



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教学指导委员会审定

机械制造基础 下册

第三版

陈君达 主编



16
70=3

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造基础. 下册/陈君达主编. -北京: 中国农业出版社, 1999.12

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-05938-3

I. 机… II. 陈… III. 机械制造工艺-高等学校-教材 IV. TH 16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 39032 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 段丽君

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1981 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 3 版

2001 年 3 月第 3 版北京第 2 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.75

字数: 215 千字 印数: 2 001~5 000 册

定价: 12.60 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第三版前言

本次修订是以第二版为基础，根据原国家教委制订的“课程基本要求”和第二版教材存在的问题修订改编而成。

本次修订的主导思想和主要的工作有如下几点：

1. 本课程仍属于工艺学范畴的技术基础课程，主要是讲述金属材料的用途及机械零件的基本加工方法，因此这次修订保留了第二版的体系和结构，仍以常规材料和传统的常规工艺为其基本内容，对新材料和新工艺仅作了适量的充实，部分章节作了少许的调整。

2. 本次修订的最主要工作是精简内容、压缩篇幅，以适应课时减少的需要。修订后，篇幅压缩了将近1/3，并将部分内容移至《金属工艺实习》教材中。

3. 为了便于教材的使用，在每章之后增编了复习思考题。

4. 收集了有关的国家最新标准，规范了名词、术语、符号和单位。

参加修订编写工作的有中国农业大学张政兴、蔺树生、陈君达、谭豫之，内蒙古农牧学院尚士友，西北农业大学侯介仁，东北农业大学侯书林。

上册由尚士友统稿并任副主编，张政兴任主编；下册由陈君达任主编，侯介仁任副主编，张政兴任主审。

本次修订虽作了很大的努力，但由于水平所限，难免有不当和谬误之处，诚请各位读者和同行们提出宝贵意见，把本课程的教材建设提高到一个新的水平。

编者

1998年6月

第二版编审者

- 主 编 张政兴 (北京农业工程大学)
副主编 林伟业 (福建农学院)
黄 钦 (北京农业工程大学)
编写者 林伟业 (福建农学院)
江受训 (河南农业大学)
吴 忠 (东北农学院)
房 武 (西北农业大学)
尹长贵 (北京农业工程大学)
黄 钦 (北京农业工程大学)
张政兴 (北京农业工程大学)
审稿者 龙如昌 (河北农业大学)
杨忠汉 (湖南农学院)
尚士友 (内蒙古农牧学院)
谭忠诚 (吉林农业大学)
魏亚璋 (浙江农业大学)
龙德根 (江西农业大学)
阳东升 (广西农学院)
刘光华 (华南农业大学)
肖树屏 (山西农业大学)

第二版前言

本书是1981年由农业出版社出版的全国高等农业院校试用教材《金属工艺学》的修订本，适用于农业机械化专业；也可用于农业机械、汽车与拖拉机、内燃机、畜牧机械、农副产品加工机械、水利机械和工业经济管理等专业使用。

这次修订工作是根据1984年10月全国高等农业院校制订的《金属工艺学教学大纲》和1986年9月国家教委高等学校课程教学指导小组制订的《材料及机械制造基础》课程教学基本要求进行的，教材的体系和内容均作了较大的改动。

1. 为了使新教材能够适应于教学方式的要求，作到教学内容和教学方式的统一，以及为了能比较确切地反映课程内容，这次修订按《机械制造基础》和《金属工艺实习》分别编写。

编写时注意到课堂教学内容与实习内容的相互配合与衔接，力求分工明确，重点突出，精选教材内容。

《机械制造基础》着重阐述常用金属材料及其主要加工方法的基本原理和工艺特点，对机械零件常用材料的选用、毛坯的选择、机械零件的加工方法和工艺路线的拟定等内容也作了比较全面的介绍。

2. 新编写了“机械工程材料”一篇，共七章，并对某些章节的内容进行了增删和调整，完善了课程体系，体现了课程的基本要求。

3. 《机械制造基础》分上、下两册出版。上册包括机械工程材料和零件毛坯的成形方法两篇；下册为金属切削加工。

4. 为加深学生对课程基本内容的理解，掌握和巩固所学的基本知识，在分析问题和独立解决问题的能力方面得到应有的训练，还编写了《机械制造基础习题集和实验指导书》以及《金属工艺简明手册》，作为配套教材使用。

由于编者的水平所限，缺点和错误在所难免，恳请读者批评、指正。

编者

1988年1月

第一版编写者

主 编 北京农业工程大学 束维钧 张政兴 黄 钦 尹长贵
副主编 西北农业大学 侯价仁
福建农学院 林伟业
编写人 北京农业工程大学 蒋弘彬 陈继武 周世康
西北农业大学 房 武 樊相印 仇农学
东北农学院 叶次珊 李亦榕 王冠群
河南农业大学 江受训
湖南农学院 杨忠汉
西南农业大学 范会儒 陈有珊
华南农业大学 苏国麟
广西农学院 黄时招
青海工农学院 边维国

