



杨叔子 主编

机械加工工艺手册



机械工业出版社
China Machine Press

机械加工工艺师手册

杨叔子 主编



机械工业出版社

本手册汇集了机械制造技术各个主要方面的内容，反映了现代先进制造技术的进展，具有内容简明实用，叙述通俗，便于使用的特点，是一部具有很高使用价值的机械加工工艺手册。

本手册分为8篇，内容包括机械加工工艺基础、金属切削机床、机床夹具与刀具、切削加工、特种加工、加工过程自动化、检测和机械装配等。

本手册可供广大从事机械制造的工程技术人员以及工科院校机械类专业的师生使用及参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺师手册/杨叔子主编. —北京: 机械工业出版社, 2001.8

ISBN 7-111-09176-0

I. 机... II. 杨... III. 金属加工—工艺—技术手册 IV. TG—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 049257 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 熊万武 责任校对: 韩晶 张佳 孙志筠

版式设计: 张世琴 封面设计: 姚毅 责任印制: 郭景龙

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5·68.375 印张·3 插页·4108 千字

0 001—4 000 册

定价: 158.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

前 言

鉴古知今，放眼人类历史，应该说，材料、能源、信息与制造是人类文明的四大支柱。

制造业是所有与制造有关的行业的总称，它是国民经济的支柱产业之一。制造技术是使原材料变成产品的技术，是国民经济与社会得以发展，也是制造业本身赖以生存的关键基础技术。没有制造业、没有制造技术的进步，就没有生产资料、生活资料、科技手段、军事装备等一切，也就没有它们的进步。统计资料表明，在美国，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。可以说，没有发达的制造业就不可能有国家的真正繁荣和富强，而没有机械制造业，也就没有制造业。经济的竞争归根到底是制造技术与制造能力的竞争。改革开放20年来，我国机械制造业充分利用国内外两方面的技术资源，有计划地推进企业的技术改造，引导企业走依靠科技进步的道路，使制造技术、产品质量和水平及经济效益发生了显著变化，为繁荣国内市场，扩大出口创汇，推动国民经济发展作出了很大贡献。

为适应机械制造技术发展的需要，为进一步提高我国机械制造技术水平、加强我国机电产品在国际市场上的竞争能力尽一份绵薄之力，我们在机械工业出版社的大力支持下，编写出版了这本手册。

本手册汇集了机械制造技术各个方面的主要内容，具体包括机械加工工艺基础、金属切削机床、机床夹具与刀具、切削加工、特种加工、加工过程自动化、检测和装配等。全手册共8篇60章。

本手册的特点是以工艺为基础，以工艺方法为主线，工艺数据和工艺方法紧密结合；既论述大批大量生产中加工和装配的质量、效率及成本问题，也介绍多品种、小批量生产的工艺特点，强调生产的柔性化、集成化和可快速重组的观念；简明、实用，注意反映现代制造技术的新进展；采用最新国家标准。

本手册由中国科学院和工程院院士杨叔子教授任主编，张福润、常治斌、汤漾平、鲍剑斌、柯群、何兆太、杨曙年、严晓光任副主编。参加各篇(章)编审的人员及分工如下：

- | | | |
|-----|-----|---------------------|
| 第1篇 | 编写人 | 张福润 |
| | 审稿人 | 宾鸿赞 |
| 第2篇 | 编写人 | 常治斌、林军、黎新、毛履国 |
| | 审稿人 | 钟华珍 |
| 第3篇 | 编写人 | 汤漾平、李小平、叶仲新 |
| | 审稿人 | 张福润、钟华珍 |
| 第4篇 | 编写人 | 鲍剑斌、熊良山、张华书、张福润、汤漾平 |
| | 审稿人 | 黄奇葵、张福润、王廷忠 |

- 第5篇 编写人 何兆太、王青云
 审稿人 宾鸿赞、孙洪道
- 第6篇 编写人 柯 群 王建军 王伯藤
 审稿人 孙洪道
- 第7篇 编写人 杨曙年
 审稿人 宾鸿赞、张福润
- 第8篇 编写人 严晓光
 审稿人 张福润

