

基于 GAMIT 的 GPS 短基线解类型分析及应用

张双成¹, 曹海洋¹, 高 涵¹, 李海英²

(1. 长安大学 地质工程与测绘学院 陕西 西安 710054; 2. 沈阳建筑大学 管理学院 辽宁 沈阳 110168)

Application and Analysis of GPS Short Baseline Processing Based on GAMIT

ZHANG Shuangcheng, CAO Haiyang, GAO Han, LI Haiying

摘要:对高精度双频 GPS 观测短基线数据处理模型进行理论分析与试验验证,结果表明两种模型均可获取高精度短基线解,适合处理不同型号混合双频 GPS 监测数据。其中, L1L2_INDENT 适合处理双频 GPS 短基线, L1_ONLY 适合处理单频 GPS 短基线。

关键词:GPS; 短基线; 双差; 双频独立解

一、引言

随着全球导航卫星系统(global navigation satellite system, GNSS)建设步伐的不断加快,GNSS 在众多领域得到广泛的应用。作为 GNSS 中技术最成熟、应用最广泛的代表——GPS 系统,目前已被广泛应用于空间大地测量、地壳运动监测、大地形变、地裂缝与活动断裂、地球动力学与气候监测等多个领域,且 GPS 定位精度在多领域已达到毫米量级甚至更高的精度^[1]。

在国内,随着 GNSS 应用领域的不断推广,近几年出现了诸多高精度 GPS 短基线(小于 15 km),甚至超短基线(小于 1 km)的应用领域,如 GPS 测试场、大坝与滑坡 GPS 监测、地面沉降地裂缝对点 GPS 监测等。这些短基线常常与长基线组合在一起构成 GPS 监测网,该 GPS 监测网的数据不仅为双频观测数据,且多为来自 Trimble、Leica 或 TOPCON 等不同型号的高精度 GPS 接收机^[2-4]。在高精度处理上述仅含少数短基线的 GPS 数据时,考虑到 GPS 监测区域较大,且属于多种不同双频 GPS 接收机类型,常采用高精度 GPS 科研软件如 GAMIT/GLOBK 或 BERNESE 等进行长基线的 GPS 数据处理。但是,对于上述 GPS 监测网中的短基线解算,则采用不同厂商附带的随机软件(如 TGO、LGO 等)即可获得高精度的短基线解。实际工程应用中,短基线数据常常是利用不同类型 GPS 接收机采集,且在高精度数据处理时需要考虑不同天线相位中心改正、精密星历、固体潮与海潮等多项误差,因此也需采用科研软件如 GAMIT/GLOBK 或者 BERNESE 等进行

短基线解算^[5]。鉴于 GAMIT/GLOBK 软件的高精度、高稳健性,以及对科研院所免费开源、持续升级改进等特点,它在国内外高精度 GPS 数据处理中已被广为采用。

进行高精度静态 GPS 相对定位时,依据测站使用的 GPS 接收机类型和测站间基线距离的长短等,GAMIT 提供了多种基线解类型。如适合长基线的 LC_AUTCLN 解(基于码求解宽巷模糊度的 LC 解)和 LC_HELP 解(基于电离层约束求解宽巷模糊度的 LC 解);适合短基线的 L1_ONLY 解(双频观测中的 L1 解)、L2_ONLY 解(双频观测中的 L2 解)、L1L2_INDENT 解(双频观测中独立的 L1、L2 组合解)、L1&L2 解(双频观测中电离层约束的 L1、L2 组合解)、L1_RECEIVER 解(单频观测的 L1 解)等^[6]。

为了利用 GAMIT 软件高精度解算 GPS 短基线,本文在详细分析短基线解算模型的基础上,基于某 GPS 测试场的短基线采用不同短基线模型进行解算,通过分析不同基线模型获取的短基线解算结果获得一些有意义的结论。

二、基于 GAMIT 的 GPS 短基线解类型分析

利用 GPS 进行高精度基线测量的基本观测量是 GPS 接收机接收到的载波相位观测量,在利用载波相位数据解算基线时,测码伪距可用来计算接收机钟差、求解相位模糊度、修复相位周跳以及连同载波相位观测数据提高基线解算精度。单频 GPS 接收机只能接收 L1 载波信号,由于不能有效地消

收稿日期: 2011-07-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40902081, 41072266); 中国气象局武汉暴雨研究开放基金资助项目(IHR2009K02)

