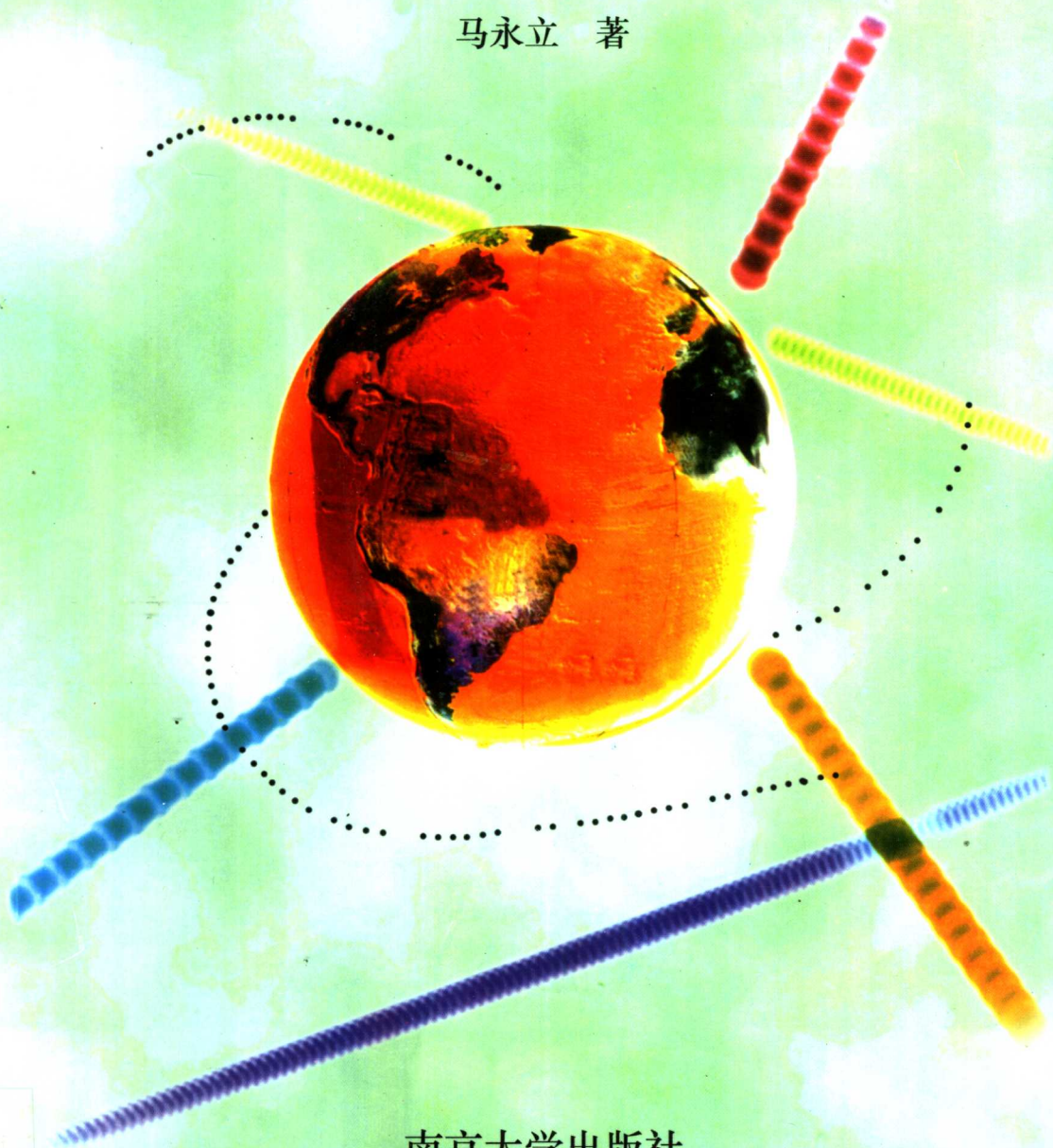


地图学教程

马永立 著



南京大学出版社

全国高等学校优秀测绘教材

地图学教程

马永立 著

南京大学出版社

内容提要

本书以地形图应用和专题地图及有关内容为重点,有绪论、地图数学基础、地图语言、制图综合、地图测制、普通地图、专题地图与地图集、地图编制、地图分析应用、地图学发展简史和展望,共十章。系统地阐述了地图学领域的各种概念、地图制作与应用的基本理论和技术方法;介绍了高级计算机地图制图系统和遥感图像制图方法,以及当代地图学的新理论和新成就,反映了当前地图学水平。注重其实用性和可操作性,便于启发式教学和自学。

本书适合于各高等学校地学类非地图学各专业教学用书,同时也可作地学、测绘、军事、土建、水利、农林、环保、交通、地名、旅游等方面有关人员的参考书或自学课本。

图书在版编目(CIP)数据

地图学教程/马永立著. —南京:南京大学出版社,
1999. 2(2003. 6 重印)
ISBN 7-305-03140-2

I. 地… II. 马… III. 地图学-教材 IV. P28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 16134 号

地 图 学 教 程

马永立 著

南京大学出版社出版

(南京大学校内 邮编 210093)

江苏省新华书店发行 江苏地质测绘院印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 24 插图 1 幅 字数 587 千

1998 年 2 月第 1 版 2003 年 6 月第 3 次印刷

印数 6001—9000 册

ISBN 7-305-03140-2/K · 214

定价: 31.00 元

(南大版图书若有印、装错误可向承印厂退换)

