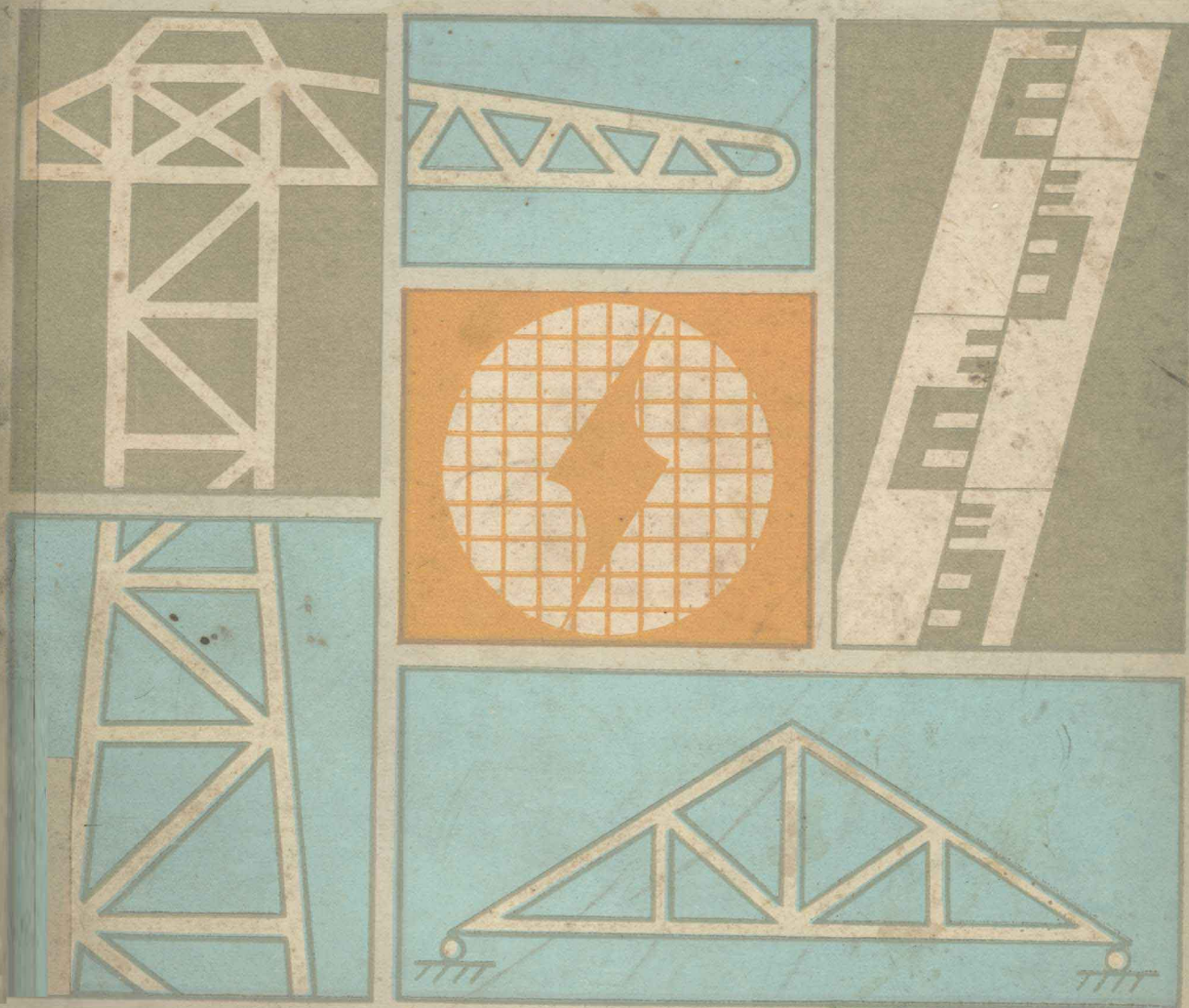


建筑 中级技工必读

JIANZHU ZHONGJIJIGONG BIDU



上海市建筑工程管理局教育培训处 编
上海交通大学出版社

建筑中级技工必读

上海市建筑工程管理局教育培训处 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是上海市建管局教育培训处组织编写和审定的建筑安装工人中级技术培训教材。全书共分四篇:建筑测量、建筑力学、建筑机械、建筑电工。本书编写时贯彻了少而精的原则,内容以介绍基本概念和基本原理为主,并安排适量计算例题,便于读者掌握,章后附有习题,可供练习巩固。本书还密切结合施工生产实际,适当编入了近年来在建筑工地广泛应用的新技术、新工艺和新设备等,采用了新的国际、国家标准和法定计量单位。

本书可以作为建筑系统以及机械施工,基础施工、房屋修建、隧道航道施工等行业土建类各工种中级技工的技术培训教材和自学读本,也可供上述行业的技工学校和职业学校师生参考使用。

建筑中级技工必读

出版 上海交通大学出版社
(淮海中路1984弄19号)
发行 新华书店上海发行所
印制 常熟文化印刷厂
开本 787×1092(毫米) 1/16
印张 19.25
字数 473000
版次 1989年12月第1版
印次 1989年12月第1次
印数 1—14300
科目 208—314
ISBN 7-313-00594-6/TU

定价: 6.20 元

前 言

为了加快建设一支以中级技工为主体,技术等级结构比较合理,文化技术素质较高的建筑工人队伍,适应当前中级技工技术理论培训的要求,我们根据国家建设部颁布的《建筑安装工人中级技术理论教学计划和教学大纲》,结合上海建筑业的实际,吸取兄弟省市的先进经验,组织编写并审定了《建筑安装工人中级技术培训教材丛书》,本书是其中的公共课部分。

