

# 现代地图学理论

田德森 编著

高等学校教材

测绘出版社



XIANDAIDITU XUELILUN

558.1p

高等学校教材

# 现代地图学理论

田德森 编著

测绘出版社

## 内 容 简 介

本书较系统地介绍了现代地图学发展中所提出的地图模型论、地图信息传递论和地图感受论等一些新的概念、理论及其研究内容,并探讨了它们的实践意义。这些新理论是近年来地图生产活动的总结和对地图认识的深化,它正揭示着地图科学的发展规律。现代地图学理论的研究对我国地图学的发展将会产生积极的影响。

本书可供高等学校地理、地图学和地理信息系统专业师生及有关专业的科技人员参考。

## 现 代 地 图 学 理 论

田德森 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 1/16·印张 9.75 字数 215 千字

1991年10月第一版·1991年10月第一次印刷

印数 0 001—1 600册 定价 2.70元

ISBN 7-5030-0445-2/K·163

# 前 言

随着地图学的发展和各学科之间的渗透，电子技术、系统工程和信息科学在地图学中的引用，计算机地图制图和遥感制图技术的出现，人们对地图学认识的深化，近年来在地图学中出现了许多新的理论。它们观点新颖、内容丰富，导致人们去科学地总结地图实践活动，进一步认识地图的功能和地图学的结构特点。地图学的现代理论研究已形成了一个比较活跃的领域，特别是地图模型论、地图信息传递论和地图感受论等，正在引起国内外地图学者的重视。学者们对这些理论能否作为地图学的基本理论以及它们的实践意义，展开了热烈的讨论。在国际地图制图刊物上经常有这方面的研究报导，国际地图学会曾有专门的常设机构来组织这方面的学术活动；在国内，自1979年起陆权、高俊和廖克等地图学家也陆续发表了一些有关地图学理论方面的论文。为使我国地图工作者能及时了解地图学现代理论研究方面的概况和进展，为更深入地在该领域进行探讨提供参考，作者根据近年来国内外发表的著作和本人的研究，编写了此教材，抛砖引玉，期望引起我国广大地图工作者对该研究领域的兴趣。

地图学理论研究的内容，包括地图学基础理论研究和近年来提出的一些新理论。由于地图学的基础理论过去研究得较深入，各自形成了一定的理论体系，故本教材未对其内容作详细介绍，仅将它们的现代发展与研究略作概述。本教材着重介绍现代地图学的理论研究，其内容也是较丰富的，限于学时和材料，作者主要编写了地图信息论、地图模型论、地图信息传递论和地图感受论等方面的研究内容及其各种学术观点，而这些理论只是现代地图学理论研究中的若干部分，整个理论地图学还有待我们去探索和完善。

武汉测绘科技大学张克权、胡毓钜教授详细审阅了书稿，并提出了宝贵的意见。书中插图由南京大学大地海洋科学系顾国琴同志帮助描绘。书中引用其它作者的资料和插图较多，未能一一注明，在此一并表示衷心感谢。

本教材中有些问题是带有讨论性的，虽是在多次教学实践基础上编写的，但笔者水平有限，错误或不妥之处在所难免，请读者批评指正。

编著者

1990年8月于南京大学

# 目 录

<b>第一章 现代地图学的发展</b> .....	( 1 )
第一节 地图和地图学的新概念.....	( 1 )
第二节 现代地图学体系的研究.....	( 5 )
第三节 理论地图学研究的主要内容.....	( 10 )
<b>第二章 地图学基础理论的研究与发展</b> .....	( 14 )
第一节 地图投影理论.....	( 14 )
第二节 制图综合理论.....	( 18 )
第三节 地图符号理论.....	( 23 )
<b>第三章 地图模型</b> .....	( 27 )
第一节 模型概念.....	( 27 )
第二节 地图是客观世界的模型.....	( 29 )
第三节 地图模型的功能和评价.....	( 34 )
第四节 模型论在地图学研究中的意义.....	( 39 )
<b>第四章 信息论及其在地图学中的应用</b> .....	( 42 )
第一节 信息及其表示.....	( 42 )
第二节 信息的测度与传递.....	( 46 )
第三节 系统分析.....	( 50 )
第四节 信息方法与系统方法在地图学中的应用.....	( 52 )
<b>第五章 地图信息的表示与测度</b> .....	( 59 )
第一节 关于地图信息的概念.....	( 59 )
第二节 适合计算机处理的地图信息表示.....	( 61 )
第三节 关于地图信息量的确定.....	( 68 )
第四节 地图信息测度的应用.....	( 73 )
<b>第六章 地图信息传递</b> .....	( 82 )
第一节 地图是信息存储和传递的工具.....	( 82 )
第二节 地图信息的传递.....	( 83 )
第三节 传递过程中地图信息的增加和减少.....	( 87 )
第四节 地图信息传递的效率.....	( 91 )
第五节 认识在地图信息传递中的作用.....	( 93 )
第六节 地理分析在地图信息传递中的作用.....	( 96 )
第七节 地图信息传递论的实践意义.....	( 102 )
<b>第七章 地图感受</b> .....	( 113 )

