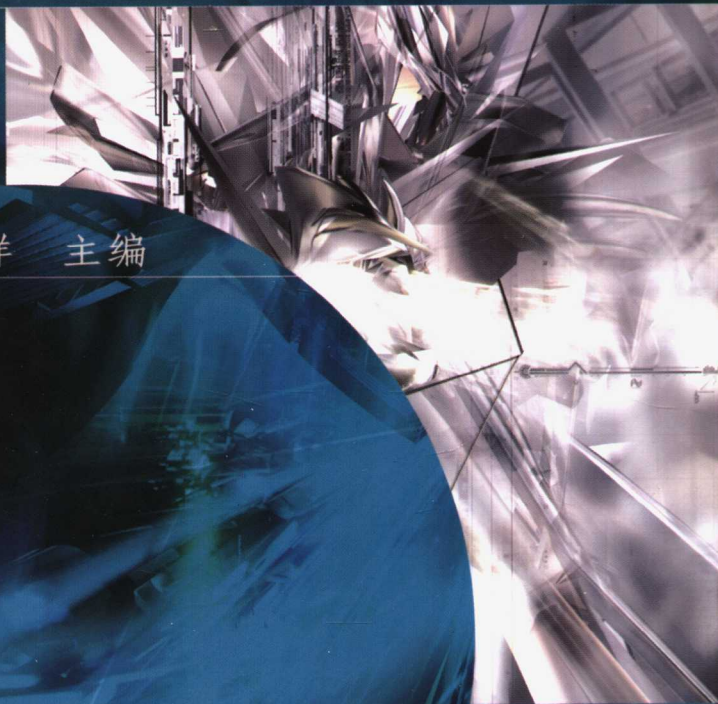


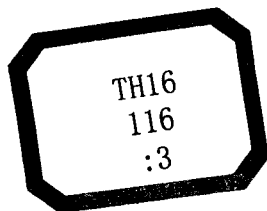
高等学校教材

工程材料及机械制造基础(III) ——机械加工 工艺基础

● 刘烈元 刘兆祥 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



高等学校教材

工程材料及机械制造基础(Ⅲ) ——机械加工工艺基础

刘烈元 刘兆祥 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是按照原国家教委颁布的《工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》和《重点高等工科院校金工系列课程改革指南》的精神编写的。在原有各金工类教材的基础上,综合分类,删繁就简,加强新工艺、新技术,尤其是数控技术应用与表面处理技术等。

本书主要章节有:机械加工工艺概论、数控加工技术与数控机床、圆柱面及平面的加工、特殊形状表面的加工、特种加工及先进加工方法与技术、现代表面处理、结构工艺性、机械加工工艺过程和机器装配工艺过程。适合已经过工程训练实践教学,需要进一步提高理性认识的教学过程。

本书可作为高等工科院校机械类专业工程材料及机械制造基础课教材,也可以供电视大学、职业教育学院及函授教育和机械工程技术人員参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料及机械制造基础(Ⅲ),——机械加工工艺基础 / 刘烈元,刘兆祥主编. —北京:高等教育出版社, 2006.2

ISBN 7-04-018141-X

I.工... II.①刘...②刘... III.①工程材料-高等学校-教材②机械制造-高等学校-教材③机械加工-工艺学-高等学校-教材 IV.TG

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第148249号

策划编辑 宋 晓 责任编辑 陈大力 封面设计 于 涛 责任绘图 朱 静
版式设计 胡志萍 责任校对 杨凤玲 责任印制 韩 刚

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 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 11.75
字 数 280 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年2月第1版
印 次 2006年2月第1次印刷
定 价 15.20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

物料号 18141-00

○ 前 言

工程材料及机械制造基础是高等工科院校一门重要的技术基础课。本书是根据原国家教委颁布的《工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》和《重点高等工科院校金工系列课程改革指南》编写的。全书共分三册，第一册是东南大学戴枝荣主编的《工程材料》，第二册是清华大学严绍华主编的《热加工工艺基础》，第三册为本书。

本书对传统工艺内容进行了概括与提炼，较多地充实了发展中的新工艺、新技术，以适应课程改革与现代生产实际的需要，特别是数控技术和一些涉及边缘学科的新技术可以给学生以创新思维方面的启发。本书力求面貌更新，主要特色有：

1. 对传统工艺内容进行综合归纳，有利于工艺的分类比较；
2. 涉及的新工艺、新技术以开阔知识领域、启发与推动学生创新思维为主；
3. 配合工程训练实践教学环节，避免了不必要的简单重复；
4. 选例与配图更新，并采用最新国家标准；
5. 各章都附有思考和练习题，可供学生复习、消化本书的内容，培养其分析问题、解决问题的能力。

