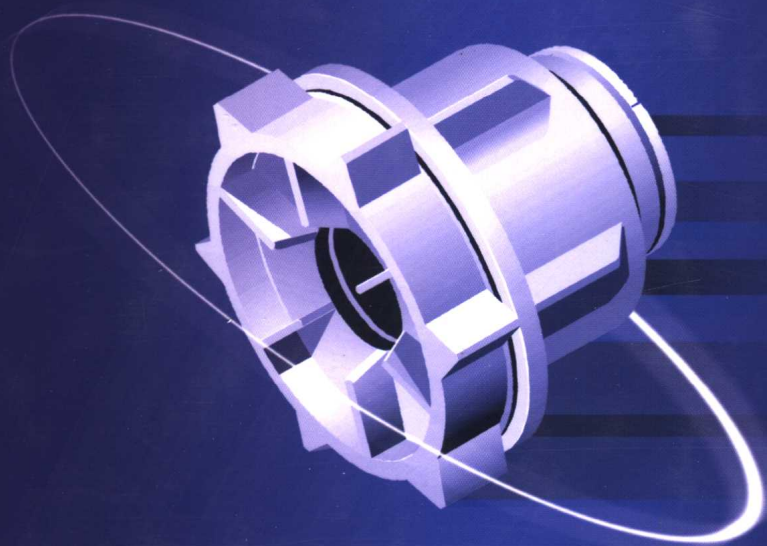


机械加工工艺手册

第2版

主编 王先逵

主审 艾 兴



1

第1卷 工艺基础卷

卷主编 李旦

MECHANICAL PROCESSING HANDBOOK



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TG5-62

10

:1

2007

机械加工工艺手册

第 2 版

主编 王先逵

主审 艾 兴

第 1 卷 工艺基础卷

卷 主 编 李 旦

卷 副 主 编 姚 英 学

机 械 工 业 出 版 社

本手册以制造工艺为主线，数据与方法相结合，汇集了我国多年来工艺工作的成就和经验，反映了国内外现代工艺水平及其发展方向。

第2版手册全面、系统地介绍了机械加工工艺中的各类技术，全书分3卷出版，分别为工艺基础卷、加工技术卷、系统技术卷，共32章。本卷包括切削原理与刀具、材料及其热处理、毛坯及余量、机械加工质量及其检测、机械加工工艺规程制定、机床夹具设计、机械装配工艺、数控加工技术基础、机械加工安全与劳动卫生。

本手册以实用性为主，兼顾先进性、系统性，具有信息量大、标准新、内容全面、数据准确、便查等突出特点，可供机械制造全行业的机械加工工艺人员使用，也可供有关专业的工程技术人员和工科院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工工艺手册. 第1卷, 工艺基础卷/王先逵主编. —2版. —北京: 机械工业出版社, 2006. 12

ISBN 978-7-111-20602-6

I. 机... II. 王... III. 机械加工-工艺-技术手册 IV. TG5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 155979 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: 蒋有彩 李建秀 赵晓峰 白 刚

版式设计: 冉晓华 责任校对: 李秋荣 封面设计: 王伟光

责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2007 年 2 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 65.5 印张 · 3 插页 · 2225 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-20602-6

定价: 110.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

贈參加《機械加工工藝手冊》編審會議

諸同志

科技存典奧，
傳佈恃辛勩。
競求高質量，
重任在諸君。

沈鴻

一九七七年十月十日於北京

注：這是沈鴻同志為《機械加工工藝手冊》第1版寫的題辭。

《机械加工工艺手册》第2版

编辑委员会名单

主 编：王先逵

副主编：王龙山 朱伟成 李 旦 洪永成 孙凤池

主 审：艾 兴

副主审：于骏一 陈家彬

委 员：(按姓氏笔画)

王广林	王东鹏	王晓芳	白基成	付承云	叶仲新
刘大成	刘世参	刘成颖	孙慧波	向 东	闫牧夫
李万宇	李东妮	李圣怡	李 奇	李国发	李益民
吴 丹	张定华	邹 青	林 跃	杨利芳	贺秋伟
钦明畅	姚英学	祝佩兴	桂定一	夏忠发	徐滨士
常治斌	富宏亚	颜永年			

《机械加工工艺手册》第1版

编辑委员会名单

主任兼主编：孟少农

副主任：沈尧中 李龙天 李家宝 张克昌 李宜春 张颂华

秘书长：唐振声

委员：(按姓氏笔画)

马克洪 王肇升 刘华明 牟永言 陈采本 李学绶 李益民 何富源
宋剑行 张斌如 钱惟圭 徐伟民 黄祥旦 蒋毓忠 遇立基 熊万武
薄 宵

参编人员名单

(按姓氏笔画)

