



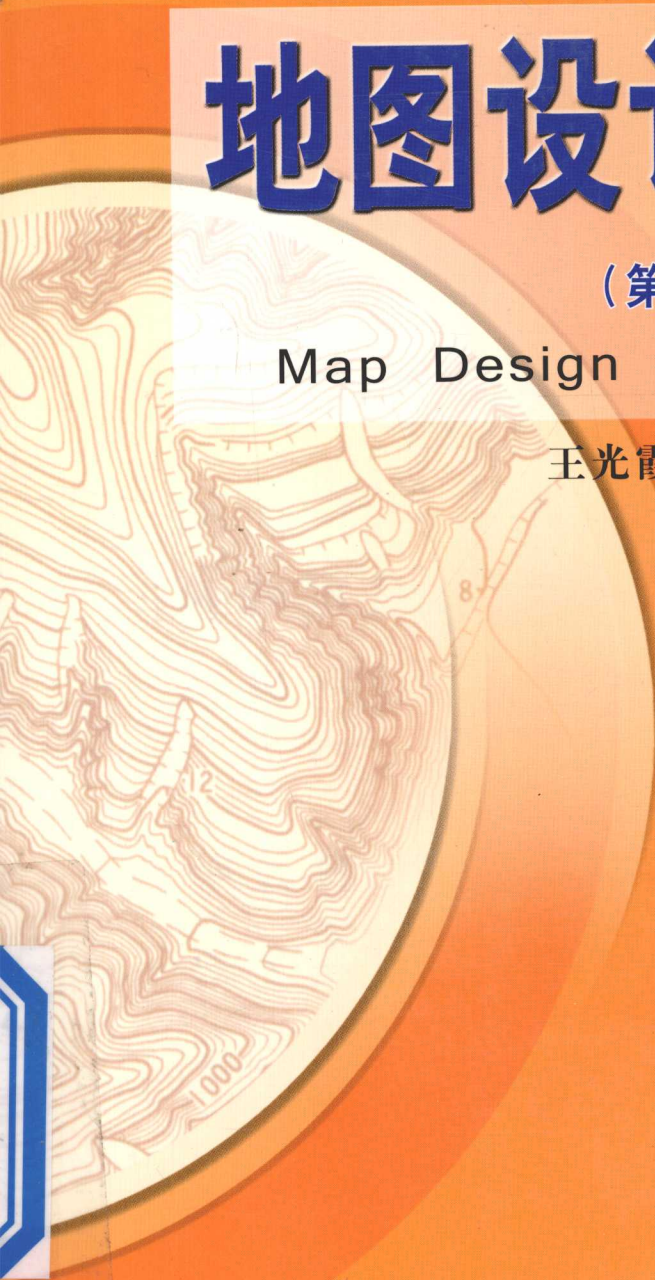
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

地图设计与编绘

(第二版)

Map Design and Compilation

王光霞 等 编著



测绘出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

地图设计与编绘

Map Design and Compilation

(第二版)

王光霞 游雄 於建峰 编著
贾奋励 刘芳

测绘出版社

· 北京 ·

©王光霞 等 2011,2014
所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 提 要

本书全面系统地介绍地图设计与编绘理论、技术、方法及应用实例。全书共 10 章及附录。第一章介绍地图以及地图设计和编绘的概念、研究内容及其发展;第二章介绍地图设计编绘相关理论基础;第三章阐述地图编辑设计准备工作的各项内容;第四至七章阐述地图总体设计、符号设计、色彩设计和地图表示方法设计的理论和原理方法;第八、九章阐述地图图形综合与地理信息综合的基本概念和特点、制图综合方法和电子地图多尺度表达概念与方法;第十章分析典型地图产品设计编制特点;附录列出了地图设计与编绘实习内容及其要求。

本书可作为高等院校地理、测绘、地质、环境、城市规划、土地管理等专业本科生教材,同时也可供相关专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地图设计与编绘 / 王光霞等编著. — 2 版. — 北京:测绘出版社, 2014. 8
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5030-3524-1

I. ①地… II. ①王… III. ①地图—设计—高等学校—教材②地图编绘—高等学校—教材 IV. ①P283

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 175253 号

责任编辑	吴 芸	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍	责任印制	喻 迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010-83543956(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010-68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010-68531363(编辑部)		
电子邮箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	三河市世纪兴源印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm						
印 张	19			字 数	468 千字		
版 次	2011 年 1 月第 1 版 2014 年 8 月第 2 版			印 次	2014 年 8 月第 2 次印刷		
印 数	3001—5000			定 价	48.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3524-1/P·735

如有印装质量问题,请与我社联系调换。

序

地图设计是地图学和地理信息工程专业的大学本科课程,为培养地图设计、生产的工程技术人才而设置,也为涉及测绘或地理空间信息科学(geospatial information science)的诸多相关专业培训提供地图学的基础知识和技能参考。

地图由于它的综合信息承载和空间存在显示功能,从古至今都是人们认知生存环境的重要工具。地图能将值得关注的一段时间内或瞬间发生的事件固化在纸上,为读者提供一个分析、研究事物与现象的历史背景,当前态势,地理相关和属性相关,并进而发现存在与进化规律的视场,激发大脑的联想与认识功能。这是地图历史性地长期存在的主要原因。除文字以外,没有任何别的什么能像地图这样在人类文化遗产上有如此突出的作用。可以说,地图与文字一样都是人类文明的标志。在我国文图同源的特点也引起世界学者们的关注和兴趣。有人曾问过,如果世界没有地图,人类将会怎样?回答这一问题最好是对比法,即如果没有文字,世界将会怎样?因此,无论当今电子设备怎样花样翻新,网络传输能力有多么强大,在人机交互当中地图这个“界面”总是难以跨越的。

