

基于 GIS 制作遥感影像地图的研究与实践*

赵振家

(中国科学院 地理研究所 北京 100101)
(国家计划委员会)

程承旗 邬 伦 张治平 柴 政

(北京大学遥感与 GIS 研究所 北京 100871)

摘 要 遥感与地理信息系统一体化是科学技术发展的趋势,遥感影像地图是现代地图发展的新图型。本文介绍了基于 CITYSTAR 进行遥感影像地图编制的研究和实践,阐述了其工艺过程和关键技术,并以厦门和达竹两个例子说明具体的工作方法与步骤。

关键词 遥感影像 GIS CITYSTAR 一体化 地图制图

分 类 (中图法) P285 (科图法) 56.19

1 概念的提出

遥感影像地图(RSIM)是以遥感影像为基础内容的一种地图形式,是根据一定的数学规则按一定的比例尺,将地图专题信息和地理基础信息以符号、线划、注记等形式综合缩编到以地球表面影像为背景信息的平面上,并反映各种资源环境和社会经济现象的地理分布与相互联系的地图。它不只是利用和解译遥感信息而制作的专题地图,也不是单纯的遥感正射影像图,遥感影像地图必须体现基本图形要素与遥感影像表现形式上的统一,影像是背景,从影像分析提取识别的方法得到的专题内容和地理基础专题要素内容是灵魂,影像是为了更好地表现地图主题。

遥感具有多品种、多平台、多时相、多波段的特色和信息丰富、现势性强、信息周期短、宏观动态性强的优势,地理信息系统(GIS)则是具有较高的空间数据管理和灵活的空间数据综合分析能力的计算机技术系统,可实现对信息的充分利用、共享,满足不同领域、不同目的用户的需要。遥感与地理信息系统的引入,丰富和拓展了地图学研究的领域,遥感与地理信息系统结合使地图制图学的发展更具活力。陈述彭院士早在八十年代初就提出了“地图的影像化”和“影像地图化”的发展思路,经过多年的努力,利用遥感信息编制各类地图已取得全面的进展。国际制图学会主席 F. Taylor 教授指出“对地图工作者来说,必须更有效地利用遥感影像去开发新产品。遥感影像在社会经济发展规划中发挥着非常重要的作用”。遥感影像地图的出现具有深刻的意义:a、由地球以外观测地球,从根本上改变了地图资料的来源和制图技术,增强了地图的现势性和动态分析能力;b、缩短生产周期,加速成图速度,降低制图成本;c、改变地图制图工艺过程;d、统一的遥感影像基础,可以较

* 本文承蒙博士生导师刘岳研究员和傅肃性研究员指教,特此致谢
收稿日期:1995-12-26,收到修改稿日期:1996-03-15

简便地开展系列遥感影像地图的编制工作。遥感制图主要有以下几种形式，一是以遥感信息为资料，人工或借助计算机提取信息编制各种专题地图；二是遥感影像图，遥感信息经计算机纠正和光学处理制成的没有线划要素的正射影像图，其特点是直观性强，但专题和地理基础信息指示性不够具体明确；三是遥感影像地图，这里强调的是影像地图，它的特色是地图上拥有遥感影像，又不单纯是影像图，而应具有一定的专题图形内容。前两种形式，取得了较成熟的技术和方法。遥感影像地图的编制也已开展了一定的探索，但这些方法不能实现一次成图，专题线划内容与影像配准工作难度也较大，影响地图精度。鉴此，我们开展了基于地理信息系统编制遥感影像地图的研究。基于 GIS 制作遥感影像地图就是利用计算机软硬件设备处理遥感影像和地理基础信息与专题图形信息，并实现两种信息的计算机复合，最后输出遥感影像地图。

2 遥感影像地图制作工艺和关键技术

遥感影像地图作为地图的一个新型种类，其内容选取、要素表达、图面整饰等必须符合地图的原理和规则。基于地理信息系统的遥感影像地图的编制，可以看作是遥感与地理信息系统一体化发展的一个方面。它将遥感影像的纠正、增强、处理分析等与专题要素内容的获取、存贮、编辑制图及其两者之间的匹配复合全部建立在地理信息系统的概念上，在计算机屏幕上制作出完整的遥感影像电子地图，然后按需要输出各种软硬拷贝形式的地图。具体地说就是将遥感影像扫描成数据形式或直接的 CCT 遥感数据，将专题线划图通过手工或扫描数字化，输入计算机，在计算机内对图像进行各种纠正、增强、分类处理，对图形信息进行修改编辑，然后将图形信息与图像信息配准，实现多层数据的复合，一次成图。遥感影像地图可以以电子地图形式存贮在光盘、硬盘、磁带等介质上，也可根据需要绘制成不同比例尺的彩色图件，也可以扫描成像的方式进行图像输出制成彩色负片或正片，供放大成图或制版印刷成图使用。基于 GIS 制作遥感影像地图的工艺流程见图 1。

