



面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材



金属切削与机床

■ 主 编 聂建武 主 审 兰建设



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

金属切削与机床

主 编 聂建武
副主编 宁广庆 夏粉玲
主 审 兰建设

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书试图将传统的“金属切削原理与刀具”和“金属切削机床”两门课程的主要内容进行必要的整合,以形成新的课程体系。全书以金属切削加工为主线,讲述了金属切削的基础理论和基本规律,各种切削过程的特点,相关机床的组成、传动分析及所用刀具和切削用量的选用。通过对本书的学习,可培养学生在机械加工实践中正确选用各类刀具及切削用量,正确选用和使用各类机床,并用所学知识和所掌握技能分析、解决实际问题。

本书可作为高等职业技术学院机械制造与自动化、数控加工技术、模具设计与制造等专业以及相近专业的教材,也可作为从事机械加工等相应专业的工程技术人员参考书。

★本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削与机床/聂建武主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2006.2

(面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材)

ISBN 7-5606-1628-3

I. 金… II. 聂… III. 金属切削-机床-高等学校:技术学校-教材 IV. TG502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 155180 号

策 划 马乐惠

责任编辑 雷鸿俊 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西省乾兴印刷厂

版 次 2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 21

字 数 494千字

印 数 1~4000册

定 价 22.00元

ISBN 7-5606-1628-3/TG·0002

XDUP 1920001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

面向 21 世纪

机电及电气类专业高职高专规划教材

编审专家委员会名单

主 任：李迈强

副 主 任：唐建生 李贵山

机 电 组

组 长：唐建生（兼）

成 员：（按姓氏笔画排列）

王春林	王周让	王明哲	田 坤	宋文学
陈淑惠	张 勤	李 伟	吴振亭	李 鲤
徐创文	殷 铖	傅维亚	巍公际	

电 气 组

组 长：李贵山（兼）

成 员：（按姓氏笔画排列）

马应魁	卢庆林	冉 文	申凤琴	全卫强
张同怀	李益民	肖 珑	杨柳春	汪宏武
柯志敏	赵虎利	戚新波	韩全立	解建军

项目策划：马乐惠

策 划：马武装 毛红兵 马晓娟

电子教案：马武装

前 言

本书是根据高职高专机电类系列教材的基本要求,并吸收了相关院校所进行的课程建设与改革成果而组织编写的。本书是高职高专机械制造类专业的试用教材,同时可作为职工大学、业余大学及成人教育相关专业的教材,也可作为相关企业技术人员的参考用书。

本书试图将传统的“金属切削原理与刀具”和“金属切削机床”两门课程的主要内容进行必要的整合,以形成新的课程体系。本教材既体现了综合性,同时也充分考虑了知识的完整性和切削技术的自身规律,保持了教材应具有的科学性。全书以金属切削为主线,讲述金属切削的基础理论、基本规律,各种切削过程的特点,相关机床的组成、传动分析及所用刀具和切削用量的选用。其中,第1~4章为切削原理部分,第5章为机床的基本知识,第6~13章为各种切削加工与相关机床,第14章为数控机床,第15章为特种加工及设备,第16章为机床使用等方面的知识。

本书在体系上力求新颖,文字力求准确,选图力求简练;在内容的取舍与深度的把握上,注意重点突出,理论联系实际,并注重了学生在金属切削技术应用能力与工程素养两方面的培养,旨在提高学生解决生产一线实际问题的能力。根据教学大纲的要求,全书按118个学时编写。其中安排了10项实验,大约需要22个学时。课程实验根据各学校的具体条件,可以随课程进度安排,也可把几个实验集中起来开设实验专用周或综合实验。

本书由聂建武副教授任主编,宁广庆副教授和夏粉玲副教授任副主编。全书共16章,其中第1~5章由宁广庆副教授编写,绪论、第6~13章、第16章及附录由聂建武副教授编写,第14、15章由夏粉玲副教授编写,全书由聂建武副教授统稿、定稿。

