



普通高等教育“十二五”机电类规划教材



机械制造基础概论

付 平 汪传生 吴俊飞 编著

- 增加了新材料、新工艺、新技术知识
- 常规制造技术与现代制造工艺相结合
- 补充了特种加工、先进制造技术内容



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

普通高等教育“十二五”机电类规划教材

机械制造基础概论

付 平 汪传生 吴俊飞 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书根据教育部机械基础课程教学指导分委员会有关“工程材料及机械制造基础系列课程改革指南”精神,结合国外教材内容、结构特点,并结合作者多年的理论和实践教学经验编写而成。全书共7章,内容包括机械加工基础知识、金属切削加工、零件表面加工方法的分析、机械加工工艺过程、特种加工、先进制造技术、机械制造业的环境保护。

本书可作为高等院校机械类、近机类专业的教材,也可以作为高职类工科院校及机械制造工程技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础概论/付平,汪传生,吴俊飞编著.—北京:电子工业出版社,2012.4

ISBN 978-7-121-16692-1

I. ①机… II. ①付… ②汪… ③吴… III. ①机械制造—高等学校—教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 060732 号

责任编辑:万子芬 特约编辑:徐 宏

印 刷: 北京京师印务有限公司
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 13.25 字数: 339 千字

印 次: 2012 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书是根据教育部机械基础课程教学指导分委员会有关“工程材料及机械制造基础系列课程改革指南”精神，结合大工程背景下机械制造学科的快速发展趋势与高等教育的改革精神，以科学性、先进性、系统性、实用性为目标进行编写的，注重学生解决工程技术问题的实践能力、综合素质与创新能力的培养。

本书面向 21 世纪，在原“金属工艺学”的基础上，力图把传统与先进制造工艺基础联系在一起，是一本宽口径、涉及不同学科的教材，吸收了不同学科大量的新材料、新工艺、新技术知识，内容涉及机械加工基础知识、金属切削加工、零件表面加工方法的分析、机械加工工艺过程、特种加工、先进制造技术、机械制造业的环境保护等多方面知识，既体现了常规制造技术与现代制造技术、材料科学和现代信息技术的密切交叉与融合，也体现了制造技术的历史传承和未来发展趋势，为学生进一步学习及今后从事机械产品设计和加工制造方面的工作奠定基础。

本书十分注重学生获取知识、分析问题、解决工程技术问题能力的培养，以及工程素质与创新能力的培养，为此，在编写内容上，对于目前仍广泛应用于现代制造行业的常规工艺精选保留，对于过时的内容予以淘汰，增加了技术上较为成熟的、应用范围较宽或发展前景广阔的“三新”（新材料、新技术、新工艺）内容，增加了特种加工、先进制造技术的比重。

本书在编写过程中力求取材新颖、联系实际、结构紧凑、文字简练、直观形象、图文并茂。教材有一定的灵活性，在保证教学基本要求的前提下，课程内容可结合学校的情况来选择决定。本书的相关课件可登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费下载。

本书由付平、汪传生、吴俊飞任主编，第 1～第 3 章由付平编写，第 4 章由汪传生编写，第 5 章由吴俊飞编写，第 6 章由杨化林、周桂莲编写，第 7 章由付平、李绍明编写。

本书可作为高等院校机械类、近机类专业的教材，也可以作为高职类工科院校及机械制造工程技术人员的参考书。它是提高学生的全面素质，培养高质量、高层次、复合型人才，为不同学科之间提供快速工业知识的特色基础教材。

由于编者水平所限，书中难免有不当之处，诚请广大读者提出宝贵意见。

编著者

2012 年 1 月

目 录

第 1 章 机械加工基础知识	(1)
1.1 切削运动及切削要素	(1)
1.1.1 零件表面的形成	(1)
1.1.2 切削表面与切削运动	(2)
1.1.3 切削用量	(3)
1.1.4 切削层参数	(4)
1.2 切削刀具及其材料	(4)
1.2.1 切削刀具的结构	(5)
1.2.2 刀具材料	(10)
1.3 切削过程及控制	(13)
1.3.1 切屑的形成过程及切屑种类	(13)
1.3.2 积屑瘤	(15)
1.3.3 切削力和切削功率	(16)
1.3.4 切削热和切削温度	(18)
1.3.5 刀具磨损和刀具寿命	(20)
1.3.6 切削用量的合理选择	(22)
1.4 磨具与磨削过程	(22)
1.4.1 磨料与磨具	(22)
1.4.2 磨削过程	(25)
1.5 材料的切削加工性	(26)
1.5.1 材料切削加工性的评定指标	(26)
1.5.2 常用材料的切削加工性	(27)
1.5.3 改善工件材料切削加工性的途径	(27)
1.5.4 难加工材料的切削加工性	(28)
复习思考题	(29)
第 2 章 金属切削加工	(30)
2.1 金属切削机床的基本知识	(30)
2.1.1 机床的分类	(30)
2.1.2 金属切削机床的型号	(30)
2.2 车削加工	(32)
2.2.1 车刀	(33)
2.2.2 车床及其附件	(33)
2.2.3 车削基本工艺	(40)
2.2.4 车削加工的应用	(40)

