

可转位车刀设计中有关角度的计算

机械系 李振洲

提 要

可转位刀具由于具有许多优越性已在生产中得到日益广泛的重视和应用。因为它的合理的切削角度是由刀片和刀片槽的对应角度共同形成的,而目前对其有关角度的设计多采用近似计算,不能给人以应有的清晰概念,所以,本文以最常用的几何三角关系,利用不同的角度参考系的变换原理与方法,推导出刀片前角、后角不为零时可转位车刀有关角度完整的精确的计算公式,供设计时使用。其结果也可应用于端铣刀等可转位刀具上。

可转位车刀(又称硬质合金不重磨车刀)因比焊接式硬质合金车刀具有更多的优越性而日益得到重视和应用,但可转位车刀的切削角度(γ_0 、 α_0 、 K_r 、 λ 、 ε 、 K_r' 、 α_0' 等)却不

(接前页)

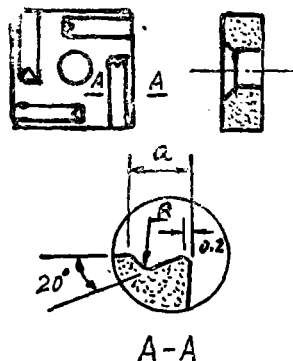


图16a

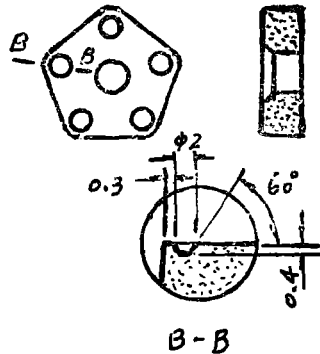


图16b

2. 新型扁钻: 近来英、美、日、苏等国又重新广泛使用扁钻规格范围一般为 $\Phi 38 \sim 380$ 毫米, 均为钨片式, 扁钻迅速推广使用的基本原因有下列几点:

- (1) 切削部分的几何参数的改进, 使其具有与麻花钻相等效的良好的切削性能。
- (2) 刀片采用优质高速钢制成, 散热性能好。
- (3) 便于磨成各种形状, 可用于钻孔、扩孔, 镗端面 and 锥面等, 应用范围广泛。
- (4) 刀杆刚性好, 刀片容易快速更换, 因而在数控机床上使用日益增多。
- (5) 制造简单刃磨方便, 经济性好。

3. 直柄立铣刀: 使用范围日益扩大, 这个趋势在美国和英国特别突出。这是由于近年来大量模具加工的需要和数控机床的发展所致, 它可以铣削侧面、端面、台阶、切槽以及各种特殊形状表面, 而且直柄立铣刀便于快速更换, 轴向尺寸可以调节。

4. 轴向进给立铣刀: 近年来美、英、日等国均已列入标准。这种铣刀能沿轴向直接切入工件, 因此在结构上作了相应改进: 端齿要过中心端齿的容屑槽要加深, 并保持有足够的强度, 这类铣刀适用于数控机床及加工模具等。

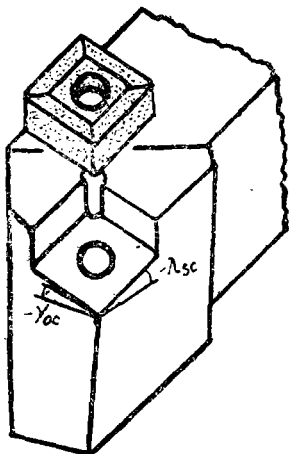


图1 可转位车刀
切削角度的形成

象焊接式车刀那样可以通过刃磨来获得，而是把具有一定几何参数的标准刀片，安装在有角度要求的专门设计的刀杆刀片槽上共同形成的(图1)。这种刀片几何角度——刀片槽几何角度——车刀切削角度三者之间密切的相互依赖关系是可转位刀具设计计算的重要特征和关键。通常是根据加工对象，要求和加工条件选择了合理的车刀切削角度(K_r 、 λ_s 、 γ_0)之后、选择相应牌号、形状、尺寸与角度等参数的刀片，然后再进行刀片槽几何角度和车刀其余派生的切削角度的有关计算。

