

JINSHU QIEXIAO DAOJU SHEJI SHOUCHE

金属切削刀具设计手册

单行本

车刀和刨刀

袁哲俊 刘华明 主编

金属切削刀具设计手册

单行本

车刀和刨刀

袁哲俊 刘华明 主编

刘华明 赵 鸿 周 明 刘献礼 编著



机械工业出版社

本手册系统全面地介绍了各种金属切削刀具的结构及其设计,包括普通刀具和复杂刀具的设计。手册共分16章,介绍了刀具的共同问题:刀具几何参数的定义和刀具材料;普通刀具部分介绍了车刀、孔加工刀具、铣刀和螺纹刀具;复杂刀具部分介绍了拉刀、数控刀具、齿轮刀具和加工非渐开线齿形工件的刀具。对常用的标准刀具,扼要地介绍了刀具的结构特点和设计方法。对非标准刀具和一些参考资料中叙述较少的先进高效刀具,则较详细地介绍了它们的设计方法。手册中除附有大量的图表、数据、标准资料、部分刀具合理正确使用的经验资料和技术要求外,对不少刀具列有详细的设计计算步骤,并附有设计示例和工作图。手册末附有刀具夹持部分的结构和尺寸,作为设计时参考。

本手册可供刀具设计人员作为案头书,并可供刀具制造和使用的工程技术人员以及机械制造专业的师生参考。

本单行本包括刀具几何参数的定义及车刀和刨刀的结构特点、设计方法、设计示例等。

图书在版编目(CIP)数据

车刀和刨刀/袁哲俊,刘华明主编.北京:机械工业出版社,2009.6
(金属切削刀具设计手册·单行本)
ISBN 978-7-111-27329-5

I. 车… II. ①袁…②刘… III. ①车刀-技术手册②刨刀-技术手册
IV. TG712-62 TG716-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第089488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:周国萍 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔
封面设计:姚毅 责任印制:乔宇
北京四季青印刷厂印刷(三河市杨庄镇环伟装订厂装订)
2009年7月第1版第1次印刷
210mm×285mm·9.25印张·382千字
0001—3000册
标准书号:ISBN 978-7-111-27329-5
定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379733
封面无防伪标均为盗版

金属切削刀具设计手册编委会

主 编	袁哲俊	哈尔滨工业大学教授
	刘华明	哈尔滨工业大学教授
编 委	顾祖慰	哈尔滨汽轮机厂副总工艺师、高级工程师
	赵 鸿	航天科工哈尔滨风华有限公司总经理、研究员
	曹聚盛	哈尔滨量具刃具厂仪器分厂厂长、高级工程师
	姚英学	哈尔滨工业大学教授
	薄化川	哈尔滨工业大学教授
	于继龙	哈尔滨第一工具厂总工程师、高级工程师
	董英武	哈尔滨第一工具厂高级工程师
	王 扬	哈尔滨工业大学教授
	周 明	哈尔滨工业大学教授
	刘献礼	哈尔滨理工大学教授
	孙柏春	哈尔滨先锋机电技术开发有限公司高级工程师

金属切削刀具设计手册编者

第1章	刀具几何参数的定义	刘华明
第2章	刀具材料	杨立军、王扬、王娜君
第3章	车刀和刨刀	赵鸿、周明、刘献礼
第4章	孔加工刀具	刘华明、曹聚盛
第5章	铣刀	顾祖慰、马彪、汪津泽
第6章	拉刀	薄化川
第7章	螺纹刀具	刘献礼
第8章	数控机床用工具系统	孙柏春
第9章	成形齿轮刀具	袁哲俊、张文生
第10章	齿轮滚刀	莽纪成、张新国
第11章	加工蜗轮、蜗杆的刀具	刘华明、黄劭楠
第12章	插齿刀和梳齿刀	袁哲俊、姚英学
第13章	剃齿刀	袁哲俊、谢大纲
第14章	直齿锥齿轮刀具	袁哲俊、赵航
第15章	曲线齿锥齿轮加工刀具	于继龙、王家喜
第16章	加工非渐开线齿形工件的刀具	董英武、刘华明、王东鹏
附录	刀具常用数表	袁哲俊

《金属切削刀具设计手册》单行本 出版说明

《金属切削刀具设计手册》注重实用性、先进性、系统性，汇集了各种金属切削刀具的结构及其设计，包括普通刀具和复杂刀具的设计，具有“内容先进翔实、设计示例步骤详尽、作者学识丰富专深、标准符合国家最新”的突出特色，是从事刀具设计和使用的工程技术人员必备的案头工具书。

《金属切削刀具设计手册》自2008年出版以来，受到了包括企业、研究院所以及高校等的专业读者的广泛欢迎。从读者的反馈来看，手册能围绕金属切削工具的结构及其设计，为读者提供可靠的数据，详细的设计计算步骤、设计示例和工作图，帮助读者解决工作中遇到的刀具设计和使用问题。

在手册的使用过程中，一些读者提出了手册较厚，使用不方便的问题。为此，我们针对手册的形式进行了调研，结果表明，单行本的模式得到了许多读者、作者的肯定和期待。为了满足设计和使用人员对某类刀具设计和使用的需要，更加方便设计和使用人员查用，我们决定编辑出版《金属切削刀具设计手册》有关章的单行本。

从刀具的种类出发，考虑到一些刀具设计和使用人员从事相对具体、独立的刀具设计和使用工作，《金属切削刀具设计手册》单行本包括《车刀和刨刀》（含刀具几何参数的定义）、《孔加工刀具、铣刀、数控机床用工具系统》（含刀具常用数表）、《拉刀》、《螺纹刀具》、《加工锥齿轮的刀具》、《加工圆柱齿轮和蜗杆副的刀具》，读者可根据需要灵活选购。

机械工业出版社

前 言

我国的刀具制造业已有较长的历史，改革开放以来，特别是近几年随着我国机械制造业的蓬勃发展，刀具工业已发展到相当大的规模，不仅有数量较多的专业工具厂，而且大量的机械制造厂都在使用和生产刀具。我国现在的生产总值和制造业规模，仅次于美国、日本，最近又超过了德国，已居世界第三位。我国已是世界制造大国，机床拥有量世界第一，年消耗刀具近 20 亿美元。提高切削技术、正确设计和选用先进高效精密刀具，能大大提高机械制造的生产率，提高产品质量，降低生产成本，对整个机械制造工业影响极大。先进高效刀具是提高机械制造业水平和提高加工效率的最积极因素之一。

但是国内专门的刀具设计书还比较少，系统全面地介绍各种刀具设计的书更缺。为解决刀具设计的急需，为从事刀具设计的工程技术人员提供一本实用的案头书，我们组织编写了本书。本书系统全面地介绍了各种金属切削刀具的结构及其设计，包括普通刀具和复杂刀具的设计。全书共分 16 章，介绍了刀具的共同问题：刀具几何参数的定义和刀具材料；普通刀具部分介绍了车刀、孔加工刀具、铣刀和螺纹刀具；复杂刀具部分介绍了拉刀、数控刀具、齿轮刀具和加工非渐开线齿形工件的刀具。对常用的标准刀具，扼要地介绍了刀具的结构特点和设计方法。对非标准刀具和一些参考资料中叙述较少的先进高效刀具，则较详细地介绍了它们的设计方法。本书编写取材，尽量采用经过生产实际检验过的资料，同时也适当注意国内外刀具技术的新发展。书中除附有大量的图表、数据、标准资料、部分刀具合理正确使用经验资料和技术要求外，对不少刀具列有详细的设计计算步骤，并附有设计示例和工作图。书末附有刀具夹持部分的结构和尺寸，作为设计时参考。

