

打通星际链路 迈向全球组网

中国的北斗 世界的北斗

本报记者 彭训文

近日，我国首颗新一代北斗导航卫星顺利进入距地面3.6万公里的倾斜地球同步轨道。这是我国发射的第十七颗北斗导航卫星，也是北斗系统全球组网的首发星，其发射成功标志着我国北斗卫星导航系统由区域运行向全球拓展的转变。

从1994年开始启动北斗导航系统建设，到2003年第一代卫星导航系统正式运行；从2012年形成覆盖亚太的服务能力，到如今开始全球组网，北斗用20年，实现了从“先试验、后区域、再全球”的三大跨越，而且前行的脚步不断加快。

为人类贡献了“司南”的中华民族，如今通过“北斗”，傲然屹立于世界导航先锋之林。而它已成为继美国GPS、俄罗斯格洛纳斯、欧盟伽利略之后的全球第四大导航系统。

本报记者带你追寻这颗“北斗家族”全球组网首发星的身迹，探寻其身上的新变化，揭秘北斗蝶变的历程以及北斗如何在2020年实现导航全球的目标。

首发星有三亮点

3月31日，北斗导航卫星系统第十七颗卫星顺利亮相，让人们对北斗全球组网的未来充满了信心。这颗新一代的首发卫星，凝聚着无数航天人在研制过程中实现的自主创新。其中主要有三点：**首先是首次实现星间链路。**

我国前期的导航卫星之间并没有导航通信链路。从这颗首发星开始，北斗导航卫星都将实现星间链路，多颗卫星将互连在一起，实现卫星之间的信息传输和交换，从而实现北斗卫星的自主导航。

那么，为什么要进行卫星互连呢？“目前各导航系统严重依赖地面站支持，如果遭遇自然灾害、战争，这些导航系统将毫无用处。”上海微小卫星工程中心副总设计师沈学民表示，通过星间链路组网，即使失去地面支持，导航卫星仍然能生存相当一段时间，用互相测距的方法进行定位；在常规状态下，星间链路还有助于提高定位精度，使北斗系统的精度达到与GPS相当的水平。

其次是高精度。由此前的10米定位到现在的2.5米定位，这是这颗首发星实现的一大飞跃。其中的关键，是新信号体制的运用。信号体制为什么要不断更新呢？专家表示，由于未来一段时间，新老北斗导航卫星将在太空中共同运行，这就需要既能兼容过去的版本，又能带来更高的性能的新信号体制。

最后是“减肥强身”。卫星绝非越重越好，小型化、轻量化都是未来导航卫星的方向。由于首发星更换了全新的平台，采用了框架板式轻量化构型设计，这使其在重量上比“哥哥辈”的北斗卫星轻了一半（约0.8吨），体态更加轻盈小巧。同时，这颗首发星的“身体”更加硬朗。它采用的如铷原子钟、大功率微波放大器、“龙芯”CPA等95%的关键部件均为国产，未来的国产化率将达100%，质量更为优异。以被誉为卫星导航定位系统“心脏”的铷原子钟为例，为解决确定铷原子含量与铷钟寿命问题，北斗导航卫星系统总设计师谢军养成一个持续多年的习惯：定期到研制单位查看铷量消耗评价试验，确定星载铷钟的充量安全范围，预估铷钟寿命。正是依靠无数航天人多年如一日的艰苦攻关，新一代高精度星载铷原子钟终于研制成功，不仅体型更小，而且性能提高了一个数量级，实现了铷原子钟技术的自主可控。

“该星采用全新导航卫星专用平台，集多项新技术于一身，将开展新型导航信号体制、星间链路等试验验证工作，为北斗卫星导航系统全球组网建设提供依据。”沈学民说。



北斗导航卫星的一次成功发射。



艰难蝶变二十载

提到卫星导航，人们首先可能会想到生活里经常用到的、美国研制的GPS。那么，我国为何还要建设自己的北斗导航系统呢？

“发展自己的卫星导航系统，就是为了在关键时刻不受制于人。”曾任解放军总参谋部测绘局局长，我国北斗计划的创始人之一的卜庆君说，早在1996年台湾海峡局势紧张时，我国军队的一次大规模军事演习便曾受到GPS信号人为中断的干扰。

正是出于国家安全的考虑，世界各大国与国家集团开始考虑对策，由此诞生了俄罗斯的格洛纳斯、欧盟的伽利略等卫星导航定位系统。从上世纪80年代末开始，我国的科学家也开始致力于研制自己的“GPS”。



