

土建工长(技术员)培训教材

建筑工程施工测量

王光遐 刘肖群 张凤萍 合编



清华大学出版社

内 容 简 介

本书分三个部分：第一部分(一至四章)为普通测量的基本理论，常用测量仪器的构造、性能、使用和检验校正的方法；第二部分(第五章)为小地区控制测量的基本知识、大比例尺地形图的测绘和在工程中的应用；第三部分(六至八章)为建筑工程施工测量的基本理论与测法。每章后附有小结与复习思考题、习题。

本书主要是作为岗位培训教材，也可作“建筑施工与管理”、“乡镇建设”等专业的测量课教材，或施工测量放线与工程技术人员学习工作参考。

土建工长(技术员)培训教材

建 筑 工 程 施 工 测 量

王光遐 刘肖群 张凤萍 合编

责任编辑 曹淑贞



清华大学出版社出版

北京 清华园

北京通县向阳印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行



开本：787×1092 1/32 印张：5 1/8 字数：115千字

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数：00001—30000

定价：1.60元

ISBN 7-302-00347-5/TU·35

《全国“星火计划”丛书》编委会

主任委员

杨 浚

副主任委员 (以姓氏笔划为序)

卢鸣谷 罗见龙 徐 简

委 员 (以姓氏笔划为序)

王晓方 向华明 米景九 应曰珪

张志强 张崇高 金耀明 赵汝霖

俞福良 柴淑敏 徐 骏 高承增

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

前 言

随着我国四化建设的深入发展,城乡基本建设任务日趋繁重,建筑职工队伍不断扩大。为了确保工程质量和安全生产,提高企业的经济效益,对建筑工人、技术人员进行岗位培训,提高他们的技术素质和管理水平,是当前城乡建设中一项十分迫切的任务。根据建设部(86)城建字第492号文关于对基层土建综合工长(技术员)实行岗位证书制度(要求施工工长(技术员)必须经技术考试合格、取得岗位证书),到1991年所有工程项目都要由持证人员组织施工的精神,清华大学出版社为了配合建设部全面开展基层土建综合工长(技术员)的岗位培训工作,组织了对土建工长的培训教育有丰富教学经验、并多次参加过北京市土建工长岗位技术考试的辅导、命题、评卷等工作的清华大学、北京工业大学、北京建筑工程学院、北京城市建设学校等院校的教师和施工单位的技术人员,参照建设部基层施工技术员岗位培训教材编审组制定的《基层施工技术员(土建综合工长)岗位培训教材教学大纲》的要求,以及新修订的有关设计规范,并考虑到施工技术人员的特点和文化基础,编写了这套培训教材。

全套教材共13本:《建筑工程施工测量》、《建筑材料》、《房屋构造》、《建筑识图与制图》、《建筑力学》、《建筑结构》、《地基与基础》、《建筑施工技术》、《建筑施工组织与管理》、《建筑工程定额与预算》、《建筑水电知识》、《建

筑机械基础》与《结构抗震基本知识》。本教材全部采用我国法定计量单位，内容丰富，重点明确，联系实际，深入浅出，通俗易懂，书中附有必要的例题，每章后有思考题和习题，供读者参考。

由于编写时间仓促，也限于编者的水平，教材中难免有不少缺点和错误，恳请广大读者指正。

编 者

1988月3月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 建筑施工测量的内容	(1)
第二节 测量坐标系与地面点位的确定	(2)
第三节 误差的概念	(10)
第四节 施工测量的基本准则	(12)
第二章 水准(高程)测量	(15)
第一节 水准测量的原理	(15)
第二节 微倾式水准仪的基本构造及操作	(17)
第三节 水准尺及读数方法	(22)
第四节 水准点及水准路线	(23)
第五节 { 水准测量记录及成果整理	(25)
第六节 { 水准测量注意事项	(32)
第七节 { 微倾式水准仪的检验及校正	(33)
第三章 角度测量	(38)
第一节 角度测量的原理	(38)
第二节 经纬仪的基本构造及操作	(40)
第三节 经纬仪的安置及水平角测法	(45)
第四节 竖直角测法	(48)
第五节 角度测量注意事项	(49)
第六节 经纬仪的检验及校正	(51)
第四章 距离测量	(56)
第一节 直线定线	(56)
第二节 钢尺	(58)

