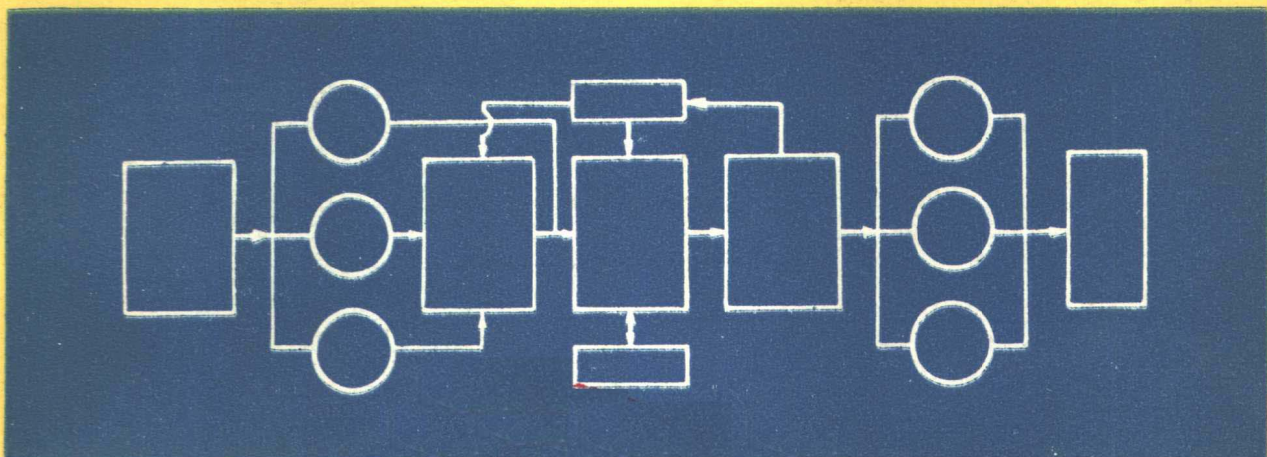
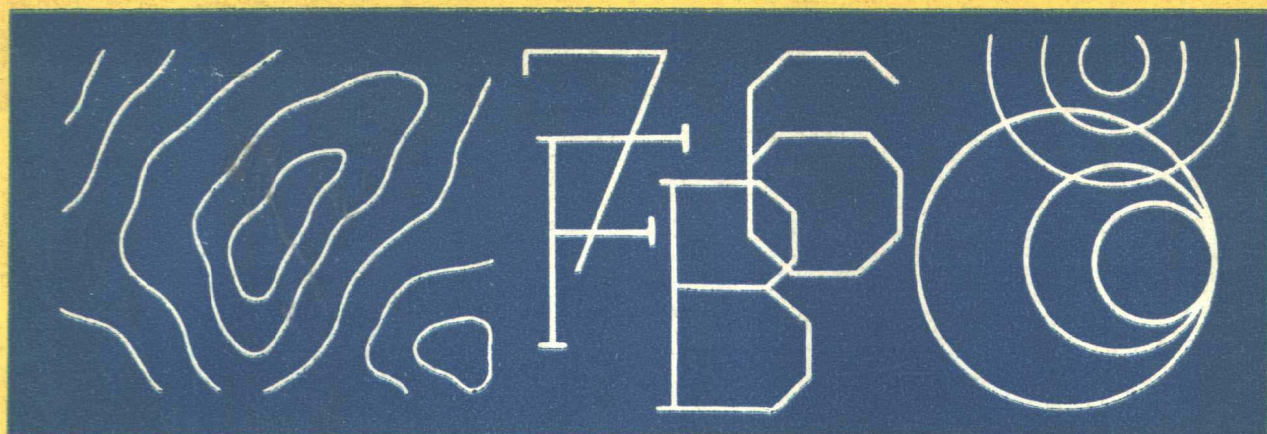
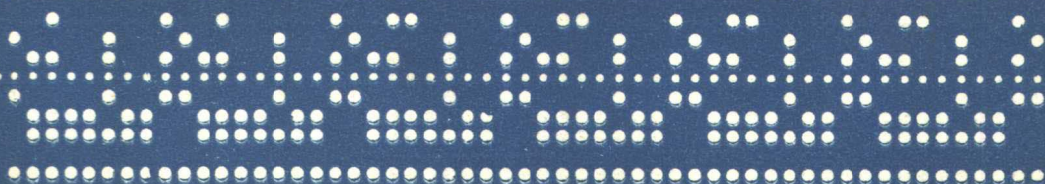




刘 岳 梁启章

专题地图制图自动化



测绘出版社

专题地图制图自动化

刘 岳 梁启章

测绘出版社

内 容 简 介

本书结合专题地图的制图问题,较为系统地介绍了制图自动化的原理和方法。全书分为十三章,内容包括:专题地图概述,制图自动化的发展和应用,制图自动化的主要设备,程序设计和数学方法,各种基本绘图软件,以及等值线图、符号图、立体图、统计图、类型图等专题地图的编绘方法和程序设计。书中给出了使用 FORTRAN IV 语言编写的三十余种自动制图的源程序,这些程序都是经上机实验通过的。为便于读者理解本书的内容,书中对 FORTRAN IV 语言也作了简要介绍。

本书可供测绘、地理、地质、环保、农林等部门的有关制图人员,大专院校有关专业师生参考。

专题地图制图自动化

刘 岳 梁启章

测绘出版社出版

测绘出版社印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $14 \frac{1}{4}$ · 字数 342 千字

1981年3月第一版·1981年3月第一次印刷

印数 1—4,500 册·定价 1.50 元

统一书号: 15039·新139

前 言

制图自动化是地图学研究的新领域，也是地图学发展的方向。近十多年来，自动制图技术的研究获得了迅速的发展，并愈来愈多地在各专业部门得到应用。实现制图自动化是地图制作的一项技术革命，它对加快成图速度、充分发挥地图在生产建设 and 国防建设中的作用，具有十分重大的意义。近年来，我国一些科研、生产、教学部门已在积极开展这项课题的研究，但到现在还没有出版有关制图自动化的专门著作，供有关方面参考。我们写本书的目的是为适应向四个现代化进军的需要，较为系统地介绍制图自动化的基本原理和方法，重点在于叙述有关专题地图制图自动化的一些问题。书中的大部分内容是在实验基础上总结而成的，我们希望借此交流经验，共同提高，以加速我国制图自动化工作的发展。

