

高等学校试用教材

测量学

武汉地质学院测量教研室

地质出版社

高等学校试用教材

测 量 学

武汉地质学院测量教研室编

地质出版社

内 容 提 要

本书是地质类院校适用的测量学教材。全书共分十二章。前八章比较全面地介绍了测量学的基本概念、主要测绘仪器的使用、误差概念、图根控制测量、地形测图及地形图的应用等。后四章则结合地质专业介绍了航测的基本知识、物探和勘探工程测量及草测等内容。此外，还编有附录可供教学和生产上参考。在每章末尾还附有复习思考题，便于读者总结提高。

本书也可供地质与测绘人员参考。

测 量 学

武汉地质学院测量教研室编

*

国家地质总局教育组教材室编辑

地质出版社出版

冶金印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1978年7月北京第一版·1978年7月北京第一次印刷

定价1.40元 统一书号：15038·新287

前 言

地质类院校的测量学教材应该写到怎样的深度和广度为宜，一直是一个有争论的问题。鉴于目前缺乏合适教材，而教学上又迫切需要，虽然考虑尚未成熟，我们还是着手编写本书，以备教学之需。

在编写过程中，我们回顾了过去的教学情况，总结了经验和教训，并广泛地征求了各兄弟院校和有关生产单位的意见。其后，又进行过多次讨论、反复修改，最终得以定稿。

在内容选择上，我们遵循了如下准则：一是，要满足教学上的需要，使教材的系统与教学内容的安排相适应，有利于教与学；二是，应加强基础理论和基本知识，对于操作方法择其常用者为例，而不面面俱到；三是，要满足地质专业人员对测量学知识的要求，反映出密切结合专业的特点；四是，考虑到地质与测绘学科发展的趋向，应适当编入一些新的内容，粗浅地介绍一些新概念、新方法；五是，为提供地质与测绘人员工作上的参考，本书所选内容应适当多于教学所需的内容。这些想法不一定正确，也不全面，仅仅是反映我们目前的认识。

在这样的思想指导下，本书的内容比我们过去所编的教材有所增删。如，增加了误差概念、小型计算器的使用、航空地质的摄影测量基础；在后面数章中结合地质专业，介绍了有关物探和勘探的工程测量知识；在附录中还编入了坐标换带及梯形图廓坐标的查取等方面的知识。

在文字叙述方面，我们力求做到概念确切、推理严格和科学性强，对于过去曾经流行的那种实用主义的、不求甚解的做法尽量避免采用。在编写时，虽对此作过努力，但由于我们水平所限，未免力不从心，不当之处诚属难免，希望大家多加批评指正，以便今后进一步加以修改。

在本书编写过程中，我们曾参阅了武汉测绘学院、武汉水利学院、清华大学、长春地质学院和成都地质学院等院校所编写的测量学教材。尤其是，承蒙长春地质学院、成都地质学院、河北地质学院、清华大学和各省地质局测绘队等有关兄弟单位大力协助，提供了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

武汉地质学院测量教研室

1978年2月

目 录

第一章 结论	1
§ 1-1 测量学的任务	1
§ 1-2 测量学在地质勘探事业中的作用	1
§ 1-3 地球的形状与大小	2
§ 1-4 地面点位置的表示方法	2
§ 1-5 测量学的发展简史	4
第二章 方向与距离测量	6
§ 2-1 方向测量	6
§ 2-2 距离测量	8
第三章 经纬仪及其使用	12
§ 3-1 分微尺光学经纬仪	12
§ 3-2 测微器光学经纬仪	15
§ 3-3 游标经纬仪	16
§ 3-4 水平角的观测	19
§ 3-5 竖直角观测	22
§ 3-6 视距测量	25
第四章 水准测量	31
§ 4-1 水准测量的原理	31
§ 4-2 水准测量的仪器和工具	31
§ 4-3 水准仪的使用	33
§ 4-4 水准测量的作业方法	34
§ 4-5 水准测量的检核方法	35
§ 4-6 等外水准测量实例	37
第五章 误差概念	39
§ 5-1 观测误差	39
§ 5-2 偶然误差的性质	40
§ 5-3 算术平均值	41
§ 5-4 观测精度的衡量	41
§ 5-5 根据改正数确定观测值中误差	43
§ 5-6 相对误差	44
§ 5-7 容许误差	45
§ 5-8 误差传播定律	45

