

# 38万公里外，月球快递“揽货”

## 我国首次实现月球轨道交会对接，嫦娥五号是怎么做到的

### “抱爪式”设计理念世界首创

“抱爪机构具有重量轻、捕获可靠、结构简单、对接精度高等优点。因此，我们在嫦娥五号上采用了抱爪式对接机构，通过增加连杆棘爪式转移机构，实现了对接与自动转移功能的一体化，这些设计理念都是世界首创。”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。

“所谓抱爪，形象地说，就像我们手握棍子的动作，两个方向一用力，就可以把棍子牢牢地握在手中。”中国航天科技集团八院嫦娥五号轨道器技术副总负责人胡震宇介绍，探测器采用的对接机构就是由3套K形抱爪构成的，当上升器靠近时，只要对准连接面上的3根连杆，将抱爪收紧，就可以实现两器的紧密连接。

捕获、收拢、转移，看似简单的过程，但在38万公里外高速运行的飞行器上实现却没那么简单。“月球轨道相对于地球轨道有时延，这就对时效性要求非常高，必须一气呵成完成对接与转移任务。”中国航天科技集团八院对接机构与样品转移分系统技术负责人刘仲解释：“对接全步骤要在21秒内完成，1秒捕获、10秒校正、10秒锁紧。为此我们做了35项故障预案，从启动开始到交会对接，全部采用自动控制。”

### 微波雷达助嫦娥五号“太空牵手”

此次，由中国航天科工集团二院25所研制的嫦娥五号交会对接微波雷达，作为中远距离测量的“助手”，成功引导完成了嫦娥五号的交会对接任务。

微波雷达是一组成对产品，由雷达主机和应答机组成，分别安装在嫦娥五号的轨道器和上升器上。当轨道器、上升器相距约100公里时，微波雷达开始工作，不断为导航控制分系统提供两航天器之间的相对运动参数，并进行双向通信，两航天器根据雷达信号调整飞行姿态，直至轨道器上的对接机构捕获、锁定上升器。随后，上升器中的月壤样品转移至返回器中。

交会对接微波雷达总工程师孙武介绍，此前任务中，我国航天器在近地轨道进行过多次交会对接，都应用了该微波雷达，优异的表现证明，我国已成功掌握交会对接技术。但不同的是，这次交会对接是在38万公里外的月球轨道，难度更大。

“与近地轨道相比，月球轨道环境更复杂，要克服月球引力影响，所以自动交会对接对微波雷达提出的要求极为苛刻。为此，研制团队攻克了一系列关键技术。”孙武说。

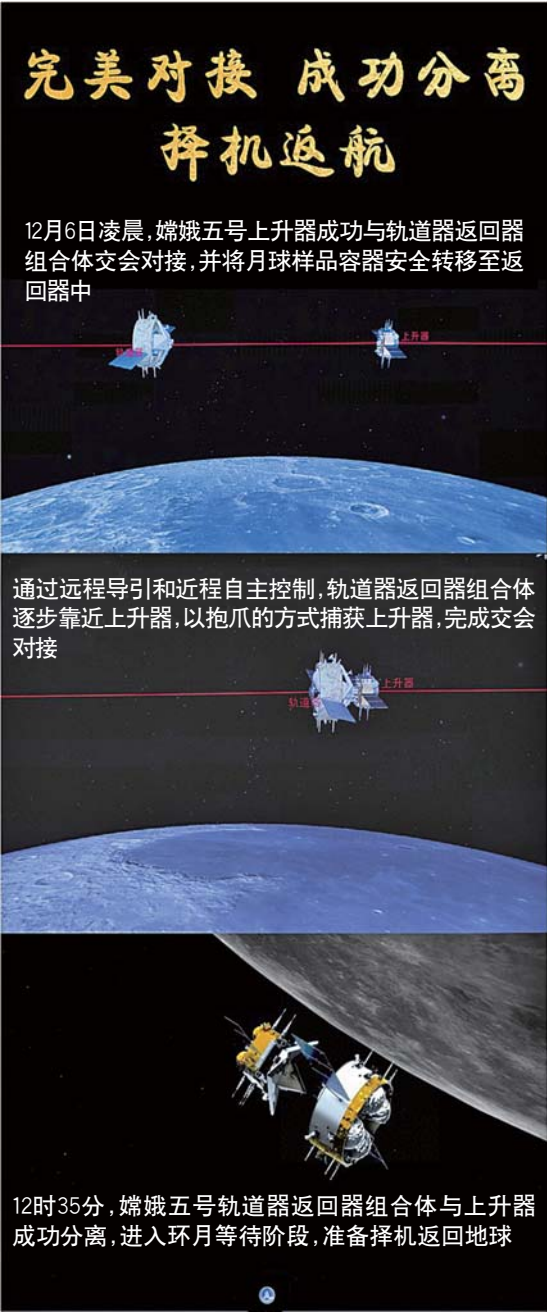
嫦娥五号的轨道器和上升器交会对接，是体量相差巨大的“大追小”复杂受力过程，需要微波雷达的测角精度更高。微波雷达项目主任设计师贺中琴介绍，微波雷达主要作用在100公里到20米的中远程范围，精度的提高大幅提升了精准对接的胜算。此外，装有对接用应答机的上升器在落月时难免形成扬尘，这些肉眼不可见的干扰将会严重影响测角精度。

