



技能型人才培养实用教材
高等职业院校土木工程“十三五”规划教材

建筑工程测量

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

主 编 ● 张立艳 陈立东 张 敏
主 审 ● 冯光荣



西南交通大学出版社



技能型人才培养实用教材

高等职业院校土木工程“十三五”规划教材

建筑工程测量

主 编 张立艳 陈立东 张 敏

副主编 李建仙 李建红 邢 蓉

方秉俊 唐 丽 郭春喜

主 审 冯光荣

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

建筑工程测量 / 张立艳, 陈立东, 张敏主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2015.8

技能型人才培养实用教材 高等职业院校土木工程
“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5643-4142-8

I. ①建… II. ①张… ②陈… ③张… 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 (2015) 第 188302 号

技能型人才培养实用教材
高等职业院校土木工程“十三五”规划教材

建筑工程测量

主编 张立艳 陈立东 张敏

责任编辑	杨 勇
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	12
字 数	298 千
版 次	2015 年 8 月第 1 版
印 次	2015 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4142-8
定 价	31.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本教材是以高职教育培养目标为指导,结合测量学科在工程建设中的重要地位及高职教育教学特点而进行编写的。在编写过程中,编者多次深入到施工现场进行调研,并聘请现场施工技术人员作为专家对所编内容进行修改,同时邀请了施工经验非常丰富的测量专家参与部分章节内容的编写。

本教材共 10 章,第 1 章由宜宾职业技术学院张敏编写,第 2、3、4 章依次由山西交通职业技术学院邢蓉、李建红、李建仙编写,第 5、9 章由成都农业科技职业学院张立艳编写,第 6 章由重庆建筑工程职业学院唐丽编写,第 7 章由中铁十七局郭春喜编写,第 8 章由成都农业科技职业学院陈立东编写,第 10 章由成都农业科技职业学院方秉俊编写。全书最后由张立艳统稿。

本书在编写的过程中参考了众多同行专家的论著,并借鉴了一些网络资源,吸取了有关书籍和论文的成果,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和疏漏之处,希望读者在使用中能提出宝贵意见,以便今后补充修正。

编 者

2015 年 6 月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 测量学概述	1
1.2 建筑工程测量的任务、现状与发展	2
1.3 测量工作的基准面和基准线	4
1.4 测量坐标系及地面点位的确定	5
1.5 地球曲率对测量工作的影响	9
1.6 建筑工程测量的程序和原则	11
第2章 水准测量	13
2.1 概 述	13
2.2 水准测量原理	13
2.3 水准测量的仪器及工具	14
2.4 水准仪的操作步骤	18
2.5 水准测量的等级及主要技术要求	20
2.6 普通水准测量的施测方法	21
2.7 普通水准测量的成果计算	25
2.8 水准测量的误差及注意事项	26
2.9 微倾式水准仪的检验与校正	29
2.10 水准仪在施工测量中的应用	32
第3章 角度测量	35
3.1 角度测量原理	35
3.2 角度测量的仪器及工具	36
3.3 水平角的观测	41
3.4 竖直角观测	45
3.5 经纬仪的检验与校正	48
3.6 角度测量的误差及注意事项	51
3.7 三角高程测量	54
3.8 经纬仪在倾斜观测中的应用	56
第4章 距离测量与直线定向	60
4.1 概 述	60
4.2 钢尺量距	60
4.3 视距测量	67

4.4	光电测距	70
4.5	直线定向	72
4.6	坐标正反算	73
第 5 章	测量误差的基本知识	76
5.1	测量误差概述	76
5.2	精度与衡量精度的标准	78
5.3	误差传播定律及其应用	79
第 6 章	小区域控制测量	82
6.1	控制测量概述	82
6.2	导线测量的外业工作	85
6.3	导线测量的内业工作	90
6.4	高程控制测量	97
第 7 章	全站仪的认识与使用	101
7.1	全站仪的功能介绍	101
7.2	全站仪的操作与使用	105
第 8 章	大比例尺地形图的识读和应用	118
8.1	地形图的基本知识	118
8.2	全站仪数字测图	127
8.3	工程建设中地形图的应用	141
8.4	竣工测量及竣工总平面图的编绘	150
第 9 章	建筑施工测量基本知识	156
9.1	施工测量概述	156
9.2	施工放样的基本工作	157
9.3	测设平面点位的方法	162
9.4	坐标系统与坐标换算	165
9.5	施工控制测量	166
第 10 章	民用建筑施工测量	168
10.1	概 述	168
10.2	建筑物的定位	172
10.3	建筑物的放线	173
10.4	建筑物基础施工测量	176
10.5	墙体施工测量	178
10.6	高层建筑的施工测量	181
参考文献		185



