

据美国国家航空航天局(NASA)消息,执行“阿耳忒弥斯2号”载人绕月飞行任务的“猎户座”飞船4月7日开始返回地球的旅程,当地时间10日晚飞船在美国加利福尼亚州圣迭戈海岸附近溅落。“阿耳忒弥斯2号”载人绕月飞行任务打破了1970年“阿波罗13号”月球任务创造的人类距离地球最远飞行纪录。

主笔 彭传刚

## 50余年后重启载人绕月

美东时间4月1日18时35分(北京时间2日6时35分),NASA新一代登月火箭“太空发射系统”搭载“猎户座”飞船从美国佛罗里达州肯尼迪航天中心发射升空,将4名宇航员送入绕月轨道,展开为期10天的任务。

按计划,任务团队于4月6日绕月飞行数小时,对月球表面进行观测。与以登陆为目标的“阿波罗”任务不同,“阿耳忒弥斯2号”的主要任务是通过一次为期约10天的深空飞行验证飞船各项关键系统,为后续载人登月任务提供重要科学和工程数据。执行任务的4名宇航员分别是美国宇航员里德·怀斯曼、维克托·格洛弗和克里斯蒂娜·科克,以及加拿大航天局宇航员杰里米·汉森。

美国政府2019年宣布“阿耳忒弥斯”登月计划,并于2022年11月完成“阿耳忒弥斯1号”无人绕月飞行测试任务。“阿耳忒弥斯2号”是该计划的首次载人任务,也是自1972年“阿波罗17号”登月任务结束后美国首次载人飞向月球。

“阿耳忒弥斯2号”任务的一大重点是研究深空对人类健康的影响。此次宇航员直接暴露于更强的宇宙辐射之下,飞船舱内安装了辐射传感器监测剂量,宇航员也将在任务前后提供唾液和血液样本,以评估免疫系统等生理变化。

本次任务中最前沿的人体健康研究是“器官芯片”实验。科学家从宇航员捐献的血液中提取未成熟骨髓细胞,分别植入两块大小类似U盘的生物芯片中,一块随飞船进入深空,另一块留在地面作为对照。

这类芯片可以看作人体器官的“化身”,通过微流控技术,科学家能够在芯片上模拟大脑、肺、心脏、胰腺和肝脏等器官的结构和功能,从而观察人体细胞对辐射或医疗干预的反应。这项名为“虚拟宇航员组织模拟反应”的实验有望为未来载人登月任务提供信息,帮助做好人类登陆火星的准备。

任务结束后,科学家会对每位宇航员的两块芯片进行比较,以评估深空环境是否导致更多DNA损伤、端粒变化或其他生物学影响,并将这些数据与宇航员健康状况进行关联分析。

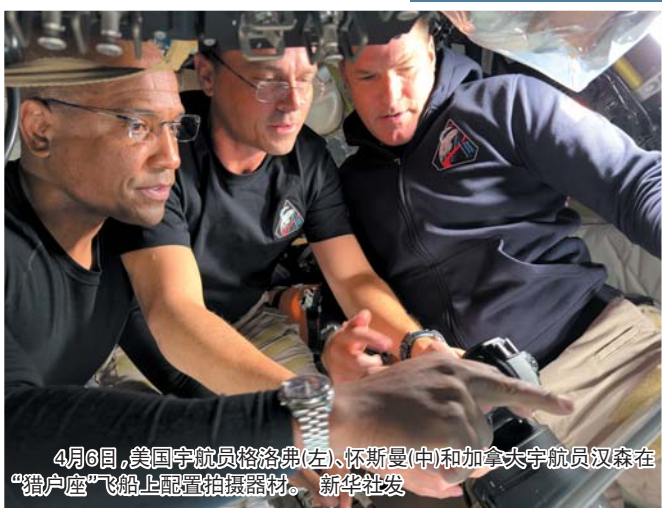
在“阿耳忒弥斯2号”任务中,宇航员从月球背面拍摄了地球从月球地平线升起的画面。这一经典影像最早由“阿波罗8号”任务拍摄,是人类航天史上的标志性照片之一。科学家计划将此次影像与“阿波罗”时期的照片进行对比,研究地球表面的变化。

## 哪些关键技术值得关注

此次任务的一个突出特征,是新一代深空载人体系首次集中实战演练。“太空发射系统”火箭和“猎户座”飞船均首次执行载人任务,其可靠性在深空环境中接受全面考验。虽然此前“阿耳忒弥斯1号”任务完成无人飞行验证,但载人状态下的系统协同仍需实战检验。

从任务设计看,多项关键技术值得关注:

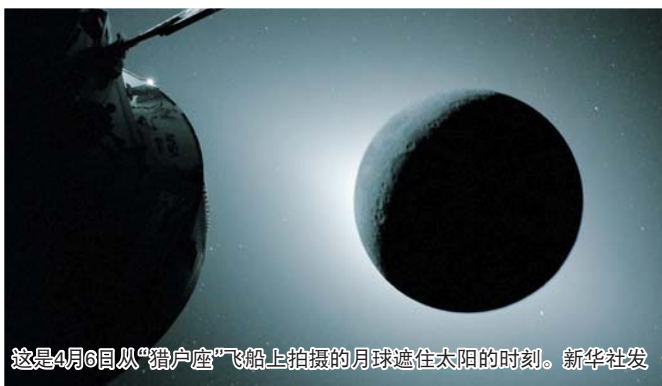
一是深空环境下的通信与导航系统测试。飞船在地球轨道短暂飞出全球定位系统卫星及近地中继卫星覆盖范围,检验深空网络的通信与导航能力,



