

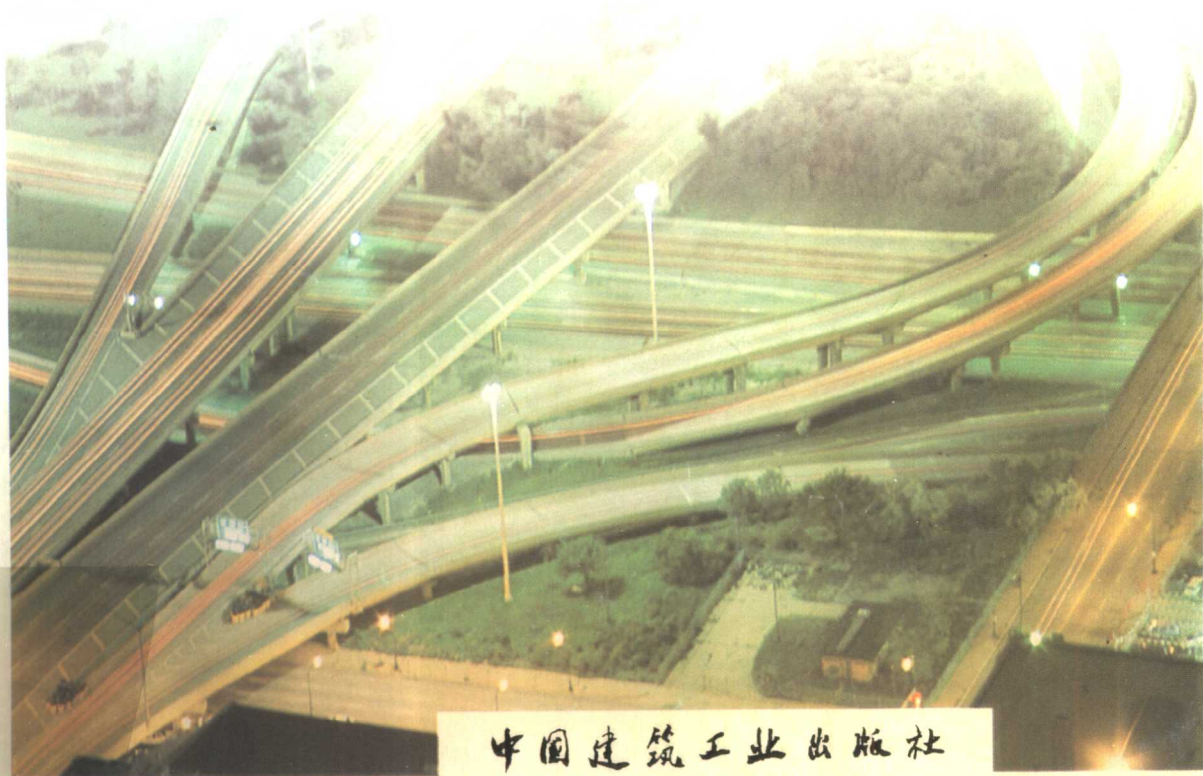


中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 市政工程 施工测量

市政工程施工专业

主 编 刘尔璋



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

# 市政工程施工测量

(市政工程施工专业)

主    编    刘尔璋  
责任主审    刘伟庆  
审    稿    高俊强    潘庆林

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

市政工程施工测量/刘尔璋主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

中等职业教育国家规划教材·市政工程施工专业  
ISBN 7-112-05289-0

I. 市... II. 刘... III. 市政工程-施工测量-专业学校-教材 IV. TU99

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 002475 号

本书根据建设部中等专业学校市政工程施工与给水排水专业指导委员会 2001 年 5 月制定的“市政工程施工测量”课程大纲编写。

全书分 12 章, 第 1 至第 4 章介绍测量学的基本知识、测量仪器的构造和使用技术; 第 5 章介绍测量误差基本知识; 第 6 章介绍小地区控制测量; 第 7 章介绍大比例尺地形图测绘方法和应用; 第 8 章介绍全站测量技术; 第 9 章介绍施工测量基本方法; 第 10 至第 12 章分别介绍道路工程、桥梁工程、管道工程施工中的测量工作。

本书可作为中等专业学校市政工程施工专业、给水排水专业、道路桥梁专业的教学用书, 也可作为市政系统职工上岗培训教材, 并供从事市政工程建设的技术人员参考使用。

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

**市政工程施工测量**

(市政工程施工专业)

主 编 刘尔璋  
责任主编 刘伟庆  
审 核 李俊强 潘庆林

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)  
新华书店总店科技发行所发行  
北京云浩印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11½ 字数: 278 千字

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月第一次印刷

印数: 1--3000 册 定价: 14.00 元

ISBN 7-112-05289-0  
TU·4936(10903)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

## 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

# 前 言

本书根据建设部中等专业学校市政工程施工与给水排水专业指导委员会 2001 年 5 月制定的“市政工程施工测量”课程大纲编写的中等专业学校全日制三年（120~140 学时）教材。适用于市政工程施工专业、给水排水专业、道路桥梁专业。

