



机械加工 工艺 师手册

主编 杨叔子
常务副主编 李斌 张福润

第2版



机械加工工艺师手册

第2版

主 编 杨叔子
常务副主编 李 斌 张福润
副 主 编 常治斌 鲍剑斌 汤漾平
 赵晓芬 柯 群 杨曙年 严晓光

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,较全面地反映了现代先进制造技术的新进展,具有内容简明,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师手册。

本手册为修订版。内容分为8篇,包括机械加工工艺基础、金属切削机床及工艺装备基础、切削加工、数控加工、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. —2版. —北京:
机械工业出版社, 2010.5
ISBN 978-7-111-30145-5

I. ①机… II. ①杨… III. ①机械加工-技术手册
IV. ①TG506-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第048516号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:李万字 责任编辑:舒雯 高依楠 李建秀 刘本明 申伟

版式设计:霍永明 责任校对:任秀丽 姚培新

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011年1月第2版第1次印刷

169mm×239mm·146.5印张·3插页·3638千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-30145-5

定价:268.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务 策划编辑(010)88379732

社服务中心:(010)88361066 网络服务

销售一部:(010)68326294 门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

第2版前言

《机械加工工艺师手册》第1版于2001年出版至今已9年有余，按照机械工业出版社的意见，我们对第1版进行了修订。

本手册此次再版，秉承了第1版“简明、实用、先进”的原则。与第1版相比较，本次修订时重点作了如下几项工作：

1. 内容编排及体系结构上作了较大调整

为了方便读者使用，本手册修订时，将第1版第2篇 金属切削机床的部分内容、第3篇 机床夹具与刀具的部分内容，以及第4篇 切削加工合并成为一篇，并对每一种加工技术，都按照工艺方法—加工机床—切削刀具的顺序撰写。这样做不仅内容及体系结构上更为合理，减少了许多不必要的重复，还有利于读者查阅。

为了适应数字制造技术的快速发展，将第1版分散在各篇的相关内容集中在一起，作为第4篇 数控加工编撰出，并增加了数控系统，数控加工机床的选型，数控机床的安装、调试及验收，以及数控机床维护维修等重要内容。

2. 充分反映现代制造技术的新进展

制造业信息化是世界制造业发展的大趋势。用信息化带动工业化，促进传统制造业结构调整和优化升级，是我国机械制造业应对经济全球化，提高整体素质和国际竞争力的迫切需要和必然选择。为反映制造业信息化的巨大成就，在第1篇中，我们新编写了第6章 信息技术在机械制造中的应用概述，简要介绍了制造业信息化技术的五个主要发展方向，即管理数字化、设计数字化、企业数字化、生产过程数字化以及制造装备数字化的主要内容与进展。

发展高速切削技术等新的切削技术，促进制造工艺的发展，是现代制造技术面临的新任务。目前，高速切削技术已广泛应于汽车制造、模具加工等领域，对提高产品加工质量、加工效率、降低加工成本效果十分显著。因此，我们在第3篇中新撰写了第13章 高速切削加工，较详细地介绍了高速切削技术的特点、机理及应用，高速加工机床的特征，高速切削用刀具材料及刀具结构，以及高速切削的安全性等诸方面内容，以满足读者在高速切削应用上的需求。

为了适应微电子技术的迅速发展和再制造技术愈来愈广泛的应用，我们在第5篇中增写了第8章 微细加工和第9章 表面工程技术等内容，较深入地介绍了光刻加工技术、光刻—电铸—模铸复合成形技术、微细电火花加工、封接技术、分子装配技术，以及表面化学热处理、表面热喷涂技术、热喷焊技术、堆焊技术、表面电镀技术和表面镀膜技术等的应用。

此外，我们还对若干章节内容进行了修改、补充，甚至重写。

3. 采用了最新国家标准

为适应制造业和制造技术的快速发展，并与国际接轨，推动中国制造业走出国门，近年来，有关部门相继对我国的许多国家标准和行业标准作了重大修改。本次手册修

订时，我们注意采用了这些新修订的国家标准，很好地适应这种形势的变化。

在手册编写出版过程中我们得到了机械工业出版社的大力支持，得到了华中科技大学机械学院及华中科技大学文华学院的大力支持，在此谨表诚挚谢意。我们更要衷心感谢李万字副编审为手册的修订出版所付出的辛勤劳动！

由于编者水平有限，手册中一定存在许多不尽如人意的地方，甚至谬误。“嘤其鸣矣，求其友声。”我们殷切希望同行专家和广大读者不吝赐教！

中国科学院 院士 杨叔子
华中科技大学 教授

2010年9月19日

第1版前言

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、王延忠
- 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

