

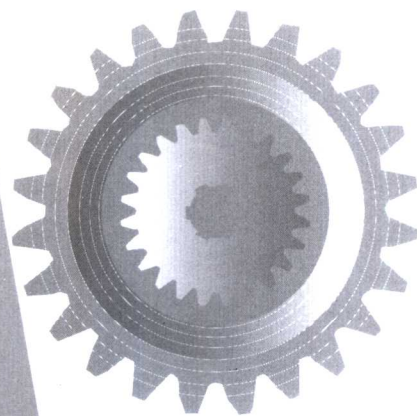
GAOZHI GAOZHUAN JIXIE
XILIE JIAOCAI
高职高专机械系列教材

JIXIE

机械制造技术基础

Jixie Zhizao Jishu Jichu

◎主 编 魏康民
◎副主编 杜宇波 林琳 李 军
◎主 审 胡光耀



重庆大学出版社

机械制造技术基础

主 编 魏康民

副主编 杜宇波 林 琳 李 军

主 审 胡光耀

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书包括金属切削基础知识、机械加工工艺的基本知识、机械加工工艺规程的制订、轴类零件的加工、套筒类零件的加工、箱体类零件的加工、圆柱齿轮的加工、机械制造质量分析、各类机床夹具及设计方法和机械装配工艺基础等。

本书从培养学生综合职业能力出发,以工艺为主线,从工艺系统角度将《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床概论》、《机床夹具设计》及《机械制造工艺学》有机地结合起来,打破了原有的学科体系,形成了新的教学内容体系,注重学生综合的工程实践应用能力的培养。

本书适用于高等职业技术学院机械设计制造及自动化专业、模具设计与制造专业以及机电一体化专业等机械类专业使用,也可供职工培训用,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/魏康民主编. —重庆:重庆大学出版社,2004.8

(高职高专机械系列教材)

ISBN 7-5624-3136-1

I. 机... II. 魏... III. 机械制造工艺—高等学校:技术学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第049822号

机械制造技术基础

主 编 魏康民

副主编 杜宇波 林 琳 李 军

主 审 胡光耀

责任编辑:彭 宁 高鸿宽 版式设计:彭 宁

责任校对:蓝安梅 责任印制:张立全

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆铜梁正兴印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:22 字数:549千

2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-3136-1/TH·108 定价:30.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

前言

本书从培养学生综合职业能力出发,以工艺为主线,从工艺系统角度将《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床概论》、《机床夹具设计》及《机械制造工艺学》有机地结合起来,打破了原有的学科体系,形成了新的教学内容体系,注重学生综合的工程实践应用能力的培养。

本书在编写中力求反映新技术、新工艺,结合生产实际,突出应用性,实现易教易学的高职教材特色。同时,强调素质教育和以能力为本位的教育理念。本书紧紧围绕着毕业生面向工业企业从事机械制造工艺规程及工艺装备的设计与实施,产品质量分析与控制,机械制造设备的安装、调试、维修、更新改造和生产技术管理等工作这一培养目标,面对现实,强求实效,通俗易懂,简单实用。

本书适用于高等职业技术学院机械设计制造及自动化专业、模具设计与制造专业以及机电一体化专业等机械类专业使用,也可供职工培训用,还可供有关工程技术人员参考。

全书共分10章。第1章、第4章的4.2节由徐桂兰编写;第2,3,10章及各章的思考题与习题由魏康民编写;第4章(除4.2节外)由李军编写;第5章由杜宇波编写;第6章由刘敬花编写;第7章由罗怀晓编写;第8章由林琳编写;第9章由白海清编写。本书由魏康民任主编。全书由胡光耀任主审。

本书在编写过程中得到了付维亚、张普礼及有关学院领导和同行们的大力支持,编者在此向他们表示衷心的感谢。

由于本书改革力度较大,加之时间仓促,编者水平有限,书中难免有欠妥之处,敬请各兄弟学校师生和读者批评指正。

编者

2004年3月

目 录

第1章 金属切削基础知识	1
1.1 金属切削基本概念	1
1.2 金属切削过程基本规律	13
思考题与习题1	23
第2章 机械制造工艺的基本知识	24
2.1 基本概念	24
2.2 基准的概念及工件装夹方式	29
2.3 常用的定位元件	35
2.4 定位误差的分析计算	47
2.5 夹紧装置的设计	62
2.6 定位基准的选择	79
思考题与习题2	82
第3章 机械加工工艺流程的制订	87
3.1 概述	87
3.2 零件图分析	91
3.3 毛坯的选择	94
3.4 工艺路线的拟订	97
3.5 加工余量的确定	104
3.6 工艺尺寸链	108
3.7 工艺规程设计举例	115
3.8 机械加工的生产率及技术经济分析	117
思考题与习题3	122
第4章 轴类零件的加工	125
4.1 概述	125
4.2 轴类零件外圆表面的车削加工	126
4.3 金属切削机床基本知识	136
4.4 车床	141