第一节	视觉与地图感受.....	(113)
第二节	图形符号的视觉变量与感受.....	(118)
第三节	色彩的特性与感受.....	(125)
第四节	图形视觉感受的心理因素.....	(130)
第五节	图像表示与感受对地图设计的作用.....	(134)
第六节	地图设计中的感受实验研究.....	(136)
第七节	地图感受实验研究的实例.....	(140)
<b>参考文献</b>	.....	<b>(148)</b>

# 第一章 现代地图学的发展

随着人类对宇宙知识的渴望和空间探索技术的发展,经济建设和空间信息传递对地图的需要,地球体的精确测量、遥感和月球、行星制图工作的开始,使具有几千年发展历史的地图生产实践活动增添了新的生命力。自本世纪初地图学形成为一门独立的科学以来,地图学领域里的各学科也相继得到很快的发展。现代地图学理论的研究和发展是近几年来地图生产实践的总结和对地图学认识的深化,它正在揭示着地图科学的发展规律。从50年代前后出版的地图学论著来看,最初的地图学理论研究侧重在地图的数学基础、制图技术方法和制图综合的理论探讨。到了60年代,国际上的一些地图学者对地图学理论做了进一步的探讨。瑞士地图学家英霍夫(E.Imhof)比较早地提出了理论地图学的问题,但是他认为“理论地图学就是带有很强艺术性的技术性科学”。后来,苏联出版了《地图符号系统设计的理论基础》一书,法国地图学家贝尔廷(J.Bertin)在1967年发表了《图形符号学》的论著,这两本书在国际上被认为是奠定了地图符号学的理论基础。特别是到了70年代,科学技术的迅速发展,各学科的互相渗透,给传统的地图学研究带来了很大的变化。电子技术、信息论、控制论和数学方法的引用,计算机地图制图和遥感制图技术的出现,月球图、行星图和各种专题地图的发展,对地图实践领域是一个很大的冲击。地图的表示对象、方法和制图技术等都起了很大的变化。现代地图生产实践所面临的问题,需要我们从整体上来认识地图学。因此,引起了人们对地图和地图学的功能、实质和任务的新探讨。

英霍夫把地图学分为理论地图学和应用地图学两部分,使地图学中的理论研究在广度上有了新的发展,但其深度没有脱离原来的概念,对地图和地图学的性质与任务没有进一步的论述。因此,他的理论缺乏对地图实践和科学研究的指导意义。70年代初,一些地图学家应用信息论的方法,提出地图信息传递的理论,用来说明地图和地图学的性质与任务,阐述地图实践活动的本质。随着对地图信息传递理论的研究,同时也提出了地图模型论、地图感受论和地图符号论等,并对地图科学的结构和体系发表了一些新的见解,从而丰富了地图学理论研究的内容,促进了地图学理论研究的新发展。

## 第一节 地图和地图学的新概念

### 一、关于现代地图的概念

在传统概念中,地图表示的对象是地球,其表示的形式是根据一定的数学法则用线划符号表示在平面上的。但是,随着科学技术的发展,地图的表示对象和形式有了很大的变化。

宇航技术的发展,使地图的表示对象从地球扩展到其它星球,现在已经有月球地形

图、月球地质图、火星一览图等。

印刷和电子技术的发展，使地图的表示形式，不仅可以用线划符号，还可以用影像和数字的形式。美国有些部门提出，新型的地图，不一定是图形的形式，它可以用数字形式来表示，便于计算机识别和记录。记录在磁带上的地图，经计算机处理后，也可得到物体和现象的详细而准确的特征资料，在必要时可用计算机将数字形式的地图自动转换为线划图形形式的地图。例如用于巡航导弹的数字地图贮存在磁带中，使用时不需显示图形。

