

中等专业学校试用教材

金属工艺学

(工科机械维修类专业用)

黄孟域 主编

下 册

高等教育出版社

87
TG
57
222

87
TG
60
:2

中等专业学校试用教材

金属工艺学

(工科机械维修类专业用)

下 册

黄孟域 主编

5X60/09
高等教育出版社

B 385780

内 容 简 介

本书是根据一九八二年一月原教育部审定的中等专业学校工科机械类专业通用《金属工艺学教学大纲(试行草案)》中有关机械维修类专业的内容编写的。全书分上、下册出版,并配有《金属工艺学实验指导书》。

上册内容为钢铁冶炼、金属材料及热处理、非金属材料、金属制品的腐蚀及其防护方法、铸造生产、金属压力加工、金属的焊接;下册内容为金属切削加工的基本知识、金属切削机床及其加工、零件生产过程的基本知识。下册书末附有汉英常用金属工艺学术语对照。

本书下册由济南铁路机械学校黄孟域任主编、山东省机械工业学校王昶东、济南铁路机械学校郭新民参加编写。兰州铁道学院蒋光道副教授审阅。

本书可作为中等专业学校工科机械维修类专业教学用书,也可作为其它机械类或非机械类专业以及职业高中有关专业参考。

本书责任编辑 李肇荣

中等专业学校试用教材
金 属 工 艺 学
(工科机械维修类专业用)
黄孟域 主编
下 册

*

高等教育出版社出版
新华书店上海发行所发行
上海中华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 10.25 字数 229,000

1986年8月第1版 1986年9月第1次印刷

印数 00,001—8,400

书号 15010·0757 定价 1.40 元

常用符号表

A_c ——切削面积	n ——转速
a_f ——每齿(刀)进给量,齿升量	n_0 ——刀具转速
a_o ——切削厚度	n_r ——导轮转速
B ——铣削宽度,宽度	n_s ——砂轮转速
b_o ——单刃的切削宽度	n_w ——工件转速
$b_{\gamma 1}$ ——负倒棱宽度,断屑器棱带的宽度	P ——功率
b_e ——过渡刃长度	P_c ——切削功率
b'_e ——修光刃长度	P_o ——主剖面
C ——锥度	P'_o ——副剖面
d_o ——刀具直径	P_p ——纵向剖面(车刀)
d_s ——砂轮直径	P_r ——基面
d_w ——工件直径	P_s ——切削平面
d_{str} ——往复行程	R ——半径
F ——作用力	R_a ——表面粗糙度的平均算术偏差
F_a ——切削力的轴向分力	r ——半径
F_c ——主切削力,切向力	r_n ——切削刃钝圆半径(法向),刃口圆弧半径
F_f ——走刀抗力,轴向力	r_s ——刀尖圆弧半径
F_{fa} ——刀具后面上的摩擦力	S ——斜度,导程
F_{fv} ——刀具前面上的摩擦力	$\bar{s}$ ——齿轮分度圆弦齿厚或固定弦齿厚
F_H ——铣削进给力	str ——单向行程
F_{na} ——刀具后面上的法向力	T ——刀具耐用度
F_{nv} ——刀具前面上的法向力	t ——切(铣、磨)削深度,螺距,时间
F_p ——吃刀抗力,径向力	u ——传动比
F_r ——切削阻力,切削合力	VB ——刀具后面磨损带中部平均磨损量
F_{ra} ——后刀面上的合力	v ——切削速度,线速度
F_{rv} ——前刀面上的合力	v_f ——进给速度
F_t —— F_f 和 F_p 的合力并垂直于 F_c	v_r ——导轮圆周速度
F_v ——铣削垂直分力	v_s ——砂轮圆周速度
f ——每转或每行程进给量	v_T ——刀具在一定耐用度下的切削速度
f_r ——径向进给量	v_w ——工件速度
f_t ——切向进给量	W ——公法线长度
KT ——前刀面月牙洼磨损深度	W_n ——断屑槽宽度
m ——模数	z ——齿数
N ——转数,次数	z_1 ——蜗杆或滚刀头数

α_f ——麻花钻切削刃后角
 α_0 ——后角(正交后角)
 α'_0 ——副后面后角
 β ——螺旋角
 β_0 ——主剖面楔角
 γ_0 ——前角(正交前角)
 δ ——厚度
 ε_r ——刀尖角
 κ_r ——主偏角
 κ'_r ——副偏角
 κ_{re} ——过渡刃副角
 λ_s ——刃倾角
 ψ ——麻花钻横刃斜角
 ϕ ——锋角半角

主要下角标符号

(标注在相应主符号的右下角)

a——轴向的

c——切削的,切屑的
 cp——平均的
 e——工作的
 f——进给的
 H——水平的
 m——加工的
 n——法剖面的,法向的
 o——主剖面的
 p——切入的
 r——径向的,合成的,导轮的
 s——砂轮的
 t——切向的
 V——垂直的
 w——工件的
 α ——刀具后面上的
 γ ——刀具前面上的
 ε ——刀尖处的
 0——工具上的

