

地形图绘制入门

张佐民 编著



DIXINGTUHUIZHIRUMEN

地形图绘制入门

张佐民 编著

陕西科学技术出版社

地形图绘制入门

张佐民 编著

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 汉中地区印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张8.8125 字数185,000

1984年3月第1版 1984年3月第1次印刷

印数1—7,500

统一书号: 16202·78 定价: 0.80元

前 言

地形图，是人类了解自然和改造自然的重要工具，是国民经济建设和国防建设的基本资料。当前，全国普遍进行的农业区划、土地资源调查、土壤普查、土地利用和农田基本建设规划等，都离不开地形图的绘制和应用。根据这一需要，从培养基层制图技术人员的愿望出发，结合自己多年来从事制图工作的点滴体会，参考有关书刊，编写了《地形图绘制入门》。

本书分为四章，主要介绍地形图及其应用、绘图工具、仪器的使用和修磨、地形图的绘制技术、制图字体等，还着重对制图工艺的基础知识和操作技能作了扼要的阐述。

这部书稿曾作为试用教材，培训过一批制图技术人员。在此基础上，广泛征求了有关方面的意见，作了反复修改。可供具有中等文化程度的初学制图人员学习，也可供爱好和从事制图工作的在职人员参考。

本书在编写过程中，曾得到西北大学地理系孙逊、王清泉两位老师的热情帮助和指导，在此一并致谢。

编 者

一九八二年五月

目 录

第一章 地形图及其应用

第一节	地形图是地图的一种	1
第二节	地形图的比例尺及分类	3
第三节	大地控制与地图投影	11
第四节	地形图的分幅及编号	28
第五节	地形图的方位角	40
第六节	地形图符号	43
第七节	地物的表示方法	53
第八节	地貌的表示方法	71
第九节	地形图的量测	90

第二章 绘图用纸、工具及仪器

第一节	绘图使用的纸	104
第二节	绘图工具及仪器的选择、修磨与使用	107

第三章 地形图的绘制

第一节	怎样才能绘制好地形图	146
第二节	内图廓及方里网的绘制	149
第三节	地物的绘制	154
第四节	地貌的绘制	175
第五节	地形图注记及颜色	190
第六节	抄边、接边和图廓整饰	196

第七节	校对与修改·····	198
第八节	单幅地形图的配置·····	203
第九节	刻图法·····	207
第十节	聚脂薄膜绘图·····	215
第十一节	描图、晒图和透图·····	219
第十二节	缩图与放图·····	225

第四章 制图字体

第一节	汉字的特点·····	232
第二节	制图字体·····	236
第三节	制图字的书写及练习方法·····	268

第一章 地形图及其应用

第一节 地形图是地图的一种

地图是地球在平面上的图形。地球是一个不规则的凹凸不平的椭球体，它的表面是一曲面。绘制地图时，首先必须按一定的数学法则，将曲面转绘在平面上。由于地球表面的自然现象（如水系、地貌、土质、植被等）和社会现象（如居民地、独立地物、道路等）的种类与数量繁多，不可能同一形状、同等大小的一一表示，因而，必须通过概括、取舍和用特定的符号，按一定的比例均等地缩绘在图纸上。

地图按其内容可分为普通地图和专题地图两类。普通地图是均等地表示自然现象和社会现象一般特征的，它又分为地形图和地理图。比例尺大于1 : 100万的普通地图是地形图；比例尺小于1 : 100万的普通地图是地理图。专题地图是以普通地图为底图基础，重点反映一种或几种自然现象和社会现象，根据重点反映的内容要素，可分为自然地理图、社会经济地图和工程技术图三种。各种地图按比例尺、内容和用途的不同又有许多种类。

