

中国空间站结构示意图。

筑梦“太空之家”——中国空间站建设记⑦

中国“天链”：天地“金桥”

范晨 陈小群

路基、海基受限，天链中继势在必行

中继卫星被称为“卫星的卫星”，可以充分发挥轨道高度优势，“居高临下”跟踪在中低轨运行的航天器，并把获得的数据实时回传到地面，可极大提高各类卫星的使用效益和应急能力。中继卫星系统为中、低轨道的航天器与航天器之间、航天器与地面站之间提供数据中继、连续跟踪与轨道测控服务，是20世纪航天测控通信技术的重大突破。

在天链中继卫星投入使用前，中国一直依托一系列陆基测控站和远望系列远洋测量船支撑卫星、飞船和探测器的发射测控与在轨通信任务。然而，由于受地球曲率的影响，地面和海上测控对中低轨道航天器的轨道覆盖范围非常有限，载人飞船约90分钟绕地球一圈，多数时间无法和地面测控系统实时联系。

要实现300公里高度的低轨道航天器全覆盖，理论上需要在地表均匀分布100多个站点，这显然是极困难的。2003年，航天员杨利伟搭乘神舟五号载人飞船升空，其间曾数次进行天地通话，但每次都有严格的时间窗口限制。当时天地通话带宽很低，杨利伟只能听到地面的声音，看不到画面，地面人员虽然可以看到杨利伟的画面，但是较模糊且时常“卡顿”。

面对地面测控网对低轨道载人飞船覆盖率受限的状况，中国一方面努力增设海外测控站，另一方面以当时最新研制的东方红三号卫星平台为基础展开自己的第一代数据中继卫星的研制。

天链一号 初架起信息“天路”

2008年4月，天链一号01星在西昌卫星发射中心成功发射，意味着中国的中低轨道航天器开始拥有天上的数据“中转站”，使神舟七号飞船的测控覆盖率达到18%大幅提高。

2011年和2012年，天链一号02星、03星先后成功发射，实现了3星在轨组网工作。利用东、中、西3个区的轨位优势，实现了中、低轨道航天器全球覆盖的天基信息传输系统，中低轨道覆盖率提升到100%，为我国神舟飞船、空间实验室、空间站提供数据中继与测控服务，支持空间交会对接任务，同时为我国中、低轨资源系列、高分系列等卫星提供数据中继服务。为实现系统完全自主可控，天链一号项目团队提出大经度间距轨位布星组网的方案，实现了只在国内设站即可满足中低轨道航天器全球覆盖的能力，具有卫星数

量少、控管网络简单且任务调度效率高的优点。项目团队实现了卫星自主闭环精密捕获跟踪技术是中继卫星的关键技术突破，解决了高速运动的卫星之间的捕获与跟踪难题，实现了高质量的星间链路通信。此外，项目团队还突破了高性能天线研制障碍，通过机、电、热一体化设计等技术，解决了高精度反射面、双频跟踪天线的设计与制造难题，实现了微波高速数据传输。

第一代天链卫星实现了中国在数据中继卫星领域的“从无到有”，在天地间架起一条信息“天路”。

天链二号 实现速率和寿命等升级

2010年，中国启动了天链二号的研制。天链二号01星基于东方红四号平台研制，在充分继承了第一代中继卫星的技术基础的同时，在服务目标数量、传输速率等方面有较大提升，具有服务目标更多、传输速率更高、覆盖范围更广、设计寿命更长等特征。

相比基于东方红三号卫星平台的天链一号卫星，天链二号的卫星设计寿命由7年提升至12年。天链二号01星采用了更加先进的有效载荷技术，配置有多副新型天线，传输速率增加了1倍。在兼容天链一号卫星工作频率的同时，天链二号扩展了工作频率的带宽和转发器的通道数量，确保在提升服务用户目标数量的同时，可以适应不同用户目标的数据传输要求，大大提升了系统的数据传输速率和传输效能，对用户目标的数据传输能力和对地传输总速率可以达到Gbit/s级别，卫星服务覆盖的范围也有了极大提升，可以同时为更多用户提供不同传输速率的服务。

为了实现我国数据中继卫星“从无到有更强”，达到卫星数据传输能力大幅增强、服务目标数量翻倍等目标，研制团队在热控、结构、控制、电子、天线以及材料工艺等方面开展攻关，经过多年努力，完成了上百项试验验证，最终攻克了这一世界性难题。

