

新世纪高职高专教改项目成果教材

机械加工设备及工装

韩洪涛 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是新世纪高职高专教改项目成果教材,是根据教育部制定的《高职高专教育机械类专业人才培养目标及规格》要求编写的。本书以机械加工设备为主线,融入机床、夹具、刀具及机械加工测量等内容,成为一个独立的加工及检测系统,在阐明原理的基础上更加突出实用技术的应用性,从而突出了对学生的知识、能力及素质的培养。

本书分为上、下两篇,共11章。上篇包括金属切削机床、金属切削刀具、机床夹具及量具的基础内容;下篇主要讲解车削加工、铣削加工、磨削加工、齿轮加工、钻削加工、镗削加工及其它加工方法,每种加工中包括工件加工所需的设备、刀具、夹具及测量方法等内容。每章后均附有习题与思考题。

本书可作为高职高专机械制造及其自动化专业、机电一体化专业和其它相近专业的教材,也可作为机械、机电类技术人员的参考书或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工设备及工装 / 韩洪涛主编. —北京:高等教育出版社, 2004. 8

ISBN 7-04-014681-9

I. 机... II. 韩... III. ①机械加工-机械设备-高等学校:技术学校-教材 ②机械加工-工艺装备-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TG502②TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第067124号

策划编辑 赵亮 责任编辑 张春英 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 范晓红 责任校对 杨雪莲 责任印制

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷

开 本 787×1092 1/16
印 张 19.5
字 数 470 000

版 次 年 月第1版
印 次 年 月第 次印刷
定 价 24.5 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》,研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施,整体推进高职高专教学改革,教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》(教高[2000]3 号,以下简称《计划》)。《计划》的目标是:“经过五年的努力,初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位、作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面,重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革,先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时,为了贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》(教高[2000]2 号)的精神,教育部高等教育司决定从 2000 年起,在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院(以下简称高职高专院校)中广泛开展专业教学改革试点工作,目标是:在全国高职高专院校中,遴选若干专业点,进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点。经过几年的努力,力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业,推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来,各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力,在高职高专教育人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践,取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广,从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量,我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨,并从中遴选出了一批较为成熟的成果,组织编写了一批“新世纪高职高专教改项目成果”教材。这些教材结合教改项目成果,反映了最新的教学改革方向,很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社
2002 年 11 月 30 日

前 言

本书是新世纪高职高专教改项目成果教材,是根据教育部制定的《高职高专教育机械类专业人才培养目标及规格》要求编写的。

针对高职高专教育的特点及培养应用型专门人才的需要,作者将原来的金属切削机床概论、金属切削原理与刀具、机床夹具、机械测量技术等课程整合成机械加工设备及工装课程。书中以加工设备为主线,融入机床、夹具、刀具及机械加工测量等内容,成为一个独立的加工及检测系统,在阐明原理的基础上更加突出技术的应用性,从而突出了对学生的知识、能力及素质的培养,使学生在有限的学时内,获得必要的知识和能力。

在编写过程中,本书力求内容全面、语言简练、通俗易懂、重点突出、实用性强。

全书分为上、下两篇,共11章,分别为基础篇和制造篇。基础篇包括金属切削机床、金属切削刀具、机床夹具、测量技术基础等基础内容,制造篇包括车削加工、铣削加工、磨削加工、齿轮加工、钻削加工、镗削加工及其它加工方法等内容,包括了机床、刀具、夹具的应用和具体的检测方法。每章后附有习题与思考题,供学生练习。

本书建议学时为80~100学时,其中基础篇约需25~30学时,制造篇约需55~70学时。

本书由韩洪涛主编,姜甘元、耿振海副主编,陈则钧主审。其中:韩洪涛编写第一章,第八章的第一节、第二节;姜甘元编写第四章、第八章第四节;耿振海编写第二章,第五章第三节、第四节;李世军编写第三章;陈岩编写第十章、第十一章;莫华林编写第六章;王士学编写第五章第一节、第二节;李晋山编写第九章;栗洪照编写第七章、第八章第三节。

本书可作为高职高专机械制造及其自动化专业、机电一体化专业及其它相近专业的教学用书,也可作为机械、机电类技术人员的技术参考书或培训教材。

本书在编写过程中曾得到了许多兄弟院校同行、专家的大力支持和帮助。北京市职工大学陈则钧教授、河南科技大学张洛平教授对全书进行了认真细致的审阅并提出了许多宝贵的意见和建议,在此一并表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,加上编写时间仓促,书中难免有不妥与错误之处,恳请各位专家和同行批评指正。

编者

2004年3月

目 录

上篇 基础篇

第一章 金属切削机床

- 第一节 金属切削机床概述
- 第二节 机床的分类和型号编制
- 第三节 金属切削机床的运动
- 第四节 机床的传动
- 习题与思考题

第二章 金属切削刀具

- 第一节 刀具的几何角度及其标注
- 第二节 刀具的材料
- 第三节 切削力
- 第四节 刀具的磨损与耐用度
- 第五节 刀具几何参数的合理选择
- 习题与思考题

第三章 机床夹具

- 第一节 概述
- 第二节 工件定位的基本原理
- 第三节 常用的工件定位方法及其定位元件
- 第四节 定位误差的分析与计算
- 第五节 夹紧装置与夹紧力的确定
- 第六节 基本夹紧机构
- 习题与思考题