图像纠正主要是图像的几何纠正，有正变换和逆变换两种途径。正变换是依据传感器空间位置、姿态参数在地面坐标系统进行定位。逆变换是指依靠地面控制点建立的地面坐标系与遥感图像空间坐标间对应转换关系。这些几何处理模式的共同点是通过有限数量的几何控制点，拟合变换图像坐标系统。

图像增强是为了根据影像地图主题要求对一些信息进行增强处理，以突出显示主题内容。图像增强方法多样，按不同的目的要求选择相应的增强方法或几种方法交叉使用，达到最佳的效果。KT 变换是遥感 TM 图像的六个波段加权迭加运算，产生亮度、绿度、湿度图像。KL 变换的作用是提取信息压缩数据，遥感数据经过 KL 变换，信息集中在主分量上，起到增强图像的作用。双图运算是把一幅图像的二个波段进行加、减、乘、除运算，使图像中的信息突出，减弱云影、阴影等干扰，达到增强图像的目的。图像平滑处理，是对图像去掉边缘模糊，滤掉噪声。线性拉伸是扩展图像灰度范围而使图像对比度增加的方法。二值化处理是使图像灰度值合并为二值图。文件数值置换是把一个图像的某灰度值变成另一个图像指定的值。

遥感图像分类是根据图像光谱特征，按地物分布规律，对图像加以识别判断，产生类型专题图的处理过程。图像删除是将影像地图的一块或一部分删去影像信息，或为空白或

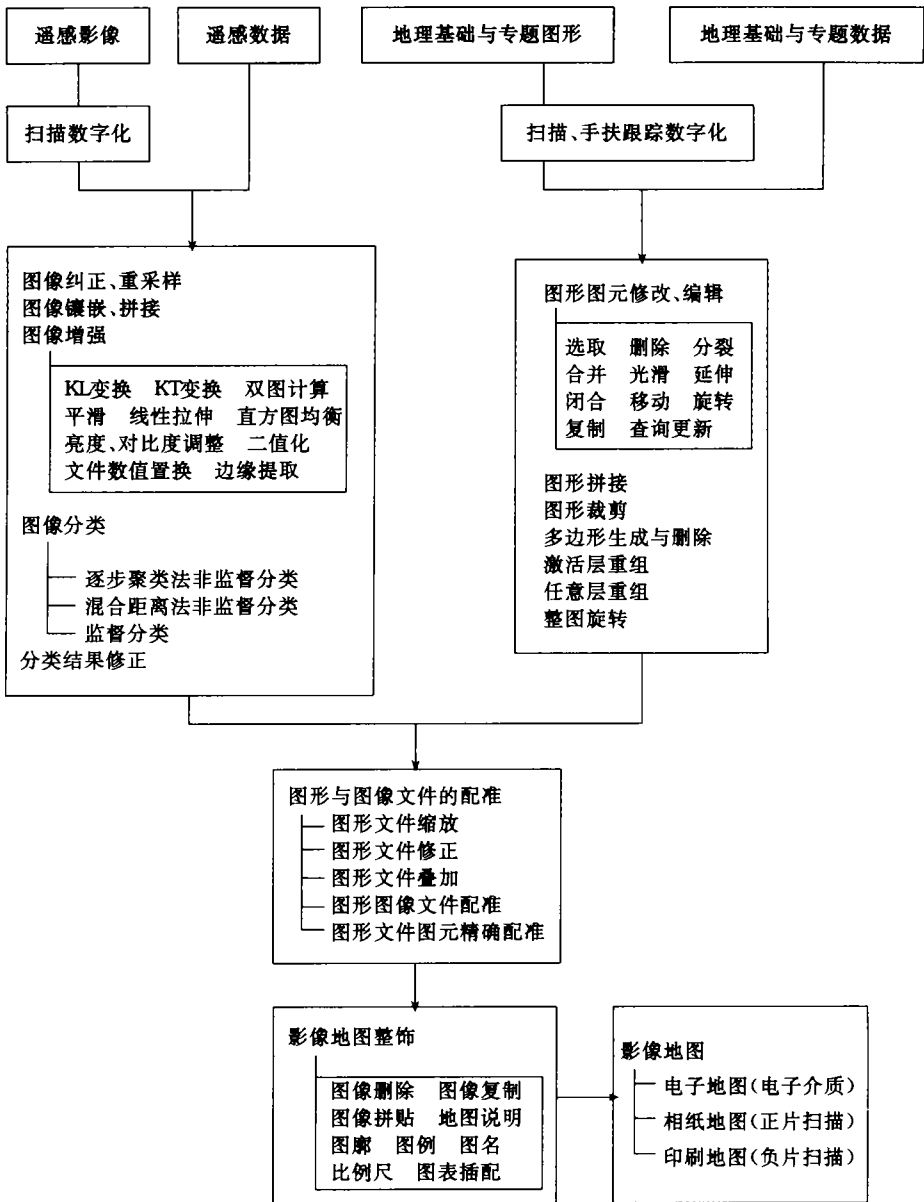


图1 基于GIS制作遥感影像地图的工艺流程
Fig. 1 Flow of image map compilation based on GIS

是加置其它内容。图像复制较多地用于遥感影像地图的图例制作中。

基于地理信息系统编制遥感影像地图的关键技术之一是栅格和矢量数据格式的转换问题。遥感数据多为栅格格式，其信息是按象元存贮的，而图形数据多是以矢量格式即点、线、面（多边形）存贮的。Ehlers 等探讨了遥感与地理信息系统结合并产生一体化作业的三个发展阶段：第一阶段，只是通过数据格式转换把两种软件模式联结起来使用；第二阶段，两种软件具有共同的用户接口且同时显示；第三阶段，具有复合处理功能的统一系统的软件

