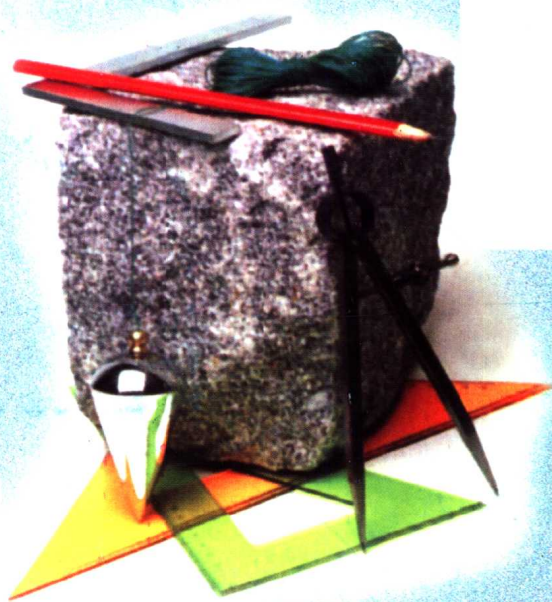


建筑施工测量

姚伯金 王 亮 编著



河海大学出版社

建筑施工测量

姚伯金 王 亮 编 著



河海大学出版社

责任编辑 毛积孝
责任校对 蒋玉珍

3

建筑工程专业系列教材
建筑施工测量
姚伯金 王亮 编著

出版发行:河海大学出版社
(南京西康路1号 邮政编码:210098)
经 销:江苏省新华书店
印 刷:南京京新印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 6.5 字数 166 千字
1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月第 1 次印刷
印数 1—6000 册

ISBN 7—5630—1313—X/TU·41

定价:10.00 元

编写说明

“建筑工程专业系列教材”共包括 11 本,它们是:《建筑力学》、《建筑施工测量》、《建筑制图与识图》、《民用建筑构造》、《建筑材料》、《建筑结构设计原理》、《地基与基础》、《建筑施工技术》、《建筑施工组织与管理》、《工程事故分析与处理》、《建筑工程造价》。本丛书内容简明扼要,通俗易懂,具有新颖性、实用性、可操作性强等特点,是建筑工程类大中专学校以及岗位培训的理想教材,也可用作建筑工程类自学考试人员、工程技术人员的自学教材及参考资料。

丛书编委会

“建筑工程专业系列教材”编写委员会

主任委员	徐其耀				
副主任委员	姚纬明				
主 编	赵积华				
副 主 编	王 亮	张银发	殷惠光	贾德智	毛积孝
编 委	徐震宇				
	(以姓氏笔画为序)				
	王 亮	王 赫	王明金	毛积孝	叶燕华
	刘子彤	刘石英	刘永福	杨伯成	张国华
	张银发	陈晓荣	林晓东	赵积华	胡朝斌
	姚伯金	贾德智	顾建平	徐永铭	徐秀丽
	徐震宇	徐德良	殷惠光	陶耀光	曹露春
	盛永锡	韩爱明	程晓武	雷 英	滕晓维

序

改革开放以来,我国建筑业得到了前所未有的大发展,但是由于建筑业是一个传统产业,从业人员总体文化素质不高,所以基本上还处于粗放型经营的状态,科技含量不高。随着科学技术的突飞猛进,许多新技术、新材料、新工艺不断涌现。作为国民经济支柱产业之一的建筑业,只有不断增加技术含量,积极应用新技术,紧紧依靠科技进步和提高劳动者素质,才能使建筑业高速度、高效益、健康发展,也才能巩固和发展其支柱产业地位。这就需要广大教育工作者不断研究并传授新知识;需要建筑工程技术人员加强学习,不断提高业务素质;需要即将加入建筑行业的新兵,扎扎实实地接受岗前培训。这实际上已经成为当前建筑工程教育所面临的时代大课题。

在这样的大背景下,河海大学出版社组织出版了这套建筑工程专业系列教材。这套教材,对广大从事教学工作的人员来说,体系完备,内容新颖,对新理论、新技术、新材料、新工艺都有涉及,且结合教学实践进行编排,易于讲解;对建筑工程专业各层次的在校学生、广大工程技术人员和接受岗位培训的人员来说,理论阐述简明扼要,文字通俗易懂,紧密结合工程实践介绍常用的技术方法,应用性强,易于理解和应用。

