

高等学校教学用书

测量学

冶金工业出版社

高等学校教学用书

测量学

西安冶金建筑学院 杨 俊 主编

冶金工业出版社

高等学校教学用书

测 量 学

西安冶金建筑学院 杨 俊 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

787×1092 1/16 印张 13 $\frac{1}{2}$ 字数 321千字

1985年5月第一版 1985年5月第一次印刷

印数00,001~10,300册

统一书号: 15062·4271 定价2.40元

前 言

本书是根据有关冶金高等院校一九八〇年共同研究制定的采矿专业测量学教学大纲，在六所院校合编的《测量学》讲义的基础上编写的。

本书内容包括普通测量学的基本理论、基本操作和基本运算，以及生产矿山的主要测量工作。

本书以地下开采专业使用为主，兼顾露天开采专业。全书结构既浑然一体，又可根据教学需要各有侧重，自成体系。

参加本书编写的有武汉钢铁学院魏宪甫（第一、四章）、吴甲生（第五章）、黄永康（第六、七章），河北矿冶学院刘守信（第二、三章）、高长春，北京钢铁学院吴雨沛，沈阳黄金专科学校顾全才（第九、十、十一章及附录），西安冶金建筑学院杨俊（第八章）、周嘉佑（第十二章），鞍山钢铁学院朱涌源（第十三章）。由杨俊担任主编。

本书在编写过程中，江西冶金学院测量教研室提出了宝贵意见，在此表示感谢。

本书由东北工学院董光审稿。

由于编者业务水平所限，本书谬误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者 1984.4.

目 录

第一篇 普通测量	1
第一章 绪论	1
第一节 测量学的概念	1
第二节 地面点位的确定	2
第三节 用水平面代替水准面的限度	6
第四节 测量工作的原则	8
第二章 距离丈量与直线定向	10
第一节 地面点位的标志与直线定线	10
第二节 距离丈量	12
第三节 钢尺的检定与尺长改正	15
第四节 距离丈量的误差来源和精度	16
第五节 光电测距简介	17
第六节 直线定向	21
第三章 水准测量	26
第一节 水准测量原理	26
第二节 水准测量的仪器和工具	27
第三节 水准仪的使用	33
第四节 水准测量方法	34
第五节 水准测量的检核和成果整理	38
第六节 微倾式水准仪的检验与校正	41
第七节 自动安平水准仪简介	44
第四章 经纬仪测量	47
第一节 角度测量概念	47
第二节 J ₆ 级光学经纬仪的构造	47
第三节 J ₆ 级光学经纬仪的读数设备和读数方法	50
第四节 经纬仪的安置	52
第五节 水平角观测方法	53
第六节 竖直角测量	57
第七节 J ₆ 级光学经纬仪的检验与校正	59
第八节 三角高程测量	63
第九节 视距测量	65
第五章 测量误差的基本知识	69
第一节 测量误差的来源和分类	69
第二节 偶然误差的性质	70
第三节 评定精度的标准	72
第四节 观测值函数的中误差	76
第六章 经纬仪导线测量	81
第一节 经纬仪导线测量外业	83

第二节	经纬仪导线测量内业	84
第三节	平面控制点的展绘	94
第七章	地形图的认识和应用	99
第一节	地形图的图名、图号和接图表	99
第二节	地形图的比例尺	101
第三节	地形图的符号	102
第四节	地貌符号	103
第五节	地形图应用的基本内容	108
第二篇	生产矿山的主要测量工作	113
第八章	矿山测量学概述	113
第一节	矿山测量学的任务与内容	113
第二节	矿山测量在矿山建设与生产中的作用	113
第三节	生产矿山的主要测量工作与特点	115
第九章	井下控制测量	117
第一节	井下经纬仪导线测量	117
第二节	井下碎部导线测量	122
第三节	井下高程测量	125
第十章	联系测量	128
第一节	平面联系测量——几何定向	128
第二节	平面联系测量——陀螺经纬仪定向	134
第三节	高程联系测量——导入标高	138
第十一章	井下采掘工程测量	141
第一节	开拓时的巷道掘进测量	141
第二节	贯通测量	152
第三节	分段水平巷道的联系测量	154
第四节	采场测量	157
第五节	深孔测量	160
第十二章	井下矿山测量图	165
第一节	井下测量图的投影原理	165
第二节	井下测量图的绘制	168
第三节	井下测量图的专用符号	171
第四节	井下测量图的应用	173
第十三章	露天矿山测量	176
第一节	角度交会	178
第二节	露天矿山生产测量的基本工作	185
第三节	露天矿山生产测量	188
第四节	露天矿山线路测量	194
第五节	露天矿山测量图	202
附录	EL-5002电子计算器简介	205

