



国家骨干高等职业院校
优质核心课程系列教材



工程测量技术专业 >>>

工程测量技术

◎ 主编 刘小春

地质出版社



国家骨干高等职业院校优质核心课程系列教材

工程测量技术专业 >>>

测量技术基础

土地利用规划

工程测量技术

不动产估价

GONGCHENG CELIANG JISHU

责任编辑 王春庆

ISBN 978-7-116-08710-1



定价：14.00元



国家骨干高等职业院校优质核心课程系列教材

工程测量技术

主 编 刘小春

副主编 许锡文 陆金平

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是为了适用高等职业教育教学培养测绘技术专业高级应用型人才、适用生产一线对高职高专学生在基本技能和基本理论方面的基本要求,突出“教-学-做”一体化特点而编写的一本“国家骨干高等职业院校优质核心课程”校本教材。全书包括3个项目、14项核心任务、44类基本操作、7个典型案例以及4个综合实训。项目一详细介绍了工程测量的基本测设方法;项目二介绍了工业与民用建筑施工测量的主要测设方法;项目三介绍了道路与桥梁工程的基本测设方法。

本书并没有像其他一些有关工程测量技术教材那样,按照行业分类把各类型工程的测设工作一一叙述;而是以普通工业与民用建筑的施工测设为重点,着重介绍操作方法和操作技能,让学生掌握施工测设的核心工作内容;并通过道路与桥梁工程的施工测设方法的训练,让学生领悟线型工程测设的一般方法;书中还介绍了CASIO fx-4500PA型计算器在工程测设工作中的一些基本应用操作。

本书可作为测绘类专业高职高专学生的教材,也可供工程建设单位的测量人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量技术/刘小春主编. —北京:地质出版社, 2014. 2

ISBN 978-7-116-08710-1

I. ①工… II. ①刘… III. ①工程测量-高等职业教育-教材 IV. ①TB22

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第015123号

Gongcheng Celiang Jishu

责任编辑:王春庆

责任校对:黄苏晔

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本:787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张:8.25

字 数:200千字

印 数:1—2000册

版 次:2014年2月北京第1版

印 次:2014年2月北京第1次印刷

定 价:14.00元

书 号:ISBN 978-7-116-08710-1

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

根据《中央财政支持高等职业学校发展项目——测绘工程专业建设方案》的要求，江西应用技术职业学院在深入研究测绘类专业人才培养目标的基础上，开发本校教学资源，创编了测绘类专业工学结合系列教材。《工程测量技术》为系列教材之一。

本书编写立足本校教学实践，力图课程体系创新和内容优化，突出工程测量操作技能的培养，以满足高职高专测绘类专业工程测量课程“教中学、学中做”的教学需要。本书具有高职教材鲜明的工学结合特点，具有如下特色：

(1) 采用“项目导向+任务驱动+操作实施”课程体系：以实用性为原则，以实际工作项目为导向，整合优化教学内容，形成教学项目；将每个教学项目分解成若干教学任务，根据工作过程系统化的要求编排教学内容，强化了整体工作过程；将每个教学任务分解为若干个相对完整的教学操作，每个教学操作包含了“操作情境”“操作方法”“操作说明”“知识整理”“技能拓展”五个部分。做到以熟悉操作引领知识补充，以知识补充强化技能培训，实现了学习过程与工作过程的较好融合。

(2) 构建“教-学-做”一体化的教学模式：在“项目”中安排有专门针对该项目的“项目案例”和“项目实训”教学任务，使“教中学”和“学中做”相互衔接、有机融合。

本书参考了大量相关文献资料，引用了部分教材的内容，谨向原作者表示感谢。江西应用技术职业学院教授、高级工程师陈传胜对教材提出了宝贵的修改意见，在此，编者表示诚挚的谢意。

本书由江西应用技术职业学院刘小春任主编，许锡文、陆金平任副主编。参编人员及分工为：项目一、项目二由刘小春编写，项目三任务一由许锡文编写，项目三任务二由陆金平编写，项目三任务三由全国钢编写，项目三任务四由李涛编写，项目三任务五由郑晗编写。

