

QUANGUOJIANSHEHANGYE

ZHONGDENGZHIYEDIAOYUGUIHUA

TUIJIANJIAOCAI

全国建设行业中等职业教育规划推荐教材【园林专业】



# 园林测量

张培冀◎主编

中国建筑工业出版社



QUANGUOJIANSHEHANGYE  
ZHONGDENGZHIYEDIAOYUGUIHUA  
TUIJIANJIAOCAI

全国建设行业中等职业教育规划推荐教材【园林专业】

# 园林测量

张培冀◎主编

中国建筑工业出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

园林测量 / 张培冀主编. —北京: 中国建筑工业出版社,  
2007

全国建设行业中等职业教育规划推荐教材(园林专业)

ISBN 978-7-112-09426-4

I. 园… II. 张… III. 园林—测量—专业学校—教材  
IV. TU986.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 178925 号

责任编辑: 陈 桦 王玉容

责任设计: 赵明霞

责任校对: 王雪竹 陈晶晶

全国建设行业中等职业教育规划推荐教材(园林专业)

### 园 林 测 量

张培冀 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(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

北京二二〇七工厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 8 $\frac{3}{4}$  字数: 215 千字

2008 年 1 月第一版 2008 年 1 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 15.00 元

ISBN 978-7-112-09426-4

(16090)

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)

# 本系列教材编写委员会

(按姓氏笔画排序)

编委会主任：陈 付 沈元勤

编委会委员：

马 垣	王世动	刘义平	孙余杰	何向玲	张 舟
张培冀	沈元勤	邵淑河	陈 付	赵岩峰	赵春林
唐来春	徐 荣	康 亮	梁 明	董 南	甄茂清

---

# 前 言

---

本教材为中等职业教育园林专业系列教材的第二版，经过本次修编，在保持第一版基本框架的基础上，进行了增删修改。其基本立足点，仍是以园林生产实际的需要为主，并尽量体现测量学科体系的完整性。既注重实用性，又能适当地反映学科现代科技的发展状况。

作为园林测量的基础，传统的测绘理论和方法仍是本教材的主线，掌握这些基本理论和技能是必须的。它也是进一步学习一些新技术的基础。

空间科学、网络及电子技术的快速发展，对测绘学科起到了极大的助推作用。新型的仪器设备不断的深度研发、新的技术手段也不断的推陈出新，这些都促使我们有必要对原教材进行修改。尽管这些新技术在园林生产实践中未必都能大面积应用，但对它们的了解也是十分必要的。

本教材由天津农学院张培冀主编，天津城市建设学院李刚参编了第5章和第7章，其余均为张培冀编写，另外在编写过程中得到了交通部长江航道局特聘专家、中国测绘学会海洋专业委员会委员郭文伟先生的大力支持。他不但审阅了全书，而且参与了第10章的编写工作。此外，建设部有关部门领导及中国建筑工业出版社编审人员都为此书的出版做了大量的工作。在此致以衷心的感谢。

限于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在疏漏或错误，恳请业内同仁和读者指正。

编 者

2007年10月

---

# 目 录

---

## 第1章 测量的基本知识/1

- 1.1 园林测量概述/2
- 1.2 地面点位的确定/2
- 1.3 测量工作的原则及特点/4
- 复习思考题/4

## 第2章 水准测量/5

- 2.1 水准测量原理/6
- 2.2 光学水准仪和水准尺/6
- 2.3 水准测量方法/8
- 2.4 水准测量的校核方法/10
- 2.5 水准仪的检验与校正/12
- 2.6 水准测量的误差和注意事项/14
- 2.7 自动安平水准仪/15
- 2.8 电子水准仪/16
- 复习思考题/17

## 第3章 角度测量/19

- 3.1 角度测量原理/20
- 3.2 光学经纬仪的构造及使用/20
- 3.3 水平角测量的方法/23
- 3.4 竖直角测量的方法/25
- 3.5 经纬仪的检验与校正/28
- 3.6 角度测量的误差和注意事项/30
- 3.7 电子经纬仪/32
- 复习思考题/33

## 第4章 距离测量及直线定向/35

- 4.1 距离丈量的一般方法/36
- 4.2 电磁波测距/38
- 4.3 直线定向/39
- 4.4 磁方位角的测定与方位角推算/41

复习思考题/43

## 第5章 测量误差的基本知识/45

- 5.1 测量误差的来源及分类/46
- 5.2 衡量精度的标准/47
- 5.3 观测值函数的中误差与误差传播定律/49
- 5.4 算术平均值及其中误差/50
- 5.5 观测值的中误差/51
- 5.6 权/52

