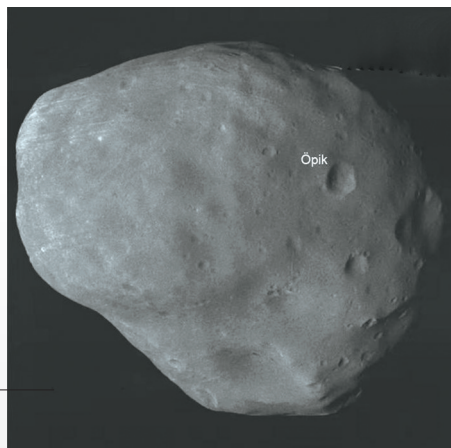


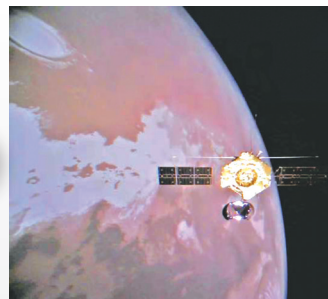
天问一号环绕器获取的火卫一高清影像。  
图据国家天文台



2022年7月23日是天问一号任务发射两周年的日子，天问一号火星环绕器传回火卫一影像。

据国家航天局最新消息，近期，天问一号运行团队抓住环绕器与火卫一距离较近的时机，利用高分辨率相机对火卫一成像，获得了“满月”状态的清晰影像。

## 外形酷似“土豆”



环绕器与火卫一合影。  
图据国家航天局

# “天问”成功获取火卫一高清影像

### 中国首次拍摄火卫一“全身照”

火卫一、火卫二是火星的两颗天然卫星，火卫一是其中个头较大的，约27千米长、22千米宽、18千米高，它外形不规则、没有大气，运行在距离火星表面约6000千米的环火轨道，是太阳系中距离主星最近的一颗卫星。根据火卫一与环绕器的轨道关系，以及成像时的光照要求，运行团队精确计算、精准操控，在两者相距约5100千米时获取了分辨率约50米的清晰影像。

图像显示，火卫一是一个形状不规则的小天体，呈土豆状。图左上部可见表面分布的条纹，可能是撞击过程影响所形成的；图右上部有一处明显的撞击坑，直径约2千米，名为厄厄克撞击坑。科学界对于火卫一的起源存在争议，有些科学家认为，火卫一可能是一颗被火星引力捕获的小行星。

中国航天科技集团八院天

问一号火星环绕器研制团队专家介绍，由于火卫一的特殊性，世界上有多个国家实施或提出过火卫一探测任务。本次火星环绕器对火卫一探测是中国首次实施火卫一成像探测，首次近距离获取了火卫一的一手科学数据，为科学家开展火卫一地形地貌、运行规律等研究提供了珍贵数据，为我国行星探测工程积累了宝贵经验。

### 记录一次6秒左右的“邂逅”

据了解，研制团队在对火星环绕器飞行轨道与火卫一飞行轨道进行研究分析后，发现火星环绕器存在多次飞越火卫一的机会。结合环绕器成像类科学载荷的能力，团队完成火卫一成像探测任务的可行性评估，确认采用高分辨率相机实施成像探测。受限于光学成像系统分辨率与视场的约束，为了实现高分辨率成像，高分辨率相机视场较小。

经分析，本次成像机会中，火卫一几乎占满了高分辨率相机的视场。这意味着稍有偏差火卫一便会偏出相机视场，这对火星环绕器姿态指向控制能力提出了极高的精度及稳定度要求，也对成像任务策略准确度提出极高要求。

因此，拍摄过程中，飞控团队和研制团队都做了充分准备和精确计算。

“这相当于摄影师扛着照相机一边跑步，一边给另一个高速运动的物体拍照，而且相机的视场还很小，难度可想而知。”中国航天科技集团八院天问一号火星环绕器副总师朱庆华介绍。

专家表示，处于快速飞行过程中的环绕器和火卫一，在周期性的“相遇”时刻，即便将整个视场的中心完全对准火卫一，那么从火卫一进入视场到飞出视场也只有6秒左右的时间，如果环绕器角度稍有偏差，则有可能连火卫一的身影都看不到。

为保证任务顺利实施，研制团队针对高分辨率相机指向到平台姿态控制量的转换进行了多方比对及逐个环节确认。在任务实施过程中，火星环绕器首先完成姿态机动，将高分辨率相机光轴精准瞄准目标区域，静候火卫一飞越。在预期的飞越时间，火星环绕器利用高分辨率相机实施连续拍照。拍摄完毕后，火星环绕器进行姿态调整，恢复至巡航飞行姿态，并将成像数据通过定向天线传输至地面。