第一篇 普通测量

第一章 绪 论

第一节 测量学的概念

测量学是研究如何测定地面点的平面位置和高程，将地球表面的地形及其他信息（例如，社会的政治、经济状况等）绘制成图，以及确定地球的形状和大小的一门科学。

测量学是一门渊源古老的应用科学。它是人类为了生存和发展，而对自身栖息的场所——地球，进行了解、研究和改造的学科之一。我国的史书《史记·夏本记》中所记载的“左准绳，右规矩”，就是对公元前二十一世纪夏后氏部落的首领禹治理洪水时测量工作的描述。建于我国元朝的河南省登封观星台，就是我国现存最早的天文台建筑。古埃及对尼罗河的治理，就反映出对初步测量知识和技术的应用。公元前六世纪，古希腊的毕达哥拉斯就开始论证地球为球形，并且提出地球是绕地轴自转的理论。总之，随着生产的发展和科学技术的进步，测量学已经发展成为一门有科学理论和先进仪器设备的多学科的科学。

一、普通测量学

普通测量学

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，它是测量学的基础。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、定向测量、高程测量及其观测数据的处理和绘图等。

二、大地测量学

大地测量学

大地测量学是研究在广大地面上建立国家大地控制网，测定地球的形状、大小和地球重力场的理论、技术和方法的学科。它包括三角测量、导线测量、水准测量、天文测量、重力测量、卫星大地测量、惯性测量、椭球面大地测量、地球形状理论和测量平差计算等。

三、地形测量学

地形测量学

地形测量学是研究测绘地形图的基本理论、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使用等。

四、摄影测量学

摄影测量学

摄影测量学是研究利用摄影像片和辐射能的各种图像记录，然后对其进行处理、量测和判释，以测得物体的形状大小、位置和模拟形式或数字形式的成果，以及关于环境的可靠信息的一门学科。摄影测量学过去主要用以研究地球表面，测绘地形图；现代则利用像片的信息容量高，显示能力客观而细致的特点，广泛应用于其他各个领域。根据像片获得的方式不同，可分为地面摄影测量、航空摄影测量、水下摄影测量和航天摄影测量等。

五、工程测量学

工程测量学

工程测量学是研究工程建设在勘测设计、施工和管理阶段所进行各种测量的学科。主

要内容有：工程控制网的建立、地形测绘、施工放样、设备安装测量、竣工测量、变形观测和维修养护测量的理论、技术和方法。按工程建设的测量对象不同可分为建筑、水利、铁路、公路、桥梁、隧道、矿山、城市和国防等工程测量。

六、海道测量学

海道测量学是研究和测量地球表面水体（海洋、江河、湖泊等）以及水下地貌的一门综合性学科。主要研究上述范围内的控制测量、地形岸线测量、水深测量等各种测量工作的理论、技术和方法。它与大地测量学、地图制图学、航海学、海洋学、潮汐学、水声物理学、电子技术和遥感技术等都有着密切的联系。

如上所述，测量学已由常规的地面测量发展到人造卫星测量，由航空摄影测量发展到遥感技术的应用。测量对象也由地球表面扩展到空间星球，由静态测绘发展到动态跟踪。当今在地震预报、海底资源勘探、海底电缆敷设、灾情的监视与调查、宇宙空间技术以及其他科学技术领域，都对测量学提出了超过常规作业标准的量测距离、方向和高程等方面的精度要求，从而更加丰富了测量学的内容。

利用测量资料研究如何投影、编绘成地图，以及地图制作的理论、工艺技术和应用等方面的学科叫做地图制图学，它与测量学有着密切的关系。

第二节 地面点位的确定

根据测量学研究的内容和要达到的目的可以看出，它的基本任务一是研究如何测定地球表面的形状大小，并且绘制成图，即测绘。二是研究如何将各种拟建的建（构）筑物，按其设计形状、大小和位置标定到实地，为施工提供依据，即测设。可见，无论是前者或是后者，都是要确定地面的点位。

一、地球的形状和大小的概念

众所周知，地球的自然表面是十分复杂的，有高山、丘陵、平原、海洋、河流、湖泊等。高低起伏，千变万化。陆地上的最高峰——珠穆朗玛峰高达 8848.13 米；海洋里的最深处——马里亚纳海沟（太平洋西部）的斐查兹海渊深为 11034 米。显然，这样的起伏是非常可观的。但是，它相对于庞大的地球来说，就微不足道了。地球从总体来看，其表面的陆地面积只占百分之二十九；而海洋等水面覆盖面积却占百分之七十一。因此，人们把地球的总形看作是被海水包围的球体，即设想有个静止的海水面，让其延伸通过大陆和岛屿，形成一个封闭的曲面，这个静止的海水表面就叫做水准面。该面与其上的铅垂线方向处处保持着正交。因为海水受潮汐的影响时高时低，所以水准面可以有許多个。其中，以通过平均海水面的一个，叫做大地水准面。即为一个与处于流体静力平衡状态的海洋面（无波浪、潮汐、水流和大气压变化引起的扰动）重合并延伸到大陆内部的水准面。由大地水准面所包围的形体叫做大地体。

