

DITUXUE YU DITUHUIZHI

21 世纪测绘学科高职高专精品规划教材



地图学与地图绘制

王 琴 主编



黄河水利出版社

● 21 世纪测绘学科高职高专精品规划教材

测量学

GPS 测量技术

摄影测量

房产测绘技术

地籍测量

数字测图技术

控制测量

测绘专业英语

地理信息系统

地形测量

工程测量技术

测量平差

测量学实训手册

测量学助学指导

测绘工程 CAD

地图学与地图绘制

策划编辑 余甫坤
责任编辑 李晓红
封面设计 谢 萍
责任校对 田丽萍
责任监制 常红昕

ISBN 978-7-80734-374-5



9 787807 343745 >

定价：28.00 元

21 世纪测绘学科高职高专精品规划教材

地图学与地图绘制

主 编 王 琴
副主编 陈 琳 刘剑锋 聂俊兵
参 编 邹娟茹 李金生 廖文峰

黄河水利出版社
· 郑州 ·

内 容 提 要

本书全面系统地阐述了地图学的基本概念、基本理论及地图绘制的基本技术和方法,全书分四部分十章,第一部分为地图基础理论,第二部分为地图制图,第三部分为地图分析与应用,第四部分为课程实验,使学生更好地掌握基本的理论知识,提高实践操作的能力。本书可作为高职高专院校地学类、测绘类等地图制图与地理信息系统专业的教学用书,也可作为相关专业和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

地图学与地图绘制/王琴主编. —郑州:黄河水利出版社,2008.8

21世纪测绘学科高职高专精品规划教材

ISBN 978-7-80734-374-5

I. 地… II. 王… III. ①地图学-高等学校:技术学校-教材
②地图绘制-高等学校:技术学校-教材 IV. P28

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第133007号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路11号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:许昌裕达印刷有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13

字数:316千字

印数:1—4 100

版次:2008年8月第1版

印次:2008年8月第1次印刷

定价:28.00元

前 言

计算机技术、卫星遥感及地理信息系统等一系列高新技术的发展,使地图制作技术和应用方式发生了革命性的变革。本教材紧紧围绕国家示范性高等职业院校的人才培养目标,根据生产单位对高等职业技术学院地学类、测绘类等地图制图与地理信息系统专业应用性高技能人才的要求,系统地传授先进、实用的地图学知识与技能,传授计算机制图、遥感制图、数字地图制图等地图制作的新技术、新方法。配合每章教学内容安排系列实验,使学生在掌握理论的同时进行实践操作,培养学生的动手与动脑能力。

本教材以现代空间信息技术的发展对地图学基本概念、基本理论与原理的需要和地图制图的基本技术方法的应用为宗旨,在编写上力求概念准确、图文并茂,便于学生的理解和学习。

全书由四部分构成,共分十章:第一部分为地图基础理论,包括地图学概论、地图的数学基础、地图图型、地图符号与地图内容表示和地图概括;第二部分为地图制图,包括地图成图概述、计算机地图制图和3S与地图;第三部分为地图分析与应用,包括地图分析、地形图的阅读及应用;第四部分为课程实验,目的是使学生更好地掌握基本的理论知识,提高实践操作的能力。本书可作为高职高专院校地学类、测绘类等地图制图与地理信息系统专业的教学用书,也可作为相关专业和工程技术人员的参考用书。

本教材由王琴编写第四章,陈琳编写第二章,刘剑锋编写第六章、第七章,聂俊兵编写第九章、第十章,邹娟茹编写第一章、第五章,李金生编写第三章,廖文峰编写第八章,单项实验部分由王琴、陈琳等统编。本书由王琴、刘剑锋统稿,由赵杰副教授、周建郑教授审阅。

由于各方面的原因,书中难免存在一些不足甚至错误,敬请读者批评指正。

编 者

2008年6月

目 录

前 言

第一部分 地图基础理论

第一章 现代地图学概论	(1)
第一节 现代地图与现代地图学概述	(1)
第二节 现代地图的分类与组成	(5)
第三节 现代地图的作用	(9)
第四节 地图的发展历史与展望	(13)
第二章 地图的数学基础	(21)
第一节 地球的形状与大小	(21)
第二节 地球坐标系与大地定位	(24)
第三节 地图比例尺	(28)
第四节 地图投影	(32)
第五节 地图投影的应用	(37)
第三章 地图图型	(47)
第一节 普通地图	(47)
第二节 国家基本比例尺地形图	(48)
第三节 地形图的分幅与编号	(50)
第四节 专题地图	(61)
第四章 地图符号与地图内容表示	(69)
第一节 地图符号概述	(69)
第二节 地形图符号的使用	(72)
第三节 地形图内容表示	(75)
第四节 专题地图内容的表示	(85)
第五章 地图概括	(97)
第一节 地图概括概述	(98)
第二节 地图概括的基本方法	(102)
第三节 地图概括的自动化技术	(109)

