

高等专科学校试用教材

金属切削原理与刀具

陆剑中 孙家宁 主编

机械工业出版社

GAOZHUANJIAOCAI

金属切削原理与刀具

陆剑中 孙家宁 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{2}$ • 印张 $24 \frac{1}{2}$ • 字数 530 千字

1985年12月北京第一版·1985年12月北京第一次印刷

印数 00,001—25,100 • 定价 5.05 元

*

统一书号: 15033·6218

目 录

全书常用名词、术语符号说明

绪论	1
§ 1 我国金属切削发展概况	1
§ 2 本课程内容与学习方法	2
第一章 刀具几何角度与切削要素	4
§ 1-1 切削运动与切削用量	4
§ 1-2 刀具切削部分的基本定义	6
§ 1-3 刀具几何形状的图示方法	12
§ 1-4 车刀刃磨时的调整	15
§ 1-5 刀具工作坐标系与工作角度	18
§ 1-6 斜角切削与实际前角	26
§ 1-7 切削层	27
第二章 刀具材料	29
§ 2-1 概述	29
§ 2-2 高速钢	30
§ 2-3 硬质合金	33
§ 2-4 陶瓷	37
§ 2-5 超硬刀具材料	38
第三章 金属切削过程的基本规律	41
§ 3-1 切削变形	41
§ 3-2 切削力	55
§ 3-3 切削热与切削温度	67
§ 3-4 刀具磨损与刀具耐用度	72
第四章 金属切削过程基本规律的应用	83
§ 4-1 切屑的控制	83
§ 4-2 工件材料的切削加工性	89
§ 4-3 切削液	92
§ 4-4 已加工表面质量	95
§ 4-5 刀具几何参数的合理选择	103
§ 4-6 切削用量的合理选择	111
第五章 车刀	121
§ 5-1 车刀的类型	121
§ 5-2 刀具角度的换算	122
§ 5-3 焊接车刀	126
§ 5-4 可转位车刀	132

§ 5-5 机夹车刀	142
§ 5-6 车刀铣槽工艺调整原理	147
第六章 成形车刀	150
§ 6-1 成形车刀的种类和用途	150
§ 6-2 成形车刀的几何角度	151
§ 6-3 成形车刀的截形设计	154
§ 6-4 成形车刀的装夹和刀体结构	161
§ 6-5 成形车刀的使用	164
§ 6-6 棱形成形车刀设计举例	166
第七章 钻削与钻头	170
§ 7-1 麻花钻结构与几何参数	170
§ 7-2 钻削过程特点与钻削用量选择	181
§ 7-3 麻花钻的修磨与群钻	185
§ 7-4 钻头的结构及其改革	191
§ 7-5 深孔钻	194
第八章 扩孔钻、铰钻、铰刀和镗刀	201
§ 8-1 扩孔钻、铰钻	201
§ 8-2 铰刀	202
§ 8-3 镗刀	217
第九章 拉刀	221
§ 9-1 拉刀的种类与用途	221
§ 9-2 拉刀的组成与拉削过程特点	223
§ 9-3 拉削方式	226
§ 9-4 综合轮切式圆孔拉刀设计	228
§ 9-5 矩形花键拉刀的设计特点	235
§ 9-6 拉刀的使用和结构改进	238
§ 9-7 倒角—花键复合拉刀设计举例	243
第十章 铣削与铣刀	248
§ 10-1 铣刀的类型和几何参数	248
§ 10-2 铣削要素	251
§ 10-3 铣削力	253
§ 10-4 顺铣与逆铣	256
§ 10-5 铣刀的磨损与耐用度	257
§ 10-6 常用尖齿铣刀的结构特点与应用范围	261
§ 10-7 硬质合金面铣刀	265
§ 10-8 高速钢尖齿铣刀的革新方向	274
§ 10-9 铲齿成形铣刀	275
§ 10-10 铣刀的刃磨	282
第十一章 螺纹刀具	283
§ 11-1 丝锥	283
§ 11-2 其它螺纹刀具	289
第十二章 齿轮刀具	297

VI

§ 12-1	齿轮刀具的种类	297
§ 12-2	盘形齿轮铣刀的选用	298
✓ § 12-3	齿轮滚刀	299
✓ § 12-4	蜗轮滚刀	325
✓ § 12-5	插齿刀	331
§ 12-6	其它齿轮刀具简介	339
第十三章	组合刀具、自动线刀具和数控机床刀具	344
§ 13-1	组合刀具	344
§ 13-2	自动线刀具	351
§ 13-3	数控机床用刀具简介	355
第十四章	磨削与砂轮	359
§ 14-1	磨削运动	359
§ 14-2	砂轮	360
§ 14-3	磨削过程	366
§ 14-4	磨削表面质量	374
§ 14-5	先进磨削方法	377
主要参考文献		381

绪 论

§ 1 我国金属切削发展概况

金属切削加工是指利用刀具切除被加工零件多余材料的方法。它能获得几何形状、尺寸精度和表面质量要求较高的零件,是机械制造工业中最基本的加工方法,在国民经济中占有重要地位。

我国古代在金属切削方面有着光辉的成就。公元前二千多年青铜器时代已开始出现了金属切削加工的萌芽。当时青铜刀、锯、锉等刀具已经类似于现代的刀具。春秋中晚期,有一部现存的最早工程技术著作《考工记》。上面介绍了木工、金工等三十个专业技术知识。书中指出:“材美工巧”是制成良器的必要条件。“材美”指用优良的材料,“工巧”指采用合理的工艺。由大量出土文物与文献推测,最迟在八世纪(唐代)我国已有原始的车床。

公元一六六八年(明代)制造天文仪器2m直径的铜环,其外圆、内孔、平面及刻度的加工精度与表面粗糙度均达到相当高的水平,如图1所示。当时采用畜力带动铣刀进行铣削,用磨石进行磨削。铣刀已类似于近代的镶片铣刀。图2为用脚踏刃磨机刃磨刀片的情况。

在长期生产实践中,古人已注意总结刀具经验。明代张自烈著《正字通》中指出:“刀为体,刃为用,利而后能载物,古谓之芒。刃从坚则钝,坚非刃本义也”。由此说明,古人已十分强调刀刃的作用,正确阐明了刀刃利与坚的关系,对切削原理已有了朴素的唯物辩证的认识。

近代历史中,我国机械工业处于落后状态。十九世纪中叶起才开始有少量机械工厂。1915年上海荣锡泰机器厂造出了国产第一台车床。据统计直到1947年,民用机械工业只有三千多个企业,拥有机床两万多台。当时使用碳素工具钢刀具,切削速度仅能在 $10\text{m}/\text{min}$ 以内,切削效率很低。

新中国成立三十余年,我国金属切削水平得到突飞猛进的发展。自五十年代起就广泛使用了高速钢,硬质合金,大力推广高速切削、强力切削,多刀多刃切削,开展了刀具几何参数的改革与研究。在学习国内外经验的同时,广泛开展了技术革新与技术革命活动,创造了大量的先进刀具。如群钻、 75° 强力车刀、高速螺纹刀、细长轴车刀、宽刃精刨刀、强力铣

