

422030

滑

物探工人自学参考读物

# 物 探 测 量

广东省地质局物探队 编

地 质 出 版 社

物探工人自学参考读物

# 物 探 测 量

广东省地质局物探队 编

地 质 出 版 社

物探工人自学参考读物

**物 探 测 量**

广东省地质局物探队 编

\*

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

开本：787×1092 1/32 印张：10 3/4 字数：240,000

1980年5月北京第一版·1981年5月北京第一次印刷

印数1—5,780册·定价1.80元

统一书号：15038·新457

# 前 言

地球物理探矿方法（简称物探）是一种有效而快速的找矿方法。物探中的测量工作是物探的基础工作。为了便于具有初中文化程度的新工人学习和掌握物探测量技术，我们在生产实践的基础上，吸取兄弟单位的先进经验，编写出这本《物探测量》。

本书按生产程序编写，反映了物探测量工作的全过程。主要内容为：测量的概念和基本原理、经纬仪的构造和使用、平面控制测量、高程测量、物探测量的野外作业方法和室内资料整理、地形图知识及应用方法等。在叙述上力求通俗易懂，深入浅出。

本书由广东省地质局物探队编写，岳兆定、徐兴同志执笔。在编写过程中曾得到西安地质学院、湖南省地质局物探队、广东省地质局测绘队等兄弟单位的大力支持和热情帮助，全稿经地质部区测局冯宝安同志审查修改，在此一并致谢。

由于我们水平不高，加上时间仓促，缺乏编写经验，错误之处，敬请批评指正。

**编者**

# 目 录

## 绪言

## 第一章 测量的基本概念

第一节 方位角与象限角 .....	4
一、方位角的概念与正反方位角 .....	4
二、象限角 .....	5
三、方位角与象限角的关系 .....	5
第二节 子午线与方位角的关系 .....	6
一、子午面、真子午线及真方位角 .....	7
二、磁子午线及磁方位角 .....	7
三、坐标纵线及坐标方位角 .....	8
四、几种方位角之间的关系 .....	8
第三节 坐标系的概念 .....	9
一、地理坐标 .....	9
二、平面直角坐标 .....	10
第四节 比例尺 .....	11

## 第二章 经纬仪的构造和使用

第一节 经纬仪的一般构造 .....	14
一、游标经纬仪 .....	14
二、光学经纬仪 .....	14
第二节 经纬仪的读数装置 .....	16
一、度盘、游标盘、游标 .....	16
二、游标原理及其读数 .....	17
三、应用分微尺的读数装置 .....	19

四、应用测微器的读数方法 .....	20
五、应用测微鼓双象符合法读数 .....	21
第三节 角度测量的概念和测定方法 .....	22
一、水平角的概念及测定方法 .....	22
二、垂直角的概念及测定方法 .....	30
第四节 经纬仪的检查校正 .....	31
一、水准轴垂直竖轴的检查及校正 .....	31
二、十字丝正确位置的校正 .....	32
三、照准轴垂直横轴的检查校正 .....	33
四、横轴垂直竖轴的检查校正 .....	35
第五节 经纬仪的维护保养 .....	36
<b>第三章 视距测量和经纬仪导线测量</b>	
第一节 平面三角学基本公式的应用 .....	38
一、锐角三角函数及函数表 .....	38
二、三角函数的符号与象限关系 .....	40
第二节 视距测量的原理 .....	42
一、外对光望远镜的视距公式 .....	43
二、内对光望远镜的视距公式 .....	45
三、测定两点间距离的方法 .....	45
第三节 视距常数的测定 .....	46
一、内对光望远镜K的测定 .....	46
二、外对光望远镜K的测定 .....	48
第四节 视准轴倾斜时水平距离及高差公式 .....	49
一、水平距离公式 .....	49
二、高差公式 .....	50
第五节 视距测量的精度 .....	51
第六节 标尺倾斜对视距测量的影响 .....	52
第七节 视距测量计算工具及方法 .....	55
一、视距计算表 .....	55