§ 5-9	算术平均值的中误差	48
§ 5-10	数字运算的一些凑整规则	48
第六章	控制测量	51
§ 6-1	控制测量概述	51
§ 6-2	经纬仪导线测量	53
§ 6-3	经纬仪交会法	62
§ 6-4	线形三角锁	73
§ 6-5	三角高程测量的计算	77
第七章	测绘地形图	82
§ 7-1	地形图的基本知识	82
§ 7-2	描绘等高线的方法	92
§ 7-3	经纬仪测图	94
第八章	地形图的应用	100
§ 8-1	地形图的分幅和编号	100
§ 8-2	高斯平面直角坐标	103
§ 8-3	读图的内容及注意事项	106
§ 8-4	地形图的定向、定点	109
§ 8-5	地形图上量测作业	112
第九章	航空地质的摄影测量基础	120
§ 9-1	航空地质的发展概述	120
§ 9-2	航空摄影的一般知识	121
§ 9-3	航空象片的几何关系	123
§ 9-4	象片的立体观察	129
§ 9-5	航空象片的量测	130
§ 9-6	航测成图方法简介	134
§ 9-7	航空象片的地质解译	134
第十章	物探工程测量	145
§ 10-1	物探工程测量的任务	145
§ 10-2	物探网的设计	145
§ 10-3	物探网的施测	146
§ 10-4	独立地区的物探工程测量	151
第十一章	地质勘探工程测量	153
§ 11-1	勘探线、勘探网的测设	153
§ 11-2	钻孔、探井及探槽等勘探工程位置测量	154
§ 11-3	剖面测量	155
§ 11-4	地面地质填图测量	159
第十二章	草测地形图	161
§ 12-1	简易测定距离、高程的方法	161

IV

§ 12-2 草测的作业方法	164
附录一 高斯——克吕格坐标的换带计算	166
附录二 用《高斯——克吕格坐标表》查取图廓点的平面坐标	171
附录三 计量单位及其换算	173
附录四 角度和弧度及其换算	175
附录五 地球曲率对于水平距离及高差影响的误差表	176
附录六 地球曲率和折光差改正数表	176
附录七 倾斜改正数表	177
附录八 坡度（角度、百分率、 $\frac{1}{n}$ ）对照表	178
附录九 科技计算器 f_x-102 使用说明	179
附录十 希腊字母及其发音	194

第一章 绪 论

§ 1-1 测量学的任务

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。其主要任务是：

- 一、研究和确定地球整体的形状和大小；
- 二、将测区内的地物和地面起伏形状按一定比例缩小绘制成平面图或地形图；
- 三、将图上各种设计成果测设至现场或将地面上的各种工程设施测绘到图上。

随着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：为测制较大地区的地形图而建立国家统一的控制网，并为观测地壳的形状变化与研究确定地球形状和大小等而进行的测量，称为大地测量学。

将某些地区的地物和地面起伏形状测制成地形图，则称为地形测量学。

利用空中摄影象片，研究和确定地面上点位关系，并将地球表面的起伏形状绘制成地形图称为航空摄影测量学。

为某些建设工程项目（如城市建设、大型工矿企业建设、铁路选线、桥梁架设、农田水利等）的专门测量，称为工程测量学。

运用测绘所得成果，研究如何绘制、编纂、出版印刷广大地区或全球的地图，则属于制图学的范围。

§ 1-2 测量学在地质勘探事业中的作用

测量学在社会主义建设中，有着非常重要的作用，人们常把它比喻为建设的尖兵。测量学与国防建设、地质勘探、农田水利、城市规划、公路及铁路选线与施工、大型桥梁的架设等工程关系极为密切。

在地质普查、勘探、水文工程地质、物探、化探等工程项目中，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他测绘资料，而且要求测量工作与之密切配合并一定要走在前面。

在地质普查及水文调查时，必须事先收集相应比例尺的地形图，以便了解此地区的地形起伏、村庄分布、水陆交通等情况，才能制定合理的工作规划。在地质填图过程中，地质人员要把观察到的各种地质现象的准确位置，随时标定在地形图上（地质定点），并在现场勾绘地质界限。因此，地形图本身的准确程度与地质人员应用地形图的熟练程度，直接关系到地质图的质量。

在地质勘探阶段中，图上设计的勘探网、钻孔、探槽、探井等工程，必须使用精密的测量仪器，准确地测设到地面上，或者是将地面上已竣工的工程设施测绘到图上。在矿区大比

例尺地质填图时，要用测量仪器测定地质点的位置。

物探、化探工作是在地面上规划的网状图形上进行的，如何在地面上确定这些图形的点位，这就要进行物探、化探工程测量。

近几年来，地震预报工作在我国取得了很大的成绩，其方法很多，用精密测量方法测定地壳升降与位移来预报地震则为其重要的手段之一。

利用航空摄影象片及卫星遥感资料，解释岩性、地层、地质构造及水文地质条件等，并借助现代化航测成图仪器及电子计算机系统，绘制地形地质图，这已发展成为一门新技术——航空地质或航天遥感地质。

