



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

建筑工程测量

(第二版)

主 编 苗景荣

工业与民用建筑专业

中国建筑工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定
全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑工程测量

(第二版)

(工业与民用建筑专业)

主 编 苗景荣
审 稿 潘庆林 高俊强
责任主审 刘伟庆

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/苗景荣主编. —2版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009
中等职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-112-10858-9

I. 建… II. 苗… III. 建筑测量—专业学校—教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 045364 号

本书共分九章, 主要内容有建筑工程测量的基本知识, 基本理论及常用测量仪器的构造、使用及检验校正, 控制测量, 地形图的识读及应用, 大比例尺地形图测绘, 测设的基本工作, 建筑场地施工控制网的建立及工业与民用建筑施工测量等。附录主要是十一个技能训练辅助材料。

本书除用作中等职业教育工业与民用建筑专业的“建筑工程测量”课程的教材, 也可作为建筑工程施工单位岗位培训教材及其他有关专业从事工程测量的初中级技术人员参考用书。

* * *

责任编辑: 朱首明 刘平平

责任设计: 郑秋菊

责任校对: 刘 钰 梁珊珊

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定
全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑工程测量

(第二版)

(工业与民用建筑专业)

主 编 苗景荣

审 稿 潘庆林 高俊强

责任主审 刘伟庆

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11½ 字数: 280 千字

2009 年 7 月第二版 2009 年 7 月第十八次印刷

定价: 20.00 元

ISBN 978-7-112-10858-9

(18107)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002年10月

第二版前言

本书自 2003 年出版以来，至今使用已达 6 年之久，被很多中等职业学校选用作为教材。在这期间全国建筑类中等职业学校测量课教改形势发展很快，以及新仪器、新技术、新规范的出现，深感该教材有进一步修改的必要，故特进行第二版修订。

此次修订时，在第一版书的基础上，结合中职教育教学改革和专业技术发展的要求以及近年来新的(工程测量规范)、(建筑变形测量规范)的施行进行修订的。力求修订后的教材能更好地满足中职教育的要求。本书在原版的基础上，内容作了一定的增添，主要增写了数字水准仪、全站仪测距、GPS 全球定位系统测量简介、全站仪数字化测图简介等，以拓宽学生的知识面。施工测量部分进行了增写与改写，新技术的使用，对培养学生的专业和岗位能力具有重要的作用。

限于我们的水平，对原书的修订还很不够，书中难免存在缺点和错误，请广大读者批评指正。

第一版前言

本书是根据“中等职业教育国家规划教材”编写会议精神及“建筑工程测量”课程教学大纲编写的。

教材在内容选编上，突出职业教育的特点，简明、通俗地介绍基本概念，对基本理论论证少，着重基本操作、应用的详细叙述。对民用建筑和工业建筑按施工流程完整介绍过程与方法，突出实用性。

本学科实践性强，而且技术发展快，学习中必须坚持理论联系实际，同时应利用幻灯、录像等电化教学手段来进行直观教学。并应重视技能训练等实践性教学环节，做到学以致用。

本书由黑龙江建筑职业技术学院苗景荣主编，并编写第一～四章；广州市土地房产管理学校刘兆煌编写第五～七章，广西建筑工程学校李向民编写第八～九章。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中可能存在缺点和错误，恳请读者不吝赐教，使之不断完善和提高。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建筑工程测量的任务和作用	1
第二节 地面点位的确定	2
第三节 测量工作的原则、程序和要求	4
思考题与习题	5
第二章 水准测量	6
第一节 水准测量原理	6
第二节 水准测量的仪器和工具	7
第三节 水准测量的施测方法	11
第四节 水准测量的内业计算	15
第五节 微倾式水准仪的检验与校正	19
第六节 水准测量误差及注意事项	21
第七节 自动安平水准仪、精密水准仪、数字水准仪	22
思考题与习题	25
第三章 角度测量	28
第一节 水平角测量原理	28
第二节 光学经纬仪	28
第三节 水平角观测	33
第四节 竖直角观测	36
第五节 DJ ₆ 型光学经纬仪的检验与校正	39
第六节 水平角测量的误差及注意事项	42
第七节 电子经纬仪简介	43
思考题与习题	43
第四章 距离测量和直线定向	45
第一节 钢尺量距	45
第二节 视距测量	52
第三节 光电测距、全站仪测距	54
第四节 直线定向	56
思考题与习题	59
第五章 小地区控制测量	60
第一节 控制测量概述	60
第二节 导线测量	61
第三节 导线测量的内业计算	63

