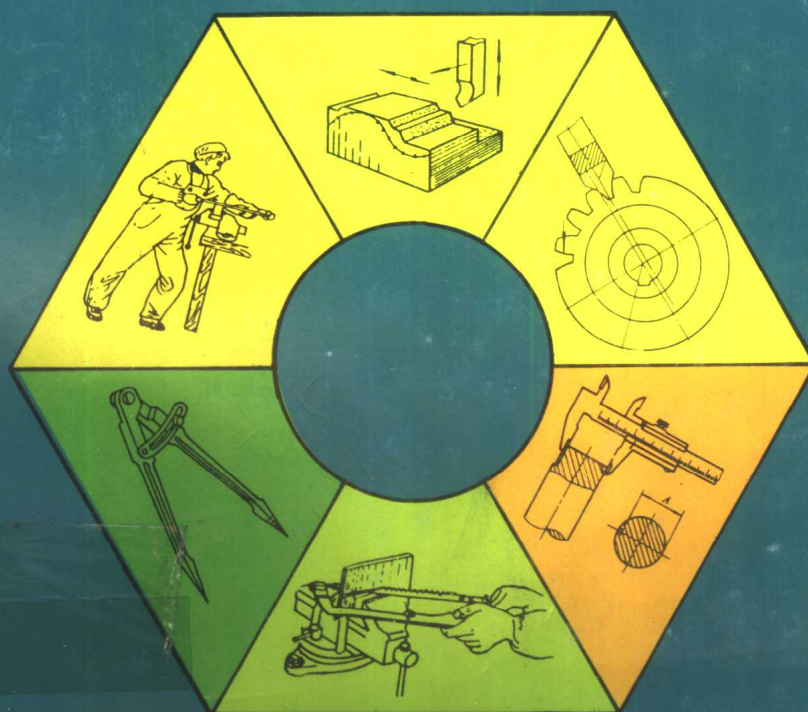


通用机械加工

王树勋 李积彬 丁建国 朱才标 编



华南理工大学出版社

通用机械加工

王树勋 李积彬 丁建国 朱才标 编

华南理工大学出版社

• 广州 •

通
用
机
械
加
工

内 容 简 介

本书共分八章,分别介绍了机械加工基础知识,钳工、车工、刨工、铣工、磨工等机械加工工种的操作技能,数控机床和特种加工方法,以及金属材料热处理。

本书适合于从事机械加工行业的青年工人自学入门与提高,也可作为工科类大中专学生金工实习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

通用机械加工/王树勋等编. —广州:华南理工大学出版社,1997.5

ISBN 7-5623-1127-7

I. 通…

II. 王…

III. 机械-加工

IV. TH

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510641)

责任编辑 李彩英

华南理工大学印刷厂印装

开本:787×1092 1/16 印张:18.125 字数:411千

1997年5月第1版第1次印刷

印数:1—2000册

定价:30.00元

目 录

第一章 机械加工基础知识	(1)
第一节 常用量具	(1)
一、钢直尺	(1)
二、卡钳	(1)
三、游标卡尺	(2)
四、高度游标卡尺和深度游标卡尺	(6)
五、外径千分尺	(6)
六、百分表	(8)
七、极限量规	(9)
八、90°角尺	(10)
九、万能角度尺	(10)
十、塞尺	(11)
第二节 零件的加工精度	(12)
一、尺寸精度	(13)
二、形状和位置公差	(18)
三、表面粗糙度	(25)
第二章 钳工	(26)
第一节 划线	(26)
一、划线的基本知识	(26)
二、划线的一般步骤及方法	(29)
第二节 錾削	(33)
一、錾削的基本知识	(33)
二、錾削操作	(35)
第三节 锯削	(37)
一、锯削的基本知识	(37)
二、锯削操作	(39)
第四节 锉削	(42)
一、锉削的基本知识	(42)
二、锉削操作	(46)
第五节 钻孔、扩孔、孔和铰孔	(49)
一、基本知识	(49)
二、钻孔	(49)
三、扩孔	(55)
四、孔	(56)
五、铰孔	(57)
第六节 攻螺纹和套螺纹	(59)

一、攻螺纹	(59)
二、套螺纹	(62)
第七节 刮削与研磨	(64)
一、刮削的基本知识	(64)
二、刮削的操作方法	(66)
三、刮削的检验方法	(67)
四、研磨	(67)
第八节 手工电弧焊	(71)
一、基本知识	(71)
二、焊接设备与工具	(72)
三、安全	(72)
四、焊接的操作方法	(73)
五、对接焊缝操作步骤	(74)
第九节 气焊与气割	(76)
一、气焊的基本知识	(76)
二、气焊的基本操作方法	(78)
三、气焊的气陷	(79)
四、气割	(79)
第四章 车工	(81)
第一节 车床	(81)
一、车床	(81)
二、其他车床	(81)
第二节 车刀及其安装	(83)
一、车刀	(83)
二、车刀的刃磨	(86)
三、车刀的安装	(86)
第三节 车外圆	(88)
一、外圆车刀	(88)
二、工件的安装	(89)
三、切削用量的选择	(92)
四、外圆车削	(93)
第四节 车端面 and 台阶	(95)
一、车端面 and 阶台面用的车刀	(95)
二、端面的车削	(95)
三、台阶的车削	(96)
四、端面 and 台阶的测量	(97)
第五节 切断与切槽	(98)
一、切断刀	(98)
二、切断 and 切外沟槽	(101)
三、切断时常见的问题	(102)
第六节 钻孔、铰孔 and 铰孔	(104)

