

最后一米有多重要？

# “数”看神舟十五号返回舱着陆

据中国载人航天工程办公室消息，北京时间2023年6月4日6时33分，神舟十五号载人飞船返回舱在东风着陆场成功着陆。飞船返回要经过制动减速、大气层外自由滑行、再入大气层以及回收着陆四个阶段。其中，回收着陆是载人航天的最后步骤，这过程中有诸多关键节点。

## 距离地面约35公里

返回舱进入稠密大气层后，是返回过程中环境最为恶劣的阶段。随着高度的降低，空气密度越来越大，飞船表面和大气层摩擦产生巨大热量，导致返回舱接收不到地面发送的无线电信号，地面也接收不到返回舱发送的无线电信号，这个区域被称为无线电“黑障区”。  
着陆搜寻信标机位于返

舱底部，是飞船与地面之间通信的设备之一。中国航天科技集团八院804所方面介绍，着陆搜寻信标机在出了“黑障区”后即开始工作，持续向外发出信标信号，确保在返回舱距离地球约35公里处、黑障消失时，第一时间重新与地面取得联系，给出标位信息。在这之后，着陆搜寻信标机持续工作，标示自身位置，直至返回舱搜救任务完成。



神舟十五号载人飞船返回舱在东风着陆场成功着陆。 新华社发

## 距离地面约10公里

在飞船返回着陆过程中，降低速度、减缓冲冲是确保航天员生命安全的关键。当返回舱距离地面约10公里时，引导伞、减速伞和主伞相继打开，返回舱速度从200米每秒降低到7米每秒。

但7米每秒这个速度对航天

员来说依然非常危险，以这个速度着陆极有可能对航天员的脊柱造成损伤。为了保证航天员的生命安全，并且让他们在着陆的最后一瞬间依然有良好的乘坐感受，着陆反推发动机需要启动着陆前的“关键护航”。

## 距离地面1米左右

在返回舱降落到离地面1米左右时，安装在返回舱底部的4台着陆反推发动机开始“精准刹车”，在降落伞减速的基础上，进一步减小垂降速度。4台着陆反推发动机在接收到指令后，在10毫秒内同时点火，以达到减缓落地速度的目的。

中国航天科技集团八院806所介绍，返回舱最理想的缓冲效果是当着陆反推发动机熄火时，正好是返回舱的落地时刻。因此，着陆反推发动机研制的技术难点就在于“精准”和“同步”：不

但要同时点火，还需在准确的时间内提供精准的推力性能。其中任何1台着陆反推发动机工作出现异常，都有可能危及返回舱内航天员的安全。

这4台着陆反推发动机，每台约10千克、直径不到30厘米。别看它们的个头和重量都不大，工作时每台大约能产生3吨的大推力，4台一起工作就有近12吨的推力。这4台着陆反推发动机“麻雀虽小，五脏俱全”，且“力大无比”，稳稳助力航天员回家最后1米路。（据中新社电）

## “太空交班”计划来了！ 神十七10月发射 神十六11月回家

据央视 据中国载人航天工程办公室副主任林西强此前介绍，空间站进入应用与发展阶段，这一阶段，航天员将长期连续驻留空间站，通常每年进行2次乘组轮换、1至2次物资补给。目前正在空间站的神舟十六号3名航天员计划于今年11月返回东风着

陆场。在他们返回前，将迎来神舟十七号载人飞船的来访对接。

根据中国载人航天工程办公室公布的2023年度载人航天任务基本情况介绍，神舟十七号载人飞行任务将于今年10月份在酒泉卫星发射中心发射，飞行乘组仍由3名航天员组成。

## 我国载人飞船黑障区跟踪测量取得重大突破

新华社酒泉6月4日电 神舟十五号载人飞船6月4日清晨成功着陆东风着陆场，科技人员对其在穿越黑障区时的稳定跟踪，表明我国在载人飞船返回穿越黑障区跟踪测量难题上取得重大突破。

飞船返回地球时，会与大气层发生剧烈摩擦，温度剧增，导致气体分子与飞船表面被烧蚀的材料均发生电离。这些不断产生的电离气体包裹在飞船周围，形成等离子体鞘套，对电磁波产生吸收衰减、折射、反射、散射等效应，导致飞船内部与外界的无线电通信异常乃至中断，这就是所谓的黑障现象，这段过程也被称为黑障区。

飞船穿越黑障区时，只能依靠雷达和光学设备进行跟踪测量，能否在此期间稳定跟踪飞船，不论是对出黑障后的飞船测控引导，还是及时预报飞船落点都极为重要。酒泉卫星发射中心敦煌测控区任务区间涵盖了飞船返回进出黑障区的全过程，是实现飞船在黑障区稳定跟踪的核心力量。

据敦煌测控区指挥长曾强介绍，在神舟十五号载人飞船返回时，他们确定了“优化黑障区雷达跟踪方案托底，完善多云天气下光学跟踪策略求精”的总体思路，在雷达和光学两个方面形成合力，圆满完成了飞船在黑障区的跟踪测量任务。

“发现目标，跟踪正常！”

6月4日清晨，神舟十五号飞船返回舱刚进入黑障区，敦煌测控区光学组组长李长松便准确地捕捉到返回舱的实时高清图像，并通过车载通信设备第一时间传至北京飞行控制中心。

“从神舟一号任务开始，为了解决飞船在黑障区的跟踪测量难题，我们一代代测控人接续攻关，联合多家科研机构，针对飞船在黑障区的雷达回波信号特点，不断完善针对性的信号检测和跟踪技术，现已具备了黑障区稳定跟踪飞船的能力。”测控区技术专家吴刚说。