

全国高等农业院校教材

机械制造基础

下 册

(第二版)

北京农业工程大学 主编

农业出版社

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 侯介仁
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 陈有碧
华南农业大学 苏国麟
广西农学院 梁平超
青海工农学院 梁维国

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

1990.12

第二版修订者

- 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)

目 录

第三篇 金属切削加工

第十三章 金属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 常用刀具材料	4
一、刀具材料应具备的基本性能	5
二、常用刀具材料	5
三、其他刀具材料	7
第三节 刀具的几何角度和结构	8
一、车刀切削部分的组成	9
二、车刀的几何角度	9
三、车刀的工作角度	13
四、车刀的结构	14
五、麻花钻的几何角度和结构	15
六、铣刀的类型和结构	18
七、砂轮的特性	23
第四节 金属切削过程的基本规律	28
一、切削过程和切屑的类型	28
二、切屑的变形	30
三、积屑瘤	31
四、切削力	32
五、切削热和切削温度	34
六、切削液及其作用	35
七、刀具的磨损	37
八、刀具的磨钝标准和耐用度	38
第五节 切削生产率和材料的切削加工性	39
一、切削生产率	39
二、材料的切削加工性	41
第十四章 金属切削机床的基本知识	43
第一节 机床的分类和型号	43
第二节 机床概述	46
一、车床	50

二、钻床	51
三、铣床	51
四、刨床	51
五、磨床	52
第三节 机床的传动	53
一、机械传动的常用机构	53
二、机床的传动链	53
三、CA6140型普通车床	58
四、X62W万能升降台铣床的传动简介	68
五、液压传动	70
第四节 组合机床和数控机床简介	72
一、组合机床	72
二、数控机床	75
第十五章 外圆表面、内圆表面和平面的加工方法	78
第一节 外圆表面的加工方法	79
一、外圆表面的车削加工	79
二、外圆表面的磨削加工	83
三、外圆表面的光整加工	90
四、外圆表面的加工方案	93
第二节 内圆表面的加工方法	93
一、钻孔	94
二、扩孔	97
三、铰孔	98
四、镗孔	99
五、拉孔	103
六、磨孔	106
七、孔的研磨和珩磨	106
八、内圆表面的加工方案	108
第三节 平面的加工方法	108
一、铣平面	109
二、刨平面	114
三、车平面	116
四、磨平面	116
五、平面的刮研和研磨	117
六、平面加工方案	117
第十六章 成形表面的加工和特种加工	118
第一节 成形表面的加工	118
一、圆锥面的加工	118
二、回转型成形面的加工	121
三、螺纹加工	123
四、盘形凸轮的加工	133
五、圆柱齿轮齿形的加工	136

第二节 切削加工零件的结构工艺性	159
一、切削加工对零件结构的要求	159
二、切削加工零件结构工艺性的典型实例	160
第三节 特种加工	164
一、电火花加工	165
二、电解加工	168
三、超声加工	169
四、激光加工	171

第四篇 机械加工工艺基本知识

第十七章 机械加工工艺过程	173
第一节 机械加工工艺过程的基本概念	174
一、生产类型	174
二、工艺过程的组成	175
第二节 工件的安装和定位基准的选择	176
一、工件的安装	176
二、工件六点定位原则	180
三、典型夹具举例	184
四、定位基准的选择	185
第三节 生产率和经济性概念	188
一、时间定额	188
二、工艺过程的技术经济分析	190
三、经济加工精度	192
第四节 机械加工工艺规程的制订	193
一、工艺规程的概念及其作用	193
二、制订零件工艺规程的要求	194
三、制订零件工艺规程的步骤	194
第十八章 典型零件的加工工艺	208
第一节 轴类零件的加工工艺	208
一、轴类零件的功用及分类	208
二、阶梯轴的结构特点及技术要求	209
三、轴类零件的材料和毛坯	211
四、轴的加工工艺	212
第二节 盘套类零件的加工工艺	218
一、齿轮加工的技术要求	219
二、齿轮的材料、热处理及毛坯	220
三、齿轮的加工工艺	220
四、轴承套的加工	223
第三节 箱体类零件的加工工艺	224
一、箱体类零件的功用和结构特点	224
二、箱体类零件的主要技术要求	225

