

普通高等教育机械类专业教材

JIXIE ZHIZAO
GONGCHENGXUE

机械制造工程学

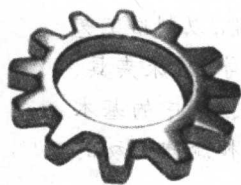


主编 孟令启 郑艳萍 李延民



郑州大学出版社

普通高等教育机械类专业教材

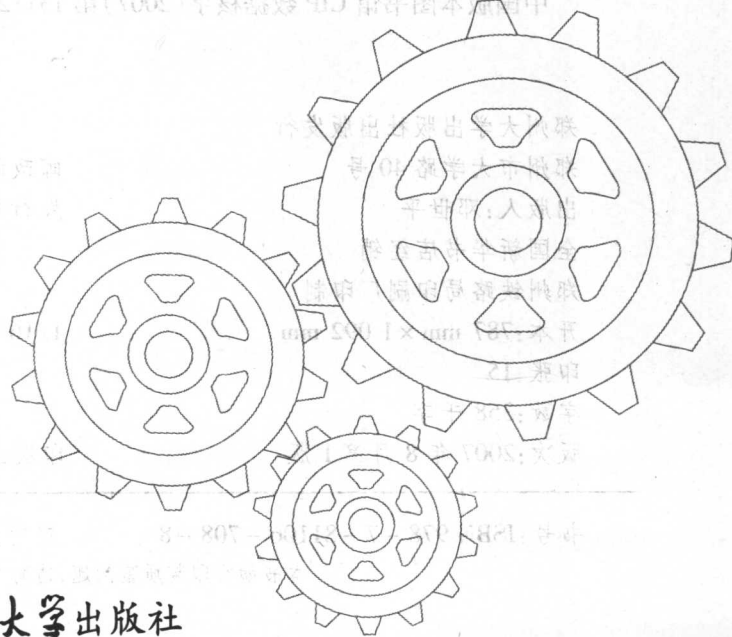


JIXIE ZHIZAO
GONGCHENGXUE

机械制造工程学



主编 孟令启 郑艳萍 李延民



 郑州大学出版社

内 容 提 要

本书注重理论与工程实际相结合,以金属切削理论为理论基础,以制造工艺为核心内容,将金属切削原理、金属切削机床概论、机械制造工艺学、机床夹具、流体控制原理和先进制造技术有机地融合在一起,着重介绍制造技术中的基本原理、基本知识和基本方法。同时还反映了当前的先进制造技术和流体传动的发展趋势。

本书可作为普通高校机械工程及自动化专业主干技术基础课程教材,也适用于近机类专业、管理类专业,并可作为独立学院、成人教育学院、职工大学等相关专业的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程学/孟令启,郑艳萍,李延民主编. —郑州:郑州大学出版社, 2007. 8

ISBN 978 - 7 - 81106 - 708 - 8

I. 机… II. ①孟…②郑…③李… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 131124 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:邓世平

全国新华书店经销

郑州铁路局印刷厂印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:15

字数:358 千字

版次:2007 年 8 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371 - 66966070

1/16

印次:2007 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978 - 7 - 81106 - 708 - 8

定价:26.00 元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

前 言

近年来,随着机械制造工业的迅速发展,我国机械制造工程技术水平得到显著提高。与此同时,国内的科研人员对机械制造工程技术进行了深入的研究。机械制造工程技术的发展是一个国家经济持续增长的根本动力,先进的制造技术可使制造业乃至国民经济处于有利的竞争地位。随着现代科学技术的迅猛发展,特别是由于微电子技术、电子计算机技术的迅猛发展,机械制造工业的面貌和内容都发生了极为深刻的变革,制造技术由数控化走向柔性化、集成化、智能化。

为适应新时期、新世纪技术和经济竞争的需要,以现代制造的前沿性、综合性、交叉性和适用性为原则,我们组织力量编写了《机械制造工程学》这本书,力争在教材上注重国内外新成果、新技术的采用,对我国制造业优先发展的关键技术作重点介绍,注重学科之间的交叉融合,较系统地阐明机械制造工程的各项关键技术的内涵、特征和前沿发展方向。机械制造工程学科的基本任务就是用现代化科学技术改造和武装自己,广泛应用基础科学、现代技术的新成果来充实、完善和发展机械工程学科体系,不断解决现代高新技术和机械工业对机械工程学科提出的新课题,使机械工程学科全面实现科学化、现代化、系统化。