按一定的比例尺、特定的符号和注记，表示地物、地貌平面位置和高程的垂直投影图，叫做地形图。地形图既不同于美术图画或风景照片，也不同于工程技术图或机械图。它

一般是由实地测量所得资料，经过设计、计算绘制成的。地形图既能表示地物的平面位置，又能用高程注记和等高线表示地貌高低起伏的形态，内容比较详尽，精确度较高。从地

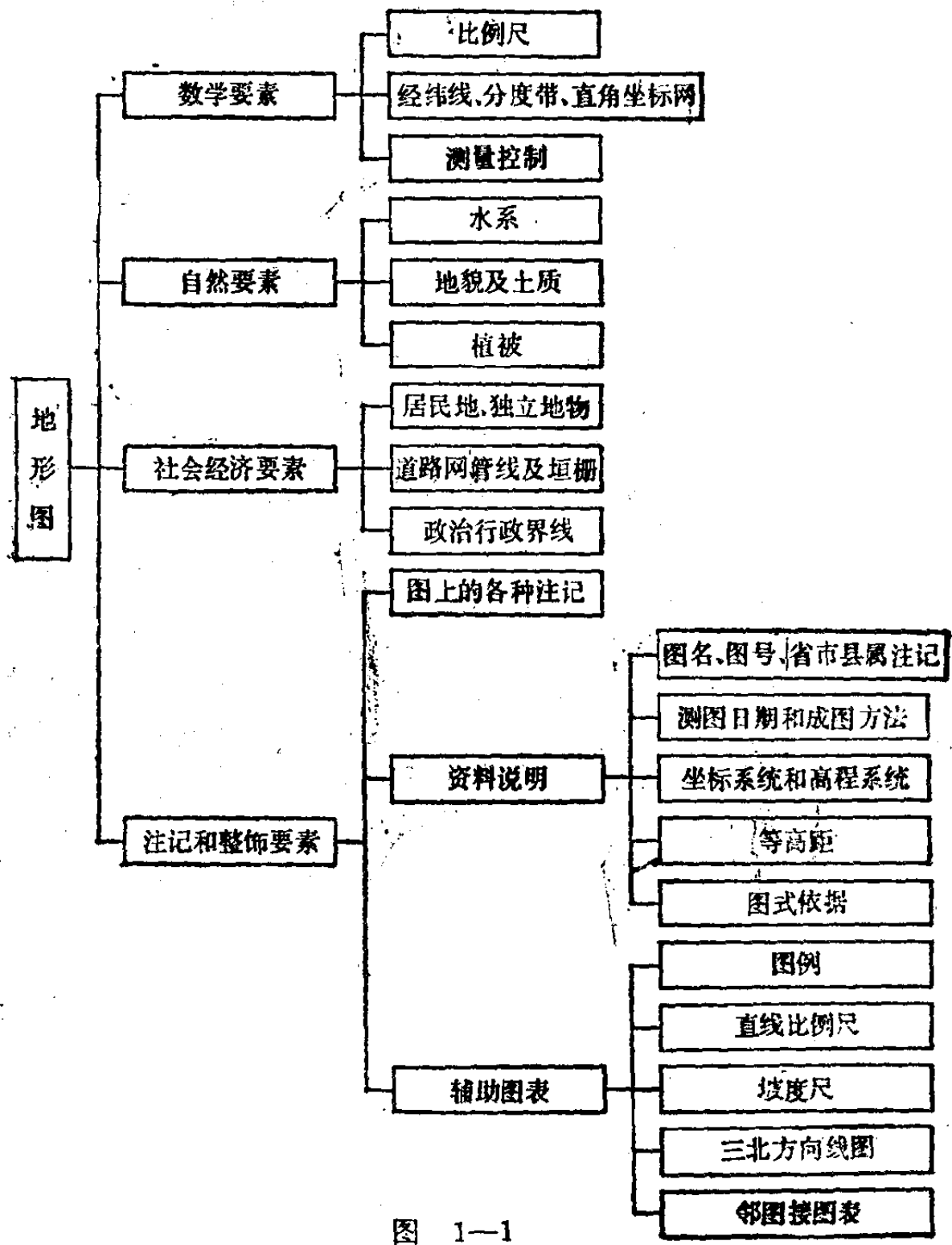


图 1—1

形图上，不但可以清楚地反映地面各种地物和现象的存在情形，使阅图者犹如身临其境，并能从图上量取各种地物、地貌的方向、距离、面积和高差等。

地形图反映地球上的物体和现象是很多的，也是比较复杂的，但总括来说，它包括数学要素、自然要素、社会经济要素，注记和整饰要素等（图 1—1）。

第二节 地形图的比例尺及分类

一、地形图的比例尺

绘制地形图时，不可能将地面物象按照原形大小绘在图上，必须把实地物象的形状按照一定的比例缩小若干倍，再绘到图纸上。这种缩小在图上某一线段长度与相应的实地水平长度之比，叫做地形图的比例尺。即：

