

XIGONG
SHIXUNKETIZHIDAO

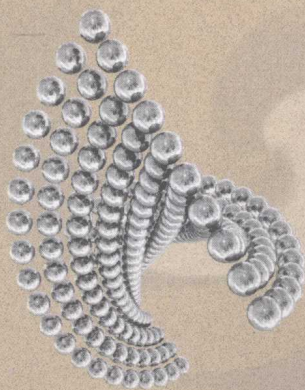
职业技能实训系列教材

主审 车 勇

铣工

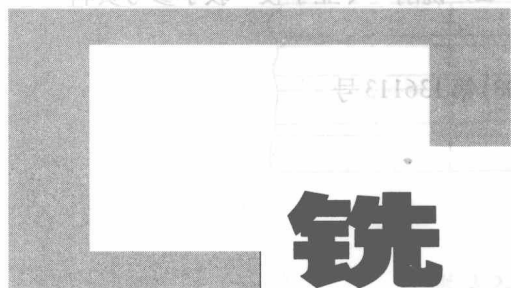
实训课题指导

● 主编 杨安东 李银彩



西北大学出版社

职业技能实训系列教材



铣

工

实训课题指导

主 审 / 车 勇

主 编 / 杨安东 李银彩

副主编 / 孙文堂 许宝林 杨毅巍

参 编 / 王 刚 刘瑾来 贾 靖 李延旭

李志劳 祖 立 王 斌

主 编 杨安东 李银彩

职业技能实训系列教材

地址 西安市太白北路255号

出版发行 西北工业大学出版社

邮政编码 710099

书 号 025 - 88303045

印 刷 西安正华印务有限公司

登 记 西安正华印务有限公司

第一次印刷 2008年9月第1版

第一次印刷 2008年9月第1版

印 张 14.75

开 本 787毫米×1092毫米 1/16

印 数 1-5000

字 数 340千字

25.00元



西北大学出版社

NORTHWEST UNIVERSITY PRESS

书 号

ISBN 978-7-5612-2337-2

图书在版编目(CIP)数据

铣工实训课题指导 / 杨安东, 李银彩主编. — 西安: 西北大学出版社, 2008.9

ISBN 978-7-5604-2537-5

I. 铣... II. ①杨...②李... III. 铣削-专业学校-教学参考资料
IV. TG54

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第136113号

铣工实训课题指导

主 编 杨安东 李银彩

出版发行 西北大学出版社
电 话 029-88303042

社 址 西安市太白北路229号
邮政编码 710069

经 销 新华书店

印 刷 西安正华印刷科技有限公司

版 次 2008年9月第1版
开 本 787毫米×1092毫米 1/16
字 数 340千字

印 次 2008年9月第1次印刷
印 张 14.75
印 数 1—2000

书 号 ISBN 978-7-5604-2537-5

定 价 24.00元

职业技能实训系列教材编审委员会

主 任 白殿魁

副主任 纪志远 宁喜科 王 刚

编 委 范明辉 赵洲平 李宝才 闫广利 胡志强
程雪艳 黄武全 袁 林 宋 涛 郭学业
雷再周 田志让 张宗超 祁克斌 靳晓丽
苏军科 刘 荣 王 萍 王福利

前言

大力发展职业技术教育,推进新型工业化高技能人才培养,为“中国制造”奠定坚实的人才基础,已经成为创新发展职业技术教育面临的迫切任务。本着服务教学、规范实训、强化技能、提升水平的原则,宝鸡市技工培训指导中心组织全市重点技工院校有关专家、优秀教师、学科带头人和企业技术骨干,依据部颁教学大纲,结合多年来职业教育的成效和经验,编写了一套《职业技能实训系列教材》,具体包括《普通车工实训课题指导》《数控加工实训课题指导》《电焊工实训课题指导》《电工电子实训课题指导》《模具钳工实训课题指导》《高级钳工实训课题指导》《铣工实训课题指导》。这也是一次初步尝试,根据需要我们今后将会陆续编写其他专业的实训教材。

《职业技能实训系列教材》注重实用性、系统性和科学性,紧紧围绕职业技能教育教学计划、教学大纲和《国家职业标准》《国家职业技能鉴定标准》,突出实训教学课题特色,贴近学生接受能力,方便自学,对职业院校同类专业实训教学、企业职工培训、社会短期培训及自学自练具有实际指导意义。

