

Jixie Zhizao Jishu Jichu 机械制造技术基础

翁世修 吴振华 编



上海交通大学出版社

TH16
W68

445513

上海交通大学“九五”重点教材

机械制造技术基础

翁世修 吴振华 编

上海交通大学出版社

2005/19

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/翁世修,吴振华编. —上海:上海交通大学出版社,1999. 6

ISBN 7-313-02199-2

I. 机… II. ①翁… ②吴… III. 机械制造 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 15959 号

机械制造技术基础

翁世修 吴振华 编

上海交通大学出版社出版发行

上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030

电话 64281208 传真 64683798

全国新华书店经销

立信会计常熟市印刷联营厂·印刷

开本:787×1092(mm)1/16 印张:16.75 字数:413 千字

版次:1999 年 8 月 第 1 版

印次:1999 年 8 月 第 1 次

ISBN 7-313-02199-2/TH·072

定价:27.50 元

本书任何部分文字及图片,如未获得本社书面同意,
不得用任何方式抄袭、节录或翻印。

(本书如有缺页、破损或装订错误,请寄回本社更换。)

前 言

随着计划经济向社会主义市场经济转轨,我国高等教育事业正进行着一场重大变革。就人才培养而言,一改过去单一的行业专家的培养模式,力求造就一代知识面较广的、适应性较强的宽厚型、复合型、开拓型的新型人才。

本着此宗旨,上海交通大学机械工程学院强调一级学科办学,不分专业,从1994年开始实行了将原来按专业招生改为按院(系)招生的重大改革,对全院学生在设计、制造、控制等方面的专业知识具有同样的基本培养要求。其中为加强机械制造方面的知识力度,需对全院学生开设一门新课——机械制造技术基础。

为此,特将原机械制造专业的三门主课(金属切削原理及刀具、金属切削机床及机械制造工艺学)中的基本内容,加以提炼、充实和更新,在1996年编写成《机械制造技术基础》内部教材。该教材适用于54学时,曾试用过三届,效果良好,基本上满足了新的教学要求;但也发现了一些不足之处。为此,我们针对教学中所发现的问题,对原内部教材作了较大范围的改写,遂编成了此正式出版的《机械制造技术基础》一书。

本书内容的取材,侧重机械制造方面的基本知识、基本原理和基本方法。包括金属切削过程的物理现象及其规律,切削刀具的功用、性能和常用加工设备的传动、构造,以及有关加工质量、工艺装备、工艺规程等方面的必备知识。此外,还辟有单独一章,专门讲述现代制造技术的基础内容——数控加工及其编程等问题。本书内容对从事机械设计、机械加工、加工控制及有关工程管理的技术人员来说,都是必不可少的知识。

原内部教材由翁世修、吴振华、刘国良、游淳和浦娅编写,现出版的本书由翁世修和吴振华改写改编而成。全书共11章,其中第三、四、六、七、八各章由翁世修编写,第一、二、五、九、十、十一各章由吴振华编写,并由翁世修统稿。

本书为高等学校机械类的教材及大专院校机械学科的教学用书,也可供从事机械工程的技术人员、管理人员及有关专业师生参考。

由于编者水平有限,书中不当之处在所难免,恳请读者不吝指正。

编 者

1999年5月

目 录

第一章 金属切削加工及刀具的基本知识	1
第一节 切削加工基本知识	1
一、切削运动和工件加工表面	1
二、刀具切削部分的几何参数	2
三、切削用量和切削层参数	5
第二节 常用刀具材料和刀具种类	7
一、刀具材料应具备的基本性能	7
二、常用刀具材料的类型及选用	7
三、常用刀具种类	10
习题和思考题	12
第二章 金属切削过程中的物理现象	13
第一节 切屑和积屑瘤	13
一、切屑的形成	13
二、切屑的形态	13
三、积屑瘤现象	14
四、积屑瘤的产生	14
第二节 切削力	14
一、切削力的产生	14
二、切削合力、分力和切削功率	15
三、影响切削力的因素	16
四、切削力的计算	17
第三节 切削热和切削温度	19
一、切削热的产生和导出	19
二、影响切削温度的因素	19
第四节 刀具磨损及耐用度	22
一、刀具磨损形式	23
二、刀具磨损过程	23
三、刀具磨损原因	24
四、刀具的磨钝标准	24
五、刀具耐用度	25
习题和思考题	26

