



主编 马锦才 邵金龙 马 维

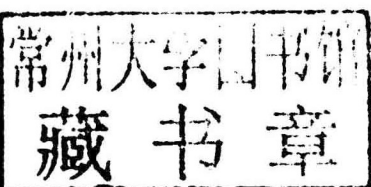




国家示范性高等职业院校建设计划资助项目

机械测绘实训

主编 马锦才 邵金龙 马 维



图书在版编目 (CIP) 数据

机械测绘实训/马锦才, 邵金龙, 马维主编. —银川:
阳光出版社, 2011. 1

ISBN 978-7-80620-775-8

I. ①机… II. ①马… ②邵… ③马… III. ①机械元
件—测绘 IV. ①TH13

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第014774号

机械测绘实训

马锦才 邵金龙 马 维 主编

责任编辑 陈文军

封面设计 朱志英

责任印制 郭迅生



黄河出版传媒集团

阳光出版社

出版发行

地 址 银川市北京东路139号出版大厦 (750001)

网 址 www.yrpubm.com

网上书店 www.hh-book.com

电子信箱 yangguang@yrpubm.com

邮购电话 0951-5044614

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏捷诚彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁) 0007632

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 4.5

字 数 90千

版 次 2011年1月第1版

印 次 2011年1月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-80620-775-8/T·7

定 价 9.80元

版权所有 翻印必究

**宁夏职业技术学院国家示范性
高职院校建设项目教材编写委员会**

主 任

张怀斌 撒承贤

副主任

孔 斌

委 员

任全录 赵晓瑞 任 杰 李慧云 马锦才
詹发荣 冷晓红 徐 军 张 敏 殷正行

编委会办公室主任

孔 斌

编委会办公室副主任

任全录 吴轶勤 李 强



前言

宁夏职业技术学院于 2007 年被国家教育部、财政部确定为国家一百所示范性高等职业院校立项建设单位。项目实施以来，学院以专业建设为龙头，围绕自治区经济发展战略定位。按照“专业对接市场、课程对接能力、质量对接需求”的理念，有针对性地设置和调整专业。积极实践工学结合、校企合作人才培养模式改革和课程体系改革。以“开放、合作、包容、共赢”为原则，与区域内近二百家企业实施校企合作、人才共育。在工作过程系统化的课程体系建构和工学结合专业课程建设中，以设备、工作对象、案例、典型产品等为载体，组织教学内容，实施教学，取得了一批标志性成果。为了推广在课程建设中取得的成效，决定编辑出版部分教材和实训指导书。

特别感谢合作企业给予学校的大力支持。由于编者水平所限和时间仓促，书中难免有不妥之处，恳请业内专家和广大读者指正。

宁夏职业技术学院国家示范性
高职院校建设项目教材编写委员会
2010 年 3 月 18 日

目录

项目一 常用测量工具及其使用方法	1
任务一 常用测量工具的识别	1
任务二 常用测量工具的使用方法	23
项目二 减速器的拆卸与零部件的识别	29
任务一 减速器的结构分析	29
任务二 减速器的拆卸	33
项目三 典型零件的测绘	35
任务一 轴套类零件的测绘	35
任务二 轮盘类零件的测绘	39
任务三 箱体类零件的测绘	49
任务四 标准件与常用件的测绘	54
项目四 装配图的绘制	60
项目五 减速器的装配	63
后记	65

