

金工实训操作教程



主编◎郭忠年
编者◎郭忠年 陆申国 储昭文 段剑伟

西北工业大学出版社

金工实训操作教程

主编 郭忠年

编者 郭忠年 陆申国

储昭文 段剑伟

西北工业大学出版社

【内容简介】 金工实训是职业院校机械类专业必不可少的实践课程。本书选取代表性的传统金工工种车加工与钳工技术,以提高学生实践操作技能,促进专业理论知识的学习为目标,根据教学与生产一线总结的实践经验与技能技巧编写而成。

全书由金属加工基础、车加工技能训练、钳工技能训练 3 个模块构成,案例丰富,图文并茂。穿插介绍了诸多生产实际工作中的操作技巧,适合作为职业院校学生金工实训教材,也可供职业工作者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

金工实训操作教程/郭忠年主编;郭忠年等编. —西安:西北工业大学出版社,2015.4
ISBN 978-7-5612-4354-1

I. ①金… II. ①郭… III. ①金属加工—实习—教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 050969 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:<http://www.nwpup.com>

印 刷 者:兴平市博闻印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:14.25

字 数:346 千字

版 次:2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

定 价:32.80 元

前 言

实习实训是职业院校人才培养的一个重要的实践教学环节。指导学生循序渐进地掌握职业技能,提高学生分析问题、解决问题的能力,提升学生的工程素质能力及修养,是培养复合型、应用型和创新型工程技术人才的重要任务。本书将高职院校中金属切削类的传统实训工种车加工与钳工技能实训结合在一起编写而成,以满足现代科技制造业发展的需求。

本书充分考虑机电类专业培养目标,采用任务驱动,理论与实践相结合,重点突出金属切削加工的基本操作技能训练的同时,注重工种之间的相互衔接。详细介绍了制图识图、机械基础知识、设备的操控、各种工具的正确应用、金属切削刀具知识、测量技术应用、质量控制、生产工艺、金属零件的切削加工等实践技能技巧。

在本书的编写过程中结合教育现状及发展方向,一方面提高学生专业技能,另一方面紧密联系国家职业资格鉴定的考试要求,针对性地设计教学内容,选取企业真实生产的零件,突出典型教学案例,保证了教学内容安排的针对性和实用性。本书在编排中模块化,为了将理论教学与实践教学有机结合,教师可有针对性地从中选择相对应的模块与内容进行教学,在锻炼学生实践应用技能的同时,促进其对专业理论知识的理解掌握。

本书具体编写分工如下:模块一与模块二由郭忠年和陆申国编写,模块三由储昭文和段剑伟编写。

本书在编写中得到多位生产一线技术人员与专家老师的指导和帮助,在此深表感谢。

由于水平和经验有限,书中如有不妥之处敬请广大读者批评指正,我们将深表感谢,并在今后不断修订改进及完善。

编 者
2015 年 1 月

目 录

模块一 金属切削加工基础知识.....	1
一、金工实训安全	1
二、常用量具应用	4
三、金工基础知识.....	11
模块二 车加工技能训练	20
实训任务一 车床操作	20
实训任务二 车刀刃磨	26
实训任务三 台阶轴车削	35
实训任务四 车成形面与表面修饰	42
实训任务五 车槽与切断	48
实训任务六 钻车内孔工件	54
实训任务七 圆锥工件车削	64
实训任务八 车削三角螺纹	71
实训任务九 车削梯形螺纹	82
实训任务十 车削偏心工件	90
实训任务十一 轴类工件加工	92
实训任务十二 锥套工件加工	96
实训任务十三 综合工件加工.....	101
实训任务十四 组合工件加工.....	105
实训任务十五 立轴工件加工.....	112
车加工应知试题.....	114
模块三 钳工技能训练.....	131
实训任务一 钳工常用设备操作与维护.....	131
实训任务二 划线.....	136
实训任务三 锯割.....	142
实训任务四 钻孔.....	147
实训任务五 扩孔与铰孔.....	154
实训任务六 铰孔.....	156
实训任务七 螺纹加工.....	159