第二部分 地图制图

第六章 地图成图概述	(112)
第一节 地图成图方法	(112)
第二节 普通地图设计与编绘	(119)
第三节 专题地图的设计与编绘	(120)

第七章 计算机地图制图	(125)
第一节 计算机地图制图概述	(125)
第二节 数字地图的数据结构及其数据库	(127)
第三节 计算机地图制图中的编辑和制作	(130)
第四节 电子地图	(141)
第五节 地图4D产品生产与应用	(143)
第八章 3S与地图	(149)
第一节 GIS与地图	(149)
第二节 RS与地图	(154)
第三节 GPS与地图	(159)

第三部分 地图分析与应用

第九章 地图分析	(162)
第一节 地图分析的技术和方法	(162)
第二节 地图分析的应用	(166)
第三节 地图的选择	(170)
第十章 地形图的阅读及应用	(171)
第一节 地形图的阅读	(171)
第二节 地形图的应用	(173)

第四部分 课程实验

实验一 认识地图	(181)
实验二 常用的计算机制图软件简介	(182)
实验三 地图投影的判别与选取	(183)
实验四 图像/地图的镶嵌配准	(185)
实验五 地图图框制作	(187)
实验六 地图符号设计与制作	(190)
实验七 计算机专题地图的制作	(193)
实验八 从遥感影像生成专题地图	(195)
实验九 在图上确定点的坐标、高程和两点间的距离	(196)
实验十 绘制断面图	(198)
参考文献	(200)

第一部分 地图基础理论

第一章 现代地图学概论

存储和传输信息的方式多种多样,与语言和文字相比,图形有着前者不可比拟的直观、形象和简洁等优点。地图是一种“其他信息传递形式所不能代替的最有效的方法”(高俊),地图不仅能反映制图对象的形态、特征和对象之间的相互联系,而且还能表示出空间现象的分布规律以及随时间的变化。一言以蔽之,“千言万语不如一幅图”。

地图学(cartography)是一门古老而又年轻的科学。说它古老是因为它的形成不亚于文字,说它年轻是因为它随着社会需求的发展,地图制图内容不断丰富,制图精度不断提高,表现形式更加多样化,制图理论日趋成熟,制图技术也随着时代的进步而进步。地图在科技高度发展的今天,已成为国民经济建设、科学实验及日常生活不可或缺的工具,地图学作为一门独立的学科,已经形成了自己完善的理论、技术与应用体系。要弄清什么是现代地图学,必须先弄清什么是现代地图。

第一节 现代地图与现代地图学概述

一、现代地图的定义

(一)国外地图定义的演变

地图的定义是随着人类社会的发展和科学技术的进步而发展变化着的。20世纪中叶以前,人们把地图说成是“地球表面在平面上的缩写”。该定义简单明了,但不确切,因为它同样适合于风景画、地面素描和照片、航片、卫星照片等。这一定义不能充分表达地图所具有的特性,也无法与上述风景画和各种像片明显准确地加以区别。20世纪中叶以后,有的学者提出:“地图是周围环境的图形表达”,“地图是空间信息的图形表达”。该定义强调了地图的符号图形抽象功能,但没有重视地图的信息传输等功能。有学者认为,“地图是反映自然和社会事物与现象的形象符号模型”,该定义重视了客观世界模拟功能,但却忽略了地图的信息传输等功能。还有人提出,“地图是信息传输的通道”。该定义强调了地图的信息传输的功能,但未重视地图对客观世界的模拟功能。国际地图学协会(International Cartographic Association,简称ICA)1987年成立的地图学定义与概念工作组给地图的定义是:“地图是地理现实世界的表现或抽象,是以视觉的、数学的或触觉的方式表现地理信息的工

