

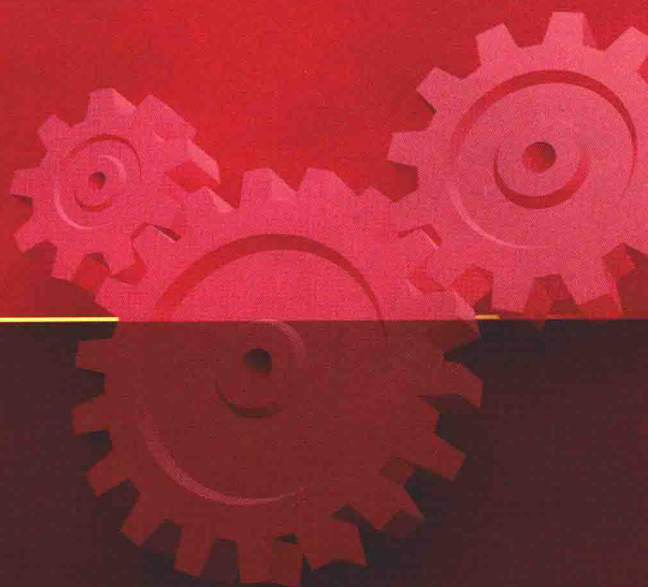


普通高等教育机械工程实验教学示范中心“十三五”规划系列教材

机械制造技术实验指导书

JIXIE ZHIZAO JISHU SHIYAN ZHIDAOSHU

主 编 苏汝昌 孙 未 曾亮华 李 郁



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

普通高等教育机械工程实验教学示范中心“十三五”规划系列教材

机械制造技术 实验指导书

主 编 苏汝昌 孙 未 曾亮华 李 郁
副主编 赖丽娟 张旭忠 李从权

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书作为机械工程及自动化专业基础课程“机械制造技术”的实验指导书,主要内容包括:车刀几何角度测量实验,车、铣、钻、磨等切削加工方法认识实验,CA6140 普通卧式车床结构剖析实验,组合夹具认识与组装实验,以及各实验对应的实验报告。

本书内容不仅在实验操作上提供指导,而且包含了具体实验相关理论知识,做到理论与实践的充分结合,使学生能在实际动手过程中,进一步巩固所学的相关理论知识。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术实验指导书/苏汝昌等主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.8
普通高等教育机械工程实验教学示范中心“十三五”规划系列教材
ISBN 978-7-5680-1219-5

I. ①机… II. ①苏… III. ①机械制造工艺-高等学校-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 211629 号

机械制造技术实验指导书

苏汝昌 孙未 曾亮华 李郁 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:姚 幸

封面设计:潘 群

责任校对:曾 婷

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:2.25

字 数:51 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:6.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

总 序

为提高实验教学质量,统一实验教学标准和作业方法,启发和引领学生积极思考和探索,北京理工大学珠海学院、成都理工大学、西北工业大学明德学院、运城学院的老师们基于机械相关专业的人才培养教学方案,并结合各自丰富的实践教学经验,共同编写了机械专业系列实验指导丛书。

本系列实验指导书主要面向应用型本科院校理工科基础专业的学生。与以往相似的实验指导书相比,本系列实验指导书有如下特色:

首先,本系列实验指导书在实验操作指导方面的内容更详细,图文并茂的实验步骤说明更为具体,使学生能快速掌握实验过程和方法;

其次,本系列实验指导书在实验操作指导过程中穿插相对应的理论知识讲解,使实践与理论结合更为紧密,能有效帮助和引导学生在进行实验时高效地回顾理论课上所学习的相关理论知识,从而加深学生对相关知识要点的理解和应用;

再次,本系列实验指导书还将实验报告进行了规范整理,从重点内容梳理、数据记录、表格设计到计算结论等都进行了统一的规范,学生在整理实验报告时可以节省大量的时间,直接借用规范的报告格式就可以输出记录,从而提高学生实验效率;

最后,在思考题的设计上也为学生进一步巩固和加深对重要知识要点的理解、增强理论联系实际的能力,提供了积极的、有效的创新探索思路。

希望本系列实验指导丛书能像一盏明灯,照亮高校实验教学工作的前景,在给使用者提供更高效、便捷的指导的同时,能给大家带来更多的关于创新模式的启发。同时,我们也真诚地希望使用者在使用本系列实验指导书的同时,能给编者提出宝贵的意见和建议,帮助其不断提高本系列实验指导书的质量。

国家级教学名师
教授 焦永和

2015.5.16

前 言

本书根据普通高等教育应用型本科机械工程及自动化专业学生培养目标及“机械制造技术”课程教学要求编写而成,并通过理论指导与实践指导相结合的形式,全面培养学生的专业能力。

本书主要包括:车刀几何角度测量实验,车、铣、钻、磨等切削加工方法认识实验,CA6140 普通卧式车床结构剖析实验,组合夹具认识与组装实验等实验。每个实验的学时为2学时。

由于作者水平有限和编写时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评、指正。

编 者

2015 年 6 月

目 录

第 1 部分 实验指导书	(1)
实验 1 车刀几何角度测量实验	(1)
实验 2 车、铣、钻、磨等切削加工方法认识实验	(5)
实验 3 CA6140 普通卧式车床结构剖析实验	(11)
实验 4 组合夹具认识与组装实验	(15)
第 2 部分 实验报告	(19)
车刀几何角度测量实验报告	(19)
车、铣、钻、磨等切削加工方法认识实验报告	(21)
CA6140 普通卧式车床结构剖析实验报告	(23)
组合夹具认识与组装实验报告	(25)
参考文献	(27)