为适应现代施工对测量的要求，本教材在保留必要的传统理论、方法的基础上，增加了测绘领域的新仪器、新方法、新技术等方面的内容，如：电子经纬仪、光电测距、全站仪、GPS 和数字化测图技术等。

本书由广州市市政建设学校刘尔璋主编，并编写第 1、8、10、11 章，广州市市政建设学校李爱华编写第 2、3、4、5 章，湖北省城市建设学校杨晓平编写第 6、7、9、12 章。宁夏建筑工程学校杨忠德担任本教材主审。

谨请使用本教材的师生与读者批评指正，期待着此教材在教学改革实践中日臻完善。

编者

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 工程测量概述 .....	1
1.2 地面点定位 .....	2
<b>第 2 章 角度测量</b> .....	5
2.1 角度测量原理 .....	5
2.2 光学经纬仪 .....	6
2.3 电子经纬仪.....	10
2.4 水平角测量.....	12
2.5 竖直角测量.....	14
* 2.6 光学经纬仪的检验.....	16
2.7 角度测量的注意事项.....	18
<b>第 3 章 距离测量与直线定向</b> .....	20
3.1 距离测量.....	20
3.2 直线定向.....	27
<b>第 4 章 水准测量</b> .....	30
4.1 水准测量原理.....	30
4.2 水准仪和水准尺.....	31
4.3 水准仪的使用.....	33
4.4 普通水准测量.....	34
* 4.5 微倾式水准仪的检验与校正.....	38
4.6 自动安平水准仪简介.....	41
4.7 水准测量注意事项.....	41
<b>第 5 章 测量误差基本知识</b> .....	44
5.1 测量误差来源及分类.....	44
5.2 衡量精度的标准 .....	45
5.3 算术平均值及其中误差.....	47
<b>第 6 章 小地区控制测量</b> .....	50
6.1 控制测量概述.....	50
6.2 导线测量.....	53
6.3 高程控制测量.....	63
<b>第 7 章 大比例尺地形图测绘</b> .....	70
7.1 概述.....	70
7.2 大比例尺地形图测绘.....	76
* 7.3 大比例尺数字测图原理.....	80

7.4	地形图 的检查、拼接和整饰	84
7.5	地形图 的应用	85
<b>第 8 章</b>	<b>全站测量</b>	96
8.1	全站仪 与全站测量	96
8.2	全站仪 的基本操作	101
8.3	标准测量 模式	104
8.4	程序测量 模式的应用-测设点位 (放样)	110
8.5	全站仪 的使用与维护	115
8.6	GPS 定位 技术简介	116
<b>第 9 章</b>	<b>施工测量 基本方法</b>	120
9.1	施工测量 概述	120
9.2	施工测设 的基本方法	120
9.3	点的平面 位置测设	124
<b>第 10 章</b>	<b>市政道路 施工测量</b>	129
10.1	概述	129
10.2	市政道路 中线直线段 测量	131
10.3	圆曲线 及其测设	135
* 10.4	缓和曲线 测设	141
10.5	全站仪 测设道路 中线	147
10.6	道路纵断 面测量	150
10.7	道路横断 面测量	156
10.8	道路施工 测量	160
<b>第 11 章</b>	<b>桥梁施工 测量</b>	165
11.1	概述	165
11.2	桥梁施工 控制网	165
11.3	桥梁墩台 定位测量	167
<b>第 12 章</b>	<b>管道施工 测量</b>	169
12.1	概述	169
12.2	管道中线 及纵横断面 图测量	169
12.3	管线施工 测量	172
12.4	顶管施工 测量	174
12.5	管线竣工 测量	175

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 工程测量概述

任何一项工程建设，一般都要经过规划设计、施工建设、运营管理等几个阶段。在整个工程建设过程中，其每个阶段都需要进行各种不同目的，不同要求的测量工作。工程建设在勘测设计、施工建设和运营管理阶段所进行的测量工作，称为工程测量。

工程测量的内容极为广泛，按照工程建设的对象分为：建筑工程测量、水利工程测量、铁路工程测量、公路工程测量、桥梁工程测量、矿山及地下工程测量、城市建设和国防等工程测量。虽然工程性质不同，各类工程对测量的要求也不同，但其测量原理与基本方法却有许多共同点。现按照工程建设的程序，将各个阶段的测量工作概述如下：

工程规划设计阶段的测量工作，主要是测绘满足工程规划和设计需要的大比例尺地形图以及为工程地质勘察、水文地质勘探提供所需要的测量。

施工建设阶段的测量工作，主要是要将图上设计的建筑物的位置、形状、大小以及高程或者构筑物的特征点（如道路转弯点、管线的起点、终点、路面标高等）运用必要的测量方法，标定于施工现场的地面（即放样），以作为施工的依据。

在工程施工建设阶段所从事的测量工作称为施工测量。施工测量是直接为工程施工服务的，其主要任务为：施工测量控制网的建立；建筑物和构筑物的定位和基础放样；工程施工中各道工序的细部测设；如：在道路施工中的中线测设、路基放样等。总之施工测量贯穿于施工的全过程。