本书的前一部分主要介绍制图自动化的共同性问题，后一部分着重叙述各类型专题图的自动编制方法。专题地图的编制涉及问题较多，我们多年来虽围绕自动化开展了一些工作，但因受设备等条件的限制，还有不少内容未能进行实验，许多问题有待今后深入探讨，因此本书中各章节还不够平衡。另外，我们认为要使读者真正了解实现制图自动化的具体方法和途径，有必要较为详细地介绍有关绘图软件的设计过程，所以本书中除了对制图自动化的原理和方法进行阐述外，还给出了程序设计的逻辑框图及 FORTRAN IV 源程序。这些程序也可供有关部门使用和参考。

在我们实验过程中，曾得到许多兄弟单位和有关同志的支持与帮助。本书写作中，廖克、傅肃性、苏映平、金学英、曹桂发等同志提出了不少宝贵意见，张晋、刘钦圣、何建邦、毋河海等同志提供了部分资料，吴忠性教授审阅了原稿。对此，我们表示衷心地感谢。

由于我们水平有限，书中可能存在某些缺点和错误，敬希读者批评指正。

作 者

一九七九年四月于北京

1159-03

目 录

前 言

第一章 专题地图概述	1
一、专题地图的作用和制图信息传输系统	1
二、专题地图的分类	3
三、专题地图的表示方法	4
四、专题地图的主要图型	8
五、专题地图的编制特点	9
六、专题地图在区域研究中的应用	11
七、专题地图的发展趋势	13
第二章 制图自动化的发展和应用研究	14
一、制图自动化的发展	14
二、制图自动化的主要阶段及其工艺	17
三、地图资料数据库和制图自动化的应用	19
第三章 制图自动化的主要设备	21
一、数字电子计算机及其外部设备	21
二、图像数字转换仪	21
三、自动绘图机	24
四、图像显示编辑装置	27
第四章 制图自动化的程序设计和数学方法	29
一、制图自动化的程序设计	29
二、制图自动化中的数学方法	33
第五章 程序设计语言——FORTRAN IV简介	37
一、FORTRAN IV 语言的一般规定	37
二、说明语句	40
三、赋值语句	41
四、控制语句	43
五、输入、输出语句	44
六、格式语句	46
七、赋初值语句	51
八、函数	52
九、子程序	55
第六章 自动绘图机的控制和笔的驱动程序	57
一、脱机绘图机的驱动程序	57
二、联机绘图机的驱动程序	63
第七章 个体符号(包括数字、文字)的自动绘制方法和程序设计	73
一、符号数字信息块的编写方法	73

二、符号的数字信息存储方式·····	73
三、符号数字信息的读取、处理和输出的方法·····	78
四、程序设计·····	80
第八章 自动绘制光滑曲线的方法和程序设计·····	91
一、线性迭代法(抹角法)·····	91
二、分段三次多项式插值法(五点光滑法)·····	94
三、二次多项式平均加权法(正轴抛物线平均加权法)·····	100
四、斜轴抛物线平均加权法·····	107
五、张力样条函数插值法·····	109
六、五种曲线光滑方法的比较·····	119
第九章 符号地图的编制方法·····	122
一、图形设计·····	122
二、原始数据的整理和取样点位的坐标量测·····	123
三、程序设计和输出图形·····	124
第十章 自动绘制等值线图·····	129
一、数字模型和插值方法·····	129
二、网格方法绘制等值线图·····	133
三、网格方法绘制等值线图的程序设计·····	139
四、三角网方法绘制等值线图·····	149
第十一章 自动绘制透视立体图·····	169
一、透视变换原理·····	169
二、隐藏线的处理·····	173
三、自动绘制立体图的程序设计·····	174
第十二章 统计地图的编制方法·····	179
一、统计资料的选取和统计指标的自动分级·····	179
二、统计单元位置信息的编排方法·····	184
三、统计地图的程序系统设计·····	188
第十三章 类型图的编制方法·····	204
一、使用地图资料编制类型图·····	204
二、使用遥感图像资料编制类型图·····	211
三、使用数字资料编制类型图·····	215
参考文献·····	220

第一章 专题地图概述

地图按其内容可以分为两大类：一类是普通地理图（包括地形图在内），另一类是专题地图。专题地图着重反映某一种自然和社会经济要素的分布或强调表示这些现象的某一方面特征。目前在地图学领域内，专题地图是十分活跃的分支。由于在自然条件的调查研究、地理环境的监测和分析评价、资源的开发利用等大规模活动中都需要利用专题地图表示研究成果，或应用专题地图分析研究问题，专题地图的编制获得了迅速发展。由于电子计算机技术、信息论、控制论和系统论原理的引进，专题地图的编制理论和技术方法正在发生重大的变化，逐渐摆脱手工生产方式，向半自动化、自动化方向发展。在我国，地图应用于各个领域，它既是经济建设的先行，国防军事工作的助手和参谋，又是科学研究和文化教育的手段和工具，许多部门，特别是地学、空间科学等有关部门，对开展本专业的专题制图工作给予了愈来愈多的重视。专题地图主题内容多种多样，服务对象也很广泛，它同各个学科的联系非常密切，专题地图的编制除了具有通常地图制作的共同特征外，还有自己的一些特点，所以我们感到有必要在叙述专题制图自动化时，将专题地图的某些基本问题和发展趋势，先作一简单介绍。