机械制造工程学是机械工程、机电工程、管理工程、材料工程、动力工程类专业重要的专业基础课,它主要是研究各种机械制造过程和方法的科学。本课程以机械制造工艺为核心内容,在传统机械制造技术的基础上,吸收了机械、电子、信息、材料等方面的新成果,并综合应用于制造的全过程。以实现优质、高效、低消耗、无污染的先进制造工程技术。

本书可作为普通高校机械工程及自动化专业主干技术基础课程教材,也适用于宽口径专业,如机电一体化、工业设计、模具设计制造、材料成形与控制工程;近机类专业,如仪器仪表、能源动力专业;管理类专业,如工业工程、物流、工业管理。本书可作为以上各专业本专科学生学习的专业基础课程教材(学时为50~65),并可作为独立学院、成人教育学院、职工大学等相关专业的教学用书,也可供从事机械制造专业的工程技术人员及相关专业的高等院校师生阅读参考。

全书共分14章,具体写作分工如下:郑艳萍编写绪论,第1章、第9~12章;孟令启编写第2~7章;李延民编写第8、13、14章。徐如松、王海龙、马金亮参与了部分工作。

编 者

2007年5月

目 录

0	绪论	(1)
0.1	机械制造业在国民经济中的地位与作用	(1)
0.2	课程的特点、研究的主要内容和学习方法	(2)
1	金属切削过程的基础知识	(3)
1.1	基本定义	(3)
1.2	刀具材料	(8)
2	金属切削过程的基本规律及其应用	(10)
2.1	金属切削过程的基本规律	(10)
2.2	切屑的类型及控制	(15)
2.3	切削力	(16)
2.4	切削热和切削温度	(19)
2.5	刀具磨损和刀具寿命	(21)
2.6	刀具几何参数和切削用量的合理选择	(24)
2.7	磨削原理	(26)
3	金属切削机床与刀具	(31)
3.1	金属机床的分类、型号与主要技术参数	(31)
3.2	工件表面成形方法与机床运动分析	(33)
3.3	车床与车刀	(35)
3.4	孔加工机床与刀具	(43)
3.5	齿轮加工	(51)
3.6	铣床与铣刀	(53)
4	机械加工工艺规程的制定	(59)
4.1	概述	(59)
4.2	零件制造的工艺过程	(60)
4.3	工艺规程的作用及设计步骤	(62)
4.4	定位基准的选择	(65)
4.5	工艺路线的拟定	(68)
4.6	加工余量的确定	(72)
4.7	尺寸链	(75)
4.8	工序尺寸的确定	(78)

4.9	时间定额及经济分析	(80)
5	机床夹具设计原理	(83)
5.1	机床夹具概述	(83)
5.2	工件在夹具中的定位	(84)
5.3	工件在夹具中的夹紧	(88)
5.4	工件的装夹与定位	(91)
5.5	机床夹具的基本要求和设计步骤	(93)
6	机械加工精度	(95)
6.1	机械加工精度的基本概念	(95)
6.2	影响机械加工精度的因素	(95)
6.3	加工误差的统计分析	(108)
7	机械加工表面质量	(110)
7.1	机械加工后的表面质量	(110)
7.2	机械加工后的表面粗糙度	(112)
7.3	机械加工后的表面层的物理机械性能	(113)
7.4	控制加工表面质量的工艺途径	(115)
7.5	机械加工过程中的振动问题	(116)
8	机器装配工艺	(120)
8.1	机器装配问题概述	(120)
8.2	保证装配精度的4种装配方法	(123)
8.3	装配工艺规程的制订	(126)
8.4	机械产品设计的工艺性评价	(127)
9	非传统加工方法——特种加工	(132)
9.1	电火花加工	(132)
9.2	电解加工	(133)
9.3	激光加工	(134)
9.4	超声波加工	(134)
10	微型机械制造技术	(136)
10.1	引言	(136)
10.2	微型机械设计技术	(137)
10.3	微型机械加工技术	(140)
10.4	微型机械装配和封装技术	(146)
10.5	微型机械的测试技术	(152)
11	绿色制造技术	(154)
11.1	引言	(154)
11.2	绿色设计	(155)
11.3	绿色制造工艺	(159)
11.4	绿色包装	(164)

