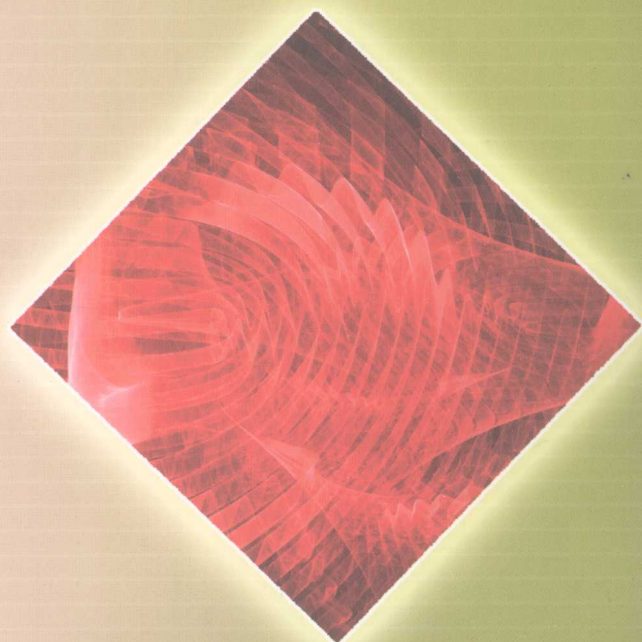




教育科学“十五”国家规划课题研究成果

机械制造技术基础

主 编 司乃钧 许小村



高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

机械制造技术基础

主 编	司乃钧	许小村
副主编	王亚萍	
参 编	舒 庆	时 雨
	胡景姝	敖晓春
审 阅	隋秀凜	

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部颁发的《工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》，结合目前教学改革基本指导思想和原则以及创新精神编写的。

本书包括金属切削加工基础知识、常用切削加工方法、典型表面加工、工艺过程设计、结构工艺性、特种加工与数控加工等内容，各章附有习题。

本书主要用于高等工科院校机械类、近机类专业的本科生教材，也可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/司乃钧，许小村主编. —北京：高等教育出版社，2009.1

ISBN 978 - 7 - 04 - 025856 - 1

I. 机… II. ①司…②许… III. 机械制造工艺 - 高等学校 - 教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 185116 号

策划编辑	卢 广	责任编辑	杜惠萍	封面设计	于 涛
责任绘图	尹 莉	版式设计	余 杨	责任校对	余 辉
责任印制	朱学忠				

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 煤炭工业出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 18
字 数 330 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 1 月第 1 版
印 次 2009 年 1 月第 1 次印刷
定 价 21.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25856-00

前 言

本书是根据教育部颁发的《工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》编写的。主要用于高等工科院校机械类、近机类专业的本科生教材，也可作为工程技术人员的参考用书。

编写本书的指導思想和原则是：

1. 本课程属于专业(技术)基础课，通过本课程的学习，使学生熟悉或掌握有关机械制造技术的基础知识、基础理论、基本技能和工程应用。
2. 本书体系完整、内容充实、结构合理，理论性和实用性并举，力求做到重点突出、内容少而精，使教材清晰、形象，易于讲授和自学。
3. 本书强调理论联系实际，注重强化能力和技术创新精神。
4. 本书名词、术语、牌号、型号及物理量等均采用最新国家标准。
5. 使用本书时，可根据专业特点、教学时数等具体情况，对其内容进行调整和增删。

本课程实践性很强，学习前应有一定感性知识，因此应在工程训练(或金工实习)后进行讲授。学生通过工程训练或金工实习，熟悉了各种主要切削加工方法的操作过程，所用设备、工具、夹具和量具的基本原理和大致结构，并对毛坯或零件加工工艺过程有了一定了解，在此基础上学习本书，才能达到本课程教学预期的目的和要求。

本书由哈尔滨理工大学司乃钧、许小村任主编，王亚萍任副主编，由隋秀凜教授审阅。参加编写的有司乃钧(绪论、第1章)、许小村(第2章、第5章、第6章)、舒庆(第3章)、时雨(第4章)、王亚萍(第7章、第8章)、胡景姝(第9章、第10章)、敖晓春(第11章)。

