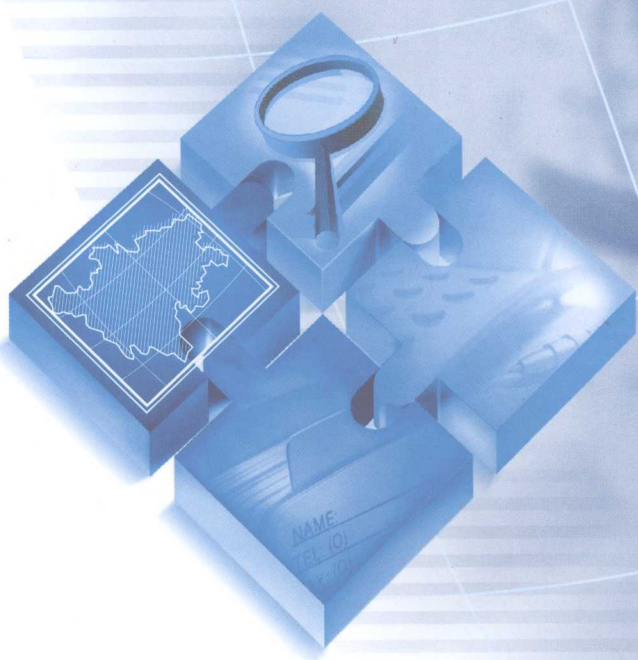




21世纪高等院校测绘与地理信息系统规划教材

地图学

胡圣武 编 著



清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

21 世纪高等院校测绘与地理信息系统规划教材

地图学

胡圣武 编著

图书在版编目(CIP)数据

地图学/胡圣武编著. —北京:清华大学出版社, 2008.2

(21世纪高等院校测绘与地理信息系统规划教材)

ISBN 978-7-302-16123-8

I. 地… II. 胡… III. 地图学—高等学校—教材 IV. P28

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第028342号

责任编辑: 魏永青

出版发行: 清华大学出版社 邮购: 100084 电话: 010-62776969

北京交通大学出版社 邮购: 100044 电话: 010-51686114

印刷: 北京交大印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 14.75 字数: 388千字

清华大学出版社

北京交通大学出版社

· 北京 ·

本书如存在质量问题, 请向北京交通大学出版社联系调换。我们表示欢迎和感谢。
投稿电话: 010-51686043, 21686008; 传真: 010-62773406; E-mail: press@bjtu.edu.cn

内 容 简 介

本书系统、完整和全面地介绍了地图学的基本原理与应用。主要内容包括地图和地图学的基本特性及定义、基本内容、分类、功能、学科体系,地图的分幅与编号,地球椭球体基本要素和公式,地图投影基本理论,常见的几种投影理论与应用,地图语言、普通地图与专题地图内容的表示方法,制图综合的基本理论和基本规律,地图成图的方法,地形图应用等。作为地球空间信息科学的组成部分,本书强调原理与方法相结合、理论与实际相结合、经典与现代相结合,内容具有可读性、客观性和便于自学等特点,为培养学生的抽象思维和视觉思维能力提供了一个平台。

本书既可以作为高等院校测绘、地理、资源环境与城乡规划管理、土地资源管理、地质、资源勘察工程、林业、城市规划、环境、建筑、旅游管理、园林、生态学等专业的教材,亦可作为科研院所、生产单位的科学技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

地图学/胡圣武编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2008.5
(21世纪高等院校测绘与地理信息系统规划教材)

ISBN 978-7-81123-299-8

I. 地… II. 胡… III. 地图学-高等学校-教材 IV. P28

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第059245号

责任编辑:郭东青

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京交大印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:14.75 字数:368千字

版 次:2008年6月第1版 2008年6月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-299-8/P·2

印 数:1~4 000册 定价:25.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前言

地图学是一门古老的科学,它有着几乎和世界文化同样悠久的历史;同时又是一门充满生机和活力的科学,自古以来就与社会的政治、经济、文化、外交及军事密切相关,它的发展有着深厚的社会根基和肥沃土壤。

21 世纪是一个信息科学的社会,地图则是信息可视化表达的有效形式之一,在我们的日常生活、生产建设、管理决策、工作学习、交流沟通、展示表达等环境中,应用越来越普遍。例如,旅游城市繁华街区中的触摸式导游图、种类繁多的各类交通地图、城市地图等。地图作为一种日常商品进入了人们的生活中,地图大众化时代已经到来。

