

科普时报

科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军，难以实现科技成果快速转化。

——习近平



《科普时报》给你不一样的知识盛宴
欢迎订阅2021年度《科普时报》

《科普时报》设立了要闻、新知·解读、科学·传播、自然·生态、书香·文史、休闲·消费、健康·情感、教育·智慧等八大板块内容，涵盖科普所涉及的主要领域。下一步《科普时报》将重点发力青少年科普（进校园）、中老年科普（进社区）、重点行业科普、重大科技成果科普等四个领域，竭力打造《科普时报》科普全媒体平台的品牌美誉度和影响力。

国内统一刊号：CN11-0303
邮发代号：1-178，每周一期，对开8版
全年订阅价：120元/份
全国各地邮局均可订阅，邮局订阅电话：11185
报社咨询热线：010-58884190

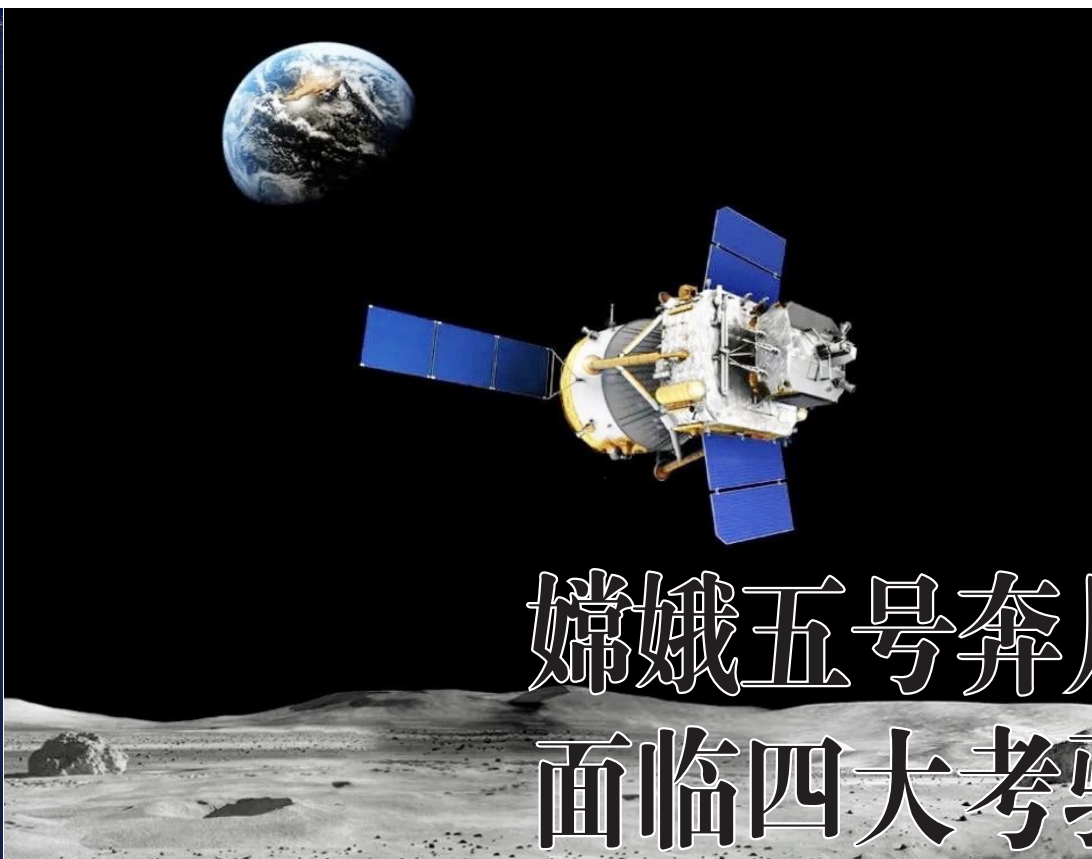
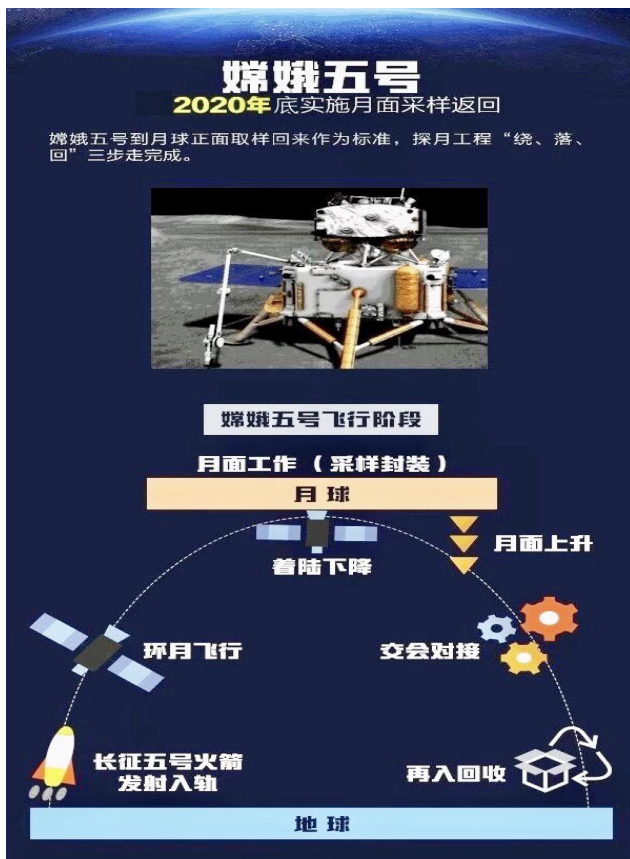
科普全媒体平台 中国科普网 www.kepu.gov.cn 投稿邮箱：kpsbs@sina.com