本书在编写过程中得到了有关院校、科研单位、工厂以及吕焯教授、田柏龄教授、金禧德教授、朱起凡教授的帮助和指导，他们并为本书的编写提供了有关资料，编者在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，编写时间短，书中不妥之处在所难免，恳请广大师生、读者批评指正。

编者

2008年6月于哈尔滨

目 录

绪论	1
第1章 金属切削加工基础知识	3
1.1 基本概念	3
1.2 切削过程	12
1.3 加工质量与检验	22
1.4 提高加工质量与生产率的途径	29
1.5 基准与装夹	39
1.6 生产过程与生产类型	41
1.7 金属切削机床的分类与型号的编制	46
习题	49
第2章 车削	54
2.1 车床	54
2.2 车刀与工件装夹	63
2.3 车削加工	66
习题	78
第3章 钻削与镗削	81
3.1 钻削加工	81
3.2 扩孔与铰孔	87
3.3 镗削加工	89
习题	93
第4章 刨削、插削与拉削	94
4.1 刨床与刨刀	94
4.2 刨削加工	96
4.3 插削	99
4.4 拉削	101

习题	104
第5章 铣削	106
5.1 铣床与铣刀	106
5.2 铣削过程	110
5.3 铣削加工	115
5.4 先进铣削工艺简介	120
习题	122
第6章 磨削与光整加工	124
6.1 磨床与砂轮	124
6.2 磨削加工	134
6.3 先进磨削工艺简介	141
6.4 光整加工	144
习题	150
第7章 齿轮齿形加工	152
7.1 概述	152
7.2 圆柱齿轮齿形加工	159
7.3 圆柱齿轮精整加工	165
7.4 齿形加工方案的选择	169
习题	172
第8章 机械加工工艺过程设计	174
8.1 定位基准的选择	174
8.2 机械加工工艺规程的制定	181
8.3 回转面加工方法综合分析	188
8.4 平面加工方法综合分析	199
习题	205
第9章 零件的结构工艺性	209
9.1 零件结构的切削加工工艺性	209
9.2 零部件结构的装配和维修工艺性	215
习题	218

第10章 特种加工技术	222
10.1 电火花加工	223
10.2 电解加工	227
10.3 电解磨削	228
10.4 超声波加工	230
10.5 激光加工	232
10.6 电子束加工	234
10.7 离子束加工	235
习题	236
第11章 现代机械制造技术	238
11.1 成组技术	240
11.2 工业机器人	246
11.3 数控加工技术	250
11.4 柔性制造技术	268
11.5 快速成形技术	273
习题	276
参考文献	278

结 论

随着国民经济的不断发展,各行各业都需要大量的机器、设备和交通运输工具等机械产品,这些产品都是由很多零件、部件装配而成的。要想装配出合格的产品,必须先加工出合格的零件。零件的加工方法很多,一般分为热加工和冷加工两大类。热加工包括铸造、锻造、焊接和热处理等。现代精密铸造、精密锻造和粉末冶金技术已能够使一些零件在热加工后,不需再用切削加工方法进行加工就可达到较高的质量。但是,目前它们的应用范围还不大,一般铸造、锻造、焊接只能得到形状、尺寸比较粗糙的成品或半成品。机械中的大部分零件,特别是质量要求高的零件,还需要经过切削加工。因此,正确地进行切削加工,对保证零件质量、提高生产率和降低成本有着重要意义。

金属切削加工是使用切削刀具或磨具从工件上切去多余的材料,以获得几何形状、尺寸精度和表面粗糙度等都符合要求的零件的加工方法。切削加工是工件处于再结晶温度下进行的加工,属于冷加工。金属切削加工分为钳工加工和机械切削加工两大类。

钳工一般是人工手持工具进行切削的加工方法。为减轻劳动强度和提高生产率,目前钳工中的某些工作已逐渐被机械切削加工所代替,同时钳工工作也逐渐向机械化方向发展。钳工的主要优点是操作灵活方便,适应性强,所用工具、设备简单,所以在装配、修理等部门仍经常使用,在生产中(特别是在单件小批生产中)仍占有一定的地位。