目 录

第十六章 金属切削加工的基本知识	1
第一节 金属切削过程的基本概念	1
第二节 金属切削过程的物理现象	9
第三节 工件材料的切削加工性	15
第四节 冷却润滑液	17
第五节 已加工表面的粗糙度	18
第六节 车刀几何参数的选择	19
第七节 切削用量的选择原则及方法	26
复习思考题	30
第十七章 金属切削机床及其加工	32
第一节 金属切削机床的分类及型号的编制方法	32
第二节 车床及其加工	35
第三节 钻床、镗床及其加工	62
第四节 刨床、插床、拉床及其加工	72
第五节 铣床及其加工	79
第六节 磨床及其加工	91
第七节 齿轮加工概述	105
复习思考题	113
第十八章 零件生产过程的基本知识	115
第一节 概述	115
第二节 机械零件选材的一般原则及方法	117
第三节 机械零件的毛坯种类及其选择	120
第四节 机械零件表面加工方法	122
第五节 零件热处理技术条件的标注及工序位置	124
第六节 零件的结构工艺性	126
第七节 典型零件生产工艺过程	134
复习思考题	139
附录一 部分机床类组型划分表	141
附录二 汉英常用金属工艺学术语对照	143

第十六章 金属切削加工的基本知识

金属切削加工是用刀具切除坯料上的多余部分,从而使零件(或半成品)获得符合预定技术要求的加工方法。

由于机器零件的精度和表面粗糙度均有较高的要求,目前除少数零件可以通过轧制或精密铸造等方法直接获得外,绝大部分零件是通过切削加工的方法获得。在机械维修中,磨损坏的零件,不论是经焊补或重新更换的零件,一般均要经切削加工完成。因此,了解切削加工的基本原理和加工方法,才能合理设计零件,正确地选用加工方法,以保证零件的质量和降低成本。

金属切削加工按机械化程度和使用刀具的形式分为手工加工和机械加工两部分。钳工主要是通过工人手持刀具进行切削加工。为了减轻劳动强度,提高生产率,钳工中的某些工作逐渐地被机械加工所代替。由于钳工工作灵活方便,在机器装配、维修等工作中得到广泛应用。机械加工是通过工人操纵机床进行切削加工的,主要有车削、钻削、镗削、刨削、铣削、磨削和齿轮加工等。

第一节 金属切削过程的基本概念

一、切削运动与切削要素

(一) 切削运动

切削加工时,刀具与工件必须有一定的相对运动才能对坯料进行切削,按其所起的作用可分两类,即主运动和进给运动,如图 16-1 所示。

(1) 主运动 它是切削运动中最基本的运动,即切削运动中速度最高,消耗功率最大的运动。如车削时工件的旋转;钻削时钻头的旋转;磨削时砂轮的旋转等。

(2) 进给运动 使新的金属连续进入切削从而获得所需工件尺寸的运动。如车外圆时的进给运动包括沿工件轴向的走刀运动和沿工件径向的吃刀运动。

在切削过程中,工件上会形成三种表面。以外圆车削为例,即将切去切屑的表面称为待加工表面;已切去金属层的表面称为已加工表面;正在被切削的表面,即由主切削刃直接形成的表面称为加工表面。

(二) 切削要素

切削要素分切削用量要素和切削层横截面要素,以表示切削时各运动参数的大小和

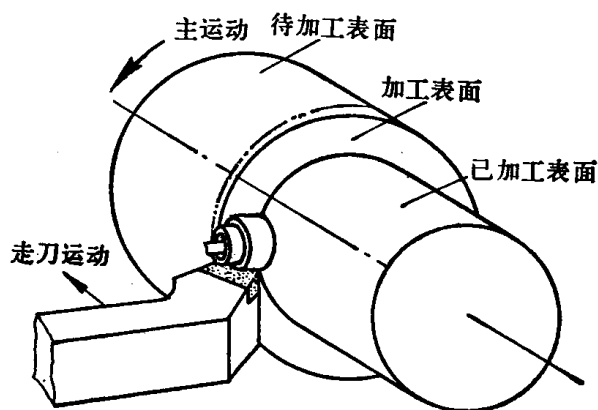


图 16-1 切削运动简图

切削变形量,并依此为根据调整机床完成切削加工。

1. 切削用量要素

切削用量要素包括切削速度、走刀量和吃刀深度,统称切削三要素。

(1) 切削速度 v 刀具相对工件单位时间沿主运动方向走过的距离,即主运动的线速度,单位为 m/min 。车削时的切削速度

$$v = \frac{\pi D n_w}{1000} \quad \text{m/min}$$

式中 n_w ——工件每分钟转速,单位为 r/min ;

D ——工件的直径,单位为 mm 。

(2) 进给量(走刀量) f 沿着所要形成的工件表面的进给运动的大小,车削时的进给量为工件每转一转,刀具沿进给(走刀)方向移动的距离,单位为 mm/r ,用 f 表示(图 16-2)。

(3) 切削深度(吃刀深度) t 吃刀的大小称为切削深度,用 t 表示,单位为 mm 。车削(内外圆、端面)时的切削深度是待加工表面与已加工表面间的垂直距离,即车刀切入工件的深度(图 16-2)。

$$t = \frac{D - d}{2} \quad \text{mm}$$

式中 D ——待加工表面直径,单位为 mm ;