$$\text{比例尺} = \frac{\text{图上距离}}{\text{相应的实地水平距离}}$$

显而易见，比例尺决定着把地球表面表示到地形图上时的缩小程度，它是地形图上重要的数学要素之一。

比例尺的表示方式有四种：数字比例尺、说明比例尺、直线比例尺和复式比例尺。

1. 数字比例尺 用数字表示的比例尺，叫数字比例尺。它是用分子为 1 的分数式表示的。设：某实地水平距离为 L ，缩小在图上的距离为 l ，则数字比例尺为：

$$\frac{l}{L} = \frac{1}{\frac{L}{l}} = \frac{1}{M} \dots\dots\dots (1)$$

式中的M叫做比例尺分母，即图上比实地缩小的倍数。

例如：图上1厘米的长度，相当于实地水平距离1万厘米（即100米），则这幅地形图的比例尺为：

$$\frac{1 \text{ 厘米}}{10000 \text{ 厘米}} = \frac{1}{10000} = \frac{1}{\text{万}}$$

习惯上也用比例式表示，即为1 : 10000或1 : 1万。

变化（1）式得：

$$l = \frac{L}{M} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{或 } L = l \cdot M \dots\dots\dots (3)$$

由此可知，地形图比例尺 $\frac{1}{M}$ 确定后，测得实地之距离，

由（2）式可换算为图上之距离；用图时，量得图上之距离，由（3）式可换算为实地之距离。

例如：实地两点间的水平距离 $L = 220000$ 厘米（即2200米），换算为1 : 50000比例尺地形图上相对应的距离 l 为：

$$l = \frac{L}{M} = \frac{220000}{50000} = 4.4 \text{ 厘米}$$

地形图比例尺为1 : 10000，图上两点间的长度 $l = 2.3$ 厘米，则实地相对应的水平距离 L 为：

$$L = l \cdot M = 2.3 \text{ 厘米} \times 10000 = 230 \text{ 米}$$

在图上计算实地面积时，公式为 $S = F \cdot M^2$ ，式中 S 为实地面积， F 为图上面积， M 为地形图比例尺的分母。

例如：图上的面积为1平方厘米，地形图比例尺为1 : 25000，则实地面积 S 为：

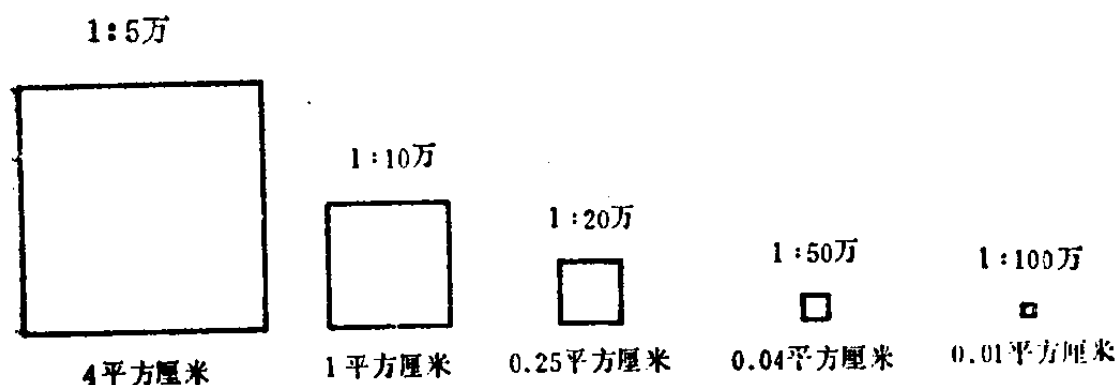
$$S = F \cdot M^2 = 1 \text{ 厘米}^2 \times 25000^2 = 0.0625 \text{ 平方公里}$$

比例尺的大小是按分数比值确定的，与分母的大小成反比。如： $\frac{1}{2000}$ 比 $\frac{1}{5000}$ 大， $\frac{1}{25000}$ 比 $\frac{1}{10000}$ 小，换句话说，地上的同一长度，在大比例尺图上表示就较长，反之则短。

地形图的比例尺越大，显示的内容越详细，在一幅图中所反映的实地范围就越小；反之，地形图的比例尺越小，图上显示的内容就比较简略，在一幅图中所反映的实地范围就越大。所以，根据对地形图的使用目的和要求采用不同的比例尺。比例尺的大小不同，图上的距离相当于实地的水平距离就不同，计算出来的实地面积也不同（表1、图1—2）。

