创新·严谨·团结·奋进

科普花园

【科普花园】《新世纪飞天梦》连载（23）飞天征程上的第一站——飞往月球（之二）

发布时间：2023-11-21

编者按：《新世纪飞天梦》是中国科学院力学研究所的王柏懿和林烈两位研究员撰写的一部科普小书。它图文并茂，以通俗的语言、严谨的分析和详实的史实，展示了人类不懈追求升空飞天的艰辛历程，说明了各类航天飞行器的基本原理和主要功能，还介绍了航天大师钱学森。承蒙作者的盛意，他们同意以网络书的形式在本网站上发表全书内容。该书主要是为小学高年级和初中的学生们编写的，有些较为专深的相关知识则采用“小贴士”“知识链接”和“你知道吗？”等框图形式在文中给出。

飞天征程上的第一站——飞往月球（之二）

王柏懿

6.2 “嫦娥”和“玉兔”各显神通

咱们中国航天员什么时候也能够登月呢？心情急切的小朋友不禁要发问了。告诉你们吧：这将会在2030年前后实现。当然，为了这个目标，在整整10年的准备酝酿基础上，中国的“探月工程”从2004年正式启动了。到目前为止，先后在2007年、2010年、2013年和2014年发射了“嫦娥一号”、“嫦娥二号”、“嫦娥三号”和“嫦娥五号T1”，而“嫦娥四号”和“嫦娥五号”预定在2018年前后发射。其实，探月工程仍然是在为载人登月“做准备”的。为了把航天员送上月球，必须对月球的情况有所了解：月球的表面是什么样子的？月面物质类型是怎样分布的？月球土壤有

什么特性？地-月空间的环境到底如何？小朋友们发现在中国探月工程标识中有两个小小的脚丫吗？它不仅象征着人类要上月球，也意味着探测月球要脚踏实地。设计者顾永江还特别提到："那对脚印可以是每个人的。"是的，只要努力，相信总有那么一天，热爱航天的小朋友们的脚印会踏临月球的。

图6-2-1 中国探月工程的标识

所以，小朋友应该明白了，为什么中国探月工程也叫做"嫦娥工程"啦！原来，它所发射的探月人造卫星都是以"嫦娥"命名的。是啊，这有什么可奇怪的：自古以来，中国人一直流传着"嫦娥奔月"的故事嘛！那么，这几颗"嫦娥"卫星都是干什么的呢？下面就从嫦娥工程的"绕、落、回"三步走战略来说说吧。

"嫦娥一号"是要完成探月工程一期的绕月飞行任务。它运行在距月球表面200千米的圆形极轨道上，装载着CCD立体相机、成像光谱仪、太阳宇宙射线监测器和低能粒子探测器等24台科学探测仪器，为了对月球表面的环境、地貌、地形、地质构造与物理场进行探测，工作寿命为一年。它在完成自己的使命后，撞向了月球的预定地点"丰富海"，真是"以身殉职"啊！

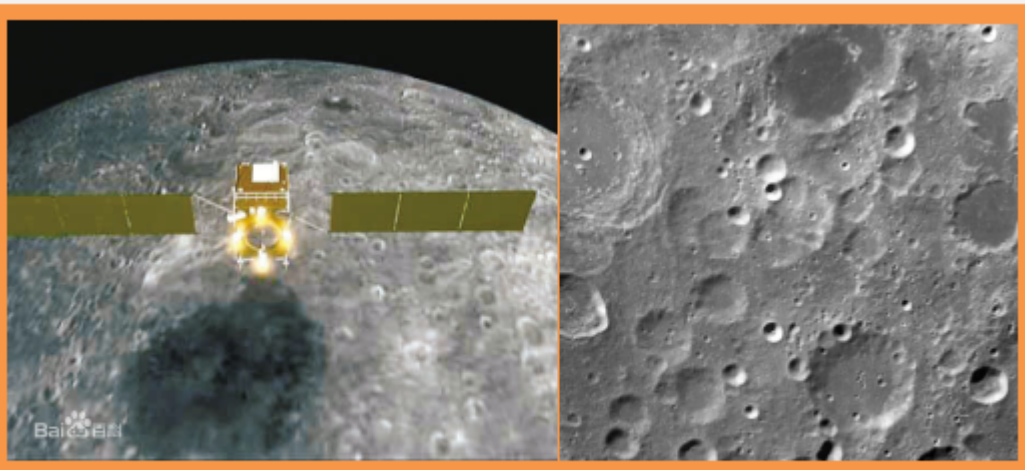

图 6-2-2 “嫦娥一号”（左）和发回的第一张月面图局部（右）

“嫦娥二号”是“嫦娥一号”的姐妹星，也是探月工程二期的技术先导星。它要对“嫦娥三号”预选的月球虹湾着陆区进行高分辨率成像，同时继续开展月球科学的探测和研究。为了把月球看得更清楚，它的绕月轨道高度降低到100千米，而且把CCD相机的分辨率从120米提高到10米，其它的探测设备也有所改进。为了给“嫦娥三号” 月面软着陆做准备，它还增加配置了降落相机。在完成自己的使命后，“嫦娥二号”开始了拓展试验——进入日地拉格朗日L2点环绕轨道，进行深空探测。

