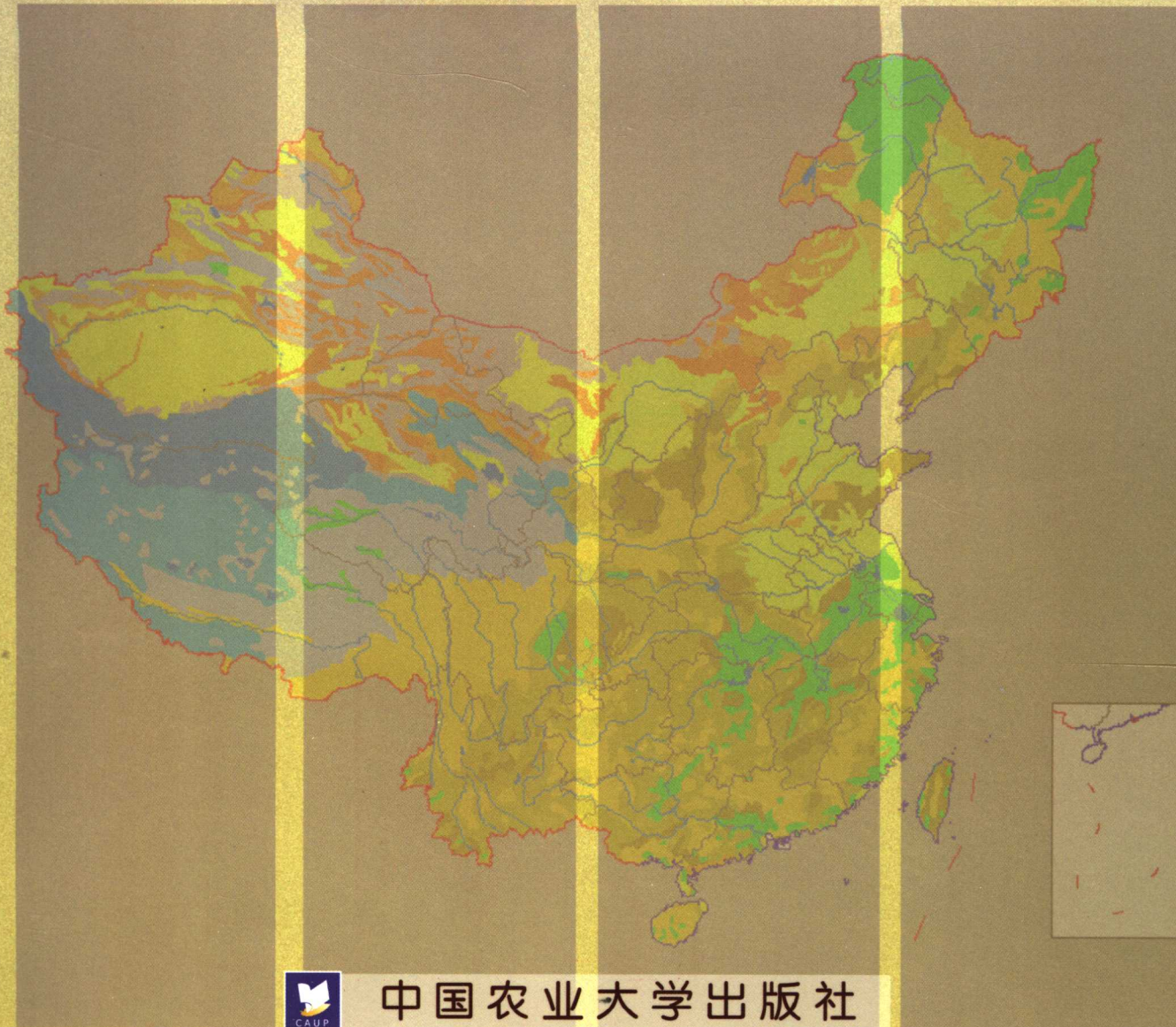


高等院校资源与环境系列精品课程建设教材

# 现代地图学基础

张荣群 袁勘省 王英杰 主编



中国农业大学出版社

高等院校资源与环境系列精品课程建设教材

# 现代地图学基础

张荣群 袁勘省 王英杰 主编

中国农业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

现代地图学基础/张荣群,袁勘省,王英杰主编.—北京:中国农业大学出版社,2005.8  
ISBN 7-81066-916-8

高等院校资源与环境系列精品课程建设教材

I. 现… II. ①张…②袁…③王… III. 地图学 IV. P28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 093059 号

书 名 现代地图学基础

作 者 张荣群 袁勘省 王英杰 主编

策划编辑 孙 勇 责任编辑 孙 勇

封面设计 郑 川 责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190,2620 读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618 出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup> E-mail caup@public.bta.net.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州星河印刷有限公司