为确保安全度过月球之旅，设计师在应答机上安装了特殊材料制成的防尘罩，“就像戴上护目镜，嫦娥的‘千里眼’就不会变成近视眼。”25所设计师纪博说。

### 减轻每一克重量都意义重大

事实上，25所研制团队为这次交会对接打造的微波雷达，不仅是“千里眼”，更是“顺风耳”，升级后的它更小巧、更强大、更可靠。

微波雷达在保证交会对接测量“本职工作”的同时，还开发了航天器之间双向空空通信的“第二职业”，从雷达与应答机之间“一问一答”的传输方式，升级至轨道器与上升器之间的“沟通对话”，实现了遥控指令和遥测参数的双向传输。同时，在此前交会对接微波雷达已经实现减重一半的基础上，这次又进一步开展了轻量化改进。“每一克重量的减轻，对嫦娥五号任务的意义都是重大的。”孙武说。 据新华社



延伸阅读

### “硬核大片”背后的太空摄影师

6日6时许，在38万公里外的环月轨道，航天器上的镜头清晰地记录了嫦娥五号上升器携带月壤样品与轨返组合体的交会对接过程。

这张“硬核大片”背后的太空摄影师，是中国航天科技集团八院控制所研制的红外及可见光双谱段监视相机。该相机集红外和可见光成像于一体。根据遥控指令的要求，可在六种拍摄模式中自由切换，实现红外和可见光分别或同时成像。相当于给普通相机加了一个夜视仪，即使交会对接过程发生在月背，接受不到太阳光照，也可以通过红外相机记录下全过程，确保全天时、全光照条件下记录交会对接过程。

该相机可见光谱段分辨率达到2048×2048，红外谱段分辨率为640×480，还实现了红外和可见光同时成像，给地球上的观众带来高清的视觉感受。 据新华社

### 2吨多小胖子如何“追上”小姑娘

#### 嫦娥五号手把手教你秘籍

在环月轨道中运行的轨返组合体重达2.3吨左右，怎样顺利和体重仅有400公斤左右的上升器“牵手”成功？来看看嫦娥五号探测器的“专属秘籍”。

#### 最耐心的等待

12月1日，嫦娥五号着上组合体与轨返组合体分离，顺利落月，开展“挖土”和封装工作。与此同时，轨返组合体则在环月轨道上继续飞行，安静、耐心地等待与装载月壤的上升器再次见面。重达2.3吨的“小胖子”——轨返组合体，在2天时间内完成4次调相控制，在距离月表200×200公里的圆形轨道上完成长跑。

#### 最亲近的沟通

体重800公斤左右的“小姑娘”——上升器在上升过程中“瘦身”到400公斤左右，冲入15×180公里的环月椭圆轨道，通过与轨返组合体之间巧妙的沟通方式——远程导引，进行四次轨道控制，进入到210×210公里的环月圆轨道上，在预定的交班点停留在轨返组合体的前方50公里处。在进入交班点后的4个小时，轨返组合体就开始用更亲近的沟通方式——近程导引与上升器沟通，双方通过自己携带的敏感器，即微波雷达互换信息，轨返组合体开始主动向上升器靠近。

