

文章编号:1006-544X(2002)02-0150-04

数字地籍测量数据采集若干问题的解决方案

李深城¹, 曾秋荣², 刘 荣³

(1. 汕头市市政工程总公司, 广东 汕头, 515031; 2. 抚州地区水电设计院, 江西 抚州, 344000;
3. 华东地质学院 测量系, 江西 抚州, 344000)

摘 要: 为寻求数字地籍测量数据采集过程中控制数据质量的技术方案, 从数字地籍外业数据采集过程出发, 探讨了数据采集过程中权属调查和界址点测定的质量控制问题, 提出了按条件平差处理同时具有直角、直线和距离条件界址点的平差方法, 采取分级平差处理的方法较好地解决了成片界址点的平差问题, 并对粗差的处理提出了可行性方案. 本方案对提高数字地籍测绘的质量提供了技术保证.

关键词: 数字地籍测量; 质量控制; 分级平差; 粗差探测

中图分类号: P273

文献标识码: A^①

数字地籍测量的数据质量关系到地籍资料的准确性与权威性. 就数字地籍信息系统而言, 系统的数据质量是系统成功的关键因素之一. 在数字地籍测量过程中, 权属调查、界址点和地物点数据采集以及数据的内业处理等都是影响地籍测量数据质量的关键环节. 为保证数字地籍测量数据的质量和可靠性, 必须从外业调查、界址点测量、内业数据处理、数据录入和检核等过程入手, 制定一套严格的数据质量保证体系. 本文根据作者的工作实践, 参考有关文献, 探讨了数字地籍测量过程中控制数据采集质量问题的方案.

1 外业工作的的质量控制方案

对外业权属调查是地籍信息系统中属性数据获取的过程, 内容多、情况复杂, 而且其结果具有法律效力. 因此, 在实际作业过程中, 以街坊划分作业单元, 采用“申报—调查—勘测”均在同一时期由同一作业组实施“一步到位”的作业模式, 可以有效地防止差、错、漏, 做到责任明确, 从而达到确保外业权属调查质量的目的.

目前, 界址点、地物特征点的数据获取采用野外全解析法进行, 通常采用外业数据采集软件进行, 如清华的 EPSW 电子平板测绘系统、南方公司的 CASS、武汉瑞得的 RDMS. 其数据采集的一般过程为: 核对界址点、测量界址点及地形点、输入编码及连接信息、绘制草图、数据录入、数据编辑、地籍图绘制、地籍数据入库.

在实际作业中要做到:

- ①先核对地籍元素, 然后进行测、算、绘作业, 以确保外业权属调查数据的正确;
- ②在测算绘制作业中, 绘制测算草图, 应注意选用最佳测算图形, 保留重要栓距;
- ③在连续测算未知点坐标中, 随时引入已知点和勘丈边做检核, 要注意组合未知点连结条件或已

① 收稿日期: 2001-09-17; 修订日期: 2001-12-27

基金项目: 测绘与遥感信息工程国家重点实验室开放基金资助项目 (WKL(01)0302)

作者简介: 李深城 (1967-), 男, 广东揭东人, 工程师, 工程测量专业.

知点条件，以达到互相检核和整条路线检核的目的；

④对所有界址点和界址线都做长度检核或坐标校核。

数字地籍测量的界址点和地物点坐标测定时，由于人为或非人为因素的存在，将导致采集的特征点产生误差，甚至粗差。采集误差在一定范围内是允许的，而且可以采取一定的措施加以减弱或消除，但对粗差而言，如果不首先对其进行定位和剔除，则会使特征点之间原有的几何条件遭到破坏。如矩形的房屋不成直角，平行的房子不平行，在同一条直线上的电杆不在一条直线上等等。在这些数据入库之前应进行粗差别除等预处理工作。

2 界址点应满足的几何条件及数据处理方法

界址点往往同一些特殊的人工或非人工地物点一致，而地物满足的几何约束条件通常有直角、平行、直线、距离、面积等条件。因此，界址点之间的关系也满足上述条件，其中以直角、共线、距离条件最为普遍^[1]。

设 $(X_i^0, Y_i^0), (\hat{X}_i, \hat{Y}_i) (i=1, 2, \dots, n)$ 分别为地物点的观测值与平差值，且有：

$$\left. \begin{aligned} \hat{X}_i &= X_i^0 + x_i \\ \hat{Y}_i &= Y_i^0 + y_i \end{aligned} \right\} (i=1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

其中 x_i, y_i 分别为 X_i^0, Y_i^0 相应的改正数。

2.1 直角与直线条件

如图 1a、1b 所示，设 i, j, k 三点构成一特定角 β ，则存在如下条件

$$\hat{\alpha}_{ik} - \hat{\alpha}_{ij} = \beta, \quad (2)$$

式中 $\hat{\alpha}_{ik}, \hat{\alpha}_{ij}$ 分别为 ik, ij 方向的方位角平差值，整理得条件方程式

$$a_{ik}x_k + b_{ik}y_k - (a_{ik} - a_{ij})x_i - (b_{ik} - b_{ij})y_i - a_{ij}x_j - b_{ij}y_j + w_i = 0, \quad (3)$$