教材编写前,中心邀请各院校专家和骨干教师集思广益,提出选题,明确了编写思路和要求。主编提出编写大

纲,经编委会成员反复讨论,并吸取多方意见修改后确定。

在教材规划和编写过程中,得到了宝鸡市劳动和社会保障局以及宝鸡技术学院、陕西国防工业技术学院、陕西建光技工学校、陕西烽火技工学校、陕汽集团技工学校、宝钛集团技工学校、陕西省电子工业学校、陕西长岭技工学校、陕西凌云技工学校、陕西宝成技工学校、陕西渭南技工学校、陕西机床厂技工学校、宝鸡铁路技术学院、宝鸡铁路运输高级技工学校等院校领导、专家、教师的大力支持,我们在此表示感谢!

编写一套适合实训教学使用的教材,既是现实的需要,也是我们多年来的心愿。这次尝试虽然尽了全力,但由于水平所限,书中难免遗漏和差错,恳请读者不吝赐教,以便再版时修改完善。

宝鸡市技工培训指导中心

2008.06

绪 论	/1
第一章 铣工基础及操作	/3
课题一 铣工常用工具	/3
课题二 铣工常用量具	/6
课题三 铣床简介及操作	/11
课题四 铣刀的装卸	/17
课题五 工件的装卸	/22
第二章 平面和连接面的铣削	/26
课题一 平面的铣削	/26
课题二 长方体铣削	/33
课题三 斜面的铣削	/38
第三章 阶台、直角槽的铣削	/45
课题一 阶台的铣削	/45
课题二 直角槽的铣削	/51
课题三 轴上键槽的铣削	/57
第四章 特形槽的铣削	/68
课题一 V形槽的铣削	/68
课题二 T形槽的铣削	/73
课题三 燕尾槽的铣削	/76
第五章 分度方法	/81
课题一 万能分度头和回转工作台	/81
课题二 用万能分度头分度	/88
第六章 花键轴和离合器的铣削	/98
课题一 花键轴的铣削	/98
课题二 直齿离合器的铣削	/106
课题三 等边尖齿形离合器的铣削	/111

课题四	锯齿形离合器的铣削	/114
课题五	梯形齿离合器的铣削	/117
第七章	一般特形面和球面的铣削	/121
课题一	铣曲面	/121
课题二	在回转台上铣曲线	/124
课题三	专用铣刀铣凹凸圆弧	/128
课题四	球面的铣削	/130
第八章	铣床上钻孔、镗孔、铰孔	/137
课题一	铣床上钻孔	/137
课题二	铣床上镗孔	/143
课题三	在铣床上铰孔	/148
第九章	螺旋槽和凸轮的铣削	/153
课题一	圆柱螺旋槽的铣削	/153
课题二	圆柱凸轮的铣削	/156
课题三	等速圆盘凸轮的铣削	/159
第十章	圆柱齿轮和齿条的铣削	/164
课题一	直齿圆柱齿轮的铣削	/164
课题二	斜齿圆柱齿轮的铣削	/171
课题三	直齿条的铣削	/176
课题四	直齿圆锥齿轮的铣削	/180
第十一章	刀具齿槽的铣削	/189
课题一	圆柱刀具直齿槽的铣削	/189
课题二	铣圆面螺旋齿刀具齿槽	/193
第十二章	技能操作训练题	/204
中级工技能训练题		/204
附录 1	铣床的维护保养	/222
附录 2	铣床的调整	/225

绪 论

铣工加工是指在铣床上用各种不同的夹具和铣刀对形状复杂的工件进行铣削，并使加工的工件达到图纸要求的尺寸、位置、形状精度和表面质量技术要求。

一、教学任务与要求

通过铣工实习学习，学生应熟练掌握铣工基本操作技能；正确使用工具、夹具、刀具、量具；正确使用、调整 and 保养机床、量具、刀具；培养操作规范、安全文明的良好习惯；学习先进的工艺操作方法，不断创新，增强节约意识和良好的职业道德；并具有中级铣工专业等级水平和相应资格证书。

二、铣削加工的教学内容

铣工加工的特点是旋转的铣刀切削为主运动，工件随工作台或铣刀为进给运动进行切削加工。由于刀具和夹具多，所以能完成平面、台阶、沟槽、角度、镗孔、内外曲面、齿轮、离合器、各种特形面和螺旋线类等工件（图 0-1）。