本书由兰建设副教授主审,他对全书进行了仔细审阅,并提出了许多宝贵的修改意见。

本书在编写过程中得到了西安电子科技大学出版社领导和有关院校同行的大力支持,魏康民副教授、赵云龙副教授和胡新社工程师也给予了大力帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者不吝赐教。

编 者

2005年10月

目 录

绪论	1	3.1.2 切削变形区的划分及变形程度的 衡量	26
第1章 金属切削的基本概念	4	3.1.3 积屑瘤、鳞刺、加工硬化和 残余应力	28
1.1 切削运动与切削用量	4	3.1.4 影响切削变形的因素	30
1.1.1 切削运动	4	3.2 切削力	32
1.1.2 加工表面	5	3.2.1 切削力与切削分力	32
1.1.3 切削用量	5	3.2.2 切削力计算的经验公式	33
1.2 刀具切削部分的几何角度	6	3.2.3 影响切削力的主要因素	35
1.2.1 刀具切削部分的组成	6	3.3 切削温度	38
1.2.2 刀具静止角度	7	3.3.1 切削热	39
1.2.3 刀具工作角度	12	3.3.2 切削温度的分布	39
1.3 切削层参数、金属切除率及切削方式	15	3.3.3 影响切削温度的因素	40
1.3.1 切削层参数	15	3.4 刀具磨损	42
1.3.2 金属切除率	16	3.4.1 刀具磨损的形式	42
1.3.3 切削方式	16	3.4.2 刀具磨损的过程	43
第2章 刀具材料	18	3.4.3 刀具磨损的原因	43
2.1 刀具材料的性能及分类	18	3.4.4 刀具磨损限度及耐用度	44
2.1.1 刀具材料的性能	18	第4章 提高金属切削效率的途径	47
2.1.2 刀具材料的分类	18	4.1 工件材料的切削加工性	47
2.2 高速钢	19	4.1.1 工件材料的切削加工性指标	47
2.2.1 普通高速钢	19	4.1.2 改善切削加工性的途径	48
2.2.2 高性能高速钢	20	4.2 刀具几何参数的选择	48
2.2.3 粉末冶金高速钢	20	4.2.1 前角和前刀面的选择	48
2.3 硬质合金	20	4.2.2 后角和后刀面的选择	49
2.3.1 常用硬质合金的分类、性能 及牌号	20	4.2.3 主偏角、副偏角及刀尖的选择	50
2.3.2 硬质合金的选用	21	4.2.4 斜角切削与刃倾角的选择	52
2.4 其它刀具材料	23	4.3 切削用量的选择	53
2.4.1 陶瓷	23	4.3.1 合理切削用量及选择原则	53
2.4.2 超硬材料	24	4.3.2 切削用量的选择方法	53
2.4.3 涂层刀片	24	4.3.3 切削用量选择举例	57
第3章 金属切削的基本规律	25	4.4 合理选择切削液	60
3.1 切削变形	25	4.4.1 切削液的作用	60
3.1.1 切屑的形成过程及切屑形态	25	4.4.2 切削液的种类	61

