

高等职业教育机械设计与制造系列精品教材

▶ “互联网+” 创新型教材

# 手工工具零件加工

主 编 杜永亮

副主编 李自国 张 燕 井夫宣

主 审 韩玉勇



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

## 内 容 简 介

本书根据高职高专高技能型人才培养的要求,突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限,以项目构建实训教学体系,以任务驱动技术训练,着重培养学生的实际动手能力与综合能力。

本书主要包括钳工基本知识、划线、锯削、锉削、錾削、孔加工、螺纹加工、锉配、焊条电弧焊、气焊与气割十项内容,主要围绕相应工种的职业技能鉴定标准,选择典型的技能实例,以便使学生通过强化训练,顺利获得国家职业资格等级证书。

本书可供高职高专机械设计与制造、机械制造及自动化等专业教学使用,也可供相关技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

手工工具零件加工/杜永亮主编. -- 北京:北京邮电大学出版社,2012.5(2023.6重印)

ISBN 978-7-5635-3047-2

I. ①手… II. ①杜… III. ①机械元件—加工—高等职业教育—教材 IV. ①TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 096370 号

策划编辑:马子涵 责任编辑:李路艳 封面设计:王实秋

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码:100876

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:三河市长城印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:12.75

字 数:310 千字

版 次:2012 年 5 月第 1 版

印 次:2023 年 6 月第 6 次印刷

ISBN 978-7-5635-3047-2

定 价:39.80 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话:400-615-1233

# CONTENTS

# 目 录

## 项目一 钳工基本知识 ..... 1

### 任务一 钳工入门知识 ..... 1

任务描述 ..... 1

相关知识 ..... 1

一、钳工基本概念 ..... 1

二、钳工工作场地 ..... 2

三、钳工常用设备 ..... 2

四、安全文明生产的基本要求 ..... 3

任务实施 ..... 4

一、实训地点 ..... 4

二、实训内容 ..... 4

三、评分标准 ..... 4

### 任务二 钳工基本量具的使用 ..... 5

任务描述 ..... 5

相关知识 ..... 5

一、钳工基本量具的分类 ..... 5

二、游标量具 ..... 6

三、千分尺 ..... 9

四、百分表 ..... 10

五、量具的维护和保养 ..... 11

任务实施 ..... 12

一、实训工具和材料 ..... 12

二、实训内容 ..... 12

三、注意事项 ..... 12

四、评分标准 ..... 12

拓展训练 ..... 13

## 项目二 划线 ..... 14

### 任务一 认识划线 ..... 14

任务描述 ..... 14

相关知识 ..... 15

一、划线的作用 ..... 15

二、划线的分类 ..... 15

三、常用划线工具及基本操作 ..... 16

四、划线基准的确定 ..... 19

任务实施 ..... 20

一、实训工具和材料 ..... 20

二、实训内容 ..... 20

三、评分标准 ..... 20

### 任务二 基本线条的划线方法 ..... 20

任务描述 ..... 20

相关知识 ..... 21

一、划平行线的方法 ..... 21

二、划垂直线的方法 ..... 22

三、等分圆周的方法 ..... 23

任务实施 ..... 25

一、实训工具和材料 ..... 25

二、实训步骤 ..... 25

三、评分标准 ..... 28

拓展训练 ..... 28

## 项目三 锯削 ..... 29

### 任务一 锯削工具 ..... 29

任务描述 ..... 29

相关知识 ..... 30

一、手锯的组成 ..... 30

二、手锯的正确使用 ..... 31

任务实施 ..... 32

一、实训地点 ..... 32

二、实训工具和材料 ..... 32

三、实训内容 .....	32
四、评分标准 .....	32
<b>任务二 锯削技能训练 .....</b>	<b>32</b>
任务描述 .....	33
相关知识 .....	33
一、锯削的基本方法 .....	33
二、锯削姿势 .....	35
三、锯削注意事项 .....	36
任务实施 .....	36
一、实训地点 .....	36
二、实训工具和材料 .....	36
三、实训内容 .....	36
四、评分标准 .....	36
拓展训练 .....	37

**项目四 铰削 .....** 38

<b>任务一 认识铰削 .....</b>	<b>38</b>
任务描述 .....	38
相关知识 .....	39
一、铰削工具 .....	39
二、铰子的几何角度及刃磨 .....	39
三、铰削基本操作 .....	41
四、铰削注意事项 .....	42
任务实施 .....	43
一、实训工具和材料 .....	43
二、实训内容 .....	43
三、评分标准 .....	43
<b>任务二 铰削技能训练 .....</b>	<b>43</b>
任务描述 .....	44
相关知识 .....	44
一、铰削平面 .....	44
二、铰削直槽 .....	45
三、铰削板料 .....	46
任务实施 .....	47
一、实训工具和材料 .....	47
二、实训内容 .....	47

三、评分标准 .....	47
拓展训练 .....	48

**项目五 锉削 .....** 50

<b>任务一 认识锉削 .....</b>	<b>50</b>
任务描述 .....	50
相关知识 .....	51
一、锉削工具 .....	51
二、锉削基本操作 .....	53
三、锉削注意事项 .....	55
任务实施 .....	55
一、实训工具和材料 .....	55
二、实训内容 .....	55
三、评分标准 .....	55
<b>任务二 锉削技能训练 .....</b>	<b>56</b>
任务描述 .....	56
相关知识 .....	57
一、平面锉削 .....	57
二、曲面锉削 .....	58
任务实施 .....	59
一、实训工具和材料 .....	59
二、实训内容 .....	59
三、评分标准 .....	60
拓展训练 .....	61