二、对数的应用 .....	58
第八节 经纬仪导线测量 .....	62
一、导线测量的分类和名称 .....	64
二、导线测量的要求和实施 .....	64
三、导线测量之计算 .....	65
第九节 用视距计算表解算三角形 .....	81
一、计算原理 .....	81
二、使用方法 .....	85
<b>第四章 平面控制测量</b>	
第一节 平面控制测量布网原则 .....	87
一、三角测量的等级 .....	87
二、物探测量中的控制测量 .....	88
第二节 方位角边长之反算 .....	91
第三节 三角形点之计算 .....	94
第四节 侧方交会之计算 .....	98
第五节 前方交会之计算 .....	104
第六节 后方交会之计算 .....	110
第七节 中心多边形近似平差 .....	123
第八节 四边形平差计算 .....	128
第九节 线形锁平差计算 .....	143
<b>第五章 高程测量</b>	
第一节 高程测量概念和种类 .....	176
第二节 水准测量仪器及标尺 .....	177
第三节 水准测量原理 .....	177
第四节 水准仪的检查校正 .....	182
一、水准仪的基本性能 .....	182
二、水准仪的检查校正 .....	183
第五节 地球曲率及大地折光的影响 .....	187
一、地球曲率误差 $f$ 的推算公式 .....	187

二、折光差 $\nu$ 的推算公式 .....	189
三、两差联合影响差 $r$ 公式 .....	189
第六节 水准测量平差计算 .....	190
一、单一水准路线的平差 .....	190
二、单结点水准路线的平差 .....	192
第七节 三角高程测量 .....	194
一、经纬仪垂直度盘的构造及读数 .....	195
二、天顶距观测及计算垂直角 .....	197
三、指标差的检验和校正 .....	198
四、三角高程测量原理 .....	200
第八节 经纬仪视距高程导线测量 .....	202
<b>第六章 物探中测量工作</b>	
第一节 新工区的准备工作 .....	206
一、资料的收集 .....	207
二、国际分幅及图幅编号 .....	207
三、高斯平面直角坐标换带计算 .....	212
四、坐标点展绘 .....	220
五、踏勘及编写设计 .....	221
第二节 磁法勘探测网的敷设 .....	222
一、基线敷设的要求 .....	222
二、测线敷设的要求 .....	223
三、测网敷设方法 .....	224
第三节 测网法 .....	225
一、工区起始点及基线的测定 .....	225
二、连测工作 .....	233
三、测线的敷设 .....	238
第四节 控制网法 .....	239
一、控制线法 .....	239
二、控制点法 .....	240



第五节	基测线在困难地区的施测方法	241
一、	视距超过规定长度时的施测法	241
二、	视差法求距	243
三、	基测线遇有障碍物时的测量方法	246
第六节	极坐标测量法	253
第七节	质量检查	256
第八节	剖面测量	258
一、	精测剖面	258
二、	典型剖面	259
第九节	电法勘探测网的敷设	259
第十节	重力勘探测量工作	262
一、	测网的敷设	262
二、	地形改正测量	263
第十一节	地震勘探测量工作	268
一、	地震勘探测网的布置	268
二、	测网精度要求	269
三、	测网的布设	269
四、	测点高程的测定	271
第十二节	埋设固定标志	271
一、	埋设固定标志的目的和对象	271
二、	埋设要求	271
三、	固定标志的规格	272
第十三节	误差理论在测量工作中的应用	273
一、	测量误差的概念	273
二、	测量误差的种类和特性	274
三、	测量精度的衡量	276
四、	观测值函数的中误差	279
五、	算术平均值及其中误差	284
六、	由似真误差求观测值的中误差	285
七、	双观测值的中误差	287

