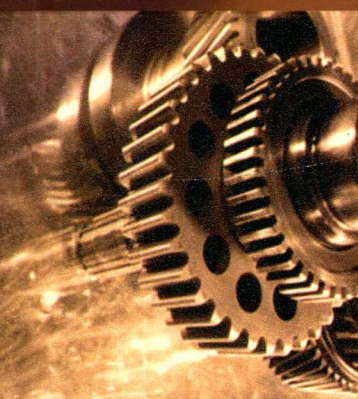


“十三五”国家重点出版物出版规划项目
现代机械工程系列精品教材



Technical Foundation of Mechanical Manufacturing

机械制造技术基础

第③版

刘英 ◎ 主编 周伟 ◎ 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
现代机械工程系列精品教材

机械制造技术基础

第 3 版

主 编 刘 英
副主编 周 伟
参 编 江桂云 林利红 鞠萍华
主 审 张根保

机械工业出版社

本书是为了满足培养机械设计制造及其自动化专业应用型人才的需要,融合机械制造工艺学、金属切削原理与刀具、金属切削机床、机床夹具设计及机械加工工艺基础等内容,对机械制造技术的基本知识、基本理论、基本方法进行有机整合而撰写成的一本专业主干技术基础课程教材。全书共8章,包括绪论、金属切削基本知识、零件表面加工方法及刀具、金属切削机床、机床夹具设计、机械加工质量及其控制、机械加工工艺规程、机械装配工艺基础。

本书可作为高等院校机械设计制造及其自动化专业的教材,也可作为普通高等院校机械类其他专业的教材或参考书,还可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校等相关专业的教材或参考书,也可供从事机械制造的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/刘英主编.—3版.—北京:机械工业出版社,2018.1

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 现代机械工程系列精品教材

ISBN 978-7-111-58352-3

I. ①机… II. ①刘… III. ①机械制造工艺-高等学校-教材
IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第261686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:刘小慧 责任编辑:刘小慧 武晋 刘丽敏

责任校对:刘雅娜 封面设计:张静

责任印制:张博

三河市宏达印刷有限公司印刷

2018年3月第3版第1次印刷

184mm×260mm·21.25印张·573千字

标准书号:ISBN 978-7-111-58352-3

定价:49.80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

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

第3版前言

本书第2版自2008年出版以来,已作为教材或参考书使用多年。

在第2版教材使用过程中,重庆大学“机械制造技术基础”课程组在教材及教学内容方面积累了较多的经验,结合近年来该课程组在“基于能力培养”的重庆市重大教改项目“教育教学环节与能力培养的映射关系研究及教学实践”中的研究成果,在保持原教材体系与特色的基础上,根据重庆大学机械设计制造及其自动化专业2014级培养方案中的培养目标要求,对“机械制造技术基础”课程教材进行了修订和进一步完善。

本着突出“工程应用”、培养学生能力,以及便于组织教学和精选整合的原则,本次修订内容如下:①对第1章绪论进行了精简,只保留了制造业的基本概念和作用,以及本课程的任务和目的;②在第2章金属切削及机床的基本知识中,将机床的相关知识合并到后续章节中,并对部分陈旧、偏僻的内容进行了删减;③对第3~6章进行了整合,并为一章,主要介绍各种零件的表面加工方法及刀具,重点是增加了新方法、新技术及新刀具;④将第2~6章中与机床相关的知识独立出来成为一章,摒除其中一些过时或已淘汰的内容,保留现有机床经典内容,适当增加了现今企业广泛使用的数控机床和加工中心等内容;⑤将第7章中的夹具连接元件与典型机床夹具进行合并、精简;⑥在第10章机械装配工艺基础中增加装配工艺规程制订实例一节内容;⑦为培养学生综合分析及应用能力,本书除第1章外,每一章都增加了“典型案例分析及复习思考题”一节;⑧由于现代制造技术简介的内容在其他教材中有体现,本书中不再赘述。

本书的编写是在第2版基础上进行的,在此首先对参与第2版及第1版编写的作者们表示衷心的感谢!本书由刘英任主编,周伟任副主编。本书编写分工如下:刘英编写第1章、第2章、第6章、第7章;周伟编写第3章;林利红编写第5章;江桂云编写第4章;鞠萍华编写第8章。全书由刘英负责统稿。张根保教授审阅了全稿,在此表示衷心的感谢!

