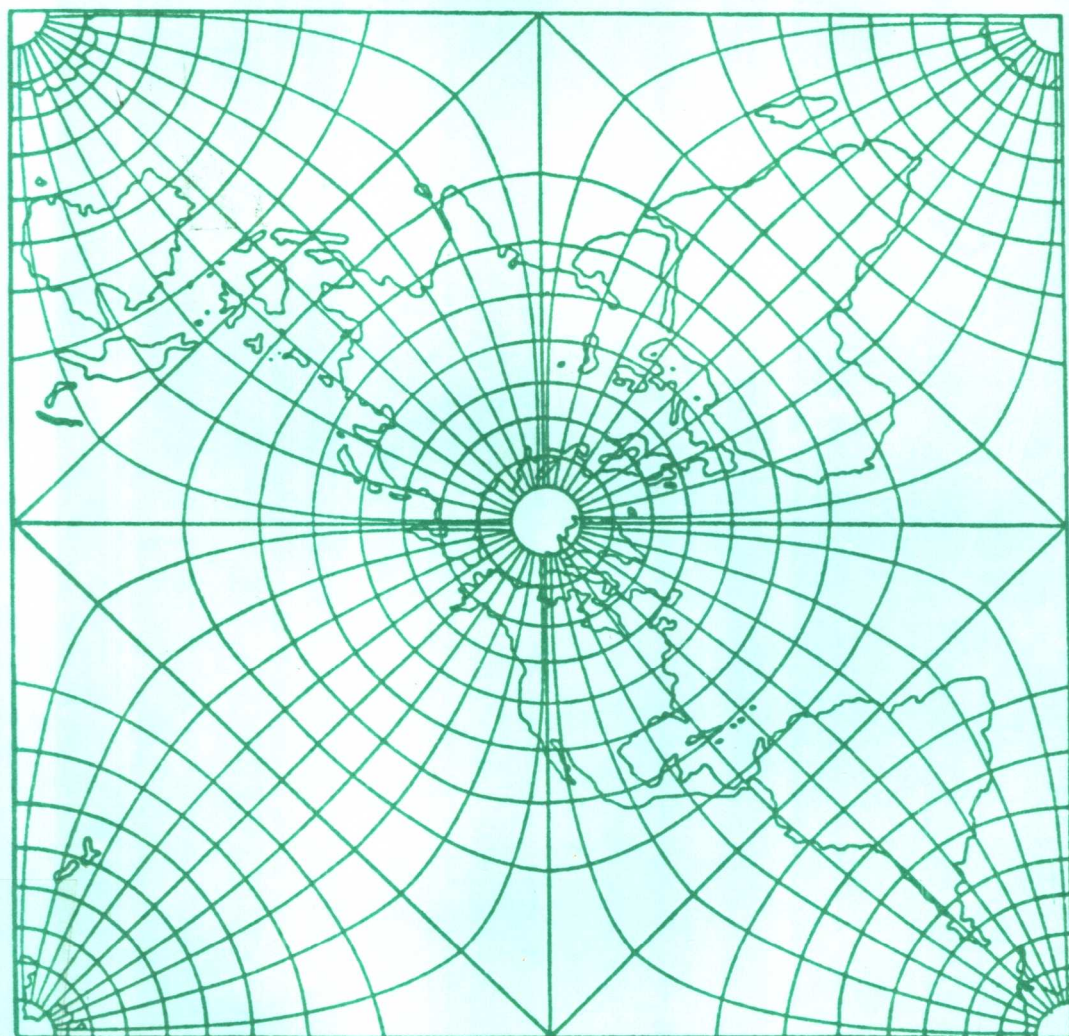


高等学校教材

地图制图学概论

田青文 主编



中国地质大学出版社

高等学校教材

地图制图学概论

田青文 主编

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书是在内部胶印教材《地图制图概论》的基础上,按照现代地图制图学的结构和体系,经修改编写而成的。主要内容包括绪论、地图的基本知识、地图语言、地图投影、地图的制图综合、普通地图、专题地图与地图集、地图的编印、遥感制图、计算机地图制图等。

本书是地质矿产部测量学课程研究会推荐的专业基础课教材。可作为测绘类非地图学专业的本、专科生的地图制图学概论课程的教材,以及测绘类专业的研究生、教师和测绘工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地图制图学概论/田青文主编. —武汉:中国地质大学出版社, 1995. 9

ISBN 7-5625-1012-1

I. 地…

II. 田…

III. 地图制图学-概论

IV. P282

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 16633 号

出版发行 中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码 430074)

责任编辑 方菊 责任校对 徐润英

印 刷 湖北荆州鸿盛印刷厂

开本 787×1092 1/16 印张 12.25 字数 310 千字

1995 年 9 月第 1 版 2002 年 1 月第 2 次印刷 印数 1100—2600 册

定价 17.00 元

序

地图制图学是研究地图及其编制和应用的一门科学。向测绘类非地图学专业学生介绍地图制图学的基本内容,是《地图制图学概论》的主要任务。

由田青文主编的《地图制图学概论》作为高等学校教材,在较少的篇幅内全面、系统地介绍了地图制图学的理论、技术方法与工艺过程。全书包括十章。在绪论中阐述了地图制图学的定义、体系、与其他学科的联系以及地图制图学的发展历史,并且概要地阐述了现代地图制图学的体系和地图制图学的基本内容。第二章完整地介绍了地图的基本知识,这对认识地图的功能和基本内容是十分必要和有益的。编者将第三章的标题定为地图语言,这颇具新意,突出了地图作为特殊语言这一属性。第四章介绍了地图投影的基本知识,使读者能充分理解地图的数学特性和数学制图的理论和方法。地图制图综合是第五章的主题。编者不仅阐述了传统的制图综合理论,还扼要地介绍了近几十年陆续出现的数学分析方法,给读者以探索性的启发。普通地图各要素的概述及其制图综合,其内容丰富,历来占篇幅较大,经编者统一编排浓缩于第六章中,使其内容简练、重点突出,很有特色。第七章通过对品种最多、发展很快的专题地图和地图集的概述,使读者对专题地图和地图集的特点和制图方法以及代表性的制图作品有一个梗概性的了解。编者按生产流程将与地图编印有关的内容集中安排在第八章中,为读者全面了解这方面的内容提供了方便。现代高科技的发展,使得地图制图有了更丰富的信息源和现代化的制图方法,这就是遥感图像的获取和计算机地图制图技术。本教材第九章的遥感制图和第十章的计算机地图制图简要地介绍了这方面的基本知识,使得读者对地图制图的现代发展能有较全面的了解。