地图不能没有,但现在的地图已不是过去的地图。无论是形式、内容和功能,还是描述对象都有了巨大的变化或说是进步。不但影像地图已从专家的工作台上解放出来被读者所接受和广为应用,而且把非欧几何空间的描述(如网络空间、电磁空间)也开始纳入以地图表达的范围之中。地图刻在石板、木板上有多久,考证不足,但地图记载在纸上已有数千年的历史。当今的地图常常显示在电子屏幕上,大到广场,小到手机,我们称之为“电子地图”。电子地图的背后还有“数字地图”的支撑,数字地图又叫“地理空间数据(或信息)”。这个概念极为广泛,影像数据、线划数据、高程数据、地学数据、人文数据,凡是可以表达空间存在地点和位置的数据,或可据以绘成地图的数据都称数字地图。下一步的走向尚难预料,至少电子纸的发明可能为地图提供一个新的生存介质。到那时,看似一张最便于阅读携带的纸印地图其功能却和电子地图一样是动态的,可调内容和可变尺度的,便捷无比,读者也可以在上面根据自己的需求和爱好,依托网络取得数据自制地图。

面对成熟多彩的传统地图和变化多端的电子地图,我们只能抓住地图最本质的要素,掌握构图要素的基本原理和遵循读者的视觉规律来探讨地图设计的方法论,这应当是本书编写的初衷。

地图设计虽然是一门理工科课程,但它和地图本身的多元性一样,学习者需要增加人文、艺术的知识和素养。地图从来就是科学与艺术的统一体,二者互为表里,地图内容的处理和表示方法的创新就是科学与艺术相互结合的结果,法国作家福楼拜有句名言“科学与艺术在山脚分手,在山顶会合”,可以说是为地图设计勾画了境界;美籍华裔科学家李政道说“科学和艺术是一枚硬币的两面,谁也离不开谁”,应该说是为地图设计树立了标准。

这本书的出版正值新中国地图学教育事业 60 周年,也是对地图设计课程的一个总结。祝愿地图学及相关专业有更新更多的发展。

李俊
2010.3.10.

第二版前言

信息技术的发展与应用,使地图学产生了重大变革,给地图生产工艺带来了革命性的变革,同时也使地图的品种得到了极大的扩充。正如高俊院士在本书第一版序中所说的,“面对成熟多彩的传统地图和变化多端的电子地图,我们只能抓住地图最本质的要素,掌握构图要素的基本原理和遵循读者的视觉规律来探讨地图设计的方法论”。

《地图设计与编绘》一书自2011年1月出版后,经过近四年全国多个高校地图学与地理信息系统专业本科班教学实践,收到了较好的应用效果,同时也对本书的再版提出了一些修改建议。因此,我们根据教学实践并结合新技术发展,对第二版相关内容进行了修改完善。

(1)基础理论知识部分,对第二章尺度进行了简化处理,尤其是概念中涉及具体设备细节的一些描述,例如幅度、鼠标分辨率参数等进行了删减;在地图数学基础中,只描述与地图设计编绘有关的地图投影类型和变形规律特点,删减了地图投影变形具体计算公式。

(2)资料分析与处理部分,根据地图编绘资料的多样化,在第三章增加了多源数据融合处理内容和方法。

(3)制图综合部分,根据本科班教学特点,在电子地图多尺度表达中,主要描述其基本技术实现原理,删掉了第一版第十章电子地图多尺度表达的具体实现算法,并将前三节内容修改后,作为一节内容形成第二版的§8-5。

(4)根据电子地图新特点和新技术,对第五章电子地图符号设计特点、第七章移动电子地图表示特点和第一版第十一章(即第二版第十章)电子地图设计实例进行了修改完善。

本书在撰写过程中,力图将地图设计与编绘新的研究成果融入教材,体现教材的全面性、科学性和创新性。但由于地图设计本身还有许多值得进一步探讨和研究的问题,加之作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

2014年6月

第一版前言

地图(这里指可视地图)设计是根据地图用途和用户的要求,按照视觉感受理论和地图设计原则,对地图的技术规格、总体构成、数学基础、地图内容及表示方法、地图符号与色彩、制作工艺方案等进行全面的规划,是整个地图生产全过程的准备工作,是地图制图人员在制图业务准备阶段的所有构思过程的总称。地图编绘是在地图设计文件的指导下,根据地图用途、比例尺和制图区域特点对编图资料进行选择和处理,对地图内容各要素实施图形化简、概括、图解关系处理,采用合理的编图技术方法制作综合底图(编绘原图)的过程。地图编绘集中体现了新编地图的设计思想、主题和全部内容及其表现形式,体现总体设计成果,是预检设计手段。

信息技术的发展与应用,使地图学产生了重大变革,给地图生产工艺带来了革命性的变革,同时也使地图的品种得到了极大的扩充。地图表达的内容从陆地到海洋、从地下到空中再到太空,并已经扩展到其他星球;地图不再把用地图符号表示事物作为唯一方法,而可用影像甚至用数字的形式;纸质地图不再是唯一形式,出现了数字地图、电子地图(显示在屏幕、网络、移动等计算机辅助设备上的地图)和影像表示的地图;地图不再只是二维的、静态的,出现了多维、动态地图和“可进入”的仿真地图等。

