

机械加工技能实训教程

舒翔 黄跃 主编



南京大学出版社

机械加工实训教材

主编：舒翔 黄跃

出版地：南京

出版社：南京大学出版社

印制地：南京

印制厂：南京新华印刷厂

开本：880×1230mm²

印张：10.5

字数：250千字

页数：320

版次：2004年5月第1版

印次：2004年5月第1次印刷

书名：机械加工技能实训教程

作者：舒翔 黄跃

责任编辑：王伟

责任校对：王伟

封面设计：王伟

内文设计：王伟

排版：王伟

编务：王伟

装订：王伟

设计：王伟

校对：王伟

编辑：王伟

设计：王伟

图书在版编目(CIP)数据

机械加工技能实训教程 / 舒翔, 黄跃主编. —南京:
南京大学出版社, 2010. 10

ISBN 978 - 7 - 305 - 07585 - 8

I. ①机… II. ①舒… ②黄… III. ①机械加工—教材 IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 178125 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出版人 左 健
书 名 机械加工技能实训教程
主 编 舒 翔 黄 跃
责任编辑 何永国
照 排 南京玄武湖印刷照排中心
印 刷 南京大学印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 12.75 字数 213 千
版 次 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 305 - 07585 - 8
定 价 25.00 元
发行热线 025-83594756
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

前　　言

机械加工技能实训是高职院校机电制造类各专业的一个重要实践性教学环节,是体现职业技术教育特色、强化职业技能训练和提高学生专业技术水平,实现高素质、高技能应用型人才培养目标的主要课程之一。为了适应高等职业技术教育的发展新形势,满足机电制造类专业实训教学的需要,以及适应职业技能鉴定考核的要求,我们结合在长期技能实训教学中积累的经验,组织编写这本《机械加工技能实训教程》。本教材以职业能力建设为目标,以专业技能培养为出发点,力求体现教学内容的职业性、技能性、实用性和理论知识与操作技能相融合的特点,学生经过教材中实训项目的系统训练后,能初步达到相应职业(工种)中级工的实际操作技能水平。本教材主要教学内容包括钳加工、车削加工、铣削加工和数控加工四个模块,共 15 个训练项目。既包括了应用最广泛的一般机械加工方法,也包括了数控加工现代制造技术,较好地体现了教材的实用性和先进性。本教材的主要特点有:

1. **科学性** 教学内容与当今机电制造类企业的生产技术和设备水平相适应,教学过程的编排与技能形成规律相统一,体现了科学性和先进性的特点。

2. **实践性** 教学内容设计的根本目的在于培养学生的职业能力。本教材的 15 个实训项目均要求学生以实际训练方式来完成,并提供了针对性较强的技能实训课题 19 个,实践性较强。

3. **职业性** 本教材所包括的四个模块与《国家职业标准》中的有关职业分别对应,技能要求水平(中级)相当,较好地体现了实训教学内容的职业性。

本教材的编写工作得到了编者所在单位有关领导和部门的大力支持,得到了段绍传高级工程师等人的帮助,在此表示诚挚的谢意。

由于编写时间和编者水平有限,书中难免存在不足或错误之处,敬请读者批评指正。

编　　者

2010 年 7 月于南昌

目 录

模块一 钳加工

项目一 钳加工基本知识	1
课题一 钳加工概述	1
课题二 常用量具与测量方法	3
课题三 钳加工安全技术	8
项目二 钳加工基本技能	10
课题一 划线	10
课题二 车削	16
课题三 锯割	20
课题四 铣削	23
课题五 孔加工	29
课题六 螺纹加工	37
项目三 钳加工技能训练	41
课题一 铣削四方体	41
课题二 铣削圆弧面	42
课题三 铣削六边形	43
课题四 划线、钻孔与攻丝	44
课题五 铣削凸件	45
课题六 制作扁嘴锤	46
课题七 铣配凹凸件	47
项目四 机械装配	48
课题一 螺纹联接的装配	48
课题二 键联接的装配	52
课题三 销联接的装配	54
课题四 带传动的装配	56
课题五 齿轮传动的装配	60
课题六 滚动轴承的装配	61

课题七 减速器的装配	64
------------------	----

模块二 车削加工

项目一 车削加工基本知识	69
课题一 车削加工概述与车床	69
课题二 车削安全技术	72
课题三 车床操作与保养	73
课题四 常用量具、测量方法与切削液	74
项目二 车削加工基本技能	76
课题一 车刀刃磨	76
课题二 车削外圆与车削平面	80
课题三 切断与车削沟槽	84
课题四 车削内孔	89
课题五 车削圆锥面	93
课题六 车削螺纹	97
项目三 车削加工技能训练	103
课题一 车削台阶轴	103
课题二 车削轴销	104
课题三 车削内台阶孔	105
课题四 车削圆锥面	106
课题五 车削三角形外螺纹	107

模块三 铣削加工

项目一 铣削加工基本知识	108
课题一 铣削加工概述与铣床	108
课题二 铣削安全技术	111
课题三 铣床操作、保养与测量技术	112
课题四 铣刀选用与装夹、工件装夹、切削液	113
项目二 铣削加工基本技能	118
课题一 铣削平面	118
课题二 铣削垂直面和平行面	121
课题三 铣削台阶	124
课题四 铣削斜面	127
课题五 铣削沟槽	131

课题六 分度头及其使用	135
课题七 用简单分度法加工多面体	144
课题八 铣削直齿圆柱齿轮	146
项目三 铣削加工技能训练	151
课题一 铣削六面体	151
课题二 铣削带四方轴	152
课题三 铣削台阶与沟槽	153
课题四 铣削直齿圆柱齿轮	154

模块四 数控加工

项目一 数控加工基本知识	155
课题一 数控加工概述	155
课题二 数控加工安全技术与数控机床维护保养	157
课题三 数控编程基本方法	159
项目二 数控铣床基本技能	170
课题一 数控铣床加工概述	170
课题二 数控铣床基本操作	171
课题三 数控铣床编程实例	173
项目三 数控车床基本操作	178
课题一 数控车床加工概述	178
课题二 数控车床基本操作	179
课题三 数控车床编程实例	181
项目四 电火花线切割加工基本操作	184
课题一 电火花线切割工作原理与加工工艺	184
课题二 电火花线切割编程实例	188
项目五 数控加工技能训练	190
课题一 车削外圆与螺纹	190
课题二 铣削台阶平面	191
课题三 铣削沟槽	192
课题四 线切割型孔	193