工程运营管理阶段的测量工作，主要是在施工过程中及竣工后的建筑物进行变形观测，以监视其安全和稳定的情况。

市政工程测量是城市建设工程测量的一个重要组成部分，它是研究城市道路、桥梁、给水排水、管道等工程在规划设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作。

专门研究城市道路、桥梁、排水、管道等工程在施工阶段所进行的测量工作，我们将其称为市政工程施工测量。市政工程施工测量的主要任务是按照设计与施工的要求，测设建筑物轴线的平面位置和高程位置，作为工程施工的依据。在工程施工过程中，通过测量来配合施工中各工序的交接和检查、校核、验收。工程完工后，还要进行竣工测量并编制竣工图、表，作为工程质量评定、验收资料，供管理、维修和改扩建时使用。

### 1. 施工测量的主要目的

建（构）筑物设计之后就要按设计图纸及相应的技术说明进行施工。设计图纸中主要是以点位及相互关系表示建（构）筑物的形状及大小。施工测量目的是将设计图纸上建（构）筑物的主要点位测设到实地并标定出来，作为工程施工的依据。实现这一目的的测



量工作过程又称为工程放样，简称“放样”。这些经过施工测量在实地标定出来的点位称为施工点位，将成为施工点或称放样点。

## 2. 施工测量的精度

施工测量的精度主要取决于建（构）筑物的设计与施工要求。设计与施工要求不同，施工测量的精度也不同。

一般情况，钢结构工程的施工精度高于混凝土工程的精度；装配式工程的施工精度高于现浇式工程的精度。

在市政工程中，高速公路、城市快速路的施工精度高于普通城市道路的施工精度；高架路的施工精度高于地面道路的施工精度；特大桥梁的施工精度高于普通桥梁的施工精度。

施工测量的精度，最终体现在施工点的精度上。施工测量应从工程设计与施工的精度需要出发，确定与之相应匹配的测量精度，规定满足精度要求的施工方案，确保放样点的精度满足施工的需要。

# 1.2 地面点定位

## 1.2.1 地球体的基本概念

测量工作是在地球表面进行的，我们必须认识地球体的有关概念。有关地球体的概念是测量人员的必备知识。

**铅垂线：**由于地球体的自转运动，地球上任何一点都要受到离心力和地球引力的双重作用，这两个力的合力称为重力，重力的方向线称为铅垂线。铅垂线是测量工作的基准线。

**水准面：**设想静止的海洋水面延伸穿过陆地，包围整个地球，形成一个闭合曲面，这个闭合曲面称为水准面。水准面是受地球重力影响而形成的，是一个处处与重力方向垂直的连续曲面。因海水有潮汐，静止曲面所处的高度随时刻不同而变，因此水准面有无数多个。

**大地水准面：**在无数多个水准面中，与平均海水面相吻合并向大陆延伸而形成的闭合曲面，称为大地水准面。大地水准面是测量工作的基准面。

**大地体：**大地水准面所包围的地球形体，称为大地体。用大地体曲面代替地球的表面形状。

**参考椭球体：**由于地球内部质量分布不均匀，引起铅垂线的方向严重不规则的变化，导致大地水准面成为一个复杂的曲面（图 1.1a），无法在这曲面上进行测量数据处理。为了方便使用，通常用一个非常接近于大地水准面，并可用数学式表示的几何形体即参考椭球来代替地球的形状（图 1.1b），作为测量计算工作的基准面，如图 1.2，参考椭球体由长半径  $a$ （或短半径  $b$ ）和扁率  $\alpha$  所决定。我国目前采用的元素值为：

$$\text{长半径 } a = 6378140\text{m} \quad \text{扁率 } \alpha = 1:298.257$$

$$\text{其中 } \alpha = (a - b) / a$$

并选择陕西省泾阳县永乐镇某点为大地原点，由此而建立起来全国统一坐标系，这就是现在使用的“1980 年国家大地坐标系”。

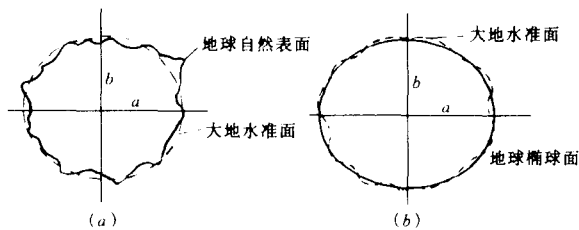


图 1.1

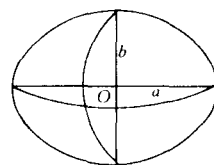


图 1.2

由于地球的扁率很小，因此当测区范围不大时，可近似把地球椭圆看成圆球，这时地球元素是平均曲率半径  $R = 6371\text{km}$ 。

### 1.2.2 地面点位的确定

测量工作是在地球表面进行的，而地球表面是高低起伏的，因此地面是位于三维空间的点。点的位置可通过坐标来表示。当研究对象为整个地球或较大区域时，地面点的坐标一般用球面坐标经度  $L$  和纬度  $B$  表示，为了实用方便，地面点位的坐标常采用平面直角坐标系  $(x, y)$  来表示。

