

中等专业学校教学用书

# 普通測量与矿山測量

湖南冶金学院編



中国工业出版社



中等专业学校教学用书



# 普通测量与矿山测量

湖南冶金学院编

中国工业出版社

本教材系根据湖南冶金学院在教学改革基础上所拟訂的中专矿山地质、采矿两个专业的测量教学大纲編写的。

全书分为第一、二两篇共十八章。第一篇为普通测量部分，包括緒論，測量誤差概念，距离丈量，直綫定向，經緯仪及角度測量，水准仪及高程測量，平面控制測量，地形測量，地形图及其应用，地质工作中的專門測量，草測，航空摄影測量概念共十二章。第二篇为矿山測量部分，包括坑內控制測量，挂罗盘仪測量，联系測量，矿山測量图，岩层移动及地表观测，矿体几何問題共六章。

本书可作为中等专业学校矿山地质与采矿专业的教材。

在編写中，参考国内外出版的一些測量书籍，关于“地质工作中的專門測量”与“航空摄影測量概念”两章，则以长春地质专科学校編的“測量学”为主要参考資料。

### 普通測量与矿山測量

湖南冶金学院編

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

开本 787×1092 1/16 · 印张 127/8 · 插頁1 · 字数 295,000

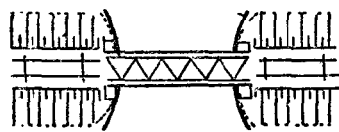
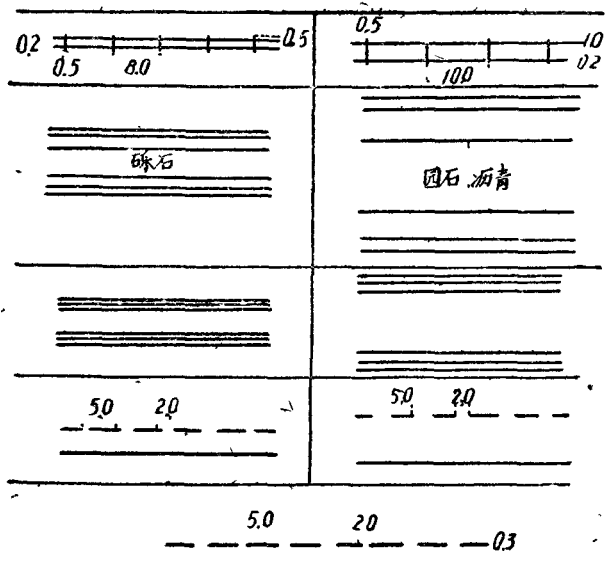
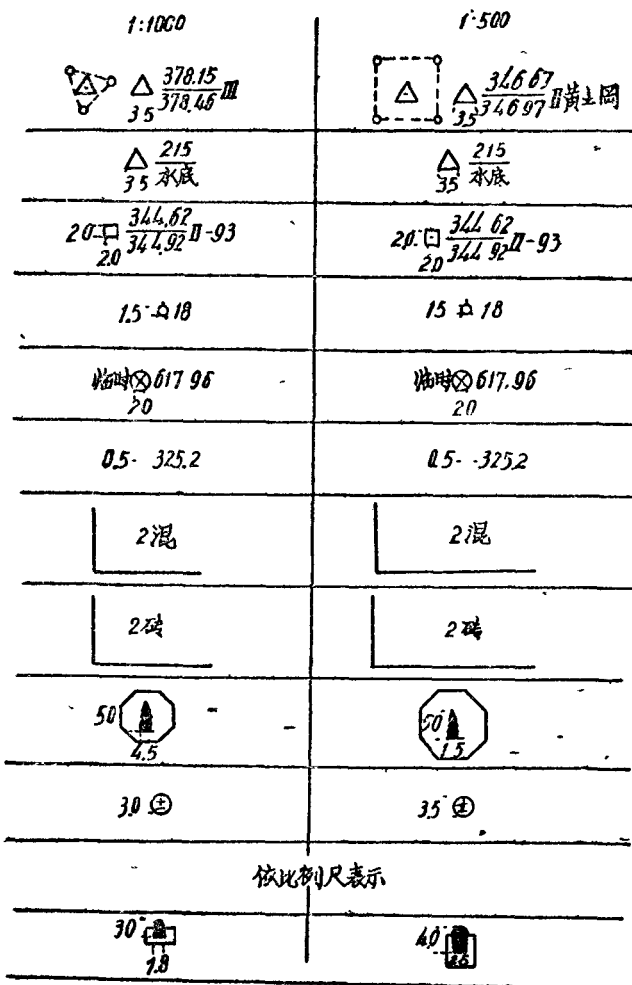
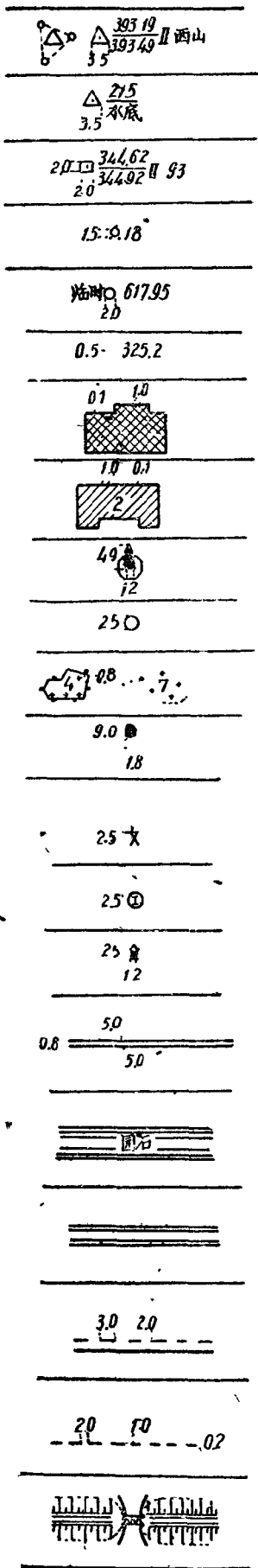
1961年10月北京第一版 · 1961年10月北京第一次印刷

