



图解机电工人技术入门丛书

图解 磨工入门

●●●● 唐益萍 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



图解机电工人技术入门丛书

本书以《机械工人技术入门丛书》为基础，结合《机械工人技术入门丛书》的特点，对《机械工人技术入门丛书》进行了全面的修订和补充，使本书更加符合《机械工人技术入门丛书》的要求。本书可作为《机械工人技术入门丛书》的配套教材，也可作为《机械工人技术入门丛书》的参考书。本书由机械工业出版社出版，1997年。

图解

磨工入门

唐益萍 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书是根据《机械工人技术入门丛书》的要求，结合《机械工人技术入门丛书》的特点，对《机械工人技术入门丛书》进行了全面的修订和补充，使本书更加符合《机械工人技术入门丛书》的要求。本书可作为《机械工人技术入门丛书》的配套教材，也可作为《机械工人技术入门丛书》的参考书。本书由机械工业出版社出版，1997年。

本书是根据《机械工人技术入门丛书》的要求，结合《机械工人技术入门丛书》的特点，对《机械工人技术入门丛书》进行了全面的修订和补充，使本书更加符合《机械工人技术入门丛书》的要求。本书可作为《机械工人技术入门丛书》的配套教材，也可作为《机械工人技术入门丛书》的参考书。本书由机械工业出版社出版，1997年。

本书是《图解机电工人技术入门丛书》之一，主要针对磨工初学者，根据工厂磨工上岗要求编写而成，特别注重基础知识与实际操作相结合，书中采用了图文并茂的方式，深入浅出地讲述了磨削加工的技术知识，以满足初学者的需求，达到快速上手的学习目的。

本书可供初学磨工或接触磨削加工工作不久的技术工人自学和参考，也可供职业技术培训学校或培训班作为教学参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解磨工入门/唐益萍, 顾霞琴编著. —北京: 中国电力出版社, 2008

(图解机电工人技术入门丛书)

ISBN 978-7-5083-5883-3

I. 图… II. ①唐…②顾… III. 磨削-图解 IV. TG58-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 098208 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 1 月第一版 2008 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 6.375 印张 223 千字

印数 0001—4000 册 定价 13.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

本书是《图解机电工人技术入门丛书》之一。本套丛书分别以车工、电工、钳工、磨工、铣工为主要对象，图文并茂、深入浅出地讲述了各种加工的基础知识。

在磨床上进行各类形状零件的加工是技术工人必须掌握的一门技能。一名合格的磨工首先应根据图纸所示的零件形状、尺寸、材料及技术条件，在所操作的磨床上确定零件的安装位置，正确选用砂轮的型号，合理制订磨削方法，选择较为简便的检验方法。了解零件在磨床上的操作过程对磨工初学者来说是十分重要的，可以说，对同样一个零件，采用不同的加工步骤和方法，其效果也会不同。

本书作者根据自己多年来的实践与体会，将磨床的基础内容、磨削种类等融进图文并茂、通俗易懂的示例中，为初学磨床操作的技术工人提供了磨工技术入门的捷径。

参加本书编写的还有陈家芳、李韵秋、沙乾等老师。本书编写过程中也得到了李一鹏老师的支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏、不妥之处，恳请专家和读者给予指正。

编者

2007年7月



目 录

Contents

前言

第一章 磨削加工的基本知识

第一节	磨削加工知识入门	1
第二节	磨床简介	2
第三节	磨削用量的基本概念	12
第四节	砂轮	15
第五节	切削液的使用	22
第六节	安全生产和文明生产要求	24