于光海 王异军 王光驹 王先逵 王会新 王志忠 王定坤 王春和 王荣辉 王恩伟
王肇升 王馥民 支少炎 白 锋 江 涛 兰国权 田永金 叶荣生 刘文剑 刘华明
刘庆深 刘运长 刘青方 刘苜芬 刘晋春 刘裕维 牟永义 牟永言 孙旭辉 朱天竺
朱启明 朱颀榕 朱福永 陈介双 陈龙法 陈华初 陈志鼎 陈采本 陈京明 陈振华
陈超常 邸广生 何琼儒 李大镛 李 旦 李龙天 李忠一 李绍忠 李学绶 李 真
李益民 李家宝 李敬杰 李朝霞 麦汇彭 孟伯成 宋秉慈 吴勇发 肖纫绂 肖诗纲
杨裕珊 张仁杰 张志仁 张学仁 张岱华 张明贤 张国雄 张景仕 张 颖 邹永胜
金振华 林焕琨 罗南星 庞 涛 周本铭 周学良 周泽耀 周德生 周鑫森 郭振光
郭德让 胡必忠 胡炳明 胡晖中 柳之歌 骆淑璋 施仁德 赵家齐 高汉东 顾国华
顾宛华 桂定一 倪智最 秦秉常 唐修文 袁丁炎 袁序弟 袁海群 黄承修 黄祥旦
康来明 盘 旭 章 熊 程伦锡 葛鸿翰 蒋锡藩 蒋毓忠 谢文清 遇立基 熊炽昌
樊惠卿 潘庆锐 薄 宵 魏大镛

第2版 前言

《机械加工工艺手册》第1版是我国第一部大型工艺手册，时光易逝、岁月如梭，在沈鸿院士、孟少农院士的积极倡导和精心主持下，自20世纪90年代出版以来，已过了15个年头，广泛用于企业、工厂、科研院所和高等院校等各部门的机械加工工艺工作实践中，得到了业内人士的一致好评，累计印刷5次，3卷本累计销售12万册，发挥了强有力的工艺技术支持作用。

制造技术是一个永恒的主题，是设想、概念、科学技术物化的基础和手段，是国家经济与国防实力的体现，是国家工业化的支柱产业和关键。工艺技术是制造技术的重要组成部分，提高工艺技术水平是机电产品提高质量、增强国际市场竞争力的有力措施，工艺技术水平是制约我国制造业企业迅速发展的因素之一。我国目前普遍存在着“重设计、轻工艺”的现象，有关部门已经将发展工艺技术和装备制造列为我国打造制造业强国的重要举措之一，提出了“工艺出精品、精品出效益”的论断。工艺技术是重要的，必须重视。

(1) 工艺是制造技术的灵魂、核心和关键

现代制造工艺技术是先进制造技术的重要组成部分，也是其最有活力的部分。产品从设计变为现实是必须通过加工才能完成的，工艺是设计和制造的桥梁，设计的可行性往往会受到工艺的制约，工艺（包括检测）往往会成为“瓶颈”。不是所有设计的产品都能加工出来，也不是所有的设计产品通过加工都能达到预定技术性能要求的。

“设计”和“工艺”都是重要的，把“设计”和“工艺”对立和割裂起来是不对的，应该用广义制造的概念统一起来。人们往往看重产品设计师的作用，而未能正确评价工艺师的作用，这是当前影响制造技术发展的关键之一。

例如在用金刚石车刀进行超精密切削时，其刃口钝圆半径的大小与切削性能关系十分密切，它影响了极薄切削的切屑厚度，刃口钝圆半径的大小往往可以反映一个国家在超精密切削技术方面的水平，国外加工出的刃口钝圆半径可达2nm。又如集成电路的水平通常是用集成度和最小线条宽度来表示，现代集成电路在单元芯片上的电子元件数已超过 10^5 个，线宽可达0.1 μm 。

(2) 工艺是生产中最活跃的因素

同样的设计可以通过不同的工艺方法来实现，工艺不同，所用的加工设备、工艺装备也就不同，其质量和生产率也会有差别。工艺是生产中最活跃的因素，通常，有了某种工艺方法才有相应的工具和设备出现，反过来，这些工具和设备的发展又提高了该工艺方法的技术性能和水平，扩大了其应用范围。

加工技术的发展往往是从工艺突破的，电加工方法的发明，出现了电火花线切割加工、电火花成形加工等方法，发展了一系列的相应设备，形成了一个新兴行业，对模具的发展产生了重大影响。当科学家们发现激光、超声波可以用来加工时，出现了激光打孔、激光焊接、激光干涉测量、超声波打孔、超声波探伤等方法，相应地发展了一批加工设备，从而与其他非切削加工手段在一起，形成了特种加工技术，即非传统加工技术。由于工艺技术上的突破和丰富多彩，使得设计也扩大了眼界，以前有些不敢设计之处，现在敢于设计了。例如利用电火花磨削方法可以加工直径为0.1mm的探针；利用电子束、离子束和激光束可以加工直径为0.1mm以

下的微孔，而纳米加工技术的出现更是扩大了设计的广度和深度。

(3) 广义制造论

近年来加工工艺技术有了很大的发展，其中值得提出的是广义制造论，它是20世纪制造技术的重要发展，是在机械制造技术的基础上发展起来的。长期以来，由于设计和工艺的分隔，制造被定位于加工工艺，这是一种狭义制造的概念。随着社会发展和科技进步，需要综合、融合和复合多种技术去研究和解决问题，特别是集成制造技术的问世，提出了广义制造的概念，亦称之为“大制造”的概念，它体现了制造概念的扩展，其形成过程主要有以下几方面原因：即制造设计一体化、材料成形机理的扩展、制造技术的综合性、制造模式的发展、产品的全生命周期、丰富的硬软件工具和平台以及制造支撑环境等。

