

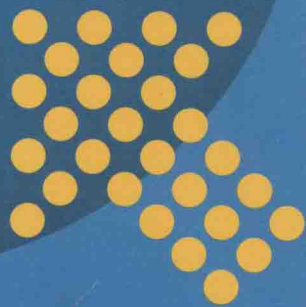
21世纪高等学校规划教材



JIXIE LINGBUJIAN CEHUI

# 机械零部件测绘

李 茗 主编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

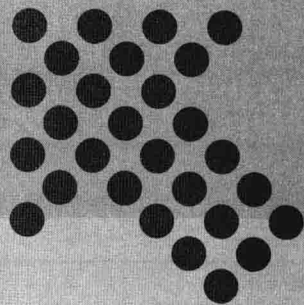
21世纪高等学校规划教材



JIXIE LINGBUJIAN CEHUI

# 机械零部件测绘

主 编 李 茗  
编 写 蔡俊霞  
主 审 刘文霞



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。本书主要内容包括：常用量具的使用方法、机械零部件测绘的基本知识、典型零件的测绘、机械部件的测绘、机械零部件的拆卸与装配。

本书可作为高职高专院校机械零部件测绘的教材，也可供相关专业工程技术人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械零部件测绘/李茗主编. —北京：中国电力出版社，2010.12

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5123 - 1214 - 2

I. ①机… II. ①李… III. ①机械元件-测绘-高等学校-教材 IV. ①TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 249748 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2011 年 5 月第一版 2011 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.25 印张 198 千字

定价 14.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

## 前 言

随着社会经济的不断发展,先进设备越来越多。在引进、消化、吸收国外先进技术或修配机器时,若缺少图样和技术资料,常根据已有的零件测绘出零件或部件的图样,以此进行机械设备的技术改造和技术革新,所以对即将步入社会的学生进行测绘技能的培训是非常重要的。

本书是根据高职高专教育的特点,以能力培养为基础进行编写的。测绘专用周是在机械制图课程结束后开设的,目的是使学生在测绘中,把制图课程中所学的知识综合运用,达到理论和实践相结合,使学生熟练掌握常用量具的使用,掌握测绘方法和步骤,熟悉常见零部件的测绘过程的目的。

本书针对学生的实际情况,精心设计了测绘指导内容,挑选了一些比较典型的零件和部件进行测绘讲解,从测量工具的使用到测绘的理论知识,从零件的测绘到部件的测绘,从尺寸的选择到技术要求的编写,形成了完整的教学体系。学生通过训练,能够系统地掌握机械制图课程的内容,同时提高测绘技能。

本书由包头职业技术学院李茗主编,蔡俊霞参加编写。

本书由包头职业技术学院刘文霞主审。审稿老师提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,请广大读者批评指正。

编 者

2010年12月



# 目 录

前言

第一章 常用量具的使用方法	1
第一节 测量器具的基本知识	1
第二节 钢直尺和内、外卡钳	4
第三节 游标卡尺	6
第四节 螺旋测微量具	10
第五节 零件尺寸的测量方法	12
第二章 机械零部件测绘的基本知识	16
第一节 测绘的步骤及方法	16
第二节 绘制零件草图的一般要求	18
第三节 绘制零件草图的一般步骤	20
第四节 测绘中的尺寸圆整	24
第五节 被测零件技术要求的确定	35
第六节 钢的热处理	43
第七节 绘制零件工作图	45
第八节 绘制测绘部件装配图	47
第三章 典型零件的测绘	49
第一节 轴套类零件的测绘	49
第二节 轮盘类零件的测绘	59
第三节 叉架类零件的测绘	63
第四节 箱体类零件	68
第五节 标准件和标准部件的处理方法	75
第四章 机械部件的测绘	76
第一节 立式齿轮油泵的测绘	76
第二节 卧式齿轮油泵测绘	85
第三节 安全阀的测绘	92
第五章 机械零部件的拆卸与装配	96
第一节 机械零部件的拆卸	96
第二节 机械零部件的装配	99
附录	103
参考文献	126

## 第一章 常用量具的使用方法

测绘在工程上应用较广,包括大地测绘、建筑测绘、机械零部件测绘等。在无特别说明时,本书中所提到的测绘均指机械零部件测绘。

生产中使用的零件图来源有二:一是按新设计而绘制出的图样;二是按实际零件进行测绘而产生的图样。对实际零件凭目测徒手画出图形,然后进行测量,记入尺寸,提出技术要求,填写标题栏,以完成草图,再根据草图画零件图,该过程称为零件测绘。

零件测绘是在机器设备维修、仿制和技术革新中经常遇到的工作,是对实际零件进行尺寸测量、绘制视图和综合分析技术要求的工作过程。测绘不是简单的照猫画虎,它包含测量、审核、修改、设计等工作内容,是一项复杂、细致的工作,必须慎重对待。测绘对推广先进技术、交流生产经验、改造或维修设备均有重要意义,是工程技术人员必须掌握的基本技能。在测绘过程中,测量工具的使用尤为重要。常用的测量工具有钢尺(直尺)、外卡钳、内卡钳、塞尺、游标卡尺、千分尺、螺纹规、圆角规等。只有熟悉上述量具的种类、用途和使用方法,才能很好地完成测量任务。

### 第一节 测量器具的基本知识

#### 一、测量器具的常用术语

##### 1. 刻度间距

在测量器具的刻度标尺上,相邻两条刻度线之间的距离称为刻度间距,也称为刻度间隔。如图1-1(a)所示的游标卡尺,主尺上相邻两条刻度线之间的距离为1mm,则尺身的刻度间距为1mm。