4.5	轴类零件外圆磨削加工	155
4.6	外圆表面的精密加工	164
4.7	典型轴类零件加工工艺分析	167
	思考题与习题 4	172
第 5 章	套筒类零件的加工	174
5.1	概述	174
5.2	套筒类零件内孔表面的加工	176
5.3	孔的精密加工	180
5.4	套筒类零件加工设备及刀具	183
5.5	典型套筒类零件的加工工艺分析	193
	思考题与习题 5	197
第 6 章	箱体类零件的加工	199
6.1	概述	199
6.2	平面加工	203
6.3	平面的精密加工	217
6.4	箱体类零件的孔系加工	219
6.5	典型箱体零件加工工艺分析	223
	思考题与习题 6	228
第 7 章	圆柱齿轮的加工	230
7.1	概述	230
7.2	滚齿	233
7.3	插齿	243
7.4	圆柱齿轮齿面的精加工	245
7.5	圆柱齿轮加工工艺分析	248
	思考题与习题 7	252
第 8 章	机械制造质量分析	254
8.1	概述	254
8.2	机械加工精度	256
8.3	机械加工的表面质量	274
8.4	机械加工中的振动与抑制	280
	思考题与习题 8	283
第 9 章	各类机床夹具及设计方法	286
9.1	车床夹具	286
9.2	钻床夹具(钻模)	290
9.3	镗床夹具(镗模)	299
9.4	铣床夹具	303
9.5	专用夹具的设计方法	306
9.6	分度装置与夹具体的设计	309

9.7 专用夹具设计实例·····	313
9.8 其他夹具简介·····	316
思考题与习题9 ·····	321
第10章 机械装配工艺基础·····	323
10.1 概述 ·····	323
10.2 装配精度 ·····	325
10.3 装配尺寸链 ·····	327
10.4 保证产品装配精度的方法 ·····	331
10.5 装配工艺规程的制订 ·····	339
思考题与习题10 ·····	343
参考文献 ·····	344

第 1 章

金属切削基础知识

1.1 金属切削基本概念

金属切削过程是工件与刀具相互作用的过程。刀具要从工件上切去一部分金属,并在保证高生产率和低成本的前提下,使工件得到符合图样要求的形状、尺寸精度和表面质量。为了实现这一过程,必须具备 3 个条件:①工件与刀具间要有相对运动,即切削运动;②刀具材料必须具有一定的切削性能;③刀具必须具有适当的几何形状,即切削角度等。

1.1.1 切削运动

金属切削加工时,刀具与工件之间的相对运动,即切削运动。切削运动按其作用可分为主运动和进给运动。

(1) 主运动

主运动是金属加工中的主要运动,是切下金属所必需的基本运动。主运动的特征是运动速度最高、消耗机床功率最多。切削加工中主运动只有 1 个,它可以由工件完成,也可以由刀具完成。如车削时工件的旋转运动,铣削时铣刀的旋转运动,钻削时钻头的旋转运动。

(2) 进给运动

进给运动是将切削金属层不断的投入切削,以全部切除掉所有切削余量的运动。进给运动速度小、消耗功率少。进给运动可以是 1 个,也可以是两个或多个运动,既可以是连续运动又可以是断续运动。如车削中的进给运动有纵向移动和横向移动,它们均是连续运动,但在余量较大时,横向的吃刀运动也可分为数次进给,即断续运动完成切削任务。又如刨削中刀具或工件的断续横向直线进给运动。

(3) 合成切削运动

合成切削运动是由主运动和进给运动合成的运动。零件加工表面实际上是由合成切削运动而形成的。刀具切削刃上选定点相对于工件的瞬时合成运动方向,称为合成切削运动方向,其速度称为合成切削运动速度。