该教材按照现代地图制图学结构和体系安排教材内容,既对传统地图制图学的内容进行了全面阐述,又尽量融进现代地图制图学的理论和方法,在体系和内容上均有许多有别于其他同类教材的特色之处。

综上所述,作为非地图学专业的用书,本书较全面而又概要地介绍了地图制图学的内容,是符合少而精兼有启发性的优秀教材。

胡敏

1995年元月于武汉

前 言

地图制图学概论是为测绘类非地图制图专业的本、专科学学生开设的专业基础课。通过对本课程的学习将使获得地图制图学的基本知识、基本理论和基本方法等方面的知识,能对地图制图学的发展历史、现状以及发展趋势有一个较全面的了解。

本教材的雏形是包友林副教授编写并在院内使用的《地图制图》讲义油印本。在此基础上,由包友林、田青文、叶云溪、马智民等老师参加,经过增删修改又形成了《地图制图概论》胶印本,作为院内教材长期使用,并经地质矿产部测量学课程研究会评审通过,推荐公开出版。为了适应地图制图学理论不断更新和制图的技术方法飞速发展的现实,根据专家们的建议,在原胶印本的基础上,由田青文副教授按照现代地图制图学的结构,对原教材的体系进行了全面的调整,对内容进行了全面的修改或重写,最后形成了该《地图制图学概论》。

本教材由田青文副教授担任主编,并执笔编写了前六章及第八章,马智民讲师和田青文副教授共同编写了第七章,刘晓晔讲师编写了第九章,胡鹏教授和田青文副教授共同编写了第十章,最后由田青文副教授完成本教材的统稿工作。参加本教材编写工作的还有吴金华讲师、罗广祥讲师。全书的插图由刘丽萍、高庆华两同志精心绘制,编者对她们表示衷心的感谢。

武汉测绘科技大学的胡鹏教授担任本书的初审。他认真地审阅了全部书稿,并执笔写出了第十章的初稿,并将其多年来的研究成果,很多还是尚未公开发表的成果,都融会到书稿之中,使本教材的内容更加充实和新颖。在此,编者对胡鹏教授致以诚挚的谢意。

在本教材付梓之际,编者还要特别感谢国际地图制图协会副主席、武汉测绘科技大学教授胡毓钜先生,他在百忙中担任了本教材的终审工作。他认真地审阅了全部书稿,提出了一些建设性的修改意见,并欣然挥毫为本书作序。

本教材计划学时为50—65学时,可以作为测绘类非地图制图专业的本、专科学生的地图制图学概论课程的教材,以及测绘类专业的研究生、教师和测绘工作者的参考书。

鉴于编者的学识和水平所限,再加上本教材尽量融进现代地图制图学理论和方法,在体系和内容上有些还具有尝试性,错误和不当之处肯定存在。编者诚恳地希望有缘接触本教材的各位学生、老师、专家和其他测绘界同仁不吝指正。

编者

1995年4月于西安

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 地图制图学的定义	(1)
§ 1.2 地图制图学的体系与理论地图制图学	(2)
§ 1.3 地图制图学与其他学科的联系	(6)
§ 1.4 地图制图学的发展历史	(7)
第二章 地图的基本知识	(15)
§ 2.1 地图的特性与定义	(15)
§ 2.2 地图的功能	(17)
§ 2.3 地图的分类	(19)
§ 2.4 地图的内容	(21)
§ 2.5 地图的比例尺	(22)
§ 2.6 地图的定向	(24)
§ 2.7 地图的分幅与编号	(26)
第三章 地图的语言	(34)
§ 3.1 地图语言的概述	(34)
§ 3.2 地图的色彩	(34)
§ 3.3 地图的符号	(36)
第四章 地图投影	(41)
§ 4.1 地球椭球的数学特性	(41)
§ 4.2 地图投影的概念及其基本公式	(43)
§ 4.3 地图投影的变形	(46)
§ 4.4 地图投影的分类	(50)
§ 4.5 圆锥投影	(53)
§ 4.6 方位投影	(60)
§ 4.7 圆柱投影	(65)
§ 4.8 伪投影	(73)
§ 4.9 多圆锥投影	(77)
§ 4.10 地图投影的识别	(80)
§ 4.11 地图投影的选择	(84)
§ 4.12 地图投影的变换	(85)
第五章 地图的制图综合	(87)
§ 5.1 制图综合的概述	(87)
§ 5.2 影响制图综合的基本因素	(89)
§ 5.3 制图综合的内容和主要方法	(91)

§ 5.4 制图综合研究的现代发展	(95)
第六章 普通地图	(97)
§ 6.1 普通地图的类型及其内容	(97)
§ 6.2 自然地理要素及其表示	(98)
§ 6.3 社会经济要素及其表示	(107)
§ 6.4 图外整饰要素及其表示	(112)
第七章 专题地图与地图集	(115)
§ 7.1 专题地图的概述	(115)
§ 7.2 专题要素的表示	(117)
§ 7.3 地图集	(124)
第八章 地图的编印	(127)
§ 8.1 地图编印的概述	(127)
§ 8.2 地图数学基础的展绘	(128)
§ 8.3 地图内容的转绘	(132)
§ 8.4 编绘原图的制作	(136)
§ 8.5 地图出版前的准备	(139)
§ 8.6 地图的出版和晒图	(140)
第九章 遥感制图	(145)
§ 9.1 遥感及其与制图的关系	(145)
§ 9.2 遥感图像及其判读	(150)
§ 9.3 遥感图像的数字处理及其制图应用	(152)
§ 9.4 遥感制图的技术方法	(156)
第十章 计算机地图制图	(162)
§ 10.1 计算机地图制图概述	(162)
§ 10.2 计算机地图制图系统	(163)
§ 10.3 地图制图数据库	(171)
§ 10.4 矢量式计算机地图制图原理及过程	(178)
§ 10.5 栅格式计算机地图制图原理	(181)
附录:《制图用表》摘录	(184)
一、子午圈曲率半径 M 、卯酉圈曲率半径 N 、纬圈半径 r 与符号 U 的数值	(184)
二、由赤道至纬度为 B 的纬线间的子午线弧长 S_M 、纬差 $30'$ 的子午线弧长 ΔS_M 、经差 $30'$ 的纬线弧长 S_P	(185)
三、 $F = \int_0^B Mr dB$ 值 —— 一弧度经差和自赤道至纬度为 B 的纬线间的球面梯形面积	(186)
参考文献	(187)