目前我国硬质合金可转位刀片的有关部颁和厂定标准还没有完全统一，一些使用单位还将市售刀片自行修磨，以获得所需的精度或角度。刀片除了形状尺寸断屑槽形及其参数有不同的规格与代号外，从角度上又可分为三类(图2)：

a、不带后角与刃倾角($\lambda_p = 0$, $\alpha_p = 0$, $\gamma_p \geq 0$)的刀片；
b、带后角($\alpha_p > 0$, $\lambda = 0$, $\gamma_p \geq 0$)的刀片；c、带刃倾角($\lambda_p \neq 0$, $\alpha_p = 0$, $\gamma_{\alpha p} \geq 0$)的刀片。在生产中第一类用得最多，第二类刀片由于可以在一定范围内得到不同符号的车刀前角 γ_0 与刃倾角 λ_s 的组合，而在一些工厂中受到欢迎(第一类刀片只能有负的刃倾角 λ_s)，第三类刀片用得最少，且标准中的刀片刃倾角 λ_s 很小($\leq 4^\circ$)，在近似计算常将其忽略。因此，本文以第二类刀片为例进行分析计算(第一类刀片是第二类刀片的特例)，其结果也可应用于可转位端铣刀上。

此外，本文以最常用的几何三角关系来推导有关的计算公式，以便弄清概念，进一步熟悉和掌握不同剖面的角度换算关系，为设计其它可转位刀具打下一个良好的基础；为了方便起见，不妨把安放刀片的刀杆刀片槽“楔部”当作刀头看待，在不同剖面内有刀槽刃倾角、刀槽前角、刀槽偏角、刀槽后角……等等来表示其几何参数。由于车刀、刀片、刀槽都有相应的名称和符号，因此根据说明对照视图，注意它们之间的区别就成为理解掌握有关计算原理与方法的首要问题。

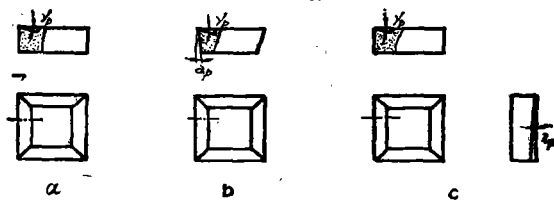


图2 三类刀片(以4方刀片为例)

一、刃倾角和偏角

刀具的刃倾角 λ_s 和主偏角 K_r 是静止参考系中确定主刀刃位置的两个重要角度。对应地刀杆刀片槽的“刀刃”——刀槽底面与刀杆主后刀面的交线——也可用刀槽“刃倾角

λ_{sc} 和刀槽主偏角 K_{rc} 来确定,设计时是根据已选定的 λ_s , K_r 和刀片计算出刀槽的刃倾角和主偏角的大小,并在必要时确定它们的符号的。

当刀片的刃倾角 $\lambda_p = 0$ 时,在刀片与刀槽底面完全吻合的前提下,由于刀片上下两面(即刀片的基面)是平行的,可知车刀刀刃和刀槽“刀刃”在空间也是相互平行的(参见图1),它们在车刀切削平面和基面上的投影也是为此,换句话说,车刀和刀槽两者的切削平面平行,因此,如图3 A 向视图所示,在车刀切削平面 P_s 内刀槽的刃倾角 λ_{sc} 应等于车刀的刃倾角 λ_s ,即

$$\lambda_{sc} = \lambda_s \quad (1)$$

为了使不带后角($\alpha_p = 0$)的刀片装在刀槽后获得正的后角,它们的符号均应为负。

同理在车刀的基面 P_r (与刀槽的基面平行)内主偏角相同,即

$$K_{rc} = K_r \quad (2)$$

式中 K_{rc} ——刀槽主偏角,
 K_r ——车刀主偏角

由上述关系可知,车刀的主剖面就是刀槽的主剖面,车刀的法剖面亦与刀槽的法剖面一致。而且车刀或刀槽的法剖面与刀片的主剖面(也是 $\lambda_p = 0$ 时刀片的法剖面)重合,这就是以后分析前后角时相互关系的基础(当 $\lambda_p \neq 0$ 时,就不存在上述关系,问题就比较复杂)。

对于具有前角($\gamma_p > 0$)而断屑槽为封闭形(即E型)的刀片来说,刀片付刃的刃倾角 $\lambda_{p'}$ 亦为零,这时,同理亦有:

$$\lambda'_{sc} = \lambda'_s \quad (\alpha_p = 0 \text{ 时, 符号均为负}) \quad (3)$$

$$K'_{rc} = K'_r \quad (4)$$

式中 λ'_{sc} ——刀槽付刃倾角,在刀槽的付切削平面内刀槽底面与基面间的夹角。
 λ'_s ——车刀付刃倾角。
 K'_{rc} ——刀槽付偏角,刀槽付切削平面与假定工作平面间在基面上的夹角。
 K'_r ——车刀付偏角。