式中：
$$a_{ij} = -\frac{Y_j^0 - Y_i^0}{(S_{ij}^0)^2} \rho'' , \quad b_{ij} = -\frac{X_j^0 - X_i^0}{(S_{ij}^0)^2} \rho'' , \quad a_{ik} = -\frac{Y_k^0 - Y_i^0}{(S_{ik}^0)^2} \rho'' , \quad b_{ik} = -\frac{X_k^0 - X_i^0}{(S_{ik}^0)^2} \rho'' ,$$

$w_i = \arctg \frac{y_k - y_i}{x_k - x_i} - \arctg \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i}$ 。当 $\beta = \pi/2$ 或 $\beta = 3\pi/2$ 时，式 (3) 为直角条件；当 $\beta = \pi$ 时，式

(3) 为直线条件。

如果对一个建筑物实测了 n 个房角点，且它们之间存在 r 个直角条件，则由 (3) 式组成的直角与直线条件的条件方程式写为

$$\underset{r \times 2n}{A} \underset{2n \times 1}{V} - \underset{r \times 1}{W} = 0, \quad (4)$$

其中 $\underset{2n \times 1}{V} = (x_1, y_1, \dots, x_n, y_n)^T$

2.2 距离条件

如图 1c 所示，设 i, j 点的距离为 \hat{L}_k ，观测值为 L_k^0 ，则存在如下条件

$$\hat{L}_k = \sqrt{(\hat{X}_j - \hat{X}_i)^2 + (\hat{Y}_j - \hat{Y}_i)^2}. \quad (5)$$

整理得条件方程式

$$-b_{ij}x_i + a_{ij}y_i + b_{ij}x_j - a_{ij}y_j - v_k - l_k = 0, \quad (6)$$

其中：
$$a_{ij} = -\frac{Y_j^0 - Y_i^0}{S_{ij}^0}, \quad b_{ij} = -\frac{X_j^0 - X_i^0}{S_{ij}^0}, \quad l_k = L_k^0 - S_{ij}^0 = L_k^0 - \sqrt{(X_j^0 - X_i^0)^2 + (Y_j^0 - Y_i^0)^2}$$

如果在点数为 n 的一组界址点之间观测了 m 条边，则由 (3) 式组成的距离条件的条件方程式可写为

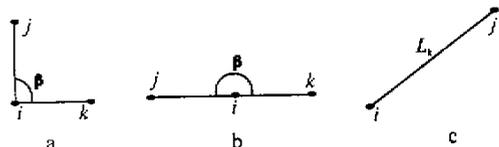


图 1 界址点应满足的几何条件

Fig.1 Geometry conditions between boundary points

a—直角；b—直线；c—距离

$$A_{m \ 2n \ 2n,1} V - W_{m,1} = 0 \quad (7)$$

其中 $V = (x_1, y_1, \dots, x_n, y_n, v_1, \dots, v_m)^T$.

2.3 数据处理^[2]

假设参与组成条件的界址点数为 n , 距离观测数为 m , 并令 $u = 2n + m$, 存在的直角、直线条件和距离条件的数目为 r , 综合 (4) (7) 式可得条件方程的一般模型

$$A_{r \ u \ u,1} V - W_{r,1} = 0 \quad (8)$$

其中 $V = (x_1, y_1, \dots, x_n, y_n, v^1, \dots, v_m)^T$.

随机模型为

$$D_{u \ u} = \sigma_0^2 Q_{u \ u} = \sigma_0^2 P_{u \ u}^{-1} \quad (9)$$

按条件平差方法可得法方程

$$N_{aa} K - W = 0 \quad (10)$$

其解为

$$K = N_{aa}^{-1} W \quad (11)$$

改正数方程:

$$V = P^{-1} A^T K \quad (12)$$

观测值的平差值为

$$\hat{L}_{u,1} = L^0 + V \quad (13)$$

其中 $L_{u,1}^0 = (X_1^0, Y_1^0, \dots, X_n^0, Y_n^0, L_1^0, \dots, L_m^0) = (l_1, l_2, \dots, l_u)$.

单位权方差的估值

$$\hat{\sigma}^2 = V^T P V / r \quad (14)$$

$$V^T P V = W^T K$$

V 的自协因数阵为

$$Q_{VV} = Q A^T N_{aa}^{-1} A Q \quad (15)$$

3 界址点的分级平差方法

为提高外业测绘成果的精度和可靠性, 应对外业测绘成果进行平差处理. 实际工作中, 不仅要处理单个独立的直角、平行和直线, 而且更普遍的情况是对成片房屋(界址)点的处理, 由于各种条件混合, 各个房屋之间是相关的, 显然对单个独立的直角的处理方法已不适用. 为此可采用分级控制, 逐级平差的方法来处理成片界址点的情况^[3].

