

GPS 数据处理中的粗差探测及剔除

张 东 明

(昆明冶金高等专科学校资源与冶金工程系, 云南 昆明 650033)

摘要: 结合 Locus Processor 软件的使用, 分析了 GPS 基线向量中粗差的存在形式以及探测粗差的几种手段和方法。

关键词: GPS 控制网; 基线向量; 数据处理; 粗差

中图分类号: P228.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-0479(2001)04-0035-03

1 引言

GPS 定位测量是接收 GPS 卫星信号实现空间定位的一种高新测量技术。一般而言, GPS 具有全天候作业、观测操作简便、布网自由、观测与数据处理自动化程度高、同时提供三维坐标、定位精度高等特点。

在 GPS 进行相对定位测量时, 需要采用(至少两台)测地型 GPS 接收机进行同步观测, 取得同步观测的基线向量, 并由基线向量组成 GPS 网。为了保证 GPS 网的可靠性, 对 GPS 网往往要求具有多余观测基线, 使内部形成闭合环; 同时在数据后处理过程中, 利用重复基线检测、环路闭合差检核等粗差检测手段判定基线向量是否有粗差存在。粗差探测应在 GPS 网的最小约束平差完成后进行并及时剔除带有粗差的观测值。本文结合 Locus Processor GPS 数据处理软件的使用, 探讨基线向量中粗差的存在形式, 以及 Locus Processor 软件中粗差探测工具的使用方法。

2 粗差的探测与剔除

2.1 网整体性检验

在 GPS 网中, 参与平差的基线向量必须连为一体。如果几组观测数据(基线向量)互不相关, 则不能将其纳入为一个整体, 统一作整体平差。

2.2 单位权方差

在最小二乘平差中有两个单位权方差——先验单位权方差和后验单位权方差。其中, 先验是指平差前赋予的期望值; 后验是指经平差后的计算值, 是对先验期望的检验。在 Locus Processor 中后验单位权方差评价平差结果的精度时, 将反

映出三种情况:

(1) 后验单位权方差接近或等于其期望值, 表明平差中不含有粗差, 参与平差的观测值是有效的, 但不能确定其好坏;

(2) 后验单位权方差比期望值明显偏大, 表明在参与平差的数据中存在粗差, 或者观测值误差中不真实。这时, 借助其它工具探查出粗差的大小, 将其删除, 重新平差; 如果观测误差与实际有出入, 则可调高期望值的尺度, 使其更切合实际再次平差;

(3) 后验单位权方差比期望值明显偏小, 表明观测值误差中不真实, 也可能存有粗差。如果属于观测误差中不真实, 可以调低尺度, 使其更切合实际重新平差。

2.3 χ^2 检验

χ^2 检验是进一步判定后验单位权方差可信度的工具。在 Locus Processor 中, χ^2 检验由平差数学模型自动完成。如果 χ^2 检验通过(Passed), 表明平差良好; 如 χ^2 检验失败(Failed), 说明先验与后验单位权方差统计不等价, 平差存在问题, 为进行下一步判定问题的属性提供了线索。

2.4 观测值残差

残差是平差值与观测值之差。GPS 观测值为基线向量, 每一个基线向量有 3 个分量(X、Y、Z 或 N、E、U), 因而 GPS 向量存在 3 个分量残差。GPS 平差是以最小二乘原理来进行平差计算的, 也就是用观测值残差的平方和最小的原理来处理观测值残差带来的矛盾, 从而得到观测值的平差值。在观测值中有两类误差: 偶然误差和粗差。观测值中仅包含偶然误差, 则残差较小。如果粗差存在, 则会出现较大的残差。平差处理后将计算出所

收稿日期: 2001-11-26

作者简介: 张东明(1971-), 男, 云南江川人, 讲师, 工学学士, 主要从事测量数据处理的教学与研究。

有观测值的残差。查验残差的大小可以有助于识别残差。但是在判定大残差的观测值是否为粗差时,须注意以下几个方面:

(1) 如果粗差足够大,则其残差也会较大,但残差大并不一定都属于粗差。好的观测值也可能有较大残差。这是因为在最小二乘平差中,粗差分布往往影响到整个控制网,有粗差的观测值会影响到其他观测值残差的正确性。

(2) 在网中对于长度相近的基线向量,其残差也大致相等,如果有某个向量的残差较大,则可怀疑其有粗差存在。残差不应大于仪器设备的测量精度(标称精度),若残差比允许误差大出 2~3 倍,则有必要进一步检测是否属于粗差。

大多数情况下,有较大残差的观测值多数包含有粗差,删除有粗差的观测后,重新做平差计算。如果还有较大残差存在,再次删除残差较大值,再重做平差,一直到残差较小为止。但有可能将不含粗差的一些观测值删除;或者删除一些观测值后会影响到网的强度,此时,可以将删除的观测值添加到网中再进行平差,一个一个的判断和取舍。如果平差结果良好,实际上说明观测值不含粗差。对于有粗差的观测值删除后影响到网形强度,则应重新组织观测。

2.5 t 检验

残差(或标准残差)服从正态分布,它的期望是可以预见的。 t 检验是一种统计检验,是用标准残差去统计观测值残差是否位于期望的界限内,同时计算一个阈值来检验每一个标准残差。其检验可能出现两种结果:

(1) t 检验通过(Passed),标准残差不大于阈值,通常情况下观测值中不含有粗差;