目 录

第三篇 金属切削加工

第十一章 切削加工的基本知识	1
第一节 切削运动和切削要素	1
一、切削运动	1
二、切削要素	2
第二节 金属切削刀具	3
一、刀具材料	3
二、车刀几何角度	7
三、车刀的结构	11
第三节 金属切削过程的基本规律	12
一、切削过程和切屑的类型	12
二、切屑的变形	14
三、积屑瘤	14
四、总切削力和切削功率	15
五、切削热和切削温度	17
六、刀具的磨损	19
第四节 切削加工生产率和材料的切削加工性	21
一、切削加工生产率	21
二、材料的切削加工性	23
复习思考题	25
第十二章 金属切削机床的基本知识	28
第一节 机床的分类和结构	28
一、机床的型号	28
二、机床的结构	31
第二节 机床的传动	35
一、机械传动的常用机构	35
二、CA6140型普通车床的传动系统分析	37
三、液压传动	42
第三节 数控机床简介	43
一、数控机床	43
二、加工中心及柔性制造系统	48
复习思考题	50
第十三章 典型表面加工	52
第一节 外圆表面的加工	52
一、技术要求	52

二、加工方法	52
三、加工方案	60
第二节 孔的加工	61
一、技术要求	61
二、加工方法	61
三、加工方案	70
第三节 平面的加工	71
一、技术要求	71
二、加工方法	71
三、加工方案	76
第四节 成形表面的加工	76
一、螺纹的加工	76
二、圆柱齿轮齿形的加工	80
复习思考题	89
第十四章 机械加工工艺过程	93
第一节 基本概念	93
一、生产过程和工艺过程	93
二、工艺过程的组成	93
三、生产类型	94
四、工件的安装	95
五、定位与六点定位原则	97
六、定位基准	100
七、机械加工工艺规程的制订	103
第二节 典型零件的加工工艺	111
一、轴类零件	111
二、盘套类零件	118
三、箱体类零件	123
第三节 切削加工零件的结构工艺性	128
一、切削加工对零件结构的要求	128
二、切削加工零件结构工艺性的典型实例	129
第四节 特种加工	133
一、电火花加工	134
二、电解加工	135
三、超声加工	137
四、激光加工	138
复习思考题	139
主要参考文献	145

第三篇 金属切削加工

金属切削加工是零件的最终成形方法。它是用刀具从毛坯上切去多余的金属，使其达到符合要求的形状、尺寸和表面质量的一种加工方法。

铸造、锻造和焊接等成型方法，除少数的特种铸造和精密锻造能直接获得较高精度的零件外，主要是用来生产表面比较粗糙、精度较低的零件毛坯，而精度和表面质量要求高的表面几乎都要经过切削加工，而且是唯一的最经济的方法。切削加工费用占整个产品成本的 50%~60%；切削加工的精度已达到很高的水平，例如超精密金刚石车削的加工精度可达到 $0.075\mu\text{m}$ ，表面粗糙度为 $0.011\mu\text{m}$ 。因此，切削加工在机械制造业中仍占有主导的重要地位。

切削加工包括钳工和机械加工。通常所说的切削加工是指机械加工而言。

机械加工的方法很多，其中最基本的常用方法有车削、钻削、铣削、刨削和磨削等，与之相应的加工设备有车床、钻床、铣床、刨床和磨床等。

本篇着重介绍金属切削的基本规律、各种表面的常用加工方法及其所用的设备。

第十一章 切削加工的基本知识

金属切削加工虽然有多种不同的形式，但是它们在切削运动、切削刀具、切削过程的物理现象等许多方面存在着共同的规律。了解这些共同的规律对保证加工质量、提高生产率有着重要的指导作用。

第一节 切削运动和切削要素

一、切削运动

要使刀具从工件坯料上切除多余的金属，使其成为具有一定形状和尺寸的机器零件，必须使刀具与工件坯料之间保持确定的相对运动，这就是切削运动。切削运动一般由主运动和进给运动所组成（图 11-1）。

（一）主运动 主运动就是切除多余金属所必需的运动。主运动一般速度高，消耗功率大。例如车削时工件的旋转运动，刨削时刀具（牛头刨）或工件（龙门刨）的直线往复运动，钻削、铣削和磨削时，钻头、铣刀和砂轮的旋转运动等都是主运动。