d ——已加工表面直径,单位为 mm 。

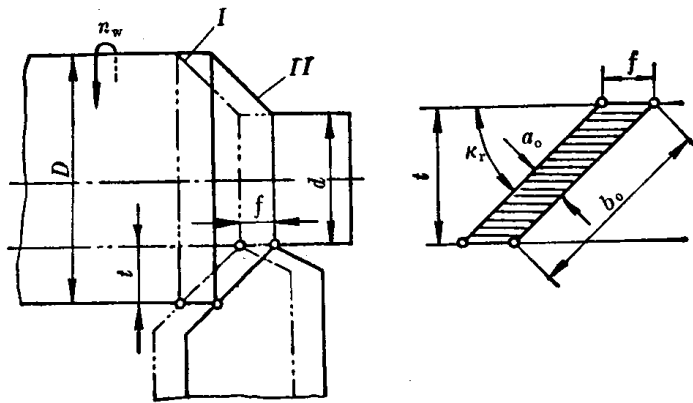


图 16-2 切削要素

2. 切削层横截面要素

切削层是指每走刀一次(即移动 f 距离),相邻两加工表面间的金属层。切削层的轴向剖面称切削层横截面,如图 16-2 所示的平行四边形为车削时的横截面。

(1) 切削厚度 a_o 走刀 f 后,测得相邻两加工表面间的垂直距离。它表示了主切削刃单位长度上的工作量。

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

(2) 切削宽度 b_o 沿主切削刃方向测得的切削层尺寸,即主切削刃参加切削工作的长度。

$$b_o = \frac{t}{\sin \kappa_r} \text{ mm}$$

(3) 切削面积 A_c 。切削层横截面的面积。

$$A_c = a_o b_o = ft \text{ mm}^2$$

由上式可知, f 和 t 决定了切削面积的大小。同样的切削面积, 切削层的形状随切削刃的形状及其主偏角 κ_r 的大小发生变化, 这时的切削厚度 a_o 和切削宽度 b_o 亦随之变化, 表示了切削刃单位长度负荷和切削刃工作长度在变化。

二、车刀切削部分的几何参数

(一) 车刀的组成

车刀由刀头和刀杆两部分组成。刀头直接担任切削工作, 又称切削部分。刀杆是固定夹紧刀具用的。外圆车刀的切削部分由三个刀面, 两个切削刃和一个刀尖组成, 如图 16-3 所示。

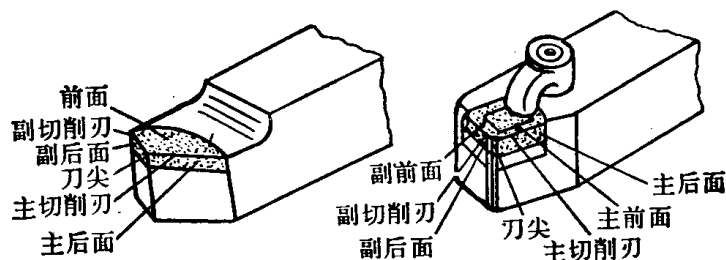


图 16-3 车刀的组成

前面(前刀面) 直接切入和挤压被切削层并控制切屑沿其排出的刀面。

主后面(后刀面) 同工件加工表面相互作用和相对的刀面。

副后面(副后刀面) 同工件已加工表面相互作用和相对的刀面。

主切削刃(主刀刃) 前面与主后面的相交部位。

副切削刃(副刀刃) 前面与副后面的相交部位。

刀尖 主切削刃和副切削刃之间转折的尖角部分。

切削加工中使用的刀具种类繁多, 但都是由上述几部分组成, 仅刀面、切削刃和刀尖的数目不同。如切断刀由四个刀面、三个切削刃和二个刀尖组成。多齿刀具的每个刀齿相当于一把车刀, 所以车刀是其它刀具的基础。

(二) 辅助平面

为确定车刀各刀面和刀刃的空间位置, 需要选择必要的辅助平面作为基准面和测量面。

基面 P_r 通过切削刃选定点, 垂直于该点的切削速度方向的平面。

切削平面 P_s 通过切削刃选定点, 与工件加工表面相切, 且垂直于该点基面的平面。

切削刃上同一点的切削平面与基面垂直, 构成了确定刀具几何角度的坐标平面系, 如图 16-4 所示。

主剖面 P 通过切削刃选定点, 垂直于基面和切削平面的平面, 为刀具几何角度的测量面。

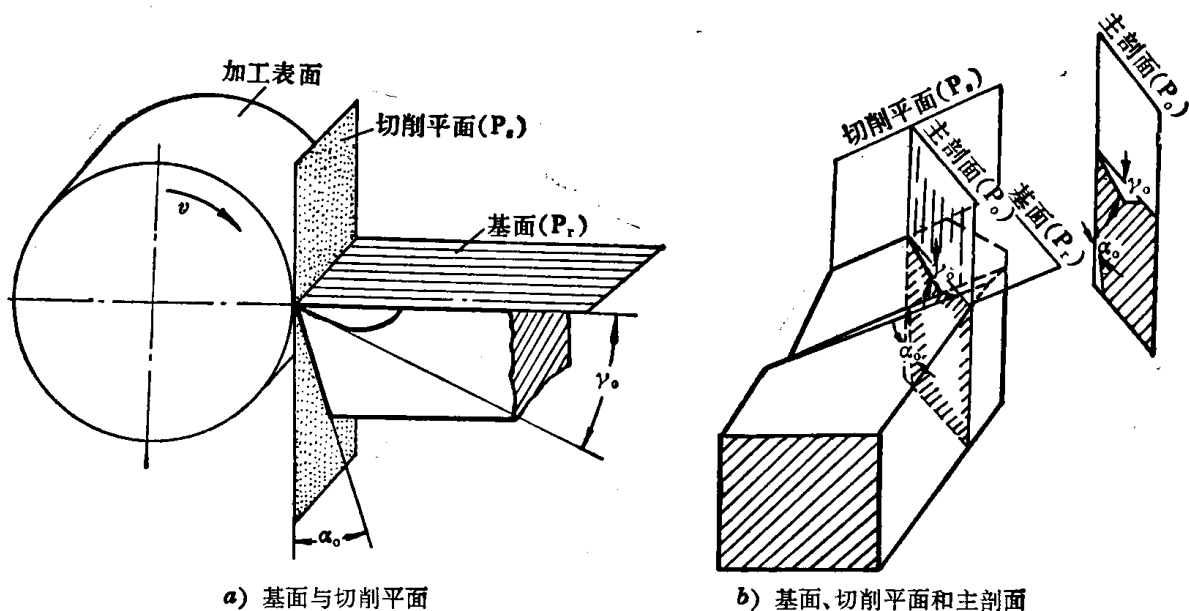


图 16-4 主要辅助平面的关系

副剖面 P' 。通过副切削刃选定点,垂直于基面和副切削平面的平面(图 16-7)。

(三) 车刀切削部分的几何角度(图 16-5)

