

全国中等职业技术学校机械类专业通用教材

钳工工艺与技能训练



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校机械类专业通用教材

钳工工艺与技能训练

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

钳工工艺与技能训练/蒋增福等编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2001
ISBN 7-5045-2956-7

I. 钳…

II. 蒋…

III. 钳工—工艺

IV. TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 02134 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: 唐云岐

*

新华书店经销

国防工业出版社印刷厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17 印张 423 千字

2001 年 4 月第 1 版 2004 年 7 月第 8 次印刷

印数: 10 100 册

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

说 明

全国技工学校机械类专业通用教材及配套用书出版以来，在技工学校的教学中发挥了重要作用，受到了广大师生的欢迎。1999—2000年，劳动保障部培训就业司组织全国有关方面的教学专家，对技工学校机械类专业通用工种教学计划及所属课程的教学大纲进行了修订。根据新的教学大纲，我们组织了相应教材的修订和编写工作。

这次教材修订和编写工作的重点是进一步协调各教材之间的关系，使教材的内容安排和衔接更为合理；体现理论与技能训练一体化的教学改革成果；充分考虑各地区中等职业技术学校对教材的不同要求，增强教材的适用性，使教材的使用更加方便、灵活；将素质教育和技能培养有机地结合，既使学生掌握专业知识和技能，还给学生以发展后劲；充实新知识、新技术、新工艺和新方法等方面的内容，力求反映科学技术的最新成果；采用最新的国家标准，使教材的内容更加规范化。

本着突出技能训练、培养学生具有较强动手能力的要求，我们组织编写了《车工工艺与技能训练》《钳工工艺与技能训练》《焊工工艺与技能训练》《冷作工工艺与技能训练》四种机械类工艺与技能训练一体化的教材。新编教材采取由浅入深，将专业理论知识融入相关训练课题的做法，使学生在技能训练过程中能够反复学习、理解、熟悉基本理论，变枯燥学习为实际运用，变被动接受知识为主动求知，最终达到掌握本专业（工种）知识和技能要求的目的。

一体化教材的编写工作得到北京、上海、辽宁、河南、湖北、广东、内蒙古等省、自治区和直辖市劳动保障厅及有关学校的大力支持，对此，我们表示衷心感谢。

劳动保障部教材办公室

2001年1月

目 录

绪论	(1)
第一单元 钳工基础知识与技能训练	(2)
课题一 钳工一般知识	(2)
课题二 钳工常用量具及测量	(6)
课题三 金属切削与刀具知识	(12)
复习思考题	(20)
第二单元 钳工基本技能知识与技能训练	(21)
课题一 划线	(21)
课题二 平面加工	(32)
课题三 综合技能训练 (一)	(58)
课题四 孔加工	(61)
课题五 螺纹加工	(75)
课题六 弯形与矫正	(83)
课题七 连接	(88)
课题八 综合技能训练 (二)	(96)
复习思考题	(104)
第三单元 钻床与钻床夹具知识	(106)
课题一 钻床	(106)
课题二 钻床夹具知识	(110)
复习思考题	(124)
第四单元 常用精密量具、量仪	(126)
课题一 水平仪	(126)
课题二 内径千分尺、杠杆表、量块和正弦规	(132)
课题三 自准直仪、经纬仪	(140)
复习思考题	(141)
第五单元 装配工艺规程和装配技能训练	(142)
课题一 装配工艺规程的概念	(142)
课题二 尺寸链	(143)
课题三 固定连接的装配	(148)
课题四 传动机构的装配	(156)
课题五 轴承和轴组的装配	(164)
课题六 综合技能训练 (三)	(173)

复习思考题	(185)
第六单元 内燃机的主要结构及原理	(187)
课题一 内燃机简介	(187)
课题二 内燃机的主要结构	(189)
课题三 内燃机的工作原理	(201)
复习思考题	(203)
第七单元 综合技能训练（四）	(204)
课题一 中等复杂工件划线技能训练	(204)
课题二 钻削各种特殊孔技能训练	(209)
课题三 制作中等复杂工件技能训练	(214)
课题四 卧式车床装配、安装与调试	(226)

绪 论

科教兴国是建设有中国特色社会主义的一项长期战略方针。随着科学技术的迅速发展,机器制造中已有相当一部分中、小型零件采用冷挤压、精密铸造等方法制造,但绝大部分大、中型零件仍然需要金属切削加工。所以,一般机械厂都配备有铸工、锻工、焊工、车工、铣工、刨工、磨工、钳工和热处理等工种。其中钳工是操作技能要求较高且最基础的工种之一。

钳工是使用钳工工具或设备,按技术要求对工件进行加工、修整、装配的工种。其特点是手工操作多、灵活性强,工作范围广、技术要求高,且操作者本身的技能水平直接影响加工质量。