三、箱体类零件的材料和毛坯	225
四、箱体类零件的结构工艺性	226
五、箱体类零件的加工工艺	226
六、分体式齿轮减速箱箱体加工工艺分析	229

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、锻造和焊接等成形方法，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，而且是最经济的方法。切削加工费用约占整个产品成本的50—60%，切削加工的精度亦达到很高的水平，例如超精密金刚石车削的加工精度可达 $0.075\mu\text{m}$ ，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。

第十三章 金属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、切削力、切削热和刀具磨损等许多方面存在着共同的现象和规律。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。

(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，钻削时钻头的轴向运动，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。

对于每一种切削加工方法，只能有一个主运动，但是进给运动可以多于一个。主运动和进给运动可以是旋转运动，也可以是直线运动，可以是连续运动，也可以是间歇运动。主运动和进给运动可以同时进行，也可以交替进行（图13—1）。

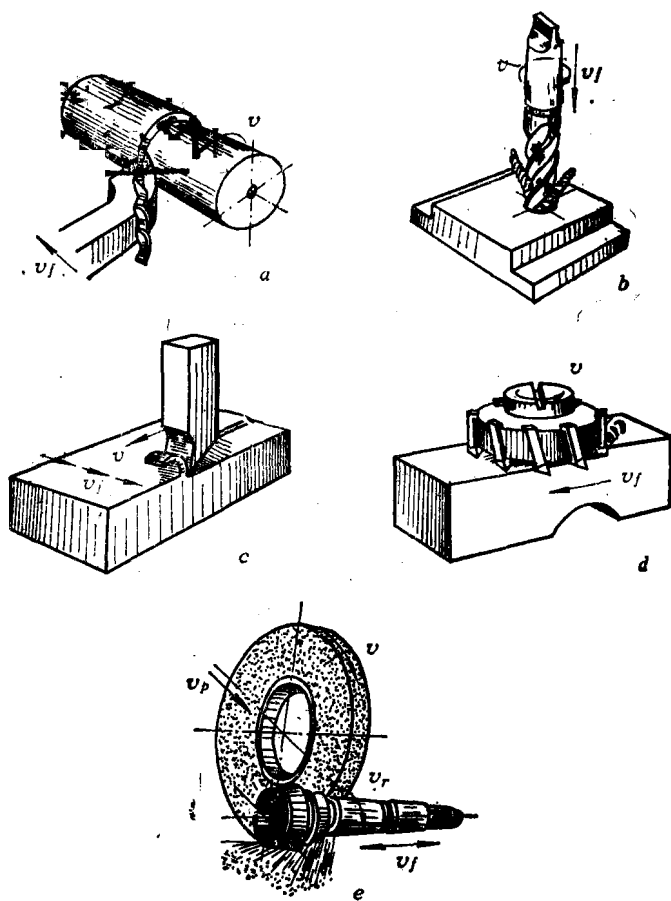


图13—1 切削加工中的主运动和进给运动
a.车削 b.钻削 c.刨削 d.铣削 e.外圆磨削

二、切削要素

切削要素包括切削用量三要素和切削层的几何参数。

在切削过程中，工件上同时存在着三个表面，这就是已加工表面、待加工表面和加工表面。

已加工表面就是工件上已经切去多余金属而形成的表面。

待加工表面就是工件上即将被切去多余金属的表面。

加工表面就是工件上正被切削刃切削的表面。也就是介于已加工表面和待加工表面之间的过渡表面。加工表面又称切削表面（图13—2）。

（一）切削用量三要素 切削用量三要素是指切削速度 v 、进给量 f 和切削深度 a_p ，简称切削用量。

1. 切削速度 v 切削速度就是主运动的最大线速度。切削速度的单位是 m/s 或 m/min。

车外圆时的切削速度可用下式计算：

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

式中 d_w ——工件待加工表面的直径 (mm)；

n ——工件的转速 (r/min)。

刨削或插削时的平均速度为

$$v = \frac{2L n_r}{1000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

式中 L ——刀具或工件往复直线运动的行程长度 (mm)；

n_r ——刀具或工件每分钟的往复次数 (str/min)。

