

# 人类为何对月球南极如此着迷

●赵汉斌 毛祺颖

## 探索月球南极风险巨大

俄罗斯国家航天集团8月20日发布消息称,其发射的“月球-25”号探测器偏离预定轨道,与月球表面相撞后失联,任务以失败告终。按照原定计划,“月球-25”号将在月球南极的博古斯拉夫斯基陨石坑附近软着陆。

正当人们认为登陆月球南极无望时,事情很快出现“反转”。8月23日,印度发射的“月船3号”探测器在月球南极实现软着陆,并于24日释放“普拉吉安”月球车,踏足月球表面,开启14天的科考。印度也因此成为首个实现探测器在月球南极着陆的国家。

俄罗斯国家航天集团似乎不甘失败,其总裁尤里·鲍里索夫8月25日呼吁,要从“月球-25”号探测器任务中吸取教训,继续开展探月计划,并计划在2025年至2026年再次向月球南极发射探测器。

一时间,月球及其南极区域成为人们关注的焦点。登陆月球南极有哪些意义和难点?科技日报记者就此采访了中国科学院云南天文台相关专家。

自古以来,人们就对夜空中的月亮充满好奇与向往。近代以来,月球成为人类深空探索的重点目标,同时也是人类目前所涉足的最远天体。根据2018年云南天文台李语强等人在国内首次成功对月球进行激光测距获得的数据,地月距离为38523.433至387119.600千米。

“月球地形十分复杂,表面布满了大大小小的陨石坑,这使得月球探测器着陆风险巨大。目前世界上主要航天大国相继开展了100多次月球探测活动,但成功率仅为百分之五十左右。”云南天文台研究员李语强说。

在我国嫦娥四号登陆月球以前,人类的探月活动主要针对的是面向地球的月球表面。2019年1月,在“鹊桥”中继星的帮助下,嫦娥四号实现了首次在月球背面着陆,并对月背展开了科学探索,但人类对月球两极的探索基本处于空白。

“探索月球南极风险巨大,主要原因在于月球南极地形复杂,有巨石和巨大的陨石坑。复杂的地形使得高速飞行的航天器在指定区域平稳着陆十分困难,稍有误差,还可能进入全年无光照、温度极低的永久阴影区。”李语强说。

## 或为深空探测提供资源

当前,世界主要航天大国月球探测活动的重点都指向了月球南极。对航天器着陆充满风险与巨大挑战的月球南极,究竟有哪些魔力?

美国国家航空航天局在轨14年的月球勘测轨道飞行器收集到的数据表明,月球一些永久被阴影所笼罩的环形山中可能存在水冰,印度“月船1号”探测器载荷更是探测到了固态水冰的近红外吸收光谱,直接证明了月球上含有水冰。据俄罗斯卫星通讯社报道,陨落的“月球-25”号的主要任务之一便是在月球南极地区确认水存在的可行性。“我们的首要任务是在月球上找到水,希望这种水能以冰的形式

保存在太阳从未照射的极地陨石坑底部,或者至少找到水的痕迹。”俄罗斯科学家艾里斯特称。

“月球南极附近存在很深的陨石撞击坑,相较于月球的其他区域,月球南极拥有最大并且最集中的永久阴影区,这使得大量撞击坑常年不受日照。”云南天文台助理研究员杨永章介绍,根据目前的理论研究,这些撞击坑内极有可能富集大量水冰。研究这些水冰,有助于科学家追溯到早期太阳系的氢和其他挥发物的化石记录。

如果月球南极存在大量水冰,其不仅可用于饮用和制造氧气,还可以制备火箭

所需的氢燃料。相比从地球装载大量燃料发射火箭,在月球上就地获取能源,有助于人类更有效地进行针对火星和小行星等天体的探测。

“除了水冰资源以外,月球南极位于一个巨大陨石撞击坑的边缘。”云南天文台在读博士研究生黄凯告诉记者,这个陨石坑直径达2500千米,深度达8千米,是太阳系内最古老的地貌之一,可为探索太阳系早期演化提供重要线索。同时,月球南极还存在着与地球相似的极昼现象,极昼期间可能出现长期连续的光照,更有利于探测器长时间开展工作。据《科技日报》

## 链接

未来五年,我国将继续实施月球探测工程。探月工程四期目前已经获得国家立项批复,未来包含嫦娥六号、嫦娥七号和嫦娥八号任务。嫦娥六号计划于2024年前后发射,嫦娥七号计划于2026年前后发射,嫦娥八号任务目前处于方案深化论证阶段,准备在2028年前后实施发射。

