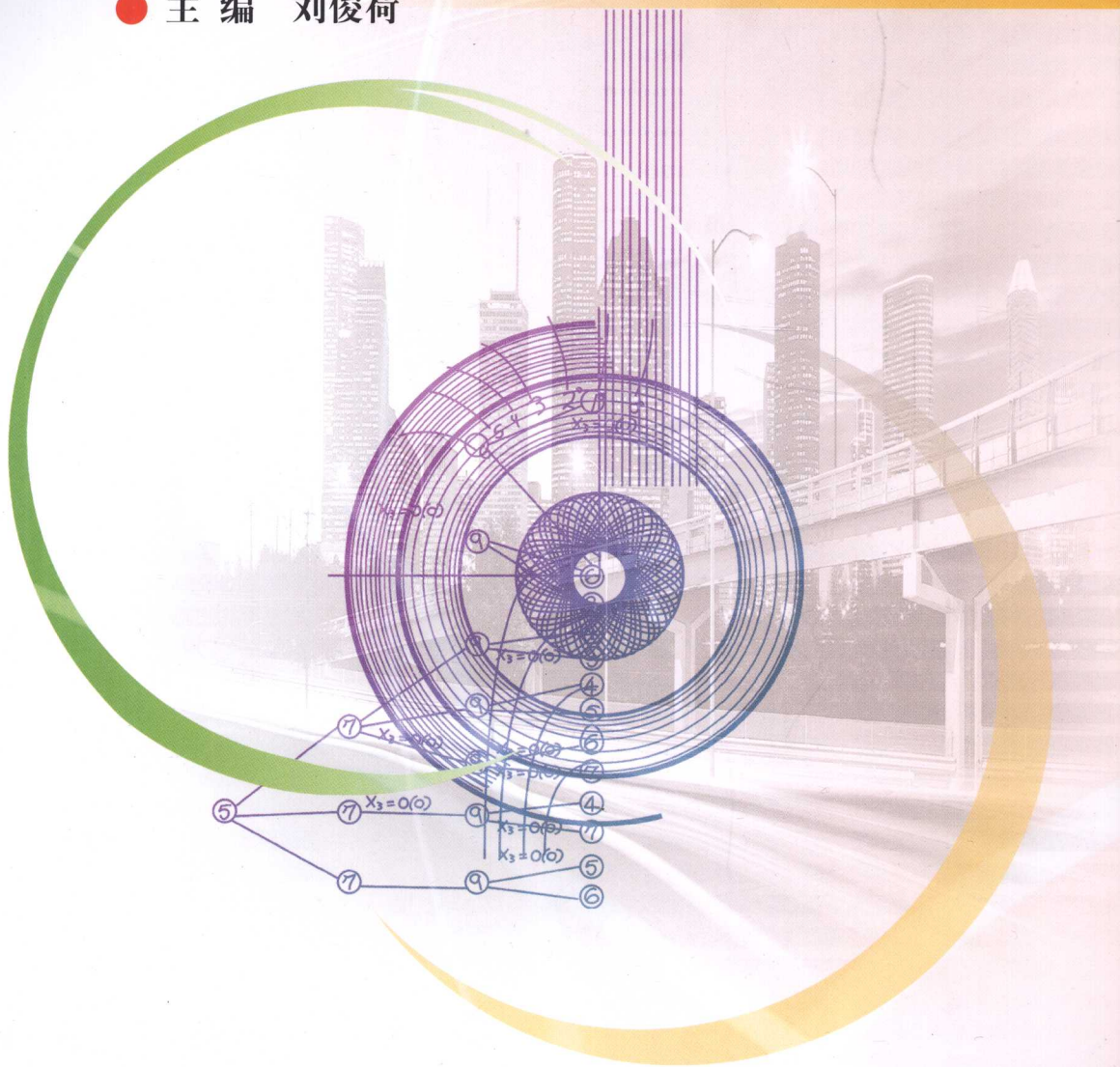


工程测量

● 主 编 刘俊荷



煤炭工业出版社

中 等 职 业 教 育 规 划 教 材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

工 程 测 量

主 编 刘俊荷
副 主 编 何沛峰
参编人员 石世章 何有生

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

工程测量/刘俊荷主编. —北京: 煤炭工业出版社,
2009

中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-5020-3592-1

I. 工… II. 刘… III. 工程测量—专业学校—教材
IV. TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 167311 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 12¹/₄

