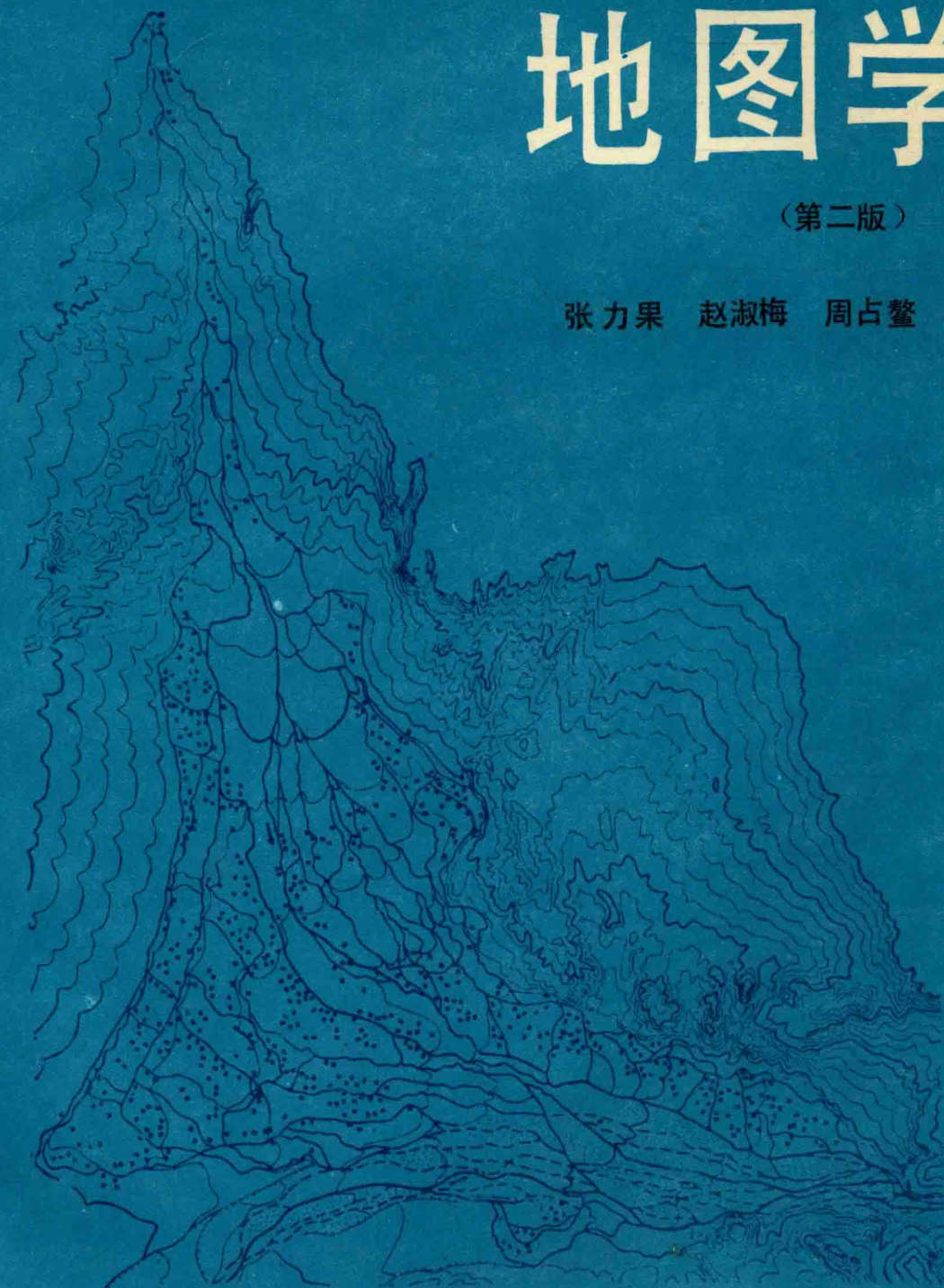


高等学校教材

# 地图学

(第二版)

张力果 赵淑梅 周占鳌



高等教育出版社

高等学校教材

# 地 图 学

(第二版)

张力果 赵淑梅 周占鳌



高等教育出版社

(京)112号

### 内 容 提 要

本书为高等师范院校地理专业用教材,是1984年5月高等教育出版社出版的高师用《地图学》教材的第二版,教材体系与内容有较大变动。本书的主要内容有:绪论,地图投影,地图符号系统,地图概括,地图编制,地图应用,教学地图和地图发展回顾等。

本书也可供师专和中学地理教师参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

地图学/张力果等编著. —北京:高等教育出版社, 1990.9 (1998重印)

