

第2版



建筑工程施工现场专业人员
上岗必读丛书

CELIANGYUAN BIDU

测量员必读

主编 程芬



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

第2版



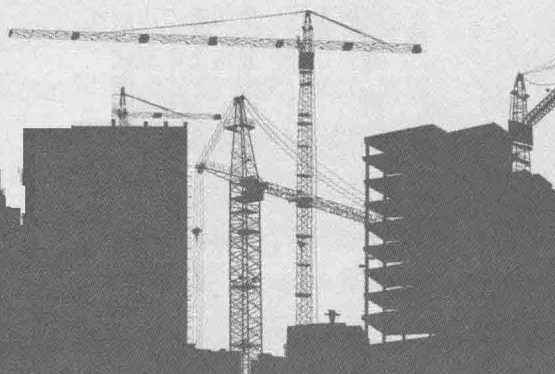
建筑工程施工现场专业人员
上岗必读丛书

CELIANGYUAN BIDU

测量员必读

主编 程 芬

参编 安富强 彭怀富



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是根据《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011)中关于资料员岗位技能要求,结合现场施工技术与管理实际工作需要来编写的。本书内容主要包括测量员岗位涵盖的测量基础知识、距离测量、水准测量、角度测量、建筑施工测量、市政工程施工测量、地形图测绘、竣工测量及竣工图绘制等。本书是测量员岗位必备的技术手册,也适合作为岗前、岗中培训与学习教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

测量员必读/程芬主编. —2版. —北京:中国电力出版社,2017.7

(建筑工程施工现场专业人员上岗必读丛书)

ISBN 978-7-5198-0545-6

I. ①测… II. ①程… III. ①建筑测量—基本知识 IV. ①TU198

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第061303号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街19号(邮政编码100005)

网 址:<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:周娟华 010-63412601

责任校对:郝军燕

装帧设计:张俊霞

责任印制:单 玲

印 刷:北京市同江印刷厂

版 次:2013年6月第一版 2017年7月第二版

印 次:2017年7月北京第二次印刷

开 本:710毫米×1000毫米 16开本

印 张:12.5

字 数:214千字

定 价:39.80元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换



前 言

建筑工程施工现场专业技术管理人员队伍的素质,是影响工程质量和安全的关键因素。行业标准《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011)的颁布实施,对建设行业开展关键岗位培训考核和持证上岗工作,对于提高建筑从业人员的专业技术水平、管理水平和职业素养,促进施工现场规范化管理,保证工程质量和安全,推动行业发展和进步发挥了重要作用。

为了更好地贯彻落实《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011)和2015年最新颁布的《建筑业企业资质管理规定》(中华人民共和国住房和城乡建设部令第22号)等法规文件要求,不断加强建筑与市政工程施工现场专业人员队伍建设,全面提升专业技术管理人员的专业技能和现场实际工作能力,推动建设科技的工程应用,完善和提高工程建设现代化管理水平,我们组织编写了这套专业技术人员上岗必读系列丛书,旨在从岗前培训考核到实际工程现场施工应用中,为工程专业技术人员提供全面、系统、最新的专业技术与管理知识、岗位操作技能等,满足现场施工实际需要。

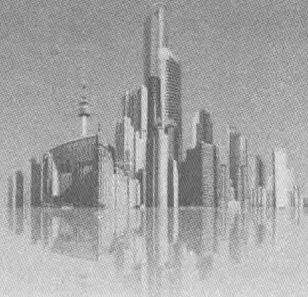
本丛书主要依据建筑工程现场施工中各专业技术管理人员的实际工作技能和岗位要求,按照职业标准针对各岗位工作职责、专业知识、专业技能等相关规定,遵循“易学、易查、易懂、易掌握、能现场应用”的原则,把各专业岗位实际工作项目和具体工作要点精心提炼,使岗位工作技能体系更加系统、实用与合理。丛书重点突出、层次清晰,极大地满足了技术管理工作和现场施工应用的需要。