由于编者水平有限，加上时间仓促，书中难免存在疏漏和不足，在使用中有何建议和意见烦请联系：793077868@qq.com，我们将及时给予回复。

编 者

2013年11月

目 录

前 言

项目一 工程施工基本测量	1
任务一 测设的基本操作	1
操作一 测设水平角	1
操作二 测设水平距离	4
操作三 测设高程	7
操作四 测设直线	9
操作五 测设坡度线	12
任务二 测设平面点位	14
操作一 直角坐标法测设平面点位	14
操作二 极坐标法测设平面点位	15
操作三 距离交会法测设平面点位	17
操作四 角度交会法测设平面点位	18
任务三 项目案例	19
案例一 已知案例高程测设	19
案例二 极坐标法放样平面点位	20
案例三 某小型园林景观广场工程施工放样	22
任务四 项目实训	23
实训一 测设已知高程的位置	23
实训二 测设已知平面坐标的位置	24
项目小结	25
问题思考	26
项目二 工业与民用建筑施工测量	27
任务一 建筑施工控制测量	27
操作一 测设建筑基线	27
操作二 测设建筑方格网	30
操作三 测设厂房矩形控制网	34
任务二 民用建筑施工测量	37
操作一 测定建筑物位置	37

操作二	测设建筑物轴线	39
操作三	基础施工测量	42
操作四	墙体施工测量	43
操作五	高层建筑定位测量	45
操作六	高层建筑基础施工测量	47
操作七	投测高层建筑轴线	48
操作八	高层建筑竖向测量和高程传递	50
任务三	工业建筑施工测量	52
操作一	厂房基础设备施工测量	52
操作二	钢柱基础施工测量	54
操作三	混凝土杯形基础施工测量	55
操作四	混凝土柱基与柱身施工测量	56
操作五	厂房预制柱安装测量	58
操作六	吊车梁及屋架安装测量	59
操作七	钢结构工程施工测量	60
操作八	特殊结构形式施工测量	62
任务四	项目案例	64
案例一	建筑基础施工测量定位放线	64
案例二	CASIO fx-4500PA 型计算器在施工放样中的应用举例	66
任务五	项目实训	73
实训	建筑施工放线	73
项目小结		74
问题思考		74

项目三 路桥与线型工程施工测量

任务一	道路中线测量	75
操作一	测设道路交点	75
操作二	测设道路转点	77
操作三	测定道路转角	78
操作四	测设圆曲线主点	80
操作五	测设圆曲线细部点	82
操作六	测设缓和曲线	84
操作七	测设综合曲线	87
任务二	道路施工测量	91
操作一	道路施工测量准备	91
操作二	挖方路基施工测量	93
操作三	填方路基施工测量	97

操作四	道路施工平面位置放样	101
操作五	道路施工点位高程放样	103
任务三	桥梁施工测量	106
操作一	测设桥梁施工平面控制网	106
操作二	测设直线桥梁墩、台	107
操作三	定位曲线桥梁墩、台	109
操作四	测设桥梁墩、台纵横轴线	116
任务四	项目案例	118
案例一	计算圆曲线主点放样数据	118
案例二	计算切线支距法放样综合曲线的放样数据	120
任务五	项目实训	121
实 训	应用偏角法放样综合曲线	121
项目小结		122
问题思考		123
参考文献		124

项目一 工程施工基本测量

【项目介绍】

在进行建筑、道路、桥梁和管道等工程建设时，都要经过勘测、设计、施工三个阶段。前面所学的地形测量，都是为各种工程进行规划设计提供必要的资料。在设计工作完成后，就要在实地进行施工。在施工阶段所进行的测量工作，称为施工测量，又称测设或放样。

本项目包括施工测量中的角度放样、距离放样、高程放样、直线与坡度线放样及平面点位放样。

【学习目标】

- 1) 学会工程施工测量三大基本工作（角度测设、高程测设和距离测设）的操作方法及相关知识。
- 2) 学会常用的平面点位测设操作方法（如直角坐标法、极坐标法、角度和距离交汇法）。