（二）进给运动 进给运动就是使待切金属连续投入切削、从而加工出全部零件表面所需的运动。例如车削时车刀沿工件轴线的直线移动，钻削时钻头的轴向移动，刨削时工件（牛头刨）或刀具（龙门刨）的间歇式直线移动，铣削时工件的直线移动，以及外圆

磨削时工件的转动和轴向移动等都是进给运动。

各切削加工方法的主运动只有一个，但是进给运动不限于一个，它们可以是旋转运动或是直线运动；可以是连续运动，也可以是间歇运动。

二、切削要素

切削要素包括切削用量三要素和切削层尺寸

(一) 切削用量三要素 切削用量三要素是指切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 。简称切削用量。

1. 切削速度 v_c 切削速度是指刀具切削刃选定点相对于工件主运动的瞬时速度。在实际应用中，一般按主运动在切削处的线速度计算，其单位为 m/s（目前习惯多用 m/min）。主运动为旋转运动时，切削速度为其切削处的最大线速度。车外圆时的切削速度可用下式计算：

$$v_c = \frac{\pi d_w n}{1000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

$$\text{或 } v_c = \frac{\pi d_w n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

式中 d_w ——工件切削处的最大直径 (mm)；
 n ——工件的转速 (r/min)。

主运动为往复直线移动时，常以其平均速度为切削速度。刨削或插削时的切削速度可用下式计算：

$$v_c \approx \frac{2Ln_r}{1000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

$$\text{或 } v_c \approx \frac{2Ln_r}{1000} \quad (\text{m/min})$$

式中 L ——刀具或工件直线往复移动的行程长度 (mm)；
 n_r ——刀具或工件每分钟往复次数 (str/min)。

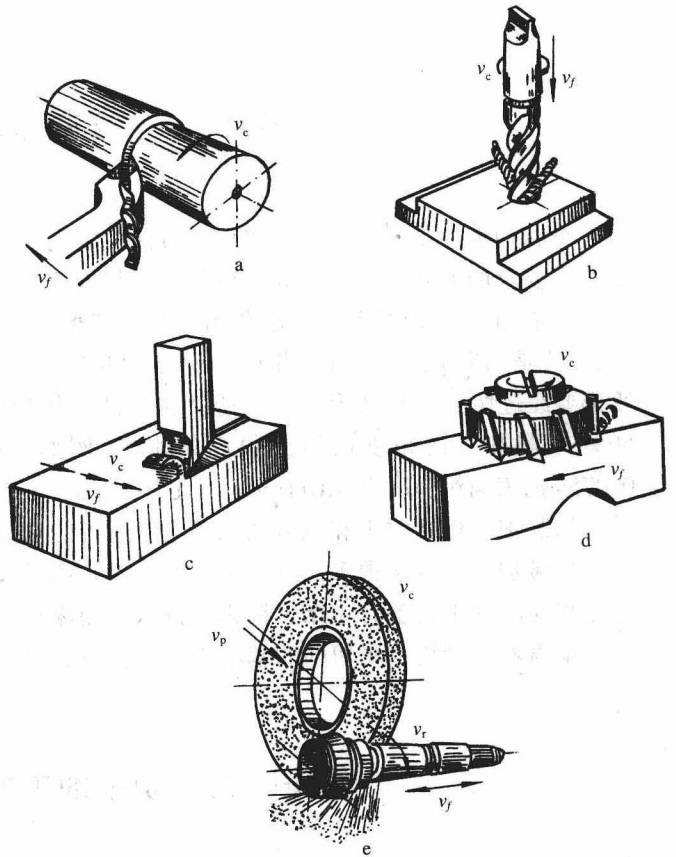


图 11-1 切削加工中的主运动和进给运动
a. 车削 b. 钻削 c. 刨削 d. 铣削 e. 外圆磨削

2. 进给量 f 进给量是指在主运动的一个循环内, 刀具在进给运动方向相对工件的位移量, 可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表述和度量, 其单位是 mm/r 或 mm/str 。例如, 车削常用 mm/r 表示, 刨削常用 mm/str 表示。

3. 背吃刀量 a_p 背吃刀量亦称切削深度, 是在垂直于进给运动方向上主切削刃切入工件的深度, 在一般情况下, 也就是工件上待加工表面与已加工表面之间的垂直距离, 单位为 mm 。车外圆时:

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

式中 d_m ——工件已加工表面的直径 (mm)。

切削用量是切削加工的基本参数, 加工前应根据所选的切削用量调整机床和刀具。切削用量对于保证加工质量、提高切削生产率和经济效益, 都有很大的影响, 因此必须合理选择, 寻求最优组合。

(二) 切削层尺寸 车削时, 切削层是指工件转过一转, 车刀主切削刃移动一个进给量 f , 车刀所切下的材料层。切削层尺寸包括切削层公称横截面积 A_D 、切削层公称宽度 b_D 和切削层公称厚度 h_D , 它们均标注在基面上, 如图 11-2 所示。

