

建筑工程入门之路丛书

建筑工程测量

实例教程

秦柏 刘安业 主编

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

入门之路在手中
实践之路在脚下



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



建筑工程入门之路丛书

建筑工程测量实例教程

秦 柏 刘安业 主编



机械工业出版社

本书在内容上注意概念的准确、方法的简单和实用,基本理论以必需、够用为度,着重介绍建筑工程施工一线的工程技术,突出实用性。主要内容包括概述,水准测量,角度测量,距离测量与直线定向,测距仪测量技术,测量误差基本知识,小区域控制测量,大比例尺地形图测绘及应用,施工测量的基本工作等。

本书可作为相关专业高等院校、高职高专院校师生参考用书,也可作为工程技术人员及施工人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量实例教程/秦柏,刘安业主编. —北京:机械工业出版社,2012.9

(建筑工程入门之路丛书)

ISBN 978 - 7 - 111 - 39785 - 4

I. ①建… II. ①秦… ②刘… III. ①建筑测量 - 教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第222400号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:范秋涛 责任编辑:范秋涛

版式设计:霍永明 责任校对:卢惠英

封面设计:陈沛 责任印制:乔宇

北京汇林印务有限公司印刷

2012年11月第1版第1次印刷

140mm×203mm·7.75印张·206千字

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 39785 - 4

定价:29.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

在测绘界，人们把工程建设中的所有测绘工作统称为工程测量。实际上它包括在工程建设勘测、设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作。它是直接为各项建设项目的勘测、设计、施工、安装、竣工、监测以及营运管理等一系列工程工序服务的。可以这样说，没有测量工作为工程建设提供数据和图样，并及时与之配合和进行指导，任何工程建设都无法进展和完成。

本书在内容上注意概念的准确、方法的简单和实用，基本理论以必需、够用为度，着重介绍建筑工程施工一线的工程技术，突出实用性。

本书由哈尔滨理工大学秦柏副教授、哈尔滨工业大学刘安业博士主编，黑龙江省能源与环境研究院周红霞参与编写，参编人员还有金滨华、于文静、齐浩岩、王雪松、张平、邢克江。感谢哈尔滨工业大学裴玉龙教授为本书提出了宝贵的修改意见；同时感谢黑龙江省收费公路管理局马向东处长为本书的编撰提出的许多新颖建议；机械工业出版社为本书的出版更是满腔热忱予以支持，为本书的修改和完善花费了大量的心血，在此我们表示诚挚的敬意和深深的谢意。