第四章 测量基础

- 第一节 测量概述
- 第二节 测量方法和测量器具
- 第三节 测量误差和测量精度
- 第四节 机床的精度与检测
- 习题与思考题

下篇 制造篇

第五章 车削加工

- 第一节 车床
- 第二节 车刀
- 第三节 车床夹具
- 第四节 车削典型零件测量
- 习题与思考题

第六章 铣削加工

- 第一节 铣床
- 第二节 铣刀
- 第三节 铣床夹具
- 第四节 铣削加工零件的检测
- 习题与思考题

第七章 磨削加工

- 第一节 磨床

第二节 磨具

- 习题与思考题

第八章 齿轮加工

- 第一节 齿轮加工方法
- 第二节 齿轮加工机床
- 第三节 齿轮加工刀具
- 第四节 齿轮测量
- 习题与思考题

第九章 钻削加工

- 第一节 钻床
- 第二节 钻削刀具
- 第三节 钻床夹具
- 习题与思考题

第十章 镗削加工

第一节 镗床

第二节 镗刀

第三节 镗床夹具

习题与思考题

第十一章 其它加工方法

第一节 拉削加工

第二节 刨插加工

第三节 螺纹加工

第四节 螺纹的检测

习题与思考题

附录一 常用机床组、系代号及主参数

附录二 机构运动简图符号

(摘自 GB/T 4460—1984)

附录三 定位夹紧符号

附录四 固定式定位销

(JB/T 8014.2—1999)

参考文献

第七章 磨削加工

磨削是机械制造中最常用的加工方法之一。它的应用范围很广,可以磨削难以切削的各种高硬、超硬材料,可以磨削各种表面,可用于荒加工(磨削钢坯、割浇冒口等)、粗加工、精加工和超精加工。

磨削后工件尺寸精度可达 IT6 ~ IT4,表面粗糙度可达 $Ra0.025 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 。

本章主要介绍各种常用磨床的用途、运动、结构和砂轮的组成及其选用。阐述磨削加工的规律,分析磨削表面质量和介绍先进的磨削技术。

第一节 磨床

用磨料磨具(砂轮、砂带、油石和研磨料等)为工具进行切削加工的机床,统称磨床。

磨床可以加工各种表面,如内外圆柱面和圆锥面、平面、渐开线齿廓面、螺旋面以及各种成形面等,还可以刃磨工具和进行切断等,工艺范围十分广泛。

一、磨床的类型

除了某些形状特别复杂的表面外,机器零件的各种表面大多能用磨床加工,因此磨床有许多种类,根据用途和采用的工艺方法不同,大致可分为以下几类:

(1) 外圆磨床 主要用于磨削外回转表面。它包括万能外圆磨床、外圆磨床、无心外圆磨床等。

(2) 内圆磨床 主要用于磨削内回转表面。它包括内圆磨床、无心内圆磨床、行星式内圆磨床等。

(3) 平面磨床 用于磨削各种平面,它包括卧轴矩台平面磨床、立轴矩台平面磨床、卧轴圆台平面磨床、立轴圆台平面磨床等。

(4) 工具磨床 用于磨削各种工具,它包括工具曲线磨床、卡板磨床、钻头沟槽磨床、丝锥沟槽磨床等。

(5) 刀具刃磨床 用于刃磨各种切削刀具。它包括万能工具磨床、车刀刃磨床、钻头刃磨床、滚刀刃磨床、拉刀刃磨床等。

(6) 专门化磨床 用于磨削某一零件上的一种表面。它包括花键轴磨床、曲轴磨床、凸轮轴磨床、活塞环磨床、球轴承套圈沟磨床等。

(7) 其它磨床 如研磨机、珩磨机、抛光机、砂轮机。

在生产中应用最多的是外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、无心磨床四种。

二、M1432B 型万能外圆磨床

(一) 机床的用途、布局及运动

万能外圆磨床的工艺范围较宽,可以磨削内外圆柱面、内外圆锥面,还可磨削端面 and 台阶端面等。但其生产效率较低,适用于单件小批生产。

图 7-1 所示为万能外圆磨床外形。主要由下列主要部件组成:床身 1 是磨床的基础支承件,支承着砂轮架、工作台、头架、尾座垫板及横向导轨等部件,使它们在工作时保持准确的相对位置。床身内部作为液压系统的油池,并装有液压传动部件。

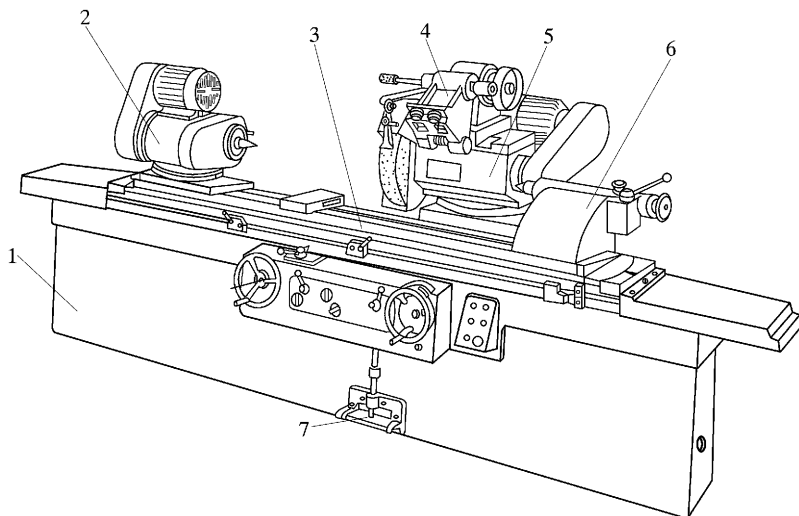


图 7-1 万能外圆磨床

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

头架 2 用于安装和夹持工件,并带动工件转动。头架可绕其垂直轴线转动一定角度,以便磨削锥度较大的圆锥面。

工作台 3 由上下两部分组成。上工作台可绕下工作台的心轴在水平面内调整至一定角度位置,以便磨削锥度较小的长圆锥面,头架和尾架安装在工作台台面上并随工作台一起运动。下工作台的底面上固定着液压缸筒和齿条,故工作台可由液压传动或手轮摇动沿床身导轨往复纵向运动。

