

中等专业学校教学用书

测量与矿山测量

冶金工业出版社

503590
7943

中等专业学校教学用书

测量与矿山测量

沈阳黄金专科学校 顾全才 主编

冶金工业出版社

503590

中等专业学校教学用书
测量与矿山测量
沈阳黄金专科学校 顾全才 主编

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850 × 1168 1/32 印张 6 7/8 插页 1 字数 181 千字

1980年8月第一版 1980年8月第一次印刷

印数00,001~10,000册

统一书号: 15062·3584 定价 0.70 元

前 言

《测量与矿山测量》是普通测量与矿山测量技术的基本知识。全书共分十二章，主要介绍了测量的基本名词和概念，测量误差的概念，常用测量仪器的测量原理、仪器的构造和测量方法，图根点测量和高程测量方法，在一个测站上的视距测量方法，地形图的基本应用，井下的控制测量及碎部测量的方法，巷道施工的中、腰线标定，贯通测量，矿图，留保护矿柱及采场测量等。

本书除供中专和专科采矿专业学生使用外，亦可供从事矿山测量的技术人员及测工参考。

本书由沈阳黄金专科学校顾全才同志主编。在编写过程中得到了兄弟学校的大力协助，重庆钢校、昆明冶金工业学校的有关同志参加了本书初稿的会审工作，对初稿提出一些修改意见，在此表示衷心感谢。

由于编者的知识水平和实践经验有限，编写时间仓促，书中缺点错误在所难免。我们衷心希望读者提出宝贵意见。

编 者

一九七九年九月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 测量上常用的度量单位	1
第二节 地球的形状和大小	2
第三节 地面上点位的确定	3
第四节 地图、平面图、地形图和剖面图	5
第五节 比例尺及其应用	6
第二章 直线丈量与定向	10
第一节 直线丈量的概述	10
第二节 直线定线与丈量	12
第三节 直线定向的概念	19
第三章 水准测量	27
第一节 水准测量原理及复合水准测量	27
第二节 微倾水准仪和水准尺	29
第三节 水准测量的基本方法	34
第四节 使用水准仪时应注意的事项	39
第五节 微倾水准仪的检验和校正	39
第四章 经纬仪及其应用	45
第一节 水平角的测量原理	45
第二节 游标经纬仪的构造和读数方法	46
第三节 水平角和竖角的观测	50
第四节 使用经纬仪时的注意事项	57
第五节 经纬仪的检验和校正	58
第六节 光学经纬仪的简介	60
第五章 测量误差的概念	64
第一节 测量误差的分类	64
第二节 衡量精度的标准	66

第三节	算术平均值	68
第四节	用改正数表示的观测值的中误差	70
第六章	局部地区控制测量	73
第一节	概述及图根控制点的意义	73
第二节	经纬仪导线测量的概述	74
第三节	经纬仪闭合导线计算	76
第四节	交会测量	84
第七章	地形图的形成与应用	88
第一节	在地形图上表示地物和地形的的基本方法	88
第二节	视距测量原理	96
第三节	碎部测量	104
第四节	一个测站视距的测绘工作	107
第五节	地形图的分幅与应用	112
第八章	井下控制测量的概述	124
第一节	矿山测量的基本任务	124
第二节	矿山测量的程序和特点	125
第三节	矿井定向及导入标高的概念	127
第四节	井下经纬仪导线及碎部测量	137
第五节	井下高程测量	142
第九章	巷道的施工和矿块回采的测量工作	147
第一节	挂罗盘仪的构造和使用	147
第二节	巷道的开切和掘进时的测量工作	151
第三节	巷道贯通时的测量工作	158
第四节	通过天井的简易联系测量	165
第五节	采场测量	167
第十章	矿山测量图	175
第一节	矿山测量图的概述	175
第二节	矿山测量原图的绘制	176
第三节	矿山测量图的应用	182
第十一章	岩层移动的概念	185