一、专题地图的作用和制图信息传输系统

我们知道，人类生活的环境(包括自然条件和社会经济要素)是一个相互联系和作用、互为因果和制约、不断发展和演变综合体。为了对环境要素进行调查、分析、评价，地图是不可缺少的手段。构成环境的诸要素——地质、地貌、水文、气候、生物、土壤以及社会经济等都具有不同的结构和空间分布特征，同时还具有规模和程度随时间变化的过程，因而必须采用制图手段阐明和反映环境诸要素在不同时期的地理分布规律。地图可以看成是地面的图形符号模式，它直观地表示各要素数量、质量分布特征和区域差异，因此它是认识、了解自然和社会经济现象及其发展规律的十分有效的形式。现代地图学把地图看成是负载和传输各种要素空间分布信息的工具，在人类同自然、社会环境的联系中，地图是中间的媒介。只要我们考察一下制图的全过程，即考察一下从资料索取到地图制作和地图分析利用的各个环节，就能十分清楚地看出地图对人们认识客观世界的重要作用。制图信息传输系统，可以简单表示如图 1-1。

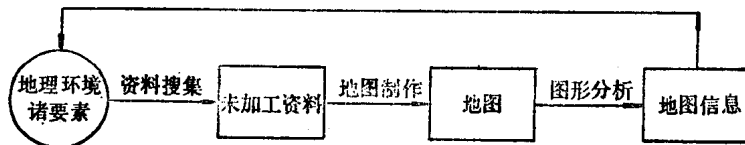


图 1-1 制图过程的信息传输系统

这个系统中的制图的各种内容——地理环境诸要素的调查、测量、取样分析等，我们称之为第一阶段的数据和资料搜集，是制图的基础，是对环境条件分析研究的依据。现代科学技术为我们提供了调查、测量环境的多种途径，可以获得多种形式的资料。例如通过

实地观测取得数据或用空间摄影图像取得信息等,这些原始资料的质量和数量特征是制图工作者首先要考虑的。如环境监测制图,主要资料是制图区域内监测点的取样分析数据,因此监测点的布局、取样次数直接影响制图精度和质量。航空和卫星摄影像片的几何精度、比例尺选择、感光材料性能、加工处理方法等也是制图必须考虑的因素。这就可以看出,第一阶段搜集的资料是人们了解客观世界的基础,是信息传输的基本内容,是制图表达的具体对象。

资料搜集虽然提供了认识基础,但是如果没有正确的处理方法和图形表示,往往达不到全面、准确地认识自然现象和分析评价的目的,也不能做出符合实际的科学结论。大量的未经过加工处理的数据和其它图像资料,包含有不同程度的各种(几何的、仪器的等)误差,其表达形式往往难于直接利用。因此,第二阶段——地图制作,是一个重要环节。制图本身是将未加工的原始资料经过误差改正、要素取舍、分类概括,最后用图形表现出来。现代地图具有建立在统一投影和坐标体系基础之上的严格数学保证,具有使用图形符号系统直观反映制图对象分布特征的表示手段和对制图要素进行抽象概括、取舍和综合的科学方法,使地图具备其它一切传输手段(例如文字、语言、像片)所不具备的特征,且不能用其它任何表达形式(例如数字、数学解析式)来代替。各种专题地图不仅是调查、量测之成果的反映,而且是科学研究的手段,为分析规律、综合评价、预测预报、制订规划、采取措施等一系列工作提供资料和依据。在第二阶段工作中,制图工作者起着重要作用。从地图数学基础的建立、表示方法的选取和设计图型、资料加工处理、地图内容科学模型的建立,直到制印出版,只有在地图专业人员的参与下,才能获得解决。显然,专题地图科学内容和表达形式的好坏,直接影响地理环境信息的传输和读取。因此,编制高水平、高质量的这类地图是信息传输的关键。

制图的最终目的是将地图成品用于分析、研究、量测、规划和实施。地图作为信息传输的工具,还必须用于完成信息的读出,这是制图过程信息传输系统中第三阶段的内容。地图信息的输出是充分发挥地图作用的实践,也是检验制图效果的客观标准。关于人们从地图上获取信息的问题是一个复杂的问题。由于知识水平和读图能力的差异,不同的专业人员获取的信息量是不相同的。这中间,一个重要的特点是人们借助于专业知识从地图上直接获取的信息往往多于地图的直观内容,因此我们不能用简单的数学表达式说明信息传输的关系。但是地图分析手段和方法是有其规律可循的。目前,有关地图阅读的知识、进行定量和定性分析的方法、通过地图量算和形态量测获取地图要素的数量特征,以及使用数学方法对地图信息的读出、加工处理等,构成了地图学研究的一个重要方面的内容。尤其是制图自动化技术为地图信息的读取、存储、处理和输出提供了新方法、新途径,展现出十分广阔的前景。

我们可以看到,制图过程传输系统是从资料搜集、加工到图形表示,又从地图输出各种信息,供人们去分析、了解自然和社会,并通过人们的实践活动去检验制图效果。这个过程是我们通过制图手段的不断加强去认识客观世界的过程,也是对原始信息由表及里、去伪存真的加工过程。这种信息的变换过程将用于指导实践,专题地图的作用和意义就在于此。

二、专题地图的分类

对种类繁多的专题地图加以科学的分类，这是一件有意义的工作，也是一项十分重要的工作。但是，目前还没有统一的分类标准。现在采用的各种分类指标只是从某一个方面来对专题地图进行归类，各有其优缺点，不同的分类系统只能相互补充，却很难相互代替。

首先，专题地图分类采用的一个原则是按地图内容来划分。应该说，地图上表示的主题内容是规定地图属性本质的方面。由于专题地图表示的各种自然和社会经济现象对应于各种不同学科的研究对象，所以专题地图可以用学科划分为标准，这是当前最普遍采用的一种分类方法。用学科来划分专题地图，可以先区分出自然地图和社会经济地图两大类型。前者主要表示自然要素的分布特征，后者则强调反映人类社会经济现象的地理规律。对自然地图，我们又可以按学科划分为地质图、地貌图、土壤图、植被图、气候图、陆地水文图、地球物理图、动物地理图、景观类型图等。对其中任一种类型的专题图可以再按学科分支划分下去，例如对土壤图，可以再划分为土壤类型图、土壤化学成分图、土壤侵蚀图等等；气候图可以再划分为太阳辐射图、温度图、降雨量分布图等等。实际上随着自然科学研究的不断深化，自然地图按学科分类也愈来愈细。这些分类清楚地反映了专题地图和各学科的密切联系，反映了各种类型专题地图的主题内容。社会经济地图依人类生产部门分工标准可划分为农业地图、工业地图、交通运输地图；按照其它社会经济要素可区分为人口地图、行政区划地图、文化教育地图和历史地图等。人类生产活动离不开自然条件和自然资源的开发利用，社会经济地图同样包括自然要素，只是从不同部门的利用角度反映它们的特征，所以农业地图应该包括农业自然条件图、土壤资源利用和评价图，以及农业经济图等等。这种按学科分类的系统可以表示为图 1-2。