地图设计与编绘的过程实际上是地图的创作和制图过程,其核心是地图。因此,地图概念、内容和形式的变化,必然会引起地图设计与编绘相关内容也随之发生改变。地图制图智能化和一体化、地理信息系统中跨比例尺分析与显示、虚拟地理环境的可视化表达等,都对地图设计和地图编绘的内容提出了新的要求,迫使我们探索地图学专家在地图设计制作中的思维方式;要把人和地图作为一体来研究,即地图制图专家系统;要探索多比例尺 GIS 中的地图自动综合问题等。这些问题在数字制图一体化条件下是密切相关、不可分割的。所以地图设计与编绘是全数字地图制图智能化和一体化、GIS 多比例尺跨数据库分析中图形抽象概括和地图内容正确表达的关键和基础。无论是常规制图还是计算机制图,只要涉及可视化(让人看地图),就必须具备这方面的知识。因此,从 2000 年开始我们着手将“地图设计”与“地图编绘”内容进行有效的融合,2002 年结合地图学与地理信息工程专业两个本科班的“地图设计与编绘”课进行了教改实验。在此基础上,2003 年正式将“地图设计与编绘”合并为一门课进行教学。经过多年的教改和不断完善,最终形成了目前集理论、方法、技术于一体的新的“地图设计与编绘”课程,并结合本课程的特点通过教学改革,撰写了本书,以求能满足数字制图条件下地图设计与编绘的需求。

本书以地图编辑设计的全过程为主线,以传统地图设计与编绘原理方法为基础,采用传统纸质地图和电子地图设计编制方法对比的形式,介绍了地图设计与编绘理论、技术、方法及其应用实例。全书共包括 11 章及附录。

第一章介绍地图的基本概念和品种,强调地图概念和品种在数字地图条件下拓展及其变化,对传统地图设计理论和方法带来的冲击和挑战,改变了地图生产技术和方法,这些为地图产品设计和地图生产工艺设计提供了基础。同时介绍地图设计和编绘的概念、研究内容及其

发展变化,为今后地图设计编绘发展提供思考问题的基础。

第二章介绍地图设计编绘相关理论知识,包括尺度及相关理论、地图投影、地图空间认知、地图感受、地图模型、色彩相关理论的概念,以及它们与地图设计编绘的关系,为后续地图设计编绘方法的技术设计提供理论基础。

第三章阐述制图资料分析与处理方法。介绍地图编辑设计的准备工作,即制图区域分析、制图资料分析过程。重点对地图资料的分类分级原则、方法和地理现象量表方法进行阐述,为今后小比例尺地图和专题地图数据处理提供方法指导。

第四章至第七章,阐述地图设计几个主要过程的理论和原理方法,包括地图总体设计、符号设计、色彩设计和地图表示方法设计。在阐述传统二维地图符号及其表示方法的基础上,分析电子地图与纸质地图表达上的差异,对电子地图的总体设计、符号、色彩和表示方法进行阐述,为电子地图设计提供技术方法。

第八、九、十章,阐述地图内容制图综合理论方法及其在各要素制图综合中的具体应用。增加了数字地图制图条件下地理信息综合概念与技术方法,以及电子地图多尺度表达概念与方法。为地图的图形综合和 GIS 中数据综合提供理论和方法指导。

第十一章,分析几种地图的设计编制特点,阐述地图设计与编绘的理论和技術方法,在地图产品具体设计中的应用。重点说明如何根据不同用途设计和选择表示方法、符号、色彩以及综合取舍指标操作等实用性问题,使理论、技术、方法及应用融为一体,实用性更强。

附录列出地图设计与编绘实践性教学内容,包括 19 个实习,并对每个实践教学目的、方法和要求进行描述。为地图设计与编绘实践教学提供重要的参考。

本书由游雄(第四章、第六章和 § 7-2)、於建峰(第十一章、思考题和附录)、贾奋励(§ 10-4)、刘芳(§ 5-5 和 § 7-3)、王光霞(其余部分)分工编写,由王光霞负责统稿,於建峰负责文字审校。本书在编写过程中得到了信息工程大学测绘学院高俊院士的全面指导和帮助,很多新的思想和理论方法来自于他的著作、论文、讲课笔记以及亲自教导。同时,高院士在百忙当中审阅了全书,并为本书作序。对他的精心指导,在此表示衷心的感谢!

本书制图综合部分(第八章、第九章)内容得到信息工程大学测绘学院王家耀院士指导。陈毓芬教授认真、细致地审阅了全书,并提出了宝贵意见。江南教授、刘玉峰副教授审阅了附录。书中 § 2-2 和 § 2-7 的内容参考了吕晓华教授和陈毓芬教授提供的资料。研究生莫凡、张晓辉、王菲参加了相关专题研究、试验并提供了部分文字资料。齐晓飞、游天、李晓轩、马俊、薛志伟、崔秀飞同学承担了书稿编排、审校及插图绘制工作。上述老师和同学为本书出版付出了辛勤劳动,在此对他们表示衷心的感谢!