#### 1. 独立平面直角坐标系

工程设计与计算都是在平面上进行的，而工程建设是在地球曲面上完成的。这样“平面”与“曲面”必然会产生矛盾。当测量区域（如半径小于  $10\text{km}$ ）较小时，可以用测区中心点  $a$  的切平面代替水准面（图 1.3），直接将地面点沿铅垂线投影到水平面上，用平面直角坐标来表示它的投影位置，如图 1.4 所示。

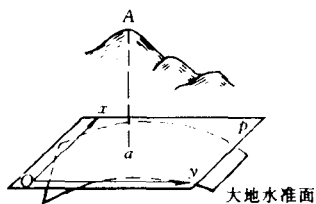


图 1.3

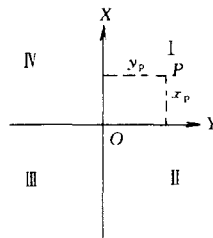


图 1.4

测量上采用的平面直角坐标系规定南北方向为纵轴，设为  $x$  轴， $x$  轴向北为正，向南为负；东西方向为横轴，设为  $y$  轴， $y$  轴向东为正，向西为负。象限按顺时针方向编号， $x$  轴与  $y$  轴互换，这与数学上的规定是不同的，其目的是为了定向方便，而数学中的三角公式和符号规则都可直接应用到测量计算中，不需要做任何改变。

原点  $O$  一般选在测区西南角（见图 1.3），使坐标值均为正值。

#### 2. 地面点的高程

高程是确定地面点位的起伏高低的量。为了建立统一的高程起算系统，我国在青岛设立了验潮站，长期观测和记录黄海海水面的高低变化，取其平均值作为大地水准面。1956年在青岛观象山建立了水准原点，用水准测量的方法将验潮站确定的高程零点引测到水准原点，其高程为  $72.289\text{m}$ ，以这个大地水准面为高程基准面建立的高程系称为“1956年黄海高程系”。

1985年我国又采用青岛验潮站 20 多年的潮汐观测资料计算出水准原点的高程为

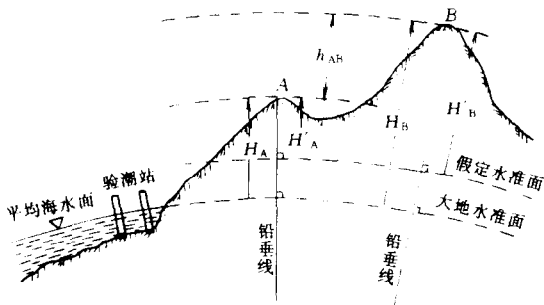


图 1.5

72.260m。1987 年正式启用，此高程称为“1985 年国家高程基准”。

点的高程是指地面点到水准面的铅垂距离。如图 1.5。如果这个水准面是大地水准面，则该高程称为绝对高程或海拔，用  $H$  加点名作下标表示。

如果该水准面是假定的，则该高程称为相对高程或假定高程，用  $H'$  加点名作下标表示。

两个地面点的高程之差称为高差，

用  $h$  加两点名作下标表示，如 A、B 两点高差为

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$$

### 复 习 题

1. 何谓施工测量？其主要任务是什么？施工测量的目的是什么？
2. 测量工作的基准面和基准线是什么？地面点的空间位置是如何表示的？
3. 何谓大地水准面？它在测量工作中的作用是什么？
4. 何谓绝对高程和相对高程？两点之间绝对高程之差与相对高程之差是否相等？
5. 测量上所用的平面直角坐标系与数学上的有哪些不同之处？

## 第2章 角度测量

角度测量包括水平角测量和竖直角测量，是测量的基本工作之一。水平角测量用于确定地面点的平面位置，竖直角测量用于测定高差或将倾斜距离改变成水平距离。常用的测角仪器是光学经纬仪。

### 2.1 角度测量原理

#### 2.1.1 水平角测量原理

水平角是指地面上一点到两个目标点的方向线垂直投影到水平面上的夹角，或者是过两条方向线的竖直面所夹的二面角，用  $\beta$  表示。如图 2.1 所示，A、B、C 为地面上任意三点，过 BA、BC 直线的竖直面与水平面 H 的交线  $B_1A_1$ 、 $B_1C_1$  所夹的角就是 BA 和 BC 之间的水平角。

根据水平角的定义，在过 B 点的铅垂线上，任取一点作水平面，都可得到直线 BA 和 BC 之间的水平角。若在 B 点的上方水平地安置一个带有刻度的圆盘，其圆心与 B 点位于同一铅垂线上，竖直面 M 和 N 在刻度盘上截取的读数分别为  $a$  和  $c$ ，则水平角  $\beta$  的角值为：