版 次 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 18.25 印张 452 千字 彩插 1

印 数 1~3050

定 价 24.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 张荣群 袁勘省 王英杰  
副主编 余明全 杨 瑾 蒋国富

参 编 (按姓氏笔画排序)

王英杰 中国科学院地理与资源科学研究所  
刘梦云 西北农林科技大学  
许 皞 河北农业大学  
余明全 河南大学  
吴顺辉 华南农业大学  
宋皑雪 成都理工大学  
张荣群 中国农业大学  
杨 瑾 长安大学  
赵庚星 山东农业大学  
袁勘省 西北大学  
董文旭 西安文理学院  
蒋国富 南阳师范学院  
朱红春 山东科技大学

土壤侵蚀类型和强度分布

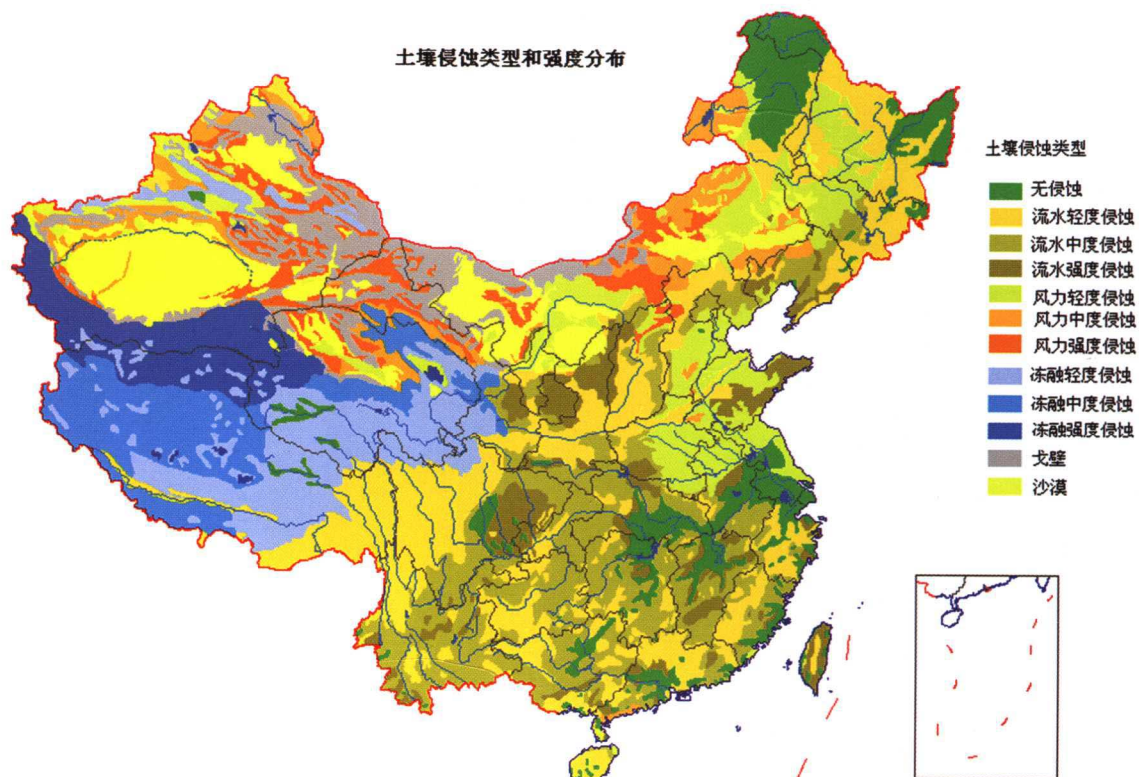


图1 质底法示例

人均国内生产总值

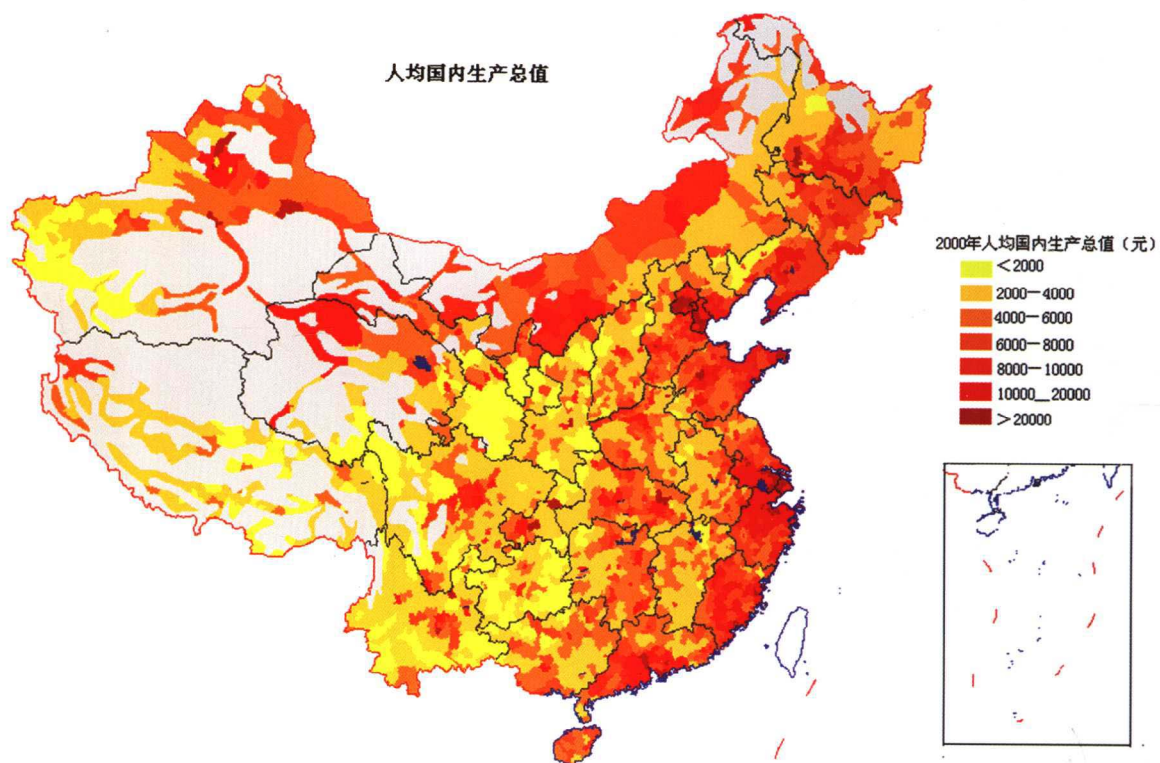


图2 量底法示例 (王英杰, 2000)

