

建筑工程施工现场管理人员必备系列

测量员

传帮带

白会人 主编



化学工业出版社

建筑工程施工现场管理人员必备系列

测量员 传帮带

白会人 主编



化学工业出版社
北京

本书依据最新规范及文件编写而成,力求简明扼要,通俗易懂,实用性强,本书包括13章,主要有测量常用仪器和工具;测量误差的基本知识;建筑工程图的基本知识;测量的基本原理;建筑施工测量常见问题;建筑物变形观测常见问题;竣工测量;水准测量;角度测量;距离丈量和直线定向;测设的方法;小地区控制测量;建筑施工场地控制测量等内容。

本书可作为测量管理人员参考用书,又可作为测量技术人员培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

测量员传帮带/白会人主编. —北京: 化学工业出版社, 2012.5

(建筑工程施工现场管理人员必备系列)

ISBN 978-7-122-14003-6

I. 测… II. 白… III. 建筑测量—基本知识
IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 071844 号

责任编辑: 徐娟

责任校对: 宋玮

文字编辑: 谢蓉蓉

装帧设计: 杨北

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8½ 字数 223 千字

2012年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编：白会人

编写人员：黄 晋 潘 岩 王克勤 修士会

刘凤月 郎 猛 邹原东 冯兆坤

柴新雷 张 颖 陶红梅 白雅君

白会人

前 言

在基本建设工程中，测量是一项复杂的系统工程，施工质量直接关系到建筑的质量。在测量过程中，测量员就是能正确使用常用的测量仪器和工具，对建筑工程施工各阶段进行各种测量的专业人员。建筑测量员的工作贯穿建筑施工中的每个重要阶段。随着我国建设事业的兴起，建筑业的发展十分迅速，测量技术不断进步，与此同时，一些新技术、新材料、新工艺也不断涌现。在建筑工程施工中尽量做到技术先进、经济合理、确保质量地快速施工，对我国的现代化建设事业具有重要的意义。

活跃在基层岗位的业务管理人员，其业务水平和管理工作的好坏，已经成为我国工程项目能否有序、高效、高质量完成的关键。这些人员工作忙，热情高，但文化业务水平有限，他们十分需要业务培训和专业知识，更迫切需要可供学习及工作参考的知识性书籍。针对这种状况我们编写了这本书，力求以“传、帮、带”这种模式，把所需知识全面、详细地讲解清楚，帮助读者更快地掌握。

◆ 传（传授）：

主要介绍基础知识、常用方法、常用资料、岗位管理以及安全管理等知识。

◆ 帮（帮助与指导）：

采用一问一答形式，凭借多年工作经验来解答新手在工作中经常遇见的问题。

◆ 带（手把手教）：

主要讲解工作过程的实际操作，包括实操图、实操案例、表格填写范例、例题计算等。

本书内容简洁，条理清晰，技能丰富，可作为测量管理人员参考用书，又可作为测量技术人员培训教材使用。

由于目前建筑施工技术发展迅速，限于编者的经验和学识，内容难免有疏漏或未尽之处，敬请各位专家和读者批评指正。

编者

2012 年 4 月

目 录

【传】	1
1 测量常用仪器和工具	1
1.1 水准测量仪器	1
1.2 经纬仪	6
1.3 钢尺量距的工具	13
1.4 现代测量仪器	15
2 测量误差的基本知识	27
2.1 测量误差概述	27
2.2 衡量精度的标准	30
2.3 观测值的中误差	32
2.4 误差传播定律	34
3 建筑工程图的基本知识	37
3.1 建筑施工图的识读	37
3.2 结构施工图的识读	41
3.3 图纸会审工作要求	45
4 测量的基本原理	47
4.1 水准测量的基本原理	47
4.2 角度测量的基本原理	50
【帮】	53
5 建筑施工测量常见问题	53
5.1 建筑施工测量综合管理	53
5.2 曲线的测设	63
5.3 建筑工程测量	71