**项目六 孔加工 .....** 62

<b>任务一 孔加工工具 .....</b>	<b>62</b>
任务描述 .....	62
相关知识 .....	62
一、钻床与电钻 .....	62
二、钻头 .....	64
三、钻头的刃磨 .....	66
任务实施 .....	68
一、实训工具和材料 .....	68
二、实训内容 .....	68

三、评分标准 .....	68	任务描述 .....	88
<b>任务二 钻孔 .....</b>	<b>69</b>	相关知识 .....	88
任务描述 .....	69	一、套螺纹工具 .....	88
相关知识 .....	69	二、套螺纹前圆杆直径的确定 .....	89
一、钻头及工件的装夹 .....	69	三、套螺纹注意事项 .....	90
二、钻孔的基本操作 .....	71	任务实施 .....	90
三、钻孔注意事项 .....	73	一、实训工具和材料 .....	90
任务实施 .....	74	二、实训内容 .....	90
一、实训工具 .....	74	三、评分标准 .....	90
二、实训内容 .....	74	拓展训练 .....	91
三、评分标准 .....	74		
<b>任务三 扩孔、铰孔和铤孔 .....</b>	<b>75</b>	<b>项目八 铰配 .....</b>	<b>92</b>
任务描述 .....	75	<b>任务一 铰配凹凸体 .....</b>	<b>92</b>
相关知识 .....	76	任务描述 .....	92
一、扩孔 .....	76	相关知识 .....	93
二、铰孔 .....	76	一、对称度及对称度公差带 .....	93
三、铤孔 .....	79	二、对称度的测量 .....	94
任务实施 .....	81	三、对称度对工件互换精度的影响 .....	94
一、实训工具和材料 .....	81	任务实施 .....	94
二、实训内容 .....	81	一、实训工具和材料 .....	94
三、评分标准 .....	81	二、实训步骤 .....	95
拓展训练 .....	82	三、操作要点 .....	96
		四、评分标准 .....	97
		<b>任务二 铰配四方体 .....</b>	<b>97</b>
		任务描述 .....	98
		相关知识 .....	98
		一、铰配方法 .....	98
		二、四方体的形状误差对铰配的影响 .....	99
		任务实施 .....	99
		一、实训工具和材料 .....	99
		二、实训步骤 .....	99
		三、操作要点 .....	101
		四、评分标准 .....	101
		<b>任务三 铰配六角形体 .....</b>	<b>102</b>
		任务描述 .....	102
		相关知识 .....	103
		一、划线方法 .....	103
		二、铰配方法 .....	103
<b>项目七 螺纹加工 .....</b>	<b>83</b>		
<b>任务一 攻螺纹 .....</b>	<b>83</b>		
任务描述 .....	83		
相关知识 .....	84		
一、攻螺纹工具 .....	84		
二、攻螺纹前底孔直径和底孔深度的确定 .....	85		
三、攻螺纹方法 .....	86		
任务实施 .....	87		
一、实训工具和材料 .....	87		
二、实训步骤 .....	87		
三、评分标准 .....	87		
<b>任务二 套螺纹 .....</b>	<b>88</b>		



钳工大多是用手工工具在台虎钳上进行的手工操作。随着生产技术的发展,钳工逐步由制造简单的制品和各种手工工具发展到制造机器零件和装配机器,成为工业生产中一门独立的且不可缺少的重要工种。本项目主要介绍钳工的一些基本知识,包括钳工工作场地及其布局、钳工常用设备以及安全文明生产知识。

## 任务一 钳工入门知识

### 学习目标

了解钳工车间的规章制度和安全文明生产的要求;  
熟悉钳工实习常用设备的使用方法及相关注意事项。



### 任务描述

通过本任务,了解台虎钳的结构和工作原理,熟悉各个手柄的作用,并学会拆装台虎钳,同时对台虎钳进行清洁去污、注油等维护保养工作。



### 相关知识

#### 一、钳工基本概念

钳工大多是用手工工具在台虎钳上进行的手工操作。在科学技术飞速发展的今天,先进的机器设备和精密设备不断涌现,但是在机械制造过程中,一些不适宜采用机械方法或机械方法不能解决的问题仍需要由钳工来完成,如零件加工过程中的划线、精密加工(刮削、研

磨、锉削样板和模具制作等)以及机器的装配、调整、修理、改进和技术革新等,所以钳工是制造业中不可缺少的工种。

随着机械工业的高速发展,钳工的工作范围也日益扩大,并且专业分工更细,可分成装配钳工、修理钳工、模具钳工等。不论哪种钳工,首先应全面掌握钳工的技术知识和各项基本操作技能,然后根据具体分工进一步学习并掌握零件加工方法和产品设备的装配、修理等技能。钳工基本操作技能是进行产品生产的基础,也是钳工专业技能的基础,因此,必须将其熟练掌握才能在今后的工作中逐步做到得心应手、运用自如。

