

建筑工程
业务管理人员
速学丛书

JIANZHU GONGCHENG
YEWU GUANLI RENYUAN
SUXUE CONGSHU

测量员

速学手册

第二版

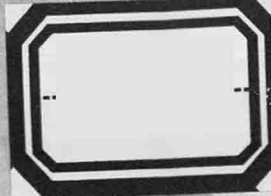
张万臣 主编

CELIANGYUAN
SUXUE
SHOUCE



化学工业出版社

建筑工程
业务管理人员
速学丛书



JIANZHUGONGCHENG

YEWU GUANLI RENYUAN
SUXUE CONGSHU

测量员

速学手册

第二版 张万臣 主编

CELIANGYUAN

SUXUE
SHOUCE



化学工业出版社

·北京·

本书是“建筑工程业务管理人员速学丛书”中的一本。主要从水准测量、角度测量、距离丈量和直线定向、地形图测绘、建筑施工测量,特殊建筑物测量以及测量工作的管理等几个方面详细介绍了测量员应掌握的知识。操作性、实用性强,通俗易懂。

本书体例新颖、内容全面,实践性、针对性和实用性强,可作为建筑施工企业专业管理人员岗位资格培训教材,也可供相关技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

测量员速学手册/张万臣主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2014.8

(建筑工程业务管理人员速学丛书)

ISBN 978-7-122-20777-7

I. ①测… II. ①张… III. ①建筑测量-技术手册

IV. ①TU198-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第106665号

责任编辑:袁海燕

装帧设计:孙远博

责任校对:吴静

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)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市前程装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张9 字数253千字

2014年8月北京第2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:35.00元

版权所有 违者必究

《测量员速学手册》编写人员

主 编 张万臣

参编人员 （按姓名笔画排序）

王 健 白雅君 孙文彬 杜 宝

杜庆斌 李永靖 张万臣 周 梅

姚继权 高永新 曹启坤 戴成元



第二版前言

自改革开放以来,我国建筑业发展迅速,城镇建设规模日益扩大,建筑施工队伍不断增加,工程项目能否高质量、按期完成,施工现场的基层业务管理人员是最终决定因素。建筑工程基层施工组织中的测量员肩负着重要的职责,是施工现场能否有序、高效、高质量完成的关键。为了进一步健全和完善施工现场全面质量管理的相关问题,并不断提高测量员素质和工作水平,以更多的建筑精品工程满足日益激烈的建筑市场竞争需求,编写本书。

鉴于《城市测量规范》(CJJ/T 8—2011)进行了修改,还有一些相关测量的标准规范也已做了修订,本书第一版的相关章节已经不能适应发展的需要。编者以多年的施工一线经验,对建筑工程测量知识进行重新组织,参照各种相关最新规范,对本书作了修订,供读者参阅。

本书内容注重理论和实践的结合,针对测量方面的内容较为详细,范围广泛;同时,特别重视人才的能力培养和基本技能培养,以适应土建专业,特别强调实践性的要求。因此学习时要结合实际,掌握方法,灵活运用。

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

编者

2014年5月



目 录

第 1 章 水准测量	1
第 1 节 水准测量的原理	1
第 2 节 水准测量的仪器与工具	7
第 3 节 水准测量误差及注意事项	13
第 4 节 微倾水准仪	18
第 5 节 精密水准仪	28
第 6 节 自动安平水准仪	36
第 2 章 角度测量	39
第 1 节 角度测量原理	39
第 2 节 光学经纬仪的构造与使用	41
第 3 节 水平角测量的方法	51
第 4 节 竖直角测量的方法	57
第 5 节 角度测量误差分析	60
第 6 节 经纬仪的检验与校正	65
第 3 章 距离丈量和直线定向	73
第 1 节 钢尺量距	73
第 2 节 视距测量	83
第 3 节 直线定向	88
第 4 节 全站仪在施工测量中的应用	96
第 5 节 GPS 全球卫星定位系统在工程测量中的应用	104
第 4 章 地形图测绘	116
第 1 节 控制测量概述	116
第 2 节 导线测量的外业观测	123
第 3 节 导线测量的内业计算	129
第 4 节 高程控制测量	139
第 5 节 地形图的基本知识	148
第 6 节 地形图的测绘	165