前 言

地图,是人类认识与改造生存地理环境的必然产物和重要工具。尤其是地学工作须臾不可离开地图。因此,地学工作者应该具有必要的地图学基本知识,掌握地图制作与应用的基本技能。本书系针对全国高等学校地学类非地图学各专业对地图学的基本要求,力求满足培养地理学人材和适应市场经济应用型人材的需要,并考虑到新时期学生知识结构的多元化趋势,贯彻深化教学改革方针,试图从实施将以往教师全面讲授变为重点或专题讲授,学生学习由被动变为主动这一教学方式出发,加强教材内容的完备性、系统性和实用性,以便学生能够有较多的内容可以自学,教师能够有充裕的时间讲深讲透重点和难点,多安排一些实习,在培养学生动手能力上下功夫,拟取多写少讲、便于自学、务求实用等原则构思教材内容,构建一个新的知识结构体系,以此使学生能够全面了解和掌握地图学领域的有关知识和技能,增强学生的后劲。

本书的内容结构,系根据地图学自身规律,按照地图由生产到应用的必然过程安排的。因授课对象是非地图专业的学生,故以地形图分析应用、专题地图及其编制等有关内容为重点,并注重其可操作性,适当介绍地图学领域的新理论、新技术和新成就。

本书起稿之时,正值作者在地图学领域从事教学和科学研究 30 个春秋之际,因而既吸取了前人和同行们的经验,也融合了自己的实践体验和科研成果。为了丰富地图学这座知识宝库,努力添砖加瓦,构建地图学新的构架,充实新的知识点。对地图及地图学的科学概念,普通地图与专题地图的实质区别,地理底图的作用及其设计原则,制图与用图效果的统一,地图与地学研究及生产建设的关系等,从理论和实际的结合上作了新的阐述;增加了地图学与地名学、美学、色彩学关系等方面的论述;优化了地形图解析法分幅编号和曲线仪量测长度的数学模型;率先将地名列入地图语言体系,并系统地阐述了地名的内涵、特性、功能、命名原则、标准化处理及其国际意义等内容;以全面配置写景图的新方式,介绍普通地图上各类地理要素的显示法;推出了专题地图表示方法中的系列组合符号的概念、多边形分级比值法和求点值的数学模型,地图分析应用中的微方均高法和微段均长法量测地貌体积的科学概念及其计算公式,图解法量测地理坐标,地形图在旅游、环境等规划设计和资源勘察开发中的应用等技术方法;当今最先进的高级计算机地图制图系统、考古发掘我国最早地图实物——秦代《放马滩地图》及其在世界科学史上的重要地位等内容,在地图学教材中实属首次露面;……。

本书出版前,在南京大学城市与资源学系、环境科学与工程系试用了 3 年,撰写的初衷已得到了学生们的肯定。吸取了有关方面的意见,经多次修饰,定稿出版。

鉴于本书内含信息量大,若授课时间仅安排 60~80 个学时,则授课教师不必采取课堂上将书中内容全部讲授的做法,可以采取自学与重点讲授相结合的方式。按章布置,先让学生预览,以便学生全面接触书中的内容;此间教师要随时解答学生提出的问题,并用课堂讨论方式理清要点,深化预览效果。在学生们通过预览,对本章内容建立了初步印象的基础上,再着重讲实践中常用的、学生不容忽视的关键部分,讲深讲透。例如 § 2 中我国的大地坐标

系和高程系、高斯-克吕格投影、国家基本比例尺地形图上数学要素标记方式和识读方法、地形图分幅编号等,要联系实际,边讲边用,以使学生留下深刻印象。对学生能看得懂的部分,则可以不讲,或简要提一下即可。讲授地图学这样一门应用技术性较强的课程,课间野外读图和实地使用地形图实习,课外作业和作图练习都是不可缺少的教学环节,要给予适当安排。作者在80年代初曾写过一本《地图学实习教程》,1989年西安地图出版社出版,是本书的配套教材,那书中有题解实例,可以让学生参照,自己安排时间去做。

读者若是选用本书自学成材,对非地学出身或地学知识尚少的读者,则应先读一下自然地理学和人文地理学课本,掌握了一定的地理知识,才能更好地理解和掌握地图的各种表示方法和制图原理,也才能运用地图去分析和解决实际问题。地图数学基础是本书的重要章节之一,对有些读者,可能是一个拦路虎,特别是地图投影,比较抽象,难以掌握。实际上,对非地图学专业的一般读者,只要掌握其基本概念就可以了,重要的是要掌握好高斯-克吕格投影及其有关的知识,以达到能够识读地形图上地面点的地理坐标和平面直角坐标,能在地形图上量测地面点的坐标,地貌或地物的长度、面积、体积、方位等的目的。对立志从事地图制图工作的读者,还要掌握好地图编制这一章所介绍的各种技术方法,其中普通地图编制只是作为向读者介绍地图生产全过程讲的,而专题地图的编制方法恰是要很好掌握的重点。实践出真知,在自学过程中,应尽量按照书中所述的方法步骤,实际去试编一两幅小范围的某种专题地图,书末参考文献[10]中有多种实例供参考。地图分析应用一章是介绍用图的方法,对一般读者来说确是重要的一章,要想切实掌握用地图解决有关问题的技术方法,关键在于实践。要结合实际,边学边干,比较容易学成。在自学过程中,除阅读本书外,还须阅读一些地图和地图集,两者对照起来理解;若有可能,再到附近的地图生产单位实地考察一下地图的生产现场与工艺流程,将是大有裨益的。章后复习思考题是一章的要点所在,须逐题思考,逐题整理,做好笔记,以此种扎实的思维过程来使自己所获得的知识点达到系统化、深刻化,逐步上升为理性的概念。

本书撰写时,参考了国内外有关地图学的著作及地图作品,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,其中南京市测绘勘察研究院姚兴海、虞泰泉、董润华等同志,中国科学院地理研究所傅肃性研究员,分别对高级计算机地图制图系统和电子地图及其地图集部分的编写给予大力支持,南京大学胡友元教授给予热情指导,李玉琛、顾国琴、杨金陵、徐富林、郑颖春同志为本书绘制和复制附图,在此一并表示衷心谢意!

