

乡镇企业初中级技术工人培训教材

农业部乡镇企业司 编

磨工工艺学



辽宁科学技术出版社

乡镇企业技术工人培训教材（机械类）

编审委员会

主任委员 黄海光

副主任委员 郭志实 赵汝霖 王小华 樊 鹏

委 员 （按姓氏笔画为序）

王正石 白振芳 刘太来 朱丽英

吴汉太 李炳恩 李殿华 苑汝义

姚守成 胡呈祥 贺恒立 顾大智

徐大成 徐洪如 琚运富 戴贺兰

本书主编 吕尊嫜

编写者 吕尊嫜 姜波德

主 审 樊 鹏

磨 工 工 艺 学

Mó gōng Gongyixue

农业部乡镇企业司 编

辽宁科学技术出版社出版发行（沈阳市和平区北一马路108号）

沈阳市光华印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：8 1/4 字数：185000

1991年6月第1版 1991年6月第1次印刷

责任编辑：马 骏 插图：陈淑清

封面设计：朝 夕 责任校对：王 颖

印数：1-5,000

ISBN7-5381-1197-2/TG·33 定价：3.49元

前 言

搞好乡镇企业职工的技术培训，培养大批合格的技术工人，以提高职工的整体素质，是当前全国乡镇企业面临的紧迫任务。

为了满足乡镇企业技术工人等级培训的需要，农业部乡镇企业司组织黑龙江、辽宁、山西、河北、河南、湖北、内蒙、北京、天津、大连等十省、自治区、市有关同志、专家教授，编写了乡镇企业初中级技术工人培训教材，其中有《数学》、《机械基础》、《机械制图》、《机械制造工艺概论》、《车工工艺学》、《钳工工艺学》、《铣工工艺学》、《磨工工艺学》、《铸造工艺学》、《锻造工艺学》、《刨工工艺学》、《冲压工艺学》、《焊工工艺学》和《机械制图习题集》、《基础课习题集》等共十五本书。

这套教材是以机械部颁布的初、中级技术等级标准为依据，同时结合乡镇企业实际情况编写的。在内容编排上改变了以往技术工人培训教材初、中级分开的模式，采取了初级内容和中级内容合编，既适用于初级工培训和已获初级工证书、晋升中级工的培训。又适用于直接进行中级工的培训。教材内容充实、语言简练，以讲清最基本的概念和操作方法为主，尤其注重实际操作能力的培养，体现劳动部关于“要改革培训内容和培训方法，改变重理论轻技能、重课堂轻实际训练，单纯强调正规化、系统化的思想，突破传统教育

观念，突出和强化技能训练”的要求，使学员通过理论培训，能够掌握高质量、高效率的操作技能。

教材还写进职业道德教育方面的内容，使学员通过培训，不仅学到技术理论知识，提高操作技能，而且在思想觉悟方面也有所提高。

统编乡镇企业初中级技术工人培训教材，由于缺乏经验，撰写时间较紧促，书中难免有疏漏之处，希望读者提出宝贵意见，再版时改正。

农业部乡镇企业司

1990年6月

目 录

第一章 磨削加工的基本知识.....	1
一、磨削加工及其特点.....	1
二、磨床的简单介绍.....	4
三、砂轮.....	9
四、磨削时的冷却与切削液.....	24
五、文明生产及安全技术.....	26
复习题.....	28
第二章 外圆磨削.....	29
一、工件的装夹.....	29
二、磨削余量.....	36
三、外圆磨削的方法.....	37
四、外圆砂轮的正确使用.....	46
五、轴类零件的测量.....	49
六、外圆磨削产生废品的原因及预防方法.....	53
七、外圆磨削实例.....	57
复习题.....	58
第三章 内圆磨削.....	59
一、内圆磨削的特点和形式.....	59
二、内圆砂轮的选择及其正确使用.....	61
三、工件的安装.....	66
四、内圆磨削的方法.....	71

