

## 桦甸市二调成果质量统计分析

高佩华<sup>1</sup>, 申世国<sup>2</sup>, 高秋华<sup>3</sup>

(1. 吉林省第二测绘院, 吉林 长春 130062; 2. 吉林省第一测绘院, 吉林 四平 136001;  
3. 吉林大学 地球探测科学与技术学院, 吉林 长春 130026)

**摘要:**文章运用实测数据和数理统计有关理论,对实验区的第二次土地调查成果进行实测验证,并通过计算和比较分析,得出客观的结果,为以后二调成果的应用提供了相应的依据。

**关键词:**土地调查;数理统计;成果质量;精度

中图分类号:P272 文献标识码:B 文章编号:1672-5867(2011)06-0219-02

## Statistical Analysis of the Second Land Investigation Results Quality in Huadian

GAO Pei-hua<sup>1</sup>, SHEN Shi-guo<sup>2</sup>, GAO Qiu-hua<sup>3</sup>

(1. The Second Surveying and Mapping Institute of Jilin Provincial Bureau of Surveying and Mapping, Changchun 130062, China; 2. The First Surveying and Mapping Institute of Jilin Provincial Bureau of Surveying and Mapping, Siping 136001, China; 3. Earth Exploration Science and Technology Institute, Jilin University, Changchun 130026, China)

**Abstract:** According to the theory of mathematical statistics and measured data in the experimental area, the results of the second investigation of national land have been verified. With calculation and comparison, objective results have been achieved, which will provide basis for the applications in the future.

**Key words:** land investigation; mathematical statistics; quality of results; precision

### 0 引言

第二次全国土地调查成果是国家制定国民经济宏观调控政策、实施科学决策的重要依据。为了准确地分析和评价二调成果质量与精度,确定桦甸市吉吉乡新安村为试点区。它属于半山区、毁林开荒比较明显的地带,各种地类图斑、线状地物、零星地类种类较为齐全,把它作为山区的代表,对其成果质量进行了统计、分析,为以后的应用提供了可靠的依据。

### 1 精度评定

本文对两项较为重要的成果质量进行统计与评价:DOM的精度和DLG的精度。DOM的精度采用点位中误差作为指标来衡量;DLG的精度采用线的最大偏移误差作为指标来衡量。

在数据统计分析中,选取180个明显地物点、130条明显界线进行分析。

#### 1.1 DOM精度分析

我们采用全野外解析测绘法共实测了180个明显地

物点的坐标,并在DOM上量取了相应的同名地物点的坐标,以此作为DOM精度评定的基础数据。

首先计算180对坐标 $X, Y$ 分量的差值,计算公式按下式:

$$\begin{aligned}\Delta x_i &= \bar{x}_i - x_i \\ \Delta y_i &= \bar{y}_i - y_i\end{aligned}\quad (1)$$

式中 $\Delta x_i, \Delta y_i$ 分别为坐标 $X, Y$ 分量的真误差, $\bar{x}_i, \bar{y}_i$ 分别为坐标 $X, Y$ 分量的真值(实测坐标值), $x_i, y_i$ 分别为坐标 $X, Y$ 分量的观测值(DOM影像同名地物点坐标值)。将 $\Delta x, \Delta y$ 按随机变量处理。

#### 1.1.1 数据分析

DOM数据是按《第二次全国土地调查技术规程》制作的,所以 $\Delta x, \Delta y$ 中的粗差判定标准确定应为其规定的限差,即 $\pm 10.00$  m。按此标准去掉4个点(其 $\Delta x$ 或 $\Delta y$ 大于限差)的坐标,我们剔除该部分数据,把剩余176个点的坐标作为数据处理的基础。

以剔除粗差后的176对点的 $\Delta x, \Delta y$ 为基础数据,按下式计算数学期望:

收稿日期:2011-09-08

作者简介:高佩华(1958-)男,北京人,高级工程师,主要从事工程测量、航空摄影测量等方面的工作。

$$\begin{aligned} \mu_x &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i \\ \mu_y &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta y_i \end{aligned} \quad (2)$$