(4) 制造工艺已形成系统

现代制造技术已经不是单独的加工方法和工匠的“手艺”，已经发展成为一个系统，在制造工艺理论和技术上有了很大的发展，例如在工艺理论方面主要有：加工成形机理和技术、精度原理和技术、相似性原理和成组技术、工艺决策原理和技术以及优化原理和技术等。在生产模式上出现了柔性制造系统、集成制造系统、虚拟制造系统、集群制造系统和共生制造系统等。

由于近些年制造工艺技术的发展，工艺内容有了很大的扩展，工艺技术水平有了很大提高；计算机技术、数控技术的发展使制造工艺自动化技术和工艺质量管理工作产生了革命性的变化；同时，与工艺有关的许多标准已进行了修订，并且制定了一些新标准。因此本手册第1版本已经不能适应时代的要求，为反映国内外现代工艺水平及其发展方向，使相关工程技术人员能够在生产中进行再学习，以便实现工艺现代化，提高工艺技术水平，适应我国工艺发展的新形势、新要求，特组织编写了本手册第2版，并努力使其成为机械制造全行业在工艺方面的主要参考手册之一。

这次再版，注意保留了手册第1版的特点。在此基础上，手册第2版汇集了我国多年来工艺工作的成就和经验，体现了国内外工艺发展的最新水平，全面反映现代制造的现状和发展，注重实用性、先进性、系统性。手册第2版的内容已超过了机械加工工艺的范畴，但为了尊重手册第1版的劳动成果和继承性，仍保留了原《机械加工工艺手册》的名称。

手册第2版分3卷出版，分别为工艺基础卷、加工技术卷、系统技术卷，共32章。虽然是修订，但未拘泥于第1版手册的结构和内容。第1版手册26章，第2版手册32章，其中全新章节有12章，与手册第1版相同的章节，也重新全面进行了修订。在编写时对作者提出了全面替代第1版手册的要求。

在全体作者的共同努力下，手册第2版具有如下特色：

(1) 工艺主线体系明确

加工工艺手册应该以工艺为主线，从工艺基础、加工技术、系统技术三个层面来编写，使基础、单元技术和系统有机结合，突出了工艺技术的系统性。

(2) 实践应用层面突出

采用数据与方法相结合，多用图、表形式来表述，实用便查，突出体现各类技术应用层面的内容，力求能解决实际问题。在编写过程中，有意识地采用了组织高校教师和工厂工程技术人员联合编写的方式，以增强内容上的实用性。

(3) 内容新颖先进翔实

重点介绍近年发展的技术成熟、应用面较广的新技术、新工艺和新工艺装备，简要介绍发

展中的新技术。充分考虑了近年来工艺技术的发展状况,详述了数控技术、表面技术、劳动安全等当前生产的热点内容,同时,对集成制造、绿色制造、工业工程等先进制造、工艺管理技术提供了足够的实践思路,并根据实际应用情况,力求提供工艺工作需要的最新数据,包括企业新的应用经验数据。

(4) 结构全面充实扩展

基本涵盖了工艺各专业的技术内容。在工艺所需的基础技术中,除切削原理和刀具、材料和热处理、加工质量、机床夹具、装配工艺等内容外,考虑到数控技术的发展已比较成熟,应用也十分广泛,因此作为基础技术来处理;又考虑到安全技术十分重要且具有普遍性,因此也归于基础技术。在加工技术方法方面,除有一般传统加工方法外,还有特种加工方法、高速加工方法、精密加工方法和难加工材料加工方法等,特别是增加了金属材料冷塑性加工方法和表面技术,以适应当前制造技术的发展需要。在加工系统方面,内容有了较大的扩展和充实,除成组技术、组合机床及自动线加工系统和柔性制造系统内容外,考虑到计算机辅助制造技术的发展,增加了计算机辅助制造的支撑技术、集成制造系统和智能制造系统等;考虑近几年来在快速成形与快速制造、工业工程和绿色制造的发展,特编写了这部分内容。

(5) 作者学识丰富专深

参与编写的人员中,有高等院校、科研院所和企业、工厂的院士、教授、研究员、高级工程师和工程技术人员,他们都是工作在第一线的行业专家,具有很高的学术水平和丰富的实践经验,可为读者提供比较准确可用的资料和参考数据,保证了第2版手册的编写质量。

(6) 标准符合国家最新

为适应制造业的发展,与国际接轨,我国的国家标准和行业标准在不断修改。手册采用了最新国家标准,并介绍最新行业标准。为了方便读者的使用,在手册的最后编写了常用标准和单位换算。

参与编写工作的包括高等院校、科研院所和企业的院士、教授、高工等行业专家,共计120多人。从对提纲的反复斟酌、讨论,到编写中的反复核实、修改,历经三年时间,每一位作者都付出了很多心力和辛苦的劳动,从而为手册第2版的质量提供了可靠的保证。

手册不仅可供各机械制造企业、工厂、科研院所作为重要的工程技术资料,还可供各高等工科院校作为制造工程参考书,同时可供广大从事机械制造的工程技术人员参考。

衷心感谢各位作者的辛勤耕耘!诚挚感谢中国机械工程学会和生产工程学会的大力支持和帮助,特别是前期的组织筹划工作。在编写过程中得到了刘华明教授、徐鸿本教授等的热情积极帮助。承蒙艾兴院士承担了手册的主审工作。在此一并表示热诚的感谢!

