



高等职业教育土建类专业规划教材

建筑工程测量



JIANZHU GONGCHENG CELIANG

主 编 王玉香
副主编 黄 颖 纪 凯
主 审 黄声享 [武汉大学]
杨晓平 [湖北城市建设职业技术学院]



人民交通出版社
China Communications Press

高等职业教育土建类专业规划教材

Jianzhu Gongcheng Celiang 建筑工程测量

王玉香 主编
黄颖 副主编

黄声享 [武汉大学]

杨晓平 [湖北城市建设职业技术学院]



人民交通出版社

内 容 提 要

本书按高等职业院校建筑施工类专业测量课程教学基本要求进行编写。全书共七章三大部分,即基础知识部分(第一章至第二章)、建筑施工测量部分(第三章至第六章)、线路工程测量部分(第七章)。本书按照构建测量知识体系,掌握测量基本原理、基本方法、基本操作技能,然后进行施工过程测量程序编写,拓展了线路工程测量。本书内容由浅入深,循序渐进。

本书可作为高职土建类专业的教材,也可供其他相关专业的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/王玉香主编. --北京:人民交通出版社,2013.8

高等职业教育土建类专业规划教材

ISBN 978 - 7 - 114 - 10741 - 2

I. ①建… II. ①王… III. ①建筑测量 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 142662 号

高等职业教育土建类专业规划教材

书 名: 建筑工程测量

著 作 者: 王玉香

责任编辑: 丁润铎 闫吉维

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 11.75

字 数: 307 千

版 次: 2013 年 8 月第 1 版

印 次: 2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 114 - 10741 - 2

定 价: 35.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

本书按高等职业院校建筑施工类专业测量课程教学基本要求进行编写。根据高等职业教育理论与实践并重,注重实际操作,结合高职学生现有知识、能力、素质状况,按照建筑工程施工过程,有针对性地选取教学内容,知识结构由简单到复杂,系统性强,符合学生的认知规律和职业成长规律。本书重点介绍了建筑工程中的测量方法、测量部位和测量程序,具有较强的针对性和实用性。

全书内容包括七章,第一章至第二章,主要介绍了测量的基本知识;角度、距离和高程测量的基本原理和方法;测量仪器的使用和测量的基本计算;测量误差的基本知识;地形图的基本知识与应用。第三章至第六章,主要介绍了建筑施工控制网的施测过程;建筑施工测量的方法及施测程序;建筑物的变形观测;第七章介绍了线路工程测量,主要包括道路工程、管道工程、桥梁工程的施工测量过程。每章后附本章小结、思考题与习题。

本书由湖北城市建设职业技术学院王玉香担任主编,黄颖、纪凯任副主编,陈伟、熊娜、刘良福、罗显圣等参与了本书的编写。具体编写分工如下:第一章、第六章、第二章(七节)由王玉香编写,并负责全书的统稿定稿工作;第二章(一~四节)由湖北城市建设职业技术学院熊娜编写;第二章(五~六节)由贵州交通职业技术学院罗显圣编写;第三章由广东省水利电力勘测设计研究院刘良福编写;第四章由武汉科技大学陈伟编写;第五章由福建船政交通职业学院黄颖编写;第七章由安徽交通职业技术学院纪凯编写。武汉大学黄声享教授、湖北城市建设职业技术学院杨晓平副教授担任本书主审,他们严谨、细致、认真地对全书进行审阅,并提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中,参阅了大量的文献资料,在此谨向有关作者表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2013年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建筑工程测量的任务与作用	1
第二节 地面点位的确定	2
第三节 测量工作的原则和程序	8
本章小结	10
思考题与习题	10
第二章 测量基本知识	12
第一节 水准测量	12
第二节 角度测量	24
第三节 距离测量	34
第四节 直线定向与坐标正反算	38
第五节 全站仪与 GPS 技术	41
第六节 测量误差的基本知识	52
第七节 地形图的基本知识	57
本章小结	70
思考题与习题	71
第三章 施工控制测量	74
第一节 施工控制测量概述	74
第二节 导线测量	77
第三节 交会定点测量	86
第四节 高程控制测量	91
本章小结	98
思考题与习题	98
第四章 施工测设的基本工作	100
第一节 施工测量概述	100
第二节 测设的基本工作	101
第三节 点的平面位置测设	105
第四节 测设方法的选择	108
本章小结	109
思考题与习题	109

第五章 建筑施工测量	110
第一节 施工前的测量工作	110
第二节 建筑物的定位与细部放线	114
第三节 基础施工测量	118
第四节 主体结构施工测量	122
第五节 结构安装测量	128
第六节 竣工总平面图的测绘	133
本章小结	134
思考题与习题	135
第六章 建筑物变形观测	136
第一节 建筑物变形观测概述	136
第二节 建筑物变形观测工作施测	137
第三节 建筑物变形观测成果资料	143
本章小结	145
思考题与习题	146
第七章 线路工程测量	147
第一节 道路工程施工测量	147
第二节 管道工程施工测量	160
第三节 桥梁工程施工测量	164
本章小结	179
思考题与习题	179
参考文献	180

第一章 绪 论

本章知识要点:

本章内容主要包括:测量学的概念及其主要任务、建筑工程测量的任务、地面点位的确定方法、测量的基本工作及测量工作的原则和程序。通过本章的学习,使学生了解地球的形状和大小,了解地球曲率对测量的影响;熟悉测量的基本概念,测量坐标系统的建立方法;掌握确定地面点位的方法,测量的基本工作、基本原则。

第一节 建筑工程测量的任务与作用

一、测量学的任务

测量学是研究地球的形状和大小,确定地球表面各种自然和人工物体的形态及其变化,对各种地物和地貌的空间位置与属性等信息进行采集、处理、描绘和管理的一门科学技术。其主要任务有三个方面:一是研究确定地球的形状和大小,为地球科学提供必要的数据和资料;二是将地球表面的地物地貌测绘成图;三是将图纸上的设计成果测设至现场。

测量工作大致可分为测定和测设两个方面。测定又称测图,是指依据一定的理论和方法,使用测量仪器和工具,将地表或局部地区的地物地貌信息测绘成各种比例尺的地形图,以满足科学研究、工程勘察规划和设计的需要。测设又称放样,是使用测量仪器和工具,按照设计要求,采用一定的方法,将设计图纸上的建筑物、构筑物的空间位置在实地标定出来,作为施工的依据。

二、测量学的学科分类

测量学在其自身的发展中形成了特色各异的分支学科,具体分支学科如下:

1. 大地测量学

大地测量学是研究地球的形状和大小,建立国家统一的坐标系统,解决大范围地区的控制测量和地球重力场问题,以满足测绘地形图、国防和工程建设需要的理论和方法的学科。它是整个测量学科的基础理论学科。

2. 地形测量学

地形测量学又称普通测量学,是研究将地球表面局部地区的地物和地貌按一定比例尺测绘成大比例尺地形图的基本理论和方法的学科。

3. 摄影测量学

摄影测量学是研究利用摄影或遥感技术获取地物和地貌的影像并进行分析处理,以绘

制地形图或获得数字化信息的理论和方法的学科。

4. 海洋测量学

海洋测量学是研究地球表面水体及水下地貌表面的测绘理论和方法的学科。

5. 工程测量学

工程测量学是研究工程建设在设计、施工和运营管理阶段所进行的测量工作的基本理论和方法的学科,包括工程控制测量、土建施工测量、设备安装测量、竣工测量和工程变形观测等。

工程测量学是一门应用学科,按其研究对象可分为建筑工程测量、水利工程测量、线路工程测量、桥隧工程测量、地下工程测量、海洋工程测量、军事工程测量、三维工业测量,以及矿山测量、精密工程测量及城市建设测量等。

6. 地图制图学

地图制图学是研究各种地图的制作理论、原理、工艺技术和应用的一门学科,主要包括地图编制、地图投影学、地图整饰和印刷等。

三、建筑工程测量的任务

1. 在工程勘测、设计阶段

在工程勘测阶段为规划设计提供各种比例尺的地形图和测绘资料;在工程设计阶段,应用地形图进行总体规划设计。

2. 在工程施工阶段

在工程施工阶段,建立施工场地的施工控制网;建筑场地的平整测量;建(构)筑物的定位、放线测量;基础工程测量,主体工程测量,构件安装测量,施工质量的检验测量;竣工测量等。

3. 在工程施工及运营阶段

在施工和运营期间,对一些有特殊要求的建(构)筑物,需定期对其进行沉降、水平位移、倾斜、裂缝等变形观测,以确保建(构)筑物的安全性和稳定性。

四、建筑工程测量的作用

建筑工程测量服务于工程建设的每一个阶段,贯穿于工程建设的始终。测量工作常被称为工程建设的尖兵,这是由于任何工程在勘测、设计、施工、竣工及保养维修等阶段都离不开测量工作,都要以测量工作为先导,而且测量工作的精度和速度直接影响工程的质量和进度。因此,从事工程建设的人员都必须掌握测量的基本理论、基本知识和基本技能,以及常用测量仪器和工具的使用方法,具备施工测量能力,以适应工程建设的需要。

第二节 地面点位的确定

无论是地物、地貌,还是设计图纸上的建筑物、构筑物,都可看作各种几何性状,它们是由点、线、面组成的,点是最基本的元素。测量工作的实质就是确定地面点的空间位置,地面点的空间位置与地球的形状和大小有关,因此,必须了解地球形状和大小的基本概念。

一、地球的形状和大小

1. 大地水准面

测量工作是在地球表面进行的,而地球表面高低起伏,十分复杂。其中,最高的珠穆朗玛峰高达 8 844. 43m,最低的位于太平洋西部的马里亚纳海沟深达 11 022m,这样的高低差距与地球的平均半径 6 371km 相比还是很小的。因为地球自然表面大部分是海洋,海洋约占地球表面的 71%,陆地只占 29%。因此可以把海水面所包围的地球形体看作地球的形状,设想一个静止的海水面,向陆地延伸而形成一个封闭的曲面,这个曲面称为水准面。水准面是受地球重力影响形成的重力等位面,是一个处处与重力方向垂直的连续曲面。通过任何高度位置的点都有一个水准面,因此水准面有无数个。其中,设想将自由静止的平均海面向整个陆地延伸,用所形成的封闭曲面代替地球表面,这个曲面称为大地水准面。大地水准面所包含的形体称为大地体,它代表了地球的自然形状和大小。研究地球的形状和大小,就是研究大地水准面的形状和大地体的大小。