2.2.5	车削的工艺特点	(47)
2.3	铣削	(48)
2.3.1	铣刀	(49)
2.3.2	铣床及其附件	(50)
2.3.3	铣削基本工艺	(52)
2.3.4	铣削加工的应用	(54)
2.3.5	铣削的工艺特点	(55)
2.4	钻削、铰削	(56)
2.4.1	钻孔	(56)
2.4.2	扩孔	(61)
2.4.3	铰孔	(61)
2.5	刨削、插削、拉削、镗削	(62)
2.5.1	刨削	(62)
2.5.2	插削	(66)
2.5.3	拉削	(67)
2.5.4	镗削	(69)
2.6	磨削	(71)
2.6.1	磨床	(72)
2.6.2	磨削基本工艺	(75)
2.6.3	磨削的工艺特点	(78)
2.7	精整和光整加工	(79)
2.7.1	研磨	(79)
2.7.2	珩磨孔	(81)
2.7.3	超级光磨	(82)
2.7.4	抛光	(83)
	复习思考题	(84)

第3章 零件表面加工方法的分析 (86)

3.1	外圆面的加工	(86)
3.2	孔的加工	(87)
3.3	平面的加工	(88)
3.4	成型面的加工	(89)
3.5	螺纹的加工	(91)
3.5.1	螺纹的技术要求	(91)
3.5.2	螺纹加工方法	(91)
3.5.3	螺纹加工方法的选择	(96)
3.6	齿轮齿形的加工	(97)
3.6.1	齿轮的技术要求	(97)
3.6.2	齿轮齿形加工方法	(98)
	复习思考题	(105)

第4章 机械加工工艺过程	(106)
4.1 概述	(106)
4.2 工件的安装与基准	(109)
4.3 零件切削加工的结构工艺性	(115)
4.4 机械加工工艺规程的制订	(119)
4.4.1 机械加工工艺规程的内容及作用	(119)
4.4.2 制订工艺规程的原则	(119)
4.4.3 制订工艺规程的步骤	(120)
复习思考题	(126)
第5章 特种加工	(128)
5.1 电火花加工	(129)
5.1.1 电火花加工的原理和机床	(130)
5.1.2 电火花加工的特点	(132)
5.1.3 电火花加工的基本工艺规律	(132)
5.1.4 电火花加工的应用	(137)
5.2 电解加工	(140)
5.2.1 电解加工的原理	(140)
5.2.2 电解加工的特点	(141)
5.2.3 电解加工的基本工艺规律	(142)
5.2.4 电解加工的应用	(144)
5.3 超声波加工	(145)
5.4 高能束加工	(149)
5.4.1 激光加工	(149)
5.4.2 电子束加工	(151)
5.4.3 离子束加工	(152)
复习思考题	(154)
第6章 先进制造技术	(155)
6.1 数控加工技术	(155)
6.1.1 数控机床的基本组成	(156)
6.1.2 数控机床加工特点	(163)
6.1.3 数控加工程序编制	(164)
6.1.4 加工中心	(168)
6.2 计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 技术	(172)
6.3 柔性制造技术	(176)
6.4 计算机集成制造系统	(179)
复习思考题	(186)

第 7 章 机械制造业的环境保护	(187)
7.1 机械工业的环境污染	(187)
7.2 机械制造业的环境保护技术	(188)
7.2.1 工业废气的防治	(188)
7.2.2 工业废水的防治	(193)
7.2.3 工业固体废物污染的防治	(196)
7.2.4 工业噪声的防治	(198)
复习思考题	(200)
参考文献	(201)

第1章 机械加工基础知识

切削加工是使用切削工具（包括刀具、磨具和磨料），在工具和工件的相对运动中，把工件上多余的材料切除，使工件获得规定的几何参数（尺寸、形状、位置）和表面质量的加工方法。机器上的零件除极少数采用精密铸造或精密锻造等无屑加工的方法获得外，绝大多数零件都是靠切削加工的方法获得的。

