



全国中等职业技术学校制冷与空调设备维修专业教材

制冷基本操作技能

(第二版)

ZHILENG JIBEN CAOZUO JINENG



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校制冷与空调设备维修专业教材

制冷基本操作技能

(第二版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

制冷基本操作技能/田明玉主编. —2 版. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2008
全国中等职业技术学校制冷与空调设备维修专业教材
ISBN 978-7-5045-7202-8

I. 制… II. 田… III. 制冷工程-专业学校-教材 IV. TB6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 077763 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人 : 张梦欣

*

北京新华印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.75 印张 208 千字

2008 年 6 月第 2 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

定价: 14.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

全国中等职业技术学校制冷与空调设备维修专业教材自 2002 年出版以来，在中等职业技术学校教学及相关培训中发挥了重要作用，受到了广大师生的好评。为了更好地适应我国制冷技术及设备的发展，以及职业教育教学改革的需要，我们根据劳动和社会保障部培训就业司颁布的《制冷与空调设备维修专业教学计划与教学大纲》，组织全国一线教师及行业专家，对教材进行了修订。

本次修订的教材包括：《制冷技术基础（第二版）》《制冷基本操作技能（第二版）》《空气调节与中央空调装置（第二版）》《小型制冷设备原理与维修（第二版）》《冷库技术（第二版）》。

这次教材修订工作的重点主要体现在以下几个方面：

第一，根据本专业毕业生就业岗位的实际需要，合理确定学生应具备的知识与能力结构，对教材中偏深、偏难的内容作了较大幅度的调整。同时，突出职业教育特色，进一步加强实践性教学内容，以满足企业对技能型人才的要求。

第二，根据制冷技术及设备发展的实际情况，在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容。同时，采用国家最新的技术标准。

第三，贯彻国家关于职业资格证书与学历证书并重的政策精神，力求使教材内容符合国家职业标准《制冷工》《冷藏工》《电冰箱（柜）装配工》《空调器装配工》（中级）的知识和技能要求。

第四，在教材的表现形式上，较多地采用图片、实物照片或表格传授知识和技能，并且通过案例，将理论知识和身边的生活有机地结合起来，寓教于乐。此外，课堂练习题在内容和形式上都更加丰富，有利于学生互动学习，激发学习兴趣。

本次教材的修订工作得到江苏、广东、广西、河南、河北、湖南等省、自治区劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持，在此，我们表示诚挚的谢意。

《制冷基本操作技能（第二版）》是为配合学校开展制冷与空调设备维修专业教学而开发的专业基础教材。主要包括：钳工基本操作技能，制冷管道加工技术及其训练，焊接技术及训练，制冷维修中常用仪器、仪表的使用，空调器的安装和移机。本书的主要特色是：根据教学需求对原版教材内容作了较大幅度的调整，增加了空调器的安装和移机的内容，删除了金属风管的加工工艺，在编写模式上分为实训目的、相关理论和技能、实训步骤、评分

标准等几部分，更贴近技能训练教学模式的要求。

本书由田明玉、毛振红、黄强、巢国强、何奕飞、朱文斌、朱振华、马巍、袁芬编写，田明玉主编，刘静审稿。

劳动和社会保障部教材办公室
2008 年 4 月

《制冷基本操作技能（第二版）》参考学时

章节内容	总学时	理论学时	实训
第一单元 钳工基本操作技能	36	14	22
第二单元 制冷管道加工技术及其训练	26	12	14
第三单元 焊接技术及训练	58	26	32
第四单元 制冷维修中常用仪器、仪表的使用	32	12	20
第五单元 空调器的安装和移机	48	16	32
总计	200	80	120

目 录

第一单元 钳工基本操作技能	(1)
课题一 常用钳工设备和量具.....	(1)
课题二 平面划线.....	(14)
课题三 平面錾削.....	(21)
课题四 锯削.....	(27)
课题五 平面锉削.....	(32)
课题六 钻孔、攻螺纹、套螺纹.....	(39)
思考与练习.....	(46)
第二单元 制冷管道加工技术及其训练	(47)
课题一 割管与倒角.....	(47)
课题二 扩口与胀口.....	(54)
课题三 弯管加工.....	(61)
思考与练习.....	(64)
第三单元 焊接技术及训练	(65)
课题一 气焊基础.....	(65)
课题二 制冷维修专用小型气焊设备.....	(77)
课题三 小型制冷设备用紫铜管的低银钎焊.....	(81)
课题四 小型制冷设备用紫铜管的铜钎焊.....	(87)
课题五 毛细管和家用电冰箱、房间空调器用干燥过滤器的焊接.....	(89)
课题六 三通直角焊接.....	(93)
思考与练习.....	(96)
第四单元 制冷维修中常用仪器、仪表的使用	(98)
课题一 万用表及其一般使用.....	(98)
课题二 钳形表和兆欧表的使用.....	(106)
课题三 制冷系统压力测试和制冷剂加注组合工具的使用.....	(110)
课题四 检漏工具及使用.....	(114)
思考与练习.....	(117)

