

# 第 3 章 车床夹具与量具

操作人员进行车削加工前,必须正确、稳妥地将工件安装到夹具上;在切削加工中及加工之后,要使用适当的量具对所加工尺寸进行测量,从而判断是否需要继续加工,或加工精度是否达到图样要求。可见,车削加工中所使用的夹具和量具与加工效率、加工质量密切相关,是十分重要的辅助工具,同时也对操作人员在这些工艺装备的使用技能上提出了较高的要求。

## 3.1 车床夹具

按车削加工工艺规程的要求,用来正确装夹工件和车刀的车床附加装置称为车床夹具。安装工件时应使被加工表面的回转中心和车床主轴的轴线重合,以保证工件在加工之前占有一个正确的位置,即定位。工件定位后还要夹紧,以承受切削力、重力等。所以工件在车床(或夹具)上的安装一般经过定位和夹紧两个过程。按工件的形状、大小和加工批量不同,普通车床上常用的夹具有三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘、顶尖、中心架、跟刀架、心轴、花盘及弯板等。

### 3.1.1 三爪自定心卡盘

三爪自定心卡盘的构造如图 3-1 所示。使用时,用卡盘扳手转动小锥齿轮 1,可使其相啮合的大锥齿轮 2 转动,大锥齿轮 2 背面的平面螺纹使三个卡爪 3 同时做向心或离心移动,以夹紧或松开工件。当工件直径较大时,可换上反爪进行装夹。虽然定心精度不高(一般为 0.05~0.15 mm),夹紧力较小,仅适于夹持表面光滑的圆柱形或六角形等工件,而不适于单独安装质量大或形状复杂的工件,但由于三个卡爪是同时移动的,装夹工件时能自动定心,从而可省去许多校正工件的时间,因此,三爪自定心卡盘仍然是车床最常见的通用夹具。

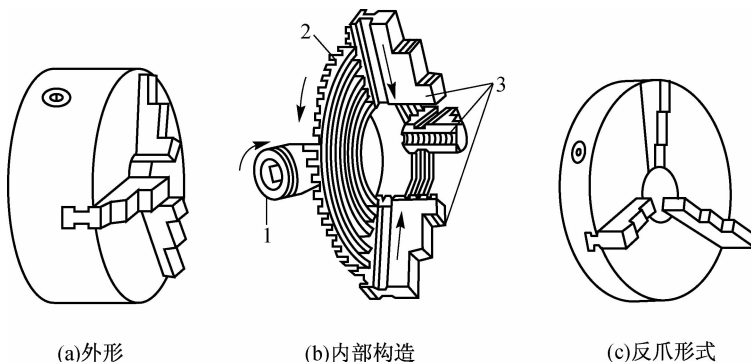


图 3-1 三爪自定心卡盘构造

1—小锥齿轮; 2—大锥齿轮; 3—卡爪

用三爪自定心卡盘安装工件的方法如图 3-2 所示, 安装的步骤如下:

(1) 在卡爪间放正工件, 轻轻夹紧, 夹持长度至少 10 mm。工件紧固后, 随即取下扳手, 以免开车时扳手飞出, 砸伤人或车床。

(2) 打开安全罩, 开动车床, 使主轴低速旋转, 检查工件有无偏摆, 若有偏摆应停车, 用小锤轻敲校正, 然后紧固工件。紧固后, 必须取下扳手, 并放下安全罩。

(3) 移动车刀至车削行程的左端, 用手旋转卡盘, 检查刀架是否与卡盘或工件碰撞。

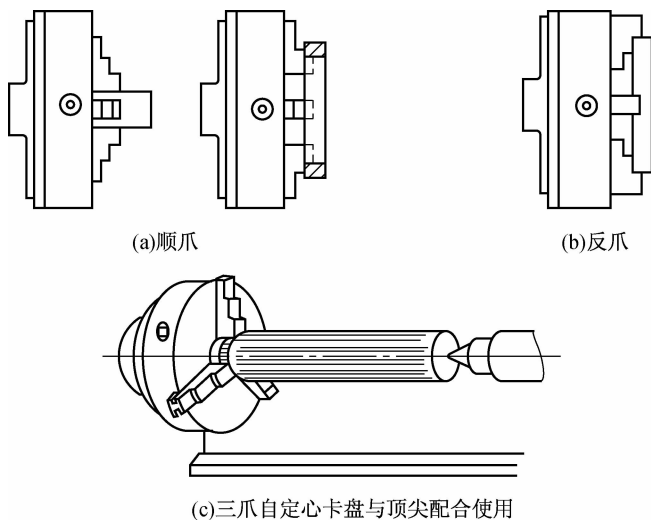


图 3-2 用三爪自定心卡盘装夹工件的方法

### 3.1.2 四爪单动卡盘

四爪单动卡盘也是常见的通用夹具, 如图 3-3(a) 所示。它四个卡爪的径向位移由四个螺杆单独调整, 不能自动定心, 因此, 在安装工件时找正时间较长, 要求操作人员技术水平高。用四爪单动卡盘安装工件时夹紧力大, 既适于装夹圆形工件, 还可装夹方形、长方形、椭圆形、内外圆偏心工件或其他形状不规则的工件。四爪单动卡盘只适用于单件小批量生产。

用四爪单动卡盘安装工件时, 一般用划线盘按工件外圆或内孔进行找正, 也可按事先划出的加工界线用划线盘进行划线找正。当要求定位精度达到 0.02~0.05 mm 时, 须按事先划出的加工界线用划线盘进行划线找正, 如图 3-3(b) 所示。当要求定位精度达到 0.01 mm 时还可用百分表找正, 如图 3-3(c) 所示。

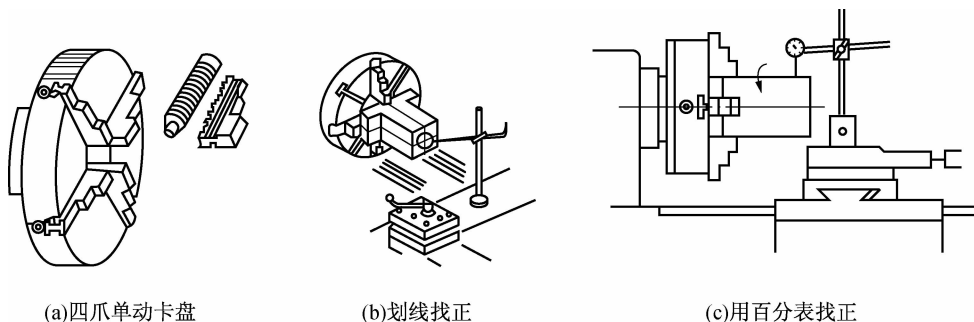


图 3-3 四爪单动卡盘及其找正

按事先划出的加工界线用划线盘找正的方法如下：

(1)使划针靠近工件上划出的加工界线，慢慢转动卡盘。

(2)先校正端面，在离针尖最近的工件端面上用小锤轻轻敲击，直至针尖到工件端面的距离处处相等。

(3)将划针针尖靠近外圆，转动卡盘，校正中心，将距离针尖最远处一个卡爪松开，拧紧其对面的一个卡爪，反复调整几次，直至校正为止。

### 3.1.3 顶尖、中心架及跟刀架

在顶尖上安装轴类工件，由于两端都是锥面定位，其定位的准确度比较高，即使是多次装卸与掉头，也能保证各外圆面有较高的同轴度。当车长度与直径之比大于 20 的细长轴时，由于工件本身的刚度不足，为防止工件在切削力作用下产生弯曲变形而影响加工精度，除了用顶尖安装工件外，还常用中心架或跟刀架作为附加的辅助支承。

#### 1. 顶尖

顶尖的作用是定中心和承受工件的质量以及刀具作用在工件上的切削力。顶尖有前顶尖和后顶尖两种。插在主轴锥孔内跟主轴一起旋转的称为前顶尖。前顶尖随同工件一起转动，无相对运动，也不发生滑动摩擦，如图 3-4 所示。插入车床尾座套筒内的称为后顶尖。后顶尖又分为固定顶尖和回转顶尖两种。

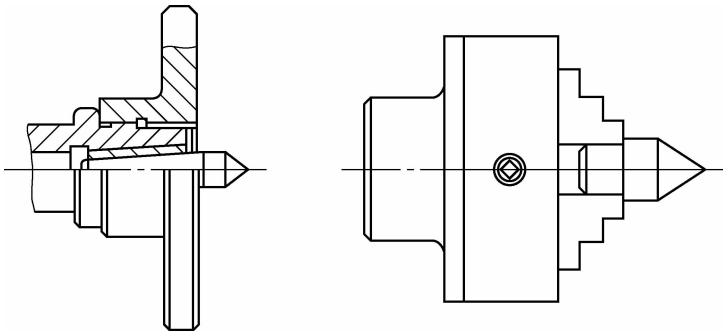


图 3-4 前顶尖

固定顶尖的优点是定心正确而刚度好，缺点是工件和顶尖是滑动摩擦，发热较大，过热时会把中心孔或顶尖烧坏。因此，它适用于低速旋转、加工精度要求较高的工件。如图 3-5(a)所示，在高速切削时，碳钢顶尖和高速钢顶尖往往会退火，因此目前多数使用镶硬质合金顶尖，如图 3-5(b)所示。支承细小工件时可用反顶尖，如图 3-5(c)所示。

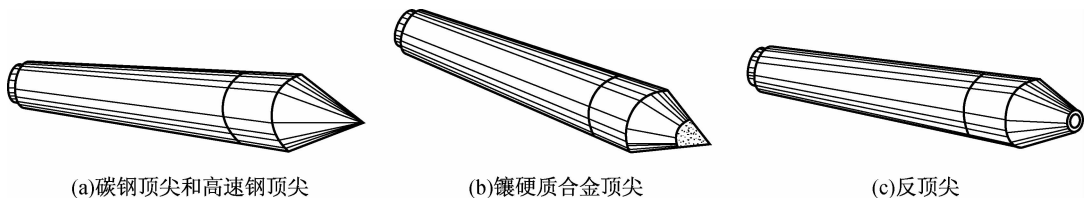


图 3-5 固定顶尖

为了避免后顶尖与工件中心孔摩擦，常使用弹性回转顶尖。弹性回转顶尖的结构如

图 3-6 所示。顶尖用圆柱滚子轴承、滚针轴承承受径向力，推力球轴承承受轴向推力。在圆柱滚子轴承和推力球轴承之间，放置两片碟形弹簧。这种顶尖把顶尖与工件中心孔的滑动摩擦改成顶尖内部轴承的滚动摩擦，能承受很高的旋转速度，克服了固定顶尖的缺点，因此目前应用很广。

