

桂林市大型彩色卫星影像地图的制作*

Guilin Huge Color Satellite Mosaic Image Mapping

马祖陆 陈伟海 何观德** 张志明**

Ma Zulu Chen Weihai He Guande Zhang Zhiming

(中国地质科学院岩溶地质研究所 广西桂林市七星路 50号 541004)
(Institute of Karst Geology, Chinese Academy of Geological Science,
50 Qixinglu, Guilin, Guangxi, 541004, China)

摘要 在卫星影像地图制作过程中,通过对遥感资料选择、几何校正、图像合成、图像增强、图像镶嵌(拼接)及地形要素与专题要素的表示等相关技术的讨论,探讨了大幅面卫星影像地图的设计与制作技术。

关键词 卫星图像 数字图像 地图制作

中图法分类号 P 283.49

Abstract Guilin color satellite mosaic image map was made for Guilin bureau of water conservancy & electric power. The digital mapping method and remote sensing technique were used. This paper discusses the detailed mapping techniques, including the selection of satellite image, geometric correction, image composition, image enhancement, image mosaic and the annotation of landscape factors and some special subject factors in the mapping.

Key words satellite mosaic image, digital image, map-making

根据桂林市水电部门的要求,选择美国陆地资源卫星 TM 数字图像资料及水利、交通、地形等资料,经数字图像处理 HS 技术制作成桂林市大型彩色卫星影像地图,其目的是为桂林市政府及水电部门领导了解全市(含 12 县 5 区)的国土资源与环境现状,防洪减灾规划与决策服务。

遥感数字图像是地面景观的三维空间信息在成像平面(二维空间)上的投影。彩色卫星地图的制作一般要经过资料选择、购置、图像的几何校正、辐射校正、图像增强、图像镶嵌、行政区开窗处理、地形要素注记与复合等处理过程,最后成图输出。

1 资料的选择

桂林市南北长约 229.95 km,东西宽约 188.67 km。根据桂林市水电局需要制作二幅南北长约 2 m,东西约 1.5 m,能反映新桂林市成立后全市(含 12 县 5 区)地表现状的彩色卫星影像地图的要求,我们选择并购置了 4 幅 1998 年 10 月份覆盖全市范围的高精度

美国陆地卫星(LANDSAT-5) TM 数字图像: 124-42 124-43 125-42 125-43,作为遥感制图的基础数据。TM 图像地面分辨率为 30 m,共 7 个波段,色彩丰富,信息量大,是当前遥感影像制图的最佳信息源。另外,为了对桂林市区范围及漓江流域有更详细的了解,我们还购置了 2 幅 1999 年 1 月~ 2 月精度更高的法国 SPOT 卫星资料: 全色图像(地面分辨率为 10 m)和多光谱图像(地面分辨率为 20 m),通过对全色(黑白)图像与多光谱(彩色)图像复合,与 TM 图像的配准,为桂林市遥感信息的提取和影像图的制作提供更详细的资料。

遥感地图其它信息源主要来自 1:10 万地形图及桂林市水电局提供的全市范围的《桂林市河流水系及水利工程现状图》《桂林地区水文、雨量分布图》等资料。

2 卫星图像的几何校正

对卫星图像进行几何校正的目的是纠正由于卫星传感器姿态、高度、扫描速度的变化以及地球的自转曲率、高程及地形起伏所引起的图像的几何位置的移动和畸变、失真。图像的几何纠正的实质是通过座标的解析变换和数字影像灰度值的重采样形成新图。

1999-11-09 收稿

* 广西青年科学基金项目(桂科青 9642008)资助。

** 桂林市水利电力局,桂林,541004 (Guilin Bureau of Water Conservancy & Electric Power, Guilin, 541004, China)

像。因此,几何校正包括了几何位置的变换和灰度变换两部分。

几何位置的变换通常采用二元多项式法,即在原始卫星影像图和作为标准图(参照图)的地形图上选择同名点对作为控制点,应用最小二乘法将卫星图像上的各像元点的座标进行变换计算。这种方法的优点是能保证整幅图像变换后总误差最小,但不能确保各局部精度的完全一致。事实上,对于范围大,地形起伏明显的地区,其中某些局部的误差是非常显著的。具体表现在控制点多的地方几何校正的精度较高,而控制点少的地区误差较大。

桂林市范围大(约 27 800 km²),又属于我国典型的岩溶山区,地形十分复杂,为了减少几何纠正的误差,并能与地形图严格配准,我们选择 1:10 万地形图作为遥感图像几何纠正的标准图像,并采用按地形图分幅后进行校正,然后再将校正图像拼接的方法。在每幅图的校正过程中,尽可能在图幅内均匀地选择尽可能多的控制点对以减少局部校正误差。最后采用灰度变换—双线性插值法完成每幅图像的几何校正。在纠正后的图像拼接过程中,由于采用了电子沙盘中业已校正并建库的地形图形库中的地图的拼接方法,保证了整幅拼接图像的误差最小,实践证明,这种方法不仅有限地减少了图像不同地点的局部误差,而且保证了整幅图像几何纠正的精度,使纠正后图像的局部误差(抽点取样)及整幅图像的总误差均控制在 1~2 个像元之内。