第二章 常用量具的使用和保养

第一节	钢直尺和游标卡尺	27
第二节	千分尺	30
第三节	百分表和内径量表	34

第三章 外圆磨床的调整和操纵

第一节	外圆磨削的形式	38
第二节	外圆磨床的操纵	40
第三节	工件的装夹	44
第四节	外圆砂轮的选择和使用	47

第四章 轴类零件的磨削

第一节	光轴磨削	59
第二节	台阶轴磨削	66
第三节	外圆锥面的磨削	71
第四节	外圆磨削常见的缺陷分析	82

第五章 内圆磨床的调整和操纵

第一节	内圆磨削的形式与特点	87
第二节	工件的装夹	89
第三节	内圆磨床的调整和操纵	95
第四节	内圆砂轮的选择和安装	101

第六章 套类零件的磨削

第一节	通孔磨削	108
第二节	不通孔和台阶孔磨削	111
第三节	内圆锥面磨削	115
第四节	内圆磨削常见的缺陷分析	119

第七章 平面磨削

第一节	平面磨削的形式与特点	121
第二节	平面磨床的调整和操纵	125
第三节	砂轮的装拆与修整	132
第四节	平行面磨削	136
第五节	垂直面磨削	141
第六节	平面磨削常见缺陷分析	153

第八章 简单刀具磨削

第一节	万能工具磨床的操纵和调整	155
第二节	铰刀的刃磨	160
第三节	铣刀的刃磨	168

第九章 典型零件磨削

第一节	细长轴的磨削	174
第二节	薄片、薄壁零件的磨削	178

第十章 无心外圆磨削

第一节	无心外圆磨削的特点和方法	184
-----	--------------------	-----

第二节 无心外圆磨床的调整	188
第三节 无心外圆磨削实例	194
第四节 无心磨削常见的缺陷分析	195
参考文献	197

第一章 磨削加工的基本知识

第一节 磨削加工知识入门

磨削加工是一种比较精密的金属切削方法,利用砂轮作为切削工具对工件进行磨削加工。磨削加工的范围很广(见图 1-1),有外圆磨削、内圆磨削、螺纹磨削、花键磨削、齿轮磨削、曲轴磨削、成型面磨削、无心外圆磨削和刀具磨削等。其中内、外圆磨削和平面磨削是最基本的磨削方式,是作为磨工必须掌握的最基本的操作技能。

经过磨削的零件有较高的精度和较低的表面粗糙度,例如外圆柱面经超精密磨削后,圆度误差仅为 0.0001mm ,表面粗糙度可达到 $R_a 0.05\mu\text{m}$ 以下。因此,磨削加工比较广泛地应用于各种机器制造中的精细加工,其特点有:

(1) 砂轮是一种多刃的特殊切削工具。砂轮在磨削时具有极高的圆周线速度,目前一般磨床的砂轮圆周速度为 35m/s 左右。高速磨削的砂轮圆周速度达到 $45\sim 85\text{m/s}$ 。砂轮在磨削时,除了对工件表面有切削作用外,还有强烈的摩擦作用,在磨削区域的磨削温度高达

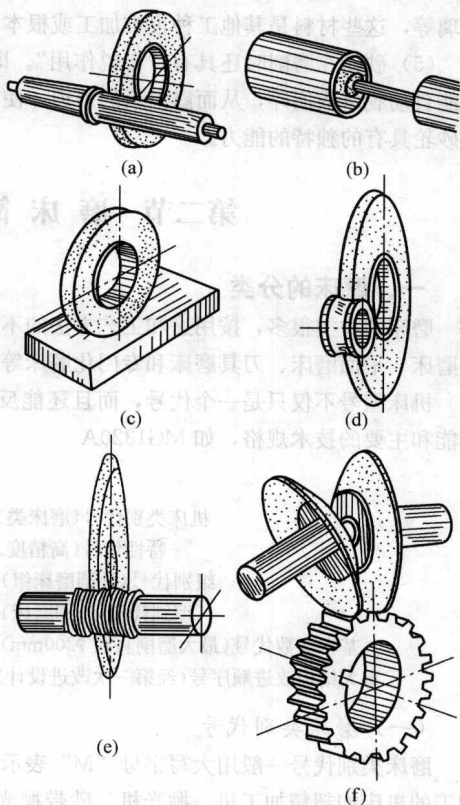


图 1-1 几种常见的磨削加工

- (a) 外圆磨削; (b) 内圆磨削; (c) 平面磨削;
(d) 成形磨削; (e) 螺纹磨削; (f) 齿轮磨削



400~1000℃。

(2) 磨削加工能获得极高的加工精度和极低的表面粗糙度。磨削精度通常可以达到 IT6~IT7 级, 表面粗糙度可达到 $R_a 0.8 \sim 0.05 \mu\text{m}$ 。如高精度磨削, 工件的圆度公差为 0.001mm 左右, 表面粗糙度达到 $R_a 0.005 \mu\text{m}$ 。故磨削加工一般为零件的精加工工序。