具。”该定义重视了地图的符号模拟、抽象功能和多元表达形式,但从地图的基本特性和功用(即功能和作用)方面来审视,仍显得不够准确与全面、系统。

(二) 国内现代地图定义的发展

我国地图学教科书对地图的定义多年来一直是:“地图就是按照一定的数学法则,运用符号系统,概括地将地球上各种自然和社会经济现象缩小表示在平面上的图形。”这个定义反映了地图的基本特性,但未明确现代地图的各种功能特性。2000年,地图学家王家耀教授在《理论地图学》的专著中给地图的定义是:“地图是根据构成地图数学基础的法则和构成地图内容的制图综合法则记录空间地理环境信息的载体,是传输空间地理环境信息的工具,它能反映各种自然和社会现象的空间分布、组合、联系和制约及其在时空中的变化和发展。”这个定义明确了地图信息载负和传输的功能,但未概括出地图的其他功能,对地图的符号特性也未提到。其作为数字地图的定义尚可,但对众多符号化的电子地图形式就不适合了。

随着对地图学理论的深入研究和对地图实质的逐渐全面理解,结合现代地图制图技术的发展,这里我们将现代地图的概念定义为:现代地图是按照严密的数学法则,用特定的符号系统,将地图或其他星球的空间事象,以二维或多维、静态或动态可视化形式,抽象概括、缩小模拟等手段表示在平面或球面上,科学地分析认知与交流传输事象的时空分布、数量质量特征及相互关系等多方面信息的一种图形或图像。

二、现代地图特性及其拓展

(一) 地图的基本特性

风景画、素描画、写景画、地面照片、航片、卫星照片与文字著作等,虽然也是地球在平面上的描绘和缩影,但在表示方法、表达手段与描绘的内容上与地图有着本质的区别,它们不具备地图所具有的如下三个基本特征。

1. 严密的数学法则

目前地图表现的主要对象是地球,其表面是一个不规则的三维曲面,而一般地图是一个二维平面。当制图区域比较大时,需要考虑地球曲率的影响。要将三维的地球表面转换到地图平面上,而且使得地图上的地理要素与实地保持正确的对应关系,便于量算与分析,必须运用一定的数学法则,建立起地球球面与地图平面之间的变换关系,而且还要研究变形的大小与分布,实现这个变换的理论与方法称为地图投影。地图投影、比例尺和坐标系统构成了可量测地图的数学基础。

2. 科学的地图概括

地图是以缩小的形式反映客观世界的,它不可能把真实世界中所有现象无一遗漏地表现出来,因而就存在着许多地理事物与地图清晰易读要求的矛盾,这种矛盾随着比例尺的缩小愈发显得突出。因此,必须对地图内容进行客观与主观的概括,即舍去次要的、微小的,保留基本的、主要的,并加以概括,从而更好地表现出空间事物的本质与规律性,使地图具有一览性。这种经过取舍、简化等抽象性图形思维和符号模拟综合概括出来的地理图形,和航空像片、卫星图像有很大的差别。所以,地图跟航空像片、卫星图像的又一差别在于它的内容

是经过了地图概括(即制图综合)得来的。可见,地图内容科学性的核心问题就是地图概括。从这一角度来看,可以说地图是一种思维产品。

3. 特定的符号系统

地球表面上的事物,在地图上是用特定的符号系统表示的。为什么地图上要采用特定的符号系统呢?因为地理事物的形状、大小、性质等特征千差万别、十分复杂,如果全部按它们的原貌缩绘到地图上,将会杂乱无章,实际上也是不可能的。因此,采用图形符号这种地图的语言,来传递空间事物的位置、名称、数量和质量特征等信息。

围绕着地图的上述三个基本特性所涉及的内容,实际上构成了地图学的三个重要分支领域:地图投影、制图综合和地图符号系统。它们也是现代计算机制图所必须依据的理论基础。

(二) 现代地图基本特性的拓展

一般认为现代地图就是指在数字环境下制作的地图。这种数字式现代地图与传统模拟式纸质地图相比较有很大不同。陈述彭先生认为地图从古代到现代,在信息源和信息获取手段、存储和检索方法、分析加工与制图方法、最终可视化产品的形式等方面都发生了漂移。这表明,随着科学技术的进步和社会的发展,地图从内容到形式、从信息源到成图方法、从编图到用图,都发生了巨大的变化。特别是这种变化对地图的数学基础(地图投影与比例尺)、地图符号系统和地图概括这三条基本特性来说,在数字环境下都有所发展。但这三条基本性质却没有根本改变。如数字地图、屏幕地图、电子地图的比例尺不固定,可以任意缩放;地图符号、注记和色彩的生成与修改十分方便;地图内容可实现自动概括等。地图较文字的形象直观性、地理方位性和几何精确性三项基本特点也有所发展,如由二维静态可视化发展为多维动态可视化;有些地图只要求反映地理规律性,或能说明问题就行,并不要求几何精度等。但这三个特点也没有根本改变。总之,我们只能把地图的这种变化称为特性的拓展,就是因为其实质没有改变。从这个意义上说,地图是永生的,它还将永远生存下去。

