

■21世纪高职高专实训系列教材

金工

JINGONG SHIXUN

实训

谭大庆◎主编

21 世纪高职高专实训系列教材

金工实训

主 审：蒋华山

主 编：谭大庆

副主编：彭 江 杨健伟 叶京川

参 编：黄春燕 陈菊华 赵 钰

陈沛富

图书在版编目(CIP)数据

金工实训/谭大庆主编. —重庆:重庆出版社,2008.8
ISBN 978-7-5366-9776-8


I. 金… II. 谭… III. 金属加工—实习 IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 069984 号

金工实训 JINGONG SHIXUN

谭大庆 主编

出版人:罗小卫
责任编辑:李支军 简倩
封面设计:李妮
版式设计:范昭浩

 重庆出版集团 出版
重庆出版社

重庆市长江二路 205 号 邮政编码:400016 <http://www.cqph.com>

重庆华林印务有限公司印刷

重庆市天下图书有限责任公司发行

重庆市渝中区双钢路 3 号科协大厦 14 楼

邮政编码:400013 电话:(023)63659849

全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:9 字数:130千字

版次:2008年8月第1版 印次:2008年8月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-5366-9776-8

定价:18.00元

如有印装质量问题,请向重庆市天下图书有限责任公司调换;023-63658950

版权所有,侵权必究

前言

金工实训的课程性质：金工实训是一门实践性很强的技术基础课程，是学生学习机械制造系列课程必不可少的先修课程，也是掌握机械制造生产过程的概念、获得机械制造基本知识的奠基课程。金工实训强调以实践教学为主，学生应进行独立的实践操作，在学习过程中将基本工艺理论、工艺知识与工艺实践有机地结合起来。

金工实训的主要内容：金工实训一般可以分为热加工和机械冷加工两部分，热加工主要包含了材料的热处理、铸造、锻压、焊接等，机械冷加工主要以车、钳、铣、刨、磨的金属切削加工方式为主。本书主要介绍的是机械冷加工中的车、钳、铣、磨的加工操作方法。

金工实训的学习方法：金工实训是一门技能型的知识，需要经过大量的练习，认真地总结才能形成专业的操作技能。而练习也不是机械地重复，应该是有目的、有步骤、有指导地进行。

①要有明确的目的要求。教学实习的每一种练习，都要有明确的、特定的目的要求。

②掌握正确的练习方法。必须认真地听取练习的方法和有关的操作基本知识，同时认真地领会教师的讲解和示范操作。

③在练习中遇到问题应及时地寻求指导并认真领会。

金工实训安全与文明生产:金工实训中,由于学生要进行实际操作练习,因此应该特别强调安全与文明生产的问题。

①安全技术要求。工作时应穿工作服,女生应戴工作帽并将头发塞入帽内;工作时戴好护目眼镜,以防铁屑溅入眼中;工作时必须集中精力,不允许疲劳操作或同时做与工作无关的事;必须严格遵守机床的操作规程;工具、工件应规范摆放,以防止砸伤;搞好工作场地的清洁整齐。

②机床的保养。使用机床前应认真阅读机床使用说明书或在专业教师的指导下进行;工作前做好必需的机床润滑保养,并空运转检查机床工作是否正常;选择合适的加工参数,不允许超机床负荷使用;工作结束后做好机床清洁保养,并做到人走机停。

③学生实习守则。明确学习目的,端正态度;遵章守纪,不迟到、不早退、不旷课;尊敬师长,服从指导,团结互助,完成实习和生产任务;认真听讲,刻苦钻研,细心观察示范操作;遵守安全操作规程,搞好安全文明生产;爱护公物,维护设备,注意节约、节能。

目 录

第 1 章 量具	1
1.1 计量单位	1
1.2 常用量具的使用方法	1
1.2.1 游标卡尺	1
1.2.2 千分尺	3
1.2.3 百分表	5
1.2.4 光滑极限量规	5
1.2.5 万能角度尺	7
1.2.6 塞尺	8
1.2.7 水平仪	9
1.2.8 检验平尺	9
第 2 章 钳工	11
2.1 钳工概述	11
2.1.1 钳工的分类	11
2.1.2 钳工常用工装	11
2.2 普通钳工的基本技能	14
2.2.1 划 线	14
2.2.2 錾削	18
2.2.3 锯割	22
2.2.4 锉削	24
2.2.5 刮削	30
2.2.6 攻螺纹与套螺纹	33
2.2.7 综合作业	36

