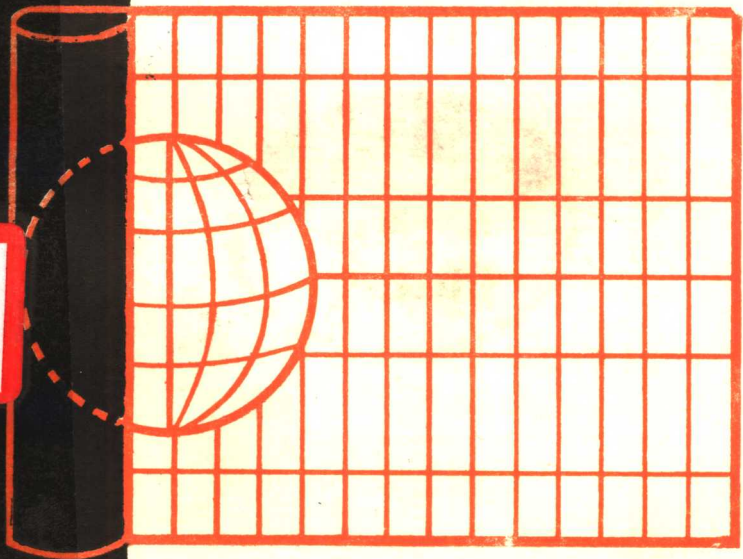


高等学校教学用书

地图概论

褚广荣 编著

北京师范大学出版社



高等学校教学用书

地 图 概 论

褚广荣 编著

北京师范大学出版社

高等学校教学用书

地图概论

褚广荣 编著

*

北京师范大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京通县印刷厂印刷

*

32开本, 787×1092 1/32 印张: 8 插页: 1 字数: 193千

1987年6月第1版 1987年6月第1次印刷

印数: 1—5 000

统一书号: 12243·20 定价: 1.20元

内 容 简 介

本书为高等师范专科学校地理专业使用教材，系根据1984年教育部颁发的“中学教师进修高等师范专科地理专业教学大纲”（试行）编写的。主要内容有：测绘地形图的方法；地形图；航空象片和卫星象片；地图投影；普通地图；专题地图；教学地图等。

本书也可供函大、夜大等大专班使用。

本书插图清绘：孙冬冬 万必文

编 委 会

主 编：赵淑梅

副主编：武吉华 郭瑞涛 冯嘉萍

编 委：赵淑梅 武吉华 褚广荣 刘吉祯

冯嘉萍 吴永莲 郑新生 高如珊

郭瑞涛 朱国荣 涂美珍 金 陵

说 明

目前，各类学校和各种形式办学所用教材供不应求，特别是中学地理教师进修教材，更是急需。为此，我们根据1984年教育部颁发的“中学教师进修高等师范专科地理专业教学大纲”（试行）编写了这套教材，包括中学地理教材教法、地球概论、地质学基础、地图概论、自然地理基础、气象学基础、中国地理和世界地理。

针对现有高等学校教材内容“偏深、偏难、偏多、偏杂”的缺陷，根据“在保证完成教学大纲规定的基本要求前提下，可以灵活掌握并作适当调整”的精神，我们编写的这套教材，力求做到浅一些、通俗一些、少一些、重点突出一些，以更好地适应当前中学教师进修的需要。

这套教材除适应中学教师进修使用外，也可供师范专科、函授、夜大等大专班使用。

这套教材准备1987年起陆续出版，以解决当前之急需。

由于时间急迫和我们的水平所限，内容难免有错误和不妥之处，望读者指正。

北京师大中师地理专业教材编委会

目 录

第一章 概 述.....	(1)
第一节 地图的特性和分类.....	(1)
第二节 平面图和地图.....	(6)
第三节 比例尺.....	(9)
第四节 地图符号和注记.....	(13)
第五节 制图综合的概念.....	(24)
第六节 测制地图的概念.....	(30)
复习思考题.....	(32)
第二章 测绘地形图的方法.....	(33)
第一节 地面点位的确定.....	(33)
第二节 控制网的概念.....	(35)
第三节 测量点位的方法.....	(37)
第四节 小平板仪测图.....	(46)
第五节 小平板仪的构造与使用.....	(47)
第六节 草 测.....	(53)
复习思考题.....	(60)
第三章 地形图.....	(61)
第一节 地形图的特点和用途.....	(61)
第二节 地形图的数学基础.....	(63)
第三节 地形图的符号.....	(73)
第四节 地形图的室内作业.....	(81)
第五节 地形图的野外应用.....	(95)
复习思考题.....	(101)
第四章 航空象片和卫星象片.....	(102)
第一节 遥感简介.....	(102)
第二节 航空象片判读基本知识.....	(112)
第三节 卫星象片判读基本知识.....	(132)

