

机械工人职业技能培训教材

初级

磨工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社
China Machine Press

机械工人职业技能培训教材

初 级 磨 工 技 术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书是根据《职业技能鉴定规范(考核大纲)》初级磨工的知识要求和技能要求编写的。主要内容包括:磨工基础知识,外圆、内圆、圆锥面、平面、简单刀具、简单成形面和螺纹的磨削,以及无心外圆磨削等。每章末均附有复习思考题。

本书是初级磨工职业技能培训教材,也可供有关工人和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

初级磨工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编.
—北京:机械工业出版社,1999.11

机械工人职业技能培训教材

ISBN 7-111-07425-4

I. 初… II. 机… III. 磨削-技术培训-教材 IV. TG58

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第61121号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:荆宏智 版式设计:霍永明 责任校对:李汝庚

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年11月第1版·第2次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·10.125印张·265千字

5 001—9 000册

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

机械工人职业技能培训教材与试题库 编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发	(常务)
委 员	于新民	田力飞	田永康	关连英
	刘亚琴	孙 旭	李明全	李 玲
	李超群	吴志清	张 岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施 斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			
本书主编	殷作禄			
本书主审	钱康宁	参审	顾丹诚	

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套，为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行，各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能，具备一定的包括职业技能在内的职业素质，才能胜任工作，把工作做好，为社会做出应有的贡献，实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天，更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系到行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下，企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益；才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训，重视工人培训教材等基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间，先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》149种，《机械工人操作技能培训教材》85种，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种，基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业针对性、实用性强，职业工种覆盖面广，层次齐备

和成龙配套等特点,受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1994年以来,我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》,逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求,进一步提高机械行业技术工人队伍的素质,实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标,我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》,使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时,又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核试题库》,共87种,以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的,包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”(主要是“专业知识”部分)和“技能要求”分三册编写,适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用;对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等,另编写了公共教材,以利于单科培训和工人自学提高。试题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点,采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语;各工种教材则更加突出了理论和实践的结合,将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体,形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此,谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!教材中难免存在不足和错误,诚恳希望专家和广大读者批评指正。

机械工业职业技能鉴定指导中心

目 录

前言

第一章 磨工的基础知识	1
第一节 磨工入门	1
第二节 磨床型号	3
第三节 磨床机构和电器的一般常识	11
第四节 磨削运动和磨床的传动	15
第五节 磨床的润滑和保养	19
第六节 砂轮	24
第七节 磨削用量的概念	37
第八节 切削液	41
第九节 磨削过程产生的物理效应	46
第十节 安全文明生产和质量意识	48
复习思考题	52
第二章 外圆磨削	54
第一节 外圆磨削的方法	54
第二节 工件的装夹	61
第三节 外圆砂轮的选择和使用	69
第四节 外圆磨削实例	84
第五节 外圆磨削产生的缺陷分析	95
复习思考题	101
第三章 内圆磨削	103
第一节 内圆磨削的形式、特点和方法	103
第二节 工件的装夹	107
第三节 内圆砂轮的选择和安装	119
第四节 内圆磨削实例	123
第五节 内圆磨削产生的缺陷分析	138
复习思考题	140

第四章 圆锥面的磨削	141
第一节 圆锥的各部分名称和计算	141
第二节 圆锥的分类及其应用	145
第三节 圆锥面的磨削方法	149
第四节 圆锥面的精度检验	154
第五节 圆锥面磨削实例	170
第六节 圆锥面磨削产生的缺陷分析	178
复习思考题	181
第五章 平面磨削	182
第一节 平面磨削的形式、特点和方法	182
第二节 工件的装夹	194
第三节 平面磨削实例	203
第四节 平面的精度检验	222
复习思考题	229
第六章 简单刀具和简单成形面磨削	230
第一节 刃磨的基本知识	230
第二节 成形面的分类及磨削	250
复习思考题	265
第七章 无心外圆磨削	267
第一节 无心外圆磨削的特点和方法	267
第二节 机床调整和产生缺陷分析	274
第三节 无心外圆磨削实例	282
复习思考题	290
第八章 螺纹磨削	291
第一节 螺纹磨削的特点和方法	291
第二节 螺纹磨削实例	307
复习思考题	313

第一章 磨工的基础知识

培训要求 了解磨削特点，砂轮，磨床常识，磨削原理及安全生产等基础知识。

第一节 磨工入门

磨削加工是指用磨料来切除材料的加工方法。随着科学技术的进步，磨削加工已发展成为多种形式的加工工艺。

磨削^①是用高速旋转的砂轮作为切削工具，对工件进行切削加工。经过磨削的工件，可获得较高的精度和较低的表面粗糙度值。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，磨削广泛地用于各类机器制造中的精细加工。