这套教材从建筑制图到施工技术、从建筑结构到建筑材料、从建筑施工测量到施工组织与管理,涉及到建筑工程专业的各个方面。它既是建筑工程专业各层次教学的基本教材、重要参考用书,更是建筑工程专业职业教育、技术培训的理想教材。

愿这套教材能成为建筑工程专业学生学好专业知识、建筑业从业人员提高业务素质的良师益友,愿广大建筑工程专业学生、建筑业从业人员,通过系统的学习和培训,为我国建筑业的发展创造出更加辉煌的业绩。

徐其耀

一九九八年十一月十九日

前 言

本书共七章。第一章至第四章主要介绍测量学的基本知识,常用测量仪器的构造、使用及检验校正方法;第五章介绍了点的坐标计算;第六章介绍了大比例尺地形图的识读及应用;第七章阐述了测设的基本工作和工业、民用建筑工程测量的一般方法。为满足学习的需要,各章之后附有思考题与习题。

本书内容实用、新颖,编写时力求通俗易懂。

本书由姚伯金、王亮合作编写,由姚伯金拟定编写大纲、统稿、定稿。

在编写过程中,吸取了有关书籍和论文的最新观点,在此深表谢意。由于时间仓促,水平有限,疏漏、错误在所难免,敬请专家指正。

编 者

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 测量学的任务和作用	(1)
第二节 地面点位置的确定	(1)
一、地球的形状和大小	(1)
二、确定地面点位置的方法	(2)
第三节 测量误差概述	(4)
一、测量误差产生的原因	(4)
二、测量误差的分类	(4)
三、测量错误	(5)
思考题与习题	(5)
第二章 水准仪及水准测量	(7)
第一节 水准测量的原理	(7)
一、高差法	(7)
二、仪高法	(8)
第二节 DS ₃ 水准仪	(9)
一、望远镜	(9)
二、水准器	(10)
第三节 自动安平水准仪	(11)
第四节 水准尺和尺垫	(12)
一、水准尺	(12)
二、尺垫	(12)
第五节 水准测量的施测方法	(12)
一、水准点	(12)
二、一个测站的操作程序	(13)
三、复合水准测量	(15)
四、水准测量注意事项	(16)
第六节 水准测量的校核方法	(16)
一、测站校核	(17)
二、水准路线	(17)
三、水准测量成果计算	(18)
第七节 微倾式水准仪的检验校正	(21)
一、圆水准轴平行于仪器竖轴的检验、校正	(21)
二、十字丝横丝垂直于仪器竖轴的检验、校正	(22)
三、视准轴平行于水准管轴的检验、校正	(22)

思考题与习题	(23)
第三章 经纬仪及角度测量	(25)
第一节 角度测量概述	(25)
一、地面点的标志	(25)
二、水平角的概念	(25)
三、竖直角的概念	(25)
第二节 光学经纬仪	(26)
一、DJ ₆ 光学经纬仪的构造	(26)
二、DJ ₆ 级光学经纬仪的读数方法	(27)
三、DJ ₂ 光学经纬仪的构造	(28)
四、DJ ₂ 级光学经纬仪的读数方法	(29)
第三节 水平角观测	(30)
一、经纬仪的安置	(30)
二、水平角观测(测回法)	(31)
三、水平角观测注意事项	(33)
第四节 竖直角观测	(33)
一、观测竖直角的用途	(33)
二、竖直度盘构造及竖直角计算	(34)
三、竖直角观测	(34)
第五节 经纬仪的检验和校正	(35)
一、照准部水准管轴垂直于竖轴的检验和校正	(35)
二、十字丝竖丝是否垂直的检验、校正	(36)
三、视准轴是否垂直于横轴的检验、校正	(36)
四、横轴垂直于仪器竖轴的检验	(37)
五、竖盘指标差的检验与校正	(37)
六、光学对中器的检验和校正	(37)
思考题与习题	(38)
第四章 距离测量及直线定向	(40)
第一节 距离测量概述	(40)
第二节 钢尺量距的一般方法	(40)
一、钢卷尺及丈量工具	(40)
二、直线定线	(41)
三、平坦地面上的丈量方法	(41)
四、倾斜地面上的丈量方法	(42)
第三节 钢尺量距的精密方法	(42)
一、钢尺的检定	(42)
二、丈量方法	(43)
三、丈量成果整理	(44)
第四节 电磁波测距概述	(46)

