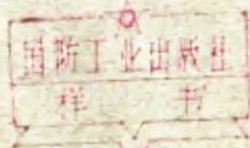


金属切削机床与刀具

成都无线电机械学校编



国防工业出版社



前 言

本书是中等专业学校电子类工模具设计与制造专业统编教材之一,可供各校作试用教材。

本书的教学时数为 156 至 170 学时。包括金属切削原理和有关刀具的设计计算;金属切削机床的运动、结构、调整计算及工模具制造专用机床的有关内容,分为两篇十六章。第一篇主要内容有:金属切削原理、成形车刀设计、孔加工刀具及钻削、整体圆柱铰刀设计、铣削及铣刀设计基础、磨削及磨具;第二篇主要内容有:金属切削机床的基本知识、车床、铣床、机床液压传动与磨床、机床的典型部件及机构、工模具制造专用机床概述、坐标镗床、工具曲线磨床、电火花成型机床和数控线切割机床。

为适应电子类工模具设计与制造专业教学的需要,本书在内容上偏重于与模具制造有关的一般刀具与机床较多,在使用时可按具体要求决定取舍和补充。但考虑到尽量保持教材的完整性和适应自学,书中内容选择偏多,因此在教学时亦宜根据需和教学时数的可能适当删减部分内容。在教学中依各校情况在各教学环节开设实验及现场课教学,使之与教材内容相配合。

本书由成都无线电机械学校谭德良编写第一篇第一、三、六章,焦根昌编写第一篇第二、四、五章及第二篇第二、四、五、七、八、九、十章,彭通安编写第二篇第一、三、六章。

由于我们的业务水平和思想水平较低,加以编写后未能广泛征求有关兄弟单位的意见,书中必定有不少缺点和错误之处,希望各校在试用中给我们提出批评和指正。

编 者

一九七九年四月

内 容 简 介

本书包括金属切削原理与刀具的基本理论和有关刀具的设计计算；金属切削机床的运动、结构、调整计算及工模具制造专用机床的有关内容。分为两篇十六章，第一篇为金属切削原理与刀具，第二篇为金属切削机床。

本书系根据1978年4月，第四机械工业部中等专业学校教材会议制定的工模具设计与制造专业教学计划要求的该课程内容编写。适于作试用教材，也可供有关技术人员参考。



目 录

第一篇 金属切削原理与刀具	(1)
绪言	(1)
第一章 金属切削的理论基础	(2)
§ 1-1 基本定义	(2)
§ 1-2 刀具材料	(14)
§ 1-3 金属的切削过程	(21)
§ 1-4 车刀几何参数对切削过程的影响	(46)
§ 1-5 工件材料与切削条件对切削过程的影响	(55)
§ 1-6 不重磨车刀	(63)
第二章 成形切刀	(67)
§ 2-1 概述	(67)
§ 2-2 成形车刀的构造和装夹	(70)
§ 2-3 径向成形车刀的廓形设计	(76)
§ 2-4 成形车刀的加工误差	(86)
第三章 孔加工刀具概述及钻削	(88)
§ 3-1 孔加工刀具的种类及应用	(88)
§ 3-2 麻花钻	(88)
§ 3-3 钻削过程	(95)
§ 3-4 麻花钻的修磨与“群钻”	(98)
第四章 整体圆柱铰刀的设计	(113)
§ 4-1 铰刀及应用范围	(113)
§ 4-2 整体圆柱铰刀的设计	(115)
§ 4-3 铰刀介绍	(126)
第五章 铣削及铣刀设计基础	(131)
§ 5-1 铣削及铣削要素	(131)
§ 5-2 铣刀的设计基础	(147)
§ 5-3 尖齿铣刀介绍	(153)
§ 5-4 铲齿成形铣刀介绍	(158)
§ 5-5 镶齿铣刀介绍	(164)
第六章 磨削及磨具	(172)
§ 6-1 砂轮	(172)
§ 6-2 磨削	(183)

第二篇 金属切削机床	(187)
绪言	(187)
第一章 金属切削机床的基本知识	(188)
§ 1-1 金属切削机床的分类与型号	(188)
§ 1-2 机床上的运动	(211)
§ 1-3 机床的传动系统	(213)
§ 1-4 机床运动的调整	(218)
§ 1-5 配换齿轮的选择	(220)
§ 1-6 机床的技术参数	(224)
第二章 C620-1 型普通车床	(231)
§ 2-1 概述	(231)
§ 2-2 机床的传动系统分析	(233)
§ 2-3 机床的主要部件结构及其调整	(248)
§ 2-4 车床的精度	(260)
第三章 铣床与分度头	(267)
§ 3-1 概述	(267)
§ 3-2 X8126 型万能工具铣床	(268)
§ 3-3 分度头	(272)
第四章 机床液压传动与磨床	(284)
§ 4-1 液压传动的一些基本概念	(284)
§ 4-2 液压传动系统的组成及应用举例	(289)
§ 4-3 液压传动的优缺点	(290)
§ 4-4 液压系统中主要参数的计算	(291)
§ 4-5 液压传动用油的选择	(292)
§ 4-6 液压元件及辅助装置	(295)
§ 4-7 液压系统速度的调节与稳定	(329)
§ 4-8 M131W型 万能外圆磨床	(336)
第五章 机床的典型部件及机构	(344)
§ 5-1 主轴部件	(344)
§ 5-2 导轨	(361)
§ 5-3 丝杠螺母传动机构	(371)
§ 5-4 离合器	(377)
§ 5-5 机床的检测装置	(382)
第六章 工模具制造专用机床概论	(395)
§ 6-1 概述	(395)
§ 6-2 几种工模具制造专用机床简介	(396)
第七章 坐标镗床	(411)
§ 7-1 T-4132 型坐标镗床	(412)