项目一 常用测量工具及其使用方法

量具或检验的工具，称为计量器具，其中比较简单的称为量具，具有传动放大或细分机构的称为量仪。

一般的测绘工作使用的量具如下。

简易量具：有塞尺、钢直尺、卷尺和卡钳等，用于测量精度要求不高的工件。

游标量具：有游标卡尺、高度游标卡尺、深度游标卡尺、齿厚游标卡尺和公法线游标卡尺等，用于测量精密度要求较高的工件。

千分量具：有内径千分尺、外径千分尺和深度千分尺等，用于测量高精度要求的工件。

平直度量具：水平仪，用于水平度测量。

角度量具：有直角尺、角度尺和正弦尺等，用于角度测量。

这里简单介绍一下常用量具与量仪。

任务一 常用测量工具的识别

一、钢直尺

直尺，如图 1-1-1 所示，是一种非常常用的计量长度仪器，最小刻度一般都是 1mm。

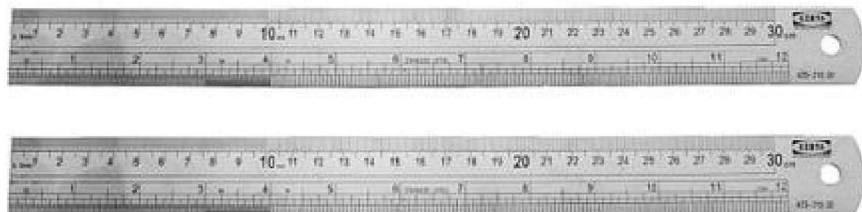


图 1-1-1 钢直尺

标度单位常为 cm。最大误差，通常不多于 0.2mm。符合规格的最大误差：长度小于 30cm 的最大误差为 $\pm 0.1\text{mm}$ ，长度 30cm 到 50cm 的最大误差为 $\pm 0.15\text{mm}$ ，长度 50cm 到 1m 的最大误差为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

钢直尺的使用及注意事项

直尺通常用于量度较短且精度要求较低的距离或画出直线。

使用钢直尺时，应以左端的零刻度线为测量基准，这样不仅便于找正测量基准，而且便于读数。测量时，尺要放正，不得前后左右歪斜。否则，从直尺上读出的数据会与被测的实际尺寸不符。

用钢直尺测圆截面直径时，被侧面应平，使尺的左端与被侧面的边缘相切，摆动尺子找出最大尺寸，即为钢直尺的正确使用。

二、卡钳

凡不适于用游标卡尺测量且用钢直尺、卷尺也无法测量的尺寸，均可用卡钳进行测量。

卡钳结构简单，使用方便。按用途不同，卡钳分为内卡钳和外卡钳两种。内卡钳用于测量内部尺寸，外卡钳用于测量外部尺寸，如图 1-1-2 所示。按结构不同，卡钳又分为紧轴式卡钳和弹簧式卡钳两种。

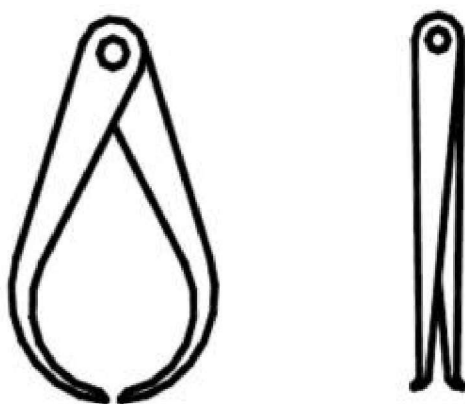


图 1-1-2 卡钳

卡钳常与钢直尺、游标卡尺或千分尺联合使用。

卡钳尺的使用及注意事项

测量时操作卡钳的方法对测量结果影响很大。正确的操作方法是：用内卡钳时，用拇指和食指轻轻捏住卡钳的销轴两侧，将卡钳送入孔内或槽内。用外卡钳时，右手的中指挑起卡钳，用拇指和食指撑住卡钳的销轴两边，使卡钳在自身的重量下两量爪滑过被测表面。

卡钳与被测表面的接触情况，凭手的感觉。手有轻微感觉即可，不宜过松，也不要用力使劲卡卡钳。

使用大卡钳时，要用两只手操作，右手握住卡钳的销轴，左手扶住一只量爪进行测量。

测量轴类零件的外径时，须使卡钳的两只量爪垂直于轴心线，即在被测件的径向平面内测量。测量孔径时，应使一只量爪与孔壁的一边接触，另一量爪在径向平面内左右摆动找最大值。

校好尺寸后的卡钳轻拿轻放，防止尺寸变化。把量得的卡钳放在钢直尺、游标卡尺或千分尺上量取尺寸。测量毛坯之类的工件用钢直尺校对卡钳即可。

三、游标卡尺

游标卡尺是一种测量小型工件的长度、厚度、外径、内径、深度等尺寸的量具。游标卡尺的分度值有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。