第1章 绪论

1.1 测量学概述

1.1.1 测量学

测量学是一门古老的科学。它是研究地球表面形状与大小,以及确定地面点空间位置的科学。它的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到现场。

1.1.2 测量学的分类

根据研究的具体对象及任务的不同,将测量学分为以下几个分支学科。

1. 大地测量学

大地测量学是研究和确定地球形状、大小、重力场、整体与局部运动和地表面点的几何位置以及它们的变化和理论的学科。按照测量手段的不同,大地测量学又分为常规大地测量学、卫星大地测量学及物理大地测量学。

2. 地形测量学

地形测量学是研究如何将地球表面局部区域内的地物、地貌及其他有关信息测绘成地形图的理论、方法和技术的学科。按成图方式的不同,地形测图可分为模拟化测图和数字化测图。

3. 摄影测量与遥感学

摄影测量与遥感学是研究利用电磁波传感器获取目标物的影像数据,从中提取语义和非语义信息,并用图形、图像和数字形式表达的学科。根据获得影像的方式及遥感距离的不同,本学科又分为地面摄影测量学、航空摄影测量学和航天遥感测量学等。

4. 工程测量学

工程测量学是研究工程建设的设计、施工和管理各阶段中测量工作的理论、方法和技术的学科。工程测量是测绘科学与技术国民经济和国防建设中的直接应用,是综合性的应用测绘科学与技术。按照工程测量所服务的工程种类,可分为建筑工程测量、线路测量、桥梁与隧道测量、矿山测量、城市测量和水利工程测量等。

5. 海洋测量学

海洋测量学是以海洋水体和海底为对象,研究海洋定位,测定海洋大地水准面和平均海面、海底和海面地形、海洋重力、海洋磁力、海洋环境等自然和社会信息的地理分布及编制各种海图的理论和技术的学科。内容包括海洋大地测量、海道测量、海底地形测量和海图编制。

1.1.3 测量学的地位和作用

测量科学技术在国民经济建设、国防建设以及科学研究等领域,都占有重要的地位,对国家可持续发展发挥着越来越重要的作用。测量工作常被人们称为建设的尖兵,不论是国民经济建设还是国防建设,其勘测、设计、施工、竣工及运营等阶段都需要测量工作,而且都要求测量工作“先行”。

在国民经济建设方面,测量信息是国民经济和社会发展规划中最重要的基础信息之一。测量工作为国土资源开发利用,工程设计和施工,城市建设、工业、农业、交通、水利、林业、通信、地矿等部门的规划和管理提供地形图和测绘资料。土地利用和土壤改良、地籍管理、环境保护、旅游开发等都需要测绘工作,应用测绘工作成果。

在国防建设方面,测量工作为打赢现代化战争提供测绘保障。各种国防工程的规划、设计和施工需要测绘工作,战略部署、战役指挥离不开地形图,现代测绘科学技术对保障远程导弹、人造卫星或航天器的发射及精确入轨起着非常重要的作用,现代军事科学技术与现代测绘科学技术已经紧密结合在一起。

在科学研究方面,诸如航天技术、地壳形变、地震预报、气象预报、滑坡监测、灾害预测和防治、环境保护、资源调查以及其他科学研究中,都要应用测绘科学技术,需要测绘工作的配合。地理信息系统(GIS)、数字城市、数字中国、数字地球的建设,都需要现代测绘科学技术数字测图原理与方法提供基础数据信息。近十几年来,随着空间科学、信息科学的飞速发展,全球定位系统(GPS)、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)技术已成为当前测绘工作的核心技术。计算机和网络通信技术的普遍应用,测绘领域早已从陆地扩展到海洋、空间,由地球表面延伸到地球内部;测绘技术体系从模拟转向数字、从地面转向空间、从静态转向动态,并进一步向网络化和智能化方向发展;测绘成果已从三维发展到四维、从静态发展到动态。随着新的理论、方法、仪器和技术手段不断涌现及国际测绘学术交流合作日益密切,我国的测绘事业必将取得更多更大的成就。每个测绘工作者有责任兢兢业业、不避艰辛,努力当好国民经济建设的尖兵,为我国的经济建设和社会发展多作贡献。