由于编者水平有限，对于书中的缺点和错误之处，请读者不吝赐教！

目 录

前言

导言	1
----	---

第1章 概述	2
--------	---

1.1 测量学在建筑工程中的应用	2
------------------	---

1.1.1 工程测量在建筑工程中的内容与任务	2
------------------------	---

1.1.2 工程测量常用的仪器	3
-----------------	---

1.2 测量的基本知识	9
-------------	---

1.2.1 地面点位的确定	9
---------------	---

1.2.2 地面点高程位置的确定	13
------------------	----

1.2.3 确定地面点位的三要素	16
------------------	----

1.2.4 测量工作的原则和程序	16
------------------	----

1.2.5 测量常用的计量单位与换算	17
--------------------	----

1.2.6 测量计算数值凑整规则	18
------------------	----

实训：一个测站上的施测程序	19
---------------	----

第2章 水准测量	23
----------	----

2.1 水准测量的基本知识	23
---------------	----

2.1.1 水准测量的原理	23
---------------	----

2.1.2 水准测量方法	25
--------------	----

2.1.3 水准测量的成果计算与检验	33
--------------------	----

2.2 水准测量的仪器和工具	40
----------------	----

2.2.1 DS_3 型微倾式水准仪的使用	40
-------------------------	----

2.2.2 自动安平水准仪	42
---------------	----

2.2.3 水准尺和尺垫	45
--------------	----

2.3 水准仪的检验与校正	46
---------------	----

2.3.1 微倾式水准仪的检验与校正	46
--------------------	----

2.3.2 自动安平水准仪的检验与校正	50
2.4 电子水准仪及其使用	50
2.4.1 精密水准仪及水准尺	51
2.4.2 电子水准仪及条纹编码尺	53
2.5 水准测量的误差及注意事项	54
2.5.1 仪器和工具的误差	54
2.5.2 观测误差	55
2.5.3 外界环境因素的影响	56
2.5.4 水准测量的注意事项	58
实训: 根据测量数据, 计算未知点高程	58
第3章 角度测量	60
3.1 角度测量原理	60
3.1.1 水平角测量原理	60
3.1.2 竖直角测量原理	61
3.2 水平角观测	62
3.2.1 测回法	62
3.2.2 方向观测法	63
3.3 竖直角观测	66
3.3.1 竖直度盘的结构	66
3.3.2 竖直角的观测方法	67
3.3.3 竖直角的计算	67
3.3.4 竖盘指标差	69
3.3.5 竖盘指标自动归零装置	70
3.4 光学经纬仪及其基本操作	71
3.4.1 光学经纬仪的结构	71
3.4.2 经纬仪的基本操作	73
3.5 经纬仪的检验与校正	76
3.5.1 照准部水准管轴垂直于仪器竖轴的检校	77
3.5.2 圆水准器轴平行于竖轴的检校	78
3.5.3 视线垂直于横轴的检校	78

3.5.4	十字丝竖丝垂直于仪器横轴的检校	79
3.5.5	横轴垂直于竖轴的检校	80
3.5.6	光学对中器的视线与竖轴旋转中心线重合的 检校	81
3.5.7	竖盘指标差的检校	82
3.6	角度观测的误差及注意事项	82
3.6.1	仪器误差	82
3.6.2	目标偏心误差	83
3.6.3	观测误差	84
3.6.4	外界条件的影响	85
	实训：计算观测数据	85
第4章	距离测量与直线定向	88
4.1	距离丈量	88
4.1.1	直线定线	90
4.1.2	钢尺量距的一般方法	92
4.1.3	钢尺量距的精密方法	94
4.1.4	误差分析	95
4.2	视距测量	96
4.2.1	视准轴水平时的视距计算公式	96
4.2.2	视准轴倾斜时的视距计算公式	98
4.2.3	视距测量的观测与计算	100
4.2.4	视距测量的误差分析	100
4.3	直线定向	101
4.3.1	标准方向	101
4.3.2	直线方向的表示方法	102
	实训：根据测量数据，核检是否符合精度要求	104
第5章	测距仪测量技术	107
5.1	光电测距原理与仪器分类	107
5.1.1	光电测距原理	107
5.1.2	光电测距仪的分类	112

5.2 测距仪的使用	113
5.2.1 手持式光电测距仪概述	113
5.2.2 手持式测距仪的面板功能键	114
5.3 测距成果的改正计算	117
5.3.1 仪器的常数改正	118
5.3.2 仪器的气象改正	119
5.3.3 仪器的倾斜改正	119
5.4 测距仪的测距误差分析	120
5.4.1 测距仪的误差分析	120
5.4.2 仪器使用时的注意事项	123
5.5 电子全站仪	124
5.5.1 电子全站仪功能特点与技术指标	124
5.5.2 电子全站仪各部分功能简述	126
5.5.3 电子全站仪的使用	128
5.5.4 电子全站仪的其他功能	135
实训：了解并掌握测距仪器的使用方法	144
第6章 测量误差基本知识	145
6.1 测量误差的概念	145
6.1.1 测量误差产生的原因	145
6.1.2 系统误差	146
6.1.3 偶然误差	147
6.1.4 误差处理原则	149
6.2 评定观测值精度的标准	149
6.2.1 中误差	150
6.2.2 容许误差	151
6.2.3 相对误差	151
6.3 观测值的算术平均值及改正值	152
6.3.1 算术平均值	152
6.3.2 观测值的改正值	153
6.3.3 算术平均值中的中误差	155