ISBN 7-04-003166-3

I.地… II.张… III.地图学 IV.P28

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第21140号

\*

高等教育出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
北京市运乔宏源印刷厂印装

\*

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 插页 2 字数 328 000

1983年10月第1版

1990年9月第2版 1998年3月第8次印刷

印 数:30 949—39 458

定 价:13.70元

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
第一节 地图学的科学概念与分支 .....	1
第二节 地图的构成要素和基本特性 .....	3
第三节 地图的分类 .....	6
第四节 地图的功用 .....	9
第五节 测制地图的概念 .....	12
第二章 地图投影 .....	19
第一节 地图投影的基本问题 .....	19
第二节 方位投影 .....	29
第三节 圆柱投影、伪圆柱投影 .....	40
第四节 圆锥投影、多圆锥投影、伪圆锥投影 .....	51
第五节 地图投影的判别与选择 .....	63
第三章 地图的符号系统 .....	69
第一节 地图符号的实质 .....	69
第二节 地图符号的构成特点 .....	71
第三节 地图上显示面状分布要素的方法 .....	77
第四节 地图上显示点状分布要素的方法 .....	81
第五节 地图上显示线状分布要素的方法 .....	84
第六节 地图上显示事物移动的方法 .....	86
第七节 地图上显示统计资料的方法 .....	88
第八节 地图上显示地形要素的方法 .....	97
第九节 地图上的注记 .....	103
第四章 地图概括 .....	109
第一节 地图概括的意义 .....	109
第二节 影响地图概括的主要因素 .....	110
第三节 地图概括的基本方法 .....	113
第四节 地图概括与地图精度的关系 .....	117
第五章 地图编制 .....	119
第一节 常规制图 .....	119
第二节 机助制图 .....	124
第三节 遥感资料制图 .....	129

第六章 地图应用 .....	136
第一节 地图量算 .....	136
第二节 野外填图 .....	150
第三节 地图阅读 .....	156
第四节 地图分析 .....	167
第五节 地图综合研究 .....	171
第七章 教学地图 .....	177
第一节 教学地图的特点 .....	177
第二节 教学挂图的编绘 .....	178
第三节 我国教学地图集评介 .....	184
第八章 地图发展回顾 .....	188
第一节 地图起源和古代地图 .....	188
第二节 近代地图与基本地形图测绘 .....	200
第三节 现代地图的特点 .....	203
附录 .....	213
I 地球上 $1^{\circ}$ 的经纬线弧长 .....	214
II 经纬差 $1^{\circ}$ 的经纬线间的梯形面积 .....	214
III 几种常用绘图工具的使用方法 .....	214
IV 点线符号标准表 .....	217
V 字体基本线划 .....	218
VI 色彩与着色 .....	222
VII 地形图样图(见彩色插页)	
主要参考书 .....	225

# 第一章 绪 论

## 内 容 提 要

地图学吸取了现代科学技术成就,使传统的地图学从理论到技术都增进了许多新内容,成为具有自己特征的独立的科学体系。这个体系由理论地图学、地图制图学和应用地图学构成。

地图的重要性质,在于它是信息载体,具有可量度的数学基础,具有适应人的图形感受能力的符号语言,而且是经过概括的客观世界的模型,表达着各种自然和社会现象的空间分布、联系和时间的发展变化。

地图种类繁多,成图方法也不同。实测成图与编绘成图是传统的常用方法,计算机制图与遥感资料制图在迅速发展。

## 第一节 地图学的科学概念与分支

### 一、地图学的科学概念

地图学的研究对象是地图,这是不言而喻的。原始地图在很早以前就产生了。关于地图的学问,也可以追溯到很远,只是在近代才形成了一门学科。按传统的说法:“地图学是研究地图的实质与发展,同时也是研究地图编制与复制的科学”。近三十年来,由于电子计算机技术、遥感技术和信息论、系统论、感受论以及传输理论的形成与发展,地图学吸取了一系列现代科学技术成就,使地图学从理论到技术都增进了许多新的内容。如地图学的研究方法与研究领域在认识上有了新的扩展,使地图学具有了跨界于诸多科学部门的横断科学方法论的意义;其次是地图生产与应用以及地图科学研究的计量化,这是由于数学方法在地图学中得到广泛应用,正逐步改变着以定性描述为主的传统方法,使地图学的研究更加严密;再次是电子计算技术扩充并加速了地图制作进程,丰富了地图内容,使地图功能有了新的发展。因此,国际地图协会(International Cartographic Association, 缩写为 IOA)和国内有关学会以及专家们,对地图学的科学内涵,都进行了研究。国际地图协会在成立的最初阶段就注意了地图学教育,于第五次(1970)学术会议上发表了地图学教育标准方案和地图学教育文献目录,并于1973年发表了《多种语言地图学词典》,给地图学下的定义是:“地图学是制作地图的艺术、科学和技术,以及把地图作为科学文件和艺术作品的研究。在这个意义上,地图可以看作是以任何比例尺表示地球或任何星体的包括所有类型的地图、平面图、航图以及断块图、三维模型和地球仪”。这个定义虽然表示了地图学跨界于若干领域的特点,但未能反映出地图学本身的内涵。从事计算机辅助制图的苏联专家则认为:“地图学是研究地球和天体的现象结构、空间关系和特性的信息表达、储存和传递方法,以图形数学模型并按一定的比例尺来表示,并为实际利用目的而进行说明的科学”。这个定义把地图扩展到图象处理和解译范围,混淆了界限,忽视了地图的本

质。美国地图学家鲁滨逊(Robinson)认为:地图学是一个传输系统,它包含了从地图制作到使用的各个环节之间的联系的探索。这个传输链可以表示为:客观存在→制图者的概念→地图→地图读者。地图学的传输系统开始受邮电通信传输系统影响很大,但大多数地图学家都承认这两种传输系统有性质上的差别。美国地图学家莫里逊(Morrison)认为:“地图学是空间信息的图形传递的科学”。苏联地图学家萨里谢夫(Салищев)进一步指出:“现代科学的进步,很好地反映了现代科学的普遍特征。地图学一方面正在加强它的理论研究,另一方面正在扩大和巩固同许多学科的联系。认识客观世界的地图方法现在已为所有科学所利用,同数学一样,它具有横断科学研究方法的价值;可以看到科学和实际活动的“地图化”和地图学必将成为横断科学趋势”。我国地图学家对地图学理论的研究也十分关心。中国上海辞书出版社1980年出版的《辞海》对地图学定义为:“地图学是研究地图及其制作的理论、工艺技术和应用的科学。”近些年来由于吸收了现代科学技术成就到地图中来,专家们则认为:“地图学是以地图信息传递为中心的,探讨地图的理论实质、制作技术和使用方法的综合性科学。”有的还指出:“地图学今后应着重空间信息的地图表示以及符合现代科学水平的地图信息的利用方法和手段的研究”。上述定义虽不尽相同,只是由于观察问题的角度各有侧重,但将地图学看作是:研究地图理论实质与发展、地图内容各要素的表示方法、地图制作技术和地图使用的一门科学,则是共同的。至于引进怎样的研究手段并以怎样的理论为指导,则根据各自条件的不同,采取不同的理论与方法而已。