1. 切削层公称横截面积 A_D 切削层公称横截面积是切削层在基面上的实际横截面积, 单位为 mm^2 。

2. 切削层公称宽度 b_D 切削层公称宽度是实际参加切削的那段主切削刃在基面上投影的两个端点间的距离, 单位为 mm 。

3. 切削层公称厚度 h_D 切削层公称厚度是指切削层横截面积 A_c (即切削层公称横截面积 A_D 与残留面积 A_r 之和) 与切削层公称宽度 b_D 之比, 即

$$h_D = \frac{A_c}{b_D} \quad (\text{mm})$$

由此可得

$$A_c = b_D h_D = f a_p \quad (\text{mm}^2)$$

$$A_D = A_c - A_r$$

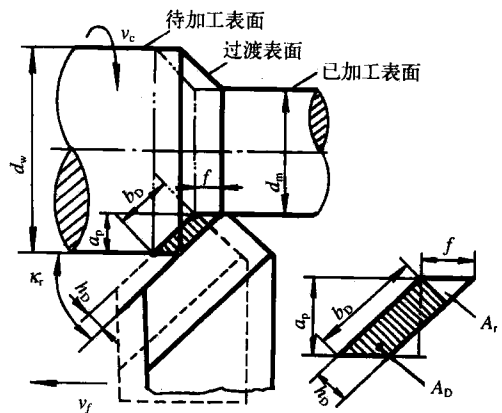


图 11-2 车削外圆时的切削要素

第二节 金属切削刀具

在切削过程中, 直接完成切削工作的是刀具。因此, 刀具的切削性能直接影响着加工质量、生产率和成本以及刀具的耐用度, 而决定刀具切削性能的主要因素是刀具材料的性能、切削部分的几何参数和刀具的整体结构等。

一、刀具材料

(一) 刀具材料应具备的基本性能 刀具材料是指刀具切削部分的材料。由于刀具的

切削部分是在高温下工作，并承受着强烈的摩擦、冲击和振动，因此刀具材料必须具备必要的物理力学性能和使用性能：

1. 硬度 刀具材料的硬度必须大于工件材料的硬度，否则就不可能从工件表面上切下金属。刀具材料的硬度一般应在 60HRC 以上。

2. 耐磨性 良好的耐磨性是获得高的精度和刀具耐用度的基本保证。

3. 强度和韧性 切削时，刀具的切削刃承受着很大的切削力、冲击和振动，因此刀具材料必须具备足够的抗弯强度和冲击韧性，才能防止刀具崩刃或打刀。

4. 热硬性 热硬性又称耐热性，是指刀具材料在高温条件下基本保持原有切削性能(硬度和耐磨性)的能力，用材料所能承受的最高温度表示。例如，硬质合金的热硬性为 800~1000℃，是指用硬质合金制成的刀具在温度不高于 800~1000℃ 条件下仍能基本保持原有的切削性能进行切削。

5. 工艺性 为了便于制造、刃磨刀具，刀具材料还应具备良好的工艺性能，它包括锻造性、可焊性、切削加工性和刃磨性，以及热处理特性等。

(二) 常用刀具材料 刀具材料的种类很多，常用的有碳素工具钢、合金工具钢、高速钢和硬质合金等。

1. 碳素工具钢与合金工具钢 碳素工具钢是指高级优质高碳钢。常用牌号有 T8A、T10A 和 T12A 等。碳素工具钢价格低廉，刃磨性好，热处理后的硬度可达 60~65HRC 之间，但是热硬性仅为 200~250℃，允许采用的切削速度为 8~10m/min，因此只适用于做手用刀具或容易破损的刀具，例如手用锯条、锉刀、刮刀、手用丝锥和板牙等。

合金工具钢是在碳素工具钢中加入适量的钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、硅(Si)、锰(Mn)和钒(V)等合金元素制成。合金元素的加入使钢的淬透性增加，热处理时的变形减小，耐磨性和韧性也有所提高，热硬性增至 350~400℃，允许采用的切削速度为 10~12m/min，常用于制造切削速度较低、结构细长、刃形比较复杂和热处理变形要求小的刀具，例如丝锥、板牙、拉刀和手用铰刀等。常用的牌号有硅铬钢(9SiCr)和铬钨锰钢(CrWMn)等。