第7节 大比例尺数字化测图	186
第5章 建筑施工测量	192
第1节 测设的基本工作	192
第2节 平面点位测设的方法	196
第3节 施工场地的控制测量	201
第4节 民用建筑施工测量	208
第5节 工业建筑定位放线测量	221
第6节 高层建筑的施工测量	232
第7节 建筑物变形观测	240
第8节 特殊建筑物测量	259
第6章 竣工总平面图的测绘	263
第1节 竣工测量	263
第2节 竣工总平面图的编绘	265
第7章 建筑施工测量工作的管理	270
第1节 施工测量技术质量管理	270
第2节 建筑施工测量技术资料管理	275
第3节 建筑工程施工测量安全管理	278
参考文献	282

第1章 水准测量

第1节 水准测量的原理



要 点

水准测量是进行高程控制的一种基本方法，也是常用方法之一。本节内容主要介绍水准测量的原理和方法。



解 释

一、水准测量原理

水准测量的原理主要是利用水准仪提供的水平视线，读取竖立在两个点上的水准尺的读数，通过计算求出地面上两点间的高差，随后根据已知点的高程计算出待定点的高程。

如图 1-1 所示，已知 A 点高程 H_A ，欲测定 B 点的高程 H_B ，那么可在 A、B 两点的中间安置一台水准仪，同时分别在 A、B 两点上各竖立一根水准尺，通过水准仪的望远镜分别读取水平视线在 A、B 两点上的水准尺读数。如果前进方向是由 A 点到 B 点，那么规定 A 为后视点，其标尺读数 a 称为后视读数；B 为前视点，其标尺读数 b 称为前视读数。根据几何学中平行线的性质可知，A 点到 B 点的高差或 B 点相对于 A 点的高差为

$$h = a - b \quad (1-1)$$

由式(1-1)知，地面上两点之间的高差等于后视读数减去前视读数。若后视读数 a 大于前视读数 b 时， h_{AB} 值为正，说明 B 点高于 A 点；反之，则 A 点高于 B 点， h_{AB} 为负值。

待定点 B 的高程为

$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (1-2)$$

由视线高计算 B 点高程的方法，在各种工程测量中已被广泛应用。由图 1-1 可知，A 点的高程加上后视读数等于水准仪的视线



高程, 简称视线高, 设为 H_i , 即

$$H_i = H_A + a \quad (1-3)$$

则 B 点的高程等于视线高减去前视读数, 即

$$H_B = H_i - b = (H_A + a - b) \quad (1-4)$$

式(1-4) 尤其适用于根据一个后视点的高程同时测定多个前视点的高程的工作。如图 1-2 所示, 当架设一次水准仪要测量多个前视点 $B_1, B_2, \dots, B_n$ 点的高程时, 那么将水准仪架设在适当的位置, 对准后视点 A , 读取后视读数 a , 按式(1-3) 计算出视线高 $H_i = H_A + a$, 之后用水准仪照准竖立在 $B_1, B_2, \dots, B_n$ 点上的水准尺, 同时分别读取前视读数为 $b_1, b_2, \dots, b_n$, 那么可按式(1-4) 分别计算 $B_1, B_2, \dots, B_n$ 点的高程。

