

• 中等专业学校教学用书 •

测量与矿山测量

冶金工业出版社

中等专业学校教学用书

测量与矿山测量

中等专业学校教学用书

测量与矿山测量

长沙有色金属专科学校 陈社杰 主编

冶金工业出版社出版

(北京北池沿大街莱佛士楼319号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 12 1/2 字数 294千字

1990年11月第一版 1990年11月第一次印刷

印数00,001~4,000册

ISBN 7-5024-0758-8

TD-127 (课) 定价2.25元

前 言

本书是根据1986年冶金工业部中等专业学校矿山地质和采矿专业的《测量与矿山测量》教学大纲编写的，教学时数为70学时左右。

测量与矿山测量是中专矿山地质和采矿专业必修的一门基础技术课。本教材力求结合专业需要和学生实际，并注意教材内容的科学性和系统性。

本书共十三章：第一至七章属普通测量内容，主要介绍测量学的基本理论和基本知识、测绘地形图的基本方法和常规仪器的操作使用；第八至十三章属矿山测量内容，主要介绍井下测量、施工测量、岩体移动观测和露天矿测量。

本书由广东有色金属工业学校田颖编写一、二、十二、十三章，昆明冶金专科学校吴元编写八、九、十、十一章，长沙有色金属专科学校陈社杰编写三、四、五、六、七章并担任主编。此外，长沙有色金属专科学校、南昌有色金属工业学校、福建冶金工业学校的有关同志对本书初稿进行了会审，提出了宝贵的修改意见，对此我们表示感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中缺点和错误在所难免，请读者批评指正。

编者

一九八九年三月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 地球形状和大小	2
第三节 地面点位的确定	5
复习思考题	9
第二章 直线丈量 and 定向	10
第一节 地面点的标志	10
第二节 直线定线	11
第三节 直线丈量	12
第四节 光电测距简介	18
第五节 直线定向	21
复习思考题	24
第三章 水准测量	25
第一节 水准测量原理	25
第二节 水准仪和水准尺	26
第三节 水准测量的基本方法	30
第四节 水准仪的检查和校正	35
第五节 自动安平水准仪	38
复习思考题	39
第四章 经纬仪及其使用	41
第一节 角度测量原理	41
第二节 J ₆ 级经纬仪的构造和安置	42
第三节 水平角观测	45
第四节 垂直角观测	48
第五节 视距测量	51
复习思考题	53
第五章 测量误差的基本知识	54
第一节 概述	54
第二节 偶然误差的性质	55
第三节 评定精度的标准	56
第四节 算术平均值及其误差	57
第五节 同精度观测值的误差	58
复习思考题	60
第六章 大比例尺地形测图	61
第一节 概述	61
第二节 经纬仪导线测量	63
第三节 前方交会	74
第四节 三角高程测量	77

第五节 地形图的分幅和编号	78
第六节 地物地貌在地形图上的表示	82
第七节 测图前的准备工作的	88
第八节 碎部测量	91
复习思考题	95
第七章 地形图的应用	96
第一节 识图的基本知识	96
第二节 地形图应用	98
第三节 地形图的定向和定点	101
第四节 面积计算	104
复习思考题	107
第八章 联系测量	108
第一节 概述	108
第二节 通过一个竖井的定向测量	108
第三节 陀螺仪定向简介	112
第四节 通过竖井的导入标高	113
复习思考题	114
第九章 井下控制测量	115
第一节 概述	115
第二节 井下经纬仪导线测量	115
第三节 井下水准测量和井下三角高程测量	118
第四节 巷道平面图的测绘	122
复习思考题	126
第十章 井巷施工测量	127
第一节 标定的基本方法	127
第二节 竖井掘进时的测量工作	129
第三节 标定圆曲线	138
第四节 巷道掘进时的测量工作	138
第五节 巷道的检查验收	143
第六节 贯通测量	144
第七节 分段水平巷道联系测量	147
第八节 采场测量	148
第九节 深孔测量	151
复习思考题	152
第十一章 矿山测量图	154
第一节 概述	154
第二节 矿山测量图的绘制	155
复习思考题	158
第十二章 岩体移动观测	159
第一节 概述	159
第二节 岩体移动的形式和观测方法	161
第三节 观测资料的整理和分析	167

