

探索与发现

科技与新知

地月“鹊桥”，上新!



2024年3月20日8时31分,我国探月工程四期的鹊桥二号中继星以及天都一号、天都二号通导技术试验星,由长征八号遥三运载火箭在中国文昌航天发射场成功发射。3月25日零时46分,鹊桥二号中继星经过约112小时奔月飞行,在距月面约440千米处开始实施近月制动,约19分钟后,顺利进入环月轨道飞行。

作为探月四期后续工程“关键一环”的鹊桥二号,是世界上第二颗在地球轨道以外的专用中继星,将架设地月新“鹊桥”,为嫦娥四号、嫦娥六号等任务提供地月间的优质中继通信。那么,什么是月球中继星?鹊桥二号中继星与2018年发射的“鹊桥”中继星有什么不同?对于人类登陆月球背面的梦想,它又将起到怎样的推动作用?



▲鹊桥二号离开地球示意图

◀月球背面

1 长征八号护卫新“鹊桥”升空

长征八号遥三火箭在飞行24分钟后,星箭分离,将鹊桥二号中继星直接送入近地点高度200千米、远地点高度42万千米的预定地月转移轨道,并且鹊桥二号中继星的太阳翼和中继通信天线相继正常展开,发射任务取得圆满成功。

作为鹊桥二号中继星的运载器,“个头”不高的长征八号火箭可是使出了浑身解数。火箭采用芯级捆绑两枚液体助推器的两级半构型,“个头”虽然才50.3米,但其1.3吨的地月转移轨道运载能力足以把1.2吨的鹊桥二号中继星直接送往月球。此次也是长征八号火箭首次执行探月轨道发射任务,其研制团队根据多窗口多弹道、低空高速飞行剖面等任务需求,对火箭进行了设计改进和优化,扩展了任务适应性,提高了可靠性。

在发射过程中,长征八号遥三火箭展示出了鹊桥二号中继星任务量身定制的3项本领:更完善的弹道设计,更灵活的主动滚转减载技术和更安全的热防护措施。其中,为了让火箭适应性更

强,研制团队除了在本发火箭上使用自主抗干扰控制技术成熟方法之外,还增加了主动滚转减载技术,使火箭可根据风的来向,在空中主动滚动调整,并用更稳定的优势面来应对高空风,通过自身的旋转变换抵消高空风的影响。

由于本次发射是执行地月转移轨道任务,一个月只有3天的发射窗口,每个窗口只有10-15分钟,所以为了提高发射成功率,长征八号火箭研制团队设计了可连续3天、每天2个发射窗口的6条弹道发射方案,这样可以充分利用仅有的3天窗口大幅提高发射成功率。由于一切顺利,长征八号火箭最终在第一发射窗口完成了任务。

与长征八号火箭擅长的太阳同步轨道任务相比,地月转移轨道的入轨高度更低、火箭飞行速度更快,几乎达到了第二宇宙速度,所以当火箭高速穿越大气层时,箭体与大气摩擦产生的温度更高。为此,火箭研制团队还给长征八号“穿”了一层热防护涂层,在火箭重点部位增加了厚度,从而更好地适应地月转移轨道的严酷条件。

2 为何要向月球背面发射中继星

为什么要发射月球中继星呢?其实,月球中继星的作用从它的名字“鹊桥”就能看出,它相当于一座信息桥梁。如果在地球上想与在月球背面着陆的探测器联系,需要先“告诉”月球中继星,再由月球中继星“转告”在月背着陆的探测器。

那为什么不能直接联系在月球背面着陆的探测器,而要兜个圈子呢?

这是由于地球和月球之间引力的相互作用,导致月球的自转与公转周期是一样的,这就使得月球永远有一面背对地球。在月球背面着陆的探测器因为受到月球自身的遮挡,而永远无法直接与地球进行测控通信和数据传输。

我国探月工程四期任务开展的着陆探测以及采样地点,主要位于科研价值更高的月球南极和月球背面地区,所以需要研制和发射月球中继星,从而架起月球背面对地球的“中继通信站”,解决在月球背面着陆的探测器与地球之间的测