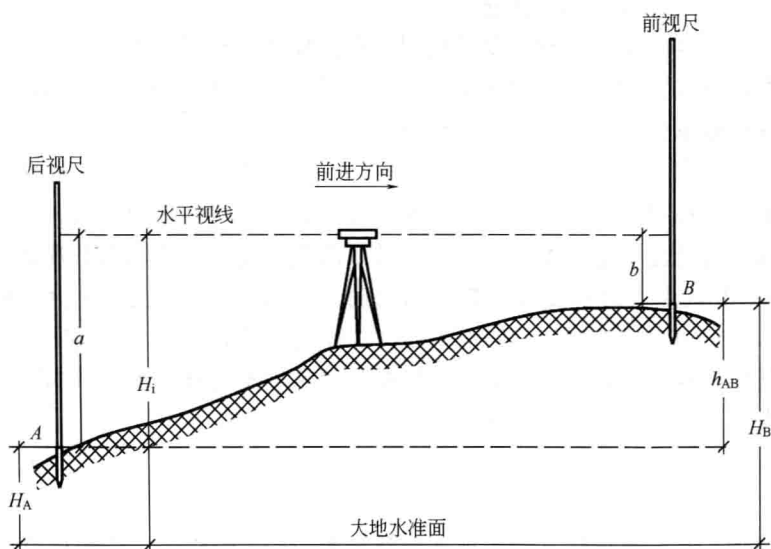


图 1-1 水准测量原理

二、转点、测站

在水准测量工作中, 有时已知水准点到待定水准点之间距离较远或高差较大, 仅安置一次仪器无法测得两点之间的高差。



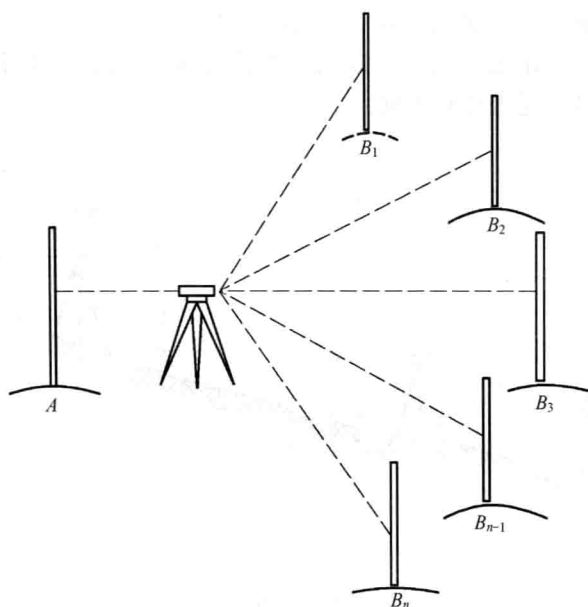


图 1-2 用视线高法计算 B_i 点高程

如图 1-3 所示, 设已知点 A 的高程为 H_A , 需测定 B 点的高程, 则必须在 A 、 B 两点之间连续设置若干个测站。在进行观测时, 每安置一次仪器观测两点间的高差, 称为一个测站; 作为传递高程的临时立尺点 $1, 2, \dots, n-1$ 称为转点 (TP)。各测站的高差为

$$h_1 = a_1 - b_1$$

$$h_2 = a_2 - b_2$$

...

$$h_n = a_n - b_n$$

由此 A 、 B 两点间的高差为

$$h_{AB} = h_1 + h_2 + \dots + h_n = \sum_{i=1}^n h_i \quad (1-5)$$

或写成

$$h_{AB} = (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_n - b_n) = \sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^n b_i \quad (1-6)$$

在实际的水准测量作业中，可以预先计算出每一站的高差，然后按式(1-5)求和得出 A、B 两点的高差 h_{AB} ，之后再用式(1-6)检核高差 h_{AB} 是否计算正确。