体。我们开发和使用的软件 CITYSTAR 在经过了第一和第二阶段后,全面考虑了复合处理的功能,并把重点放在图形矢量数据的栅格化转换上,成功地解决了遥感与地理信息系统一体化地制作遥感影像地图的几项关键技术和方法。

基于地理信息系统编制遥感影像地图的另一关键技术是矢量图形与遥感栅格影像的匹配和叠合。这里有两个步骤,一是与传统方法相类似的在计算机上用图形与图像相对应的控制点进行配准,并就河流、交通等要素的一些细节进一步与影像套准,一是将矢量信息分别写到遥感资料的三个通道上,使其完全一体化,然后进行三个波段通道的合成产生图形与图像完全合一的地图。

基于地理信息系统编制遥感影像地图要解决的另一个重大技术要点是,系统本身与其它国内外通用地理信息系统和遥感信息处理系统的信息共享和相互对接。这就意味着要求制图系统的数据结构具有通用性,或具备与其它系统数据的转换模式。解决这个问题的目的是因为我国已在多种多样的 GIS 和遥感系统上积累了大量的资料。CITYSTAR 软件充分考虑了这个方面,开发了与 ARC/INFO 系统、MAPINFO 系统、INTERGRAPH 系统、I2S 系统等的数据转换模型和软件。

对于大型卫星遥感影像地图挂图的制作,要求的比例尺较大,一般要在 1:2.5 万左右,目前所见到的成果一般都是 1:5 万左右。实际工作中,我们发现由于放大倍率较大,1:2.5 万卫星影像地图的制作关键是要解决放大影像的不失真。本研究经过一系列努力尝试与不断实践,通过对影像数据加密、图像增强、波段通道变换组合,并针对不同类型地区作分别处理,基本上实现了这一目标,并编制出了多幅大型彩色遥感影像地图挂图。

应用国外有关软件系统编制遥感影像地图,所要求的硬件配置很高,软件成本也大。针对这种情形,我们立足于国内较普及的设备条件,研制开发出适合于我国国情、基于地理信息系统的中文高档微机遥感影像地图制图系统。

3 遥感影像地图的编制实践

基于上述指导思想和技术方法,我们选择海岸岛屿型地区(厦门)、平原城市型地区(北京通县、深圳)、高原湖泊流域型(昆明滇池)及山地丘陵型地区(四川达竹),进行了基于地理信息系统的遥感影像地图的编制实践。