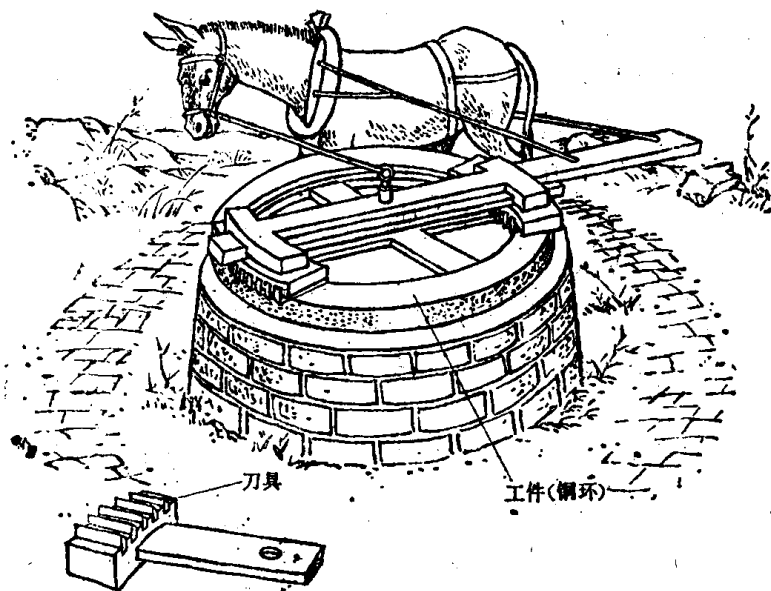


图1 一六六八年天文仪器铜环的铣削加工

刀、拉式丝锥、深孔钻等。工具研究所、大专院校普遍建立切削实验室,开展切削机理、切削力、切削温度、刀具磨损、加工表面质量等方面的研究。有关单位不断研究、生产出新型刀具材料:如高性能高速钢、粉末高速钢、涂层高速钢、细晶粒与涂层硬质合金、复合陶瓷、立方氮化硼与人造金刚石等。有关工具厂不断革新产品,改革工艺,扩大品种,提高刀具的精度与性能,已能制造各类普通、复杂刀具,满足生产的需要。

八十年代初我国已建立起庞大的机械制造业,切削加工水平已接近并正在赶上国际先进水平。今天能切削加工的材料十分广泛,从软橡胶,塑料到高强度钢、钛合金、冷硬铸铁,淬硬钢以及 HRC70 左右的热喷焊层等。

随着精密机械、电子、造船、宇航等工业的发展,新材料、新产品的不断出现,在金属切削加工中碰到的新问题也日益增多。如解决硬、韧、脆、粘等难加工材料的切削;解决精、光、深、长、薄、小件的加工等等。从国内外金属切削原理与刀具的发展趋势来看,主要有以下几个方面:

1. 进一步研究、推广使用新型优质刀具材料,满足加工要求,提高加工表面质量与切削效率,降低成本。
2. 不断研究改革刀具的结构、几何参数、切削图形与切削方法;扩大硬质合金、可转位刀具的应用范围;提高刀具标准化、系列化的程度;改革刀具使用中的管理方法,提高经济效益。
3. 采用现代化测试手段,先进的实验方法,开展对切削机理的研究,特别是研究难加工材料与新刀具材料的切削规律,使之不断创新。
4. 应用电子计算机处理实验数据,优化切削参数,设计复杂刀具等,以电脑代替人工,提高工作效率。

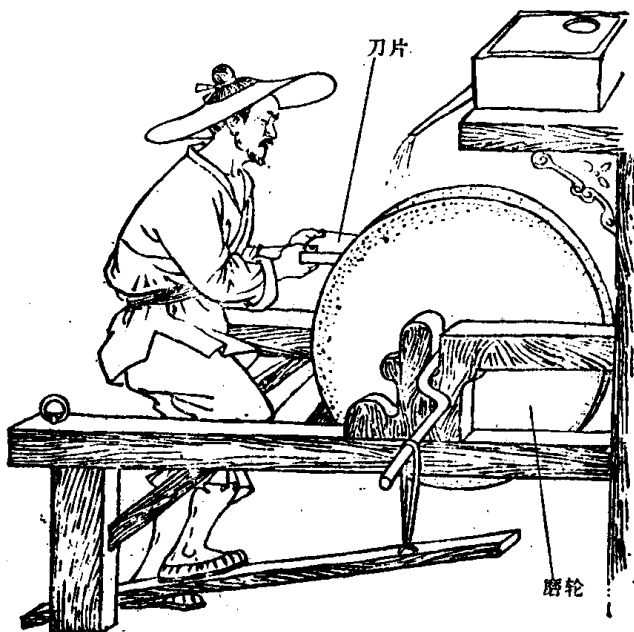


图2 一六六八年脚踏刃磨机

§2 本课程内容与学习方法

金属切削原理与刀具是研究金属切削过程基本规律与刀具设计、使用的一门科学,是机械制造专业的重要课程。其中切削原理又是本课及其它专业课的基础。

金属切削原理研究的主要内容有:刀具材料的性能与选用;刀具切削部分几何参数;切削过程现象与变化规律;被切削材料的加工性;提高加工表面质量与经济效益的方法;钻削、铣削、磨削过程特点等。这些内容又可以归纳为两个方面的问题:

1. 几何问题:主要指刀具几何角度、参数及其相互关系。一般应先学好车刀角度、弄清定义,画图标注以及换算方法。通过实验、做练习等手段加深理解,进而在车刀、钻头、铣

刀、齿轮刀具等章节的学习中不断反复应用，深化与提高，才能切实掌握。

2. 规律问题：主要指切削变形、切削力、切削温度、刀具磨损等规律。其中应先认识切削变形规律，通过实验建立感性概念，分析各种因素对其影响，进而学习切削力、切削温度、刀具磨损规律。通过在改善加工表面质量、提高切削加工的经济性等章节的学习，逐渐掌握切削规律在生产中的应用方法。

金属切削刀具是切削加工中重要工具，也是切削加工中影响生产率、加工质量与成本的最活跃的因素。因为刀具变化灵活、改革简便、收效显著。

刀具种类繁多，例如有单刃刀具，多刃刀具，成形刀具；有整体高速钢刀具，镶片硬质合金刀具，机夹、可转位式刀具等。本书按加工方式划分刀具章节，有车刀、钻头、铰刀、铣刀、拉刀、螺纹刀具、齿轮刀具等。由单刃到多刃，由简单到复杂顺序讲解。在各种类型的刀具中，又可分为如下两类，对它们的教学方法也有所不同：

1. 标准刀具：指专业工厂按国标或部标生产的刀具。如可转位车刀、麻花钻、铰、铣刀，丝锥、板牙、插齿刀、齿轮滚刀等。这类刀具讲解的重点是结构，工作原理，选择与使用方法。其中还讲解了机夹、可转位车、铣刀结构分析，刀片槽型的选择，以及麻花钻的修磨与群钻，为使用面广的通用刀具改革，推广先进刀具打下初步基础。