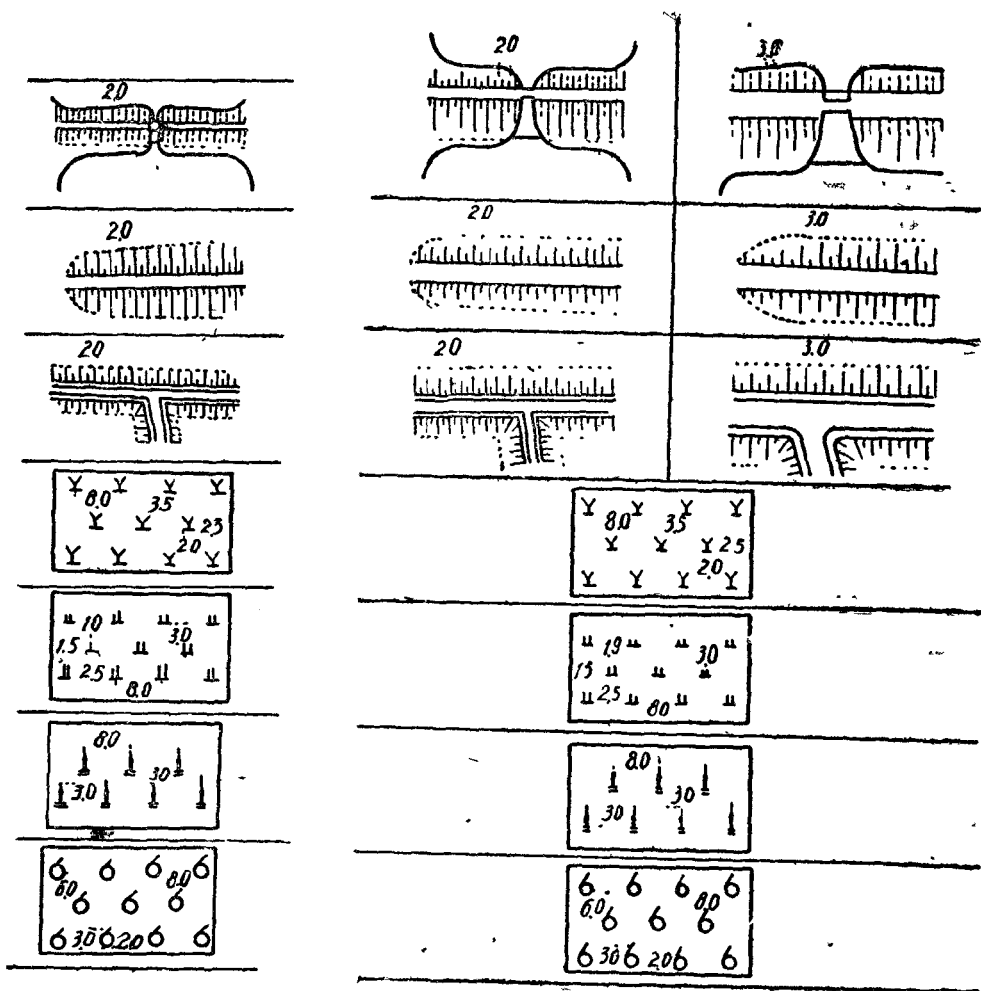
印数 0001—1,837 · 定价(9—4)1.25元

統一书号：15165·617 (冶金—177)

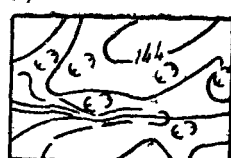
1. 2000

代表符号表





狭谷及鞍部\*



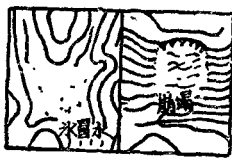
碟状洼地



1 陡壁冲沟; 2 增长中的冲沟



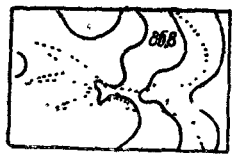
石决岩堆地



冰上冒水处 崩塌



砂质层及土崩



鞍部 (通常计算, 不继续使用等高线表示)



悬崖及绝壁

中等专业学校教学用书



# 普通测量与矿山测量

湖南冶金学院编

中国工业出版社

5.21  
519  
12/4

本教材系根据湖南冶金学院在教学改革基础上所拟訂的中专矿山地质、采矿两个专业的测量教学大纲編写的。

全书分为第一、二两篇共十八章。第一篇为普通测量部分，包括緒論，測量誤差概念，距离丈量，直綫定向，經緯仪及角度測量，水准仪及高程測量，平面控制測量，地形測量，地形图及其应用，地质工作中的專門測量，草測，航空摄影測量概念共十二章。第二篇为矿山測量部分，包括坑內控制測量，挂罗盘仪測量，联系測量，矿山測量图，岩层移动及地表沉陷，矿体几何問題共六章。