(3) 磨削加工时, 在一次行程中切除的金属量较小。例如在超精密磨削时, 多次行程中仅磨除约 0.002mm 的金属层, 故金属切除的效率较低。

(4) 砂轮不但可以磨削铜、铝、铸铁等较软的材料, 还可以磨削硬度很高的材料, 如各种淬硬钢件、高速钢刀具、钛合金、硬质合金和非金属材料玻璃等, 这些材料是其他工种很难加工或根本不能加工的。

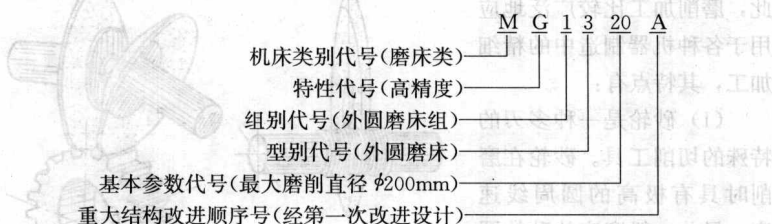
(5) 砂轮在磨削时还具有“自锐作用”。即部分磨钝的磨粒在一定条件下能自动脱落或崩碎, 从而露出新的刀刃, 使砂轮保持良好的磨削性能。这是砂轮具有的独特的能力。

第二节 磨床简介

一、磨床的分类

磨床的种类很多, 按用途和工艺方法的不同, 大致可分为外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、刀具磨床和专门化磨床等。

机床型号不仅只是一个代号, 而且还能反映出机床的类别, 结构特征、性能和主要的技术规格, 如 MG1320A



(一) 磨床类别代号

磨床类别代号一般用大写字母“M”表示。由于磨床的品种多, 故光整加工的机床如超精加工机、抛光机、砂带抛光机用“2M”表示; 各种专用磨床如轴承、叶片磨床等用“3M”表示。

齿轮、螺纹加工机床都分别划入独立的机床类别中, 螺纹磨床用“S”表示, 齿轮磨床用“Y”表示。磨床的类、组、系划分见表 1-1。

表 1-1 磨床的类、组、系划分表 (GB/T 15375—1994 摘录)

磨床类 M							
组		系		组		系	
代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称
0	仪表磨床	0	仪表无心磨床	3	砂轮机	0	落地砂轮机
		1	仪表内圆磨床			1	悬挂砂轮机
		2	仪表平面磨床			2	台式砂轮机
		3	仪表外圆磨床			3	除尘砂轮机
		4	抛光机			4	砂带砂轮机
		5	仪表万能外圆磨床			5	
		6	刀具磨床			6	
		7	仪表成形磨床			7	
		8				8	
1	外圆磨床	9	仪表齿轮磨床	4	坐标磨床	9	
		0	无心外圆磨床			0	
		1	宽砂轮无心外圆磨床			1	单柱坐标磨床
		2				2	双柱坐标磨床
		3	外圆磨床			3	
		4	万能外圆磨床			4	
		5	宽砂轮外圆磨床			5	
		6	端面外圆磨床			6	
		7	多砂轮架外圆磨床			7	
2	内圆磨床	8	多片砂轮外圆磨床	5	导轨磨床	8	
		9				9	
		0				0	落地导轨磨床
		1	内圆磨床			1	悬臂导轨磨床
		2				2	龙门导轨磨床
		3	带端面内圆磨床			3	定梁龙门导轨磨床
		4				4	
		5	立式行星内圆磨床			5	
		6	深孔内圆磨床			6	
7	内外圆磨床	7					
8	立式内圆磨床	8					
9		9					