由于作者水平和出版时间等因素所限,手册中会存在不少缺点和错误,会有一些不尽人意之处,希望广大读者不吝指教,提出宝贵意见,以便在今后的工作中不断改进。

王先逵
于北京清华园

第1版 前言

机械工业是国民经济的基础工业，工艺工作是机械工业的基础工作。加强工艺管理、提高工艺水平，是机电产品提高质量、降低消耗的根本措施。近年来，我国机械加工工艺技术发展迅速，取得大量成果。为了总结经验、加速推广，机械工业出版社提出编写一部《机械加工工艺手册》。这一意见受到原国家机械委和机械电子部领导的重视，给予了很大支持。机械工业技术老前辈沈鸿同志建议由孟少农同志主持，组织有关工厂、学校、科研部门及学会参加编写。经过编审人员的共同努力，这部手册终于和读者见面了。

这是一部专业性手册，其编写宗旨是实用性、科学性、先进性相结合，以实用性为主。手册面向机械制造全行业，兼顾大批量生产和中小批量生产。着重介绍国内成熟的实践经验，同时注意反映新技术、新工艺、新材料、新装备，以体现发展方向。在内容上，以提供工艺数据为主，重点介绍加工技术和经验，力求能解决实际问题。

这部手册的内容包括切削原理等工艺基础、机械加工、特种加工、形面加工、组合机床及自动线、数控机床和柔性自动化加工、检测、装配以及机械加工质量管理、机械加工车间的设计和常用资料等，全书共26章。机械加工部分按工艺类型分章，如车削、铣削、螺纹加工等。有关机床规格及连接尺寸、刀具、辅具、夹具、典型实例等内容均随工艺类型分别列入所属章节，以便查找。机械加工的切削用量也同样分别列入各章，其修正系数大部分经过实际考查，力求接近生产现状。

全书采用国家法定计量单位。国家标准一律采用现行标准。为了节省篇幅，有的标准仅摘录其中常用部分，或进行综合合并。

这部手册的编写工作由孟少农同志生前主持，分别由第二汽车制造厂、第一汽车制造厂、南京汽车制造厂、哈尔滨工业大学和中国机械工程学会生产工程专业学会五个编写组组织编写，中国机械工程学会生产工程专业学会组织审查，机械工业出版社组织领导全部编辑出版工作。参加编写工作的单位还有重庆大学、清华大学、天津大学、西北工业大学、北京理工大学、大连组合机床研究所、北京机床研究所、上海交通大学、上海市机电设计研究院、上海机床厂、上海柴油机厂、机械电子工业部长春第九设计院和湖北汽车工业学院等。参加审稿工作的单位很多，恕不一一列出。对于各编写单位和审稿单位给予的支持和帮助，对于各位编写者和审稿者的辛勤劳动，表示衷心感谢。

编写过程中很多工厂、院校、科研单位还为手册积极提供资料，给予支持，在此也一并表示感谢。

由于编写时间仓促，难免有前后不统一或重复、甚至错误之处，恳请读者给予指正。

《机械加工工艺手册》编委会

《机械加工工艺手册》(第2版)总目录

第1卷 工艺基础卷

- 第1章 切削原理与刀具
- 第2章 材料及其热处理
- 第3章 毛坯及余量
- 第4章 机械加工质量及其检测
- 第5章 机械加工工艺流程制定
- 第6章 机床夹具设计
- 第7章 机械装配工艺
- 第8章 数控加工技术基础
- 第9章 机械加工安全与劳动卫生

第2卷 加工技术卷

- 第1章 车削、镗削加工
- 第2章 铣削、锯削加工
- 第3章 钻削、扩削、铰削加工
- 第4章 拉削、刨削、插削加工
- 第5章 磨削加工
- 第6章 齿轮、蜗轮蜗杆、花键加工
- 第7章 螺纹加工
- 第8章 特种加工
- 第9章 精密加工和纳米加工
- 第10章 高速切削
- 第11章 金属材料的冷塑性加工
- 第12章 难加工材料的切削加工
- 第13章 表面工程技术

第3卷 系统技术卷

- 第1章 成组技术
 - 第2章 计算机辅助制造的支撑技术
 - 第3章 组合机床及其自动线加工系统
 - 第4章 柔性制造系统
 - 第5章 集成制造系统
 - 第6章 智能制造系统
 - 第7章 快速制造技术
 - 第8章 工业工程
 - 第9章 绿色制造
 - 第10章 常用标准和资料
-