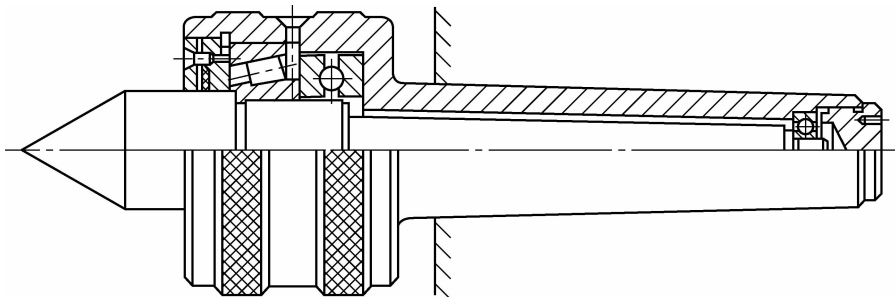


图 3-6 弹性回转顶尖

## 2. 中心架和跟刀架

中心架和跟刀架用于细长轴的加工，以增加工件的刚度。

### 1) 中心架

中心架安装在车床的导轨面上并固定在适当的位置，卡爪和工件外表面接触，如图 3-7 所示；或使用过渡套筒，如图 3-8 所示。使用时要首先调整各个卡爪，使其与工件接触，并保证工件轴线和主轴轴线同轴，还要注意保证卡爪和工件间的充分润滑。必要时可使用如图 3-9 所示的带滚动轴承的中心架。

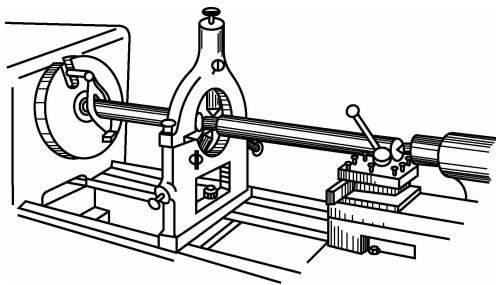


图 3-7 用中心架装夹细长轴

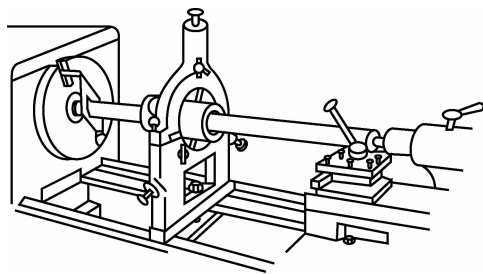


图 3-8 用过渡套筒装夹细长轴

### 2) 跟刀架

跟刀架一般有两个或三个卡爪，三爪跟刀架的结构如图 3-10 所示。用手柄 2 转动锥齿轮 1，经锥齿轮 5 转动丝杠 4，即可使卡爪 3 做向心或离心运动，其他两个卡爪也可移动。

跟刀架主要用于精车或半精车细长光轴类工件，如丝杠和光杠等。如图 3-11 所示，跟刀架被固定在车床床鞍上，与刀架一起移动。使用时，先在工件上靠后顶尖的一端车出一小段外圆，根据车出的这一小段外圆调节跟刀架的两支承，然后再车出全轴长。使用跟刀架可以抵消径向切削力，从而提高精度和表面质量。



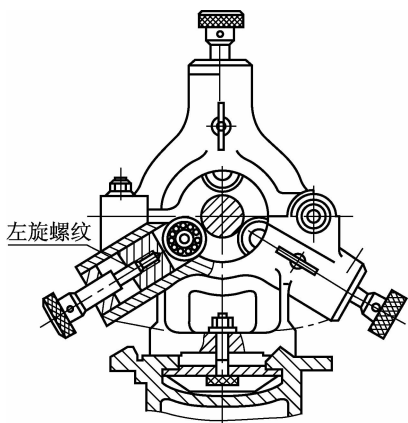


图 3-9 带滚动轴承的中心架

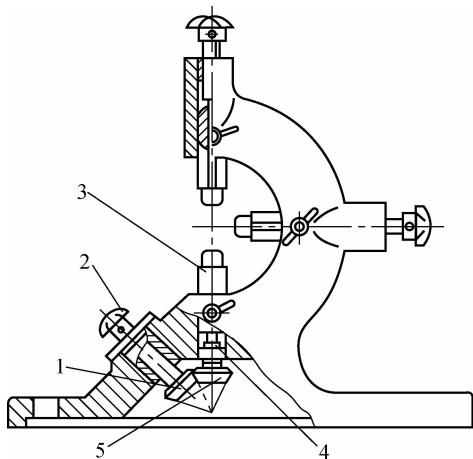


图 3-10 三爪跟刀架的结构

1、5—锥齿轮；2—手柄；3—卡爪；4—丝杠

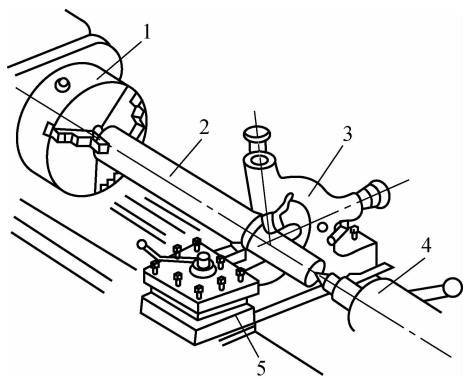


图 3-11 跟刀架的使用

1—三爪自定心卡盘；2—工件；3—跟刀架；4—尾座套筒；5—刀架

### 3.1.4 心轴

形状复杂或同轴度要求较高的盘套类工件,常用心轴安装加工,以保证工件外圆与内孔的同轴度及端面与内孔轴线的垂直度要求。

用心轴安装工件,应先对工件的孔进行精加工(精度等级达 IT8~IT7),然后以孔定位。心轴用双顶尖安装在车床上,以加工端面和外圆。安装时,根据工件的形状、尺寸、精度要求和加工数量的不同,可以采用不同结构的心轴。

#### 1. 圆柱心轴

当工件长径比小于 1 时,应使用带螺母压紧的圆柱心轴,如图 3-12 所示。工件左端靠紧心轴的台阶,由螺母及垫片将工件压紧在心轴上。为保证内外圆同心,孔与心轴之间的配合间隙应尽可能小些,否则其定心精度将随之降低。一般情况下,当工件孔与心轴采用 H7/h6 配合时,同轴度误差不超过 0.02~0.03 mm。

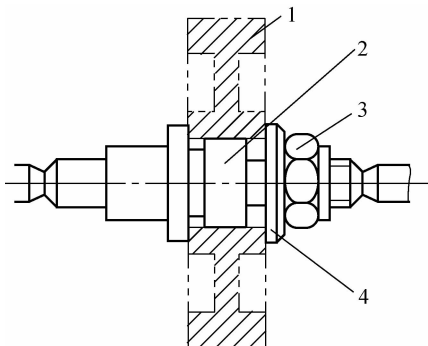


图 3-12 圆柱心轴安装工件

1—工件；2—心轴；3—螺母；4—垫片

## 2. 小锥度心轴

当工件长径比大于 1 时,可采用带有小锥度( $1/5\ 000\sim 1/1\ 000$ )的心轴,如图 3-13 所示。工件孔与心轴配合时,靠接触面产生弹性变形来夹紧工件,故切削力不能太大,以防工件在心轴上滑动而影响正常切削。小锥度心轴定心精度较高,可达  $0.005\sim 0.01\ \text{mm}$ ,但没有确定的轴向定位,多用于磨削或精车。

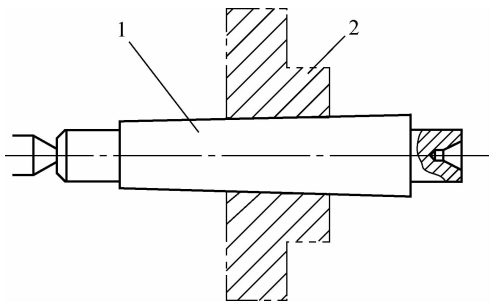


图 3-13 小锥度心轴安装工件

1—心轴；2—工件

## 3. 胀力心轴

胀力心轴是通过调整锥形螺杆使心轴一端做微小的径向扩张,以将工件孔胀紧的一种快速装拆的心轴,适用于安装中小型工件。

## 4. 螺纹伞形心轴

螺纹伞形心轴装拆迅速,装夹牢固,能装夹一定尺寸范围内不同孔径的工件,适于安装以毛坯孔为基准车削外圆的带有锥孔或阶梯孔的工件。

除上述心轴外,还可以用弹簧心轴和离心力夹紧心轴等安装工件。

### 3.1.5 花盘及弯板

当车削形状不规则或形状复杂的工件时,三爪、四爪卡盘或顶尖都无法装夹,必须用花盘进行装夹。如图 3-14(a)所示为用花盘装夹工件,将工件底面直接安放在花盘的端面上,找正后用螺钉、压板夹紧,再装上平衡块,即可加工工件的孔和端面。安装时,花盘端面应与主轴轴线垂直,花盘本身形状精度要求较高。

当要求待加工的孔(或外圆)的轴线与安装平面平行或要求两孔的中心线相互垂直时,可用花盘与弯板配合安装工件。弯板多为 $90^\circ$ 角铁,两平面上开有槽形孔用于穿紧固螺钉。用螺钉把弯板固定在花盘上,再用螺钉将工件固定在弯板上,如图3-14(b)所示。