第三章 车削加工	27
第一节 车削加工的特征	27
一、车削的用途和种类	27
二、车削的加工范围与运动	27
三、车削加工中使用的刀具	28
四、车削的加工精度	30
第二节 车削加工的工件定位装夹方法	30
一、工件在顶尖上的定位装夹	31
二、工件在卡盘上的定位装夹	31
第三节 卧式车床及其传动	33
一、卧式车床总布局	33
二、卧式车床的传动系统	34
第四节 卧式车床的几个主要结构	42
一、主轴箱	42
二、溜板箱	47
第五节 其他类型车床及其加工范围	50
一、转塔、回轮车床	50
二、马鞍车床	52
三、立式车床	52
第六节 自动车床及其加工范围	53
一、CM1107 型纵切自动车床及其工作原理	53
二、纵切自动车床的传动	55
三、纵切自动车床的刀架	57
习题和思考题	58
第四章 铣削加工	60
第一节 铣削的功用和铣刀种类	60
一、铣削的加工和特点	60
二、铣刀的种类	62
第二节 铣刀的几何角度	63
一、参照坐标平面	63
二、圆柱铣刀的几何角度	64
三、端铣刀的几何角度	65
第三节 铣削及其技术特性	66
一、铣削要素及切削层参数	66
二、铣削方式	68
三、铣削力和功率	70
四、铣刀的磨损、破损与耐用度	73

第四节 铣削用量的选择	75
一、铣削深度 a_p 的选择	75
二、进给量 a_f 的选择	76
三、铣削速度 v 的选择	76
第五节 铣床及其加工范围	76
一、升降台铣床	76
二、无升降台铣床	78
三、龙门式铣床	78
四、圆工作台铣床	79
习题和思考题	79
第五章 钻、镗、刨、插、拉削加工	80
第一节 钻削与孔加工刀具	80
一、孔加工刀具的种类和用途	80
二、麻花钻的构造与主要几何参数	83
三、钻削特点	87
第二节 钻床及其加工范围	91
一、立式钻床	91
二、台式钻床	92
三、摇臂钻床	92
四、深孔钻床	93
第三节 镗床及其加工范围	94
一、卧式镗床	94
二、落地镗床和落地铣镗床	95
三、金刚镗床	97
四、坐标镗床	99
第四节 刨床、插床及其加工范围	99
一、牛头刨床	99
二、龙门刨床	100
三、单臂刨床	100
四、插床	102
第五节 拉床及其加工范围	102
习题和思考题	104
第六章 齿轮加工	105
第一节 齿轮种类及加工方法	105
一、成形法	105
二、范成法	105
第二节 常用齿轮刀具	106

一、成形法加工的齿轮刀具	106
二、范成法加工的齿轮刀具	107
第三节 滚齿加工及其运动分析	114
一、滚齿原理	114
二、直齿圆柱齿轮的齿面加工及其传动原理	115
三、斜齿圆柱齿轮的齿面加工及其传动原理	116
四、蜗轮的齿面加工及其传动原理	118
第四节 滚齿机及其加工范围	118
一、用途、外形及技术性能	118
二、Y3150E 型滚齿机传动系统分析	119
第五节 其他齿轮加工机床及其加工范围	123
一、插齿机	123
二、磨齿机	124
习题和思考题	126
第七章 磨削加工	128
第一节 磨削概述及其原理	128
一、概述	128
二、磨削原理	129
第二节 砂轮的性质和使用选择	129
一、砂轮的性质及其适用场合	129
二、砂轮的使用和选择	133
第三节 磨床的基本运动及其特点	135
一、磨削的切削用量	135
二、各种磨削方式的特点及机床类型	136
第四节 M1432A 型万能外圆磨床及其加工范围	142
一、机床的用途和布局	142
二、机床的传动系统	143
三、主要部件的结构	145
第五节 表面光整加工方法和原理	151
一、砂带磨削	151
二、研磨	152
三、珩磨	152
四、超精磨	153
五、抛光	153
习题和思考题	154
第八章 数控加工	155
第一节 概述	155