本书可作为中等专业学校矿山地质与采矿专业的教材。

在編写中，参考国内外出版的一些測量書籍，关于“地质工作中的專門測量”与“航空摄影測量概念”两章，则以长春地质专科学校編的“測量学”为主要参考資料。

## 普通測量与矿山測量

湖南冶金学院編

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

开本 787×1092 1/16 · 印张 127/8 · 插頁1 · 字数 295,000

1961年10月北京第一版 1961年10月北京第一次印刷

印数 0001—1,837 · 定价(9—4)1.25元

統一书号：15165·617 (冶金—177)

215055

# 目 录

## 第一篇 普通测量学

第一章 緒論.....	5	§27 角度測量原理.....	25
§1 測量學的任务.....	5	§28 經緯儀主要部件構造原理.....	26
§2 測量學發展簡史.....	5	§29 經緯儀的構成條件.....	31
§3 測量學在社會主義 建設中的作用.....	6	§30 游標經緯儀.....	31
§4 測量學在地質勘探 和采礦工程中的作用.....	6	§31 光學經緯儀.....	33
§5 地球的形狀和大小的概念.....	6	§32 經緯儀的安置及使用.....	34
§6 地面點的位置的確定, 地理座標和高程.....	7	§33 經緯儀的檢驗及校正.....	36
§7 測量上常用的度量單位.....	8	§34 用經緯儀測量水平角的方法.....	38
§8 平面圖, 地圖, 地物圖和地形圖.....	9	§35 用經緯儀測量豎直角的方法.....	39
§9 比例尺及其精度.....	10	第六章 水准儀及高程測量.....	41
§10 測量工作概念.....	11	§36 高程測量的一般概念.....	41
第二章 測量誤差概念.....	12	§37 水准測量原理.....	41
§11 測量誤差產生的原因.....	12	§38 地球曲率及大氣折光差的 影響.....	43
§12 測量誤差的種類.....	12	§39 水准儀、水准尺和尺墊.....	44
§13 算術平均值的原理.....	13	§40 水准測量的實施方法.....	46
§14 衡量精度的標準.....	14	§41 水准儀應滿足的條件, 定鏡水准儀的檢驗和校正.....	47
§15 最或是誤差及其特性.....	14	§42 水准測量的誤差和 閉合差的界限.....	48
§16 算術平均值中誤差.....	15	§43 三角高程測量.....	50
§17 極限誤差及相對誤差.....	16	第七章 平面控制測量.....	50
第三章 直綫定綫與丈量.....	17	§44 控制測量的意義.....	50
§18 地面上點的標志.....	17	§45 平面控制測量的方法.....	51
§19 直綫定綫.....	17	§46 經緯儀導綫測量概念.....	51
§20 丈量直綫的工具.....	19	§47 經緯儀導綫測量的外業工作.....	52
§21 直綫丈量方法及計算.....	19	§48 經緯儀導綫測量的內業工作.....	53
第四章 直綫定向.....	23	§49 小三角測量概述.....	60
§22 直綫定向的意義.....	23	§50 小三角測量的外業工作.....	61
§23 標準方向的種類.....	23	§51 小三角測量的內業工作.....	63
§24 座標方位角與象限角.....	23	第八章 地形測量.....	67
§25 正反方位角及正反象限角.....	24	§52 概述.....	67
§26 羅盤儀構造及使用.....	24	§53 等高綫測繪法.....	69
第五章 經緯儀及角度測量.....	25	§54 等高綫性質與勾繪等 高綫的基本方法.....	70



§55 視距測量概念.....72	§69 普查工作中的图上定点.....98
§56 視距測量原理.....72	§70 勘探网, 物化探网及 钻孔的測設.....99
§57 視距計算的輔助工具.....74	§71 实际材料图的測繪..... 102
§58 視距常數K及C的測定.....75	§72 地质剖面測量..... 103
§59 平板仪測量概念.....77	第十一章 草測..... 104
§60 平板仪的构造.....78	§73 草測的意义..... 104
§61 平板仪的安置和应用.....79	§74 量距方法..... 104
§62 平板仪交会法.....81	§75 气压計高程測量..... 105
§63 平板仪測量作业.....82	§76 草測的实施..... 108
第九章 地形图及其应用.....85	§77 小平板仪的构造及使用..... 108
§64 图幅划分与編号.....85	第十二章 航空摄影測量概念..... 111
§65 高斯-克里格坐标.....89	§78 摄影測量的种类和特点..... 111
§66 地形图讀法.....90	§79 航空摄影測量..... 112
§67 地形图的应用.....92	§80 航測象片的判釋..... 114
第十章 地质工作中的专门測量.....98	
§68 概述.....98	

