

高等职业技术院校用书

# 金属切削原理 与刀具

王晓霞 主编



航空工业出版社

金属切削原理与刀具

航空工业出版社

# 金属切削原理与刀具

王晓霞 主编

航空工业出版社

## 内 容 提 要

本书为工科类高等职业技术学院机械类专业“金属切削技术”课程用教材。全书分金属切削原理与金属切削刀具两大部分,共有基本定义、金属切削过程基本规律、已加工表面质量、刀具材料、切削参数合理选择、工件材料切削加工性以及车刀等各类刀具类型、用途和专用刀具的设计理论及方法等14章。根据高等职业教育“培养横向拓展能力及实际动手能力”的基本要求,本教材在内容上以强化应用为重点,重视学生能力培养,概念清晰,简明扼要,并注意反映生产中新技术、新成就。书中名词、术语及定义一律采用新的国家标准(如GB/T12204—90等)。

本书适用于机械制造及其相关专业学生使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

2P25/30

金属切削原理与刀具/王晓霞主编,一北京:航空工业出版社,2000

ISBN 7-80134-641-6

I.金… II.王… III.①金属切削-理论②刀具(金属切削) IV.TG501

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 08244 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2000年5月第1版

2000年5月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14.75

字数:362千字

印数:1-5000

定价:26.00元

# 前 言

本教材根据高等职业技术教育《金属切削原理与刀具设计》教学大纲编写。适用于学时数 80 左右的教学计划。为适应高等职业教育要求，在编写教材时注意了基本内容深浅得当，宽窄适度，且尽量反映生产中有关金属切削方面的新技术、新成果，强调重视学生能力的培养，正确把握课程培养目标与专业培养目标的关系以及与其他课程间的纵横联系。内容精练，通俗易懂。

本教材共 14 章内容，分别由西安航空技术高等专科学校游长生（编写第 2、9 章）、大庸航空工业学校文明才（编写第 1、10、11 章）、上海航空工业学校程克宇（编写第 12 章）、成都航空职业技术学院王晓霞（编写第 3、4、5、8 章）、刘铁（编写第 6、7、13、14 章）共同完成，王晓霞任主编。

由于编者水平有限，难免有缺点、错误，恳请广大读者予以批评指正。

# 目 录

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 绪论 .....                       | ( 1 )  |
| <b>第 1 章 基本定义</b> .....        | ( 3 )  |
| 1.1 切削运动和切削用量 .....            | ( 3 )  |
| 1.2 刀具切削部分的基本定义 .....          | ( 4 )  |
| 1.3 车刀各参考系中的角度换算 .....         | ( 10 ) |
| 1.4 车刀的工作角度 .....              | ( 11 ) |
| 1.5 切削层参数 .....                | ( 15 ) |
| 复习思考题 .....                    | ( 16 ) |
| <b>第 2 章 金属切削过程的基本规律</b> ..... | ( 17 ) |
| 2.1 金属切削过程的变形 .....            | ( 17 ) |
| 2.2 切削力 .....                  | ( 23 ) |
| 2.3 切削热与切削温度 .....             | ( 34 ) |
| 2.4 刀具磨损与耐用度 .....             | ( 38 ) |
| 复习思考题 .....                    | ( 44 ) |
| <b>第 3 章 已加工表面质量</b> .....     | ( 46 ) |
| 3.1 已加工表面的形成过程 .....           | ( 46 ) |
| 3.2 已加工表面粗糙度 .....             | ( 47 ) |
| 3.3 已加工表面加工硬化及残余应力 .....       | ( 49 ) |
| 复习思考题 .....                    | ( 51 ) |
| <b>第 4 章 刀具材料</b> .....        | ( 52 ) |
| 4.1 刀具材料应具备的性能 .....           | ( 52 ) |
| 4.2 高速钢 .....                  | ( 53 ) |
| 4.3 硬质合金 .....                 | ( 54 ) |
| 4.4 涂层刀具材料 .....               | ( 57 ) |
| 4.5 其他刀具材料 .....               | ( 58 ) |
| 复习思考题 .....                    | ( 59 ) |
| <b>第 5 章 切削参数的合理选择</b> .....   | ( 60 ) |
| 5.1 刀具几何参数的合理选择 .....          | ( 60 ) |
| 5.2 切削用量的合理选择 .....            | ( 69 ) |
| 5.3 切削液的合理选择 .....             | ( 75 ) |
| 复习思考题 .....                    | ( 79 ) |
| <b>第 6 章 工件材料切削加工性</b> .....   | ( 80 ) |
| 6.1 工件材料加工性的衡量方法 .....         | ( 80 ) |