§ 1-3 地球的形状和大小

在测量工作及一些数据的处理过程中，要顾及地球是一个球体。那么地球究竟有多大呢？这个不平坦的地球表面用一个什么面代表它才最为合理？我们知道，地球表面上陆地约占30%，最高的山是我国的珠穆朗玛峰，高出海平面8848.13米。海洋占70%左右，最深处约一万里。地球的半径约6371公里。这样，地球表面上的高山与海深和地球半径相比则是微不足道的。既然海洋占地球表面的70%，且平静的海水面由于重力的影响是一个曲面，假想将这个曲面再加以扩大延伸，即穿过高山而闭合。这个闭合的形体就代表地球的形状和大小。海水面由于潮汐的影响，随时都在发生变化，为了找到能够代表地球形状和大小这个海水面，在海滨设立验潮站，进行多次观测求出平均海水面的高度。我们称这个通过平均高度的海水面为大地水准面。

实际上，大地水准面仍然是一个相当复杂的曲面，不能用一个简单的数学公式表示。如果选择这个面为测量的基准面，将使制图及测量计算工作造成极大的困难。为此，我们选择了一个非常接近大地水准面的辅助面（旋转椭圆体面）来代表地球的形状和大小。

旋转椭圆体面是椭圆 $PQP'Q'$ 绕其短轴 PP' 旋转而成（图1-1）。旋转椭圆体面与大地水准面虽然不完全相同，其差异是相当微小的。旋转椭圆体的形状及大小取决于下列三个元素，即

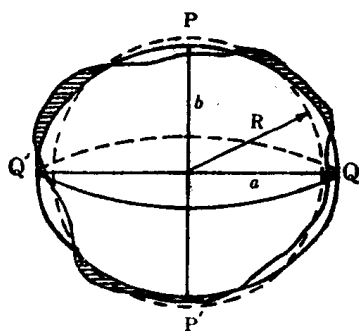


图1-1

长半径（赤道半径） a

短半径（地轴半径） b

$$\text{扁率 } \alpha = \frac{a-b}{a}$$

由于旋转椭圆体的扁率很小，在很多实际应用中，为了计算的方便，常把地球近似地当作圆球看待，取其平均半径 $R = 6371$ 公里。但在精确的计算中是不允许的。

§ 1-4 地面点位置的表示方法

地面上一点的位置是用坐标及高程来表示的，根据不同的情况，采用不同的坐标和高程系统。

一、坐标

(一) 地理坐标

用经度和纬度表示地面上一点的位置叫做地理坐标（或称球面坐标）。如图1-2，把地球近似地当作一个绕短轴NS旋转的圆球，NS为地球的自转轴，又称地轴，它与圆球的两个交点：N为北极，S为南极。

通过地轴的任一平面称为子午面。子午面与地球表面的交线称为子午线（又称经线）。经国际天文学会决定：通过英国格林威治天文台的子午线称为首子午线。以它作为计算经度的起点。

通过地球中心且与地轴垂直的平面称为赤道面。赤道面与地球表面的交线称为赤道。其它垂直于地轴的平面与地球表面的交线称为纬线。

如图1-2，P点的位置可由其经度和纬度来确定：经度是过P点的子午面和首子午面之间的二面角，以L表示。在首子午线以东零度至一百八十度之间称为东经，在首子午线以西零度至一百八十度之间称为西经。纬度是过P点的铅垂线与赤道面的夹角，由于地球实际上不是圆球，因此铅垂线不一定通过地球的中心，纬度通常以B表示，赤道以北零度至九十度称为北纬，赤道以南称为南纬。例如武昌某地的地理坐标为：东经 $114^{\circ}27'$ ，北纬 $30^{\circ}31'$ 。

(二) 平面直角坐标

在局部的小范围地区，我们可以在测区的中央或左下角设置一个原点，令通过原点的南北线（子午线）为X轴，与X轴垂直，通过原点的东西方向线为Y轴，原点的坐标值可令其等于零或者任一整数。有了X轴及Y轴，任何一点P的位置可用 X_P 、 Y_P 来表示。如图1-3。