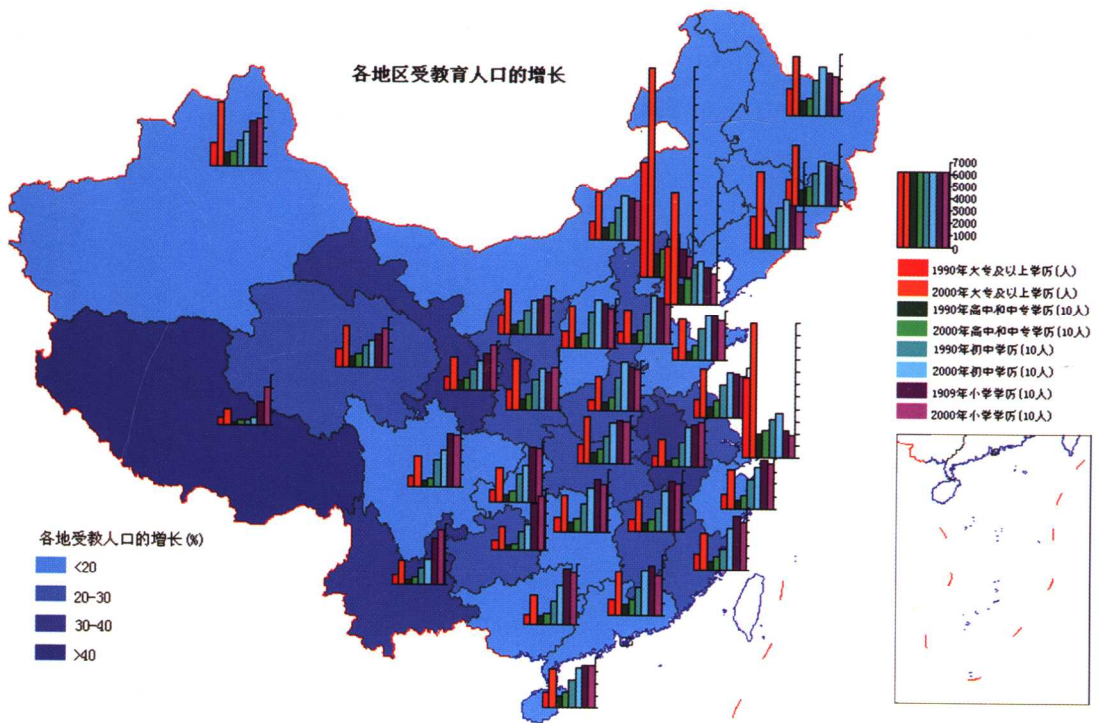


图1 分区统计图表法 (王英杰, 2000)

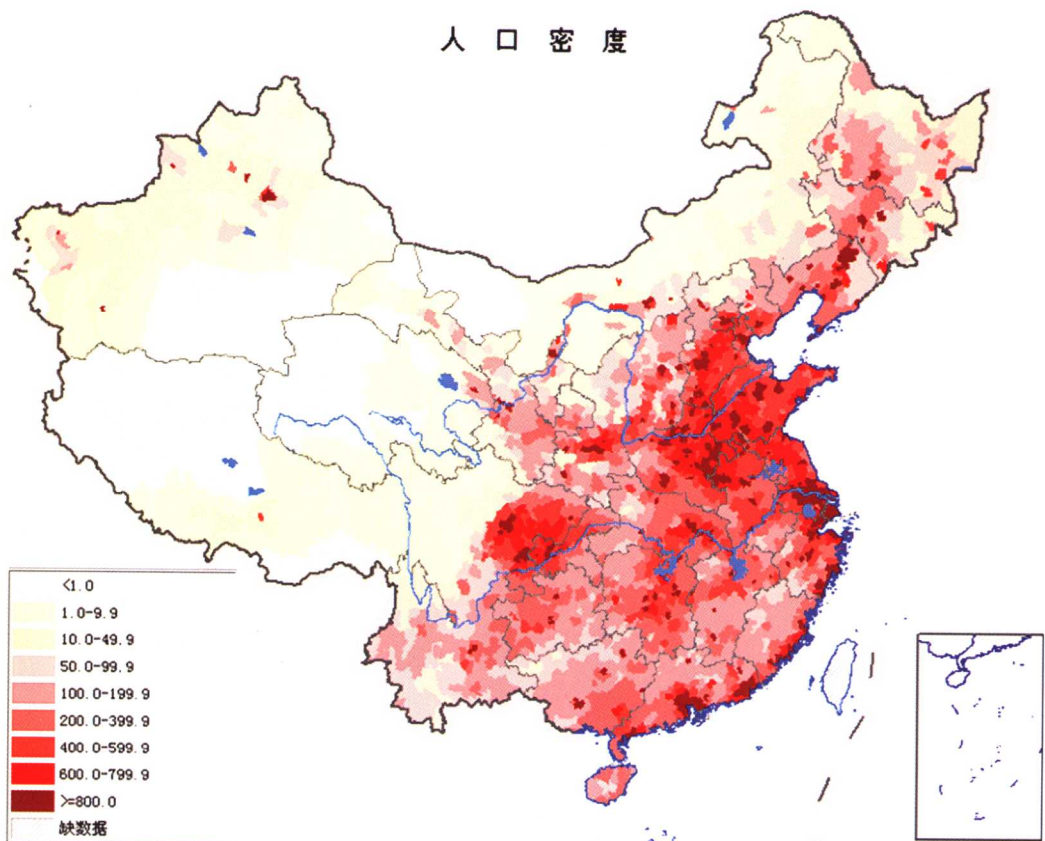


图2 分区统计图法 (王英杰, 2004)

## 序 言

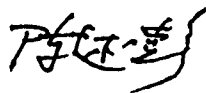
“现代”地图学的第一层含义,在于说明地图科学与时俱进,日新月异。斐秀总结井田制以来的土地丈量法则,乃有“计里画方”的地图;郑和七下西洋,乃有占星,罗盘定位的航海地图;20世纪初,开拓了从空中测绘地图的航空航天时代;随着数字化、信息化的浪潮,地图测绘行业率先迈进了生产过程自动化和网络传输的新世纪。