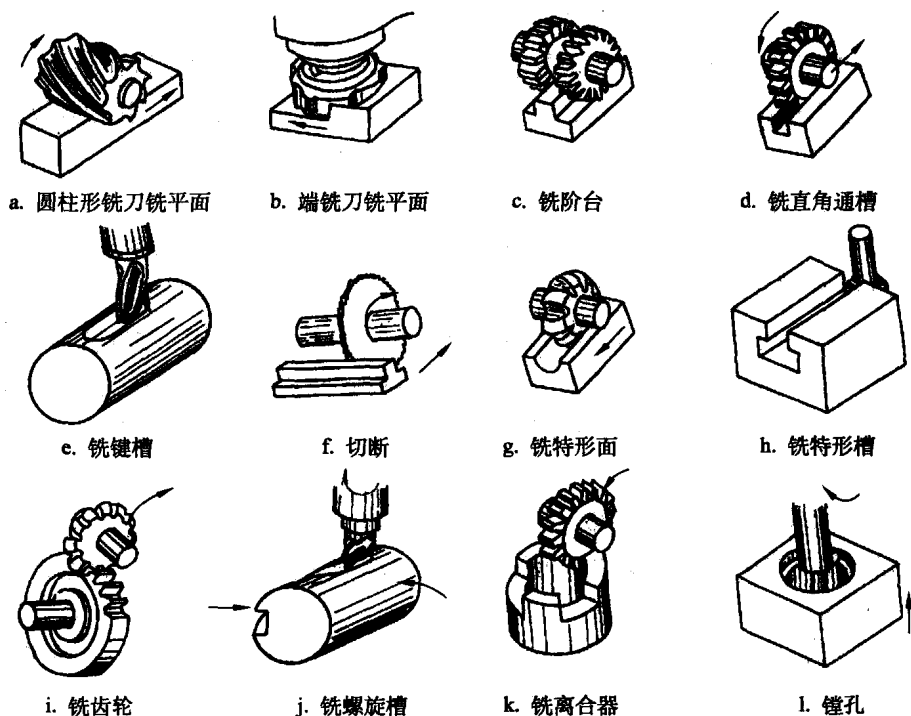


图 0-1 铣削的基本内容

三、安全操作规则

1. 安全守则

- (1) 工作时应穿工作服, 系好袖口和衣领; 女同学戴工作帽, 长发塞入工作帽内。
- (2) 禁止穿背心、短裤、拖鞋和围巾进入实习车间。
- (3) 安全用电, 注意防火, 电气设备出现故障, 立即关闭电源, 报告实习教师, 不得自己处理。
- (4) 严格遵守安全操作规程, 保证人身安全, 防止机床事故。

2. 文明守则

- (1) 严格遵守实习课堂纪律, 听从实习教师安排, 认真听讲, 按次序操作练习。
- (2) 工作场地周围保持清洁整齐, 禁止放置杂物和废料。
- (3) 工具、刀具、量具轻拿轻放, 并正确使用; 量具要定期校验并涂油保养。
- (4) 不准在工作台和导轨面上直接放置毛坯件、锤子和扳手等工具。
- (5) 加工完毕, 应及时清理机床上切屑, 整理工具, 机床涂油保养, 及时关闭电源。
- (6) 工具箱内应分类摆放物件, 整洁、整齐、有序, 以免损坏和丢失。
- (7) 毛坯合理分配, 多次利用, 废品及时回收处理, 养成良好的节约习惯。

3. 安全操作规则

- (1) 实习操作前对所使用的机床作如下检查: ①各手柄位置是否正确; ②手摇各进给手柄, 进给运动和进给方向是否正常; ③各进给方向自动进给停止挡铁是否在限位范围内和紧固; ④检查主轴和进给系统工作是否正常, 使主轴和工作台进给由低速到高速运动; ⑤开动机床使主轴旋转, 检查齿轮是否甩油; ⑥进行完上述工作, 若无异常, 对机床各部注油润滑。
- (2) 不准戴手套操作机床、测量工件、更换刀具、擦拭机床。
- (3) 装卸工件、铣刀以及变换转速和进给量、搭配配换齿轮, 必须在停车时进行。
- (4) 实习操作时, 严禁离开工作岗位, 不准做与操作内容无关的其他事情。
- (5) 工作台自动进给时, 手动进给离合器应脱开, 以防止手柄跟随轴旋转打伤人。
- (6) 不准在两个进给方向同时开动自动进给; 自动进给时, 不准突然变换进给速度。
- (7) 走刀过程中不准测量工件, 不准用手抚摸工件表面; 自动走刀完毕, 应先停止进给, 再停止铣刀旋转。
- (8) 高速铣削或刃磨刀具时应戴防护眼镜。
- (9) 铣削过程中如出现异常现象, 应及时停车检查; 出现事故应立即切断电源, 报告实习教师, 请专业人员处理, 不得乱动。
- (10) 机床不使用时, 各手柄应置于空挡位置, 各向进给紧固手柄应松开, 工作台应处于各向进给的中间位置, 导轨面应适当涂润滑油。