全书共分四篇。第一篇建筑测量,内容包括水准测量、角度测量、直线定线和距离丈量、建筑施工测量以及高层建筑的控制测量;第二篇建筑力学,主要介绍静力学的基本概念和公理、力矩和力偶、平面力系的合成和平衡、桁架的内力计算、轴向拉伸和压缩、剪切和挤压、平面图形的几何性质、梁的剪力和弯矩、扭转以及压杆稳定;第三篇建筑机械,逐章叙述机械基础知识、起重运输机械、喷涂抹灰机械、钢筋机械、木工机械以及其他机械;第四章建筑电工,内容有直流电路、电和磁、交流电路、变压器、三相异步电动机以及安全用电和触电急救常识。

本书的编写宗旨是尽可能从当前建筑业施工生产的实际出发,反映和总结施工生产中的新技术、新工艺和新设备等内容,并注意与初、高级技工培训知识相衔接,能广泛地适用于建筑施工企业各主要技术工种。本书编写时还贯彻了少而精的原则,注重介绍和阐述基本概念和基本原理,既利于教学,又便于自学。每篇均安排适量例题,便于读者掌握,章后附有习题,可供读者练习。本书采用了新的国际、国家标准和法定计量单位。

本书由袁钜清主编。建筑测量篇由徐兴法(第一~三章)、戴行柳(第四章)、张朝(第五章)编写;建筑力学篇由夏拥军(第一~第四章)、张后通(第五~十章)编写;建筑机械篇由樊自彪(第一~四章)、陈国平(第五~六章)编写;建筑电工篇由严新盘编写。潘福荣、徐正纲、周年崧等参加了审稿。

由于我们缺乏经验,编写时间仓促,书中难免会有疏漏谬误之处,敬请读者批评指正。

上海市建筑工程管理局教育培训处

1989年3月

目 录

第一篇 建筑测量

概述.....	1
第一章 水准测量.....	3
第一节 水准测量的基本概念.....	3
第二节 水准测量原理.....	7
第三节 水准仪的构造和使用.....	9
第四节 水准测量方法和成果整理.....	15
第五节 水准测量误差的主要来源及消除方法.....	23
第六节 水准仪的检验和校正.....	25
第七节 测量仪器的保养.....	28
第二章 角度测量.....	31
第一节 水平角和竖直角观测原理.....	31
第二节 经纬仪的构造.....	32
第三节 光学经纬仪的读数方法.....	35
第四节 水平角观测.....	37
第五节 竖直角观测.....	41
第六节 经纬仪的检验和校正.....	43
第三章 直线定线和距离丈量.....	47
第一节 直线定线.....	47
第二节 距离丈量.....	48
第三节 视距测量.....	55
第四章 建筑施工测量.....	58
第一节 施工测量的准备阶段.....	58
第二节 建筑物主轴线的测设.....	58
第三节 建筑物的施工放线.....	60
第四节 施工过程中的测量工作.....	61
第五节 建筑物的变形观测.....	62
第五章 高层建筑的测量控制.....	64
第一节 高层构筑物的垂直度要求.....	64
第二节 垂准测量仪器.....	65
第三节 垂准测量的施测.....	67

第二篇 建筑力学

概述.....	75
---------	----

第一章 静力学的基本概念和公理	76
第一节 静力学的基本概念	76
第二节 静力学基本公理	80
第三节 支座和支座反力	83
第四节 示力图	85
第二章 力矩和力偶	92
第一节 力矩	92
第二节 力偶和力偶矩	94
第三节 平面力偶系的合成和平衡	96
第三章 平面力系的合成和平衡	100
第一节 平面汇交力系	100
第二节 平面一般力系	105
第三节 平面平行力系的平衡	112
第四章 桁架的内力计算	118
第一节 桁架的几何组成及其稳定性	118
第二节 节点法求桁架内力	120
第三节 截面法求桁架内力	122
第四节 特殊杆件内力的判别法	123
第五章 轴向拉伸和压缩	127
第一节 轴向拉伸和压缩的概念	127
第二节 轴向拉伸和压缩时的内力和应力	127
第三节 轴向拉伸和压缩的变形	130
第四节 材料在拉伸和压缩时的力学性能	132
第五节 材料在拉伸和压缩时的强度计算	135
第六章 剪切和挤压	138
第一节 剪切和挤压的概念	138
第二节 剪切的应力和应变	138
第三节 剪切和挤压的实用计算	139
第七章 平面图形的几何性质	145
第一节 面积矩和形心	145
第二节 惯性矩和惯性半径	146
第八章 梁的剪力和弯矩	152
第一节 直梁弯曲的概念	152
第二节 梁的剪力和弯矩	152
第三节 用静力法绘制剪力图和弯矩图	156
第九章 扭转	162
第一节 扭转的基本概念	162
第二节 圆杆扭转的计算	162
第十章 压杆稳定	165