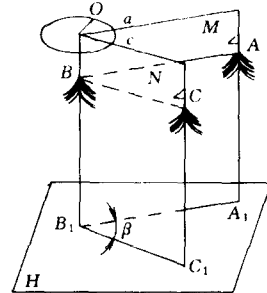


图 2.1

$$\beta = c - a \quad (2.1)$$

水平角取值范围是  $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

#### 2.1.2 竖直角测量原理

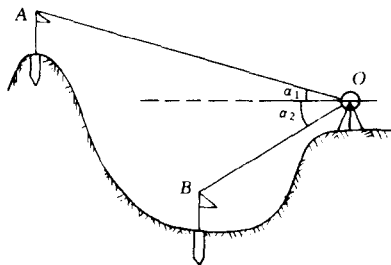


图 2.2

竖直角是指在同一竖直面内，观测视线与水平线之间的夹角，用  $\alpha$  表示。竖直角有仰角和俯角之分：当观测视线在水平线之上时，称为仰角，角值为正；当观测视线在水平线之下时，称为俯角，角值为负。如图 2.2 所示，观测视线 OA 的竖直角  $\alpha_1$  为正，观测视线 OB 的竖直角  $\alpha_2$  为负。竖直角取值范围是  $0^\circ \sim \pm 90^\circ$ 。

竖直角与水平角一样，其角值也是度盘上两个方向读数之差。不同的是竖直角两个方向中必有一个是水平方向。任何类型的经纬仪，制作上都要求当竖盘指标水准管气泡居中，望远镜视准轴水平时，其竖盘读数是一个固定值。因此，竖直角测量时，只要观测目标点一个方向并读取竖盘读数便可算得该目标的竖直角，而不必观测水平方向。

根据上述角度测量原理，研制出的测角仪器称为经纬仪。按照经纬仪的测角精度，我

国把经纬仪分为DJ<sub>07</sub>、DJ<sub>1</sub>、DJ<sub>2</sub>、DJ<sub>6</sub>等不同级别。其中“D”和“J”为“大地测量”与“经纬仪”的汉语拼音第一个字母，下标数字代表该仪器的测量精度，如DJ<sub>6</sub>表示一测回方向观测中误差不超过± 6”。目前工程中常用的光学经纬仪是DJ<sub>6</sub>级经纬仪（图 2.3）和DJ<sub>2</sub>级经纬仪（图 2.4）。

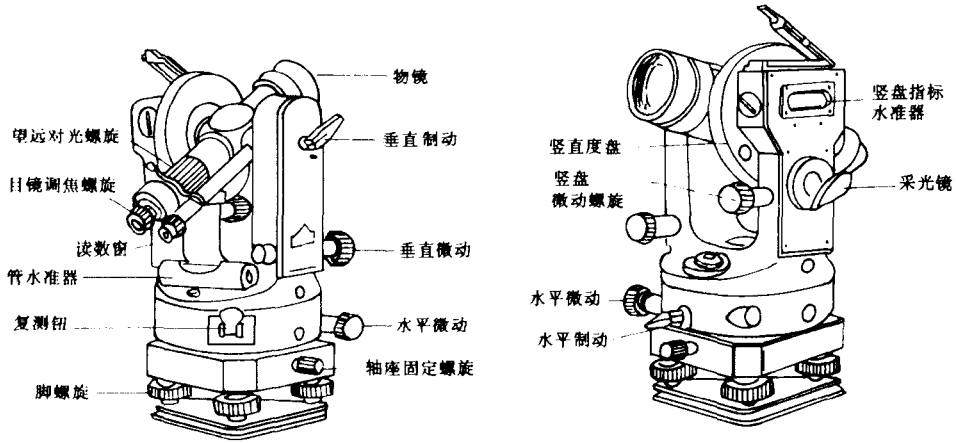


图 2.3

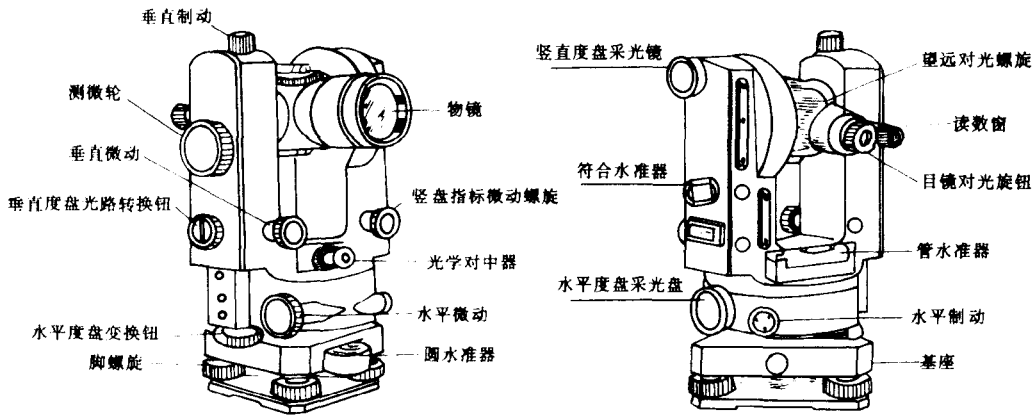


图 2.4

## 2.2 光学经纬仪

### 2.2.1 光学经纬仪的构造

各种类型的光学经纬仪，其外形及仪器零部件的形状、位置不尽相同，但基本构造相同，包括照准部、水平度盘和基座三大部分。如图 2.5 所示。

#### 2.2.1.1 照准部

照准部是指经纬仪上部可转动的部分。主要包括望远镜、水准器、竖轴、横轴、支架、读数显微镜及水平和垂直制微动螺旋等操作部件。

(1) 望远镜：是经纬仪看清目标和瞄准目标的重要部件，它与横轴固连在一起安装在

支架上。望远镜由物镜、目镜、对光凹透镜和十字丝分划板组成。物镜、目镜是凸透镜组。当观测目标通过物镜后，转动物镜对光螺旋可以使倒像（或正像）清晰地反映到十字丝平面上。目镜的作用是放大十字丝和目标影像，使人眼能看清。十字丝分划板是由平板玻璃圆片制成的，板上刻有两条互相垂直的长线，如