§ 7-2	T-4132 型座标镗床的传动系统与光学系统	(417)
§ 7-3	T-4132 型座标镗床的使用与调整	(421)
§ 7-4	机床附件及工具	(424)
第八章	工具曲线磨床	(435)
§ 8-1	概述	(435)
§ 8-2	MD9030 型工具曲线磨床	(435)
§ 8-3	万能夹具与测量调整器	(441)
第九章	电火花加工及机床	(444)
§ 9-1	电火花加工的原理	(444)
§ 9-2	电火花加工装置的主要组成部分	(449)
§ 9-3	电火花加工机床	(455)
第十章	线电极切割及机床	(462)
§ 10-1	概述	(462)
§ 10-2	数控线切割机的组成部分	(463)
§ 10-3	DK6725 型数控线切割机	(465)

第一篇 金属切削原理与刀具

绪 言

《金属切削原理与刀具》是研究金属切削加工中有关切削过程的基本规律及其应用，研究刀具的合理选用及设计的一门应用科学。

从毛坯上切去一层多余的金属，以获得符合预定技术要求的工件或半成品的机械加工，统称为金属切削加工。切削时，刀具挤压工件，使其上一层金属变成切屑，与工件分离而得到所需要的加工表面。这个过程，称为切削过程。

金属切削加工在机械制造中是重要的生产环节之一。凡精度要求较高的机械零件，一般都需要经过切削加工。

刀具是进行切削加工时所必须采用的基本生产工具之一，它在机械制造业中占有重要地位。

《金属切削原理与刀具》课程所要研究的主要问题是：刀具的切削能力及此能力与工件抵抗切削的能力的矛盾。研究的目的在于揭示切削过程中产生的许多现象的基本规律，并用于生产，以达到在保证产品质量的前提下，不断提高生产率和降低生产成本之目的。

刀具的种类很多，但大体上可以分为标准刀具与非标准刀具两大类。所谓标准刀具是指按照国家或部门制订的“刀具标准”制造的刀具，主要由专业化的工具工厂生产出售，它被广泛采用。非标准刀具则是指根据工件与具体加工条件的特殊要求而设计制造的刀具，主要由使用工厂自行设计、生产。

本篇第一章以车削为基础，介绍车刀材料，几何参数及切削过程基本物理现象的实质等，第二章主要介绍有关成型车刀设计的内容，第三章至第六章分别介绍钻削、铣削、磨削的基本内容及有关刀具设计的内容。

通过《金属切削原理与刀具》课程的学习，应达到如下基本要求：

1. 对刀具切削部分的几何形状和切削要素概念清楚。尤其对具有代表性的车刀、麻花钻及铣刀的几何形状要认识透彻；对常用刀具的几何参数与切削用量能绘图表示，并合理选择。
2. 初步掌握切削过程的基本规律。主要包括切削和已加工表面的形成过程、切削力、切削热、刀具磨损等规律，为学会分析和解决一些生产实际问题打下一定的理论基础。
3. 能正确地选择常用刀具，对一些具有普遍推广意义和代表性的先进刀具，如不重磨车刀、群钻等，能掌握其基本原理、设计和使用特点，并能了解刀具改革的主要途径，为今后搞刀具革新打下基础。
4. 掌握刀具设计的基本知识，会设计一些最常用的简单非标准刀具，如成形车刀、铰刀与铣刀。

第一章 金属切削的理论基础

金属的切削加工，在机械制造中是重要的生产环节之一，凡精度要求较高的机械零件，一般都需经过切削加工。所谓切削加工，就是用切削工具（刀具）从毛坯上切去一层多余的金属，以获得符合预定技术要求的工件或半成品的机械加工。本章主要讨论在金属切削加工中，有关切削过程的基本规律及其应用的基本知识。

§ 1-1 基本定义

本节主要以车床上车削工件的外圆表面为例，介绍金属切削过程中的一些基本概念。

一、切削运动及形成表面

1. 切削时的运动

每个零件的切削加工过程，都是从工件毛坯表面上切去一层多余的金属，使之变为切屑，直到工件的几何形状达到图纸要求为止。此过程必须具备下列三种运动（图 1-1）：

（1）主运动——切去金属所必须的运动，或切削加工中，主要消耗机床动力的运动。车削时的主运动，是工件的旋转运动。

（2）进给运动——使新的金属层投入切削的运动，它使切削加工有意义的维持下去。车削时的进给运动是车刀的连续移动。

主运动和进给运动可分别由工件和刀具来完成，如车削；也可单独由刀具来完成，如钻削。有的切削加工只有一种进给运动，如车削；有的则有两种以上的进给运动，如平面磨削。

（3）吃刀运动——保证刀具切入工件一定深度的运动。车削时的吃刀运动为手动。

一般说来，主运动的速度高于进给运动。为提高生产率，希望主运动为旋转运动，不为直线运动。因为直线运动有空返回程，运动不连续，且速度不能过高（高速时回程的冲击振动大），因而生产率受到限制。