第 3 章 车削	38
3.1 车削概述	38
3.1.1 车床分类、结构及代号	38
3.1.2 车削刀具及刃磨	41
3.1.3 切削液的使用	47
3.1.4 卧式车床操作规程	48
3.2 车加工工艺	49
3.2.1 零件加工定位基准的选择	49
3.2.2 工件安装及所用附件	50
3.2.3 加工参数的选择	55
3.3 车削加工基本类型	57
3.3.1 外圆、平面和锥面的加工	57
3.3.2 切槽和切断	59
3.3.3 镗孔	59
3.3.4 车削螺纹	60
3.3.5 车工操作实例	62
3.4 练习题	65
第 4 章 铣削	67
4.1 铣削概述	67
4.1.1 铣床及分类	67
4.1.2 铣刀	72
4.1.3 铣床夹具及工件安装	74
4.2 铣削加工工艺	77
4.2.1 铣削方式	77
4.2.2 铣削用量的选取	80
4.2.3 铣削操作	81
4.3 铣削的基本加工类型	82
4.3.1 平面的铣削	82
4.3.2 铣削台阶、直角沟槽和键槽	86
4.3.3 特形沟槽的铣削	91
4.3.4 钻孔、铰孔、镗孔	92
4.3.5 其他铣削加工方法简介	95
4.4 练习题	96

第 5 章 磨削	99
5.1 磨削概述	99
5.1.1 磨床的分类及型号	99
5.1.2 磨床的润滑及保养	105
5.2 磨削加工工艺	106
5.2.1 砂轮	106
5.2.2 磨削用量的选取	111
5.3 磨削的基本加工类型	121
5.3.1 平面磨削	121
5.3.2 外圆磨削	125
5.3.3 内圆磨削	130
5.3.4 成型面磨削	132
5.4 练习题	133
后 记	135
参考文献	136

第 1 章

量 具

量具是测量零件的尺寸、角度等所用的工具。本章所讲的量具是直接或间接表示出量值的计量用具,如钢直尺、游标卡尺、千分尺、百分表、水平仪等。

1.1 计量单位

目前,我国采用的长度单位制为国际单位制。《中华人民共和国法定计量单位》明确规定:米制为我国的基本计量制度,在长度计量中主单位为米(m)、厘米(cm)、毫米(mm)和微米(μm)等。在机械加工中,实际应用的长度单位以毫米为基本单位。

在实际工作中,有时还用到英制尺寸,英制尺寸的名称和进位方法如下:

1 英尺=12 英寸;1 英寸=8 英分;1 英寸=1 000 英丝;1 英寸=25.4 mm;

在测知英制尺寸以后,只需将这个尺寸的英寸值乘以 25.4 mm,即可化为米制尺寸。

1.2 常用量具的使用方法

1.2.1 游标卡尺

游标卡尺是测量工件时被广泛使用的量具。其式样较多,如图 1-1、图 1-2 所示,图 1-1 所示是常见的三用游标卡尺,可用来测量外表面、内表面和深度的尺寸。按读数的精确度,游

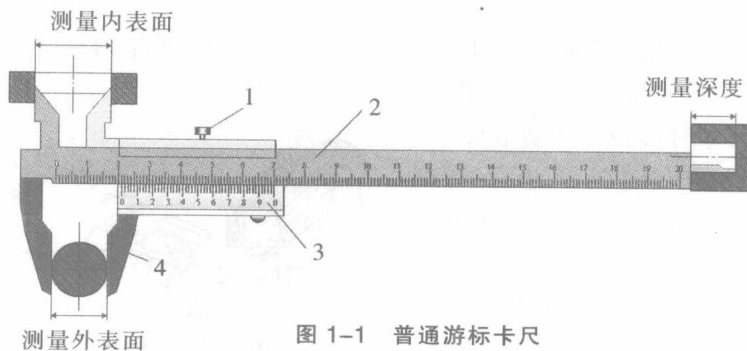


图 1-1 普通游标卡尺

1. 制动螺钉 2. 尺身 3. 游标 4. 量爪

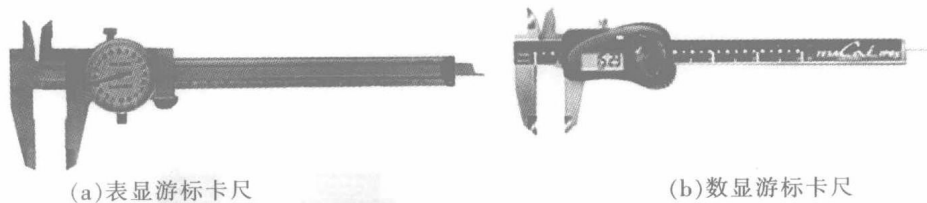


图 1-2 带表游标卡尺

标卡尺可分为 $1/10$ 、 $1/20$ 与 $1/50$ 三种,其读数精确度分别为 0.1 mm 、 0.05 mm 和 0.02 mm 。

1. 游标卡尺刻线原理

现以 $1/50$ 的游标卡尺为例,介绍游标卡尺刻线原理。如图 1-3(a)所示,当两量爪贴合时,尺身与游标的零线对齐,尺身每一小格为 1 mm 。取尺身 49 mm 长度在游标上等分为 50 格,则游标每一小格为 $49/50\text{ mm}$ (0.98 mm)。尺身与游标每格之差为: $1\text{ mm}-0.98\text{ mm}=0.02\text{ mm}$ 。