第2版前言

第1版前言

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 1-3
 - 1.1.1 切削运动与切削用量 1-3
 - 1.1.2 切削时的工件表面 1-3
 - 1.1.3 切削层参数 1-3
- 1.2 切削过程的金属变形 1-4
 - 1.2.1 金属材料切屑的形成 1-4
 - 1.2.2 积屑瘤 1-4
 - 1.2.3 切屑的形态 1-5
 - 1.2.4 自由与非自由切削、直角与斜角切削的概念 1-6
- 1.3 硬脆非金属材料的切屑形成机理与切屑形态 1-6
- 1.4 切削力与切削功率 1-7
 - 1.4.1 切削力与切削功率的计算 1-7
 - 1.4.2 影响切削力的因素 1-10
 - 1.4.3 切削力的测量 1-10
- 1.5 切削热与切削温度 1-13
 - 1.5.1 切削热的产生与传出 1-13
 - 1.5.2 切削温度 1-13
 - 1.5.3 影响切削温度的主要因素 1-13
 - 1.5.4 切削温度的测量 1-14

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 1-16
 - 2.1.1 刀具切削部分的组成 1-16
 - 2.1.2 刀具的几何参数 1-16
 - 2.1.3 刀具的工作角度 1-17
 - 2.1.4 刀具几何角度与刃部参数的选择 1-17

- 2.2 刀具材料 1-22
 - 2.2.1 碳素工具钢和合金工具钢 1-22
 - 2.2.2 高速工具钢 1-25
 - 2.2.3 硬质合金 1-28
 - 2.2.4 刀具陶瓷 1-33
 - 2.2.5 超硬刀具材料 1-35
- 2.3 刀具的磨损 1-36
 - 2.3.1 刀具磨损的形式 1-36
 - 2.3.2 刀具磨损的原因 1-37
 - 2.3.3 刀具的磨损过程及磨钝标准 1-37
- 2.4 刀具耐用度 1-38
 - 2.4.1 刀具耐用度与切削用量的关系 1-38
 - 2.4.2 刀具耐用度的确定原则 1-39
- 2.5 切削用量的选择原则 1-39
 - 2.5.1 背吃刀量 a_p 的选择 1-39
 - 2.5.2 进给量 f 的选择 1-40
 - 2.5.3 切削速度 v_c 的选择 1-40
- 2.6 切削液 1-40
 - 2.6.1 切削液的作用 1-40
 - 2.6.2 切削液中的添加剂与切削液的种类 1-40
 - 2.6.3 切削液的选择与应用 1-41

第3章 机械加工质量

- 3.1 机械加工精度 1-42
 - 3.1.1 概述 1-42
 - 3.1.2 影响加工精度的主要因素及改善措施 1-43
 - 3.1.3 加工误差的分析方法 1-46
 - 3.1.4 加工经济精度 1-49
- 3.2 加工表面质量 1-55

3.2.1 概述	1-55	5.1.3 零件分类编码系统	1-78
3.2.2 已加工表面粗糙度	1-55	5.2 成组加工工艺	1-81
3.2.3 已加工表面层的物理品质	1-57	5.2.1 成组加工工艺的基本原理与实施	
3.3 机械加工中的振动	1-60	步骤	1-81
3.3.1 切削振动的类型及特征	1-60	5.2.2 零件分类成组(族)的方法	1-81
3.3.2 强迫振动的振源及诊断	1-61	5.2.3 成组加工工艺规程设计	1-84
3.3.3 自激振动的原因及诊断	1-61	5.2.4 成组加工生产组织形式	1-85
3.3.4 机械加工振动的防治	1-61	5.3 计算机辅助工艺过程设计	
第4章 机械加工工艺规程制订		(CAPP)	1-87
4.1 概述	1-63	5.3.1 CAPP系统的基本类型	1-87
4.1.1 机械加工工艺流程及其组成	1-63	5.3.2 CAD/CAPP/CAM集成的	
4.1.2 机械加工工艺流程	1-65	关键技术	1-89
4.2 工艺规程的制订	1-67	第6章 信息技术在机械制	
4.2.1 分析加工零件的工艺性	1-67	造中的应用概述	
4.2.2 根据零件的生产纲领决定生产		6.1 信息系统概述	1-91
类型	1-67	6.2 常用信息系统简介	1-92
4.2.3 毛坯的选择	1-70	6.2.1 CAD系统概述	1-92
4.2.4 拟订工艺过程	1-70	6.2.2 CAPP系统概述	1-94
4.2.5 工序设计	1-74	6.2.3 CAE系统概述	1-94
4.3 加工方案的技术经济分析	1-75	6.2.4 PDM/PLM系统概述	1-95
4.3.1 加工方案经济效益的评价指标	1-75	6.2.5 ERP系统概述	1-97
4.3.2 加工方案经济效益的评定	1-76	6.2.6 MES系统	1-101
第5章 成组工艺与计算机辅		6.2.7 CAM系统	1-102
助工艺过程设计		6.2.8 其他企业信息化软件	
5.1 成组技术(GT)	1-77	产品简述	1-103
5.1.1 成组技术原理	1-77	6.3 企业信息化系统建设概述	1-103
5.1.2 成组技术的效益	1-77	6.3.1 信息化建设的基本考虑	1-104
		6.3.2 PDM系统建设路线要点概述	1-104

