

机械制造技术

张念淮 王彦林 主编
潘卫彬 主审



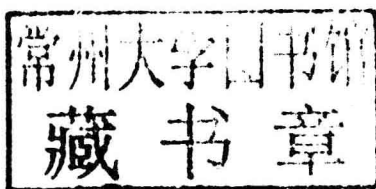
JIXIE ZHIZAO JISHU



全国高职高专院校机电类专业规划教材
教育部高职高专自动化技术类专业教学
指导委员会推荐教材

机械制造技术

主 编 张念淮 王彦林
副主编 杨汉嵩 牛瑞利 利 歌 陈未峰
参 编 楚 钊 索小娟 陈光伟 栗永非
主 审 潘卫彬



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书为教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会推荐教材。全书内容共分为七个单元,包括金属的切削原理、金属切削加工方法与设备、机床夹具及其设计、机械加工工艺规程的制订、典型零件的加工、机械加工质量分析与控制、机械装配工艺。全书以说明常规制造技术为主体,注重学生在掌握概念与原理的同时,强化技术的应用,以适应专业教学改革的要求。

本书适合作为高等职业技术学院机械制造、模具设计与制造、机电一体化等机械类专业的教学用书,也可作为相关专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/张念淮,王彦林主编. —北京:
中国铁道出版社, 2012. 2

教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会推
荐教材. 全国高职高专院校机电类专业规划教材

ISBN 978-7-113-13935-3

I. ①机… II. ①张… ②王… III. ①机械制造工艺
—高等教育—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第005626号

书 名: 机械制造技术
作 者: 张念淮 王彦林 主编

策 划: 秦绪好 读者热线: 400-668-0820
责任编辑: 何红艳
编辑助理: 赵文婕
封面设计: 付 巍
封面制作: 白 雪
责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

版 次: 2012年2月第1版 2012年2月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.25 字数: 468千

印 数: 1~3 000册

书 号: ISBN 978-7-113-13935-3

定 价: 35.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)63549504

本教材面向高职高专机电类专业课程,系统、全面地体现高职高专教学改革、教材建设的要求,以学生就业所需的专业知识和操作技能作为着眼点,在适度的基础知识与理论体系覆盖下,突出高职高专院校教学的实用性和可操作性,同时强化实训和案例教学,通过实际训练加深对理论知识的理解。教材注重实践性、基础性、科学性和先进性,突破传统课程体系模式,尝试将多方面的知识融会贯通,既注重知识层次的递进,又在具体内容上突出生产实际知识的运用能力,使其做到“教师易教,学生乐学,技能实用”。

本教材将“金属切削机床”、“金属切削原理与刀具”、“机床夹具设计”、“机械制造工艺学”四门课程有机地结合在一起,突出了机械制造专业以应用能力为主的职业技术特性,并以机械制造的基本理论为基础,以加工方法为主线,介绍各种加工方法及相应的工艺装备;以质量控制为出发点,介绍工艺规程设计理论及加工质量控制方法;以典型零件加工的综合分析为落脚点,增强知识与技术的综合运用。

本教材在内容的取舍及深度的把握上,尽量避免理论过深、专业性过强以及与实际应用关系不大等方面的内容,着重加强了实用性内容,以适应高职高专教育教学改革的需要。

本书由郑州铁路职业技术学院张念淮、河南工业大学王彦林担任主编,黄河科技学院杨汉嵩、郑州华信学院牛瑞利、郑州轻工职业学院利歌、中山市技师学院陈未峰担任副主编。其中单元一由河南工业大学王彦林编写;单元二由郑州铁路职业技术学院张念淮编写;单元三由黄河科技学院杨汉嵩编写;单元四中的 4.1~4.6 由郑州华信学院牛瑞利编写;单元四中的 4.7~4.10、单元五中的 5.1 由新乡职业技术学院栗永非编写;单元五中的 5.2~5.4 由郑州轻工职业学院利歌编写;单元六中的 6.1 由郑州铁路职业技术学院索小娟编写;单元六中的 6.2~6.3、单元六中的 6.4~6.5 由郑州铁路职业技术学院陈光伟编写;单元七由郑州铁路职业技术学院楚钊编写。

全书由郑州铁路职业技术学院潘卫彬主审,对全书的教学体系及内容提出了许多宝贵意见,使本书更为严谨,在此深表感谢。

在本书的编写过程中,得到了许多专家和同行的热情支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不妥或疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2011年11月