机械切削加工是利用机械力作为外力进行切削加工的方法。机械切削加工的方法很多,主要有车削、钻削、刨削、铣削、镗削、磨削和齿轮齿形加工等。在这些加工中所用的工艺技术和设备可分为常规的(传统的)和现代的两类。从目前我国经济实力和情况看,常规工艺技术和设备在我国的应用仍然要持续一个相当长的时期,它们在制造业中仍将发挥相当重要的作用。因此,在逐步引入新技术、新工艺和新设备的同时,要设法用好、改选好现有的常规设备,使其充分发挥作用。

此外,常规技术也是现代技术的基础。现代制造业中技术含量高的设备基本上都是由常规技术和新技术两部分构成的。从总体上看,现代设备并未脱离传统设备的基本结构和成形原理,主要是控制系统、传统技术和测量技术变化

较大。将常规技术与一种或多种新技术合理地进行组合,就可能构成另一种新技术。

“机械制造技术基础”是机械工程技术人員完成系统的工艺技术教育所必修的一门以工艺为主的综合性技术基础课。

本课程的教学目的和任务是使学生获得机械制造方法和工艺技术的基础知识,受到制造工艺实践的基本训练,为学习其他有关课程和将来从事生产技术工作准备好必要的基础。学完本课程后,应达到以下基本要求:

1. 掌握机械加工工艺的基础知识,主要加工方法的基本原理、特点和应用范围。
2. 熟悉制订机械加工工艺规程的基本知识。具有确定零件加工方法和制订典型零件机械加工工艺规程的初步能力。
3. 具有综合运用工艺知识,分析零件切削加工与装配结构工艺性的初步能力。
4. 建立产品质量与经济观念。
5. 了解与本课程有关的新技术、新工艺及其发展趋势。

实验是培养学生独立工作能力和获得一定实验技能的重要教学环节。学生必须在教师和实验员指导下自己动手做好实验,写出实验报告。

本课程的实践性、应用性和针对性都很强,为保证课程顺利进行,本课程应在金工实习后讲授。通过金工实习,在了解金属材料主要加工方法及其所用设备、附件、工具、刀具,并对主要切削加工工种具有一定基本操作技能的基础上进行课堂教学,将金工实习中所获得的比较零散的、片面的知识进行归纳、总结、拓宽、加深和应用,才能达到本课程预期的教学目的和要求。

在教学过程中应加强电化教学、现场教学和外厂参观,以扩展工艺知识面。课程中有些工艺知识,例如零件加工工艺规程的制订、结构工艺性等内容,尚需在有关后续课程和课程设计、毕业实习、毕业设计中反复练习、提高,才能较好地掌握和应用。

第 1 章

金属切削加工基础知识

金属切削加工的形式很多，但是在很多方面，例如切削时的运动、切削工具以及切削过程中的物理现象等，都有着共同的规律和现象。掌握这些规律和现象是学习各种切削加工方法的基础。同时，对于如何正确地进行切削加工，以保证零件质量、提高劳动生产率和降低生产成本，也有着重要意义。

1.1 基本概念

1.1.1 成形运动及切削要素

1. 零件表面的形成与成形运动

各种机械零件的形状虽然各异，但从几何成形的角度来看，它们基本上都是由圆柱面、圆锥面、平面和成形面等组成的。因此，只要能对这几种表面进行加工，就能完成几乎所有机械零件的加工。

圆柱面和圆锥面是以直线为母线，以圆为运动轨迹作旋转运动时所形成的表面；平面是以一条直线为母线，以另一条直线为运动轨迹作平移运动时所形成的表面；成形面是以曲线为母线，以圆为运动轨迹作旋转运动时，或以直线为运动轨迹作平移运动时所形成的表面。