在金属切削过程中,工件上有 3 个不断发生着变化的表面,如图 1.1 所示。

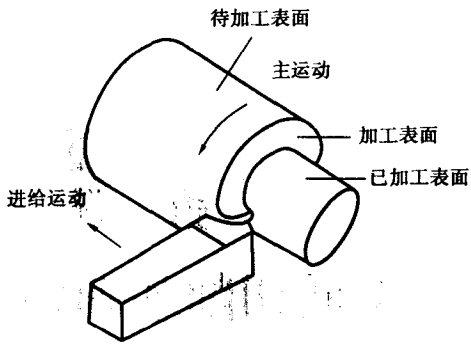


图 1.1 工件的表面

1) 待加工表面 工件上有待切除的表面称为待加工表面。

2) 已加工表面 已经切去一部分金属而形成的新表面。

3) 过渡表面(加工表面) 主切削刃正在加工的表面称为过渡表面,它是待加工表面与已加工表面的连接表面。

1.1.2 切削用量

切削用量是金属切削加工过程中的切削速度、进给量、背吃刀量的总称,如图 1.2

所示。

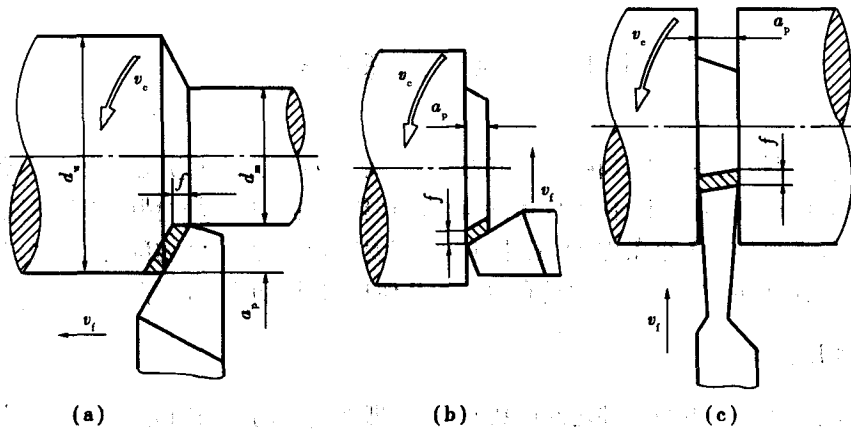


图 1.2 切削用量

(a) 车外圆 (b) 车端面 (c) 切槽

(1) 切削速度(v_c)

切削速度是刀具切削刃上的某一点相对于待加工表面在主运动方向上的瞬时速度,它是衡量主运动大小的参数。车外圆时,以下式计算:

$$v_c = (\pi d_w n) / 1000$$

式中 v_c ——切削速度(m/min)或(m/s);

d_w ——工件待加工表面直径(mm);

n ——工件转速(r/min)或(r/s)。

切削时,切削刃上各点的切削速度是不同的,但在计算切削速度时,应以最大表面上的切削速度为准,如上式中以工件外表面上的切削速度作为车外圆时的切削速度。

(2) 进给量(f)

进给量是刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量,它是衡量进给运动大小的参数。可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表示。当主运动为旋转运动时, f 的单位为 mm/r。对于铣刀、铰刀等多齿刀具,还规定每齿进给量 f_z ,即多齿刀具每转或每行程中每齿相对于工件在进给运动方向上的相对位移,单位为 mm/齿。还可以用进给速度 v_f ,即单位时间内刀具相

对于工件在进给运动方向上位移量,单位为 mm/min。

$$v_f = fn$$

$$v_f = f_2 zn$$

式中 z ——齿数。

(3) 背吃刀量(a_p)

背吃刀量一般指工件上已加工表面与待加工表面间的垂直距离。车削外圆时,

$$a_p = (d_w - d_m)/2$$

式中 d_w ——待加工表面直径(mm);

d_m ——已加工表面直径(mm)。

1.1.3 切削层参数

(1) 切削层

刀具切削刃在一次进给中,从工件待加工表面上切下来的金属层称为切削层。切削层大小用切削层参数表示。由于一般加工表面为曲面,切削层在不同剖平面上的大小不同,因此切削层参数规定为在垂直于合成切削速度方向的平面内的参数,它决定了刀具所承受负荷的大小及切削层尺寸,还影响切削力和刀具磨损、表面质量和生产率。

(2) 切削层参数

切削层尺寸用以下参数来表示:

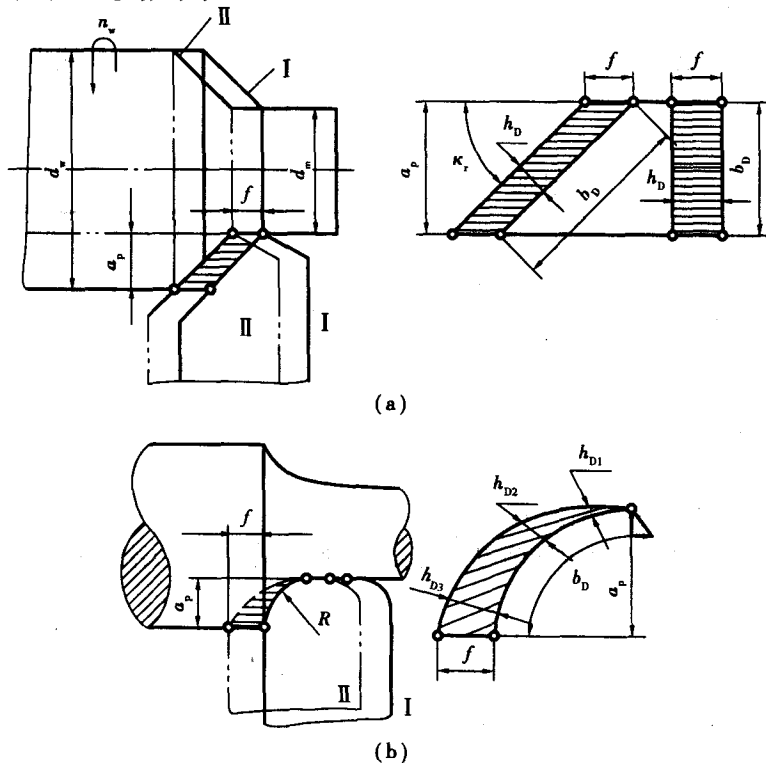


图 1.3 车外圆时切削层参数
(a) 直线刃时 (b) 曲线刃时

1) 切削厚度(h_D) 切削厚度即切削层厚度。它是指切削层中相邻两个加工表面之间的垂直距离。

2) 切削宽度(b_D) 切削宽度即切削层宽度。它是切削层沿加工表面测量的切削层尺寸。

3) 切削层面积(A_D) 切削层面积即切削层在垂直于合成速度方向剖面内的投影面积。

$$A_D = h_D \cdot b_D$$

车外圆时的切削层参数如图 1.3 所示。

1.1.4 刀具切削部分的组成及几何角度

金属切削刀具种类繁多、形状各异,但就其切削部分而言,都可以看成是由外圆车刀切削部分演变而来。因此,可以从外圆车刀切削部分来介绍刀具切削部分的定义,这些定义同样适用于其他金属切削刀具。

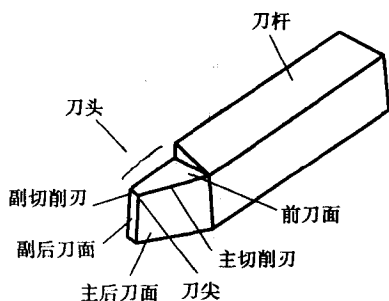


图 1.4 车刀及其切削部分的组成

(1) 车刀及其切削部分的组成

车刀由刀杆和刀头两大部分组成。刀杆是刀具上的夹持部分,刀具通过刀杆将其固定在刀座上,刀头则用于切削,也称为刀具的切削部分,如图 1.4 所示。

刀头直接担负切削工作,它由以下几部分组成:

1) 刀面

①前刀面(A_f) 新切屑流出的表面。

②后刀面(A_a) 与加工表面相对的表面称

为后刀面(也称主后刀面)。

③副后刀面(A'_a) 与工件已加工表面相对的表面。

2) 刀刃

2 个刀面相交形成刀刃。

①主切削刃 前刀面与主后刀面相交而形成的切削刃。它承担主要切削工作,并切去大量的材料而形成工件的加工表面。

②副切削刃 前刀面与副后刀面相交形成的切削刃。它配合主切削刃完成切削工作并最终形成工件的已加工表面。

3) 刀尖

主切削刃与副切削刃的交点。大多数的刀具在刀尖处磨成一小段直线刃或圆弧刃,也有一些刀具主副切削刃直接相交,形成尖刀尖。刀尖的结构如图 1.5 所示。

不同类型的刀具,其刀面、切削刃的数量可能不同,但刀具切削部分最基本的结构是由前刀面和后刀面两个刀面与一条主切削刃组成。可以认为它们是组成刀具切削部分最基本的单元。任何一把多刃复杂刀具都可以将其分解为一个基本单元进行分析。

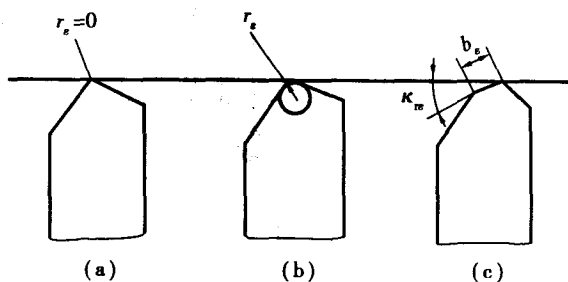


图 1.5 刀尖的结构

(a)尖刀尖 (b)修圆刀尖 (c)倒角刀尖

(2) 刀具角度

为了表示刀具空间几何形状及位置,需通过刀具的几何角度来表达。在表达刀具的几何角度时,仅靠刀头上的几个面是不够的,还需要再建立几个坐标平面,以便与刀具刀头上的各个表面组成相应的角度。

1) 刀具切削角度的坐标平面

刀具的切削角度是刀具在切削运动状态下确定的角度。所以刀具的切削角度的坐标系应该用合成切削速度来说明。

由于实际生产中大多数加工表面都是空间曲面,不便于直接用来作为坐标平面,因此,需通过切削刃上的选定点,作工件加工表面的切削平面和法平面,以构成刀具角度的坐标系,它们的定义如下:

①切削平面 通过切削刃某选定点,切于加工表面的平面。

②基面 通过切削刃某选定点,垂直于合成切削速度向量的平面。由于合成切削速度在切削面内,显然,切削平面与基面相互垂直。

如图 1.6 所示为横车时的切削平面和基面,它们分别是运动轨迹面(阿基米德螺旋线)的切平面与法平面,并相应的与刀头的主后刀面和前刀面组成了夹角。

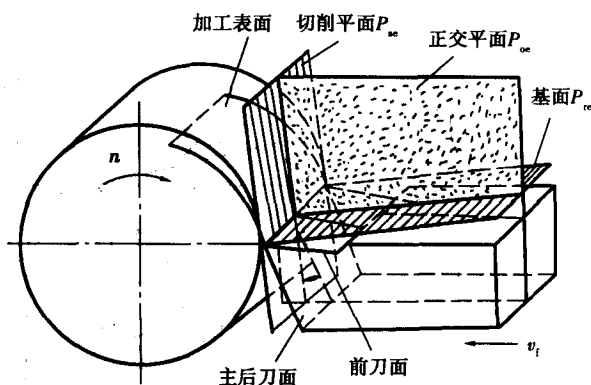


图 1.6 横车的切削平面、基面和主剖面

两平面间的夹角,因选用的

测量平面不同,而数值各异。因此为了正确的测量出两平面间的夹角,还必须规定测量平面。

③正交平面(主切削刃正交平面) 通过切削刃某选定点,垂直于主切削刃在基面上的投影的平面。很显然,正交平面与基面和切削平面互相垂直。

④副切削刃正交平面 垂直于副切削刃在基面上的投影的平面。

2) 刀具标注角度

①正交平面坐标系 为便于刀具设计者在设计刀具时的标注,需要对上述参考平面做一些假设,车削时的假设条件是:

A. 装刀时,刀尖恰在工件的中心线上;

B. 刀杆对称面垂直工件轴线;

C. 没有进给运动;

D. 工件已加工表面的形状是圆柱表面。

根据这些条件,外圆车刀主切削刃某选定点 M 的标注角度参考坐标平面为:

基面(P_s) 通过切削刃上选定点 M ,平行于刀杆底面的平面;

切削平面(P_c) 通过切削刃上选定点 M ,与主切削刃相切并垂直于基面(刀杆底面)的平面;

正交平面(P_o) 通过切削刃上选定点 M ,垂直于主切削刃在基面上投影的平面。因此,

正交平面坐标系内的三个坐标平面互相垂直,构成了1个空间直角坐标系,称为正交平面坐标参考系。

通过上述坐标平面,既可确定刀具上的角度。

②正交平面坐标系的刀具角度标注 在如图 1.7 所示正交平面参考系中,刀具角度有以下几个:

A. 正交平面 P_0 中测量的角度:

前角 γ_0 前刀面与基面之间的夹角;

后角 α_0 后刀面与切削平面之间的夹角;

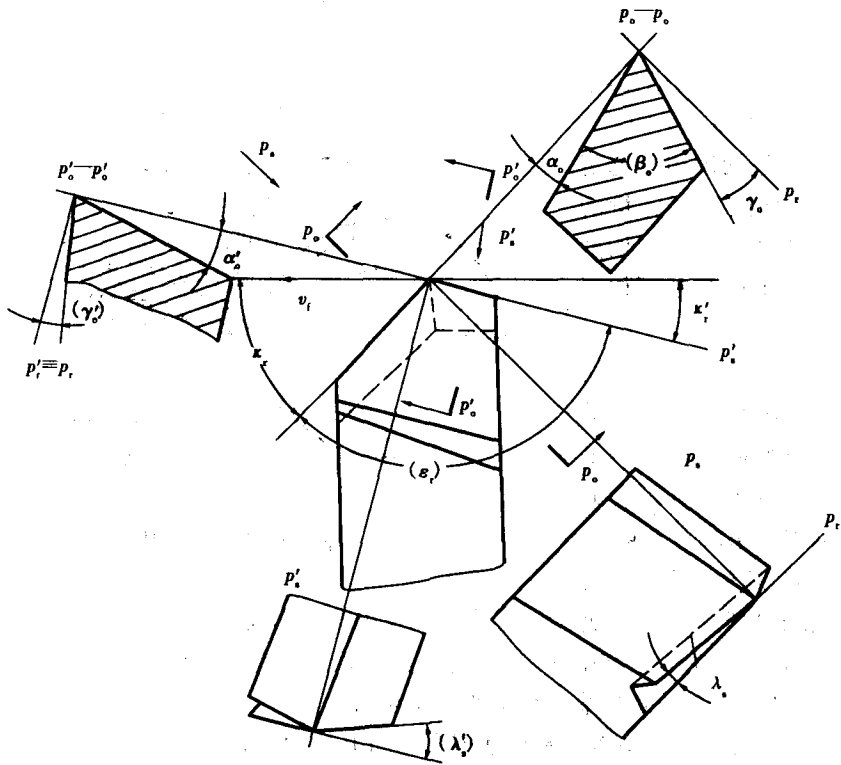


图 1.7 车刀正交平面参考系角度标注

楔角 β_0 前刀面与后刀面之间的夹角。有

$$\beta_0 = 90^\circ - (\gamma_0 + \alpha_0)$$

B. 副正交平面 P'_0 中测量的角度:

副后角 α' 副后刀面与副切削平面之间的夹角。

C. 基面 P_0 中测量的角度:

主偏角 (κ_r) 进给方向与主切削刃在基面上的投影之间的夹角;