第 1 部分 实验指导书

实验 1 车刀几何角度测量实验

1. 实验概述

在切削加工过程中,刀具要从工件上切下金属,其切削部分必须具备一定的切削角度,而刀具几何角度就是描绘切削部分几何特征的参数。也正是这些角度决定了刀具切削部分上各刀面、刀刃和刀尖的空间位置。用于切削加工的刀具种类繁多,具体结构各异,但其切削部分在几何特征上却具有共性。外圆车刀的切削部分可以看作是各类刀具切削部分的基本形态,故在此实验中以外圆车刀为例,给出刀具切削部分的基本定义。

2. 实验目的

通过实验,使同学增强对刀具切削部分几何特征参数的感性认识,理解切削加工中的切削机理,掌握金属切削的基础理论和基本概念。

3. 实验内容

用车刀量角台测量车刀的前角、后角、主偏角、副偏角、刃倾角,并完成实验报告。

4. 实验原理

车刀的静态角度可以用车刀量角台进行测量,其测量的基本原理是:按照车刀静态角度的定义,在刀刃选定点上,将量角台的指针平面(或侧面或底面)与构成被测角度的面或线紧密贴合(或相平行,或相垂直),把要测量的角度测量出来。

回转式车刀量角台的构造如图 1-1 所示。圆盘形底盘 1 在 0° 线左右方向各有 90° 个刻度,用于测量车刀的主偏角和副偏角,通过工作台指针 2 读出角度值;工作台 3 可绕底盘中心在 0° 线左右 90° 范围内转动;定位块 4 可在平台上平行滑动,作为车刀的基准;大扇形刻度盘 6 上有 $\pm 45^\circ$ 的刻度,用于测量前角、后角、刃倾角,通过测量片 5 的指针指出角度值;立柱 7 上制有螺纹,旋转升降螺母 8 可调整测量片相对车刀的上下位置;小扇形刻度盘 11 用于测量法向角度。测量片 5 的结构如图 1-2 所示,由主平面(大平面)、底平面、侧平面三个成正交的平面组成,在测量过程中,根据不同的测量要求可分别用来代表剖面、基面、切削平面等。

5. 实验步骤

步骤 1 测量前的调整:调整量角台,使平台、大扇形刻度盘和小扇形刻度盘指针全部回“0”,使定位块侧面与测量片的主平面垂直,这样就可以认为:

(1) 测量片的主平面垂直于平台平面,且垂直于平台对称线;

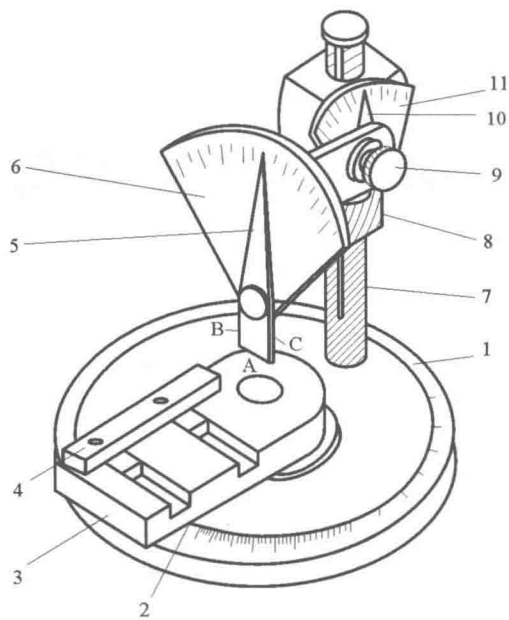


图 1-1 回转式车刀量角台的结构

1—底盘；2—工作台指针；3—工作台；4—定位块；5—测量片；6—大扇形刻度盘；7—立柱；
8—旋转升降螺母；9—旋钮；10—小指针；11—小扇形刻度盘

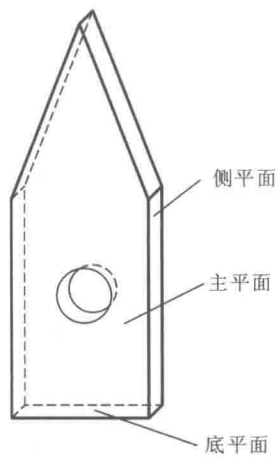


图 1-2 测量片结构

- (2) 测量片的底平面平行于平台平面；
- (3) 测量片的侧平面垂直于平台平面，且平行于平面对称线。

步骤 2 测量前的准备：将车刀侧面紧靠在定位块的侧面上，使车刀能与定位块一起在平台平面上平行移动，并且可使车刀在定位块的侧面上滑动，这样就形成了一个平面坐标系，可以使车刀置于一个比较理想的位置。

步骤 3 测量车刀的主(副)偏角。

(1) **确定进给方向** 由于外圆车刀进给方向与刀具轴线垂直，在量角台上即垂直于 0° 线，故可以把主平面上平行于平台平面的直线作为走刀方向，其与主(副)刀刃在基面的投影有一夹角，即为主(副)偏角。注意：端面车刀和切槽刀的进给方向与刀具轴线平行。

(2) 测量方法 顺(逆)时针方向旋转平台,使主刀刃与主平面贴合,如图 1-3 所示,即主(副)刀刃在基面的投影与走刀方向重合,平台在底盘上所旋转的角度,即底盘指针在底盘刻度盘上所指的刻度值为主(副)偏角 κ_r (κ_r') 的角度值。

步骤 4 测量车刀刃倾角 λ_s 。

(1) 确定主切削平面 主切削平面是过主刀刃与主加工表面相切的平面,在测量车刀的主偏角时,主刀刃与主平面重合,就使主平面可以近似地看作主切削平面(只有当 $\lambda_s = 0^\circ$ 时,与主加工表面相切的平面才包含主刀刃),当测量片指针指向 0° 时,底平面可作为基面。这样就形成了在主切削平面内基面与主刀刃的夹角,即刃倾角 λ_s 。