2020年11月27日
星期五
第162期

主管主办单位：科技日报社

国内统一刊号：
CN11-0303
邮发代号：1-178

社长 尹宏群
总编辑



嫦娥五号奔月采样 面临四大考验

□ 庞之浩

11月24日，我国用长征五号大型运载火箭成功发射了嫦娥五号探测器，计划首次实现月面自动采样返回，把2公斤月球样品带回地球进行精细研究，助力深化月球成因和演化历史等科学研究。这是我国航天领域迄今最复杂、难度最大的任务之一，它将完成我国探月工程重大科技专项“绕、落、回”三步走的收官之战。

嫦娥五号的四个首次

嫦娥五号是我国探月工程三期的主任

任务，由上升器、着陆器、返回器、轨道器四个部分“串联”组成，重8.2吨，由长征五号大型运载火箭直接送入地月转移轨道。它将在月球表面特定区域软着陆后进行分析采样；然后通过上升、月地转移和返回等一系列过程，将2公斤月球样品返回到地球，供科学家在实验室里进行详细的分析研究，成为世界第三个在月球采样返回地球的国家。

其大概过程是：嫦娥五号组合体进入月

球轨道后将两两分离，轨道器-返回器（简称轨返）组合体留在轨道，着陆器-上升器（简称着上）组合体在月面上降落。着陆后，用着陆器上的电铲铲取月壤，用自动打钻钻取岩芯，采集的样品放在上升器的返回舱里，进行无污严密封装；随后，上升器从月面起飞，在月球轨道与轨返组合体交会对接，把样品转移到返回器中，上升器与轨返组合体分离；接着，轨返组合体踏上归途，在距地球一定高度处

返回器从轨返组合体中分离；最终，返回器采用半弹道跳跃再入方式进入大气层，落至预定的着陆场。

如果顺利，嫦娥五号将实现我国开展航天活动以来四个“首次”：首次在月面自动采样；首次从月面起飞；首次在38万千米外的月球轨道上进行无人交会对接；首次带着月壤以接近第二宇宙速度返回地球。这四个“首次”既是亮点，也是难点。

（下转第2版）

嫦娥五号旅途历经十一个阶段

□ 张宇

嫦娥五号从发射入轨到返回器再入回收，一共要经历11个飞行阶段：

一是发射入轨阶段。嫦娥五号将由运载火箭发射，进入到地月转移轨道的飞行阶段，开启探月返回的旅程。

二是地月转移阶段。嫦娥五号完成火箭分离，并展开相应太阳翼，逐步进入预定轨道。地月转移段飞行时间大约为112个小时，为了确保探测器按照预定轨道顺利到达近月点，期间要进行多次中途修正。

三是近月制动阶段。嫦娥五号继续在目标环月飞行轨道正常行进，并在近月点进行减速制动，以合适的运动速度进入到环月轨道，最终进入的轨道距离月面200公里左右，近月制动时长长达1天。

四是环月飞行阶段。嫦娥五号在环月飞行轨道中行进到动力下降初始点，并在该阶段完成轨道返回组合体和着陆上升组合体的分离，着陆上升组合体分离后要进行降轨、变轨，轨道返回组合体将继续环月飞行，等待上升器的到来。

五是着陆下降阶段。嫦娥五号着陆上升组合体将从下降初始点开始进行月面软着陆，并经过主减速段、接近段、悬停段、避障段、缓速下降段和自由下落段等多个阶段，寻找合适的月面完成软着陆，整个着陆下降的过程将维持15分钟左右。