##### 2. 分度值(刻度值)

在测量器具的刻度标尺上,最小格所代表的被测尺寸的数值称为分度值,又称为刻度值。如图1-1(a)所示游标卡尺的游标,每一小格刻度代表的被测尺寸为0.02mm,则该卡尺的分度值为0.02mm;图1-1(b)所示数显游标卡尺的最小显示值为0.01mm,则该数显卡尺的分度值即为0.01mm;图1-1(c)所示百分表的表盘上,每一小格刻度代表的被测尺寸是0.01mm,则该百分表的分度值即为0.01mm。

##### 3. 示值范围

测量器具所指示的起值到终值的范围称为示值范围,也称为指示范围。例如,图1-1(a)所示游标卡尺的示值范围是150mm,图1-1(d)所示外径千分尺的示值范围是25mm。

##### 4. 测量范围

测量器具所能测量的最小尺寸与最大尺寸之间的范围称为测量范围。例如,图1-1(a)所示游标卡尺的测量范围是0~150mm,图1-1(d)所示外径千分尺的测量范围是25~50mm。应注意测量范围和示值范围的区别,不能将两者混为一谈。例如,图1-1(d)所示外径千分尺的测量范围是25~50mm,但它的示值范围是25mm;同样,若某外径千分尺

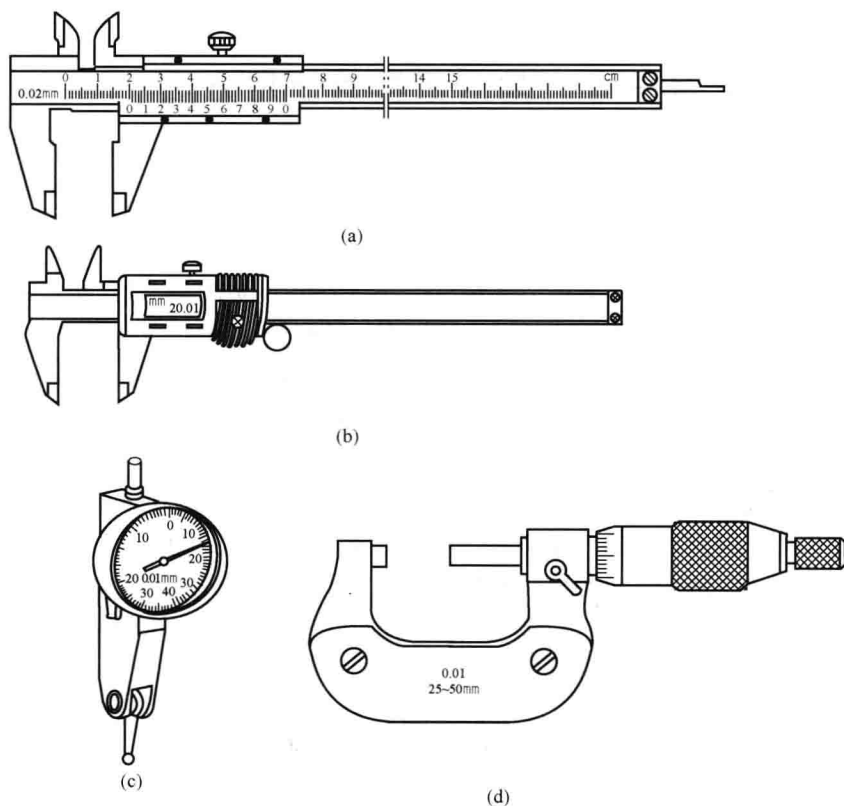


图 1-1 测量器具

(a) 游标卡尺；(b) 数显游标卡尺；(c) 百分表；(d) 外径千分尺

的测量范围是 50~75mm，它的示值范围仍是 25mm。

### 5. 示值误差

测量器具指示的测量值与被测值的实际数值之差，称为示值误差。示值误差是由测量器具本身的各种误差所引起的，其大小可以通过测量器具的检定来得到。

### 6. 修正值（校正值）

当已知测量器具的示值误差时，用测量值减去（当示值误差为正值时）或加上（当示值误差为负值时）该误差值，便可得到被测量的实际值。这个被减去或加上的值即为修正值，它与示值误差在数值上相等，但符号相反。

例如，通过检定，某卡尺的示值误差为 +0.02mm，即修正值应为 -0.02mm。用该卡尺测量某一部件的长度时，从卡尺上得到的测量示值为 100.02mm，则被测长度实际值应为  $100.02\text{mm} - 0.02\text{mm} = 100.00\text{mm}$ 。

### 7. 示值变化（示值稳定性）

在外界条件不变的情况下，用测量器具对同一个尺寸进行重复多次的测量时，测量器具的指示值不会每次都完全相同。把各次显示值的最小值和最大值之间所包含的范围称为示值变化。在测量器具的检定规程中，一般要给出示值变化的允许范围。

### 8. 放大比

使用测量仪进行测量时，被测尺寸的微小变动就会引起测量仪指示元件（如百分表的指



针等)的较大移动量。该移动量与被测尺寸变化量之比称为测量仪的放大比。放大比越大,读数也就越精确。

## 二、测量误差的来源和分类

### 1. 测量误差的来源

测量误差的来源是多方面的,主要包括以下几点:

(1) 标准件误差。对于长度测量器具而言,校准用的量块等器具即为标准件,它们自身的误差将影响被校量具的准确度。

(2) 测量方法误差。由于测量方法和被测工件安装方式的不同所引起的误差,或者因量具或被测工件位置不正确而产生的误差,称为测量方法误差。为了减小因定位而造成的测量方法误差,在测量中应遵守基准面统一的原则。

(3) 测量器具误差。影响测量器具误差的因素较多,主要有测量器具的工作原理、结构、制造和调整的水平以及测量时操作人员的调整、操作技术水平等。在接触测量时,测量力的大小都会造成一定的误差。因此,一方面要保持适当的测量力,使测量时所施加的测量力尽可能相等;另一方面要求事先校对“0”位。

(4) 环境条件引起的误差。测量时的环境条件(如环境温度、湿度、大气压力、空气清洁度、振动等因素)引起的测量误差即为环境条件引起的误差。在一般测量中,温度变化引起的误差占主要地位。