模块一 钳加工

项目一 钳加工基本知识

课题一 钳加工概述

钳加工是一种以手持工具为主的金属加工方法,由于其工作大多在虎钳上进行,因此而得名。钳加工具有工具设备简单、操作灵活和适应性强等优点,是机械制造业中单件或小批量生产的重要生产方式,同时也是某些加工难度大、非常精密零件的重要加工方法。钳加工的主要缺点是劳动强度高,生产效率低。

从事钳加工的技术工人称为钳工,我国《国家职业标准》将钳工划分为钳工(普通)、工具钳工、装配钳工和机修钳工四大类职业,同时还衍生出了专业技能较强的划线工、钻工和模具有工等工种。钳工各职业尽管分工不同,但他们的基本操作技能要求是一致的。

一、钳加工工作内容

钳加工的基本操作技能包括测量、划线、錾削、锯割、锉削、钻孔、铰孔、攻丝、套丝、刮削、研磨及装配、调试、矫正、弯曲等。钳工的工作内容包括零件加工、机器装配与调试、设备安装与维修、工艺装备制造等。

1. 零件加工

对毛坯或零件进行划线、孔加工、螺纹加工或不能在机床上完成的加工,如样板制作、零件的配作、刮削、研磨等。

2. 装配与调试

根据技术要求对机器零件进行联接、配作、装配,以及对机器进行安装、调整、试车使其成为合格品。

3. 工艺装备制造

制造专用工具、夹具、模具及专用机床。

4. 设备维修

排除设备工作故障、修复零件精度。

5. 设备安装

安装、调试、验收生产设备。

二、钳加工常用工具

1. 钳加工工作台

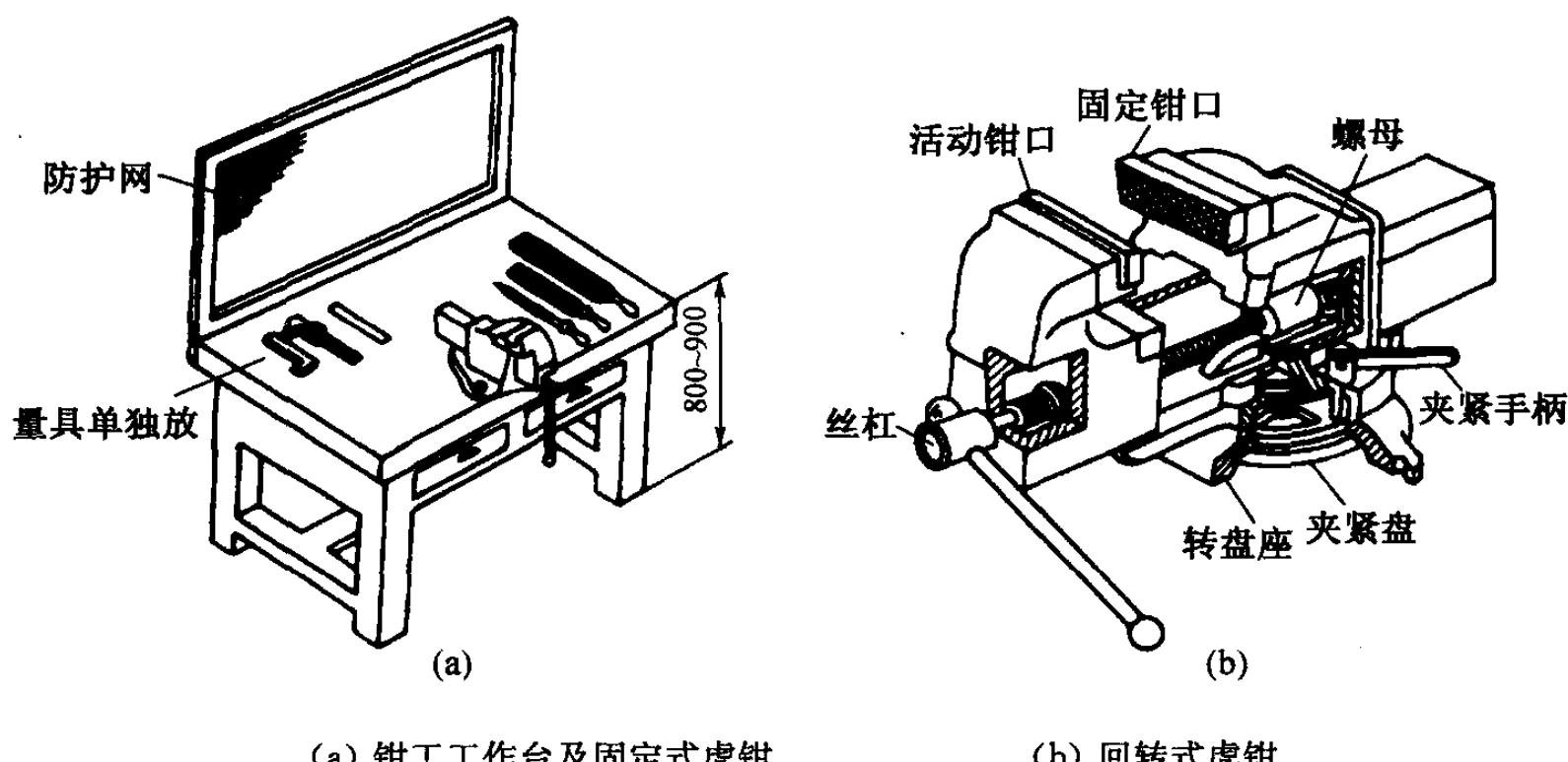
钳工工作台[见图 1-1(a)]一般是用坚实木材制成的,要求牢固和平稳,台面高度一般为 800~900 mm,并装有防护网。

2. 虎钳

虎钳是夹持工件的主要工具,其大小以钳口的宽度表示,常用的为 100~150 mm。虎钳有固定式[见图 1-1(a)]和回转式[见图 1-1(b)]两种。松开回转式虎钳的夹紧手柄,虎钳便可在底盘上转动,以改变钳口方向,便于操作。

使用虎钳时,应注意下列事项:

- (1) 工件应夹在钳口中部,以使钳口受力均匀。
- (2) 当转动手柄来夹紧工件时,手柄上不准套管子或用锤敲击手柄,以免虎钳丝杠或螺母的螺纹损坏。
- (3) 夹持工件的光洁表面时,应垫铜皮加以保护。



(a) 钳工工作台及固定式虎钳

(b) 回转式虎钳

图 1-1 虎钳

课题二 常用量具与测量方法

一、钢直尺

钢直尺是最简单的量具见图 1-2,其测量精度为 $\pm 0.2\text{ mm}$ 。常用钢直尺的规格有 150 mm、300 mm 等。钢直尺一般用于测量长度。