用花盘或花盘与弯板配合安装工件时,应在重心偏置的对应部位加平衡块进行平衡,以防加工时因工件的重心偏离旋转中心而引起振动和冲击。

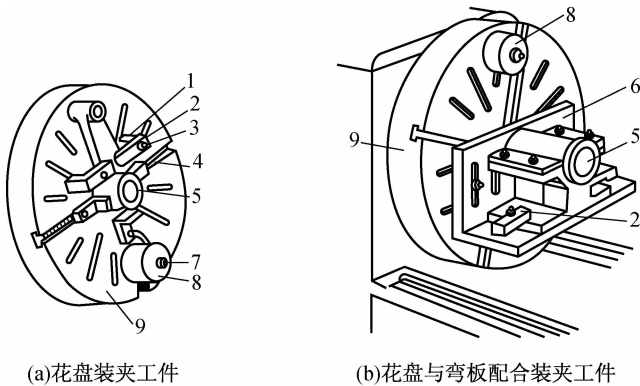


图 3-14 花盘或花盘与弯板配合装夹工件

1—垫铁; 2—压板; 3—压板螺钉; 4—T形槽; 5—工件;  
6—弯板; 7—可调螺钉; 8—平衡块; 9—花盘

## 3.2 车床量具

### 3.2.1 钢尺

具有一组或多组有序的标尺标记及标尺数码的钢制板状的测量器具,称为钢尺。

钢尺的结构如图3-15所示。钢尺的左端为直的工作端边,右端为圆弧形尺尾,还有一个悬挂孔。

钢尺是最简单的长度量具,它的量程有150 mm、300 mm、500 mm和1 000 mm四种规格。

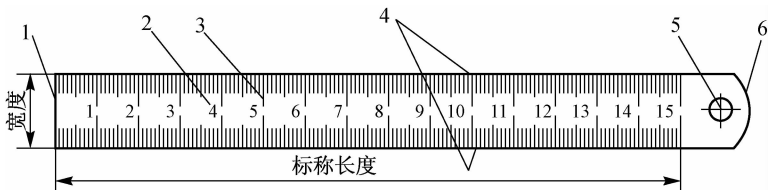


图 3-15 150 mm 钢尺

1—端边; 2—刻度面; 3—刻线; 4—侧边; 5—悬挂孔; 6—尾端圆弧

如图3-16所示,钢尺用于测量工件的长度尺寸。它的测量结果不太准确,这是因为钢尺的刻线间距为1 mm,而刻线本身的宽度就有0.1~0.2 mm,所以测量时读数误差比较大;钢尺只能读出毫米数,即它的最小读数值为1 mm,比1 mm小的数值,只能估计而得。

如果用钢尺直接去测量工件的直径尺寸(轴径或孔径),则测量精度更差。这是因为钢尺本身的读数误差比较大,而且无法正好放在工件直径的正确位置上。所以,工件直径尺寸

的测量需利用钢尺和内、外卡钳配合起来进行。

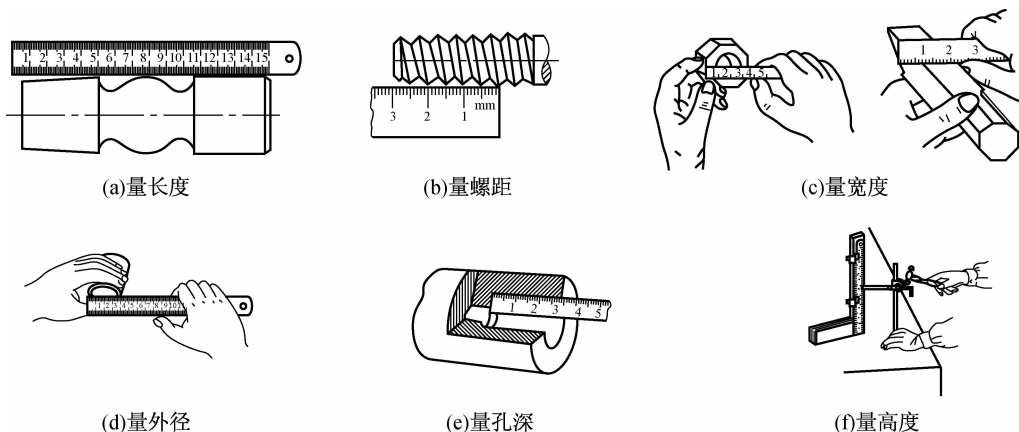


图 3-16 钢尺的使用方法

### 3.2.2 卡钳

卡钳包括内卡钳和外卡钳两类,如图 3-17 所示为常见的内、外卡钳。内、外卡钳是最简单的比较量具。内卡钳是用来测量内径和凹槽的,而外卡钳是用来测量外径和平面的。它们本身都不能直接读出测量结果,而是把测得的尺寸在钢尺上进行读数,或在钢尺上先取下所需尺寸,再去检验工件的直径是否合格。

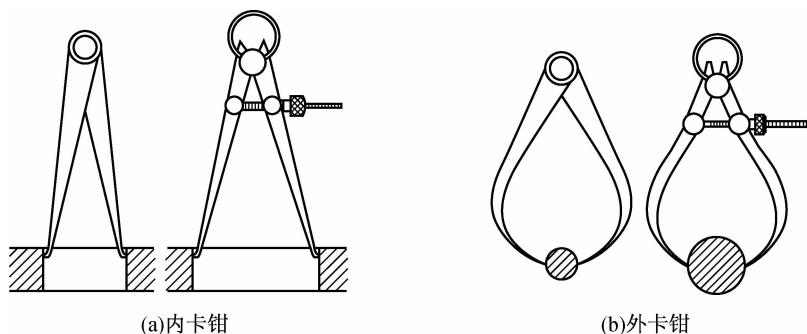


图 3-17 卡钳

#### 1. 卡钳开度调节

首先检查钳口的形状,钳口形状对测量精确度影响很大,应注意经常修整钳口的形状。如图 3-18 所示为卡钳钳口形状好与不好的对比。调节卡钳的开度时,应轻轻敲击卡钳脚的两侧面,先用两手把卡钳调整到和工件尺寸相近的开口,然后轻敲卡钳的外侧来减小卡钳的开口,或敲击卡钳内侧来增大卡钳的开口,如图 3-19(a)所示。但不能直接敲击钳口,如图 3-19(b)所示。这会因卡钳的钳口测量面损伤而引起测量误差,更不能在车床的导轨上敲击卡钳,如图 3-19(c)所示。

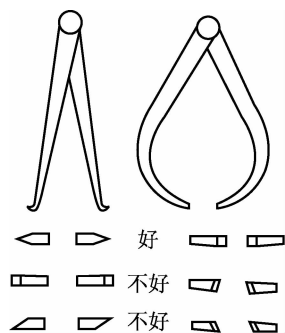


图 3-18 卡钳钳口形状对比

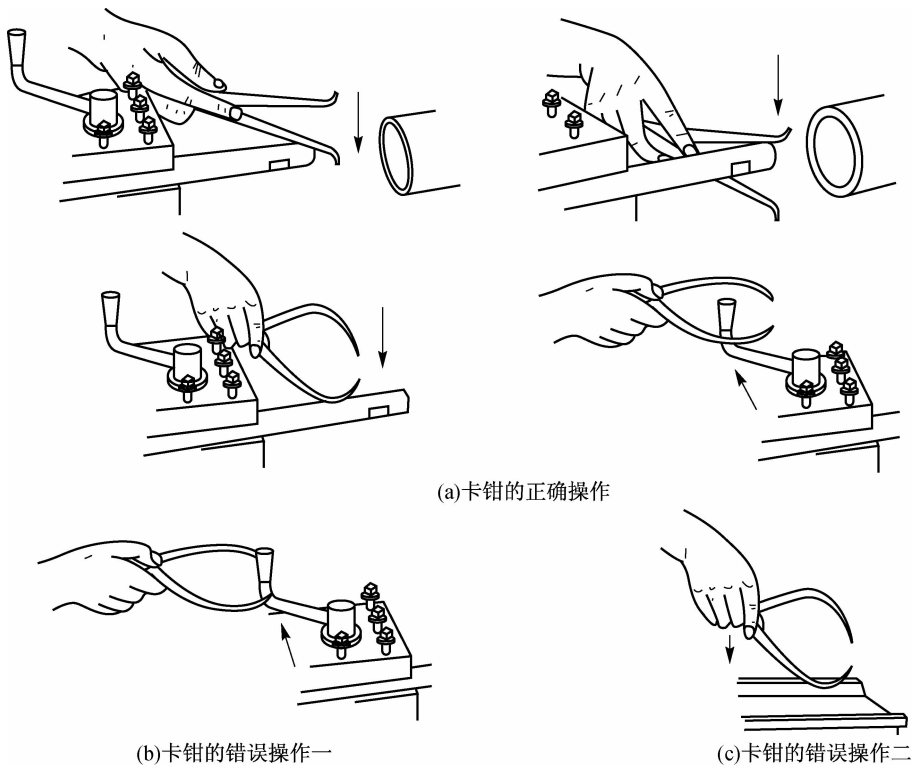


图 3-19 卡钳开度的调节

## 2. 内卡钳的使用

使用内卡钳测量工件的方法如图 3-20 所示。内卡钳所测量得到的尺寸,也可以从钢尺上读出。先将钢尺的一端垂直地放在精确的平面上,然后把卡钳的一个卡脚放在平面上,观察另一卡脚在钢尺刻线上的位置,读出尺寸,如图 3-21 所示。

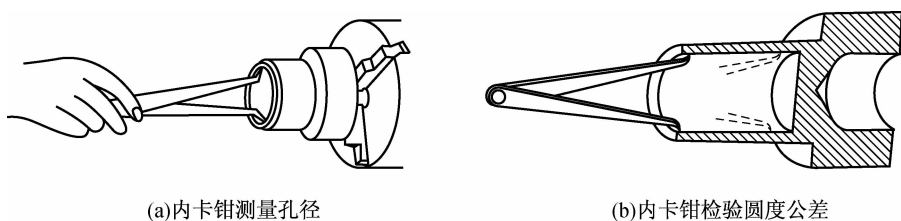


图 3-20 内卡钳的测量方法

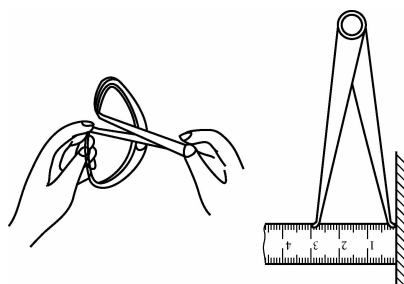


图 3-21 内卡钳读取尺寸的方法

### 3. 外卡钳的使用

外卡钳在钢尺上读取尺寸时,一个卡脚的测量面靠在钢尺的刻度面上,另一个卡脚的测量面对准所需尺寸刻线的中间,且两个测量面的连线应与钢尺平行,视线要垂直于钢尺,如图 3-22 所示。