|             |                   |       |
|-------------|-------------------|-------|
| 6.2         | 改善加工性的途径          | (81)  |
| 6.3         | 典型航空材料的加工性        | (83)  |
| 6.4         | 难切削材料切削技术的新发展     | (87)  |
|             | 复习思考题             | (89)  |
| <b>第7章</b>  | <b>车刀</b>         | (90)  |
| 7.1         | 普通车刀              | (90)  |
| 7.2         | 成形车刀              | (100) |
|             | 复习思考题             | (115) |
| <b>第8章</b>  | <b>孔加工刀具与螺纹刀具</b> | (116) |
| 8.1         | 麻花钻               | (116) |
| 8.2         | 深孔钻               | (125) |
| 8.3         | 铰刀                | (127) |
| 8.4         | 其他孔加工刀具           | (132) |
| 8.5         | 螺纹刀具              | (133) |
|             | 复习思考题             | (137) |
| <b>第9章</b>  | <b>拉削与拉刀</b>      | (138) |
| 9.1         | 拉削过程的特点和拉刀组成      | (138) |
| 9.2         | 拉削方式              | (141) |
| 9.3         | 圆孔拉刀设计            | (143) |
|             | 复习思考题             | (158) |
| <b>第10章</b> | <b>铣削与铣刀</b>      | (159) |
| 10.1        | 铣刀的类型             | (159) |
| 10.2        | 铣削要素和铣刀几何角度       | (161) |
| 10.3        | 铣削基本规律            | (164) |
| 10.4        | 常用铣刀的结构特点         | (169) |
| 10.5        | 铲齿成形铣刀            | (172) |
|             | 复习思考题             | (175) |
| <b>第11章</b> | <b>齿轮刀具</b>       | (176) |
| 11.1        | 齿轮刀具的分类           | (176) |
| 11.2        | 齿轮滚刀              | (177) |
| 11.3        | 蜗轮滚刀              | (187) |
| 11.4        | 插齿刀               | (189) |
| 11.5        | 剃齿刀简介             | (193) |
|             | 复习思考题             | (195) |
| <b>第12章</b> | <b>磨削</b>         | (197) |
| 12.1        | 砂轮                | (197) |
| 12.2        | 磨削运动和磨削要素         | (201) |

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| 12.3 磨削过程及磨削特征 .....              | (203)        |
| 12.4 磨削表面质量 .....                 | (206)        |
| 12.5 先进磨削技术 .....                 | (207)        |
| 复习思考题 .....                       | (208)        |
| <b>第 13 章 组合刀具及自动化加工用刀具 .....</b> | <b>(209)</b> |
| 13.1 组合刀具 .....                   | (209)        |
| 13.2 自动化加工用刀具 .....               | (212)        |
| 复习思考题 .....                       | (219)        |
| <b>第 14 章 刀具 CAD 技术基础 .....</b>   | <b>(220)</b> |
| 14.1 概述 .....                     | (220)        |
| 14.2 刀具 CAD 系统的基本内容 .....         | (221)        |
| 14.3 刀具 CAD 软件开发技术 .....          | (222)        |

# 绪 论

## 一、金属切削加工在机械制造中的地位

金属切削加工是机械制造业中最基本的加工方法之一。所谓金属切削加工是指在金属切削机床上使用金属切削刀具从工件表面上切除多余的(或预留的)金属,从而获得在形状、尺寸精度及表面质量等方面都符合预定要求的加工。机械制造业中所使用的零件材料,在当前以至今后相当长的时期内,主要还是金属。用以装配成机器的各种金属零件,其切削加工量占机械加工总量的95%以上,近年来随着精铸、精锻和特种加工技术的发展,在一定范围内部分地取代了切削加工。但是,各种机器零件的形状越来越多样化和复杂化,尺寸精度和表面质量亦有高有低,因此多数机械零件仍需进行切削加工。预计公元2000年以后切削加工量仍将占机械加工总量的90%左右。目前,金属切削加工已形成是一个非常庞大的部门。例如:在机械制造中所使用的工作母机目前有80%~90%为金属切削机床,日本、美国近年来每年消耗在切削加工方面的费用分别达到了一万亿日元和一千亿美元。据1991年的统计资料,我国拥有的金属切削机床为300万台,所创造的总产值为一千多亿元。在航空工业中,由于其产品不仅材料特殊难以加工且要求精度高、质量好,生产周期短,所以也以金属切削加工为主。

金属切削加工在国民经济和制造业中之所以能起十分重要的作用,与其所具有的特点是分不开的。

1. 能获得很高的精度和表面质量;
2. 对被加工材料的广泛适应性;
3. 对工件几何形状的广泛适应性;
4. 对生产批量的适应性。

## 二、本课程的性质和任务

本课程是机械制造专业的一门主干课程,它包括“金属切削原理”和“金属切削刀具”两部分。前者属于专业基础课的范畴,后者属于专业课的范畴。

由于刀具和工件之间存在相对运动,切削加工过程中将产生变形、摩擦、切削力、切削热、刀具磨损等多种物理现象。金属切削原理的任务则是通过对这些物理现象的研究,揭示其内在的机理和规律,用金属切削的科学理论去指导切削加工的生产实践,回答生产实践中所提出的问题。它的主要内容有以下四个部分:

1. 基本概念。包括切削运动和刀具角度的基本定义以及刀具材料等。由于金属切削过程是刀具的切削性能与工件可切削性能之间矛盾的演变过程,它们是靠切削运动联系起来的。因此,首先认识刀具、工件的物理属性、几何形态及运动联系,作为研究金属切削过程的基础。