一、光电测距仪的基本原理	(46)
二、红外测距仪简介	(46)
三、测距仪的使用	(47)
第五节 视距测量	(48)
一、视线水平时测定距离和高差的方法	(48)
二、视线倾斜时距离和高差的测定	(49)
第六节 直线定向	(50)
一、基准方向的种类	(50)
二、方位角与象限角	(50)
三、磁方位角的测定	(51)
思考题与习题	(52)
第五章 点的坐标计算	(54)
第一节 控制测量的概念	(54)
第二节 坐标正算	(54)
第三节 坐标反算	(56)
第四节 建筑坐标与测量坐标的换算	(58)
思考题与习题	(59)
第六章 大比例尺地形图的识读和应用	(60)
第一节 地形图的比例尺	(60)
第二节 地形图的图名、图号和图廓	(61)
第三节 地物符号	(62)
第四节 地貌符号——等高线	(65)
第五节 地形图的应用	(67)
思考题与习题	(72)
第七章 建筑施工测量	(73)
第一节 概述	(73)
一、施工测量的目的和内容	(73)
二、施工测量的特点	(73)
三、施工测量的原则	(73)
四、准备工作	(73)
第二节 测设的基本工作	(74)
一、按设计数据测设水平角	(74)
二、按设计数据测设水平距离	(74)
三、按设计数据测设高程点	(75)
四、延长直线	(75)
第三节 测设点位的方法	(75)
一、点的平面位置测设方法	(75)
二、点的高程位置放样	(77)
第四节 建筑施工控制测量	(78)

一、建筑基线·····	(78)
二、建筑方格网·····	(79)
第五节 民用建筑施工测量·····	(79)
一、民用建筑物定位放样·····	(79)
二、龙门板的设置·····	(80)
三、基础施工的测量工作·····	(81)
四、曲线形建筑物的定位放样·····	(82)
第六节 高层建筑物轴线的投测·····	(82)
一、外控法·····	(82)
二、内控法·····	(84)
第七节 工业厂房设备放样安装·····	(85)
一、厂房控制网测设·····	(85)
二、厂房柱列轴线的测设·····	(85)
三、柱基放样·····	(86)
四、柱子吊装测量·····	(86)
五、吊车梁安装测量·····	(87)
六、吊车轨道安装测量·····	(88)
第八节 建筑物沉降监测·····	(88)
一、基准点和沉降监测点的设置·····	(88)
二、监测时间、方法和精度要求·····	(89)
三、沉降监测的成果整理·····	(89)
思考题与习题·····	(91)
附录一:水准仪系列的分级及技术参数·····	(92)
附录二:经纬仪系列的分级及技术参数·····	(93)

第一章 概 述

第一节 测量学的任务和作用

测量学是研究地球表面的形状和大小、确定地面点之间相对位置的科学。它的主要任务是为工程建设和科学研究服务。对工程建设而言,它的内容包括测定和测设两部分。测定就是用各种测量仪器和工具,通过实地测量和计算,测定地球表面的地物(房屋、道路、河流、桥梁等人工构筑物)和地貌(山地、丘陵等地表自然起伏形态)的位置,按一定比例缩绘成地形图,供科学研究、经济建设和国防建设使用。测设是将图纸上已设计好的工程建筑物或构筑物的平面和高程位置测量标定到地面上去,作为施工的依据。

随着服务对象和研究范围的不同,测量学可以分为大地测量学、普通测量学、航空摄影测量学和工程测量学等学科。

大地测量学:研究地球的形状、大小和地球重力场理论、建立测定国家大地控制网的技术和方法。

普通测量学:研究地球表面小区域范围内测量、绘图工作的基本理论、技术和方法的学科。

工程测量学:研究工程建设在勘测设计、施工和管理各阶段所需进行的各种测量工作。

航空摄影测量学:研究利用摄影像片测绘成图的方法和技术。

由于近代科学技术的发展,大地测量内容已由常规大地测量发展到卫星大地测量,由航空摄影测量发展到遥感技术的应用;测量对象由地球表面扩展到空间星球;测量仪器已趋向电子化和自动化,测量手段也由静态发展到动态。

本书涉及普通测量学和工程测量学的部分内容。通过本课程的学习,要求掌握普通测量学的基本知识,能正确使用常用水准仪、经纬仪和其他测量仪器工具;能在建筑施工中正确应用地形图和有关测量资料;具有测设一般工程建筑物的施工放样能力。