“我们还计划以月球为主要基地,建立集数据中继、导航、遥感于一体的月球互

## 未来“嫦娥”的奔月之路

网。”中国工程院院士、中国探月工程总设计师吴伟仁表示,这些形成一体化后,可以对月球上的一些资源和探测器实行有效管理。

月球探测仅仅是我国深空探测计划的第一步发展目标。吴伟仁介绍,开展月球探测工程将为我国更大范围深空探测进行技术上的准备与验证。

“我们与相关国家联合发起了国际月球科研站计划,并欢迎国际伙伴参与合

作。”吴伟仁说,未来,国际月球科研站或将作为飞向太阳系或者更远深空的深空探测中转站。

此外,我国还将在探月领域深入开展国际交流合作。嫦娥六号任务和小行星探测任务将提供搭载平台和载荷资源的机会,致力于与更多国家、一同让航天探索和航天科技成果为创造人类美好未来贡献力量。据《科技日报》

## 全球最大射电天文望远镜阵列首台中频天线吊装——

# 为“地球巨眼”装上“中国之眸”

●崔兴毅

日前,中国电科牵头研制的全球最大射电天文望远镜阵列首台中频天线在位于河北石家庄的中国电科网络通信研究院正式吊装。这是国际大科学工程平方公里阵列射电望远镜项目(以下简称“SKA”)进入建设阶段以来建成的首台中频天线,标志着中国在SKA核心设备研发中发挥了引领和主导作用。

“SKA将为人认识宇宙提供重要机遇,开启人类探索宇宙的新纪元。”中国电科首席科学家郑元鹏表示,SKA肩负着人类了解宇宙和生命奥秘的使命,将致力于揭示全球各国和人类共同关心的一些基本问题,如探测宇宙、星系的起源和演化,寻找更多的星系,探寻孕育生命的新摇篮,搜索外星生命等。

### “地球巨眼”洞悉宇宙奥秘

“SKA项目始于20世纪90年代初,是人类有史以来在建的最大综合孔径射电望远镜,也是多国合作、共同出资的国际大科学工程。”中国电科网络通信研究院总监马英昌介绍,全球约20个国家上百所大学和科研机构的天文学家与工程师参与项目研发,其组成阵列的

射电望远镜接收面积1平方公里,相当于140个足球场的面积。

据了解,SKA在澳大利亚、南非等8国设有台址,在约3000公里的广袤荒野,将建设约3000面天线,组成1平方公里大的“地球巨眼”,静伏于地球表面观测宇宙深处最神秘的声音。SKA天文台宣传外联部主任威廉·加尼尼告诉记者,作为人类历史上建造规模最大的射电望远镜,SKA建成后将成为地球上最大的科学设施,比目前最大的射电望远镜阵列灵敏度提高50倍,巡天速度高10000倍。

“中国电科网络通信研究院作为SKA天线结构工作包联盟的牵头单位,联合来自南非、意大利等国的科研及工业机构,将共同完成SKA天线结构工作包天线的建设任务。”马英昌说。

### “听音辨位”汇聚创新结晶

对宇宙目标“精准画像”,除了得天独厚的站址条件外,还要准确地“听音辨位”——这就需要较高的灵敏度和指向精度,还得屏蔽电子设备的电磁辐射干扰,让天线更加专注于宇宙目标。

上述要求离不开集多种关键技术于一身的SKA中频天线。

SKA中频天线结构项目总设计师杜彪介绍,SKA中频天线对效率与波束变形、指向精度、电磁屏蔽与电磁兼容等核心关键指标提出了极高要求,带给设计与研发的挑战前所未有。“为满足高电磁兼容性和高指向精度的世界性技术难题,我们对伺服控制系统设计、动态仿真、标校、调试、测试方法和验证等一系列关键技术开展攻关,完成了高电磁兼容性伺服控制系统的设计、加工和集成工作。”

据悉,SKA中频天线的伺服控制系统需要满足高电磁屏蔽指标,才能实现高灵敏度观测。同时,采用全数字高精度伺服驱动控制设计和高精度座架和天线结构的保型设计,从而实现千分之三度的高指向精度。当接收到观测指令时,分布在上千公里范围的几千面天线将精确地同步对准同一观测目标,持续同步跟踪观测,实现最大的接收效率。

SKA中频天线中心区域阵列建在南非卡鲁地区,属于干旱台地高原,因此天线的运输、集中建设、运行、后期维护等都成为技术人员需要重点考虑的问题。“针对批量化建设、沙漠环境安装集成以及使用维护的特点,为了便于运输与组装,我们对天线反射体、座架、方位俯仰机构和轴承进行了模块化设计,各模块部件像积木一样易于拆装。驱动器、电机、减速机

等结构则被设计为现场可更换单元,不用返场维护,便于设备维护。”SKA中频天线结构项目负责人王大为说。

### 精益求精探寻技术极致

SKA中频天线是一台15米口径的赋形双偏置格里高利天线,天线反射体由主反射体、副反射体、换馈机构和支臂构成。“天线主反射体采用高精度空间桁架结构和三角形铝合金面板材质,在实现高精度的同时,也便于维护和快速安装。”SKA中频天线结构项目设计师杨晋普介绍,“我们的面板精度达到0.03至0.1毫米,面形精度优于100微米,还不及两根头发的厚度,代表了国内面板设计与制造的最高水平。”