参加本手册编写的有哈尔滨工业大学、哈尔滨第一工具厂、哈尔滨量具刀具厂、哈尔滨汽轮机厂、哈尔滨风华有限公司、哈尔滨理工大学、哈尔滨先锋机电有限公司、黑龙江科技学院等单位的多名同志。本书由袁哲俊、刘华明担任主编。编写中得到很多工厂、学校和科研院所同志的帮助，并提供资料和意见，在此一并致谢。本次手册编写过程中，哈尔滨量具刀具厂曹聚盛高工不幸因病去世，对此我们深表哀悼。

由于受到本书篇幅限制，还有不少刀具设计内容未能编入。由于我们水平有限，编写仓促，书中缺点错误在所难免，希望广大读者批评指正。

编 著

目 录

《金属切削刀具设计手册》单行本出版说明

前言

第1章 刀具几何参数的定义 1

1.1 切削运动和切削用量 1

1.1.1 工件的加工表面 1

1.1.2 切削运动 1

1.1.3 切削用量 1

1.2 刀具切削部分的构造要素 2

1.3 确定刀具角度的参考系 4

1.3.1 刀具静止参考系 4

1.3.2 刀具工作参考系 4

1.4 刀具角度的定义与各角度间的关系 6

1.4.1 刀具角度(刀具的标注角度) 6

1.4.2 刀具在静止参考系内各角度间的关系 6

1.4.3 刀具的工作角度 6

1.4.4 刀具工作角度与标注角度的关系 8

1.5 刀具几何角度及刃部参数的选择原则 10

第3章 车刀和刨刀 12

3.1 整体、焊接和机夹车刀 12

3.1.1 车刀的种类和用途 12

3.1.2 车刀的结构设计 13

3.1.3 焊接式硬质合金车刀 19

3.1.4 机夹式硬质合金车刀 31

3.1.5 切断刀 39

3.1.6 几种典型车刀的制图 42

3.2 可转位车刀 43

3.2.1 可转位车刀的设计特点 43

3.2.2 硬质合金可转位刀片与刀垫 44

3.2.3 可转位刀片的选择 73

3.2.4 可转位车刀几何角度的选择与计算 81

3.2.5 可转位车刀的型号表示规则 82

3.2.6 可转位车刀的形式与尺寸 85

3.2.7 主要夹紧元件的尺寸与计算 93

3.2.8 硬质合金可转位车刀技术条件 97

3.2.9 硬质合金可转位车刀设计示例 97

3.3 重型车刀 99

3.3.1 重型车削的定义 99

3.3.2 刀具结构与特点 99

3.3.3 刀片的夹紧方式选择与设计要点 99

3.3.4 重型车刀刀片 101

3.3.5 模块式重型车刀系统 101

3.4 超硬材料车刀 103

3.4.1 结构形式、特点及适用范围 103

3.4.2 复合刀片 106

3.4.3 金刚石车刀与立方氮化硼车刀的几何角

度与切削用量 108

3.4.4 单晶金刚石车刀设计示例 112

3.5 刨刀 113

3.5.1 刨刀的种类和用途 113

3.5.2 刨刀的设计要点 113

3.5.3 精刨刀 113

3.5.4 重型刨刀 116

3.5.5 刨刀的刀具角度与切削用量 116

3.6 插刀 118

3.6.1 插刀的种类和用途 118

3.6.2 插刀的几何形状与结构特点 118

3.6.3 插刀的切削角度与插削用量 119

3.7 成形车刀 119

3.7.1 成形车刀的种类和用途 119

3.7.2 成形车刀的前角与后角 120

3.7.3 成形车刀廓形设计和检验样板 121

3.7.4 成形车刀的结构尺寸与夹固结构 123

3.7.5 成形车刀的刃磨与技术要求 129

3.7.6 成形车刀设计示例 131

参考文献 138

第 1 章 刀具几何参数的定义

各种刀具几何参数的名词与术语必须有统一的定义。为此，国际标准化组织制定了有关的标准，即 ISO 3002《切削和磨削加工的基本参数》。它规定了刀具几何参数的通用术语、基准坐标系、刀具角度、切削中的运动参数、力、能、功率等的定义。我国也于 1990 年制定了国家标准 GB/T 12204—1990《金属切削基本术语》，它参照采用了 ISO 3002 的主要部分。本章按照 GB/T 12204—1990 和 ISO 3002 介绍刀具基本几何参数的定义、所定义的刀具各角度之间的关系和换算公式。

1.1 切削运动和切削用量

1.1.1 工件的加工表面

在切削过程中，工件上的加工余量不断地被刀具切除，从而在工件上形成三个不断变化着的表面。这三个表面的定义见表 1-1 和图 1-1 所示。

表 1-1 工件的加工表面 (GB/T 12204—1990)

术语	定义
待加工表面	工件上有待切除的表面
已加工表面	工件上经刀具切削后产生的表面
过渡表面	工件上由切削刃正在形成的那部分表面，它在下一切削行程，刀具或工件的下一转里被切除，或者由下一切削刃切除