“可以说，为了获取这一瞬间的火卫一影像，算得准、指得稳、控得住、拍得好，缺一不可。”朱庆华说。

### 持续开展全球遥感探测

自2020年7月23日成功发射入轨，天问一号火星环绕器完成202天4.75亿公里的深空飞行，于2021年2月10日抵达火星，成功实施捕获制动进

入环绕火星轨道。

在环火轨道上完成3个月的预选着陆区详查探测后，火星环绕器于2021年5月15日完成降轨机动、器器分离，将着陆巡视器送入着陆火星轨道，随后升轨至停泊轨道执行着陆过程中继通信任务。

完成着陆火星任务后，火星环绕器变轨至中继轨道，开展火星车中继通信任务。2021年11月8日，火星环绕器实施第五次近火制动，准确进入遥感使命轨道，开展全球遥感探测。2022年6月29日，火星环绕器获取了火星全球中分辨率影像数据，各科学载荷均实现了火星全球探测，完成既定科学探测任务。

目前，天问一号火星环绕器运行在遥感使命轨道上，运行稳定、状态良好。后续，火星环绕器将继续开展全球遥感探测，并将择机开展拓展技术试验，为相关任务开展先期技术验证。

综合新华社、上观新闻

## 5000年前的古人如何防洪？

“这道山体看上去是自然形成的，其实有人工堆筑部分，左右两边是自然的山头，中间一段是人工堆筑的水坝。这就是5000年前良渚先民兴建的水坝。”

胡俊超是杭州良渚遗址管理区的一名良渚文化社教专员。从7月6日第三个“杭州良渚日”起，他和同事们有了一项新工作，在开放不久的老虎岭遗址公园，向观众讲解良渚古城外围水利工程的秘密。



良渚古城遗址老虎岭遗址公园。



良渚古城外围水坝的关键部位以“草裹泥”工艺堆垒加固。（黑色细条为草碳化后的痕迹）

### 我国最早的大型水利系统

良渚古城外围水利系统位于古城西北方向，是我国迄今发现最早的大型水利系统。2016年，它入选“2015年度全国十大考古发现”，2019年，成功跻身世界文化遗产的良渚古城遗址，也包含了这座水利系统。

良渚古城外围水利系统的影响范围约100平方公里，由谷口高坝、平原低坝和山前长堤等11条人工坝体，以及天然山体、溢洪道构成。系统可以拦蓄13平方公里的水面，总库

容量约4600万立方米，分别是杭州西湖的1.5倍和4倍，具有防洪、灌溉、运输等多种功能。而老虎岭水坝是一座谷口高坝，它长140米、宽100米，横卧在两个山头间最狭窄的位置。

开放的老虎岭水坝遗址，是唯一一处向公众展示良渚古城外围水利系统剖面结构的遗址点。它与良渚博物院、良渚古城遗址公园、瑶山遗址公园共同构成了良渚古城世界遗产价值的完整展示体系。

为了保护坝体，老虎岭遗址公园搭建了一座保护棚。远远

望去，保护棚色如白玉，形如水滴。它采用空间网壳结构，有效保护坝体原有的地形地貌。

在棚内，一座大型保护罩将水坝北侧的一处剖面严密地防护起来。它采用加热玻璃材料，可以有效控制内部湿度。同时，外棚顶部铺设防透膜，底部辟有排水沟，坝体原始表面则种有既能缓解雨水冲刷，又能标识遗址本体的浅根系草皮。这一系列措施旨在有效预防渗水、干裂、表面粉化脱落、失色、微生物等病害。

### “草裹泥包”筑坝增强强度

“良渚遗址位于南方潮湿多雨地带，如何保护潮湿环境下的土遗址，是一大挑战。”杭州良渚古城遗址世界遗产监测管理中心主任孙海波介绍，良渚古城遗址的各遗址点从考古发掘那一刻起，就同步考虑到后续的保护工作。针对老虎岭水坝遗址的各项保护措施，都来自多年以来的实践经验。

在5000年前，先民如何修筑老虎岭水坝？浙江省文物考古研究所科技考古室主任、良渚古城

外围水利工程考古领队王宁远研究员说，先民当时先在谷底铺筑青膏泥以及杂草裹起的淤泥作基础，接着在上面堆筑青粉土，然后在北侧迎水面堆筑“草裹黄土”，形成斜坡，再用黄褐散土作护坡，最后在坝顶覆盖褐色土。

而透过保护罩，观众就可以在剖面上看到这种横竖交错的草裹泥铺筑方式。王宁远说，良渚先民用芦苇茅草包裹泥土，做成“草裹泥包”，再将泥包横竖堆砌起来。这是他们营建土台、河堤的普遍工艺，方法和后人用麻袋装土垒坝类似，可以增强坝体抗拉强度，不易崩塌。

老虎岭等诸多水坝已经矗立了5000年而不倒，在被考古学家发现真容之前，一直被当地人视作自然山体，有的至今仍在蓄水。孙海波说，古老的水利工程反映了良渚先民在坝址选择、地基处理、坝料选材、填筑工艺、结构设计等水资源管理的工程与技术方面的科学性，体现了我国早期城市与水利工程的整体规划能力。

文图均据新华社