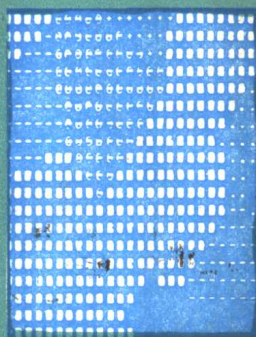




717454



测绘新技术小丛书



5(3)65

4441



参 291



黄杏元
孙亚梅
王瑞林



机助地图制图



5(3)65

4441



测绘出版社

5(3)65

4441

5(2)65

4441

参291 测绘新技术小丛书

机助地图制图

黄杏元 孙亚梅 王瑞林

测绘出版社

内 容 简 介

本书介绍了有关机助地图制图的原理、过程和一般的技术方法。

全书共分九个部分。内容包括：机助地图制图的原理和过程；机助地图制图所需要的设备；绘图机绘制光滑曲线的方法和过程；制图程序的设计；制图资料的数字编码；制图数据（包括矢量数据和扫描数据）加工处理的内容和方法；地图图形输出的方式；遥感图像的识别和制图数据库简介。

本书可供测绘技术人员和对机助地图制图有兴趣的同志参考。

测绘新技术小丛书

机助地图制图

黄杏元 孙亚梅 王瑞林

测绘出版社出版

89920部队印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 787 × 1092 1/32 · 印张 3 $\frac{5}{8}$ · 字数 78千字

1983年10月第一版·1983年10月第一次印刷

印数 1 3,500 册 · 定价 0.31元

统一书号：15039·新302

出版说明

为适应实现“四化”需要，测绘单位广大技术人员和干部迫切希望了解测绘新技术发展情况及其基本知识，为此，我们组织出版这套《测绘新技术小丛书》。

本套小丛书是入门性质的科普读物，适合于具有一定测绘知识的业务人员和业务管理干部阅读。

绪 论

让机器帮助我们制作地图，这是制图工作者梦寐以求的愿望。自然，人们会提出这样的问题：机器能不能制图？它怎样制图？当前取得了哪些进展？今后的发展前景又是什么……。本书将围绕这些问题作一些介绍。

机助地图制图（以下简称机助制图）是指以地图制图工作者与自动化制图设备相结合的方法进行地图制图。也就是以往所说的地图制图自动化或自动制图。

长期以来，地图都是靠手工方法制作的。航空摄影测量的发展，减轻了野外的测图工作，但是地图的绘制还是靠人的双手。刻图法诞生以后，缩短了成图的周期，可是建立图形的方法并没有根本改变。五十年代初期，随着电子计算机技术的应用，有人开始使用计算机给数控机床准备数据，到了六十年代，这就发展成了计算机应用的一个新领域——机助设计。由于计算机应用到了汽车、船舶、机械、飞机等设计方面，就有人提出手工设计方法可以用计算机及其控制下的输入输出系统取而代之。地图制图工作能不能使用同样的机助设计装置？1964年，世界上第一台数控绘图机问世，第一次从计算机控制的绘图机笔下绘出了地图。但是由于绘出的线条质量很差，曾引起人们的怀疑。1965—1970年，第一批机助制图系统开始运行，许多原来用手工方法绘制的地图作品，开始用机助制图的方法将它们再现出来，而且线条的

质量和制图的精度甚至超过了用手工方法绘制的地图，这又使人们产生了浓厚的兴趣。1970—1980年，在硬件上运转的速度有了突破，软件上建立了各种制图算法，进行了各种应用程序的调试。这十年间硬件和软件都达到了商品化。八十年代逐步推广应用，其主要标志是各种类型的数据库和地理信息系统相继建立。这样，由计算机控制制作地图的这条自动化成图道路，历经漫长岁月的开拓和试验，终于逐步开通了。这是地图制图方法的一次根本性的变革。