建立主剖面参考系,在主切削刃的 $O-O$ 剖面(P_o)测量的角度:

(1) 前角 γ_o 。前面与基面的夹角。它决定了刀具的锋利程度。 γ_o 愈大,切削愈轻快,但会降低刃口的强度。

(2) 后角 α_o 。主后面与切削平面的夹角。 α_o 增加,可减少后刀面与加工表面的摩擦。 α_o 过大亦会降低刃口强度。

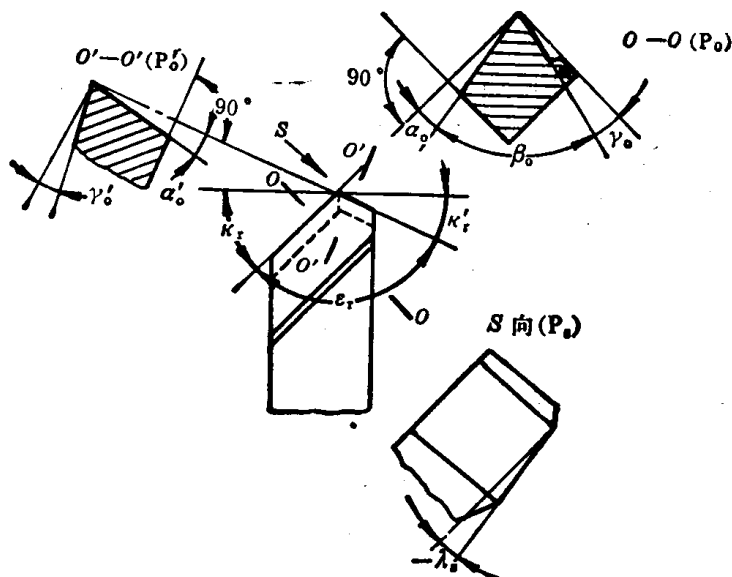


图 16-5 车刀的几何角度

(3) 楔角 β_o 。前面与主后面的夹角。它的大小决定了主切削刃的强度。其值由 α_o 和 γ_o 决定, $\beta_o = 90^\circ - \gamma_o - \alpha_o$ 。

对副切削刃可按研究主切削刃的办法,取一副剖面参考系,在副切削刃的 $O'-O'$ 剖面

(P')测量角度。

(4) 副后角 α' 。副后面与切削平面的夹角。它决定了副后面与已加工表面的摩擦程度。

(5) 副前角 γ' 。前面与基面的夹角。同一前刀面的副前角的大小由 γ_0 、 κ_r 、 κ'_r 和 λ_s 决定。

在基面内测量的角度有：

(6) 主偏角 κ_r 。主切削刃在基面上的投影与走刀运动方向的夹角。它决定了主切削刃的工作长度、刀尖强度和径向力。

(7) 副偏角 κ'_r 。副切削刃在基面上的投影与走刀运动相反的方向的夹角。它主要影响已加工表面的粗糙度。

(8) 刀尖角 ϵ_r 。主切削刃和副切削刃在基面上投影的夹角。它表示了刀尖的强度和散热条件。 $\epsilon_r = 180^\circ - \kappa_r - \kappa'_r$

在切削平面内测量的角度：

(9) 刃倾角 λ_s 。主切削刃与基面的夹角。它影响了切屑的流向，切削刃的强度和实际工作前角的大小。规定刀尖在最高点 λ_s 为正值，切屑流向待加工表面；刀尖在最低点 λ_s 为负值，切屑流向已加工表面，如图 16-6 所示。

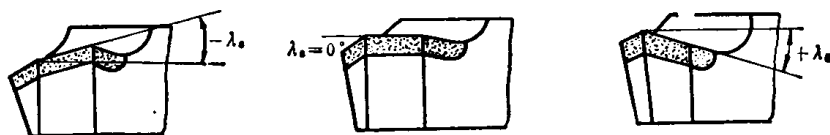


图 16-6 车刀的刃倾角

γ_0 、 α_0 、 α'_0 、 κ_r 、 κ'_r 和 λ_s 是车刀切削部分六个独立的基本角度，均应标注在图纸上。 β_0 、 ϵ_r 和 γ' 均由六个基本角度所定，统称派生角。不须标注在图纸上。