第二种分类是按地图服务对象和编制目的来归类。常常遇到这种情况：同一主题内容的地图，只是由于服务对象不同而出现很大的差别。因此，从专题地图的目的和意义出发，

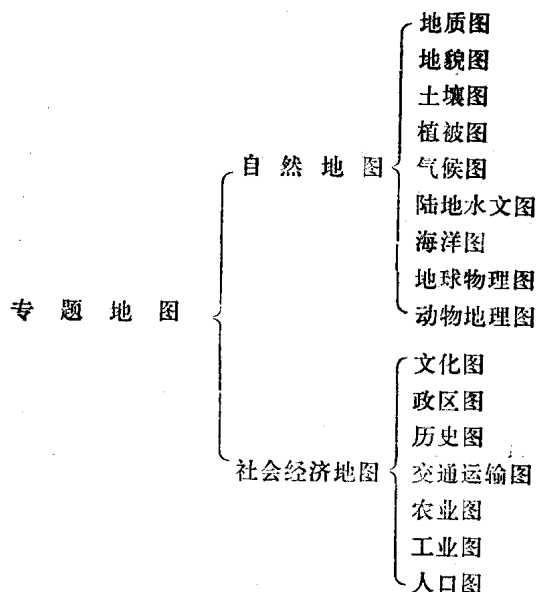


图 1-2. 专题地图分类方案之一

可区分为科学参考图、实用工程图、教学图、宣传普及图等等。这种从地图使用角度进行的分类有很大的实践意义，因为为不同目的而编制的专题地图在比例尺选取、表示方法、内容取舍、概括程度等方面有不同的要求。例如，为科学研究参考目的编制的地貌图着重反映地貌形态成因和类型，而为农业服务的实用性地貌图，将详细反映地面坡度、切割密度等数量指标。为工程设计服务的地形图必须采用等高线精确描绘地形起伏，而教学和旅游地图则可用地貌晕渲法表示地形的立体形态。由于专题地图具有广泛的服务对象，各种意义的专题地图还可以再划分若干类型。如科学参考地图可区分出科学一览图、部门参考图、预测预报图，实用工程图划分为现状图、规划图、改造措施图，教学图区分出高等学校、中等学校、初等学校使用的教学图，宣传普及图又可区分为旅游图和政治宣传图等等。除此之外，在专题地图分类中还特别划分出为专门目的服务的地图，例如航空图、航海图、宇航图等等。这些地图都具有特殊的用途、编制特点和制作方法，所以亦称专用地图。

和所有地图一样，专题地图按比例尺可划分为大、中、小三种类型。通常认为大比例尺专题地图的比例尺大于1:10万；中比例尺专题地图的比例尺在1:10万—1:100万之间；小比例尺专题地图的比例尺小于1:100万。在小比例尺专题地图中，百万分之一地图具有十分重要的地位，它被看成是一种基础地图资料。比例尺是地图的重要内容，它规定了地图的一系列性质。资料选取、内容综合、图型设计、使用方法等都同比例尺有关。例如大比例尺专题地图往往要通过实地调查、野外填图或像片调绘获取专门内容，多为实测图，而中、小比例尺专题地图多数是在室内编制或用判读卫星像片等手段制作的。因此比例尺是重要分类指标，它综合地反映各类地图的差异性。但是，应该指出的是专题地图的比例尺分类还没有像地形图那样具有统一的规范和完整的系统性，这是有待于今后研究解决的问题。

三、专题地图的表示方法

由于自然和社会经济要素分布特征的差异，在专题图上采用的表示方法也有多种形式。各种自然和经济现象在地球面上的分布可以分为下列类型：①有的现象具有面状连续分布的特点，其中还有的现象呈逐渐变化的趋势，在制图区域内只是表现高低、强弱不同，如地形、地磁、气压、温度等；②有的要素呈离散的点状分布或占有较小面积的块状分布，大多数社会经济要素属此类型，如居民地、工厂、车站、水井、高程点和监测点等；③有的呈线性连续分布，如海岸、河流、交通线路、油气管道等自然和经济要素；④也有的现象是间断的面状分布，它们在整个制图区域内到处都可能出现，但却是断续的，如耕地、森林、牧场、沼泽等；⑤还有的集中分布于制图区域的个别地方，其他地区不经常出现，如矿藏等。上述这些分布特点决定了各种专题地图只有采用不同的表示方法，才能具有较好的表现效果。除此之外，由于制图资料类型不同，有的是精确定位资料，有的是行政单位的统计资料，使用的表示方法也有差异。通常我们把专题地图表示方法划分为以下几种：

1. 符号法

使用符号表示制图对象的分布，主要用在对有精确定位的点状地物的描绘。专题地图上采用的点状符号按其形状可以划分文字符号、几何符号、特征符号和艺术符号。符号的

大小和分级,可采用按连续绝对增长的比例或阶梯增长的比例等原则。经常使用符号内的不同颜色和线画反映制图对象的内部结构,例如采用圆形符号表示工业分布中心,可用圆的大小表示工业中心规模,圆内划分不同比例部分反映各工业部门的组成。采用风玫瑰图可以表示多种指标,如用圆符号定位于观测点,用不同方向的齿长表出风向的频率等。

使用符号法编制专题地图的主要问题是选择和设计科学的符号系统,制定符号分级原则。一般要求符号系统的设计反映制图对象的内在联系,适应于人们的视觉习惯,符号图形不仅要简单明了,而且能反映和传输制图对象较多的信息量。用符号法编制的地图可以表示地物数量和质量特征,并有精确的定位,是制图中常用的表示方法。