现在的地图不仅可以印制在纸张、织物、聚酯薄膜和缩微胶卷上，还能进行屏幕显示。显示在屏幕上的地图，具有瞬时变化的性质，它是另一种形式的地图，有的地图学者称之为“临时地图”(temporary map)。这种形式的地图，使地图信息用计算机数字显示得到了充分的发展。这种地图可以包含常规地图的全部信息内容。随着地图信息的计算机处理和屏幕显示的发展，有的地图学者提出了“实的地图”和“虚的地图”概念问题(图 1-1)。实的地图(real map)是指具有直接能看到的地图图形，并且有固定形式的实体(硬拷贝)的任何地图产品。至于它是由机械的、电子的方法所产生的，还是由人工方法生产的，就没有多大的关系了。虚的地图(virtual map)，有三种类型：一种是具有直接能看到的地图影像，但它是一种瞬变的实体，例如显示在屏幕上的地图；另一种是具有一定的形式，但不能直接看到地图影像，一般这类地图形式都要进一步处理成为能看得见的地图，即能在硬拷贝介质上出现的形式，例如地面模型的全息照相、激光磁盘数据、立体影像等；第三种类型，具有前面二种类型的特点，而且很容易地被转换成实的地图，这种形式的地图易被计算机转换成实的地图，例如存贮在磁带或磁盘上的数字化地图、数字地形模型等。国外有的地图学者认为现在的地图都是静态的，其中包括了较多的与主题无关的内容，用起来有困难。他们提出，现在的地图应使用图者除了在一定距离内看得到外，还应根据用图者的目的，以图形的形式放映在屏幕上，而且可以将与用图者主题有关的内容用声音跟踪方法播放出来，成为“讲话地图”。这些看法反映了新型地图的使用和分类要适应现代科

实的地图	虚的地图——类型 II
传统的地图	传统的野外资料
地球仪	地名词典、立体照片
正射影像地图	活动影像
立体图	全息照相
塑料地形模型	付里叶变换图像
手工绘制的地图	激光磁盘数据
计算机绘制的地图	
虚的地图——类型 I	虚的地图——类型 III
屏幕显示的地图影像	数字存储的资料
a. 恢复	磁盘或磁带
b. 存贮	视频图像
c. 等离子控制版	数字地形模型
可认识的地图(二维图像)	可认识的地图(有关的地理)信息

图 1-1 实的和虚的地图分类(按能否直接看到图像)(据A.莫勒林, 1980)



学技术水平的发展。

根据现代地图所发生的变化，如何来定义地图呢？目前还没有统一的意见。美国地图学家罗宾逊（A.H.Robinson）认为“地图是周围环境的图形表达”。还有的提出“地图是空间信息的图形表达”，“地图是反映自然和社会现象的形象符号模型”，“地图是信息传输的通道”等。在《多种语言制图技术术语词典》里，对地图的定义是“地球或天体表面上，经选择的资料或抽象的特征和它们的关系，有规则按比例地在平面介质上的描写”。这就把表示其它星体的图也归为地图了。因此，如何用现代地图学的观点来确切地定义地图，值得进一步研究。

我国地图学者在讨论了地图的现代理论和生产技术特征之后，指出“地图必须有一个可度量的、精确的数学基础；把按一定比例缩小的地表面的图像、数据和现象表示在一个平面上；这种缩小和表示都是经过了选择、简化的过程并转换成了符号”。因此，他们给地图下了这样一个定义：“地图是用符号表示的地面的概括化了的图形，它必须经过数学变换来建立在平面上，地图作为人们认识和研究客观存在的结果，可以反映各种自然、社会现象的空间分布，也可当作人们认识和研究客观存在的工具，去获得新知识”。〔6〕

随着地图学的发展，仅从构成地图的特性来定义地图已显然不够全面了。现代地图的定义应反映出地图的实质和功能。因此，我们可以这样来定义地图：地图是根据一定的数学法则，将地球（或其它星球）上的自然和社会经济现象通过制图综合所形成的信息，运用符号系统缩绘于平面上的图形，以传递它们的数量和质量在时间上和空间上的分布和发展变化。在这个定义中既包括了原来的数学基础、制图综合和地图符号构成地图的三个特性，同时也反映了经制图综合后，地图图形所组成的内容实质是地理环境信息，因为这些图形已不仅仅是某一要素的客观描写，而是对这些要素认识和规律的反映。这个定义还指出了地图的基本功能是要传递这些信息在时、空上的变化发展，让人们去进一步认识和研究客观世界，并为生产建设和社会发展所利用。

对地图功能的认识现在也有了扩大，一幅地图被认为有这几方面的功能：空间物体定向的工具，定量研究的手段，认识和表达的科学方法，编图和设计的基础，数据和信息的载体。人们已把地图认定为是一种特殊的视觉信息传递，是关于二维的和系统的信息传递，因此，地图学的任务之一，是要增加人们对地图信息传递过程的认识。

