

刀具的原理与使用

陈章燕 编著

*

北京人民出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 8印张 170,000字

1974年9月第1版 1974年9月第1次印刷

印数1—180,000

书号: 15071·3 定价: 0.57元



前 言

从毛坯上切去一层金属，得出合乎要求的工件，就叫做金属切削加工。目前，凡是精度和光洁度要求较高的机器零件，一般都要经过切削加工。因此，作为机械加工工艺的主要工具——刀具就引起了人们的广泛重视和不断地研究改进。

切削加工在我国有着悠久的历史。远在春秋战国时期，磨削和研磨加工就已经相当发达。汉代的轴承等许多零件都曾经过较精密的切削加工。从过去和最近出土的文物上，可以看出我国劳动人民在这方面的勤劳和智慧。但是由于封建主义、帝国主义和国民党反动派的统治，使旧中国的切削加工，长期处于停滞不前的落后状态。

解放以来，在以毛主席为首的党中央英明领导下，我国的切削加工水平已经迅速提高，能够生产许多成套的大型设备和精密产品了。在刀具方面，广大机械工人和革命技术人员创造了数以千计的先进刀具，群众性的技术革新象雨后春笋，层出不穷。目前，全国各地在深入开展批林批孔斗争的群众运动推动下，有力地促进刀具技术革新的发展，社会主义建设事业呈现出一派生气勃勃的新景象。

本书编写的主要内容是普通刀具基本原理及其合理使用（不包括成形车刀、齿轮刀具、花键滚刀、复杂螺纹刀具以及

专用复杂刀具等), 目的是使车工、镗工、钻工、铣工、刨工、磨工以及拉工等一般机械工人在学习刀具的基本原理及其使用方面得到基本知识。本书也可供有关学校进行刀具教学时作为参考书或自学之用。

伟大领袖毛主席教导说:“**群众是真正的英雄, 而我们自己则往往是幼稚可笑的, 不了解这一点, 就不能得到起码的知识。**”本书在编写过程中, 北京市机械工业局金属切削技术交流网组织有实践经验的工人和技术人员进行审稿; 北京兴平机械厂工具车间老师傅介绍了几十年丰富的生产经验; 北京人民机器厂车工、铣工老师傅提供了二十多年累积的生产技术资料, 大大充实了本书的内容。同时, 北京永定机械厂群钻小组、北京工具厂、北京第二通用机械厂、北京电子管厂、甘肃工业大学、西安交通大学、大连工学院和清华大学等单位在审稿中提出许多宝贵意见, 在此表示感谢!

由于编写时间短促, 调查研究也不够广泛深入, 因此, 这本书可能存在不少缺点和错误, 恳切希望广大读者批评指正。

编者于北京工业大学 1974 年

目 录

第一章 刀具与工件之间的几何关系

第一节 刀具切削角度的基本概念	1
第二节 车刀角度的基本定义	4
第三节 车刀角度的刃磨和测量方法	5
第四节 车刀工作图的画法	10
第五节 刀具角度的功用及其选择	11
第六节 装夹和切削对刀具切削角度的影响	21

第二章 切削过程中的基本规律

第一节 切屑的形成过程	24
第二节 切屑变形程度的变化规律	27
第三节 切削力及其测量	30
第四节 切削力变化规律的分析	34
第五节 切削温度及其变化规律	38
第六节 刀具磨损的原因及其变化规律	39

