

北斗二代卫星导航系统 IGSO 星增加 RDSS 功能 问题探讨*

刘颖¹⁾ 刘根友²⁾ 陈晓峰³⁾ 郝晓光²⁾ 施柏山³⁾ 胡小刚²⁾

(1)中国人民解放军 96616 部队,北京 100085
(2)中国科学院测量与地球物理研究所,武汉 430077
(3)第二炮兵装备研究院,北京 100085

摘要 基于“北扩问题”建议的现实意义,考虑到 RDSS 业务提供的位置报告、短信息通信显著的社会应用价值,提出北斗二代的 RDSS 业务覆盖范围宜早向北扩展,建议在 IGSO 星上加载 RDSS 功能以实现。从需求角度讨论了 RDSS 功能向北扩展的必要性。

关键词 北斗二代卫星导航系统;向北扩展;IGSO 星;RDSS 功能;短信息通信

中图分类号:TN915.857

文献标识码:A

DISCUSSION ON ADDING RDSS TO IGSO SATELLITE IN 2ND GENERATION BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM

Liu Ying¹⁾, Liu Genyou²⁾, Chen Xiaofeng³⁾, Hao Xiaoguang²⁾, Shi Boshan³⁾ and Hu Xiaogang²⁾

(1) *The Unit 96616 of PLA, Beijing 100085*
(2) *Institute of Geodesy and Geophysics, CASE, Wuhan 430077*
(3) *Materiel Research Establishment, Second Artillery, Beijing 100085*

Abstract Considering the real significance of the recommendation of “northward extending coverage area”, and that the position report service and short message service by using RDSS offer great societal benefits, we put forward the suggestion in favor of northward extending the RDSS service coverage area of the 2nd generation BEIDOU/COMPASS navigation satellite system, and adding RDSS function to IGSO satellite belong BEIDOU constellations. In addition, the necessity and feasibility of the suggestion are dealt with.

Key words: the 2nd generation BEIDOU satellite navigation system; extending northward; IGSO satellite; RDSS (Radio Determination Satellite Service); short message service

1 前言

2004年9月,北斗区域卫星导航系统(简称北斗二代)建设启动,文献[1,2]即指出,作为区域卫星导航系统,北斗二代在星座设计上存在高纬度覆

盖不足问题,并建议将二代卫星导航系统的“中国及周边地区”覆盖范围向北极方向延伸,以保证国防建设的基本需求。其后又具体提出“增星”以实现向北扩展。该方案基于现有二代星座设计改变不大,又同时满足向北延伸的需要,其途径是通过增加

* 收稿日期:2011-11-08

基金项目:国家自然科学基金(40974013,41174022)

作者简介:刘颖,女,1964年生,博士生,主要研究方向为武器效能分析和军事需求论证. E-mail: m2starry@yahoo.com

IGSO 卫星的数量和轨道倾角来实现^[1]。根据该建议在我国二代卫星导航系统覆盖范围设计中实现了向北扩展。

即将投入运行的北斗二代集成了卫星无线电测定业务和无线电导航卫星业务(RDSS * RNSS)两种体制,不但具有 GPS 等系统的 RNSS 功能,还具有通信及位置报告服务功能。RDSS * RNSS 两种业务体制的集成使北斗导航系统解决了“何人、何时、何处”的相关问题,实现了位置报告、态势共享^[3]。

北斗二代导航系统实现区域覆盖后,其 RDSS 功能仍局限于“区域范围”概念中有限区域内,即对我国及周边地区可以提供短报文和差分完好性服务^[4]。这是由于目前只有 GEO 卫星搭载 RDSS 功能,故仅在 GEO 卫星星座有效覆盖区域可以使用 RDSS 功能,向北覆盖范围止于北纬 55°。考虑到 RDSS 业务可提供的短信息通信、双向授时、定位及位置报告服务在北极地区具有广阔的应用前景和重要的商业及军事价值,我们认为应将 RDSS 服务覆盖范围向北扩展,以利于我国在北冰洋地区军事和民用需求,并为改善该地区通信资源缺乏状况做出贡献,使北斗二代的“北扩”意义完全贯彻。

2 变热的北极

2007 年以来的卫星图片显示,全球暖化使北极冰层融化的速度大大超过科学家之前的预期。北冰洋的“东北航道”、“西北航道”可以在夏季通航已成现实。联合国一份报告指出,极地冰盖消退也许会使得北极航线适于商业航运,可能会将东北亚港口与北欧或中欧港口或北美东海岸港口之间的距离缩短多达 4 000 海里^[5]。北极航道贯通将成为大西洋和太平洋之间最短的通航,蕴含极大的商业利益。北极地区有目前全世界 30% 的天然气、13% 的石油和 9% 优质煤,海冰融化,冻土层解冻对资源的开采变得可以实现。丰厚的资源储备和航线价值,使得北极地区战略价值凸显。