第五单元 空调器的安装和移机	(118)
课题一 窗式空调器的安装.....	(118)
课题二 分体挂壁式空调器的安装.....	(122)
课题三 分体柜式空调器的安装.....	(129)
课题四 分体式空调器的移机.....	(132)
思考与练习.....	(134)

第一单元 钳工基本操作技能

所谓钳工，就是利用各种手用工具和一些简单设备来完成目前采用机械加工方法不适合或不能完成的工作。

通常，一台机械设备由多个不同零部件组成，这些零部件在各自加工完成后，需由掌握钳工技术的人员进行装配。有些设备在装配过程中，一些零部件往往还需要再加工，例如钻孔、攻螺纹、配键等。有些设备零部件的加工精度要求并不高，整个设备的精度是通过装配过程中的再加工来保证的。此外，使用时间长的机械设备，因自然磨损、使用者不按规范操作等，都会造成配合精度降低和性能变差。为了保证其应有的功能、改善其性能，通常需要通过钳工技术进行修理。上述诸例都表明，机械设备的零件加工、组合装配和调试维修都离不开钳工技术。

空调和制冷设备中大多数是机械部件，例如压缩机、风机、室内外换热器、连接管道、各种阀件等，这些部件的制造加工、装配安置及检查维护等都离不开钳工技术。

在制冷设备的加工、安装和维修中要用到许多钳工工具和量具，下面以实训课题的形式介绍它们的名称和使用方法。

课题一 常用钳工设备和量具

一、实训目的

1. 了解常用钳工设备和量具的名称，熟悉它们的外形。
2. 熟悉常用钳工设备和量具的作用。
3. 初步掌握常用钳工设备和量具的使用方法。

二、实训设备、工量具和材料

钳台、台虎钳、钢直尺、游标卡尺、千分尺、水平仪、各种被测工件。

三、钳台、台虎钳及其使用

1. 钳台

钳台也称钳桌，是一种箱柜式钳工操作台，其典型外形如图 1—1 所示。桌面上安装有台虎钳，配有照明灯具，防护网既可以起到安全隔离作用，还可挂置零件图和装配图，橱柜、抽屉和台面可存放一些工量具和工件等。它要求坚固结实，早期多为木制，现多为铁

制。钳台的高度以台面上安装的台虎钳上端到站立着的人下巴之间的竖直距离约一前臂加一拳的长度为宜，如图 1—2 所示。钳台的高度通常在 80~90 cm，长宽无标准。图 1—2 所示为一种较为简易的双人用钳台。

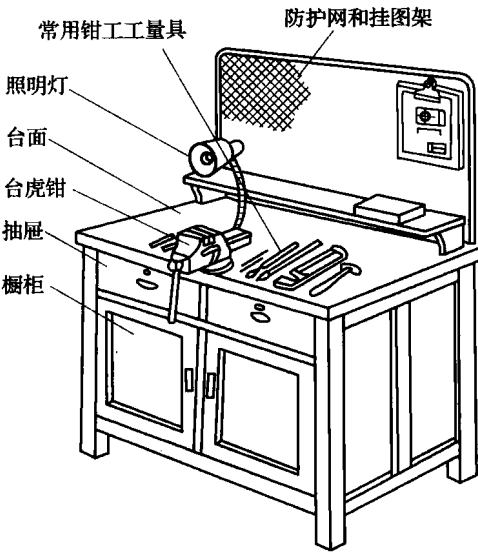


图 1—1 钳台

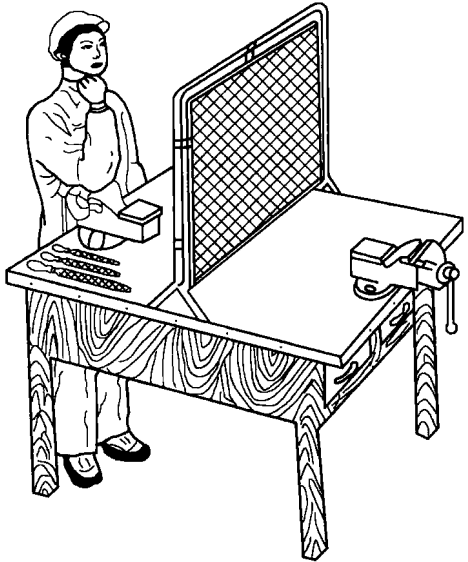


图 1—2 钳台的高度标准

2、台虎钳

台虎钳是用来夹持工件的通用夹具，其规格用钳口的宽度表示，有 100 mm、125 mm 和 150 mm 等，分为固定式和回转式两种。

(1) 固定式台虎钳

固定式台虎钳的外形和结构如图 1—3 所示，它主要由固定钳身、活动钳身、丝杠、砧座和钳口等组成。整体全用铁制成，其中固定钳身和活动钳身为铸铁件。

活动钳身通过方形导轨与固定钳身的方孔导轨配合，可作前后滑动。丝杠装在活动钳身上，它与安装在固定钳身内的螺母配合，当摇动手柄时丝杠旋转，便带动活动钳身相对固定钳身作进退移动，起夹紧或放松工件的作用。