由于地球表面起伏不平 and 地球内部物质分布不均匀，大地水准面虽然是一个没有皱纹和棱角的、连续的封闭曲面，但是其形状仍是一很不规则的形体。它不能用一个简单的几何形体和数学公式来表达。

经过多年的研究和测定，发现地球的形状近于一个两极略扁平的椭球形。即由一个椭圆绕它的短轴旋转而成的形体，叫做椭球体。该形体和大地体是比较接近的。近年来，通过人造卫星拍摄的照片看，地球的南北极并不对称，其形状恰似一个梨形。如图 1-1 所示，

北极较椭球稍凸出 (+18.9米); 南极微凹进 (-25.8米)。由于椭球既可以用数学式进行表达, 又与地球形状十分接近, 所以采用椭球面作为测量计算的参考面是合适的。一个国家为处理其大地测量成果而采用与地球形状大小接近的地球椭球, 就叫做参考椭球。它的基本元素是:

长半轴 a

短半轴 b

$$\text{扁率} \quad \alpha = \frac{a-b}{a} \quad (1-1)$$

许多国家的测量机构和学者都为测算上述元素作出努力, 并取得了许多数据。我国解放后采用苏联克拉索夫斯基计算的元素, 其数值为:

$$a = 6378245 \text{ 米}$$

$$b = 6356863 \text{ 米}$$

$$\alpha = 1/298.3$$

1979年国际大地测量协会第四个推荐值为

$$a = 6378137 \text{ 米}$$

$$b = 6356752 \text{ 米}$$

$$\alpha = 1/298.253$$

该参数所代表的椭球叫做1980年大地坐标系。

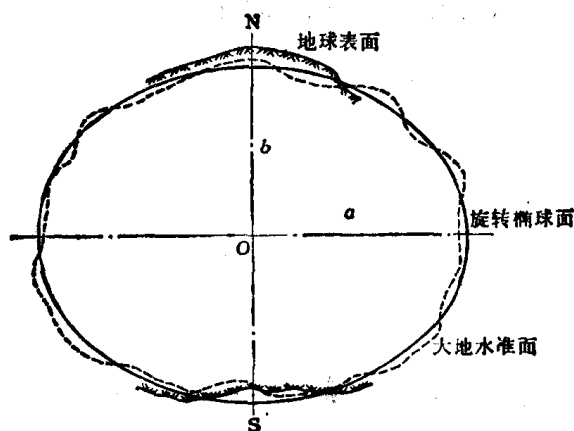


图 1-1 地球的形状

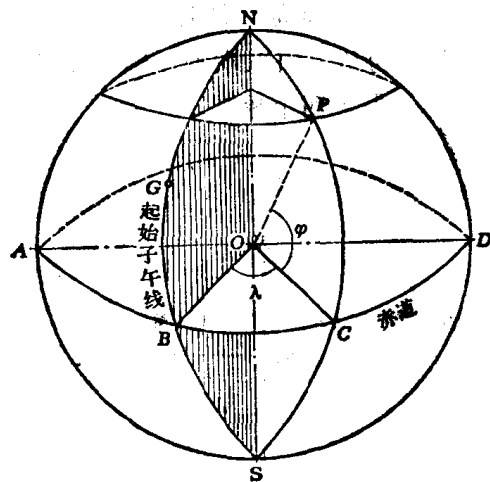


图 1-2 地理坐标

我国也正在利用人造卫星观测成果及大地测量资料, 计算适应我国的参考椭球体元素。

由于参考椭球体的扁率很小, 在地形测量学的范围内, 可把地球作为圆球看待。其半径为

$$R = \frac{1}{3}(a + a + b) = 6370 \text{ 公里}$$

二、地面点位确定的方法

所谓地面点位, 就是指点的空间位置。由几何学可知, 一个点的空间位置必须有三个

量才能确定。测量学中，地面点的位置是以点的坐标（即该点在投影面上的投影位置）和高程（即该点沿投影方向到大地水准面的距离）表示。

1. 地面点的坐标

当研究整个地球或大区域的测量工作时，必须考虑地球的曲率，以参考椭球面为基准面。其点的投影位置要采用地理坐标系。而研究较小区域的测量工作时，则采用平面直角坐标系。

（1）地理坐标 用经纬度来表示地面点位置的球面坐标叫地理坐标。如图1-2所示， N 为地球的北极， S 为南极。 NS 为椭球的旋转轴。通过椭球中心 O ，且与椭球旋转轴正交的平面，叫做赤道平面。它与椭球面相截的交线，叫做赤道。平行于赤道平面的平面与椭球面的交线，叫做纬圈或平行圈。通过椭球旋转轴的平面，叫做子午面，它与球面的交线叫子午线，或子午圈。子午面有许多个，其中以通过英国格林威治天文台旧址的子午面叫做首子午面，该面与球面的交线叫做首子午线或起始子午线。地理坐标就是由首子午面和赤道平面所组成的坐标系。

