

中等专业学校轻工专业教材

金属切削机床与刀具

冯永茂 主编

中国轻工业出版社

中等专业学校轻工专业教材

金属切削机床与刀具

冯永茂 主编

业学院图书馆
书 章

中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属切削机床与刀具/冯永茂主编. - 北京:中国轻工业出版社,1998 重印

中等专业学校轻工专业教材

ISBN 7-5019-1558-X

I.金… II.冯… III.①机床-专业学校-教材 ②刀具(金属切削)-专业学校-教材
IV.TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 05237 号

责任编辑:刘树勋 罗 佳

责任终审:滕炎樛 责任监印:崔 科

*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:北京市顺新印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:1994年5月第1版 1998年3月第3次印刷

开 本:787×1092 1/16 印张:24

字 数:561千字 印数:8001-11000

书 号:ISBN7-5019-1558-X/TH·040 定价:28.80元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

本书是根据轻工业部中等专业学校轻工业机械制造专业教材编审委员会共同拟定的《金属切削机床与刀具》编写大纲编写的。全书由金属切削刀具和金属切削机床两大部分组成。其中金属切削刀具部分,注意兼顾切削原理与刀具设计的关系,以正确选择刀具的几何参数、合理选用刀具结构为主,以刀具的设计为辅;金属切削机床部分,兼顾机床概论与机床设计的关系,以机床概论为主,以机床设计为辅。

在本书的编写过程中,编者力求做到:

- (1) 贯彻“少而精”的原则,突出重点,以点带面;
- (2) 重视基础理论的阐述,注意培养学生分析问题和解决问题的能力;
- (3) 在取材方面,立足于目前我国大多数工厂的生产水平,也适当反映国内外先进技术;
- (4) 在内容取舍方面,注意与本专业其他专业课内容的有机衔接,力求做到互为基础,互相补充,避免不必要的重复。

本书第一至第三章为金属切削原理,第四至第五章为金属切削刀具设计,第六至第十一章为金属切削机床概论,第十二至第十五章为金属切削机床设计。其中第四章和第十章有“*”号的内容,可根据各校教学情况适当删减。

本书由长春市轻工业学校冯永茂主编,上海市轻工业学校沈永福、江苏省宜兴轻工业学校李祖兴、天津第二轻工业学校张颖熙参加编写。参加编写工作的还有长春大学张颖莉等。本书由广东省五邑大学郑纯彪主审。

在本书的编写过程中,得到轻工业部南京机电学校、常州轻工业学校、长春轻工业学校和吉林工业大学等院校的大力支持和帮助,在此谨致谢意。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者及各校任课教师批评指正,以便今后改正。

编者

1993年8月

目 录

结论	1
第一章 金属切削的基本知识	2
§ 1—1 切削时的运动和产生的表面	2
§ 1—2 刀具切削部分的基本定义	3
§ 1—3 车刀工作角度	6
§ 1—4 法向前角与切削前角	9
§ 1—5 切削要素	10
§ 1—6 刀具材料	12
复习题	17
第二章 金属切削过程的基本规律	19
§ 2—1 切屑和已加工表面的形成过程	19
§ 2—2 切削力	25
§ 2—3 切削热与切削温度	39
§ 2—4 刀具的磨损	42
§ 2—5 刀具耐用度	46
§ 2—6 切屑控制	49
复习题	53
第三章 金属切削规律的运用	55
§ 3—1 工件材料的切削加工性	55
§ 3—2 切削液	58
§ 3—3 已加工表面质量	62
§ 3—4 刀具几何参数的合理选择	65
§ 3—5 切削用量的合理选择	71
复习题	79
第四章 典型刀具	81
§ 4—1 车刀	81
§ 4—2 孔加工刀具	88
§ 4—3 拉削与拉刀	99
§ 4—4 铣削与铣刀	108
§ 4—5 齿轮刀具	127
§ 4—6 成形车刀	141
* § 4—7 螺纹刀具	150
复习题	157
第五章 磨削与砂轮	159
§ 5—1 砂轮的特性及选择	159