实训任务八 平面锉削·····	163
实训任务九 长方体锉削·····	170
实训任务十 曲面锉削·····	172
实训任务十一 鑿削·····	175
实训任务十二 等边形体锉削·····	181
实训任务十三 梯形体锉削·····	184
实训任务十四 孔加工·····	188
实训任务十五 角度锉削·····	189
实训任务十六 对称度锉削·····	196
实训任务十七 综合工件锉削·····	201
钳工应知试题·····	208
参考文献·····	222

模块一 金属切削加工基础知识

一、金工实训安全

每位金属切削加工的操作者都必须学习事故防护措施,了解违反安全文明操作规程的行为将引起人身伤害和财产损失。违反安全规定的行为是指不遵守安全规定和安全标志对自己、他人以及设备造成损坏的行为。

1.1 安全标识

为了提高实训场所的安全性,在实训场所范围内相应地点摆放安全号令标识、禁止标识、警告标识和救护标识。

1. 号令标识

如图 1-1 所示,蓝白色圆形号令标识显示采取的保护措施,规定了列为保护措施的规定行为方式,例如在砂轮机旁边磨刀时必须配戴防护眼镜。

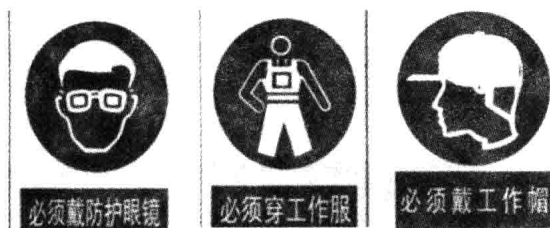


图 1-1 号令标识

2. 禁止标识

如图 1-2 所示,这类标识也是圆形,把禁止的行为作为黑色图像显示在白色的底色上,其红色边框和红色横杠很容易识别。

可燃液体和气体以及漂浮的细微粉尘与空气混合后可能发生爆炸危险,仓储或加工这类材料的空间均有爆炸危险,这类场所内必须放置禁止火焰、明火和烟的标识。



图 1-2 禁止标识

3. 警告标识

如图 1-3 所示,三角形警告标识设计成黄黑色,在存放有毒或腐蚀性物质的地方,相应地安放这类警告标识。处理这类危险物质必须采取相应的防护措施。



图 1-3 警告标识

4. 救护标识

如图 1-4 所示,救护标识是正方形或矩形的,均为绿白色,提示逃生通道,或本地点存放急救品。

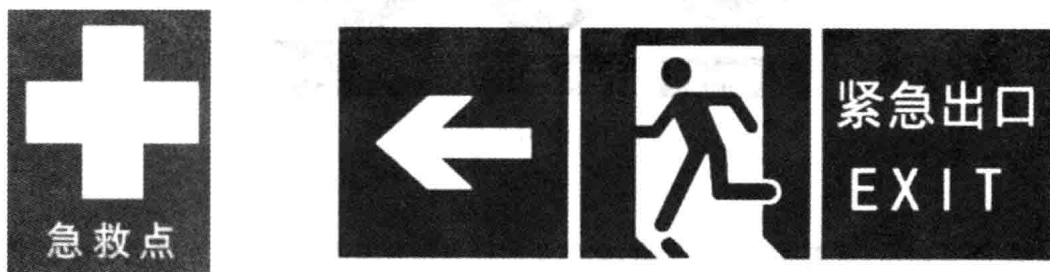


图 1-4 救护标识

1.2 安全操作文明规程

通过预防性安全措施防止事故的发生,消除安全事故隐患,屏蔽或标记危险地点,及时阻止杜绝危害的发生。

1. 钳工实训安全操作规程

- (1) 学生除在指定设备上进行操作外,其他一切设备、工具未经同意不准擅自动用。
- (2) 设备使用前要检查,发现损坏或其他故障时应停止使用并报告。
- (3) 使用电器设备时,必须严格遵守操作规程,防止触电。

- (4) 錾削时要注意安全,挥锤时注意身后,以防伤人。
- (5) 要用刷子清理铁屑,不准用手直接清除,更不准用嘴吹,以免伤手指和屑沫飞入眼睛。
- (6) 文明实习,工作场地要保持整洁,使用的工具、工件毛坯和原材料应堆放整齐。