三、现代地图学概述

(一) 现代地图学的定义

地图的出现不亚于文字,但是地图学作为一门独立的学科体系还是人类社会进入 20 世纪之后才形成的。随着科学技术的进步和人们对地图学研究的不断深入,对地图学的实质研究也不断深入,人们从不同角度对地图学的定义进行了研究。我国学者对地图学的定义也进行了一定的研究,认为现代地图学的定义应为:现代地图学是以地图信息传输与地图可视化为手段,以区域综合制图与地图概括为核心,以地图科学认知与分析应用为目的,研究地图的理论实质、制图技术和使用方法的综合性大众化科学。

(二) 现代地图学的学科体系

从现代地图学的定义可以看出现代地图学研究内容包括三个大的方面,即理论地图学(theoretical cartography)、技术地图学(technological cartography)和应用地图学(applied cartography)。具体内容见地图学的学科体系表(表 1-1)。

表 1-1 现代地图学的学科体系(廖克 1982 年提出,2003 年修改)

一级学科	二级学科	三级学科
现代地图学	理论地图学	地图学概论、地图投影理论、地图符号理论、地图信息与传输理论、地图模拟与模型理论、地图认知与感受理论、综合制图理论、地学信息图谱理论等
	技术地图学	地图编制(含普通地图编制、专题地图编制)、遥感制图(含航空航天摄影测量制图、遥感专题制图等)、数字制图即计算机制图(含数字地图、电子地图、多媒体地图、多维动态地图、网络地图制图等)、地图制印与电子出版、地图可视化、综合制图等技术
	应用地图学	地图选用、地图阅读、地图量算、地图分析、图上作业等

四、现代地图学与其他学科的关系

地图学具有区域性学科与技术性学科的双重性质,因此同许多学科都有非常密切的关系。地图学特别与地球科学和地球信息科学关系更为密切。这两者分别是地图学的科学内容基础和技术基础,而同时地图学又是这两者重要的研究方法手段。

(一) 现代地图学与地球科学的关系

地图学作为区域性学科,它的主要科学基础就是地球科学。它的发展与地理学和地质学、生物学、资源环境等区域学科有着密切的关系。地图是地理学和地质学等区域性学科的“第二语言”。所有这些区域性学科的野外实地勘测、调查与考察都离不开地图;同时,地图还是地学分析与研究的重要手段,包括利用地图方法进行规律总结、综合评价、预测预报、规划设计以及成果表达。地球科学既是地图学的应用对象又是地图学的研究对象,地图作为科学研究的有效工具,促进了地球科学的发展。

地理学和地质学等区域性学科又是地图学,特别是专题地图学的科学内容基础和主要的资料来源,基本地理要素是所有地图内容的骨架。地理学和地质学、生物学等的许多理论对地图学,特别是对专题地图学有着十分重要的指导作用。地图工作者必须很好地学习地球科学的基础知识,注意野外实地调查与研究,深入研究制图对象,包括自然和人文现象的地理分布规律及其成因机制与演变过程,只有这样才能设计、编制出科学水平和应用价值较高的地图。而地球科学工作者也应该了解和熟悉地图基本知识,掌握好地图这一重要的研究方法手段。

地图学与地学等区域性学科相结合,形成地球学科各部门或区域的专题地图学,如地质地图学、地貌制图学、土壤制图学、资源环境制图学、农业制图学、经济地图学等。这些部门或区域专题地图学,具有地学或区域性学科与地图学交叉学科的性质。

(二) 现代地图学与测绘学的关系

测绘学包括“测”和“绘”两个方面。“测”是指测量学,它有两个重要分支:一是研究地球的形状、大小和建立测图控制的大地测量学;二是研究测制地形图的普通测量学和航空摄影测量学。前者提供了地球形状和大小的模型与数据,以及平面与高程控制测量成果,从而可以在地图上准确标定出地面点的空间位置;后者可提供各种比例尺实测地形图。所以说,

没有精密的测量就没有精确的地图。同样,在测制地形图的过程中,各种成图要素的表示方法、地图概括理论及其编辑工作等,都需要地图学方面的知识。航空航天摄影测量使用的航片、卫片和影像数据在反映地面的真实性和详细程度等方面具有无可比拟的优越性。所以,它们在地图编制和资源环境调研中得到广泛的应用。测绘学中“绘”指绘图的意思,即指地图绘图学。

