

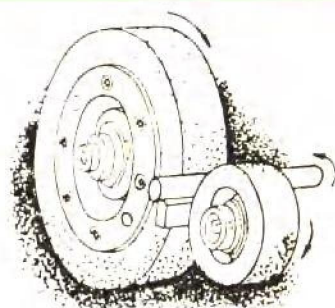
机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

磨具的选择

雷力生 刘蒲生 编著

磨 工



580.6

机械工业出版社

内容提要 正确选择和使用磨具，是磨削工作中的一项重要内容。本书简要讲解了磨具的基本知识、磨具特性与磨削效果之间的关系，以及如何根据磨削要求来选择合适的磨具，并列举了磨具选择参考表。

本书可供磨工阅读，也可供工具管理人员参考。

磨具的选择

雷力生 刘蒲生 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 2 · 字数 48 千字

1983 年 5 月北京第一版 · 1983 年 5 月北京第一次印刷

印数 00,001—13,100 · 定价 0.16 元

*

科技新书目：49-92

统一书号：15033·5532

一 磨具的基本知识

1 磨具的用途 每一种切削加工过程,都必须通过切削工具来实现。磨具就是磨削、研磨和抛光时所采用的工具,大部分磨具都是由许多细小的磨粒用结合剂固结而成的。每一个磨粒都像是一把小刀齿,所以我们可以把磨具看成是有无数小刀齿的多刃切削工具。

用磨具进行磨削、研磨和抛光,可以使零件获得很高的形状尺寸精度和表面光洁度。磨具可以加工各种金属和非金属材料,特别是一些用其他切削工具不能加工的高硬度材料,可以切除极薄的表面层,还可以对大余量的零件进行高效率加工。因此,在机械制造和其他金属加工工业中,磨具是一种不可缺少的切削工具。此外,磨具还在粮食加工、建筑材料、玻璃加工、陶瓷加工、医疗、工艺美术等部门得到广泛的应用。随着科学技术和生产的发展,磨具的用途将更加广泛。

2 磨具的结构 大部分磨具都是用结合剂将磨粒固结而成的,磨具的结构一般包括磨粒、结合剂和气孔等三个要素(图1)。

磨粒是构成磨具的主体,是磨具能够产生切削作用的根本因素。它具有高的硬度和一定的韧性,并具有一定的几何形状和尺寸,暴露在磨

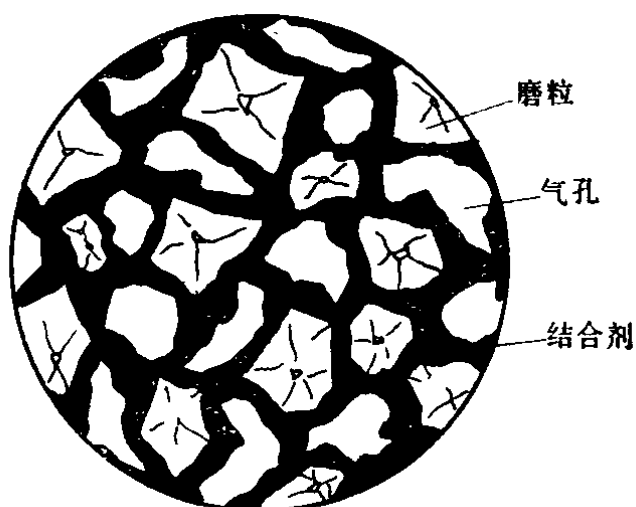


图1 磨具结构示意图



061574

具表面的磨粒棱角，构成了磨具的切削刃。

结合剂是用来固结磨粒的材料，它应具有足够的强度和适当的脆性，使磨具能具备所需的强度和形状，不妨碍磨具的切削作用，有利于磨粒在切削过程中的自锐，同时又能保证它具有适当的耐用度。