§ 5—2 磨削	165
§ 5—3 磨削的表面质量	172
复习题	174
第六章 金属切削机床的基本知识	175
§ 6—1 机床的分类及型号的编制方法	175
§ 6—2 机床上的运动	178
§ 6—3 机床的传动	181
§ 6—4 机床运动的调整计算	183
复习题	184
第七章 普通车床	185
§ 7—1 车床概述	185
§ 7—2 CA6140型普通车床传动系统	189
§ 7—3 CA6140型普通车床的结构	200
复习题	218
第八章 铣床	220
§ 8—1 概述	220
§ 8—2 X62W型万能铣床传动系统	222
§ 8—3 升降台式铣床典型机构	224
§ 8—4 万能分度头	231
复习题	233
第九章 齿轮加工机床	234
§ 9—1 概述	234
§ 9—2 Y3150 E型滚齿机	239
复习题	252
第十章 自动和半自动车床	253
§ 10—1 概述	253
§ 10—2 C1312型单轴六角自动车床	255
* § 10—3 C1312型单轴六角自动车床调整卡片的制订及凸轮设计	270
复习题	287
第十一章 其他机床简介	289
§ 11—1 镗床	289
§ 11—2 刨床	292
§ 11—3 摇臂钻床	293
§ 11—4 组合机床	295
§ 11—5 数字程序控制机床简介	303
复习题	309
第十二章 机床的总体方案设计	311
§ 12—1 机床设计的基本要求和步骤	311

§ 12—2 机床总体方案设计	313
§ 12—3 机床技术参数的确定	314
复习题	321
第十三章 主轴组件设计	323
§ 13—1 主轴组件的基本要求	323
§ 13—2 主轴	326
§ 13—3 主轴的滚动轴承	331
§ 13—4 主轴的滑动轴承	336
复习题	343
第十四章 支承件和导轨设计	344
§ 14—1 支承件设计	344
§ 14—2 机床导轨概述	347
§ 14—3 滑动导轨的设计	350
§ 14—4 滚动导轨简介	355
复习题	358
第十五章 机床精度及检验	359
§ 15—1 机床的静态检查与运转试验	359
§ 15—2 机床几何精度检验	360
复习题	367
主要参考资料	376

绪 论

金属切削加工是运用金属切削机床和切削刀具,按预定的加工要求,从坯件上切去多余的金属材料的一种加工方法。在金属切削过程中,刀具与工件之间始终存在着被切削与抵抗切削的矛盾,并按一定的规律演化着。如果能认真、充分地研究这些规律,合理利用这些规律,就可以充分发挥金属切削机床和刀具的作用,把生产率提高到一个新的水平。

金属切削刀具是切削加工的重要工具之一,先进的工艺条件和先进的切削机床必须有先进的切削刀具相配合才能充分发挥作用,显示其先进性。刀具的先进性主要体现在两个方面,一是先进的刀具材料,二是合理的结构和几何参数。金属切削机床种类繁多、性能各异,只有对其技术性能、结构特点、使用调整方法有比较深刻的了解,才能正确选择、合理使用,才能充分发挥其作用。

本课程由金属切削刀具和金属切削机床两大部分组成。金属切削刀具部分主要研究金属切削理论及其应用、刀具的设计及其合理选用,它也是学习金属切削机床、机床夹具设计、机器制造工艺学等专业课程的基础。金属切削机床是利用切削刀具将金属毛坯加工成机器零件的机器,习惯上简称为机床。它是制造机器的机器,所以又称为“工作母机”或“工具机”。机床是加工机器零件的重要设备,它所负担的工作量,在一般情况下约占机器制造总工作量的40~60%,它的先进程度直接影响到机器制造业的产品质量和劳动生产率。

我国机床工业的发展是比较迅速的。目前机床产量不仅已能满足国内工业发展的需要,而且有部分出口。我国拥有综合性的机床研究机构和各种专业机床研究部门,并能够生产从小型仪表机床到重型机床的各种机床,包括一些高精度、高自动化、高效率的机床和自动生产线,有些机床的性能已接近或达到世界先进水平。但是,也应该看到,由于我国机床工业基础差、起步晚,与世界先进水平相比还有很大的差距,主要表现在:大部分机床的性能不如世界先进水平,质量和可靠性还不够稳定,寿命(精度保持性)及生产率还较低,尤其是对机床基本理论的研究还十分落后。因此,要在本世纪末实现四个现代化,必须用科学知识造就一批科技人材,引进先进技术,提高技术水准,形成赶超世界先进水平的实力。

第一章 金属切削的基本知识

金属切削加工的主要研究对象是被加工工件、切削过程和刀具。各种切削加工虽然有其特殊性,但在许多方面又具有共同性。车削是一种常见的典型加工方法,本章将以车削为主,介绍工件、切削运动、切削要素和刀具等方面的基本定义和刀具材料。

§ 1—1 切削时的运动和产生的表面

一、切 削 运 动

切削运动是在切削过程中刀具相对于工件的运动,按其所起作用不同可分为主运动和进给运动。

① 主运动:主运动是进行切削的最主要的运动,通常它的速度最高,消耗机床功率最多。例如车削时工件的旋转运动,刨削时刀具(或工作台)的往复直线运动,钻削和铣削时的刀具旋转运动等(图1-1)。