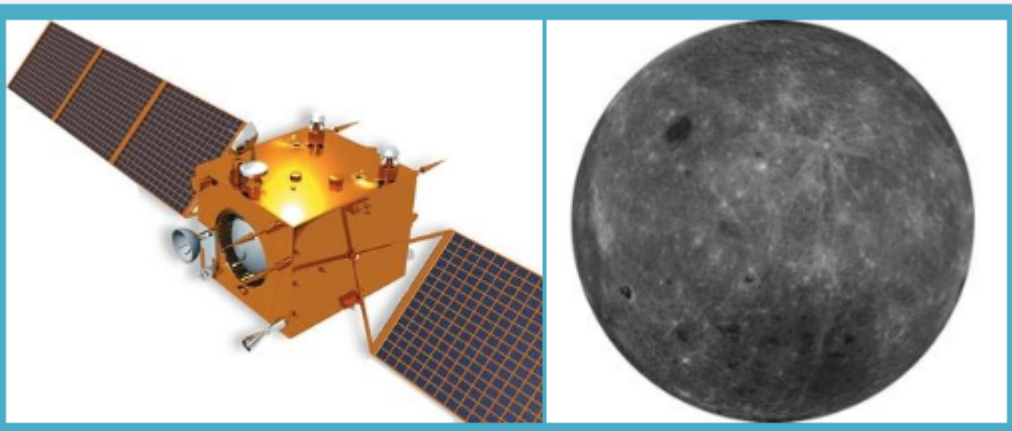

图 6-2-3 “嫦娥二号”（左）和发回的 7 米分辨率全月球影像（右）

“嫦娥三号”是要完成探月工程二期的落月任务。它由着陆器和巡视探测器（即“玉兔号”月球车）组成，并成功地软着陆在月球正面虹湾以东的雨海西北部。在完成着陆器和巡视器的分离之后，着陆器便定点守候进行就位探测，而“玉兔号”就在月球表面巡游90天，范围可达到5平方公里。玉兔会抓取月壤在车内进行分析，得到的数据都直接传回地球。这是继美国阿波罗计划之后又一个月球软着陆探测器，标志着中华民族五千年的登月梦想终于成真。

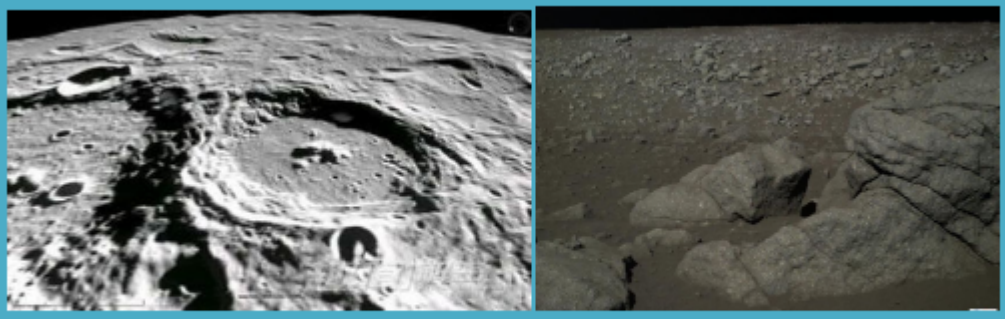

图 6-2-4 “嫦娥三号”发回的月面照片

“嫦娥四号”的任务是要实现人类探测器在月球背面的软着陆，并完成自动巡视机器人勘测，此外还要实现人类航天器在地月L2点上对地对月的中继通信。这是世界上第一次在月球背面软着陆的尝试。由于月球背面的电磁环境非常干净，是天文学家梦寐以求开展低频射电研究的场所，中国“嫦娥四号”会携带必要的仪器设备，使这个愿望得以实现，也可以填补国际空间研究的一个空白。