2. 金属切削的基本规律。研究切削变形、切削力、切削热及切削温度和刀具磨损的现象、本质及其规律。



3. 提高金属切削效益的途径。掌握切削规律的目的在于应用, 以提高金属切削效益。通常的途径是改善工件材料的切削加工性、提高刀具材料的切削性能, 优化刀具几何参数和切削用量等。

4. 典型切削加工的基本规律。金属切削原理首先通过车削来研究金属切削的基本规律及其应用, 而后又分别研究了几种典型切削加工方法的特殊规律, 即最常用的钻削、铣削和磨削加工的规律。通过举一反三以达到进一步学习和掌握其他加工方法的目的。

金属切削刀具一方面是金属切削理论在刀具设计、制造和使用方面的具体应用; 另一方面, 在长期的生产实践中, 切削刀具也建立了比较完整和相对独立的自身的几何结构体系。这门学科的任务是研究金属切削刀具的设计、制造和使用的理论与实践; 研究和各种新型、高效和高精度刀具。

### 三、本课程的学习目的与学习方法

通过对本课程的学习, 应达到如下目的。

1. 通过对金属切削过程一般现象的认识, 掌握其内在本质及其基本规律, 能按具体条件合理地选择刀具材料、切削部分几何参数和切削用量, 计算切削力和功率, 并能运用所学知识对生产中的一些问题进行分析、解释或解决。

2. 了解金属切削实验的基本方法。

3. 了解常用标准刀具的工作原理、结构特点和应用范围, 并能进行正确选用。

4. 掌握常用类型的非标准刀具的设计原理及计算方法, 合理选择设计参数, 正确设计刀具的结构。

5. 对金属切削原理与刀具的新成就和发展方向有一定了解。

学习本课程时应注意以下几点。

1. 本课程是一门理论性和实践性都很强、并同生产实践紧密结合的课程。它除要用到一些已学过的基础理论, 如物理、数学、化学、力学、金属工艺学等外, 还与生产实际联系密切。故首先要从先修课的实验教学环节中初步掌握一些实验的基本方法和技能, 而且必须通过工厂金工实习初步掌握一些金属切削加工的简单操作方法和技能。重视实验研究, 注意理论联系实际, 这是学好本课程的前提条件。

2. 本课程是一门带有专业性质的课程。专业课程不同于基础课, 它的内容由于直接涉及生产中的实际问题, 往往需要综合地运用各种基础知识学习课程内容, 并进而解决生产中出现的各种复杂问题。因此, 专业课自然要比基础课更具体、更复杂些。学习本课程应当不断改进学习方法, 培养动手能力、独立思考及分析解决问题的能力。

3. 在论述金属切削过程的规律时, 提及的影响因素很多, 加之刀具的种类和各种参数繁多, 给学习者造成一定困难。故学习时, 应注意掌握实质性内容, 实质性内容和主要线索不外乎如下三个方面:

(1) 工件材料的基本性能;

(2) 刀具几何参数;

(3) 切削过程中的条件。

这样, 虽涉及面广, 头绪多, 也可以从复杂的现象中掌握本质, 抓住主要矛盾, 做到事半功倍。

# 第 1 章 基本定义

金属切削加工是根据预定要求用刀具切除工件上一部分多余金属的过程。为了实现这一过程，一是工件与刀具之间要有相对运动，即切削运动；二是刀具必须具备有一定的切削性能和合理的结构形状。因此，切削运动、刀具几何角度、切削要素等的基本定义是研究金属切削过程的基础。

本章以车削和车刀为代表来阐述其基本定义。这些基本概念也适合于其他切削加工和刀具。

## 1.1 切削运动和切削用量

### 一、切削运动和切削层

在金属切削加工中，刀具与工件之间存在相对运动。以外圆车削为例（图 1-1），工件相对刀具作旋转运动，刀具相对于工件作直线运动。切削运动按其作用分为主运动和进给运动。

#### （一）主运动

切削中由机床提供的使刀具和工件之间产生相对运动的主要运动，称之为主运动。主运动的速度最高，消耗功率最大。如车削时工件与刀具的相对旋转运动就是主运动。

#### （二）进给运动

进给运动是由机床或人力提供的刀具与工件之间的附加相对运动，它和主运动一起可连续不断地切除工件上的加工余量，形成已加工表面。车外圆时车刀相对于工件的轴向直线运动就是进给运动。

#### （三）工件上形成的表面

在切削过程中，工件上有三个不断变化着的表面（图 1-1）。

（1）待加工表面：工件上有待切除的表面。

（2）已加工表面：工件上经刀具切削后形成的新表面。

（3）过渡表面：工件上由切削刀刃形成的那部分表面。

这个表面在不断被刀刃切除形成新的表面。

#### （四）切削层

如图 1-2 所示，车削外圆时由于切削运动，工件旋转一周，刀具从位置 I 移动到位置 II，从而产生一圈过渡表面所切下的工件材料层称为切削层。图中切削层轴向剖面 ABCE 平面为切削层横截面积。