第2篇 金属切削机床及工艺装备基础

第1章 金属切削机床的型号 与图形符号

1.1 金属切削机床的型号	2-3
1.1.1 金属切削机床型号编制方法	2-3
1.1.2 新旧机床型号对比	2-22
1.2 金属切削机床操作指示	
形象化符号	2-23
1.2.1 金属切削机床操作指示形象化	
符号标准	2-23
1.2.2 金属切削机床操作指示形象化	

符号使用要求	2-30
1.2.3 金属切削机床操作指示形象化	
符号应用示例	2-30
1.3 数控机床操作指示形象化	
符号	2-31
1.3.1 数控机床操作指示形象化符号	
标准	2-31
1.3.2 数控机床操作指示形象化符号	
使用要求	2-31
1.3.3 数控机床操作指示形象化符号应用	
示例	2-31

第2章 机床夹具

2.1 概述	2-35
2.1.1 夹具的作用和基本组成	2-35
2.1.2 夹具的分类	2-35
2.1.3 现代机床夹具的发展方向	2-36
2.2 工件在夹具中的定位	2-36
2.2.1 六点定位原理	2-36
2.2.2 工件的定位要求	2-37
2.2.3 工件的定位方式及其定位元件	2-37
2.2.4 常见定位元件所限制的自由度	2-44
2.2.5 定位误差的分析与计算	2-46
2.3 工件在夹具中夹紧	2-48
2.3.1 夹紧装置的组成及基本要求	2-49
2.3.2 夹紧力的确定	2-49
2.3.3 各种加工方法切削力的计算	2-50
2.3.4 典型夹紧形式实际所需夹 紧力的计算	2-54
2.3.5 常见夹紧机构及其夹 紧力的计算	2-57
2.4 对刀和导引装置	2-98
2.4.1 对刀装置的设计	2-98
2.4.2 引导装置的设计	2-99
2.5 夹具分度装置和夹具体	2-107
2.5.1 分度装置的设计	2-107
2.5.2 夹具体的设计	2-111
2.6 专用夹具的设计方法	2-113
2.6.1 专用夹具公差配合的制订	2-113
2.6.2 自动线夹具	2-118
2.7 组合夹具	2-119
2.7.1 组合夹具的特点及应用	2-119
2.7.2 组合夹具的系列及基本元件	2-119
2.8 成组夹具	2-120
2.8.1 成组夹具的特点及应用	2-120
2.8.2 成组夹具的分类及调整	2-120
2.8.3 成组夹具的设计特点	2-120

2.9 机床夹具计算机辅助设计

(机床夹具 CAD) 2-121

第3章 机床附件

3.1 机床附件型号	2-123
3.1.1 型号组成	2-123
3.1.2 类代号	2-123
3.1.3 通用特性代号	2-123
3.1.4 组系代号	2-124
3.1.5 主参数和第二主参数	2-124
3.1.6 结构代号	2-124
3.1.7 行业内部使用的结构 代号	2-143
3.1.8 旧机床附件型号示例	2-143
3.2 工作台	2-145
3.2.1 工作台的类型	2-145
3.2.2 普通回转工作台	2-145
3.2.3 数控回转工作台	2-147
3.3 刀架	2-149
3.3.1 动力刀架	2-149
3.3.2 数控刀架	2-149
3.4 分度装置	2-150
3.4.1 分度装置的类型	2-150
3.4.2 数控分度装置	2-150
3.5 夹紧装置	2-153
3.5.1 卡盘	2-153
3.5.2 夹头	2-159
3.5.3 台虎钳	2-163
3.5.4 吸盘	2-165
3.6 中心架和跟刀架	2-167
3.6.1 车床用中心架和跟刀架	2-167
3.6.2 数控自定中心架	2-167
3.7 其他附件	2-169
3.7.1 顶尖	2-169
3.7.2 铣头和插头	2-169
3.7.3 镗头和镗杆	2-169

