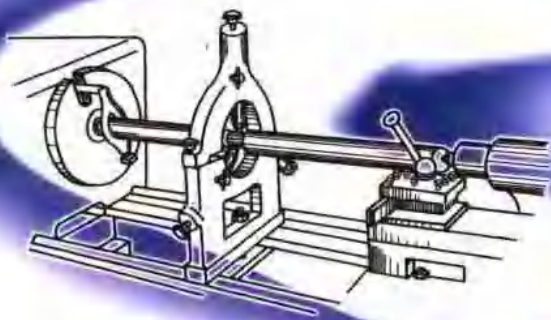


静恩鹤 主编

车削刀具技术 及应用实例



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

图书在版编目 (CIP) 数据

车削刀具技术及应用实例 / 静恩鹤主编. — 北京: 化学工业出版社, 2006.2
ISBN 7 5025 8190-1

I. 车… II. 静… III. 车削·刀具 (金属切削)
IV. TG712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 004172 号

车削刀具技术及应用实例

静恩鹤 主编

责任编辑: 张兴辉 刘哲 刘丽宏

责任校对: 洪雅妹

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)61982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 8½ 字数 224 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7 5025-8190-1

定价: 18.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着社会经济的发展,企业对从业人员的要求在发生变化,劳动者需要掌握一技之长才能谋到合适的工作,为今后的职业生涯打下良好基础。为满足技术工人学习技术理论和提高操作技能的需要,我们编写了《车削刀具技术及应用实例》一书。

本书从技术工人应具有的较广泛的通用知识及多面技能的实际需要出发,以“少而精的原则”精选出在实际工作中常用的、经过实践验证的技术内容。围绕车削加工的特点,由浅入深地提出问题、分析问题和解决问题,并列举部分生产和计算实例。主要介绍了金属车削基本概念及定义、金属车削刀具基础知识、车刀的刃磨技术、轴类零件车削及刀具应用举例、套类零件车削及刀具应用举例、圆锥面车削及刀具应用举例、螺纹和蜗杆车削、典型复杂零件加工及成形面车削和表面修饰。在文字表达方面力求做到语言通俗易懂,图例、表格清晰,术语、名词及符号符合新规定。对于提高从业人员基本素质、掌握金属车削核心内容和技能有较好的帮助和指导作用。

本书可供车削加工领域的工程技术和一线工人阅读,也可作为车削加工行业的工人培训教材和职业院校的参考教材。

本书共9章。第1章、第2章由谷京云编写,第3章、第4章由王一兵编写,第5章~第9章由静恩鹤编写。全书由静恩鹤主编,谷京云副主编,由段志忠主审。

由于编者水平有限,加之时间仓促,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2005年6月

内 容 提 要

本书系统阐述了金属切削加工与刀具技术的基础知识,重点介绍了刀具材料及其合理选用、刀具几何参数的选用及切削用量的选择、切削液的选择与使用方法、车刀及其刃磨技术等基本知识和操作技能;尤其注意从实用角度出发,结合具体加工实例,详细介绍了轴、套类零件的车削加工方法与装夹技巧和测量技术,以及车螺纹、圆锥、蜗杆和复杂零件的加工方法和尺寸计算等操作要点和注意事项。内容浅显易懂,便于引导读者掌握车削刀具相关应用技能。

本书可供金属切削加工领域的工程技术人员和一线技术工人阅读,也可作为金属切削加工行业的工人培训教材。

目 录

第 1 章 基本概念	1
1.1 切削运动和切削用量	1
1.1.1 零件表面的形成和切削运动	1
1.1.2 切削用量	2
1.2 刀具切削部分的组成及刀具的几何角度	4
1.2.1 车刀切削部分的组成	4
1.2.2 测量刀具角度的坐标参考系	5
1.2.3 车刀的几何角度	8
1.3 金属切削层	10
第 2 章 金属切削刀具基础知识	12
2.1 刀具材料及其合理选用	12
2.1.1 刀具材料应具备的性能	12
2.1.2 常用刀具材料的种类	13
2.1.3 碳素工具钢及合金工具钢	14
2.1.4 高速钢	14
2.1.5 硬质合金	16
2.1.6 其他刀具材料	19
2.2 金属切削加工中的主要现象及规律	20
2.2.1 金属切削过程	21
2.2.2 切屑的种类与变化	24
2.2.3 金属切削层的变形系数	24
2.2.4 积屑瘤	25
2.3 切削力与切削功率	27
2.3.1 切削力与切削功率	27
2.3.2 影响切削力的因素	29
2.4 切削热和切削温度	32
2.4.1 切削热的来源与切削热的传出	32