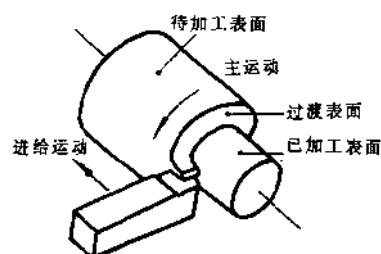


图 1-1 车削时的切削运动

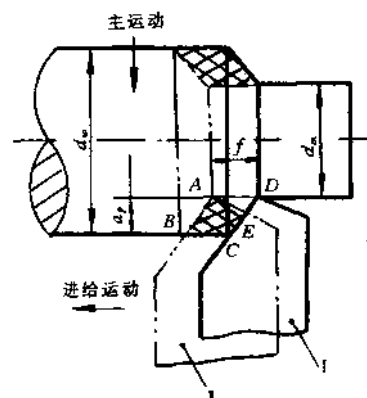


图 1-2 车削时的切削层

## 二、切削用量

切削用量是用于表示主运动、进给运动和切入量参数的数量，以便用于调整机床。它包括切削速度、进给量和背吃刀量三个要素。

### (一) 切削速度 $v_c$

切削速度是刀具切削刃上选定点相对于工件的主运动速度。当主运动为旋转运动时，刀具或工件上最大直径处的切削速度  $v_c$  的大小可按下式计算

$$v_c = \frac{\pi dn}{60000} \quad (\text{m/s}) \quad (1-1)$$

式中： $d$ ——完成主运动的工件或刀具的最大直径 (mm)；

$n$ ——主运动的转速 (r/min)。

### (二) 进给量 $f$

进给量是刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量。通常用工件或刀具的主运动每转或每一行程时，刀具相对于工件在进给运动方向的位移量来度量，单位为 mm/r 或 mm/行程。如车削时的进给量  $f$  是指工件每转一转，车刀沿进给运动方向的位移量。

进给速度  $v_f$  是指刀具切削刃上选定点相对工件的进给运动的速度。进给量  $f$  与进给速度  $v_f$  之间的关系为

$$v_f = n f / 60 \quad (\text{mm/s}) \quad (1-2)$$

图 1-3 分别表示了车削、铣削和刨削时的切削速度  $v_c$  和进给速度  $v_f$  的方向。同时包含主运动方向和进给运动方向的平面称为工作平面。

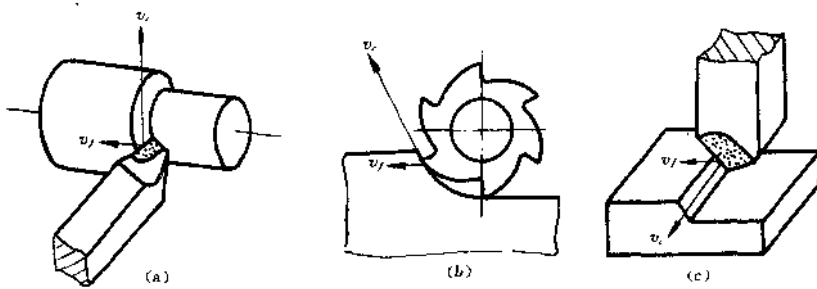


图 1-3 车、铣、刨削加工中的切削运动方向

### (三) 背吃刀量 $a_p$

背吃刀量是垂直于工作平面的方向上测量的切削层横截面尺寸，单位为 mm。

对于外圆车削 (参见图 1-2)，背吃刀量  $a_p$  为

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1-3)$$

式中： $d_w$ ——工件待加工表面直径 (mm)；

$d_m$ ——工件已加工表面直径 (mm)。

## 1.2 刀具切削部分的基本定义

金属切削刀具的种类虽然很多，但它们的切削部分的几何形状与参数方面却有着相同或

相似之处。如图 1-4 所示，各种复杂刀具或多齿刀具，就其中一个刀齿来看，它的几何形状都相当于一把车刀的切削部分。因此在定义刀具切削部分的一般术语中，就是以车刀切削部分为基础的。

