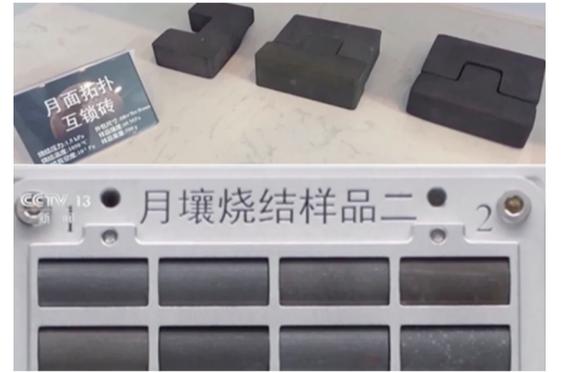


剧透 中国研制出世界首台“月壤打砖机器”

去月球上建设“广寒宫”，要过几重难关？

近日，中国工程院院士、中国探月工程总设计师吴伟仁表示，正在研制的“嫦娥八号”有一个重大任务，就是研究如何在月球上盖房子。他还透露，我国已研制出世界上第一台“月壤打砖机器”。这些成果使大众又一次对月球基建畅想焕发了热情和憧憬。那么，航天员和机器人想登上月球搞基建，需要解决哪些难题呢？



▲“月球砖”正在进行中国空间站舱外暴露试验 央视新闻截图
◀月球基地想象图 视觉中国供图

半个多世纪以来积累的各国探月经验表明，月球的岩土地质条件与地球存在一定的相似之处，但在地球上搞基建的经验显然不能完全照搬到月球上。

有研究指出，月球地下熔岩管将是未来月球基地的理想选址，有望为航天员和设备提供必要的防护，抵御宇宙辐射和微流星体的威胁，甚至有可能保存着古老生命遗迹。

当前，人类对月球地下熔岩管了解不多，有必要开展大规模勘探活动，比如出动配备三维成像装置和导航系统的机器人，详细测绘其人口和内部环境。接下来，航天员和机器人需要合理规划利用、改造天然地形，适当“挖洞”，还要选择合适材料填补“缝隙”，完善空间利用率和增压气密性。

不过，地下基地更适合人类在月球生活的早期阶段，而生理构造和精神需求决定，人类始终向往生活在可见天日的建筑内。这就要求

在月表修建房屋，必然会大量使用“月壤砖”。

事实上，能否通过烧制、粘合等方式获得大量合格的“月壤砖”，暂时仍是未知数，科研人员需要从多方面开展深入研究。

一方面，月壤相关研究不时出现新成果，也意味着，科研人员对月壤结构成分乃至月球环境的认知仍有待深化。而目前“月壤砖”样品主要诞生于近地轨道空间站或地面模拟月球实验室，未来更多实验、试制工作有必要在月球表面开展。

另一方面，烧制“月壤砖”必须解决持续供能问题。粘合“月壤砖”需要通过反复尝试确定复杂的配方成分，加上必不可少的“月壤砖”有效寿命检测，同样离不开长期月面实验。

成功制取合格的“月壤砖”后，怎样确保其大量供应月球基建工程呢？答案是发展月球建筑工厂。

但是，出于成本和技术难度考虑，最强大的运载火箭也不可能一

次性将完整的建筑工业体系和大量建筑物资投送到月球表面。换句话说，航天员、机器人和各种必要的物资，设备初期不得不通过多次发射任务前往月球，还要将一些科研成果送回地球，那么地月空间运输成本就成了不容忽视的问题。

未来，往返于地月空间的载人/货运火箭有必要借助重复使用设计、材料和结构技术革新等，降低综合成本，使包括月球基建在内的探月任务与航天产业形成良性循环，成为负担得起的可持续性活动。

解决运输成本问题后，航天员、机器人和各种设备将批量抵达月球，兴建工厂就此提上日程。这无疑是一个庞大的工程，涉及导航定位、完善通信、工厂选址勘探、精准安装机器、维持能源供应、修筑月面道路等，由人工智能支持的各种机器人更有可能担当主力。

值得注意的是，为了减小地月空间运输负担，至少早期在月球上使用的机器设备应当追求轻便实

用。等到月球工业体系初具雏形后，生产能力更强的重型机器设备更有希望在月球上迎来“用武之地”。

在此过程中，月球表面能源供应问题有可能会困扰科研人员和建设者。如果暂不考虑实用化仍相当遥远的核聚变反应堆，预计解决月表供能问题主要通过两种方式：小型核裂变反应堆和太阳能。

小型核裂变反应堆是近年来国际研究重点，具备功率大、储能高、重量轻、体积小等优势，运行基本上不依赖外部环境。借助人工智能技术，小型核裂变反应堆有望在月球上自动调试、监测和排故，灵活地供电调峰，理论上可以在无人干预下至少运行数年，克服散热、热电转换效率、安全性等挑战。

由于月球没有大气层，月昼期间光照条件出色。多国科研机构和商业航天提出了建设新概念月面光电转换装置，通过大范围汇集、聚焦阳光，开展高效的发电、加热、材料

烧结等工作，还设想利用月壤制作光伏板、反射镜、特殊线缆等，降低能源供应成本。

当然，月球基建材料可以原位利用月壤中的哪些元素，实现大规模制取；需要怎样巧妙调整建筑设计，确保适应月球环境；月球蕴藏的各种资源是否具备足够大的开采价值，进而使月球基建工作有利可图、可持续发展……这些问题要通过更多月球科考、勘探任务逐步解答。