第二节 磨床简介

续表

组			系		组			系	
代号	名称	代号	名 称		代号	名称	代号	名 称	
6	刀具刃磨床	0	万能工具磨床		8	凸轮轴、花键轴及轧辊磨床	0		
		1	拉刀刃磨床				1	曲轴主轴颈磨床	
		2					2	曲轴磨床	
		3	钻头刃磨床				3	凸轮轴磨床	
		4	滚刀刃磨床				4	轧辊磨床	
		5	铣刀盘刃磨床				5	曲线磨床	
		6	圆锯片刃磨床				6	花键轴磨床	
		7	弧齿锥齿轮铣刀盘刃磨床				7		
		8	插齿刀刃磨床				8		
9	矿井钻头刃磨床		9						
7	平面及端面磨床	0			9	工具磨床	0	曲线磨床	
		1	卧轴矩台平面磨床				1	模具工具磨床	
		2	立轴矩台平面磨床				2	锉刀磨床	
		3	卧轴圆台平面磨床				3	钻头沟背磨床	
		4	立轴圆台平面磨床				4	铲齿车刀成形磨床	
		5	龙门平面磨床				5	丝锥铲屑磨床	
		6	卧轴双端面磨床				6	丝锥沟槽磨床	
		7	立轴双端面磨床				7	丝锥方尾磨床	
		8	龙门双端面磨床				8	卡规磨床	
9			9	圆板牙铲磨床					

磨床类 2M

组			系			组			系		
代号	名称	代号	名 称			代号	名称	代号	名 称		
0		0				1	超精机	0			
		1						1			
		2						2	内圆超精机		
		3						3	外圆超精机		
		4						4	无圆超精机		
		5						5			
		6						6	端面超精机		
		7						7	平面超精机		
		8						8			
		9					9				

续表

组	系	组	系
代号	名称	代号	名称
2	内圆珩磨机	0	无心砂带抛光机
		1	卧式内圆珩磨机
		2	立式内圆珩磨机
		3	摇臂式内圆珩磨机
		4	龙门式内圆珩磨机
		5	砂带抛光及磨削机床
		6	无心砂带磨床
		7	外圆砂带磨床
		8	平面砂带磨床
3	外圆及其他珩磨机	9	万能砂带磨床
		0	万能刀具刃磨床
		1	圆板牙刃磨床
		2	车刀刃研磨机
		3	梳刀刃磨床
		4	铰刀刃磨床
		5	成形铣刀刃磨床
		6	丝锥刃磨床
		7	铰刀研磨机
4	抛光机	8	锉丝板研磨机
		9	剪切刀片刃磨床
		0	可转位刀片双端面研磨床
		1	可转位刀片周边磨床
		2	可转位刀片负倒角磨床
		3	可转位刀片磨削机床
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
		9	

续表

组			系		
代号	名称	代号	名称	代号	名称
8	研磨机	0		0	螺旋面磨床
		1	平面研磨机	1	多用磨床
		2	内外圆研磨机	2	
		3	立式内圆研磨机	3	中心钻铲磨床
		4	双盘研磨机	4	中心孔磨床
		5		5	立式万能磨床
		6	曲面研磨机	6	凸轮磨床
		7	中心孔研磨机	7	
		8		8	
		9	挤压研磨机	9	

磨床类 3M

组			系		
代号	名称	代号	名称	代号	名称
0		0		0	轴承套圈内圆磨床
		1		1	轴承内圈滚道磨床
		2		2	轴承内圈挡边磨床
		3		3	轴承外圈滚道磨床
		4		4	轴承套圈端面磨床
		5		5	调心轴承内圈滚道磨床
		6		6	轴承外圈滚道挡边磨床
		7		7	轴承内圈滚道挡边磨床
		8		8	轴承外圈挡边磨床
		9		9	
1	球轴承套圈沟磨床	0	轴承套圈端面沟磨床	0	
		1	摆式轴承内圈沟磨床	1	轴承内圈沟超精机
		2	摆式轴承外圈沟磨床	2	轴承外圈沟超精机
		3	轴承内圈沟磨床	3	轴承内圈滚道超精机
		4	轴承外圈沟磨床	4	轴承外圈滚道超精机
		5	调心轴承内圈沟磨床	5	调心轴承内圈滚道超精机
		6	调心轴承外圈沟磨床	6	调心轴承外圈滚道超精机
		7		7	
		8		8	
		9		9	轴承套圈端面沟超精机