机助制图具有许多优点。例如，地图可以分要素用数码形式存储在磁带或磁盘中，不但节省了大量地图的存储空间，而且便于随时提取、更新、处理和应用；地图的内容转绘、投影转换、比例尺变换等各项编图技术，机助制图都用数字处理方法，这比手工制图方法容易得多；手工方法很难解决的曲线内插、立体图形的表示和许多比较复杂的专题图表，机助制图运用数学方法可以方便地解决，并且避免了制图过程中的许多主观因素所引起的误差，不但提高了速度，而且提高了精度；可以绘制各种类型的地图（图1），而且大大减轻了人的劳动强度，制图人员可以省出更多的时间考虑地图设计和提高地图的科学质量。更值得指出的是，机助制图可以满足空间科学发展的需要，从质量和速度上解决资料积累和地图成图之间的矛盾。总之，机助制图可以缩短成图周期，提高地图精度，增强地图功能。因此引起了广大地理和地图工作者以及许多使用地图部门的普遍重视。在国际上，例如美国、加拿大、日本、欧洲等国家和地区都非常重视这个领域的研究，而且在以下三个方面取得了很大的进展：

1. 硬件研制。无论在输入、输出和处理的功能方面，

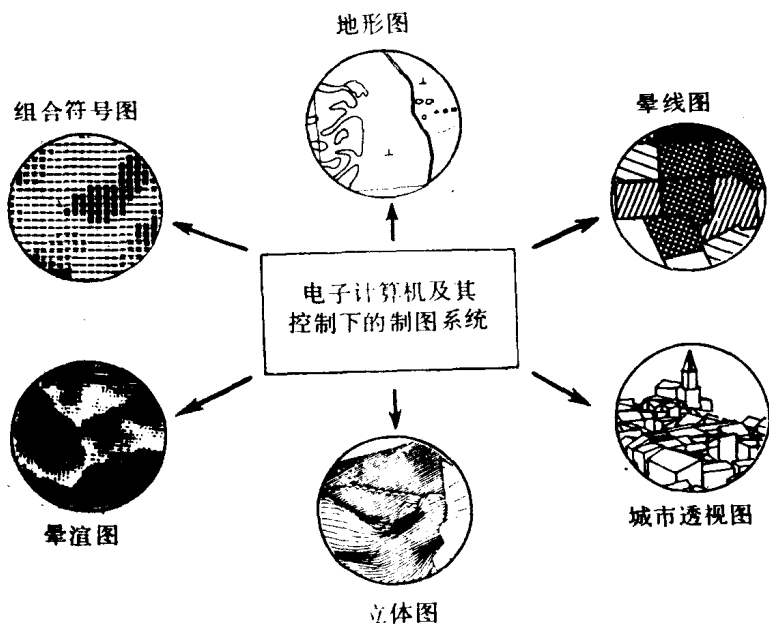


图 1 计算机控制绘制的地图

还是在质量、分辨力方面，都已能够满足大多数用户的需要。数据获取，已开始使用自动扫描数字化仪。数据输入，广泛使用联机编辑系统。数据输出，普遍利用高分辨力的平台式绘图机（其步距达到0.01毫米，在1:50 000地形图上只相当于实地距离0.5米）。

2. 软件研制。已经建立了各种有关的算法或模式，可以进行数据的处理。显示和制图，特别是绘制专题地图的软件比较完善。据初步统计，目前建立的与地理数据处理和制图有关的主要软件有近千个。

3. 机助制图所存储的数据资料的两种形式。一种是矩

阵式的网格数据（遥感数据、数字地形模型）；一种是矢量式的多边形数据（各种轮廓和线段数据）。为了有效地利用这两种不同形式的数据，对它们之间的相互转换、各种数据之间的分层和覆盖、数据结构中拓扑学原理的应用，以及数据库的建立和管理等方法，都进行了比较深入的研究，这是机助制图的一个非常重要的方面。

