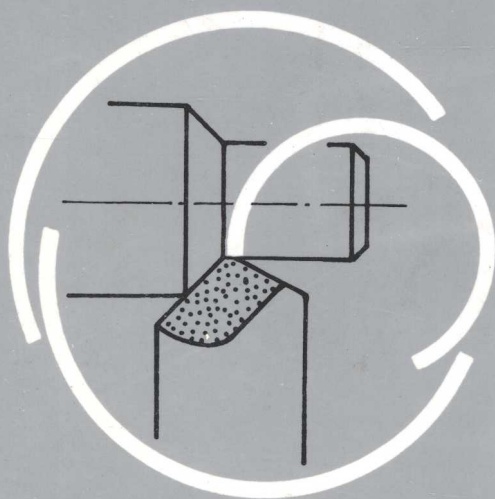


高等工科院校试用教材

金属切削技术

白 胜 主 编
贾晓鸣 副主编
郭子利



内蒙古大学出版社

高等工科院校试用教材

金属切削技术

白 胜	主 编
贾晓鸣	
郭子利	副主编

内蒙古大学出版社

要 目 录

第一章 绪论 第一节 金属切削加工的定义 第二节 金属切削加工在国民经济中的地位 第三节 金属切削加工的发展概况 第四节 金属切削加工的主要类型 第五节 金属切削加工的主要设备 第六节 金属切削加工的主要工艺 第七节 金属切削加工的主要材料 第八节 金属切削加工的主要工具 第九节 金属切削加工的主要技术 第十节 金属切削加工的主要标准 第十一章 金属切削加工的主要设备 第十二章 金属切削加工的主要工艺 第十三章 金属切削加工的主要材料 第十四章 金属切削加工的主要工具 第十五章 金属切削加工的主要技术 第十六章 金属切削加工的主要标准

金 属 切 削 技 术

白 胜 主 编

内蒙古大学出版社出版发行

(呼和浩特市大学西路1号)

内蒙古自治区新华书店经销

内蒙古科技印刷厂印刷

开本:787×1092/16 印张:13 插页: 字数:311千

1998年8月第1版 1998年8月第1次印刷

印数:1—2200册

ISBN7-81015-894-5/TH·1

定价:20.00元

内 容 提 要

本书是为适应普通高等工科院校机械设计与制造及自动化专业教育的教改特色而编写的。分切削原理、切削刀具和先进制造技术三篇。内容包括:切削加工的基本知识、切削过程中的现象与规律、保证加工质量提高切削效益的途径、标准通用刀具、标准专用刀具、专用刀具设计及先进制造技术等共二十一章。附有专用刀具设计实例、题目和设计所需要的参考资料。

本书除作为高等工科院校机械设计与制造及自动化专业本科学生的教材外,也可作为成人高校(职工大学、业余大学、函授大学)高等职业师范院校学生的教材,同时也可作为机械工程技术人员及机械工程类中等专业学校和职业技术学校专业课教师的参考书。

金 福 明 主 编

副 主 编

内蒙古工业大学出版

(呼和浩特市)

内蒙古工业大学出版

(呼和浩特市)

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷 16开 100页 3.00元

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷 16开 100页 3.00元

1988年10月第1版

1988年10月第1版

3.00元

前 言

本书是为适应普通高等工科院校机械设计与制造及自动化专业的教学教改急需而编写的。

随着教学改革的不深入,人们逐渐重视以下情况:

第一,加强基础、拓宽专业、注重实践、提高教学质量,这对培养高质量的跨世纪开拓性人才意义重大。

第二,普通高等工科院校开展多层次多渠道的教学,人们更加重视教材的适应性。

为此,本教材在原有版本的基础上进行改编,使其具有以下特点:

1. 由于目前普通高等工科院校机械工程类各专业的专业课要求基本相同,所以本教材除适用于机械设计与制造及自动化专业外,也适用于机械类其他相关专业。

2. 删改了原有版本中陈旧的内容,增加了先进制造技术及实践性教学的内容。

3. 考虑到教学时数的限制,力求重点突出,内容简明。虽然本书讨论的主要是金属切削原理、金属切削刀具与先进制造技术,但为了突出重点及与其它教材相区别,故定名为“金属切削技术”。