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

作 者

1997年10月 南京大学

目 录

第一章 绪论	1	四、地图学与其它学科的关系	20
§ 1-1 地图概念	1	复习思考题	22
一、地图基本特性	1	第二章 地图数学基础	23
二、地图定义	4	§ 2-1 地球的形状与大小	23
§ 1-2 地图内容	5	一、地球自然表面	23
一、数学要素	5	二、大地水准面与大地球体	23
二、地理要素	6	三、地球椭球体	23
三、辅助要素	6	四、地球的大小	24
§ 1-3 地图分类	6	§ 2-2 坐标系及大地控制点	25
一、地图按内容分类	7	一、地理坐标系	25
二、地图按制图区域分类	8	二、平面坐标系	28
三、地图按比例尺分类	8	三、高程系	29
四、地图按用途分类	9	四、大地控制点	30
五、地图按使用方式分类	9	§ 2-3 地图投影基本概念	30
六、地图按其它标志分类	9	一、地图投影的产生	30
§ 1-4 地图功能	10	二、地图投影的定义	31
一、地图模拟功能	10	三、地图投影的实质	31
二、地图信息载负功能	10	四、地图投影基本方法	31
三、地图信息传输功能	11	五、地图投影变形	32
四、地图认识功能	12	六、地图投影分类	38
§ 1-5 地图社会作用	13	§ 2-4 常用地图投影	42
一、经济建设的尖兵	13	一、等角正切方位投影	42
二、军队的眼睛	13	二、等积斜切方位投影	43
三、国际斗争的工具	13	三、等距正割圆锥投影	43
四、科研与文教卫生事业发展的		四、等积正割圆锥投影	43
工具和手段	14	五、等角正割圆锥投影	43
§ 1-6 地图成图方法简介	15	六、等角正切圆柱投影	45
一、实测成图法	15	§ 2-5 高斯-克吕格投影及其	
二、编绘成图法	15	应用	46
三、计算机地图制图成图法	16	一、高斯投影基本概念	46
四、遥感资料成图法	16	二、高斯投影变形分析	47
§ 1-7 地图学及其研究对象和		三、高斯投影分带	47
任务	17	四、高斯投影坐标网	48
一、地图学的概念	17	§ 2-6 地图投影判别与选择	51
二、地图学的研究对象与任务	18	一、地图投影的判别	51
三、地图学的分支学科	19	二、地图投影的选择	52

§ 2-7 地图方位	54	第四章 制图综合	115
一、方位角	54	§ 4-1 制图综合基本概念	115
二、偏角	55	§ 4-2 影响制图综合的因素	116
三、密位	57	一、地图比例尺的影响	116
§ 2-8 地图比例尺	57	二、地图用途与主题的影响	117
一、地图比例尺概念	57	三、制图区域地理特征的影响	117
二、地图比例尺分类	57	四、地图符号的影响	117
三、地图比例尺形式	58	五、制图资料与制图者的影响	119
四、地图比例尺作用	60	§ 4-3 制图综合的主要方法	119
五、地图比例尺系列	60	一、地图内容的取舍	119
§ 2-9 地图分幅编号	61	二、制图对象的概括	121
一、地图分幅编号的意义	61	三、制图对象的归纳推理	123
二、地图分幅	62	四、制图内容符号化	123
三、地图编号	63	五、地物的移位	123
四、国家基本比例尺地形图的分幅 编号	65	六、统一协调	124
复习思考题	79	§ 4-4 制图综合与地图精度的 关系	124
第三章 地图语言	80	复习思考题	124
§ 3-1 地图符号与注记	80	第五章 地图测制	125
一、地图符号与注记的概念	80	§ 5-1 地形图测图原理	125
二、地图符号	80	一、测图原理	125
三、等高线	89	二、测量工作概述	126
四、地图注记	94	§ 5-2 地形测量成图	127
§ 3-2 地图色彩	100	一、测图前的准备工作	127
一、色彩三要素	100	二、加密控制点	129
二、色彩的混合	101	三、碎部测量	130
三、色彩的选配	102	§ 5-3 航空摄影测量成图	134
四、色彩的感觉与象征性	102	一、航空摄影	134
五、地图常用颜料	103	二、像片控制测量	135
六、着色方法步骤	103	三、像片调绘	136
§ 3-3 地名及其在地学研究中 的应用	104	四、像片测图	136
一、地名的基本概念	104	复习思考题	138
二、地名作用	105	第六章 普通地图	139
三、地名要素	105	§ 6-1 普通地图基本内容与 主要任务	139
四、地名结构	106	一、普通地图的基本内容	139
五、地名特性	106	二、普通地图的主要任务	139
六、地名命名更名原则	110	§ 6-2 自然地理要素的表示	140
七、地名标准化和规范化	111	一、水系及其表示	140
八、地名译写概述	111	二、地貌及其表示	154
九、地名在地学研究中的应用	113	三、土质植被及其表示	167
复习思考题	114		