课题一 铣工常用工具

教学目的和要求：①了解铣工常用工具的名称、主要规格和结构特点；②熟练掌握铣工常用工具的使用方法以及使用过程中的注意事项。

在铣床上工作时，装卸工件、刀具、调整机床及附件的过程中都需要使用一定的工具，所以一定要首先深入了解这些工具的名称、特点以及它们的使用方法。

1. 双头扳手

双头扳手用于紧固四方、六方螺母或螺栓，其开口与螺栓头、螺母尺寸相适应，并根据标准尺寸做成一套来使用。常用双头扳手钳口规格有 $5\text{mm} \times 7\text{mm}$ ， $8\text{mm} \times 10\text{mm}$ ， $9\text{mm} \times 11\text{mm}$ ， $12\text{mm} \times 14\text{mm}$ ， $14\text{mm} \times 17\text{mm}$ ， $19\text{mm} \times 22\text{mm}$ 等几种，在使用时，按螺母的对边间距尺寸选择相应尺寸的扳手。紧固螺母时，手握扳手的一端，让扳手另一端的钳口全部伸入螺母的对边，使扳手与螺母的端面基本处于平行，然后用力朝副钳口的方向将螺母旋紧（图 1-1）。

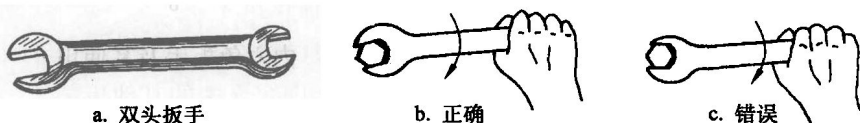


图 1-1 双头扳手及使用方法

2. 活络扳手

活络扳手又叫活扳手，是一种旋紧或拧松六角螺丝钉或螺母的工具（图 1-2）。其规格用扳手体的长度表示，常用的有 3"，4"，6"，8"，10"，12" 等。活络扳手的开口宽度可调节，能在一定范围内变动尺寸。其优点是遇到不规则的螺母或螺栓时更能发挥其作用，故应用较广。使用活络扳手时，应根据螺母的大小选配尺寸合适的扳手。使用时，将扳手柄口调节到与螺母对边贴紧，单手握手柄，手越靠后，扳动起来越省力。扳动时，应使扳手可动部分承受推力，固定部分承受拉力，且用力必须均匀（图 1-2b）。使用活络扳手时，一般不允许将其扳手体部分用加套管等方式接长，以免力臂过大而损坏扳手；另外，也不得把活络扳手当锤子用。

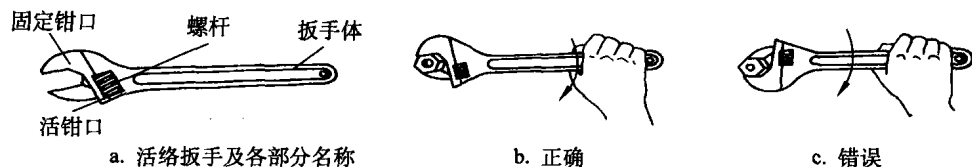


图 1-2 活络扳手及使用方法

3. 整体扳手

钳工使用的整体扳手一般有六角形扳手和梅花扳手等几种(图 1-3),其主要作用是用来紧固六角螺栓或螺母。六角形扳手的使用和活络扳手的使用很相似,使用时按螺母的对边尺寸选择相应尺寸的扳手即可。梅花扳手俗称眼睛扳手,用于拆装六角螺母或螺栓,尤其是拆装位于稍凹处的六角螺母或螺栓时特别方便。其两端是花环式的,其孔壁一般是 12 边形,可将螺栓或螺母头部套住,扭转力矩大,工作可靠,不易滑脱,携带方便,适用于旋转空间狭小的场合。