一、磨削加工的特点

与其它金属切削方法相比较，磨削加工有以下几个特点：

1. 磨具为多刃刀具 磨削加工时所用的刀具是砂轮，它是由磨粒和结合剂粘接而成的多刃刀具。在砂轮表面每平方厘米面积上约有60~1400颗磨粒。磨粒的形体各异，呈不规则分布，每个磨粒相当于一个刀齿。当砂轮高速旋转时，磨粒上的锋利微刃便切入工件，并去掉一部分金属，这就是磨粒的切削作用。

2. 磨削速度高 磨削时砂轮具有较高的圆周速度，一般在35m/s左右。砂轮在磨削时除了对工件表面有切削作用外，还有强烈的挤压和摩擦抛光作用，在磨削区域瞬时温度高达1000℃左右。

3. 既可磨软材料又可磨硬材料 磨粒是一种高硬度的非金

① 磨削加工有多种形式，这里所讲的“磨削”，主要指在磨床上用砂轮进行磨削，全书同。

属晶体，它不但可以磨削铜、铝、铸铁等较软的材料，而且还可以磨削各种淬硬钢件、高速钢刀具和硬质合金等硬材料以及一些超硬材料（如氮化硅）。

4. 既可切除极薄表面又可有极高的切除率 砂轮工作面经修整后，磨粒尖部多呈 $-15^{\circ} \sim -60^{\circ}$ 的负前角，形成极微细的切削刃，可切除工件表面极薄的金属层。因此，磨削一般用作精加工工序。但是，磨削也可有极高的金属切除率，如通过强力磨削，一次可切除 $2 \sim 20\text{mm}$ 金属。

5. 可获得极高精度的精细表面 磨削加工能获得极高的加工精度和极低的表面粗糙度值。磨削精度通常可以达到公差等级IT6~IT7（GB1800.1~1800.3—1997），表面粗糙度可达 $R_a 1.25 \sim 0.16\mu\text{m}$ 。采用镜面磨削，工件的表面粗糙度可达 $R_a 0.01\mu\text{m}$ ，工件表面光滑如镜，尺寸精度和形状精度可达 $1\mu\text{m}$ 以内，其误差相当于一个人头发丝粗细的 $1/70$ 或更小。

6. 砂轮具有“自锐”作用 砂轮在磨削时，部分磨钝的磨粒在一定条件下能自动脱落或崩碎，露出新的锋利磨粒参加磨削加工，这一特性称为砂轮的“自锐”作用，能使砂轮保持良好的磨削性能。

二、磨削分类

磨削分类的方法很多，通常按工具类型进行分类，可分为使用固定磨粒的和使用游离磨粒的两大类。固定磨粒加工有砂轮磨削、珩磨、电解磨削等；游离磨粒加工则有研磨、抛光、滚磨、喷射加工、振动加工等。对初级磨工仅要求熟悉并掌握砂轮磨削的基本知识和有关技能。

砂轮磨削也有多种分类方法，一般可按照加工对象分为外圆磨削、内圆磨削、平面磨削（图1-1a~c）及成形磨削等（图1-1d~f）。

三、磨削加工的应用

磨削是最常用的精加工方法。在生产中，几乎所有的工件材料，包括淬硬及超硬材料和各种复杂形状的工件表面，都能用磨

削加工。随着磨料磨具的不断发展,机床结构性能的不断改进,工艺技术的不断提高,高速磨削、强力磨削等高效磨削工艺的采用,磨削已从精加工逐步扩大到粗加工领域。磨削的生产率高,也容易实现自动化。

近年来,磨削已广泛地应用于机械、汽车、工具、仪表、液压、航空、轴承等工业部门。磨削技术在现代机械制造技术中占有特定的重要地位。这是由于一个国家的磨削工艺水平,往往也反映了该国家机械制造的工艺水平。随着机器制造精度的不断提高,各种精密制造技术的不断发展,磨削作为一种常用的加工方法也必须不断地创新、突破和提高,以适应现代化建设的需要。

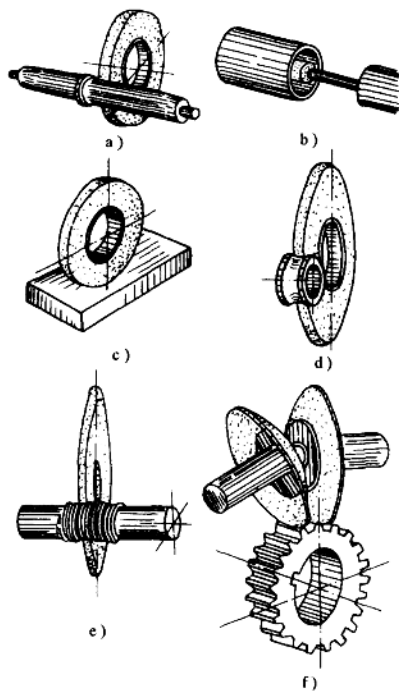


图 1-1 几种常见的磨削加工

- 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

第二节 磨床型号

一、磨床种类

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、刀具刃磨床和专门化磨床等。图 1-2 为常用的 M2110 型内圆磨床。