五、套类零件的精度检验·····	79
六、内圆磨削常见缺陷分析及预防方法·····	83
复习题·····	85
第四章 圆锥面磨削·····	87
一、圆锥的各部分名称及计算·····	87
二、标准锥度和标准圆锥·····	89
三、圆锥面的磨削方法·····	95
四、圆锥的精度检验·····	100
五、圆锥面磨削产生废品的原因及预防方法 ·····	108
复习题 ·····	109
第五章 平面磨削 ·····	111
一、平面磨削的方法和特点 ·····	111
二、工件装夹及砂轮选择 ·····	114
三、平行面磨削 ·····	116
四、垂直面和斜面磨削 ·····	119
五、阶台和直角槽的磨削 ·····	124
六、平面的精度检验 ·····	126
七、平面磨削实例 ·····	129
八、平面磨削产生缺陷的原因及预防方法 ·····	131
复习题 ·····	133
第六章 无心外圆磨削 ·····	134
一、无心外圆磨削的特点 ·····	134
二、无心外圆磨削的方法 ·····	135
三、无心外圆磨床的调整 ·····	137
四、无心外圆磨削实例 ·····	144
复习题 ·····	148
第七章 刀具刃磨 ·····	149

一、刃磨刀具的机床及其附件	149
二、刃磨刀具用的砂轮以及刃磨注意事项	156
三、铰刀的刃磨	159
四、铣刀的刃磨	166
五、圆拉刀的刃磨	178
六、插齿刀的刃磨	181
复习题	183
第八章 复杂零件磨削	184
一、细长轴磨削	184
二、球面磨削	187
三、偏心零件磨削	191
四、齿轮磨削	194
五、螺纹磨削	196
六、花键轴磨削	199
复习题	203
第九章 磨削新工艺	204
一、低粗糙度磨削	204
二、高速磨削	209
三、控制力磨削	213
四、强力磨削	214
五、特种材料磨削	216
复习题	220
第十章 表面光整加工	221
一、光整加工及其研磨	221
二、研具和研磨剂	223
三、研磨方法	226
四、研磨中产生缺陷的原因及消除方法	234

复习题	235
第十一章 工艺规程及典型零件的工艺分析	236
一、工艺规程的概念	236
二、磨削步骤的制定	243
三、典型零件的工艺分析	245
四、磨削加工的精度分析	254
复习题	255

第一章 磨削加工的基本知识

一、磨削加工及其特点

在磨床上用砂轮对工件进行切削，使其在形状、精度和表面粗糙度等方面都能达到图纸上所规定的要求，这种加工方法称为磨削加工。

1. 磨削加工的特点

磨削加工是一种多刃高速切削。磨削用的砂轮是由许多细小棱形多角且极硬的磨粒，用结合剂粘结而成的一种切削工具。磨削加工与其他加工方法比较具有以下特点：

（1）不但可以加工软材料，如未淬硬钢、铸铁和有色金属等，而且还可以加工硬度很高的材料，如各种淬硬钢件、各种切削刀具及硬质合金等。

（2）砂轮具有极高的圆周线速度。目前一般砂轮的线速度可达到35米/秒左右。在磨削区域的磨削温度可达400～1000℃。

（3）能获得极高的加工精度和极低的表面粗糙度。磨削精度通常可达到IT6～IT7级，表面粗糙度可达Ra1.25～0.16。镜面磨削时表面粗糙度只有Ra0.01。尺寸精度和形状精度可达1微米以内，误差相当于人体头发丝粗细的七十分之一左右。