地理环境的改变必然带来地缘政治和军事策略的变化。海冰融化,北冰洋将成为美俄彼此最短的海上通道。通过北极还是美国和俄罗斯的重要战略地区之间的最短空中航线。因此两国都重点围绕该地区建立了远程早期预警系统。当今世界上的有核国家和军事强国都分布在北半球,北冰洋是亚洲、欧洲、北美洲的顶点,拥有联系三大洲最短大圆航线,“西北航道”通航将变成真正联通西太平洋和大西洋的“舰队高速公路”。北极地区常年停泊的世界几个大国的水面舰队和核潜艇,可以籍此往来大西洋和太平洋。

我国作为一个近北极国家,北极环境变化对我国国家安全有着复杂而深刻的影响。北极航道的开通将使我国的国际航运和外贸从中受益。瑞典斯德哥尔摩国际和平研究所(SIPRI)发布的一份报告,评估了我国在北极科考方面的进展以及北极对我国的经济与战略意义。报告说从经济方面来看,通过北极的所谓东北和西北航线进行货物运输,可以大大减少从中国到欧洲和美国的航程。以上海到汉堡为例,东北航线将节省 6 400 千米的航程。由于中国出口货物运输一半依靠海运,所以,新航线具有重要意义^[6]。

北冰洋海冰融化,意味着在我国背后出现了一条“舰队高速公路”,对国家安全构成威胁。北京经北极直飞纽约的航线为 11 000 千米,比传统的太平洋航线减少 8 000 千米,是北京飞纽约同类航线中最短的一条。这当然也是我国东部和北美地区之间空中运载工具的最短航程。所以说北极地区须成为我国国土安全重点关注和防范地区。

3 北斗二代 RDSS 业务在北极地区的应用前景

3.1 北极地区卫星导航、通信的需求情况

文献[7,8]指出,由于缺乏卫星覆盖,北极地区可供文字或数据传输的无线或卫星通信严重不足。北极大部分地区缺乏对救援和污染控制的应急响应能力,只有极少量的系统能为那些在融冰覆盖的海面上的船只提供帮助。在白令海峡区域,没有有效的甚高频调频通信服务,尽管白令海区域在 GPS 完全覆盖范围,但由于 GPS 星座缺乏对高纬度的优化配置,导致其定位精度下降,而差分 GPS 覆盖不到这一地区。因为同样问题,使得北极地区那些在融冰之间穿行的船只海上通行管理变得困难。保证航运安全所必须的天气、海面特别是冰山情况的信息在这里不能得到保障,随着通航期的延长,船运量日益增加,海上导航、定位、通信和救生等能力不足变得愈加严重。人类活动的增加又加剧了该地区的环境变化,本来脆弱生态环境因监测手段不足很可能不能得到及时保护。

特别是伴随北极地区海事、航空、科学研究、矿产开采等增加,北极地区的卫星导航、定位和通信能力急需得到改善。为此欧共体提出了一项针对北极地区的卫星导航区域增强计划,但是预期要到 2020 年才能实现^[9]。

由于现有的 GPS、GLONASS 和区域增强系统均缺乏对北极地区有效覆盖,该地区迫切需要卫星导航、定位和通信资源等服务,尤其是通信服务。

3.2 北斗二代的 RDSS 业务在北极地区应用展望

RDSS 技术体制支持的服务为移动用户提供准确的定位和基本实时的双向信息传输,可进行交通监视、舰队管理、导航、态势侦察、信息发布等等。

比较现有的卫星导航系统,我国的北斗二代是唯一能同时提供 PVT 和通信服务的卫星导航系统。按“北扩问题”建议设计实现的北斗二代覆盖范围能够有效覆盖北纬 75° 范围区域^[1]。

在航空领域,北斗卫星导航系统已经进入 ICAO 标准的制订与审查工作程序。根据 ICAO 规划,全球卫星导航系统主要用于 CNS/ATM,支持通信、导航、监视、空中交通管理(ATM),导航卫星高精度时钟,可以用于民航通信同步授时。而北斗二代所特有的短报文通信功能,可用于对航空器的监视和生命救援;在航海领域,为授权用户提供位置查询和信息服务,使用户及时得到海冰、气象等至关重要的信息,为海上救生锁定搜救范围;在陆地,远离人居外出作业的人员能够及时发出和接受信息,降低意外风险等等。北斗系统双向授时精度达到 20 ns,在目前世界上卫星导航系统中授时精度最高。这样的精度使得定位精度极大提高,可以让越来越忙碌的北极天空飞行变的更安全,或导引船只顺利通过飘满浮冰的航道。