## 二、钳工工作场地

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

### 1. 布局合理

工作台应放置在光线适宜、操作方便的地方,工作台与工作台之间的距离应适当。砂轮机和钻床应放置在独立的工作间内。

### 2. 材料与工件分放

材料和工件要分别摆放整齐,工件尽量放置在搁架上,以免磕碰。

### 3. 工具和量具合理摆放

常用的工具和量具应放在工作位置附近,便于随时取用,用后及时放回原处,以免损坏。

### 4. 工作场地保持整洁

每天工作完成后应按要求对设备进行清理和保养,并把工作场地打扫干净。

## 三、钳工常用设备

### 1. 钳桌

钳桌用来安装台虎钳、放置工具和工件等。为了方便操作,钳桌的高度一般为 800~900 mm,钳口高度基本与肘齐平。钳桌的长度和宽度随工作需要而定。

### 2. 台虎钳

台虎钳是用来夹持工件的通用夹具,有固定式和回转式两种结构类型,图 1-1(a)所示为回转式台虎钳的结构,图 1-1(b)所示为固定式台虎钳的结构。回转式台虎钳的工作原理如下:活动钳身 2 通过其上的导轨与固定钳身 4 的导轨孔作滑动配合;丝杠 1 装在活动钳身 2 上,可以旋转,但不能轴向移动,并与安装在固定钳身 4 内的螺母 5 配合;当摇动手柄 11 使丝杠 1 旋转时,可带动活动钳身 2 相对于固定钳身 4 作进退移动,夹紧或放松工件;弹簧 10 靠挡圈 11 和销钉固定在丝杠上,其作用是当放松丝杠 1 时,可使活动钳身 2 能及时退出;在固定钳身 4 和活动钳身 2 上,各装有钢质钳口 3,并用螺钉固定,钳口 3 的工作面上制有交叉的网纹,使工件夹紧后不易产生滑动,且钳口 3 经过热处理淬硬,具有较好的耐磨性;固定钳身 4 装在转座 8 上,并能绕转座 8 的轴心线转动,当转到要求的方向时,扳动手柄 7 使夹紧螺钉旋紧,便可在夹紧盘 7 的作用下使固定钳身 4 紧固;转座 8 通过螺栓与钳桌固定。