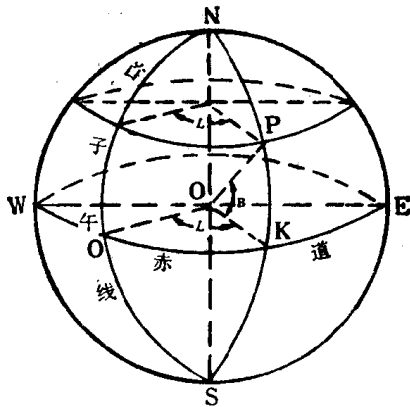


图1-2

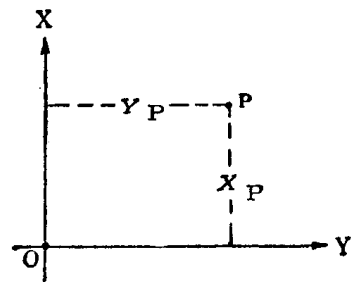


图1-3

二、高程

(一) 绝对高程

地面上任何一点至大地水准面的垂直距离，称为该点的绝对高程或海拔。如图1-4所示：A、B为地面上两点， P_0P_0 为大地水准面，则A、B两点高出 P_0P_0 的垂直距离 H_A 、 H_B 即分别为A、B两点的绝对高程。

我国的高程起算点，解放前由于军阀割据各自为政，是极不统一的，有大沽口、吴淞口、

坎门镇等处的高程起算点。由于地球各处的引力不同及观测的精度不同，虽然都设立了验潮站，但得出的平均海水面的位置是不一致的，因此对全国性的高程测量造成了极大的困难。

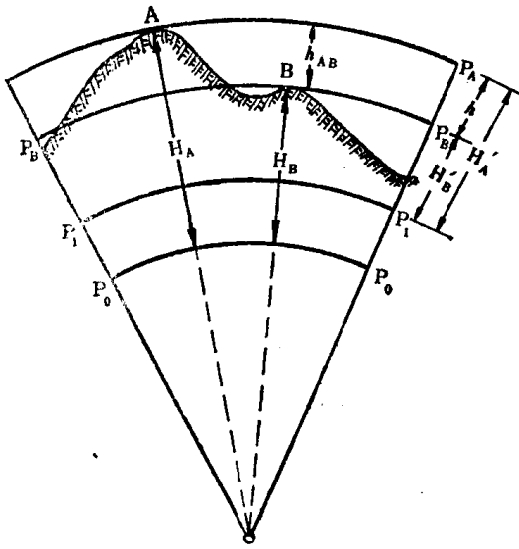


图1-4

为高差，两点间的高差与起算的水准面无关。

为了得到全国统一的高程系统，解放后在青岛设立了验潮站，获得了黄海平均海水面的位置，从而建立了全国性的高程起算点，即水准原点。一九七五年我国登山队登上了珠穆朗玛峰，并测得其高程为八千八百四十八点一三米，就是指珠峰峰顶到黄海平均海水面的垂直距离。

(二) 相对高程

在某些偏僻地区，一时还不能和国家高程点联系，我们就以一个适当的水准面作为基准面。在此地区内，所有的点到此水准面的垂直距离则称为相对高程，或者叫假定高程。如图1-4中 P_1P_1 为任一水准面， H'_A 、 H'_B 即为A、B两点的相对高程。A、B两点高程之差则称为高差，两点间的高差与起算的水准面无关。

§ 1-5 测量学的发展简史

伟大的领袖和导师毛主席教导我们说：“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由”。测量学也和其他自然科学一样，是劳动人民长期与大自然斗争，为解决实际生产的需要，经过多次反复实践而产生的。

测量学的发展在我国有着悠久的历史，早在春秋战国时代就发明了指南针，直到今天仍被广泛地应用着。四千年前夏禹治水时，就有了简单的测量工具。后汉张衡造过天文测量及测验地震的仪器。公元三世纪时，西晋的裴秀编制了制图六体，这是世界上最早的地形测量及地图制图规范。在唐代我国就进行过地球形状及大小的测量工作。毛主席说：“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力”。几千年来我国的劳动人民对世界文化的发展作出了卓越的贡献。然而由于长期的封建统治、帝国主义的侵略、国民党反动派的残酷压迫与剥削，测量学也和其它科学一样得不到应有的发展，甚至处于停滞状态。

我国人民在伟大的中国共产党和毛主席的英明领导下，推翻了“三座大山”，劳动人民成了国家的主人。在毛主席革命路线的正确指引下，随着社会主义各项经济建设和国防建设发展的需要，一九五六年成立了国家测绘总局，统管及领导全国的测绘业务工作。为培养测绘技术人材，相继成立了测绘学院及中等技术学校。测绘教育事业的发展，壮大了测绘技术队伍，促进了测绘事业的更快地发展。二十八年来，在全国范围内测定了统一的大地测量控制网，基本上统一了全国的平面坐标及高程系统，完成了大量的国家基本图的测绘任务。为配合治理黄河、淮河、海河以及长江流域规划，建设武汉长江大桥和南京长江大桥，修筑成昆、成渝铁路等各项工程建设，广大的测绘工作者作出了重大的贡献。遵照毛主席“独立自