## 第二篇 矿山測量

矿山測量概述..... 116	第十六章 矿山測量图..... 159
第十三章 坑內控制測量..... 116	§96 概述..... 159
§81 概述..... 116	§97 矿山測量图..... 159
§82 矿山經緯仪及附件..... 118	§98 采矿企业中必备的 矿山測量图..... 162
§83 地下导綫点的标設..... 121	§99 矿山測量图的坐标系統..... 163
§84 坑內經緯仪測量的外业..... 123	第十七章 岩层移动及地表觀測... 164
§85 井下經緯仪測量的內业..... 129	§100 概述..... 164
§86 井下高程測量..... 130	§101 岩石移动过程的概念..... 164
第十四章 挂罗盘仪測量..... 137	§102 岩层移动的地面觀測..... 167
§87 概述..... 137	§103 建筑物的保护..... 173
§88 掛罗盘測量的仪器..... 138	第十八章 矿体几何問題..... 175
§89 利用掛罗盘測量 巷道平面图..... 140	§104 建井时期的矿山測量工作... 175
§90 掛罗盘仪測量的內业 整理工作..... 144	§105 相向掘进巷道时的測量 工作..... 182
§91 回采工作面測量..... 146	§106 埋藏量的計算..... 186
第十五章 联系測量..... 148	§107 埋藏量的变动及产量統計... 187
§92 概述..... 148	§108 矿量損失和人为貧化的 計算..... 191
§93 通过平峒和斜井的定向 測量..... 150	§109 資源保护..... 194
§94 通过一个竖井的定向測量... 151	§110 矿体几何制图..... 194
§95 由地面向井下巷道导入标 高(Z)..... 156	§111 几种常用几何图的繪制..... 195

# 第一篇 普通測量学

## 第一章 緒 論

### § 1 測量学的任务

測量学是研究地球表面各个部份形状和大小以及整个地球形状和大小的科学。

測量学的基本任务包括下列三个方面：

一、测定地球表面某一地区的形状和大小并繪制成图以供各项工程建設和国防上的应用。

二、标定建筑物或机器（例如钻探机）的设计位置，也就是把图紙上的设计位置布置在地面上。

三、测定整个地球形状和大小，并提供地壳的升降，大陆的变迁，海岸的变动等科学研究所需要的数据。

測量学和其他的科学一样，是由于人們发展生产的需要而产生的。随着生产的不断发展，科学不断的进步，測量学在人类的生产中的作用就愈来愈大，任务也越来越繁重了。現代測量学所联系的問題相当广泛，現择其主要的几門学科分述如下：

一、大地測量学——它是以整个地球形状和大小与广大地区的地面作为研究对象的。

二、地形測量学——它是以小范围的地面为研究对象的，并最终目的是繪制地形图。

三、摄影測量学——它是以研究获得地面象片和根据象片繪制成各种比例尺的地形图为对象的。

四、工程測量学——它是为了各种工矿企业，农田水利和城市等項建設，結合各种工程建設的特点而研究的測量学。

五、制图学——它是研究地图編制和复制方法的学科。

測量学与其他科学的联系也是很密切的。許多科学都要应用測量学的成果。尤其是地质学、地理学，以及工程建設，如地质勘探和采矿工程等。此外測量学也需要其他科学知识做基础，如数学，物理学，天文学、光学和摄影学等。

以上叙述的是測量学領域所研究的整个范围，而本书的内容主要包括地形測量和矿山工程測量。

### § 2 測量学發展簡史

測量学和其他科学一样，是由于人們实际生产的需要，在人类創造性的劳动中发展起来的。測量学发展很早，远在上古时代，由于农业生产划分土地的需要，发明了土地丈量的方法。土地丈量促进了几何学的形成和发展，后来随着人类經濟和政治生活的需要

逐渐地发明了罗盘仪，望远镜等等测量仪器，因而发展了精确的测量和绘制地图的工作。随着物理学、天文学、数学、机械制造等科学的发展，测量学已发展成为一门复杂而严密的科学，它在人类生产中占着重要地位。

### §3 测量学在社会主义建设中的作用

测量学在社会主义建设中的作用是很大的。主要表现在下列几个方面：

一、对祖国地下资源的调查、考察、勘探等，都需要完善的地形图做依据，因此地形图是进行这项工作不可缺少的重要资料。

二、对于各项工程建设，从规划到施工也都需要地形图作依据，并要用测量工作来指导现场施工。如建造像武汉长江大桥那样的伟大工程，首先要精密测量大桥附近的地形，然后在图上设计大桥位置，并要用测量方法在实地精确标定桥墩的位置，否则就将无法施工。

### §4 测量学在地质勘探和采矿工程中的作用

在地质勘探工程中，测量工作起着重要的作用，无论是矿区普查找矿或是矿区勘探设计施工，矿量计算等都需要测量资料作为依据。如矿区普查和勘探设计需要详细而精密的各种比例尺的地形图。在地形图上设计的勘探工程的位置需要通过测量工作在地面上标定起来，以便施工。最后矿量计算也需要像精确剖面类的一些测量资料。

在采矿工程中，测量工作更是起着特别的重要作用。矿区开采的各个时期都需进行很多的测量工作。矿区开发一般要经过三个时期：

- 一、调查研究时期——即地质勘探时期；
- 二、基本建设时期；
- 三、生产时期。

各个时期的测量工作任务如“表1”。

表 1

<p>矿区开发过程……测量工作的主要任务：            调查研究时期……测绘矿区地形图，测定矿层位置、            形状、大小、厚度和储量计算，为矿山设计提供测量资料。</p>
<p>基本建设时期……根据地形图进行设计，并将设计施工详图上的建筑物和机器的位置            （如坑口、竖井、绞车房、巷道位置等）施设于地面或井下。</p>
<p>生产开采时期……指示工作面进展和巷道掘进的位置和方向。指示出应留矿柱的大小等。</p>