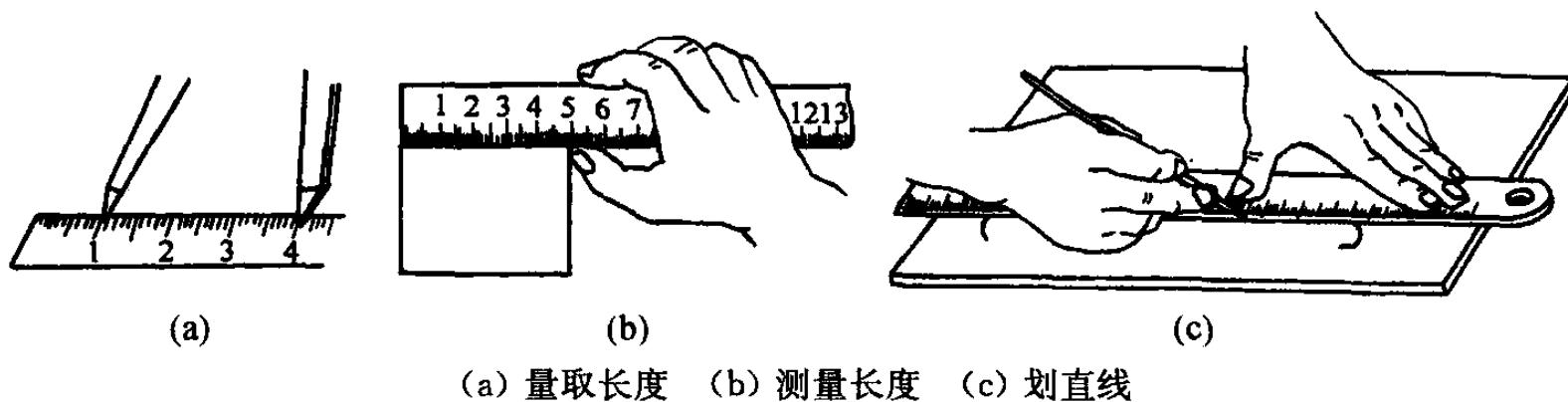
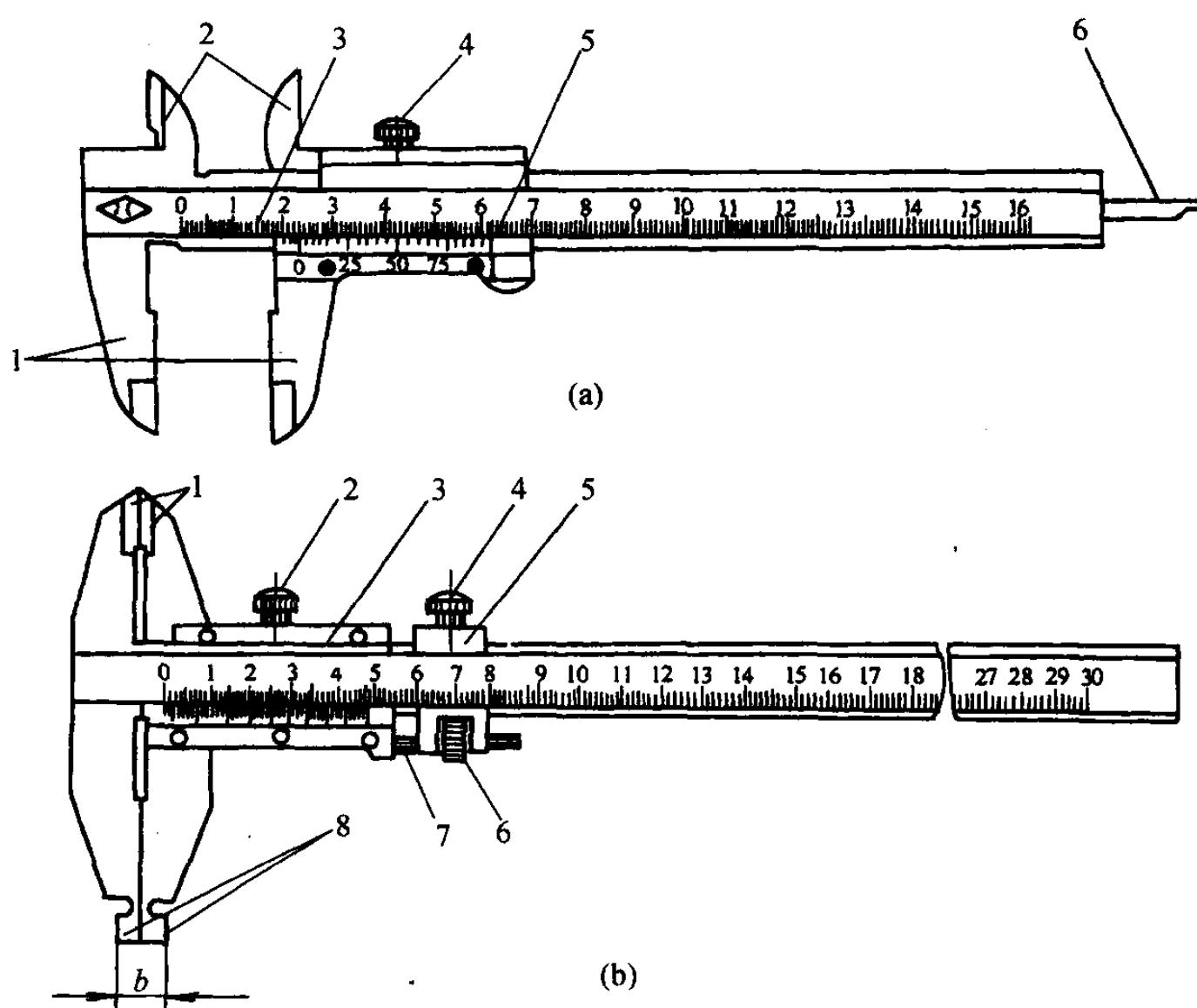


