

# 嫦娥四号

## 嫦娥四号：“鹊桥”早在那儿等着你

■本报记者 张新 邹维荣 段江山

浩瀚宇宙,太阳系一隅,在地球与月球之间,一座贴有中国标签的“鹊桥”,已经搭建完毕,其任务是迎接到访月球的地球客人——嫦娥四号。

多年前,它的“同胞姐姐”嫦娥三号曾探访过。多年后的今天,嫦娥四号带着人类首次月球背面软着陆巡视探测的神圣使命飞往月球。

探月之路,路途遥远;每迈一步,充满艰险。为了让嫦娥四号远航之途平平安安,中国航天人早就做好了周密打算。

“嫦娥”未动,“鹊桥”先行。半年多前,带着探月中继通信任务的“先行官”——“鹊桥”中继星进入使命轨道,为此次发射的嫦娥四号架起一座最长的“桥”。

为什么嫦娥奔月要先架“鹊桥”?

### 嫦娥“隔山喊话”,地球有应必答

提起“鹊桥”,大多数人会想到牛郎和织女的爱情故事。

为了让牛郎和织女相会,各地喜鹊会飞过来用身体紧贴着搭成一座桥——鹊桥,牛郎和织女便在鹊桥上相会。

在我国嫦娥四号探月工程中,一款以“鹊桥”命名的中继星,承载着这一美好寓意,实现了“地月传书”。

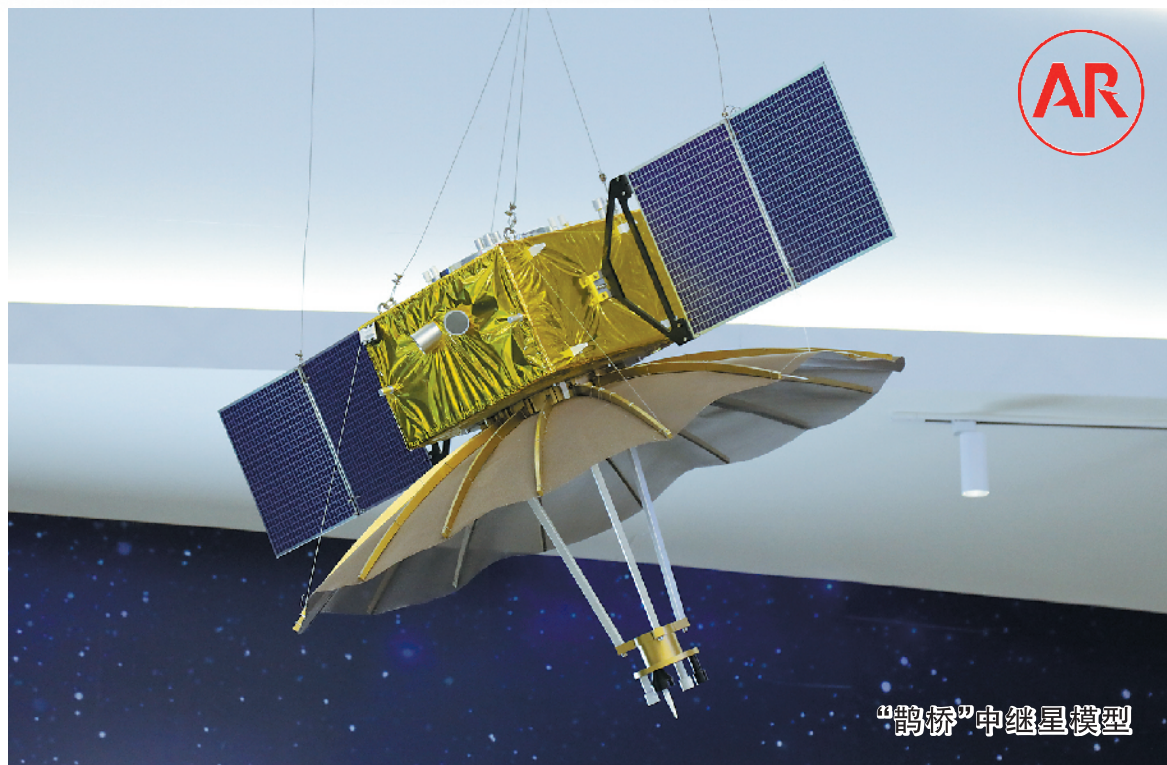
有人问:“嫦娥未动,为何‘鹊桥’先行?”回答这个问题前,我们先谈谈月背之谜。嫦娥四号探测器将在月球背面软着陆,但月球背面如深处闺房的娇羞少女一样从不示人,由于地球和月球存在潮汐锁定,月球的自转周期和公转周期完全相同。数百万年来,人类都只能看到月球的“正脸”,却丝毫看不到月球背面。