## 二、关于现代地图学的定义

近年来对地图学研究的内容与任务提出了许多说法。60年代国内外的地图学著作中，尽管措词不同，基本上都是把地图学定义为“研究地图及其制作理论、工艺技术和应用的科学”。这些定义只是对地图的研究和使用及其制作过程做了表面的概括，没有全面地反映地图学的内在联系，而且是从生产和技术的观点来研究地图的。70年代，许多著名的地图学家先后对地图学的研究内容提出了一些新的看法。苏联地图学家萨里谢夫（K.A. Салищев）认为“地图学是用特殊的形象符号模型（地图图像）来表示和研究自然及社会现象的空间分布、组合和相互联系及其在时间中变化的科学”。这个概念提出了地图学研究的基本任务是用图形来反映客观现象的空间分布和时间上的变化，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。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它空间模型都包括在地图制图学的研究领域内，因为它们是“空间”科学的研究对象，即研究具体现象的位置、空间表示和联系及其随时间的变化。地图图形是模型的一种特殊形式。美国地图学家莫里逊(J.L.Morrison)认为“地图学是空间信息图形传递的科学”。苏联地图学家希里亚耶夫(Е.Е.Ширяев)进一步指出“地图学是研究空间信息图形表达、存贮和传递的科学”。这就把信息论引进到地图学中来了。美国地图学家罗宾逊对地图信息、地图传递、地图感受等概念做了分析后，提出把用图者改为地图信息的感受者(percipient)。他认为地图学所包括的内容不仅是从编绘到地图信息传输的过程，还应包括客观世界(制图对象)到制图者和地图到用图者的过程。希里亚耶夫对地图学的任务又做了进一步的阐述，他认为“地图学是研究地球和其它天体上的物体和现象的结构、空间关系和性质，以及它们的信息表达、存贮和传输方法，以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学发展的一些新的方向和概念。在国际地图协会出版的《多种语言制图技术术语辞典》里，对地图学给出了这样的定义：“地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)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学的任务要作广义的理解，即地图学的研究除了具有信息的功能外(信息的表示、存贮和传输)，还要有对信息作出科学解释的功能(科学地判译信息)。从某种意义上说，地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。地图学和其它科学一样，可以从科学理论方法和应用两方面来研究。

我国地图学者认为，“地图学已跨于几个学科部门，地图的生产工艺和过程是以自然科学和数学为基础的；地图内容的选择和处理涉及到社会科学，研究地图的视觉和使用效果、探索地图的认识规律与思维科学和人体科学有密切的联系；对于把地图制作与使用当成一个传递系统，则又与系统科学发生联系”。为此，“地图学具有综合科学的性质”，而对地图学所下的定义是：“地图学是以地图信息传递为中心的，探讨地图的理论实质、制作技术和使用方法的综合性科学”<sup>[6]</sup>。我们认为这个定义总结了现代地图学的研究内容和发展方向。

地图学的今后发展，应该适应于电子技术和信息论引进后产生的变化，它包含两方面的研究：一方面是研究空间信息的地图表示，另一方面是研究符合现代科学技术水平的地图信息的利用方法和手段。在这个发展方向中，所采用的信息表示方法起着重要的作用。地图信息应尽量能够计量化、定型化、规范化。地图信息的详细程度、精确性和可靠性，以及地图分析自动化的可能性都在一定程度上取决于地图信息的表示方法。信息利用的效果取决于地图信息适合于电子计算机自动读取和处理的程度。因此，在研究地图信息的表示方法时，既要考虑到计算机自动识别的技术手段，又要考虑到计算机处理的算法，并顾及到目视读图的传统。

从上述对地图和地图学的概念、定义以及研究内容的种种论述看出，由于空间科学、

信息论、电子技术引进到地图学领域后，产生了对地图和地图学的一些新的认识，使地图学的研究在深度和广度上都有很大的变化，同时促进了对地图学的基本理论、地图学的体系和分支学科的探讨。

## 第二节 现代地图学体系的研究

地图学已从单纯的制图工艺技术逐步发展成为具有自己特点的一门独立的科学体系。地图科学最先是由数学制图学、地图编制学、地图制印学三个分支学科组成的，而后发展为由地图概论、数学制图学、地图编制、地图整饰、地图制印五个分支学科组成。地图学的分支学科随着科学技术的发展和地图学研究内容的深入而处于不同的成熟和发展阶段。从近 20 年来国内外的地图学论文和著作来看，提出了地图学研究的许多新概念和新领域，特别是理论地图学的研究有很大的发展，它涉及到地图学的研究对象和方法等基本概念，并对地图学的理论基础做了进一步的探索，提出地图信息、地图信息传递、地图感受、地图图形符号论和地图模型论等新的学说。因此，传统的地图学体系已不能适应当代地图学发展的特点和趋势，引起国内外的地图学者对地图学体系的结构和组成进行研究，并提出一些不同的划分形式。

### 一、国外对地图学体系的研究

在 50 年代末，瑞士地图学家英霍夫根据当时地图制作的复杂性以及地图对经济和技术发展的影响，提出把地图学分为理论地图学和实用地图学两部分。他认为理论地图学包括地图的搜集、分析和评价，地图内容与表示方法的确定，地图学的发展等；实用地图学包括地图的设计、编绘、清绘和复制等。苏联的一些地图学家主张理论地图学包括地图的定义、分类、制图综合、表示方法；实用地图学包括地图编辑、编绘、清绘和制印。英国和法国的一些地图学者主张把地图学分为地图理论和制图技术两个部分。