第一节	压杆稳定的概念	165
第二节	临界力的欧拉公式	166
第三节	压杆稳定的计算	168

第三篇 建筑机械

概述	179
第一章 机械基础知识	182
第一节 常用机构	182
第二节 带传动	186
第三节 齿轮传动	187
第四节 链传动	191
第五节 常用机械零件	194
第二章 起重运输机械	197
第一节 卷扬机	197
第二节 塔式起重机	201
第三章 喷涂抹灰机械	205
第一节 灰浆搅拌机	205
第二节 灰浆泵	206
第三节 小型空气压缩机	209
第四章 钢筋机械	210
第一节 钢筋调直机	210
第二节 钢筋切断机	211
第三节 钢筋弯曲机	212
第四节 钢筋冷拔机	213
第五章 木工机械	215
第一节 锯割机	215
第二节 刨削机械	222
第三节 开榫机	226
第四节 钻孔机械	229
第六章 其他机械	232
第一节 小型空气压缩机	232
第二节 地坪修整机械	234
第三节 蛙式打夯机	238

第四篇 建筑电工

概述	243
第一章 直流电路	244
第一节 电的基本概念	244
第二节 直流电路	247

第二章 电和磁	256
第一节 磁场	256
第二节 电与磁的关系	257
第三章 交流电路	261
第一节 交流电的基本概念	261
第二节 单相交流电路	265
第三节 三相交流电路	271
第四章 变压器	276
第一节 单相变压器和三相变压器	276
第二节 特殊变压器	278
第五章 三相异步电动机	280
第一节 三相异步电动机的结构	280
第二节 三相异步电动机的工作原理	281
第三节 三相异步电动机的铭牌	283
第四节 三相鼠笼式异步电动机的起动和反转	285
第五节 正确使用三相异步电动机	287
第六章 安全用电和触电急救常识	289
第一节 触电的原因和方式	289
第二节 安全用电和预防措施	291
第三节 触电急救常识	294
第四节 防雷保护常识	295

第一篇 建筑测量

概 述

一、建筑测量的任务

测量学是研究如何测定地面上点的平面位置和高程,以及如何将地球表面的地形绘制成地形图的一门科学。

根据被研究对象的范围大小和所依据的理论以及技术手段的不同,测量学可分为大地测量学、普通测量学、摄影测量学和工程测量学四大类。建筑施工中的测量属于工程测量学的范围。它的主要任务是:将设计图纸上建筑物的位置,准确无误地投测到地面上,为施工定位、放线提供依据;一些大型和重要的建筑物、构筑物竣工后,观测其沉降、变形等以提供必要的数。

任何一个建筑物,都可以被看成是由无数个点的组成的。因此,确定建筑物的位置,就可转化成如何确定这无数个点的位置了。要确定这无数个点的位置,其工作量是十分庞大的,但事实证明没有必要这样做。因为在这无数个点中,总能找到少数几个能反映物体特征的点。例如,三角形的特征点是三个顶角的点;四边形的特征点就是四个顶点。特征点的特殊作用是:确定了某图形特征点的位置后,再把相邻有关的特征点用线段连接起来,这个图形的形状和位置也就被确定了。因此,建筑施工测量的首要任务是研究有关特征点位置的确定。

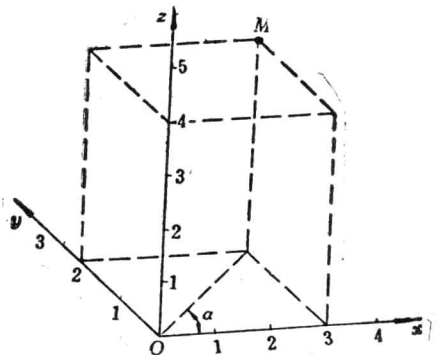


图 1-0-1

根据数学知识可知:确定一点的空间位置,需要三个独立的量。即该点在某一平面上的投影位置(x 、 y 轴的对应值)以及该点到这平面的垂直距离(z 轴的对应值)。例如图 1-0-1 中,点 M 在空间坐标中的位置是: $x=3$ 、 $y=2$ 、 $z=4$ 。

在建筑施工测量中,确定建筑物上某一点的位置也同样需要三个量。常用的三个量是:水平距离、水平角和该点离 xOy 平面的垂直距离。这里水平距离和水平角确定了点的平面位置,垂直距离确定了点的高度。如上图中的 M 点,也可这样表示其空间位置:水平距离 $x=3$ 、水平角 $\alpha=33.69^\circ$ 、垂直距离 $z=4$ 。施工中,这三个量通常用三种不同的仪器和方法进行测定:用钢尺丈量测定水平距离;用经纬仪测定水平角;用水准仪测定高度。

二、建筑测量的度量单位

测量中常用的度量单位有长度、面积、体积和角度等几种。建筑施工测量中常用的度量单位是长度和平面角度两种。

按照我国 1984 年颁布的法定计量单位,长度的国际单位制的基本单位名称是米,单位

符号是 m。

1 米(m) = 10 分米(dm) = 100 厘米(cm) = 1000 毫米(mm);

1 千米(km) = 1000 米(m)。

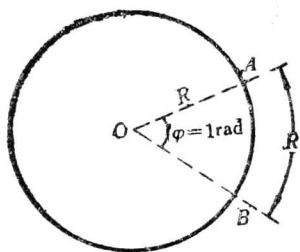


图 1-0-2

我国平面角度的法定计量单位采用弧度制表示,其国际单位制的基本单位名称是弧度,单位符号是 rad。弧度制是根据弧长来度量角度的一种方法。如图 1-0-2 所示,在半径为 R 的圆中,当 $\widehat{AB}$ 正好等于 R 时, $\widehat{AB}$ 所对的圆心角就称为 1 弧度。即 $\angle AOB = 1$ 弧度。由于圆的周长等于 $2\pi R$, 所以一个圆周角就等于 2π 弧度; 一个平角等于 π 弧度。圆心角的计算公式如下:

$$\text{圆心角(rad)} = \frac{\text{圆心角所对的弧长(m)}}{\text{半径(m)}}$$

在建筑施工测量中,习惯用另一种国家许用的角度单位。即度($^{\circ}$)、分($'$)、秒($''$)制。这是国家选定的非国际单位制单位。

1 圆周角 = 360° ;