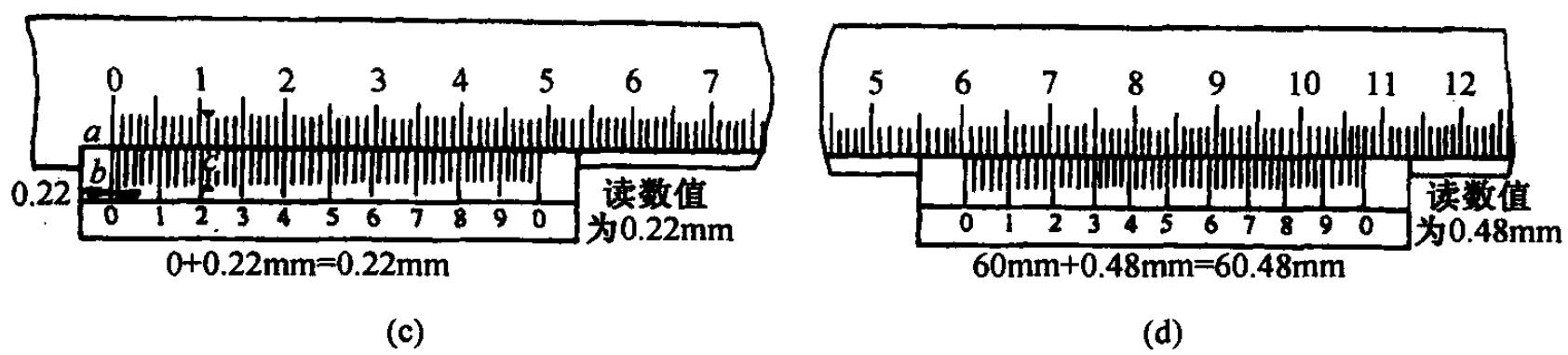
图 1-2 钢直尺

二、游标卡尺

游标卡尺是应用最广泛的通用、中等精度量具,可用来测量外径、孔径、长度、深度和槽宽等尺寸。常用的两用游标卡尺和双面游标卡尺的结构见图 1-3(a)、(b)所示,其常用规格有 0~125 mm、0~200 mm、0~300 mm 等。

常用的游标卡尺根据测量精度值的不同分为 0.02 mm 和 0.05 mm 两种,这里的 0.02 mm 和 0.05 mm 分别为这两种游标卡尺尺身上一小格与游标上一小格的尺寸之差。





(a) 两用游标卡尺 (b) 双面游标卡尺 (c)、(d) 读数示例

在图(a)中:1—外量爪 2—内量爪 3—尺身 4—游标固定螺钉 5—游标 6—深度尺

图 1-3 游标卡尺的结构

1. 游标卡尺的读数方法

(1) 读整数: 在尺身上读出位于游标零线左侧最近的整数值(mm), 即得到所测量尺寸的整数部分。

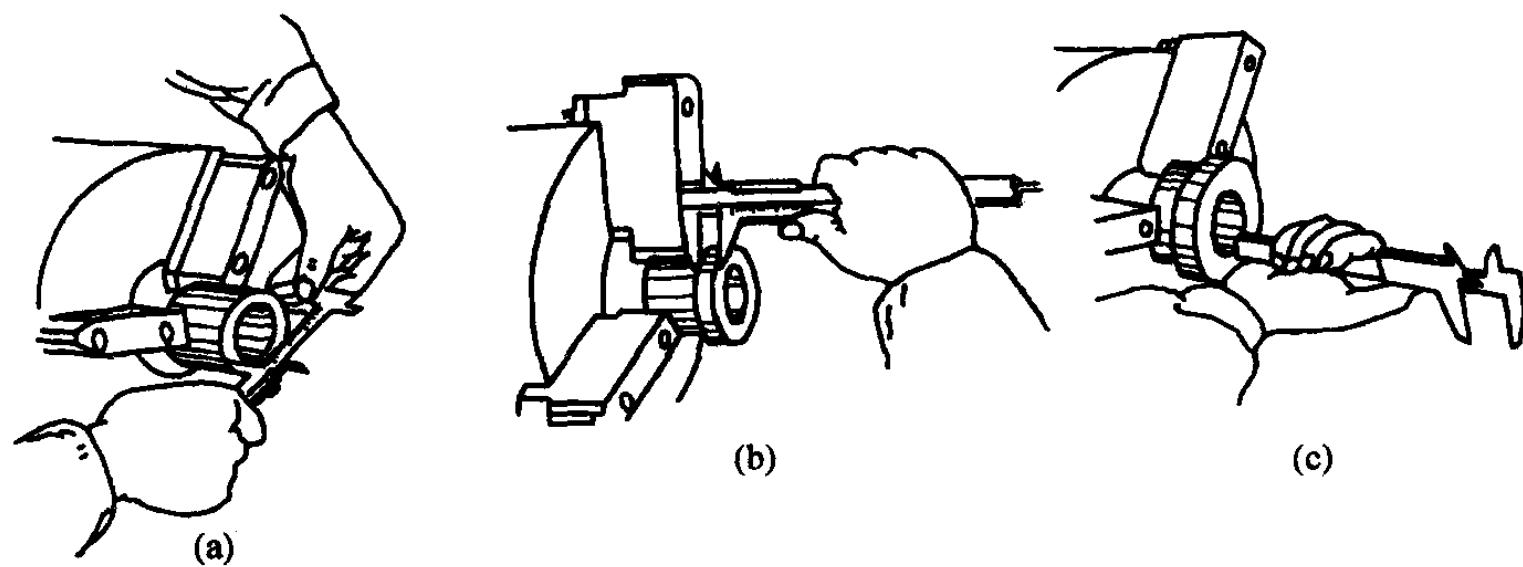
(2) 读小数: 找到游标上与尺身上刻线对齐之处, 读出游标上的刻线格数, 以这个格数乘以该游标卡尺的测量精度值(0.02 mm 或 0.05 mm), 即得到所测量尺寸的小数部分。