1. 游标卡尺的结构

游标卡尺是工业上常用的测量长度的仪器，它由尺身及能在尺身上滑动的游标组成，如图 1-1-3 所示。若从背面看，游标是一个整体。游标与尺身之间有一弹簧片（图中未能画出），利用弹簧片的弹力使游标与尺身靠紧。游标上部有一紧固螺钉，可将游标固定在尺身上的任意位置。尺身和游标都有量爪，利用内测量爪可以测量槽的宽度和管的内径，利用外测量爪可以测量零件的厚度和管的外径。深度尺与游标尺连在一起，可以测槽和筒的深度。

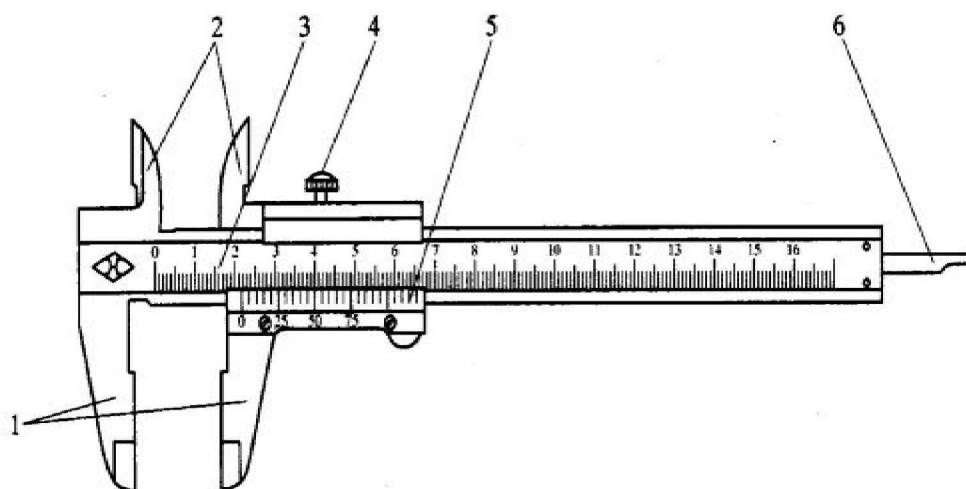


图 1-1-3 两用游标卡尺

1—外测量爪；2—内测量爪；3—尺身；4—紧固螺钉；5—游标；6—深度尺

2. 游标卡尺的精度

实际工作中常用精度为 0.05mm、0.02mm 和 0.1mm 的游标卡尺。精度为 0.05mm 的游标卡尺的游标上有 20 个等分刻度，总长为 19mm。测量时如游标上第 11 根刻度线与主尺对齐，则小数部分的读数为 $11/20\text{mm} = 0.55\text{mm}$ ，如第 12 根刻度线与主尺对齐，则小数部分读数为 $12/20\text{mm} = 0.60\text{mm}$ 。

一般来说，游标上有 n 个等分刻度，它们的总长度与尺身上 $(n-1)$ 个等分刻度的总长度相等，若游标上最小刻度长为 x ，主尺上最小刻度长为 y

$$\begin{aligned} \text{则} \quad nx &= (n-1)y, \\ x &= y - (y/n) \end{aligned}$$

主尺和游标的最小刻度之差为

$$\Delta x = y - x = y/n$$

y/n 叫游标卡尺的精度，它决定读数结果的位数。由公式可以看出，提高游标卡尺的测量精度在于增加游标上的刻度数或减小主尺上的最小刻度值。一般情况下 y 为 1mm， n 取 10、50、20，其对应的精度为 0.1mm、0.05mm、0.02mm。

精度为 0.02mm 的机械式游标卡尺由于受到本身结构精度和人的眼睛对两条刻线对准程度分辨力的限制，其精度不能再提高。

精度为 0.05mm 的游标卡尺的刻线原理：尺身每 1 格长度为 1mm；游标总长度为 39mm，且等分为 20 格，每格长度为 $39\text{mm}/20=1.95\text{mm}$ ；则尺身 2 格与游标 1 格长度之差为 $2\text{mm}-1.95\text{mm}=0.05\text{mm}$ ，量爪并拢时尺身和游标的零刻度线对齐，它们的第 1 条刻度线相差 0.05mm，第二条刻度线相差 0.1mm……第 20 条刻度线相差 1mm，即游标的第 20 条刻度线恰好与主尺的 39mm 刻度线对齐，所以它的精度值为 0.05mm。

