“嫦娥”回家惊心动魄900秒

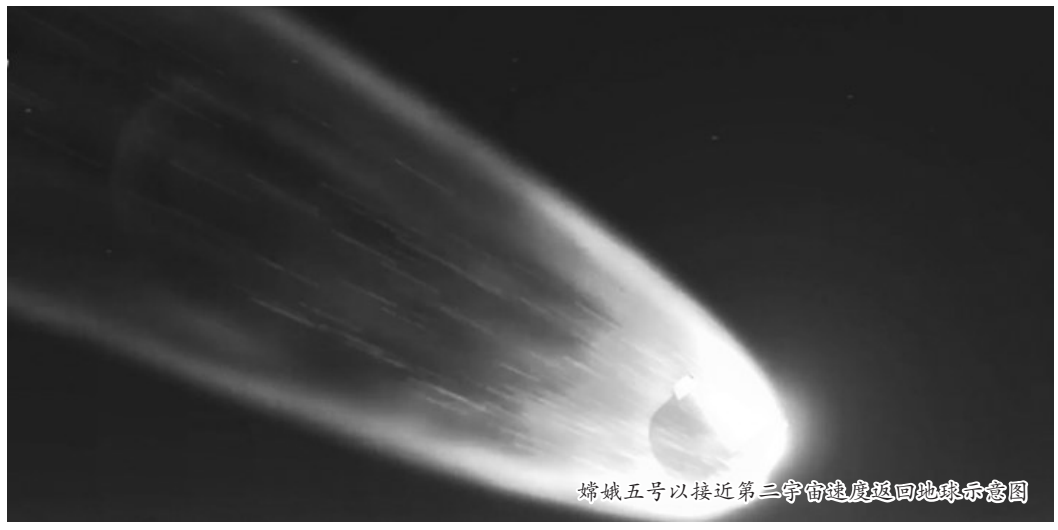
太空“打水漂”高速归来

“采撷月壤”的嫦娥五号荣耀归来，稳稳着陆在内蒙古四子王旗，中国首次月面自动采样返回任务取得圆满成功。

与嫦娥一号、二号、三号、四号4位“姐姐”相比，嫦娥“五姑娘”无疑是个幸运儿，因为执行自动采样返回任务而拿到了一张珍贵的地月旅行“往返票”。截至目前，世界上只有美国、苏联的航天器以及中国探月三期再入返回飞行试验器成功开展了绕月再入返回试验。

来自国家航天局的消息称，作为我国复杂度最高、技术跨度最大的航天系统工程，嫦娥五号任务成功实现了多方面技术创新、突破了一系列关键技术，从太空以“打水漂”的形式带样返回地球，就是其中一个重大突破。

嫦娥五号返回器如何回家，“太空水漂”又是如何完成的？记者就此采访了嫦娥五号任务相关专家。


嫦娥五号以接近第二宇宙速度返回地球示意图

在太空“打个水漂”再回来

很多人都试过“打水漂”，找一片薄薄的石头或者瓦片，放低身姿，将石头或者瓦片斜贴着水面掷出，有意思的一幕便会出现：石头或者瓦片扎入水里后又会快速跃出，回到空中，再扎入水里，又回到空中……如此重复多次。

这次，嫦娥五号返回器就是在太空中打了“水漂”之后回来的。

这个“太空水漂”，航天术语叫“半弹道跳跃式返回”，即在返回器第一次进入大气层一定“深度”并滑行一定距离后，调整返回器姿态，使其再次升高，随着返回器的升高，其速度会进一步降底，在降到第一宇宙速度以下时返回器便不再满足成为一颗地球卫星的基本条件，再次开始下落，然后以类似神舟飞船的返回过程返回地球，后面的“回家”方式就轻车熟路了。

“为什么要采用这种‘打水漂’的形式回家呢？”中国航天科技集团五院总体设计部嫦娥五号探测器总体主任设计师孟占峰告诉记者，嫦娥五号返回器从月球归来的速度是高达每秒11.2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7.9公里的第一宇宙速度，可别小看了这每秒3公里多的差距，航天器如果以过高的速度进入大气层，摩擦产生的剧烈高温将带来极大风险，因此必须解决“减速”问题。

中国航天的轨道设计师们，决定借助地球大气层这个航天器再入返回的天然屏障，让返回器在太空中潇洒地打个“水漂”。

“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，然后再以第一宇宙速度扎入大气层，返回地面，整个过程环环相扣，在15分钟内完成。”孟占峰说。