2. 高速钢 高速钢是含有较多的钨、铬、钼和钒等合金元素的高合金工具钢。合金元素含量增多，使高速钢的耐磨性和热硬性都比合金工具钢有显著的提高，切削温度为 550~600℃ 时仍能保持其切削性能，切削速度可达 40m/min。热处理后的硬度可达 62~67HRC 之间，具有较高的强度、韧性和较好的工艺性能。容易刃磨出锋利的切削刃。因此，高速钢是一种综合性能比较好、用途十分广泛的刀具材料，适用于制造各种结构复杂的刀具、精加工刀具和微型刀具。例如麻花钻头、铰刀、拉刀、丝锥、板牙、整体铣刀和适用于制造切削耐热合金、钛合金和高强度钢等难加工材料的刀具。

3. 硬质合金 硬质合金是由金属碳化物(WC, TiC)为原料，以金属钴为粘结剂，用粉末冶金的方法制成的刀具材料。常用硬质合金的硬度为 89~93HRA (相当于 74~82HRC)，耐热温度为 850~1000℃，切削速度可达 100~300m/min，为高速钢的 4~10 倍。硬质合金不仅可以切削各种钢材、铸铁、有色金属及其合金，而且可以加工淬硬钢和难加工材料等，是应用广泛的最重要刀具材料之一。但是硬质合金的主要缺陷是抗弯强度低，脆性大，不能承受大的冲击和振动，也不易制成形状复杂的整体刀具，通常作成各种形状的刀片使用。

硬质合金的分类,我国和国际标准化组织(ISO)是一致的,均分为三类:K类(YG类)、P类(YT类)和M类(YW类)。

(1) 钨钴类硬质合金(K):这类合金是由碳化钨(WC)和金属钴(Co)组成。与钨钛钴类硬质合金相比较,钨钴类硬质合金具有较高的抗弯强度和韧性,但耐磨性和耐热性较低。主要用于切削短切屑的黑色金属、有色金属和非金属材料。常用的牌号有K01(YG3)、K15(YG6)和K30(YG8)。其中K30用于粗加工,K15用于半精加工,K01用于精加工。

(2) 钨钛钴类硬质合金(P):这类硬质合金除含有碳化钨(WC)和金属钴(Co)外,还有一定量的碳化钛(TiC)。碳化钛的加入,提高了合金的强度和耐磨性,但合金的韧性下降。所以这类硬质合金不适宜于加工切削过程中伴有较大冲击和振动的脆性材料。主要用于切削长切屑的黑色金属。常用的牌号有P30(YT5)、P10(YT15)和P01(YT30)等。其中P30用于粗加工或断续切削,P10用于半精加工,P01用于精加工。

(3) 通用类硬质合金(M):通用硬质合金是在钨钛钴类硬质合金中加入适量的碳化钽(TaC)或碳化铌(NbC),使合金的耐热性、耐磨性、抗弯强度和冲击韧性都有所提高,从而获得较好的综合性能。覆盖了K类和P类合金的应用范围。常用的牌号有M1(YW1)和M2(YW2)等。其中M2用于粗加工或断续切削,M1用于半精加工或精加工。

近年来,又在钨钴类硬质合金刀片的表面涂覆一层5~12 μ m厚的TiC或TiN材料,这就是硬质合金涂层刀片。由于钨钴类硬质合金具有较高的抗弯强度和韧性,TiC和TiN涂层的耐磨性好,覆盖层又很均匀;所以涂层刀片具有良好的切削性能,刀片寿命可提高3~5倍,常用作可转位刀具的不重磨刀片。

几种常用硬质合金的牌号、性能和应用列于表11-1中。

表 11-1 常用硬质合金的牌号、成分、力学性能及用途

类别	牌号		化学成分 (%)				力学性能		用途
	新牌号	旧牌号	WC	TiC	TaC (NbC)	Co	$\sigma_{bb} \geq$ (GPa)	HRA \geq	
K (钨钴类)	K01 K05	YG3	97	—	—	3	1.08	91	铸铁、有色金属及其合金的精加工和半精加工
	K15 K20	YG6	94	—	—	6	1.37	89.5	铸铁、有色金属及其合金的精加工和半精加工
	K30	YG8	92	—	—	8	1.47	89	铸铁、有色金属及其合金的粗加工,也可用于断续切削
P (钨钛钴类)	P30	YT5	85	5	—	10	1.28	89.5	碳素钢、合金钢的粗加工,也可用于断续切削
	P20	YT14	78	14	—	8	1.18	90.5	碳素钢、合金钢连续切削时的粗加工,半精加工、断续切削时的精加工
	P10	YT15	79	15	—	6	1.13	91	
	P01	YT30	66	30	—	4	0.883	92.5	碳素钢、合金钢的精加工
M (通用类)	M1	YW1	84	6	4	6	1.23	92	用于耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工材料及普通钢、铸铁、有色金属及其合金的半精加工和精加工
	M2	YW2	82	6	4	8	1.47	91	用于耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工材料及普通钢、铸铁、有色金属及其合金的粗加工和半精加工

