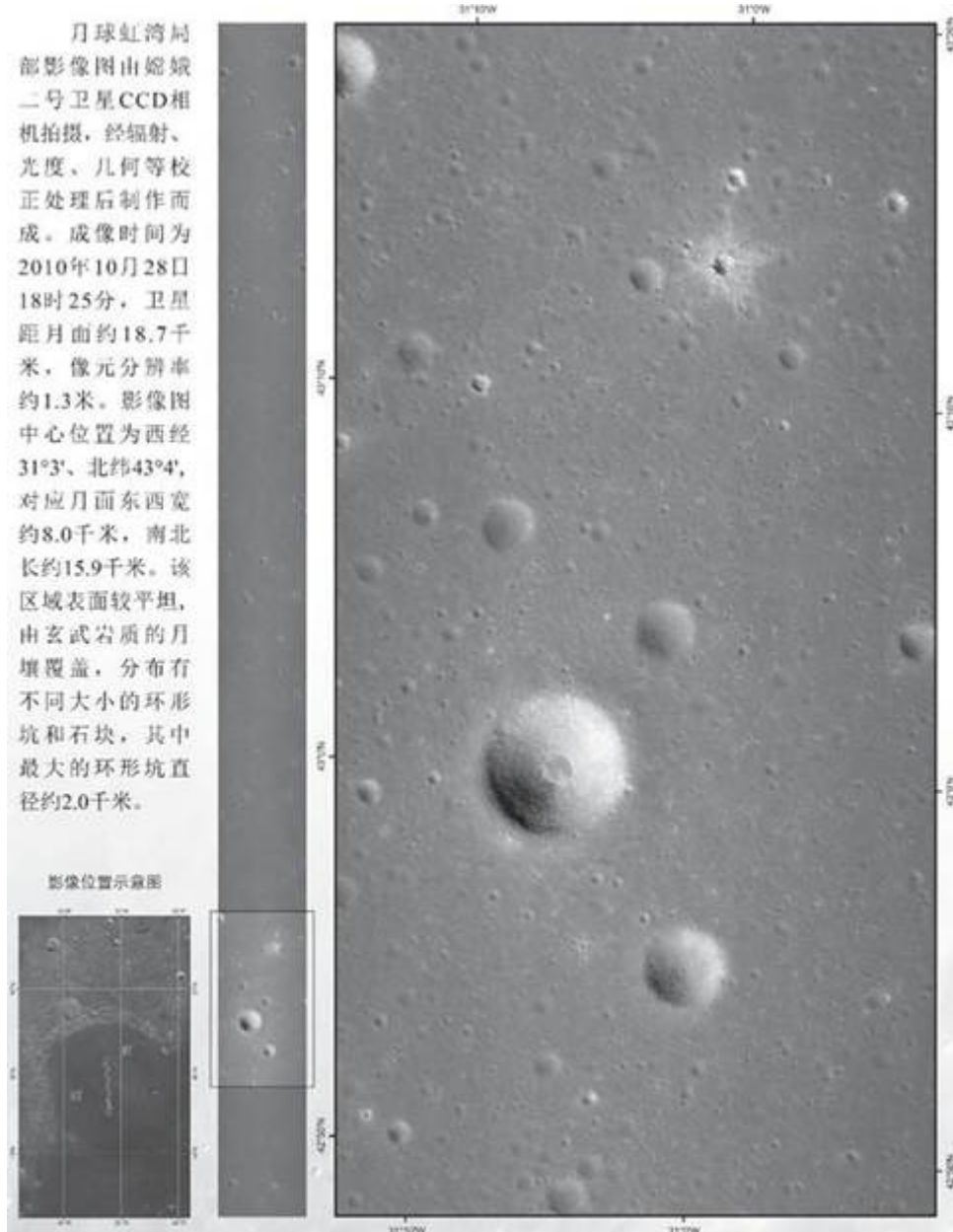


嫦娥二号

嫦娥二号是2007年嫦娥一号的姐妹星，同时是中国探月计划“‘绕、落、回’三步走”中第二步的一部分，作为探月工程二期的技术先导星，为2013年嫦娥三号实现月面软着陆做准备，同嫦娥一号一样，得名于中国古典神话中的月之女神——嫦娥。