3 数字图像的彩色合成与图像增强

根据卫星传感器及磁带记录方式的不同,其遥感图像的信息量也不同。如美国 LANDSAT-5 的 TM 图像具有 7 个波段,而法国 SPOT 图像具有 1 个全色波段和 3 个多光谱波段。这些波段的灰度分布范围为 0~255,共有 256 个级差。然而,由于受所处位置、光照、地物种类及分布、天气及大气散射等因素的影响,某图幅内的地物光谱值通常仅仅集中在某一狭小的光谱区间,使图像呈低反差状态而模糊不清。为了使所制作的遥感图像尽可能色彩均匀、丰富,层次分明,色度饱和,可视性强,我们通过对不同增强方法进行比较后,最后选择了直方图均衡化,即根据原始图像的统计直方图扩大像元的动态范围——将原始直方图较窄的亮(灰)度的变化范围扩大,从而改善了图像对比度,达到了较好的效果。

图像的彩色合成是根据三原色的原理,将遥感图像的 3 个波段分别作为红(R)、绿(G)、蓝(B)通道,由计算机复合而成。TM 图像有 7 个波段,SPOT 图像有 4 个波段,选择不同的波段组合其显示的颜色

与效果往往差异很大。本图合成的原则是尽量与地物(尤其是水、林、草、土壤等)真实颜色一致。因此,我们选择了用 TM5(R)、TM4(G)和 TM3(B)(在 TM 7 个波段中, TM5, TM4, TM3 3 个波段的信息量最大)进行合成,使在彩色合成后的遥感图像上植被成绿色、阔叶林(原始森林)呈红色(秋季红叶)、水体呈蓝色—深蓝色、草地呈褐黄色(冬季已枯萎)、裸露土(及闲荒耕地)呈肉红色、作物呈亮绿色的影像特征。整幅图像层次清晰,颜色鲜明。

4 数字图像的镶嵌

这里所说的图像镶嵌是指将桂林市 4 幅不同时相的 TM 图像(124-42、124-43 为 10 月 1 日,125-42、125-43 为 10 月 24 日)(已进行过几何校正)拼接成一幅图像。

数字图像镶嵌是在像片和胶片法镶嵌的基础上发展起来的。它包括几何位置变换和灰度变换两部分。几何变换多采用前面提到的二元多项式法。而数字图像镶嵌最大的困难是处理要拼接的不同图幅因时相不同或其它原因导致的灰度差异所造成的在拼接处的明显色彩差异(“假边缘”),使不同图幅在拼接处灰度一致并平滑连接。传统的数字图像拼接方法是将相邻两幅(或多幅)待拼接图像的平均灰度值通过直方图匹配法等方法调整至接近一致。实际上由于两幅图像内大部分地区不重叠,当不同图幅内地物类型差异较大时其光谱(灰度)值不可比。因此这种方法拼接的效果并不理想。在桂林市遥感影像图的制作过程中,我们选择 125-43 作为标准图像,将其余 3 幅 TM 图像的灰度值以此图为标准进行调整、变换,使不同图幅中相同地物的平均亮(灰)度值接近一致。具体做法是:

(1) 选定待拼接图像的重叠区域,并剔除两者之中(因不同时相等因素造成的)不相关信息,如云、阴影、雪、土地类型变化等,从而保证两个重叠区内光谱值的差异均系不同时相因素造成的系统差值。

(2) 分别统计重叠区内 2(多)幅图像 3 个波段的光谱特征参数,如均值、方差、最小值、最大值等,然后根据这些统计特征确定一种灰度变换方式来变换待拼接图像的灰度值,使其中各种地物的灰度值与标准图像中相同地物的平均灰度值趋近。

(3) 经过上述灰度变换后,图像拼接的效果已比较好。为了更进一步改善接缝处效果,我们对待拼接图像及标准图像在接缝线附近一定范围内的像元按其接缝线的距离进行灰度值加权平滑,使图像接缝处无明显灰度差异,进一步改善了图像显示、成像效果。

(下转第 29 页 Continue on page 29)

$$\text{得 } \frac{d\vec{r}'}{dt} = \vec{\xi} + \vec{k} \times \vec{r}' \quad (11)$$

$$\frac{d\vec{\xi}}{dt} = \vec{a}_r + \vec{k} \times \vec{\xi} \quad (12)$$

将 (11)、(12) 式代入 (7) 式, 得

$$\vec{a}_a = \vec{a}_o' + \vec{\omega} \times \vec{r}' + \vec{k} \times (\vec{\xi} + \vec{k} \times \vec{r}') + \vec{a}_r + \vec{k} \times \vec{\xi} = \vec{a}_o' + \vec{\omega} \times \vec{r}' + \vec{k} \times (\vec{k} \times \vec{r}') + \vec{a}_r + 2\vec{k} \times \vec{\xi} \quad (13)$$