复习思考题	171
第十三章 露天矿山测量	172
第一节 概述	172
第二节 露天矿控制测量	172
第三节 露天矿工程测量	181
复习思考题	191
参考文献	192

第一章 绪 论

第一节 概 述

一、测量学的概念

测量学是研究地球的形状及大小并确定地球表面点位关系的一门科学。

它的任务包括测绘和标设两个部分。

测绘,是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,得到一系列测量数据,并将测区内的地物、地貌或井下巷道、采场等位置及形状按一定比例缩小绘制成平面图或地形图,供科学研究、经济建设、工程设计和国防建设使用。

标设,是指将图纸上设计好的建筑物或构筑物的位置(平面的和高程的)在现场标定出来,作为施工的依据。

无论是测绘或标设,它们的基本内容,都是确定地面上点的位置。地面上的点位有平面位置及其高程,这些点位是根据距离、角度和高程三个元素来确定的,所以高程测量、水平角测量和距离测量是测量的基本工作。

随着现代科学技术的日益发展,根据生产的目的及任务的不同,测量学分为以下几个学科:

(1) 普通测量学,是研究地球表面较小区域内测绘工作的基本理论、技术、方法和应用的学科,它把地球表面上的小区域看作平面,是测量学的基础。它介绍各种测量仪器和工具的性能、用途及使用方法。它所研究的内容有:图根控制网的建立、地形图的测绘以及一般的工程(施工)测量。具体工作有:距离测量、角度测量、高程测量及其观测数据的处理和绘图等。

(2) 大地测量学,是研究地球形状、大小和建立国家控制网问题的学科,它把整个地球作为研究和测量的对象,所以必须考虑地球曲率。它包括三角测量、导线测量、水准测量、卫星大地测量等。

(3) 地形测量学,是研究测绘某些地区地形图的基本理论、技术和方法的学科。它包括图根控制网的建立、碎部测量、测量误差的分析以及地形图的应用等。

(4) 摄影测量学,是利用空中或地面摄影的像片,研究和确定地面上物体的形状、大小和点位关系,并将地球表面的起伏形状绘制成地形图的一门学科。

(5) 工程测量学,是为研究某些建设工程项目,如城市规划、矿山开发、地质勘探、国防建设、铁路及公路的选线与施工、桥梁架设、农田水利等所进行的各种测量工作的专门学科。例如,本教材中的矿山测量,就是工程测量学的一个重要分支,是专门为矿山建设和生产服务的。

近年来,由于空间技术和电子学越来越被应用到测量领域,所以测绘科学有了极大的发展,以致于我们所学的内容,只能称为常规测量或古典测量了。

二、测量学在地质和采矿事业中的作用

测绘科学应用很广,在社会主义建设中有着非常重要的作用。它既要为经济建设、资

源勘察、环境保护、矿山开采、文化教育、科学研究和国防建设提供精确的测绘数据及地图资料，又要满足人民群众日常生活对各种地图的需要。用精密测量方法测定地壳升降与位移来预报地震，目前仍是重要手段之一。

在地质普查、勘探、水文工程地质、物探、化探等工程中，从勘测、设计、施工以及最后的成果报告，都要应用地形图及其有关测绘资料。特别是在矿床勘探阶段，要建立勘探区域的地面控制网，测绘1:5000比例尺的地形图，标定勘探工程，例如钻孔、探槽及浅井、坑道等，并将它们测绘到平面图上。