第3篇 切削加工

第1章 车 削

1.1 车削基本特征与加工范围	3-3
------------------------------	-----

1.2 车削主要工艺参数	3-4
---------------------------	-----

1.2.1 各种车刀的切削用量	3-4
1.2.2 车刀的磨钝标准与耐用度	3-14

1.2.3 车削速度、车削力和车削功率 … 3-14	2.6.1 钻床的类型及适用范围 …… 3-171
1.3 车削精度 …… 3-31	2.6.2 台式钻床 …… 3-172
1.3.1 车削加工的经济精度与 表面粗糙度 …… 3-31	2.6.3 立式钻床 …… 3-172
1.3.2 各种车床加工的质量问题 与解决措施 …… 3-36	2.6.4 摇臂钻床 …… 3-172
1.4 车床 …… 3-44	2.6.5 深孔钻床 …… 3-176
1.4.1 卧式车床 …… 3-44	2.6.6 数控钻床和钻削中心 …… 3-179
1.4.2 立式车床 …… 3-48	2.7 孔加工刀具 …… 3-182
1.4.3 转塔车床和回轮车床 …… 3-53	2.7.1 孔加工刀具的类型与用途 …… 3-182
1.4.4 仿形车床 …… 3-61	2.7.2 麻花钻 …… 3-182
1.4.5 卡盘多刀车床 …… 3-64	2.7.3 硬质合金浅孔钻 …… 3-197
1.4.6 单轴自动车床 …… 3-67	2.7.4 扩孔钻和铰钻 …… 3-198
1.4.7 多轴自动车床 …… 3-70	2.7.5 铰刀 …… 3-210
1.5 车刀 …… 3-73	2.7.6 中心钻和扁钻 …… 3-228
1.5.1 车刀的类型与用途 …… 3-73	2.7.7 深孔钻 …… 3-231
1.5.2 车刀的前面形状和几何参数 … 3-74	第3章 镗 削
1.5.3 断屑和卷屑 …… 3-75	3.1 镗削的特点与类型 …… 3-242
1.5.4 硬质合金焊接车刀 …… 3-79	3.1.1 镗削的特点 …… 3-242
1.5.5 机械夹固式车刀 …… 3-80	3.1.2 镗削类型及适用范围 …… 3-242
1.5.6 硬质合金可转位车刀 …… 3-81	3.2 卧式镗床镗削 …… 3-243
1.5.7 陶瓷、金刚石和立方 氮化硼车刀 …… 3-105	3.2.1 卧式镗床的工作范围 …… 3-243
1.5.8 成形车刀 …… 3-106	3.2.2 卧式镗床镗削时工件的 定位方式 …… 3-243
第2章 钻削、扩削、铰削	3.2.3 卧式镗床镗削时工件工艺基准面 的找正方法 …… 3-245
2.1 钻、扩、铰的特点及主要 工艺参数 …… 3-109	3.2.4 箱体类零件的镗孔方案 …… 3-247
2.1.1 钻、扩、铰的特点 …… 3-109	3.3 金刚镗床镗削(高速精镗) … 3-247
2.1.2 钻头、扩孔钻和铰刀的磨钝 标准及耐用度 …… 3-110	3.3.1 金刚镗床镗削的特点 …… 3-247
2.1.3 钻、扩、铰的切削用量、切削力和 切削功率 …… 3-110	3.3.2 金刚镗床加工中应注意的 问题 …… 3-248
2.2 钻、扩、铰加工机动时间的 计算 …… 3-159	3.4 坐标镗床镗削 …… 3-251
2.3 钻、扩、铰的加工精度 …… 3-161	3.4.1 加工前的坐标换算与调整 …… 3-251
2.4 钻、扩、铰加工中常见问题的 产生原因和解决方法 …… 3-162	3.4.2 坐标镗床的找正与测量 …… 3-252
2.5 深孔、小孔和微孔的钻削 … 3-169	3.4.3 镗削空间斜孔时的角度计算 … 3-255
2.5.1 深孔钻削 …… 3-169	3.5 镗削用量 …… 3-256
2.5.2 小孔和微孔的钻削 …… 3-170	3.6 镗削精度 …… 3-259
2.6 钻床 …… 3-171	3.6.1 镗床的加工精度 …… 3-259
	3.6.2 影响镗削加工质量的因素 与解决措施 …… 3-260
	3.6.3 提高镗孔精度的常用方法 …… 3-264
	3.7 典型表面和零件的镗削 …… 3-264
	3.7.1 同轴孔的镗削 …… 3-264

3.7.2 大孔和长孔的镗削	3-265	4.6.1 升降台铣床	3-351
3.7.3 阶梯孔和盲孔镗削	3-266	4.6.2 工具铣床、摇臂铣床和 滑枕铣床	3-351
3.7.4 小孔镗削	3-267	4.6.3 床身式铣床	3-351
3.7.5 内、外球面的镗削	3-268	4.6.4 龙门铣床和数控龙门镗铣床	3-351
3.7.6 铣镗床立柱底面的镗削	3-269	4.6.5 仿形铣床和数控仿形铣床	3-360
3.8 镗床	3-269	4.7 铣刀	3-371
3.8.1 卧式铣镗床	3-269	4.7.1 铣刀的类型与用途	3-371
3.8.2 坐标镗床	3-275	4.7.2 高速钢尖齿铣刀	3-371
3.8.3 精镗床	3-278	4.7.3 高速钢铲齿铣刀	3-389
3.8.4 深孔镗床和深孔钻镗床	3-278	4.7.4 套式铣刀	3-391
3.9 镗刀	3-284	4.7.5 硬质合金铣刀	3-393
3.9.1 单刃镗刀	3-284		
3.9.2 多刃镗刀	3-286		
3.9.3 微调镗刀	3-287		
3.9.4 复合镗刀	3-287		
		第5章 刨削、插削、锯削	
第4章 铣 削		5.1 刨削	3-415
4.1 铣削特点、方式及加工范围 ...	3-289	5.1.1 刨削特点	3-415
4.1.1 铣削特点	3-289	5.1.2 刨削用量	3-415
4.1.2 铣削方式	3-289	5.1.3 刨削加工精度	3-423
4.1.3 铣削精度和铣削效率	3-290	5.1.4 提高刨削效率的主要方法	3-426
4.1.4 铣削加工的应用范围	3-297	5.1.5 典型表面和零件的刨削加工	3-429
4.2 铣削用量	3-300	5.2 插削	3-435
4.2.1 铣削要素	3-300	5.2.1 插削的特点	3-435
4.2.2 铣削进给量	3-300	5.2.2 插削用量	3-435
4.2.3 铣削速度、铣削力及铣削功率的 计算	3-303	5.2.3 典型表面和零件的插削	3-437
4.2.4 确定铣削用量和铣削功率的 常用表格	3-305	5.3 锯削	3-441
4.3 提高铣削精度和铣削 效率的方法	3-335	5.3.1 锯削的特点	3-441
4.3.1 精铣	3-335	5.3.2 锯削用量、锯削速度和 材料切除率	3-441
4.3.2 高效铣刀铣削	3-338	5.3.3 锯削加工精度与锯削中常见 问题的解决方法	3-445
4.3.3 组合铣刀铣削	3-339	5.4 刨床、插床和锯床	3-447
4.4 典型零件和表面的铣削加工 ...	3-341	5.4.1 刨床和插床	3-447
4.4.1 铣削花键轴	3-341	5.4.2 锯床	3-447
4.4.2 铣削长齿条	3-341	5.5 刨刀和插刀	3-459
4.4.3 铣削凸轮	3-343	5.5.1 刨刀的类型与用途	3-459
4.4.4 铣削曲面	3-345	5.5.2 刨刀合理几何参数	3-460
4.4.5 铣削空间斜面	3-346	5.5.3 先进刨刀	3-460
4.5 铣削发展趋势	3-348	5.5.4 插刀的类型与选用	3-467
4.6 铣床	3-348	5.5.5 插刀主要几何角度的选择	3-468
		第6章 拉 削	
		6.1 拉削的特点、类型及方式 ...	3-469