气孔是磨粒和结合剂之间的一些空隙，它应根据切削过程的需要，控制气孔率的多少、气孔的大小及均匀性。在切削过程中，气孔能起到容屑、排屑和散热的作用。

表 1 磨具的分类

分 类 方 法	类 别	
按基本形状和 使用方法分	固结磨具	砂轮、油石、砂瓦、磨头
	涂附磨具	砂布、砂纸、砂带
	研磨膏	
按结合剂分	无机结合剂磨具	陶瓷结合剂磨具
		金属结合剂磨具
	有机结合剂磨具	树脂结合剂磨具
		橡胶结合剂磨具
按磨料分	氧化物系磨具	棕刚玉磨具、白刚玉磨具、天然刚玉磨具等
	碳化物系磨具	碳化硅磨具、碳化硼磨具
	超硬磨料磨具	金刚石磨具、立方氮化硼磨具
	混合磨料磨具	
按磨具特性、 制造方法、专 门用途分	细粒度磨具、高硬度磨具、大气孔砂轮、超薄片砂轮、高速砂轮、烧结刚玉磨具、天然油石、牙科砂轮、磨钢球砂轮、碾米砂轮、磨螺纹砂轮、代金刚石修整磨具、电镀磨具、浇注磨具、热蜡注磨具等	

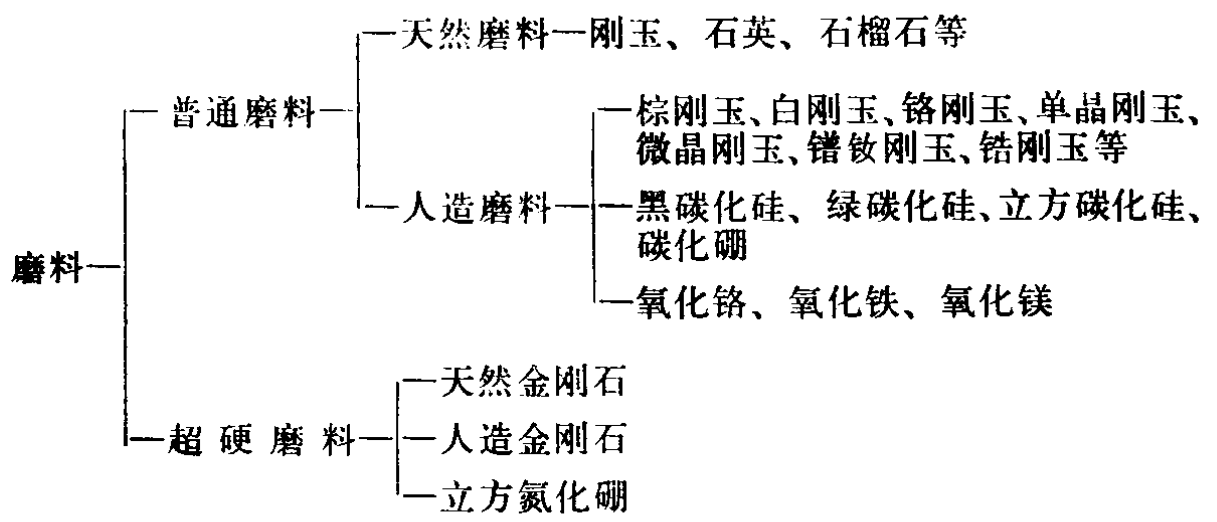
此外，还可以用浸渍剂填充到磨具的气孔中，来改善磨具的性能，有人把这种浸渍称为磨具的第四要素。

3 磨具的分类 凡用不同结合剂将磨粒粘结成不同形状和膏状等，用于磨削、研磨和抛光的工具，统称为磨具。

由于磨具的用途十分广泛，使用方法、加工对象和加工技术要求各不相同，所以磨具的种类也较多，常用磨具的分类见表1。

表中根据基本形状和使用方法的不同，将磨具分为固结磨具、涂附磨具和研磨膏等三类。本书中“磨具”一词，是泛指固结磨具中的砂轮、油石、砂瓦和磨头等四类磨具，不包括涂附磨具和研磨膏等。表中的金属结合剂磨具多属于超硬磨料（金刚石和立方氮化硼）磨具，本书不作详细介绍。