切削加工可以根据要求达到不同的精度和表面粗糙度，能获得较高的加工精度和很低的表面粗糙度，获得较好的表面质量，对被加工材料、工件几何形状及生产批量具有广泛的适应性。现代切削加工技术已经可以达到尺寸公差 IT12~IT3 的精度，表面粗糙度可达到 $0.008\sim 25.000\ \mu\text{m}$ 。切削加工既可用于碳钢、合金钢、铸铁、有色金属及其合金等各种金属材料的加工，又可用于石材、木材、塑料和橡胶等非金属材料的加工。它们的尺寸从小到大不受限制，重量可以达数百吨。目前，世界上最大的立式车床可加工直径 26 m 的工件，因此切削加工在机械制造业中占有十分重要的地位。

切削加工分为机械加工和钳工两大类。机械加工是指利用各种金属切削机床对工件进行的切削加工，主要有车削、钻削、铣削、刨削、磨削、镗削、拉削等，所用的机床分别为车床、钻床、铣床、刨床、磨床、镗床、拉床等；钳工是指工人手持工具进行的切削加工，钳工的基本操作有划线、锯削、锉削、钻孔、攻螺纹、套螺纹、刮削、机械装配和设备维修等。钳工是一种比较复杂、细微、工艺要求较高的工作，所用的工具简单，操作灵活方便，适应面广，还可以完成机械加工所不能完成的某些工作。钳工劳动强度大，生产率低，对工人技术水平要求较高，但在机械制造和修配中仍起着特殊的、不可替代的作用。随着生产的发展，钳工机械化的内容也越来越丰富。

1.1 切削运动及切削要素

1.1.1 零件表面的形成

机器零件的形状虽然很多，但主要是由基本表面和成型面组成。基本表面包括外圆面、内圆面（孔）、平面；成型面包括螺纹、齿轮的齿形和各种沟槽等。外圆面和孔是以某一直线为母线，以圆为轨迹作旋转运动所形成的表面。平面是以某一直线为母线，以另一直线为轨迹作平移运动所形成的表面。成型面是以曲线为母线，以圆或直线为轨迹作旋转或平移运动所形成的表面。这些表面可分别用图 1-1 所示的相应加工方法来获得。

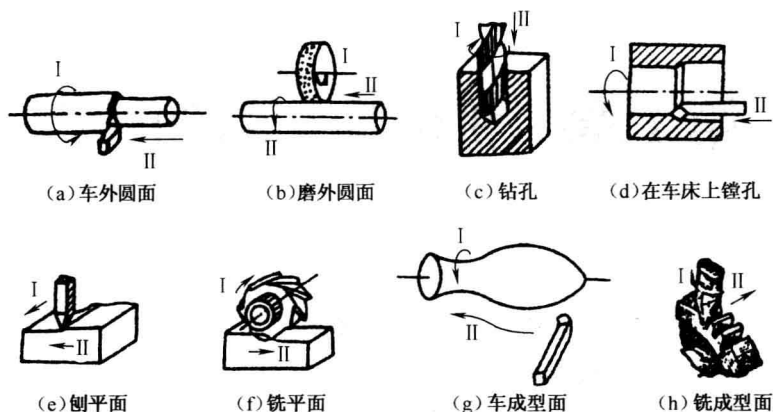


图 1-1 零件不同表面加工时的切削运动

1.1.2 切削表面与切削运动

1. 切削表面

切削加工过程是一个动态过程，在切削加工中，工件上通常存在三个不断变化的表面，即待加工表面、过渡表面（加工表面）、已加工表面，如图 1-2 所示。待加工表面是指工件上即将被切除的表面。已加工表面是工件上已切去切削层形成的表面。过渡表面是指加工时工件上正在被刀具切削的表面，它介于待加工表面和已加工表面之间。

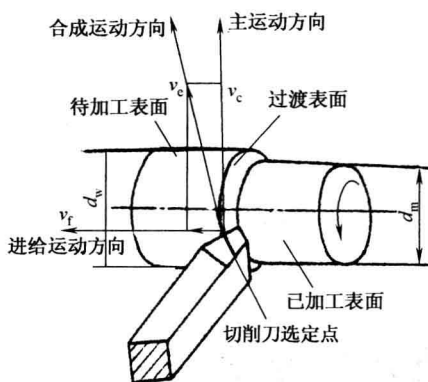


图 1-2 切削运动和加工表面

2. 切削运动

无论在那一种机床上进行切削加工，刀具和工件之间必须有一定的相对运动，即切削运动。切削运动可以是旋转运动或直线运动，也可以是连续运动或间歇运动。根据在切削中所起的作用不同，切削运动（如图 1-1 所示）分为主运动（图中 I）和进给运动（图中 II）。切削时实际的切削运动是一个合成运动。