精度为 0.02mm 游标卡尺的刻线原理：尺身每 1 格长度为 1mm；游标总长度为 49mm，且等分为 50 格，每格长度为 $49\text{mm}/50=0.98\text{mm}$ ；则尺身 1 格与游标 1 格长度之差为 $1\text{mm}-0.98\text{mm}=0.02\text{mm}$ ，所以它的精度值为 0.02mm。

精度为 0.1mm 游标卡尺的刻线原理：尺身上的每 1 格长度是 1mm，游标上有 10 个小的等分刻度，总长 9mm，每一分度为 0.9mm，比主尺上的最小分度相差 0.1mm。量爪并拢时尺身和游标的零刻度线对齐，它们的第一条刻度线相差 0.1mm，第二条刻度线相差 0.2mm……第 10 条刻度线相差 1mm，即游标的第 10 条刻度线恰好与主尺的 9mm 刻度线对齐，所以它的精度值为 0.05mm。

3. 游标卡尺的使用

用软布将量爪擦干净，使其并拢，查看游标和主尺身的零刻度线是否对齐。如果对齐就可以进行测量；如没有对齐则要记取零误差：游标的零刻度线在尺身零刻

度线右侧的叫做正零误差，在尺身零刻度线左侧的叫做负零误差(这种规定方法与数轴的规定一致，原点以右为正，原点以左为负)。

测量时，右手拿住尺身，大拇指移动游标，左手拿待测外径(或内径)的物体，使待测物位于外测量爪之间，当与量爪紧紧相贴时，即可读数。

4. 游标卡尺的读数方法

读数时首先以游标零刻度线为准所对应应在尺身上读取左边 mm 整数，即以 mm 为单位的整数部分。然后看游标上从零刻线开始第几条刻度线与尺身的刻度线对齐，其游标刻线数与精度的乘积就是读数不足 1mm 的小数部分；最后将整 mm 数与小数部分相加就是测得的实际尺寸(图 1-1-4)。如有零误差，则一律用上述结果减去零误差(零误差为负，相当于加上相同大小的零误差)，读数结果为：