(四) 几种典型车刀

各种刀具切削部分几何角度的定义是相同的，只要注意各类刀具的运动和工件形成的表面位置，即可画出刀具图。现将常用的车刀为例说明。

端面车刀 车端面时，进给方向可从外表面切至心部，也可从心部切至外表面。由于进给

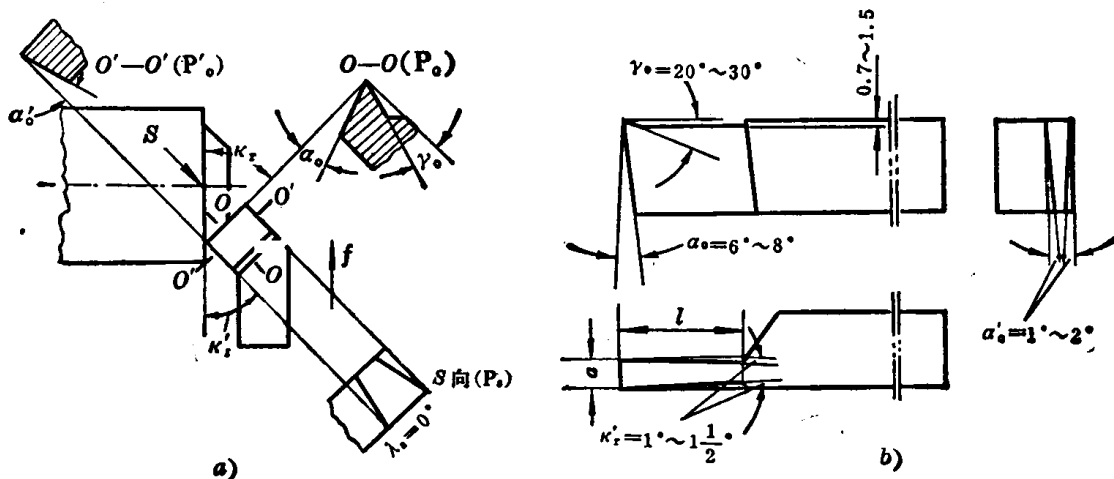


图 16-7 端面车刀和切断刀

方向不同,主、副偏角发生了改变,图 16-7 a 是由外向里切的端面车刀图。

切断刀 有两个刀尖同时车出左右两个端面。它有两个副后角、两个主偏角和两个副偏角,如图 16-7 b 所示。

(五) 车刀的工作角度

刀具图上标注的角度是假定刀尖对准工件中心,进给量为零的条件下规定的角度。随着刀具的安装位置及进给量的变化,其工作角度产生变化。

1. 安装位置对车刀角度的影响

车削外圆时,当刀尖安装位置高于(低于)工件的中心线时,切削平面将变为 P_{se} ,基面变为 P_{re} 的位置,而引起前角和后角的变化。在切深剖面($P-P$)内角度变化值为 θ_p ,如图 16-8 所示。

$$\operatorname{tg} \theta_p = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - h^2}}$$

式中 h ——刀尖高于(低于)工件中心线的数值, mm;

D ——工件的直径, mm。

当刀尖高于工件中心时,工作角度为

$$\gamma_{pe} = \gamma_p + \theta_p$$

$$\alpha_{pe} = \alpha_p - \theta_p$$

当刀尖低于工件中心时,工作角度为

$$\gamma_{pe} = \gamma_p - \theta_p$$

$$\alpha_{pe} = \alpha_p + \theta_p$$

镗孔时,刀尖安装的高低对角度的影响恰好与外圆车削时相反。

安装时,若刀杆轴线不垂直于工件的母线,会引起主偏角 κ_r 和副偏角 κ'_r 的变化。

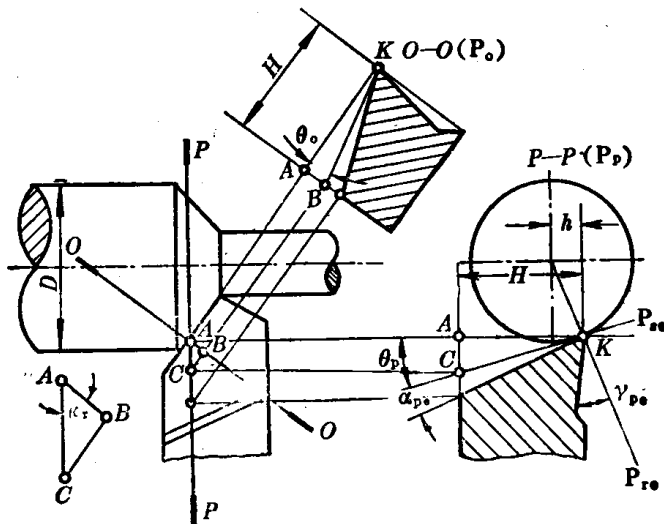


图 16-8 刀尖安装高低对工作角度的影响

上述计算的角度换算到主剖面内,则为

$$\operatorname{tg} \theta_o = \frac{h \cos \kappa_r}{\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - h^2}}$$

$$\gamma_{oe} = \gamma_o \pm \theta_o$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o \mp \theta_o$$

2. 进给运动对车刀角度的影响

车削时,切削刃上任一点切削运动的轨迹是主运动和进给运动的合成。横向切削时,工件旋转而车刀横向移动,切削刃上选定点相对于工件的运动轨迹为一阿基米德螺旋线,加工表面是阿基米德螺旋面。此时的切削平面 P_{se} 、基面 P_{re} 与无横向进给运动的切削平面 P_s 、基面 P_r 在主剖面内均偏移一角度 μ , 由图 16-9 a 可知:

$$\gamma_{oe} = \gamma_o + \mu$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \mu$$

纵向切削时,工件旋转,车刀纵向移动,坐标平面也将随螺旋面发生偏移, 由图 16-9 b 可知:

$$\gamma_{oe} = \gamma_o + \mu$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \mu$$

式中 μ 可按 $\operatorname{tg} \mu = \frac{f \sin \kappa_r}{\pi D}$ 进行计算。横切时, $\kappa_r \approx 90^\circ$, $\sin \kappa_r = 1$ 。

一般车削时,进给量较小(μ 值约为 $30' \sim 1^\circ$), μ 值可忽略不计。但在车削大螺距螺纹或多头螺纹时, μ 值较大,在刃磨刀具时应考虑它对工作角度的影响进行修磨。