参加本书编写的有刘兆祥（第一、三、四章）、李恩光（第二章）、毛志敏（第五章）、吴良（第六章）、汤胜常（第七章）、胡大超（第八、九章），本书由东华大学刘烈元和上海应用技术学院刘兆祥任主编。上海交通大学孙以安审阅了本书。本书的编写得到了东华大学的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

由于对新旧内容的处理以适应课程改革的需要仍是一种探索，本书难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2005年3月

第一章 机械加工工艺概论	1
第一节 切削加工方式与切削要素	1
第二节 切削刀具	4
第三节 金属切削过程	16
第四节 切削加工经济性	23
第五节 机械加工质量	29
思考和练习题	34
第二章 数控加工技术与数控机床	36
第一节 机床概述	36
第二节 数控加工技术	41
第三节 数控加工机床	46
第四节 数字化制造系统	50
思考和练习题	53
第三章 圆柱面及平面的加工	57
第一节 外圆面加工	57
第二节 孔加工	61
第三节 平面加工	68
第四节 精整和光整加工	73
思考和练习题	77
第四章 特殊形状表面的加工	80
第一节 齿轮齿形的加工	80
第二节 螺纹的加工	89
第三节 成形表面加工	95
思考和练习题	96
第五章 特种加工及先进加工方法与技术	98
第一节 特种加工	98
第二节 先进加工方法	106
第三节 先进制造技术	110
思考和练习题	116
第六章 现代表面处理	117
第一节 金属表面强化技术	117

第二节 表面镀层技术	121
第三节 气相沉积技术	124
思考和练习题	129
第七章 结构工艺性	130
第一节 概述	130
第二节 零件切削加工的结构工艺性	131
第三节 机器装配结构工艺性	131
思考和练习题	146
第八章 机械加工工艺过程	148
第一节 概述	148
第二节 工件的安装与基准	151
第三节 机械加工工艺规程的制订	157
第四节 典型零件的加工工艺	162
思考和练习题	168
第九章 机器装配工艺过程	169
第一节 概述	169
第二节 机械产品装配精度	170
第三节 装配工艺规程的制订	170
思考和练习题	177
参考文献	179

第一章

机械加工工艺概论

随着现代制造技术的迅速发展,机械加工方式层出不穷,但是使刀具与工件坯料处于一定的相对位置并发生相对运动的切削加工方式,仍然是主要的机械加工方式。虽然传统和现代先进的切削加工形式繁多,但都有共同的现象与规律,因此学习和掌握诸如切削运动、切削刀具及切削时的物理现象是掌握机械加工工艺的基础,对保证零件加工质量、提高生产效率与降低成本是十分重要的。

第一节 切削加工方式与切削要素

一、零件表面的形成及切削运动

机器零件形状很多,但主要是由外圆面、内圆(孔)面、平面和成形面等基本表面组成。这些表面可认为是由某一形状的母线作一定轨迹的运动而形成的。如外圆面和孔是以一直线为母线,以圆为轨迹作旋转运动所形成的。根据母线与圆心轴线的不同相对位置又可形成圆柱面、圆锥面和端面等。平面则是以一直线为母线,以另一直线为轨迹作平移运动所形成的。而成形面是以曲线为母线,以圆或直线为轨迹作旋转或平移运动所形成的。

这些母线和运动轨迹,都是通过刀具与工件之间的相对运动(即切削运动)来实现的。根据在切削过程中的作用不同,切削运动可分成主运动和进给运动。

① 主运动 主要完成切削的运动,通常它的速度最高,消耗功率最大。在一种加工方式中主运动只有一个(图1-1中I)。

② 进给运动 使切削连续进行的运动,进给运动可有一个或一个以上(图1-1中II)。

各种切削加工方法(车削、钻削、刨削、铣削、磨削和齿形加工等)都有其特定的切削运动组合(图1-1)。切削运动有旋转的,也有直线的;有连续的,也有间歇的。

切削过程中,工件上有三个不断变化的表面(图1-2),即:

待加工表面:有待切除的表面;

已加工表面:经刀具切削后形成的表面;

过渡表面(加工表面):正由刀具切削刃形成的那部分表面。

二、切削用量

切削用量是衡量切削加工时切削运动大小及工件与刀具相对位置的量。它通常包括切削速度、进给量和背吃刀量三要素。之所以称为三要素,是因为在切削加工中,这三者缺一不可,对切削过程有重要影响。