第一章 绪 论

§ 1.1 地图制图学的定义

地图制图学，亦称制图学或地图学。它是研究地图及其编制和应用的一门科学。它研究用地图图形符号反映自然界和人类社会各种现象的空间分布、相互联系及其动态变化，具有区域性学科和技术性学科的两重性。

地图制图学的产生和发展经历了漫长的历史岁月。从地图制图学脱离了地理学和测量学范畴而形成独立科学体系以来，对地图制图学的定义就有过许多不同的见解。

20 世纪 60 年代，在国外的地图制图学著作中，尽管措词不同，基本上都是把地图制图学定义为研究地图及其制作理论、工艺技术和应用的科学。这种定义只是对地图的研究和使用及其制作过程作了表面上的概括，没有全面地反映地图制图学的内在联系，而且是从生产和技术观点来研究地图的。70 年代，许多著名的地图学家先后对地图制图学的研究内容提出了一些新的看法，前苏联地图学家萨里谢夫（К. А. Салишев）认为：地图制图学是借助于特殊的形象符号模型（地图图形）来表示和研究自然与社会现象的空间分布、组合和相互联系及其随时间变化的科学。这一定义将天体图、星图、地球仪、立体图和用地图符号表示的其他空间模型都包涵于地图制图学的研究领域之内，提出了地图制图学研究的基本任务是用图形来反映现象的空间分布和时间的变化，进而预测它们的发展，同时研究客观现象的相互联系和区域特征。

近几年来，由于计算机制图和遥感制图的迅速发展和各学科的渗透，特别是由于信息论、传输论、模式论、感受论、符号学以及数学方法的引进，将地图制图学的理论研究推向了一个新的高潮。国际地图制图协会前主席、美国地图学家莫里逊（J. L. Morrison）认为：地图制图学是空间信息图形传递的科学。这就把信息论引进到地图制图学中来了。前苏联地图学家希里亚耶夫（Е. Е. Ширяев）认为：地图制图学是研究地球和其他天体上的物体和现象的结构、空间关系、性质和它们的信息表达、存贮与传输方法，以及图形数学模型按一定的比例缩小加以表示，并且能为一定的实际利用目的进行解释的科学。他的这一定义反映了现代地图制图学发展的一些新的方向和概念。在国际地图制图协会出版的《多种语言制图技术术语》里，对地图制图学给出了这样一个定义，即：地图制图学是根据有关科学所获得的资料（野外测量、航空摄影测量、卫星图像、统计资料等），在进行有关地图和图像生产时所进行的科学、技术和艺术全部工作的总称。

有的地图学家认为对地图制图学的任务应作广义的理解，即地图制图学的研究除了具有信息的功能（信息的表示、存贮和传输）外，还要有对信息作出科学解释的功能（科学地翻译信息）。从某种意义上说，地图制图学本身综合了数学、控制论、地理学、地质学、地球物理学、天文学和社会科学等一些基础科学的成就。

我国地图学家认为地图制图学已跨越了几个学科领域,具有综合科学的性质,其定义是:地图制图学是以地图信息传递为中心,探讨地图的理论实质、制作技术和使用方法的综合性科学。这个定义总结了现代地图制图学的研究内容和发展方向。

从上述对地图制图学的定义以及研究内容的种种论述可以看出,由于空间科学、信息论、电子技术引进制图领域后,产生了对地图制图学的一些新的认识,使地图制图学的研究在深度和广度上都有很大的变化,同时促进了对地图制图学的基本理论、体系和分支学科的探讨。

§ 1.2 地图制图学的体系与理论地图制图学

1.2.1 地图制图学的体系

地图制图学的体系随着科学技术的发展和地图制图学研究内容的深入而经历了不同的发展阶段,可概括地将其分为传统的地图制图学体系和现代地图制图学体系。

一、传统的地图制图学体系

传统的地图制图学由地图概论、地图投影、地图编制、地图整饰、地图制印和地图应用等学科所组成。

地图概论 又称地图总论。它包括地图的一般知识、地图资料和地图学史等内容。在地图的一般知识中,主要研究地图的定义、性质、功能、分类、地图内容及其表示方法等;地图资料主要研究全球性和区域性地图成图概况、重要地图作品以及地图资料的整理、分析、评价和利用等;地图学史则主要研究地图制图学的发生和发展规律、预测未来地图制图学的发展方向 and 道路。

地图投影 研究如何用数学方法将地球椭球体面上的经纬网描绘在地图平面上。主要包括:地图投影的一般理论;地图投影的各种方法,地图投影的变换,地图投影的判别以及为新编地图选择设计合适的投影。

地图编制 它是研究根据制图资料制作地图的理论和技术的学科。地图编制的范围涵盖着从编图人员接受制图任务开始到完成编绘原图这一整个过程,它包括地图编辑设计、编图的技术方法、制图综合理论和技术等三个主要部分。随着地图选题范围的扩大和品种的增多,地图编制又形成两个主要分支,即普通地图编制和专题地图编制。

地图整饰 主要研究地图的表现形式,包括两部分内容:其一是研究地图符号的设计、色彩的设计、图名与图边的艺术设计和地貌的立体表示等;其二是研究清绘或刻绘出适合制印要求的出版原图的理论和技术,包括:绘图和刻图的技术手段和方法,仪器与工具的选择、使用和维护,地图的符号与注记的意义、分类和使用规则,出版原图的清绘或刻绘的工艺过程以及制作供制印中分色用的分色参考图等工作。

地图制印 研究地图复制的理论、技术方法和程序的一门学科。它包括地图的复照、翻版、分涂、制版、打样、印刷、装帧等。

地图应用 主要研究地图分析、地图评价、地图阅读、地图量测等理论与技术,以便充分发挥地图的作用,提高地图的使用效益。地图应用的研究将促进地图的制作与使用更紧密的联系起来。