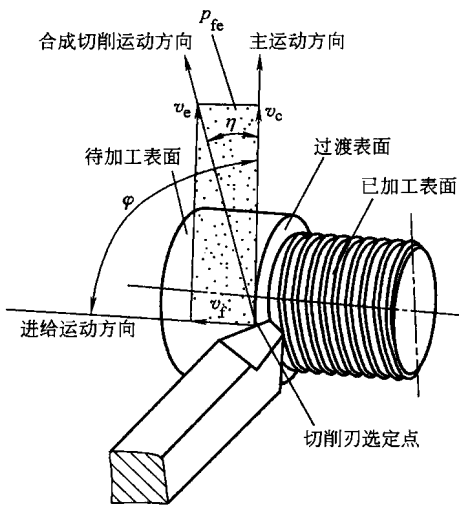


图 1-1 工件的加工表面和外圆车刀的切削运动
 P_{fe} —工作平面

1.1.2 切削运动

切削运动是指切削过程中刀具相对于工件的运动。其速度和方向都是相对于工件定义的。

外圆车刀的切削运动、圆柱形铣刀的切削运动和麻花钻的切削运动如图 1-1、图 1-2、图 1-3 所示。其定义见

表 1-2。表 1-2 的定义不仅适用于以上三种刀具，而且适用于所有刀具。

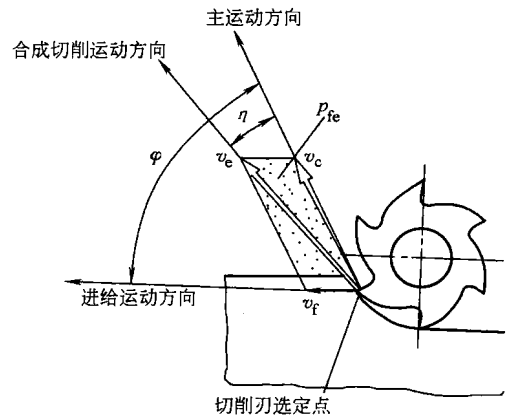


图 1-2 圆柱形铣刀的切削运动

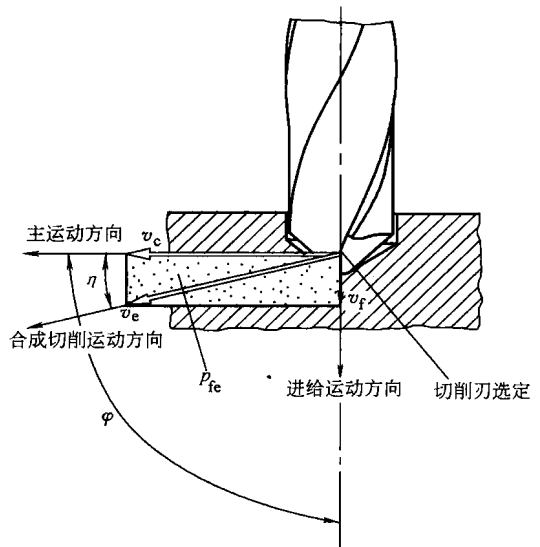


图 1-3 麻花钻的切削运动

1.1.3 切削用量

在切削加工中，需要根据不同的工件材料、刀具材料和其他技术、经济要求来选定适宜的切削速度和进给速度，还要选定适宜的背吃刀量。这三者称为切削用量。

1. 切削速度

切削速度是指刀具切削刃上某一选定点相对于工件的主运动的瞬时速度。大多数切削加工的主运动采用回转运动。回转体（刀具或工件）上外圆或内孔某一选定点的切削速度 v_c 的计算公式为

表 1-2 切削运动 (GB/T 12204—1990)

术语	定义	符号	计量单位	术语	定义	符号	计量单位
主运动	由机床或人力提供的主要运动,它促使刀具和工件之间产生相对运动,从而使刀具前刀面接近工件			合成切削运动	由主运动和进给运动合成的运动		
主运动方向	切削刃选定点相对于工件的瞬时主运动方向			合成切削运动方向	切削刃选定点相对于工件的瞬时合成切削运动的方向		
切削速度	切削刃选定点相对于工件的主运动的瞬时速度	v_c ①	m/s 或 m/min	合成切削速度	切削刃选定点相对于工件的合成切削运动的瞬时速度	v_c	m/s(或 m/min)
进给运动	由机床或人力提供的运动,它使刀具与工件之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屑,并得出具有所需几何特性的已加工表面			进给运动角	同一瞬间进给运动方向和主运动方向之间的夹角,在工作平面中测量	φ	(°)
进给运动方向	切削刃选定点相对于工件的瞬时进给运动的方向			合成切削速度角	同一瞬间主运动方向与合成切削运动方向之间的夹角,在工作平面 P_{fc} 中测量	η	(°)
进给速度	切削刃上选定点相对于工件的进给运动的瞬时速度	v_f	mm/s 或 mm/min				

① 切削速度也允许用 v 表示。

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000}$$

式中 d ——工件或刀具上某一选定点的回转直径 (mm);

n ——工件或刀具的转速 (r/s 或 r/min)。

在转速 n 一定时,切削刃上各点的切削速度不同。考虑到切削用量将影响刀具的磨损和已加工表面质量等,确定切削用量时应取最大的切削速度,如外圆车削时,应取待加工表面的切削速度。

2. 进给速度、进给量和每齿进给量

进给速度是指切削刃上某一点相对于工件的进给运动的瞬时速度,其符号和单位见表 1-2。

进给量是工件或刀具每回转一周时两者沿进给运动方向的相对位移。符号用 f ,单位为 mm/r,如图 1-4 所示。而对于刨削等主运动为往复直线运动的加工,进给量 f 的单位为 mm/双行程。

对于铣刀、铰刀、拉刀等多齿刀具,还应规定每齿进给量,即刀具每转或每行程中,每齿相对于工件在进给运动方向上的位移量。符号为 f_z ,单位为 mm/z。

v_f 、 f 与 f_z 之间存在如下关系:

$$v_f = fn = f_z zn$$

式中 z ——刀具齿数。

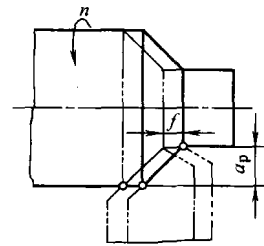


图 1-4 进给量和背吃刀量

3. 背吃刀量

背吃刀量为工件已加工表面和待加工表面间的垂直距离,单位为 mm,如图 1-4 中的 a_p 。它表示切削刃切入工件的深度,习惯称为切削深度。

1.2 刀具切削部分的构造要素

切削刀具是由一个或多个刀齿构成的。每个刀齿的切削刃都是由前面与后面形成的刀楔形成的。最简单的刀具是单齿的,如车刀。而多齿刀具皆视为单齿刀具的演变。

车刀切削部分的构造要素如图 1-5 与图 1-6 所示,套式立铣刀切削部分的构造要素如图 1-7 所示,麻花钻切削部分的构造要素如图 1-8 所示。各个术语的定义见表 1-3。