2. 台钻安全操作规程

- (1) 非本车间人员和对本设备不熟悉者,未经指导教师同意不得使用。
- (2) 使用前必须全面检查,一切正常方可使用。
- (3) 最大钻孔直径不得超过 $\Phi 16\text{mm}$,调整高度时必须握紧手把。
- (4) 使用时工件要紧固在平口钳上,钻头要夹牢,固定部位要加紧。
- (5) 钻钢件必须使用冷却液,将要钻透时压力要轻,严禁手摸、嘴吹铁屑。
- (6) 钻孔时袖口、头发要扎紧,严禁戴手套。
- (7) 钻孔时精神集中,严禁谈笑,使用后必须清理现场。

3. 普通车床的安全操作规程

(1) 开车前:

- 1) 检查机床各手柄是否处于正常位置。
- 2) 传动带、齿轮安全罩是否装好。
- 3) 进行加油润滑。

(2) 安装工件:

- 1) 工件要找正,夹牢。
- 2) 工件安装、拆卸完毕随手取下卡盘扳手。
- 3) 安装、拆卸大工件时,应该用木板保护床面。
- 4) 顶针轴不能伸出全长的三分之一以上,一般轻工件不得伸出二分之一以上。
- 5) 装夹偏心物时,要加平衡块,并且每班应检查螺帽的紧固程度。
- 6) 加工长料时,车头后面不得漏出太长,否则应装上托架并有明显标志。

(3) 安装刀具:

- 1) 刀具要垫好、放正、夹牢。
- 2) 装卸刀具时和切削加工时,切记先锁紧方刀架。
- 3) 装好工件和刀具后,进行极限位置检查。

(4) 开车后:

- 1) 不能改变主轴转速。
- 2) 不能度量工件尺寸。
- 3) 不能用手触摸旋转着的工件,不能用手触摸切屑。
- 4) 切削时要戴好防护眼镜。
- 5) 切削时要精力集中,不许离开机床。

6) 加工过程中,使用尾架钻孔、绞孔时,不能挂在拖板上起刀,使用中心架时要注意校正工件的同心度。

7) 使用纵横走刀时,小刀架上盖至少要与小刀架下座平齐,中途停车必须先停走刀后才能停车。

- 8) 加工铸铁件时,不要在机床导轨面上直接加油。

(5) 实训结束时:

1)工、夹、量具、附件妥善放好,将走刀箱移至机床尾座一侧,擦净机床、清理场地、关闭电源。

2)擦拭机床时要防止刀尖、切屑等物划伤手,并防止溜板箱、刀架、卡盘、尾架等相碰撞。

(6)若发生事故:

1)立即停车,关闭电源。

2)保护好现场。

3)及时向有关人员汇报,以便分析原因,总结经验教训。

(7)特别强调:不准戴手套操作设备,不准两人同时操作一台设备,有长发的必须戴工作帽方可操作设备。

4. 砂轮机安全操作规程

(1)非本车间人员或未经实习指导教师许可不得随便使用。

(2)使用时要精神集中,要检查砂轮机运转是否正常,只有正常情况下才能使用。

(3)砂轮必须戴好砂轮罩,托架距砂轮不得超过 5mm。

(4)凡使用者要戴防护镜,不得正对砂轮,而应站在侧面。使用砂轮机时,不准戴手套,严禁使用棉纱等物包裹刀具进行磨削。

(5)不得二人同时使用砂轮,严禁在砂轮侧面磨削,严禁在磨削时嘻笑与打闹。

(6)磨削时的站立位置应与砂轮机成一夹角,且接触压力要均匀,严禁撞击砂轮,以免碎裂;

(7)砂轮只限于磨刀具,不得磨笨重的物料或薄铁板以及软质材料(铝、铜等)和木质品。

(8)砂轮机起动后,需待砂轮运转平稳后,方可进行磨削,压力不可过大或用力过猛。砂轮的三面(两侧及圆周)不得同时磨削工件。

(9)新砂轮片在安装前应检查是否有裂纹,更换后需经 10 min 空转后方可使用。在使用过程中要经常检查砂轮片是否有裂纹、异常声音、摇摆、跳动等现象,如果发现应立即停车报告安全员。