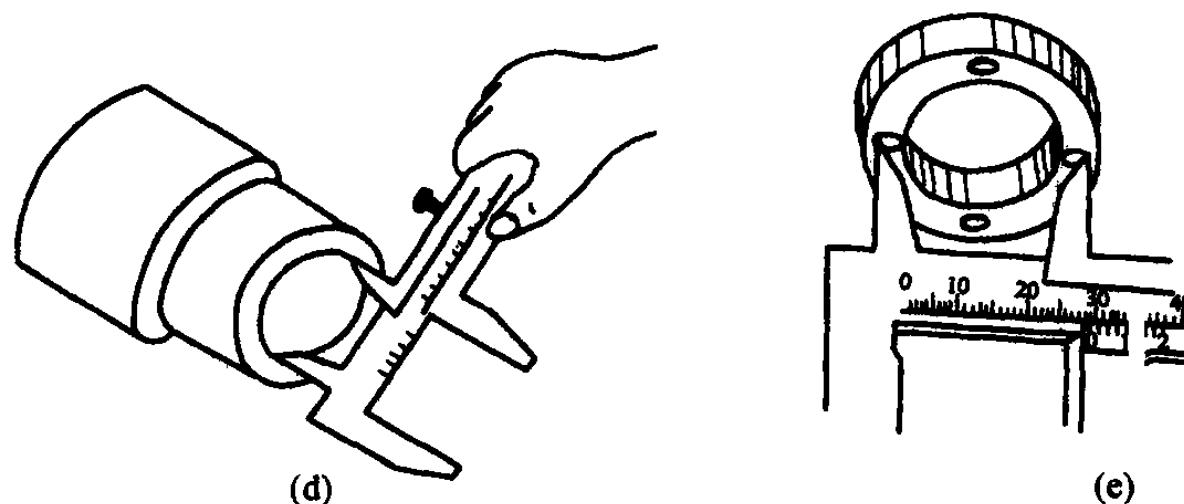
(3) 求和: 将上述两项数值相加, 即为所测量的实际尺寸。

游标卡尺的读数示例如图 1-3(c)、(d)所示。

2. 游标卡尺的使用方法

如图 1-4 所示。





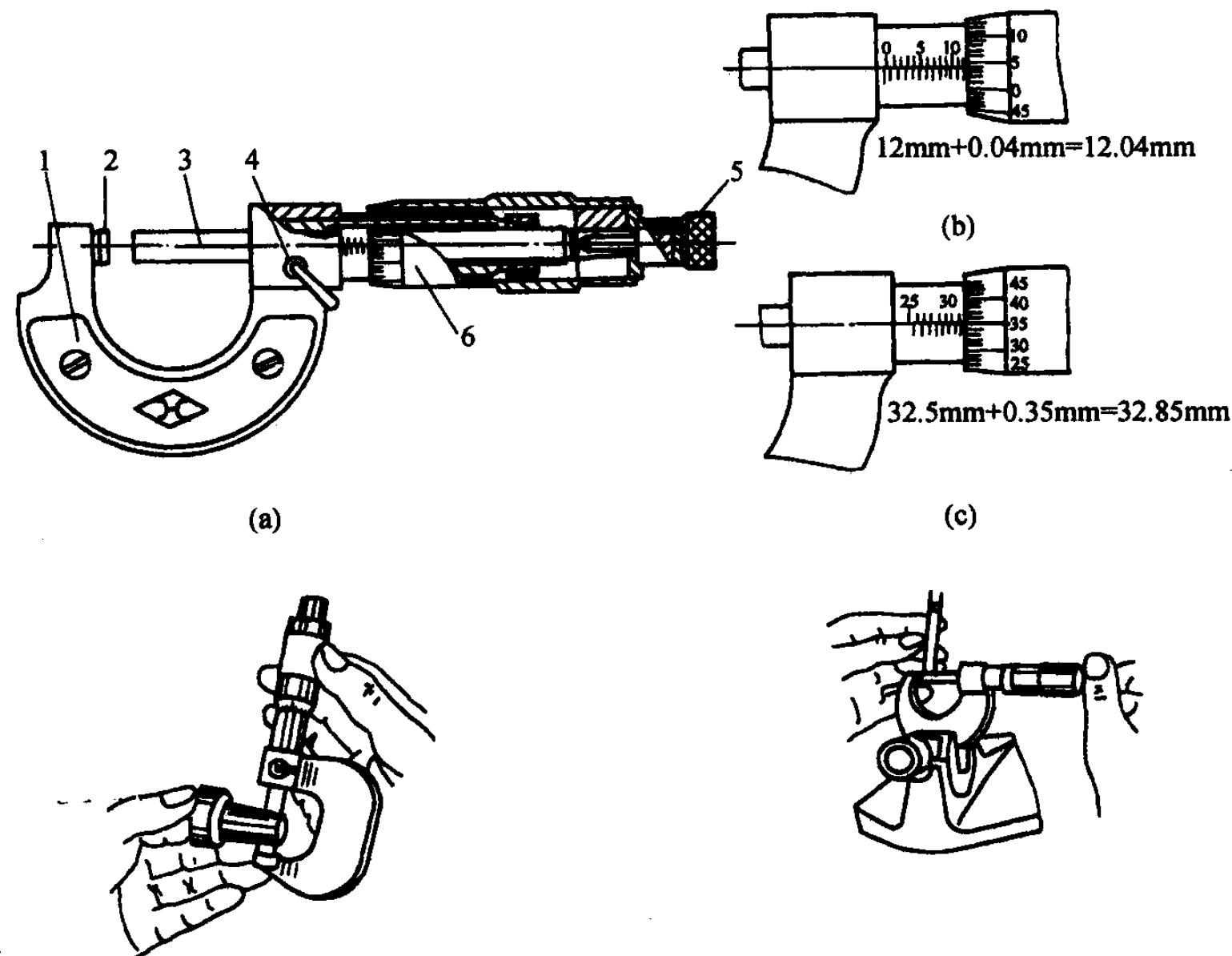
(a) 测外径 (b) 测长度 (c) 测深度 (d) 测孔径 (e) 测孔距

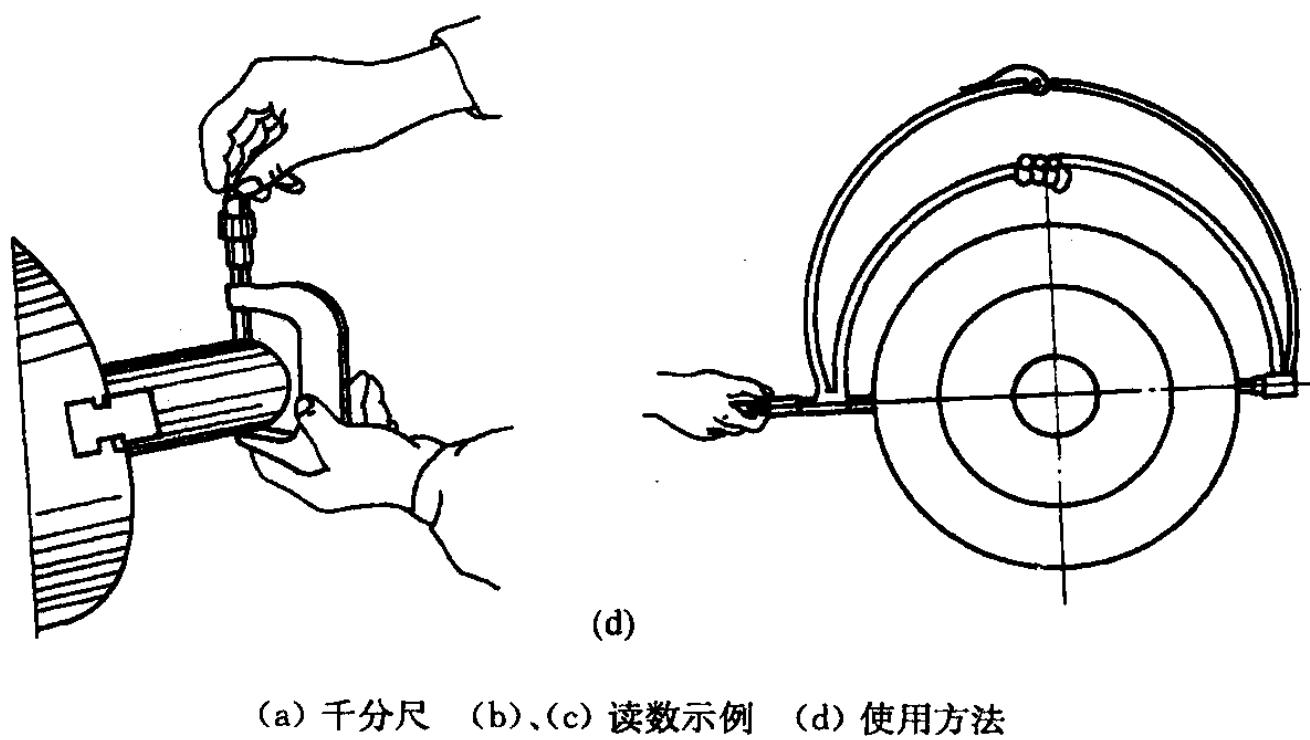
图 1-4 游标卡尺的使用方法

三、千分尺

千分尺的测量精度高于游标卡尺,是一种精密量具。常用的千分尺为外径千分尺,其结构如图 1-5(a)所示,其常用规格有 0~25 mm、25~50 mm 等。

千分尺的测量精度值为 0.01 mm,这里的 0.01 mm 表示微分筒每转动一小格时,测微量杆就做轴向移动 0.01 mm。





在图(a)中:1—尺架 2—固定螺杆 3—测微量杆 4—锁紧装置 5—测力装置 6—微分筒

图 1-5 外径千分尺及其使用方法

1. 外径千分尺的读数方法

- (1) 读整数和半毫米数: 在微分筒左侧的固定套筒上读出整数值(mm)和半毫米数。