地图大众化促使地图学的飞速发展,但我们也必须清醒地看到,地图的学科应用领域和产品应用范畴的大力扩展,地图大众化和大众化地图的迅猛发展,带来了众多问题,缺少地图常识和制作规范的“垃圾地图”和“错误地图”(亦包括地图上的错误)随处可见。这些现象与大量的非专业人员从事地图制作的事实密切相关,说明地图科学的高速发展和扩展,必然会带来一些不足和缺憾。从学科的专业性和科学性来审视,从地图的市场需求来考虑,从地图的基础科学研究的需要来分析,迫切需要一本通识性的地图学基本原理与应用的读物。本书正是出于以上目的而撰写的。本书旨在比较系统地、完整地阐述地图学的基本原理;突出地图学的应用价值,使非地图专业的学生和从事有关地图学研究的科研人员能较全面地了解地图学。

本书是在作者十来年教学和科研的基础上撰写的。全书共 11 章。第 1 章,介绍地图和地图学的基本问题,重点论述了地图和地图学的基本特性和现代特征,论述了地图的分类、功能,简单介绍了电子地图的概念、分类和作用,分析了地图学的发展趋势。第 2 章,介绍了地图的分幅与编号,特别是重点研究了国家基本地形图的分幅与编号及在实际生产中的应用。第 3 章、第 4 章和第 5 章,主要介绍了地图的数学基础,重点论述了地图投影的基本原理,介绍了几种常用的地图投影,分析了地图数学基础设计、地图投影选择识别和地图投影变换的理论和方法。第 6 章,介绍了地图语言,重点分析了地图内容要素的空间分布特征和变量的量表方法,介绍了地图符号的分类、作用、视觉变量及视觉感受效果,揭示了地理要素的类型、地图符号与视觉变量的关系,讨论了地图符号设计的基本方法,分析了影响地图整体设计的心理因素,探讨了地图色彩设计和地图注记的理论和方法。第 7 章和第 8 章,介绍了地图内容的表示方法,分别研究了普通地图和专题地图的特点和分类,普通地图和专题地图的表示要求及表示方法,论述了专题地图表示方法之间的关系。第 9 章,介绍了地图制图综合,在论述了地图制图综合的实质和概念的基础上,探讨了地图综合的影响因素、基本方法和基本规律。第 10 章,介绍了地图成图的几种基本方法。第 11 章,介绍了地形图的应用,主要探讨了地形图阅读的过程,如何在野外使用地形图,地图量算获取的各种知识。

本书的特色和试图努力的方向如下。

(1) 本书知识比较全面。特别用了一章的篇幅介绍地图投影基础知识——第 3 章“地球椭球体基本要素和公式”。

(2)本书比较实用。在地图投影中,对伪圆锥、伪圆柱、伪方位、多圆锥投影介绍得比较少,主要介绍圆锥投影、圆柱投影和方位投影。对制图综合理论只强调基本概念。

(3)本书突出了地图学的应用。特别是加强了地图分幅与编号的应用。

(4)本书在处理难和易、重点和一般的关系方面,从便于自学入手,精选内容,重视难点,突出重点。

(5)本书较好地处理了地图学传统知识与现代知识的衔接。

本书的编写原则:按照“突出原理、厚新薄旧、重视基础、强调应用”的原则,竭力为推动地图学的现代化和我国国民经济建设各行业部门的地图化、数字化服务。

本书撰写时,参考了国内外有关地图学的著作及地图产品,未及一一注明,请有关作者见谅。在写作过程中得到多方支持和帮助,在此感谢河南理工大学邹友峰校长、河南理工大学测绘学院郭增长院长在工作上给予的支持,感谢清华大学出版社和北京交通大学出版社同志为本书出版所付出的辛勤劳动。

作者在书中阐述的某些观点,仅为一家之言,欢迎读者争鸣。书中疏漏与欠妥之处,恳请读者批评指正。

本书编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,特别是河南理工大学测绘学院的同志们,为本书的编写付出了辛勤的劳动。