一、柔性自动化和数控加工	155
二、数控机床的组成和加工特点	155
三、数控机床的分类	158
第二节 数控加工原理	160
一、数控加工过程	160
二、数控工作原理	160
三、插补运算	163
第三节 编程	165
一、程序编制的内容及步骤	165
二、数控机床的坐标系	166
三、数控编程	168
第四节 数控机床——加工中心	174
一、加工中心的特点	174
二、JCS-018 型加工中心的布局和传动系统	175
三、JCS-018 型加工中心的典型机构	176
第五节 数控机床的发展方向	179
习题和思考题	180
第九章 工件的安装和夹具基本知识	181
第一节 机床夹具概述	181
一、工件的安装	181
二、安装方式	181
三、夹具的功用、分类和组成	183
第二节 定位原理和定位类型	185
一、六点定位原则	185
二、定位支承点的演化	187
三、根据加工要求决定所需限制的自由度	188
四、欠定位和过定位	190
五、常用定位元件限制自由度的情况	191
第三节 定位方式及定位元件	193
一、工件以平面定位	193
二、工件以外圆柱面定位	197
三、工件以圆柱孔定位	199
四、工件以特殊表面定位	202
五、工件以组合表面定位	202
第四节 工件的夹紧	205
一、工件夹紧的基本要求	205
二、夹紧装置的组成	205
三、夹紧力的确定	206

四、基本夹紧机构	208
第五节 夹具应用实例	212
一、车床夹具	212
二、铣床夹具	214
三、钻床夹具	217
习题和思考题	219
第十章 机械加工质量	223
第一节 机械加工精度	223
一、加工精度和加工误差	223
二、机械加工的经济精度	224
三、工件尺寸精度的获得方法	228
四、加工误差的来源——影响加工精度的误差因素	228
五、误差敏感方向	229
第二节 机械加工表面质量	230
一、表面质量的含义	231
二、粗糙度对零件使用性能的影响	231
三、切削加工后表面粗糙度的产生	233
四、加工表面物理-机械性能的变化	235
五、提高表面质量的途径	238
习题和思考题	240
第十一章 工艺过程的基本知识	241
第一节 工艺过程和工艺规程	241
一、概述	241
二、工艺过程的组成	242
第二节 生产纲领和生产类型	244
一、生产纲领	244
二、生产类型	244
第三节 机械加工工艺规程的制订	246
一、工艺规程概述	246
二、制订机械加工工艺规程的步骤	250
三、工艺路线中的几种顺序安排	254
习题和思考题	256

第一章 金属切削加工及刀具的基本知识

金属切削加工是机械制造业中的一种基本加工方法。加工时工件和刀具都安装在机床上并完成一定的相对运动,使刀具在工件毛坯上切去一部分多余的材料,将毛坯加工成具有一定尺寸、形状、精度和表面质量的零件。切削加工必须具备三个条件:刀具与工件之间要有相对运动;刀具具有适当的几何参数,即切削角度;刀具材料具有一定的切削性能。刀具与工件之间的切削运动是由机床完成的,因此机床是机械制造业中重要的加工设备。由机床、夹具、刀具和工件组成的金属切削加工工艺系统是机械制造技术的主要研究对象。

第一节 切削加工基本知识

一、切削运动和工件加工表面

1. 切削运动

切削加工中,工件与刀具间必须完成一定的相对运动,即切削运动,而切削运动一般是主运动和进给运动的合成,见图 1-1。

(1) 主运动 它是切削运动中最主要的运动。通常,主运动的速度较高,消耗的切削功率也最大,在切削运动中主运动只有一个。主运动可以是旋转运动,如车削、铣削、钻削、磨削等;