3.1 软硬件环境

CITYSTAR 软件: CITYSTAR-View; CITYSTAR-RS; CITYSTAR-Raster; CITYSTAR-3D; CITYSTAR-Mapper; CITYSTAR-GPS; CITYSTAR-Analysis 等。CITYSTAR 地理信息系统采用 3S 一体化设计,将 GIS、RS 与 GPS 结合起来,为资源环境和社会经济信息管理服务。该系统具有矢量数据输入、编辑,空间图形属性互访、交互查询,遥感图像处理、分类、遥感信息模型分析,多图迭加分析及 GPS 数据矢量化及与其它地图迭加,量测及信息查询等功能,并且具有三维地形模型(DEM, DTM)制作,立体信息查询,量算及多媒体信息复合等功能,是一套功能强大的辅助决策及科研管理工具。

硬件: PC386、486、586 微机,至少 4MB 内存;真彩色显示卡,可设置为 800×600 的 64K 色显示模式;及其它可选设备: CD-ROM 驱动器,扫描仪,数字化仪等。

3.2 厦门地区近岸海域生态环境变化遥感影像地图的编制

厦门是一个海港风景城市,及时了解和掌握城市化进程中海域生态环境变化,合理地开发和利用海洋资源是厦门经济与城市建设持续高速发展的重要保证之一。然而传统的环境监测与资源调查方法速度慢周期长,难以及时全面地反映城市建设过程中的生态环境变化,尤其是近岸海域生态环境的变化。

TM 中的两个中红外或称短波红外波段,即第 5、7 波段反映水体和水陆界线特别敏锐。而水体在红外波段的反射率普遍很低,而且随波长的增长,反射率进一步下降,至第 7 波段几乎全吸收,亮度值趋近于零。相反,裸露土壤、岩矿、建筑物等则在中红外波段,特别是第 5 波段反射较强,亮度值较高,并且随地物的干燥程度提高而进一步增高。除此之外,TM 的第 1、2 波段对水体有一定穿透力,有助于探测水层深浅与泥沙量状况,有利于区分混浊水体和清澈的湖、水库等水面。

本研究选用 Landsat TM 影像,时间是 1987 年 1 月 17 日和 1995 年 1 月 7 日的厦门地区影像。这二幅影像图均无云彩遮蔽,且同处于低潮,潮位相差 0.26m,具有可比性,应用 RS-GIS 一体化的软件 CITYSTAR,在专业研究工作的基础上,开展厦门近岸海域生态环境遥感影像地图的成系列编制工作。根据对这二幅遥感影像图的分类划界分析并叠合地理基础和部分专题信息,制作成遥感影像地图,获得 1987 年和 1995 年厦门市土地利用现状图,厦门市土地利用变化图(1987—1995),厦门市植被覆盖率图,厦门海洋资源现状图,厦门市环境质量现状图,厦门市环境质量变化图(1987—1995)。

本项目较多地着眼于厦门地区利用不同时相遥感信息进行土地利用和环境状况的比较分析,制作遥感影像动态地图的研究与实践。对于土地利用变化的比较,主要是城市功能分区和类型划分的遥感信息提取工作,和对不同时期的卫片(这里是 TM)进行叠合和覆盖处理,以便直观形象地了解土地利用变化情况。对环境变化图,相对较复杂些,主要涉及到环境指标选取,有些指标如水质状况指标,需要进行与卫星同步实地采样,在采样分析的基础上,进行计算机模拟,把点源信息拟合到面上,并划分出等级指标。在此基础上进行两个或多个时期比较,就可以得出反映主题动态变化特征的遥感影像地图。系列成图的地理基础图形信息变化不大,可以分层组合选取后配准在遥感影像上。

