

机械加工  
工艺手册

单行本

主编 杨叔子  
常务副主编 李斌 张福润

# 切削加工

机械加工工艺师手册  
单行本

# 切 削 加 工

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。

本单行本主要包括车削、钻削、扩削、铰削、镗削、铣削、刨削、插削、锯削、拉削、磨削;齿轮、蜗杆副、花键、螺纹加工;精整和光整加工、难加工材料的切削加工、高速切削加工等内容。

## 图书在版编目(CIP)数据

切削加工/杨叔子主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 4

(机械加工工艺师手册:单行本)

ISBN 978-7-111-38032-0

I. ①切… II. ①杨… III. ①金属切削—生产工艺—技术手册 IV. ①TG506-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第067666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:李万宇 责任编辑:李万宇 李建秀 高依楠

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

2012年5月第1版第1次印刷

169mm×239mm·73.25印张·2插页·1824千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38032-0

定价:139.00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>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 《机械加工工艺师手册》单行本

## 出版说明

《机械加工工艺师手册》第2版分为8篇51章，汇集了机械加工工艺各个方面的内容。第2版的出版和第1版相距9年，修订时在内容编排及体系结构上作了较大调整，充分反映了现代制造技术的新进展、采用了最新国家标准，适应我国机械加工工艺师技术水平的发展和工作要求。

《机械加工工艺师手册》第2版注重实用性、先进性、系统性，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，具有“内容丰富实用、结构合理便查、技术先进翔实、标准全新适用”的突出特色，是机械加工工艺师必备的案头工具书。

《机械加工工艺师手册》第2版自2011年出版以来，受到了包括企业、科研院所，以及高校等专业读者的广泛欢迎。从读者的反馈来看，手册能为读者提供可靠数据、实用技术和先进资料，帮助读者解决工作中遇到的各种工艺问题。

在手册第2版的使用过程中，一些读者提出了手册较厚、使用不方便的问题，为此，我们针对手册的形式进行了调研，结果表明，单行本的模式得到了许多读者、作者的肯定和期待。为了满足机械加工工艺人员对某个专题工艺技术的需求，更加方便工艺人员查用，我们决定编辑出版《机械加工工艺师手册》有关篇的单行本。

从工艺工作的实际出发，考虑到一些工艺人员从事相对更具体、更独立的专业工艺工作，《机械加工工艺师手册》单行本包括：《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》、《机械装配》等，读者可根据需要灵活选购。

机械工业出版社

## 《机械加工工艺师手册》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

为了更方便读者使用，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。这样做不仅在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，有关部门相相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

# 《机械加工工艺师手册》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

《机械加工工艺师手册》单行本出版说明

《机械加工工艺师手册》第2版前言

《机械加工工艺师手册》第1版前言

## 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  |
| 1.3 车削精度               | 3-31  |
| 1.3.1 车削加工的经济精度与表面粗糙度  | 3-31  |
| 1.3.2 各种车床加工的质量问题与解决措施 | 3-36  |
| 1.4 车床                 | 3-44  |
| 1.4.1 卧式车床             | 3-44  |
| 1.4.2 立式车床             | 3-48  |
| 1.4.3 转塔车床和回轮车床        | 3-53  |
| 1.4.4 仿形车床             | 3-61  |
| 1.4.5 卡盘多刀车床           | 3-64  |
| 1.4.6 单轴自动车床           | 3-67  |
| 1.4.7 多轴自动车床           | 3-70  |
| 1.5 车刀                 | 3-73  |
| 1.5.1 车刀的类型与用途         | 3-73  |
| 1.5.2 车刀的前面形状和几何参数     | 3-74  |
| 1.5.3 断屑和卷屑            | 3-75  |
| 1.5.4 硬质合金焊接车刀         | 3-79  |
| 1.5.5 机械夹固式车刀          | 3-80  |
| 1.5.6 硬质合金可转位车刀        | 3-81  |
| 1.5.7 陶瓷、金刚石和立方氮化硼车刀   | 3-105 |
| 1.5.8 成形车刀             | 3-106 |