70 年代以来，对地图学体系的认识和理解起了很大的变化。波兰地图学家拉多依斯基(L.Ratajski)运用信息科学的观点研究了地图信息传递的特点后，提出一个比较详细的地图学结构图式。他把整个地图学领域分成为两个基本部分，即理论地图学和应用地图学。理论地图学包括三个主要的研究方向：第一个是关于建立理论性方面的；第二个是关于评价性方面的；第三个是关于应用性方面的。第三个方向可以被认为是理论和实际的结合。理论地图学的每个分支又都有它自己的理论基础。理论地图学具体包括的内容有地图学理论、地图信息传递论、地图知识和制图方法的理论等；应用地图学包括地图生产、机助制图应用、地图和地图集的应用、地图作品的搜集和地图教育等(图 1-2)。

德国地图学家费赖塔格(U.Freitag)在 1980 年用地图信息传递论和符号理论相结合的观点，研究了地图学体系的结构问题，他在拉多依斯基的模式基础上把一般的地图学体系分为三个分支：即地图学理论、地图学方法论和地图学实践(图 1-3)。地图学理论(地图术语和叙述系统)包括符号结构理论、符号意义理论、符号效果理论和地图信息传递理论；地图学的方法论(规则系统)包括符号识别方法、地图学系统分析方法、地图学教育

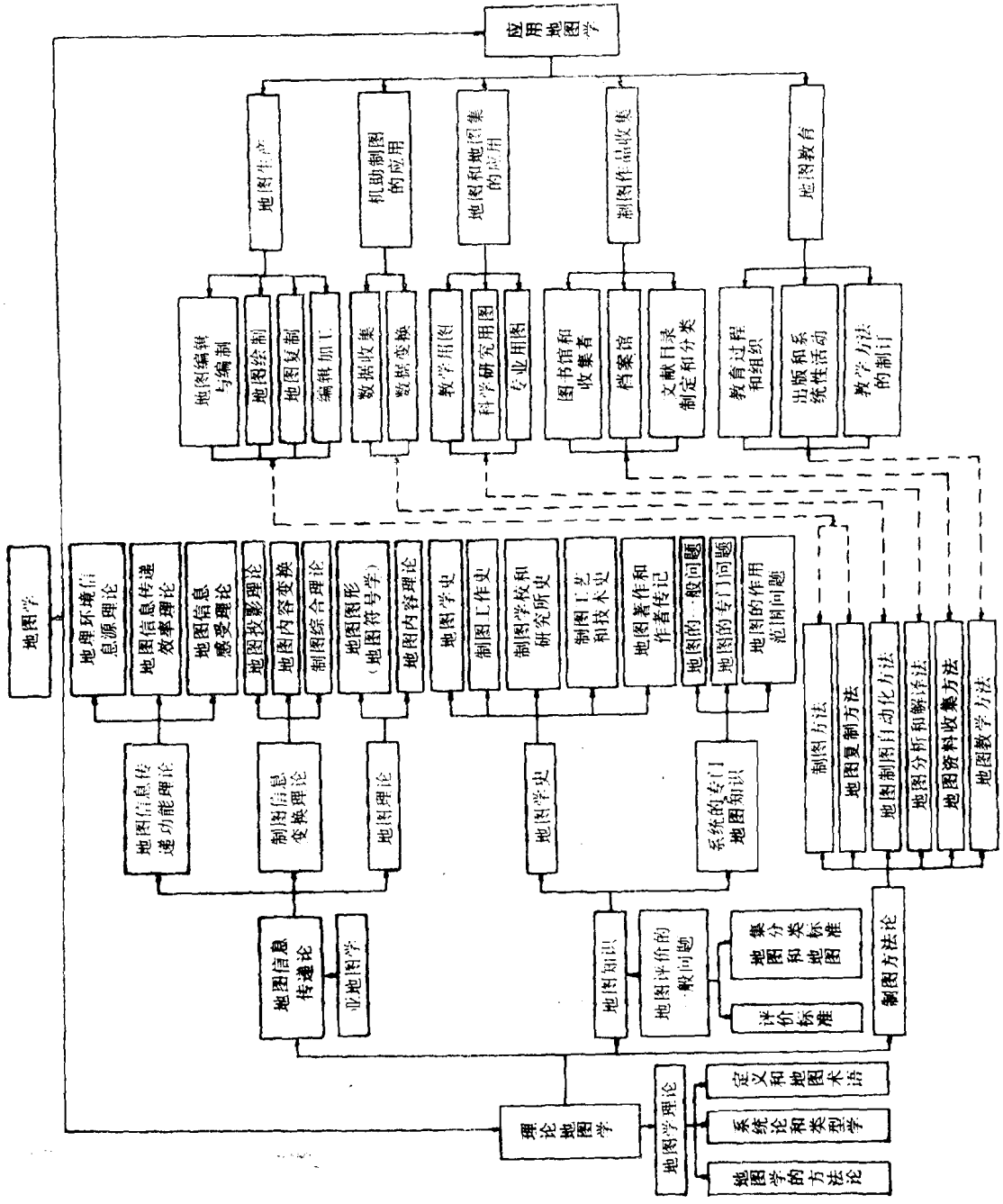


图 1-2 地图学分类表 (据 L. 拉多依斯基)