二、现代地图制图学体系

近 20 年来,国内外的地图学家提出了地图制图学研究的许多新概念和新领域,特别是理

论地图制图学的研究有很大的发展，它涉及到地图制图学的研究对象和方法等基本概念，并对地图制图学的理论基础做了进一步的探索，提出了地图信息、地图信息传递、地图感受、地图图形符号和地图模型等方面的新理论。

我国地图学家分析了国外关于地图制图学体系的各种观点，根据当代地图制图学发展的特点和趋势，也提出了现代地图制图学体系。该体系是由理论地图制图学（地图制图学理论基础）、地图制作学（地图编印方法与技术）和应用地图学（地图制图学应用原理与方法）等三个主要分支学科所构成。每个分支学科又包括若干个小的研究分支。将内在的相互联系的三大部分和次一级内容一起组成了地图制图学的完整体系。图 1-1 列出的地图制图学体系是廖克于 1982 年提出的，笔者对个别地方进行了修改。

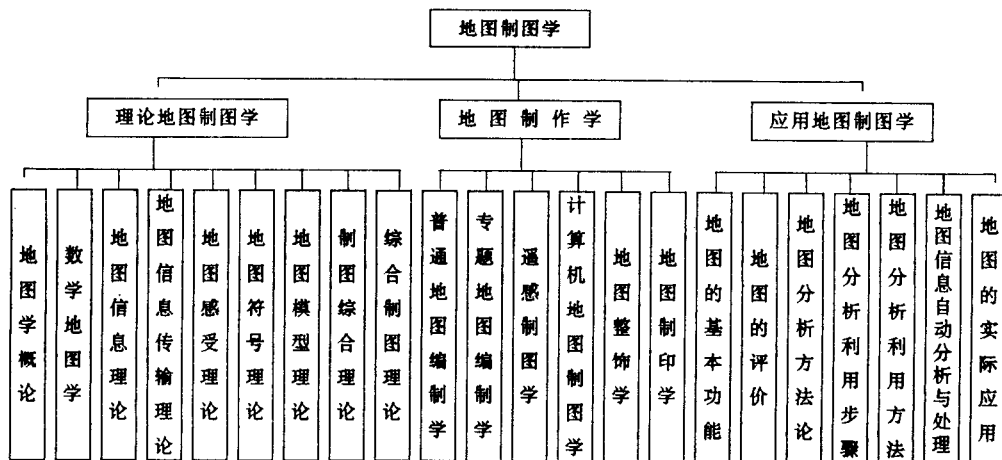


图 1-1 地图制图学体系

1.2.2 理论地图制图学

理论地图制图学是现代地图制图学的重要组成部分。它着重研究地图制图学中的一些理论性问题，即用地图来研究地理环境信息的表示和变换的理论性问题。

从目前发展来看，理论地图制图学应包括地图学概论、数学地图学、地图信息理论、地图信息传输理论、地图感受理论、地图符号理论、地图模型理论、制图综合理论、综合制图理论等。现对其中某些理论的含义和基本内容分述如下。

一、地图信息理论

地图信息理论是研究地理环境信息的变换、表达和利用的理论。它着重研究地图图形的显示、转换、传递、存贮、处理和利用等方面的技术与理论问题。地图是空间信息图形表达的一种形式，是空间信息的载体，是存贮、传递空间信息以及进行科学分析的重要手段。其优点是便于对空间信息的感受和易于对空间信息的相互联系进行分析。

地图信息可以分为直接信息和间接信息两种。直接信息是用图者由读图而直接获得的，间接信息是用图者通过对地图的分析而获得的。后者包括通过分析所获得的有关要素的分布结构规律、区域差异等信息和通过量算所获得的数据信息。例如，阅读等高线时，除了可以获得地面高程和地势变化的趋向之外，经过地图量算分析还可获得地面坡度和地面切割程度的信息，甚至可以得到地貌成因方面的一些信息。

地图信息可以从数量差异和质量特征两个方面来进行分析和评价。每个最小单元的信息

都可以用 x 、 y 坐标值表示其位置,以 z 表示其特征。所有地图上的点、线、面图形都可以用数字信息的形式表示出来。计算机地图制图就是把地图上的点、线和符号,以信息转换的方式变成点的坐标 (x , y) 及其特征码 (z) 而输入计算机,再经过加工处理,然后输出所需的信息。计算机地图制图的过程就是利用计算机对数字形式的地图信息进行输入、处理和输出的过程。因此,地图信息理论是计算机地图制图的理论基础,而计算机地图制图又为大量、快速处理地图信息提供了手段。

地图信息理论不同于数学信息理论。数学信息理论是从数学方面来研究信息的存贮、处理和传递的过程,其目的在于阐述信息的编码、译码、传递的速度和可靠性。数学信息理论认为输出信息等于或小于输入的信息。相反,具有时空信息特征的地图信息的输入与输出之间不是线性关系,用图者利用地图所获得的信息可能会超过编图时所采用的信息,也即它的输出信息可能大于输入信息。并且,用图者从地图上所提取的信息多少,随用图者的知识水平和读图能力的差异而不同。

二、地图信息传输理论

地图信息传输理论是研究地图信息传输过程和方法的理论。地图信息传输的基本过程是:客观事物(制图对象)通过制图者的认识形成概念,再通过地图符号(地图语言)变成地图,又通过地图符号(地图语言)传递给用图者,使用图者形成对客观事物的概念。地图信息传输就是把制图与用图视为信息传递的统一过程,制图与用图是一个整体的两个方面,制图者制图的目的就是为了把信息传递给用图者。因此,制图者应考虑用图者的需要,研究地图信息传输的效果。

三、地图感受理论

地图感受理论是研究读图者对地图图形的感受过程和感受特点的理论,包括研究人的视觉功能、心理因素对视觉的影响,以及地图的视觉效果等。读图者的视觉反映经过三个过程:①读图者首先利用感觉器官观察符号,然后通过符号的形状和颜色的差别分辨出符号的性质,从而达到理解符号的含义,此为读出过程,属于物理刺激过程;②大脑接受关于符号的大小、线划粗细与间隔等可量测的数据,并根据地图的比例尺恢复各要素的空间关系,想象出制图对象的本来面貌,此为译出过程,属于生理变化过程;③读图者利用自己脑海中所存贮的信息(有关的基本知识)来分析从地图上所获得的信息,使知识领域获得扩大。此为分析过程,属于心理活动过程。

