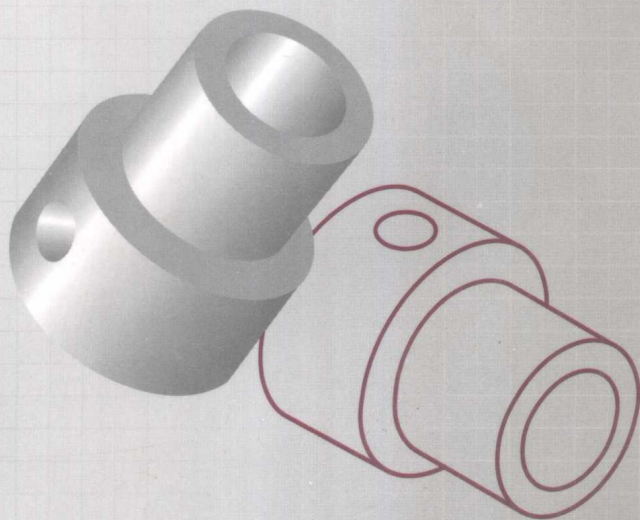


JIXIE ZHIZAO GONGCHENGXUE

机械 制造 工程学

梁新德 陈必清 杨治国 编著



四川大学出版社

第2版 机械工业出版社

机械 制造 工程学

第2版 机械工业出版社



TH16
LXD

高等学校教学用书

机械制工程学

梁新德 陈必清 杨治国 编著



四川大学出版社

责任编辑:李耀莉

封面设计:罗 光

责任印制:杨丽贤

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程学 / 梁新德, 陈必清, 杨治国编著.

成都: 四川大学出版社, 2003.1

ISBN 7-5614-2573-2

I. 机... II. ①梁...②陈...③杨... III. 机械制
造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 002940 号

内容摘要

本书以一个工序(工艺系统)的加工精度、生产率和经济性为重点,分别讲述金属切削原理、金属切削机床概论、机床夹具设计和机械制造工艺等方面的基本内容,同时也顾及一个零件以及一个产品的制造。

全书分为三篇共十三章。第一章~第五章讲述金属切削的基本理论,提高表面质量和生产率的途径;第六章~第九章讲述金属切削机床的工作原理,机床精度和加工精度的关系;第十一章~十二章讲述综合运用第一章~第九章中的技术以及其它工艺技术来解决一个工序以及一个零件的制造质量、生产和经济性的问题(包括如何设计专用夹具);第十三章则突出从生产系统的整体高度分层次介绍提高企业的产品质量、效率和效益的方法和思路。

本书既可供大专院校机械类以及相关专业的学生作教材使用,也可供从事机械制造工作的工程技术人员参考。

书名 机械制造工程学

作者 梁新德 陈必清 杨治国 编著

出版 四川大学出版社

地址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)

发行 四川大学出版社

印刷 成都市新都华兴印务公司

开本 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张 26.625

字数 645 千字

版次 1998 年 2 月第 1 版

印次 2005 年 1 月第 3 次印刷

定价 32.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电话:85408408/85401670/
85406023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回印刷厂调换。

◆网址:www.scupress.com.cn

版权所有◆侵权必究

序

机械制造业是一个国家技术进步和社会发展的支柱产业之一，它已经历了早期的手工作坊式的单件小批量生产、后期的机械化自动化的大批量生产、现代计算机控制的柔性化多品种的小批量生产三种模式的演变进化。近年来，随着计算机、微电子、信息处理、自动控制等现代技术与机械工程的交叉渗透与融合，给古老的制造业带来了蓬勃生机，产生了许多新的制造技术和装备。例如特种加工（激光束加工、等离子体加工、电液加工等）的出现是近代物理学、化学和机制工艺学的产物；数控机床则是典型的机电相融合的机电一体化产品；CAD/CAPP/CAM 是计算机科学同机械工程交叉的结果。计算机集成制造（CMIS）、并行工程（CE）、敏捷制造（AM）、精益制造（LP）、虚拟制造（VM）等先进制造模式正深刻影响和引导制造技术的应用发展，将成为 21 世纪制造技术进步的主要发展方向。