球面上一点 P 的地理坐标的确定，是通过 P 点所作的子午面与首子午面的夹角 λ ，叫做该点的经度；通过 P 点作球面的法线与赤道平面的交角 φ ，叫做该点的纬度。经度，从首子午面起，向东 $0^\circ \sim 180^\circ$ ，叫做东经；向西 $0^\circ \sim 180^\circ$ ，叫做西经。纬度，从赤道平面起，向北 $0^\circ \sim 90^\circ$ ，叫做北纬；向南 $0^\circ \sim 90^\circ$ ，叫做南纬。

（2）平面直角坐标 用平面上的长度值来表示地面点平面位置的直角坐标叫平面直角坐标。如图1-3所示，平面直角坐标是由两条相互垂直的坐标轴组成。纵坐标轴用 X 表示。以原点 O 为准，向上为正，向下为负。横坐标轴用 Y 表示。以原点 O 为准，向右为正，向左为负。由纵横坐标轴所划分的四个象限，从右上角起，按顺时针方向编号为I、II、III、IV等四个象限。

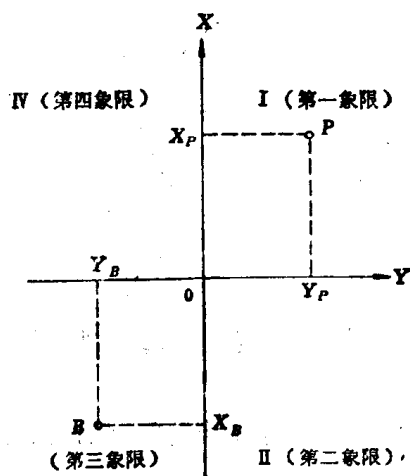


图1-3 平面直角坐标

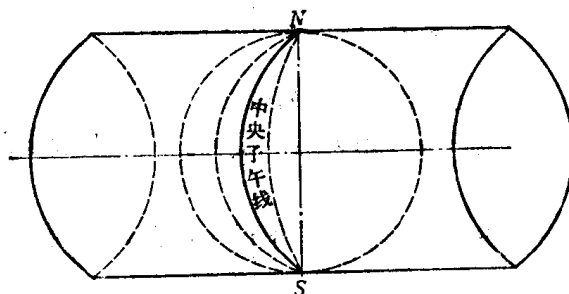


图 1-4 高斯—克吕格投影

点的平面位置是以该点在纵横坐标轴上的投影来表示的。例如， P 点的平面直角坐标为 X_P ， Y_P 。

必须注意，该坐标系与数学上常用的直角坐标系区别在于：1) 坐标轴的注字不同。即纵坐标轴为 X ，横坐标轴为 Y 。2) 象限编号顺序相反。即按顺时针方向编号。由于如此变换，运用数学上的三角函数计算不受影响。

(3) 高斯—克吕格坐标 使用平面直角坐标确定地面点位和图形是有一定限度的。因为测区增大，地球表面在投影面上的变形也将随之增加。所以，必须采用适当的投影办法，使这种变形限制在一定的范围以内。高斯等人提出的这种投影办法，较好地解决了这个问题，故叫做高斯—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。

高斯—克吕格投影是设想用一个椭圆柱横切于椭球面上某一子午线，如图1-4所示，并把球面上以该子午线为对称的一定范围（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。显然，相切的子午线即为一一条直线，且长度不变；椭球赤道的投影也为直线，而且两者相互垂直。椭球其他各处投影后的长度和图形则产生变形，其变形的大小，则与上述所说的投影范围有关。研究表明，按经差 6° 范围投影后的变形，可以满足1/25000比例尺或更小比例尺测图的精度。当采用经差 3° 投影后，则可用于1/10000比例尺测图。