(5) 测量人员引起的误差。测量人员引起的误差主要来自操作人员的责任心、技术水平、熟练程度,其次是操作人员眼睛的调节能力、分辨能力、操作习惯等。

### 2. 测量误差的分类

测量误差主要有系统误差、随机误差和粗大误差三种。

(1) 系统误差。系统误差又称为规律误差,是在一定的测量条件下,对同一个被测量尺寸进行多次重复测量时,误差值的大小和符号(正值或负值)保持不变,或者在条件变化时,按一定规律变化的误差。系统误差可以通过试验分析或计算加以确定。若能在测量结果中进行相应的修正,系统误差还可能减小甚至消除。

(2) 随机误差。随机误差又称为偶然误差,是在相同的测量条件下,对同一个被测量尺寸进行多次重复测量时,误差值的大小和符号要发生变化,但没有一定变化规律的误差。随机误差不能通过试验分析或计算加以确定,也不能用修正的方法加以消除,只能用增加重复测量次数的方法来减小它对测量结果的影响。

(3) 粗大误差。粗大误差又称为粗误差或寄生误差,是指对测量结果发生明显歪曲的一些误差。产生此误差的原因往往是主观因素,包括使用有缺陷的量具,操作时粗心大意,读数、记录、计算的错误等,这些误差又称为疏忽误差。另外,环境条件的反常突变因素也是产生这些误差的原因,如突如其来的冲击、振动和电磁干扰等。只要发现有粗大误差存在,就应该将此测量数值废弃不用。

## 三、量具的正确使用

### 1. 正确选用量具

量具的选择和所选量具的精度等级,应根据被测对象及其公差值的大小来决定。

### 2. 减小测量误差的几项注意事项

(1) 减小测量方法误差的影响。要正确地选择测量方法和被测工件的定位安装方式,熟



悉被测工件的加工过程，正确选择测量基准面。

(2) 减小量具误差的影响。所有量具都要坚持定期进行校核和检定，合格后才可继续使用；超差值在规定范围内的，可给出修正值并在使用时对实测的数值进行修正；不合格的量具坚决不能使用，并要进行报废处理。对某些量具，在使用之前要仔细校对“0”位。量具测头应滑动均匀，避免出现过松或过紧的现象。

(3) 减小测量力引起的误差。在测量过程中，量具的测头（如卡尺的刀口）要轻轻地接触被测面，避免因用力过猛损伤量具或破坏工件被测面，同时造成测量数据的失准。

(4) 减小温度引起的误差。所有物体的尺寸和形状都会不同程度地受到温度的影响，一般物体表现出“热胀冷缩”的特性，所以在测量时应尽可能地使量具和被测工件的温度相同。若制作量具的材料与被测工件的材料线膨胀系数相差较大，并且对测量的精确度要求较高时，应对测量值进行温度修正。量具和被测工件应尽可能放在同一环境温度中，测量前共同放置的时间可根据被测工件的大小来确定：1m 以下的，放置时间不少于 1.5h；1~3m 的，放置 3h；超过 3m 时，应放置 4h 以上。

### 3. 量具的维护与保养

量具的日常维护与保养常识如下：

(1) 不使用的量具应妥善放置在专用的量具盒中，并加以固定。量具应放置在没有有害气体、清洁、温度适宜、无振动的场合。另外，要注意远离较强的磁场（如磨床的磁性工作台、车床的磁性卡盘等），以避免其中由铁磁材料做成的元件（如测量爪、测头等）被磁化，在测量时吸附铁屑，影响测量准确度和造成测量面的磨损。铁、钴、镍及其合金等能被磁化的材料，称为铁磁材料。

(2) 搬运量具时要轻拿轻放，要放置在平整的物面上，并防止受重压变形。

(3) 不允许把量具和其他工具、刀具等放置在一起，以免受到损害。

(4) 不允许测量正在旋转的工件。

(5) 在测量之前，要将被测工件的测量部位清理干净，不准附着油污、粉末等杂物。

(6) 测量较粗糙的表面时，不应使用精密和贵重的量具。

(7) 不要用手触摸量具的测量面，以免手上的汗水、油污污染测量面，使之腐蚀生锈。

(8) 量具使用完毕，要及时用干净的布料、棉丝等擦拭干净，并放置在专用的量具盒内。当较长时间不再使用时，对于无防锈功能的元件，要涂一层防锈油加以保护。两个测量面不要紧靠在一起。

(9) 不允许把量具当做扳手、划针、锤子等工具使用。

(10) 要妥善保管量具的使用说明书、检定证书等资料。

## 第二节 钢直尺和内、外卡钳

### 一、钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具，它的长度有 150、300、500、1000mm 四种规格。图 1-2 所示为常用的 150mm 钢直尺。

钢直尺用于测量零件的线性尺寸，如图 1-3 所示，但是，它的测量结果并不太准确。这

是由于钢直尺的刻线间距为 1mm，而刻线本身的宽度就有 0.1~0.2mm，所以测量时读数误差比较大，只能读出毫米数，即最小读数值为 1mm，而比 1mm 小的数值，只能估计而得。