(2) 测量方法 旋转测量片,即旋转底平面(基面)使其与主刀刃重合,如图 1-4 所示,测量片指针所指刻度值为刃倾角角度值。

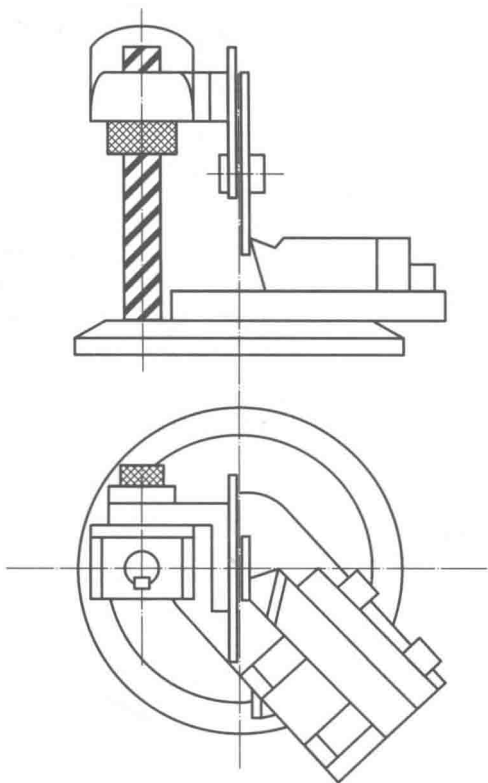


图 1-3 测量车刀的主偏角

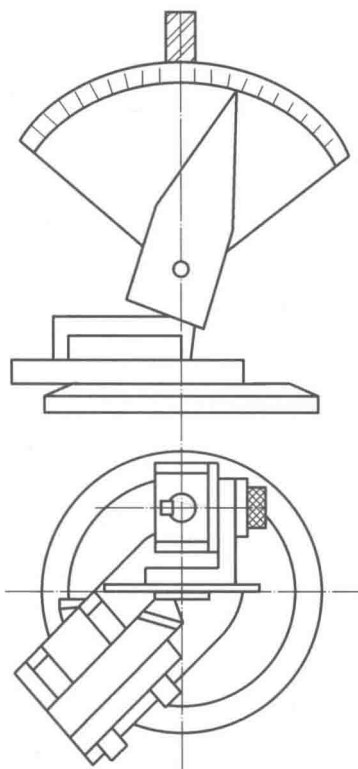


图 1-4 测量车刀的刃倾角

步骤 5 测量车刀主剖面内的前角 γ_o 和后角 α_o 。

(1) 确定主剖面 主剖面是指过主刀刃一点,垂直于主刀刃在基面的投影的平面。

(2) 在测量主偏角时,主刀刃在基面的投影与主平面重合(平行),如果使主刀刃在基面的投影相对于主平面旋转 90° ,则主刀刃在基面的投影与主平面垂直,即可把主平面看作主剖面。当测量片指针指向 0° 时,底平面作为基面,侧平面作为主切削平面,这样就形成了在主剖面内,基面与前刀面的夹角即为前角 γ_o ,主切削平面与后刀面的夹角即为后角 α_o 。

(3) 测量方法 使底平面旋转与前刀面重合,如图 1-5 所示,测量片指针所指刻度值为前角的角度值;使侧平面(即主切削平面)旋转与后刀面重合,如图 1-6 所示,测量片指针所指刻度值为后角的角度值。

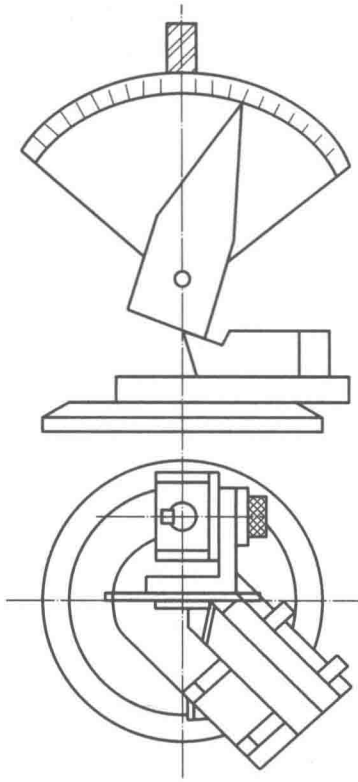


图 1-5 测量车刀的前角

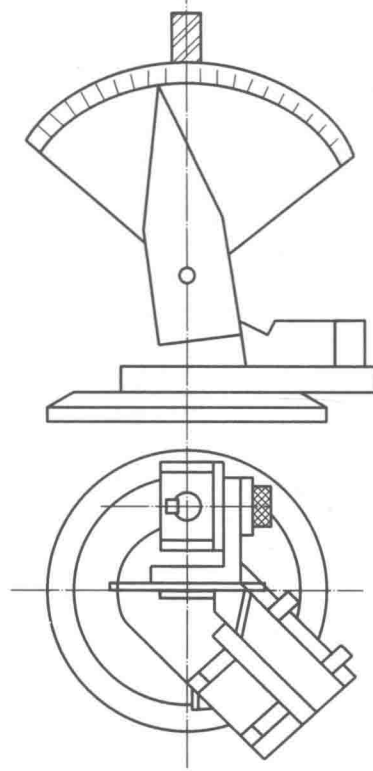


图 1-6 测量车刀的后角

实验2 车、铣、钻、磨等切削加工方法认识实验

1. 实验概述

车、铣、钻、磨是指车削、铣削、钻削、磨削,都是在机械加工生产中使用频率较高的切削加工方法。切削加工是指用切削工具(包括刀具、磨具和磨料)把坯料或工件上多余的材料层切去,使工件获得规定的几何形状、尺寸和表面质量的加工方法。