1.2 建筑工程测量的任务、现状与发展

1.2.1 建筑工程测量的任务

建筑工程测量属于工程测量学的范畴,是工程测量学在建筑工程建设领域中的具体表现。



对象主要是多层民用建筑、高层建筑和工业建筑,也包括道路和管线等配套工程。建筑工程测量的主要任务包括测定、测设两个方面。

测定又称测图,是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,并按照一定的测量程序和方法将地面上局部区域的各种人工构筑物(地物)和地面的形状、大小、高低起伏(地貌)的位置按一定的比例尺和特定的符号缩绘成地形图,以供工程建设的规划、设计、施工和管理使用。

测设又称放样,是指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设计好的建筑物、构筑物的位置测设到实地,作为工程施工的依据。

我们也可以把建筑工程测量的工作任务具体分解为以下三项:

1. 大比例尺地形图测绘

在规划设计阶段,应测绘建筑工程所在地区的大比例尺地形图,以便详细地表达地物和地貌的现状,为规划和设计提供依据。在施工阶段,有时需要测绘更详细的局部地形图,或者根据施工现场变化的需要,测绘反映某施工阶段现状的地形图,作为施工组织和土方等工程量预、结算的依据。在竣工验收阶段,应测绘编制全面反映工程竣工时所有建筑物、道路、管线和园林绿化等方面现状的竣工总图,为验收以及今后的运营管理工作提供依据。

2. 施工测量

在施工阶段,无论是基础工程、主体工程还是装饰工程,都要先进行放样测量,确定建筑物不同部位的实地位置,并用桩点或线条标定出来,才能进行施工。例如,基础工程的基槽(坑)开挖前,先将图纸上设计好的建筑物的轴线标定到地面上,并引测到开挖范畴以外保护起来,再放样出开挖边线和一层室内地面的设计标高线,才能进行开挖;主体工程的墙砌体施工前,先将墙轴线和边线在楼(地)面上弹出,并立好高度标志,才能进行砌筑;装饰工程的墙(地)面砖施工时,先将纵横分缝线和水平标高线弹出来,才能进行铺装。每道工序施工完成后,还要及时对施工构部件的尺寸、位置和标高进行检核测量,作为检查、验收和竣工资料。

3. 变形观测

对一些大型的、重要的或位于不良地基上的建筑物,在施工阶段和运营管理阶段,要定期进行变形观测,以监测其稳定性。建筑物的变形一般有沉降、水平位移、倾斜和裂缝等。通过掌握这些变形的出现、发展和变化规律,人们能及时地针对变形建筑物的变形状态进行有效的处理,对减少因建筑物变形而造成的损失和保证建筑物的安全有重要作用。

1.2.2 建筑工程测量的现状与发展方向

建筑业是我国的支柱产业之一,在建筑业的发展过程中,建筑工程测量为其作出了应有的贡献,同时,建筑工程测量的技术水平也得到了很大的提高。目前,除常规测量仪器工具(如光学水准仪和钢尺等)在建筑工程中继续发挥作用外,现代光电测量仪器(如全站仪和电子水准仪等)也正逐渐普及,提高了测量工作的速度、精度、可靠度和自动化程度。一些专

用激光测量仪器设备，如用于高层建筑竖直投点的激光铅直仪、用于大地面积场地精确自动找平的激光扫平仪和用于地下开挖指向的激光经纬仪等的应用，为现代高大建筑和地下建筑的施工提供了更高效、准确的测量技术服务。卫星定位测量技术如全球卫星定位系统（GPS）等，也逐渐被应用于建筑工程测量中，该技术作业时间不受气候、地形和通视条件影响，只需要将卫星接收机安置在待定点上，接收卫星信号，就可测量出该点的三维坐标，这与传统测量技术相比是质的飞跃。目前，在建筑工程测量中，卫星定位测量一般用于大范围 and 长距离施工场地中的控制性测量工作。另外，计算机技术正在逐渐应用到测量数据处理、地形图测绘以及测量仪器自动控制方面，将进一步推动建筑工程测量从手工方式往电子化、数字化、自动化和智能化方向发展。