4. 教材内容在讲授时各校可根据实际情况作适当增减,时数控制在30~80学时之间。可安排相关实验3个左右,实验指导书未编入,学时请单独考虑。

本教材由白胜任主编;贾晓鸣、郭子利任副主编。参加编写的有(依编写章节先后为序):白胜(第一、二、四、十、十四、十五、十八、十九、二十章)、贾晓鸣(第三、八、九、十一章)、李淑娟(第五、七、十二章)、杨继先(第六章)、杜立群(第十三章)、郭子利(第十六、十七章)、郎建国(第二十一章)。全书由白胜统稿。

本教材由燕山大学崔云起教授担任主审,提出一些衷恳意见,在此深表谢意。

特请内蒙古工业大学郝治国教授作了封面设计,很多院校的师生对本书的编写提出不少有益意见,有的提供了资料,在此一并表示衷心的感谢。

本书得到内蒙古工业大学教务处、河北理工学院教务处、唐山大学教务处、燕山大学教务处等单位的大力支持,在此深表谢意。

本书作者大多是多年从事专业课教学的老教师,为编写工作付出了艰辛的劳动。由于教学改革的不深入,加之时间紧迫,水平有限,书中的错误在所难免,热诚欢迎同行专家和广大读者批评指正。

主 编

1997年12月

于呼和浩特

目 录

第一篇 金属切削原理

(一) 切削加工的基本知识

第一章 基本定义

第一节 切削运动与切削用量	(1)
第二节 刀具切削部分的构造要素	(3)
第三节 刀具角度	(3)
第四节 刀具标注角度的换算	(6)
第五节 切削层参数与切削方式	(7)
习题一	(8)

第二章 刀具材料

第一节 刀具材料应具备的性能	(9)
第二节 常用的刀具材料	(9)
第三节 其它刀具材料	(11)
第四节 刀具材料的新发展	(12)
习题二	(12)

(二) 切削过程中的基本规律

第三章 金属切削的变形过程

第一节 金属切削过程的变形	(13)
第二节 切屑的类型	(15)
第三节 前刀面上刀—屑的摩擦	(16)
第四节 积屑瘤的形成及其对切削过程的影响	(19)
第五节 影响切削变形的因素	(20)
第六节 切屑形状的分类及断屑	(21)
习题三	(23)

第四章 切削力

第一节 切削力的来源、切削合力及分解、切削功率	(24)
第二节 切削力的测量和经验公式	(25)

第三节	影响切削力的主要因素	(28)
习题四	.....	(30)
第五章	切削热和切削温度	
第一节	切削热的产生和传出	(31)
第二节	切削温度的测量方法	(32)
第三节	影响切削温度的主要因素	(33)
第四节	切削温度的分布	(34)
第五节	切削温度对工件、刀具和切削过程的影响	(35)
习题五	.....	(36)
第六章	刀具磨损和刀具耐用度	
第一节	刀具磨损的形式	(37)
第二节	刀具磨损的原因	(38)
第三节	刀具磨损过程及磨钝标准	(39)
第四节	刀具耐用度与切削用量关系的经验公式	(40)
第五节	刀具合理耐用度的选择	(41)
第六节	刀具的破损	(43)
习题六	.....	(43)
	(三)提高切削加工效益的途径	
第七章	工件材料的切削加工性	
第一节	工件材料切削加工性的概念和标志方法	(44)
第二节	影响切削加工性的因素	(45)
第三节	非金属材料切削加工性简介	(47)
习题七	.....	(50)
第八章	切削液	
第一节	切削液的作用机理	(51)
第二节	切削液的分类和添加剂	(52)
第三节	切削液的选择和使用	(54)
习题八	.....	(54)
第九章	已加工表面质量	
第一节	已加工表面质量的概念	(55)
第二节	已加工表面的形成过程	(55)
第三节	已加工表面粗糙度	(56)
第四节	加工硬化	(58)
第五节	残余应力	(59)
习题九	.....	(60)
第十章	刀具合理几何参数的选择	
第一节	前角的功用及选择	(61)

第二节	后角的功用及选择	(62)
第三节	主、副偏角的功用及选择	(63)
第四节	刃倾角的功用及选择	(64)
第五节	刃区型式及刀尖	(64)
习题十	.....	(66)

第十一章 切削用量的制订

第一节	制订切削用量的原则	(67)
第二节	a_p 、 f 、 v 的确定	(68)
第三节	切削用量优化	(74)
第四节	提高切削用量的途径	(76)
习题十一	.....	(76)