在本书的编写过程中,参考了众多的教材和专著,可能存在部分参考资料没有列入参考文献的现象,在此我们向所有的作者表示敬意和感谢!

最后,向参加本书编写、审稿和出版工作,以及在编写过程中给予帮助和支持的各位同仁,致以最诚挚的谢意!由于我们的水平有限,疏漏之处在所难免,希望广大读者提出宝贵的意见,以利于本书质量的提高。

编者

2017年12月

第2版前言

本书第1版自2001年出版以来,已在很多高校中作为教材或参考书使用。随着高等教育教学改革的进一步深入,重庆大学机械设计制造及其自动化专业委员会根据近几年教学改革积累的实践经验和成果,对“机械制造技术基础”课程的教学内容和学时数都做了重大的调整,因此第1版教材已不能满足本课程教学的要求。为此,与机械工业出版社协商对本书进行修订。

修订时,作者对全书的内容进行了重新编排,本着突出“工程应用”,培养学生实践动手能力以及便于组织教学和精选整合的原则,在保持原教材体系与特色的基础上进行修订。主要修订内容如下:①取消了原教材的第2章——机械零件加工表面的形成。将有关机械零件的种类及其表面形成原理部分内容、切削运动与切削要素部分内容、金属切削机床基本知识部分内容整合到金属切削及机床基本知识一章中;将公差与配合内容删除(另设“精度设计”课程);将工件定位原理的内容整合到机床夹具设计一章中。②增加了齿轮及螺纹表面加工一章,主要讨论圆柱齿轮及螺纹表面加工的加工方法和设备。③增加了机床夹具设计一章。本章除了介绍工件定位的基本原理外,还增加了定位误差的分析与计算、典型机床夹具及夹具设计方法和步骤等内容。④增加了机械加工质量一章,主要介绍了机械加工质量的概念、影响机械加工精度和表面质量的因素以及加工质量的统计分析等内容。⑤在机械加工工艺流程一章中,增加了工艺尺寸链、计算机辅助工艺设计、制订机械加工工艺流程的实例、数控加工工艺规程的编制等内容。⑥在机械装配工艺基础一章中,增加了保证装配精度的方法一节内容。

本书的编写是在第1版的基础上进行的,在此首先对参与第1版编写的作者们表示衷心的感谢!本书由重庆大学刘英、袁绩乾担任主编,刘英承担第8章、第9章的编写;重庆大学严兴春担任副主编,并承担第1章、第2章和第6章的编写;重庆工商大学廖兰编写了第7章;重庆大学郭建编写了第10章、第11章;重庆大学鞠萍华编写了第4章、第5章;重庆大学廖志勇编写了第3章。全书由刘英负责统稿。重庆大学张根保教授审阅了全稿,在此表示衷心的感谢!

在本书的编写过程中,由于参考了众多的教材和专著,可能存在部分参考资料没有列入参考文献的现象,在此向所有的作者表示感谢!

本书得到重庆大学教材建设基金的资助,在此表示感谢!

最后,向参加本书编写、审稿和出版工作,以及在编写过程中给予帮助和支持的各位同仁,致以最诚挚的谢意!由于我们的水平有限,缺点和错误在所难免,希望广大读者对本书提出宝贵意见,以利于本书质量的提高。