6° 分带投影是从首子午线起，经差每 6° 划分为一带，连续投影。然后将柱面展开如图1-5所示。全球共分为60带，每带中间的一条子午线叫做中央子午线或轴子午线。

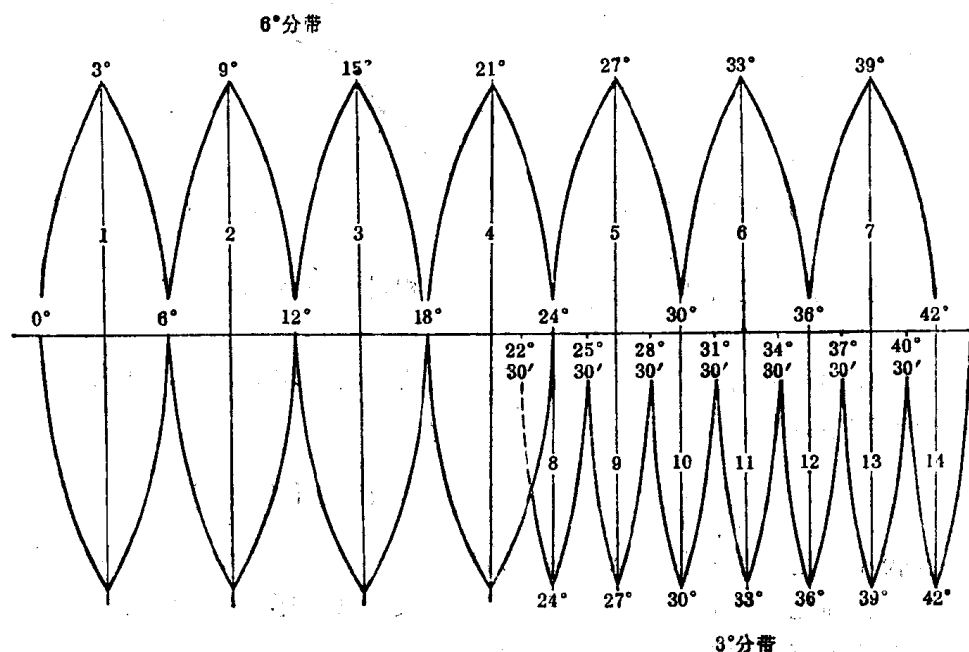


图 1-5 分带投影

3° 分带投影是以东经 $1^\circ 30'$ 起，经差每 3° 划分为一带，全球共分为120个带。每带中间的一条子午线也叫中央子午线。

高斯—克吕格坐标是以各带的中央子午线为纵坐标轴(X)，赤道的投影为横坐标轴(Y)，两轴交点即为坐标原点(0)。如图1-6所示，以坐标原点为准，纵坐标轴向上(北)为正，向下(南)为负；横坐标轴向右(东)为正，向左(西)为负。我国位于北半球，纵坐标均为正值，而横坐标，每带均有正有负。为了使用上的方便，我国规定，将纵坐标

轴向西平移500公里 (6° 分带), 如图 b 所示。原 P 点横坐标为 $Y_{P_0} = +268.000$ 公里, 平移后为 $Y_P = 500.000 + 268.000 = 768.000$ 公里。原 K 点横坐标为 $Y_{K_0} = -287.100$ 公里, 平移后为 $Y_K = 500.000 - 287.100 = 212.900$ 公里。

2. 地面点的高程

由高程基准面 (或叫高程起算面) 起算的地面高度叫做高程。由于选用的基准面不同而有不同的高程系统。如图 1-7 所示, 当以大地水准面为高程基准面时, 叫做绝对高程, 或称为绝对高度、海拔高度, 简称为海拔。图中, A 、 B 两点的绝对高程为 H_A 和 H_B 。当以任意水准面为基准面时, 叫做相对高程, 或称为假定高程。图中 A 、 B 两点的相对高程为 H'_A 和 H'_B 。

