

武金岗 孙 涵

(江苏省气象局, 南京 210008)

提 要

根据地图投影坐标系, 经过数学推导, 将地图信息要素进行数字化。通过软件程序的实现, 解决了大、中比例尺地图信息数字化的关键技术。该方法设计简单, 特别适合自行开发专业应用系统时引用。

关键词: 地图信息 数字化 处理技术

引 言

气象卫星农业遥感在农业气象科研、业务、服务工作中起着越来越显著的作用, 产生着巨大的经济和社会效益。在卫星遥感业务系统的研制过程中, 一个需要解决的关键问题是大、中比例尺地图上边界信息的数字化方法, 即快速、准确地获得行政边界、江河湖泊地理高程等边界线要素的经纬度值。利用数字化仪可以将大、中比例尺地图上的各种地图信息进行数字化, 由于地图的经纬线曲率的特殊性, 加之一个省区往往由多幅地图拼接而成, 给这一研究带来一定的难度。本文从地图投影坐标系入手, 通过数学推导, 得到各边界线要素上任意点的准确经纬度值, 并通过有效的软件程序得以实现, 在实际的业务应用中得到了进一步验证, 效果良好。

1 地图投影坐标系

一般所用的地图投影有平面投影、圆锥投影和圆柱投影等。在中纬度地区使用的大、中比例尺地图一般是圆锥投影或近似圆锥投影。它是取一圆锥面与椭球在某一纬圈相切, 将纬圈附近的区域投影于圆锥面上, 再将圆锥面展开成平面。正轴网的纬线是同心圆, 经线是这些圆的半径, 且经线交角与经差成比例^[1]。

在低纬度或赤道地区使用的地图可以是

圆柱投影, 而圆柱投影是圆锥投影的特殊情况, 根据经差、纬差的比例关系, 可很容易求出任意点的经纬度值。本文所研究的数字化技术方法考虑了纬线的曲率变化, 既适合于圆锥投影, 又适合于圆柱投影。

2 地图信息的数字化公式推导

根据地图投影原理, 先确定地图在数字化仪上的坐标系, 通过数学推导求出地图上任意一个地理点的经纬度值, 实现地理要素信息的数字化。

在地图上选取与数字化仪幅面大小相近的某一区域作为数字化区域, 该区域是指由两条纬线和两条经线所辖的区域。

如图 1 所示, 在上面一条纬线上选取等间距且经纬度值已知的 3 个点 $P_1(X_1, Y_1)$, $P_2(X_2, Y_2)$, $P_3(X_3, Y_3)$, 同样, 在下面一条纬线上取与上面 3 个经度相等的 3 点 $P_4(X_4, Y_4)$, $P_5(X_5, Y_5)$, $P_6(X_6, Y_6)$ 。设上、下纬线的纬度值分别为 φ_1, φ_2 , 左、右经线的经度值分别为 λ_1, λ_2 , 又已知两条纬线是同心圆的圆弧, 根据圆方程:

$$(X - A)^2 + (Y - B)^2 = R^2$$

其中, (A, B) 是圆心的坐标, R 是圆的半径。再利用这 6 点坐标可求出两条纬线的同心圆坐标 (A, B) 。以这两个同心圆的圆心坐标是否重合或误差在一个允许的误差范围内判断

坐标系是否有效。利用圆心坐标(A,B)结合六点坐标可分别确定上、下两个纬线圆的半径R₁、R₂。

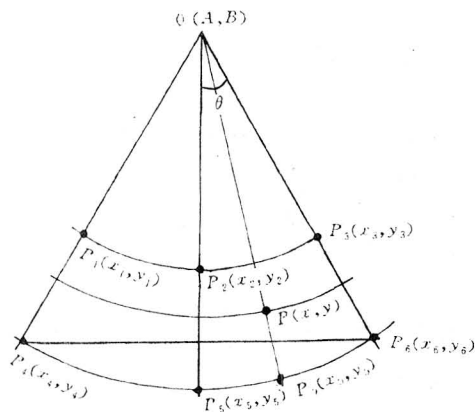


图1 地图数字化坐标示意

利用上一条纬线的纬度值φ₁和下一条纬线的纬度值φ₂,可求出纬度值沿经线的变化率,即:

$$U = (\varphi_1 - \varphi_2) / (R_2 - R_1) \quad (1)$$

当在数字化仪上得到某一地理点P的坐标(X,Y)后,利用圆方程(A,B值如上所求)可求出该点所在的纬线圆的圆半径R,那么,该点的纬度值φ就是:

$$\varphi = \varphi_1 - (R - R_1) \times U \quad (2)$$

之后,求解该点P(X,Y)处的经度值。如图1所示,在下面一条纬线上找出与P(X,Y)点同一条经线上的点P₀(X₀,Y₀)。根据三角形相似原理,得到P₀点的坐标为:

$$X_0 = A + (X - A) \times R_2 / R$$

$$Y_0 = B + (Y - B) \times R_2 / R$$

运用正弦定律,经角θ为:

$$\theta = \arcsin \{ 1 / (2R_2) \times [(X_6 - X_1)^2 + (Y_6 - Y_1)^2]^{1/2} \}$$