目
录

目 录

CONTENTS

绪 论	1
单元一 金属的切削原理	3
1.1 金属的切削运动分析	3
1.2 金属切削刀具的几何角度	9
1.3 金属切削刀具的材料	14
1.4 金属切削过程	17
1.5 切削液的合理选用	29
1.6 刀具几何参数与切削用量的合理选择	32
思考及练习题	38
单元二 金属切削加工方法与设备	39
2.1 机床的型号编制	40
2.2 车削加工	43
2.3 铣削加工	71
2.4 钻削、铰削与镗削加工	80
2.5 磨削加工	94
2.6 圆柱齿轮加工	106
2.7 刨削与拉削加工	120
思考及练习题	126
单元三 机床夹具及其设计	127
3.1 工件的定位	127
3.2 工件的夹紧	139
3.3 典型机床夹具	149
3.4 专用夹具设计	164
思考及练习题	172
单元四 机械加工工艺规程的制订	174
4.1 机械加工工艺规程	175
4.2 机械加工工艺规程的制定	178
4.3 零件的工艺分析	184
4.4 毛坯的选择	186
4.5 定位基准的选择	189
4.6 工艺路线的拟定	193
4.7 加工余量的确定	199

4.8 工序尺寸及公差确定.....	202
4.9 机械加工生产率和技术经济分析.....	208
4.10 制定机械加工工艺规程实例	211
思考及练习题.....	215
单元五 典型零件的加工.....	217
5.1 轴类零件加工	217
5.2 套筒类零件加工	225
5.3 箱体类零件加工	236
5.4 圆柱齿轮加工	242
思考及练习题.....	250
单元六 机械加工质量分析与控制	252
6.1 机械加工精度	252
6.2 机械加工表面质量	267
6.3 影响加工表面粗糙度的因素及改善措施	271
思考及练习题.....	278
单元七 机械装配工艺	280
7.1 装配的精度	280
7.2 装配的方法	283
7.3 装配尺寸链的计算	285
7.4 装配工艺规程的制订	295
思考及练习题.....	297
参考文献	300

绪论

1. 机械制造技术的作用与发展

机械制造业是国民经济最重要的部门之一,担负着向国民经济的各个部门提供机械设备的任务,是一个国家经济实力和科学技术发展水平的重要标志,因而世界各国均把发展机械制造业作为振兴和发展国民经济的战略重点之一。

在我国,机械制造业特别是装备制造业处于制造业的中心地位,是国民经济持续发展的基础,是工业化、现代化建设的发动机和动力源,是参与国际竞争取胜的法宝,是技术进步的主要舞台,是提高人均收入的财源,是国际安全的保障,是发展现代文明的物质基础。

随着科学技术的发展,现代工业对机械制造技术提出了越来越高的要求,同时也推动了机械制造技术不断地向前发展,并给予机械制造技术许多新的技术和新的概念,使机械制造技术向智能化、柔性化、网络化、精密化、绿色化和全球化方向发展成为趋势。

当前,面临激烈市场竞争的机械制造业,要想增强企业的竞争力,企业制造的产品必须做到:设计、制造周期短,产品更新快;产品质量高且价格低廉;及时交货、并提供良好的售后服务。

为此,可将 21 世纪的机械制造技术发展的总趋势归纳为以下几方面:

(1) 柔性化。柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)是一种高自动化程度的制造系统。

(2) 高精度化。在科学技术发展的今天,产品精度的要求越来越高,精密加工和超精密加工已成必然。加工设备采用的是高精度的、通用可调的数控专用机床,夹具是高精度的、可调的组合夹具,以及高精度的刀具、量具。

(3) 高速度化。高速度切削可极大地提高加工效率,降低能源消耗,从而降低生产成本,但高速度切削必须要求加工设备、刀具材料、刀具涂层、刀具结构等方面技术的进步来配合。

(4) 绿色化。减少机械加工对环境的污染,是国民经济可持续发展的需要,也是机械制造业面临的课题。目前,在数控机床上装有全防护装置,可防止冷却液和切屑飞溅,并具有回收冷却液和排屑的装置,在一些先进的数控机床上,采用了新型冷却技术(低温空气、负压抽吸等),通过对废液、废气、废油的再回收利用等方面减少对环境的影响。

目前,我国机械制造业还远落后于世界工业发达国家,我国制造业的工业增加值仅为美国的 22.14%,日本的 35.34%。我国目前的科技仍处于较低水平,对附加值高和技术含量大的产品的生产能力不足,需大量进口,同时缺乏能够支持结构调整和产业升级的技术能力。传统的机械制造技术与国际先进水平相比,差距在 15 年左右。因此,从事机械制造的技术人员应该不断地进行知识更新、拓宽技能和掌握高新技术,勇于实践,为我国机

