

北斗系统完成全球组网

北斗升空二十年

——写在北斗全球卫星导航系统星座部署收官发射成功之际

■本报记者 王天益 安普忠 特约通讯员 赵金龙

今天，提起“北斗”，你会想到什么？

如果你和很多人一样，爱上网找答案。那么，搜索引擎给你的首选答案基本都是同一个：中国北斗卫星导航系统。

不过，这个问题若放到20年前，无论是彼时刚刚才有的搜索引擎还是大百科全书，你得到的答案肯定迥然不同。那时，“北斗”之名还只属于夜空中排列成勺子状的7颗星星，千百年来皆是如此。

2000年10月31日，随着北斗一号首颗卫星的升空，数千年来人们赖以指路的“北斗星”，被中国航天人以现代科技全新定义。

2020年6月23日，随着北斗全球卫星导航系统最后一颗组网卫星成功发射，“北斗指路”将从悠久的历史传统文化演变成全人类共享的“中国智造”。

北斗升空20年，从“一颗星”到“满天星”，这是一段恢弘磅礴的“中国星座”建造史。

北斗升空20年，从起步较晚到世界领先，这是一段“踏平坎坷成大道”的中国航天奋斗史。

二十载步履匆匆——从北斗一号到全球组网，“三步走”的每一步都如期实现

此次第55颗北斗卫星成功发射，标志着北斗系统完成全球组网，也意味着北斗系统建设“三步走”战略的第三步目标将在2020年实现。

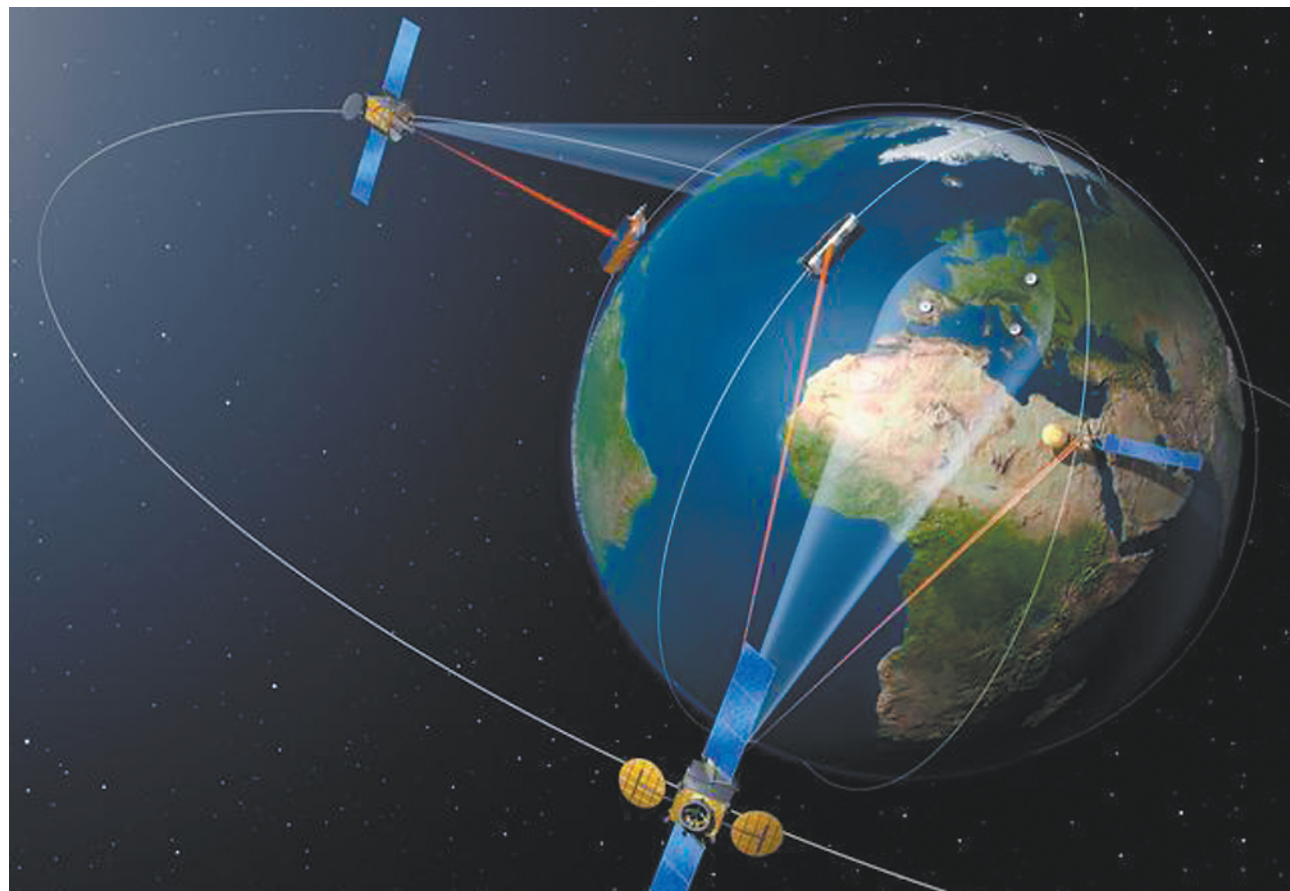
2020年，是一个重要的时间节点。早在北斗系统建设之初，中国航天人就瞄准这个目标，制定路线图、时间表，提出了“三步走”发展战略——