2. 切削时形成的表面

切削时，工件上可形成下列三种表面（图 1-1）：

（1）待加工表面——工件上尚未切去金属层的表面。

（2）已加工表面——工件上已被切去金属层的表面。

（3）切削表面——工件上直接由刀具主刀刃形成的表面。它是已加工表面与待加工表面

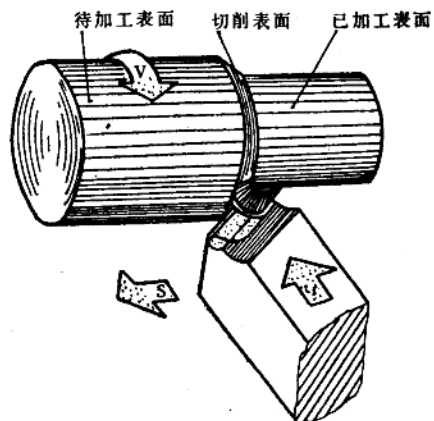


图 1-1 切削时的运动及形成的表面

间的过渡表面。

二、车刀切削部分的几何参数

1. 车刀切削部分的形状

车刀由刀头和刀体所组成（图 1-2）。因刀头担负切削工作，故称切削部分；刀体用以

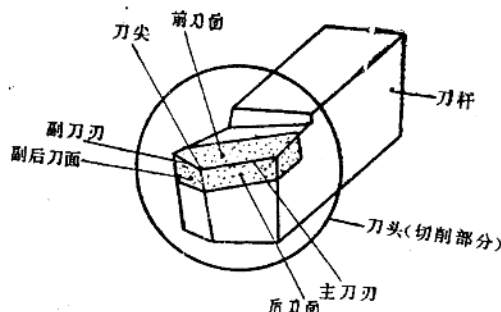


图 1-2 车刀切削部分的形状

將車刀夾固在刀架或刀座上，起支承切削部分和傳力的作用。

车刀切削部分主要由下列要素组成:

前面——刀头上与切屑相接触的表面。切屑将沿此表面流出。

主后面——刀头上面对切削表面的表面。

副后面——刀头上面对已加工表面的表面；

主刀刃——前面与主后面的交线，又称主切削刃。

副刀刃——前面与副后面的交线，又称副切削刃；

刀尖——主刀刃与副刀刃的交点。

过渡刃——介于主刀刃和副刀刃之间的圆弧形

或折线形的刀刃。磨出过渡刃的目的在于提高刀尖强度，改善散热条件，使刀尖不易磨损，同时可提高加工表面的光洁度。但过渡刃不宜太大，太大易引起振动。

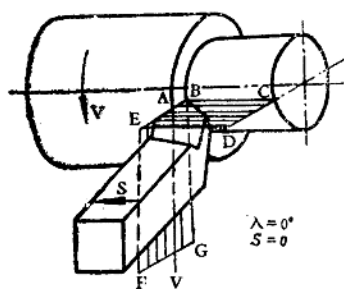


图 1-3 切削平面与基面

2. 辅助平面

为了确定上述各表面和刀刃的空间位置，需选择一个坐标平面系，即切削平面和基面。

切削平面——刀刃上任一点的切削平面，是由该点的相对切削速度方向与刀刃切线所构成的平面。如图 1-3 中之 $BEFG$ 平面，即为刀刃上任一点 A 的切削平面。

基面——刀刃上任一点的基面，是通过该点而又垂直于相对切削速度方向的平面。如图 1-3 中之 $BCDE$ 平面，即为 A 点的基面。

由上述定义可知，切削平面与基面是相互垂直的两个平面。

由切削平面和基面组成的座标平面系，是以相对切削速度为基准建立起来的，我们就用这个基准来确定刀具各表面的位置。

有了切削平面和基面这两个坐标面后，还需要有测量平面来测量刀具几何角度。有了测量平面，磨刀、测量和分析比较各角度的作用也很方便。测量平面就是主截面和副截面。

主截面——垂直于主刀刃在基面上的投影所成的截面。如图 1-4 中的 $N-N$ 截面，即是主截面。

副截面——垂直于副刀刃在基面上的投影所成的截面。如图 1-4 中的 N_1-N_1 截面。

车刀的切削平面、基面和主截面的空间位置，如图 1-5 所示。

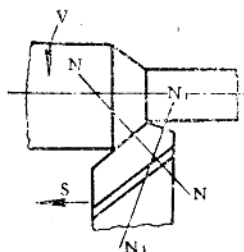


图 1-4 主截面与副截面

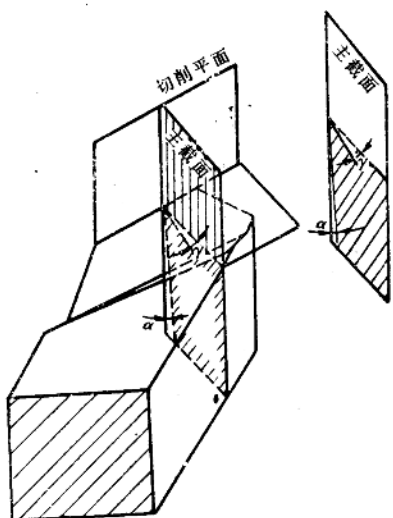


图 1-5 切削平面、基面和主截面的空间位置

3. 车刀切削部分投影图的画法

为了用平面图表示出车刀切削部分的几何形状，一般选择二个视图和二一个剖面图表示。

通常选择与基面平行的和与切削平面平行的两个平面作为投影面，车刀在它们上的投影作为主视图和斜视图。另外，取主截面和副截面作为剖面图，如图 1-6 所示。

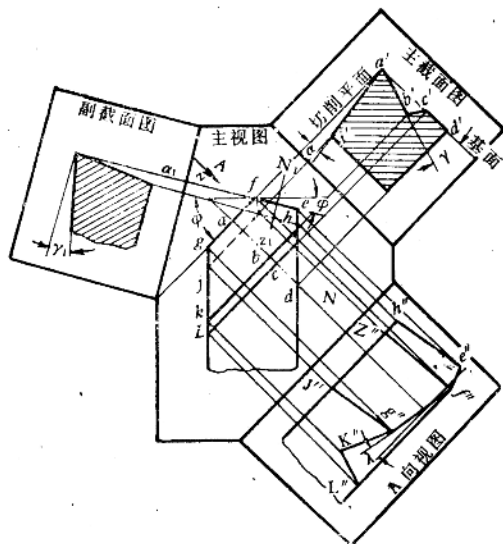


图 1-6 车刀切削部分的投影画法

4. 车刀切削部分几何角度的定义

车刀切削部分的几何角度是用来表示切削部分的几何形状的。现分述如下：

(1) 在主截面内度量的角度

在主截面内测量的角度有前角 γ 、后角 α 、切削角 δ 和楔角 β (图 1-7)。

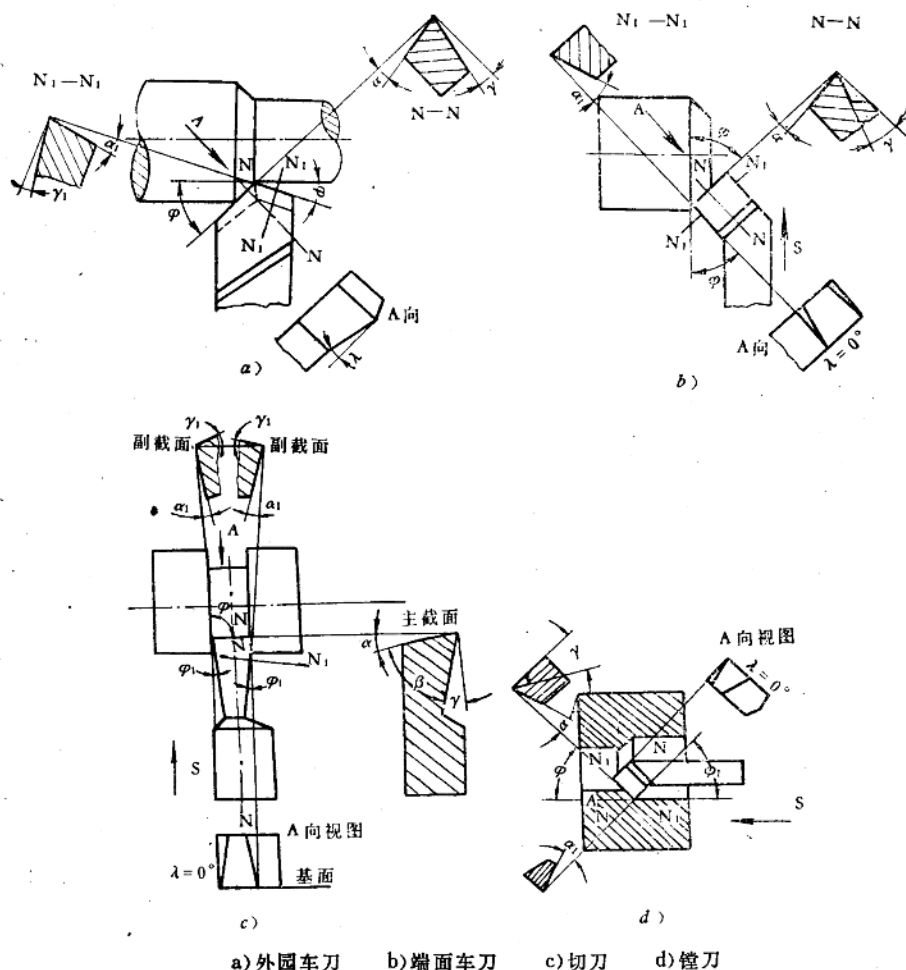


图 1-7 车刀切削部分的几何角度

前角 γ ——在主截面内，前面与基面间的夹角。

前角 γ ，影响切屑的形成与流出的难易程度、切削力的大小和刀具强度。 γ 越大，则切屑越易流出，切削力越小。但同时刀具强度越差。前角 γ 可为正值或负值，也可等于零。对于高速钢车刀，通常取 $\gamma = 12^\circ \sim 30^\circ$ ；硬质合金车刀，通常取 $\gamma = 8^\circ \sim 10^\circ$ 。