第一节	岩层移动的概念	185
第二节	保护建筑物的措施及保护矿柱的设计	186
第十二章	露天矿矿山测量概论	191
第一节	露天矿矿山测量的任务	191
第二节	露天矿测量控制网	193
第三节	碎部测量	197
第四节	爆破工程测量	199
第五节	开掘铎沟时的测量工作	202
第六节	剥离岩石体积的测定和矿石产量的统计	203
第七节	建筑施工测量的概述	206
第八节	放线、抄平的基本工作	207
第九节	放线、抄平的基本方法	211

第一章 绪 论

第一节 测量上常用的度量单位

测量工作常取用一定的度量单位为标准。常用的度量单位分为长度、面积及角度三种。

一、长度单位

国际通用的长度单位为米。我国规定采用米制。但在人民生活习惯还是以市尺为单位。

$$1 \text{ 米(m)} = 10 \text{ 分米(dm)} = 100 \text{ 厘米(cm)} = 1000 \text{ 毫米(mm)} ;$$

$$1 \text{ 公里 (km)} = 1000 \text{ 米};$$

$$1 \text{ 米} = 3 \text{ 市尺};$$

$$1 \text{ 公里} = 2 \text{ 市里};$$

$$1 \text{ 市里} = 500 \text{ 米} = 1500 \text{ 市尺}.$$

二、面积单位

面积的单位是平方米 (m^2)。农业上的大面积也采用公顷、公亩或平方公里为单位。

$$1 \text{ 公顷} = 100 \text{ 公亩} = 10000 \text{ 平方米};$$

$$1 \text{ 公亩} = 0.15 \text{ 市亩} = 100 \text{ 平方米} = 900 \text{ 平方市尺};$$

$$1 \text{ 市亩} = 6\frac{2}{3} \text{ 公亩} = 6000 \text{ 平方市尺} = 666\frac{2}{3} \text{ 平方米};$$

$$1 \text{ 平方公里} = 100 \text{ 公顷} = 1500 \text{ 市亩}.$$

三、角度单位

测量上常用的有度与弧度两种。

1. 度 把一圆周分成360等分，每等分所对的圆心角值称为1度。 $1^\circ = 60'$ ； $1' = 60''$ 。

2. 弧度 圆周上等于半径的弧长所对的圆心角值称为一弧度，以符号 ρ 来表示。从平面几何中的数学公式可得出弧度与角

度的关系：

$$\rho^{\circ} = \frac{180^{\circ}}{\pi} = 57^{\circ}.2958 \approx 57^{\circ}.3$$

$$\rho' = \frac{180}{\pi} \times 60' = 3437.75 \approx 3438'$$

$$\rho'' = \frac{180}{\pi} \times 60 \times 60 = 206264.8 \approx 206265''$$

式中的 ρ° 、 ρ' 、 ρ'' 即一弧度相应角度的度、分、秒值。

第二节 地球的形状和大小

为了对地球的形状和大小作初步的了解，可以将地球的形状看作是一个圆球。

地球表面上有高山、深谷、丘陵、平原、江河、湖海，大陆的面积约占29%，海洋的面积约占71%。陆地上最高的山峰为8848.13米，海洋中最深的海底约为11000米，而地球的概值半径为6370公里。地球表面的高低起伏变化，如果和它的半径来比，是可以忽略不计的。在此情况下，假想静止的海水面延伸而通过大陆和岛屿后所围成的形体作为整个地球的形状。这个静止的海水面称为水准面。而水准面又有无数个，其中通过验潮站所确定的平均海水面为大地水准面。

水准面的特点是，任意一点的铅垂线（重力方向）与水准面相垂直。虽然用大地水准面来表示地球的整体形状是合适的，但由于地球内部质量分布的不均匀而引起铅垂线方向的变化，以致使大地水准面成为一个很复杂而又不规则的图形，目前不能用数学公式表示。为了测量及制图的需要，采用一个和大地水准面很吻合的形体来代替地球的整体形状，这个形状称为参考椭圆柱体（或叫旋转椭圆柱体），如图1-1所示，它是由椭圆 PEP_1E_1 绕轴 PP_1 旋转而得到的。