主运动是使刀具和工件之间产生相对运动，促使刀具接近工件而实现切削的运动，如图 1-2 所示车外圆时工件的旋转运动。主运动速度高，消耗功率大，只有一个。主运动可以由工件完成，也可以由刀具完成。主运动的运动形式有旋转运动和往复运动两种。车削、铣削、磨削加

工时, 主运动是旋转运动。刨削、插削加工时, 主运动是往复直线运动。

进给运动是使刀具与工件之间产生附加的相对运动, 与主运动配合, 即可连续地切除余量, 如图 1-2 所示车刀的移动。根据工件表面形成的需要, 进给运动可以是一个, 也可以是多个。进给运动可以是连续的, 也可以是断续的。当主运动为旋转运动时, 进给运动是连续的, 如车削、钻削。当主运动为直线运动时, 进给运动是断续的, 如刨削、插削等。

1.1.3 切削用量

切削用量三要素包括切削速度、进给量(或进给速度)和背吃刀量。

1. 切削速度

切削刃上选定点相对工件主运动的瞬时速度称为切削速度, 以 v_c 表示, 单位为 m/s 或 m/min 。若主运动为旋转运动(如车削、铣削等), 切削速度一般为其最大线速度, 即

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (\text{m/s 或 m/min})$$

式中 d ——工件(或刀具)的直径, mm ;

n ——工件(或刀具)的转速, r/s 或 r/min 。

若主运动为往复直线运动(如刨削、插削等), 则常以其平均速度为切削速度, 即

$$v_c = \frac{2Ln_f}{1000} \quad (\text{m/s 或 m/min})$$

式中 L ——往复行程长度, mm ;

n_f ——主运动每秒或每分钟的往复次数, 次/s 或 次/min 。

2. 进给量

刀具在进给运动方向上相对工件的位移量称为进给量。不同的加工方法, 由于所用刀具和切削运动形式不同, 进给量的表述和度量方法也不相同。

用单齿刀具(如车刀、刨刀等)加工, 当主运动是回转运动时, 进给量是指每转进给量, 即工件或刀具每回转一周, 两者沿进给方向的相对位移量, 单位为 mm/r ; 当主运动是直线运动时, 进给量指每行程进给量, 即刀具或工件每往复直线运动一次两者沿进给方向的相对位移量。

用多齿刀具(如铣刀、钻头等)加工时, 进给运动的瞬时速度称为进给速度, 以 v_f 表示, 单位为 mm/s 或 mm/min 。刀具每转或每行程中每齿相对工作进给运动方向上的位移量, 称为每齿进给量, 以 f_z 表示, 单位为 mm/z 。 f_z 、 f 、 v_f 之间有如下关系:

$$v_f = f n = f_z z n$$

式中 n ——刀具或工件转速, r/s 或 r/min ;

z ——刀具的齿数。

3. 背吃刀量

在通过切削刃上选定点并垂直于该点主运动方向的切削层尺寸平面中, 垂直于进给运动方向测量的切削层尺寸, 称为背吃刀量, 以 a_p 表示, 单位为 mm 。如图 1-2 所示, 车外圆时, a_p 可用下式计算, 即

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

式中 d_w 、 d_m ——工件待加工和已加工表面直径，mm。

1.1.4 切削层参数

切削层是指在切削过程中，由刀具切削部分的一个单一动作（如车削时工件转一圈，车刀主切削刃移动一段距离）所切除的工件材料层，它决定了切屑的尺寸及刀具切削部分的载荷。切削层的尺寸和形状通常是在切削层尺寸平面中测量的，如图 1-3 所示。

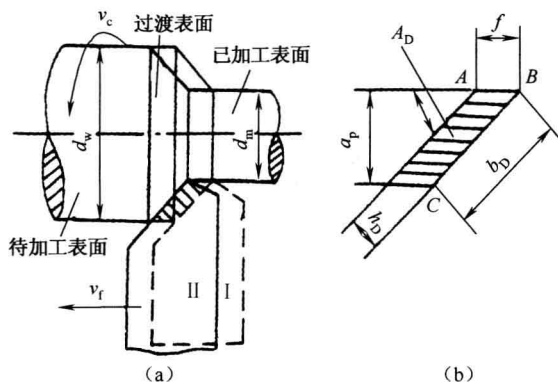


图 1-3 车削时切削层尺寸

(1) 切削层公称横截面积 A_D 。在给定瞬间，切削层在切削层尺寸平面里的实际横截面积，单位为 mm^2 。

(2) 切削层公称宽度 b_D 。在给定瞬间，作用于主切削刃截面上两个极限点间的距离，在切削层尺寸平面中测量，单位为 mm。

(3) 切削层公称厚度 h_D 。同一瞬间切削层公称横截面积与其公称宽度之比，单位为 mm。由定义可知

$$A_D = b_D h_D \quad (\text{mm}^2)$$

因 A_D 不包括残留面积，而且在各种加工方法中 A_D 与进给量和背吃刀量的关系不同，所以 A_D 不等于 f 和 a_p 的积。只有在车削加工中，当残留面积很小时才能近似地认为它们相等，即