② 进给运动:进给运动是使新的金属层不断投入切削,以便切除工件表面上全部余量的运动。它在切削运动中速度较低,消耗功率较少。

③ 合成切削运动:切削时,主运动与进给运动同时进行。这时,刀具切削刃上一点相对于工件的合成运动称为合成切削运动(见图1-1)。

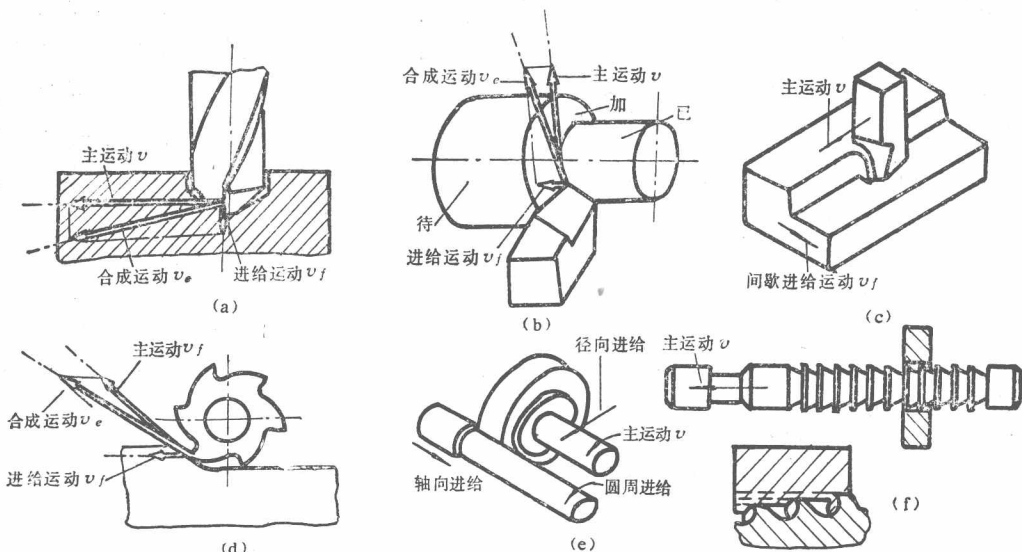


图 1-1 切削运动

(a) 钻削 (b) 车外圆 (c) 刨削 (d) 铣削 (e) 磨削 (f) 拉削

二、车削中的加工表面

在车削过程中，工件上有三个不断变化着的表面（见图1-2）。

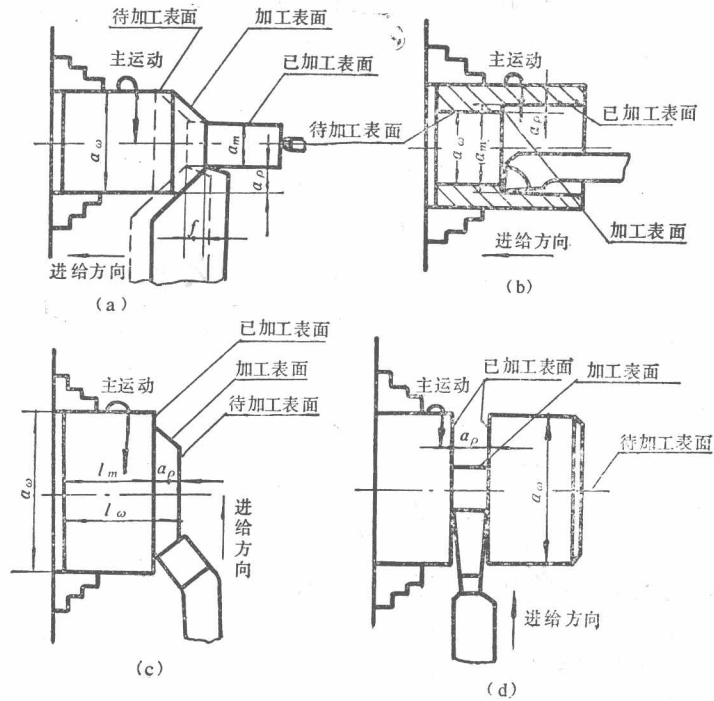


图 1-2 车削加工

(a)车外圆 (b)镗孔 (c)车端面 (d)切断

- ① 待加工表面：工件上将被切除的表面称为待加工表面。
- ② 切削表面：切削刀正在切削的表面即切削表面，也称加工表面。
- ③ 已加工表面：切削后形成的新表面称为已加工表面。

§ 1—2 刀具切削部分的基本定义

切削刀具种类繁多、形状复杂，车刀是各种刀具的基础。下面以车刀为代表来确定刀具切削部分的基本定义。

一、车刀的组成

如图 1-3 所示，车刀由刀杆和刀头两部分组成。刀杆用来装夹，又称刀体；刀头用来切削，又称为切削部分。刀头是一个几何体，由刀面、刀刃组成。刀头的结构要素及其定义如下。