复习思考题/53

## 第6章 小地区控制测量/55

- 6.1 控制测量概述/56
- 6.2 经纬仪导线测量/57
- 6.3 电子全站仪在控制测量中的应用/62
- 6.4 导线测量中错误的寻找/64
- 6.5 高程控制测量/65

复习思考题/66

## 第7章 地形图识读及其应用/67

- 7.1 地形图概述/68
- 7.2 地形图的比例尺/68
- 7.3 地形图图式/69
- 7.4 地形图的分幅与编号/72
- 7.5 地形图的识读/76
- 7.6 地形图的应用/77
- 7.7 地形图在园林中的应用/83
- 7.8 电子地图与数字地图简介/85

复习思考题/85

## 第8章 大比例尺地形图测绘/87

- 8.1 测图前的准备工作/88

- 8.2 视距测量/89
- 8.3 传统测图方法/91
- 8.4 现代测图方法/99
- 复习思考题/100

## **第9章 园林工程测量/103**

- 9.1 园林工程控制测量/104
- 9.2 测设的基本工作/106
- 9.3 园林建筑施工测量/107
- 9.4 其他园林工程施工测量/111
- 9.5 全站仪在工程测量中的应用/115
- 复习思考题/116

## **第10章 3S 技术及其应用/119**

- 10.1 GPS 全球定位系统/120
- 10.2 GIS 技术/127
- 10.3 RS 技术/129
- 复习思考题/130

## **参考文献/131**



# 第1章 测量的基本知识



图1-1-1 测量的基本知识

测量的基本知识

测量的基本知识

测量的基本知识

## 1.1 园林测量概述

### 1.1.1 测量学科简况

测量学是研究地球形状和大小的科学。从大的方面看,它主要是解决三个方面的问题。一是测定地球的形状和大小,二是将地球表面局部范围内的形状和大小测绘成图,三是满足各项工程建设设计施工的需要。

中国作为一个文明古国,在测量学科中也有其重大成就。如夏禹治水时采用的准绳、规、矩等测量工具。历史上劳动人民利用磁石和后来发明的指南针作为测量定向工具。汉代张衡制造了精确的天文测量仪器,当时称为“浑天仪”。晋朝裴秀拟定了“制图六体”以及清朝编制的全国地图等,都为测量学科的发展作出了重大贡献。

国际上各项科学技术的发展也极大地促进了测绘事业的发展。随着数学、物理等基础学科的进展,尤其是望远镜的发明使测量技术产生了新的飞跃。近代光学、电子计算机和航天技术应用于测绘学科,特别是GPS全球定位系统为测量技术的电子化和自动化开辟了广阔的前景。

### 1.1.2 测量在园林建设中的作用

在园林绿化的各项建设中,测绘工作发挥着重要作用。在其整体规划、设计之前,需有拟建地区的地形图作为规划或设计的基础资料。如地物的构成、地貌的变化、植被分布以及土壤、水文、地质等状况。只有在此基础上才能做出合理的规划或设计方案。当设计完成之后,施工前和施工中也要借助于各类测绘仪器,应用测量的原理和方法将规划和设计的意图准确地现场反映出来。这项工作也就是常说的放样(也称为测设)。工程结束后,根据需要有时还须测绘竣工图,作为以后维修、扩建的依据。

综上所述,就园林建设的过程来讲,可将

其分为规划、设计前的测绘工作和设计完成后施工中的测设工作两类。

## 1.2 地面点位的确定

### 1.2.1 地球的形状和大小

测量工作是在地球表面上进行的。而地球表面高低不平,很不规则。为了便于测量计算,我们设定了一个标准面,即设想地球上的一个海水面静止延伸,穿过陆地形成一个闭合的曲面,这个曲面叫做水准面。其上的任意点的铅垂线方向(重力方向)都垂直于该点的水准面。水准面会有无数个,与水准面相切的平面即为水平面。我们取平均海水面静止延伸形成的水准面称为大地水准面。