字数 284 千字 印数 1—5,000

2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

社内编号 6402 定价 25.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书是中等职业教育地质与测量专业规划教材之一。

本书共分8章。内容包括绪论、施工测量的基本工作、地质勘探工程测量、矿井工程测量、巷道与井筒施工测量、建筑工程测量、线路工程测量、管道工程测量、岩层与地表移动。每章后附有实训项目及复习思考题。附录内容为国家职业技能鉴定测量中级工考试模拟试题及部分答案。

本书为煤炭中等职业学校地质与测量专业通用教材。也可作为中专类测绘工程、地质工程、地下工程、工业与民用建筑、道路与桥梁工程等专业的教材,同时也可供技工学校相关工程类专业和煤炭企业技术人员使用。

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(地质与测量类专业)

主 任 刘俊荷

副主任 李华奇 董两省

委 员 (按姓氏笔画排序)

石永乐 关保国 巩望旭 何沛峰 李东华 李战宏
李 佳 陈春龙 叶启彬 赵艳芬 储徐杰 魏孔明

前 言

为贯彻《教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成厅[2008]4号)精神,加快煤炭专业技能型人才的培养,满足煤炭行业发展对人才的迫切需求,依托煤炭职业学(院)校建立煤炭行业技能型人才培养培训基地,培养面向煤矿生产企业一线,具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好的职业道德,了解矿山企业生产的全过程,掌握本专业的专业知识和技能,具有从事矿山地质勘查与矿山测量的技术能力的中级技能型人才,中国煤炭教育协会组织煤炭职业学(院)校专家、学者编写了地质与测量专业系列教材。

《工程测量》一书是地质与测量专业中等职业教育国家规划教材中的一本,可作为中等职业学校地质与测量专业测量基础课程教学用书,也可作为在职人员培养提高的培训教材。

本书由石家庄工程技术学校刘俊荷主编并统稿,其编写了绪论、第一章、第四章、附录;甘肃煤炭工业学校何沛峰任副主编,其编写了第二章、第三章;石家庄工程技术学校石世章编写了第五章、第八章,河南工程技术学校何有生编写了第六章、第七章。

中国煤炭教育协会职业教育
教学与教材建设委员会
2009年9月

目 次

绪 论	1
第一章 施工测量的基本工作	4
第一节 测设已知的水平距离、水平角和高程	4
第二节 测设点的平面位置	7
第三节 测设已知坡度线	8
第四节 实训	9
第二章 地质勘探工程测量	13
第一节 地质填图测量	13
第二节 勘探工程测量	14
第三节 地质剖面测量	17
第四节 实训	19
第三章 矿井工程测量	22
第一节 井上下平面联系测量	22
第二节 井上下高程联系测量	27
第三节 井下工程平面测量	29
第四节 井下工程高程测量	37
第五节 实训	39
第四章 巷道与井筒施工测量	43
第一节 直线巷道中线的标定	43
第二节 曲线巷道中线的标定	45
第三节 巷道腰线的标定	48
第四节 激光指向	51
第五节 贯通测量	53
第六节 立井施工测量	57
第七节 实训	61
第五章 建筑工程测量	65
第一节 施工控制测量	65
第二节 民用建筑施工测量	70

第三节	工业建筑施工测量	78
第四节	高层建筑施工测量	83
第五节	曲线形建筑物的施工测量	85
第六节	烟囱施工测量	92
第七节	建筑物变形观测	94
第八节	竣工测量	98
第九节	实训	99
第六章	线路工程测量	103
第一节	线路初测	103
第二节	定线测量	105
第三节	圆曲线测设	110
第四节	纵、横断面测量	116
第五节	铁路施工测量	118
第六节	公路施工测量	125
第七节	桥梁施工测量	126
第八节	实训	130
第七章	管道工程测量	134
第一节	管道中线测量	134
第二节	纵、横断面测量	136
第三节	管道施工测量	143
第四节	管道竣工测量	148
第五节	实训	150
第八章	岩层与地表移动	152
第一节	岩层与地表移动概念	152
第二节	确定移动角的方法	156
第三节	保护煤柱的留设	161
第四节	实训	166
附录	国家职业技能鉴定《测量中级工》模拟试卷及答案	168
参考文献		187