一、钻孔	(104)
二、铰孔	(106)
三、铰孔	(108)
第七节 车圆锥	(109)
一、圆锥的术语和定义	(109)
二、圆锥体的车削方法	(111)
三、车圆锥孔的方法	(114)
四、圆锥的测量	(115)
第八节 车特形面和滚花	(117)
一、车特形面	(117)
二、滚花	(120)
第九节 车螺纹	(121)
一、螺纹的种类和名称	(121)
二、螺纹车刀及其安装	(122)
三、机床的调整	(124)
四、三角螺纹的车削	(124)
五、蜗杆和多头螺纹的车削	(126)
第四章 刨工	(131)
第一节 牛头刨床	(131)
一、牛头刨床的型号	(131)
二、牛头刨床的组成	(131)
三、牛头刨床的传动机构	(132)
四、牛头刨床的调整与操纵	(133)
第二节 龙门刨床	(135)
第三节 刨刀	(135)
一、刨刀的几何角度及其选择	(136)
二、刨刀的种类及应用	(138)
第四节 工件的装夹	(139)
一、平口钳装夹工件	(139)
二、工件台上装夹工件	(142)
第五节 刨削的加工方法	(147)
一、刨削平面	(147)
二、刨削垂直面和阶台面	(148)
三、刨削内外斜面	(151)
四、刨削成型面	(155)
第五章 铣工	(158)
第一节 铣床	(158)
一、卧式万能铣床	(158)
二、其他类型铣床	(158)
第二节 铣刀和工件的安装	(160)

一、铣刀的安装	(160)
二、工件的安装	(161)
第三节 铣平面	(164)
一、铣平面	(164)
二、铣垂直面和平行面	(166)
三、铣斜面	(167)
四、铣阶台	(169)
第四节 铣槽与切断	(171)
一、铣键槽	(171)
二、铣 V 形槽、T 形槽和燕尾槽	(174)
三、切断	(177)
第五节 万能分度头	(177)
一、分度头的构造、功用、使用与维护	(177)
二、简单分度法	(179)
三、差动分度法	(179)
第六节 铣多面体、花键轴和离合器	(181)
一、铣多面体	(181)
二、铣花键轴	(182)
三、铣齿式离合器	(184)
第七节 铣螺旋槽和等速凸轮	(188)
一、铣螺旋槽	(188)
二、铣等速凸轮	(190)
第八节 铣齿轮	(192)
一、铣直齿圆柱齿轮	(193)
二、铣直齿圆锥齿轮	(194)
第九节 插齿和滚齿	(195)
一、插齿加工	(196)
二、滚齿加工	(198)
 第六章 磨工	(201)
第一节 磨床	(201)
一、MJ1432A 型万能外圆磨床	(201)
二、M2110A 型内圆磨床	(204)
三、M7120A 型平面磨床	(208)
第二节 砂轮	(211)
一、砂轮的分类和牌号	(211)
二、砂轮的检查、平衡、安装和修整	(215)
第三节 磨削的加工方法	(224)
一、外圆磨削	(224)
二、内圆磨削	(229)
三、圆锥面磨削	(233)
四、平面磨削	(236)

第七章 数控机床和特种加工方法简介	(246)
第一节 数控机床	(246)
一、数控机床的组成及工作原理	(246)
二、数控机床结构的主要特点	(247)
三、数控机床的输入、输出装置	(248)
四、数控机床的进给机构	(250)
五、数控机床的位置检测装置	(252)
六、XHK5140 型自动换刀数控立式铣床(又称加工中心)简介	(253)
第二节 特种加工方法	(256)
一、电火花加工	(256)
二、电解加工	(259)
三、超声波加工	(260)
四、激光加工	(261)
第八章 金属材料及热处理简介	(263)
第一节 金属与合金的性能	(263)
一、机械性能	(263)
二、物理性能与化学性能	(264)
三、工艺性能	(264)
第二节 黑色金属	(264)
一、碳钢	(264)
二、合金钢	(267)
三、铸铁	(269)
第三节 有色金属及其合金	(270)
一、铝及铝合金	(270)
二、铜及铜合金	(271)
三、钛及钛合金	(272)
四、滑动轴承合金	(272)
五、粉末冶金材料	(273)
第四节 钢的热处理	(273)
一、钢在加热时的相变	(274)
二、钢在冷却时的相变	(274)
三、钢的淬火与回火	(276)
四、钢的退火与正火	(278)
五、钢的表面热处理	(279)
第五节 选材的依据和基本原则	(279)
一、齿轮的选材	(279)
二、轴类零件的选材	(280)
三、箱体类零件的选材	(280)
主要参考文献	(281)

第一章 机械加工基础知识

第一节 常用量具

常用的量具有钢直尺、游标卡尺、深度游标尺、外径千分尺、塞尺、塞规、卡规、90°角尺、万能角度尺等。此外还有百分表、直径百分表等。

量具种类较多,这里仅介绍常用到的几种量具。

一、钢直尺

钢直尺是简单的量具。它是采用不锈钢材料制成的,其测量精度一般在 $\pm 0.2\text{ mm}$ 左右。可直接测量零件的长度尺寸,在测量内径或外径时,必须与卡钳配合使用。