任务一 测设的基本操作

操作一 测设水平角



操作情境

如图 1-1 所示，设 O 为地面上的已知点， OA 为已知方向，顺时针方向测设已知水平角 $\beta = 32^\circ 45' 30''$ 。

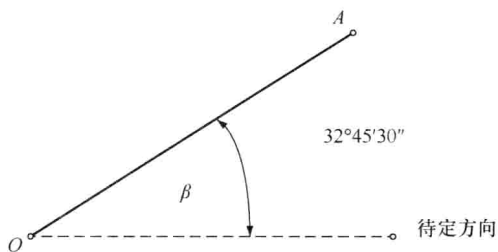


图 1-1 角度放样操作情景示意图

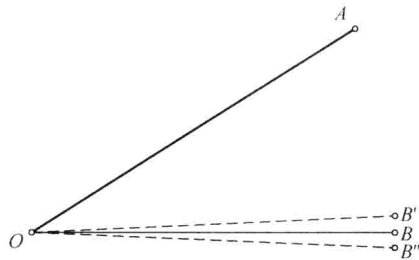


图 1-2 直接法放样水平角操作示意图



操作方法

如图 1-2 所示，操作步骤如下：

- 1) 在 O 点安置经纬仪，对中整平；
- 2) 盘左状态瞄准 A 点，使水平度盘读数为 $0^{\circ}00'00''$ ，然后顺时针旋转照准部并观察水平度盘读数，当水平度盘读数为 $\beta = 32^{\circ}45'30''$ 时，固定照准部，在此方向合适的位置标定出 B' 点；
- 3) 倒转望远镜成盘右状态，用同上的方法测设 β 角，定出 B'' 点；
- 4) 取 B' 点和 B'' 点连线的中点 B ，则 $\angle AOB$ 就是要测设的水平角 β 。



操作说明

- 1) 标定 B' 点和 B'' 点时，使 OB' 和 OB'' 的距离为 200m 左右并大致相等；
- 2) 尽量使 B' 点、 B'' 点和 B 点能够标定在平整的硬质地面上。为效果清晰，可在标定这三点的地面上固定一张白纸，并用尽量细小的线画在纸上进行标定。



知识整理

以上过程称为直接法放样水平角。

当测设水平角的精度要求较高时，应采用作垂线改正的方法，又称归化法放样水平角。如图 1-3 所示，在 O 点安置经纬仪，先用直接法测设 β 角，在地面上标定出 C' 点，再用测回法观测 $\angle AOC'$ 几个测回（测回数由精度要求决定），取各测回平均值为 β_1 ，即 $\angle AOC' = \beta_1$ ， β_1 就是采用直接法放样得到的成果。当待放样角度 β 和直接法放样得到的成果 β_1 的差值 $\Delta\beta = \beta - \beta_1$ 超过限差（ $\pm 10''$ ）时，需进行归化改正。

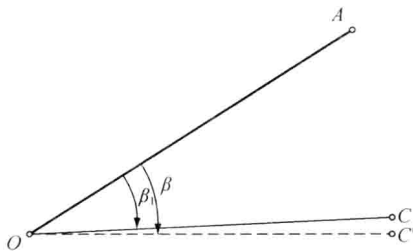


图 1-3 归化法放样水平角操作示意图

根据 $\Delta\beta$ 和 OC' 的长度计算出改正值 CC' ，即

$$CC' = OC' \cdot \tan \Delta\beta = OC' \cdot \frac{\Delta\beta}{\rho}$$

式中： $\rho = 206265''$ ； $\Delta\beta$ 以秒（ $''$ ）为单位。

在 C' 点作 OC' 的垂线，再以 C' 点沿垂线方向量取 CC' ，标定出 C 点，则 $\angle AOC$ 就是归化法测设的 β 角。

当 $\Delta\beta = \beta - \beta_1 > 0$ 时，说明 $\angle AOC'$ 偏小，应从 OC' 的垂线方向向外改正；反之，应向内改正。



技能拓展

工程施工中常用到直角的测设方法很多,这里仅介绍两种测设直角简易方法。

(1) 勾股定理法测设直角

如图1-4所示,勾股定理指直角三角形斜边(弦)的平方等于对边(股)与底边(勾)的平方和,即 $c^2 = a^2 + b^2$ 。根据此原理,只要使现场上一个三角形的三条边长满足上式,该三角即为直角三角形,从而得到我们想要测设的直角。