方法和地图学组织方法；地图学的实践（国际活动系统）包括地图机构、地图编辑、地图生产、地图处理、地图学中的辅助活动和地图人员的培训。对整个地图实践活动他还提出了两个辅助领域，即比较地图学和历史地图学。比较地图学主要是研究地图学领域中进行国际合作的先决条件，因为地图生产技术的发展，地图内容的迅速变化，不同社会对地图的认识反映了地图对各个国家的文化经济发展的影响。历史地图学主要是通过研究地图学的过去来预测地图学领域将来的发展。

普通地图学系统			比较地图学	历史地图学
地图学理论 (地图术语与表示系统)	制图方法论 (规则系统)	地图实践 (国际活动系统)		
1. 图形格式塔理论 视觉理论 语义信息理论 图形理论 图形综合理论 图形复制理论 2. 图形语义理论 表示理论 语义信息理论 一般信息理论(编译码) 拓扑表示理论(空间制图) 主题表示理论 年代表示理论 语义综合 地图模型理论 3. 图形效果理论 视觉感受理论 符号信息理论 功能制图综合理论 4. 地图信息传递理论 地图感受理论 地图表示理论 制图综合理论 地图信息理论 制图活动理论 地图美学理论 地图变换理论	信号识别方法 语义信息量测方法 图形构成方法 图形组合法 图形简化方法 图形复制方法 图形分类 地图系统分析方法 地图编码法 地图构成方法 地图的区域与专题分类法 地图教学法 基础地图与地图设计方法 地图标准化方法 地图使用方法 基本地图分类法 地图 地图组织方法 地图训练方法 地图制作 地图信息传递评价 地图信息传递优化 地图信息传递变换	1. 地图组织 2. 地图编辑、 制图准备 地图设计 地图绘制 3. 地图生产 生产组织 原图生产 地图复制 地图出版准备 4. 地图发行 地图分发 地图贮存 地图使用 5. 地图学中的辅 助活动 6. 地图学训练	比较地图学	历史地图学

图 1-3 地图学的结构 (据 U. 费赖塔格, 1979)

荷兰地图学者博斯 (E.S.Bos) 从地图制作及其与边缘科学的关系也提出了一个地图体系的功能模型(图1-4)。这个模型类似于物质的分子和原子结构。该模型的核心是地图学的主要部分——地图设计。围绕着这个核心的有五个分支学科(地图内容、地图生产设计、地图配置、符号设计和制图综合)。在这些学科的周围环绕着与其保持着联系的其它边缘学科,例如空间数据研究、视觉感受、绘图艺术、技术性学科(图形复制、图形设计和资料处理)、制图方案等。空间数据研究主要包括地理环境数据的搜集、分析研究、制图处理等。视觉感受主要研究感受效果与地图信息传递的效率,并研究图形构成要素的感受特点与用图者的生理和心理的感受过程。绘图艺术主要是研究图形的结构和设计,图形与视觉感受。技术性学科主要包括三个方面,即地图描绘与整饰、地图制印和制图资料处理。制图条件主要是指根据地图的用途来确定编图任务、精度要求和投影选择。博斯所提出的功能模型比较生动、形象地描述了地图学的核心问题和其它学科之间的相互联系。

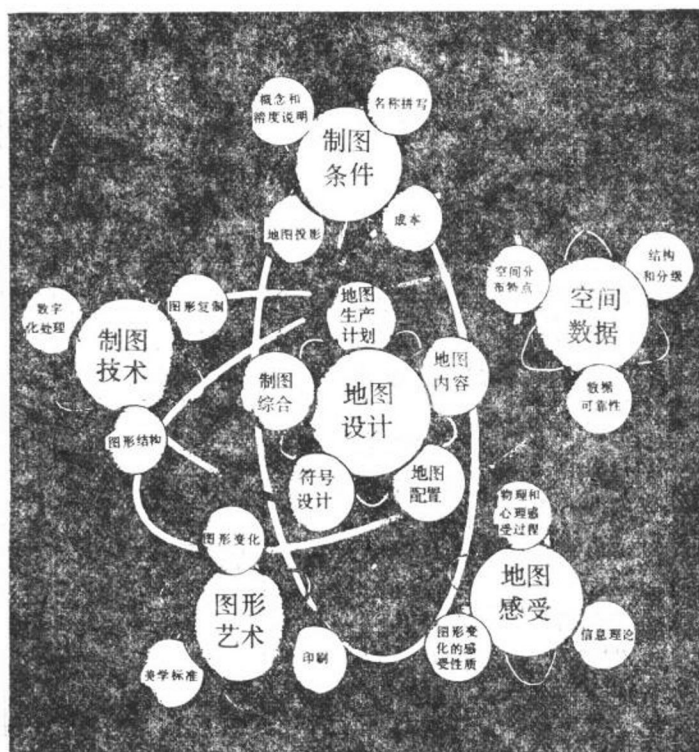


图 1-4 地图功能模型 (据 S.博斯)

