
地月“信息高速路”通了！

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41763.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

地月“信息高速路”通了！

。2026年7月，中国科学院A类战略性先导科技专项“地月空间DRO（远距离逆行轨道）探索研究”组织实施的地月激光通信试验任务取得重大突破。由中国科学院空间应用工程与技术中心（以下简称空间应用中心）牵头，联合之江实验室研制了DRO-A卫星激光通信试验载荷、联合中国科学院云南天文台和上海微系统与信息技术研究所（以下简称微系统所）研制建设了地面激光通信系统。

经过近一年多的在轨测试试验，科研团队成功构建了超过40万公里的地月距离双向激光链路并验证了地月高速激光通信能力，标志着我国空间激光通信正式从近地轨道迈入地月空间。

空间激光通信是一种利用激光传输信息的通信方式。与传统微波通信相比，它有着速度快、容量大，方向准、保密性好，设备小、重量轻，双向高速、收发自如等优点。“数十万公里的深空距离，瞄准精度要求苛刻、信号衰减到极致、传输速率难以提升——这是深空激光通信领域长期面临的三座大山。科研团队经过为期五年的技术攻关，成功解决了这三大难题。”空间应用中心研究员、激光通信试验科研团队负责人杨雷介绍。

创新捕获跟踪方案，破解“瞄准难”

双方距离越远，卫星姿态的微小变化、机械振动及大气扰动都可能导致光束漂移。“地月间通信好比‘万里穿针’，相当于要在40万公里外，将一束极细的光线精准穿过一个高速运动的‘针孔’。”之江实验室研究员李超介绍。

云南天文台研究员李语强也提到：“发射端哪怕出现极其微小的角度偏差，抵达目标附近时也会产生数公里的位置误差。”

对此，科研团队创新性地提出了适用于超远距离、极微弱信号条件的双向捕获跟踪方案，通过对卫星轨道、望远镜安装及形变误差、大气折射、激光飞行时间等多种因素的计算和系统校准，使空间端与地面端能够在运动中持续保持高精度对准，确保激光在目标尚未显现时便能精准照向预定区域。

依托单光子探测，解决“信号弱”

激光经过40万公里传播到达地面时，地面望远镜仅能收到几个光子，必须使用能够对单个光子作出响应的高灵敏光电探测器才能探测到信号。同时，月光、星光、城市灯光等信号也会混入其间

，对激光信号形成干扰。“精准甄别信号，犹如在千里之外喧嚣嘈杂的闹市中，准确听清一根针落地的声音。”微系统所研究员李浩说。

科研团队基于单光子探测和通信处理领域的长期理论研究和工程技术基础，突破了高速超导单光子探测技术和一系列复杂的高灵敏度通信信号处理算法，能够从海量背景噪声中甄别出有效信号。

突破大带宽高效通信处理技术，突破“通信慢”

科研团队突破了皮秒级时间识别的大带宽高效通信处理技术，采用高阶脉冲位置调制和高可靠信号处理方案，在极低信噪比条件下实现高码率数据传输。同时，通过强纠错编码策略对抗噪声，确保海量探测数据能够以高速度、低误码率地传回地面。本次试验已初步实现上行1.25Mbps、下行100Mbps的通信速率，为后续持续提升通信速率奠定坚实基础。

随着全球月球探测、载人登月和月球科研站建设的加速推进，地月空间即将迎来一场“数据大爆炸”。利用传统微波通信方式传输，带宽窄、速度慢，以一幅8K月面高清图像为例，采用5 Mbps级微波链路，下传一幅图像约需4~5分钟。而采用百Mbps级激光通信后，可将传输时间缩短至约12秒。

“目前，地月之间的‘信息高速路’已经打通，未来我们将会获取到更多、更有原创价值的科学数据。相关技术形成的地月空间轻量化、小尺寸、低功耗、高速率的信息传输能力，也将为我国载人登月、月球科研站建设和深空探测提供高速信息传输新手段，支撑我国空间科学与应用取得更多更好的原创性科学成果。”空间应用中心杨雷指出。

据悉，空间应用中心是地月激光通信试验任务的牵头单位，研制了星载激光通信处理机和地面站单光子通信系统，之江实验室研制了星载光机系统，云南天文台研制建设了地面站光学及跟踪系统，微系统所研制了超导单光子阵列探测器。试验任务依托微小卫星创新研究院研制的DRO-A卫星平台在轨实施，得到了北京航天飞行控制中心对卫星测控的全力支持。

作者：甘晓,刘如楠 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发