4.4.3 切削液的合理选用	61	8.2.1 台式钻床	138
第5章 机床的基本知识	62	8.2.2 立式钻床	138
5.1 机床的类型和型号	62	8.2.3 摇臂钻床	139
5.1.1 机床的类型	62	第9章 镗削加工与镗床	144
5.1.2 机床型号的编制方法	63	9.1 镗削加工	144
5.2 机床的运动	66	9.1.1 镗刀	144
5.2.1 表面的成形方法	66	9.1.2 镗削加工	148
5.2.2 机床的运动	68	9.2 镗床	150
5.3 机床的传动	70	9.2.1 卧式镗床	150
5.3.1 机床的传动装置	70	9.2.2 坐标镗床	155
5.3.2 机床的传动链	73	9.2.3 落地镗床	156
5.3.3 机床传动原理图	73	第10章 刨削加工与刨床	157
5.4 机床的传动系统	74	10.1 刨削加工	157
5.4.1 机床的传动系统	74	10.1.1 刨削	157
5.4.2 机床传动系统的调整计算	75	10.1.2 刨刀	158
第6章 车削加工与车床	77	10.2 刨床	159
6.1 车削加工	77	10.2.1 牛头刨床	159
6.1.1 车削加工的相关概念	77	10.2.2 龙门刨床	160
6.1.2 车刀	78	10.2.3 插床	161
6.2 车床	86	第11章 拉削加工与拉床	163
6.2.1 CA6140 型卧式车床	87	11.1 拉削加工	163
6.2.2 其它车床简介	100	11.1.1 拉削	163
第7章 铣削加工与铣床	103	11.1.2 拉刀	166
7.1 铣削加工	103	11.2 拉床	169
7.1.1 铣刀	104	11.2.1 卧式拉床	170
7.1.2 铣削用量和切削层参数	108	11.2.2 立式拉床	170
7.1.3 铣削力	110	11.2.3 连续式拉床	171
7.1.4 铣削方式	111	第12章 磨削加工与磨床	172
7.2 铣床	113	12.1 磨削加工	172
7.2.1 X6132 型万能升降台铣床	114	12.1.1 砂轮	172
7.2.2 其它铣床简介	118	12.1.2 磨削运动	176
7.3 铣床附件	120	12.1.3 磨削过程	176
7.3.1 立铣头	120	12.1.4 磨削力与磨削温度	177
7.3.2 圆工作台	121	12.1.5 砂轮的耐用度及修整	179
7.3.3 万能分度头	121	12.1.6 磨削质量	180
第8章 钻削加工与钻床	126	12.2 磨床	181
8.1 钻削加工	126	12.2.1 M1432A 型万能外圆磨床	181
8.1.1 钻孔	126	12.2.2 其它磨床	190
8.1.2 扩孔	135	第13章 齿轮加工与齿轮加工机床	196
8.1.3 铰孔	135	13.1 齿轮加工	196
8.1.4 铰孔	137	13.1.1 成形法加工	196
8.2 钻床	137	13.1.2 展成法加工	197

13.2 齿轮加工机床	201	15.3 激光加工	279
13.2.1 滚齿机	202	15.3.1 激光加工的原理与规律	279
13.2.2 插齿机	213	15.3.2 激光加工机床	282
13.2.3 剃齿、珩齿和磨齿	215	15.4 精密及超精密加工	284
第 14 章 数控机床与编程	220	15.4.1 精密及超精密加工概述	284
14.1 数控加工的特点及应用	220	15.4.2 精密及超精密加工方法	286
14.1.1 数控加工的特点	220	第 16 章 机床的安装、验收与维护	287
14.1.2 数控加工的应用范围	220	16.1 机床的安装	287
14.2 典型数控机床	221	16.1.1 机床的基础	287
14.2.1 数控车床	221	16.1.2 机床的安装	289
14.2.2 数控铣床	222	16.2 机床的试车与验收	291
14.2.3 加工中心	223	16.2.1 机床的空运转试验	292
14.3 数控机床的程序编制	225	16.2.2 机床的负荷试验	292
14.3.1 数控机床编程的基础知识	225	16.2.3 机床的精度检验	293
14.3.2 数控加工的工艺基础	230	16.3 机床的维护、保养与维修	303
14.3.3 数控车床的程序编制	234	16.3.1 机床的维护	303
14.3.4 数控铣床的程序编制	247	16.3.2 机床的保养	303
14.3.5 数控机床的自动编程	263	16.3.3 机床的计划维修	304
第 15 章 特种加工及设备	267	16.4 机床的润滑	304
15.1 电火花加工	268	16.4.1 常用润滑材料及选用	304
15.1.1 电火花加工原理	269	16.4.2 常用润滑方法	306
15.1.2 电火花加工机床	272	16.4.3 机床的润滑图	307
15.2 电解加工	273	附录 金属切削机床常用符号	309
15.2.1 电解加工的原理与规律	274	参考文献	325
15.2.2 电解加工的基本设备	278		

绪 论

一、机械制造技术的发展

机械制造技术的发展经历了以下三个阶段：

(1) 用机器代替手工，从作坊形成工厂。20 世纪初，各种机器代替手工的金属切削加工工艺方法逐渐形成，近代制造技术已成体系，但是使用机器的生产方式仍是作坊式的单件生产。它产生于英国，在 19 世纪先后传到法国、德国和美国，并在美国首先形成了小型的机械工厂，使这些国家的经济得到了发展。

