



2021年重庆市全国科普日

“嫦娥五号”带回来的月球“土特产”是彩色的



古时的中秋只能让人“举头望明月”，如今的中秋却能让人真实地触摸到月壤。2020年12月，嫦娥五号返回器携带约1731克月球样品安全返回地球。鉴于这些月球“土特产”实在珍贵，科研机构之间的“分土”工作开展得十分严谨。在2021年7月12日通过申请的科研机构中，有部分机构上周才领到以毫克为单位的月壤。而直到昨天（2021年9月15日），第二批月球科研样品的申请才截止。从这些机构的初步分析中发现，看起来是灰黑色的月球，其土壤却是彩色的，里面甚至含有不少碎玻璃。

月壤——“剁手”也吃不起的土

作为月球上的土壤，月壤虽然在月球上唾手可得，但是对地球上的人类来说却是无价之宝。

月壤是月球岩石在遭受陨石持续撞击、太阳风轰击和宇宙射线辐射等空间风化作用后，反复碾磨破碎形成的颗粒极细的碎屑物质。其中含有大量的月球岩石碎块、矿物及陨石等。因此，月壤中蕴含了丰富的月球物质的信息，记录了月球和地外物质粒子相互作用的历史，是研究月球演化的关键信息载体。科学家通过研究这些月壤物质，既可以了解月球的地质演化历史，也可以为了解太阳活动等提供必要的信息。

1969年至1972年间，美国的阿波

罗系列宇宙飞船载着美国宇航员到月球采样6次，总共采集了381.7公斤月球样本。1978年，美国将其中一克月壤作为珍贵的礼物赠送给了中国。一克月壤只有一颗黄豆那么大，为了让礼物看起来更美观，盛放这一克月壤的透明小瓶加持了一个放大镜的效果，使本来黄豆大小的月壤看起来足有一个大拇指那么大。

中国当时还不具备去月球采集样品的能力，这宝贵的一克月壤中的0.5克被小心地保存起来，只舍得取出0.5克用于科学研究。虽然样本只有半颗黄豆大小，但是中国科学家在仔细地研究了它的成分、结构之后，发表了足足14篇科学论文。

“嫦娥”带回的月壤尤其珍贵

如今，“嫦娥五号”虽然一下子为中国带回来了1731克月壤，不过这些月壤来自其他国家在月球上从未涉足过的位置，因此每一克依然珍贵无比。

月球面积广大，足足有3800万平方公里，共有11万个大大小小的陨石坑，每个陨石坑至少代表一次天外来客的撞击。撞击产生的陨石坑里会留下天外来客的痕迹，诉说一段独一无二的宇宙往事。而中国“嫦娥五号”此次在月球的着陆点，位于月球最大的月海“风暴洋”。这个位置，人类探测器从未

到达过，具有和美苏月球采样点不同的地质背景。采样点附近的火山活动也比其他地区更加活跃，这为更好研究月球地质演化提供了有力的研究对象。

虽然众多科研机构都想得到这份特别的月壤，不过由于审批严格，第一批仅有来自13所科研机构的31份样品借用申请获得通过，对应21个样品，共发放了17.4764克月壤。这13所科研机构分别涉及核工业、空间技术、地球化学、天文、地质与古生物等研究单位及大学科研团队。

显微镜下月壤“五彩斑斓的黑”

目前，发放给这些科研机构的样品形态分为三种。第一种是原始的，就是没有经过任何处理的月球的粉末样品；第二种是已经挑选了里面的一些粗的颗粒，也是一些玄武岩的颗粒物质；第三种就是“光片”，即将月壤放在树脂里面固化，然后磨出来的一个平面。通过对不同样品的初步研究，科学家发现，看起来是灰黑色的月球，其土壤却是彩色的，里面甚至含有玻璃。