1.3 测量工作的基准面和基准线

测量工作大多是在地球表面上进行的，测量基准的确定、测量成果的计算及处理都与地球的形状和大小有关。

地球的自然表面是很不规则的，其上有高山、深谷、丘陵、平原、江湖、海洋等，最高的珠穆朗玛峰高出海平面 8 848.13 m，最深的太平洋马里亚纳海沟低于海平面 11 022 m，其相对高差将近 20 km，但这与地球的平均半径 6 371 km 相比，是微不足道的。整个地球表面陆地面积仅占 29%，而海洋面积占了 71%。

1.3.1 大地水准面

我们可以设想地球的整体形状是被海水所包围的球体，即设想将一静止的海洋面扩展延伸，使其穿过大陆和岛屿，形成一个封闭的曲面，如图 1.1 所示。静止的海水面称作水准面。由于海水受潮汐风浪等影响而时高时低，故水准面有无穷多个，其中与平均海水面相吻合的水准面称作大地水准面。由大地水准面所包围的形体称为大地体。通常用大地体来代表地球的真实形状和大小。

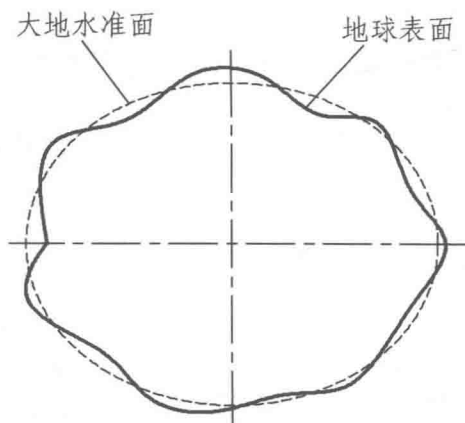


图 1.1 大地水准面



1.3.2 铅垂线

由于地球的质量巨大，地球上任何一点都受到地心吸引力的作用，同时地球又不停地作自转运动，这个点又受到离心力的作用，这两个力的合力称为重力，重力的作用线又称为铅垂线，如图 1.2 所示。铅垂线具有处处与水准面垂直的特性，因此把铅垂线作为测量工作的基准线。在日常生活和工作中，常利用这个原理，用吊锤线检查物体是否竖直，测量仪器一般也备有吊锤，供需要时使用，一些测量仪器也利用铅垂线原理进行自动安平。

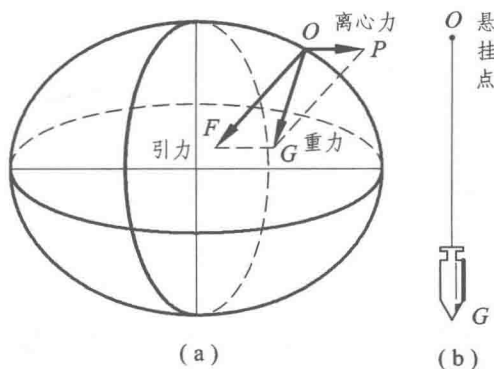


图 1.2 铅垂线

1.4 测量坐标系及地面点位的确定

无论是测定还是测设，都需要通过确定地面点的空间位置来实现。空间是三维的，所以确定地面点在某个空间坐标系中的位置需要三个参数，确定地面点位的实质就是确定其在某个空间坐标系中的三维坐标。坐标表示地面点投影到基准面上的位置，高程表示地面点沿投影方向到基准面的距离。根据不同的需要可以采用不同的坐标系和高程系。

1.4.1 确定点的测量坐标系

1. 地理坐标

当研究和测定整个地球的形状或进行大区域的测绘工作时，可用地理坐标来确定地面点的位置。地理坐标是一种球面坐标，视依据球体的不同而分为天文坐标和大地坐标。地理坐标是用经度 λ 和纬度 φ 表示地面点在大地水准面上的投影位置，由于地理坐标是球面坐标，不便于直接进行各种计算。