(四)典型切削加工的基本规律

第十二章 磨削

第一节	砂轮的特性及其选择	(77)
第二节	磨削过程	(79)
第三节	磨削力及磨削功率	(83)
第四节	磨削温度	(84)
第五节	磨削表面质量	(86)
第六节	砂轮磨损与耐用度	(87)
习题十二	.....	(89)

第二篇 切削刀具

(一)标准通用刀具

第十三章 车刀

第一节	车刀的种类、用途及选择	(90)
第二节	车刀的结构型式	(91)
第三节	可转位刀片夹固的典型结构	(93)
习题十三	.....	(94)

第十四章 铣刀

第一节	铣刀的种类和用途	(95)
-----	----------------	------

第二节	铣刀的几何角度	(95)
第三节	铣削参数	(97)
第四节	铣削基本规律	(99)
	习题十四	(101)

第十五章 孔加工刀具

第一节	麻花钻	(102)
第二节	铰刀	(113)
	习题十五	(116)

(二)标准专用刀具

第十六章 插齿刀

第一节	插齿刀的工作原理及类型	(117)
第二节	插齿刀齿面几何形状的分析	(117)
第三节	外啮合直齿插齿刀设计的主要问题	(120)
	习题十六	(123)

第十七章 齿轮滚刀

第一节	齿轮滚刀的工作原理和基本蜗杆	(124)
第二节	齿轮滚刀的前刀面和后刀面	(125)
第三节	阿基米德齿轮滚刀的造形误差	(127)
第四节	齿轮滚刀的结构参数	(129)
第五节	齿轮滚刀的合理使用	(130)
	习题十七	(131)

(三)专用刀具设计

第十八章 铲齿成形铣刀

第一节	铲齿成形铣刀的齿背曲线及后角	(132)
第二节	前角 $\gamma_f > 0^\circ$ 时刀齿廓形计算	(135)
第三节	铲齿成形铣刀的结构要素	(136)
第四节	加工螺旋槽用成形铣刀廓形设计	(137)
	习题十八	(139)

第十九章 拉刀

第一节	拉削特点及拉刀的结构	(141)
第二节	拉削方式(图形)	(142)
第三节	圆孔拉刀设计	(143)
第四节	圆孔拉刀设计题目及举例	(149)
	习题十九	(154)
	附录:圆孔拉刀设计(部分)参考资料	(154)

第二十章 蜗轮滚刀

第一节 蜗轮滚刀的工作原理.....	(164)
第二节 蜗轮滚刀的设计计算.....	(165)
第三节 蜗轮飞刀.....	(171)
第四节 径向进给阿基米德蜗轮滚刀设计举例.....	(172)
习题二十.....	(175)
附录:径向进给蜗轮滚刀设计(部分)参考资料	(177)

第三篇 先进制造技术

第二十一章 先进制造技术概论

第一节 先进制造技术的发展背景和趋势.....	(182)
第二节 先进制造技术的定义和特点.....	(183)
第三节 先进制造技术的技术体系构成.....	(185)
第四节 先进制造技术的内容.....	(187)
习题二十一.....	(199)
参考文献	(200)

第一篇 金属切削原理

(一) 切削加工的基本知识

当前,随着经济建设的高速发展,新的工程材料和新的制造方法不断涌现。特别是计算机技术的迅猛发展,给制造技术增添了新的生命力。没有先进的制造技术,就很难造出高科技产品。而机械加工技术又是制造技术中的重要组成部分。有关专家曾经预言:在今后很长的历史时期内,金属材料仍然是机器的主要材料。在可以预见的将来,金属切削加工将仍然是获得精密机械零件的最经济最主要的方法。

现在,金属切削加工在机械制造工业中已成为一个非常强大的部门,金属切削在国民经济中占有很重要的地位。因此,我们将分三篇分别研究其原理、刀具及先进制造技术。

第一章 基本定义

金属切削过程是刀具和工件相互作用的过程。刀具要从工件上切去一部分多余的金属层,并在保证一定生产率和成本的前提下,使工件得到符合技术要求的形状,尺寸精度和表面质量;为了实现这一过程,必须具备以下两个条件:工件与刀具之间要有相对运动,即切削运动;刀具要能胜任切削工作,即刀具材料必须具备一定的切削性能、且刀具必须具有适当的几何参数。本章主要阐明和切削运动及刀具切削角度有关的基本概念和定义,为以后学习和研究切削过程基本理论及应用作准备。