在矿山设计阶段，需要测绘比例尺为1:1000或1:2000的地形图，供工业广场、建(构)筑物、线路等设计用。还应进行土方量计算等工作。

在矿山建设阶段，主要是进行一系列施工测量，例如标设井筒或露天矿开拓沟道位置、工业与民用建(构)筑物放样、凿井开卷测量、设备安装测量及线路测量等。

在矿山生产阶段，需要进行巷道标定与测绘。在矿量管理方面，矿山测量人员有保护地下资源的责任，对矿石的开采进行检查监督，计算矿石的产量、损失和贫化。保证矿山均衡、持续的生产和地下资源的合理利用，是矿山测量不同于其它测量的特点之一。岩层与地表移动观测及研究、露天矿边坡稳定性的观测与研究、分析岩体移动的规律，是矿山测量的一项重要工作，对指导安全生产有重大意义。

当矿山报废时，还需将全套矿山测量图纸、测量手簿及计算资料转交给有关单位长期保存。

矿山测量是以观测、计算和绘图手段，研究和处理矿藏开发过程中的各种空间几何问题，因而被称做是矿山的“眼睛”。它在均衡生产方面起保证作用，在工程质量及合理利用资源方面起监督作用，在安全生产方面起指导作用。可见测量工作是矿山建设和生产中一项重要的技术基础工作，具有施工生产和技术管理的双重职能。

三、学习本课程要达到的目的

测量学是一门技术科学和应用科学。通过本门课程的学习要求达到：初步掌握测量工作的基础理论和基本方法；能正确使用测量仪器和工具；具有测绘矿区大比例尺地形图的实际技能；在工程设计和施工中能看懂和应用地形图及有关测量资料；能进行一般工程施工的标设，以便能灵活地应用所学的测量知识为其专业工作服务。

初学测量的人，必须切实掌握好高程、角度和距离三项基本测量工作的施测原理、方法和操作技能。同时，测量所得到的数据还必须经过大量的计算、整理和绘图，才能得到需要的成果，所以初学者必须努力练好测量、计算和绘图的基本功。

第二节 地球形状和大小

一、地球形状和大小的概念

测量工作是在地球表面上进行的，而地球的自然表面是十分复杂的，有高山、深谷、丘陵、平原和海洋等。其中最高的珠穆朗玛峰高出海面不到9km，最低的马里亚纳海沟低于海面不到12km。这样的高低起伏情况，相对于地球半径来说是很小的。地球从整体来看，其表面的陆地面积只占百分之二十九，而海洋等水面的覆盖面积却占百分之七十一。所以人们常把被海水所包围的形体看作是地球的形体，把处于平衡静止状态的水面称为水准面。从力学角度看，水准面就是等势面。所以，水准面有无穷多个。测量学上把平

均海面延伸，穿过陆地而形成的闭合曲面，叫作大地水准面。由大地水准面所包围的形体，称为大地体。通过卫星大地测量发现：地球是一个沿赤道部分则稍微膨大，而两极略为扁平（北极稍稍凸出约18.9m，南极稍稍凹进约25.8m）的近似椭球体。

水准面的特性是处处与其铅垂线垂直。从物理学中知道，地面点的铅垂线方向取决于地球的引力。由于地球内部质量的分布是不均匀的，因而引起铅垂线方向的变化，使大地水准面成为一个十分复杂，而不规则的曲面。也就是说：大地水准面不是一个规则的数学曲面，是不能用数学公式来表达的，也就无法在这个表面上完成控制测量计算。因此，在实际应用中就采用一个既近似于大地水准面，又可以用数学公式表示的规则形体来代替它。这个形体就是如图1-1所示的由NWSE椭圆，绕其短轴NS旋转而成的，称为旋转椭球体。

在测量工作中，就是用这样的椭球体面代替大地水准面，作为测量计算的基准面和研究地球几何形状的参考面，并在旋转椭球体面上建立大地坐标系。它是地球的数学模型，只有几何意义，而无物理意义。

旋转椭球体的形状和大小是由它的长、短半径，或长半径、扁率来决定的。它们称为椭球体元素。如果长半径 a 和扁率 α 选择合适，并且适当地定位，那么，旋转椭球体面与大地水准面的差距就很小。

