

# 一种新的控制点采集方法

何 维,李秉柏,张娅香,金之庆  
(江苏省农业科学院南京农业遥感分中心,南京 210014)

**摘要：**控制点采集是遥感应用中的一项重要工作,由于通常所采用的地形图出版时间较早,为采集控制点带来困难。本文介绍的控制点采集方法是：首先,通过 Coreldraw 作图软件,充分利用河流、道路等地物特征,将遥感影像与地形图调配吻合,然后,在地形图上选取公里网格点作为控制点,同时注明坐标值。利用该方法采集的控制点进行几何校正,其精度可以控制在 0.5 个像元内,可以满足 TM 影像图几何纠正的精度要求。

**关键词：**控制点；几何纠正；地形图

**中图分类号：**TP 751.1   **文献标识码：**A   **文章编号：**1001 - 070X(2001)04 - 0059 - 05

## 0 问题的提出

遥感应用中的一项基础工作是遥感影像的几何纠正或者地理编码。一般情况下,影像的纠正是通过采集控制点进行的。通常采集的控制点是影像上和地形图上都有的特殊形态的地物对应点,如道路、河流的交叉点等。控制点的采集非常繁锁,因此,要采集适当数量的、能满足精度要求且均匀分布的控制点是相当困难的。其原因之一是地形图和图像形成的时间相差太大。一般情况下,我国绝大部分地区 1:5 万和 1:10 万地形图的成图时间是在上个世纪的 70 年代,其测绘时间则更早,而遥感影像的时相则是现时的,其间相差多年。在这些年代里,一些地物尤其是人工地物如居民点、道路、桥梁及人工河流等变化可能很大,使寻找控制点变得困难,有时一张地形图上也难以找到一个合适的控制点；原因之二是采集控制点通常只是利用地形图上的点信息,如地物交叉点、水库大坝等,而没有充分利用地形图上的线信息和面信息,如一条河流、一条道路或一块区域,而线信息、面信息要比单纯的点信息丰富得多。

## 1 新方法思路的提出

要解决实践上的困难,首先,可以认为控制点是影像上已知地理坐标的点,这些点可以是影像上和地形图上都有的特殊形态的地物点,也可以不是；其次,要充分利用地形图上的线信息和面信息；再次,利用与影像时相相一致的地形图。通过 Coreldraw 作图软件,充分利用河流、道路及湖泊等地物特征,将遥感影像与地形图调配至完全吻合,然后在地形图上选取公里网格点作为控制点,同时注明坐标值。这样就将遥感影像配上了有明确坐标的控制点。

## 2 新方法的实践

### 2.1 地形图的准备

(1) 选择没有破损、没有皱折的地形图,扫描输入计算机;

(2) 利用遥感图像处理软件,如 ERMap、ERDAS 进行几何纠正,以解决地形图的局部皱折、纸张伸缩和变形等问题;

(3) 对已纠正的地形图图像的直方图进行交换,并转换为二值模式。值得注意的是,二值图像上的线条、区域填充及文字要清晰可辨,并输出为通用的 TIF 格式。

### 2.2 遥感影像的准备

利用遥感图像处理软件对原始数据进行处理,输出 TIF 格式的彩色图像。

### 2.3 遥感影像和地形图影像的匹配

#### 2.3.1 匹配软件的选择

根据适用性和操作的方便性、通用性,在实践中选择 Coreldraw V10.0 作为首选的软件工具,该软件具有以下特点:

(1) 具有分层概念。每层内容可以是图像、图形、文字或其组合,各层之间有上下层关系;

(2) 各层之间相互独立。对其中一层图像、图形和文字的修改、变换,不会影响到另一层内容;

(3) 操作方便,具有丰富的工具;

(4) 可以对图像进行任意放大、缩小、平衡或旋转。图像形状可以通过数值进行微调,缩放精度可以控制在 0.01% 水平,旋转角度可以控制在  $0.001^{\circ}$ ,平衡精度可以控制在 0.1 mm;

(5) 可以绘制图形,编辑文字。对图形、文字对象可以进行任意的放大、缩小、平移和旋转,其精度同上;

(6) 可将图像、图形及文字叠加在一起作为图像输出;

(7) 具有丰富的图像输入输出格式。

#### 2.3.2 匹配的基础

一般在我国卫星地面站购买的遥感影像数据(如 TM、SPOT)均已进行了 2R 级处理,并且已转换为高斯克吕格投影系统,这与常用的 1:5 万、1:10 万比例尺的地形图投影系统是一致的。如果两者的投影系统不一致,要设法将遥感图像的投影系统转换为地形图的投影系统,这样,在利用 Coreldraw 匹配时,不会因投影系统的不一致而无法配准。

#### 2.3.3 匹配的过程

(1) 新建 Coreldraw 文件,将遥感影像导入底层,将地形图影像依次导入上层;

