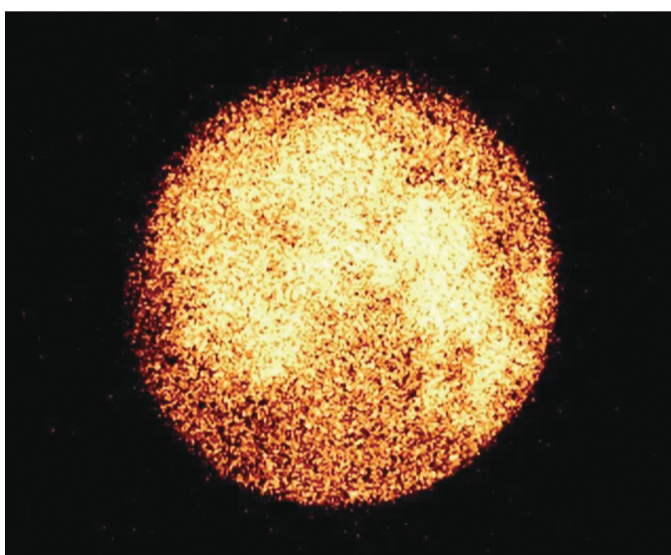


# 中国科学家这样“赏月” 看个明白，给中秋月拍X光片

“海上生明月，天涯共此时”，自古以来，人们大多是通过眼睛可感知的可见光来看月亮的。17日上午，我国“爱因斯坦探针”（简称EP）空间X射线天文台，也在中秋佳佳期间从太空传回月亮的X射线照片，可以欣赏到在X光波段里不一样的月亮，这些图像是由爱因斯坦探针（EP）卫星上搭载的“风行天”X射线望远镜（FXT）获得的，这也是中国科学家首次用自己研发的空间望远镜观测得到完整月亮的X光图像。

爱因斯坦探针卫星是中国科学院空间科学（二期）战略性先导科技专项立项并实施的空间科学卫星系列的重大任务之一，由中方主导，欧洲航天局、德国马普地外物理研究所和法国航天局以国际合作形式参与卫星研制。其中“风行天”是EP卫星配置的两个科学载荷之一，由中国科学院高能物理研究所牵头研制。



爱因斯坦探针卫星“风行天”X射线望远镜所拍摄的月球X射线图像

## 神秘面纱难以“撕破”

在X射线能段给月亮拍照，非常困难。

太阳发出的X射线能激发月面元素产生X射线荧光辐射。由于不同元素的X射线特征能量是不同的，通过研究月面不同能量的X射线图像，可揭示多种元素在月面的分布。

然而，X射线辐射无法穿透地球大气层，因此无法在地面探测。另一方面，X射线很难被聚焦成像，一般只能利用掠入射聚焦，造成X射线望远镜的视场很小，通常只有20角分左右，不能覆盖整个月亮。

为此，科学家通常使用X射线卫星，在大气层外进行观测，但是至今尚未成功拍摄到完整的X射线满月图像，月球就像被蒙上了一层神秘面纱。

## 时机来临 万事俱备

今年处于太阳活动峰年，太阳耀斑频繁爆发。当有太阳耀斑发生时，太阳的X射线流量会急剧增高，能谱变硬，月面的X射线辐射也会随之增强。这给拍摄月面X射线照片提供了有利条件。

今年中秋节恰逢月亮处在地球轨道的近地点附近，距地球仅357400公里，因此，此时月亮比普通满月面积约增大14%，而且亮度更高，因而被称为“超级月亮”，这也是天文观测的好时机。

不过，要拍摄“超级月亮”的完整X射线照片，需要满足以下几个条件：

卫星需要有对月跟踪能力，即

根据月球星历，随时调整望远镜指向，使月球一直处于视场中心。

望远镜要有足够大的视场（视场直径至少要大于33.4角分），这样才可能拍摄到完整的月球照片。

望远镜要有较高的角分辨，这是拍到清晰图片的重要前提。

“超级月亮”的可见光辐射很强，探测器前方需要有较厚的遮光膜遮挡可见光，同时要能透过X射线。

探测器能量分辨要好，这样才能得到不同元素的X射线荧光图像，进而研究各元素的月面分布。

历史上，只有两颗卫星，即德国ROSAT和美国Chandra，对月面成功进行了成像观测。

## “风行天”拍下“超级月亮”

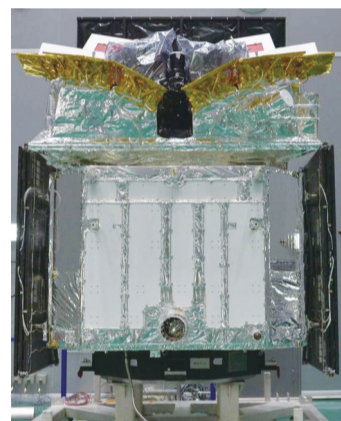
“风行天”此次在中秋节这一特别的时间段对满月进行了X射线观测，并成功传回了清晰的月面X射线照片，从另一个视角与大家分享中秋赏月的乐趣。

与国际上在轨运行的其他X射线卫星相比，“风行天”的成像视场很大，可以把“超级月亮”一览无余。同时，“风行天”拥有较好的X射线能量分辨和较高的有效面积，可以揭示氧、铁、镁、铝和硅等元素在月表的分布。