我国将磨床品种分为三大类。一般磨床为第一类,用大写汉语拼音字母“M”表示,读作“磨”;第二类为超精加工磨床、抛光磨床、砂带抛光机等,用“2M”表示;轴承套圈、滚子、钢球、叶片磨床等为第三类,用“3M”表示。齿轮磨床和螺纹磨床则分别用“Y”和“S”表示,读作“牙”和“丝”。

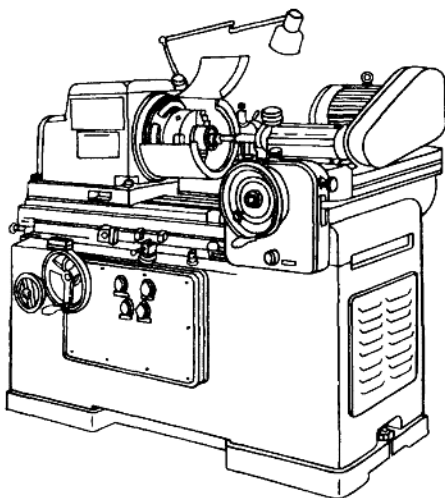


图 1-2 M2110 型内圆磨床

各类磨床按加工不同又各分为 10 个组,每个组又分 0~9 共 10 个系。磨床的类、组、系划分参见表 1-1。

表 1-1 磨床的类、组、系划分表 (GB/T15375—94 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	代号	名称	代号	名称
0	仪表磨床	0	仪表无心磨床	1	外圆磨床	0	无心外圆磨床				
		1	仪表内圆磨床			1	宽砂轮无心外圆磨床				
		2	仪表平面磨床			2					
		3	仪表外圆磨床			3	外圆磨床				
		4	抛光机			4	万能外圆磨床				
		5	仪表万能外圆磨床			5	宽砂轮外圆磨床				
		6	刀具磨床			6	端面外圆磨床				
		7	仪表成形磨床			7	多砂轮架外圆磨床				
		8				8	多片砂轮外圆磨床				
		9	仪表齿轮磨床			9					

(续)

组		系		组		系	
代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称
2	内 圆 磨 床	0		6	刀 具 刃 磨 床	0	万能工具磨床
		1	内圆磨床			1	拉刀刃磨床
		2				2	
		3	带端面内圆磨床			3	钻头刃磨床
		4				4	滚刀刃磨床
		5	立式行星内圆磨床			5	铣刀盘刃磨床
		6	深孔内圆磨床			6	圆锯片刃磨床
		7	内外圆磨床			7	弧齿锥齿轮铣刀盘刃磨床
		8	立式内圆磨床			8	插齿刀刃磨床
		9				9	矿井钻头刃磨床
3	砂 轮 机	0	落地砂轮机	7	平 面 及 端 面 磨 床	0	
		1	悬挂砂轮机			1	卧轴矩台平面磨床
		2	台式砂轮机			2	立轴矩台平面磨床
		3	除尘砂轮机			3	卧轴圆台平面磨床
		4	砂带砂轮机			4	立轴圆台平面磨床
		5				5	龙门平面磨床
		6				6	卧轴双端面磨床
		7				7	立轴双端面磨床
		8				8	龙门双端面磨床
		9				9	
4	坐 标 磨 床	0		8	曲 轴 、 凸 轮 轴 、 花 键 轴 及 轧 辊 磨 床	0	
		1	单柱坐标磨床			1	曲轴主轴颈磨床
		2	双柱坐标磨床			2	曲轴磨床
		3				3	凸轮轴磨床
		4				4	轧辊磨床
		5				5	曲线磨床
		6				6	花键轴磨床
		7				7	
		8				8	
		9				9	
5	导 轨 磨 床	0	落地导轨磨床	9	工 具 磨 床	0	曲线磨床
		1	悬臂导轨磨床			1	模具工具磨床
		2	龙门导轨磨床			2	铰刀磨床
		3	定梁龙门导轨磨床			3	钻头沟背磨床
		4				4	铲齿车刀成形磨床
		5				5	丝锥铲屑磨床
		6				6	丝锥沟槽磨床
		7				7	丝锥方尾磨床
		8				8	卡规磨床
		9				9	圆板牙铲磨床

(续)