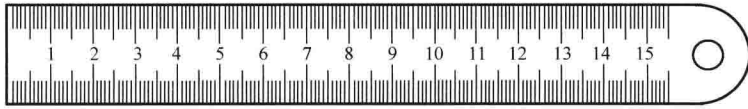


图 1-2 150mm 钢直尺

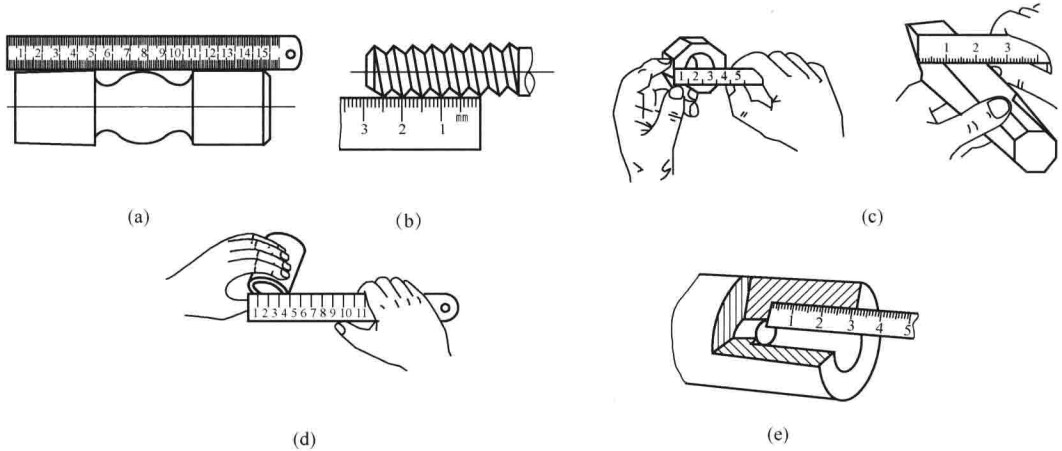


图 1-3 钢直尺的使用方法

如果用钢直尺直接测量零件的直径尺寸（轴径或孔径），测量精度更低。这是由于除了钢直尺本身的读数误差比较大以外，也无法将钢直尺正好放在零件直径的正确测量位置。所以，一般不直接使用钢直尺测量零件直径尺寸。

## 二、卡钳

图 1-4 所示为常见的外卡钳和内卡钳。卡钳是最简单的比较量具。外卡钳用来测量外径和平面的长度，内卡钳用来测量内径和凹槽的长度。它们本身都不能直接读出测量结果，而是把测量得到的长度尺寸（直径也属于长度尺寸）在钢直尺上进行读数。

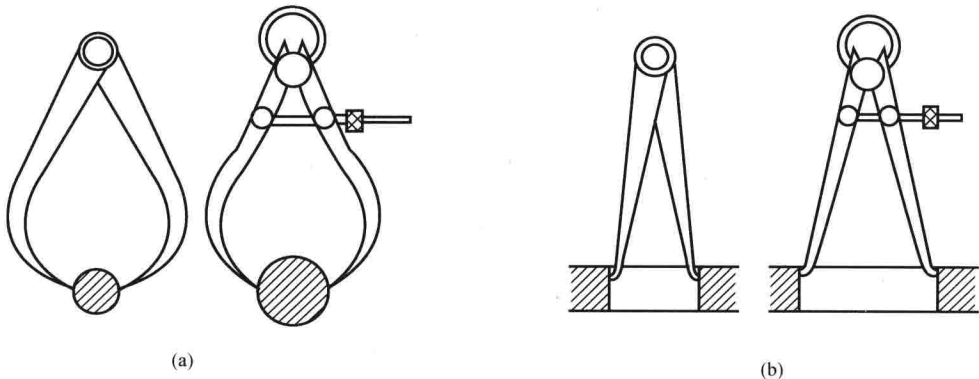


图 1-4 外卡钳和内卡钳

(a) 外卡钳；(b) 内卡钳

### 1. 外卡钳的使用

用外卡钳测量长度尺寸后，在钢直尺上读取尺寸数值时，其中一个钳脚的测量面应靠在钢直尺的端面上，另一个钳脚的测量面对准所需尺寸刻线，且两个测量面的连线应与钢直尺平行，人的视线要垂直于钢直尺，如图 1-5 (a) 所示。

用外卡钳测量外径尺寸，应使两个测量面的连线垂直于零件的轴线。靠外卡钳的自重滑过零件外圆时，我们手中的感觉应该是外卡钳与零件外圆正好为点接触。此时，外卡钳两个测量面之间的距离就是被测零件的外径，如图 1-5 (b) 所示。

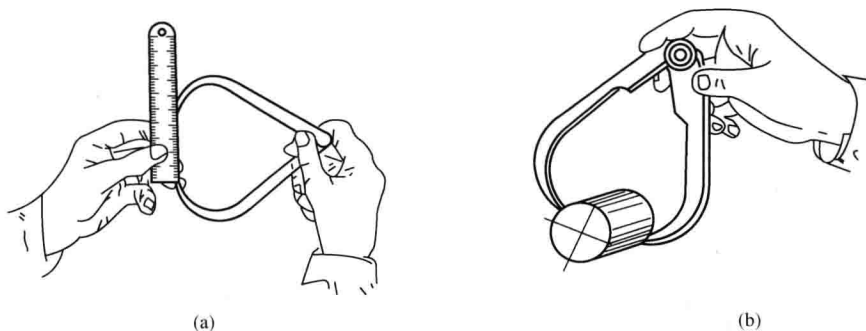


图 1-5 外卡钳的使用

### 2. 内卡钳的使用

用内卡钳测量内径，应使两个钳脚的测量面连线正好垂直相交于内孔的轴线上，即钳脚的两个测量面应是内孔直径的两个端点，如图 1-6 所示。

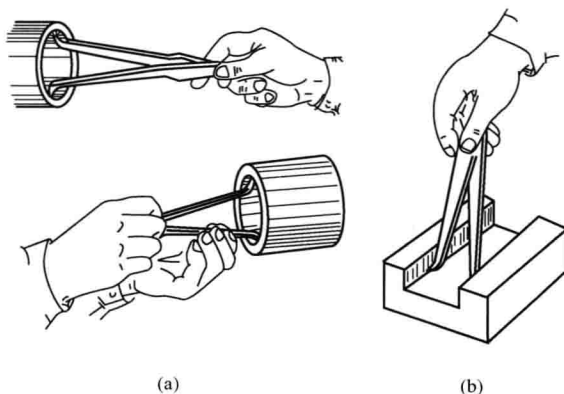


图 1-6 内卡钳的使用

### 3. 卡钳的适用范围

卡钳是一种简单的量具，由于它具有结构简单、制造方便、价格低廉、维护和使用方便等特点，广泛应用于要求不高的零件尺寸的测量和检验，尤其适合对锻铸件毛坯尺寸的测量和检验。