钳工基本操作技能包括划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、矫正与弯形、铆接、刮削、研磨、技术测量及简单的热处理,以及对部件、机器进行装配、调试、维修及修理等。

本课程是中等职业技术学校机械类钳工工种集工艺理论与技能训练为一体的专业技术课。课程的任务是使学生掌握中级钳工应具备的专业理论知识与操作技能,培养学生理论联系实际、分析和解决生产中一般技术问题的能力。学完本程后应达到如下要求:掌握钳工常用量具、量仪的结构、原理、使用及保养方法;理解金属切削过程中常见的物理现象及其对切削加工的影响;掌握钳工常用刀具的几何形状、使用及刃磨方法;了解钻床的结构,能使用钻床完成钻、扩、铰、绞等加工;掌握中级钳工应具备的理论知识及有关计算,并能熟练查阅钳工方面的手册和资料;掌握中级钳工应会的操作技能,能对钳工加工制造的工件、装配质量进行分析,能解决实际生产中一般技术问题;理解钳工常用夹具的有关知识、掌握工件定位、夹紧的基本原理和方法;能独立制订中等复杂工件的加工工艺;了解钳工方面的新工艺、新材料、新设备、新技术,理解提高劳动生产率的有关知识。熟悉安全、文明生产的有关知识,养成安全、文明生产的良好习惯。学生在毕业前经过职业技能鉴定达到中级钳工水平。

因本课程是一门实践性很强的专业课,学习时应以技能训练为主线,并坚持用理论知识指导技能训练,通过技能训练加深对理论知识的理解、消化、巩固和提高。要求学生必须认真观察、模仿老师的示范操作,并进行反复练习,达到掌握各项操作技能的目的。

综合技能训练是单项技能训练的综合、巩固与提高阶段,在进行综合技能训练前,应首先复习各单向技能训练的理论知识,通过老师指导,提高学生分析问题和解决问题的能力。

第一单元 钳工基础知识与技能训练

课题一 钳工一般知识

一、钳工工作场地

钳工工作场地是指钳工的固定工作地点。为工作方便,钳工工作场地布局一定要合理,符合安全文明生产的要求。

1. 合理布置主要设备

(1) 钳工工作台应安放在光线适宜、工作方便的地方,钳工工作台之间的距离应适当。面对面放置的钳工工作台还应在中间装置安全网。

(2) 砂轮机、钻床应安装在场地的边缘,尤其是砂轮机一定要安装在安全、可靠的地方。

2. 毛坯和工件要分放

毛坯和工件要分别摆放整齐,工件尽量放在搁架上,以免磕碰。

3. 合理摆放工、夹、量具

合理摆放工、夹、量具,常用工、夹、量具应放在工作位置附近,便于随时取用。工具、量具用后应及时保养并放回原处存放。

4. 工作场地应保持整洁

每个工作日下午下班后应按要求对设备进行清理、润滑,并把工作场地打扫干净。

二、钳工常用设备

1. 钳工工作台

钳工工作台见图 1—1,也称钳工台或钳桌、钳台,其主要作用是安装台虎钳和存放钳工常用工、夹、量具。

2. 台虎钳

台虎钳是用来夹持工件的通用夹具,其规格用钳口宽度来表示,常用规格有 100 mm、125 mm 和 150 mm 等。

台虎钳有固定式和回转式两种,见图 1—2。两者的主要结构和工作原理基本相同,其不同点是回转式台虎钳比固定式台虎钳多了一个底座,工作时钳身可在底座上回转,因此使用方便、应用范围广,可满足不同方位的加工需要。

使用台虎钳的注意事项:

- (1) 夹紧工件时要松紧适当,只能用手扳紧手柄,不得借助其他工具加力。
- (2) 强力作业时,应尽量使力朝向面定钳身。
- (3) 不许在活动钳身和光滑平面上敲击作业。
- (4) 对丝杠、螺母等活动表面应经常清洗、润滑,以防生锈。