任何切削加工都必须具备三个基本条件:切削工具、工件和切削运动。切削工具应有刃口,其材质必须比工件坚硬。不同的刀具结构和不同的切削运动形式构成不同的切削方法。用刃形和刃数固定的刀具切削的方法有车削、钻削、镗削、铣削、刨削、拉削和锯切等;用刃形和刃数都不固定的刀具(磨具式磨料)切削的方法有磨削、研磨、珩磨和抛光等。

2. 实验目的

通过对车、铣、钻、磨这四种常用切削加工过程的现场观察,增强学生对这四种切削加工方法的进一步认识,并掌握该四种加工方法的加工原理。

3. 实验内容

- (1) 分别观察并记录车床、铣床、钻床及磨床的结构组成及规格参数。
- (2) 分别观察车床、铣床、钻床及磨床的加工过程。
- (3) 根据实验过程及结果,完成实验报告。

4. 实验原理

1) 车削加工方法认识

车削加工是机械加工过程中应用最多的加工方法之一,广泛应用于各种回转零件的加工。图2-1所示为车床上可完成的典型加工工艺。此外,借助通用夹具或专用夹具,在车床上还可完成非回转体零件上的回转表面加工。在普通精度的车床上,加工外圆表面的精度可达到IT8~IT7,表面粗糙度 R_a 可达 $1.6\sim 0.8\mu\text{m}$ 。在精密级和高精密级车床上,利用合适的刀具,还可完成高精度零件的精密加工。

车床是完成车削加工所必需的设备。车床的主运动通常是工件的旋转运动,进给运动是刀具的移动。图2-2所示为卧式车床。

2) 铣削加工方法认识

铣削是一种应用非常广泛的切削加工方法,主要适用于平面、曲面、台阶、沟槽及成形表面等的加工(见图2-3),其加工精度一般为IT9~IT7,表面粗糙度 R_a 为 $6.3\sim 1.6\mu\text{m}$ 。

铣刀是典型的多刃回转刀具,它的每一个刀齿相当于一把车刀,铣刀刀齿在刀具上的分布有两种形式:一种是切削刃分布在刀具的圆柱面上;一种是切削刃分布在刀具的端部。对应的铣削方式分别是圆周铣削(周铣)和端面铣削(端铣)。

在铣床中,使用较为广泛的是升降台式铣床,其工作台安装在可垂直升降的升降台上,使工作台可在相互垂直的三个方向上调整位置或完成进给运动。由于升降台刚度差,所以只适用于加工中小型零件。图2-4所示为立式升降台铣床。

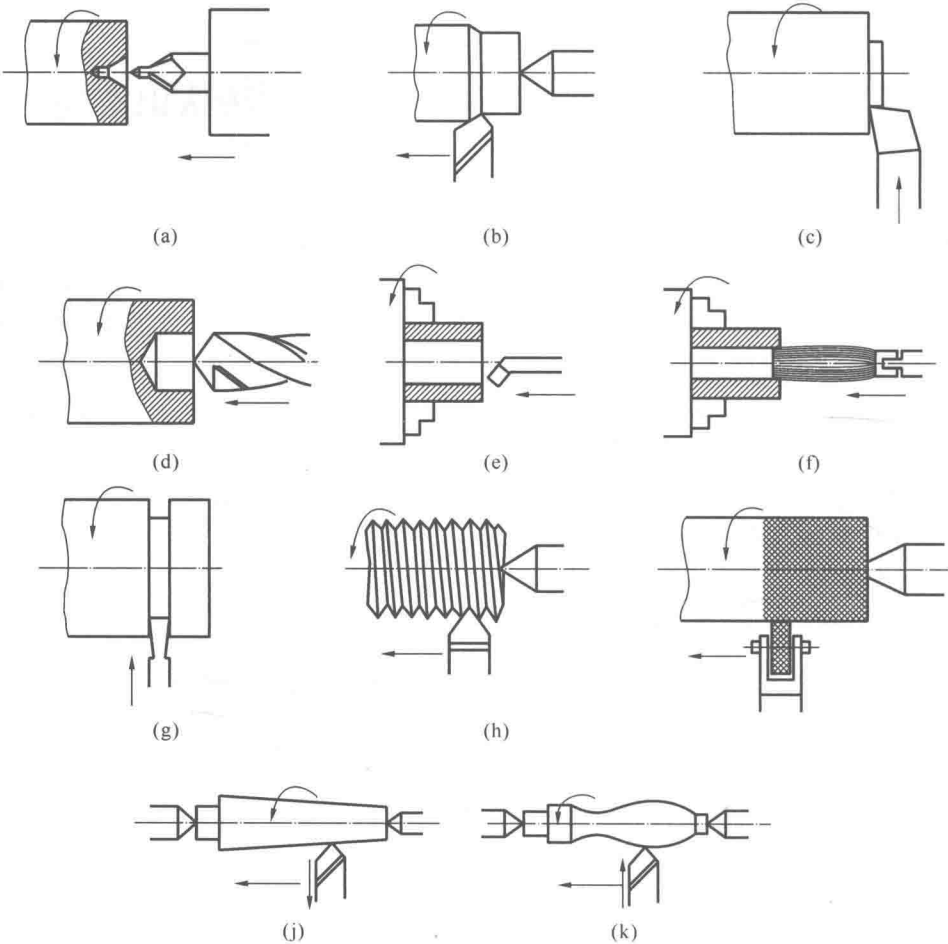


图 2-1 车床可完成的典型加工工艺

(a) 钻中心孔 (b) 车外圆 (c) 车端面 (d) 钻孔 (e) 镗孔 (f) 铰孔 (g) 切槽 (h) 加工外螺纹
(i) 滚花 (j) 车锥面 (k) 车成形面