前刀面 (A_f)：切屑流出时所经过的刀面。

后刀面 (A_a)：与切削表面相对的刀面。

副后刀面 (A'_0): 与已加工表面相对的刀面。

切削刃 (S): 前、后刀面的交线, 担负着主要切削工作, 也称主切削刃或主刀刃。

副切削刃 (S'): 前刀面与副后刀面的交线, 配合主切削刃完成切削工作。

刀尖: 主切削刃与副切削刃的连接处。刀尖可以是主、副切削刃的交点。为了加强刀尖强度, 一般将刀尖做成圆弧或折线过渡刃 (如图1-4)。

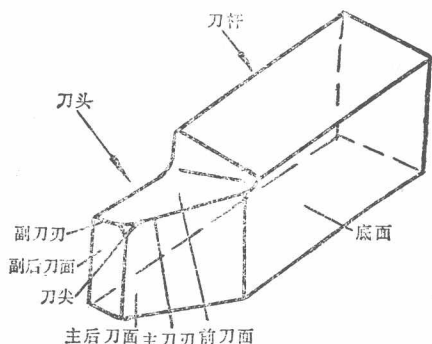


图 1-3 车刀的组成

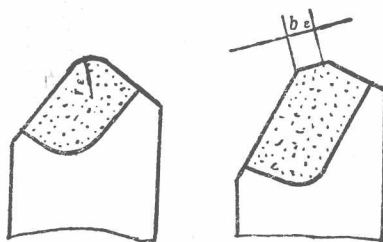


图 1-4 过渡刃形式

二、刀具标注角度

为了确定刀具切削部分各刀面在空间的位置, 就要建立基准坐标平面, 作为组成坐标系的基准。用坐标平面与刀具各刀面间形成的相应角度, 定出各刀面在空间的位置。

用于确定刀具角度的坐标系有两大类。一类是刀具标注角度坐标系, 也称静态参考系, 是刀具在设计计算、绘图标注、刃磨测量角度时的基准, 用它定义的角度为刀具标注角度。另一类是刀具工作角度坐标系, 也称动态参考系, 用它确定刀具的工作角度 (也称切削角度)。

1. 假定运动方向

① 假定主运动方向: 以切削刃上选定点, 位于工件中心高上的主运动方向, 作为假定主运动方向。车刀的假定主运动方向垂直于刀杆底面 (图1-5)。

② 假定进给运动方向: 以切削刃上选定点的进给运动方向, 作为假定进给运动方向。车刀的假定进给运动方向平行于刀杆底面 (图1-5)。

2. 刀具标注角度坐标系

根据 ISO3002/1-1977 的推荐, 刀具标注角度坐标系有四种不同类型。其中主剖面坐标系应用最广, 并由以下三个平面组成 (图1-5)。

① 基面 P_r : 过切削刃上某一选定点垂直于假定主运动方向的平面。车刀的基面平

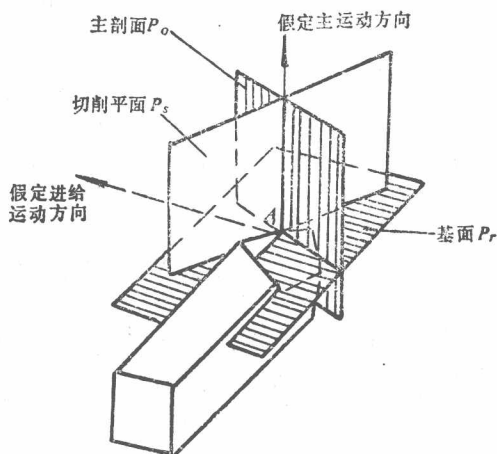


图 1-5 车刀主剖面坐标系

行于刀杆底面。

② 切削平面 P_s ：过切削刃上选定点，包括切削刃或切于切削刃(曲线刃)，且垂直于基面 P_r 的平面。假定主运动方向在切削平面内，车刀的切削平面垂直于刀杆底面。

③ 主剖面 P_o ：过切削刃上选定点，同时垂直于基面 P_r 和切削平面 P_s 的平面。

3. 刀具标注角度

(1) 在基面 P_r 中测量的角度 (图1-6)