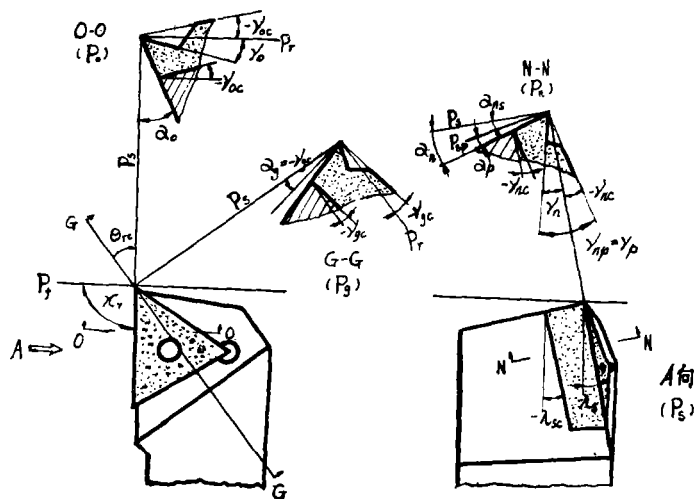


图3 可转位车刀的角度

二、前 角

车刀主剖面内前角 γ_o 是根据加工对象事先选定的已知值,在刀片已经确定的条件下,设计时就要计算出刀槽主剖面前角 γ_{oc} ,作为确定刀片槽底平面位置的参数之一,以便据此制造刀杆,并最终保证刀片装在刀槽后使车刀获得要求的前角 γ_o 值。

如前所述,当刀片刃倾角 λ_p 为零时,由于车刀和刀槽的主剖面重合,所以在车刀主剖面 P_o 内刀槽底面与基面间的夹角,就等于刀槽主剖面前角 γ_{oc} (图3 P_o 剖视图),同样因刀片顶平面与底平面平行,故在 P_o 内顶平面与基面间的夹角亦为刀槽主前角 γ_{oc} 。在刀片不带后角($\alpha_p = 0$)时,为了使车刀有正的后角以利于正常切削,刀槽前角应为负值。

应指明的是,装上刀片之后车刀的基面 P_r 和刀片原有的基面 P_{r_0} (即刀片顶平面)

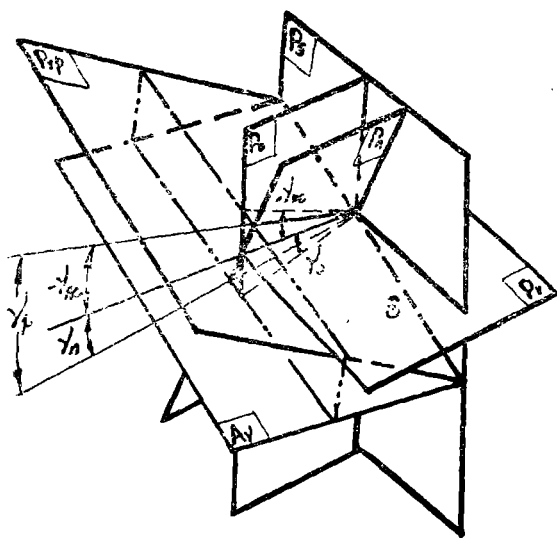


图4 车刀主法剖面上的有关前角

过刀刃选定点相交(图4)。

于是过选定点所作的车刀主剖面 P_o 和法剖面 P_n 分别与刀片顶平面,车刀基面和前刀面相交,除了 P_o 与 P_n 和基面的交线重合外,其余四条交线均不重合,这些不重合的交线与基面间的夹角就是主剖面内的车刀前角 γ_o 和刀槽前角 γ_{oc} ,以及法剖面内的车刀法向前角 γ_n 和刃槽的法向前角 γ_{nc} 。对照图3与图4可知,能满足主法剖面角度换算关系式的角度只有 γ_o 与 γ_r ,以及 γ_{oc} 与 γ_{nc} (分别属于不同的三垂线三棱锥)故在 $\lambda_p = 0$ 的条件下,刀槽主前角 γ_{oc} 的计算如下:

$$\operatorname{tg} \gamma_{oc} = \operatorname{tg} \gamma_{nc} / \cos \lambda_s \quad (5)$$

而在法剖面内刀槽前角 γ_{nc} 是法向前角 γ_n 和刀片前角 γ_p 的代数和

$$\text{即} \quad \gamma_{nc} = \gamma_n - \gamma_p \quad (6)$$

$$\text{且} \quad \operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cdot \cos \lambda_s \quad (7)$$