$$A_D \approx f a_p \quad (\text{mm}^2)$$

切削刀具及其材料

在切削加工过程中，直接完成切削工作的是刀具。无论哪种刀具，一般都由切削部分和夹持部分组成。夹持部分是用来将刀具夹持在机床上的部分，要求它能保证刀具正确的工作位置，传递所需要的运动和动力，并且夹固可靠，装卸方便。切削部分是刀具上直接参加切削工作的部分。刀具切削性能的好坏，取决于刀具切削部分的几何参数、结构及材料。

1.2.1 切削刀具的结构

切削刀具的种类繁多, 形状各异, 但不管它们的结构多么复杂, 切削部分的结构要素和几何角度都有着许多共同的特征。各种多齿刀具, 就其一个刀齿而言, 都相当于一把车刀的刀头, 所以, 研究切削刀具时总是以车刀为基础, 如图 1-4 所示。

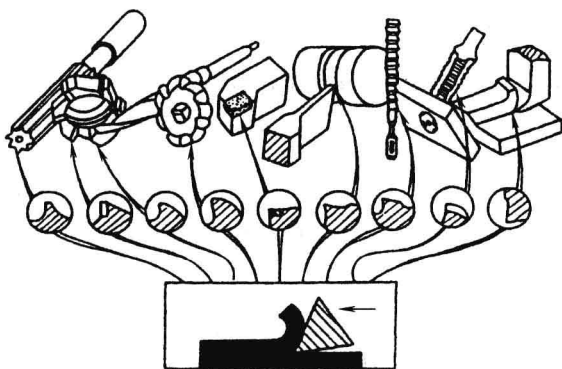


图 1-4 刀具的切削部分

1. 车刀切削部分的组成

车刀由工作部分和非工作部分构成, 车刀的工作部分即切削部分, 非工作部分就是车刀的柄部 (或刀杆)。

车刀切削部分由下列要素组成, 如图 1-5 所示。

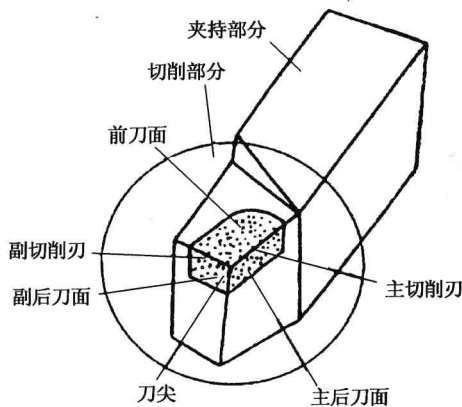


图 1-5 外圆车刀的切削部分

(1) 前刀面。刀具上切屑流过的表面。

(2) 后刀面。刀具上与工件切削中产生的表面相对的表面。同前刀面相交形成主切削刃的后刀面称主后刀面, 同前刀面相交形成副切削刃的后刀面称副后刀面。

(3) 切削刃。切削刃是指刀具前刀面上拟作切削用的刀刃, 它有主切削刃和副切削刃之分, 主切削刃是起始于切削刃上主偏角为零的点, 并至少有一段切削刃用来在工件上切出过渡表面的那个整段切削刃, 切削时主要的切削工作由它来负担。副切削刃是指切削刃上除主切削刃以

外的刃, 起始于主偏角为零的点, 但它向背离主切削刃的方向延伸。在切削过程中, 它也起一定的切削作用, 但不很明显。

(4) 刀尖。指主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃。实际刀具的刀尖并非绝对尖锐, 而是一小段曲线或直线, 分别称为修圆刀尖或倒角刀尖。

2. 车刀切削部分的主要角度

刀具要从工件上切除余量, 就必须使它的切削部分具有一定的切削角度。为定义、规定不同角度, 适应刀具在设计、制造及工作时的多种需要, 需选定适当组合的基准坐标平面作为参考系, 其中用于定义刀具设计、制造、刃磨和测量几何参数的参考系称为刀具静止参考系; 用于规定刀具进行切削加工时几何参数的参考系, 称为刀具工作参考系。工作参考系与静止参考系的区别在于用实际的合成运动方向取代假定主运动方向, 用实际的进给运动方向取代假定进给运动方向。