式中  $n$  为观测个数;  $\mu_x, \mu_y$  分别为  $\Delta x, \Delta y$  的数学期望。

计算其数学期望分别为:

$$\mu_x = 2.415 \text{ m} \quad \mu_y = -1.423 \text{ m}$$

因  $\Delta x, \Delta y$  的数学期望值不为零,但其绝对值比 1:10 000 比例尺的精度(图上 0.1 mm)还要小,因此  $\Delta x, \Delta y$  中存在的系统误差并不显著,对 DOM 数据的精度不造成实质性的影响,因此,我们认为  $\Delta x, \Delta y$  中只存在偶然误差,可进行精度评定。

### 1.1.2 精度评定

以剔除粗差后的数据作为基础数据,计算  $\Delta x, \Delta y$  的中误差,计算按下式进行:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}(\Delta x) &= \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \Delta x_i^2} \\ \hat{\sigma}(\Delta y) &= \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \Delta y_i^2} \end{aligned} \quad (3)$$

式中  $\Delta x, \Delta y$  的中误差分别为  $\pm 3.377 \text{ m}, \pm 2.890 \text{ m}$ 。

按照误差理论  $\Delta x, \Delta y$  在理论上服从  $N-(0, \sigma)$  正态分布;将  $\Delta x$  分布直方图与正态分布曲线叠合显示如图 1 所示(误差分布区间设为 1.0 m)。

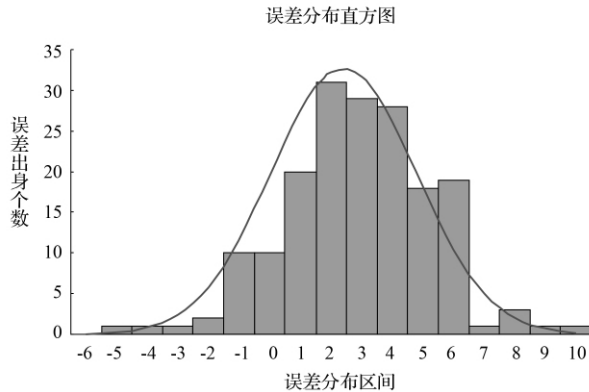


图 1  $\Delta x$  分布直方图

Fig. 1 Distribution histogram of  $\Delta x$

从叠合图上可见  $\Delta x$  分布直方图与正态分布曲线符合较好,可认为  $\Delta x$  基本服从正态分布,  $\Delta y$  也有同样的结果。

最终计算 DOM 的点位中误差,计算按下式进行:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\hat{\sigma}(\Delta y)^2 + \hat{\sigma}(\Delta x)^2} \quad (4)$$

DOM 的点位中误差为:  $\pm 4.46 \text{ m}$ 。

## 1.2 DLG 精度分析

### 1.2.1 数据分析

选取调查成果与实测验证成果具有可比性的 130 条线状地物要素,在 DLG 上量取相应的最大离散同名地物点的偏移量,以此作为 DLG 精度评定的基础数据。

二调是以 SPOT 5 卫星影像为基础制作成 DOM;再以

DOM 为背景依靠目视解译,采集生成 DLG。DLG 数据中包含 DOM 的误差和以其为背景的采集误差。按照误差传播定律,DLG 的方差可按按下式计算:

$$D_{DLG} = \sigma_{采集}^2 + \sigma_{DOM}^2 \quad (5)$$

在 1.1 中已求出了 DOM 的方差,现在只研究 DLG 的采集误差。由于 DLG 的采集作业过程简单、直观,因此认为 DLG 中没有系统误差,只有粗差和偶然误差。

### 1.2.2 精度统计

DLG 线要素中的粗差判定标准为 DOM 中误差的 3 倍,即不大于 15.00 m。按此标准 DLG 线要素中含 5 个粗差,我们将粗差剔除,余者作为数据处理的基础,并将 DLG 线要素的偏移量作为随机向量处理。