国外测量工作者曾多次测算出椭球体元素的数值，以资应用。我国从1953年起采用的是克拉索夫斯基椭球体元素，其数据是：

$$a = 6378245\text{m}$$

$$b = 6356863\text{m}$$

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

1975年第16届国际大地测量与地球物理联合大会建议采用下列数值作为椭球体元素：

$$a = 6378140\text{m}$$

$$b = 6356743\text{m}$$

$$\alpha = \frac{1}{298.257}$$

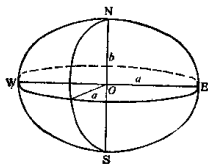


图 1-1

这些椭球体元素是引用了近代人造卫星大地测量的数据计算出来的，其结果更加接近实际。

我国目前的测绘工作仍是在克拉索夫斯基椭球上建立坐标网，并把实地测得的各项要素归化到这个椭球面上来处理。考虑到我国幅员辽阔，地势复杂，需要有一个更精确的椭球元素，以建立新的大地坐标系。为此，1978年4月国家测绘局决定采用1975年国际大地测量协会推荐的椭球元素值，建立新的国家大地坐标系，并定名为1980年国家大地坐标系。它的原点设在西安市泾阳县永乐镇（简称西安原点）。该坐标系将逐步取代1954年北京坐标系。

在许多具体应用中，特别是当测量的面积不大时，则常把地球近似地当做圆球看待，取椭球的平均半径作为圆球半径，其近似值为：6371km。

二、用水平面代替水准面的限度

用水平面代替水准面，只有当测区很小时才允许。那么，这个区域的范围究竟多大呢？如图1-2所示：A、B、C是地面点，它们在大地水准面上的投影点是a、b、c，用该区域中心点的切平面来代替大地水准面后，它们在水平面上的投影点是a'、b'和c'。现分析由此而产生的影响。

1. 对距离的影响 图1-2中A、B两点在大地水准面上的距离为D，在水平面上的距离为D'，两者之差ΔD就是用水平面代替水准面对距离的影响。大地水准面是一个复杂的曲面，在推导公式时，近似的认为它是半径为R的球面，故

$$\Delta D = D' - D = R \operatorname{tg} \theta - R \theta = R(\operatorname{tg} \theta - \theta)$$

将 $\operatorname{tg} \theta$ 展开为级数后得：

$$\operatorname{tg} \theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \frac{2}{15}\theta^5 + \dots$$

因 θ 角很小，只取其前两项，代入上式得：

$$\Delta D = R\left(\theta + \frac{1}{3}\theta^3 - \theta\right) = R\frac{\theta^3}{3}$$

以 $\theta = \frac{D}{R}$ 代入后得：

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \text{ 或 } \frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2}$$

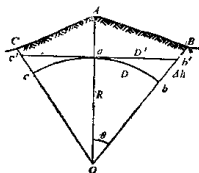


图 1-2

若取地球半径 $R = 6371\text{km}$ ，并将不同的距离 D 代入上式，便得到表1-1中所列的结果。由表中可以看出：当 $D = 10\text{km}$ 时，以水平面代替水准面所产生的相对误差为 $1:1000000$ 。这样小的误差，对一般精密测量来说是允许的。所以，在以 10km 为半径的圆面积之内，可用水平面代替水准面。

2. 对高程的影响 关于用水平面代替水准面对高程的影响，仍以图1-2说明之。地面点B的高程应是铅垂距离 bB 。用水平面代替水准面后，B点的高程为 $b'B$ ，出现差值 Δh ：

$$\Delta h = bB - b'B = ob' - ob = R \sec \theta - R = R(\sec \theta - 1)$$

将 $\sec \theta$ 展开为级数，并略去高次项，得：

$$\sec \theta = 1 + \frac{\theta^2}{2} + \dots$$

$$\text{则 } \Delta h = R\left(1 + \frac{\theta^2}{2} - 1\right) = R\frac{\theta^2}{2} = \frac{D^2}{2R}$$