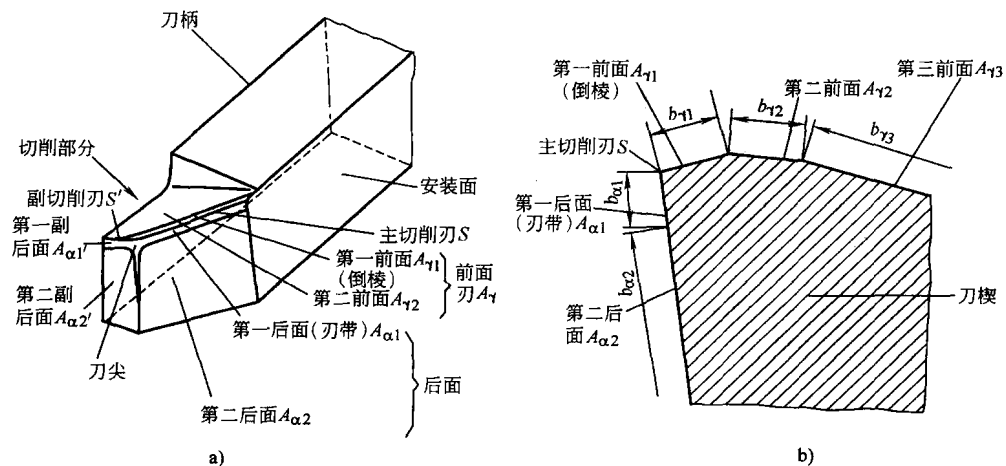


图 1-5 车刀切削部分的构造要素

a) 车刀切削部分上的切削刃和表面 b) 有倒棱或刃带的刀楔

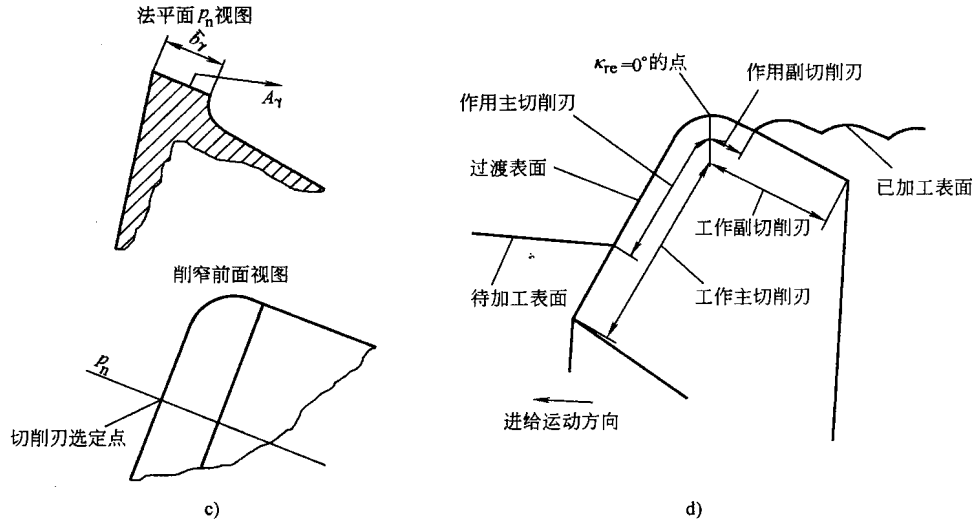


图 1-5 车刀切削部分的构造要素 (续)
c) 切削前面 d) 与刀具和工件有关的几个术语的图示

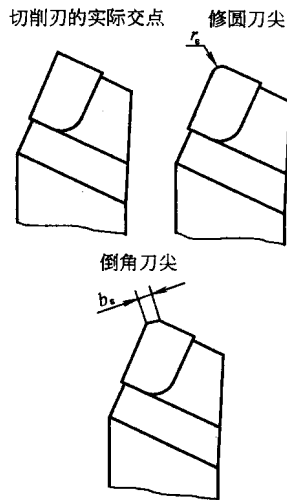


图 1-6 刀尖在基面上的视图

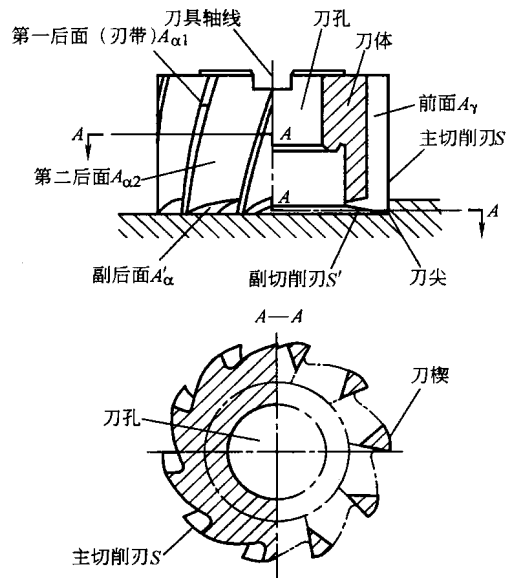


图 1-7 套式立铣刀切削部分上的切削刃和刀具表面

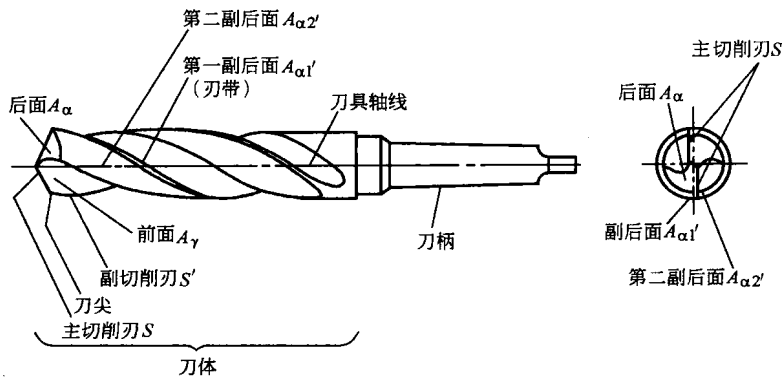


图 1-8 麻花钻切削部分上的切削刃和刀具表面

表 1-3 刀具切削部分的构造要素
(GB/T 12204—1990)

术语	定义	符号	计量单位
切削部分	刀具各部分中起切削作用的部分,由切削刃、前面和后面等产生切屑的各要素所组成(见图 1-5a)		
刀楔	切削部分夹于前面和后面之间的部分(见图 1-5b)		
前面	<p>刀具上切屑流过的表面。如果前刀面是由几个相交面组成的,则从切削刃开始,依次把它们称为第一前面 A_{y1}、第二前面 A_{y2}、第三前面 A_{y3} 等(见图 1-5b)</p> <p>图 1-5c 所示的 \bar{b}_y 部分是一个特制的削窄前面,用台阶使它与前面的其余部分分开,而切屑只同它相接触,所以只有这部分是前面</p> <p>第一前面的宽度 b_{y1} 称为倒棱宽(见图 1-5b)</p>	A_y	
后面	<p>与工件上切削中产生的表面相对的表面。同样也可以分为第一后面、第二后面。第一后面称为刃带,其宽度用 b_{a1} 表示(见图 1-5a 和 b)</p> <p>主切削刃的后面称为主后面,副切削刃的后面称为副后面</p>	A_a	
切削刃	刀具前面上拟作切削用的刃		
主切削刃	起始于切削刃上主偏角为 0° 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(见图 1-5a、图 1-7 和图 1-8)	S	
副切削刃	切削刃上除主切削刃以外的刃,亦起始于主偏角为 0° 的点	S'	
刀尖	<p>指主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃(见图 1-6)</p> <p>具有曲线状切削刃的刀尖称为修圆刀尖, r_s 为刀尖圆弧半径</p> <p>具有直线切削刃的刀尖称为倒角刀尖,其长度称为倒角刀尖长度 b_s</p>	r_s b_s	

1.3 确定刀具角度的参考系

确定前面、后面和切削刃的空间位置,可以用刀具角度来表示。而要定义这些角度,需要一系列基准坐标平面,称为参考系。刀具角度就是刀面和切削刃相对参考系的角度。为了反映刀具角度在切削过程中的作用,参考系需依据切削运动建立。

刀具角度可分为两类:一类是刀具标注角度或称为静

态角度,它是制造、刃磨和测量刀具所需要的,并标注在刀具设计图上。它不随刀具工作条件而变化。另一类是刀具的工作角度,它与刀具工作条件,安装情况和切削运动有关。刀具工作条件变化,角度也随之变化,它能反映刀具实际工作情况下的角度。由于有两类角度,因此定义刀具角度的参考系也分为两类,一类称静止参考系,用来定义刀具的标注角度;一类称工作参考系,用来定义刀具的工作角度。

参考系和刀具角度都是对切削刃上某一选定点而言的。这是因为同一切削刃上各个不同点的空间位置和切削运动状态往往不相同,因此各点应建立各自的参考系,表示各自的角度。

1.3.1 刀具静止参考系

静止参考系中各基准坐标平面是根据下列假定条件建立的,即对车刀而言,切削刃上选定点的主运动方向垂直于刀具底面(或轴线),称为假定主运动方向;进给运动方向垂直于刀体轴线,称为假定进给运动方向。同时,切削刃上选定点在工件的中心高上,使刀具定位平面或轴线(如车刀底面、钻头轴线等)与参考系的坐标平面垂直或平行。

静止参考系各基准坐标平面的定义见表 1-4 和图 1-9 所示。

表 1-4 刀具静止参考系的坐标平面
(GB/T 12204—1990)