2. 非标准刀具：指需专门设计制造的刀具。如成形车刀与铣刀、拉刀、蜗轮滚刀等。这类刀具主要讲解其设计原理与计算方法，并举成形车刀、铰刀、拉刀、蜗轮滚刀设计实例。此外，还通过设计作业进行练习，以达到初步掌握一般非标刀具设计计算及绘图方法。

金属切削原理与刀具是与生产实践紧密联系的，涉及知识面较广。因此除学好教材上基本内容以外，还应阅读有关资料，熟悉有关手册、样本，特别要重视生产实际，参加生产劳动与工作实践。这样才能做到理论联系实际，逐步提高解决实际问题的工作能力。

第一章 刀具几何角度与切削要素

本章以车刀为代表，讲解切削运动、刀具几何角度、切削要素方面的名词术语与基本定义。着重讲解车刀几何形状的分析与图示方法；刀具标注坐标系与刀具角度；刀具工作坐标系与工作角度。掌握这些内容，并深刻理解，就能达到学会分析各类刀具的目的。本章是学习金属切削原理、刀具设计与使用的重要基础。

§ 1-1 切削运动与切削用量

一、切削运动、切削层与工件上形成的表面

金属切削机床的基本运动有直线运动和回转运动。但是,按切削时工件与刀具相对运动所起的作用来分,可分为主运动和进给运动。图1-1表示了车削运动、切削层及工件上形成的表面。

(一) 主运动

主运动是进行切削的最主要的运动。通常它的速度最高，消耗机床动力最多。机床的主运动只有一个。车、镗削的主运动是工件与刀具相对的旋转运动。

(二) 进给运动

进给运动与主运动配合后，将能保持切削工作连续或反复地进行，从而切除切削层形成已加工表面。机床的进给运动可由一个、两个或多个组成，通常消耗动力较小。进给运动可以是连续运动，也可以是间歇运动。如图 1-1 中，车外圆时纵向进给运动 v_f 是连续的，横向进给运动 v_a 是间断的。

(三) 切削层

在图 1-1 中, 设切削时工件旋转一周, 刀具从位置 I 移到位置 II。切削刃在 I、II 之间的一层材料被切下。刀具正在切削着的这层材料称切削层。图中 $\square ABCD$ 称切削层横截面积。

(四) 工件上形成的表面

切削时，工件上有三个不断变化着的表面，

待加工表面: 即将被切除的表面;

已加工表面: 经过切削形成的表面;

加工表面：切削刃正在切削的表面。

二、切削用量、切削时间与金属切除率

切削用量可用来表示主运动及进给运动参数的数量，以便用于调整机床。它包括切削速度、进给量、切削深度三要素。

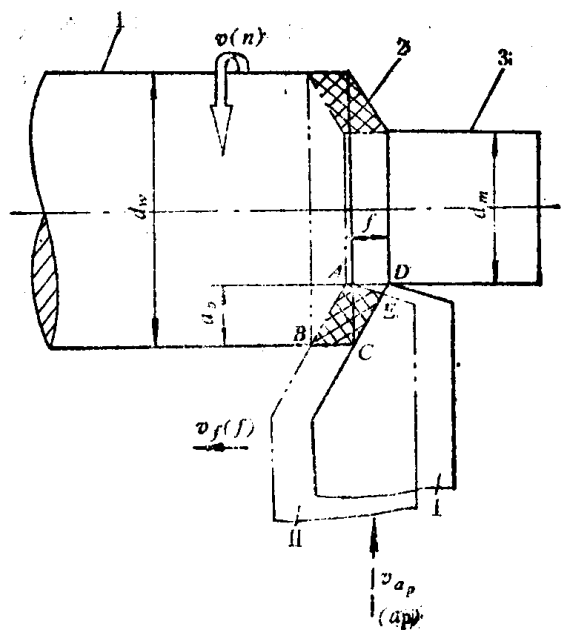


图1-1 切削运动、切削层及工件上的表面

1—待加工表面 2—加工表面 3—已加工表面

(一) 切削速度 v : 主运动的线速度, 单位为 m/min 。车削时切削速度为:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{d n}{318} \quad \text{m/min} \quad (1-1)$$

式中 n ——工件或刀具的转速 (r/min);

d ——工件或刀具观察点的旋转直径 (mm)。

(二) 进给量 f : 进给运动的单位量。车削时进给量 f 是取工件每旋转一周的时间内, 工件与刀具相对位移量 mm/r 。故车削时进给运动速度 v_f 为:

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

(三) 切削深度 a_p : 垂直于进给运动方向测量的切削层横截面尺寸 (mm)。如图 1-1 所示, 车外圆时:

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

式中 d_w ——待加工表面直径;

d_m ——已加工表面直径。

(四) 切削时间 t_m

切削时间是反映切削效率高低的一种指标。

由图 1-2 知, 车外圆时切削时间 t_m 可由下式计算:

$$t_m = \frac{l A}{v_f a_p} \quad \text{min} \quad (1-4)$$

式中 l ——刀具行程长度;

A ——半径方向加工余量。

将式 (1-2)、(1-1) 代入式 (1-4)

中, 可得:

$$t_m = \frac{\pi d l A}{1000 a_p f v} \quad \text{min} \quad (1-5)$$

从式 (1-5) 知, 提高切削用量 a_p 、 f 、 v 中任何一个要素, 都可缩短切削时间, 提高生产效率。

(五) 金属切除率 Z_w

金属切除率指每分钟切下工件材料的体积。它是衡量切削效率高低的另一种指标。 Z_w 由下式计算:

$$Z_w = 1000 v a_p f \quad \text{mm}^3/\text{min} \quad (1-6)$$

三、合成切削运动与合成切削速度

当主运动与进给运动同时进行时, 刀具切削刃上某一点相对工件的运动称为合成切削运动, 其大小与方向用合成速度向量 v_c 表示。如图 1-3 所示, 合成速度向量等于主运动速度与进给运动速度的向量和。即

$$v_c = v + v_f \quad (1-7)$$

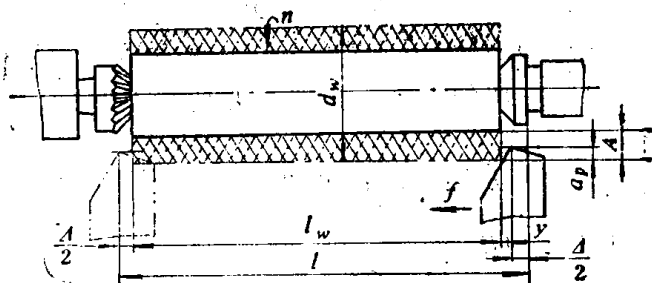


图1-2 车外圆时切削时间计算图

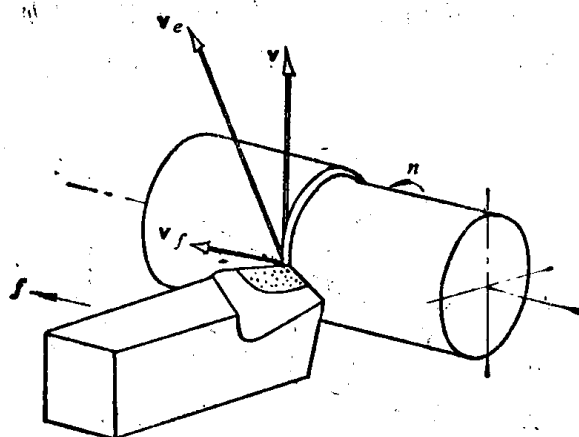


图1-3 切削时合成切削速度

§ 1-2 刀具切削部分的基本定义^[34]