本书主要内容包括测量员岗位涵盖的测量基础知识、距离测量、水准测量、角度测量、建筑施工测量、市政工程施工测量、地形图测绘、竣工测量及竣工图绘制等。本书内容丰富、全面、实用,技术先进,可作为测量员岗位的技术手册,还可以作为大中专院校土木工程专业教材以及工人培训教材使用。

由于时间仓促和能力有限，本书难免有谬误之处和不完善的地方，敬请读者批评指正，以期通过不断的修订与完善，使本丛书能真正成为工程技术人员岗位工作的必备助手。

编 者

2017 年 3 月 北京



第一版前言

国家最新颁布实施的《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011),为科学、合理地规范工程建设行业专业技术管理人员的岗位工作标准及要求提供了依据,对全面提高专业技术管理人员的工程管理和技术水平、不断完善建设工程项目管理水平及体系建设,加强科学施工与工程管理,确保工程质量和安全生产将起到很大的促进作用。

随着建设事业的不断发展、建设科技的日新月异,对于建设工程技术管理人员的要求也不断变化和提高了,为更好地贯彻和落实国家及行业标准对于工程技术人员岗位工作及素质要求,促进建设科技的工程应用,完善和提高工程建设现代化管理水平,我们组织编写了这套《建筑工程施工现场专业人员上岗必读丛书》,旨在为工程专业技术人员岗位工作提供全面、系统的技术知识与解决现场施工实际工作中的需要。

本丛书主要根据建筑工程施工中各专业岗位在现场施工的实际工作内容和具体需要,结合岗位职业标准和考核大纲的标准,充分贯彻《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011)有关于工程技术人员岗位工作职责、应具备的专业知识、应具备的专业技能等三个方面的素质要求,以岗位必备的管理知识、专业技术知识为重点,注重理论结合实际;以不断加强和提升工程技术人员职业素养为前提,深入贯彻国家、行业和地方现行工程技术标准、规范、规程及法规文件要求;以突出工程技术人员施工现场岗位管理工作为重点,满足技术管理需要和实际施工应用。力求做到岗位管理知识及专业技术知识的系统性、完整性、先进性和实用性。

本丛书在工程技术人员工程管理和现场施工工作需要的基础上,充分考虑到能兼顾不同素质技术人员、各种工程施工现场实际情况不同等多种因素,并结合

专业技术人员个人不断成长的知识需要，针对各岗位专业技术人员管理工作的重点不同，分别从岗位管理工作与实务知识要求、工程现场实际技术工作重点、新技术应用等不同角度出发，力求在既不断提高各岗位技术人员工程管理水平的同时，又能不断加强工程现场施工管理，保证工程质量、安全。

本书内容涵盖了测量员岗位工作基本知识，距离测量，水准测量，角度测量，建筑施工测量，市政工程施工测量，地形图测绘，竣工测量及竣工图绘制，新型测量仪器的构造及使用等，力求使测量员岗位管理工作更加科学化、系统化、规范化，并确保新技术的先进性和实用性、可操作性。

由于时间仓促和能力有限，本书难免有谬误之处和不完善的地方，敬请读者批评指正。

编 者



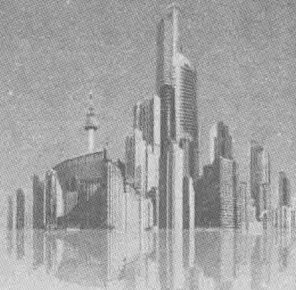
目 录

前言

第一版前言

第一章 测量基础知识	1
一、测量坐标系	1
二、确定地面点	4
三、距离测量	7
四、测量误差	7
五、常用测量单位与换算	17
六、测量仪器使用与保管	18
第二章 距离测量	21
一、钢尺量距	21
二、直线定线	27
三、视距测量法	29
四、直线定向	34
五、用罗盘仪测定磁方位角	37
第三章 水准测量	39
一、水准测量的基本原理	39
二、水准测量仪器及检校	40
三、水准测量方法	51
四、水准测量校核方法	55
五、水准测量误差及消减	56
六、水准测量中操作要领及注意事项	58
第四章 角度测量	61
一、角度测量原理	61
二、角度测量仪器	63