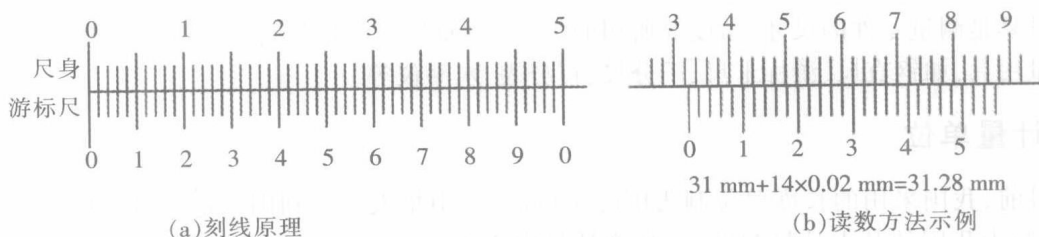


图 1-3 0.02 mm 游标卡尺的刻线原理和读数方法

2. 游标卡尺的读数

游标卡尺的读数方法参见图 1-3(b),共分为三个步骤:

- (1)读整数。读出游标零线以左的主尺上最大整数(毫米数),图中为 31 mm 。
- (2)读小数。根据游标零线以右,且与主尺上刻线对准的刻线数,然后再乘以 0.02 读出小数,图中为 $14\text{ 格}\times 0.02\text{ mm}=0.28\text{ mm}$ 。
- (3)将整数与小数相加,即为总尺寸。图 1-3(b)中的总尺寸为 $31\text{ mm}+0.28\text{ mm}=31.28\text{ mm}$ 。

3. 游标卡尺的使用方法

(1)首先将两量爪测量面接触,检查零线是否对齐,零线不能对齐的应避免使用或对游标卡尺进行校核。

(2)测量外部尺寸时,应先把量爪张开得比被测尺寸稍大,测量内径时,应把量爪张开得比被测尺寸小些,然后使量爪轻轻接触被测表面。测量内尺寸时可轻轻摆动卡尺,以便找出最大值,如图 1-4 所示,但不要使劲转动卡尺。同时注意不要歪斜,以防产生更大的测量误差。