表 1 图上距离与实地距离、面积关系表

数字比例尺	图上 1 厘米相当 于实地距离	图上 1 平方厘米 相当于实地面积	实地 1 公里相当 于图上长度
1 : 1 千	10米	0.0001平方公里	100厘米
1 : 2 千	20米	0.0004平方公里	50厘米
1 : 5 千	50米	0.0025平方公里	20厘米
1 : 1 万	100米	0.0100平方公里	10厘米
1 : 2.5 万	250米	0.0625平方公里	4厘米
1 : 5 万	500米	0.25 平方公里	2厘米
1 : 10 万	1 公里	1 平方公里	1厘米
1 : 20 万	2 公里	4 平方公里	0.5厘米
1 : 50 万	5 公里	25平方公里	0.2厘米
1 : 100 万	10公里	100平方公里	0.1厘米



实地1平方公里在1:5万——1:100万比例尺图上相应面积

图 1—2

2. 文字比例尺 文字比例尺是直接用文字来说明图上与实地长度比例关系的。例如：地形图上往往写有“图上1厘米代表实地10公里”，或者写有“图上1厘米相当于实地1公里”、“十万分之一”等。文字比例尺是解释或说明数字比例尺的，所以，又称为说明比例尺。例如：数字比例尺为1:5万，则文字比例尺就解释为“图上1厘米相当于实地500米”，或“每厘米为500米”。

3. 直线比例尺 由于数字比例尺和文字比例尺必须经过计算，才能得到实际地面的距离。使用地形图时，因为量测的项目很多，既花时间，又计算麻烦，为了便于在图上直接量取实地距离，在应用图或绘制图时减少换算，所以，在地形图上还应采用直线比例尺。