上述先进制造技术的出现和发展对高等院校机械制造学科人才培养模式带来了强烈的冲击，机械制造专业课程体系、教学内容和教学方法的改革已经刻不容缓了。我系机械制造专业教研室的老师们近年来一直在探讨和研究机械制造学科如何培养适应 21 世纪先进制造技术要求的复合型（能力型）高级技术人才这一课题。经过全体老师的讨论、调研与资料收集以及多年实践经验的总结，明确了“强基础、宽专业、重实践和能力培养”的教学改革指导思想，对机制专业课程的设置和内容安排，进行了根本的变革，建立了新的专业课程体系。主要内容是：

1、将《金属切削机床概论》、《金属切削原理》、《机床夹具设计》和《机械制造工艺学》四门传统课程改革为《机械制造工程学》，将工艺系统的基本知识融为一体，使其成为相互联系的制造技术基础知识体系。

2、以数控化为主线设计了讲授数控原理和编程的《数控技术》课和数控机床设计为重点的《数控机床》课；数控机床刀具为主体的《机床工具系统》课；基于成组技术的自动编制柔性自动化加工工艺为主要内容的《计算机辅助工艺设计》等课程体系，基本上能反映多品种、变批量自动化制造技术的专业知识需要。

3、开设以常规自动化技术和国外先进制造技术为主要内容的《机械制造自动化》课程，编写英语教材，使学生既学专业技术知识又提高专业外语阅读能力。

4、加强专业课程设计、生产实习和毕业设计等实践性教学环节，重新编写相关实习与设计指导书。

5、计算机应用技术系列课程（例如 CAD/CAM 等）列为专业技术基础课程。

该系列教材取材新颖，内容精练，有所创新，是本学科领域里有理论意义和实用价值的系列教材，可作为机制类及相关专业的教材，也可供机械制造工业的工程技术人员参考。

勿容置疑，机制专业课程体系改革幅度大，新教材编写的难度更大。由于承担教材编写任务的老师们克服重重困难，付出了艰辛劳动，终于使这套系列教材陆续付印出版。我祝贺这套系列教材的出版，更祝贺这个教学改革成果在教学实践中不断发展完善。

四川联合大学机械工程系

主任，教授，博士生导师 殷国富

1997 年 9 月

前 言

在面向二十一世纪的教学内容改革规划中,我们拟定了“机制专业课程系列改革方案”。为了使 学生有较多的时间学习先进制造技术知识,将原有专业课内容及在专业中的位置进行调整。本书系参考《金属切削原理》、《金属切削机床概论》、《机械制造工艺学》和《机床夹具设计》等专业课教材的大纲,在保证其各科基本内容的前提条件下,集中按 80~100 学时的容量编写,作为“专业基础教材”并定名为《机械制造工程学》出版。

全书编写的思维方法,主要是系统论方法——以系统整体分析及系统观点来解决生产系统、制造系统的问题,和离散论方法——将复杂的生产系统离散成分系统、子系统、单元,求得特别是工艺系统的近似细解。

为将复杂的问题简单化,突出重点讨论对象——工艺系统,将全书内容分为三篇共十三章。其中第一~五章为第一篇,由杨治国教授执笔,解决一个工序(工艺系统)如何获得所需切削加工表面质量的过程和规律。内容上,讲述不同的被加工材料及不同的表面质量要求,对应着不同的刀具(材料、几何参数)和切削用量以及不同的切削特征、方法。从功能角度看,可将这部分内容概括为“如何高效地从被加工材料上去除相应的金属余量,获得所需要的表面质量”的问题。“金切”专家把这称之为“使能”(enabling)技术。

第六~九章为第二篇,由陈必清副教授执笔,解决工艺系统硬件的主体——机床的结构及其工作原理。内容上,讲述机器零件表面的成形方法以及形成表面所需的运动;讲述在机床上实现这些运动以及其他运动参数的调整换置方法。重点突出机床的共性,简述不同机床的特性。从功能上看,即是根据从零件的加工表面去除金属余量时的不同需要,如何为加工过程提供所需的动力和尽量准确的相关运动。机床的精度是获得所需加工精度的基本条件。本部分内容,在分析机床加工精度的基础上,特为读者介绍了几种微量进给机构及误差校正装置。