“现代”地图学的第二层含义,在于展示地图学承先启后,推陈出新,老树新枝,新陈代谢。就像浓缩的盆景:树桩古朴苍劲,盘根错节;而鲜枝嫩叶,争奇斗艳!不仅是让我们温故而知新,更重要的是让我们了解科学的积淀和知识的创新。地理坐标的精确定位,地理第二语言的简约表达,永远是地图学追求的主题。

教材是文化的接力棒,就像奥林匹克的火炬,代代相传。燃料不断在更新,光明始终在延续。我非常欣慰的读到新世纪又一部地图学基础教材的问世,薪火相传,证明地图是永生的,地图学是长盛不衰的。

在张荣群、袁勘省和王英杰教授集体编著的这部教材里,我们能读到地图发展的科学史,常用的地图投影,传统的制图方法,地图的概括原理等基础知识;也能读到关于地心坐标系、全球定位系统、地图可视化的语汇、地图数据库、电子地图、遥感制图与地学信息图谱、全球制图与数字地球、空间分析等许多新的理念。古往今来,兼收并容,而且是遵循教材大纲的体例,深入而又浅出,简约而不简单,不愧是一部经过一番琢磨、锤炼的教材精品。中国农业大学出版社出版地图学教材,说明地图学在农业生产中推广应用的广度和深度,居然达到了市场规模的需求,尤其可喜可贺!

中国科学院院士  
国际欧亚科学院院士  
第三世界科学院院士



2005年7月

## 前 言

现代地图学,无论从理论体系到制作技术,还是从表现形式到应用领域及使用方法,都处于飞速发展之中。从20世纪初、中期发展起来的地图投影理论、地图符号理论和地图概括(制图综合)理论,到20世纪中期发展起来的地图信息与传输理论、地图模拟与模型理论和地图认知与感受理论等,都是现代地图学发展的基础理论。以计算机和空间信息技术为代表的现代科学技术成就,使地图学的理论体系得到了进一步完善,地图制作技术和应用方式也发生了革命性的变革——地图制作由传统手工转向计算机制图技术,应用方式也由以模拟地图为其主要表现形式的传统地图转向了数字地图、电子地图、网络地图和多维动态地图等。如何使地图学课程建设适应现代科学技术发展的需要,特别是现代空间信息技术对地图学基本理论、制作技术和分析应用等需要,值得认真思考。全书贯穿了这一理念,共划分为十章组织编写。

第一章为现代地图学概论部分,讲述现代地图与现代地图学的基本概念(包括现代地图与地图学的新概念),现代地图分类、组成要素以及地图学的发展历史和制图技术进步与展望等。第二章讲述了地图的基本框架与成图方法,包括传统制图技术下的地图测制与编制技术和数字环境下的地图测制与编制方法。第三、四、五章分别讲述了地图学的三个经典理论(即地图投影理论、地图符号理论和地图概括理论),并结合数字环境下地图制图的需要,对有关的定量描述模型、算法设计与实现方面的内容进行了介绍。第六、七、八章分别讲述了几种主要的地图类型,即普通地图与专题地图、数字地图与电子地图、综合地图(系列地图、地图集)与地学信息图谱,以及地图4D产品等,主要从数字产品的形式、制作技术和方法上进行讲解。第九章结合信息时代对地图产品的新需求,介绍了遥感制图、数字地球、全球制图等方面的内容。第十章从地图学的三个新理论(即地图信息与传输理论、地图模拟与模型理论和地图认知与感受理论)出发,讲述地图选用、地图阅读、地图量算、地图分析解译和地图的野外使用与填图作业等内容。

本教材是在中国农业大学张荣群博士编著、西北大学袁勘省教授主审、西安地图出版社2002年出版的原《地图学基础》一书的基础上,结合各位作者在各自专业“地图学”课程教学实践的成果,依据时代发展对课程内容的要求,作了许多修改,特别是对现代地图与地图学的新概念、空间坐标系和地图新品种等方面,进行了较为详细的补充与完善。根据地图学当前理论与实践研究的重点转移,我们特增加了综合地图与地学信息图谱、遥感制图与数字地球两章,另外对地图的分析应用也进行了较为系统的论述。由于野外数字测图、全数字摄影测量、全球定位系统(GPS)、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)等内容都另有专门的课程讲授,所以本书对这部分内容均未叙述。