1994年，中国本土的卫星导航系统——北斗计划，经过8年的论证后正式立项。该计划主要依据我国科学家陈芳允提出的与GPS不同的双星定位理论而制定的。这是我国因为经济基础薄弱而提出的“低调”卫星导航梦想。

计划实施之初，技术、经费、人才、包括办公条件等都十分困难。这些研究浩瀚宇宙的科学家甚至没有一间像样的办公室。北斗系统副总设计师谭述森戏称，办公只能“打游击”。

困难再多，科学家们仍然在美国的GPS之外，研究出了北斗系统的诸多创新功能。例如北斗系统独有的短报文通信（采用摩斯信号代码进行无线电报通信）功能，使用户之间可以互相联系。汶川地震时，各个救援队就是依靠该功能实现了信息联系。

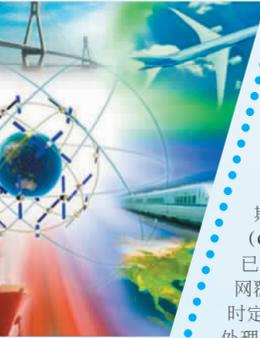
2000年，2颗北斗导航试验卫星发射。2003年，我国第一代卫星导航试验系统正式开通运行，双星定位理论实现区域导航定位成为世界首创。

2004年，北斗卫星导航区域系统工程正式立项。此后3年时间里，北斗在解决覆盖范围有限、用户数量受限、定位精度不高、不适用于高速移动的用户等方面进行了大量科技攻关。

2007年，首颗中圆轨道卫星发射成功，拉开了北斗区域导航系统建设的序幕。随后，我国以难以置信的速度，密集发射多颗卫星、快速组网，并在2012年以16颗卫星为依托，全面完成覆盖亚太大部分区域导航的系统建设。

近几年，北斗导航系统则在定位精度和稳定性上不断取得进步。目前的总体定位精度优于10米，授时精度优于20纳秒，测速精度每秒0.2米。近日，我国科研人员利用北斗/GPS双系统四频率接收机的定位分析判定，北至天津、南至南极内陆昆仑站之间的地区，中国北斗系统信号质量总体与GPS相当。

而拟于2018年底建成的全国范围的北斗区域加密网基准站网络，将使我国的实时定位服务达到米级/分米级以及区域厘米级。



在这一过程中，实现快速全球组网和不断开拓北斗的国际应用，将是北斗全球扩张的“两条腿”。

一方面，积极推动北斗系统地面站的建设。据了解，北斗卫星导航系统首个海外组网项目——巴基斯坦国家位置服务网(CORS)一期工程，去年已在巴基斯坦顺利完成。该网覆盖整个卡拉奇地区，实时定位精度达到2厘米，后处理精度5毫米，为巴基斯坦提供实时可靠的北斗高精度定位服务。而我国在俄罗斯境内的3个北斗系统地面站、南极北斗系统基准站等也在谈判、论证当中。

另一方面，北斗系统正在积极进入国际民航、国际海事、移动通信等国际组织。去年底，国际海事组织海上安全委员会，正式将中国的北斗系统纳入全球无线电导航系统。这意味着继美国的GPS和俄罗斯的格洛纳斯后，中国的导航系统已成为第三个被联合国认可的海上卫星导航系统，也标志着我国北斗全球化应用迈出了坚实的第一步。今年3月，北斗系统与欧洲伽利略卫星导航系统频率协调达成一致意见。



2014年9月，北斗导航系统成果在亚欧博览会展示。

有专家表示，目前正在进行的“一带一路”建设是推动北斗系统应用推广的重要契机。通过信息联网、精确位置、指挥监控等，北斗系统可以让更多国家和公众感受到其独有的特色与优势，最终实现这些国家的落地。

“中国的北斗，世界的北斗。”从这个意义上来说，北斗服务全球之路才刚刚开始。

服务全球步伐稳

目前，北斗系统正在稳步实施第三步规划——全球组网。到2020年，北斗将发射5颗静止轨道卫星和30颗非静止轨道卫星，成为一个向全球提供服务的卫星导航系统。

在这一过程中，实现快速全球组网和不断开拓北斗的国际应用，将是北斗全球扩张的“两条腿”。

一方面，积极推动北斗系统地面站的建设。据了解，北斗卫星导航系统首个海外组网项目——巴基斯坦国家位置服务网(CORS)一期工程，去年已在巴基斯坦顺利完成。该网覆盖整个卡拉奇地区，实时定位精度达到2厘米，后处理精度5毫米，为巴基斯坦提供实时可靠的北斗高精度定位服务。而我国在俄罗斯境内的3个北斗系统地面站、南极北斗系统基准站等也在谈判、论证当中。