### 第2章 钻削、扩削、铰削

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 2.1 钻、扩、铰的特点及主要工艺参数        | 3-109 |
| 2.1.1 钻、扩、铰的特点             | 3-109 |
| 2.1.2 钻头、扩孔钻和铰刀的磨钝标准及耐用度   | 3-110 |
| 2.1.3 钻、扩、铰的切削用量、切削力和切削功率  | 3-110 |
| 2.2 钻、扩、铰加工机动时间的计算         | 3-159 |
| 2.3 钻、扩、铰的加工精度             | 3-161 |
| 2.4 钻、扩、铰加工中常见问题的产生原因和解决方法 | 3-162 |
| 2.5 深孔、小孔和微孔的钻削            | 3-169 |
| 2.5.1 深孔钻削                 | 3-169 |
| 2.5.2 小孔和微孔的钻削             | 3-170 |
| 2.6 钻床                     | 3-171 |
| 2.6.1 钻床的类型及适用范围           | 3-171 |
| 2.6.2 台式钻床                 | 3-172 |
| 2.6.3 立式钻床                 | 3-172 |
| 2.6.4 摇臂钻床                 | 3-172 |
| 2.6.5 深孔钻床                 | 3-176 |
| 2.6.6 数控钻床和钻削中心            | 3-179 |
| 2.7 孔加工刀具                  | 3-182 |
| 2.7.1 孔加工刀具的类型与用途          | 3-182 |
| 2.7.2 麻花钻                  | 3-182 |
| 2.7.3 硬质合金浅孔钻              | 3-197 |
| 2.7.4 扩孔钻和铰钻               | 3-198 |
| 2.7.5 铰刀                   | 3-210 |
| 2.7.6 中心钻和扁钻               | 3-228 |