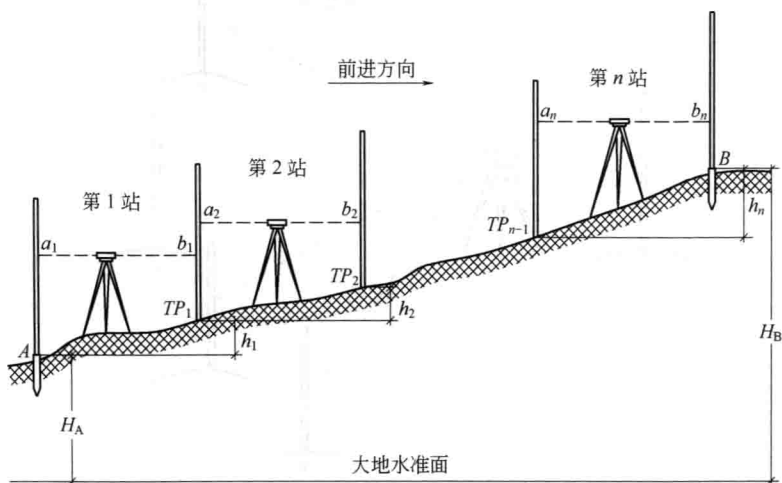


图 1-3 连续设置若干个测站的水准测量



相关知识

水准仪的使用

1. 测站安置

(1) 安置三脚架与仪器 打开三脚架，旋紧脚架伸缩腿螺旋，安置三脚架高度适中，采用目估使架头水平。随后打开仪器箱，并取出水准仪，置于三脚架头上，并用中心连接螺旋把水准仪与三脚架头固连在一起。

(2) 粗平 粗平是用圆水准器，使其气泡居中，以便达到仪器竖轴大致铅直，此时称仪器粗略水平。其具体操作是要转动脚螺旋使气泡居中，如图 1-4 所示。图 1-4(a) 气泡未居中而位于 a 处；首先按图上箭头所指方向，两手相对转动脚螺①、②，使气泡移到通过水准器零点作①、②脚螺旋连线的垂线上，如图中垂直的虚线位置。随后，用左手转动脚螺旋③，使气泡居中，如图 1-4(b) 所



示。掌握规律：左手大拇指移动方向与气泡移动方向一致。

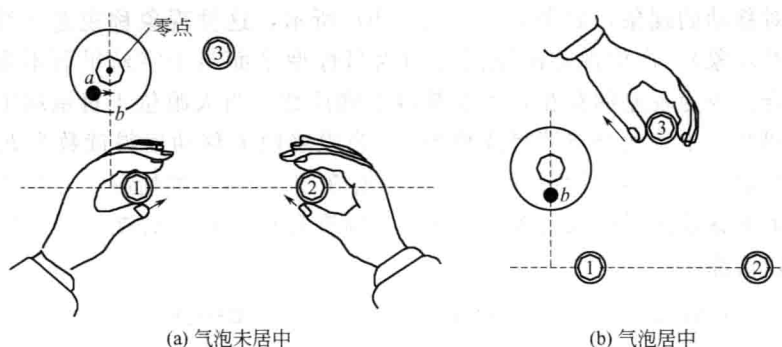


图 1-4 水准盒调平顺序

对于图 1-4 气泡偏歪情况，第 1 步也可先旋转脚螺旋①，使气泡 a 向刻画圆圈移动，实际移到 b 处，如图 1-5 所示，即位于通过刻画圈中心与脚螺旋②、③连线的平行线的位置（图中虚线位置）。第 2 步再用两手相对向转脚螺旋②、③，使气泡居中，通过反复操作使气泡完全居中。

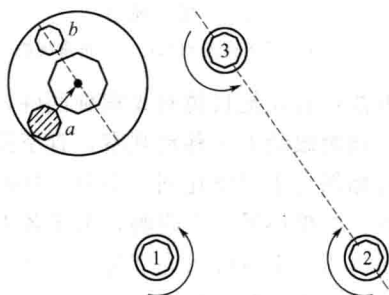


图 1-5 气泡调平

2. 瞄准水准尺

首先应该进行目镜对光，把望远镜对准明亮的背景，转动目镜对光螺旋，使十字丝清晰。然后松开望远镜制动螺旋，转动望远镜，用望远镜上的照门与准星瞄准水准尺，固紧制动螺旋，使用微动螺旋精确瞄准。假若目标不清晰，要转动对光螺旋，使目标清晰。