## 二、地图学的分支学科

现代地图学的发展,已从制图工艺技术研究逐步成为具有自己特点的一门独立的科学体系。地图学最初是由地图投影、地图编制、地图制印三个分支学科组成,而后发展成为地图概论、地图投影、地图编制、地图整饰、地图制印、地图分析与应用六个分支学科。随着科学技术的发展和地图学研究内容的扩展与深入,近些年来国内外地图学论文与著作,对地图学研究体系提出了许多新概念和新领域,特别是理论地图学的研究有了很大发展,传统的地图体系已不能适应当代地图学发展的特点和趋势。50年代,瑞士地图学家英霍夫(Imhof)根据地图制作的复杂性和地图对经济、技术发展的影响,提出把地图学分为理论地图学与实用地图学两部分。理论地图学包括地图的搜集、分析和评价,地图内容表示方法的确定,地图学的发展;实用地图学包括地图的设计、编绘、清绘和复制等。70年代以来,对地图学体系的认识和理解起了很大变化,德国地图学家佛莱泰格(Freitag)在1980年用地图信息传输论和符号理论相结合的观点,研究了地图学体系的结构问题,在波兰地图学家拉泰斯基(Ratajski)观点的基础上,将地图学体系分为三个分支,即地图学理论、地图学方法论和地图学实践。荷兰地图学家博斯(Bos)从地图制作及其与边缘学科的关系,提出一个地图学体系的功能模型。该模型的核心是地图学的主要部分——地图设计,围绕这个核心有五个分支学科——地图内容、地图生产设计、地图配置、符号设计、地图概括。在这些学科周围环绕着与其保持着联系的其他边缘学科的空间数据、视觉感受、图形艺术、制图技术(图形复制、图形设计和资料管理)、制图条件等。博斯提出的功能模型比较生动、形象地描述了地图学的核心问题和其他学科之间的相互联系。

我国地图学家分析了国外地图学组成和结构的各种观点,根据当代地图学发展特点和趋势,结合我国的条件,提出了现代地图学体系的看法,这个体系由理论地图学(地图学理论基础)、地图制图学(地图编制方法与技术)和应用地图学(地图学应用原理与方法)三个主要分支学科构成。理论地图学包括九个分支:地图学概论,地图信息理论,地图模式理论,地图传输理论,数学地图学,地图符号学,地图感受理论,地图概括理论,综合制图理论;地图制图学包括五个分支:普通地图制图学,专题地图制图学,遥感资料制图学,机助制图学,地图制印学;应用地图学包括七个分支:地图的基本功能,地图的评价,地图分析的方法论,地图分析利用步骤,地图分析利用方法,地图信息自动分析与处理,地图的实际应用。

## 第二节 地图的构成要素和基本特性

地图对于每一个具有一定文化知识的人并不陌生,它是认识和分析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以及传输技术的发展,曾有人主张用正射象片或卫星图象代替地图;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,影象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和按自己的规律继续存在和发展。

### 一、地图的构成要素

由于地图的表现形式发生了种种变化,对于地图的构成要素说法众多,但若想正确的应用地图,就必须真正了解地图的性质和特点,而且要把地图的各个构成要素加以分析,认识每一种要素的含义和作用,了解各个要素间的联系。为此对各种各样的常用的大量的地图加以剖析,找出其共性,可以认为构成地图的主要要素有三:地图图形、数学要素和辅助要素。有些图上还有各种补充资料。

地图图形是用地图符号所表示的制图区域内,各种自然和社会经济现象的分布、联系以及时间变化等的内容部分(又称为地理要素),如江、河、山地、平原、土质植被、居民点、道路、行政界线或其他专题内容等,这是地图构成要素中的主体部分。

数学要素是决定图形分布位置和几何精度的数学基础,是地图的“骨架”。其中包括地图投影及坐标网、比例尺、大地控制点等。地图投影是用数学方法将地球椭球面上的图形转绘到平面上;坐标网是各种地图的数学基础,是地图上不可缺少的要素;比例尺表示坐标网和地图图形的缩小程度;大地控制点是保证将地球的自然表面转绘到椭球面上,再转绘到平面直角坐标网内时,具有精确的地理位置。

辅助要素是为了便于读图与用图而设置的。如图例就是显示地图内容的各种符号的说明。还有图名、地图编制和出版单位、编图时间和所用编图资料的情况、出版年月等。

有的图上还有补充资料,用以补充和丰富地图的内容。如在图边或图廓内空白处,绘制一些补充地图或剖面图、统计图等。有时还有一些表格或某一方面的重点文字说明。



## 二、地图的基本特性

早期人们把地图看作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的、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征:即构成地图的数学法则,表达空间诸要素的地图符号和地图概括等。

