

连云港市地籍测量坐标系统的选择

赵宝锋^{1 2} 焦明连²

(1. 中国矿业大学环测学院, 江苏徐州, 221008;

2. 淮海工学院空间系, 江苏连云港, 222001)

[摘要] 本文通过对连云港市测量坐标系统的现状分析, 提出了建立适宜于连云港市地籍测量的新的坐标系统的具体方法, 为该市地籍测量工作服务。

[关键词] 地籍测量; 坐标系统; 长度变形

测绘信息网 <http://www.othermap.com> 网友测绘人提供

Choice of Reference Frame on Cadastration to City of Lianyungang

ZHAO Bao-feng^{1 2}, JIAO Ming-lian²

(1. Environment and Surveying College of China Mining University, Xuzhou 221008, China;

2. Department of Spatial Information Science, Huaihai Institute of Technology,

Lianyungang 222001, China)

Abstract: Through analysing to surveying reference frame of Lianyungang, this paper introduces the method to set up a new surveying reference frame applying to city of Lianyungang in order to serve the task of cadastration.

Key words: cadastration; reference frame; distortion of length

随着经济的快速发展和城市功能的变迁, 城市土地利用现状发生了巨大变化。为了加强土地管理和产权保护, 连云港市对市区将进行全面的地籍测量工作。通过对该市测量坐标系统的现状分析, 提出了建立适宜于该市地籍测量新的坐标系统的具体方法, 为该市地籍测量工作服务。

1 地籍测量对坐标系统的要求

《地籍测量规范》规定: “城镇地区地籍测量应尽可能沿用该地区已有的城市测量坐标系统...”。这样规定的目的不仅可以充分利用原有的测绘资料, 也便于测量成果之间的互相利用, 同时避免两个平面控制网在一个地区同时存在, 可节省大量的人力物力。但一个地区的地籍测量能否采用该地区的测量坐标系统, 最终取决于该地区平面控制网长度投影变形的大小。

我们知道, 测量的总误差一般是由起始数据误差 ($m_{起}$) 和测量本身误差 ($m_{测}$) 组成。如果考虑到长度投影变形引起的误差 ($m_{变}$), 则:

$$m_{总}^2 = m_{起}^2 + m_{测}^2 + m_{变}^2$$

若记 $m^2 = m_{起}^2 + m_{测}^2$, 则

$$m_{总}^2 = m^2 + m_{变}^2$$

$$\text{亦即 } m_{总} = m \left(1 + \frac{m_{变}^2}{m^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

按二项式展开, 并保留主项, 则有

$$m_{总} = m \left(1 + \frac{m_{变}^2}{2m^2} \right) \quad (1)$$

从上式可以看出, 由长度投影变形引起的误差 $m_{变}$ 越小越好, 尽可能小到忽略不计的程度。一般认为: 当

$$m_{变}^2 < \frac{1}{10} * 2m^2 \quad (2)$$

时, 即可认为由长度投影变形引起的误差对总误差的影响可以忽略不计。即

$$m_{变} < 0.45m \quad (3)$$

地籍测量对最低一级基本控制网 (四等) 最弱边边长相对中误差的要求是小于 $\frac{1}{4.5万}$ (可以认为是起始误差和测量误差的共同影响)。那么一公里的边长中误差为 2.22 cm。即 $m = \pm 2.22 \text{ cm/km}$, 所以

$$m_{变} < 0.45 * (\pm 2.22 \text{ cm/km}) = \pm 1.00 \text{ cm/km}$$

那么变形的允许误差为

$$m_{变允} = 2 m_{变} = \pm 2.00 \text{ cm/km}$$

上式表明当每公里的长度变形小于 $\pm 2.00 \text{ cm}$

时, 就可忽略其对总误差的影响。考虑到 $\frac{1}{4.5万}$ 具有一定的精度储备, 可以选用长度投影变形允许值为 $\pm 2.5 \text{ cm/km}$ 。即地籍测量对控制网的精度要求是长度投影变形值不大于 $\pm 2.5 \text{ cm/km}$, 否则, 该控制网就不能满足地籍测量的要求。

