

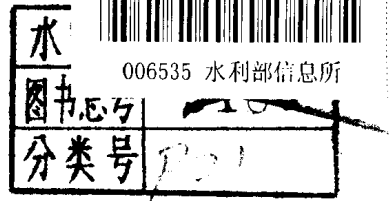
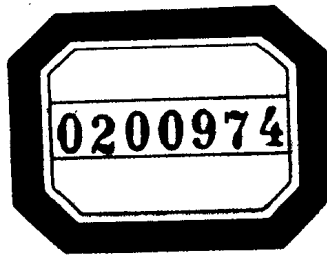
普通测量

(增订版)

清华大学建筑工程系测量教学组

中国建筑工程工业出版社





普通测量

(增订版)

清华大学建筑工程系测量教学组

中国建筑工业出版社

本书共分三部分：第一部分（一至十章），主要介绍有关测量的一般基本知识，测量仪器的构造、使用和检校，并阐述了导线测量，小三角测量，地形图的测绘，误差概念和地形图的应用；第二部分（十一至十六章），结合工程实践，分别介绍了建筑、隧道、渠道、管线、土坝等施工测量工作；第三部分为附录，其中叙述了内对光望远镜视距公式的推导、竖曲线测量，并简要介绍了DJ₂光学经纬仪、自计视距仪、DCH-1型红外测距仪、激光经纬仪、激光地形测绘仪、钟山DS-102A型台式测地计算机等的构造和用法。

本书可供工程测量、测绘工作人员，大专院校有关专业师生参考。

2437/15

普通测量

（增订版）

清华大学建筑工程系测量教学组

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米1/32 印张：14 7/8 字数：398千字

1978年11月增订版 1978年11月第一次印刷

印数：1—51,020册 定价：1.30元

统一书号：15040·3482

编 者 说 明

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，随着社会主义经济建设和国防建设的飞跃发展，我国勘测工作也在不断地前进，测绘队伍日益壮大。为了适应测绘工作发展的需要，在我校试用的测量教材的基础上进行修改和补充，编写了这本书。

考虑到本书的通用性，除有关测量学的一般基本知识外，还把工业和民用房屋建筑、地下工程、给水排水、农田水利等工程所需要的一般测量工作合编为一册，以便根据各自的需要选读。因内容涉及范围较广，故本书定名为《普通测量》。

为了便于基本建设战线上广大测绘工作者及工程技术人员自学，内容力求简明扼要，由浅入深，并注意结合生产实践作必要的理论分析，使一般初学人员容易懂得和应用。

本书在编写过程中，得到不少施工单位、测绘单位和兄弟院校及工农兵学员的帮助，提出了许多宝贵意见。但由于我们政治水平与业务水平所限，在本书内容上可能存在不少缺点和错误，希望读者批评指正。

一九七三年四月

增订版说明

《普通测量》一书，自1973年出版以来，受到了广大读者热情地支持，并提出了许多宝贵意见。我们根据同志们提出的建议进行了修改和补充，并请北京市勘测处同志参加了前十章的修订工作。主要增订部分是：第一、将经纬仪及其使用一章中改为以6"级光学经纬仪为主，以适应我国目前生产单位的设备情况；第二、把原来小地区控制测量一章分为导线测量、小三角测量和交会法两章，其中并增加了二级导线、三角高程测量、二级小三角测量等内容，以适应较大测区的需要；第三、在小地区大比例尺地形图测绘一章中，也相应地增加了一些有关测图方面的内容。

关于施工测量部分，增加施工测量的基本工作一章，以此作为各专业施工测量的基础。对于其他各专业施工测量的内容，在原来的基础上，仅作了部分修改。

本书附录部分，增加了红外测距仪、激光经纬仪、激光地形测绘仪及钟山DS-102A台式测地计算机的简要介绍和说明，以便使读者对这些新测量仪器和电子计算技术有一些初步了解。