一、刀具的组成部分

如图 1-4 所示的车刀由刀头、刀杆两大部分组成。刀头用于切削又称切削部分，刀杆用于装夹又称刀体。

刀具切削部分由刀面、切削刃(也称刀刃)构成。不同的刀面用字母 A 和下角标组成的复合符号标记。切削刃用字母 S 标记。副切削刃及其相关连的刀面，在标记符号右上角加一撇以示区别。

(一) 刀面

1. 前刀面 A_f : 切屑流出时经过的刀面称前刀面。
2. 后刀面 A_a : 与加工表面相对的刀面称后刀面。
3. 副后刀面 A'_a : 与已加工表面相对的刀面称副后刀面。

前刀面、后刀面之间所包含的刀具实体部分称刀楔。

(二) 切削刃

1. 主切削刃 S : 担任主要切削工作的切削刃，它是前刀面与后刀面汇交的边缘。即图 1-1 中 $\overline{AB}$ 。
2. 副切削刃 S' : 担任少量切削工作的切削刃，它是前刀面与副后刀面汇交的边缘。即图 1-1 中 $\overline{AE}$ 。

图 1-1 中 $\overline{AE}$

(三) 刀尖

主、副切削刃汇交的一小段切削刃称刀尖。

实际使用刀具切削部分放大的形状如图 1-5 a 所示。由于切削刃不可能刃磨得很锋利，总是存在着刃口圆弧。如图 1-5 b 所示，刃口锋利程度用垂直于切削刃剖面 P_n-P_n 中测量的

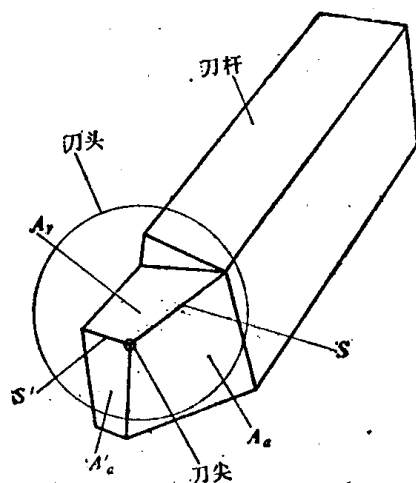


图1-4 典型外圆车刀切削部分的构成

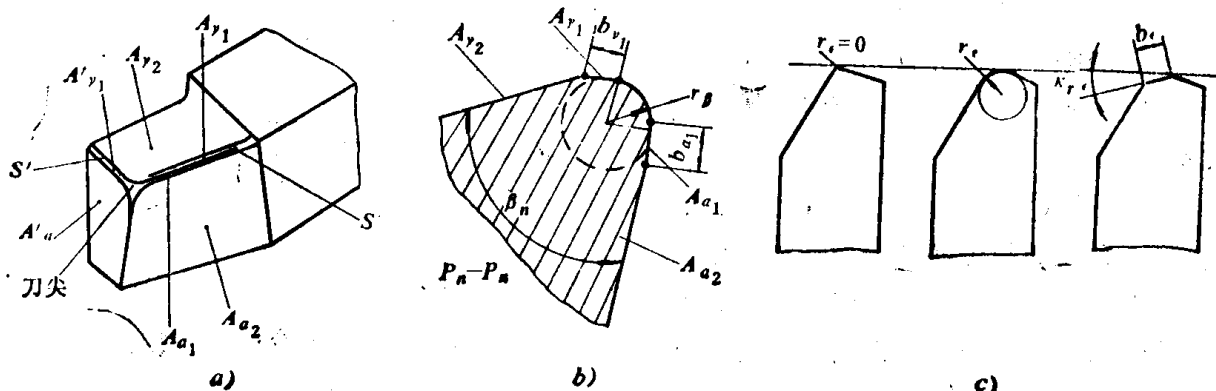


图1-5 具有倒棱面、圆弧或过渡刃的刀尖构造

a) 外圆车刀示意图 b) 刀楔剖面形状 c) 刀尖形状

刃口圆弧半径 r_b 的大小表示。 r_b 愈小刃口愈锋利。为了提高切削刃的强度,满足不同加工要求,在图 1-5 b 中前刀面与后刀面上均可磨制出倒棱面,又称第一前刀面 A_{γ_1} ,第一后刀面 A_{α_1} ,其宽度记作 b_{γ_1} 、 b_{α_1} 。为了提高刀尖强度,如图 1-5 c 所示,可将刀尖磨出圆弧或直线过渡刃。其参数分别用刀尖圆弧半径 r_e 、刀尖偏角 κ_{re} 、倒角宽度 b_e 来表示。

不同类型的刀具,其刀面、切削刃的数量不同。但是组成刀具切削部分的最简单结构是两个刀面 (A_γ 、 A_α) 一条切削刃。也可以认为它是组成刀具的基本单元。任何一把多刃复杂刀具都可以将其分为一个个基本单元进行分析。

二、刀具角度

刀具角度是确定刀头几何形状与切削性能的重要参数,它是由刀具前、后刀面、切削刃与假定参考坐标平面间夹角构成的。用于确定刀具角度的参考坐标系有两大类。一类称标注坐标系也称静态参考系,它是刀具设计计算、绘图标注、刃磨测量角度时的基准。用它定义的角度称刀具角度。另一类称工作坐标系也称动态参考系。它是确定刀具切削运动中角度的基准。用它定义的角度称工作角度。本节先讲标注坐标系及刀具角度的定义。

(一) 主剖面标注系坐标平面

刀具标注系坐标平面是以刀具结构为基础,考虑到刀具的安装定位面及假定的切削运动方向建立起来的坐标平面。坐标平面用字母 P 和下角标组成的复合符号标记。

根据 ISO3002/1-1977 的推荐,刀具标注坐标系有四种不同类型。其中主剖面标注标系统(以后简称主剖面系)应用最广,它由以下三个平面组成(参阅图 1-6)。

1. 基面 P_r : 通过切削刃某选定点 x , 平行于车刀底面的平面。对于钻头、铣刀等旋转刀具则为通过切削刃某选定点,包含刀具轴线的平面。基面是刀具制造、刃磨、测量时的定位基准面。