为形象的表达 DLG 线要素的偏移,采用偏移量制作直方图,偏移量的分布区间设为 1.0 m,如图 2 所示。

按下式计算数学期望:

$$\mu_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i \quad (6)$$

式中  $n$  为线要素个数;  $\mu_s$  为数学期望;  $s_i$  为偏移量。计算数值为 4.575 m。

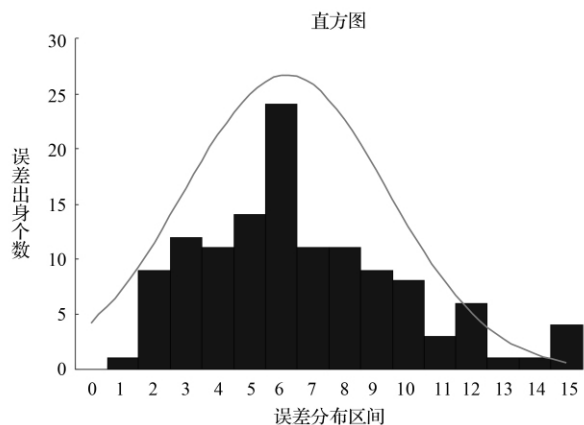


图 2 偏移量分布图

Fig. 2 Distribution of offset

然后计算偏移量的标准差,计算按下式进行:

$$\sigma(s) = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{k=1}^n (s_k - \mu_s)^2} \quad (7)$$

式中  $\sigma(s)$  为随机向量的标准差,计算数值为  $\pm 2.97 \text{ m}$ 。

### 1.2.3 精度分析

在精度统计结果中可以发现,DLG 线要素的偏移差可分解为两部分,其一是 4.575 m 的整体性偏移,其二是在整体性偏差上叠加的标准差为  $\pm 2.97 \text{ m}$  的随机向量。因此可以断定整体性偏差是 DOM 的误差所带来的,并且 4.575 m 的整体性偏移在数值上和 DOM 的  $\pm 4.46 \text{ m}$  点位中误差是一致的,而随机向量则是采集误差的体现。故采用 DLG 采集误差的标准差来衡量 DLG 的精度。

滤掉 4.575 m 的整体性偏移,制作 DLG 采集偏移量的分布直方图如图 3 所示。

(下转第 223 页)

## 2 主要结论与建议

本项目突破了在地形起伏大、地形复杂且重力数据稀疏区域确定精密大地水准面的方法与关键技术,提出了多项原创性的理论技术方法,包括:在重力归算中采用了严密的顾及地球曲率地形改正和均衡改正的球面积分公式,格网重力异常采用了曲率连续张量样条算法进行内插和推估,似大地水准面计算采用了第二类赫尔默特凝集算法,各类地形位及地形引力改正均考虑了地球曲率影响,提高了重力似大地水准面的精度。

本项目在新疆似大地水准面计算中,使用了655 889个点重力数据和197个GPS水准资料,ENGEN 03 C地球重力场模型作为参考重力场,由第二类Helmert凝集法完成了大地水准面的计算。计算地形的直接和间接影响的积分半径均采用了300 km。197个GPS水准资料与重力似大地水准面独立比较精度为 $\pm 0.153$  m。利用球冠谐调和分析方法将GPS水准与重力似大地水准面联合求解得出的 $2' \times 2'$ 格网似大地水准面其精度达到 $\pm 0.113$  m。根据以上精度分析可以看出,新疆似大地水准面成果完全可满足新疆区域的1:10 000地形图外业生产,并使快速获取相对高精度高程应用于更大比例尺地形图或其他项目成为可能。