由于编审人员较多，编者水平有限，手册中难免有不妥之处，我们热忱期望读者提出批评和建议，以期有助于编者水平的提高与手册质量的改进。

谨以此手册，献给新的世纪。

《机械加工工艺师手册》编写组

2000年11月18日

目 录

前言

第 1 篇 机械加工工艺基础

第 1 章 金属切削过程的基本规律	
1.1 切削加工的基本概念	3
1.1.1 切削运动与切削用量	3
1.1.2 切削时的工件表面	3
1.1.3 切削层参数	3
1.2 切削过程的金属变形	4
1.2.1 金属材料切屑的形成	4
1.2.2 积屑瘤	4
1.2.3 切屑的形态	5
1.2.4 自由与非自由切削、直角与斜角 切削的概念	6
1.3 硬脆非金属材料的切屑形成机理与切屑形态	6
1.4 切削力与切削功率	7
1.4.1 切削力与切削功率的计算	7
1.4.2 影响切削力的因素	10
1.4.3 切削力的测量	10
1.5 切削热与切削温度	12
1.5.1 切削热的产生与传出	12
1.5.2 切削温度	12
1.5.3 影响切削温度的主要因素	13
1.5.4 切削温度的测量	13
第 2 章 切削刀具的基本知识、 切削用量选择与切削液	
2.1 刀具的几何角度	15
2.1.1 刀具切削部分的组成	15
2.1.2 刀具的几何参数	15
2.1.3 刀具的工作角度	16
2.1.4 刀具几何角度与刃部 参数的选择	16
2.2 刀具的磨损	21
2.2.1 刀具磨损的形式	21
2.2.2 刀具磨损的原因	21
2.2.3 刀具的磨损过程及 磨钝标准	21
2.3 刀具耐用度	23
2.3.1 刀具耐用度与切削用量 的关系	23
2.3.2 刀具耐用度的确定原则	23
2.4 切削用量的选择原则	24
2.4.1 切削深度 a_p 的选择	24
2.4.2 进给量 f 的选择	24
2.4.3 切削速度 v_c 的选择	24
2.5 切削液	25
2.5.1 切削液的作用	25
2.5.2 切削液中的添加剂与切削液的 种类	25
2.5.3 切削液的选择与应用	25
第 3 章 机械加工质量	
3.1 机械加工精度	27
3.1.1 概述	27
3.1.2 影响加工精度的主要因素及改善 措施	28
3.1.3 加工误差的分析方法	31
3.1.4 加工经济精度	34
3.2 加工表面质量	40
3.2.1 概述	40
3.2.2 已加工表面粗糙度	40
3.2.3 已加工表面层的物理品质	42
3.3 机械加工中的振动	45
3.3.1 切削振动的类型及特征	45
3.3.2 强迫振动的振源及诊断	46
3.3.3 自激振动的原因及诊断	46
3.3.4 机械加工振动的防治	47

第 4 章 机械加工工艺规程制订		第 5 章 成组工艺与计算机 辅助工艺过程设计	
4.1 概述	48	5.1 成组技术(GT)	65
4.1.1 机械加工工艺过程及其 组成	48	5.1.1 成组技术原理	65
4.1.2 机械加工工艺规程	50	5.1.2 成组技术的效益	65
4.2 工艺规程的制订	52	5.1.3 零件分类编码系统	66
4.2.1 分析加工零件的工艺性	52	5.2 成组加工工艺	69
4.2.2 根据零件的生产纲领决定生产 类型	52	5.2.1 成组加工工艺的基本原理与实施 步骤	69
4.2.3 毛坯的选择	55	5.2.2 零件分类成组(族)的方法	70
4.2.4 拟订工艺过程	55	5.2.3 成组加工工艺规程设计	72
4.2.5 工序设计	60	5.2.4 成组加工生产组织形式	73
4.3 数控加工工艺特点	61	5.3 计算机辅助工艺过程设计 (CAPP)	75
4.4 加工方案的技术经济分析	63	5.3.1 CAPP 系统的基本类型	75
4.4.1 加工方案经济效益的评价 指标	64	5.3.2 CAD/CAPP/CAM 集成的 关键技术	78
4.4.2 加工方案经济效益的评定	64		
第 2 篇 金属切削机床			
第 6 章 金属切削机床的型号与 图形符号		第 7 章 数控机床与加工中心	
6.1 金属切削机床的型号	81	7.1 数控机床	117
6.1.1 金属切削机床型号编制方法	81	7.1.1 概述	117
6.1.2 新旧机床型号对比	100	7.1.2 数控机床的适用范围及 结构特点	120
6.2 金属切削机床操作指示形象化 符号	100	7.1.3 数控机床的坐标系	121
6.2.1 金属切削机床操作指示形象化 符号标准	100	7.1.4 数控机床的位置精度及 检测装置	122
6.2.2 金属切削机床操作指示形象化 符号使用要求	110	7.1.5 数控机床及数控技术的发展	128
6.2.3 金属切削机床操作指示形象化 符号应用示例	110	7.2 加工中心	129
6.3 数控机床操作指示形 象化符号	112	7.2.1 概述	129
6.3.1 数控机床操作指示形象化符号 标准	112	7.2.2 加工中心类型及适用范围	133
6.3.2 数控机床操作指示形象化符号 使用要求	112	7.2.3 立式加工中心	133
6.3.3 数控机床操作指示形象化符号 应用示例	112	7.2.4 卧式加工中心	134
		7.2.5 龙门式加工中心	139
		第 8 章 车 床	
		8.1 卧式车床	145
		8.1.1 卧式车床的类型及适用范围	145
		8.1.2 卧式车床的型号与技术参数	145
		8.2 立式车床	154