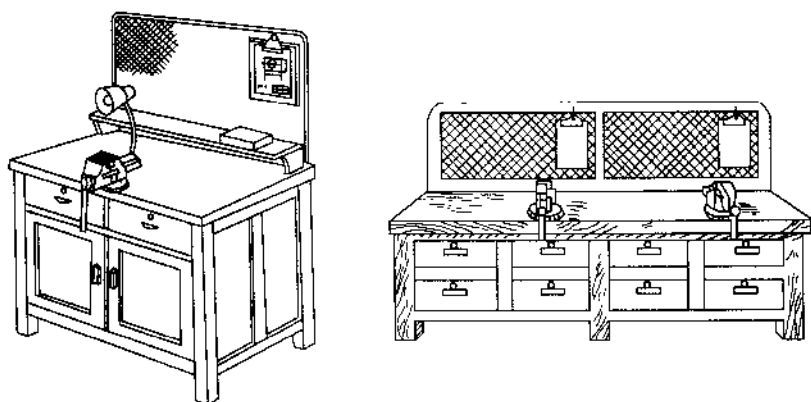


图 1-1 钳工工作台

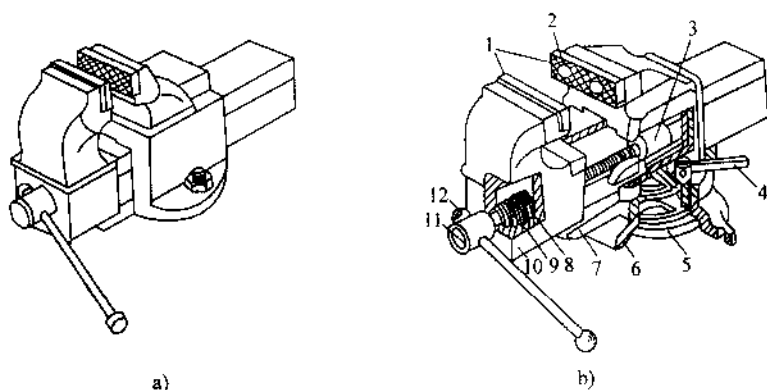


图 1-2 台虎钳

a) 固定式 b) 回转式

1—钳口 2—螺钉 3—螺母 4、12—手柄 5—夹紧盘 6—转盘座
7—固定钳身 8—挡圈 9—弹簧 10—活动钳身 11—丝杠

3. 砂轮机

砂轮机是用来刃磨各种刀具、工具的常用设备，由电动机、砂轮机座、托架和防护罩等部分组成，见图 1-3。

砂轮较脆、转速又很高，使用时应严格遵守以下安全操作规程：

- (1) 砂轮机的旋转方向要正确，只能使磨屑向下飞离砂轮。
- (2) 砂轮机启动后，应在砂轮旋转平稳后再进行磨削。若砂轮跳动明显，应及时停机修整。
- (3) 砂轮机托架和砂轮之间的距离应保持在 3 mm 以内，以防工件扎入造成事故。
- (4) 磨削时应站在砂轮机的侧面，且用力不宜过大。