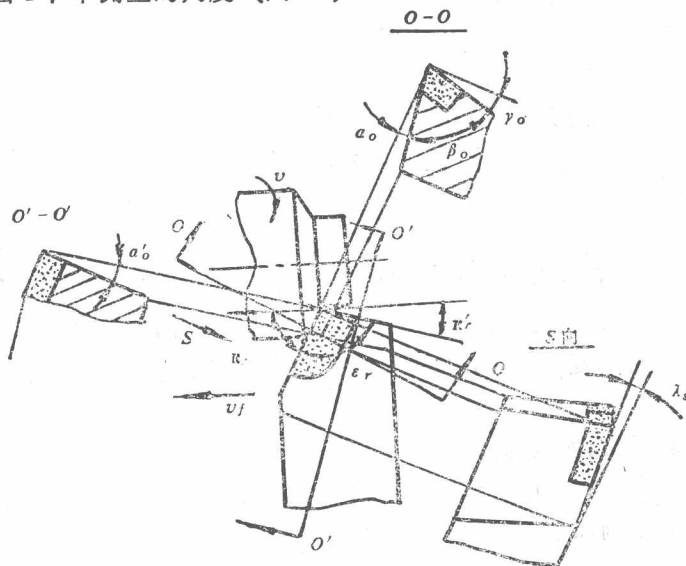


图 1-6 车刀的标注角度

① 主偏角 κ_r ：主切削刃在基面上的投影与假定进给运动方向之间的夹角。

② 副偏角 κ'_r ：副切削刃在基面上的投影与假定进给运动方向之间的夹角。

③ 刀尖角 ϵ_r ：主、副切削刃在基面上的投影之间的夹角。显然：

$$\kappa_r + \kappa'_r + \epsilon_r = 180^\circ \quad (1-1)$$

(2) 在主剖面 P_o 中测量的角度 (图1-6)

① 前角 γ_o ：在主剖面内，前刀面与基面之间的夹角。如图 1-6 所示情况，通过选定点的基面位于楔形刀头的实体之外，前角定为正值；反之为负。前刀面与基面重合时，前角为 0° 。

② 后角 α_o ：在主剖面中，后刀面与切削平面之间的夹角。如图 1-6 所示情况，通过选定点的切削平面位于楔形刀头的实体之外，后角定为正值；反之为负。后刀面与切削平面重合，后角为 0° 。为了保证切削顺利进行，一般情况后角均大于 0° 。

③ 楔角 β_o ：在主剖面内，前刀面与后刀面之间的夹角。显然：

$$\gamma_o + \beta_o + \alpha_o = 90^\circ \quad (1-2)$$

(3) 在切削平面 P_s 中测量的角度 (图1-6)

刃倾角 λ_s ：在切削平面内，主切削刃与基面 P_r 之间的夹角。刃倾角 λ_s 的正负值规定：当刀尖是切削刃上最低点时， λ_s 定为负值；当刀尖是切削刃上最高点时， λ_s 定为正值。切削刃与基面平行时， λ_s 为 0° (图 1-7)。

$\lambda_s = 0^\circ$ 的切削称为正切削或直角切削； $\lambda_s \neq 0^\circ$ 的切削称为斜切削或斜角切削。

(4) 在副剖面 P'_s (过副切削刃上选定点的主剖面) 中测量的角度 (图 1-6)

① 副后角 α'_s ：在副剖面 P'_s 中，副后刀面与副切削平面 P'_s (过副切削刃上选定点，包括副切削刃或与副切削刃相切，且与基面垂直的平面) 之间的夹角。

② 副前角 γ'_s ：在副剖面 P'_s 中，前刀面与基面之间的夹角。

另外，在副切削平面 P'_s 中可以测量副切削刃与基面之间的夹角，也即副刃倾角 λ'_s 。

以上所述的 10 个角度中，当主、副切削刃在同一个前刀面上时， γ'_s 、 λ'_s 不必在图纸上标注，可用计算方法得到。 β_s 与 ϵ_s 为派生角度。因此，具有两条切削刃、三个刀面的车刀的基本标注角度有 6 个，即主切削刃上选定点的 γ_o 、 α_o 、 κ_r 、 λ_s 和副切削刃上选定点的 α'_s 、 κ'_s 。