目 录

第1章 地图及地图学	(1)
1.1 地图的基本特征和定义	(1)
1.1.1 地图的基本特征	(1)
1.1.2 地图的定义	(4)
1.2 地图的基本内容	(5)
1.2.1 数学要素	(5)
1.2.2 地理要素	(5)
1.2.3 辅助要素	(5)
1.3 地图的功能与应用	(6)
1.3.1 地图的功能	(6)
1.3.2 地图的应用	(8)
1.4 地图的种类	(11)
1.4.1 按地图内容分类	(12)
1.4.2 按地图比例尺分类	(12)
1.4.3 按制图区域分类	(12)
1.4.4 按地图用途分类	(13)
1.4.5 按地图的视觉化状况分类	(13)
1.4.6 按地图表现形式分类	(13)
1.4.7 按地图的出版方式分类	(13)
1.4.8 按其他指标分类	(13)
1.5 电子地图	(13)
1.5.1 电子地图的定义与特点	(14)
1.5.2 电子地图的应用举例	(15)
1.6 地图学的定义及学科体系	(16)
1.6.1 地图学的现代特征	(16)
1.6.2 地图学的定义	(17)
1.6.3 传统地图(制图)学	(18)
1.6.4 现代地图学的产生	(18)
1.6.5 地图学的学科体系	(19)
1.6.6 地图学与其他学科的联系	(20)
1.7 地图学的历史与发展	(21)
1.7.1 古代地图学的萌芽与发展	(22)

1.7.2 近代地图测绘与传统地图学的形成	(23)
1.7.3 地图学的现代革命	(26)
1.8 现代地图学理论	(28)
1.8.1 理论地图学	(28)
1.8.2 地图制图学	(31)
1.8.3 应用地图学	(31)
1.9 地图学的发展趋势	(32)
(D) 1.9.1 创新的地图学理论体系的发展	(32)
(D) 1.9.2 创新的地图学技术体系的进一步发展	(32)
(D) 1.9.3 创新的地图学应用服务体系的进一步充实和完善	(33)
(D) 复习思考题	(33)
第2章 地图的分幅与编号	(34)
(B) 2.1 地图分幅与编号的定义与作用	(34)
(B) 2.1.1 地图分幅	(34)
(B) 2.1.2 地图编号	(35)
(B) 2.1.3 地图分幅编号的作用	(36)
(B) 2.2 国家基本地形图的分幅与编号	(37)
(B) 2.2.1 国家基本地形图	(37)
(D) 2.2.2 旧的分幅和编号方法	(37)
(S) 2.2.3 新的分幅与编号方法	(39)
(S) 2.3 地图编号的应用	(41)
(S) 2.3.1 已知某点经纬度或图幅西南图廓点的经纬度计算图幅编号	(41)
(B) 2.3.2 已知图号计算该图幅西南图廓点的经纬度	(44)
(B) 2.3.3 不同比例尺地形图编号的行列关系换算	(45)
(B) 2.3.4 旧图幅号向新图幅号的转换	(46)
(B) 复习思考题	(46)
第3章 地球椭球体基本要素和公式	(48)
(B) 3.1 地球的形状和大小	(48)
(B) 3.1.1 地球自然表面——大地水准面——地球椭球体	(48)
(B) 3.1.2 地球体的物理表面——大地水准面	(48)
(B) 3.1.3 地球体的数学表面——地球椭球面	(48)
(B) 3.1.4 地球的三级逼近	(50)
(B) 3.2 地理坐标系	(50)
(B) 3.2.1 天文坐标系	(50)
(B) 3.2.2 大地坐标系	(51)
(B) 3.2.3 地心坐标系	(51)
(B) 3.3 子午圈曲率半径、卯西圈曲率半径、平均曲率半径和纬圈半径	(51)
(B) 3.4 子午线弧长和纬线弧长	(52)
(B) 3.5 决定新极 Q 的地理坐标 (φ, λ)	(53)

复习思考题	(55)
第4章 地图投影的基本理论	(56)
4.1 地图投影的概念与若干定义	(56)
4.1.1 地图投影的产生	(56)
4.1.2 地图投影的定义	(57)
4.1.3 地图投影的实质	(57)
4.1.4 地图投影的基本方法	(57)
4.1.5 地图投影变形及研究对象与任务	(58)
4.1.6 基本定义	(61)
4.2 变形椭圆	(63)
4.2.1 变形椭圆的基本概念	(63)
4.2.2 极值长度比和主方向	(64)
4.2.3 变形椭圆的作用	(65)
4.2.4 等变形线	(66)
4.3 投影变形的基本公式	(66)
4.3.1 长度比公式	(66)
4.3.2 面积比公式	(67)
4.3.3 角度变形的公式	(67)
4.4 地图比例尺	(68)
4.4.1 地图比例尺的定义	(68)
4.4.2 地图比例尺在地图上的表现形式	(69)
4.4.3 地图比例尺系统	(70)
4.4.4 地图比例尺的作用	(70)
4.5 地图投影的分类	(71)
4.5.1 按投影的变形性质分类	(71)
4.5.2 按投影方式分类	(72)
4.6 地图投影的命名	(74)
4.7 地图定向	(74)
4.7.1 地形图的定向	(74)
4.7.2 小比例尺地图的定向	(75)
复习思考题	(75)
第5章 几种常用的地图投影	(77)
5.1 圆锥投影	(77)
5.1.1 圆锥投影的基本概念	(77)
5.1.2 正轴等角圆锥投影	(79)
5.1.3 正轴等面积圆锥投影	(81)
5.1.4 等距离圆锥投影	(81)
5.1.5 圆锥投影变形分析及其应用	(81)
5.2 圆柱投影	(83)