|                                     |       |                                      |       |
|-------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|
| 2.7.7 深孔钻 .....                     | 3-231 | 3.9.3 微调镗刀 .....                     | 3-287 |
| <b>第3章 镗 削</b>                      |       | 3.9.4 复合镗刀 .....                     | 3-287 |
| <b>3.1 镗削的特点与类型</b> .....           | 3-242 | <b>第4章 铣 削</b>                       |       |
| 3.1.1 镗削的特点 .....                   | 3-242 | <b>4.1 铣削特点、方式及加工范围</b> ...          | 3-289 |
| 3.1.2 镗削类型及适用范围 .....               | 3-242 | 4.1.1 铣削特点 .....                     | 3-289 |
| <b>3.2 卧式镗床镗削</b> .....             | 3-243 | 4.1.2 铣削方式 .....                     | 3-289 |
| 3.2.1 卧式镗床的工作范围 .....               | 3-243 | 4.1.3 铣削精度和铣削效率 .....                | 3-290 |
| 3.2.2 卧式镗床镗削时工件的<br>定位方式 .....      | 3-243 | 4.1.4 铣削加工的应用范围 .....                | 3-297 |
| 3.2.3 卧式镗床镗削时工件工艺基准面<br>的找正方法 ..... | 3-245 | <b>4.2 铣削用量</b> .....                | 3-300 |
| 3.2.4 箱体类零件的镗孔方案 .....              | 3-247 | 4.2.1 铣削要素 .....                     | 3-300 |
| <b>3.3 金刚镗床镗削(高速精镗)</b> ...         | 3-247 | 4.2.2 铣削进给量 .....                    | 3-300 |
| 3.3.1 金刚镗床镗削的特点 .....               | 3-247 | 4.2.3 铣削速度、铣削力及铣削功率的<br>计算 .....     | 3-303 |
| 3.3.2 金刚镗床加工中应注意的<br>问题 .....       | 3-248 | 4.2.4 确定铣削用量和铣削功率的<br>常用表格 .....     | 3-305 |
| <b>3.4 坐标镗床镗削</b> .....             | 3-251 | <b>4.3 提高铣削精度和铣削<br/>效率的方法</b> ..... | 3-335 |
| 3.4.1 加工前的坐标换算与调整 .....             | 3-251 | 4.3.1 精铣 .....                       | 3-335 |
| 3.4.2 坐标镗床的找正与测量 .....              | 3-252 | 4.3.2 高效铣刀铣削 .....                   | 3-338 |
| 3.4.3 镗削空间斜孔时的角度计算 ...              | 3-255 | 4.3.3 组合铣刀铣削 .....                   | 3-339 |
| <b>3.5 镗削用量</b> .....               | 3-256 | <b>4.4 典型零件和表面的铣削加工</b> ...          | 3-341 |
| <b>3.6 镗削精度</b> .....               | 3-259 | 4.4.1 铣削花键轴 .....                    | 3-341 |
| 3.6.1 镗床的加工精度 .....                 | 3-259 | 4.4.2 铣削长齿条 .....                    | 3-341 |
| 3.6.2 影响镗削加工质量的因素<br>与解决措施 .....    | 3-260 | 4.4.3 铣削凸轮 .....                     | 3-343 |
| 3.6.3 提高镗孔精度的常用方法 .....             | 3-264 | 4.4.4 铣削曲面 .....                     | 3-345 |
| <b>3.7 典型表面和零件的镗削</b> .....         | 3-264 | 4.4.5 铣削空间斜面 .....                   | 3-346 |
| 3.7.1 同轴孔的镗削 .....                  | 3-264 | <b>4.5 铣削发展趋势</b> .....              | 3-348 |
| 3.7.2 大孔和长孔的镗削 .....                | 3-265 | <b>4.6 铣床</b> .....                  | 3-348 |
| 3.7.3 阶梯孔和盲孔镗削 .....                | 3-266 | 4.6.1 升降台铣床 .....                    | 3-351 |
| 3.7.4 小孔镗削 .....                    | 3-267 | 4.6.2 工具铣床、摇臂铣床和<br>滑枕铣床 .....       | 3-351 |
| 3.7.5 内、外球面的镗削 .....                | 3-268 | 4.6.3 床身式铣床 .....                    | 3-351 |
| 3.7.6 铣镗床立柱底面的镗削 .....              | 3-269 | 4.6.4 龙门铣床和数控龙门镗铣床 .....             | 3-351 |
| <b>3.8 镗床</b> .....                 | 3-269 | 4.6.5 仿形铣床和数控仿形铣床 .....              | 3-360 |
| 3.8.1 卧式铣镗床 .....                   | 3-269 | <b>4.7 铣刀</b> .....                  | 3-371 |
| 3.8.2 坐标镗床 .....                    | 3-275 | 4.7.1 铣刀的类型与用途 .....                 | 3-371 |
| 3.8.3 精镗床 .....                     | 3-278 | 4.7.2 高速钢尖齿铣刀 .....                  | 3-371 |
| 3.8.4 深孔镗床和深孔钻镗床 .....              | 3-278 | 4.7.3 高速钢铲齿铣刀 .....                  | 3-389 |
| <b>3.9 镗刀</b> .....                 | 3-284 | 4.7.4 套式铣刀 .....                     | 3-391 |
| 3.9.1 单刃镗刀 .....                    | 3-284 | 4.7.5 硬质合金铣刀 .....                   | 3-393 |
| 3.9.2 多刃镗刀 .....                    | 3-286 |                                      |       |

