**引文格式**:张睿.BDS 精密定轨关键技术研究[J].测绘学报,2018,47(9):1290. DOI:10.11947/j.AGCS.2018.20170473.
ZHANG Rui.Research on Key Technologies of BDS Precise Orbit Determination[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2018,47(9):1290. DOI:10.11947/j.AGCS.2018.20170473.

# BDS 精密定轨关键技术研究

张 睿

中国科学院国家授时中心,陕西 西安 710600

# Research on Key Technologies of BDS Precise Orbit Determination

ZHANG Rui

National Time Service Center, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710600, China

2012 年 12 月 27 日,中国北斗二代卫星导航系统(BDS)正式为亚太区域用户提供定位导航授时(PNT)以及短报文通信服务,预计到 2020 年 BDS 将实现全球组网并提供全球 PNT 服务。导航卫星的轨道产品是保障导航系统可用性的核心要素之一,卫星轨道精度将直接影响用户的导航定位性能,因此,如何获取高精度的导航卫星轨道是 BDS 目前关注的重点研究问题。

我国 BDS 由三类卫星组成,包括地球静止轨道(GEO)卫星、倾斜地球同步轨道(IGSO)卫星以及中圆地球轨道(MEO)卫星,独特的星座构成使其在亚太区域 PNT 服务中更具优势,但这种星座异质性给精密定轨工作带来新的挑战。同时 BDS 还存在系统尚未建设完成、跟踪站尚未全球分布等诸多问题,使得较为成熟的 GPS 卫星定轨技术无法直接应用于 BDS 卫星定轨。如何解决现今 BDS 定轨面临的诸多关键技术,获取高精度的 BDS 卫星轨道成为当前亟待解决的研究热点。基于此,本文开展了相关研究,主要的研究内容和成果如下:

(1) 研究总结了卫星定轨的基本原理、动力学定轨方法、导航卫星定轨模型、相关的时间系统和坐标系统以及动力学轨道模型的参数估计方法,重点分析了定轨主要误差源的原理、改正方法以及对定轨精度的影响。

(2) 针对 GPS、GLONASS、GALILEO 以及 BDS 的不同星座轨道特点,研究制定了不同导航系统卫星的定轨方法及策略,分析了各导航系统卫星定轨精度和特点,给出了多种定轨误差源对 BDS 三类卫星定轨精度的影响,并通过对比 BDS 和 GPS 定轨结果,研究得出了当前 BDS 卫星定轨面临的主要问题。

(3) 提出了利用卫星位置精度因子(SPDOP)和动力学参数精度因子(DOP)定量描述定轨跟踪站分布优劣的方法,并推导了相关的数学模型。该方法可直接解算 BDS 定轨跟踪站分布对定轨精度的数值影响,并据此给出 BDS 定轨跟踪站分布的优选方法。实测数据分析结果显示,该方法可以作为优选定轨跟踪站分布方案的依据。

(4) 针对建设中的 BDS、GALILEO 等导航系统星座不完整的现状,提出了联合定轨的方法及策略,推导了多 GNSS 联合定轨对系统间公共参数以及非公共参数求解精度的解析贡献量,研究分析了 BDS/GPS 联合定轨对轨道和钟差求解精度的统计贡献量。实测数据结果表明,联合定轨对系统间公共参数以及非公共参数求解精度的贡献显著,除 GEO 卫星轨道精度外,其余轨道和钟差求解精度均有显著提高,其中对可视卫星数较少区域内的接收机钟差求解精度的贡献尤为显著。

(5) 为了提高卫星处在地影和月影重叠部分时的定轨精度,研究建立了顾及地影和月影重叠部分的阴影函数模型计算方法,并对比分析了新旧阴影函数模型对定轨精度的影响。结果表明:利用新的阴影函数模型得到的 GPS 事后轨道外符合精度以及重叠弧段精度均有所提高。

(6) 为了得到不同时延的各类 BDS 轨道产品,研究设计了各 BDS 轨道产品的解算策略,并评价了各类 BDS 轨道产品长时段的解算精度。结果表明,BDS 各类轨道产品在长时段解算中精度基本稳定,各类产品 GEO 卫星定轨平均精度优于 2.5 m,IGSO 卫星和 MEO 卫星定轨平均精度优于 10 cm,其中最终产品优于 5 cm。

**中图分类号**:P228 **文献标识码**:D

**文章编号**:1001-1595(2018)09-1290-01

**基金项目**:中国科学院西部之光人才项目(Y712YR4701);国家自然科学基金(41504006;41674034)

**收稿日期**:2017-08-22

**作者简介**:张睿(1987—),男,2016 年 6 月毕业于长安大学,获工学博士学位(指导教师:杨元喜教授,张勤教授),研究方向为 GNSS 卫星精密定轨。

**Author**: ZHANG Rui(1987—), male, received his doctoral degree from Chang'an University on June 2016, majors in GNSS satellite precise orbit determination.

**E-mail**: zhangruiwkk@163.com