1 平角 = 180° ;

$1^{\circ} = 60'$;

$1' = 60''$ 。

度与弧度的换算关系如下:

$$1 \text{ rad} = 180^{\circ} / \pi \approx 57.3^{\circ},$$

式中 π 为圆周率,近似等于 3.14。

习 题

1-0-1 建筑施工测量的任务是什么?根据自己的工地实践,试举一例加以说明。

1-0-2 确定地面上一点的位置,至少需要哪几个量?建筑施工中,这几个量用何种仪器进行测定?

1-0-3 单位换算:

(1) $3.65 \text{ m} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ cm}$,

(2) $0.085 \text{ m} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ mm}$,

(3) $1202 \text{ mm} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m} \underline{\hspace{1cm}} \text{ cm} \underline{\hspace{1cm}} \text{ mm}$,

(4) $48^{\circ}12'45'' = \underline{\hspace{1cm}}^{\circ}$,

(5) $87.56^{\circ} = \underline{\hspace{1cm}}^{\circ} \underline{\hspace{1cm}}' \underline{\hspace{1cm}}''$,

(6) $6.35 \text{ rad} = \underline{\hspace{1cm}}^{\circ}$,

(7) $75^{\circ}18'24'' = \underline{\hspace{1cm}} \text{ rad}$,

(8) $36^{\circ}18'9'' = \underline{\hspace{1cm}}''$ 。

第一章 水准测量

利用水准仪提供的水平视线来进行的高程测量叫做水准测量。水准测量在建筑施工中的应用是相当频繁的,它是建筑施工不可缺少的一项技术工作。

第一节 水准测量的基本概念

一、大地水准面和绝对高程

在概述中提到了某点的高度这一概念。所谓某点的高度,就是指该点到某一平面的垂直距离。由此可见,如果这个平面取得高低位置不一样,那么同一点的所谓高度也就不相同了。因此,若要对两个点的高度作相对比较,应先确定一个平面(而且只能是一个平面),然后根据两个点离开这一平面的垂直距离的大小,才能正确判断出哪个点高,哪个点低。那么,在水准测量中,这个作为起算面的平面,其位置又在哪里呢?

我们知道,地球上海洋的面积占71%。因此,我们设想海水处于静止状态,并向陆地延伸而形成一个封闭的曲面。该静止的海水面称为水准面。由于海洋潮水有涨有落,所以水准面有无限多个。我们取其中那个与平均海水面重合的水准面,称为大地水准面。该大地水准面就是测量学中计算高程的统一起算面。水准面的特性是处处与铅垂线垂直。测量学中规定:地面上任一点到大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程或海拔,简称高程。用 H 表示(图1-1-1)。我国政府规定:采用青岛验潮站所求得的1956年黄海平均海水面作为大地水准面。并令其高程为零(± 0.000)。它是全国统一的高程起算面。如世界第一高峰珠穆朗玛峰的海拔为8848.13 m,就是指峰顶离大地水准面的垂直距离是8848.13 m。

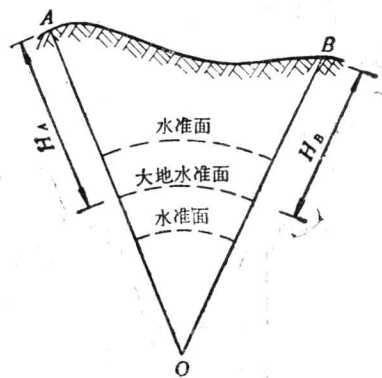


图 1-1-1

二、水准点

大地水准面的位置确定后,为使测量工作进行,首先在青岛验潮站附近埋设一特制的固定标志。然后用精密仪器精确地测出它至大地水准面的铅垂距离,从而得到该点的绝对标高。该点就作为全国高程的起始点,称为水准原点。其高程是:72.289 m。

以水准原点为出发点,由国家专业测量单位根据国家水准测量规范的精度要求,在全国各地测得众多的点的高程。这些已知高程值的点就叫水准点(缩写“BM”,英文水准点的缩写)。水准点高程的单位是米。高于大地水准面的为正值,数值前不必注“+”号;低于大地水准面的为负值,数值前必须注“-”号。国家等级的水准测量可分四等,一等水准测量精度最高,四等水准测量精度最低。为了满足工程建设的需要,尚需以国家水准测量的三、四等

水准点为起始点,再布设工程水准测量,这叫作普通水准测量或等外水准测量。

水准点分永久性水准点和临时性水准点两种。永久性水准点一般用砬或整块的花岗石、青石等石料制成,上面嵌入一个顶端为半球形的瓷质或金属水准标志。临时性水准点可以在已建多年坚固的砖、石、砬建筑物的墙脚上嵌入一个水准标志或用红漆做记号。甚至也可在地上打一木桩(桩顶部为半球形的钉)做成临时水准点(见图 1-1-2)。