2. 切削平面 P_s : 通过切削刃某选定点 x , 与切削刃相切,且垂直于基面的平面。

3. 主剖面 P_o : 通过切削刃某选定点 x , 同时垂直于基面与切削平面的平面。

主剖面系中 P_r 、 P_s 、 P_o 三平面相互正交,因此也称正交剖面系。

在图 1-6 中,通过主切削刃任意选定点 x 或副切削刃上任意选定点 x' 都可以建立一套相互正交的坐标平面 P_r 、 P_s 、 P_o 。但副切削刃上的基面与主切削刃上的基面是相同的。即过副切削刃建立坐标平面为 P_r 、 P'_s 、 P'_o 。

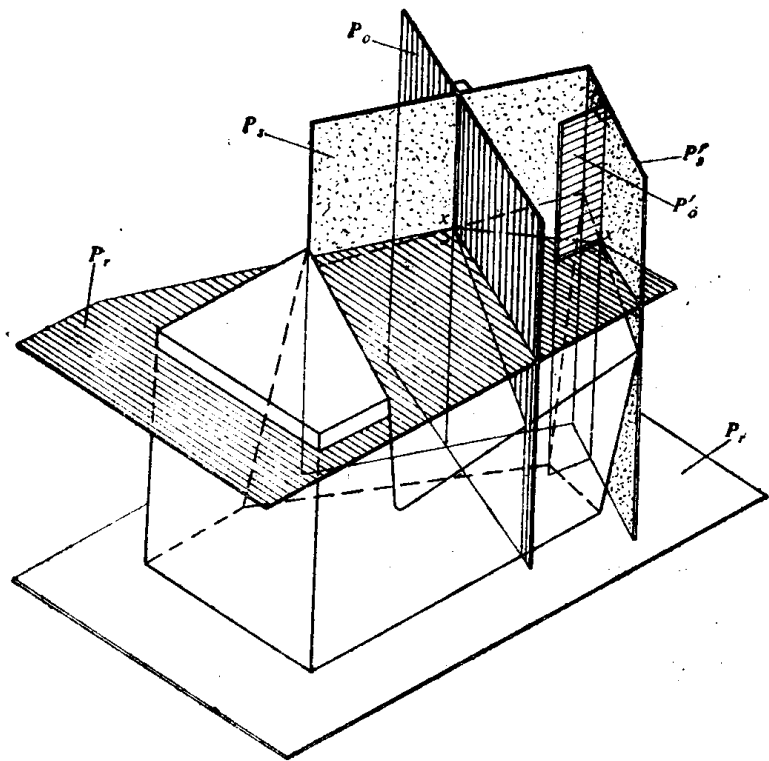


图1-6 主剖面系坐标平面

(二) 刀具角度定义

刀具角度最基本的类型只有四个, 它们的名称, 符号与定义如下 (参阅图 1-7):

1. 主偏角 $\kappa_r \ominus$: 基面中测量的主切削刃与进给运动方向间夹角。

2. 刃倾角 $\lambda_s \ominus$: 切削平面中测量的切削刃与基面间夹角。

3. 前角 $\gamma_o \ominus$: 主剖面中测量的前刀面与基面间的夹角。

4. 后角 $\alpha_o \ominus$: 主剖面中测量的后刀面与切削平面间的夹角。

由图 1-7 所示, 用上述四个角度就可确定车刀主切削刃及其前后刀面的方位。其中 γ_o 、 λ_s 两角确定了前刀面的方位, κ_r 、 α_o 两角确定了后刀面的方位, κ_r 、 λ_s 两角确定了主切削刃的方位。

同理, 副切削刃及其相关的前刀面、后刀面在空间的定向也

需用四个角度: 即副偏角 κ'_r , 副刃倾角 λ'_s , 副刃前角 γ'_o , 副刃后角 α'_o 。它们的定义与主切削刃上的四种角度类似。

由于图 1-7 所示车刀副切削刃与主切削刃共处在同一个前刀面上。因此, 当 γ_o 、 λ_s 两角确定后, 前刀面的方位已经确定, γ'_o 、 λ'_s 两个角度可由 γ_o 、 λ_s 、 κ_r 、 κ'_r 等角度换算得出, 称为派生角度 (详见 § 5-2)。

由上分析知, 图 1-7 中外圆车刀有三个刀面, 两个切削刃, 所需标注的独立角度只有六个。

此外, 根据分析刀具的需要还需给定几个派生角度 (图 1-7 中用括号括起来的角), 它们的名称与定义如下:

楔角 β_o : 主剖面中测量的包含刀楔部分的前、后刀面间夹角。

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1-8)$$

刀尖角 ϵ_r : 基面中测量的包含刀具切削部分的主、副切削刃间夹角。

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r) \quad (1-9)$$

(三) 前角、后角、刃倾角正负的规定

如图 1-8 a 所示: 在主剖面中, 前刀面与基面平行时前角为零, 前刀面与切削平面间夹角小于 90° 时前角为正、大于 90° 时前角为负。后刀面与基面夹角小于 90° 时后角为正, 大于 90° 时后角为负。

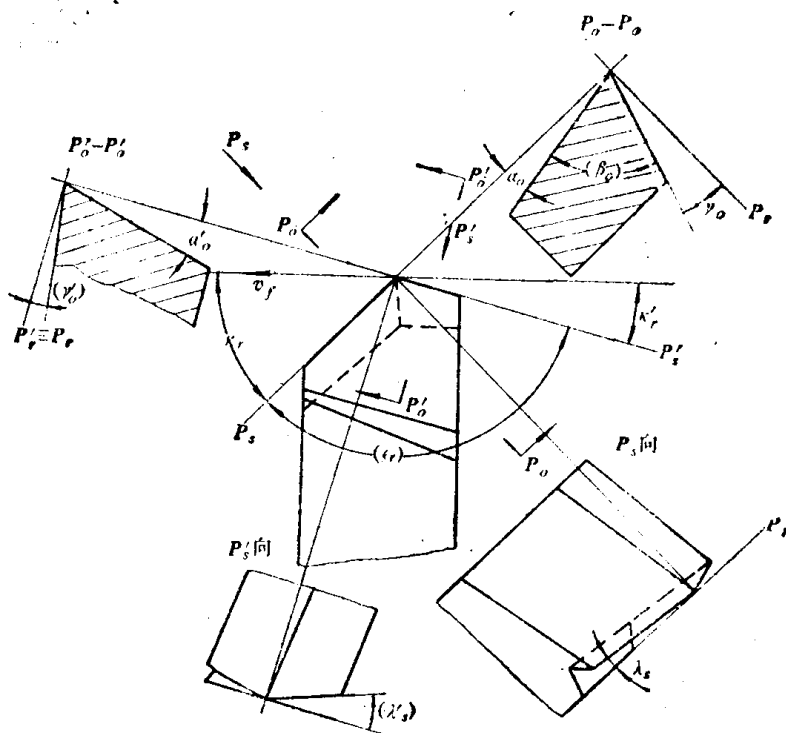


图1-7 主剖面系标注的刀具角度

⊖ 刀具角度用希腊小写字母标记。下角 r 表示该角度的测量平面是 P_r , 下角 s 表示测量平面是 P_s , 下角 o 表示测量平面是 P_o 。

刃倾角可以认为是切削平面中测量的前刀面与基面的夹角，即把刃倾角当作切削平面中的前角。因此其正负的判断方法与前角类似。如图 1-8 b 所示，观察刀尖和切削刃上任意一点到车刀底面距离，刀尖处于最高点时，刃倾角为正，刀尖处于最低点时，刃倾角为负。切削刃平行底面时刃倾角为零度。