目 录

第 1 章 切削原理与刀具

1.1 工件的加工表面与切削运动	
1.1.1 工件的加工表面	1-3
1.1.2 切削运动	1-3
1.1.3 典型加工方法的加工表面与切削运动	1-4
1.2 切削用量和切削层参数	
1.2.1 切削用量	1-5
1. 切削速度	1-5
2. 进给量	1-5
3. 磨削的径向进给量和轴向进给量	1-5
4. 背吃刀量	1-5
5. 铣削深度与铣削宽度	1-6
1.2.2 切削层参数	1-6
1.3 刀具切削部分的构造要素	
1.4 刀具几何角度	
1.4.1 刀具几何角度的意义	1-10
1.4.2 确定刀具角度的参考系	1-10
1. 刀具静止参考系	1-10
2. 刀具工作参考系	1-11
1.4.3 刀具几何角度标注与工作角度修正	1-12
1. 刀具的标注角度	1-12
2. 刀具的工作角度	1-14
1.4.4 刀具几何角度的作用与选择原则	1-16
1.5 刀具材料	
1.5.1 刀具材料应具备的性能	1-17
1.5.2 刀具材料的种类及性能	1-17
1.5.3 高速钢	1-19
1. 高速钢的种类及其力学性能	1-19
(1) 通用型高速钢	1-19
(2) 高性能高速钢	1-19
(3) 粉末冶金高速钢	1-20
2. 常用牌号高速钢的特性及其应用范围	1-21
1.5.4 硬质合金	1-23
1. 硬质合金的性能特点	1-23
2. 硬质合金的种类牌号及其性能	1-25
(1) 按 ISO 标准的硬质合金种类牌号及其性能	1-25
(2) 我国硬质合金刀具材料的种类牌号及其性能	1-26
3. 硬质合金的选用	1-26
1.5.5 陶瓷刀具材料	1-33
1. 陶瓷刀具材料的种类和性能特点	1-33
(1) 陶瓷刀具材料的种类	1-33
(2) 陶瓷刀具材料的性能与特点	1-34
2. 陶瓷刀具材料的选用	1-40
1.5.6 超硬刀具材料	1-41
1. 超硬刀具材料的种类与特点	1-41
(1) 金刚石	1-41
(2) 立方氮化硼 (CBN)	1-42
2. 超硬刀具材料的选用	1-42
1.5.7 刀具材料的改性	1-45
1. 刀具材料改性的方法	1-45
(1) 刀具的表面化学热处理	1-45
(2) 刀具表面涂层	1-45
2. 表面涂层刀具的选用	1-47
1.6 切削力与切削功率	
1.6.1 切削力的来源与表达	1-53
1. 切削力的来源	1-53
2. 切削力的分解	1-53
3. 切削力大小的表达形式	1-54

(1) 切削力的解析表达式	1-54	3. 刀具使用寿命	1-73
(2) 切削力的经验公式	1-54	(1) 刀具使用寿命的概念	1-73
(3) 单位切削力	1-54	(2) 刀具使用寿命试验原理和泰勒公式	1-74
1.6.2 切削力的影响因素分析	1-55	4. 刀具使用寿命选择原则	1-76
1.6.3 切削功率	1-56	(1) 最高生产率使用寿命 T_p	1-76
1. 切削功率 P_c	1-56	(2) 最低生产成本使用寿命 T_c	1-76
2. 单位切削功率	1-56	1.8.3 影响刀具使用寿命的因素	1-77
1.6.4 切削力与切削功率的计算	1-58	1. 切削用量对刀具使用寿命的影响	1-78
1. 车削时切削力与车削功率的计算	1-58	(1) 切削用量与刀具使用寿命经验公式	1-78
2. 钻削力(力矩)和钻削功率的计算	1-60	(2) 切削用量对刀具使用寿命的影响	1-78
3. 铣削切削力、铣削功率的计算	1-61	2. 其他因素对刀具使用寿命的影响	1-78
4. 拉削加工时切削力经验公式中系数的选择及其修正	1-63	1.8.4 切削用量的合理选择	1-78
5. 磨削力和磨削功率的计算	1-64	1. 切削用量的选择原则	1-79
(1) 磨削力	1-64	(1) 粗车切削用量的选择	1-79
(2) 磨削功率	1-65	(2) 精加工切削用量的选择	1-79
1.6.5 切削力的测量方法	1-65	2. 切削用量制定	1-79
1.7 切削热和切削温度		(1) 背吃刀量的选择	1-79
1.7.1 切削热的产生与传出	1-67	(2) 进给量的选择	1-79
1. 切削热的产生	1-67	(3) 切削速度的确定	1-80
2. 切削热的传出	1-67	(4) 校验机床功率	1-80
1.7.2 切削热的计算	1-67	3. 数控加工切削用量的选择	1-81
1.7.3 切削温度及其计算	1-68	1.9 工件材料的切削加工性	
1. 切削温度及其分布	1-68	1.9.1 工件材料切削加工性的概念和衡量指标	1-81
2. 切削温度的计算	1-68	1.9.2 影响材料切削加工性的因素	1-82
(1) 剪切面的平均温度 $\bar{\theta}_s$ (M. C. Shaw 理论)	1-68	1.9.3 常用材料的切削加工性	1-84
(2) 刀具前刀面的平均温度	1-69	1. 常用结构钢车削的切削加工性	1-84
1.7.4 影响切削温度的因素	1-69	2. 铸铁的切削加工性	1-84
1.7.5 切削温度的测量	1-70	3. 有色金属及其合金的切削加工性	1-84
1.8 刀具使用寿命与切削用量的选择		4. 部分难加工材料的切削加工性	1-84
1.8.1 刀具的失效形式、磨损原因	1-70	1.10 切削液	
1. 刀具正常磨损形态及磨损原因	1-70	1.10.1 切削液的作用	1-88
(1) 刀具磨损形态	1-70	1. 润滑作用	1-88
(2) 刀具磨损原因	1-70	2. 冷却作用	1-88
2. 刀具破损及破损原因	1-72	3. 清洗作用	1-88
1.8.2 刀具磨损过程、磨钝标准、使用寿命	1-72	4. 防锈作用	1-88
1. 刀具磨损过程	1-72	1.10.2 切削液的种类、成分与特点	1-88
2. 磨钝标准	1-73	1. 切削液的种类	1-88
		2. 切削液中的添加剂及其作用	1-90