续表

组	系	组	系
代号	名称	代号	名称
4	0	7	0
	1		1 立式钢球磨球机
	2		2 立式钢球研球机
	3		3
	4		4 立式钢球光球机
	5		5
	6		6 钢球磨球机
	7		7 钢球研球机
	8		8 钢球无心磨床
5	9	8	9 钢球光球机
	0		0 气门座面斜棱磨床
	1 横磨叶背仿形磨床		1
	2 横磨叶盆仿形磨床		2 活塞环倒角磨床
	3 纵磨叶片仿形磨床		3 活塞环端面磨床
	4		4
	5 叶片前后缘倒角机		5 活塞椭圆磨床
	6 叶片根部仿形磨床		6
	7 叶片榫头磨床		7 活塞环外圆超精机
6	8	9	8 活塞销超精机
	9		9
	0 圆锥滚子无心磨床		0
	1 圆锥滚子超精机		1
	2 圆柱滚子超精机		2 曲轴修磨机
	3 圆柱滚子无心超精机		3 气门磨床
	4 圆柱滚子端面研磨机		4 气门座修磨机
	5 圆锥滚子球形端面磨床		5 气门座研磨机
	6 圆锥滚子球形端面研磨机		6 制动片修磨机
	7 滚子端面超精机		7 气缸平面修磨机
	8 球面滚子无心磨床		8 气缸珩磨机
	9 球面滚子球形端面磨床		9

(二) 特性代号

特性代号包括通用特性和结构特性代号两种，也用相应的字母表示。机床通用特性代号见表 1-2。

表 1-2 通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心 (自动换刀)	仿形	轻型	加重型	筒式或经 济型	柔性加工 单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	筒	柔	显	速

(三) 组别、型别代号

各类磨床按加工不同又各分为 10 个组，每个组又分为 0~9 共 10 个系，见表 1-1。

(四) 主要参数代号

磨床型号中的主要参数用折算值表示，一般为最大磨削直径或工作台宽度（或最大回转直径）数值的 1/10，个别机床折算系数为 1 或 1/100。如无心外圆磨床 M1080，80 表示其最大磨削直径 $\phi 80\text{mm}$ ；M7130 型卧轴矩台平面磨床，30 表示其工作台宽度为 300mm；M8240 型曲轴磨床，40 则表示最大回转直径为 $\phi 400\text{mm}$ 。

部分机床的主要参数及折算系数见表 1-3。

表 1-3 磨床主要参数及折算系数

类、组、型代号	机床名称	基本参数	折算系数
M10	无心外圆磨床	最大磨削直径	1
M13	外圆磨床	最大磨削直径	1/10
M14	万能外圆磨床	最大磨削直径	1/10
M16	端面外圆磨床	最大磨削直径	1/10
M21	内圆磨床	最大磨削孔径	1/10
M60	万能工具磨床	最大工件回转直径	1/10
M71	卧轴矩台平面磨床	工作台工作面宽度	1/10
M74	立轴圆台平面磨床	工作台工作面直径	1/10
M82	曲轴磨床	最大工件回转直径	1/10
M83	凸轮轴磨床	最大工件回转直径	1/10
M84	轧辊磨床	最大磨削直径	1/10
M86	花键轴磨床	最大磨削直径	1/10
M90	工具曲线磨床	最大磨削长度	1/10