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		4	抛光机	0	半导体抛光机
		1				1	
		2				2	内圆抛光机
		3				3	
		4				4	曲轴抛光机
		5				5	薄板抛光机
		6				6	落地抛光机
		7				7	台式抛光机
		8				8	钢带抛光机
		9				9	
1	超精机	0		5	砂带抛光及磨削机床	0	无心砂带抛光机
		1				1	外圆砂带抛光机
		2	内圆超精机			2	
		3	外圆超精机			3	平面砂带抛光机
		4	无心超精机			4	砂带机
		5				5	凸轮轴砂带抛光机
		6	端面超精机			6	无心砂带磨床
		7	平面超精机			7	外圆砂带磨床
		8				8	平面砂带磨床
		9				9	万能砂带磨床
2	内圆珩磨机	0		6	刀具刃磨及研磨机床	0	万能刀具刃磨床
		1	卧式内圆珩磨机			1	圆板牙刃磨床
		2	立式内圆珩磨机			2	车刀刃研磨机
		3	摇臂式内圆珩磨机			3	梳刀刃磨床
		4	龙门式内圆珩磨机			4	铰刀刃磨床
		5				5	成形铣刀刃磨床
		6				6	丝锥刃磨床
		7				7	铰刀研磨机
		8	框架式内圆珩磨机			8	铰丝板研磨机
		9	多轴立式顺序内圆珩磨机			9	剪切刀片刃磨床
3	外圆及其它珩磨机	0		7	可转位刀片磨削机床	0	可转位刀片双端面研磨床
		1	外圆珩磨机			1	可转位刀片周边磨床
		2	平面珩磨机			2	可转位刀片负倒角磨床
		3				3	
		4				4	
		5	球面珩磨机			5	
		6				6	
		7				7	
		8				8	
		9				9	

(续)

组		系		组		系	
代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称
8	研 磨 机	0		9	其 它 磨 床	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		组		系	
代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称
0		0		2	滚 子 轴 承 套 圈 沟 磨 床	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	3	轴 承 套 圈 超 精 机	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)

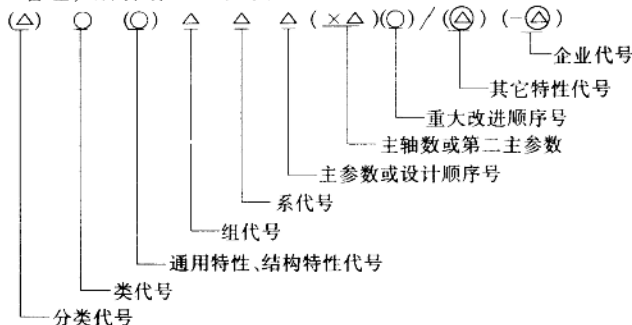
组		系		组		系	
代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称
4		0		7	钢 球 加 工 机 床	0	
		1				1	立式钢球磨球机
		2				2	立式钢球研球机
		3				3	
		4				4	立式钢球光球机
		5				5	
		6				6	钢球磨球机
		7				7	钢球研球机
		8				8	钢球无心磨床
		9				9	钢球光球机
5	叶 片 磨 削 机 床	0		8	气 门、 活 塞 及 活 塞 环 磨 削 机 床	0	气门座面斜棱磨床
		1	横磨叶背仿形磨床			1	
		2	横磨叶盆仿形磨床			2	活塞环倒角磨床
		3	纵磨叶片仿形磨床			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
		8				8	活塞销超精机
		9				9	
6	滚 子 加 工 机 床	0	圆锥滚子无心磨床	9	汽 车、 拖 拉 机 修 磨 机 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	

按表 1-1 可查出常见的一般磨床名称。如 1 组外圆磨床组中，“0”为无心磨床系，M10 即表示无心磨床；7 组平面及端面磨床组中，“1”为卧轴矩台系，M71 即表示卧轴矩台平面磨床。9 组工具磨床组中，“0”为曲线磨床系，M90 即表示光学工具曲

线磨床。

二、磨床型号识别

根据 GB/T15375—94《金属切削机床型号编制方法》的规定，磨床型号由大写的汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。型号分基本部分和辅助部分，中间用“/”隔开（读作“之”）。前者需统一管理，后者纳入型号与否由企业自定。型号构成如下：



注：① 有“（ ）”的代号或数字，当无内容时，则不表示。若有内容则不带括号；

② 有“○”符号者，为大写的汉语拼音字母；

③ 有“△”符号者，为阿拉伯数字；

④ 有“△”符号者，为大写的汉语拼音字母、或阿拉伯数字、或两者兼有之。

1. 分类代号、类代号 磨床的分类代号、类代号用 M、2M、3M 表示，前已述及。

2. 通用特性、结构特性代号 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	简式 或经加 济型单元	柔性 或经加 济型单元	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	简	柔	显	速

结构特性在型号中没有统一的含义，只有在同类机床中起区