(3)测量时,量爪对被测表面不要卡得太紧或太松。

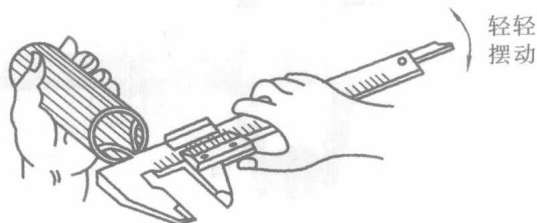


图 1-4 游标卡尺的测量方法

(4) 游标卡尺测量方法如图 1-5 所示。

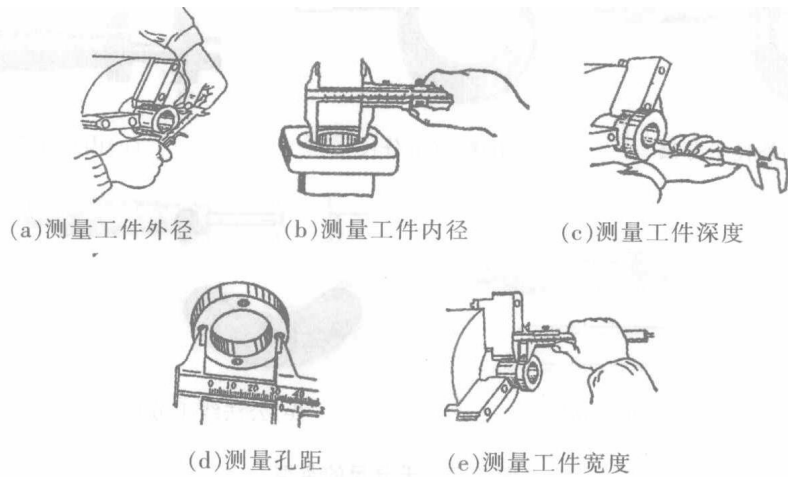


图 1-5 游标卡尺的正确使用

(5) 未经加工的毛面最好不要使用卡尺测量, 以免损伤量爪的测量面而降低卡尺测量的精确度。

4. 游标深度尺和游标高度尺

图 1-6 所示的是专用于测量深度和高度的游标深度尺和游标高度尺。游标高度尺除测量高度外, 还可作精密划线用。游标深度尺和游标高度尺的读数方法与游标卡尺相似。

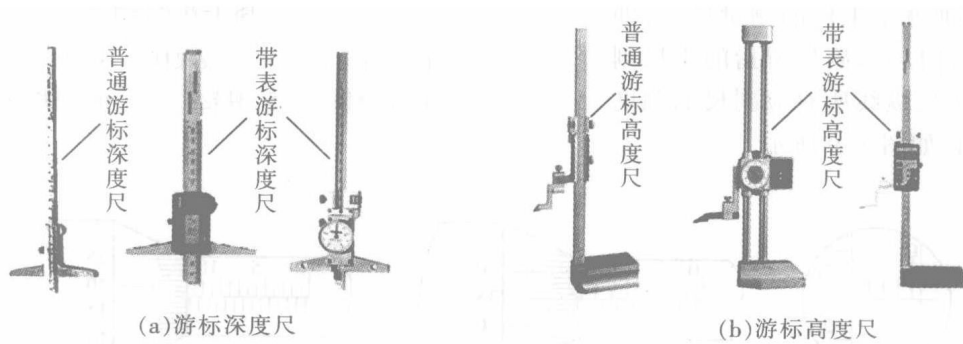


图 1-6 游标深度尺和游标高度尺

1.2.2 千分尺

千分尺是精密的量具, 其测量的精确度为 0.01 mm , 可分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺, 如图 1-7 所示。外径千分尺按测量尺寸的范围有 $0\sim 25\text{ mm}$ 、 $25\sim 50\text{ mm}$ 、 $50\sim 75\text{ mm}$ 、 $75\sim 100\text{ mm}$ 等规格。其中外径千分尺使用得最为普遍。

千分尺(图 1-8)的测微螺杆与微分筒连在一起, 当转动微分筒时测微螺杆即可向左或向右移动。测微螺杆与砧座之间的距离, 即为零件的外圆直径或长度尺寸。

1. 外径千分尺的读数方法

(1) 固定套筒的纵线上、下方刻线值每格 1 mm , 但错开 0.5 mm , 可读得毫米整数和半毫米数。

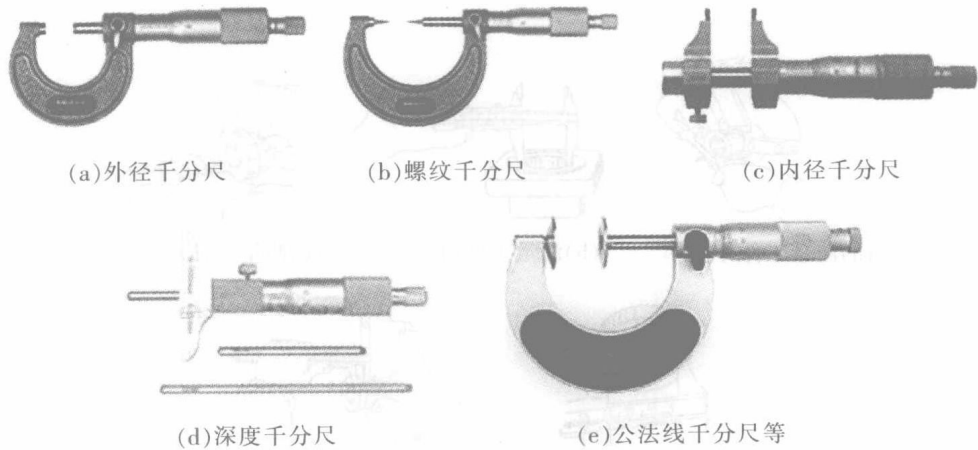


图 1-7 千分尺的类型

(2)微分筒左端圆周上分 50 格, 刻度值每格为 0.01 mm。与固定套筒纵线对准的刻线即为小数值, 如纵线在两格之间还可近似估计到微米(μm)值。

(3)将固定套筒读数与微分筒读数相加就是工件的测量尺寸, 即被测工件尺寸=副尺所指的主尺刻度值+主尺纵线所对应副尺的刻度值 $\times 0.01$, 如图 1-9 所示。