表1-1

D (km)	ΔD (cm)	$\Delta D/D$
10	1	1:1000000
20	7	1:300000
50	102	1:49000
100	821	1:12000

用不同的距离代入上式，便得到表1-2所列的结果。从表中可以看出：用水平面代替水准面，对高程的影响（即地球曲率的影响）是很大的。当 $D=200\text{m}$ 时，所产生的高程误差就有 0.31cm ，这是不能允许的。因此，在高程测量中即使距离很短，也必须考虑地球曲率对高程的影响，要采取一定的措施，或加曲率改正以消减其影响。

表 1-2

D (km)	0.2	0.5	1	2	3	4	5
Δh (cm)	0.31	2	8	31	71	125	196

第三节 地面点位的确定

所谓地面点位，是指地面点的空间位置。地面上一个点的空间位置有三个量，即该点的地理坐标或平面直角坐标及该点到大地水准面的垂直距离（高程）。确定了这三个量，就确定了地面点的空间位置。

一、地理坐标

将地面点投影到大地水准面上，其位置用地理坐标表示。地理坐标是以经度和纬度表示的球面坐标。若将大地水准面看作圆球，如图1-3所示，NS为圆球的自转轴（称为地轴），地球的中心O称为球心。地轴与圆球表面的交点N、S分别称为北极和南极。垂直于地轴的平面与地球表面的交线称为纬线，通过球心且垂直于地轴的平面称为赤道平面，赤道平面与地球表面的交线称为赤道。赤道面是纬度的起算面。通过地轴与地球上任一点P的平面NPKS称为P点的子午面，该面与地球表面的交线称为子午线（或经线）。通过英国格林威治天文台某点的子午面称为首子午面，以此作为经度的起算面，相应的子午线称为首子午线。

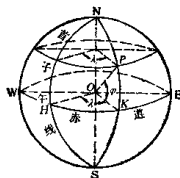


图 1-3

图1-3中， P 点的经度，是过 P 点的子午面与首子午面所夹的两面角，以 λ 表示。自首子午线以东 $0^\circ\sim 180^\circ$ 为东经；以西 $0^\circ\sim 180^\circ$ 为西经。我国各地的经度都是东经。

P 点的纬度，是该点的铅垂线 PO 与赤道面之间的夹角，以 φ 表示。赤道向北 $0^\circ\sim 90^\circ$ 为北纬，向南 $0^\circ\sim 90^\circ$ 为南纬。我国各地的纬度都是北纬。

表示地理坐标的经度和纬度，是用天文测量的方法来测定的。有了地面上某一点的经度 λ 和纬度 φ ，也就确定了该点在地球表面上的位置。例如北京的地理坐标为东经 $116^\circ 28'$ ，

北纬 $39^{\circ}54'$ 。

二、平面直角坐标

将地球表面测绘成图，图纸是平面，如果地面点的投影位置用地理坐标来表示，显然是不方便的。因此在实际测绘工作中，地面点的位置常用平面直角坐标来表示。

1. 独立平面直角坐标系 大地水准面虽然是曲面，但当测量区域（如半径不大于10km的范围）较小时，则球面近似于平面，可以用测区中心的切平面 P 来代替大地水准面，如图1-4所示。既然把投影面看作平面，那么地面点在投影面上的位置就可以用平面直角坐标来确定。测量中采用的平面直角坐标，如图1-5所示。以子午线作为 X 轴，向北为正，向南为负。以横坐标轴 Y 表示东西方向， Y 轴向东为正，向西为负。纵横坐标轴的交点 O ，即为坐标原点。为避免坐标出现负值，故一般将原点 O 选在测区西南角（即左下角），由原点向上，向右为正，向下、向左为负。