4. 其他刀具标注角度坐标系

在刀具标注角度坐标系中，除了主剖面系外，还有法剖面系，进给、切深剖面系，最大前角、最小后角剖面系。在此不做详细介绍。

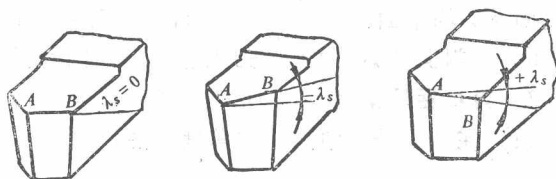


图 1-7 刃倾角的正负

§ 1—3 车刀工作角度

在切削过程中，由于受合成运动和刀具安装位置的影响，真正起作用的刀具角度不是标注角度坐标系中的标注角度，而是由工作角度坐标系确定的工作角度。

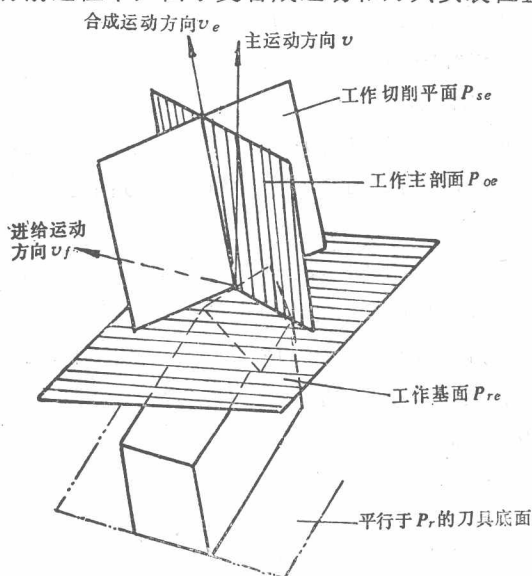


图 1-8 车刀工作角度坐标系

一、刀具工作角度坐标系

根据 ISO3002/1 推荐，有三种刀具工作角度坐标系，即工作主剖面坐标系 P_{re} 、 P_{se} 、 P_{oe} ；工作进给切深剖面坐标系 P_{re} 、 P_{fe} 、 P_{pe} ；工作法剖面坐标系 P_{re} 、 P_{se} 、 P_{ne} 。其中应用最多的是工作主剖面坐标系，由三个坐标平面构成。建立工作主剖面坐标系的依据是合成切削运动方向。不论是刀具安装位置，还是进给运

动引起的工作角度的变化,均要找出合成切削运动方向,再确定 P_{re} 、 P_{se} 、 P_{oe} 的位置。

① 工作基面 P_{re} : 过切削刃上选定点、垂直于合成运动切削速度方向的平面 (图1-8)。

② 工作切削平面 P_{se} : 过切削刃上选定点,与切削刃相切,且垂直于工作基面的平面。该平面包含合成切削速度方向 (图1-8)。

③ 工作主剖面 P_{oe} : 过切削刃上选定点,同时垂直于工作基面与工作切削平面的平面 (图1-8)。

二、刀具工作角度与标准角度之间的关系

通常,当进给速度较慢时,工作角度变化不大 (不超过 1°)。但在车削大螺距螺纹、凸轮、铲齿,加工直径很小的零件 (切断或车端面近中心处),或刀具安装高低、偏斜较显著时,刀具工作角度的变化就不可忽视。设计刀具时,一般先考虑工作角度是否合理,然后再按刀具安装情形、运动参数计算出刀具的标注角度。

1. 进给运动对车刀工作角度的影响

① 横向进给。以 $\kappa_r = 90^\circ$ 的切断刀为例 (图1-9)。在不考虑进给运动时,刀刃上选定点相对于工件的运动轨迹为一圆周;在考虑进给运动之后,刀刃上选定点相对于工件的运动轨迹为阿基米德螺旋线。其合成运动方向 v_e 为过该点的阿基米德螺旋线的切线方向。因此,通过刀刃选定点的工作基面 P_{re} 应垂直于 v_e ,其工作切削平面 P_{se} 垂直于 P_{re} ,应在 v_e 方向上。于是 P_{re} 、 P_{se} 相对于 P_r 、 P_s 转动了一个 μ 角,从而使切断刀工作前角 γ_{oe} 大于标注前角 γ_o ,工作后角 α_{oe} 小于标注后角 α_o 。

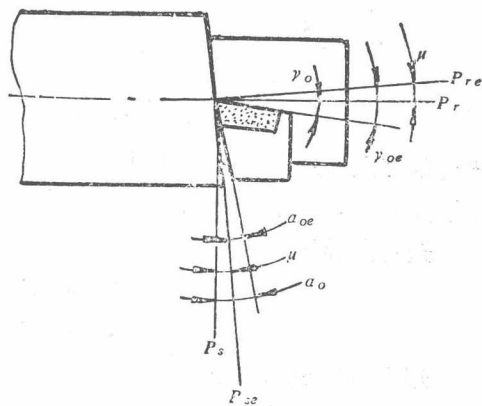
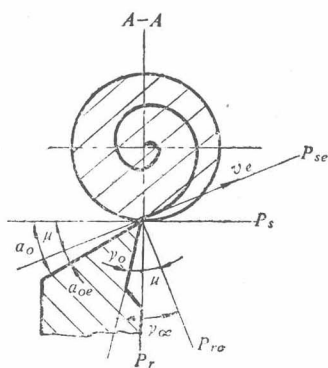
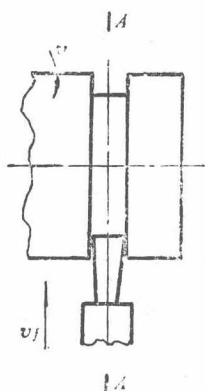