主”，“自力更生”的方针，我国的测绘仪器制造事业也有了很大的发展。目前国产的经纬仪、水准仪、平板仪等在各条生产战线上被广泛的应用着，国产的航空摄影测量仪器也正在逐步推广使用，改变了过去一切依赖进口的局面。

近几年来，一些现代精密测量仪器，如光电测距仪、激光水准仪、测绘专用电子计算机等已试制成功，并逐步推广使用。由于电子计算机的广泛应用，解决了许多异常复杂而难以解算的测量技术问题。对于人造卫星观测与综合利用的研究是当前测绘工作者的一个新的任务。利用卫星遥感遥测资料绘制地形图、地质图以及国家建设所需要的各种图件，观测人造卫星建立大地控制网等，不仅可以提高精度，而且加快了速度，是多、快、好、省地发展我国测绘事业新的重要途径。

解放后二十八年来，测绘部门虽然受到了刘少奇、林彪、“四人帮”反革命修正主义路线严重破坏与干扰，但是，毛主席的无产阶级革命路线始终占主导地位，测绘事业的发展是迅速的，成绩是巨大的。在华主席抓纲治国的伟大战略决策指引下，我国的测绘事业形势一片大好，前途是光明的，是大有希望的。目前广大测绘工作者在“工业学大庆”的精神鼓舞下，一致表示要树雄心、立壮志，为赶超世界先进水平，为实现伟大领袖和导师毛主席、敬爱的周总理的遗愿，为把我国建设成为现代化的社会主义强国作出应有的贡献。

复 习 题

1. 什么叫做大地水准面？什么叫做绝对高程？什么叫做相对高程？
2. 新兴市的纬度 $B = 29^{\circ} N$ ，经度 $L = 107^{\circ} E$ 。试绘一图将新兴市的位置表示出来，并解释什么叫做纬度，什么叫做经度？
3. 平面直角坐标如何形成的？已知一点 A 的坐标为， $X = 1350$ 米， $Y = 2700$ 米，试绘一图表示之。

第二章 方向与距离测量

§2-1 方向测量

一、地面点的标志

在测量工作开始之前，首先应在欲测定的地面点上设立标志，然后再进行观测。标志点可分为临时性和永久性两种。要求精度不高、不需要长期保留的点，可用木桩打入地下表示之。需要长期保留、精度要求较高，则用石柱或水泥桩埋设于地下表示之。

为了便于观测，在临时性的标志点上要树立标杆，在永久性的标志点上则应架设钢制或木制的觇标，如图2-1 (a) 及图2-1 (b) 所示。

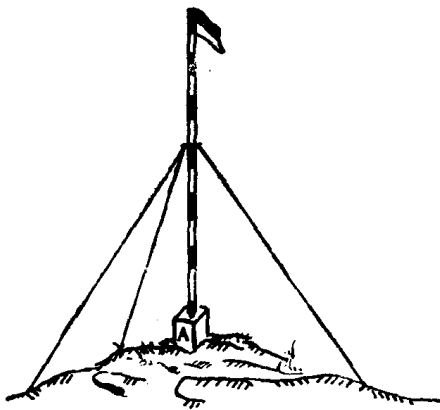


图2-1(a)

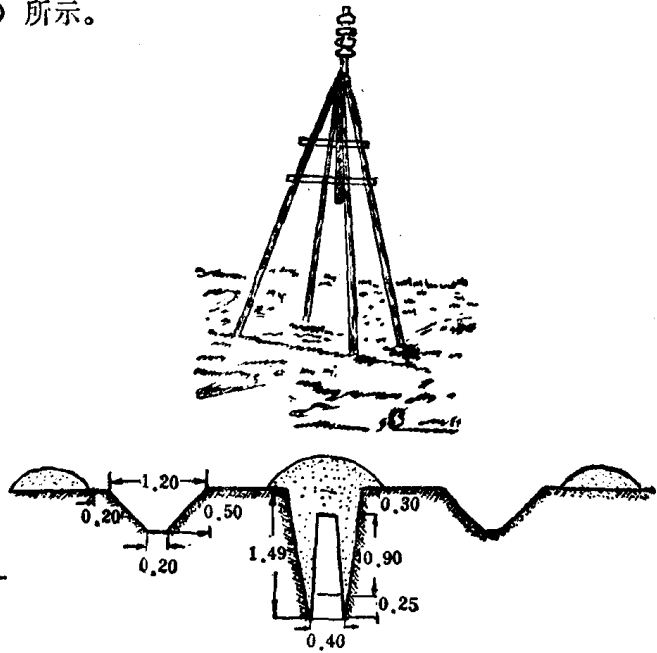


图2-1(b)