从上述情况可以明显地看出，测量在地质勘探和采矿工程中占据何等重要的位置。

### §5 地球的形状和大小的概念

测量工作是在地球表面上进行的，因此首先必须对地球的形状和大小的概念有一定的了解。

地球的地形表面及地球的外形——地球表面是不平坦，不规则的，有山岭、高原、平原、深谷；海底的底面也是很平坦的。但从整个地球的形状来看，地球表面上这些

起伏变化是极微小的，而整个地球是两极略扁的椭球体。

地球椭圆体的形状和大小——它是三个基本元素来决定的。如“图1”

长半径  $a$

短半径  $b$

$$\text{扁率 } \alpha = \frac{a-b}{a}$$

地球椭圆体元素历年来世界各国有不少的科学家测定过，得的结果都不尽相同，这里选择一些主要的地球椭圆体的大小数列如“表2”。

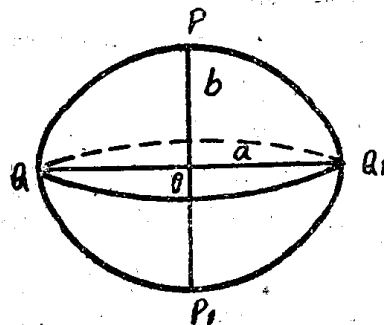


图1 地形的形状和大小

表2 地球元素表

测算者	年代和国家	长半径 $a$ (米)	短半径 $b$ (米)	扁率 $\alpha = \frac{a-b}{a}$
白塞尔	1841年德国	6,377,397	6,356,079	$\frac{1}{299.2}$
克拉克	1880年英国	6,378,249	6,356,515	$\frac{1}{293.5}$
海福特	1909年美国	6,378,383	6,356,912	$\frac{1}{297.0}$
克拉索夫斯基	1940年苏联	6,378,245	6,356,863	$\frac{1}{298.3}$

表2中所列的成果，以苏联克拉索夫斯基元素最为准确，我国从1951年开始采用。从1929年到解放期间我国则是采用美国海福特所推算的元素，现在已经实践证明该元素中的长短半径都过大，并不适用。

水准面——静止的水面形成的曲面上的任何一点的铅垂线在该点与曲面正交。该曲面称为水准面。见“图2”。

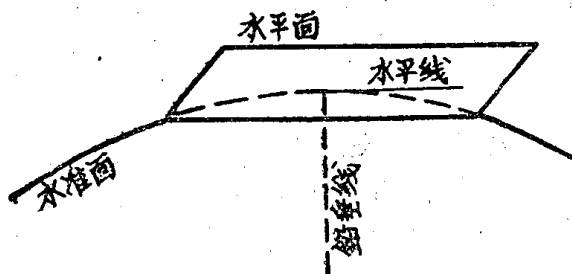


图2 水准面

水平面——与水准面相切于一点的平面。见“图2”。

水平线——水平面向任何方向的直线。见“图2”。

大地水准面——把水准面无限扩张起来，就可以形成一个闭合曲面，在无限多个闭合水准面中，有一个通过静止的平均海洋面的水准面。

在小范围内根据计算得出结论：若我们测量面积为圆面积半径25公里范围内可以把球面当做平面来看待。

## §6 地面点的位置的确定，地理座标和高程

地面上一点的位置，在平面上是用平面直角座标，在球面上是用地理座标表示。

### 一、平面直角座标

在平面上定一点的位置条件是首先要有一原点及一标准方向。它的位置是用纵横座

标  $(x, y)$  来决定的, 見“图 3”, 軸子午綫与赤道为纵横座标軸。

## 二、地理座标

地面上一点的位置, 在球面上通常是用經緯度表示的, 某点的經緯度称为該点的地理座标。

如“图 4”所示,  $PP'$  为旋轉軸称为地軸。通过地心与地軸垂直的平面  $EKQ$ , 称为赤道平面。赤道平面和地球表面的交綫称为赤道。平行于赤道的一切圓圈称为緯圈。通过地軸和地球上任意一点  $L$  的平面  $PLP'$  称为过  $L$  点的真子午面。过  $L$  点的真子午面和地球表面的交綫称为过  $L$  点的真子午圈或称經圈。通过英国伦敦格林威治天文台的真子午面称为首子午面。世界各国公认为它是計算經度的起点。