|   |       |
|---|-------|
| <b>第 5 章 刨削、插削、锯削</b>                     |       |
| <b>5.1 刨削</b> .....                       | 3-415 |
| 5.1.1 刨削特点 .....                          | 3-415 |
| 5.1.2 刨削用量 .....                          | 3-415 |
| 5.1.3 刨削加工精度 .....                        | 3-423 |
| 5.1.4 提高刨削效率的主要方法 .....                   | 3-426 |
| 5.1.5 典型表面和零件的刨削加工 .....                  | 3-429 |
| <b>5.2 插削</b> .....                       | 3-435 |
| 5.2.1 插削的特点 .....                         | 3-435 |
| 5.2.2 插削用量 .....                          | 3-435 |
| 5.2.3 典型表面和零件的插削 .....                    | 3-437 |
| <b>5.3 锯削</b> .....                       | 3-441 |
| 5.3.1 锯削的特点 .....                         | 3-441 |
| 5.3.2 锯削用量、锯削速度和<br>材料切除率 .....           | 3-441 |
| 5.3.3 锯削加工精度与锯削中常见<br>问题的解决方法 .....       | 3-445 |
| <b>5.4 刨床、插床和锯床</b> .....                 | 3-447 |
| 5.4.1 刨床和插床 .....                         | 3-447 |
| 5.4.2 锯床 .....                            | 3-447 |
| <b>5.5 刨刀和插刀</b> .....                    | 3-459 |
| 5.5.1 刨刀的类型与用途 .....                      | 3-459 |
| 5.5.2 刨刀合理几何参数 .....                      | 3-460 |
| 5.5.3 先进刨刀 .....                          | 3-460 |
| 5.5.4 插刀的类型与选用 .....                      | 3-467 |
| 5.5.5 插刀主要几何角度的选择 .....                   | 3-468 |
| <b>第 6 章 拉 削</b>                          |       |
| <b>6.1 拉削的特点、类型及方式</b> .....              | 3-469 |
| 6.1.1 拉削的特点 .....                         | 3-469 |
| 6.1.2 拉削的类型 .....                         | 3-469 |
| 6.1.3 拉削的方式 .....                         | 3-471 |
| <b>6.2 拉削用量、拉削力和拉<br/>    削机动时间</b> ..... | 3-472 |
| 6.2.1 拉削速度的分组与选用 .....                    | 3-472 |
| 6.2.2 拉削进给量 .....                         | 3-474 |
| 6.2.3 拉削力 .....                           | 3-474 |
| 6.2.4 拉削机动时间 .....                        | 3-476 |
| <b>6.3 拉削切削液及其浇注方法</b> .....              | 3-476 |
| 6.3.1 常用拉削切削液 .....                       | 3-476 |
| 6.3.2 切削液的浇注方法 .....                      | 3-477 |
| <b>6.4 拉削中常见缺陷的分析与<br/>    解决方法</b> ..... | 3-477 |
| <b>6.5 典型表面和零件的拉削<br/>    加工</b> .....    | 3-479 |
| 6.5.1 对拉削工件的工艺要求 .....                    | 3-479 |
| 6.5.2 汽车发动机轴瓦内圆表面<br>拉削 .....             | 3-479 |
| 6.5.3 循环球转向机螺母滚道的<br>螺旋拉削 .....           | 3-480 |
| 6.5.4 套管叉花键孔拉削 .....                      | 3-480 |
| 6.5.5 齿条拉削 .....                          | 3-480 |
| 6.5.6 渐开线凸轮轴拉削 .....                      | 3-482 |
| <b>6.6 拉床</b> .....                       | 3-482 |
| 6.6.1 拉床的类型及适用范围 .....                    | 3-482 |
| 6.6.2 立式拉床 .....                          | 3-485 |
| 6.6.3 卧式拉床 .....                          | 3-485 |
| 6.6.4 连续拉床 .....                          | 3-485 |
| 6.6.5 拉床发展趋势 .....                        | 3-485 |
| <b>6.7 拉刀</b> .....                       | 3-487 |
| 6.7.1 拉刀的类型 .....                         | 3-487 |
| 6.7.2 拉刀的结构和几何参数 .....                    | 3-487 |
| 6.7.3 拉刀的使用 .....                         | 3-491 |
| <b>第 7 章 磨 削</b>                          |       |
| <b>7.1 磨削原理</b> .....                     | 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 |
| <b>7.2 磨削的基本特征和磨削<br/>    类型</b> .....    | 3-497 |
| 7.2.1 磨削加工特点 .....                        | 3-497 |
| 7.2.2 磨削分类 .....                          | 3-497 |
| 7.2.3 磨削的经济加工能力 .....                     | 3-498 |
| <b>7.3 普通磨削用量的选择</b> .....                | 3-498 |
| 7.3.1 砂轮速度的选择 .....                       | 3-498 |
| 7.3.2 工件速度的选择 .....                       | 3-499 |
| 7.3.3 纵向进给量的选择 .....                      | 3-499 |
| 7.3.4 背吃刀量 $a_p$ 的选择 .....                | 3-499 |
| 7.3.5 光磨次数的选择 .....                       | 3-499 |
| <b>7.4 常见磨削方式的主要<br/>    工艺参数</b> .....   | 3-499 |