台虎钳的规格以钳口宽度表示,有 100 mm(4 in)、125 mm(5 in)、150 mm(6 in)等。



在钳桌上安装台虎钳时,必须使固定钳身的工作面处于钳桌边缘以外,以保证夹持长条形工件时,工件的下端不受钳桌边缘的阻碍。

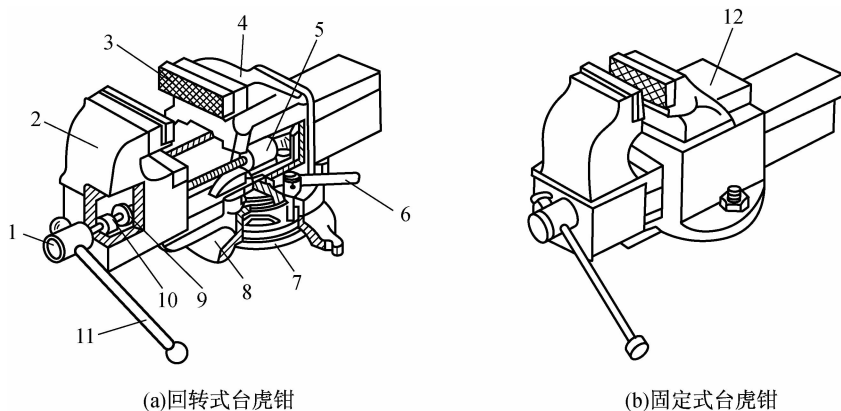


图 1-1 台虎钳

1—丝杠; 2—活动钳身; 3—钢质钳口; 4—固定钳身; 5—螺母; 6、11—手柄;  
7—夹紧盘; 8—转座; 9—挡圈; 10—弹簧; 12—砧座

### 3. 砂轮机

砂轮机用来磨削钻头、铤子(凿子)等刀具。砂轮机主要由电动机、砂轮和机体组成,其外形如图 1-2 所示。使用砂轮机时应注意以下几点。

(1)砂轮的旋转方向要正确(与砂轮罩壳上的箭头方向一致),使磨屑向下飞离砂轮与工件。

(2)砂轮机启动后,应等砂轮转速正常后再进行磨削,操作者应戴防护镜。

(3)磨削时要防止刀具、工件撞击砂轮或对砂轮施加压力过大。当砂轮外圆跳动严重时,应及时用修整器修整。

(4)砂轮机的搁架与砂轮间的距离一般保持在 3 mm 以内,间距过大容易将刀具或工件挤入搁架与砂轮之间,造成事故。

(5)磨削时,应站在砂轮的侧面或斜对面,严禁站在砂轮的正面操作,以防砂轮碎片飞出伤人。

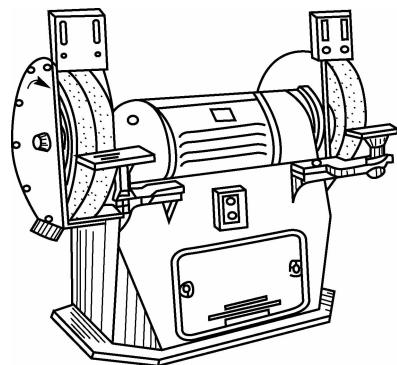


图 1-2 砂轮机

## 四、安全文明生产的基本要求

安全文明生产是为了避免和减少伤亡事故,保障劳动者在生产活动中的人身安全。在钳工操作中应遵守以下基本要求。

(1)工作时应按规定穿工作服,上衣的袖口和下摆要扎紧。

(2)工具和量具应按下列要求放置,如图 1-3 所示。

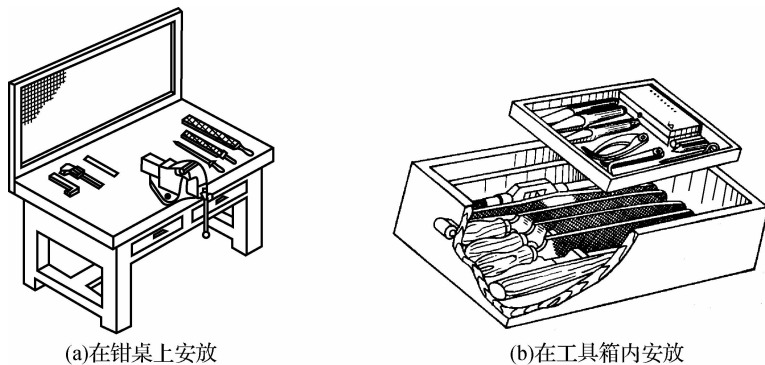


图 1-3 工具和量具放置

①在钳桌上工作时,为了取用方便,右手取用的工具和量具放在右边,左手取用的工具和量具放在左边,各自排列整齐,且不能使其伸到钳桌以外。

②量具不能与工具或工件混放在一起,应放在量具盒内或专用搁架上。

③常用的工具和量具要放在工作位置附近。

④工具和量具用毕后要整齐地放入工具箱内,不应任意堆放,以防损坏和取用不便。

(3)钻床、砂轮机、电钻等机械工具要经常检查,发现损坏应及时上报,在未修复前不得使用。

(4)严格遵守钻床、砂轮机等电动工具的安全操作规程。

(5)清除切屑时要用刷子,不要直接用手清除或用嘴吹。

(6)安装、更换刀具或工件时,应先停车,等钻床停止后再进行安装或更换。

## 任务实施

### 一、实训地点

钳工车间。

### 二、实训内容

整理并安放好工具、量具,然后对台虎钳进行拆装,同时对台虎钳做好清洁去污、注油等维护保养工作。把拆下来的各个零件清洗干净,对丝杠、螺母等零件的活动表面进行润滑,按正确顺序组装好台虎钳。

### 三、评分标准

台虎钳的拆装评分标准见表 1-1。

表 1-1 台虎钳拆装评分标准

序号	考评内容	分值	评分标准	得分	扣分原因
1	拆卸活动钳身	25	如不按步骤拆卸,每错一步扣 5 分		
2	拆卸固定钳身	25	如不按步骤拆卸,每错一步扣 5 分		

续表

序号	考评内容	分值	评分标准	得分	扣分原因
3	清洗、保养钳身零件	20	如果没有认真清洗和加油保养,每少一步扣5分		
4	组装台虎钳	30	每装错一步扣5分		
成绩总评					

## 任务二 钳工基本量具的使用

### 学习目标

- 了解钳工基本量具的结构和原理;
- 掌握钳工基本量具的使用方法及注意事项。



### 任务描述

使用不同量具对如图 1-4 所示的工件进行准确测量。

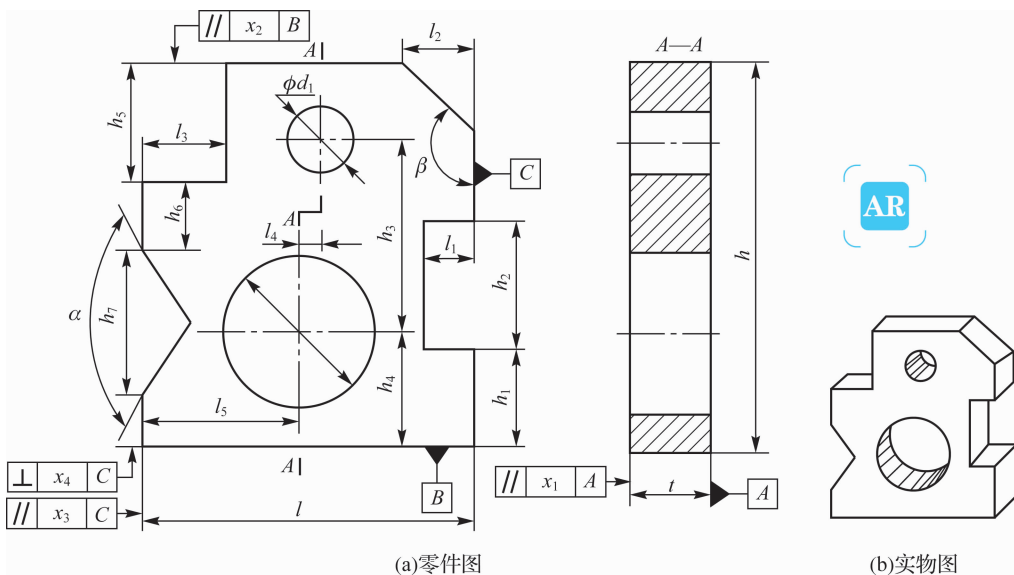


图 1-4 测量工件图



### 相关知识

#### 一、钳工基本量具的分类

用来测量、检验零件和产品的尺寸、形状的工具称为量具。量具的种类很多,根据其用途和特点,可分为以下三种类型。

### 1. 万能量具

万能量具一般都有刻度,在测量范围内可以测量零件和产品形状、尺寸的具体数值,如游标卡尺、千分尺、百分表和万能游标角度尺等。

### 2. 专用量具

专用量具不能测量出实际尺寸,只能测定零件和产品的形状、尺寸是否合格,如卡规、塞规等。

### 3. 标准量具

标准量具只能制成某一固定尺寸,通常用来校对和调整其他量具,也可以作为标准件与被测量件进行比较,如量块等。

## 二、游标量具

### 1. 游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具,它可以直接测量出工件的内径、外径、长度、宽度、深度和孔距等尺寸。游标卡尺的测量精度有 0.1 mm、0.05 mm 和 0.02 mm 三种,测量范围有 0~125 mm、0~150 mm、0~200 mm、0~300 mm 等。