第三章 提高工件表面光洁度的方法

第一节 已加工表面的形成过程	44
第二节 表面光洁度不高的原因	46
第三节 怎样提高表面光洁度	51

第四节	冷却润滑液.....	55
第五节	提高表面光洁度的其他措施.....	63
第四章 切削加工生产率		
第一节	改善工件材料被加工性的途径.....	66
第二节	切削刀具材料的选用.....	69
第三节	刀具几何形状的合理选用.....	80
第四节	用优选法确定刀具最佳的切削角度.....	88
第五节	切削用量的合理选择.....	93
第五章 切刀在生产中的应用与改进		
第一节	各种切刀的用途.....	99
第二节	一般生产中所使用的切刀存在的主要问题.....	103
第三节	改革切刀的主要途径.....	105
第四节	先进刀具的分析和鉴别.....	125
第六章 孔加工刀具		
第一节	麻花钻的基本知识.....	130
第二节	群钻的几何形状的特点.....	135
第三节	扩孔刀具的合理使用.....	142
第四节	铰刀的使用及其改进.....	144
第五节	高速套料刀和盲孔套料切断刀.....	149
第六节	高速浮动精镗刀和圆弧刀钻头.....	151
第七章 拉削刀具		
第一节	拉削过程和拉刀的基本知识.....	155
第二节	拉刀切削部分的确定.....	158
第三节	拉刀其他部分的确定.....	163
第四节	圆孔拉刀的技术条件及工作图的绘制.....	167

第五节	花键拉刀与键槽拉刀.....	169
第六节	拉削刀具的推广应用.....	170
第八章 铣削刀具		
第一节	铣刀的种类和用途.....	172
第二节	铣削过程的基本原理及其特点.....	173
第三节	铣削刀具的改进.....	180
第四节	高速铣削用量的合理选择及其注意 事项.....	191
第九章 磨削工具		
第一节	磨削工具的基本知识.....	197
第二节	磨削过程概念和基本规律.....	206
第三节	提高磨削加工质量的基本方法.....	213
第四节	几种磨削新方法的介绍.....	217
第五节	砂轮的安 装、平衡、修整及保存.....	219
第六节	特种磨削加工.....	221
第十章 近几年来普通刀具发展的主要动向		
第一节	大力推广先进刀具.....	225
第二节	改革普通刀具的基本方向.....	226
第三节	目前国内新型刀具材料及结构发展的 主要动向.....	232
附录:		
(一)	有关金属材料的机械性能的名词解释.....	239
(二)	常用的各种热处理的名词解释.....	241
(三)	金属内部金相组织的名词解释.....	243

(四) 各种铸铁材料的名词解释.....	245
(五) 常用希腊字母 (小写) 发音及代表的意义.....	246
(六) 焊接刀具的合理工艺规程.....	246

第一章 刀具与工件之间的几何关系

第一节 刀具切削角度的基本概念

大家都知道，要切下金属，刀具和工件之间必须发生相对运动。以刨削为例(见图 1-1)，刀具必须向前作直线主体运动，为了使新的金属连续或逐步投入切削，以便切出整个已加工表面，刀具必须向下作直线走刀运动。从图中可以看出，在切削中具有两个很重要的角度：一个叫前角(γ)，另一个叫后角(α)，它们是刀具的前面和后面在切削运动中与一些辅助基准面分别构成的角度。因此，在谈这些角度之前，先要弄清楚这些辅助基

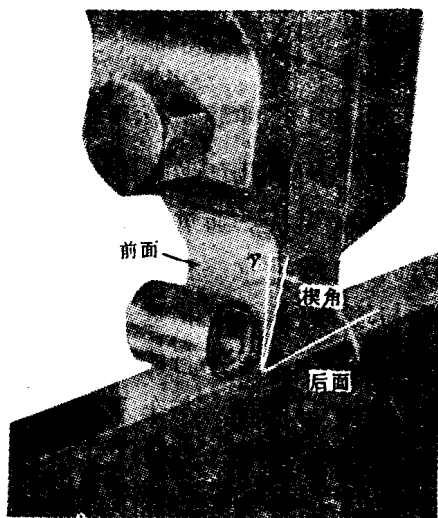


图 1-1 刨削加工图

准面是什么？

(一) **辅助基准面** 辅助基准面包括切削平面、基面和主截面。这三个辅助平面是互相垂直的三个坐标面，是我们规定和测量刀具切削角度的基准面。刀具上虽然有时这些辅助基准面是看不见、摸不着的，但由于它们是能够正确地反映刀具切削角度的“媒介”，因此这种科学的抽象是必要的。