本书在编写过程中参考了大量国内外相关文献及地图(集)作品,感谢参考文献中所有专家、学者,是他们前期的研究工作,给我们以启迪和帮助。

本书在撰写过程中,力图将地图设计与编绘已有理论成果进行总结,并将新的研究成果融入教材,体现教材的全面性、科学性和创新性。但由于地图设计本身还有许多值得进一步探讨和研究的问题,加之作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者不吝指教、批评指正。

本书的出版得到了信息工程大学测绘学院出版基金、教育部高等学校骨干教师资助计划的资助。

目 录

第一章 绪 论	1
§ 1-1 地图概述	1
§ 1-2 地图设计与编绘概述	11
§ 1-3 地图设计与编绘的地位和作用	15
§ 1-4 新中国地图设计与编绘的发展	16
思考题	28
第二章 地图设计与编绘理论基础	29
§ 2-1 尺度及其相关理论	29
§ 2-2 地图设计的数学基础	36
§ 2-3 地图空间认知理论	39
§ 2-4 地图感受论	42
§ 2-5 地图模型论	61
§ 2-6 色彩及相关理论	62
§ 2-7 地 名	71
思考题	73
第三章 制图资料分析与处理	74
§ 3-1 制图区域分析	74
§ 3-2 制图资料分析与评价	76
§ 3-3 地理要素分类分级量化处理	79
§ 3-4 地理要素数据整合与多源数据融合处理	86
思考题	90
第四章 地图总体设计	92
§ 4-1 总体设计的内容	92
§ 4-2 总体设计书的撰写	104
§ 4-3 电子地图总体设计	107
§ 4-4 电子地图打印输出设计	116
思考题	120
第五章 地图符号设计	122
§ 5-1 地图符号的基本概念与特性	122
§ 5-2 地图符号的分类	123
§ 5-3 地图符号的功能	126
§ 5-4 地图符号设计的基本方法	129
§ 5-5 电子地图符号设计	132
§ 5-6 地图注记及其设计	136
思考题	142

第六章 地图色彩设计	143
§ 6-1 地图色彩的作用和设计要求	143
§ 6-2 地图符号的色彩设计	147
§ 6-3 电子地图色彩设计	149
§ 6-4 地貌分层设色法的色彩设计	150
§ 6-5 虚拟地景要素的色彩设计	152
思考题.....	154
第七章 地图内容表示方法设计	155
§ 7-1 地图二维表示方法	155
§ 7-2 地貌表示方法	165
§ 7-3 电子地图表示方法	170
思考题.....	179
第八章 地图制图综合	180
§ 8-1 制图综合概述	180
§ 8-2 地图综合的制约因素	182
§ 8-3 地图综合的基本方法	187
§ 8-4 地理信息综合的内容和方法	200
§ 8-5 电子地图多尺度表达	204
思考题.....	209
第九章 地图内容各要素制图综合	210
§ 9-1 水系要素制图综合	210
§ 9-2 地貌要素制图综合	219
§ 9-3 植被要素制图综合	224
§ 9-4 居民地要素制图综合	226
§ 9-5 交通运输网要素制图综合	238
§ 9-6 境界要素制图综合	241
§ 9-7 专题地图信息的制图综合	245
§ 9-8 典型地区制图综合	247
思考题.....	257
第十章 几种地图的编辑设计特点	259
§ 10-1 普通地图	259
§ 10-2 专题地图	261
§ 10-3 地图集	263
§ 10-4 电子地图	268
思考题.....	276
附录 课程教学实习	277
实习一 赏析地图.....	277
实习二 地图制图区域研究.....	277
实习三 专题数据分级处理.....	278

实习四	区域性挂图总体设计·····	279
实习五	普通地图符号设计·····	279
实习六	专题地图符号设计·····	280
实习七	地图色彩设计·····	281
实习八	地貌分层设色方案设计·····	281
实习九	专题地图表示方法设计·····	282
实习十	系列专题地图设计·····	282
实习十一	电子地图表达设计·····	283
实习十二	街区式居民地制图综合·····	284
实习十三	密集散列式居民地制图综合·····	284
实习十四	老年河制图综合·····	285
实习十五	湖泊制图综合·····	285
实习十六	中山地貌制图综合·····	286
实习十七	黄土丘陵地貌制图综合·····	287
实习十八	低山丘陵地貌制图综合·····	287
实习十九	全要素制图综合·····	288
参考文献	·····	289

第一章 绪 论

地图作为人类描述、分析和传递时空信息的最有效工具,从萌芽至今已有几千年历史。从古地图到现代地图,地图本身及人们对地图的认识是随着社会的发展和科技进步不断深化的。

当人们第一次按缩小的二维空间配置地理事实时,那的确是一个非常重大的抽象思维成就,因为只有制成地图才能使人们辨别方向,观察事物的联系和揭示地理结构(罗宾逊 等,1989)。平面二维地图解决了地球曲面与地图平面的数学变换,解决了复杂实地与简化地图模型的变换,采用图数并存(各种地图符号及高程、水深、路距等数字信息)的表达方式,对复杂实体和现象进行抽象取舍,表达内容虚实并存(地名、境界与环境等)、突出主题、形象直观。因此,平面二维地图是人类空间认知的重要进步。凡是与空间定位有关的问题,都可以通过地图得到答案(高俊,2000)。随着人类社会实践的深化和科学技术的发展,地图的内容和形式发生了许多变化。计算机改变了地图存在的方式;数字地图的出现,空前扩大了地图的功能;尤其是进入 21 世纪以来,随着地理信息系统技术的深入应用和完善,虚拟现实技术、可视化技术、多媒体技术等在地图制图学领域的应用,给地图生产工艺带来了革命性的变革,同时也使地图的品种得到了极大的扩充。地图表达的内容从陆地到海洋、从地下到空中再到太空,并已经扩展到其他星球;地图符号不再是表示事物的唯一方法,还有影像、三维模型等其他形式;纸质地图不再是唯一形式,出现了数字地图、电子地图、影像地图和网络电子地图等形式;地图不再只是二维的、静态的,出现了多维、动态地图和“可进入”的仿真地图等。如果把它们也作为地图的话,那么这是与传统的纸质地图形式截然不同的地图类型。因此,传统地图的概念也就无法全面、准确地来界定这些“地图”了。也就是说,随着地图表示内容和表现形式的变化,地图的概念也将随之变化和拓展。