(2) t 检验失败(Failed),标准残差大于阈值,要查验粗差情况,进一步检验观测值是否包含粗差。

2.6 环闭合差检验

一个优良的 GPS 控制网是由独立基线向量构成某种闭合图形的,如三角形、大地四边形、多边形等。理论上,这些环路图形的闭合差应等于零,但由于各种观测误差等因素的综合影响,实际闭合差一般均不等于零。通常情况下,环闭合差的大小与所采用的仪器测量精度相对应,其大小是可以预计的;但是带有粗差的环闭合差就难于预计,其大小与粗差对应。因此,环闭合差检验可以

有效地检验出观测值的粗差。

当 GPS 网中的基线向量存在较大粗差或多种粗差时,有时很难通过平差结果予以发现。在这种情况下,通过选择基线向量可以构成多个闭合环(同步环、异步环),利用 Locus Processor 软件提供的 Loop Closure Analysis(环闭合分析)功能进行基线向量的可靠性分析。首先计算出基线向量组成的环路闭合差,再与该环路的闭合差限值进行比较。若小于允许闭合差,则该环闭合差检验通过,表明构成此环路的基线向量存在粗差的可能性很小,但并不意味着粗差不存在。此时再用这些基线向量和其他的基线向量分别组成闭合环,再进一步分析,就能把粗差探测出来;若闭合差大于允许值,则闭合差检验失败,表明环中的基线向量有粗差存在,此时应进一步分析,以确定环中哪些向量含有粗差。

2.7 复测基线向量分析

根据国家规范,进行 GPS 控制网测量时,要求有一定数量的重复基线,即一定比例的基线应有不少于两个以上的观测时段。这些复测向量可用于分析观测值的外符合性,用于校核基线的观测质量。在 Locus Processor 中自动进行所有复测向量的分析,复测向量相互比较,显示其差值以供分析。如果重复向量的误差小于允许误差,则复测基线的质量达到要求,认为观测向量中没有粗差;如果复测向量的误差大于允许值,则表示某个向量的质量没有达到要求,可能有粗差存在,此时应结合其他工具仔细检查,以确定是否有粗差。

2.8 控制点连接分析

为了使 GPS 控制网与地方、区域或国家的控制网连接,通常要联测若干已知点。在进行约束平差后,有时会发现控制网的相对精度下降,或者达不到规范要求,而最小约束平差所输出的平差精度远远高于规范要求。此时并不能说明 GPS 网的观测质量有问题,而是由于已知点的配置导致了精度等级降低。通过分析已知点的相对精度,找出有问题的已知点,不令其参与平差。在 Locus Processor 中,如果控制点连接分析通过,表明参与平差的已知点不会降低精度等级;如果控制点连接分析失败,则与上述情况相反。

3 结束语

在 GPS 网的数据处理中,我们需要对基线解

算的质量进行检验,以确保得到高质量的基线向量,同时对构成GPS网的基线向量也进行质量检验分析,以得到合格的GPS网。基线向量的粗差探测与剔除应在最小约束平差后完成。Locus Processor及现今的许多GPS平差处理软件都提供了多种粗差的探测分析工具。实际作业中,在我们掌握了一定的GPS误差理论的同时,要充分利用这些工具,仔细分析,认真检核基线向量的质量,用高质量的向量组成GPS网,这样才能得到

质量可靠、精度优良的GPS控制网,同时得到高精度的定位成果。

参考文献:

- [1] 高成发. GPS测量[M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.
- [2] CJJ 73-97, 全球定位系统城市测量技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.

Detection and Elimination of Gross Error in the Data Process of GPS

ZHANG Dong-ming

(Department of Resource and Metallurgy Engineering, Kunming Metallurgy College, Kunming, 650033, China)

Abstract: In the article the author uses the Locus Processor software to analyze the existence form of gross error of GPS vectors and introduces several methods of detecting gross error.

Keyword: GPS Control network; data processor; vector; gross error

(上接第23页)

2)不同的抑制剂组合条件可实现抑萤石浮重晶石或抑重晶石浮萤石,采用先浮重晶石,再浮萤石的优先浮选流程,可获得较好的浮选指标。

3)优先浮选时,控制好调整剂水玻璃和硫酸铝的用量,可获得CaF₂品位94.17%的萤石粗精矿和BaSO₄品位75.37%的重晶石粗精矿。萤石粗精矿回收率88.33%,重晶石粗精矿回收率86.01%。

4)通过对重晶石粗精矿进行两次精选, BaSO₄

品位达到95.76%。达到了钴并泥浆级重晶石粗精矿质量标准,从而综合利用了矿石中的重晶石组分。

参考文献:

- [1] 周晓四. 萤石—重晶石浮选分离试验研究[J]. 昆明冶金高等专科学校学报, 1996, (4): 74-79.
- [2] 项学丽. 难选多金属萤石矿选别回收萤石工艺特征的研究[J]. 中国铝业, 1999, (8): 27-31.

A Study of Comprehensive Utilization for Fluorite and Barite Ores

ZHOU Xiao-si, WANG Zi, WU Chong-de

(Kunming Metallurgy College, Kunming Yunnan 650033, China)

Abstract: The ores include high grade fluorite mineral and barite mineral. Because the floatability of the two kinds of mineral is similtude, separating is difficultly. Basing on the floatation experiments, the study discovers that the effective separating is attainable between the fluorite and barite by means of preferential floatation that barite is collected.

Key words: Fluorite; barite; preferential floatation; comprehensive utilization