三、其他标注坐标系的刀具角度

刀具几何形状除用主剖面系标注角度以外，根据设计、工艺的需要，还可选用以下三种坐标系来标注角度。

(一) 法剖面标注坐标系 (图 1-9)

法剖面系由 P_r 、 P_s 、 P_n 三个平面组成。其中：

法剖面 P_n ：通过切削刃某选定点 x 与切削刃垂直的平面。

在法剖面中测量的前角与后角称法前角 γ_n 和法后角 α_n 。

(二) 进给、切深剖面标注坐标系 (图 1-10)

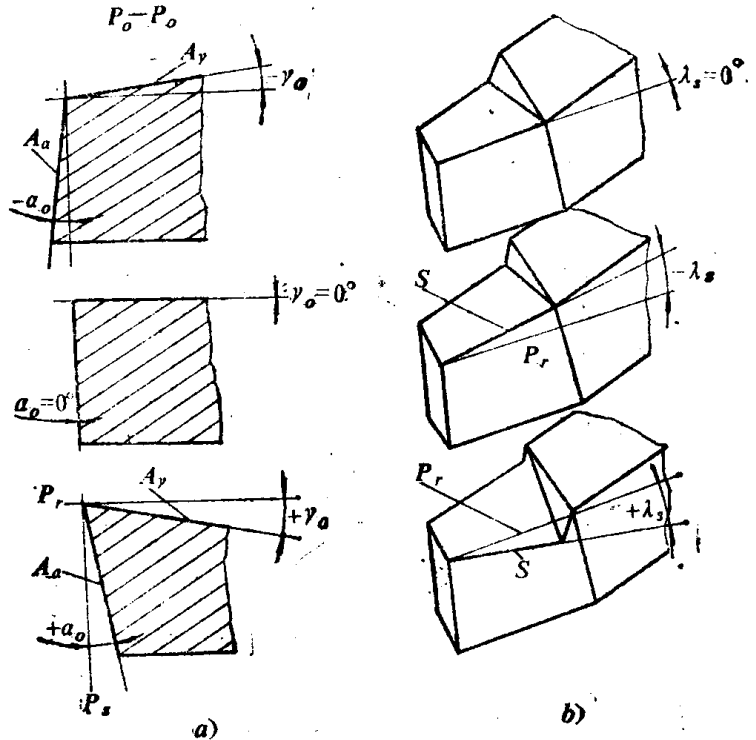


图1-8 车刀角度正负的规定方法

a) 前、后角 b) 刃倾角

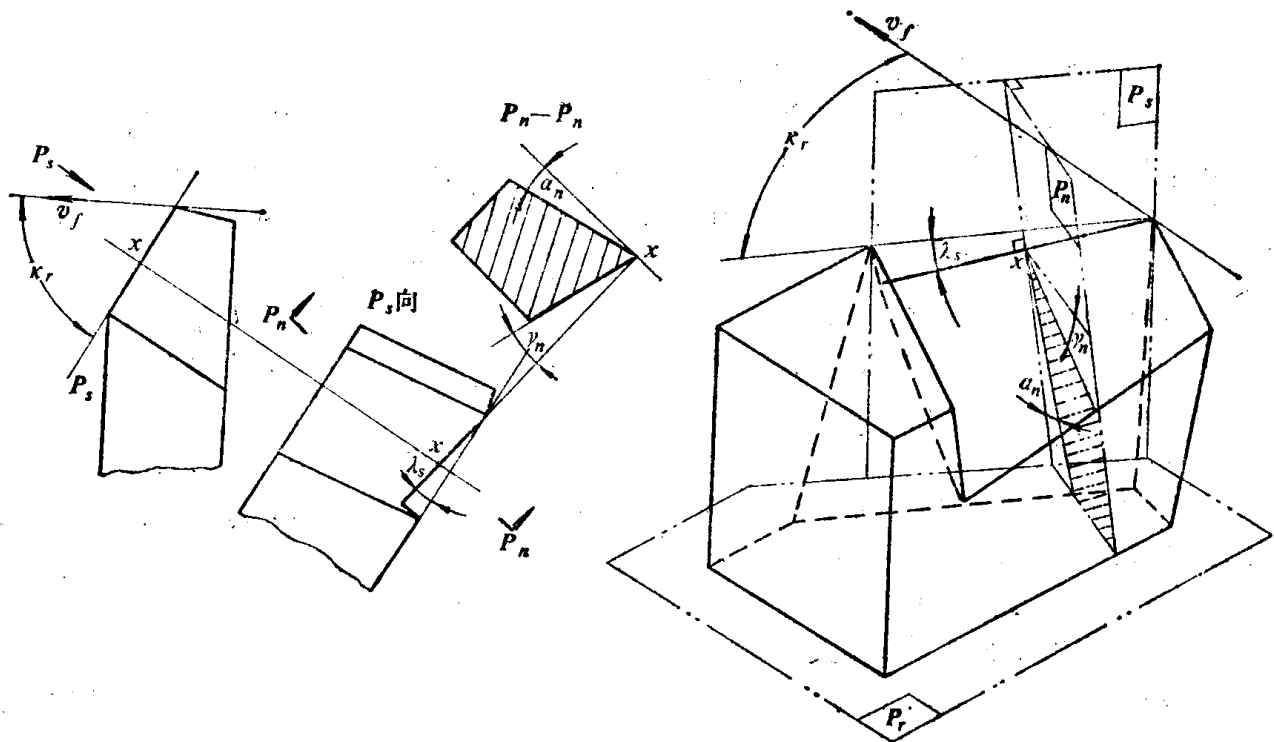


图1-9 法剖面系标注的刀具角度

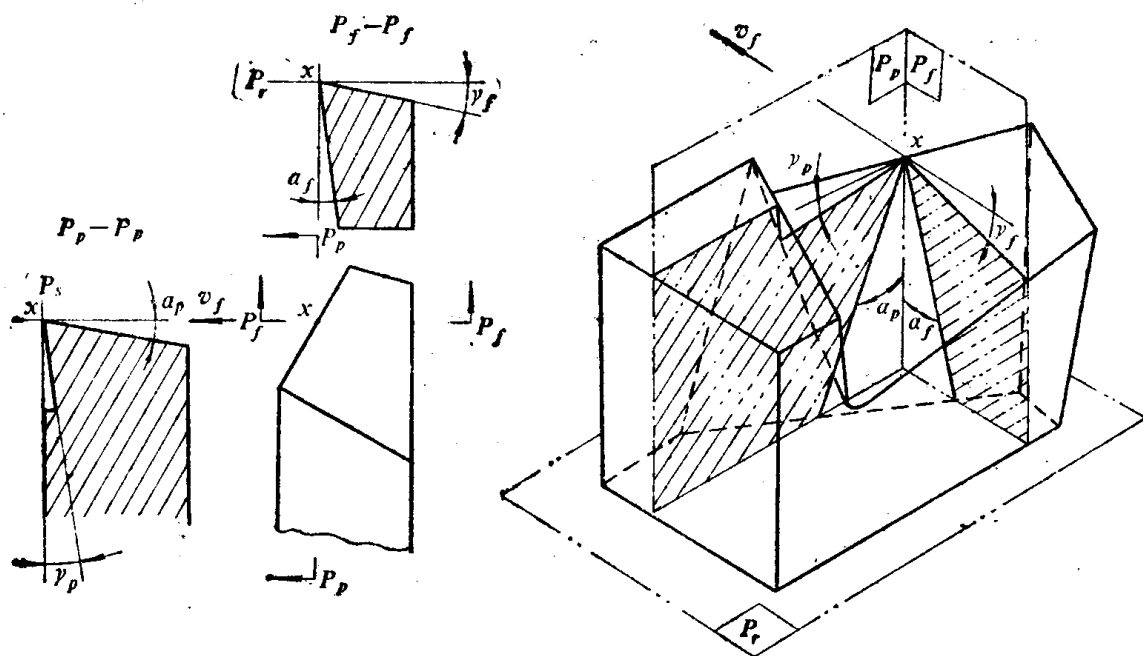


图1-10 进给、切深剖面系标注的刀具角度

进给、切深剖面系由 P_r 、 P_f 、 P_p 三个平面组成。其中：

进给剖面 P_f ：通过切削刃某选定点 x ，即垂直于基面又平行于假定进给运动方向的平面。例如外圆车刀可取 P_f 平面为同时垂直于刀杆轴线与底面的平面。

切深剖面 P_p ：通过切削刃某选定点即垂直于基面又垂直于进给剖面的平面。

在进给剖面中测量的刀具前、后角称进给前角 γ_f ，进给后角 α_f 。在切深剖面中测量的刀具前、后角称切深前角 γ_p 、切深后角 α_p 。

(三) 前后刀面正交剖面标注坐标系 (图 1-11)