第四节	高程控制测量	71
第五节	GPS 全球定位系统测量简介	75
	思考题与习题	80
第六章	地形图的基本知识及地形图应用	83
第一节	地形图的基本知识	83
第二节	地形图图式	85
第三节	地形图的识读	91
第四节	地形图应用的基本内容	92
第五节	地形图在工程建设中的应用	93
	思考题与习题	97
第七章	大比例尺地形图测绘	99
第一节	测图前的准备工作	99
第二节	经纬仪测绘法	100
第三节	地形图的拼接、检查和整饰	104
第四节	全站仪数字化测图简介	105
	思考题与习题	108
第八章	施工测量基本知识	109
第一节	施工测量概述	109
第二节	测设的基本工作	110
第三节	测设平面点位的基本方法	119
	思考题与习题	123
第九章	建筑施工测量	125
第一节	建筑场地的施工控制测量	125
第二节	民用建筑施工测量	129
第三节	高层建筑施工测量	138
第四节	工业厂房施工测量	145
第五节	烟囱和水塔的施工测量	151
第六节	建筑变形测量	152
第七节	竣工总图的编绘	159
	思考题与习题	160
附一		162
技能训练一	水准仪的认识与使用(DS ₃ 微倾式水准仪)	162
技能训练二	水准路线测量(闭合水准路线)	163
技能训练三	经纬仪的认识与使用	164
技能训练四	水平角观测(测回法)	165
技能训练五	竖直角观测	166
技能训练六	钢尺一般方法丈量距离与视距测量	167
技能训练七	闭合导线外业测量	168
技能训练八	经纬仪测绘法测图	170

技能训练九 测设水平角和水平距离	171
技能训练十 测设已知高程和坡度线	172
技能训练十一 建筑物的定位测设(极坐标法)	173
附二 水准仪系列的主要技术参数.....	173
附三 经纬仪系列的主要技术参数.....	174
主要参考文献.....	175

第一章 绪 论

第一节 建筑工程测量的任务和作用

测量学是研究地球表面的形状和大小以及确定地面(包括空中和地下)点位的科学。它包括普通测量学、大地测量学、摄影测量学、工程测量学等学科。

一、建筑工程测量的任务

建筑工程测量是工程测量学的一部分,是研究建筑工程在勘测设计、施工和管理各阶段所进行的各种测量工作的学科。其主要任务可归纳为测图、用图、放样和变形观测。

(一) 测图(又称测定)

测图是指使用测量仪器和工具,按照一定的测量程序和方法,通过测量和计算,得到一系列测量数据,或者把局部地球表面的形状和大小按一定的比例尺和特定的符号缩绘到图纸上,供规划设计使用,以及工程施工结束后,测绘竣工图,供日后管理、维修、扩建之用。

(二) 用图

用图是指识别和使用图(地形图、断面图等)的知识、方法和技能。用图是先根据图面的图式符号识别地面上地物和地貌,然后在图上进行测量。从图上取得工程建设所必需的各种技术资料,以解决工程设计和施工中的有关问题。

(三) 放样(又称测设)

放样是测图的逆过程。放样是将图纸上的设计好的建(构)筑物按照设计要求通过测量的定位、放线、安装,将其平面位置和高程标定到施工作业面上,作为工程施工的依据。

(四) 变形观测

对某些有特殊要求的建(构)筑物,在施工过程中和使用期间,还要测定有关部位在建筑荷重和外力作用下,随时间而产生变形的规律,监视其安全性和稳定性,其观测成果是验证设计理论和检验施工质量的重要资料。