(三) 新型刀具材料

1. 陶瓷 切削刀具用的陶瓷材料主要是金属陶瓷。金属陶瓷是在氧化铝 (Al_2O_3) 或氮化硅 (Si_3N_4) 的基体中加入高温碳化物 (TiC, WC) 和金属添加剂 (Ni, Co, Mo, W), 然后用热压成型和烧结方法制成的。金属陶瓷的硬度高 (91~95HRA), 耐磨性好, 耐热性达到 1200℃。但是抗弯强度和韧性比硬质合金低得多, 因此主要用于高硬度钢、冷硬铸铁和高强度钢等难加工材料的半精加工和精加工。

2. 人造金刚石 人造金刚石是石墨的同素异晶体, 它是在高温、超高压条件下由石墨转化而成的聚晶材料。它的硬度极高, 接近于 10000HV (硬质合金的硬度仅为 1300~1800HV), 可加工硬质合金、陶瓷、玻璃和其它超硬材料, 也可对有色金属及其合金进行高精度加工。但是由于碳原子对铁的亲和力较强, 切削铁族金属时容易产生粘结作用而使刀具迅速磨损, 所以人造金刚石不适宜加工钢材或铸铁。

3. 立方氮化硼 立方氮化硼是六方氮化硼的同素异晶体, 是又一种人造超硬材料。其硬度和耐磨性仅次于金刚石, 但热硬性和化学稳定性却高于金刚石, 在 1300~1500℃ 高温下仍能保持切削性能, 可用于冷硬铸铁、耐热合金、淬硬钢和高强度钢的精加工或半精加工。

几种主要刀具材料的基本性能列于表 11-2 中。

表 11-2 主要刀具材料的力学性能和应用

材料种类	代表牌号	硬度	抗弯强度 (GPa)	热硬性 (℃)	应用
碳素工具钢	T12A	63~65HRC	2.2	200~250	锉刀、刮刀等钳工工具
合金工具钢	9CrSi	63~66HRC	2.4	300~400	丝锥、板牙和量规等工具
高速钢	W18Cr4V	63~66HRC	3~3.4	550~600	钻头、铰刀、拉刀和齿轮刀具等复杂刀具
	W6Mo5Cr4V2	63~66HRC	3.5~4.0		钻头 etc 热轧刀具
	W6Mo5Cr4V2Al	67~69HRC	2.8~3.8		加工钛合金等难加工材料的拉刀、铣刀和成型车刀等
硬质合金	K30 (YG8)	74HRC (89HRA)	1.50	800~1000	粗加工铸铁、有色金属和非金属材料的车刀、端铣刀等
	P20 (YT14)	77HRC (90.5HRA)	1.20		粗、半精加工钢件的车刀、端铣刀等
	M20 (YW2)	80HRC (92HRA)	1.35		粗、精加工钢、铸铁及有色金属
陶瓷	AM (Al_2O_3)	91~95HRA	0.45~0.55	>1200	精、半精加工各种金属材料 (钢、铸铁和有色金属)
	SM (Si_3N_4)	91~93HRA	0.75~0.85	1300~1400	切削冷硬铸铁和淬硬钢
金刚石	天然金刚石	1000HV	0.21~0.49	700~800	切削硬质合金、陶瓷等高硬度耐磨材料和有色金属, 不适于加工铁族材料
	人造金刚石	6500~8000HV	1.10		
立方氮化硼	聚晶立方氮化硼	8000~9000HV	0.30	1400~1500	精加工和半精加工高温合金、淬硬钢和冷硬铸铁等