(10)使用后必须拉闸断电,保持卫生。

(11)严禁私自拆卸砂轮。

二、常用量具应用

2.1 钢直尺

钢直尺是常用的简单量具,其测量精度一般在 $\pm 0.2\text{mm}$ 左右,在测量工件的外径和孔径时,必须与卡钳配合使用。钢直尺上刻有公制或英制尺寸,常用的公制钢直尺的长度规格有 150mm,300mm,600mm,1000mm 等 4 种,如图 1-5 所示。

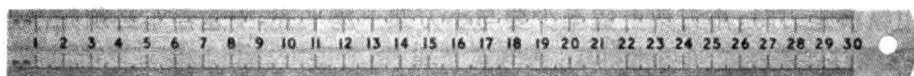


图 1-5 钢直尺

2.2 游标卡尺

游标卡尺属于中等精度(IT10~IT6)尺寸的测量工具,它是钳工常用的量具,种类很多,测量范围较广,可以直接测量出工件的长度、宽度、深度以及圆形工件的内、外径尺寸等。其结构主要由主尺和副尺两部分组成。其测量精度有 0.1mm,0.05mm,0.02mm 3 种。常用的为 0.02mm,如图 1-6 所示。

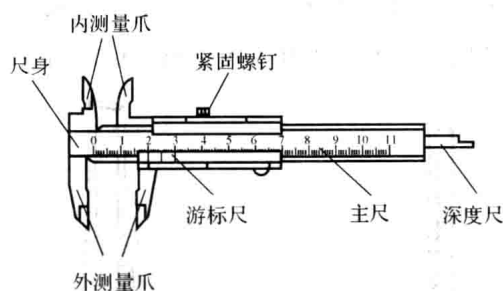


图 1-6 游标卡尺

1. 0.02mm 游标卡尺刻线原理

主尺每小格为 1mm,当两测量爪合并时,主尺上的 49mm 正好与副尺上的 50 格对齐,则:副尺每格长度为 $49/50 = 0.98\text{mm}$,主、副尺之差为: $1 - 0.98 = 0.02\text{mm}$,所以该种精度为 0.02mm,如图 1-7 所示。

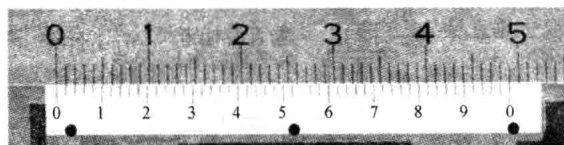


图 1-7 0.02mm 游标卡尺刻线原理

2. 使用方法

- (1)测量前要擦净卡尺,将量爪合并后副尺上的零线应和主尺上的零线对齐。
- (2)测量时用力要适当,使两测量爪刚好接触到零件的表面为宜。
- (3)测量时要将量具放正,防止歪斜。读数时避免视线误差。

3. 读数方法

- (1)读整毫米数,即读出副尺零线左边主尺上的整毫米数。
- (2)读小数,即读出副尺与主尺对齐刻线处的小数。
- (3)将两次读数相加,如图 1-8 所示,量具尺寸为

$$60 + 24 \times 0.02 = 60.48\text{mm}$$

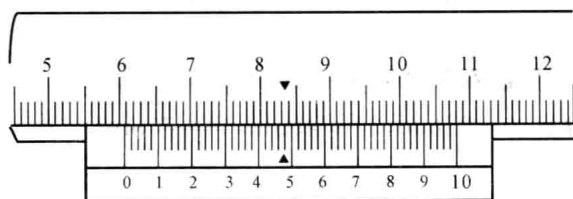


图 1-8 游标卡尺读数方法

4. 游标卡尺的使用注意事项

- (1) 尺要平放,防止量具弯曲变形。
- (2) 用后应擦拭干净,保持清洁,并在测量面上涂防护油。
- (3) 放时两测量面应保持 1mm 左右的距离并放在专用的量具盒内。

5. 特殊游标卡尺

除普通游标卡尺外,还有如图 1-9(a)所示的专门用于测量深度和高度的深度游标卡尺、如图 1-9(b)所示的高度游标卡尺和如图 1-9(c)所示的齿轮游标卡尺。其刻线原理和读数方法与普通游标卡尺相同,高度游标卡尺还可以用于钳工精密划线。

