

天地通话背后有哪些科技支撑?

6月23日上午,习近平总书记来到北京航天飞行控制中心,同正在天和核心舱执行任务的神舟十二号航天员聂海胜、刘伯明、汤洪波亲切通话,代表党中央、国务院和中央军委,代表全国各族人民,向他们表示诚挚问候。

一周前,6月17日9时22分,长征二号F遥十二运载火箭成功将神舟十二号载人飞船送入预定轨道。3名航天员开启太空之旅,成为首批进驻中国空间站的航天员。

神奇的天地通信系统,让天地之间不再遥远。天地隔万里,天地通话看上去却与在地球上无异,这是怎样实现的?图像、语音如何传输?背后有哪些科技支撑?记者就此采访了相关专家。

A 天地通话一“链”牵 信号不间断,网速还超快

6月23日,大屏幕上,通话视频画面清晰明亮,声音清脆响亮。

同一时刻,在距地面约3.6万公里的高空,太空数据中转站——由天链一号03星、04星,天链二号01星共3颗中继卫星组成的天基测控系统实时保障着这场天地通话。

“本次天地通话需要空间站、天链中继卫星系统、地面站三方面共同完成。”天链二号01星副总设计师李向阳告诉记者,地面通话信息先从地面站通过星地上行链路到达天链中继卫星,此时,中继卫星的星间链路天线正精准跟踪着空间站。中继卫星收到地面站的通话信息后,再通过自身的星间链路天线传输给空间站的中继天线,这样航天员就接收到了来自地面的通话信息。同样,航天员给地面的通话信息也依次通过空间站中继天线、天链中继卫星、星地下行链路等传输到地面站。

“形象点说,天链中继卫星系统就像放置在距地面3.6万公里高度的几个‘太空基站’,发挥空间站与地面站之间通信的‘信息桥’作用。”李向阳说。

中继卫星是服务于航天器的卫星,被称为“卫星的卫星”,可以“居高临下”观测在中低轨道运行的航天器,将获得的数据回传到地面站。在天链中继卫星投入使用之前,我国主要通过地面测控站实现对中低轨航天器的跟踪监控和通信传输。然而,空间站约90分钟绕地球一圈,受地球曲率遮挡等影响,多数时间无法和地面测控系统实时联系,信号中断是常有的事。

2003年,杨利伟搭乘神舟五号载人飞船升空,中国人首次进入太空。其间,他数次与地面控制站进行天地通话,但由于地面测控的局限,每次都有严格的时间窗口限制。

同年,天链一号中继卫星系统工程立项。从2008年到2016年,第一代4颗天链卫星相继升空,我国也在此期间成为世界上第二个拥有全球覆盖能力中继卫星系统的国家。2019年,天链二号01星升空,成为我国自主研发的第二代地球同步轨道数据中继卫星的首颗星。

第二代中继卫星与第一代并非替代关系,而是相互配合,共同发力,更好地发挥数据中转站作用。此次流畅、清晰、高质量的天地通话,正是天链家族联手保障能力的一次完美检阅。

“视频通话画面更清晰、通话更顺畅,反映出本次天链中继卫星系统与空间站、地面站之间的信息传输速率更高,通信链路也更稳定了。”李向阳说,天链二号01星首次参与空间站天地通话,它在天链一号基础上性能有了很大提升,研制的新型星间链路天线性能更高,覆盖范围更广,卫星数据传输速率增加了一倍以上,服务目标数量也多了好几倍。

空间站核心舱配置了多路高清摄像机,不仅能让地面实时看到空间站状态、拍摄地球美景,还能帮助航天员通过仪表大屏幕,实现与地面间的双向高清视频通话。

只是拍摄高清还不够,数据高速回传才能原汁原味地呈现。“通信链路的下行速率是1.2G,与地面5G通信速率相当。中继卫星地面站实时接收太空数据,然后将数据传到北京飞控中心,再根据不同标识自动分发,时延仅为秒级。”航天科技集团五院空间站系统测控与通信分系统主任设计师易予生表示,“天路”繁忙,但不会“拥堵”,更不会中断。

“空间站稳定飞行之后,通过3颗中继卫星和核心舱的中继天线,天地测控覆盖率达90%以上。等到空间站三舱形成组合体后,通过另外两个舱中继天线偏装,测控覆盖率可接近100%。”易予生说。



三名宇航员与控制中心展开视频通话

B 神奇的通信系统让天地之间不再遥远

天地通话是我国载人航天活动的“传统项目”,它既是情感的交流,也是技术和能力的展示。

我国正式应用天地通话技术,是从杨利伟搭乘神舟五号飞天开始的,当时天地通话技术刚起步,带宽很低,杨利伟只能听到地面的声音,看不到画面;地面人员看到杨利伟的画质也不是很清晰,而且时常“卡壳”。

