引文格式:贺小星.GPS 坐标序列噪声模型估计方法研究[J].测绘学报,2017,46(3):398. DOI:10.11947/j.AGCS.2017.20160549.
HE Xiaoxing.Study on the Noise Model of GPS Coordinates Time Series[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,2017,46(3):398. DOI:10.11947/j.AGCS.2017.20160549.

GPS 坐标序列噪声模型估计方法研究

贺小星

华东交通大学测绘工程研究所,江西 南昌 330013

Study on the Noise Model of GPS Coordinates Time Series

HE Xiaoxing

Department of Geomatics, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China

随着空间观测技术的高速发展,GPS 已成为大地测量领域重要的观测技术手段之一。全球 IGS 基准站积累了近 20 余年的位置时间序列,为大地测量及地球动力学研究提供了丰富的基础数据。GPS 坐标序列不仅包含构造信号,也包含地表环境负载以及未模型化的误差等干扰源的影响,降低了 GPS 解的精度与可靠性。分析 GPS 时间序列,尤其是坐标时间序列非线性变化,进一步深入系统地了解 GPS 非线性变化起源及其影响机制,建立相关的处理模型和方法,具有重要的理论意义和实用价值。近来年,GPS 技术取得了长足的发展,但由于 GPS 非线性变化的复杂性,许多问题还有待进一步研究。

本文紧跟国际相关领域的研究热点,系统地阐述了 GPS 坐标时间序列分析方法及其基本理论,并开发了相应的数据处理软件工具;着重分析了 GPS 单日解坐标序列最优获取策略,深入分析了地表环境负载效应对 IGS 基准站的影响及其规律,探索了大尺度下 GPS 网坐标序列共模误差的空间变化规律,并提出了改进的共模误差滤波方法。最后,深入探讨了 IGS 基准站的坐标序列的最佳噪声模型及其变化规律,获得了一些有重要科学意义的结果。论文的主要结论和贡献包括:

(1) 提出了 GPS 单日解批处理策略,并开发了相应的 GPS 时间序列分析软件及绘图工具,提高了 GPS 数据处理及分析的效率,有效地降低了粗差的干扰。探讨了不同解算模型及策略对单日解坐标序列的影响,验证了不同数据处理软件(GAMIT、GIPSY)之间的一致性;提出联合解算能有效减弱单一模型及策略中引入的随机误差,改善解的时空分布,提高坐标序列的精度。通过对全球分布的 IGS 站试验分析,得出了 GAMIT 与 GIPSY 解的最优经验权值。

(2) 通过对区域及全球的 IGS 站负载效应综合分析,论证了负载修正模型计算得到的测站位移序列的可靠性,证实了负载位移序列的周年、半周年特性。通过对全球分布的 IGS 站的负载效应进行分析,提出了负载效应存在区域特征性,并解释了不同学者得到的环境负载对 GPS 坐标时间序列的贡献呈现差异的原因,为进一步分离 GPS 位置时间序列中的残余误差(如共模误差)提供参考。

(3) 提出了共模误差存在空间差异性,即共模误差在空间上并不是严格的均匀分布,并结合数据试验证实了共模误差在大尺度区域内存在区域性变化。结果表明,在 400~500 km 尺度区域内,主成分分析法滤波效果较理想,随着尺度的增大,测站之间相关性减弱,使得准确、可靠的分离出共模误差存在一定的困难。

(4) 针对共模误差分离存在的问题,提出了由于共模误差存在周期性变化,传统的去周期项后再进行 CME 分离的方法存在一定的局限性;同时顾及共模误差的区域性变化特征,论文提出了基于地理环境因素等因子的广义共模误差的方法,并通过实验进行验证,获得了更好的滤波效果,提高了坐标序列的精度。

(5) 最后深入探讨了 GPS 噪声模型对站速度及其不确定度的影响及其规律。论文提出了 GPS 坐标时间序列噪声模型不能由单一的噪声模型表述,坐标序列噪声模型呈现出多样性且存在区域性规律。试验结果指出,随着时间跨度的增加噪声模型、站速度及其不确定度逐步由发散趋于稳定,且随机游走噪声模型的比重有所增加,即当时间序列跨度较短时,尤其是随机游走振幅较小时,随机游走噪声被闪烁噪声等抑制不能准确的探测出来。最终确定了 10 年时间跨度为理想的噪声模型估计尺度。

中图分类号:P228 **文献标识码**:D

文章编号:1001-1595(2017)03-0398-01

基金项目:国家杰出青年科学基金(41525014);国家自然科学基金(41674005;41464001)

收稿日期:2016-12-16

作者简介:贺小星(1986—),男,2016 年 6 月毕业于武汉大学,2016 年 12 月获工学博士学位(指导教师:花向红教授,余科根教授),研究方向为 GNSS 精密数据处理。

Author: HE Xiaoxing (1986—), male, received his doctoral degree from Wuhan University in December 2016, majors in GNSS data processing and error theory.

E-mail: hexiaoxing@whu.edu.cn