第一节 切削运动与切削用量

一、切削运动

在金属切削加工中,为了要从工件上切去一部分多余的金属层,刀具和工件间必须完成一定的切削运动。我们以外圆车削和平面刨削——最常见的加工方法为例,分析工件和刀具间的切削运动。图 1-1 表示外圆车削时的情况。工件旋转、刀具连续纵向进给(平行于工件轴线方向),形成工件已加工表面为外圆柱面。图 1-2 是在牛头刨床上刨平面的情况,刀具作直线往复运动,工件作间歇直线进给运动。

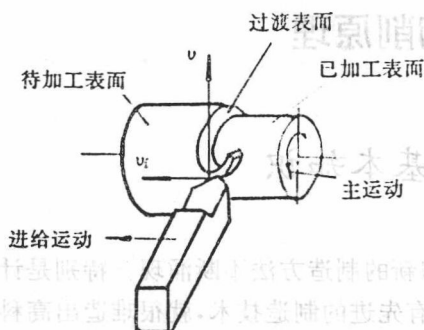


图 1-1 外圆车削的切削运动与加工表面

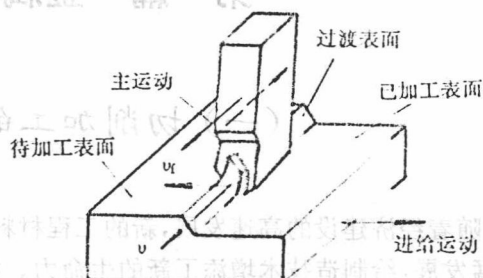


图 1-2 平面刨削的切削运动与加工表面

切削运动包括：主运动和进给运动。

主运动 切削运动中速度最高、消耗功率最大的运动，它是切下金属所必须的最基本的运动。如车削中工件旋转运动和刨削中刨刀往复直线运动。一般切削加工中主运动只有一个。

切削速度 v 切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度。

进给运动 能连续切除工件上多余的金属，以形成工件表面所需的运动。如外圆车削中车刀的纵向连续直线进给运动，和刨削时工件的间歇直线进给运动。由切削运动及工件形成表面可知，进给运动可不只一个。

进给速度 v_f 切削刃上选定点相对于工件的进给运动的瞬时速度。

合成切削运动 主运动与进给运动同时进行，将其合成称合成切削运动。如车削时主运动速度 v 和进给运动速度 v_f ，则其合成运动速度向量 v_c 为：

$$\vec{v}_c = \vec{v} + \vec{v}_f$$

在整个切削过程中，工件上有三个表面：

- (1) 已加工表面：已切去一部分金属而形成的新表面；
- (2) 待加工表面：即将被切去金属层的表面；
- (3) 过渡表面：切削刃正在切削着的表面。

二、切削用量

切削用量是指切削速度、进给量和背吃刀量三者的总称，故称为切削用量三要素。

1. 切削速度 v 在切削加工时，刀具上选定点的主运动的瞬时速度。

当主运动为旋转运动时，刀具或工件选定直径处的切削速度为：

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

式中： d_w ——刀具或工件选定直径(mm)

n ——主运动的转速(r/s)

2. 进给量 f 它是在工件或刀具主运动每转或每一行程时，工件和刀具两者在进给运动方向上的相对位移量。如外圆车削时，进给量 f 是指工件每转一转，刀具沿工件轴向移动的距离，对多刃旋转刀具常用到每秒进给量 v_f (mm/s) 和每齿进给量 a_f (mm/z)

3. 背吃刀量 a_p 对外圆车削，背吃刀量 a_p 等于已加工表面和待加工表面间的距离。

即:

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

式中: d_w ——工件待加工表面的直径(mm);

d_M ——工件已加工表面的直径(mm)。

第二节 刀具切削部分的构造要素

虽然切削刀具种类繁多、形态各异,但其切削部分(楔部)却有其共性。外圆车刀的切削部分可看作是各类刀具切削部分的基本形态,其它各类刀具可看成是它的演变和组合。故以普通外圆车刀为例,作如下定义:见图 1—3。