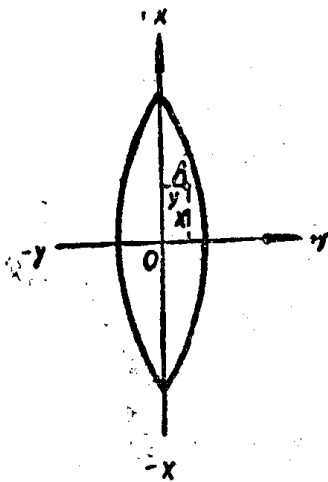


图 3 平面直角座标

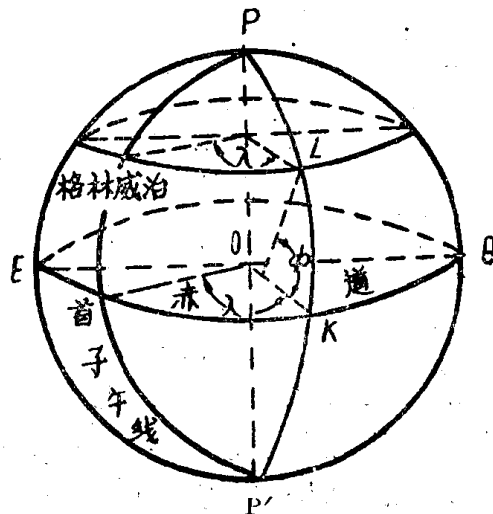


图 4 地理座标

經度——过  $L$  点的真子午面与首子午面所夹的二面角。通常用  $\lambda$  表示, 若  $L$  点在首子午面东者称为东經, 在西者称为西經。經度最大值各到  $180^\circ$ 。

緯度——經過  $L$  点的鉛垂綫和赤道平面的夹角。通常以  $\phi$  表示, 它是以赤道为緯度的起点。緯度从赤道向北和向南計算, 分別称为北緯和南緯。最大各到  $90^\circ$ 。

## 三、高程

为了完全确定地面上一点的位置, 除了地理座标外, 还須測定該点的高程。

如“图 5”所示: 从地球表面上一点至大地水准面的垂直距离称为該点的絕對高程 (或称海拔高, 也称标高)。两点間的高程差称为高差。  $H_A$ ,  $H_B$  为  $A$ ,  $B$  两点的絕對高程,  $h$  为  $A$ ,  $B$  两点的高差。則

$$h = H_B - H_A$$

地球表面上某点  $A$  到任意水准面的垂直距离称为点  $A$  的假定高程。如“图 5”中的  $H'_A$  与  $H'_B$ 。

中国高程的零点是采用青島黃海中等海水面。

## § 7 測量上常用的度量單位

根据 1959 年 6 月 23 日国务院公布的統一我国計量制度的命令, 我国計量单位一律采用公制。測量上常用的单位有长度, 角度, 面积三种:

一、长度单位——我国規定长度单位为米。

1 米 (m) = 10 分米 (dm) = 100 厘米 (cm) = 1000 毫米 (mm)。

1 公里 (km) = 1000 米 (m) = 2 市里。

1 米 (m) = 3 市尺。

**二、角度单位**——测量上现通用的角度单位为六十进制制。即：

圆周 = 360° (度)

1° (度) = 60' (分)

1' (分) = 60" (秒)

**三、面积单位**——测量上现通用的面积单位为平方米, 平方公里, 但在其它方面应用时, 有用公亩、公顷, 我国旧制面积单位为市亩。现在农田丈量中很通用。

1 公亩 = 100 平方米  
= 0.15 市亩。

1 公顷 = 100 公亩 =  
10,000 平方米。

1 平方公里 = 100 公顷 = 10,000 公亩。

1 市亩 = 60 方丈 = 6000 平方市尺。

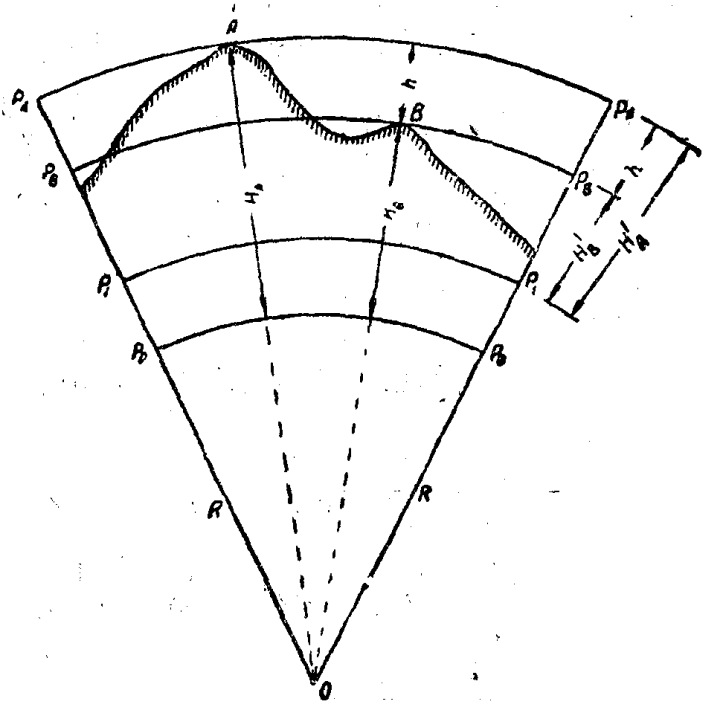


图 5 点的高程

### § 8 平面圖, 地圖, 地物圖和地形圖

为了将地面形状測繪到图上, 必須从地面上各点向水准面作鉛垂綫, 鉛垂綫和水准面的交点称为地面各点的水平投影或平面位置。如果測区很小, 水准面可以用水平面代替, 則地面的位置可认为在水平面上。