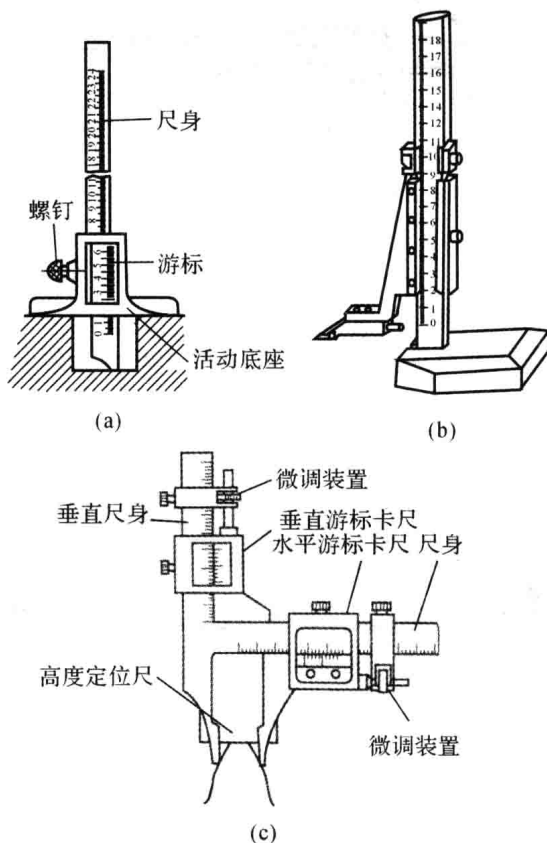


图 1-9 其他游标卡尺

(a)深度游标卡尺; (b)高度游标卡尺; (c)齿轮游标卡尺

2.3 千分尺

千分尺属于精密量具,其测量精度为 0.01mm。它的测量精度比游标卡尺高。千分尺的制造精度分为 0 级和 1 级两种,0 级最高。在生产中对精度要求高的零件尺寸,要用千分尺来进行测量。

千分尺的种类很多,常用的有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺等,如图 1-10 所示,其常用的规格测量范围分有:0~25mm,25~50mm,50~75mm,75~100mm 等。可根据被测工件尺寸的大小来选用。

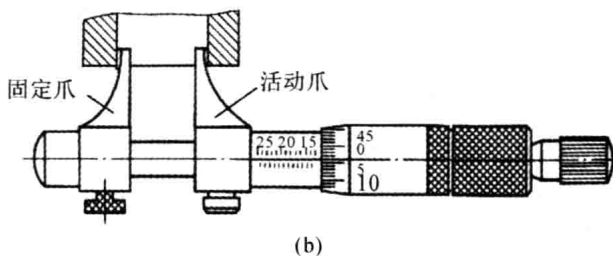
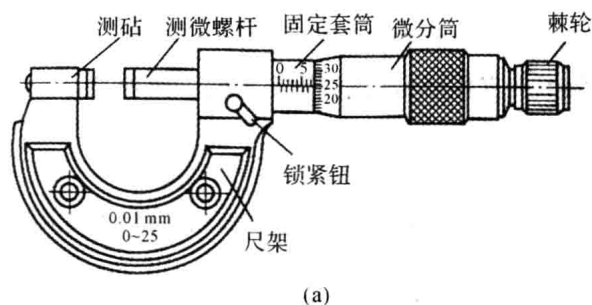


图 1-10 千分尺

(a) 外径千分尺； (b) 内径千分尺

1. 千分尺的结构

外径千分尺的结构如图 1-10(a) 所示, 由尺架、测砧座、固定套管、微测螺杆、微分筒、测力装置等组成。内径千分尺见图 1-10(b)。

2. 刻线原理及读数方法

(1) 刻线原理。微测螺杆右端的螺纹螺距为 0.5mm, 当活动套管旋转一周时, 螺杆就沿轴线方向移动 0.5mm。活动套管圆锥面上共等分刻有 50 格, 当活动套管转动一格, 则螺杆移动 0.01mm。