4 磨料 磨料是制造磨具的主要原料，是磨具能产生切削作用的根本因素。磨料种类如下：



一般来说，人造磨料比天然磨料（天然金刚石除外）的品质纯、硬度高、性能好，因此生产中主要采用人造磨料来制造磨具。为了适应某些磨削加工的需要，也可采用两种或两种以上的磨料混合后制造磨具。

我国常用的磨料品种及应用范围见表 2。

表 2 我国常用的磨料品种及其应用范围

系列	名 称	代号	特 征	应 用 范 围
刚 玉	棕刚玉	GZ	棕色	适于磨普通钢、合金钢、淬火钢，也可磨铸铁和青铜
	白刚玉	GB	白色	适于磨淬火钢、合金钢、高速钢等硬度较高、抗张强度大的零件和薄壁零件
	单晶刚玉	GD	浅灰色、淡黄色、单晶	适于磨高硬度、高韧性的材料，如不锈钢、高钒钢、高速钢等
	铬刚玉	GG	粉红色	适于磨量具、仪表零件及光洁度要求较高的零件
	微晶刚玉	GW	棕黑色、聚晶	适于磨不锈钢、特种球墨铸铁
	锆钎刚玉	GP	白色	适于磨球墨铸铁及高硬度、难磨削材料
	锆刚玉	GA	褐色、微晶	适于磨耐热合金、不锈钢和重负荷磨削
碳 化 物	黑碳化硅	TH	黑色、玻璃光泽	适于磨铸铁、黄铜、矿石、耐火物及其他非金属材料
	绿碳化硅	TL	绿色、玻璃光泽	适于磨硬质合金、光学玻璃、宝石、钛合金等材料
	碳化硼	TP	黑色、带金属光泽	适于磨硬质合金、宝石及其他精密制件
超硬磨料	人造金刚石	JR		适于磨硬质合金、光学玻璃、陶瓷、硅片等
	天然金刚石	JT		同上
	立方氮化硼	DL*		适于磨高硬度淬火钢

* 暂用符号

为了适应磨削加工的需要，磨料需加工成粗细不同的颗粒，并将大小相近的颗粒按一定尺寸范围分级，用粒度加以标志，称为磨料的粒度号。颗粒尺寸小于 40 微米的磨粒，称为微粉，以汉语拼音字母 W 和颗粒宽度尺寸表示。各个粒度的尺寸范围，是以基本粒群的尺寸范围表示的。我国磨料粒度及其对应的磨粒尺寸参见表 3。

表 3 我国磨料粒度及其对应尺寸

粒度号	公称尺寸(微米)	粒度号	公称尺寸(微米)	粒度号	公称尺寸(微米)
12*	2000~1600	80*	200~160	W14	14~10
14*	1600~1250	100*	160~125	W10	10~7
16*	1250~1000	120*	125~100	W 7	7~5
20*	1000~800	150*	100~80	W 5	5~3.5
24*	800~630	180*	80~63	W3.5	3.5~2.5
30*	630~500	240*	63~50	W2.5	2.5~1.5
36*	500~400	280*	50~40	W1.5	1.5~1
46*	400~315	W40	40~28	W 1	1~0.5
60*	315~250	W28	28~20	W0.5	0.5~细更
70*	250~200	W20	20~14		