二、标准方向的选择

欲确定地面上一直线的方向，首先要选定标准方向。在测量工作中经常应用的标准方向有：

(一) 磁北方向

在某一测点上，当罗盘仪的磁针静止时，磁针北端所指的方向，即为磁北方向或称磁子午线方向。

(二) 真北方向

过地球表面上某一点，指向地球北极的方向即为真北方向，或称真子午线方向。

由于地球磁场的南北极与地球自转轴是不一致的，故地球上任何一点的磁北方向与真北方向也是不重合的。磁北方向偏离真北方向的角度，称为磁偏角，以 Δ 表示之（如图2-2）。磁北方向偏向真北方向东边的叫东偏， Δ 取正号。磁北方向偏向真北方向西边的叫西偏， Δ 取负号。

由于各种因素对地磁场的影响，所以各地的磁偏角是不同的，其变化范围少则几分，多则几度。因此采用磁北方向作为标准方向，其精度是不高的。当测区面积不大时，可选用磁北方向作为标准方向。在地质勘探工作中有时采用磁北方向。对于全国性或较大地区的测量，则选用真北方向为标准方向。

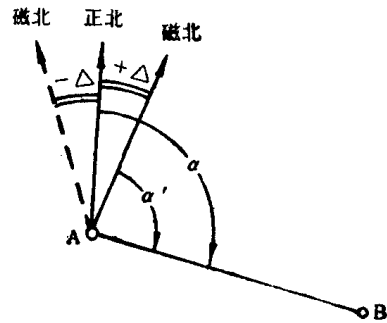


图2-2

三、方位角

在地面上我们常用方位角表示任一直线的方向。

(一) 什么叫方位角？

自标准方向的北端起顺时针转向某直线的水平角度（指投影到水平面上的角度），称为该直线的方位角。方位角的大小可以由零度到三百六十度。以真北为起始方向的叫真方位角（图2-2中的 α ），以磁北为起始方向的则称为磁方位角（图2-2中的 α' ）。若已知某一地区的磁偏角，则可由直线的磁方位角求其真方位角，或者由真方位角求其磁方位角。由图2-2可知。

$$\alpha = \alpha' + \Delta$$

$$\alpha' = \alpha - \Delta$$

式中： α 为直线AB的真方位角。

α' 为直线AB的磁方位角。

Δ 为磁偏角，东偏时为正，西偏时为负。

(二) 用罗盘仪测定直线的磁方位角

1. 罗盘仪的构造

罗盘仪的种类很多，但其构造大同小异。这里仅介绍一种八角罗盘，其主要构成部分有磁针、度盘和照准设备等（见图2-3）。

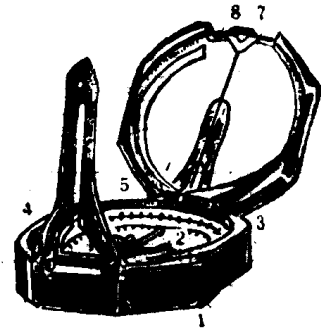


图2-3

磁针用人造磁铁制成，其中心装有镶着玛瑙的凹元形轴窝，以此支于度盘中心的钢针上，可以自由转动。当磁针转动而趋静止时，其北端即指向磁北方向。为避免钢针尖端的无味磨损，在不用时可用制动器将磁针托起而固定住。

度盘是铜或铝制的元盘，一般最小分划为一度或三十分，按零度至三百六十度反时针方向刻划，以便于直接读取磁方位角。此外在度盘上还附有改正螺丝，转动它，刻度盘就随之而转动，以便改正度盘读数。

照准设备为装在 0° — 180° 方向上一对折迭式觇板，与安在合面的反光镜配合使用。

此外，底盘上还装有元水准器、管水准器和测斜指示器。元水准器供安置度盘成水平之用。罗盘合的底面装有操纵测斜指示器的手把，转动手把可使管水准器与测斜指示器同时转

动，供测倾角时使用。

罗盘仪的主要用途是测磁北方向、磁方位角以及倾斜角（或称地面坡角），因此罗盘仪又被称为袖珍经纬仪。

2. 测定磁方位角的方法

当观测目标之仰角小于 45° 或俯角小于 15° 时，从反光镜中可看到目标，此时把觇板竖直，两手托住罗盘，紧靠人身腹部，将度盘零度方向对准目标，使元水准器的气泡居中，直至长觇板和目标的象同时被镜面的中线所平分，即可按磁针北端读取磁方位角，如图2-4所示。

当目标俯角大于 15° 时，用上法不能在镜中看到目标的象，此时就应反个方向，将 180° 对向目标并使元水准器的气泡居中，从长觇板夹经过镜子下方的透明椭圆孔的中线来照准。但应注意，此时要按磁针南端来读取磁方位角。如图2-5所示。