在固定钳身和活动钳身上各固定一个长方体形的钢质钳口，它经过热处理淬硬，具有较好的耐磨性。钳口的工作表面刨有交叉的网纹，能使工件夹紧后不易产生滑动。

(2) 回转式台虎钳

回转式台虎钳也全用铁制成，其外形和结构与固定式台虎钳差别不大，如图 1—4 所示。与固定式台虎钳的主要区别是它多了一套旋转及紧固装置，安装时将转座固定在钳台上，固定钳身装在转座上，它能绕转座轴心在 360° 的水平范围内任意转动，以方便钳工能在各个方向进行操作。当转到所需位置时，扳动手柄，使夹紧螺钉旋紧，便可在夹紧盘的作用下把固定钳身紧固住。

台虎钳安装在钳台上时，必须使固定钳身的钳口处于钳台边缘以外，以保证能垂直夹持较长的工件。

3. 台虎钳使用实训（2~4 人一组，分组进行）

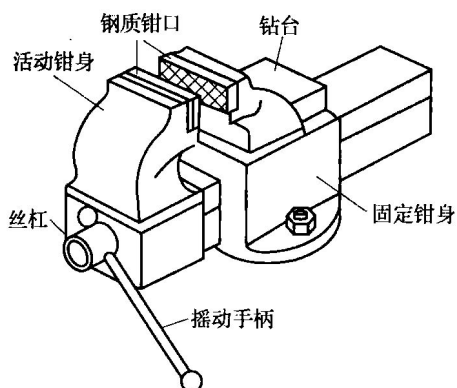


图 1—3 固定式台虎钳的外形和结构

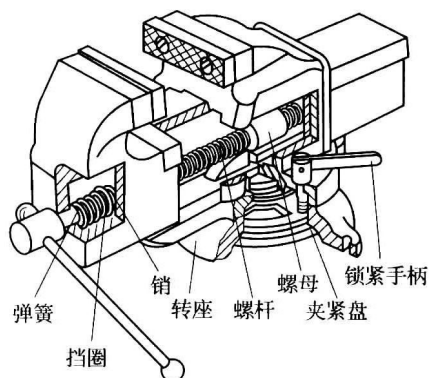


图 1—4 回转式台虎钳的外形和结构

实训内容和要求：

- (1) 观察、熟悉台虎钳结构。
- (2) 在固定台虎钳上夹紧、松卸长方体和圆柱体铁制工件。
- (3) 调整回转式台虎钳的角度。
- (4) 爱护工具，安全文明操作。

四、常用量具的使用

1. 钢直尺

钢直尺是钳工操作中最常用和最基本的长度检测量具，其外形如图 1—5 所示。它主要用来测量工件的长、宽、高、深，有时还用于对一些要求较低的工件表面进行平面度误差的检查，如图 1—6 所示。

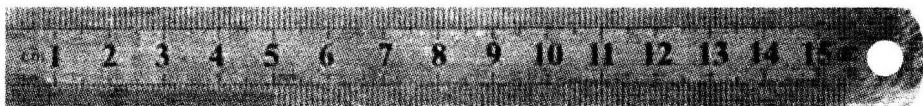


图 1—5 钢直尺

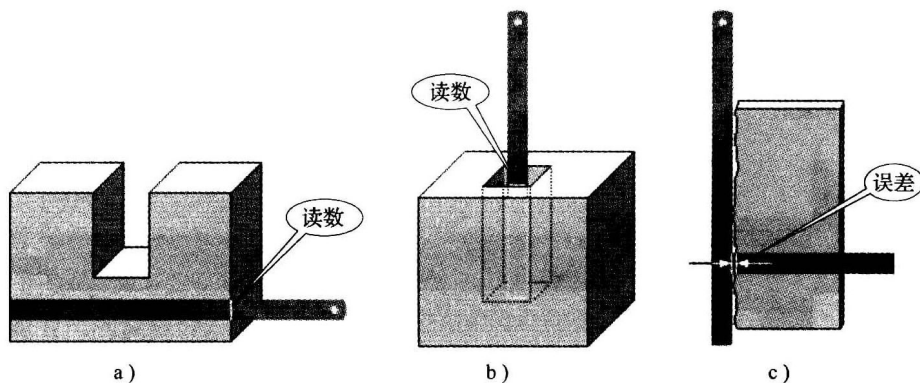


图 1—6 钢直尺的主要作用

a) 钢直尺测量工件的长、宽、高 b) 钢直尺测量工件的深 c) 钢直尺检测工件平面误差

钢直尺的规格（测量长度范围）有 150 mm、300 mm、500 mm 和 1 000 mm 四种。尺面上公制尺寸刻线间距一般为 1 mm，但在 1~50 mm 之内刻线间距为 0.5 mm，为钢直尺的