地图设计与编绘的过程实际上是地图的创作和制图过程,其对象是地图。因此,地图概念、内容和形式的变化,必然会引起地图设计与编绘相关内容也随之发生改变。所以,了解地图的概念和特征、地图的类型、地图表达的内容、地图表现形式及其变化特征是地图设计与编绘的基础。

§ 1-1 地图概述

一、地图的基本概念和特性

最早人们比较普遍地认为地图是“地球表面在平面上的缩写”或“地球在平面上的缩影”。这样定义地图,简单明了,易于为一般人所了解,但是它不能反映地图所具有的曲面与平面投影转换、内容抽象综合以及图形符号的特征,容易同地面照片、风景画相混淆或无法明确加以区分。随着人们对地图制图技术的重视,开始强调地图制作技术的特征。代表性的是 20 世纪 40 年代萨里谢夫(К. А. САЛИЩЕВ,苏联制图学家)给出的地图定义:“根据一定的数学法则,将地球表面以符号综合缩绘于平面上,并反映出各种自然和社会现象的地理分布与相互联

系。”这个定义在某种程度上揭示了地图的本质,说明了地图具有数学法则、符号系统以及地图内容的综合法则,强调了地图能反映各种自然和社会现象的地理分布与相互联系。萨里谢夫上述关于地图的定义在地图学界影响比较大,一直持续到20世纪60年代。70年代后,萨里谢夫把模型概念引入地图定义,在他的《地图制图学概论》一书中写道:“由数学所确定的经过概括并用形象符号表示的地球表面在平面上的图形,用其表示各种自然现象和社会现象的分布、状况和联系,根据其每种地图的具体用途对所表示现象进行选择 and 概括,结果得到的图形叫作地图。”80年代国内出版的一些教材都是在萨里谢夫关于地图的定义的基础上做了某些扩充,但是从技术特点的角度来定义地图有一定的局限性,它不能反映地图的现代特征和功能(王家耀等,2006)。

随着数字地图尤其是虚地图的提出,出现了许多新的地图定义。其中,王家耀等(2006)的《地图学原理与方法》中给出的定义是:“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,是传递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。”这个定义说明构成地图数学基础的数学法则是任何类型的地图都不可缺少的。制图综合法则从广义上讲,包括制图综合和符号系统,因为使用符号就意味着综合。记录空间地理环境信息的载体和传递空间地理信息的工具,既可以是实地图,也可以是虚地图。关于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,更是实地图和虚地图都具备的功能。

上述关于地图的定义是不同时期、不同学者根据自身的认识和理解水平,从不同角度和侧面给出的,这些定义表现了不同时期地图制作水平、人们对地图的认识水平的演变与进步。虽然目前尚未能根据地图新品种、新形式提出一个被公认的地图定义,但可以看出,无论是实地图还是虚地图,都具有地图的数学法则和综合法则这两个基本特征。但是,随着地图表达内容和表现形式的改变,地图信息源和制图方法的改变,原有地图所具有地图投影和比例尺、地图符号系统和地图综合概括原则方法的含义却发生了变化,都有所拓展。

传统二维纸质地图的数学法则,主要指曲面到平面转换的地图投影;而数字地图、基于椭圆坐标系的电子地图,以及影像地图的数学法则指的是一种特殊的坐标系统即特殊的数学框架。传统二维纸质地图的综合法则,主要指地图内容的分类分级、符号化和地图内容的综合概括;而数字地图、影像地图的综合法则,主要指地图数据的分类分级、融合编辑处理,以及数据及影像的多层次细节表达模型处理等内容。因此,可以给地图下这样一个定义:“地图是根据特定需求,采用一定的数学框架,以图形符号、三维模型、图像或数据形式,抽象概括表达或记录与空间有关的自然和社会现象的分布状况和联系及其发展变化规律的工具。”地图具有地理信息传递功能,是人类进行空间认知和地理信息空间分析的有效工具。

二、地图的类型

随着人类社会的进步与科学技术的发展,地图品种越来越多,已经从纸质地图发展到数字地图、电子地图等,进而发展为可进入的虚拟地理环境。地图的呈现方式(人眼可见或不可见)和存储介质(纸质、胶片、丝绸、计算机附属显示设备或人脑等)发生了很大的变化,过去的地图分类,已经无法全面地涵盖所有的地图,需要对地图类型的划分标志和标准进行重新整理和研究。

但就目前研究结果来看,由于地图的需求不同、研究和使用地图的角度不同,造成对地图的分类结果存在着差异。实际上目前关于如何划分地图类型并没有明确的标准和体系。常用的是按照地图内容、比例尺、使用方式和存储介质来分类。由于本书后续介绍的地图设计与编绘内容和方法,主要是针对可视的印刷在介质上和显示在屏幕上的地图。因此,地图类型的分类是依据高俊院士在 1996 年提出的一个分类模型来进行划分的。这个分类模型主要是以地图的呈现形式和存储形式作为分类依据,其中以地图的呈现形式将地图分为实地图和虚地图;以地图的存储形式,将实地图分为传统地图和电子地图,将虚地图分为数字地图和心象地图(高俊,1996),如图 1-1 所示。