§ 6-3 社会经济要素的表示	171	六、土壤图	215
一、居民地及其表示	171	七、植被图	216
二、交通线及其表示	177	八、政区图	216
三、境界线及其表示	182	九、人口图	216
四、独立地物和垣栅及其表示	184	十、农业图	217
§ 6-4 辅助要素的表示	186	十一、综合经济图	217
一、图廓上辅助要素及其表示	186	十二、历史地图	218
二、图廓外辅助要素及其表示	186	十三、海图	218
复习思考题	188	十四、教学地图	219
第七章 专题地图与地图集	189	十五、环境地图	219
§ 7-1 专题地图特征、内容与 类型	189	十六、城市地图	220
一、专题地图的基本特征	189	十七、地籍图	221
二、专题地图的内容与类型	189	十八、旅游地图	223
§ 7-2 专题内容表示方法的设计	192	§ 7-6 地图集	224
一、专题地图所显示的制图对象 的基本特征	192	一、地图集定义与作用	224
二、专题要素的时空分布特征	193	二、地图集的特点和历史摘要	224
三、专题内容表示方法设计思想	193	三、地图集的类型	225
四、专题内容表示方法的特点	194	四、地图集的特性	226
§ 7-3 专题内容表示方法	194	五、地图集分析评价	227
一、定点符号法	194	§ 7-7 系列地图	228
二、线状符号法	199	一、系列地图概述	228
三、质底法	200	二、系列地图类型	228
四、等值线法	201	三、系列制图特点	229
五、定位图表法	202	复习思考题	230
六、范围法	204	第八章 地图编制	231
七、点值法	205	§ 8-1 地图生产过程概述	231
八、分区图表法	206	§ 8-2 地图设计	231
九、分级比值法	207	一、设计前期的准备工作	231
十、动线法	209	二、设计工作事项	232
§ 7-4 专题内容表示方法的比较 与联合运用	211	三、编写设计书	233
一、几种表示方法的比较	211	§ 8-3 地图编绘	233
二、各种表示方法的联合运用	213	一、建立地图数学基础	233
§ 7-5 专题地图典型介绍	214	二、建立编绘底图	238
一、地势图	214	三、编绘地图内容	241
二、地质图	214	四、图幅抄接边	243
三、地貌图	215	五、图廓外整饰	243
四、气候图	215	六、填写图历簿	244
五、水文图	215	七、审校验收	244
		§ 8-4 出版准备	244
		一、清绘法	245
		二、刻图法	246
		三、分色参考图的制作	246

§ 8-5 地图制印	246	§ 9-3 地图评价	301
一、地图印刷方法	246	一、地图的政治思想性	301
二、地图制印过程与方法	247	二、地图的科学性	301
三、地图简易复制方法	250	三、地图的艺术性	303
§ 8-6 专题地图编制	250	§ 9-4 地图分析	303
一、专题地图编制程序与方法	250	一、地图目视分析法	303
二、专题地图的制图综合	258	二、地图量算分析法	304
§ 8-7 地图集编制	262	三、地图图解分析法	322
一、地图集编制的组织领导工作	262	四、地图数理统计分析法	324
二、地图集的地图设计工作	262	五、地图数学模型分析法	327
三、地图集总设计书、图组与图幅的 编辑计划	267	§ 9-5 地图应用	328
四、地图集编制的技术方法	269	一、地图在科学研究中的应用	328
五、地图集的整饰	270	二、地图在国民经济建设中的应用	332
六、地图集的文字说明与附录	270	三、地图在军事上的应用	336
七、地图集的制印出版	271	四、地图在其它方面的应用	338
§ 8-8 计算机地图制图	272	复习思考题	338
一、计算机地图制图概述	272	第十章 地图学发展简史和展望	339
二、专题地图计算机制图	278	§ 10-1 地图起源	339
三、地图数据库	280	§ 10-2 我国地图学发展简史	340
四、地理信息系统	281	§ 10-3 国外地图学发展简史	350
§ 8-9 遥感图像制图	285	§ 10-4 现代地图学的发展与 展望	352
一、遥感原理与图像获取	286	一、地图学理论研究的新进展	352
二、卫星遥感图像基本特性	287	二、地图制图新技术的研究和应用 进入新阶段	354
三、遥感图像制图基本程序	288	三、地图制图事业的迅速发展	356
四、遥感图像在制图中的应用	291	四、我国地图学发展的展望	359
复习思考题	293	复习思考题	361
第九章 地图分析应用	294	附录 I. 绘图材料和常用工具	362
§ 9-1 地形图阅读	294	附录 II. 应用表	366
一、读图目的	294	应用表 I. 地球椭球体经线和 纬线弧长	366
二、读图程序	294	应用表 II. 经纬网格的梯形面积	368
三、读图方法	295	应用表 III. 几种常用地图投影 变形公式	370
四、整理读图成果	296	应用表 IV. 长度、面积单位和 换算表	374
§ 9-2 实地使用地形图	297	主要参考文献	375
一、准备工作	297		
二、地形图实地定向	297		
三、确定站立点在地形图上的位置	299		
四、实地对照读图	300		
五、野外填图	300		

第一章 绪 论

§ 1-1 地图概念

一、地图基本特性

地图,大家并不陌生,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了不少,如中华人民共和国地图、亚洲地图、世界地图、旅游地图、矿产分布地图等等。看了地图,似乎可以得到这样一个初步概念,即“地图是地球表面的全部或某一局部在平面上的缩小图像”;此话虽然不错,但是不够科学,也很不严密。这里大家不妨看一看某地方的风景画(或地景素描图)(图 1-1)、人们在地面上拍摄的风景照片(图 1-2)、卫星在太空摄制的卫星影像(图 1-3)、飞机在空中向地面拍摄的航空像片(图 1-4)。它们给我们的印象也是地球表面在平面上的缩小图像。照此是否可以说风景画、风景照片、卫星影像和航空像片就是地图呢?回答当然是否定的。那么构成地图区别于其它地面图像的特殊本质是什么呢?根据地图学自身的发展变化,以及对地图本质的分析研究,现代地图(图 1-5)具有构成地图的特定数学法则、特殊符号与注记系统、实施制图综合三个基本特性。

(一) 具有特定的数学法则

地图的数学法则是由人类的生产建设、军事行动和科学技术等实践对地图提出更高要求而形成的。在实践中人们要求能从地图上量取方位、距离、面积、体积、密度和倾斜度等,以使地图成为认识和研究客观事物的重要工具。地图的这种可量比性是因地图采用特定的数学法则才产生的。前文说到的风景画和风景照片都是建立在透视投影基础上的,随观测者位置的不同,物体的大小会产生比例上的变化,即“近大远小”的透视关系,此种关系显然不符合可量比性的要求;航空像片是一种中心投影,又因地面起伏和飞行上的缘故,不能保证所描绘范围内各处的比例尺都一致,它虽比透视投影的精确度高得多,但仍然不能精确地确定地面物体和现象的相应位置,不可能按同样的精度和详细程度反映各处的地面物体和现象,当然就更谈不上严密的定向了;卫星影像亦有类似的情形。