5.2.1	正轴圆柱投影的一般公式	(83)
5.2.2	圆柱投影变形分析及其应用	(84)
5.3	高斯-克吕格投影	(85)
5.3.1	高斯-克吕格投影的条件和公式	(85)
5.3.2	高斯-克吕格投影的变形分析及应用	(86)
5.3.3	高斯投影分带	(86)
5.3.4	坐标网	(87)
5.3.5	坐标规定	(88)
5.3.6	通用横轴墨卡托投影	(89)
5.4	墨卡托投影	(89)
5.4.1	墨卡托投影的定义和公式	(89)
5.4.2	墨卡托投影的应用	(89)
5.5	方位投影	(90)
5.5.1	方位投影的公式	(90)
5.5.2	方位投影分类	(92)
5.5.3	等角方位投影	(92)
5.5.4	等面积方位投影	(92)
5.5.5	等距离方位投影	(93)
5.5.6	透视方位投影	(93)
5.5.7	方位投影变形分析及其应用	(96)
5.6	地图投影的识别	(97)
5.6.1	根据地图上经纬线的形状确定投影类型	(97)
5.6.2	根据地图上量测的经纬线长度的数值确定其变形性质	(98)
5.6.3	确定投影方式	(100)
5.7	地图投影的选择	(100)
5.7.1	地图的用途、比例尺及使用方法	(100)
5.7.2	地图内容	(101)
5.7.3	制图区域大小	(102)
5.7.4	制图区域的形状和位置	(102)
5.7.5	出版的方式	(102)
5.7.6	编图资料转绘技术上的要求	(102)
5.8	地图投影变换	(102)
5.8.1	传统地图的投影变换	(103)
5.8.2	数字地图的投影变换	(103)
	复习思考题	(105)
第6章 地图语言		(107)
6.1	地图语言概述	(107)
6.2	地图符号的基本概念	(107)
6.2.1	地图符号的概念和意义	(107)

6.2.2	地图符号的分类	(108)
6.2.3	地图符号的功能	(110)
6.2.4	地图符号的特征	(111)
6.2.5	地图符号的定位	(112)
6.3	地图符号的量表	(113)
6.3.1	定名量表	(113)
6.3.2	顺序量表	(113)
6.3.3	间距量表	(114)
6.3.4	比率量表	(114)
6.4	地图符号的视觉变量	(115)
6.4.1	视觉变量的概念	(115)
6.4.2	基本的视觉变量	(116)
6.4.3	视觉变量的扩展	(118)
6.4.4	视觉变量的组合	(119)
6.5	地图符号的视觉变量的效应	(121)
6.5.1	整体感	(121)
6.5.2	差异感	(122)
6.5.3	质量感	(122)
6.5.4	等级感	(123)
6.5.5	数量感	(123)
6.5.6	动态感	(124)
6.5.7	立体感	(124)
6.6	地图符号的设计	(124)
6.6.1	地图符号设计的基本原则	(124)
6.6.2	影响地图符号设计的因素	(126)
6.6.3	符号设计要求	(128)
6.6.4	地图符号的系统设计	(130)
6.7	地图色彩设计	(130)
6.7.1	色彩的度量	(130)
6.7.2	色彩的感受效应与象征性	(131)
6.7.3	色彩在地图感受中的作用	(133)
6.7.4	地图设色的特点	(133)
6.7.5	地图设色的原则	(134)
6.7.6	色彩的选配	(134)
6.7.7	地图上颜色的习惯用法	(135)
6.8	地图注记	(135)
6.8.1	地图注记的作用	(135)
6.8.2	地图注记的种类	(136)
6.8.3	地图注记的要素	(136)