复习思考题	(141)
第五章 地图投影	(142)
第一节 地图投影的变形和分类	(142)
第二节 方位投影	(154)
第三节 正轴圆柱投影和正轴圆锥投影	(171)
第四节 其它几种常用投影的特点和用途	(182)
复习思考题	(188)
第六章 普通地理图	(189)
第一节 普通地理图的特点	(189)
第二节 各种地理要素的表示	(190)
第三节 普通地理图的阅读	(198)
复习思考题	(198)
第七章 专题地图	(200)
第一节 专题地图的特点	(200)
第二节 专题内容的表示方法	(201)
第三节 专题地图的编绘	(219)
复习思考题	(224)
第八章 教学地图	(226)
第一节 教学地图的特点和种类	(226)
第二节 教学挂图	(227)
第三节 地图集和填充图	(237)
复习思考题	(240)
附 录	(242)
I 地球上 1° 的经纬线弧长	(242)
II 经纬差 1° 的经纬线间的梯形面积	(243)
III 长度、面积单位和换算表	(244)
主要参考书	(246)

第一章 概 述

自古以来，人们就把地理学和地图紧密联系在一起，有人说“没有地图就没有地理学”，虽然并不能这样绝对化，但它却表明地图和地理的密切关系。地理学是以地球表面的环境为研究对象的，地球表面那么大，人们用什么方法去观察、研究地球表面各地理事物的分布规律和制约关系呢？天文学家借助望远镜观察星体；生物学家借助显微镜将研究对象放大；地理工作者则需要用地图把地球表面缩小进行观察、研究。

人们对于地图并不陌生，在日常生活、学习中读书、看报、旅游……往往都需要查阅地图。因此也许有人认为读图是很简单的，只要能找到所需要的地名就解决问题了。实际并非如此，地图上包含着很丰富的科学内容，它是获取地理知识的源泉，表达地理科研成果的重要工具。只有具备了关于地图的基本知识，才能正确地使用地图。

第一节 地图的特性和分类

一、地图的特性

通常人们把地图看作是地球表面缩小描绘在平面上的图形。这种认识是不全面、不确切的，因为地面的风景照片和风景画也适合上述含义，但它们并不是地图。我们对地图进行认真分析，发现地图具有三个基本特性，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内容的制图综合。

（一）构成地图的数学法则

地球表面是三度空间的球面，数学上称它为不可展面，也就是说球面不能无裂隙、无重叠地直接展为平面。而地图是二度空间的平面图形，这就产生了球面和平面之间的矛盾。解决这个矛盾的办法，是采用一定的数学法则，将球面展成平面，这就是地图投影的方法。按这种方法能使地球表面上的点和地图上的点保持一定的函数关系。在构成地图时，首先用地图投影的方法，把球面上的经纬线网投影到平面上，然后再填绘相应的地理内容，用以在地图上正确地表达各地理要素的空间分布规律。

地面的风景照片和风景画，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，一般来说景物距视点的距离愈远，图形愈小，愈近图形愈大。而在地图上表示各地理要素时，图形的大小和视点无关，它要求各地面物体要按一定的比例缩小，所以地图投影和比例尺，是地图的数学基础，它保证了地图的精度和可量测性。

(二) 运用地图符号和注记

地面景物是十分复杂的，有山脉、河流、房屋、道路……。在平面的地图上，不可能将它们全部按实际情况表示。地图工作者把这些千变万化的地理事物，按一定的符号系统表示在图上。地图内容为什么用符号表示呢？