三、经纬仪安置与瞄准	66
四、经纬仪的检验与校正	69
五、水平角的测量方法	73
六、竖直角测量方法与记录	77
七、角度测量操作要领及注意事项	77
第五章 建筑施工测量	79
一、施工前施工控制网的建立	79
二、建筑施工测量准备工作	83
三、施工测量放线的基本方法	88
四、坡度测设的方法	91
五、场地平整施工测量	91
六、定位放线测量	97
七、建筑施工及配件安装测量	100
八、钢结构工程安装施工测量	104
九、高层建筑施工测量	110
十、工业厂房建筑施工测量	116
十一、建筑物的变形观测	122
第六章 市政工程施工测量	132
一、市政工程施工测量准备及施工图识读	132
二、道路工程的施工测量	139
三、管道工程的施工测量	148
四、桥涵工程施工测量	152
五、场站建(构)筑物工程施工测量	154
第七章 地形图测绘	157
一、地形图的基本知识	157
二、小平板仪构造及应用	162
三、测绘基本方法	165
四、地形图的应用	169
第八章 竣工测量及竣工图绘制	175
一、建筑工程竣工测量	175
二、市政工程竣工测量	179
参考文献	189



测量基础知识

一、测量坐标系

1. 大地坐标系

在图 1-1 中, NS 为椭球的旋转轴, N 表示北极, S 表示南极。通过椭球旋转轴的平面称为子午面, 而其中通过原格林尼治天文台的子午面称为起始子午面。子午面与椭球面的交线称为子午圈, 也称子午线。通过椭球中心且与椭球旋转轴正交的平面称为赤道面, 它与椭球面相截所得的曲线称为赤道。其他平面与椭球旋转轴正交, 但不通过球心, 这些平面与椭球面相截所得的曲线, 称为平行圈或纬圈。起始子午面和赤道面, 是在椭球面上某一确定点投影位置的两个基本平面。在测量工作中, 点在椭球面上的位置用大地经度 L 和大地纬度 B 表示。

所谓某点的大地经度, 就是该点的子午面与起始子午面所夹的二面角; 大地纬度就是通过该点的法线 (与椭球面相垂直的线) 与赤道面的交角。大地经度 L 和大地纬度 B , 统称为大地坐标。大地经度与大地纬度以法线为依据, 也就是说, 大地坐标以参考椭球面作为基准面。

由于 P 点的位置通常是在该点上安置仪器, 并用天文测量的方法来测定的。这时, 仪器的竖轴必然与铅垂线相重合, 即仪器的竖轴与该处的大地水准面相垂直。因此, 用天文观测所得的数据以铅垂线为准, 也就是说以大地水准面为依据。这种由天文测量求得的某点位置, 可用天文经度 λ 和天文纬度 ϕ 表示。

不论是大地经度 L 还是天文经度 λ , 都要从起始子午面算起。在格林尼治以东的点, 从起始子午面向东计, 由 0° 到 180° 称为东经; 同样, 在格林尼治以西的

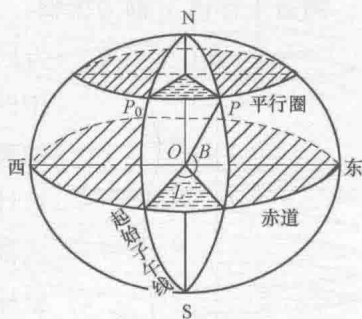


图 1-1 大地坐标系



点, 则从起始子午面向西计, 由 0° 到 180° 称为西经, 实际上东经 180° 与西经 180° 是同一个子午面。我国各地的经度都是东经。不论大地纬度 B 还是天文纬度 ϕ , 都从赤道面起算, 在赤道以北的点的纬度由赤道面向北计, 由 0° 到 90° , 称为北纬; 在赤道以南的点, 其纬度由赤道面向南计, 也是由 0° 到 90° , 称为南纬。我国疆域全部在赤道以北, 各地的纬度都是北纬。