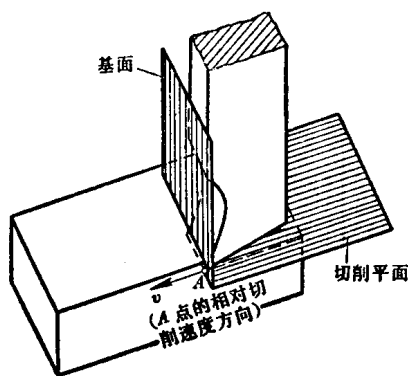


图 1-2 切削的切削平面

(1) 切削平面。通过切削刃上一点并和工件的加工表面相切的一个平面。如图1-2所示是刨刀移动方向和刨刀切削刃所构成的平面就是切削运动的切削平面。对于车外圆来说，工件旋转是切削运动，车刀切削刃上任一点(A)的速度方向(v)就是通过

这点对工件圆周所做的切线方向(图1-3)。

(2) 基面。通过切削刃上一点A并垂直于该点切削速度方向的一个平面。在图1-2中，可以看出切削刃上各点的基面与切削平面是互相垂直的。在车刀上(图1-3)就是通过该点与刀杆底面平行的平面。

(3) 主截面。与车刀主切削刃在基面上的投影相垂直的一个平面(见图1-3)。

(二) **车刀的组成** 车刀是由刀头(即切削部分)和刀体(或刀杆)两大部分组成的(图1-4)。刀头是由前面(切屑沿着它流出的那一面)、主后面(与工件加工表面相对的

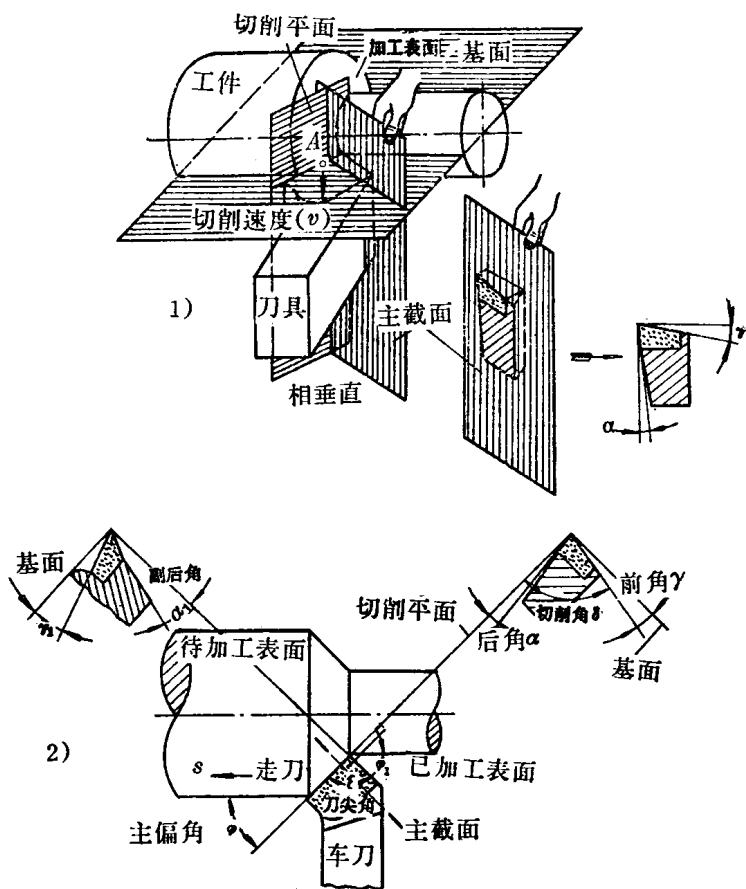


图 1-8 车刀的切削角度

一面) 和副后面 (与工件已加工表面相对的一面) 组成。前面和主后面的交线是主切削刃, 它担负着主要切削任务。前面和副后面的交线是副切削刃, 由于它参加切削的刃很短, 已加工表面上的一部分就是由它切出来的, 所以叫副切削刃; 主切削刃和副切削刃相交的部分是刀尖, 为了提高刀尖