12	虚拟制造与网络制造技术	(170)
12.1	虚拟制造技术	(170)
12.2	网络制造技术	(177)
13	液压与气动伺服系统	(183)
13.1	液压伺服系统概述	(183)
13.2	液压伺服系统的控制元件	(186)
13.3	电液伺服阀	(192)
13.4	液压伺服系统应用举例	(201)
13.5	气动伺服系统	(206)
14	流体技术的发展动向和展望	(209)
14.1	液压技术的地位	(209)
14.2	主机发展动向及其液压技术发展趋势	(211)
14.3	液压技术发展动向和展望	(215)
14.4	气动技术发展的趋势	(224)
	参考文献	(230)

0 绪 论

0.1 机械制造工业在国民经济中的地位与作用

0.1.1 制造业与制造技术

0.1.1.1 制造业

制造业为人类创造着辉煌的物质文明。

据统计,2005 年 20 个工业化国家制造业所创造的财富占国民生产总值(GDP)的比例平均为 22.15%,其中,美国 68%的财富来源于制造业,日本国民总产值的 49%是由制造业提供的。中国的制造业在工业总产值中也占有 40%的比例。

0.1.1.2 制造技术

制造技术是使原材料变成产品的技术总称,是国民经济得以发展,也是制造业本身赖以生存的关键基础技术。先进的制造技术使一个国家的制造业乃至国民经济处于有竞争力的地位。

0.1.1.3 制造系统

制造系统是指覆盖全部产品生命周期的制造活动所形成的系统,即设计、制造、装配、市场乃至回收的全过程。

在这一全过程中,所存在的物质流(主要指由原材料到产品的有形物质的流动)、信息流(主要指生产活动的设计、规划、调度与控制)及资金流(包括了成本管理、利润规划及费用流动等)构成了整个制造系统。

0.1.1.4 我国制造技术与制造业

新中国成立以来,我国的制造技术与制造业得到了长足的发展,一个自立的机械工业体系基本形成。改革开放 20 多年以来,开放与引进在一定程度上促进了我国制造业的发展及制造技术的提高。但与工业发达国家相比,我们还存在着十分明显的差距。

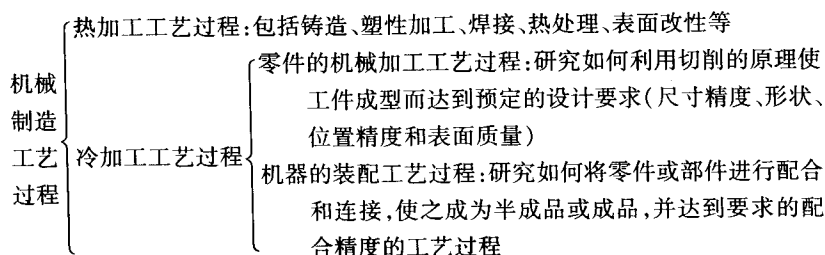
如果定义出口额与进口额之比为竞争力,工业发达国家机械产品名义竞争力一般为 1,我国 2000 年为 0.466,2003 年为 0.376,2005 年为 0.28。

0.1.2 机械制造学科的范畴、研究内容及特点

机械工程科学是一门有着悠久历史的学科,是国家建设和社会发展的支柱学科之一。

机械制造(冷加工)是机械工程的一个分支学科,是一门研究各种机械制造过程和方法的科学。

机械制造工艺过程是指改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使之成为成品或半成品的过程。机械制造工艺过程的具体分类概括如下:



0.2 课程的特点、研究的主要内容和学习方法

0.2.1 课程的特点

机械制造工程学是机械设计制造及其自动化专业及相关专业的一门重要的专业基础课程。课程设置的目的是为学生在制造技术方面奠定最基本的知识和技能基础。

该课程是一门实践性很强的课程,须有相应的实践性教学环节与之配合。

0.2.2 本课程的主要学习要求

(1)掌握金属切削的基本理论,具有根据加工条件合理选择刀具种类、刀具材料、刀具几何参数、切削用量及切削液的能力。

(2)熟悉各种机床的用途、工艺范围,具有通用机床传动链分析与调整的能力。

(3)掌握机械制造工艺的基本理论,具备制订机械加工工艺规程和装配工艺规程的能力,学会分析机械加工过程中产生误差的原因,并能针对具体工艺问题提出相应的改善措施。

(4)对机械制造技术的新发展有一定的了解。

0.2.3 本课程的学习方法

结合实践环节,按照生产环节的要求理解、学习理论知识。

“优质、高产、低成本”是指导机械制造技术工作的基本原则。机械制造人员的任务就是要在给定的生产条件下,按照预定的供货日期要求,最经济地制造出具有规定质量要求的机器。学习过程中以此为主线联系各部分内容。