(4) 在一次行程中可切除工件表面极薄的金属层。可用来精加工各种表面。

(5) 砂轮在磨削时具有“自锐作用”，部分磨钝的磨粒在一定条件下能自动脱落或崩碎，从而使砂轮保持良好的磨削性能。

2. 磨削用量的基本参数

在磨削过程中，为了切除工件表面多余的金属，必须使工件和刀具作相对运动。磨削运动可以分为主运动和进给运动两种：

主运动——直接切除工件表层的金属，使之变为磨屑，形成工件新表面的运动。磨削时，砂轮的旋转运动是主运动。

进给运动——使新的金属层不断投入磨削的运动。它分为：

横向进给运动：是控制砂轮吃刀深度的运动；

纵向进给运动：是一种走刀运动，起反复磨光的作用；

工件圆周进给运动：是工件旋转的运动，一般是连续的。

在磨削过程中，砂轮和工件的运动速度，如砂轮的圆周速度、工件的圆周速度、纵向进给量等统称为磨削用量。合理选择磨削用量对磨削加工的质量和生产效率有很大影响。

(1) 砂轮圆周速度。砂轮外圆表面上任意一点在单位时间内所通过的路程，叫做砂轮圆周速度，用 $V_{\text{砂}}$ 表示，其单位为米/秒，计算公式为：

$$V_{\text{砂}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \times 60} \text{ (米/秒)}$$

式中 D ——砂轮直径，毫米；

n ——砂轮转速，转/分。

例1 已知砂轮直径为400毫米，砂轮转速为1670转/分，求砂轮的圆周速度。

$$\text{解 } V_{\text{砂}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \times 60} = \frac{\pi \times 400 \times 1670}{1000 \times 60} \approx 35 \text{ (米/秒)}$$

外圆磨削和平面磨削的砂轮圆周速度一般在30~35米/秒左右，内圆磨削一般在18~30米/秒左右。

(2) 工件圆周速度。外圆磨削时，工件圆周速度是表示工件被磨削表面上任意一点，在每分钟内所走过的路程，用 $V_{\text{工}}$ 表示，单位为米/分，计算公式为：

$$V_{\text{工}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{工}} \cdot n_{\text{工}}}{1000} \text{ (米/分)}$$

式中 $d_{\text{工}}$ ——工件直径，毫米；

$n_{\text{工}}$ ——工件转速，转/分。

工件圆周速度一般为5~30米/分，它比砂轮圆周速度低得多。

(3) 纵向进给量。工件每转一转相对砂轮在纵向移动的距离，叫做纵向进给量，又称走刀量，用 S 表示，计算公式为：

$$S = (0.2 \sim 0.8) B \text{ 毫米/工件每转}$$

式中 B ——砂轮宽度，毫米。

纵向进给量与纵向速度间有以下关系：

$$V_{\text{纵}} = \frac{S \cdot n_{\text{工}}}{1000} \text{ (米/分)}$$

式中 $V_{\text{纵}}$ ——工作台纵向速度，米/分；

$n_{\text{工}}$ ——工件转速，转/分。

例2 已知砂轮宽度 $B=40$ 毫米，选择纵向进给量 $S=0.4B$ ，工件转速224转/分，求工作台纵向速度。

$$\text{解 } V_{\text{纵}} = \frac{S \cdot n_{\text{工}}}{1000} = \frac{0.4 \times 40 \times 224}{1000} \approx 3.6 \text{ (米/分)}$$