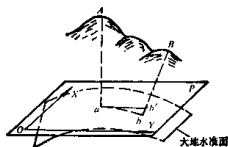


图 1-4

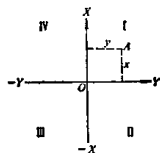


图 1-5

测量学和地图上所使用的平面直角坐标与数学上的直角坐标是不同的。如图1-5所示，除了 X 与 Y 轴的纵横要互换外，面象限的顺序也是相反的，即测量上是从右上角起按顺时针方向依次排列，编号为I、II、III、IV。这样的改变，是便于将数学上的三角函数公式直接应用到测量工作的方向和坐标计算中去，而无需作任何改变。

在直角坐标系中，任何一点 A 的平面位置是以该点在纵、横坐标轴上的投影来表示的，如图1-5中，用 x 、 y 来表示。这种独立的（或称假定的）平面直角坐标系，适用于测区附近没有国家控制点，或者与国家点连接有困难的小矿区。

2. 高斯平面直角坐标 当测区范围较小时，把大地水准面当作平面看待是可以的。但当测区增大，地球表面在投影面上的变形随之增加，就不能用一个独立平面直角坐标系来表示点位。所以，必须采用适当的投影办法，使变形限制在一定的范围之内，并使所采用坐标既与平面直角坐标相似，又与地理坐标的经、纬度发生联系，且可以互相换算。为了解决这个问题，高斯首先提出，后由克吕格把高斯公式加以整理扩充成实用公式，故称为高斯-克吕格投影；由此而建立的平面直角坐标系，就叫做高斯-克吕格坐标，简称高斯平面直角坐标。

高斯-克吕格投影是设想一个椭圆柱横切于椭球面上某一子午线，如图1-6(a)，并将以该子午线为对称轴的一定范围（即以两条子午线为界）向椭圆柱面上投影；然后将椭圆柱面展开，如图1-6(b)。显然，相切的子午线即为一 条直线，此直线作为纵轴，即 x 轴，且长度不变。椭球赤道的投影也为一直线，将它作为横轴，即 y 轴，而且两者相互垂直，两直线的交点作为原点。此坐标系称高斯平面直角坐标系。在此坐标系中椭球上其它

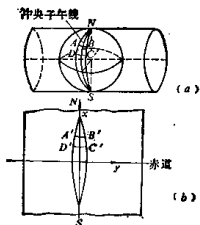


图 1-6

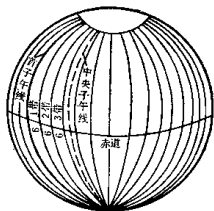


图 1-7

各处投影后的长度和图形会产生变形，离中央子午线愈远，变形愈大。

高斯投影的方法是将地球划分成60个带，如图1-7所示。投影带是从首子午线起，依次向东每隔6°划分为一个投影带，称为6°投影带（简称六度带）。带号从首子午线所在的这个投影带编起，用阿拉伯数字表示。每个6°带中央的一条子午线称为中央子午线或轴子午线。其经度依次为3°、9°、15°……。任意带的中央子午线之经度 λ_0 可按下式计算：

$$\lambda_0 = 6^\circ N - 3^\circ$$

式中 N ——投影带的带号。

理论和测量实践证明，若将投影带限制在经差为6°的范围内，其长度的变形完全能满足1:2.5万比例尺测图的精度要求。当进行1:1万或更大比例尺测图时，要求投影变形更小，此时需采用经差3°分带法。3°投影带的划分是以东经1°30'起，每隔经差3°划分一个投影带，全球共分为120个带。每带的中央子午线经度为 λ'_0 可按下式计算：