$$L = \text{整数部分} + \text{小数部分} - \text{零误差}$$

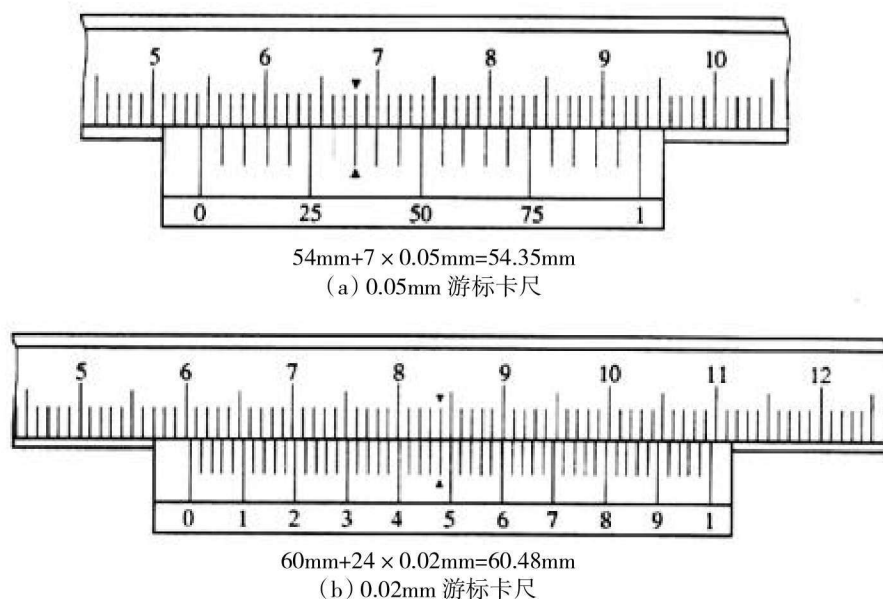


图 1-1-4 游标卡尺的读数方法

判断游标上哪条刻度线与尺身刻度线对准，可用下述方法：选定相邻的三条线，如左侧的线在尺身对应线左右，右侧的线在尺身对应线之左，中间那条线便可以认为是对准了。

如果需测量几次取平均值，不需每次都减去零误差，最后结果时减去零误差即可。

5. 游标卡尺的保养与管理

游标卡尺使用完毕，用棉纱擦拭干净。长期不用时应将它擦上黄油或机油，两只量爪合拢并拧紧紧固螺钉，放入卡尺盒内盖好。

6. 注意事项

游标卡尺是比较精密的测量工具，要轻拿轻放，不得碰撞或跌落地下。使用时不要用来测量粗糙的物体，以免损坏量爪，不用时应置于干燥地方防止锈蚀。

测量时，应先拧松紧固螺钉，移动游标不能用力过猛。两量爪与待测物的接触不宜过紧。不能使被夹紧的物体在量爪内挪动。

读数时，视线应与尺面垂直。如需固定读数，可用紧固螺钉将游标固定在尺身上，防止滑动。

实际测量时，对同一长度应多测几次，取其平均值来消除偶然误差。

四、千分尺(螺旋测微器)

千分尺是测量中最常用的精密量具之一。

千分尺的规格较多，按其用途不同可分为外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、内测千分尺、螺纹千分尺和公法线千分尺等多种。千分尺分度值为 0.01mm 。

1. 外径千分尺

(1) 外径千分尺的结构

外径千分尺的结构见图 1-1-5。

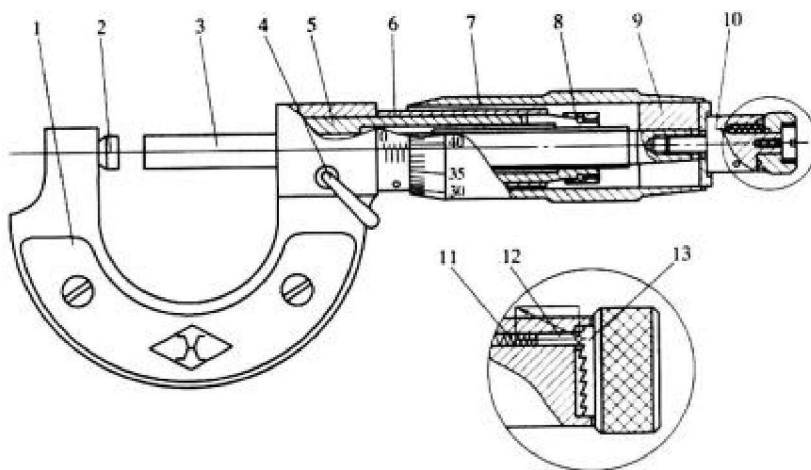


图 1-1-5 外径千分尺的结构

1—尺架；2—砧座；3—测微螺杆；4—手柄；5—螺纹套；6—固定套筒；7—微分筒；8—螺母；9—接头；10—测力装置；11—弹簧；12—棘轮爪；13—棘轮爪

(2) 外径千分尺的刻线原理

千分尺(螺旋测微器)是依据螺旋放大的原理制成的,即螺杆在螺母中旋转一周,螺杆便沿着旋转轴线方向前进或后退一个螺距的距离。因此,沿轴线方向移动的微小距离,就能用圆周上的读数表示出来。螺旋测微器的精密螺纹的螺距是 0.5mm,可动刻度有 50 个等分刻度,可动刻度旋转一周,测微螺杆可前进或后退 0.5mm,因此旋转每个小分度,相当于测微螺杆前进或推后 $0.5/50=0.01\text{mm}$ 。可见,可动刻度每一小分度表示 0.01mm,所以螺旋测微器可准确到 0.01mm。由于还能再估读一位,可读到 mm 的千分位,故又名千分尺。

如图 1-1-5 所示,固定套筒 6 在轴上每格长度为 0.5mm;测微螺杆 3 的螺距为 0.5mm。当微分筒 7 每旋转 1 圈时,测微螺杆就移动 1 个螺距(0.5mm),微分筒圆锥面等分为 50 倍,微分筒 7 每旋转 1 格,测微螺杆 3 就移动 0.5mm、 $0.5/50=0.01\text{mm}$,所以外径千分尺的分度值为 0.01mm。