尾座 6 和头架的前顶尖一起,用于支承工件。尾座可调整位置,以适应装夹不同长度工件的需要。

砂轮架 5 用于支承并传动高速旋转的砂轮主轴,砂轮架装在床身后部的横向导轨上,当需要磨削短圆锥面时,砂轮架可绕其垂直轴线转动一定角度。在砂轮架上的内磨装置 4 用于支承磨内孔的砂轮主轴,内磨装置主轴由单独的内圆砂轮电动机驱动。

横向导轨及横向进给机构的功用是通过转动横向进给手轮,带动砂轮实现周期的或连续的横向进给运动以及调整砂轮位置。为了便于装卸工件和进行测量,砂轮架还可作定距离的横向快速进退运动。

图 7-2 所示是万能外圆磨床几种典型加工方法的示意图。

图 7-2a 为磨外圆所需的砂轮旋转运动(主运动);工件的圆周进给运动和工件纵向往复运动(进给运动),此外还有砂轮的横向间歇切入运动。

图 7-2b,磨长圆锥面所需运动和磨外圆时一样,所不同的只是上工作台相对于下工作台调整一定的角度,磨削出来的表面即是圆锥面。

图 7-2c 为切入式磨外圆锥面,将砂轮调整一定的角度,工件不作往复运动,由砂轮作连续

的横向切入进给运动。此方法仅适合磨削短的圆锥面。

图 7-2d 磨内孔时将工件夹持在卡盘上,由头架在水平面内是否调整有一定的角度,而确定磨出圆柱孔或是圆锥孔。

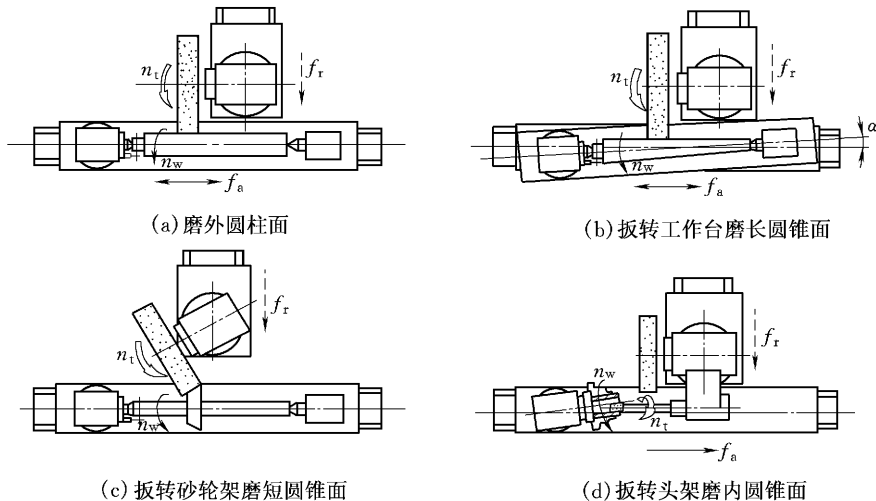


图 7-2 万能外圆磨床加工示意图

外圆磨床及万能外圆磨床的主参数是工件最大磨削直径。

(二) 机床的传动

图 7-3 所示为 M1432B 型万能外圆磨床的传动系统图。工作台的纵向往复运动、砂轮架的快速进退和自动周期进给以及尾座套筒的缩回均采用液压传动,其余则为机械传动。

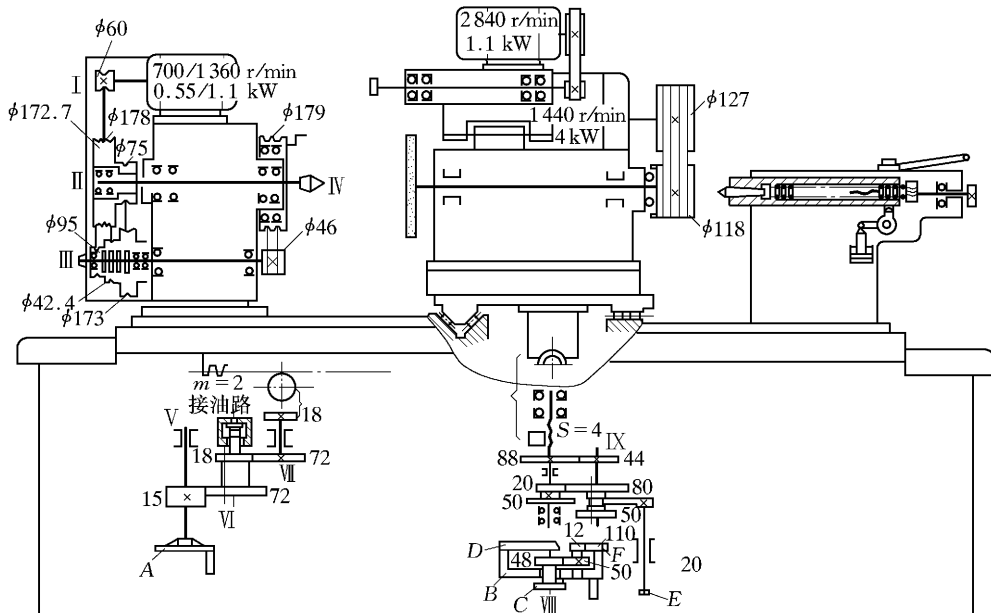


图 7-3 M1432B 型万能外圆磨床传动系统图

1. 主运动的传动

(1) 外圆磨削砂轮的传动

砂轮架电动机(4.0 kW, 1 440 r/min)经 V 带直接带动砂轮主轴旋转。

(2) 内圆磨具的传动

内圆磨具电动机(1.1 kW, 2 840 r/min)经高速平带直接带动内圆磨具主轴旋转。起动此电动机的条件是支架翻转到工作位置接通由电气联锁机构切断的电路。这时,砂轮架快速进退手柄在原位置自锁。