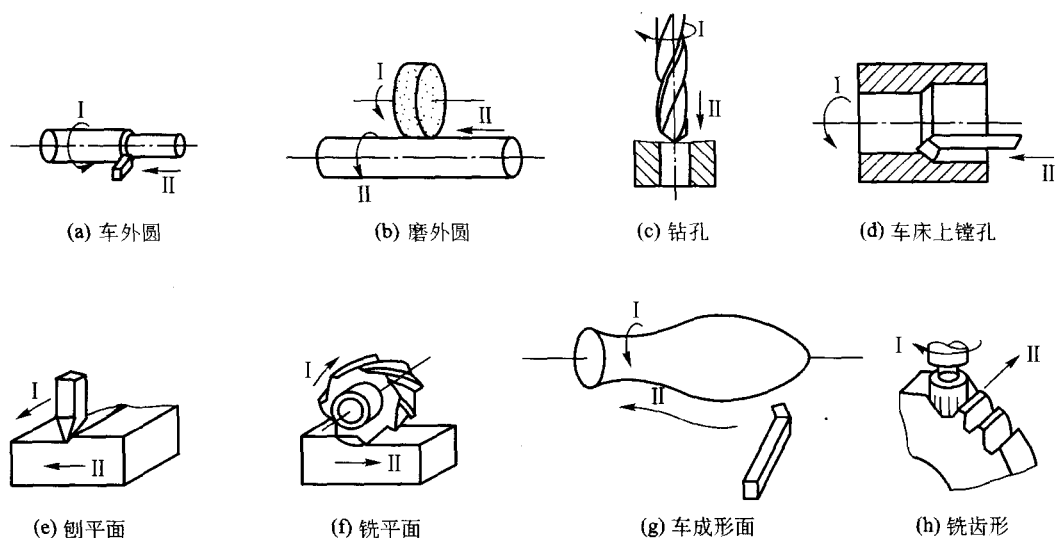


图 1-1 各种切削加工的切削运动

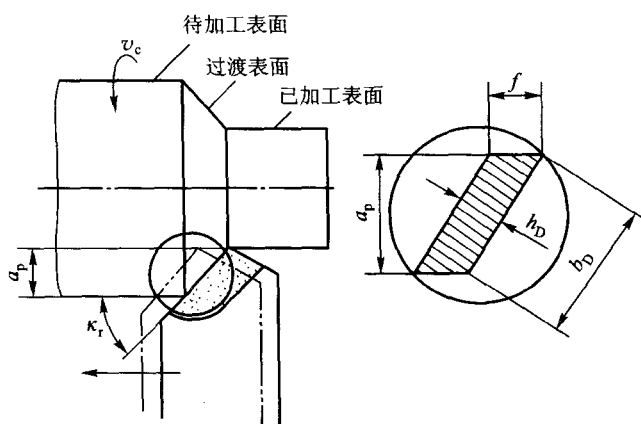


图 1-2 车削时的切屑层参数

1. 切削速度

切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度，以 v_c 表示。

当主运动为旋转运动时，切削速度定义为其最大线速度，按下式计算：

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (1.1)$$

式中： d ——工件或刀具的直径，mm；

n ——工件或刀具的转速，r/s 或 r/min；

v_c 的单位为 m/s 或 m/min。

若主运动为往复直线运动(如刨削、插削等)，切削速度为其平均速度，按下式计算：

$$v_c = \frac{2Ln_r}{1\ 000} \quad (1.2)$$

式中: L ——往复行程长度, mm;

n_r ——主运动单位时间往复次数, st/s 或 st/min。

2. 进给量

刀具在进给运动方向上相对工件的单位位移量。不同的加工方法, 进给量的表述和度量方法也不相同。

用单齿刀具(如车刀、刨刀等)加工时, 常用刀具或工件每转或每行程的位移量来度量, 以 f 表示, 单位为 mm/r(图 1-2)或 mm/st。

用多齿刀具(如铣刀、钻头)加工时, 常以进给速度(进给运动的瞬时速度)来度量, 以 v_f 表示, 单位为 mm/s 或 mm/min。或用每齿进给量(刀具每转或每行程中每齿的位移量)来度量, 以 f_z 表示, 单位为 mm/齿。

f 、 f_z 、 v_f 之间的关系如下:

$$v_f = fn = f_z zn \quad (1.3)$$

式中: n ——刀具或工件转速, r/s 或 r/min;

z ——刀具的齿数。

v_f 的单位为 mm/s 或 mm/min。

3. 背吃刀量

在通过切削刃上选定点并垂直该点主运动方向的切削层尺寸平面中, 垂直于进给运动方向测量的尺寸, 以 a_p 表示(图 1-2), 单位为 mm。

车外圆时, a_p 的计算式如下:

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1.4)$$

式中: d_w ——工件待加工表面直径, mm;

d_m ——工件已加工表面直径, mm。

a_p 的单位为 mm。

三、切削层参数

切削层是切削过程中, 刀具切削部分(单一齿)正在切除的工件材料层, 通常在前述切削层尺寸平面中测量(图 1-2)。它决定了切屑的尺寸和刀具切削部分的载荷等其它参数。