2.4.2	切削区温度	33
2.4.3	影响切削温度的因素	33
2.5	刀具磨损与刀具耐用度	35
2.5.1	刀具磨损概念	35
2.5.2	刀具磨损过程及磨钝标准	37
2.5.3	刀具耐用度	38
2.6	金属切削加工质量及切削用量的选择	39
2.6.1	工件材料的切削加工性能	39
2.6.2	已加工表面质量	42
2.7	切削液	44
2.7.1	切削液的作用	44
2.7.2	切削液的种类与配方	45
2.7.3	切削液的选用及使用方法	45
2.8	刀具几何参数及切削用量的选择	48
2.8.1	刀具几何参数的合理选择	48
2.8.2	切削用量的合理选择	52
2.9	车刀	53
2.9.1	车刀的种类和用途	53
2.9.2	焊接车刀	54
2.9.3	机械夹固式车刀	55
2.9.4	成形车刀	60
第3章	车刀的刃磨技术	63
3.1	车刀角度的刃磨过程	63
3.1.1	前角的刃磨	63
3.1.2	后角的刃磨	65
3.1.3	刃倾角的刃磨	69
3.1.4	主偏角的刃磨	73
3.1.5	副偏角的刃磨	74
3.1.6	副后角的刃磨	76
3.2	车刀前刀面的刃磨	77
3.2.1	前刀面的形式	77
3.2.2	曲面形前刀面形式的刃磨	78
3.2.3	平面形前刀面的刃磨	79

3.3 车刀的镗刀	79
3.3.1 镗刀的意义	79
3.3.2 镗刀的作用	79
3.3.3 镗刀的方法	81
第4章 轴类零件车削及刀具应用实例	83
4.1 概述	83
4.1.1 轴类零件的种类和技术要求	83
4.1.2 轴类零件的毛坯和车削余量	84
4.2 车削轴类零件的车刀	85
4.2.1 外圆粗车刀和精车刀	85
4.2.2 车端面和台阶用车刀	87
4.2.3 切断刀和车外沟槽刀	89
4.3 车削轴类零件的装夹方式	93
4.3.1 动卡盘装夹	93
4.3.2 自定心卡盘装夹	93
4.3.3 两顶尖装夹	93
4.3.4 用一夹一顶装夹	98
4.4 轴类工件的测量	99
4.5 轴类工件车削加工工艺举例	101
4.5.1 销轴的加工工艺分析	101
4.5.2 减速箱输出轴的加工工艺分析	103
第5章 套类零件车削刀具应用实例	108
5.1 概述	108
5.1.1 套类零件的技术要求	108
5.1.2 套类零件的车削特点	108
5.2 套类零件的加工方法	109
5.2.1 钻孔（一次装夹的车削）	109
5.2.2 扩孔和铰孔	114
5.2.3 车孔	116
5.2.4 车内沟槽	119
5.2.5 铰孔	122
5.3 套类零件的装夹	124
5.3.1 保证同轴度、垂直度的几种装夹方法	124

5.3.2 薄壁工件的装夹	126
5.4 套类零件的测量	127
5.4.1 尺寸精度的检测	127
5.4.2 形状精度的检测	129
5.4.3 位置精度的检测	130
5.5 套类零件的车削工艺分析	133
5.5.1 轴承套工艺分析	133
5.5.2 套类工件的质量分析	135
第6章 车圆锥	136
6.1 圆锥的基本知识	137
6.1.1 圆锥的术语、定义和计算	137
6.1.2 工具圆锥	140
6.2 车圆锥的方法	140
6.2.1 转动小滑板法	140
6.2.2 偏移尾座法	146
6.2.3 仿形法	150
6.2.4 宽刃刀车削法	152
6.2.5 铰内圆锥法	152
6.3 圆锥的检验	154
6.3.1 角度和锥度的检验	154
6.3.2 圆锥的尺寸检验	157
6.4 车圆锥时的质量分析	157
第7章 车螺纹和蜗杆	159
7.1 螺纹的分类及术语	159
7.1.1 螺纹的分类	159
7.1.2 螺纹的术语	159
7.2 三角形螺纹的种类和尺寸计算	161
7.2.1 普通螺纹	162
7.2.2 英制螺纹	163
7.2.3 管螺纹	163
7.3 矩形螺纹的尺寸计算	167
7.4 梯形螺纹的尺寸计算	168
7.5 螺纹车刀	170