在钢直尺上一般刻有公制和英制尺寸,常用的公制钢直尺上的长度规格有150、300、500、1 000 mm等四种。

图1-1为150 mm常用钢直尺。其使用方法如图1-2所示。由于钢直尺的读数精度不高,因此只能用来测量精度要求不高的零件尺寸或毛坯尺寸。



图1-1 钢直尺

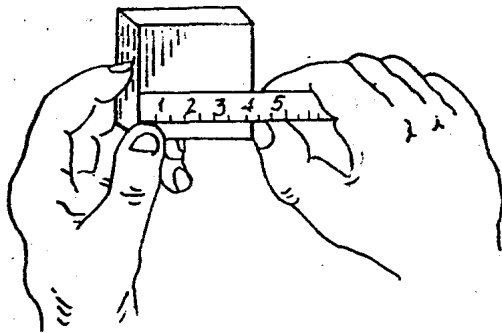


图1-2 钢直尺的使用方法

二、卡钳

卡钳是一种间接测量工具。根据结构不同,可分为普通式内外卡钳和弹簧式内外卡钳两种,如图1-3所示。根据卡钳的不同用途,又分为外卡钳和内卡钳两种。图1-4为外卡钳,用来测量外部尺寸(如轴径或长度);图1-5为内卡钳,用来测量内部尺寸(如孔径或槽宽)。

卡钳使用时必须与钢直尺配合使用,其使用方法见图1-6。调整卡钳时,注意不准敲击卡钳口,但可以敲击内、外侧面,其正确的调整方法,如图1-7所示。用卡钳测量工件尺寸时,它的两脚连线必须要与工件的轴线相垂直,并有一定的摆动距离,如内卡钳测量内孔的正确姿势见图1-8。

三、游标卡尺

游标卡尺是一种较精密的测具。它是利用游标原理对两测量爪相对移动分隔的距离,进行读数的通用长度测量工具。常用的有两用游标卡尺(图 1-9a)和双面游标卡尺(图 1-9b)两种。它们可以直接量出工件的内孔、外径、宽度和深度等。按照读数精度可分为 $1/10$ 、 $1/20$ 、 $1/50$ 三种。其读数精度分别为 0.1 mm 、 0.05 mm 、 0.02 mm 。游标卡尺的测量范围有 $0\sim 125$ 、 $0\sim 200$ 、 $0\sim 300\text{ mm}$ 等数种规格。

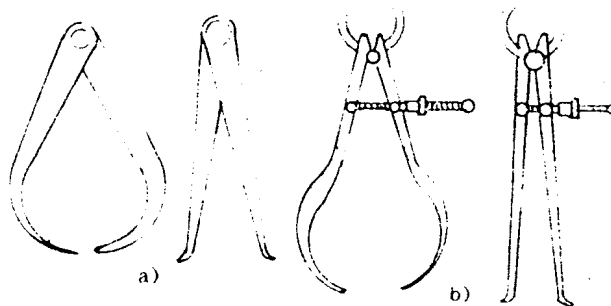


图 1-3 卡钳

a) 普通内外卡钳; b) 弹簧内外卡钳

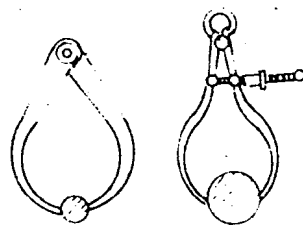


图 1-4 外卡钳

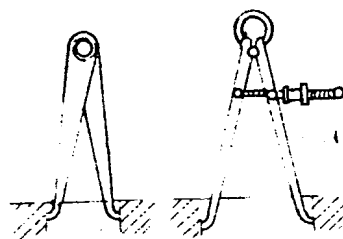


图 1-5 内卡钳

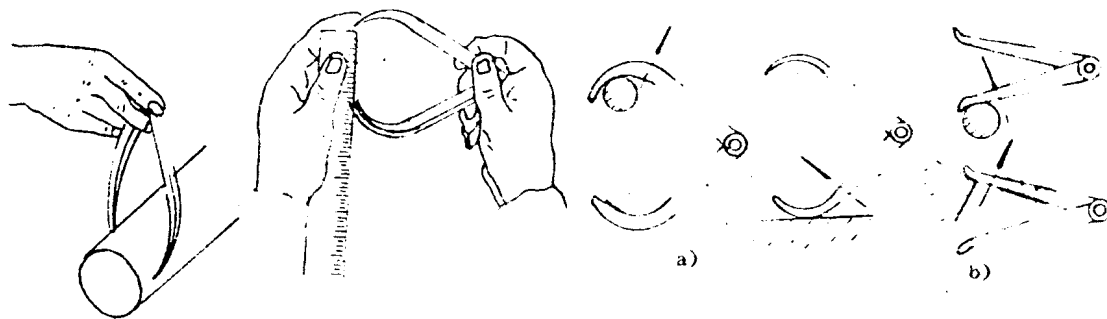


图 1-7 卡钳的调整方法

a) 外卡钳调整方法; b) 内卡钳调整方法

图 1-6 卡钳的使用方法



图 1-8 用内卡钳测量内孔的姿势

(一) 游标卡尺的结构

1. 两用游标卡尺(图 1-9a)

它是由尺身(主尺)1和游标(副尺)5组成。当旋松固定游标用的紧固螺钉4,即可进行测量。外测量爪3用来测量工件的外径或长度。刀口内测量爪2可以测量工件内孔或槽宽。深度尺6用来测量工件的深度尺寸。测量时,移动游标使测量爪与工件接触,取得尺寸后,最好将紧固螺钉4旋紧后再读数,以防尺寸变动。