2. 进给量 f 主运动为旋转运动时的进给量，是指工件或刀具每转一转时，刀具或工件沿进给方向移动的距离，单位是 mm/r。主运动为往复直线运动时，进给量是指刀具或工件每往复行程一次，工件或刀具沿进给方向移动的距离，单位是 mm/str。

3. 切削深度 a_p 工件上待加工表面与已加工表面之间的垂直距离称为切削深度。切削深度的单位是 mm。例如，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，加工前应根据所选用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，都具有重大的影响，因此必须合理选择，寻求最优组合。

(二) 切削层几何参数 车外圆时，工件每转一转，刀具的主切削刃移动一个进给量 f 所切下的一层金属，也就是介于前后相邻的两个加工表面之间的金属层，称为切削层。过工件的中心线，在垂直切削速度 v 的方向上给切削层作一横剖面（基面），切削层几何参数就是指这个横剖面的尺寸和面积，包括切削厚度 a_o 、切削宽度 a_w 和切削面积 A_o 等。

1. 切削厚度 a_o 刀具每移动一个进给量 f 后，刀具主切削刃相邻两个位置之间的垂直距离称为切削厚度，如果车刀的主偏角为 κ_r ，那么，

$$a_o = f \sin \kappa_r \quad (\text{mm})$$

2. 切削宽度 a_w 沿加工表面测得的已加工表面和待加工表面之间的距离称为切削宽

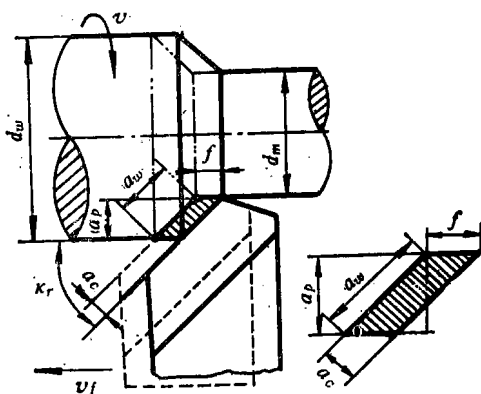


图 13-2 车削外圆时的切削要素

度, 当车刀的刃倾角 $\lambda_s = 0$ 时, 即为主切削刃和加工表面的接触长度,

$$a_w = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \quad (\text{mm})$$

3. 切削面积 A_0 切削层横剖面的面积, 即切削厚度 a_0 与切削宽度 a_w 的乘积称为切削面积。

$$A_0 = a_0 a_w = f a_p \quad (\text{mm}^2)$$

切削面积 A_0 又称名义切削面积。

4. 残留面积 ΔA_0 及其高度 R_{\max} 切削时, 由于刀具带有副偏角 κ'_r 和刀尖圆弧半径 r , 使切削层中的一小部分金属, 没有被切除而仍然留在已加工表面上, 这残留金属的横剖面面积 $\Delta a'oa$ 称为残留面积 ΔA_0 (图13-3a)。显然 ΔA_0 是名义切削面积 A_0 ($\square abb'a'$) 的一部分。残留面积 ΔA_0 的高度 R_{\max} 与已加工表面的粗糙度有直接关系, R_{\max} 越大, 已加工表面越粗糙。

如图13-3所示, 当车刀的刀尖圆弧半径很小而忽略不计时, 残留面积的高度 R_{\max} 可用下式计算:

$$R_{\max} = \frac{f}{\text{ctg} \kappa_r + \text{ctg} \kappa'_r} \quad (\text{mm})$$