1 金属切削过程的基础知识

1.1 基本定义

1.1.1 切削加工的基本概念

1.1.1.1 切削运动与切削中的工件表面

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,该相对运动由主运动和进给运动组成。

主运动是使刀具和工件产生主要相对运动以进行切削的运动(其速度称为切削速度 v_c)。

进给运动是使切削能持续进行以形成所需工件表面的运动(其速度称为进给速度 v_f)。

主运动和进给运动合成后的运动,称为合成切削运动(合成切削速度 v_e),如图 1.1 所示。

在切削过程中,工件上有以下三个变化着的表面:

待加工表面:工件上即将被切除的表面。

已加工表面:切去材料后形成的新的工件表面。

过渡表面:加工时主切削刃正在切削的表面,它处于已加工表面和待加工表面之间。

1.1.1.2 切削用量

切削用量是指切削速度 v_c 、进给量 f (或进给速度 v_f)和背吃刀量 a_p 。三者又称为切削用量三要素。

(1) 切削速度 v_c (m/s 或 m/min) 切削刃相对于工件的主运动速度称为切削速度。

计算切削速度时,应选取刀刃上速度最高的点进行计算。主运动为旋转运动时,切削速度由下式确定:

$$v_c = \frac{\pi d n}{1\,000} \quad (1.1)$$

式中 d ——工件(或刀具)的最大直径(mm);

n ——工件(或刀具)的转速(r/s 或 r/min)。

(2) 进给量 f 工件或刀具转一周(或每往复一次),两者在进给运动方向上的相对位

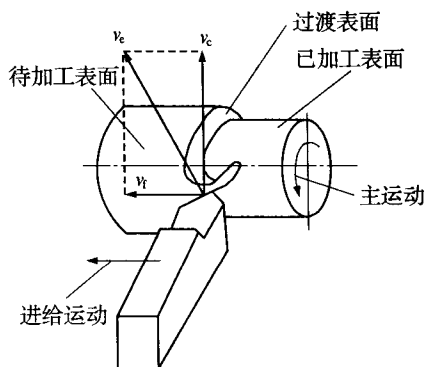


图 1.1 切削运动的组成

移量称为进给量,其单位是 mm/r (或 mm/双行程)。对于铣刀、铰刀、拉刀等多齿刀具,还规定每刀齿进给量 f_z ,单位是 mm/z 。进给速度、进给量和每齿进给量之间的关系为

$$v_f = n f = n z f_z \quad (1.2)$$

(3)背吃刀量 a_p (mm) 刀具切削刃与工件的接触长度在同时垂直于主运动和进给运动的方向上的投影值称为背吃刀量。外圆车削的背吃刀量就是工件已加工表面和待加工表面间的垂直距离:

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1.3)$$

式中 d_w ——工件上待加工表面直径(mm);