前刀面(A_r):切屑沿其流出的表面。

副后刀面(A_s):和工件上过过渡表面相对的表面。

主切削刃:前刀面和主后刀面相交的边锋,它担任主要切削工作。

副切削刃:前刀面和副后刀面相交的边锋。

刀尖:主切削刃和副切削刃的交点部位。

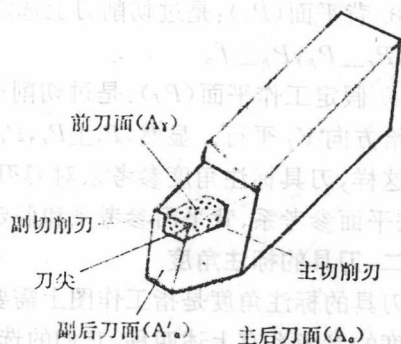


图 1—3 车刀切削部分的构造要素

第三节 刀具角度

为保证切削加工的顺利进行和达到预期的加工质量,刀具切削部分必须具有合理的几何形状。这些形状和特征常用几何角度来表示。为确定这些角度,必须将刀具置于相应的参考坐标系中。按切削运动的差异,参考系分为:刀具标注角度参考系和刀具工作角度参考系。前者以主运动方向确定,后者由合成切削运动方向确定。

一、刀具角度的参考系:

1. 刀具切削角度的参考平面

由于大多数过渡表面都不是平面,不便于做坐标平面,故需通过切削刃上的选定点,做一些参考平面,以构成刀具角度的坐标系,故定义:

切削平面(P_c):刀刃上一点的切削平面是指过该点,包含该点合成切削运动向量而又切于过渡表面(刀刃)的平面。

基面(P_r):刀刃上一点的基面是过该点而又垂直于合成切削运动向量的平面。

显然, $P_s \perp P_r$ 。

2. 刀具标注角度的参考平面

刀具标注角度也叫刀具静止角度,即在刀具设计图上所示的角度,它是制造和刃磨刀具所需要的。

以外圆车刀为例,在不考虑进给运动影响的情况下,并假定主切削刃上选定点安装于工件中心的高度上,刀杆中心线垂直于进给方向,且切削平面是过刀尖处的切削速度方向。

车刀标注角度参考系是以参考平面和测量平面所组成。其测量平面一般有四个,它们是:

① 正交平面(P_o):它是过切削刃上选定点,并垂直于切削平面(P_s)与基面(P_r)的平面。显然, P_o 、 P_s 、 P_r 是正交的。

② 法平面(P_n):它是过切削刃上选定点而又垂直于切削刃(或其切线)的平面。显然, $P_r \perp P_n$, $P_n \perp$ 切削刃。

③ 背平面(P_p):是过切削刃上选定点,平行于刀杆轴线且垂直于基面 P_r 的平面。显然, $P_r \perp P_p$, $P_r \perp P_p$, $P_p \perp f$ 。

④ 假定工作平面(P_f):是过切削刃上选定点,同时垂直于刀杆轴线及基面 P_r 的平面,它与进给方向 V_f 平行。显然, $P_s \perp P_r$, $P_r \perp P_f$, $P_f \parallel f$ 。

这样,刀具标注角度参考系对刀刃上同一选定点来说可以有四种,它们是:正交平面参考系、法平面参考系、背平面参考系和假定工作平面参考系。

二、刀具的标注角度

刀具的标注角度是指工作图上需要标出的角度,它用于刀具的制造、刃磨和测量。刀具标注角度的参考系有上述四种,它们的选用与使用习惯及表达方便有关。

1. 普通外圆车刀在正交平面参考系中的标注角度

在基面 P_r 内测量的角度:

主偏角 κ_r ——主切削刃在基面上的投影与进给方向间的夹角。

副偏角 κ_r' ——副切削刃在基面上的投影与反进给方向间的夹角。

刀尖角 ϵ_r ——主、副切削刃在基面上投影间的夹角。显然, $\kappa_r + \kappa_r' + \epsilon_r = 180^\circ$ 。

余偏角 ψ_r ——主切削刃在基面上的投影与进给方向垂线间接的夹角。

显然, $\kappa_r + \psi_r = 90^\circ$ 。

在正交平面 P_o 内测量的角度

前角 γ_o ——指选定点的正交平面 P_o 内,前刀面与基面之间的夹角。其正负值规定如图 1-4。

后角 α_o ——在选定点的正交平面 P_o 内,后刀面与切削平面之间的夹角。其正

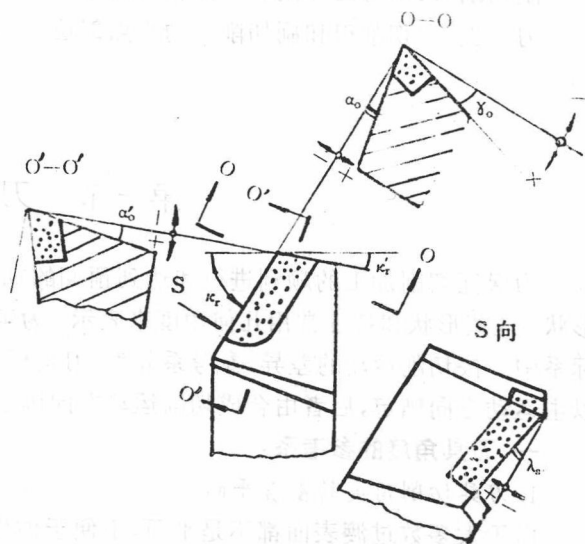


图 1-4 外圆车刀正交平面参考系的标准角度

负值规定如图 1-4。

楔角 β_0 ——在选定点的正交面平 P_0 内,前刀面与后刀面间的夹角。显然 $\gamma_0 + \alpha_0 + \beta_0 = 90^\circ$ 在切削平面 P_t 内测量的角度

刃倾角 λ_s ——在切削平面内,切削刃与基面间的夹角。当刀尖在切削刃上为最高点时, λ_s 为正值;反之,则为负值。

副后角 α'_0 ——在副切削刃上选定点的副正交平面 P'_0 内,副后刀面与副切削平面间的夹角。副切削平面是过该选定点并包含副切削刃及切削速度向量的平面。

2. 刀具在法平面参考系中的标注角度

刀具在法平面中的标注角度,基本上和在正交平面参考系中的标注角度相类似。只需将正交平面 P_0 内的 γ_0 、 α_0 与 β_0 , 改为在法平面 P_n 内的法前角 γ_n 、法后角 α_n 与法楔角 β_n 。

3. 刀具在背平面和假定工作平面参考系中的标注角度

除基面与切削平面上表示的角度与前述相同外,前角、后角和楔角是分别在背平面 P_p 和假定工作平面 P_f 内标出的,同样有背前角 γ_p 、背后角 α_p 、背楔角 β_p 及侧前角 γ_t 、侧后角 α_t 、侧楔角 β_t 等。

三、刀具的工作角度

在切削中,由于走刀运动及刀具实际安装情况的影响,刀具的参考系将发生变化,在刀具工作角度参考系中所确定的角度称为工作角度。

1. 进给运动对工作角度的影响

横车时,切削刃相对于工件的运动轨迹为阿基米德螺线,切削平面为过切削刃而切于螺线的平面,而基面又恒与之垂直,因而就引起了实际切削时前、后角的变化。如图 1-5。

因此,工作角度参考系内的刀具工作前角 γ_{oc} 和工作后角 α_{oc} 为:

$$\gamma_{oc} = \gamma_0 + \mu$$

$$\alpha_{oc} = \alpha_0 - \mu \quad \text{而} \quad \tan \mu = \frac{f}{\pi d}$$

纵车时,同样可得:

$$\gamma_{oc} = \gamma_0 + \mu_0$$

$$\alpha_{oc} = \alpha_0 - \mu_0 \quad \text{而} \quad \tan \mu_0 = \tan \mu_r \sin \kappa_r = f \sin \kappa_r / (\pi d_w)$$

2. 刀具安装位置对工作角度的影响

① 刀具装高的影响

若刀具装高 h , 不难得到:

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

$$\alpha_{pe} = \alpha_p - \theta_p \quad \text{而} \quad \tan \theta_p = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{d_w}{2}\right)^2 - h^2}}$$