第二节 地面点位置的确定

一、地球的形状和大小

地球的自然表面高低起伏,有高山、丘陵、平原和海洋等,是一个凹凸不平的复杂曲面。地球表面海洋面积约占 71%,陆地面积约占 29%。地球上自由静止的水面称为水准面。它是一个曲面,水准面的特点是面上任何一点的铅垂线都与该曲面垂直。与水准面相切的平面称为该切点处的水平面。水准面有无数个,其中一个与平均海水面重合并延伸到大陆内部包围整个地球的水准面,称为大地水准面。由大地水准面所包围的形体叫大地体,由于地球表面起伏不平 and 地球内部物质不均匀,大地体是一个不规则的曲面,它接近于一个旋转椭球体。当测区面积不大时,可把这个椭球近似看作半径为 6371km 的圆球。

大地水准面、水平面和铅垂线是测量的基准面和基准线。

二、确定地面点位置的方法

地面上各种地形都是由一系列点子所组成,确定地面上图形的位置,最基本的就是确定地面点的位置。

一点的空间位置,需要用三个量来确定。其中两个量用来确定点的平面位置,另一个量用来确定点的高程位置。

1. 地面点的高程

(1) 绝对高程

地面上任意一点到大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程。绝对高程简称高程,有时也称为海拔,以字母 H 表示,如图 1-1 中的 H_A 、 H_C ,分别表示 A 点的高程和 C 点的高程。

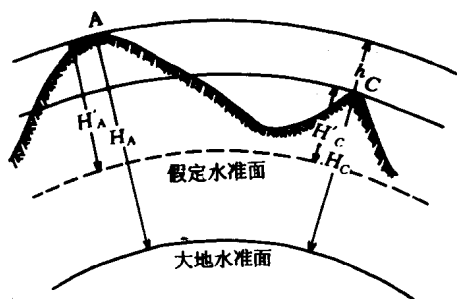


图 1-1

我国在青岛设立验潮站,长期观测黄海海水面的高低变化,取其平均值作为大地水准面的位置(其高程为零),并作为全国高程的起算面。为了建立全国统一的高程系统,在青岛验潮站附近的观象山埋设固定标志,用精密水准测量方法与验潮站所求出的平均海面进行联测,测出其高程为 72.289m,它的高程作为全国高程的起算点,称为水准原点。根据这个面起算的高程称为“1956 年黄海高程系统”。

从 1987 年开始我国采用新的高程基准,采用青岛验潮站 1952—1979 年潮汐观测资料计算的平均海面为国家高程起算面,称为“1985 年国家高程基准”。根据新的高程基准推算的青岛水准原点高程为 72.260m,比“1956 年黄海高程系统”的高程小 0.029m。

(2) 相对高程

个别地区引用绝对高程有困难或者为了应用方便,也可不用绝对高程,而是假定某一水准面作为高程的起算面。地面点沿铅垂线方向到假定水准面的距离称为该点的相对高程,如图 1-1 中的 H'_A 、 H'_C 。

由以上所述可见,在使用点的高程时,应明确是属于什么高程系统,以免产生差错。

(3) 建筑标高

在建筑设计中,每一个独立的单项工程都有它自身的高程起算面,叫做 ± 0.00 。一般取建筑物一层室内地坪为 ± 0.00 ,建筑物各部位的高度都是以 ± 0.00 为高程起算面的相对高程,称为建筑标高。例如某建筑物 ± 0.00 的绝对高程为 20.15m,一层窗台比 ± 0.00 高 0.90m,我们说窗台标高是 0.90m,而不再写成窗台标高是 21.05m。

± 0.00 的绝对高程是施工放样时测设 ± 0.00 位置的依据。

(4) 高差

两个地面点之间的高程之差称为高差,常用 h 表示。图 1-1 中 C 点相对于 A 点的高差

$$h_{AC} = H_C - H_A = H'_C - H'_A$$

C 点比 A 点高时,高差 h_{AC} 为正,反之为负。例如,已知 A 点高程 $H_A = 8.756\text{m}$, C 点高程 $H_C = 9.126\text{m}$,则 C 点相对于 A 点的高差 $h_{AC} = 9.126 - 8.756 = 0.370\text{m}$;而 A 点相对于 C