2019年3月，天链二号01星成功发射，中国中继卫星成功升级，进入两代“合璧”应用新时期。

中继“天团” 高水平服务空间站

今年5月29日，天舟二号飞船顺利入轨后，天链一号03星、04星，天链二号01星组网，对天和核心舱、天舟二号货运飞船提供双目标天基测控与数据中继支持。6月23日，习近平总书记与神舟十二号航天员通话，正是通过天链二号卫星与核心舱建链提供的支持。此次流畅、清晰、高质量的天地通话，是对天链中继卫星“天

在九天之上的太空工作和生活到底是什么体验？人们对此无疑充满好奇，纷纷密切关注航天员聂海胜、刘伯明和汤洪波进驻天和核心舱一个多月以来的一举一动，从他们的餐饮饭食到休息睡眠，从健身锻炼到娱乐休闲，从出舱活动到舱内实验……

其中给人印象特别深刻的是，他们虽然身处太空，但是像我们在地面上一样，通过WiFi享受着高速“冲浪”的网上生活，他们与地面之间保持高速的网络链路，可以进行清晰的语音和视频通话。不仅如此，空间站舱外布置的摄像头拍摄到太空日落和蓝色地球的美景也呈现在人们面前，频频带来视觉震撼。这背后离不开中国多年倾力打造的天链中继卫星系统，构建起的天地一体化的强大的信息交换和传输网络。就在3名航天员在天和核心舱开启太空生活之际，7月6日，第五颗天链一号从西昌卫星发射中心成功发射入轨，使天链中继卫星系统效能进一步增强。



天链中继卫星为神舟十二号飞行乘组进行天地视频通话（上图）和航天员王亚平太空授课（下图）提供保障。



团”联手保障能力的一次完美检阅。

天链中继卫星系统就像放置在距地面3.6万公里的几个太空基站，将空间站和地面站连接起来，建立起一条太空“天路”，空间站与地面之间的语音、视频、电子邮件数据，以及科学实验数据都通过这条“天路”传输。本次视频通话画面更清晰、通话更顺畅，反映出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，通信链路更稳定。

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，这就对数据传输速率提出了更高要求。天链卫星系统通信的一条链路的下行速率便可达到1.2G，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。“天路”繁忙但不“拥堵”，更不会中断。

在天地通信体验上，空间站与之前的天宫空间实验室最大的不同是，增加了天地互联网通信系统，空间以以太网交换机组成的在轨通信网交换网络和天地网关系系统，使天地间的互联网融为一体。天地互联网和高速通信的结合，让航天员在天上也能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，享受到现代互联网生活带来的种种便利。

应用范围 将扩展至海、陆、空各领域

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，实现清晰而不间断的天地通话，两代天链卫星系统见证了中国航天奋进的历史轨迹。经过多年发展，今天的天链中继

福建 福州 黑科技助力产好粮

本报记者 刘晓宇

步入粮油科技与信息化展区，一个憨态可掬的巡检机器人便迎面而来，打趣卖萌，吸粉无数。但一到工作岗位上，它立马变身事无巨细的粮食安全管家。“通过身上的摄像头、传感器等物联网装备，它可以实现安防监控、烟雾监测、环境气体检测、积水监测、作业人员规范性着装监测等功能。”福建闽东新科技工业有限公司市场专员郑玉良说，现代信息技术的介入，能够有效提升粮食巡检效率，降低人工成本。

智慧粮食监管体系依托现代化信息技术手段，可对粮食种植、原粮采购、仓储、轮换、运输、粮食加工、流通销售等全流程数据进行采集、汇总、分析；储粮害虫在线监测装置通过害虫诱捕技术和图像识别技术，能够准确监测出粮堆内害虫的发生情况和害虫种类，可指导粮库进行通风等处理措施，甚至可实现定向熏蒸害虫，实现降低储粮损失……

粮洽会每年都吸引全国各地1000多家粮食企业和科研院所、4000多名粮食同行参加，成功实现从单一的贸易洽谈会议到贸易洽谈、产品展示、项目推介、科技对接等多功能展会的转变。通过粮洽会平台，一系列粮食仓储和加工新技术得以落地，并成功实现转化。

充氮气调、惰性粉尘防治技术、准低温储粮，正是粮食产业协作的代表性成果。

福建地处高温高湿储粮生态区，粮食储藏难度较大。应对虫害，传统方式是药物熏蒸，长此以往，不仅易产生抗药性，还不利于环保。为此，福建一方面推广现代化仓容建设，另一方面大力推广充氮气调、食品级惰性粉尘防治、准低温等绿色储粮技术。据统计，这3项技术，每年可减少全省储备粮轮换开支近1000万元。