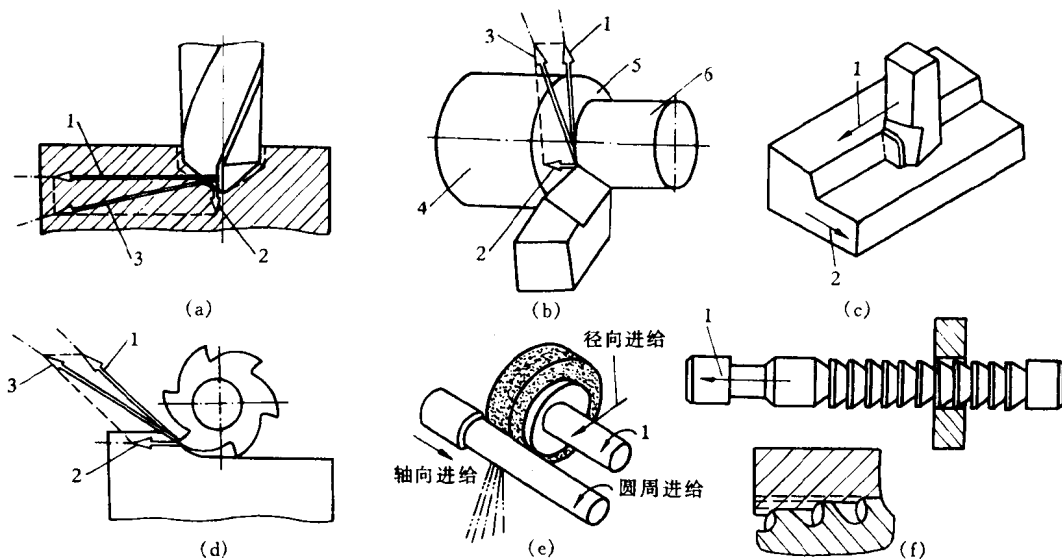


图 1-1 钻、车、刨、铣、磨、拉削的切削运动

1—主运动(刀具完成) v ; 2—进给运动 v_f ; 3—合成运动 v_c ; 4—待加工表面; 5—加工表面; 6—已加工表面

也可以是直线运动,如刨削、插削、拉削等。主运动可由工件完成,如车削、龙门刨床上刨削;也可以由刀具完成,如铣削、牛头刨床上刨削、磨削、钻削等。

(2) 进给运动 它是一种在切削运动中不断地把切削层投入,使切削工作得以持续下去的运动。一般,进给运动的速度较低,功率消耗也较少。其数量可以是一个,如钻削(钻头轴向进给);也可以是多个,如外圆磨削(轴向进给、圆周进给和径向进给)。可以是连续进行的,如钻孔、车外圆、铣平面等;也可以是断续进行的,如刨平面、车外圆时的横向进给等。进给运动可以是工件完成的,如铣削、磨削等;也可以是刀具完成的,如车削、钻削等。

工件加工新表面的形成是靠刀具与工件之间的切削运动实现的。当进给运动连续进行时,主运动和进给运动的合成运动是实际切削运动。由于进给速度常常比主运动速度小得多,故常将主运动看成是切削运动。

图 1-1a 表示钻床上钻孔。钻头的旋转运动是其主运动,钻头沿其轴线的直线运动是其进给运动,由这两个运动的合成切出了工件新表面。

图 1-1c 表示刨床上刨平面。刨刀在水平方向上作往复直线运动,使刀具实现主运动,工件随工作台面间歇性的横向进给运动,由这两个运动配合形成了工件新平面。

图 1-1d 表示铣床上铣平面。铣削加工的主运动是铣刀的旋转运动,进给运动是工件的直线移动,两者的合成是实际切削运动,铣出工件新表面。

图 1-1e 表示在外圆磨床上磨削工件外圆。它一共有四个运动:砂轮的旋转运动为主运动;砂轮横向切入工件的运动称为径向进给运动;工件相对于砂轮的轴向运动称为轴向进给运动;工件的旋转运动称为圆周进给运动。

图 1-1f 表示拉床上拉削圆孔。拉削运动只有一个,即拉刀的直线运动,是其主运动。由于拉刀上有许多刀齿,且后一刀齿的齿高略微高于前一刀齿,当拉刀作直线运动时,便能依次地从工件上切下很薄的金属。故拉削不再需要进给运动,进给运动的功能已为刀齿的逐个升高量取代。

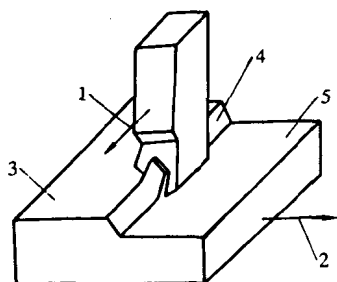


图 1-2 平面刨削的切削运动与加工表面

1—主运动; 2—进给运动; 3—待加工表面; 4—加工表面; 5—已加工表面

2. 工件加工表面

以车削为例,工件在车削过程中有三个不断变化着的表面(见图 1-1b):

待加工表面——即将被切除金属层的表面;

已加工表面——已经切去一部分金属而形成的新表面;

加工表面——切削刀正在切削的表面,也就是待加工表面和已加工表面间的过渡表面。

上述这些定义也适用于其他类型的切削加工,如图 1-2

所示的平面刨削的加工情况。

二、刀具切削部分的几何参数

1. 刀具切削部分的组成

切削刀具的种类繁多,形状复杂,但却有共同的特征,都具有楔形的切削部分(楔形刀头)。车刀是最简单的刀具,其他刀具则可认为是车刀的演变和组合。因此以普通外圆车刀为代表来确定切削部分的基本定义,也必然适用于其他刀具。