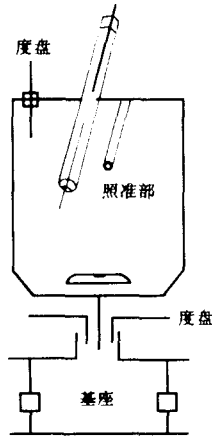


图 2.5

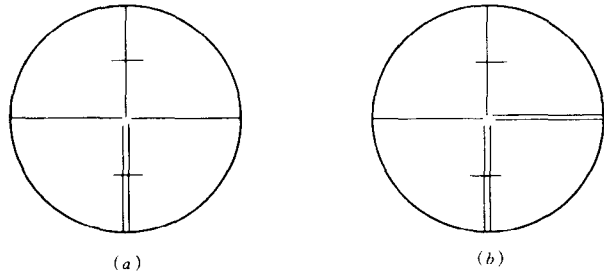


图 2.6

图 2.6 所示，竖直的一条称为纵丝，水平的一条称为横丝，是为了瞄准目标用的。在横丝的上下还对称地刻有两条与横丝平行的短横线，是用来测定距离的，称为视距丝。十字丝交点与物镜光心的连线称为视准轴。望远镜可以绕横轴在竖直面内上下转动，又能随照准部一起绕竖轴在水平面内左右转动。利用水平和垂直制、微动螺旋，可以使望远镜固定在任一位置。读数显微镜用于读取水平度盘和竖直度盘的读数。

(2) 水准器：是测量仪器整平指示装置。有管水准器和圆水准器两种形式。

①管水准器：管水准器又称水准管，是一纵向内壁磨成圆弧形的玻璃管，管内装酒精和乙醚的混合液，加热融封冷却后留有一个气泡，如图 2.7 所示，气泡恒处于管内最高位置。水准管上一般刻有间隔为 2mm 的分划线，分划线 midpoint 称为水准管零点。通过零点作水准管圆弧的切线，称为水准管轴（图 2.7 中的 LL）。当气泡中心与零点重合时，称为气泡居中，此时水准管轴 LL 处于水平位置。水准管气泡中心偏离零点 2mm 时水准管轴倾斜的角度  $\tau$  称为水准管分划值。以水准管分划值表示水准管的灵敏度。DJ<sub>6</sub> 级经纬仪的  $\tau$  是 30"，DJ<sub>2</sub> 级经纬仪的  $\tau$  是 20"。

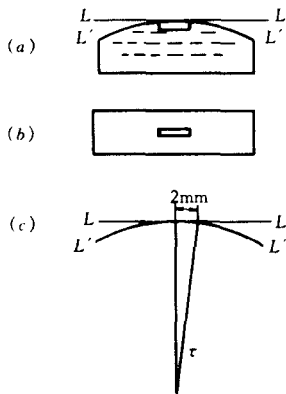


图 2.7

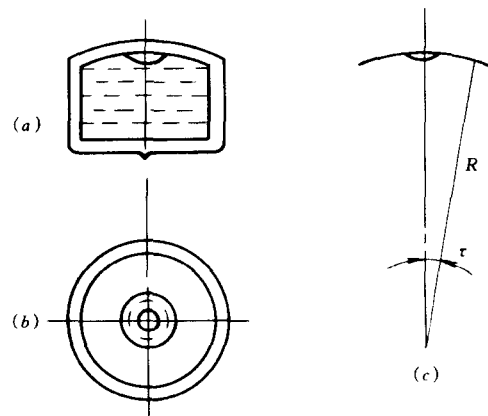


图 2.8

②圆水准器：如图 2.8 所示，圆水准器顶面的内壁是球面，其中有圆分划圈，圆圈的

中心为圆水准器的零点。通过零点的球面法线为圆水准轴，当圆水准器气泡居中时，圆水准轴处于铅垂位置。圆水准器的分划值  $\tau$  为  $8' \sim 10'$ 。

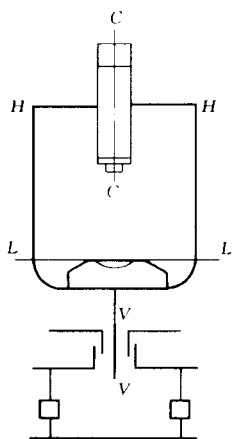


图 2.9

(3) 主要轴线：如图 2.9 所示，照准部的望远镜视准轴  $CC$ 、横轴  $HH$ 、竖轴  $VV$ 、水准管轴  $LL$  是经纬仪的主要轴线。它们之间应满足下列关系： $CC \perp HH$ ； $HH \perp VV$ ； $LL \perp VV$ 。此外，十字丝纵丝垂直于横轴。