要加工出以上这些表面，就要求刀具与工件之间必须有一定的相对运动，即成形运动。成形运动包括主运动和进给运动，如图 1.1 所示。

主运动是指直接切除工件上的切削层，形成已加工表面所需的最基本的运动。一般地说，主运动是成形运动中速度最高、消耗功率最大的运动，机床的主运动只有一个。

进给运动是指不断地把切削层投入切削的运动，以加工出完整表面所需的

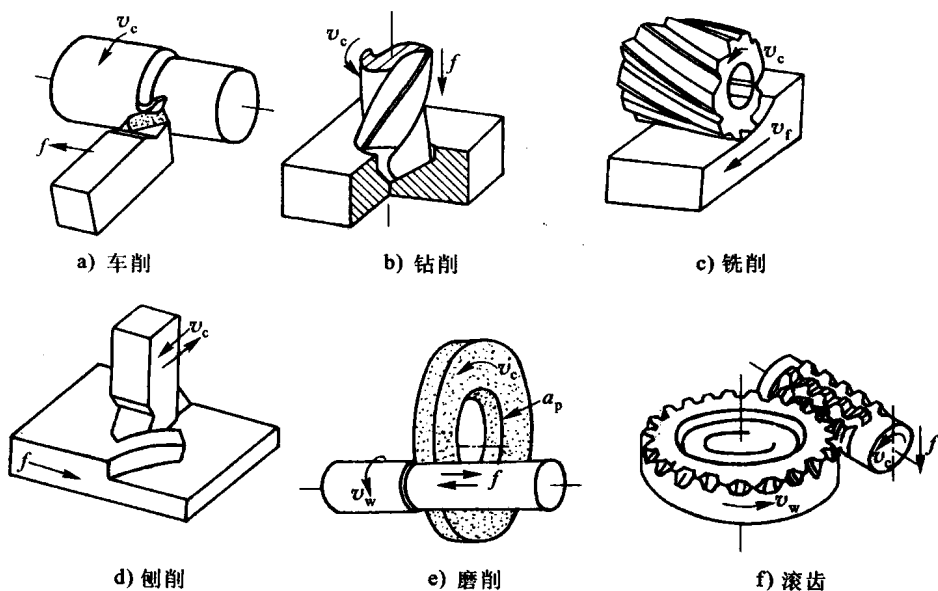


图 1.1 成形运动简图

运动。进给运动可能有一个或几个，通常运动速度较低，消耗功率较小。

主运动和进给运动可由工件或刀具完成，也可由工件和刀具共同完成。成形运动的形式有旋转的、平移的(直线运动)，有连续的、间歇的。

每次切削中，工件上形成三种表面(图 1.2)：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)；过渡表面或称加工表面(工件上由切削刃形成的那部分表面，它在下一切削行程中，刀具或工件

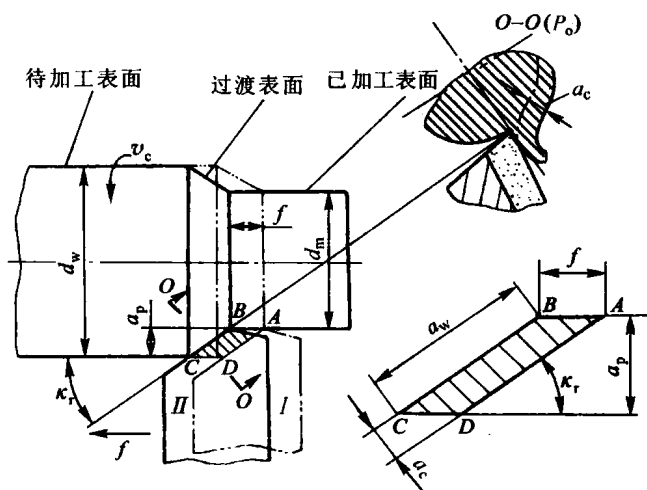


图 1.2 车削时的切削要素

的下一转里被切除,或由下一切削刃切除)。

2. 切削要素

(1) 切削用量要素 包括切削速度、进给量和切削深度三要素。

1) 切削速度 v_c 切削刃上选定点在主运动方向上相对于工件的瞬时速度,称为切削速度,即主运动速度,单位为 m/s 或 m/min 。

若主运动为旋转运动,切削速度为其最大的线速度,即

$$v_c = \frac{\pi d n}{1\,000 \times 60} \text{ m/s} \quad \text{或} \quad v_c = \frac{\pi d n}{1\,000} \text{ m/min}$$