6.8.4 地图注记的配置原则	(137)
6.8.5 地图注记的配置方法	(138)
复习思考题	(138)
第7章 普通地图内容表示方法	(139)
7.1 普通地图的特征	(139)
7.1.1 普通地图的定义及其内容	(139)
7.1.2 普通地图的基本特征	(139)
7.2 独立地物表示方法	(139)
7.3 地貌表示方法	(140)
7.3.1 地图上表示地貌的目的	(140)
7.3.2 基本地貌表示方法	(141)
7.3.3 地貌表示方法的发展	(148)
7.4 水系表示方法	(149)
7.4.1 海洋要素表示方法	(149)
7.4.2 陆地水系表示方法	(151)
7.5 土质和植被表示方法	(153)
7.6 交通网表示方法	(154)
7.6.1 陆地交通	(154)
7.6.2 水路交通	(155)
7.6.3 空中交通	(155)
7.6.4 管线运输	(155)
7.7 居民地表示方法	(156)
7.7.1 居民地的位置	(156)
7.7.2 居民地的形状	(156)
7.7.3 居民地人口数量	(156)
7.7.4 居民地的类型	(157)
7.7.5 居民地的行政等级	(157)
7.7.6 居民地建筑物质量特征	(158)
7.8 境界表示方法	(158)
复习思考题	(159)
第8章 专题地图内容表示方法	(160)
8.1 专题地图的特征	(160)
8.1.1 专题地图的基本特征	(160)
8.1.2 专题地图的类型	(161)
8.2 专题要素的基本表示方法	(164)
8.2.1 点状分布要素的表示方法——定点符号法	(164)
8.2.2 线状分布要素的表示方法——线状符号法	(165)
8.2.3 布满于制图区域现象的表示方法——质底法和等值线法	(166)
8.2.4 间断呈片状分布现象的表示方法——范围法	(168)

8.2.5 分散分布现象的表示方法——点值法	(169)
8.2.6 现象移动的表示方法——动线法	(169)
8.2.7 适用于多种分布现象的表示方法——分级统计区域法、定位图表法、分区统计图表法	(170)
8.3 各种表示方法之间的分析比较与综合运用	(171)
8.3.1 表示方法分类	(171)
8.3.2 几种方法的比较	(173)
8.3.3 表示方法配合运用的原则与可能性	(176)
复习思考题	(177)
第9章 地图综合	(179)
9.1 地图综合的基本概念	(179)
9.1.1 地图综合的实质	(179)
9.1.2 地图综合的基本概念	(180)
9.1.3 地图综合的类型	(180)
9.1.4 地图综合的科学性与创造性	(181)
9.2 影响地图概括的主要因素	(182)
9.2.1 地图用途	(182)
9.2.2 地图比例尺	(182)
9.2.3 制图区域的地理特征	(183)
9.2.4 数据质量	(184)
9.2.5 地图符号的影响	(184)
9.3 地图概括的基本方法	(185)
9.3.1 内容的取舍	(185)
9.3.2 概括	(188)
9.3.3 位移	(191)
9.4 地图综合的基本规律	(192)
9.4.1 图形最小尺寸	(193)
9.4.2 地图载负量	(193)
9.4.3 制图物体选取基本规律	(195)
9.4.4 制图物体形状概括的基本规律	(195)
9.4.5 地图综合需处理好的几个关系	(196)
复习思考题	(196)
第10章 地图编制	(197)
10.1 地图编制方法与过程	(197)
10.1.1 地图编制的不同方法	(197)
10.1.2 地图编制过程与阶段的划分	(198)
10.2 地图设计	(199)
10.2.1 地图总体设计	(199)
10.2.2 地图资料的搜集与分析	(200)

10.2.3 制图区域与制图对象的分析研究	(200)
10.2.4 地图设计书或大纲的编写	(200)
10.3 传统实测成图方法	(201)
10.4 地图编绘法	(202)
10.4.1 地图设计	(202)
10.4.2 地图编绘	(202)
10.4.3 地图出版准备	(203)
10.5 计算机地图制图	(203)
10.5.1 计算机地图制图技术的发展	(204)
10.5.2 计算机地图制图的基本流程	(204)
10.5.3 地图分层	(205)
10.5.4 图形要素编辑	(206)
10.5.5 专题地图设计	(206)
10.5.6 图面配置与输出	(206)
10.6 遥感制图	(207)
复习思考题	(209)
第11章 地形图应用	(210)
11.1 地形图的阅读	(210)
11.1.1 读图的目的	(210)
11.1.2 读图程序	(210)
11.1.3 地形图图外注记	(211)
11.1.4 读图方法	(213)
11.1.5 整理读图成果	(214)
11.2 实地使用地形图	(215)
11.2.1 准备工作	(215)
11.2.2 地形图实地定向	(215)
11.2.3 确定站立点在地形图上的位置	(216)
11.2.4 实地对照读图	(216)
11.2.5 野外填图	(217)
11.3 地图量算	(217)
11.3.1 确定位置	(217)
11.3.2 确定方向	(219)
11.3.3 长度量测	(219)
11.3.4 坡度量测	(220)
11.3.5 面积量测	(221)
11.3.6 体积量测	(222)
11.3.7 沿图上已知方向绘制断面图	(222)
复习思考题	(222)
参考文献	(223)