- (2) 读小数: 用微分筒上与固定套筒上基准线对齐的格数乘以千分尺的测量精度值(0.01mm), 即得不足0.5 mm的小数。
- (3) 求和: 将读出的整数值、半毫米数和不足0.5 mm的小数相加, 即得到所测量的实际尺寸。

千分尺的读数示例如图 1-5(b)、(c)所示。

2. 千分尺的使用方法

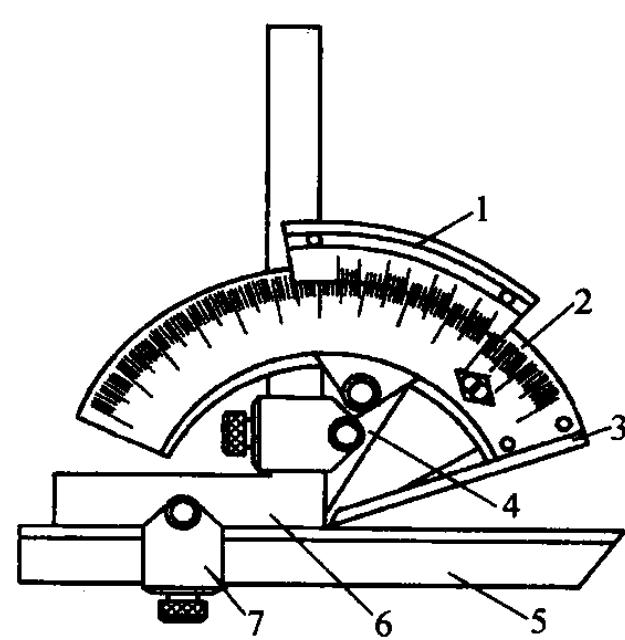
如图 1-5(d)所示。

四、游标万能角度尺

游标万能角度尺是测量工件内、外角度和角度划线的常用量具, 其结构如图 1-6 所示。万能角度尺分为 I 型和 II 型两种, 测量范围分别为 $0^\circ \sim 320^\circ$ 和 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。万能角度尺的测量精度值有 2° 和 5° 两种, 这里的测量精度值表示尺身上一小格与游标上一小格的角度之差。

1. 万能角度尺的读数方法

与游标卡尺的读数方法相似, 即先从尺身上读出游标零刻线左侧的角度整数($^\circ$), 然后在游标上找到与尺身上刻线对齐之处, 读出游标上的刻线格数, 以这个格数乘以该万能角度尺的测量精度值(如 2°), 即得到所测量