#### 1) 游标卡尺的结构

游标卡尺主要由尺身和游标组成,其结构如图 1-5 所示。

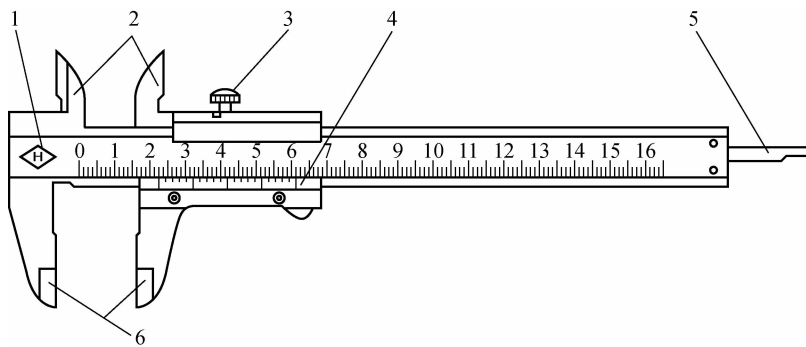


图 1-5 游标卡尺

1—尺身; 2—上量爪; 3—紧固螺钉; 4—游标; 5—测深杆; 6—下量爪

#### 2) 游标卡尺的刻线原理

如图 1-6 所示,0.05 mm 游标卡尺的尺身上每一格的长度为 1 mm,游标总长为 39 mm,并等分为 20 格,每格长度为  $39/20=1.95$  mm,尺身两格和游标一格长度之差为  $2-1.95=0.05$  mm,所以它的精度为 0.05 mm。

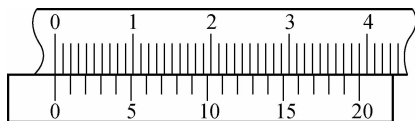


图 1-6 0.05 mm 游标卡尺刻线

如图 1-7 所示,0.02 mm 游标卡尺的尺身上每一格的长度为 1 mm,游标总长为 49 mm,并等分为 50 格,每格长度为  $49/50=0.98$  mm,则尺身一格和游标一格长度之差为  $1-0.98=0.02$  mm,所以它的精度为 0.02 mm。

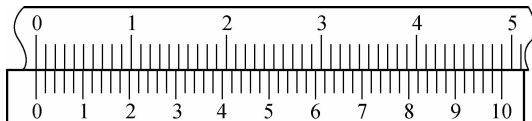


图 1-7 0.02 mm 游标卡尺刻线

### 3) 游标卡尺的使用

用游标卡尺测量尺寸前,应擦净量爪的两测量面,将两测量面接触贴合,校准零位并用透光法检测两测量面的密合性。两测量面应密不透光,否则应进行修理。

测量时,将两量爪张开到略大于被测尺寸,固定量爪的测量面靠紧工件,然后轻轻移动游标,使活动量爪的测量面也靠紧工件,并使卡尺测量面的连线垂直于被测量面,最后把紧固螺钉拧紧并读出所测数值,如图 1-8 所示。

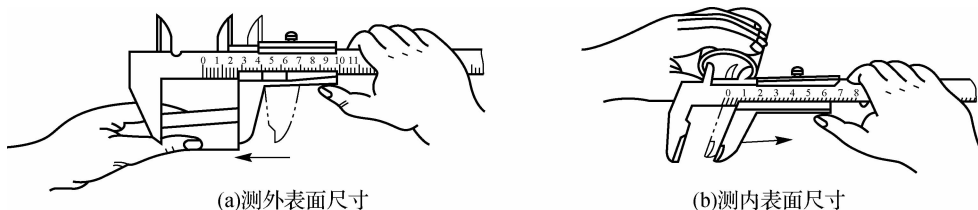


图 1-8 游标卡尺的使用

### 4) 游标卡尺的读数

(1) 读整数。游标零线左边尺身的第一条刻线是工件尺寸的整数部分读数,图 1-9 中游标卡尺整数部分读数为 28 mm。

(2) 读小数。在游标上找出与尺身刻线对齐的那条刻线,在对齐处从游标上读出小数部分读数,图 1-9 中游标卡尺小数部分的读数为 0.86 mm。

(3) 将上述两个数值相加,即为游标卡尺测量的工件尺寸。图 1-9 所示工件的尺寸为  $28+0.86=28.86$  mm。

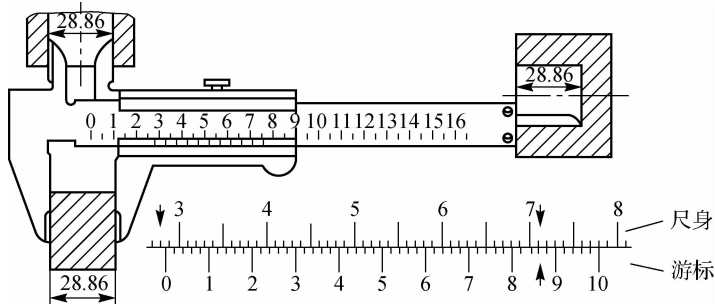


图 1-9 游标卡尺的读数

## 5) 使用游标卡尺的注意事项

- (1) 测量前要校对零位线。
- (2) 测量时量爪要轻轻地靠向被测面。接触后不能推力过大, 否则会使量爪倾斜而造成测量误差。
- (3) 测量时被测面与游标卡尺应互相垂直, 量爪不能歪斜。
- (4) 根据被测面的形状选择适当的量爪进行测量。例如, 测量带有凹圆弧的表面时, 应使用内测量爪。
- (5) 读数时, 视线应与刻线垂直, 以免因视差引起读数误差。