$$\lambda'_0 = 3^\circ n$$

式中 n ——三度带的带号。

将每个6°或3°带展成平面后，依次连接起来，即如图1-8所示，我国地处11个6°带（6°带和3°带的轴子午线均由经度75°起，至经度135°止）。

由于我国位于北半球， X 坐标值均为正号，而 Y 坐标值则有正有负。如图1-9(a)，以

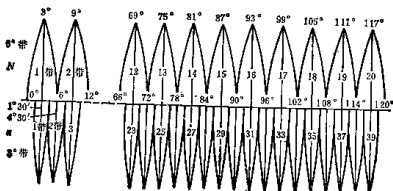


图 1-8

坐标原点为准，纵坐标轴向上(N)为正，向下(S)为负；横坐标轴向右(E)为正，向左(W)为负。设A、B两点的横坐标值为： $y_A = +137680\text{m}$ ， $y_B = -274240\text{m}$ 。为了避免横坐标出现负值，我国规定，将每带的纵坐标轴向西平移500km，这样每点的横坐标值均为正值，如图1-9(b)所示。于是A、B两点的横坐标值则为：

$$y_A = 500000 + 137680 = 637680\text{m}$$

$$y_B = 500000 - 274240 = 225760\text{m}$$

为了确定地面点究竟位于哪一带里，还应在横坐标前，冠以带的编号。例如，A点位于第20带内，则其横坐标 y_A 为20637680m。

三、地面点的高程

高程表示地面点的高低程度。为了确定地面点的空间位置，除了点的坐标外，尚需测定点的高程。

地面点到大地水准面的垂直距离，称为该点的绝对高程（简称高程），也称海拔高度（简称海拔）。如图1-10所示，A、B两点的绝对高程为 H_A 和 H_B 。

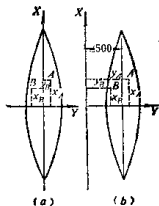


图 1-9

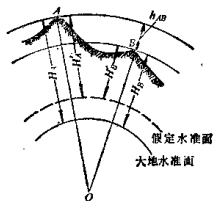


图 1-10

我国目前采用青岛验潮站从1950年到1956年记录资料所确定的黄海平均海水面（大地水准面）作为全国统一高程的起算面（在青岛市内一个山洞里建有水准原点，其高程为72.289m）。根据这个高程基准面推算的高程，称为1956年黄海高程系统。1975年我国登山队登上了珠穆朗玛峰，测得其高程为8848.13m，这就是指珠穆朗玛峰峰顶到黄海平均海水面的垂直距离。

当个别地区一时还不能和国家高程点联系，以大地水准面为起算面有困难时，可采用一个适当的水准面（即假定水准面）作为该测区的高程起算面。如图1-10中所示，A、B两点到假定水准面的垂直距离 H'_A 及 H'_B ，称为相对高程，或者叫假定高程。高程有正、负之分。若点在起算面以上，其高程为正，反之则为负。

地面两点间的高程之差，称为高差，通常用 h 表示。如图1-10中，A点和B点之间的高差为：

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$$

由图1-10中可见，两点间的高差与采用何种起算水准面无关。

高差有正、负之分。如果A点高于B点，则A点对于B点的高差为正，反之则为负。

复习思考题

1. 测量学的研究对象是什么？测绘和标设有何区别？
2. 测量的三项基本工作是什么？
3. 测量学分为几个学科？每学科的基本内容是什么？
4. 测量工作在地质和采矿事业中有何作用？
5. 学习本课程要达到什么目的？
6. 何谓水准面和大地水准面？
7. 用水平面代替水准面对距离和高差有何影响？在多大范围内才允许代替？
8. 地面上一个点的空间位置要确定哪三个量？
9. 何谓经度？纬度？地理坐标？
10. 平面直角坐标和高斯平面直角坐标的主要区别在哪里？
11. 测量学所用的平面直角坐标与数学中所讲的直角坐标有何不同？
12. 何谓绝对高程和相对高程？

第二章 直线丈量 and 定向

第一节 地面点的标志

测量工作主要是确定点的位置。为了测定地面上两点间的距离和方向，在测量工作开始之前，首先应在欲测定的点上设立标志，然后再进行观测。地面点位必须稳固，标志必须明显。标志的选择应根据对点位稳定程度的要求，使用年限、土壤性质等因素，并考虑节约的原则，尽可能做到就地取材。一般可分为临时性和永久性两种。永久性标志需用混凝土桩或石桩，桩顶面嵌入一根金属棒，在棒顶面上刻出“○”或“+”，表示其点位。永久性桩之尺寸在有关规范中，均有说明，如图2-1 (b)所示。半永久性或临时性的标志可用木桩。木桩的大小，可根据点位的重要性及土质情况而定。普通木桩长度一般为30~40cm，顶面积为 $4 \times 4 \sim 6 \times 6 \text{cm}^2$ ，桩顶以小钉或在钉面上刻出“+”字表示点位，如图2-2所示。