(2) 从单件生产方式到大量生产方式。1913 年，美国首先推行所有零件都按照一定公差要求(零件互换性技术)来加工，建立了具有划时代意义的汽车装配生产线，实现了以刚性自动化为特征的大量生产方式。20 世纪 50 年代的工业技术革命和创新，使传统制造业及其大工业体系也随之建立并逐渐成熟，形成以机械-电力技术为核心的各类技术相互联结和依存的制造工业技术体系。

(3) 柔性化、集成化、智能化和网络化的现代制造技术。20 世纪 80 年代以来所产生的现代制造技术沿着四个方面发展：① 传统制造技术的革新、拓展；② 精密工程；③ 非传统加工方法；④ 制造系统柔性化、集成化、智能化和网络化。

传统机械制造业的生产和技术的主要特点如下：

(1) 单件小作坊式生产加高度的个人制造技巧与大量的机械化刚性规模生产线并存，再加细化的专业分工与一体化的组织生产模式。

(2) 制造技术的界限分明，其专业也相互独立。

(3) 制造技术一般仅指加工制造的工艺方法，即制造全过程中某环节的技术方法。

(4) 制造技术一般只能控制生产过程中的物质流和能量流。

(5) 制造技术与制造管理分离。

现代制造技术的形成和发展特点如下：

(1) 在生产规模上：少品种大批量→机械化→多品种变批量。

(2) 生产方法上：劳动密集型→设备密集型→信息密集型→知识密集型。

(3) 制造设备的发展过程：手工→机械化→单机自动化→刚性自动线→柔性自动线→智能自动化。

(4) 在制造技术和工艺方法上：重视必不可少的辅助工序，如加工前后的处理；重视工艺装备，使制造技术成为集工艺方法、工艺装备和工艺材料为一体的成套技术；重视物流、检验、包装及储藏，使制造技术成为覆盖加工全过程的综合技术，不断发展优质低耗的工艺及加工方法，以取代落后工艺；不断吸收微电子、计算机和自动化等高新技术成果，

形成 CAD、CAM、CAPP、CAT、CAE、NC、CNC、MIS、FMS、CIMS、IMT、IMS 等一系列现代制造技术,并实现上述技术的局部或系统集成,形成从单机到自动线等不同档次的自动化制造系统。

(5) 引入工业工程和并行工程的概念,强调系统化及其技术和管理的集成,将技术和管理有机地结合在一起,引入先进的管理模式,使制造技术及制造过程成为覆盖整个产品生命周期,包含物质流、能量流和信息流的系统工程。

金属切削技术始终是制造工业的关键技术,对现代制造技术具有重大的支持意义,是一个国家制造工业实力与能力的象征。因此,现代制造技术的发展离不开金属切削技术的发展。

二、本课程的任务和特点

现代机械制造中加工机器零件的方法有多种,如铸造、锻造、焊接、切削加工及特种加工等。但要使金属毛坯加工成具有一定形状、尺寸精度和表面质量的机械零件,仍然主要依靠切削加工,特别是精密零件的加工更是如此。

机械零件的切削加工实际上是一个表面成形过程,是由机床、刀具、夹具和工件等组成的工艺系统按一定要求完成的。对于不同零件的不同表面,加工方法不同,相应的工艺系统的组成也不同。要掌握切削加工过程的相关技术,就要学习金属切削刀具、金属切削机床、机械制造工艺及夹具等方面的知识。

本书主要介绍了机械加工工艺系统中金属切削刀具与金属切削机床两方面的基本理论,以及这些理论在切削实践中的应用。全书在内容安排上试图以金属切削加工为主线,首先介绍金属切削的基本原理和规律,然后介绍各类切削方法、刀具与相关机床的组成、传动、典型结构及使用。