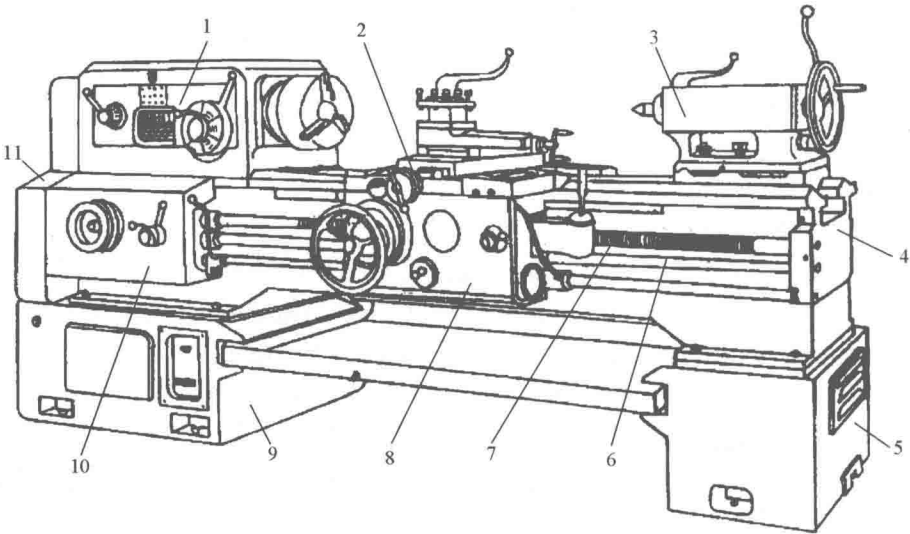


图 2-2 卧式车床

1—主轴箱;2—刀架;3—尾座;4—床身;5、9—床腿;6—光杠;7—丝杠;8—溜板箱;10—进给箱;11—挂轮变速机构

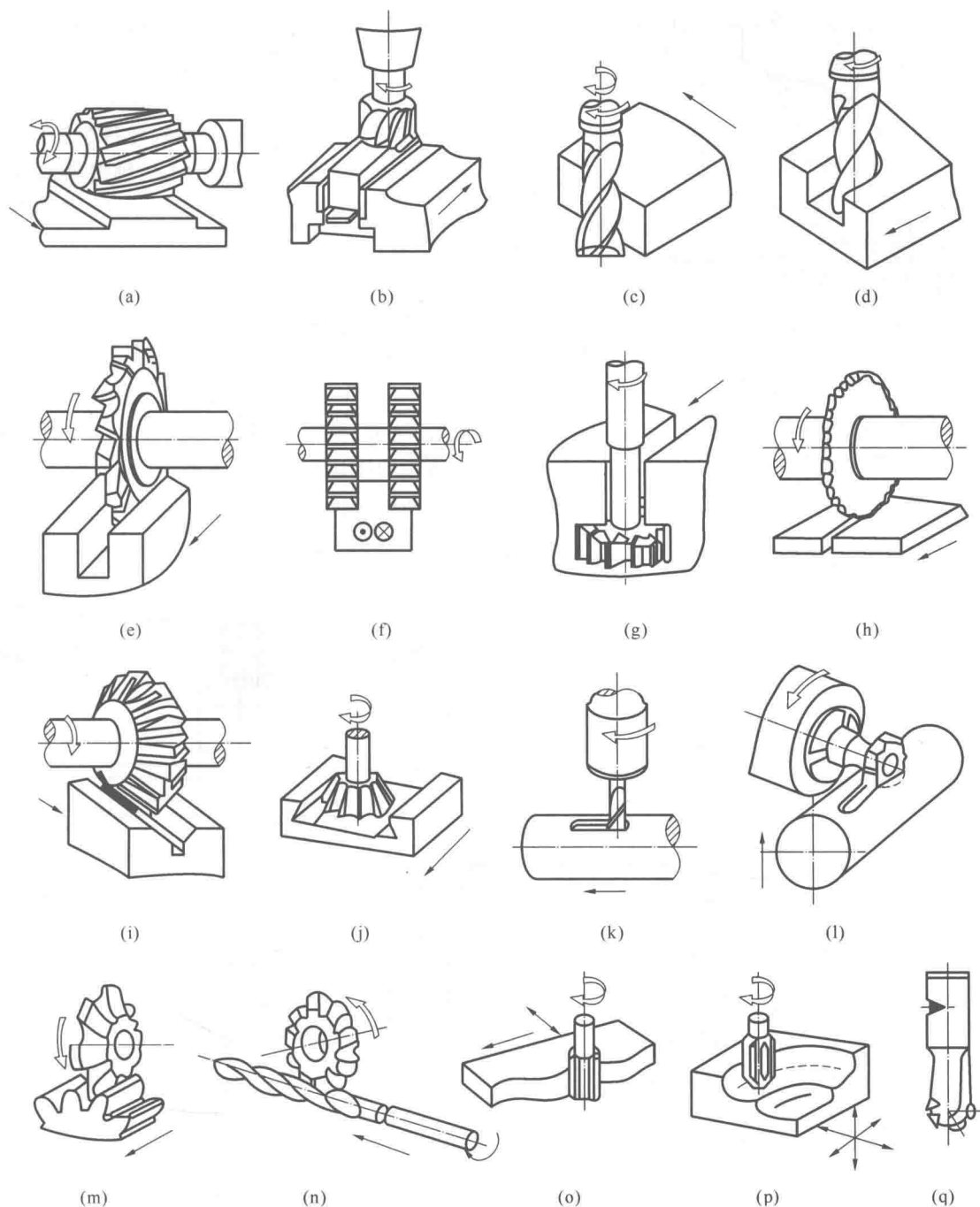


图 2-3 铣削加工与铣刀

(a)、(b)、(c) 铣平面 (d)、(e) 铣沟槽 (f) 铣台阶 (g) 铣 T 形槽 (h) 切断 (i)、(j) 铣角度槽
(k)、(l) 铣键槽 (m) 铣齿形 (n) 铣螺旋槽 (o) 铣曲面 (p) 铣立体曲面 (q) 球头铣刀

