

遥感数字制图原理与方法

赵 锐 编著

测绘出版社

S7.9
790

遥感数字 制图原理与方法

赵 锐 编著

测绘出版社

DS89/27

内 容 简 介

本书是根据编著者多年的遥感工作与教学实践，以及国际合作研究和进修的经验，从理论上加以总结而成的。它系统地阐明了使用遥感信息，借助通用电子计算机进行数字制图的原理和方法，并提供了一套编图软件逻辑框图，既有一定的理论意义，又具有相当的实用价值。

本书立论清晰，深入浅出、通俗易懂，可供地球科学、生物学、农林科学、测绘学等专业院校的学生阅读，也可供各级政府中负责国土整治与区域发展、资源与环境的领导和管理干部阅读。

遥感数字制图原理与方法

赵 锐 编著

*

测绘出版社出版

测绘出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

*

开本 787×1092 1/32·印张 5·字数 105 千字

1990 年 2 月第一版·1990 年 2 月第一次印刷

印数 0.001—1.300 册·定价 5.90 元

ISBN 7-5030-0339-1/P·133

序

我有幸在本书付印之前获得了光睹为快的机会。

作者是在地理学、地图学、计算机科学和遥感技术的理论素养以及多年的实际工作基础上，融会贯通和一气呵成地写出了这本佳作。它体现了实践、理论、再实践、再上升为理论的科学发展历程；也体现了现代化科学重在吸收其它学科的有关内容组成自己的系统的发展特点。

计算机和遥感技术是当代推动科学迅猛发展的最具威力的武器。遥感获得的信息，主要是磁带的数字记录；计算机处理数字信息的巨大能力，使聪明的现代人通过数理统计的各种方法，为制作各种图像开辟了无限宽广的前景。作者从地学和地图学的角度出发，针对我国各地的许多机构中已具有计算机和大、中、小型的图像处理与分析解译设备的现实情况，提供了这本结构严谨、概念清晰、实例丰富并具有举一反三作用的指导性作品。无疑，它在充分发挥我国现有设备的功能方面，在当前我国的国土整治、环境科学以及其它地学各部门的工作中拓宽利用现代化技术方面，在发展专题地图的理论、方法和品种等方面，都将做出贡献。为此，我能为本书作此简序而深感光荣。

陆漱芬

1988年10月

前 言

遥感技术作为一门新兴的技术，近年来在我国有了很大的发展。首先它已吸收物理学、数学和地球科学的有关理论，进而正在形成自己的理论基础；其次各地许多机构建立了大、中、小型的图像处理和分析解译设备，奠定了坚实的物质基础；更重要的是遥感应用已经从试验逐渐转向实际应用，并在实践中培养和造就了一大批遥感技术人才和遥感应用人才。

在遥感应用过程中，遥感信息图像处理、解译和编制地图则成为核心的问题。图像处理既可以采用光学方法，也可以采用计算机方法。解译、编制地图除了应该遵循一般的地图编制原则外，遥感地图编制还具有自己的特点。例如，对同一制图地区可以同时编制大、中、小比例尺地图，更常见的往往是先编小比例尺图，再编大比例尺图。又如，它具有系列成图的优点，即由同一信息源对同一地区能编出同一比例尺的一系列地图；亦能由同一信息源对同一地区编出同一专题各种比例尺的地图。诚然，若采用多时相的信息，还能就同一地区编制出各种专题的动态变化地图。

借助电子计算机进行遥感系列地图的编制，从遥感信息源的采集到图像处理，解译、制图的过程都是以数字形式进行的。为此，人们把遥感图像数字处理过程看作是数字制图的过程。

笔者根据多年来在国内国外工作的实践，试图就数字制

图全过程，从信息源的采集，对处理系统设备的要求，数字的准备，新通道的建立，两种假彩色合成法及其应用的比较，多维分类与识别，制图概括，数字相关掩膜，直至图形彩色输出，进行比较完整的讨论和归纳，形成科学的遥感数字制图原理和方法。并且，依照本书提出的原理和方法编就一套以通用电子计算机为硬件支持的数字制图软件系统。希望它能提供给地理、测绘、地质、生物、农林、环境等部门的专业人员，以及政府和管理部门，在进行资源与环境、国土整治与区域开发等工作，以及在利用遥感信息进行数字解译和编制专题地图时参考使用。也希望对计算机、信息处理部门的专业人员进行图像处理工作有所帮助。当然，在大专院校和科研部门中对从事上述工作的同志也有所用处。