最小刻度。

由于刻度线本身宽度就有 0.1~0.2 mm，再加上尺子本身的刻度误差，所以用钢直尺测量出的数值误差比较大，而且 1 mm 以下的小数值只能靠估计得出，因此不能用于精密测量。

有的钢直尺将公制与英制尺寸线条分别刻在尺面相对的两条边上，背面还刻有公、英制换算表，一尺多用。

在使用钢直尺进行测量读数时，应注意视线要与测量区平面垂直，视点落在读测点上，如图 1—7 所示。

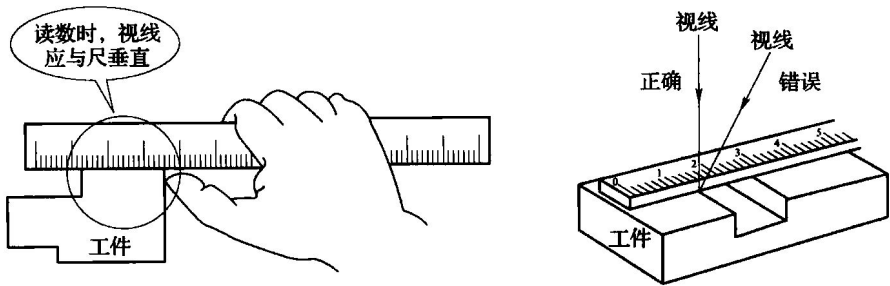


图 1—7 用钢直尺进行测量时视线应垂直于尺面

2. 游标卡尺

(1) 游标卡尺的用途

游标卡尺也是钳工操作中的一种常用长度检测量具，因其特殊的结构，其测量精度远高于钢直尺。

(2) 游标卡尺的外形和结构

普通游标卡尺如图 1—8 所示，它主要由尺身（也称主尺）和尺框（也称副尺）两部分组成。尺身上刻有以 1 mm 为最小间隔的刻度，并带有一个固定外测量爪和一个固定刀口内测量爪。尺框上刻有间隔略小于 1 mm 的刻度——游标，并带有一个活动外测量爪和一个活动刀口内测量爪，它们与尺身上的量爪组成一对外测量爪和刀口内测量爪。尺框上还附有深度尺和紧固螺钉。当尺框沿尺身移动时，活动量爪和游标也随之改变它们的位置。尺框上紧固螺钉的作用是防止读数时尺框在尺身上移动而影响读数的准确性。

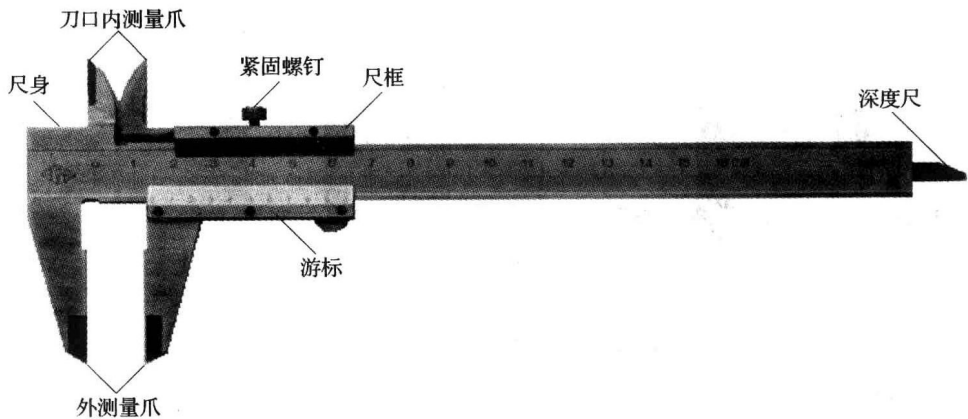


图 1—8 普通游标卡尺的外形

(3) 游标卡尺的分度值

游标卡尺的分度值有 0.10 mm、0.05 mm 和 0.02 mm 三种，常用的为 0.02 mm，现以这种游标卡尺为例介绍分度值的概念。

分度值为 0.02 mm 的游标卡尺，其尺身上刻度之间的距离为 1 mm，而尺框上每格之间的距离为 0.98 mm，它们相差 0.02 mm，如图 1—9 所示。尺身上刻度每格的长度与尺框上游标每格的长度之差称为分度值。