(4) 横向进给量。外圆磨削时，在每次行程终了时，砂轮在横向进给运动方向上移动的距离，又称磨削深度，用 t 表示，计算公式为：

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ (毫米)}$$

式中 D ——吃刀前工件的直径，毫米；

d ——吃刀后工件的直径，毫米。

外圆磨削的横向进给量很小，一般取0.005~0.05毫米，精磨时选小值，粗磨时选大值。

二、磨床的简单介绍

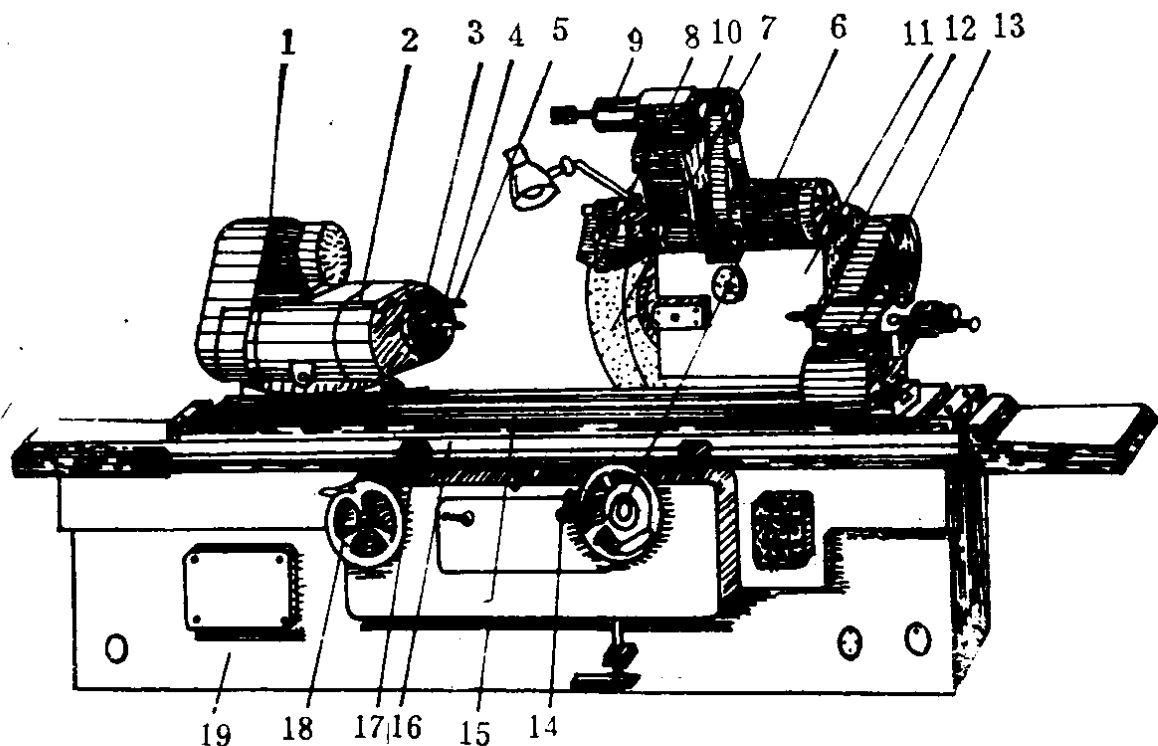
1. 磨床的种类和主要部分的名称及用途

现代机器制造业中使用的磨床种类很多。根据不同用途，磨床可分为外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、工具磨床、曲轴磨床、花键磨床、螺纹磨床、凸轮磨床等。

下面简单介绍常用的万能外圆磨床（图1—1）的主要部分名称和用途：

(1) 头架部分：头架内有主轴和皮带变速机构。在主轴前端可用顶尖或卡盘夹持工件，并使工件形成精确的旋转中心。调节变速机构，可以获得不同的转速。

(2) 尾架部分：在尾架套筒前端可安装顶尖，用来支承工件的另一端。尾架套筒的后端装有弹簧，以调节顶尖对



1—皮带变速机构 2—头架 3—拨盘 4—顶尖 5—拨杆 6—横向进给手轮 7—砂轮 8—切削液喷嘴 9—内圆磨具 10—支架 11—砂轮架 12—尾架套筒 13—尾架 14—横向快速进给手柄 15—上工作台 16—下工作台 17—撞块 18—工作台纵向进给手轮 19—床身

图1—1 磨床

工件的轴向压力。尾架可沿着工作台面上的导轨左右移动，以适应磨削不同长度的工件。

(3) 工作台部分：工作台分上下两层，上工作台可相对下工作台的中心回转一个角度，以便磨削圆锥面（顺时针方向为 3° ，逆时针方向为 9° ）。下工作台由机械或液压传动，可沿着床身上的纵向导轨作直线往复运动，使工件实现纵向进给。

(4) 砂轮架部分：砂轮架安装在床身的横向导轨上。操作横向进给手轮，可以实现砂轮的横向进给运动，以控制工件的磨削尺寸。砂轮架还可以由液压传动，实现行程为50毫米的快速进退运动。砂轮装在砂轮主轴端，由电动机单独