式中: λ_s —车刀刃倾角 γ_p —刀片前角

$$\text{故} \quad \operatorname{tg} \gamma_{oc} = \operatorname{tg} \gamma_{nc} / \cos \lambda_s = \operatorname{tg} (\gamma_n - \gamma_p) / \cos \lambda_s$$

$$\begin{aligned} \text{或者} \quad \operatorname{tg} \gamma_{oc} &= \frac{\operatorname{tg} \gamma_n - \operatorname{tg} \gamma_p}{(1 + \operatorname{tg} \gamma_n \operatorname{tg} \gamma_p) \cos \lambda_s} \\ &= \frac{\operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_s - \operatorname{tg} \gamma_p}{(1 + \operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_s \operatorname{tg} \gamma_p) \cos \lambda_s} \\ &= \frac{\operatorname{tg} \gamma_o - \operatorname{tg} \gamma_p / \cos \lambda_s}{1 + \operatorname{tg} \gamma_o \operatorname{tg} \gamma_p \cos \lambda_s} \end{aligned} \quad (8)$$

从式(8)可知, 当 $\gamma_p = 0$ 时, $\gamma_{oc} = \gamma_o$ 。

三、后 角

车刀后角的作用在于减少后刀面与工件加工表面间的摩擦, 为了保证车刀正常工作, 任一剖面内的后角均应大于零, 为此必需进行计算或校验。

当刀片不带后角($\alpha_p = 0$)时车刀的后角是刀片安装在刀槽后自然形成的, 这种自然形成的后角可称之为安装后角。当选用 $\lambda_p = 0$ $\alpha_p > 0$ 的刀片时, 在不同剖面内的车刀后角是该剖面内的安装后角和刀片后角的代数和。因车刀的法剖面 and 刀片的主剖面(也是刀片的法剖面)重合且截形不变。故如图3所示, 在车刀法剖面内有

$$\alpha_s = \alpha_{is} + \alpha_p \quad (9)$$

式中, α_s ——车刀法向后角

α_{is} ——在车刀法剖面内的安装后角(即切削平面与刀片切削平面在 p_n 内的夹角)。

α_p ——刀片给定的后角

由于法剖面内刀片的截形不变, 刀片的切削平面 P_{s1} 与刀片顶平面(刀片基面)在该剖面内仍旧保持垂直, 故有

$$\alpha_{is} = -\gamma_{ic} \quad (10)$$

式中: γ_{ic} ——车刀法剖面(即刀槽法剖面)内的刀槽前角(图中为负)

将式(10)及式(6)代入式(9)得:

$$\alpha_n = \alpha_p - \gamma_{nc} = \alpha_p + \gamma_p - \gamma_n \quad (11)$$

于是车刀主剖面内后角 α_o 的计算公式为:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_o &= \operatorname{tg} \alpha_n \cos \lambda_s = \operatorname{tg} (\alpha_p - \gamma_{nc}) \cos \lambda_s \\ &= \operatorname{tg} (\alpha_p + \gamma_p - \gamma_n) \cos \lambda_s \\ \text{或者} \quad \operatorname{tg} \alpha_o &= \frac{[\operatorname{tg} (\alpha_p + \gamma_p) - \operatorname{tg} \gamma_n] \cos \lambda_s}{1 + \operatorname{tg} (\alpha_p + \gamma_p) \operatorname{tg} \gamma_n} \\ &= \frac{[\operatorname{tg} (\alpha_p + \gamma_p) - \operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_s] \cos \lambda_s}{1 + \operatorname{tg} (\alpha_p + \gamma_p) \operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_s} \end{aligned} \quad (12)$$

式中: λ_s ——车刀刃倾角;

γ_p ——刀片给定前角;

γ_o ——车刀主剖面前角

当 $\alpha_p = 0$ 时, 由式(9) (10)得 $\alpha_n = \alpha_{ns} = -\gamma_{nc}$

故 $\operatorname{tg} \alpha_o = \operatorname{tg} \alpha_n \cos \lambda_s = -\operatorname{tg} \gamma_{nc} \cos \lambda_s$

$$= -\operatorname{tg} \gamma_{oc} \cos^2 \lambda_s \quad (13)$$

式中, γ_{oc} ——刀槽主剖面前角(本身为负)。

由式 (13) 可知当 $\lambda_p = 0$, $\alpha_p = 0$ 时, $\alpha_0 \approx -\gamma_{oc}$, 这表明车刀主剖面与后刀面 (即刀片切削平面) 的交线, 不垂直于车刀主剖面与刀片基面 (即刀片顶平面) 的交线。 λ_s 很小时, 可令 $\alpha_0 \approx -\gamma_{oc}$, 这就是采用第一类刀片时后角的近似计算式。

