

# 金属切削实用刀具技术

第2版

JINSHU QIEXIAO SHIYONG DAOJU JISHU

● 太原市金属切削刀具协会 编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



本书从金属切削基本理论和工业用金属材料切削加工性的特点出发,系统总结了一批老工人技师的经验和近年来生产中涌现出来的先进高效实用刀具及技术。充分反映了国内外金属切削的最新成就,特别是一些难加工材料的实用刀具和切削技术、深孔刀具和切削技术以及铣削技术等。书中根据不同加工列举了大量实例,提供了刀具几何参数,并附有刀具几何参数特点分析及切削条件说明,便于借鉴和推广使用。为保持学科知识的完整性,本书还重点介绍了金属切削的基本理论,并编入了相应实用资料和数据,以便供不同需求的读者参考。

此次再版进行了审核、修改和补充,并增加了齿轮刀具部分内容。将微分几何、齿轮啮合原理及齿轮刀具融为一体,重点介绍齿轮刀具的基础理论知识,并在某些重要问题上较深入的阐述论证。内容简明实用。

本书内容丰富,简明实用。既有理论深度,又有实践经验,理论和实践结合紧密,可供从事金属切削加工的工程技术人员、大专院校师生参考,也可作为技术人员和中高级技术工人继续教育培训提高之用。

## 图书在版编目(CIP)数据

金属切削实用刀具技术/太原市金属切削刀具协会编.

—2版. —北京:机械工业出版社,2002.6

ISBN 7-111-03815-0

I. 金… II. 太… III. ①刀具(金属切削) ②金属切削 IV. TG

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第039209号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:朱华 版式设计:冉晓华 责任校对:魏俊云 张莉娟

封面设计:陈沛 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年9月第2版第1次印刷

787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·35.5印张 877千字

11 626—15 625册

定价:52.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

## 《金属切削实用刀具技术》（第2版）编辑委员会名单

|      |     |     |     |     |  |
|------|-----|-----|-----|-----|--|
| 名誉主任 | 马家骏 |     |     |     |  |
| 主任   | 宿天和 |     |     |     |  |
| 副主任  | 王起增 | 蔺启恒 |     |     |  |
| 委员   | 贺自强 | 秦文彬 | 汪德煜 | 周嘉陵 |  |
|      | 常兴  | 陈桂楠 | 谷风楼 | 田希忠 |  |
|      | 刘家琪 | 裴明道 | 郭志新 | 李光禄 |  |
| 顾问   | 徐璞  | 胡洪仁 |     |     |  |
| 主编   | 蔺启恒 |     |     |     |  |
| 副主编  | 贺自强 | 汪德煜 |     |     |  |

## 再版前言

此次再版对全书进行了审核修改和补充。其中刀具材料部分修改补充较多，而实例部分本着资料来源需经实践考核方可录用的原则，故改动不大，望读者谅解。与原版不同的是再版增加了齿轮刀具部分的内容。为方便读者，本书将微分几何、齿轮啮合原理及齿轮刀具融为一体，重点介绍齿轮刀具的基础理论知识。在此基础上对某些重要问题进行了较深入的阐述和论证，力求内容简明实用。

参加再版审核修改的人员有：师秀芳、贺自强（第一、二、五、十二、十三章），李淑娟、蔺启恒（第三、四、六、七、八、九、十、十一、十六、二十章），李凤英（十四、十五、十七、十八、十九章）。齿轮刀具各章节编写人员为：二十一章（蔺伟春），二十二章及二十五章第三节（汪德煜），二十三章（蔺启恒、蔺伟春），二十四章（李淑娟、蔺启恒），二十五章（蔺启恒、李淑娟）。齿轮刀具部分由汪德煜，蔺启恒二人审核，并负责全书的审核。

由于作者水平所限，加之齿轮刀具内容浩瀚，难免有以偏概全、不妥、甚至错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

## 序

工欲善其事必先利其器。在机械制造技术向高效自动化发展的今天，更显得这句古训的深刻。原一机部副部长沈鸿同志强调指出：既要重视机床，也要重视刀具。机床上的刀具好似人的手足，有了好的刀具才能发挥它的潜力。机床、刀具相辅相成，以数控机床为代表的现代高精度、高效率机床的使用，对刀具的精度、切削性能、工作可靠性和工艺性能提出了更高的要求。新的刀具材料、新型先进刀具、新工艺不断涌现，切削加工的技术、理论正在深入发展，在机器制造业中刀具技术显得更加重要。

20世纪50年代到60年代我国曾涌现出倪志福、李昌安、金福长、苏广铭、**盛利**、**朱大仙**、宿天和等一批刀具革新能手和劳动模范。通过先进刀具推广队的表演、展览等多种形式交流经验，形成了群众性的技术革新热潮，成倍地提高了生产率和产品质量。山西太原地处我国能源重化工基地中心，有发达的煤炭工业、化学工业和机械制造业。早在20世纪50年代太原就成为推广先进刀具和技术革新的先进城市之一。当年一批刀具技术革新能手秦文彬、赵大庆、刘兴合、**续玉祥**、**李玉清**、孟海发、雷东海、曲玉生、宋承志、张礼等为太原金属切削技术的发展和提高做出了成绩。党的十一届三中全会以来，在改革开放政策的引导下，太原市的工业，特别是金属切削技术方面的发展更加迅速，并具有自己的特色。总结几十年来的宝贵经验，介绍国内外的先进技术，编写一本生动、实用的刀具书籍，是很有现实意义的。太原刀协和加工学会组织太原地区的高等院校和大中机械厂的教师、技术人员、工人，群策群力，花了三年的时间编写了这本《金属切削实用刀具技术》，理论深入浅出，汇集了丰富的实践经验，通过它将宝贵的经验技术传授给年轻一代。其目的是能够对青年工人和技术人员素质的提高，有所帮助。