1—游标 2—刻度盘 3,5—直尺
4—扇形板 6—90°角尺 7—支架

图 1-6 万能角度尺

角度分的数值,最后将两者相加即得到所测的实际角度。

2. 角度测量范围的设置

用万能角度尺测量角度时,有如图 1-7 所示的几种角度测量范围设置方法。

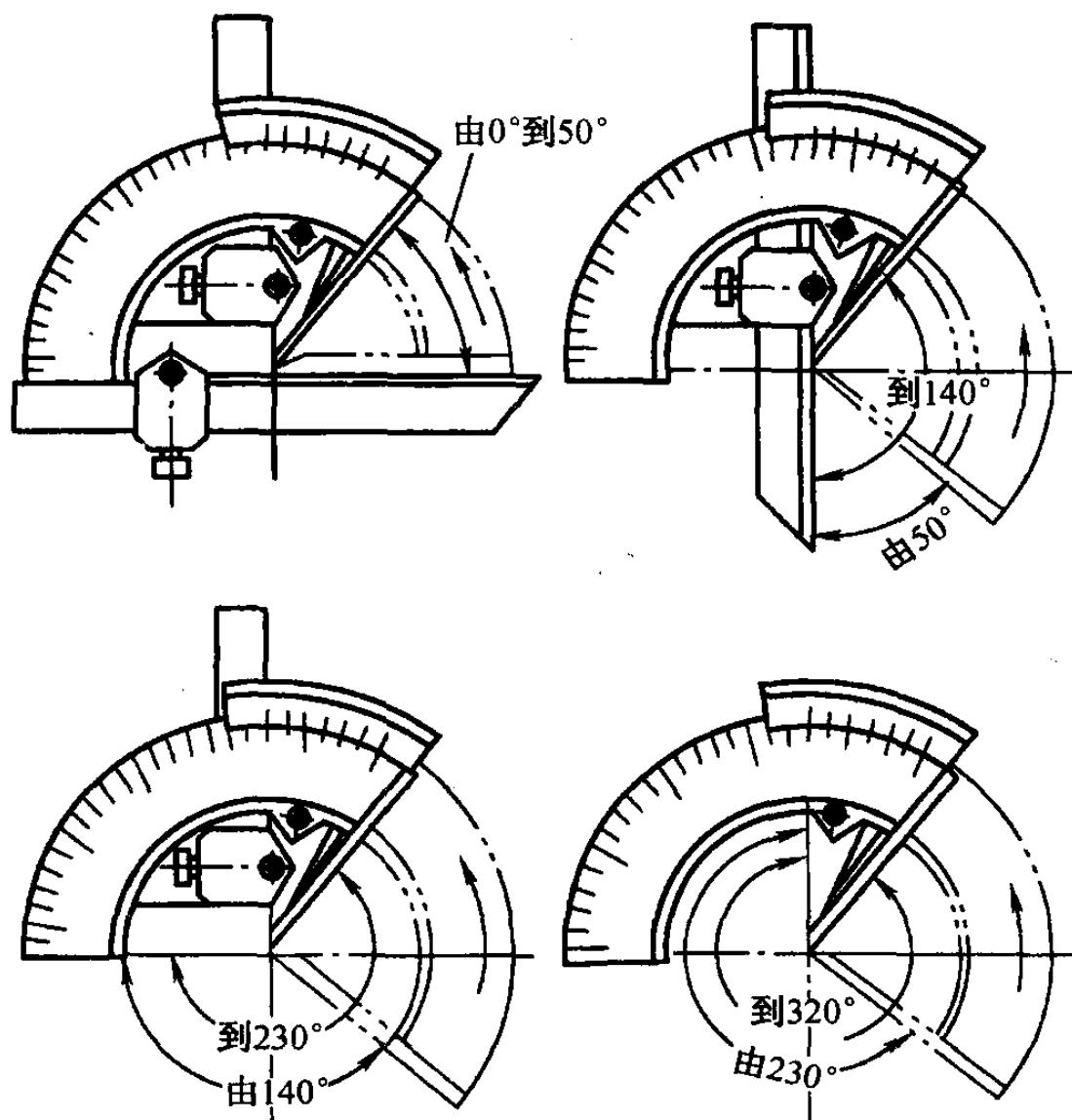
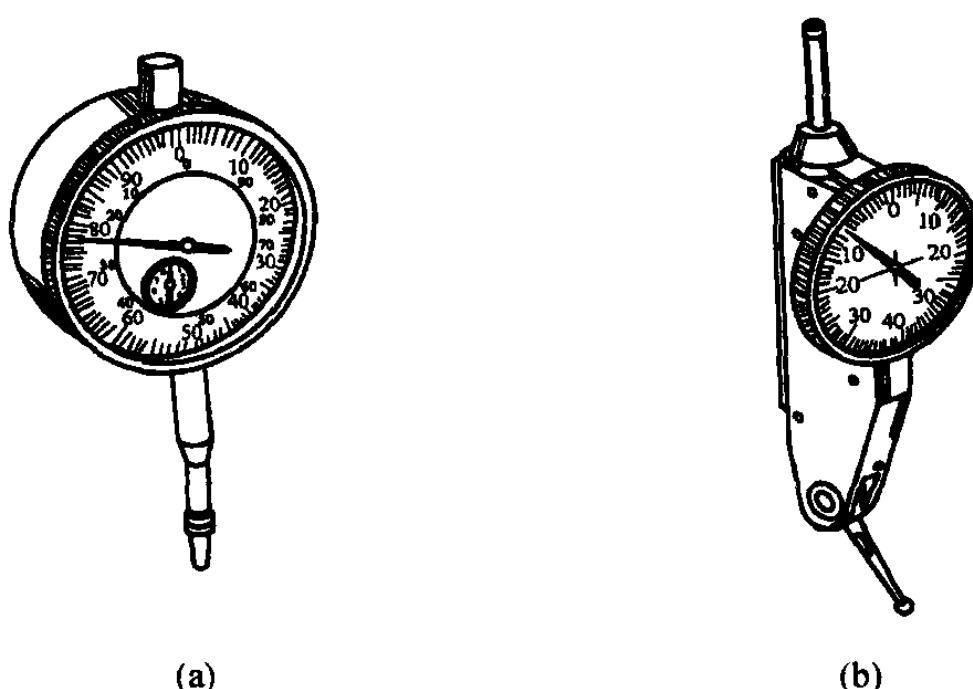