地图学界老前辈、中国遥感与地理信息科学的奠基人陈述彭老先生热情为这本书写了序言,使我们很受鼓舞和莫大地鞭策,我们应努力像先生在序言中对“现代”地图学两层含义科学解释的那样,让“地图科学与时俱进,日新又新”、“地图学承前启后,推陈出新”,不断体现先生预言“地图是永生的,地图学是长盛不衰的”名句,以实际行动感谢先生对本教材的支持。同时,感谢对本书编书工作给予支持的中国科学院地理科学与资源研究所廖克研究员、南京师范大学的闫国年教授和汤国安教授、中国农业大学的朱德海教授、西北农林科技大学的常庆瑞教授、宁夏大学的宋乃平教授、西北大学的李天文、卢斌莹、王磊和周口师范学院的张本昫老师等。



本书的特点是观点明确,简明扼要;基础性强,适应面广;只求满足教学对象需要,不求全面系统和面面俱到。

本书可作为高等院校有关地学、资源与环境学、区域规划与管理、生态学、生物学、建筑学、医学、经济学与人文科学等诸多学科相关专业的本科生与大专生的教材,也可作为有关行业专业技术人员的参考书和广大干部群众自学使用。

由于水平所限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者  
2005年6月

# 目 录

<b>第一章 现代地图学概论</b> .....	(1)
<b>第一节 现代地图概述</b> .....	(1)
一、现代地图的定义 .....	(1)
二、现代地图特性及其拓展 .....	(2)
三、现代地图的组成要素 .....	(4)
四、现代地图的功用 .....	(5)
<b>第二节 现代地图分类与新型地图的概念</b> .....	(9)
一、现代地图的分类 .....	(9)
二、现代新型地图的概念.....	(11)
<b>第三节 现代地图学概述</b> .....	(13)
一、现代地图学的定义.....	(13)
二、现代地图学的学科体系.....	(15)
三、现代地图学与其他学科的关系.....	(17)
<b>第四节 地图学的发展历史与展望</b> .....	(19)
一、原始地图与古代地图.....	(19)
二、近代地图学的发展.....	(21)
三、现代地图学的进展.....	(22)
四、制图技术的进步与未来地图学展望.....	(24)
<b>第二章 制图框架与成图方法</b> .....	(27)
<b>第一节 地球形状与大小的描述模型</b> .....	(27)
一、自然球体.....	(27)
二、大地球体.....	(28)
三、旋转椭球体.....	(28)
四、正球体.....	(30)
<b>第二节 空间参照系</b> .....	(31)
一、空间参照系的基本概念.....	(31)
二、参心坐标系.....	(32)
三、地心坐标系.....	(33)
四、高程系.....	(34)
五、平面坐标系.....	(35)
<b>第三节 地图比例尺</b> .....	(35)
一、比例尺的定义.....	(35)
二、比例尺的表现形式.....	(36)
三、比例尺的作用.....	(38)
<b>第四节 传统实测成图法</b> .....	(39)

一、大地控制测量·····	(39)
二、地形地物测量·····	(41)
三、内业制图与印刷·····	(42)
第五节 传统编绘成图法·····	(42)
一、地图设计与编辑准备·····	(43)
二、地图编稿与原图编绘·····	(44)
三、地图清绘与出版准备·····	(47)
四、地图制版与印刷·····	(47)
第六节 数字测绘成图法·····	(48)
一、数字测量成图法·····	(48)
二、数字编绘成图法·····	(49)
<b>第三章 地图投影</b> ·····	(52)
第一节 地图投影的概念·····	(52)
一、地图投影的内涵·····	(52)
二、地图投影的变形·····	(53)
第二节 地图投影的分类·····	(54)
一、按变形性质分类·····	(54)
二、按承影面不同分类·····	(54)
第三节 常用地图投影·····	(57)
一、世界地图常用投影·····	(57)
二、中国全图常用投影·····	(61)
第四节 大型 GIS 中的地图投影·····	(62)
一、目前 GIS 空间数学基础的局限性·····	(63)
二、大型 GIS 适宜的空间数学基础·····	(63)
第五节 我国基本比例尺地形图投影·····	(64)
一、1:100 万地形图投影·····	(64)
二、1:50 万及其更大比例尺地形图采用投影·····	(65)
三、高斯投影的坐标公式·····	(68)
四、高斯投影的邻带坐标换算·····	(71)
第六节 地形图的分幅与编号·····	(73)
一、分幅与编号的概念·····	(73)
二、1991 年前国家基本比例尺地形图的分幅与编号·····	(73)
三、新的国家基本比例尺地形图分幅与编号·····	(76)
<b>第四章 地图符号</b> ·····	(84)
第一节 地图符号概述·····	(84)
一、地图符号的概念·····	(84)
二、地图符号的作用·····	(84)
三、地图符号的分类·····	(85)
第二节 地图符号的变量·····	(88)
一、地图符号的基本变量·····	(88)