在机助制图方法广泛研究的同时，各国普遍重视机助制图方法的实际应用。相继应用机助制图方法编制人口统计图以及以统计资料为主的各种专题地图；利用多种要素的制图数据库，通过多边形覆盖和信息提取，编制单要素图、多要素组合图和分析预报图，作为环境规划和管理工具；不少国家建立了各种类型的地理信息系统，作为土地利用规划、道路建设、城市发展、工业管理、资源调查和监视的依据；许多国家的联邦、州和当地政府利用机助制图方法作为决策的工具，甚至服务于定位规划、销售计划、税收方案、资源分配等公用事业，使机助制图的作用渗透到政府和社会的各个领域；与此同时，加拿大、英国、美国、西德、瑞典等国家利用机助制图方法编制了1：10 000—1：250 000比例尺的地形图，获得了比较明显的经济效益。

我国机助制图技术的研究，虽然时间比较短，但是也取得了明显的进展。我国自行研制的数字化仪（或称图形数字转换仪）和数控绘图机已经开始生产；电子分色扫描数字化仪和扫描绘图机已经研制出样机；自动绘图基本软件的研制和自动化制图实验已取得了初步成果，其中利用统计资料自动制图的软件已基本建立，并开始试用；建成了部分专题数据库，并正在着手研制综合数据库。

但是，机助制图仍然是一门正在发展中的新技术。随着现代获取地理环境信息手段的不断改进，计算机向超大型和微型两个方向迅速发展，考虑到各项建设和规划任务的实际需要，今后机助制图学的发展趋势，将有以下几点值得注意：

1. 如果说六十年代主要是制图硬件的研制阶段，七十年代主要是制图软件的研制阶段，那么八十年代和今后将是机助制图的实际应用阶段，其主要特点将是各种类型的数据库不断涌现。制图数据库的建立和覆盖将取代全国基本地形图和其他制图资料的存储空间（图库和资料库）。

2. 随着遥感技术的发展，特别是综合口径的雷达技术的发展，将直接为机助制图提供制图数据，机助制图是处理遥感数据的主要手段，它们互相结合将促进地学和地图学的发展。

3. 大量社会经济资料的统计制图，这是遥感技术无法解决的，却是将来机助制图的主要任务，而且统计资料制图最能体现机助制图的优越性。

4. 欧洲十八国从1973年以来，一直在讨论机助制图在地区一级规划中的作用。不仅用于自动化成图，而且将用于各项与地学有关的规划、分析和决策，其最后将导致建立全功能的地理信息系统。

5. 最后是解决机助制图的两大科研课题，一是数据获取中扫描数据的矢量化，一是图形处理中自动制图综合模式的建立。这是当前机助制图学要研究解决的两项主要工程。一旦这两项工程胜利竣工，机助制图学将进入一个新的发展阶段。

那时，一个档案馆存储着覆盖全国范围的地图数字资料，

这些资料按照面向多边形和面向数字地形两种方式存储在高密度的激光磁盘或磁泡存储器上，用户通过电话线，利用拨号或对话，可以随时提取所需要的数字资料，并从遥感数据库里进行数据文件的匹配，再传输到遥远的终端，然后调用系统软件和应用软件，经过联机编辑系统处理，可以在大屏幕显示器，数控绘图机或缩微胶片绘图机上输出各种类型的地图和资料（图2）。制图员坐在计算机旁，根据显示的图