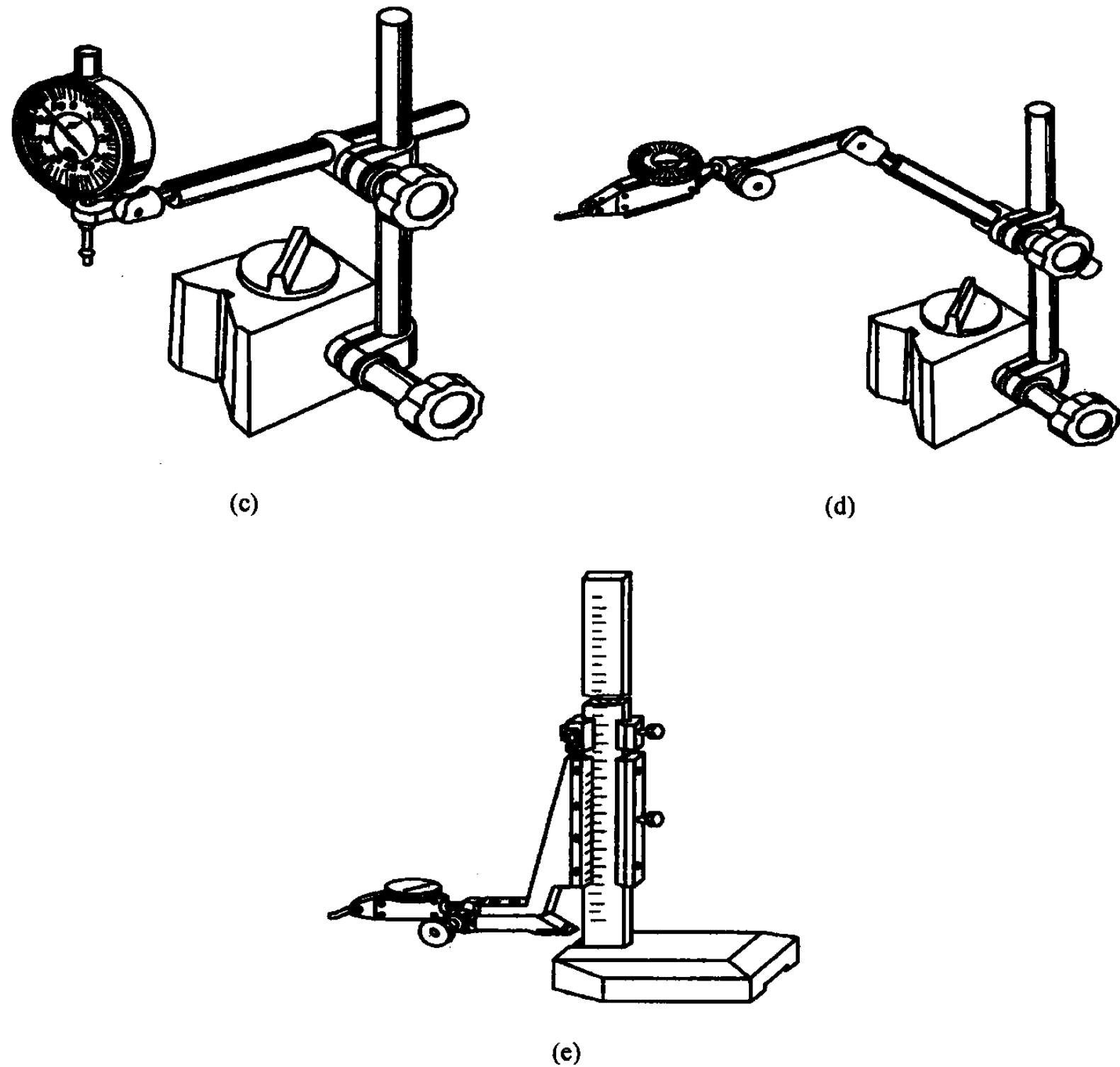
图 1-7 万能角度尺的角度测量范围设置

五、百分表

百分表是常用的指针式测量仪器,主要用于测量工件的形状和位置误差,也可用于检测工件的装夹位置误差和机床的精度,以及用比较法测量工件的长度尺寸。测量时,百分表一般安装在万能表架、磁性表座或高度游标尺上使用。

百分表的常用种类及安装方式如图 1-8 所示。





(a) 钟面百分表 (b) 杠杆百分表 (c) 用磁性表座安装钟面百分表
 (d) 用磁性表座安装杠杆百分表 (e) 用游标高度尺安装杠杆百分表

图 1-8 百分表的种类与使用方法

百分表的测量范围有 $0\sim 3\text{ mm}$ 、 $0\sim 5\text{ mm}$ 和 $0\sim 10\text{ mm}$ 三种，测量时应按照相应的测量范围来选用。

百分表的长指针每转一小格，表示量杆移动 0.01 mm ，所以百分表的测量精度值为 0.01 mm 。测量时，量杆被推向管内，量杆移动的距离等于小指针的读数（即测出的整数部分）加上大指针的读数（即测出的小数部分）。

课题三 铰加工安全技术

在铰工实训中要注意以下安全事项：

（1）用虎钳装夹工件时，要夹紧并注意虎钳手柄的旋转方向。不可使用没有手柄或

手柄松动的工具(如锉刀、手锤),如发现手柄松动则必须加以紧固。

(2) 锯削操作时应注意:锯条安装松紧应适当,工件伸出钳口不应过长,工件要夹紧;锯割时用力要均匀,起锯角度不要超过 15° ;锯割将完成时注意扶稳将断开的一端。

(3) 錾削操作时应注意检查锤子、锤柄是否松动,操作者应佩戴护目镜,工作台要有防护网;此外,磨錾时錾子要高于砂轮中心。

(4) 锉削操作时应注意锉刀放置时不能露出工作台外,锉削时不能用沾有油污的手去摸已锉过的表面;清除铁屑只准用毛刷清扫。

(5) 钻孔时操作者应佩戴护目镜;工件及钻头要夹紧装牢,防止钻头脱落或飞出;运动中严禁变速,必须等停车后待惯性消失再扳动换挡手柄变速;孔将钻穿时要减少进给量;使用手电钻时应戴胶手套和穿胶鞋。

(6) 在使用设备后应把工具、量具、材料等物品整理好,所有手柄和控制旋钮都扳到空挡位置,然后清理切屑,将工具擦拭干净,加好润滑油。

(7) 要保持工作环境的清洁,每天下班前要清理工作场所,以及做好防火、防盗工作,检查设备和照明电源是否切断。

项目二 钳加工基本技能

课题一 划 线

划线是根据图纸要求,在毛坯或半成品上划出加工界线的工序。

一、划线的作用与分类

1. 划线的作用

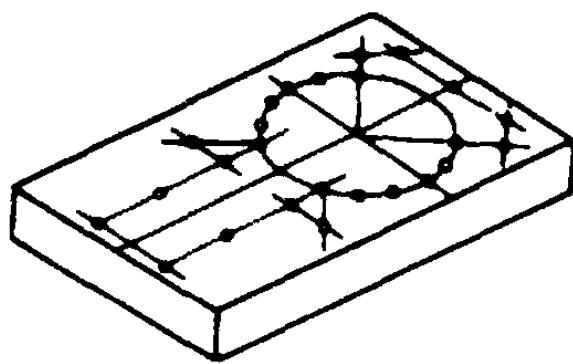
(1) 划出的线条是加工或安装工件的依据。

(2) 在单件和小批量生产中,通过划线来检查毛坯的形状和尺寸,合理分配各加工表面的加工余量。

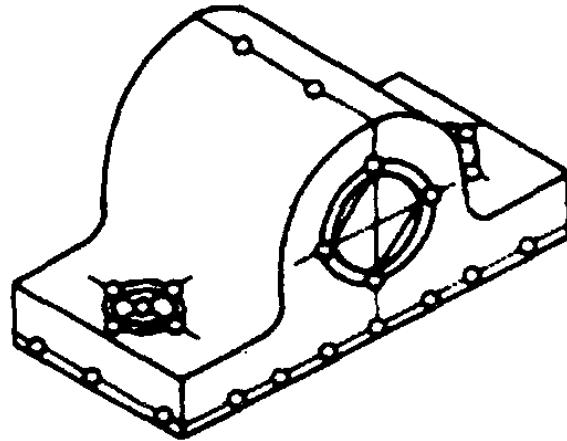
2. 划线的分类

(1) 平面划线:在工件表面的一个平面上划线[见图 1-9(a)]。

(2) 立体划线:在工件的几个表面上划线[见图 1-9(b)]。



(a)



(b)

(a) 平面划线 (b) 立体划线

图 1-9 划线的分类

二、划线工具

1. 划线平板

划线的基准工具是划线平板(见图 1-10)。它由铸铁制成,其上平面是划线用的基准平面,要求非常平直和光洁。平板要安放牢固,上平面应保持水平。平板不准碰撞和用重物敲击,以免使其精度降低。长期不用时,平板应涂油防锈并用木板护盖。