2000年，建成北斗一号系统，向中国提供服务；2012年，建成北斗二号系统，向亚太地区提供服务；2020年，建成北斗三号系统，向全球提供服务。

卫星导航系统是航天科技高峰，也是复杂巨大的系统工程。1994年，我国启动北斗一号工程，展开试验探索。当年3月，美国已完成GPS卫星星座布设；次年，俄罗斯也完成了格洛纳斯导航卫星全球组网。

起步较晚，意味着争分夺秒的追赶。

这是一场步步为营的“接力赛”。



自北斗一号首颗卫星开启北斗升空之路以来，北斗人循着“三步走”目标接力奋斗，每一步都按照时间节点如期甚至提前完成。

这是一场步履不停的“马拉松”。20年间，44次卫星发射，北斗人跨越的虽然只是“三步”，却书写出一段段争分夺秒的北斗建造传奇。

背水一战写传奇——2007年4月14日，北斗二号首颗卫星成功发射。2天后，地面清晰接收到卫星信号。那一刻，距离国际电联规定的导航频率申请失效的最后期限已不到4个小时。

雷电交加中问天——2011年7月27日凌晨，第9颗北斗导航卫星发射在即，突然遭遇强雷暴天气。卫星发射不怕下雨，就怕打雷。发射场抓住两次雷暴间隙，果断点火发射，如期完成了发射任务。

高密度发射组网——2018年，北斗三号系统一年内完成10箭19星发射，创下世界卫星导航系统和我国同一型号航天发射的新纪录。2019年，北斗系统建设又成功实施7箭10星高密度发射……

20年来，北斗人一次次将璀璨的北斗卫星送上九天，也一次次将中国航天精神标定在全新的高度。

二十载茁壮成长——从北斗一号到北斗三号，系统升级换代，能力大幅提升

一颗颗“北斗星”，三代成长路。从北斗一号到北斗三号，系统升级换代不仅体现在卫星数量上，更体现于能力提升。服务范围越来越广。北斗一号系统主要服务于国内，北斗二号系统可覆盖亚太地区，北斗三号系统的服务范围则覆盖全球。

定位精度越来越高。北斗一号系统定位精度优于20米；北斗二号系统定位精度为10米；北斗三号系统性能则更进一步，定位精度可达到2.5米至5米水平。短报文通信越来越强。北斗系统从一诞生就身怀“短报文通信”的独门绝技。与北斗二号相比，北斗三号服务容量提升10倍，单次可发送1200个中文字符甚至是图片。

除了这些明显的性能提升，还有很多看不到的“进化”，也在北斗卫星身上发生。——更强的“心脏”。原子钟是导航卫星的“心脏”，是决定整个导航精度的核心技术。北斗二号卫星搭载的铷原子钟可以做到300万年只有1秒误差，北斗三号卫星上的新一代高精度铷原子钟，不仅体积更小、重量更轻，而且技术性能大幅提升。

——更新的技术。北斗三号在全球首创Ka频段星间链路，所有北斗卫星连成一个“大网”，卫星之间可以“通话”、测距，不仅使卫星定位精度大幅提高，而且破解了全球布站难题。

——更长的寿命。与北斗二号卫星相比，北斗三号卫星设计寿命由8年提高到10至12年。而且，卫星采用多项新技术提高抗干扰能力，非计划中断指标达到国际先进水平。

按照计划，到2035年，我国将以北斗系统为核心，建设完善更加泛在、更加融合、更加智能的综合定位导航授时体系。这意味着，北斗的成长进化之路还将继续。

心技术。北斗二号卫星搭载的铷原子钟可以做到300万年只有1秒误差，北斗三号卫星上的新一代高精度铷原子钟，不仅体积更小、重量更轻，而且技术性能大幅提升。

——更新的技术。北斗三号在全球首创Ka频段星间链路，所有北斗卫星连成一个“大网”，卫星之间可以“通话”、测距，不仅使卫星定位精度大幅提高，而且破解了全球布站难题。