在测量工作中, 某点的投影位置一般用大地坐标 L 及 B 来表示。但实际进行观测时, 如量距或测角都是以铅垂线为准的, 因而所测得的数据若要求精确地换算成大地坐标, 则必须经过改化。在普通测量工作中, 由于要求的精确程度不是很高, 所以可以不考虑这种改化。

2. 平面直角坐标系

在小区域内进行测量工作, 若采用大地坐标来表示地面点位置是不方便的, 通常是采用平面直角坐标。某点用大地坐标表示的位置, 是该点在球面上的投影位置。研究大范围地面形状和大小时, 必须把投影面作为球面, 由于在球面上求解点与点间的相对位置关系是比较复杂的问题, 测量上, 计算和绘图最好在平面上进行。所以, 在研究小范围地面形状和大小时, 常把球面的投影面当作平面看待。也就是说, 测量区域较小时, 可以用水平面代替球面作为投影面。这样, 就可以采用平面直角坐标来表示地面点在投影面上的位置。测量工作中所用的平面直角坐标系, 与数学中的直角坐标系基本相同, 只是坐标轴互换, 象限顺序相反。测量工作以 x 轴为纵轴, 一般用它表示南北方向; 以 y 轴为横轴, 表示东西

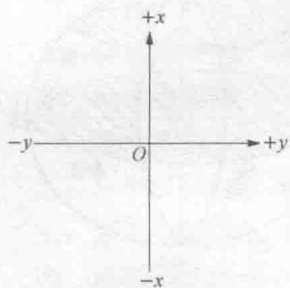


图 1-2 平面直角坐标系

方向, 如图 1-2 所示, 这是由于在测量工作中坐标系中的角通常是指以北方为准, 按顺时针方向到某条边的夹角, 而三角学中三角函数的角则是从横轴按逆时针计的缘故。把 x 轴与 y 轴纵横互换后, 全部三角公式都同样能在测量计算中应用。测量上用的平面直角坐标的原点, 有时是假设的。一般可以把坐标原点 O 假设在测区西南以外, 使测区内各点坐标均为正值, 以便于计算应用。

3. 高斯平面坐标系

当测区范围较小, 把地球表面的一部分当作平面看待, 所测得地面点的位置或一系列点所构成的图形, 可直接用相似而缩小的方法描绘到平面上去。但如果测区范围较大, 由于存在较大的差异, 就不能用水平面代替球面。而作为大地坐标投影面的旋转椭球面, 又是一个“不可展”的曲面, 不能简单地展成平面。这



样,就不能把地球很大一块地表面当作平面看待,必须将旋转椭球面上的点位换算到平面上,测量上称为地图投影。投影方法有多种,投影中可能存在角度、距离和面积三种变形,因此必须采用适当的投影方法来解决这个问题。测量工作中,通常采用的是保证角度不变形的高斯投影方法。

为简单计,把地球作为一个圆球看待,设想把一个平面卷成一个横圆柱,把它套在圆球外面,使横圆柱的轴心通过圆球的中心,把圆球面上一根子午线与横圆柱相切,即这条子午线与横圆柱重合,通常称它为“中央子午线”或称“轴子午线”。因为这种投影方法把地球分成若干范围不大的带进行投影,带的宽度一般分为经差 6° 、 3° 和 1.5° 等几种,简称为 6° 带、 3° 带和 1.5° 带。 6° 带是这样划分的,它是从 0° 子午线算起,以经度每差 6° 为一带,此带中间的一条子午线,就是此带的中央子午线或称轴子午线。以东半球来说,第一个 6° 投影带的中央子午线是东经 3° ,第二带的中央子午线是东经 9° ,依此类推。对于 3° 投影带来说,它是从东经 $1^\circ 30'$ 开始每隔 3° 为一个投影带,其第一带的中央子午线是东经 3° ,而第二带的中央子午线是东经 6° ,依此类推。图 1-3 表示两种投影的分带情况。中央子午线投影到横圆柱上是一条直线,把这条直线作为平面坐标的纵坐标轴即 x 轴。所以中央子午线也称轴子午线。另外,扩大赤道面与横圆柱相交,这条交线必然与中央子午线相垂直。若将横圆柱沿母线切开并展开平后,在圆柱面上(即投影面上)