(3) 外径千分尺的读数方法

先读出固定套筒上露出刻线的整 mm 数和半 mm 数;再看微分筒上哪一条刻线与固定套筒上的基准线对齐,读出不足半 mm 的小数部分;最后将两次读数相加,即为测量的实际尺寸,见图 1-1-6。

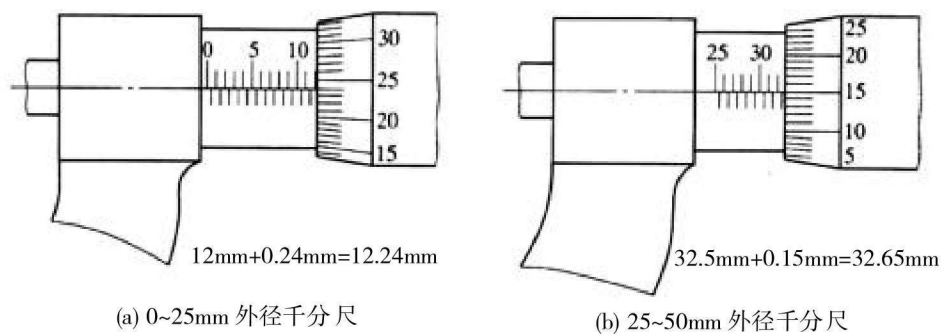


图 1-1-6 外径千分尺的读数方法

2. 内径千分尺

内径千分尺主要用于测量孔径和槽宽等尺寸。

内径千分尺的外形见图 1-1-7。当使用内径千分尺测量孔径时,内径千分尺应在孔里左右摆动,在径上找出最大尺寸,在轴上找出最小尺寸,这两个重合位置的尺寸就是实际尺寸。

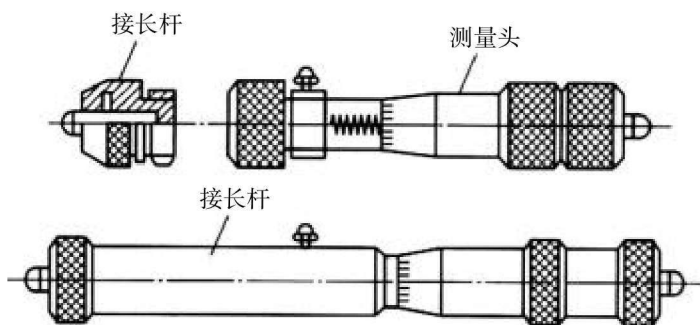


图 1-1-7 内径千分尺

内径千分尺的使用方法见图 1-1-8。

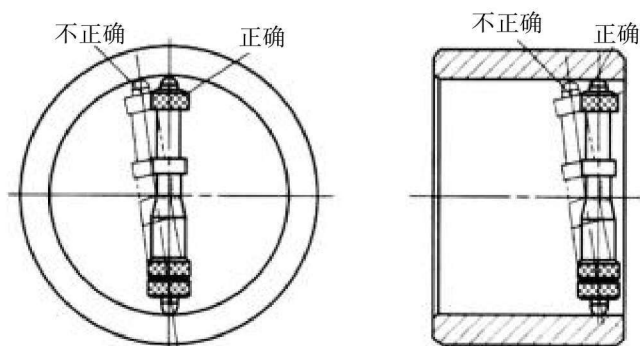


图 1-1-8 内径千分尺的使用方法

3. 其他千分尺

除外径千分尺和内径千分尺外，还有用来测量孔深和内台阶的深度千分尺、测量三角形螺纹中径的螺纹千分尺、测量较小孔径的内测千分尺和用于以三针法测量梯形螺纹(或蜗杆)中径及齿轮公法线长度的公法线千分尺等多种。这些千分尺的刻线原理和读数方法与外径千分尺相同。