① 切削层公称横截面积 A_D 在给定瞬间, 切削层在切削层尺寸平面里的实际横截面积, 单位为 mm²。

② 切削层公称宽度 b_D 在给定瞬间, 沿主切削刃测量的切削层尺寸, 单位为 mm。

③ 切削层公称厚度 h_D 在同一瞬间, 垂直于过渡表面度量的切削层尺寸, 单位为 mm。

由定义可知

$$A_D = b_D h_D \quad (1.5)$$

在车削时, 当残留面积很小时可以认为

$$A_D \approx fa_p \quad (1.6)$$

第二节 切削刀具

切削过程中, 刀具是直接完成切削工作的, 一般刀具都由切削部分和夹持部分组成。夹持部分是用来将刀具夹持在机床上, 传递所需的运动和动力, 保证刀具具有正确的工作位置, 并夹固可靠, 装卸方便。切削部分是直接参与切削的, 它的材料、几何角度与结构决定了刀具切削性能的优劣。

一、刀具材料

1. 对刀具材料的基本要求

刀具材料是指切削部分的材料, 切削时它在高温、高压、高摩擦以及冲击和振动的条件下工作, 因此它必须具备以下基本性能。

(1) 高硬度

刀具材料的硬度必须高于工件材料的硬度, 一般其常温硬度要求在 62 HRC 以上。

(2) 足够的强度和韧性

足够的强度和韧性以承受很大的切削力、冲击与振动。

(3) 高耐磨性

高耐磨性以抵抗切削过程中的剧烈磨损, 保持刀刃锋利。一般情况, 材料的硬度愈高, 耐磨性愈好。

(4) 高的耐热性

高的耐热性刀具材料应在高温下仍能保持较高硬度, 又称为红硬性或热硬性。常用刀具材

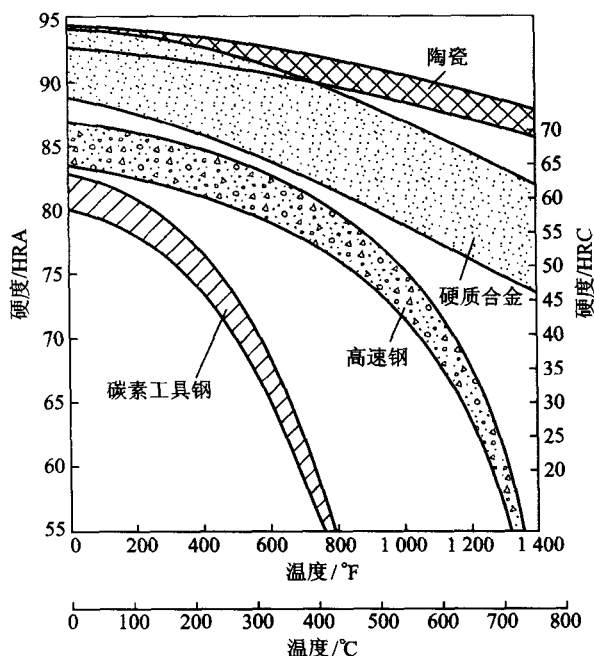


图 1-3 常用刀具材料的耐热性

料的耐热性见图 1-3, 耐热性是衡量刀具材料性能的主要指标, 它基本上决定了刀具允许的切削速度。

(5) 良好的工艺性

良好的工艺性以便于刀具制造, 具体包括锻造、轧制、焊接、切削加工、磨削加工和热处理性能等。

目前还没有一种刀具材料能全面满足以上要求, 因此必须了解常用和新型刀具材料的性能特点, 以便根据工件材料的切削性能和加工要求, 选用合适的刀具材料。

2. 常用刀具材料

目前常用的刀具材料种类有: 碳素工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金与陶瓷材料等。常用刀具材料的种类、牌号、性能与应用见表 1-1。