符号对人们的视觉感受效果将随符号及其组合的不同而不同,并且随着读图者的经验、知识水平的不同,其视感感受过程和特点也不相同。通过对地图图形符号和地图色彩的感受特点的研究,可为地图整饰提供理论依据,以便改变目前地图整饰设计主要依靠制图者经验和样图试验方法来进行的状况,进一步提高地图的表现力。

四、地图符号理论

地图符号理论是研究作为地图语言的地图符号系统及其特征与使用的理论。它是用一般的符号学原理来研究地图符号的。目前地图符号理论的研究主要包括:地图符号关系学、地图符号语义学和地图符号的效用。地图符号之间既要有联系又要有差异,以形成一个完整的地图符号系统。地图符号关系学就是研究地图符号之间的关系,研究地图符号的结构及其形成系统的规律和特性的理论;地图符号语义学是研究地图符号和制图要素之间的关系,即符号与被表示对象之间关系的理论。例如,根据符号的位置、形状、大小和组成,或根据符号的密度和结构来确定符号的含义。地图符号系统应能反映地图所要表示和识别的地理环境信

息内容,消除影响符号系统表达的干扰;地图符号的效用是研究符号与使用者之间关系的理论。地图符号系统应能快速感受、易于记忆,能为广大读图者所接受。同时,为增加地图符号的效用,还应研究由地图符号所构成的地图的感受效果,并注意对用图者进行地图语言方面的训练。

地图符号理论三个研究内容可概括为:地图符号学的句法、语义和应用,其实质就是研究符号与符号之间的关系,符号与被表示对象之间的关系,符号与使用者之间的关系。在研究和设计地图符号时,必须注意处理好这三者之间的关系。

五、地图模型理论

地图模型理论是把地图作为一种模型来看待,研究地图模型的存贮、建立、解释的理论。虽然,地图一般是以二维形式出现的,但它却是客观实际形象的符号模型之再现。为了实现地图模型的自动化处理,以达到自动化制图的目的,必须将制图过程和分析应用数学模式化,并最终形成地图的数字模型。地图数字模型就是把地图上或准备表示到地图上的所有要素,转换成点的坐标 x 、 y 和特征码 z ,并形成以数字形式进行存贮、传递的空间结构模型,即数字地图。地图数学模型是用来描述地图要素、制图过程和地图图形的数学表达式,它包括:①空间点位向平面转换的数学模式;②地图图形的数学模式;③地图要素分布特征的数学模式;④制图综合的数学模式;⑤地图分析与利用的数学模式等。地图模型理论就是研究地图数字模型和数学模型的理论,它是制图自动化的基本理论。

六、制图综合理论

制图综合理论是地图制作的基本理论,它研究的是地图编制过程中的地图内容取舍和概括的原理和方法,是运用区域地理分析和数理统计的方法,按照制图的目的和地图的用途来反映制图区域的地理真实性和地理规律。

七、综合制图理论

综合制图理论是研究制作综合性地图的理论与方法。所谓综合性地图就是反映自然环境或人类社会各种要素和现象及其相互关系的地图。综合制图是借助于地图的手段,多方面完整地来反映客观环境的一种方法。它是以自然综合体与地带规律、自然环境中物质循环与能量交换规律、生态系统与人地关系等理论为依据,以综合分析、系统分析的方法为基础,编制国家或区域性的综合系列地图或综合地图集。综合性地图在内容上要反映各种现象的空间结构和时间序列的变化。综合制图必须研究运用一系列方法对各综合要素和图种进行处理,以保证其内容的完整性、互补性和内容与形式的统一协调性。

应该指出,上述各制图理论虽然有其独立的研究内容,但它们又是相互联系的。地图是地理环境空间信息的载体。地图信息理论就是要解决地理环境空间信息的获取、加工处理和新地图信息的形成。地图载负的信息必然要提供给用图者,在制图者与用图者之间形成信息传递。地图信息传输理论就是研究如何将地图信息传递给用图者。地图信息的传递必须通过视觉来进行。为了充分利用地图信息,提高信息传递的效率,还需研究用图者的生理和心理因素对视觉感受的影响规律,这就是地图感受论所研究的内容。地图信息是运用图形符号语言,经过制图综合的科学思维和抽象,显示客观世界的规律,反映人们认识的。因此,必须探求图形符号的构图规律,研究地图内容的取舍和概括的原理与方法,即对地图符号理论和制图综合理论进行研究。为了实现地图信息的获取、传递、存贮和利用的自动化,必须将地图模型化,将地图信息数字化,将地图要素、地图图形、制图过程数学模式化。地图的各种信息是相互联系和相互制约的。为了反映自然环境、人类社会多种现象和要素的相互联系

和制约规律,还必须运用综合制图理论制作单幅综合性地图、综合系列地图和综合地图集。

由此可见,上述各种制图理论的相互联系、互相补充,从而构成了完整的现代制图理论。

§ 1.3 地图制图学与其他学科的联系

各学科的相互渗透和互相补充,是各学科发展和变革的必由之路。地图制图学与其他学科早已建立了密切的联系。并且,在整个科学技术进步的过程中,这种联系还正在迅速地增长和加强。

地图制图学同许多学科都有联系,特别是与测量学、地理学、数学、美学和色彩学等的联系更为密切。

与测量学的联系 大地测量为地图制图提供了关于地球形状和大小的精确数据以及大地控制点的坐标,进而构成了地图的数学基础。地形测量和航空、航天摄影测量为地图提供了精确而详尽的实测地形图资料、像片资料和地理说明资料等。所有这些都构成了编制地图的基础,对于地图编制的质量有着决定性的作用。可以直接用于测图的卫星像片的出现、航测全数字化测图和野外数字化测图的实现,必然会对地图制图的发展产生更加积极的影响。

与地理学的联系 地理学是研究地理景观的发生、发展、空间分布、相互联系和相互作用规律的一门学科,而地图制图学的任务就是用地图将这些自然和社会经济规律表示出来。所以,地理学为地图制图学提供了认识和反映地理环境及其空间分布规律的基础。不懂得地理学就很难正确地用图形显示地理现象的分布规律,表达地理研究成果,另一方面,地图是地理工作者不可缺少的工具和手段,地图的合理应用将有助于地理学向更高的阶段发展。