第十~十三章为第三篇,其中的十~十二章由梁新德副教授执笔,解决一个零件从毛坯到成品过程中会遇到的一系列问题,其中包括专用夹具设计应解决的基本问题。

第十三章由忻文丽教授执笔,简介机械制造技术的发展趋势。

第三篇的内容,主要讲述如何利用第一、二篇中已学过的金切原理及规律和各种机床的特点及对加工精度的影响来重点分析单个工序(工艺系统)加工质量的影响因素(凡第一、二篇中已有的内容即不在重复)及设计一个工序应解决的主要问题(含专用夹具设计)。从功能上看,即是如何合理地规划一个工艺系统和一个零件的加工路线问题。

全书重思维技能,重基本概念,重揭示机械制造过程的基本规律。既是多学科的综合,又各自独立成篇,这既有利于学生从整体上去掌握机械制造的“专业基础知识”,又有利于原习惯于单独行课的教师使用本教材。

本教材由陈国定教授主审。全书由机械系博士研究生苏爱林同志排版。本书在编写过程中曾得到机制教研室的老师们的大力支持和帮助,特此向各位老师表示由衷的感谢!

由于编者水平有限,时间仓促,书中出现不当之处敬请读者批评指正。

编 者

1998 年 1 月于四川联大

目 录

第一篇 金属切削过程及表面质量

第一章 概述

1.1 研究金属切削加工的目的和意义	2
1.2 金属切削加工及其基本定义	3
1.2.1 什么是金属切削加工	3
1.2.2 切削运动、切削用量三要素及切削层参数	3
1.2.3 金属切削刀具的基本结构及几何角度	7

第二章 切屑形成过程及加工表面质量

2.1 切屑形成的过程	13
2.1.1 第一变形区中切屑的变形及其特征	13
2.1.2 第二变形区的变形及其特征	16
2.1.3 第三变形区变形及加工表面质量	20
2.2 切屑类型及切屑形状的控制	26
2.2.1 切屑类型	26
2.2.2 切屑形状的形成及控制	28

第三章 切削过程中的物理现象及其规律

3.1 概述	32
3.2 切削力 (Cutting Force)	32
3.2.1 切削力的来源	32
3.2.2 切削合力及其分解	32
3.2.3 切削功率 (Cutting Power)	33
3.2.4 切削力的经验公式	34
3.2.5 影响切削力的因素及其规律	40
3.2.7 切削力的测量及应用	47
3.3 切削热和切削温度	47
3.3.1 切削热的产生和计算	47
3.3.2 切削热的传出和切削温度	48
3.3.3 切削温度的测量方法	50
3.3.4 影响切削温度的主要因素	52
3.3.5 切削温度对加工质量和刀具的影响	56
3.4 刀具磨损和刀具耐用度	57
3.4.1 刀具磨损的形式	57

3.4.2	刀具磨损的原因.....	59
3.4.3	刀具磨损过程及磨钝标准.....	63
3.4.4	切削用量与刀具耐用度关系的经验公式.....	64

第四章 影响切削加工过程及表面质量的因素

4.1	概述.....	68
4.2	工件材料的切削加工性.....	69
4.2.1	切削加工性的概念和标志方法.....	69
4.2.2	工件材料的物理机械性能、化学成分及金相组织对切削加工性的影响....	70
4.2.3	某些难切削材料的切削加工性.....	74
4.3	刀具材料的合理选择.....	76
4.3.1	刀具材料的切削性能要求.....	76
4.3.2	刀具材料的种类及其性能特点.....	77
4.4	刀具几何参数的合理选择.....	91
4.5	切削液.....	104
4.5.1	切削液的作用机理.....	104
4.5.2	切削液的分类及使用.....	107
4.6	切削用量的选择.....	109
4.6.1	切削用量的选择原则.....	109
4.6.2	刀具耐用度的确定.....	110
4.6.3	切削用量三要素的确定.....	112

第五章 磨削加工及其表面质量

5.1	磨削加工的特点.....	120
5.2	磨削过程的特点与表面质量和生产效率.....	120
5.2.1	磨削过程三个阶段.....	120
5.2.2	磨削力的特征与生产效率和表面质量.....	121
5.2.3	磨削温度及工件表层状态.....	122
5.2.4	砂轮的磨耗、耐用度及砂轮的修整.....	125

第二篇 金属切削机床与加工精度

第六章 概述

6.1	金属切削机床在国民经济中的地位.....	128
6.2	机床制造业的现状与发展趋势.....	128
6.3	机床的型号编制方法.....	130
6.3.1	普通机床型号.....	130
6.3.2	专用机床型号编制方法.....	132
6.4	机床与加工精度.....	133