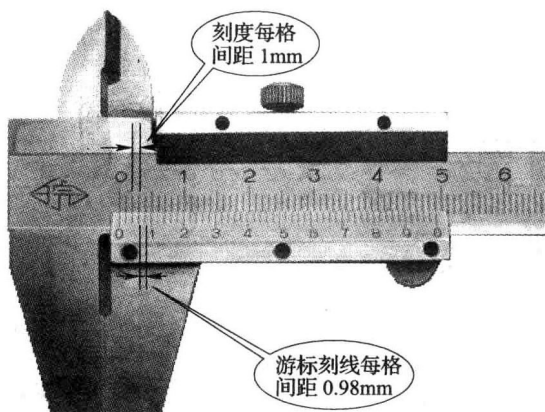


图 1—9 分度值为 0.02 mm 的游标卡尺的刻度与游标

(4) 游标卡尺的使用方法

1) 测量方法

在测量较小尺寸的工件时，通常左手拿住小尺寸零件，右手把握游标卡尺，如图 1—10 所示。而在测量较大尺寸的工件时，通常用双手持拿游标卡尺，如图 1—11 所示。

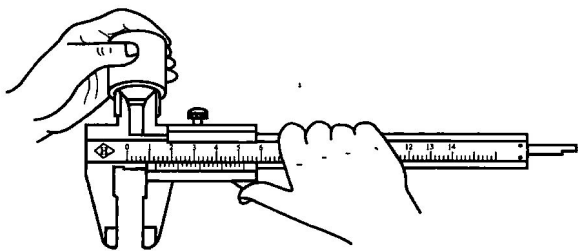


图 1—10 测量小尺寸工件

用游标卡尺对工件不同参数进行测量的方法如图 1—12 所示。

2) 游标卡尺的读数

游标卡尺的读数分三步进行：

① 读出尺框上游标零线对应尺身左侧刻度线的毫米整数。在图 1—13 所示的测量中，该值为 13 mm。

② 找出与尺身上刻度线对齐的游标刻线，并读出其序号，将游标刻线的序号乘上该游标卡尺的分度值。在图 1—13 中，与尺身上刻度线对齐的游标刻线序号应为 12，乘分度值 0.02 mm 后结果为 0.24 mm。

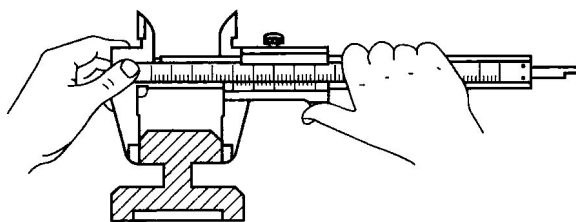


图 1—11 测量大尺寸工件

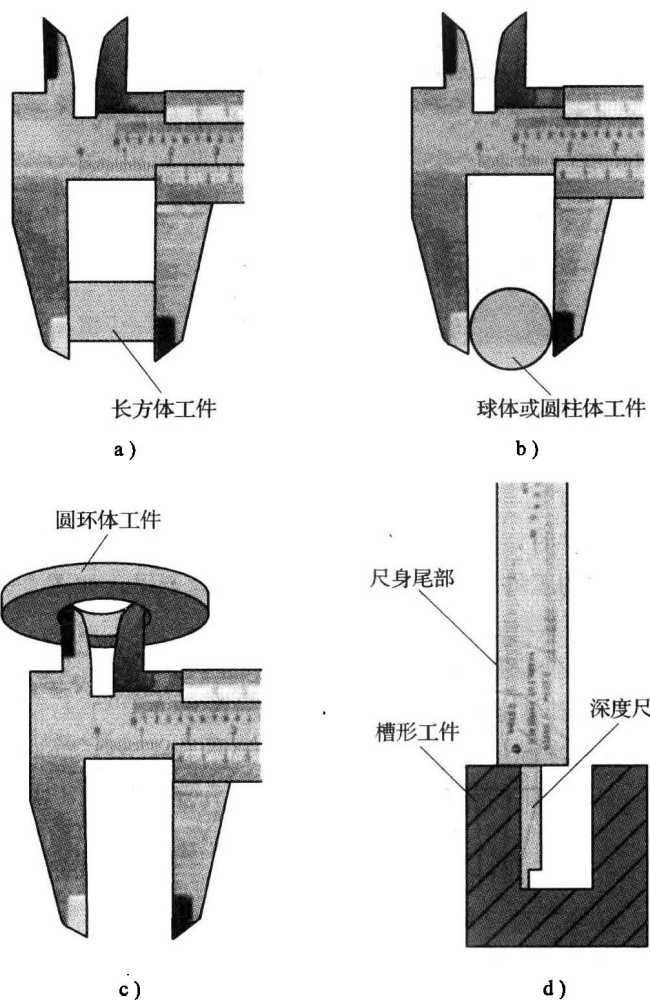


图 1—12 游标卡尺的测量方法

a) 游标卡尺测量长度 b) 游标卡尺测量外径 c) 游标卡尺测量内径 d) 游标卡尺测量深度

③上述两步得到的数值相加，便是测量结果。

即在图 1—13 所示的测量中，被测尺寸应为： $13\text{ mm} + 0.24\text{ mm} = 13.24\text{ mm}$ 。

图 1—14 和图 1—15 所示的测量结果分别为： $20 + 1 \times 0.02 = 20.02\text{ mm}$ 和 $23 + 45 \times 0.02 = 23.90\text{ mm}$ 。