与数学的联系 从地图制图学诞生那时起,数学就是它的基础。随着地图制图学的发展,它与数学的联系愈来愈密切。地图制图学的地图投影就是以数学为工具来阐明建立地图数学基础的原理和方法的。概率论与数理统计在地图内容选取指标确定中的运用,用定量方法分析制图资料和研究制图区域以及地图模型的数字化和制图过程的数学模式化,均标志着数学与现代地图制图学的联系愈益密切。这将逐渐改变传统的地图制图学以定性描述为主的特点,明显地提高了地图的科学性,对于提高地图质量和成图速度、促进地图的标准化等都有很大的现实意义。由现代地图制图学的内容和发展可以看出,数学分析、概率论与数理统计、线性代数、图论、模糊数学、拓扑学等数学分支在地图制图学中的应用,将是引导地图制图学走向现代化的必不可少的条件。

与色彩学和美学的联系 地图符号的设计和描绘必然要涉及到色彩学和美学。利用艺术手段改进地图质量和增加地图品种是当代地图制图学的发展方向之一。地图符号色彩和图形的艺术效果的改进,不仅可以加强地图的易读性,增加美观性,提高地图对读者的感受能力,而且对于丰富地图内容和提高地图载负量也会起到积极作用。由此可见,色彩学和美学的知识对于地图制图工作者具有特殊的重要性。

此外,地图制图学还同遥感技术、计算机科学、物理学、化学、心理学等学科发生着联系。并且,随着现代地图制图学的发展,其间的联系将会愈益密切。尤其是由遥感技术和计算机科学向制图学科的渗透而产生的遥感制图学和计算机地图制图学,目前已成为现代地图制图学中相当活跃和颇具生命力的两个分支学科,并且引起相关学科向地图制图学的进一步渗透。

§ 1.4 地图制图学的发展历史

地图的起源很早,地图制图学是一门古老的科学。据考古发现,原始社会时期,人类因从事渔猎、采集活动的需要,常将某些事物用简单的形象化的符号刻划在泥板、石板或兽皮上,作为生产或旅行的指南,成为地图的原始雏形。地图和地图制图学发展的历史,是与人类社会活动的需要和科学技术的进展密切相关的。

1.4.1 外国地图制图学的发展历史

地图起源于上古,几乎与世界最早的文化同样悠久。古代的巴比伦地图(图 1-2)是当今世界上所能见到的最早的地图。它是考古学家从巴比伦城以北 320km 的加苏尔古城发掘出来的。据考证它是公元前 2500 年前的作品。在这块手掌大小的陶片“世界地图”上,刻划着巴比伦时代所认识的“世界”。在该图上绘有山脉、河流、城市等。其中底格里斯河和幼发拉底河发源于北方的山地,流过南方的沼泽,中央是古老的巴比伦城。古埃及人用芦苇草当纸绘制的地图是保留至今的另一种古地图。其中一幅是公元前 1330—1317 年期间绘制的埃及东部沙漠地区的金矿山图。

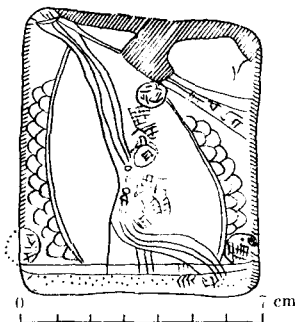


图 1-2 古巴比伦地图

在公元前 6 世纪至公元前 4 世纪的古希腊,由于频繁战争和航海事业的发展以及商业活动范围的扩大,使得人们对地理学和地图制图学知识的需要急剧增长,涌现出了一批卓越的学者,作出了许多名垂后世的业绩。公元前 6 世纪,毕达哥拉斯(Pythagoras, 约公元前 580—前 500 年)最早提出“地”是球形的概念。两世纪后,亚里士多德(Aristoteles, 约公元前 384—前 322 年)对此进一步论证,形成了地圆说。又一世纪,埃拉托色尼(Eratosthenes, 约公元前 275—前 194 年)首次用观测的方法推算出了地球的大小,估算出了地球子午线的周长,并首次应用经纬网绘制了地图。在此应特别提出的是著名的数学家、天文学家和制图学家托勒密(Ptolemaeus, 约公元 90—168 年)对地图制图学所作出的巨大贡献。他所著的《地理学指南》是古代地图制图学的一部巨著。该书一共八卷。第一卷论述地图投影;第二卷至第七卷对当时已知的地球各部分作了比较详细的叙述,列出了各国的居民地、河流和 8 000 个点的经纬度;第八卷是世界及其各部分的地图 27 幅,其中一幅是世界地图,其余 26 幅是世界的分区地图,这是世界上最早的地图集的雏形。他在该书中还提出了编制地图的方法,创立了球面投影和普通圆锥投影。他用普通圆锥投影编制的世界地图(图 1-3)在西方古代世界地图制图学历史上具有划时代的意义,并一直被使用到 16 世纪。

中世纪是地图制图学史上的一个大倒退时期。由于宗教占支配地位,地球球形的概念遭到排斥,地图不再是反映地球的地理知识的表现形式,而成为神学著作中的插图。这个时期的地图几乎千篇一律地将世界画成一个圆盘,既无经纬网又无比例尺,被称为 T-O 地图(图 1-4)。图形的上方为东方。居住的世界用一个环绕着海洋的圆来表示。在陆地的中间安排了一个“T”形的水体,T 形的柄代表地中海,T 形顶端之一代表爱琴海和黑海,另一端代表尼罗河和红海。被 T 形水体分隔的三部分,分别代表欧洲、亚洲和非洲。耶路撒冷被安排位于 T 形中心的上方,即世界的中心。在人居住的世界边缘的东方画有天堂。