后角 α ——在主截面内，后面与切削平面间的夹角。

后角 α ，影响刀具后面与工件切削表面间的摩擦。 α 越大，摩擦越小。但 α 过大时，刀

具强度不足。

对于车刀，通常取 $\alpha = 6^\circ \sim 12^\circ$ 。

切削角 δ ——在主截面内，前面与切削平面间的夹角。它是前角 γ 的余角。当 $\delta < 90^\circ$ 时，前角为正值； $\delta > 90^\circ$ 时，前角为负值；当 $\delta = 90^\circ$ 时，前角等于 0° 。

楔角 β ——在主截面内，前面与后面间的夹角

楔角 β 的大小影响刀头强度和刃口的锋利程度。 β 越大，刀头强度越好，但刃口越不锋利。

上述角度间的关系为：

$$\gamma + \alpha + \beta = 90^\circ;$$

$$\delta = \alpha + \beta.$$

(2) 在副截面内度量的角度

副后角 α_1 ——在副截面内，副后面与副切削平面间的夹角（图 1-7）。其作用与 α 相似。一般取 $\alpha_1 = \alpha$ 。

在副截面内，除副后角 α_1 外，还有副前角 γ_1 。但 γ_1 不是独立的角度，其大小随 φ 、 φ_1 、 λ 和 γ 的数值而定。

(3) 在基面内度量的角度

在基面内度量的车刀几何角度有导角 φ 、离角 φ_1 和刀尖角 ε （图 1-7）。

导角 φ ——主刀刃在基面上的投影与进给方向间的夹角。 φ 又称主偏角。导角 φ ，影响主刀刃参加切削工作的长度和吃刀抗力与走刀抗力的大小。当 φ 增大时，吃刀抗力下降，而走刀抗力增加。通常取 $\varphi = 30^\circ \sim 90^\circ$ 。

离角 φ_1 ——副刀刃在基面上的投影与进给方向间的夹角。 φ_1 又称为副偏角。离角 φ_1 ，影响已加工表面的光洁度和副刀刃参加切削工作的长度。通常取 $\varphi_1 = 10^\circ \sim 45^\circ$ 。

刀尖角 ε ——主刀刃及副刀刃在基面上的投影间的夹角。

刀尖角 ε ，影响刀尖强度。它与导角和离角的关系为：

$$\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ$$

(4) 在切削平面内度量的角度

刃倾角 λ ——在切削平面内，主刀刃与基面间的夹角。它可为正值、负值或等于零。当刀尖为主刀刃上最低点时，刀尖强度好，规定 λ 为正值；当刀尖为主刀刃上最高点时，刀尖强度差，规定 λ 为负值；当主刀刃与基面平行时，规定 λ 为零。如图 1-8 所示。

刃倾角 λ ，影响排屑情况、刀尖受冲击情况和切削力的大小。当采用负 λ 时，可使切屑流向待加工表面，且切削力较小，但刀尖抗冲击性差；当采用正 λ 时，则切屑流向已加工表面，切削力较大，刀尖不受冲击。

通常取 $\lambda = -5^\circ \sim +15^\circ$

综合上述，车刀共有十个几何角度，其中 γ 、 α 、 α_1 、 λ 、 φ 和 φ_1 六个角度是独立的基本角度，其数值大小应标注在车刀的工作图上，称为车刀的标注角度。其余四个角 δ 、 β 、 ε 和 γ_1 ，随基本角度而定，不必标注在工作图上。

5. 车刀工作图的绘制

车刀与其它刀具一样，都是经过机械加工后，形成的一种机械加工产品，因此，需要绘

制出制造刀具的机械加工工作图。

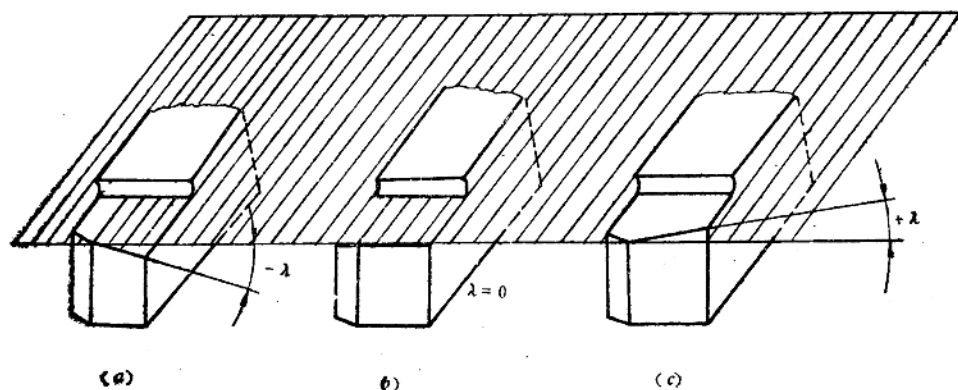


图 1-8 刃倾角

工作图中，首先须绘制正视图，用以标注车刀的长度、高度及其他有关尺寸和角度、光洁度等要求。其次，绘制俯视图，用以标注车刀的宽度及其它有关尺寸和角度、光洁度；最后，绘制主截面图和副截面图，用以标注车刀各几何角度和前、后面的光洁度。