在国内,行政主管部门与学会组织,都把地图制图学与测量学结合在一起,统一由测绘局与测量学会管理,把地图制图学作为测绘学的一个分支;同样地理学的科研单位与高等院校以及地理学会,也都把地图学作为地理学的组成学科之一。在国家科学分类系统中,地图学作为理科,在地球科学大类中,同自然地理学、地质学、海洋学等并列为二级科学;在技术学科中,地图制图是测绘技术中的分支。国际上地图学的国际组织“国际地图学协会”是与“国际地理学联合会”、“国际遥感与测量学协会”等并列的一级独立学术团体,而且许多国家把测绘学与地理学结合在一起,作为研究与生产的实体。如日本的国土地理院、法国的国家地理院,都包括地理与测绘两大部分,其中全国地形图的测制与专题地图编制都是他们的中心任务。美国的地质调查局(USGS)甚至把地质学、地理学、测绘学组合在一起,除编制生产地形图、地质图,还编制生产其他专题地图。

(三) 现代地图学与 3S 技术的关系

3S 技术系指遥感(remote sensing,简称 RS)、地理信息系统(geographic information system,简称 GIS)和全球定位系统(global positioning system,简称 GPS),属地球信息科学中的地学信息技术范畴。其中遥感技术的发展,给地图制图领域带来了深刻的变化。遥感技术具有多波段、多时相、多尺寸、周期短的特性,为地图内容的修编与更新、专题地图的编制和影像地图的制作等提供价廉而实时的资料。计算机地图制图(computer mapping)极大地提高了地图制图的速度,使大量的制图工作者从烦琐的手工制图工作中解脱出来,提高了地图制作的技术水平,丰富了地图的内容,使由模拟地图迈入数字地图时代成为可能。GIS 是在计算机地图制图的技术上逐渐发展起来的,它不仅继承了地图学中空间信息的传递功能,更强调了空间数据的分析、处理与应用。GPS 是随时随地无须通视的定位方法,使准确、快速地获取地面点的大地坐标值成为可能,提高了地图的空间数据质量。同时,地图学理论、原则和方法,在现代 3S 技术系统中仍然是其理论依据。

(四) 现代地图学与其他学科的关系

地图学与其他学科也存在着广泛的联系。自然科学和社会科学为地图制图提供必要的题材;计算机与信息工程技术的进步,不断地改进制图的技术方法和工艺水平;艺术和色彩学为地图学的表现手段和感染力提供营养;地图投影与地图数学方法从数学那里攫取知识,数学也是实现地图模型理论和计算机地图制图、数字制图的基础。

第二节 现代地图的分类与组成

在传统地图概念中,地图的种类是很多的,通常按照它们的某些标志对其进行分类。但是随着地图学理论和技术研究的不断深入,也出现一些新的地图类型,使地图的分类标志与类型更加丰富。

一、现代地图的分类

(一)按地图功能和内容分类

按地图功能分类,地图可分为普通地图、专题地图、专用地图和特殊地图四大类。按地图内容分类,地图可分为普通地图和专题地图两大类。地图按内容分类是最主要的分类方法。

1. 普通地图(general map)

普通地图是以同等详细程度全面表示地面上主要的自然和社会经济现象的地图,能比较完整地反映出制图区域的地理特征,包括水系、地形、地貌、土质植被、居民地、交通网、境界线,以及独立地物等。普通地图进一步可分为地形图和地理图。

2. 专题地图(thematic map)

专题地图是着重表示一种或几种自然或社会经济现象的地理分布,或强调表示这些现象的某一方面的特性的地图。专题地图的主题多种多样,服务对象也很广泛。按专题内容可进一步分为自然地图、社会经济地图和环境地图等不同专题类型的地图。

3. 专用地图

专用地图指根据某一部门的特殊要求编制的具有专门用途的地图。由于专用地图都有一定专门用途,因此地图的内容与形式也有其特点。专用地图的种类主要有教学图、宣传图、航海图、航空图、宇航图、导航图、公路交通图、旅游图、水利图、农业图、环境图、灾害图、规划图、工程图、传媒图、军事图等,此外还有体育、医药、餐饮、住宿、购物、娱乐、少儿、盲人、校园、社区等地图。

4. 特种地图

特种地图是指用非常规形式显示的地图或用特殊材料与介质所制作的地图,包括数字地图、屏幕地图、多媒体电子地图、互联网地图、立体地图、触觉地图(盲人地图)、发光地图、塑料地图、丝绸地图、缩微胶片图和工艺品地图等。