8.2.1 立式车床的类型及适用范围	154
8.2.2 立式车床的型号与技术参数	154
8.3 转塔车床和回轮车床	159
8.3.1 转塔车床和回轮车床的类型及适用范围	159
8.3.2 转塔车床和回轮车床的型号与技术参数	159
8.4 仿形车床	162
8.4.1 仿形车床的类型与技术参数	162
8.4.2 仿形装置的结构特点	162
8.5 卡盘多刀车床	165
8.5.1 卡盘多刀车床的类型及适用范围	165
8.5.2 卡盘多刀车床的型号与技术参数	165
8.6 单轴自动车床	168
8.6.1 单轴自动车床的类型及适用范围	168
8.6.2 单轴自动车床的型号与技术参数	168
8.7 多轴自动车床	171
8.7.1 卧式多轴自动(半自动)车床	171
8.7.2 数控卧式多轴车床	171
8.7.3 立式多轴半自动车床的特点及适用范围	174
8.8 数控车床和车削中心	174
8.8.1 数控卧式车床和卧式车削中心	174
8.8.2 数控立式车床和立式车削中心	176
8.8.3 柔性车削单元的主要结构和性能特点	180
8.9 曲轴车床	184
第9章 钻 床	
9.1 钻床的类型及适用范围	185
9.2 台式钻床	185
9.3 立式钻床	185
9.4 摇臂钻床	186
9.4.1 摇臂钻床的类型及适用范围	186
9.4.2 摇臂钻床的型号与技术参数	186
9.5 深孔钻床	186
9.5.1 深孔钻床的类型及适用范围	192
9.5.2 深孔钻床的型号与技术参数	192

9.5.3 深孔加工发展方向	192
9.6 数控钻床和钻削中心	192
9.6.1 数控钻床	192
9.6.2 钻削中心	195

第10章 镗 床

10.1 卧式铣镗床	196
10.1.1 卧式铣镗床的类型及适用范围	196
10.1.2 卧式铣镗床和数控卧式铣镗床的型号与技术参数	196
10.1.3 落地铣镗床和数控落地铣镗床的型号与技术参数	196
10.2 坐标镗床	196
10.2.1 坐标镗床的类型及适用范围	196
10.2.2 坐标镗床的型号与技术参数	196
10.2.3 坐标镗床坐标测量系统	196
10.2.4 坐标镗床精度	205
10.2.5 数控坐标镗床	205
10.3 精镗床	205
10.3.1 精镗床的类型及适用范围	205
10.3.2 精镗床的型号与技术参数	205
10.4 深孔镗床和深孔钻镗床	205
10.4.1 深孔镗床的类型及适用范围	205
10.4.2 深孔钻镗床的型号与技术参数	205

第11章 铣 床

11.1 升降台铣床	211
11.1.1 升降台铣床的类型及适用范围	211
11.1.2 立式升降台铣床和数控立式升降台铣床的型号与技术参数	211
11.1.3 卧式升降台铣床的型号与技术参数	211
11.1.4 万能升降台铣床的型号与技术参数	211
11.2 工具铣床、摇臂铣床和滑枕铣床	211
11.2.1 工具铣床、数控工具铣床的型号与技术参数	211
11.2.2 摇臂铣床、滑枕铣床的型号与技	