大地水准面是测量工作的基准面,铅垂线是测量工作的基准线。

2. 参考椭球体

由于地球引力的大小与地球内部的质量有关,而地球内部的质量密度分布又不均匀,引起局部重力异常,导致铅垂线方向产生不规则变化,使得大地体水准面实际上是一个略有起伏的不规则曲面,如图 1-1a) 所示,因此无法在这个复杂的曲面上进行测量数据的处理。

为了便于正确地计算出测量结果,准确表示地面点的位置,测量上选择一个大小和形状接近大地体的旋转椭球体代替大地体,而旋转椭球面是可以用数学公式准确表达的。

代表地球形状和大小的旋转椭球称为“地球椭球”。与大地水准面最接近的地球椭球称为总地球椭球;与某个区域如一个国家大地水准面最为密合的椭球称为参考椭球,其椭球面称为参考椭球面,如图 1-1b) 所示。

决定参考椭球面形状和大小的元素是:椭圆的长半轴 a 、短半轴 b 和扁率 α 等,如图 1-1c) 所示,其关系为:

$$\alpha = \frac{a - b}{a} \quad (1-1)$$

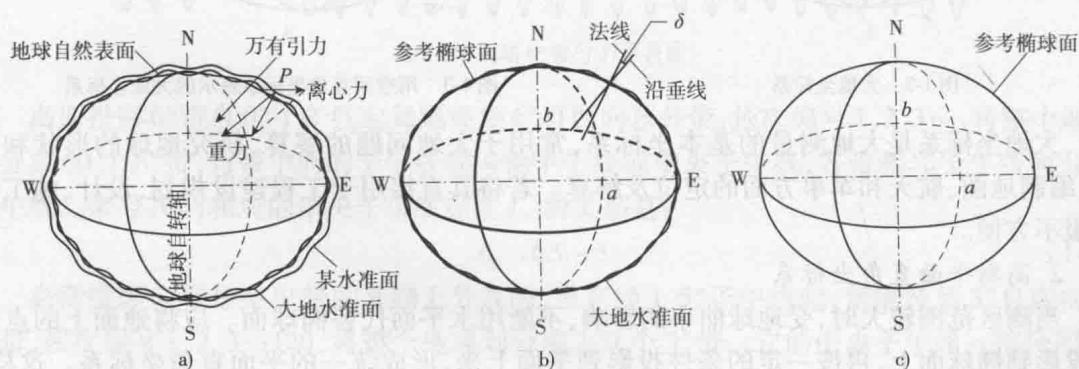


图 1-1 地球自然表面、大地水准面和参考椭球面

目前我国采用的地球椭球体元素值为 1975 年“国际大地测量与地球物理联合会”(IUGG—75)通过并推荐的值:

$$a = 6\,378\,140\text{m}, b = 6\,356\,755\text{m}, \alpha = 1:298.257$$

由于参考椭球体的扁率很小,当测区面积不大时,可以近似地把地球当作圆球体,其半径 R 采用地球平均值,即 $R = \frac{1}{3}(a + a + b) = 6\,371\text{km}$ 。

二、地面点位的确定方法

测量工作的实质是确定地面点的空间位置。地面点的空间位置都与一定的坐标系相对应,可用其三维坐标或二维坐标表示,在不同的测量工作中需要采用不同的坐标系。

1. 大地坐标系

大地坐标系是以参考椭球面为基准面,常用大地经度 L 、大地纬度 B 、大地高 H 表示地面点的空间位置。如图 1-2 所示,地面上任意点 P 的大地经度 L 是该点的子午面与首子午面所夹的两面角; P 点大地纬度 B 是过该点的法线与赤道面的夹角, P 点的大地高是 P 点沿法线方向到椭球体面的距离。我国版图处于东经 $74^\circ \sim 135^\circ$,北纬 $3^\circ \sim 54^\circ$ 间,如北京地区某点的地理坐标为东经 116° ,北纬 40° 。

地面点也可用空间直角坐标 (X, Y, Z) 来表示,如图 1-3 所示。以球心为坐标原点, ON 为 Z 轴方向,首子午线与赤道面交点与球心 O 的连线为 X 轴方向,过 O 点与 XOZ 面垂直,并与 X, Z 轴构成右手坐标系为 Y 轴方向,点 P 的空间坐标为 (X_P, Y_P, Z_P) ,它与大地坐标 (B, L, H) 之间可用公式转换。