d_m ——工件上已加工表面直径(mm)。

1.1.1.3 切削层参数

切削刃在一次走刀中从工件上切下的一层材料称为切削层。切削层的截面尺寸参数称为切削层参数(图 1.2)。切削层参数通常在与主运动方向相垂直的平面内观察和度量。

(1)切削层公称厚度 h_D 垂直于过渡表面度量的切削层尺寸称为切削层公称厚度 h_D (以下简称为切削厚度)。

车外圆时,如车刀主切削刃为直线,

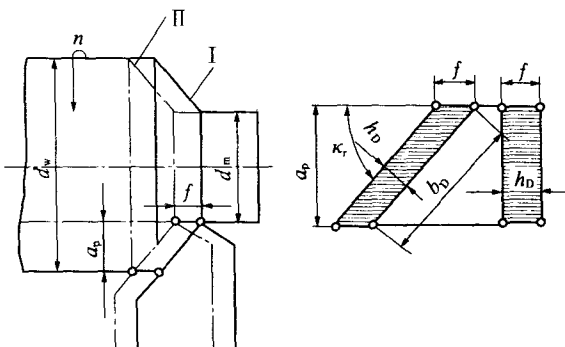


图 1.2 切削层参数

$$h_D = f \sin \kappa_r \quad (1.4)$$

(2)切削层公称宽度 b_D 沿过渡表面度量的切削层尺寸称为切削层公称宽度 b_D (以下简称为切削宽度)。

如车刀主切削刃为直线,

$$b_D = a_p / (\sin \kappa_r) \quad (1.5)$$

(3)切削层公称横截面积 A_D 切削层在切削层尺寸度量平面内的横截面积称为切削层公称横截面积 A_D (以下简称为切削面积)。

对于车削:

$$A_D = h_D b_D = f a_p \quad (1.6)$$

1.1.2 刀具切削部分的基本定义

下面以外圆车刀为例,给出刀具几何参数方面的有关定义。

1.1.2.1 刀具切削部分的构造

刀具上承担切削工作的部分称为刀具的切削部分(图 1.3),包括:

- (1)前刀面 A_γ 前刀面是指切屑沿其流出的刀具表面。
- (2)主后刀面 A_α 主后刀面是指与工件上过渡表面相对的刀具表面。
- (3)副后刀面 A'_α 副后刀面是指与工件上已加工表面相对的刀具表面。

(4)主切削刃 S 主切削刃是指前刀面与主后刀面的交线,它承担主要切削工作,也称为主刀刃。

(5)副切削刃 S' 副切削刃是指前刀面与副后刀面的交线,它协同主切削刃完成切削工作,并最终形成已加工表面,也称为副刀刃。

(6)刀尖 刀尖是指连接主切削刃和副切削刃的一段刀刃,它可以是一段小的圆弧,也可以是一段直线。

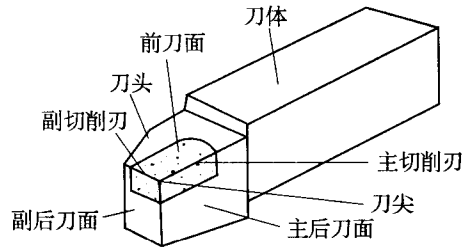


图 1.3 外圆车刀的切削部分

1.1.2.2 刀具的标注角度

(1)刀具标注角度的参考系 刀具要从工件上切除材料,就必须具有一定的切削角度,它决定了刀具切削部分各表面之间的相对位置。

为了确定和测量刀具的角度,必须引入一个由三个参考平面组成的空间坐标参考系。组成刀具标注角度参考系的各参考平面定义如下:

1)基面 P_r 基面是指通过主切削刃上某一指定点,并与该点切削速度方向相垂直的平面。

2)切削平面 P_c 切削平面是指通过主切削刃上某一指定点,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 正交平面是指通过主切削刃上某一指定点,同时垂直于该点基面和切削平面的平面。

根据定义可知,上述三个参考平面是互相垂直的,由它们组成的刀具标注角度参考系称为正交平面参考系(图 1.4)。

除正交平面参考系外,常用的标注刀具角度的参考系还有法平面参考系、背平面和假定工作平面参考系。

(2)刀具的标注角度 在刀具标注角度参考系中测得的角度称为刀具的标注角度。标注角度应标注在刀具的设计图中,用于刀具制造、刃磨和测量。在正交平面参考系中,刀具的主要标注角度有 5 个,其定义如下(如图 1.5 所示):