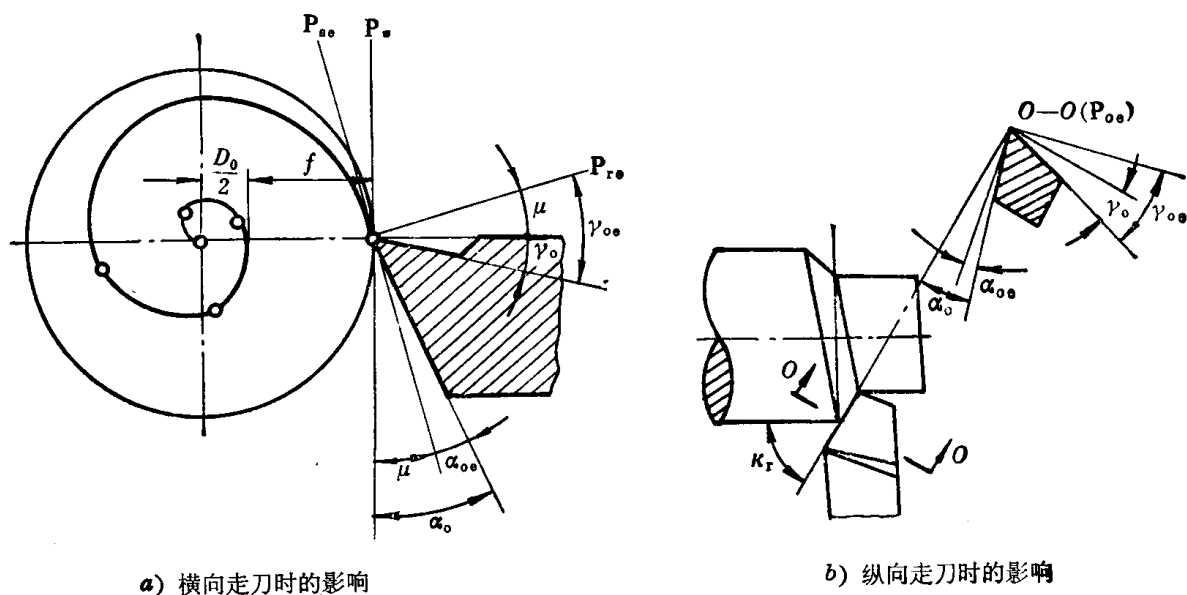


图 16-9 进给运动对刀具角度的影响

三、刀具材料的选用

1. 刀具材料的要求

金属切削刀具是在较大的压力和较高的温度条件下工作，必须具有良好的切削性能。硬度应达到 $HRC > 60$ ；具有较高的热硬性；具有一定的强度和韧性以承受冲击振动；良好的耐磨性和耐粘附性以提高刀具抵抗磨损的能力。除此以外，还应具备良好的热处理性能、加工工艺性和刃磨性能。

2. 常用的刀具材料

(1) 碳素工具钢 淬火后有较高的硬度，可达 $59 \sim 64 HRC$ ，刃磨性能好，价格低廉，热硬性较差，仅耐 $200^{\circ}C$ 左右，切削速度为 $8 m/min$ 。其淬透性差，热处理变形大。一般适用形状简单的低速手用刀具，如锯条、锉刀等。

(2) 合金工具钢 有较高的热硬性，能耐 $220^{\circ}C$ 左右，切削速度比碳素工具钢提高 $20 \sim 40\%$ 。其淬透性好，热处理变形小。适用形状较复杂的低速手用或机用刀具。

(3) 高速钢 钢中含有大量的合金碳化物，热处理后硬度为 $62 \sim 65 HRC$ 。耐磨性好，耐热温度为 $560^{\circ}C$ 左右，切削速度比碳素工具钢高 $2 \sim 4$ 倍。热处理性能好，有较高的强度和良好的刃磨性能，适用各种机用刀具和成形刀具。

(4) 硬质合金 它是以难熔的高硬度金属碳化物微粉为基体，以钴或其它金属为粘结剂

表 16-1 用途分组代号与硬质合金牌号对照表

用途分组代号	硬质合金牌号	性能提高方向	
		切削性能	合金性能
P01	YT30, YN10	↑ 度	↑ 性
P10	YT15	↓ 量	↓ 性
P20	YT14	↑ 速	↑ 磨
P30	YT5	↓ 给	↓ 耐
P40		↑ 切	↑ 韧
P50		↓ 进	↓ 韧
M10	YW1	↑ 度	↑ 性
M20	YW2	↓ 量	↓ 性
M30		↑ 速	↑ 磨
M40		↓ 给	↓ 耐
K01	YG3X	↑ 切	↑ 韧
K10	YG6X, YG6A	↓ 进	↓ 韧
K20	YG6, YG8N	↑ 度	↑ 性
K30	YG8, YG8N	↓ 量	↓ 性
K40		↑ 速	↑ 磨
		↓ 给	↓ 耐

注：摘自 GB 2075—80《切削加工用硬质合金分类、分组代号》。

烧结而成的,硬度可达 87~92 HRA,耐热温度高达 900°~1000°C,切削速度是高速钢的 4~10 倍,但抗弯强度仅为高速钢的 1/3,怕冲击振动,是实现高速切削的良好材料。切削加工用硬质合金根据 GB 2075—80《切削加工用硬质合金分类、分组代号》按其适于加工的对象的范围分为三个主要类别,分别以字母 P、M、K 表示,并以相应的颜色标志加以区别。