马家骏

## 编者的话

本书根据理论联系实际,突出实用原则,从分析金属材料的切削加工性出发,论述了工业用各种主要金属材料的切削加工特点及合理的切削条件。在总结太原地区40多年的金属切削先进技术的基础上,吸取国内外最新成果,扬百家之长,系统地有重点地阐述了金属切削加工的基本理论,编入了较多的实用技术资料以供实际生产使用参考,并列举了大量的实例。这些实例都是生产中正在使用的先进刀具,具有较普遍的推广意义。

本书在编写过程中得到山西省经委、太原市经委、市科委和市技协的大力支持。参加本书编写和为编写工作做出贡献的有全国知名专家,太原市各大工厂的工程技术人员和经验丰富的工人以及山西省高等院校教师等近百人。在经历了近3年的编写时间里,查阅了大量有关资料,对书稿进行反复审核和修改,其中大多章节由多人合作撰写。全书是高等学校教师、工厂技术人员和工人技师集体合作的成果。

直接参加本书的编写人员有:贺自强(第一章、第二章、第五章)、谷凤楼(第三章第二节至第六节)、郑有才(第三章第一节)、高建民(第四章、第六章)、袁艺(第七章)、蔺启恒(第八章、第十章、第二十章)、常兴(第九章)、蔺启恒、张宗伦(第十一章、第十六章)、师秀芳(第十二章)、师秀芳、王福昌(第十三章)、张伟(第十四章)、贺自强、李敬安(第十五章、第十九章)、李凤英(第十七章)、葛兴源(第十八章)张德元、周嘉陵、宿天和编写了附录(实用切削加工装置)。全书由蔺启恒主编、贺自强副主编,徐璞主审。蔺启恒还参加了第三章、第七章部分内容和第九章的编写工作。贺自强还参加了第十四章、第十七章、第十八章的编写工作。张应芝、师秀芳、张伟、石晋明还参加了部分章节的文稿和图稿的整理工作。

参加本书审稿或提供帮助的还有:何章银、刘锡良、孔晋源、要士敏、田慕华、洪国斌、李树恒、林秀杰、杨润来、于大光、邢明喜、李剑海、郭文亮、罗孔章等。为本书做出贡献的同志还有很多,恕不一一署名,在此表示感谢。

本书编写过程中得到大连理工大学刘培德,太原工业大学徐璞,太原工具厂胡洪仁,北京技术交流站桂育鹏,北京节能中心史洪志,长春第一汽车制造厂张国良,大连市人大常委会卢盛和、天津大学于思远、成都工具研究所樊铁镔、王子文,济南第二机床厂苏炳昌,昆明机床厂赵学全,上海电机厂朱恒,天津工程机械厂姜洪宽,四川自贡长征机床厂常恩山的指导和帮助,在此表示衷心感谢。

本书难免有不妥甚至错误之处,恳请读者给予指正。

金属切削实用刀具技术编委会

# 目 录

再版前言

序

编者的话

## 第一章 刀具几何角度及切削要素的基

本定义 ..... 1

第一节 切削运动与切削用量 ..... 1

第二节 刀具切削部分的几何形状和  
角度 ..... 3

第三节 刀具角度的换算 ..... 9

第四节 刀具的工作角度 ..... 12

第五节 切削层 ..... 16

## 第二章 刀具材料及其合理选用 ..... 18

第一节 刀具材料应具备的基本  
性能及分类 ..... 18

第二节 高速钢 ..... 19

第三节 硬质合金 ..... 25

第四节 陶瓷材料 ..... 42

第五节 超硬刀具材料 ..... 48

## 第三章 金属切削过程的基本理论及

规律 ..... 53

第一节 金属的晶体结构及塑性  
变形 ..... 53

第二节 金属切削过程 ..... 57

第三节 切削力和切削功率 ..... 63

第四节 切削温度 ..... 72

第五节 刀具的磨损与寿命 ..... 75

第六节 切削液 ..... 79

## 第四章 已加工表面质量 ..... 85

第一节 已加工表面质量的概念及  
已加工表面的形成 ..... 85

第二节 已加工表面的表面粗糙度 ..... 86

第三节 已加工表面的加工硬化

和残余应力 ..... 89

## 第五章 刀具切削部分几何参数

的选择 ..... 92

第一节 前角及前面形状的选择 ..... 92

第二节 后角及后面形状的选择 ..... 98

第三节 主偏角、副偏角及刀尖  
形状的选择 ..... 99

第四节 斜角切削及刃倾角的选择 ..... 100

第五节 切削刃形状 ..... 103

## 第六章 切削用量的选择 ..... 104

第一节 刀具合理寿命的概念 ..... 104

第二节 切削用量的选择原则  
和方法 ..... 105

第三节 切削用量选择举例 ..... 111

第四节 切削用量的优化 ..... 112

## 第七章 车刀 ..... 115

第一节 焊接车刀 ..... 115

第二节 可转位车刀的组成 ..... 119

第三节 断屑槽型的选择 ..... 124

第四节 可转位车刀的几何角度 ..... 131

第五节 可转位车刀的合理使用 ..... 134

## 第八章 孔加工刀具 ..... 138

第一节 孔加工的特点和工艺方法 ..... 138

第二节 高速钢麻花钻 ..... 139

第三节 硬质合金钻头 ..... 145

第四节 铰刀 ..... 154

第五节 车孔刀和镗刀 ..... 160

第六节 深孔刀具 ..... 169

## 第九章 铣削与铣刀 ..... 180

第一节 铣削要素与切削层参数 ..... 180

第二节 铣刀切削部分的几何参数 ..... 184



**第十九章 有色金属及其合金的切削**

|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| 第一节 | 纯铜的切削加工          | 349 |
| 第二节 | 铜合金的切削加工性及合理切削条件 | 352 |
| 第三节 | 切削铜合金的实用刀具举例     | 356 |
| 第四节 | 铝合金的切削加工性及合理切削条件 | 361 |
| 第五节 | 切削铝合金的实用刀具举例     | 363 |