虽然月球“近在咫尺”,但人类对它依旧谜团重重。200多年前,“科幻小说之父”凡尔纳创作的《从地球到月球》,开启了人类对月球的探索与想象。月球背面作为地球难以观测的一角,在后来的科幻小说里催生出大量的太空幻想。

直到1959年,从苏联的“月球3号”传送回来的照片上,才让人类有幸一睹月球背面的真容。那次任务,是具有冒险性的探索。没有中继星,“月球3号”只能选择被动飞行模式。在飞过月球背面之时,地球被迫失联,人们只能眼睁睁看着飞船从月球背面一侧消失,又从另一侧浮现。当“月球3号”绕回月球“正脸”,才将月背照片发送给了地球。

之所以采用这种冒险方式,是因为处在月球背面的航天器会被月球所遮挡,地球和航天器无法取得联系。就像两个人“隔山喊话”,无法相互听到,更何况这座高山是月球。

当然,嫦娥四号并不是月背的匆匆过客,而要在那里多住些时日。如何破解“隔山喊话”的难题?这时候,“鹊桥”中继星派上用场了。



“鹊桥”中继星模型

“鹊桥”中继星能同时将地球、月球背面纳入视野,从而扮演两个原本被隔绝地点之间的“传球手”。

事实上,要建起连接地球和月球、跨越40多万公里的“星际穿越”通信链路,考验的是每一位“队友”通力合作、协同“跑位”、精准“传球”的能力。过去几个月,提前进入战位的“鹊桥”中继星,已经进行了中继通信功能的在轨“训练”;地球测控站的“牧羊人”,多次操演了任务全流程及应急预案,他们精心守护“鹊桥”,只为等候“嫦娥”传来的第一条月背信息。

“鹊桥”中继星有哪些特点?

### 中继星“新秀”,有“内涵”、“道具”多

“鹊桥”中继星“个头”不大,整个“体重”只有448公斤。

别看外表不起眼,但“里子”有“内涵”。40多万公里的通信距离,“鹊桥”架起的是世界上最长的“桥”。

说起“鹊桥”,容易让人联想到技术堪称成熟的“天链一号”中继星。11年前,第一颗“天链一号”发射成功。11年间,相继发射的4颗“天链一号”中继星组网运行,成功实现对中、低轨航天器全球100%覆盖。

与“天链一号”相比,“鹊桥”中继星有一个最大不同点——“天链一号”对数据采取透明转发方式,即不对数据做处理,保持“原汁原味”;而“鹊桥”中继星属于“再生转发”,即先对数据进行“解码”“去格式”“复接”“编码”等处理,再发送。可以看出,“鹊桥”中继星实现了全面升级。“鹊桥”中继星上架设的4.2米“巨伞”,是人类深空探测器历史上最大口径太空通信天线。这张“巨伞”张开后,为“鹊桥”中继星和地球之间架设一座伞状“桥”,可以为嫦娥四号着陆器、巡视器与地面测控站之间的“地月对话”提供便利。除了“巨伞”,“鹊桥”中继星还有一面超高清“反光镜”——激光角反射器。地球观测站发出的激光束,可以准确找到40多万公里外高速飞行的“鹊桥”中继星,通过发送、接收的时间差,计算出星地距离,这是人类历史上最远距离的激光测距试验。

值得一提的是,中国航天人还远在天空的“鹊桥”中继星安装了多部“手机”,地面工作人员可以同时给这几部“手机”打电话,发出相同的遥控指令,以规避“因距离远或其他未知因素”造成的信号中断、信息传送不准确等问题。

“鹊桥”中继星在广袤的太空中,会经历一段没有光照的时光,阴影区的温度在-200℃左右,最冷的区域达到-230℃以下。在如此严寒环境中,“鹊桥”全身都会被“冻僵”。为此,中国航天人采用了特殊材料,并进行大量的极端环境下的试验,让“鹊桥”中继星不被“冻坏”。

为什么“选址”地月L2点做Halo轨道运行?

### 不走寻常路,地球、月背上演“同框”

2018年5月21日,一个象征良缘的日子。“鹊桥”中继星在西昌卫星发射中心奔向太空,进入预定地月转移轨道,开始了搭建地月信息联通“鹊桥”的旅程。

“鹊桥”中继星发射后不久,有专家

一连用3个“首次”道出嫦娥探月工程的不易。

人类首次实现月背软着陆,首次采用地月中继通信,首次选择地月拉格朗日L2点。3个“首次”看似比较独立,其实联系极为紧密。嫦娥四号选择月背着陆,就少不了中继星;有了中继星,必然要找到合适的地月引力平衡点。其实,问题的根本是点位的选择。

