月球引力也会拉不住它。

有些人可能会问：在环月轨道运行这段时间内探测器都干什么了？据悉，“嫦娥四号”落月探测器调整了环月轨道高度和倾角，开展了与“鹊桥”月球中继星的通信链路在轨测试和导航敏感器在轨测试，以确保“嫦娥四号”最终能进入预定的着陆区，择机实施月球背面软着陆。



“嫦娥四号”月球车外观设计构型。



月球背面的着陆地点，大红圈为南极-艾肯盆地，小红圈为冯·卡门撞击坑。

## 在月球背面着陆意义大

目前全球已进行过130多次探月活动，包括用探测器撞击过月球背面，但是从来没有一个探测器在月球背面进行软着陆。

通过已发射的大量绕月探测器了解到，月球背面具有不同于月球正面的地质构造，多“山”多“谷”，所以对研究月球和地球的早期历史具有重要价值。地球上经历了多次沧海桑田，早期地质历史的痕迹早已消失殆尽，只能寄望于从月球上仍保存完好的地质记录中寻找地球的早期历史。因此，对月球背面开展地貌、物质组成、月壤和月表浅层结构的就位与巡视综合探测，可促进对月球早期演化历史的新认知，对研究地球的早期历史也有重要价值。

另外，由于被地球潮汐锁定、月球的自转与公转周期相同等原因，在地球上永远看不到月球的背面，只有约59%的月面能被地球观测到。所以对天文学研究而言，月球背面是一片难得的宁静之地。接收遥远天体发出的射电辐射是研究天体的重要手段，称为射电观测。由于这些天体的距离遥远，电磁信号十分微弱，所以在地球上，日常生活

电磁环境会对射电天文观测产生显著干扰，因此天文学家一直希望找到一片完全宁静的地区，监听来自宇宙深处的微弱电磁信号。月球背面可屏蔽来自地球的各种无线电干扰信号，因而在那里能监测到地面和地球附近的太空无法分辨的电磁信号，研究恒星起源和星云演化，有望取得重大天文学成果。

## 月背着陆“鹊桥”先行

不过，正是由于在地球上永远看不到月球的背面，所以在月球背面着陆的探测器不能直接和地球站进行无线通信。为此，我国于2018年6月14日先把“鹊桥”月球中继星送入地月拉格朗日2点（简称地月L2点）的轨道。在这个使命轨道上，“鹊桥”能同时看到地球和月球背面，并具备在1000米/秒高速在轨飞行中，速度

控制精度误差不大于0.02米/秒的超强本领，从而可为在月球背面着陆的“嫦娥四号”与地球站之间提供通信链路，传输测控通信信号和科学数据。

遵循工程技术上可行、科学上有特色的原则，“嫦娥四号”的着陆区选在月球背面南极-艾肯盆地内的冯·卡门撞击坑内，这是因为该撞击坑具有较高的科学探测价值，且地势较为

平坦，可以同时满足科学和工程上的要求。对该撞击坑的着陆和探测，能够揭示月球形成和演化的一些关键问题，在月球科学研究中具有划时代的意义。“嫦娥四号”将分析该地区的地表特征和地下构造，为了解月球、地球、太阳系演化提供第一手线索。

“嫦娥四号”在月球背面冯·卡门撞击坑完成软着

陆后，将进行太阳电池翼展开并充电、定向天线展开并指向地球和推进剂钝化等一系列月面初始化工作。其巡视器与着陆器配合完成巡视器解锁分离、转移释放、驶离等动作，巡视器到达月面。此后，在“鹊桥”月球中继星的支持下，着陆器开展就位探测，巡视器按照任务整体规划对探测点逐个进行科学探测，并把探测数据传回地面。

## 适应新任务改进多多

“嫦娥四号”任务的工程目标主要有两个：研制、发射月球中继通信卫星，实现国际首次地月L2点的测控及中继通信；研制、发射月球着陆器和巡视器，实现国际首次月球背面软着陆和巡视探测。

其科学目标主要有三个：开展月球背面低频射电天文观测与研究；开展月球背面巡视区形貌、矿物组分及月表浅层结构探测与研究；试验性开展月球背面中子辐射剂量、中性原子等月球环境探测研究。

作为“嫦娥三号”的备份，1“嫦娥四号”仍由着陆器和巡视器组成，但是因为“嫦娥四号”与“嫦娥三号”的科学目标不同，因此两者所装载的科学载荷有明显变化，更换了部分科学载荷，其中最主要的特点是搭载了国际科学载荷。

“嫦娥四号”的着陆方式与工作状态跟“嫦娥三号”也有很大区别，性能上有很大提升，这是因为“嫦娥三号”相当于在华北平原着陆，而“嫦娥四号”则相当于在崇山峻岭的云贵川地区着陆。

月球正面有较为宽阔的平原，虽然也有许多陨石坑，但即使是坑底也相对平整，所以“嫦娥三号”是以弧形轨迹缓慢着陆。

月球背面的地形很复杂，陨石坑更多，大坑套小坑，地势更陡峭，山峰林立，很难找出再大一些、平坦一些的地方供“嫦娥四号”安身。由于“嫦娥四号”要在凹凸不平的地方软着陆，所以需要具有比“嫦娥三号”更准确的着陆精度。为了不撞到峭壁，“嫦娥四号”具备很高的自主导航和避障功能，以便自主寻找地势相对平坦的地区进行着陆，采取近乎垂直的着陆方式。

“嫦娥三号”在长月夜零下180℃的环境中是不能工作的，而“嫦娥四号”将采取新的能源供给方式——同位素温差发电与热电综合利用技术，以保证其度过寒冷漫长的月夜及正常开展探测工作，在国内首次实测月夜期间浅层月壤的温度。

“嫦娥四号”的月球车虽与“嫦娥三号”携带的“玉兔号”月球车外形和重量一样，是全球目前重量最小的月球车，但由于要首次在月球背面软着陆和巡视，因此针对月球背面复杂的地形条件、中继通信新的需求、极大的温差和科学目标的实际需要等因素，对“嫦娥四号”月球车进行了适应性更改和有效载荷配置调整，在运动安全、能源供给、科学探测和测控通信等方面均做了特殊的设计。尤其在线路方面进行了设计改进和试验验证，使它更强大，既不怕极热极冷的“广寒宫”，又能完成更多新任务。

此外，“嫦娥四号”的月球车还针对“玉兔号”在执行任务过程中遇到的一些问题，有针对性进行了电缆设计的改进和试验。“嫦娥四号”的月球车仅在电缆悬挂、摩擦方面就做了上千次试验，同时也尽量减少电缆裸露在外的面积，减少电缆的故障风险。

“嫦娥四号”任务完成后，我国将执行探月三期任务，发射“嫦娥五号”采样返回器，它由上升器、着陆器、轨道器、返回器四个部分组成，将完成探月工程的重大跨越——带回2千克月球样品。

此后，我国探月工程将实施第四期工程，主要任务包括开展以机器人为代表的月球南北极探测，然后建立无人的月球科考站。最终，我国将实现载人登月的宏伟目标。（杭州）