二、车刀几何角度

切削刀具的类型很多，外形和结构也各不相同，但是它们的切削部分都可视为一把外圆车刀，如图 11-3 所示，因此认识外圆车刀的几何角度，是了解其它刀具的基础。

(一) 车刀切削部分的组成 图 11-4 所示的外圆车刀是由刀头和刀体两部分组成。刀头是车刀的切削部分，刀体则是夹持部分。车刀的切削部分由下列几何要素所组成：

1. 前刀面 刀头上切屑流经的表面。
2. 主后刀面 刀头上与工件过渡表面相对的表面。
3. 副后刀面 刀头上与已加工表面相对的表面。

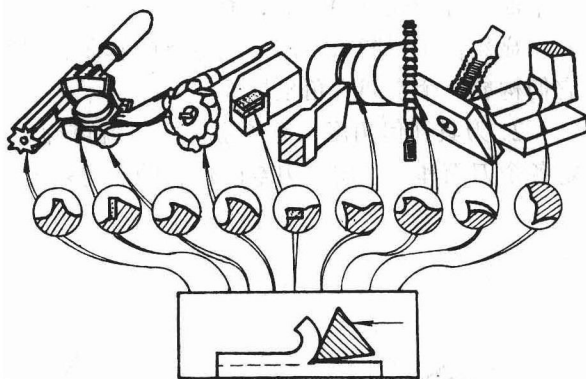


图 11-3 各类刀具切削部分形状

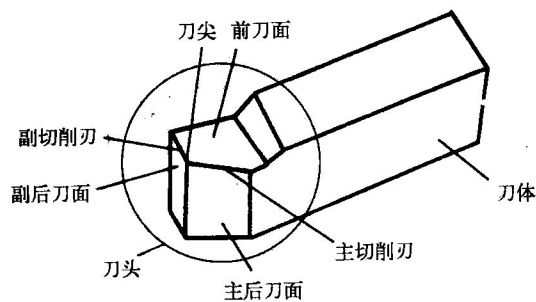


图 11-4 车刀的组成

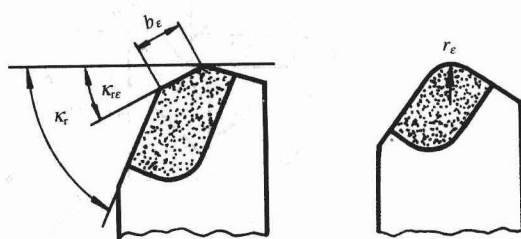


图 11-5 刀尖处的过渡刃

4. 主切削刃 前刀面与主后刀面的交线称为主切削刃或主刀刃。在切削中承担主要切削工作。

5. 副切削刃 前刀面与副后刀面的交线称为副切削刃或副刀刃。只有在靠近刀尖的部分，参加少量的切削工作。

6. 刀尖 主切削刃与副切削刃相交的区域称为刀尖。为了增加刀尖处的强度，改善散热条件，通常在刀尖处磨有过渡圆弧或直线过渡刃。圆弧的半径称为刀尖圆弧半径 r_e (图 11-5)。