决定参考椭圆柱体形状和大小的元素有：长半轴 a 、短半轴 b 和扁率 α ，其关系式为

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

我国目前暂时采用克拉索夫斯基参考椭球体成果，它们的数字是：

$$a = 6378.245 \text{ 公里}$$

$$b = 6356.863 \text{ 公里}$$

$$\alpha = \frac{1}{298.3}$$

在地形测量中常把地球当作圆球体，取6371公里为地球半径的近似值，其精确度已能满足要求。

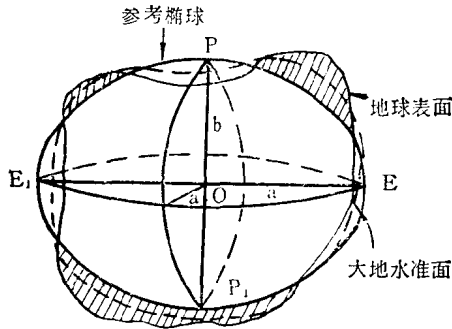


图 1-1 地球的形状和大小

第三节 地面上点位的确定

地形测量的基本任务就是确定地面上点的空间位置。而地面上一点的位置，在球面上用地理坐标表示；在平面上用平面直角坐标来表示，在高程上用该点到大地水准面的垂直距离来表示。

一、地理坐标

当测量的范围很大，必须以大地水准面为基准面，这样的坐标系统就是球面坐标系。

地面点在大地水准面上的投影位置用经度L和纬度B来表示

的。这种用经纬度来表示地面点位的方法称为点的地理坐标,如图1-2所示。地球是一个椭圆柱体, PP_1 是地球的自转轴, 叫做地轴, 它的两端叫做北极和南极。地球的中心 O 点称为地心。垂直于地轴通过地心的平面叫做赤道面, 该面和地球表面的交线叫做赤道。垂直于地轴的平面与地球表面的交线称为纬线。通过地轴和地球上任一点 N 的平面称为 N 点的子午面, 该面与地球表面的交线称为子午线 (又叫经线)。

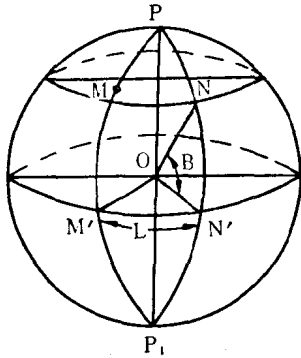


图 1-2 点的地理坐标

国际上公认通过英国格林威治天文台的子午面称为首子午面 (图1-2中 M 点), 作为计算经度的起始面。在地面上任一点 N 的子午面和首子午面间所夹的两面角称为 N 点的经度, 用 L 表示。在首子午面以东的称为东经, 以西的称为西经。数值从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。同一

一条子午线上各点的经度相同。

经过 N 点的铅垂线和赤道平面的夹角称为 N 点的纬度, 用 B 表示。在赤道以北的称北纬, 以南的称为南纬, 数值由 $0^\circ \sim 90^\circ$ 。同一条纬线上各点的纬度相同。

如果知道地面上任一点的经纬度, 就能够准确无误地确定该点在地球表面上的位置。

二、点的平面直角坐标

在地形测量中, 通常采用平面直角坐标来表示地面点的位置。

平面直角坐标是在平面上有两条互相垂直的轴线组成的, 其交点为坐标原点 O , XX 为南北方向的纵坐标轴, YY 为东西方向的横坐标轴, 坐标轴将平面分成 I、II、III、IV 四个象限, 并规定 X 轴通过 O 点向北为正, 向南为负, Y 轴通过 O 点向东为正, 向西为负 (图1-3)。

点的平面位置可由点到纵横坐标的垂直距离来确定。图1-3中所示N点的坐标，它是由N点到纵横坐标轴的垂直距离 NN' 和 NN'' 表示的。 NN'' 是N点的纵坐标用 X_N 表示， NN' 是N的横坐标用 Y_N 表示的。