5 磨具的结合剂 结合剂是把磨料固结在一起，使它具有有一定的形状、强度和良好磨削性能的材料。结合剂除了应保证磨具在高速旋转工作时不破裂外，还应对磨粒有适当的把持力，使磨粒在锋锐状态时不致于整粒脱落，而在磨钝后又能及时地碎裂或脱落，以保证磨具有良好的磨削性能。此外，结合剂还应具有耐热和耐腐蚀能力，以便在干磨或在不同磨削液下湿磨时不会损坏。

常用的结合剂见表 4。

陶瓷结合剂是由粘土、长石等陶瓷原料组成，可用来制造各种粒度、硬度、组织、形状和尺寸的磨具。生产过程中需经高温

表 4 常用结合剂及其代号

类 别	名 称	代 号
无机结合剂	陶瓷结合剂	A
	菱苦土结合剂	L
金属结合剂	青铜结合剂	Q
	电镀金属结合剂	D
有机结合剂	树脂结合剂	S
	橡胶结合剂	X

焙烧。这种结合剂有良好的耐热性及化学稳定性，不怕水、油及普通酸、碱的腐蚀，能适应干磨和在各种磨削液下磨削。用这种结合剂制成的磨具，气孔多、磨削效率高、磨损小、形状保持性好，因此应用最广。但这种结合剂脆性大、弹性极小，不能受剧烈的振动，不能制造太薄的砂轮。

树脂结合剂多用酚醛树脂作原料。用这种结合剂制成的磨具，强度高、略有弹性、抛光性能强。这种结合剂在磨削区域的高温作用下容易烧毁，减少工件烧伤的可能性。树脂结合剂磨具的生产周期短，可以制成特薄、高速、重负荷、高光洁度的砂轮。但是，这种结合剂的抗碱性差，湿磨时，磨削液的含碱量不能超过1.5%。同时，树脂结合剂磨具的抗潮性能也不好，所以存放时间一般不能超过一年。

橡胶结合剂多采用人工合成橡胶和天然橡胶为主要原料。橡胶磨具具有强度高，弹性好，抛光性能强，磨削时不易烧伤工件等优点，生产周期短。这种结合剂多用来制造轴承套圈内外沟道的精磨砂轮、薄片切割砂轮、无心磨导轮和抛光砂轮。但橡胶砂轮组织紧密，气孔小，不宜于作一般的粗加工。另外，耐油性也

差，磨削时不能用油类作磨削液。

菱苦土结合剂是用氧化镁和氯化镁配制而成，呈水泥状，在常温下即可将磨粒固结，不需要烧结，制造简单。磨削时产生的热量较小，不易烧伤工件，但磨损快，耐水性差，需用防水漆来保护磨具的非工作部位。

金属结合剂是用铜、锡、镍、铁等金属粉配制的。用粉末冶金法或电镀法制成磨具，强度高，把持磨粒的能力强，耐磨性好，所以多用于制造超硬磨料磨具。

为了改变单一结合剂的性能，也可采用复合结合剂来制造磨具，如橡胶树脂结合剂、陶瓷树脂结合剂、树脂石墨结合剂、陶瓷金属结合剂等。此外，还有使用得很少的硅酸钠结合剂、“海绵状”结合剂、虫胶结合剂等。

6 磨具的硬度 磨具硬度与金属材料硬度的概念不同，它不是指磨料和结合剂本身的硬度。磨具硬度是指结合剂固结磨料的强度，也就是当外力作用在磨具表面时，结合剂抵抗外力使磨粒从磨具表面脱落的难易程度。磨粒容易脱落的，磨具的硬度就低，反之硬度就高。

影响磨具硬度高低的主要因素是结合剂的性质和数量；其次，成型密度的大小、热处理时间长短和温度高低等，对磨具的硬度高低也有影响。

磨具硬度的测定主要采用喷砂硬度机、洛氏硬度计和弹性模量测定仪等，生产中也采用手锥法测定磨具硬度。

为了适应不同的磨削加工要求，需要有各种不同硬度等级的磨具供选择使用，我国磨具硬度等级及代号见表5。

7 磨具的组织 磨具的组织是指磨具中磨粒、结合剂、气孔三者之间的体积关系。目前有两种表示方法，一种是用磨具体积中磨粒所占的体积百分比即磨粒率表示。磨粒率小，磨具组织就