## 第三节 游标卡尺

游标卡尺是测量机械尺寸的通用工具，具有结构简单、使用方便、精度中等、测量范围大等特点，常用来测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、高度、深度以及齿轮的齿厚

等尺寸，应用范围非常广泛。

### 一、游标卡尺的种类及结构形式

#### 1. 游标卡尺的种类及结构形式

游标卡尺分为传统的读格式（简称卡尺）、带表式（简称带表卡尺）和先进的电子数显式（简称数显卡尺）三大类，如图 1-7 所示。

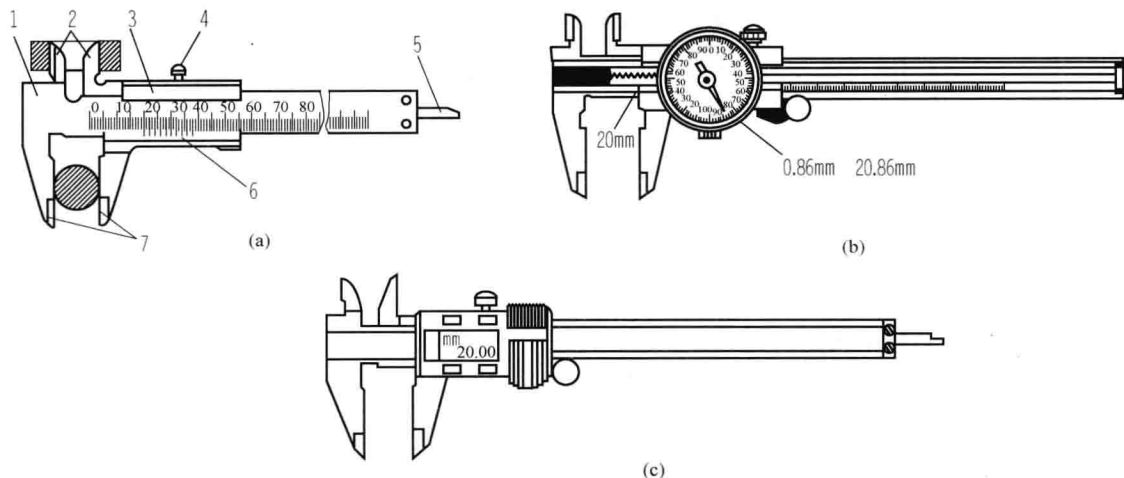


图 1-7 游标卡尺

(a) 读格式；(b) 带表式；(c) 电子数显式

1—尺身；2—上量爪；3—尺框；4—紧固螺钉；5—深度尺；6—游标；7—下量爪

#### 2. 游标卡尺的组成

现以读格式游标卡尺为例，说明其组成情况，如图 1-7 (a) 所示。

(1) 固定量爪的尺身 1 上有类似钢尺一样的主尺刻度，主尺上的刻线间距为 1mm。主尺的长度决定游标卡尺的测量范围。

(2) 活动的尺框 3 上有游标 6。游标读数值，就是指使用这种游标卡尺测量零件尺寸时，卡尺上能够读出的最小数值。

(3) 在 0~125mm 的游标卡尺上，还带有测量深度的深度尺 5。深度尺固定在尺框的背面，能随着尺框在尺身的导向凹槽中移动。测量深度时，应把尺身尾部的端面靠紧在零件的测量基准平面上。

(4) 使用游标卡尺时，先拧松紧固螺钉 4，移动尺框 3，此时用力应均匀，动作稍慢一点，2 和 7 的活动量爪就能随着尺框前进或后退，当量爪与被测物体接触良好、拧紧紧固螺钉之后，再进行读数。

### 二、游标卡尺使用方法

#### 1. 对外观和相关部件的检查

在使用卡尺之前，必须仔细地检查其外观和相关部件是否符合要求。

#### 2. 校对“0”位

正式测量前，必须校对卡尺的“0”位是否准确。具体使用方法如下：

(1) 用干净的布条或棉团（有必要时沾少许酒精）擦净两外测量爪的测量面。

(2) 推动尺框，使外测量爪两测量面紧密接触后，观察游标尺上的“0”刻度线是否与

主尺上的“0”刻度线对齐，游标上的尾刻线（最末一根刻度线）与主尺的相应刻度线也对齐，如图 1-8 所示。若上述两处都对齐，说明“0”位准确，否则说明“0”位不准确。“0”位不准确的游标卡尺不允许使用。

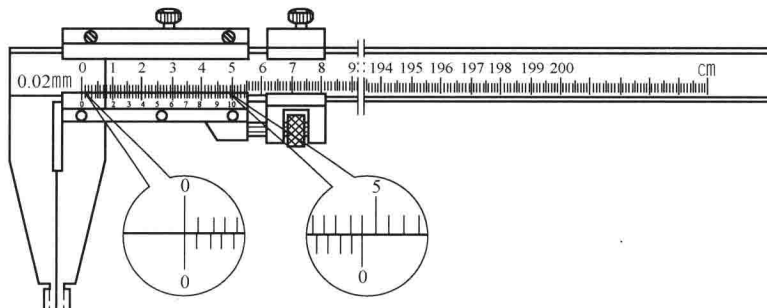


图 1-8 游标卡尺校对“0”位

### 三、读格式游标卡尺的读数原理和读数方法

读格式游标卡尺的读数机构由主尺和游标两部分组成，利用主尺刻线间距与游标刻线间距之差来读取毫米的小数数值。当活动量爪与固定量爪贴合时，游标上的“0”刻线（简称游标零线）对准主尺上的“0”刻线，此时量爪间的距离为“0”。当尺框向右移动到某一位置时，固定量爪与活动量爪之间的距离，就是零件的测量尺寸。此时，零件尺寸的整数部分可在游标零线左边的主尺刻线上读出，而比 1mm 小的小数部分可借助游标读数机构来读出。游标卡尺的游标读数有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。下面介绍三种游标卡尺的读数原理和读数方法。