作者简介: 张双成(1979—),男,山西长治人,讲师,主要研究方向为 GPS 数据处理。

除电离层延迟影响,单频 GPS 接收机只适用于短基线(小于 15 km)的精密定位。双频 GPS 接收机可以同时接收 L1 和 L2 载波信号,利用双频信号对电离层延迟的不同,可以消除电离层对电磁波信号延迟的影响,因此双频 GPS 接收机可用于长达几千千米的精密定位^[7-9]。

由于 GPS 原始相位观测量包含的接收机钟差和卫星钟差不能彻底分离,因此,在实际 GPS 基线数据处理中,常取 GPS 相位观测量的线形组合即虚拟双差观测量作为数据处理的基本观测量,以消除钟差影响。GAMIT 软件将相位非差观测量组成独立的双差观测量^[6]。

GAMIT 软件包在采用双差载波相位观测量解算短基线时,主要提供了 3 种解算模式:① 基于双频接收机的 L1L2_INDENT 短基线解,即在解算时将双频接收机中的 L1 和 L2 载波观测量作为两种相互独立的观测量参与解算;② 基于双频接收机的 L1_ONLY 单频短基线解,即在解算时只利用 GPS 双频接收机中的 L1 载波观测量进行基线求解,类似于单频 GPS 接收机;③ 基于单频接收机的 L1_RECEIVER 单频短基线解,即在解算时利用 GPS 单频接收机中的 L1 载波观测量进行基线求解,只能用于单频 GPS 接收机。考虑到目前诸多 GPS 高精度应用主要采用双频 GPS 接收机,本文将主要分析上述两种基于 GPS 双频接收机的短基线解模型 L1L2_INDENT 和 L1_ONLY,以此确保基于 GAMIT 科研软件获取高精度的双频 GPS 短基线解。

三、试验分析

为了分析上述基于 GAMIT 软件获取解算短基线的精度与可靠性,本文选取了某 GPS 测试场 2008 年 10 月连续一周的试验数据进行分析比对。选取的 GPS 测试场由 3 个点(GPSA、GPSB、GPSC)组成正三角形,相邻点之间基线长度为 3 m。该网的基线长度经过严格校订,可作为 GPS 测试场的参考基准对待监测 GPS 接收机进行标定。本文采用以下 3 种解算方案进行试验验证。

- 1) L1L2_INDENT: 利用 GPS 双频接收机的 L1 和 L2 独立观测量进行短基线解算(双频解)。
- 2) L1_ONLY: 仅利用 GPS 双频接收机的 L1 观测量进行短基线解算(单频解)。
- 3) LC_AUTCLN: 利用 GPS 双频接收机的消电

离层组合观测量进行短基线解算(双频解)。

本文基于 GAMIT10.40,依据上述 3 种解算方案对 GPS 测试场中的短基线分别进行了处理,在解算时采用了 IGS 提供的精密星历。为了分析 3 种基线解模型在处理短基线时的有效性和收敛时间等问题,将 24 h 观测弧段从 UTC 时间零点开始,以每次一小时递增,将 24 h 弧段依次分成 24 个观测弧段,并以各条短基线 24 h 基线解作为参考值(真值),其余 23 个观测弧段的基线解分别与 24 h 基线解做差,进而获取基线解偏差。图 1~图 4 为三角形测试场中一条短基线 GPSA-GPSB 基于 3 种不同基线解算模式(L1L2_INDENT、L1_ONLY 和 LC_AUTCLN)的解算结果。