弘扬科学家精神 中科院为科技攻关突击队授旗

据新华社电（记者董瑞丰）钱学森、赵九章、施雅风……新中国科学史上响亮的名字，今天用来为新一代科技攻关突击队命名。近日，中国科学院在该院力学研究所为首个弘扬科学家精神示范基地授牌，并为以老科学家命名的首批三支科技攻关突击队授旗。

中科院力学所钱学森科技攻关青年突击队、大气所九章地球模拟科技突击队、西北院施雅风冰圈科研攻关突击队的代表，分别从中科院副院长、党组副书记阴和俊手中接过旗帜。

阴和俊表示，要强化科学家精神的对标践行，鼓励院属单位结合实际成立以老科学家命名的科技攻关突击队，激励突击队在重大科技任务中勇担历史重任，为国攻坚克难，成为弘扬科学家精神的尖刀连和排头兵。

“要在党和国家最需要的时候能够挺身而出、迎难而上，勇闯科研道路上的‘娄山关’‘腊子口’。”阴和俊说。

这是中科院“传承老科学家精神 弘扬新时代科学家精神在行动”专项工作的一部分。据介绍，专项工作正在深入挖掘中科院凝聚形成的历史悠久、内涵丰富的科学家精神资源，并通过巡回宣讲、创作作品、写信对话等多种形式，在全院形成弘扬科学家精神的浓厚氛围。

中科院力学所创建于1956年，为我国“两弹一星”、载人航天事业及国家经济社会发展做出了重要贡献。钱学森、郭永怀等“两弹一星”元勋都曾担任研究所的主要负责人。

江苏 镇江 社区娃娃玩转机器人

近日，江苏大学志愿者来到镇江市宝塔路街道凤鸣新村社区假日小课堂，为小朋友演示、讲解各种机器人的功能和操作方法，带着孩子们玩转机器人，乐享智能科技的魅力，丰富暑期生活。

图为江苏大学志愿者在指导小朋友进行“人形机器人”操作体验。

（人民图片）

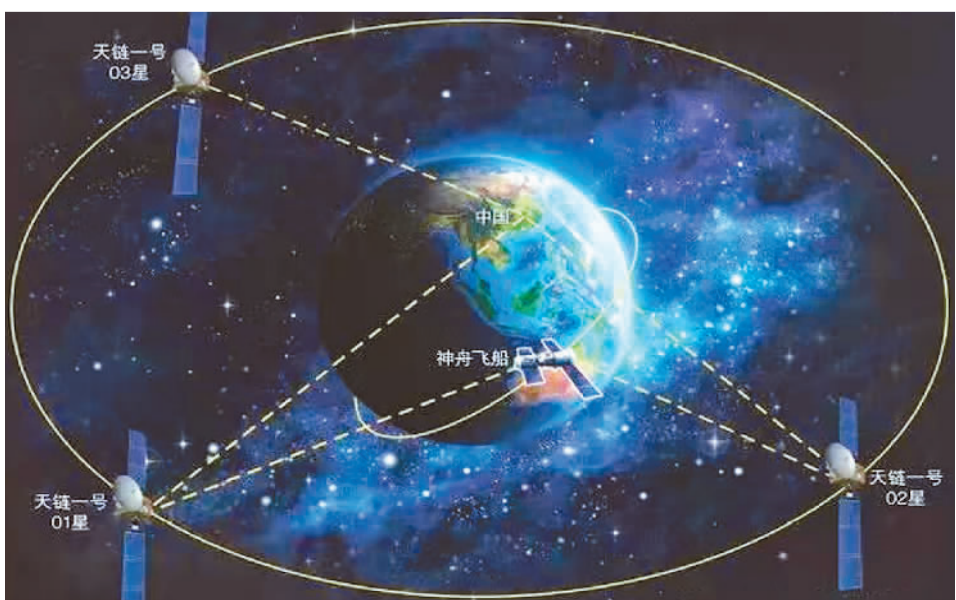


中继卫星保障天地通话

天地通话由空间站、天链中继卫星和地面站3方面共同完成。

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，这样航天员就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终端、天链中继卫星星地下行链路等传输到地面站。



天链卫星系统在轨运行示意图。