## 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, 按游标的测量精度分为  $2'$  和  $5'$  两种, 测量范围为  $0^\circ \sim 320^\circ$ 。

## 1) 万能角度尺的结构

万能角度尺主要由尺身、直尺、基尺、游标、 $90^\circ$ 角尺和卡块组成, 如图 1-10 所示。

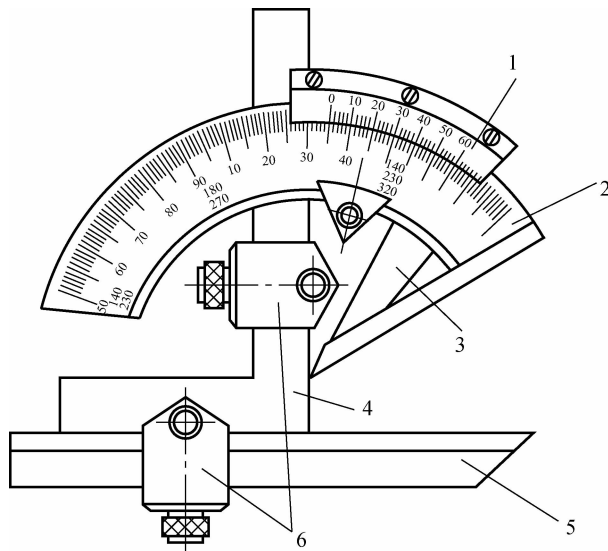


图 1-10 万能角度尺

1—游标; 2—尺身; 3—基尺; 4— $90^\circ$ 角尺; 5—直尺; 6—卡块

2)  $2'$  万能角度尺的刻线原理及读数方法

$2'$  万能角度尺尺身刻线的每一格为  $1^\circ$ , 游标为  $29^\circ$ , 并等分为 30 格, 每格角度为  $29^\circ/30 = 58'$ , 尺身一格和游标一格之差为  $1^\circ - 58' = 2'$ , 所以它的测量精度为  $2'$ 。

万能游标角度尺的读数方法与游标卡尺的读数方法相似, 先从尺身上读出游标零刻线前一格的角度数, 再从游标上读出角度数, 两者相加就是被测工件的角度数值。

## 3) 万能角度尺的使用方法

- (1) 检测  $0^\circ \sim 50^\circ$  时, 装直尺和  $90^\circ$  角尺, 如图 1-11(a) 所示。
- (2) 检测  $50^\circ \sim 140^\circ$  时, 只装直尺, 如图 1-11(b) 所示。
- (3) 检测  $140^\circ \sim 230^\circ$  时, 只装  $90^\circ$  角尺, 如图 1-11(c) 所示。

(4)检测  $230^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 时,直尺和  $90^{\circ}$ 角尺均不装,如图 1-11(d)所示。

