

残差分析在 GPS 基线数据处理中的应用

刘春贵

上海汇谷岩土工程技术有限公司云南分公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i1.81

[摘要] 本文主要讨论残差分析在 GPS 基线数据处理中的运用,通过列举操作步骤为主线,并以实例的形式探讨在基线数据解算时采用“双差+L3 消除电离层”的方法对 GPS 数据残差进行对比分析,剔除对测量结果影响较大的卫星,提高 GPS 基线解算精度。该方法在障碍物较多的城区和观测条件复杂的地区具有很强的实用性。

[关键词] 基线; 残差分析; 双差; 基准转换; 约束平

引言

目前,导航定位系统有了巨大发展,全球主要有四大卫星定位系统,除了美国全球定位系统(GPS),还有中国的北斗卫星导航系统(BDS)、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统(GNSS)、伽利略卫星导航系统(GSNS)。其中以 GPS 为代表的测量技术使得工程测量的作业方法发生了历史性的变革。GPS 测量具有全能性、全球性、全天候、连续性和实时性的精密三维导航与定位功能。但在实施过程中也暴露出了一些不足,比如在实际工作中点位难以达到理想的观测条件,特别是障碍物较多的城区,使用 GPS 测量有时候虽接收到信号,但有的卫星信号处于浮动状态,或出现假固定或者不能固定,直接将这此卫星数据进行处理会使得处理的结果误差较大,甚至会出现误差超限的情况,如何提高数据解算精度和困难地区的 GPS 数据分析与处理一直是行业研究的课题。

通过大量研究和实践,笔者总结出一种可提高数据处理精度和处理 GPS 困难数据的方法。以 LG08.0 软件为处理软件,利用双差(双差是一组特定卫星单差的差分。为计算双差,一颗卫星被选为参考卫星,其它卫星是相对与参考卫星来计算)、L3 消除电离层线形组合(L3 消除电离层线形组合是针对消除电离层路径延迟而设定的)消除电离层后 GPS 数据残差的分析,剔除对测量结果影响较大的卫星,让其不参与数据解算从而获得较高的数据精度。

1 实施步骤

以 LG08.0 软件为处理软件为例介绍操作步骤

1.1 新建 GPS 项目并输入原始数据,编辑点号

1.2 在窗口空白处单击鼠标右键,选择“处理参数”;用鼠标左键选择“显示高级参数”,点击“附加输出”,选择“残差”,然后点击“确定”退出。

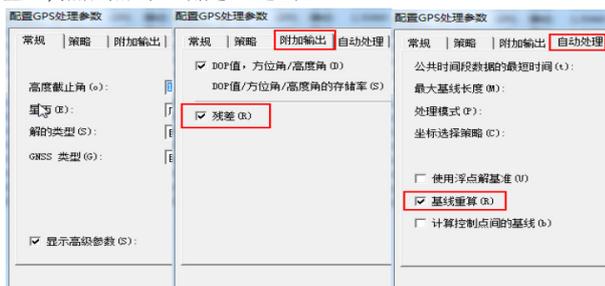


图1 处理参数设置

1.3 在图上条形数据区域空白处单击鼠标右键,选择“自动处理”;再次单击空白处,在下拉菜单中选择“处理”,进行基线解算。数据处理结束后,先不保存解算结果,直接进行基线分析。

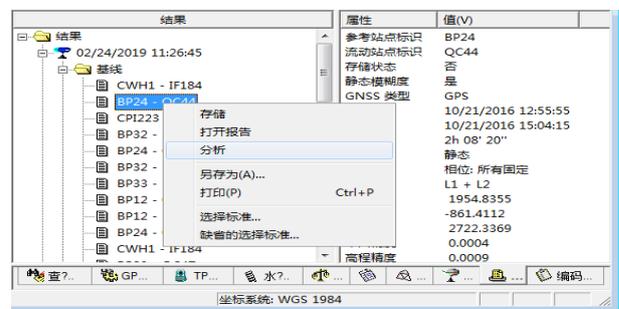


图2 基线分析

1.4 在“结果”界面中,打开基线文件夹,右键单击某条基线,在下拉菜单中左键点击“分析”,点击选择“双差”和“L3 消除电离层”,对卫星情况进行分析,找出不健康卫星。

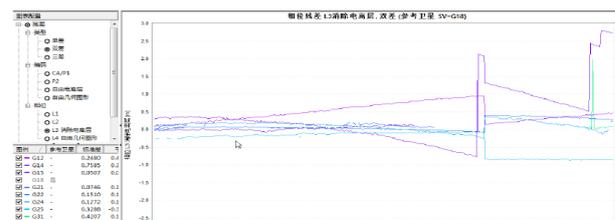


图3 残差分析

1.5 回到“项目”页面中,在“GPS 处理”界面上,右侧条形数据区域空白处单击鼠标右键在下拉菜单中选择“处理参数”。在“概要”界面中用鼠标左键单击将不健康卫星剔除。

1.6 重新对基线进行结算。如看到数据质量是比较差的且无从下手,从波形上分析大多数卫星的质量都不好,可进行周跳分析如图4所示。在结果界面,选择基线,找到可疑的基线,右键选择“打开报告”在打开的报告中,发现周跳主要集中在 G05, G09 卫星,先考虑的是把这些卫星逐个剔除掉然后进行基线处理。一般情况下,通过删除不健康卫星, GPS 平差结果可以满足测量的精度要求。