当眼睛在目镜端上下移动时，若发现目标的像与十字丝有相对移动的现象，如图 1-6 (a)、(b) 所示，这种现象称视差（视差现象）。产生视差的原因是因为目标像平面与十字丝平面不重合。因为视差的存在，不能获得正确读数。当人眼位于目镜端中间时，十字丝交点读得读数为 a 。当眼略向上移动读得读数为 b 。当眼略向下移动读得读数为 c 。只有在图 1-6(c) 的情况下，眼睛上下移动读得读数均为 a 。所以，瞄准目标时存在的视差必须加以消除。

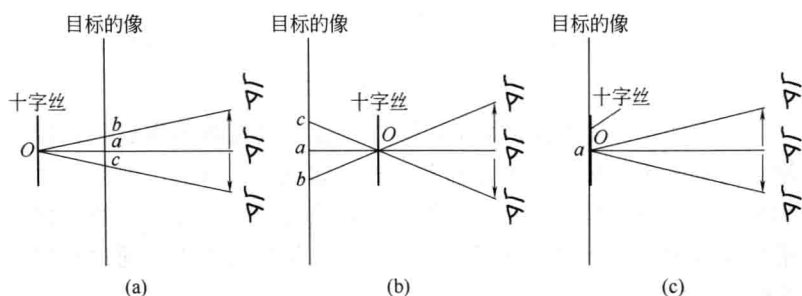


图 1-6 视差现象

(a)、(b) 产生视差现象；(c) 正常现象

消除视差的方法：首先把目镜对光螺旋调好，之后瞄准目标反复调节对光螺旋，同时眼睛上下移动观察，直至读数不发生变化时为止。与此同时目标像与十字丝在同一平面，这时读取的读数才是无视差的正确读数。如果换另一人观测，由于各人眼睛的明视距离不同可能需要重新再调一下目镜对光螺旋，一般情况是目镜对光螺旋调好后就不必在消除视差时反复调节。