P——适于加工长切屑黑色金属,以蓝色作标志。

M——适于加工长切屑或短切屑的黑色金属和有色金属,以黄色作标志。

K——适于加工短切屑的黑色金属、有色金属及非金属材料,以红色作标志。

根据被加工的材质及适应的加工条件不同,进一步将硬质合金按其具体用途进行分组,其代号由在主要类别代号后缀一组阿拉伯数字组成,如 P01、M10、K20、……。在每一类别中,数字愈大,耐磨性愈低而韧性愈高。代号 P01、M10、……等只表示硬质合金的应用范围和适应的加工条件,不是硬质合金牌号。用途分组代号与硬质合金牌号见表 16-1。

钨钴类(YG)硬质合金适于加工铸铁等脆性材料;钨钴钛类(YT)硬质合金适于加工钢等塑性材料;钨钴钛钽铌类(YW)既适于加工脆性材料,又适于加工塑性材料。

第二节 金属切削过程的物理现象

金属切削过程是切屑从工件上被切离的过程。在切削过程中会出现变形、切削力、切削热和刀具磨损等物理现象。研究它们的发生和变化,从中找出规律,有助于正确地选用切削用量,合理设计和选用刀具,对提高生产率和零件的加工质量有重要的指导意义。

一、切削过程中金属的变形

(一) 切屑的形成

切削时,前刀面推挤切屑层,使之产生弹性变形和塑性变形,使切削层从工件上分离形成切屑(图 16-10)。刀具与工件开始接触时,材料产生弹性变形。随推挤力的增大,材料将沿 45° 的剪切面滑移,即产生塑性变形。剪切力随滑移量的增加而增加,当剪应力超过工件材料的强度极限时,切削层便与母体分离。滑移变形区称第 I 变形区。

切屑形成后沿前刀面移动一段距离,由于前刀面的推挤和摩擦,切屑底层比外层变形大,底层长度大于外层长度而发生卷曲,这一变形区域称第 II 变形区。

在切削过程中,后刀面对形成的加工表面的表层金属也有推挤和摩擦而产生变形,这一区域称第 III 变形区。

(二) 切屑的种类

因工件材料的塑性不同,切削时的变形程度也不同,而产生不同的切屑。如图 16-11 所示。

当第一变形区未达到破裂时,产生连续不断无裂痕的带状切屑,这种情况下工作平稳,表

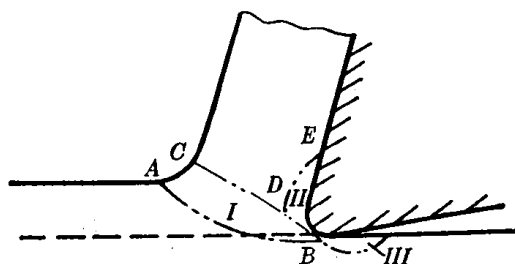


图 16-10 切屑的形成

面粗糙度小。当材料在剪切面的某些部位产生破裂,使切屑背面产生不贯穿裂痕的节状切屑,这种情况变形较大,工作不如带状切屑平稳。当剪切面上全部破裂,裂纹贯穿整个断面,切屑分离为颗粒状的粒状切屑。以上三种切屑,一般在切削塑性材料时产生,以带状切屑最省力。

切削脆性材料时,切削层发生弹性变形后不经塑性变形就崩裂形成碎小的崩碎切屑。这种情况应力集中在切削刃附近,要求刀具材料应有较好的强度和韧性。

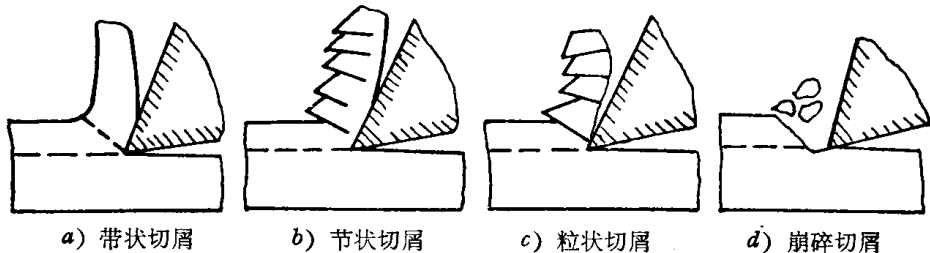


图 16-11 切屑的种类

(三) 积屑瘤

切削塑性材料(钢)时,常在切削刃上粘附不稳定的小金属块,其组织性能既不同于刀具材料,也不同于工件材料,这样的小金属块称为积屑瘤,见图 16-12。

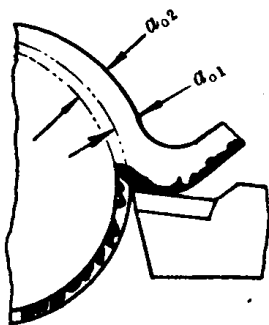


图 16-12 积屑瘤的形成

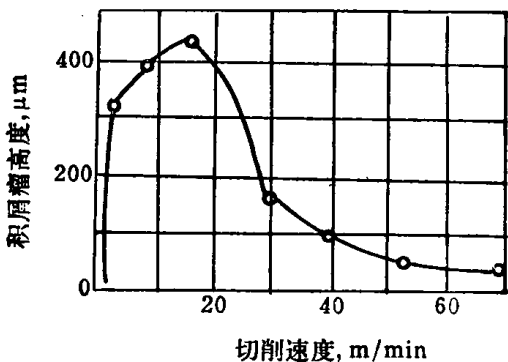


图 16-13 切削速度对积屑瘤的影响

切屑流经前刀面时,切屑底层受前刀面摩擦流动速度低,这层金属称为滞流层。在高温高压的条件下,滞流层的外摩擦大于内摩擦时,其上的部分金属发生剧烈变形的同时脱离切屑,留在前刀面上形成积屑瘤,其硬度约为工件的 2~3 倍。积屑瘤粘附在切削刃上,有保护刃口并增大前角的作用,但由于积屑瘤不稳定,使切削深度忽大忽小,引起振动而影响加工质量。