点的高差应为 $h_{CA} = -0.370\text{m}$ 。

2. 地面点的坐标

(1) 地理坐标

当研究整个地球的形状或进行大区域范围的测量工作时,可采用图 1-2 所示的球面坐标系来确定点的位置,例如 L 点的坐标可用经度 λ 和纬度 φ 表示。经度 λ 和纬度 φ 称为点的地理坐标。地理坐标是用天文测量方法测定的。例如,北京某点的地理坐标为东经 $116^\circ 28'$,北纬 $39^\circ 54'$ 。

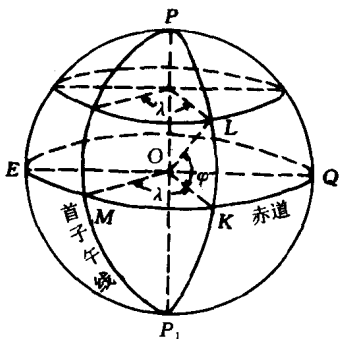


图 1-2

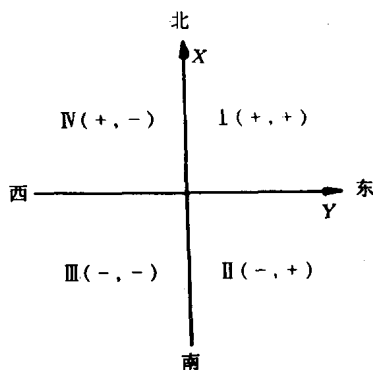


图 1-3

(2) 平面直角坐标

我国采用高斯平面直角坐标系(将地球曲面转换为平面的一种投影系统)作为全国统一的坐标系。如考虑全省或全国的小比例尺成图时,即采用此坐标系。

根据研究分析,在以 10km 为半径的范围内,可以用水平面代替水准面,由此产生的变形误差对一般测量工作而言,可以忽略不计。因此,我们进行一般工程项目的测量工作时,可以采用独立平面直角坐标系,即将小块区域直接投影到平面上进行有关计算,在平面上进行计算要比在曲面上计算简单得多,且又不影响测量工作的精度。

图 1-3 所示为一平面直角坐标系。规定坐标纵轴为 x 轴、且表示南北方向,向北为正,向南为负;规定横轴为 y 轴、且表示东西方向,向东为正,向西为负。为了避免测区内的坐标出现负值,可将坐标原点选择在测区的西南角上。坐标象限按顺时针方向编号如图 1-3 所示。显然,测量上规定的这种坐标系与数学上的规定有所不同。作这种变动的原因,是由于测量工作中习惯用纵轴的上方表示北方向,且测量计算中的角度(方位角)也是由北方向起算的;因此,如图 1-3 所示作相应的变动后,数学中的公式可以直接应用到测量中来。

如前所述,地面点的空间位置是以投影平面上的坐标 (x, y) 和高程 H 决定的,而点的坐标一般是通过水平角测量和水平距离测量来确定的,点的高程是通过测定高差来确定的。所以,测角、量距和测高差是测量的三项基本工作。

第三节 测量误差概述

一、测量误差产生的原因

通过测量实践可以发现,无论使用的测量仪器多么精密,观测多么仔细,对同一个量进行多次的观测,其结果总是存在着差异。例如,对两点间的高差进行重复观测,测得的高差往往不相等而有差异;观测三角形三个内角,其和往往不等于理论值 180° 。这些现象之所以产生,是由于观测结果中存在着测量误差。

为什么观测结果中会存在测量误差呢?概括说来有下列三方面原因:

1. 仪器、工具的影响:由于仪器或工具制造不够精密,校正不可能十分完善,从而使观测结果产生误差。例如,水准尺的分划是 1 厘米,这就难以保证厘米以下数字估读的正确性;水准仪的水准管轴不平行于视准轴,使高差测量带有误差等。

2. 外界环境的影响:测量过程中外界自然环境,如温度、湿度、风力、阳光照射、大气折光、磁场等因素会给观测结果带来影响,而且外界条件随时发生变化,由此对观测结果的影响也随之变化。这必然会使观测结果带有误差。

3. 人的影响:测量工作大都要用眼睛估计、判读。由于眼睛的分辨能力有限,使得仪器的整平、瞄准目标、读数等产生误差;同时观测工作者的工作态度、技术水平等也会对观测结果产生影响。

仪器、外界环境和人本身这三方面是引起观测误差的主要因素,总称为“观测条件”。由上述可知,观测结果不可避免地含有测量误差。问题是观测成果的质量与误差大小有关,测量误差越小,则测量成果的精度越高。因此,在测量工作中,必须对测量误差进行研究,以便对不同性质的误差采取不同的措施,提高观测成果的质量,满足各类工程建设的需要。