最后，我们向在本书改写过程中给予大力协助、提出宝贵意见和提供资料的有关单位、兄弟院校和广大读者，致以衷心的感谢！

清华大学建工系测量教研组

一九七七年四月

目 录

编者说明

增订版说明

第一章 绪论	1
§ 1-1 测量工作的意义	1
§ 1-2 地面上点位的确定	2
第二章 水准测量	6
§ 2-1 水准测量原理	6
§ 2-2 微倾水准仪和水准尺	8
§ 2-3 水准测量方法和注意事项	15
§ 2-4 水准测量的精度要求和校核方法	19
§ 2-5 微倾水准仪的检验和校正	24
§ 2-6 三、四等水准测量	29
第三章 经纬仪及其使用	36
§ 3-1 测量水平角的概念	36
§ 3-2 光学经纬仪的构造	38
§ 3-3 6"级光学经纬仪的读数装置和读数方法	40
§ 3-4 游标经纬仪的读数方法	44
§ 3-5 水平角观测	48
§ 3-6 竖直角测量	52
§ 3-7 6"级光学经纬仪的检验和校正	57
§ 3-8 使用经纬仪的注意事项	61
第四章 距离丈量和直线定向	65
§ 4-1 距离丈量概述	65
§ 4-2 距离改正数	70
§ 4-3 距离丈量的精度要求和注意事项	72
§ 4-4 直线方向的确定	74
§ 4-5 坐标方位角和象限角的计算	76
§ 4-6 罗盘仪	79

第五章 一个测站的测绘工作	82
§ 5-1 在地形图上表示地物和地貌的基本方法	82
§ 5-2 视距测量原理	93
§ 5-3 在一个测站上经纬仪视距法测图的测绘工作	102
第六章 导线测量	113
§ 6-1 导线测量概述	114
§ 6-2 导线测量的外业工作	117
§ 6-3 导线测量的内业计算	118
§ 6-4 导线错误的寻找	130
§ 6-5 用等差级数尺的视距导线测量	132
§ 6-6 II级导线测量	136
§ 6-7 视差法测距	136
§ 6-8 结点导线	138
第七章 小三角测量和交会法	145
§ 7-1 小三角测量的外业	147
§ 7-2 小三角锁的计算	155
§ 7-3 中点多边形	164
§ 7-4 线形锁	165
§ 7-5 前方交会法	176
§ 7-6 后方交会法	180
§ 7-7 三角高程测量	189
§ 7-8 二级小三角测量	193
第八章 小地区大比例尺地形图的测绘	204
§ 8-1 加密控制点的测量工作	204
§ 8-2 控制点的展绘	208
§ 8-3 大平板仪测图原理	211
§ 8-4 平板仪构造和平板仪附件	212
§ 8-5 平板仪的检验和校正	214
§ 8-6 平板仪加密控制点	215
§ 8-7 大平板仪测图	219
§ 8-8 小平板仪实量距离和水准仪联合测图	221
§ 8-9 选择立尺点的方法和测图内容的取舍	223

§ 8-10 地形图的拼接和检查	226
第九章 误差概念	231
§ 9-1 测量误差的分类	231
§ 9-2 衡量精度的标准	234
§ 9-3 观测值函数的中误差	237
§ 9-4 对测量结果的误差分析	243
§ 9-5 同精度观测值的中误差	250
第十章 地形图的应用	255
§ 10-1 地形图应用的基本内容	255
§ 10-2 在平整土地中地形图的应用	260
§ 10-3 城市用地的地形分析	266
§ 10-4 在给水处理工程规划中地形图的应用	268
§ 10-5 在水利工程规划设计中地形图的应用	269
§ 10-6 面积计算	274
第十一章 施工测量的基本工作	281
§ 11-1 概述	281
§ 11-2 已知长度和角度的放样	282
§ 11-3 点的平面位置的测设方法	284
§ 11-4 点的高程位置的测设方法	288
§ 11-5 圆曲线的放样	289
第十二章 建筑施工测量和变形观测	299
§ 12-1 概述	299
§ 12-2 民用建筑主轴线的测设	300
§ 12-3 民用建筑的放线、抄平测量	302
§ 12-4 工业厂房主轴线和矩形控制网的测设	305
§ 12-5 工业厂房的放线、抄平测量	309
§ 12-6 烟囱的施工测量	314
§ 12-7 建筑物的沉降观测	316
§ 12-8 建筑物的倾斜观测和裂缝观测	320
第十三章 隧道的测量工作	325
§ 13-1 概述	325
§ 13-2 地面控制网	326