切削速度对积屑瘤的影响较大,随着切削速度的增加,切削温度也随之增加。加工中碳钢时,温度增加到 300°C ,摩擦系数达最大值,积屑瘤的高度也最大,这时的切削速度约为 15~30 m/min(见图 16-13)。

为避免积屑瘤的产生,可以采用较高或较低的切削速度;减小刀面的粗糙度或加切削液以减小摩擦系数;增大前角,减少正压力使切削轻快;降低进给量以减小切削厚度等措施均可使积屑瘤减少或消失。

(四) 加工硬化现象

由于切削刃有一定的刃口圆弧半径 r_n ,切削层内 O 点以下的金属并没与母体分离,刃口

附近的一层金属产生急剧的挤压变形留在已加工表面形成加工硬化(图 16-14)。它会使表面产生裂纹,降低材料的疲劳强度和耐磨性,使下道工序的加工困难,加剧刀具的磨损。在切削加工中,减小刀具的刃口圆弧半径和减小切削变形,减小摩擦等均可削弱加工硬化现象。

二、切削力

(一) 切削力的产生

在切削过程中,金属发生变形,因此有变形抗力($F_{n\gamma}$ 、 $F_{n\alpha}$)垂直作用在前、后刀面上。工件与刀具之间有相对运动,因此有摩擦力($F_{t\gamma}$ 、 $F_{t\alpha}$)作用在前、后刀面上。这些力的合力即为切削力(F_r),如图 16-15 所示。切削力是一个空间力,其大小、方向都不容易确定。为了便于测量和研究,将切削力分解为相互垂直的三个分力(F_t 、 F_p 、 F_c),如图 16-16 所示。

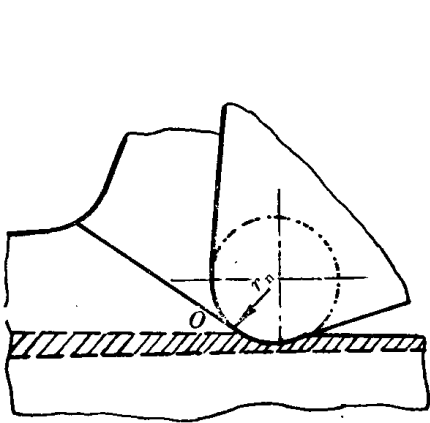


图 16-14 加工硬化现象

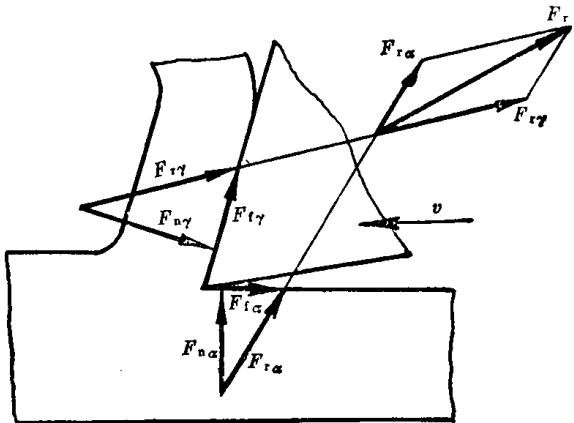


图 16-15 切削力的产生

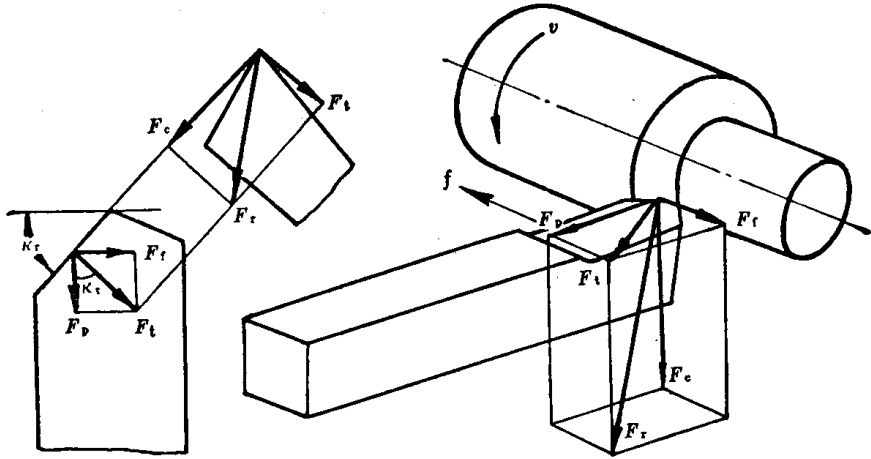


图 16-16 切削力的分解

(二) 切削力的分解

(1) 主切削力(切向分力) F_t 。作用在切削速度方向的分力。力的方向与主运动方向一致,是最大的分力,占机床功率的 90%。 F_t 使车刀承受弯矩;使工件产生扭转,是计算机床功率、刀具强度和机床夹具夹紧力的主要依据。

(2) 吃刀抗力(径向分力) F_p 。吃刀方向上的分力。它使车刀离开工件,车刀反力使工件弯曲。 F_p 作用在工艺系统刚度不足的地方,引起振动,影响加工质量和造成加工误差,如图 16-17 所示。 F_p 是分析工件刚度不可忽视的力。