**第二十章 硬质合金面铣刀的使用技术**

|     |               |     |
|-----|---------------|-----|
| 第一节 | 硬质合金面铣刀的破损与分类 | 367 |
| 第二节 | 断续切削时的机械冲击    | 372 |
| 第三节 | 端铣削时最佳切削条件的选择 | 381 |
| 第四节 | 面铣刀的合理使用      | 390 |

**第二十一章 齿轮刀具理论基础**

|     |              |     |
|-----|--------------|-----|
| 第一节 | 矢函数          | 405 |
| 第二节 | 矢量的运动与坐标变换   | 410 |
| 第三节 | 工具上常见的曲线和曲面  | 415 |
| 第四节 | 平面啮合原理       | 423 |
| 第五节 | 平行轴渐开线圆柱齿轮的啮 |     |

|   |     |
|---|-----|
| 合 | 434 |
|---|-----|

**第二十二章 插齿刀**

|     |               |     |
|-----|---------------|-----|
| 第一节 | 直齿外啮合插齿刀      | 451 |
| 第二节 | 加工内啮合齿轮插齿刀的选择 | 457 |

**第二十三章 齿轮滚刀**

|     |              |     |
|-----|--------------|-----|
| 第一节 | 滚齿原理与滚刀的几何形状 | 460 |
| 第二节 | 铲齿滚刀         | 471 |
| 第三节 | 铲磨滚刀         | 495 |
| 第四节 | 蜗轮滚刀         | 502 |

**第二十四章 盘形剃齿刀**

|     |             |     |
|-----|-------------|-----|
| 第一节 | 概述          | 509 |
| 第二节 | 剃齿啮合原理      | 510 |
| 第三节 | 齿形中凹原因及解决措施 | 517 |
| 第四节 | 几种新型剃齿刀     | 521 |

**第二十五章 非渐开线齿轮滚刀**

|     |        |     |
|-----|--------|-----|
| 第一节 | 花键滚刀   | 526 |
| 第二节 | 圆弧齿轮滚刀 | 532 |
| 第三节 | 链轮滚刀   | 545 |

**附录 实用切削加工装置**

|      |     |
|------|-----|
| 参考文献 | 554 |
|------|-----|

# 第一章 刀具几何角度及切削要素的基本定义

## 第一节 切削运动与切削用量

### 一、切削运动

金属切削加工就是用金属切削刀具把工件毛坯上预留的金属材料（统称余量）切除，获得图样所要求的零件。在切削过程中，刀具和工件之间必须有相对运动，这些运动是由金属切削机床完成的（图 1-1）。

1. 主运动 主运动是由机床或人力提供的主要运动，它使刀具和工件之间产生相对运动，从而使刀具前面接近工件并切除切削层。如车削时工件的旋转运动，刨削时刀具或工件的往复运动。一般说，主运动的切削速度（ $v_c$ ）最高，消耗的机床功率也最大。

2. 进给运动 进给运动是由机床或人力提供的使刀具与工件间产生附加的相对运动，加上主运动，即可不断地或连续地切除切削层，并得出具有所需几何特性的已加工表面。机床的进给运动可以是连续的运动，如车削外圆时车刀平行于工件轴线的纵向运动（ $v_f$ ）；也可以是间断运动，如刨削时刀具的横向移动。

3. 合成切削运动 当主运动和进给运动同时进行时，由主运动和进给运动合成的运动称合成切削运动。刀具切削刃上选定点相对工件的瞬时合成运动方向称合成切削运动方向，其速度称合成切削速度。该速度方向和过渡表面相切，如图 1-1 所示。合成切削速度  $v_c$  等于主运动速度  $v_c$  和进给运动速度  $v_f$  的矢量和。

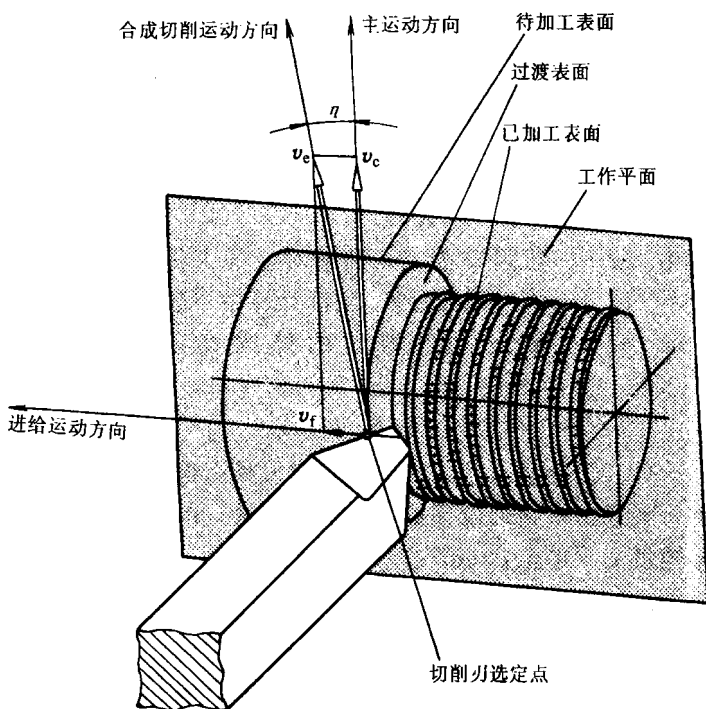


图 1-1 切削运动和工件表面

$$\mathbf{v}_c = \mathbf{v}_c + \mathbf{v}_f \quad (1-1)$$

### 二、工件表面

切削加工过程中，工件上形成了三个不断变化着的表面：

1. 已加工表面 工件上经刀具切削后产生的表面称为已加工表面。
2. 待加工表面 工件上有待切除切削层的表面称为待加工表面。
3. 过渡表面 过渡表面就是工件上由切削刃形成的那部分表面，它在下一切削行程（如刨削）、刀具或工件的下一转里（如单刃镗削或车削）将被切除，或者由下一切削刃（如铣削）切除。