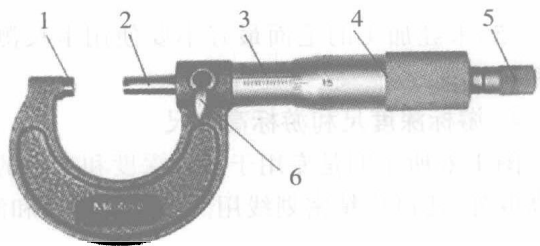


图 1-8 外径千分尺

- | | | |
|--------|---------|---------|
| 1. 砧座 | 2. 测微螺杆 | 3. 固定套筒 |
| 4. 微分筒 | 5. 棘轮 | 6. 锁紧钮 |

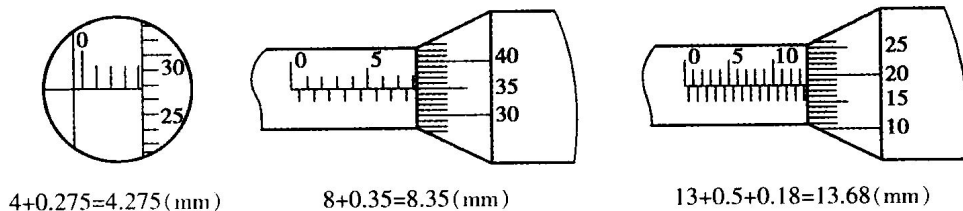


图 1-9 外径千分尺的读数方法

2. 外径千分尺的使用方法

- (1)千分尺测量面必须保持干净, 使用前需经复验零位。
- (2)测量时, 先转动微分筒, 当测量面接近工件时, 改用转动测力装置, 直到棘轮发出“咔咔”声为止。不能直接转动微分筒来测量, 这样会产生测量误差。
- (3)从千分尺上读取数据可在量具未取下前进行, 也可以用锁紧钮锁紧后取下量具来读数。
- (4)不能用于测量毛坯面。

3. 其他显数形式千分尺

和游标卡尺一样,千分尺也有多种显数形式。如图 1-10 所示。

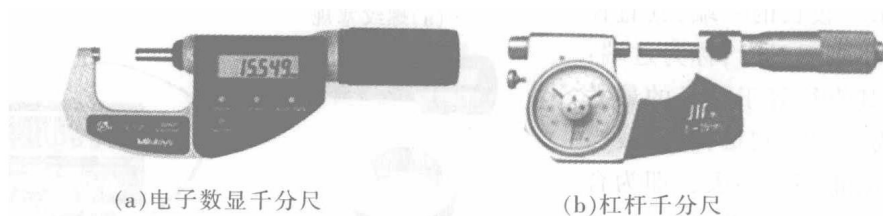


图 1-10 显数结构千分尺

1.2.3 百分表

百分表如图 1-11 所示,它可用来精确测量工件圆度、圆跳动、平面度和直线度等形位误差,其分度值为 0.01 mm 。测量时需配有表夹和表座,如图 1-12 所示。



图 1-11 百分表

1. 短指针 2. 测量杆 3 大指针

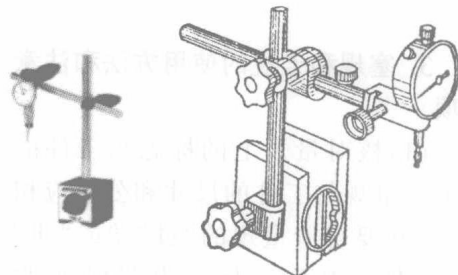


图 1-12 百分表的安装及使用

1. 百分表的使用方法和注意事项

(1)使用前将量表装夹在合适的表夹和表座上,用手指向上轻抬测头,然后让它自由落下,没有任何轧卡现象,重复几次,此时长指针不应产生位移,即指针能回到原来的刻度位置。

(2)测平面时,测量杆要和被测面垂直;测圆柱体工件时,测量杆中心必须通过工件的中心。否则将使测量杆活动不灵或测量结果不准确。

(3)测量时先将测量杆轻轻提起,把表架或工件移到测量位置后,缓慢放下测量杆,使之与被测面接触,不可强制把测量头推上被测面。然后转动刻度盘使其零位对正长指针,此时要多次重复提起测量杆,观察长指针是否都在零位上,在不产生位移情况下才能读数。

(4)测量时,不要使测量杆的行程超过它的测量范围,不要让表头突然撞到工件上,也不要使用百分表测量表面粗糙或表面凹凸不平的工件。

(5)百分表不用时,应使测量杆处于自由状态。

2. 百分表的读数方法

长指针每转一格为 0.01 mm ,短指针每转动一格为 1 mm ,把长、短指针读数相加即为测量读数。

1.2.4 光滑极限量规

光滑极限量规分塞规(如图 1-13 所示)与卡规(又称卡板,如图 1-15 所示)两种,是用于测量成批生产工件的一种专用量具,操作方便,测量准确。

1. 塞规

塞规是用来测量孔径和槽宽的，如图 1-13 所示。较长的一端，其直径等于孔径的最小极限尺寸，称为过端；较短的一端，其直径等于孔径的最大极限尺寸，称为止端。测量孔径时，当过端能进去，而止端进不去，即为合格。测量方法如图 1-14 所示。