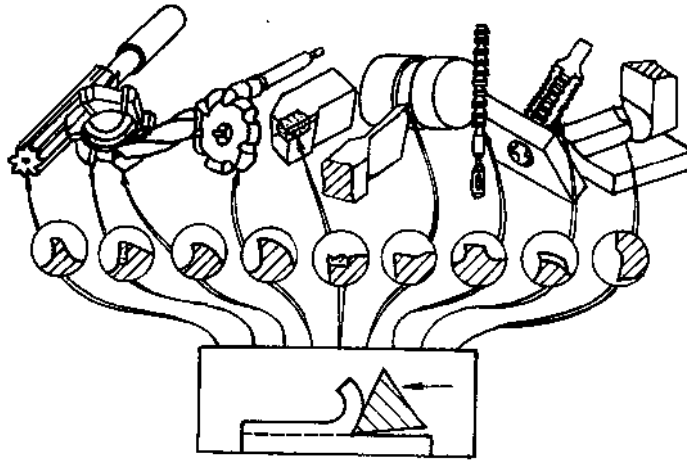


图 1-4 各种刀具切削部分的形状

### 一、车刀切削部分的组成要素

如图 1-5 (a) 所示为常见的外圆车刀，它由刀柄（刀具上的夹持安装部分）与切削部分所组成。

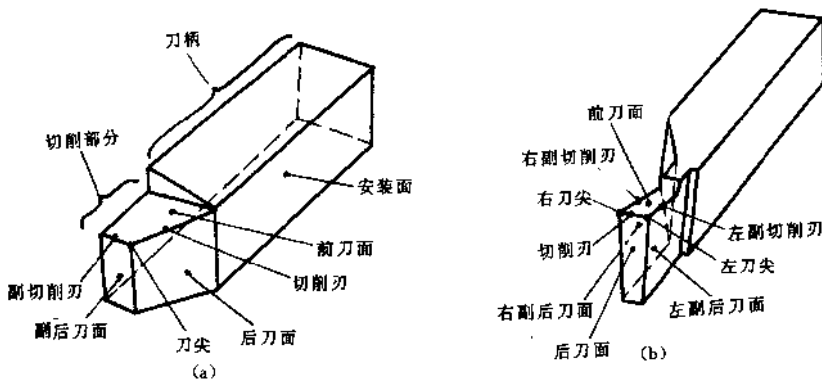


图 1-5 车刀切削部分的组成要素

切削部分直接担负切削任务，它包括下列组成要素。

- (1) 前刀面 ( $A_r$ ): 刀具上切屑流过的表面。
- (2) 后刀面 ( $A_a$ ): 与工件上切削中产生的表面(过渡表面)相对着的表面。
- (3) 副后刀面 ( $A'_a$ ): 与工件上已加工表面相对着的表面。
- (4) 主切削刃 ( $S$ ): 是担任主要切削任务的切削刃，它是前刀面与后刀面交汇的边缘。
- (5) 副切削刃 ( $S'$ ): 是担任少量切削工作的切削刃，它是前刀面与副后刀面交汇的边

缘。

(6) 刀尖：是主切削刃与副切削刃交汇处相当少的一部分切削刃，它可以是一小段直线或圆弧。

不同类型的车刀，切削部分的组成要素可能不相同，如图 1-5 (b) 所示的切断刀，除前刀面、后刀面、主切削刃外，有两个副后刀面、两个副切削刃和两个刀尖。

## 二、车刀切削部分的几何角度

刀具要完成切削任务，其切削部分必须具备合理的几何形状。刀具几何角度就是确定其切削部分几何形状和反映刀具切削性能的参数。为了定义和规定刀具几何角度，仅靠刀具切削部分的几个结构要素是不够的，必须建立一些作为度量基准的坐标平面，即刀具角度的参考系。用来定义刀具角度的参考系有两大类，一类是用于定义刀具设计、制造、刃磨和测量时几何角度的参考系，称为刀具静止参考系；另一类是用来规定刀具实际切削加工时几何角度的参考系，称为刀具工作参考系。用工作参考系定义的刀具几何角度称为工作角度。本节只讲述刀具静止参考系及几何角度的定义。

### (一) 刀具静止参考系

刀具静止参考系中所谓“静止”实质上是在定义其坐标平面之前，合理规定了一些假定条件，从而使定义出的坐标平面与刀具设计、制造、刃磨和测量时采用的基准面一致。它们是：

(1) 假定主运动方向 假定刀具切削刃上选定点位于工件中心高处，此时切削刃上选定点的主运动方向称为假定主运动方向。假定主运动方向垂直于车刀刀柄的安装面（图 1-6）。

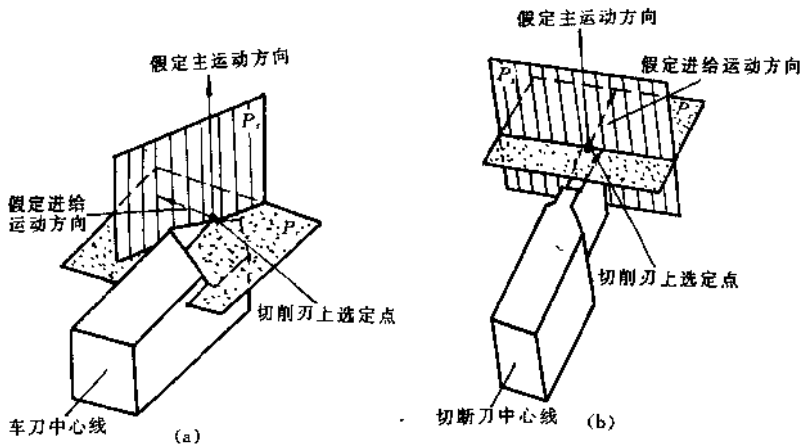


图 1-6 车刀的假定切削运动方向和坐标平面

(2) 假定进给运动方向 假定进给运动垂直或平行于刀柄中心线（参见图 1-6），此时切削刃上选定点的进给运动方向称为假定进给运动方向。

以上述假定运动方向为依据，可以建立一系列用于定义刀具角度的坐标平面，分别组成各种静止参考系。

#### 1. 正交平面参考系

(1) 基面  $P_r$ ：通过切削刃上选定点垂直于假定主运动方向的平面。车刀的基面平行于刀柄安装面。

(2) 主(副)切削平面  $P_s$  ( $P'_s$ ): 通过主(副)切削刃上选定点与主(副)切削刃相切并垂直于基面的平面(见图 1-6)。或者说由主(副)切削刃的切线与假定主运动方向所组成的平面。