——更长的寿命。与北斗二号卫星相比，北斗三号卫星设计寿命由8年提高到10至12年。而且，卫星采用多项新技术提高抗干扰能力，非计划中断指标达到国际先进水平。

按照计划，到2035年，我国将以北斗系统为核心，建设完善更加泛在、更加融合、更加智能的综合定位导航授时体系。这意味着，北斗的成长进化之路还将继续。

二十载星光熠熠——从服务国内到造福全球，建设不停步，服务不停歇

今年，是北斗一号首颗卫星升空20周年。今年，也是北斗系统为人类提供

服务的第20个年头。20年来，北斗系统边建设发展边提供服务，实现了在区域快速形成服务能力、逐步扩展为全球服务的发展路径，丰富了世界卫星导航事业的发展模式。

这一成就来之不易。地球自转“日行八万里”，导航卫星要为地面特定区域提供连续稳定的导航服务，按照GPS、格洛纳斯等采取的单一轨道星座构型，在系统全球组网完成之前根本无法实现。

中国北斗不走寻常路。从北斗一号系统采用“双星定位”解决我国卫星导航有无问题，到北斗二号系统采用混合星座构型，用14颗卫星实现为亚太大部分地区提供服务，再到北斗三号系统按“基本系统、基本系统、全球系统”三步走的计划组网……中国北斗人用别出心裁的智慧，实现了20年来北斗系统建设不停步、服务不停歇，中国北斗始终星光熠熠。

这星光，为身处困境中的人们点亮希望——2008年，汶川地震救援中，性能稳定的北斗系统一度成为灾区唯一的对外联络手段，建成仅5年的北斗一号系统通过了实战检验。此后，凭借着独特的短报文与位置报告功能，北斗系统在防灾减灾领域屡建奇功。

这星光，为各行各业创新发展赋予能量——在交通领域，北斗系统能为车联网、自动驾驶等技术提供关键支撑；在农业领域，借助北斗系统，无人农机实现了按既定路线毫米不差自动作业；在渔业领域，很多渔民因为渔船安装了北斗终端在危急时刻得到救助……20年来，“北斗+”加入了越来越多的领域，也带着人们加速走进新的未来。

这星光，照耀着一个新兴产业快速发展——北斗系统的应用促进了我国卫星导航产业蓬勃发展。2013年，我国北斗导航产业产值超过100亿元；2018年，我国卫星导航与位置服务产业产值达3400多亿元，其中80%由北斗贡献。今年，这一数字预计将超过4000亿元。

这星光，既照亮中华大地也为世界共享——北斗系统是全球卫星导航系统四大核心供应商之一。目前，精准农业、数字施工、智慧港口等解决方案已在东盟、南亚、东欧、非洲等地区成功应用。未来，随着北斗全球系统建成，并向世界提供公共服务，北斗星光必将更加璀璨，这张“中国名片”必将更加亮丽。

上图：北斗卫星导航系统示意图。资料图片 刊头设计：胡舒航、石峰



扫描二维码观看北斗全球卫星导航系统相关视频

中国北斗卫星导航系统“三步走”发展战略

第一步 建设北斗一号系统

1994年 启动北斗一号系统工程建设；

2000年 发射2颗地球静止轨道卫星，建成系统并投入使用，采用有源定位体制，为中国用户提供定位、授时、广域差分及短报文通信服务；

2003年 发射第3颗地球静止轨道卫星，进一步增强系统性能。

第二步 建设北斗二号系统

2004年 启动北斗二号系统工程建设；

2012年 完成14颗卫星发射组网。北斗二号系统在兼容北斗一号系统技术体制基础上，增加无源定位体制，为亚太地区用户提供定位、测速、授时和短报文通信服务。

第三步 建设北斗三号系统

2009年 启动北斗三号系统建设；

2020年 完成30颗卫星发射组网，全面建成北斗三号系统。北斗三号系统继承有源服务和无源服务两种技术体制，为全球用户提供定位导航授时、全球短报文通信和国际搜救服务，同时可为中国及周边地区用户提供星基增强、地基增强、精密单点定位和区域短报文通信等服务。

资料整理：石峰 制表：苏润淇

北斗三号地面运控系统副总师赵金贤——

为全人类提供更好的服务

■史青霞 王斌 本报记者 安普忠



“北斗全球卫星导航系统最后一颗组网卫星发射成功，对地面运控系统工作人员而言，真正的收官之战打响。”6月23日，带领团队收看完第55颗北斗导航卫星发射直播后，北斗三号地面运控系统副总师赵金贤立即带领团队投入到星地联调任务中。

这是赵金贤经历的第55次星地联调任务。从第一颗到第55颗北斗导航卫星上天，赵金贤陪伴北斗风雨同行。1995年7月，赵金贤以优异成绩从

南京航空航天大学毕业，得知有一个刚成立的单位搞“北斗”，便只身来到北京。当时，北斗工程刚刚立项，团队成员仅有20多人，他们只能住在一栋破旧的招待所里。这给她浇了一盆冷水：就这20多人，能干成多大的事儿？