车刀由刀杆和刀头两部分组成(见图 1-3),其切削部分组成要素的名称和定义如下:

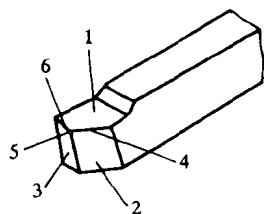


图 1-3 车刀的切削部分

1—前刀面 A_f ; 2—主后刀面 A_a ; 3—副后刀面 A'_a ;
4—主刀刃; 5—刀尖; 6—副刀刃

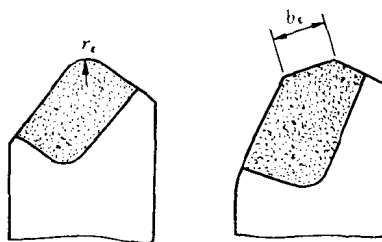


图 1-4 刀尖(过渡刃)形式

前刀面 A_f ——切屑沿其流出的刀面;

主后刀面 A_a ——与工件加工表面相对的刀面;

副后刀面 A'_a ——与工件已加工表面相对的刀面;

主刀刃——前刀面与主后刀面的交线,它负担主要切削工作;

副刀刃——前刀面与副后刀面的交线,它配合主刀刃最终形成已加工表面;

刀尖(过渡刃)——主刀刃与副刀刃的交点。为了加强刀尖强度,一般将刀尖做成圆弧(圆弧半径 r_t)或折线过渡刃(过渡刃长度 b_t),见图 1-4。

2. 参考系的确定

要确定刀面和刀刃的空间位置,可用刀具几何角度来表示,而要定义这些角度则需要一系列参照平面,由这些平面组成的平面系称为参考系。用于确定刀具角度的参考坐标系有两类:一类称标注坐标系或静态参考系,它是刀具设计计算、绘图标注、制造刃磨和测量角度时的基准,是定义刀具标注角度的参考系;另一类是工作坐标系,也称为动态参考系,它是确定刀具在切削运动中角度的基准,用它定义的角度称工作角度。

标注坐标系与工件不发生直接联系,只在刀具上假定一个主运动方向和进给运动方向,不考虑运动速度大小和刀具相对于工件的安装情况;而工作坐标系要与工件联系,并需考虑到切削点合成运动速度及刀具安装情况的影响。必须注意,参考系和刀具角度都是对刀刃上某一研究点而言的,刀刃上不同的点应建立各自的参考系,表示各自的角度。这里主要介绍主剖面标注坐标系,见图 1-5。

(1) 基面 P_r 。通过切削刃某选定点 x ,与主运动假定方向 v 相垂直的平面。对车刀、刨刀而言,其基面平行于刀具的底面。对钻头、铣刀而言,则为通过切削刃某选定点且包含刀具轴线的平面。基面是刀具制造、刃磨、测量时的定位基准。