6.1.1 拉削的特点	3-469	7.2.2 磨削分类	3-497
6.1.2 拉削的类型	3-469	7.2.3 磨削的经济加工能力	3-498
6.1.3 拉削的方式	3-471	7.3 普通磨削用量的选择	3-498
6.2 拉削用量、拉削力和拉削机动时间	3-472	7.3.1 砂轮速度的选择	3-498
6.2.1 拉削速度的分组与选用	3-472	7.3.2 工件速度的选择	3-499
6.2.2 拉削进给量	3-474	7.3.3 纵向进给量的选择	3-499
6.2.3 拉削力	3-474	7.3.4 背吃刀量 a_p 的选择	3-499
6.2.4 拉削机动时间	3-476	7.3.5 光磨次数的选择	3-499
6.3 拉削切削液及其浇注方法	3-476	7.4 常见磨削方式的主要工艺参数	3-499
6.3.1 常用拉削切削液	3-476	7.4.1 外圆磨削	3-499
6.3.2 切削液的浇注方法	3-477	7.4.2 内圆磨削	3-505
6.4 拉削中常见缺陷的分析与解决方法	3-477	7.4.3 平面磨削	3-512
6.5 典型表面和零件的拉削加工	3-479	7.4.4 无心磨削	3-517
6.5.1 对拉削工件的工艺要求	3-479	7.4.5 成形磨削	3-521
6.5.2 汽车发动机轴瓦内圆表面拉削	3-479	7.5 砂轮的修整	3-526
6.5.3 循环球转向机螺母滚道的螺旋拉削	3-480	7.5.1 车削法修整	3-526
6.5.4 套管叉花键孔拉削	3-480	7.5.2 滚压法修整	3-528
6.5.5 齿条拉削	3-480	7.5.3 磨削法修整	3-529
6.5.6 渐开线凸轮轴拉削	3-482	7.5.4 修整砂轮注意事项	3-529
6.6 拉床	3-482	7.5.5 超硬磨料砂轮的修整	3-529
6.6.1 拉床的类型及适用范围	3-482	7.6 磨削液	3-530
6.6.2 立式拉床	3-485	7.6.1 磨削液的种类	3-530
6.6.3 卧式拉床	3-485	7.6.2 磨削液的选用	3-530
6.6.4 连续拉床	3-485	7.6.3 磨削液的过滤	3-535
6.6.5 拉床发展趋势	3-485	7.7 磨削常见缺陷的原因	3-536
6.7 拉刀	3-487	7.8 高效磨削	3-539
6.7.1 拉刀的类型	3-487	7.8.1 高速磨削	3-539
6.7.2 拉刀的结构和几何参数	3-487	7.8.2 深切缓进给磨削	3-540
6.7.3 拉刀的使用	3-491	7.8.3 连续修整深切缓进给磨削	3-541
		7.8.4 宽砂轮与多砂轮磨削	3-542
		7.8.5 恒压力磨削	3-543
		7.8.6 高速深切快进给磨削	3-543
		7.8.7 砂带磨削	3-544
		7.9 磨床	3-553
		7.9.1 概述	3-553
		7.9.2 外圆磨床	3-553
		7.9.3 内圆磨床	3-564
		7.9.4 平面磨床	3-572
		7.9.5 专门化磨床	3-591
		7.9.6 其他磨床	3-599
		7.9.7 数控磨床	3-611
第7章 磨 削			
7.1 磨削原理	3-492		
7.1.1 磨削过程与切屑的形成	3-492		
7.1.2 磨削基本参数	3-492		
7.1.3 磨削力和磨削功率	3-494		
7.1.4 磨削热和磨削温度	3-496		
7.2 磨削的基本特征和磨削类型	3-497		
7.2.1 磨削加工特点	3-497		