#### 1. 游标读数值为 0.1mm 的游标卡尺

如图 1-9 (a) 所示，主尺刻线间距为 1mm，游标尺的刻度总长为 9mm，当游标零线与主尺零线对齐时，游标刻线 10 与主尺 9mm 刻线对齐，而游标上的其他刻线都不会与主尺上任何一条刻线对齐。

$$\text{游标每格间距} = 9\text{mm}/10 = 0.9\text{mm}$$

$$\text{主尺每格间距与游标每格间距之差} = 1\text{mm} - 0.9\text{mm} = 0.1\text{mm}$$

0.1mm 即为此游标卡尺上游标所读出的最小数值。

当游标向右移动 0.1mm 时，游标零线后的第 1 根刻线与主尺刻线对齐；当游标向右移动 0.2mm 时，则游标零线后的第 2 根刻线与主尺刻线对齐，依此类推。若游标向右移动 0.5mm，如图 1-9 (b) 所示，则游标上的第 5 根刻线与主尺刻线对齐。由此可知，游标向右移动不足 1mm 的距离，虽不能直接从主尺读出，但可以由当游标的某一根刻线与主尺刻线对齐时，该游标刻线的次序数乘以游标读数值而得到其小数数值。例如，图 1-9 (b) 所示

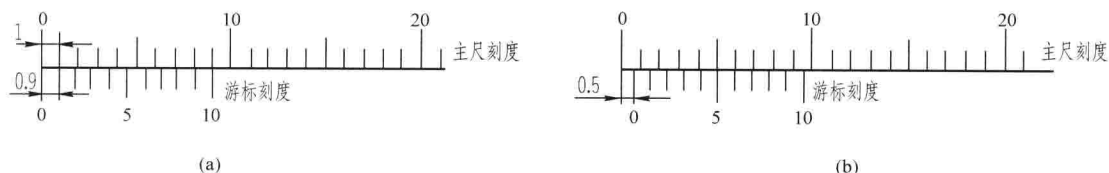


图 1-9 游标卡尺读数原理

的尺寸即为  $5 \times 0.1\text{mm} = 0.5\text{mm}$ ；当游标刻线 10 与主尺 10mm 刻线对齐时，两量爪之间的距离为  $10\text{mm} - 0.9\text{mm} \times 10 = 1\text{mm}$ 。当两爪之间的距离大于 1mm 后，游标上同样必有一条刻线与主尺刻线对齐或最为接近，以此读取毫米级的整数部分。

另有一种读数值为 0.1mm 的游标卡尺如图 1-10 (a) 所示。这种游标卡尺是将游标上的 10 格对准主尺的 19mm，即游标每格间距 =  $19\text{mm}/10 = 1.9\text{mm}$ ，使主尺 2 格与游标 1 格之差 =  $2\text{mm} - 1.9\text{mm} = 0.1\text{mm}$ 。这种增大游标间距的方法，读数原理并未改变，但游标刻线清晰，更便于读数。

在标游卡尺上读数时，首先要看游标零线的左边，读出主尺上尺寸的整数；然后观察游标上第几根刻线与主尺刻线对齐，用该游标刻线的次序数乘以游标读数值，读出尺寸的小数；整数和小数相加的总值，就是被测零件尺寸的数值。

在图 1-10 (b) 中，游标零线在 2mm 与 3mm 之间，其左边的主尺刻线是 2mm，所以被测尺寸的整数部分是 2mm。再观察游标刻线，这时游标上的第 3 根刻线与主尺刻线对齐。所以，被测尺寸的小数部分为  $3 \times 0.1\text{mm} = 0.3\text{mm}$ ，被测尺寸即为  $2\text{mm} + 0.3\text{mm} = 2.3\text{mm}$ 。

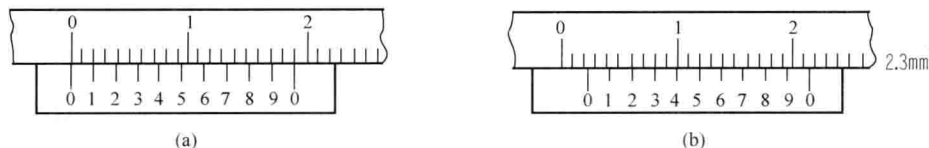


图 1-10 游标“0”位和读数

## 2. 游标读数值为 0.05mm 的游标卡尺

对于 0.05mm 的游标卡尺，如图 1-11 (a) 所示，主尺每小格为 1mm，当两爪合并时，游标刻线总长为 39mm，并均分为 20 格，则游标每格间距 =  $39\text{mm}/20 = 1.95\text{mm}$ 。主尺 2 格间距与游标 1 格间距之差 =  $2\text{mm} - 1.95\text{mm} = 0.05\text{mm}$ ，0.05mm 即为此种游标卡尺的最小读数值。同理，也有游标上的 20 格刚好等于主尺上的 19mm，其读数原理不变。

在图 1-11 (b) 中，游标零线在 32mm 与 33mm 之间，游标上的第 11 格刻线与主尺刻线对齐。所以，被测尺寸的整数部分为 32mm，小数部分为  $11 \times 0.05\text{mm} = 0.55\text{mm}$ ，被测尺寸为  $32\text{mm} + 0.55\text{mm} = 32.55\text{mm}$ 。