2. 进给运动的传动

(1) 头架的传动

头架上双速电动机(0.55/1.1 kW, 700/1 360 r/min)经三级 V 带传动,把运动传给头架的拨盘(与带轮 $\phi 179$ mm 为一体),拨动工件作圆周进给运动。其传动路线表达式如下:

$$\text{头架电动机} \left(\begin{array}{l} 0.55/1.1 \text{ kW} \\ 700/1\ 360 \text{ r/min} \end{array} \right) \text{--- I ---} \frac{60}{178} \text{--- II ---} \left[\begin{array}{l} \frac{172.7}{95} \\ \frac{178}{142.4} \\ \frac{75}{173} \end{array} \right] \text{--- III ---} \frac{46}{179} \text{--- 拨盘 --- 工件}$$

双速电动机与塔轮变速相结合,可使工件获得 6 级不同的转速。

(2) 工作台的传动

工作台既可液压传动,也可手动。手动是为了磨削轴肩或调整工作台的位置。手轮 A 转一转,工作台的纵向移动量 f 为

$$f = 1 \times 15/72 \times 18/72 \times 18 \times 2 \times \pi \text{ mm} \approx 6 \text{ (mm)}$$

当液压驱动工作台纵向运动时,为避免工作台带动手轮 A 转动而碰伤操作者,液压传动的自动进给阀与手轮 A 实行联锁。液压传动时,压力油推动轴 VI 上的双联齿轮轴向移动,使齿轮 z_{18} 与 z_{72} 脱开。因此,工作台由液压传动时,手轮 A 是不转动的。

(3) 砂轮架的横向进给运动

用手转动固定在轴 VIII 上的手轮 B,可使砂轮架横向进给,其传动路线表达式为

$$\text{手轮 B --- VIII ---} \left[\begin{array}{l} \frac{50}{50} \text{ (粗进给)} \\ \frac{20}{80} \text{ (细进给)} \end{array} \right] \text{--- IX ---} \frac{44}{88} \text{--- 丝杠 (S = 4) --- 砂轮架}$$

手轮 B 转 1 周,粗进给时砂轮架的横向进给量为 2 mm。手轮 B 的刻度盘为 200 格,每格的进给量为 0.01 mm。细进给时每格进给量为 0.002 5 mm。

当磨削一批工件时,为减少重复测量工件的次数,以节省辅助时间,通常先试磨一个工件,当达到所要求的尺寸后,调整刻度盘上挡块 F 的位置,使它在横向进给磨削至所需直径时正好与固定在床身前罩上的定位爪相碰。磨削后续工件时只需转动手轮 B,当挡块 F 碰到定位爪时,便达到了所要求的磨削尺寸。

当砂轮磨损或修正后,为保证工件直径不变,必须调整刻度盘 D 上挡块 F 的位置。其调整方法是:拔出旋钮 C ,使它与手轮 B 上的销子脱开,然后旋转 C ,使旋钮上的齿轮 z_{48} 带动行星齿轮 z_{50} 、 z_{12} 旋转, z_{12} 与刻度盘 D 上的内齿轮 z_{110} 相啮合,使刻度盘反转,反转格数应根据砂轮的磨损量来确定。调整完毕后,将旋钮 C 推入,手轮 B 上的销子插入其后端面的销孔中,使刻度盘 D 和手轮 B 连成一个整体。

旋钮 C 后端面上沿圆周均布有 21 个销孔,旋钮 C 转过一个孔距时,砂轮架附加横向位移量 Δf_r 为

$$\text{粗进给} \quad \Delta f_r = 1/21 \times 48/50 \times 12/110 \times 2 \text{ mm} = 0.01 \text{ mm}$$

$$\text{细进给} \quad \Delta f_r = 1/21 \times 48/50 \times 12/110 \times 0.5 \text{ mm} = 0.0025 \text{ mm}$$

(三) 主要部件的结构

1. 砂轮架

砂轮架由壳体、主轴及轴承、传动装置与滑鞍等组成。砂轮主轴及其支承部分的结构将直接影响工件的加工精度和表面粗糙度,这是砂轮架部件的关键部分,它应保证砂轮主轴具有较高的旋转精度、刚度、抗振性和耐磨性。

图 7-4 所示为 M1432B 型万能外圆磨床的砂轮架。砂轮主轴 8 的前、后支承均采用“短四瓦”动压滑动轴承。每个轴承由均布在圆周上的四块轴瓦 5 组成,每块轴瓦由球头螺钉 4 和轴瓦支承头 7 支承。当主轴高速旋转时,在轴承与主轴轴颈之间形成四个楔形压力油膜,将主轴悬浮在轴承中心而呈纯液体摩擦状态。主轴轴颈与轴瓦之间的间隙(一般为 0.01 ~ 0.02 mm)用球头螺钉 4 调整,调整后,用通孔螺钉 3 和拉紧螺钉 2 锁紧,以防止球头螺钉 4 松动而改变轴承间隙,最后用封口螺塞 1 密封。