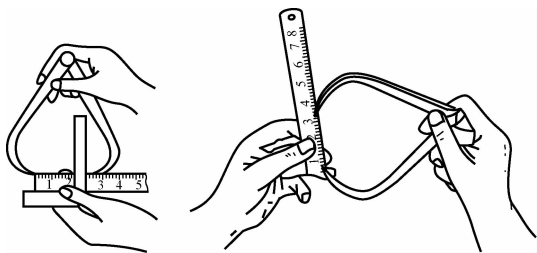


图 3-22 外卡钳在钢尺上读取尺寸

用已在钢尺上取好尺寸的外卡钳去测量外径时,要使两个测量面的连线垂直工件的轴线。靠外卡钳的自重滑过工件外圆时,手中的感觉应该是外卡钳与工件外圆正好是点接触,此时外卡钳两个测量面之间的距离,就是被测工件的外径。所以,用外卡钳测量外径,就是比较外卡钳与工件外圆接触的松紧程度,以靠卡钳的自重能刚好滑下为合适,如图 3-23(a)所示。当卡钳滑过外圆时,手中没有接触感觉,就说明外卡钳比工件外径尺寸大;若靠外卡钳的自重不能滑过工件外圆,就说明外卡钳比工件外径尺寸小。切不可将卡钳歪斜地放在工件上测量,这样会有误差,如图 3-23(b)所示。由于卡钳有弹性,在测量工件时,卡钳要放正,不可用力压卡钳,只要手感觉到钳口与被测表面接触即可。另外,不能把卡钳横着卡上去,如图 3-23(c)所示。对于大尺寸的外卡钳,靠自重滑过工件外圆的测量压力太大了,此时应托住卡钳进行测量,如图 3-23(d)所示。

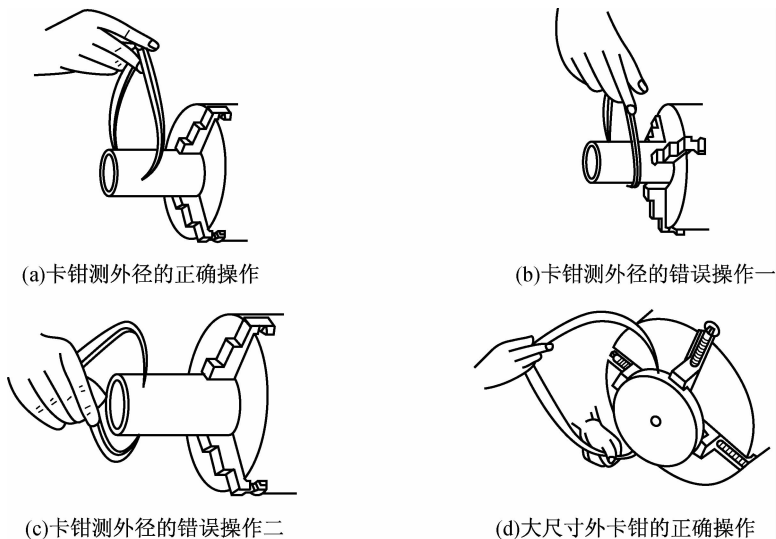


图 3-23 外卡钳的操作

### 4. 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,因此广泛应用于要求不高的工件尺寸的测量和检验,尤其是对于锻铸件毛坯尺寸的测量和检验来说,卡钳是最合适的测量工具。

卡钳虽然是简单量具,只要掌握得好,也可获得较高的测量精度。例如,用外卡钳比较两根轴的直径大小时,就是轴径相差只有 0.01 mm,有经验的操作工也能分辨得出。又如用内卡钳与外径百分尺联合测量内孔尺寸时,有经验的操作工完全有把握用这种方法测量高精度的内孔。这种内径测量方法称为“内卡搭外径百分尺”,是利用内卡钳在外径百分尺上读取准确的尺寸,再去测量工件的内径;或内卡钳在孔内调整好与孔接触的松紧程度,然后在外径百分尺上读出具体的尺寸。在缺少精密的内径量具时,这种测量方法是测量内径的好办法。对于如图 3-24 所示的工件内径,其孔内有轴,使用精密的内径量具有困难,应用内卡钳搭外径百分尺测量内径就能解决问题。

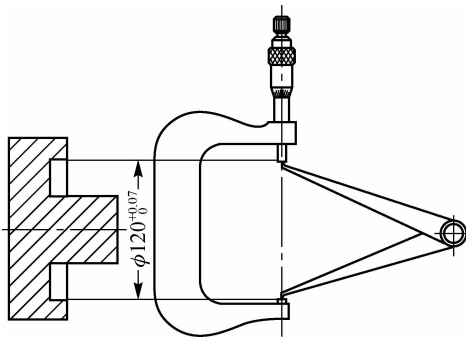


图 3-24 内卡搭外径百分尺测量内径

## 5. 使用卡钳时的注意事项

使用卡钳时,要注意以下一些事项:

- (1)调整卡钳尺寸时,应敲卡钳的两侧,不允许敲击钳口。
- (2)测量工件时,不能将卡钳强压下去,只能凭卡钳的本身质量滑过去,才算合适。
- (3)测量工件时,卡钳要放正,不能歪斜,否则量出来的尺寸不精确。
- (4)工件在旋转时,不能用卡钳去测量,否则会使钳口磨损。

## 3.2.3 游标卡尺

### 1. 游标卡尺的特点和结构

游标卡尺是利用游标原理对两测量面相对移动的距离进行读数的测量器具。

游标卡尺是一种常用的量具,具有结构简单、使用方便和测量尺寸范围大等特点,应用范围很广。缺点是只能测量孔口、槽边或台阶等处的尺寸,所以测量部位不全面。另外,因结构方面的原因,它的测量准确度还不够高,属于中等精度的测量器具,所以只能用于一般精度的测量工作。

游标卡尺的种类很多,但其主要结构大同小异。如图 3-25 所示的游标卡尺(测量范围为 0~125 mm,游标读数值为 0.1 mm)是由主尺 1、副尺(游标)2、上量爪 3、下量爪 4、深度尺 5、紧定螺钉 6 组成的。主尺与左面固定的上、下量爪制成一个整体,副尺与右面活动的上、下量爪制成另一个整体套装在主尺上,并可沿主尺滑动。

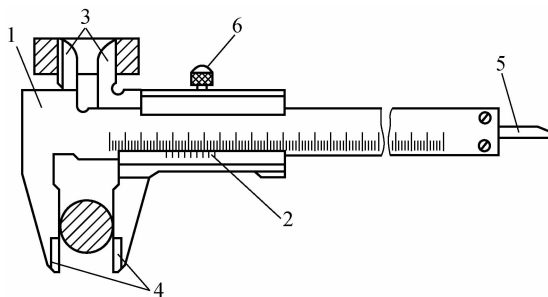


图 3-25 游标卡尺

1—主尺；2—副尺(游标)；3—上量爪；4—下量爪；5—深度尺；6—紧固螺钉

目前,我国生产的游标卡尺的测量范围及其游标读数数值见表 3-1。

表 3-1 游标卡尺的测量范围和游标读数数值

单位: mm

测量范围	游标读数数值	测量范围	游标读数数值
0~25	0.02,0.05,0.10	300~800	0.05,0.10
0~200	0.02,0.05,0.10	400~1 000	0.05,0.10
0~300	0.02,0.05,0.10	600~1 500	0.05,0.10
0~500	0.05,0.10	800~2 000	0.10

## 2. 游标卡尺的读数原理

以游标读数值为 0.1 mm 的游标卡尺为例来说明游标卡尺的读数原理。如图 3-26(a)所示,主尺刻线间距(每格)为 1 mm,当游标零线与主尺零线对准(两爪合并)时,游标上的第 10 刻线正好指向主尺上的 9 mm,而游标上的其他刻线都不会与主尺上任何一条刻线对准。可知游标每格间距 0.9 mm,主尺每格间距与游标每格间距相差 0.1 mm,而 0.1 mm 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 0.1 mm 时,则游标零线后的第一根刻线与主尺刻线对准。当游标向右移动 0.2 mm 时,则游标零线后的第二根刻线与主尺刻线对准,依次类推。由此可知,游标向右移动不足 1 mm 的距离,虽不能直接从主尺读出,但可以由游标的某一根刻线与主尺刻线对准时,该游标刻线的次序数乘以其读数值而得出其小数值。如图 3-26(b)所示的尺寸即为  $5 \times 0.1 \text{ mm} = 0.5 \text{ mm}$ 。

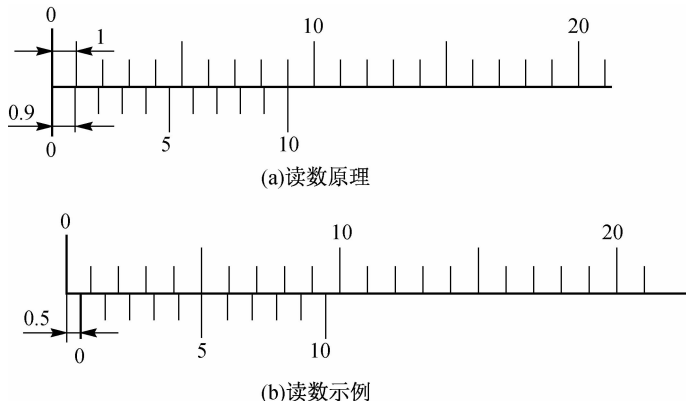


图 3-26 游标卡尺读数



### 3. 游标卡尺的测量精度

测量或检验工件尺寸时,要按照工件尺寸的精度要求,选用相适应的量具。游标卡尺是一种中等精度的量具,它只适用于中等精度尺寸的测量和检验。用游标卡尺测量锻、铸件毛坯或精度要求很高的尺寸,都是不合理的。前者容易损坏量具,后者测量精度达不到要求。量具都有一定的示值总误差,游标卡尺的示值总误差见表 3-2。