械制造业更好的发展奠定基础。

2. 本课程的性质、内容和任务

机械产品的制造包括零件的加工和装配,零件加工是在机床、刀具、夹具和工件(被加工好前的零件称之为工件)本身相互共同作用下完成,因此机械制造技术涉及机床、刀具、夹具方面的知识,即包括传统的机械类专业课程“金属切削机床”、“金属切削原理与刀具”、“机床夹具设计”、“机械制造工艺学”这四大支柱。本课程综合考虑上述四门课程的知识内容,以机械制造的基本理论为基础,以加工方法为主线,介绍各种加工方法及相应的工艺装备,同时以质量控制为出发点,介绍工艺规程设计理论、加工质量控制方法,并以典型零件加工的综合分析为落脚点,增强知识与技术的综合运用。

通过本课程学习,要求学生掌握机械制造常用的加工方法、加工原理和制造工艺,熟悉各种加工设备及装备,初步具有分析、解决机械加工质量问题的能力及制定机械加工工艺规程和设计简单工艺装备的能力。

3. 本课程的特点及学习方法

在注重教学内容实践性、综合性的同时加强灵活性是本课程的一大特点,学生要重视实践环节的学习。金工实习、课程实验和课程设计都可以很好地辅助学习本课程,而且有利于帮助学生将理论知识转化为技术应用。机械制造中的生产实际问题往往会因为生产的产品不同、批量的不同、具体生产条件的不同而千差万别,因此,学习时要特别注意灵活地运用所学的知识,根据具体情况来处理问题。切记不要死记硬背、生搬硬套。

单元一

金属的切削原理



学习目标

- 了解切削过程中的各种物理现象、材料切削加工性的概念和切削液的作用；
- 理解切削运动和切削用量的概念和刀具角度标注的概念；
- 掌握刀具工作角度的计算方法、常用刀具材料的性能特点和改善材料切削加工性的方法；
- 会根据加工条件正确选用刀具材料、种类及几何参数并能正确选择切削液和切削用量。



问题引入

图 1-0 所示为不同种类的刀具，采用不同的切削用量，加工不同的材料所得到的不同类型的切屑。其最终加工工件的加工精度、表面质量和切削效率也不相同。这其中的变化有什么规律？应如何利用这些规律，保证加工精度和表面质量，提高切削效益，降低生产成本？

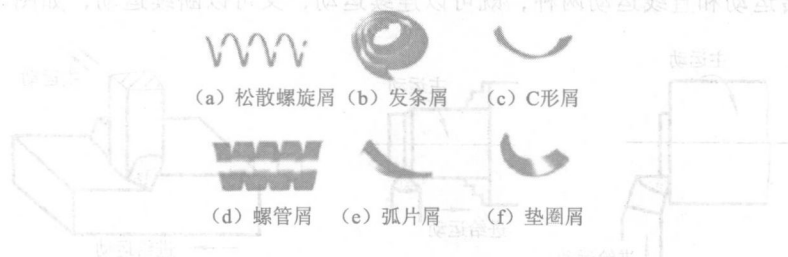


图 1-0 切屑形态特征造型

1.1 金属的切削运动分析

金属切削加工是利用金属切削刀具，在工件上切除多余金属的一种机械加工方法。与其他的金属加工方法相比，金属切削加工具有以下特点：

- (1) 可获得较复杂的工件形状；
- (2) 可获得较小的表面粗糙度值；
- (3) 可获得较高的尺寸精度、表面几何形状精度和位置精度。

因此，金属切削加工常作为零件的最终加工方法。

1. 切削运动

在金属切削加工过程中，用刀具切除工件材料，刀具和工件之间必须要有一定的相对运动，这种相对运动称为切削运动。例如，外圆车削时，工件做旋转运动，刀具做连续纵向直

线进给运动,形成了工件的外圆柱表面,如图 1-1 所示。



图 1-1 车削时的切削运动

依其作用的不同,切削运动可分为主运动与进给运动。

1) 主运动

主运动是切除多余材料使之成为切屑所需要的最基本运动。通常主运动速度最高,消耗功率最多。机床的主运动一般只有一个,可以由刀具完成,也可以由工件完成,其形式有旋转运动和直线往复运动两种,如图 1-2 所示。

2) 进给运动

进给运动是使刀具连续切下金属层所需要的运动,通常它的速度较低,消耗功率较少,可有一个或多个进给运动。根据刀具相对于工件被加工表面运动方向的不同,可分为纵向进给运动、横向进给运动、径向进给运动、切向进给运动、轴向进给运动和圆周进给运动等。其形式有旋转运动和直线运动两种,既可以连续运动,又可以断续运动,如图 1-2 所示。