神舟九号时,我国天地通话技术也进入第二阶段:实现了双向可视的通话;由于带宽改善,图像变得越来越清晰,三位航天员在舱内的实时场景都能清楚展示在地面通信系统屏幕上。

等到神舟十号,天链中继卫星系统已实现三星组网,天地通话技术进入第三阶段,通话时长更长。得益于,首次“太空授课”完美上演,40多分钟的课程清晰连贯。据介绍,当时采用的是蓝牙通信技术,在点对

点传播的基础上,实现了三名航天员间、航天员与地面间的通话。

2016年,在天宫二号上,航天员可以随时和地面沟通信息,收发电子邮件,与亲朋好友进行音视频交流。其中,语音传输采用国际先进的编解码方案,突破了以往只能抓取基本生活语气的瓶颈,在太空极端物理环境下实现高质量语音通信。

这一次,天地通话画质高清、传输迅速,效果与我们平时网络视频通话效果几无差别。据了解,用于此次天地通话的图像、语音及其通信产品由航天科技集团八院研制,该院研制的空间站语音处理器实现了三个首次:首次实现对航天器内部的各个通话终端进行实时维护与管理,首次采用数字混音技术实现各个终端之间互相通话,首次通过上注等方式对各种音频参数进行动态调整。

C 航天员在空间站用的WiFi与日常生活中一样

有人称:“空气、阳光、水和WiFi是现代人类生存的四要素。”那么,航天员是否能在太空用上WiFi呢?

“航天员在空间站可以用WiFi,使用方式和我们生活中基本上是一样的。”李向阳说,我们在地球上用WiFi时,需要地面的通信基站来中继传输上网信息;在空间站,航天员用WiFi时,也需要天链中继卫星系统这个“太空基站”来中继传输信息。

空间站与空间实验室(天宫一号、天宫二号)相比,最大的不同是增加了天地互联网通信系统,空间站天地间的通信速率是空间实验室的8倍。通过空间以太网交换机组成的在轨通信网交换网络和天地网关系统,天地间的互联网融为一体,航天员使用随身携带的手持摄像机和平板电脑,通过WiFi热点接入网络,便可像在家一样尽情上网。

为方便航天员在舱内自由活动,航天科技集团五院总体设计部测控与通信分系统的设计师们采用了先进的WiFi通信技术,取代了传统的有线头戴通信,并在舱内多点进行布设,确保信号覆盖无死角。据易予生介绍,航天员在舱内互相通话或与地面通话时,能通过佩戴WiFi头戴而自由活动,不再受电缆束缚,工作效率极大提高。

神奇的天地通信系统,让天地之间不再遥远。据易予生介绍,在驻留空间站的3个月里,航天员不仅可以与地面进行音视频通信、收发电子邮件,还可以收看电视节目、与家人进行私密通话。

“航天员家属在地面可通过专用电话与航天员进行点对点私密通话,地面工作人员都听不到。”易予生说。

D 中国航天自立自强的铿锵脚步

从神舟五号通话时只能听到地面声音、看不到地面画面,到神舟九号实现天地间双向可视通话,再到天和核心舱安上WiFi,实现信号不间断、网速还超快的天地通话,温馨舒适的太空家园背后是中国航天自立自强的铿锵脚步。

透过中继卫星系统建设可以看到,我国已经走出了一条符合国情、技术上自主创新的道路:不依靠国外建站,实现对用户航天器全球覆盖;突破了星上自主闭环精密捕获跟踪等关键技术,解决了高速运动航天器之间跟踪与高速数据中继问题;建立了星—星、星—地技术体制和全程链路指标体系。

“后续我们将执行两次出舱活动和操作机械臂等一系列技术验证试验,我们一定精心操作,确保各项试验圆满顺利。”刘伯明在汇报情况时,提到了后续的工作计划。

根据公开信息,中国空间站核心舱上的机械臂是我国

目前智能程度最高、难度最大、系统最复杂的空间智能制造系统,是对人类手臂的最真实还原。该机械臂可以移动空间站中的实验舱,能给航天员提供各种强大支持。

作为人类历史上规模最大的航天器,空间站代表当今航天领域最全面、最复杂、最先进和最综合的科学技术成果。按照空间站建造任务规划,我国在今明两年还将实施8次飞行任务,2022年完成空间站在轨建造,建成国家太空实验室。

星空浩瀚无比,探索永无止境。飞天梦是强国梦的重要组成部分。在中国共产党的领导下,一代代科技工作者创造了东方红响彻天空、神舟飞天、嫦娥探月、天宫对接、祝融登火等光辉成就,把融入进中华民族血液里的飞天梦一一变为现实。

天和筑梦、中国空间站的建成和运营,注定将成为我国建设创新型国家的又一重要里程碑。

据中央纪委国家监委网站