当 $\gamma_p = 0$ 时, 式 (12) 则变为

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{(\operatorname{tg} \alpha_p - \operatorname{tg} \gamma_0 \cos \lambda_s) \cos \lambda_s}{1 + \operatorname{tg} \alpha_p \operatorname{tg} \gamma_0 \cos \lambda_s} \quad (14)$$

从式 (14) 可知, 在 α_p 一定的条件下, 能否满足 $\alpha_0 > 0$, 主要取决于前角 γ_0 的符号和大小, 其次才是刃倾角 λ_s 值的大小, 这一点对于可转位端铣刀来说也是重要的。

至于刀片槽的后角 α_{oc} 是个独立的角度, 它丝毫不影响车刀的切削角度, 故原则上可任意选取, 一般则依加工方便的原则, 取下列二值之一作为刀片槽主剖面后角, 即

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{oc} &= \alpha_0 \\ \text{或 } \alpha_{oc} &= 0^\circ \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

四、刀尖角

刀尖角是在基面上度量的切削平面与付切削平面间的夹角, 当 $\lambda_p = \lambda_{p'} = 0$ 时, 车刀切削平面和付切削平面对应地与刀槽的切削平面和付切削平面平行, 故车刀的刀尖角和刀槽的刀尖角相等。当 λ_p 或 $\lambda_{p'}$ 不为零时, 车刀与刀槽的刀尖角便不相等了。但不管怎

样, 我们总是约定具有刀片刀尖角 ε_p 的刀片底面与刀槽底面是完全吻合的, 也就是说在刀槽底面上度量的刀

槽切削平面与付切削平面间的夹角等于刀片的刀尖角 ε_p 。如图 5 所示,

AMCEOF 为与刀片底面吻合的刀槽底面, BNDEOF 为车刀基面 (亦为刀槽基面), OAB 为刀槽切削平面, $\angle AOB$ 等于刀槽刃倾角 λ_{sc} ; OCD 为刀槽付切削平面, $\angle COD$ 等于刀槽付刃倾角 λ'_{sc} ; $\angle AOC = \varepsilon_r$, $\angle BOD$ 即为刀槽的刀尖角 ε_{rc} , OMN 是刀槽

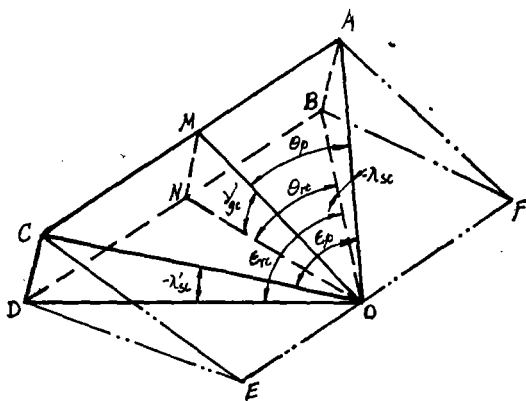


图 5 刀槽的刀尖角

底面的正交平面 P_{gc} (垂直于刀槽底面和基面的交线 EOF), $\angle MON$ 为刀槽的正交前角 γ_{go} , $\angle BON$ 为正交平面的方位角 θ_{rc} , ABCD 是垂直 OMN 的平面 (即平行于交线 EOF), $AC \perp OM$, $BD \perp ON$, $AM = BN$, $CM = DN$, $AB = MN = CD$, 设 $\angle AOM = \theta_p$, 则有

$$\operatorname{tg} \theta_p = \frac{AM}{OM},$$

$$\operatorname{tg} \theta_{rc} = \frac{BN}{ON},$$

$$\text{所以} \quad \operatorname{tg} \theta_p = \operatorname{tg} \theta_{rc} \cos \gamma_{gc} \quad (16)$$

$$\text{同理} \quad \operatorname{tg} (\varepsilon_p - \theta_p) = \operatorname{tg} (\varepsilon_{rc} - \theta_{rc}) \cos \gamma_{gc} \quad (17)$$

$$\text{而} \quad \operatorname{tg} \gamma_{gc} = \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \gamma_{oc} + \operatorname{tg}^2 \lambda_{sc}} \quad (\gamma_{gc} \text{ 与 } \lambda_{sc} \text{ 同号}) \quad (18)$$

$$\operatorname{tg} \theta_{rc} = \operatorname{tg} \gamma_{oc} / \operatorname{tg} \lambda_{sc} \quad (19)$$