式中: d ——待加工表面或刀具的最大直径, mm ;

n ——工件或刀具转数, r/min 。

若主运动为往复直线运动(例如刨削、插削),则以其平均速度作为切削速度,即

$$v_c = \frac{2 L n_r}{1\,000 \times 60} \text{ m/s} \quad \text{或} \quad v_c = \frac{2 L n_r}{1\,000} \text{ m/min}$$

式中: L ——刀具或工件作往复直线运动的行程长度, mm ;

n_r ——刀具或工件每分钟往复次数, dstr/min (双行程/分)。

2) 进给量 f 在进给运动方向上,刀具相对于工件的位移量,称为进给量,可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表述和度量。车削时, f 为工件每转一转车刀沿进给运动方向移动的距离(mm/r);刨削时, f 为刨刀(或工件)每往复一次工件(或刨刀)沿进给运动方向移动的距离(mm/dstr)。

3) 切削深度 a_p 每次走刀刀具切入工件的深度,称为切削深度,俗称吃刀量,单位为 mm 。背吃刀量 a_p 是指通过切削刃基点(一般是指主切削刃工作长度的中点),在垂直于工作平面^①的方向上测量的切削深度。车外圆时,背吃刀量等于待加工表面与已加工表面之间的垂直距离,单位为 mm ,即 $a_p = 1/2(d_w - d_m)$ (d_w ——待加工表面直径, d_m ——已加工表面直径)。

(2) 切削层尺寸要素 切削层是指刀具在切过工件的一个单程,或只产生一圈过渡表面的过程中所切除的工件材料层。通过切削刃基点并垂直于该点主运动方向的平面,称为切削层尺寸平面(图 1.2 中 $ABCD$ 截面)。各种切削加工的切削层参数可以用典型的外圆纵车为例来说明。如图 1.2 所示,车削中工件转过一转,车刀由位置 I 移动到位置 II 时,车刀所切下的金属层即为切削层。

1) 切削厚度 a_c 或 h_D 是指在切削层尺寸平面内,沿垂直于切削刃方向度量的切削层尺寸,单位为 mm 。如图 1.2 所示,车外圆时, $a_c = f \sin \kappa_r$, 单位为 mm (κ_r 是刀具主偏角)。

^① 工作平面是指通过切削刃选定点,并同时包含主运动方向和进给运动方向的平面。

2) 切削宽度 a_w 或 b_0 是指在切削层尺寸平面内, 沿切削刃方向度量的切削层尺寸, 单位为 mm, 它代表切削刃的工作长度。如图 1.2 所示, 车外圆时: $a_w = a_p / \sin \kappa_r$ 。

3) 切削面积 A_c 或 A_0 是指在给定瞬间, 切削层在切削层尺寸平面里的实际横截面积, 单位为 mm^2 , 它代表刀具所受载荷的大小, 由此可估算出切削力和切削功率。如图 1.2 所示, 车外圆时: $A_c = a_c a_w = a_p f$, 单位为 mm^2 。

1.1.2 刀具角度

切削刀具的种类很多, 形状多种多样, 但它们切削部分的结构要素和几何角度却存在着共性, 都可看作是以外圆车刀切削部分为基本形状的演变和组合。各种复杂刀具或多齿刀具, 就其一个刀齿而言, 都相当于一把外圆车刀的刀头。外圆车刀是最基本、最典型的切削刀具。因此, 研究切削刀具时, 总是以车刀为基础。

1. 车刀的组成

车刀由刀头和刀杆组成(图 1.3)。刀头担任切削, 又称切削部分。车刀切削部分由三个刀面(前刀面、主后刀面、副后刀面或称前面、主后面、副后面)、两个切削刃(主切削刃、副切削刃)和一个刀尖构成。

2. 辅助平面

为确定刀面和切削刃的空间位置, 首先要建立由基面、主切削平面和正交平面等三个互相垂直的辅助平面组成的刀具标注角度参考系(即正交平面参考系), 如图 1.4 所示。以此参考系为基准, 用角度值来反映各刀面和切削刃的空间位置。