2. 卡规

卡规是用来测量轴径或厚度的。一端为过端，其宽度等于最大极限尺寸，另一端为止端，其宽度等于最小极限尺寸。测量轴径时，当过端能通过，止端通不过，即为合格。如图 1-16 所示。

3. 塞规和卡规的使用方法和注意事项

(1) 核对量规上的标志与工件的图纸。量规与工件的尺寸和公差应符合，并要辨清量规的“过”端或“止”端。在使用中不要混淆工作量规、验收量规和校对量规。使用前一定要检测量规的精确度。

(2) 检查量规是否有影响使用准确度的外观缺陷，若测量面有碰伤、锈蚀和划痕时，可用天然油石打磨。

(3) 擦拭量规时必须用清洁的棉纱或软布，工件上的毛刺、异物等要清除干净。

(4) 使用量规时，要轻拿轻放。检验时用力不能过大，不能硬塞、硬卡和任意转动，防止划伤量规和工件表面。

(5) 检验时，量规的轴线应与被检验工件的轴线重合，不要歪斜。

(6) 被检验工件与量规温度一致时，方可使用量规。否则测量结果不可靠，甚至发生塞规与工件过盈配合的现象。

(7) 塞规过端要在孔的整个长度上检测，塞规止端要尽可能在孔的两端进行检测。检验卡规“过”端和“止”端应沿被测轴的轴向方向和径向方向，应在多个位置上

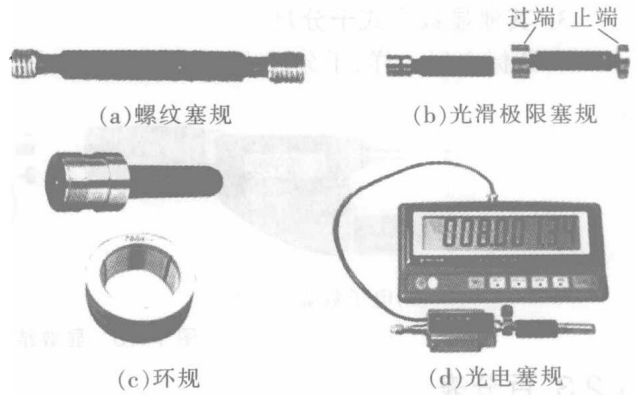


图 1-13 塞规的类型



图 1-14 塞规及其使用方法

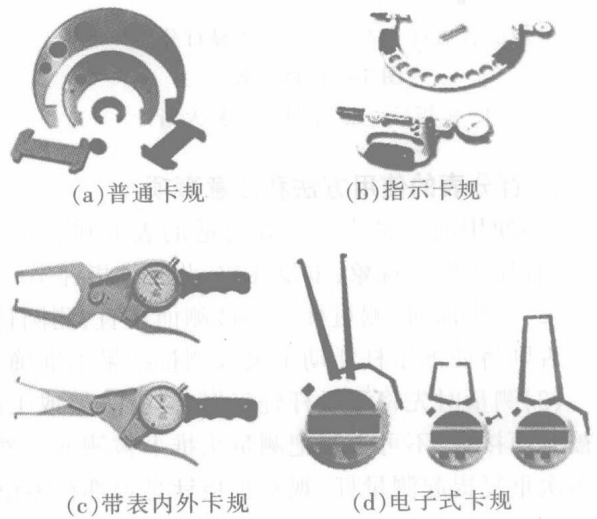


图 1-15 卡规的类型

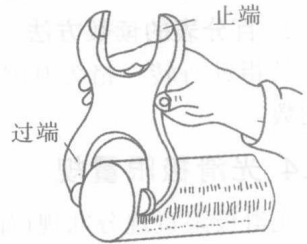


图 1-16 卡规及其使用方法

同时进行。

(8)要定期对量规进行鉴定,以保证量规的精确度。

1.2.5 万能角度尺

1. 万能角度尺的结构

万能角度尺是测量角度的计量器具,在机械加工中应用得比较广泛。

万能角度尺如图 1-17 所示。主尺上刻有 90 个分度和 30 个辅助分度,相邻两刻线之间的夹角是 1° ,主尺右端为基尺,主尺的背面沿圆周方向装有齿条,小齿轮与主尺背面的齿条啮合。这样可使主尺在扇形板的圆弧面和制动器的圆弧面间微动,也可不用微动装置,主尺也能沿扇形板圆弧面和制动器圆弧面间移动。扇形板上装有游标,用卡规可把直尺或直角尺固定在扇形板上,也可以把直尺固定在直角尺上,用来测量不同的角度。它可以测量 $0^\circ\sim 320^\circ$ 范围内的任何角度。