绪 论

一、概述

工程测量学是一门应用学科，它是直接为国民经济建设和国防建设服务，紧密与实践相结合的学科，是测绘学中最活跃的一个分支学科。

工程测量学是研究地球空间（地面、地下、水下、空中）中具体几何实体的测量测绘和抽象几何实体的测设理论方法和技术的一门应用性学科。它主要以工程建设（包括机电设备安装）为研究服务对象。

工程测量通常是指在工程建设的勘测设计、施工和管理阶段中运用各种测量理论、方法和技术的总称。传统工程测量技术的服务领域包括建筑、水利、交通、矿山等行业，其基本内容有测图和放样两部分。现代工程测量已经远远突破了仅仅为工程建设服务的概念，它不仅涉及工程的静态、动态几何与物理量测定，而且包括对测量结果的分析，甚至对物体发展变化的趋势进行预测。

苏黎世高等工业大学马西斯教授指出：“一切不属于地球测量，不属于国家地图集的陆地测量，和不属于法定测量的应用测量都属于工程测量”。随着传统测绘技术向数字化测绘技术转化，我国工程测量的发展可以概括为“四化”和“十六字”，所谓“四化”是：工程测量内外业作业的一体化，数据获取及其处理的自动化，测量过程控制和系统行为的智能化，测量成果和产品的数字化。“十六字”是：连续、动态、遥测、实时、精确、可靠、快速、简便。

目前，国内把与工程建设有关的工程测量划分为勘测设计、施工建设和运行管理三个阶段。也有按行业划分为线路（铁路、公路等）工程测量、水利工程测量、桥隧工程测量、建筑工程测量、矿山测量、海洋工程测量、军事工程测量、三维工业测量等，几乎每一行业和工程测量都有相应的著书或教材。

工程测量学的研究领域既有相对的固定性，又有不断发展变化性。工程测量学主要包括以工程建筑为对象的工程测量和以设备与机器安装为对象的工业测量两大部分。在学科上可划分为普通工程测量和精密工程测量。工程测量学的主要任务是为各种工程建设提供测绘保障，满足工程所提出的要求。精密工程测量代表着工程测量学的发展方向，大型特种精密工程建设是促进工程测量学科发展的动力。

二、我国工程测量技术现状

1. 先进的测量仪器在工程测量中的应用

20 世纪 80 年代以来，出现许多先进的地面测量仪器，为工程测量提供了先进的技术工具和手段，如光电测距仪、精密测距仪、电子经纬仪、全站仪、电子水准仪、数字水准仪、激光准直仪、激光扫平仪等。为工程测量向现代化、自动化、数字化方向发展创造了有利的条件，改变了传统的工程控制网布网、地形测量、道路测量和施工测量等的作业方

法。三角网已被三边网、边角网、测距导线网所替代；光电测距三角高程测量代替三、四等水准测量；具有自动跟踪和连续显示功能的全站仪用于施工放样测量；无需棱镜的测距仪解决了难以攀登和无法到达测量点的测距工作；电子速测仪为细部测量提供了理想的仪器；精密测距仪的应用代替了传统的基线丈量。

2. GPS 定位技术在工程测量中的应用

GPS 是美国从 20 世纪 70 年代开始研制，历时 20 年，耗资 200 亿美元，于 1994 年全面建成，具有对海、陆、空进行全方位实施三维导航与定位功能的新一代卫星导航与定位系统。随着 GPS 定位技术的不断改进，软、硬件的不断完善，长期使用的测角、测距、测水准为主体的常规测量技术，正在逐步被以一次性确定三维坐标的高速度、高精度、费用省、操作简单的 GPS 技术所代替。

在我国 GPS 定位技术的应用已深入各个领域，国家大地网、城市控制网、工程控制网的建立与改造已普遍地应用 GPS 技术，在石油勘探、高速公路、通信线路、地下铁路、隧道贯通、建筑变形、大坝监测、山体滑坡、地震的形变监测、海岛或海域测量等也已广泛地使用 GPS 技术。