第三节	钢尺量距的方法	(60)
第四节	视距测法	(66)
第五章	地形图的测绘和应用	(70)
第一节	经纬仪导线测量	(70)
第二节	地形图的测绘	(80)
第三节	地形图的应用	(91)
第六章	测设的基本工作	(98)
第一节	水平距离、水平角度与高程的测设	(98)
第二节	点的平面位置的测设	(103)
第三节	直线和曲线的测设	(106)
第七章	施工测量及其准备工作	(114)
第一节	施工测量概述	(114)
第二节	了解设计意图、学习与校核图纸	(115)
第三节	了解现场情况与施工安排	(119)
第四节	检校仪器、检定钢尺与器材准备	(120)
第五节	校核红线桩(定位点)与水准点	(122)
第六节	制定测量放线方案	(124)
第八章	施工测量	(127)
第一节	平面控制网与主轴线的测定	(127)
第二节	高程控制网的测定	(132)
第三节	建筑物的定位放线与基础放线	(133)
第四节	施工过程中的测量放线工作	(138)
第五节	沉降观测	(147)
第六节	竣工测量	(149)
续后记		(153)

第一章 绪 论

第一节 建筑施工测量的内容

一、建筑施工测量的基本内容和作用

建筑施工测量是在工程施工各阶段中，使用测量仪器和工具，采用相应的测量技术，根据工程要求进行工程施工的放线抄平、检查验收鉴定工程质量以及对重要建筑物的各种变形观测等，为建筑工程施工和运营管理方面提供必需的测量资料、图纸和数据。因此对于一般建筑、高层建筑、工业建筑的修建，工业设备的安装，地下管网的敷设等建筑工程，均需要有为其广泛服务的施工测量工作。总之，建筑工程施工测量是工程施工中各阶段的先行工序，它在整个工程施工过程中，对按图施工、鉴定工程质量、保证工期及安全运营管理等方面都起着重要作用。

二、建筑施工测量面临的新形势和要求

随着建筑业的迅速发展，建筑结构、功能、规模以及施工方法的新突破相继出现，在结构形式上，从原来的五、六层砖混结构发展到二十、三十层，高度达百米的高层钢结构以及升板、大模和滑模新工艺；在功能上，从住宅楼、办公楼、学校等发展到大型公用建筑物、高级饭店、写字楼、公寓、俱乐部等，这些变化使建筑物平面和立面的造型由直角

和直线的轮廓向任意角度和折线、曲线变化；在规模上，从单幢建筑物发展为建筑群或建筑小区；在施工方法上，由于机械化程度提高，已不只是现场砌砖，而常是预制构(部)件现场安装，加快了施工速度。总之，这些对测量放线工作在方法方面、在精度和速度方面都提出了新的要求。为此，各级施工领导和技术、质量检查部门必须重视测量放线工作，并给予指导和检查。在施工部门的岗位责任制中一般均明确规定：施工技术员应领导测量放线工作，指导重点工程测量定位、放线工作；复查一般工程测量定位和水准点的引测工作。施工工长应对本段施工工程的测量定位、水准标高负直接技术责任，并参加主要各分项工程的交接检查，负责填写隐蔽工程说明、预检验单和参加检验签证。由此可见，施工技术员和工长都应掌握足够的测量放线理论知识和必要的操作技能，才能胜任工作。

第二节 测量坐标系与地面 点位的确定

建筑施工测量是将图纸上设计好的建筑物测设到地面上，其根本工作是确定地面点的位置——平面位置和高程。

一、点位的高程系统

(一) 基准面 为了描述地球表面的高低起伏，首先需要选择一个统一的度量起算面，即基准面。由于地球表面上海水表面积占据了71%，所以假设某一时刻海水延伸将地球表面围住，形成海水表面，将它选为基准面是很理想的。