金属切削是机械加工的技术基础。这部分内容主要在第 1 章~第 4 章中介绍。其中,第 3 章“金属切削的基本规律”主要分析了金属切削的理论依据,第 4 章“提高金属切削效率的途径”主要研究了金属切削的目的及规律的应用,都是本部分的主要内容。通过学习将使读者初步掌握金属切削的基本原理和基本规律,并具有选择刀具几何参数和切削用量的基本能力。

金属切削机床与刀具是实现机械加工的物质基础。这部分内容主要在第 5 章~第 13 章中介绍。其中,第 6 章“车削加工与车床”、第 7 章“铣削加工与铣床”、第 12 章“磨削加工与磨床”、第 13 章“齿轮加工与齿轮加工机床”是本部分的主要内容。通过学习将使读者初步掌握各类切削刀具的使用特点及选用,初步掌握各类切削机床的使用特点和传动系统的分析与调整,再通过必要的技能训练,学会选用、使用及调整切削机床。

现代加工技术是机械加工的发展方向,在本教材中由数控加工技术与特种加工技术两部分体现,主要在第 14 章和第 15 章中介绍。其中,第 14 章“数控机床与编程”主要介绍数控编程的相关知识,使读者初步掌握数控加工编程的基本知识、方法和技巧;第 15 章“特种加工及设备”主要介绍电火花加工、电解加工、激光加工等技术,旨在扩充读者加工方面的知识。

第 16 章“机床的安装、验收与维护”主要介绍机械加工设备在安装、验收、维护、润滑等方面的初步知识,是从事机械加工一线技术人员和高技能人才应该了解的知识点。

切削加工与机床是实践性非常强、涉及知识面较广的一门专业课。为了便于学习，读者除了应具备机械制图、工程力学、机械设计、测量技术等方面的知识外，还应参加机械加工的实习，对金属切削刀具和金属切削机床要有一定的感性认识。在教学安排上要注意尽可能地与其它相关专业课相互呼应。除课堂讲授外，还应安排现场教学、多媒体教学和必需的实验教学。除学好本书基本内容外，还需要阅读有关手册、标准、样本和说明书等，特别要重视生产实践和工作实践。这样才能更好地做到理论联系实际，逐步提高解决工程实践问题的能力。

第 1 章 金属切削的基本概念

1.1 切削运动与切削用量

使用金属切削刀具从工件上切除多余的金属,从而获得尺寸精度、形状精度、位置精度及表面质量都合乎技术要求的零件,这种加工方法称为金属切削加工。在切削加工过程中,刀具与工件之间必须有相对运动——切削运动。切削运动一般由金属切削机床来实现。

1.1.1 切削运动

在切削加工中刀具与工件的相对运动,称为切削运动。按其功用切削运动可分为主运动、进给运动和合成切削运动,如图 1-1 所示。

1. 主运动

主运动是切下金属所必需的最主要运动。其特点是(在几种切削运动中)切削速度最高,消耗功率最大。如车削时工件的旋转运动,刨削时工件或刀具的往复移动,铣削时铣刀的旋转运动等都是主运动。在金属切削中必须有且只能有一个主运动。

2. 进给运动

进给运动是使新的金属不断投入切削的运动。进给运动可以是连续的,如车削外圆时车刀平行于工件轴线的纵向运动;也可以是步进的,如刨削时工件或刀具的横向移动等。在金属切削中可以有一个或几个进给运动,也可以没有进给运动。

3. 合成切削运动

由主运动和进给运动合成的运动,称为合成切削运动。刀具切削刃上选定点相对工件的瞬时合成运动方向称为该点的合成切削运动方向,其速度称为合成切削速度,如图 1-1 所示。