二、建筑工程测量的作用

建筑工程测量在工程建设中有着广泛的应用,起着重要的作用。例如:建筑用地的选择,道路、管线位置的确定等,都要利用测量所提供的资料和图纸进行规划设计。施工阶段需要通过测量工作来衔接,配合各项工序的施工,才能保证设计意图的正确执行。施工竣工后的竣工测量,为工程的验收、日后的扩建和维修管理提供资料。在工程管理阶段,对建(构)筑物进行变形观测,以确保工程的安全使用。因此,建筑工程测量贯穿于建筑工程建设的始终,服务于施工过程中的每一个环节,而且测量的精度和进度直接影响到整个工程质量与进度。

对于工民建专业的学生,学习本课程之后应掌握建筑工程测量的基本理论,基本知识和基本技能;能正确使用常用的测量仪器和工具;初步掌握小地区大比例尺地形图的测绘方法;具有正确应用地形图和有关测量资料的能力;具有一般建筑工程施工测量的能力以

及能灵活应用所学的测量知识为其专业工作服务。

第二节 地面点位的确定

一、确定地面点位的原理

由几何学原理可知,由点组成线、线组成面、面组成体。因此构成物体形状最基本元素是点。在测量上,把地面上的各种固定性物体称为地物,如房屋、道路、河流等;地面起伏变化的形态称为地貌,如高山、丘陵、平原等。地物和地貌总称为地形。以地形测绘为例,虽然地面上各种地物种类繁多,地势起伏千差万别,但它们的形状、大小及位置完全看成是由一系列连续不断的点所组成的。就房屋而言,平面位置是由房屋轮廓线的交点(棱角点)决定的。道路、河流的边线虽然很不规则,但弯曲部分可看成是由一些转折点相连接而成。至于起伏变化的地势,是由方向变化线与坡度变化线的交点所决定的。因此,无论地物或地貌在反映它们形状、大小以及地势形态的所有点中,只要把那些能够突出体现方向转折和坡度变化的特征点的位置测绘到图纸上,这些地物、地貌的形状、大小、位置就可以确定了。放样是在实地(施工现场)标定出设计建(构)筑物的平面位置和高程的测量工作。虽与测图过程相反,但其实质也是确定点的位置。因此,点位关系是测量上要研究的基本关系。

确定地面点的位置,就是将地面点沿铅垂线(重力线)方向投影到一个代表地球表面形状的基准面上,地面点投影到基准面上后,要用坐标(平面位置)和高程来表示点位。测绘过程及测量计算的基准面,可以认为是平均海洋面延伸,穿过陆地和岛屿所形成的闭合曲面,这个闭合的曲面称为大地水准面。在大范围内进行测量工作时,是以大地水准面作为地面点投影的基准面,若在小范围内测量,可以把地球局部表面当作平面,用水平面作为地面点投影的基准面。

二、地面点平面位置的确定

地面点的平面位置,可以用地理坐标或平面直角坐标表示。

地理坐标是用经度和纬度表示的球面坐标。在大地测量和地图制图中常采用地理坐标。对于小范围(测区范围半径小于10km)内的测量工作来说,可以不考虑地球曲率,而把地球局部表面看作平面,直接用该平面上的直角坐标系中的坐标值来确定点位。这样对测量计算和绘图都带来很大的方便。在局部区域内建立的平面直角坐标系,称为独立平面直角坐标系,有时也叫测量平面直角坐标系。

测量工作中所用的平面直角坐标系,纵坐标轴规定为 X 轴,表示南北方向,向北为正,向南为负;横坐标轴规定为 Y 轴,表示东西方向,向东为正,向西为负;象限是从北东开始按顺时针方向排列I、II、III、IV,如图1-1所示。坐标原点可以是假定的,一般选在测区西南角之外,这样可以使整个测区范围内的点都在直角坐标系的第一象限内,点的 x 、 y 值皆为正值,给计算工作带来方便。