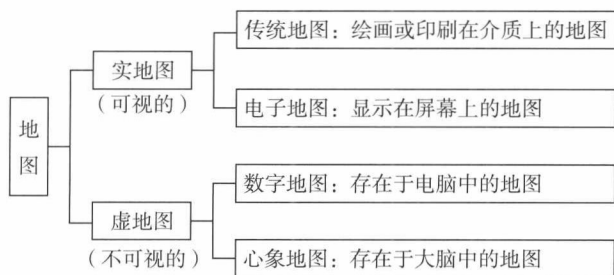


图 1-1 地图的类型

(一) 实地图

实地图指的是空间数据可视化的地图,是一种可见的地图。通过图形符号(或影像加图形符号、注记)模拟地面实体和现象,所以也称模拟地图,它可以印刷在纸质上、绸布面上,显示在屏幕上,或制成立体模型。其类型包括纸质地图、胶片地图、丝绸地图、影像地图、电子地图(网络电子地图、移动电子地图)等。

1. 传统地图

传统地图主要是指印刷在纸基介质上的图形符号化的地图,即印刷在纸上的地形图、旅游图、交通图等。随着地图数据获取方式以及地图需求的改变,出现了以图像形式或图像加地名注记或图像加图形符号的地图,即影像地图。

影像地图是将直接复照客观现象的航空或遥感信息与经过专业人员加工的地理信息(境界线、道路、居民地及各种地理名称等)有机地融合在一起,来反映区域内社会现象的一种地图产品。它具有现势性强、表达效果形象直观、信息量丰富的特点。可以帮助人们科学地、客观地、系统地、直观地认知地理环境,正确理解地理现象的空间关系。

传统地图可以是单张的(单张地图),也可以是成系列的(系列地图),还可以是成册的(地图集)。当然,传统地图经数字化后可转变为数字地图或电子地图。

2. 电子地图

电子地图也称“屏幕地图”,是一种新的地图产品,它是以数字地图为基础,以多媒体技术显示地图数据的可视化产品(王家耀等,2006)。电子地图可进行交互式操作,带有相应的操作界面,其内容是动态的,既可以显示在计算机屏幕、嵌入式的移动屏幕上,通过网络发布到网站上,也可随时打印到纸张上。因此本书在后续描述中将显示在计算机屏幕、嵌入式移动屏幕,通过网络发布到网站上的电子地图、移动地图以及网络地图,统称为电子地图。

网络地图就是以各种网络为载体,在不同详细程度的可视化数字地图的基础上,表示空间实体的分布,并通过链接的方式同文字、图片、视频、音频、动画等多种媒体信息相连,通过对网

络地图数据库的访问,实现查询和空间分析等功能。网络地图作为一种新型的电子地图,与传统的纸质地图或者单机版电子地图相比,它具有数据共享、费用低、现势性强、信息量大、获取方式便捷、操作简单、适应性强等优点。

移动地图是指在移动技术支持下以提供地理信息服务为目的的网络电子地图系统,它是计算机地图制图技术、嵌入式技术、通信技术、移动定位技术综合应用的产物(龙毅等,2001)。移动地图具备普通网络地图的所有特点,但其便携性使其更适合于用作基于位置的个人化地理信息服务,支持或指导用户完成与移动目的有关的任务。这就要求地图的内容和表示方式实时地适应用户不断变化着的要求、情绪因素、认知容量和活动环境(孟丽秋,2006)。

(二)虚地图

虚地图指的是存储在人脑或电脑(计算机)中的地图,即可指导人的空间认知能力和行为,或据以生成实地图的知识和数据,包括数字地图、心象地图等。

1. 数字地图

数字地图是对现实世界地理信息的一种抽象表达,是空间地理数据的集合,即按照一定的地理框架组合的,带有确定坐标和属性标志的,描述地理要素和现象的离散数据。数字地图按照数据类型可分为矢量、栅格和矢栅混合型地图。数字地图可以通过软件的处理和符号化方法,在计算机附属显示设备上再现为可视化的电子地图。

2. 心象地图

心象地图也称认知地图,指的是人通过多种手段获取空间信息后,在头脑中形成的关于认知环境(空间)的“抽象代替物”,它可以通过人的视觉或触觉来获得。心象地图形成的过程,也就是环境信息加工的过程(高俊,1999)。

(三)地图的派生产品

1. 地图数据库

地图数据库(map database, MDB)是存储地图各种数据的集合,是集地图数据、数据库管理软件和相关技术为一体的系统,它可以对大量地理空间数据进行组织、存储、检索和维护。地图数据库技术是测绘数字信息工程的核心技术,是数字制图系统、地理信息系统的基础。

2. 地理信息系统

地理信息系统(geographic information system, GIS)是随着地图数据库的建立和交互式地图信息系统的实施而实现的。地理信息系统的核心功能,即分析功能是在交互式动态数字制图的基础上实现的。因为任何分析都离不开时空关系,地图作为空间认知的最优工具,使它成为GIS得以存在并获得应用的核心因素。