## 二、我国对地图学体系的研究

我国地图学者分析了国外关于地图学组成和结构的各种观点,根据当代地图学发展的特点和趋势,提出对现代地图学体系的看法,这个体系是由理论地图学(地图学理论基础)、地图制图学(地图编制方法与技术)和应用地图学(地图学应用原理与方法)三个主要分支学科构成的(图 1-5)。每个分支学科由若干个小的研究分支。将内在的相互联系的三大

部分和其次一级内容一起组成了地图学的完整体系。我国地图学者提出的这个体系具有以下特点：①体系比较完整，包括了地图学的理论、地图编制方法和技术、地图应用原理与方法。这三个部分相互联系，体现从编图到用图的地图信息传递的完整过程。②各分支的组成比较全面，如理论地图学，既包括技术性科学方面的理论，也包括区域性科学方面的理论；制图技术方法中包括了传统的常规方法、计算机地图制图方法和遥感制图方法，应用地图学包括了从地图评价到实际应用的各个方面。③体现了现代地图学的发展特点和趋势。地图学理论、计算机地图制图、遥感制图的迅速发展，地图应用的加强等都是当代地图学的发展特点和趋势，这些在该体系中均有反映。国外地图学者把地图制作和地图的实际应用方面均归属于实用地图学（或应用地图学）就不能反映当代地图学在科学和生产实践中的作用。这也是国外提出的地图学结构的最大缺点。

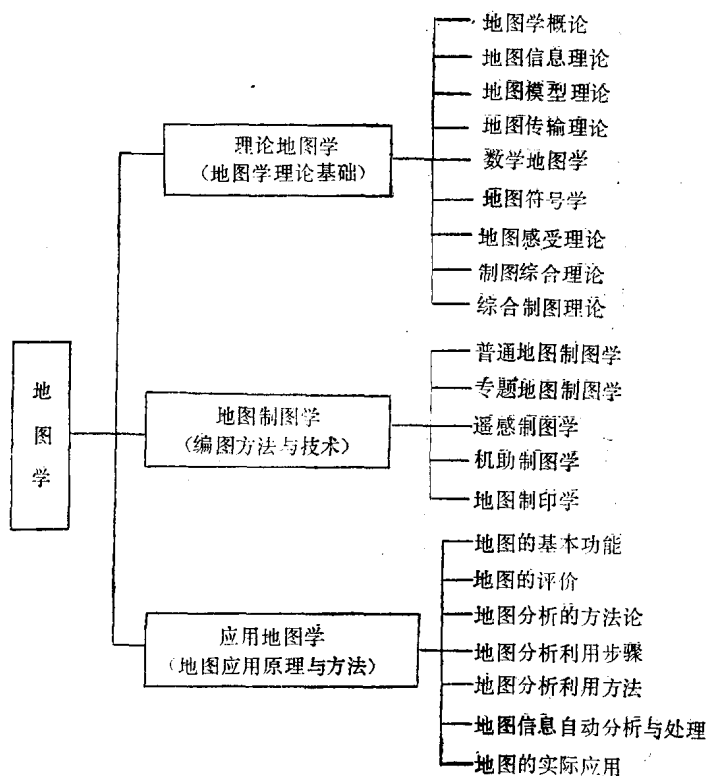


图 1-5 地图学体系 (据廖克, 1982)

现代地图学体系的提出适应了当代地图科学技术的发展，也展示了地图学的广阔领域和发展前景，使地图学的科研、教学和生产不局限于传统的地图学范围里，还可以在新的领域里开展研究，促进地图学的发展。

地图学成为一门独立的学科以来，由于地图应用的广泛性、制图技术的发展和地图学研究领域的扩大，导致了地图学家重视地图学理论的研究和制图新技术的试验，理论地图学的研究内容与地图制作和应用的研究内容已有明显的区别，不管把地图学分成两

