

车刀任意剖面间的角度自动换算*

孙伯鲁 邱 益**

(机械工程系)

摘 要: 本文通过建立单一的参考系, 将不同剖面间的切削角度的换算问题, 几何抽象为求解两已知平面(前或后刀面与各剖面)间交线对基面 $Pr(H)$ 的倾角。全部计算工作由所编程序自动完成, 大大地简化了换算过程。文中还提供了前刀面上前角的变化规律曲线。

关键词: 车刀, 任意剖面, 角度换算

中图分类号: TG712: TP39

刀具设计图上所标注的角度, 确定了其切削部分各表面的空间位置, 以保证使用时得到必要、合理的切削角度, 满足刀具设计、制造、刃磨和检验的需要。

标注角度是相对参考系而言的, 如所周知, 当前所使用的主要有主剖面、法剖面和切深进给剖面等参考系。在生产中, 不同场合下可能会用到不同的剖面参考系中的有关角度。于是就产生了各参考系间繁杂的角度换算问题, 给设计、制造、检验带来很大的不便。

为了使换算能准确、可靠而迅速地完成任务, 经过分析发现, 问题的难点在于缺乏一个简单统一的计算方法, 每次换算都靠逐个建立的数学关系去解决, 效率低且易出错。笔者通过将所研制的通用的《空间角度自动计算系统》^[1]解决了这一难题, 取得了非常满意的效果。主要方法是首先选定统一的参考系, 将切削部分各平面及各剖面同时置入规范的参考系中, 根据它们的已知参数, 由程序完成各种运算, 取得所要答案。全部工作由微机自动完成, 可以极方便地求出车刀任意剖面内的前后角等参数, 还可描绘出整个前后刀面上前、后角的变动情况及分布规律(参看图3)。既可精确地定量, 又可直观地定性, 为刀具的设计、制造及检测提供了先进的手段。对于在特殊情况下, 如成型车刀的设计制造, 可方便地显示出任意剖面上的角度情况, 更能发挥其优势。

* 河南省自然科学基金资助项目

** 收稿日期: 1993-10-19

1 基本原理

为了使问题简化, 只讨论前刀面内不同剖面间角度计算的转换原理。

1.1 选定参考系: 以机械工程中通用的三投影面 V 、 H 、 W 所组成的体系作为研究角度转换问题的唯一参考系。它实际上就是由 $P_f(V)$ 、 $P_p(W)$ 、 $P_\lambda(H)$ 组成的切深进给参考系。现在所使用的其他参考系都将各剖面看作是 V 、 H 、 W 体系中的一个铅垂面 ($\lambda \neq 0$ 的法剖面例外)。如图 1 中的 P_0 为同时垂直于主切削刃的投影和 H 面、 P_r 为相切于主切削刃, 且垂直于 H 面等。

1.2 车刀置于参考系中, 抽出前刀面 Q , 它与三投影面交于 Q_v 、 Q_H 、 Q_w 三条迹线, 我们常用迹线与轴的夹角 M_q 、 N_q 、 R_q 表示前刀面的空间位置参数。显然, 此时 $M_q = \gamma_f$ (进给前角); $R_q = \gamma_p$ (切深前角), 得出了切深进给剖面参考系的前角。

1.3 车刀的标注角度, 一般由给出的相交的两条直线确定前刀面的空间位置。图 2 给出了直头右切车刀主切削刃 AB 及主剖面 $O-O$ 与前刀面的交线 CD 的有关角度。由相交的两直线确定一平面的原理, AB 、 CD 确定了前刀面 Q 的空间位置, 按已知条件可由程序转换求出 Q 面的基本参数 M_q 、 N_q 、 R_q (见图 1)