3) 钻削加工方法认识

在机械加工中,内孔的加工与外圆的加工相比有诸多不利因素,如刀杆细长、刚度差、排屑困难、切削液不易到达切削区等。因此,要达到相同的精度和表面粗糙度,内孔远比外圆加工困难。生产中应根据孔的不同结构和精度、表面粗糙度要求,采用不同的加工方法。这

些方法归纳起来可分为两大类：一类是从实体上加工出孔，另一类是对已有孔再加工。钻削加工是对实体进行加工的基本方法。

主要用钻头在工件上加工孔的机床称为钻床。通常钻头的旋转运动为主运动，钻头的轴向移动为进给运动。钻床的主要功能为钻孔和扩孔，也可用来铰孔、加工螺纹、铰沉头孔及铰凸台端面等。目前，应用最广泛的是图 2-5 所示的立式钻床、图 2-6 所示的摇臂钻床及立式数控钻床。

立式钻床的主轴呈竖直分布且位置固定不动，被加工孔的位置找正必须通过移动工件来实现。根据主轴数，可分为单轴和多轴立式钻床。

对于体积和质量都比较大的工件，其在立式钻床上找正孔的位置很不方便。可采用摇臂钻床，工件固定不动而移动主轴，使主轴中心对准被加工孔的中心。

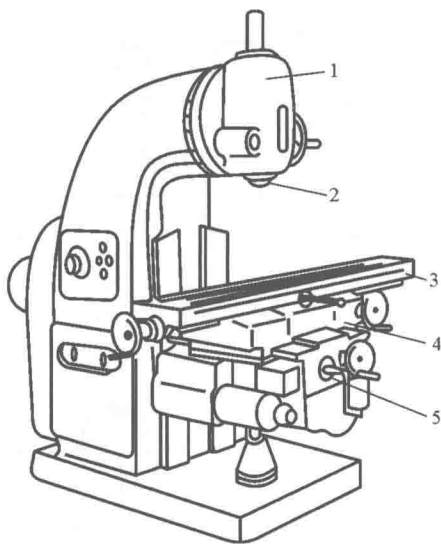


图 2-4 立式升降台钻床

1—钻头；2—主轴；3—工作台；4—床鞍；5—升降台

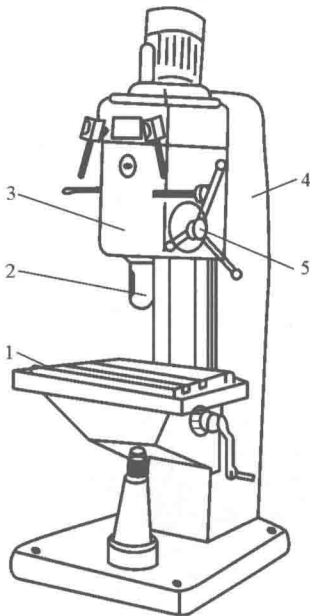


图 2-5 立式钻床

1—工作台；2—主轴；3—主轴箱；
4—立柱；5—进给操纵机构

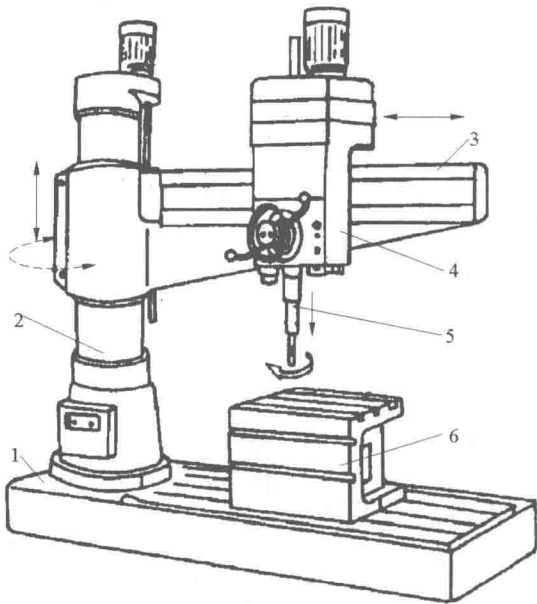


图 2-6 摇臂钻床

1—底座；2—立柱；3—摇臂；4—主轴箱；
5—主轴；6—工作台

4) 磨削加工认识

磨削加工是零件精密加工和超精加工的一种主要切削加工方法。在磨床上采用各种类型的磨具，可以完成内外圆柱面、平面、螺旋面、花键、齿轮、导轨和成形面等各种表面的加工。磨削工艺除能磨削普通材料外，还适用于一般刀具难以切削的高硬度材料，如淬硬钢、硬质合金和各种宝石等的加工，应用十分广泛。

用磨料磨具（砂轮、砂带、油石和研磨料）作为工具进行切削加工的机床称为磨床。磨床的

种类很多,常用的有外圆磨床(如普通外圆磨床、万能外圆磨床、无心外圆磨床等)、内圆磨床、平面磨床、专用磨床(如曲轴磨床、花键轴磨床等)、工具磨床和数控磨床等。万能外圆磨床及其典型加工工艺如图 2-7、图 2-8 所示;平面磨床及其典型加工工艺如图 2-9、图 2-10 所示。