2. 双面游标卡尺(图 1-9b)

为了调整尺寸方便和准确起见,在游标3上增加了微调装置5。当旋紧固定微调装置的螺钉4,松开紧固螺钉2,用手指转动滚花螺母6,通过小螺杆7即可微调游标。

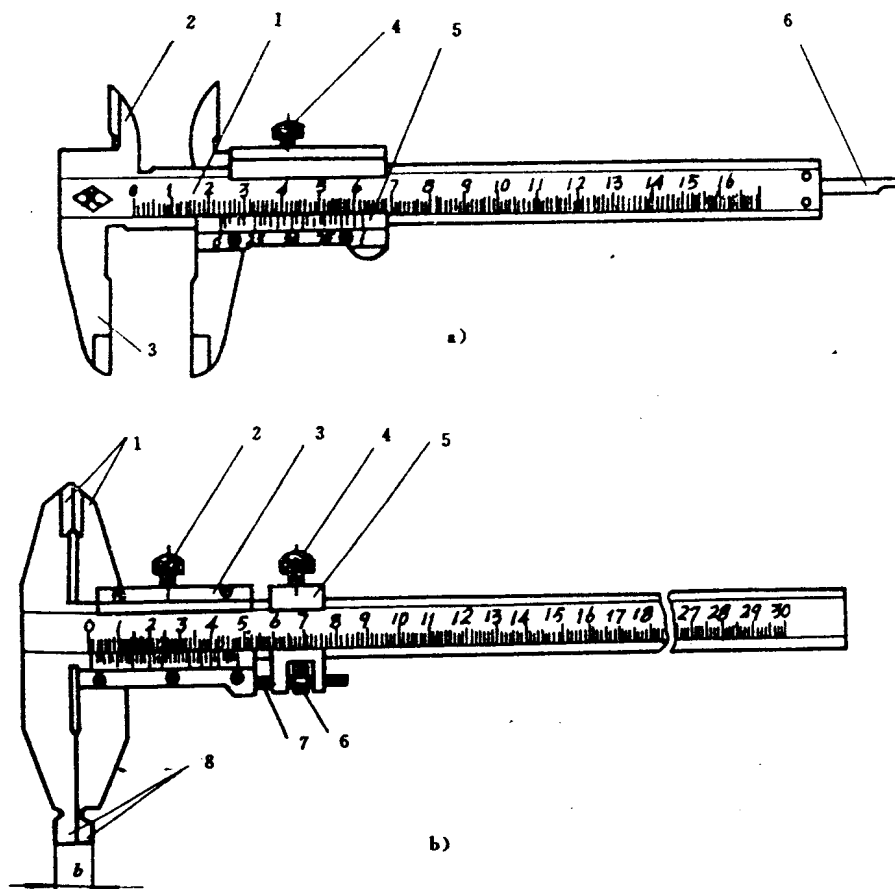


图 1-9 游标卡尺

a)两用游标卡尺; b)双面游标卡尺

游标卡尺的使用方法见图 1-10。在使用双面游标卡尺时,当内外测量爪8测量工件的孔径时,必须注意读数切不可忘记加上量爪的厚度 b (b 一般为10 mm),见图 1-10d。

(二)游标卡尺的读数原理及读法

按读数精度的不同,游标卡尺可分为0.1、0.05、0.02 mm三种。其读数精度是利用尺身(主尺)和游标刻线距离之差来确定的,现将读数原理和方法简述如下:

1. 0.1 mm(1/10)精度游标卡尺

(1)刻线原理 如图 1-11 所示,尺身(主尺)上每小格为1 mm,每大格为10 mm。游标刻线总长度为9 mm并等分为10小格。当主尺和游标的两测量爪贴合时,即游标上的零线对

准主尺上的零线,则主尺上9 mm 恰好等于游标上的10 小格。因此,游标上每小格长度为 $9/10=0.9\text{ mm}$,主尺与游标每小格之差为 $1-0.9=0.1\text{ mm}$ 。此数值0.1 mm 称为游标卡尺的刻线值或读数值。

(2)读数方法 如图 1-12 所示,分为三个步骤:

- ①读出游标零线以左的主尺上最近刻线的整毫米数为 37 mm;
- ②看游标上零线右面的哪一条线与主尺对齐的刻线数乘上 0.1,即读出小数为 $4\times 0.1\text{ mm}$;
- ③把主尺和游标上的整数和小数两部分尺寸相加,即为总尺寸 $37+0.1\times 4=37.4\text{ mm}$ 。