副偏角 (κ'_r) 进给方向与副切削刃在基面上的投影之间的夹角;

刀尖角 (ϵ_r) 主切削刃与副切削刃在基面上投影之间的夹角。有

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

D. 切削平面 P_s 中测量的角度:

刃倾角(λ_s) 主切削刃与基面之间的夹角。

刀具的前刀面、后刀面及主切削刃的方位,用前角 γ_o 、后角 α_o 、主偏角 κ_r 、刃倾角 λ_s 4 个角度就可以确定。其中, γ_o 与 λ_s 确定了前刀面的方位, κ_r 和 α_o 确定了后刀面的方位, κ_r 与 λ_s 确定了主切削刃的方位。

同理,对副切削刃建立正交坐标平面参考系可以得到副切削刃的相应角度,但由于副切削刃与主切削刃共处于同一前刀面中,因此,当 γ_o 和 λ_s 两角确定后,前刀面方位已经确定,副前角与副刃倾角也同时被确定。所以,副切削刃角度只须标注副偏角 κ'_r 和副后角 α'_o 。

所以,外圆车刀的 3 个刀面、两条切削刃,只须标注 6 个独立角度就可以完全确定刀具刀头部分的几何形状及方位。

根据 ISO 规定,在正交平面中,若前刀面在基面之上时,前角为负;前刀面在基面之下时,前角为正;前刀面与基面相重合时,前角为零。后角也有正负之分,但切削加工中后角一般只有正值,无零值及负值。

当刀尖是主切削刃上最高点时,刃倾角为正值;当刀尖是切削刃上最低点时,刃倾角为负值;切削刃与基面相重合时,刃倾角为零。正交平面中的刀具角度称为刀具标注角度。我国主要采用正交平面坐标系刀具角度标注。

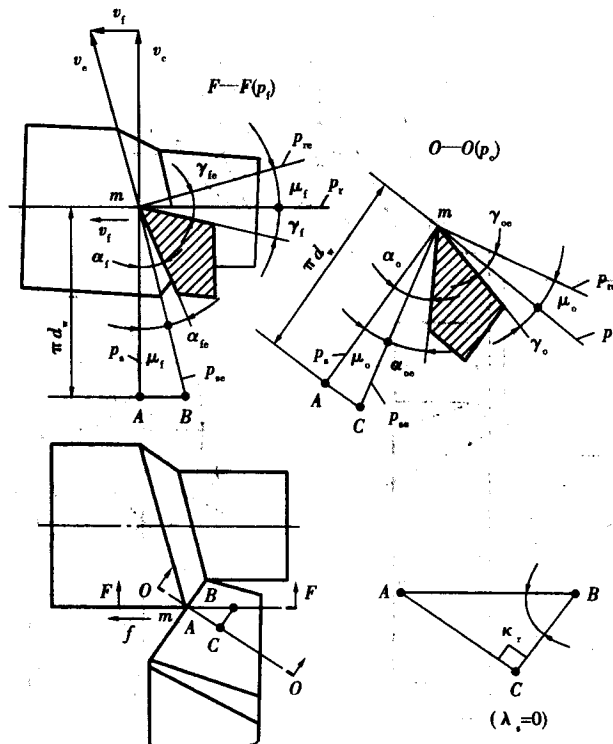


图 1.8 纵向进给时刀具的工作角度

(3) 刀具工作切削角度

切削中,随着切削条件改变,如切削大螺距螺纹、铲背、切断、钻孔时分析钻心附近的切削条件或刀具安装特殊时,刀具的实际切削角度变化较大。这时对刀具的实际切削角度与标注角度进行换算,目的是使刀具得到更为合理的角度值,便于刃磨或制造刀具。刀具实际切削角