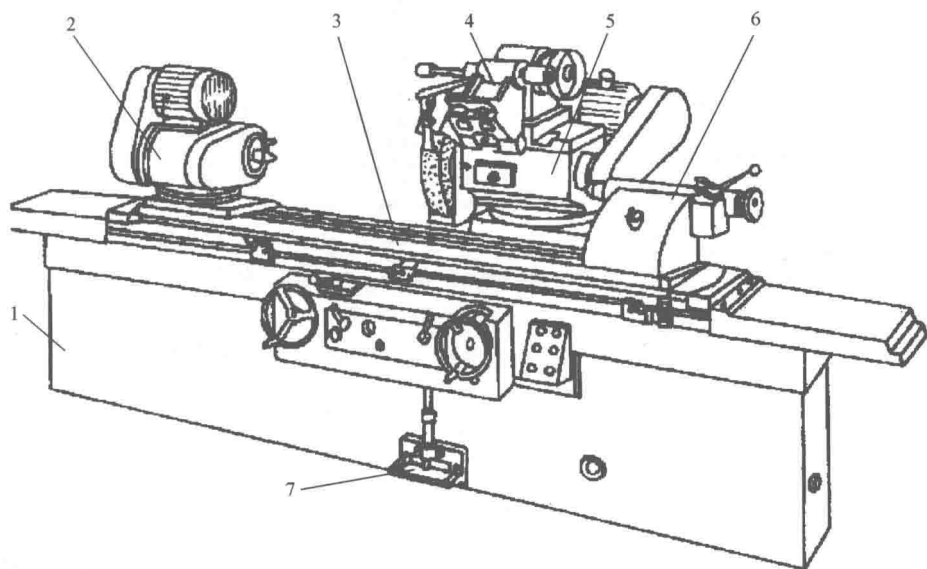


图 2-7 M1432A 型万能外圆磨床

1—床身;2—头架;3—工作台;4—内圆磨装置;5—砂轮架;6—尾座;7—脚踏操纵板

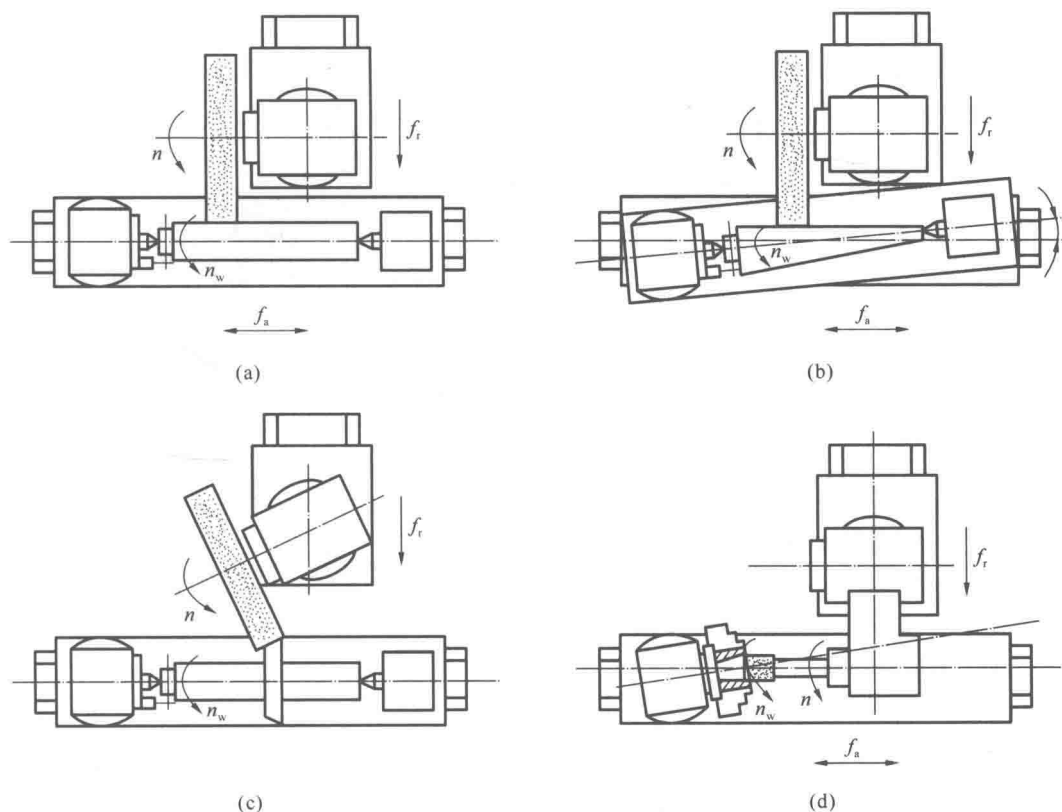


图 2-8 万能外圆磨床的典型加工工艺

(a) 纵磨法磨外圆柱面 (b) 纵磨法磨长圆锥面 (c) 横磨法磨短圆锥面 (d) 纵磨法磨圆锥孔

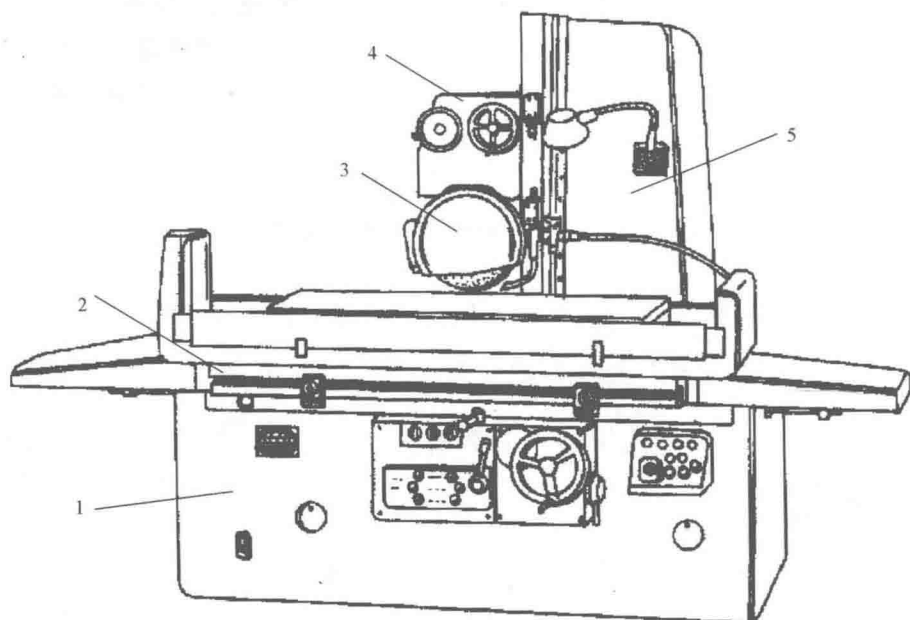


图 2-9 卧轴矩台平面磨床

1—床身；2—工作台；3—砂轮；4—进给箱；5—立柱

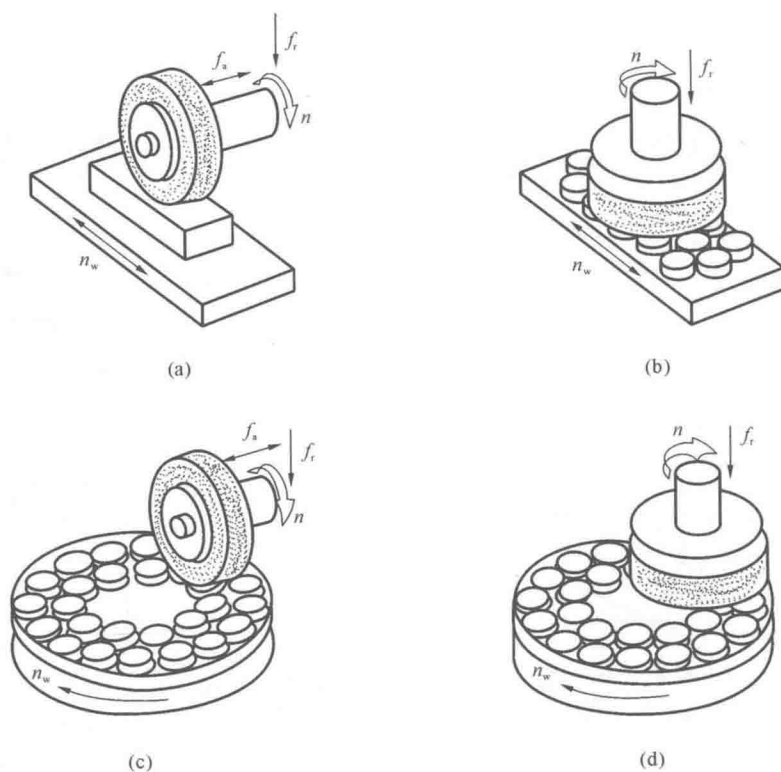


图 2-10 平面磨床的典型加工工艺

(a) 卧轴矩台平面磨床周边磨削 (b) 立轴矩台平面磨床端面磨削
(c) 卧轴圆台平面磨床周边磨削 (d) 立轴圆台平面磨床端面磨削

实验3 CA6140 普通卧式车床结构剖析实验

1. 实验概述

车床是完成车削加工所必需的设备。在各种车床中,以普通卧式车床应用最普遍,工艺范围最广泛。普通卧式车床通用性强,但自动化程度低,特别是加工形状复杂的零件时,换刀麻烦,生产效率低。所以,普通卧式车床多适用于单件小批量生产。本实验对 CA6140 普通卧式车床(以下简称 CA6140 车床)的各部分结构进行剖析。

2. 实验目的

- (1) 了解 CA6140 车床的整体构造以及技术参数。