(二)按地图比例尺分类

按比例尺分类,地图分为大比例尺地图、中比例尺地图、小比例尺地图3种。

1. 大比例尺地图

大比例尺地图是指比例尺大于或等于1:10万的地图,如1:10万、1:5万、1:2.5万、1:1万、1:5000等。它详尽而精确地表示地面的地形和地物或某种专题要素。它往往是在实测或实地调查的基础上编制而成的,作为城市、县乡规划和专业详细调查使用,可进行图上量算或者作为编制中小比例尺地图的基础资料。

2. 中比例尺地图

中比例尺地图是指比例尺小于1:10万,且大于1:100万的地图,如1:25万、1:50万等。它表示的内容比较简要,由大比例尺地图或根据卫星图像经过地图概括编制而成,可供全国性部门和省级机关作总体规划、专用普查使用。

3. 小比例尺地图

小比例尺地图是指1:100万和更小比例尺的地图,如1:100万、1:150万、1:250万、1:400万、1:600万、1:1000万、1:2000万等。这种地图随着比例尺的缩小,内容概括程度增大,几何精度相对降低,用以表示制图区域的总体特点以及地理分布规律的区域差异等,

主要用在一般参考及科学普及等方面。

(三) 按制图区域分类

控制图区域一般分为世界地图、半球地图、大洋地图、分洲地图、分国地图、分省地图、分县地图、城市地图等。另外,不同专业也有不同的分区系统,如按流域分区,有黄河流域地图、长江流域地图等;按地形分区有青藏高原地图、黄土高原地图、华北平原地图等。此外,从扩大了地图定义来说,还有月球图、火星图或其他星球图等。

(四) 按地图用途分类

按地图的用途进行划分,地图可分为通用地图和专用地图两大类。通用地图即普通地图(地形图、地理图);专用地图有教学地图、军事地图、航海地图、航空地图、公路交通地图、旅游地图、规划地图、参考地图等。这些地图的名称就表明了它们的用途。

(五) 按其他标志分类

除了上述几种主要分类,还有其他一些分类方法,例如:

(1) 按使用方式可分为桌面用图、壁挂图和便携图(折叠图、地图册)。

(2) 按感受方式可分为视觉地图(线划地图、影像地图、屏幕地图)、触觉地图(盲人地图)、多感觉地图(多媒体地图、多维动态地图、虚拟现实环境)等。

(3) 按特种介质不同可分为丝绸图、塑料图、缩微胶片图、发光图、数字图、电子图、网络图等。

(4) 按地图幅数分为单幅图、多幅图(系列图、地图集和地图册)。

(5) 按综合程度可分为单幅分析图(解析图)、单幅综合图(又可分为组合图、合成图),以及综合系列图、综合地图集或地图册。

(6) 按基本图形可分为分布图、类型图、区划图、等值线图、点值图、动线图、统计图、网格图等表示方法不同的基本图形;还有分析图、综合图、组合图、合成图等综合程度不同的基本图形。

(7) 按印刷色数可分为单色图、多色图、黑白图、彩色图。

(8) 按历史年代分类可分为原始地图、古代地图、近代地图、现代地图。

(9) 按语言种类可分为汉语言地图、少数民族语言地图、外国语言地图。

(10) 按出版形式可分为印刷版、电子版、网络版。

随着现代数字技术的发展,也出现了一些新型的其他地图类型,例如:

(1) 按数模性质可分为模拟地图(实物图、屏幕图)与数字地图(矢量图、栅格图)。

(2) 按虚实状况可分为实地图(纸质图、电子图)与虚地图(数字图、心像图)。

(3) 按时间状态可分为静态地图和动态地图(动画图、交互图、虚拟现实环境)。

(4) 按数据的维数或表现事象的维数可分为二维平面图、三维立体图和多维动态图等。

二、现代地图的组成要素

(一) 地图的组成要素

无论地图上表现的内容多么简单或复杂,从其构成要素来看都由数学要素、地理要素和辅助要素所组成。数学要素是地图的数学基础,地理要素是地图的地理基础。

1. 数学要素

数学要素是用来确定地理要素的空间相关位置,起着地图“骨架”作用的要素,如测量

和制图的大地控制(即各种控制点)、地球的缩小程度(即地图比例尺)、用于确定地图上空间事物方向的指向标志、地图投影坐标网(即经纬线网)和平面坐标网等,都属于地图的数学要素。前三者是人类长期以来的认识和总结,是人为规定的,是地图数学基础的框架部分;后两者是其原理部分,是地图学的理论之一。