表 3-2 游标卡尺的示值总误差

单位: mm

游标读数	示值总误差
0.02	$\pm 0.02$
0.05	$\pm 0.05$
0.10	$\pm 0.10$

### 4. 游标卡尺的使用方法

如图 3-27 所示,用游标卡尺测量工件时可以单手拿尺测量或双手拿尺测量,测量大工件尺寸时,一般用双手拿尺测量。

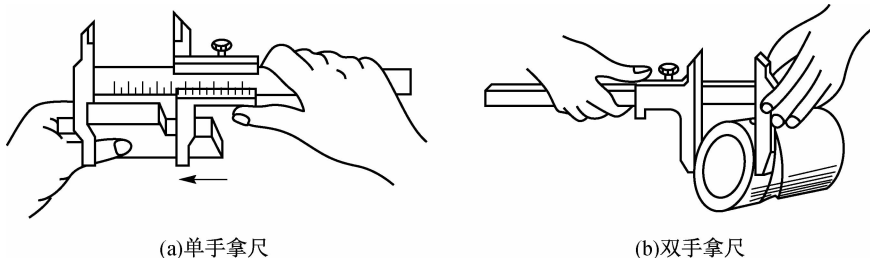


图 3-27 游标卡尺操作方法

(1)如图 3-28(a)所示,测量外尺寸时,应先把测量爪张开得比被测尺寸稍大,再使固定测量爪与被测表面贴合,然后慢慢推动尺框,使活动测量爪轻轻地接触被测表面,并稍微游动一下活动测量爪,以便找出最小尺寸部位,获得正确的测量结果。如图 3-28(b)所示,测量时,不能把测量爪的张开距离调整到小于或等于被测的尺寸值,然后强制把测量爪卡到被测件上,这样易使测量爪弯曲变形,加剧测量面的磨损而过早失去原有精度。同样,读数之后要先把活动测量爪移开,再从被测件上取下卡尺。在活动测量爪还没松开之前,不允许猛力拉下卡尺。

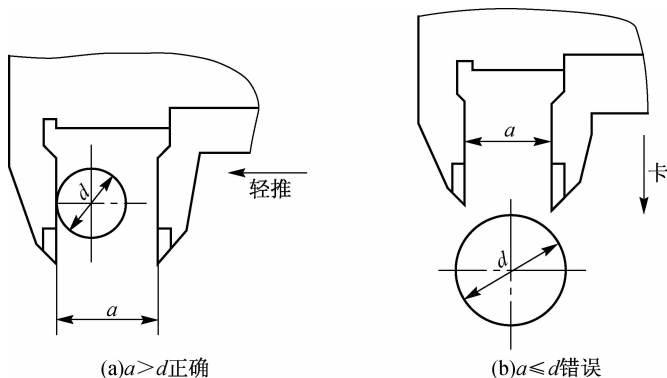


图 3-28 测量外尺寸

(2)如图 3-29(a)所示,测量内孔直径时,应先把测量爪张开得比被测尺寸稍小,再把固定测量爪靠在孔壁上,然后慢慢拉动尺框,使活动测量爪沿直径方向轻轻接触孔壁,再把测量爪在孔壁上稍微游动一下,以便找出最大尺寸部位。最后用紧定螺钉把尺框固定,轻轻取出卡尺读数。需要注意的是,卡尺测量爪应放在孔的直径方向上,不能歪斜。

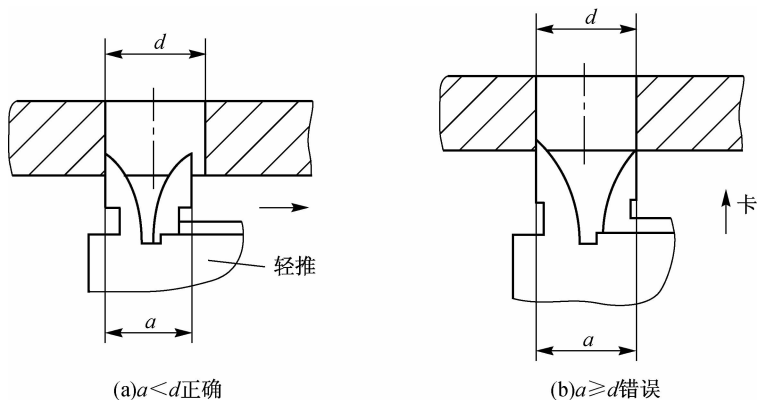


图 3-29 测量孔径

(3)测量沟槽宽度时,卡尺的操作方法与测量孔径相似,测量爪的位置也应摆正,要垂直于槽壁,不能倾斜,否则,测得的结果也不会准确,如图 3-30 所示。

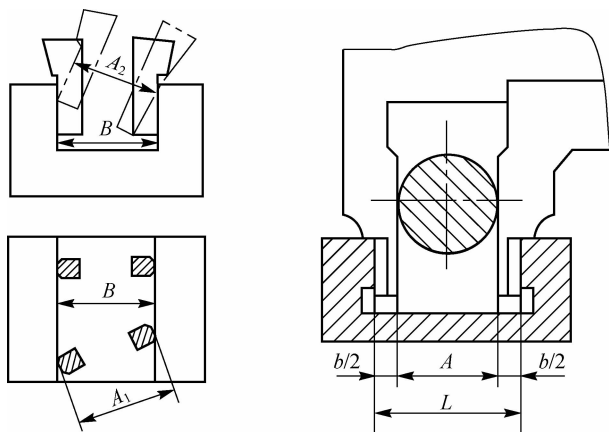
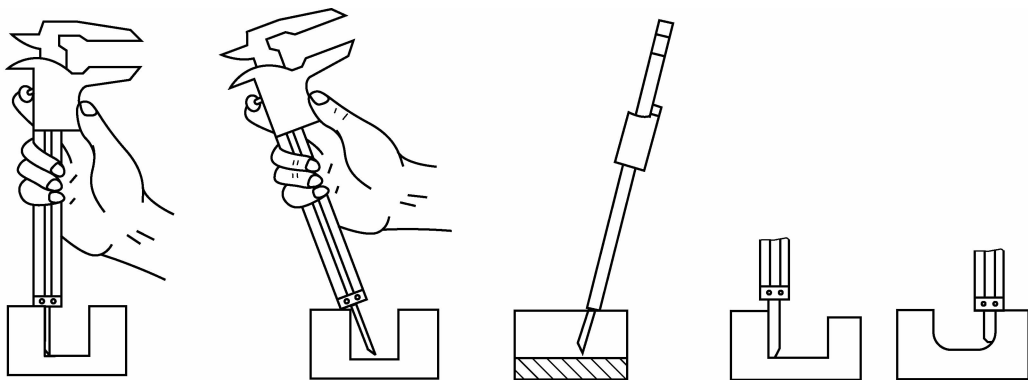


图 3-30 测量沟槽时测量爪的位置

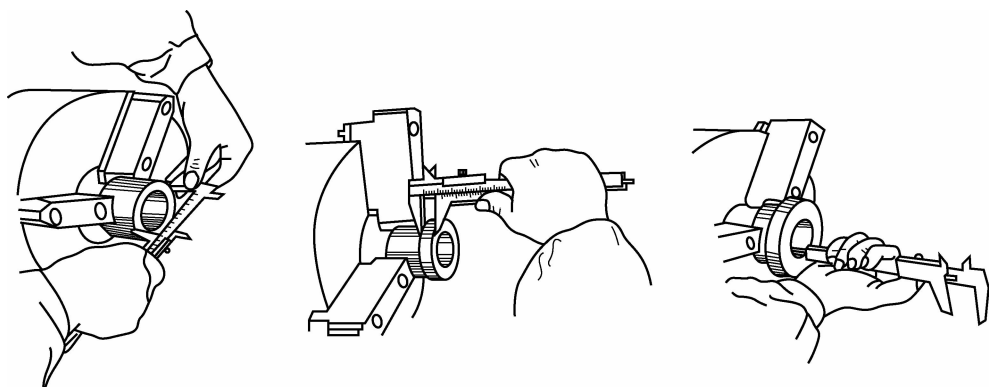
(4)如图 3-31(a)所示,测量深度时,应使游标卡尺的主尺下端面与被测件的顶面贴合,再向下推动深度尺,使之轻轻接触被测底面。然后用紧定螺钉把尺框固定,再取出卡尺读数。深度尺要垂直放好,不要前后、左右倾斜,如图 3-31(b)所示。主尺下端面与被测件顶面之间不能有缝隙,如图 3-31(c)所示。要使深度尺的削角边朝向靠近槽壁面,否则,槽底根部的圆角会对测量结果有影响,如图 3-31(d)所示。

游标卡尺的测量范围很广,可以测量工件外径、台阶、沟槽宽度、孔深、孔径和孔距等,如图 3-32 所示。



(a)下端面与顶面贴合 (b)深度尺前后、左右倾斜 (c)下端面与顶面不贴合 (d)削角边朝向不靠近槽壁面

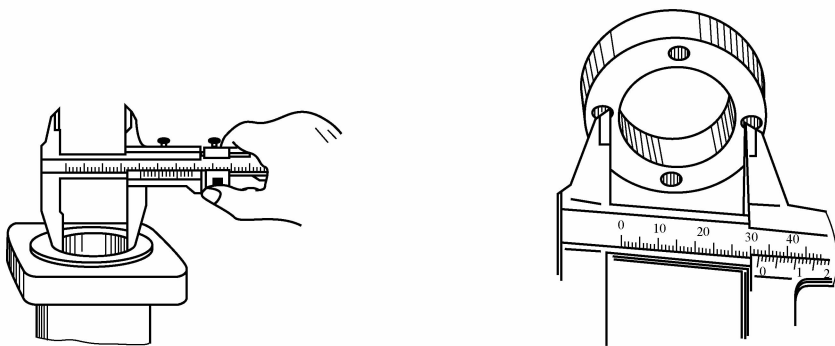
图 3-31 测量深度



(a)测量外径

(b)测量台阶

(c)测量孔深



(d)测量孔径

(e)测量孔距

图 3-32 游标卡尺的测量范围举例

### 5. 带表卡尺和数显尺

如图 3-33 所示,为了读数准确,提高测量精度,有的卡尺装有测微表,称为带表卡尺。还有一种带有数字显示装置的游标卡尺,称为数显尺。这种游标卡尺在工件表面上量得尺寸时,就直接用数字显示出来,使用极为方便。