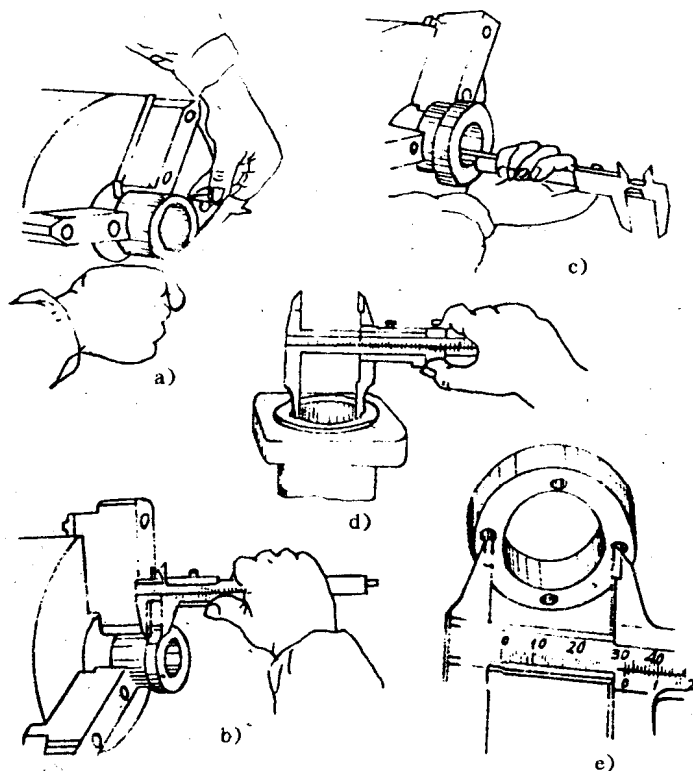


图 1-10 游标卡尺的使用方法

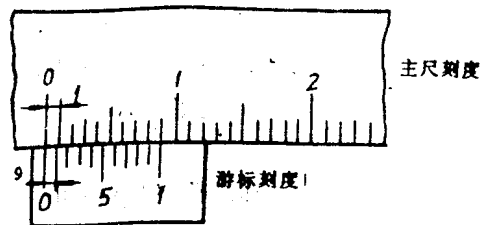


图 1-11 0.1 mm 精度游标卡尺刻线原理

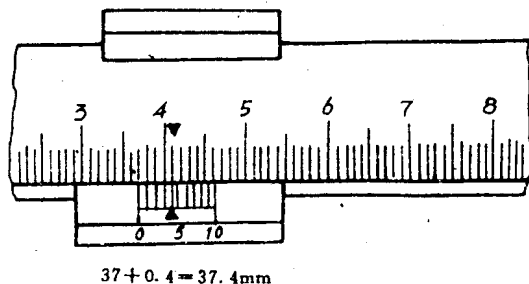


图 1-12 0.1 mm 精度游标卡尺读数方法

2. 0.05 mm (1/20) 游标卡尺

如图 1-13 所示,游标上每小格长度为 $19/20=0.95\text{ mm}$,主尺与游标每小格之差为

$1 - 0.95 = 0.05 \text{ mm}$, 即测量精度为 0.05 mm 。读数方法的步骤与上述相同, 图 1-14 所示的尺寸为 $54 + 0.05 \times 7 = 54.35 \text{ mm}$ 。

3. 0.02 mm ($1/50$) 游标卡尺

图 1-15 所示的游标上的每小格长度为 $49/50 = 0.98 \text{ mm}$, 主尺与游标每小格之差为 $1 - 0.98 = 0.02 \text{ mm}$ 。

图 1-16 所示的尺寸为 $60 + 0.02 \times 24 = 60.48 \text{ mm}$ 。

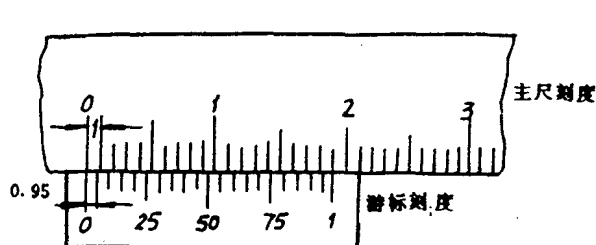


图 1-13 0.05 mm 精度游标卡尺刻线原理

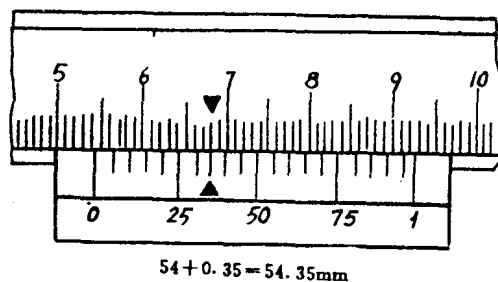


图 1-14 0.05 mm 精度游标卡尺读数方法

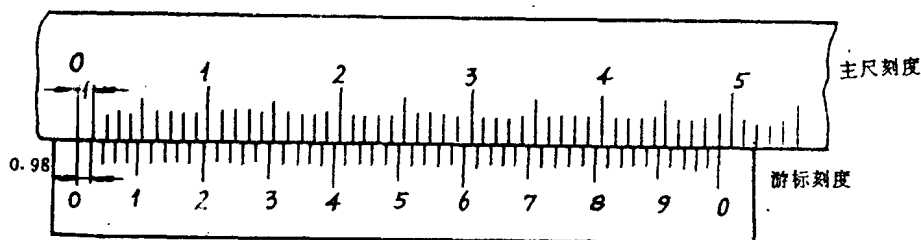


图 1-15 0.02 mm 精度游标卡尺刻线原理

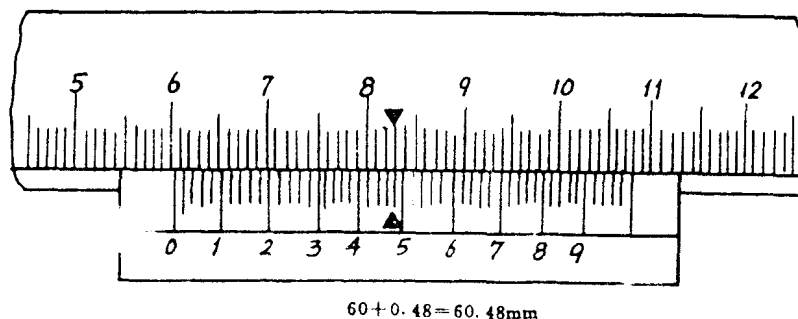


图 1-16 0.02 mm 精度游标卡尺读数方法

(三) 使用游标卡尺的注意事项

(1) 使用卡尺前, 先擦净卡尺的测量爪, 然后将两量爪贴合, 观察主尺和游标上的零线是否对齐, 若相差较多, 应及时送去修理;