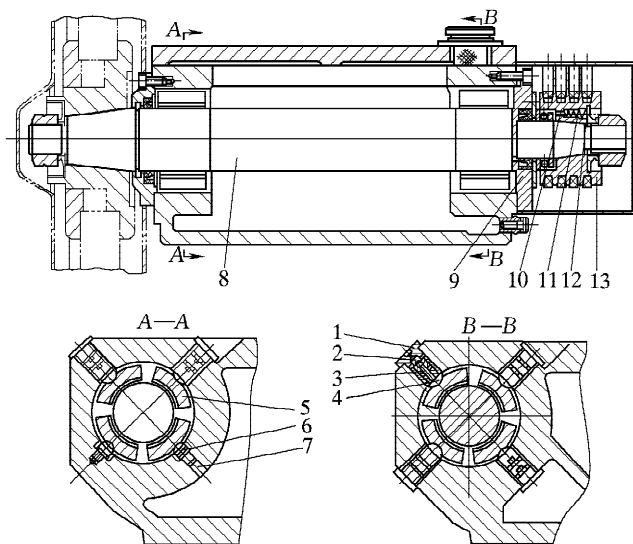


图 7-4 M1432B 型万能外圆磨床砂轮架

1—封口螺塞;2—拉紧螺钉;3—通孔螺钉;4—球头螺钉;5—轴瓦;6—密封圈;7—轴瓦支承头;
8—砂轮主轴;9—轴承盖;10—销子;11—弹簧;12—螺钉;13—带轮

砂轮主轴向右的轴向力通过主轴右端轴肩作用在轴承盖 9 上,向左的轴向力通过带轮 13 中的六个螺钉 12,经弹簧 11 和销子 10 以及推力球轴承,最后传递到轴承盖 9 上。弹簧 11 可用来给推力球轴承预加载荷。

砂轮架壳体内装润滑油以润滑主轴轴承,主轴两端用橡胶油封实现密封。砂轮的圆周速度很高,为了保证砂轮运转平稳,装在主轴上的零件都要校静平衡,整个主轴部件还要校动平衡。此外,砂轮必须安装防护罩,以防止砂轮意外碎裂时损伤工人及设备。

2. 内磨装置

内圆磨削装置主要由内圆磨具和支架两部分组成,装在砂轮架的前上方,使用时翻下,不用时翻向上方。

图 7-5 所示的内圆磨具是磨内孔用的砂轮主轴部件,它做成独立部件,装在支架孔中,可以很方便地进行更换。因磨削内圆的砂轮直径较小,要使砂轮有足够的磨削线速度,就要求砂轮轴具有很高的转速。为使砂轮轴在高转速下运转平稳,砂轮轴轴承应有足够的刚度和寿命,故砂轮轴前后各用两个 P5 级精度的角接触球轴承支承,沿圆周方向均匀分布的弹簧 3 通过套筒 2 和 4 顶紧轴承的外圈产生预紧。这种结构能利用弹簧自动消除因砂轮轴热胀伸长或轴承磨损后产生的影响,使轴承保持稳定的预紧力,以保持轴承的刚度和寿命。

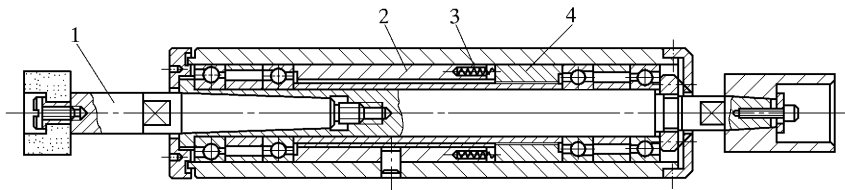


图 7-5 M1432B 型万能外圆磨床内圆磨具

1—接长杆;2、4—套筒;3—弹簧

此外,为适应磨削不同长度的内孔,接长杆 1 可以更换,但由于受内圆磨具结构限制,接长杆轴径较细,且悬伸又较长,因此刚度较差,是内圆磨具中刚度最薄弱的环节。

三、其它类型磨床

(一) 普通外圆磨床

普通外圆磨床和万能外圆磨床在结构上的主要区别在于:普通外圆磨床的头架和砂轮架均不能绕其垂直轴线调整角度,头架主轴也不能转动,没有内圆磨具。因此,普通外圆磨床的工艺范围较窄,只能磨削外圆柱面和锥度较小的外圆锥面。但由于其主要部件的结构层次少,刚性好,可采用较大的磨削用量,因此生产率较高,同时也易于保证磨削质量。

(二) 无心外圆磨床

无心外圆磨床的工作原理如图 7-6 所示。用这种磨床加工时,工件可不必用顶尖或卡盘定心装夹,而是直接被放在砂轮和导轮之间,由托板和导轮支承,以工件被磨削的外圆表面本身作为定位基准面。磨削时砂轮 1 作高速旋转,导轮 3 则以较慢的速度旋转,由于两者旋转方向相同,将使工件按反向旋转。砂轮回转是主运动。导轮是由摩擦系数较大的树脂或橡胶作结合剂的砂轮,靠摩擦力带动工件旋转,使工件作圆周进给运动。工件 4 以被磨削表面为基准,浮动地放在托板 2 上。工件的中心必须高于导轮与砂轮的连线,而且支承工件的托板需有一定的