7.5.1	螺纹车刀材料的选择	170
7.5.2	螺纹升角对车刀工作角度的影响	170
7.5.3	车刀纵向前角对螺纹牙型角的影响	172
7.5.4	三角形螺纹车刀	173
7.6	车三角形外螺纹	177
7.6.1	螺纹车刀的装夹	177
7.6.2	车螺纹时车床的调整	177
7.6.3	车削三角形外螺纹的方法	177
7.6.4	防止乱牙的方法	181
7.6.5	容易产生的问题和注意事项	181
7.7	车三角形内螺纹	182
7.7.1	内螺纹车刀的选择和装夹	182
7.7.2	三角形内螺纹的加工方法	183
7.7.3	容易产生的问题和注意事项	184
7.8	在车床上套螺纹	185
7.8.1	板牙的结构	185
7.8.2	用板牙套螺纹的方法	185
7.8.3	容易产生的问题和注意事项	186
7.9	在车床上攻螺纹	187
7.10	矩形螺纹车刀及车削方法	190
7.11	梯形螺纹车刀及车削方法	191
7.12	车蜗杆	194
7.13	车多线螺纹	198
7.13.1	多线螺纹的术语	198
7.13.2	多线螺纹分线方法	199
7.13.3	多线螺纹的车削步骤	202
7.13.4	多线螺纹(蜗杆)车削中应注意的问题	202
7.13.5	车多线螺纹的质量分析	202
7.14	螺纹及蜗杆的测量	203
7.14.1	螺纹的测量	203
7.14.2	蜗杆的测量	209
7.15	车螺纹及蜗杆时的质量分析	210
第8章	复杂畸形零件的加工	212

8.1 复杂畸形零件的加工	212
8.1.1 常用的附件	213
8.1.2 在花盘上加工工件	214
8.1.3 在角铁上加工工件	216
8.1.4 在花盘、角铁上保证形位公差要求的方法	218
8.1.5 注意事项	219
8.2 细长轴的加工	219
8.2.1 中心架及其使用方法	220
8.2.2 跟刀架及其使用方法	221
8.2.3 细长轴的车削	222
8.3 偏心工件的车削	228
8.3.1 偏心工件的划线方法	229
8.3.2 偏心工件的加工方法	229
8.3.3 偏心距的测量	235
8.4 曲轴加工	236
8.4.1 曲轴的装夹	236
8.4.2 防止曲轴加工时变形的措施	238
8.4.3 曲轴的平衡	239
8.4.4 曲轴的测量	240
8.4.5 两拐曲轴的加工	243
8.5 薄壁工件的车削	244
8.5.1 薄壁工件的加工特点	245
8.5.2 薄壁工件的车削方法	245
8.5.3 防止和减少薄壁工件变形的办法	246
8.6 深孔加工简介	247
第9章 成形面车削和表面修饰	250
9.1 滚花	250
9.2 成形面车削和表面修光	252
9.2.1 成形面零件的加工方法	252
9.2.2 车单球手柄的方法	253
9.2.3 球面的测量和检查	254
9.2.4 表面修光	255
9.2.5 容易产生的问题和注意事项	257

第 1 章 基本概念

1.1 切削运动和切削用量

1.1.1 零件表面的形成和切削运动

任何机器零件的表面均可看成是由曲面和平面（外圆面、内圆面、平面或成形面等）组成。因此，只要能对这些基本表面进行加工，就能完成所有零件的加工。而上述基本表面可以用一定的运动组合来形成。例如，外（内）圆表面可由旋转运动和直线运动的组合来形成；平面可由直线运动和直线运动的组合来形成。所以，要完成零件表面的切削加工，必须了解刀具与工件（零件）之间的基本相对运动。

（1）切削运动 切削运动是指在切削过程中刀具相对于工件的运动，即在切削过程中，刀具和工件应具备形成零件表面的基本运动。按其在切削过程中所起的作用，可分为主运动和进给运动，如图 1.1 所示。