2. 线状符号法

地球上许多制图要素,如河流、海岸、地质构造线、交通运输线等,都是呈线状分布,要在地图上反映这些现象,必须采用线状符号。线状符号包括不同颜色和形状的线划、箭头、条带等。地物的质量特征可以用线状符号的形状和颜色加以区分,而数量特征则用符号大小表示。在专题图上经常使用线状符号的宽度来反映数量指标,例如在交通运输图上,用条宽表示运输量,同时带内用各种晕线或颜色划分货物品种。

在专题图上,有时线状符号不仅表示现象的本身分布,而且反映这种现象运动的轨迹,如台风运动途径、鱼类回游路线等。在表示制图对象运动方向时可以包括较大的区域面积,例如用箭头符号表示洋流。所以这种方法又称动线法。可以用运动线的粗细反映现象分布的强度,长短反映重复出现的次数。线状符号同样可以反映制图对象的动态变化,用不同颜色或形状代表不同时期发生的现象。使用线状符号编制地图的主要问题是选择和处理制图对象的各种数量指标,设计合适的、有表达力的图形结构。

3. 等值线法

等值线法是用来表示连续分布并逐渐变化的制图现象的数量特征。在制图上等值线被认为是具有相等数量指标的点的连线,但在实地上并没有这种标志,地图上等值线的意义并不是它的本身,而是作为一种表达整个制图地区特征的方法,反映制图对象的差异变化。等值线法具有较强的表现力,尤其是在地图采用不同灰阶和分层设色的情况下,更能明显地反映出制图区域内现象的分布规律,如地形高低、气候要素的强弱变化等。一般地说,用等值线表示制图对象都是反映绝对值,有时也表示数量指标的相对值。在小比例尺地图上采用等值线法表示非连续分布的现象(如人口分布)时,必须使用相对值,相对值是指单位面积内现象数量的多少,如人口密度、开垦程度(即耕地同全区面积的比等)。实质上,使用相对值是把间断分布的现象加以平均化,视为连续分布来看待。使用相对值指标表示的不是制图现象本身,而是它在制图区域内的相对特性。显然,对非连续现象如果不使用相对值,而用绝对值,必然导致表示现象的歪曲,这是应该注意的。

等值线法与符号法一样,属于精确的制图方法,它可以细致地描绘现象的分布。但是等值线的精度是由测量精度决定的,实地量测数据是勾绘等值线的依据。在专题制图中,勾绘等值线往往建立在区域单元平均值的基础上,此时数据点不是直接量测,而是采用区域单位中心。在这种情况下,等值线只是概略地反映制图现象的主要趋势。等值线图主要反映某一时间制图现象的分布,同样也可以表示动态变化,例如用等变化线反映人口增长率等发展趋势,或者编制不同时期的等值线图进行对比。

编制等值线图的重要问题是制定等值线间距表。选取等值线间距有各种原则,例如等

间距原则和非等间距原则,要求对应于制图现象的特征值,反映区域变化的特点。等值线间距愈小,愈能精确描绘制图对象的分布,但是等值线过密会使地图降低易读性。勾绘等值线的方法也是一个重要问题,因为人工勾绘等值线的好坏取决于制图人员的专业知识。自动制图则可使用线性或非线性插补数学方法,多数采用距离加权平均的原则。除此之外,在等值线法制图中的分层设色原则以及综合取舍等问题都是地图学研究的重要课题,这里不再详述。

4. 质底法

为了反映制图区域连续分布现象的质量特征,通常把性质有差异的不同类型在地图上用不同颜色加以区分,这种表示方法称质底法。质底法是反映整个制图地区的质量差异,需按确定的原则划分各种类型或进行区划。质底法除了使用各种颜色外,还经常采用面状符号、晕线等表示手段。但其本质问题是图例类型的划分和界线的确定。类型界线可以是精确的或概略的。精确的界线是对应于实地分布,例如在地质图、土壤图、植被图上类型界线都是通过实地调查或像片判读确立的。概略的界线往往是在实地难于获取精确界线,或者不要求精确地反映分布位置的情况下使用,例如动物地理分布图、小比例尺经济或自然区划图等。图例分类系统和质量特征的说明是一个复杂的问题,有的采用单一分类指标,有的采用多指标分类方法,这同专业要求和区域研究程度密切相关。用质底法编制地图还有其他科学问题,如类型界线的协调、整饰原则、要素的综合等,这在部门专题制图研究中有较详细的讨论。

5. 范围法

对于集中分布在一定面积上,而在其他制图地区不经常出现的自然和社会经济现象,则使用范围法表示。范围法是用颜色、线条、闭合的界线,以及符号、文字等表示手段来反映制图现象分布的范围。按制图对象分布特征,范围法可以区分绝对分布和相对分布两种。绝对分布是表示现象只在绘出的界线内出现,其他地区不会发生。相对分布表示该现象不仅在某地区集中分布,其他区域也会出现。范围界线可能是精确的,也可能是概略的。图上范围界线精确表示的,必须根据实测调查资料。对于难于精确反映分布范围的现象,往往在图上不绘出界线,而使用非比例尺符号来表示分布中心,例如在农业图上经常用个体符号表示作物种植的地区。范围法主要是表示制图现象质量特征,但是也可以反映其数量指标,如用不同深浅的颜色和不同密度的晕线反映分布强度变化,用个体符号的大小表示不同等级的分布面积,用范围界线的变化反映动态发展。

6. 点描法

这种方法是在制图现象分布的范围内,用大小相同的点群表示其分布特征,其点数多少对应于该现象在表示范围内的发展程度,点密集的地方表示制图现象集中,有较高的发展程度;点群稀疏的地区则说明发展程度不高。图上表示的单独一点不能看成是独立的符号,它不表达这种现象的分布位置,只能从总体的点集来反映分布规律。每个点代表的数量叫点权或称点数值。点数值的选择对编制点描图有重要意义。一般要求点数值尽可能小一些,以增加点群中的点数,增强地图的表达力。但是这却带来技术上的困难,要花费较多时间。对于数量差异很大的现象,点数值的选择,原则是在最密集的地方不允许点和点互相重叠,最多只能联结成片(此种情况将不能进行点数统计)。在出版的专题图上,一般可采用直径0.5—0.25毫米的点。显然,点的面积愈大,点数就愈少,点数值也就愈大。对