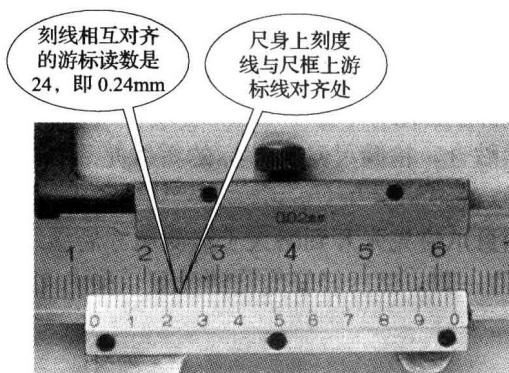


图 1—13 分度值为 0.02 mm 的游标卡尺的读数图例之一

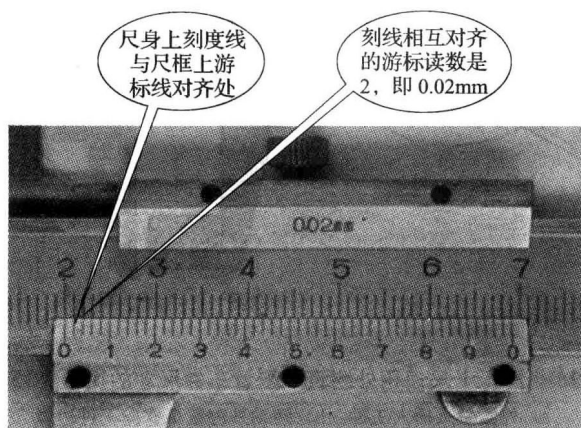


图 1—14 分度值为 0.02 mm 的游标卡尺的读数图例之二

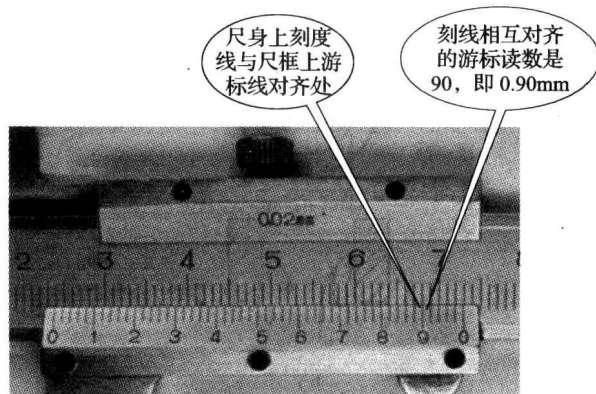


图 1—15 分度值为 0.02 mm 的游标卡尺的读数图例之三

(5) 游标卡尺使用注意事项

1) 测量时, 按精度要求和工件的尺寸大小, 选用合适的游标卡尺。游标卡尺适用于中等公差等级 (IT10~IT16) 尺寸的测量和检验, 不得用它去测量铸件、锻件等毛坯尺寸, 否则量具容易磨损而使精度下降; 也不能用游标卡尺去测量精度要求过高的工件。例如, 分

度值为 0.02 mm 的游标卡尺可产生 ± 0.02 mm 的示值误差。

2) 使用前要对游标卡尺进行检查, 擦净量爪, 并检查量爪测量面和测量刃口是否平直无损。两量爪贴合时应无漏光现象。

3) 使用前应将两量爪贴合, 检验尺身与游标的零线是否对齐, 若不能对齐, 则应根据差值大小对测量结果进行修正。

4) 测量外尺寸时, 两量爪应先张开到略大于被测尺寸后缓缓插入工件, 如图 1—16a 所示, 再以固定量爪贴住工件一侧, 然后轻轻地将活动量爪推向工件另一侧, 使量爪与工件紧贴, 如图 1—16b 所示。