3. 数字化测绘技术在工程测量中的应用

数字化测绘技术在测绘工程领域得以广泛应用，使大比例尺测图技术向数字化、信息化发展。大比例尺地形图和工程图的测绘，历来就是城市与工程测量的重要内容和任务。

常规的成图方法是一项脑力劳动和体力劳动相结合的艰苦野外工作，同时还有大量的室内数据处理和绘图工作，成图周期长，产品单一，难以适应飞速发展的城市建设和现代化工程建设的需要。随着电子经纬仪、全站仪的应用和 GEOMAP 系统的出现，把野外数据采集的先进设备与微机及数控绘图仪三者结合起来，形成一个从野外或室内数据采集、数据处理、图形编辑和绘图的自动测图系统。系统的开发研究主要是面向城市大比例尺基本图、工程地形图、带状地形图、纵横断面图、地籍图、地下管线图等各类图件的自动绘制。系统可直接提供纸图，也可提供软盘，为专业设计自动化，建立专业数据库和基础地理信息系统打下良好的基础。

自 20 世纪 80 年代以来，我国数字化测绘技术的开发研究和应用发展很快，成效显著。但由于技术标准和规范不同，国外研究成功的数字化测绘系统不适合我国的国情，难以推广应用。1987 年北京市测绘设计研究院在国内首先完成了“大比例尺数字化测图系统”（即 DGJ）的软件开发，并通过技术鉴定，1990 年被建设部列为第一批技术推广应用项目之一，在 80 多个城市及工程测量单位推广应用，同时又有十几所大专院校、仪器公司和工程测量单位，先后开发和研制出多个类似的数字测图系统软件。

4. 摄影测量技术在工程测绘中的应用

摄影测量技术已越来越广泛的在城市和工程测绘领域中得以应用。高质量、高精度的摄影测量仪器结合计算机技术，使得摄影测量能够提供完全的、实时的三维空间信息。不仅不需要接触物体，而且减少了外业工作量，具有测量高效、高精度，成果品种繁多等特点。在城市和工程大比例尺地形测绘、地籍测绘、公路、铁路以及长距离通信和电力选线、描述被测物体状态、建筑物变形监测、文物保护和医学上异物定位中都起到了一般测量难以起到的作用，具有广泛的应用前景。全数字摄影测量工作站的出现，为摄影测量技术提供了新的技术手段和方法，该技术已在一些大中城市和大型工程勘察单位得以引进和

应用。

航空摄影测量是进行城市大面积、大比例尺地形图、地籍图测绘与更新以及大型工程勘测的重要手段与方法，它可以提供数字的、影像的、线划的等多种形式的地图成果。目前，我国有 100 多个城市或工测单位利用航测技术测制大比例尺地形图和地籍图，最大比例尺为 1 : 500。采用的仪器除利用高精度的模拟测图仪和解析测图仪外，还用立体坐标测图仪与计算机连接进行数据采集，经计算机数据处理输入绘图机自动绘图。

三、工程测量技术展望

测量机器人将作为多传感器集成系统在人工智能方面得到进一步发展，其应用范围将进一步扩大，影像、图形和数据处理方面的能力将进一步增强。

在变形观测数据处理和大型工程建设中，将发展基于知识的信息系统，并进一步与大地测量、地球物理、工程与水文地质以及土木建筑等学科相结合，解决工程建设中以及运行期间的安全监测、灾害防治和环境保护的各种问题。

大型复杂结构建筑、设备的三维测量，几何结构及质量控制，以及由于现代工业生产对自动化流程，生产过程控制，产品质量检验、监控的数据与定位要求越来越高，将促进三维工业测量技术的进一步发展。工程测量将从土木工程测量、三维工业测量扩展到人体科学测量。

多传感器的混合测量系统将得到迅速发展和广泛应用，如 GPS 接收机与电子全站仪或测量机器人集成，可在大区域乃至全国范围内进行无控制网的各种测量工作。

GPS、GIS 技术将紧密结合工程项目，在勘测、设计、施工管理一体化方面发挥重大作用。

在人类活动中，工程测量无处不在、无时不用，只要有建设就必然存在工程测量，因而其发展和应用的前景非常广阔。

四、本课程教学目的

通过本课程的学习，使学生了解并掌握工程测量学的基本理论、技术和方法，工程建设在规划设计、施工建设和运营管理阶段应做的测量工作，建筑物的变形观测，各种典型工程，如工业与民用建筑、矿山、线路、桥梁等的施工测量工作以及工程建设中的测量信息管理等知识。

《工程测量》是一门实践性很强的课程，完成本课程的教学过程必须坚持理论与实践相结合，在教学中坚持够用、实用、好用的教学理念，加强实训练习和实习教学，强化工程测量技能的培养和训练。