二、视觉变量的感受功能·····	(92)
第三节 地图符号的设计·····	(94)
一、地图符号的设计原则·····	(94)
二、地图符号的构图与设计·····	(96)
第四节 地图注记·····	(99)
一、地图注记的作用·····	(99)
二、地图注记的种类·····	(100)
三、地图注记的构成要素·····	(100)
四、地图注记的配置·····	(101)
第五节 地图符号的色彩·····	(103)
一、色彩3要素·····	(103)
二、色彩的混合·····	(103)
三、色彩的配合·····	(105)
四、色彩的感觉·····	(106)
五、地图符号的色彩设计·····	(107)
六、地图调色板与地图色彩库·····	(109)
第六节 地图符号库的建立与应用·····	(109)
一、地图符号库的建立·····	(109)
二、地图符号库的应用·····	(110)
<b>第五章 地图概括·····</b>	<b>(113)</b>
第一节 地图概括的概念与方法·····	(113)
一、地图概括的概念·····	(113)
二、地图概括的方法·····	(114)
第二节 地图概括的影响因素·····	(114)
一、地图比例尺·····	(114)
二、地图的用途和主题·····	(114)
三、制图区域的地理特征·····	(116)
四、制图数据(资料)的质量·····	(116)
五、符号图形的图解限度·····	(117)
第三节 地图内容选取的概念与方法·····	(118)
一、内容选取的概念·····	(118)
二、内容选取的方法·····	(119)
第四节 地图内容概括的概念与方法·····	(121)
一、内容概括的概念·····	(121)
二、内容概括的方法·····	(121)
第五节 图形简化的概念与方法·····	(123)
一、图形简化的概念·····	(123)
二、图形简化的方法·····	(123)
第六节 地图概括的自动化技术·····	(126)
一、地图自动概括的发展现状·····	(126)

二、地图自动概括的基本原理与方法 .....	(127)
<b>第六章 普通地图与专题地图</b> .....	(131)
第一节 普通地图的分类、特点与用途 .....	(131)
一、普通地图的分类与特点 .....	(131)
二、普通地图的用途 .....	(132)
第二节 普通地理要素的表示 .....	(133)
一、水系 .....	(133)
二、地貌 .....	(136)
三、土质植被 .....	(143)
四、居民点 .....	(144)
五、交通线 .....	(145)
六、境界线 .....	(146)
七、独立地物 .....	(146)
第三节 普通地图数据库 .....	(146)
一、地形图数据库的特点 .....	(146)
二、地形图数据库的表示内容与数据组织 .....	(147)
三、我国主要地形图数据库的建设情况 .....	(148)
第四节 专题地图概述 .....	(150)
一、专题地图的特点 .....	(150)
二、专题地图的地理底图 .....	(150)
三、专题地图的分类 .....	(151)
第五节 专题地图的内容与表示方法 .....	(153)
一、专题地图的内容 .....	(153)
二、专题地图的表示方法 .....	(153)
三、几种表示方法的比较 .....	(159)
四、表示方法的联合运用 .....	(160)
第六节 专题制图要素的数据类型与数据处理 .....	(163)
一、专题制图要素的数据类型 .....	(163)
二、专题地图要素的数据源及数据获取 .....	(164)
三、专题制图要素的数据处理 .....	(165)
<b>第七章 数字地图与电子地图</b> .....	(169)
第一节 数字地图概述 .....	(169)
一、数字地图的概念 .....	(169)
二、数字制图的基本原理与方法 .....	(171)
三、数字地图系统 .....	(173)
第二节 地图数据库 .....	(175)
一、地图数据的概念 .....	(175)
二、地图数据的表示 .....	(176)
三、地图数据结构 .....	(180)
四、地图数据获取 .....	(181)