在测量学中,确定地球的形状和大小,是选择一个与大地水准面十分接近的辅助面,以此面表示地球形状和大小,使其成为一个能用数学式子表示的几何形体,用以表示地球的形状,我们称此为参考椭球体。其形状由长半轴 $a$ 和短半轴 $b$ 所确定。我国曾宣布采用1975年国际大地测量与地球物理联合会16届大会推荐的大地坐标系椭球元素。

即 长半轴  $a = 6378140\text{m}$

短半轴  $b = 6356755.2882\text{m}$

$$\text{扁率 } a = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.257}$$

参考椭球体如图1-1所示。

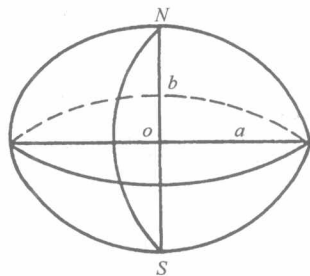


图 1-1 参考椭球体

### 1.2.2 地面点位的表示方法

地球表面高低起伏,并分布着许多物体,

我们将地球表面高低起伏的形态称为地貌，将地球表面上人工建造或自然形成的固定物体称为地物。它们的外形和轮廓是由一系列连续的点所组成。为了确定和表示这些点的位置，需要设定一个基准面来作为点位的投影面。在大范围内进行测量工作，以大地水准面作为地面点投影的基准面。若在小范围内测量则可用水平面作为地面点投影的基准面。地面点投影到基准面之后，其位置用坐标和高程来表示。

(1) 地面点的坐标。地面点的坐标因投影面及测量范围的不同而分为地理坐标和平面直角坐标。

1) 地理坐标。地理坐标为球面坐标，表示地面点的位置，采用我们所熟知的经纬度。

如图 1-2 所示，N、S 为地球旋转轴，通过地球旋转轴的平面均称为子午面。各子午面与地球表面的交线叫做经线或子午线，如图 1-2 中的 NGS。过球心且与地球旋转轴正交的平面即为赤道面，此平面与地球表面的交线即为赤道，赤道面作为纬度的起算面。

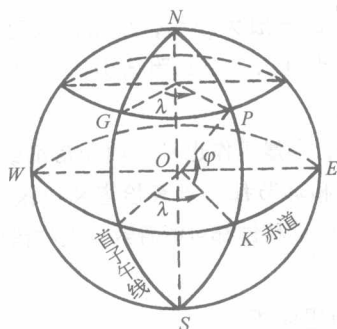


图 1-2 地理坐标示意图

如图 1-2 中，P 点的经度，是指过 P 点的子午面与首子午面所夹的二面角，以  $\lambda$  表示。自首子午线向东  $0^\circ \sim 180^\circ$  为东经，向西  $0^\circ \sim 180^\circ$  为西经。

P 点的纬度，是指该点的铅垂线 PO 与赤道面之间的夹角，以  $\varphi$  表示。自赤道向北  $0^\circ \sim 90^\circ$  为北纬，向南  $0^\circ \sim 90^\circ$  为南纬。

2) 平面直角坐标。在较小的范围内进行测绘工作，都采用平面直角坐标表示地面点的位置。但测量的平面直角坐标与数学中的平面直角坐标有些区别。为了测量工作的方便，将数

学中的笛卡尔坐标加以改变。其变化过程如图 1-3 所示。

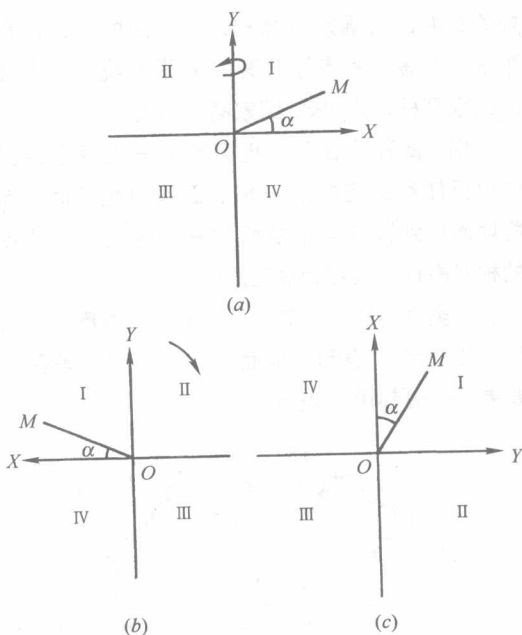


图 1-3 测量与数学中的平面直角坐标之区别

首先将坐标平面沿 Y 轴翻转  $180^\circ$ ，然后整个平面再顺时针旋转  $90^\circ$ 。角度的表示以 X 轴的正向顺时针旋转求得，如图 1-3(c) 中的  $\alpha$ 。其象限顺序也依顺时针表示。