(1) 刀具静止参考系。它主要包括基面、切削平面、正交平面和假定工作平面等, 如图 1-6 所示。

基面: 过切削刃选定点, 垂直于该点假定主运动方向的平面, 以 P_r 表示。

主切削平面: 过切削刃选定点, 与切削刃相切, 并垂直于基面的平面, 以 P_s 表示。

正交平面: 过切削刃选定点, 并同时垂直于基面和切削平面的平面, 以 P_o 表示。

假定工作平面: 过切削刃选定点, 垂直于基面并平行于假定进给运动方向的平面, 以 P_i 表示。

(2) 车刀的主要角度。它是在车刀设计、制造、刃磨及测量时必须考虑的主要角度, 如图 1-7 所示。

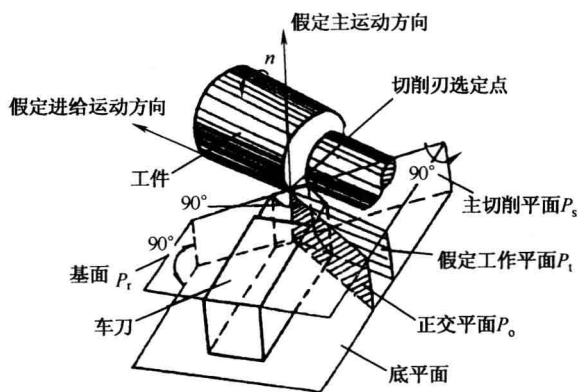


图 1-6 刀具静止参考系的平面

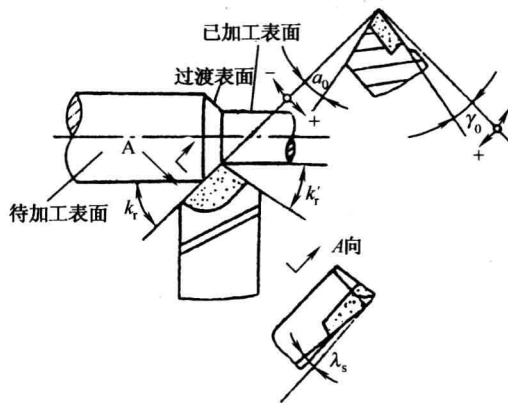


图 1-7 车刀的主要角度

① 主偏角 k_r : 它是在基面中测量的主切削平面与假定工作平面间的夹角。

② 副偏角 k'_r : 它是在基面中测量的副切削平面与假定工作平面间的夹角。

主偏角主要影响切削层截面的形状和参数, 影响切削分力的变化, 并和副偏角一起影响已加工表面的粗糙度; 副偏角还有减小副后刀面与已加工表面间摩擦的作用。

如图 1-8 所示, 当背吃刀量和进给量一定时, 主偏角越小, 切削层公称宽度越大而公称厚度越小, 即切下宽而薄的切屑。这时, 主切削刃单位长度上的载荷较小, 并且散热条件较好, 有利于刀具寿命的提高。

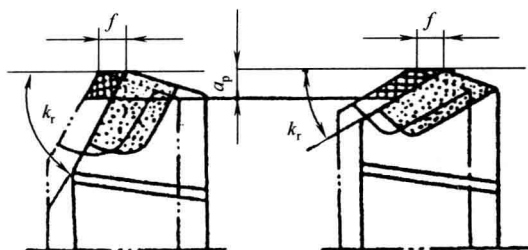
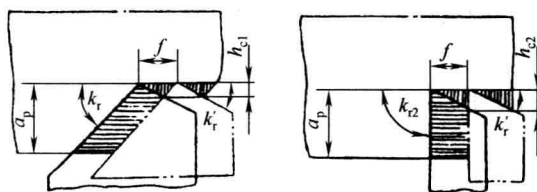
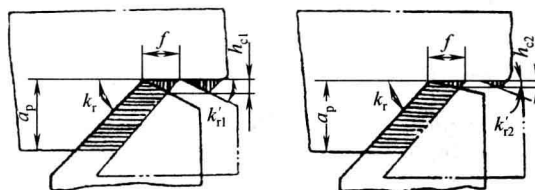


图 1-8 主偏角对切削层参数的影响

由图 1-9 可以看出, 当主偏角、副偏角小时, 已加工表面残留面积的高度 h_c 亦小, 因而可减小表面粗糙度的值, 并且刀尖强度和散热条件较好, 有利于提高刀具寿命。但是, 当主偏角减小时, 背向力将增大, 若加工刚度较差的工件 (如车细长轴), 则容易引起工件变形, 并可能产生振动。主偏角、副偏角应根据工件的刚度及加工要求选取合理的数值。一般车刀常用的主偏角有 45° 、 60° 、 75° 和 90° 等几种; 副偏角为 $5^\circ \sim 15^\circ$, 粗加工时取较大值。