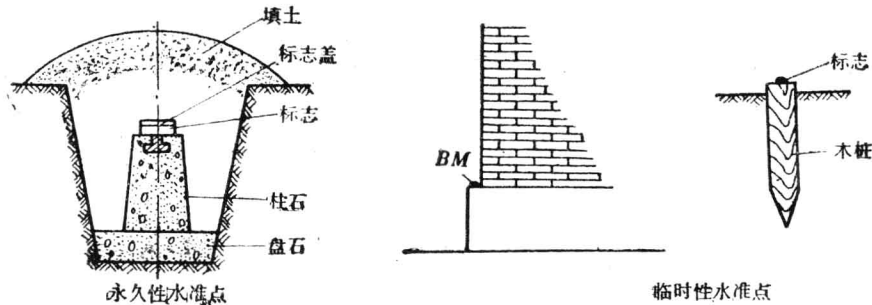


图 1-1-2

在建筑施工中,设计部门总要提供一个以上的水准点,作为施工时控制建筑物高度的依据。

三、相对标高

建筑施工中,习惯称绝对高程为绝对标高。在设计、施工时,若沿用绝对标高将会感到很不方便。所以建筑施工中,采用的是相对标高,简称标高。所谓相对标高就是:大地上任一点到假定水准面的铅垂距离。用 h 表示。这个假定水准面规定取建筑物底层室内地坪面,其相对标高为零(± 0.000)。施工图上标高的符号是: ∇ , 下面横线表示所注标高的位置,上面横线的上部注明标高的具体数值,单位是米。高于底层室内地坪的标高为正,数字前不需加“+”号;低于底层室内地坪的标高为负,数字前必须加“-”号。图 1-1-3 所示是一单层厂房的剖面图。从图中可看到:室内地坪标高是 ± 0.000 m;室外地坪标高是 -0.150 m;上、下窗盘面的标高分别是 1.200 m 和 7.800 m;上、下窗过梁的底标高分别是 4.500 m 和 9.000 m;柱中腿面的标高是 6.220 m;行车底标高是 7.200 m;屋架底(或柱顶面)的标高是 9.400 m。

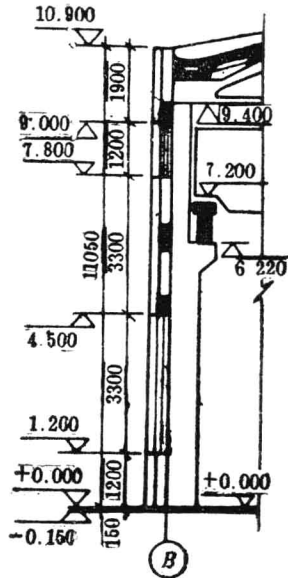


图 1-1-3

从图 1-1-4 中可看出绝对标高与相对标高之间的换算关系为

$$H_A = h_A + H_h, \quad (1-1-1)$$

式中: H_A ——A 点的绝对标高;
 h_A ——A 点的相对标高;
 H_h ——假定水准面的绝对标高。

请注意,在具体应用时,若某值带有负号,应将负号也代入公式中进行计算。

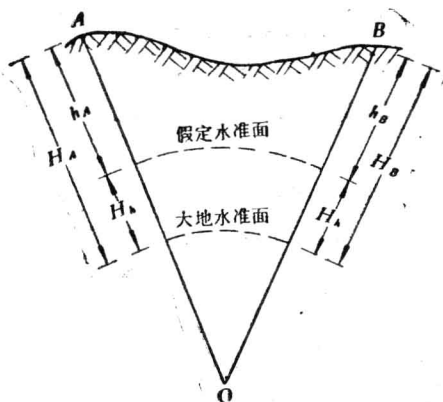


图 1-1-4

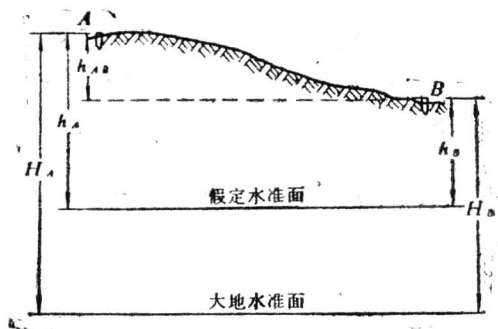


图 1-1-5

四、高差

地面上两点的高程之差简称高差。

当地面上两点的高程为已知时,其高差能立即求得。如图1-1-5中,B点对A点的高差用 h_{AB} 表示,则

$$h_{AB} = H_B - H_A \quad (1-1-2)$$

或

$$h_{AB} = h_B - h_{Ao} \quad (1-1-3)$$

高差有正有负。当高差为正时,表示B点高于A点;当高差为负时,B点低于A点。

例 1-1-1 已知地面上A、B、C三点的绝对标高分别为108.834 m、99.592 m和118.438 m。其中C点的相对标高为16.357 m。(图1-1-6),求A、C两点的相对标高。