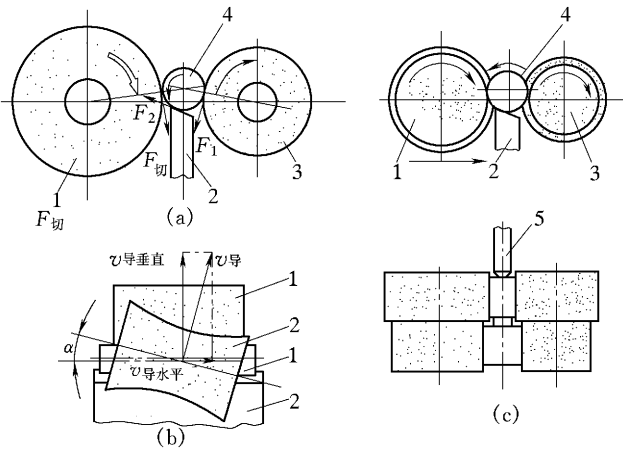


图 7-6 无心外圆磨床工作原理

1—砂轮 ;2—托板 ;3—导轮 ;4—工件 ;5—挡块

斜度,使工件经过多次转动后逐渐被磨圆。

无心外圆磨床有两种磨削方法:贯穿磨削法和切入磨削法。贯穿磨削如图 7-6b 所示,磨削时将工件从机床前面放到导板上,推入磨削区。由于导轮在垂直平面内倾斜 α 角,导轮与工件接触处的线速度 $v_{导}$ 可分解为水平和垂直两个方向的分速度 $v_{导水平}$ 和 $v_{导垂直}$,前者使工件作纵向进给,后者控制工件的圆周进给运动。所以工件被推入磨削区后,既作旋转运动,同时又轴向向前移动,穿过磨削区,从机床另一端出去就磨削完毕。磨削时,工件一个接一个地通过磨削区,加工便连续进行。为了保证导轮和工件间为直线接触,导轮的形状应修整成回转双曲面形。这种磨削方法适用于不带台阶的圆柱形工件。切入磨削法如图 7-6c 所示,磨削时先将工件放在托板和导轮上,然后由工件(连同导轮)或砂轮作横向进给。此时导轮的中心线仅倾斜一个很微小的角度(约 $30'$),以便使导轮对工件产生一微小的轴向推力,将工件靠向挡块 5,保证工件有可靠的轴向定位。这种方法适用于磨削不能纵向通过的阶梯轴和有成形回转表面的工件。

图 7-7 所示是目前生产中使用最普遍的无心外圆磨床的外形图。它由床身 1、砂轮架 3、导轮转动体 5、砂轮修整器 2、导轮修整器 4、工件座架 11 等组成。磨削砂轮是由装在床身内的电动机经皮带传动带动旋转,通常不变速,导向轮可作有级或无级变速,以获得所需的工件进给速度,它的传动装置在座架 6 内。导向轮可通过转动体 5 在垂直平面内相对座架 6 转动位置,以便使导轮主轴能根据加工需要相对磨削砂轮主轴偏转一定角度,在砂轮架 3 的左上方装有砂轮修整器 2,在导轮转动体 5 上面装有导轮修整器 4,它们可根据需要修整磨削砂轮和导向轮的几何形状。另外座架 6 能沿拖板 9 上导轨移动,实现横向进给运动,回转底座 8 可在水平面内转动一定角度,以便磨出锥度不大的圆锥面。

在无心外圆磨床上磨削外圆表面,工件不需打中心孔,这样,既消除了因中心孔偏心而带来的误差(即没有定位误差),又可使装卸简单省时。由于有导轮和托板沿全长支承工件,对一些刚度较差的细长工件也可用较大的切削用量进行磨削,故生产率较高。但机床调整时间较长,适用于成批及大量生产。此外,无心外圆磨床不能磨削周向不连续的表面(如有键槽),也不能保证被磨外圆和内孔的同轴度。

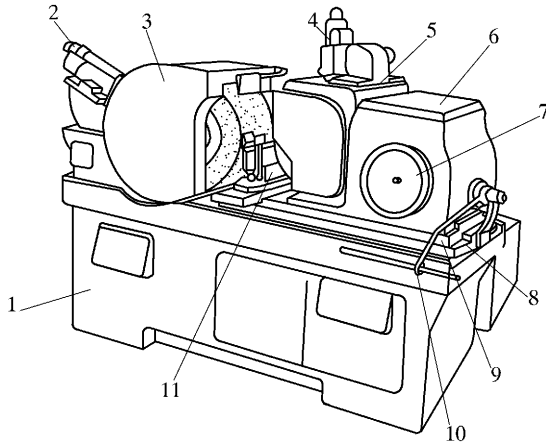


图 7-7 无心外圆磨床

1—床身；2—砂轮修整器；3—砂轮架；4—导轮修整器；5—转动体；6—机架；
7—微量进给手轮；8—回轮底座；9—滑板；10—快速进给手柄；11—工件座架

(三) 内圆磨床

内圆磨床主要用于磨削各种圆柱孔(包括通孔、盲孔、阶梯孔和断续表面的孔等)和圆锥孔。内圆磨床的主要类型有普通内圆磨床、无心内圆磨床、行星式内圆磨床和坐标磨床等。

1. 普通内圆磨床

普通内圆磨床是生产中应用最广泛的一种内圆磨床,其磨削方法如图 7-8 所示。磨削时,根据工件形状和尺寸的不同,可采用纵磨法或切入法磨削内孔,如图 7-8a、b 所示。某些普通内圆磨床上装有专门的端磨装置,采用这种端磨装置,可在工件一次装夹中完成内孔和端面的磨削,如图 7-8c、d 所示。这样既容易保证孔和端面的垂直度,又可提高生产效率。

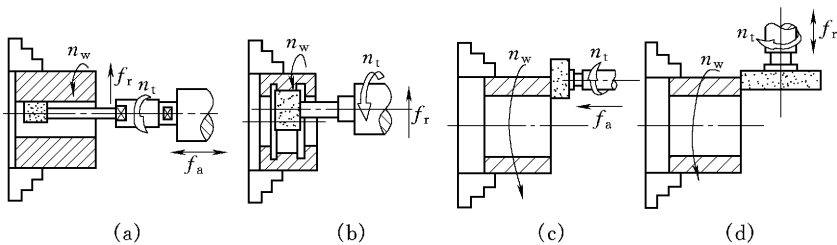


图 7-8 普通内圆磨床的磨削方法

图 7-9 所示为常见的两种普通内圆磨床的布局型式。图 7-9a 是工件头架安装在工作台上,随工作台一起往复移动,完成纵向进给运动;图 7-9b 的工件头架则安装在床身上,砂轮架安装在工作台上,随工作台作纵向进给运动。两种磨床的横向进给运动都由砂轮架实现。工件头架均可绕其垂直轴线调整角度,以便磨削锥孔。加工时,夹持在头架主轴上的工件作圆周进给运动,砂轮旋转实现主运动。