§ 13-3	隧道施工测量的准备工作	327
§ 13-4	直线隧道中线的延伸	330
§ 13-5	折线隧道转角的测设	334
§ 13-6	圆曲线隧道中线的测设	334
§ 13-7	隧道开挖断面的放样	337
§ 13-8	地下导线测量	338
§ 13-9	通过竖井的高程传递和掘进方向传递	339
第十四章	渠道测量	346
§ 14-1	踏勘选线	347
§ 14-2	中线测量	348
§ 14-3	圆曲线的测设	350
§ 14-4	纵横断面水准测量	353
§ 14-5	纵横断面图的绘制	358
§ 14-6	土方量的计算	361
§ 14-7	渠道边坡的放线	362
§ 14-8	盘山渠道	366
第十五章	管线测量	372
§ 15-1	管线的定线工作	372
§ 15-2	地下管线的施工放线测量	373
§ 15-3	顶管施工测量	377
第十六章	土坝施工测量和变形观测	381
§ 16-1	坝轴线的测设	382
§ 16-2	坝身控制测量	383
§ 16-3	坝身的放线抄平测量	387
§ 16-4	溢洪道的放样	391
§ 16-5	土坝变形观测概述	392
§ 16-6	土坝的水平位移观测和沉降观测	393
§ 16-7	土坝变形观测的成果整理	397
附录		400
一、	内对光望远镜视距公式的推导	400
二、	DJ ₂ 光学经纬仪	405
三、	自计视距仪	409

四、匈牙利“MOM”型平板仪	411
五、DCH-1型红外测距仪	416
六、激光经纬仪	424
七、激光地形测绘仪	429
八、钟山DS-102A型台式测地计算机	435
九、竖曲线测量	446
十、测量常用的计量单位	451
十一、常用数学公式	452
十二、视距计算表	458

第一章 绪 论

§ 1-1 测量工作的意义

毛主席教导我们：“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。”测量学的基本内容就是为人们了解自然和改造自然服务的。

测绘工作对祖国的社会主义经济建设和国防建设具有重大的意义。在经济建设的各个方面，如城市和居民点的兴建和改建，各种类型工矿企业的建设，交通路线的敷设和修建，大面积水利灌溉工程，农业土地规划和整理，地下矿藏的开采，森林资源的调查和采伐等等，都离不开测绘工作；在国防建设方面，如各项国防工程的修建，作战时的战役布署和战斗指挥等，也都需要有精确的地形图和各种观测数据。

当进行各种工程的规划设计时，首先要使用测量仪器和工具，通过实地测量和计算，把地面上各种建筑物和地面起伏的形状、大小按一定的比例尺缩小绘制成地形图，为经济建设和国防建设的规划设计提供基础资料；在工程的施工阶段，还要运用测量技术把图纸上规划和设计好的建筑物的位置测设到地面上，做为施工的依据；另外，对于一些大型、重要的建筑物，在它们的使用过程，还要进行沉降和变形观测，以保证使用过程中的安全。总之，测量学的主要任务可归纳为测绘地形图和施工放样两项。

测绘学科随着服务对象和研究范围的不同，可分为大地测量、摄影测量、工程测量、制图学和普通测量等等。本书主要介绍小地区大比例尺地形图的测绘（包括原理、仪器和方法）以及中小型建筑物的施工放样工作。

§ 1-2 地面上点位的确定

在测量中，地面上的一些物体，如房屋、道路、河流等等，称为地物。地面的高低起伏，如平原、山地、洼地等等，称为地貌。地物和地貌的变化是多种多样的，如何把这一切测绘到图纸上呢？图纸上设计好的建筑物也是多种多样的，又如何把它们的位置正确的测设到地面上呢？

毛主席教导：“人们总是首先认识了许多不同事物的特殊的本质，然后才有可能更进一步地进行概括工作，认识诸种事物的共同的本质。”

例如怎样确定一栋房子的平面位置？在图1-1(a)中，这栋房子的平面位置是由房屋轮廓线的一些折线所组成，如果能确定1、2、3、4各点的平面位置，这栋房子的位置就确定了。一条河流如图1-1(b)，它的边线虽然很不规则，但弯曲部分仍可以看成是由许多折点相连接的直线所组成，只要确定1、2、3、……各点，这条河流的平面位置也就确定了。

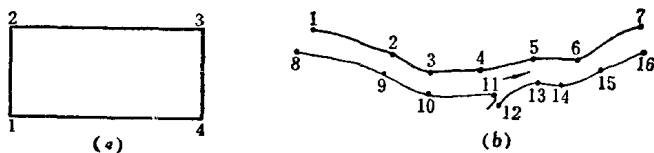


图 1-1

同理，如图1-2，地貌变化的情况可用地面坡度变化点1、2、3、……各点所组成的线段来表示。因为各段内的坡度是一致的，所以只要把1、2、3、……各点的高低和平面位置确定后，地貌变化的基本情况也就反映出来了。