(2) 测量工件时, 应注意测量力不宜过大, 使测量爪与工件轻轻接触, 或利用微调螺母, 使测量爪慢慢接触工件;

(3) 从工件上取下卡尺读数时, 应沿测量面的方向轻轻拔出, 切不可歪斜或扭转;

(4)读数时,要仔细观察分辨游标上哪一条线与主尺的刻线相对齐;

(5)加工时,待机床停稳后再测量工件,以免损坏卡尺或发生事故。

四、高度游标卡尺和深度游标卡尺

(1)高度游标卡尺如图 1-17 所示,它是利用游标原理对装置在尺框的划线量爪工作面与底座工作面相对移动分隔的距离进行读数的一种测量工具。主要是安放在平板上检验工件的高度和距离。若换上划线量爪,也可以进行准确划线。

(2)深度游标卡尺如图 1-18 所示,它是利用深度游标原理对尺框测量面和尺身测量面相对移动分隔的距离进行读数的一种测量工具。主要用于测量工件内孔的深度和台阶的长度。尺身是一个可以伸出的量杆,测量时可在尺框游标上准确读数。

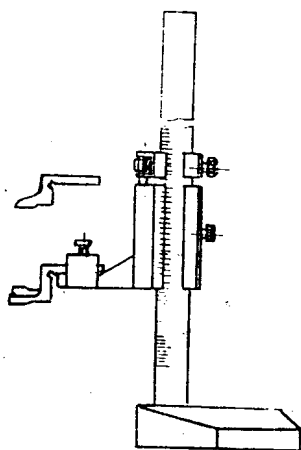


图 1-17 高度游标尺

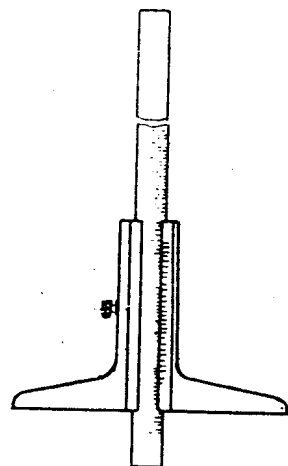


图 1-18 深度游标尺

五、外径千分尺

外径千分尺是利用螺旋副原理对弧形尺架上两测量面间分隔的距离进行读数的通用长度测量工具。测量精度为 0.01 mm,测量螺杆螺距为 0.5 mm。常用的外径千分尺的测量范围有 0~25 mm、25~50 mm、50~75 mm 等数种规格。由于测量螺杆的精度受到制造上的限制,因此量程通常取 25 mm。

(一)外径千分尺的结构

外径千分尺结构形状如图 1-19 所示。尺架 1 的左端装有固定测砧 2,尺架右端装有固定套筒 6(套筒的外圆上刻有刻度间隔为 0.5 mm 的刻线)。螺纹轴套 5 有内螺纹,其螺距为 0.5 mm,它与测微螺杆 3 的外螺纹精密配合。当配合间隙增大时,可适当拧动调节螺母 8 依靠锥面进行调整。测微螺杆另一端的外圆锥面与接头 9 的内圆锥面相配,并与测力装置 10 相连接在一起。由于接头上开有轴向槽,依靠圆锥的胀力使微分筒 7 与测微螺杆和测力装置连在一起,微分筒左端圆周上刻有 50 条等分线。旋转测力装置时,使测微螺杆在螺纹轴套的内螺纹中转动,将微分筒的转动变为测微螺杆的移动,即可测量工件的尺寸。

测力装置是使测量砧面与被测工件表面接触时保持恒定的测量力,以便测量出正确的尺寸。它的结构原理见图 1-19 中的放大图。棘轮爪 12 在弹簧 11 的作用下与棘轮 13 啮合,当转动测力装置时,千分尺两测量砧面与工件接触后,棘轮 13 沿着棘爪的斜面滑动,发出“嗒嗒”的响声,测微螺杆也不会再作轴向移动,这时就可读出工件尺寸的数值。