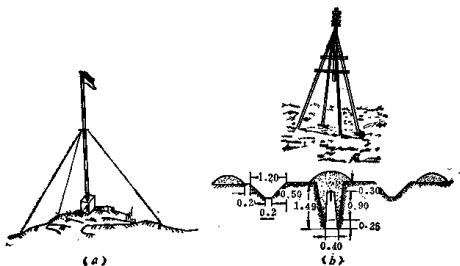


图 2-1

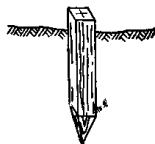


图 2-2

为了便于管理和使用，应在桩的顶面或侧面适当位置，用红油漆写明点的编号。

为了易于照准点位，在点位的上方竖立起明显的观测标志（称觇标）。觇标种类很多，

常用的有竹杆、花杆和锥形标架（木制或钢制）等。三脚或四脚锥形标，主要用在国家等级三角点上，如图2-1(b)所示。测量中常用的是长2m，直径3~4cm的木质花杆。花杆可竖立在点位中心上，并用细铁丝从三个方向将它拉紧，如图2-1(a)所示。

第二节 直线定线

当直线的两端点按上述方法建立标志后，即可测定两点间的距离。当两点间的长度小于一整尺长时，可直接用尺子进行量距；当遇到地面两点间的距离相距较远或地表起伏、坡度较大时，则需在直线方向上选定若干中间点，将直线分成若干段，分别丈量，最后求其总长。两相邻中间点的长度，应不超过所用尺子的长度。这种把若干点插入已知直线上的工作，称为直线定线。定线工作可以用目测法，也可以用经纬仪法进行。

一、目测法定线

1. 在两点间定线 如图2-3所示，设A、B为已知线段的两个端点。现在需要在A、B两点间定若干中间点。为此，首先在A、B两点上，各竖立一根标杆。观测者甲，站在

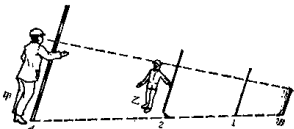


图 2-3

A点后1~2m处，面向B点标杆。测量员乙，手拿着标杆，走到待定点处。（此时要注意两点间距离应稍短于一整尺长度）面向A点，手扶标杆站在标杆的一侧，注意观测者甲的手势，并随指挥的手势，左右移动标杆。甲则用单眼瞄准A、B两根标杆，用手势指挥乙，直至乙手中的标杆与A、B两点上的标杆完全重合为止，再令乙在标杆处立一标志，作为临时点位。这样确定的点，就一定在AB直线上。按此法，依次类推，可将所需要的若干中间点定出来。

在两点间定线，可以从B点向A点走来，也可由A向B走去。前者叫走近法定线，后者叫走远法定线。两者比较，前者较好。

2. 在两点间的延长线上定直线 如图2-4所示，已知A、B两点，需要将直线AB延长时，首先在A、B两点上各竖立一花杆。然后观测者手持一根花杆，在延长线上的待定点处左右移动，进行单眼瞄视直至目测三根花杆在同一直线上，此时，C点就在AB的延长线上。按上述方法，依次类推，可定出其它若干点。

当AB两点间距离较短，而要由此延长很长距离时，该法定线的精度较低，一般不宜采用。

以上方法都是利用目测进行的，精度很低。若作精密量距，一定要用经纬仪来定线。

二、经纬仪定线

在两点间或两点的延长线上，需要定较多数量的点或对定线精度要求较高时，应采用经纬仪定线。