当 r 比较大时, R_{\max} 可近似为:

$$R_{\max} \approx \frac{f^2}{8r}$$

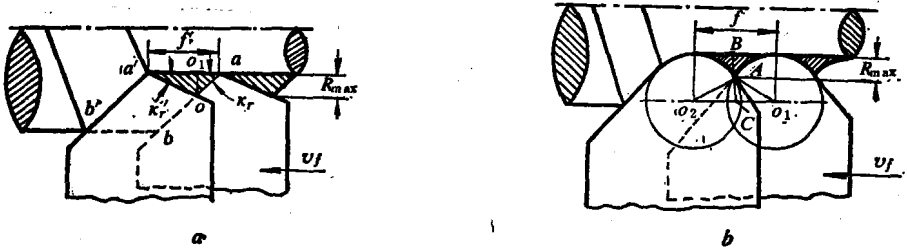


图13-3 残留面积高度

a. $r = 0$ b. $r \neq 0$

因此, 选取小的进给量 f 和副偏角 κ'_r , 适当增大刀尖圆弧半径 r , 是降低已加工表面粗糙度的有效途径。

第二节 常用刀具材料

在切削过程中, 刀具始终与工件、切屑相接触, 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机械性能，这就是：

(一) 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HRC60以上。

(二) 耐磨性 切削时，刀具的前刀面和后刀面都经受着剧烈的摩擦，因此刀具材料必须具备良好的耐磨性，才能有效地保证加工质量和一定的刀具耐用度。

(三) 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。

(四) 耐热性 耐热性又称热硬性，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，硬质合金的耐热性为800—1000℃，是指用硬质合金制成的刀具在温度不高于800—1000℃条件下仍能保持原有的切削性能进行切削。

(五) 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，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。

(一) 碳素工具钢和合金工具钢 碳素工具钢是指优质高碳钢。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HRC60—65左右，但是耐热性仅为200—250℃。因此只适用于作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。

合金工具钢就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)等合金元素而成。合金元素的加入使钢的淬透性增加，热处理时的变形减小，耐磨性和韧性也比碳素工具钢有所提高，耐热性增至350—400℃左右。合金工具钢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。常用牌号有硅铬钢(9SiCr)和铬钨锰钢(CrWMn)等。

(二) 高速钢 高速钢是含有较多的钨、铬、钼和钒等合金元素的工具钢。合金元素含量增多，使高速钢的耐磨性和耐热性都比合金工具钢有显著的提高，切削温度升至550—600℃时仍能保持其切削性能，因此可以采用比合金工具钢更高的切削速度进行切削。高速钢热处理后的硬度可达HRC62—65左右，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、整体铣刀和齿轮刀具等。常用的高速钢牌号有 W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2 等，前者用于制造各种刀具，后者主要用于热轧钻头。

我国研制的高性能高速钢有钴高速钢 (W2Mo9Cr4VCo8) 和铝高速钢 (W6Mo5Cr4V2Al)，他们具有较好的综合性能，适用于制造切削耐热合金、钛合金和高强钢等难加工材料的工具。

(三) 硬质合金 硬质合金是由金属碳化物 (WC, TiC) 为原料，以金属钴为结合剂，用粉末冶金的方法制成的刀具材料。由于硬质合金中含有大量的高熔点和 高硬度的 WC 和 TiC 晶粒，因此硬质合金的硬度和耐磨性都比高速钢高得多，耐热性增至 850—1000℃，切削速度可达 100—300m/min，约为高速钢的 4—10 倍。硬质合金不仅可以切削各种钢料、铸铁、有色金属及其合金，而且可以加工淬火钢和难加工材料等，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。

常用的硬质合金可分为钨钴类、钨钛钴类和通用型三类。

1. 钨钴类硬质合金 (YG) 这类硬质合金是由碳化钨 (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，适用于加工铸铁、青铜等脆性材料，也用于切削有色金属及其合金。常用的牌号有 YG3、YG6 和 YG8。其中 YG8 用于粗加工，YG6 用于半精加工，YG3 用于精加工。