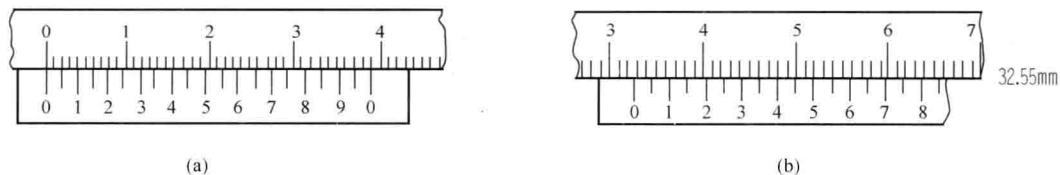


图 1-11 读数为 0.05 的游标卡尺及举例

## 3. 游标读数值为 0.02mm 的游标卡尺

对于游标读数值为 0.02mm 的游标卡尺，如图 1-12 (a) 所示，主尺每小格 1mm，当两爪合并时，游标刻线总长为 49mm，并均分为 50 格，则游标每格间距 =  $49\text{mm}/50 = 0.98\text{mm}$ 。主尺每格间距与游标每格间距之差 =  $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$ ，0.02mm 即为此种游标卡尺的最小读数值。

在图 1-12 (b) 中，游标零线在 123mm 与 124mm 之间，游标上的 11 格刻线与主尺刻线对齐。所以，被测尺寸的整数部分为 123mm，小数部分为  $11 \times 0.02\text{mm} = 0.22\text{mm}$ ，则被

测尺寸为  $123\text{mm} + 0.22\text{mm} = 123.22\text{mm}$ 。



图 1-12 读数为 0.02 的游标卡尺及举例

## 第四节 螺旋测微量具

应用螺旋测微原理制成的量具，称为螺旋测微量具。其测量精度比游标卡尺高，并且比较灵活，多用于加工精度要求较高的场合。螺旋测微量具的种类多种多样，但都是利用精密螺旋传动把螺杆的旋转运动转化为直线移动而进行测量的。同时，螺旋测微量具还可以与齿轮、杠杆等放大机构相组合，以提高放大比和检测微量的能力。

常用的螺旋测微量具有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、壁厚千分尺、螺纹千分尺、公法线千分尺、杠杆千分尺等，分别测量或检验零件的外径、内径、深度、厚度，以及螺纹的中径、齿轮的公法线长度等。

### 一、外径千分尺的结构

外径千分尺的主要用途是测量工件的外径，也可以测量凸肩厚度及板厚、壁厚等一些外尺寸。外径千分尺又简称“千分尺”。实际上，千分尺的分度值是  $0.01\text{mm}$ ，即百分之一毫米，“千分尺”是习惯称呼。

从读数方式来分，常用的外径千分尺有普通式、带表式和电子数显式三种类型，其外形结构如图 1-13 所示。

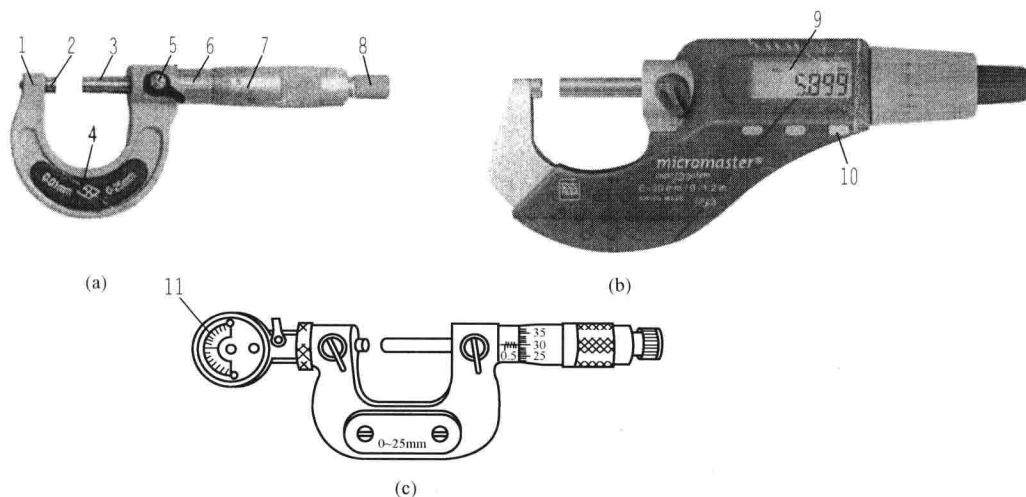


图 1-13 外径千分尺的外形结构

(a) 普通式；(b) 电子数显式；(c) 带表式

1—尺架；2—固定测砧；3—活动测砧紧固套筒；4—护板；5—锁紧装置；6—固定套筒；7—微分筒（测微头）；8—测力装置；9—显示器（计数器）；10—功能按键；11—指示表



## 二、千分尺的使用方法

### 1. 使用前的检查

(1) 测量前, 应把零件的被测量表面擦干净, 以免有脏物存在影响测量精度。绝对不允许用千分尺测量带有研磨剂的表面, 以免损伤千分尺测量面的精度。亦不可用千分尺测量表面粗糙的零件, 这样易使测砧面过早磨损。

(2) 使用前, 应把千分尺的各部位表面擦干净, 转动测力装置, 使两测砧面接触, 接触面上应无间隙和漏光现象, 同时微分筒和固定套筒要对准“0”位。

(3) 转动测力装置时, 微分筒应能自由灵活地沿着固定套筒活动, 没有任何卡涩和不灵活的现象。如果活动不灵活, 应及时送计量站检修。

### 2. 校对和调整“0”位

对于测量范围为 0~25mm 的外径千分尺, 可直接校对“0”位。校对方法如下: 将两个测量面擦拭干净后, 旋转微分筒, 当两个测量面即将接触时, 开始轻轻旋转棘轮, 使两个测量面相接触, 待棘轮发出“咔、咔”声后, 即可进行读数。