2. 平面直角坐标

(1) 独立测区的平面直角坐标

当测区的范围较小，能够忽略该区地球曲率的影响而将其当作平面看待时，可在此平面

上建立独立的直角坐标系。一般选定子午线方向为纵轴，即 x 轴，原点设在测区的西南角，以避免坐标出现负值。测区内任一地面点用坐标 (x, y) 来表示，它们与本地区统一坐标系没有必然的联系而为独立的平面直角坐标系。如图 1.3 所示。如有必要可通过与国家坐标系联测而纳入统一坐标系。经过估算，在面积为 300 km^2 的多边形范围内，可以忽略地球曲率影响而建立独立的平面直角坐标系，当测量精度要求较低时，这个范围还可以扩大数倍。

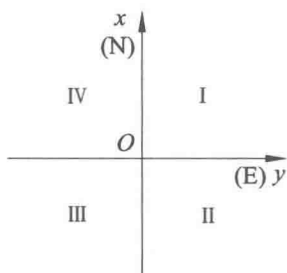


图 1.3 平面直角坐标系

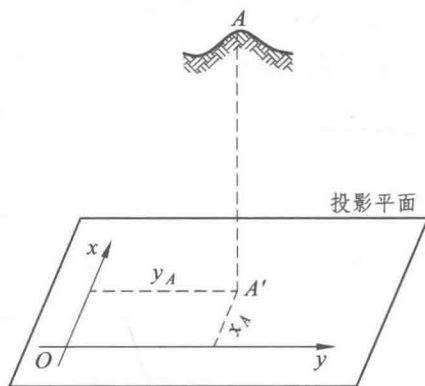


图 1.4 点在平面直角坐标系的投影

(2) 高斯平面直角坐标系

当测区范围较大时，要建立平面坐标系，就不能忽略地球曲率的影响，为了解决球面与平面这对矛盾，必须采用地图投影的方法将球面上的大地坐标转换为平面直角坐标。目前我国采用的是高斯投影，高斯投影是由德国数学家、测量学家高斯提出的一种横轴等角切椭圆柱投影，该投影解决了将球面转换为平面的问题。从几何意义上看，就是假设一个椭圆柱横套在地球椭球体外并与椭球面上的某一条子午线相切，这条相切的子午线称为中央子午线。假想在椭球体中心放置一个光源，通过光线将椭球面上一定范围内的物象映射到椭圆柱的内表面上，然后将椭圆柱面沿一条母线剪开并展成平面，即获得投影后的平面图形，如图 1.5 所示。

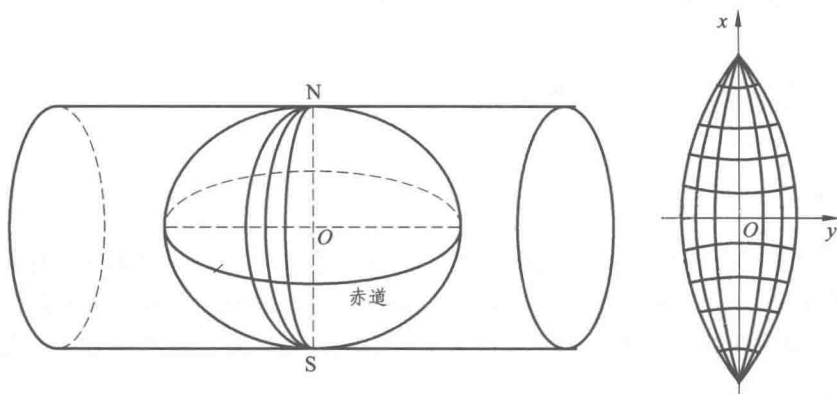


图 1.5 高斯平面直角坐标的投影

该投影的经纬线图形有以下特点：

① 投影后的中央子午线为直线，无长度变化。其余的经线投影为凹向中央子午线的对称曲线，长度较球面上的相应经线略长。

③ 经纬线投影后仍然保持相互垂直的关系, 说明投影后的角度无变形。

6°带投影是从英国格林尼治起始子午线开始,自西向东,每隔经差 6°分为一带,将地球分成 60 个带,其编号分别为 1, 2, …, 60。每带的中央子午线经度可用下式计算:

式中 n 为 6° 带的带号。 6° 带的最大变形在赤道与投影带最外一条经线的交点上, 长度变形为 0.14% , 面积变形为 0.27% 。

$$L_3 = 3^\circ n' \quad (1.2)$$

若 A, B 点位于第 19 带内, 则 A, B 点的横坐标通用值分别为:

$$y_A = 19\,732\,478.55\text{ m}$$
$$y_B = 19\,203\,456.79\text{ m}$$

7

我国领土位于东经 $72^{\circ} \sim 136^{\circ}$ 之间,共包括了 11 个 6° 投影带,即 13~23 带;22 个 3° 投影带,即 24~45 带。成都位于 6° 带的第 18 带,中央子午线经度为 105° 。通过高斯投影,将中央子午线的投影作为纵坐标轴,用 x 表示,将赤道的投影作为横坐标轴,用 y 表示,两轴的交点作为坐标原点,由此构成的平面直角坐标系称为高斯平面直角坐标系。如图 1.7 所示。对应于每一个投影带,就有一个独立的高斯平面直角坐标系,区分各带坐标系则利用相应投影带的带号。

1.4.2 确定点的高程系

地面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,通常用 H 加点名作下标表示。如图 1.8 中 A 、 B 两点的高程表示为 H_A 、 H_B 。我国规定以 1950—1956 年间青岛验潮站多年记录的黄海平均海水面作为我国的大地水准面,由此建立的高程系统称为“1956 年黄海高程系”。新的国家高程基准面是根据青岛验潮站 1952—1979 年间的验潮资料计算确定的,依此基准面建立的高程系统称为“1985 国家高程基准”,并于 1987 年开始启用。

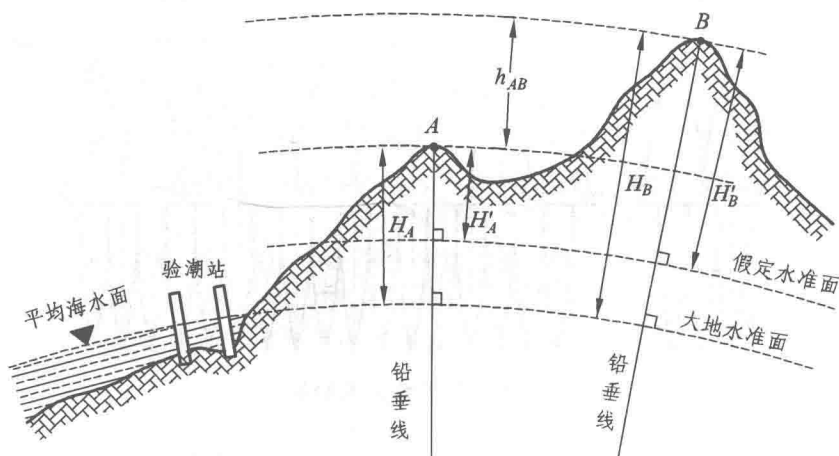


图 1.8 高程与高差的定义及相互关系

当在局部地区应用高程有困难时,可采用假定高程系,即假定任意水准面为起算高程的基准面。地面点到假定水准面的铅垂距离称为该点的相对高程,通常用 H' 加点名作下标表示。如图 1.8 中 A 、 B 两点的相对高程表示为 H'_A 、 H'_B 。

在建筑施工测量中,常选定底层室内地坪面为该工程地面点高程起算的基准面,记为 ± 0.000 。建筑物某部位的标高,是指该部位的相对高程,即该部位距室内地坪 (± 0.000) 的垂直间距。

两个地面点的高程差称为高差,用 h 表示。

$$h = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1.3)$$

由式 (1.3) 看出,高差与高程的起算面无关。



1.4.3 确定地面点位的三个基本要素

如前所述,地面点的空间位置是由地面点在投影平面上的坐标 X 、 Y 和 H 确定的。在实际的测量中 X 、 Y 和 H 的值不能直接测定,而是通过测水平角 β_a 、 β_b ..., 水平距离 D_1 、 D_2 ..., 以及各点间的高程 h , 再根据已知点 A 的坐标和 AB 边的方位角计算出 B 、 C 、 D 、 E 各点的坐标和高程,如图 1.9 所示。