地球的自然表面是一个三度空间极不规则的曲面,有高出海面 8848.13m 的珠穆朗玛峰,深达水下 11034m 的马里亚纳海渊,是个不可展开的曲面;而地图却是个具有二度空间的平面,要将球面转为平面,不破裂、不重叠是不可能的(图 1-6)。为解决这个矛盾,就要求运用一定的数学法则——地图投影*的方法。从不规则的地球表面到制成地图,要经过两个步骤才能完成。首先是由测量工作者将地球自然表面上的点沿法线方向投影到能用数学方

* 见 § 2-3。

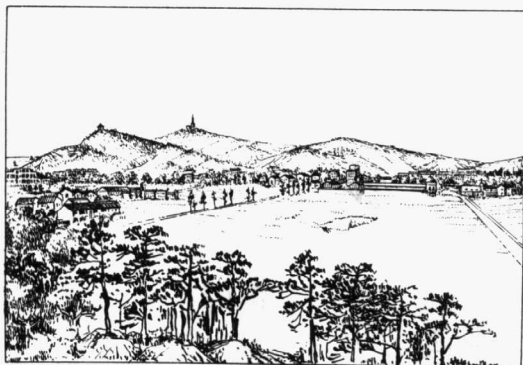


图 1-1 三茅镇风景画

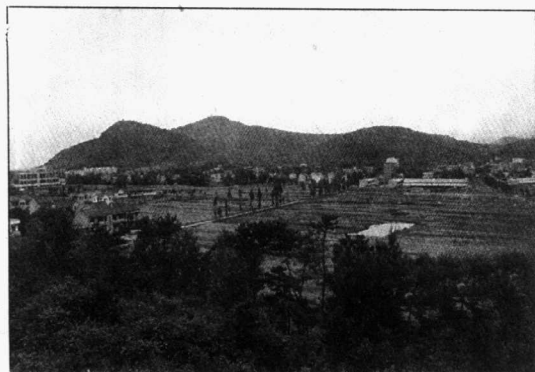


图 1-2 三茅镇风景照片



图 1-3 三茅镇卫星影像

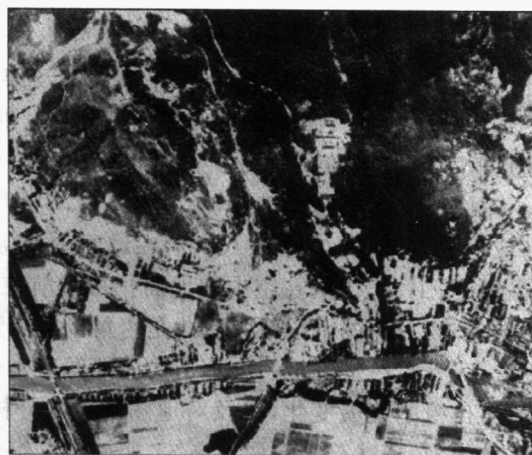


图 1-4 三茅镇航空像片

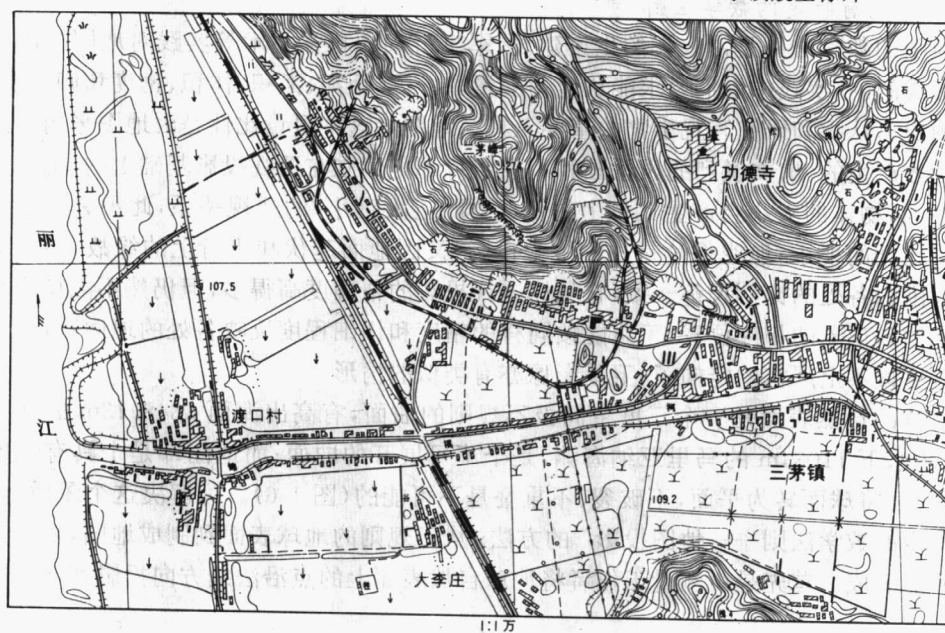


图 1-5 三茅镇地图

法表述的地球参考椭球体* 面上,然后由地图工作者运用数学方法将投影到椭球面上的点再投影到圆柱体面或圆锥体面、平面这些可展面上。经过这两步,就将地面上的点投影到平面上了,从而建立了参考椭球体面(或球面)上点的经纬度和它在平面上的直角坐标之间的函数关系,即将球面上的经纬网转移到平面上作为控制(图 1-7),使地面上所有事物的图形相应地转绘到平面图纸上而成为地图,从而使地图上各地理要素同地面上事物保持一一对应关系。其结果虽不能保证制图区域内处处比例尺严格一致,但可以清楚地了解和精确地计算出误差的大小,并控制误差的分布规律,而且还可以严格地对地图实施定向,因而就获得了较为可靠的地图。所以说地图是由特定的数学法则构成的,这是风景画和各种形式的地面像片所不具备的特性。地图有了这一数学法则,不仅提高了它的科学性,而且使它具有更大的实用价值。