解法 I: 利用公式(1-1-1)解

(1) 求假定水准面的绝对标高: 因为 $H_C = h_C + H_h$, 所以 $H_h = H_C - h_C$, 则

$$H_h = 118.438 - 16.357 = 102.081 \text{ m}.$$

(2) 求A点的相对标高。因为 $H_A = h_A + H_h$, 所以 $h_A = H_A - H_h$, 则

$$h_A = 108.834 - 102.081 = 6.753 \text{ m}.$$

(3) 求B点的相对标高: 因为 $H_B = h_B + H_h$, 所以 $h_B = H_B - H_h$, 则

$$h_B = 99.592 - 102.081 = -2.489 \text{ m}.$$

答: A点相对标高是6.753 m, C点相对标高是-2.489 m。

解法 II: 利用公式(1-1-2)和(1-1-3)解

(1) 求C点对A点的高差: 因为 $h_{AC} = H_C - H_A$, 则

$$h_{AC} = 118.438 - 108.834 = 9.604 \text{ m}.$$

(2) 求A点的相对标高: 因为 $h_{AC} = h_C - h_A$, 所以 $h_A = h_C - h_{AC}$, 则

$$h_A = 16.357 - 9.604 = 6.753 \text{ m}.$$

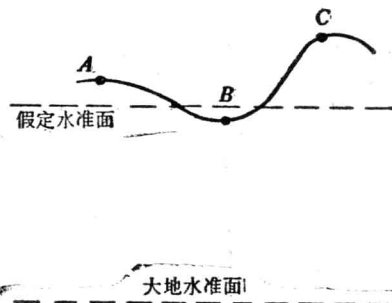


图 1-1-6

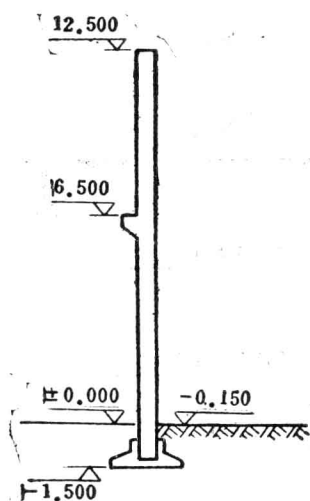


图 1-1-7

(3) 求 C 点对 B 点的高差: 因为 $h_{BC} = H_C - H_B$, 所以
 $h_{BC} = 118.438 - 99.592 = 18.846 \text{ m}$ 。

(4) 求 B 点的相对标高: 因为 $h_{BC} = h_C - h_B$, 所以 $h_B = h_C - h_{BC}$, 则

$$h_B = 16.357 - 18.846 = -2.489 \text{ m}。$$

答: A 点的相对标高是 6.753 米; B 点的相对标高是 -2.489 米。

例 1-1-2 某厂房室内、外地坪, 基础和柱的相对标高如图 1-1-7 所示。同时已知室外地坪的绝对标高是 5.468 m。求: ①室内地坪和柱顶面的绝对标高; ②柱顶面对基础底面的高差; ③室外地坪对基础底的高差。

解: (1) 求假定水准面的绝对标高: 因为 $H_{\text{室外}} = h_{\text{室外}} + H_n$, 所以 $H_n = H_{\text{室外}} - h_{\text{室外}}$, 则

$$H_n = 5.468 - (-0.150) = 5.618 \text{ m}。$$

(2) 求室内地坪的绝对标高: 因为 $H_{\text{室内}} = h_{\text{室内}} + H_n$, 所以

$$H_{\text{室内}} = 0.000 + 5.618 = 5.618 \text{ m}。$$

(3) 求柱顶面的绝对标高: 因为 $H_{\text{柱顶}} = h_{\text{柱顶}} + H_n$, 所以

$$H_{\text{柱顶}} = 12.500 + 5.618 = 18.118 \text{ m}。$$

(4) 求柱顶面对基础底的高差: 因为 $h_{\text{基础, 柱顶}} = h_{\text{柱顶}} - h_{\text{基础}}$, 所以

$$h_{\text{基础, 柱顶}} = 12.500 - (-1.500) = 14.000 \text{ m}。$$

(5) 求室外地坪对基础底的高差: 因为 $h_{\text{基础, 室外}} = h_{\text{室外}} - h_{\text{基础}}$, 所以

$$h_{\text{基础, 室外}} = (-0.150) - (-1.500) = 1.350 \text{ m}。$$

答: 室内地坪的绝对标高是 5.618 m; 柱顶面的绝对标高是 18.118 m; 柱顶面对基础底的高差是 14.000 m; 室外地坪对基础底的高差是 1.350 m。

五、用水平面代替水准面的限度

由前所述已知大地水准面是一个曲面。以曲面作为测量的基准面, 在计算、绘图等方面都是很不方便的。由于地球是一个巨大的椭圆(测量学中将地球看成是半径为 6371 公里的圆球), 因此, 其曲率显然是很小的, 也即弧长与相应的切线长相差无几。如图 1-1-8 所示, 图中 A, B, C 为地面上三个点, 它们在大地水准面上的投影点为 a, b, c 。过 a 点作切线, 即得水平面。 A, B, C 在水平面上的投影为 a', b', c' 。则用切线长 ab' 代替弧长 ab 所产生的误差为

$$\Delta s = \overline{ab'} - \widehat{ab} = t - s。$$

通过理论推导、计算可得: 当弧长 $s = 10 \text{ km}$ 时,

$\Delta s = 8.197 \text{ mm}$ 。这个误差远小于精密测量的允许误差值, 所以在水平丈量距离时, 在半径为 10 km 范围内, 可用水平面来代替曲面。从而简化、方便计算等工作。另外由上图可知: B

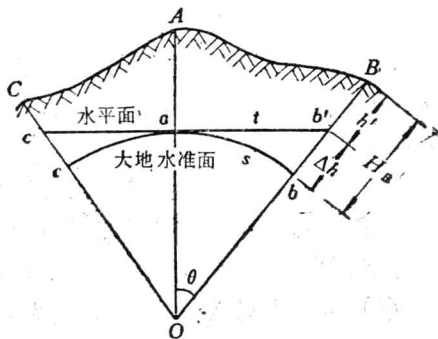


图 1-1-8

点至大地水准面的高度与其至水平面的高度的差值

$$\Delta h = Bb - Bb' = H_B - h',$$

经计算得到:当弧长 $s = 100 \text{ m}$ 时, $\Delta h = 0.78 \text{ mm}$; 当弧长 $s = 10 \text{ km}$ 时, $\Delta h = 8 \text{ m}$ 。这个高程误差值对国家级高程测量是必需考虑的, 亦即地面点的高程一定要从大地水准面算起。但在建筑施工测量中, 由于水准尺到水准仪的距离一般不超过 100 m , 且测量精度要求也较低, 因此在建筑施工测量中, 这地球曲率引起的高程误差也可略去不计。即也可用水平面来代替曲面。