坐标平面	定义	符号
基面	过切削刃选定点的平面,它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	P_r
假定工作平面 ^①	通过切削刃选定点并垂直于基面,它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,其方位要平行于假定的进给运动方向	P_f
背平面 ^②	通过切削刃选定点并垂直于基面和假定工作平面的平面	P_p
切削平面	通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面	—
主切削平面	通过主切削刃选定点与主切削刃相切并垂直于基面的平面	P_s
副切削平面	通过副切削刃选定点与副切削刃相切并垂直于基面的平面	P'_s
法平面	通过切削刃选定点并垂直于切削刃的平面	P_n
正交平面	通过切削刃选定点并同时垂直于基面和切削平面的平面	P_o

① GB/T 12204—1990 制定以前,通常称为进给平面。

② GB/T 12204—1990 制定以前,通常称为切深平面。

1.3.2 刀具工作参考系

刀具静止参考系在定义基面和切削平面(这是决定前角和后角的最主要的基准平面)时,都只考虑主运动而不考虑进给运动,即未考虑合成切削运动的影响。在一般切削加工中,进给运动速度相对于主运动速度来说是很

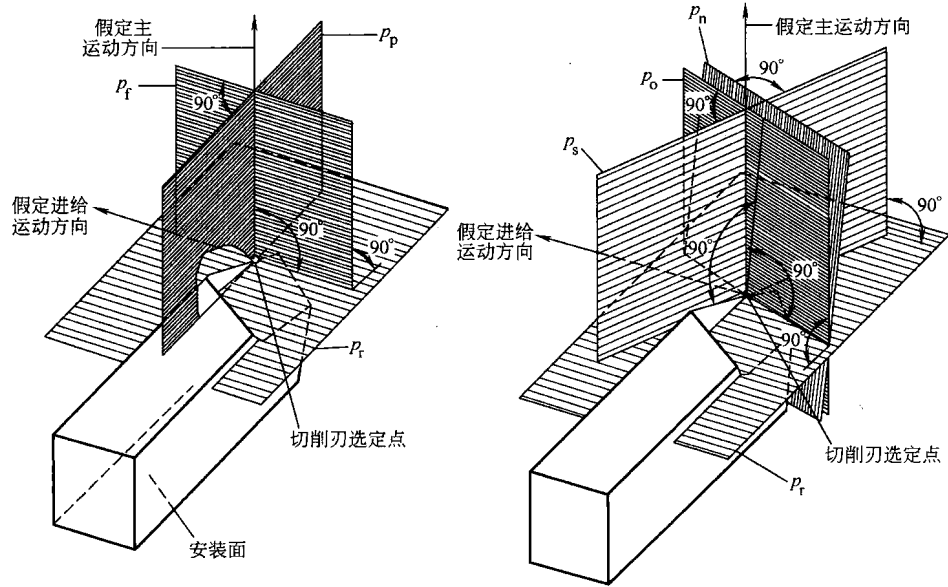


图 1-9 刀具静止参考系的坐标平面

小的，因此主运动方向与合成切削运动方向很接近。在这种情况下，可以用刀具的静态角度代表其工作角度。但在某些切削情况下，刀具的进给速度较大（例如车螺纹时），这时就必须考虑刀具进给运动的影响。同时，刀具的实际安装位置与假定的安装位置也有时不相同。例如对于车刀，假定安装位置是切削刃选定点正好在机床中心高上，此时切削速度正好垂直于车刀刀体底面。但车刀安装时，切削刃选定点不一定在机床中心高上，这也会影响刀具的角度。为此，必须建立刀具工作参考系，它考虑了合成切削运动和刀具的实际安装位置。它规定刀具进行切削加工时几何参数的参考系。此时，基面已不平行（或垂直）于刀具制造或测量时的定位、安装平面了。

刀具工作参考系的定义见表 1-5 和图 1-10 所示。

表 1-5 刀具工作参考系的坐标平面
(GB/T 12204—1990)

坐标平面	定义	符号
工作基面	通过切削刃选定点并与合成切削速度方向相垂直的平面	P_{re}
工作平面	通过切削刃选定点并同时包含主运动方向和进给运动方向的平面,因而该平面垂直于工作基面	P_{te}
工作背面	通过切削刃选定点并同时与工作基面和工作平面相垂直的平面	P_{pe}
工作切削平面	通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于工作基面的平面	P_{se}
工作法平面(同义词:法平面)	刀具工作参考系中的法平面与刀具静止参考系中的法平面相同	P_{ne} (P_n)
工作正交平面	通过切削刃选定点并同时与工作基面和工作切削平面相垂直的平面	P_{oe}

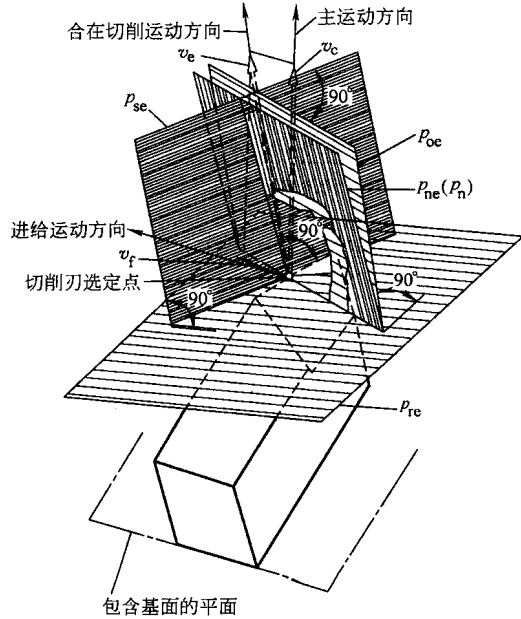
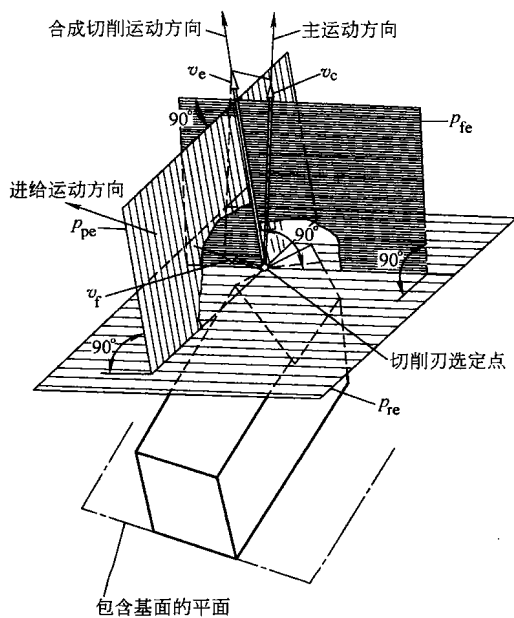


图 1-10 刀具工作参考系的平面

1.4 刀具角度的定义与各角度间的关系

刀具用刀具角度来确定其切削刃、前面和后面的几何位置。

刀具的角度分为两组。第一组是当刀具作为一个单独的实体时，在静止参考系内定义的刀具角度。这些角度称为刀具角度（或刀具的标注角度）。它标注在刀具的工作图上，供制造、刃磨及测量刀具时应用。第二组是当考虑了切削运动及刀具安装位置等因素的影响，在刀具工作参考系内定义的刀具角度。这些角度定名为刀具的工作角度。

由于沿切削刃各点的刀具角度与工作角度是变化的，所以各角度的定义均是指选定点的角度。

表 1-6 刀具静止参考系内的标注角度 (GB/T 12204—1990)