(2) 将地形图影像的背景色设置为无,由于地形图影像为二值图像,这样,地形图影像就变透明,极大地方便了两者地物的匹配;

(3) 将遥感影像层固定,即将该层变为不可编辑,保持地形图影像的长宽比例不变,利用属性栏数据对地形图层的影像进行缩放、旋转或平移。重复该过程,直到两者的对应地物完全匹配。在此过程中,可以充分利用河流、道路等线性地物的形状信息和等高线、大河流、大湖泊、大水库等面状地物的形态信息;

(4)新建一层为控制点层,在该层上沿着地形图上的公里网格点和地形图的 4 角画上控制点,注明坐标值,由此可以采集到足够多的且均匀分布的控制点,且控制点并不全是明显地物点;

(5)将遥感影像层和控制点层合并输出。

至此,一幅遥感影像的控制点采集工作就已完成。

3 方法的验证

3.1 资料

(1)2001 年 4 月 14 日南京幅 TM 影像,轨道号为 120/38,投影系统为高斯克吕格;

(2)1973 年版 1:10 万比例尺地形图,图幅号为 8-50-9,8-50-10,8-50-11,8-50-12,8-50-22,8-50-23,8-50-24,8-50-34,8-50-35,8-50-36,9-50-130,9-50-131,9-50-132,9-50-141,9-50-142,9-50-143,8-50-144。

3.2 软件

选用 ERDAS 8.4、Photoshop 6.0 和 Coreldraw10.0 软件对图像进行拉伸、几何校正及控制点选择。

3.3 结果

3.3.1 Coreldraw 直观结果

(1)地形图的等高线与 TM 图像上的山体匹配良好,山顶重合;

(2)铁路完全重合,大河流、大湖泊、大水库的固定堤坝完全重合,地形图上的细小河流与 TM 图像上对应的线性河流(一个像元宽度)大部分完全重合,少数有 0.5 个像元的偏差;

(3)地形图上的点状地物与 TM 图像上的对应地物,如桥梁、道路交叉点、小型水库的大坝等大部分完全重合,少数有 0.5 个像元的偏差。

3.3.2 ERDAS 验证结果

根据以上过程,将 Coreldraw 中的遥感影像层和控制点层叠加输出为单一图像,再转换为 ERDAS 的 .img 格式,利用其上的控制点及附注的地理坐标进行几何纠正。南京幅 TM 图像纠正的误差结果如表 1。

表中  $X$ 、 $Y$  输入值为 Viewer 窗口中的坐标,没有实际意义; $X$ 、 $Y$  参考值为通过地形图选取控制点的横向墨卡托(Transverse Mercator)投影坐标系中的实际坐标(单位:m);控制点平均误差  $X=0.005\ 9$ , $Y=0.005\ 1$ ;标准差  $RMS=0.008\ 4$ 。影像的宽度( $X$ )为 85(窗口 Viewer 的坐标值,不是像元数, $Y$  同此),高度( $Y$ )为 73。设 TM 的覆盖为  $180\text{ km}\times 180\text{ km}$ ,则误差为:

$$E_x = 0.005\ 9 \times 180 \times 1\ 000\text{ m}/85 = 12.494\text{ m}$$

$$E_y = 0.005\ 1 \times 180 \times 1\ 000\text{ m}/73 = 12.575\text{ m}$$

TM 图像的像元分辨率为  $30\text{ m}\times 30\text{ m}$ ,即纠正误差小于 0.5 个像元。

表 1 南京幅 TM 图像纠正的误差结果

| 控制点      | X 输入值      | Y 输入值        | X 参考值   | Y 参考值     | X 残差        | Y 残差        | 标准差       | 贡献        |
|----------|------------|--------------|---------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| GCP # 1  | 78.975 783 | - 4.097 984  | 772 000 | 358 000   | 0.002 204   | - 0.005 692 | 0.006 104 | 0.636 088 |
| GCP # 2  | 55.621 950 | - 5.945 018  | 718 000 | 3 584 000 | - 0.003 015 | 0.003 168   | 0.004 373 | 0.455 760 |
| GCP # 3  | 35.208 790 | - 9.947 879  | 670 000 | 3 582 000 | 0.004 566   | - 0.000 354 | 0.004 580 | 0.477 282 |
| GCP # 4  | 28.565 470 | - 17.963 608 | 652 000 | 3 566 000 | - 0.011 551 | - 0.006 381 | 0.013 197 | 1.375 266 |
| GCP # 5  | 63.953 618 | - 20.412 501 | 732 000 | 3 548 000 | 0.002 546   | 0.000 674   | 0.002 633 | 0.274 419 |
| GCP # 6  | 78.691 294 | - 25.157 320 | 764 000 | 3 532 000 | - 0.002 751 | 0.007 511   | 0.007 999 | 0.833 590 |
| GCP # 7  | 18.714 144 | - 28.235 234 | 626 000 | 3 546 000 | 0.015 676   | 0.005 874   | 0.016 740 | 1.744 564 |
| GCP # 8  | 48.270 982 | - 32.461 112 | 692 000 | 3 526 000 | 0.005 714   | 0.011 925   | 0.013 223 | 1.378 048 |
| GCP # 9  | 41.966 476 | - 36.912 865 | 676 000 | 3 518 000 | - 0.015 052 | - 0.009 907 | 0.018 019 | 1.877 841 |
| GCP # 10 | 16.671 256 | - 43.433 239 | 616 000 | 3 512 000 | - 0.008 084 | 0.002 072   | 0.008 345 | 0.869 647 |
| GCP # 11 | 75.569 062 | - 44.894 283 | 750 000 | 3 488 000 | - 0.000 221 | 0.001 807   | 0.001 821 | 0.189 747 |
| GCP # 12 | 36.069 405 | - 50.079 417 | 658 000 | 3 490 000 | 0.002 347   | - 0.007 203 | 0.007 576 | 0.789 471 |
| GCP # 13 | 59.097 290 | - 50.800 647 | 710 000 | 3 478 000 | 0.008 886   | - 0.002 763 | 0.009 305 | 0.969 743 |
| GCP # 14 | 78.977 212 | - 55.749 183 | 754 000 | 3 462 000 | - 0.002 422 | - 0.007 065 | 0.007 469 | 0.77 8375 |
| GCP # 15 | 45.593 354 | - 60.887 141 | 676 000 | 3 462 000 | 0.004 904   | - 0.001 314 | 0.005 077 | 0.529 088 |
| GCP # 16 | 56.709 870 | - 70.581 212 | 698 000 | 3 436 000 | - 0.003 745 | 0.007 649   | 0.008 517 | 0.887 567 |

4 结 论

- (1)利用本方法采集的控制点进行几何纠正,其精度可以控制在 0.5 个像元以内,可以满足 TM 影像图几何纠正的精度要求 ;
- (2)用本方法能充分利用地形图的线信息和面信息 ;
- (3)用本方法可以采集到足够多且均匀分布的控制点 ;
- (4)用本方法为从旧版地形图上采集高精度的控制点提供了行之有效的途径。

参考文献

[1] Bernstein, Ralph, et al. . Image geometry and rectification[A] . In :Rebert N. Chapter 21 in manual of remote sensing[M] . Colwell falls church :Virginia American Society of Photogrammetry, 1983.

[2] ESRI. Map projection & COORDINATE MANAGEMENT :Concepts and proceures Redlands[M] . California :ERSRI, Inc 1992.

## A NEW METHOD FOR COLLECTING CONTROLLING POINTS

HE Wei, LI Bing - bai, ZHANG Ya - Xiang, JIN Zhi - qing  
(*Nanjing Agricultural Remote Sensing Sub-center of JAAS, Nanjing 210014, China*)

**Abstract:** The collection of controlling points is an important work in remote sensing application. As the topographic maps are generally out - of - date, there exist some difficulties in collecting controlling points. In this paper, a new method for collecting control points is recommended. Firstly, employing the software of coreldraw and making full use of the characteristics of rivers, roads and other surface features, we can adjust the image and make it perfectly consistent with the topographic map. Second, the points of kilometer web in the topographic map are selected as controlling points, with their coordinates indicated. In this way, the difficulties can be overcome.

**Key words:** Controlling points ; Geography correction ; TM ; Topographic map

**第一作者简介:**何维(1966 - ),男,1990年毕业于中国农业大学土地资源系,获硕士学位。助理研究员,主要从事农用地资源监测与农作物遥感估产工作。

(责任编辑:刁淑娟)

(上接第 52 页)

## A PRELIMINARY DISCUSSION ON STATISTICAL DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF THE NEOTERIC AND MODERN YELLOW RIVER DELTA

LIU Qing - sheng, LIU Gao - huan , YE Qing - hua  
(*State Key Laboratory of Resource and Environment Information System, CAS, Beijing 100101, China*)

**Abstract:** Being one of the three biggest bayou deltas of China, the neoteric and modern Yellow River Delta, raised since 1855, is composed of seven sub - deltas. Due to the lack of laboratory data, this paper has to use Landsat TM remotely - sensed data to analyse band ratios and principal components. The authors enhanced the spectral information of ferruginous oxides and analysed frequency histograms and statistical values of the second principal component of seven sub - deltas. On such a basis, the surface environmental differences of the neoteric and modern Yellow River Delta are discussed tentatively and briefly, which provides a useful train of thought for applying the remote sensing technology to solving geographical problems.

**Key words:** The neoteric and modern Yellow River Delta ; Statistical distribution characteristics

**第一作者简介:**刘庆生(1971 - ),男,1999年毕业于中国科学院遥感应用研究所,获地图学与地理信息系统博士学位,现为中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室博士后。

(责任编辑:肖继春)