第二节 水准测量原理

在人类生活中, 因科学研究和生产建设的需要, 经常会碰到这样一个问题: 已知某一点的高程或相对标高, 需要确定另一点的高程或相对标高。由公式(1-1-2)或(1-1-3)可知: 解决这类问题的关键是要求得这两个点的高差值。水准仪就是一种专门用来测定两点间高差的仪器。利用水准仪提供的水平视线, 先测出两点间的高差, 然后根据其中一点的已知高程来推算另一点的高程, 这就是水准测量的基本方法。

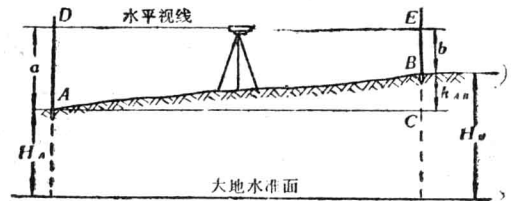


图 1-1-9

如图 1-1-9 所示, 在已知高程点 A 和被测高程点 B 上分别竖一根水准尺。并尽量在 A 、 B 两点的中点安置一架水准仪。水准仪经整平后, 能为我们提供一条水平视线。根据这条水平视线, 可在 A 点水准尺上读到一数值 a , 在 B 点的水准尺上读到一数值 b 。过 A 点作一水平线与过 B 点的铅垂线相交于 C , 则 BC 的长度就是 A 、 B 两点间的高差 h_{AB} 。由图可知:

$$h_{AB} = a - b. \quad (1-1-4)$$

在水准测量中, 习惯上将已知高程的点称为后视点, 未知高程的点称为前视点; 后视点水准尺上的读数称为后视读数, 前视点水准尺上的读数称为前视读数。这里 A 点的高程是已知的, 所以 A 点称为后视点, 读数 a 称为后视读数; B 点的高程为未知的, 所以 B 点称为前视点, 读数 b 称为前视读数。在用水准尺读数来计算高差时, 一律要用后视读数减去前视读数。即

$$h_{AB} = \text{后视读数} - \text{前视读数}。$$

这里要注意 h 下面的脚注的先后次序。 h_{AB} 表示由已知高程点 A 来推算未知高程点 B 的高差。另外公式 (1-1-4) 与公式 (1-1-2) 和 (1-1-3) 还有一些不同之处。公式 (1-1-2) 或 (1-1-3) 是根据两点的高程或相对标高来计算高差的, 因此两者在计算公式中, 被减数和减数与脚标的对应关系是不相同的。公式 (1-1-4) 是: 第一脚标(即后视)相应的读数减去第二脚标(即前视)相应的读数。公式 (1-1-2) 和 (1-1-3) 是: 第二脚标相应的高程或相对标高减去第一脚标相应的高程或相对标高。这点务须搞清。用水准尺读数求得的高差值, 可正、可负。高差为正时, 表示前视点高程高于后视点高程; 高差为负时, 表示前视点高程低于后视点高程。

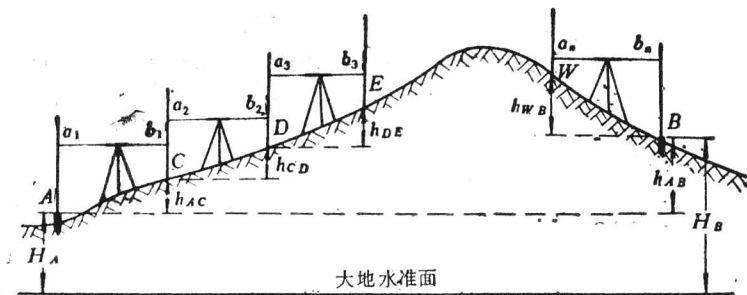


图 1-1-10

图 1-1-9 所表示的是,只安置一次水准仪就能完成的水准测量。这叫做简单水准测量。实际工作中会碰到这样的情况:两个点相距较远或高差较大,只安置一次水准仪难以完成。这就要在这两点之间加设若干个作为临时传递高程的立尺点,这些点称为转点。如图 1-1-10 所示。图中 $C, D, E, \dots, W$ 各点,就是为测 A, B 两点间的高差而加设的转点。具体测量时,先在 A, C 两点的中点安置水准仪。在 A, C 两点上分别竖立水准尺。根据前面讲的方法,测算出高差 h_{AC} 。然后将水准仪搬到 C, D 两点的中点, A 点的水准尺移至 D 点。 C 点的水准尺只需原地转动尺面,使尺面对准水准仪即可。从而再测出高差 h_{CD} 。接下去依次重复操作,分别测出高差 $h_{DE}, h_{EF}, \dots, h_{WB}$ 。于是就得到 A, B 两点的高差为

$$h_{AB} = h_{AC} + h_{CD} + h_{DE} + h_{EF} + \dots + h_{WB}$$

或

$$\begin{aligned} h_{AB} &= (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + (a_3 - b_3) + (a_4 - b_4) + \dots + (a_n - b_n) \\ &= (a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \dots + a_n) - (b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + \dots + b_n) \\ &= \sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^n b_i. \end{aligned} \quad (1-1-5)$$