### (一)构成地图的数学法则

地面的风景照片或风景画,都是按透视原理构成的。随着视点位置的不同,景物的形状和大小都要发生变化。一般规律是景物距视点的距离愈近,其图形愈大,愈远则愈小。这种情况对地图不合适,地图要求对它所表现的地面上的各种景物,应能按比例尺衡量。

比例尺是图上直线长度与地面上相应距离的水平投影长度之比。如地图上注有比例尺1:50000,这就告诉人们,图上地物的长度相当于对应地面地物长度的1/50000。这个尺度对大比例尺地图来说,基本上适合图上各个部分。因此,可以认为,比例尺是地图线性缩小程度的标志,它是构成地图数学要素的基本组成部分之一,是风景照片或风景画所不具备的。

地图上各种地物间的关系,要求按数学法则构成,这就是先将地球自然表面的景物垂直投影到地球椭球面(或球面)上,然后再将地球椭球面(或球面)按数学法则投影到平面上而构成地图。这种按数学法则将地球椭球面(或球面)转绘到平面上的方法,叫地图投影。按这种方法建立的数学基础,才能使地球表面上各点和地图平面上的相应各点保持一定的函数关系,从而才能在地图上准确地表达空间各要素的关系和分布规律,才可能反映出它们之间的方向、距离和面积,使地图具有区域性和可量测性。

### (二)运用地图符号

图1-1是一张卫星图象,图1-2是相同区域的地图,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,而卫星图象是用影象来反映,它们有很大区别。

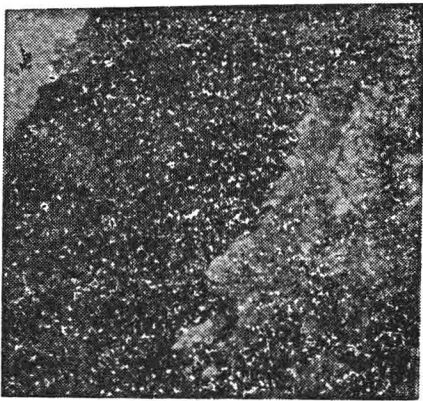


图1-1 卫星图象

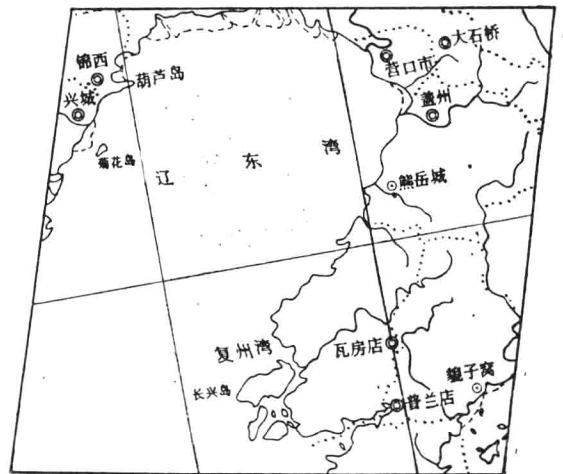


图1-2 地图

地图之所以要用符号表示地面景物,因为使用符号具有以下功效:

1. 有选择地表示地理环境中的主要事物,因而在较小比例尺的地图上所表现的地面情况,仍能一目了然,重点突出。对于那些由于缩小而不能按比例尺表示的重要地面景物,可用不依比例的符号夸大表示。

2. 用平面的图形符号表示地面的起伏状况,也可以说是在二维平面上,能够表达出三维空间状况,而且可以量测其长度、高度和坡度等。

3. 除了用符号表示出地面景物的外形,还能表示出景物的看不见的本质特征。例如在海图上可以表示出海底地形、海底地质、海水的温度和含盐度等。

4. 用符号可以表示出地面没有外形的许多自然和社会经济现象,如气压、雨量、磁偏角、重力异常和政区、人口移动等。此外还可以表现出事物间的联系和制约关系,如森林分布和木材加工工业之间的联系。