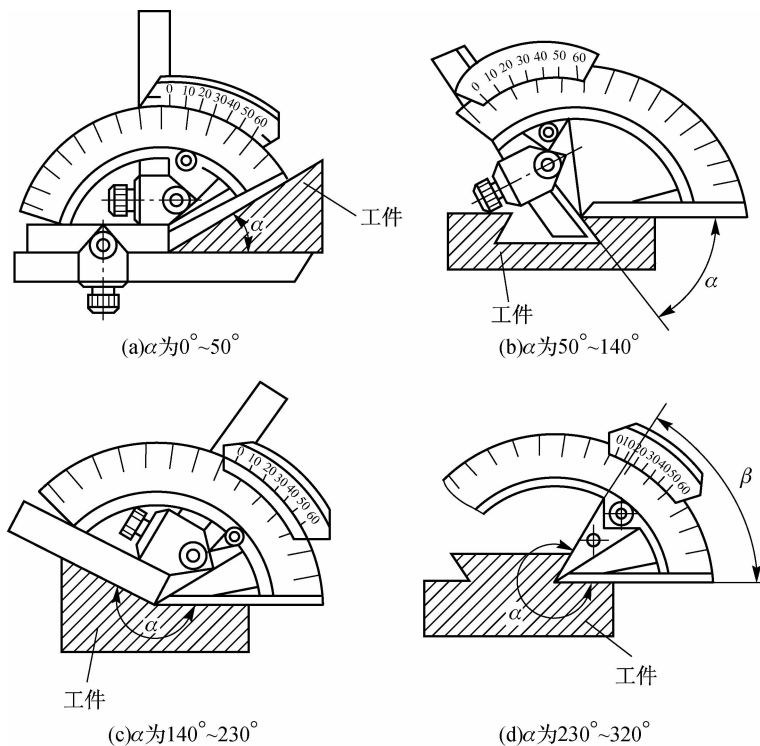


图 1-11 万能角度尺的使用

### 三、千分尺

千分尺是一种精密量具,用来测量加工精度要求较高的工件尺寸。

#### 1. 千分尺的种类与结构

千分尺的种类很多,按用途可分为外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、内测千分尺、螺纹千分尺和壁厚千分尺。外径千分尺的结构如图 1-12 所示,尺架 1 的左端是砧座 2,右端是表面有刻度线的固定套筒 5,里面是带有内螺纹的衬套,测微螺杆 3 右面的螺纹可沿此内螺纹回转,并用螺纹轴套 4 定心。固定套筒的外面是有刻度线的微分筒 6,它用锥孔与测微螺杆右端锥体相连,转动紧定螺钉可使测微螺杆固定不动,松开紧定螺钉可使测微螺杆与微分筒分离,以便调整零位线位置。棘轮 7 用螺钉与罩壳连接,转动棘轮盘,测微螺杆就会移动,当测微螺杆左端面接触工件时,棘轮在棘爪销的斜面上打滑,测微螺杆停止前进。由于弹簧的作用,棘轮在棘爪销斜面滑动时会发出“吱吱”声。如果棘轮盘反方向转动,则拨动棘爪销,微分筒转动,使测微螺杆向右移动。

#### 2. 千分尺的刻线原理

千分尺测微螺杆上的螺距为  $0.5\text{ mm}$ ,微分筒每转一圈,测微螺杆就沿轴向移动  $0.5\text{ mm}$ 。固定套筒上刻有间隔为  $0.5\text{ mm}$  的刻线,微分筒圆锥面上共刻有 50 格,微分筒每转一格测微螺杆就移动  $0.5/50=0.01\text{ mm}$ ,因此千分尺的测量精度为  $0.01\text{ mm}$ 。

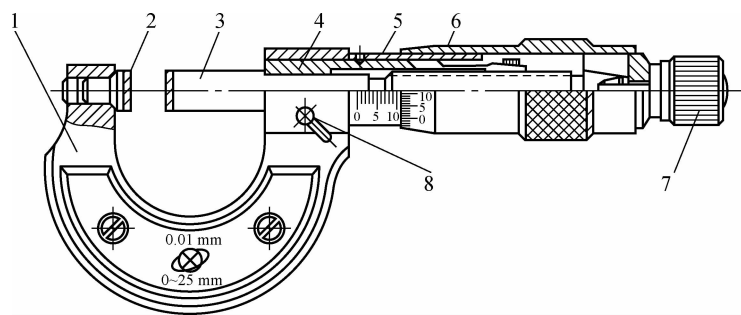


图 1-12 外径千分尺的外形及结构

1—尺架；2—砧座；3—测微螺杆；4—螺纹轴套；5—固定套筒；  
6—微分筒；7—棘轮；8—锁紧手柄

### 3. 千分尺的读数方法

千分尺读数时,首先读出微分筒边缘在固定套筒主尺的刻度值,然后看微分筒上与固定套筒基准线对齐的那一格的读数,把两个读数相加即为所测工件的实际尺寸。千分尺的读数方法如图 1-13 所示。

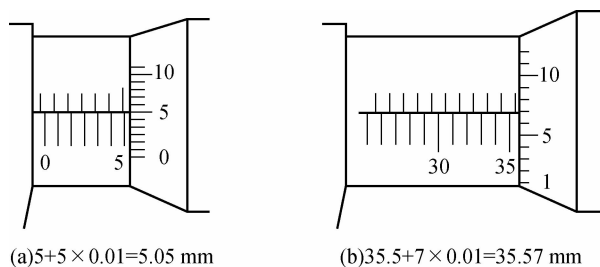


图 1-13 千分尺的读数方法

### 4. 使用千分尺的注意事项

- (1) 使用前必须先校对零位线,然后才能使用。
- (2) 先旋转微分筒,使测微螺杆靠近被测表面,然后转动棘轮,这样既能节约测量时间,又能准确控制测量力,保证测量精度。
- (3) 测量时,量具要放正,不能倾斜,并要注意温度对测量精度的影响。
- (4) 在读测量数值时,要防止在固定套筒上多读或少读。
- (5) 不能用千分尺来测量毛坯或转动着的工件。

## 四、百分表

百分表是应用很广泛的万能量具,主要用于测量工件的长度尺寸、几何形状和位置误差。百分表的测量范围有 0~3 mm、0~5 mm 和 0~10 mm 三种,测量精度为 0.01 mm,其结构如图 1-14 所示。当测量精度为 0.001 mm 或 0.005 mm 时,百分表称为千分表。



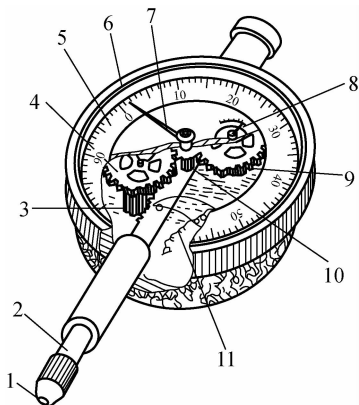


图 1-14 百分表的结构

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

### 1. 百分表的刻线原理

百分量表杆上齿条的齿距为  $0.625\text{ mm}$ ，当量杆上升 16 齿时，上升的距离为  $0.625\text{ mm} \times 16 = 10\text{ mm}$ ，此时与量杆啮合的 16 齿的小齿轮正好转动一周，而与该小齿轮同轴的大齿轮（100 齿）也必然转动一周，中间小齿轮（10 齿）在大齿轮带动下将转动 10 周，与中间小齿轮同轴的长指针也转动 10 周，即当量杆上升  $1\text{ mm}$  时，长指针转动一周。表盘上共等分 100 格，所以长指针每转动一格，量杆移动  $0.01\text{ mm}$ ，即百分表的测量精度为  $0.01\text{ mm}$ 。