某一点的平面位置用一组数表示。如图 1-4 所示，A 点的坐标表示为  $X_A$ 、 $Y_A$ 。

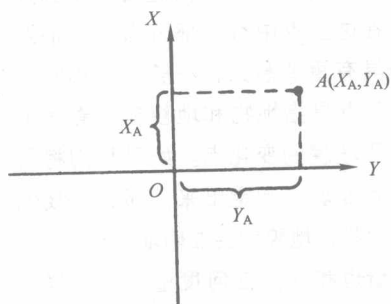


图 1-4 某点平面位置的表示方法

(2) 地面点的高程。地面点的高程可分为绝对高程和相对高程两类。绝对高程是指地面点到大地水准面的垂直距离，也就是大家常说的海拔。我国规定以黄海平均海面作为我国的

大地水准面。由于我国在解放后测绘体制不健全及历史的原因,现在许多地方还在沿用其当地的水准面所确定的高程,如天津的大沽高程系统,上海、大连等旧有的高程系统等。现在的国家高程系为 1985 国家高程基准。

相对高程是在局部地区或某一工程项目当中自行任意选定的某一水准面作为起算面,而将地面点到该任意水准面的垂直距离称为该点的相对高程,或称为假定高程。

两类高程的示意如图 1-5 所示。测量中的高程一般都用  $H$  表示。地面点间的高程之差称为高差,一般都用  $h$  表示。

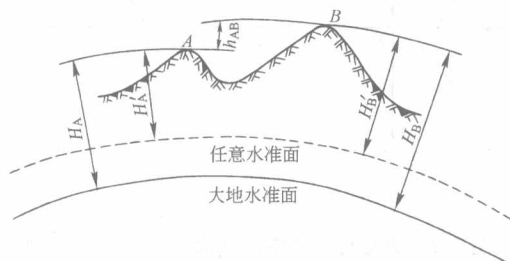


图 1-5 地面点高程的表示方法

## 1.3 测量工作的原则及特点

### 1.3.1 测量工作的原则

上节中述及的地物和地貌是我们测绘工作的对象,我们也谈到它们是由一系列连续的点构成,在这些点中有一部分点对我们测绘工作的进行具有重要意义,一般我们称它们为特征点。特征点是指地物和地貌在投影面上方向的转折点和坡度的变化点。如果我们将特征点的相对位置准确地测定出来,那么在我们测绘范围内的地物、地貌就会准确地反映出来。

测量也和其他任何度量工作一样,不可避免地存在着一定的误差。如果我们要从某一个特征点开始依次逐点测定其他各特征点,势必使误差逐渐积累,测至最末一点时的累积误差将会大得使我们无法接受。为此,测量工作确定了“由整体到局部”的法则,并按照“先控制后碎部”的原则进行工作。所谓碎部也就是

指上述的特征点。控制则是指首先在整个测绘范围内(简称为测区),选定若干对测区整体能起到控制作用的点,以较为精确的测量仪器和方法测定出它们的相对位置,然后在这些控制点上测定各点周围的碎部点,从而达到保证测绘结果应具有精度。

在测量工作的实施当中还有一个原则应当遵循,即“随时校核”的原则。每一步骤均应及时校核,发现错误及时纠正。前步校核无误方能进行下步工作。

### 1.3.2 测量工作的特点

测量工作是一项脑体并重的工作,就其工作环境来分,可分为外业和内业。外业主要是利用各种测绘仪器工具在野外进行观测、记录、绘图等。内业则主要是依据外业的各项测量成果进行记录的整理和检查,有关的计算,图纸的清绘整理等。

测量工作是一项集体性很强的工作。作业的基本单位一般为小组,小组成员至少三人,多则可达十人,因此团结协作在测量工作中至关重要。

此外,测量工作也是一项非常细致的工作,每一步骤和环节都要求有检查和校核,有的一字之差或一点移位都可能导致重大的错误发生。

### 复习思考题

1. 测量工作的原则是什么?
2. 测量工作的特点是什么?
3. 绘图表示绝对高程、相对高程、高差?
4. 测量中的平面直角坐标系与数学的平面直角坐标系有何相同点和不同点?
5. 表示地面点位的方法有哪些?
6. 何谓测绘、测设?简述二者在园林建设中的不同作用。
7. 名词解释:  
(1) 绝对高程; (2) 相对高程; (3) 高差;  
(4) 地物; (5) 地貌; (6) 特征点

