

引文格式:肖玉钢.高精度多模 GNSS 相对定位理论与方法研究[J].测绘学报,2017,46(5):670. DOI:10.11947/j.AGCS.2017.20170068.
XIAO Yugang. Research on the Theory and Methods of Multi-GNSS Relative Positioning with High Precision[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2017, 46(5): 670. DOI: 10.11947/j.AGCS.2017.20170068.

高精度多模 GNSS 相对定位理论与方法研究

肖玉钢^{1, 2}

1. 长江空间信息技术工程有限公司(武汉), 湖北 武汉 430010; 2. 武汉大学测绘学院, 湖北 武汉 430079

Research on the Theory and Methods of Multi-GNSS Relative Positioning with High Precision

XIAO Yugang^{1,2}

1. Changjiang Spatial Information Technology Engineering Co., Ltd., Wuhan 430010, China; 2. School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan 430079, China

随着目前 BDS、Galileo 等系统建设的稳步推进,多模 GNSS 数据处理方法及应用的研究逐渐成为卫星导航领域的研究热点。已有结果表明,综合多个 GNSS 系统的信号并在观测值层面统一处理能有效提高 GNSS 定位的可靠性和稳定性,尤其在山区、城市峡谷等信号遮挡严重的地区。但目前的多模算法或者时效性不足且在短基线情况下相对精度较低,或者不能充分有效利用原始观测值。为此,本文提出了多模 GNSS 单差数据处理模型及相应的模糊度固定方法和数据预处理策略,有效避免了现有多模算法的不足,并基于实测数据对算法的有效性和精度进行了验证和评估。本文的主要工作与贡献如下:

(1) 提出了基于站间单差观测值进行多模 GNSS 数据融合处理的新方法。该方法理论上与在系统间构建双差观测值,同时固定系统间双差模糊度的方法等价,优于仅在系统内构建双差观测值的方法。该方法将观测方程建立在站间单差观测值上,同时顾及 ISB、IFB、DCB 等的影响。由于单差 UPD 以及参考伪距硬件延迟的影响,单差模糊度不具整周特性,为此进一步提出针对各 GNSS 系统的单差模糊度整周特性恢复方法。基线解算结果表明,单差方法所得基线重复性在 N、E、U 方向分别可达 2.1、1.7、5.0 mm(四系统),与混合双差方法相当,优于基于法方程叠加的多模双差方法。

(2) 提出了分系统进行模糊度搜索,同时迭代剔除质量较差模糊度参数的模糊度固定策略,克服了多模 GNSS 数据处理中模糊度维数较高、固定成功率较低的问题。以上述策略为基础制定了一套完整的多模 GNSS 高维模糊度固定流程。

(3) 给出了一套完整的、适用于多模 GNSS 单差算法的数据质量控制策略,将目前传统的单系统、双频数据预处理方法扩展为多系统、多频模式,能够准确探测原始观测值中的小周跳与坏值,为后续数据处理提供“干净”、可靠的数据源。

(4) 分析并总结了四大 GNSS 系统 ISB、IFB、DCB 等参数的特征。结果表明,这些参数均表现出较高稳定性;GLONASS 卫星伪距 IFB 估值与频率呈线性相关,且在不同频率截距和斜率不同。同时本文根据各 GNSS 系统单差观测值的残差序列分析了四大 GNSS 系统的测距精度。结果表明,不同 GNSS 系统观测值具有不同的测距精度;相位观测值精度普遍为 1~2 cm;伪距精度约为 0.5 m。根据分析结果提出了针对当前数据处理策略随机模型的改进方案,同时提出可预先对各 GNSS 系统 DCB、ISB、IFB 等参数进行标定并作为产品为用户提供,以提高定位结果的可靠性。

(5) 构建了基于单/双差模型的多模 GNSS 数据处理软件平台,具备 GPS+GLONASS+BDS+Galileo 四系统数据处理能力。基于 MGEX 观测网数据的分析表明,采用多系统观测值解算能够显著提高结果的质量。尤其在观测时段较短、观测环境较差时,多模 GNSS 的优势更加明显。基于模拟变形监测平台的实验分析表明,在采用 GPS、BDS 双系统观测值时,利用本文所构建的数据处理系统可达到水平 1 mm、高程 2 mm 左右的监测精度。

中图分类号:P228 文献标识码:D

文章编号:1001-1595(2017)05-0670-01

基金项目:国家自然科学基金(41374033);国家杰出青年科学基金(41525014)

收稿日期:2017-02-14

作者简介:肖玉钢(1984—),男,2016 年 6 月毕业于武汉大学,获工学博士学位(指导教师:姜卫平教授),研究方向为卫星大地测量。

Author: XIAO Yugang (1984—), male, received his doctoral degree from Wuhan University on June 2016, majors in satellite geodesy.

E-mail: ygxiao@whu.edu.cn