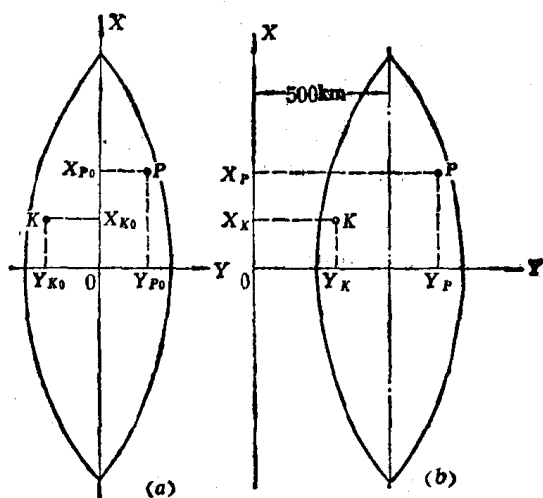


图 1-6 高斯-克吕格坐标

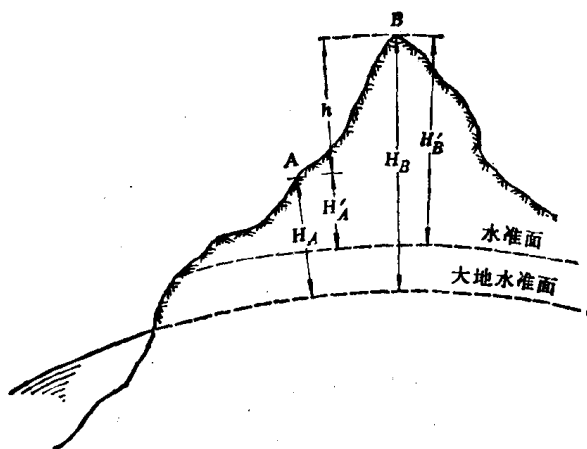


图 1-7 地面点的高程

地面两点间的高程之差叫做高差。图中 B 点相对于 A 点的高差为

$$h = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-2)$$

我国是以1956年根据青岛验潮站资料所确定的黄海平均海水面, 作为全国统一高程基准面, 叫做1956年黄海高程系统。

第三节 用水平面代替水准面的限度

当测区较小, 用水平面代替水准面作为投影面, 既可以满足测量的精度要求; 又可以使计算工作大为简化。然而, 随着测区范围的增大, 其投影变形也随之增加。下面从两个方面来分析对这个范围的限制。

一、水准面的曲率对水平距离的影响

如图1-8所示, $\widehat{CAB}$ 为水准面, $C'AB'$ 为过 A 点所作的水平面。 $\widehat{AB}$ 所对之圆心角为 θ , 地球半径为 R 。由图可知

$$\widehat{AB} = R \cdot \theta = D$$

$$AB' = R \cdot \tan \theta = D'$$

于是, 距离误差

$$\begin{aligned} \Delta D &= AB' - \widehat{AB} \\ &= R \cdot \tan \theta - R \cdot \theta \end{aligned}$$

$$= R \cdot (\tan \theta - \theta)$$

将 $\tan \theta$ 按三角函数的级数展开

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

因 θ 值一般很小, 故可略去五次方以上各项, 然后代入上式得

$$\Delta D = \frac{1}{3} R \cdot \theta^3$$

又因 $\theta = D/R$ 故

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

相对误差

$$\Delta D/D = \frac{1}{3} \left(\frac{D}{R} \right)^2 \quad (1-4)$$

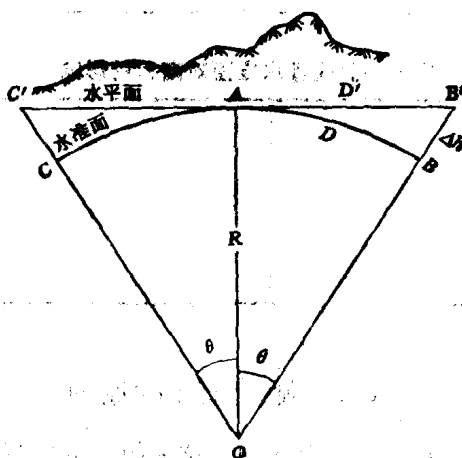


图 1-8 水平面与水准面的关系

取 $R = 6370$ 公里, 以不同的距离 D 代入公式 (1-3) 和 (1-4) 可分别得出距离误差 ΔD 和相对误差 $\Delta D/D$, 如表 1-1 中所列。由表中可以看出不同范围内, 水准面的曲率对水平距离的影响。一般来说, 在半径为 10 公里的范围内进行长度测量时, 可以不必考虑地球曲率, 而把水准面当作水平面看待。即实际沿圆弧丈量所得距离作为水平距离, 其误差可以忽略不计。

二、地球曲率对高差的影响

以水平面代替水准面进行高程测量, 由图 1-8 可知

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + D'^2$$

$$R^2 + 2R \cdot \Delta h + (\Delta h)^2 = R^2 + D'^2$$

整理得

$$2R \cdot \Delta h + (\Delta h)^2 = D'^2$$

$$\Delta h = \frac{D'^2}{2R + \Delta h}$$

式中分母的 Δh 与地球半径 R 相比较, 可以忽略不计。

D' 与 D 相差甚微，此处可以以 D 代入。于是

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R} \quad (1-5)$$

取 $R = 6370$ 公里，以不同的距离 D 代入公式 (1-5) 可分别得出高差误差，如表 1-2 中所列。由表可见，地球曲率对高差的影响是很大的。即使在很短的距离内，也必须加以考虑。

用水平面代替水准面对距离的影响

表 1-1

$D(\text{km})$	$\Delta D(\text{cm})$	$\Delta D/D$
10	0.8	1/1220000
20	7	1/304000
50	103	1/48700
100	821	1/12200