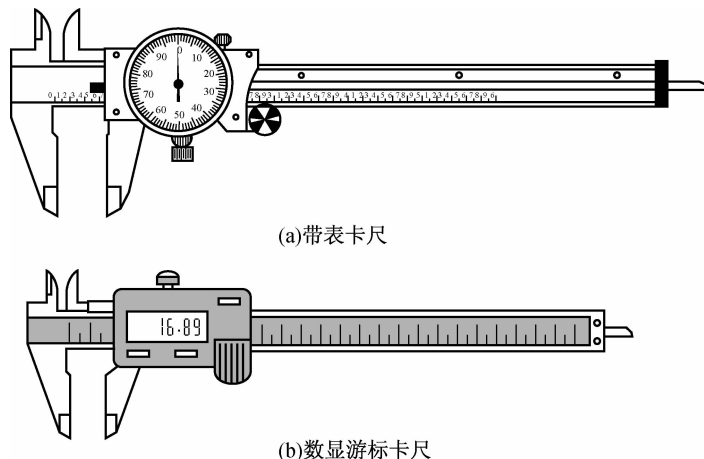


图 3-33 带表卡尺和数显游标卡尺

带表卡尺的规格见表 3-3,数显尺的规格见表 3-4。

表 3-3 带表卡尺的规格

单位: mm

性能指标 测量范围	指示表读数	指示表示值误差/格
0~150	0.01	1
0~200	0.02	1;2
0~300	0.05	5

表 3-4 数显尺的规格

数显尺类型 性能指标	数显游标卡尺	数显高度尺	数显深度尺
测量范围/mm	0~150,0~200 0~300,0~500	0~300,0~500	0~200
分辨率/mm	0.01		
测量精度/mm	0~200:0.03,>200~300:0.04,>300~500:0.05		
测量移动速度/(m/s)	1.5		
使用温度/°C	0~40		

### 3.2.4 百分表

百分表是用来校正工件或夹具的安装位置,检验工件的几何精度的。

#### 1. 百分表的结构

百分表的外形如图 3-34 所示。表盘 3 上刻有 100 个等分格,其读数值为 0.01 mm。当长指针 6 转一圈时,转数指示盘 5 内的短指针即转动一个小格,转数指示盘 5 的读数值为 1 mm。用手转动表圈 4 时,表盘 3 也跟着转动,可使长指针 6 对准任一刻线。测量杆 8 是沿着套筒 7 上下移动的,套筒 7 可用于安装百分表。

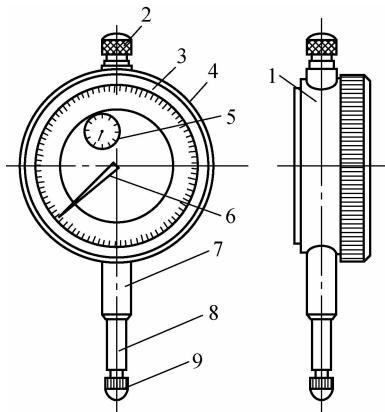


图 3-34 百分表的外形

1—表体；2—圆头；3—表盘；4—表圈；5—转数指示盘；6—长指针；7—套筒；8—测量杆；9—触头

百分表的内部结构如图 3-35 所示。测量时，触头 1 用螺纹旋入测量杆 2 的下端。测量杆 2 的上端有齿。当测量杆 2 上升时，带动齿数为 16 的小齿轮 3，与小齿轮 3 同轴装有一个齿数为 100 的左端大齿轮 4，再由这个齿轮带动齿数为 10 的中间小齿轮 5，与中间小齿轮 5 同轴装有长指针 6。当中间小齿轮 5 转动时，长指针 6 就一起转动。在中间小齿轮 5 的另一边装有右端大齿轮 7，右端大齿轮 7 的轴下端有游丝，用来消除齿轮间的间隙，以保证其精度。该轴上端有短指针 8，用来记录长指针 6 的转数（长指针转一周时，短指针转一格）。拉簧 11 的作用是使测量杆 2 回到原位。

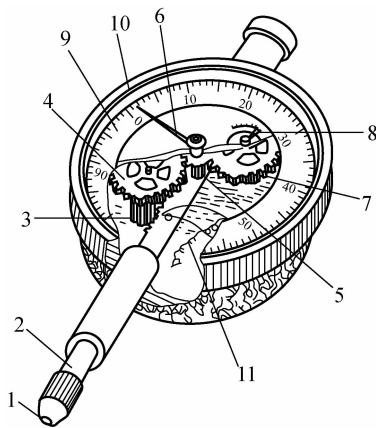


图 3-35 百分表的内部结构

1—触头；2—测量杆；3—小齿轮；4—左端大齿轮；5—中间小齿轮；6—长指针；  
7—右端大齿轮；8—短指针；9—表盘；10—表圈；11—拉簧

## 2. 百分表的使用方法

百分表适用于尺寸精度等级为 IT8~IT6 工件的校正和检验。百分表按其制造精度可分为 0、1 和 2 级三种，0 级精度最高。使用时，应按照工件的形状和精度要求，选用合适的百分表测量范围和精度等级。

使用百分表时，必须注意以下几点：

(1)使用前,应检查测量杆的灵活性,即轻轻推动测量杆时,测量杆在套筒内的移动要灵活,且每次放松后,指针能回复到原来的刻度位置。

(2)使用百分表时,必须把它固定在可靠的夹持架(如万能表架或磁性表座)上,也可装在专用的检验工具上。夹持架要安放平稳,以免使测量结果不准确或摔坏百分表,如图3-36所示。

用夹持百分表的套筒来固定百分表时,夹紧力不要过大,以免因套筒变形而使测量杆不灵活。

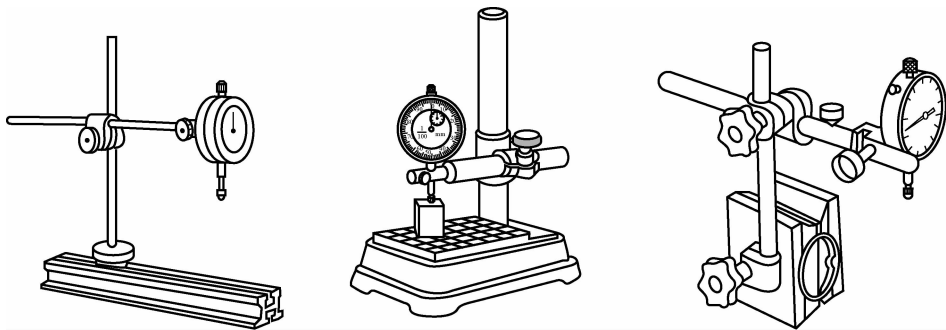


图 3-36 安装在专用夹持架上的百分表

(3)使用百分表测量工件时,测量杆必须垂直于被测量表面,如图3-37所示。要保证测量杆的轴线与被测量尺寸的方向一致,否则将使测量杆不灵活或测量结果不准确。

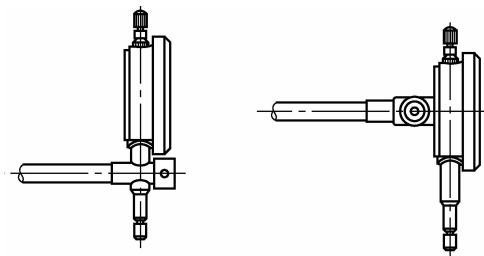


图 3-37 百分表安装方法

(4)测量时,不可使测量杆移动的距离太大,以免超出它的测量范围,损坏表内零件。

(5)不可拆卸表的后盖,以免灰尘或潮气侵入。绝对禁止水、油或其他液体侵入表内。

(6)不用的百分表,测量杆应自由放松,使表处于自由状态。表的内部机件不得受到任何力的作用,以保持它的精度。

(7)用完百分表后,必须用干净的布或软纸擦净,放在盒内。除长期封存以外,百分表的测量杆上不能涂任何油脂,以免测量杆和套筒黏结,造成动作不灵。同时,油脂容易黏结灰尘,会使传动系统中的精密机件磨损。

### 3.2.5 百分尺

百分尺类测量器具是机械制造业中应用广泛的一类长度测量器具,虽然结构形式多种多样,但都是利用螺旋副传动原理,把螺杆的旋转运动变换成直线位移来进行测量的,测量准确度高。百分尺具有体积小、坚固耐用、测量准确度高、使用方便、调节容易以及测力恒定

等特点。百分尺可以测量工件的长度、厚度、外径以及凸肩厚度、板厚或壁厚等。本章以外径百分尺为例介绍百分尺的结构与工作原理、刻线原理与读数方法、测量范围、精度、使用方法以及注意事项。

## 1. 百分尺的结构与工作原理

百分尺主要由尺架、测微头、测力装置、隔热装置和紧固测微螺杆的锁紧装置等部分组成。百分尺的外形与结构如图 3-38 所示。尺架 1 的左端有砧面 3,右端是表面有刻线的固定套管 2,里面是螺距为 0.5 mm 的调节螺母 7。固定套管 2 与调节螺母 7 之间有轴套 4 将它们连接。测微螺杆 6 的右端外螺纹与调节螺母 7 的内螺纹相配合转动,并由轴套 4 定心。微分筒 8 和固定套管 2 及刻线组成读数装置。测微螺杆 6 转动时的松紧程度可用调节螺母 7 调节。转动手柄 5,通过偏心可锁紧测微螺杆 6,使之固定不动。松开罩壳 9,可使测微螺杆 6 与微分筒 8 分离,以便调整零线位置。转动棘轮 11,测微螺杆 6 就会移动。当测微螺杆 6 左端接触工件时,棘轮 11 在棘轮爪销 10 的斜面上打滑,测微螺杆 6 就停止前进,并发出“嗒嗒”声。当棘轮反方向转动时,则测微螺杆 6 退回。