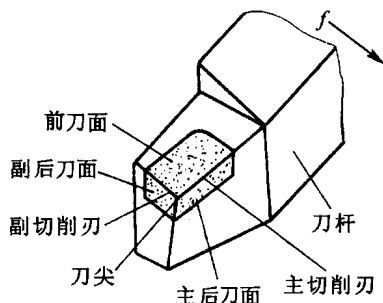


图 1.3 车刀的组成

(1) 基面 P_r 过切削刃上选定点 A , 垂直于假定主运动方向的平面, 称为基面, 用 P_r 表示。一般, 基面应平行或垂直于刀具上便于制造、刃磨和测量的某一安装定位平面或轴线。例如, 普通车刀、刨刀的基面平行于刀具底面; 钻头、铣刀和丝锥等旋转类刀具, 其基面是刀具的轴向剖面。

(2) 主切削平面 P_s 过主切削刃上选定点 A 与主切削刃相切(与工件过渡表面相切), 并垂直于基面的平面, 称为主切削平面, 用 P_s 表示。

(3) 副切削平面 P'_s 过副切削刃上选定点与副切削刃相切, 并垂直于基面的平面, 称为副切削平面, 用 P'_s 表示。

(4) 正交平面 P_o 过切削刃上选定点 A , 并同时垂直于基面和主切削平面的平面, 称为正交平面, 用 P_o 表示(俗称主剖面)。

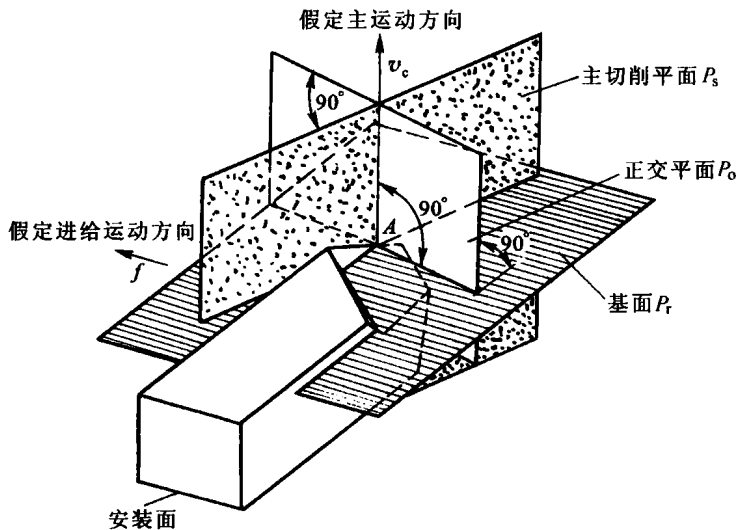


图 1.4 三个辅助平面的关系

3. 车刀的标注角度

标注角度是指在刀具图样上标注的角度，它是刀具制造、刃磨、测量时的依据。车刀的主要标注角度有以下五个，如图 1.5 所示。

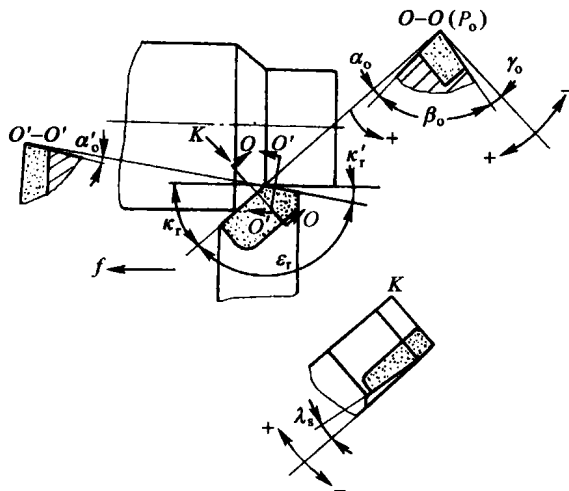


图 1.5 车刀的主要标注角度

(1) 前角 γ 。在正交平面中测量，是前刀面与基面之间的夹角。它表示前刀面的倾斜程度，根据前刀面与基面相对位置的不同，前角有正、负和零值之分。

(2) 主后角 α 。在正交平面中测量，是主后刀面与主切削平面之间的夹

角。它表示主后刀面的倾斜程度，主后角一般为正值。

(3) 主偏角 κ_r 在基面中测量，是主切削平面与假定工作平面^①之间的夹角，即主切削刃在基面上的投影与进给运动方向之间的夹角。主偏角一般为正值。