北极地区自然条件严酷,野外作业充满风险。RDSS 业务能提供相对安全的作业和信息化手段,例如借助无人机承担观测、勘察工作。安装有 RDSS 功能北斗终端的无人机既可接受卫星导航,又可将观测、侦察得到的图像发回^[9]。通过设置北斗终端,可以对装置区域环境变化情况及时采集,这些数据对感知环境变化及时采取保护措施是非常重要的。

此外,北斗卫星导航系统在向全球用户提供高质量的定位、导航和授时服务的同时,能做到安全服务。北斗二代包括开放服务和授权服务两种方式。开放服务是向全球免费提供定位、测速和授时服务。是为有高精度、高可靠卫星导航需求的用户,提供定位、测速、授时和通信服务以及系统完好性信息。RDSS 提供的位置报告和短信息通信属于授权服务,因此原则上具有安全保障。

4 在 IGSO 星上增加 RDSS 功能的可行性

4.1 IGSO 星轨迹特点是选择用以增加 RDSS 功能的主要因素

北斗二代卫星导航系统是 MEO + GEO + IGSO

星构成的混合星座。IGSO 星星下点轨迹呈“8”字形轨道,中心位于赤道某设定的经度上,卫星下点 24 小时轨迹在本服务区内南北来回运动,相对于 GEO、IGSO 星可以对高纬度地区有效覆盖,其高度与地球静止轨道卫星相同,是一种利用效率较高的区域星座。GEO + MEO 星星座主要覆盖中低纬度地区,对高纬度地区覆盖效果较差,GPS 就是一个实例。北斗导航系统应用 IGSO 星座设计解决了高纬度地区的覆盖问题。IGSO 卫星存在经度限制,即局限在既定经度区域内使用,但北斗二代 IGSO 星座轨道可整体移动,通过轨道转移技术控制卫星轨道升交点东向或西向漂移(图 1),使关切区域得到增强^[10]。

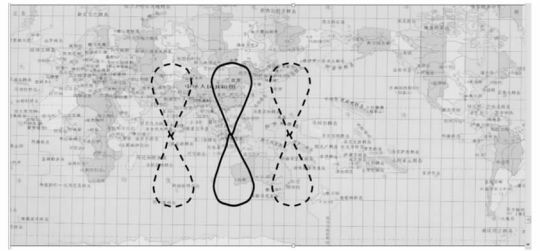


图 1 IGSO 可整体移动,使关切区域得到增强

Fig. 1 IGSO orbital route can shift under control

尽管 IGSO 星不像 GEO 星对可覆盖区域的可视时间达到全天 24 小时,但相对于 MEO 星其区域可视时间要长得多,有利于完成 IGSO 星与地面点之间的通讯和星间通讯转换。北斗二代采取境内设地面观测站 + 星间双向时间同步观测,实现全球高精度星历控制;GEO 星、IGSO 星星地链路构建稳定星间网络与地面网络联合运行模式,三种不同高度的卫星组网构成统一星间链路管理模式^[3]。北斗二代现有三颗在轨工作的 IGSO 星(和一个备份星),按计算,南北半球高纬度区域能保持至少可见一颗 IGSO 星,俟第四颗 IGSO 星入轨,则保持最少两颗可见星。此时,对于北半球,IGSO 星正位于地心纬度 55°N 上空。而此情况下 IGSO 星至少能与在轨的三颗 GEO 星中的两颗共视。还需要考虑地面监测站的可视情况。经计算,以我国境内最低纬度的三亚站,IGSO 星运行在地心纬度 55°N 的地球上空时,和三亚站仍然是可视的,说明以目前国内地面站设置情况,不需要星间链路即能够支持高纬度地区使用 RDSS 的通信业务。

还有一点非常重要。北斗卫星导航系统中 IGSO 星、GEO 星均采用了东方红三号 B(DFH-3B)平台^[13],也就是说 IGSO 星和 GEO 星有相同的基本体系结构,理论上,在 IGSO 卫星上增置 S/L 波段天

线,对原卫星平台设计的可靠性和技术指标完好性基本没有影响。

4.2 导航与通信一体化是卫星导航系统发展的必然趋势

为解决对导航与通信一体化的迫切需要,最近几年,各国都在探索能够在同一系统中实现 PVT 服务和实时通信服务的有效途径。美国正着手第三代 GPS 升级,希望能实现导航与通信一体化集成。美国目前的做法为附加系统办法,即导航系统 + 通信系统的方式,美国希望在第三代或第四代中实现集成;Galileo 在设计之初即将救生系统纳入体系之中,由于 Galileo 计划的实施一直很曲折,形成能力还须时日,而我国在这方面已经取得了很好的应用成果。