第一章 施工测量的基本工作

本章要点：水平距离、水平角、高程、平面点位以及坡度线的测设。

测设工作是测量工作的任务之一。在各种工程施工前都应进行测设工作，其任务就是用测量仪器按照一定的测量方法，把设计好的工程位置的特征点测设到实地上，作为施工放样的依据。某点的位置是由该点的平面位置和高程确定的，而点的平面位置通常是通过水平距离和水平角的测设来实现。因此，已知的水平距离、水平角和高程的测设是施工测量的基本工作。

第一节 测设已知的水平距离、水平角和高程

一、测设已知水平距离

在地面上丈量两点间的距离时，是先用尺子量出两点间的距离，再考虑必要的改正数，以求得正确的水平距离。而在地面上测设定长的直线时，其程序恰恰相反：先根据已知的水平距离，结合地面坡度，钢尺的实际长度，丈量时的温度等，算出在地面上应量的距离，并按算出的距离进行丈量。

1. 一般方法

当测设的水平距离 S 比较短，地面比较平坦。若要求以一般精度进行测设，则可在给定的方向上，根据水平距离 S ，从起点用钢尺丈量的一般方法，直接测得线段的另一端点。

2. 精确方法

当所测设的水平距离 S 较长，地面倾斜时。此时，要将加入尺长和温度改正后的设计水平距离，再加上倾斜改正数，求出实地应丈量的距离，然后在地面上沿给定的方向进行丈量。倾斜改正数可用公式 $\Delta L_h = \frac{h^2}{2S}$ 计算，式中 h 是线段两端的高差，可根据设计直线的位置在地形图上确定， S 是给定的已知水平距离。

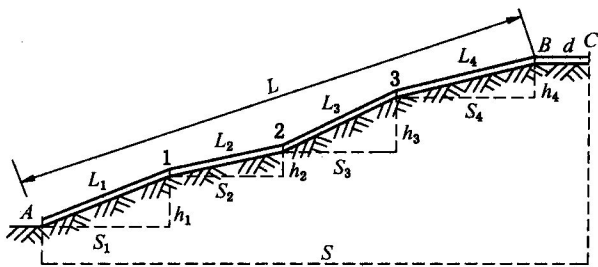


图 1-1 测设已知距离

当设计直线要求的精度较高，而地面倾斜又不均匀时，可按下述方法测设已知长度的直线。

(1) 在起始点 A 上安置经纬仪，定出待测设距离的方向，并沿此方向先丈量倾斜距离 L ，得到一点 B ，如图 1-1 所示。而

$$L = \frac{S}{\cos \delta}$$

式中 S ——待测设的水平距离（设计距离），m；

δ ——地面竖直角，($^\circ$)，可用近似的方法求出。

(2) 在 AB 方向上钉木桩 1、2、3…，使各点彼此相距不大于钢尺长度。

(3) 根据所要求的精度，丈量各木桩之间距离 L_1 、 L_2 、 L_3 …。

(4) 用几何水准测定各木桩之间的高差 h_1 、 h_2 、 h_3 …。

(5) 计算各木桩间的水平距离

$$S_i = L_i - \sum \Delta L$$

式中 $\sum \Delta L$ ——倾斜、温度、尺长改正数的总和。

(6) 计算补充量 d ，即

$$S - \sum S_i = \pm d$$

由 B 点向前或向后设置补充量 d 即可得到 C 点， AC 即为所要测设的水平距离。

3. 用测距仪测设水平距离

用测距仪测设水平距离，如图 1-2 所示，安置仪器于已知点 A ，瞄准已知方向。沿此方向移动反光镜的位置。使仪器显示值接近要测设的距离 S ，定出 C' 点。在 C' 点安置反光镜，测量反光镜的竖直角 δ 及倾斜距离 L 。计算水平距离 $S' = L \cos \delta$ ，求出 S' 与应测设的水平距离 S 之差 $d = S - S'$ ，在实地用小钢尺沿已知方向改正 C' 到 C 点，并用木桩标定其点位。为了检核，应将反光镜安置于 C 点再实测 AC 的距离，若不符合，应再次进行改正，直到测设的距离符合限差要求为止。