的强度和耐磨性，往往将它磨成圆弧刃或一段折线(图 1-5)。这种介于主、副切削刃之间的圆弧或折线形的刀刃称为过渡刃。

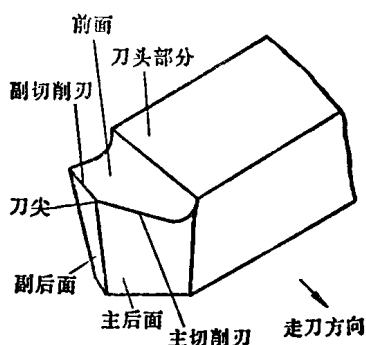


图 1-4 刀头（切削部分）的刃和面

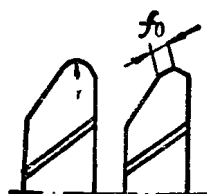


图 1-5 过渡刃

第二节 车刀角度的基本定义

车刀的主要角度是在上述三个辅助平面内度量的。它们的定义如下（见图 1-3）：

（一）主截面中的角度

(1) 前角(γ)——前面与基面之间的夹角；(2) 后角(α)——后面与切削平面之间的夹角；(3) 楔角(β)——前面和后面之间的夹角（见图 1-1）；(4) 切削角(δ)——切削平面与前面之间的夹角。

（二）基面中的角度

(5) 主偏角(φ)——主切削刃和走刀方向之间的夹角（又叫导角）；(6) 副偏角(φ_1)——副切削刃和背走刀方向之间的夹角（又叫离角）；(7) 刀尖角(ε)——主、副切削刃在

基面上投影的夹角。

(三) 切削平面中的角度

(8) 刃倾角(λ)——主切削刃和基面之间的夹角。

当刀尖位于主切削刃上的最高点时，刀刃强度小，这时刃倾角是负值（图 1-6），当主切削刃和基面平行（或重合）时，刃倾角等于零，当刀尖位于主切削刃的最低点时，刀刃强度大，这时刃倾角规定为正值。

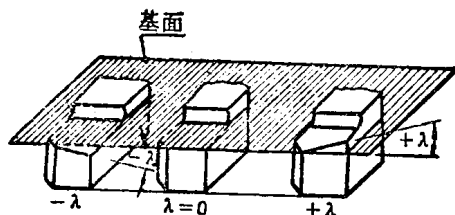


图 1-6 刃倾角的正负

(四) 副截面中的角度

(9) 副后角 (α)——副后面与通过副切削刃并垂直于基面的平面之间的夹角；(10) 副前角 (γ_1)——前面与基面之间的夹角。以上十个角度有如下三角几何关系：

$$\beta = 90^\circ - \gamma - \alpha; \quad \gamma = 90^\circ - \delta; \quad \varepsilon = 180^\circ - \varphi - \varphi_1$$

其中 $\gamma, \lambda, \varphi, \varphi_1, \alpha, \alpha_1$ 等 6 个角度是自变量，所以它们是基本角度。 $\gamma_1, \delta, \beta, \varepsilon$ 等 4 个角度是由其他角度推算出来的角度，叫做派生角度。

第三节 车刀角度的刃磨和测量方法

我们不仅要弄懂刀具的角度，而且还要掌握车刀的实际

刃磨方法，磨出我们所需要的切削角度，用到生产中去，才是真正学懂、学会。

(一) 车刀角度的刃磨方法 目前在一些有条件的机械加工车间，已广泛采用机械刃磨和专人集中刃磨，但一般中小型车间仍普遍采用手工自己刃磨来经常改进车刀的角度。下面我们以 $\varphi=90^\circ$ 的硬质合金(YT 15)外圆车刀为例，介绍车刀刃磨的一般顺序和方法。

(1) 粗磨。先用粗砂轮(棕刚玉砂轮，粒度46，硬度中软)磨去刀杆上刀头部分的氧化皮，然后再磨车刀后隙角(在车刀后面的下面部分，应磨一个比后角略大 3° 的角度，叫后



图 1-7 粗磨车刀后角

隙角，它的作用是减少后面的刃磨面积，使后面容易磨得光洁)。这时砂轮运转必须平稳，不能有过的跳动，否则会把刀片振裂崩碎，严重的会造成人身事故。粗磨刀片(使用绿色碳化硅砂轮)时要注意车刀沿砂轮外圆周面左右移动(图

1-7)，使刀片受热均匀，砂轮磨损也均匀，避免刀片产生裂纹。

(2) 精磨。一般是在高速精砂轮(绿碳化硅砂轮，粒度为80~200，硬度中硬，碗形)上进行的(图1-8)。刃磨时车刀底面应靠平磨床的工作台上，作左右移动。刃磨时压力不宜过大，到刃口全部磨出(无锯齿形缺口、刃直)为止。