编者

2008年4月

第 1 版前言

“机械制造技术基础”课程是在实施国家教育部“面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”研究项目和国家工科机械基础课程教学基地建设过程中,根据我国“机械设计制造及其自动化专业教学指导委员会暨工科机械类专业课程改革研讨会”关于设置技术基础课的意见而设置的,是工科机械类专业所有学生都要学习的一门技术基础课。按照该意见,机械类专业的学生必修的技术基础课程可分为力学系列、计算机应用系列、电工电子技术系列、机械设计基础系列、机械制造基础系列、测控系列和经管系列等。其中,机械设计基础系列课程包括“工程图学”“机械原理”和“机械设计”等课程,机械制造基础系列课程包括“机械工程材料”“材料成形技术基础”和“机械制造技术基础”等课程。按照教学改革的要求,应实现课程体系的整体优化,构建融会贯通、紧密配合、有机联系的课程体系;要精选、整合教学内容,改变课程内容庞杂陈旧、分割过细,避免简单拼凑、脱节和不必要的重复;要加强理论联系工程实际,改进教学方法,培养学生自主学习和独立思考的能力等。按照新课程体系的要求,应将“机械加工工艺基础”“金属切削原理与刀具”“金属切削机床”“机械制造工艺学”“机床夹具设计”和“公差与技术测量”等课程合并成“机械制造技术基础”课程。为此,根据面向 21 世纪机械类专业人才培养的要求及本课程在机械基础系列课程中的定位和任务,本书是将上述原有课程的最基础内容精选出来,适当新增一些知识要点,加以整合,精心编写而成的。由于机械工程具有高度的综合性和系统性,在研究机械工程问题时,需要多方面的知识与经验的集合。例如,机械设计需要机械制造方面的基础知识,而机械制造也需要机械设计方面的基础知识,两者相辅相成。在先讲授机械设计基础系列课程,或是先讲授机械制造基础系列课程的教学安排上,存在着两种课程体系。按照新的课程体系,本课程的教学过程应放在“工程图学”“机械工程材料”与“材料成形技术基础”课程之后,在“机械设计”和“机械原理”课程之前,而且还规定在学习本课程之后,要进行为期一周的计算机辅助机械加工工艺规程(CAPP)课程设计,目的是使学生进一步融会贯通。本书既能满足先讲授机械制造基础系列课程的课程体系的要求,也能满足先讲授机械设计基础课程的课程体系的要求。为此,本书对一些重要的基础知识给予了详细的叙述,注重了突出要点和概念,注重了联系工程实际。教师讲授时还可以采用多媒体等实感性较强的教学手段,并设置相关的课程实验;学生应采用反复阅读、前后借鉴的学习方法。

从组织结构与内容顺序分析,本书可大致划分为五大部分:第一部分(第一、二章)是从宏观整体出发,让学生了解制造业、制造系统和制造技术,了解其发展历史、当今国内外的发展状况与前景,明确制造业在科技与社会经济发展中的重要地位和作用。接着让学生具体了解获得机械零件加工表面形状的加工方法和加工条件,如表面加工成形的方法、成形运动、切削要素、切削机床类型、零件表面尺寸几何公差,以及加工时零件的定

位与夹紧等。第二部分(第三章)进一步让学生深入了解零件加工的基本原理和规律。对加工过程中的现象、影响因素、控制方法进行了较深入的分析;对影响加工过程最重要的方面,如切削刀具的结构、刀具几何参数做了较全面的介绍;再通过对磨削加工方法和加工过程特点的分析,让学生学会怎样分析除车削、磨削以外的其他各种加工方法(如铣削、刨削、钻削、拉削、镗削、珩磨、研磨等)的特点。这部分内容为学进一步全面学习制造技术知识打下了较坚实的基础。第三部分(第四、五、六章)把学生的思路引导到解决机械零件表面加工的问题上。这部分主要介绍机械零件基本形状要素(外圆、平面、内孔)的加工方法、加工机床及其切削加工过程的特点。各章有不同的重点内容:在外圆加工一章中,重点介绍卧式车床和外圆磨床的结构与传动系统,以此讲解金属切削机床的结构与传动方面的主要基本知识,而对其他类型的机床(在其他章节里)仅做简单介绍,只要求了解机床的基本功能和基本组成,学会如何正确选用;在平面加工一章中,重点对铣削加工方法及铣削过程特点进行了分析,由此进一步扩大和加深对切削加工规律的认识;在孔及孔系加工一章中,主要介绍了孔加工的各种方法和刀具。通过这一部分的学习,应对常用的各种加工方法、各类机床、各种加工刀具都有较全面的了解和认知,能够合理选用。第四部分(第七、八、九章)进一步引导学生从零件外形的加工提高到从机械零件的整体出发,考虑如何制订合理的机械加工工艺规程,还对影响零件加工质量的原因和控制方法进行了分析,并具体介绍了几种典型零件的机械加工工艺规程;再进一步从机械零部件出发,考虑如何制订合理的机械装配工艺规程。这就使学生对机械制造系统和机械制造技术的基本知识有了比较具体和全面的理解。第五部分(第十、十一章)较全面地介绍了目前国内外发展的各种先进制造系统、先进制造技术、精密超精密加工和特种加工方法,其中对数控加工基本知识做了较多的介绍,使学生对机械制造业的发展方向有了初步认识。总之,本书是在学习了金属切削基本理论和金属切削机床基本知识,了解公差与配合知识要点、分析机械零件定位原理后,再依次叙述机械零件的特征表面及其加工方法与加工精度;之后,研究制订机械加工工艺规程和机械装配工艺规程的问题;最后,了解自动化加工、数控加工、特种加工和先进制造技术的概念性知识。这就是本课程的教学主线。