分级平差根据实测地物复杂程度不同, 一般分为 1~3 级. 对于较简单的图形, 当考虑的条件方程较少时, 不必分级, 列出条件方程后统一平差; 较复杂的图形可分为 2 级; 对于特别复杂的图形可分为 3 级. 首先以街坊外围界址点为首级控制点, 构成一个闭合路线, 列出条件方程对其进行平差处理, 将平差后的坐标点作为下一级平差的固定点, 然后再对成片房屋内部的直角房屋进行平差处理. 如图 2, 先将街坊 A、B 的外围点 11~18 进行导线(网)平差, 然后以这些外围点为固定点分别对街坊 A、B 内的其它界址点进行平差.

4 确定界址点粗差的方法

粗差定位的方法有多种, 这里仅介绍数据探测法和限差计算法.

4.1 数据探测法

由条件平差模型中的 (14) (15) 式, 可得到单位权方差的估值 $\hat{\sigma}_0$ 与 V 的自协因数阵 Q_{VV} . 假设观测值中最多存一个粗差, 根据数据探测法可构成如下统计量

$$\bar{\omega}_i = v_i / \sigma_{v_i} = v_i / \sigma_0 \sqrt{q_{v_{ii}}} \quad (16)$$

式中: $\bar{\omega}_i$ 为标准化残差; $q_{v_{ii}}$ 为 Q_{VV} 矩阵中第 i 个对角线元素.

假设零假设 $H_0: E(v_i) = 0$, 备选假设 $H_1: E(v_i) \neq 0$ 。若观测值 l_i 存在粗差, 则 $\bar{\omega}_i$ 服从标准化正态分布。对此, 可通过对标准化残差 $\bar{\omega}_i$ 的检验来统计地判断 l_i 是否存在粗差。亦即给定一个显著水平 α ($\alpha = 0.1\%$), 则由正态分布表可得到检验的临界值 $K_\alpha = 3.29$ 。若 $\bar{\omega}_i < K_\alpha$, 则认为该观测值正常。否则, 可能存在粗差。

当观测值中存在多个粗差时, 数据探测法发现粗差的效果不明显, 可以采用其它方法, 如选择迭代法、线性规划方法^[4]。选择迭代法的基本思路是: 平差仍从惯常的最小二乘法开始, 但在每次平差后, 根据残差和有关参数, 按所选择的权函数, 计算每个观测值在下步迭代平差的权。如果权函数选择得当, 且粗差可定位, 则含粗差观测值的权会愈来愈小, 直至趋于零。

4.2 限查算法

粗差确定也可以采用限查算法。当相邻两边的夹角与直角或平角的闭合差在限差范围范围内才进行改正, 否则认为是粗差, 必须剔除。

5 结 论

综上所述, 采用“申报—调查—勘测”均在同一时期由同一作业组实施“一步到位”的作业模式, 可以确保外业权属调查质量; 分级平差处理的方法较好地解决了成片界址点的平差问题; 通过平差和精度评定, 可以提高数据采集精度, 有助于实现对地籍测量数据采集的质量控制。

参考文献:

- [1] 刘大杰, 孟小林. 直角与直线元素数字化的数据处理 [J]. 武汉: 武汉测绘科技大学学报, 1997, 22 (2): 125~128.
- [2] 武汉测绘科技大学测量平差教研室. 测量平差基础 [M]. 北京: 测绘出版社, 1996
- [3] 童小华, 刘大杰. GIS 数字化数据的分级平差 [A]. 中国 GIS 协会. 1998 年年会论文集 [C]. 中国地理信息系统协会, 1998. 176~181.
- [4] 李德仁. 误差处理和可靠性理论 [M]. 北京: 测绘出版社, 1988.

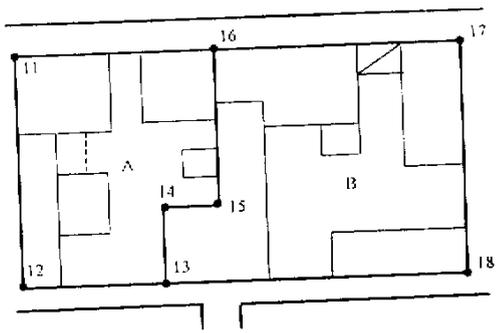


图 2 街坊图

Fig.2 Street block map

Solutions to some problems in digital cadastral data capture

LI Shen-cheng¹, ZENG Qiu-rong², LIU Rong³

(1. Shantou Company of Municipal Engineering Facility, Shantou 515031, China; 2. Fuzhou Hydro-power Institute, Fuzhou 344000, China; 3. East China Geological Institute, Fuzhou 344000, China)

Abstract: The quality and reliability of observations are major concerns in digital cadastral survey. This paper is to explore technical schema for data quality control in the process of digital cadastral data collection. Proprietary investigation and data quality control are discussed on data collecting procedures of digital cadastre. One adjustment method is proposed to process rectangular conditions, line conditions and distance conditions in boundary point survey. Another level-based adjustment method for large amount of boundary points in one area is also proposed in this article. A feasible technical method to exclude gross errors is presented. The schema proposed in this article can guarantee the quality of digital cadastral survey.

Key words: digital cadastral survey; quality control; level-based adjustment; gross error detection