测量平面直角坐标系与数学中介绍的平面直角坐标系有两点不同,如图1-2所示。一是坐标轴互换(注记不同),测量坐标系纵轴为 X 轴,横轴为 Y 轴。这是因为测量工作中是以纵轴(X 轴)北端为标准,按顺时针方向量度到定向直线间的夹角来确定直线方向的。数学上的纵轴为 Y 轴,横轴为 X 轴。数学上以 X 轴正向为标准,逆时针方向量度角值。另

一个是象限注记顺序不同，测量坐标系是顺时针方向注记为 I、II、III、IV，四个象限。这样不仅使定向工作方便，还可以将数学中的三角学公式直接应用于测量坐标系进行坐标计算，不需做任何改变，这样既便于直线定向又便于坐标计算。

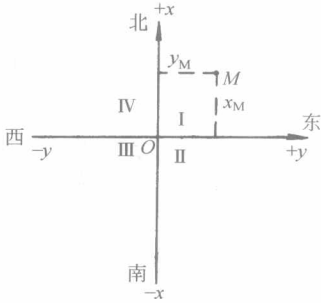


图 1-1 独立平面直角坐标系

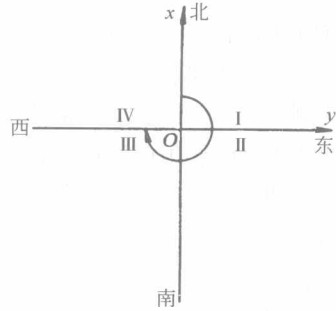


图 1-2 测量坐标系和象限注记

上面提出的，在小范围内的测量工作可以用水平面作为地面点投影的基准面，也可以在该平面上建立平面直角坐标系，用平面直角坐标来表示一个点位。但是在测区范围较大时，是不能用水平面作为基准面的，而只能用参考椭球面作为基准面。为了将椭球面上的点、图形能表示在平面直角坐标系里，我国采用高斯分带投影(即等角横切圆柱柱投影)的方法，将地面点确定在高斯平面直角坐标系里，建立全国统一的平面直角坐标系。

我国在 1980 年以前，国家的坐标系统称为“1954 年北京坐标系”。1980 年以后，采用 1975 年国际大地测量协会推荐的全球坐标系的数据，并选择陕西泾阳县永乐镇某点为原点进行大地定位。由此建立起来全国统一的坐标系，称为“1980 年国家大地坐标系”。

三、地面点高程位置的确定

地面点的高程有两种确定方法，如图 1-3 所示，地面点 A 或 B 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(图中 H_A 、 H_B)；在局部地区，如果引用绝对高程有困难时，也可假定一个水准面作为高程起算的基准面(指定该地区某一个固定点，并假定其高程为零)，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(图中 H'_A 、 H'_B)。建筑工程施工中经常遇到某部位的标高，即为某部位的相对高程，它是把建筑物的室内地坪高程定为零，记做 ± 0.000 ，其余部位的高程均从 ± 0.000 起算。

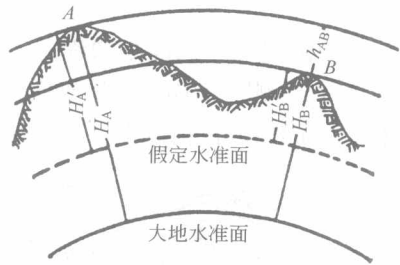


图 1-3 高程和高差

目前，我国采用“1985 国家高程基准”，它是以青岛验潮站 1953~1979 年观测资料所计算确定的黄海平均海面，作为高程起算的基准面，并在青岛建立了水准原点，推算出水准原点高程为 72.260m。为了统一全国高程系统，测绘部门以青岛水准原点起算，通过精密水准测量方法，在全国设置了很多水准点，这些水准点是工程建设引测绝对高程的依据。

两个地面点之间的高程差，称为高差，用 h 表示。图 1-3 中 A、B 两点之间的高差为 $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$ ，表示 B 点相对于 A 点的高程之差。高差有方向和正负。