五、地图数据组织与管理 .....	(184)
第三节 电子地图概述 .....	(187)
一、电子地图的概念与类型 .....	(187)
二、电子地图设计 .....	(190)
三、电子地图的生成与处理 .....	(192)
四、电子地图的存贮与管理 .....	(194)
五、电子地图的显示 .....	(194)
第四节 电子地图的生产与出版 .....	(195)
一、印刷用电子地图制作系统 .....	(195)
二、多媒体电子地图的生产出版系统 .....	(197)
三、全数字制图与出版印刷系统 .....	(197)
第五节 地图 4D 产品生产与应用 .....	(203)
一、地图 4D 产品 .....	(203)
二、地图 4D 产品的生产技术 .....	(204)
三、4D 产品生产技术的应用 .....	(205)
第八章 综合地图与地学信息图谱 .....	(208)
第一节 综合制图的理论原则与方法 .....	(208)
一、综合制图的概念与理论依据 .....	(208)
二、综合制图的基本环节与表现形式 .....	(209)
第二节 系列地图 .....	(210)
一、系列地图的分类与意义 .....	(210)
二、系列地图的编制特点与原则 .....	(212)
三、系列地图的制图方法 .....	(213)
第三节 地图集 .....	(214)
一、地图集的概念 .....	(214)
二、地图集的类型 .....	(215)
三、多媒体电子地图集 .....	(216)
四、地图集的特性 .....	(217)
五、地图集的设计与编制 .....	(218)
六、地图集的阅读和使用 .....	(219)
第四节 地学信息图谱 .....	(220)
一、地学信息图谱的概念 .....	(221)
二、地学信息图谱的特点与类型 .....	(223)
三、地学信息图谱研究的内容体系 .....	(225)
四、地学信息图谱的建立与应用 .....	(226)
第九章 遥感制图与数字地球 .....	(229)
第一节 遥感技术与遥感卫星 .....	(229)
一、遥感技术的发展 .....	(229)
二、主要遥感卫星介绍 .....	(231)
三、遥感制图的科学意义 .....	(234)

第二节 遥感制图方法	(235)
一、遥感制图的理论依据	(235)
二、图像信息的特性与制图分析	(237)
三、遥感数字制图的方法	(238)
第三节 数字地球	(239)
一、数字地球概念的提出	(239)
二、“数字地球”的涵义	(239)
三、“数字地球”的作用和意义	(240)
四、“数字地球”的相关技术	(241)
第四节 全球制图与新型地图产品	(243)
一、全球系列地图	(243)
二、社会需求与功能定位	(244)
三、宏观经济与产业结构调整的思考	(245)
第十章 地图应用原理与方法	(247)
第一节 地图应用原理	(247)
一、地图信息的概念	(247)
二、地图信息的传递	(248)
三、地图信息的获取	(248)
第二节 地图的选用	(249)
一、地图种类的确定	(249)
二、地图比例尺的选择	(250)
三、作业地图的选定	(251)
第三节 地图阅读的视觉感受与内容	(251)
一、地图阅读的视觉感受过程	(251)
二、地图阅读的内容	(252)
第四节 地形图阅读与实例	(254)
一、读图方法	(254)
二、读图程序	(255)
三、读图举例	(256)
第五节 地图分析方法	(259)
一、量算分析法	(259)
二、图解分析法	(264)
三、数理统计分析法	(268)
四、数学模型分析法	(268)
第六节 地图定向	(268)
一、地图定向的概念	(268)
二、地形图上的三北方向	(269)
第七节 地形图的野外应用	(270)
一、准备工作	(270)
二、地形图外业定向	(271)

---

三、在地形图上确定站立点的位置 .....	(272)
四、地形图与实地对照 .....	(272)
五、利用地形图行进 .....	(273)
六、在地形图上标定点位 .....	(273)
七、地形图野外填图 .....	(274)
第八节 地图在专题研究领域的应用 .....	(275)
一、在持续土地利用规划中的应用 .....	(275)
二、在环境保护中的应用 .....	(275)



# 第一章 现代地图学概论

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、国防建设、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(即事象)的形象符号模型”,该定义重视了地图的客观世界模拟功能,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,以视觉的、数字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征。2000年,地图学家王家耀教授在他《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数学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负载和传输的功能,但未概括出地图的其他功能,对地图的符号特性也未提到。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。