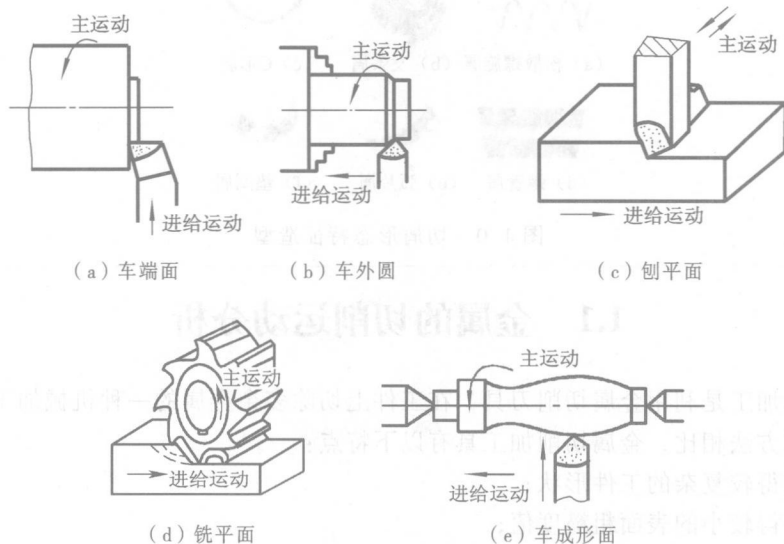


图 1-2 各种切削加工的切削运动

3) 主运动和进给运动的合成切削运动

当主运动和进给运动同时进行,如车削时,刀具上切削刃某一点相对于工件的合成运动称为合成切削运动,可用合成速度向量 v_c 表示(见图 1-3)。它等于主运动速度 v_c 与进给速度 v_f 的向量和,即

$$v_e = v_c + v_f \quad (1-1)$$

显然，沿切削刃各点的合成速度向量并不相等。

4) 切削表面

在整个切削过程中，工件上有三个表面（见图 1-4）：

- (1) 待加工表面：即将被切去金属层的表面。
- (2) 过渡表面：切削刀正在切削的表面。
- (3) 已加工表面：切削后形成的新表面。

这些定义也适用于图 1-2 所示的其他切削运动。

为完成工件的加工，还需要一些辅助运动，如刀具的切入、退出运动，工件的夹紧与松开，开车、停车、变速和换向动作。

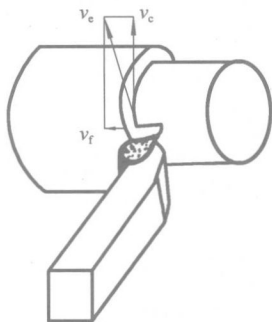


图 1-3 车削时的合成速度向量

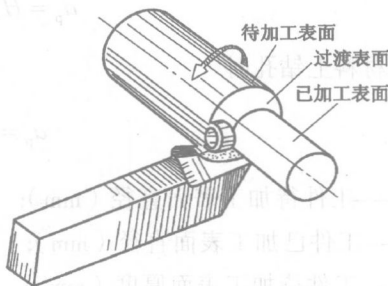


图 1-4 工件表面

2. 切削用量

在切削加工过程中，需要针对不同的工件材料、刀具材料和其他技术经济要求来选定适宜的切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 。切削速度、进给量和背吃刀量通常称为切削用量三要素。

1) 切削速度 v_c

切削速度 v_c 是主运动的线速度，主运动为旋转运动时，切削刃上选定点相对于工件的瞬时线速度即为切削速度，单位为 m/min 。车削时切削速度

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (1-2)$$

式中 d ——工件或刀具直径 (mm)；

n ——工件或刀具转速 (r/min)。

若主运动为直线运动，则切削速度为刀具相对工件的直线运动速度。

2) 进给速度 v_f 、进给量 f 和每齿进给量 f_z

进给速度 v_f 是切削刃上选定点相对于工件的进给运动的瞬时速度，单位为 m/min 。进给量是进给运动的单位量，即进给运动的大小可用进给量 f 表示。进给量 f 是指在主运动的一个循环内，刀具在进给运动方向上相对工件的位移量，可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表述和度量。如主运动为旋转运动时，进给量 f 为工件或刀具旋转一周，两者沿进给方向移动的相对距离 (mm/r)；主运动为直线往复运动时，进给量 f 为每一往复行程，刀具

相对工件沿进给方向移动的距离 (mm/行程); 对于铣刀、铰刀、拉刀等多齿刀具, 在每转或每往复行程中每个刀齿相对于工件在进给运动方向上的移动距离, 称为每齿进给量 f_z 单位为 mm/z。进给速度、进给量、每齿进给量三者关系

$$v_f = f n = n z f_z \quad (1-3)$$

3) 背吃刀量 a_p

背吃刀量 a_p 是垂直于进给运动方向测量的切削层横截面尺寸即工件上待加工表面和已加工表面之间的垂直距离, 单位为 mm。

主运动为旋转运动时

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

主运动为直线运动时

$$a_p = H_w - H_m \quad (1-5)$$

在实体材料上钻孔时

$$a_p = \frac{1}{2} d_m \quad (1-6)$$

式中 d_w ——工件待加工表面直径 (mm);

d_m ——工件已加工表面直径 (mm);