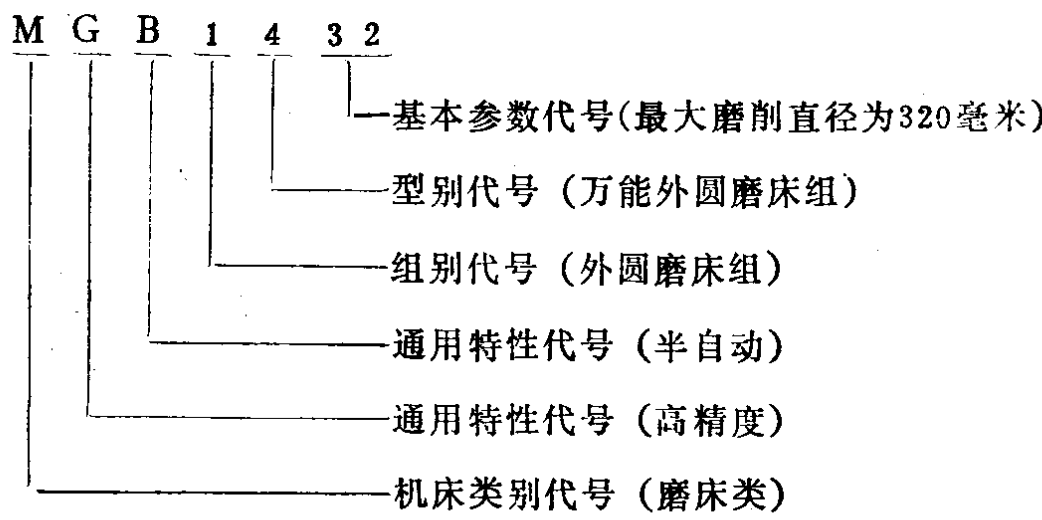
带动作磨削旋转运动。在砂轮上方的切削液喷嘴，可用来浇注切削液。

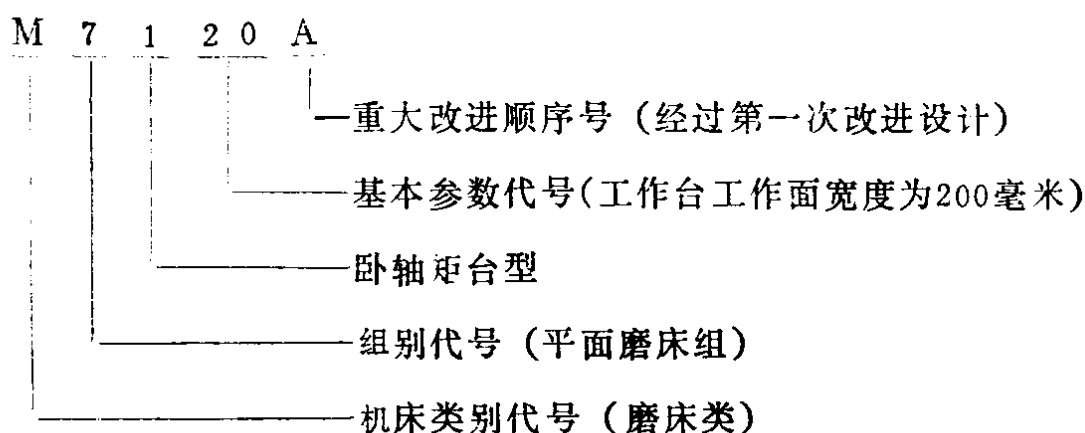
(5) 内圆磨具部分：是磨削工件内孔用的，在它的主轴端可安装内圆砂轮，由单独电动机经皮带传动作磨削运动。内圆磨具装在可绕铰链回转的支架上，使用时可向下翻转至工作位置。

(6) 床身部分：其纵向导轨上装有工作台，横向导轨上装有砂轮架。床身内还装有液压装置、横向进给和纵向进给机构。

2. 磨床型号的编制

磨床的型号是磨床产品的代号。我国生产的磨床，其型号是以汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定规律组合排列而成，以表示磨床的类型、使用特性、结构特征、主要规格等。磨床型号是根据 JB1838—85《金属切削机床型号编制方法》编制的。如MG1432型，表示最大磨削直径为320毫米的半自动、高精度万能外圆磨床。M7120A表示一台工作台工作面宽度为200毫米，经过改进设计的卧轴矩台平面磨床。型号中字母和数字的表示意义如下：