此时, 若微分筒上的“0”刻线与固定套筒的基线重合, 微分筒端面也恰好与固定套筒“0”刻线的右边缘相切, 则认为“0”位准确。

对于测量范围大于 25mm 的外径千分尺, 应用校对量杆或量块来校对“0”位。校对方法如下: 将校对量杆或量块当做被测工件, 用待校对“0”位的外径千分尺来测量。若测量所得数值与校对量杆或量块的实际标定长度尺寸数值相同, 则说明该千分尺的“0”位准确。

## 三、千分尺的读数方法

在千分尺的固定套筒上刻有轴向中线作为微分筒读数的基准线。另外, 为了计算测微螺杆旋转的整数转, 在固定套筒中线的两侧, 刻有两排刻线, 刻线间距均为 1mm, 上下两排相互错开 0.5mm。

千分尺的具体读数方法可分为三步。

(1) 先读整数。读出固定套筒上露出的刻线尺寸。微分筒棱边(整数指示线)所指示的固定套筒的上排刻度整数值, 即为测量值以 1mm 作为单位的整数部分, 图 1-14 (b)~(d) 所示的三种状态均为 10mm。一定要注意, 不能遗漏应读出的 0.5mm 刻线值。

(2) 再读小数。读出微分筒上的尺寸, 要看清微分筒圆周上哪一格与固定套筒的中线基准对齐, 将格数乘 0.01mm 即得微分筒上的尺寸。

测量值的小数部分包括以下几种情况:

1) 当整数指示线刚好压在固定套筒上排刻线的某一条线上, 并且微分筒的“0”刻线恰好正对着小数指示线时, 测量值的小数值即为 0.0mm, 如图 1-14 (a) 所示。

2) 当整数指示线刚好压在固定套筒下排刻线的某一条线上, 并且微分筒的“0”刻线恰好正对着小数指示线时, 测量值的小数值即为 0.5mm, 如图 1-14 (b) 所示。

3) 当整数指示线在固定套筒上排的某一刻线之后、下排相邻刻线之前时, 测量值的小数值即为微分筒上正对着小数指示线的刻线所指示的数值。此时, 测量值的小数值大于 0.0mm, 但是小于 0.5mm, 如图 1-14 (c)、(g) 所示。

4) 当整数指示线在固定套筒上排的某一刻线之前、下排相邻刻线之后时, 测量值的小数值即为微分筒上正对着小数指示线的刻线所指示的数值再加上 0.5mm。此时, 测量值的

小数值大于 0.5mm，但是小于 1.0mm，如图 1-14 (d)、(e)、(f)、(h) 所示。

5) 若微分筒与小数指示线对应点在其两个刻线之间，则小数的最后一位数应进行估算，如图 1-14 (i) 所示。

(3) 求取测量值。将上述整数和小数值相加，即得被测量值，如图 1-14 所示。

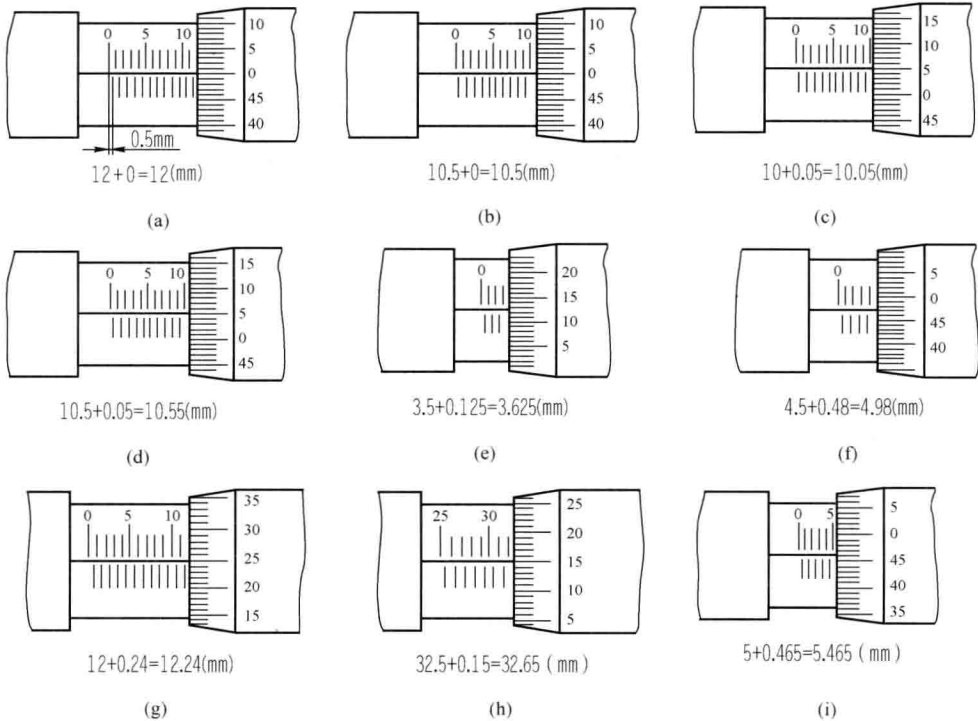


图 1-14 普通千分尺的读数示例

(a) 小数为 0.00；(b) 小数为 0.50；(c)、(g) 小数小于 0.50；  
(d)、(e)、(f)、(h) 小数大于 0.50；(i) 小数的最后一位应估算

## 第五节 零件尺寸的测量方法

测量尺寸用的简单工具有直尺、外卡钳和内卡钳，而测量较精密的零件时，要用游标卡尺、千分尺或其他工具。

### 一、线性尺寸的测量

#### 1. 测量直线尺寸

一般用直尺、游标卡尺或深度尺直接测量尺寸大小，必要时可借助直角尺或三角板配合测量，如图 1-15 所示。

#### 2. 测量直径尺寸

通常直径尺寸用内、外卡钳间接测量或用游标卡尺直接测量，必要时也可使用内、外径千分尺。测量时应使两测量点的连线与回转面的轴线垂直相交，以保证测量精度，如图 1-16 所示。