1. 水准面 静止时的水表面称为水准面，它是一个处处与铅垂线正交的曲面。

2. 大地水准面 平均静止海水表面称为大地水准面。大地水准面是无数个水准面中的一个，它是唯一的。1956年，我国规定以青岛验潮站所测定的黄海平均海水面作为全国高程基准面。以这个基准面确定的高程系统称为1956年黄海高程系统，它的高程为零，如图1-1。

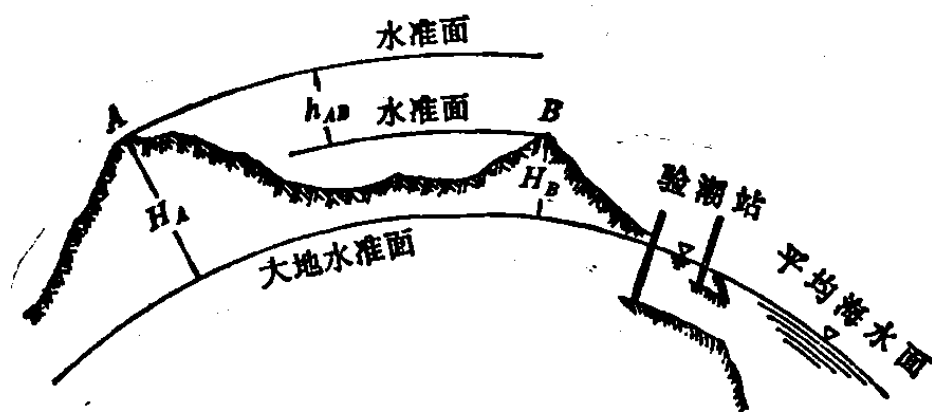


图 1-1

(二)高 程

1. 绝对高程 地面上某点到大地水准面的铅垂距离称为该点的绝对高程，亦称海拔，通常以 H 表示。在图1-1中， A 、 B 两点分别位于大地水准面以上100.000m和54.000m，即称 A 点绝对高程为100.000m， B 点绝对高程为54.000m，分别记作：

$$H_A = 100.000\text{m}$$

$$H_B = 54.000\text{m}$$

2. 相对高程 为了方便，有时在局部地区假定一水准面作为基准面。那么，地面某点到这个基准面的铅垂距离称

为该点的相对高程。在建筑施工图中，一般均给出首层室内地面的绝对高程，并以此面为基准面(相对高程为 $\pm 0.000\text{m}$)标注全建筑的相对高程。如：基础垫层的相对高程为 -13.500m ，即表明垫层在首层室内地面以下 13.500m 。

3. 高差 地面上两点绝对(或相对)高程之差称为两点间的高差。在图1-1中， B 点对 A 点的高差记作 h_{AB} 。

$$\begin{aligned}h_{AB} &= H_B - H_A \\ &= 54.000\text{m} - 100.000\text{m} \\ &= -46.000\text{m}\end{aligned}$$

结果中的负号表示 B 点高程低于 A 点高程。同样 A 点对 B 点的高差记作 h_{BA} 。

$$\begin{aligned}h_{BA} &= H_A - H_B \\ &= 100.000\text{m} - 54.000\text{m} \\ &= 46.000\text{m}\end{aligned}$$

二、点位的平面坐标系

(一) 基准面

1. 水平面 水平面是与水准面相切的平面，它与切点处的铅垂方向正交。在测量中以水平面作为平面坐标的基准面，即将地面点沿铅垂线投影到水平面上，确定点的平面位置。

2. 水平面代替水准面的限度 高程系统以大地水准面为基准面，平面坐标系以水平面为基准面。使用两个不同的基准面对确定地面点位会产生多大的影响？如图1-2， $B'AB$ 为水准面， $C'AC$ 为过 A 点的水平面，以直线 AC 代替弧线 AB ，产生的距离误差为 ΔS 。