|                               |       |                               |       |
|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| 7.4.1 外圆磨削 .....              | 3-499 | 8.1.3 插齿 .....                | 3-662 |
| 7.4.2 内圆磨削 .....              | 3-505 | 8.1.4 剃齿 .....                | 3-671 |
| 7.4.3 平面磨削 .....              | 3-512 | 8.1.5 珩齿 .....                | 3-679 |
| 7.4.4 无心磨削 .....              | 3-517 | 8.1.6 磨齿 .....                | 3-687 |
| 7.4.5 成形磨削 .....              | 3-521 | 8.1.7 冷挤齿 .....               | 3-691 |
| <b>7.5 砂轮的修整</b> .....        | 3-526 | 8.1.8 轮齿端倒角 .....             | 3-693 |
| 7.5.1 车削法修整 .....             | 3-526 | 8.1.9 重载齿轮加工工艺 .....          | 3-695 |
| 7.5.2 滚压法修整 .....             | 3-528 | 8.1.10 齿轮加工 CAPP .....        | 3-710 |
| 7.5.3 磨削法修整 .....             | 3-529 | <b>8.2 锥齿轮加工</b> .....        | 3-723 |
| 7.5.4 修整砂轮注意事项 .....          | 3-529 | 8.2.1 概述 .....                | 3-723 |
| 7.5.5 超硬磨料砂轮的修整 .....         | 3-529 | 8.2.2 直齿锥齿轮加工 .....           | 3-734 |
| <b>7.6 磨削液</b> .....          | 3-530 | 8.2.3 曲线齿锥齿轮切齿方法 .....        | 3-741 |
| 7.6.1 磨削液的种类 .....            | 3-530 | 8.2.4 锥齿轮研齿 .....             | 3-757 |
| 7.6.2 磨削液的选用 .....            | 3-530 | 8.2.5 锥齿轮检验及接触区<br>修正 .....   | 3-759 |
| 7.6.3 磨削液的过滤 .....            | 3-535 | <b>8.3 蜗杆副加工</b> .....        | 3-765 |
| <b>7.7 磨削常见缺陷的原因</b> .....    | 3-536 | 8.3.1 蜗轮加工特点与主要<br>工艺参数 ..... | 3-765 |
| <b>7.8 高效磨削</b> .....         | 3-539 | 8.3.2 蜗杆加工特点与主要<br>工艺参数 ..... | 3-772 |
| 7.8.1 高速磨削 .....              | 3-539 | 8.3.3 特殊蜗杆副加工 .....           | 3-779 |
| 7.8.2 深切缓进给磨削 .....           | 3-540 | <b>8.4 花键加工</b> .....         | 3-781 |
| 7.8.3 连续修整深切缓进给磨削 .....       | 3-541 | 8.4.1 花键加工的特点 .....           | 3-781 |
| 7.8.4 宽砂轮与多砂轮磨削 .....         | 3-542 | 8.4.2 花键加工的主要方法 .....         | 3-784 |