## 3 结束语

新疆高精度似大地水准面及高精度GPS网成果,不仅可以建立与国家大地测量坐标相一致的精确的区域大地测量平面控制框架,而且结合高精度GPS大地高可以

快速地获取地面点的水准高程,将极大地改善传统高程测量作业模式,从而使费用高、难度大、周期长的传统高精度水准测量工作量减少到最低限度。本项目的完成,对于加快“数字新疆”和各种基础测绘、国土资源、水利、交通、生态环境保护等工程的建设,具有特别重要的科学意义、社会效益和巨大的经济效益。新疆高精度的高程基准的建立可以满足各类不同行业、用户对精密定位、快速和实时定位、导航的要求,及时地满足城市规划、国土测绘、地籍管理、城乡建设、环境监测、防灾减灾、交通监控等多种现代信息化管理的社会需求。

## 参考文献:

- [1] 党亚民,秘金钟,成英燕.全球导航卫星系统原理与应用[M].北京:测绘出版社,2007.
- [2] 李征航,张小红.卫星导航定位技术及高精度数据处理方法[M].武汉:武汉大学出版社,2009.
- [3] 李建成.我国现代高程测定关键技术若干问题的研究及进展[J].武汉大学学报(信息科学版),2007,32(11):980-987.
- [4] 陈俊勇,李建成.推算我国高精度和高分辨率似大地水准面的若干精度问题[J].武汉测绘科技大学学报,1998,23(2):95-99.
- [5] 李建成,陈俊勇,宁津生,等.地球重力场逼近理论与中国2004-大地水准面的确定[M].武汉:武汉大学出版社,2004.

[编辑:宋丽茹]

(上接第220页)

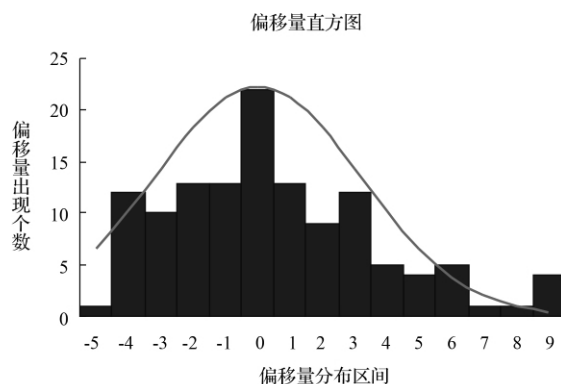


图3 采集偏移量分布图

Fig.3 Distribution of collection offset

标准差为 $\pm 2.97$  m,其并不是传统意义上的中误差,只表征了随机向量分布的离散程度。其数值为 $\pm 2.97$  m,说明DLG线要素分布较为集中,和直方图所反映的是一致的。

## 2 结束语

我实验区农村土地调查采用的由SPOT 5卫星遥感影像制作的DOM数据精度较好,经检测点位中误差为 $\pm 4.46$  m,符合《第二次全国土地调查技术规程》(TD/T

1014-2007)中对DOM调查工作底图5.0 m的精度要求。

DLG采集精度为 $\pm 2.97$  m,分布集中,整体精度较好,满足“明显界线与DOM上同名地物的移位不得大于图上0.3 mm”的要求。

由于在研究DLG精度时,忽略了DLG线要素的偏移方向和切线方向分量,故数据理论上并不服从标准正态分布,只是从统计学角度处理数据,我们只是做了一个实验区的一次研究,这有待于在将来做进一步的探讨、研究。

## 参考文献:

- [1] 邹玉会,杨建林,高秋华.土地调查操作指南[M].长春:吉林教育出版社,2008.
- [2] 贾俊乾,高秋华,刘洋.正射影像图在土地调查中的应用研究[J].城市勘测,2009(1):85-86.
- [3] 武汉大学测绘学院测量平差学科组.误差理论与测量平差基础[M].武汉:武汉大学出版社,2003.
- [4] 高丽霞,高永明.吉林省第二次土地调查工作底图精度的检测与分析[J].测绘空间与地理信息,2010,33(4):184-186.
- [5] 崔希璋.广义测量平差[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,2001.

[编辑:胡雪]