表 1-1 常用刀具材料

种类		常用牌号	主要性能	主要应用
碳素工具钢	含碳的质量分数较高的优质碳钢	T8A、T10A、T12A	淬火后硬度高(达 63 ~ 65 HRC)、价廉, 但耐热性差(200 ℃以下)	制造小型、手动和低速切削工具, 如手用锯条和锉刀等
合金工具钢	碳素工具钢中加入少量 Cr、Si、W、Mn 等元素	9SiCr、CrWMn、CrW5、GCr15	淬透性、耐热性(220 ~ 250 ℃)有所提高, 热处理变形小	制造手用铰刀、圆板牙、丝锥、刮刀等
高速钢	含 Cr、W、V 等元素较多的合金工具钢	W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2	它的耐热性大大提高(540 ~ 650 ℃), 从而耐磨性也有所提高, 强度、韧性和工艺性都较好	广泛用于制造较为复杂的各种刀具, 如麻花钻、铣刀、拉刀和齿轮刀具等, 也可用以制作车刀、刨刀等简单刀具
硬质合金	钨钴类(由 WC 和 Co 组成)	YG3、YG6、YG8(数字表示钴的质量的百分数, 相当于 ISO 标准的 K 类)	其相对塑韧性好, 但切削塑性材料时耐磨性差, Co 含量少的, 相对较脆、较耐磨	适用于加工铸铁、青铜等脆性材料
	钨钴钛类(由 WC、TiC 和 Co 组成)	YT5、YT15、YT30(数字表示 TiC 的质量的百分数, 相当于 ISO 标准的 P 类)	其耐热性、耐磨性均优于 YG 类, 但韧性较差。TiC 的质量愈多, 则耐热性、耐磨性愈高, 韧性愈低	适用加工一般钢件
	钨钛钽(铌)钴类[由 WC、TiC、TaC(NbC) 和 Co 组成]	YW1、YW2(相当于 ISO 标准的 M 类)	兼有 YG、YT 类的大部分优良性能, 被称为通用合金, 但价高	既可加工铸铁也可加工钢, 适合耐热钢、高锰钢和不锈钢的加工

续表

种类		常用牌号	主要性能	主要应用
陶瓷材料	主要成分是 Al_2O_3 ，它通常制成刀片		陶瓷刀片硬度高，耐磨性好，耐热性高，许用的切削速度较高，且价廉，它的主要缺点是性脆，怕冲击，抗弯强度低，在加入各种金属元素制成“金属陶瓷”后，其抗弯强度可大大提高	可用于切削高硬度等难加工材料的精加工

硬质合金与高速钢相比其硬度、耐磨性和耐热性(900 ~ 1 000 ℃)均比高速钢高得多，因此允许的切削速度可提高数倍，但其强度、韧性低，工艺性差，价格也高。硬质合金常制成各种形式的刀片，用焊接或机械夹固的方式制成车刀、刨刀和端铣刀等刀具使用。

陶瓷刀具因其具有突出的优良性能，目前不但应用在难加工材料的加工中，而且已扩大到普通铸铁和钢件的加工；也可加工某些非铁金属(银、纯铜等,不宜加工铝系金属)和非金属材料；不仅应用于车削，还能用于铣、刨、钻、镗等粗、精加工。

3. 刀具材料的改进与新型刀具材料简介

随着高硬度、高强度、高韧性、高耐热性等难加工材料的不断增多，要求刀具材料也不断改进与创新，而且新材料的引入和原有材料的改进是刀具改革的根本方向。以下仅在这方面作一些简介：

(1) 高速钢的改进

为了提高硬度、耐磨性和耐热性，增加 V 的含量，加入 Co 或 Al 的高性能高速钢，适用于加工不锈钢、耐热钢、高强度等难切削材料。用粉末冶金工艺制造的粉末高速钢刀具，或采用物理与化学方法在高速钢刀具表面，涂一层或多层 TiN、TiCN、CrN 等高硬度耐磨层，都可成倍提高刀具寿命。

(2) 硬质合金的改进

通过加入 TaC、NbC 等合金成分和细化晶粒，可提高硬质合金的强韧度而耐冲击。同样采用化学方法在 YG 类硬质合金基体表面上涂单层或多层 TiC、TiN、 Al_2O_3 等材料，制成的涂层刀片，可提高切削速度或提高刀具寿命 2 ~ 3 倍。

(3) 人造金刚石

它是由金刚石微粉在高温高压下聚合而成的，又称聚晶金刚石。其硬度略低于天然金刚石(接近 10 000 HV)，但抗弯强度和韧性要高，价廉，故更适合制作金刚石刀具。聚晶金刚石大颗粒可制成一般切削工具，单晶微粒主要制成砂轮。金刚石刀具可加工高硬度、高耐磨的硬质合金、陶瓷、玻璃等，也可加工有色金属及其合金，但不适合加工铁族金属，原因是铁和金刚石的碳原子亲和力强，刀具易粘接磨损。

(4) 立方氮化硼(CBN)

它是人工合成的又一种高硬度(7 300 ~ 9 000 HV)材料，其耐热性和化学稳定性都大大高于金刚石，能耐 1 300 ~ 1 500 ℃ 的高温(金刚石能耐 700 ~ 800 ℃)，并且与铁族金属亲和力小，因此它还适合加工金刚石不能加工的铁基合金，如高速钢、淬火钢、冷硬铸铁等。此外用