二、测量误差的分类

某一量的真值 x 和它的观测值 l_i 之差称为真误差 Δ_i ,

即 $\Delta_i = x - l_i (i = 1, 2, \dots)$

真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,对某量进行一系列观测,如果观测误差的数值大小和正负号按一定的规律变化,或保持一个常数,这种误差称为系统误差。例如水准仪的视准轴不平行于水准管轴时,使水准尺上的读数产生误差,这种误差的大小与水准仪到水准尺的距离成正比,也保持同一符号。又如 30m 钢卷尺本身的实际长度和它的名义长度之差称为尺长误差,用带有尺长误差的钢尺去量距时,使量得的距离带有误差,这个误差的大小与尺长误差的大小及量距的长短成正比例,符号也保持一定的关系,即按一定的规律变化,所以这两种误差都称为系统误差。

系统误差对测量结果的影响,在一定条件下是累积性的,对测量结果影响较大。但这种误差影响既然是按一定的规律变化,我们就可以通过分样找出规律,采取相应措施,把系统误差的影响尽量从观测结果中消除。通常我们可以计算出某项系统误差的大小对观测结果加以改

正,或者用一定的观测程序和观测方法来消除系统误差的影响。例如,在水准测量中,用前、后视距离相等的方法,可消除视准轴不平行于水准管轴对高差的影响;用计算尺长改正数的方式可消除尺长误差对量距的影响等等。

2. 偶然误差

在相同的观测条件下,对某量进行一系列的观测,其观测误差的大小和符号都各不相同,且从表面上看没有一定的规律性,这种误差称为偶然误差。例如,读尺时,对毫米的估读,可能估大,也可能估小;用十字丝照准目标时,可能偏左,也可能偏右。因此,读数误差、照准误差都属于偶然误差。

3. 偶然误差的特性

偶然误差从表面上看没有规律,但从大量的观测误差的总体而言,存在着统计规律性。这种规律性表现在一组观测的集体上,而不是表现在每一个单个的误差上。

通过对大量测量数据的分析、研究,总结出偶然误差的特性。

- (1)在一定的观测条件下,偶然误差的绝对值不会超过一定的界限;
- (2)绝对值大的误差比绝对值小的误差出现的可能性要小;
- (3)绝对值相等的正误差和负误差出现的可能性相等;
- (4)偶然误差的算术平均值,随着观测次数的无限增加而趋向于零,即

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0$$

三、测量错误

测量过程中,除了上述两种性质的误差外,还可能出现错误。例如,水准测量时,在读数前没有使水准气泡居中;读数错误;记录时误听、误记;计算时弄错符号、点错小数点等等。

在一定的观测条件下,误差是不可避免的。而产生错误的主要原因是工作中的粗心大意造成的,显然,观测结果中不容许存在错误,并且,错误是可以避免的。

如何及时发现错误,并把它从观测结果中清除掉,除了作业人员加强工作责任感,认真细致地工作外,通常还要采取增加多余观测,使观测图形形成几何条件等方式对观测结果进行检测和验算。例如观测一个角度,本来用一个度盘位置,观测两个方向值便可得到该角值,而通常我们要求用两个度盘位置,重复观测后求得该角值,这就是为了消除系统误差影响,增加多余观测,防止产生错误。同样,一个三角形,观测其中两个角度(称为必要观测),另一个角度便可通过计算求得;而工作中我们要求三个角都要观测,除了两个角是必要观测外,第三个角就是多余观测,增加多余观测的目的,就是可以使三内角之和与几何条件理论值 180° 相比较,形成一个校核条件,通过这样做,提高角度观测精度,防止产生观测错误。

思考题与习题

1. 什么叫水准面? 它有什么特性?
2. 什么叫大地水准面? 它在测量工作中起什么作用?
3. 什么叫绝对高程和相对高程?
4. 根据“1956年黄海高程系统”计算A点高程为24.128m, B点高程为10.146m。若改用“1985年国家高程基准”,这两点的高程应是多少?

5. 某一高层建筑, 相对于 ± 0.00 其室外地面建筑标高为 -1.500m , 屋顶建筑标高为 $+90.000\text{m}$, 而其一层 ± 0.000 的绝对高程为 32.751m , 试问室外地面和屋顶的绝对高程各为多少?