1.4 垂直于基面 H 的任意剖面 P_0 ($\lambda \neq 0$ 时法剖面内情况另行讨论) 内的前角, 从几何意义上

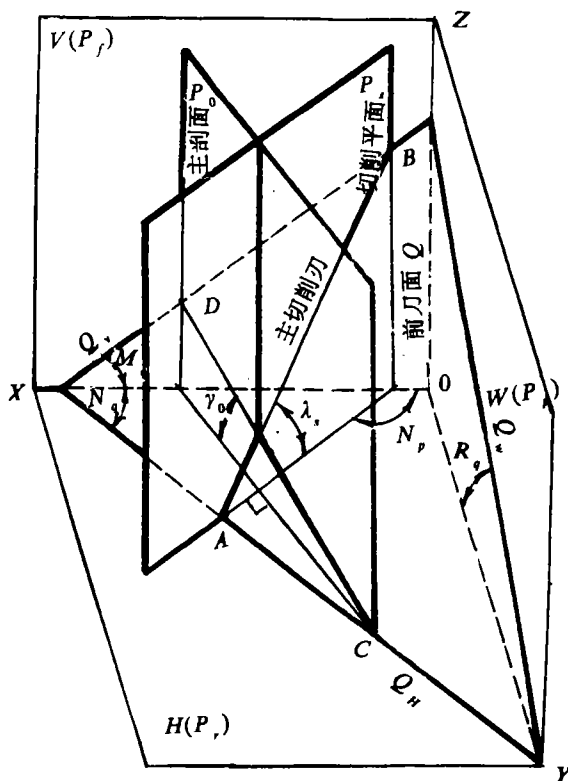


图 1 参考系

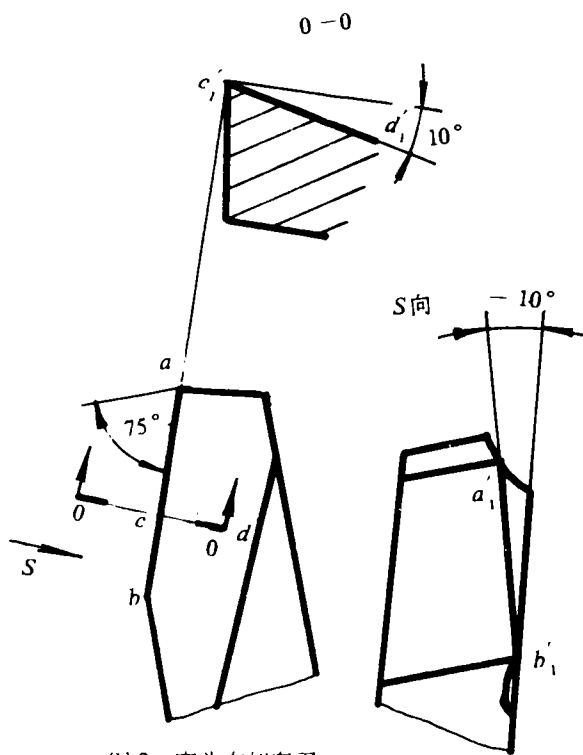


图 2 直头右切车刀

讲, 就是 P_θ 与 Q 间交线对 H 面的倾角, 如图 1 中主剖面 P_θ 内的前角 γ_θ 是 P_θ 与 Q 间交线 CD 对 H 面的倾角。

前刀面 Q 是给定的, 任意剖面 P_θ 垂直于 H 面, 只需给出 P_θ 在基面 H 上的迹线角 N_p , 求两面交线及交线对 H 的倾角等计算工作, 可由《空间角度自动计算系统》程序完成, 对使用者的技术水平无特殊要求, 操作非常方便。

1.5 任意剖面 P_θ 内前角的变化规律

当使任意剖面 P_θ 的 N_p , 从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 作连续变化, 并逐个求出所对应的前角, 则可画出前刀面上的 $\gamma-N_p$ 曲线。

图 3 为由微机完成连续计算并绘制的前角 γ 与任意剖面的 H 面迹线和 OX 轴间夹角 N_p 的函数关系曲线。该曲线有如下功能:

- ① X 方向坐标表示 N_p , 从 $0^\circ \sim 180^\circ$, Y 方向坐标表示 γ (为了直观, 该方向作适当放大)。曲线上每个点表示了所对应的 P_θ 与前刀面 Q 之交线对 $P_\theta(H)$ 面倾角 γ_θ 的大小和正、负关系。
- ② 当 $N_p=0^\circ$ 或 180° 时, $P_\theta \parallel P_f(V)$ 面, 如前所述, 此时的 $P_\theta=P_f$ (进给剖面), 所以 $\gamma_\theta=\gamma_f=M_q$ (参看图 1); 同理, 当 $N_p=90^\circ$ 时, $P_\theta \parallel P_p(W)$ 面, $P_\theta=P_p$, $\gamma_\theta=\gamma_p=R_q$ 。
- ③ 当 P_θ 垂直于 Q_H 时, $\gamma_\theta=\gamma_g$, 为 Q 面对 H 面的倾角 γ_{\max} 。
- ④ 其它功能参看表 1。表中的后角形成概念与前角略有区别, α_θ 是 P_θ 剖面与后刀面 U 间交线对 H 面倾角的余角。

表 1

序号	剖面 P_θ 的位置	前角 γ_θ	后角 α_θ	备 注
1	$P_\theta \parallel V(N_p=0^\circ, 180^\circ)$	$\gamma_\theta=M_q=\gamma_f$	$\alpha_\theta=90^\circ-Mu=\alpha_f$	P_θ 即 P_f (进给剖面)
2	$P_\theta \parallel W(N_p=90^\circ)$	$\gamma_\theta=R_q=\gamma_p$	$\alpha_\theta=90^\circ-Ru=\alpha_p$	P_θ 即 P_p (切深剖面)
3	$P_\theta \parallel ab$	$\gamma_\theta=\lambda_s$		P_θ 即 P_s (切削平面, 即 $N_p=k_r$)
4	$P_\theta \perp ab$	$\gamma_\theta=\gamma_o$	$\alpha_\theta=\alpha_o$	P_θ 即 P_o (主剖面)
5	$P_\theta \perp Q_H$ $P_\theta \perp U_H$	$\gamma_\theta=\gamma_g$	$\alpha_\theta=\alpha_b$	最大前角 γ_g 最小后角 α_b
6	$P_\theta \parallel Q_H(N_p=N_q)$ $P_\theta \parallel U_H(N_p=N_u)$	$\gamma_\theta=0^\circ$	$\alpha_\theta=90^\circ$	前角均为 0° (N_u 为后刀面的 H 面迹线角。)

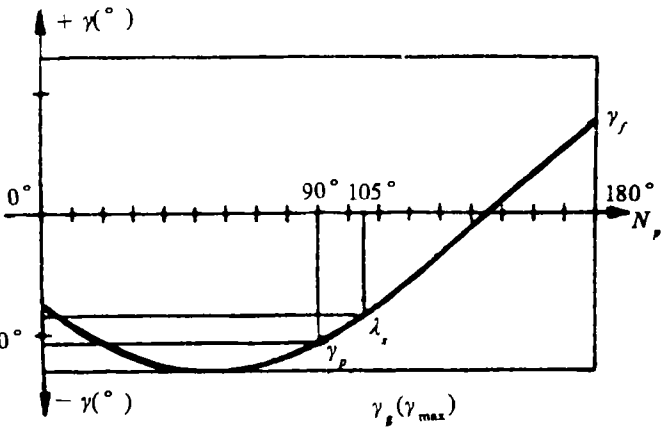


图 3 前 λ 上 $\gamma-N_p$ 曲线

1.6 当刃倾角 $\lambda_s \neq 0$ 时, 法剖面内的前、后角计算方法是:

$$\gamma_n = 90 - \alpha_n - \beta_n$$

α_n ——在 P_n 平面内测量的切削平面 P_s 与后刀面 U 间夹角(即两面角);
 β_n ——在 P_n 平面内测量的前刀面 Q 与后刀面 U 间夹角(即两面角)。