CBN 砂轮磨削难加工材料(如 W6Mo5Cr4V2)时非常有效。

CBN 和金刚石属于超硬刀具材料,但它们的最大缺陷是脆性大,故使用时机床刚度、切削过程连续性都要好。又因为价格昂贵,大都用以切削难加工材料。

4. 砂轮的组成与特性

砂轮是由磨料和粘接剂烧结而成的多孔体。磨削时每一颗磨料相当于一个刀齿,整个砂轮相当于有无数刀齿的铣刀。随着磨粒、结合剂及砂轮制造工艺等的不同,砂轮特性差异很大,生产中,应根据具体加工条件选用合适的砂轮。砂轮特性取决于磨料、粒度、硬度、粘接剂、组织、形状和尺寸等,现分述如下:

(1) 磨料

它是承担切削加工的材料,其必须锋利,并具有高的硬度、耐热性和一定的韧性。各种磨料的性能和适用范围见表 1-2。

表 1-2 磨料性能及应用范围

类别	磨料名称	代号	磨料性能	适用范围
刚玉类	棕刚玉	A	棕褐色,硬度高,韧性大,价格便宜	磨削和研磨碳钢、合金钢、可锻铸铁、硬青铜
	白刚玉	WA	白色,比棕刚玉硬度高,韧性低,自锐性好	粗磨、粗研、粗珩磨和超精加工淬火钢、高速钢、工具钢、高碳钢、非铁金属及薄壁工件
	单晶刚玉	SA	浅黄或白色,硬度和韧性比棕刚玉和白刚玉高,磨粒锋利	磨削、研磨或珩磨不锈钢、高钒钢、高速钢等强度高、韧性大的材料,也用于高速和高光洁磨削
	微晶刚玉	MA	颜色与棕刚玉相似,强度高,韧性和自锐性好	磨削和研磨不锈钢、轴承钢、特种球墨铸铁,也适用高速磨削
	铬刚玉	PA	玫瑰红或紫红,韧性比白刚玉高,磨削表面光洁	磨削、研磨和精珩磨淬火钢、高速钢、轴承钢和薄壁、成形磨削
碳化硅类	黑色碳化硅	C	黑色有光泽,硬度比刚玉高,性脆锋利,导热性和抗导电性好	磨削、研磨、粗珩磨铸铁、黄铜、铝、铸青铜、耐火材料和非金属材料
	绿色碳化硅	GC	绿色,半透明晶体,硬度和脆性比黑色碳化硅高,耐磨性好	精磨、研磨、精珩、超精加工硬质合金、宝石、陶瓷、玻璃、非铁金属和石材
金刚石类	人造金刚石	RVD SMD	无色透明或淡黄色、黄绿色、黑色,硬度最高,性脆,价格昂贵	磨削硬质合金、宝石等高硬度材料

(2) 粒度

粒度指磨料颗粒的大小,分微粒和微粉两组。

磨料以筛选法分类,粒度号以筛网上一英寸长度内孔眼数来表示。粒度号愈大,磨料的颗粒愈小。粒度号从 6~240^{*}共 24 个等级。微粉用显微测量法分类,其数值表示颗粒的实际尺寸,如 W10 的颗粒尺寸为 7~10 μm。微粉粒度号从 W63~W0.5 共 14 个等级。砂轮粒度的选

用参阅表 1-3。

表 1-3 砂轮粒度的选用

粒度号	适用范围	粒度号	适用范围
14 ~ 24 [#]	磨钢锭，打磨铸件毛刺，切断钢坯，磨耐火材料等	60 ~ 100 [#]	半精磨、精磨和刀具刃磨等
		120 [#] ~ W20	精磨、超精磨、珩磨和螺纹磨
36 ~ 60 [#]	磨内、外圆，磨平面，无心磨及工具磨等	W20 以下	超精磨、镜面磨、精细珩磨和抛光

磨料粒度的选择与加工表面的粗糙度、生产率有关。一般粗磨时，从保证生产率较高为主，应选粗的磨料。精磨、成形磨以保证表面质量为主应选细磨料，直至微粉。

(3) 粘接剂

粘接剂是用以将磨料粘接在一起的材料，砂轮能否耐腐蚀、承受冲击和经受高速旋转而不破裂，主要取决于结合剂的强度。常用的结合剂见表 1-4。

表 1-4 常用结合剂分类及适用范围

名称	代号	特性	适用范围
陶瓷结合剂	V	耐热、油、酸碱的侵蚀，不怕水，强度较高，但较脆，价廉	最广，能制作各种磨具，适用于螺纹、齿轮、轴承、曲轴等成形磨，也用于普通珩磨油石
树脂结合剂	B	耐热性差，不耐酸碱，富有弹性，自锐性好，能在高压、高速下磨削	磨削钢锭，打磨铸件毛刺，制造薄片砂轮、镜面磨削砂轮、带孔槽砂轮等
橡胶结合剂	R	强度和弹性比树脂结合剂更高，气孔率较小，磨料钝化后易脱落，但耐酸、耐热性较差	制造无心磨导轮、精磨和抛光砂轮、超薄型切割用片状砂轮以及轴承精加工用砂轮
金属结合剂	M	常用青铜为结合剂，韧性与成形性好，强度大，自锐性差	制造金刚石砂轮和珩磨油石