6	建筑物变形观测常见问题	92
6.1	沉降观测	92
6.2	倾斜观测	97
6.3	位移观测	100
6.4	裂缝与挠度观测	101
7	竣工测量	105
【带】		109
8	水准测量	109
8.1	水准测量的方法和记录	109
8.2	水准测量的实施	115
8.3	水准测量的检核	117
8.4	微倾水准仪的检验与校正	120
8.5	水准测量误差及注意事项	125
9	角度测量	130
9.1	水平角测量的方法与步骤	130
9.2	竖直角测量的方法	134
9.3	角度测量误差分析	137
9.4	经纬仪的检验与校正	141
10	距离丈量和直线定向	148
10.1	钢尺量距	148
10.2	视距测量	153
10.3	直线定向	158
10.4	GPS 在工程测量中的应用	164
11	测设的方法	174
11.1	水平距离的测设	174
11.2	水平角的测设	178
11.3	已知高程的测设	179
11.4	已知坡度直线的测设	183
11.5	平面点位的测设	187

12 小地区控制测量	194
12.1 控制测量概述.....	194
12.2 导线测量的外业工作.....	200
12.3 导线测量的内业工作.....	205
12.4 高程控制测量.....	213
12.5 地形图的绘制方法.....	221
12.6 地形图的绘制.....	234
12.7 大比例尺数字化测图.....	243
13 建筑施工场地控制测量	248
13.1 施工控制网.....	248
13.2 建筑方格网.....	251
参考文献	257

【传】

1 测量常用仪器和工具

1.1 水准测量仪器

我国按精度指标将水准仪分为 DS05、DS1、DS3 和 DS10 四个等级，D 和 S 分别是“大地测量”和“水准仪”汉语拼音的首字母，字母后的数字 05、1、3、10 是指用该类型水准仪进行水准测量时平均 1km 往、返测高差中数的偶然中误差值，分别不超过 $\pm 0.5\text{mm}$ 、 $\pm 1\text{mm}$ 、 $\pm 3\text{mm}$ 、 $\pm 10\text{mm}$ 。通常省略“D”，只写“S”。其中 DS05、DS1 为精密水准仪，主要用于国家一、二等精密水准测量和精密工程测量；DS3 主要用于国家三、四等水准测量和常规工程测量。在工程测量中，经常使用的是 DS3 型水准仪。

1.1.1 DS3 型微倾式水准仪

我国生产的 DS3 型微倾式水准仪如图 1-1 所示。它是通过调整水准仪的微倾螺旋使管水准气泡居中而获得水平视线的一种仪器设备，主要由望远镜、水准器和基座三部分组成。

1.1.1.1 望远镜

望远镜是构成水平视线、瞄准目标同时对水准尺进行读数的主要部件。根据在目镜端观察物体时的成像情况，望远镜可以分为正像望远镜和倒像望远镜。其中倒像望远镜的构造如图 1-2 所示。它由物镜、物镜调焦透镜、十字丝分划板、目镜等组成。物镜光心与十字丝交点的连线称为望远镜的视准轴，它是瞄准目标和读数的依据。

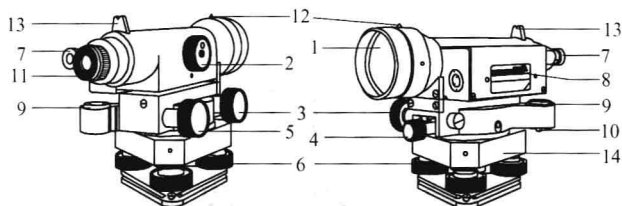


图 1-1 DS3 型微倾式水准仪

- 1—物镜；2—物镜调焦螺旋；3—微动螺旋；4—制动螺旋；5—微倾螺旋；
6—脚螺旋；7—管水准气泡观察窗；8—管水准器；9—圆水准器；
10—圆水准器校正螺钉；11—目镜；12—准星；13—照门；14—基座

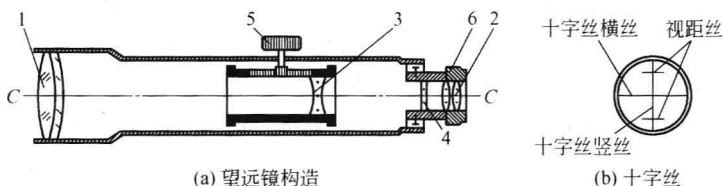


图 1-2 倒像望远镜的结构

- 1—物镜；2—目镜；3—物镜调焦透镜；
4—十字丝分划板；5—物镜调焦螺旋；6—目镜调焦螺旋

目前微倾式水准仪上的望远镜大部分采用内对光式的倒像望远镜，成像原理如图 1-3 所示。目标 AB 发出的光线经由物镜和物镜调焦透镜的作用在镜筒内构成倒立的小实像 ab ，转动物镜调焦螺