遥感数字制图，象遥感技术本身一样，仍处在发展过程之中。相信经若干年的实践，还会有更多的算法产生，因此本书只是这方面的开始，实属抛砖引玉而已。笔者诚恳地欢迎读者对于本书中的缺点和疏漏给予批评指正。

本书承蒙陆漱芬教授和陈丙咸教授精心审阅，并得到了法国科学院专题地图实验室主任 S. Rimbart 教授的指教，J. Hirsch 先生和 C. Schneider 先生的帮助，在此特表诚挚的谢意。

目 录

序	(I)
前言	(I)
第一章 数字制图的原则和意义	(1)
第一节 数字制图的含义和原理	(1)
第二节 数字制图的意义	(2)
一、遥感图像处理 and 机助制图的会合	(2)
二、机助编图的核心	(4)
三、建立地理信息系统的可靠保证	(5)
第二章 数字制图系统设备	(7)
第一节 大型图像处理系统	(8)
第二节 中小型专用图像处理系统	(12)
第三节 通用计算机和微机数字制图系统	(16)
一、指导思想	(16)
二、通用机数字制图系统	(16)
三、微机数字制图系统	(19)
第三章 数字准备	(21)
第一节 数字采集和储存的两种格式	(21)
一、矢量格式	(21)
二、栅网格式	(22)
三、两种格式的互换	(23)
第二节 卫星磁带记录方式	(24)
第三节 标准文件的建立	(26)

一、标准文件.....	(26)
二、提取、缩小和组合.....	(26)
第四节 直方图.....	(30)
一、直方图的制作.....	(30)
二、二维直方图.....	(32)
第五节 黑白图像的输出.....	(34)
一、黑白图像显示过程.....	(34)
二、黑白图像输出的意义.....	(36)
第四章 纠正和匹配.....	(39)
第一节 数字图像误差的根源.....	(39)
第二节 噪音纠正和辐射纠正.....	(40)
第三节 几何纠正.....	(41)
一、几何纠正的原理.....	(41)
二、几何纠正方法和匹配.....	(41)
三、应用实例.....	(45)
第五章 假彩色合成.....	(47)
第一节 假彩色合成的意义.....	(47)
第二节 黄、品、青假彩色合成.....	(47)
第三节 HLS 假彩色合成.....	(48)
一、原理.....	(49)
二、具体做法.....	(50)
第四节 两种假彩色合成的比较.....	(51)
一、HLS 图像具有分类特点.....	(51)
二、HLS 图像具有分级特点.....	(52)
三、几点讨论.....	(52)
第六章 新通道的建立和应用.....	(54)
第一节 新通道建立的意义.....	(54)

一、新通道的定义和意义	(54)
二、新通道的种类	(55)
第二节 新通道的建立	(56)
一、借助于线性组合程序建立辐射 新通道	(56)
二、借助于局部算子程序建立轮廓 新通道	(61)
三、借助于活动方差程序建立轮廓 新通道	(65)
四、借助于反差计数程序建立图斑 新通道	(67)
五、借助于粒状程序建立图斑新通道	(69)
第七章 主成分分析与制图	(71)
第一节 原理和意义	(71)
第二节 过程和步骤	(73)
一、求均值	(73)
二、求相关矩阵	(73)
三、求特征值	(73)
四、求权系数	(74)
五、用方差最大准则旋转初始因子矩阵	(75)
六、计算旋转后的因子系数矩阵	(76)
第三节 应用实例与分析	(77)
一、采用主成分分析的目的	(77)
二、相关矩阵	(79)
三、特征值及其累计百分比分析	(79)
四、各通道在各主成分中的权系数分析	(80)
第八章 多维数字分析与动态制图	(89)

第一节	单时相多通道判别分析	(89)
一、	判别分析原理	(89)
二、	判别分析流程框图	(93)
三、	应用实例与分析	(105)
第二节	多时相多通道判别分析	(110)
一、	多时相和单时相的异同	(110)
二、	应用实例与分析	(111)
三、	多时相的优点	(112)
第九章	数字相关掩膜与制图	(116)
第一节	原理	(116)
第二节	应用实例	(117)
一、	掩膜前的准备工作	(117)
二、	计算机掩膜过程	(119)
三、	实质和应用	(124)
第十章	数字同质化	(127)
第一节	数字同质化的含义	(127)
第二节	数字同质化的做法	(127)
第三节	讨论	(130)
第十一章	图形彩色输出	(133)
第一节	彩色输出的意义	(133)
第二节	色彩的基本知识	(134)
一、	色彩的来源	(134)
二、	色彩的标准	(135)
三、	色彩的配合	(136)
四、	色彩的感觉	(136)
第三节	彩色打印的原理和实现	(137)
一、	彩色打印原理	(137)