2010年10月1日18时59分57秒，“嫦娥二号”卫星在西昌卫星发射中心成功发射。卫星直接进入奔月轨道，经过一次轨道中途修正与三次近月制动后，于10月9日顺利进入轨道高度为100千米、周期约118分钟的极地圆形环月工作轨道。经过了十天的星地数传链路和卫星载荷在轨测试工作，10月24日00时54分18秒“嫦娥二号”卫星搭载的两线阵CCD立体相机开机工作获取图像。11月8日，国务院总理温家宝为“嫦娥二号虹湾局部影像图”揭幕。



嫦娥二号虹湾局部影像图

嫦娥二号的设计与嫦娥一号类似，除未搭载干涉成像光谱仪外其它载荷与嫦娥一号相同，但做了一些技术改进，每种载荷在性能指标上较嫦娥一号有所提高，所探测到的月球数据将更加翔实，比如CCD相机分辨率由嫦娥一号的约120 m提升至最高可达1 m。

嫦娥二号仪器载荷及探测目标

仪器载荷	探测目标
CCD 立体相机 (CCD)	获取月球表面立体影像, 绘制月表三维图像和地质学专题图
激光高度计 (LAM)	获取星下点月表地形高程数据, 为 CCD 立体相机工作参数的调整提供卫星相对月表高度数据
γ 射线谱仪 (GRS)	测量月表物质的 γ 射线能谱, 探测化学元素的含量和分布
X 射线谱仪 (XRS)	测量月表物质的 X 射线能谱, 探测化学元素的含量和分布
微波探测仪 (MRM)	对不同深度月壤微波辐射亮温进行测量, 给出月壤厚度的信息, 并对月球的 ³ He 资源量和分布进行评估
高能粒子探测器 (HPD)	探测高能带电粒子的成分、能谱、通量和随时间的变化特征, 研究近月空间环境的变化规律
太阳风离子探测器 (SWID)	探测原始太阳风等离子的能谱, 包括太阳风的体速度, 离子温度以及密度, 研究近月空间环境的变化规律

在完成其探月科学任务之后, 嫦娥二号探测器于 2011 年 6 月 9 日离开月球轨道, 之后于 8 月 25 日运行至日地第二拉格朗日点, 用以测试中国的追踪控制网络, 至此中国国家航天局 (CNSA) 成为继美国国家航天局 (NASA) 和欧洲航天局 (ESA) 之后第三个到达日地第二拉格朗日点的机构。

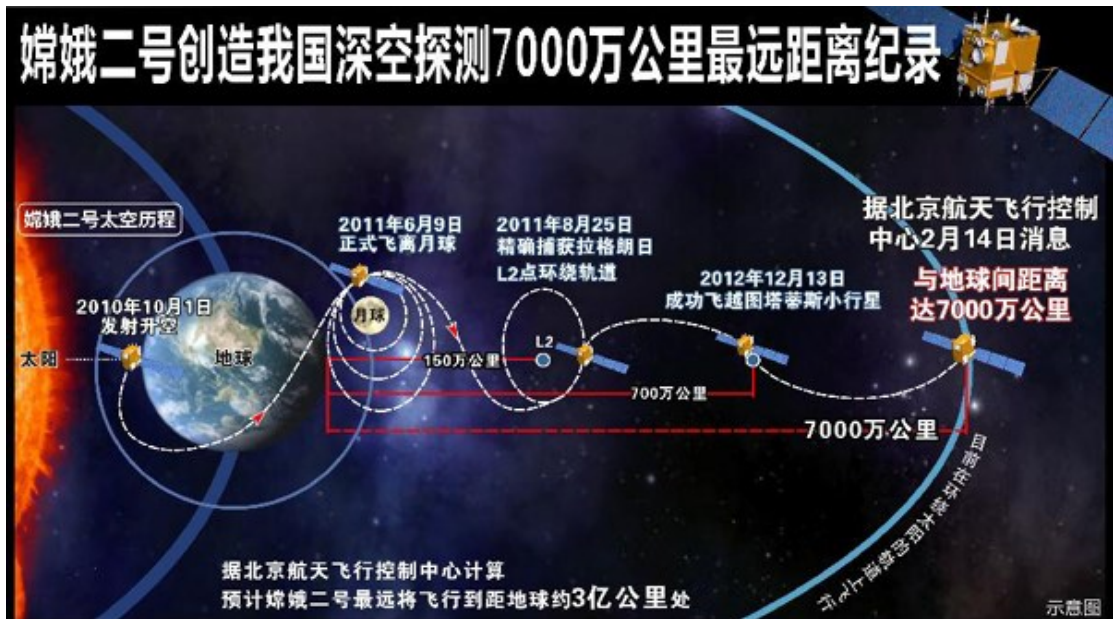
2012 年 12 月 13 日 16 时 30 分 09 秒, 嫦娥二号掠过图塔蒂斯 (Tutatis) 小行星, 对“战神”进行近距离探测。