(4) 光学对中器：其作用是使水平度盘中心位于测站点的铅垂线上。

#### 2.2.1.2 水平度盘

水平度盘是一个刻有分划线的光学玻璃圆盘，全圆周顺时针刻划  $0^\circ \sim 360^\circ$ ，最小间隔有  $1^\circ$ 、 $30'$ 、 $20'$  三种。在水平角测量过程中，水平度盘固定不动，不随照准部一起转动。若需改变水平度盘的初始位置，可通过照准部上的水平度盘变换手轮将度盘变换到所需要的位置。

#### 2.2.1.3 基座

基座主要由轴套、脚螺旋、连接板、固定螺旋等构成，用来支承整个仪器。脚螺旋用于整平仪器。固定螺旋拧紧后，可将照准部固定在基座上，使用仪器时严禁松动固定螺旋，以免照准部与基座分离而坠落。

### 2.2.2 经纬仪的使用

经纬仪的使用包括安置仪器、瞄准目标和读数 3 个步骤。

#### 2.2.2.1 安置仪器

安置仪器是将经纬仪安置在测站点上，包括对中与整平两项内容。对中的目的是使仪器中心位于测站点的铅垂线上，常用光学对中器进行对中，其对中精度可达到  $\pm 1\text{mm}$ 。整平的目的是使水平度盘水平，竖轴铅垂，常用脚螺旋进行整平。

用光学对中器安置经纬仪的步骤：

准备工作：将三脚架高度调到与个人身高相适应，安放于测站点上，并注意使架头大致水平，架头中心大致对准测站点，保持脚架稳定。从仪器箱中取出经纬仪，安放于架头上，用中心螺旋使经纬仪固定在三脚架上。

(1) 粗略对中：双手提起三脚架的任意两条腿，以第三条腿的脚尖为圆心左右旋转三脚架，眼睛同时通过光学对中器瞄准地面，直至对中器分划板的刻划中心与测站点标志基本重合。然后放下提起的两条腿，踩紧三支脚。

(2) 粗略整平：根据圆水准器气泡偏离中心的位置，依次升降三脚架的高度，直至圆水准器气泡基本居中。

(3) 精确对中：旋松中心螺旋，双手扶基座在架头上轻轻平移仪器，使对中器分划板的刻划中心与测站点标志中心重合，然后旋紧中心螺旋。

(4) 精确整平：先转动照准部，使照准部水准管与任一对脚螺旋的连线平行，如图 2.10 (a) 所示，两手同时向内或向外转动这两个脚螺旋，使水准管气泡居中。

气泡移动方向与左手大拇指运动方向一致。再将照准部旋转  $90^\circ$ ，如图 2.10 (b) 所示，使水准管与脚螺旋连线垂直，转动第三个脚螺旋，使水准管气泡居中。然后将照准部

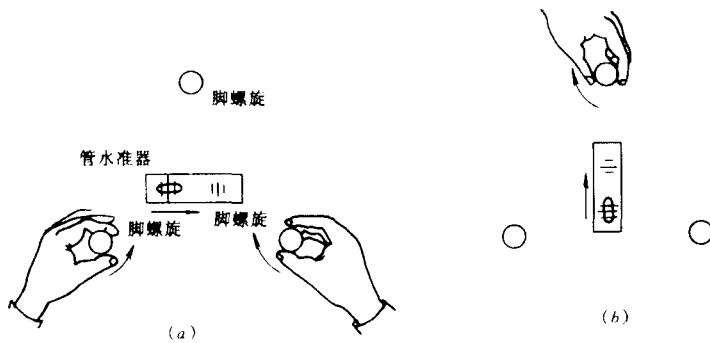


图 2.10

转回原位置，检查气泡是否居中，若不居中，则按以上步骤反复进行。要求照准部转到任何位置，水准管气泡的偏离量均在一格以内。

重复 (3)、(4) 两步，直至对中和整平都符合要求。

### 2.2.2.2 瞄准目标

(1) 目镜对光: 旋转目镜调焦螺旋, 使十字丝影像清晰(这项工作不需每次瞄准都做)。

(2) 粗略瞄准: 松开水平、垂直制动螺旋, 用望远镜上的瞄准器粗略瞄准目标 (图 2.11a)), 旋紧水平、垂直制动螺旋。

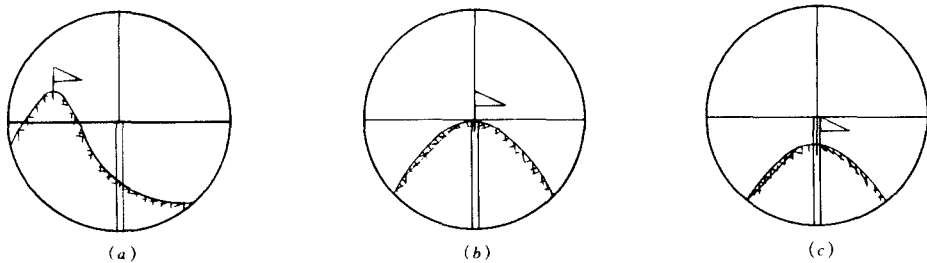


图 2.11

(3) 物镜对光: 旋转物镜对光螺旋使目标成像最清晰。

(4) 精确瞄准: 用水平、垂直微动螺旋精确瞄准目标。观测水平角时应用十字丝纵丝平分或夹准目标, 并尽量瞄准目标底部 (图 2.11 b))。观测竖直角时, 应用十字丝横丝与目标顶部相切 (图 2.11c))。