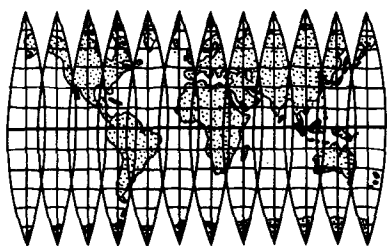


图 1-6 球面展为平面的破裂与重叠

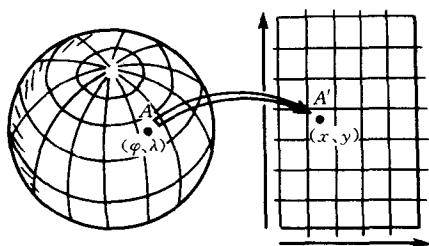


图 1-7 球面上的点向平面转移

(二) 运用特殊符号与注记

地图是通过运用特殊的符号与注记系统——地图语言来表示自然和社会现象的。它与风景画和各种地面像片有着截然不同的区别。风景画是人们对景物内容的选择和加工,是“见物绘物”的图像,没有易为读者准确理解的符号和注记。风景照片或航空像片、卫星影像,虽然很形象直观,但它们都是地理实体的机械缩影,即使经过纠正镶嵌,有了投影的平面图,也因为它们没有使用符号和注记而不成其为地图。地图因为使用了符号和注记系统,而具有语言文字、电讯码、风景画和地面像片无可比拟的优点,突出地表现在以下几个方面:

(1) 地图不仅能形象直观、生动具体地表现地理事物,而且还能给予简洁、通俗、一目了然地表述,这是语言文字和电讯码无法做得到的。

(2) 地图能以简化的图形清晰地表达地理事物。一些外形轮廓复杂的地理事物,在航卫像片上常因缩小过多而难以辨认,但在地图上可以通过抽象概括,简化图形,分门别类地使用符号表示,即使地图比例尺缩得很小,仍然可见清晰的图像。

(3) 地图既能表示出大的物体,又能表示出一些形体小却又很重要的物体。如三角点、水准点、路标、门楼、纪念碑、牌坊、井、泉、独立突出的树等,在航卫像片上是不容易辨认或根本没有影像的,而在地图上则可根据需要,即使在较小比例尺地图上也可以通过使用符号而清晰地表示出来。

(4) 地图既可以表示出物体的形态特征,又可表现出它们的质量和数量特征。地理事物的质量与数量特征是无法明显地在像片上成像的,如河流的水质、水深、水温、流速,土壤的性质,路面的铺装材料、森林的树种、平均高度和粗度、房屋的坚固程度,地势起伏的绝对高

* 见 § 2-1。

程和相对高程,沼泽的通行程度等等,这些特征只有在地图上通过符号和注记才能清晰地显示出来。

(5) 地图不仅能表示有形的地理事物,而且还能表示那些无形的自然和社会现象。如经纬线、行政区划界线、等高线、等温线、降雨量、人口数、工农业产值、太阳辐射和日照等,在像片上是不可能影像的,而在地图上通过使用符号或注记却清晰地显示了出来。

(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;在航空像片等地面像片上,地貌形态尽管逼真,但未构成立体,因而无法进行量测。

(7) 地图既能表示位于地表的地理事物,又能表示位于地下或空中,乃至宇宙间的事物或现象。如地下管道、涵洞、隧道、冻土层、矿物、地磁、大气环流、宇宙飞行轨道、月球、太阳系等,在像片上也是不可能有影像的,同样在地图上可用符号和注记将它们显示出来。

(8) 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,在各种地面像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得出来。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,让人一目了然,从而扩大了人们的时空视野,这是其它任何形式的信息载体都无法做得到的。

地图的上述诸优点,也正是人们赋予地图功能的基本部分,从而成为人们认识和改造客观世界不可缺少的工具。

(三) 实施制图综合

1:1 的地图是没有的。地面总要按比例缩小若干倍之后才能表示在地图上。由于这种缩小,就产生了地面上繁多的事物与地图的有限面积之间的矛盾。地面广大,物体繁多,地图面积小,则容量小;若将地面上的所有事物缩小后都表示在地图上,其结果必然是杂乱无章,无法阅读的。为了解决这个问题,就要运用“制图综合”的原则和方法,根据新编地图用途的要求、比例尺的可能和制图区域的地理特点等条件,对制图对象进行取舍和概括,即在表示物体数量多少方面进行取舍,保留主要的舍去次要的物体;在表示物体形态和数量质量特征方面进行概括,保留或突出物体形状和数量质量基本的、主要的特征,舍去或合并其次要的特征;以保证制出的地图内容能与该地图的主题、比例尺、用途、地理特点相适应,使之达到内容充实,清晰易读的效果。地图内容这种取舍与概括的程度,随着地图比例尺缩小程度的加大而愈来愈大。

地图的制图综合过程,是地图作者根据自己对地理环境的认识,进行思维加工,抽取事物内在的本质特征与联系显示于地图上的过程;航空摄影等各种地面像片仅是因比例尺的缩小而机械地删去某些细小物体或部位,这与地图作者能动地进行综合是截然不同的。所以,实施制图综合是地图与地面像片或风景画的又一重要区别。

二、地图定义

通过对地图三个特性的具体分析,使我们对地图有了进一步认识。首先,地图的三个基本特性是地图的特有属性,因而是界定地图的核心、也是鉴别有关地图概念诸家之说是否科学是否正确的试金石,凡不具备这三个特性的任何一家之言均不可信;其次,地图表示内容

的范围极为广泛,既不局限于地球表面的也不局限于地球本身的万事万物,从地球表面到地面以下的各个地层,从地面以上的各个大气层到宇宙间的月球、火星乃至太阳系、银河系等星球上的各种自然和社会现象都是地图表示的对象,所制出的图皆谓之地图;再则,地图是各种制图对象缩小若干倍后表示在平面上的图像,若不是表示在平面上的,则或为地球仪或为沙盘地形模型,至于地图信息以数字形式贮存在磁带、磁盘等介质上,这仅是过渡性的,一旦进入实用时,它最终还是以图形和平面图纸或其它介质出现的。

