

火星土壤

文 | 中国科学院地球化学研究所 曾小家

|||||

火星上的土壤是怎么样，研究土壤对于探索这颗红色星球有些什么意义，今天，我们来一一探讨。

什么是火星土壤？

火星土壤是指火星表面松散、未固结的土状细粒物质，普遍分布于火星的表面。与块状的火星岩石和基岩不同，火星土壤通常由微米级到厘米级的颗粒物质组成，主要为硅酸盐矿物、铁氧化物、次生矿物、非晶质等物质。火星土壤是火星表面岩石长期风化（风、水、冰、温度变化等）的产物，形成火星土壤的过程包括物理风化和化学风化作用，通常包括：撞击破碎、矿物碎裂和风蚀作用等物理过程以及氧化、水合、碳酸盐化和溶解等化学过程。早期火星存在大量液态水的时期，化学风化可能是形成火星土壤的主要过程，而在火星液态水消失的后期，火星土壤形成过程则以物理风化过程为主。

火星土壤表面为什么看起来是红色？

火星土壤表面之所以呈现出红色，主要是因为火星土壤表面分布着一层细颗粒的尘埃物质，这些尘埃物质中含有大量的铁氧化物（如：三氧化二铁），颗粒大小通常仅有几十微米，比头发的直径还小。由于微米级大小的三价铁氧化物能把可见光中大多数的红光波段都反射了出去，而对其他颜色的波段进行吸收，因此我们看到火星土壤就表现出了类似于铁锈的红色。

火星土壤探测

为了对火星土壤的性质进行分析探测，科学家们利用火箭向火星表面发射了火星车和火星着陆器。火星车和火星着陆器上通常都搭载了大量的科学分析设备，能够对火星表面的土壤和岩石进行分析，例如，火星车上通常都有相机，类似于人的眼睛，能够对火星表面的物质进行观察和拍照；有些着陆器上还有机械臂，类似于人的手，用来挖取火星表面的土壤样品。火星车和火星着陆器可以获得丰富的火星土壤科学数据，主要包括：物质组成、元素成分、物理性质、力学性质、磁性、挥

发分、有机质、同位素组成等。科学家们通过对这些数据进行深入研究，能够对火星表面的地质过程、环境变化、气候特征等都有深入的认识和理解。

目前美国NASA已经成功地发射了8个火星着陆器或火星车，对火星表面的土壤进行了分析探测。中国也计划在今年（2020年）实施首次火星探测任务，该任务被命名为“天问一号”，将同时实现火星的环绕探测、着陆探测和巡视探测，火星表面土壤的探测也是我国此次火星探测任务的科学目标之一。

火星土壤模拟样品

目前，人类尚未获得真实的火星土壤样品，仅收集到200多块火星陨石。而在火星探测工程实施与火星科学研究中，需要利用火星土壤样品开展相关地面实验研究，因此，为了满足火星探测工程实施与火星科学研究对火星样品的需求，科学家们就利用地球上的岩石和矿物，加工出了与真实火星土壤具有类似物质组成、颗粒大小、物理与力学性质相似的地球模拟物，这种物质被称为“火星土壤模拟样品”。火星土壤模拟样品通常被应用于探测载荷定标、着陆系统的设计、巡视器地面行走试验、探测设备测试与验证、宇航服设计以及其它与火星探测有关的地面模拟实验和科学研究之中。

未来火星土壤的开发利用

随着火星探测的持续开展，人类在不久的将来有望在火星上建立基地，为了支撑宇航员在火星上的生存，火星土壤被认为是未来可被开发利用的重要资源。具体包括：1）由于火星土壤为细颗粒的物质，因此可以作为火星基地建设的建筑材料；2）火星土壤中含有大量的铁，铁含量可达20 wt%左右，科学家们已试图通过攻克一系列关键技术，从火星土壤中开采出可用的铁；3）随着3D打印技术的发展，该技术被认为可用于未来火星基地的建设之中。利用火星土壤模拟样品开展3D打印，可以制备出复杂形态的构件；4）科学家们利用火星土壤，在模拟的火星条件下，已经成功地种植出了西红柿、萝卜、豌豆、小麦、芝麻菜和裸麦等农作物，说明了电影《火星救援》中在火星上种植土豆具有一定的可行性。（编辑/高纬时）**K**