六是月面工作阶段。嫦娥五号着陆上升组合体将在月面停留约2天，完成设定任务。通过有效载荷设备完成月面科学探测，通过采样封装设备完成月壤的钻取、表取以及封装。与此同时，着陆上升组合体与轨道返回组合体进行下一个阶段的准备工作，为月球轨道交会对接和样品的转移做好万全的准备。

七是月面上升阶段。上升器将经历垂直上升、姿态调整和轨道射入三个阶段，进入到相应的环月飞行轨道，此次月面发射的窗口期很短，上升器和轨道返回组合体要精准考虑测控需求、光照需求以及姿态控制要求，以确保交会对接的顺利完成。

八是交会对接与样品转移阶段。从上升器进入环月飞行轨道开始，通过远程导引和近程导引技术，上升器与轨道返回组合体逐步完成交会对接，上升器中存放的月球样品通过轨道器转移到返回器中。

九是环月等待阶段。嫦娥五号轨道返回组合体从对接舱分离并进入月地入射点，在环月等待段飞行过程中，轨道返回组合体进行1次轨道维持，等待月地入射窗口的到来，全力以赴做好返回地球的准备。

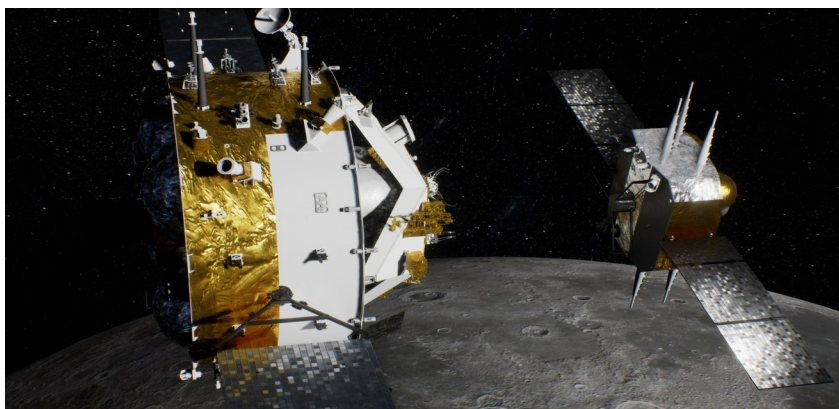
十是月地转移阶段。嫦娥五号轨道返回组合体带着月球样品从月球满载而归，经历多次中途修正之后，在距离地球5000公里高度处，实现轨道器和返回器的分离，返回器即将重新迎入地球的怀抱。

十一是再入回收阶段。嫦娥五号返回器与轨道器分离后，轨道器进行规避机动，返回器则要经历惯性滑行、地球大气再入、回收着陆三个阶段完成最后的降落。返回器首先以第二宇宙速度冲向地球，在进入地球大气后，通过半弹道跳跃式再入返回技术重新跳出大气层，再以第一宇宙速度进行降落，最终返回器打开降落伞，平稳安全地降落在预定地点。

（作者单位：中国航天科技集团五院总体部）

人类热衷于月球“挖矿”图个啥？

□ 郑军



效果图（中国航天科技集团八院供图）

月球上可以“即掘即用”。那里还有地球上完全没有的能源氦-3，它在发生热核反应时不产生中子流，容易控制，被视为最好的可控核聚变燃料。月面就是一个巨型氦-3矿，几十亿年积累到今天，估计月壤里已经有一百万吨氦-3。照目前的能源消耗量，能够支持人类使用一万年。

月球上主要工业原料是月壤，是岩石经历亿万年后形成的粉末。月面几乎到处都有月壤，平均五到十厘米厚。月壤的二氧化硅和氧化铝含量均达到建设陶瓷的要求，可以用微波烧结法直接将月壤加工成陶瓷，前提是月球能提供丰富的电力。

月壤包含着大量的氧化物。用集热光纤可以提取其中9.6%的氧气，这样就保证了月球基地的供氧。月壤做为3D打印

材料，可直接建造基础设施。它还可以制造玻璃纤维，未来在月球上，很多工作用品和生活用品要使用玻璃纤维制造。

由于以月壤为采矿目标，在月球上采矿不需要勘探矿脉，放炮打洞，冒塌方的风险，只需要在月面铲铲土，工作量和危险性远低于地球采矿。

人类登上月球，甚至不用在其表面大兴土木，仅利用月球熔岩管就能解决居住问题。火山熔岩喷发后，一边流动，一边凝固。外层凝固时内层仍然在流动，于是内层流走，留下管道，称为熔岩管。由于重力低，内部地质活动也早就停止，月球保留了体量巨大的熔岩管。