6.4 误差传播定律及应用	157
6.4.1 误差传播定律	157
6.4.2 误差传播定律的应用	159
实训：根据已知数据核算各种误差	162
第7章 小区域控制测量	163
7.1 控制测量	164
7.1.1 平面控制测量	164
7.1.2 高程控制测量	168
7.1.3 控制测量的一般作业流程	169
7.2 导线测量	170
7.2.1 导线的形式	170
7.2.2 导线测量的外业工作	172
7.2.3 导线测量的内业工作	175
7.3 交会定点测量	184
7.3.1 前方交会	185
7.3.2 后方交会	187
7.3.3 测边交会	188
7.4 三角高程测量	189
7.4.1 三角高程测量的原理	189
7.4.2 三角高程测量观测与计算	192
实训：了解并掌握小区域控制网测量的基本方法	195
第8章 大比例尺地形图测绘及应用	196
8.1 地形图介绍	196
8.1.1 地形图的基本知识	196
8.1.2 地物符号和地貌符号	200
8.1.3 地形图的识读	207
8.2 地形图的应用	208
8.2.1 地形图的基本应用	208
8.2.2 地形图在平整土地中的应用	213
8.3 数字化测图	218

8.3.1 数字化测图技术概述	218
8.3.2 数字化测图的作业过程	220
8.3.3 数字化测图的软件	221
实训：核算建筑区内的挖、填方量	222
第9章 施工测量的基本工作	223
9.1 放样的基本测量工作	223
9.1.1 从已知直线长度进行施工放样	223
9.1.2 从已知角度进行施工放样	225
9.1.3 从已知高程进行施工放样	226
9.2 点的平面位置放样	228
9.2.1 极坐标法	228
9.2.2 直角坐标法	229
9.2.3 角度交会法	229
9.2.4 距离交会法	231
9.2.5 方向线交会法	231
9.3 直线坡度的放样	232
实训：根据高程求出未知点的长度或位置	233
参考文献	234

导 言

在测绘界，人们把工程建设中的所有测绘工作统称为工程测量（engineering survey）。实际上它包括在工程建设勘测、设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作。它是直接为各项建设项目的勘测、设计、施工、安装、竣工、监测以及营运管理等一系列工程工序服务的。可以这样说，没有测量工作为工程建设提供数据和图样，并及时与之配合和进行指导，任何工程建设都无法进展和完成。

第 1 章 概 述

测量学是一门研究地球的形状、大小以及确定地球表面点位关系的综合性学科，而建筑工程测量是测量学的一个重要组成部分，它是研究建筑工程在勘测设计、施工和管理阶段各个测量工作的方法的学科。

本章将讲述工程测量的概念、工程测量的基本任务、作用，测量基准面、基准线的定义及作用。认识测量工作中的平面坐标系及高程系，了解地面点的确定方法及基本测量工作方法。

1.1 测量学在建筑工程中的应用

1.1.1 工程测量在建筑工程中的内容与任务

测量学主要包括测定和测设两个部分。

测定又称测图，是指使用测量仪器和工具，用一定的测绘程序和方法将地面上局部区域的各种固定性物体以及地貌，按一定的比例尺和特定的图例符号缩绘成地形图。

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，将图样上设计好的工程建筑物、构筑物的平面位置和高程标定到施工作业面上，为施工提供正确依据，指导施工。因为放样是直接为施工服务的，故通常称为“施工放样”。放样是测图的逆过程，测图是将实物描绘在图样上，而放样则是将设计图上的点位测设到地面的过程。测图与放样的关系如图 1-1 所示。

建筑测量在各种建筑工程中得到广泛的应用。例如：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

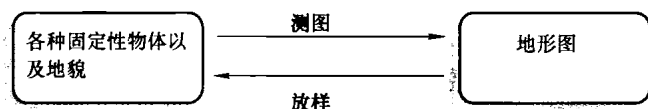


图 1-1 测图与放样的关系

程设计阶段，应用地形图进行总体规划和设计。在工程施工阶段，要进行建筑物、构筑物的定位，放线测量；在施工过程中的土方开挖、基础工程和主体砌筑中的施工测量、构件的安装测量以及在工程施工阶段中为衔接各工序的交换，鉴定工程质量而进行的检查，校核测量。竣工后的竣工测量、施测竣工图可供日后扩建和维修之用。在工程运营阶段，对某些特殊要求的建筑物和构筑物的安全性和稳定性所进行的变形观测，以保证工程的安全使用。