因前刀面 Q、后刀面 U 及切削平面 P_s 均为已知, 故 α_n 和 β_n 均可由软件计算系统直接求出, γ_n 得解。

2 应用举例和讨论

图 4 为另一直头右切车刀简图, 图中的标注角度确定了前刀面的空间位置, 先利用程序求出前刀面的基本参数 M_q 、 N_q 及 R_q , 其数据见表 2。

前刀面位置确定后, 其上任意方向内的前角(含刃倾角)均可自动求出(参看图 3)。本例中, 设求切削平面 P_s 内的刃倾角 λ_s , 只需输入一个切削平面 P_s 的 $N_p = 105^\circ$ (即 K_r), 立即可求出 $\lambda_s = -8.4161^\circ$ 。对于求解任意剖面内的前角, 都是这样的过程。

表 2

标注角度	前刀面参数
$K_r = 15^\circ$ $\gamma_o = -10^\circ$	$M_q = 7.5209^\circ$ $R_q = 169.3227^\circ$
$K'_r = 95^\circ$ $\gamma'_o = -10^\circ$	$N_q = 145^\circ$

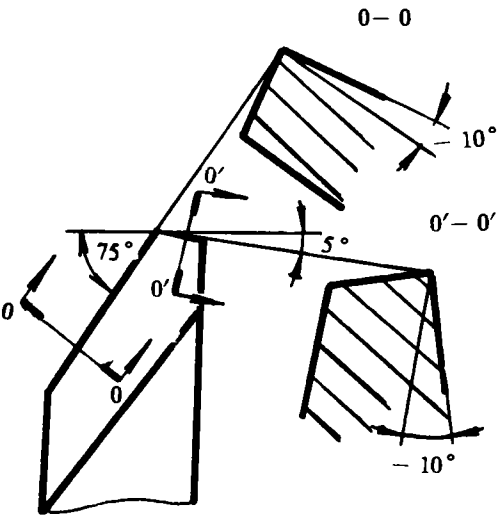


图 4 直头右切车刀

如前所述, 此时的 $\gamma_p = -10.6778^\circ$; $\gamma_f = -7.5209^\circ$ 等, 其在 $\gamma-N_p$ 曲线上的定位情况, 参看图 3。

3 结束语

- 3.1 如上所述, 当给定任意剖面(法剖面除外)的位置, 即可自动求出其上的前(后)角, 不需查找、套用公式逐个计算, 大大提高了工作效率。
- 3.2 作为逆问题, 若由已知的前(后)角大小, 确定其所应处的剖面位置, 也可迅速、准确地进行定量计算。对全面了解刀具各切削部分的工作状态, 可提供许多有用的信息。

3.3 制造车刀时, 为求解加工前、后刀面时所需的调整角度, 均可由其标注角度很方便地转换为它们所需的参数。

以上我们以最基本的外圆车刀为例, 研究了刀具中大量遇到的繁难角度换算问题。予计这一方法同样可推广到曲线刀刃, 机夹可转位车刀刀槽等的角度计算领域。在微机已逐渐普及的情况下, 系统地利用计算机去解决这些问题, 可大大提高工作效率。

本文在撰写过程中, 得到了洛阳拖拉机制造厂工具处贺延忠高工的大力支持, 特致谢意。

参 考 文 献

- 〔1〕 乐兑谦主编. 金属切削刀具. 机械工业出版社
- 〔2〕 孙伯鲁等. 机械工程中空间角度自动计算的研究. 机械工程学报, 1993, 29 (1): 52~57.

Automatic Angle Transformation in

Any Cut Plane of Cutter

Sun Bolu Qiu Yi

(Zhengzhou Institute of Technology)

Abstract: In this paper, by setting up a single frame of reference, the problem in transformation of the cutting angles of different cut planes is geometrically reduced to the calculation of the angle between the intersection of two known planes (Between plane of lead or lag and every cut plane) and the datum plane—H. The latter may be automatically calculated by program, so the transformation process is greatly simplified. And the changing curve of angle of lead on plane of lead is offered in this article.

Keywords: cutter, any cut plane, angle transformation