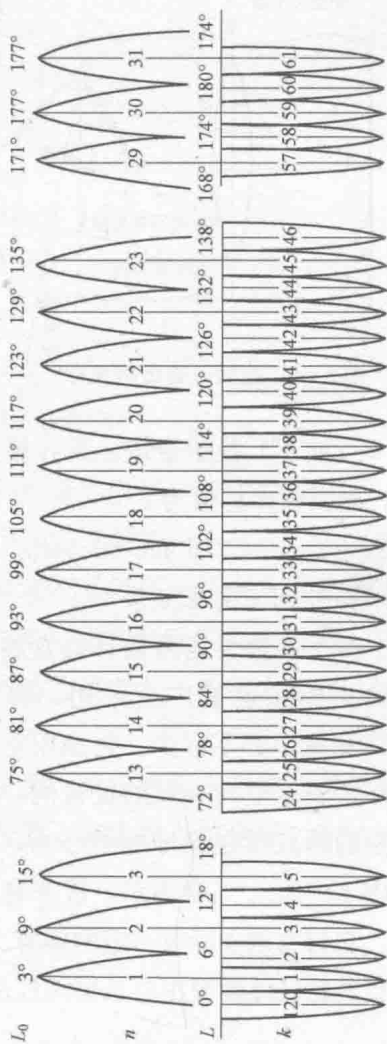


图 1-3 两种投影的分带情况

即形成两条互成正交的直线,如图 1-4 所示。这两条正交的直线相当于平面直角坐标系的纵横轴,故这种坐标既是平面直角坐标,又与大地坐标的经纬度发生联系,对大范围的测量工作也就适用了。这种方法由高斯创意并经克吕格改进的,因而通常称它为高斯—克吕格坐标。

在高斯平面直角坐标系中,以每一带的中央子午线的投影为直角坐标系的纵

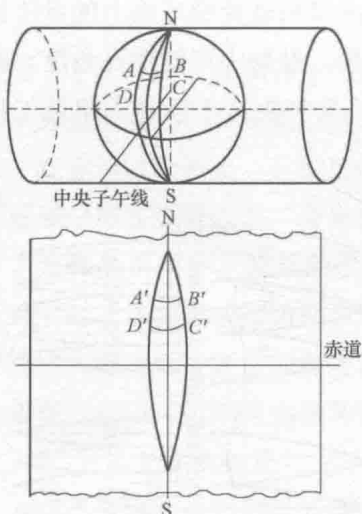


图 1-4 高斯—克吕格坐标

轴 x ，向北为正，向南为负；以赤道的投影为直角坐标系的横轴 y ，向东为正，向西为负；两轴交点 O 为坐标原点。由于我国领土位于北半球，因此， x 坐标值均为正值， y 坐标可能有正有负，如图 1-5 所示， A 、 B 两点的横坐标值分别为

$$y_A = +148\,680.54\text{m}, y_B = -134\,240.69\text{m}$$

为了避免出现负值，将每一带的坐标原点向西平移 500km，即将横坐标值加 500km，则 A 、 B 两点的横坐标值为

$$y_A = +500\,000 + 148\,680.54 = 648\,680.54\text{m}$$

$$y_B = 500\,000 - 134\,240.69 = 365\,759.31\text{m}$$

为了根据横坐标值能确定某一点位于哪一个 6° (或 3°) 投影带内，再在横坐标前加注带号，例如，如果 A 点位于第 21° 带，则其横坐标值为

$$y_A = 216\,486\,80.54\text{m}$$

4. 空间直角坐标系

由于卫星大地测量日益发展，空间直角坐标系也被广泛采用，特别是在 GPS 测量中必不可少。它是用空间三维坐标来表示空间一点的位置的，这种坐标系的原点设在椭球的中心 O ，三维坐标用 x 、 y 、 z 三者表示，故亦称地心坐标。