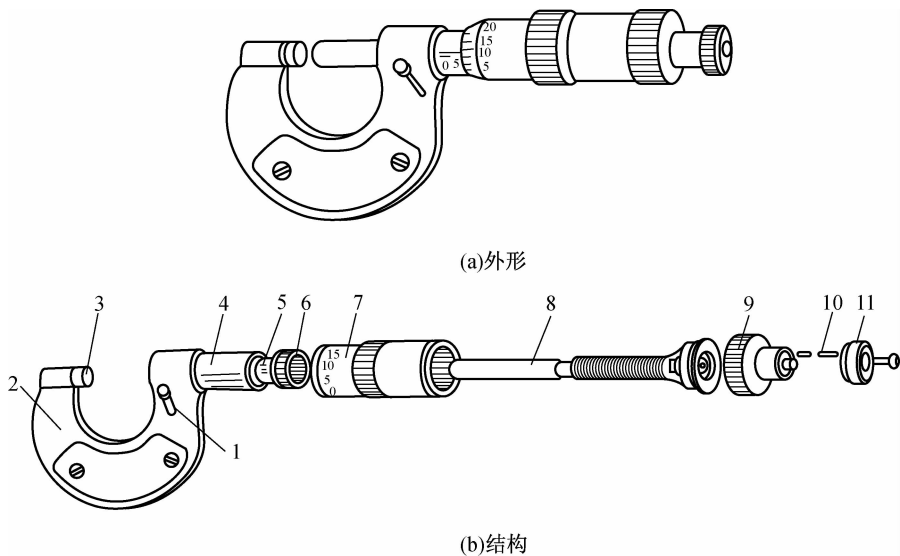


图 3-38 百分尺的外形与结构

1—轴套；2—手柄；3—砧面；4—尺架；5—固定套管；6—微分筒；7—测微螺杆；  
8—调螺母；9—罩壳；10—棘轮爪销；11—棘轮

## 2. 百分尺的刻线原理与读数方法

### 1) 刻线原理

百分尺的传动装置是由一对精密螺旋传动副——测微螺杆和轴套所组成,读数装置是由固定套管和微分筒所组成。由于固定套管与轴套连成一体,微分筒又与测微螺杆连成一体,因此,读数装置与传动装置的关系是相连的。

如图 3-39 所示,固定套管(主尺)上刻有刻线,每格为 0.5 mm,测微螺杆右端螺纹的螺距为 0.5 mm。当微分筒转动一周时,测微螺杆就移动 0.5 mm。而微分筒锥面上共有 50 条均匀刻线,因此,每当测微螺杆顺时针转动一周时,它就前进一个螺距,使两个测量面之间的距离缩小 0.5 mm。当微分筒转动一格,测微螺杆就轴向移动 0.01 mm,即  $0.5/50=0.01$  mm。

若测微螺杆转动不到一周时,它移动的距离就不足 0.5 mm,其具体数值可以从微分筒上的刻线读出来。用微分筒读出不足 0.5 mm 的小数数值,这是各种百分尺读数的共同特点。

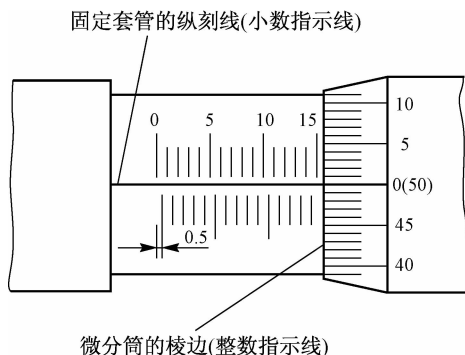


图 3-39 百分尺刻线

## 2) 读数方法

在百分尺的固定套管上有一条纵刻线,作为微分筒读数的基准线。为了计算测微螺杆的整数转,以便得到移动量的毫米数或半毫米数,在纵刻线的上下两侧各有一排均匀刻线,刻线间距都是 1 mm,但上下两排刻线相互错开 0.5 mm。读数的具体步骤如下:

(1)先读固定套管上的数值。读固定套管上的数值即是读出微分筒边缘在固定套管的毫米和半毫米的数值。微分筒的棱边(或称为锥面的端面)作为整毫米数的读数指示线。读数时,看微分筒棱边的左面,固定套管上露出来的刻线数值,就是被测尺寸的整毫米数和半毫米数。

(2)再读微分筒上的数值。读微分筒上的数值即查找微分筒上哪一格与固定套管上基准线对齐。固定套管上的纵刻线作为不足半毫米小数部分的读数指示线,读小数时,看固定套管的纵刻线与微分筒上的哪一条刻线对齐,就能读出被测尺寸的小数部分。如果 0.5 mm 的刻线没露出来,微分筒上与固定套管纵刻线对齐的那条线,就是读得的毫米小数;如果 0.5 mm 的刻线已经露出来,那就要再加上 0.5 mm 才是真正的得数。

(3)得出被测尺寸。把上面两次读数的整数部分和小数部分相加,就是被测尺寸。如图 3-40 所示,读数结果是 $(7+0.5+35\times 0.01)\text{mm}=7.85\text{mm}$ 。

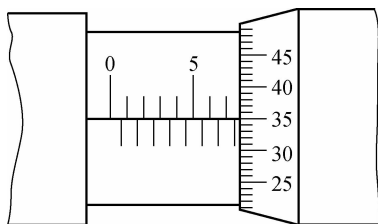


图 3-40 百分尺的读数实例

## 3. 百分尺的测量范围

百分尺测微螺杆的移动量为 25 mm,所以百分尺的测量范围一般为 25 mm。为了使百分尺能测量更大范围的长度尺寸,以满足工业生产的需要,百分尺的尺架可做成各种尺寸,形



成不同测量范围的百分尺。目前,国产百分尺测量范围的尺寸分段为:0~25,25~50,50~75,75~100,100~125,125~150,150~175,175~200,200~225,225~250,250~275,275~300,300~325,325~350,350~375,375~400,400~425,425~450,450~475,475~500,500~600,600~700,700~800,800~900,900~1 000。

#### 4. 百分尺的精度

百分尺是一种应用很广的精密量具,按照制造精度,可分为0级和1级两种,0级精度较高,1级次之。百分尺的制造精度主要由它的示值误差和两测量砧面平行度公差的大小来决定,百分尺的精度要求见表3-5。从百分尺的精度要求可知,用百分尺测量IT10~IT6级精度的工件尺寸较为合适。

表 3-5 百分尺的精度要求

单位:mm

测量上限	示值误差		两测量砧面平行度公差	
	0 级	1 级	0 级	1 级
15,25	±0.002	±0.004	0.001	0.002
50	±0.002	±0.004	0.001 2	0.002 5
75,100	±0.002	±0.004	0.001 5	0.003

在使用百分尺的过程中,由于磨损,特别是使用不当时,会使百分尺的示值误差超差,因此应定期进行检查,进行必要的拆洗或调整,以便保持百分尺的测量精度。

#### 5. 百分尺的使用方法

在测量中,正确使用百分尺,可使测量方便迅速、结果准确,并可长期保持百分尺的精度。使用时要减少温度影响和保持测力恒定。

(1)使用百分尺时,要用手握住隔热装置。若用手直接拿着尺架去测量工件,时间长了会引起测量精度的改变。

(2)使用百分尺时,对允许温差有一定要求,一般情况下,要使百分尺与被测件保持相同的温度进行测量。

(3)测量时,当两个测量面将要接触被测表面时,不要旋转微分筒,只旋转测力装置的棘轮,等到棘轮发出“嗒嗒”的响声后,即可进行读数。

(4)调节距离较大时,应该旋转微分筒,而不应旋转测力装置的棘轮。只有当测量面快接触被测表面时才用测力装置。这样既节约调节时间,又防止棘轮过早磨损。

(5)不允许猛力转动测力装置,否则测量面靠惯性冲向被测件,测力急剧增大,测量结果不会准确。

(6)退尺时,应旋转微分筒,不要旋转测力装置,以防止拧松测力装置。

#### 6. 使用百分尺时的注意事项

使用百分尺时,应注意以下事项:

(1)不允许测量带有研磨剂的表面、粗糙表面和带毛刺的边缘表面等。

(2)测量时,最好在工件上直接读出数值,然后退回测微螺杆,取下百分尺,这样可减少测量面的磨损。若必须取下百分尺读数时,先用锁紧装置把测微螺杆锁紧,再轻轻滑出百分尺。

(3)不能把百分尺当卡规使用,因为这不仅会使测量面受到损伤,而且也会使测微螺杆、尺架等受强力作用而产生变形。

(4)测量时,不要使微分筒旋转过快,以防测微螺杆的测量面与被测表面发生撞击,而使精密的测微螺杆咬住和损伤。

(5)当测量面接触被测表面之后,不允许用力转动微分筒。这不仅影响测力的稳定性,破坏精确的被测表面,还会使微分筒与测微螺杆之间产生滑动,造成零位失准,同时使精密螺旋副受到损伤。