以 C 点高程代替 B 点高程产生的高程误差称为弧面差 Δh 。

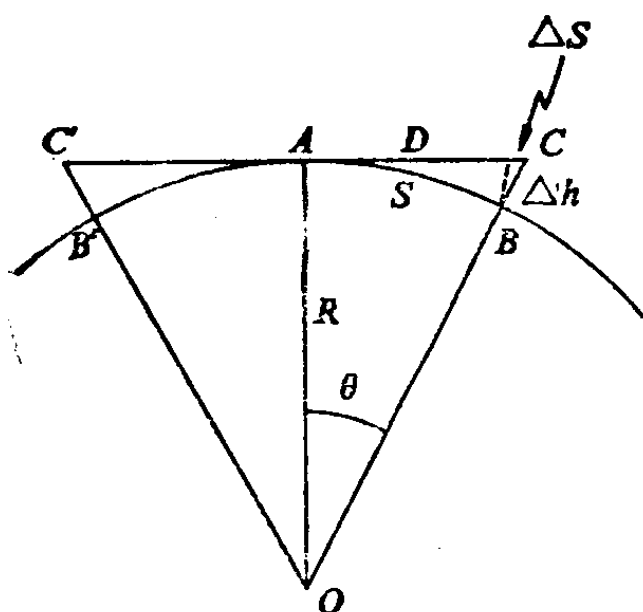


图 1-2

表 1-1

S (km)	ΔS (cm)	Δh (m)
1	0.0008	0.08
10	0.82	7.8
20	6.57	31.4
50	109.66	196.2

表1-1中列出不同 AB 弧长(S)的 ΔS 与 Δh 值, 可以看出, 当 $S=20$ km 时, 对应的 $\Delta S=6.57$ cm, 这样小的误差在一般测量中是可以接受的。因此, 在 20km 为半径的圆内, 用水平面代替水准面作为平面坐标系统的基准面是可行的。

由表 1-1 还可以看出, 用水平面代替水准面所产生的弧面差即使在很小的地域内也是很可观的。所以, 在高程系统中, 必须考虑地球曲率的影响, 以大地水准面为基准面。

(二) 标准方向线 测量中规定以子午线为地球表面的标准方向线。子午线有三种:

1. 真子午线 过地面上一点指向地球南、北极的方向线称为过该点的真子午线。

2. 磁子午线 过地面上一点磁针所示的方向线称为过该点的磁子午线。

3. 坐标子午线 与过测区坐标原点的真子午线平行的方向线称为坐标子午线。

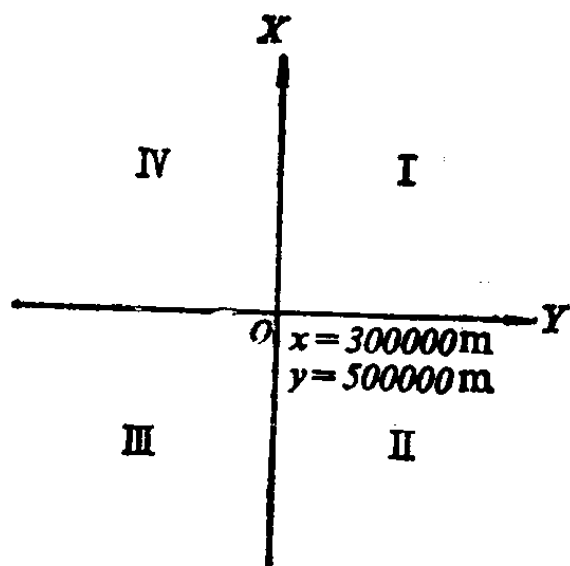


图 1-3

(三) 测量平面直角坐标系及其特点

1. 测量平面直角坐标系 在测区中部选一点为坐标原点，以通过原点的真子午线为坐标纵轴(X 轴)，以通过原点垂直于纵轴的方向线为横轴(Y 轴)，这样两互相垂直的方向线组成的坐标系称为测量平面直角坐标系，如图1-3。

2. 坐标系特点 测量的平面直角坐标系与数学的平面直角坐标系比较，主要有三个特点：

(1) 纵坐标轴为 X 轴，以北为正；横坐标轴为 Y 轴，以东为正。

(2) 象限的编排顺序为自 X 轴正向起顺时针排列I、II、III、IV。

(3) 原点坐标定为两个大的正整数，以避免在测区内出现负值坐标。例如，北京城市测量平面直角坐标系原点坐标为 $x_{原}=300000m$ ， $y_{原}=500000m$ 。