控通信和数据传输问题。

鹊桥二号中继星想要成为月球“中继通信站”,发射成功只是第一步,上天后需在地面测控系统支持下,经过中途修正、近月制动等一系列重要环节,5天后才能进入月球捕获轨道。接下来,鹊桥二号中继星还要通过轨道控制进入调相轨道,最终进入24小时周期的环月使命轨道。此后,鹊桥二号中继星要在轨与2019年1月在月球背面着陆的嫦娥四号进行天地对通测试,再与今年上半年将发射的嫦娥六号采样返回探测器进行天地对通测试,以验证它们天地联合工作的协调性、匹配性,从而判定鹊桥二号中继星是否具备支持嫦娥六号实施月背采样返回的能力。

完成了以上所有环节,才能确保鹊桥二号中继星建立对地、对月的中继通信链路,为嫦娥六号执行月球采样任务提供支持,并接力2018年5月发射的“鹊桥”中继星为嫦娥工程四期任务提供中继通信服务。

3 鹊桥二号五大优势保“地月传书”

与2018年发射的“鹊桥”中继星相比,鹊桥二号中继星的技术创新更多、技术状态更多、功能更强、接口更为复杂、研制难度更高、任务时间跨度也更大,集中表现为以下五大优势。

一是鹊桥二号中继星重量更重。其重量达1.2吨,所以改用运载能力更大的长征八号火箭发射。而“鹊桥”的重量是448千克,2018年是用长征四号C火箭发射的。

二是鹊桥二号中继星天线更多。它不仅装备了一个与“鹊桥”中继星相同的直径4.2米X波段抛物面天线,用于与在月球背面着陆的探测器通信,还装备了一个“小伞”——直径0.6米S/Ka双频抛物面天线,用于向地面站传输数据。这个二维可驱动抛物面天线的重量只有20千克,能通过两轴驱动机构保证该天线每时每刻都能指向地面数据接收站。引人关注的是,直径达4.2米的X波段抛物面天线是由精细的镀金铜丝编织而成,发射时紧凑收拢,进入轨道后优雅展开,形似一把“金色大伞”。其上的铜丝直径仅15-30微米,约为人类头发丝的四分之一,选择镀金则是为了利用其卓越的反射性能。这种精密的结构设计,不仅赋予了天线必要的强度,还确保了通信的高效性,并可降低能耗,延长中继星的使用寿命。

三是鹊桥二号中继星平台更强。它使用了CAST2000卫星平台,工作寿命达8年,功率在1000瓦以上,对地最高码率达500兆比特/秒。由于长寿命、高功率,所以它不仅用于嫦娥四号和即将于今年发射的嫦娥六号任务,还可用于2026年发射的嫦娥七号、2028年发射的嫦娥八号任务等。而“鹊桥”中

继星使用的是CAST100卫星平台,工作寿命为5年,功率为800瓦,对地最高码率为10兆比特/秒。

四是鹊桥二号中继星载荷更多。它搭载了极紫外相机、阵列中子原子成像仪、月地甚长基线干涉(VLBI)试验系统等科学载荷,能进一步提升其科研价值。所以,鹊桥二号中继星不仅能为月球背面的着陆器传输数据,还可以执行科学探测任务,比如,开展月基对地球磁尾和等离子体层的探测和研究、月地甚长基线干涉测量试验和观测研究等。而“鹊桥”只搭载了低频射电探测仪。

五是鹊桥二号中继星轨道新颖。它最终进入倾角54.8°、周期为24小时的环月大椭圆冻结轨道(在这种轨道运行的航天器漂移极小,能减少因轨道控制或姿态控制所需推进剂的消耗),其近月点为200千米,远月点为1.6万千米,即近月点在月球北半球高纬度地区,远月点在月球南半球高纬度地区。

那么,为什么要采用这样的冻结轨道作为使命轨道呢?因为探月工程四期的几次任务都将选择在月球南极地区进行考察。而根据开普勒第二定律,远月点较高,可以使鹊桥二号中继星的飞行速度变慢,从而确保其与在南极工作的探测器之间有更长的通信时间。按照任务计划,嫦娥六号将在月面停留2天进行采样作业,鹊桥二号中继星可每天保持20小时的时间与嫦娥六号进行通信。