3. 虚拟地理环境

虚拟地理环境(virtual geographic environment, VGE)是基于地图数据库数据,将数字地图技术、虚拟现实技术和地理信息系统相结合,利用计算机技术生成的一种可进入、可参与的地理空间环境模拟系统。它构成一个以视觉为主并包括听觉、触觉、嗅觉的综合可感知的地理环境,人们通过专门的设备在这个人工环境中实现观察、操作、触摸、检测等,有身临其境的感觉。在虚拟地理环境中,沉浸、想象和交互是其三大特征。

三、地图表达内容及发展

人类最初的制图活动仅限于经常活动且看得见的地区,地图内容的表达原则是“要什么画

什么”(实际上就是对制图对象的选取和化简,不过当时可能是无意识的),狩猎图、耕作图都是如此,目的都是服务于某一项专门的生产操作,所以最早的地图是“专门”地图。图 1-2 是刻在甲骨上的《田猎图》,它是安阳花园村出土,约公元前 16 世纪~公元前 11 世纪商代的卜卦用龟板,记述了一次狩猎所经过的路线、山川和沼泽。

随着人类活动范围的扩大,地图描绘的范围和对象也随之扩充,单一简单的地图内容已经无法满足人们的需求,加上制图方法的改进,地图内容变得详细了。人们在很多“专门”地图中找到了一些共同的地形因素,出现了以表示地势河川、居民地和道路为主的“普通”地图。此时地图内容的表达原则是几乎发展到了“有什么画什么”,只是实在画不下了才舍掉一些东西,初期的地形图就是如此。地图内容由简单到复杂、由单一到完善,形成了能满足大多数使用要求的普通地图。图 1-3 是一幅清光绪十五年(公元 1889 年)间手绘的地图,其内容涉及水系、地貌、居民地及注记、道路等基本地理要素,为地图的使用提供了较全面的地理基础。

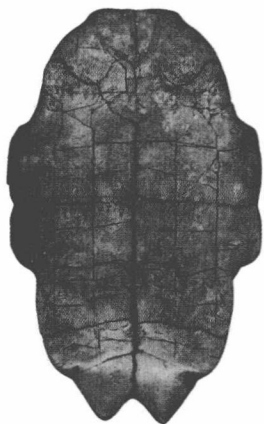


图 1-2 刻在甲骨上的《田猎图》

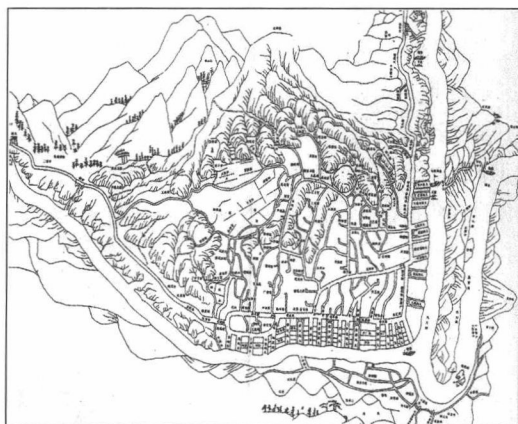


图 1-3 手绘地图

到了近代,人们认识到制图区域的范围是有限的,地图上所能表达的内容总是有限的,所以即使是使用符号系统,也不可能将地面上的全部物体和现象都容纳在缩小的地图上,势必要进行选取、化简和概括。同时,由于用途不同,提供统一的“普通”地图是不行的。因此,在“普通”地图提供地面详细面貌的基础上,专门地图又发展、深化为按需而绘的“专题”地图(王家耀等,2006)。地图内容的表达原则是“想要什么画什么”,地图内容的表达进入到了有目的地进行综合的阶段。图 1-4 是一幅公路专题地图(局部),地图上只表示了道路及有关的水系、居民地要素,其他要素不表示。

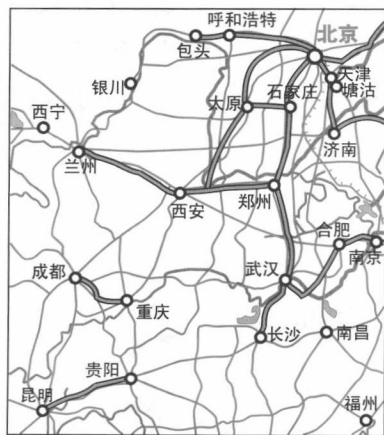


图 1-4 公路专题地图

从地图内容的发展变化可以看出,地图是伴随着人们对地球表面认识的不断深化而发展的,它是人类在社会实践中创造的认识地面的工具,又是人类认识地面的结果。随着科学技术的发展和社会实践需要的提高,地图内容经历了一个由简单到复杂、由单一到完善的过程,由专用到通用再到专用的一个螺旋式发展过程(王家耀等,2006)。在此过程中,人们不断对制图对象进行认识、提炼和抽象概括。根据地图的用途、

比例尺及制图区域特点等条件,对地图内容进行综合取舍,解决缩小、简化的地图表象与实地复杂的现实之间的矛盾,使地图表达内容更加实用、准确和科学。

四、地图表示方法及发展

地图是最早和最有效的地理空间表示法,伴随着人们对地球表面认识的不断深化而发展,其表示法大体上经历了三个阶段:基于非精确测量结果的二维描绘和写景法,基于精确测量的二维地图法,基于数字地图和遥感测量的虚拟地景表示方法。