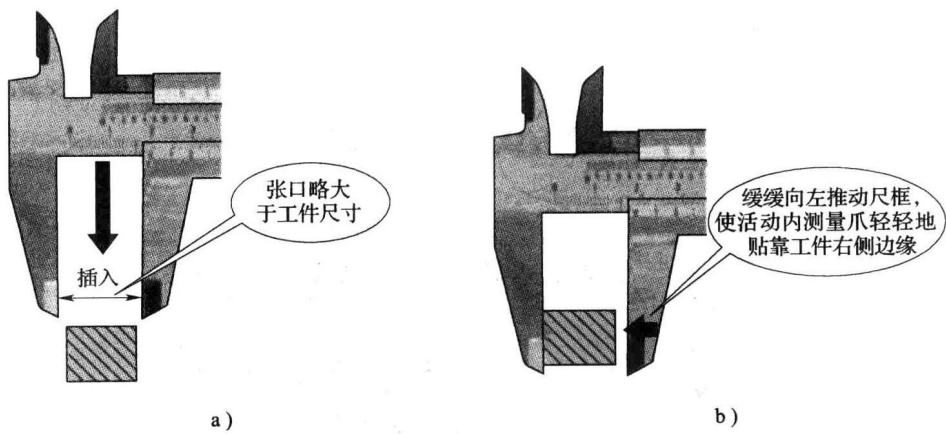


图 1—16 游标卡尺使用外测量爪测量工件尺寸的操作要领示意图
a) 外测量爪插入工件 b) 活动外测量爪靠向工件边缘

5) 测量时, 卡尺测量面的连线应垂直于被测量表面, 不能如图 1—17a 所示有所歪斜。

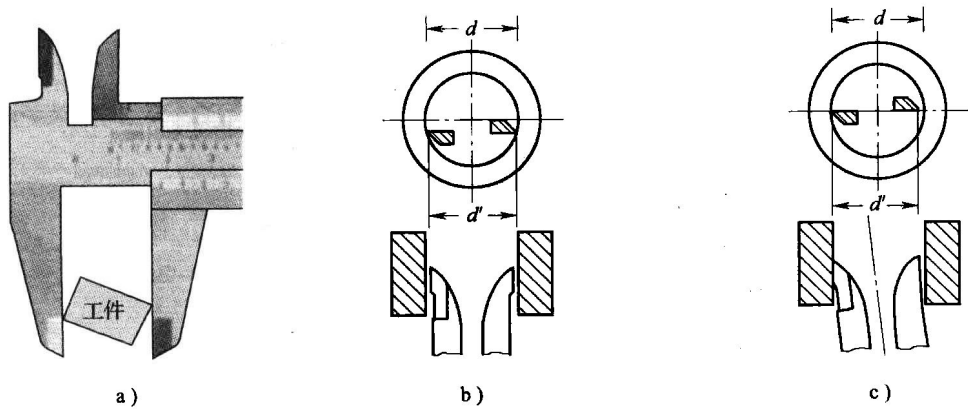


图 1—17 游标卡尺常见的错误操作示意图
a) 测量面的连线不垂直于被测量表面 b) 两测量爪不在孔的直径上 c) 刀口内测量爪歪斜

6) 测量内尺寸时, 两量爪应先张开到略小于被测尺寸后缓缓插入工件内孔, 再以固定量爪贴住工件内孔一侧, 然后轻轻地将活动量爪拉向工件内孔另一侧, 使量爪与工件紧贴。注意应使两测量爪与内孔的接触处组成的平面通过内孔中心轴线, 图 1—17b 和图 1—17c 表

示了两种不正确的操作方法，它们将产生错误的测量结果。

7) 读数时，应使视线尽可能与游标卡尺的刻线表面垂直，以免视线歪斜造成读数误差。

以上介绍的是普通游标卡尺及其使用，实际生活中还有带有微调装置的游标卡尺、带表的游标卡尺以及数字显示的游标卡尺等，如图 1—18、图 1—19 和图 1—20 所示。