第十四节 物探测量资料整理 .....	290
一、一般规定 .....	290
二、原始记录及资料整理 .....	293
三、计算资料整理 .....	294
四、物探测量的精度估算 .....	295
五、图表的编制 .....	299
第十五节 总结报告的编写 .....	301
<b>第七章 地形图知识及地形图的应用</b>	
第一节 地形图的概念 .....	302
一、地貌及其用等高线表示法 .....	302
二、地物及其用符号表示法 .....	312
第二节 地形图的应用 .....	312
一、概述 .....	312
二、根据地形图确定点的坐标和高程 .....	314
三、根据地形图绘制剖面图 .....	316
四、量取地形坡度、划分地区类别 .....	318
五、加密控制选点在图上的设计 .....	319
六、用地形图判读通视的方法 .....	320
七、地形图的实地定向 .....	321
八、地形图定位 .....	323
第三节 借地形图敷设物探测网 .....	325
一、地形图定点工作 .....	325
二、实地定点 .....	330
第四节 质量检查与精度衡量 .....	332
一、全地形图定点的检查办法 .....	332
二、半仪器配合地形图定点的检查办法 .....	333

# 绪 言

测量学是一门研究地球形状和大小的科学。它用各种不同的测量方法，测定地球表面上某一地区的大小和形状，按不同比例尺保持相似形状，绘制成地形图；或在地球表面的局部范围内建立控制网，作为测量工作的基础。

在社会主义建设中，测量学是一项不可缺少的工作。在工程建设中如建造大型桥梁、工厂，敷设各种管道，开挖隧道或矿山开采，巷道贯通等，都必须有精确详细的测绘资料和通过测量技术进行设计和施工。在国防方面，如制定战略计划，确定作战部署等，也需要精确而详细的地形图作为依据。在地质勘探过程中，为了正确了解地质构造和矿床的相互关系，查明矿产位置及其分布情况，要测制地形图，测定地质点、工程点位置，以填绘地质图进行储量计算等。在物探工作中，也需要首先敷设测网，定线，定点，尔后才能开展物探野外观测工作。

测量学大致分为如下几门专业：

**大地测量学：**确定整个地球的形状和大小，以及在大范围内精确地测定地面各级控制点的坐标及高程，作为各种局部测量的依据。

**地形测量学：**采用一定的方法，将地球表面的形状表示在图纸上，测制成地形图。

**摄影测量学：**利用地面摄影或航空摄影所取得的像片，经过一定的计算和应用专门的仪器来测制成地形图。

制图学：根据各种测绘成果，研究编制和印刷出版各种不同比例尺的地形图、地图和特种图。

工程测量学：为满足城市、大型工矿企业、桥梁建筑、农田水利等各种工程建设而进行的测量。地质勘探、地球物理探矿中的测量工作也属工程测量的内容。

地形图是各项工程建设的基础，有着广泛的用途。为测绘地形图，首先必须测定地面上各点的相对位置。其方法是在测区范围内选择一些具有控制性的点，以一定的精度测定它们的平面位置和高程，再根据这些点位来测定其他点。这些具有控制意义的点叫做控制点，所构成的图形叫做控制网。测定控制点平面位置的方法叫平面控制测量，测定其高程的方法叫高程控制测量。

全国性的控制测量工作，属于大地测量的任务。建立大地测量的平面控制网主要采用三角测量方法。在大面积地区选择控制点，埋设永久固定标石和竖立觐标（木标或钢标），联系成一系列三角形，称为三角网。测定各三角形的水平角和起算方位角，量出起算边长，以推算其他各边长和方位角，计算出各三角形顶点的坐标。这些三角形顶点称为三角点。在特殊困难地区，也可采用精密导线测量或其它适当的方法建立控制网。按控制层次和施测精度，我国大地测量布网方案（法式）规定，国家控制网分为一、二、三、四等。一等精度最高，二等稍次之，余类推。

物探中的测量工作通常是在三角点基础上用小三角进行控制加密，然后用锁网或各种交会法进行图根控制测量和连测物探测网，以便计算物探观测点的平面位置或高程。

地球物理探矿是根据不同岩石或矿石的物理性质，测定其物理参数，按磁性、导电性、密度、弹性波等差异来了解

地质情况和寻找矿产的。这些测定参数的点称为物探观测点。观测点的平面位置和高程及相互间的关系都需要正确地汇编成物探图件，然后结合地质情况推断解释，以达到找矿目的。观测点的定位包括由图上设计转于实地和准确测量实地位置并编制图件两种情况；有时为进行推断解释需要敷设各种剖面，为地形改正需要测绘地形图等。这些工作都必须通过测量技术来予以完成。这种由物探工作需要而进行的测量工作，叫做物探测量。