2 连云港市测量坐标系统的现状分析

连云港市位于北纬 $34^{\circ}36'$, 东经 $119^{\circ}10'$ 附近,

地面平均高程 4.7 米。其城市测量坐标系于 1983 年建成。采用国家统一坐标系 3°带投影。投影带中央子午线经度为 120°，以前云台山（国 I 点）为坐标原点，以前云台山至伊芦山（国 I 点）为起始方向。采用这样的坐标系统能否进行该市的地籍测量呢？那么首先讨论平面控制网的长度投影变形问题。

众所周知，采用国家坐标系统的成果，常改变控制网各边的实际长度，即引起长度变形。它的来源产生于两个过程：一是将测量的实际长度化算到参考椭球面上产生的变形；二是将参考椭球面上的长度投影到高斯平面上产生的变形。其计算公式分别为：

$$\Delta S_1 = -\frac{s * H_m}{R}$$

式中： ΔS_1 为量边长归算到参考椭球面上的长度变形； s 为归算边的长度； R 为归算边方向参考椭球法截弧的曲率半径； H_m 为归算边高出参考椭球面的平均高程。

$$\Delta S_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{y_m}{R_m} \right)^2 * s_0$$

式中： $s_0 = s + \Delta S_1$ 为投影归算边长， y_m 为归算边两端点横坐标平均值， R_m 为参考椭球面平均曲率半径。

这样地面上的一段距离经过两次改正计算，改变了真实长度。这两项改正之和（ ΔS ）通常称为长度综合变形。即

$$\Delta S = \frac{1}{2} \left(\frac{y_m}{R_m} \right)^2 * s_0 - \frac{s * H_m}{R}$$

为了计算方便，设 $R = R_m = 6371\text{km}$ ，实践证明 s_0 和 s 差值很小，可认为 $s_0 \approx s$ ，则

$$\frac{\Delta S}{s} = \frac{1}{2} \left(\frac{y_m}{R} \right)^2 - \frac{H_m}{R} \quad (4)$$

从上式可以看出，长度投影变形比的大小取决于测区的平均高程 H_m 及测区离中央子午线的距离 y_m 。

设连云港市的平均高程为不变值，从（4）式可以看出，每公里长度投影变形的大小随测区离中央子午线的距离 y_m 的增大而迅速增大。当 $y_m > 45\text{km}$ 时，每公里长度变形值大于容许值 2.5 cm。根据（4）式计算连云港市几个重要测区每公里长度变形值的大小如表 1。

从表 1 可以看出，连云港几个重要测区其长度投影变形值均超出了限差要求。离中央子午线最远的海州每公里长度变形达 7.8cm；离中央子午线最近的港口，长度变形也满足不了限差的要求。因此

表 1

测区	经差 L	Y_m (Km)	每公里长度变形值
海州	52'	80	7.8 cm
新浦	50'	77	7.2cm
开发区	40'	61	4.5cm
港口	34'	52	3.2cm

连云港市城市测量坐标系难以适应即将开展的地籍测量。

如沿用这种坐标系进行地籍测量，那么较大的长度变形将严重影响测图的精度，使得在绘图时由实地测量的距离必须加上一个改正值才能展绘到图纸上；反过来，从图上量取的长度放样到实地上也须加上一个改正值。这种繁琐的工作对测图用图极其不利，因此，连云港市建立适宜的地籍测量坐标系势在必行。

3 地籍测量适宜坐标系统的选择

3.1 方案的确定

建立新的坐标系能否满足地籍测量的要求，主要取决于长度变形的大小。从上面分析知道，影响长度变形的主要因素是测区的平均高程和测区离中央子午线的距离。根据连云港市的地理情况，长度变形超限主要原因是测区离测区中央子午线太远。因此，只有调整中央子午线，改变原来的坐标系，才能满足地籍测量的要求。