| 7.8.5 恒压力磨削 .....             | 3-543 | <b>8.5 齿轮加工机床</b> .....       | 3-822 |
| 7.8.6 高速深切快进给磨削 .....         | 3-543 | 8.5.1 概述 .....                | 3-822 |
| 7.8.7 砂带磨削 .....              | 3-544 | 8.5.2 滚齿机 .....               | 3-823 |
| <b>7.9 磨床</b> .....           | 3-553 | 8.5.3 插齿机 .....               | 3-832 |
| 7.9.1 概述 .....                | 3-553 | 8.5.4 剃齿机 .....               | 3-836 |
| 7.9.2 外圆磨床 .....              | 3-553 | 8.5.5 珩齿机 .....               | 3-839 |
| 7.9.3 内圆磨床 .....              | 3-564 | 8.5.6 磨齿机 .....               | 3-839 |
| 7.9.4 平面磨床 .....              | 3-572 | 8.5.7 花键轴铣床 .....             | 3-846 |
| 7.9.5 专门化磨床 .....             | 3-591 | 8.5.8 数控齿轮加工机床 .....          | 3-851 |
| 7.9.6 其他磨床 .....              | 3-599 | 8.5.9 锥齿轮加工机床 .....           | 3-855 |
| 7.9.7 数控磨床 .....              | 3-611 | <b>8.6 齿轮刀具</b> .....         | 3-868 |
| <b>7.10 磨料磨具的选择</b> .....     | 3-618 | 8.6.1 齿轮铣刀 .....              | 3-868 |
| 7.10.1 普通磨料磨具的选择 .....        | 3-618 | 8.6.2 齿轮滚刀 .....              | 3-871 |
| 7.10.2 超硬磨料磨具的选择 .....        | 3-624 | 8.6.3 插齿刀 .....               | 3-877 |
| 7.10.3 涂覆磨具的选择 .....          | 3-628 | 8.6.4 剃齿刀 .....               | 3-888 |
|                               |       | 8.6.5 蜗轮刀具 .....              | 3-894 |
|                               |       | 8.6.6 锥齿轮刀具 .....             | 3-898 |
|                               |       | 8.6.7 非渐开线展成刀具 .....          | 3-919 |
| <b>第 8 章 齿轮、蜗杆副、花键加工</b>      |       |                               |       |
| <b>8.1 圆柱齿轮加工</b> .....       | 3-633 |                               |       |
| 8.1.1 圆柱齿轮加工方法与<br>工艺设计 ..... | 3-633 |                               |       |
| 8.1.2 滚齿 .....                | 3-641 |                               |       |