### 三、切削层及切削用量

1. 切削层 切削层是指由切削部分的一个单一动作（一个单程或只产生一圈过渡表面的动作）所切除的工件材料层。图 1-2 表示的是车削时的切削层，当工件旋转一圈时，车刀切削刃由过渡表面 I 的位置移到过渡表面 II 的位置，在这两圈过渡表面（圆柱螺旋面）之间所包含的工件材料层在车刀前面挤压下被切除，这层工件材料即是车削时的切削层。

2. 切削用量 切削用量是用来表示切削运动的参量，即切削速度、进给量、吃刀量。也称为切削用量三要素。

(1) 切削速度 ( $v_c$ ): 切削速度是指切削刃选定点相对工件主运动的瞬时速度 (单位: m/s)，按下式计算

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (1-2)$$

式中  $d$ ——切削刃选定点处所对应的工件或刀具的直径，实际计算中一般取工件或刀具的外圆直径 (mm)；

$n$ ——工件或刀具转速 (r/s)。

(2) 进给量 ( $f$ ): 进给量是指刀具在进给运动方向上相对工件的位移量，可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表达或度量。单位用 mm/r 或 mm/行程 (如刨削等)。车削时的进给速度  $v_f$  (单位: mm/s) 为

$$v_f = n f \quad (1-3)$$

(3) 吃刀量  $a_p$ : 吃刀量是指包容切削层的两平面间的距离，该两平面都垂直于所选定的测量方向，并分别通过作用切削刃上两个使上述两平面间的距离为最大的点。吃刀量根据所选定的测量方向不同可分为背吃刀量、侧吃刀量和进给吃刀量等。

1) 背吃刀量 ( $a_p$ ): 背吃刀量是指通过切削刃基点并垂直于工作平面的方向上测量的吃刀量。切削刃基点是指作用主切削刃上的特定参考点，通常把它定在将作用切削刃分成两相等长度的点上。就车外圆工序而言，背吃刀量即是已加工表面和待加工表面之间的垂直距离 (单位: mm) 即

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1-4)$$

式中  $d_w$ ——待加工表面直径 (mm)；

$d_m$ ——已加工表面直径 (mm)。

2) 进给吃刀量 ( $a_f$ ): 进给吃刀量是指在切削刃基点的进给运动方向上所测量的吃刀量。

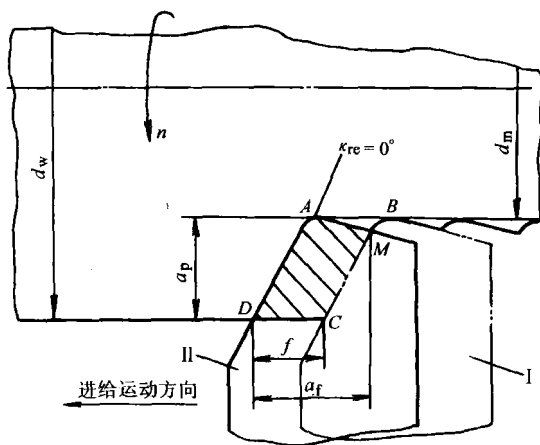


图 1-2 切削层及切削用量

## 第二节 刀具切削部分的几何形状和角度

刀具由刀体、刀柄或刀孔和切削部分组成。刀体是刀具上夹持刀条或刀片的部分。刀柄是刀具上的夹持部分，刀孔是刀具上用以安装或紧固在主轴、刀杆或心轴上的内孔。切削部分是刀具上起切削作用的部分。

### 一、刀具切削部分的组成

金属切削刀具的种类虽然很多，但仔细观察它的切削部分，其剖面的基本形态都是刀楔形状。如外圆车刀的切削部分是由三个刀面组成的主、副两组刀楔，其楔角分别为  $\beta_0$  和  $\beta'_0$ ，如图 1-3 所示。