① 主运动，指直接切除工件上的切削层，使之转变为切屑，以

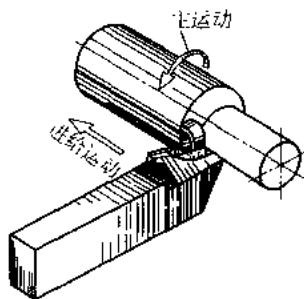


图 1.1 切削运动示意

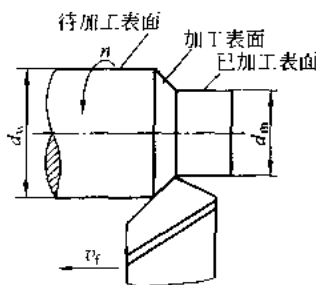


图 1.2 工件上的三个表面

形成工件新表面的主要运动，用切削速度 (v) 来表示。通常主运动的速度较高，消耗的切削功率也较大。主运动可以由工件完成，也可以由刀具完成。根据加工方法的不同，主运动的形态也不相同。例如，车削时工件的回转运动，铣削时铣刀的回转运动，钻削时钻头的旋转运动均为主运动。在金属切削过程中，无论哪种切削运动，主运动都只有一个。

② 进给运动，指使新的切削层不断投入切削的运动。它分为吃刀运动（如车削外圆时车刀的横向进给运动）和走刀运动（如车削外圆时车刀的纵向进给运动）。吃刀运动是控制刀刃切入深度的运动，多数情况下是间歇性的；若在切削过程中同时吃刀则变为走刀运动。进给运动通常的速度较低，消耗功率较小。钻削过程中，钻头的向下运动就属于进给运动。根据零件表面形成的需要，进给运动可以是一个、二个或多个。

在切削过程中，切削速度 $v_c = v + v_f$ ；当进给速度 (v_f) 较小时（见图 1-2），加工中常以主运动速度 v 作为切削速度。

(2) 切削过程中的三个表面 工件在切削过程中形成了三个不断变化着的表面（图 1-2）。

① 已加工表面。已切除多余金属后形成的新表面。

② 加工表面。刀刃正在切削的表面。

③ 待加工表面。即将被切去金属层的表面。

1.1.2 切削用量

切削用量是表示切削运动参数的量。它包括背吃刀量、进给量和切削速度三要素。合理选择切削用量与提高劳动生产率、提高加工质量及经济性有着密切的关系。

(1) 切削速度 v 切削速度是刀具切削刃上的某一点相对于加工表面上该点在主运动方向上的瞬时速度，即主运动的线速度，单位为 m/s 或 m/min 。

当主运动为旋转运动时（如车削加工运动），切削速度按下式计算：

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

式中 n — 工件或刀具转速, r/min;

D — 工件待加工表面直径或刀具的最大直径, mm。

当主运动为往复直线运动时, 其平均速度按下式计算:

$$v = \frac{2 L n_r}{1000} \quad \text{m/min} \quad (1-2)$$

式中 L — 往复直线运动的行程长度, mm;

n_r — 主运动每分钟的往复次数, 次/min。

在转速 n 值一定时, 切削刃上各点的切削速度是不相同的, 考虑到刀具的磨损和已加工表面质量等因素, 在计算时, 一般应取最大的切削速度。

(2) 进给量 f 进给量是工件或刀具每转一转或往复一次或刀具每转过一齿时, 工件与刀具在进给方向上的相对位移。车削时, f 为工件每转一转, 刀具沿着进给方向的移动量, 单位为 mm/r。

如果主运动是往复直线运动 (如刨削、插削) 时, f 为刀具每往复一次工件在进给方向的移动量, 单位是 mm/str (毫米/双行程)。

(3) 背吃刀量 a_p 背吃刀量是工件上已加工表面和待加工表面之间的垂直距离, 单位为 mm。

车外圆时, 背吃刀量 a_p 按下式计算:

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

式中 d_w — 待加工表面直径, mm;

d_m — 已加工表面直径, mm。

钻孔时:

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

式中 d_m — 钻孔的直径或钻头直径, mm。

背吃刀量 a_p 的大小直接影响刀具主切削刃的工作长度, 可以反映出切削负荷大小。

1.2 刀具切削部分的组成及刀具的几何角度

刀具是切削加工中的重要工具，也是切削加工中影响生产率、加工质量和成本的最活跃的因素。切削刀具的种类繁多，形状复杂。其特性也不相同，但又有共同的特性：刀具都是由切削部分和刀体两部分组成，前者用来直接参加切削工作，后者用来将刀具正确夹持在机床上。车刀是最典型的简单刀具，其他刀具均可认为是车刀的演变和组合。以下以普通外圆车刀为代表来确定切削部分的基本定义（这些基本概念同样适用于其他刀具）。