## 第2章 水准测量

以水准测量为基准

水准测量的原理是：利用水准仪测定地面两点间的高差，从而求得未知点的高程。水准测量的基本方法是：在水准仪上安置水准尺，通过水准仪的望远镜瞄准水准尺，读取水准尺上的读数，从而求得两点间的高差。

水准测量的原理

水准测量的原理是：利用水准仪测定地面两点间的高差，从而求得未知点的高程。水准测量的基本方法是：在水准仪上安置水准尺，通过水准仪的望远镜瞄准水准尺，读取水准尺上的读数，从而求得两点间的高差。

水准测量的原理

水准测量的原理

水准测量的原理

水准测量的原理

水准测量的原理

水准测量的原理

水准测量的原理

水准测量的原理

水准测量是测定地面点高程的一种方法。测定地面点的高程主要有四种方法,除本章重点讨论的水准测量外,还有以后章节中论述的三角高程测量。此外在林业资源调查、航空等工作中还有利用气压高程测量方法进行高程的粗略测定。随着测绘新科技的不断发展, GPS 定位技术(将在本书第十章中作介绍)已应用于国家四等以下的高程测量中。现在就一般工程部门和园林行业来看,应用最为广泛的当属水准测量这种方法。

## 2.1 水准测量原理

水准测量的原理就是利用水准仪提供的水平视线测定地面点间的高差,然后再由已知点高程推算未知点高程。

由图 2-1 可以看出,在 AB 两点上分别竖立注有刻度的水准标尺,在两点中间安置水准仪,通过水准仪所提供的水平视线在 A 点尺上读得读数  $a$ ,在 B 点尺上读得读数  $b$ ;若 A 点的高程  $H_A$  已知,则根据此图可以得出如下一组公式:

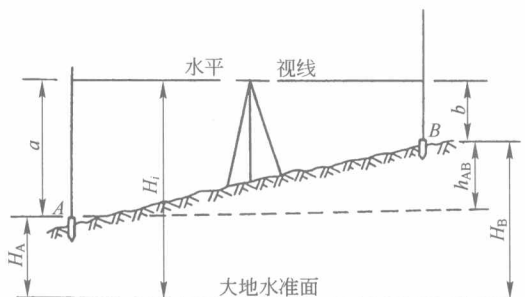


图 2-1 水准测量原理

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

$$H_i = H_A + a \quad (2-2)$$

$$H_B = H_A + h_{AB} = H_i - b \quad (2-3)$$

一般规定已知点为后视点,未知点为前视点。故公式中的  $a$  为后视读数,  $b$  为前视读数,  $h_{AB}$  为 A 到 B 的高差。  $H_i$  为水平视线的高程,简称视线高。

高差有正负之分,前进方向上坡高差为正,

前进方向下坡高差为负,高差为零时表示两竖尺点同高。两点高差的不同表示有如下关系:

$$h_{AB} = -h_{BA} \quad (2-4)$$

## 2.2 光学水准仪和水准尺

水准仪种类较多,近些年研制出来的先进仪器将在 2.7 和 2.8 中介绍。水准仪和水准尺依据其测定高程的精度划分等级。现在在园林工程中使用较为广泛的  $S_3$  型微倾式水准仪和普通水准尺做一介绍。

### 2.2.1 $S_3$ 型水准仪的构造

为了便于掌握,我们将水准仪分为四个部分。水准仪各部位名称如图 2-2 所示。

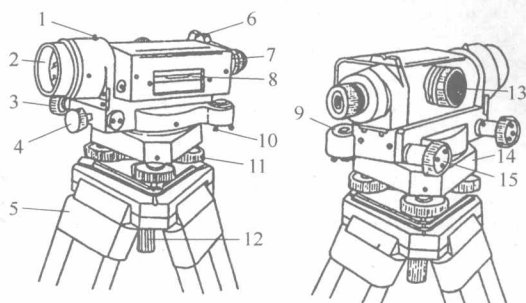


图 2-2  $S_3$  型水准仪的构造

- 1—准屋; 2—物镜; 3—微动螺旋; 4—制动螺旋; 5—三脚架;  
6—照门; 7—目镜; 8—水准管; 9—圆水准器; 10—圆水准校正螺旋;  
11—脚螺旋; 12—连结螺旋;  
13—对光螺旋; 14—基座; 15—微倾螺旋