1. 用平面的图形符号，可以表示地面的起伏状况，也就是说运用符号可以在二维的平面图纸上，表示三维事物的空间分布，如山脉的高度、坡度等。

2. 用符号可以表示出地面上无外形的各种地理事物，如气温、气压、雨量、工农业生产水平等。

3. 运用符号可以有选择地表示地理事物，使地图内容重点突出，一目了然，对于比较重要的较小地物，可以用不依比例的符号夸大表示。

4. 运用符号可以反映地理事物的本质特征，例如对于湖泊不

仅可以表示其外形，同时还可以区分出咸水湖和淡水湖。

5. 在地图上配合符号系统，还采用一系列具有说明作用的文字和数字，称为地图注记。用以说明事物的名称和数量；如地名、山名、河名、高程等。这就大大丰富了地图的内容，提高了地图的使用价值。

(三) 制图综合

地图是地球表面缩小的图形，它不可能把地面全部地理事物都表示出来，而是要经过选取和概括。这样地图上所表示的地理事物，从数量上说少了，从图形上看简化了。从图 1-1 (a) 和图 1-1 (b) 的对比可以看出，由 1 : 100 万比例尺地图，缩小到 1 : 1000 万比例尺地图以后内容大大地简化了，在图 (a) 中，北京市是以轮廓符号表示的，而在图 (b) 中，只能用圈形符号表示，也只有这样才能保证地图的易读性。制图综合是编绘地图时处理地理内容的原则和方法，其实质就是保证在有限的图面上，表示制图区域的基本特征。

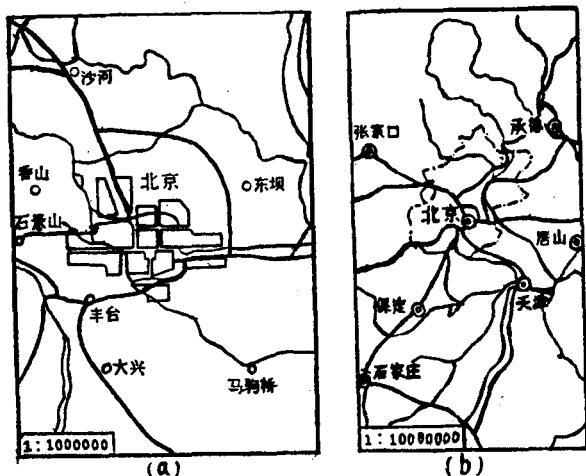


图 1-1 不同比例尺地图上城市图形的综合示例

根据上面对地图基本特征的分析，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制图综合缩绘于平面上的图形，以表达各种自然和社会现象的空间分布和相互联系以及动态变化。

应当指出，属于地图表现形式的还有月球图、行星图、星空图等。它们也是按照数学法则，并利用符号和经过制图综合方法构成的。随着人类进入宇宙空间，关于地图的概念和功用已有了一些新的发展。

二、地图的分类

地图的种类很多，为了便于管理、使用和研究等，必须对地图进行分类。

地图分类可以根据不同标志进行。如可根据内容、比例尺、制图区域、用途、年代、形式和语言等。前四种可以反映地图的内容和性质，显然是比较重要的。任何一种科学的分类，都应有严密的逻辑性，每一级分类都应有固定的指标，不可混淆。

（一）按内容分类

按内容可以将地图分为普通地图和专题地图两大类。

普通地图是以同等详细程度表示地表各自然和社会现象的地图，主要内容有水系、地形、土质植被、居民地、交通线、境界线和经济文化等要素。普通地图又可分为地形图和地理图。

专题地图是突出表示某一种或几种主题要素的地图。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。一般按地理学的标准分为自然地图和社会经济地图两类。自然地图又分为地质图、地貌图、水文图、气候图、土壤图、植被图、动物图等。社会经济地图又可分为人口图、政区图、经济图、交通图等。

（二）按比例尺分类

地图的比例尺常常是地图内容的详细程度和使用范围的主要

标志。我国将地图按比例尺划分为大、中、小三类。

大比例尺地图，指大于1：10万，包括1：10万比例尺的地图。

中比例尺地图，指小于1：10万至大于1：100万比例尺的地图。

小比例尺地图，指小于1：100万，包括1：100万比例尺的地图。

(三)按制图区域分类

地图所包括的空间范围区别很大，有的图包括全世界，有的只包括一个大洲，或一个国家。按地图所包括的空间范围大小进行分类时，总是由总体到局部，由大到小依次划分。如按行政区划分时，则依国家、国内一级行政区等逐级划分。另外不同专业也有不同的分区系统，如水文方面常按流域分区。