另外,由于鹊桥二号中继星的使命轨道比“鹊桥”的使命轨道离月球近许多,所以更有利于接收来自月面的信号,以及对月球进行科学观测。

4 “鹊桥”将逐步升级为太阳系通信服务网

2021年12月,我国探月工程四期批准实施,由嫦娥四号、嫦娥六号、嫦娥七号和嫦娥八号4次任务组成。嫦娥四号已于2018年12月发射,实现了世界首次月球背面软着陆巡视探测;嫦娥六号将于今年上半年择机发射。

根据任务安排,嫦娥六号将完成难度更大的首次在月球背面采样返回任务。它将在月球南极-艾肯盆地中纬度地区阿波罗环形山着陆采样,因为那里是月球曾经遭遇猛烈撞击的区域,可能保留着早期月球的信息。嫦娥六号实现采样返回后,科学家可进一步分析月壤的结构、物理特性、物质组成等,深化人类对月球成因和演化历史的研究。

但要达成这一目标,需在工程上攻克三大难关,第一关就是发射鹊桥二号中继星,用于实现月球背面探测器与地球的中继通信,满足月背工作段的测控通信需求。其余两个难关是需要突破月球逆行轨道设计与控制技术,以及突破月背智能采样和月背起飞上升技术。

我国探月工程一直注重开展国际合作。因为通过国际合作,可以发挥各国在月球探测技术方面的优势,使探月工程获得更多、更有价值的科研成果,并让参与合作的国家共享探月成果。比如,嫦娥六号就将搭载法国的氦气分析仪、欧空局的月表负离子分析仪、意大利的激光角反射器、巴基斯坦的立方星等。另外,以后其他国家要发射在月球背面着陆的探测器,也可以协商合作,使用我国的月球中继星来

转发遥测、遥控指令和科学数据。

未来,为了更好地配合在月球南极着陆的嫦娥七号、嫦娥八号,鹊桥二号中继星的轨道将调整为近月点约300千米、远月点约8600千米、倾角55°、运行周期为12小时的使命轨道,这样可以在月球南极上方有更广的视角和接收范围。

在此次发射鹊桥二号中继星的任务中,还搭载了天都一号、天都二号通导技术试验星。天都一号重61千克,配备Ka双频段一体化通信机、激光角反射器和空间路由器等载荷,主要开展地月激光测距与高速测控等技术试验;天都二号重15千克,主要开展通导载荷测试,配合开展星间测量技术试验。

天都一号、天都二号所开展的一系列试验,将为后续我国架设地月“鹊桥网络”提供先期技术验证,为我国“鹊桥”通导综合星座系统的建立提供参考依据。据中国探月工程总设计师吴伟仁介绍,我国将构建一个以月球为中心的深空互联网星座系统,这个系统集通信、导航、遥感等功能于一体,可以扩展到更远的深空,向太阳系继续延伸。

这意味着,从“鹊桥”开始的月球中继星通信方式,将会逐步升级为太阳系内的通信服务网络。未来,“鹊桥”通导综合星座系统不仅服务于探月工程和载人月球探测,最终还会覆盖火星和金星区域,为我国的行星探测计划提供通信服务。

(据《北京日报》作者为全国空间探测技术首席科学传播专家)

在月球上种植物! “阿耳忒弥斯3号”首批科学实验公布

徐皖



近日,美国国家航空航天局(NASA)公布了“阿耳忒弥斯3号”载人登月任务首批3项科学实验。

第一项实验将探索月球效应对植物群的影响。宇航员将在月球表面种植植物,观察它们的光合作用和生长能力,以及它们如何应对低重力和太空辐射带来的环境压力。虽然这已不是人类第一次在太空中种植植物,但该实验将让人们第一次看到月球上植物的完整生长周期。

在第二项实验中,宇航员将利用月球环境监测站(LEMS)测量月球南极附近的月震,描述其间月面运动特征。这有助于研究人员了解该区域月面以下的结构。

最后一项实验将利用月球介电分析仪(LDA)测量月壤导电性。与灰尘颗粒结合的冰能大大提高月壤

导电能力,因此LDA有助于寻找霜冻沉积物,并测量月球昼夜间的月壤变化。

“阿耳忒弥斯”计划的最终目标是为人类在月球上的长期生存奠定基础,这反过来将教会我们如何为载人火星任务做准备。”NASA副局长Pam Melroy表示。

“阿耳忒弥斯”是美国政府2019年宣布的新登月计划。2022年11月16日,执行“阿耳忒弥斯1号”无人绕月飞行测试任务的“猎户座”飞船发射升空。今年初,NASA宣布了“阿耳忒弥斯”载人登月计划的最新进度调整,包括推迟“阿耳忒弥斯2号”载人绕月飞行和“阿耳忒弥斯3号”载人登月任务,目的是留出更多时间来测试和解决技术问题,以确保任务安全。