物探工作中，测量是一个不可缺少的组成部分。测量成果的好坏直接关系到物探成果的质量。因此，测量工作又是一个具有基础性的工作。它的任务是：

（一）为物探工作敷设测网并与测量控制点（包括平面控制点与高程控制点）进行连测，以便计算物探观测点的平面位置或高程。

（二）测定物探基点、异常点、剖面端点及测网四角点的平面直角坐标，埋设固定标志并对重要地质标志（包括地质点、钻孔、探槽、浅井等）及重要的居民点、独立物体（如桥、塔、庙宇、钟楼等）进行连测。

（三）根据物探工作的需要，测定物探观测点的高程与测绘地形剖面或地形草图。

（四）根据测量成果编制测区实测成果图。

# 第一章 测量的基本概念

## 第一节 方位角与象限角

把地面直线描绘在图纸上或是将图上设计移到实地时，不仅要知道直线的长度，还要知道直线的方向，即该直线对东西南北方向的关系。

### 一、方位角的概念与正反方位角

确定地面直线方向的方法，是先在地面上选择统一的方向线作为基本方向线（通常为南北向），然后以直线和基本方向线的夹角来表达直线的方向。由基本方向线北端顺时针方向到直线所夹的角，叫做该直线的方位角。方位角的数值范围为  $0^\circ - 360^\circ$ 。图1-1上直线  $OM$  的方位角为  $A_1$ ， $OT$  的方位角为  $A_2$ ， $OP$  的方位角为  $A_3$ 。

一条直线有正反两个方向。如图1-2，直线  $MN$  的方向可用在  $M$  点的方位角  $A_1$  表示，也可以用在  $N$  点的方位角  $A_2$  表示。 $A_1$  和  $A_2$  互为正反方位角。若设直线由  $M$  到  $N$ ，则  $A_1$  就叫正方位角，通常以符号代表，写成  $\alpha_{MN} = \angle A_1$ 。 $A_2$  叫反方位角，也可写成  $\alpha_{NM} = \angle A_2$ 。

在一般的情况下，对于坐标方位角来说，正反方位角相差  $180^\circ$ ，即正方位角  $\alpha_{MN} = \angle A_1$ ，而反方位角  $\alpha_{NM} = \angle A_1 \pm 180^\circ = \angle A_2$ 。

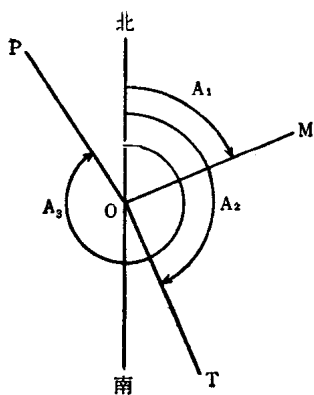


图 1-1

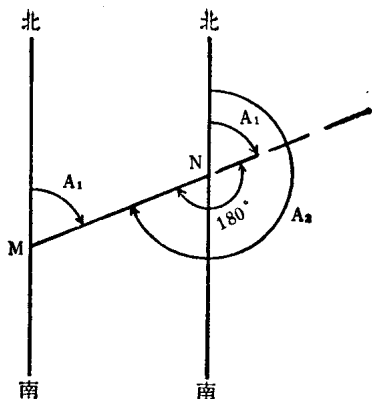


图 1-2

## 二、象限角

直线的方向也可以采用象限角来表示。由基本方向线的北端或南端起，量该象限内一直线的锐角称为该直线的象限角，其数值是 $0^\circ$ — $90^\circ$ 的范围。如图1-3中， $O$ 点的基本方向线为南北向，通过 $O$ 点与南北线垂直的线为东西方向线。由 $O$ 点至 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 各点的象限角分别为：设 $OA$ 直线的象限角为 $R_1 = 45^\circ$ 时，可写成北东 $45^\circ$ （NE $45^\circ$ ）；设 $OB$ 直线的象限角为 $R_2 = 45^\circ$ 时，可写成南东 $45^\circ$ （SE $45^\circ$ ）；设 $OC$ 直线的象限角为 $R_3 = 45^\circ$ 时，可写成南西 $45^\circ$ （SW $45^\circ$ ）；设 $OD$ 直线的象限角为 $R_4 = 45^\circ$ 时，可写成北西 $45^\circ$ （NW $45^\circ$ ）。