这短短900秒的旅行，凝结了设计师们无数的心血，一次次分析、一次次计算、一次次论证、一次次试验……绞尽了脑汁，费尽了心思，最终成就了太空中精彩一跃，为探测器安全顺利返回打牢了基础。

当然，高科技加持的“太空水漂”与人们儿时在池塘边玩耍的“打水漂”还是不同的，小时候玩的瓦片儿一旦投掷出去便不再可控，但嫦娥五号返回器的“太空水漂”全过程都是可控的。

五院502所专家告诉记者，嫦娥五号返回器中的计算机会根据当前的位置和速度信息，结合落点位置进行制导处理，自动规划出一条从返回器当前位置到打开降落伞地点的最佳飞行路径，然后通过向安装在返回器外的发动机发送喷气控制指令，调整返回器姿势，使返回器沿着规划出的轨迹飞行，最终使返回器“条条大路通落区”。

“可以说，在六七千公里的飞行过程中，在允许的偏差范围内，嫦娥五号返回器可以‘自由飞翔’。”五院502所专家说。

回家途中遇高温“拦路虎”

嫦娥五号返回器回家途中的另一个“拦路虎”就是高温。

见过神舟飞船返回舱的人一定对它乌黑的外表印象深刻。这是返回舱从近地轨道返回地球时，被大气层剧烈摩擦产生的高温烧灼而成的。

“再入的速度提高一倍，再入热量将提高8至9倍！高速进入大气层时摩擦产生剧烈高温，热量急剧提升为航天器返回带来巨大挑战。”中国航天科技集团五院总体设计部嫦娥五号探测器结构分系统主任设计师董彦芝说，如此高的温度一旦进入返回器内部，后果将不堪设想。

如何防热、怎么对抗烧蚀，成为必须攻克的难关。董彦芝告诉记者，因为运载承载能力的约束，嫦娥五号返回器的质量受到严格限制。科研人员在设计过程中不仅需要新型低密度防热材料，还需要对返回器结构本身采用轻量化的设计。

为此，中国航天科技集团五院总体设计部防热结构设计团队为探测器巧妙设计了一件“贴心防热衣”。

首先，针对月球轨道返回热环境、空间环境和重量的要求，科研人员提出了不同部位耐烧蚀和隔热的具体需求与指标，从33种新研材料中筛选出了7种防热材料，完成了防热材料的布局和局部防热结构设计，实现了我国由近地轨道再入到深空轨道再入的防热结构设计跨越。

其次，科研人员提出了三维传热烧蚀分析方法，采用整体变厚度、变密度，分区域、偏轴设计方案，突破了轻量化设计关键技术，并利用一维烧蚀分析和三维温度场分析相结合的数值分析方法，实现了用全面的局部烧蚀试验代替整器烧蚀试验，为试验任务的成功奠定了基础。

董彦芝告诉记者，从防热结构设计、防热材料成型工艺研究、焊接工艺研究，到工程样机、结构器、热控器、专项试验验证器、正样器……嫦娥五号探测器的防热“霓裳羽衣”精心“缝制”而成，成为其安全顺利返回地球家园的生命保证。

按计划，回收后的嫦娥五号返回器在完成必要的地面处理工作后，将空运至北京开舱，取出样品容器及搭载物。国家航天局将择机举行交接仪式，正式向地面应用系统移交月球样品，中国首次地外天体样品储存、分析和研究相关工作也将随之启动。 **据中国青年报**

为了保温

嫦娥五号穿了两层棉衣还贴满了暖宝宝

17日凌晨1时59分，嫦娥五号返回器携带月球样品，在内蒙古四子王旗预定区域安全着陆。探月工程嫦娥五号任务取得圆满成功。此外，在直播中发现了一个“可可爱爱”的画面……

着陆时正值凌晨，为给返回器保温，防止剩余燃料被冻住、增加后续处置的难度，地面回收人员为返回器穿上了两层厚厚的棉衣，最外层还要套上迷彩外罩。

据中国航天科技集团介绍，返回舱全身上下贴的确实都是暖宝宝！此前直播介绍称，这是因为返回舱内部的推进剂还有剩余，担心冻住后不好排出，所以贴暖宝宝给它暂时保暖。高端的设备，往往只要最朴素的保温方式。

网友表示：嫦五返回器棉衣上贴满了暖宝宝，可爱！

据新华社

返回器最外层套上迷彩外罩

返回舱全身上下贴满暖宝宝

返回器穿上了厚厚的棉衣

在17日举行的国务院新闻办新闻发布会上，国家航天局副局长、探月工程副总指挥吴艳华介绍，嫦娥五号任务创造了五项中国首次！ **据新华社**