

桥梁变形观测中 GPS 数据处理方法的研究

曹诗荣

(中铁大桥勘测设计院有限公司, 湖北 武汉 430050)

On GPS Data Processing in Bridge Deflection Deformation Survey

CAO Shirong

摘要: 对桥梁变形体利用 GPS 进行变形监测, 并通过 GPS 接收机随机软件进行外业观测数据的解算, 研究 GPS 数据处理中解算基线向量时观测历元、截止高度角参数的最佳设置方法及平差模型的选择, 以提高解算精度, 为其他同类工程提供一定的参考。

关键词: 变形; GPS; 数据处理; 基线解算; 方差比

一、引言

近年来我国开展了很多大型、特大型的桥梁建设, 为了保障其在施工及运营期间的安全、稳定, 需要对其进行变形监测。GPS 由于其测量速度快、精度高的特点, 在变形监测中得到了越来越广泛的应用。

在桥梁的变形观测中, GPS 接收机通常架设在加载试验过程中的桥面上, 受梁体的振动影响, 在索塔附近, 由于接收机接收卫星信号时遮挡很严重, 同时测站周围都是大面积的水面, 多路径效应明显, 不可避免地会有信号的失锁, 因而产生周跳。外业采集的 GPS 数据在内业处理软件中很难一次性解算合格, 有时候需要通过人工的干预, 使一些不合格的基线通过调整参数的设置, 达到监测网形的设计要求。另外, 平差时剔除一些粗差大或不合格的基线, 并选择不同已知点来约束平差以求得最佳成果。笔者结合某桥梁变形监测的研究工作, 对观测数据质量差的数据进行重新解算提出以下 3 种解决方法。

二、确定合适的历元间隔

历元间隔指的是运算时的历元间隔, 该值默认取 5 s, 可以任意指定, 但必须是采集间隔的整数倍。

从图 1 可以看到, 0104-G604 基线约有 1.1 km, 而同步观测时间只有 15 min, 如果使用历元间隔 30 s 来解算, 则一共有 30 个历元的数据参与解算。图 1 中解算后方差比比较低, 为 1.3, 不合格。

基线越长, 采集时间也越长。当野外观测时间只有 15 min 时, 可将历元间隔缩小为 15 s 来解算, 这

时参与计算的一共有 60 个历元的数据, 比用历元间隔为 30 s 来解算多一倍的数据量, 这样可以弥补观测时间的不足。此时的方差比为 7.5, 如图 2 所示, 比之前的 1.3 好了很多, 且符合要求, 这说明采取的措施是有效的。如果调整的结果不好, 就说明数据量增多的同时也加进了更多质量更差的数据, 这时又要求增大历元间隔。

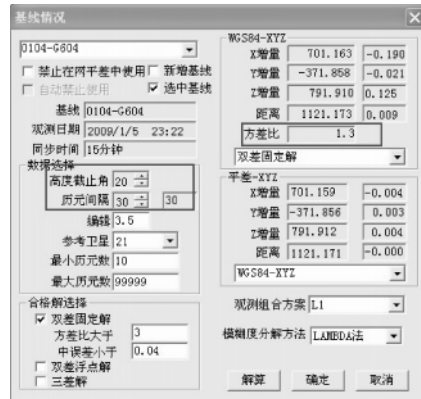


图 1

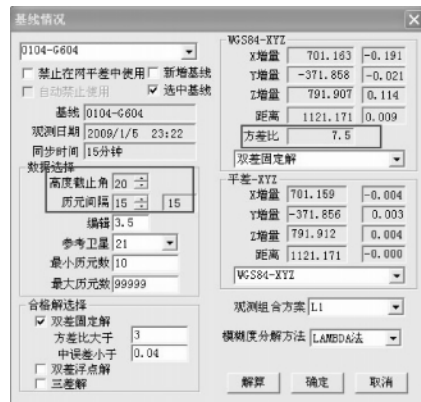


图 2

收稿日期: 2011-04-12
作者简介: 曹诗荣(1967—), 男, 湖南常宁人, 高级工程师, 研究方向为桥梁变形观测。

综上所述,可以总结出确定合适的历元间隔的原则如下:

1) 基线同步观测时间较短时,可缩小历元间隔,让更多的数据参与解算;同步观测时间较长时,要增加历元间隔,让更少的数据参与解算。

2) 数据周跳较多时,要增加历元间隔,这样就可跳过中断的数据继续解算。

三、确定合适的高度截止角

如果更改历元间隔解算仍无法使基线方差比增加,可以采用调整高度截止角的方法。当高度截止角较低时,参与解算的卫星数目多,但低空卫星数据通信容易被外界干扰,质量差的数据多;当高度截止角较高时,参与解算的卫星数目少,但高空卫星数据通信不易被外界干扰,质量好的数据多。以图3为例,基线B12解算后的方差比合格,但是有点低。将高度截止角从 20° 调整至 30° 后,重新解算,可以看到方差比增大到6.5,如图4所示,完全可以参与到网平差计算中。



图3

基线总结 B12 [36673562 到 3563]	
已处理的:	星期一, 五月 10, 2010 10:30:36上午
解算类型:	L1 固定
开始:	解算可接受
使用的星历:	广播
气象数据:	标准
基线长度:	432.079m
高度角限制:	13 度
变化率:	42.7
参考方差:	6.499
RMS:	0.00m

图4

这说明确定合适的历元间隔和卫星高度角可以是某些自动处理不合格的基线,通过人工干预得以重新参与计算,可以减少数据的剔除,最大限度地保证网形的几何强度。

综上所述,确定合适的高度截止角的原则如下:

1) 当基线详解中查看到卫星数目足够多时,应适当增加高度截止角,尽量使高空卫星数据进入解算。

2) 当基线详解中卫星数目比较少时(最低要求4颗以上卫星),适当降低高度截止角,尽量使更多的卫星数据进入解算。

四、确定合适的网平差模型

GPS 基线向量网的平差一般分为3种类型:

① 经典的自由网平差,又叫无约束平差,平差时须固定网中某一点的坐标,平差的主要目的是检验网本身的内符合精度以及基线向量之间有无明显的系统误差和粗差,同时为用GPS大地高与公共点正高联合确定GPS网点的正高提供平差后的大地高程数据;② 非自由网平差,又叫约束平差,平差时以国家大地坐标系的某些点的坐标、边长和方位角为约束条件,顾及GPS网与地面网之间的转换参数进行平差计算;③ GPS网与地面网联合平差,即除了GPS基线向量观测值和约束条件以外,还有地面常规测量值如边长、方向、高差等,将这些数据一并进行平差。

本文的测量试验表明,根据不同的桥梁工程情况采用的平差方法是最有效的;若基准点远离变形体,选用一个各期共同观测的基准点进行经典自由网平差;若监测点位于变形体内,则采用秩亏的自由网平差。而非自由网平差和联合平差是在国家坐标系或地方坐标系内进行的,平差完成后网点坐标已属于国家坐标系或地方坐标系,因而这两种方法是解决GPS成果转换的有效手段。

五、结束语

采用GPS进行桥梁变形监测,当满足GPS技术的观测条件的要求时,采取本文提出的方法能明显改进和提高观测数据的质量。在数据的处理过程中还可以采取优化设计,进行人工干预,提高基线的解算质量,进而提高整体平差或高程拟合的精度。

参考文献:

- [1] 胡伍生,潘庆林. 土木工程测量[M]. 3版. 南京: 东南大学出版社, 2007.
- [2] 胡伍生,邓永锋,方磊. 数据库在路基施工沉降观测中的应用[J]. 东南大学学报, 2000, 30(6): 171-175.