(二) 车刀几何角度

1. 坐标平面 为了确定上述各刀面和切削刃在空间的位置，必须建立适当的坐标平面，这就是基面、切削平面和正交平面 (图 11-6)。

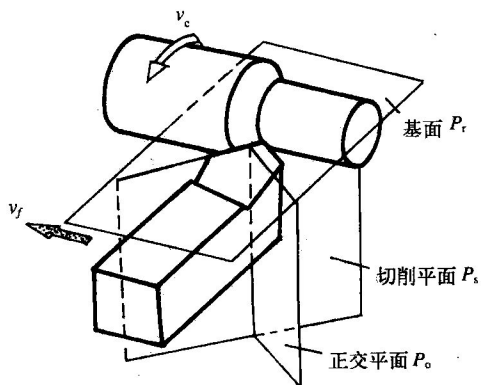


图 11-6 基面和切削平面

(1) 基面 P_r : 通过主切削刃上某一选定点，且又垂直于该点切削速度方向的平面，

称为该点的基面。

(2) 切削平面 P_s : 通过主切削刃上某一选定点, 与主切削刃相切且垂直于基面的平面, 也就是由主刀刃和切削速度方向构成的平面, 称为切削平面。

(3) 正交平面 P_o : 通过主切削刃上某一选定点, 且又垂直于主切削刃在基面上投影的平面, 称为该点的正交平面。

显然, 主切削刃上同一选定点的基面、切削平面和正交平面是相互垂直的三个平面, 它们构成一个空间直角坐标系。

2. 刀具几何角度 有了坐标系, 就可确定刀具的几何角度。刀具的几何角度就是确定各个刀面和主、副刀刃空间位置的几何参数 (图 11-7)。

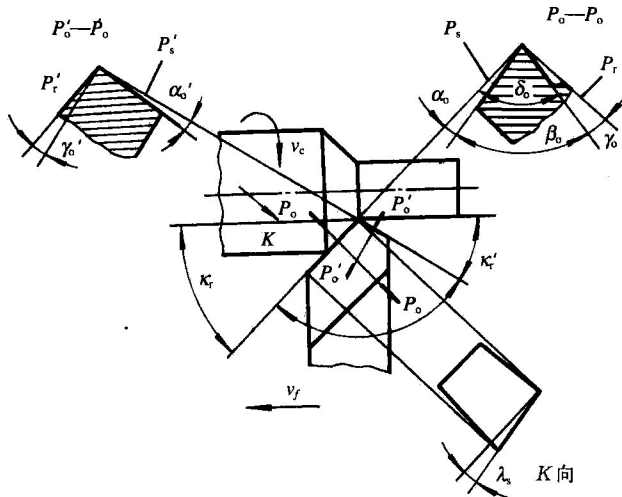


图 11-7 车刀的几何角度

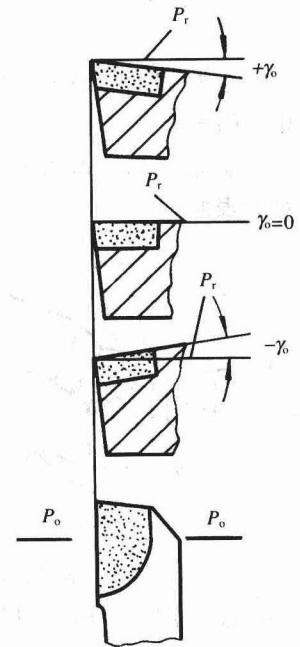


图 11-8 90°偏刀的前角

(1) 前角 γ_0 : 前刀面与基面之间的夹角称为前角。前角的大小规定在正交平面内测量。前角有正负之分 (图 11-8), 在正交平面内, 当前刀面位于基面的下方时, 前角为正 ($\gamma_0 > 0$), 前刀面位于基面的上方时, 前角为负 ($\gamma_0 < 0$); 前刀面与基面重合时, 前角为零 ($\gamma_0 = 0$)。

前角对切削过程有很大的影响, 前角增大, 可使刃口锋利, 金属的塑性变形和摩擦阻力减小, 从而使切削力、切削热、功率消耗下降, 切削过程轻快省力。但是前角过大, 会使刃口和刀头的强度削弱, 散热条件变差, 刀具容易磨损或崩刃。因此切削强度、硬度较低或塑性较大的材料时, 选用较大的前角; 切削强度、硬度较大或塑性较小的材料时, 则选取较小的前角; 高速钢的抗弯强度和冲击韧度都比硬质合金高, 因此高速钢刀具的前角应比硬质合金稍大; 精加工时, 为了使刃口锋利, 提高加工质量, 前角应选取较大值; 粗加工时, 为了确保刃口和刀头强度, 前角应选较小值。表 11-3 所列是硬质合金车刀的前角参考值。

表 11-3 硬质合金外圆车刀前角的选择

工件材料	合理前角 γ_0	
	粗 车	精 车
低碳钢	18°~20°	20°~25°
中碳钢和合金结构钢	10°~15°	15°~20°
淬火钢	-15°~-5°	
灰铸铁及脆性铜合金	10°~15°	5°~10°
铝及铝合金	30°~35°	35°~40°

(2) 后角 α_0 : 主后刀面与切削平面之间的夹角称为后角。后角的大小也规定在正交平面内测量。

后角的主要作用是减小主后刀面与工件过渡表面间的摩擦和磨损, 增大后角可提高刀具耐用度。但后角过大, 也会使刃口和刀头的强度削弱, 散热条件变差, 常取 4°~12°。粗加工时, 或工件材料的强度和硬度比较高时, 后角应选较小值, 以增加刀头的强度; 精加工时, 或工件材料的强度和硬度比较低时, 后角应选较大值, 使后刀面的磨损减小, 有利于提高加工质量。加工脆性材料时, 由于切削载荷集中在刃口附近, 后角也应选取较小值。表 11-4 所列是硬质合金车刀的后角参考值。

表 11-4 硬质合金外圆车刀后角的选择

工件材料	合 理 后 角 α_0	
	粗 车	精 车
低碳钢	8°~10°	10°~12°
中碳钢和合金结构钢	5°~7°	6°~8°
灰铸铁及脆性铜合金	4°~6°	6°~8°
铝及铝合金	8°~10°	10°~12°

(3) 主偏角 κ_r 和副偏角 κ'_r : 主切削刃在基面上的投影与进给方向之间的夹角称主偏角, 副切削刃在基面上的投影与进给反方向之间的夹角称副偏角。主、副偏角的大小规定在基面内测量。

主切削刃和副切削刃在基面上的投影所夹的角度称为刀尖角 ϵ_r 。

显然

$$\kappa_r + \kappa'_r + \epsilon_r = 180^\circ$$

由图 11-9 可以看出, 当背吃刀量 a_p 和进给量 f 确定后, 如果减小主偏角 κ_r , 可使主切削刃参加切削的长度增加, 主切削刃单位长度上的负荷减小, 同时由于刀尖角 ϵ_r 增大, 刀尖处的散热条件改善, 因此刀具的磨损减小, 耐用度提高。但是小的主偏角又会使背向力 F_p 增大, 进给力 F_f 减小。如果机床的刚度较差, 或者工件比较细长时, 过大的背向力容易引起振动, 甚至将工件顶弯。因此, 为了减小背向力 F_p , 这时应选较大的主偏角。当机床和工件的刚度比较好时, 主偏角可选取较小值。外圆车刀通常选用的主偏角有 45°、60°、75°和 90°等。用于加工细长轴的车刀, 主偏角常取 $\kappa_r = 90^\circ$ 。