H_w ——工件待加工表面厚度 (mm);

H_m ——工件已加工表面厚度 (mm)。

各种切削加工的切削用量如图 1-5 所示。

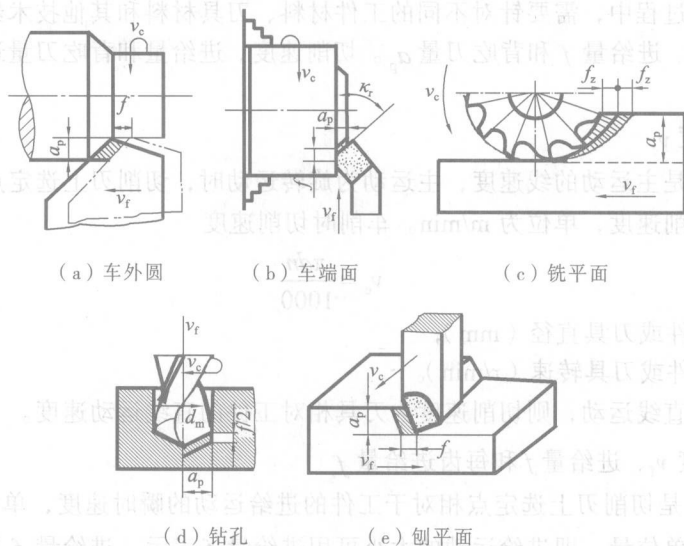


图 1-5 各种切削加工的切削用量

4) 合成运动速度 v_c

合成运动速度 v_c 是指在主运动与进给运动同时进行的情况下, 切削刃上任一点的实际切

削速度，其运算公式如式（1-1）所示。

3. 切削层参数

切削过程中，刀具切削刃在一次进给（走刀）中，从工件待加工表面上切下的金属层称为切削层。图 1-6 所示为外圆车削时，工件旋转一转，车刀从位置 I 移到位置 II，所切下 I 与 II 之间的金属层为切削层。切削层参数共有三个，通常在垂直于切削速度的平面内测量。

1) 切削厚度 h_D

切削厚度是指过切削刃上选定点，在与该点主运动方向垂直的平面内，垂直于过渡表面度量的切削层尺寸，单位为 mm。由图 1-6 所示参数可以看出，切削层公称厚度为刀具或工件每移动一个进给量 f 以后，主切削刃相邻两位置间的垂直距离。 h_D 的大小反映了切削刃单位长度上的工作负荷

$$h_D = f \sin \kappa_r \quad (1-7)$$

2) 切削宽度 b_D

切削宽度 b_D 是指过切削刃上选定点，在与该点主运动方向垂直的平面内，平行于过渡表面度量的切削层尺寸，单位为 mm。同样由图 1-6 所示参数可以看出，切削层公称宽度为沿刀具主切削刃量得的待加工表面至已加工表面之间的距离，即主切削刃与工件的接触长度

$$b_D = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \quad (1-8)$$

切削宽度 b_D 的大小反映了切削刃参加切削的长度， a_p 越大， b_D 越宽。

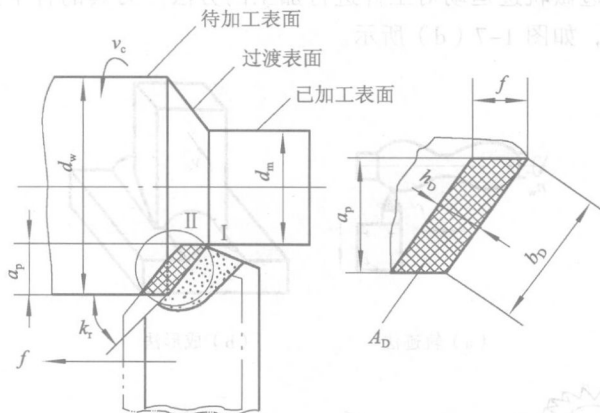


图 1-6 切削层参数

3) 切削面积 A_D

切削面积 A_D 是指在切削层尺寸平面里度量的横截面积，单位为 mm^2 。可按下式计算

$$A_D \approx a_p f \approx b_D h_D \quad (1-9)$$

由上述公式和图 1-6 所示参数可知，切削厚度、切削宽度与刀具的主偏角、刀具刀尖圆

弧半径有关。在切削加工中,切削参数的选择对工件的加工质量、生产率和切削过程有着重要的影响。

4. 切削方式

由前面分析可知,形成工件表面形状是由母线沿轨迹线运动而成,在机械加工中,可通过刀具和工件做相对运动来获得,由于所用刀具刀刃形状和采取的加工方法不同,可将其归纳为如下四种方法:

1) 轨迹法

利用刀具与工件的相对运动轨迹来加工的方法。使用该方法加工时,刀刃与被加工表面为点接触。当该点按给定的规律运动时,便形成了所需的发生线,如图 1-7 (a) 所示。采用轨迹法形成发生线需要一个成形运动。成形运动的精度决定工件的形状精度。

2) 成形法

利用成形刀具加工工件的方法。使用该方法加工时,刀刃与工件表面之间为线接触,刀刃的形状与形成工件表面的一条发生线完全相同,另一条发生线则由刀具与工件的相对运动来实现,如图 1-7 (b) 所示。此时工件的形状精度取决于刀刃的形状精度和成形运动精度。

3) 展成法

利用刀具与工件做展成运动所形成的包络面进行加工的方法。主要用于齿轮的加工,使用该方法加工时,刀刃与工件表面之间为线接触,但刀刃形状不同于齿形表面形状,如图 1-7 (c) 所示。

4) 相切法

利用刀具边旋转边做轨迹运动对工件进行加工的方法。刀具的各个刀刃的运动轨迹共同形成了曲面的发生线,如图 1-7 (d) 所示。

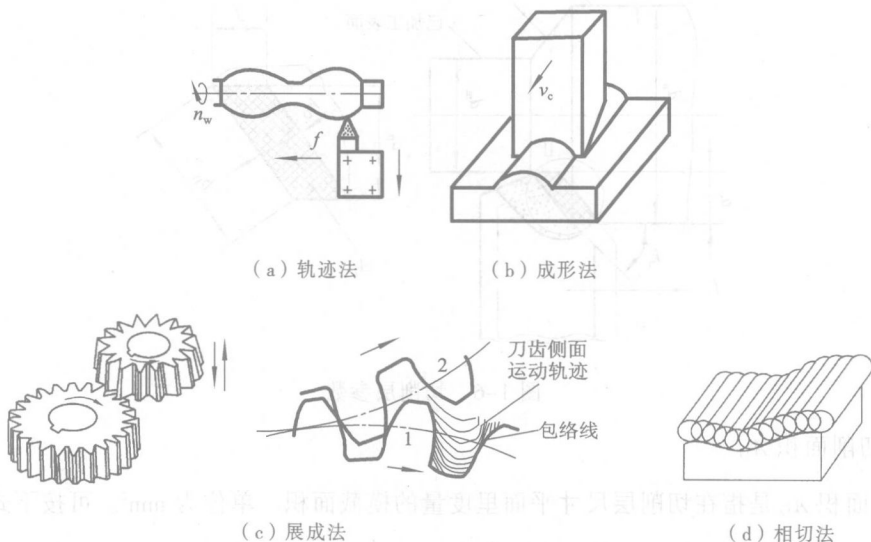


图 1-7 获得工件表面的切削方式

1.2 金属切削刀具的几何角度

金属切削加工的刀具种类繁多, 尽管有的刀具的结构相差很大, 但刀具切削部分却具有相同的几何特征。其中较典型、较简单的是车刀, 其他刀具的切削部分可以看做是以车刀为基本形态演变而来的刀具, 常见刀具切削部分的形状如图 1-8 所示。