本书的编写是在重庆大学国家工科机械基础课程教学基地的组织下进行的。本书的编写大纲、第一章和第八章由重庆大学袁绩乾编写(其中,第八章的第一节由董胜龙编写,第八章的第二节由李文贵编写);第二章、第五章和第六章由重庆大学李文贵编写;第三章由重庆大学严兴春编写;第四章由重庆大学董胜龙编写;第七章由重庆大学刘英编写(其中,第三节的第五点由袁绩乾编写);第九章由重庆大学张毅编写;第十章和第十一章由西南交通大学杜全兴编写。本书由四川大学杨治国教授主审。

在此,向参加本书编写、审稿和出版工作的,以及在编写过程中给予帮助和支持的各位同仁,致以最诚挚的谢意!由于编者水平有限,本书尚有许多不足之处,诚望读者提出宝贵意见。

主 编

2001年3月

于重庆大学

目 录

第 3 版前言

第 2 版前言

第 1 版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 制造业、制造系统与制造技术	1
1.2 机械制造业在国民经济中的地位和作用	1
1.3 本课程的性质、任务及目的	2
第 2 章 金属切削基本知识	4
2.1 概述	4
2.1.1 机械零件的种类及其表面形成原理	4
2.1.2 切削运动和切削用量	7
2.1.3 刀具切削部分的几何参数	9
2.1.4 切削层参数与切削方式	14
2.2 金属切削过程的基本规律	15
2.2.1 金属切削过程	16
2.2.2 切削力	20
2.2.3 切削热和切削温度	25
2.2.4 刀具磨损与刀具寿命	28
2.3 切削条件的合理选择	31
2.3.1 工件材料的切削加工性	31
2.3.2 刀具材料	33
2.3.3 刀具几何参数的合理选择	36
2.3.4 切削液的作用和选择	38
2.3.5 切削用量的合理选择	40
2.4 磨削	45
2.4.1 磨削运动及磨削用量	45
2.4.2 砂轮特性及其选择	46
2.4.3 磨削过程	50
2.4.4 高效磨削方法简介	54
2.5 典型案例分析及复习思考题	54
2.5.1 典型案例分析	54
2.5.2 复习思考题	55

第3章 零件表面加工方法及刀具	57
3.1 外圆表面加工	57
3.1.1 外圆表面加工的技术要求及方案选择	57
3.1.2 外圆车削	58
3.1.3 外圆磨削	59
3.2 平面加工	61
3.2.1 平面加工的技术要求及方案选择	61
3.2.2 铣削加工	62
3.2.3 刨削加工	68
3.2.4 平面磨削	69
3.3 孔加工方法	70
3.3.1 孔加工的技术要求及方案选择	70
3.3.2 钻孔	71
3.3.3 扩孔	74
3.3.4 铰孔	74
3.3.5 铰孔	75
3.3.6 镗孔	76
3.3.7 拉削加工	78
3.3.8 高精度孔的磨削与珩磨	81
3.4 圆柱齿轮加工	83
3.4.1 圆柱齿轮的技术要求及方案选择	83
3.4.2 齿轮加工方法概述	85
3.4.3 滚齿加工	86
3.4.4 插齿加工	88
3.4.5 剃齿加工	89
3.4.6 珩齿和磨齿加工	90
3.5 螺纹加工	90
3.5.1 螺纹加工的技术要求及方案选择	91
3.5.2 螺纹加工的方法	92
3.6 典型案例分析及复习思考题	96
3.6.1 典型案例分析	96
3.6.2 复习思考题	98
第4章 金属切削机床	100
4.1 概述	100
4.1.1 金属切削机床的定义及其在国民经济中的地位	100
4.1.2 金属切削机床分类与机床型号编制	100
4.2 常用普通机床	103
4.2.1 车床	103
4.2.2 铣床	119
4.2.3 孔加工机床	121
4.2.4 齿轮加工机床	124