术参数	211	13.3 内圆磨床	266
11.3 床身铣床	220	13.3.1 内圆磨床的类型及适用范围	266
11.3.1 床身铣床的特点	220	13.3.2 内圆磨床的型号与技术参数	266
11.3.2 床身铣床的类型及适用范围	220	13.4 平面磨床	268
11.3.3 床身铣床的型号与技术参数	220	13.4.1 平面磨床的类型及适用范围	268
11.3.4 平面铣床、端面铣床的型号与 技术参数	220	13.4.2 卧轴矩台平面磨床	272
11.3.5 回转头铣床的型号与技术参数	220	13.4.3 立轴矩台平面磨床	273
11.4 龙门铣床和数控龙门镗铣床	220	13.4.4 卧轴圆台平面磨床	273
11.4.1 龙门铣床的类型及适用范围	220	13.4.5 立轴圆台平面磨床	273
11.4.2 龙门铣床和数控龙门镗铣床的 型号与技术参数	220	13.4.6 双端面磨床	273
11.5 仿形铣床和数控仿形铣床	228	13.4.7 缓进给成形磨床	273
11.5.1 数控铣床和数控仿形铣床的型号 与技术参数	234	13.5 专门化磨床	291
11.5.2 数控仿形铣床的主要结构与功 能特点	234	13.5.1 刀具刃磨机床和工具磨床	291
第 12 章 刨床、插床、拉床和锯床		13.5.2 曲轴磨床	294
12.1 刨床和插床	235	13.5.3 凸轮轴磨床	294
12.1.1 刨床和插床的类型及适用 范围	235	13.5.4 花键轴磨床	294
12.1.2 刨床和插床的型号与技术 参数	235	13.6 其他磨床	300
12.2 拉床	235	13.6.1 砂带磨床	300
12.2.1 拉床的类型及适用范围	235	13.6.2 珩磨机	303
12.2.2 立式拉床	235	13.6.3 光整加工机床	309
12.2.3 卧式拉床	235	13.7 数控磨床	311
12.2.4 连续拉床	242	13.7.1 数控外圆磨床	311
12.2.5 拉床发展趋势	244	13.7.2 数控内圆磨床	315
12.3 锯床	251	13.7.3 数控平面磨床	315
12.3.1 锯床的类型及适用范围	251	13.7.4 数控坐标磨床	315
12.3.2 锯床的型号与技术参数	251	第 14 章 齿轮加工机床	
第 13 章 磨 床		14.1 概述	320
13.1 概述	252	14.2 滚齿机	320
13.2 外圆磨床	252	14.2.1 滚齿机的结构特点及 适用范围	320
13.2.1 外圆磨床的类型及适用范围	252	14.2.2 滚齿机型号及主要技术参数	323
13.2.2 万能外圆磨床的型号与 技术参数	252	14.2.3 滚齿机工作精度	323
13.2.3 端面外圆磨床	252	14.3 插齿机	323
13.2.4 无心外圆磨床	262	14.3.1 插齿机结构特点及适用范围	323
		14.3.2 插齿机的型号与技术参数	323
		14.4 剃齿机	333
		14.4.1 剃齿机适用范围	333
		14.4.2 剃齿机的型号与技术参数	334
		14.5 珩齿机	334
		14.5.1 珩齿机适用范围	334
		14.5.2 珩齿机的型号与技术参数	334

20.7 深孔钻	640	21.5.9 硬质合金铣刀刀片的定位方法及 夹紧机构	706
20.7.1 深孔钻的类型与使用范围	640	第 22 章 拉 刀	
20.7.2 钻实心料孔	642	22.1 拉刀的类型	708
20.7.3 深孔套料钻	650	22.2 拉刀的结构和几何参数	708
20.8 镗刀	651	22.2.1 拉削的方式	708
20.8.1 单刃镗刀	651	22.2.2 拉刀的结构	708
20.8.2 多刃镗刀	654	22.2.3 拉刀刀齿的几何参数	708
20.8.3 微调镗刀	655	22.2.4 拉削力的计算和强度检验	710
20.9 复合孔加工刀具	656	22.3 拉刀的使用	712
第 21 章 铣 刀			
21.1 铣刀的类型与用途	661	第 23 章 齿 轮 刀 具	
21.2 高速钢尖齿铣刀	661	23.1 齿轮铣刀	713
21.2.1 高速钢铣刀几何参数的选择	661	23.1.1 齿轮铣刀的类型和用途	713
21.2.2 圆柱形铣刀规格	665	23.1.2 盘形齿轮铣刀	714
21.2.3 三面刃铣刀规格	665	23.1.3 指形齿轮铣刀	715
21.2.4 尖齿槽铣刀和螺钉槽铣刀 规格	667	23.2 齿轮滚刀	715
21.2.5 锯片铣刀规格	668	23.2.1 齿轮滚刀的工作原理、类型和 用途	715
21.2.6 切口铣刀规格	669	23.2.2 齿轮滚刀的结构	716
21.2.7 角度铣刀规格	670	23.2.3 齿轮滚刀的主要参数	716
21.2.8 立铣刀规格	672	23.2.4 整体齿轮滚刀的设计计算	720
21.2.9 键槽铣刀规格	676	23.2.5 滚刀的磨损和耐用度	721
21.2.10 T形槽铣刀规格	677	23.3 插齿刀	722
21.2.11 大螺旋角圆柱铣刀	678	23.3.1 插齿刀的工作原理、类型和 用途	722
21.2.12 波形刃铣刀	678	23.3.2 插齿刀的结构和主要参数	723
21.3 高速钢铲齿铣刀	679	23.3.3 插齿刀的精度等级	733
21.3.1 凸半圆成形铣刀规格	679	23.3.4 插齿刀的磨损与刃磨	733
21.3.2 凹半圆成形铣刀规格	680	23.4 剃齿刀	734
21.3.3 盘形齿轮铣刀规格	680	23.4.1 剃齿刀的类型、用途和工作 原理	734
21.4 套式铣刀	682	23.4.2 剃齿刀的结构	734
21.5 硬质合金铣刀	684	23.4.3 剃齿刀的主要参数	734
21.5.1 硬质合金铣刀的切削部分几何 参数	684	23.4.4 剃齿刀的设计原理	737
21.5.2 硬质合金立铣刀	686	23.4.5 剃齿刀的齿形修正	738
21.5.3 硬质合金可转位面铣刀	690	23.4.6 剃齿刀的重磨与耐用度	738
21.5.4 硬质合金可转位槽铣刀	693	23.5 非渐开线展成刀具	739
21.5.5 硬质合金锯片铣刀	696	23.5.1 非渐开线展成刀具的类型和 用途	739
21.5.6 玉米铣刀	699	23.5.2 矩形花键滚刀	739
21.5.7 标准硬质合金可转位铣刀的 选用	700		
21.5.8 硬质合金可转位铣刀刀片	702		