由上式可知：由不同的高程基准面计算的高差相等，故高差的大小与高程起算面

关。如果已知某点的假定高程，若需要用国家统一高程系统表示该点时，只要通过与国家高程控制点连测，求得高差，就可以计算该点的绝对高程。建筑设计图纸上若注明 ± 0.000 相当于绝对高程的数值，就能进行绝对高程与设计高程之间的换算。

四、确定地面点位的三个基本要素

如前所述，在小范围测区内，可以把大地水准面看作平面。为此，地面点的空间位置是以地面点在投影平面上的坐标 X, Y 和高程 H 决定的。在实际测量中 X, Y 和 H 的值并非直接测定，而是通过测量点位之间的水平距离(D)、水平角(β)和高差(h)这三个基本量，再通过一定的计算程序推算出点的坐标 X, Y 和高程 H 值。如图 1-4 中，通过测量水平角 $\beta_a, \beta_b \dots$ 和水平距离 $D_1, D_2 \dots$ 以及各点间的高差 $h_{AB} \dots$ ，再以 A 点的坐标、高程和 AB 边的方位角为起算数据就可以推算出 B, C, D, E 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、水平角测量和高差测量是测量的三项基本工作，测、算、绘是测量的基本技能。

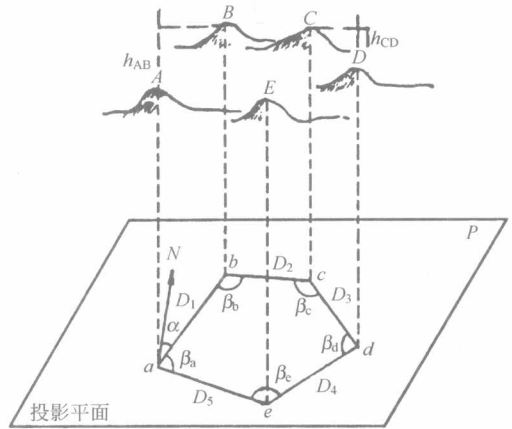


图 1-4 基本测量工作

值得注意的是：为了测算地面点的坐标，要量测的是各地面点在水平面上投影后，投影点之间组成的角度和边长，而不是地面点之间所组成的角度和边长。

第三节 测量工作的原则、程序和要求

一、测量工作的原则和程序

无论是测图(测定)还是放样(测设)，测量工作都必须遵循共同的原则：在布局上“从整体到局部”，在精度上“由高级到低级”，在程序上“先控制后碎部”。如图 1-5 所示，

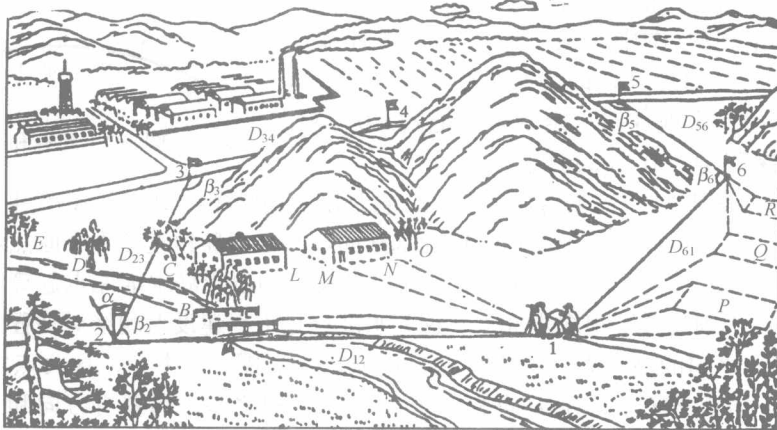


图 1-5 控制测量和碎部测量

要绘制一个地区的地形图，应首先在整个测区内按一定密度，选择一些对整个测区能起控制作用的点 1、2、3……作为控制点，精确地测定各控制点的平面位置和高程，称为控制测量。然后分别以各控制点为依据再测定控制点周围的地物，地貌的特征点，称为碎部测量，最后把在各控制点的测绘成果拼接起来，即可绘制成该地区完整的地形图。