项目名称	周跳总数	卫星	频率	周跳值	标志
周跳统计	20				
10/19/2016 10:26:15	G05	L2	-	na	
10/19/2016 10:26:45	G05	L2	6.00	标记	
10/19/2016 10:26:55	G05	L2	4.00	标记	
10/19/2016 10:27:15	G05	L2	-	na	
10/19/2016 10:27:35	G05	L2	-	na	
10/19/2016 10:28:05	G05	L2	7.00	标记	
10/19/2016 10:28:25	G05	L2	1.00	标记	
10/19/2016 10:28:45	G05	L2	-	na	
10/19/2016 10:29:05	G05	L2	-	na	
10/19/2016 10:35:05	G09	L1	-	na	
10/19/2016 11:00:35	G09	L2	-2.00	标记	
10/19/2016 11:00:35	G09	L2	-2.00	标记	
10/19/2016 11:03:05	G28	L2	16.00	标记	
10/19/2016 11:03:25	G28	L2	-	na	
10/19/2016 11:18:45	G09	L1	7.00	标记	
10/19/2016 11:18:45	G09	L2	9.00	标记	
10/19/2016 11:35:05	G09	L1	-	na	
10/19/2016 12:00:35	G09	L1	5.00	标记	
10/19/2016 12:00:35	G09	L2	6.00	标记	
10/19/2016 12:05:35	G09	L1	-	na	

图4 周跳统计

1.7 有时遇到如图5所示,经过以上处理还不能满足要求,可以进一步对某个点的卫星数据时段进行修改。具体操作方法如下:在图示界面上右侧该点的条形数据上单击右键,在下拉菜单中选择“卫星窗口”,在空白处单击鼠标右键,选择“开窗(包含)”,对开窗方式进行设置,选择所需要修改的卫星数据,用鼠标右键单击其条形图示,在下拉菜单中用鼠标左键单击选择“编辑窗口”,对数据时段进行修改,在“编辑窗口(包括)”界面中,可以对时间段进行修改,修改完毕后,用鼠标左键单击“确定”,之后重新进行基线处理,数据处理完成后,在“结果”界面中,打开基线文件夹,对基线进行分析。如果需要对其他基线进行修改,可以重复以上操作。



图5 时段分析

2 应用实例

本次以某省会城市轨道交通工程为例,该项目位于城市中心,建筑物较多,观测条件复杂。本次共布置19个GPS点,其中3个为已知点。采用LeicaGS15进行外业数据采集,用LG08.0进行数据解算。

未进行残差分析剔除不良卫星之前,残差严重超限远大于软件数据处理要求的0.1,如图6所示;网平差结果也超限如图7所示。

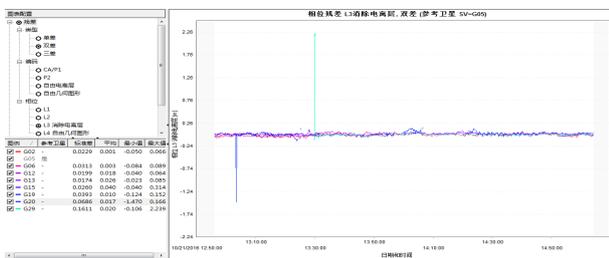


图6 卫星剔除前的残差图

W-检验临界值:	1.96 μ	
临界值 T-检验 (2维):	2.42 μ	
临界值 T-检验 (3维):	1.89 μ	
F-检验临界值:	0.95 μ	
F-检验:	6.01	⚠️ (拒绝)

图7 卫星剔除前的网平差结果

进行残差分析剔除不良卫星之后,“双差+L3 消除电离层”残差均能满足要求(<0.1),其中基线之一图6结果变为如图8所示,网平差结果如图9所示。用同样的方法依次分析其他基线,可以看出采用“双差+L3 消除电离层”的处理办法,均能满足精度要求。

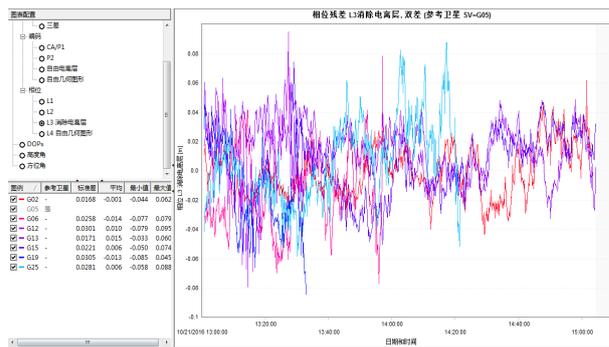


图8 卫星剔除后的残差图

W-检验临界值:	1.96 μ	
临界值 T-检验 (2维):	2.42 μ	
临界值 T-检验 (3维):	1.89 μ	
F-检验临界值:	0.95 μ	
F-检验:	0.47	✅ (接受)

图9 卫星剔除后的网平差结果

3 结束语

通过“双差+L3 消除电离层”对GPS基线数据的残差进行对比分析,剔除对测量结果影响较大的卫星进行基线解算,可以获得较高的基线解算精度,为后续基准转换或约束平差提供高质量的基础数据。该方法在障碍物较多的城区和观测条件复杂的地区具有很强的实用性。

【参考文献】

- [1]刘大杰,施一民,过静璐.全球定位系统GPS的原理与数据处理[M].上海:同济大学出版社,1997:12.
- [2]魏二虎,黄劲松.GPS测量操作与数据处理[M].武汉:武汉大学出版社,2004:75.
- [3]刘基余,李征航,王跃虎.全球定位系统原理及其应用[M].北京:测绘出版社,1999:32.

作者简介:

刘春贵,工程师,注册测绘师,从事工程测量工作。