角度名称	定义	符号	角度名称	定义	符号	
(1) 切削刃方位			(3) 后面方位			
主偏角	主切削平面 p_r 与假定工作平面 p_f 间的夹角, 在基面 p_r 中测量	κ_r	后角	定义: 后面 A_n 与切削平面 p_s 间的夹角		
刃倾角	主切削刃与基面 p_r 间的夹角, 在主切削平面 p_s 中测量	λ_s		后角	在正交平面 p_o 中测量	α_o
余偏角	主切削平面 p_r 与背平面 p_p 间的夹角, 在基面 p_r 中测量	ψ_r		法后角	在法平面 p_n 中测量	α_n
副偏角	副切削平面 p'_r 与假定工作平面 p_f 间的夹角, 在基面 p_r 中测量	κ'_r		侧后角	在假定工作平面 p_f 中测量	α_f
刀尖角	主切削平面 p_r 与副切削平面 p'_r 间的夹角, 在基面中测量	ϵ_r		背后角	在背平面 p_p 中测量	α_p
				基后角	在后面正交平面 p_b 中测量	α_b
(2) 前面方位			后面正交平面方位角	p_f 与 p_b 间的夹角, 在基面 p_r 中测量	θ_r	
前角	前角	定义: 前面 A_r 与基面 p_r 间的夹角	(4) 楔的角度			
	法前角	在正交平面 p_o 中测量	楔角	楔角	定义: 前面 A_v 与后面 A_n 间的夹角	
	侧前角	在法平面 p_n 中测量		法楔角	在正交平面 p_o 中测量	β_o
	背前角	在假定工作平面 p_f 中测量		侧楔角	在法平面 p_n 中测量	β_n
	几何前角	在背平面 p_p 中测量		背楔角	在假定工作平面 p_f 中测量	β_f
	前面正交平面方位角	在前面正交平面 p_g 中测量, 它是前面 A_r 与基面 p_r 间的最大前角 (见图 1-12)		γ_g		在背平面 p_p 中测量
	假定工作平面 p_f 与前面正交平面 p_g 间的夹角, 在基面 p_r 中测量	δ_r				

注: 1. 表中前角、后角、楔角指主切削刃上的角度。副切削刃上的角度可仿此定义, 并在角度符号右上角标以“,”以示区别, 如车刀副后角为 α'_o 。

2. 当主切削刃与副切削刃有公共前面时, 副切削刃的前角 γ'_f 及刃倾角 λ'_s 是派生的。

3. 角度方向的正负按图 1-11 所示。

同理, 基后角 α_b 是指后面 A_n 和切削平面 p_s 间的夹角, 在刀具后面正交平面内测量。而其正交平面与 p_f 间的夹角称为后面正交平面方位角 θ , 在 p_r 中测量。在研究切削加工中, 刀具后面与工件加工表面之间的相对运动, 摩擦和磨损时, 有时需求出基后角 α_b 的值。

1.4.2 刀具在静止参考系内各角度间的关系

刀具在静止参考系内各角度间的关系可按表 1-7 计算。

1.4.3 刀具的工作角度

刀具在静止参考系内定义的角度只按主运动方向来考

1.4.1 刀具角度 (刀具的标注角度)

所定义的刀具角度均指切削刃上选定点的角度。在切削刃是曲线或者前、后面是曲面的情况下, 定义刀具角度时, 应该用通过切削刃选定点的切线或切平面代替之。

刀具静止参考系内标注角度的定义见表 1-6。图 1-11 绘出了外圆车刀的主要标注角度。在制造刃磨刀具时, 有时还用“几何前角”及其方位角表示刀具前面的位置, 如表 1-6 中的 γ_g 及 δ_r 。几何前角 γ_g 是指用垂直于基面与前面交线的平面剖切前面所得的前角。图 1-12 中, 假定 ABC 是车刀过切削刃上 A 点的前刀面, p_r 是基面, BC 是前刀面与基面的交线, 剖面 ADE 是过 A 点垂直于 BC 的平面, 则 $\angle ADE$ 即为几何前角 γ_g , $\angle CED$ 为前面正交平面方位角 δ_r , 剖面 ADE 用 p_g 表示。

虑, 而不考虑合成切削运动的方向, 并且假定切削刃上选定点正好在机床中心高上。在实际切削工作中, 由于合成切削运动的影响和切削刃实际安装位置的影响, 刀具的切削角度将发生变化。这时, 刀具角度应在工作参考系内定义, 称为刀具的工作角度。

刀具工作参考系中工作角度的定义与刀具静止参考系中标注角度的定义类似, 其差别只在于两个基准平面的变化。即:

(1) 工作基面 通过切削刃上选定点与合成切削速度方向相垂直的平面。

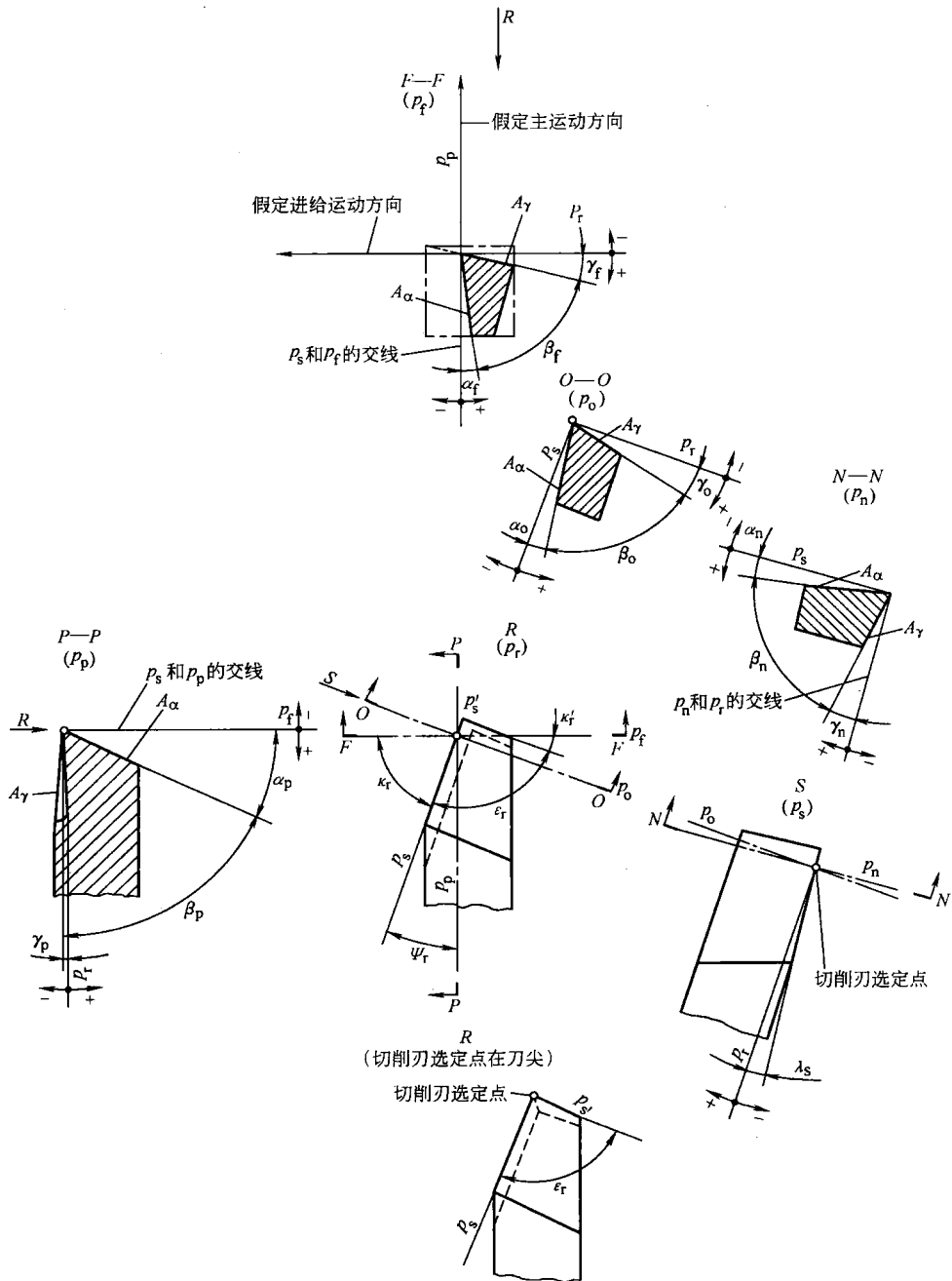


图 1-11 车刀的标注角度

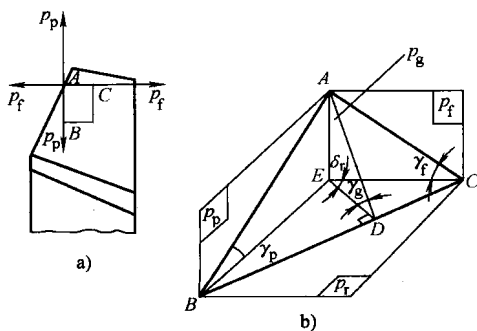


图 1-12 车刀的几何前角和正交平面方位角

在静止参考系中，基面的定义强调了要“……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一个平面（如车刀的底面）或轴线”，也强调基面应“垂直于假定的主运动方向”。比较二者的区别可以看出，工作基面不再假定它平行或垂直于刀具的制造、刃磨时的安装平面。这样，当刀具，例如车刀，安装时若切削刃选定点高于或低于工件中心高时，定义基面即可只考虑与切削速度方向垂直，而不必再考虑它是否平行或垂直于刀具的安装基面了，并且，此时基面考虑的是合成切削速度方向，它考虑了进给运动对切削速度方向的影响。

(2) 工作切削平面 通过切削刃上选定点与切削刃

表 1-7 刀具在静止参考系内各角度间的关系

	$\kappa_r, \lambda_s, \alpha_o, \gamma_o$	$\kappa_r, \lambda_s, \alpha_n, \gamma_n$
α_o		$\tan \alpha_o = \tan \alpha_n \cos \lambda_s$
γ_o		$\tan \gamma_o = \frac{\tan \gamma_n}{\cos \lambda_s}$
α_n	$\tan \alpha_n = \frac{\tan \alpha_o}{\cos \lambda_s}$	
γ_n	$\tan \gamma_n = \tan \gamma_o \cos \lambda_s$	
α_p	$\cot \alpha_p = \cos \kappa_r \cot \alpha_o + \sin \kappa_r \tan \lambda_s$	$\cot \alpha_p = \cos \kappa_r \frac{\cot \alpha_n}{\cos \lambda_s} + \sin \kappa_r \tan \lambda_s$
α_f	$\cot \alpha_f = \sin \kappa_r \cot \alpha_o - \cos \kappa_r \tan \lambda_s$	$\cot \alpha_f = \sin \kappa_r \frac{\cot \alpha_n}{\cos \lambda_s} - \cos \kappa_r \tan \lambda_s$
γ_p	$\tan \gamma_p = \cos \kappa_r \tan \lambda_o + \sin \kappa_r \tan \lambda_s$	$\tan \gamma_p = \cos \kappa_r \frac{\tan \gamma_n}{\cos \lambda_s} + \sin \kappa_r \tan \lambda_s$
γ_f	$\tan \gamma_f = \sin \kappa_r \tan \gamma_o - \cos \kappa_r \tan \lambda_s$	$\tan \gamma_f = \sin \kappa_r \frac{\tan \gamma_n}{\cos \lambda_s} - \cos \kappa_r \tan \lambda_s$
θ_r	$\tan(\kappa_r + \theta_r) = -\frac{\cot \alpha_o}{\tan \lambda_s}$	$\tan(\kappa_r + \theta_r) = -\frac{\cot \alpha_n}{\sin \lambda_s}$
δ_r	$\tan(\kappa_r + \delta_r) = -\frac{\tan \gamma_o}{\tan \lambda_s}$	$\tan(\kappa_r + \delta_r) = -\frac{\tan \gamma_n}{\sin \lambda_s}$
α_b	$\cot \alpha_b = \pm \sqrt{\cot^2 \alpha_o + \tan^2 \lambda_s}$	$\cot \alpha_b = \pm \sqrt{\frac{\cot^2 \alpha_n}{\cos^2 \lambda_s} + \tan^2 \lambda_s}$
γ_g	$\tan \gamma_g = \pm \sqrt{\tan^2 \gamma_o + \tan^2 \lambda_s}$	$\tan \gamma_g = \pm \sqrt{\frac{\tan^2 \gamma_n}{\cos^2 \lambda_s} + \tan^2 \lambda_s}$
	$\alpha_p, \alpha_f, \gamma_p, \gamma_f$	$\theta_r, \delta_r, \alpha_b, \gamma_g$
κ_r	$\tan \kappa_r = \frac{\cot \alpha_f - \tan \gamma_f}{\cot \alpha_p - \tan \gamma_p}$	$\tan \kappa_r = \frac{\cot \alpha_b \cos \theta_r - \tan \gamma_g \cos \delta_r}{\cot \alpha_b \sin \theta_r - \tan \gamma_g \sin \delta_r}$
λ_s	$\tan \lambda_s = \sin \kappa_r \cot \alpha_p - \cos \kappa_r \cot \alpha_f = \sin \kappa_r \tan \gamma_p - \cos \kappa_r \tan \gamma_f$	$\tan \lambda_s = -\frac{\cos(\kappa_r + \theta_r)}{\tan \alpha_b} = -\tan \gamma_g \cos(\kappa_r + \delta_r)$
α_o	$\cot \alpha_o = \cos \kappa_r \cot \alpha_p + \sin \kappa_r \cot \alpha_f$	$\tan \alpha_o = \frac{\tan \alpha_f}{\sin(\kappa_r + \theta_r)}$
γ_o	$\tan \gamma_o = \cos \kappa_r \tan \gamma_p + \sin \kappa_r \tan \gamma_f$	$\tan \gamma_o = \tan \gamma_g \sin(\kappa_r + \delta_r)$
α_n	$\cot \alpha_n = (\cos \kappa_r \cot \alpha_p + \sin \kappa_r \cot \alpha_f) \cos \lambda_s$	$\tan \alpha_n = \frac{\tan \alpha_f}{\cos \lambda_s \sin(\kappa_r + \theta_r)}$
γ_n	$\tan \gamma_n = (\cos \kappa_r \tan \gamma_p + \sin \kappa_r \tan \gamma_f) \cos \lambda_s$	$\tan \gamma_n = \tan \gamma_g \cos \lambda_s \sin(\kappa_r + \delta_r)$
α_p		$\cot \alpha_p = \sin \theta_r \cot \alpha_b$
α_f		$\cot \alpha_f = \cos \theta_r \cot \alpha_b$
γ_p		$\tan \gamma_p = \sin \delta_r \tan \gamma_g$
γ_f		$\tan \gamma_f = \cos \delta_r \tan \gamma_g$
θ_r	$\tan \theta_r = \frac{\tan \alpha_f}{\tan \alpha_p}$	
δ_r	$\tan \delta_r = \frac{\tan \gamma_p}{\tan \gamma_f}$	
α_b	$\cot \alpha_b = \pm \sqrt{\cot^2 \alpha_p + \cot^2 \alpha_f}$	
γ_g	$\tan \gamma_g = \pm \sqrt{\tan^2 \gamma_p + \tan^2 \gamma_f}$	