4. 台式钻床

台式钻床简称台钻，它结构简单、操作方便，常用于小型工件钻、扩直径 12 mm 以下的孔。台式钻床的主要结构如图 1-4 所示。

5. 立式钻床

立式钻床简称立钻，主要用于钻、扩、铰、铰中小型工件上的孔及攻螺纹等。立式钻床

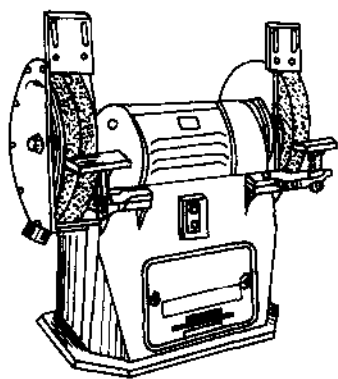


图 1—3 砂轮机

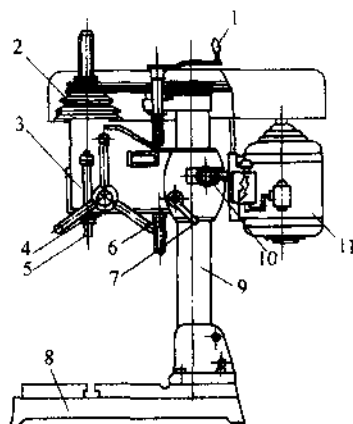


图 1—4 台式钻床

- 1—机头升降手柄 2—V 带轮 3—头架
4—锁紧螺母 5—主轴 6—进给手柄 7—锁紧手柄
8—底座 9—立柱 10—紧固螺钉 11—电动机

的主要组成部分如图 1—5 所示。

6. 摇臂钻床

摇臂钻床主要用于较大、中型工件的孔加工。其特点是操纵灵活、方便，摇臂不仅能升降，而且还可以绕立柱作 360° 的旋转。摇臂钻的外形如图 1—6 所示。

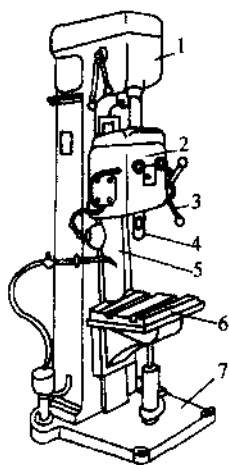


图 1—5 立式钻床

- 1—主轴变速箱 2—进给箱 3—进给手柄
4—主轴 5—立柱 6—工作台 7—底座

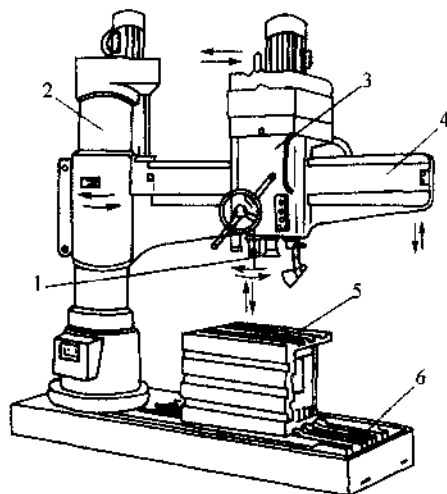


图 1—6 摇臂钻床

- 1—主轴 2—立柱 3—主轴箱 4—摇臂
5—工作台 6—底座

三、安全文明生产常识

遵守劳动纪律，执行安全操作规程，严格按工艺要求操作是保证产品质量的重要前提。安全为了生产，生产必须安全。安全、文明生产的一般常识有：

- (1) 工作前按要求穿戴好防护用品。

- (2) 不准擅自使用不熟悉的机床、工具、量具。
- (3) 毛坯、半成品应按规定摆放整齐,并随时清除油污、异物等。
- (4) 不得用手直接拉、擦切屑。
- (5) 工具、夹具、量具应放在指定地点,严禁乱堆乱放。
- (6) 工作中一定要严格遵守钳工安全操作规程。

四、钳工常用设备操作

1. 台虎钳操作与保养练习

首先了解台虎钳的结构,熟悉各个手柄的作用,然后进行工件夹紧、松开及回转盘的转动、固定等基本动作练习;以及台虎钳的日常保养练习。

2. 砂轮机操作与磨削练习

认真观察砂轮机的结构,调整托架,使其距砂轮的距离不大于3 mm,然后进行磨削练习;并进行更换砂轮和砂轮机日常保养练习。

3. 台式钻床操作练习

- (1) 认真观察台钻的结构,熟悉各个手柄的作用;进行润滑练习。
- (2) 主轴由低速到高速逐级进行变速练习。
- (3) 练习手动进给,基本掌握匀速进给。
- (4) 工作台升、降及固定练习。
- (5) 单项操作熟练后,可进行钻头装夹及空转、进给练习;进行台钻保养练习。

4. 立式钻床操纵练习

- (1) 仔细观察立式钻床的结构,熟悉各个手柄的作用。
- (2) 主轴由低速到高速逐级进行变速练习。
- (3) 手动进给练习。
- (4) 由小到大逐级进行机动进给变速练习。
- (5) 钻头装夹、主轴空转及机动进给练习。

当立式钻床使用一段时间后,应进行一级保养。一级保养的内容及要求见表1—1。

表 1—1 立式钻床一级保养

保养部位	保养内容及要求
机床外表	1. 清洗机床外表面及死角,拆洗各罩盖,要求内、外清洁,无锈蚀,无污迹,漆见本色,铁见亮 2. 清除导轨面及工作台面上的磕碰毛刺 3. 检查、补齐螺钉、手柄和手球 4. 清洗工作台、丝杠、齿条和圆锥齿轮,要求无油垢
主轴和进给箱	1. 检查油质、油量是否符合要求 2. 清除主轴锥孔的毛刺 3. 检查调整电动机皮带,使松紧适当 4. 检查各手柄是否灵活,各工作位置是否可靠
润滑	要求油杯齐全,油路畅通,油窗明亮,油毡洁净
冷却	1. 清洗冷却泵、过滤器及冷却油槽 2. 检查冷却液管路,保证无渗漏现象
电器	清洁电动机及电器箱(必要时配合电工进行)

课题二 钳工常用量具及测量

为了保证产品质量,必须对加工过程中及加工完毕的工件进行严格的测量。用来测量工件及产品形状、尺寸的工具称为量具或量仪。量具的种类很多,根据其用途及特点不同,可分为万能量具、专用量具和标准量具等。