(2) 读数方法。如图 1-11 所示。

1) 读整毫米数和半毫米数。读出活动套管边缘在固定套管主尺的毫米数和半毫米数。

2) 读小数。读出固定套管上基准线相对齐的分格数为小数。

3) 将两数相加为测得的实际尺寸。

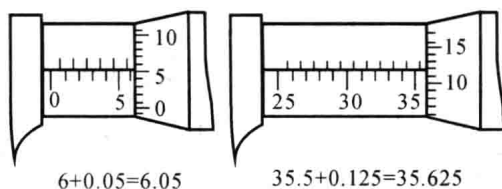


图 1-11 千分尺的读数方法

3. 使用注意事项

(1) 千分尺使用前应先检查校准尺寸, 观察活动套管与固定套管上基准线是否对齐, 如果没有对齐, 不能使用, 必须进行调整正确后才能测量工件。

(2) 千分尺只适用于精度高的尺寸测量。不能测量毛坯, 及在转动的工件上进行测量。

(3)测量时最好用左手握住尺架,右手旋转活动套管。当螺杆即将接触到工件被测表面时,改用旋转棘轮盘,直至发出“咔”“咔”的声音为止。

(4)读数时最好不要取下来直接读出数值,如需要取下读数时,应先锁紧测微螺杆,然后再轻轻地取下千分尺,其目的是防止尺寸变动,影响测量的精度。读数时还要心细,看清刻度,防止读错 0.5mm。

(5)使用后,应将千分尺擦拭干净,保持清洁,涂防护油后放入专用盒内。

2.4 百分表

百分表是一种用来检验机床精度和测量工件的尺寸、形状、和位置误差的量具。

1. 百分表的结构和工作原理

(1)结构与传动原理。百分表的结构如图 1-12 所示,主要由触头、齿杆、大、小齿轮、表盘、转动表圈、指针、拉簧等部分组成。当齿杆上升时,带动齿数为 16 的小齿轮 3,在小齿轮 3 的同轴上装有齿数为 100 的大齿轮 4。再由这个齿轮带动中间的齿数为 10 的小齿轮 5。长指针 6 与小齿轮 5 同轴,随其一起转动。小齿轮 5 同时带动大齿轮 7,该齿轮轴下端装有游丝,其作用是消除由齿侧间隙而引起的测量误差,以保证测量精度。该轴的上端装有短指针 8,用来记录长指针的转动圈数(长指针每转动一周,短指针转动一格)。表盘 9 圆周上等分地刻有线条,共分 100 格。转动表圈 10 可调整表盘刻线与长指针的相对位置。而拉簧 11 的作用是使齿杆 2 能回到原位。

(2)刻线原理。测量杆移动 1mm 时,大齿轮正好转动一圈,同时带动大指针也转动一圈,而表盘上沿圆周上刻有 100 等分格,其每格的刻度值为 $1/100=0.01\text{mm}$ 。大指针转动一格时表示工件尺寸变化了 0.01mm。

2. 使用注意事项

(1)测量前应用手轻轻抵触测量触头,检查指针的平稳性和稳定性,并检查表盘与指针有无松动现象。

(2)测量时应使测量杆垂直于被测零件表面,测圆柱时应对准圆柱的中心。触头与被测量工件表面接触时,测量杆应预先有 0.3~1mm 的压缩量,保证有一定的初测力,以免由于存在负偏差而测不出来。

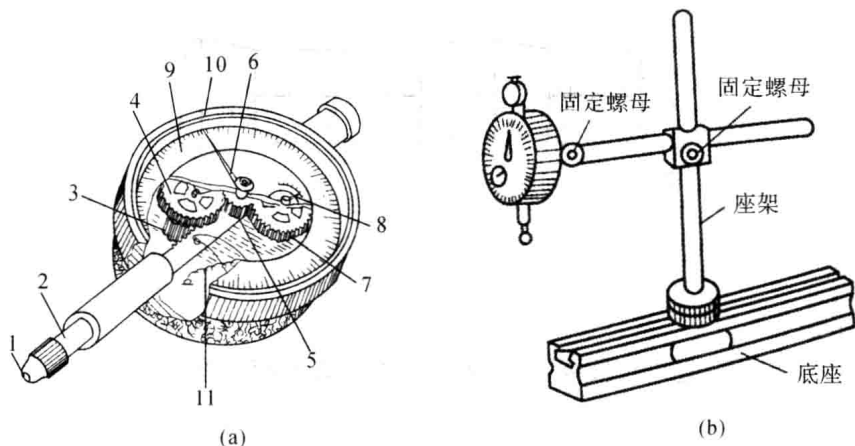


图 1-12 百分表

(a)百分表的结构; (b)百分表的固定

2.5 万能游标量角器

万能游标量角器是用来测量工件内外角度的量具,按测量精度分有 $2'$ 和 $5'$ 两种。其示值误差分别为 $\pm 2'$ 和 $\pm 5'$,测量范围是 $0^\circ \sim 320^\circ$,如图 1-13 所示。