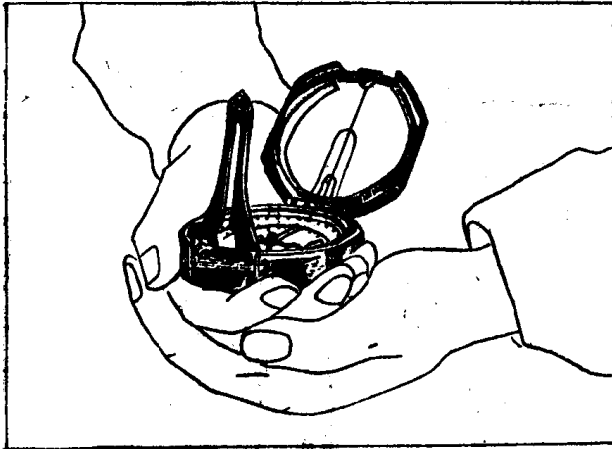


图2-4

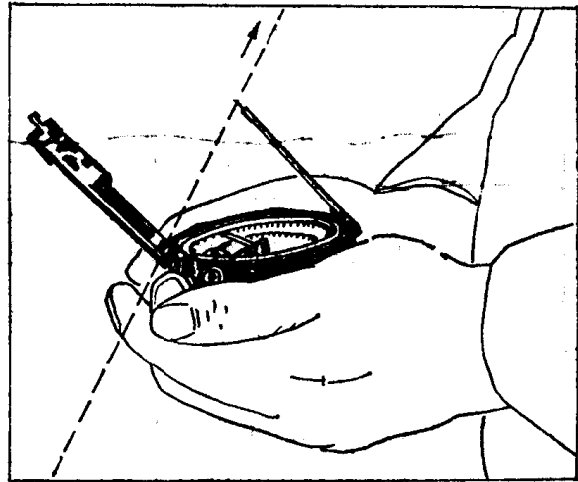


图2-5

本章只介绍磁方位角的测定，至于直接测定各直线的真方位角，属于大地天文学方面的任务，在此不作介绍。

§2-2 距离测量

测量地面上两点之间的距离，是测量工作最基本的任务之一。所谓两点间的距离，指的是水平距离，即两点投影在水平面上的距离。根据测量目的及精度要求的不同，可分别采用钢卷尺、布卷尺、测绳丈量、光电测距及经纬仪视距法进行量测（视距法在第三章介绍）。

一、用钢卷尺（或布卷尺或测绳）量距

（一）直线定线

较长之直线，丈量工作开始之前，应在直线方向内设立若干个临时性的标志，以保证丈量时沿此直线进行，这就是直线定向。如图2-6。

（二）直线丈量

直线丈量一般至少要往返各量测一次，以检查有无错误。其往返差若在允许范围内，可

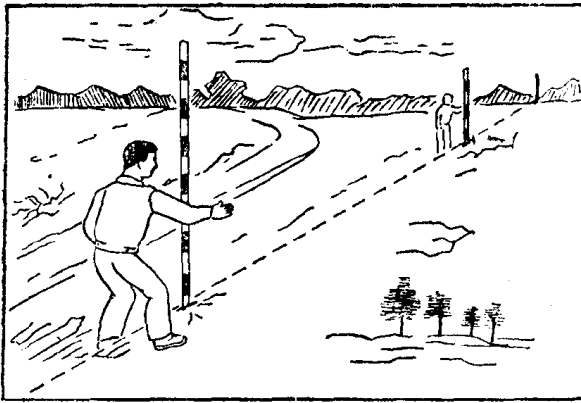


图2-6

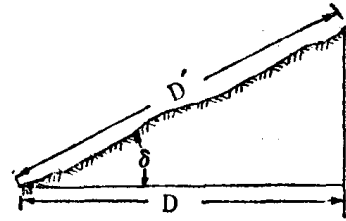


图2-7

取其平均值作为此直线的最后结果。

若地面倾斜较大，需加改正才能得到水平距离，根据不同的情况采用不同的措施。

1. 当地面坡度均匀时

可直接丈量倾斜距离及地面倾斜角度（可用罗盘仪量得），按三角公式求得水平距离（如图2-7）：

$$D = D' \cos \delta$$

式中 D' 为地面倾斜距离，

δ 为地面倾斜角度，

D 为所求的水平距离。

设 ΔD 为倾斜距离改为水平距离的改正数，则

$$\Delta D = D' - D = D' - D' \cos \delta = D' (1 - \cos \delta)$$

$$\Delta D = 2D' \sin^2 \frac{\delta}{2}$$

$$D = D' - \Delta D$$

在测量上为了简化计算，根据倾斜距离 D' 及倾斜角 δ ，按上式计算出相应的倾斜改正数 ΔD 编制成表（如附录七）。应用时以 D' 和 δ 为引数可随时查取 ΔD 。