1. 万能量具

能对多种零件、多种尺寸进行测量的量具。这类量具一般都有刻度,在测量范围内可测量出零件或产品形状、尺寸的具体数值,如游标卡尺、千分尺、百分表和万能角度尺等。

2. 专用量具

专为测量零件或产品某一形状、尺寸制造的量具。这类量具不能测出具体的实际尺寸,只能测出零件或产品的形状、尺寸是否合格,如卡规、量规等。

3. 标准量具

只能制成某一固定尺寸,用来校对和调整其他量具的量具,如量规。

下面主要介绍万能量具。

一、游标量具

凡利用尺身和游标刻线间长度之差原理制成的量具,统称为游标量具。常用的游标量具有游标卡尺、游标高度尺、游标深度尺,齿厚游标卡尺和万能角度尺等。

1. 游标卡尺

游标卡尺可用来测量长度、厚度、外径、内径、孔深和中心距等。游标卡尺的精度有0.1 mm、0.05 mm和0.02 mm三种。

(1) 游标卡尺的结构 图1—7所示为三用游标卡尺,它由尺身、游标、内量爪、外量爪、深度尺和紧固螺钉等部分组成。

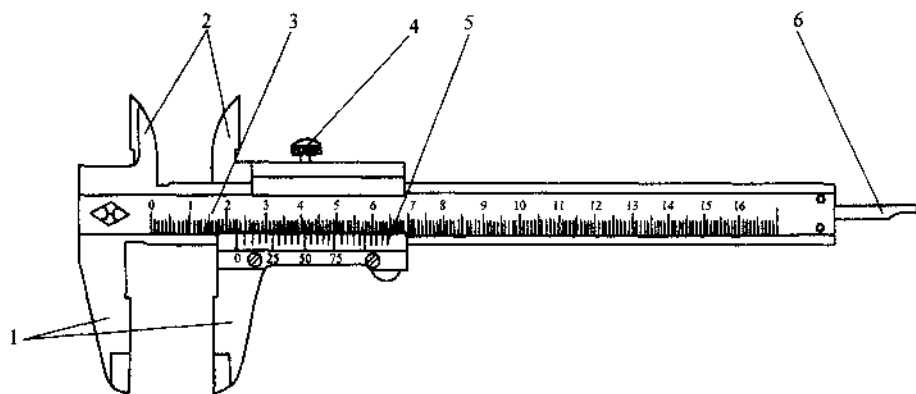


图1—7 三用游标卡尺

1—外量爪 2—内量爪 3—尺身 4—紧固螺钉 5—游标 6—深度尺

(2) 游标卡尺的刻线原理 0.05 mm游标卡尺刻线原理是:尺身每1格长度为1 mm,游标总长为39 mm,等分20格,每格长度为 $39/20=1.95$ mm,则尺身2格和游标1格长度之差为: $2\text{ mm}-1.95\text{ mm}=0.05\text{ mm}$,所以它的精度为0.05 mm。

0.02 mm游标卡尺的刻线原理:尺身每1格长度为1 mm,游标总长度为49 mm,等分

50 格，游标每格长度为 $49/50 = 0.98 \text{ mm}$ ，尺身 1 格和游标 1 格长度之差为 $1 \text{ mm} - 0.98 \text{ mm} = 0.02 \text{ mm}$ ，所以它的精度为 0.02 mm 。

(3) 游标卡尺的读数方法 首先读出游标尺零刻线左边尺身上的整毫米数，再看游标尺从零线开始第几条刻线与尺身某一刻线对齐，其游标刻线数与精度的乘积就是不足 1 mm 的小数部分，最后将整毫米数与小数相加就是测得的实际尺寸，见图 1—8。