4.2.5 磨床	125
4.3 数控机床	127
4.3.1 概述	127
4.3.2 数控机床分类	127
4.3.3 数控车床	129
4.3.4 数控铣床	133
4.3.5 加工中心	135
4.4 典型案例分析及复习思考题	145
4.4.1 典型案例分析	145
4.4.2 复习思考题	148
第5章 机床夹具设计	150
5.1 概述	150
5.1.1 基准及其分类	150
5.1.2 工件在工艺系统内的安装	152
5.1.3 机床夹具的组成及分类	153
5.2 工件在夹具中的定位	154
5.2.1 工件的六点定位原理	154
5.2.2 常见的定位方式与定位元件	157
5.3 定位误差的分析与计算	166
5.3.1 定位误差的概念及产生的原因	166
5.3.2 定位误差的分析与计算	167
5.3.3 加工误差不等式	172
5.4 工件在夹具中的夹紧	172
5.4.1 夹紧装置的组成及基本要求	172
5.4.2 确定夹紧力的原则	173
5.4.3 常用的夹紧机构	175
5.5 典型机床夹具	183
5.5.1 钻床夹具	183
5.5.2 铣床夹具	190
5.5.3 镗床夹具	195
5.6 夹具设计的方法和步骤	199
5.6.1 明确夹具的设计任务	200
5.6.2 定位基准和定位方案的确定	200
5.6.3 对刀元件或导向元件的选择和确定	202
5.6.4 夹紧方案的确定	202
5.6.5 夹具总图的绘制	203
5.6.6 夹具有关尺寸和技术要求的标注	204
5.7 典型案例分析及复习思考题	205
5.7.1 典型案例分析	205
5.7.2 复习思考题	206

第6章 机械加工质量及其控制	210
6.1 机械加工质量的基本概念	210
6.1.1 机械加工精度	210
6.1.2 机械加工表面质量	211
6.2 影响机械加工误差的主要因素	213
6.2.1 机床误差	213
6.2.2 刀具误差	216
6.2.3 工艺系统的弹性变形	216
6.2.4 工艺系统的热变形	222
6.2.5 工件内应力	224
6.2.6 其他因素	225
6.2.7 提高和保证加工精度的措施	226
6.3 机械加工表面质量的形成及影响因素	228
6.3.1 表面粗糙度的形成及影响因素	228
6.3.2 加工表面硬化及其影响因素	230
6.3.3 表面金相组织变化与磨削烧伤	231
6.3.4 表面层的残余应力	233
6.3.5 工艺系统的振动	234
6.3.6 提高零件表面质量的工艺途径	235
6.4 机械加工质量的统计分析	236
6.4.1 加工误差的性质	236
6.4.2 正态分布曲线法(直方图法)	236
6.4.3 控制图法	239
6.5 典型案例分析及复习思考题	241
6.5.1 典型案例分析	241
6.5.2 复习思考题	243
第7章 机械加工工艺规程	245
7.1 基本概念	245
7.1.1 生产过程和机械加工工艺过程	245
7.1.2 机械加工工艺过程的组成	245
7.1.3 生产纲领与生产类型	247
7.1.4 机械加工工艺规程	247
7.1.5 设计机械加工工艺规程的步骤	250
7.1.6 工艺过程的技术经济分析	253
7.2 工艺路线的拟订	254
7.2.1 定位基准的选择	254
7.2.2 加工方法的选择	257
7.2.3 加工阶段的划分	257
7.2.4 工序内容的合理安排	260
7.2.5 安排加工顺序的原则和方法	260
7.3 工序具体内容的确定	262

7.3.1 加工余量和工序尺寸的确定	262
7.3.2 机床及工艺装备的选择	264
7.3.3 时间定额的确定	265
7.4 工艺尺寸链	267
7.4.1 尺寸链的概念	267
7.4.2 工艺尺寸链的计算公式(极值法)	268
7.4.3 工艺尺寸链的应用	269
7.5 设计机械加工工艺规程的实例	272
7.5.1 主轴机械加工工艺规程的设计实例	272
7.5.2 箱体机械加工工艺规程设计实例	279
7.6 计算机辅助工艺规程设计	284
7.6.1 概述	284
7.6.2 CAPP 的发展历程	285
7.6.3 CAPP 的发展趋势	288
7.7 数控加工工艺规程	288
7.7.1 数控加工工艺的概念	288
7.7.2 数控加工内容的选择	289
7.7.3 数控加工工艺的特点	289
7.7.4 数控加工工艺性分析	289
7.7.5 数控加工工艺路线的设计	291
7.7.6 数控加工工序的设计	292
7.7.7 数控加工工艺文件	292
7.8 典型案例分析及复习思考题	293
7.8.1 典型案例分析	293
7.8.2 复习思考题	297
第8章 机械装配工艺基础	301
8.1 机械装配工艺规程的制订	301
8.1.1 机械装配生产类型及其特点	301
8.1.2 制订机械装配工艺规程的原始资料和基本原则	302
8.1.3 制订装配工艺规程的方法和步骤	303
8.1.4 机械结构的装配工艺性	307
8.2 保证机械装配精度的方法	308
8.2.1 装配精度	308
8.2.2 装配尺寸链的建立	308
8.2.3 保证装配精度的方法——解装配尺寸链	309
8.3 机械装配工艺规程实例	318
8.3.1 某型号柴油机装配工艺路线实例	319
8.3.2 某型号柴油机装配工艺过程卡片实例	319
8.3.3 某型号柴油机装配工序卡片实例	320
8.4 复习思考题	323
参考文献	325