(4) 硬度

砂轮硬度是指磨料在外力作用下脱落的难易程度，它主要取决于结合剂的粘接力。磨料易脱落，表示砂轮的硬度软，反之则硬。砂轮的硬度等级见表 1-5。

表 1-5 砂轮的硬度等级

硬度等级	大级	超软			软			中软		中		中硬			硬		超硬
	小级				软 1	软 2	软 3	中软 1	中软 2	中 1	中 2	中硬 1	中硬 2	中硬 3	硬 1	硬 2	
代号		D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	Y

砂轮硬度对磨削生产率和加工表面质量有很大影响。砂轮选得太硬，磨料磨钝后仍不脱落，磨削力和磨削热增加，磨削能力降低，工件表面易烧伤。砂轮选得太软，磨料还未磨钝就已脱落，则砂轮消耗量增加、磨削生产率降低、砂轮很快失去几何形状精度，使工件精度下降。砂轮硬度选择适当，则磨料磨钝后就会及时脱落，露出新的锋利磨料，即砂轮有良好的自锐性。

磨软材料时，应选较硬的砂轮，磨硬材料则反之。成形磨和精磨时，为保持砂轮的形状精度，应选较硬的砂轮。磨削断续表面时，也选用较硬的砂轮。磨削薄壁、薄片、细长工件时，为防止热变形和烧伤，应选用较软的砂轮。

砂轮的粒度和硬度相互关联，影响磨削的状态，其关系见图 1-4。

(5) 组织

磨具组织表示磨料排列的疏密状态，即磨料占磨具的容积比率。砂轮的组织号反映了磨料占砂轮体积的百分比，组织号愈大，砂轮组织愈疏松。磨具的组织不同，对磨削生产率和表面质量均有直接影响，组织号分类及适用范围见表 1-6。

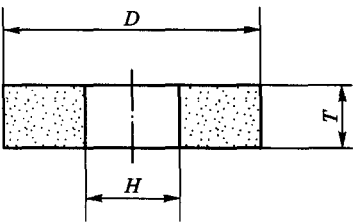
表 1-6 砂轮组织分类及适用范围

类别	紧密				中等					疏松					
组织号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
磨粒率/%	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34
适用范围	重负荷、成形、精磨磨削，间断及自由磨削，或加工硬脆材料				无心磨，内、外圆和工具磨，淬火钢工件，刀具刃磨等					粗磨和磨削韧性大、硬度低的工件，机床导轨和硬质合金磨削，薄壁、细长工件及平面磨				磨削钨银合金、非铁金属及非金属材料	

(6) 形状和尺寸

根据磨床种类和磨削加工的需要，砂轮制成各种形状与尺寸。常用的几种砂轮名称、代号见表 1-7。

表 1-7 砂轮形状代号及尺寸标记

代号	名称	原代号	简图	形状尺寸标记	主要用途
1	平形砂轮	P		1 - D × T × H	磨外圆、内圆、平面、螺纹和无心磨

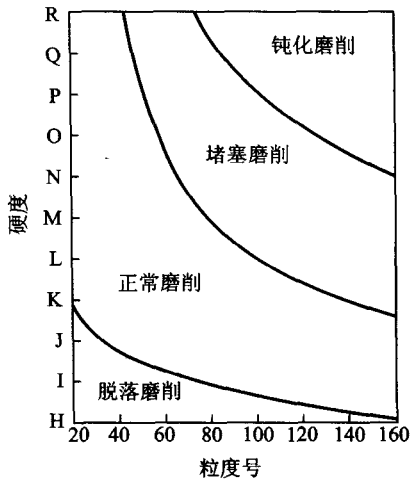
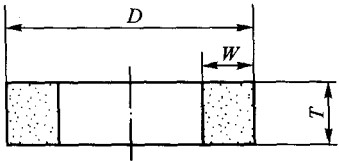
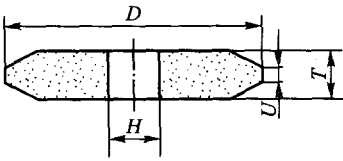
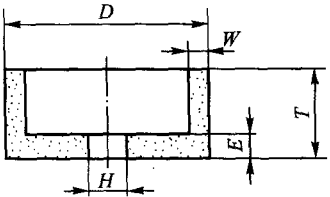
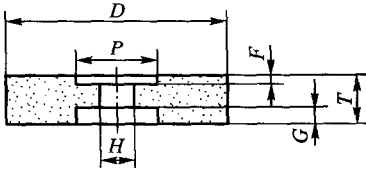
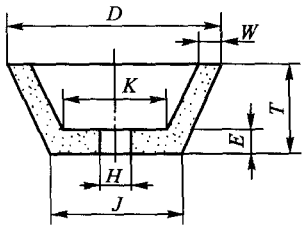