第七章 机床的运动分析

7.1 机床的运动 134

7.1.1 主运动和进给运动..... 134

7.1.2 表面成形运动..... 134

7.1.3 辅助运动..... 135

7.2 机器零件的表面形状及其生成方法 136

7.2.1 机器零件的表面形状..... 136

7.2.2 零件表面的成形方法..... 137

7.2.3 发生线的形成方法..... 138

7.3 传动链和传动原理图 140

7.3.1 传动链..... 140

7.3.2 传动原理图..... 140

7.4 机床运动参数的调整 142

7.4.1 滚齿机的运动分析..... 142

7.4.2 机床运动参数的调整计算..... 146

7.4.3 内联传动链的换置机构的位置布置..... 150

7.5 其它齿轮加工机床的运动分析 152

7.5.1 插齿机..... 152

7.5.2 磨齿机..... 153

7.5.3 锥齿轮加工机床..... 154

第八章 典型机床分析

8.1 车床 157

8.1.1 车床的用途及分类..... 157

8.1.2 CA6140 型普通车床 158

8.1.3 CM6132 型精密普通车床 177

8.1.4 SG8630 型高精度丝杆车床 181

8.1.5 单轴纵切自动车床（CM1107） 183

8.2 数控机床 193

8.2.1 概述..... 193

8.2.2 数控机床的坐标系..... 199

8.2.3 加工中心..... 200

8.2.4 柔性自动化基础..... 207

8.3 其他机床简介 210

8.3.1 磨床..... 210

8.3.2 镗床..... 216

8.3.3 铣床..... 221

8.3.4 钻床..... 224

8.3.5 直线运动机床.....	225
8.3.6 组合机床.....	227

第九章 机床的加工精度

9.1 机床加工精度.....	236
9.1.1 机床的精度.....	236
9.1.2 机床精度等级和保证机床精度的措施.....	237
9.1.3 影响加工精度的因素.....	242
9.2 微量进给机构.....	243
9.2.1 微量进给机构的作用和要求.....	243
9.2.2 微量进给机构的原理与结构.....	243
9.3 误差校正装置.....	248
9.3.1 误差校正装置的作用与要求.....	248
9.3.2 误差校正装置的原理和特点.....	248

第三篇 机械制造工艺与产品质量

第十章 概述

10.1 机械加工工艺系统.....	257
10.1.1 机械制造系统的组成与分析.....	257
10.1.2 机械加工工艺系统的组成.....	259
10.1.3 生产组织类型.....	259
10.1.4 机械加工工艺过程.....	260
10.1.5 机械加工工艺规程.....	263
10.2 工件的装夹.....	265
10.2.1 基准及其分类.....	265
10.2.2 定位原理.....	267
10.2.3 工件的装夹方式.....	268
10.3 机械加工精度与产品质量.....	269
10.3.1 产品质量与技术要求.....	269
10.3.2 加工精度影响因素.....	270
10.3.3 加工原理误差.....	271
10.3.4 调整误差.....	271
10.3.5 刀具的制造误差与磨损.....	272
10.3.6 工艺系统受力变形产生的误差.....	272
10.3.7 工艺系统热变形产生的误差.....	276
10.3.8 工艺系统残余应力的影响.....	279
10.4 加工误差的分析方法.....	281

10.4.1	加工误差的性质.....	281
10.4.2	分析计算法.....	281
10.4.3	统计分析法.....	282
10.4.4	机床调整及调整尺寸的计算.....	287
10.4.5	保证和提高加工精度的途径.....	288
10.5	工件用夹具定位装夹时的基准位置误差.....	291
10.5.1	工件以平面定位.....	291
10.5.2	工件以圆孔定位.....	295
10.5.3	工件以外圆柱面定位.....	297
10.5.4	工件以一面两孔定位.....	299
10.5.5	其它.....	303
10.6	工件用夹具装夹时的加工误差分析.....	303
10.6.1	工件用夹具装夹时加工误差的组成.....	303
10.6.2	定位误差分析计算.....	304
10.7	尺寸链原理.....	307
10.7.1	概述.....	307
10.7.2	尺寸链的计算方法.....	310
10.7.3	工艺尺寸链的计算.....	313
10.7.4	装配尺寸链.....	320