(3) 正交平面  $P_o$ : 通过切削刃上选定点并同时垂直于基面和切削平面的平面。

$P_r$ 、 $P_s$ 、 $P_o$  构成了一个相互垂直的空间直角坐标系,称之为正交平面参考系(图 1-7)。它是在刀具的设计、制造、刃磨和测量中应用最广的刀具参考系。以后书中的刀具角度多是在正交平面参考系中标注的。

## 2. 其他平面的刀具参考系

(1) 法平面  $P_n$ : 通过切削刃上选定点并垂直于切削刃的平面。当切削刃与刀具安装面不平行时,法平面与正交平面之间有一夹角,此时法平面不垂直于基面。

由基面、切削平面和法平面构成的坐标系称为法平面参考系(图 1-7)。

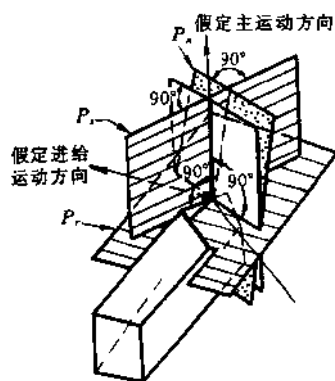


图 1-7 车刀正交平面与法平面参考系

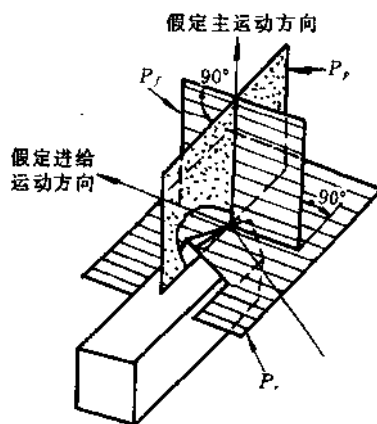


图 1-8 车刀假定工作平面与背平面参考系

(2) 假定工作平面  $P_j$ : 通过切削刃上选定点平行于假定进给方向并垂直于基面的平面(图 1-8)。

由基面、切削平面和假定工作平面构成的坐标系称为假定工作平面参考系。

(3) 背平面  $P_p$ : 通过切削刃上选定点并垂直于基面和假定工作平面的平面(图 1-8)。

由基面、切削平面和背平面构成的坐标系称为背平面参考系。

## (二) 刀具角度的基本定义

在建立了刀具静止参考系后,就可以定义刀具角度了。图 1-9 所示为车刀在正交平面参考系中的角度,刀具角度的名称和定义如下。

### 1. 在正交平面 $P_o$ 内测量的角度

(1) 前角  $\gamma_o$ : 前刀面与基面之间的夹角。

(2) 后角  $\alpha_o$ : 后刀面与切削平面之间的夹角。

(3) 楔角  $\beta_o$ : 前刀面与后刀面之间的夹角。当  $\gamma_o$ 、 $\alpha_o$  确定后,  $\beta_o$  可由下式求得

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1-4)$$

### 2. 在基面 $P_r$ 内测量的角度

(1) 主偏角  $\kappa_r$ : 主切削平面与假定工作平面之间的夹角。即主切削刃与进给运动方向

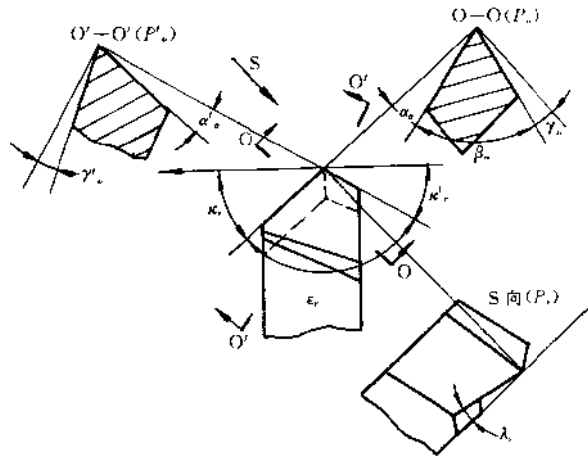


图 1-9 车刀在正交平面参考系中的角度

在基面上投影之间的夹角。

(2) 副偏角  $\kappa'_r$ : 副切削平面与假定工作平面之间的夹角。即副切削刃与反进给运动方向在基面上投影之间的夹角。

(3) 刀尖角  $\epsilon_r$ : 主切削平面与副切削平面之间的夹角。即主、副切削刃在基面上投影之间的夹角。在  $\kappa_r$ 、 $\kappa'_r$  确定后,  $\epsilon_r$  可按下式计算