为了改善钨钴类硬质合金的机械性能，又研制了细晶粒和超细晶粒的硬质合金。使合金中的 WC 晶粒尺寸减小到 0.2—0.3μm 以下，从而提高了合金的强度、韧性和耐磨性，可用于加工冷硬铸铁、耐热合金及其他难加工材料。常用的细晶粒硬质合金牌号有 YG3X 和 YG6X 等。

2. 钨钛钴类硬质合金 (YT) 这类硬质合金除含有碳化钨 (WC) 和金属钴 (Co) 外，还有一定的碳化钛 (TiC)。TiC 的加入，提高了合金的耐磨性和耐热性，但合金的韧性下降。所以这类硬质合金不适宜加工切削过程中伴有较大冲击和振动的脆性材料，而适用于加工钢料。由于合金的耐热性高，切削钢料时可采用高的切削速度，在刀片表面能形成一层氧化薄膜，将刀面与被切金属隔开而不易粘结，使刀片的磨损减小，耐用度提高。

钨钛钴类硬质合金常用的牌号有 YT5、YT15 和 YT30 等。其中 YT5 用于粗加工或断续切削，YT15 用于半精加工，YT30 用于精加工。

3. 通用类硬质合金 (YW) 通用类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。因此这类硬质合金既可用于加工铸铁、有色金属及其合金，也可用于切削钢料、耐热合金、不锈钢和高锰钢等难加工材料。常用的牌号有 YW1

和YW2等。其中YW2用于粗加工或断续切削，YW1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13—1中。

表 13—1 常用硬质合金的牌号、成分、机械性能及用途

类别	牌 号	化学成分 (%)				机械性能		用 途
		WC	TiC	TaC (NbC)	Co	$\sigma_{0.2} \geq$ (GPa)	HRA \geq	
钨 钴 类	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
	YG6	94	—	—	6	1.37	89.5	铸铁、有色金属及其合金的半精加工和粗加工
	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
	YG3X	97	—	—	3	0.981	92	用于铸铁、有色金属及其合金的精加工，也可用于合金钢、淬火钢的精加工
	YG6X	94	—	—	6	1.32	91	用于冷硬铸铁、耐热合金的精加工和半精加工，也可用于普通铸铁的精加工
钨 钴 类	YT5	85	5	—	10	1.28	89.5	碳素钢、合金钢的粗加工，也用于断续切削
	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
	YT15	79	15	—	6	1.13	91	
	YT30	66	30	—	4	0.883	92.5	碳素钢、合金钢的精加工
通 用 硬 质 金	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
	YW2	82	6	4	8	1.47	91	用于上述材料的粗加工和半精加工

三、其他刀具材料

除了高速钢和硬质合金等常用刀具材料外，还有陶瓷材料、人造金刚石和立方氮化硼等也是应用日益广泛的重要刀具材料。

(一) 陶瓷材料 切削刀具用的陶瓷材料主要是金属陶瓷。金属陶瓷就是在氧化铝(Al_2O_3)或氮化硅(Si_3N_4)的基体中加入高温碳化物(WC, TiC)和金属添加剂(Ni, Fe, Co, Mo)，然后用热压成形和烧结方法制成的。金属陶瓷的硬度高，耐磨性和耐热性好，可以采用比硬质合金更高的切削速度进行切削，但是抗弯强度和韧性比硬质合金低，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。

(二) 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(HV10000左右)，可加工硬质合金、陶瓷、玻

璃和其他超硬材料，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料或铸铁。

(三) 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。它的硬度和耐磨性仅次于金刚石，但耐热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、淬硬钢和高强度钢等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13—2中。