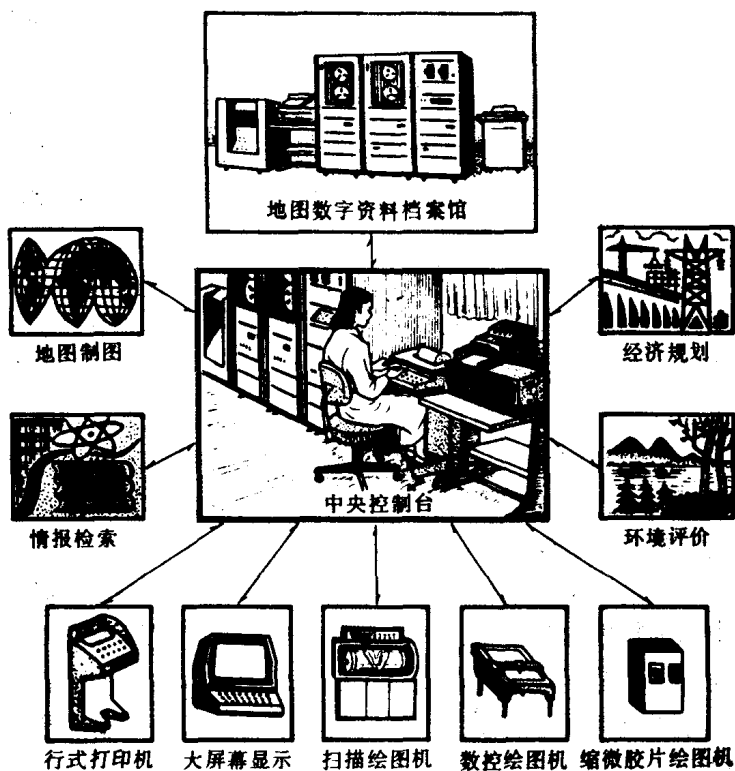


图2 多用户多功能的自动制图系统

形或打印的数据，通过语言、光笔或跟踪球，进行人机对话，实时处理和改变地图图形，还可以复制出硬拷贝的地图。这时，不仅地面的形式变了，而且使用地图的方式也变了。用户可以直接提出各种问题，例如，某地适合建造某类工厂的有利和不利的自然条件与经济条件是什么？制图员通过控制台能在很短的时间内回答你所有的问题，并告诉你解决问题的办法，必要时还可以提供给你大小为16—105毫米的缩微胶片。总之，地图资料数字化，资料存储缩微化，人机对话，人机智能互补，这将是今后十至二十年内，机助制图领域出现的光辉前景。

目 录

绪论	(I)
一、机助地图制图的原理和过程	(1)
(一)机助制图的原理	(1)
(二)机助制图的工艺过程	(2)
二、机助制图需要哪些设备	(5)
(一)计算机	(5)
(二)图形数字化仪	(7)
(三)绘图机	(10)
(四)交互显示编辑装置	(13)
(五)地图自动注记机	(14)
三、地图上的光滑曲线是怎样画出来的	(16)
(一)曲线光滑的方法	(16)
(二)正负法绘图	(22)
四、制图程序设计	(26)
(一)程序设计的内容	(26)
(二)程序设计的方法	(29)
五、制图资料的数字编码	(35)
(一)图形特征码的拟订	(35)
(二)图形空间位置的确定	(40)
六、制图数据如何进行加工处理	(45)
(一)制图数据处理的方式	(46)

(二) 矢量数据的处理·····	(48)
(三) 扫描数据的处理·····	(76)
七、地图图形输出的几种方式·····	(81)
(一) 数控绘图机输出·····	(81)
(二) 扫描绘图机输出·····	(82)
(三) 行式打印机输出·····	(83)
(四) 屏幕显示·····	(83)
(五) 缩微胶片绘图机输出·····	(85)
八、怎样识别遥感图像·····	(86)
(一) 遥感图像识别的标志·····	(86)
(二) 图像分类·····	(88)
九、制图数据库·····	(91)
(一) 什么是制图数据库·····	(91)
(二) 数据库系统是什么·····	(92)
(三) 制图数据库的内容和数据结构·····	(93)
(四) 数据库的构造模型·····	(94)
(五) 设计制图数据库的基本要求·····	(98)
参考文献·····	(99)
后记	

一、机助地图制图的原则和过程

机助地图制图就是应用计算机及其控制下的一套输入输出设备代替手工制图。机助制图设备包括计算机、数字化仪、绘图机和联机编辑装置等，统称为制图硬件。它们是实现机助制图的物质保证。为了实现计算机对整个制图过程的自动控制，并完成各项制图任务的计算和处理，必须把完成这些任务的方法和具体执行的步骤，用计算机特有的语言或指令表示出来，这就是程序。由于地图的制作是一项很复杂的任务，因此这些程序也是一个很复杂的系统，统称为制图软件。任何机助制图系统都是由硬件和软件这两部分组成的。有了这些硬件和软件，只要给出需要加工的制图数据，以及必要的制图参数，就可以通过计算机、绘图机得到所需要的地图。