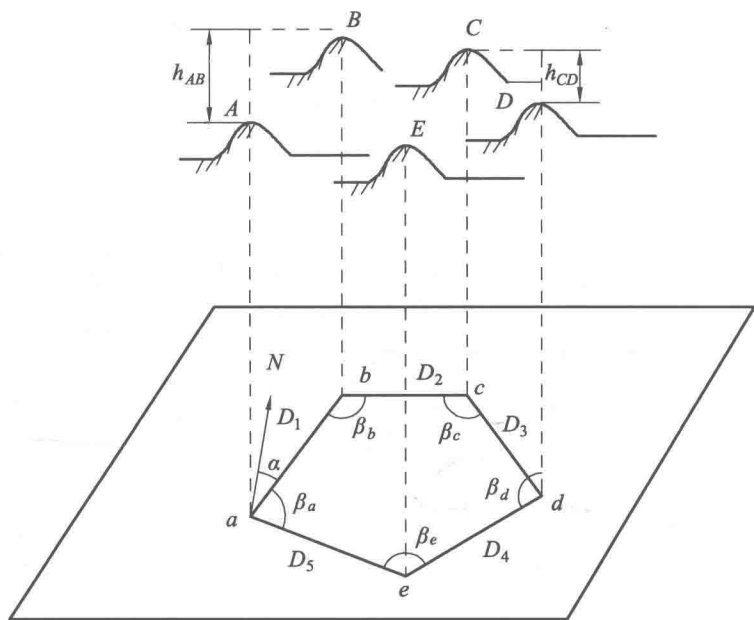


图 1.9 确定各点的坐标和高程

由此可见,水平距离、水平角和高程是确定地面点位的三个基本要素。水平距离测量、水平角测量、高差测量是测量的三项基本工作。

1.5 地球曲率对测量工作的影响

当测区范围较小时,可将大地水准面近似当作水平面看待。下面分析,当测区范围究竟多大时,用水平面代替大地水准面所产生的距离和高差变形才不超过测图误差的允许范围。

1.5.1 水平面代替水准面对距离的影响

如图 1.10 所示, A 、 B 两点的水准面上的距离为 D , 在水平面上的距离为 D' , 则 ΔD ($\Delta D = D' - D$) 是用水平面代替水准面对距离的影响值。它们与地球半径 R 的关系为

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \text{ 或 } \frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1.4)$$

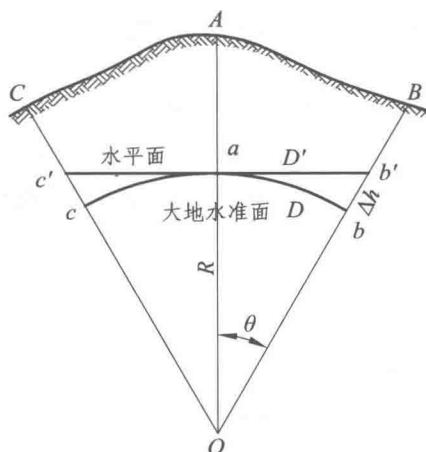


图 1.10 水平面代替水准面

根据地球半径 $R=6\,371\text{ km}$ 及不同的距离 D 值带入式 (1.4) 得到表 1.1 所列的结果。

表 1.1 距离及误差

距离 D/km	距离误差 $\Delta D/\text{cm}$	距离相对误差 $\Delta D/D$
10	0.8	1/120 万
25	12.8	1/20 万
50	102.7	1/4.9 万
100	821.2	1/1.2 万

由表 1.1 可见, 当 $D=10\text{ km}$ 时, 所产生的相对误差为 1/1 200 000。目前最精密的距离丈量误差为 1/1 000 000。因此可以得出结论, 在半径 10 km 的圆面积内进行距离测量, 可以用水平面代替水准面, 不考虑地球曲率对距离测量的影响。