第1章 地图及地图学

1.1 地图的基本特征和定义

地图,对于每个人都不陌生,在中小学课本及课堂上都见过,在新华书店和一些机关单位也见过不少,如中华人民共和国地图、亚洲地图、世界地图、旅游地图、矿产分布地图等。地图是先于文字形成的用图解语言表达事物的工具,它是认识、分析和研究客观世界的常用手段,已有几千年的历史,一直没有被其他方式所代替。只是近几十年来,由于摄影技术和运载工具及传输技术的发展,曾有人主张用正射相片或卫星图像代替地图;又当计算机技术引进地图制图领域之后,也有人预言传统的地图将完全被数字信息的存储与处理设备所代替。但事实证明,影像和计算机技术的巨大价值更主要的在于扩大了地图制图实践的领域,提高了地图生产的效率,而地图仍以其特有的性质按自己的规律继续存在和发展。

为什么地图能长期发展和流传下来?地图和地面摄影相片、航空相片、风景画到底有哪些不同?为了能回答这些问题,我们首先研究地图的基本特征和地图的定义。

1.1.1 地图的基本特征

早期人们把地图看做是地球表面缩小在平面上的图形。今天看来,这种认识不很全面也不很确切。因为地面的风景照片和风景画也适合这个含义,特别是现代的地图并不局限于表示地面可见的现象,还要表示那些在地理环境中存在、但又无形的现象(如气温、气压等)。因此要认识地图,就必须分析地图区别于风景照片和风景画的一些特性,即构成地图的数学法则,表达空间诸要素的地图语言和地图概括等。

1. 由特殊的数学法则产生的可量测性

特殊的数学法则包含地图投影、地图比例尺和地图定向三个方面。

地图投影是指用解析方法找出地面点经纬度 (φ, λ) 同平面直角坐标 (x, y) 之间的关系。测量的结果是将自然表面上的点位沿铅垂方向投影到大地水准面上,由于大地水准面是一个不规则的、无法用数学语言描述的表面,学者们用一个十分接近它的旋转椭球面代替它,地图投影的任务就是将椭球面上的经纬度坐标 (φ, λ) 变成平面上的直角坐标 (x, y) 。由于旋转椭球体仍然是一个不可展的曲面,投影的结果存在误差是难免的,地图投影方法可以精确地确定每个点上产生的误差的性质和大小。

由于地球表面是曲面,所以必须限定在一个较小的范围内才会有“水平长度”。

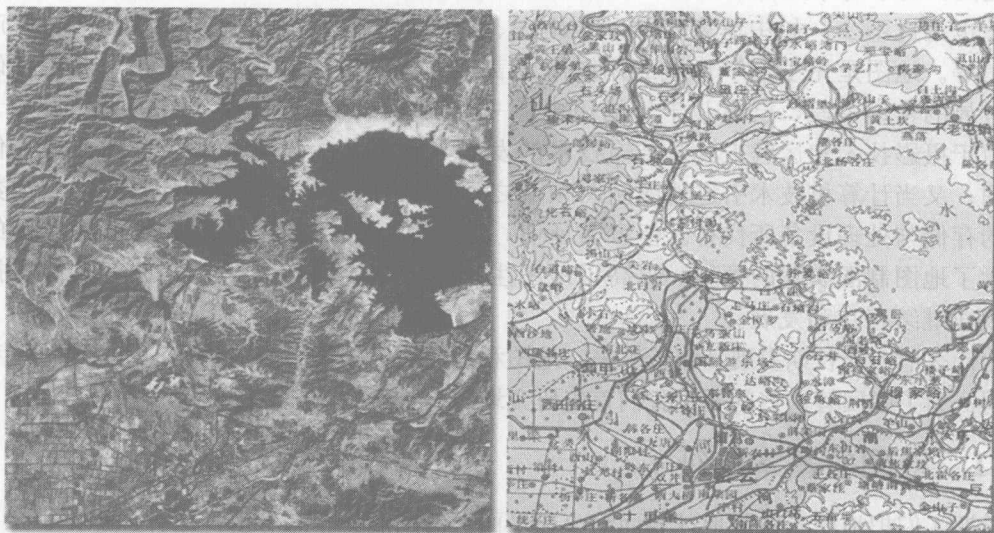
地图定向是指确定地图图形的地理方向。没有确定的地理方向,就无法确定地理事物的方位。地图的数学法则中一定要包含地图的定向法则。