(1) 望远镜部分。望远镜是构成水平视线、瞄准目标的光学部件,图 2-3 为内对光望远镜,它由物镜、目镜、对光透镜和十字丝分划板等部分组成。物镜使远方目标成倒立而缩小的实像(也有正立的)。对光透镜(由对光螺旋调节)使成像落在十字丝面上,十字丝用来瞄准目标和读取水准尺上的读数。目镜的作用是将成像

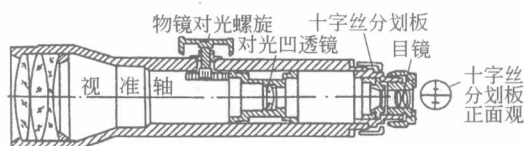


图 2-3 水准仪望远镜的构造

和十字丝放大成虚像。

图 2-4 绘出了望远镜的成像原理, 在望远镜中物镜光心与十字丝交点的连线叫作视准轴, 视准轴是水准仪中的一条重要轴线。

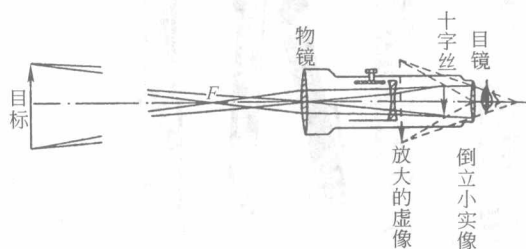


图 2-4 望远镜成像原理

(2) 水准器部分。水准仪一般设有两种水准器。一种为圆水准器, 另一种为管水准器(也称为水准管)。

1) 圆水准器。圆水准器装在基座上, 主要用于安置仪器时的概略整平。圆水准器顶面玻璃为一球面, 过此球面中心的法线叫做圆水准器轴。当圆水准器的气泡居中时, 圆水准器轴即处于铅直位置。如图 2-5 所示。

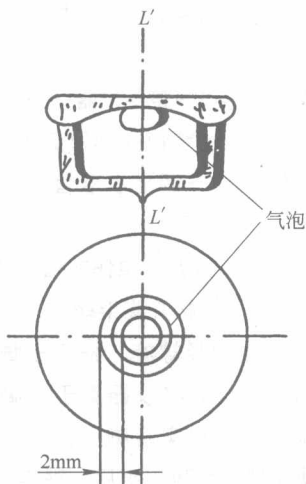


图 2-5 圆水准器及其分划值

2) 管水准器。管水准器与望远镜固连在一起, 可起到置平视线的作用。如图 2-6 所示, 水准管内壁磨成圆弧状。我们将通过水准管圆弧中点的切线称为水准管轴。当水准管内气泡两端与圆弧中点对称时称为气泡居中; 此时水准

管轴处于水平位置。仪器在制作安装时要求应使水准管轴与视准轴平行, 所以当水准管气泡居中时, 视线也就应当水平了。

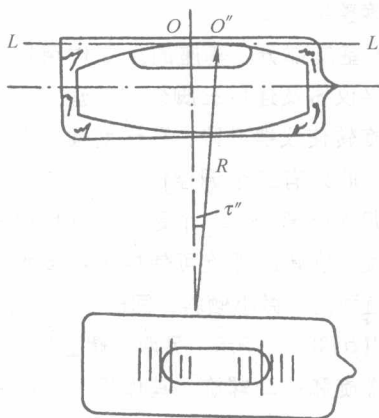


图 2-6 管水准器及其分划值

为了便于观察水准管气泡是否居中并提高观察的准确度, 在水准管上方设置了一组符合棱镜, 如图 2-7(a) 所示, 经折射后在目镜旁的气泡观察窗中可以看到气泡居中与否, 如图 2-7(b) 为不居中的影像, 图 2-7(c) 为居中时的影像。