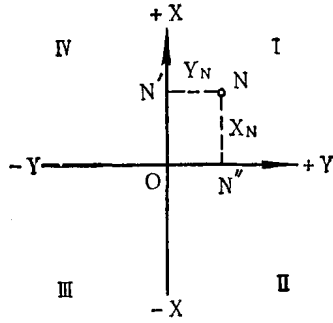


图 1-3 点的平面直角坐标

测量上的平面直角坐标与数学中的平面直角坐标是不同的。在测量学中规定南北方向的纵坐标轴为X轴，而东西方向的横坐标轴为Y轴。

三、地面点的高程

为了完全确定一点的位置，除了得出该点的坐标外，还要测定该点的高程。如图1-4所示，从任一点A或C至大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程（绝对标高），用 H_A 、 H_C 分别表示A、C两点的绝对高程。根据实际需要高程也可以从任意假定的水准面起算。这个水准面称为假定水准面。从任一点A或C至假定水准面的铅垂距离称为该点的假定高程，用 H'_A 、 H'_C 表示A、C两点的假定高程（或称相对高程）。

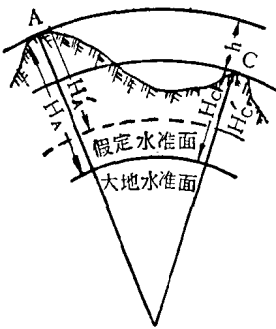


图 1-4 地面点的高程

A、C两点的高程差叫做高差，用 h 表示。图1-4中A点高于C点，所以A点对于C点的高差为正，反之为负。

$$h = H_A - H_C = H'_A - H'_C$$

第四节 地图、平面图、地形图和剖面图

在地表上进行的各种测量成果，如果用数学的解析法表示，

便可得到各种测量数据；如果用图表示，就形成了一张图。但是根据图纸的内容、成图方法和测区的大小之不同，又可以把图分为地图、平面图、地形图和剖面图。

一、地图

当测区的面积较大，不能把水准面当水平面来做投影面，必须考虑地球曲率的影响，用地图的投影方法，以一定的精度，在平面图纸上描绘出全测区或全球的图形，这种图称为地图。

二、平面图

将地面上的物体沿铅垂线投影到水平面上，并按比例将地形缩小形成相似的图形，这种图称为平面图。

三、地形图

如在图上不仅能表示地面上一般物体的位置（如房屋、道路、河流等），而且能用规定的符号将地面高低起伏表示出来，这种图称为地形图。

四、剖面图

假如要了解地面上沿某一方向线的起伏情况，就要采用一竖直平面，表示出地面沿该方向线剖面上的地形情况。这种图称为剖面图。

第五节 比例尺及其应用

在测绘平面图或地形图时，不可能将地面的地形和地物按真实的大小描绘在图纸上，实际上总是将实地的尺寸缩小了一定的倍数进行描绘，这种缩小的倍数也就是图上的直线长度与地面上相应线段水平投影之比，这种比例关系称为图的比例尺。图上的长度 l 与相应实地的水平距离 L 之比 l/L ，称为图的比例尺。比例尺又分为数字比例尺和图示比例尺两种。

一、数字比例尺

数字比例尺是用分子为1的分数表示的，如

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{M}$$

式中M为比例尺的分母（用整数表示），表示实际长度缩小成为图上长度的缩小倍数。常用的比例尺有1/200、1/500、1/1000、1/2000、1/5000、1/10000等等，比例尺的大小按分数的比例确定的，分母越大，比例尺越小，反之，分母越小比例尺越大。

例一 地面上某线段的水平距离L=400米，图上相应的长度为2厘米，M为比例尺的分母，则该图的比例尺为：

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{M} = \frac{2\text{cm}}{400\text{m}} = \frac{1}{20000}$$

例二 在1/1000比例尺的图上，量得两点间距离为4.5厘米，求实地相应的长度L。

$$L = M \times l = 1000 \times 0.045\text{米} = 45\text{米}$$

例三 实地水平距离L=84.6米，试求在1/5000比例尺图上的相应长度l。

$$l = \frac{L}{M} = \frac{84.6\text{米}}{5000} = 0.0169\text{米}$$

地形图的比例尺可分为大、中、小三种：1/500~1/5000称为大比例尺；1/10000~1/50000称为中比例尺；1/100000或更小的比例尺称为小比例尺。

二、图示比例尺

由于数字比例尺需要经常计算，在实用中很不方便，为了从图上直接量出相应的水平距离，往往应用图示比例尺。图示比例尺又分为直线比例尺和复式比例尺两种。下面仅就常用的直线比例尺的应用加以介绍。