(一) 基于非精确测量结果的二维描绘和写景法

历史上,由于人类对空间认识的局限,产生了多种对空间的表达结果。在古代,地图、图画和文字实际上没有显著的差别。中国古代认为天圆地方(见图 1-5)、苍穹环绕(见图 1-6);印度人则受神教的影响,把世界理解为由神象驮起的陆地(见图 1-7);古埃及人则认为世界是由诸神构成(见图 1-8)。这些都是人们根据对空间的想象和理解所勾绘出的地图,没什么精度可言,甚至连表达的内容有些都是错误的。尤其是在中世纪初期(西方世界叫蒙昧时代),这时地图变成了维护奇异幻想的结果和对《圣经》进行解说的工具。当时绘制了各种各样的地图,包括地球的各种形象的表示方法,例如矩形地图可能是基于《圣经》上所说的“大地的四个角”;环形地图是把圣城耶路撒冷放在地图中心,就是所谓的“T-O 地图”。在这种图上,地中海表示为字母“T”的“竖”,而顿河和尼罗河则表示为字母的“横”,整个内部被圆形大洋所环绕(见图 1-9)。

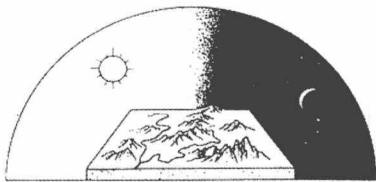


图 1-5 天圆地方



图 1-6 浑天说



图 1-7 印度人描绘的世界

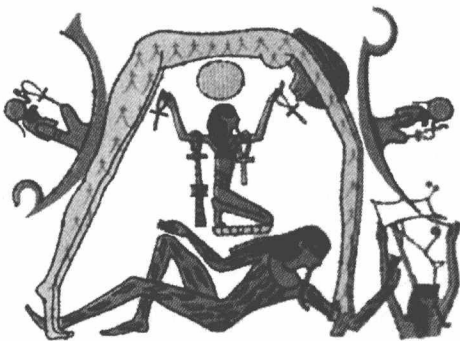


图 1-8 古埃及人描绘的世界



图 1-9 T-O 地图

世界上现存最古老的具有可辨认几何形状的地图大约是 5000 年前美索不达米亚的尼普尔(Nippur)地区的大比例尺城市规划的黏土地图(见图 1-10)。这个巴比伦黏土板,大小约为 $18\text{ cm} \times 21\text{ cm}$,雕刻的是尼普尔地区的城市规划,尼普尔在这个时期是巴比伦闪族人的宗教中心。在黏土板右边的围栏中描述的是重要的庙宇,一起的还有仓库、公园和其他的围栏,幼发拉底河,城市一边上的沟渠,另一条穿过中心的沟渠。城市四周有城墙围绕,由七个门贯通,这些门像其他的地物一样旁边也有名称标注。这可能是已知的最早的依比例城市规划图的代表。现今能够保存下来的古地图主要是刻绘在石棺、硬币和石碑等较为坚固的材料上。图 1-11 是爱斯基摩人木刻地图,它是用漂木雕刻的涂色地图,系在海豹皮上,表达的是格陵兰岛迪斯科湾(Disko Bay)大约 181 km^2 (70 平方英里)的范围,有 83 个岛屿、暗礁、湖泊、沼泽、潮浸地带(罗宾逊 等,1989)。



图 1-10 美索不达米亚的黏土地图

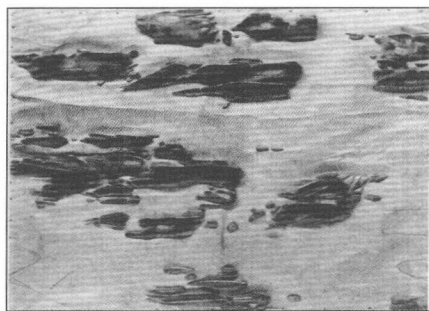
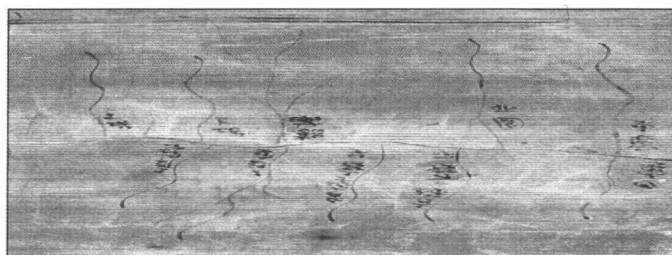
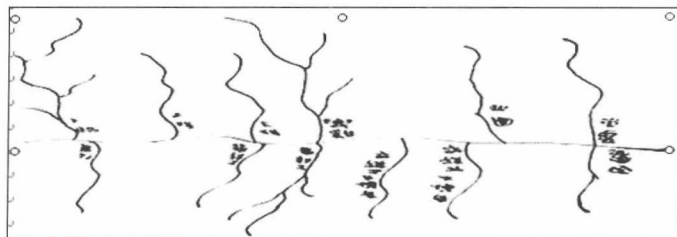


图 1-11 爱斯基摩人木刻地图

我国发现较早的地图是天水放马滩出土的木板地图和长沙马王堆出土的帛绘地图。其中天水放马滩出土的木板地图(见图 1-12),是秦国(战国末年)地图的代表作品,据说先秦时代可能绘制出了全国综合性地图,即輿图,并将地图上的地名、道里、注记进行了统一。虽然目前还没有先秦时代的輿图实证,但从天水放马滩秦墓木板地图可以知道先秦时期地图的制作水平。



(a) 出土的木刻地图



(b) 基于木板复原的地图

图 1-12 天水放马滩出土的木板地图(局部)