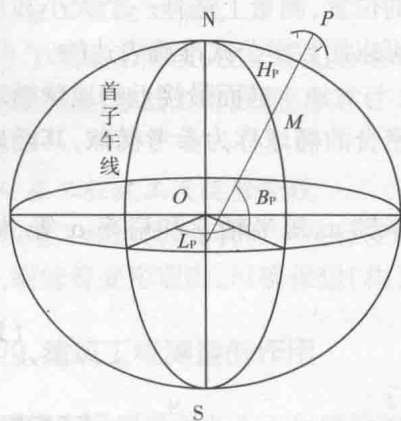


图 1-2 大地坐标系

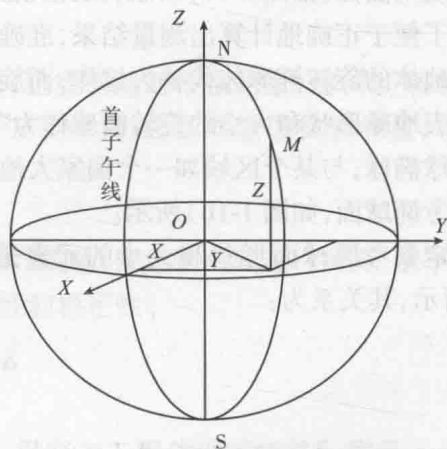


图 1-3 用空间直角坐标系表示的大地坐标系

大地坐标系是大地测量的基本坐标系,常用于大地问题的解算,研究地球的形状和大小,编制地图,航天和军事方面的定位及解算。若将其直接用于工程建设规划、设计、施工等则很不方便。

2. 高斯平面直角坐标系

当测区范围较大时,受地球曲率的影响,不能用水平面代替椭球面。应将地面上的点首先投影到椭球面上,再按一定的条件投影到平面上来,形成统一的平面直角坐标系。这样,可以得到可靠的测量结果。在我国,通常采用高斯投影的方法来解决这个问题。

高斯投影又称横轴圆柱等角投影,是德国测量学家高斯于 1825 ~ 1830 年首先提出的。实际上,直到 1912 年,由德国另一位测量学家克吕格推导出实用的坐标投影公式后,这种投影才得到推广,所以该投影又称高斯—克吕格投影。

想像有一椭圆柱面横套在地球椭球体外面,并与某一条子午线(称中央子午线或轴子午线)相切,圆柱的中心轴通过椭球体中心,然后用一定的投影方法将中央子午线两侧各一定经差范围内的地区投影到椭圆柱面上,再将此柱面展开即成为投影面。

在高斯投影面上,中央子午线和赤道的投影都是直线。以中央子午线和赤道的交点 O 作为坐标原点,以中央子午线的投影为纵坐标轴 X ,规定 X 轴向北为正;以赤道的投影为横坐标轴 Y ,规定 Y 轴向东为正,由此,便建立形成了高斯平面直角坐标(图 1-4)。

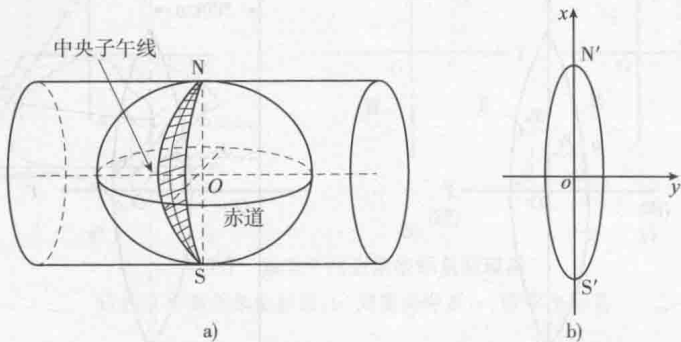


图 1-4 高斯投影及高斯平面直角坐标系
a) 高斯投影原理;b) 高斯平面直角坐标系

高斯投影中,除中央子午线外,各点均存在长度变形,且距中央子午线越远,长度变形越大。为了控制长度变形,我国规定按经差 6° 和 3° 进行投影分带(图 1-5),大比例尺测图和工程测量常采用 3° 带投影。特殊情况下,工程测量控制网也可用 1.5° 带或任意带投影。

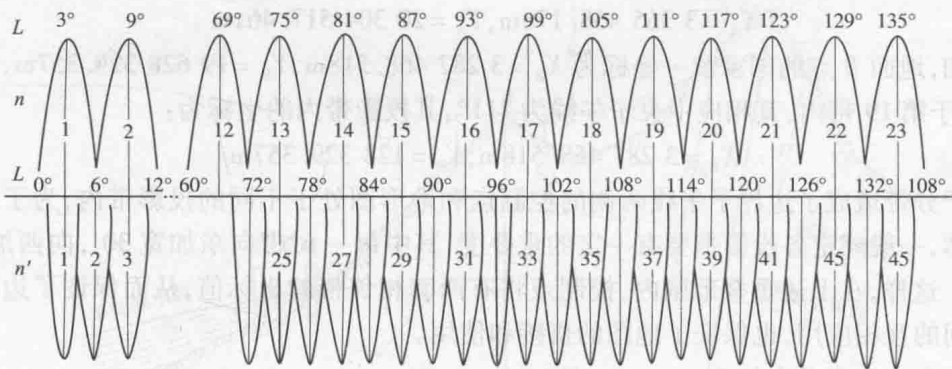


图 1-5 高斯 6° 带与 3° 带投影

高斯投影 6° 带自 0° 子午线起每隔经差 6° 自西向东分带,依次编号 1,2,3...,将整个地球划分成 60 个 6° 带,每带中间的子午线称为轴子午线或中央子午线,各带相邻子午线叫分界子午线。带号 N 与相应的中央子午线经度 L_0 的关系是:

$$L_0 = 6N - 3 \tag{1-2}$$

高斯投影 3° 带是在 6° 带的基础上分成的,自东经 1.5° 子午线起,每隔经差 3° 自西向东分带,依次编号 1,2,3...120,将整个地球划分成 120 个 3° 带。它的中央子午线一部分同 6° 带中央子午线重合,一部分同 6° 带分界子午线重合,带号 N 与相应的中央子午线经度 L 的关系是:

$$L = 3N \tag{1-3}$$

我国幅员辽阔,含有 11 个 6° 带,即从 13 ~ 23 带(中央子午线从 75° ~ 135°),21 个 3° 带,从

25~45带。北京位于6°带的第20带,中央子午线经度为117°。

在我国X坐标均为正,Y坐标的最大值(在赤道上)约为330km。为了使各带的横坐标Y不出现负值,规定将X坐标轴向西平移500km,即所有点的Y坐标值均加上500km(图1-6)。此外,为便于区别某点位于哪一个投影带内,还应在横坐标前冠以投影带号,这种坐标称为国家统一坐标。

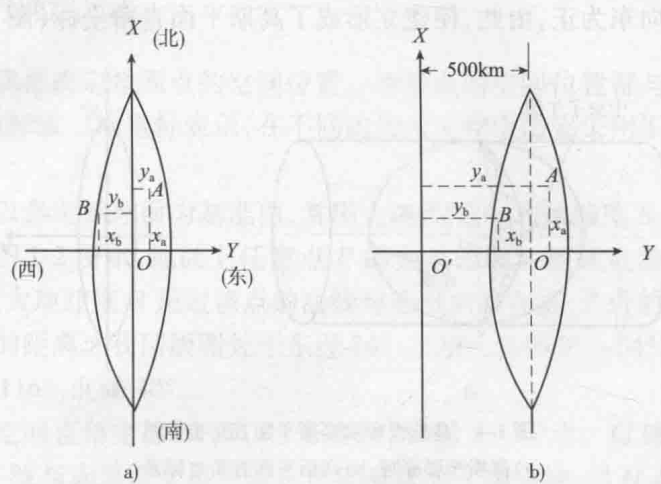


图 1-6 高斯平面直角坐标系

例如:地面A点的坐标为 $X_A=3\,365\,458.176\text{m}$, $Y_A=-195\,482.539\text{m}$,假若该点位于第20带内,则地面A点的国家统一坐标值为:

$$X_A=3\,365\,458.176\text{m}, Y_A=20\,304\,517.461\text{m}$$

再如,地面B点的国家统一坐标为 $X_B=3\,287\,468.518\text{m}$, $Y_B=19\,628\,329.357\text{m}$,该点属6°带,位于第19带内,其相应中央子午线为111°,其投影带内的坐标为:

$$X_B=3\,287\,468.518\text{m}, Y_B=128\,329.357\text{m}$$

由于分带造成了边界子午线两侧的控制点和地形图处于不同的投影带内,为了把各带连成整体,一般规定各投影带要有一定的重叠度,其中每一6°带向东加宽30',向西加宽15'或7.5'。这样,在上述重叠范围内,控制点将有两套相邻带的坐标值,从而保证了边缘地区控制点间的互相应用,也保证了地图的拼接和使用。

3. 独立平面直角坐标系

在普通测量工作中,当测区范围较小时(小于以10km为半径的范围),可不考虑地球曲率的影响,将测区中部的水平面代替水准面作为确定地面点位置的基准,如图1-7a)所示。在该平面上建立平面直角坐标系,即地面点在水平面上的投影位置,可以用该平面的直角坐标系中的坐标X、Y来表示。这样选择建立的坐标系对测量工作的计算和绘图都较为简便。

测量上选用的平面直角坐标系,规定坐标纵轴为X轴,X轴以向北为正;横坐标轴为Y轴,以向东为正。平面直角坐标系的原点,可按实际情况选定。如果坐标原点设在测区的西南角,则测区内所有点的坐标均为正值。测量学中的平面直角坐标系与数学中的笛卡尔坐标系有两点不同:一是坐标轴符号互换;二是象限编号的方向相反,如图1-7所示。这样选择直角坐标系可使数学中的解析公式不作任何变动地应用到测量计算中。

4. 高程系统

地面点的高程是指地面点到某一高程基准面的垂直距离。根据选择高程基准面的不

同,有不同的高程系统。测量上常用的高程基准面有大地水准面和假定水准面,其相应的高程为绝对高程和相对高程。绝对高程是地面点沿铅垂线方向到大地水准面的距离,也称为海拔,简称高程;地面点到假定水准面的铅垂距离,称为该点的相对高程或假定高程。