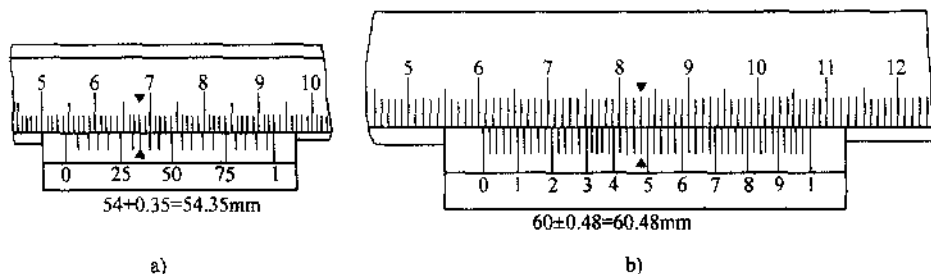


图 1—8 游标卡尺的读数方法

a) 0.05 mm 游标卡尺的读数方法 b) 0.02 mm 游标卡尺的读数方法

2. 万能角度尺

万能角度尺是用来测量工件内、外角度的量具。其测量精度有 $2'$ 和 $5'$ 两种，测量范围为 $0^\circ \sim 320^\circ$ 。

(1) 万能角度尺的结构 万能角度尺见图 1—9，主要由尺身、扇形板、基尺、游标、

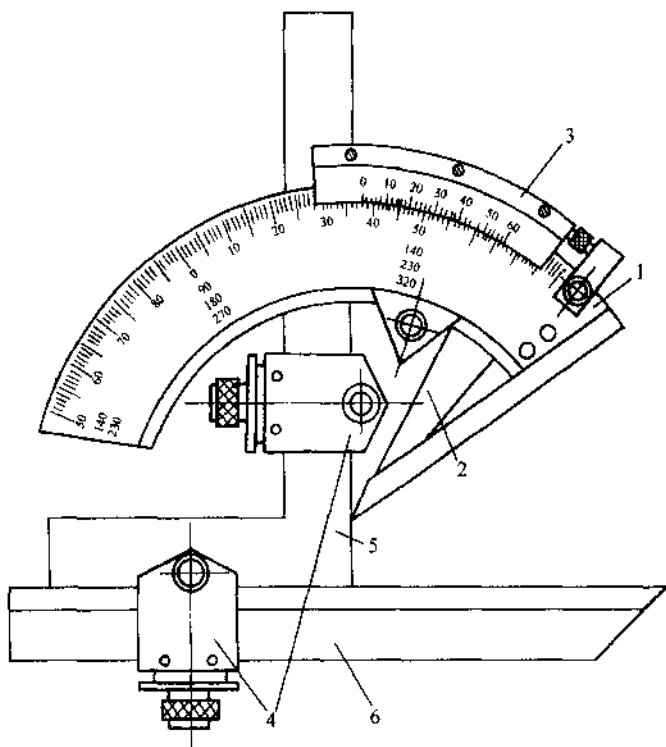


图 1—9 万能角度尺

1—尺身 2—基尺 3—游标 4—卡块 5—直角尺 6—直尺

直角尺、直尺和卡块等部分组成。

(2) 2'万能角度尺的刻线原理 尺身刻线每格为 1° ，游标共30格等分 29° ，游标每格为 $29^\circ/30=58'$ ，尺身1格和游标1格之差为 $1^\circ-58'=2'$ ，所以它的测量精度为 $2'$ 。

(3) 万能角度尺的读数方法 先读出游标尺零刻度前面的整数度，再看游标尺第几条刻线和尺身刻线对齐，读出角度“′”的数值，最后两者相加就是测量角度的数值。

万能角度尺测量不同范围角度的方法如图1—10所示。

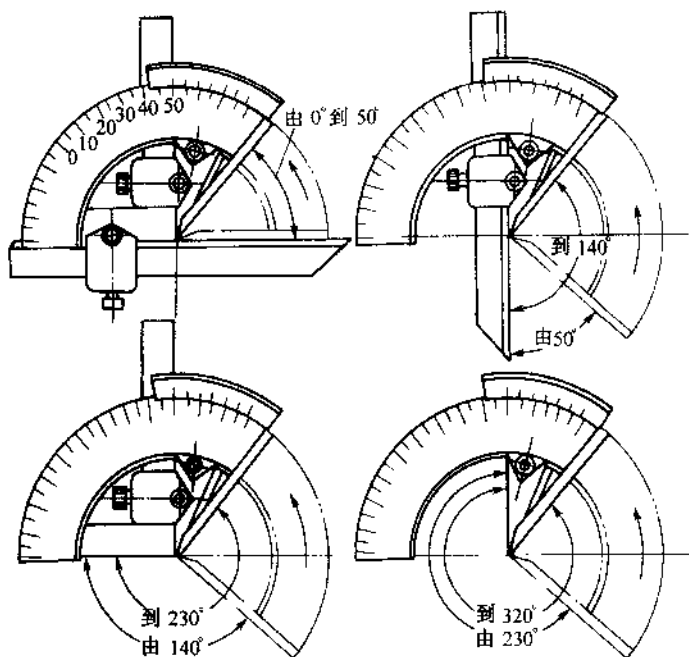


图1—10 万能角度尺测量方法示意图

二、千分尺

千分尺是测量中最常用的精密量具之一。千分尺的种类较多，按其用途不同可分为外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、内测千分尺和螺纹千分尺等。千分尺的测量精度为 0.01 mm 。

1. 外径千分尺的结构

外径千分尺的结构如图1—11所示。

2. 外径千分尺的刻线原理

固定套管上每相邻两刻线轴向每格长为 0.5 mm 。测微螺杆螺距为 0.5 mm 。当微分筒转1圈时，测微螺杆就移动1个螺距 0.5 mm 。微分筒圆锥面上共等分50格，微分筒每转1格，测微螺杆就移动 $\frac{0.5\text{ mm}}{50}=0.01\text{ mm}$ ，所以千分尺的测量精度为 0.01 mm 。

3. 外径千分尺的读数方法

先读出固定套管上露出刻线的整毫米及半毫米数。再看微分筒哪一刻线与固定套管的基准线对齐，读出不足半毫米的小数部分。最后将两次读数相加，即为工件的测量尺寸，见图1—12。

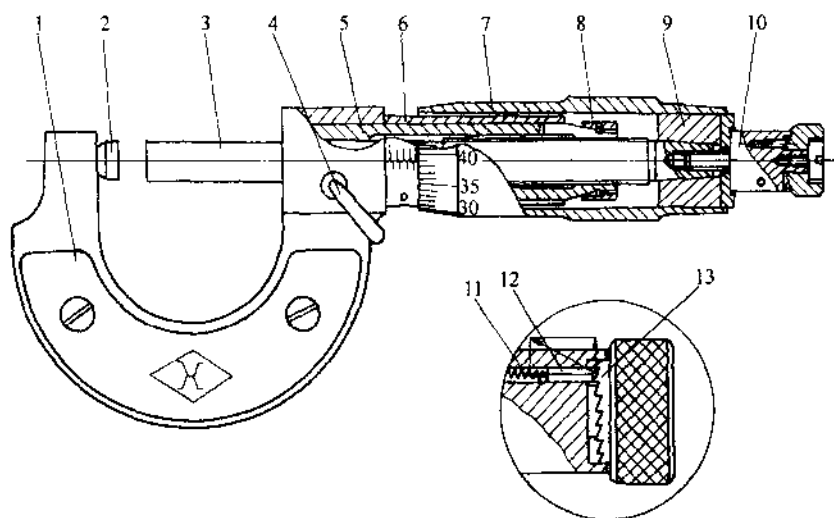


图 1—11 外径千分尺的结构

1—尺架 2—砧座 3—测微螺杆 4—锁紧手柄 5—螺纹套 6—固定套管 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