2013 年 7 月 14 日 1 时许, 已成为我国首个人造太阳系小行星的嫦娥二号与地球间距离突破 5000 万公里。

2013 年 11 月, 嫦娥二号与地球间距离突破 6100 万公里。

2013 年 12 月 16 日, 嫦娥二号飞行到距离地球 6500 万公里深空。

2014 年 02 月 14 日, 嫦娥二号卫星再次刷新我国深空探测最远距离纪录, 达到 7000 万公里, 目前正在绕日轨道上飞向更远深空。

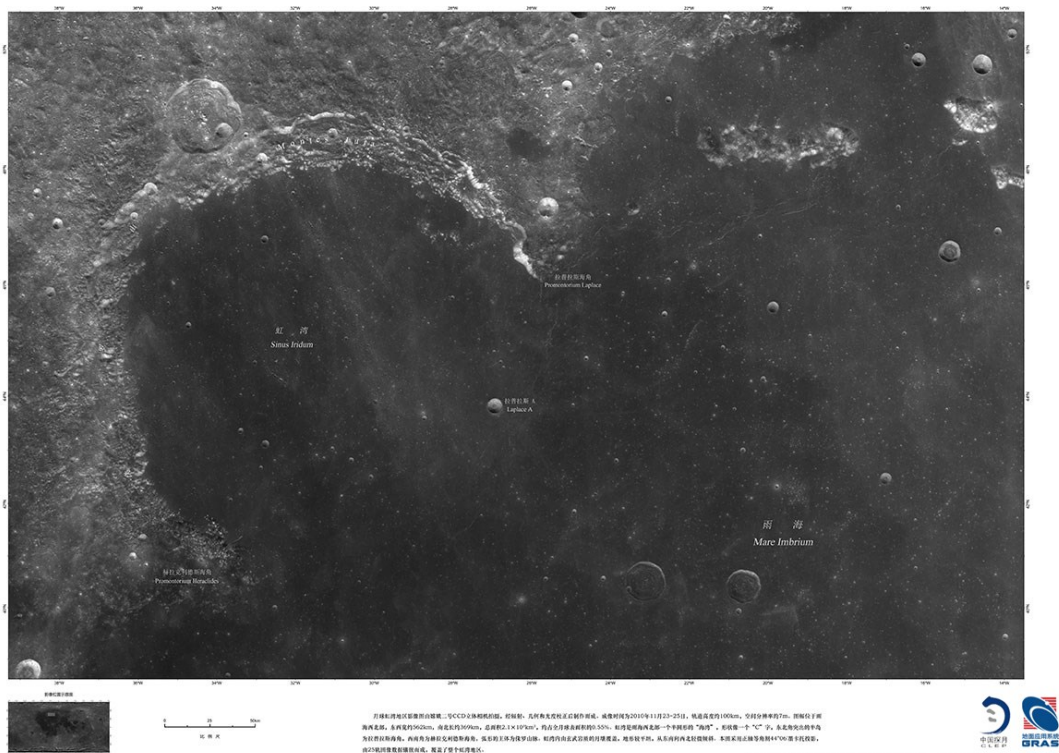


嫦娥二号主要成果：

1、月球虹湾地区影像图

嫦娥二号 CCD 立体相机完成了第一个覆盖周期的拍图和六个缝区的补拍工作后，获得的影像数据实现了月面 99.9% 的覆盖，利用 CCD 立体相机在 100 km 轨道上获取的虹湾影像数据，制作完成了 7 米分辨率的“月球虹湾地区影像图”。

月球虹湾地区影像图



月球虹湾地区影像图

2、全月球 7 米分辨率影像图

嫦娥二号全月球 7 米分辨率影像图是由嫦娥二号探测器的 CCD 立体相机拍摄的 384 轨影像数据，经辐射校正、几何校正和光度校正后向前制作而成，分辨率为 7 m。影像数据获取于 2010 年 11 月 1 日至