(3) 磨断屑槽。手工刃磨断屑槽(图1-9)一般是在宽度为5~15毫米的砂轮(绿碳化硅砂轮，粒度60~80，硬度为中软)上进行，刃磨压力不宜过大，车刀要作较慢的上下移

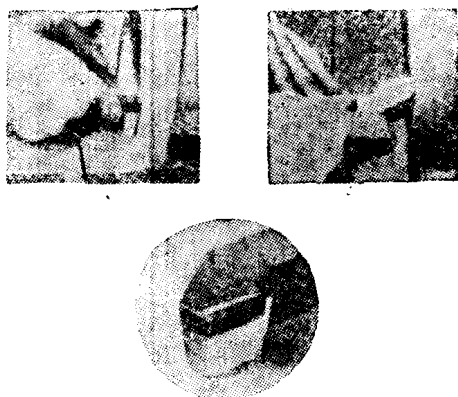


图 1-8 精磨车刀后面一般刃磨次序：先磨前角和刃倾角，
后磨 φ 和 φ_1 角（即后角）

动，使刀片受热均匀；同时要特别注意留有磨倒棱（图1-10）的宽度，不可磨到主切削刃的边缘，否则磨好倒棱，必将影响前角的大小和断屑槽的形状。车刀刃磨后，前面和后面的工作面一定要用油石加以研磨（推荐用碳化硼油石），这样可以提高车刀的使用寿命。



图 1-9 磨断屑槽



图 1-10 磨负倒棱

（4）刃磨时应注意的原则。新装的砂轮必须严格检查，保证没有裂缝；随后经过运转试验，才能开始刃磨（砂轮线速度一般为 25~35 米/秒）。刃磨硬质合金车刀严禁放入水中

冷却。刃磨时砂轮回转方向必须由刃口向刀体方向转动，否则刃口会崩裂造成不平直。砂轮应经常定期进行打磨，砂轮工作表面不得有较大的跳动。一般是使用碳化硅砂轮碎块或打光刀(见 221 页)来打磨，集中刃磨使用金刚笔。

(二) 车刀切削角度的测量方法 刃磨车刀的过程中最好要勤测量，保证刃磨出我们生产中所需要的刀具切削角度，测量的方法是：

(1) 前角 γ 的测量。先把车刀放在车刀量角器上，旋转角度板与车刀主切削刃垂直，再旋转螺母（图 1-11），调整

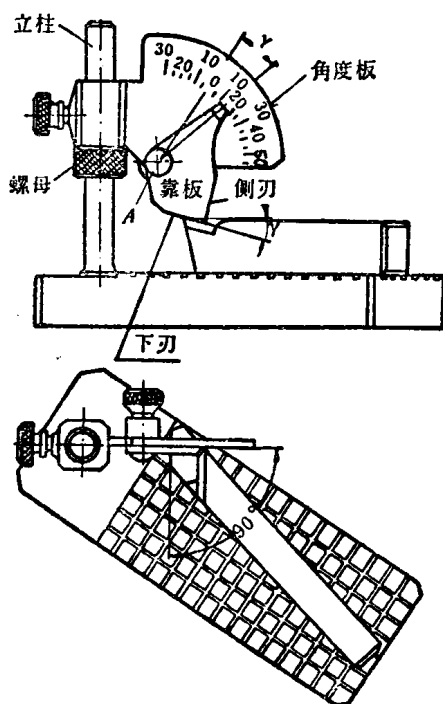


图 1-11 车刀前角 γ 的测量

角度板的角度的下刃和车刀前面重合无缝，读出靠板指线所对角度值（见图 1-11 所示） $\gamma=15^\circ$ 。

(2) 后角 α 的测量。测量方法基本上与前角 γ 相似（见图 1-12），先让靠板的侧刃紧密靠在车刀后刀面上，读出后角的数值 $\alpha=10^\circ$ 。

(3) 刃倾角 λ 的测量。先旋转角度板和主切削刃平行（图 1-13），再转动螺母使靠板下刃和主切削刃贴合，读出刃倾角的角度值 $\lambda=5^\circ$ 。