同样,刀杆中心线不垂直于进给方向,可使主、副偏角发生变化,即:

$$\kappa_{re} = \kappa_r \pm G$$

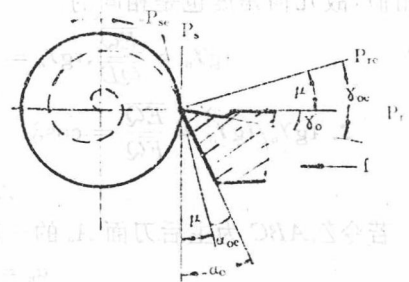


图 1-5 横向进给运动对工作角度的影响

$$\kappa_{re}' = \kappa_r' \mp G$$

式中：“+”或“-”号由偏斜方向定。 G 为刀杆中心线与进给方向垂线间的夹角。

第四节 刀具标注角度的换算

有时为了工作的需要，须在不同参考系中将刀具的标注角度进行换算。基本方法有几何法和向量计算法。

一、几何法

1. 法平面与正交平面内前、后角的关系

如图 1-6, P_s 、 P_r 、 P_o 分别为切削刃上选定点的切削平面、基面、正交平面。 $\triangle ABC$ 是前刀面的一部分, AB 为主切削刃。 $Rt\triangle FQD$ 是过 F 点的正交平面, $Rt\triangle EQD$ 是过 E 点的法平面。由于直线刀刃, A_r 、 A_n 都为平面, 所以过切削刃上各点作 P_o 、 P_n 、 P_p 、 P_f , 各平面中的截面都平行且相似, 故几何角度也是相同的。

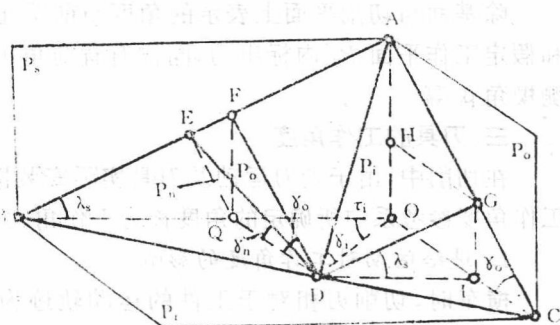


图 1-6 刀具不同剖面中的角度换算

$$\therefore \quad \operatorname{tg} \gamma_n = \frac{EQ}{QD}, \operatorname{tg} \gamma_o = \frac{FQ}{QD}$$

$$\therefore \operatorname{tg} \gamma_n / \operatorname{tg} \gamma_o = \frac{EQ}{FQ} = \cos \lambda_s$$

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

若令 $\triangle ABC$ 为主后刀面 A_n 的一部分, 则

$$\alpha_n = \angle QED, \alpha_o = \angle QFD$$

$$\therefore \quad \operatorname{tg} \alpha_n / \operatorname{tg} \alpha_o = \frac{QD}{QE} / \frac{QD}{QF} = \frac{1}{\cos \lambda_s}$$

$$\therefore \quad \operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} \alpha_o / \cos \lambda_s \quad (1-2)$$

2. 和基面 P_r 垂直且与切削平面成任意角 τ_i 的任意剖面 P_i 与正交平面前、后角的关系。方法同上。

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma_i &= \frac{AO}{DO} = \frac{AH + HO}{DO} = \frac{HG \operatorname{tg} \gamma_o + GI}{DO} = \frac{OI \operatorname{tg} \gamma_o + DI \operatorname{tg} \lambda_s}{DO} \\ &= \operatorname{tg} \gamma_o \sin \tau_i + \operatorname{tg} \lambda_s \cos \tau_i \end{aligned} \quad (1-3)$$

同样可得:

$$\operatorname{ctg} \alpha_i = \operatorname{ctg} \alpha_o \cdot \sin \tau_i + \operatorname{tg} \lambda_s \cdot \cos \tau_i \quad (1-4)$$

令 $\tau_i = 90^\circ - \kappa_r$, 则 $\gamma_i \rightarrow \gamma_p$ 代入 (1-3)、(1-4) 式

$$\therefore \quad \begin{cases} \operatorname{tg} \gamma_p = \operatorname{tg} \lambda_s \cdot \sin \kappa_r + \operatorname{tg} \gamma_o \cdot \cos \kappa_r & (1-5) \\ \operatorname{ctg} \alpha_p = \operatorname{ctg} \alpha_o \cdot \cos \kappa_r + \operatorname{tg} \lambda_s \cdot \sin \kappa_r & (1-6) \end{cases}$$

令 $\tau_i = 180^\circ - \kappa_r$, 则 $\gamma_i \rightarrow \gamma_f$ 代入(1-3)、(1-4)式