式中 γ_{oc} ——刀槽主剖面内前角

λ_{sc} ——刀槽刃倾角

联立式 (16) ~ (19) 就可解出刀槽刀尖角 ε_{rc} , 或者将上述诸式代入化简得:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varepsilon_{rc} = & (\operatorname{tg} \varepsilon_p \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma_{oc} \cos^2 \lambda_{sc}} \\ & - \operatorname{tg} \gamma_{oc} \sin \lambda_{sc}) \cos \lambda_{sc} \end{aligned} \quad (20)$$

应注意的是, 当 θ_{rc} 为正时刀槽刀尖角 ε_{rc} 总是比刀片刀尖角 ε_p 为大, 当 θ_{rc} 为负时则反。如前所述, 当 $\lambda_p = \lambda_{p'} = 0$ 时, $\varepsilon_r = \varepsilon_{rc}$, $K_r = K_{rc}$,

于是

$$K'_r = 180 - K_r - \varepsilon_r = K'_{rc} \quad (21)$$

五、付刃的有关角度

车刀付刃倾角 λ'_s , 付前角 γ'_o , 付后角 α'_o 和刀槽的付刃倾角 λ'_{sc} , 付前角 γ'_{oc} , 付后角 α'_{oc} 等都是派生的角度 (α'_{oc} 是独立的角度, 例外) 其中最重要的是车刀付后角 α'_o , 它也必须满足 $\alpha'_o > 0$ 这个基本要求, 为了计算 α'_o , 常常要知道其余一些角度, 因此一并计算如下。

当刀槽底面在空间的位置已由 λ_{sc} 与 γ_{sc} (前已求出) 这两个角度确定之后, 任意一个垂直基面的剖面内的刀槽前角, 就是一个确定值了。因此, 刀槽付刃倾角及其付前角可以利用任意剖面前角的计算式求出:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \lambda'_{sc} &= \operatorname{tg} \gamma_{oc} \sin \varepsilon_{rc} + \operatorname{tg} \lambda_{sc} \cos \varepsilon_{rc} \\ \operatorname{tg} \gamma'_{oc} &= \operatorname{tg} \gamma_{oc} \cos (K_{rc} + K'_{rc}) + \operatorname{tg} \lambda_{sc} \sin (K_{rc} + K'_{rc}) \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

式中: γ_{oc} ——刀槽主剖面前角, 由式 (8) 计算

λ_{sc} ——刀槽刃倾角由式 (1) 计算

ε_{rc} ——刀槽的刀尖角由式 (20) 计算。

利用任意两个相互垂直剖面内的前角与正交前角的相互关系, 也可求出 λ'_{sc} 与 γ'_{oc} 。

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \lambda'_{sc} &= \operatorname{tg} \gamma_{gc} \cos (\varepsilon_{rc} - \theta_{rc}) \\ \operatorname{tg} \gamma'_{oc} &= \operatorname{tg} \gamma_{gc} \sin (\varepsilon_{rc} - \theta_{rc}) \end{aligned} \right\} \quad (22)'$$

式中: θ_{rc} ——正交平面的方位角, 由式 (19) 计算

γ_{gc} ——正交前角由式 (18) 计算。

前已证明, 当 $\lambda_p = \lambda_p' = 0$ 时, 车刀的付刃倾角 $\lambda_{s'}$ 等于刀槽付刃倾角 $\lambda_{sc'}$ (式 (8)), 通常, 车刀付刃前角 γ_o' , 不需计算。至于车刀的付后角 α_o' 和主后角 α_o 一样, 也是安装后角与刀片后角的代数和。同理在付刃法剖面内有

$$\left. \begin{aligned} \alpha_n' &= \alpha_{ns'} + \alpha_p \\ \alpha_{ns'} &= -\gamma_{nc'} \\ \text{tg} \gamma_{nc'} &= \text{tg} \gamma_{oc'} \cos \lambda_{s'} \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