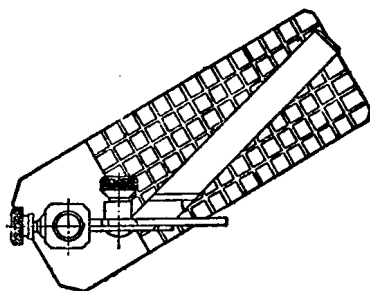
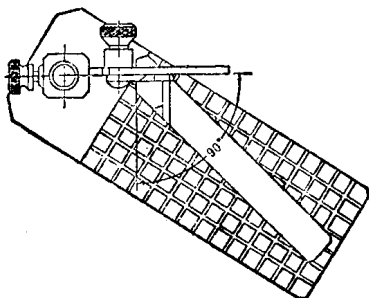
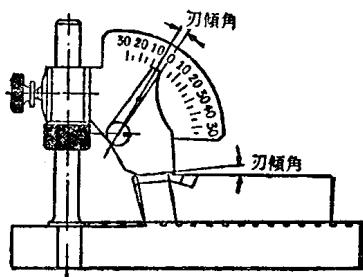
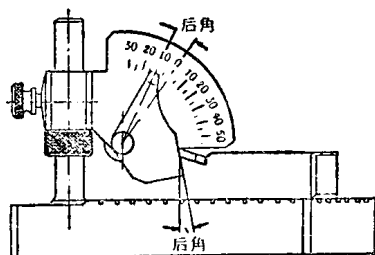


图 1-12 车刀后角 α 的测量

图 1-13 刃倾角 λ 的测量

(4) 主偏角 φ 和副偏角 φ_1 的测量。可以用车刀量角器测量，也可以用普通量角器来测量，先将刀杆左侧靠在普通量角器的基边上，同时旋转靠尺和主切削刃贴合。这时可以

借助游标尺对在刻度上读出 $\varphi = 45^\circ$ (图 1-14 甲)。然后将靠尺靠在刀杆右侧, 而把副切削刃靠在基边上 (图 1-14 乙), 测出 $\varphi_1 = 15^\circ$ 。以上五个角度是表示刀面和切削刃空间位置的主要角度。

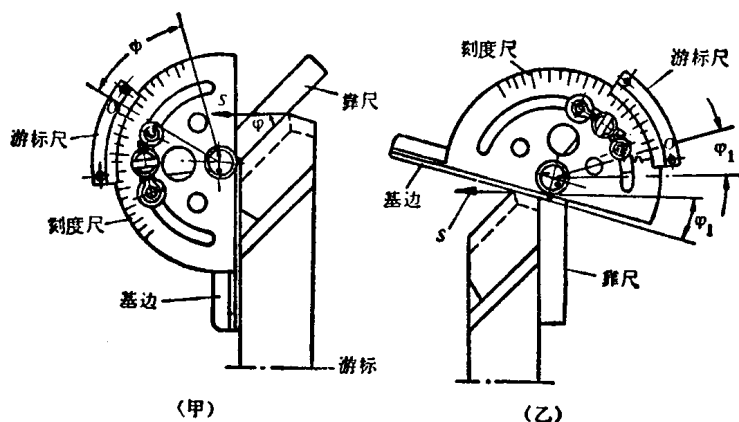


图 1-14 主、副偏角的测量

第四节 车刀工作图的画法

一个车工不但要测量和刃磨车刀的角度, 而且还应当会画车刀工作图, 有了车刀的工作图, 锻刀坯的锻工师傅, 铣刀杆的铣工师傅, 焊工师傅, 集中刃磨的磨刀师傅就能按图纸的技术要求来制造刀具。图 1-15 是车刀的工作图。

首先画出 90° 外圆偏刀的正视图 [$L=140$ 毫米, $H=25$ 毫米, $\lambda=+3^\circ$, 刀片 A 309 (YT 15), 厚度为 8 毫米, $e=27$ 毫米]。第二步画出 90° 外圆偏刀的俯视图 ($B=20$ 毫米, $f=0.15\sim 0.8$ 毫米, $m=5$ 毫米, $\varphi_1=10^\circ$, 刀片 $B=R=14$