

浅析全球卫星导航定位系统

郝蓉

(山西职业技术学院, 太原 030006)

摘要: 近几年来,全球卫星导航系统(GNSS)在国家安全、经济及社会发展中发挥着愈加显著的作用,世界各主要大国竞相发展独立自主的卫星导航系统,我国的北斗卫星导航系统也步入从区域服务发展到全球服务的关键时期,建设我国的北斗系统应充分借鉴国外各卫星导航系统建设的成功经验。本文简要介绍 GPS 和 GLONASS 系统的组成特点与发展,并系统论述北斗卫星导航定位系统“三步走”发展情况与技术特点。

关键词: 北斗卫星导航定位系统, GPS, GLONASS

0 引言

北斗卫星导航定位系统是我国自主研发的导航定位系统,目前已实现与世界上其他几大卫星导航定位系统的互相兼容和交互操作,并能够全天候、全天时提供全球范围内的高精度、高可靠的定位、导航、授时服务,同时还具有短报文通信能力^[1]。

当前,除我国的北斗卫星导航定位系统外,全球范围内还包括美国 GPS 全球定位系统、俄罗斯 GLONASS 定位系统以及欧盟伽利略定位系统。各方都在极力发展自主的卫星导航定位系统,卫星导航信息资源日益丰富。借助丰富的导航信息能够进一步提高卫星导航用户的可靠性、可用性、精确性以及完好性,但同时也使得我们不得不面对激烈的空间资源、频率资源、时间频率主导权以及卫星导航市场等多方面的激烈竞争。

“北斗”卫星导航系统的建设与发展将满足我国国家安全、经济建设、科技发展和社会进步等多方面的需求,对维护国家权益、增强综合国力有着积极地促进作用,进一步稳步推进我国北斗卫星导航定位系统的建设工作是我国发展之需。下面我将浅析各大卫星导航定位系统的组成与特点,并重点探讨我国北斗卫星导航定位系统的组成、发展与特点。

1 GPS 全球定位系统

GPS 是“Global Positioning System”的简称,是最早开展研发及应用的全球范围导航定位系统,同时也是目前最为成熟、应用最为广泛的导航定位系统。GPS 系统的空间星座部分原计划由 21 颗工作卫星和 3 颗备用卫星组成,但目前实际有 31 颗卫星在轨运行,包括 12 颗 GPS II R 卫星、7 颗 GPS II R-M 卫星以及 12 颗 GPS II F 卫星,分别分布在 6 个轨道倾角约为 55° , 轨道平均高度为 20200 公里的轨道平面上。31 颗连续运行的卫星可覆盖全球范围,为军事方面以及民用方面提供精密授时和精确定位与导航的服务。GPS 系统的地面监控段包括三个主要子系统,1 个主控站、4 个地面天线网络和全球分布的监控站网络。

目前美国正在逐步加紧 GPS III 计划的部署和研究。GPS III 将选择全新的优化设计方案,放弃现有的 24 颗中

轨道卫星,采用全新的 33 颗高轨道加静止轨道卫星组网。与现有 GPS 相比, GPS III 的信号发射功率可提高 100 倍,定位精度提高到 0.2~0.5 米, GPS III 的定位、导航和授时能力将得到极大地提高^[2]。

2 GLONASS 全球导航卫星系统

GLONASS 是“Global Navigation Satellite System”的缩写。始建设于 20 世纪 70 年代,与美国的 GPS 始于同期,主要用以满足前苏联军方在军事上的需求。GLONASS 也是由空间段、地面监控段和用户段三部分组成。为保持 GLONASS 的运作同样至少要有 24 颗卫星在轨运行,目前 GLONASS 在轨卫星有 29 颗,其中 23 颗 GLONASS-M 卫星正常运作,2 颗卫星处于技术维修中、系统备用卫星 3 颗,还有 1 颗飞行试验的 GLONASS-K 卫星,这些卫星均匀的分布在高度 19100 公里,倾角 64.8° 的 3 个圆形轨道面上。GLONASS 地面控制段包括 1 个控制中心,1 个同步中心和若干遥测、跟踪控制站和监测站。