（1）机床类别代号。机床类别用汉语拼音第一个大写字母表示，磨床的汉语拼音是“Mochuang”，规定用“M”表示磨床。金属切削机床共分十二类，磨床类机床还有三个分类，一般常用磨床为第一类，用“M”表示；光整加工磨床如超精加工机、抛光机等为第二类，用“2M”表示；各种专用机床如轴承、活塞环、叶片磨床等为第三类，用“3M”表示。齿轮磨床与螺纹磨床按其用途分别属于齿轮加工和螺纹加工机床，故其类别分别用“Y”和“S”表示。

（2）通用特性代号。机床除有普通型特性外，还具有表1—1中所列通用特性，其代号用汉语拼音字母表示，居类别代号之后，如“MB”表示半自动磨床。

表1—1 机床通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数字程 序控制	仿形	自动 换刀	轻型	万能	筒式
代号	G	M	Z	B	K	F	H	Q	W	J
读音	高	密	自	半	控	仿	换	轻	万	筒

（3）组别、型别代号。各类机床中，根据工艺性能、布局结构等方面的特点，又分为若干组、型，并以数字来表示，位于通用特性代号之后。磨床的组别、型别划分及其代

号可参见标准与通则里的机床型号编制方法（JB1838—85）。齿轮磨床、螺纹磨床的组别、型别代号见表1—2和表1—3。

表1—2 齿轮磨床（Y）型号中组型代号

组 别	锥齿轮加工机床				圆柱齿轮磨齿机						
组别代号	2				7						
型 别	弧齿锥齿轮磨齿机	锥齿轮研齿机	锥齿轮磨齿机		双砂轮磨齿机	锥形砂轮磨齿机	蜗杆砂轮磨齿机	成形砂轮磨齿机	大平面砂轮磨齿机	内齿轮磨齿机	摆线磨齿机
型别代号	0	5	6		0	1	2	3	4	5	6

表1—3 螺纹磨床（S）型号中组型代号

组 别	螺 纹 磨 床							
组别代号	7							
型 别	丝锥磨床	螺纹磨床	丝杆磨床	万能螺纹磨床	内螺纹磨床	蜗杆磨床	滚刀铲磨床	
型别代号	2	3	4	5	6	7	8	

(4) 主参数代号。表示机床主要规格的基本参数，一般以能在机床上加工的最大工件尺寸或工作台工作面宽度来表示。型号中的主参数是按基本参数的 $1/10$ 或 $1/100$ (小数点后数字不计) 用数字来表示 (见 J B 1383—85)。如曲轴磨床表示最大回转直径的 $1/10$ 。

(5) 重大改进顺序号。当机床的性能及结构布局有重大改进时，可按改进的次序，用字母 A、B、C……加在机床型号的末尾，以示区别。

(6) 其他专用机床的型号。其他专用机床的型号，一般由机床制造厂自行编制，不列入标准。

三、砂 轮

1. 砂轮的特性

砂轮是由磨料和结合剂粘结而成的多刃刀具，它有许多空隙，起着散热和容纳磨屑的作用。

砂轮中磨料的分布，不但杂乱无章，而且参差不齐。在磨削过程中，钝化了的磨粒产生崩碎或自行脱落，又重新出现锋利的磨粒，使其保持了原来的切削性能，砂轮的这种性能称为“自锐性”。

砂轮的特性包括磨料、粒度、结合剂、硬度、组织、强度、形状和尺寸等。各种特性的砂轮，都有其适用的范围，须按照具体的磨削条件选择。

(1) 磨料：砂轮中磨粒的材料称为磨料。在磨削过程中，它要经受剧烈的挤压、摩擦以及高温的作用。所以磨料必须具有高的硬度，同时还应有一定的耐热性和相当的韧性，具有比较锋利的切削刃口。磨料是砂轮的主要成分。