三、点位的平面坐标推算

(一) 直线定向

1. 直线定向 确定直线与标准方向线间的水平夹角的

关系称为直线定向。

2. 方位角 从子午线的北端起按顺时针方向量至某直线的水平夹角称为该直线的方位角。由于子午线有三种，方位角也分为三种：真方位角、磁方位角和坐标方位角。在建筑工程中多使用坐标方位角，简称为方位角，以 ϕ 表示。在 ϕ 的右下角标明直线的走向，即直线的起、终点。例如，在图 1-4 中，若直线从 A 到 B 则 ϕ_{AB} 为直线 AB 的正方位角，而 ϕ_{BA} 则为直线 AB 的反方位角。一条直线的正、反方位角之间差 180° ，即：

$$\phi_{\text{正}} = \phi_{\text{反}} \pm 180^\circ \quad (1.1)$$

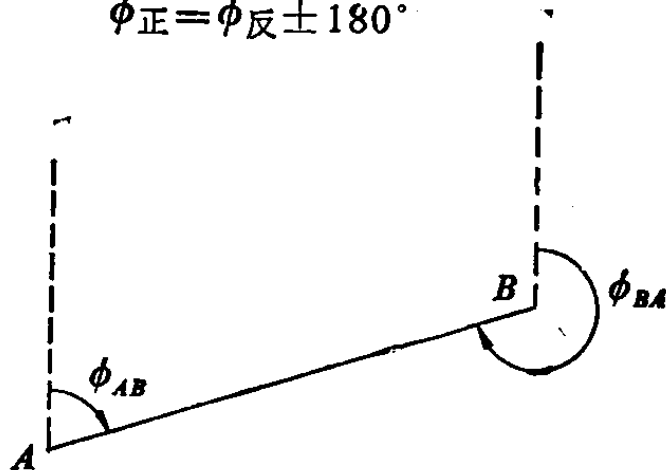


图 1-4

(二) 折线边方位角与折线间水平夹角的关系

如图 1-5， ϕ_{AB} 、 ϕ_{BC} 、 ϕ_{CD} 、 ϕ_{DE} 分别为折线边 AB 、 BC 、 CD 、 DE 的方位角， β_B 、 β_C 、 β_D 分别为相邻两折线间的水平左夹角（沿折线方向在折线边左侧的夹角称为左夹角；在右侧的夹角称为右夹角，左夹角与右夹角之和等于 360° ）。根据图中内错角的关系，可以求得：