基于上述的认识,便可以给地图一个科学的定义,即地图是根据特定的数学法则,将地球(或星球)上的自然和社会经济现象,通过制图综合,并以符号和注记缩绘在平面上的图像。这种图像能反映各种物体或现象在时空上的分布、组合与联系,揭示事物的发展和变化。

§ 1-2 地图内容

由地图定义可知,凡具有空间分布的物体或现象,无论是自然要素,还是社会经济要素;是具体的现实事物,还是抽象的、历史的或预测的等现象,都可以用地图的形式来表示,因而出现了种类繁多、形式各异的地图。但就其内容,归结起来:所有的地图都是由数学要素、地理要素和辅助要素构成的。

一、数学要素

地图的数学要素包括地图的坐标网、控制点、比例尺和定向指标线等内容。

(一) 地图坐标网

地图的坐标网,分地理坐标网和平面直角坐标网两种。地理坐标网系由按一定经纬度间隔表示的经纬线构成的,用来确定地球上任意一点的地理坐标——经度(λ)和纬度(φ)^{*}。平面直角坐标网系由平行于投影带中央经线的纵坐标线和平行于赤道的横坐标线构成的,是供指示目标,确定地球上任意一点的平面直角坐标(X, Y)和在地图上进行量算等使用的。

鉴于地图投影的不同,坐标网常常表现为不同的系统和形状。也因地图的要求不尽相同,有些地图需要表示两种坐标网;如大比例尺地形图和某些中比例尺地形图(图 1-8a);另一些地图则仅需要表示其中某一种坐标网,如某些中比例尺地形图和小比例尺地图(图 1-8b)。

(二) 控制点

地图上表示的控制点系指作测量控制用的一部分三角点、埋石点、水准点等,用以控制地图内容的平面位置和高程精度。仅在某些大比例尺地图上才有选择地表示之。

(三) 比例尺

比例尺系指地图相对于实地的缩小倍数,亦称缩尺。它可以用来确定地图的缩小程度,以便从地图上获取精确的数量信息。

(四) 定向指标线

地图定向,是实现图示事物与相应的实地事物方位一致性的重要措施,是在野外现场使

* 经纬度随测定方法的不同,分天文经纬度(λ, φ)和大地经纬度(L, B)两种。在地图学中,则多用 λ, φ 表示大地经纬度。

用地图开展地理工作的前提。通常以三北方向线——真子午线、磁子午线和坐标纵线作为地图定向的依据。

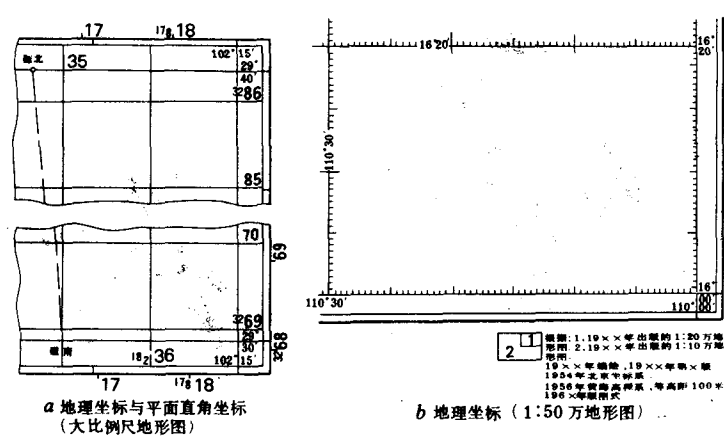


图 1-8 地图数学要素

二、地理要素

地理要素,即是我们人类生活的大千世界——地理环境的诸要素,是地图的主题内容。按其基本属性,可以分为自然地理要素和社会经济要素两大类。

(一) 自然地理要素

自然地理要素系涵盖区域的地理景观和自然条件的各要素,如水系、地貌、土质植被、地质、地球物理、气象气候、土壤、动物、自然灾害现象等。自然地理要素的种类及其数量的多寡,是衡量区域开发前景优劣的一个重要因素。

(二) 社会经济要素

社会经济要素指的是由人类社会活动所形成的经济、文化,以及与此相关的各种社会现象,如居民地、交通线、行政境界线、人口、政治、军事、企事业单位、工农业产值、商贸、通讯线、电力线、输送管道、堤防、城池、环境污染、环境保护、疾病与防治、旅游设施、历史和文化等等。社会经济要素的状况,深刻地反映了一地的政治、经济、文化、交通等的发展水平和社会文明的程度。

三、辅助要素

辅助要素系指地图图廓上及其以外的有助于读图、用图的某些内容,如图名、图号、图例、接图表、图廓、分度带、量图用表、附图、编图资料及成图说明等,用以提高地图的表现力和使用价值。其中如分度带等,既属数学要素,又起辅助要素作用,故在此一并统称辅助要素。

§ 1-3 地图分类

地图的分类,系指按照不同的标志将地图划分成各种类型。随着科学技术的发展,人类文明的进步,人们对客观世界认识的不断深化,地图内容的选题范围愈来愈广泛,因而地图

的品种愈来愈多,数量愈来愈大。为了便于组织地图生产,地图的保管、使用和快速检索,帮助读者了解各类地图的性质、用途及其规律性,进一步研究地图,有必要对地图进行科学的分类。

地图分类的标志很多,主要有地图内容(主题)、比例尺、制图区域范围、用途和使用方式等。其中最主要的分类标志是地图内容和制图区域范围;在其它条件相同时,比例尺对确定地图内容的完备性、详细性和精确性方面起着重要作用,因此亦为一项重要的分类标志。