(四)按用途分类

地图按用途可分为教学地图、旅游地图、航海地图、军用地图……这些地图名称表明了它们的应用目的。

由于地图常常是一图多用，因而影响分类的严密性。如国家基本比例尺地形图既可满足国民经济建设的需要，又可供国防和科学研究使用，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，同时对于国民经济建设规划工作也有重要的参考价值。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。

此外，按地图的使用方式不同，可分为桌上用图和挂图；按图形可分为线划地图和影象地图；按出版方式可分为单张图、系列图和地图集。总之地图的分类指标根据需要而有所不同，它们往往又是有联系的，一幅地图往往是反映出多种指标，如“中国地形教学挂图”“北京市旅游地图”等，它既表明了制图区域，又说明了地图的内容和用途。

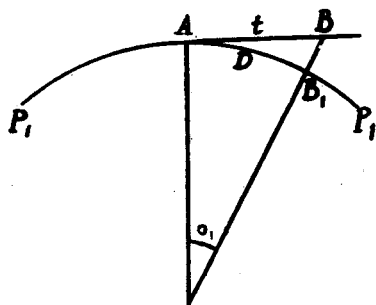
第二节 平面图和地图

一、平面代替水准面的误差

从理论上讲,尽管是地球表面很小部分,也不能认为是平面。但是,在测量制图过程中,当地区范围比较小,把水准面看作是水平面时,两者的差异小于实际测绘工作中所允许的误差,则可以把水准面视为水平面,也就是说可以把地球表面上很小范围的曲面,看作是平面。下面研究一下,用水平面代替水准面所产生的误差。

(一)对距离的影响

如图 1-2 所示, AB_1 为球面上的一段圆弧, 设长度为 D , 所对之圆心角为 α 。自 A 点作水准面的切线 AB , 设长度为 t , 如果



将过切点 A 的水平面 AB , 代替水准面 $\widehat{AB_1}$ (D), 则产生距离误差 Δd 。由图可知:

$$\begin{aligned}\Delta d &= t - D = R \operatorname{tg} \alpha - R \alpha \\ &= R(\operatorname{tg} \alpha - \alpha)\end{aligned}$$

将 $\operatorname{tg} \alpha$ 展开为级数, 取其首二项得

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \alpha &= \alpha + \frac{1}{3} \alpha^3 + \dots \\ \text{即 } \operatorname{tg} \alpha - \alpha &= \frac{1}{3} \alpha^3\end{aligned}$$

图 1-2 对距离和高差的影响示意图

$$\text{因此可得 } \Delta d = \frac{R \alpha^3}{3},$$

$$\text{或 } \Delta d = \frac{D^3}{3 R^2} \quad (1-1)$$

取 $R = 6371$ 公里, 并以不同的 D 值代入 (1-1) 式, 可计算出其相应的 Δd 值 (表 1-1)。

表1—1 水平面代替水准面的距离误差与相对误差表

距离D(公里)	距离误差 Δd (厘米)	相对误差 $\Delta d/D$
10	1.0	1 : 1 000 000
25	12.8	1 : 200 000
50	102.0	1 : 49 000
100	814.0	1 : 12 000

由表 1-1 可知：以水平面的长度 t ，代替水准面上的弧长 D ，在10公里的距离内，其相对误差为 1 : 100万，这样小的误差，就是在地面上进行最精密的距离丈量也是容许的。因此，在地面上半径为10公里的范围内，即面积约320平方公里范围内，完全可以用水平面代替水准面。实际上，在做精度稍低的测量工作时，即使半径在25公里的范围(面积约为2 000平方公里)内，也可以用水平面代替水准面。