### 2. 百分表的使用方法

使用百分表时，百分表要安装在专用表架上。表架应放在平稳位置上，百分表在表架上的位置可调整，角度也可调整。使用百分表进行测量前，首先应将长指针对准零位，测量时长指针转过的格数即为测量尺寸。

### 3. 使用百分表的注意事项

(1) 测量前应检查百分表的重复性，检查方法为多次提拉百分表量杆使其略高于工件高度，然后放下触头，使它与工件接触。在重复性好的情况下才可以使用该百分表进行测量。

(2) 测量平面工件时，百分表的触头应与工件平面垂直；测量圆柱形工件时，百分表的触头要与工件中心线垂直。否则，百分表的量杆不灵活，会造成测量结果不准确。

(3) 使用百分表测量时，量杆的升降范围不能太大，否则会因为存在间隙而产生误差。

## 五、量具的维护和保养

为了保护量具的精度，延长其使用寿命，维护和保养非常重要。量具的维护和保养应做到以下几点。

(1) 使用前应熟悉量具的规格、性能、使用方法以及使用时的注意事项。

(2) 操作中要轻拿轻放，以防碰坏，同时要防止汗渍、污渍或其他有害物质腐蚀、损坏测量工具。

(3) 测量前应将量具的测量面和工件被测量面擦净，以免脏物影响量具的测量精度或磨损量具。

(4)在使用过程中,量具不要和工具、刀具放在一起,以免碰坏,也不要随便放在车床上,以免因车床振动而掉下来损坏。

(5)机床开动时,不要用量具测量工件,否则会加快量具磨损,而且容易发生事故。

(6)由于温度对量具精度影响很大,因此,量具不应放在电炉、暖气片等热源附近,以免受热变形。

(7)不要把量具放在磁场附近,如磨床的磁性工作台上,以免磁化。

(8)量具用完后,应及时擦净、涂油,放在专用盒中,保存在干燥处,以免生锈。

(9)精密量具应定期鉴定和保养,发现有不正常现象时,应及时送交计量室检修。

## 任务实施

### 一、实训工具和材料

0.02 mm 游标卡尺、0.01 mm 千分尺、2'万能角度尺、0.01 mm 百分表。

### 二、实训内容

(1)观看教师作游标卡尺、千分尺、万能角度尺和百分表校准零位及检测两测量面的示范操作。

(2)观看教师作游标卡尺、千分尺、万能角度尺和百分表测量工件的示范操作。

(3)教师在游标卡尺、千分尺、万能角度尺和百分表上定位任意尺寸后拧紧紧固螺钉,逐个请学生读出示数。

(4)用游标卡尺、千分尺、万能角度尺和百分表测量工件尺寸。

### 三、注意事项

(1)测量前,工件必须去除毛刺、倒棱并擦拭干净。

(2)测量时,把量具测量面擦拭干净,并慢慢使量具测量面靠紧工件被测量面。

(3)读数时,对着光线明亮的地方,正视刻线表面,避免由于斜视角造成读数误差,然后读出示数。

(4)测量结束后,应用清洁的棉布擦净量具测量面并涂防护油后放回盒中。放置游标卡尺时,两量爪必须保持一定的距离。

### 四、评分标准

基本量具的使用训练评分标准见表 1-2。

表 1-2 基本量具的使用训练评分标准

序号	考评内容	分值	评分标准	得分	扣分原因
1	游标卡尺的识读	10	读整数部分错误扣 5 分; 读小数部分错误扣 5 分		
2	游标卡尺的操作	15	测量尺寸的整数部分错误扣 5 分; 测量尺寸的小数部分错误扣 10 分		

续表

序号	考评内容	分值	评分标准	得分	扣分原因
3	千分尺的识读	10	读整数部分错误扣 5 分； 读小数错误扣 5 分		
4	千分尺的操作	15	测量尺寸的整数部分错误扣 5 分； 测量尺寸的小数部分错误扣 10 分		
5	万能角度尺的识读	10	读度数数值错误扣 5 分； 读分数数值错误扣 5 分		
6	万能角度尺的操作	15	测量度数数值错误扣 5 分； 测量分数数值错误扣 10 分		
7	百分表的识读	10	读整数部分错误扣 5 分； 读小数部分错误扣 5 分		
8	百分表的操作	15	测量整数部分错误扣 7 分； 测量小数部分错误扣 8 分		
成绩总评					



### 拓展训练

用游标卡尺测量图 1-15 所示孔中心线与侧平面之间的距离  $L$ 。

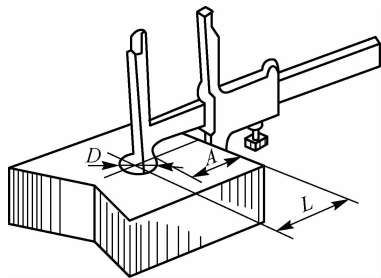


图 1-15 测量孔与侧平面的距离



### 要点分析

用游标卡尺测量孔中心线与侧平面之间的距离  $L$  时,先用游标卡尺测量出孔的直径  $D$ ,再用刃口形量爪测量孔的壁面与零件侧面之间的最短距离。此时,游标卡尺应垂直于侧平面,且要找到最小尺寸,读出示数  $A$ ,则孔中心线与侧平面之间的距离

$$\text{为 } L = A + \frac{D}{2}。$$