有的车刀，为标注其刃倾角，还需绘制垂直主刀刃投影的向视图。

一般说来，车刀工作图上，有上述各视图后，就足以满足其制造要求。对于其它不宜在图上标注的有关问题，如刀具材料、热处理要求等，则可在技术条件中写出。

三、 切削要素

切削要素可分为工艺的切削要素和物理的切削要素两类。前者又称切削用量要素；后者又称为切削层横截面要素。

1. 切削用量要素

它用来表示切削时各运动参数的数量，以便按此调整机床。它包括切削速度 V 、走刀量 S 和吃刀深度 t (图 1-9) 所示)。

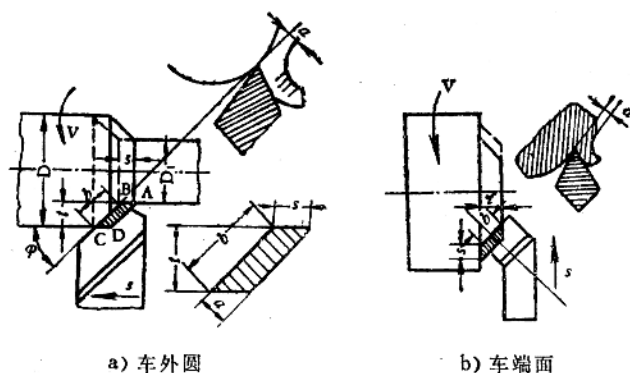


图 1-9 切削要素

切削速度 V ——主运动的线速度称为切削速度，其单位为米/分。它和工件每分钟转数 n 存在下列关系：

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ 米/分} \quad (1-1)$$

式中 D ——工件待加工表面的直径，单位为毫米。

走刀量 S ——车削时，工件每转一转，刀具沿进给方向移动的距离，称为走刀量，其单位为毫米/转。

吃刀深度 t ——车削时，每次走刀切入的深度（垂直于已加工表面度量），称为吃刀深度。其单位为毫米。

2. 切削层横截面要素

切削层，是指工件每转一转，主刀刃相邻两个位置间的金属层，如图 1-9。

切削层被工件的轴向截面所截得的截面，称为切削层横截面，如图 1-9 中之 $ABCD$ 截面。

切削厚度 a ——沿垂直于主刀刃在基面上的投影方向所度量的切削层尺寸。由图 1-9 可得：

$$a = s \cdot \sin \varphi \quad (\text{毫米}) \quad (1-2)$$

切削宽度 b ——沿主刀刃在基面上的投影方向所度量的切削层尺寸。由图 1-9 可得：

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \quad (\text{毫米}) \quad (1-3)$$

切削面积 f ——切削层横截面的面积，简称为切削面积。由图 1-9 可得：

$$f = a \times b = s \times t \quad (\text{毫米}) \quad (1-4)$$

利用切削厚度和切削宽度，能精确地阐明切削过程的物理本质，所以又称它们为物理的切削要素。

四、车刀各截面内角度的关系——车刀的刃磨角度

为了磨刀或设计车刀的需要，首先要根据车刀的几何角度 γ 、 α 、 λ 、 φ 等，推算出沿着走刀方向且垂直于基面的截面内，和垂直走刀方向且垂直于基面的截面内的角度 γ_x 、 γ_y 、 α_x 、 α_y 和 α_{ix} 、 α_{iy} 等（图 1-10）。

当用专用夹具刃磨车刀时，需按这些角度的大小转动刀具，使车刀前面或后面与磨削平面平行，然后，磨出所需的角 γ 、 α 、 φ 等。

这些角度与主截面内的角度 α 、 λ 、 γ 、 φ 等的推算有以下两种方法：

1. 图解解析法

当车刀刃倾角 $\lambda = 0^\circ$ 时，各截面内后角的关系为：

$$\tan \alpha_x = \frac{\tan \alpha}{\sin \varphi} \quad (1-5)$$

$$\tan \alpha_y = \frac{\tan \alpha}{\cos \varphi} \quad (1-6)$$

现以式 (1-5) 为例，说明公式的证明方法。由图 1-11 可得：

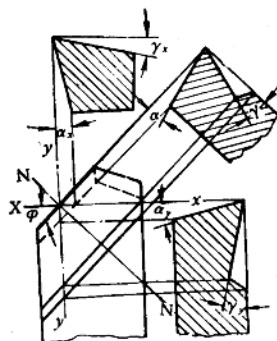


图 1-10 各截面角度的平面图

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \frac{ad}{oa}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{ac}{oa}$$