7.10 磨料磨具的选择	3-618	8.5.9 锥齿轮加工机床.....	3-855
7.10.1 普通磨料磨具的选择	3-618	8.6 齿轮刀具	3-868
7.10.2 超硬磨料磨具的选择	3-624	8.6.1 齿轮铣刀	3-868
7.10.3 涂覆磨具的选择	3-628	8.6.2 齿轮滚刀	3-871
第8章 齿轮、蜗杆副、花键加工		8.6.3 插齿刀	3-877
8.1 圆柱齿轮加工	3-633	8.6.4 剃齿刀	3-888
8.1.1 圆柱齿轮加工方法与 工艺设计	3-633	8.6.5 蜗轮刀具	3-894
8.1.2 滚齿	3-641	8.6.6 锥齿轮刀具	3-898
8.1.3 插齿	3-662	8.6.7 非渐开线展成刀具	3-919
8.1.4 剃齿	3-671	第9章 螺纹加工	
8.1.5 珩齿	3-679	9.1 螺纹加工的基本类型、特点 及适用范围	3-927
8.1.6 磨齿	3-687	9.2 丝锥攻螺纹、板牙套螺纹 ...	3-930
8.1.7 冷挤齿	3-691	9.2.1 普通螺纹丝锥攻螺纹	3-930
8.1.8 轮齿端倒角	3-693	9.2.2 锥形丝锥攻螺纹	3-934
8.1.9 重载齿轮加工工艺	3-695	9.2.3 板牙套螺纹	3-935
8.1.10 齿轮加工 CAPP	3-710	9.3 螺纹车削	3-936
8.2 锥齿轮加工	3-723	9.3.1 螺纹的车削特点与 加工方式	3-936
8.2.1 概述	3-723	9.3.2 螺纹车削工艺参数	3-939
8.2.2 直齿锥齿轮加工	3-734	9.3.3 螺纹切削的切削液选择	3-940
8.2.3 曲线齿锥齿轮切齿方法	3-741	9.3.4 精车精密丝杠的工艺要点	3-941
8.2.4 锥齿轮研齿	3-757	9.3.5 螺纹车削时易产生的缺陷及 改进措施	3-942
8.2.5 锥齿轮检验及接触区修正	3-759	9.4 螺纹磨削	3-943
8.3 蜗杆副加工	3-765	9.4.1 螺纹磨削的加工方式、 特点及应用	3-943
8.3.1 蜗轮加工特点与主要 工艺参数	3-765	9.4.2 磨削用量的选择	3-945
8.3.2 蜗杆加工特点与主要 工艺参数	3-772	9.4.3 滚珠丝杠圆弧形螺纹磨削	3-945
8.3.3 特殊蜗杆副加工	3-779	9.4.4 螺纹磨削的注意事项	3-946
8.4 花键加工	3-781	9.4.5 螺纹磨削常见缺陷及 预防措施	3-946
8.4.1 花键加工的特点	3-781	9.5 螺纹加工机床	3-948
8.4.2 花键加工的主要方法	3-784	9.5.1 螺纹车床	3-948
8.5 齿轮加工机床	3-822	9.5.2 螺纹铣床	3-948
8.5.1 概述	3-822	9.5.3 螺纹磨床	3-949
8.5.2 滚齿机	3-823	9.5.4 攻丝机	3-949
8.5.3 插齿机	3-832	9.5.5 滚丝机	3-949
8.5.4 剃齿机	3-836	9.5.6 搓丝机	3-951
8.5.5 珩齿机	3-839	9.6 螺纹刀具	3-952
8.5.6 磨齿机	3-839	9.6.1 螺纹刀具的类型和用途	3-952
8.5.7 花键轴铣床	3-846		
8.5.8 数控齿轮加工机床	3-851		