式中: α_n' ——车刀付刃法向后角。

$\alpha_{ns'}$ ——车刀付刃法剖面内的安装后角。

α ——刀片给定的后角。

$\gamma_{nc'}$ ——刀槽付刃法剖面内的前角。

$\lambda_{s'}$ ——刀槽付刃倾角。

$\gamma_{oc'}$ ——刀槽付刃法剖面内的前角。

于是, 车刀付后角 α_o' 为

$$\begin{aligned} \text{tg} \alpha_o' &= \text{tg} \alpha_n' \cos \lambda_{s'} = \text{tg} (\alpha_p - \gamma_{nc'}) \cos \lambda_{s'} \\ \text{或者} \quad \text{tg} \alpha_o' &= \frac{(\text{tg} \alpha_p - \text{tg} \gamma_{nc'}) \cos \lambda_{s'}}{1 + \text{tg} \alpha_p \text{tg} \gamma_{nc'}} \\ &= \frac{(\text{tg} \alpha_p - \text{tg} \gamma_{oc'} \cos \lambda_{s'}) \cos \lambda_{s'}}{1 + \text{tg} \alpha_p \text{tg} \gamma_{oc'} \cos \lambda_{s'}} \end{aligned} \quad (24)$$

当 $\alpha_p = 0$ 时, 式 (24) 则变为

$$\text{tg} \alpha_o' = -\text{tg} \gamma_{oc'} \cos^2 \lambda_{s'} \quad (25)$$

若将式 (22)' 代入式 (25) 并将式 (13) 改变一下, 则得

$$\begin{aligned} \text{tg} \alpha_o' &= -\text{tg} \gamma_{gc} \sin (\varepsilon_{rc} - \theta_{rc}) \cos^2 \lambda_{s'} \\ \text{tg} \alpha_o &= -\text{tg} \gamma_{gc} \sin \theta_{rc} \cos^2 \lambda_s \end{aligned}$$

由此可见在 $\alpha_p = 0$ 及 γ_{gc} 为负 (\because 要使 α_o 及 $\alpha_o' > 0$, $\lambda_{sc'}$ 及 $\gamma_{oc'}$ 均应为负) 的条件下, 要使车刀主付后角大于零, 正交平面的方位角 θ_{rc} 则必须满足下式:

$$0 < \theta_{rc} < \varepsilon_{rc} \quad (27)$$

由于不带刃倾角和后角的刀片用得最多, 这时, 式 (27) 可作为验算后角是否大于零的条件。

同理, 刀槽的付后角 $\alpha_{oc'}$ 也可任意选取, 一般取

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{oc'} &= 0^\circ \\ \alpha_{oc'} &= \alpha_o' \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

附: 计算程序 (见下页)。

附： 计算程序

序	名 称	符 号	公 式	公 式 号	说 明
1	车刀主偏角 刃倾角 前 角	K_r λ_s γ_o	按加工对象，加工要求和加工 条件选取		
2	刀片前角 后角 刀夹角	γ_p α_p ε_p	选定刀片的规格型号后从生产 图册中查出		现有标准刀片的 $\lambda \leq 4^\circ$ ，可略去进 行近似计算。
3	刀槽主偏角	K_{rc}	$K_{rc} = K_r$	2	
4	刀槽刃倾角	λ_{sc}	$\lambda_{sc} = \lambda_s$	1	
5	车刀法向前角	γ_n	$\text{tg} \gamma_n = \text{tg} \gamma_o \cos \lambda_s$	7	
6	刀槽法向前角	γ_{nc}	$\gamma_{nc} = \gamma_n - \gamma_p$	6	
7	刀槽主前角	γ_{oc}	$\text{tg} \gamma_{oc} = \text{tg} \gamma_{nc} / \cos \lambda_s$	5	
8	车刀法向后角	α_n	$\alpha_n = \alpha_p - \gamma_{nc}$	11	必须满足 $\alpha_n > 0$
9	车刀后角	α_o	$\text{tg} \alpha_o = \text{tg} \alpha_n \cos \lambda_s$	12	当 $\alpha_o < 0$ 时需重新选择车刀或刀片角度
10	刀槽的正交前角	γ_{gc}	$\text{tg} \gamma_{gc} = \pm \sqrt{\text{tg}^2 \lambda_{sc} + \text{tg}^2 \gamma_{oc}}$	18	γ_{gc} 与 λ_{sc} 同号
11	刀槽正交平面方 位 角	θ_{rc}	$\text{tg} \theta_{rc} = \text{tg} \gamma_{oc} / \text{tg} \lambda_{sc}$	19	当 $\alpha_p = 0$ 时，应满足 $\theta_{re} < \varepsilon_p (\approx \varepsilon_{rc})$ 否则 重新选择车刀或刀片角度。