4. 千分尺的正确使用保养与管理

- (1) 检查零位线是否准确。
- (2) 测量时需把工件被测量面擦干净。
- (3) 工件较大时应放在 V 型铁或平板上测量。
- (4) 测量前将测量杆和砧座擦干净。
- (5) 拧活动套筒时需用棘轮装置。

- (6)不要拧松后盖，以免造成零位线改变。
- (7)不要在固定套筒和活动套筒间加入普通机油。
- (8)用后擦净上油，放入专用盒内，置于干燥处。

5.使用千分尺的注意事项

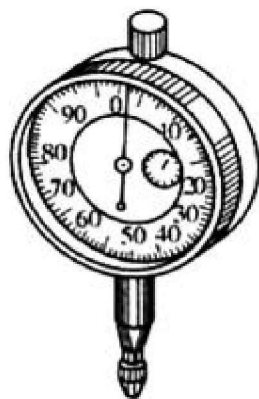
- (1)测量时，在测微螺杆快靠近被测物体时应停止使用旋钮，而改用微调旋钮，避免产生过大的压力，这样既可使测量结果精确，又能保护螺旋测微器。
- (2)在读数时，要注意固定刻度尺上表示半 mm 的刻线是否已经露出。
- (3)读数时，千分位有一位估读数字，不能随便扔掉，即使固定刻度的零点正好与可动刻度的某一刻度线对齐，千分位上也应读取为“0”。
- (4)当小砧和测微螺杆并拢时，可动刻度的零点与固定刻度的零点不相重合，将出现零误差，应加以修正，即在最后测长度的读数上去掉零误差的数值。

五、百分表

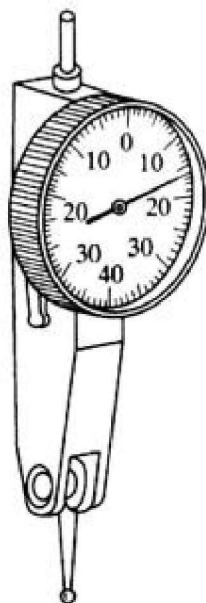
百分表是一种指示式量仪，其刻度值为 0.01mm。刻度值为 0.001mm 或 0.002mm 的称为千分表。百分表主要用于测量工件的形状和位置精度，测量内径以及找正工件在机床上的安装位置。