第十一章 机床夹具设计

11.1	概述.....	329
11.1.1	机床夹具的工作原理及其作用.....	329
11.1.2	机床夹具的分类.....	330
11.1.3	机床夹具的组成.....	331
11.2	工件的夹紧装置设计.....	331
11.2.1	夹紧装置的组成及设计要求.....	331
11.2.2	正确施加夹紧力.....	332
11.3	典型夹紧机构.....	335
11.3.1	斜楔夹紧机构.....	335
11.3.2	螺旋夹紧机构.....	336
11.3.3	偏心夹紧机构.....	338
11.3.4	定心夹紧机构.....	340
11.3.5	其他夹紧机构.....	343
11.4	机动夹紧的力源装置.....	344
11.4.1	气动夹紧.....	345
11.4.2	液压夹紧.....	346
11.4.3	气—液压增压夹紧.....	346
11.4.4	电磁夹紧.....	348

11.5 夹具应用举例	348
11.5.1 车床夹具	348
11.5.2 铣床夹具	350
11.5.3 钻床夹具	351
11.5.4 镗床夹具	354
11.6 多品种小批量生产中使用的夹具	359
11.6.1 通用可调整夹具和成组夹具	359
11.6.2 组合夹具	362
11.6.3 数控机床夹具	364
11.7 机床夹具设计方法与步骤	366
11.7.1 专用夹具设计的基本要求	366
11.7.2 机床夹具设计的步骤	366
11.7.3 夹具总图上尺寸和技术条件标注	369
11.8 夹具设计实例	370
11.9 夹具的结构工艺性	377

第十二章 机械加工工艺规程的制订

12.1 概述	380
12.1.1 制订机械加工工艺规程的原则	380
12.1.2 制订机械加工工艺规程的方法、步骤	380
12.2 零件的工艺性分析	381
12.2.1 分析和审查产品零件图和装配图	381
12.2.2 零件结构工艺性的定性分析	381
12.3 定位基准的选择	383
12.3.1 精基准的选择	383
12.3.2 粗基准的选择	385
12.4 工艺路线的拟定	385
12.4.1 表面加工方法的选择	385
12.4.2 加工顺序的安排	386
12.4.3 工序集中程度的确定	387
12.4.4 应用专家系统来制订工艺规程	387
12.5 工序设计	389
12.5.1 机床和工艺装备的选择	389
12.5.2 加工余量及工序尺寸的确定	390
12.5.3 切削用量的确定及时间定额的估算	393
12.6 劳动生产率分析	394
12.6.1 工序单件时间的平衡	394
12.6.2 缩短单件定额时间的途径	394
12.7 工艺方案的技术经济分析	396

12.7.1	工艺成本的计算.....	396
12.7.2	工艺方案经济性的评比方法.....	398
12.8	箱体零件机械加工工艺规程制订实例	399
12.8.1	车床床头箱体的结构特点、技术要求及毛坯.....	399
12.8.2	床头箱体加工的工艺过程.....	400

第十三章 机械制造技术的进展

13.1	概述	403
13.1.1	制造、制造业和制造技术.....	403
13.1.2	制造业发生了巨大变化.....	403
13.1.3	先进制造技术及其特点.....	404
13.2	成组技术在工艺中的应用	405
13.2.1	成组工艺的基本原理.....	405
13.2.2	成组工艺的实施方案.....	405
13.3	计算机辅助工艺过程设计（CAPP）	409
13.4	计算机集成制造系统.....	410

参考文献.....	413
-----------	-----

第一篇

金属切削过程及表面质量

- 概述
- 切削形成过程及加工表面质量
- 切削过程中物理现象及其规律
- 影响切削加工过程及表面质量的因素
- 磨削加工及其表面质量

第一章 概述

1.1 研究金属切削加工的目的和意义

金属切削加工是机械制造业基本加工方法之一。在机械制造的工艺过程中,凡精度和表面粗糙度要求较高的零件,一般都要经过切削加工。虽然随着科学技术的不断发展,出现了一些新的、更先进的金属加工方法,如精密铸造、精密锻造、冷挤压加工和特种加工等加工方法,但是其可靠性、经济性,尤其是在使用的广度方面,还没有任何一种加工方法能和切削加工相比拟。切削加工仍然是绝大多数机械零件达到最终技术要求的最有效、最经济的加工方法。至今切削加工仍占整个机械加工工作量的 95%。据美国统计,目前每年用来“生产切屑”的费用达 1000 亿美元以上。日本每年消耗在切削和磨削加工方面的费用达一万亿日元。我国 1990 年金属切削机床的拥有量已达 317 万台,目前各类高速钢刀具的产量达 3.9 亿多件,硬质合金的年产量已达 5000 吨左右。据国外专家估计,到 21 世纪切削加工仍将占总机械加工量的 90% 以上。因此,切削加工仍然是机械制造的基础。