4月6日,美国宇航员格洛弗(左)、怀斯曼(中)和加拿大宇航员汉森在“猎户座”飞船上配置拍摄器材。新华社发



这是4月6日从“猎户座”飞船上拍摄的月球前和地球。新华社发



这是4月6日从“猎户座”飞船上拍摄的月球遮住太阳的时刻。新华社发

确认相关系统为深空任务做好了准备。

二是手动飞行操作验证。在飞船与火箭上面级分离后,宇航员将飞船切换至手动模式,操控其飞行轨迹和姿态,以上面级为目标,模拟与其他航天器对接的能力。这一步骤被称为“近距离操作演示”,它在地面难以完全模拟,为后续月球轨道任务中关键的交会、近距离操作、对接等提供实战经验。

三是电力供应系统的分阶段保障。发射及初期飞行阶段使用飞行电池供电,以确保在最关键、最危险阶段获得稳定、可控电源;进入深空后,飞船主要依靠太阳能电池板提供持续能源,电池系统则在无光照或应急情况下提供补充电力。

四是自由返回轨道设计。在返航阶段,飞船利用地月引力场作用,在地球引力牵引下自然返回地球,无需重新启动推进系统。多家媒体报道指出,这一设计被视为一项重要的安全冗余手段,可在推进系统出现故障时仍能利用引力完成返航。

这些技术亮点意味着更高的技术门槛。作为新一代重型火箭,“太空发射系统”规模庞大、耦合复杂,推进、低温燃料与控制系统高度联动,任何局部异常都可能产生连锁反应。此前演练中曾出现液氢泄漏、氦气系统故障等技术问题,导致发射时间一再推迟。同时,绕月轨道推进精度要求极高,任何偏差都可能影响返回路径,深空通信延迟也增加了操作和系统响应难度。

## 任务风险呈“叠加效应”

要离开近地轨道,进入深空环境实施载人绕月,任务风险呈“叠加效应”。

飞行距离更远、速度更快、环境更复杂,系统容错空间明显缩小。专家指出,载人深空探索风险不可避免,关键在于通过系统设计加以降低并确保可控。NASA为此构建了一套覆盖“发射-飞行-返回”全过程的安全保障体系。

发射阶段确保宇航员的快速逃逸能力。“猎户座”飞船顶部配备发射逃逸系统,在发射阶段出现异常时,该系统可在毫秒内启动,将载人舱迅速拉离火箭主体,实现紧急撤离。发射台也配备应急撤离设备,确保地面突发情况下宇航员安全转移。

宇航员所穿的“猎户座”任务组生存系统”宇航服,具备耐高温和阻燃能力,其内置接口系统可在紧急情况下提供氧气,去除二氧化碳,支持长达6天生存。绕月飞行期间,飞船内部部署多组辐射传感器,结合宇航员佩戴的个体辐射监测装置,可实时评估舱内辐射水平并发出警报。

通信方面,任务使用NASA近空网络和深空网络形成通信链路。飞船飞至月球背面时将出现约41分钟通信中断,其余阶段均保持稳定。

分析人士指出,与“阿波罗”时代相比,“阿耳忒弥斯”引入更多商业航天参与,系统复杂性显著提升,对风险管理提出更高要求。此次任务的安全设计与验证结果,将直接影响美国未来载人登月及深空任务的实施路径。

## 复杂程度远超“阿波罗”

半个多世纪前,美国宇航员乘坐“阿波罗11号”飞船首次登月。“阿波罗”计划是美国在冷战时期组织实施的一系列载人登月任务。1957年,苏联发射世

界上第一颗人造卫星,拉开了美苏太空竞赛的序幕。1961年,苏联首次载人太空飞行,让美国倍感压力。

在经历多次飞行试验后,1969年“阿波罗11号”飞船将美国宇航员送上月球。在实施“阿波罗”计划期间,美国共实现6次载人登月,而苏联载人登月计划失败,这成为美国在太空竞赛中领先的标志。

“阿波罗”计划主要目的是实力展示。正如美国乔治·华盛顿大学太空政策研究所前所长约翰·洛格斯登的评论,“阿波罗”计划是“特定历史时期的产物”,是美国在认为自己受到威胁后采取的一次“卓越的紧急应对行动”。

数十年后,美国政府在2017年12月宣布美国宇航员将重返月球。这一计划被命名为“阿耳忒弥斯”,目标是将宇航员送上月球,保持美国在太空探索方面的全球领先地位,建立“在月球的持续存在”,为探索火星铺路。

“阿耳忒弥斯”计划并不是“阿波罗”计划的翻版,其复杂程度远超后者。多家媒体报道指出,“阿波罗”计划使用的“土星5号”运载火箭等装备已经退役,生产线也不复存在,美国的新登月任务正在使用新技术和新标准。

“阿耳忒弥斯”计划采用较稳妥的技术路径:先无人试飞,再载人绕月,然后实施月球着陆。“阿耳忒弥斯1号”无人绕月飞行测试任务已于2022年11月完成,但因技术挑战、进度延误、成本超支等问题,后续任务一再推迟,引发广泛质疑。最新任务进度表显示,美国计划2027年执行“阿耳忒弥斯3号”任务,在近地轨道开展系统及运行能力测试;2028年开展“阿耳忒弥斯4号”登月任务。

(资料来源:新华社、科技日报等)



4月1日,美国国家航空航天局新一代登月火箭“太空发射系统”搭载“猎户座”飞船从佛罗里达州肯尼迪航天中心发射升空。新华/美联

# 『阿耳忒弥斯』:并非『阿波罗』的翻版