上述各例中的1、2、3、……点，称为地貌或地物的特征点。

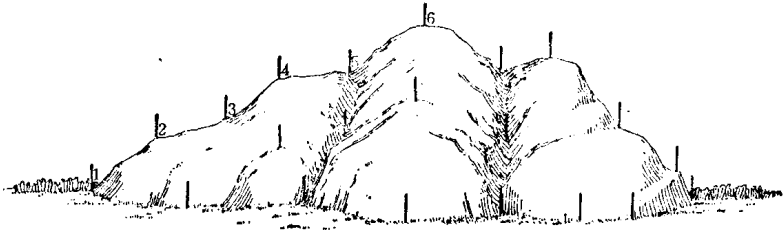


图 1-2

由上例中，可以看出一个共同的本质：即使是变化复杂的地物、地貌，它们的位置也都是由一些特征点的位置所决定的。因此，点位的关系就是测量上要研究的基本关系。点位的测定，就是测量的主要工作。所以说，无论是地形图的测绘也好，还是建筑物的测设也好，都可归结为测定点位的问题。

要确定地面上一点的位置，就要确定它的平面位置和高程（高低位置）。

下面分别讨论点的平面位置和点的高程：

一、点的平面位置

地球的形状是一个扁平的椭球体，在一般测量中是把它近似地当作圆球形看待的，它的平均半径约为6371公里。在这样一个半径很大的球面上，如果我们测量的面积较小（比如在半径小于10公里的范围内），这时由于地球表面的弯曲很微小，因而可把这部分球面看成和测区中心的铅垂线相垂直的平面。这样一来，地面上的 A 、 B 、 C 、 D 、 E 诸点，沿各自的铅垂线方向投影到平面上的点 a 、 b 、 c 、 d 、 e 就是 A 、 B 、 C 、 D 、 E 的平面位置（图 1-3）。如果我们用仪器和工具在地面上测出 A 、 B 、 C 、 D 、 E 这个多边形的水平角 β_a 、 β_b 、 β_c 、 β_d 、 β_e 和水平距离 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 和 d_5 ，那么， A 、 B 、 C 、 D 、 E 各点在平面上的相互位置就确定了。如果我们再选定地面上的一点 A 作为原点，并测出 AB 边与起始方向线 AN （通常是指北方向线）之间的夹角 α （图 1-3），则 A 、 B 、 C 、 D 、 E 诸点在平面上的位置就完全确定了。

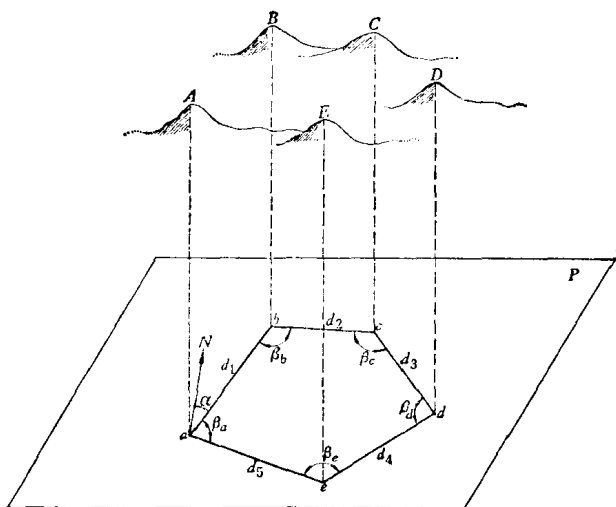


图 1-3

二、地面点的高程

由于地球表面是个起伏不平的表面，除了确定点的平面位置

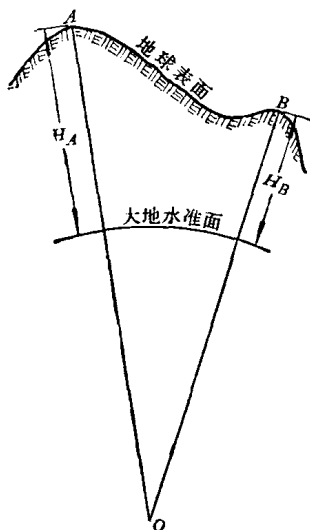


图 1-4

外，还要确定点的高程。我国规定以黄海平均海水面作为高程的起算面（基准面），把它延伸（与各点的铅垂线方向垂直地向前延伸），并穿过陆地，形成一闭合曲面，这个曲面就叫做大地水准面。图 1-4 中地面点 A、B 的高程就是沿铅垂线从大地水准面量到 A、B 点的距离，分别以 H_A 和 H_B 表示。在测量中，测定高程的精确方法就是水准测量。