序	名 称	符 号	公 式	公 式 号	说 明
12	中间计算量	θ_P	$\tan \theta_P = \tan \theta_{rc} \cos \gamma_{gc}$	16	
13	中间计算量	$\theta_{P'}$	$\theta_{P'} = \epsilon_P - \theta_P$		
14	刀槽刀尖角	ϵ_{rc}	$\epsilon_{rc} = \tan^{-1} [\tan \theta_{P'} / \cos \gamma_{ge}] + \theta_{rc}$	17	
15	车刀刀夹角	ϵ_r	$\epsilon_r = \epsilon_{rc}$		
16	刀槽副刃倾角	λ_{sc}'	$\tan \lambda_{sc}' = \tan \gamma_{gc} \cos(\epsilon_{rc} - \theta_{rc})$	22'	
17	刀槽副前角	γ_{oc}'	$\tan \gamma_{oc}' = \tan \gamma_{gc} \sin(\epsilon_{rc} - \theta_{rc})$	22'	
18	刀槽副刃法向前角	γ_{nc}'	$\tan \gamma_{nc}' = \tan \gamma_{oc}' \cos \lambda_{sc}'$	23	
19	车刀副刃倾角	$\lambda_{s'}$	$\lambda_{s'} = \lambda_{sc}'$	3	条件是 $\lambda_{P'} = 0$
20	车刀副后角	α_o'	$\tan \alpha_o' = \tan(\alpha_P - \gamma_{nc}') \cos \lambda_{s'}$	24	应满足 $\alpha_o' > 0$
21	车刀副偏角	K_r'	$K_r' = 180 - K_r - \epsilon_r$	21	
22	刀槽副偏角	K_{rc}'	$K_{rc}' = K_r'$	4	
23	刀槽后角	α_{oc}	$\alpha_{oc} = 0^\circ$ 或 $\alpha_{oc} = \alpha_o$	15	
24	刀槽付后角	α_{oc}'	$\alpha_{oc}' = 0^\circ$ 或 $\alpha_{oc}' = \alpha_o'$	28	

机夹可转位式车刀设计计算的新方法

——座标旋转法

机械系 江祖发

提 要

本文提出了机夹可转位式车刀的几何角度可以看成由刀片相对刀体绕座标轴旋转形成,并根据这一原理,推导出机夹可转位式车刀设计计算的通用方程组,对目前各计方法均可适用,因此对于迅速而准确地设计好机夹可转位式车刀有一定的参考价值。

一、问题的提出

机夹可转位式刀具自其问世以来,经过生产实践的考验,证明它明显地优越于普通的焊接式刀具,被公认为刀具技术的发展方向,而引起了各个国家的关注。在我国已列为60项优先重点推广项目之一,它推动着群众性的刀具技术革新活动象雨后春笋般蓬勃发展。特别是在粉碎“四人帮”以来,广大机械工人、科技工作者研制生产出丰富多彩的机夹可转位式车刀和铣刀等各种结构和刀片型式,并且正朝着标准化、系列化和通用化的方向迈进,机夹可转位式刀具的使用已遍及全国各地,为实现四个现代化显示出了巨大的生命力。

与普通焊接式刀具不同,机夹可转位式刀具的刀刃不是在刀具上刃磨而得,而是通过压制成形的硬质合金刀片和刀体的装夹联结直接形成的,即刀具的几何角度是由刀片在刀体上的安装角度来实现的。这种刀片几何角度——刀体几何角度——刀具几何角度三者之间的密切几何关系,是机夹可转位式刀具设计计算的重要特征和关键。设计机夹可转位式刀具时,必须根据所选的刀片类型和刀具几何角度,正确地计算出刀体上的安装角,以充分发挥硬质合金的切削性能和可转位式刀具的优越性。反之,当刀体角度知道之后,依据选定的刀片,刀具的各个几何角度也就自然确定了。因此,机夹可转位式刀具角度不能象设计普通刀具那样任意选取。因为在前角(或后角)、刃倾角和主偏角一旦选定之后,不管你是否满意,付后角等其余刀具角度实际上已经形成了。特别是计算出这个付后角如果太小,甚至于是负值无法使用,我们只好推翻原定的设计参数,重

(接前页)

参 考 文 献

- [1] 华南工学院、甘肃工业大学主编:《金属切削原理及刀具设计》上海科技出版社,1979。
- [2] 河南省国防工办、郑州工学院、郑州市科委合编《机夹不重磨刀具》河南人民出版社,1979。
- [3] ISO3002/1, 1977。