用水平面代替水准面对高差的影响

表 1-2

$D(\text{m})$	$\Delta h(\text{mm})$
100	0.8
500	20
1000	78

第四节 测量工作的原则

由于测绘和测设的对象一般都是由众多的点位所组成的图形，因此，确定点位的工作必须考虑点与点之间的相互联系、相互影响。例如，测绘一张地物平面图，若是以一幢房屋开始逐点测量并绘图，那么前一点的点位误差就会传递给后一个点，如此累积势必使所绘图形发生越来越大的变形，以致无法使用。所以，确定点位必须设法限制误差的传递和累积，使测量成果满足一定的精度要求。又如，掘进一条巷道，为了提高工程进度，有时需要由几个工作面同时掘进，并按设计要求打通。这就需要测量工作满足工程施工在方式、时间和精度等方面的要求。为此，测量工作必须遵循“由整体到局部”的原则，按照“先控制后碎部”和“由高级到低级”的测量程序进行。首先在测区内建立若干具有控制意义的点，精确地测定它们的相互关系和位置。然后，根据这些点对其邻近碎部进行测绘或测设。前者叫做控制测量，后者叫做碎部测量和细部测设。

控制测量由于所测点数较少，点位精度较高，控制范围较大，因此，在进行碎部（细部）测量时，可以同时、也可以先后使用各控制点，仍可相互衔接并得到必要的检核。在控制测量基础上所进行的碎部（细部）测量，虽然精度较低，但误差可限制在一定范围以内，而不致影响全局。

控制测量包括，平面控制测量和高程控制测量。

为了统一全国的测量工作，我国已经建立全国性的测量控制网。平面和高程控制均分

为四个等级。一、二等是全国性控制的基础，三、四等是在其基础上所进行的加密，是直接为测绘地形图和各种工程测量之用。

〔思考题与习题〕

1. 测量学研究的对象、内容和实质是什么？
2. 测量学的基本任务是什么？
3. 如何确定地面点位？
4. 名词解释：水准面 大地水准面 高程 绝对高程 相对高程 高差
5. 测量用平面直角坐标与数学用平面直角坐标有何异同？
6. 测量工作为什么要遵循“由整体到局部”的原则？

第二章 距离丈量与直线定向

测量地面上两点间直线长度的工作叫做距离丈量。由于测量的计算与绘图均需要地面两点间的水平投影长度,所以在一般情况下,应尽量丈量两点间的水平长度,即水平距离。当丈量水平距离有困难时,也可丈量其倾斜距离,然后再改算为水平距离。

确定地面上一条直线与某一标准方向间相互角度的关系,叫做直线定向。

第一节 地面点位的标志与直线定线

对地面两点间进行距离丈量时,地面点需要有明确的点位。为此,首先要将地面点位进行标志。

地面点位的标志,随测量的精度要求以及保存期限长短不同而不同。永久性标志需用混凝土桩或钢桩,桩顶面嵌入不锈钢或铜材料在其上刻出“·”或“+”,表示其点位。半永久性或临时性的标志可用木桩,桩顶以小钉或划出“+”字,表示点位。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,长度为30~40厘米;顶面积为 $4 \times 4 \sim 6 \times 6$ 平方厘米。为了妥善保护重点位不被破坏,在点位周围应进行砌筑并加盖。为了便于寻找,应绘出点位附近的地物草图,图上注明该点到各相邻明显地物间的距离和方位,叫做“点之记”,作为测量资料存档。

使用点位时,为了瞄准点位,可在点位上方竖立明显观测标志。如图2-1所示,图a以花杆做观测标志;图b以悬挂垂球线做观测标志。对需要供远处长期观测的重要点位,则用木质或金属觇标,如图c所示。