地图上还有起说明作用的文字与数字,它们也是地图的重要组成部分,用以标明地面景物的名称、质量和数量。

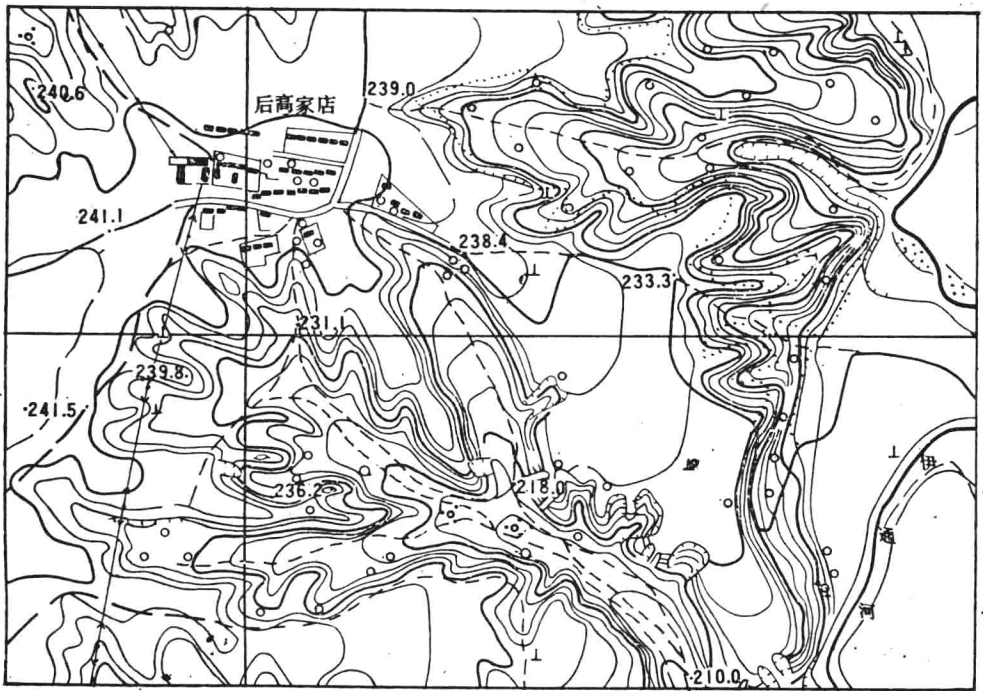


图 1-3 1:10000 地形图

### (三) 地图概括

地图和实际地面相比,是缩小了的。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 和图 1-4 可以看出:由 1:10000 比例尺缩小到 1:50000 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



图 1-4 1:50000 地形图

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。

根据上述对地图所具有的本质特征的分析,可以认为:地图是将地理环境诸要素按照一定的数学法则,运用符号系统并经过地图概括缩绘于平面上的图形,以传递各种自然和社会现象的数量与质量的空间分布和联系以及时间的发展变化。

### 第三节 地图的分类

地图的种类很多,为了进一步加深对地图的认识,有必要对常用地图进行分类研究,以便于地图的制作、管理和使用。

#### 一、按内容分类

按内容可将地图分为普通地图和专题地图两大类。

**普通地图**基本上是以同等详细程度表示地表各种自然和社会现象的地图。即以相对平衡的详细程度表达地图上的各种基本要素,如水系、地形、土质植被、居民地、交通网、境界和经济文化等要素。普通地图又可按内容的概括程度进一步划分为地形图和地理图。地形图主要是按统一规范细则编制的比例尺较大的普通地图,内容详细。地理图具有一览图的性质,内容概括程度较高,用以反映各要素基本分布规律,比例尺一般较小。我国把1:1万、1:2.5万、1:5万、1:10万、1:25万、1:50万、1:100万七种比例尺的地形图规定为国家基本地形图。这种地形图有严密的大地控制基础,采用统一投影、统一分幅编号,根据国家颁布的测绘规范和图式测制。图上全面反映自然地理条件和社会经济状况,能够满足国民经济建设、国防建设和科学文化教育事业的需要。

**专题地图**是突出而详细地表示某一种或几种主题要素或现象的地图。专题地图的主题内容,可以是普通地图上所固有的一种或几种基本要素,也可以是专业部门特殊需要的内容。关于专题地图的进一步分类,各专业部门都有自己的划分指标,很不统一。一般按地学标准分为自然地图和人文地图两大类。自然地图又可分为地质图、地貌图、水文图、气候图、土壤图、植被图、动物图等。人文地图可分为人口图、历史图、经济图、教育科学文化图等。

#### 二、按比例尺分类

地图比例尺常常是地图内容详细程度和使用范围及使用特点的主要标志。按比例尺一般将地图划分为大、中、小三类。

**大比例尺地图**是大于1:10万,包括1:10万比例尺的地图。

**中比例尺地图**是小于1:10万至大于1:100万比例尺的地图。

**小比例尺地图**是小于1:100万,包括1:100万比例尺的地图。

我国基本地形图,随着比例尺的不同,其内容与精度也有区别,从而它的功用也就各异。

大比例尺地形图,也是国家基本比例尺地形图,内容详尽,是地形测量或航空摄影测量的

直接结果,可以迅速在图上定位,进行图上量测,可用于各项建筑的设计,进行各种勘测,规划与研究农、林、牧、副、渔各业的发展等。此外,它还是编绘较小比例尺地图的主要资料。

中比例尺地形图是根据较大比例尺地形图或在通过外业调查搜集资料编成的,可供拟定国民经济计划中规划巨大的工程建筑时研究地形之用,或用于局部地区短距离航行时标定方向,又可作为编制较小比例尺地形图或专题地图的基本资料。

小比例尺地形图完全是通过内业编绘而成。它可用于了解与研究广大地区内自然地理条件和社会经济概况,拟定具有全国和省、自治区意义的总体建设规划、工农业生产布局、资源开发利用,或长距离飞行时标定总方向,或作为编制更小比例尺地图的基本资料。

### 三、按区域分类

各种地图所包括的空间范围有很大区别,按制图区域分类时,总是由总体到局部,由大到小依次予以划分。首先是世界图,其次为大洲图和大洋图,在大洲(或大陆)内再按行政区或自然区划分。如按行政区划分时,则依国家或国内的一级行政区、二级行政区等等逐级划分。根据行政区划分有较大意义,因为大多数地图都是按行政区划为限定范围进行编制的。另一种是按自然地理区域划分,如大洋图、流域图、海湾图、海峡图,或再细分如长江流域图,还可再分为三峡图、江汉平原图、长江下游平原图等等。

### 四、按用途分类

地图按用途分类,可分为国民经济与管理地图、教育科学与文化地图。国民经济与管理地图可以进一步划分为自然资源及其评价地图、人口和劳动力资源及其评价地图、规划图、领航图和道路图等。教育科学与文化地图可进一步划分为教学地图、科学参考地图、文化宣传教育地图和旅游地图等。当然还可以再进一步细分,如教学地图可分为小学教学地图、中学教学地图和高等学校教学地图等。