3. 精平

眼睛注视望远镜旁观察窗，转动微倾螺旋，致使水准气泡两端半像符合，同时水准管轴严格水平。因为水准管轴与视准轴平行，所以视准轴也处于严格水平位置。

4. 读数

在水准管泡居中后，采用十字丝的横丝在水准尺上读数。水准尺有正字与倒字之分，读数时总是从小到大读取，由于倒像望远



镜,如图 1-7(a) 所示,水准尺正字成像为倒字,在望远镜中从小到大读为 1.012m。

如图 1-7(b) 所示,水准尺倒字成像为正字,在望远镜中应读 1.625m。毫米数估读得到。

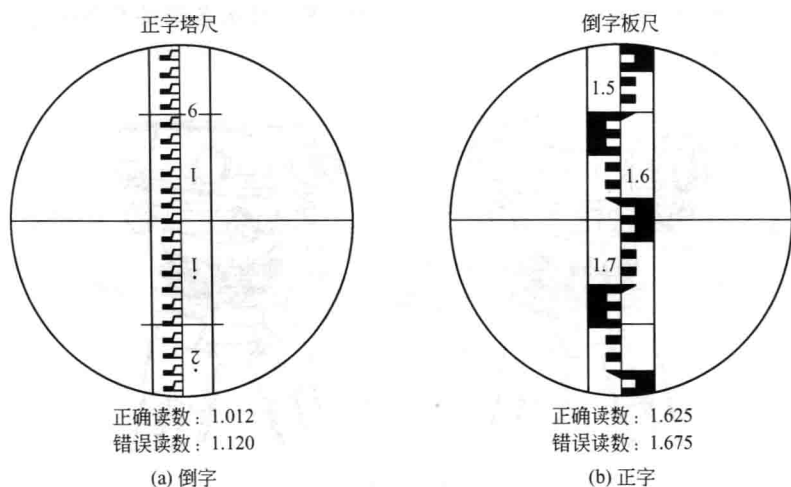


图 1-7 水准尺读数

第 2 节 水准测量的仪器与工具



要 点

水准仪按其构造主要可以分为微倾水准仪、自动安平水准仪、激光水准仪和数字水准仪。水准测量时还需配备水准尺和尺垫等。本节着重介绍微倾水准仪。



解 释

● 一、微倾水准仪的构造

微倾水准仪的构造主要由望远镜、水准器、托板和基座等四个部分组成。望远镜与水准管相连,两者均保持平行;托板



下有竖轴，它插入基座的轴套内，上托望远镜与水准管，托板上有制动螺旋与微动螺旋，还有微倾螺旋，用它可使水准管精确置平；基座是仪器的基础，其上有 3 个脚螺旋，可使仪器粗略整平。

图 1-8 为国产 DS₃ 微倾水准仪构造图，显示各部件及各螺旋名称。DS₃ 微倾水准仪是当前工程测量中最常见的水准仪。

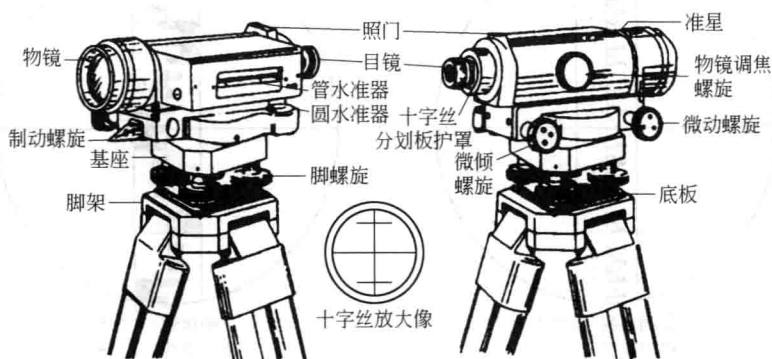


图 1-8 微倾水准仪的构造

1. 望远镜

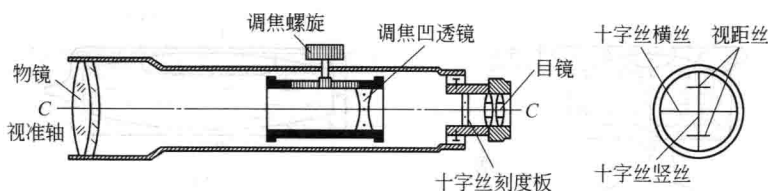
望远镜主要由物镜、目镜、调焦透镜及十字丝刻度板组成。如图 1-9 所示，物镜和目镜采用复合透镜组，调焦镜为凹透镜，位于物镜与目镜之间。望远镜的对光是通过旋转调焦螺旋，并使其在望远镜筒内平行移动来实现。十字丝刻度板上竖直的长丝称为竖丝，与之垂直的长丝称横丝或中丝，用来瞄准目标与读数。在中丝上下对称有两条与中丝平行的短横丝，称之为视距丝，是用来测定距离的。

物镜光心与十字丝交点的连线称为视准轴，它是瞄准目标的视线，目标是否清晰是通过旋转调焦螺旋来实现的。图 1-9(a) 为望远镜的构造图，图 1-9(b) 为望远镜的原理图。