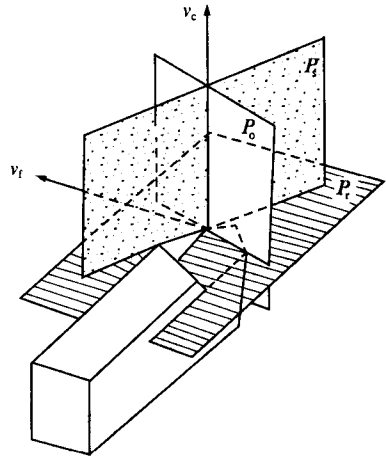


图 1.4 正交平面参考系

1)前角 γ 前角是指在正交平面内测量的前刀面和基面间的夹角。前刀面在基面之下时前角为正值,前刀面在基面之上时前角为负值。

2)后角 α 后角是指在正交平面内测量的主后刀面与切削平面的夹角,一般为正值。

3)主偏角 κ 主偏角是指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的夹角。

4)副偏角 κ' 副偏角是指在基面内测量的副切削刃在基面上的投影与进给运动反方向的夹角。

5)刃倾角 λ 刃倾角是指在切削平面内测量的主切削刃与基面之间的夹角。在主

要完全确定车刀切削部分所有表面的空间位置, 还须标注副后角 α'_0 , 副后角确定副后刀面的空间位置。



上面讨论的外圆车刀的标注角度,是在忽略进给运动的影响并假定刀杆轴线与纵向进给运动方向垂直以及切削刃上选定点与工件中心等高的条件下确定的。如果考虑进给运动和刀具实际安装情况的影响,参考平面的位置应按合成切削运动方向来确定,这时的参考系称为刀具工作角度参考系。

1.1.3.1 进给运动对工作角度的影响

图 1.6 横向进给运动对工作角度的影响

$$\gamma_{\infty} = \gamma_0 + \eta \quad (1.7)$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \eta \quad (1.8)$$

$$\eta = \arctan(v_f/v_c) = \arctan[f/(\pi d_{\text{切}})] \quad (1.9)$$

刀具沿纵向进给量的取值较大时(例如车螺纹),进给运动对工作角度的影响也不可忽视。

1.1.3.2 刀具安装位置对工作角度的影响

安装刀具时,如刀尖高于或低于工件中心,都会引起刀具工作角度的变化。以图 1.7 所示车刀车槽为例,若不考虑车刀横向进给运动的影响,如果刀尖安装得高于工件中心,基面由 P_r 变为 P_{re} ,切削平面由 P_s 变为 P_{se} ,实际工作前角 γ_{oe} 将大于标注前角 γ_o ,工作后角将小于标注后角:

$$\gamma_{oe} = \gamma_o + \theta \quad (1.10)$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \theta \quad (1.11)$$

式中

$$\theta = \arctan(2h/d) \quad (1.12)$$

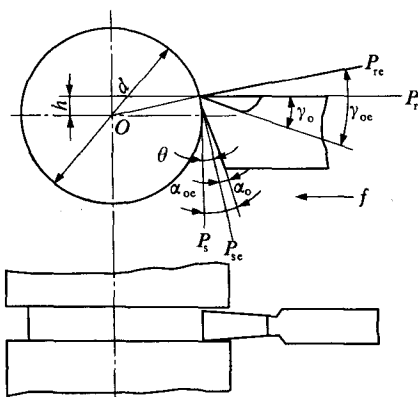


图 1.7 刀具安装高低对工作角度的影响

如果刀尖安装低于工件中心,则工作角度的变化情况恰好相反。

当车刀刀杆中心线与进给方向不垂直时,会引起工作主偏角 κ_{re} 和工作副偏角 κ'_{re} 的改变,如图 1.8 所示。

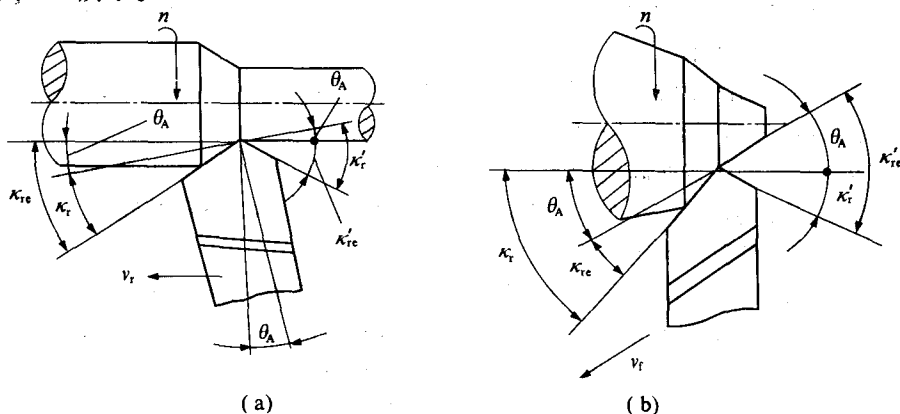


图 1.8 刀杆中心线与进给方向不垂直对主偏角和负偏角的影响

1.2 刀具材料

刀具切削性能的优劣取决于刀具材料、切削部分几何形状以及刀具的结构。刀具材料的选择对刀具寿命、加工质量以及生产效率影响极大。

1.2.1 刀具材料的性能要求

切削时刀具要承受高温、高压、摩擦和冲击的作用,刀具切削部分的材料须满足以下基本要求:

- (1)较高的硬度和耐磨性;
- (2)足够的强度和韧性;
- (3)较高的耐热性;
- (4)良好的导热性和耐热冲击性能;
- (5)良好的工艺性。

1.2.2 常用刀具材料

刀具材料有高速钢、硬质合金、工具钢、陶瓷、立方氮化硼和金刚石等。目前,在生产中所用的刀具材料主要是高速钢和硬质合金两类。碳素工具钢、合金工具钢因耐热性差,仅用于手工或切削速度较低的刀具。

1.2.2.1 高速钢

高速钢是加入了较多的钨(W)、铝(Al)、铬(Cr)、钒(V)等合金元素的高合金工具钢。高速钢具有较高的硬度(HRC62~67)和耐热性,在切削温度高达500~650℃时仍能进行切削;高速钢的强度高(抗弯强度是一般硬质合金的2~3倍、陶瓷的5~6倍)、韧性好,可在有冲击、振动的场合应用;它可以用于加工有色金属、结构钢、铸铁、高温合金等范围广泛的材料。高速钢的制造工艺性好,容易磨出锋利的切削刃,适于制造各类刀具,尤其适用于制造钻头、拉刀、成形刀具、齿轮刀具等形状复杂的刀具。

高速钢按切削性能可分为普通高速钢和高性能高速钢;按制造工艺方法可分为熔炼高速钢和粉末冶金高速钢。

普通高速钢是切削硬度在HBS250~280以下的大部分结构钢和铸铁的基本刀具材料,切削普通钢料时的切削速度一般不高于40~60 m/min。

高性能高速钢是在普通高速钢的基础上增加一些含碳量、含钒量并添加钴、铝等合金元素熔炼而成,其耐热性好,在630~650℃时仍能保持接近HRC60的硬度,适用于加工高温合金、钛合金、奥氏体不锈钢、高强度钢等难加工材料。

粉末冶金高速钢是在用高压惰性气体(氢气或氮气)把钢水雾化成粉末后,再经过热压锻轧成材。这种钢有效地解决了熔炼高速钢的碳化物共晶偏析问题,结晶组织细小均匀。与熔炼高速钢相比,粉末冶金高速钢材质均匀,韧性好,硬度高,热处理变形小,质量稳定,刃磨性能好,刀具寿命较高。可用它切削各种难加工材料,特别适合于制造各种精密刀具和形状复杂的刀具。

1.2.2.2 硬质合金

硬质合金是用高硬度、难熔的金属碳化物(WC、TiC等)和金属黏结剂(Co、Ni等)在高温条件下烧结而成的粉末冶金制品。硬质合金的常温硬度达HRA89~93,760℃时其硬度为HRA77~85,在800~1000℃时硬质合金还能进行切削,刀具寿命比高速钢刀具高几倍到几十倍,可加工包括淬硬钢在内的多种材料。但硬质合金的强度和韧性比高速钢差,常温下的冲击韧性仅为高速钢的1/8~1/30,因此,硬质合金承受切削振动和冲击的能力较差。硬质合金是最常用的刀具材料之一,常用于制造车刀和面铣刀,也可用硬质合金制造深孔钻、铰刀、拉刀和滚刀。尺寸较小和形状复杂的刀具,可采用整体硬质合金制造;但整体硬质合金刀具成本高,其价格是高速钢刀具的8~10倍。

ISO(国际标准化组织)把切削用硬质合金分为三类:P类、K类和M类。

P类(相当于我国YT类)硬质合金由WC、TiC和Co组成,也称钨钛钴类硬质合金。这类合金主要用于加工钢料。

K类(相当于我国YG类)硬质合金由WC和Co组成,也称钨钴类硬质合金。这类合金主要用来加工铸铁、有色金属及其合金。

M类(相当于我国YW类)硬质合金是在WC、TiC、Co的基础上再加入TaC(或NbC)而成。加入TaC(或NbC)后,改善了硬质合金的综合性能。这类硬质合金既可以加工铸铁和有色金属,又可以加工钢料,还可以加工高温合金和不锈钢等难加工材料,有通用硬质合金之称。