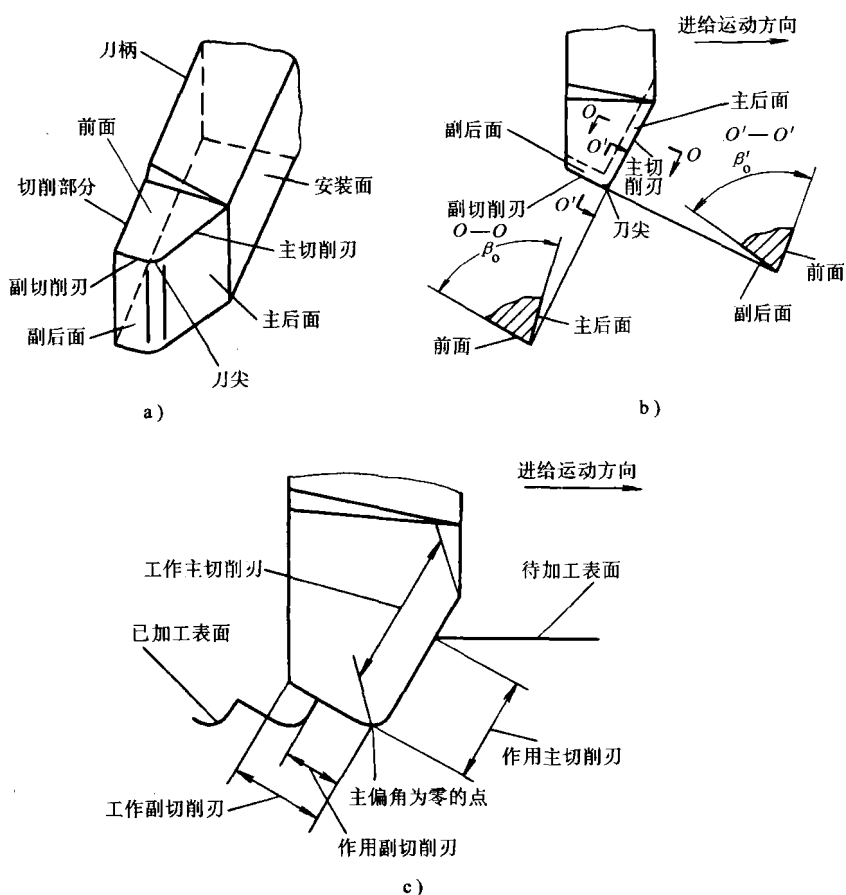


图 1-3 外圆车刀切削部分的几何形状

#### 1. 刀具表面

(1) 前面：前面是指刀具上切屑流过的表面。

(2) 主后面：主后面是指刀具上同前面相交形成主切削刃的后面，也是切削过程中与过渡表面相对的刀具表面。

(3) 副后面：副后面是指刀具上同前面相交形成副切削刃的后面，也是切削过程中与已加工表面相对的刀具表面。

一般情况下刀具前面和主后面构成的主刀楔担负主要切削工作，前面和副后面构成的副刀楔则担负形成已加工表面的切削工作。

## 2. 切削刃及刀尖

(1) 切削刃：刀具的切削刃根据它所起的作用和位置的不同可分为以下几种情况（见图 1-3c）：

1) 工作切削刃：工作切削刃是指刀具上拟作切削用的刃。

2) 作用切削刃：在特定瞬间工作切削刃上实际参与切削并在工件上产生过渡表面和已加工表面的那段切削刃，叫作用切削刃。它是工作切削刃的一部分。

3) 主切削刃：主切削刃是指起始于切削刃上主偏角为零的点，并至少有一段切削刃拟用来在工件上切出过渡表面的那个整段切削刃。主切削刃又分工作主切削刃和作用主切削刃。

4) 副切削刃：副切削刃是指切削刃上除主切削刃外的刃，也起始于主偏角为零的点，但它向背离主切削刃的方向延伸。副切削刃也分为工作副切削刃和作用副切削刃。

(2) 刀尖：刀尖是指主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃。

## 二、刀具切削部分的几何角度

### (一) 测量刀具角度的参考系

为了确定刀具前面、后面及切削刃在空间的位置，首先应建立参考系，它是一组用于定义和规定刀具角度的各基准坐标平面。用刀具前面、后面和切削刃相对各基准坐标平面的夹角来表示它们在空间的位置，这些夹角就是刀具切削部分的几何角度。

用于确定刀具几何角度的参考系有两大类，一类称刀具静止参考系，是用于定义刀具在设计、制造、刃磨和测量时刀具几何参数的参考系，在刀具静止参考系中定义的角度称刀具角度<sup>①</sup>。另一类称刀具工作参考系，是规定刀具进行切削加工时几何参数的参考系。该参考系考虑了切削运动和实际安装情况对刀具几何参数的影响，在这个参考系中定义和测量的刀具角度称工作角度。

### (二) 刀具静止参考系

刀具静止参考系主要由以下基准坐标平面组成，如图 1-4 所示。

1. 基面  $p_r$  基面就是通过切削刃选定点并平行或垂直于刀具在制造、刃磨及测量时适合于安装或定位的一个平面或轴线。一般说来，其方位要垂直于假定的主运动方向。对车刀、刨刀而言，就是过切削刃选定点和刀柄安装面平行的平面。对钻头、铣刀等旋转刀具来说，即是过切削刃选定点并通过刀具轴线的平面。

2. 切削平面 切削平面就是通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面（图 1-5）。当切削刃为直线刃时，过切削刃选定点的切削平面，即是包含切削刃并垂直于基面的平面。对应于主切削刃和副切削刃的切削平面分别称为主切削平面  $p_s$  和副切削平面  $p_{s'}$ 。