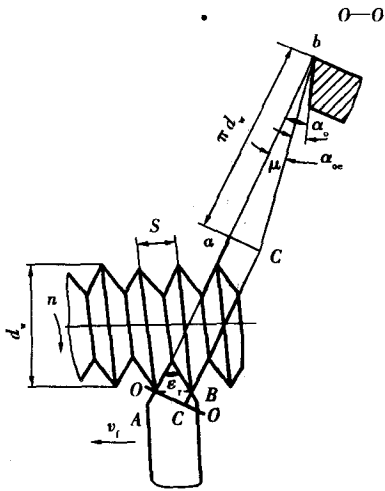


图 1.9 车削螺纹时的工作角度

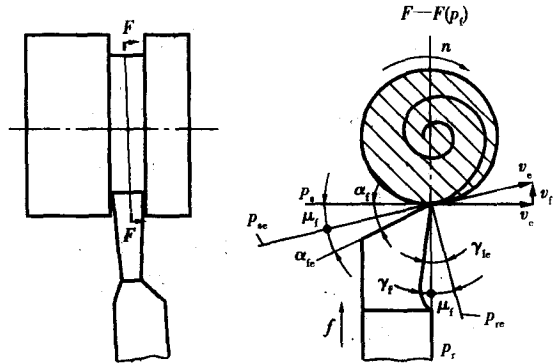


图 1.10 横向进给时刀具的工作角度

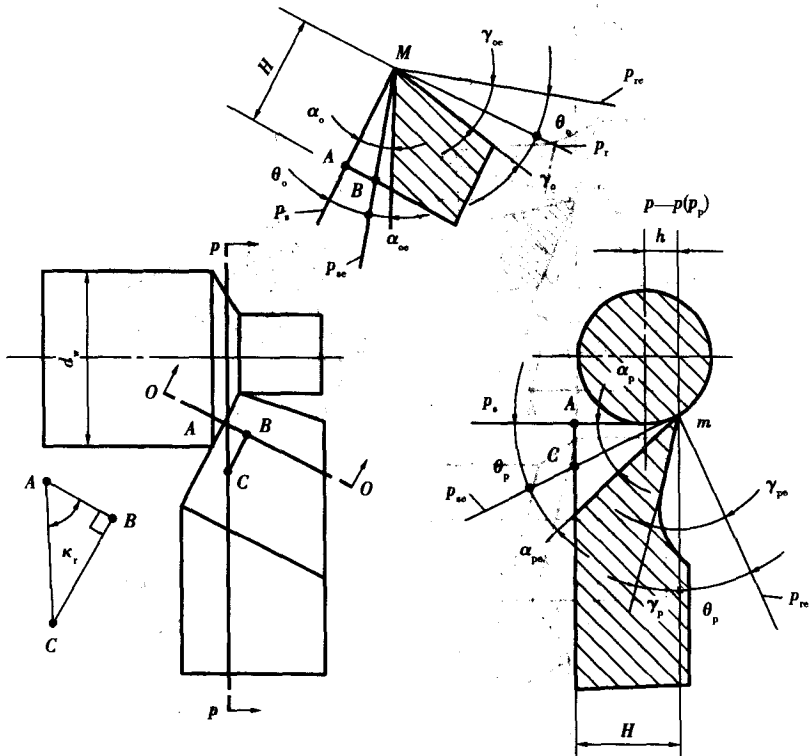


图 1.11 刀具安装位置对刀具工作角度的影响

度应在切削(工作)平面坐标系中定义。刀具的进给运动及刀具的安装位置对刀具的工作角度有一定的影响。

1) 进给运动对刀具工作角度的影响

当刀具作纵向进给运动时,如图 1.8 所示,由于是以合成运动速度为依据建立切削(工作)坐标系,因此,刀具的工作前角较标注角度增大,刀具的工作后角较标注后角减小。

当车削螺纹时,如图 1.9 所示,由于螺距(纵向进给量)较大,刀具的切削平面为切于螺纹表面的平面 bc ,使刀具的工作角度倾斜了一个 μ 角,主剖面后角为 α_0 的刀具其工作后角变化为

$$\alpha_{oe} = \alpha_0 - \mu$$

当刀具作横向运动时,如图 1.10 所示,由于刀具相对于工件的运动轨迹是阿基米德螺旋面,切削平面为通过切削刃切与螺旋面的平面,而基面又与其恒垂直,因而引起了刀具实际切削前、后角的变化,使刀具的工作前角较标注前角增大,刀具的工作后角较标注后角减小。

2) 刀具安装位置对刀具工作角度的影响

① 刀具安装时,刀尖不在工件的中心线上,如图 1.11 所示,刀尖安装位置高于工件中心线时刀具工作角度的变化,其工作前角比标注角度增大,工作后角比标注角度减小。若刀尖安装位置低于工件中心线,情况则相反。

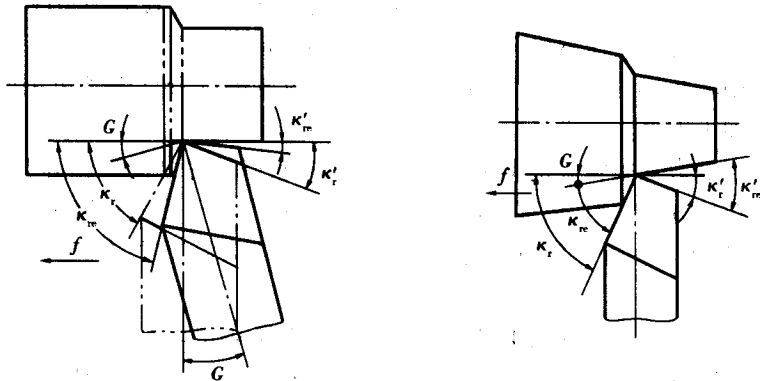


图 1.12 刀杆轴线不垂直于进给运动方向的工作角度

② 刀杆轴线不垂直于进给运动方向如图 1.12 所示,在基面内,若刀具轴线在安装时不垂直于进给运动方向,则刀具工作主偏角和工作副偏角将增大或减小。

1.1.5 刀具材料及选择

在金属切削过程中,刀具切削部分承担切削工作,因此,金属切削生产率、成本、质量在很大程度上取决于刀具材料的切削性能的优劣及其选择。

(1) 刀具材料应具备的性能

切削时,由于变形与摩擦,刀具承受了很大的压力、很高的温度,有时还要承受强烈的冲击。因此,作为刀具材料应满足以下性能要求:

- ① 高的硬度与耐磨性,即比工件材料硬和具有良好的抗磨损能力;
- ② 足够的强度和韧性,以承受切削中的压力、冲击与振动,避免崩刃和折断;
- ③ 高的耐热性(热稳定性),即高温下保持硬度、耐磨性、强度和韧性的能力;
- ④ 良好的工艺性,如锻造性、热处理性、可加工性等,以便于刀具的制造;
- ⑤ 经济性。

(2) 常用的刀具材料

目前,生产中常用的刀具材料以高速钢和硬质合金居多。碳素工具钢、工具钢因耐热性差,仅用于手工或切削速度较低的刀具。

1) 高速钢 高速钢是在合金工具钢中加入了较多的 W、Mo、Cr、V 等合金元素的高合金工具钢,其合金元素与碳化物形成了高硬度的碳化物,使高速钢具有很好的耐磨性。钨和碳的原子结合力很强,提高了钢的高温硬度。钼的作用与钨基本相同,并能细化碳化物的晶粒,减少钢中碳化物的不均匀性,提高钢的韧性。

高速钢的综合性能较好,是应用最广泛的刀具材料。其抗弯强度较高,韧性较好,热处理后硬度为 HRC63 ~ 66,易磨出较锋利的切削刃,故生产中常称为“锋钢”。高速钢具有较高的热稳定性,在 600 ~ 660 °C 时仍能进行正常的切削,切削碳钢时切削速度可达 30 m/min 左右;其制造工艺简单,容易磨成锋利的切削刃,可锻造,可以制造刃形复杂的刀具,如钻头、丝锥、成形刀具、拉刀、齿轮刀具等,是制造这些刀具的主要材料。高速钢可以加工碳钢、有色金属和铸铁等多种材料。

高速钢按化学成分分为钨系、钨钼系高速钢;按切削性能分为普通和高性能高速钢。

①普通高速钢 普通高速钢可分为钨系高速钢和钨钼系高速钢两类。

钨系高速钢中较常用的牌号是 W18Cr4V,它具有较好的综合性能和可磨削性,可制造各种复杂刀具和精加工刀具。

钨钼系高速钢最常见的牌号是 W6Mo5Cr4V2,具有较好的综合性能。由于钼的作用,其碳化物呈细小的颗粒且分布均匀,故其抗弯强度和冲击韧性都高于钨系高速钢,并且有较好的热塑性,适于制作热轧工具。但这种材料有脱碳敏感性大,淬火温度窄,较难掌握热处理工艺等缺点。

②高性能高速钢 高性能高速钢是在普通高速钢的基础上,通过调整化学成分和添加其他合金元素,使其性能比普通高速钢提高一步的新型高速钢,在 630 ~ 650 °C 仍可保持 HRC60 的硬度,故又称为高热稳定性高速钢。此类高速钢主要用于高温合金、钛合金、高强度钢和不锈钢等难加工材料的切削加工。

典型牌号有高碳高速钢 9W18Cr4V(较高硬度、耐磨性和耐热性,但其强度和韧性略有下降)、高钒高速钢 W6Mo5Cr4V3(高的耐磨性,用于切削高强度钢,刃磨比普通高速钢困难)、钴高速钢 W2Mo9Cr4VCo8(有良好的综合性能,用于切削高温合金、不锈钢等难加工材料,但我国由于钴原材料较少应用不多)、铝高速钢 W6Mo5Cr4V2Al(我国独创,达到了钴高速钢的切削性能,可加工性好,价格低廉,但刃磨性差、热处理工艺要求较严)等。

2) 硬质合金 硬质合金是用粉末冶金方法制成的一种刀具材料。它是由硬度和熔点很高的金属碳化物(WC、TiC 等)微粉和金属粘结剂(Co、Ni、Mo 等),经高压成形,并在 1 500 °C 左右的高温下烧结而成。

硬质合金的硬度高达 HRA89 ~ 94,耐磨性很好,耐热性为 800 ~ 1 000 °C,切削速度可达 100 m/min 以上,能切削淬火钢等硬材料。但其抗弯强度低、韧性差、怕冲击和振动,制造工艺性差。硬质合金以其优良的切削性能广泛用作刀具材料(约占 50%)。如大多数的车刀、端铣刀、深孔钻、铰刀、拉刀、齿轮刀具等。

①钨钴类硬质合金(YG) 它由碳化钨和钴构成,其硬度为 HRA89 ~ 91.5,耐热性为 800 ~ 900 °C,主要用于加工铸铁、有色金属及非金属材料。硬质合金中含钴量越多,韧性越好,适