表 5 磨具硬度等级及其代号

硬 度 等 级		代 号		硬 度 等 级		代 号	
大 级	小 级	大 级	小 级	大 级	小 级	大 级	小 级
超软	超软	CR	CR	中硬	中硬 ₁	ZY	ZY ₁
软	软 ₁	R	R ₁		中硬 ₂		ZY ₂
	软 ₂		R ₂		中硬 ₃		ZY ₃
	软 ₃		R ₃		硬 ₁	Y	Y ₁
中软	中软 ₁	ZR	ZR ₁	硬	硬 ₂		Y ₂
	中软 ₂		ZR ₂				
中	中 ₁	Z	Z ₁	超硬	超硬	CY	CY
	中 ₂		Z ₂				

疏松，反之，则组织紧密；另一种是用磨具中气孔的数量和大小，即气孔率表示。气孔率大的磨具，组织就疏松，反之，则紧密。

用气孔率表示磨具组织的方法，正确地表现了磨具组织的松紧程度，反映出磨具气孔在磨削过程中的作用。目前，用气孔率表示磨具组织松紧程度的级别还没有明确规定，一般磨具的气孔率约为 20~40%，大气孔砂轮的气孔率为 40~60%，甚至更高，高密度磨具的气孔率趋近于零。

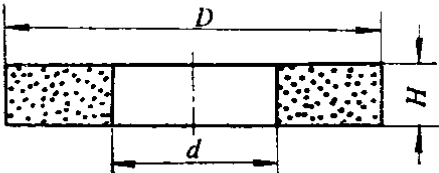
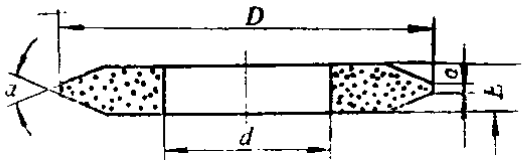
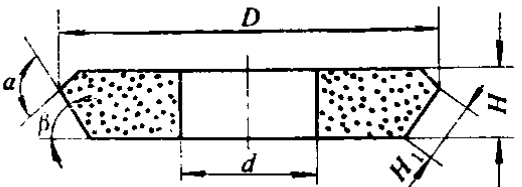
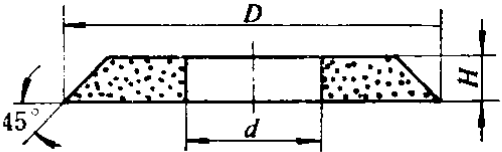
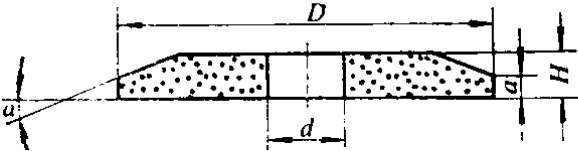
用磨粒率表示磨具组织的方法，反映了磨具工作部分单位体积或单位面积上可能参加切削的磨粒数目，它的等级划分见表 6。

表 6 磨具组织号

分 类	紧 密				中 等				疏 松			
组 织 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
磨粒体积(%)	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38

8 磨具的形状和尺寸 磨具的正确几何形状和尺寸,是保证磨加工正常进行的必要条件。由于被加工零件的形状、加工方式和磨床类型的不同,磨具做成许多不同的形状和尺寸大小。我国磨具的基本形状有 40 多种,分别列于表7~表 10。