$$\phi_{BC} = \phi_{AB} + \beta_B - 180^\circ$$

$$\phi_{CD} = \phi_{BC} + \beta_C - 180^\circ$$

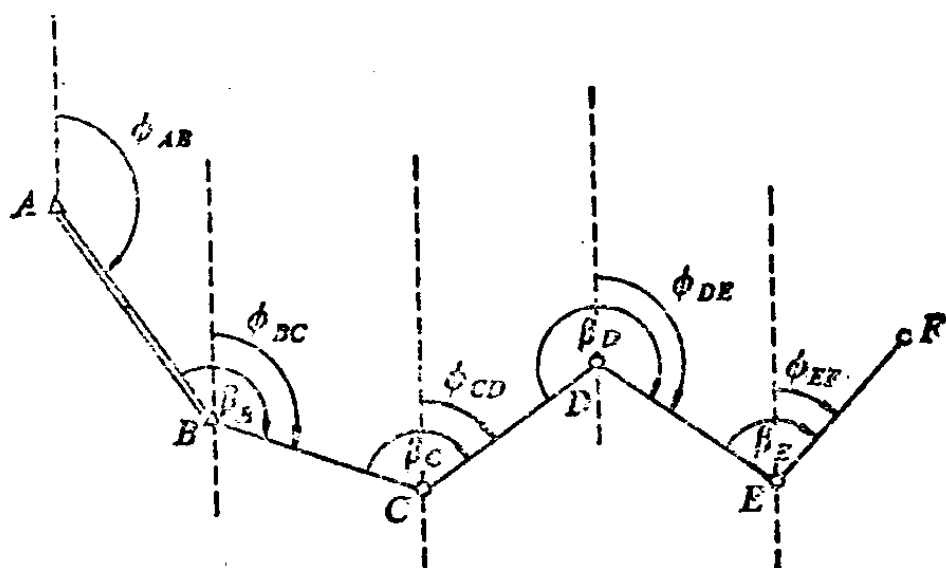


图 1-5

$$\phi_{DE} = \phi_{CD} + \beta_D - 180^\circ$$

$$\phi_{EF} = \phi_{DE} + \beta_E - 180^\circ$$

由此可知，当起始边 AB 的方位角为已知角时，其它各折线边的方位角均可求出。求方位角的通用公式是：

$$\phi_{\text{未}} = \phi_{\text{已}} + \beta_{\text{左}} - 180^\circ \quad (1.2)$$

式中 ϕ 的下脚标分别是未(未知角)和已(已知角)。

式(1.2)中，方位角的值域为 0° 至 360° ，没有负值。当 $(\phi_{\text{已}} + \beta_{\text{左}})$ 小于 180° 时，应在等式右端加 360°

(三) 坐标计算

1. 坐标正算 由两点间水平距离和两点连线的方位角推算两点间坐标增量(终点对始点的纵横坐标差)称为坐标正算。如图1-6，若已知 A 点坐标 (X_A, Y_A) 、 AB 方位角 ϕ_{AB} 和 AB 的水平距离 D_{AB} 。从图中可以看出， B 点的坐标 X_B 、 Y_B 分别是：

$$\begin{cases} X_B = X_A + \Delta X_{AB} \\ Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB} \end{cases} \quad (1.3)$$

其中 ΔX_{AB} 、 ΔY_{AB} 分别称为纵、横坐标增量，可用下式求得：

$$\begin{cases} \Delta X_{AB} = D_{AB} \cos \phi_{AB} \\ \Delta Y_{AB} = D_{AB} \sin \phi_{AB} \end{cases} \quad (1.4)$$

2. 坐标反算 由两点间的坐标增量推算两点间水平距离和两点连线方位角称为坐标反算。如图1-6，若已知A点坐标 (X_A, Y_A) 和B点坐标 (X_B, Y_B) ；则有：

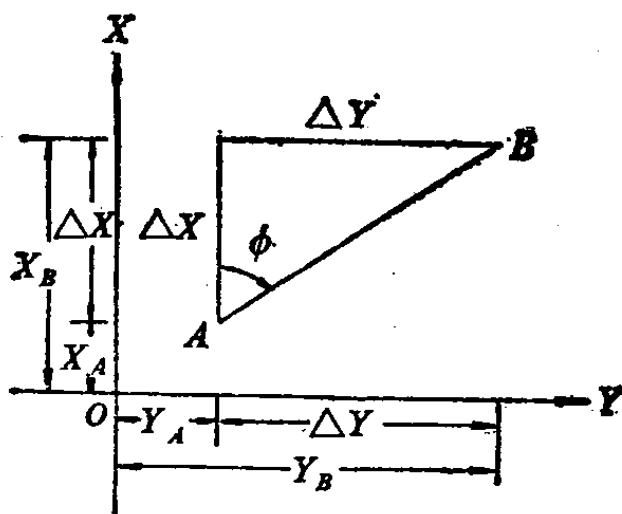


图 1-6

$$\begin{cases} \Delta X_{AB} = X_B - X_A \\ \Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A \end{cases} \quad (1.5)$$

A、B间的水平距离和AB直线的方位角为：

$$\begin{cases} D_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2} \\ \phi_{AB} = \arctg \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} \end{cases} \quad (1.6)$$

综上所述 在点位的确定中，点的平面位置是通过实测水平角和水平距离得到的。点位的高低是通过实测高差得到的。因此，水平角、水平距离和高差是确定地面点位置的三