它与大地坐标有一定的换算关系。随着 GPS 测量的普及使用，目前，空间直角坐标已逐渐被军事及国民经济各部门采用，作为实用坐标。

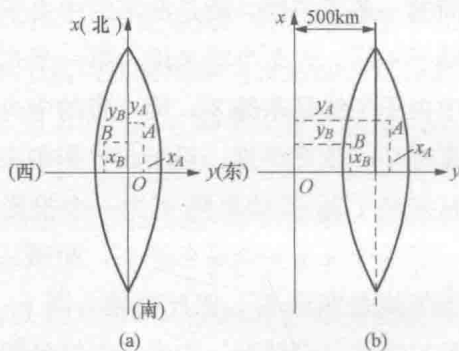


图 1-5 坐标值的确定

二、确定地面点

1. 高程

地面点到大地水准面的距离，称为绝对高程，又称海拔，简称高程。在图 1-6 中的 A 、 B 两点的绝对高程为 H_A 、 H_B 。由于受海潮、风浪等的影响，海水面的高低时刻在变化着，我国在青岛设立验潮站，进行长期观测，取黄海平均海



水面作为高程基准面，建立 1956 年黄海高程系。其中，青岛国家水准原点的高程为 72.289m。该高程系统自 1987 年废止，并且启用了 1985 年国家高程基准，其中原点高程为 72.260m。全国布置的国家高程控制点——水准点，都是以这个水准原点为起算的。在实际工作中使用测量资料时，一定要注意新旧高程系统的差别，注意新旧系统中资料的换算。

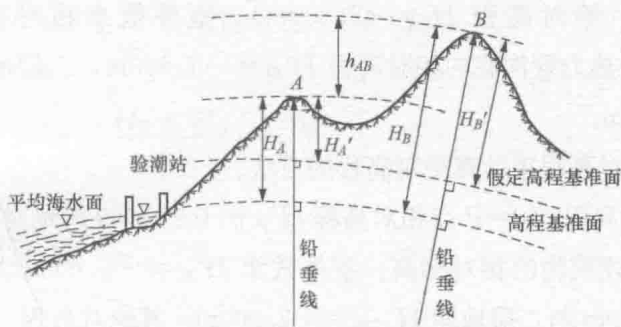


图 1-6 地面点的高程示意图

在局部地区或某项建设工程远离已知高程的国家水准点，可以假设任意一个高程基准面为高程的起算基准面：指定工地某个固定点并假设其高程，该工程中的高程均以这个固定点为准，即所测得的各点高程都是以同一任意水准面为准的假设高程（也称相对高程）。将来如有需要，只需与国家高程控制点联测，再经换算成绝对高程就可以了。地面上两点高程之差称为高差，一般用 h 表示。不论是绝对高程还是相对高程，其高差均相同。

测量工作的基本任务是确定地面点的空间位置，确定地面点空间位置需要三个量，即确定地面点在球面上或平面上的投影位置（即地面点的坐标）和地面点到大地水准面的铅垂距离（即地面点的高程）。

2. 绝对高程 (H)

绝对高程 (H) 是地面上一点到大地水准面的铅垂距离。如图 1-7 所示，A 点、B 点的绝对高程分别为 $H_A = 44\text{m}$ 、 $H_B = 78\text{m}$ 。

3. 相对高程 (H')