在物镜对光后, 眼睛在目镜前上下稍许移动, 有时发现十字丝与物像之间有相对移动, 这种现象称为视差。产生视差的原因是目标通过物镜所成的像没有与十字丝平面重合, 如图 2.12a) 所示。视差的存在将影响观测结果的准确性, 应予以消除。消除视差的方法是仔细地进行目物镜对光, 直到消除视差 (图 2.12b))。

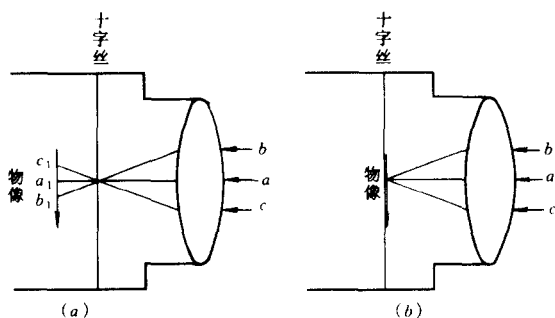


图 2.12



### 2.2.2.3 读数

打开照准部支架上的反光镜并调整其位置，调节读数显微镜目镜的调焦螺旋，使读数窗内的度盘影像明亮、清晰、然后读数。

(1) DJ<sub>6</sub> 级光学经纬仪的读数方法：分微尺测微读数法

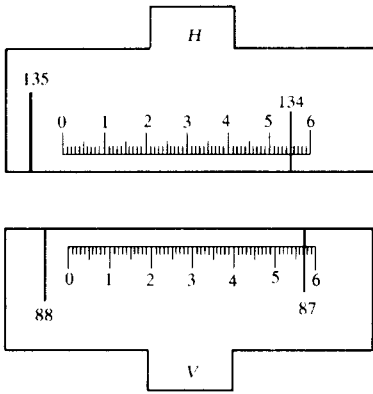


图 2.13

外部光线经反光镜反射进入经纬仪后，通过仪器的光学系统，将度盘和分微尺的影像放大反映到读数窗中，如图 2.13 所示。读数显微镜内的长刻划线是度盘分划线，上面注记的数字单位是度。短刻划线是分微尺的分划线，其上注记的数字单位是 10′。分微尺长度与度盘一格的宽度相等。分微尺共分成 6 大格，每一大格又分成 10 小格，每小格为 1′。读数窗上半部的影像为水平度盘读数，标有“H”字样。下半部为竖直度盘读数，标有“V”字样。读数时直接读取落在分微尺上的度盘分划线处的度及分数，秒数必须估读，可估读到 0.1′，即 6″。

图 2.13 中，水平度盘的读数应是 134°55′06″，竖直度盘读数是 87°57′36″。

(2) DJ<sub>2</sub> 级光学经纬仪的读数方法：对径符合测微读数法

DJ<sub>2</sub> 级光学经纬仪的读数设备与 DJ<sub>6</sub> 级光学经纬仪的读数设备存在较大的差别，主要表现在以下两个方面：

① DJ<sub>2</sub> 级光学经纬仪的读数显微镜中，只能看到一个度盘的影像，须通过转动换像手轮选择所需要的度盘影像。

② DJ<sub>2</sub> 级光学经纬仪采用对径符合读数设备，读数精度更高。

如图 2.14 (a) 所示，为 DJ<sub>2</sub> 级光学经纬仪读数窗，上方小窗为度和整 10′ 数，下方小窗为对径分划线影像，左侧小窗为测微尺读数窗，中间横线为读数指标线，测微尺长度为 10′，每小格为 1″。读数时，先转动测微轮使对径分划线影像重合 (图 2.14 (b))，然后直接读取度和整 10′ 数及不足 10′ 的分和秒数，三者相加即为度盘的全部读数。图 2.14 (b) 的读数为  $65^{\circ} + 50' + 4'5.2'' = 65^{\circ}54'05.2''$ 。

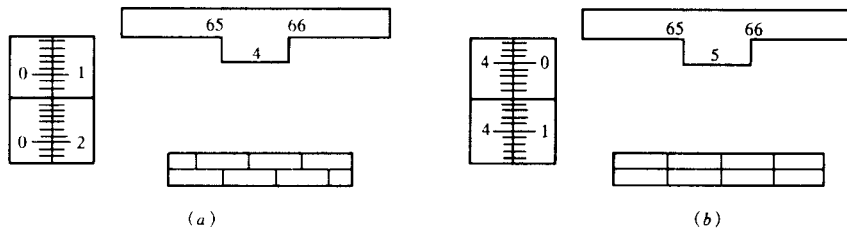


图 2.14

## 2.3 电子经纬仪

电子经纬仪是近代产生的一种新型测量仪器，标志着测量仪器发展到一个新的阶段。