2. 当地面坡度不均匀时

在欲测定水平距离的一段直线中，地面坡度并不是均匀的，分段计算又嫌麻烦，此时可采用平量的办法，即把尺子一端放在地面上，另一端抬起大致水平，地面点每一次用垂球标定之。如图2-8。

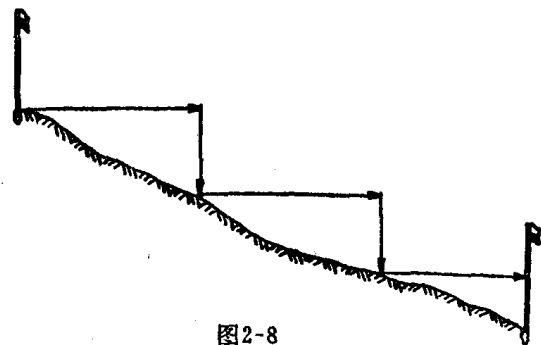


图2-8

二、光电测距

用钢卷尺丈量距离，不仅工作繁重、效率低，而且在地形复杂的情况下甚至无法进行。近几年来，国内外先后利用光电或激光的技术，测定两点间的距离，已取得了显著的效果。利用光电测距仪测定距离，具有精度高、测程长、操作简便、重量轻、便于野外作业等特点，因此受到广大测绘工作者的重视与欢

迎。

(一) 光电测距仪的基本原理

光电测距仪的基本原理是测定电磁波（无线电波或光波）在两点间传播的时间 t_{2D} 来计算距离，其公式为

$$D = \frac{1}{2} C \cdot t_{2D}$$

式中：D为两点间的直线距离；

t_{2D} 为光波在待测距离上往返传播的时间；

C为常数， $C = 299792.4562 \pm 0.001$ 公里/秒。

从公式中不难看出，欲求两点间的距离D，只要测出光波在此距离上的往返时间 t_{2D} ，即可求出D值。根据测定 t_{2D} 值的方法不同，可分为脉冲式和相位式的光电测距仪。

脉冲式测距仪，是直接测定光脉冲在待测距离上的往返时间 t_{2D} 。其优点是不需要在欲测点上放置合作目标，但精度是较低的，常州第二电子仪器厂生产的激光地形测绘仪则属于这种类型。

相位式测距仪，是通过测定调制波在待测距离上往返传播所产生的相位差，来间接测定时间 t_{2D} 。由于在无线电技术上容易达到0.5度以上的测相精度，故相位式测距仪测距的精度能达到 ± 1 厘米。北京光学仪器厂等单位研制的DCH—1型红外光电测距仪则属于这一类型。

(二) DCH—1型红外光电测距仪简介

1. 仪器构造

DCH—1型红外光电测距仪，是用砷化镓发光二极管作调制光源的相位式测距仪，采用自动数字显示，具有速度快、精密、小型、轻便、耗电少等特点，适用于地质工程测量、城市测量、精密导线测量和航测外业加密控制点等方面。目前已广泛应用于各个基本建设部门中。

仪器由照准头、高频盒、控制箱、电源和反射棱镜等五部分组成（图2—9）。照准头通过连接器架在经纬仪上，同经纬仪配合使用，可同时完成斜距、水平角和垂直角等项测量。

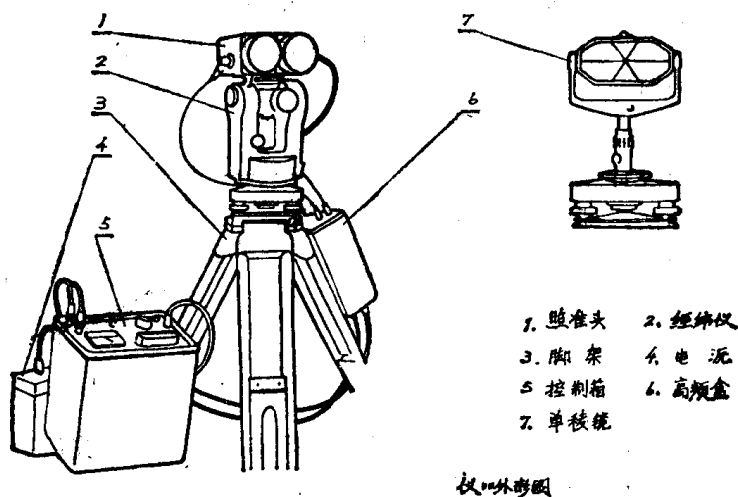


图2-9