(2) 切削平面 P_s 。通过刀刃某选定点 x ,与刀刃相切且垂直于基面 P_r 的平面。

(3) 主剖面 P_o 。通过刀刃某选定点 x ,同时垂直于基面与切削平面的平面。故主剖面必然垂直于刀刃在基面 P_r 上的投影。

主剖面系 P_r 、 P_s 、 P_o 三平面相互正交,又称为正交剖面系。类似地,通过副刀刃上任意选

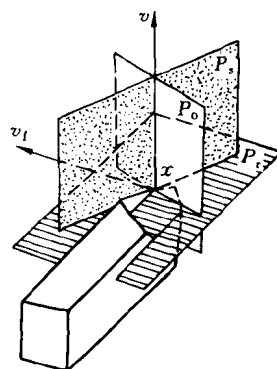


图 1-5 主剖面参考系

定点 x' 也可建立一套相互正交的坐标平面 P_r 、 P'_s 和 P'_t (略), 然而两者的基面 P_r 是相同的。

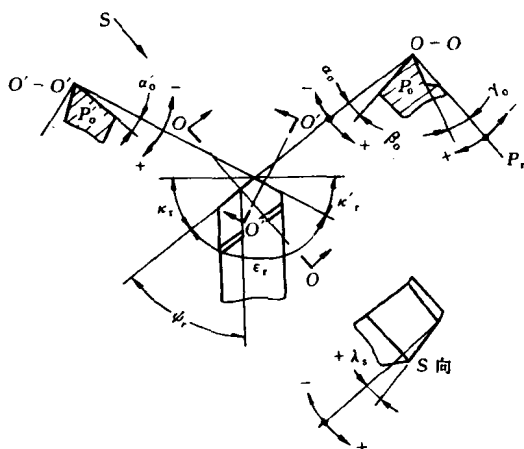


图 1-6 外圆车刀主剖面参考系的标注角度

90°时, 后角为负; 后刀面垂直于基面时, 后角为零 (注意: 为避免切削过程中刀具后刀面与工件加工表面间有过大的摩擦, 后角必须大于 0°)。

(3) 主偏角 κ_r 是主刀刃在基面上的投影与假定的进给方向之间的夹角, 是在基面 P_r 上测量的角度。

(4) 副偏角 κ'_r 是副刀刃在基面上的投影与假定的进给方向之间的夹角, 也是在基面 P_r 上测量的角度。

(5) 副后角 α'_s 是副后刀面与副切削平面 P'_s 之间的夹角, 是在副剖面 P'_s 中测量的角度。

(6) 刃倾角 λ_s 是主刀刃与基面之间的夹角, 是确定主刀刃位置的一个标注角度, 在切削平面 P_s 内测量。当刀尖是切削刃上最高点时, 刃倾角为正; 当刀尖是切削刃上最低点时, 刃倾角为负。 λ_s 是与排屑方向有关的角, $\lambda_s = 0^\circ$ 时的切削称为正切削或直角切削, $\lambda_s \neq 0^\circ$ 时的切削称为斜切削或斜角切削。刀具前、后角及刃倾角正、负判别法见图 1-7。

上述六个角度是刀具上的基本角度, 此外, 刀具上还有几个角度是上述基本角度派生出来的, 其中有:

(7) 楔角 β_s 是前刀面与后刀面之间的夹角, 是在主剖面 P_o 中测量的, 有 $\beta_s = 90^\circ - (\alpha_o + \gamma_o)$ 。

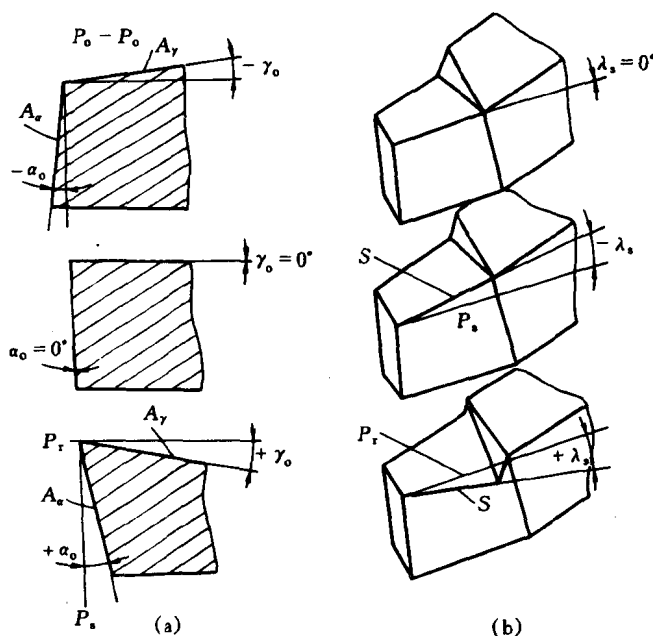


图 1-7 车刀角度正、负的规定方法

(a) 前、后角; (b) 刃倾角

γ_0)。

(8) 刀尖角 ϵ_r 是主、副刀刃在基面上投影之间的夹角,在基面 P_r 上测量,有 $\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r)$ 。

(9) 余偏角 ϕ_r 是主刀刃在基面上的投影与进给的垂直方向之间的夹角,是在基面 P_r 上测量的,有 $\phi_r = 90^\circ - \kappa_r$ 。

三、切削用量和切削层参数

1. 切削用量

切削用量是指切削速度、进给量和切削深度三者的总称,这三者又称切削用量三要素。它们的含义如下。

(1) 切削速度 v 切削加工时,刀刃上选定点相对于工件的主运动速度。由于刀刃上各点的切削速度可能是不同的,一般,切削速度是指刀刃上的最大切削速度。当主运动为旋转运动时,刀具或工件最大直径处的切削速度就是该加工时的切削速度,由下式确定:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