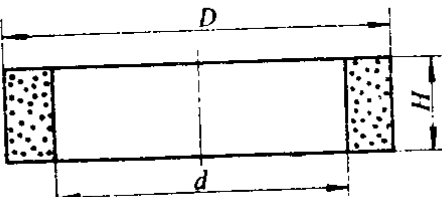
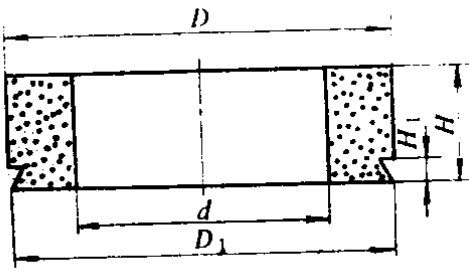
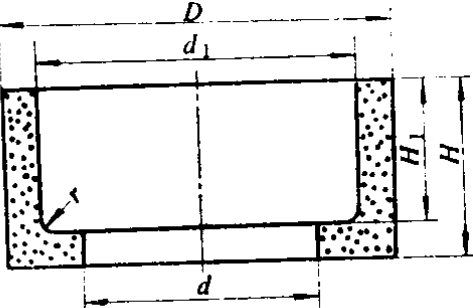
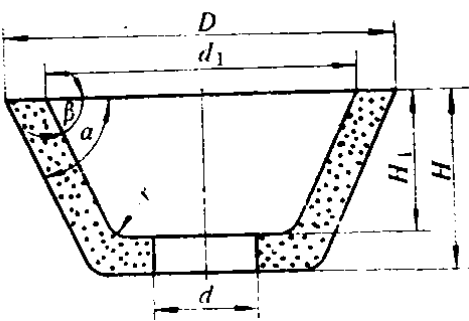
表 7 砂轮的名称及其基本用途

砂轮名称	代 号	断 面 图	基 本 用 途
平形砂轮	P		根据不同尺寸分别用于外圆磨、内圆磨、平面磨、无心磨、刃磨、螺纹磨和装在砂轮机上磨削
双斜边一号砂轮	PSX ₁		主要用于磨齿轮齿面和单线螺纹磨削
双斜边二号砂轮	PSX ₂		主要在磨外圆兼靠磨端面时用
单斜边砂轮	PDX		45°角单斜边砂轮多用于磨削各种锯齿
小角度单斜边砂轮	PX		多用于刃磨铣刀、铰刀、插齿刀等

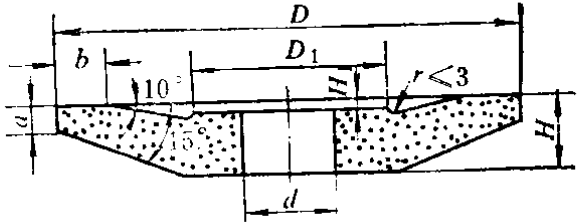
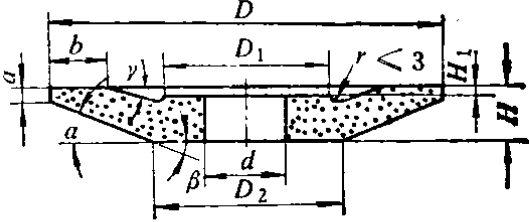
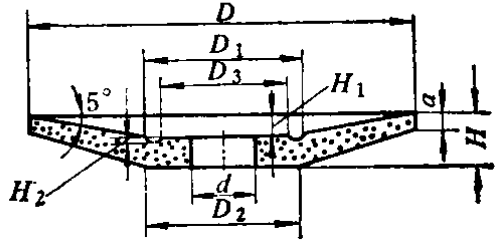
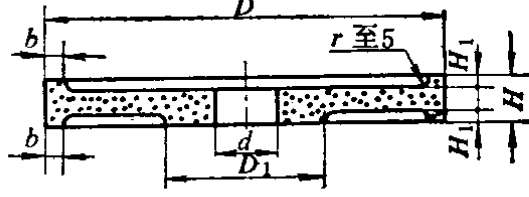
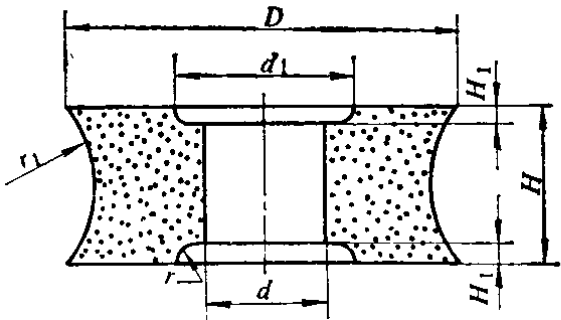
(续)