1.5.2 水平面代替水准面对高程的影响

如图 1.10 所示, $\Delta h=Bb-b'B$, 这是用水平面代替水准面对高程的影响值。其值为

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R} \quad (1.5)$$

用不同的距离带入式 (1.5) 中得到表 1.2 所列结果。

表 1.2 距离及高程影响值

距离 D/km	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	5	10
$\Delta h/\text{mm}$	0.8	3	7	13	20	80	310	1 960	7 850

从表 1.2 可以看出用水平面代替水准面, 在距离 1 km 内就有 8 cm 的高程误差。由此可见, 地球曲率对高程的影响很大。在高程测量中即使距离很短, 也要考虑地球曲率对高程的影响。实际测量中, 应该通过改正计算或采用正确的观测方法来消除地球曲率对高程测量的影响。

1.6 建筑工程测量的程序和原则

测量工作必须遵循的第一条基本原则是“从整体到局部，先控制后碎部”；测量工作的目的之一是测绘地形图，地形图是通过测量一系列碎部点（地物点和地貌点）的平面位置和高程，然后按一定的比例，应用地形图符号和注记缩绘而成。测量工作不能一开始就测量碎部点，而是先在测区内统一选择一些起控制作用的点，将它们的平面位置和高程精确地测量计算出来，这些点被称作控制点，由控制点构成的几何图形称作控制网，然后再根据这些控制点分别测量各自周围的碎部点，进而绘制成图，如图 1.11 所示的多边形 $ABCDEFGH$ 就是该测区的控制网。

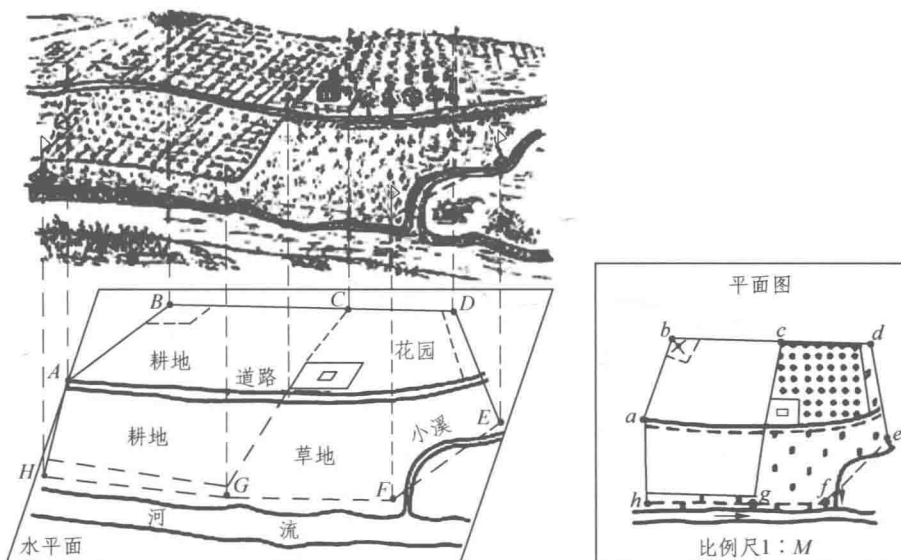


图 1.11 测量工作的基本原则

为了防止出现错误，无论是在外业或内业工作中，还必须遵循另一个基本原则：“边工作，边校核”。应用校核的数据说明测量成果的合格和可靠。测量工作实质上是通过实践操作仪器获得观测数据，确定点位关系。因此是实践操作与数字密切相关的一门技术，无论是实践操作有误，还是观测数据有误，或者是计算错误，都是点位的确定上产生的错误所致。因而在实践操作与计算中都必须步步校核，校核已进行的工作有无错误。一旦发现错误或达不到精度要求的成果，必须找出原因或返工重测，以保证各个环节的可靠性。

工程测量应遵循“先外业，后内业”，也应遵循“先内业，后外业”这种双向工作程序。规划设计阶段所采用的地形图，应首先取得实地野外观测资料和数据，然后再进行室内计算、整理、绘制成图，即“先外业、后内业”的工作程序。测设阶段是按照施工图上所定的数据、资料，先在室内计算出测设所需要的放样数据，然后再到施工场地按测设数据把具体点位放样到施工作业面上，并做出标记，以作为施工的依据，因而是“先内业，后外业”的工作程序。