式中 d ——完成主运动的刀具或工件的最大直径(mm);

n ——主运动的转速(r/min)。

(2) 进给速度 v_f 和进给量 f 进给速度 v_f 是刀刃上选定点相对于工件的进给运动的速度,其单位为 mm/min。若进给运动为直线运动,则进给速度在刀刃上各点是相同的。

进给量 f 是工件或刀具的主运动每转或每双行程时,工件和刀具在进给运动中的相对位移量。如车削外圆时,进给量 f 指工件每转一转时车刀相对于工件在进给运动方向上的位移量,其单位为 mm/r;而在牛头刨床上刨削平面时,则进给量 f 指刨刀往复一次,工件在进给运动方向上相对于刨刀的位移量,其单位为 mm/双行程。有关系式

$$v_f = n \cdot f \quad (\text{mm/min})$$

(3) 切削深度 a_p 切削深度等于工件已加工表面与待加工表面间的垂直距离,对于外圆车削

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

式中 d_w ——工件加工前直径(mm);

d_m ——工件加工后直径(mm)。

对于钻孔 $a_p = d_m/2$ (mm)

2. 切削层参数

在切削过程中,刀具的刀刃在一次走刀中从工件待加工表面切下的金属层,称为切削层。切削层参数就是指这个切削层的截面尺寸,它决定了刀具切削部分所承受的负荷和切屑的尺寸大小。现以外圆车削为例来说明切削层参数的定义。如图 1-8 所示,车外圆时,车刀主

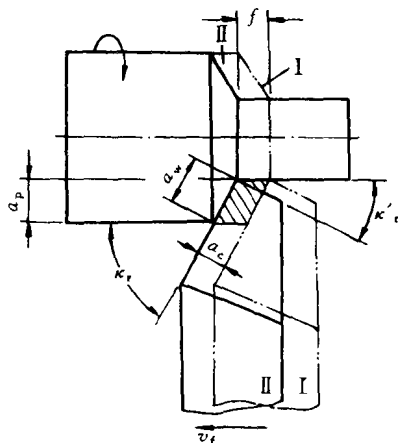


图 1-8 切削层参数

刀刃上任意一点相对于工件的运动轨迹是一条螺旋线；整个主刀刃切出一个螺旋面。工件每转一周，车刀沿工件轴线移动一个进给量 f 的距离，主刀刃及其对应的工件切削表面也在连续移动中由位置 I 移至相邻位置 II，因而 I、II 之间的一层金属被切下。这一切削层的参数，通常都在过刀刃上选定点并与该点主运动方向垂直的平面内，在不考虑进给运动影响的基面内观察和度量。