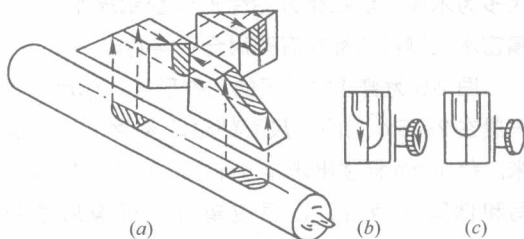


图 2-7 微倾螺旋与管水准器

3) 水准器的分划值。在水准器上一般刻有等间隔的分划线。分划线与圆弧的中点对称。水准管上 2mm 间隔的弧长所对的圆心角叫做水准器的分划值( $\tau$ ), 如图 2-5 和图 2-6 所示。

$$\tau = \frac{2\text{mm}}{R} \rho'' \quad (2-5)$$

式(2-5)中  $\tau$  为分划值。  $R$  为圆弧半径, 也取毫米(mm)为单位。换算为角度值故乘以  $\rho''$ ,  $\rho''$  为 206265。  $\tau$  反映出了水准器的灵敏度, 半径  $R$  愈大则  $\tau$  愈小, 灵敏度愈高, 也即整平的精度也就愈高, 但整平时所费时间也就愈长。

一般普通水准仪的圆水准器分划值  $\tau=8'$ ，管水准器分划值  $\tau=20''$ 。显然水准管的整平精度远高于圆水准器。因此水准管的调平过程往往被称为精确整平。

(3) 基座部分。基座的主要作用是支承仪器，置平仪器及连接三脚架。基座上的三个脚螺旋可旋转使仪器升降，再借助圆水准器来置平仪器。此外有三个调控仪器的螺旋，我们也将它们归入此部分。一个是在靠近目镜一端的微倾螺旋，旋转此螺旋可使望远镜及水准管一起在竖直面内做微小倾斜，同时致使气泡移动。如图 2-7(b)和(c)所示。另两个螺旋为一组，叫做制动螺旋和微动螺旋。其作用为控制基座以上部分的转动、停止和微小转动。

(4) 脚架。脚架也称三脚架。普通水准仪配用的三脚架一般为可伸缩式的，其作用为固定和支撑水准仪。

### 2.2.2 水准尺

水准尺是水准测量的重要工具。普通水准尺多为木质，现在也开始生产合金铝质水准尺。精密水准测量的标尺有些用合金钢制成。

图 2-8 为普通水准尺的几种形式。标尺总长一般在 2~5m 之间。尺面的最小刻度一般为厘米。每 10cm 标注出米及分米值，标注数字有正写和倒写的两种，以适应望远镜成像后读数方便。

水准尺一般有无关节的直尺，一个关节的折尺和两个关节的塔尺三种形式；增加了关节主要是为了增加尺长度后便于携带。

### 2.2.3 尺垫

尺垫也是水准测量中的一种工具，一般由铸铁制成。见图 2-8，中央有一凸起的半球形圆顶，用以放置水准尺，底面有三个支脚。尺垫的主要作用是使水准测量转站时能保持尺位准确，避免松软土中尺身下沉从而达到准确传递高程的目的。

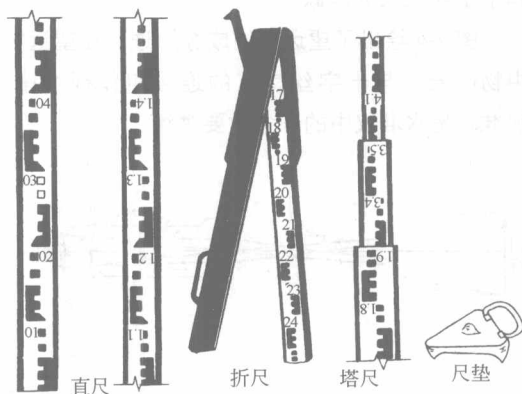


图 2-8 水准尺和尺垫

## 2.3 水准测量方法

### 2.3.1 一个测站上的水准测量工作

已知一点高程(如 A 点)，欲求另一点高程(如 B 点)。水准仪置于二者之间(如 M 点)，且均能通视(通视即能在 M 点看到 A 和 B 两点所竖立的水准尺)。视距不大于规定要求(一般每个测站规定视距  $\leq 100 \sim 150\text{m}$ )。其基本步骤和顺序如下：