3. 常用切削液的配方	1-90	2. 高压冷却法	1-97
1.10.3 切削液的选用	1-95	3. 喷雾冷却法	1-97
1.10.4 切削液的使用方法	1-97	参考文献	1-98
1. 低压浇注法	1-97		

第2章 材料及其热处理

2.1 钢

2.1.1 钢的分类和钢号表示方法	2-3
1. 钢的分类	2-3
(1) 按化学成分分类	2-3
(2) 按主要质量等级、主要性能及使用特性 分类	2-3
2. 我国钢号表示方法	2-5
3. 我国钢号的统一数字代号表示方法	2-9
(1) 钢铁及合金的类型和统一数字代号	2-9
(2) 合金结构钢的统一数字代号	2-10
(3) 轴承钢的统一数字代号	2-10
(4) 铸铁、铸钢及铸造合金的统一数字 代号	2-10
(5) 低合金钢的统一数字代号	2-11
(6) 不锈、耐蚀和耐热钢的统一数字 代号	2-11
(7) 工具钢的统一数字代号	2-11
(8) 非合金钢的统一数字代号	2-12
(9) 焊接用钢及合金的统一数字代号	2-12
4. 国外钢号的表示方法	2-13
(1) 国际标准化组织 (ISO) 钢号表示 方法	2-13
(2) 俄罗斯 ГОСТ 钢号表示方法	2-14
(3) 美国 AISI、SAE 和 UNS 钢号表示 方法	2-15
(4) 日本 JIS 钢号表示方法	2-19
(5) 德国 DIN 17007 钢号表示方法	2-20
(6) 英国 BS 钢号表示方法	2-20
2.1.2 我国钢铁牌号与国外牌号 对照	2-22
1. 中外结构用钢牌号对照	2-22
2. 中外不锈钢、耐热钢牌号对照	2-34
3. 中外工具钢和硬质合金牌号对照	2-42
4. 中外铸钢牌号对照	2-47
5. 中外铸铁牌号对照	2-51
2.1.3 我国钢号的化学成分、力学	

性能和主要用途	2-55
---------------	------

1. 碳素结构钢	2-55
2. 优质碳素结构钢	2-57
3. 低合金高强度结构钢	2-61
4. 合金结构钢	2-63
5. 保证淬透性结构钢	2-73
6. 高耐候性结构钢	2-75
7. 焊接结构用耐候钢	2-75
8. 非调质机械结构钢	2-75
9. 冷镦和冷挤压用钢	2-75
10. 易切削结构钢	2-80
11. 弹簧钢	2-80
12. 轴承钢	2-80
13. 不锈钢	2-85
14. 耐热钢	2-95
15. 汽轮机叶片用钢	2-102
16. 内燃机气阀用钢	2-104

2.2 铸钢和铸铁

2.2.1 铸钢	2-105
1. 铸造碳钢	2-105
2. 焊接结构用碳素钢铸钢	2-105
3. 低合金铸钢	2-105
4. 特种铸钢	2-109
2.2.2 铸铁	2-114
1. 灰铸铁	2-116
2. 球墨铸铁	2-118
3. 可锻铸铁	2-120
4. 蠕墨铸铁	2-122
5. 耐磨铸铁	2-122
6. 耐热铸铁	2-123
7. 高硅耐蚀铸铁	2-125