于差异特别大的现象，难于确定统一的点数值，可采用两种点数值，分别反映该现象在集中和稀少地区的分布特征。

编制点描图一般使用统计资料，根据行政单元的统计数据计算各行政单元点的数量。但是要注意的是确定点位有两种原则：一种是不考虑制图对象分布特征，均匀地把点绘在行政单元界线内；另一种是考虑制图现象实际分布范围，只在分布范围内绘点。后者称为精确的点描法。例如作物分布只能出现在耕地范围内，因此在森林、沙漠、高山等地区应排除点的出现。一张点描图上可以反映多种现象，但这些现象必须不是分布在同一地区。采用点描法同样可以反映制图对象的动态变化，如用不同颜色的点表示不同时期的现象分布。点描法多用于编制小比例尺经济图，对差异较大、分布不均匀的现象能获得较好的制图效果。

7. 分级统计图法和图表统计图法

这是两种反映统计资料分布特性的表示方法。分级统计图法是用颜色深浅或符号疏密表示制图现象统计差异，图表统计图法是用柱状图或其他图形符号表示各区域单元的统计数据。这两种方法的差别在于：用分级统计图法反映制图现象分布强弱，必须使用相对值指标；而图表统计图法则直接采用绝对值指标，通过图形符号大小对比反映区域差异。图表统计图法看上去和符号地图外形相似，它们之间的区别在于图表统计图的符号不表示地物分布具体位置，只反映该区域单元的数量总和，而符号图却表示制图对象分布位置，有精确的定位。图表统计图的编制主要是设计和选择符号图形，使之能正确地反映各区域单元统计数量差异，力求对比明显。在图形设计时，要依据制图对象统计数据的大小差异，确定采用线状、面状或立体的图形符号。为了表示多种统计指标，用符号内部结构区分制图对象不同组成部分。例如经济图上经常使用圆形符号表示各统计单元的工业总产值，圆内划分成不同比例表示各工业部门所占的比重。图表统计图法反映制图对象的动态变化时，可用同一符号大小对比说明不同时期的增长和下降趋势。分级统计图编制是比较复杂的，主要问题是对统计资料加工处理和科学分级，常规分级是用手工作实验，现在可用电子计算机自动实现(见第十二章)。分级统计图的色彩设计也是一个重要问题，表示同一现象的分布，原则上最好使用同一色调，但要求不同级别的色差易于区分，同时又保持其连续性，使其色彩深浅变化反映出制图对象的强弱差异。

对于上述专题地图的表示方法，我们可以按不同的指标分为若干类。例如可以先区分统计表示方法和非统计表示方法，再按定量和定性标准划分，其中定量方法又可再分出表

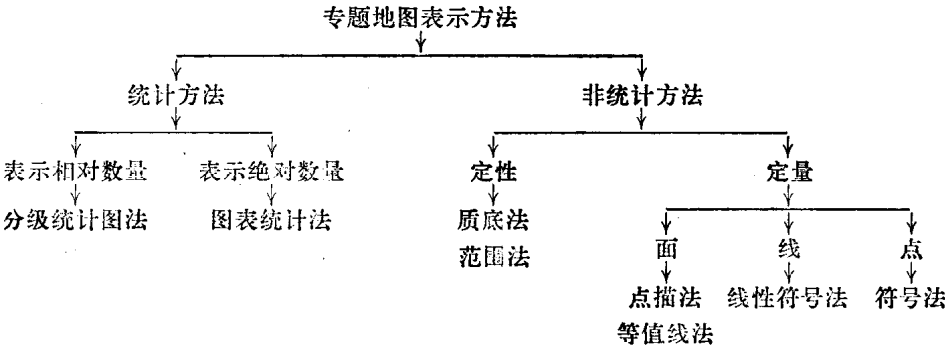


图 1-3

示绝对量和相对量,或者按点、线、面的原则加以分类。每种表示方法划归那一类,当然没有绝对的界线,有的方法既属定性的,也属定量的。表示方法的分类如图 1-3 所示。

四、专题地图的主要图型

专题地图表示内容是极其丰富的,它的选题取决于区域研究程度、资料积累、服务对象等多种因素。专题地图可以从单要素的分析到多要素的综合评价,从历史、现状到预测发展趋势,从分类区划到治理措施和建议,反映人们研究、认识自然和社会经济现象的不同阶段和深度。依据专题地图的编制方法和特点,我们可以划分出三种类型:分析型专题图、综合型专题图和合成型专题图。其中,合成型地图是专题地图发展的一个重要方向。制图自动化的进展,为编制这些专题地图提供了新的技术手段和方法。制图数量指标的选取、原始资料的加工处理、数学方法的应用、图形设计和输出技术、程序系统的保证等问题都是当前研究的重要课题。以下简述这三种类型的专题地图在内容和编制方法上的一些特点,以及实现自动化的一些问题。

1. 分析型专题地图

分析型专题地图是反映自然和经济的单一要素,描述制图对象某一方面的性质和特征。通常,编制分析型专题地图是在区域研究和开发利用的开始阶段,是从事分要素的研究时需完成的制图工作。最常见的分析型地图是反映单一制图要素的分布强度、密度、垂直和水平变化、分布位置、运动方向等。例如地势图、人口密度图、土地利用图、土壤图、气候要素图等。分析型图是直接表示调查、测量和试验成果的图型,是制图地区基本资料,具有较高的精度和确切反映客观实际的特点。因此分析型地图是开始研究地区各要素特征和不同要素之间关系所必须的资料,又是编制综合型和合成型地图的基础。