第 1 章

绪 论

1.1 制造业、制造系统与制造技术

制造业是将可用资源、能源与信息，通过制造过程转化为可供人们使用或利用的工业品或生活消费品的行业。人类的生产工具、消费产品、科研设备、武器装备等都是由制造业提供的，可以说制造业是国民经济的装备部，是国民经济产业的核心，是工业的心脏，是国民经济和综合国力的支柱产业。

制造过程是制造业的基本行为，是将制造资源转变为有形财富或产品的过程，它涉及国民经济的大量行业，如机械、电子、轻工、化工、食品、军工、航天等，因此，制造业对国民经济有很显著的带动作用。

制造系统是制造业的基本组成实体。制造系统是由制造过程及其所涉及的硬件、软件和制造信息等组成的一个具有特定功能的有机整体，其中硬件包括人员、生产设备、材料、能源和各种辅助装置，软件包括制造理论和制造技术，而制造技术又包括制造工艺和制造方法等。

广义而言，制造技术是按照人们所需目的，运用主观掌握的知识和技能，利用客观物质工具和采用有效的方法，使原材料转化为物质产品的过程所施行的手段的总和，是生产力的主要体现。制造技术与投资和熟练劳动力一起将创造新的企业、新的市场和新的就业。制造技术是制造业的支柱，而制造业又是工业的基石，因此可以说，制造技术是一个国家经济持续增长的根本动力。

1.2 机械制造业在国民经济中的地位和作用

机械制造业的主要任务就是完成机械产品的决策、设计、制造、装配、销售、售后服务及后续处理等，其中包括对半成品零件的加工技术、加工工艺的研究及其工艺装备的设计制造。机械制造业担负着为国民经济建设提供生产装备的重任，为国民经济各行业提供各种生产手段，其带动性强，波及面广，产业技术水平的高低决定着国民经济其他产业竞争力的强弱，以及今后运行的质量和效益；机械制造业也是国防安全的重要基础，为国防提供所需武器装备，世界军事强国无一不是装备制造业的强国；机械制造业还是高科技产业的重要基础，它为高科技的发展提供各种研究和生产设备，世界高科技强国无一不是装备制造业的强国。从 1980 年以来，世界机械制造业占工业的比重已超过 1/3。

机械制造业的发展不仅影响和制约着国民经济与各行业的发展，而且还直接影响和制约着国防工业和高科技的发展，进而影响国家的安全和综合国力，对此应有足够清醒的认识。

例如，第二次世界大战后，美国出现了“制造业是夕阳产业”的观点，忽视了对制造业的重视和投入，以致工业生产下滑，出口锐减，工业品进口陡增，第二、第三产业的比例严重失调，经济空前滑坡，物质生产基础遭到严重削弱。其后果在国民经济以下各方面都有体现：汽车生产从过去的大量出口转变为大量（比例达 31%）进口，1967—1987 年的 20 年间，