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r) \quad (1-5)$$

### 3. 在切削平面 $P_s$ 内测量的角度

刃倾角  $\lambda$ : 主切削刃与基面之间的夹角。

### 4. 在副切削刃的正交平面内测量的角度

(1) 副后角  $\alpha'_o$ : 副后刀面与切削平面之间的夹角。

(2) 副前角  $\gamma'_o$ : 在副切削刃的正交平面中前面与基面之间的夹角。当主切削刃与副切削刃有公共平面型的前刀面时, 副前角  $\gamma'_o$  也被唯一决定了。

上面定义了刀具的几何角度, 由分析可知, 当主切削刃上的四个基本角度  $\gamma'_o$ 、 $\alpha_o$ 、 $\kappa_r$ 、 $\lambda$  和副切削刃上的两个基本角度  $\kappa'_r$ 、 $\alpha'_o$  确定后, 其余定义的角度都随之确定。或者说有了六个基本角度, 刀具切削部分的各组成要素在空间的位置就能确定下来。因此, 在刀具工作图上只须标注这六个基本角度, 称之为标注角度。其余角度称为派生角度。

### (三) 刀具角度正负的规定

如图 1-10 (a) 所示, 在过切削刃选定点处的正交平面中, 前刀面与切削平面之间的夹角小于  $90^\circ$  时, 规定前角为正; 等于  $90^\circ$  时前角为零; 大于  $90^\circ$  时前角为负。后刀面与基面之间的夹角小于  $90^\circ$  时, 规定后角为正; 等于  $90^\circ$  时后角为零; 大于  $90^\circ$  时后角为负。

刃倾角正负规定如图 1-10 (b) 所示, 观察刀尖与切削刃上任意一点到车刀安装面的距离。刀尖处于

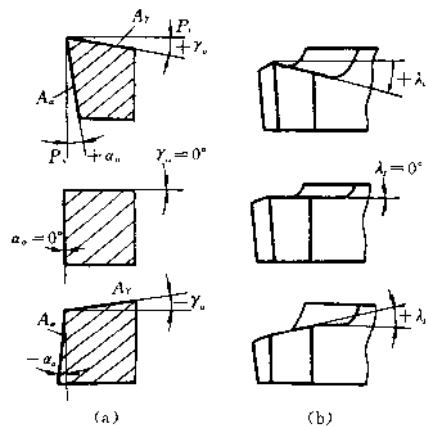


图 1-10 车刀角度正负的规定  
(a) 前、后角 (b) 刃倾角

切削刃上最高点时,  $\lambda_s$  为正; 刀尖处于切削刃上最低点时,  $\lambda_s$  为负; 切削刃与刀具安装面平行时,  $\lambda_s$  为零。

### 三、车刀角度的图示方法

如何正确表达刀具角度是设计刀具的重要内容。刀具工作图应完整、准确地表示出刀具制造和刃磨所需的角度和参数。绘图时, 要求按国家制图标准, 视图间符合投影关系; 一般用正交平面参考系标注刀具角度; 刀具角度按实际值绘制 (必要时可用夸大画法), 结构尺寸按比例绘制; 图中只标注基本角度和参数, 派生角度不需表示。绘图步骤如下:

(1) 选刀具基面投影图作为主视图, 标出主偏角  $\kappa_r$  和副偏角  $\kappa_r'$ , 图中反映出刀柄安装面宽度和刀尖位置。

(2) 画出正交平面剖视图, 标出前角  $\gamma_o$  和后角  $\alpha_o$ 。剖视图中切削刃至刀柄安装面高度可近似用刀柄高度尺寸绘制。

(3) 画出副切削刃上正交平面剖视图, 标出副后角  $\alpha_o'$ 。

(4) 画出切削平面投影视图, 标出刃倾角  $\lambda_s$ , 图中反映刀柄高度。

(5) 必要时画出局部放大图, 标出刀具的其他参数。

现将常用的车刀图示方法举例如下:

#### 1. 切断刀

根据前述切断刀的特点, 它有两个刀尖、两条副切削刃和两个副后刀面, 可以视它为两把端面车刀的组合。切断刀的假定进给运动方向与刀柄中心线平行。因此, 其工作图与普通外圆车刀有所不同, 应表示出左、右两个副偏角  $\kappa'_{rL}$ 、 $\kappa'_{rR}$  及两个副后角  $\alpha'_{oL}$ 、 $\alpha'_{oR}$ , 主偏角和刃倾角也应区别左右 (图 1-11)。