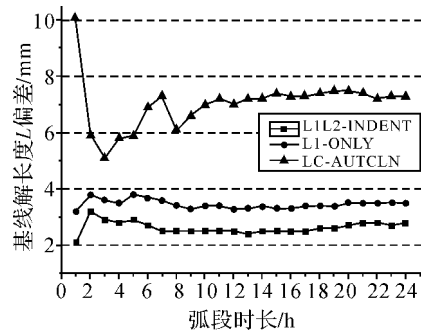


图 1 短基线 GPSA-GPSB 基线解长度对比图

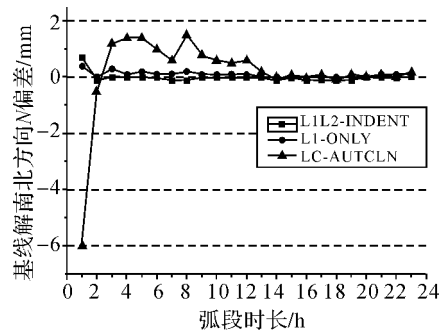


图 2 短基线 GPSA-GPSB 基线解分量 N 对比图

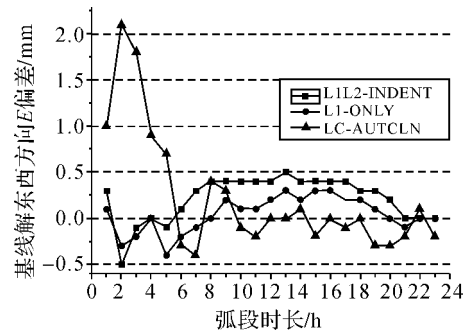


图 3 短基线 GPSA-GPSB 基线解分量 E 对比图

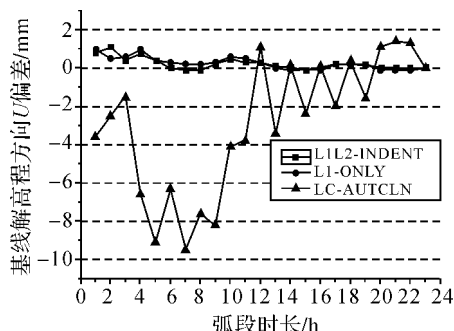


图4 短基线GPSA-GPSB基线解分量U对比图

根据图1~图4可以得出如下结论:

1) 对于短基线而言,L1L2_INDENT和L1_ONLY解相差甚微,而LC_AUTCLN解与其他两种模型解差异较大。

2) L1L2_INDENT和L1_ONLY解可在较短的弧段内(短于3h)收敛,而LC_AUTCLN解则需要较长收敛时间(长于6h)。

3) 顾及到短基线GPSA-GPSB长度已知为3m,从图1可以看出,针对短基线L1L2_INDENT解精度最高,L1_ONLY解次之,而LC_AUTCLN解最差。

4) 各图中显示LC_AUTCLN解与其他解差异较大,主要原因是LC_AUTCLN解对各种模型均采用模型改正,不适合处理短基线,其优势在于处理长基线。由于短基线两端观测环境相关性极强,短基线宜采用差分模式消除观测误差的L1L2_INDENT和L1_ONLY解,而不宜采用模型改正的LC_AUTCLN解。

5) 对于双频GPS接收机用于短基线观测时,建议采用L1L2_INDENT解。该模式可通过增加L2频率独立的多余观测提高基线解;对于单频GPS接收机建议采用L1_ONLY解。

四、结束语

随着GNSS系统建设进程的不断推进和应用领域的不断推广,越来越多的高精度GNSS数据处理

需要精密处理长、短基线混合网,如何高精度获取长、短基线解依然是当前面临的一个重要研究领域。通过对GAMIT软件包中提供的3种短基线解算模型分析与试验比较,可知在高精度处理小区域GPS短基线时,由于短基线两端观测环境相关性极强,可采用双差模式来高效消除GPS信号多项误差。即对于双频GPS接收机宜采用L1L2_INDENT短基线解,对于单频GPS接收机宜采用L1_ONLY短基线解,而采用模型改正GPS观测误差的LC_AUTCLN解仅适合用于大区域的GPS长基线。由试验结果可知,在利用高精度GAMIT软件获取基线结果时,一定要选择合适的模型进行解算,在对基线长度差异较大且基于不同类型GPS接收机获取的GPS网数据处理时更要慎重。

参考文献:

- [1] 张双成,王利,黄观文. 全球导航卫星系统GNSS最新进展及带来的机遇和挑战[J]. 工程勘察,2010(8):49-53.
- [2] 顾国华,张晶,王武星. 中国地壳运动观测网络GPS观测得到的地壳运动结果[J]. 测绘通报,2005(7):1-7.
- [3] 李征航,黄劲松. GPS测量与数据处理[M]. 武汉:武汉大学出版社,2005.
- [4] 王利,张勤,丁晓利,等. 基于无线通讯网络的GPS多天线监测系统及其应用[J]. 地球科学与环境学报,2009,31(3):323-326.
- [5] 林起忠. 高精度GPS基线处理的模型分析[J]. 闽江学院学报,2009,30(2):99-102.
- [6] 魏子卿,葛茂荣. GPS相对定位的数学模型[M]. 北京:测绘出版社,1998.
- [7] 王文贵,陆海波. 单、双频GPS数据联合处理基线分析[J]. 水利规划与设计,2010(4):39-40.
- [8] 张建国. GPS短基线定位精度的误差及消除措施[J]. 黑龙江科技信息,2011(1):75.
- [9] 蒋志浩,张鹏,秘金钟,等. 基于CGCS2000的中国地壳水平运动速度场模型研究[J]. 测绘学报,2009,38(6):471-476.