汽车的贸易逆差达 600 亿美元；微电子工业是美国首创的，但到 1987 年，美国的半导体产量只占世界总产量的 40%；家用电器也是美国首先发展起来的，但美国的家电市场已经被日本等国家的产品所占有；美国曾经是一个机床出口大国，但到 1986 年，美国有 50% 的机床依靠进口，机床产量仅为高峰期的一半；1987 年美国贸易赤字高达 1610 亿美元，而主要赤字来自工业。这一严峻形势迫使美国政府和企业界不得不重新审视美国的科学技术政策和产业政策，重新认识和评价制造业在国民经济中的地位和作用。20 世纪 80 年代初，美国关于工业竞争的总统委员会的报告中指出“美国在重要而又高速增长的技术市场中失利的一个重要原因就是没有把自己的技术应用到制造业上”。美国麻省理工学院（MIT）的 16 位教授对美国工业的衰退问题进行了系统的调查研究，调查了汽车、民用飞机、半导体和计算机、家用电器、机床等 8 个工业部门，历经多年，写成了《美国制造业的衰退及对策——夺回生产优势》一书，指出“振兴美国经济的出路在于振兴美国的制造业”，认为“经济的竞争归根到底仍然是制造技术和制造能力的竞争”，主张必须重视和发展机械制造业。美国在中东战争后提出的应当给予扶持的“对于国家繁荣与国家安全至关重要的”22 项关键技术中，材料加工、计算机一体化制造技术、智能加工设备和纳米制造技术等 4 项直接与机械制造业有关。近几年，美国、日本、德国等工业发达国家都把先进制造技术列为工业、科技的重点发展技术。美国政府历来认为，生产制造是工业界的事，政府不必介入，但经过 10 年反思，美国政府已经意识到，政府不能不介入工业技术的发展，自 20 世纪 80 年代中期，美国制定了一系列民用技术开发计划并切实加以实施。由于给予了重视，近年来美国的机械制造业有所振兴，汽车、机床、微电子工业又获得了较大发展。

世界上任何一个经济强大的国家，无不具有发达的制造业，许多国家的经济腾飞，制造业都功不可没。其中，日本最具有代表性。第二次世界大战后，日本先后提出“技术立国”和“新技术立国”的口号，对制造业的发展给予全面的支持，并抓住制造领域的关键技术——精密工程、特种加工和制造系统自动化，从而在战后短短 30 年里，一跃成为世界经济大国。

制造业及机器制造技术在国民经济中的地位可以用以下几个简单的数字说明：在先进的工业化国家中，国民经济总收入的 60% 以上来源于制造业；从就业人口比例来看，约有 1/4 的人口从事制造业，而在非制造业部门中，又有半数人员的工作性质与制造业密切相关。

1.3 本课程的性质、任务及目的

“机械制造技术基础”是机械设计制造及其自动化专业的一门专业基础课程。

本课程是讨论机械制造过程的本质与规律、研究机械制造技术和方法，论述如何合理而且可行地制造各种机械设备和工艺装备的基础知识。

自动化、最优化、柔性化、集成化、智能化、精密化是当代机械制造发展的必然趋势，机械制造技术正沿着现代化、完善化、复杂化的道路不断发展，但是，进行前沿性的科学研究和解决关键的工程技术问题，总是需要具有根本性的基础知识和技术，正所谓“万丈高楼平地起”，这正是本课程对机械类专业学生的重要性所在。

学习本课程后，要求达到以下目的：

- 1) 建立机械制造系统的基本概念，认识机械制造业在国民经济中的作用。
- 2) 认识金属切削过程的基本原理和基本规律，并将之应用于产品制造过程之中，能按实际工艺要求选择合理的加工条件。
- 3) 学习机械零件各种表面加工的工艺方法及特点，能结合生产实际选择合理的加工方法和工艺路线。

4) 学习机械制造中工艺装备的原理、结构特点及应用,能结合实际加工要求合理选择金属切削机床、刀具和设计机床夹具。

5) 学习机械加工质量的基本规律和知识,能对具体的工艺质量问题进行分析,提出保证或改进加工质量的工艺措施。

6) 学习机械加工工艺和装配工艺的基本理论知识,掌握制订机械零件制造工艺规程的方法和知识,在保证质量的前提下,结合生产实际编制提高生产率、降低成本的零件制造工艺规程,初步树立质量与成本、安全与环保、效率与效益等方面的工程意识。

7) 学习装配工艺的基本理论知识,掌握制订机械产品装配工艺规程的基本方法和知识。

本课程具有综合性、实践性和工程性的特点,在学习中,要注意运用多种学科的理论和方法解决机械制造过程中出现的各种实际问题,理论联系实际,在生产实际中学习,并注重学习和采用先进制造技术。

第 2 章

金属切削基本知识

所谓金属切削加工就是指利用刀具切除工件上多余的金属,使工件的几何形状、尺寸精度及表面质量达到规定技术要求的加工方法。在现代机械制造中,切削加工仍然是零件最终形成的主要方法,因此,在掌握切削运动、刀具几何参数基本定义的基础上,深入了解切削过程的基本原理和规律,合理选择切削条件,对保证切削加工质量、提高效率和降低成本,具有十分重要的意义。