另一方面，北斗系统正在积极进入国际民航、国际海事、移动通信等国际组织。去年底，国际海事组织海上安全委员会，正式将中国的北斗系统纳入全球无线电导航系统。这意味着继美国的GPS和俄罗斯的格洛纳斯后，中国的导航系统已成为第三个被联合国认可的海上卫星导航系统，也标志着我国北斗全球化应用迈出了坚实的第一步。今年3月，北斗系统与欧洲伽利略卫星导航系统频率协调达成一致意见。

链接1：北斗系统建设历程

1994年，8年前论证工作基本完成后，北斗正式立项，并提出了“三步走”的战略目标。即：第一步，2003年建成北斗卫星导航试验系统（北斗一号），使中国成为世界上第三个拥有自主卫星导航系统的国家；第二步，建设北斗卫星导航系统（北斗二号），2012年左右形成覆盖亚太大部分地区的服务能力；第三步，2020年左右，北斗卫星导航系统形成全球覆盖能力。

2000年10月，北斗导航系统的第一颗卫星正式送入轨道。两个月后，第二颗卫星成功发射。此刻，从提出理论到发射卫星上天，北斗计划已经走过15年。

2003年12月，北斗一号系统正式开始向国内用户提供导航服务，目前已拥有13万用户。

2004年9月，北斗卫星导航区域系统工程正式立项。

2007年4月，首颗中圆轨道卫星被送入太空。

2012年10月，北斗系统成功发射第16颗卫星，完成卫星组网。

2012年12月，北斗二号系统正式开通运行，服务区域覆盖亚太地区。

2013年12月，《北斗系统公开服务性能规范（1.0版）》和《北斗系统空间信号接口控制文件（2.0版）》两个系统文件发布。

2014年9月，北斗地基增强系统工程建设正式启动，该系统将构建全国一张网，实现部门间、地区间、军民用户间资源统筹、数据共享。

2015年3月31日，我国首颗新一代北斗导航卫星顺利入轨，标志着北斗系统由区域运行向全球拓展的正式启动实施。

链接2：全球四大卫星导航系统

GPS系统

GPS系统是美国从上世纪70年代开始研制，于1994年全面建成的新一代卫星导航与定位系统，耗资近200亿美元。它是继阿波罗登月计划、航天飞机后的美国第三大航天工程，已成为当今世界上最实用、应用最广泛的全球精密导航、指挥和调度系统。GPS全球定位系统由空间系统、地面控制系统和用户系统三大部分组成。其空间系统由21颗工作卫星和3颗备份卫星组成，分布在20200千米高的6个轨道平面上，运行周期为12小时。地球上任何地方任一时刻都能同时观测到4颗以上的卫星。地面控制系统负责卫星的测轨和运行控制。用户系统为各种用途的GPS接收机，通过接收卫星广播信号来获取位置信息。从理论上说，该系统用户数量可以是无限的。

北斗系统

2003年5月25日，我国成功地将第三颗“北斗一号”导航定位卫星送入太空。它与前两颗“北斗一号”工作卫星组成了完整的卫星导航定位系统，确保全天候、全天时提供卫星导航信息。

“北斗”卫星导航系统除了在我国国家安全领域发挥重大作用外，还将服务于国家经济建设，提供监控救援、信息采集、精确授时和导航通讯等服务，可广泛应用于船舶运输、公路交通、铁路运输、海上作业、渔业生产、水文测报、森林防火、环境监测等众多行业。

格洛纳斯系统

格洛纳斯（GLONASS）是苏联从上世纪80年代初开始建设的与美国GPS系统相类似的卫星定位系统，覆盖范围包括全部地球表面和近地空间。它也是由卫星星座、地面监测控制站和用户设备三部分组成。虽然“格洛纳斯”系统的第一颗卫星早在1982年就已发射成功，但受苏联解体影响，整个系统发展缓慢。直到1995年，俄罗斯耗资30多亿美元，才完成了该导航卫星星座的组网工作。此卫星网络由俄罗斯国防部控制。

伽利略系统

伽利略系统总投资达35亿欧元的伽利略计划是欧洲自主的、独立的民用全球卫星导航系统，提供高精度、高可靠性的定位服务，实现完全非军方控制、管理，可以进行覆盖全球的导航和定位功能。

欧盟发展“伽利略”卫星定位系统可以减少欧洲对美国军事和技术的依赖，打破美国对卫星导航市场的垄断。法国前总统希拉克曾表示，没有“伽利略”计划，欧洲“将不可避免地成为附庸，首先是科学和技术，其次是工业和经济”。