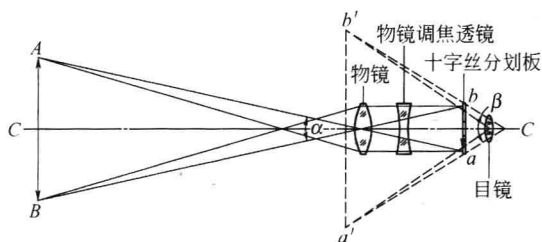


图 1-3 望远镜的成像原理

旋时，物镜调焦透镜也随之前后移动，使远近不同的目标清晰地成在十字丝分划板上；然后经过目镜放大，使倒立的小实像放大成为倒立的大虚像 $a'b'$ ，并且十字丝分划板也被放大。

经望远镜放大的虚像与眼睛直接看到的目标大小之间的比值，称为望远镜的放大率，通常用 $V = \beta/\alpha$ 表示。DS3 型水准仪的望远镜放大率通常不低于 28 倍。

十字丝分划板是一块圆形平板玻璃，上面刻有相互正交的十字丝，图 1-2 (b) 和图 1-4 所示为十字丝分划板的几种不同形式。纵丝（又称竖丝）是用于照准水准尺，横丝（又称中丝）的中间用来读取读数。与横丝平行而等距的上下两根短细线，称为视距丝，用于测量距离。调节目镜调焦螺旋，可使十字丝成像清晰。

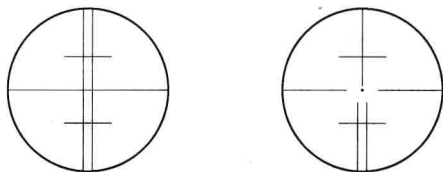


图 1-4 十字丝分划板

1.1.1.2 水准器

水准器是用来判断望远镜的视准轴是否水平以及仪器竖轴是否垂直的装置。它通常可以分为管水准器和圆水准器两种。

(1) 管水准器。管水准器（又称水准管）是一个两端封闭的玻璃管，如图 1-5 (a) 所示。管内充满黏滞性小、易流动的液体（如

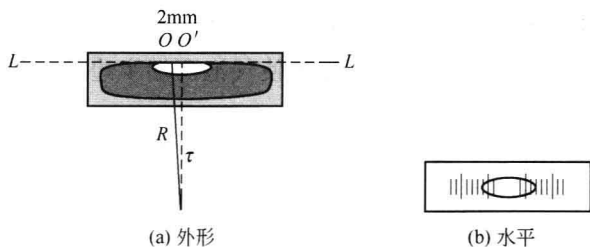


图 1-5 管水准器

酒精或乙醚)，加热封闭冷却后形成气泡。因为气体比液体轻，所以，无论水准管是处于水平还是倾斜位置，气泡总处于管内圆弧的最高位置。

水准管壁的两端分别刻有数条间隔为 2mm 的分划线，以此判断气泡居中位置，如图 1-5 (b) 所示。分划线的对称中心 O 即为水准管圆弧的中点，称为水准管零点。过零点与水准管内圆弧相切的直线 LL 称为水准管轴。气泡中点与水准管零点重合时称为气泡居中，此时水准管轴 LL 必定处于水平位置。

水准管上 2mm 间隔的弧长所对的圆心角称为水准管分划值，通常用 τ 表示，即

$$\tau = \frac{2}{R\rho} \quad (1-1)$$

式中 τ ——水准管分划值，(″)；

R ——水准管内圆弧半径，mm；

ρ ——弧度的秒值， $\rho = 206265''$ 。

水准管分划值与内圆弧半径成反比，半径越大，分划值越小，整平的精度越高，气泡移动也越灵活。一般将水准气泡移动到最高点的能力称为水准器的灵敏度。灵敏度还与水准管内壁面的研磨质量、气泡长度、液体性质和温度息息相关。灵敏度越高，气泡居中越耗费时间。所以，仪器上的水准管灵敏度要与仪器的精度相匹配。DS3 型水准仪水准管分划值一般为 $20''$ 。

为了提高水准管气泡居中的精度，DS3 型水准仪在水准管上方安置一组符合棱镜，当气泡两端的半边影像经过三次反射后，其影像反映在望远镜的符合水准器的放大镜内，若气泡不居中，气泡两端半边影像错开，当转动微倾螺旋使气泡两端半边的影像吻合时，则气泡完全居中，如图 1-6 所示。