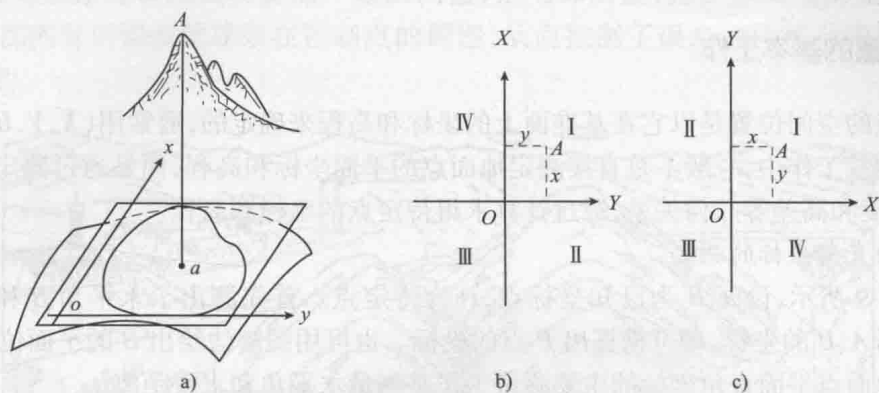


图 1-7 独立平面直角坐标系原理图

a) 独立平面直角坐标系; b) 测量坐标系; c) 数学坐标系

目前,我国是以设在青岛观象山验潮站 1952 ~ 1979 年验潮资料计算确定的黄海平均海面作为高程起算的基准面,该基准面称为“1985 国家高程基准”。此黄海平均海面即为我国的大地水准面,其高程为零,水准原点设在青岛市观象山上,其高程为 72. 260m。

如图 1-8 所示,地面点 A、B 的绝对高程分别表示为 H_A 、 H_B ; A、B 点的相对高程分别表示为 H'_A 、 H'_B 。

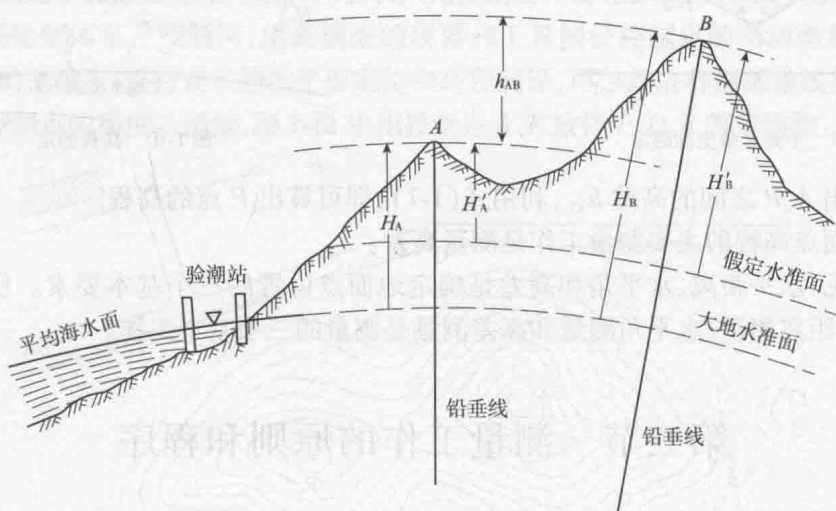


图 1-8 高程与高差

在建筑设计中,一般以建筑物的室内设计地坪为该工程地面点高程起算的基准面,记为 ($\pm 0. 000$)。建筑物某部位的高程称为建筑高程,建筑高程属于相对高程。

地面上两点间的高程差称为高差,如图 1-8 所示,用 h_{AB} 表示 A、B 两点间的高差。

A 点至 B 点的高差为:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \tag{1-4}$$

而 B 点至 A 点的高差为:

$$h_{BA} = H_A - H_B = H'_A - H'_B \tag{1-5}$$

A 点至 B 点的高差与 B 点至 A 点的高差绝对值相等而符号相反,即:

$$h_{AB} = -h_{BA} \quad (1-6)$$

由此可见,高差有方向和正负之分;而且不论采用绝对高程还是相对高程,对于相同的两点其高差值不变,即高差的大小与高程起算面无关。

三、测量的基本工作

地面点的空间位置是以它在基准面上的坐标和高程来确定的,通常用 (X, Y, H) 来表示。但在实际测量工作中,一般不是直接测定地面点的平面坐标和高程,而是通过测定点间的水平距离、角度和高差等几何关系,通过计算求得待定点的坐标和高程。

1. 平面直角坐标的测定

如图 1-9 所示,设 A, B 为已知坐标点, P 为待定点。首先测出了水平角 β 和水平距离 D_{AP} , 再根据 A, B 的坐标, 即可推算出 P 点的坐标。也可用图解法绘出 P 的平面位置。

测定地面点平面直角坐标的主要测量工作是测量水平角和水平距离。

2. 高程的测定

如图 1-10 所示, 设 A 为已知高程点, P 为待定点, 根据式(1-4)得:

$$H_P = H_A + h_{AP} \quad (1-7)$$

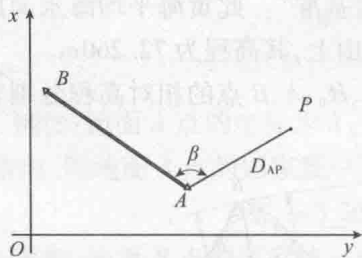


图 1-9 平面直角坐标测定

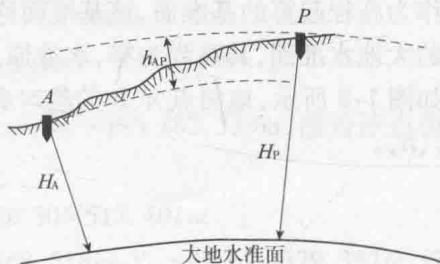


图 1-10 高程测定

只要测出 A, P 之间的高差 h_{AP} , 利用式(1-7), 即可算出 P 点的高程。

测定地面点高程的主要测量工作是测量高差。

由此可见,水平距离、水平角和高差是确定地面点位置的三个基本要素。所以,在测量工作中,水平距离测量、水平角测量和高差测量是测量的三项基本工作。

第三节 测量工作的原则和程序

测量的主要工作任务是测绘地形图和施工放样,测量时,在一个点上测量该测区的所有点是不可能的,在若干个点上分区观测,最后才能拼成一副完整的地形图或定位所有建(构)筑物。测量中不论采用何种方法,使用何种仪器,测量结果都会有误差。为防止此类误差的积累,提高测量精度,在测量工作中必须遵循“从整体到局部、先控制后碎部、由高级到低级”的原则。“从整体到局部”是指布局;“由控制到碎部”是指先后顺序;而“由高级到低级”则是从精度上说的;其各自的侧重点不同。

必须从工程建设的全局出发,进行总体布置。如图 1-11 所示,首先在测区选择一些具有控制意义的点 $A, B \cdots F$ 等作为控制点,用较精密的仪器和方法,精确地测定各控制点的平面位置和高程,这步工作称为控制测量。这些控制点测量精度高,均匀分布在整个测

区,可起到控制全局的作用,是测图和施工放样的依据。以控制点为基础,测定其周围局部范围的地物和地貌特征点,称为碎部测量。例如,在控制点 A 上测量房屋、道路、山丘等碎部点。碎部测量是较控制测量低一级的测量,是局部测量,是在控制点的基础上进行的,因此碎部测量的误差就局限在控制点的周围,从而控制了误差的传播与积累;保证了测区的精度。

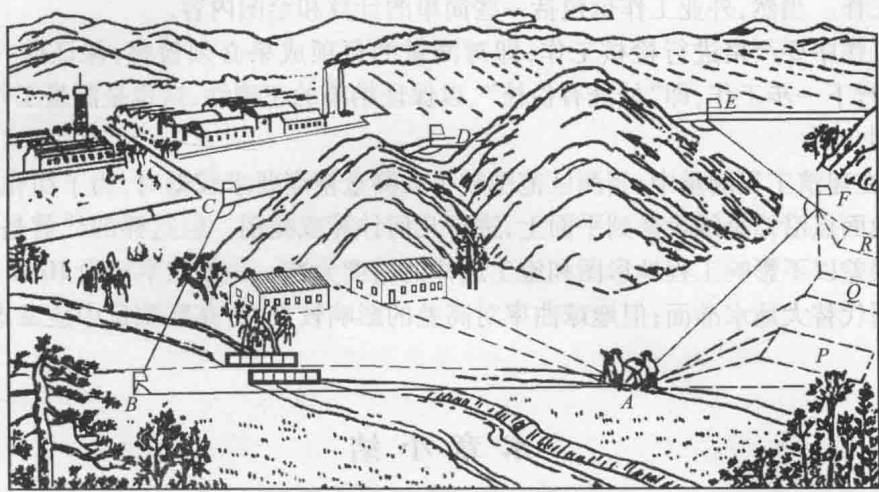


图 1-11 某测区地物、地貌透视图

同样,建筑施工测量也遵循“从整体到局部、先控制后碎部、由高级到低级”的原则。首先,在整个施工场地整体布设控制网,用高精度的仪器和工具测设控制点的平面坐标和高程;然后,在控制网的基础上,进行建筑物的平面定位和高程测设,再以此进行细部轴线投测,放样点的精度低于控制点的精度。例如,图 1-12 中用控制点 A 、 F 放样 P 、 Q 、 R 等建筑物。