1.钟表式百分表和杠杆式百分表

常用的百分表有钟表式和杠杆式两种。



(a) 钟表式百分表



(b) 杠杆式百分表

图 1-1-9 百分表

钟表式百分表的工作原理是测杆的直线移动经过齿轮齿条传动放大，转变为指针的摆动。

杠杆式百分表的工作原理是利用杠杆齿轮放大原理制成的，杠杆式百分表的球面测杆可根据测量需要改变位置。

钟表式百分表在使用前，应先将长针对准“0”位，测量时，钟表式百分表的量杆必须垂直于被测量的工件表面。

2. 内径百分表

内径百分表是用来测量孔径及孔的形状误差的量仪。

内径百分表的结构见图 1-1-10。

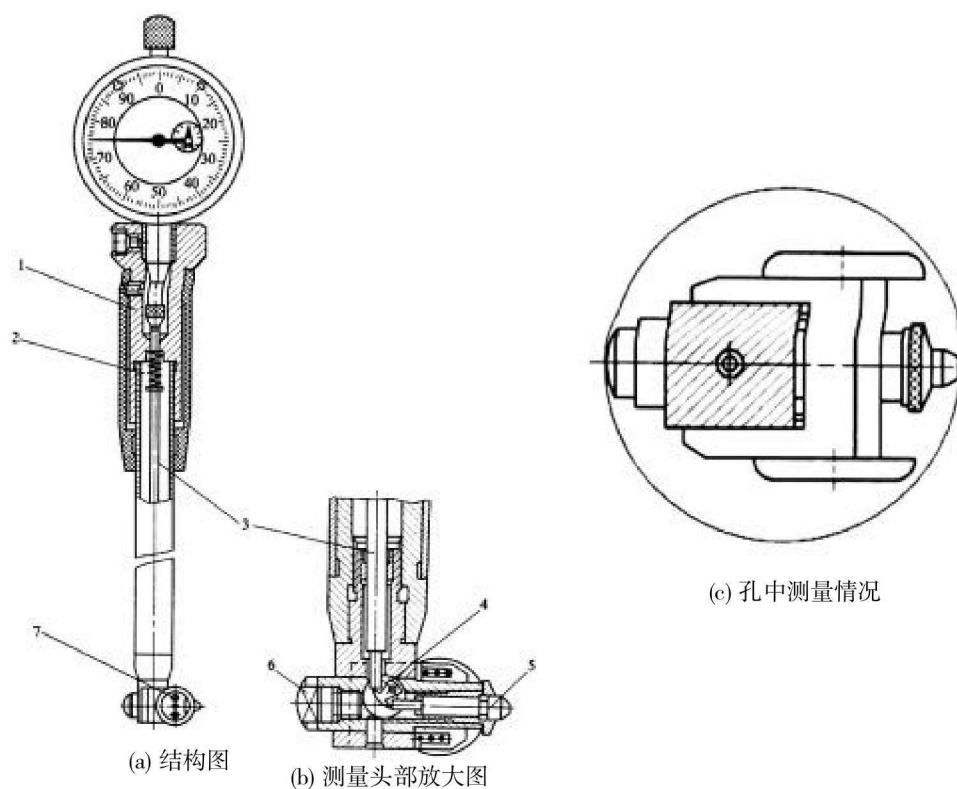


图 1-1-10 内径百分表的结构

1—表架；2—结构图；3—测杆；4—摆块；5—活动测头；6—测量头部放大图；7—孔中测量情况

将百分表安装在表架 1 上，活动测头 5 通过摆块 4、测杆 3 将测量值 1:1 地传送给百分表。活动测头可根据孔径大小更换。测量前，应配合千分尺将内径百分表对准零位；测量时，应沿轴向摆动百分表，测量出的最小尺寸值才是孔径的实际尺寸。

3.百分表的工作原理

百分表的工作原理,是将被测尺寸引起的测杆微小直线移动,经过齿轮传动放大,变为指针在刻度盘上的转动,从而读出被测尺寸的大小。

百分表的构造主要由表体部分、传动系统、读数装置三个部件组成。

4.使用注意事项

(1)检查表头的相互作用和稳定性。

(2)检查活动测头球面的表面光洁度。

(3)把百分表插入量表直管轴孔中,压缩百分表一圈,紧固。

(4)选取并安装所需测量尺寸的可换测头并坚固。

(5)测量时手握隔热装置。

(6)根据被测尺寸调整零位。用已知尺寸的环规或平行平面(千分尺)调整零位,以轴向的最小尺寸或平面间任意方向内的最小尺寸对齐0位,然后反复测量同一位置2~3次后检查指针是否仍与0线对齐,如不齐则重调。为读数方便,可用整数来定零位位置。

(7)测量时,摆动内径百分表,找到孔轴向或平面间任意方向内的最小尺寸(转折点)来读数。

(8)测杆、测头、百分表等配套使用,不要与其他表混用。

六、半径规

半径规,也叫R样板、R规。半径规是利用光隙法测量圆弧半径的工具。测量时必须使半径规的测量面与工件的圆弧完全地紧密地接触,当测量面与工件的圆弧中间没有间隙时,工件的圆弧度数则为这时候相应的半径规上所表示的数字。由于是目测,故准确度不是很高,只能作定性测量。

半径规见图1-1-11。

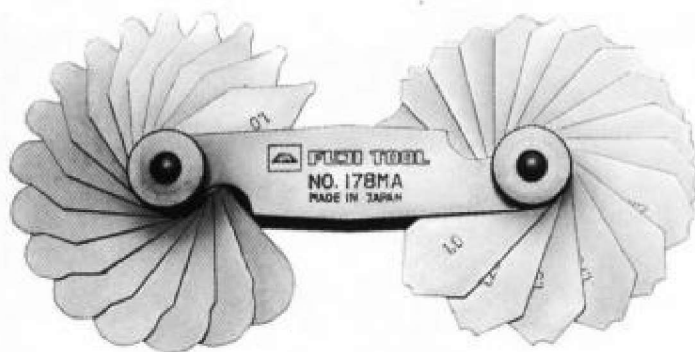


图 1-1-11 半径规