(4) 副偏角 κ'_r 在基面中测量，是副切削平面与假定工作平面之间的夹角，即副切削刃在基面上的投影与进给运动反方向之间的夹角。副偏角一般为正值。

(5) 刃倾角 λ_s 在主切削平面中测量，是主切削刃与基面之间的夹角。当主切削刃呈水平时， $\lambda_s = 0^\circ$ (图 1.6b)；刃尖为主切削刃上最低点时， λ_s 为负值 (图 1.6a)；刃尖为主切削刃上最高点时， λ_s 为正值 (图 1.6c)。

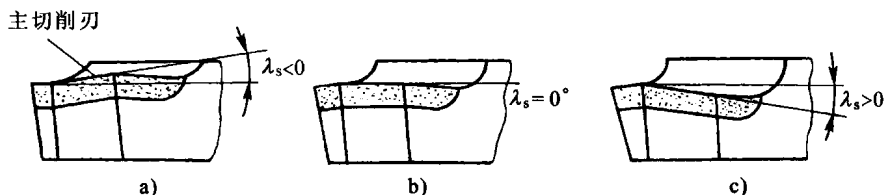


图 1.6 刃倾角的正与负

上述标注角度是在车刀刀尖与工件回转轴线等高、刀杆纵向轴线垂直于进给方向以及不考虑进给运动的影响等条件下确定的。实际切削时，由于刀具的装夹位置和进给运动的影响，确定标注角度的条件可能改变，辅助平面位置将发生变化，导致刀具实际切削时的角度值与标注角度值不同。以切削时实际辅助平面的位置所确定的刀具角度，称为工作角度或实际角度。

以上研究的是外圆车刀的角度。对于其他种类的刀具，就其切削部分而言，都可看成是由简单的车刀组成的。如图 1.7 所示，铣刀和扩孔钻的每个刀齿都相当于一把车刀。

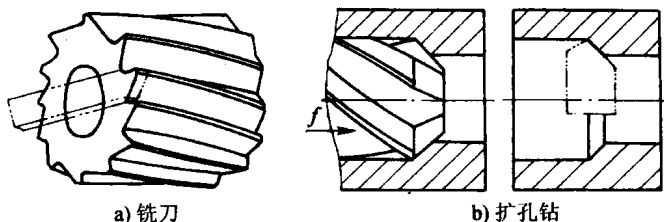


图 1.7 铣刀、扩孔钻切削部分的形状

^① 假定工作平面是指通过切削刃选定点，并垂直于基面的平面。一般，其方位要平行于假定的进给运动方向。

1.1.3 刀具材料的选用

1. 对刀具切削部分材料的基本要求

切削部分的材料在切削时要承受高压、高温、摩擦、冲击和振动，因此应具备以下性能：

(1) 高的硬度 刀具材料的硬度必须高于工件材料的硬度，刀具材料的室温硬度，一般要求在 60 HRC 以上。

(2) 高的耐磨性 耐磨性高，抗磨损能力强。一般刀具材料硬度越高，耐磨性越好。

(3) 高的热硬性 即在高温下仍能保持较高硬度的性能。一般用热硬性温度表示，热硬性温度是指能保持刀具切削性能所允许的最高温度。热硬性温度越高，刀具材料所允许的切削温度越高。