以上两式相除, 则有

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_x}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{ad}{oa} \times \frac{oa}{ac} = \frac{ad}{ac} = \frac{1}{\sin \varphi}$$

$$\therefore \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \varphi}$$

同理, 由图 1-11 可证公式 (1-6)。

当车刀刀倾角 $\lambda \neq 0^\circ$ 时, 各截面内前角的关系为:

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi \quad (1-7)$$

$$\operatorname{tg} \gamma_y = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi \quad (1-8)$$

现以式 (1-8) 为例, 说明公式的证法。图 1-12, 为 $\lambda \neq 0^\circ$ 时, 车刀的立体图。图中 $AB_1C_1D_1$ 为前面。过 A 点作基面 $ABCD$ 、切削平面 AA_0D_0D 和主截面 $AB B_0A_0$, 并作 D_1 点的主截面 $DC C_0D_0$ 。已知 $\angle ACD = \varphi$ 。由图可知:

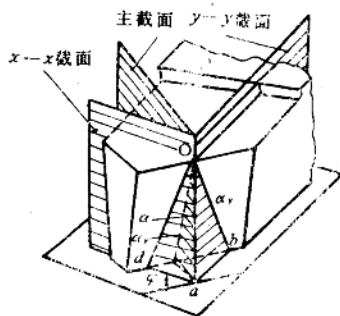


图 1-11 车刀 $\lambda = 0^\circ$ 时各截面
后角的关系

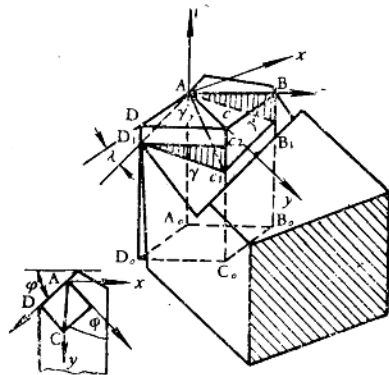


图 1-12 车刀 $\lambda \neq 0^\circ$ 时各截面
前角的关系

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma_y &= \frac{CC_1}{AC} = \frac{C_1C_2 + C_2C}{AC} = \frac{C_1C_2}{AC} + \frac{C_2C}{AC} \\ &= \frac{D_1C_2 \operatorname{tg} \gamma}{AC} + \frac{DD_1}{AC} = \frac{DC \operatorname{tg} \gamma}{AC} + \frac{AD \operatorname{tg}(-\lambda)}{AC} \\ &= \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi \end{aligned}$$

同理, 可另作一图, 证明公式 (1-7)。

2. 向量分析法

图解解析法直观性强, 但绘制正确的立体图较困难。向量分析法绘图方便, 运算简易, 因此, 特别适用于分析较复杂的刀具几何角度。

分析刀具各截面内角度的关系时, 应用三向量共面的原理, 即可方便地推证。图 1-13 所示为推证车刀纵向前角 γ_y 公式的示意图。图中坐标系的选择, 只需考虑使运算方便即

可。在不同截面和视图中的三个都在前面上的向量 $\overline{P}$ 、 $\overline{T}$ 和 $\overline{S}$ ，均取单位向量（不影响运算的结论），上述三个单位向量在坐标轴上的分量表达式如下：

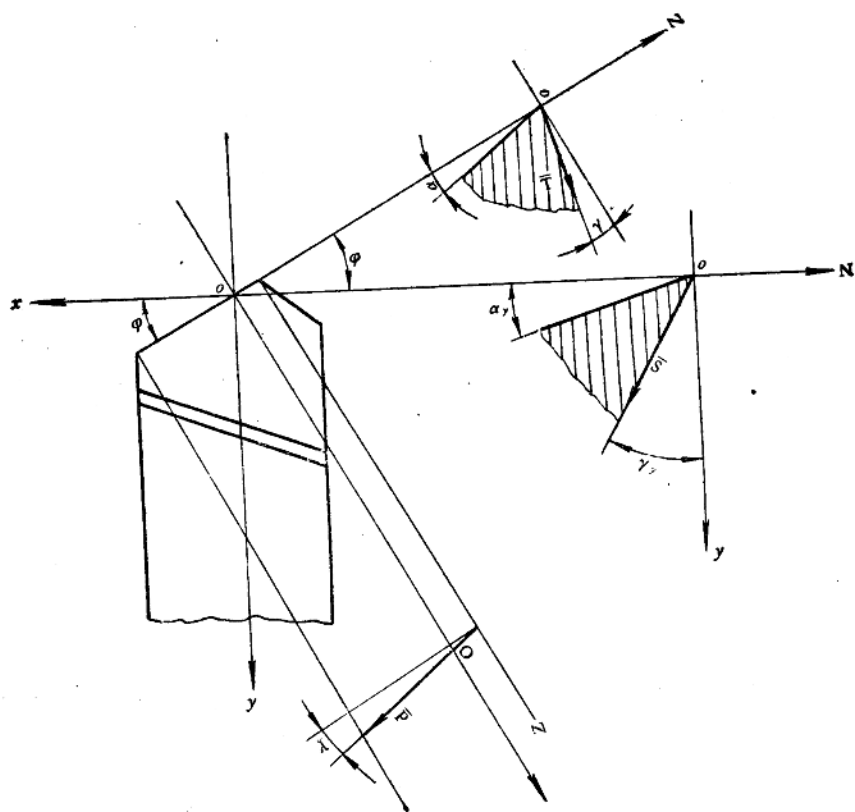


图 1-13 向量分析法示意图

主切削刃单位向量 $\overline{P}$

$$\overline{P} = i \cos \lambda \cos \varphi + j \cos \lambda \sin \varphi + k \sin \lambda$$