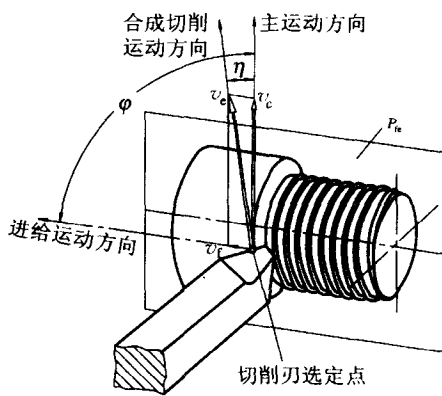


图 1-1 切削运动

1.1.2 加工表面

切削加工时在工件上会形成依次变化的三个表面,如图1-2所示。

(1) 待加工表面:工件上即将被切除的表面。

(2) 已加工表面:工件上切削后所形成的表面。

(3) 过渡表面:工件上由切削刃正在形成的表面。

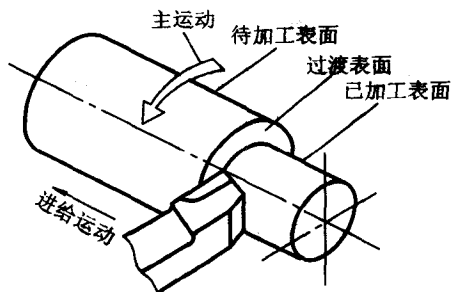


图 1-2 工件上的加工表面

1.1.3 切削用量

切削用量是指切削速度、进给量、背吃刀量的总称,或称切削用量三要素。切削用量是调整刀具与工件间相对运动速度和相对位置所需的工艺参数。图1-3为切削用量示意图。

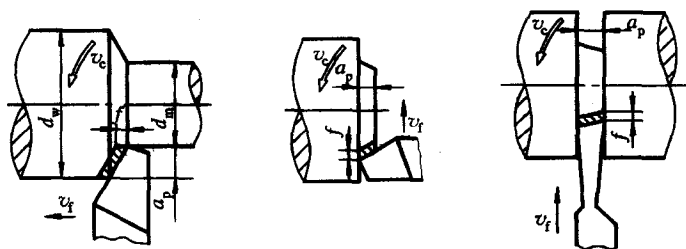


图 1-3 切削用量

1. 切削速度 v_c

切削速度是指切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度,即主运动的线速度,单位为 m/s。车削时计算公式如下:

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

式中: v_c ——切削速度(m/s);

d_w ——工件待加工表面直径(mm);

n ——工件转速(r/s)。

计算时应以最大的切削速度为准。如车削时应以待加工表面直径计算,因该直径上速度最高,刀具磨损最快。

2. 进给量 f

进给量是指刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量,用刀具或工件每转或每行程的位移量来表示,单位为 mm/r 或 mm/行程。

进给速度 v_f 是指切削刃上选定点相对工件进给运动的瞬时速度。

$$v_f = fn \quad (1-2)$$

式中: v_f ——进给速度(mm/s);

n ——主轴转速(r/s);

f ——进给量(mm/r)。

3. 背吃刀量 a_p

背吃刀量一般是指工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离。如纵向车外圆时,其背吃刀量可按下式计算:

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

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)。

1.2 刀具切削部分的几何角度

金属切削刀具的种类虽然很多,但其切削部分的几何形状与参数却有着共性的部分。不论刀具构造如何复杂,其切削部分总是近似地以外圆车刀的切削部分为基本形态。各种复杂刀具或多齿刀具,拿出其中一个刀齿,其几何形状都相当于一把车刀的刀头,如图1-4所示。现代刀具引入“不重磨”概念后,刀具切削部分的统一性获得了新的发展,许多结构迥异的切削刀具,其切削部分不过是一个或几个“不重磨式刀片”,如图1-5所示。在确立刀具一般性的基本定义时,通常以普通外圆车刀为基础进行讨论和研究。