- 9.6.2 螺纹车刀和梳刀 3-952
- 9.6.3 丝锥 3-954
- 9.6.4 板牙 3-972
- 9.6.5 螺纹铣刀 3-977
- 9.6.6 螺纹切头 3-980
- 9.6.7 螺纹滚压工具 3-988
- 第10章 精整和光整加工**
- 10.1 珩磨** 3-999
- 10.1.1 珩磨加工的原理和特点 3-999
- 10.1.2 珩磨头及珩磨油石的选用 3-999
- 10.1.3 珩磨主要工艺参数 3-1006
- 10.1.4 珩磨加工技术的发展 3-1011
- 10.2 研磨** 3-1012
- 10.2.1 研磨加工的特点与
经济精度 3-1012
- 10.2.2 研磨机理与运动轨迹 3-1013
- 10.2.3 研磨剂和研具的选用 3-1014
- 10.2.4 研磨主要工艺参数 3-1020
- 10.2.5 典型零件的研磨加工 3-1021
- 10.2.6 常见研磨故障及排除方法 3-1023
- 10.3 抛光** 3-1025
- 10.3.1 概述 3-1025
- 10.3.2 固结磨料柔性磨具抛光 3-1026
- 10.3.3 自由磨料抛光 3-1027
- 第11章 精密和超精密加工**
- 11.1 概述** 3-1037
- 11.1.1 精密和超精密加工的范畴 3-1037
- 11.1.2 精密和超精密加工的
工作环境 3-1037
- 11.1.3 精密和超精密加工的
工件材料 3-1038
- 11.1.4 常用的精密和超精密
加工方法 3-1039
- 11.2 金刚石刀具超精密切削** 3-1041
- 11.2.1 金刚石刀具超精密切削
机理 3-1041
- 11.2.2 金刚石车刀的设计和刃磨 3-1042
- 11.2.3 金刚石刀具超精密车削
工艺特点 3-1045
- 11.2.4 超精密车削的发展趋势 3-1046
- 11.3 精密和超精密磨削** 3-1047
- 11.3.1 精密和超精密磨削机理 3-1047
- 11.3.2 精密磨削工艺参数 3-1047
- 11.3.3 超精密磨削工艺参数 3-1056
- 11.4 精密磨削实例** 3-1057
- 11.4.1 外圆精密磨削实例 3-1057
- 11.4.2 内圆精密磨削实例 3-1058
- 11.4.3 平面精密磨削实例 3-1059
- 第12章 难加工材料的切削加工**
- 12.1 难加工材料的切削特点** 3-1060
- 12.1.1 难加工材料的分类 3-1060
- 12.1.2 难加工材料的切削加工
特点 3-1060
- 12.2 高强度钢的切削加工** 3-1060
- 12.3 高锰钢的切削加工** 3-1061
- 12.4 淬硬钢、冷硬铸铁及耐磨
合金铸铁的切削加工** 3-1062
- 12.5 不锈钢、高温合金的
切削加工** 3-1062
- 12.5.1 不锈钢、高温合金的切削
加工特点 3-1062
- 12.5.2 不锈钢、高温合金的车(镗)
削加工 3-1063
- 12.5.3 不锈钢、高温合金的铣
削加工 3-1066
- 12.5.4 不锈钢、高温合金的钻
削加工 3-1067
- 12.6 工程陶瓷的切削加工** 3-1070
- 12.6.1 工程陶瓷材料的特性 3-1070
- 12.6.2 陶瓷材料脆性破坏机理 3-1070
- 12.6.3 几种工程陶瓷材料的
切削加工 3-1070
- 12.6.4 陶瓷材料的离子束加热
切削 3-1072
- 12.6.5 陶瓷材料的磨削加工 3-1072
- 12.7 其他难切材料的切削加工** 3-1072
- 12.7.1 石材的切削加工 3-1072
- 12.7.2 复合材料的切削加工 3-1073
- 12.7.3 工程塑料的切削加工 3-1076
- 12.8 非金属材料加工用刀具** 3-1077
- 12.8.1 木材加工刀具 3-1077

12.8.2 塑料加工刀具	3-1093	13.2.3 几种高速切削刀具	3-1129
12.8.3 石材锯切设备及刀具	3-1103	13.2.4 高速切削刀柄系统	3-1133
第13章 高速切削加工		13.3 高速切削机床	3-1136
13.1 高速切削概述	3-1106	13.3.1 高速切削加工机床的要求	3-1136
13.1.1 高速切削的速度范围	3-1106	13.3.2 高速加工机床	3-1136
13.1.2 高速切削的优越性	3-1107	13.3.3 高速加工机床构造特征	3-1137
13.1.3 高速切削的切削力	3-1107	13.3.4 高速加工机床的控制系统	3-1145
13.1.4 高速切削的切削热和 切削温度	3-1107	13.3.5 高速加工机床的合理选择	3-1146
13.1.5 高速切削的振动	3-1108	13.3.6 高速切削加工机床夹具的 特点	3-1147
13.1.6 高速切削时刀具的摩擦、 磨损特征	3-1109	13.4 高速切削的应用	3-1147
13.1.7 高速切削的表面质量	3-1110	13.4.1 铝合金的高速切削	3-1147
13.2 高速切削刀具	3-1112	13.4.2 铸铁与钢的高速切削	3-1149
13.2.1 高速切削刀具材料	3-1112	13.5 高速切削的安全性	3-1152
13.2.2 高速切削可转位刀片	3-1123	13.5.1 高速切削的安全性要求	3-1152
		13.5.2 高速切削刀具系统的 平衡	3-1153