二、彩色打印的实现.....	(141)
结语.....	(146)
主要参考文献.....	(148)

第一章 数字制图的原则和意义

第一节 数字制图的含义和原理

数字制图，顾名思义，是利用数字的形式来进行制图的一种方法。

从信息论的观点来看，地图是信息的载体。地图信息由直接信息（第一信息）和间接信息（第二信息）两部分组成。直接信息是地图上图形符号直接表示的信息，间接信息是经过分析解译而获得的信息。地图也是传输信息的工具，图上的直接信息和间接信息都可以转变为数字形式，即数字化，然后将这些数字储存起来，借助于电子计算机处理，能提供查询、检索、分析与评价，编制成新的地图，传输给用户。这个过程就是数字制图的过程。

起初，数字制图大多应用统计数据来进行。不久以后，利用了数字化器，数字制图也可用来从地图编地图，即将原始地图数字化，经数字编图，制成新的地图。新的地图，内容或比例尺都可以不同于原始地图。

遥感信息的出现，大大地丰富了数字制图的内容和方法。首先，遥感信息本身就是以数字形式储存的。其次，遥感数据必须借助于一系列处理程序，才能达到识别和分类的目的。最后，还必须进行制图概括、彩色图形输出等工序。可以认为遥感图像处理的过程就是数字制图的过程。

然而，数字制图过程又有别于图像处理。因为，数字制图还包含有地图编制的基本要求，如严格的数学基础（投影、比例尺），科学的地理内容和清晰易读的直观效果，等等。

总之，数字制图就是以数字方式进行地图编制的全过程，数字制图原理即常规制图原理。所不同的是数字制图是通过电子计算机，进行人机交互式的对话，使常规的传统制图逻辑得以实现。

第二节 数字制图的意义

数字制图具有不可忽视的理论意义和实用意义：首先，它是遥感图像处理共同问题，并由此引导出遥感专题解译和专题系列制图；其次，它又是计算机辅助编制地图的关键所在，由此引导出机助制图的理论问题；再其次，它是遥感图像处理和机助制图的会合点；最后，数字制图贯穿着地理信息系统建立和应用的全过程，是近年来新兴起来的地理信息系统建造的可靠保证手段。

一、遥感图像处理和机助制图的会合

遥感技术是一种综合性的技术，它关系到：物理，特别是其中的电磁波原理；数学，特别是数理统计、代数和模糊数学；电子计算机科学，特别是图像处理、图像识别和地球科学。它用这些科学原理与方法组成了自己的现代化技术。

遥感技术，从运载器、探测器、接收技术、处理技术到应用，是缺一不可的。但是对我们地图工作者或地学应用者而言，尤其以图像处理和识别进而编制成专题地图及基本比例尺地形图这一环节最为重要。

图像处理与识别，当今乃至今后仍然存在两种技术路线：一种是光学路线，另一种是计算机路线(图 1-1)。

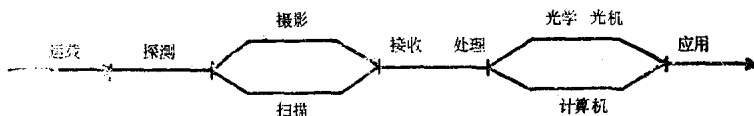


图 1-1 图像处理技术路线

光学路线在探测阶段使用光学摄影法，得到的结果是软片。其精度取决于底片上感光乳剂的颗粒大小。其处理设备系统也是靠光学原理，处理精度是依光学镜头和光学线路的良莠而决定的。目前流行的光学假彩色合成仪器制作的由三个通道（分别赋予黄、品、青三色）合成的假彩色像片，以及借助密度切割仪器制作的单一通道彩色密度像片，都属于光学处理方法。

计算机路线在探测阶段使用电子扫描法。得到的结果是磁带，其精度取决于每一像元的地面分辨率。其处理设备系统是靠电子计算机，以及外围设备。这个处理过程即人们常常提到的图像数字处理的过程。

机助制图是借助于电子计算机及其外围设备实现制图的一种方法。机助制图的信息来源，不限于遥感磁带或软片，它还可以是地形图、专题地图和统计数字等。

然而，在“数字方式的信息源泉，数字的采集、加工、处理，乃至数字识别与分类，进行地图的编制”这一点上，遥感图像计算机处理和计算机辅助制图这两种技术与方法是殊途同归的。