随着机械制造自动化和精密加工的发展,随着数控机床 (NC)、加工中心 (MC) 和柔性制造系统 (FMS) 等在机械制造中的应用,对金属切削加工技术又提出了一系列迫切需要研究解决的问题。工业发达国家对包括金属切削技术在内的制造技术给予高度重视。1991 年,美国总统布什公布的美国《国家关键技术计划》中,将制造技术列为六大关键技术 (材料技术、制造技术、电子信息、生物工程与生命科学、能源与环境、航空航天与地面交通) 之一。日本则将材料加工技术包括在技术计划之内。在日本,政府投资 150 亿日元,施行了一项为期 8 年 (1986 - 1993),由 5 个国立研究机构,21 个民间公司和团体参加的“超精密加工”计划。在德国,由研究和技术部 (BMFT) 资助 1160 万马克,施行一项为期 4 年,由一所大学和 41 家公司参加的高速切削研究计划。各工业发达国家都十分积极开展金属切削理论和技术的研究和开发。

围绕切削加工开展研究的课题很多,但它们不外都是为了达到以下两方面的目的:一是提高加工精度和表面质量;二是提高切削加工的生产效率。如对高速、超高速切削理论和技术的研究,不仅可以提高生产率,而且可以提高加工表面质量。实现高速切削,除了解决高速主轴部件、高速轴承,主轴部件与刀具的动平衡、刀具与主轴的连接、防护装置及高速数控系统等技术问题以外,还要解决适合于高速切削的刀具材料和刀具结构形状、切屑的控制和处理、冷却润滑方法、以及一系列有关切削机理的问题需要研究解决。高速切削的机理与常规切削有所不同,切削的变形过程,切屑流动、卷曲和切屑控制的方法,切削力、切削温度等现象都有其特殊性,需要认真研究。

为了解决金属切削加工的加工质量和提高生产效率的问题,必须首先学习和了解金属切削加工的原理和一般规律,掌握控制加工过程的因素和方法。才能进一步深入地研究和开发、更加有效的提高加工质量和生产率的方法。

1.2 金属切削加工及其基本定义

1.2.1 什么是金属切削加工

金属切削加工是指在机床上,使金属切削刀具相对于工件作适当的相对运动,由刀具的切削刃切除工件预留的多余金属,从而形成一定形状和尺寸精度,及表面质量合乎预定要求零件的过程。

金属切削加工的种类较多,如车削、钻削、铣削、磨削、刨削等。但它们的基本切削原理是相同的。各种不同切削加工方法的区别主要有两个因素,一是切削运动,二是切削刃。不同的切削刃加上不同切削运动的组合,即可形成各种不同的工件表面。

车削加工是最典型的加工方法。其它的加工方法都是在这种方法基础上发展演变而成的。因此,研究切削加工的原理和规律,一般是以车削加工为基础进行的。

1.2.2 切削运动、切削用量三要素及切削层参数

金属切削机床必须具有两个相对运动,即主运动和进给运动。

一. 主运动

主运动是使刀具和工件之间产生的最主要的相对运动。以使刀具切削刃及其毗邻的刀具表面切入工件材料,使切削层转变为切屑,从而形成工件新表面的运动。

主运动也是切削过程中速度最高,消耗功率最多的运动。如车削中的主运动是工件的回转运动;在钻床和铣床上刀具的回转运动是主运动。(图 1-1)

主运动的方向:为切削刃上选定点相对于工件的瞬时运动方向(图 1-2, 图 1-3)。

切削速度 v_c 或 v :是切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度(图 1-2, 图 1-3)。计算公式如下:

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/s } (m/min) \quad (1-1)$$

式中 d —工件或刀具上某一点的回转直径 (mm);

n —工件或刀具的转速 (r/s 或 r/min)。

二. 进给运动

由机床或人力提供的运动,它使刀具和工件之间产生附加的相对运动,加上主运动即可不断地切除切屑,得到所需几何特性的已加工表面。

进给运动的方向,是切削刃选定点相对于工件的瞬时进给运动的方向,如图 1-2、图 1-3 所示。

进给运动速度 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 mm/s (mm/min)。

进给量 f (feed),是刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量,可用刀具或工件每转或每行程的位移量来度量和表述。单位为 mm/r (行程)。