2011年5月20日，覆盖全月球。图幅左侧为月球正面图像，右侧为背面图像，均采用正射投影。按300dpi出图质量。7m分辨率全月球影像图的比例尺可以达到1:82677，图幅高约45米，宽约90米。本图系1:267比例缩编后的影像图，其投影中心比例约1:2200万，图幅高16.6cm，宽33.2cm。



嫦娥二号全月球7米分辨率影像图

3、监视/降落相机



太阳翼监视相机主要监视太阳翼工作状态，嫦娥二号火箭分离后，我国首次拍摄了太阳翼整个展开过程，为研究太阳翼在轨展开状态提供了重要依据。同时，该相机还在奔月过程中，拍摄下了地球和月球的身影。左图是10月2日4时8分拍到的地球照片，此时卫星距地球约10.7万千米。中图是10月6日1时18分拍到的月球照片，此时卫星距月球约4.4万千米。

定向天线监视相机主要监视天线的展开及工作过程。卫星发射后不久，该相机首次拍摄到了天线展开的整个过程，并记录下了天线随着卫星姿态改变转向地球方向的工作过程。右图是10月1日20时23分。拍摄下的定向天线转向地球方向的图像，此时卫星距地球约23000千米。



卫星发动机监视相机在卫星奔月过程中，成功记录下了卫星的三次近月制动过程。这是我国首次使用相机直观记录下卫星发动机的在轨工作状态。左图是10月6日11时7分，卫星在第一次近月制动中拍摄下的发动机正在点火工作的图像，此时卫星距月面765千米。

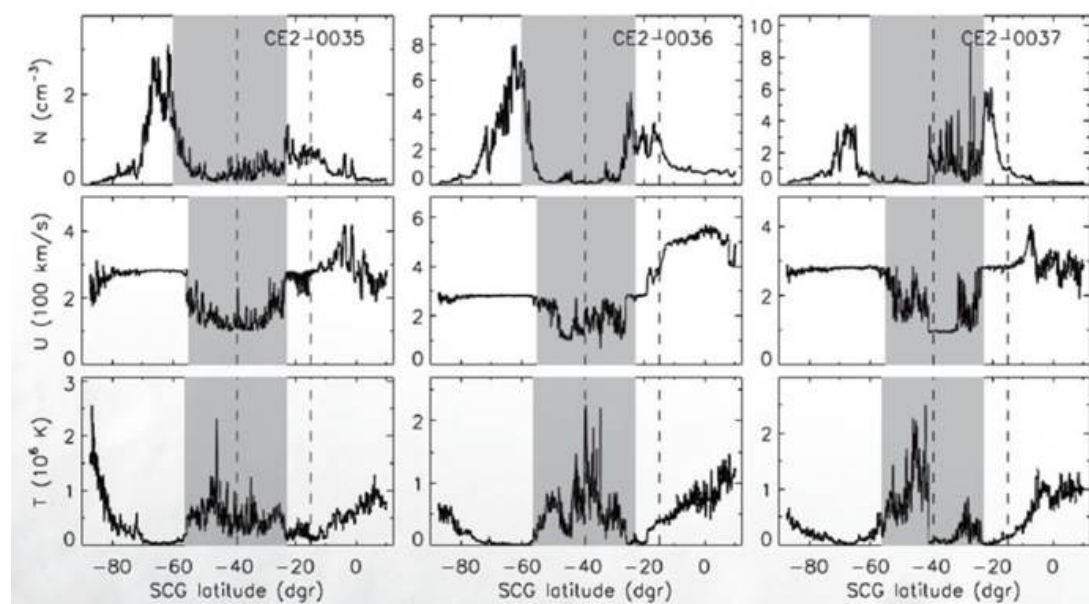
降落相机是嫦娥三号降落过程中用来拍摄月球图像以选择平坦落点的关键设备，嫦娥二号对这台相机的功能进行验证。10月25日-28日，降落相机多次在100km和15km的轨道上拍摄月球图像，可以分辨出月球表面很小的地形变化，为后续设计提供重要的依据。中图是10月20日18时11分，拍摄下的月面图像，此时卫星轨道高度为102千米。

紫外导航相机主要用于拍摄月球紫外谱段的图像，综合卫星轨道参数判断卫星自身的姿态情况，为卫星自主导航提供参数。右图这三幅图像是卫星在环月轨道上拍摄的月面图像。分别摄于10月11日19时20分、19时34分和20时01分，距月面高度分别为101千米、103千米和111千米。图中各种类型的撞击坑清晰可见。