放样虽与测图的过程相反，但其实质都是确定点的位置。因此，它与测图工作有着相同的原则和程序，类似的施测方法。遵循测量工作的原则和程序有两点好处：

(1) 由于控制网的作用，可以减少误差的传递与积累，保证测区的整体精度。

(2) 可以同时几个控制点上同时进行测量工作，可加快测量进度，缩短工期，节约投资。

另外，在室外进行的测角、量距和测高差，称为外业工作。将外业成果在室内进行整理，计算(坐标、高程)和绘图称为内业工作。为了防止存在错误，无论在外业或内业工作中还必须遵循另一基本原则“边工作边校核”，对照规范规定，用检核的数据来说明成果的合格和可靠。

二、测量工作的基本要求

(1) 测量工作中的测量和计算两个环节，无论是实践操作或是计算有错，均表现在点位的确定上产生错误，因此必须做到步步有校核，一定要坚持精度标准，保证各个环节的可靠性。

(2) 测量仪器和工具是测量工作中不可缺少的生产工具，对其必须按规定的要求正确使用，精心检校和科学保养。

(3) 测量成果是集体作业的结晶，要有互相协助，紧密配合的团队精神，共同完成测量任务的全局观念。

思考题与习题

1-1 建筑工程测量的任务和作用是什么？

1-2 什么是大地水准面？我国的大地水准面是如何确定的？大地水准面在测量学中有何用途？

1-3 怎样确定地面点的平面位置和高程位置？

1-4 测量学中的平面直角坐标系与数学中的平面直角坐标系有何不同点？

1-5 确定地面点位必须测量的三个基本要素是什么？

1-6 测量工作的基本原则是什么？

1-7 什么是控制测量和碎部测量？两者有什么关系？

第二章 水准测量

确定地面点高程的测量工作称为高程测量。由于所使用的仪器和施测方法不同，高程测量主要分为水准测量、三角高程测量、气压高程测量及流体静力水准测量和 GPS 高程测量等。水准测量是高程测量中用途广、精度高、最常用的方法。

第一节 水准测量原理

一、高差法

如图 2-1 所示，欲测出 B 点的高程 H_B ，在已知高程点 A 和待求高程点 B 上分别竖立水准尺，利用水准仪提供的水平视线在两尺上分别读数 a 、 b 。 a 、 b 的差值就是 A、B 两点间的高差，即：

$$h_{AB} = a - b \quad (2-1)$$

根据 A 点的高程 H_A 和高差 h_{AB} ，就可计算出 B 点的高程

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

式(2-2)是直接利用高差 h_{AB} 计算 B 点高程的方法称高差法。

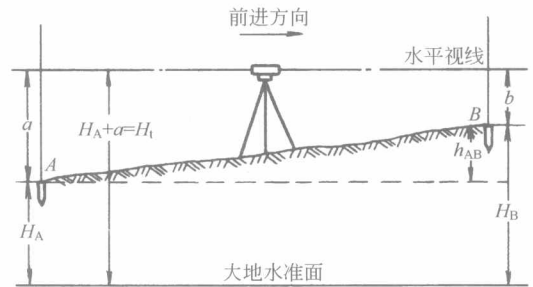


图 2-1 水准测量原理

水准测量是有方向的，如图 2-1 中的箭头所示，是从已知高程的点 A 向未知高程点 B 进行，则 A 点为后视点，A 点水准尺上读数 a 为后视读数，B 点为前视点，B 点尺上读数 b 为前视读数。高差等于后视读数减去前视读数，不能颠倒。 $a > b$ 高差为正，说明 B 点比 A 点高； $a < b$ 高差为负，说明 B 点比 A 点低。高差 h_{AB} 是有正负之分的，根据 H_A 和 h_{AB} 推算 H_B 时， h_{AB} 应连同符号一并运算。在书写 h_{AB} 时，须注意 h 的下标， h_{AB} 是表示 B 点对于 A 点的高差。