(4) 足够的强度和韧性 是为了承受切削力的反力、冲击和振动，以防刀具脆性断裂和崩刃。

(5) 较好的工艺性 为便于制造刀具，其材料应具有较好的工艺性，如锻造性、焊接性、切削加工性和热处理性等。

2. 常用刀具材料的性能与应用

(1) 碳素工具钢 淬火后硬度为 61 ~ 65 HRC，热硬性差，在 200 ~ 250 ℃ 时即失去原有硬度，淬火后易变形和开裂。常用作低速 ($v_c < 8$ m/min)、简单的手工工具，如锉刀、刮刀、用手锯条等。常用牌号为 T10A、T12A 等。

(2) 合金工具钢 淬火后硬度为 60 ~ 65 HRC，热硬性温度为 300 ~ 350 ℃，热处理变形小、淬透性好。用以制造丝锥、板牙、铰刀等形状较为复杂、切削速度不高的刀具 ($v_c < 10$ m/min)。常用牌号有 CrWMn、9SiCr 等。

(3) 高速工具钢 又称锋钢、白钢。淬火后硬度为 62 ~ 67 HRC，热硬性温度为 550 ~ 600 ℃，抗弯强度和韧性较高，易磨出锋利的刀刃，热处理变形小。常用于制造形状复杂的刀具，如钻头、铣刀、拉刀、齿轮刀具等，允许的切削速度一般为 $v_c < 30$ m/min。常用牌号有 W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2。

(4) 硬质合金 硬度为 89 ~ 93 HRA (相当于 74 ~ 82 HRC)，热硬性温度为 850 ~ 1 000 ℃，允许的切削速度为 100 ~ 300 m/min。但其抗弯强度和韧性比高速工具钢低，工艺性也不如高速工具钢。硬质合金一般制成各种形式的刀片，焊接或夹固在刀体上使用，很少制成整体刀具。

国际标准化组织 (ISO) 把切削加工用硬质合金按其切屑排出形式和加工对象的范围分为三个主要类别，分别以字母 P、M、K 表示 (见表 1.1)。

P——适于加工长切屑的钢铁材料，以蓝色作标志。

M——适于加工长切屑或短切屑的钢铁材料以及有色金属，以黄色作

标志。

K——适于加工短切屑的钢铁材料、有色金属及非金属材料，以红色作标志。

根据被加工材质及适应的加工条件的不同，进一步将各类硬质合金按用途进行分组，其代号由在主要类别代号后加一组阿拉伯数字组成，如 P01、M10、K20、……每一类别中，数字越大，耐磨性越低（切削速度要低），而韧性越高（进给量可大）。

根据实际需要，在相邻的两个用途分组代号之间，可以插入一个中间代号，以中间数字表示。如 P10 和 P20 之间插入 P15，K20 和 K30 之间插入 K25 等，但不得多于一个。

在特殊情况下，P01 类的分组代号可以再细分，其代号是在分组代号后面加一位阿拉伯数字，并以一小数点隔开，如 P01.1、P01.2、……以便在这一用途小组作精加工时，能区别出不同程度的耐磨性或韧性。切削用硬质合金用途分组代号与硬质合金牌号的对照见表 1.1。

表 1.1 切削加工用硬质合金的应用范围

牌号	代号	被加工材料	适应的加工条件
YT30	P01	钢、铸钢	高切削速度、小切屑截面、无振动条件下的精车、精镗
YT15	P10	钢、铸钢	高切削速度、中等或小切屑截面条件下的车削、仿形车削、车螺纹和铣削
YT14	P20	钢、铸钢、长切屑可锻铸铁	中等切削速度和中等切屑截面条件下的车削、仿形车削和铣削，小切屑截面的刨削
YT5	P30	钢、铸钢、长切屑可锻铸铁	中或低等切削速度、中等或大切屑截面条件下的车削、铣削、刨削和不利条件下的加工
	P40	钢、含砂眼和气孔的铸钢件	低切削速度、大切削角、大切屑截面，以及不利条件下的车削、刨削、切槽和自动机床上的加工
	P50	钢、含砂眼和气孔的中、低强度钢铸件	用于要求硬质合金有较高韧性的工序：在低切削速度、大切削角、大切屑截面及不利条件下的车削、刨削、切槽和自动机床上加工
YW1	M10	钢、铸钢、锰钢、灰铸铁和合金铸铁	中或高切削速度、小或中等切屑截面条件下的车削