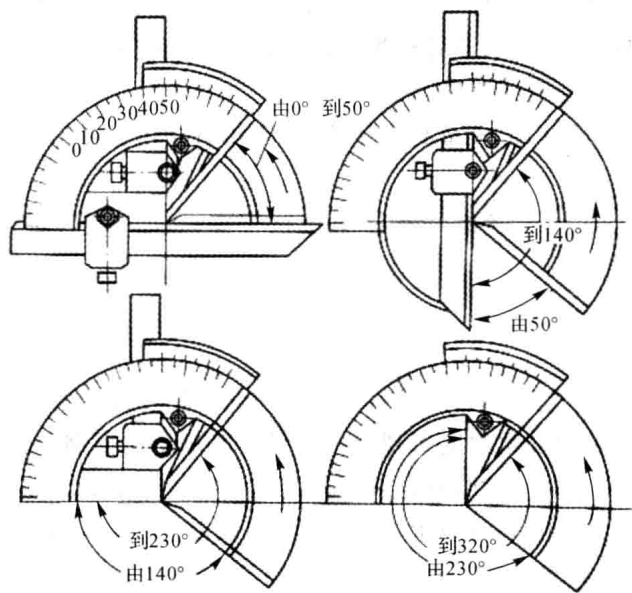


图 1-13 万能游标量角器的测量范围

1. 万能游标量角器的结构

万能游标量角器的结构如图 1-14 所示。它由主尺 1、扇形板 2、副尺(3 游标)、支架 4、直角尺 5、直尺 6 等组成。主尺、副尺固定大扇形板上,直尺、直角尺通过支架与主尺组合,可以测量 $0^\circ \sim 320^\circ$ 的任何角度。

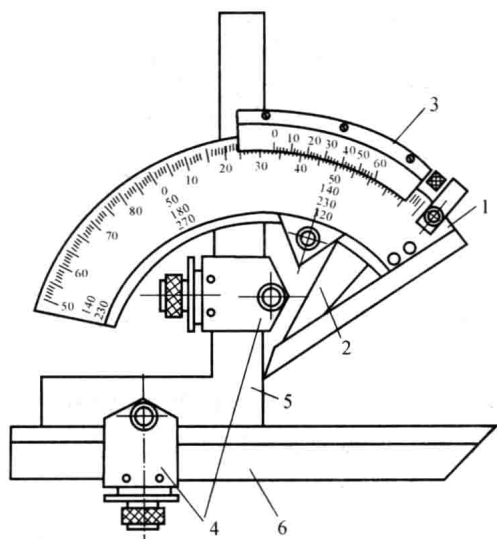


图 1-14 万能游标量角器的结构

2. 万能游标量角器(测量精度 $2'$)的刻线原理

主尺刻线每格为 1° , 副尺刻线是将主尺上 29° 所占的弧长等分为 30 格, 每格所对应的角度为 $29^\circ/30$ 。因此副尺 1 格与主尺相差: $1^\circ - 29^\circ/30 = 1^\circ/30 = 60'/30 = 2'$, 即测量精度为 $2'$ 。

3. 万能游标量角器的读数方法

万能游标量角器的读法与游标卡尺相似, 先从主尺上读出副尺零线前面的整度数, 再从副尺上读出角度的“分”数值, 然后将两者相加得出的数值就是被测体的角度数值。

4. 万能游标量角器的使用注意事项

(1) 用前要认真检查量具, 要求量具刻线清晰, 不得有碰伤。各部分相互移动装卸应灵活、平稳、可靠。

(2) 用后要及时保养, 用干净的纱布仔细擦拭干净, 保持清洁, 并涂防护油后放入专用盒内。

2.6 塞尺

塞尺用于测量间隙尺寸。在检验被测尺寸是否合格时, 可以用通过法判断, 也可由检验者根据塞尺与被测表面配合的松紧程度来判断。塞尺一般用不锈钢制造, 最薄的为 0.02mm , 最厚的为 3mm 。自 $0.02\sim 0.1\text{mm}$ 间, 各钢片厚度级差为 0.01mm ; 自 $0.1\sim 1\text{mm}$ 间, 各钢片的厚度级差一般为 0.05mm ; 自 1mm 以上, 钢片的厚度级差为 1mm , 如图 1-15 所示。除了公制的塞尺以外, 也有英制的塞尺。