印度月球探测器已经在月球赤道附近找到一片熔岩管，长两公里，宽360米，

能装下一个城市小区。随着对月面的深入勘探，这类熔岩管会发现更多。厚厚的岩层可以阻挡宇宙射线，方便人类定居。在里面施工也不用担心地球上的透水和塌陷事故，简单易行。

人类生存必须有水，好在月球上已经发现了冰。由于自转和公转的关系，月球两极某些环形山阴影处永远不见太阳，那里储存着远古小天体撞击时留下的冰，初步估计有六亿吨。虽然这在地球上只是沧海一粟，但完全能供应几个月球基地。

目前看来，月球南极点的谢尔盖陨坑是冰水储存区。月壤里也大量包含结晶水合物。通过化学方式可以将水分解出来。这些水除了供人类饮用，以及供月球农场进行种植生产，还可以电解成氢和氧，用作火箭推进剂。

有的读者会质疑，除了氦-3，月面提供的这一切，地球上并不稀罕。确实如此，不过，月球开发的主要目标并非把资源带回地球，宇航事业的账有另外的算法，就是资源替代价值。

如今搞航天，所有物资都要从地面用火箭送上去。一公斤水和一公斤科研仪器要花费同样多的发射成本。如果能在太空找到某种物资，替换地面的供应，就相当于节省了部分发射费用。

利用地外资源自给自足，是宇航事业正在追求的目标，月面上能够率先实现这一步。

（作者系中国作协会员，科幻作家，中国未来研究会常务理事）

月球：宇航幻想的第一级阶梯

□ 星河

嫦娥偷食灵药不同，古希腊作家卢西恩笔下《真实的故事》中的主人公是被一股旋涡裹挟到了月球，法国作家希拉诺笔下《日月——两个世界的旅行》中的主人公则是借助蒸发的露水升空；倒是近代德国天文学家开普勒在其幻想作品《梦》（1600）中提及了特制的宇航服、喷气推进以及失重状态等更为真实的技术想象，然而之后美国作家爱伦坡却又重回老路，在《汉斯·普法尔历险记》（1835）中异想天开地凭借气球登月。

真正科幻意义上的“登月”的还要数两位欧洲科幻先驱——法国作家儒勒·凡尔纳和英国作家H.G.威尔斯。前者在其《从地球到月球》和《环绕月球》中，依靠炮弹载人前往月球——无论如何，这比旋涡、露水以及气球更符合科学原理；而后者则在《首批登上月球的人们》中构想出一种可以隔绝引力的“凯沃”物质，借此让月球飞船抵达月球。后来法国导演乔治·梅里埃以这些作品为蓝本，创作出有史以来第一部科幻电影《月球旅行

记》。这部时长仅21分钟、借助了定格动画技术的电影，首开科幻电影之先河。

人类的幻想总会远远超越科技发展，随着科幻文学的兴旺发达，充满想象力的作家已不再将月球视为幻想故事的舞台，开始在脑海中前往更远的地方。自此科幻作品开始将月球视为一个无足轻重的背景，或者星际旅行中无关紧要的一站。阿西莫夫在其短篇科幻《响铃》中只是利用了月球的引力，美国科幻作家罗伯特·海因莱因的长篇科幻《月亮是一个严厉的女人》（1966）则把美国独立战争搬上了太空；科幻电影也相类似：英国科幻电影《月球》（2009）只是把这里当作克隆技术的荒凉背景，芬兰、德国、澳大利亚合拍的科幻电影《钢铁苍穹》则让纳粹余孽窃据月球并最终陷入失败。

只有英国科幻大师A.C.克拉克独辟蹊径，让月球成为一个外星文明的观测点——由科幻短篇《瞭望哨》（1951）开始继而又发展出宏伟壮丽的太空史诗《2001：太空奥德赛》（1968）。克拉克别

出心裁地将外星联络装置置于月球，因为曾涉足地球的外星文明对低等如恐龙的生命形态没有兴趣，他们希望等待一个已然发展出文明并掌握了宇航技术的种族，跨越太空来到近邻月球开启联络装置，只有这时人类才具备了与外星文明交往的资格。

不过近年来，随着人类对月球的深入开发，这个寂静无声了一段的世界似乎又重新喧嚣起来。当然这时的月球描写，在技术上也更加细腻而逼真，已经属于科幻文学中的“近未来”状态。科幻电影《火星救援》原著作者、美国科幻作家安迪·威尔在其新作《月球城市》（2017）中，就描写了月球穹顶城市中的人生百态。

（作者系北京作家协会专业作家）

责编：陈杰 美编：纪云丰
编辑部热线：010-58884135
广告、发行热线：010-58884190