23.5.3 圆弧齿轮滚刀	741	24.6.5 切向平梳刀外螺纹切头	803
23.5.4 链轮滚刀	743	24.6.6 径向平梳刀内螺纹切头	804
23.5.5 矩形花键孔插齿刀	744	24.5.7 圆梳刀内螺纹切头	806
23.6 蜗轮刀具	747	24.7 螺纹滚压工具	807
23.6.1 蜗轮刀具的类型和用途	747	24.7.1 螺纹滚压头	807
23.6.2 蜗轮滚刀	747	24.7.2 滚丝轮	810
23.6.3 蜗轮飞刀	748	24.7.3 搓丝板	814
23.6.4 蜗轮剃齿刀	751		
23.7 锥齿轮刀具	751	第 25 章 自动化加工用刀具	
23.7.1 锥齿轮刀具的类型和用途	751	25.1 刚性自动化刀具	818
23.7.2 滚切法加工锥齿轮的工作原理	751	25.1.1 刚性自动化加工系统对刀具的 要求	818
23.7.3 直齿锥齿轮刀具	752	25.1.2 刚性自动化系统刀具结构的 选择	818
23.7.4 弧齿锥齿轮刀具	759	25.1.3 专用刀具	819
23.7.5 长幅外摆线锥齿轮铣刀盘	763	25.2 数控机床和柔性自动化加工用 刀具	821
		25.2.1 数控机床及柔性自动化加工用刀具的 特点和要求	821
第 24 章 螺 纹 刀 具		25.2.2 柔性自动化加工的工具系统	821
24.1 螺纹刀具的类型和用途	771	25.2.3 数控加工用刀具的预调	840
24.2 螺纹车刀和梳刀	771	第 26 章 非金属材料加工用刀具	
24.2.1 螺纹车刀	771	26.1 木材加工刀具	842
24.2.2 螺纹梳刀	773	26.1.1 木材加工刀具的特点和要求	842
24.3 丝锥	773	26.1.2 锯	842
24.3.1 丝锥的类型和用途	773	26.1.3 木工铣刀和刨刀	850
24.3.2 普通螺纹丝锥的结构与几何 参数	778	26.1.4 木工钻头	855
24.3.3 普通螺纹丝锥的规格	779	26.1.5 木工车刀和旋刀	857
24.3.4 螺母丝锥的规格	779	26.2 塑料加工刀具	858
24.3.5 锥形管螺纹丝锥	787	26.2.1 塑料切削加工刀具的特点与 要求	858
24.3.6 梯形螺纹丝锥规格	790	26.2.2 塑料切断刀具	858
24.4 板牙	791	26.2.3 切削塑料的车刀	859
24.5 螺纹铣刀	796	26.2.4 钻削塑料的钻头	863
24.5.1 螺纹铣刀的结构尺寸	796	26.2.5 铣削塑料的铣刀	867
24.5.2 螺纹铣刀的几何参数	798	26.3 石材锯切设备及刀具	869
24.6 螺纹切头	799		
24.6.1 螺纹切头切螺纹方法的特点	799		
24.6.2 螺纹切头的类型	799		
24.6.3 圆梳刀外螺纹切头	799		
24.6.4 径向平梳刀外螺纹切头	802		

第 4 篇 切 削 加 工

第 27 章 车 削		27.2 车削主要工艺参数	874
27.1 车削基本特征与加工范围	873	27.2.1 各种车刀的切削用量	874
		27.2.2 车刀的磨钝标准与耐用度	882