二、机助编图的核心

机助制图目前国内外都有比较成熟的经验。我们知道，地图图形是按一定的数学法则和特有的符号系统通过制图综合的措施，将地球表面的地物和现象表示于平面上的图形。显然，机助制图过程需要包括三个主要的过程：第一是地图图形怎样变成计算机所能接受的数字形式，以便读取、识别它的内容；第二是对变成数字形式的图形信息如何处理，并按地图编制法则的要求进行综合概括；第三是经过加工后的数字信息必须恢复为地图图形，输出符合地图编绘精度要求的图形符号。按其实质而言，机助制图就是由图形到数字，再由数字变为图形的变换过程。

目前国内外对第一步和第三步研究得比较透彻，积累的方法也比较多，仪器设备和软件也比较完善。但是，对第二步研究的程度比较浅而显得不足。然而，这第二步恰恰是计算机辅助制图的核心。假如我们概括地对机助制图三个环节简单地理解如下，即数据准备→编图→绘图，那么前后两个环节，即怎样准备数字和怎样绘图，计算机带动的绘图设备绘各种不同的线条、符号和彩色，目前都已有比较成熟的软件可供采用。唯独编图这一重要环节，即对已经变成数字形式的图形信息如何处理，怎样按照编制地图的原理和逻辑进行，是人们迫切要求解决的问题。

遥感数字制图就是要回答和解决上述编图中的这个关键性问题。遥感的数字制图在数据预处理之后以直方图形式输出，它能分析数字本身的特点，揭示数字内在的规律。数字制图中的黑白图像和假彩色图像的制作和显示，能把编图的中间过程和最终成果实时地表达出来。数字制图中的几何纠

正、配准和复合方法是数字制图的数学基础建立的保证。数字制图中的多维分类和识别方法则是专题地图编制的核心问题。数字制图中的制图综合方法以及其它方法，显而易见都是解决编图问题的。

因此，人们可以认定，遥感的数字制图是机助制图的关键所在，它是机助制图研究中最活跃、最有发展前途的部分。

三、建立地理信息系统的可靠保证

地理信息系统是把世界的、国家的、区域的、专业的资源与环境特性及其分布位置的数据信息，按一定的数据结构储存到电子计算机中，在计算机软、硬件的支持下，实现资源与环境信息的查询、检索、更新、综合分析评价及辅助决策应用的一整套完整的系统(图 1-2)。

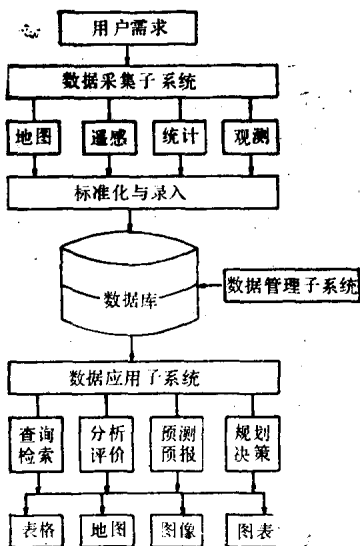


图 1-2 地理信息系统框图

从图 1-2 可以看出地理信息系统从建立到应用的各个环节，而每个环节都需要数字制图方法作为技术保证。

在数据收集阶段：在各种各样的信息源泉中，它们有些已是数字形式，更多的则是图形和文字。因此首先遇到的问题，就是要将这些图形、文字等非数字形式的信息转变成数字。数字制图探讨数字化原则，制定数字编码和格式，选取数字化仪器，以保证数字化完成。

接着，便是数据库的建造。数据库并非数据简单的堆砌。数据要编码，既表达数量又表达特征。数据编码后对某一专题要素可以建成数据记录，也称数据文件。由文件再排列成数据库。从编码到文件到建库必须遵循一定的数据结构，数与数之间要形成一种关系。数据储存时还要尽量减少其冗余（即重复出现的数据）。因此，这里面很有数字制图学问。

数据库建立后，要有一套数据管理系统和数据更新系统。怎么管？怎样更新？又必须借助数字制图原理。经验表明，遥感遥测是最好的更新系统和手段之一，也是遥感数字制图要解决的重要技术问题之一。

应用系统是地理信息系统的生命线。应用有不同的水平和等级，最初级的应用是查询检索，进一步是综合评价，高级的是辅助决策和专家系统。无论是哪一种水平的应用，都需要数字制图方法，才能得到空间分布概念。

总之，数字制图方法是建立地理信息系统的可靠保证。