第 9 章 螺 纹 加 工

**9.1 螺纹加工的基本类型、特点及适用范围** ..... 3-927

**9.2 丝锥攻螺纹、板牙套螺纹** ... 3-930

9.2.1 普通螺纹丝锥攻螺纹 ..... 3-930

9.2.2 锥形丝锥攻螺纹 ..... 3-934

9.2.3 板牙套螺纹 ..... 3-935

**9.3 螺纹车削** ..... 3-936

9.3.1 螺纹的车削特点与加工方式 ..... 3-936

9.3.2 螺纹车削工艺参数 ..... 3-939

9.3.3 螺纹切削的切削液选择 ..... 3-940

9.3.4 精车精密丝杠的工艺要点 ..... 3-941

9.3.5 螺纹车削时易产生的缺陷及改进措施 ..... 3-942

**9.4 螺纹磨削** ..... 3-943

9.4.1 螺纹磨削的加工方式、特点及应用 ..... 3-943

9.4.2 磨削用量的选择 ..... 3-945

9.4.3 滚珠丝杠圆弧形螺纹磨削 ..... 3-945

9.4.4 螺纹磨削的注意事项 ..... 3-946

9.4.5 螺纹磨削常见缺陷及预防措施 ..... 3-946

**9.5 螺纹加工机床** ..... 3-948

9.5.1 螺纹车床 ..... 3-948

9.5.2 螺纹铣床 ..... 3-948

9.5.3 螺纹磨床 ..... 3-949

9.5.4 攻丝机 ..... 3-949

9.5.5 滚丝机 ..... 3-949

9.5.6 搓丝机 ..... 3-951

**9.6 螺纹刀具** ..... 3-952

9.6.1 螺纹刀具的类型和用途 ..... 3-952

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

- 12.8.3 石材锯切设备及刀具 ..... 3 - 1103

## 第 13 章 高速切削加工

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

- 参考文献 ..... 参 - 1154

# 第3篇 切削加工

主编 鲍剑斌(华中科技大学)  
汤漾平(华中科技大学)

## 编写人

- 第1章~第6章 熊良山(华中科技大学)  
黎新(湖北汽车工业学院)  
汤漾平
- 第7章 鲍剑斌  
周华(上海师范大学)
- 第8章 张书华(华中科技大学)  
汤漾平  
张福润(华中科技大学)  
周华
- 第9章 鲍剑斌  
毛履国(上海行健职业学院)  
汤漾平
- 第10章、第11章 鲍剑斌
- 第12章 鲍剑斌 汤漾平
- 第13章 鲍剑斌





# 第 1 章 车 削

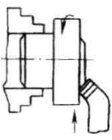
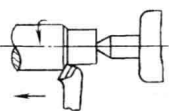
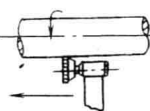
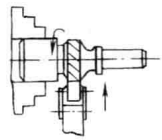
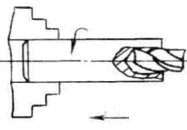
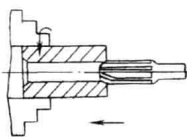
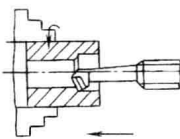
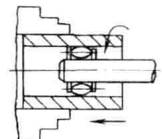
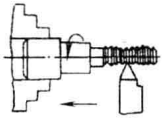
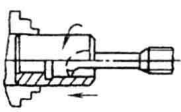
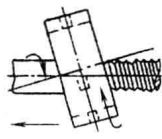
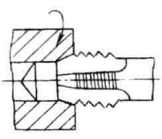
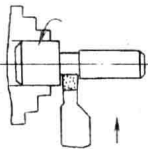
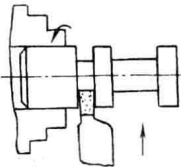
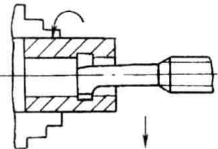
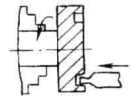
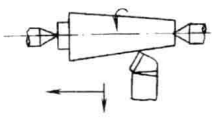
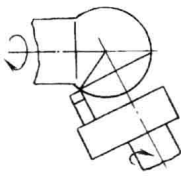
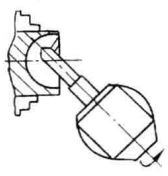
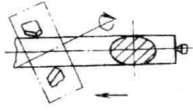
## 1.1 车削基本特征与加工范围

车削时，工件作回转运动，刀具作直线或曲线运动，刀尖相对工件运动的同时，切除一定的工件材料，从而形成相应的工件表面。其中，工

件的回转运动为切削主运动，刀具的直线或曲线运动为进给运动，二者共同组成切削成形运动。

车削一般在车床上进行。车床的加工范围很广，可加工各种内、外回转面、螺旋面、椭圆柱面等，具体见表 3.1-1。

表 3.1-1 车床的加工范围

|            |   |   |   |  |
|------------|---|---|---|--|
| 外圆柱面、端面    |    |    |    |    |
| 内圆柱面       |    |    |    |    |
| 螺旋面        |  |  |  |  |
| 切断、切槽      |  |  |  |  |
| 锥面、球面、椭圆柱面 |  |  |  |  |