关于分析型专题地图的编制方法,现阶段已有相当成熟的经验,这些问题的讨论大都出现在各部门专题制图的著作中。在许多专业工作者的参与下,通过实验制定了各种规范,例如地质、土壤、植被、土地利用等专题图的编绘规范,对比例尺选取、地图内容、综合取舍原则、制图工艺、表示方法、整饰规格等问题都有深入的讨论。在使用自动制图技术完成单要素的地图编制方面也进行了许多试验研究,有的已在生产中应用。本书叙述的自动制图的一些实验成果,说明了实现分析型专题地图编制自动化,并不存在不可克服的困难。当然,要达到较高的自动化水平还需长期努力。

2. 综合型专题地图

同分析型地图相比,它不只是反映单一要素的特征,而是表示紧密联系和互相制约的一组要素,反映其多方面的特征。综合型地图除了表示制图对象质量和数量特征外,重要的是强调它们之间的有机联系。综合型专题图在表示制图对象不同成分和组成的基础上,还可以按照综合指标划分不同类型。综合型地图可以分为以下几种形式:① 着重反映某些要素数量、质量指标的分析型综合图。如地面物质构成图、作物组成和产量图、污染分布和污染源类型图等;② 着重反映地区综合指标,具有一定合成性质的合成型综合图。如工业生产类型图、气候分区图、土地类型图等;③ 把①、②两种类型地图结合起来,综合反映其特性的专题图。如在图上划分地形、气候地带的同时,表示主要气候指标。因此,综合型地图是介于分析型和合成型地图两者之间的过渡图型。通常在区域部门研究一定程度的基础上,为综合反映地区特点、强调各要素之间联系而编制。

综合型地图编制应包括要素的选取、制图指标的确定、各要素之间的协调以及采用合理的表示方法。在图型设计和整饰工艺上要求有较高的技巧水平。使用自动制图技术编制综合型专题地图目前还研究的较少。相比之下,综合型专题地图自动编制要求较高的自动绘图技术和工艺水平,程序设计也较复杂。但是随着制图自动化的发展,综合型地图的自动编制是完全可以解决的。其中较为重要的问题有要素的自动选取,要素的协调和自动综合等。对于综合型专题图,当前还缺少理论分析和评价,完全实现自动制图还需长期努力。

3. 合成型专题地图

合成地图是反映人类对地区环境条件认识深化的一种科学表达形式。对应于人们认识过程由低级到高级、从单要素的分析到多要素的合成的不同阶段,合成型地图主要特点是反映制图地区统一完整的特性,在考虑多方面因素和相互作用的前提下作出科学的结论。因此这种地图不表示单一要素的分布,而是通过分区划片反映整个地理环境系统,只在图例中说明各要素的特征。分析型地图和合成型地图反映人们认识过程的两个方面,从分析到合成,标志着认识程度发生了质的变化,在合成地图上不表示具体看得见的制图实地对象,而是反映人们对物质世界认识和思维的成果。我们知道,当前地理环境研究的特点是使用系统论的分析方法看待各种自然和经济要素的组合,找出它们之间相互作用、因果关系和发展方向,了解它们之间一致性和差异性,由此组成不同级别的区域结构体系,这是较为完整的科学化合成阶段。显然合成型地图反映合成化程度的研究。因此合成型地图可以按合成深度采用简单合成指标和多种合成指标加以区分。前者合成对象限制在某一范围,例如,只使用气候要素编制气候区划图;后者使用多种自然和经济要素的指标,编制环境综合区划和评价图。合成地图的编制是建立在单要素分析研究的基础上,是使用单要素分析型地图资料,但绝不是许多要素的机械叠加,而是抽取本质的、占主导地位的内容,反映有密切联系的自然经济综合体。

合成地图的编制是来自客观的要求。随着人类对区域研究的不断深入,资料积累越来越多,这就要求从分析综合到合成,全面作出评价,获得科学结论,用于指导实践。从研究深度上讲,只有在合成的基础上进行模式化研究,建立系统,才能掌握规律,预测变化发展。编制合成地图在方法上还是处于探讨试验阶段,过去不同专业工作者同制图人员合作编制了不同类型的区划图和景观图以及分区图、类型图等,积累了一定的经验。但是这些编制方法多是经验式的,缺乏方法上的论证。当前由于电子计算机和自动制图技术的引进,为编制合成地图提供了新的方法和途径。尤其是多变量分析技术(例如因素分析、聚类分析)的应用已取得一定的效果。自动编制合成地图必须是在地区研究的基础上,建立合适的数学方法,实现计算机对原始资料的处理和分类,最后做到图形输出。

五、专题地图的编制特点

同普通地理图相比,专题地图的编制有下列一些特点:

1. 资料来源多样性

编制专题地图的资料有多种来源,包括各种地图资料、航空和卫星像片资料、野外实测调查和记录数据资料、社会经济统计资料以及文字描述资料等。因此专题地图编制采取多种途径,例如:自然条件和资源的大比例尺图(地质、地貌、土壤、植被、土地利用等

专题图),一般地需要实地调查和野外填图;小比例尺专题图可以依据大比例实测图进行室内编制;统计资料用于人口、经济专题地图的编制;一些实地记录和探测数据用于编制自然环境现象分布图(海洋、地震、地磁、重力、环境污染等专题图);历史地图则主要依靠文字和图形资料。在资料来源中,愈来愈有重要意义的是图像信息。由于遥感技术的发展,从不断获取的多光谱图像资料编制专题地图成为当前一个重要方向。在多种形式的资料中,数字形式的资料也愈来愈受到重视,获得日渐广泛的采用。由于制图自动化技术的发展,数字资料可以直接送入电子计算机进行加工和处理,所以不论图形资料和像片资料,都必须转换为数字形式。许多专业部门都正在建立各种不同内容的数据信息库,为制作专题图提供可靠的资料基础。