(据《中国科学报》)

古人类或靠冬眠度过整个冬天

段跃初

美国《发现》杂志近日发表研究论文指出,古人类可能靠冬眠的方式度过整个冬天。这一发现引发人类学界关注。

冬眠是一种在极端环境下的生存策略。通过降低体温和新陈代谢,动物可以在食物短缺或气候恶劣的情况下存活。对于古人类来说,如果真的采用冬眠策略,那么可能是他们在面临严寒和食物短缺时采取的一种生存方式,需要一些特殊措施来保护自己。人类与冬眠动物之间存在很大的生理差异。人类的生理机制并不适合长时间低温和低能量状态,这可能会对人体带来严重伤害。

在西班牙的一个考古地点,大约有7500块人类化石,这为研究人员提供了难得的机会来探索古人类的生活方式和适应策略。

通过对这些化石进行详细勘查,研究人员发现早期人类骨骼上的损伤与向疾病、慢性肾脏病、甲状腺功能障碍亢进、骨质疏松等疾病有关。这些发现引起研究人员高



度重视,并使他们开始怀疑古人类是否采用了冬眠作为一种生存策略。更进一步的研究表明,这些骨骼损伤和疾病迹象与人体进入冬眠状态时的生理变化有着惊人的相似之处,这使得古人类冬眠的假设更有说服力。

这项新发现如果被证实,它将对我们理解古人类的生存策略和对环境机制产生深远影响。然而,目前这项研究还处于初级阶段,需要更多的证据来支持这一假设。

(据《科普时报》)

“舞伴”小黑洞作祟 巨型黑洞每8天半“打嗝”一次

刘霞

来自美国和意大利等国科学家组成的国际研究团队首次探测到黑洞“打嗝”:一个巨型黑洞每8.5天“打嗝”一次,喷出的“嗝”来自该黑洞的吸积盘。研究团队指出,一个不断穿越该黑洞吸积盘的较小黑洞可能是其“打嗝”的原因。相关论文于3月27日发表于《科学报告》杂志。

该巨型黑洞的“体重”为5000万倍太阳质量,位于距地球8亿光年的星系中心。研究显示,该黑洞每8.5天喷射出一大块气体,然后再次安静下来,“打嗝”原因于一颗较小黑洞在其倾斜轨道上飞来飞去,就像是大黑洞的“舞伴”,定期将气体从吸积盘中“踢出”。

论文主要作者、美国麻省理工学院科学家德赫拉克·帕沙曼表示,黑洞“打嗝”表明,黑洞吸积盘可能是更大宇宙天体的家园,包括其他黑洞和恒星。吸积盘是一个围绕黑洞旋转的超热气体环。如果他们的最新模型正确,那么“打嗝”事件或能揭示很多极端双星群体。

2020年12月,天文学家首次注意到该巨型黑洞。当时,“超级新星”全天空自动巡天“望远镜”发现,来自该黑洞吸积盘的长时间爆发将天空中一小块区域的亮度提高了1000倍。随后,国际空间站X射线望远镜提供的数据,使科学家能对该巨型黑洞X射线数据中周期性细微变化进行编目,这些变化由黑洞“打嗝”造成。

研究团队经过分析后确定,每当较小黑洞穿过巨型黑洞吸积盘时,巨型黑洞就会“打嗝”,喷出更多物质。他们也怀疑,巨型黑洞也会在一万多年后吞噬这个“舞伴”。

研究团队表示,较小黑洞的“体重”相当于100倍—1000倍太阳质量,两个黑洞的质量相差5000倍,使其成为迄今发现的质量比最极端的双星系统之一。未来他们将监测该监测系统,希望借助欧洲空间局刚刚上岗的“激光干涉仪空间天线”(LISA)探测到更多类似系统。

(据《科技日报》)

图片来源:IC photo