(2) 圆水准器。圆水准器是一个密封的顶面内壁磨成球面的玻璃圆盒，如图 1-7 所示。球面中央刻有小圆圈，圆圈中心为零点，零点与球心的连线为圆水准器轴。当气泡中心与圆水准器零点重合时，气泡居中，圆水准器轴处于铅垂位置。当圆水准器轴偏离零点

2mm 时，其轴线所倾斜的角值称为圆水准器分划值 τ ，一般为 $8' \sim 10'$ 。圆水准器的灵敏度较低，整平精度较差，所以，圆水准器只适用于粗略整平仪器。

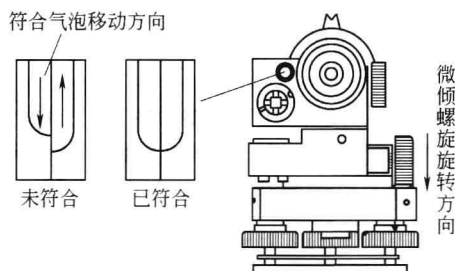


图 1-6 符合水准器及操作

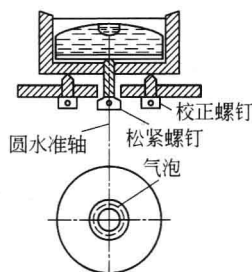


图 1-7 圆水准器

1.1.1.3 基座

基座由轴座、底板、三角压板以及三个脚螺旋组成，起支撑仪器和连接仪器与三脚架的作用。

1.1.2 水准尺及附件

水准尺是与水准仪相互配合进行水准测量的重要工具。水准尺通常采用优质木材或玻璃钢、金属材料制成，长度 $2 \sim 5\text{m}$ 不等。根据水准尺的构造可以分为直尺、折尺和塔尺三种，如图 1-8 所示。

直尺多用于三、四等水准测量，一般尺长为 3m ，如图 1-8 (a) 所示。直尺尺面每隔 1cm 处涂以黑白或红白相间的分格，每分米处均标注有数字。尺子底面钉有铁片，以防磨损。涂黑白相间分格的一面称为黑面尺，红白相间的一面称为红面尺。在水准测量过程中，水准尺需成对使用。每对双面水准尺黑面尺底部的起始数均为零，而红面尺底部的起始数分别为 4687mm 和 4787mm 。两把尺红面注记的零点差为 0.1m 。为了使水准尺更精确地处于竖直位置，在多数水准尺的侧面装有圆水准器。

折尺一般长 3m，折叠处为 1.5m，尺面分划值为 1cm 或 0.5cm。由于连接处稳定性较差，所以折尺仅适用于普通水准测量和地形测量。

塔尺一般长 5m，分三节套接而成，可以伸缩，尺底从零起算，尺面分划值为 1cm 或 0.5cm。因为塔尺连接处稳定性较差，所以仅适于普通水准测量。

尺垫如图 1-9 所示，一般为三角形，用生铁铸成，中央有一突出的半圆球，水准尺立于半圆球顶部，下端有三个尖脚可以插入土中。尺垫通常用于转点上，在使用时应踩稳固。

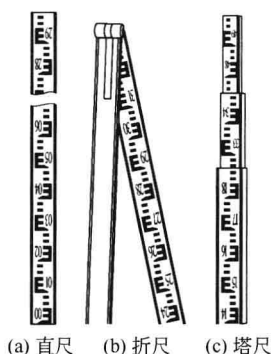


图 1-8 水准标尺

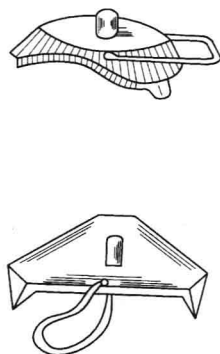


图 1-9 尺垫

1.2 经纬仪

1.2.1 经纬仪的构造

经纬仪是测量角度的仪器，同时兼有其他测量功能。根据测角精度的不同，我国的经纬仪可以分为 DJ07、DJ1、DJ2、DJ6、DJ15 等几个等级，D 和 J 分别表示大地和经纬仪，数字表示其测角精度。