一、地图按内容分类

地图按所反映自然和社会经济现象等内容的种类、性质和完备程度,分为普通地图和专题地图两大类型,且各自又可细分出若干子类。

(一) 普通地图

普通地图,是以相对均衡的详细程度表示制图区域内各种自然和社会经济现象的地图。其基本内容有水系、地貌、土质植被、居民地、交通线、境界等六大地理要素,此外还表示测量控制点、独立地物、管线与垣栅等要素。这类地图的特点是着重描绘地区轮廓、地面起伏形态、自然状况和人类活动的成果。普通地图是最常见的一种地图,应用很广泛,具有很高的通用价值,常为社会各部门所使用,广泛用于经济建设、国防建设和科学文化教育等方面。主要供研究地域的基本情况、各地理要素的相互关系和分布规律,同时也是制作专题地图的地理底图。

(1) **平面图** 不考虑地球曲率影响,把小块地区的地球表面(水准面)当作水平面,将地面上的地物按铅垂线投影到水平面上,用缩小的相似图形表示其平面位置及其相互关系所测绘的地图,称**平面图**。平面图的显著特点是涵盖的实地范围很小,比例尺很大,一般大于 $1:5000$,在一幅图内比例尺处处相同。为工程施工和编制详细规划用图。

(2) **地形图** 在平面图纸上既表示制图区域地物的平面位置,又用特定符号表示其地貌形态的地图,称**地形图**。对较大制图区域,因考虑地球曲率影响,需要采用一定的地图投影,按一定的精度要求测绘其地物和地貌,用图解图形或符号表示。地形图的特点是地图比例尺构成系列,一般由 $1:500$ 至 $1:100$ 万,其中 $<1:5000$ 的地形图图上各处比例尺不完全相等;多为实测的或据实测地图编绘而成的;具有统一的大地控制基础、有统一采用的地图投影和分幅编号系统;在生产过程中均严格按照测图规范、编图规范和图式进行作业;详细而精确地表示地面各要素;便于在图上进行量测和野外实地使用。地形图为国家各项建设的规划设计与施工、军事指挥和科学参考用图,亦是制作其它地图的基本资料。地形图是普通地图的典型作品。

(3) **地理图** 以高度概括的形式反映广大制图区域内最主要的地理要素和区域的重要特征的地图,称**地理图**。地理图的特点是涵盖实地范围很大,常常为一个流域、一个国家、一个大洲或全球;比例尺很小,未成系列,一般为 $<1:100$ 万至 $1:1000$ 万不等,视需要而择定;没有统一的地图投影和分幅编号系统,图面上投影变形较大;地图幅面的大小参差悬殊。多用于研究区域的自然地理和社会经济的一般情况,了解其概貌,故又称**一览图**。

(二) 专题地图

专题地图是以普通地图为地理基础,着重表示制图区域内某一种或几种自然或社会经济现象的地图。这类地图的显著特点是,作为该图主题的专题内容予以详尽表示,其地理基

基础内容则视主题而异,有选择地表示某些相关要素,因此专题地图的内容是由地理基础和专题要素两部分构成。在地图领域中,专题地图发展得最活跃、最迅速,地图的品种愈来愈多,层出不穷,表示的对象十分广泛,涉及到人类社会的各个领域。根据专题内容的性质,可划分为以自然地理要素为主题内容的自然地理图、以社会经济要素为主题内容的社会经济地图和包容上述两类专题地图之外的各种专题地图的其它专题地图(又称工程技术图)三类;各类又可以分出若干种专题地图,详见§7-1。

(三) 普通地图与专题地图的实质区别

普通地图与专题地图的异同,关键不在于形式,而在其内容。在表现形式上,它们可能都用了某些表示方法、符号或颜色,但在内容上,它们始终是迥异的。前者依制图区域的地理特征,以相对均衡的详细程度表示制图区域的六大类地理要素,以再现制图区域的地理全貌,显示的是整体地理环境的区域差异;而后者,则依其某种特定用途,择取制图区域的某一种或几种相关地理要素为其主题内容,其它地理要素皆概略或不予表示,显示的仅是制图区域某一地理特征的区域差异。

二、地图按制图区域分类

地图按涵盖的制图区域分类,其分类标志有多种,采用不同的分类标志,就有相应的种类。

(1) 按区域范围大小分,有全球地图、月球地图、世界地图、半球地图、大洋地图、大洲地图、分国地图、省(区)地图、县市地图、乡镇地图等。

(2) 按自然区域划分,如世界基本地理图、欧亚大陆地图、太平洋地图、鄱阳湖地图、青藏高原地图、黄淮海平原地图、长江流域地图、四川盆地地图、准噶尔沙漠地图、黄土区地貌类型地图、云南自然区划地图等。

(3) 按政治行政区域划分,如世界政区地图、中国政区地图、台湾省政区地图、江宁县政区地图、马集乡(镇)政区地图等。

(4) 按经济区划分,如上海经济区地图、徐海经济区地图等。

三、地图按比例尺分类

地图按比例尺分为大比例尺地图、中比例尺地图、小比例尺地图三类,这是区别地图内容详略、精度高低、可解决问题程度的,为人们常用的一种分类方法。鉴于各个国家、国内各个部门对地图精度的要求和实际使用的情况不尽相同,因而对地图比例尺大小的概念有所不同,以普通地图为例,其相对性表现为:

(1) 在建筑和工程部门,地图按比例尺划分为:

大比例尺地图:1:500、1:1000、1:2000、1:5000 和 1:1 万的地图;

中比例尺地图:1:2.5 万、1:5 万、1:10 万的地图;

小比例尺地图:1:25 万、1:50 万、1:100 万的地图。

(2) 在其它各部门,地图按比例尺划分为:

大比例尺地图:≥1:10 万的地图;

中比例尺地图:<1:10 万、>1:100 万的地图;

小比例尺地图:≤1:100 万的地图。

(3) 国家测绘部门将 1:5000、1:1 万、1:2.5 万、1:5 万、1:10 万、1:25 万、1:50