那么，调整后的中央子午线选在何处呢？笔者认为应从以下几个方面进行考虑：

- ① 尽量采用国家坐标系；
- ② 保证长度变形小于 2.5cm/km；
- ③ 尽量扩大有效控制面积及长远规则。

针对连云港市的具体情况，综合考虑以上三个方面的因素，可选取 1.5°分带，第 80 带的中央子午线（经度为 119°15'）为调整后的投影中央子午线。这样既能保证长度变形小于限差（表 2），同时中央子午线东西两侧均有一定的扩展区域。海州向西可以扩展 34 公里，港口向东可以扩展 28 公里。因此，建立这样的坐标系是较为合理的。

表 2

测区	经差 L'	Y_m' (Km)	每公里长度变形值
海州	7'	11	0.08 cm
新浦	5'	8	0.005cm
开发区	5'	8	0.005cm
港口	11'	17	0.28cm

在工程测量信息系统中，其数据的采集方法一般为以下三种方法：

(1) 采用测量专用仪器现场测量，通过初步的加工处理后录入信息系统；

(2) 对已有的数据扫描后录入信息系统；

(3) 数字摄影测量、激光扫描仪获取的工程体的影像数据，物体的形状、大小和空间位置等的信息录入计算机。

通过信息系统能很好地实现资料的存入、检索、编辑、处理分析、显示和输出，从而实现资料管理的自动化、科学化、完善化和持久化。

6 结语

这里讨论的仅仅是工程测量发展的部分内容。GPS 和激光扫描仪以其各自鲜明的特点在工程中的广泛应用也是非常引人注目的。但在特高精度工程测量中还有待于仪器硬件和软件的进一步发展。事实上，工程测量服务内容广泛，针对性强。一方面，随着自动化程度提高，会大大提高测量工作的效率，开拓新的应用领域。另一方面，新的工程会对测量提出新的挑战，会促使集成度更高的各种传感器、精度更高和自动化程度更好的新的测量系统

早日诞生。

参考文献

- [1] 吴翼麟, 孔祥元, 等. 特种精密工程测量 [M]. 北京: 测绘出版社, 1993.
- [2] 张正禄. 工程测量学 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002.
- [3] Schwarz, W., Die Vermessung von Teilchenbeschleunigung unter besonderer Berücksichtigung des geplanten, über 30 km lang Linearbeschleunigers. Ingenieurvermessung aktuell, Schriftenreihe des DVV, Verlag Konrad, Stuttgart, 1998.
- [4] Ingenieurvermessung 2004, ETH Zurich.
- [5] Ingensand, H., Bockem, B., A High - Accuracy Alignment System Based on the Dispersion Effect. IWAA97, 5th International Workshop on Accelerator, 1997.

[收稿日期] 2006 - 03 - 23

[作者简介] 张洪波 (1966 -), 男, 河南驻马店人, 研究方向: 精密工程测量。

(上接第 88 页)

3.2 换带的具体方法

新的坐标系统建立后，首先遇到的重要技术问题是坐标的换带计算，即将控制点在 3°分带第 40 带内的坐标换算成 1.5°分带第 80 带内的坐标。从 3°带换到 1.5°带一般采用间接换带法。这种方法实质就是高斯投影的正反算，具体方法为，首先将 3°带已知控制点的坐标 (x, y) 按高斯投影反算公式求得其大地坐标 (B, L)，然后根据纬度和对于所选定的 1.5°带的中央子午线的经差 ($L' = L - L_0$)，按高斯投影正算公式求得其 1.5°带内的平面直角坐标 (x1, y1)。这项工作虽然复杂，但可以应用专业软件来完成。

利用上述方法可只换算城市首级控制点的坐标，对于数量较多的一、二级导线点，则以新坐标系为参考坐标系，利用原有测绘资料在计算机上一次性整体平差，这种方法更严密、更科学。

4 结束语

本文对连云港市地籍测量坐标系的选择有一定的利用价值，对其它地区的测量工作也有一定的参考作用。

参考文献

- [1] 詹长根. 地籍测量学 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.
- [2] 孔祥元. 控制测量学 [M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1996.

[收稿日期] 2005 - 09 - 28

[作者简介] 赵宝锋 (1976 -), 男, 陕西人, 在读研究生, 淮海工学院空间系教师, 主要从事数字化测图技术与测量数据处理的教学工作。