1.1.2 工程测量常用的仪器

工程测量常用仪器见表 1-1。

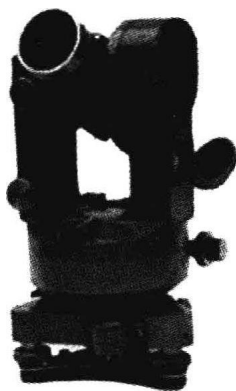
表 1-1 工程测量常用仪器

序号	1	2	3
名称	经纬仪	水准仪	全站仪

为保证测量数据的精准与精确，在工程测量过程中将会用到许多仪器，并且对测量数据的不同需要，所采用的工具也不相同，比较常见的有经纬仪、准直（铅直）仪、水准仪、全站仪等。

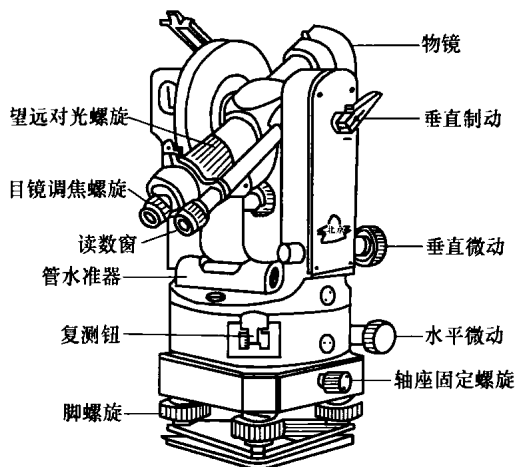
1. 经纬仪

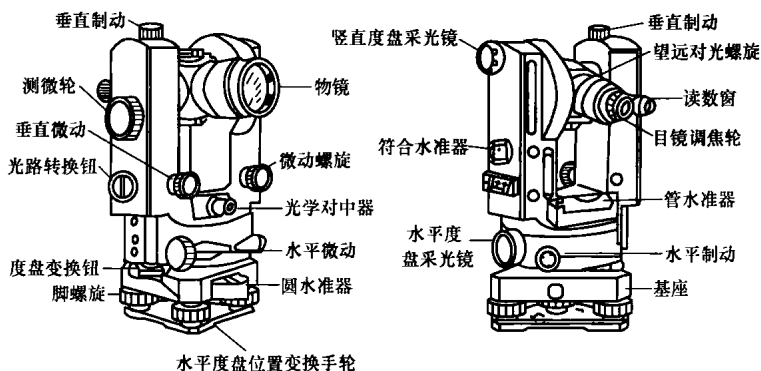
经纬仪是测量角度的仪器（如图 1-2 所示），兼有其他测量功能。根据测角精度的不同，我国的经纬仪系列分为 DJ₀₇、DJ₁、DJ₂、DJ₆、DJ₁₅等几个等级，D 和 J 分别是大地和经纬仪的意思，数字则用来表示测角的精度。

图 1-2 DJ₆ 光学经纬仪实物图

如图 1-3 所示为一种 DJ₆ 光学经纬仪，图 1-4 所示为一种 DJ₂ 光学经纬仪。它们的整体构造由三部分组成：照准部、水平度盘、基座。

(1) 照准部 照准部上有望远镜、横轴、支架、竖轴、水准管、水平制微动、竖直制微动及读数装置等。

图 1-3 DJ₆ 光学经纬仪外形示意图

图 1-4 DJ₂ 光学经纬仪外形示意图

(2) 水平度盘 水平度盘是玻璃制成的圆环，在其上刻有分划，从 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ，顺时针方向注记，用来测量水平角。度盘轴套套在竖轴轴套的外面，绕轴套旋转。在水平度盘下方的度盘轴套上，有些仪器装有金属圆盘，用于复测，称为复测盘。

(3) 基座 基座用来支承整个仪器，并借助中心螺旋使经纬仪与脚架结合。其上有三个脚螺旋，用来整平仪器。竖轴轴套与基座连在一起。轴座连接螺旋拧紧后，可将照准部固定在基座上，使用仪器时，切勿松动该螺旋，以免照准部与基座分离而坠落。