15 世纪以后,欧洲各国封建社会内部资本主义开始萌芽,历史进入文艺复兴、工业革命

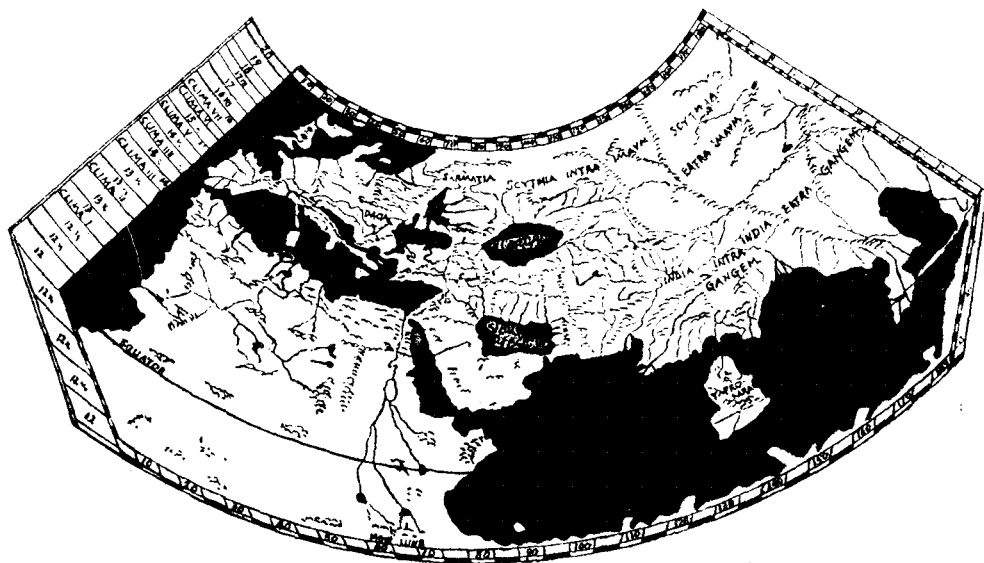


图 1-3 托勒密的世界地图

和地理大发现时期。航海家哥伦布 (Colombo, 约公元 1451—1506 年) 进行了三次航海探险, 发现了通往亚洲和南美洲大陆的新航线和许多岛屿。葡萄牙航海者麦哲伦 (F. Magalhães, 约公元 1480—1521 年) 第一次率队完成环球航行。所有这些航海和探险活动都使人们对世界各大陆和海洋有了新的认识, 为新的世界地图的诞生奠定了基础。

在 16 世纪, 荷兰制图学家墨卡托 (G. Mercator, 公元 1512—1594 年) 创立了等角正轴圆柱投影 (后被命名为墨卡托投影), 并于 1568 年用该投影编制了世界地图, 代替了托勒密的普通圆锥投影的世界地图。在该地图上, 首次将等角航线表示成直线, 这对航海十分有用。因此, 迄今世界各国仍采用墨卡托投影编制海图。墨卡托的杰出贡献对西方地图制图学的发展产生了巨大而深远的影响。

17 世纪以来, 随着资本主义的迅速发展, 航海、贸易、军事及工程建设越来越需要精确而详细的大比例尺地图。随着平板仪和其他测量仪器的发明, 以及三角测量的广泛运用, 使得测绘精度大大提高, 为实测大比例尺地形图奠定了基础。测绘地形图以西欧为最早。其中以法国卡西尼父子 (G. D. & J. Cassini) 测绘的法国地形图最负盛誉。实测地形图的出现, 使得地图内容更加丰富, 表示地面物体的方法由原来的透视写景符号改为平面图形, 地貌由原来用透视写景表示改为晕滃法, 进而改为等高线法。编绘地图的方法得到了改进, 地图印刷由原来的铜版雕刻改为平版印刷。到了 18 世纪, 很多国家开始系统测制以军事为目的的大比例尺地形图。

从 19 世纪开始, 由于自然科学的进步与深化, 普通地图已不能满足需要, 于是产生了地质、气候、水文、地貌、土壤、植被等各种专题地图。其中德国的伯尔和斯 (H. Berghaus) 编制出版的自然地图、英国的巴康 (Bacon) 和海尔巴海森 (Helbatson) 编制出版的巴特罗姆气

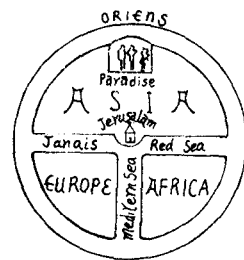


图 1-4 T-O 地图

候地图集、俄国的道库恰耶夫 (В. В. Докучаев) 编制的北半球土壤图与俄国欧洲部分土壤图都对当时专题地图的发展起了一定的推动作用。

19 世纪末,随着国际交往的频繁,因而产生了编制统一规格的世界详图的要求。1891 年在瑞士伯尔尼召开的第五届国际地理会议上彭克 (A. Penck) 教授提出编制百万分之一世界地图的建议,会议讨论并通过了这个建议;1909 年在伦敦召开了专门的国际百万分之一地图会议,通过了编制国际百万分之一地图的基本章程;1913 年在巴黎召开的第二次国际百万分之一地图会议上,制定了编制国际百万分之一地图的方法和规格。这就使得世界上有了按统一方法和规格编制的国际性图种,为国际上的科技交流和政治活动提供了精确的地理基础资料。

19 世纪 50 年代,法国的洛斯塔 (A. Laussedat) 首创摄影测量方法。随后相继出现立体坐标量测仪、地面立体量测仪等。到 20 世纪初,则形成了比较完备的地面立体摄影测量方法。由于航空技术的发展,1915 年出现了自动连续航空摄影机,因而可将航摄像片在立体测图仪上加工成地形图,形成了航空摄影测量方法,从而使实测地图由野外转向室内。这是实测地图制图方法的一次重大变革。

此后,科学技术的日益进步,刻图法、利用计算机自动制图、运用陆地卫星图像编制地图等新技术、新手段相继引入地图生产中,这就简化了成图工序,减轻了手工劳动,加速了成图过程,提高了地图精度,使地图质量显著提高。随着地学和其他自然学科的发展,使得编图的区域和编图的内容都有极大的扩展,各种高质量、高水平的单幅地图、系列地图、地图集不断出现。总之,地图界呈现出一片空前繁荣的景象。

1.4.2 我国地图制图学的发展历史

我国历史上关于地图的传说,最早可以追溯到夏禹时代 (公元前 3000 多年)。鼎地图的传说记载于《左传》。传说夏禹曾铸了九个鼎,鼎上镌刻着各州的山川形势、草木禽兽,可供当时去四方旅行的人参考,并被后人称为《九鼎图》。《九鼎图》具有原始地图的性质,可以被看成是我国最早的地图。