由于常常一图多用,按用途分类的严密性受到很大影响。如国家基本地形图可以同时满足国民经济建设、国防和科学研究等各方面的需要;科学参考地图不仅用于科学研究,在高等学校教学中也广泛应用,也用于国民经济的各项建设规划。因此按用途分类,常常是对于具有明显特点的地图才适用(如教学地图)。

仔细研究上述的种种分类,可以看出,各种分类指标是互相制约的,在实际应用中,通常是综合采用上述各种分类指标。如把制图区域作为一级分类指标,按主题内容为二级分类,第三级再按用途予以区分。如中国气候教学地图等。

### 五、按其他指标分类

分类的其他指标也是多种多样的,如按信息的可靠程度分类,可分为文献地图(经过实地考察得到的客观实际现象,如地形测图、地质测图、水文测图等,能以必要的详细程度和精度反映客观世界),假想地图(没有足够的实际资料,常常是根据少量路线调查的成果臆构的)、预报地图(根据不断的观测所得的资料通过科学推断或内插、处理作出的具有规律意义的地图,如

天气预报图等),歪曲地图(为了某种需要对地图内容加以明显歪曲或虚构的地图,即表示有歪曲性意向的地图);按使用中实际需要分类,可分为调查地图、评价地图和方案地图;按使用方式,可分为桌图、挂图、折叠图;按地图分幅,可以分为单幅地图和多幅地图、系列地图、地图集;按感受方式,可分为线划地图、数字地图、影像地图、缩微地图、单色地图、多色地图、互补色地图、荧光地图、触觉地图等;按地图形状,可分为平面图、立体图、地球仪;按地图的基质,可分为纸质地图、丝绸地图、塑料地图;按图型概括程度,可分为解析型地图(分析型地图)、组合型地图(合成型地图)、综合型地图(复合型地图);按出版年代,还可以分为古地图、今地图;按语言划分,也可以分为民族文字地图、汉语拼音地图、外文地图等。

在传统的概念中,地图表示的对象是地球,其表示的形式是平面上的线划图形。随着科学技术的发展,地图的表示对象和形式有了很大变化,已从地球扩展到其他星球,现在已有月球地形图、月球地质图、火星一览图等。印刷和电子技术的发展,使地图的表示形式,不仅可以用线划符号,还可以用影象或数字的形式。如记录在磁带上的地图内容经计算机处理后,可以将数字形式的地图内容自动转换为线划图形形式的地图。现在的地图不仅可以印刷在纸张、织物、脱脂薄膜和缩微胶卷上,还能进行屏幕显示,有的称此为“临时地图”,这种形式的地图,能使地图信息通过计算机得到充分显示,完全可以包含常规地图的全部信息内容。随着地图信息的计算机处理和屏幕显示的发展,有的学者提出了“实地图”和“虚地图”的概念问题。实地图是指能直接看到地图图形并且有固定形式的实体的任何地图产品。虚地图有三种类型:一种是能直接看到地图图形的,如显示在屏幕上的地图;一种是具有一定的形式,但不能直接看到地图影象,要进一步处理才可以成为看得见的地图,如地图模型的全息照象、激光磁盘数据等;第三种是具有前二种的特点,而且很容易地被转换成实地图,如存贮在磁带或磁盘上的数字化地图内容、数字地形模型等。还有一种根据用图目的,以图形形式放映在屏幕上,并将与用图者主题有关的内容,用声音跟踪方法播放出来,成为“讲话地图”。

## 六、地图集的分类

地图集不同于单幅图,它是按统一的编图大纲和设计书编制的,是具有共同思想结构和表现方法的系列的地图汇编,不是各种地图的机械组合,简单拼凑。它是包括在内容上彼此有机联系和相互补充的地图系统,这种系统表现有明确的用途目的和利用特点,有完整合理的结构,有严谨的排列顺序,有统一的地图比例尺层次,有全集一致的内容协调,有适合的地图投影系统,有统一的图例和各具特色的系统的表示方法,有统一分级编绘取舍指标和资料的时限,有统一编排的地名检索等等。

地图集除各类地图有机组合之外,还应包括与地图互为协调互为补充的文字图表信息。这些信息包括目录、图例、地图投影的若干数据、文字说明、参考性统计资料、各种统计图及剖面图、各种参观图片、不同语言的术语对照、地名索引等等。

可见地图集与一般单幅地图不同,而且种类繁多,故将它的分类单作一项进行分析。

**按制图区分类** 可分为世界地图集、分洲地图集、国家地图集、省区地图集、县区地图集等。地图集的制图区与单幅图的制图区在概念上不同。地图集的制图区是指与该区有关的一组大

小范围不同的图幅来全面地、系统地、互为补充地反映制图区域内宏观的和微观的综合现象和专题现象。单幅图的制图区是固定的。

**按内容分类** 可分为普通地图集、自然地图集、社会经济地图集、综合地图集。

普通地图集主要由普通地图构成,也有附以少量的整个制图区的专题地图,这些专题地图一般组成为总图或序图。

自然地图集主要是反映制图区的自然地理现象,又分为综合性自然地图集和专题性自然地图集两大类。综合性自然地图集是表示一系列互有联系的各种自然现象或表示自然界各方面特征的地图集,如地质图、地势图、地貌图、气候图、水文图、土壤图、植被图、动物图、景观图等;专题性自然地图集是以某一自然学科为主题的地图集,如水文图集、地质图集、气候图集等。

社会经济地图集是反映制图区社会经济状况的地图集,也分为综合性社会经济地图集和专题性社会经济地图集两大类。综合性社会经济地图集表示一系列互相有联系的社会经济现象或表示社会经济各方面特征的地图集,包括人口、语言、民族、政区、工业、农业、交通运输、贸易、文教卫生、历史等等地图;专题性社会经济地图集则是以某一社会经济现象为主题的地图集,如人口地图集、工业地图集、农业地图集、能源地图集、地方病或流行病地图集、历史地图集等。