GLONASS 全球导航卫星系统的起步虽早,但受政治格局影响在 20 世纪发展相当缓慢,与同期的 GPS 系统拉开较大差距。但是基于俄罗斯逐渐好转的经济情况,21 世纪初俄罗斯开启了 GLONASS 的重建计划。近几年随着 GLONASS-M 和更现代化的 GLONASS-K 卫星的相继推出, GLONASS 的空间星座逐渐更新。GLONASS 系统将在 2020 年完成全面部署,届时 GLONASS 系统将足以满足特殊和民用(包括商业和科学)用户、及国际上对俄罗斯卫星导航技术的需求。

3 北斗卫星导航定位系统

我国卫星导航系统的积极探索始于 20 世纪 80 年代初,从 2000 年 10 月 31 日第一颗北斗导航试验卫星的发射开始,日渐壮大成为北斗试验系统,使我国立足于拥有自主卫星导航系统的国家之列。随着“北斗”建设的稳步推进,我国在 2012 年 12 月完成了连续覆盖亚太地区的北斗区域系统的建设。当前,我国仍在秉承“开放、自主、兼容、渐进”的建设原则、依照“三步走”发展规划稳步推进“北斗”卫星导航系统的建设,截至目前已成功发射了 23 颗北斗导航卫星(表 1),并预计于 2020 年完成全球组网。

依照“三步走”发展规划,我国的北斗卫星导航定位系统分为验证系统、扩展的区域导航系统和全球导航系统三个发展阶段。

作者简介: 郝蓉(1990-),女,山西大同人,山西职业技术学院,硕士研究生,助教,研究方向为大地测量。

表 1 已发射北斗导航卫星

卫星	发射日期	运载火箭	轨道
第 1 颗北斗导航试验卫星	2000.10.31	CZ-3A	GEO
第 2 颗北斗导航试验卫星	2000.12.21	CZ-3A	GEO
第 3 颗北斗导航试验卫星	2003.05.25	CZ-3A	GEO
第 4 颗北斗导航试验卫星	2007.02.03	CZ-3A	GEO
第 1 颗北斗导航卫星	2007.04.14	CZ-3A	MEO
第 2 颗北斗导航卫星	2009.04.15	CZ-3C	GEO
第 3 颗北斗导航卫星	2010.01.17	CZ-3C	GEO
第 4 颗北斗导航卫星	2010.06.02	CZ-3C	GEO
第 5 颗北斗导航卫星	2010.08.01	CZ-3A	IGSO
第 6 颗北斗导航卫星	2010.11.01	CZ-3C	GEO
第 7 颗北斗导航卫星	2010.12.18	CZ-3A	IGSO
第 8 颗北斗导航卫星	2011.04.10	CZ-3A	IGSO
第 9 颗北斗导航卫星	2011.07.27	CZ-3A	IGSO
第 10 颗北斗导航卫星	2011.12.02	CZ-3A	IGSO
第 11 颗北斗导航卫星	2012.02.25	CZ-3C	GEO
第 12、13 颗北斗导航卫星	2012.04.30	CZ-3B	MEO
第 14、15 颗北斗导航卫星	2012.09.19	CZ-3B	MEO
第 16 颗北斗导航卫星	2012.10.25	CZ-3C	GEO
第 17 颗北斗导航卫星	2015.03.30	CZ-3C	IGSO
第 18、19 颗北斗导航卫星	2015.07.25	CZ-3B	MEO
第 20 颗北斗导航卫星	2015.09.30	CZ-3B	IGSO
第 21 颗北斗导航卫星	2016.02.01	CZ-3C	MEO
第 22 颗北斗导航卫星	2016.03.30	CZ-3A	IGSO
第 23 颗北斗导航卫星	2016.06.12	CZ-3C	GEO