周朝立国后十分重视地图。西周初期 (公元前约 1020 年),周召公为修造洛邑时绘制的洛邑城址地图,便是我国地图史上第一幅具有实际用途的城市建设地图。由于地图具有证明疆域、田界的作用,所以从周朝开始地图就被统治阶级作为封邦建国、管理土地必不可少的工具。《周官》一书中所说的“地讼,以图正之”就是讲的地图在这方面的应用。也正因为如此,掌握这类图籍的官吏也普遍受到人们的尊敬,连孔子都“式负版者”,即见到背负疆域图版者也要下车行礼,表示敬意。

战国时代的《管子·地图篇》特别指出了地图在用兵中的重要作用,即:“凡兵主者,必先审知地图。辘轳之险,滥车之水,名山、通谷、径川、陵陆、丘阜之所在,苴草、林木、蒲苇之所茂,道里之远近,城廓之大小,名邑、废邑、困殖之地,必尽知之。地形之出入相错者,尽藏之。然后可以行军袭邑,举措知先后,不失地利。此地图之常也。”这段关于地图内容的论述相当精辟。1975 年,在河北省平山县战国中山王的墓中出土的《兆域图》,是一块长 94cm、宽 48cm、厚约 1cm 的铜版地图,它是墓穴建筑规划平面图。该图用金丝银缕搓成线划符号和文字嵌在铜版之中,并对各部分注有比例。据考证,该图距今已有 2200 多年历史,是我国已发现的最早的平面图,另外,苏秦以合纵抗秦向六国游说时曾提及过“臣窃以天下之地图察之,诸侯之地五倍于秦”,这表明当时已有一种标明各国疆域的政区图;著名军事家孙武所著的《孙子兵法》和孙臆所著的《孙臆兵法》中,分别有九卷和四卷附图,这些附图即

为当时的军事地图；在脍炙人口的荆轲刺秦王故事中，“督亢地图”被用作接近秦王的媒介。所有这些都表明，在公元前 200 多年地图已成为我国政治斗争、军事作战和行政管理中的一个颇为重要的工具。

我国史籍中所述及的古地图很多，但宋代以前流传存世的极少。有幸的是，1973 年在湖南长沙马王堆三号汉墓中出土了 3 幅举世罕见的地图珍品，即《地形图》、《驻军图》和《城邑图》，这为我们提供了研究汉代地图的珍贵实物史料。这 3 幅地图均绘于帛上，是公元前 168 年以前的作品。《地形图》是一幅边长为 98cm 的正方形地图，其范围相当于今湖南、广东、广西三省交接地带。地图的主区为西汉初年的长沙南部，今湘江上游第一大支流潇水流域、南岭、九嶷山及其附近地区。地图内容很丰富，包括山脉、河流、聚落、道路等要素。图上绘有 80 多个居民点，20 多条道路，30 多条河流。采用闭合曲线表示山体轮廓及其延伸方向，并绘出高低不等的 9 条柱状符号，以表示九嶷山 9 座不同高度的主要山峰。《驻军图》是一幅高 98cm、宽 78cm，用黑、朱红、蓝三色彩绘的军用地图。此图反映汉初长沙诸侯国军队守备作战的兵力部署情况，用朱红色突出地表示了 9 支驻军的名称、布防位置、防区界线、指挥城堡、军事要塞、烽燧点、防火水池等军事地形要素。图内把驻军的情况表示在第一层平面，而把河流等地理基础用浅色表示在第二层平面，全图主题鲜明、层次清楚。它是我国和世界上至今发现的最早的彩色地图。《城邑图》高约 40cm、宽 45cm 左右，图上绘有城垣范围、城门堡、城墙上的楼阁、城区街道、宫殿建筑等等。长沙马王堆汉基地图的发现，给中外地图制图学史增添了新的光辉灿烂的一页。它的成图年代之久远、内容之丰富可靠、地图绘制原则和绘制水平及使用价值，都处于世界领先地位。图 1-5 所示的是马王堆汉墓出土的《地形图》和《驻军图》的复原图。

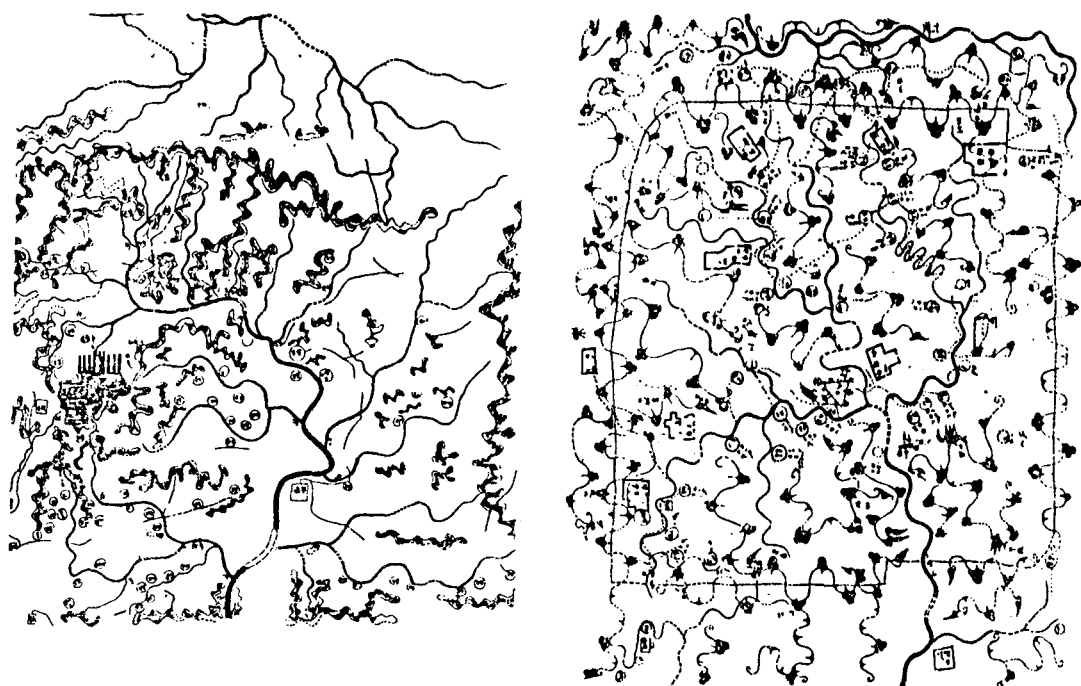


图 1-5 马王堆汉墓出土的《地形图》(左)和《驻军图》(右)(已缩小)