综合地图集是由普通地图、自然地图、社会经济地图等有机组合的地图集。其内容完备,图种多样,能较完整和系统地反映制图区的各种现象。

**按用途分类** 根据地图集所适用的读者对象,分为教学地图集、旅游地图集、科学参考地图集、军事地图集、政治地图集等等。

**按地图开本分类** 按每张胶版纸的标准规格裁切,分为对开、四开、八开、十六开、三十二开、六十四开地图集。习惯上一般称八开及大于八开的为大型地图集;十六开为中型地图集;小于十六开的称为小型地图集或地图册。也有将六十四开的称为袖珍地图集或地图册。近些年来出现了一百二十八开或更小开的地图集,称为微型地图集。

## 第四节 地图的功用

地图在几千年的形成和发展的历史中,它的功能与用途,也随着生产力的提高和现代科学技术的进步,在认识上有很大发展,现概述如下。

### 一、地图具有适应于人的图形感受功能

地图产生和发展的历史证明,人的大脑可以保存周围地理环境的清晰和深刻的印象,可以将这种印象描述给别人,使其在头脑中也建立一个多少有些相似的环境图象,也可以用某种方式再现这种印象:如历史上存在的在沙地上或树皮上描绘,或用一些石块、贝壳来模拟这个印象的形状、大小或相对位置等,原始地图就是这样产生的,这种地图可称之为“意境地图”

(Mentalmap)。人脑有感受、储存和处理空间信息的这种生理机制,在今天的地图上也能反映出来。而且,现今的地图用来传递环境信息、表达作者对环境空间的认知结果,是其他传递形式所不能代替的最有效的方法。这就有必要对表达空间信息的地图符号构成规律和视觉感受这些符号的规律进行进一步探索。

地图符号可以被看作一种图形传递的特殊语言,这种地图语言应有它的语法规则,正如符号学创始人美国哲学家皮尔斯(Peirce)提出并经莫里斯(Morris)整理的三个核心部分:语法学(Syntactics)、语义学(Semantics)和语用学(Pragmatics)。从地图学的角度解释,语法学是探讨地图符号及其系统的构成特点和规律,也可以说是地图符号的形成、外貌、变量的传递方式和系统化的基本规律;语义学是研究符号与所示对象之间的对应关系;语用学则阐明符号系统的性质,它们的信息价值、用途和可理解性,也就是从总体上研究如何提高地图的使用及地图感受效果。人脑的图形感受功能早就是心理学和心理物理学研究的课题,后来引起了地图学家们的注意,如同样内容的地图,由于图形、色彩的设计不同,会有完全不同的读图效果——在错综复杂的地图上,可以不困难地区分出我们所寻求的对象。这说明在读图过程中,存在着不少视觉心理学的因素。德国的实验心理学派的理论,对于认识地图阅读规律很有意义。上述种种都在说明,地图用有规律的地图符号系统所表达的空间客体(或者称为自然和社会经济现象)具有着图形感受功能的特性。

## 二、地图具有空间信息载体和积累器的功能

地图具有传递知识的功能早已被人们认识。信息的概念一经形成,就引起了地图学家的重视,开始用之于地图学表示法的研究。随着信息理论的逐步完善,人们逐步认识到信息理论能极其贴切地解释地图的基本特征,并将成为地图学的理论支柱,揭开地图具有巨大生命力的奥秘。

信息是现象与知识的中间媒介,是事物运动状态或存在方式的直接或间接的表述。地图正好具有这些特性。地图不同于客观存在,但也不等同于知识。地图可以脱离它的原有物质载体而被复制、传递、存贮,也可以被读者所理解、量测、感受、处理和利用。在地图上浓缩和存贮了大量有关地点、状况、内部关系、自然和社会经济的动态现象,也就是集聚了大量空间信息。这些信息是在几百年间积累起来的,并通过地图以一种易于被人们接受的图形符号的形式进行传递。这就是说,地图从制作到使用,从客观存在到人的认识,实际上形成了一个以信息传递为特征的系统,而地图则是这个传递过程的中心环节,是信息的载体,用它来传递信息。这一张“纸”给人类带来了财富,了解了世界,增长了知识。

地图上能容纳的信息量很大,一幅普通地形图能容纳一亿多个信息单元(bit)。如果考虑到目前地图的激光缩微技术,一幅地图可缩至几十平方厘米或几平方厘米,那就显得地图容纳的信息量更多了。而地图作为信息积累器,又不同于纸带、磁带、磁盘等一般的信息储存手段,它以图形形式表达和传递空间信息,更易于被读者所利用。地图信息除了可以直接读出的信息之外,还有经过分析而获得的潜在信息,如果把潜在信息量也算在内,地图作为信息积累器的功能就更大了。

### 三、地图具有客观世界模型的功能

人们直观地认识地面和环境,不可能超出视野的范围之外,因而必须借助各种比例尺的地图。地图能使人们扩大直观的视野,了解到更加广阔的空间关系,而且还可以充当地面模拟实验的工具,又可以作为规划建设的工具来制定具有效益的发展方案。地图除了具有上述的物质模型的特征之外,还是一种概念模型。地图实际是客观存在的特征和文化规律的一种科学抽象,是人们通过地图制图过程对环境认识的一种抽象方法,帮助研究者在新的见解下来观察世界。作为概念模型可以分为形象模型和符号模型。形象模型是运用思维能力对客观存在进行简化和概括;符号模型则是借助于专门的符号和图形,按一定的形式组合起来去描述客观存在。而地图则明显地具有这两方面的特点,即运用符号系统,经过地图概括组合起来去描述客观存在,所以有人把地图称为形象-符号模型。地图作为模型在加深对客体的认识上,有反映客体时空差异和变化的特殊作用,这是任何文字和语言描述所无法相比的。