即两点间的高差等于各站后视读数的总和减去前视读数的总和。这种需多次安置仪器,才能测出未知点高程的测量过程称为复合水准测量。

在建筑施工中,有时需根据一个已知标高的点,迅速地定出周围若干个点的标高值。若多次重复简单水准测量的过程,则工作量是较繁重的。由于建筑施工测量的精度要求不是很高,因此我们常采用安置一次仪器从而定出各点标高的简易方法。具体操作过程如下:在

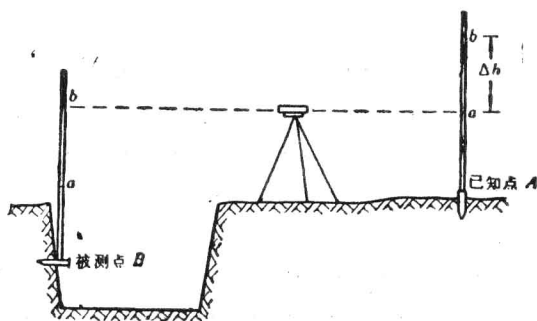


图 1-1-11

已知标高为 h_A 的 A 点上竖立水准尺,在 A 点附近架设水准仪,经整平后,利用水准仪提供的水平视线在 A 点水准尺上读得后视读数 a 。则仪器的视线高

$$h_i = h_A + a. \quad (1-1-6)$$

然后将 A 点的水准尺移至待测点 B 。水准仪只需转动望远镜对准 B 点水准尺,从而读得前视读数 b 。则 B 点的标高就能根据下式计算得到:

$$h_B = h_i - b. \quad (1-1-7)$$

接下来再将 B 点的水准尺移至下一个待测

点,重复上述过程,最后求得全部待测点的标高。这种先求仪器的视线高,然后求未知点标高的方法,称为视线高法。如图 1-1-11 所示。

建筑施工中经常碰到已知 A 点的相对标高为 h_A , 需定出一个比 A 点低 (或高) Δh 的点的确切位置。例如基坑挖土时,要定出基坑底标高的位置;结构施工时,要引测每一楼层的控制标高的水平线位置等。具体测定过程如下:先在已知点 A 和待测点 B 的中央架设水准仪,在 A 点上竖立水准尺。将整平后的水准仪对准 A 点水准尺,得一读数如 a 。将 a 加上 Δh 得两者之和 b 。即

$$b = a + \Delta h. \quad (1-1-8)$$

此式中的 b 就是确定待测点标高位置时,应在水准尺上的读数值。然后将 A 点的水准尺移至待测点处,并且水准尺作上下缓慢移动,直至水准仪的水平视线正好和水准尺上的 b 数值重合时,水准尺停止移动。这时应马上在水准尺底部做一记号。水准尺底部就是所求点的标高位置,见图 1-1-11。对于这类问题也可通过不确定 a 、 b 的具体数值来测定解决。这样操作时更方便、迅速。现将操作过程简述如下:当水准仪对准 A 点水准尺时,在原来读数 a 处做一记号,然后直接从该记号向上量取 Δh 长,再做第二个记号。这第二个记号就是水准尺立在待测点时,与水准仪水平视线重合的标志。届时水准尺底部就是所求点的标高位置。这里要注意的是:第一个记号和第二个记号的颜色、形状等要有区别。这样不易出差错。当待测点的标高高于已知点时,只要将公式(1-1-8)中的加号换成减号或者从原第一记号向上量取改成向下量取即可。

第三节 水准仪的构造和使用

一、水准仪的构造

水准仪的种类很多,目前建筑工地常用的是微倾式水准仪。这种水准仪因装有可调节符合水准气泡的微倾螺旋而得名。微倾式水准仪的主要特点是望远镜与管水准器固连,望远镜的视准轴与管水准器轴(见图 1-1-30)保持平行关系。作业时,当管水准器气泡居中时,管水准器轴就呈水平。同时望远镜的视准轴也呈水平。即为我们提供了一条作为读数依据的水平视线。按仪器的精度不同,微倾式水准仪分为精密水准仪和普通水准仪两类。建筑施工测量中广泛采用的是 DS_3 型微倾式水准仪。“D”是大地测量仪的总代号;“S”是水准仪的代号;脚标 3 表示该仪器的精度(每公里往返测量中误差小于或等于 3mm)。其他精度的仪器还有 DS_{05} 、 DS_1 、 DS_{10} 等。

图 1-1-12 是 DS_3 型微倾式水准仪的外形及各部分的名称。水准仪的构造可粗分为望远镜、水准器和基座三大部分。

1. 望远镜

望远镜是用来观察远处目标的主要部件。它的两端装有物镜和目镜,中间装有十字丝分划板,对光透镜,物镜对光装置和目镜对光装置,它的下部装有制动扳手(或螺旋)和微动螺旋。望远镜内部构造见图 1-1-13。它的作用主要是使不同距离的目标都能在十字丝分划板上清晰地成像,再通过目镜放大,即可精确地照准目标。

(1) 制动扳手或微动螺旋:望远镜在平面范围内,可作 360° 转动。为能控制其转动位置和便于精确照准目标,设有制动扳手(也称制动螺旋)和微动螺旋。当拧紧制动螺旋时,望