高精度要求的背后,是每一个安装环节的极致精密。

SKA中频天线的背景是空间网架结构,采用螺栓球与拉杆相连的方式安装。SKA中频天线结构项目总设计师王大为介绍,一面天线上有100余个螺栓球、300余根拉杆,100余个螺栓球上的螺孔数量不尽相同,最多可达12个,而且每个螺栓球上的螺孔角度都是唯一的。“也就是说,每个螺栓球在15米×18米×3米的网架中的位置是唯一的,每个螺栓球哪根拉杆也是唯一的。”

如此精密的位置要求,哪怕有一粒小米大小的误差,也会装不上去。为快速、精确完成安装与拆卸,工艺师们经过几十次试验,构建出4个计算模型,并反复研究装配流程,历经2个多月才完全掌握最佳安装方法。“那段时间,脑子里全是螺栓球和拉杆,整天都在琢磨,连做梦都想着。”王大为说。

SKA天线底座内部有一个设备舱,用来安装望远镜所有电子设备。由于设备运行会产生电磁辐射,为降低辐射对天线的影响,设备舱需要较强的电磁屏蔽性能。

“考虑到天线是在沙漠环境中工作的,要留通风孔用于散热,还要留进出电缆的通道、人维护的空间……别看空间不大,里面却容纳了非常多的设备。如何布置,如何实现电磁屏蔽性能,绝对是个体大挑战!”电磁屏蔽舱研制技术负责人窦玉超感慨。

最终,团队经过反复论证,结合每台设备的功率、发热量等进行合理布局。“光是大的方案调整就有四五次,微调更有几十次,我们用了1年时间才找到最优方案。”窦玉超说,找到技术最优解,是团队始终的追求。

据《光明日报》



“同学们,大家好!”欢迎大家来到天宫课堂!”

9月21日下午,神舟十六号航天员乘组景海鹏、朱杨柱、桂海潮在中国空间站开展了“天宫课堂”第四次授课,球形火焰、奇妙“乒乓球”和动量守恒等精彩的实验项目,在这个对中国航天具有特殊意义的一天,再次开启全国中小学生太空知识的奇幻旅程。中国空间站与地球相距400公里左右,如何保证授课图像清晰、语音稳定,实现太空“传佳音”?

精准的系统分析与论证是必要的前期工作。为此,中国航天科技集团五院的研制人员在任务实施前仔细比对前期在轨飞行数据,针对太空授课的飞行指令和飞行状态开展精心设计和规划,设计了两个舱段中继天线接力的数据传输模式,保证直播信号不间断。

研制人员还设置了图像和语音设备的工作状态,从而保证图像语音清晰稳定,设置了整站网络状态,用以保障系统网络通信稳定。

本次太空授课面向全球现场直播,这就要求所有参加任务人员能够快速应对所有可能发生的情况。

为及时应对直播授课时的各类场景,研制人员精心推演、熟悉预案,一边仔细梳理和识别可能的故障,一边推演和演练预案处置流程,确保每个人做到心中有数。

此外,每一堂生动的太空课程离不开中继终端高效稳定的通信保障。与以往飞行器不同的是,神舟十六号飞船上采用了具备三大优势的升级版中继终端,中继终端上所有产品均按航天科技集团五院西安分院目前最新技术进行了优化升级。

之前发射的飞行器使用的中继终端产品重量较重,研制团队借助最新工艺技术,对产品进行小型化、集成化设计之后,在原有功能和性能不变的情况下,升级版产品成功减重9公斤,产品集成程度进一步提高。同时,以前需要依靠产品中的几个芯片共同完成处理的一项工作,在对产品的数字处理功能进行大量优化升级后,仅需一个芯片即可。

通信保障技术的日趋成熟,也让天地互动进行得更加充分——

2021年12月9日,神舟十三号航天员翟志刚、王亚平、叶光富在中国空间站实现授课“首秀”;2022年3月23日,神舟十三号航天员乘组的三位“太空教师”再次在中国空间站进行现场教学;2022年10月12日,神舟十四号乘组航天员陈冬、刘洋、蔡旭哲为广大青少年上了中国空间站里的第三堂课。

当前,中国空间站已全面转入应用与发展阶段。

回首31年前的9月21日,中国载人航天工程刚刚立项实施。走过31载,中国载人航天工程取得丰硕成果,一批批中国航天员进入太空,我们的“太空之家”遨游苍穹,一次次圆满的太空授课把太空梦、科学梦的种子撒进大家心间。此次太空授课再一次点燃了同学们探索宇宙的热情,必将激励他们继续追逐梦想、筑梦天宫。

据新华社

7

兵

2023年9月27日  
星期三

联系电话:  
0991-5509362

新知·天文

投稿邮箱: bhrzkh@163.com

责任编辑: 张慧娟  
视觉任延雪

兵



团炬客户端