27.2.3 车削速度、车削力和车削功率 … 882	29.4.2 坐标镗床的找正与测量 …… 985
27.3 车削精度 …… 899	29.4.3 镗削空间斜孔时的角度计算 …… 989
27.3.1 车削加工的经济精度与表面粗糙度 …… 899	29.5 镗削用量 …… 990
27.3.2 各种车床加工的质量问题与解决措施 …… 902	29.6 镗削精度 …… 993
第 28 章 钻削、扩削、铰削	29.6.1 镗床的加工精度 …… 993
28.1 钻、扩、铰的特点及主要工艺参数 …… 910	29.6.2 影响镗削加工质量的因素与解决措施 …… 994
28.1.1 钻、扩、铰的特点 …… 910	29.6.3 提高镗孔精度的常用方法 …… 998
28.1.2 钻头、扩孔钻和铰刀的磨钝标准及耐用度 …… 911	29.7 典型表面和零件的镗削 …… 998
28.1.3 钻、扩、铰的切削用量、切削力和切削功率 …… 912	29.7.1 同轴孔的镗削 …… 998
28.2 钻、扩、铰加工机动时间的计算 …… 960	29.7.2 大孔和长孔的镗削 …… 1000
28.3 钻、扩、铰的加工精度 …… 963	29.7.3 阶梯孔和盲孔镗削 …… 1001
28.4 钻、扩、铰加工中常见问题的产生原因和解决方法 …… 964	29.7.4 小孔镗削 …… 1002
28.5 深孔、小孔和微孔的钻削 …… 971	29.7.5 内、外球面的镗削 …… 1002
28.5.1 深孔钻削 …… 971	29.7.6 铣镗床立柱底面的镗削 …… 1003
28.5.2 小孔和微孔的钻削 …… 972	第 30 章 铣 削
第 29 章 镗 削	30.1 铣削特点、方式及加工范围 … 1005
29.1 镗削的特点与类型 …… 974	30.1.1 铣削特点 …… 1005
29.1.1 镗削的特点 …… 974	30.1.2 铣削方式 …… 1005
29.1.2 镗削类型及适用范围 …… 974	30.1.3 铣削精度和铣削效率 …… 1006
29.2 卧式镗床镗削 …… 975	30.1.4 铣削加工的应用范围 …… 1012
29.2.1 卧式镗床的工作范围 …… 975	30.1.5 铣刀耐用度 …… 1015
29.2.2 卧式镗床镗削时工件的定位方式 …… 975	30.2 铣削用量 …… 1016
29.2.3 卧式镗床镗削时工件工艺基准面的找正方法 …… 978	30.2.1 铣削要素 …… 1016
29.2.4 箱体类零件的镗孔方案 …… 980	30.2.2 铣削进给量 …… 1016
29.3 金刚镗床镗削(高速精镗) …… 980	30.2.3 铣削速度、铣削力及铣削功率的计算 …… 1019
29.3.1 金刚镗床镗削的特点 …… 980	30.2.4 确定铣削用量和铣削功率的常用表格 …… 1021
29.3.2 金刚镗床加工中应注意的问题 …… 981	30.3 提高铣削精度和铣削效率的方法 …… 1052
29.4 坐标镗床镗削 …… 984	30.3.1 精铣 …… 1052
29.4.1 加工前的坐标换算与调整 …… 984	30.3.2 高效铣刀铣削 …… 1055
	30.3.3 组合铣刀铣削 …… 1057
	30.4 典型零件和表面的铣削加工 … 1058
	30.4.1 铣削花键轴 …… 1058
	30.4.2 铣削长齿条 …… 1059
	30.4.3 铣削凸轮 …… 1061
	30.4.4 铣削曲面 …… 1062
	30.4.5 铣削空间斜面 …… 1064
	30.5 铣削发展趋势 …… 1066

第 31 章 刨削、插削、锯削

31.1 刨削	1067
31.1.1 刨削特点	1067
31.1.2 刨削用量	1067
31.1.3 刨削加工精度	1075
31.1.4 提高刨削效率的主要方法	1078
31.1.5 典型表面和零件的刨削加工	1081
31.2 插削	1088
31.2.1 插削的特点	1088
31.2.2 插削用量	1088
31.2.3 典型表面和零件的插削	1088
31.3 锯削	1095
31.3.1 锯削的特点	1095
31.3.2 锯削用量	1095
31.3.3 锯削精度与锯削中常见问题的 解决方法	1100

第 32 章 拉 削

32.1 拉削的特点、类型及方式	1102
32.1.1 拉削特点	1102
32.1.2 拉削类型	1102
32.1.3 拉削方式	1102
32.2 拉削用量、拉削力和拉削机动 时间	1105
32.2.1 拉削速度	1105
32.2.2 拉削进给量	1106
32.2.3 拉削力	1106
32.2.4 拉削机动时间	1109
32.3 拉削切削液及其浇注方法	1109
32.3.1 常用拉削切削液	1109
32.3.2 切削液的浇注方法	1110
32.4 拉削中常见缺陷的解决方法	1110
32.5 典型表面和零件的拉削加工	1112
32.5.1 对拉削工件的工艺要求	1112
32.5.2 汽车发动机轴瓦内圆表面 拉削	1112
32.5.3 循环球转向机螺母滚道的螺旋 拉削	1113
32.5.4 套管叉花键孔拉削	1113
32.5.5 齿条拉削	1113
32.5.6 渐开线凸轮轴拉削	1115