3. 正交平面  $p_o$  正交平面是指通过切削刃选定点并同时垂直于基面和切削平面的平面。也可看成是通过切削刃选定点并垂直于切削刃在基面上投影的平面。

4. 法平面  $p_n$  法平面是指通过切削刃选定点垂直于主切削刃的平面。

5. 假定工作平面  $p_t$  假定工作平面是通过切削刃选定点并垂直于基面的平面，一般说来其方位要平行于假定的进给运动方向。

① GB/T 12204—1990 定义，由 tool angles 得名。在现有的高校教材和参考书中称标注角度。

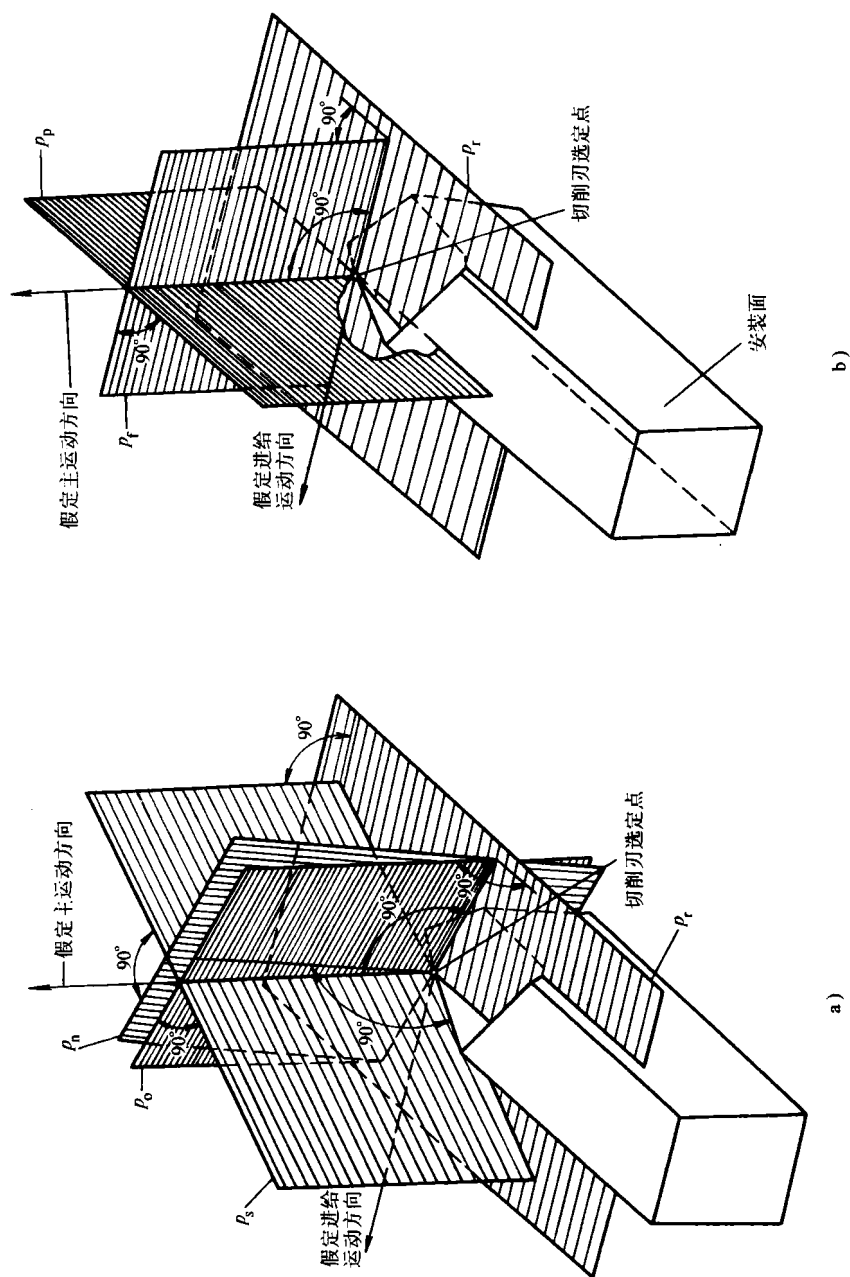


图 1-4 刀具静止参考系的平面  
a) 正交平面与法平面参考系 b) 假定进给平面与背平面参考系

6. 背平面  $p_p$  背平面是指通过切削刃选定点并垂直于基面和假定工作平面的平面。

图 1-4 表示的是刀具静止参考系中各基准坐标平面与刀具前面、后面及切削刃相互位置关系的立体图，而在设计刀具和绘制刀具图样（工作图）时，是采用平面视图表示的。图 1-5 以车刀为例表示各基准平面及几何角度的相互位置关系。