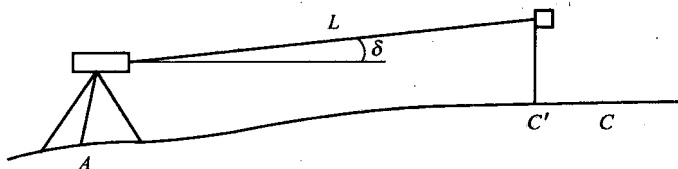


图 1-2 用测距仪测设水平距离

二、测设已知水平角

测设已知水平角与测量未知水平角不同。它是根据地面上一个已知方向（该角的始边）和图纸上设计的角值用经纬仪在地面上标出设计方向（该角的终边），作为施工的依据。根据要求精度的不同，可分为一般方法与精密方法。

1. 一般方法

如图 1-3a 所示， AB 为已知直线，要求定出直线 AC ，使 AC 与 AB 的夹角为已知水平角 β 。为此将仪器安置在 A 点上，用盘左位置照准 B 点，使度盘读数略大于 0° （起始读数），顺时针转动照准部，当读

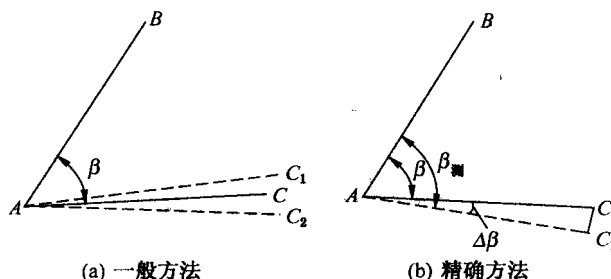


图 1-3 测设水平角

数 = β + 起始读数时, 沿视线方向定出 C_1 点。然后以盘右位置再按上述方法测设 β 角, 标出 C_2 点, 取 C_1 、 C_2 的中点 C , AC 即为测设的方向, $\angle BAC$ 就是要测设的 β 角。

2. 精确方法

当测设角度的精度要求较高时, 采用测设加改正的方法。如图 1-3b 所示, 首先用盘左位置测设出 β , 并在实地上标出 C_1 点。然后测量 $\angle BAC_1$ 的角值, 其测回数应与测设角度的精度相当。设测量的结果为 $\beta_{测}$, 则

$$\beta_{测} - \beta = \pm \Delta\beta$$

再量出 AC_1 的距离, 算差值 $\Delta\beta$ 对应的距离 CC_1 , 即

$$CC_1 = AC_1 \tan \Delta\beta \approx AC_1 \frac{\Delta\beta''}{\rho''} \quad (1-1)$$

自点 C_1 作 AC_1 的垂线, 沿此垂线丈量距离 CC_1 得 C 点, 那么 AC 与 AB 之夹角即等于所要测设的角度 β 。 $\Delta\beta$ 为正值时向内量 CC_1 , 反之则向外量。

三、测设已知高程

平整场地、开挖基槽时均需要测设已知高程的点。

将点的设计高程测设到实地上去, 是根据一个已知高程点来测设另一个点, 使其高程为设计所指定的数值。

如图 1-4 所示, 现需在 B 点处标出高程位置, 使其高程等于设计高程 H_B 。为此先在 B 点附近测定一个临时水准点 A , 它的高程 H_A 是由最近的水准点用水准测量方法测得的。

测设时, 在 A 和 B 之间安置水准仪, 先在 A 点竖立水准尺, 水准尺的读数为 a , 由此得水准仪的视线高程为

$$H_i = H_A + a$$

根据视线高程求出 B 点水准尺上读数为

$$b = H_i - H_B$$

然后用水准仪照准 B 点水准尺; 使尺紧贴在水桩侧面上下移动, 直至 B 点水准尺上的读数正好为 b 时, 紧靠尺底在木桩上划一条红线, 此线即为 B 点设计高程 H_B 。