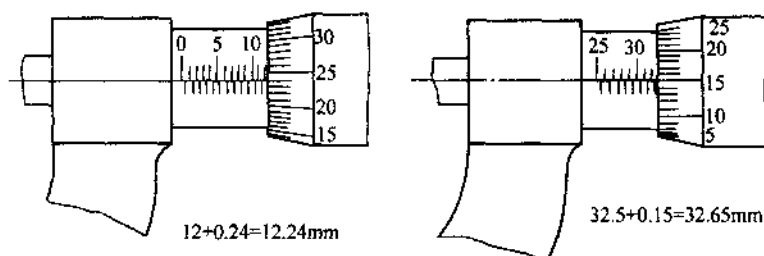


图 1—12 千分尺的读数方法

三、百分表

百分表是一种指示式量仪，测量精度为0.01 mm。当测量精度为0.001 mm或0.005 mm时，称为千分表。

1. 百分表的结构

百分表的结构如图 1—13 所示。

2. 百分表的刻线原理及读数方法

百分表齿杆的齿距是0.625 mm。当齿杆上升 16 齿时，上升的距离为 $0.625 \text{ mm} \times 16 = 10 \text{ mm}$ ，此时和齿杆啮合的 16 齿的小齿轮正好转动 1 周，而和该小齿轮同轴的大齿轮（100 个齿）也必然转 1 周。中间小齿轮（10 个齿）在大齿轮带动下将转 10 周，与中间小齿轮同轴的长针也转 10 周。由此可知，当齿杆上升 1 mm 时，长针转 1 周。表盘上共等分 100 格，所以长针每转 1 格，齿杆移动 0.01 mm。故百分表的测量精度为 0.01 mm。