2.3 有色金属及其合金

2.3.1 有色金属的分类及特点	2-126
2.3.2 铝及其合金	2-129

1. 纯铝	2-129	(1) 铝基复合材料的强化热处理	2-186
2. 变形铝合金	2-131	(2) 镁合金基复合材料的强化热处理	2-189
3. 铸造铝合金	2-138	2. 金属基复合材料的塑性成形	2-189
2.3.3 铜及其合金	2-143	3. 复合材料的机械加工	2-190
1. 纯铜	2-143	2.4.6 金属基复合材料的应用	2-197
2. 铜合金	2-143	1. 金属基复合材料在航天领域的 应用	2-197
3. 铸造铜合金	2-143	2. 金属基复合材料在航天领域的 应用	2-198
2.3.4 镁及其合金	2-162	2.5 陶瓷材料	
2.3.5 钛及其合金	2-166	2.5.1 概述	2-200
2.3.6 锌及其合金	2-170	2.5.2 陶瓷材料的性能和用途	2-205
2.3.7 镍及其合金	2-172	1. 常用的氧化物陶瓷	2-205
2.3.8 锡铅钎料	2-173	2. 常用的非氧化物陶瓷	2-206
2.3.9 易熔合金	2-174	2.5.3 陶瓷材料的制备方法	2-208
2.3.10 铸造轴承合金	2-175	1. 原料处理	2-208
2.4 金属基复合材料		2. 主要的成形方法	2-209
2.4.1 概论	2-175	(1) 粉料成形方法	2-209
2.4.2 金属基复合材料分类	2-176	(2) 浆料成形方法	2-209
1. 按基体合金分类	2-176	(3) 可塑成形方法	2-210
(1) 铝基复合材料	2-176	(4) 热致密化成形方法	2-211
(2) 铜基复合材料	2-176	(5) 注射成形方法	2-211
(3) 钛基复合材料	2-176	3. 特种陶瓷烧结	2-212
(4) 镁基复合材料	2-176	2.5.4 陶瓷材料的物理性能	2-215
(5) 其他金属基复合材料	2-176	2.5.5 陶瓷材料的力学性能	2-224
2. 按增强体形状分类	2-177	2.6 粉末冶金材料	
2.4.3 金属基复合材料的制备 方法	2-178	2.6.1 主要粉末冶金材料的特点和 应用范围	2-226
1. 粉末冶金法	2-178	1. 减摩材料	2-227
2. 挤压铸造法	2-178	2. 结构材料	2-230
2.4.4 金属基复合材料的性能	2-179	3. 摩擦材料	2-230
1. 颗粒增强金属基复合材料	2-179	4. 过滤材料	2-230
(1) 颗粒增强铝基复合材料	2-179	5. 磁性材料	2-230
(2) 颗粒增强镁基复合材料	2-181	6. 封严材料	2-235
(3) 颗粒增强锌基复合材料	2-181	(1) 镍基封严材料	2-235
(4) 颗粒增强其他金属基复合材料	2-181	(2) 碳基封严材料	2-235
2. 晶须增强金属基复合材料	2-182	(3) 铜基封严材料	2-236
(1) 晶须增强铝基复合材料	2-182	2.6.2 粉末冶金零件的机械加工	2-236
(2) 晶须增强镁基复合材料	2-183	2.7 非金属材料	
3. 短纤维增强金属基复合材料	2-184	2.7.1 概述	2-237
4. 长纤维增强金属基复合材料	2-184	2.7.2 橡胶和塑料的性能和用途	2-238
2.4.5 金属基复合材料的热处理与 成形性	2-186		
1. 金属基复合材料的热处理	2-186		

1. 机械工业常用的橡胶材料	2-238	(2) 钢铁材料的硬度和显微组织对切削加工性能的影响	2-267
2. 机械工业常用的塑料	2-240	(3) 钢材晶粒度对切削加工性能的影响	2-269
2.7.3 常用橡胶与塑料的物理化学性能	2-242	(4) 原材料或毛坯中带状组织对切削加工性能的影响	2-269
1. 尼龙6的理化性能	2-242	2.8.2 工件质量控制	2-269
2. 聚碳酸酯的理化性能	2-242	1. 热处理常见缺陷及控制	2-269
3. PBT	2-244	(1) 金属及钢加热缺陷及控制措施	2-269
4. PET	2-245	(2) 退火、正火质量缺陷及控制	2-269
(1) 物理性能	2-245	(3) 淬火、回火质量缺陷及其控制	2-271
(2) 力学性能	2-245	(4) 感应加热与火焰加热表面淬火质量缺陷及控制	2-274
(3) 热性能	2-246	(5) 化学热处理常见缺陷及控制	2-276
(4) 电性能	2-246	2. 热处理变形及控制	2-279
(5) 老化性能	2-246	3. 淬火件磨削裂纹的预防措施	2-280
5. ABS树脂	2-246	2.9 热处理与前后工序间的关系	
(1) 物理性能	2-246	2.9.1 热处理在整个工艺路线中的次序	2-281
(2) 力学性能	2-246	2.9.2 制定热处理工艺时应注意的事项	2-281
(3) 热性能	2-246	2.9.3 热处理和机加工之间的工艺尺寸公差分配	2-282
(4) 电性能	2-246	2.9.4 热处理变形的尺寸修正和补偿	2-283
(5) 化学性能	2-247	2.9.5 热处理后工件的加工余量	2-283
6. 超高分子量聚乙烯	2-247	2.10 金属表面改性与表面热处理	
7. 聚砜	2-248	2.10.1 表面改性	2-283
2.7.4 橡胶与塑料的成型和加工	2-249	1. 化学热处理	2-283
2.7.5 石材	2-256	2. 等离子体化学热处理	2-285
1. 概念	2-256	3. 离子注入	2-286
2. 分类	2-256	4. 阳极氧化与微弧氧化	2-287
3. 化学组成和矿物组成	2-256	2.10.2 表面热处理	2-289
2.8 热处理		1. 感应热处理	2-289
2.8.1 热处理工艺及设计	2-256	2. 高能束表面热处理	2-290
1. 热处理工艺分类	2-256	2.11 热处理新工艺进展	
(1) 热处理工艺代号标记规则	2-256	2.11.1 稀土化学热处理	2-291
(2) 基础分类工艺代号	2-258	1. 概述	2-291
(3) 附加分类工艺代号	2-258	2. 稀土渗剂及其配制方法	2-291
2. 热处理工艺、组织的优化设计	2-258	(1) 渗剂成分设计基本原则	2-291
(1) 热处理工艺的优化设计	2-258	(2) 渗剂的一般构成	2-291
(2) 组织的优化设计	2-260		
3. 常用金属材料及其热处理工艺	2-260		
(1) 一般热处理	2-260		
(2) 化学热处理	2-265		
(3) 表面热处理	2-265		
4. 热处理对钢材切削加工性能的影响	2-267		
(1) 钢铁材料各种组织的特性	2-267		