为了防止尺寸变动而影响读数的准确性,测量时可转动锁紧装置4的手柄,通过偏心销锁紧测微螺杆。

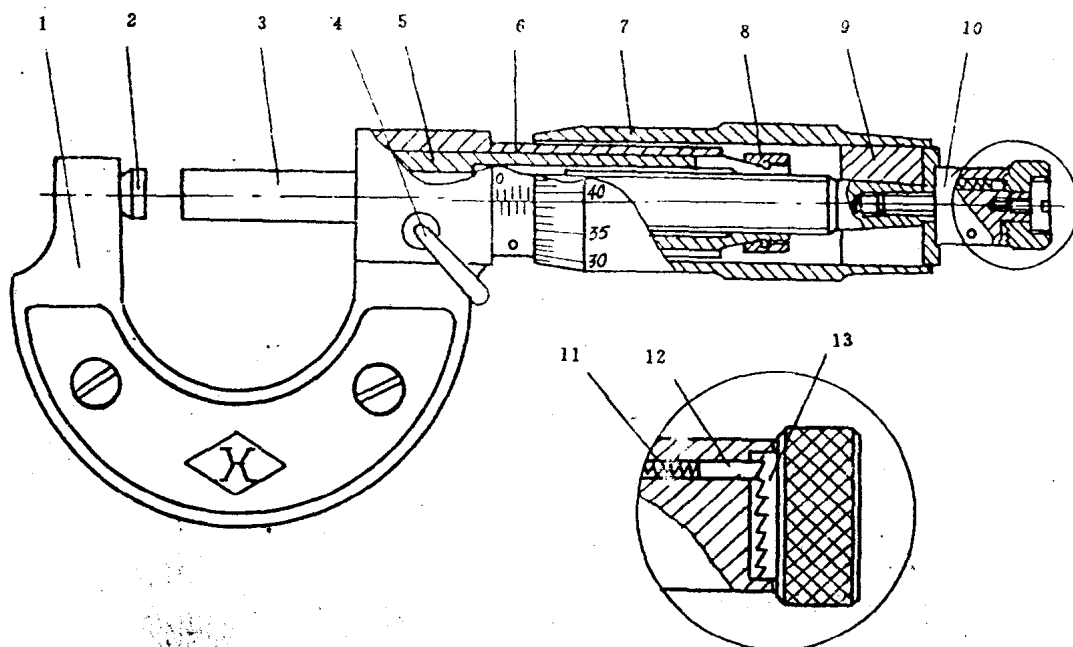


图 1-19 外径千分尺的结构形状。

1—尺架;2—固定测砧;3—测微螺杆;4—锁紧装置;5—螺纹轴套;6—固定套筒;7—微分筒;
8—调节螺母;9—接头;10—测力装置;11—弹簧;12—棘爪;13—棘轮

(二) 外径千分尺的刻线原理及读法

1. 刻线原理

千分尺螺旋副的测微螺杆螺距一般为 0.5 mm, 固定套筒上直线距离每小格为 0.5 mm。当微分筒旋转一圈时, 测微螺杆沿固定套筒轴向移动一个螺距, 即移动了 0.5 mm。微分筒的圆周斜面上共刻 50 小格。因此, 当微分筒转过一小格, 即为 $1/50$ 转, 测微螺杆轴向移动量为 $0.5/50 = 0.01$ mm, 所以常用的外径千分尺的测量精度为 0.01 mm。

2. 读数方法

千分尺读数方法可分为三个步骤:

- (1) 先读出固定套筒 6 上露出刻线的整数值;
- (2) 看准微分筒上哪一格与固定套筒基准线对准, 读出了小数部分的数值, 即格数与精度 (0.01 mm) 相乘;
- (3) 将整数和小数部分相加, 即为被测工件的尺寸。图 1-20 是千分尺的读数例子。

(三) 千分尺的使用方法

(1) 使用外径千分尺时首先要注意校对零位: 对 0~25 mm 的千分尺, 当测微螺杆与固定测砧的测量面正常接触时, 微分筒刻度的零线与固定套筒上轴向刻线重合; 对 25 mm 以上的千分尺, 要用标准量棒放在固定测砧和测微螺杆的测量面间检查零位。如果零位不准, 应及时送去计量部门校正。

(2) 测量前, 应把千分尺的测量砧面、测微螺杆表面和工件的被测表面擦净, 不能有污物和切削液, 以防影响测量的准确性和使千分尺锈蚀。

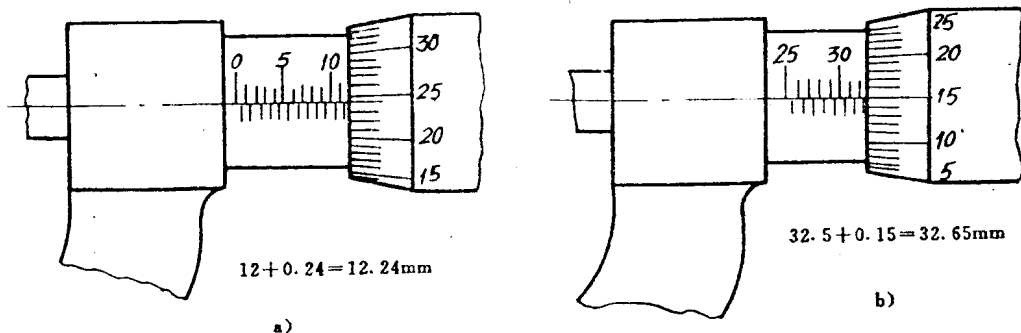


图 1-20 千分尺的读数方法

(3)测量时,应正确选择测量砧面与工件的接触位置,一般要轻微晃动千分尺的尺架,同时拧动测力装置。测量工件时,一只手拿千分尺的尺架,另一只手转动测力装置,其测量方法见图 1-21。

(4)千分尺不能用于测量粗糙的毛坯面和带毛刺的边缘表面以及正在旋转的工件。

(5)千分尺切忌放置在有振动、温度过高或磁场附近的地方。

六、百分表

百分表是一种常用的精度较高的机械式比较测量仪,它只能测出相对数值,而不能测出绝对数值。它是通过机械传动系统将测量杆的直线位移转变为表盘上的角位移。沿表盘圆周上有均匀刻度,其分度值为 0.01 mm 。主要用来检验工件的跳动、平行度、垂直度、圆度等。其测量范围有 $0 \sim 3$ 、 $0 \sim 5$ 、 $0 \sim 10 \text{ mm}$ 三种规格。