安置仪器(M 点)→整平仪器→瞄准后视尺(A 点)→对光并调平水准管→读取后视读数(a)→瞄准前视尺(B 点)→调平水准管→读取前视读数(b)。

下面将各主要步骤的操作方法介绍如下。

(1) 安置仪器。松开脚架螺旋，按所需高度调好脚架长度并拧紧螺旋。张开三脚架立于前视和后视两点中间。将仪器置于三脚架上并用连接螺旋拧紧。踩实两脚后，用第三条腿前后左右移动使架头大致水平后，踩实第三条腿。

(2) 整平仪器。利用三个脚螺旋和圆水准器进行。其方法如图 2-9 所示。两手以相对方向旋转脚螺旋 I 和 II，使气泡自 a 移至 b，再旋转脚螺旋 III，使气泡自 b 移至 c，重复上述操作，至气泡居中为止。调平中的规律是气泡的移动方向与左手拇指移动方向一致。



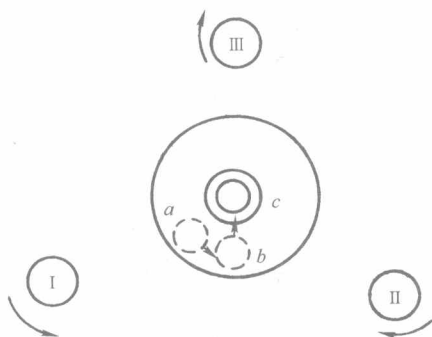


图 2-9 仪器整平方法

(3) 瞄准与对光。先将望远镜对着较明亮的背景, 调节目镜头对光, 使十字丝成像清晰(十字丝呈黑色无重影)。然后用望远镜上的照门(或缺口)和准星瞄准水准尺, 旋紧制动螺旋。接着在望远镜内观察, 调节物镜对光螺旋, 使物象清楚。最后再用微动螺旋调节使十字丝对准水准尺。

(4) 视差消除。视差是由于对光不完善所致。表现为对光后物象与十字丝随着观测者眼睛上下(或左右)移动而产生相对移动, 其原因在于物象平面与十字丝平面不重合。如图 2-10 所示。消除的方法仍是再行仔细进行目镜、物镜对光使物象与十字丝同时清晰。

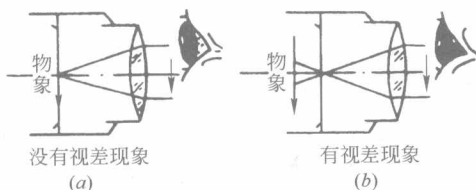


图 2-10 视差现象形成原理

(5) 读数。每次读数前必须调节微倾螺旋使水准管气泡完全居中, 然后迅速读数。读数是以十字丝中间的横丝在水准尺上截取读数。读数时应注意尺上的分划与注记的特征, 以免读错。图 2-11 所示其读数依次为 1.690、1.808 和 2.009。单位为米读至三位小数, 最后一位应按所占基本刻度的比例估计读出。读数后还应检查一下水准管, 看其气泡是否仍居中, 若偏离

过大则应重新调平读数。

上述操作方法为水准仪的基本操作。每个测站都如此进行。

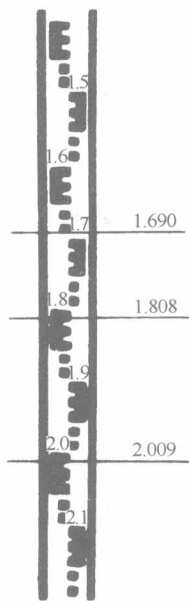


图 2-11 水准尺读数方法

### 2.3.2 连续水准测量

通过前面水准测量原理的介绍, 我们已经了解了由一个已知点测定并推算出另一个未知点高程的方法。但当这两个点相距较远或高差较大时, 受仪器望远镜放大倍率和水准尺长度所限, 仍采用前述一个测站上进行测量则无法达到求出未知点高程的目的, 因此必须按下述方法, 即连续水准测量来达到目的。

如图 2-12 所示,  $A$  点为已知高程点, 其高程 16.463m。各测站读数如图 2-12 所示。 $B$  点为待求未知点。其连续水准测量的步骤, 记录及计算如下:

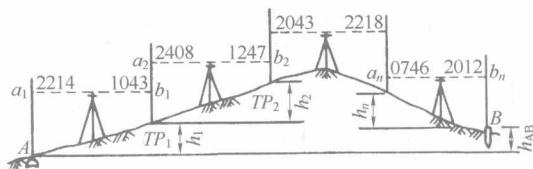


图 2-12 连续水准测量示例