(3) 稀土渗剂的配制方法	2-292	(1) 渗氮加淬火与渗氮加渗碳淬火	2-294
3. 稀土化学热处理应用	2-292	(2) 渗碳(渗氮)加高频淬火	2-295
2.11.2 复合热处理工艺	2-293	(3) 工模具的复合热处理	2-295
1. 概述	2-293	参考文献	2-295
2. 复合热处理工艺的应用	2-294		

第3章 毛坯及余量

3.1 毛坯种类和毛坯余量

3.1.1 轧制件	3-3	(1) 确定各种锻件公差和机械加工余量的 主要因素	3-24
1. 常用金属轧制件的尺寸与极限偏差	3-3	(2) 钢质模锻件公差	3-25
2. 轴类零件采用轧制材料时的机械加工 余量	3-3	(3) 平锻件公差确定的特殊要求	3-33
3.1.2 铸件	3-8	(4) 加工余量	3-35
1. 铸造方法	3-8	4. 锻件分模位置的确定	3-35
(1) 砂型铸造	3-8	5. 锻造毛坯图	3-36
(2) 特种铸造	3-8	(1) 模锻件图设计的一般步骤	3-36
(3) 各种铸造方法的经济合理性	3-10	(2) 图样标注	3-37
2. 铸件尺寸公差及选用	3-12	(3) 锻件技术条件	3-37
(1) 铸件的尺寸公差	3-12	(4) 锻件公差应用举例	3-37
(2) 铸件尺寸公差等级的选用	3-12	3.1.4 冲压件	3-39
3. 铸件机械加工余量及估算	3-13	1. 冲压件的特点	3-39
(1) 铸件机械加工余量	3-13	2. 冲压的基本工序	3-39
(2) 铸件机械加工余量的估算	3-14	3. 冲裁件的结构要素	3-42
4. 铸件浇注位置及分型面选择	3-14	(1) 圆角半径	3-42
(1) 浇注位置选定原则	3-14	(2) 冲孔尺寸	3-42
(2) 分型面选定原则	3-15	(3) 凸出和凹入尺寸	3-42
5. 铸件上几种结构单元的工艺尺寸	3-15	(4) 孔边距和孔间距	3-42
(1) 铸造孔的最小尺寸	3-15	(5) 端头圆弧尺寸	3-42
(2) 铸造壁的最小厚度	3-15	4. 平冲压件的公差	3-42
(3) 铸造壁(或肋)间的最小距离	3-16	5. 冲压件的合理结构	3-44
(4) 铸造斜度	3-17	3.1.5 焊接件	3-46
(5) 圆角半径	3-17	1. 焊接结构的特点及应用	3-46
6. 铸造工艺余量	3-18	2. 采用焊接结构应注意的问题	3-46
7. 铸造毛坯图	3-18	3. 焊接件的合理结构	3-47
(1) 铸造毛坯图的内容	3-18	4. 焊接件的连接方式	3-49
(2) 技术要求	3-18	5. 焊接件图例	3-51
(3) 铸造毛坯图实例	3-18	3.2 机械加工工序间加工余量	
3.1.3 锻件	3-21	3.2.1 外圆柱表面加工余量及 偏差	3-52
1. 锻造方法	3-21	3.2.2 内孔加工余量及偏差	3-54
2. 自由锻件机械加工余量	3-21	3.2.3 轴端面加工余量及偏差	3-61
3. 钢质模锻件公差及机械加工余量	3-24	3.2.4 平面加工余量及偏差	3-62