(一) 机助制图的原则

制图数据是怎样得来的呢？当制图资料是地图或者像片时，如何输入到计算机中去呢？凡是用过地图的人都会发现，尽管地图内容丰富多采，表示方法各不相同，图形结构变化万千，但是按照地图图形的几何特征，基本上是三种变化形式，这就是“点”、“线”、“面”。其中，点是最基本的变化形式，因为有限个不同的点的集合可以组成线，而一条闭合的曲线或者多边形可以围成面。因此，地图上的一切要素都可以看成是点或点的集合。而平面上的任一点可以用 X 、 Y 、

Z 来表示，其中 X 、 Y 表示其平面位置， Z 表示其属性特征（详见第五部分）。这种 X 、 Y 、 Z 的点集，不但可以用来描绘各种图形（包括点、直线、曲线和面状符号），而且可以用来区分各种图形（例如等高线、河流、交通线、居民地等）。这样，一幅地图就可以用数字来表示和记录。像片资料也是如此，可以用不同的数字表示影像的不同灰阶。因此，无论数字统计资料，各种地图资料或者像片资料，都能以数字形式输入计算机，虽然信息量非常大，但是为计算机输入、存储、识别和处理提供了可能和依据。

（二）机助制图的工艺过程

1. 编辑准备

这一阶段主要是根据编图要求，搜集、分析和选择制图资料，规定地图投影和比例尺，确定地图内容和表示方法；根据确定的地图资料的数字化方法，进行数字化前的编辑准备工作，例如地形要素的分色处理，制作数字化底图等；研究程序设计的内容，要求和方法。最后拟订一个制图的编辑计划。

2. 程序设计

这是机助制图不同于常规制图的一个显著标志。根据编辑计划所确定的编图要求、编图顺序和各项技术指标，具体地建立数学模型，设计或者调用编图所需要的各种制图程序，以便实现各种自控装置的联结，保证从原始数据的输入，计算机处理，直到所需要的地图的输出。由于程序设计跟使用的数据有关，因此，这个阶段常常是和图形数字化同时进行的。

3. 图形数字化

图形数字化（也叫图数转换或数据获取，简称数字化），

即将图形或图像转换为数据，以便计算机存储和处理。当前使用的数字化方法有扫描数字化、手扶跟踪数字化、自动跟踪数字化等。其中以联机方式的手扶跟踪数字化最为普遍。制图资料经过数字化以后，将数据存储在磁带或磁盘上，作为数字资料库的一部分，或者直接提供给计算机处理。

4. 数据处理

指在数据获取与图形输出这两个阶段之间所要进行的数据的各种处理。包括数据的检查和更新，数据的选取和运算，图形的变换和表示等等。所有这些工作都是编辑人员通过调用系统程序或者用户自行设计的程序来实现的，而且处理方式可以采用联机的，脱机的，或者混合的方式（详见第六部分），一般以联机方式最为普遍，因为这种方式容易实现数据的实时处理。

5. 图形输出

图形输出也叫做数图转换。制图数据经过数据处理以后，变成了绘图机可以识别的信息。驱动绘图机就可以输出图形。根据数据的不同来源、不同的图形特点和对最后成图质量的不同要求，可以采用数控绘图机、扫描绘图机、缩微胶片绘图机、显示装置或行式打印机等输出图形。由于对地图精度要求比较高，而且一般还需要复制，因此，当前多采用带有光学绘图头的平台式的数控绘图机，以便输出线划精美的感光底片，用以复制大量需要的地图。

由此可见，机助制图的全部工作就是要解决下述问题：以什么样的资料和方式输入到计算机中去；对这些资料将如何进行处理加工；以及经过处理加工的数据如何按要求输出地图产品。