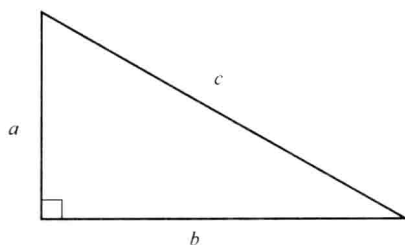


图1-4 勾股定理法测设直角示意图

(2) 中垂线法测设直角

如图1-5所示, AB 是现场上已有的一条边,要过 P 点测设与 AB 成 90° 的另一条边,可用钢尺在直线 AB 上定出与 P 点距离相等的两个临时点 A' 和 B' ,再分别以 A' 和 B' 为圆心,以大于 PA' 的长度为半径,画圆弧相交于 C 点,则 PC 为 A' 和 B' 的中垂线,即 PC 与 AB 成 90° 。

以下措施可以提高水平角放样的精度:

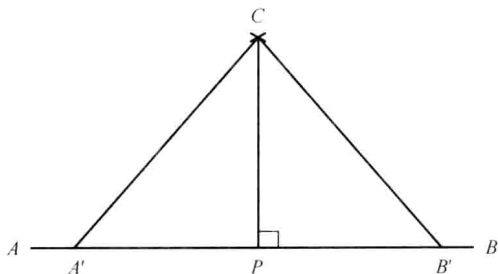


图1-5 中垂线法测设直角示意图

1) 为了消除仪器误差的影响,在水平角放样以前,应对仪器进行仔细的检验和校正。作业时,应尽量采用仪器的盘左、盘右进行双盘放样。

2) 为了消除外界条件的影响,如旁折光影响、仪器受热不均匀影响、风的影响等,应选择适当的作业时间,合理布置设站点和后视点。比如视线远离旁边的地物、斜坡及各种堆积物,避免太阳直射,时间选择在无大风的适宜时间段等。

3) 为了消除仪器对中误差的影响,选择的设站点应靠近放样点,后视方向点远离设站点,作业时应仔细对中整平仪器。

4) 标定点位时,一般使用较小的定点标志,且应使定点标志与视准轴竖丝严格重合。

操作二 测设水平距离



操作情境

如图 1-6 所示, 在一斜坡上有相距约 120m 的 M 和 N 两点, M 和 N 两点间的高差 h_{MN} 约为 3m。要求: 由 M 点开始沿 MN 方向标定出一点 P , 使 MP 两点间的水平距离 $D = 88.888\text{m}$ 。

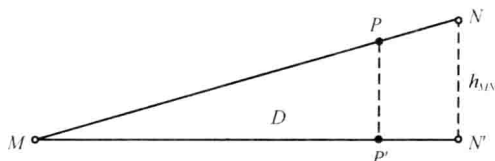


图 1-6 水平距离测设操作示意图



操作方法

如图 1-7 所示, 操作步骤如下:

- 1) 安置电磁波测距仪于 M 点, 瞄准 MN 方向;
- 2) 指挥安装在对中杆上的棱镜前后、左右移动, 使棱镜在 MN 方向上且电磁波测距仪上显示的斜距离的值略大于测设的距离 88.888m, 定出 P' 点;
- 3) 在 P' 点安置反光棱镜, 测出 M 与 P' 两点间的竖直角 α 及其斜距 L ;
- 4) 计算水平距离 $D' = L \cdot \cos\alpha$, 求出 D' 与应测设的水平距离 D 之差: $\Delta D = D - D'$;
- 5) 根据 ΔD 的符号在实地用钢尺沿测设方向将 P' 改正至 P 点, 并用木桩标定其点位;
- 6) 检核, 将反光镜安置于 P 点, 再实测 MP 距离, 其不符值应在限差之内, 否则应再次进行改正, 直至符合限差为止。

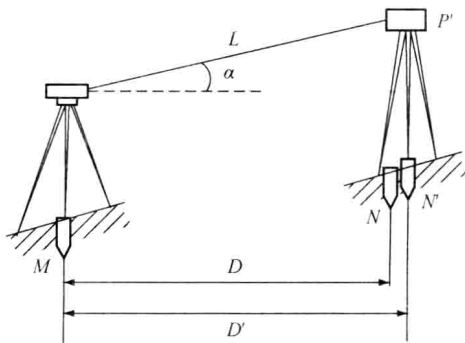


图 1-7 测距仪测设水平距离示意图



操作说明

- 1) 定 P' 点时电磁波测距仪上显示的斜距离的值约大于测设距离 10 ~ 20cm;