(二)对高程的影响

如图 1-2 所示，地面点 A 和 B_1 在同一个水准面上，其高程相等。 B_1 点投影到平面上为 B 点， B_1 与 B 之间的垂直距离 BB_1 ，是用水平面代替水准面时所产生的高程误差。以 K 表示 BB_1 ，以 R 表示地球半径，K 值可由下式计算：

$$\begin{aligned} \text{由图 1-2 可得} \quad (R + K)^2 &= R^2 + t^2 \\ R^2 + 2RK + K^2 &= R^2 + t^2 \\ K(2R + K) &= t^2 \end{aligned}$$

$$\text{以 } D \text{ 代替 } t \text{ 得} \quad K = \frac{D^2}{2R + K}$$

在分母 $2R + K$ 中，由于 K 值与 $2R$ 相比较，极为微小，可以省略不计。故

$$K = \frac{D^2}{2R} \quad (1-2)$$

在(1—2)式中, 取 $R = 6371$ 公里, 以不同的距离 D 代入, 则得相应的高程误差值(表 1-2)

表 1-2 水平面代替水准面的高程误差

D(公里)	0.1	0.5	1	2	3	4	5	10	100
K(厘米)	0.78	2	8	31	71	125	196	780	78 500

由式(1—2)和表 1-2 可知, 以水平面代替水准面所产生的高程误差, 随着距离的增加而增长。在测量规范中, 对于高程误差是有规定的, 例如, 普通(等外)水准测量, 在 1 公里内高程误差不得超过 ± 0.35 厘米或 ± 0.50 厘米, 而在上表中, 距离为 1 公里的误差值已达 8 厘米。因此, 进行高程测量时, 即使在较短的距离内, 也必须考虑地球曲率的影响。

二、平面图和地图

当测量绘图的范围比较小, 半径为 10 公里(甚至到 25 公里)的面积时, 可以把水准面看作是水平面。测量时将地区范围内的地表景物, 沿铅垂线的方向投影到平面上, 并按规定的比例尺缩小构成的相似图形, 称为平面图。当测量绘图的范围比较大时, 则不能用水平面代替水准面, 要考虑地球曲率的影响。而把曲面展为平面所构成的图形, 一定会发生变形, 使得地面上的各部分不能按相同的比例尺缩小, 这样的图形, 称为地图。区分平面图和地图主要的标志是两者的数学基础不同, 平面图, 是把地球表面看作是水平面, 在平面图上对地面景物是按垂直投影的方法成图的。在构成地图时, 是采用地图投影的方法, 先把曲面上的经纬线网展在平面上, 然后再把地球表面上的景物, 按地理坐标转绘到平面图纸上。

由于两者的数学基础不同, 所以内容和用途也各不相同。平面图的内容详尽, 例如, 对于居民地基本上全部以轮廓图形表示, 而且从图上可区分出居民地的内部结构; 街区和街道; 在图上可

按比例尺允许的完备性，表示各级道路，如铁路、公路、大车路、人行路等；可详细地表示出各级政区的界线，如国界、省界、地区界、县界、乡界等；图上不仅能详尽地表示出水系，而且还能表示出各种水工建筑物；可比较详尽地表示地面的高低起伏、坡度的缓、陡等；对土质植被表示的也比较详细，如可区分出不同类型的耕地（水田、旱田、菜地等）、林地、草地、沼泽地等。此外，还表示出有重要意义的突出地物，如工厂的烟囱、古塔、纪念碑、城楼、文化古迹、革命烈士陵园、独立树等。由于内容详尽，并保证地物的几何精度，因而可在图上进行量测工作。平面图用途比较广泛，可用于各项工程建筑、设计以及施工等，在国民经济建设以及工农业生产中广泛应用。

地图具有各种不同比例尺，由于比例尺的不同，内容的详简程度差异很大，但和平面图相比，总的说来内容要简略，同时因为图上具有变形，因而进行量测工作是有条件的。

地图的用途比较广泛，大、中比例尺地形图可用于工程设计以及经济建设的规划之用，而较小比例尺的地图，由于图面范围较大，对于研究各地理要素的制约关系，区域的规律性是有重要作用的。总之平面图主要用于微观的研究工作，而地图则主要作宏观的观察、研究、分析之用。

第三节 比例尺

一、意义和表示形式

（一）意义

地面上各种地理事物，不可能按它们的实际大小表示在图纸上，而是需要缩小一定的倍数来进行描绘。这种缩小的比例关系，就是地图的比例尺。比例尺是地图的数学基础，地图的比例尺不同，内容的详略程度就有所不同，精度和用途也各不相同。