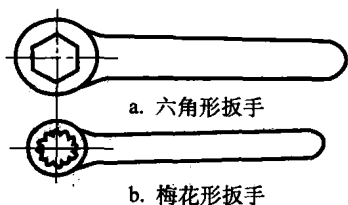


图 1-3 整体扳手

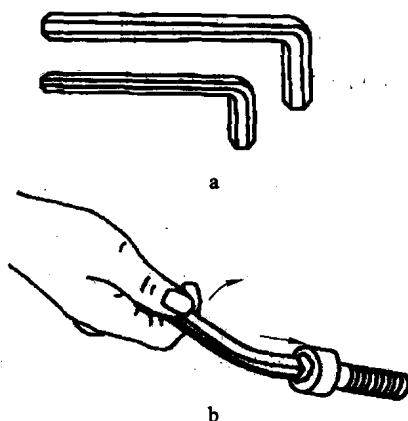


图 1-4 内六角扳手及其使用

4. 内六角扳手

内六角扳手一般用来紧固内六角螺钉(图 1-4),其规格以六角形对边的尺寸表示,常见的有 3, 4, 5, 6, 8, 10mm 等几种。使用时,手握扳手的一端,同时将另一端的头部伸入螺钉的内六角孔中,用力将螺钉旋紧。在旋紧螺钉的同时,要避免扳手从螺钉孔中滑落,伤及手部或损坏螺钉及扳手。

5. 带槽圆螺母扳手

这种扳手用于紧固带槽圆螺母,其规格以所紧固的圆螺母直径来表示。例如,规格为 34 ~ 36mm 的带槽圆螺母扳手用来紧固外径为 34 ~ 36mm 的带槽圆螺母。使用时,首先按照螺母的外径尺寸选择相应的扳手,然后手握扳手的手柄,让扳手的舌部伸入螺母的槽中,使其内圆卡在螺母的外圆上,同时用力将螺母旋紧(图 1-5);不准选用与螺母外径尺寸不符的扳手,以免伤手或损坏螺母及扳手。

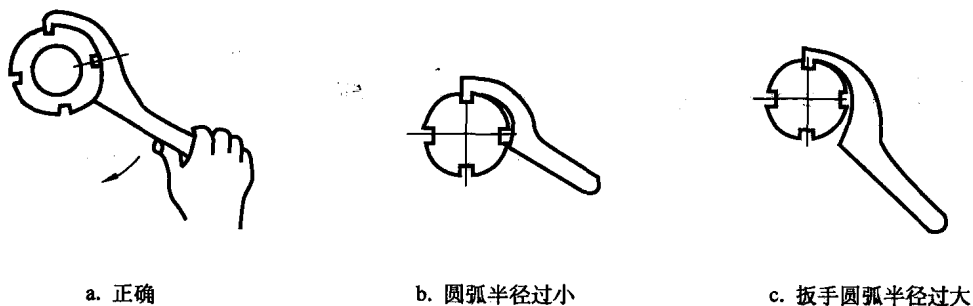


图 1-5 带槽圆螺母扳手及使用方法

6. 叉形扳手

叉形扳手主要用于旋紧开槽圆柱头螺钉 (图 1-6)。铣床上在安装铣刀盘或者套式端铣刀时, 由于圆柱头螺钉在刀盘的台阶孔内, 所以用一般的扳手无法将螺钉旋紧, 这时应选用与螺钉开口尺寸相适应的叉形扳手将刀盘紧固。