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \gamma_f = \operatorname{tg} \gamma_o \cdot \sin \kappa_r - \operatorname{tg} \lambda_s \cdot \cos \kappa_r & (1-7) \\ \operatorname{ctg} \alpha_f = \operatorname{ctg} \alpha_o \cdot \sin \kappa_r - \operatorname{tg} \lambda_o \cdot \cos \kappa_r & (1-8) \end{cases}$$

3. 最大前角 $\gamma_{\max}$ 和最小后角 $\alpha_{\min}$ 的确定。对(1-3)、(1-4)式微分求极值得:

$$\operatorname{tg} \gamma_{\max} = \sqrt{\operatorname{tg}^2 \gamma_o + \operatorname{tg}^2 \lambda_s} = \sqrt{\operatorname{tg}^2 \gamma_f + \operatorname{tg}^2 \gamma_p} \quad (1-9)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\min} = \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \alpha_o + \operatorname{tg}^2 \lambda_s} = \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \alpha_f + \operatorname{ctg}^2 \alpha_p} \quad (1-10)$$

其中 $\gamma_{\max}$ 与 $\alpha_{\min}$ 所在的剖面与主切削刃在基面上的投影(即切削平面 P_s)间的夹角 $\tau_{\max}$ 和 $\tau_{\min}$ 分别为:

$$\operatorname{tg} \tau_{\max} = \operatorname{tg} \gamma_o / \operatorname{tg} \lambda_s \quad (1-11)$$

$$\operatorname{ctg} \tau_{\min} = \operatorname{tg} \lambda_s / \operatorname{ctg} \alpha_o = \operatorname{tg} \lambda_s \cdot \operatorname{tg} \alpha_o \quad (1-12)$$

二 向量计算法

例如, 证明 $\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cdot \cos \lambda_s$

证明: 令 i, j, k 分别为正交平面、切削平面、基面的单位法向量。 i, j, k 组成右手坐标系。

再令, A 为沿主切削刃的单位矢量。 B 为正交平面与前刀面交线的单位矢量。 C 为法平面与前刀面交线的单位矢量。

则

$$A = \cos \lambda_s \cdot i + 0 \cdot j - \sin \lambda_s \cdot k$$

$$B = 0 \cdot i + \cos \gamma_o \cdot j - \sin \gamma_o \cdot k$$

$$C = -\sin \gamma_n \sin \lambda_s \cdot i + \cos \gamma_n \cdot j - \sin \gamma_n \cdot \cos \lambda_s \cdot k$$

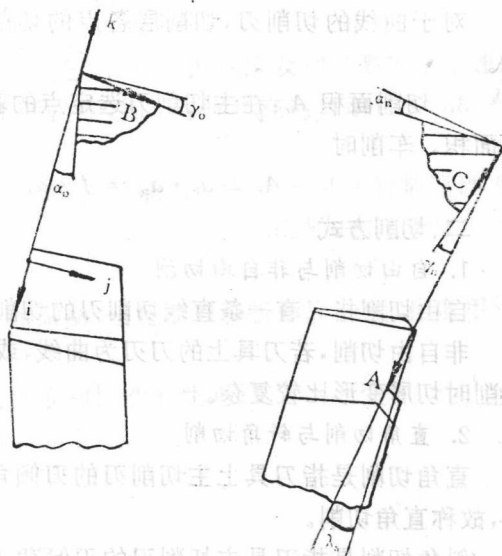


图 1-7 向量计算所建立的坐标系

由于 A, B, C 都在 A_r 面上, 即三个向量共面, 故混合积为零, 则 $[A \ B \ C] = 0$

$$\text{即} \begin{vmatrix} A_i & A_j & A_k \\ B_i & B_j & B_k \\ C_i & C_j & C_k \end{vmatrix} = 0 \quad \text{故} \quad \begin{vmatrix} \cos \lambda_s & 0 & -\sin \lambda_s \\ 0 & \cos \gamma_o & -\sin \gamma_o \\ -\sin \gamma_n \cdot \sin \lambda_s & \cos \gamma_n & -\sin \gamma_n \cdot \cos \lambda_s \end{vmatrix} = 0$$

展开整理得: $\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cdot \cos \lambda_s$

第五节 切削层参数与切削方式

一、切削层参数

在切削中, 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