相对高程 (H') 是地面上一点到假定水准面的铅垂距离。如图 1-7 所示，A

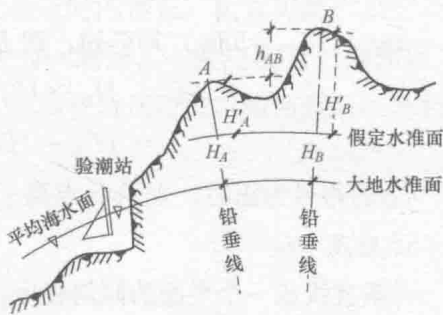


图 1-7 绝对高程与相对高程



点、B点的相对高程为 $H'_A=24\text{m}$ 、 $H'_B=58\text{m}$ 。

在建筑工程中,为了对建筑物整体高程定位,均在总图上标明建筑物首层地面的设计绝对高程。此外,为了方便施工,在各种施工图中多采用相对高程。一般地,将建筑物首层地面定为假定水准面,其相对高程为 ± 0.000 。假定水准面以上高程为正值;假定水准面以下高程为负值。例如,某建筑首层地面相对高程 $H'_0=\pm 0.000$ (绝对高程 $H_0=44.800\text{m}$),室外散水相对高程为 $H'_\text{散}=-0.600\text{m}$,室外热力管沟底的相对高程 $H'_\text{沟}=-1.700\text{m}$,二层地面相对高程为 $H'_\text{二层}=+2.900\text{m}$ 。

(1) 已知相对高程来计算绝对高程的方法。

则P点绝对高程 $H_P=P$ 点相对高程 $H'_P+(\pm 0.000$ 的绝对高程) H_0 。

如上题中某建筑物的相对标高:室外散水 $H'_\text{散}=-0.600\text{m}$ 、室外热力管沟底 $H'_\text{沟}=-1.700\text{m}$ 与二层地面 $H'_\text{二层}=+2.900\text{m}$,其绝对高程(H)分别为

$$H_\text{散} = H'_\text{散} + H_0 = -0.600\text{m} + 44.800\text{m} = 44.200\text{m}$$

$$H_\text{沟} = H'_\text{沟} + H_0 = -1.700\text{m} + 44.800\text{m} = 43.100\text{m}$$

$$H_\text{二层} = H'_\text{二层} + H_0 = +2.900\text{m} + 44.800\text{m} = 47.700\text{m}$$

(2) 已知绝对高程来计算相对高程的方法。

则P点相对高程 $H'_P=P$ 点绝对高程 $H_P-(\pm 0.000)$ 的绝对高程 H_0 。

如计算上述某建筑外 25.000m 处路面绝对高程 $H_\text{路}=43.700\text{m}$,其相对高程为:

$$H'_\text{路} = H_\text{路} - H_0 = 43.700\text{m} - 44.800\text{m} = -1.100\text{m}$$

4. 高差 (h)

两点间的调和差。若地面上A点与B点的高程 $H_A=44\text{m}$ ($H'_A=24\text{m}$) 与 $H_B=78\text{m}$ ($H'_B=58\text{m}$) 均已知,则B点对A点的高差

$$h_{AB} = H_B - H_A = 78\text{m} - 44\text{m} = 34\text{m}$$

$$= H'_B - H'_A = 58\text{m} - 24\text{m} = 34\text{m}$$

h_{AB} 的符号为正时,表示B点高于A点;符号为负时,表示B点低于A点。

5. 坡度 (i)

一条直线或一个平面的倾斜程度,一般用 i 表示。水平线或水平面的坡度等于零 ($i=0$),向上倾斜称为升坡 (+)、向下倾斜称为降坡 (-)。在建筑工程中,如屋面、厕浴间、阳台地面、室外散水等均需要有一定的坡度,以便排水。



在市政工程中,如各种地下管线,尤其是一些无压管线(如雨水和污水管道),均要有一定坡度,各种道路在中线方向要有纵向坡度,在垂直中线方向上还要有横向坡度,各种广场与农田均要有不同方向的坡度,以便排水与灌溉。

如图 1-8 所示,AB 两点间的高差 h_{AB} 比 AB 两点间的水平距离 D_{AB} 即为坡度,亦即 AB 斜线倾斜角 (θ) 的正切 ($\tan\theta$),一般用百分比 (%) 或千分比 (‰) 表示:

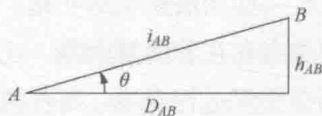


图 1-8 高差与坡度

$$i_{AB} = \tan\theta = \frac{H_B - H_A}{D_{AB}} = \frac{h_{AB}}{D_{AB}}$$

三、距离测量

根据不同的精度要求,距离测量有普通量距和精密量距两种方法。精密量距时所量长度一般都要加尺长、温度和高差三项改正数,有时必须考虑垂曲改正。丈量两已知点间的距离,使用的主要工具是钢卷尺,精度要求较低的量距工作,也可使用皮尺或测绳。

1. 普通量距

先用经纬仪或以目估进行定线。如地面平坦,可按整尺长度逐步丈量,直至最后量出两点间的距离。若地面起伏不平,可将尺子悬空并目估使其水平。以垂球或测钎对准地面点或向地面投点,测出其距离。地面坡度较大时,则可把一整尺段的距离分成几段丈量;也可沿斜坡丈量斜距,再用水准仪测出尺端间的高差,然后求出高差改正数,将倾斜距离改化成水平距离。

2. 精密量距

用经纬仪进行直线方向按尺段(即钢尺检定时整长)丈量距离。当全段距离量完之后按同法进行返测,往返丈量一次为一测回,一般应测量二测回以上。量距精度以两测回的差数与距离之比表示。使用普通钢尺进行精密量距,其相对误差一般可达 1/50 000 以上。

四、测量误差

1. 测量误差基本概念

测量工作是由人在一定的环境和条件下,使用测量仪器设备以及测量工具,



按一定的测量方法进行的，其测量的成果自然要受到人、仪器设备、作业环境以及测量方法的影响。在测量过程中，不论人的操作多么仔细、仪器设备多么精密、测量方法多么周密，总会受到其自身的具体条件限制，同时其作业环境也会发生一些无法避免的变化。所以，测量成果总会存在差异，也就是说，测量成果中总会存在着测量误差。比如，对某一段距离往返测量若干次，或对某一角度正倒镜反复进行观测，每次测量的结果往往不一致，这都说明测量误差的存在。但应注意，测量误差与发生粗差（错误）是性质不同的，粗差的出现是由于操作错误或粗心大意造成的，它的大小往往超出正常的测量误差的范围，它又是可以避免的。测量理论上研究的测量误差不包括粗差。

2. 测量误差产生的原因

测量误差产生的原因一般有以下几方面。

(1) 人的因素。由于人的感觉器官的鉴别能力是有限的，受此限制，人在安置仪器、照准目标及读数等几方面产生测量误差。

(2) 仪器设备及工具的因素。由于仪器制造和校正不可能十分完善，允许有一定的误差范围，使用仪器设备及工具进行测量，会产生正常的测量误差。

(3) 外界条件的因素。在测量过程中，由于外界条件（如温度、湿度、风力、气压、光线等）不断发生变化，也会对测量值带来测量误差。

根据以上情况，可以说明测量误差的产生是不可避免的，任何一个观测值都会包含测量误差。因此测量工作不仅要得到观测成果，而且还要研究测量成果所具有的精度，测量成果的精度是由测量误差的大小来衡量的。测量误差越大，反映出测量精度越低；反之，误差越小，精度越高。所以，在测量工作中，必须对测量误差进行研究，对不同的误差采取不同的措施，最终达到消除或减少误差对测量成果的影响，提高和保证测量成果的精度。

3. 测量误差的分类

测量误差按其性质可分为系统误差和偶然误差两类。

(1) 系统误差。在相同的观测条件下，对某量进行一系列的观测，如果测量误差的数值大小和符号保持相同，或按一定规律变化，这种误差称为系统误差。产生系统误差的主要原因是测量仪器和工具的构造不完善或校正不完全准确。例如，一条钢尺名义长度为 30m，与标准长度比较，其实际长度为 29.995m。用此钢尺进行量距时，每量一整尺，就会比实际长度长出 0.005m，这个误差的大小和符号是固定的，就是属于系统误差。

系统误差具有积累性，对测量的成果精度影响很大，但由于它的数值的大小