为了尽快解答这些问题，航天科研人员有必要大胆创新，广泛借鉴更多行业领域的技术成果，研制更高效的智能探测器，早日解开更多月球之谜，还要努力降低地月空间运输成本，提高探月任务的频次和效益。

与此同时，国际社会应该打破隔阂，合作筹建月球轨道空间实验室、月面科研站等，发挥各方之长，促使月球基建乃至地月空间资源开发收获更大成果。

来源：中国航天报微信公众号

震撼 文物保护团队重现“地下军团”绚丽色彩

3年用100多块碎片复原彩色兵马俑

“太震撼了！在最近处看兵马俑陶俑上的发髻，每根发丝都能看得那么清晰，而且在当时那种工艺条件下，能做得这么逼真……”“你看它的眼神，从左往右你跟着走一遍，他的眼神始终注视着你，所以说秦代的工匠知道人体解剖学……”

在陕西秦始皇帝陵博物院彩绘文物修复室，经过三年修复，一件原本已经碎成了100多块的秦俑，重现了两千多年前秦国军史的样貌。



▲兵马俑修复工作
◀复原的兵马俑 央视新闻截图



▲兵马俑修复工作
◀复原的兵马俑 央视新闻截图

周萍说：“从1974年发掘面世到现在，已经有无数的文物保护修复者，接力在做兵马俑的修复工作。能够用自己有限的力量解决关于兵马俑的一点点问题，我觉得很幸福。”

一代代修复者接力，让碎片重生、让色彩归来

文物修复，考验的是一个人的耐心、技术和热爱。

三十多年前，兰德省来到秦陵博物院从事文物修复工作，拼接陶俑碎片对耐心的考验是他要跨越的职业门槛。

由于觉得没意思，缺乏成就感，兰德省一度产生不想干的念头。“不要急，慢慢来，把一块小残片当一本历史书去读，读懂它，认识它。”同事的一番话让兰德省坚持了下来。

被誉为青铜之冠的铜车马，就是由秦始皇帝陵博物院文物保护部老一辈文物工作者将3000多个碎片一步步拼凑起来的。兰德省表示，一块小残片的意义非常重大，通过一个小残片就可以知道秦代工匠的好多信息。

几代文物修复者俯身于让碎片重生、让色彩归来。这一融合了科技与信念的工作，传承了两千年前的工匠技艺，同时也为未来保留了完整的文化记忆。

来源：央视新闻微信公众号

灰褐色→色彩，他们耗时三年将兵马俑复原

兰德省是秦始皇帝陵博物院研究员，修复秦俑24年。

这件军吏俑，就是他带领团队耗时三年修复完成的。和大多数人印象中灰土色的兵马俑不同，它色彩明亮，层次丰富，让人赏心悦目。

兰德省表示，修复成一个完整的陶俑，甚至有了色彩，看到的一瞬间会感到兴奋，也会感到很幸运。“我还修复了一件马，如果你把手伸到它舌头底下，你好像能够意识到它在呼气，你注视着秦俑，它好像在跟你诉说它的那一段历史。”

兵马俑坑是秦始皇陵众多陪葬坑之一。长期以来，游客所见兵马俑多是灰褐色的陶俑形象，但实际上，兵马俑本为彩绘。这些陶俑在地下经历了火灾、塌陷和洪水等多重破坏，彩绘大多脱落，仅留斑驳痕迹。出土后，由于环境湿度剧烈变化，彩绘进一步卷曲、起翘甚至脱落，令兵马俑的原始色彩更难呈现在世人面前。

秦始皇帝陵博物院文物保护团队，始终致力于重现这一“地下军团”原本的绚丽色彩。

修复彩绘陶俑有哪些难点？

修复彩绘陶俑，首先要弄清楚秦代工匠采用的工艺和原料，修复

文物的基本原则是尽量使用原材料和原工艺，以最大限度保留历史的真实性和完整性。

秦始皇帝陵博物院副院长周萍介绍，他们将修复实验室设在发掘现场，使出土的兵马俑能够第一时间进入恒温恒湿的保护环境，避免因环境变化导致的进一步损坏。

“对所有文物的湿度，还有温度，都要严格控制。比如，兵马俑刚出土时，湿度是90%，要很稳定地梯度递减。湿度递减的时间越长，彩绘保护的效果就越好。”

保护与修复同时进行。散落在泥土中的彩绘早已化成粉末，将已化为粉末的彩绘颜料成功提取，仅是修复过程的开端。

中国古代彩绘颜料，加有鱼胶、骨胶或桃胶等胶接材料，在漫长的埋藏环境中，受到自然因素影响，已经完全老化，呈现的颜色不是连续的，这个地方可能有一点点红色，那个地方可能有一点点绿色。修复人员利用现在的技术，比如丝网加固技术，将彩绘提取出来，再慢慢把附着在上面的泥土清洗掉，最后再把彩绘附着到秦俑的身上，这个过程对技艺的要求非常高。

真正的挑战，是如何精准判断这些颜料在两千年前位于兵马俑的哪个部位。“通过现在一些科技手段，我们在提取之前，要对它进行三维数字扫描。在数字扫描过程中，也有一些精准定位。”周萍说。