1.2.3 其他刀具材料

1.2.3.1 陶瓷

用于制作刀具的陶瓷材料主要有两类:氧化铝基陶瓷和氮化硅基陶瓷。

1.2.3.2 立方氮化硼

立方氮化硼(CBN)是由六方氮化硼经高温高压处理转化而成,其硬度高达HV8000,仅次于金刚石。CBN是一种新型刀具材料,它可耐1300~1500℃的高温,热稳定性好;它的化学稳定性也很好,即使温度高达1200~1300℃也不与铁发生化学反应。立方氮化硼能以硬质合金切削铸铁和普通钢的切削速度对冷硬铸铁、淬硬钢、高温合金等进行加工。

1.2.3.3 人造金刚石

金刚石分为天然金刚石和人造金刚石两种,由于天然金刚石价格昂贵,工业上多使用人造金刚石。人造金刚石又分为单晶金刚石和聚晶金刚石(PCD)。聚晶金刚石的晶粒随机排列,属各向同性体,常用于制造刀具。人造金刚石是借助某些合金的触媒作用,在高温高压条件下由石墨转化而成。金刚石的硬度高达HV6000~10000,是目前已知的最硬物质,可用于加工硬质合金、陶瓷、高硅铝合金等高硬度、高耐磨材料。人造金刚石目前主要用于制作磨具及磨料,用做刀具材料主要用于有色金属的高速精细切削。金刚石不是碳的稳定状态,遇热易氧化和石墨化,用金刚石刀具进行切削时须对切削区进行强制冷却。金刚石刀具不宜加工铁族元素,因为金刚石中的碳原子和铁族元素的亲和力大,影响刀具的寿命。

2 金属切削过程的基本规律及其应用

2.1 金属切削过程的基本规律

2.1.1 切屑的形成过程

切屑的形成过程就是在刀具的作用下金属发生变形的过程(图 2.1)。

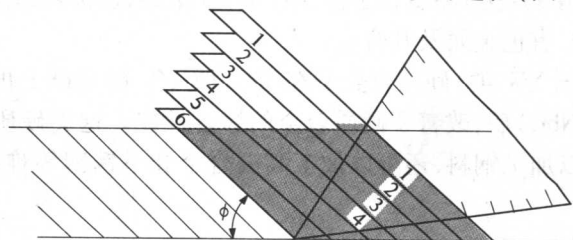


图 2.1 切屑形成过程示意图

图 2.2 是在直角自由切削工件条件下观察绘制得到的金属切削滑移线和流线示意图。流线表明被切削金属中的某一点在切削过程中流动的轨迹。切削过程中,切削层金属的变形大致可划分为三个区域:

(1)第一变形区 从 OA 线开始发生塑性变形,到 OM 线金属晶粒的剪切滑移基本完成。 OA 线和 OM 线之间的区域(图中 I 区)称为第一变形区(图 2.3)。

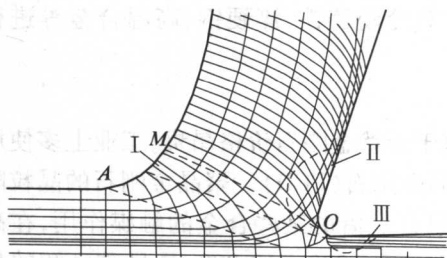


图 2.2 金属切削过程中的滑移线和流线示意图

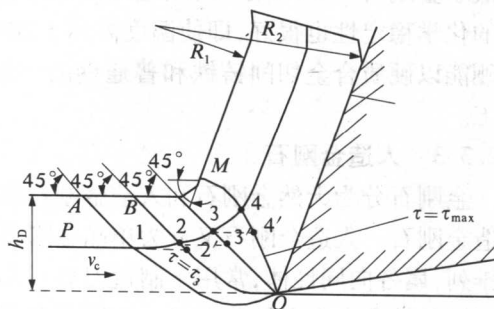


图 2.3 第一变形区金属的剪切滑移

(2)第二变形区 切屑沿前刀面排出时进一步受到前刀面的挤压和摩擦,使靠近前刀面处的金属纤维化,基本上和前刀面平行。这一区域(图中 II 区)称为第二变形区。

(3)第三变形区 已加工表面受到切削刃钝圆部分和后刀面的挤压和摩擦,造成表层金属纤维化与加工硬化。这一区域(图中 III 区)称为第三变形区。