经过弧度与角度的转换,可得到经度值沿纬线的变化率V为:

$$V = 360 \times \theta / \pi \quad (3)$$

根据经线交角与经差成比例,进而得到P₀(X₀,Y₀)点处的经度值λ为:

$$\lambda = \lambda_1 + (360/\pi) \times (\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$/ V \times \arcsin \{ 1 / (2R_2) \times$$

$$[(X_0 - X_4)^2 + (Y_0 - Y_4)^2]^{1/2} \} \quad (4)$$

由于P(X,Y)点与P₀(X₀,Y₀)点在同一条经线上,所以λ值也就是P(X,Y)点处的经度值。

至此,地图上任意一点的纬度值φ和经度值λ都可根据以上公式求得。

3 计算机程序实现

用C语言和汇编语言编写数字化仪接口模块、坐标输入模块、双精度计算模块、数字化处理模块等,开发地图信息的数字化系统软件,实现地图上任意地理要素经纬度的数字化(见图2)。

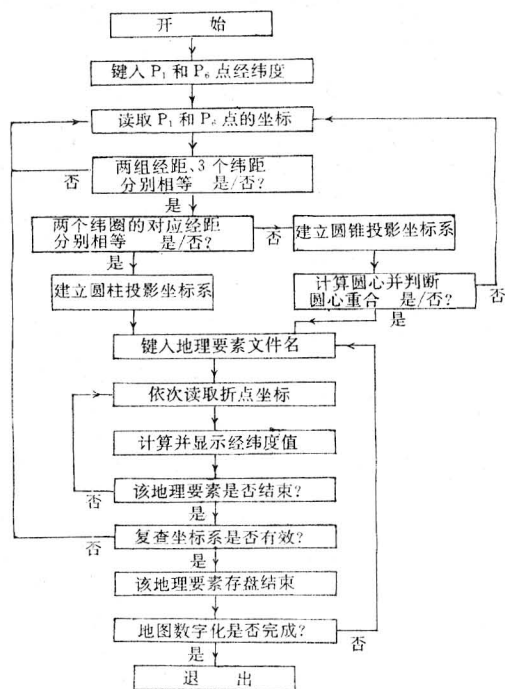


图2 地图信息数字化流程

在数字化方法的程序实现过程中,要特别注意用6个点所确定的数字化坐标的有效性,以保证数字化坐标的正确,即通过计算各点的相对位置、经距、纬距、圆心坐标来判断坐标系的正确与有效。

3.1 坐标点的有效性

坐标系中的两条纬线和3条经线构成了两组经距和3个纬距,根据两点的距离公式计算经距和纬距。如果这两组经距对应相等,即

$$\overline{P_1P_2} = \overline{P_2P_3}$$

$$\overline{P_4P_5} = \overline{P_5P_6}$$

而且3个纬距也分别相等,即

$$\overline{P_1P_4} = \overline{P_2P_5} = \overline{P_3P_6}$$

则认为输入的6个点的坐标是有效的;否则,重新输入6个点的坐标,以获得新的正确的坐标系。

3.2 地图投影的种类

在上述基本经距、纬距被确定为有效之后,进而判断地图投影种类。如果两个纬线圆上对应的4个经距彼此都相等,即

$$\overline{P_1P_2} = \overline{P_2P_3} = \overline{P_4P_5} = \overline{P_5P_6}$$

则认为该幅地图为圆柱投影。圆柱投影是圆锥投影的特殊种类,计算方法也较为简单,可直接进行数字化计算。如果对应的两组经距在两纬线上不相等,则认为是圆锥投影。

3.3 坐标系的有效性

在圆锥投影坐标系中,通过计算上纬线的圆心 O_1 的坐标 (A_1, B_1) 和下纬线的圆心 O_2 的坐标 (A_2, B_2) ,来判断坐标系的有效性。如果计算得到的两个同心圆的坐标重合,即

$A_1 = A_2, B_1 = B_2$,则认为坐标系有效;否则,重新输入6个点的坐标,以获得新的正确的坐标系。

3.4 复查坐标系的有效性

在每个地理要素数字化结束时,重复检查 P_1, P_6 或 P_3, P_4 点是否被移动,以检查坐标系是否被改变。如果偏移未超出允许的误差范围,则继续下一个地理要素的数字化。否则前次输入无效,必须重新输入。

4 实际业务应用

利用本文研究的地图信息的数字化方法,适用于各种需要输入地图边界的专业应用系统,从而省去了需要通过GIS或大众商业性专业系统传输地图边界的麻烦。该方法已对江苏、河北、云南、贵州等省的多幅大、中比例尺地图成功地进行了数字化。对省、地(市)、县(市)或乡界,以及河流、湖泊、山脉等地理要素进行高精度数字化,获得的经纬度资料完全能够满足气象卫星农业遥感业务的需要。不但提高了地图地理要求的经纬度精度,而且,使用数字化仪和计算机相结合,提高了地图信息的数字化速度,免去了以往繁琐的手工输入工作,特别适用于自行开发专业应用系统时引用。

参考文献

- 1 熊介. 地球大地测量学. 北京: 解放军出版社, 1988年.

Digitization of Map Information

• Wu Jingang Sun Han

(Meteorological Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210008)

Abstract

A method of digitization of map information was mathematically conducted and a computer programme was developed, according to the coordinate systems in cylinder and cone map projections. The method is a key technique in digitization of map information with large or middle scales and has been proved more effective and convenient in satellite remote sensing practices.

Key Words: map information digitization process technique