图 1-4 砂轮粒度和硬度与磨削状态的关系

续表

代号	名称	原代号	简图	形状尺寸标记	主要用途
2	筒形砂轮	N		$2 - D \times T \times W$	用于立轴端磨平面
4	双斜边砂轮	PSX		$4 - D \times T/U \times H$	磨削齿轮和螺纹
6	杯形砂轮	B		$6 - D \times T \times H - W, E$	磨平面、内圆及刃磨刀具
7	双面凹砂轮	PSA		$7 - D \times T \times H - P, F, G$	磨外圆、无心磨和刃磨刀具
11	碗形砂轮	BW		$11 - D/J \times T \times H - W, E, K$	导轨磨及刃磨刀具

砂轮出厂时，在砂轮端面印有砂轮的标志代号，示例见图 1-5。

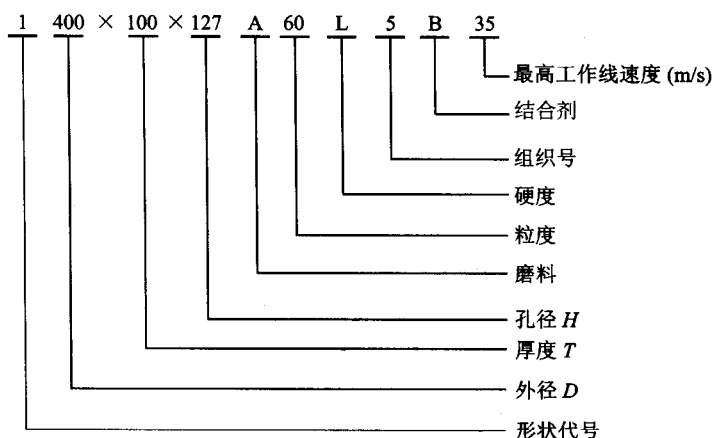


图 1-5 砂轮标志代号

二、刀具角度

不论种类繁多的切削刀具的结构怎么复杂，都可看作外圆车刀切削部分的演变与组合。以下即以车刀为例，对刀具角度进行分析。

1. 车刀切削部分的组成

外圆车刀由三个刀面、两条切削刃和一个刀尖组成(图 1-6)。

(1) 前刀面

刀具上切屑流过的表面(A_γ)。

(2) 后刀面

刀具上，与工件切削中产生的表面相对的表面。与过渡表面相对的是主后刀面(A_α)。与已加工表面相对的是副后刀面(A'_α)。

(3) 切削刃

前刀面与主后刀面相交形成的交线称为主切削刃(S)，它完成主要的切削工作。前刀面与副后刀面相交形成的是副切削刃(S')，它完成部分的切削工作，并最终形成已加工表面。

(4) 刀尖

主、副切削刃的连接部位。为了增强刀尖，实际刀具的刀尖多磨出圆弧或直线过渡刃，分别称为修圆刀尖和倒角刀尖。

2. 车刀切削部分的主要角度

刀具要具有切削作用，其切削部分就必须有一定的切削角度。为定义、规定不同的角度，适应刀具在设计、制造与工作时的多种需要，则需选定适当组合的基准坐标平面作为参考系。其中用于定义刀具设计、制造、刃磨和测量时几何参数的参考系，称为刀具静止参考系；用于规定刀具进行切削加工时几何参数的参考系，称为工作参考系。两者的区别在于，前者采用假

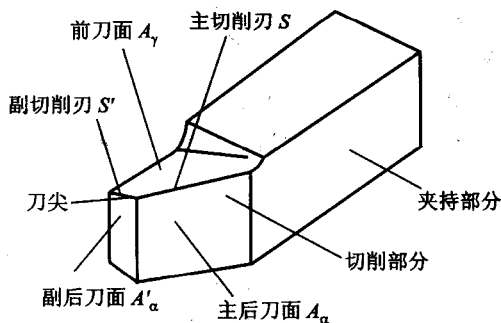


图 1-6 外圆车刀