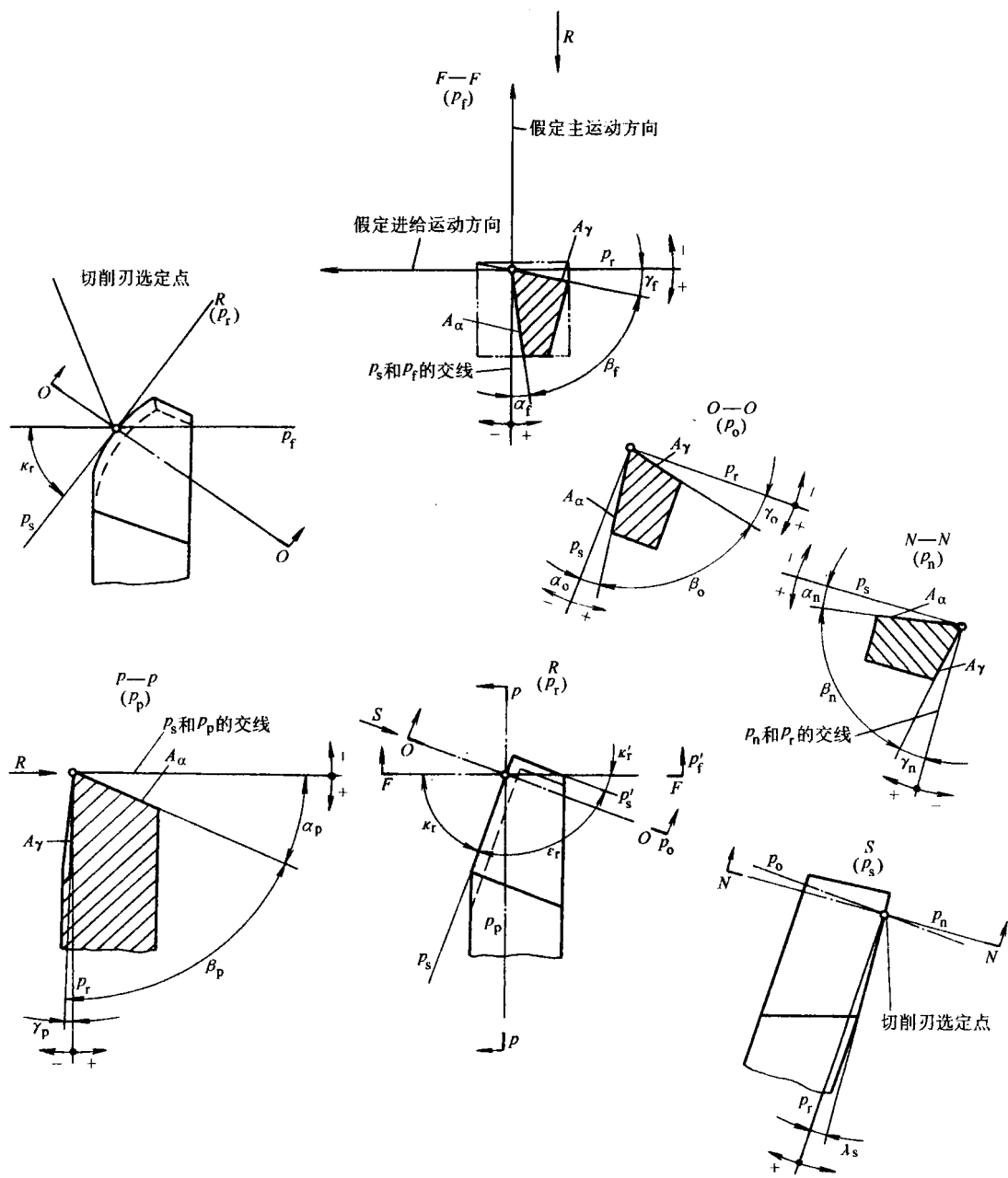


图 1-5 刀具静止参考系及刀具角度

### (三) 刀具角度的定义

#### 1. 在正交平面参考系中测量的角度

(1) 前角  $\gamma_o$ : 前角是前面 ( $A_f$ ) 与基面 ( $p_r$ ) 间的夹角, 在正交平面中测量。当前面与切削平面夹角小于  $90^\circ$  时, 前角为正值, 大于  $90^\circ$  时, 前角为负值。

(2) 后角  $\alpha_o$ : 后角是后面 ( $A_a$ ) 与切削平面 ( $p_s$ ) 间的夹角, 在正交平面中测量。当后面与基面夹角小于  $90^\circ$  时, 后角为正值, 大于  $90^\circ$  时, 后角为负值。

(3) 楔角  $\beta_o$ : 楔角是前面 ( $A_f$ ) 与后面 ( $A_a$ ) 间的夹角, 在正交平面中测量。它是由前角  $\gamma_o$  和后角  $\alpha_o$  得到的派生角度为

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1-5)$$

#### 2. 在基面中测量的角度

(1) 主偏角  $\kappa_r$ : 主偏角是主切削平面  $p_s$  与假定工作平面  $p_f$  间的夹角, 在基面中测量。

(2) 副偏角  $\kappa_r'$ : 副偏角是副切削平面  $p_s'$  与假定工作平面  $p_f$  间的夹角, 在基面中测量。

(3) 刀尖角  $\epsilon_r$ : 刀尖角是主切削平面  $p_s$  与副切削平面  $p_s'$  间的夹角, 在基面中测量。它是由主偏角  $\kappa_r$  和副偏角  $\kappa_r'$  计算得到的派生角度为

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa_r') \quad (1-6)$$

3. 在切削平面中测量的角度 在切削平面中测量的角度有刃倾角  $\lambda_s$ , 它是主切削刃与基面  $p_r$  间的夹角, 在  $S$  向视图中才能表示清楚。当刀尖相对车刀刀柄安装面处于最高点时, 刃倾角为正值, 刀尖处于最低点时, 刃倾角为负值 (见图 1-5 的  $S$  向视图)。当切削刃平行于刀柄安装面时, 刃倾角为零度, 这时, 切削刃在基面内。

同理, 可以给出副前角  $\gamma_o'$ 、副后角  $\alpha_o'$ 、副刃倾角  $\lambda_s'$  的定义。

在上述角度中, 前角  $\gamma_o$  和刃倾角  $\lambda_s$  确定前面的方位。主偏角  $\kappa_r$  和后角  $\alpha_o$  确定主后面的方位。随之, 由主偏角  $\kappa_r$  和刃倾角  $\lambda_s$  也就自然确定了主切削刃的方位。可见, 主切削刃及其前面和主后面在空间的方位只用四个基本角度  $\gamma_o$ 、 $\alpha_o$ 、 $\kappa_r$  和  $\lambda_s$  就能完全确定。同理, 只用副前角  $\gamma_o'$ 、副后角  $\alpha_o'$ 、副偏角  $\kappa_r'$  和副刃倾角  $\lambda_s'$ , 则副切削刃及其对应的前面和副后面在空间的方位也就完全确定。当主切削刃和副切削刃共处在一个平面前面中时, 由于前面的方位只要  $\gamma_o$  和  $\lambda_s$  两个角度就能完全确定, 这时, 副前角  $\gamma_o'$  便是由前面方位确定之后而随之确定的派生角度。同理, 若副偏角  $\kappa_r'$  确定后, 副刃倾角  $\lambda_s'$  也是随之确定的派生角度。

由上可知, 一把外圆车刀当主切削刃和副切削刃共处在一个平面时, 若已知  $\gamma_o$ 、 $\alpha_o$ 、 $\lambda_s$ 、 $\kappa_r$ 、 $\kappa_r'$  和  $\alpha_o'$  以及刀尖的位置, 则刀具前面、主、副后面和主、副切削刃在空间的位置也就完全确定了。