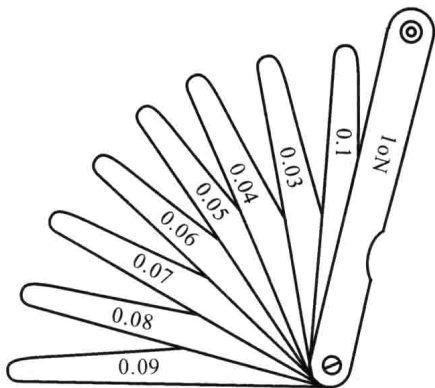


图 1-15 塞尺

2.7 量规

用游标卡尺或千分尺检验零件, 使用不方便, 效率低, 对大批量生产是不适宜的, 在这种情况下, 使用量规就比较方便。

常用量规可分为测量外径的卡规和测量内径的塞规, 如图 1-16 所示。

卡规和塞规都有通端和止端。卡规的通端尺寸是轴颈的最大极限尺寸, 止端尺寸是轴颈的最小极限尺寸。塞规的通端是孔径的最小极限尺寸, 止端是孔径的最大极限尺寸。测量时, 通端能通过, 止端不能通过, 说明工件尺寸在最大、最小极限尺寸内, 即在允许的公差范围内, 是合格的, 否则就不合格。

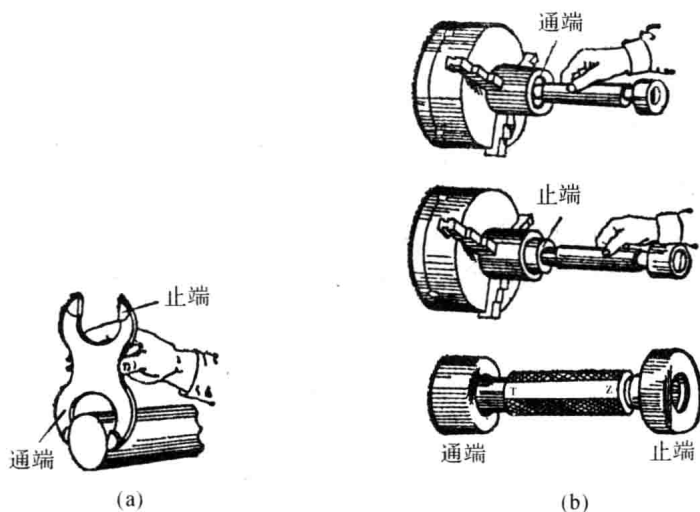


图 1-16 卡规和塞规

(a) 卡规; (b) 塞规

2.8 量具保养

量具保养直接影响量具的测量精度和使用寿命,量具保养须做到:

- (1)使用前擦拭干净。
- (2)不能用精密量具测量毛坯。
- (3)测量时不能用力过大,不能测量温度高的工件。
- (4)不能将量具当工具使用,不能乱扔乱放。
- (5)不能用脏油涂洗量具。
- (6)量具使用后,应放入专用的量具盒内。

三、金工基础知识

金属切削过程是通过切削运动,刀具从工件表面切除多余金属层,加工出合格的工件的过程。掌握金属切削基础知识,可以有效控制切削过程,充分发挥机床、刀具的效能,保证加工精度和表面质量,提高劳动生产率,降低生产成本,促进切削加工技术的发展。

3.1 切削运动

车削是在机床上利用工件的旋转运动和刀具的直线运动(或曲线运动)来改变毛坯的形状和尺寸,将毛坯加工成符合图样的工件。车削运动可分为主运动和进给运动。

(1)主运动指直接切除工件上切削层,使之转变为切屑,从而形成工件新表面的运动。车削时,工件的旋转运动是主运动。通常主运动消耗的切削功率较大。

(2)进给运动指被切金属层不断地投入切削的运动。进给运动可以是连续运动,也可以是间歇运动,卧式车床上的车刀进给运动是连续运动。