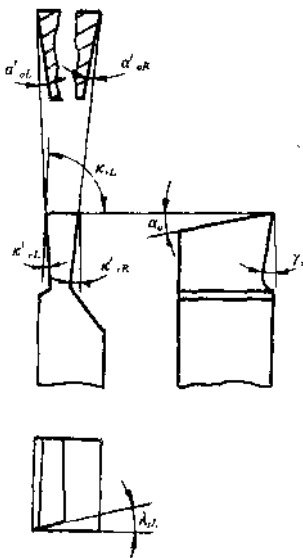


图 1-11 切断刀几何角度

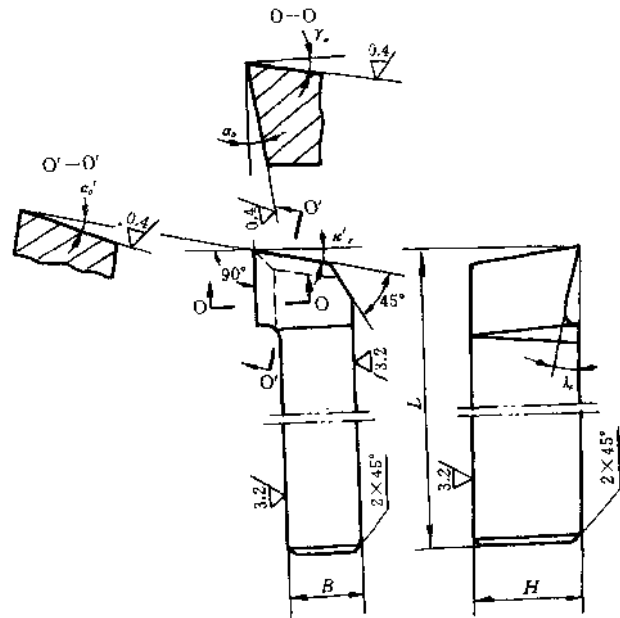


图 1-12 90°外圆车刀

#### 2. 90°外圆车刀

如图 1-12 所示, 设车刀纵向进给车削工件外圆, 由于  $\kappa_r = 90^\circ$ , 故其切削平面投影图



与左视图重合，即  $\lambda_s$  可直接表示在左视图上。其余标注角度则分别通过基面视图及主、副切削刃上正交平面剖视图表达出来。

### 1.3 车刀各参考系中的角度换算

标注刀具角度的静止参考系有四种，前节详细阐述了车刀在正交平面参考系中角度的定义和图示方法。但在设计和制造刀具时，有时需要知道其他一些参考系内的角度。因此，必须了解不同参考系内标注角度的换算。

#### 一、法平面参考系的角度计算

在一些大刃倾角刀具、螺旋刀具中，常常要将主切削刃在法平面内的角度标注出来，图示方法参见图 1-13。法平面内的法前角  $\gamma_n$ 、法后角  $\alpha_n$  可由正交平面内的前角  $\gamma_o$ 、后角  $\alpha_o$  换算得出，其计算公式如下：

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_s \quad (1-6)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha_o \cos \lambda_s \quad (1-7)$$

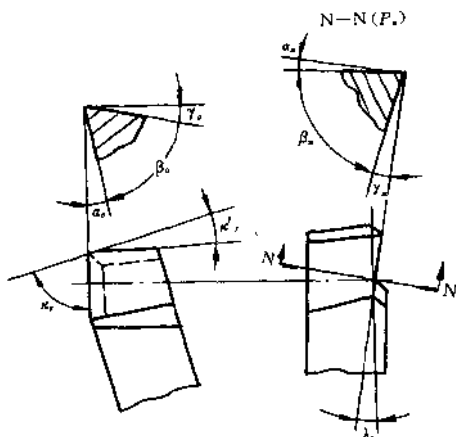


图 1-13 车刀在法平面内的角度

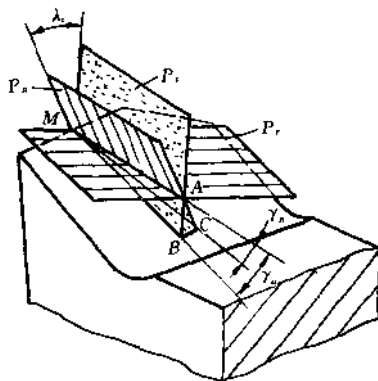


图 1-14 法平面内的前角计算

以法前角计算为例，公式推导如下：

图 1-14 中  $\triangle ABC$  平行于切削平面， $\triangle MAB$ 、 $\triangle MAC$ 、 $\triangle ABC$  均为直角三角形，正交平面与法平面之间的夹角（图中  $\angle BAC$ ）为  $\lambda_s$ ，故有

$$\operatorname{tg} \gamma_o = \frac{\overline{AB}}{\overline{AM}}$$

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \frac{\overline{AB}}{\overline{AM}} = \frac{\overline{AB} \cdot \cos \lambda_s}{\overline{AM}}$$

$$\therefore \operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cdot \cos \lambda_s$$

由于基面与切削平面相互垂直，因此，后刀面与基面之间的夹角在正交平面内和在法平面内分别为  $(90^\circ - \alpha_o)$ 、 $(90^\circ - \alpha_n)$ 。如将后刀面看成一个新的前刀面，则  $(90^\circ - \alpha_o)$ 、 $(90^\circ - \alpha_n)$  分别成了两个新的主前角和新的法后角，其关系式为

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_n) = \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_o) \cdot \cos \lambda_s$$