使用百分表进行测量时，首先让长指针对准零位，测量时长针转过的格数即为测量尺寸。

3. 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测量工具。

内径百分表见图 1—14，是将百分表装在表架 1 上，触头 6 通过摆动块 7、杆 3 将测量

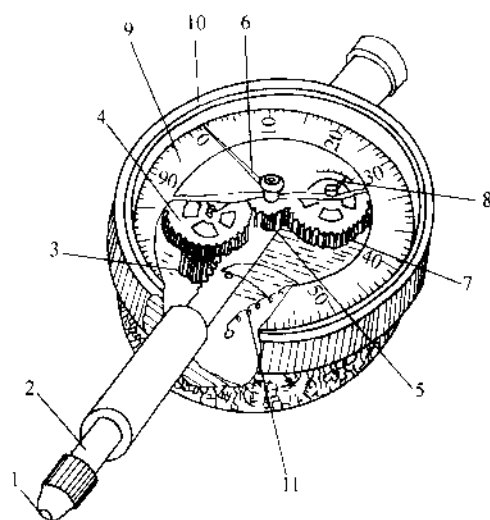


图 1—13 百分表的结构

1—触头 2—量杆 3—小齿轮 4、7—大齿轮 5—中间小齿轮 6—长指针 8—短指针 9—表盘 10—表圈 11—拉簧

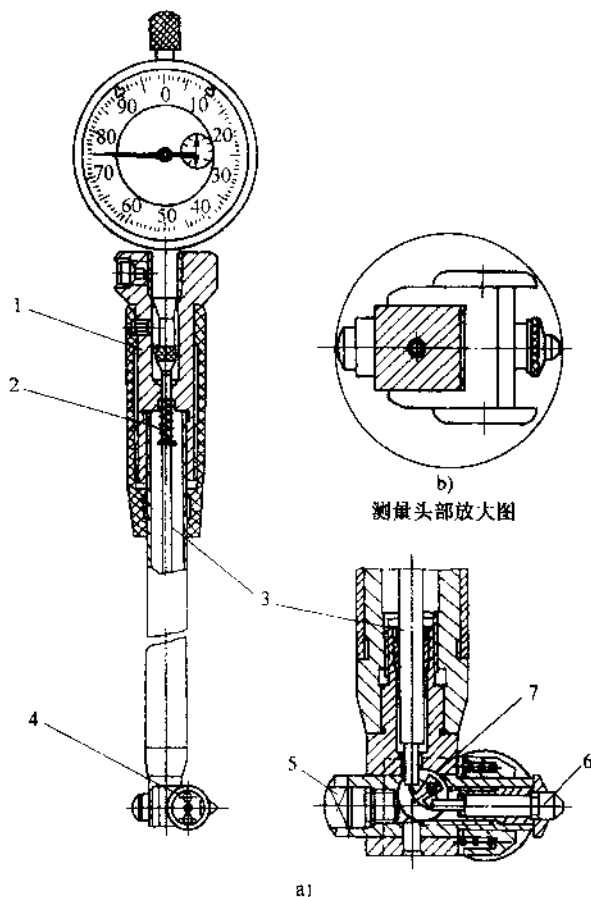


图 1—14 内径百分表的结构及工作原理

a) 结构原理 b) 孔中测量情况

1—表架 2—弹簧 3—杆 4—定心器 5—测量头 6—触头 7—摆动块

值 1:1 地传给百分表。固定测量头 5 可根据孔径大小更换。测量前应先将内径表对准零位, 测量时, 应沿轴向摆动百分表, 测出的最小尺寸才是孔的实际尺寸。

四、塞尺

塞尺是用来检验两个结合面之间间隙大小的片状量规。

塞尺见图 1—15, 它有两个平行的测量平面, 其长度有 50 mm、100 mm、200 mm 等多种。塞尺有若干个不同厚度的片, 可叠合起来装在夹板里。

使用塞尺时, 应根据间隙的大小选择塞尺的片数, 可用一片或数片重叠在一起插入间隙内。厚度小的塞尺片很薄, 容易弯曲和折断, 插入时不宜用力太大。用后应将塞尺擦拭干净, 并及时合到夹板中。

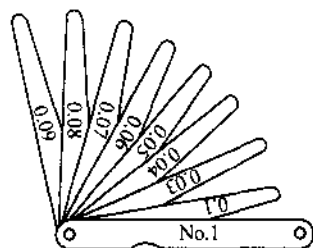


图 1—15 塞尺

五、测量技能训练

1. 游标卡尺的使用

用游标卡尺进行测量时, 内外量爪应张开到略大于被测尺寸。先将尺框贴靠在工件测量基准面上, 然后轻轻移动游标, 使内外量爪贴靠在工件另一面上, 见图 1—16, 并使游标卡尺测量面接触正确, 不可处于图 1—17 所示的歪斜位置, 然后把紧固螺钉拧紧, 读出读数。

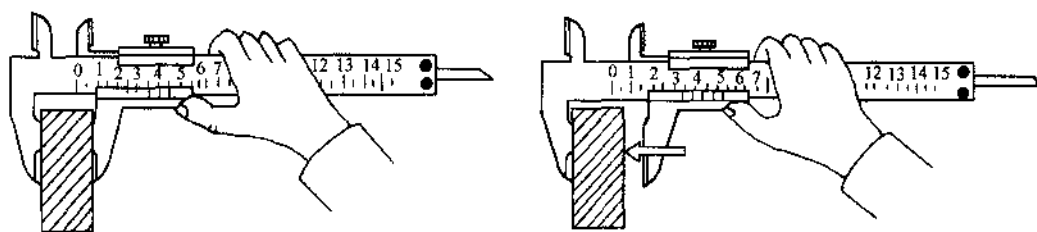


图 1—16 游标卡尺的使用方法

2. 千分尺的使用

用千分尺进行测量时, 应先将砧座和测微螺杆的测量面擦干净, 并校准千分尺的零位。测量时可用单手或双手操作, 其具体方法如图 1—18 所示。不管用哪种方法, 旋转力要适当, 一般应先旋转微分筒, 当测量面快接触或刚接触工件表面时, 再旋转棘轮, 以控制一定的测置力, 最后读出读数。

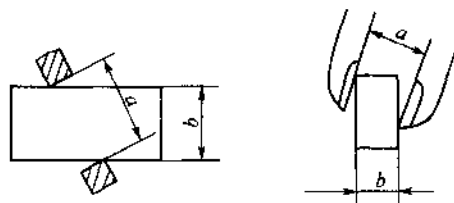


图 1—17 游标卡尺测量面与工件错误接触

3. 万能角度尺的使用

测量前应将测量面擦干净, 直尺调好后将卡块紧固螺钉拧紧。测量时应先将基尺贴靠在工件测量基准面上, 然后缓慢移动游标, 使直尺紧靠在工件表面再读出读数。

测量不同角度时, 万能角度尺的使用方法如图 1—10 所示。

4. 实物测量

(1) 用游标卡尺测量 用游标卡尺测量内径、外径、孔深、阶台及中心距等。通过测量达到熟悉游标卡尺结构、掌握游标卡尺的用法, 并能快速准确地读出读数的目的。

(2) 用千分尺测量 用千分尺测量外径、长度、厚度等, 通过实物测量达到熟悉千分尺