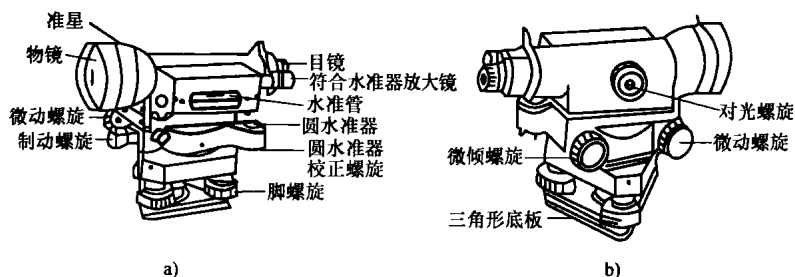
在此，只简单介绍经纬仪的构成，详细的使用方法见本书第 2 章。

2. 水准仪

水准仪是水准测量的主要仪器，根据水准测量原理，它的主要作用是提供一条水平视线，并能照准水准尺进行读数。因此，水准仪主要由望远镜、水准器和基座三部分构成。如图 1-5 所示为我国生产的 DS₃ 型水准仪。

常用水准仪如下：

DS_{0.5}：每千米水准测量的全中误差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，用于高等级水准测量。

图 1-5 DS₃型水准仪构造示意图

DS₁: 每千米水准测量的全中误差为 $\pm 1.0\text{mm}$, 用于高等级水准测量。

DS₃: 每千米水准测量的全中误差为 $\pm 3.0\text{mm}$, 用于一般工程测量和地形测量。

DS₁₀: 每千米水准测量的全中误差为 $\pm 10.0\text{mm}$, 用于一般工程测量和地形测量。

S₃型和 S₁₀型水准仪称为普通水准仪, 用于国家三、四等水准及普通水准测量, S_{0.5}型和 S₁型水准仪称为精密水准仪, 用于国家一、二等精密水准测量。随着科学技术的发展, 自动安平仪也已普遍用于水准测量, 将在第 2 章讲述。

(1) 照准部 照准部由望远镜、水准器(圆水准器和水准管)和控制螺旋(制动螺旋、微动螺旋和微倾螺旋)等组成, 能绕水准仪的竖轴在水平面内做全圆旋转。望远镜的作用是照准和提供一条水平线(视准轴), 并在水准尺上读数, 构造如图 1-6 所示。

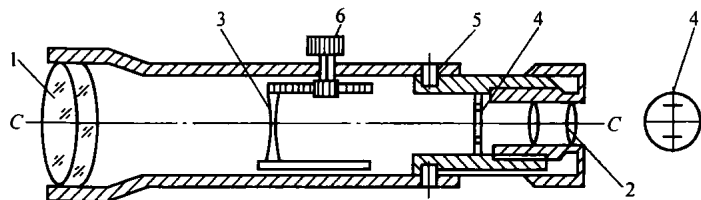


图 1-6 照准部构造

1—物镜 2—目镜 3—调焦透镜 4—十字丝分划板 5—连接螺钉 6—调焦螺旋

(2) 水准器 照准部上有两个水准器，一个是圆水准器，其水准管轴与竖轴平行，水准器格值 $8'/2\text{mm}$ ，另一个管水准器（又称水准管），格值为 $20''/2\text{mm}$ ，用于视准轴精密置平（符合水准器）。如图 1-7 a 所示，当气泡两端一致时，表明气泡居中，如图 1-7b 所示，各半个影像错开时，表明气泡未居中。

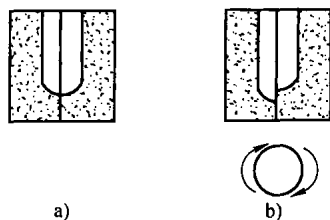


图 1-7 水准器

(3) 基座 基座主要由轴座、三个脚螺旋和连接板组成。仪器上部通过竖轴插入轴座内。在基座连接板的中央有一个圆形螺旋孔，用来连接螺旋，使水准仪和三脚架相连。

3. 全站仪

全站仪，是全站型电子速测仪的简称，它由光电测距仪、电子经纬仪和数据处理系统组成（如图 1-8 所示）。它是通过测量斜距、竖起角度、水平角，自动计算平距、高差、高程及坐标值等，并可以进一步进行距离、角度、坐标放样等。通过内置的程序功能，还可以实现悬高、偏心测量、面积测量甚至公路中线测量等。

全站仪按结构一般分为分体式（或积木式）和整体式两类。分体式全站仪的照准头和电子经纬仪不是一个整体，进行作业时将照准头安装在电子经纬仪上，作业结束后卸下来分开装箱；整体式全站仪是分体式全站仪的进一步发展，照准头与电子经纬仪的望远镜结合在一起，形成一个



图 1-8 全站仪