## 三、方位角与象限角的关系

根据直线在所属象限的位置，可确定方位角与象限角之

间的关系，角度可互相换算，如图1-3，有表1-1之关系。

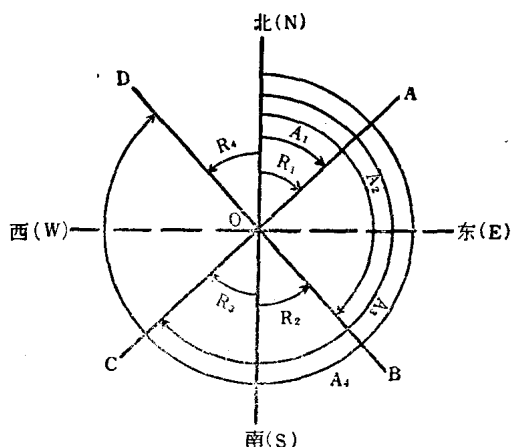


图 1-3

表1-1

象 限 名 称	方位角度数	按方位角求象限角	按象限角求方位角
I 北东(NE)	$0^\circ - 90^\circ$	$R_1 = A_1$	$A_1 = R_1$
II 南东(SE)	$90^\circ - 180^\circ$	$R_2 = 180^\circ - A_2$	$A_2 = 180^\circ - R_2$
III 南西(SW)	$180^\circ - 270^\circ$	$R_3 = A_3 - 180^\circ$	$A_3 = 180^\circ + R_3$
IV 北西(NW)	$270^\circ - 360^\circ$	$R_4 = 360^\circ - A_4$	$A_4 = 360^\circ - R_4$

## 第二节 子午线与方位角的关系

测量上所用的基本方向线有：真子午线、磁子午线、坐标子午线三种。



## 一、子午面、真子午线及真方位角

通过地面上任意一点 $M$ 和地球两极（南极、北极）以及球心的截面，叫做 $M$ 点的子午面，如图1-6中的 $POP_1KM$ 。子午面与地球表面的交线就叫做 $M$ 点的真子午线，如图1-6中的 $PMKP_1$ 弧线即是。任意一条直线，以通过线上任意一点的真子午线作为基本方向线，按顺时针方向转动的角度，就叫做该线的真方位角。如图1-4中的 $A_1$ 即是直线 $MB$ 的真方位角（图中以“真”代表真子午线，以“磁”代表磁子午线，以“坐”代表坐标子午线）。

## 二、磁子午线及磁方位角

磁针之所以在各地都是指向南北方向，是因为地球上存在着磁场，并且所有磁力线都汇集靠近两极的磁极处，在北的称为北磁极，在南的称为南磁极。磁针所指的方向线就叫做磁子午线。如在地面上 $M$ 点放磁针，则以磁针所指的北方向作为基本方向线。在图1-4中，直线 $MB$ 的磁方位角为 $B_1$ 。

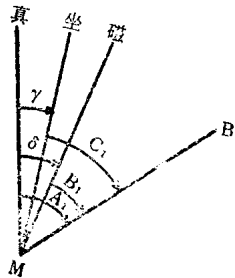


图 1-4

由于磁南北极不与地球南北极重合，所以磁子午线与真子午线亦不重合。两线的夹角叫做磁偏角，图1-4中的 $\delta$ 即为 $M$ 点的磁偏角。磁子午线北端在真子午线以东叫东偏，规定为正；在西叫西偏，规定为负。图1-4中 $\delta$ 为东偏。