(a) 主偏角对残留面积的影响



(b) 副偏角对残留面积的影响

图 1-9 主偏角、副偏角对残留面积的影响

③ 前角 γ_0 : 它是在正交平面中测量的前刀面与基面间的夹角。根据前刀面和基面相对位置的不同, 分别规定为正前角、零度前角和负前角, 如图 1-10 所示。

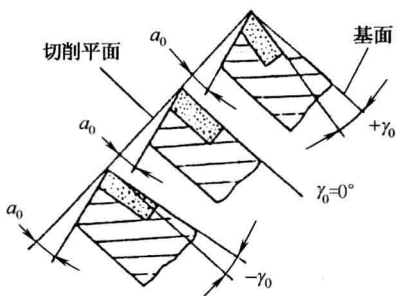


图 1-10 前角

当取较大的前角时,切削刃锋利,切削轻快,即切削层材料变形小,切削力也小。但当前角过大时,切削刃和刀头的强度、散热条件和受力状况变差,将使刀具磨损加快,刀具寿命降低,甚至崩刃损坏。若取较小的前角,虽切削刃和刀头较强固,散热条件和受力状况也较好,但切削刃不够锋利,对切削加工不利。

前角的大小常根据工件材料、刀具材料和加工性质来选择。当工件材料塑性大、强度和硬度低或刀具材料的强度和韧性好或精加工时,取大的前角,反之取较小的前角。例如,用硬质合金车刀切削结构钢件, γ_0 可取 $10^\circ \sim 20^\circ$;切削灰铸铁件, γ_0 可取 $5^\circ \sim 15^\circ$ 等。

④ 后角 α_0 : 它是在正交平面中测量的刀具后刀面与切削平面间的夹角。

后角的主要作用是减少刀具后刀面与工件表面间的摩擦,并配合前角改变切削刃的锋利与强度。后角只能是正值,后角大,摩擦小,切削刃锋利。但后角过大,将使切削刃变弱,散热条件变差,加速刀具磨损。反之,后角过小,虽切削刃强度增加,散热条件变好,但摩擦加剧。

后角的大小常根据加工的种类和性质来选择。例如,粗加工或工件材料较硬时,要求切削刃强固,后角取较小值, $\alpha_0=6^\circ \sim 8^\circ$ 。反之,对切削刃强度要求不高,主要希望减小摩擦和已加工表面的粗糙度,后角可取稍大的值, $\alpha_0=8^\circ \sim 12^\circ$ 。

⑤ 刃倾角 λ_s : 它是在主切削平面中测量的主切削刃与基面间的夹角。与前角类似,刃倾角也有正、负和零值之分,如图 1-11 所示。

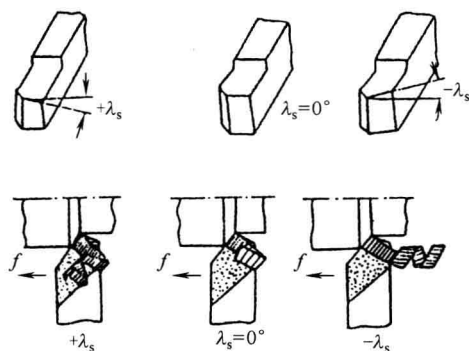


图 1-11 刃倾角及其对排屑方向的影响

刃倾角主要影响刀头的强度、切削分力和排屑方向。负的刃倾角可起到增强刀头的作用,但会使背向力增大,有可能引起振动,而且还会使切屑排向已加工表面,划伤和拉毛已加工表面。因此,粗加工时为了增强刀头, λ_s 常取负值;精加工时为了保护已加工表面, λ_s 常取正值或零;车刀的刃倾角一般在 $-5^\circ \sim +5^\circ$ 之间选取。有时为了提高刀具耐冲击的能力, λ_s 可取较大的负值。

(3) 刀具的工作角度。它是指在工作参考系中定义的刀具角度。刀具工作角度考虑了合成运动和刀具安装条件的影响。在一般情况下,进给运动对合成运动的影响可忽略。在正常安装条件下,如车刀刀尖与工件回转轴线等高、刀柄纵向轴线垂直于进给方向时,车刀的工作角度近似于静止参考系中的角度。但在切断、车螺纹及车非圆柱表面时,就要考虑进给运动的影响。