如需要在基础坑中标出一已知高程为 H_B 的点, 可采用悬挂钢尺和两台水准仪, 如图 1-5 所示的方法来进行标定。当钢尺的零点在下端时

$$H_B = H_A + a - (b - c) - d \quad (1-2)$$

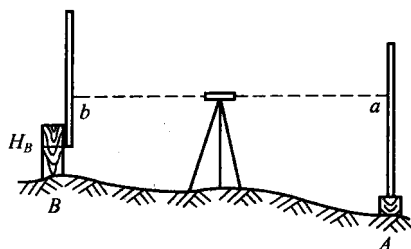


图 1-4 测设已知高程

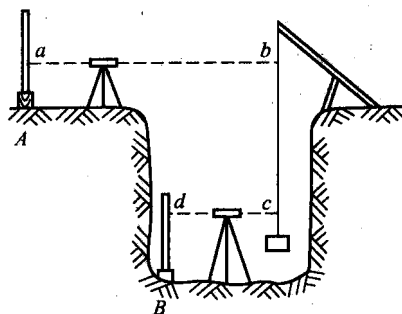


图 1-5 在基础坑中测设已知高程

由于 H_B 已知, 则标定时 B 点的标尺读数 d 为

$$d = H_A - H_B + a - (b - c) \quad (1-3)$$

第二节 测设点的平面位置

测设已知点平面位置的方法有直角坐标法、极坐标法、角度交会法和距离交会法等。测设时应根据控制点的分布、建筑物的大小、精度要求及施工现场条件等, 选用适当的方法。

一、直角坐标法

当施工场地有相互垂直的建筑基线或建筑方格网时, 多采用直角坐标法。如图 1-6 所示, 先算出设计图上待测点 P 相对于场地上控制点 (I、II、III、IV) I 的坐标增量 Δx 、 Δy , 称之为测设数据。施测时, 先在 I 点安置经纬仪, 以 II 点定向, 沿视准轴方向测设 $Ia = \Delta y$, 再在 a 点安置经纬仪, 后视 I 点, 向右转 90° , 盘左、盘右各一次, 取平均方向作为 aP 方向, 并在此方向线上量取 $aP = \Delta x$, 得 P 点, 即为所要测设的点位。

二、极坐标法

极坐标法是根据已知水平角度和水平距离测设点位。测设前需根据施工控制点和待测设点的坐标, 按坐标反算公式求出 BM 方向的坐标方位角 α_{BM} 和水平距离 S_1 , 再根据方位角求出水平角 φ_1 , 如图 1-7 所示, $\varphi_1 = \alpha_{BM} - \alpha_{BA}$ 。

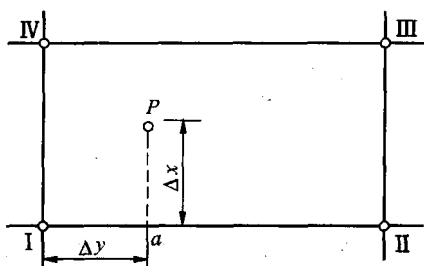


图 1-6 直角坐标法定点

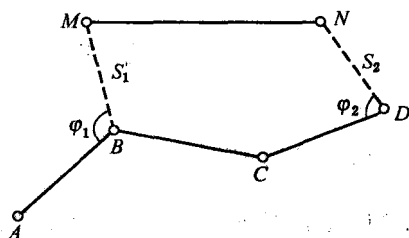


图 1-7 极坐标法定点

将经纬仪安置在 B 点, 按前述方法测设 φ_1 角, 定出 BM 方向。在 BM 方向上, 测设距离 S_1 定出 M 点的位置。同理, 利用 φ_2 和 S_2 可以确定 N 点。

建筑物上各点测设之后, 应按设计建筑物的形状、大小来检核角度和长度误差, 若在允许范围内, 才认为测设合格。

三、角度交会法

当要测设的点位和控制点之间不便于丈量距离时, 可采用角度交会法定点。此法是在两个控制点上按已知水平角测设两个方向, 两方向的交点便是所要测设的点位。

如图 1-8 所示, 设控制点 A 、 B 、 C 的坐标为已知, 建筑物轴线 MN 的两端点 M 和 N 的坐标已由设计给出, 现需要测设 M 和 N 点的位置。首先根据已知坐标进行反算求出有

关的方位角，然后再计算测设时所需要的交会角 α 、 β 和 γ 、 δ 。将经纬仪置于 A 、 B 、 C 等控制点上，分别测设角度 α 、 β 和 γ 、 δ ，其交点就是 M 、 N 点的位置。

当精度要求较高时，根据两已知点定出交点后，需用第三个已知点进行检查。由于误差的存在，会形成一个“示误三角形”，若边长不超过 10mm，则取三角形的重心作为测设点位。

四、距离交会法

如果建筑场地平坦且没有障碍物，控制点到测设点的距离又不超过钢尺的长度，这时可用距离交会法来测设点的平面位置。距离交会法是由两个已知点向同一待定点分别量两段距离，两距离的交点便是所要测设的点位。