“当年‘两弹一星’刚刚起步的时候，条件还不如现在，最后不也成功了吗？”一位老领导十分欣赏赵金贤的才华，也看出她心中的困惑，一席话使她心中那团危险熄灭的火焰再度燃起。

“只要我们下定决心，没有干不成的事儿！”就这样，赵金贤向着“北斗”这座科技高峰发起冲锋。

北斗二号系统建设初期，受频率和链路资源限制，用户首次定位时间较长。赵金贤带领团队迎难而上，一边召集大家开展技术攻关，一边在机房里反复推演信息模型、编排结构及纠错编码，一次次试验验证信号收发格式，最终攻克了难关。

此后，赵金贤越战越勇，带领团队先后完成10余项运控系统总体方案设计论证，制订30余个接口方案，解决技术问题近50个，为2012年前建成北斗

二号系统提供了重要技术保障。她研究制订的系统指标评价体系，保证了系统服务性能评价的完整性；提出独有现象单独判断、共有现象综合判断策略，使卫星故障恢复时间大大缩短，为系统保持99.98%可用性提供了有力保障。

2015年底，北斗三号地面试验支持系统建设全面铺开，赵金贤带领团队以“开局就决战，起跑就冲刺”的状态投入战斗。

就在这个节骨眼上，赵金贤的母亲摔伤住进医院，赵金贤心急如焚。没过多久，便传来母亲病逝的噩耗。

“决不能因为个人情绪影响整个工程进度。”赵金贤化悲痛为力量，把全部心思都投入到工作中。在她的带领下，团队出色完成了100余项联调联试任务和20余项联试大纲、细则、总结报告编写，发现并解决问题近40个，为全球运控系统方案设计提供了重要支撑。

“北斗系统全球组网的收官之战即将结束，但服务全球的使命才刚刚开始。后续我们将不断提升系统的可靠性和稳定性，努力为全人类提供更好的服务。”赵金贤说。

西安卫星测控中心高级工程师王鑫——

把卫星当成自己的孩子

■田枝 吕炳宏 本报记者 安普忠



“主发动机关机！第一次轨道控制正常，结束！”6月24日凌晨，伴随着清晰洪亮的调度口令，西安卫星测控中心第一指挥大厅再次迎来“牧羊人”特有的庆祝仪式：巨大的荧屏上亮起“大红旗”，一行“热烈祝贺北斗全球卫星导航系统最后一颗组网卫星第一次轨道控制圆满成功”的金色大字在鲜红底色映衬下显得格外醒目。

10多个小时前，我国北斗全球卫星导航系统最后一颗组网卫星飞向茫茫太

空。这是北斗三号系统的收官之战，也是王鑫参加工作20年来，第25次护送北斗卫星成功入轨。

2000年10月31日，我国北斗一号首颗卫星成功发射，让世人为之震惊，也让刚刚毕业的王鑫立下航天报国的远大志向：一定要熟练掌握“守护”北斗的本领，为我们自己的卫星导航系统保驾护航！

从此，王鑫认真钻研卫星技术资料、潜心学习测控系统业务知识，不到一年时间就成长为北斗一号卫星在轨长期管理技术负责人。3年后，王鑫从卫星长期管理岗位上脱颖而出，转战到卫星测控总体岗位。

从新人到技术专家，王鑫不知经历过多少次突如其来的实战淬炼。2007年2月3日，北斗一号04星刚刚发射入轨就突发意外——太阳帆板在展开过程中，下行信号突然消失。

“立即抢救！”建立初态、重新捕获、变轨控制……王鑫带领团队连续展开300余个遥控操作，应急处置500余次，发送遥控指令11万余条……经过2个多月的全力抢救，终于牵引卫星逐步飞入

正轨。

“你知道我有多担心你吗？”当王鑫长舒一口气回到家中，丈夫对她如是说。那时候，王鑫刚刚怀孕不久。

在每名“牧羊人”眼里，遨游太空的一颗颗卫星同样是他们心中无限爱恋的孩子，纵使千难万险，也要精心守护。

2015年，北斗全球卫星导航系统建设正式提上日程。从区域导航到全球组网，表面上看，只是多发几颗卫星的区别，然而3年30星的空前发射密度、独特的星座组网部署理念、全新的卫星平台、更为复杂的通信体制……对王鑫的年轻团队而言，是前所未有的挑战。

在北斗三号某颗卫星轨道控制过程中，王鑫准确地发现了重大异常，并及时组织团队进行处置，确保卫星顺利进入工作轨道，为北斗系统如期完成全球组网作出了重要贡献。

“按照计划，接下来的一周时间，卫星还要进行4次轨道控制，才能在地球同步轨道成功定点。”王鑫说，北斗系统全球组网胜利在即，他们将精心呵护每一颗卫星，为全球用户提供一流的高精度定位导航和授时服务。