2. 地理要素

地理要素是客观存在于地表的各种地理实体或者现象在地图上的可视表达,是地图表示的主体内容。地理要素可分为自然地理要素、社会经济要素和其他要素三大类。自然地理要素有水系(如河流、湖泊、海洋等)、地形地貌(如山脉、丘陵、平原、高原等)、土质植被(如沙地、沼泽、森林、草地等)。社会经济要素有居民地,以及联系居民地的铁路、公路、航线等交通线路,还有各级行政区划单元的界线,以及农业、工业等要素。其他要素包括环境污染和保护、灾害、医疗地理、航行、军事行动等内容。

3. 辅助要素

辅助要素是指制图区域以外所表示的要素,有时也称为图外要素,包括为方便使用地图而提供的工具性要素、制图背景说明性要素以及为丰富和深化主题内容而增加的补充性要素等。一般而言,辅助要素具体有工具性辅助要素和说明性辅助要素。

1) 工具性辅助要素

工具性辅助要素包括图例、分度带、比例尺、坡度尺等。图例是地图上所有符号的归纳和说明,分度带是对整个图幅范围的经纬度细分,比例尺表明地图对实地的缩小程度,坡度尺可用在等高线图上量算地面坡度。

2) 说明性辅助要素

说明性辅助要素包括图名、图号、接图表、出版单位、时间、编图说明,以及图廓外的其他整饰要素与补充说明等。这些一般都安放在主图内容的外侧,或者图内的空当处,处于辅助地位。它是对主图内容与形式的补充,也是用图的工具或参考。图 1-1 给出了地形图的组成要素。

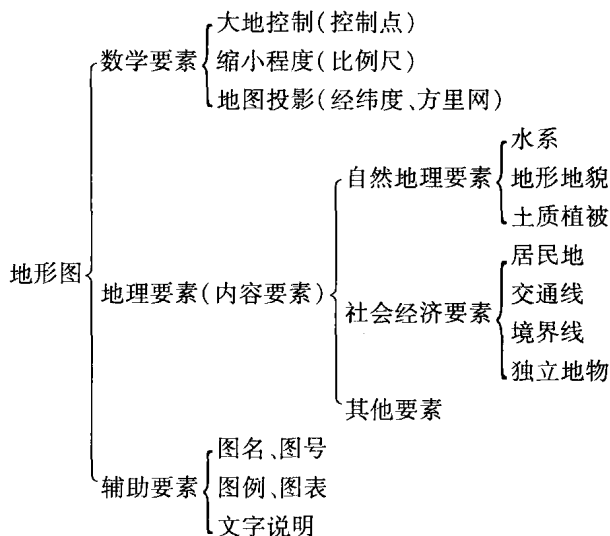


图 1-1 地形图的组成要素

(二) 现代地图的组成要素

现代地图的内容更加丰富,形式也更加多样化,从其构成要素来看,除构成地图数学基

础的数学要素、构成地理基础的地理要素和其他辅助要素,还应该包括构成现代地图技术基础的技术设备和技术操作。技术设备即为计算机的硬、软件设备,技术操作即为计算机数字制图的技术操作。这在传统制图与用图中都是不存在(不需要)的。也就是说,现代地图是由地图和技术设备共同组成的。

第三节 现代地图的作用

一、地图的基本功能

地图的发展几乎与人类的文化史和环境的认识史同步,已有几千年的历史。要揭开地图具有如此巨大生命力的奥秘,仅从地图的基本性质上认识还是不够的,还应该从功能上深入研究地图的本质。

人们把模型论、信息论、认知论等引入地图学的研究中,提出地图的基本功能应该包括模拟功能、信息载负与传输功能和认知功能。

(一) 地图的模拟功能

根据模型理论,当一个系统与另一个系统在某些方面可以建立起某种相似性,那么两者之间就存在着原型与模型的关系。从模型论的观点定义地图,地图是“反映自然和社会经济现象的空间分布、组合结构、相互联系,以及随时间的发展变化,再现客观世界的空间模型”(廖克,2003)。构造地图模型的手段不同,地图模型的形式也不同。它可以是模拟的或数字的、图形的或图像的、精确的或概略的、物质的或概念的、静态的或动态的、平面的或立体的,等等。地图学界将人脑中形成的对空间环境的认知称为心像地图,它也是一种模型,是一种思维或概念的模型。在计算机中存储的地图称为数字地图,则是一种数字模型。心像地图和数字地图都可以通过可视化的手段再现出来,同样反映了人们对空间环境的认知。