图 1-9 横向进给对车刀角度的影响

图 1-10 纵向进给对车刀角度的影响

由图 1-9 可知,工作前、后角的计算公式为

$$\gamma_{oe} = \gamma_o + \mu \quad (1-3)$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \mu \quad (1-4)$$

角度变化值

$$\mu = \arctg \frac{f}{\pi d_w} \quad (1-5)$$

式中 f ——进给量, mm/r

d_w ——工件直径, mm

② 纵向进给。以 $\kappa_r = 90^\circ$ 的外圆车刀为例 (见图 1-10), 当考虑进给运动时, 刀刃选定点相对于工件的运动轨迹同样为阿基米德螺旋线。如图 1-10 所示, P_{ro} 、 P_{so} 相对于 P_r 、 P_s 也转动了一个 μ 角, 工作前、后角的计算公式为

$$\gamma_{oe} = \gamma_o + \mu \quad (1-6)$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \mu \quad (1-7)$$

角度变化值 $\mu = \arctg \frac{f}{\pi d_w} \quad (1-8)$

式中 f ——进给量, mm/r

d_w ——工件直径, mm

2. 刀具安装对车刀工作角度的影响

① 刀具安装高低对工作角度影响。以 $\kappa_r = 90^\circ$ 的切断刀为例, 如图 1-11 所示,

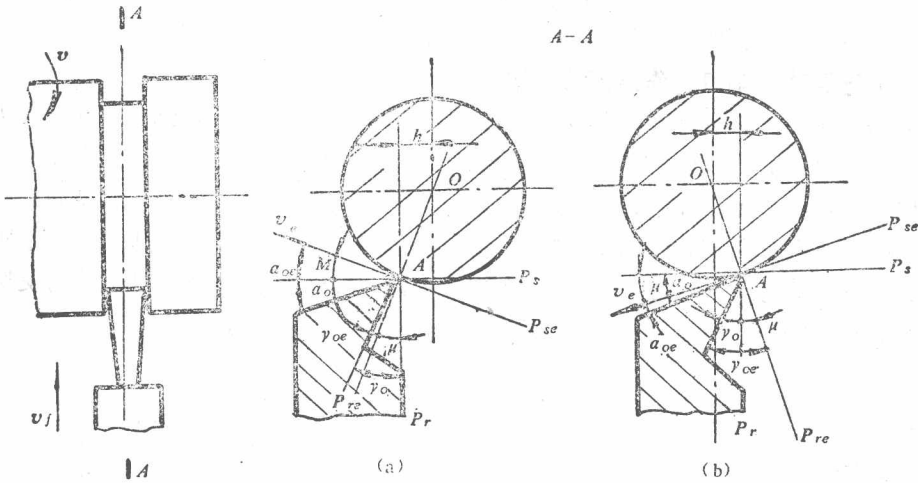


图 1-11 刀具安装高低对车刀角度的影响

当切削刃上选定点 A 低于 (图 a) 或高于 (图 b) 工件中心高时, A 点的 P_{ro} 、 P_{so} 相对于该点的 P_r 、 P_s 转动了一个 μ 角, 工作前、后角计算公式为

选定点低于工件中心时

$$\gamma_{oe} = \gamma_o - \mu \quad (1-9)$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o + \mu \quad (1-10)$$

选定点高于工件中心时

$$\gamma_{oe} = \gamma_o + \mu \quad (1-11)$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \mu \quad (1-12)$$

加工孔时, 上两式中 μ 角符号相反。

$$\mu = \arcsin \frac{h}{R} \quad (1-13)$$

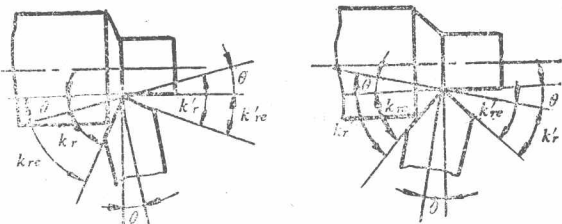


图 1-12 刀杆安装偏斜对车刀角度的影响

式中 h ——选定点低于或高于工件中心的距离
 R ——被加工工件的半径

② 刀杆安装偏斜对工作角度的影响。如图 1-12 所示，当刀杆轴线与进给运动方向不垂直时，将影响车刀的主偏角 κ_r 和副偏角 κ'_r 。工作主偏角 κ_{re} 和工作副偏角 κ'_{re} 计算方法为

$$\kappa_{re} = \kappa_r \pm \theta \quad (1-14)$$

$$\kappa'_{re} = \kappa'_r \mp \theta \quad (1-15)$$

式中 θ ——进给运动方向的垂线与刀杆轴线间的夹角

§ 1-4 法向前角与切削前角

一、法向前角 γ_n

在法剖面内测量的前刀面与基面之间夹角即为法向前角 γ_n 。法剖面 P_n 是过切削刃上选定点与切削刃垂直的剖面(图1-13)。许多斜角刀具，特别是大刀倾角刀具，必须标注法剖面角度。