二、仪高法

除了高差法外，施工测量中经常采用仪器视线高 H_i 计算 B 点高程，称仪高法。即：

$$\text{视线高程} \quad H_i = H_A + a \quad (2-3)$$

$$\text{B 点高程} \quad H_B = H_i - b \quad (2-4)$$

当安置一次仪器要求测出若干个前视点的高程时，应采用仪高法比较简便，在建筑工程测量中被广泛应用。

综上所述，水准测量是利用水准仪和水准尺，根据水平视线原理测定两点间高差的测量方法。如果视线不水平，上述公式不成立，测算将发生错误。因此，使望远镜视线水平是水准测量中要时刻牢记的关键操作。

第二节 水准测量的仪器和工具

为水准测量提供水平视线并在水准尺上读数的仪器称为水准仪。水准仪的种类、型号很多，按其精度可分为 DS_{05} 、 DS_1 、 DS_3 等型号。我国建筑工程测量中广泛使用的是 DS_3 型微倾式水准仪。“D”和“S”其分别为“大地测量”和“水准仪”的汉语拼音的第一个字母，其下标“3”是该类仪器每公里水准测量高差中数偶然中误差，以毫米计。“微倾式”是指仪器上装置了微倾螺旋和复合棱镜系统。使用微倾螺旋并借助复合棱镜系统，可以使望远镜微小仰俯，以达到使仪器快速提供水平视线的目的。下面主要介绍 DS_3 型微倾式水准仪。

一、 DS_3 型微倾式水准仪的构造

图 2-2 是国产的 DS_3 型微倾式水准仪。主要由望远镜、水准器、基座三部分组成。

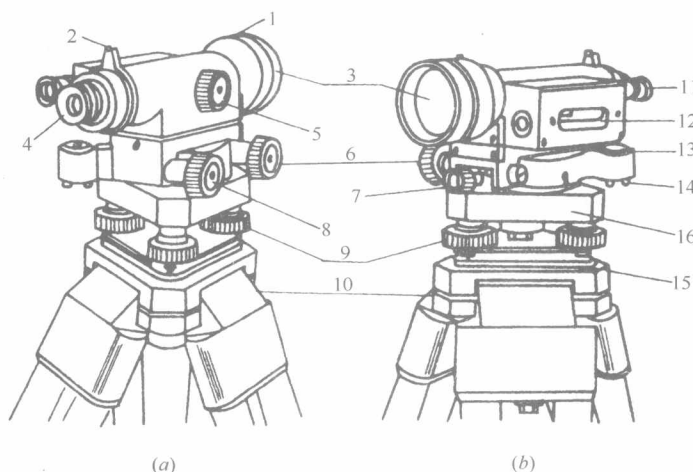


图 2-2 DS_3 型微倾式水准仪

- 1—准星；2—照门；3—物镜；4—目镜；5—物镜对光螺旋；6—微动螺旋；
7—制动螺旋；8—微倾螺旋；9—脚螺旋；10—三脚架；11—符合水准器观察镜；
12—管水准器；13—圆水准器；14—圆水准器校正螺钉；15—三角形底板；16—轴座