爱因斯坦探针卫星首席科学家、中国科学院国家天文台袁为民介绍，尽管EP卫星的核心科学目标是探测和研究宇宙高能暂现天体，但超强的X射线探测能力使得EP卫星有着广泛的探测目标和应用前景。“风行天”所拍摄的这些月面X射线图像，对开展月球相关科学研究具有重要价值。 据央视



“风行天”空间X射线望远镜



爱因斯坦探针卫星

# 看个通透，月背面土壤成分揭秘

## 嫦娥六号返回样品首篇研究论文填补历史空白

记者从中国科学院国家天文台获悉，9月17日，中国科学院国家天文台李春来、中国探月与航天工程中心胡浩、北京控制工程研究所杨孟飞领导的联合研究团队在《国家科学评论》（National Science Review, NSR）上发表嫦娥六号返回样品的首篇研究论文，阐述了返回样品的物理、矿物和地球化学特征。

## 月壤与岩屑特性

论文中指出了嫦娥六号返回样品具有较低密度，表明其结构较为松散，孔隙率较高。颗粒分析显示，月壤的粒径呈现双峰式分布，暗示样品可能经历了不同物源的混合作用。与嫦娥五号样品相比，此次样品中斜长石含量明显增加，而橄榄石含量显著减少，表明该区域的月壤明显受到了非玄武质物质的影响。

此外，嫦娥六号采集的岩屑碎片主要由玄武岩、角砾岩、粘结石、浅色岩石和玻璃质物质组成。其中，玄武岩碎片占总量的30%~40%，其矿物以辉石、斜长石和钛铁矿为主，橄榄石含量极低。角砾岩和粘结石由玄武岩碎屑、玻璃珠、玻璃碎片以及少量的斜长岩和苏长岩等浅色岩石碎屑物质构成，进一步揭示了样品来源的复杂性。

## 矿物与地球化学特征

矿物学分析显示，嫦娥六号月

壤样品的主要物相组成为斜长石（32.6%）、辉石（33.3%）和玻璃（29.4%），其中玻璃含量接近阿波罗样品的下限。此外，样品中还检测到少量的斜方辉石，暗示了非玄武质物质的存在。

地球化学分析进一步揭示，嫦娥六号样品中的铝氧化物（ $Al_2O_3$ ）和钙氧化物（CaO）含量较高，而铁氧化物（FeO）含量相对较低，这与月海玄武岩和斜长岩混合物的特征一致。此外，样品中的钍（Th）、铀（U）和钾（K）等微量元素含量显著低于KREEP玄武岩，与位于月球正面风暴洋克里普地体中的阿波罗任务和嫦娥五号任务的样品表现出了巨大差异。

## 月球科学的新篇章

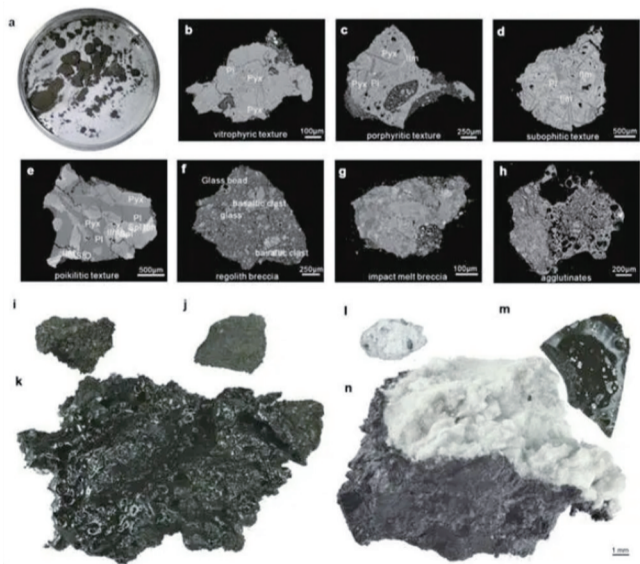
据了解，人类在探索月球的浩瀚征途中，曾先后通过6次Apollo任务、3次Luna任务和1次嫦娥五号任务，从月球表面带回380余公斤样品。然而，所有这些样品均来自月球正面。中国嫦娥六号任务首次完成人类从月球背面采样

壮举，带回1935.3克珍贵样品。此次采样任务的着陆点位于月球背面南极-艾特肯（South Pole-Aitken, SPA）盆地。采样点位于SPA盆地内部阿波罗撞击坑边缘，该区域月壳极薄，有望揭露月球背面早期撞击盆地的原始物质。

嫦娥六号样品不仅包括了记录火山活动历史的玄武岩，还混合了来自其他区域的非玄武质物质。这些样品，如同月球远古时期的“信使”，为我们研究月球早期的撞击历史、月球背面火山活动以及月球内部物质组成提供了重要的第一手资料。

嫦娥六号带回的月球背面样品不仅填补了月球背面研究的历史空白，更为我们研究月球早期演化、背面火山活动和撞击历史提供了直接证据，也为理解月球背面与正面地质差异开辟了新的视角。随着对这些珍贵样品的深入研究，有望不断加深对月球内部结构、物质成分及形成演化过程的理解，推动月球及行星科学的蓬勃发展。

据央视



嫦娥六号返回样品的典型图像。(a)从嫦娥六号铲取样品中挑选出的部分大于1毫米的岩屑颗粒。(b-e)不同结构特征的玄武岩屑，(f-g)角砾岩和(h)粘结石的背散射图像(BSE)。典型玄武岩(i和j)、粘结石(k)、浅色岩屑(l)和玻璃物质(m和n)显微镜照片。