4、太阳风粒子探测器的发现——“微磁层”

月球虽然没有全局的内禀磁场，但是从Apollo时代开始，人们便认识到月球上的局部区域拥有异常的磁结构，磁场强度比正常月球空间环境中的磁场(即行星际磁场)大至少1个数量级。这种磁异常结构能否与太阳风等离子体发生相互作用而产生“微磁层”结构，一直是科学家关注的一个问题。从实际意义上说，这种“微磁层”的存在可以有效地屏蔽太阳风高能粒子流，从而对未来月球车或月球基地的建设提供可靠的选址依据。

通过嫦娥二号太阳风离子探测器的测量以及对得到的数据进行分析研究，发现当嫦娥卫星逐步接近月球表面的一个著名的磁异常区“Serenitatis Antipode”的时候，质子的密度和体速度均降低，而质子温度显著升高，这些趋势都完美地符合理论上对太阳风和“微磁层”相互作用所期待产生的效应，结果很好地验证了月球表面磁异常结构附近可能存在“微磁层”，其结果要远比以往美国月球勘探者号探测器所获得的太阳风电子数据和印度月船一号探测器所获得的氢原子数据的结果更明显，更有说服力。



上图显示了从嫦娥二号3个连续轨道的SWID观测所获得的质子密度，体速度，及温度随月球纬度的变化趋势。图中的虚线给出了相应的月表磁异常结构所覆盖的范围，而阴影区展示了每个轨道中密度、体速度和温度发生明显变化的区域，这些区域和磁异常结构的位置和尺度符合得很好，表明了太阳风质子流的物理性质在磁异常结构的作用下发生了显著变化。

5、飞越“图塔蒂斯”小行星，实现700万公里数据接收

2012年6月1日，嫦娥二号受控成功变轨，脱离了日地第二拉格朗日点环绕轨道，飞往以凯尔特神话中的战神“图塔蒂斯”(Toutatis)命名的4179号小行星，开展又一项拓展试验。在嫦娥二号奔向小行星的路途中，还进行了空间环境方面的科学探测。整个再拓展期间，有效载荷累计开机探测时间超过了615小时，地面接收到的有效探测数据量达到了32Gbit。

2012年12月13日16时30分，在距离地球约700万千米的深空，嫦娥二号成功飞越探测了“图塔蒂斯”小行星。嫦娥二号按照预定计划与小行星“图塔蒂斯”由远及近地擦身而过，国家天文台密云站的50米口径天线完成了此次探测活动数据接收工作，并实时跟踪了嫦娥二号下行信号。此次“图塔蒂斯”小行星的探测数据接收与以往嫦娥二号数据接收不同，嫦娥二号以往的数据接收最远也就150万千米，而此次数据接收，卫星与地球之间的空间距离超过了700万千米，采用了新的下行码速率下传。

嫦娥二号星载CCD相机对小行星进行了光学成像。从12月13日17时34分地面接收到了第一帧探测数据开始，至当日23时35分，共接收到了262Mbit的探测数据，这些数据是飞越小行星探测时关键的50秒过程中拍摄到的图像，也就是从交会时刻开始后的50秒数据。



嫦娥二号拍摄的“图塔蒂斯”（Toutatis）小行星间隔成像照片

短短两年间，从距地球38万千米外的月球，到150万千米远的日地第二拉格朗日点，再到700万千米外的小行星……嫦娥二号突破并验证了我国卫星对小天体探测的轨道设计与飞行控制技术，实现了我国航天飞行从40万千米到700万千米远的大跨越。这次数据接收的成功，也检验了密云站50米天线接收距离地球700万千米以外空间探测器数据的能力，为我国未来的深空探测任务数据接收工作奠定了坚实的基础。

嫦娥二号以10.73公里/秒的相对速度与“图塔蒂斯”的深空交会，最近相距3.2公里，这是我国首次开展小行星飞越探测，也是国际上首次实现对该小行星实施的近距离探测。再拓展试验成功获取了“图塔蒂斯”宝贵的高分辨率图像数据，验证了小天体探测的轨道设计和逼近/飞越控制能力，为我国深空数据接收和测控跟踪提供了实战验证，使我国继美国、欧洲空间局和日本之后成为第4个探测小行星的国家（组织）。