4. 法平面参考系中测量的角度 在法平面内测量的角度有法前角  $\gamma_n$ 、法后角  $\alpha_n$  和法楔角  $\beta_n$ 。对于某些大刀倾角刀具, 为表明其刀齿强度, 常要求标注法平面参考系中的角度。当  $\lambda_s = 0^\circ$  时, 法平面与正交平面重合。当  $\lambda_s \neq 0^\circ$  时, 法平面与正交平面相夹  $\lambda_s$  角。

5. 在假定工作平面和背平面参考系中测量的角度 为了机械刃磨刀具或分析讨论问题的需要, 常常要利用在假定工作平面和背平面中测量的角度。在假定工作平面中测量的前角和后角分别称侧前角  $\gamma_i$  和侧后角  $\alpha_i$ , 在背平面中测量的前角和后角分别称背前角  $\gamma_p$  和背后角  $\alpha_p$ 。

### (四) 几种典型车刀刀具角度的画法

1. 绘图步骤 绘制车刀机械图样时, 刀具角度的表示规则按图 1-5 的规定标注。即取基面投影视图(图 1-5 中  $R$  视图)为主要视图, 在该视图中即能表示清楚主切削刃和副切削刃及刀尖的形状、相对假定工作平面的位置角度和必要的尺寸参数, 然后根据需要辅以各种剖面 and 向视图, 以便表示出各基准坐标平面内的刀具角度或尺寸参数。在绘制刀具图样和标注刀具角度时, 可按以下步骤进行。

(1) 按刀具工作位置画切削刃的基面投影视图, 该基面平行于刀柄安装面。

(2) 根据假定进给方向、过刀尖处主偏角为零的点作假定工作平面, 标注主偏角  $\kappa_r$  和副偏角  $\kappa_r'$  以及刀尖尺寸参数等。

(3) 过主切削刃选定点引出切削平面  $p_s$ , 按图 1-5 所示的规定位置画正交平面的剖面, 标注前角  $\gamma_o$  和后角  $\alpha_o$  (一般不标注派生角度) 以及刃区尺寸参数。

(4) 过副切削刃选定点引出副切削平面  $p_s'$ , 参照图 1-5 画主切削刃正交平面的画法画副切削刃的正交平面剖面, 标注副后角  $\alpha_o'$ 。若副切削刃和主切削刃共处在一个平面前面时, 副前角  $\gamma_o'$  和副刃倾角  $\lambda_s'$  为派生角度, 不必标注。

(5) 在基面投影视图上作平行主切削刃方向的向视图(即切削平面投影视图)标记, 把向视图画在图 1-5 所规定的位置, 标注刃倾角  $\lambda_s$ 。

(6) 对于大刃倾角大前角刀具, 必要时应标注法平面内前角, 并标明法平面符号。

(7) 各图形的角度和尺寸应大体按比例绘制, 过小的角度允许适当夸大绘制。为使图面清晰, 各剖面及其符号在生产图样上可省略不标。

## 2. 典型车刀的刀具角度

(1)  $90^\circ$  外圆车刀的刀具角度: 该车刀刀具角度的特点, 在于主偏角  $\kappa_r = 90^\circ$ , 过主切削刃选定点的正交平面和假定工作平面重合, 侧向视图就是切削平面投影视图, 见图 1-6。由于刀具的主、副切削刃共处同一平面上,  $\gamma_o'$  和  $\lambda_s'$  为派生角度, 不必标注。

(2)  $45^\circ$  端面车刀的刀具角度: 它和  $45^\circ$  外圆车刀的画法基本相同。区别是由于假定进给方向不同, 主切削刃和副切削刃的位置不同, 见图 1-7。

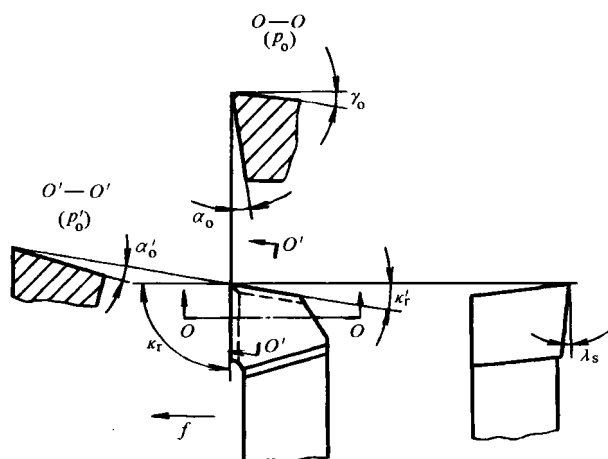


图 1-6  $90^\circ$  外圆车刀的刀具角度

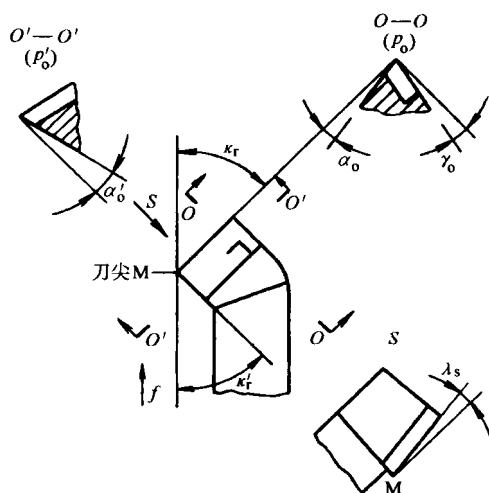


图 1-7  $45^\circ$  端面车刀的刀具角度