直线比例尺是用直线长度来表示实地水平距离与图上距离比例关系的。直线比例尺一般绘于地形图南图廓外的下方正中位置，并结合数字表示。

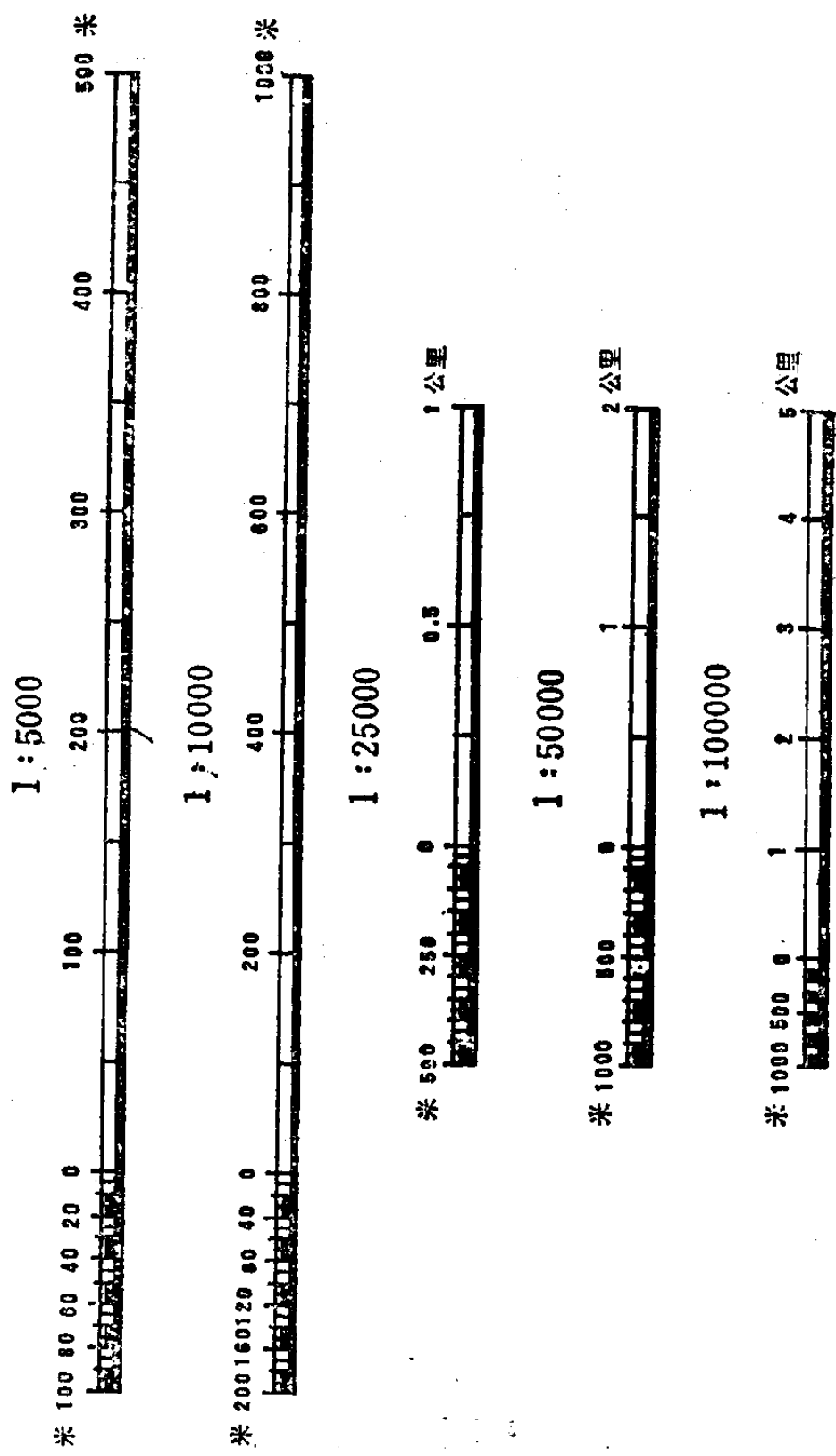


图 1-3

直线比例尺是根据公式 $l = \frac{L}{M}$ 绘制的。绘制时，必须在直线上截取一定长度的线段作基本单位。基本单位长度的确定，是换算为实地长度后为整数和便利的数字，通常定为 2 厘米，因为相当于 1 : 5 千、1 : 1 万、1 : 2.5 万等比例尺的实地长度分别为 100 米、200 米、500 米，均为整数。但如 1 : 2 千的比例尺，也选 2 厘米作为基本单位时，它相当于实地长度为 40 米，这样就不如取 2.5 厘米（相当于实地 50 米）作基本单位方便。基本单位确定之后，就可在一定长度的直线上，按基本单位等分成若干段，并用数字注明每分段代表相应实地的距离。在尺的左端，将一个分段细分成若干等分，称为“尺头”。直线比例尺的图形结构简单、明确。其绘制长度没有固定的格式，一般以能满足用途为宜。直线比例尺绘制的样式如（图 1—3）。

4. 复式比例尺 通过纵横两种分划，用斜线表示细小等分的图示比例尺，叫复式比例尺，又称复合比例尺、斜分比例尺。

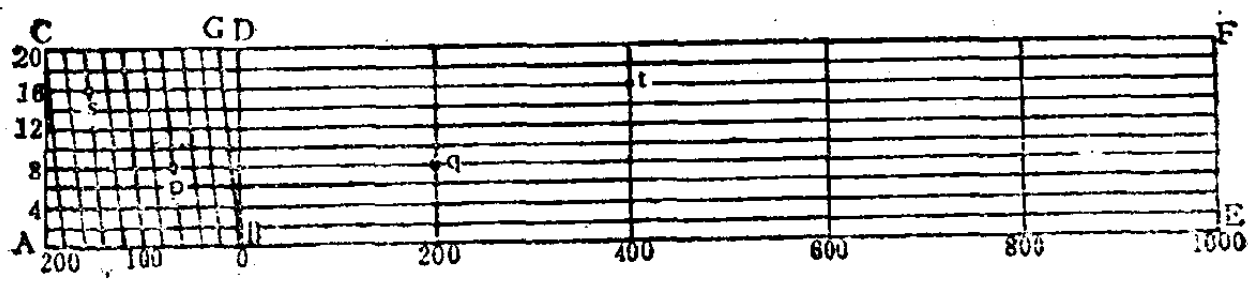


图 1—4

（图 1—4）为 1 : 1 万的复式比例尺。其制作方法是：在直线 AE 上，设 2 厘米为基本单位，截取六段，每段的末端作适当而等长的垂线 AC、BD……EF，在直线 AE 和

CF之间用平行的横线分成10等分，最左边的基本单位AB及CD上也分成10等分，然后上下错开 $\frac{1}{10}$ 基本单位，用斜线联起来，即成复式比例尺。最左边基本单位的一小格，如GD，为基本单位CD的 $\frac{1}{10}$ ，根据相似三角形原理可证明：在纵线BD和斜线BG之间，各横线段自下而上分别为GD的 $\frac{1}{10}$ 、

