

关于卫星影像多项式法纠正中 若干问题的分析*

张 娟

(山东省第二测绘院 山东 济南 250013)

摘要 二次多项式方法在卫星影像纠正处理过程中已得到广泛应用。纠正影像的精度取决于控制点的数量与分布状况,根据经验,在一景卫片上一般选取 25~30 个均匀分布的控制点即可满足影像平面精度的要求。多景影像拼接涉及到无缝镶嵌问题,应用 ERDAS IMAGINE 将多景已纠影像拼接为一体,作为 Photoshop 的背景影像,应用 Photoshop 的图像编辑与处理功能修改存在误差的线状地物影像,可实现影像无缝镶嵌。评定纠正影像的平面精度一般采用 3 种方法:一是精度估算;二是对照参考图量测同名点误差、计算平面精度;三是测算接边精度。

关键词 卫星影像;几何纠正;多项式;分析

中图分类号 P283.49

文献标识码 A

卫星影像具有覆盖面广、信息丰富、现势性强、成图周期短等优点,其地面分辨率正伴随航天传感技术的发展而提高,在国民经济和社会发展的各个领域,卫星影像的应用将越来越广泛。但卫星影像变形现象不可避免,卫星影像也没有地理定位信息,所以,原始卫星影像不能直接应用于生产。对卫星影像作几何纠正是一项重要的前期处理工作。现就依托 ERDAS 和 Photoshop 软件,应用二次多项式方法纠正卫星影像的几个相关问题作简要分析。

1 纠正模型的选择问题

卫星影像的一景是由若干条线性阵列扫描影像构成的像幅。利用已有地图资料或控制点数据对卫星影像进行纠正的关键问题是几何模型的选择,这直接关系到影像的纠正精度。纠正模型的选取一般由获取影像的传感器类型所确定。

卫星影像的纠正方法一般有 4 种,即间接法、直接法、间接法与直接法相结合的纠正方案、多项式纠正。现只讨论多项式方法。

利用一般多项式逼近的基本思想是认为影像变形可以近似看作为平移、缩放、旋转、仿射、偏扭、弯曲等基本形变的合成。用于反解法的一般形式的多

项式,其数学模型为^[1]:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_i &= c_0 + (c_1 X_i + c_2 Y_i) + (c_3 X_i^2 + c_4 X_i Y_i \\ &+ c_5 Y_i^2) + (c_6 X_i^3 + c_7 X_i^2 Y_i + c_8 X_i Y_i^2 + c_9 Y_i^3) + \dots \\ \Delta y_i &= d_0 + (d_1 X_i + d_2 Y_i) + (d_3 X_i^2 + d_4 X_i Y_i \\ &+ d_5 Y_i^2) + (d_6 X_i^3 + d_7 X_i^2 Y_i + d_8 X_i Y_i^2 + d_9 Y_i^3) + \dots \end{aligned} \right\} (1)$$

式中: $\Delta x_i, \Delta y_i$ —影像坐标平面位移; c, d —多项式方程参数。

对每个控制点,其地面坐标 X_i, Y_i 为已知,可以列出上面两个方程,其中:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_i &= x_i(\text{近似计算值}) - x_i'(\text{已知量测值}) \\ \Delta y_i &= y_i(\text{近似计算值}) - y_i'(\text{已知量测值}) \end{aligned} \right\} (2)$$

对行扫描器图像而言,影像坐标 x_i, y_i 和沿航线方向的地面坐标 X_i, Y_i, Z_i 之间的近似关系为:

$$\left. \begin{aligned} x_i &= \frac{f}{Z_s - Z_i} X_i \\ y_i &= f \cdot \arctg \frac{Y_i}{Z_s - Z_i} \end{aligned} \right\} (3)$$

式中: f —卫星扫描器成像焦距; Z_s —卫星大地高。

算法过程 选择 6 个控制点后,根据(3)式计算相应的像点近似坐标 x_i, y_i ,代入(2)式计算相应的像点坐标位移 $\Delta x_i, \Delta y_i$,代入(1)式解算 12 个方程并获取 12 个参数值。

*收稿日期 2003-10-27,修订日期 2004-02-23,编辑 王先起

作者简介 张娟(1965-),女,山东济南人,工程师,主要从事全数字摄影与遥感图像处理工作。

多项式的阶数采用的过高一般并不有利,因为极为复杂的影像变形不一定能用多项式来描述。在大多数情况下,采用二阶多项式就能够满足要求,因此取(1)式的前3项即可。多项式纠正没有考虑地形起伏对像点位移的影响,属于平面几何纠正,纠正影像并不是严格意义上的数字正射影像。

多项式纠正不仅能够用于线阵列扫描影像,也能够用于其他航天遥感影像如 MSS, TM 影像等,但不太适用于航空遥感影像。

2 纠正点的选择问题

控制点的数量及点位分布状况会影响纠正影像的精度。点位选得不准确,影像会产生变形;点位分布不合理,对纠正模型来说,在平差过程中法方程系数矩阵会呈不良状态,导致同一张相片比例尺不均匀或局部影像变形。因此,选择一定数量且均匀分布的控制点是必要的。实际应用中,为了减少纠正点选得不准确及分布不均匀所造成的不良影响,往往要求有较多的多余控制点数。纠正点的选择方法是在参考图上选择明显地物点、地貌特征点作为控制点,在被纠影像上选择同名点作为纠正点,纠正点应离开影像边缘 1 cm。