- (2) 了解 CA6140 车床主轴箱、进给箱、溜板箱等主要箱体部件的内部结构,理解其中操纵机构的工作原理。
- (3) 了解车床的传动路线,理解传动过程中的变速原理。

3. 实验内容

- (1) 观察 CA6140 车床的整体结构,熟悉其各部件的名称,了解其各部件的功能。
- (2) 了解 CA6140 车床的技术参数。
- (3) 观察主轴箱内传动轴的传动路线及变速原理。
- (4) 观察进给箱内部结构,了解进给箱的传动路线及操纵机构的工作原理。
- (5) 观察溜板箱内部结构,了解光杠、丝杠的运动传递原理及横、纵向进给的工作原理。

4. 实验原理

1. 车床的组成

图 3-1 所示为 CA6140 车床外形图,其主要构成部件及功能如下。

1) 主轴箱

主轴箱的功能是支承并传送动力到主轴,使其实现启动、停止、变速和换向。因此,主轴箱中通常包含有:主轴及其轴承,传动机构,启动、停止以及换向装置,制动装置,操纵机构和润滑装置等。

图 3-2 所示为 CA6140 车床的主轴组件,其主轴是一个空心阶梯轴,主轴内孔可通过长棒料,也可用于通过气、电以及液压的夹紧装置。

2) 刀架部件

刀架部件安装在床身的刀架导轨上,由几层构件组成:安装在床身上做纵向运动的床鞍,安装在床鞍上做横向运动的中滑板,安装在中滑板上可水平转动并能手动控制移动的小滑板,在小滑板上装有安装刀具用的四方刀架。其功能是带着夹持在上面的车刀移动,实现纵向、横向和斜向的进给运动。

3) 尾座

尾座安装在床身的尾座导轨上,并可沿此导轨纵向调整位置。其功能是用后顶尖支承工件,也可以安装钻头、铰刀及中心钻等孔加工刀具进行孔加工。