第4篇 数控加工

第1章 数控加工的基本概念 及数控加工系统

1.1 数控加工是促进现代制造业 发展的高技术	4-3
1.1.1 数控加工技术是先进制造的 基础技术	4-3
1.1.2 数控加工的基本概念	4-3
1.1.3 先进制造对数控加工 技术的要求	4-5
1.1.4 数控加工的适应范围	4-6
1.2 数控加工系统的组成	4-7
1.2.1 计算机数控装置(CNC)	4-7
1.2.2 进给伺服系统	4-11
1.2.3 主轴系统	4-12
1.2.4 机床	4-13
1.3 数控加工系统的功能	4-15
1.4 数控加工系统的种类	4-16
1.4.1 按被控对象运动轨迹分类	4-16
1.4.2 按进给伺服系统类型分类	4-18
1.4.3 按数控系统功能水平分类	4-18
1.4.4 按数控系统体系结构分类	4-18

第2章 数控加工工艺基础

2.1 数控加工工艺的特点	4-20
2.1.1 数控机床加工特点	4-20
2.1.2 数控加工工艺特点	4-20
2.2 数控加工工艺设计的 基本内容	4-21
2.2.1 选择适合数控加工的零件	4-21
2.2.2 确定零件数控加工的内容	4-22
2.2.3 数控加工的工艺性分析	4-22
2.2.4 数控加工阶段及 工序的划分	4-23
2.2.5 加工余量的确定	4-24
2.2.6 加工方法的选择及加工路线的 确定	4-25
2.2.7 工件的定位、装夹与夹具的 选择	4-28
2.2.8 刀具的选择	4-28
2.2.9 对刀点与换刀点的确定	4-30
2.2.10 切削用量的选择	4-30
2.2.11 加工程序的编制、校验和 首件试切	4-32

2.2.12 工艺文件的填写与归档	4-33	3.7.2 组合夹具	4-82
2.3 典型零件的数控加工工艺	4-34	3.7.3 通用夹具	4-85
2.3.1 轴类零件	4-34	3.7.4 专用夹具	4-86
2.3.2 平面槽形零件	4-36		
第3章 数控加工工具系统、 刀具及夹具			
3.1 数控加工工具系统	4-39	第4章 数控加工机床的选型	
3.1.1 镗铣类整体式工具系统	4-39	4.1 选型依据	4-89
3.1.2 镗铣类模块式工具系统	4-41	4.1.1 加工对象的分析	4-89
3.1.3 常规7:24锥柄工具系统	4-43	4.1.2 多品种中小批量生产时的 选型	4-91
3.1.4 改进型7:24锥柄工具系统	4-49	4.1.3 大批量生产时的选型	4-92
3.1.5 1:10锥柄工具系统	4-51	4.2 选型的基本原则	4-92
3.1.6 HSK工具系统	4-51	4.2.1 主参数的确定	4-92
3.1.7 数控车削工具系统	4-53	4.2.2 数控机床的精度指标	4-93
3.2 数控加工刀具及选用原则	4-62	4.2.3 数控机床的噪声和刚度	4-94
3.2.1 数控加工刀具的分类	4-62	4.2.4 数控机床的外观和色彩	4-94
3.2.2 数控加工刀具的特点	4-63	4.3 数控机床功能的选择	4-94
3.2.3 数控加工刀具的选用原则	4-63	4.3.1 坐标轴的选择	4-94
3.3 数控车削加工刀具	4-65	4.3.2 数控系统功能的选择	4-94
3.3.1 数控车削刀具的分类	4-65	4.3.3 辅助功能的选择和功能 预留确定	4-95
3.3.2 机夹可转位车刀的结构	4-65	4.4 数控加工经济效益分析	4-96
3.3.3 数控车削刀具的材料	4-69	4.4.1 数控机床的工艺能力系数	4-96
3.3.4 机夹可转位刀具的特点	4-69	4.4.2 单机数控加工的工艺成本	4-96
3.4 数控铣削加工刀具	4-70	4.4.3 数控加工经济效益分析	4-100
3.4.1 可转位铣刀	4-70	第5章 数控机床的调试及验收	
3.4.2 硬质合金可转位面铣刀	4-70	5.1 数控机床的安装及调试	4-102
3.4.3 数控铣削加工刀具的材料	4-71	5.1.1 数控机床初就位和组装	4-102
3.4.4 数控铣削加工刀具的 相关标准	4-71	5.1.2 数控系统电气连接及 电源检查	4-104
3.5 数控钻削加工刀具	4-71	5.1.3 系统参数调试及设定	4-107
3.5.1 数控加工用钻头的综合 技术要求	4-72	5.1.4 数控机床几何精度调整及 试运行	4-114
3.5.2 可转位浅孔钻	4-74	5.2 数控机床的验收	4-119
3.5.3 装配式硬质合金扁钻	4-77	5.2.1 开箱检验及外观检查	4-119
3.6 数控镗削加工刀具	4-78	5.2.2 数控机床性能及功能的 验证	4-119
3.6.1 数控镗削加工刀具的分类	4-78	5.2.3 数控机床精度的验收	4-121
3.6.2 数控镗削刀具的材料	4-79	第6章 数控机床操作及编程	
3.6.3 新型镗削刀具的结构及 特点	4-80	6.1 数控操作基础	4-130
3.7 数控加工的夹具	4-81	6.1.1 概述	4-130
3.7.1 数控加工夹具的特点	4-81		