使用了特殊的数学法则,地图就具有了可量测性,人们可以在地图上量测两点间的距离、区域面积,并可根据地地图形量测高差、计算出体积、地面坡度、河流曲率等。

2. 运用地图语言

地图语言包括地图符号及符号系统、地图注记和地图色彩。

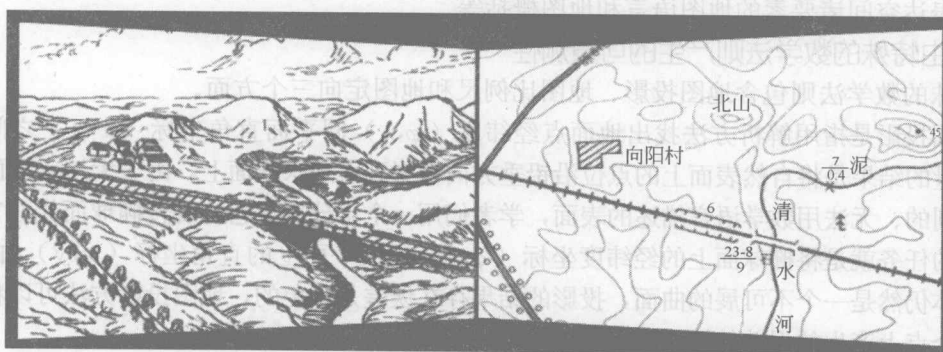
地图上的符号能起到定位、定性、定量的作用。地图语言的运用使地图具有了科学性，这就是地图与风景画和相片的截然不同之处。图 1-1 (a) 是某一区域的卫星影像，图 1-1 (b) 是相同区域的地图，图 1-2 是同一地区的素描画与地形图。从两者的对比中，不难看出，地图是运用易被人们感受的图形符号表示地面景物的，而卫星影像是用影像来反映地面景物的，素描画是通过远小近大的透视方式来模拟地球表面景物，因此它们之间有很大区别。



(a) 卫星影像

(b) 地图

图 1-1 北京某一地区的卫星影像与地形图示例



(a) 素描画

(b) 地形图

图 1-2 同一地区的素描画与地形图示例

与风景画及航空相片、卫星影像比较起来，地图由于使用了地图语言表示事物，因而具有许多明显的优点，列举如下。

(1) 清晰表示物体复杂的轮廓图形。地面物体往往具有复杂的轮廓外貌，在航空相

片和卫星影像上则常因缩小过多而变得难以辨认；而在地图上，可分门别类地使用地图符号，对复杂的事物进行抽象概括，使其图形大大简化。即使地图比例尺缩小，仍具有清晰的图像。

(2) 表示实地形体虽小，但有重要意义的物体。实地上形体虽小却很重要的物体在地图上可以根据需要用符号表示出来，即使在较小比例尺地图上也可以清晰地表示出来。

(3) 表示事物的质量和数量特征。许多事物虽有其形，但其质量和数量特征却是无法在相片上成像的（如水的性质、温度、深度，土壤的性质，道路的路面材料，房屋的坚固程度，地势起伏的绝对和相对高度等），而在地图上则可以通过符号或注记表达出来。

(4) 表示地面上被遮盖的物体。地面上一些被遮盖的物体，在相片上无法显示，而在地图上却能使用符号将其表现出来。如用等高线可以不受森林遮盖的影响而正确地表示某地坡向、坡度、高程、高差等特征；隧道、涵洞、地下管道等地下建筑物也能在地图上清晰显示等。

(5) 表示无形的现象。许多自然和社会现象，如行政区划界线、经纬线、等温线、降雨量、人口数、工农业产值、地下径流、太阳辐射和日照等，都是无形的现象，在相片上根本不可能有影像，在地图上则可以通过使用符号或注记表达出来。

(6) 地图既能精确地显示地物的准确位置，又能在平面上显示出三维空间的立体特征，为在图上量测提供了可能。在航空相片等地面相片上，地貌形态尽管逼真，但未构成立体，因而无法进行量测。

(7) 地图不仅能表现出地理环境的现状，而且还能反映地理环境的过去和未来。有关地理环境过去和未来的信息，在各种地面相片上都是获取不到的，只有地图通过符号和注记系统才能显示出来。地图通过符号和注记可以再现或塑造出地理环境中不同时期的、有形与无形的、大的与小的、可见与不可见的客观实体或现象，既反映出实体的形态特征，又表现出其质量和数量特征，成为地理环境发展变化的模型。