表 13—2 常用刀具材料的机械性能和应用

材料种类	材料性能 代表牌号	硬 度	抗弯强度 GPa	热 硬 性 ℃	应 用
碳素工具钢	T12A	HRC 63—65	2.2	200—250	锉刀、刮刀等钳工工具
合金工具钢	9CrSi	HRC 63—66	2.4	300—400	丝锥、板牙和量规等工具
高速钢	W18Cr4V	HRC 63—66	3—3.4	600—650	钻头、铰刀、拉刀和齿轮刀具等复杂刀具
	W6Mo5Cr4V2		3.5—4.0		钻头等热轧刀具
	W6Mo5Cr4V2Al	HRC 67—69	2.8—3.8		加工钛合金等难加工材料的拉刀、铣刀和成形车刀等
硬质合金	YG8	HRC74 (HRA89)	1.47	800—1000	粗加工铸铁、有色金属和非金属材料的车刀、端铣刀等
	YT14	HRC77 (HRA90.5)	1.18		粗、半精加工钢件的车刀、端铣刀等
	YW2	HRC80 (HRA92)	1.23		粗、精加工钢、铸铁及有色金属
陶瓷	AM (Al ₂ O ₃)	HRA >91	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 ₃ N ₄)	HRA 91—93	0.75—0.85	1300	切削冷硬铸铁和淬硬钢
金刚石	天然金刚石	HV 10000	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	HV 6500—8000	1.10		
立方氮化硼	聚晶立方氮化硼	HV 8000—9000	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

第三节 刀具的几何角度和结构

切削刀具的类型虽然很多，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，因此认识外圆车刀的几何角度，是了解其他刀具的基础。

一、车刀切削部分的组成

图13—4所示的外圆车刀是由刀头和刀杆两部分组成。

刀头是车刀的切削部分，刀杆则是夹持部分。车刀的切削部分由下列几何要素所组成：

前刀面 切削时，切屑流经的表面。

主后刀面 切削时，刀头上与工件加工表面相对的表面。

副后刀面 切削时，刀头上与工件已加工表面相对的表面。

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。

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。只在靠近刀尖的部分，参加少量的切削工作。

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_s 。(图13—5)。

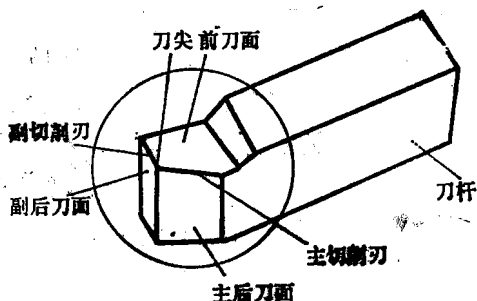


图13—4 车刀的组成

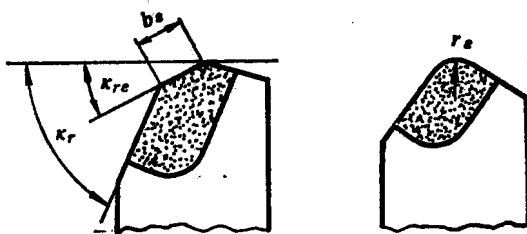


图13—5 刀尖处的过渡刃

二、车刀的几何角度

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、切削平面和主剖面(图13—6)。

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。

切削平面 P_c 通过主切削刃上某一选定点，且又与工件加工表面相切的平面，也就是主刀刃和切削速度方向构成的平面，称为切削平面。

主剖面 P_s 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，称为该点的主剖面。

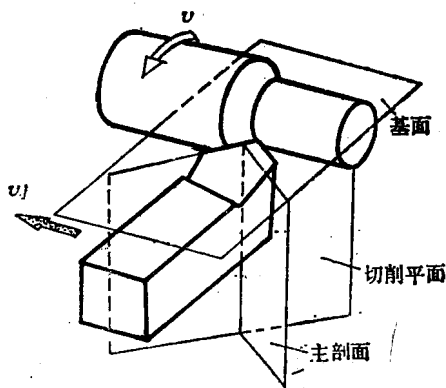


图13—6 基面和切削平面