(一)百分表的结构原理

百分表的结构如图 1-22 所示。当测量头和测量杆向上或向下移动 1 mm ,通过内部的齿轮、齿条的传动系统,带动大指针转一周,转数示盘的小指针转一格。表盘在圆周上有 100 等分的刻度线,其每格的读数值为 $1/100 = 0.01 \text{ mm}$,即为该百分表的读数精度。而转数示盘的小指针每格读数值为 1 mm ,它的刻度范围就是百分表的测量范围。

(二)百分表的使用方法

(1)使用前,首先检查指针、表盘应无松动现象。轻轻推动测量杆,看它在套筒内移动是否灵活。观察指针是否灵活,应无滞卡现象。

(2)安装在表架上时,不宜夹得过紧,以防轴套夹扁而卡住测量杆,从而影响灵活度。

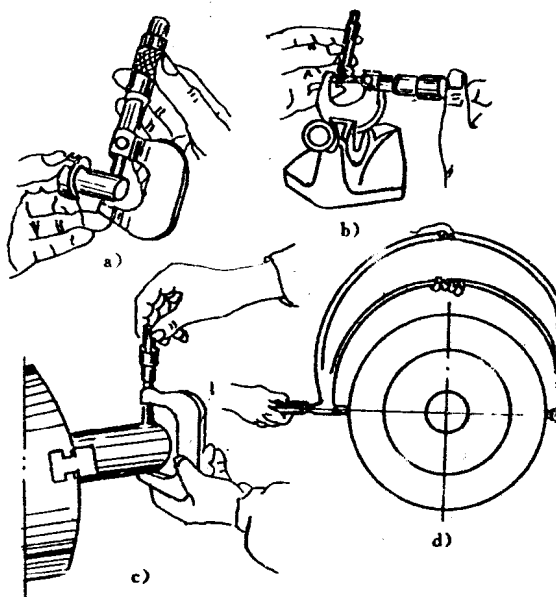


图 1-21 外径千分尺的测量方法

(3)用百分表作比较测量时,应预先使测量杆有 $0.3 \sim 1 \text{ mm}$ 的压缩量,不得把测量杆压缩过多。

(4)为了读数方便起见,测量杆压缩后把指针调到零位,即转动表壳的表圈使刻度盘的零线对准指针,再轻轻提起、放松测量杆几次,待指针的零位稳定后,即可开始测量。

(5)安装百分表时,测量杆应垂直于被测表面,以免测量不准确。

(6)不要在太粗糙表面上用百分表进行测量。若测量有沟槽的表面,当测量头接近沟槽时要提起测量杆,待越过沟槽,再放下来继续测量。

七、极限量规

极限量规是大批量生产中使用的专用量规,一般分为塞规和卡规两类。它只能用来检验零件是否合格,而不能得出测量数据,可确保零件的互换性。

1. 塞规

塞规及使用方法见图 1-23。它由通端、止端和柄组成,用来测量孔径。“通端”是检验工件最大实体尺寸的量规,测量时能将通端塞入孔内。“止端”是检验工件的最小实体尺寸,测量时不允许将止端塞入孔内。如果通端能塞入孔内,而止端插不进去,这就说明此孔尺寸是在最小极限尺寸与最大极限尺寸之间,是合格的。

2. 卡规

卡规是用来测量轴径(图 1-24)。在量规上同样刻有“通”与“止”两个卡端,“通端”按轴的最大极限尺寸制造,而“止端”按轴的最小极限尺寸制造。测量时工件的被测实际尺寸部位应只能通过通端,而不能通过止端,这说明工件此尺寸是合格的,否则为不合格。

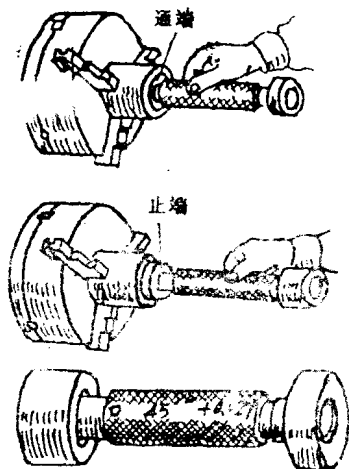


图 1-23 塞规及其使用

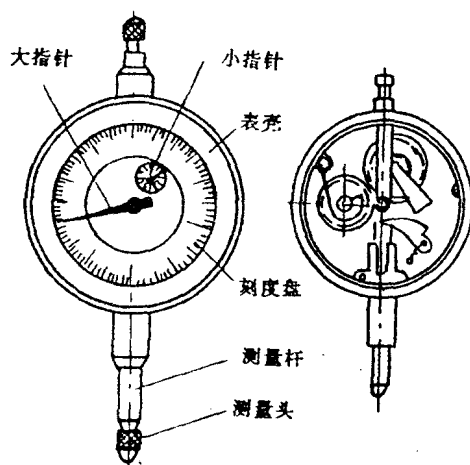


图 1-22 百分表

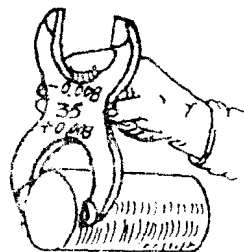


图 1-24 卡规及其使用