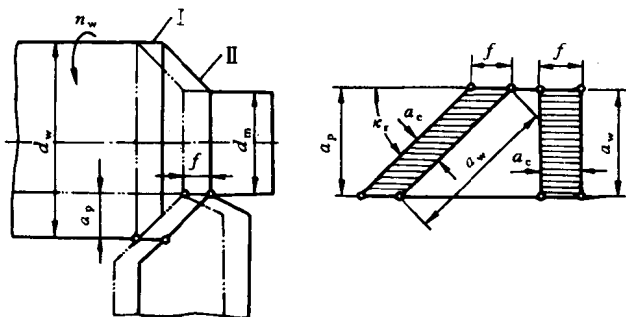


图 1-9 外圆纵车时切削层的参数

(1) 切削厚度 a_c 是在垂直于切削刀的方向上度量的切削层尺寸。若车刀主刀刃为直线，且 $\lambda_s = 0^\circ$ ，由图 1-9 可知：

$$a_c = f \cdot \sin \kappa_r$$

当主偏角 κ_r 变化时，切削厚度 a_c 将随之变化，如图 1-10 所示。

a_c 的大小能代表单位长度切削刃上工作负荷的大小。若车刀刃为圆弧或任意曲线，则对应于切削刃上各点的切削厚度是不相等的，如图 1-11 所示。

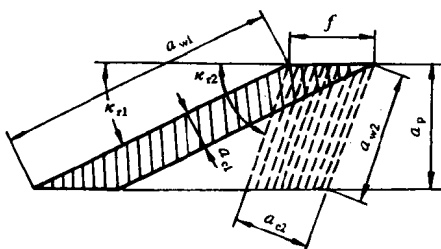


图 1-10 κ_r 不同时 a_c 、 a_w 的变化

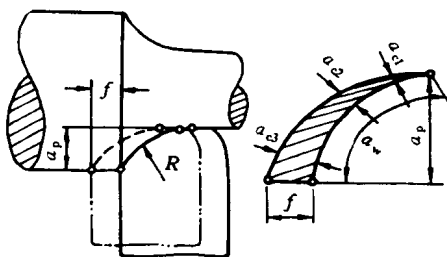


图 1-11 曲线切削刃工作时的 a_c 及 a_w

(2) 切削宽度 a_w 沿加工表面度量的切削层尺寸称为切削宽度。若车刀主刀刃为直线，且 $\lambda_s = 0^\circ$ (见图 1-9) 时

$$a_w = a_p / \sin \kappa_r$$

可见，在 f 和 a_p 一定的条件下， κ_r 越大，则 a_c 也越大，但 a_w 越小；当 κ_r 越小时， a_c 越小， a_w 越大；当 $\lambda_s = 0^\circ$ ，且 $\kappa_r = 90^\circ$ 时

$$a_c = f \quad a_w = a_p$$

a_w 对刀具的散热性影响很大， a_w 大则刀具散热性能良好。

(3) 切削面积 A_c 是切削层在基面 P_r 内的面积，用 A_c 表示：

$$A_c = a_c \cdot a_w$$

当 $\lambda_s = 0^\circ$ 时

$$A_c = f \cdot a_p$$

第二节 常用刀具材料和刀具种类

一、刀具材料应具备的基本性能

刀具材料通常是指刀具切削部分的材料。其性能的好坏将直接影响切削效率、刀具寿命和加工成本。因此正确选择刀具材料是设计和选用刀具的重要内容之一。

由于刀具在切削时,要克服来自工件的弹塑性变形的抗力和来自切屑、工件的摩擦力,常使刀具切削刃上出现很大的应力并产生很高的温度,刀具将会出现磨损和破损。因此为使刀具能正常工作,刀具材料应能满足如下一些性能要求。

- (1) 高的硬度和耐磨性 常温下刀具硬度应在 HRC60 以上。
- (2) 足够的强度和韧性 应能承受切削中的冲击和振动,避免崩刃和折断。
- (3) 高的耐热性(又称热硬性、红硬性) 即高温下保持硬度、耐磨性、强度和韧性的性能。
- (4) 化学稳定性好 在常温和高温下不易与周围介质及被加工材料发生化学反应。
- (5) 良好的工艺性和经济性 便于加工制造,如良好的锻造性、热处理性、可焊性、刃磨性等,还应尽可能满足资源丰富、价格低廉的要求。

二、常用刀具材料的类型及选用

常用刀具材料主要有工具钢(含碳素工具钢、合金工具钢、高速钢)、硬质合金、陶瓷材料和超硬材料几种类型。其中碳素工具钢和合金工具钢只在一些手工工具或低速切削刀具中采用,而陶瓷材料和超硬材料或因强度较低、脆性较大,或因成本太高,目前还仅用于某些有限的场合。作为刀具材料使用得最多的是高速钢和硬质合金。

1. 高速钢

它是在工具钢中加入较多的 W, Mo, Cr, V 等合金元素的一种高合金工具钢,提高了它的耐磨性和热硬性。常用高速钢的种类和性能如表 1-1 所列。

表 1-1 常用高速钢的种类、牌号、主要性能和用途

种 类	牌 号	常温硬度 HRC	高温硬度 HRC (600℃)	抗弯强度 (GPa)	冲击韧性 (MJ/m ²)	其他特性	主要用途
普通高速钢	钨系高速钢 W18Cr4V (W18)	63~66	48.5	2.94~3.33	0.170~0.310	可磨性好	复杂刀具,精加工刀具
	钼系高速钢 W6Mo5Cr4V2 (M2)	63~66	47~48	3.43~3.92	0.388~0.446	高温塑性特好,热处理较难,可磨性稍差	代替钨系用,热轧刀具
高性能高速钢	钴高速钢 W2Mo9Cr4VC08 (M42)	67~70	55	2.64~3.72	0.223~0.291	综合性能好,可磨性也好,但价格特高	切削难加工材料的刀具
	铝高速钢 W6Mo5Cr4V2Al (501)	67~69	54~55	2.84~3.82	0.223~0.291	性能与 M42 相当,价格低得多,可磨性略差	切削难加工材料的刀具