砂轮名称	代 号	断 面 图	基 本 用 途
单面凹砂轮	PDA		多用于内圆和平 面磨削、外径较大 者作外圆磨削
双面凹砂轮	PSA		主要用于外圆磨 削和刃磨刀具，还 用作无心磨的磨削 轮和导轮
单面凹带 锥砂轮	PZA		主要在磨外圆兼 靠磨端面时采用
双面凹带 锥砂轮	PSZA		在磨外圆兼靠磨 两端面时采用
孔槽砂轮	PK		多用在双端面平 面磨和清理毛刺等
螺丝紧固 砂 轮	PL		与孔槽砂轮的用 途基本相同

(续)

砂轮名称	代 号	断 面 图	基 本 用 途
薄片砂轮	PB		主要用于切断和开槽
筒形砂轮	N		装在立式平面磨床的竖轴上磨平面
筒形带槽砂轮	NC		主要用来磨钻头尖和车刀
杯形砂轮	B		主要用其端面刃磨铣刀、铰刀、扩孔钻、拉刀、切纸刀等，也可用其圆周磨平面和内圆
碗形砂轮	BW		通常用来刃磨铣刀、铰刀、拉刀、盘形车刀、插齿刀、扩孔钻等，也可用来磨机床导轨

(续)

砂轮名称	代 号	断 面 图	基 本 用 途
碟形一号 砂 轮	D ₁		适于磨铣刀、铰刀、拉刀和其他刀具，大尺寸的一般用来磨齿轮齿面
碟形二号 砂 轮	D ₂		主要用来磨锯齿
碟形三号 砂 轮	D ₃		主要用在双砂轮磨齿机上磨齿轮
磨量规砂轮	JL		专用来磨外径量规和游标卡尺的两个内测量端面
磨针砂轮	JZ		专用于磨针

(续)

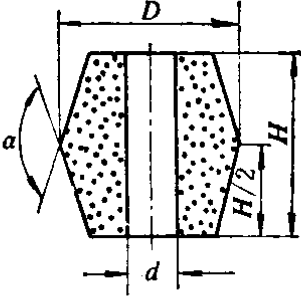
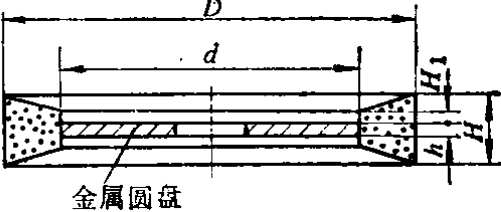
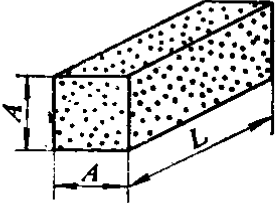
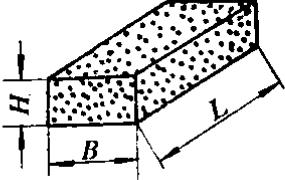
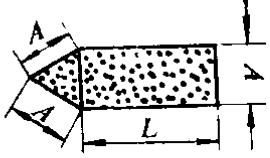
砂轮名称	代 号	断 面 图	基 本 用 途
磨收割机 刀片砂轮	JP		专用于磨收割机 刀片
切矿石砂轮	JK		专用于切矿石