“嫦娥五号”是负责探月工程三期的“无人月球采样返回”任务的首颗地月往返卫星。它在着陆到月面后将采用撞取和采取两种方式对月壤进行采样，然后通过上升、月地转移和高速再入返回等一系列过程，将月球样品返回地球，进行详细的实验分析。此外，它将继续展开着陆点区的形貌探测和地质背景勘测，深化月球成因和演化历史的研究。

“嫦娥五号T1”也叫“嫦娥五号试验器”，是为了验证“嫦娥五号”关键技术的一个飞行试验器，特别是要检验“嫦娥五号”是能够正常返回地面的。最终，“嫦娥五号T1”的返回器确实在着陆区内蒙古四子王旗的预定区域里安全降落，这使得中国成为继苏联和美国之后成功回收绕月飞行器的第三个国家。这里要专门提到的是，它是通过“打气漂”等措施，圆满完成了高速再入返回试验，为实现中国人奔月梦想奠定了坚实的基础。

现在，小朋友们进一步搞清楚了“嫦娥”的作用了吧？它们就是几颗人造卫星，主要进行和月球有关的科学实验和技术验证。和其它的人造卫星不同的地方是：它们脱离了地球轨道，在日心系中运行。无论是绕月飞、撞月死、落月停还是采样回，它们都是为着有朝一日能把中国航天员安全送上月球、开展研究做准备的，开路先锋嘛！就说“嫦娥三号”吧，它要轻轻呵护怀中的“玉兔”，小心翼翼实现软着陆。为啥啊？对啦，小朋友们说得对：载有航天员的着陆器不能硬生生地落到月球表面的呀!

图 6-2-5 落在月面上的“嫦娥三号”的着陆器（左）和巡视器（右）

可是，在月面上软着陆，要比在地面上困难得多。因为月球上没有空气，无法使用降落伞，需要用变推力发动机使着陆器逐步地把速度减下来。这个降落过程只有750秒，人工干预的可能性几乎为零，主要是靠探测器自主完成的，所以要研制一系列新的制导、导航与控制系统。要知道，软着陆区域的地形地貌很复杂，为了避免降落时受损，而且能降落在合适的位置，它会像直升机一样悬停在距离月表100米的空中。然后通过光学、微波等敏感器测量，在月球上空平移、避障、选点，最后采取路径优、燃料省、误差小的模式安全着陆在月面的最佳着陆点上。这一切都要先在“无人”模式下做试验来验证的。

那么，“玉兔”呢？一样的，它的学名叫“月面巡视探测器”，也是为着航天员登月而打前阵的。它执行月面巡视勘察任务，在底部还安装了一台测月雷达，可发射雷达波探测二三十米厚的月球土壤结构，并可以对月面以下100米深的地方进行探测。这样就为航天员在月面登陆采集了必要的环境数据。当着陆器徐徐降落在月面以后，舱门打开，弹出斜梯。月球车缓缓舒展蜷缩的身体，调整好姿态，走出舱门，滑下斜梯，开始漫步月球……它依靠自主导航，选路线、上下坡、避障碍，走走停停，边走边“看”，并把探测到的数据自动传回地球，帮助人类直接准确地了解38万公里外的月亮。

这辆行驶在月球上的“玉兔号”汽车，重约140公斤，长1.5米，宽1米，高1.1米。它周身金光闪闪，脚下有6个轮子，两旁展开2片太阳能电池帆板，头上顶着导航相机和避障相机，全身包括移动、导航控制、电源、热控等8个分系统。这里，不妨用五句话来形容它的英姿：头顶“千里眼”，肩插“太阳翼”，脚踩“风火轮”，身披“黄金甲”，腹中“多秘器”。难怪它如此神通广大！

图6-2-6 “玉兔号”的靓丽英姿

“千里眼”是它上部的导航相机和避障相机，还有一根地月通讯天线，保证巡视路线正确并能爬坡、可越障，还保持和地球上家人的联系畅通。“太阳翼”是为月球车提供动力能源，使它百分之百用上了太阳能，而且可以一边工作一边充电，一点儿也不耽误工作。“风火轮”是一种特殊的筛网轮，它既可以减轻重量又有很大的接触面积，使月球车不会下陷也不容易打滑。“黄金甲”是为了月球车能够耐受月表的极端环境，它能反射月球白昼的强光、降低昼夜温差、阻挡宇宙中各种高能粒子的辐射，支持和保护月球车的肚子中“秘器”——红外成像光谱仪、激光点阵器等10多套科学探测仪器。