令 $\vec{a}_k = 2\vec{k} \times \vec{\xi}$, 并将 (5) 式代入 (13) 式, 得

$$\vec{a}_a = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_k \quad (14)$$

这就是牵连运动为平面运动时点的加速度合成定理。它表明当牵连运动为平面运动时, 动点在某瞬时的绝对加速度 \vec{a}_a 等于该瞬时它的牵连加速度 \vec{a}_e 相对加速度 \vec{a}_r 和科氏加速度 \vec{a}_k 三项的矢量和。

2 结语

从牵连运动为平面运动时点的加速度合成定理

(上接第 27 页 Continue from page 27)

5 地形要素与专题要素的表示

影像地图上需要表示的地理要素没有明确规定, 主要根据应用目的和比例尺大小而决定取舍。根据水电行业特点和市水电局的要求, 我们选择了以下地理要素作为影像地图表示的附加信息:

- (1) 无形标志: 如行政区划界线、自然保护区界线、规划水库等;
- (2) 影像图上显示不清楚或没有显示的专题信息 (用线段、符号表示): 如铁路、公路、小型水库等;
- (3) 地形标志点: 如三角点、镇以上政府驻地、人文标志点等符号;
- (4) 主要地名 (市、县、乡镇、部分村、山脉、河流、公路、铁路、机场等) 注记;
- (5) 水利工程: 包括各大中型水库、主要小(一)型水库、渠道、水量站、雨量站等其它水利工程的说明、图片等;
- (6) 其它: 包括主要风景旅游点、历史文化点等。

以上要素主要从桂林市电子沙盘所建立的 1:10 万数字地形图矢量库中获取。其中的一些专题要素因资料较老, 目前已发生了较大变化 (如位置变化, 大小、形状变化, 性质更换等), 如新增的机场路、桂—柳高速公路, 改造的桂—黄一级公路、桂—阳二级公路等。这些信息及铁路等均直接采用遥感资料 (包括 1998 年 10 月的 TM 资料和 1999 年的 Spot 资

料的证明结果 (14) 式来看, 其形式虽与牵连运动为定轴转动时点的加速度合成定理相同, 但内容和意义是不同的。譬如, 对于牵连加速度 \vec{a}_e , 前者是牵连点 M' 随动参考系作平面运动时的加速度, 后者则为牵连点 M' 随动参考系作定轴转动时的加速度, 虽然各自都包含有转动的成分, 但彼此相对转动的坐标轴不同, 前者绕动坐标轴转动, 后者则绕定坐标轴转动。所以两定理在内容上是不相一致的, 不能相提并论, 应用时必须加以区分。

参考文献

- 1 据贻宏等. 用复向量法研究平面机构的运动. 力学与实践. 1999, 21 (3): 31~34.
- 2 哈尔滨工业大学理论力学教研室编. 理论力学. 上册. 北京: 高等教育出版社. 1981. 343~345.

(责任编辑: 蒋汉明)

料) 解译的方法进行了信息更新, 使其保持了地图的现势性。照片通过扫描处理嵌入影像图中。比例尺采用线型比例尺, 并制作了相应的图例 (图 1)。

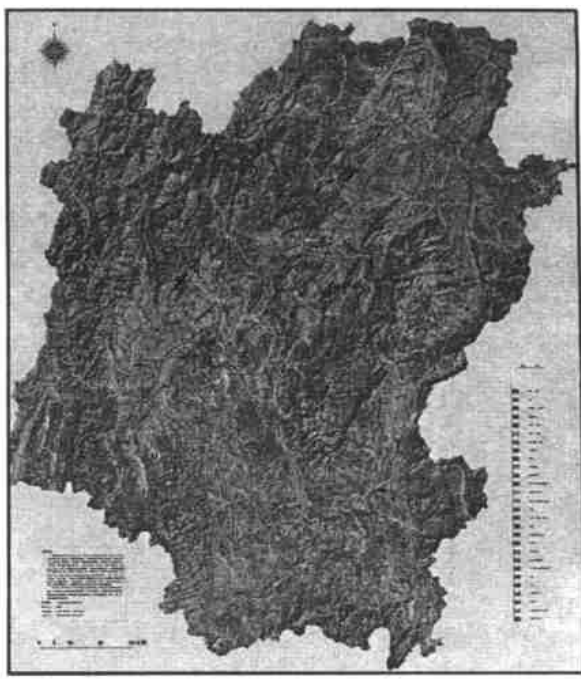


图 1 桂林市卫星影像

Fig. 1 Satellite mosaic image of Guilin

由于所选择的地形图要素以矢量方式表示, 其地形图 (底图图像) 已与遥感图像进行过严格的几何配准, 保证影像所显示的位置与地理要素的几何位置严格吻合, 而且输出时字体大小、形态可根据要求随时变换, 并不会因成图比例尺变化而出现变形和位移。

(责任编辑: 黎贞崇)