7. 拉紧螺杆扳手

此扳手主要是在铣床安装铣刀的过程中用来旋紧拉紧螺杆从而拉紧铣刀, 也可以用来紧固平口钳的钳体 (图 1-7)。

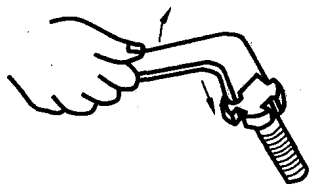


图 1-6 叉形扳手的使用方法

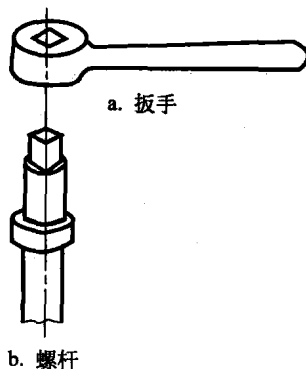


图 1-7 拉紧螺杆扳手的使用方法

8. 螺丝刀

螺丝刀也叫起子、改锥或解刀, 用来紧固或拆卸螺钉 (图 1-8)。它的种类很多, 常见的有一字形和十字形两种。螺丝刀主要用来旋转一字槽形和十字槽形的螺钉、木螺丝和自攻螺丝等。它有多种规格, 通常说的大、小螺丝刀是用手柄以外的刀体长度来表示, 常用的有 100, 150, 200, 300, 400mm 等几种。使用时, 要根据螺丝的大小选择不同规格的螺丝刀。如果用型号较小的螺丝刀来旋拧大号的螺丝, 就很容易损坏螺丝刀。另外, 应注意使旋杆端部与螺钉槽相吻合, 否则容易损坏螺钉的螺钉槽。

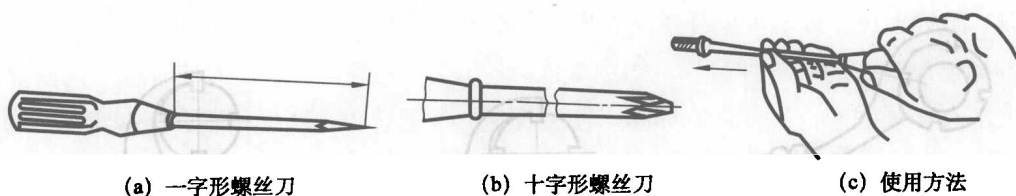


图 1-8 螺丝刀的使用

9. 铜锤

铜锤的规格由锤头的重量而定，常用的有 0.25, 0.5, 0.75kg，长度约 300mm (图 1-9)，主要用于在平口钳上装夹工件时敲击工件。使用铜锤敲击已加工表面时，要注意避免砸伤工件表面；另外，握锤的手不得戴手套。

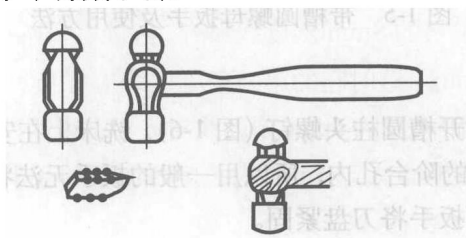


图 1-9 铜锤

课题二 铣工常用量具

教学目的和要求：①了解常用量具的名称、结构、尺寸规格及用途；②了解常用量具的维护保养知识；③进行测量练习，熟练掌握常用量具的使用方法以及使用过程中的注意事项。

铣工生产实习操作过程中，为保证加工零件的尺寸精度和位置精度，要使用量具对加工零件进行测量，因此掌握常用量具的使用方法非常重要。在测量过程中，常用的单位是毫米 (mm) 和丝米 (dmm)，他们之间的换算是 $1\text{mm} = 100\text{dmm}$ 。

1. 游标卡尺

游标卡尺是铣工常用的比较精密的测量长度的工具 (图 1-10)，测量范围为十几个厘米，按其准确程度有三种，分别精确到 0.1, 0.05, 0.02mm。

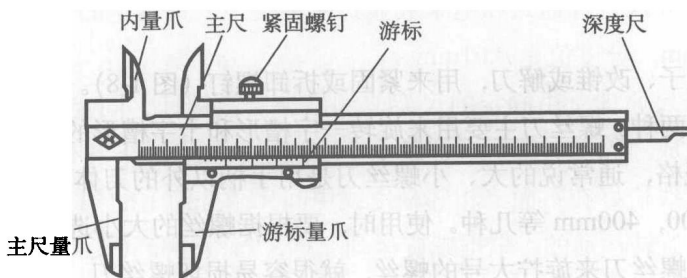


图 1-10 游标卡尺

(1) 游标卡尺原理：由尺身及能在尺身上滑动的游标组成，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，可以测量槽的深度。

(2) 游标卡尺的使用方法：尺身和游标卡尺上面都有刻度。以准确到 0.1mm 的游标卡尺为例，尺身上的最小分度是 1mm，游标尺上有 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。当量爪间所量物体的线性长度为 0.1mm 时，游标尺向右应移动 0.1mm，这时它的第一条刻度线恰好与尺身的 1mm 刻度线对齐。同样，当游标的第五条刻度线跟尺身的 5mm 刻度线对齐时，说明两量爪之间有 0.5mm 的宽度……依此类推（图 1-11）。在测量大于 1mm 的长度时，整的毫米数要从游标“0”线与尺身相对的刻度线读出。