2. 万能角度尺的使用方法和注意事项

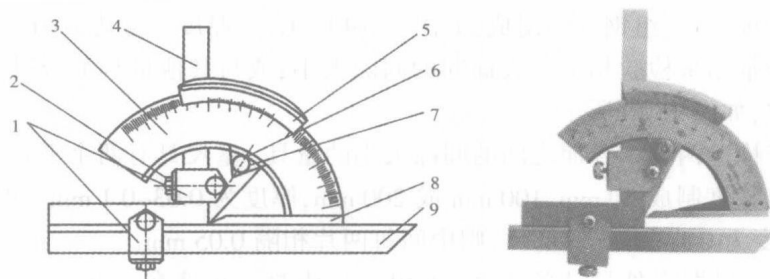


图 1-17 万能角度尺

1. 卡块 2. 紧固螺钉 3. 主尺 4. 直角尺 5. 游标
6. 制动器紧固螺钉 7. 制动器 8. 基尺 9. 直尺

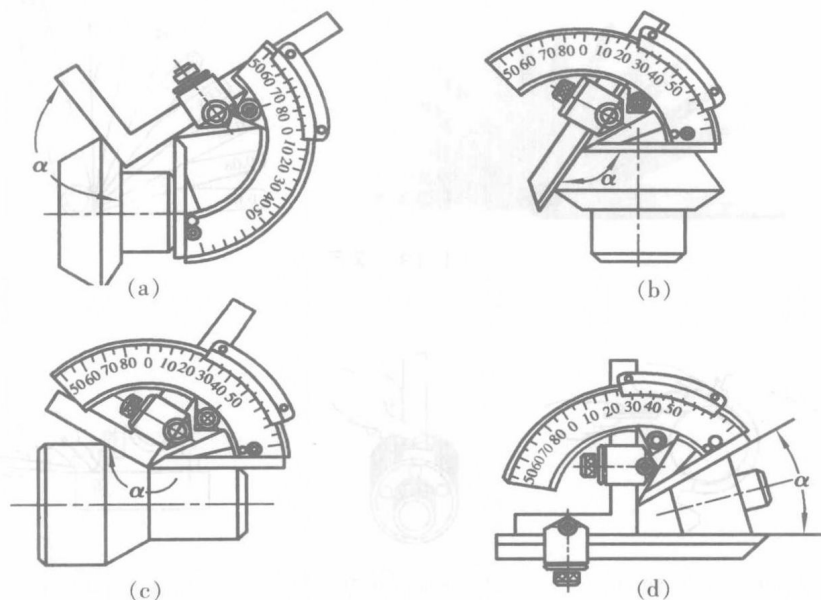


图 1-18 万能角度尺的使用方法

(1) 万能角度尺的使用方法

- ① 万能角度尺能测量 $0^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 的角度,如图 1-17 所示。
- ② 利用卡块将直尺装在直角尺上可以测量 $0^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。如图 1-18(d)所示。
- ③ 卸下直角尺,换上直尺即可测量 $50^{\circ}\sim 140^{\circ}$,如图 1-18(b)所示。
- ④ 取下直尺及卡块即可测量 $140^{\circ}\sim 230^{\circ}$,如图 1-18(a)、图 1-18(c)所示。
- ⑤ 将直角尺、直尺、卡块都拆下即可测量 $230^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 。

(2) 使用万能角度尺的注意事项

- ① 检查外观。万能角度尺不应有碰伤,刻线应清晰等。
- ② 检查各部分相互作用。如直尺、直角尺装卸应顺利,制动器和卡块作用在任何位置时均应可靠,微动装置有效,扇形板与主尺相对移动时应灵活、平稳。
- ③ 检查零位正确性。装上直角尺、直尺后,使直尺、基尺测量面均匀接触,游标零刻线与主尺刻线以及游标尾刻线与主尺的相应刻线重合度不大于分度值的一半。

1.2.6 塞尺

塞尺又称塞规,由一组钢薄片组成,如图 1-19 所示,其厚度一般为 $0.01\sim 0.3\text{ mm}$ 。塞尺在修理安装工作中常用来检验相配合表面间的间隙大小;或与其他量具配合,检验工件相关表面间的位置误差,如图 1-20 所示。