相切，并垂直于工作基面的平面。

由于基面和切削平面的变化使其他坐标平面，如图 1-10 所示的 P_{fe} 、 P_{pe} 、 P_{se} 、 P_{oe} 等也随之发生了变化，因而所定义的角度也发生了变化。图 1-13 给出了车刀的工作角度。与图 1-11 相比较可以看出，角度定义的差别只在

于静止参考系改成了工作参考系，除此以外，角度的定义是一致的。

1.4.4 刀具工作角度与标注角度的关系

以车刀为例，在几种常见情况下，刀具工作角度相对于其标注角度的计算关系见表 1-8。

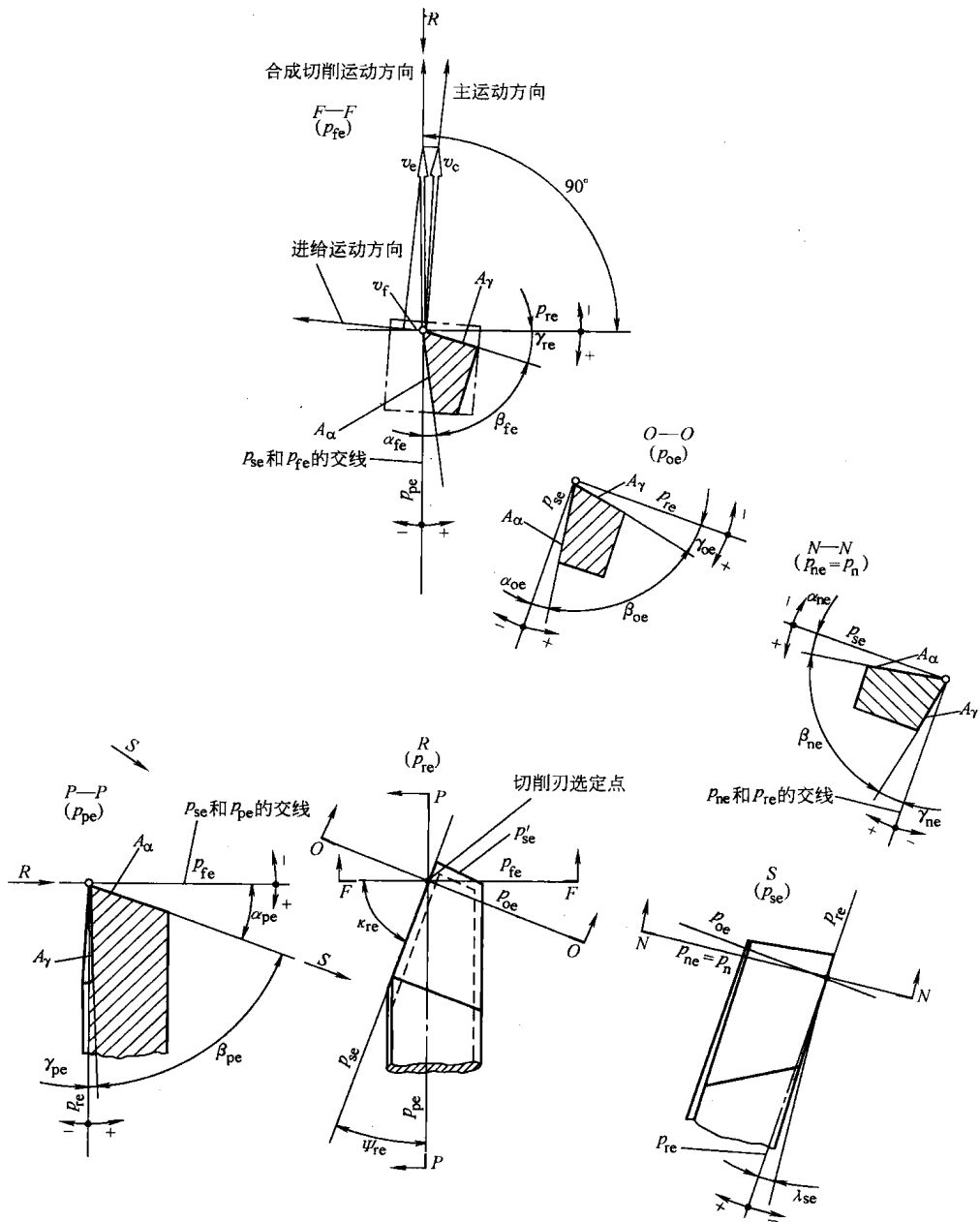


图 1-13 车刀的工作角度

表 1-8 车刀工作角度的修正计算

影响因素	示 图	工作角度的修正计算	备注
横向进给运动		<p>对切断刀</p> $\gamma_{oe} = \gamma_0 + \mu$ $\alpha_{oe} = \alpha_0 - \mu$ $\tan \mu = \frac{f}{2\pi\rho}$ <p>式中 f—进给量</p>	切断刀、铲齿刀的后角应考虑此项影响

(续)

影响因素	示 图	工作角度的修正计算	备 注
纵向进给运动		<p>车螺纹时</p> $\gamma_{oe} = \gamma_0 \pm \mu$ $\alpha_{oe} = \alpha_0 \mp \mu$ $\tan \mu = \tan \mu_t \sin \kappa_r$ $= \frac{f}{\pi d_w} \sin \kappa_r$ <p>上面符号适用于车螺纹的左侧面,下面符号适用于右侧面</p>	<p>螺纹车刀(特别是车大螺距的螺纹)应考虑此项影响</p>
刀尖高于或低于工件中心线		<p>在背平面 p_p 内</p> $\gamma_{pe} = \gamma_p \pm \theta_p$ $\alpha_{pe} = \alpha_p \mp \theta_p$ $\tan \theta_p = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{d_w}{2}\right)^2 - h^2}}$ <p>在正交平面 p_o 内</p> $\gamma_{oe} = \gamma_0 \pm \theta$ $\alpha_{oe} = \alpha_0 \mp \theta$ $\tan \theta = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{d_w}{2}\right)^2 - h^2}} \cos \kappa_r$ <p>上面符号适用于车外圆,下面符号适用于镗内孔 当刀尖低于工件中心线时, h 取负值</p>	<p>用镗刀加工内孔时,常出现此种情况</p>
刀杆中心线不垂直于进给方向		$\kappa_{re} = \kappa_r \pm \varphi$ $\kappa'_{re} = \kappa'_r \mp \varphi$	

注: 1. p_{se} 、 p_{re} ——工作参考系中的切削平面与基面;
2. γ_{oe} 、 α_{oe} ——工作前角与后角。

1.5 刀具几何角度及刃部参数的选择原则

刀具几何角度的选择原则见表 1-9。