3.3 达竹矿务局遥感影像地图挂图的编制

达竹矿务局管辖的四个主要矿区,分布于四川盆地东北缘的丘陵山地。本工作的目的是编制达竹矿务局大比例尺大型遥感影像地图挂图。

达竹矿务局采用 1992 年 11 月 TM 遥感 CCT 数据资料,其范围正好在一景影像内。具体的工作步骤是: a) 对遥感资料进行精纠正,并根据带公里网的地图定出矿务局的坐标范围。b) 线性符号(矢量文件)的输入,选择适当的图廓点,将制图范围内各种要表示的内容输入计算机,本图包括厂矿边界、微波通讯、输电线路、隧道、井田边界、索道、县边界、公路(分级)、铁路(已建、在建、规划)等。c) 遥感图像的处理。为了地图内容表现显明方便使用,本幅影像作了 35 度的旋转。为了影像清晰,先对图像进行 KL 变换和 KT 变换,取 KL 和 KT 变换二分量或 4 波段作绿通道,取 KL 和 KT 变换一分量或 5 波段作红通道,取其三分量或 1 波段或 2 波段或 3 波段作为蓝通道,进行线性拉伸(4 波段 0—255→70—180, 5 波段 0—255→70—160, 2 波段 0—255→60—150),然后除 8 变成 32 灰阶后双向插值(或三次卷积),放大 3 倍,使得每一像元分辨率达到 9m 左右,再乘 8 恢复到 0—

255 灰阶状态。d) 矢量文件和遥感影像的配准, 将矢量文件按一定的控制点配准到影像图上, 先作总体微调, 基本上与实际地物准合后, 再具体地就某一图形符号进行位移、拉伸、延伸等操作, 使图形符号与实际影像图达到微部套准, 地名等注记位置尽量避开重要影像特征地物。e) 注记字符参数设定, 包括各级地名、主要地物标志名、图廓边注释等。f) 各种矢量符号参数设定 (按 CITYSTAR 软件中的参数设置方式)。g) 将图形矢量文件分别写到三个遥感影像通道上, 使图形图像文件一体化。h) 制作图例, 包括地理基础图形符号图例和图像类别图例。i) 根据制图要求和图面状况, 插附全景影像图和达竹对外交通联络图。j) 绘制指北针、图廓和地图说明。k) 地图输出, 本工作输出了 1 : 2.5 万 ($2.46\text{m} \times 1.62\text{m}$), 1 : 5 万 ($1.23\text{m} \times 0.81\text{m}$) 和 1 : 10 万 ($0.62\text{m} \times 0.41\text{m}$) 三种比例尺的彩色影像地图。

4 结论

遥感和地理信息系统一体化是现代地图可视化制作的一个新契机, 具有深远的科学意义和广泛的应用前景。快速高效、计算机化的遥感影像地图制图的技术方法为遥感与 GIS 信息的充分利用展示了新的视野, 必将在资源调查、环境监测与保护等方面发挥广泛的作用。

参 考 文 献

- 1 陈述彭. 地学的探索 (三) —— 遥感应用. 北京: 科学出版社, 1990.
- 2 刘岳等. 专题制图制图自动化. 北京: 测绘出版社, 1980.
- 3 傅肃性. 地理信息系统及其与遥感一体化的发展. 国土资源遥感, 1995. (3).
- 4 F. Taylor. 21 世纪的地图学. 地图, 1991. (3).

RESEARCH AND EXPERIMENT OF IMAGE MAP COMPILATION BASED ON GIS

Zhao Zhenjia

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101)

Cheng Chengqi Wu Lun Zhang Zhiping Chai Zhen

(Remote Sensing & GIS Institute, Beijing University, Beijing, 100871)

Abstract

The unification of Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) is the tendency of the development of science and technology.

Remote Sensing Image Map (RSIM) is a new type of map with the RS image as foundation, according to certain mathematical regulations and map scale, comprehensively contracting the thematic map information and geographical base information on the plan of earth surface image, to reflect the geographical distribution and relationship of resource, environment, society and economy phenomena. The compilation of RSIM needs the GIS as the tool unified with RS processing tool.

This paper introduces the research and experiment on the compilation of remote sensing image map (RSIM), based on the GIS and RSIM map-making software CITYSTAR; depicts the key technologies and working procedure; at last, takes Xiamen and Dazhu as two case studies to tell readers the detail methodology and process of compiling the RSIM. This research is mainly to reach the target of the whole procedure of making the RSIM on the computer system based on the personal computer and Chinese environment.

Here the key issues are the transformation of vector data of some geographic information and the image raster data, as well as the mergence of the two kind of data. We also solved the data exchange problem with the softwares like ARC/INFO, INTERGRAPH, MAPINFO, MAPCAD and so on. In this paper the method of making the large scale (1 : 25, 000) remote sensing image map is also discussed.

Key words Remote sensing image, Citystar, GIS, Unification, Map-making