主截面与前面交线的单位向量 $\overline{T}$

$$\overline{T} = -i \cos \gamma \sin \varphi + j \cos \gamma \cos \varphi - k \sin \gamma$$

纵向截面与前面交线的单位向量 $\overline{S}$

$$\overline{S} = j \cos \gamma_y - k \sin \gamma_y$$

$\overline{P}$ 、 $\overline{T}$ 和 $\overline{S}$ 三向量共面，因此三向量的混合积等于零、即

$$[\overline{P} \overline{T} \overline{S}] = \begin{vmatrix} \cos \lambda \cos \varphi & \cos \lambda \sin \varphi & \sin \lambda \\ -\cos \gamma \sin \varphi & \cos \gamma \cos \varphi & -\sin \gamma \\ 0 & \cos \gamma_y & -\sin \gamma_y \end{vmatrix} = 0$$

行列式展开得

$$\begin{aligned} & -\cos \lambda \cos \gamma \sin \gamma_y \cos^2 \varphi + \cos \lambda \cos \varphi \cos \gamma_y \sin \gamma \\ & -\cos \gamma \cos \lambda \sin \gamma_y \sin^2 \varphi - \sin \varphi \cos \gamma \sin \lambda \cos \gamma_y = 0 \end{aligned}$$

各项同除 $\cos \lambda \cos \gamma \cos \gamma_y$, 得

$$-\operatorname{tg} \gamma_y (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) + \cos \varphi \operatorname{tg} \gamma - \sin \varphi \operatorname{tg} \lambda = 0$$

故

$$\operatorname{tg} \gamma_y = \operatorname{tg} \gamma \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \sin \varphi$$

对于车刀的其它刃磨角度和车刀的实际角度以及其它刀具, 如钻头、成形车刀、铣刀……等, 都可用此方法推导出有关公式来, 读者可自行推导。

五、车刀的工作角度

前面介绍的车刀几何角度, 是指在静止状态下, 假定刀具刀尖正好对准工件中心, 走刀量等于零的条件下定义出来的。我们将这样定义的角度称为静止角度, 也称刃磨角度或标注角度。但车刀工作时, 其几何角度就不是假定条件下的角度。它们将或多或少的要发生变化。这种工作时变化了的角度, 称为车刀工作时的实际角度。

在一般情况下 (走刀量一般), 几何角度变化不是很大, 可将车刀的工作角度和标注角度近似视为相等。但在特殊情况下 (如走刀量很大的车多头螺纹), 二者相差较明显, 因此, 必须按工作角度求出标注角度, 以保证车刀具有合理的切削条件。

1. 车刀安装位置对角度的影响

车削时, 为方便起见, 刀杆可安装得不垂直于走刀方向; 又因 $\lambda \neq 0^\circ$, 使得刀刃不在工件中心线高度上 (事实上, 要将刀尖对准工件回转中心, 是不容易的), 所以车刀工作时的几何角度, 就不等于车刀的标注角度。

(1) 车刀中心线与走刀方向不垂直时, 刀具角度的变化。

如图 1-14 所示, 车刀中心线与走刀方向不垂直, 工作时导角 $\varphi_{\text{工}} = \varphi \pm \theta$, 离角 $\varphi_{\text{离}} = \varphi_1 \mp \theta$ 。式中 θ 为车刀中心线与走刀方向间的夹角。

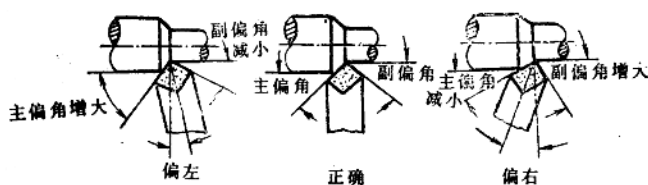


图 1-14 刀杆中心不垂直走刀方向时 φ 的变化

车刀刀杆的歪斜, 改变了主偏角 φ 和副偏角 φ_1 的大小。对一般车削来说, 没有什么影响。但对切断和光整加工来说, 影响就大。因切断刀安装不正, 切断过程中就会产生轴向分力, 而使刀头偏向一方, 轻者会使切断面出现凹 (或凸) 形, 重者会使切断刀折断。

(2) 刀尖不在工件中心线高度时, 刀具角度的变化。

由图 1-15 可知, 当刀尖对准工件中心高度安装时, 切削平面与车刀底面垂直, 基面与车刀底面平行。此时若是切断工件, 则车刀的工作角度与标注角度一致。如果将刀尖安装得