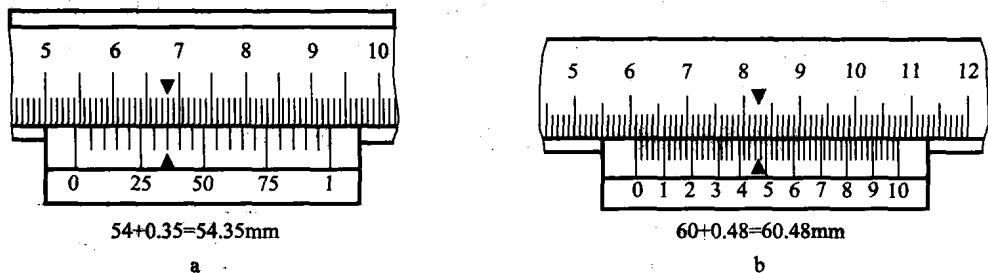


图 1-11 游标卡尺的读数

(3) 使用时的注意事项：①使用前应擦净量爪测量面，将量爪合拢，检查游标零线是否与主尺零线对齐；②测量前应擦净工件被测表面；③读数时视线应与刻线处的尺体平面垂直，不能倾斜；④不允许将游标卡尺的尺寸固定后卡入工件进行测量。

2. 外径千分尺

外径千分尺简称为千分尺，它是比游标卡尺更精密的长度测量仪器。按照读数方式上来，常用的外径千分尺有普通式和电子数显式两种类型，最常见的一种如图 1-12 所示，它的量程是 0 ~ 25mm，分度值是 0.01mm。

(1) 外径千分尺原理：由固定的尺架、测砧、测微螺杆、固定套管、微分筒、测力装置、锁紧装置等组成。固定套管上有一条水平线，这条线上、下各有一列间距为 1mm 的刻度线，上面的刻度线恰好在下面二相邻刻度线中间。微分筒上的刻度线是将圆周分为 50 等分的水平线，它是旋转运动的。根据螺旋运动原理，当微分筒（又称可动刻度筒）旋转一周时，测微螺杆前进或后退一个螺距 0.5mm。这样，当微分筒旋转一个分度后，它转过了 1/50

周, 这时螺杆沿轴线移动了 $1/50 \times 0.5\text{mm} = 0.01\text{mm}$, 因此, 使用千分尺可以准确读出 0.01mm 的数值。

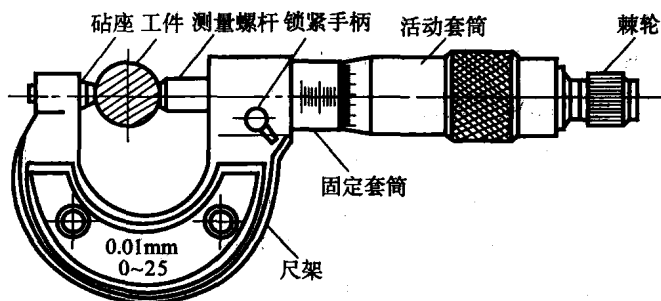


图 1-12 外径千分尺

(2) 外径千分尺的使用方法: 先检查其零位是否校准, 读数时, 先以微分筒的端面为准线, 读出固定套管下刻度线的分度值 (只读出以毫米为单位的整数), 再以固定套管上的水平横线作为读数准线, 读出可动刻度上的分度值 (图 1-13)。读数时, 应估读到最小刻度的十分之一, 即 0.001mm 。如果微分筒的端面与固定刻度的下刻度线之间无上刻度线, 测量结果即为下刻度线的数值加可动刻度的值; 如果微分筒端面与下刻度线之间有一条上刻度线, 测量结果应为下刻度线的数值加上 0.5mm , 再加上可动刻度的值。对于存在零误差的千分尺, 测量结果应等于读数减去零误差, 即