第一阶段 北斗卫星导航试验验证系统

自 2000 年起我国先后成功发射 3 颗 GEO 卫星,初步建成可实现基本的定位、授时和短报文通信服务的北斗卫星导航试验系统。该系统可为东经 70°至 140°、北纬 5°至 55°范围内用户提供服务,定位精度优于 20 m。北斗试验验证系统具有首次定位速度快,集定位、授时和报文通信为一体,授时精度高,可实现分类保障等优点,但同时也表现出主动定位系统易于暴露目标,缺少高程数据,以及定位时间长,不适用于高速运动目标的缺点。因此发展我国新一代卫星区域导航系统成为必然。

第二阶段 扩展的区域导航系统

在第一阶段验证系统的基础上,北斗卫星导航系统将进一步实现区域导航能力的拓展。历时将服务拓展到南北纬 55°,东经 55°至 180°区域范围。2012 年 10 月 25 日最后 1 颗地球静止轨道(Geostationary Orbit, GEO)卫星成功发射意味着北斗区域卫星导航系统顺利建成。北斗区域卫星导航系统共由 14 颗卫星构成,其中包括 5 颗倾斜地球同步轨道(Inclined Geosynchronous Orbit, IGSO)卫星、5 颗 GEO 卫星和 4 颗中圆地球轨道(Medium Earth Orbit, MEO)卫星,其具体星座参数见表 2。

第三阶段 北斗全球卫星导航系统

在扩展区域导航系统 14 颗卫星基础上,北斗导航系统的服务将进一步由区域拓展到全球,形成北斗全球卫星导航系统,并计划于 2020 年左右为全球用户提供服务。

当前北斗系统已为亚太地区用户提供稳定可靠的时空信息服务,15 颗卫星在轨稳定运行,5 颗新一代北斗卫星已经完成在轨调试,即将入网工作。在此基础上,我国

表 2 北斗卫星导航系统的星座参数

轨道参数	GEO	IGSO	MEO
长半轴(km)	42164	42164	27878
偏心率	0	0	0
轨道倾角(°)	0	55	55
升交点赤经(°)	158.75E, 180E, 210.5E, 240E, 260E	218E, 98E, 338E	0, 120E, 240E
近地点角距(°)	0	0	0
平近点角(°)	0	218E: 0, 98E: 120, 338E: 240	0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320
卫星数	5	3	27
平面数	1	3	3

2017 年计划发射 6-8 颗北斗三号 MEO 卫星,2018 年发射约 10 颗北斗三号 MEO 卫星和 1 颗北斗三号 GEO 卫星;2019 年-2020 年,发射 6 颗北斗三号 MEO 卫星、3 颗北斗三号 IGSO 卫星和 2 颗北斗三号 GEO 卫星^[3]。除了天上星座的建设,我国同时还在地面上打造着一张北斗增强系统大网。目前我国已经完成北斗地基增强系统第一阶段包括 150 个框架网基准站、1200 个加强密度网基准站、国家综合数据处理中心以及 6 个行业数据处理中心的建设任务,并将于 2018 年完成北斗地基增强系统第二阶段建设,进行覆盖全国主要区域的米级、分米级定位精度,以及加密覆盖区厘米级和后处理毫米级修正数的试播发^[3]。

4 结语

美国的 GPS 全球卫星导航系统正在成功运行并日趋完善,俄罗斯的 GLONASS 系统正在逐步恢复,欧洲的 Galileo 系统也正在开发之中,中国继续稳步推进北斗全球卫星导航系统发展势在必行。

北斗系统在推进我国的信息化建设进程、提高民众生活质量水平、降低经济社会运行成本等多方面都正在并将继续发挥重要作用,但同时我们也要清楚认识到当前北斗全球卫星导航系统发展所存在的诸如所占市场份额较小、应用受限等问题与困难。期待北斗在 2020 年顺利完成全球卫星导航系统的建设工作,为国家和世界提供更为优质的服务,做出更为突出的贡献。

参考文献:

[1]中国卫星导航系统管理办公室.北斗卫星导航系统发展报告(2.1 版)[J].卫星应用,2013(1):9-12.
[2]赵龙.北斗导航定位系统关键技术研究[D].西安电子科技大学硕士论文,2014.
[3]人民网环球时报.中国将发射近 30 颗北斗卫星导航精度将大幅提升 [N].http://military.people.com.cn/n1/2017/0524/c1011-29296272.html.