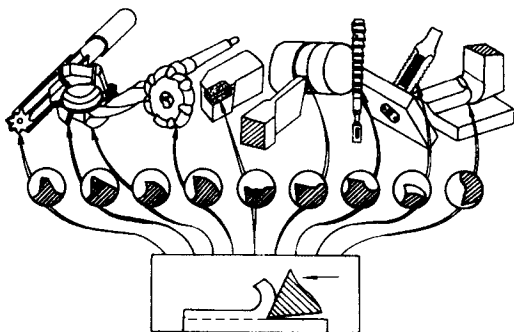


图 1-4 各种刀具切削部分的形状

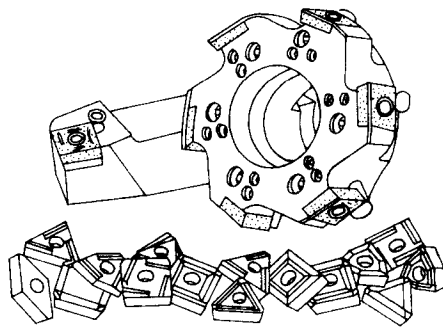


图 1-5 不重磨刀具的切削部分

1.2.1 刀具切削部分的组成

车刀由切削部分和刀杆组成,如图1-6所示。刀杆是刀具的夹持部位;切削部分主要完成对金属的切削。切削部分的主要组成如下:

(1) 前刀面 A_f : 刀具上切屑流出的表面。

(2) 主后刀面 A_a : 与工件上过过渡表面相对的刀面。

(3) 副后刀面 A'_a : 与工件上已加工表面相对的刀面。

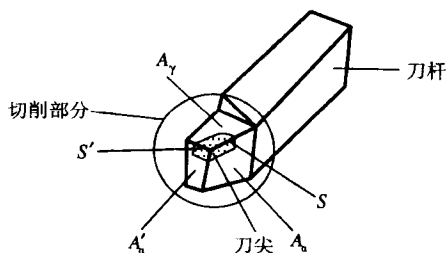


图 1-6 外圆车刀的组成

- (4) 主切削刃 S : 前刀面与主后刀面汇交的边锋。
- (5) 副切削刃 S' : 前刀面与副后刀面汇交的边锋。
- (6) 刀尖: 主切削刃和副切削刃的汇交处。

1.2.2 刀具静止角度

刀具的切削部分是由前刀面、后刀面、切削刃、刀尖等组成的空间几何体。为确定切削部分几何要素的空间位置,需建立相应的参考系。

1. 刀具静止角度参考系

在设计、制造、刃磨和测量时,用于定义刀具几何参数的参考系称为刀具静止参考系,由此定义的角度称为刀具标注角度。为方便讨论,在建立静止参考系时不考虑进给运动的大小,同时也假定车刀的安装基准面垂直于主运动方向。

1) 正交平面参考系($P_r - P_s - P_o$)

正交平面参考系由基面 P_r 、切削平面 P_s 和正交平面 P_o 组成,如图 1-7(a)所示。

- (1) 基面 P_r : 通过切削刃上选定点,垂直于主运动方向的平面。
- (2) 切削平面 P_s : 通过切削刃上选定点,与主切削刃相切并垂直于基面的平面。
- (3) 正交平面 P_o : 通过切削刃上选定点,垂直于主切削刃在基面上投影的平面。

2) 法平面参考系($P_r - P_s - P_n$)

法平面参考系由基面 P_r 、切削平面 P_s 和法平面 P_n 组成,如图 1-7(a)所示。

法平面 P_n : 通过切削刃上选定点,垂直于切削刃的平面。

3) 假定工作平面、背平面参考系($P_r - P_f - P_p$)