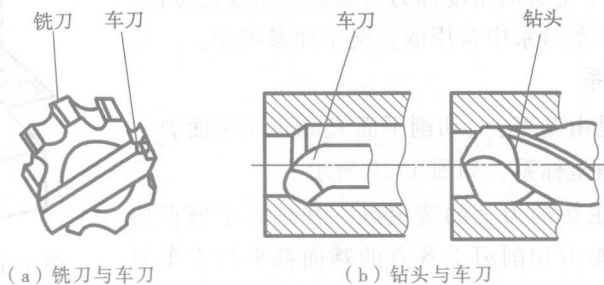


图 1-8 常见刀具切削部分的形状

1. 刀具切削部分的组成

切削刀具的种类很多, 形状各异, 但其切削部分所起的作用都是相同的, 都能简化成外圆车刀的基本形态。下面以普通外圆车刀为例说明刀具切削部分的几何参数。

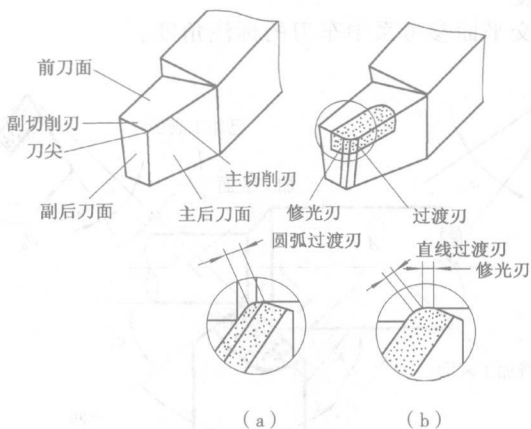


图 1-9 车刀的组成部分和各部分名称

图 1-9 所示为外圆车刀结构。车刀由刀头和刀杆组成。刀杆用于夹持刀具, 又称夹持部分; 刀头用于切削, 又称切削部分。切削部分由三个面、两条切削刃和一个刀尖组成。

- (1) 前刀面 A_f : 是切削过程中切屑流出所经过的刀具表面。
- (2) 主后刀面 A_a : 是切削过程中与工件上过渡表面相对的刀具表面。
- (3) 副后刀面 A'_a : 是切削过程中与工件上已加工表面相对的刀具表面。
- (4) 主切削刃 S : 是前刀面与后刀面的交线。其担负主要的切削工作。
- (5) 副切削刃 S' : 是前刀面与副后刀面的交线。其配合主切削刃完成切削工作。

刀尖是主切削刃和副切削刃的交点。为了改善刀尖的切削性能, 常将刀尖磨成直线或圆弧过渡刃。

不同类型的刀具, 其刀面、切削刃的数量不完全相同。

2. 刀具静止角度的标注

刀具要从工件上切除材料,就必须具有一定的切削角度。切削角度决定了刀具切削部分各表面之间的相对位置。定义刀具的几何角度需要建立参考系。在刀具设计、制造、刃磨和测量时用于定义刀具几何参数的参考系称为标注角度参考系或静止参考系。在此参考系中定义的角度称为刀具静止角度的标注。下面主要介绍刀具静止参考系中常用的正交平面参考系。

1) 正交平面参考系

正交平面参考系是由基面 P_r 、切削平面 P_s 和正交平面 P_o 三个平面组成的空间直角坐标系,如图 1-10 所示。

(1) 基面 P_r : 过主切削刃上的选定点,并垂直于该点切削速度方向的平面。车刀切削刃上各点的基面都平行于车刀的安装面(底面)。安装面是刀具制造、刃磨和测量时的定位基准面。

(2) 切削平面 P_s : 通过主切削刃选定点,与主切削刃相切,并垂直于该点基面的平面。

(3) 正交平面 P_o : 通过主切削刃选定点,并同时垂直于基面和切削平面的平面。

2) 刀具的标注角度

图 1-11 所示为正交平面参考系中车刀的标注角度。

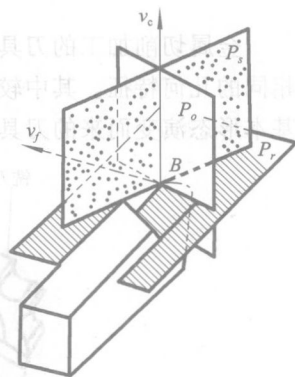


图 1-10 正交平面参考系

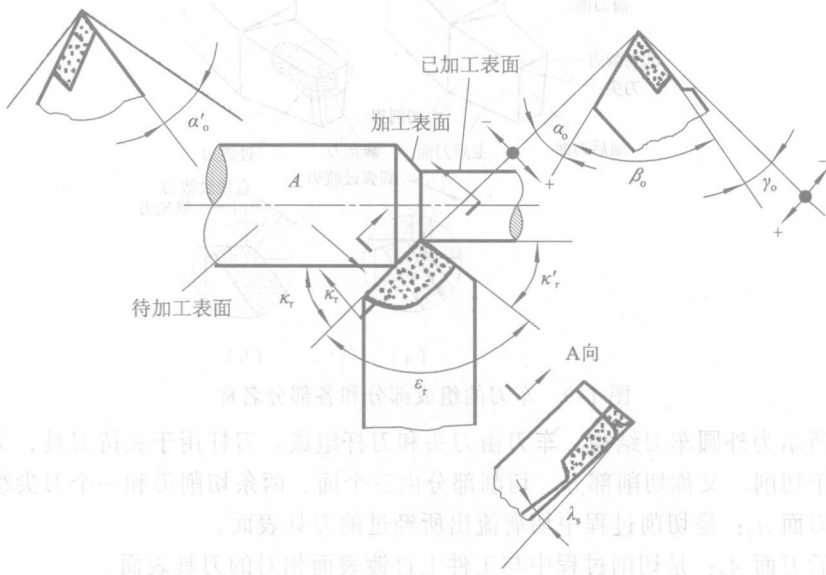


图 1-11 正交平面参考系标注角度

(1) 前角 γ_o : 在正交平面内测量的前刀面与基面之间的夹角。根据前刀面与基面相对位置的不同,前角又可分为正前角、零前角和负前角。当前刀面与切削平面夹角小于 90° 时,前角为正;大于 90° 时,前角为负,如图 1-12 所示。