(6)调节尺寸时,要慢慢地均匀转动微分筒,不允许握住微分筒挥动或摇转尺架。

(7)不允许测量运转着的工件。

### 3.3 技能训练

#### 课题1 在四爪卡盘上校正工件

##### 1. 实训要求

(1)了解校正工件的目的。

(2)学习轴类、盘类工件在四爪卡盘上的校正方法。

(3)如图3-41所示,通过校正练习,要求盘类工件外圆A处和端面B处的跳动量在0.03 mm以内,轴类工件外圆A、B两处跳动量也在0.03 mm以内。

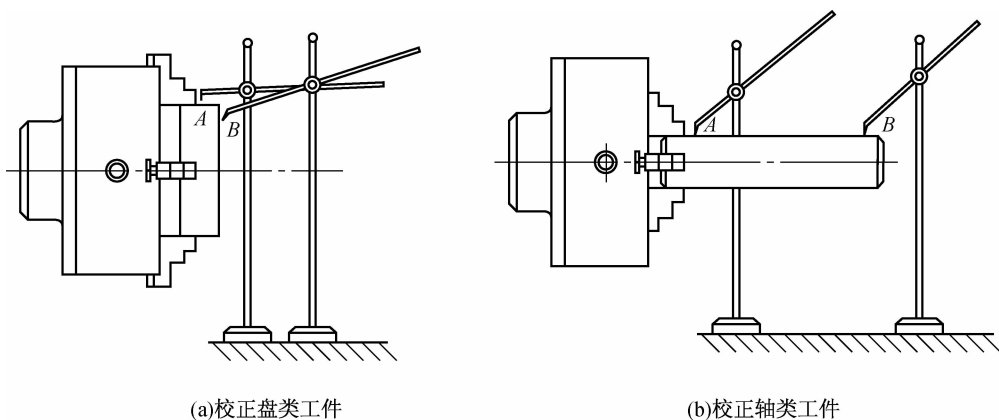


图3-41 用划针校正工件

##### 2. 实训设备

CA6140型车床、划针、百分表、铜棒。

##### 3. 实训内容

###### 1) 盘类工件的安装及校正

(1)根据工件装夹处的尺寸,调整卡爪位置,使其相对两爪的距离稍大于工件直径。卡爪位置是否对称,可参照卡盘端面的圆弧线。

(2)夹持工件,夹持部分不宜太长,一般为10~15 mm。

(3)校正工件外圆时,先使划针靠近工件外圆表面A点,用手转动卡盘,观察工件表面与划针之间间隙的大小,然后调整卡爪位置,调整量为间隙差值的一半。

(4)校正端面时,先使划针靠近工件端面间隙外缘处B点,用手转动卡盘,观察划针与工件表面间的间隙,用铜棒敲正,调整量等于差值。

## 2)轴类工件的安装及校正

轴类工件通常校正外圆上A和B两点。先校正靠近卡盘端A点外圆,后校正B点外圆,校正A点外圆时调整卡爪,校正B点外圆时用铜棒敲击。

上述两类工件的校正方法都应经多次反复调整,直到工件旋转一周,A、B两点处的划针尖与工件表面等距离为止。

## 3)用百分表校正工件

用百分表校正工件,如图3-42所示。用四爪卡盘装夹的工件精加工时,校正要求较高,可使用百分表对工件进行校正。

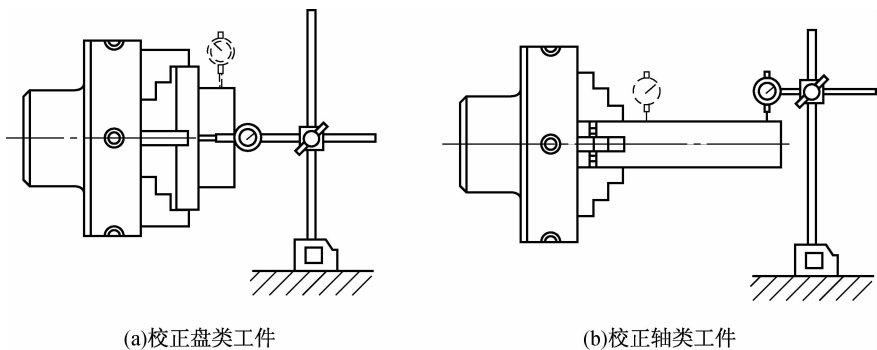


图 3-42 用百分表校正工件

## 4. 注意事项

- (1)装夹已加工表面时,为防止夹伤工件表面,应垫铜皮。
- (2)在导轨面上应垫防护木板,以防止工件跌落时损坏床面。
- (3)校正工件时不能同时松开两个卡爪,以防工件掉落。
- (4)校正工件时,灯光、划针尖与视线角度要配合好,以减小目测误差。
- (5)校正工件时,车床主轴应放在空挡,以便转动灵活。
- (6)校正后四个卡爪的紧固力应基本一致,以免车削时工件移动。

## 课题 2 孔的测量

### 1. 实训要求

- (1)了解内径百分表的结构原理。
- (2)掌握量具的正确使用方法。

### 2. 实训设备

内径百分表、百分尺、标准环规、相关带孔工件。

### 3. 实训内容

(1) 内径百分表校正零位。

① 百分尺校准如图 3-43 所示, 根据被测工件的孔径尺寸, 准备相应的百分尺, 将其调整到被测工件的公称尺寸并紧固。

② 根据被测工件的公称尺寸, 在内径百分表的测量杆上换上相应的可换触头, 在测量杆上端孔内插入百分表头, 使其压缩  $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$  并紧固。

③ 左手拿百分尺, 右手握住测量杆上的把手部分, 将可换触头放到百分尺的两侧面之间, 用食指支撑可换触头部分, 右手左右摆动 (约  $\pm 10^\circ$ ), 同时观察表针情况, 调整可换触头的距离, 使内径百分表的表针指在表盘的零位, 此时可换触头的压缩量为  $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 。

④ 紧固可换触头, 之后应再校对一下百分表的零位。可用标准环规校正零位, 如图 3-44 所示。

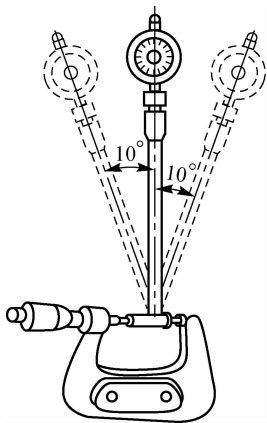


图 3-43 百分尺校准

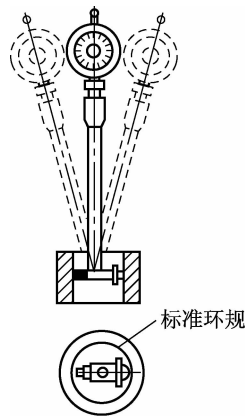


图 3-44 标准环规校正

(2) 测量工件内孔尺寸的偏差值。左手拿工件, 右手握住内径百分表的测量杆, 将内径百分表伸到被测孔内, 上下或前后摆动内径百分表, 摆动幅度一般为  $\pm 10^\circ$  左右, 找出表针指向的最小值, 这个最小值与零位的差值就是被测工件内孔尺寸的实际偏差值。

(3) 测量孔的圆度误差。如图 3-45 所示, 在孔的圆周上变换不同角度可测圆度误差。

(4) 测量孔的圆柱度误差。如图 3-46 所示, 孔径全长的最大值与最小值之差的一半即为孔的圆柱度误差。

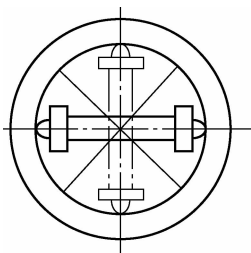


图 3-45 测量孔的圆度误差

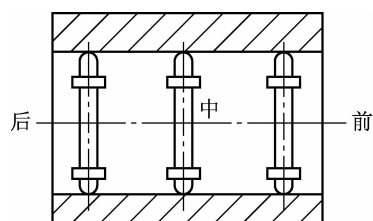


图 3-46 测量孔的圆柱度误差

#### 4. 注意事项

- (1) 测量前应将被测工件清理干净。
- (2) 孔口应去毛刺,防止划伤触头。
- (3) 使用内径百分表及百分尺时,应做到轻拿轻放。
- (4) 测量过程中用力要适当,不可过猛。
- (5) 测量过程中量具和工件应摆放整齐,不能混放。
- (6) 量具使用完后应进行清洁,并及时回收。

## 本章小结

本章主要介绍了在车床上装夹工件常用夹具的使用方法,如三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘、顶尖、中心架、跟刀架、心轴、花盘及弯板等。另外还重点介绍了钢尺、卡钳、游标卡尺、百分表和百分尺的结构、工作原理、使用方法和注意事项。本章要重点掌握夹具和量具的使用方法。

本章通过技能训练的实训课题,全面巩固知识点,能够充分体现重点知识的综合运用,并能加强学生的动手能力和解决实际问题的能力。

## 习 题 3

3-1 什么是夹具?在车床上为什么要使用夹具?

3-2 使用三爪自定心卡盘安装工件时有哪些步骤?

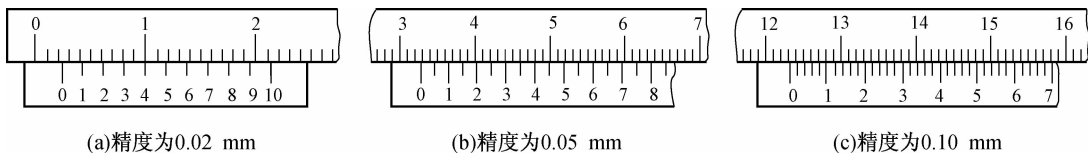
3-3 使用四爪单动卡盘、三爪自定心卡盘装夹轴类工件时,各有什么特点?分别适用于什么场合?

3-4 试述卡钳的应用范围。

3-5 试述游标卡尺的使用方法。

3-6 游标卡尺如何读数?精度为 0.05 mm 与 0.02 mm 的游标卡尺的副尺刻度各应如何表示?

3-7 如图题 3-7 所示的三种游标卡尺,测量的尺寸各是多少?



图题 3-7

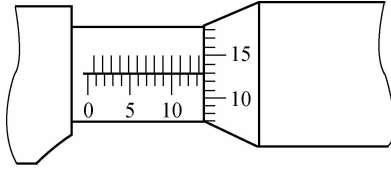
3-8 画游标卡尺表示下列尺寸:5.70 mm;19.35 mm;20.14 mm。

3-9 为什么百分表的指针转过一格,恰好等于测量杆上升 0.01 mm?

**3-10** 在使用百分表时应注意哪些事项？

**3-11** 怎样正确使用百分尺？

**3-12** 试用测量精度为 0.01 mm 的百分尺读出如图题 3-12 所示位置的测量数值。



图题 3-12