$$\text{物体线性长度} = \text{固定刻度读数} + \text{可动刻度读数} - \text{误差}$$

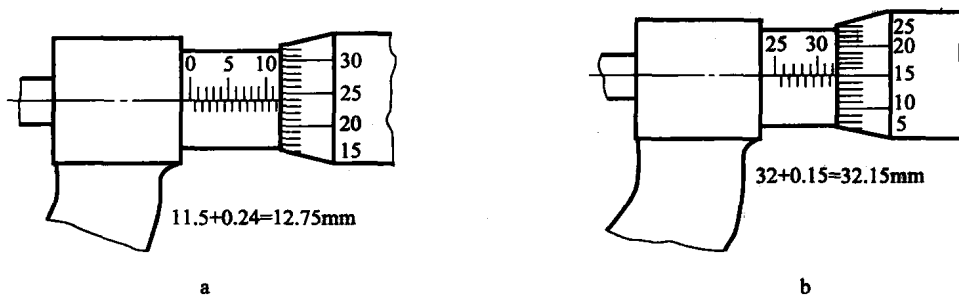


图 1-13 外径千分尺的读数

(3) 外径千分尺使用的注意事项: ①根据被测部分的尺寸选择正确的、合适量程的外径千分尺; ②测量前首先应校正千分尺的零位; ③测量时先转动活动套管, 再转动棘轮, 退出尺子时, 先反转活动套管, 使测量杆端面离开被测工件后再将尺子退出; ④测量时不能用力强行转动活动套管; ⑤不允许测量粗糙的工件表面。

3. 直角尺

直角尺是一种专业量具, 简称角尺, 在有些场合还被称为靠尺, 适用于机床和机械设备及零部件的垂直度检验、安装加工定位、划线等。它的特点是精度高, 稳定性好, 便于维修 (图 1-14)。

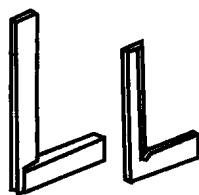
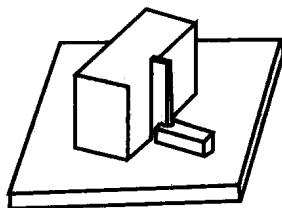


图 1-14 直角尺



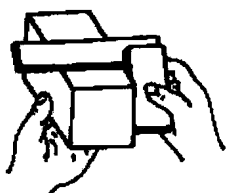
a. 尺内侧测量



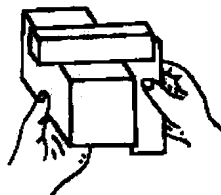
b. 尺外侧测量

图 1-15 直角尺的正确使用方法

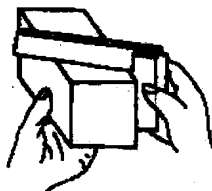
(1) 直角尺的使用方法：检测时，左手拿工件，右手握尺座，尺体垂直于被测工件表面，使尺座内面贴紧在工件基准面上，垂直移动直角尺，观察透光间隙的大小，从而判断垂直度（图 1-15）。测量时需要注意，尺子不能前后、左右歪斜，以免影响测量结果（图 1-16）。



a



b



c

图 1-16 直角尺的几种错误使用方法

4. 塞尺

塞尺又称测微片或厚薄规（图 1-17），是用于检验间隙的测量器具之一。使用前必须先清除塞尺和工件上的污垢与灰尘；使用时可用一片或数片重叠插入间隙，以稍感拖滞为宜。测量时动作要轻，不允许硬插，也不允许测量温度较高的零件。在检验被测尺寸是否合格时，可以用通止法判断，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（图 1-18）。塞尺一般用不锈钢制造，最薄的为 0.02mm；最厚的为 3mm。自 0.02 ~ 0.1mm 间，各钢片厚度级差为 0.01mm；自 0.1 ~ 1mm 间，各钢片厚度级差一般为 0.05mm；自 1mm 以上，钢片厚度级差为 1mm。

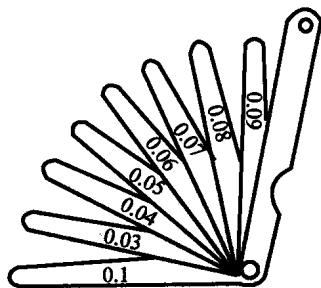


图 1-17 塞尺

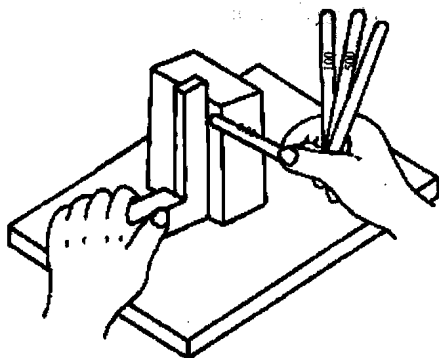


图 1-18 塞尺的使用方法