因此地面点位的确定（包括平面位置及高程），可归结为高程测量、水平角测量和距离测量。

复 习 题

1. 地面点的位置用哪几个元素来确定？
2. 高程的意义是什么？用什么符号表示？并绘图说明。
3. 确定地面点位要做哪些方面的基本测量工作？

第二章 水准测量

§ 2-1 水准测量原理

测绘地形图的基本工作之一是高程测量，而水准测量则是精密测量高程的主要方法。

在图2-1中，已知地面点 A 的高程 H_A ，需要测定 B 点的高程 H_B 。如果我们能够求出 B 点对于 A 点的高程之差（简称高差） h_{AB} （图2-1），就能求得 B 点的高程。到底怎样才能求得两点的高差呢？只要在 A 、 B 两点间安置一个能提供水平视线的仪器，在 A 、 B 两点上竖立尺子，按照测量的前进方向，规定背向者为后视，顺向者为前视，如图2-1、图2-2中箭头指向前进方向，这时，根据水平视线先读出后视点 A 尺上的读数 a ，称为后视读数，再读出前视点 B 尺上的读数 b ，称为前视读数。后视读数 a 减去前视读数 b 即得两点的高差 h_{AB} ，即

$$h_{AB} = a - b$$

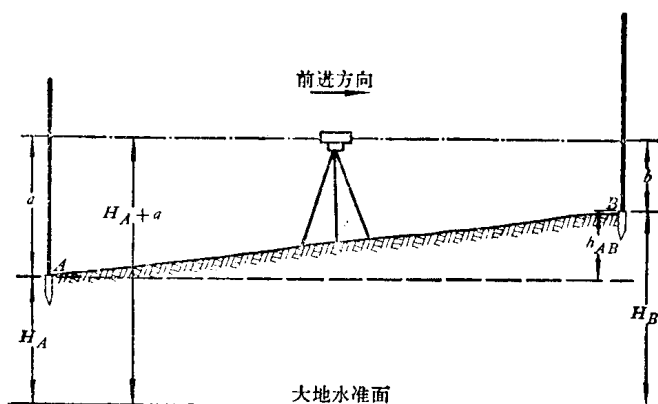


图 2-1

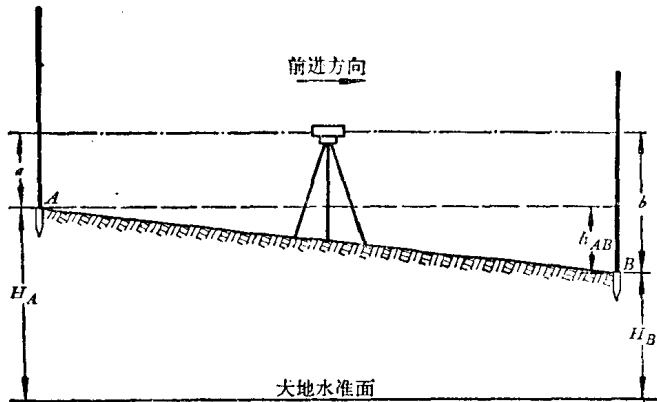


图 2-2

高差的符号有正、有负，当 B 点比 A 点高时（图 2-1），则前视读数 b 比后视读数 a 要小，按式子 $h_{AB} = a - b$ 算出的高差为正；当 B 点比 A 点低时（图 2-2），则前视读数 b 比后视读数 a 要大，算出的高差 h_{AB} 为负。根据水平视线在尺上的读数计算高差时，一定要用后视读数减去前视读数，即 $h_{AB} = a - b$ ，否则，算出的高差符号就不对了。

知道了 A 、 B 两点的高差 h_{AB} ，就可以根据 A 点的高程 H_A 计算出 B 点的高程 H_B 。这是一种常用的计算方法，即

$$H_B = H_A + h_{AB} = H_A + (a - b)$$

又从图 2-1 还可以看出， A 点的高程 H_A 加后视读数 a ，得视线的高程，称为视线高 H_i ；视线高减去前视读数 b ，也可以得出 B 点的高程 H_B 。这是另一种计算高程的方法，即

$$H_B = (H_A + a) - b = H_i - b$$

当仪器安置在一个地方，根据一个高程已知的后视点去测几个前视点的高程时，用这种方法计算各前视点的高程，要比分别计算出各点的高差，再去求高程的方法简便得多。

给出水平视线的仪器叫水准仪，供念读数用的尺子叫水准尺。