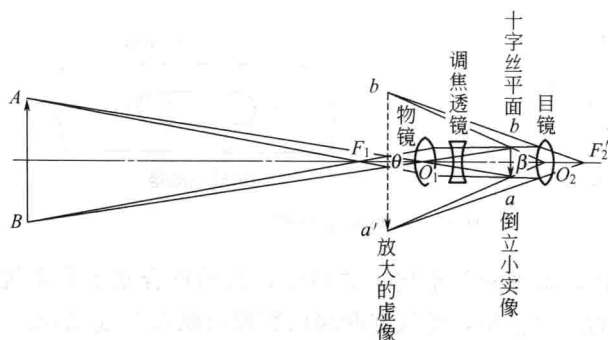
2. 水准器

水准器是一种整平装置，水准器分为圆水准器 [图 1-10(a)] 与管水准器 [图 1-10(b)] 两种。管水准器用来指示视准轴是否水





(a) 望远镜的构造图



(b) 望远镜的原理图

图 1-9 望远镜

平，圆水准器主要用来指示仪器竖轴是否竖直。

管水准器又称水准管，内装液体并留有气泡密封的玻璃管。水准管纵向内壁磨成圆弧形，在外表面刻有 2mm 间隔的刻度线，2mm 所对应的圆心角 τ 称为水准管刻度值。水准管圆弧上刻度的对称中心，称之为水准管零点。通过水准管零点所作水准管圆弧的纵切线，称之为水准管轴，用 LL 表示。而水准管刻度值 τ 为

$$\tau = \frac{2\text{mm}}{R} \rho'' \quad (1-7)$$

式中， τ 为 2mm 所对的圆心角，(″)； ρ'' 为 1rad 的秒数，206265″； R 为水准管圆弧半径，mm。

水准管圆弧半径 R 越大，刻度值就越小，那么水准管灵敏度就越高，也就是仪器的置平精度越高。DS₃ 水准仪水准管刻度值为 20″/2mm。

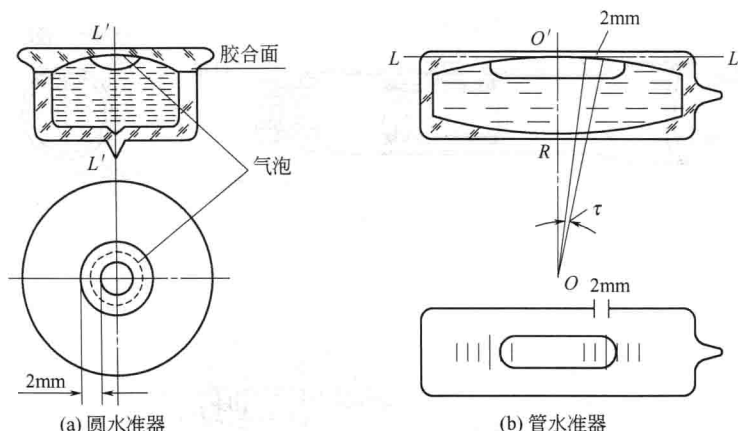


图 1-10 两种水准器

为了有效提高水准管气泡居中的精度，采用符合水准管系统，通过符合棱镜的反射作用，使气泡两端的影像反映在望远镜旁的符合气泡观察窗中，如图 1-11(a) 所示。仔细观察，看气泡两端的半像符合与否，以此判断气泡是否居中。图 1-11(b) 表示气泡居中的情况。图 1-11(c)、图 1-11(d) 均表示气泡未居中的情况。图 1-11(c) 时，要逆时针旋转微倾螺旋；图 1-11(d) 时，应顺时针旋转微倾螺旋。

水准仪还装有圆水准器，其顶面内壁被磨成球面，中心刻有圆刻度圈。通过圆圈中心（即零点）作球面的法线，如图 1-10 (a) 中的 $L'L'$ ，称为圆水准器轴。圆水准器刻度值约为 $8'/2\text{mm}$ 。由于其刻度值较大，灵敏度较低，因此只用于水准仪的粗略整平。

3. 托板

托板包括板本身及其下连的竖轴筒，主要作用是上托望远镜，下插入基座。其竖轴插入基座的轴套内，使仪器可作 360° 旋转。如图 1-12 所示。

4. 基座

基座用于支撑仪器的上部，它的作用是通过连接螺旋使仪器与