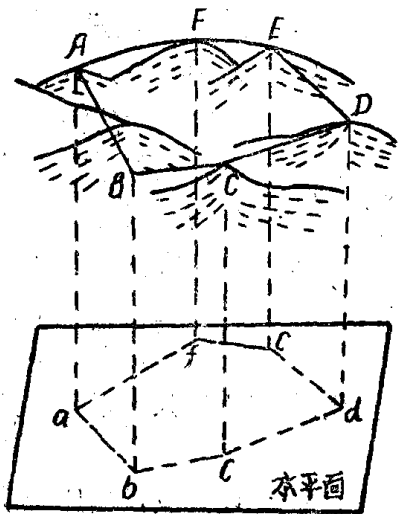


图 6 平面图

如“图 6”所示: a, b, c, d, e, f 各点为地面各点 A, B, C, D, E, F 的平面位置。在小区域内, 由于水准面可用水平面代替, 因此地面各点的平面位置可依据比例尺直接縮小, 这样制成的图称为平面图。在大区域内須将地面各点投影到地球椭圆体上, 然后用特殊方法繪制到图紙上, 这样制成的图称为地图。只表示地面上的房屋、道路、河流、耕地等地物的图称为地物图, 除了地物外还表示地面上高低起伏情况的图称为地形图。地形图是最詳細的图, 在地质勘探, 采矿等工程中要常用到它。



### § 9 比例尺及其精度

地面上轮廓线的水平投影,不可能按实际的大小在图上绘出,而必须按一定的比例缩小。图上一线段L'与实际上相应线段的水平投影长度L之比称为比例尺。用式表示为比例尺 =  $\frac{L'}{L}$ 。比例尺有数字、直线和斜线比例尺三种。后两种为图示比例尺。

比例尺 =  $\frac{L'}{L}$ 。比例尺有数字、直线和斜线比例尺三种。后两种为图示比例尺。

#### 一、数字比例尺

$$\text{数字比例尺} = \frac{L'}{L} = \frac{1}{M}$$

例如:某两点A,B的地面水平距离为500米,相应图纸上为5厘米,则数字比例尺  $\frac{1}{M}$

$$= \frac{5 \text{ 厘米}}{500 \text{ 米}} = \frac{0.05 \text{ 米}}{500} = \frac{1}{10,000}$$

在野外测量工作中常用的比例尺有  $\frac{1}{500}$ ,  $\frac{1}{1000}$ ,  $\frac{1}{2000}$ ,  $\frac{1}{5000}$ ,  $\frac{1}{10,000}$ ,

$\frac{1}{25,000}$ ,  $\frac{1}{50,000}$ ,  $\frac{1}{100,000}$  等。

数字比例尺的分母指出应在图上缩小的倍数。

#### 二、图示比例尺

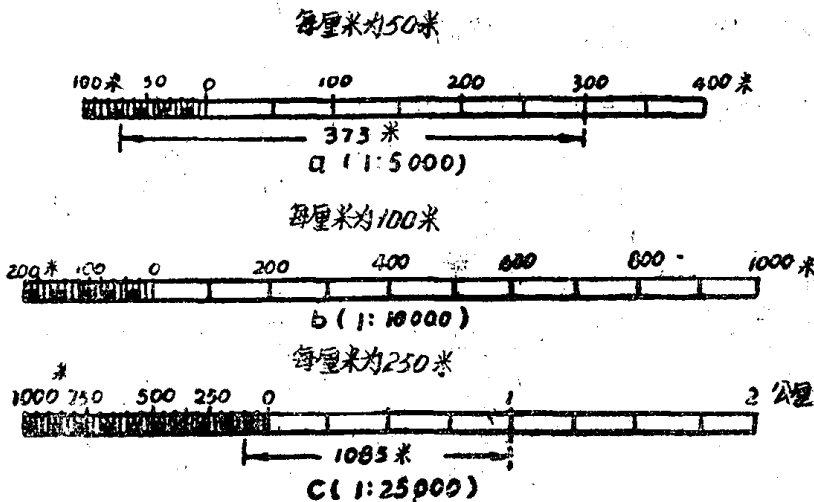


图 7 直线比例尺

直线比例尺,基本单位为2厘米,相当于实地距离100米。利用直线比例尺可以直接从实地距离得出图上相应的长度。

(二) 斜线比例尺——是根据平面几何中相似形比例的原理制成,其原理就不再详述了。用途主要是度量比例尺最小分划的  $\frac{1}{10}$ 。如“图 8”所示的,两点所指出的长

(一) 直线比例尺——是把一条线段分成若干个1或2厘米的小段,每小段称为比例尺的基本单位。将最左面的一个基本单位又分为10等分,从右向左注明所表示的实际水平距离。在其他基本单位的分划线底端,从零向右注明所代表的实际距离。图7表示  $\frac{1}{5000}$  的直