假定工作平面、背平面参考系由基面 P_r 、假定工作平面 P_f 、背平面 P_p 组成,如图 1-7(b)所示。

(1) 假定工作平面 P_f : 通过切削刃上选定点,平行于假定进给运动方向并垂直于基面的平面。

(2) 背平面 P_p : 通过切削刃上选定点,垂直于假定工作平面和基面的平面。

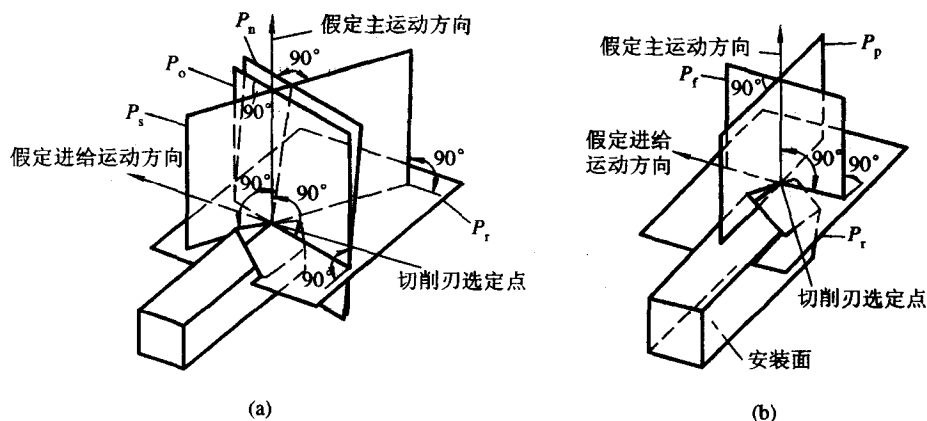


图 1-7 刀具静止角度参考系

(a) 正交平面、法平面参考系; (b) 假定工作平面、背平面参考系

8

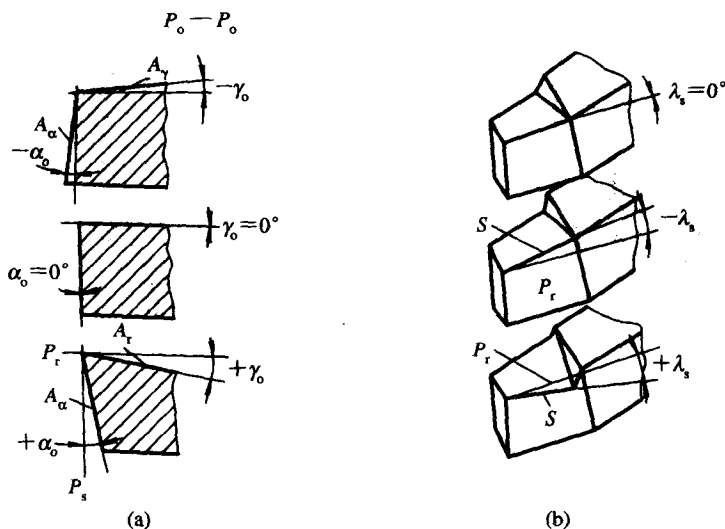


图 1-9 刀具角度正负的规定

(a) 前、后角；(b) 刃倾角

同样，对副切削刃也应有副偏角 κ'_r 、副刃倾角 λ'_s 、副前角 γ'_o 和副后角 α'_o 。由于主切削刃与副切削刃在同一个前刀面上，在标注出主切削刃的四个角度后，前刀面的位置已定，副切削刃的副前角和副刃倾角也随之确定，因此对副切削刃则只需标出副偏角 κ'_r 和副后角 α'_o 即可。

(5) 副偏角 κ'_r ：在副切削刃上选定点的基面 P'_r 内度量的副切削平面与假定工作平面之间的夹角。

(6) 副后角 α'_o ：在副切削刃上选定点的正交平面内度量的副后刀面与副切削平面之间的夹角。

在图 1-8 中还标出了两个派生角度：楔角 β_o 和刀尖角 ϵ_r 。这两个角度在刀具工作图中不必标出，可以用下式计算：

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1-4)$$

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r) \quad (1-5)$$

2) 法平面参考系的角度标注

在法平面参考系中，刀具几何角度的标注仍遵循“一刀四角法”的原则。它与正交平面不同的只是采用了法平面来反映刀具的前、后角。在法平面内度量的前角称为法前角 γ_n ，后角称为法后角 α_n 。而主偏角 κ_r 和刃倾角 λ_s 仍分别在基面和切削平面内标注。副切削刃的标注仍如前所述。图 1-10 为外圆车刀在法平面参考系中的角度标注。

3) 假定工作平面、背平面参考系的角度标注

假定工作平面、背平面参考系与正交平面参考系的不同也只是采用不同的刃剖面反映刀具的前、后角。

在假定工作平面内标注的前、后角称为侧前角 γ_f 、侧后角 α_f ；在背平面内标注的前、后角称为背前角 γ_p 、背后角 α_p 。而主偏角 κ_r 和刃倾角 λ_s 仍分别在基面和切削平面内标注。

图 1-11 为车刀在假定工作平面、背平面参考系中的角度标注。