第 33 章 磨 削

33.1 磨削原理	1116
33.1.1 磨削过程与切屑的形成	1116
33.1.2 磨削基本参数	1116
33.1.3 磨削力和磨削功率	1118
33.1.4 磨削热和磨削温度	1120
33.2 磨削的基本特征和磨削类型	1121
33.2.1 磨削加工特点	1121
33.2.2 磨削分类	1121
33.2.3 磨削的经济加工能力	1122
33.3 磨料磨具的选择	1123
33.3.1 普通磨料磨具的选择	1124
33.3.2 超硬磨料磨具的选择	1130
33.3.3 涂覆磨具的选择	1132
33.4 普通磨削用量的选择	1137
33.4.1 砂轮速度的选择	1138
33.4.2 工件速度的选择	1138
33.4.3 纵向进给量的选择	1138
33.4.4 磨削深度的选择	1138
33.4.5 光磨次数的选择	1138
33.5 常见磨削方式的主要工艺 参数	1138
33.5.1 外圆磨削	1138
33.5.2 内圆磨削	1144
33.5.3 平面磨削	1151
33.5.4 无心磨削	1156
33.5.5 成形磨削	1160
33.6 砂轮的修整	1166
33.6.1 车削法修整	1166
33.6.2 滚压法修整	1168
33.6.3 磨削法修整	1169
33.6.4 修整砂轮注意事项	1169
33.6.5 超硬磨料砂轮的修整	1169
33.7 磨削液	1170
33.7.1 磨削液的种类	1170
33.7.2 磨削液的选用	1170
33.7.3 磨削液的过滤	1174
33.8 磨削常见缺陷的原因	1177
33.9 高效磨削	1179
33.9.1 高速磨削	1179
33.9.2 深切缓进给磨削	1180

33.9.3 连续修整深切缓进给磨削	1181	35.3.3 超精密磨削工艺参数	1248
33.9.4 宽砂轮与多砂轮磨削	1182	35.4 精密磨削实例	1249
33.9.5 恒压力磨削	1183	35.4.1 外圆精密磨削实例	1249
33.9.6 高速深切快进给磨削	1183	35.4.2 内圆精密磨削实例	1250
33.9.7 砂带磨削	1184	35.4.3 平面精密磨削实例	1251
第 34 章 精整和光整加工		第 36 章 难加工材料的切削加工	
34.1 珩磨	1193	36.1 难加工材料的切削特点	1252
34.1.1 珩磨加工的原理和特点	1193	36.1.1 难加工材料的分类	1252
34.1.2 珩磨头及珩磨油石的选用	1193	36.1.2 难加工材料的切削加工特点	1252
34.1.3 珩磨主要工艺参数	1200	36.2 高强度钢的切削加工	1252
34.1.4 珩磨加工技术的发展	1205	36.3 高锰钢的切削加工	1253
34.2 研磨	1206	36.4 淬硬钢、冷硬铸铁及耐磨合金 铸铁的切削加工	1254
34.2.1 研磨加工的特点与经济精度	1206	36.5 不锈钢、高温合金的切削 加工	1254
34.2.2 研磨机理与运动轨迹	1207	36.5.1 不锈钢、高温合金的切削加工 特点	1254
34.2.3 研磨剂和研具的选用	1208	36.5.2 不锈钢、高温合金的车(镗)削 加工	1255
34.2.4 研磨主要工艺参数	1214	36.5.3 不锈钢、高温合金的铣削 加工	1258
34.2.5 典型零件的研磨加工	1214	36.5.4 不锈钢、高温合金的钻削 加工	1259
34.2.6 常见研磨故障及排除方法	1217	36.6 工程陶瓷的切削加工	1262
34.3 抛光	1220	36.6.1 工程陶瓷材料的特性	1262
34.3.1 概述	1220	36.6.2 陶瓷材料脆性破坏机理	1262
34.3.2 固结磨料柔性磨具抛光	1220	36.6.3 几种工程陶瓷材料的切削 加工	1262
34.3.3 自由磨料抛光	1222	36.6.4 陶瓷材料的离子束加热切削	1262
第 35 章 精密和超精密加工		36.6.5 陶瓷材料的磨削加工	1264
35.1 概述	1232	36.7 其他难切材料的切削加工	1264
35.1.1 精密和超精密加工的范畴	1232	36.7.1 石材的切削加工	1264
35.1.2 精密和超精密加工的工作 环境	1232	36.7.2 复合材料的切削加工	1265
35.1.3 精密和超精密加工的工件 材料	1233	36.7.3 工程塑料的切削加工	1268
35.1.4 常用的精密和超精密加工 方法	1234	第 37 章 圆柱齿轮和蜗杆副加工	
35.2 金刚石刀具超精密切削	1236	37.1 圆柱齿轮加工方法与工艺 设计	1270
35.2.1 金刚石刀具超精密切削机理	1236	37.1.1 圆柱齿轮加工方法	1270
35.2.2 金刚石车刀的设计和刃磨	1237	37.1.2 圆柱齿轮加工工艺参数	1270
35.2.3 金刚石刀具超精密车削工艺 特点	1237	37.1.3 成形齿轮铣刀铣直齿圆柱	
35.2.4 超精密车削的发展趋势	1238		
35.3 精密和超精密磨削	1239		
35.3.1 精密和超精密磨削机理	1239		
35.3.2 精密磨削工艺参数	1239		