嫦娥五号轨返组合体为自己设置了4个停泊点，50公里、5公里、1公里、100米，每一次停泊观察都是对最终靠近时间和地点的精确把握。

### 最深厚的实力

此次嫦娥五号轨返组合体要在距地球38万公里外的环月轨道上追逐上升器，这就对控制系统提出了更高要求。轨道返回组合体要能适应更大的偏差，在没有任何干预的情况下全自主地做出向“心仪对象”靠近的各个决策，这不仅是国内首次，更是国际首次。

轨返组合体重达2.3吨，稍有不慎就会将身姿轻盈的上升器撞飞，这需要“小胖子”对速度、位置都有极细致的把握。不仅交会对接过程精巧细致，交会对接的产品设计也极为精密。

### 来自月球的“快递”已准备投递

#### 嫦娥五号还有几天能回家

嫦娥五号采集的2千克月球样品，已到达回到地球前的最后一站：返回器，还需多久才能回到地球？嫦娥五号任务被称为我国迄今最复杂的航天任务之一，一共要经历11个阶段：发射入轨、地月转移、近月制动、环月飞行、着陆下降、月面工作、月面上升、交会对接与样品转移、环月等待、月地转移、再入回收。目前11步已经完成了8步，进入环月等待阶段，做好返回地球的准备。

轨道返回组合体从月球归来，经历多次中途修正，在距离地球5000公里高度处，轨道器和返回器分离，返回器独自完成最后一段路程。返回器从38万公里外长途奔袭归来，达到第二宇宙速度，如果没有及时减速，有可能撞毁。因此，科研人员为它设计了一个“打水漂”的返回方式。返回器首先以第二宇宙速度冲向地球，在进入地球大气后，很快又跳出来，再次进入大气层。一出一进之间，就顺利实现了减速。

根据航天科技集团消息，嫦娥五号任务总共历时23天，从11月24日凌晨发射到12月6日，已经过去12天，时间已经过半，嫦娥五号很快就能回家了。 据中新社

## 来论 迟到2分钟登机遭拒，“宝妈”不是无理取闹的理由

□江德斌

12月5日，一段视频在朋友圈热传，一位自称哺乳期的宝妈，赶飞机迟到了，在登机口要求航空公司再派一辆摆渡车将她送到飞机上机处遭拒，并嚷着：“我要全国最大的点击量”，女子还大喊：“我是个哺乳期母亲，我奶都要被你们气没了，晚1分钟再协调个摆渡车不行吗？”

该宝妈吵闹的起因是误机，迟到2分多钟登机遭拒后，开始无理取闹，干扰了机场正常秩序，也影响到其他旅客登机。显然，如此大闹机场涉嫌违法，在工作人员报警后，这位宝妈将被处罚。

《治安管理处罚法》第二十三条规定，扰乱车站、港口、码头、机场、商场、公园、展览馆或者其他公共场所秩序的，将处警告或者二百元以下罚款；情节较重的，处五日以上十日以下拘留，可以并处五百元以下罚款。民航局公安局2018年1月修订印发《民航公安行政处罚裁量基准》，亦明确堵塞安检口、登机口等工作通道扰乱机场秩序，需依照《治安管理处罚法》予以处罚。

近年来，各地时有类似扰乱机场秩序的事件，诸如辱骂殴打工作人员，堵塞安检口、登机口，打砸柜台，撒泼吵闹等，对机场安全、

其他旅客出行构成影响。具体来看，此类事件的诱因主要是旅客误机、航班延误等，既有天气原因、交通管制等造成的，也有很多是旅客自身因素所致，比如出发太晚、记错时间等。从新闻看，该宝妈恰是去错了登机口，导致错过正确的登机时间，才闹出了笑话。

航班检票、登机有严格的时间标准，一旦超时，就会影响到整体，可能要调整其他航班。因

此，旅客出现误机的情况，切不可情绪激动、动粗，以免触犯法规。可以先讲明事由，请工作人员问下机长，能否给予放行；如果不能登机，就寻求改签航班、退票等方法，以尽量完成出行、减少损失。至于机场方面，也需完善工作细节，进一步提升服务质量，及时公布信息，耐心解答旅客意见，安抚旅客情绪。

投稿邮箱:qilupinglun@sina.com