前、后刀面正交剖面系由 P_r 、 P_s 、 P_b 三个平面组成。其中：

前刀面正交剖面 P_s ：通过切削刃某选定点 x 同时垂直于基面与前刀面的平面。

后刀面正交剖面 P_b ：通过切削刃某选定点 x 同时垂直于基面与后刀面的平面。

在图 1-11 中 P_s 平面的方位可以按如下方法求得。先过切削刃某一选定点 x ，在前刀面上找出直线 xx' ，其沿长线为 $\overline{l_v l_v}$ ，使其平行于基面，因该线上各点至刀杆底面高度相等，故称 $\overline{l_v l_v}$ 为前刀面上等高线。过 x 点作等高线的垂面即为 P_s 平面。因等高线 $\overline{l_v l_v}$ 同时与车刀基面、前刀面平行， P_s 平面垂直等高线，则必同时垂直于前刀面和基面。以上借助等高线作媒介就可较容易找出 P_s 平面。

同理，通过切削刃上某选定点 x ，作后刀面上等高线的垂面即为 P_b 平面。为方便起见，如图 1-11 所示，通常取后刀面与刀杆底面的交线 $\overline{l_u l_u}$ 为后刀面等高线。该线距刀杆底面高为零，即在刀杆底面上又在后刀面上。

P_s 平面与 P_f 平面在基面中夹角称 P_s 剖面方位角，记作 δ_r 。

P_b 平面与 P_f 平面在基面中夹角称 P_b 剖面方位角，记作 θ_r 。

由第五章 § 5-2 可证， P_s 剖面中测量的前角为各剖面中前角的最大值，故 P_s 剖面也称最大前角剖面； P_b 剖面中测量的后角为各剖面中后角的最小值，故 P_b 剖面也称最小后角剖面。