1.2.1 车刀切削部分的组成

从图 1-3 可以看出，普通车刀的切削部分（即刀头）是一个几何体，是由几个面和多条由面相交而成的切削刃组成的（刃与刃相交形成的点为刀尖）。

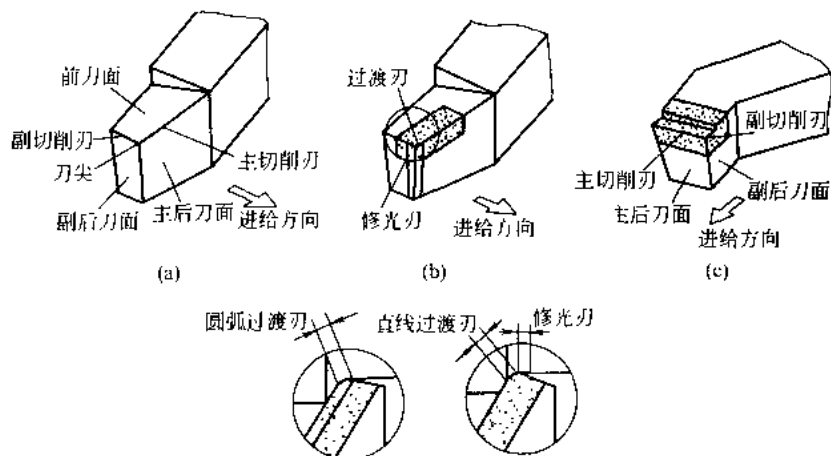


图 1-3 车刀的组成部分

- (1) 前刀面 A_1 切屑流出时所流经的面。
- (2) 主后刀面 A_2 与工件上加工表面相对的刀面。
- (3) 副后刀面 A_3 与工件上已加工表面相对的刀面。

(4) 主切削刃 S 前刀面与主后刀面相交的部位, 担负主要切削工作。

(5) 副切削刃 S' 前刀面与副后刀面相交的部位, 它协同主切削刃完成金属的切除工作, 以最终形成工件的已加工表面。

(6) 刀尖 (过渡刃) 主、副切削刃连接处的一小段切削刃。为了提高刀尖的强度和耐磨性能, 往往将刀尖磨成圆弧形或直线形的过渡刃 [图 1-3 (b)]。

1.2.2 测量刀具角度的坐标参考系

刀具几何角度是确定刀具切削部分几何形状与切削性能的重要参数, 它是由刀面、切削刃及假定参考坐标平面间的夹角所构成的。用来确定刀具几何角度的参考坐标系有两大类: 一类称为标注参考系 (静态参考系), 它是刀具设计计算、绘图标注、制造与刃磨及测量时用来确定刀刃、刀面空间几何角度的定位基准, 用它定义的角度称为刀具的标注角度 (静态角度); 另一类称为工作参考系 (动态参考系), 它是确定刀具切削刃、刀面在切削过程中相对于工件的几何位置的基准, 用它来定义的角度称为刀具的工作角度。

从实质上来说, 刀具的标注角度是在假定条件下的工作角度。确定标注角度的坐标系有正交平面坐标系、法平面坐标系、进给与背平面坐标系等, 但大都是采用正交平面标注坐标系。

下面以外圆车刀为例来说明标注参考系及刀具标注角度的定义。

(1) 标注参考系的假定条件

① 假定运动条件标注角度都不考虑进给运动的影响, 只考虑切削速度方向的影响。

② 假定安装条件规定刀具的刃磨和安装基准面垂直于切削速度方向 (或平行于基面), 同时, 规定刀杆的轴线与进给运动方向垂直。

例如, 对车刀来说, 规定其刀尖安装在工件中心高度上, 刀杆中心线垂直于进给方向; 对于刨刀和插刀来说, 规定刀杆底面垂直

于切削平面（基面）。

(2) 刀具标注角度的参考系 由于大多数加工表面都不是平面，而且主切削刃上各点的切削速度都不相同，所以，在建立参考系时，往往是通过主切削刃上某一选定点来建立坐标平面。坐标平面用字母 P 和下角标组成的符号标记。