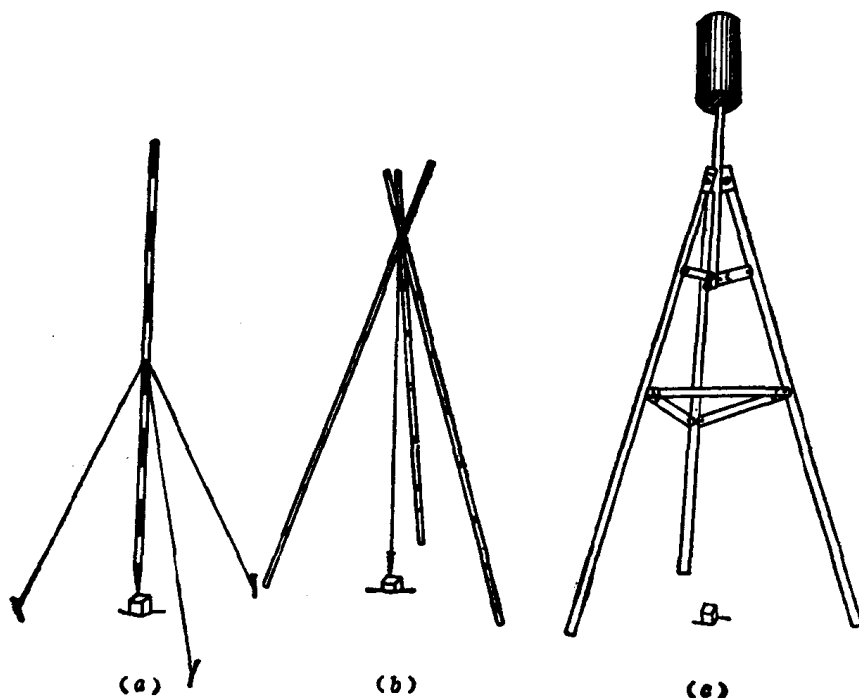


图 2-1 觇标

距离丈量，当两点间的长度小于一整尺长时，可直接用尺子进行量距；当两点间的长度大于一整尺，或在地面坡度较大的地方，无法一次量取水平距离时，可将直线分成若干分段，分别丈量，最后求其总长。这时，就需要先进行直线定线。所谓直线定线，就是将两点间所连直线，以若干点位的形式标志在地面上的工作。直线定线可以用目测，也可以用仪器。本节只介绍目测定线法。

一、两点间通视的定线

如图2-2所示，先在 AB 两点上竖立花杆，目测者甲立于 A 点后1~2米处。测量员乙手持花杆，在待定点处（距 B 稍短于一整尺），听从目测者甲的指挥，在 AB 方向左右移动花杆，直到甲观察三根花杆的同侧重合到一起时，令乙在花杆处插一标志，作为临时点位。然后，乙手持花杆沿 BA 方向再走稍短于一整尺处，同上法定线，直至最后一点到 A 点的长度小于一整尺时为止，定线工作完毕。

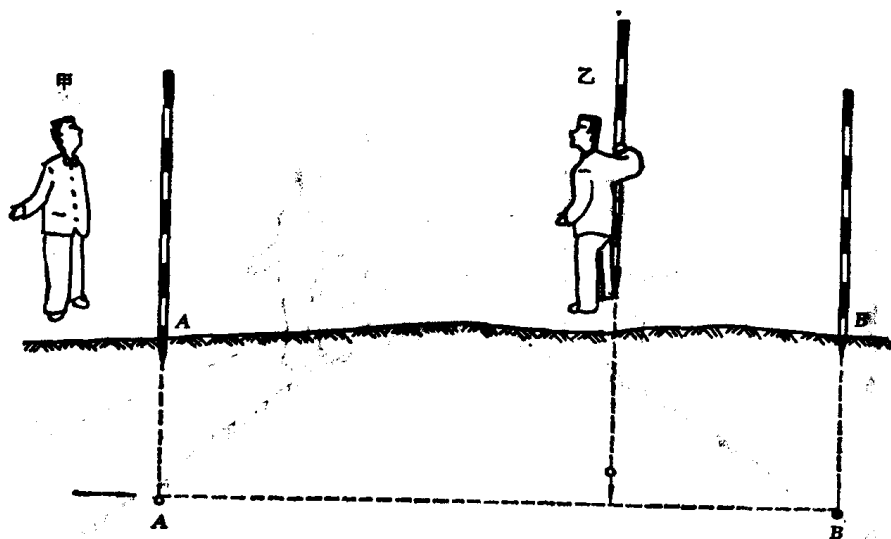


图 2-2 两点间通视的定线

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

通常，在平坦地区量距，直线定线与距离丈量工作同时进行。

二、延长直线的定线

当需要将直线 AB 延长时，定线可由一人进行。如图2-3所示，首先在 A 、 B 两点上竖立花杆，测量员手持一根花杆，在延长线上的待定点处左右移动，目测三根花杆，当其同侧重合时，在花杆处加以标志。该点即在 AB 直线的延长线上。

应当指出，当两点间距离较短，而要由此延长的距离较长时，该法定线的精度较低，一般不宜采用。

三、两点不通视或不便到达的定线

当两点互不通视或不便到达时，定线工作可由两人按逐渐趋近法进行。如图2-4所示， A 、 B 两点分别在山头的两侧，互不通视。定线方法是，首先在 A 、 B 两点上竖立花杆或其他观测标志，然后甲乙二人各持花杆在 AB 间选点。例如，乙先选好 D_1 点后，指挥甲移