应用二次多项式方法选择第 7 个控制点时, ERDAS 软件将自动解算对应该像点的地面坐标 X_i , Y_i 并显示该点的相对中误差 RMS。随着点数增多,匹配点精度将逐步提高,点数的多少取决于纠正影像的精度。作中小比例尺影像图时,根据经验,一般选取 25~30 个均匀分布的控制点即可满足要求。

3 影像像素大小的确定

大多数卫星影像的比例尺较小,而人们对其应用一般是在较大比例尺影像上进行的。这就需要改变原始影像像素的大小并进行重采样,进一步生成符合成图要求的固定比例尺影像。这项操作在 ERDAS IMAGINE 的纠正过程中完成,其关键是如何确定输出影像像素的大小。可根据下式计算得出:

$$s = s_0 \frac{m}{M}$$

式中: s —纠正影像像素大小(mm); s_0 —原始影像像素大小(mm); m —原始影像比例尺分母; M —成图影像比例尺分母。重采样方法一般选用“双线性内

插”。

4 影像镶嵌问题

单张影像往往不能满足应用的需要,这就涉及到影像的镶嵌问题。ERDAS IMAGINE 和 Photoshop 结合使用,可使纠正影像实现无缝镶嵌。

4.1 应用 ERDAS IMAGINE

(1)逐一完成对单张影像的纠正。

(2)纠正影像的各项投影、椭球体等参数,使其一致。

(3)应用影像拼接功能,将所需单张影像按一定的顺序拼接起来,作为 Photoshop 的背景使用。

(4)分别将单张影像和拼接的背景影像转化为 TIFF 格式。

4.2 应用 Photoshop

参照背景影像逐片拼接在一起,在相邻两片的重合区域内目视选择像片影像重合较好的区域作为裁切线,沿裁切线检查并应用 Photoshop 的各类编辑工具修改存在误差的影像,使线状地物在裁切线处严格拼接。

由于多种因素的影响,航片间的色彩或色调难免存在一定程度的差异,对差异较大的影像作色彩或色调处理,使影像的基本色彩或色调趋向于一致。

5 影像精度问题

5.1 精度估算

对遥感影像作几何纠正后,其平面精度可通过下式进行估算:

$$\sigma_{\text{纠正}}^2 = \sigma_p^2 + \Delta h^2$$

$$\sigma_p = 1.1\sigma_0$$

$$\Delta h = r \cdot h / (H - h)$$

式中: $\sigma_{\text{纠正}}$ —纠正影像的估算精度; σ_p —纠正平均点位误差; Δh —投影差; σ_0 —参考地形图或控制点的精度; r —影像上纠正点至像底点的距离; H —投影中心至摄影基准面的卫星高; h —地面点相对于摄影基准面的高差。对于卫星影像, Δh 可近似作为“零”处理。

5.2 精度量测

在纠正影像和参考图窗口内,分别量测均匀分布的一定数量的同名点坐标值,逐点计算较差 Δ , n

为量测点数,依据下式计算点位中误差 m (单位:m),此值可综合评价纠正影像的平面精度。

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$$

5.3 接边精度

应用 Photoshop 完成裁切后,沿裁切线方向量测相邻像片上同名线状地物错开的距离,即较差 d , n 为量测地物数, m_r 为地物接边相对中误差(单位:图上 mm),此值可综合评定纠正影像之间的接边平面精度。

$$m_r = \sqrt{\frac{[dd]}{2n}}$$

6 应用实例

原始影像为 SPOT 卫星的第五波段影像,地面

分辨率为 2.5m,参考数据为 1:1 万数字正射影像图,纠正后输出影像的比例尺也为 1:1 万。原始影像变化不大,则控制点的选取与对点就容易得多,一般 2h 左右即可完成一幅。

应用 ERDAS 采用二次多项式方法纠正卫星影像作小比例尺影像地图的优点是方便、快捷。随着卫星影像分辨率的提高,此方法将得到广泛应用。

参考文献:

- [1] 张祖勋,张剑清.数字摄影测量学[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,1996:215-219.

Analysis on Some Problems in Quadratic Polynomial Retification of Satellite Image

ZHANG Juan

(No.2 Geo-mapping Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract Quadratic polynomial method has been applied widely in satellite image retification. Precision of corrective image is decided by amounts and distribution of reference points. According to experience, if 25 to 30 reference points which are evenly distributed on one satellite image are selected, plane precision demand can be satisfied. Sometimes, one satellite-image is not satisfied with practical application, it deals with the question of naught-sew mosaic for satellite-image, by using ERDAS IMAGINE, several satellite-images are connected as a whole which can be regarded as background image for Photoshop. By using the function of image editor and disposal on photoshop to amend line images with errors, naught-sew mosaic can be realized. Three methods are generally used to evaluate plane precision of corrective image: precision appraisal, calculating plane precision with homonymy-point error on reference map and measuring mosaic precision.