小朋友们知道吗？月球上的一昼夜相当于地球上的28天，或者说，月球上的一晚上相当于地球上的14天。这是因为月球绕地球公转一圈需要28天多，而它自转一圈也是28天。可是，月面夜间最低温度可以降至零下180°C，电子设备根本无法工作。为此，科研人员为“玉兔号”设计了一种“休眠”的工作模式——14天“工作”，14天“睡觉”。

认真的小朋友又要提问题了：“玉兔号”经过漫漫的长夜之后，怎样才能点火后立即开始工作呢？原来，可伸缩的太阳翼负责这件事情。夜晚来临后，太阳翼要收起来，像一床御寒的“被子”扣住里面的仪器设备，这样就隔绝了散热器的散热途径。等到白昼到来时，太阳逐渐从东边升起来，太阳翼再打开，开始供电，当温度升到到电子设备可以工作的时候，电源分系统的“休眠唤醒模块”就会把玉兔叫醒，进入工作状态。这个“唤醒”过程相当漫长，要经过长达一天的时间，“玉兔号” 才完全清醒，重新开始月面行走。不过，这种“日出而作，日落而息”的作息规律，大大增强了“玉兔号”适应月表恶劣环境的生存能力。

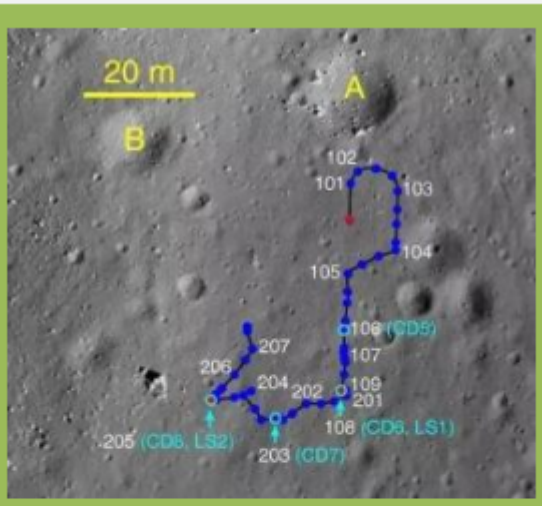

图6-2-7 玉兔的运行轨迹（左）和在月面上行走留下的印迹（右）

在“玉兔号”之前，全世界发射并成功运行的月球车一共有5辆。其中，2辆是无人驾驶的，由前苏联发射的；3辆是有人驾驶的，由美国发射的。中国的月球车是无人驾驶的，实现了全部“中国制造”。一般说来，无人驾驶月球车难度更大一些，因为上面要安装很多仪器，要保证在无人的状态下月球车能自主行驶，装载的仪器设备能正常工作。“玉兔号”的设计寿命是三个月，它在2013年12月15日抵达月球表面。直到2016年7月31日才停止工作，超长服役两年半多，因为其中的科学仪器功能随着时间的延长而逐渐衰竭了。

而且，要告诉小朋友们的是，玉兔在主要的时间里都是“带伤工作”的。原来，2014年1月25日，在进入第二个月夜休眠前，“玉兔”号不幸地发生了短路故障，机构控制出现了异常。尽管它从此不能走路了，不能去到更多的地方了，但是它的大脑、嘴巴、心脏都正常，探测数据和照片都能正常传回地球。月球车出现故障，说明我们对月球环境还了解得不够。比如，月面上的尘埃“月尘”比我们地球上沙漠里的沙子要细小得多，精密的月球车只要有一点点月尘进入，就有可能造成短路，“玉兔号”移动机构的故障可能因此而发生。

所以，航天不仅是一项高风险的事业，更是一项高精密的事业。热爱航天事业的小朋友们，为了实现新世纪的飞天梦，一定要做好思想、知识和技艺等方面的准备啊！

（未完待续）

目录

1、悠悠飞天梦
（作者：林烈）
2、升空飞天是人类不断的追求
（作者：王柏懿）
3、火箭是实现飞天梦的推手
（作者：王柏懿）
4、为什么要建造空间站
（作者：王柏懿）
5、航天员实现了人类飞出地球的夙愿
（作者：王柏懿）
6、飞天征程上的第一站——飞往月球
（作者：王柏懿，林烈）
7、飞天征程上的第二站——飞往火星
（作者：林烈）
8、放飞梦想，奔向深空
（作者：林烈）
9、爱掷纸飞机的男孩怎样变成了航天大师
（作者：王柏懿）

下一篇：【科普花园】《新世纪飞天梦》连载（22）飞天征程上的第一站——飞往月球（之一）

版权所有 © 2023 中国科学院力学研究所　京ICP备05002803号-1　京公网安备110402500049
地址：北京市北四环西路15号　邮政编码：100190