从图 1-13 中可以看出，法向前角 γ_n 与标注前角 γ_o 有一定几何关系

$$\operatorname{tg} \gamma_o = \frac{ab}{Ma}$$

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \frac{ac}{Ma}$$

$$\cos \lambda_s = \frac{ac}{ab}$$

$$\therefore \operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_s \quad (1-16)$$

分析式 (1-16) 可知

$$\lambda_s = 0 \text{ 时} \quad \gamma_n = \gamma_o$$

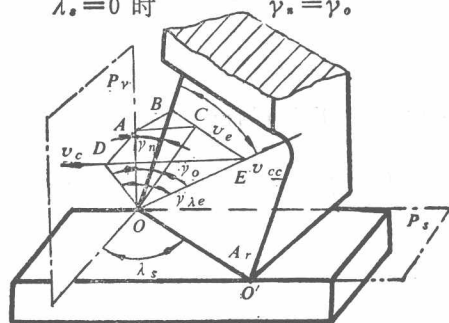


图 1-13 法向前角

$$\lambda_s \neq 0 \text{ 时} \quad \gamma_n < \gamma_o$$

二、切削前角 γ_λ

切削刃与切削速度方向垂直的切削方式称直角切削。切削刃与切削速度方向不垂直的切削方式为斜角切削。因此，刃倾角 $\lambda_s \neq 0$ 的刀具进行的切削为斜角切削。

如图 1-14 所示，斜角切削时，切屑不再沿切削刃法剖面与前刀面的交线 OB 流出，而是偏离法剖面一个角度沿前刀面上的 OE 流出。前刀面上的 $\angle BOE$ 称为切屑流出角 ν_o 。切屑流出方向 OE 与切削速度 v 构成的平面，称为排屑平面。在排

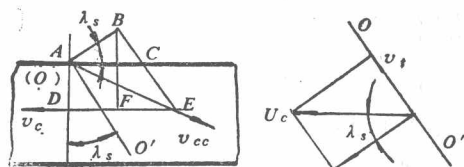


图 1-14 切削前角

屑平面内度量的前刀面与基面之间的夹角称为切削前角 γ_{λ_0} ，是在切削过程中真正起作用的前角。

由图 1-14 用数学方法可以推出

$$\sin \gamma_{\lambda_0} = \sin \gamma_0 \cos \lambda_0 \cos \nu_0 + \sin \lambda_0 \sin \nu_0$$

一般情况

$$\nu_0 = \lambda_0$$

故上式可写作

$$\sin \gamma_{\lambda_0} = \sin \gamma_0 \cos^2 \lambda_0 + \sin^2 \lambda_0 \quad (1-17)$$

由式 (1-17) 计算可知，当 $\lambda_0 > 20^\circ$ 时，切削前角 γ_{λ_0} 将随着 λ_0 的增加而成倍增大，有效地改善了切削条件，这是大刀倾角刀具的重要特点。

§ 1-5 切 削 要 素

一、切削用量要素

切削用量表示切削时各运动参数的数量，以此调整机床。切削用量三要素包括切削速度 v 、进给量 f 、切削深度 a_p 。

① 切削速度 v ：主运动的线速度。当主运动为旋转运动时，刀具或工件上最大直径处的切削速度 v 由下式确定

$$v = \frac{\pi d_w n}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (1-18)$$

式中 d_w ——完成主运动的刀具或工件的直径，mm

n ——主运动的转速，r/min

② 进给量 f ：工件或刀具的主运动每转一周或往复一双行程时，两者沿进给运动方向的移动量。车削时的进给量 f 是工件每转一周，切削刃沿进给方向的移动量，单位为 mm/r。其进给速度 v_f 为

$$v_f = f n \quad (1-19)$$

③ 切削深度 a_p ：在基面 P_r 上，垂直于进给运动方向测量的切削层尺寸。车削时

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (\text{mm}) \quad (1-20)$$

式中 d_w ——工件待加工表面直径，mm

d_m ——工件已加工表面直径，mm

二、切削层横剖面要素

切削时，沿进给运动方向每移动 f (mm/r) 之后所切除的金属层称为切削层。切削层横剖面是切削层在基面 P_r 内的截面。切削层横剖面的要素即切削层参数及定义如下。

① 切削厚度 a_c ：垂直于切削表面度量的切削层尺寸。车削时，若切削刃为直线，主偏角为 κ_r (图 1-15)，则