幸运的是,200多年前,瑞士科学家欧拉和法国科学家拉格朗日用高超的智慧,计算出拉格朗日L1-L5点。部署在这5个点的小卫星或小天体相对两个大天体基本保持静止,这也是航天人一直追求的地月引力平衡点。

200多年后的今天,中国航天人为“嫦娥奔月”架起一座“鹊桥”。这一次,他们选择了一个“有趣”的点位——地月拉格朗日L2点。

之所以选择地月拉格朗日L2点,中国航天人有三点考虑:

——这个点处于地球和月球两点连线的延长线上,且在月球一侧。在这里,“鹊桥”有机会和地球、月球背面进行信息和数据交换;

——光照条件好,航天器很少被地球或月球遮挡;

——受地球和月球的影响小,中继星长期运行所需轨道维持量较小,说白了就是节省燃料。

当然,如果中继星“守”在地月拉格朗日L2点“一动不动”,受月球的遮挡,仍然“看不见”地球。走哪条“路”“路线”是什么样?这曾是航天人为之困扰的问题。

摆在他们面前的两条“路”,一个是李萨如轨道,另一个是Halo轨道——这就需要中国航天人作出抉择,究竟去哪个轨道。

这一次,中国航天人不走寻常路,最

### AR看探月

AR看探月,精彩享不停。解放军报、中国军网首次运用AR技术,开启您全新的“探月之旅”。您只需打开最新版解放军报手机客户端,点击右上角AR图标,扫描版面带有AR标记的图文,即可通过AR独特的视角,查看视频、动画演示或更多相关报道。小编友情提示:没有解放军报手机客户端的小伙伴们,可以扫一扫下面的二维码进行下载。



军报记者



解放军报手机客户端



我们的太空

“鹊桥”中继星在太空等待了6个月,终于迎来了他朝思暮想的“伙伴”——嫦娥四号。

嫦娥四号此行到月球背面,为了避免失联,中国航天人在40多万公里之外的地月拉格朗日L2点,放置一颗“鹊桥”中继星,为此次任务搭起一座太空通信的“天桥”。

天上“嫦娥”奔月的“大戏”拉开帷幕,地上航天测控人幕后的演绎同样精彩。自嫦娥四号升空以来,奋战在各地的航天测控人开启了忙碌模式:观察、定位、操控、锁定……操作台前的技术人员快速完成目标的跟踪捕获,一条条指令分秒不差地从这里发出。嫦娥四号飞行途中的轨道修正、近月制动等重要动作,都需要通过测控站来控制完成,以保证嫦娥四号和地球“你来我往”的通信链路畅通。

对于航天人而言,这场“大戏”,早在按下点火按钮之前就已开演。林海雪原的佳木斯深空站是深空探测的主力“队员”。在嫦娥四号发射5天前,深空站对天线设备组织“上场”前的“排练”。不料,这次预演出现了一段“小插曲”——天线控制平台的电机发生了故障。

口径66米的深空测控天线,是保证“鹊桥”畅通、“大戏”顺利进展的关键。当晚,工程师谢承伯带领维修人员赶赴故障现场,打开天线卷绕盘,发现50多根线缆被“冻”成一团。

■占传远

吴浩

本报记者

韩卓业

## 四十多万公里外

### 「织」鹊桥

佳木斯的冬天,风比钢硬,钢比风冷。在-20℃的气温下,他们把重达数十公斤、长达10多米的拖链节拆下,再对链条进行更换。等到拖链完全更换完,每个人的手指冻得几乎失去知觉。

“舞台上‘演员’的精彩演出,离不开幕后工作者的精心准备。航天发射任何环节都不能‘掉链子’。”佳木斯深空站站长韩雷说,自2018年5月21日“鹊桥”中继星发射以来,深空站早已进入“造星”状态。他们像呵护自己的孩子,担心他在太空中“生病发烧”,担心他“调皮捣蛋”,为了能够照料好他,每一道指令、每一条数据,都必须做到准确无误。

能顺利织好“鹊桥”,离不开航天人对精测秒控的极致追求。在上一场嫦娥三号探月的“大戏”中,深空站凭借过硬的能力,成功让险象环生的“剧情”反转。5年前,“玉兔”月球车发生技术故障,技术人员顶住压力,进行分析和试验验证,成功“唤醒”玉兔。

当然,好戏才刚刚开始,后续剧情更加精彩。对于这些幕后工作者来说,还有更多考验等待着他们。

40多万公里的探月路,每一步都饱含着测控人的艰辛付出。那天凌晨,林海雪原被月光照得白茫茫一片。在谢承伯排除天线故障返回营地的路上,一行行足迹或深或浅。正如中国航天的标志——“半轮明月,一双足迹”。朝着追逐明月的足迹继续向前,我们发现,“鹊桥”的那头,是中华儿女对月球的一次全新凝视。



中继星轨道

着巡组合体轨道