2. 专业工作者和制图人员密切协作

编制专题地图必须建立在对表示内容深入研究的理解的基础上,专业人员参与制图工作是完全必要的。专题地图的编制可以有几种形式:一是由专业人员提供作者原图,二是专业人员和制图工作者协作完成编稿,三是制图人员独立地进行编制。无论是哪种形式,制图工作者在编制过程中都要发挥重要作用。例如,在确定地图一系列要素:选择比例尺、建立地图数学基础、资料选取、内容综合协调、表示方法的设计、整饰工艺等许多环节没有制图人员参加是不可能获得圆满解决的。一种有效的形式是专业工作者和制图人员密切配合,互相学习,制图人员掌握必要的专业知识,取得共同语言,这是编制高质量专题地图的重要保证。当然,一些专业地图工作者,既具有地图学的素养,又通晓相应的专业知识,也可以独立完成一些专题地图编稿任务,这样的例子也是很多的。当前专题地图的编制愈来愈多地采用数学方法和制图自动化技术,专业人员和制图工作者密切合作,更显得有重要作用。专业工作者应当运用本学科知识,协助制图人员提出有关专题内容的数量指标、数学模拟方法等,制图人员在采用新技术手段的基础上,帮助专业工作者提高地图使用分析技术,检验地图制作标准。

3. 底图要素和专门内容的配合

专题地图的编制必须在具有普通地理图要素的底图上进行。一般来说,要根据专题地图要求编制相同比例尺的基础底图。底图必须保证编制比例尺的几何精度和足够的详细程度,以便准确绘制专门内容。底图要素应依专业内容的要求合理选取,尤其要注意表示那些和专业内容密切相关的要素。例如,自然条件图要求地形、水系以及资源利用的地类界线表示的足够详细;而编经济图时,居民地、交通、境界等底图要素的反映就显得重要。不应该把底图要素和表示专门内容割裂开来看待,而应该把底图要素看成专门内容的补充和一个组成部分。因此在编制过程中,必须注意各要素的互相一致和配合。当前一个重要趋势是愈来愈多地采用经过几何纠正的像片镶嵌影像地图作为编制专题地图的底图和重要资料。由于影像地图全面反映地面景观光谱特征,使编制的专题地图精度大大提高,内容更加充实,有时可以代替线画底图,因而日渐受到重视和欢迎。

4. 地图内容完整性、科学性和各要素协调一致

专题地图的质量首先取决于专门内容的表示,其中包括使用资料的可靠程度、现势性、科学完整性、表示的内容是否反映本学科的现代发展水平以及编制的地图在科学研究和生产实践上的意义与作用。编制出版专题地图或图集,往往是本学科多年成果的总结,在一定程度上标志着该学科的发展水平。专题地图反映人们对物质世界认识和研究的程度,除

了根据实际调查材料编制外,也可以通过推断,甚至根据提出的某种假说的学术观点来编制。对有些区域研究程度不够、或者只有典型地区和路线考察资料的情况,在编制专题图时要特别注意加以区分。任何时候都要区别反映实际存在的现象和未经实践证明的表示内容。专题内容的分类分级体系是科学性的重要标志,必须在本学科深入研究的基础上,或者在有专业工作者参加的情况下制定。分类、分级标准是反映制图现象的物质组成、运动或发生、发展的内部联系,体现其一致性和差异性,通过分类分级能明显反映区域分布规律并考虑到分类分级在生产实践中的意义,有助于指导生产活动,专题地图的科学性还体现在表示要素之间协调一致。必须以综合的观点对待表示的要素,即从辩证唯物主义观点出发,决定各要素的综合与取舍。绝不能机械地、孤立地表示单个要素,以致出现互相矛盾的现象。对于编制成套专题图和一本图集来说,这种观点更为重要。往往在编制过程中采取一定的技术措施,来保证各种要素在内容上的统一性和互相协调关系,例如采用统一的底图,按不同要素相关的程度来顺序编稿,如按地势—地质—地貌—土壤—植被—土地利用—农作物分布的顺序完成编稿。专题地图内容上的科学性、完整性是一个复杂的课题,当前专题地图编制的理论和方法还缺乏深入研究,还没有形成体系,各学科只从本身专业要求提出专题制图的一些问题,缺少综合而全面的总结。

5. 表示方法的选择和整饰工艺

由于复杂的自然和社会现象具有不同的分布特征,所以在专题地图上描述这些现象时所采用的表示方法也是不同的。作为形象符号造型的地图要正确反映制图对象,不仅要合理地选择表示方法,而且要善于运用丰富多采的符号。表示方法的选择要考虑多种因素,例如地图服务对象、比例尺、资料来源、制印出版条件和制图对象的分布特征。在选择表示方法时要注意各种表示方法互相补充和搭配使用,如同时使用分级统计图法和图表统计图法反映某一现象相对数量和绝对数量指标,用质底法和符号法的共同表示区域整体差异和单一要素分布。专题地图的整饰工艺对于提高地图表现力也有重要意义,特别是符号线画系统的设计、色彩的运用、色标的选择等,都是重要环节。有些部门专题地图,如地质图和地貌图等,符号和色彩日渐标准化,并已形成专门的系统。但大多数专题图的整饰还很难做到一致,所以编制专题地图最后必须提供彩色样图,作为制印的依据。彩色样图的制作必须做到科学性和艺术性的统一,体现区域特征。对于有些专题图,例如地势图、分级统计图等也可以只提供彩色分级色标表。但是彩色分级色标的制定也还必须在典型地区试验的基础上才能做到。

六、专题地图在区域研究中的应用

专题地图在实践中的应用不仅是部门学科的事,而且应该是地图学研究的一个重要课题。目前在区域研究中,制图方法愈来愈受到重视。借助于制图手段,对各种自然和经济要素全面分析,弄清各要素之间的联系,加深对区域环境系统形成的理解,在开展模式化研究、进行综合评价、预测发展趋势和提出改造及控制措施的过程中,专题地图将起到重要作用。地图作为科学研究的工具,具有许多重要特性:地图是地面客观实际信息的反映,大多数分析型地图是直接来源于实地调查和测量的结果,是第一性可靠资料。地图表示的内容不仅要符合客观实际,而且是在一定水平上进行科学地抽象、提取和加工的产物;地图能给予人们的是完整的空间特征的概念,而不是局部、残缺不全的描述,尤其是地图特有的