每齿进给量 f_z (feed for tooth),是多齿刀具每转或每行程中每齿相对于工件在进给运动方向上的位移量。单位为 mm/z (毫米/齿)。

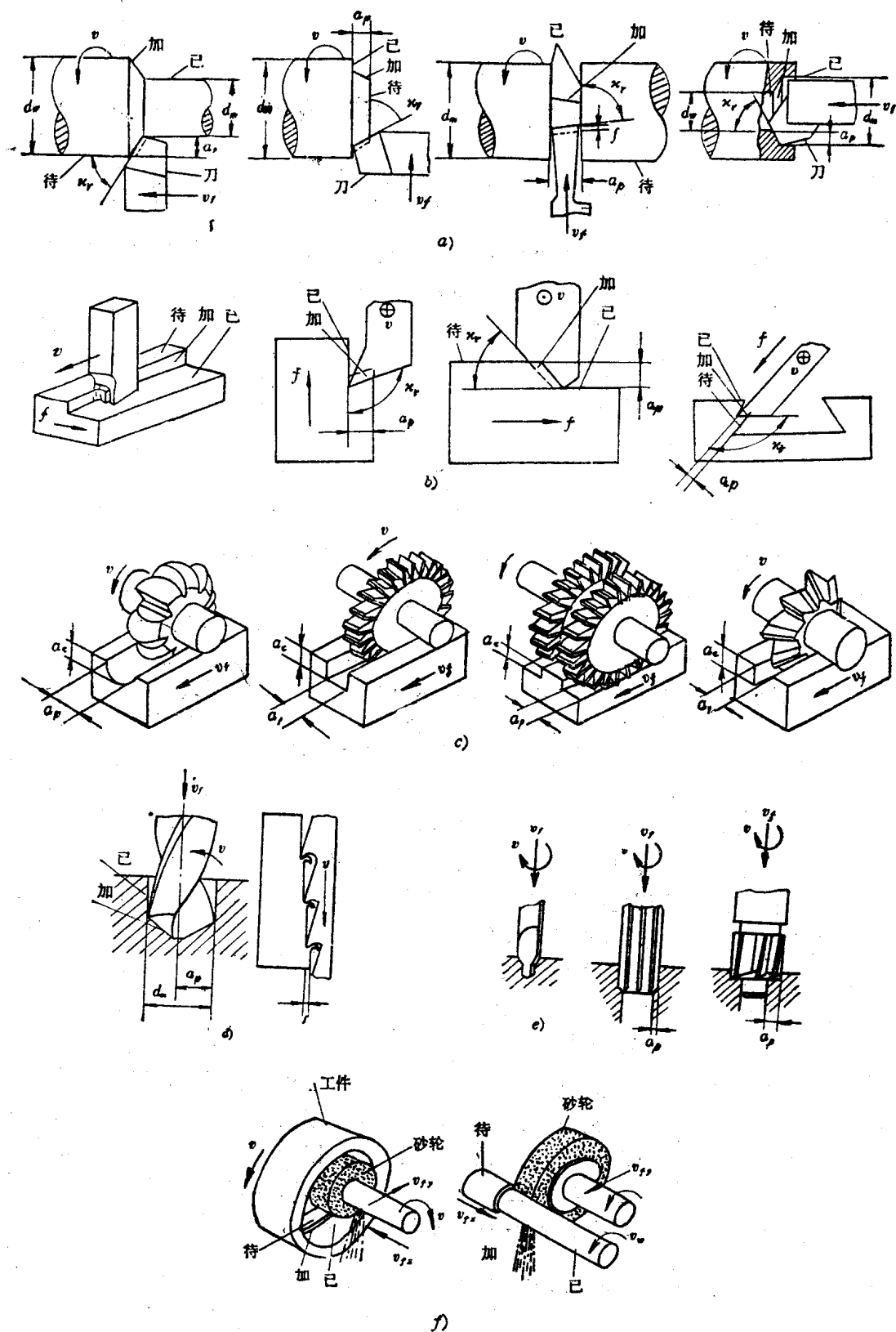


图 1-1 各种切削加工的切削运动和加工表面