下面将上述各标注坐标系平面与刀具角度定义归纳在表 1-1 中

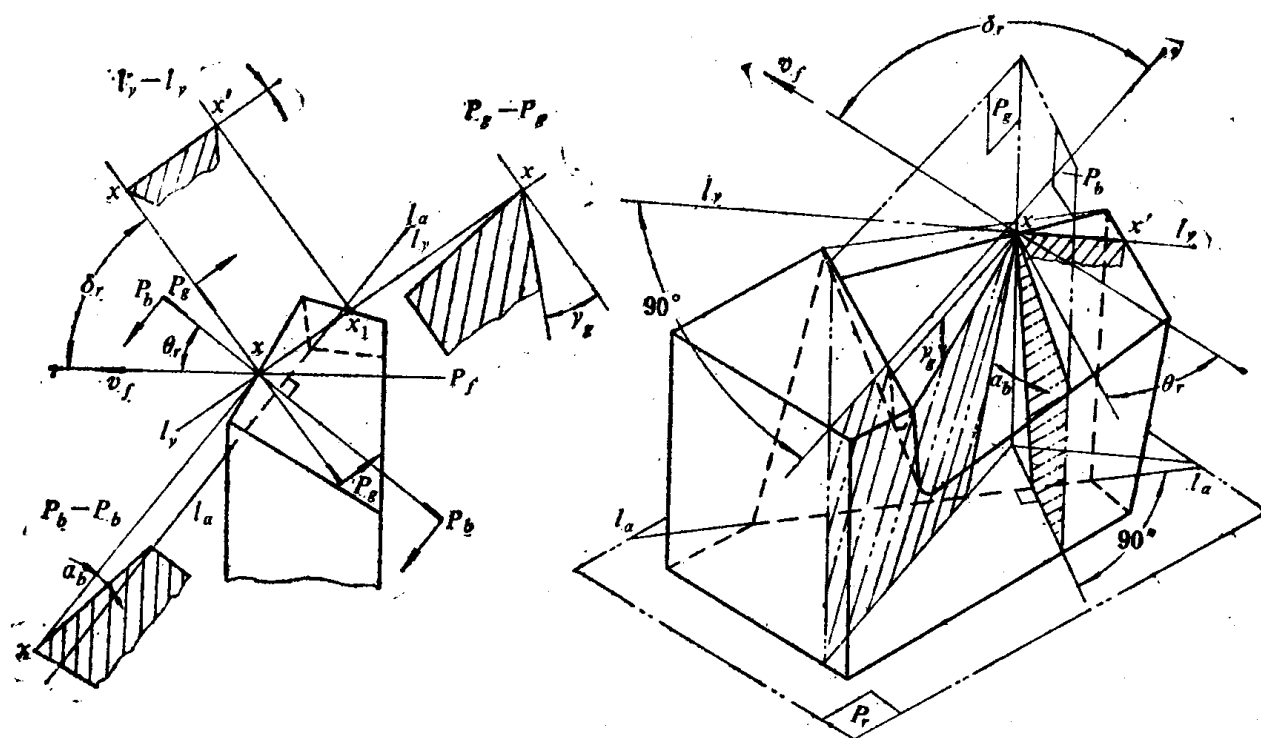


图1-11 前、后刀面正交剖面系及其标注的刀具角度

表1-1 刀具标注坐标系与刀具角度定义

刀具组成		标注坐标系			刀具角度定义			
切削刃	相关刀面	代号	组成平面	特征	符号	名称	构成平面	测量平面
S	A _r A _a	P _o	P _r	⊥ v	γ _o	前角	A _r 、P _r	P _o
			P _s	⊥ P _r , 与 S 相切	α _o	后角	A _a 、P _s	
			P _o	⊥ P _r , ⊥ P _s	κ _r	主偏角	P _s 、P _f	P _r
			P _o	⊥ P _r , ⊥ P _s	λ _s	刃倾角	A _r 、P _r	P _s
		P _n	P _r	⊥ v	γ _n	法前角	A _r 、P _r	P _n
			P _s	⊥ P _r , 与 S 相切	α _n	法后角	A _a 、P _s	
			P _n	⊥ S	κ _r	主偏角	同 P _o 系	
			P _n	⊥ S	λ _s	刃倾角		
		P _f	P _r	⊥ v	γ _f	进给前角	A _r 、P _r	P _f
			P _f	∥ v _f , ⊥ P _r	γ _p	切深前角		P _r
			P _f	⊥ P _r , ⊥ P _f	α _f	进给后角	A _a 、P _s	P _f
			P _f	⊥ P _r , ⊥ P _f	α _p	切深后角		P _r
		P _g	P _r	⊥ v	γ _g	最大前角	A _r 、P _r	P _g
			P _g	⊥ A _r , ⊥ P _r	δ _r	最大前角剖面方位角	P _g 、P _f	P _r
			P _g	⊥ A _r , ⊥ P _r	α _s	最小后角	A _a 、P _s	P _o
			P _h	⊥ A _a , ⊥ P _r	θ _r	最小后角剖面方位角	P _h 、P _f	P _r

本表同样适用于副切削刃标注坐标系及副刃刀具角度,相应的符号在右上角加一撇。但在同一把刀具上,主、副切削刃标注坐标系平面中: $P_r \parallel P'_r$, $P_f \parallel P'_f$, $P_p \parallel P'_p$ 。

§ 1-3 刀具几何形状的图示方法

一、刀头的投影作图法

按投影作图方法绘制刀头几何形体,是认识刀具切削部分几何形状的重要方法。根据给定刀头的独立角度、形状尺寸,投影图示刀头的形状,进而求解诸派生角度,这是图解法分析刀具的基础。下面举一把 $\gamma_o > 0^\circ$ 、 $\lambda_o > 0^\circ$ 的直头外圆车刀的图例,说明投影作图的方法。

如图 1-12 所示,设给定车刀的六个独立角度为: κ_r 、 γ_o 、 α_o 、 λ_o 、 κ'_r 、 α'_o 以及刀杆宽度 B 、刀杆高度 H 等尺寸。作图时假定前刀面磨(铣)通,刀杆顶面与前刀面相联的过渡面(图中 $BEFDYIJK$)与主切削刃垂直;在基面投影中主切削刃长度 $A_r B_r$ 等于刀杆宽度 B ;刀尖 A 点距底面的高度等于刀杆高度 H 。根据以上给定条件,就可完成刀头的投影作图。其大致步骤如下:

1. 根据角度 κ_r 、 κ'_r , 尺寸 B 及假定条件,可作刀头基面投影,得主切削刃 $A_r B_r$ 、副切削刃 $A_r C_r$, 前刀面与其刀杆顶面过渡面的交线 $B_r E_r F_r D_r$ 。($B_r D_r \perp A_r B_r$)
2. 根据角度 λ_o , 尺寸 H 作主切削刃在切削平面投影 P_o 向视图,得主切削刃 $A_r B_r$ 及刀尖高 H , B 点高 H_o 。延长切削刃至 G 点, ($G_r C_r \perp A_r B_r$) 可得 G 点高 H_o 。
3. 根据尺寸 H 、 H_o 、 H_c , 角度 γ_o 、 α_o 作过 A_r 、 B_r 、 G_r 点的主剖面 P_{oA} 、 P_{oB} 、 P_{oG} 从而得到后刀面上 Q 、 L 点到切削平面间距离 $A_r Q_r$ 、 $B_r L_r$ 。以及前刀面上 C 、 D 、 E 、 F 、 G 等诸点到底面的高度尺寸 H_c 、 H_o 、 H_E 、 H_F 、 H_G 。
4. 根据尺寸 H 、 H_c 、 H_E 、 H_F 及角度 α'_o 作过 A_r 、 C_r 点副切削刃主剖面,可得派生角 γ'_o 及副后刀面上 T 、 R 点到副切削平面间距离, $A_r T_r$ 、 $C_r R_r$ 。
5. 在基面投影图中连结直线 $T_r R_r$, $Q_r L_r$, 得主、副后刀面与刀杆底面交线(图中虚线),并得主、副后刀面的交线 $A_r W_r$ 。
6. 根据假定前刀面与刀杆顶面过渡面与切削刃垂直的条件,即作 $B_r M_r \perp A_r B_r$, $C_r N_r \parallel A_r B_r$, $N_r J_r \perp C_r N_r$ 。将 $M_r J_r$ 点投影到基面视图中得直线 $M_r K_r J_r I_r Y_r$ 。
7. 完成前刀面、后刀面在 P_o 向视图及 P'_{oA} 、 P'_{oG} 等剖面图中投影线。

至此就完成刀头形状的基本投影视图。在此基础上若再作切削刃任意点 x 的有关剖切面,即可求解有关派生角度。如图 1-12 中作出 x 点的法剖面 $P_{n,x}$ 。通过投影作图,找出 $P_{n,x}$ 剖面中前刀面上某点与基面的距离和后刀面上某点与切削平面的距离,即可作图求得 $\gamma_{n,x}$ 、 $\alpha_{n,x}$ 角及 $P_{n,x}$ 剖面图形。同理,在此基础上也可作出 $P_{f,x}$ 、 $P_{p,x}$ 、 $P_{g,x}$ 、 $P_{b,x}$ 剖面图形及有关角度值。

二、刀头的简单画法

刀具图形按投影方法绘制相当繁琐。通常均用简单画法。即取基面投影为主视图,切深平面(外圆车刀)或进给平面(端面车刀)为侧视图,切削平面投影为向视图,同时作出主、副切削刃主剖面。画出视图与剖面主要是为了标注车刀的独立角度和刀杆尺寸。不需要标注的派生角度和无关尺寸可采用局部破碎的方法加以省略。视图间应大致符合投影关系,但不需画出投影线。角度与尺寸须按比例绘制,各剖面中切削刃到刀杆底面高度可近似用刀杆高度尺寸 H 绘制。