(一) 望远镜

望远镜的作用是准确瞄准目标并在水准尺上进行读数。它主要由物镜、目镜、调焦透镜和十字丝分划板组成。各部件的主要作用是：

物镜——使瞄准的物体在镜筒内成像；

目镜和目镜对光螺旋——使十字丝分划清晰并放大十字丝平面上的成像，供观测者清楚地观测目标的成像；

调焦透镜和物镜对光螺旋——转动物镜对光螺旋，移动对光透镜(凹透镜)可以使目标构成的物像，清晰地落在十字丝分划板平面上。

十字丝分划板——提供照准目标的标准。操作时，竖丝用以照准目标，中横丝用以截取水准尺上读数。

十字丝交点与物镜光心的连线称为望远镜的视准轴，它是瞄准目标的轴线。当视准轴

水平时，通过十字丝交点看出去的视线就是水准测量原理中提到的水平视线。

(二) 水准器

水准器包括圆水准器和管水准器两种，其作用是标示仪器竖轴是否竖直，视准轴是否水平。

1. 管水准器

如图 2-3 所示，管水准器又称水准管，是一个内壁呈圆弧状的玻璃管，圆弧半径一般为 $7\sim 20\text{m}$ ，管内注满酒精和乙醚的混合液，加热融封，冷却后管内形成一个气泡，因气体比液体轻，故气泡永远居于管内的最高处。管壁上刻有间隔为 2mm 的分划线，分划线的对称中点称为水准管零点，过零点的水准管圆弧切线叫水准管轴，常用 LL 表示。当气泡居于零点平分位置时，称为气泡居中，此时 LL 处于水平位置。水准仪的望远镜和水准管是固连在一起的，而且用校正螺钉将水准管轴调节成与视准轴相互平行的位置，因此用水准管的气泡居中，说明视准轴水平。

水准管轴不水平时，气泡必移向水准管高的一端。为了表达气泡的位移值，水准管上 2mm 间隔的弧长(即一格)所对的圆心角，称为水准管分划值，通常用 τ 表示。 τ 愈小说明水准管灵敏度愈高。 DS_3 型微倾式水准仪， $\tau=20''/2\text{mm}$ ，就是说若水准管气泡中点偏离水准管零点位置 2mm (一格)，水准管轴就倾斜了 $20''$ 的角值。由于水准管的灵敏度高(精度高)，所以用它来置平视准轴。

为了提高目估水准管气泡居中的精度和便于观察，水准仪上装置了微倾螺旋和符合棱镜系统。借助棱镜的反射作用，把气泡两端的各半边影像反映到目镜旁的观察镜内，当两端气泡完全吻合 [图 2-4(c)]，表示气泡居中，水准管轴水平。若两端气泡影像相互错开 [图 2-4(a)(b)] 表示气泡不居中，此时转动微倾螺旋，可使两端气泡影像吻合。这种装置有符合棱镜组的水准管称为符合水准器。

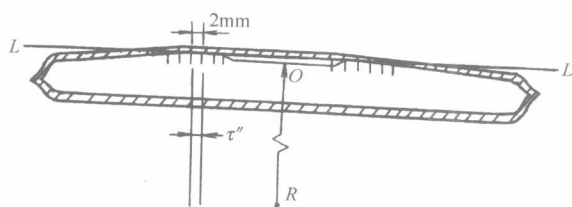


图 2-3 管水准器

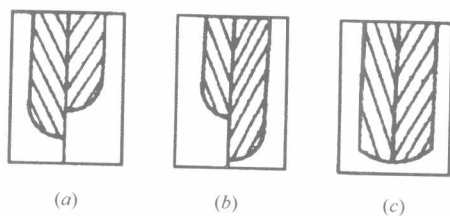


图 2-4 符合水准器

2. 圆水准器

如图 2-5 所示，圆水准器又称水准盒，其内壁磨成球面，中央刻有一小圆圈，其圆心称水准盒零点。过零点的球面法线 $L'L'$ 称为圆水准器轴。当气泡中心与零点重合时，表示气泡居中。此时，圆水准器轴 $L'L'$ 处于铅垂位置。气泡中心偏离零点 2mm ，所对应的圆心角称为圆水准器分划值，一般为 $8'/2\text{mm}$ ，由于灵敏度较低，仅能用于粗略整平仪器。用校正螺丝将圆水准器轴调节成与仪器竖轴相互平

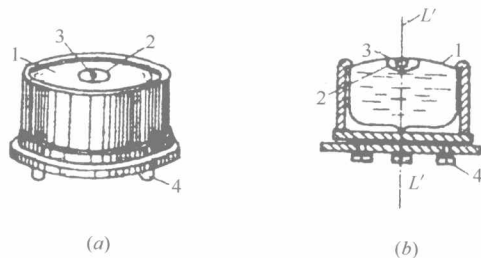


图 2-5 圆水准器

1—球面玻璃盖；2—中心圆圈；3—气泡；
4—校正螺钉； $L'L'$ —圆水准器轴