表 8 各类油石名称及用途

名 称	代 号	外 形 图	基 本 用 途
正方油石	SF		用于超精加工、珩磨和各种 钳工工作
长方油石	SC		用于珩磨、抛光、去毛刺 和各种钳工工作
三角油石	SJ		用于珩磨齿面、修理曲轴 和各种钳工工作

(续)

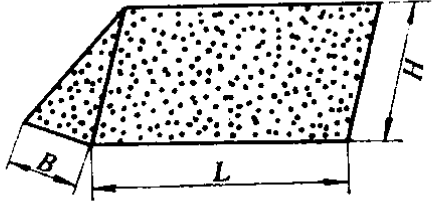
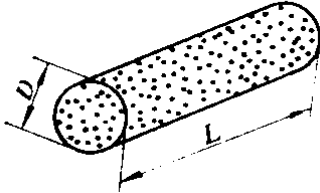
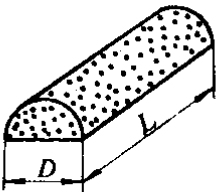
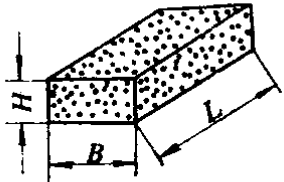
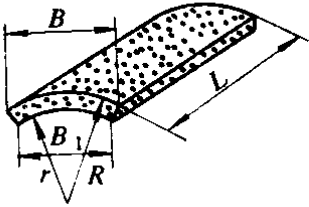
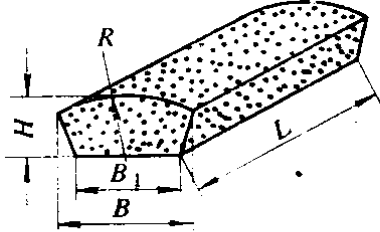
名 称	代 号	外 形 图	基 本 用 途
刀形油石	SD		用于各种钳工工作
圆柱油石	SY		用于珩磨齿面、研磨球面和各种钳工工作等
半圆油石	SB		各种钳工工作用

表 9 各类砂瓦名称及用途

名 称	代 号	外 形 图	基 本 用 途
平形砂瓦	WP		各类砂瓦都是由数块拼装起来用于平面磨削
扇形砂瓦	WS		
凸平形砂瓦	WTP		

(续)

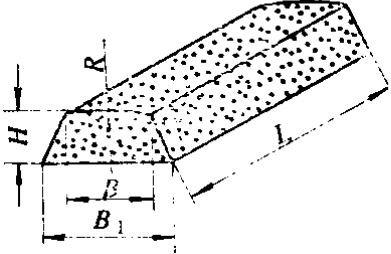
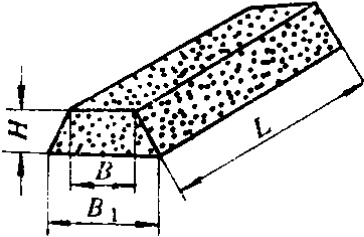
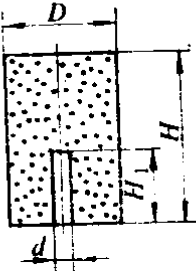
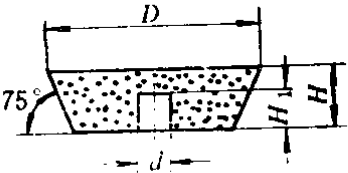
名 称	代 号	外 形 图	基 本 用 途
平凸形砂瓦	WPT		各类砂瓦都是由数块拼装起来用于平面磨削
梯形砂瓦	WT		

表10 各类磨头名称及用途

名 称	代 号	断 面 图	基 本 用 途
圆柱磨头	MY		用在平行砂轮不能适用的情况下磨内圆、磨内圆特殊表面和模具壁形以及去除毛刺等
截锥磨头	MJ		用于磨各种形状的沟槽和修角等