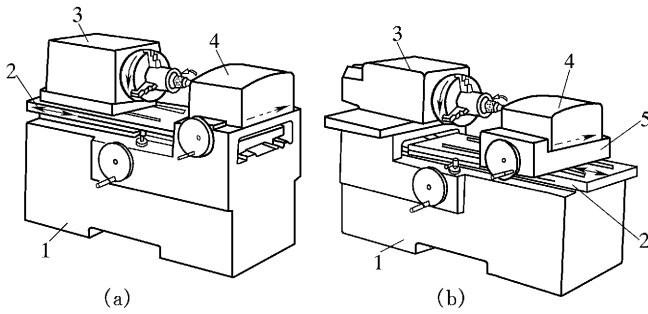


图 7-9 普通内圆磨床

1—床身; 2—工作台; 3—头架; 4—砂轮架; 5—滑座

2. 无心内圆磨床

无心内圆磨床的工作原理如图 7-10 所示。磨削时,工件 4 支承在滚轮 1 和导轮 3 上,压紧轮 2 使工件紧靠导轮,由导轮带动工件旋转,实现圆周进给运动(n_w)。砂轮除了完成主运动 n_i 外,还作纵向进给运动(f_a)和周期横向进给运动(f_r)。加工结束时,压紧轮沿箭头 A 的方向摆开,以便装卸工件。磨削锥孔时,可将滚轮 1、导轮 3 和工件 4 一起偏转一定角度。这种磨床主要适用于大批大量生产中,加工那些外圆表面已经精加工且又不宜用卡盘夹紧的薄壁状工件以及内、外圆同轴度要求较高的工件,如轴承环之类的零件。

3. 行星式内圆磨床

行星式内圆磨床的工作原理如图 7-11 所示。磨削时,工件固定不转,砂轮除了绕其自身轴线高速旋转实现主运动 n_i 外,同时还要绕被磨削孔的轴线以缓慢的速度作公转,实现圆周进给运动(n_w)。此外,砂轮还做周期性的横向进给运动(f_r)及纵向进给运动(f_a)。纵向进给也可由工件的移动来实现。由于砂轮所需运动种类较多,致使砂轮架的结构复杂,刚性较差。目前这类机床只用来磨削大型工件或因工件形状不对称不适于旋转的工件,例如磨削高速大型柴油机大连杆上的孔。

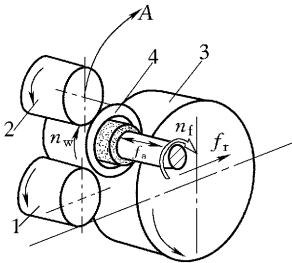


图 7-10 无心内圆磨床的工作原理

1—滚轮; 2—压紧轮; 3—导轮; 4—工件

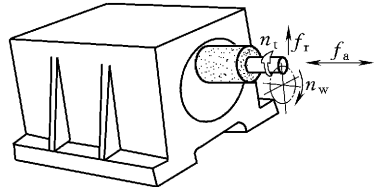


图 7-11 行星式内圆磨床的工作原理

(四) 平面磨床

图 7-12 所示为平面磨削的加工方法,它也反映了机床的布局形式。平面磨床主要有以下几种类型:砂轮主轴水平布置,工作台是矩形的称为卧轴矩台平面磨床(图 7-12a),工作台是圆形的且作圆周进给的称为卧轴圆台平面磨床(图 7-12b);依此划分还有立轴矩台(图 7-12c)和立轴圆台(图 7-12d)平面磨床。目前应用最广的是卧轴矩台和立轴圆台两种平面磨床。

图 7-13 所示是两种卧轴矩台平面磨床的外形。图 7-13a 为砂轮架移动式,工作台 4 只作纵向往复运动,而由砂轮架 1 沿滑鞍 2 上的燕尾型导轨移动来实现周期的横向进给运动,滑鞍和

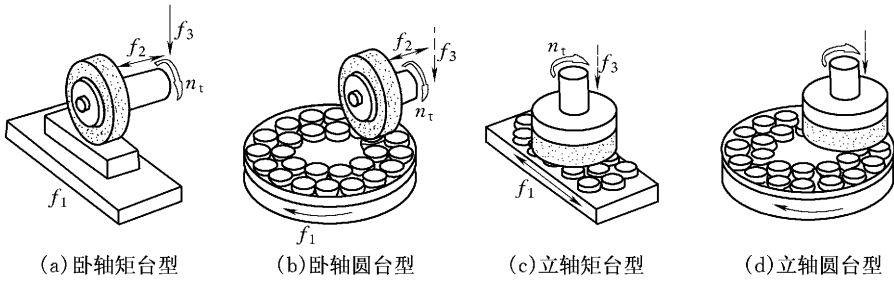


图 7-12 平面磨床的磨削方法

砂轮架一起可沿立柱 3 的导轨垂直移动,完成周期的垂直进给运动。图 7-13b 为十字导轨式,工作台 4 装在床鞍 6 上。工作台除了作纵向往复运动外,还随床鞍一起沿床身 5 的导轨作周期的横向进给运动,而砂轮架 1 只作垂直周期进给运动。在这类平面磨床上,工作台的纵向往复运动和砂轮架的横向周期进给运动,一般都采用液压传动。砂轮架的垂直进给运动通常是手动的。为了减轻工人的劳动强度和节省辅助时间,有些机床具有快速升降机构,用以实现砂轮架的快速机动调位运动。砂轮主轴采用内连电动机直接传动。