根据 ISO 标准的推荐，正交平面坐标系由基面 P_r 、切削平面 P_s 及正交平面 P_o 组成。

① 基面 P_r 。通过切削刃上某一选定点，垂直于主运动（切削速度）方向的平面叫做基面。对车刀而言，基面 P_r 就是包括切削刃选定点，并与刀杆底平面平行的平面（图 1-4）。

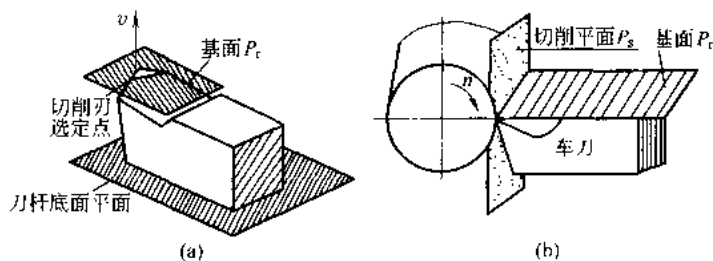


图 1-4 正交平面参考系

② 切削平面 P_s 。通过切削刃上某一选定点，切于工件加工表面的平面为切削平面。切削平面 P_s 垂直于基面 P_r [图 1-4 (b)]。当主切削刃为直线时，切削平面就是切削速度 v 与切削刃 S 所构成的平面（图 1-5）。

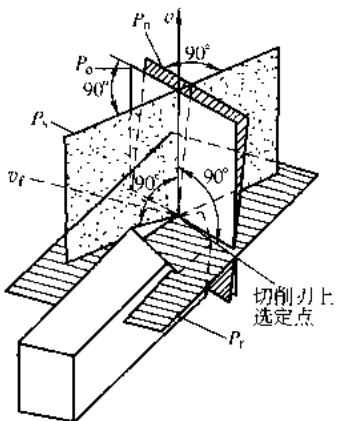


图 1-5 正交平面与法平面参考系

③ 正交平面 P_o 。通过主切削刃上某一选定点，并垂直于主切削刃在基面上的投影的平面。因此，正交平面是垂直于切削刃在基面上投影的平面。在正交平面坐标参考系内，基面 P_r 、切

削平面 P_n 和正交平面 P_o 相互垂直。

如前所述，坐标参考系除正交平面坐标参考系外，还有三种。下面简要介绍它们的测量平面及其参考系。

a. 法平面 P_n 和法平面参考系：法平面 P_n 是通过切削刃某一选定点，并垂直于切削刃的平面（图 1-6）。即 $P_r-P_s-P_n$ 组成一个法平面参考系。必须指出， P_n 并不同于 P_o 。在法平面上可以测量法前角 γ_n 和法后角 α_n 。

b. 进给平面 P_f 和背平面 P_b 及其组成的进给与背平面参考系：进给平面 P_f （又称横向平面）是通过切削刃上某点，垂直于基面 P_r ，又平行于假定进给运动方向的平面，也就是主运动方向与进给运动方向所组成的平面。例如，外圆车刀的 P_f 同时垂直于刀杆轴线与底面的面。

背平面 P_b （又称纵向平面）是通过切削刃上某选定点，同时垂直于基面和进给平面的平面。

图 1-6 表示由基面、进给平面和背平面三个坐标平面组成的一个进给与背平面参考系，即 $P_r-P_f-P_b$ 参考系。

必须指出，以上刀具各标注角度参考系均适用于选定点选在主切削刃上，如果切削刃选定点取在副切削刃上时，则所定义的是副切削刃标注参考系的坐标平面，应在相应的符号右上角加标 “'” 以示区别。并在坐标面名称之前冠以 “副切削刃”。

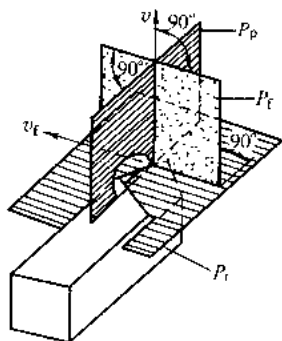


图 1-6 假定进给、背平面参考系图

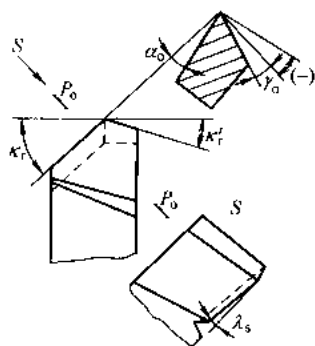


图 1-7 车刀的主要角度