将地图作为模型,还具有图形数学模型性质。对空间物体可以定向、定位,其精度取决于地图的比例尺;可以进行定量研究,如量取地面的高程、坡度,线状地物的长度、宽度,面状分布的物体的面积,计算土石方、水库容量、专题地图上的主题内容的数量变化等数据。所以地图模型得到广泛应用。

地图是地学分析研究的手段。如,利用图形方法建立空间多维模型、柱状图表、立体剖面,并同各种专题地图配合使用,获得关于现象地理分布的密度和强度的具体概念。如利用图形分析方法对地图上的相关点、线、面和形态的量测,获得地表切割密度和深度、地面坡度、河流密度、湖泊密度、森林覆盖率等等。

对地图上所表示的现象进行数学分析,可以获得许多信息,如梯度变化、正常分布与异常分布、绝对值与平均值等;通过趋势面和偏差面分析,可以得到多变量现象变化趋势的概念。

通过地图的对比分析和相关分析方法可研究现象的相互联系和作用。

在上述分析的基础上,就可能总结规律、综合评价、预测预报、规划设计。因此地图也是科学研究和四化建设不可缺少的工具。

地图又是教育工作的重要工具。学校教育和校外教育,特别是地理教学中,地图是不可缺少的教具。这是因为根据地图可以确定地球上任何一点的地理位置,根据位置可以知道太阳的辐射、气候特性和土壤特性、经济意义等等;可以在地图上指出与人类利害相关的地面上有关现象的分布位置;从地图上可以对区域一览无余,可以对地理综合体的各种要素的相互联系和依赖关系及各种现象的发展规律进行研究。地图还显示出地理现象的大小、形状、地面高低、沼泽地深浅、气候带、有用矿藏、土壤植被分布、交通道路、农业、工业、城镇居民地集中状况等,可以说地图是地理知识的重要来源。利用地图进行地理教育,可以激发学生的感觉器官,促使他们的创造想象力活动起来,发展他们的思维。

地图也是思想政治教育的重要工具。在地图上可以看到祖国的广大领土,看到社会主义建设事业的不断发展、人民福利事业的不断增长。用地图进行爱国主义教育,是很直观生动的。



## 第五节 测制地图的概念

### 一、地球椭球体

地球自然表面是一个起伏不平,十分不规则的表面,有高山、深谷、丘陵和平原,又有江河湖海。地球表面约有71%的面积为海洋所占据,29%的面积是大陆与岛屿。陆地上最高点珠穆朗玛峰海拔高度为8848.13米,海洋中最深处在马里亚纳海沟为-11034米,两者相差近20公里。这个高低不平的表面无法用数学公式表达,也无法进行运算。所以在量测与制图时,必须找一个规则的曲面来代替地球的自然表面。

当海洋静止时,它的自由水面必定与该面上各点的重力方向(铅垂线方向)成正交,我们把这个面叫做水准面。但水准面有无数多个,其中有一个与静止的平均海水面相重合。可以设想这个静止的平均水面穿过大陆和岛屿形成一个闭合的曲面,这就是大地水准面(图1-5)。大地水准面所包围的形体,叫大地球体。由于地球体内部质量分布的不均匀,引起重力方向的变化,导致处处和重力方向成正交的大地水准面成为一个不规则的、仍然是不能用数学表达的曲面。

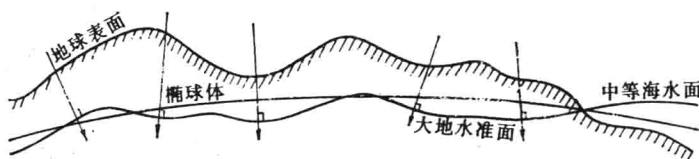


图1-5 大地水准面

大地水准面形状虽然十分复杂,但从整体来看,起伏是微小的。它是一个很接近于绕自转轴(短轴)旋转的椭球体。所以在测量和制图中就用旋转椭球来代替大地球体,这个旋转球体通常称地球椭球体,简称椭球体。

地球椭球体表面是一个规则的数学表面。椭球体的大小,通常用两个半径—长半径 $a$ 和短半径 $b$ ,或由一个半径和扁率 $\alpha$ 来决定。扁率表示椭球的扁平程度。扁率 $\alpha$ 的计算公式为:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}$$

$a$ 、 $b$ 、 $\alpha$ 称为地球椭球体的基本元素。

这些基本元素,由于推求它的年代、所用的方法以及测定的地区不同,其成果并不一致,故地球椭球体的元素值有很多种。现将几个常用的地球椭球体元素值列于表1-1中。

表1-1 椭球体名称及元素值表

椭球体名称	国家或机构	推算年代	长半径(m)	短半径(m)	扁率
白塞尔	德国	1841	6377397	6356079	1:299.150
克拉克	英国	1880	6378249	6356515	1:293.470
海福特	美国	1909	6378388	6356912	1:297.000
克拉索夫斯基	苏联	1940	6378245	6356863	1:298.300
GRS	IUGG	1975	6378140	6356755	1:298.257
GRS	IUGG	1980	6378137	6356752	1:298.257