部分或三部分，理论地图学已作为地图学的重要组成部分。

### 第三节 理论地图学研究的主要内容

理论地图学着重研究地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一些理论问题。地理空间信息的传递及其与相邻科学之间联系的研究，促进了地图学的发展。由于其它科学(数学、信息论、控制论等)的渗透，丰富和发展了地图学理论研究的内容。目前在地图学中，从地图的制作到应用，都有着非常复杂的内容和过程，我们不但要总结反映地图和地图学中的规律及其理论体系，而且要对地图学中最近提出的一些新理论作深入的研究，通过地图学的实践活动来检验它的指导意义。在国际上，对理论地图学的研究是非常活跃的，提出了种种理论和看法，尽管各种见解还存在着一些分歧，但是这种研究的动向是值得地图学者们注意的。

从目前发展来看，理论地图学可以包括数学制图学、制图综合理论、地图信息理论、地图信息传递理论、地图感受理论、地图符号学、地图模型理论、综合制图理论等。现对一些新理论的含义和基本内容简述如下：

#### 1. 地图信息论

地图信息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，也是空间信息的载体、存贮、传递和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二种。直接信息是接受者由读图而直接获得的，间接信息是接受者通过对地图的分析而获得的，它包括通过分析所获得的有关要素的分布结构规律，区域差异的信息和通过量算所获得的数据信息。例如阅读等高线地图时可以获得地形高程和地势变化的趋向，但是经过地图分析量算还可获得地形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概念。地图信息可以从数量差异和质量特征二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、面图形都可用数字信息的形式表示出来，这种数字信息现在可以通过数字化仪来获取。计算机地图制图就是把生物地理环境中的数据，地图上的所有符号要素转换为其坐标值和特征值的数字信息输入到计算机里，经过加工处理输出所需的信息。计算机地图制图过程就是利用电子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，地图信息论可以作为计算机地图制图的理论基础，而计算机制图又为大量快速处理地图信息提供了手段。

地图信息论不同于数学信息论。数学信息论是从数学方面来研究信息的存贮、处理和传递的过程，是由要求改善信息传递而产生的，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的关系。地图读者阅读一幅地图，一眼就能看到其全体，然后着手对其各部分进行分析，在分析时注意时间上的连续性及其与周围事物



的内在联系性，因此，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。而在制图过程中，由于技术和制图综合的原因会去掉一些次要的内容和细节，即会产生地图信息的损失，但这样可以产生更能反映典型特征和分布规律的信息；同时由于用图者的知识水平和读图训练的差别，他们从地图上所提取的信息多少也是不同的。数学信息论中，信息熵是用来度量信息传递的不定度的，即用来研究、解决信息的不肯定性问题，但是信息熵在地图学中是用来解决肯定的问题，如用来确定全部地图的相似性和现象的相互一致性，信息量的正式计算等。

## 2. 地图信息传递论

地图信息传递论是研究地图信息传递过程和方法的理论。地图信息传递的基本过程是：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。地图信息传递就是把制图与用图视为信息传递的统一过程，制图者与用图者应是一个整体的两个方面，编图的目的就是为了把信息传递给用图者，因此，编图者应考虑用图者的需要，研究地图信息传递的效果。

## 3. 地图感受论

地图感受论是研究地图视觉感受的基本过程和特点，分析用图者对图像感受的心理物理因素和地图感受的效果。读图者的视觉反映经过三个过程：①物理刺激过程，读图者的眼睛接受地图上的颜色和符号反射的光波；②生理上的变化过程，视神经受刺激后反映给大脑；③心理上的活动，读图者的大脑接收视网膜上的符号、颜色和图形，经过思维活动，来解译图像，认识客观世界。不同符号及其组合对人们的视觉感受效果不同，读图者的年龄、知识水平的不同，他们的视觉感受过程和特点也不同。通过对地图图形符号和地图色彩的感受特点的研究，为地图整饰提供理论依据，改变目前地图整饰设计主要依靠编图者经验的状况，进一步提高地图的表达力，使地图有一个最好的传递效果。

## 4. 地图符号论

地图符号论是研究作为地图语言的地图符号系统及其特性与使用的理论。它是用一般的符号原理来研究地图符号，但是符号学的原理尚未能完全用于地图学中，只是把一部分的原则用于地图符号中。尽管如此，图形符号理论给地图符号设计和表示提供了一个有用的基础。目前地图符号论的研究主要包括：①地图符号关系学。它是研究地图符号的结构及其形成系统的规律和特性。符号系统的各种符号既要有联系，又要有差别，形成一个完整的符号系统，即研究符号与符号之间的关系。②地图符号语义学。研究地图符号和制图要素之间的相互关系，即符号与表示对象之间的关系，例如根据符号的位置、形状、大小、组成，或根据符号的密度和结构来确定符号的含义。地图符号系统应保证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。③地图符号的效用，主要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，能为广大读者所接受，同时也应研究由这些符号所构成的普通地图和专题地图的感受效果，并注意对用图者的地图语言训练。上述三个研究内容，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，符号与表示对象之间的关系，符号与使用者