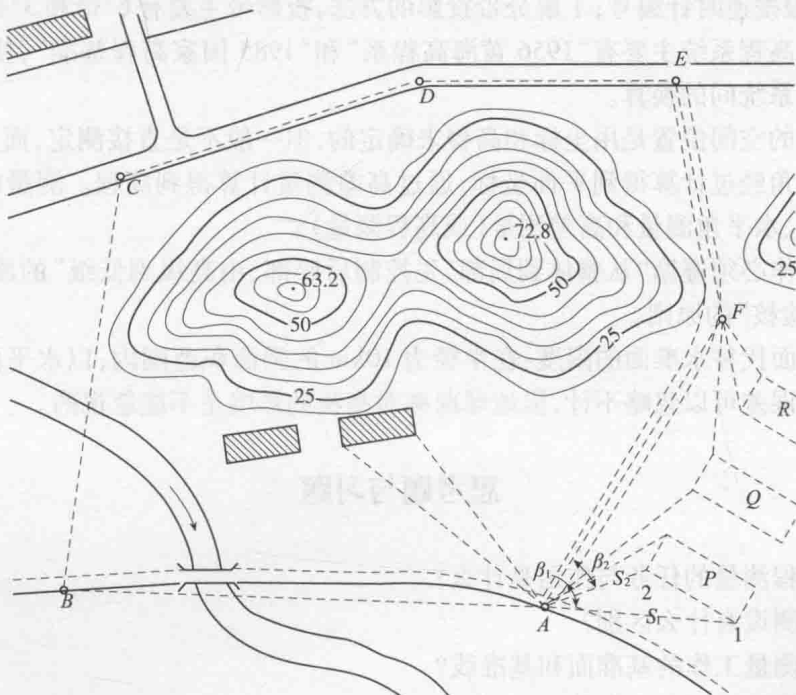


图 1-12 某测区地形图

测量工作的程序分为控制测量和碎部测量两步。遵循测量的工作原则和程序,可使测量误差分布比较均匀,限制了误差的传播与积累;同时可以在多个控制点上平行作业,加快了测量速度。

测量工作分为外业和内业。外业工作主要是进行野外数据的采集工作,包括测角、量边、测高差和碎部点测量等;内业工作是指对采集的外业数据进行整理、平差计算、编辑和绘制成图等工作。当然,外业工作也包括一些简单的计算和绘图内容。

测量工作中要严格进行检核工作,即对测量的每项成果必须检核,保证前一项工作无误,方可进行下一步工作,即“处处有检核”,以保证结果的正确性,这也是测量工作必须遵循的又一原则。

此外,在建筑工程测量中,当测区范围较小或测量精度要求较低时,为了简化投影计算,常直接将地面点沿铅垂线投影到平面上,进行几何计算或测图。但这样的代替是有限的,所产生的误差以不影响工程地形图和施工放样的精度为准。一般在半径为 10km 的测区内,可以用平面代替大地水准面;但地球曲率对高差的影响较大,在高程测量中应考虑地球曲率的影响。

本章小结

1. 建筑工程测量的主要任务包括测绘大比例尺地形图、施工测量、变形观测。
2. 测量的一些基本概念:水准面、大地水准面、旋转椭球体、大地坐标、高斯投影、高斯平面直角坐标、独立平面直角坐标、绝对高程、相对高程等。
3. 测量的基准面为大地水准面,基准线为铅垂线。
4. 测量上的平面直角坐标系与数学中的笛卡尔坐标系的不同点:测量中纵轴为 x 轴,横轴为 y 轴,象限按逆时针编号;了解分带投影的方法,投影带主要有 6° 带和 3° 带。
5. 我国的高程系统主要有“1956 黄海高程系”和“1985 国家高程基准”,使用资料时,要注意不同高程系统间的换算。
6. 地面点的空间位置是用坐标和高程来确定的,但一般不是直接测定,而是通过测量水平距离和水平角经过计算得到平面坐标,通过高差测量计算得到高程。测量的基本工作是水平距离测量、水平角测量和高差测量(或高程测量)。
7. 测量工作必须遵循“从整体到局部,先控制后碎部,由高级到低级”的原则,同时也要遵循“处处有检核”的原则。
8. 用水平面代替水准面的限度:在半径为 10km 的圆面积范围内,以水平面代替水准面所产生的距离误差可以忽略不计,但地球曲率对高程的影响是不能忽视的。

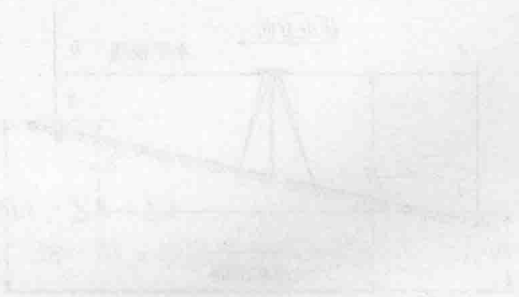
思考题与习题

1. 建筑工程测量的任务与作用是什么?
2. 测定与测设有什么区别?
3. 什么是测量工作的基准面和基准线?
4. 绝对高程与相对高程有什么区别?
5. 已知 A 点的高程为 56.740m, B 点的高程为 63.256m,求 h_{AB} 和 h_{BA} 。

6. 某地假定水准面的绝对高程为 278.594m,测得地面 A 点的相对高程为 48.629m,求 A 点的绝对高程,并绘图说明。
7. 测量上的平面直角坐标与数学上的笛卡尔坐标有什么不同?
8. 确定地面点的三个基本要素是什么? 测量基本工作是什么?
9. 测量工作应遵循的原则有哪些?

第二章 水准测量

在工程测量中,水准测量是确定地面点高程的最基本、最精确的方法。水准测量的原理是利用水准仪和水准尺,通过水准线来测定地面点的高程。水准测量的基本要素包括:水准点、水准线、水准仪、水准尺、水准角等。水准测量的基本工作包括:水准点的选择、水准线的布设、水准仪的安置、水准尺的读数、水准角的测量等。水准测量的原则包括:从高级到低级、从整体到局部、先控制后碎部、边测边检核等。



(1-5) 水准测量的基本要素包括:水准点、水准线、水准仪、水准尺、水准角等。水准测量的基本工作包括:水准点的选择、水准线的布设、水准仪的安置、水准尺的读数、水准角的测量等。水准测量的原则包括:从高级到低级、从整体到局部、先控制后碎部、边测边检核等。