刀具安装位置对工作角度的影响如图 1-12 所示。车外圆时,若刀尖高于工件的回转轴线,则工作前角 $\gamma_{0e} > \gamma_0$,而工作后角 $\alpha_{0e} < \alpha_0$;反之,若刀尖低于工件的回转轴线,则 $\gamma_{0e} < \gamma_0$, $\alpha_{0e} > \alpha_0$ (镗孔时的情况正好与此相反)。当车刀刀柄的纵向轴线与进给方向不垂直时,将会引起主偏角和副偏角的变化,如图 1-13 所示。

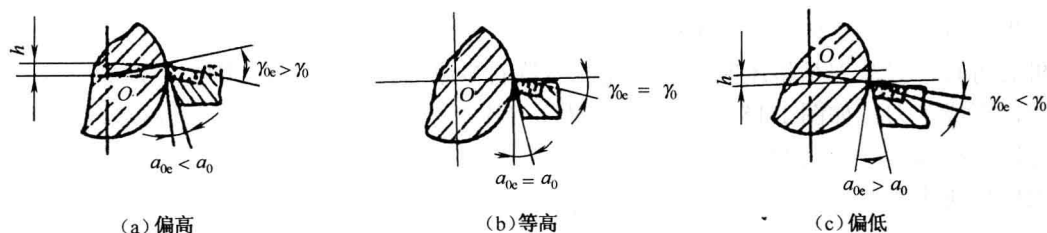


图 1-12 车刀安装高度对工作角的影响

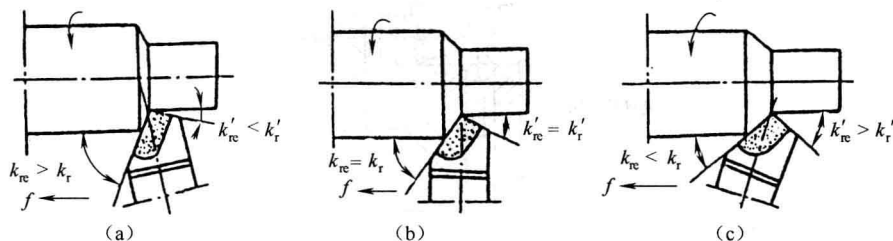


图 1-13 车刀安装偏斜对主偏角和副偏角的影响

3. 刀具结构

刀具的结构形式对刀具的切削性能、切削加工的生产效率和经济性有着重要的影响。下面以车刀为例说明刀具结构的特点。车刀的结构形式有整体式、焊接式、机夹重磨式、机夹可转位式等几种，如图 1-14 所示。

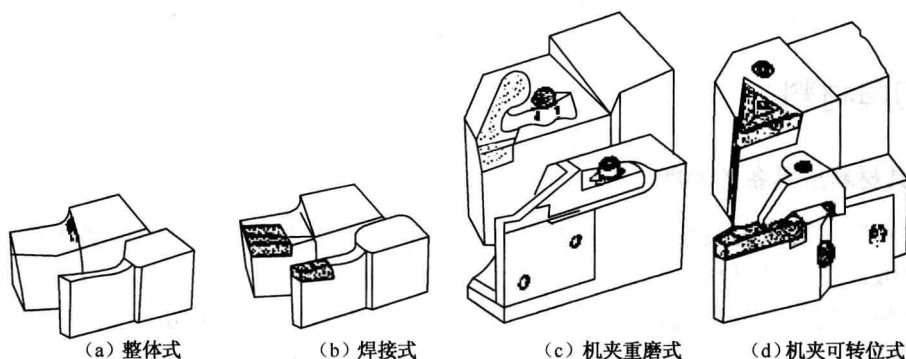


图 1-14 车刀的结构形式

早期使用的车刀多半是整体结构，切削部分与夹持部分材料相同，由于这种结构对贵重的刀具材料消耗较大，因此整体式车刀常用高速钢制造。焊接式车刀是将硬质合金刀片焊接在开有刀槽的刀杆上，然后刃磨使用。

焊接式车刀结构简单、紧凑、刚性好、灵活性大，可根据加工条件和加工要求磨出所需角度，应用十分普遍。但焊接式车刀的硬质合金刀片经过高温焊接和刃磨后，容易产生内应力和裂纹，使切削性能下降，对提高生产效率不利。

机夹重磨式车刀主要特点是刀片和刀杆是两个可拆开的独立元件，工作时靠夹紧元件把它们紧固在一起。车刀磨钝后，将刀片卸下刃磨，然后重新装上继续使用。这类车刀避免了焊接引起的缺陷，较焊接式车刀提高了刀具耐用度，提高了生产率，刀杆可重复使用，利用率较高，