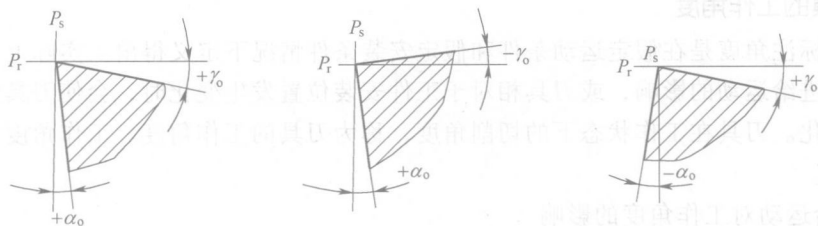


图 1-12 前、后角的正、负规定

(2) 后角 α_0 : 在正交平面内测量的后刀面与切削平面之间的夹角。刀尖位于后刀面最前点时, 后角为正; 刀尖位于后刀面最后点时, 后角为负。后角的主要作用是减小后刀面与过渡表面之间的摩擦。

(3) 楔角 β_0 : 在正交平面内测量的前刀面与后刀面之间的夹角, 是派生角度。前角、后角和楔角三者之间的关系

$$\beta_0 + \gamma_0 + \alpha_0 = 90^\circ \quad (1-10)$$

(4) 主偏角 κ_r : 在基面内测量的主切削刃在基面上的投影与进给运动方向间的夹角。

(5) 副偏角 κ'_r : 在基面内测量的副切削刃在基面上的投影与假定进给反方向之间的夹角。副偏角主要影响已加工表面的粗糙度。粗加工时副偏角取得较大些, 精加工时取小些。

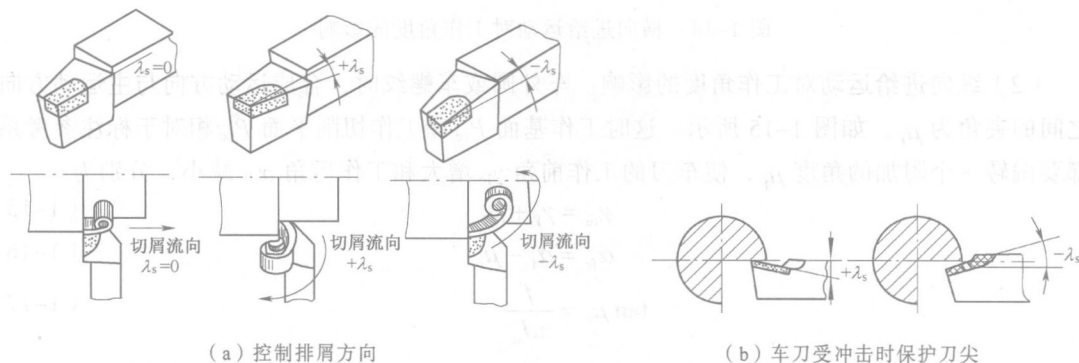
(6) 刀尖角 ε_r : 在基面内测量的主切削平面与副切削平面间的夹角, 是派生角度。

主偏角、副偏角和刀尖角三者之间的关系

$$\kappa_r + \kappa'_r + \varepsilon_r = 180^\circ \quad (1-11)$$

(7) 刃倾角 λ_s : 在切削平面内测量的主切削刃与基面之间的夹角。切削刃与基面平行时, 刃倾角为零; 刀尖位于刀刃最高点时, 刃倾角为正; 刀尖位于刀刃最低点时, 刃倾角为负, 如图 1-13 (a) 所示。

刃倾角 λ_s 主要影响刀头的强度和切屑流动的方向。粗加工时为了增加刀头强度, λ_s 常取负值; 精加工时为了防止切屑划伤已加工表面, λ_s 常取正值或零值。负的刃倾角还可在车刀受冲击时起到保护刀尖的作用, 如图 1-13 (b) 所示。



(a) 控制排屑方向

(b) 车刀受冲击时保护刀尖

图 1-13 刃倾角

(8) 副后角 α'_0 : 参照主切削刃的研究方法, 在副切削刃上同样可以定义副正交平面和副切削平面。在副正交平面内标注的角度有副后角 α'_0 , 即副后刀面与副切削平面之间的夹角。