光学经纬仪主要由照准部、水平度盘、基座三大部分组成。图 1-10 所示为 DJ6 型光学经纬仪，图 1-11 所示为 DJ2 型光学经纬仪。

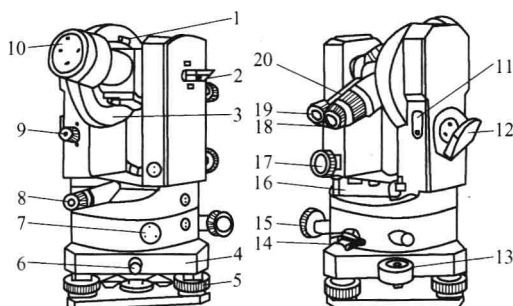


图 1-10 DJ6 型光学经纬仪外形示意

- 1—粗瞄准器；2—望远镜制动螺旋；3—竖直度盘；4—基座；5—脚螺旋；
6—轴座固定螺旋；7—度盘变换手轮；8—光学对中器；9—竖盘自动归零螺旋；
10—物镜；11—指标差调位盖板；12—度盘照明反光镜；13—圆水准器；
14—水平制动螺旋；15—水平微动螺旋；16—照准部水准管；17—望远镜
微动螺旋；18—目镜；19—读数显微镜；20—物镜调焦螺旋

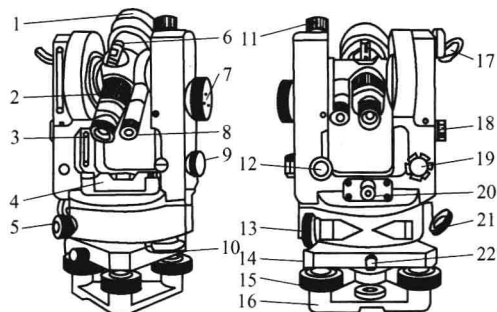


图 1-11 DJ2 型光学经纬仪外形示意

- 1—物镜；2—望远镜调焦筒；3—目镜；4—照准部水准管；5—照准部制
动螺旋；6—粗瞄准器；7—测微轮；8—读数显微镜；9—度盘换像旋鈕；
10—水平度盘变换手轮；11—望远镜制动螺旋；12—望远镜微动螺旋；
13—照准部微动螺旋；14—基座；15—脚螺旋；16—基座底板；
17—竖盘照明反光镜；18—竖盘指标水准器观察镜；19—竖盘指标
水准器微动螺旋；20—光学对中器；21—水平度盘照明反光镜；
22—轴座固定螺旋

1.2.1.1 照准部

照准部主要包括望远镜、横轴及其支架、竖轴和控制望远镜及照准部旋转的制动和微动螺旋、水准管、光学对中器、竖盘装置以及读数设备等部件。望远镜的构造与水准仪的基本相同，其不同之处在于望远镜调焦螺旋的构造、位置和分划板的刻线方式。如图 1-12 所示，以此适应照准不同目标的需要。

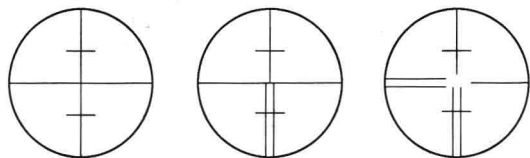


图 1-12 分划板的刻线方式

望远镜与横轴连接在一起，并且横轴水平安置在两个支架上，望远镜可绕其上下转动。在一端的支架上有一个制动螺旋，当旋紧时，望远镜不能转动；另有一个微动螺旋，在制动螺旋旋紧的条件下，转动它可使望远镜做上下微动，更适于精确地照准目标。

竖盘装置包括竖直度盘和竖盘自动归零装置，竖盘固定在横轴的一端，随望远镜一起在竖直面内旋转，用来测定竖直角。

读数显微镜是用来读取度盘读数的装置，将其安装在望远镜目镜的一侧，打开反光镜，光线进入仪器后通过一系列光学组件，使水平度盘、竖直度盘及测微器的分划都在读数显微镜内显示出来，即可读取读数。

水准器用来标志仪器是否已经整平。水准器通常包括两种：一种是圆水准器（有的在基座上，有的在照准部上），用来粗略整平仪器；另一种是管水准器，用来精确整平仪器，保证照准部在水平面内旋转的精平工作。

光学对中器是使仪器中心与地面标志对在一个铅垂线上，即对中工作，由目镜、物镜、带刻线的分划板和一块直角棱镜组成。它的优点是不受风力的影响，精度较垂球高，其构造如图 1-13 所示。目镜的视线通过棱镜而偏转 90° ，使其处于铅垂状态，并且要保持与