- 2) 测量 M 与 P' 两点间的竖直角 α 及其斜距 L 时, 应使棱镜的高度与仪器高相等;
- 3) 若 $\Delta D = D - D' > 0$, 说明 D' 比待放样距离 D 要小, 这时应将 P' 点往远离 M 点的方向改正, 反之则将 P' 点往靠近 M 点的方向改正;
- 4) 必要时加测气象改正。



知识整理

由于电磁波测距仪的普及, 目前水平距离的测设, 尤其是长距离的测设多采用电磁波测距仪。

下列方法也可用来测设水平距离。

(1) 钢尺测设法

当已知方向在现场已用直线标定, 且测设的已知水平距离小于钢圈尺的长度时, 测设的一般方法很简单, 只需将钢尺的零端与已知始点对齐, 沿已知方向水平拉直钢尺, 在钢尺上读出等于已知水平距离的位置定点即可。为了校核和提高测设精度, 可将钢尺移动 10~20cm, 用钢尺始端的另一个读数对准已知始点, 再测设一次, 定出另一个端点, 若两次点位的相对误差在限差 ($1/3000 \sim 1/5000$) 以内, 则取两次端点的水平位置作为端点的最后位置。如图 1-8 所示, M 为已知起点, M 至 N 为已知方向, D 为已知水平距离, P' 为第一次测设所定的端点, P'' 为第二次测设所定的端点, 则 P' 和 P'' 的中点 P 即为最后所定的点, MP 即为所要测设的水平距离 D 。若已知方向在现场已用直线标定, 而未知水平距离大于钢卷尺的长度, 则沿已知方向依次水平丈量若干个尺段, 在尺段读数之和等于已知水平距离处定点即可。为了校核和提高测设精度, 同样进行两次测设, 然后取中点定点, 方法同上。



图 1-8 钢尺测设水平距离示意图

当已知方向没有在现场标定出来, 只是在较远处给出的另一定向点时, 则要先定线再量距。对建筑工程测量来说, 若始点与定向点的距离较短, 一般可用拉一条细线绳的方法定线; 若始点与定向点的距离较远, 则要用经纬仪定线。经纬仪定线的方法是将经纬仪安置在 A 点上, 对中整平, 照准远处的定向点, 固定照准部, 望远镜视线即为已知方向, 沿此方向边定线边量距, 使终点至始点的水平距离等于要测设的水平距离, 并且位于望远镜的视线上。

(2) 全站仪测设

仪器可直接显示水平距离, 简便、易操作。



技能拓展

随着科技的发展, 全站仪精度越来越高, 功能越来越强, 在现代工程测量中的应用也越来越广泛。以下为利用全站仪进行距离放样的相关操作。

1. 准备工作

如图 1-9 所示, D_0 为 A 、 B 两点间的实际距离, 而距离观测值则为 D' , 它是仪器等效发射接收面与反射棱镜等效反射面间的距离。即

$$D_0 = D' + K_i + K_j$$

式中: K_i 为仪器等效发射接收面偏离仪器对中线的距离, 称为仪器加常数; K_j 为反射棱镜等效反射面偏离反射棱镜对中线的距离, 称为棱镜加常数。

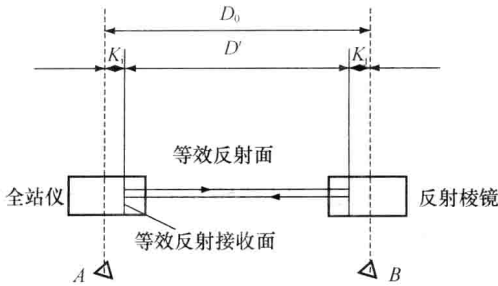


图 1-9 仪器加常数与棱镜加常数示意图

(1) 仪器加常数设置

对于仪器加常数 K_i , 仪器厂家常通过电路参数的调整, 在出厂时尽量使其为零, 但一般难以精确为零。况且即使出厂时为零, 在使用过程中也会因为电路参数产生漂移而使仪器加常数发生变化, 这就要求按《城市测量规范》(CJJ 8—1999) 规定定期测定仪器加常数。经检定的仪器加常数可在观测前置入仪器。

仪器加常数不需要每次都检测和设置, 一般在进行一个新的工程项目或有特殊情况时再检测和设置。

仪器加常数简易测定方法如下:

如图 1-10 所示, 在一条近似水平、长约 100m 的直线 AB 上, 选择一点 C 。事先把仪器加常数预置为 0, 再重复观测直线 AB 、 AC 和 CB 的长度, 观测数次后取其平均值, 作为最终数值, 则为仪器加常数。

$$K_i = AB - (AC + CB)$$

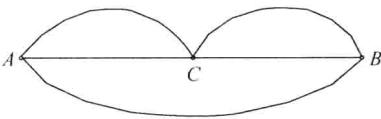


图 1-10 三段法测定仪器加常数操作示意图

(2) 棱镜加常数设置

棱镜加常数一般可由厂家按设计值精确制定, 且通常不会因常年使用而变动。棱镜加常数一般可在观测前置入仪器。

拓普康仪器棱镜加常数一般为零, 若不使用拓普康的棱镜, 则必须设置相应的棱镜加常数。一旦设置了棱镜加常数, 则关机后该常数仍被保存。

(3) 大气改正系数设置

光在大气中的传播速度并非常数,而是随大气的温度和气压而改变的,这就必然导致距离观测值含有系统性误差。为了解决这一问题,需要在全站仪中对距离观测值加入大气改正。

全站仪中一旦设置了大气改正系数,即可自动对测距结果进行大气改正。在短程测距或一般工程放样时,由于距离较短,大气改正可忽略不计。

根据测量的温度和气压,利用说明书中提供的大气改正系数的计算公式,即可求得大气改正系数(10^{-6})。拓普康全站仪中, 15°C 和 760mm Hg ^❶是设置的一个标准值,此时的大气改正系数为0。

也可以直接输入温度和大气压,由全站仪自行计算大气改正系数。

2. 距离放样

在距离测量模式下进入放样模式,选择平距(HD)或斜距(SD)中任一种放样方式,然后输入待放的设计距离,确认后即可进行距离放样。

放样时,仪器操作人员指挥司镜员左右移动,使棱镜正好安置在待放方向上(即棱镜中心与视准轴竖丝严格重合,粗略放样时大致重合即可)。按测距,当棱镜反射回光线后,全站仪屏幕上将显示出实测距离与设计距离之差 d_{HD} ,且

$$d_{\text{HD}} = \text{实测距离} - \text{设计距离}$$

当 $d_{\text{HD}} > 0$ 时,应指挥司镜员面向仪器向前移动 $|d_{\text{HD}}|$;当 $d_{\text{HD}} < 0$ 时,应指挥司镜员面向仪器向后移动 $|d_{\text{HD}}|$ 。

反复操作,直至 $d_{\text{HD}} = 0$ 且棱镜中心与视准轴竖丝严格重合,此时棱镜中心对应点位即为待放点位,棱镜中心至仪器中心距离即为待放距离。

操作三 测设高程



操作情境

如图1-11所示,工地上有一已知高程点 R ,其高程 $H_R = 121.650\text{m}$; A 为某建筑物室内地坪 ± 0.000 待测点,其设计高程 $H_A = 121.810\text{m}$; A 点与 R 点距离约 80m 且可以通视。要求在 A 点桩标上标示出室内地坪高程线的位置。

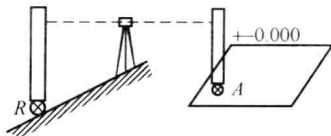


图1-11 视线高法测设高程操作示意图



操作方法

- 1) 安置水准仪于 R 、 A 两点之间,并尽量使仪器到两点间的距离相等,整平仪器;
- 2) 后视水准点 R 上的立尺,读得后视数据为 a ,则仪器的视线高 $H_i = H_R + a$;

❶ $1\text{mm Hg} = 133.3224\text{Pa}$

3) 将水准尺紧贴 A 点木桩侧面上下移动, 直至前视读数为 $b_{\text{应}} = (H_R + a) - H_A$ 时, 在桩侧面沿水准尺底面画一横线, 此线即为室内地坪 ± 0.000 的位置线。



操作说明

精确安置仪器, 准确读数。在水准尺紧贴 A 点木桩侧面上下移动, 直至前视读数为 $b_{\text{应}} = (H_R + a) - H_A$ 时, 要求操作人员认真配合。标志线做好后要再进行一次水准测量, 测出 R、A 两点间的高差, 以便检查, 避免差错。