月壤的化学成分主要由氧、硅、铝、铁、镁、钙、钠、钾、钛等元素构成，不含任何有机养分，而且非常干燥。不同于地球表面的土壤，月壤受到多种因素的影响，颗粒都相对较小，目前“嫦娥五号”采集到的月壤样品，平均粒径大概只有10微米，但却像刀尖一般锋利。里面包括了火山岩石碎屑，还有大量玻璃渣等物质。直观看上去月壤就是黑乎乎的土，但如果把它放到一个高倍显微镜下，就会看到一个五彩斑斓的世界。

探月工程三期的科学家挑选了一些比较大的月球颗粒，其中一毫米以上的大颗粒被挑选出来的时候，表面

仍然沾满了细微的月尘。这些月尘用酒精清洗下来之后可没扔，而是作为样品被收集了起来。清洗后的一些月壤颗粒则在显微镜下放大了10倍以后，显出彩色。

这些月壤颗粒主要分为三种颜色，分别是褐色、黄色、白色。这是因为不同的矿物会显示出不同颜色，黄绿色的一般来讲是橄榄石，白色的一般是硅酸铁镁矿物，琥珀色的很多是玻璃。目前月壤各种颗粒组分有玻璃、橄榄石、长石以及辉石等。其中，石粒碎屑是被火山喷发至月球表面形成的，而玻璃颗粒很有可能是行星撞击地球后飘散到太空的聚集产物经高温熔化而成的。如果是玄武岩，其岩浆喷出来的时候就变成了玻璃，叫火山玻璃。而后期再受到一些小天体的撞击，撞击过程中产生很高的温度，使原来的石头或者是撞击体本身发生了熔融，再快速冷却凝成的玻璃，叫撞击玻璃。

因为这些玻璃的存在，再一次证明了月球大规模种菜有多困难。

（本报综合）

相关链接

如何获得一份月球“土特产”

到底要如何才能获得这样一份来自38万公里以外的珍贵的月球“土特产”呢？

由于太多科研机构都想得到一份这样特别的月壤，我国采取了开放式申请的模式进行发放。公众可通过访问中国探月与深空探测网，进入月球与深空探测科学数据与样品发布系统，获取有关信息，进行科研样品申请。

当然，申请想要获得通过，也不容易。首先要评估申请人拟研究的科学问题是否具有重要科学意义，是否能推进人类对月球、地球、太阳系的认识。例如，首批获得者之一中山大学拥有一支长期从事行星科学研究的队伍，在月球地质演化领域有十余年的研究积累。其大学内的行星地质研究团队有长期从事撞击过程和内太阳系撞击历史方面的研究经验，本次申请的样品又是围绕月球的撞击过程和撞击历史展开的。因此在样品申请答辩过程中，中山大学的研究基础和研究意义才得到了评委们的一致认可，该大学于近期取得了首批申请通过的500毫克的月壤样品。

其次，要评估申请人的研究方案是否可行，是否具备相关研究能力，申请样品量是否合理，所属单位是否具有

备月球样品保存与测试条件等。当密封封装装置转交给科学家时，会使用一种专门的保护装置来存放密封封装装置，里面充了保护性氮气。氮气是一种惰性气体，与月壤样品间不会发生反应，因此在样品转移、运输过程中能最大限度地保护密封封装装置中的月壤样品。后续地面实验室内也需要具备这样的特殊密封封装装置，由研究人员戴着手套在充氮的特殊装置内处理密封容器和月壤样品，从而尽可能保持月壤样品的原始形态。

最后，在会议表决时，需要三分之二以上的专家同意，申请方能通过。

值得一提的是，就算是这些科研机构得到的月壤少得以毫克计算，也并不意味就直接拥有了月壤的所有权，仅仅是“研究借用”而已，限期一年，到期是要还的。

所以，为了节约样品，研究者通常会采用无损分析，比如X射线荧光光谱法。利用X射线光管发出的初级X射线激发样品中的原子，通过分析样品中不同元素产生的特征荧光X射线波长（或能量）和强度，获得样品中的元素组成与含量信息。在不得不损害样品时，科研工作者也倾向于使用微量分析。（本报综合）