齿轮	1274	37.9 重载齿轮加工工艺	1332
37.1.4 成形齿轮铣刀铣斜齿圆柱 齿轮	1278	37.9.1 重载齿轮典型工艺	1333
37.2 滚齿	1278	37.9.2 工序余量	1343
37.2.1 滚齿工作原理与主要工艺 参数	1278	37.9.3 齿形加工	1346
37.2.2 工艺参数的选择	1283	37.10 齿轮加工 CAPP	1347
37.2.3 切削液的选用	1286	37.10.1 CAPP 的类型	1347
37.2.4 滚齿的调整计算	1289	37.10.2 CAPP 实例(LKJCAPP 系统)	1347
37.2.5 硬齿面滚齿工艺	1297	37.11 蜗杆副加工	1360
37.2.6 滚齿误差的产生原因及消除 方法	1299	37.11.1 蜗轮加工特点与主要工艺 参数	1360
37.3 插齿	1301	37.11.2 蜗杆加工特点与主要工艺 参数	1367
37.3.1 插齿工作原理与主要工艺 参数	1301	37.11.3 特殊蜗杆副加工	1374
37.3.2 插齿的工艺要点	1303	第 38 章 锥齿轮加工	
37.3.3 插齿的调整计算	1304	38.1 概述	1376
37.3.4 硬齿面插齿工艺	1307	38.1.1 锥齿轮传动的分类、特点 及应用	1376
37.3.5 插齿误差的产生原因及 消除方法	1307	38.1.2 锥齿轮传动的几个重要术语 ..	1378
37.4 剃齿	1308	38.1.3 锥齿轮的加工原理	1380
37.4.1 剃齿工作原理与主要工艺 参数	1308	38.1.4 锥齿轮的典型加工工艺过程 ..	1381
37.4.2 剃齿工艺	1313	38.1.5 锥齿轮的切齿方法	1383
37.4.3 小啮合角剃齿	1315	38.2 直齿锥齿轮加工	1388
37.5 珩齿	1316	38.2.1 直齿锥齿轮传动的几何计算 ..	1388
37.5.1 珩齿工作原理与主要工艺 参数	1317	38.2.2 成对刨刀展成刨齿	1388
37.5.2 珩磨轮的精度与修磨	1319	38.3 曲线齿锥齿轮切齿方法	1395
37.5.3 珩齿工艺	1320	38.3.1 曲线收缩齿锥齿轮切齿 计算原理	1395
37.6 磨齿	1324	38.3.2 曲线齿锥齿轮常用切齿方法 ..	1399
37.6.1 磨齿工作原理与主要工艺 参数	1324	38.3.3 展成法加工曲线齿锥齿轮副 ..	1401
37.6.2 磨齿工艺	1327	38.3.4 曲线齿锥齿轮加工发展趋势 ..	1409
37.7 冷挤齿	1329	38.4 锥齿轮研齿	1411
37.7.1 冷挤齿方法	1329	38.4.1 研齿原理与运动	1411
37.7.2 冷挤齿工艺	1330	38.4.2 “O”位调整与研齿循环	1412
37.7.3 挤齿精度	1330	38.4.3 研齿的其他工艺要素	1412
37.8 齿轮齿端倒角	1330	38.5 锥齿轮检验及接触区修正	1413
37.8.1 齿端倒角方法	1331	38.5.1 锥齿轮的检验方法及产生切齿 缺陷的原因	1413
37.8.2 端面铣刀型齿轮倒角机 工作性能	1332	38.5.2 接触区的检验与修正	1414
		第 39 章 花键加工	
		39.1 花键加工的特点	1420