作为模型的地图,人们可以通过它获得对客观地理存在的特征和变换规律的认识。在采用了严格数学法则的物质地图模型上,人们可以量测长度、面积、体积和方位以取代实地量测与观察,它也可以作为基本建设与规划的工具。所有以地图为工具来认识空间环境的场合都体现了地图模拟客观世界的功能。

(二) 地图的信息载负与传输功能

地图是容纳和储存地球空间信息的载体,或者说是存储地球信息的工具和手段。地图存储着大量的地球信息,它们是通过地图符号来存储、表达和传递的。地图信息包括直接信息和间接(潜在)信息,直接信息是指由地图符号所明确定义了的信息,如圈形符号表示居民地、粗细渐变的蓝色符号表示河流,它们通过地图符号直接表现出来,而且能被测度;间接信息是由地图符号组合所产生的含义,它需要经过分析解译才能够获得,例如通过河流、道路、港口与居民地的关系,可以获得居民地的交通是否便利的信息。潜在信息主要取决于读者对地图的认知水平、专业背景和分析推理的能力。

使用地图时地图信息得到了传递。地图信息传递过程与电信传输相似:信息源的信息经过发送者的编码(如电报编码),通过一定的通道发送信息(如电波传递),信息接收者接到信号,经过译码(如电报译码),把信息传输到目的地。地图制图与应用也是一种信息传输:编图者(即信息发送者)把对客观世界(信息源)的认识经过选择、分类、简化、符号化(即

编码),通过地图(即传输通道)传送给用图者(即信息接收者),用图者经过符号识别、分析、解译(即译码),形成再现的对客观世界的认识。地图不像语言文字、电信信号那样以一维或顺序方式传递,而是以二维或并行方式传递。人们阅读地图可以同时浏览全图,全方位接受信息,因此地图传递空间信息的方式具有更高的效率。

(三) 地图的认知功能

地图的认知功能主要体现在空间认知方面。空间认知是指人们认识自己赖以生存的环境中诸事物和现象的相关位置、依存关系、变化和规律。

制图者从复杂的未经组织的外部环境中选取、抽象和组织空间信息,把它们转变为有组织的知识结构,并采用已被感知的可视化形式产生地图;用图者通过识别不同的符号形式和组合关系,在其头脑中重构空间关系,借助于内在空间认知能力转化为用图者关于环境的认知。这是人们通过地图获得空间认知的一个完整过程,也就是说,地图不仅是地学工作者记录研究成果的手段,也是人们认识世界的工具。

二、现代地图功能的拓展

现代地图的基本功能是随着时代的发展而发展的。古代和近代地图的主要功能是信息载负与信息传输,从20世纪前半叶开始,地图除了调查研究成果的表达形式,还是地学分析研究的手段,也就是地图模拟与地图认知的功能出现了。但这两项功能只是到了信息时代才得到了进一步的明确和发展,其中还包括地学和其他区域性学科本身的发展及地图应用的感受与分析功能等。

(一) 拓展的方面和重点

信息论、控制论、模拟论与认知论等引进地图学,以及理论地图学的发展,使地图模拟功能和地图认知功能得到进一步拓展。地图载负和传输是信息存储与表达的形式,是初级功能;地图模拟与认知是地学分析研究的手段,是高级功能。一方面,地图信息载负功能与传输功能在很大程度上被遥感和地理信息系统、地图数据库所代替;另一方面,对地观测系统、互连网络等手段所获得的海量数据要求数据挖掘与知识发展。因而,作为各部门与各学科分析研究手段的地图模拟与地图认知功能,必然是今后发展的重点,这也就是陈述彭院士提出的“地图功能的重点漂移”(见图1-2)。

(二) 拓展的条件

需要强调的是,发挥地图模拟与地图认知功能,对地图信息进行深层次加工,必须同时与对制图对象的深入研究紧密结合。因为地图只是一种研究方法、手段和形式,如果对制图对象本身的分布规律和动态机制了解甚少,就很难进行地图模拟与地图认知。因此,地图工作者必须同专业人员相结合,不仅应掌握制图对象的质量与数量特征、形态结构,而且还应当了解和分析其分布规律与动态机制,再运用地图模拟与地图认知的分析研究方法和手段,就有可能发现新的规律或提出有效的实用方案和决策建议。

三、地图的作用

(一) 经济建设的科学依据

国家经济建设和社会发展,必须充分合理地利用自然条件和自然资源,改造不利的自然因素。要利用和改造自然,首先必须全面了解自然,摸清各种自然条件和自然资源。因此,