$\frac{2}{10}$ 、 $\frac{3}{10}$ …… $\frac{9}{10}$ ，即任意两相邻横线之间的差数均为 $\frac{GD}{10}$ ，

即 $\frac{CD}{100}$ 。

上述复式比例尺称为标准百分复式比例尺，其实基本单位与其垂线，可以根据需要任意划分。假设，将基本单位分成 μ 等分，垂线分成 ν 等分，则复式比例尺最小读数为基本单位的 $\frac{1}{\mu\nu}$ 。当然，基本单位的长度也不一定为2厘米，可以根据比例尺而选取最适当的长度，例如1:2千的比例尺，最好选取2.5厘米作为基本单位，因为这样一个基本单位的长度恰好相当于地面长度的50米。

复式比例尺能够直接量取基本单位的 $\frac{1}{100}$ 。应用复式比例尺的方法是：先用两脚规从图上量取两点间的长度，再将两脚规移到复式比例尺上，将两脚规的一脚尖置于“0”点右边适当的基本单位分划线上，用两脚规上下移动（此时须注意两脚规的两脚放在同一条水平线上），使左边的另一脚尖恰好对正斜线与横线的某一交点上，即可量读出分划

值。从（图1—4）中可直接量读出 $pq = 268$ 米和 $st = 556$ 米。

二、地形图的分类

地形图的比例尺通常大于 $1:100$ 万。其中 $1:1$ 万、 $1:2.5$ 万、 $1:5$ 万、 $1:10$ 万、 $1:20$ 万、 $1:50$ 万、 $1:100$ 万七种地形图为基础比例尺地形图。按照比例尺的大小，地形图可分为以下三类：

1. 大比例尺地形图 $1:1$ 万、 $1:2.5$ 万比例尺地形图，以及局部地区的 $1:5$ 千或大于 $1:5$ 千的地形图是大比例尺地形图。 $1:1$ 万地形图显示的地形详细、精确，比较实用，图上量读距离的误差为 $6 \sim 10$ 米，判读高程的误差为 1 米。 $1:2.5$ 万地形图显示地形的详细、精确程度次于 $1:1$ 万地形图，图上量读距离的误差为 $15 \sim 25$ 米，判读高程的误差为 2.5 米（主要因测绘的误差所致）。

大比例尺地形图适用于经济建设规划设计、土壤普查、农林牧业勘察和资源调查等。

2. 中比例尺地形图 $1:5$ 万、 $1:10$ 万和 $1:20$ 万地形图是中比例尺地形图。它是以较小的图幅，显示较大区域的主要地形。 $1:5$ 万地形图显示地形的详细、精确程度次于 $1:2.5$ 万地形图，图上量读距离误差为 $30 \sim 50$ 米，判读高程误差为 5 米。 $1:10$ 万地形图能较详细地显示实地的主要地形形态，图上量读距离的误差为 $70 \sim 100$ 米，判读高程的误差为 20 米。 $1:20$ 万地形图能够显示出地形的主要起伏状态，图上量读距离误差为 $200 \sim 300$ 米，判读高程误差为 40 米。

中比例尺地形图用于工农业建设总体规划、较大地区自

然资源的调查、开发利用和研究改造自然的基本资料。

3. 小比例尺地形图 1:50万和1:100万两种比例尺地形图是小比例尺地形图。它是将广大区域内主要地形的关系、位置显示在较小的图纸上。图上量读距离的误差: 1:50万地形图为700米, 1:100万地形图为1500米。

小比例尺地形图是各种国民经济建设布局、区域规划和研究各种自然现象分布规律的依据。

第三节 大地控制与地图投影

一、大地控制

要将地球局部或整体的表面形态转绘在地形图上,就必须了解大地控制所包括的内容,即地球的形状和大小,地面点的地理坐标和高程等。

1. 地球的形状和大小 远古时代,由于生产力落后,人们误认为天是圆的,地是方的,故有“天圆地方”、“天涯地角”之说。

认为地球是圆球形的学说,早在纪元前就有人提出了,但一直未被普遍接受。直到1519年至1522年,葡萄牙人麦哲伦和他的水手们完成了第一次环球航行,地球是圆球形的结论才完全得以公认。到了十七、十八世纪,随着科学的发展,科学家进行了大量的精密测量,进一步得知地球是绕着地轴自转的,是个近似圆形的球体,即两极稍扁、赤道略鼓的旋转椭球体,测绘学上将它命名为椭球体,并测定了这个椭球体的大小。