直线比例尺是按照数字比例尺绘制的，其绘制方法和使用如下：

1. 在图纸上画一条直线，在该直线上用比例尺的基本单位

(1厘米或2厘米)截取若干段;

2. 将最左端的一个基本单位分为十等分,可用目估刻划;

3. 将零(0)记在第一个分段的右端,并按实际的比例尺把相应的水平距离注记在各分段上。图1-5的a、b、c分别表示1/500, 1/1000和1/2000三种直线比例尺;

4. 用法

例一 在1/500直线比例尺上找出与实地水平距离37.3米相应的图上的距离。

图1-5a所示,用两脚规左脚放在0左侧相当于7.3米分划线上,而右脚放在0点右边的30米分划线上,此时两脚规尖间的距离,就是所求图上的距离。

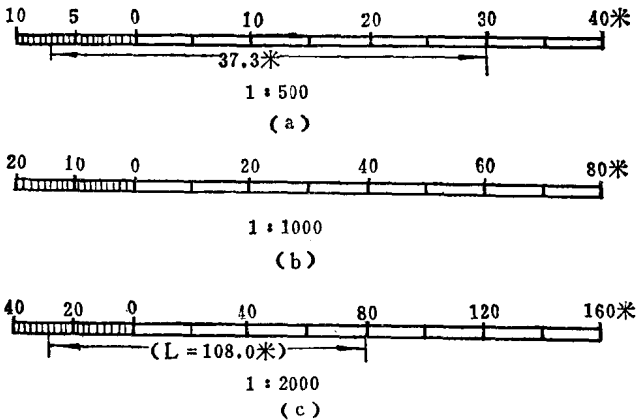


图 1-5 直线比例尺

例二 在1/2000图上用两脚规量得一段长度为1,求其相应于实地的水平距离L。

图1-5c所示,先将两脚规的右脚放在0点右侧适当的分划线上,使左脚尖落在0点左侧的基本单位上,这时从比例尺上可直接读出相应的实地水平距离L=108米。

复 习 题

1. 如何确定地面点的位置?
2. 什么叫大地水准面? 其特点是什么?
3. 高程的意义是什么? 绝对高程和相对高程的区别是什么?

第二章 直线丈量与定向

第一节 直线丈量的概述

在地面及矿山丈量两点间距离是测量工作主要任务之一。丈量距离的步骤是：先在地面或在井下设置点的标志，然后在该直线上进行定线与丈量。

一、地面上点的标志

任何测量工作都是从点开始的。例如要丈量一直线的长度，必须先确定这条直线的起点和终点位置，然后将测点标志在地面上。选择点的标志种类是根据测量的目的和使用期限的长短而决定的。通常用 $5 \times 5 \times 30$ 厘米的木桩打入土中，在桩顶中心上钉一小钉或刻一十字线，以精确表示该点的位置，如图2-1所示。如果测点长期保存，可以在埋入土中部分下端钉上横木条，并涂以沥青防腐。如果该点要常年保存，就采用石柱或混凝土标石做为永久性的标志。同时在桩的顶面或侧面适当位置，用红漆写明点的编号，以便管理和使用。

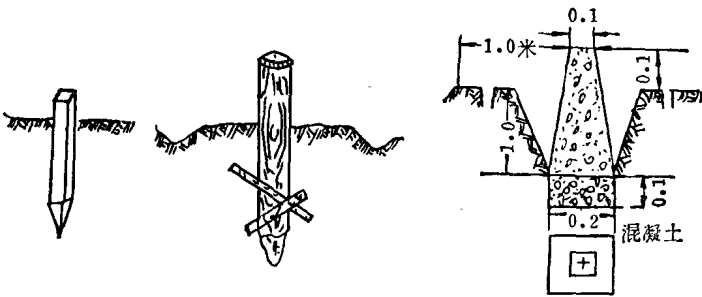


图 2-1 地面点和直线的标志

为了寻找测点的方便，往往在点位的标志上方竖立有花杆和觐标等，如图2-2所示。