度等于347米。即 (300+40+7)。

### 三、比例尺的精度

一般认为人的肉眼能够在图上分辨出来的最小长度是0.1毫米，所以在各种比例尺图上相当于比例尺0.1毫米长的地面距离称为比例尺的精度。见表3。

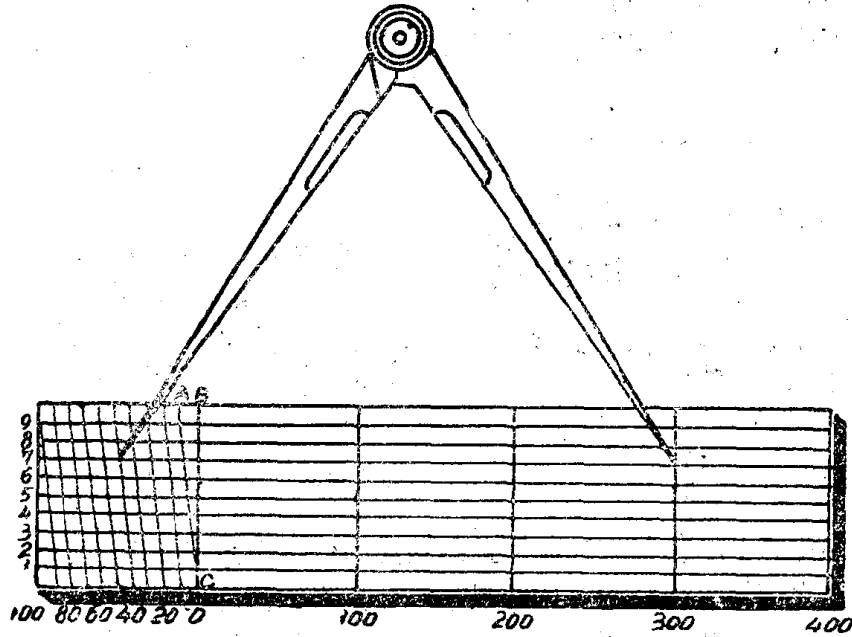


图 8 斜线比例尺

表 3 比例尺精度表

比例尺	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{5000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{25000}$	$\frac{1}{50000}$
精度	0.05m	0.1m	0.2m	0.5m	1.0m	2.5m	5.0m

从比例尺精度表中可以看出，欲使一张图所表现的地面形状愈详细愈准确，则应选择比较大的比例尺。

地形图比例尺可以分为大、中、小三种， $\frac{1}{500} \sim \frac{1}{5000}$  称为大比例尺； $\frac{1}{10000} \sim \frac{1}{50,000}$  称为中比例尺； $\frac{1}{100,000}$  或更小的比例尺称为小比例尺。在地质勘探，采矿工程中主要应用大比例尺图，因此本书主要叙述大比例尺测图方法。

## § 10 测量工作概念

测量工作目的是为了确定地面各点的平面位置和高程，以便根据这些数据进行测制地形图。确定各点平面位置的测量称为平面测量。确定各点高程的测量称为高程测量。在实际工作中，平面和高程测量是经常同时进行的。

测量工作是由内业和外业组成的。在野外的测量工作叫做外业。外业完毕后在室内整理，计算和绘图等工作叫做内业。

測量工作程序和方法是依照“由高級到低級，由整体到局部”的原則进行的，如在“图9”所示的地区内測量，可先在測区内选择若干有控制意义的点子称为控制点。A、B、C、D、E、F、K、M等称为控制点，由控制点所組成的图形称为控制网。控制点的位置需用精度較高的方法和仪器測定，然后根据这些控制点測定附近碎部点（如a、b、c、d等）的位置，由于前者起着控制碎部的作用故称为控制測量。后者称为碎部測量。由于控制点数量較少，并且用精密的仪器和方法进行測量，易于保証較高的

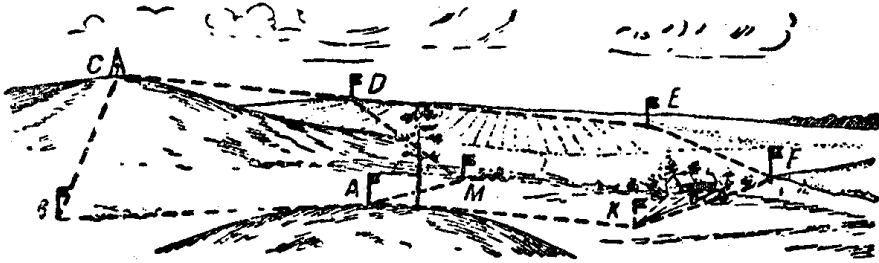


图9 測量控制网

精度。此外碎部測量的精度虽較控制測量的精度为低，但由于各碎部点是根据控制点測定的，它們相互之間不是依賴的，因此誤差不会累积，精度也可得到保証。如果測区較大，則可布置精度高一級的控制网，其次再布置低一級的控制网，然后根据这些較低級的控制点再測定附近的碎部点。以上測量程序和方法完全符合“由高級到低級，由整体到局部”的原則。依照这个原則进行測量工作，測量任务就可以多、快、好、省地完成。

## 第二章 測量誤差概念

### § 11 測量誤差產生的原因

在任何实际測量工作中，無論使用的仪器怎样精密，作业方法怎样正确，实际操作怎样熟练和仔細，最后仍不能得到絕對正确的結果，或者說在測量的結果中不可避免地总包含有誤差。归納起来原因有下列三种：

- 一、仪器的——由于測量仪器的不完善而引起，如尺的长度不准确等。
- 二、外界的——由于測量时受外界环境影响而产生的，如溫度变化，大气折光等。
- 三、人为的——由于观测者感觉器官能力的限制而产生的，如用經緯仪測角时用眼睛瞄准目标的影像，及用眼睛来估讀度盘与游标分划綫相对位置，都将产生微小的誤差。

### § 12 測量誤差的种类

測量誤差按其产生的規律与特征分为系統誤差与偶然誤差两类。

- 一、系統誤差——就是誤差的出現，在一定条件下，無論在数值上或在符号上，一般都是比較固定的。且随着观测次数的增加而积累，这种誤差称为系統誤差。例如有一条