3. 地图概括

地图上所表现的地面景物，从数量上看是少了，从图形上看是小了、简化了。这是因为地图上所表现的内容都是经过取舍和化简的。从图 1-3 可以看出：由 1:5 万比例尺缩小到 1:10 万比例尺的地图，对原来的内容如不进行取舍和化简，缩小后的地图既不清晰又不易读。这种把实地景物缩小或把原来较详细的地图缩成更小比例尺地图时，根据地图用途或主题的需要，对实况或原图内容进行取舍和化简，以便在有限的图面上表达出制图区域的基本特征和地理要素的主要特点的理论与方法，称为地图概括。

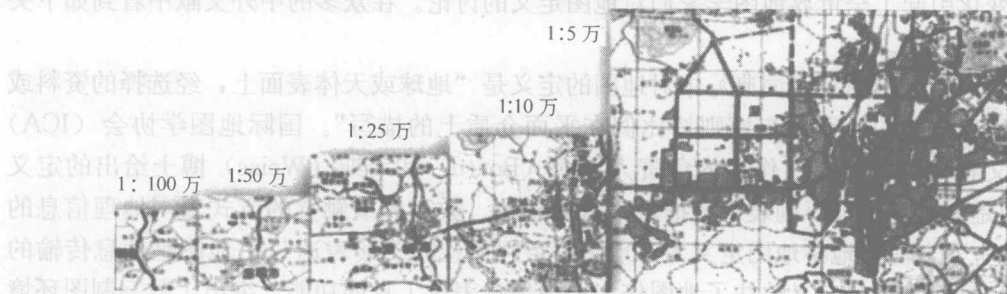


图 1-3 地图综合示意图

实施地图综合是地图作者在制作地图的过程中进行科学的、抽象的再加工,它使制成的地图具有明显的一览性。

地面的事物千差万别,错综复杂。地图使用符号对事物进行分类分级,这本身就对事物进行了抽象概括,这一过程便是地图作者对客观实际进行的第一次综合;随着编图时地图比例尺的缩小,地图面积在迅速增大,可能表达在地图上的物体(如居民地、道路等)的数量也必须相应地减少,这就势必还要去掉一些次要的而选取主要的物体,同类物体也要求进一步减少它们按质量、数量区分的等级,简化其轮廓图形,概括地表示地图内容,这可称为对客观实际进行的第二次综合。

这种地图综合的过程,是地图作者进行思维加工、抽取事物内在的本质特征与联系表现于地图的过程。航空相片和卫星相片也能因比例尺的缩小而机械地“删去”某些细小的物体,这与地图的作者有目的地进行综合是完全不同的,因为通过地图综合使用图者更易于理解事物内在的本质和规律。

地图的特征还很多,如地图的形象直观性、地理方位性和几何精确性等,在这里就不加以论述。

1.1.2 地图的定义

在研究了地图的基本特征之后,可以给地图下一个比较完整的定义:地图是根据一定的数学法则,将地球(或其他星体)上的自然和人文现象,使用地图语言,通过地图综合,缩小反映在平面上,以反映各种现象的空间分布、组合、联系、数量和质量特征及其在时间中的发展变化。

上述定义是地图的经典概念,它较为准确地描述了地图的特性及其同其他表述地球表层事物的手段之间的差别。但是随着科学技术的发展,在与地图相关的领域中发生了许多引人注目的变化。

(1) 以计算机为主体的电子设备在制图中的广泛应用,使得地图不再限于用符号和图形表达在纸(或类似的介质)上,它可以数字的形式存储于磁介质上,或经可视化加工表现在屏幕上。

(2) 由于航天技术的发展,出现了卫星遥感影像,这不但给地图制作提供了新的数据源,还可以把影像直接作为地理事物的表现形式,同时把人们的视野从地球拓展到月球和其他星球。

(3) 多媒体技术的发展,使得视频、声音等都可以成为地图的表达手段。

这些变化引起了全世界地图学家们对地图定义的讨论。在众多的中外文献中看到如下关于地图的新的定义。

在《多种语言制图技术词典》中对地图的定义是“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,有规则按比例在平面介质上的描写”。国际地图学协会(ICA)地图学定义和地图学概念工作组的负责人博德(Board)和韦斯(Weiss)博士给出的定义是:“地图是地理现实世界的表现或抽象,以视觉的、数字的或触觉的方式表现地理信息的工具。”也有学者简单地将地图定义为“地图是空间信息的图形表达”,“地图是信息传输的通道”等。显然,这些定义关注了地图作为地理信息表达工具的功能,突出了数字制图环境下地图表现形式的多样化,也考虑了地图向其他天体的拓展,但却忽视了地图的基本特性。