知识整理

1) 如果地面坡度较大, 无法将设计高程在木桩顶部或一侧标出时, 可以立水准尺于木桩顶部, 读取桩顶前视, 根据公式 (桩顶改正数 = 桩顶前视 - 应读前视) 计算出桩顶改正数。假如应读前视是 1.700m, 桩顶前视读数是 1.140m, 则桩顶改正数为 -0.560m, 表示设计高程的位置在自桩顶往下量 0.560m 的位置, 这时可以在桩顶上注明 “向下 0.560m” 即可。如果桩顶改正数为正, 那么说明桩顶低于设计高程, 应自桩顶向上量改正数得到设计高程位置线。

2) 如果已知高程点距待放样点的距离比较远, 则根据需要应用水准测量的方法把已知高程点引测到待放样点附近, 再按照上述方法进行测设。

3) 标志线完成后, 要用水准测量的方法对已知高程点和待测点的高差进行检查观测, 确保不发生错误。



技能拓展

1. 高程传递法

图 1-12 为深基坑高程传递法示意图。将钢尺悬挂在坑边的木杆上, 下端挂 10kg 重锤, 在地面上和坑内各安置一台水准仪, 分别读取地面水准点 A 和坑内水准点 P 的水准尺读数 a_1 和 a_2 , 并读取钢尺读数 b_1 和 b_2 , 则可根据已知地面水准点 A 的高程 H_A , 按下式求得临时水准点 P 的高程 H_P :

$$H_P = H_A + a_1 - (b_1 - b_2) - a_2$$

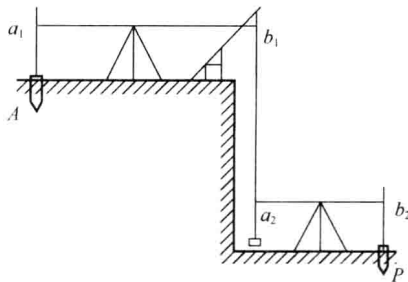


图 1-12 深基坑高程传递法示意图

为了进行检核,可将钢尺位置变动 10 ~ 20cm, 同法再次读取四个数, 两次求得的高程相差不得大于 3cm。

从低处向高处测设高程的方法与此类似。如图 1-13 所示, 已知低处水准点 A 的高程 H_A , 需测设高处 P 的设计高程 H_P , 先在低处安置水准仪, 读取读数 a_1 和 b_1 , 再在高处安置水准仪, 读取读数 a_2 , 则高处水准尺的应读读数 b_2 为

$$b_2 = H_A + a_1 + (a_2 - b_1) - H_P$$

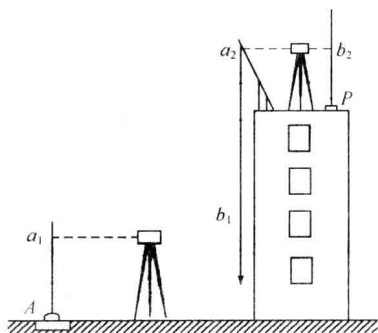


图 1-13 由低处向高处高程传递法示意图

2. 简易高程测设法

在施工现场, 当距离较短, 精度要求不太高时, 施工人员常利用连通管原理, 用一条装了水的透明胶管, 代替水准仪进行高程测设。方法如下: 如图 1-14 所示, 设墙上有一个高程标志 M 点, 其高程为 H_M , 想在附近的另一面墙上, 测设另一个高程标志 P 点, 其设计高程为 H_P 。将装了水的透明胶管的一端放在 A 点处, 另一端放在 P 点处, 两端同时抬高或同时降低水管, 使 M 端水管水面与高程标志对齐, 在 P 点处与水管水面对齐的高度作一临时标志 P' 点, 则 P' 点高程等于 H_M , 然后根据设计高程与已知高程的差 $dh = H_P - H_M$, 以 P' 点为起点垂直向上 (dh 大于 0 时) 或向下 (dh 小于 0 时) 量取 dh , 作标志, 则此标志的高程为设计高程。

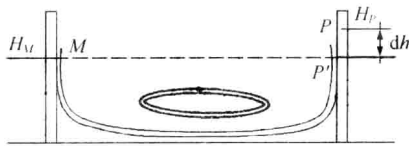


图 1-14 简易高程测设法示意图

操作四 测设直线



操作情境

如图 1-15 所示, 地面上有 A 、 B 两点, 要在两点间插入 1、2、3、4 点, 使它们都在 AB 连成的直线上。