北斗运用 RDSS 功能是一项技术创新性使用。北斗区域卫星导航系统从体制上实现 RDSS * RNSS 两种体制嵌入式集成,从技术结构上真正实现了导航与通信集成;RNSS 应用与 RDSS 定位及位置报告形成一体化^[2]。现在 RDSS * RNSS 两种体制集成只在 GEO 星上完成。我们认为把 RDSS 功能向 IGSO 星座扩展,使 IGSO 星座的功能获得增值,对全系统实现导航与通信集成将是有益的实践。

5 结语

基于北斗区域卫星导航系统覆盖范围“北扩问题”的意义和北极地区对我国蕴含的重大战略价值,建议在北斗二代 IGSO 星座上增加 RDSS 功能,使 RDSS 功能覆盖范围实现向北扩展。高纬度一直是美国 GPS 的软肋,用于北美的区域增强系统对北极地区不能形成有效覆盖;Galileo 不能在近期提供服务;GLONASS 在建设初期过分强调军用,虽然正在努力弥补其兼容性但不可能一蹴而就。北极地区导航定位和通信能力缺乏和急需成为亟待解决的问题。我国北斗区域卫星导航系统性能指标高,服务内容丰富,有良好的兼容性,增强性区域覆盖可向该地区提供急需的服务。北极地区对我国经济利益和国家安全有重要战略意义,也需要我国以积极的态度参与北极事务,中国是一个非极地国家,但受北极地区变化影响较为直接的国家,所以我们必须用自己的技术为我们提供良好的服务。

参 考 文 献

1 刘根友,等. 对我国二代卫星导航系统覆盖范围向北扩展星座方案的探讨[J]. 大地测量与地球动力学,2007,(5):115-118. (Liu Genyou, et al. On constellation scheme of 2nd generation of China satellite navigation system

for northward extending coverage range[J]. Journal of Geodesy and Geodynamics,2007,(5):115-118)

2 郝晓光,等. 中国二代卫星导航系统设计覆盖范围的探讨[J]. 大地测量与地球动力学,2007,(1):119-122. (Hao Xiaoguang, et al. On designed coverage of 2nd generation of China satellite navigation system [J]. Journal of Geodesy and Geodynamics,2007,(1):119-122)

3 谭述森. 北斗卫星导航系统的发展与思考[J]. 宇航学报,2008,29(2):391-396. (Tan Shusen. Development and thought of Compass satellite navigation system[J]. Journal of Astronautics,2008,29(2):391-396)

4 孙家栋. 北斗卫星导航系统发展之路[J]. 太空探索,2010,241(7):32-34. (Sun Jiadong. The development approach of Beidou satellite navigation system [J]. Space Exploration, 2010,(7):32-34.)

5 联合国可持续发展委员会第十九届会议秘书长报告. 加速实施进展的政策选项和行动:交通运输[R]. 2011, E/CN.17/2011/4. :14. (Policy options and actions for expediting progress in implementation; transport [R]. Commission on Sustainable Development Nineteenth Session, 2011, E/CN.17/2011/4. :19)

6 Linda Jakobson. China prepares for an ice-free arctic[R/OL]. SIPRI Insights on Peace and Security No. 2010/2. <http://books.sipri.org/files/insight/SIPRIInsight1002.pdf>.

7 Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report [R/OL]. Arctic Council. 2009, second printing. http://arctic-council.org/workarea/the_arctic_meetings_tromso_april_2009/filearchive/amsa2009report.pdf.

8 ITT issued for study to explore communications in the Arctic [EB/OL]. European Space Agency, 10 Dec 2009. <http://telecom.esa.int/telecom/www/object/index.cfm?objectid=30107>.

9 谭述森,陈向东. 精确制导弹载实时摄影测量战场评估系统[J]. 无线电工程,2008,38(7):36-38. (Tan Shusen and Chen Xiangdong. Battlefield evaluation system by precision guided missile-borne real-time photogrammetric survey [J]. Radio Engineering, 2008, 38(7):36-38)

10 许其凤. 北斗全球导航星座的区域增强[R/OL]. 第一届中国卫星导航学术年会会议报告,2010. <http://www.beidou.gov.cn/attach/2010/07/14/20100714920b5bee9d444bdea2462e2c01ea003b.ppt>. (Xu Qifeng. The constellation of Beidou satellite navigation system regional enhanced [R/OL]. The 1st China Satellite Navigation Conference, 2010)

11 袁家军. 发挥中国航天系统工程优势建造国际一流卫星导航系统[R/OL]. 第一届中国卫星导航学术年会会议报告,2010. <http://www.beidou.gov.cn/attach/2010/07/01/20100701b0196e9f4b5c423d8ade9cc74dd3efb.ppt> (Yuan Jiajun. Building an advanced satellite navigation system relying on advantages of Chinese aerospace systems engineering [R/OL]. The 1st China Satellite Navigation Conference, 2010)