塞尺是用于检验两个结合面之间的间隙大小的量具。塞尺具有两个平行的测量平面,如图 1-20 所示,其长度制成 50 mm 、 100 mm 或 200 mm ,厚度为 $0.03\sim 0.1\text{ mm}$ 。中间每两片相隔 0.01 mm 。如厚度为 $0.1\sim 1\text{ mm}$ 的塞尺,则中间每两片相隔 0.05 mm 。

使用塞尺时,根据零件尺寸的需要,可用一片或数片重叠在一起插入间隙内。塞尺也是一种极限量规,例如用 0.05 mm 一片能插入,而 0.06 mm 一片不能插入,即表示间隙在 $0.05\sim 0.06\text{ mm}$ 之间。

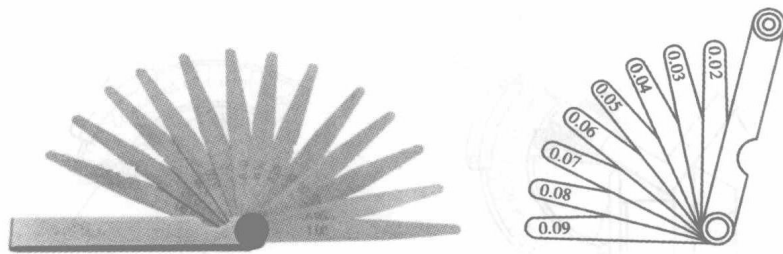


图 1-19 塞尺



图 1-20 塞尺的使用

1.2.7 水平仪

水平仪是用于检验平面对水平或垂直位置偏差的仪器,如检验工件平面的平面度及机床导轨的直线度等。安装机器时常使用水平仪来检测机床是否水平。

常用的普通水平仪有长方形和正方形两种,如图 1-21 所示,它由框架和弧形玻璃管组成。框架的测量面上制有 V 形槽,以便安置在圆柱形的表面上。玻璃管的表面有刻线,内装乙醚或酒精,但不装满,留有一气泡,这气泡永远停留在玻璃管内的最高点。如被测面处在水平或垂直位置时,水平仪气泡就处于玻璃管的中央位置。若被测平面是倾斜的,气泡就向左或右移动,气泡移动到的那一边就说明该边较高。根据移动距离,即可测知该平面的平面度或垂直度。

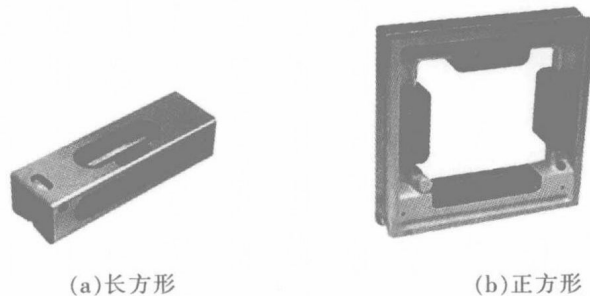


图 1-21 水平仪

水平仪的精度是以气泡偏移 1 格底面所倾斜的角度,或者以气泡偏移 1 格底面倾斜在 1 m 内的高度差 h 表示。在使用过程中应将气泡调整到水平仪中间,这样就可将该线调平。

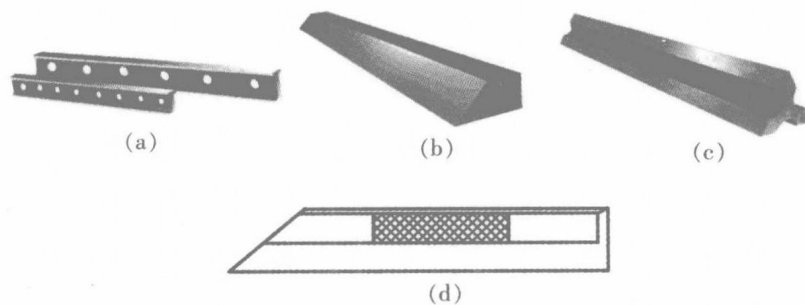
1.2.8 检验平尺

检验平尺是用漏光法和痕迹法来检验平面是否平直的一种量具。

检验平尺较精确,并有圆弧半径为 0.1~0.2 mm 的棱边(称为刀口)。

根据形状不同,平尺有平行平尺,如图 1-22(a)所示;角度平尺,如图 1-22(b)所示;三棱形检验平尺,如图 1-22(c)所示;刀口形检验平尺,如图 1-22(d)所示等。

检验时,将检验平尺的工作面紧靠被测表面,然后观察被测表面与平尺之间的漏光情况,如图 1-23 所示,即能判断被测表面是否平直。检测用光源必须明亮。



(a)平行平尺 (b)角度平尺 (c)三棱形平尺 (d)刀口形平尺

图 1-22 检验平尺