如图 1-9 所示，由 A 、 B 控制点用钢尺量取 S_1 、 S_2 而得交点 M ，再由 C 、 D 控制点用钢尺量取 S_3 、 S_4 而得交点 N 。各距离 S_i ，则可由 M 、 N 的设计坐标和控制点的已知坐标反算求得。

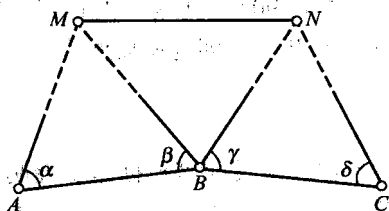


图 1-8 角度交会法定点

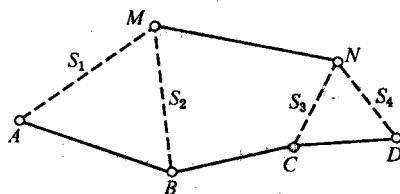


图 1-9 距离交会法定点

第三节 测设已知坡度线

一、水平线的测设

墙体砌完后需在室内周围墙壁上测设一条距地面高 500mm 的水平线，俗称“50 线”，并弹上墨线，作为室内其他工程施工及地面抹灰时掌握高程的依据。

根据控制桩上的 ± 0 高程线（或已知高程的水准点），在控制桩和墙体之间安置水准仪，读取控制桩上所立标尺的读数 a ，则仪器视线的相对高程为

$$H_i = \pm 0.000 + a$$

那么“50 线”的标尺读数 b 应为

$$b = H_i - 0.500 = a - 0.500$$

然后在墙的一端紧贴墙壁上下移动标尺，当读数为 b 时，在尺底画线，在同一墙面的另一端同样操作，并在尺底画线，以两线为端点弹墨线，即为“50 线”，最后再引测到其他墙面。

二、已知坡度线的测设

在修筑道路、敷设排水管道等工作中，经常要测设设计时所指定的坡度线。如图

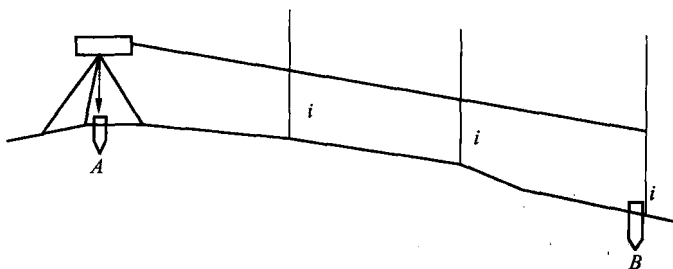


图 1-10 测设已知坡度

1-10 所示, A 、 B 为设计坡度线的两端点, 若已知 A 点设计高程为 H_A , 设计坡度为 i , 则可以求出 B 点的设计高程:

$$H_B = H_A + i_{AB} \cdot S_{AB}$$

为了便于施工, 每隔一定距离 (一般 10m) 打一木桩, 测设方法可用水准仪 (坡度较大时可以用经纬仪) 设置倾斜视线法, 其步骤如下。

(1) 根据附近水准点, 将设计坡度线两端点的设计高程 H_A 、 H_B 测设于实地上, 并用木桩固定。

(2) 将水准仪安置在 A 点上, 并量取仪器高 i , 安置时, 使其中一个脚螺旋位于 AB 方向上, 另两个脚螺旋的连线大致与 AB 方向垂直。

(3) 旋转 AB 方向上的脚螺旋和微倾螺旋, 使视线在 B 点标尺上所截取的读数等于仪器高, 此时水准仪的倾斜视线与设计坡度线平行, 当中间各桩点 1、2 上的标尺读数都为 i 时, 则各桩顶的连线就是要测设的设计坡度线。若各桩顶的标尺读数为 b_i , 则各桩的填挖尺数按下式计算:

$$\text{填挖尺数} = i - b_i$$

上式表明: $i = b_i$ 时不挖不填; $i > b_i$ 时, 需挖; $i < b_i$ 时, 则需填。

第四节 实 训

实训一 测设已知水平角和水平距离

一、实训目的

掌握角度与距离的测设方法。

二、内容与要求

- (1) 教师事先给定已知方向和所要测设的角度。角度测设误差为 $20'' \sim 40''$ 。
- (2) 沿所测设的方向练习距离测设, 用钢尺测设时, 其相对误差不低于 $1/2000 \sim 1/5000$ 。
- (3) 仪器工具包括经纬仪、钢尺、测钎等。