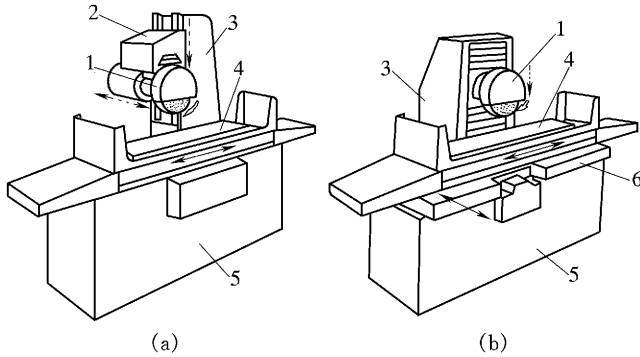


图 7-13 卧轴矩台平面磨床

1—砂轮架;2—滑鞍;3—立柱;4—工作台;5—床身;6—床鞍

图 7-14 所示是立轴平面磨床的外形。圆形工作台 4 装在床鞍 5 上,它除了作旋转运动实现圆周进给外,还可以随床鞍一起沿床身 3 的导轨纵向快速退离或趋进砂轮,以便装卸工件。砂轮架可作垂直快速调位运动,以适应磨削不同高度工件的需要。在这类平面磨床上,其砂轮主轴轴线的位置,可根据加工要求进行微量调整,使砂轮端面和工作台面平行或倾斜一个微小的角度(一般小于 $10'$)。粗磨时常采用较大的磨削量以提高磨削效率,为避免发热量过大而使工件产生热变形和表面烧伤,需将砂轮端面倾斜一定角度,以减少砂轮与工件的接触面积。精磨时,为了保证磨削表面的平面度与平行度,需使砂轮端面与工作台台面平行或倾斜一极小的角度。砂轮主轴轴线的位置可通过砂轮架相对于立柱 3,或立柱相对于床身底座偏斜一个角度来进

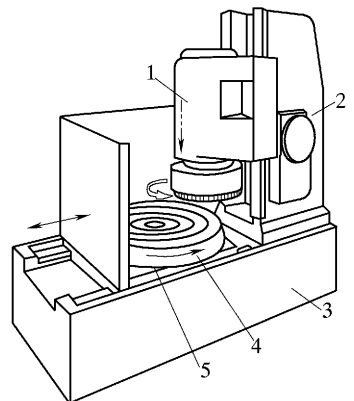


图 7-14 立轴圆台平面磨床
1—砂轮架;2—立柱;3—床身;
4—工作台;5—床鞍

行调整。

卧轴矩台平面磨床采用砂轮的周边磨削,磨削时砂轮和工件的接触面积小,发热量少,冷却和排屑条件较好,可获得较高的加工精度和较好的表面粗糙度,且工艺范围较广。除了用砂轮周边磨削水平面外,还可用砂轮的端面磨削沟槽、台阶等垂直侧面。

卧轴圆台平面磨床和卧轴矩台平面磨床的主要区别是:它具有圆形工作台,磨削时,工件随圆形工作台作圆周进给运动,连续运转,生产率较高。

立轴矩台和立轴圆台平面磨床的特点是:它们的砂轮主轴是垂直安置的,并利用砂轮的端面磨削工件。端面磨削时,砂轮与工件接触面大,因此生产率高。但因发热大和沿砂轮直径的各点线速度不同而使加工精度比周边磨削低。

平面磨床的主参数是工作台面宽度(矩台)或直径(圆台)。

第二节 磨 具

一、砂轮

砂轮是用结合剂将磨料颗粒粘结而成的多孔体,如图 7-15 所示。

要了解砂轮的切削性能,必须研究砂轮的各组成要素。

(一) 砂轮的组成要素

1. 磨料

磨料分为天然磨料和人造磨料两大类。一般天然磨料含杂质多,质地不匀。天然金刚石虽好,但价格昂贵,故目前主要使用的是人造磨料。其性能和适用范围见表 7-1。

2. 粒度

粒度是指磨料颗粒的大小。粒度有两种表示方法:

对于用筛选法来区分的较大的磨粒(制砂轮用),以每英寸筛网长度上筛孔的数目来表示。如 46# 粒度表示磨粒刚能通过每英寸 46 格的筛网。对于用显微镜测量来区分的微细磨粒(称微粉,供研磨用),以其最大尺寸(单位 μm)前加 W 来表示。常用砂轮粒度号及其使用范围见表 7-2。

表 7-1 砂轮组成要素、代号、性能和适用范围

系 别	名 称	代 号	性 能	适用磨削范围
刚玉	棕刚玉	A	棕褐色,硬度较低,韧性较好	碳钢、合金钢、铸铁
	白刚玉	WA	白色,较 A 硬度高,磨粒锋利,韧性差	淬火钢、高速钢、合金钢
	铬刚玉	PA	玫瑰红色,韧性较 WA 好	高速钢、不锈钢、刀具刃磨
碳化物	黑碳化硅	C	黑色带光泽,比刚玉类硬度高、导热性好、韧性差	铸铁、黄铜、非金属材料
	绿碳化硅	GC	绿色带光泽	硬质合金、宝石、光学玻璃

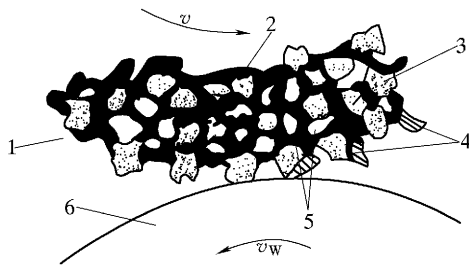


图 7-15 砂轮的构造

1—砂轮;2—结合剂;3—磨粒;
4—磨屑;5—气孔;6—工件