(五) 主轴数或第二主参数

主轴数只有多轴机床才表示,其主轴的数值置于主参数前,磨床大多为单轴,可省略不予表示。

第二主参数一般也不予表示,若有特殊情况,折算成2~3位数表示。

(六) 重大改进顺序号

当机床的结构性能有重大改进时,可按改进的次序分别用汉语拼音字母A、B、C...表示(但“I”、“O”两个字母不得选用)。

【例 1-1】 简述型号 M7120B 的含义。

答 M—一般磨床类;71—卧轴矩台平面磨床;20—工作台最大宽度为200mm;B—第二次结构重大改进。

【例 1-2】 简述型号 M8612A 的含义。

答 M—一般磨床类;86—花键轴磨床;12—最大磨削直径为 $\phi 120\text{mm}$;A—第一次结构重大改进。

二、磨床机构

以 M1432B 型万能外圆磨床为例,其主要组成部分有床身、工作台、头架、尾座、砂轮架和内圆磨具等,如图 1-2 所示。

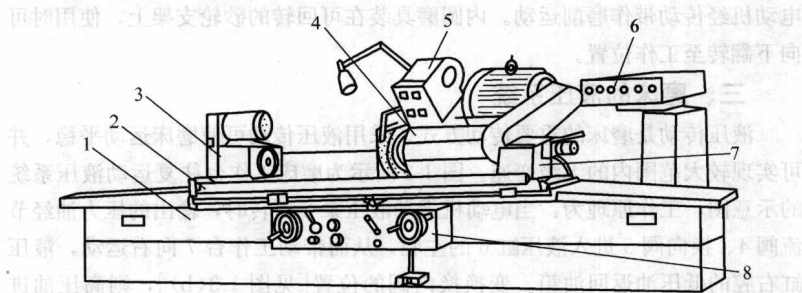


图 1-2 M1432B 型万能外圆磨床

1—床身;2—工作台;3—头架;4—砂轮架;5—内圆磨具;6—电器操纵箱;

7—尾座;8—液压机械传动操纵机构

(一) 床身

床身1是一个箱形铸件,其纵向导轨上安装有工作台,横向导轨上装有砂轮架。床身上还装有横向进给机构和纵向进给机构等部件。

(二) 工作台

工作台2分上、下两层。上工作台可相对下工作台回转一定角度,顺时针

第二节 磨床简介

针方向可转 3° ，逆时针方向可转 6° 。下工作台由机械或液压传动，可沿床身的纵向导轨作纵向运动。工作台的行程位置由挡铁控制。

(三) 头架

头架3内有主轴和变速机构。在主轴的前段可安装顶尖，用于支撑工件，并使工件形成旋转轴线。调节传动变速结构，可以使拨盘获得几种不同的转速。拨盘通过拨杆带动工件作圆周运动。头架壳体可绕底座回转角度。

(四) 砂轮架

砂轮架4安装在床身的横向导轨上，操纵横向进给手轮，可以实现砂轮架的横向进给运动，以控制背吃刀量。砂轮架还可以由快速手柄控制，实现行程为50mm的快速进退运动。砂轮安装在砂轮架的主轴端部，由电动机带动做高速旋转运动。砂轮上方的切削液喷嘴，可用来浇注切削液。

(五) 尾座

尾座7套筒可安装顶尖与头架配合支撑工件。尾座套筒后端装有弹簧，可调节顶尖对工件的轴向压力。

(六) 内圆磨具

内圆磨具5用于磨削工件的内孔，在它的主轴端部可安装内圆砂轮，由电动机经传动带作磨削运动。内圆磨具装在可回转的砂轮支架上，使用时可向下翻转至工作位置。

三、磨床的液压系统

液压传动是磨床的重要传动方式。采用液压传动可使磨床运动平稳，并可实现较大范围内的无级变速。图1-3所示为磨床工作台往复运动液压系统的示意图，工作原理为：当电动机带动液压泵2运转时，输出的压力油经节流阀4、换向阀5进入液压缸6的左腔，从而带动工作台7向右运动，液压缸右腔的低压油返回油箱。变换换向阀的位置[见图1-3(b)]，则高压油进入液压缸的右腔，工作台向左运动。转动节流阀，可调节工作台的运动速度。传动系统的压力由溢流阀3调节。

四、磨床日常保养

磨床保养是一项非常重要的工作，做好保养工作，可以使机床保持良好的工作状态，并减少机床的使用费用。

(1) 磨床日常保养的要求

1) 了解机床的性能、规格，各操纵手柄功用和操纵要求，正确地使用机床。

2) 开动机床前，应首先检查机床各部位是否有故障，并对机床有关部