另外，钳工常用的游标卡尺规格有 0~125 mm、0~200 mm 和 0~300 mm 等几种。

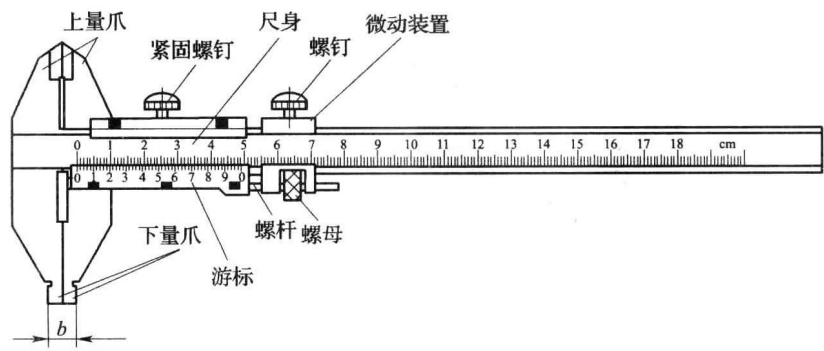


图 1—18 带有微调装置的游标卡尺

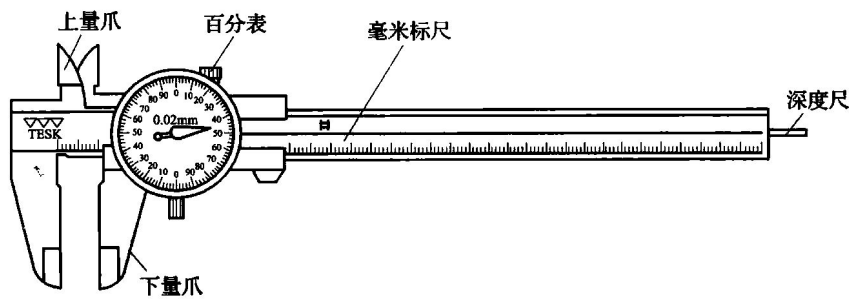


图 1—19 带表的游标卡尺

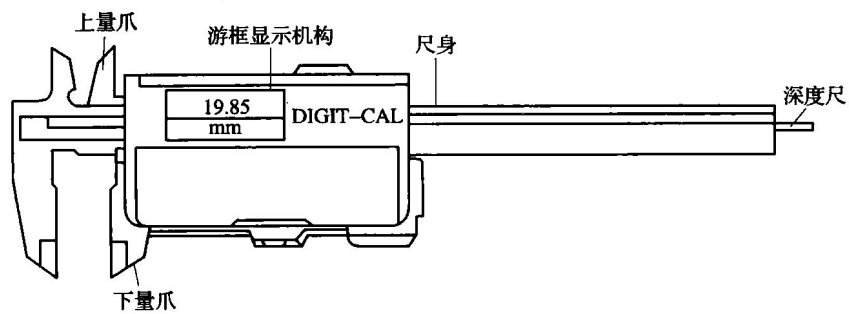


图 1—20 数字显示的游标卡尺

3. 千分尺

(1) 千分尺的用途

千分尺又称螺旋测微仪，也是一种长度检测量具，但精度比游标卡尺更高。对于一些加

工精度要求较高的零件尺寸，通常使用千分尺来测量。

(2) 千分尺的结构

千分尺按用途和结构可分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺等，图 1—21 所示为最常用的一种外径千分尺。

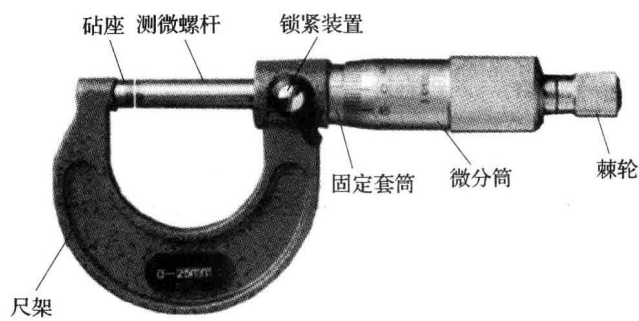


图 1—21 外径千分尺

(3) 千分尺的分度值

千分尺测微螺杆的螺纹间距为 0.5 mm。当微分筒转一周时，测微螺杆就移动 0.5 mm，微分筒前端圆锥面的圆周上等弧长地刻上 50 条直线，微分筒每转动一格，测微螺杆就移动 0.5 mm/50 mm (0.01 mm)，因而千分尺的分度值为 0.01 mm。

(4) 千分尺的使用方法

1) 测量方法

用外径千分尺测量工件外尺寸的操作方法如图 1—22 所示。

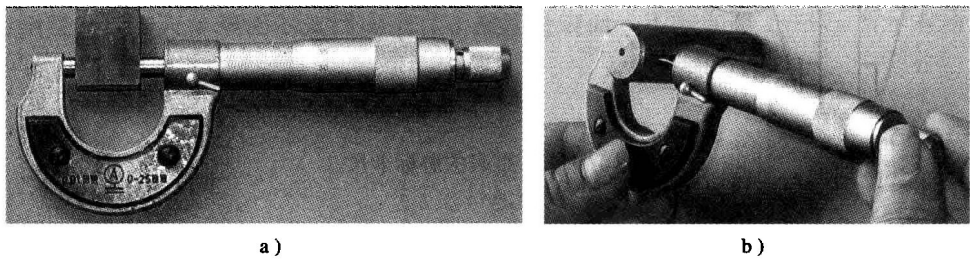


图 1—22 用外径千分尺测量工件外尺寸的操作方法
a) 测量工件两平行平面之间的距离 b) 测量圆柱体直径

2) 千分尺的读数

千分尺的读数分三步进行：

①读出在固定套筒上离微分筒边缘左侧最近的读数（单位：mm）。在图 1—23 所示的测量中，此值为 7 mm；在图 1—24 所示的测量中，此值为 9.5 mm。

②找出微分筒上与固定套筒上基准线对齐的那个刻线，并记下其数值。在图 1—23 所示的测量中，此值为 35；在图 1—24 所示的测量中，此值为 28。

③把两个读数相加即可得到实测尺寸。在图 1—23 所示的测量中，千分尺的读数为： $7 + 0.01 \times 35 = 7.35 \text{ mm}$ ；在图 1—24 所示的测量中，千分尺的读数为： $9.5 + 0.01 \times 28 = 9.78 \text{ mm}$ 。