2.1 概述

2.1.1 机械零件的种类及其表面形成原理

1. 零件的种类

任何机器或机械装置都是由许多零件装配而成的,组成机器的零件大致可分为六大类:

(1) 轴类零件 轴类零件(见图 2-1)主要以回转体表面为主,其特点是轴向尺寸大于径向尺寸。典型的加工表面有外圆、端平面、孔、沟槽、齿形面和螺旋面等。

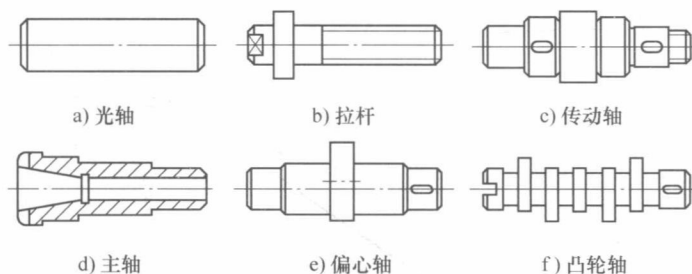


图 2-1 轴类零件

(2) 盘套类零件 盘套类零件(见图 2-2)也主要以回转体表面为主,其特点是轴向尺寸小于径向尺寸。典型的加工表面有外圆、端平面、孔及孔系、沟槽、齿形面和螺旋面等。

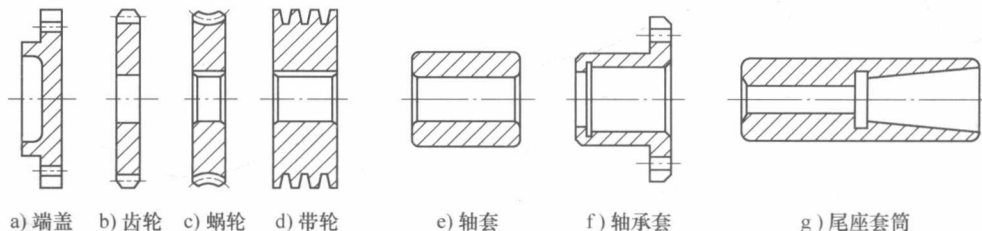


图 2-2 盘套类零件

(3) 支架箱体类零件 支架箱体类零件(见图 2-3)在机器上主要起支承、包容其他零件的作用,因而其形状和结构较复杂。典型的加工表面为平面、孔及孔系、沟槽等。

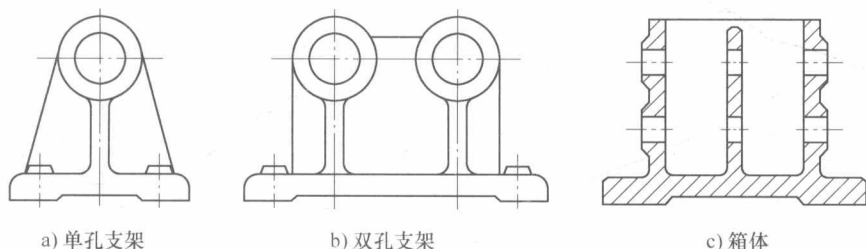


图 2-3 支架箱体类零件

(4) 六面体类零件 六面体类零件(见图 2-4)的外形轮廓接近六面体,主要起支承作用。典型的加工表面为平面、沟槽、孔及孔系等。

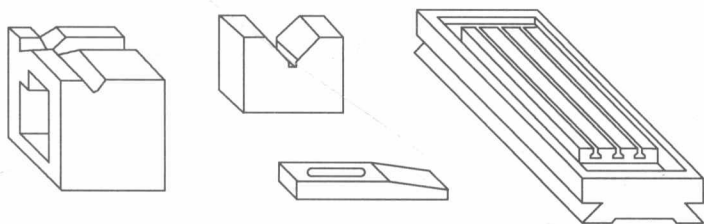


图 2-4 六面体类零件

(5) 特殊类零件 特殊类零件(见图 2-5)形状特殊,一般受力复杂,不能归于其他几类零件,因而单独归为一类,如拨叉头、发动机上的连杆、十字联轴器等零件。典型的加工表面为外圆、平面、沟槽、孔及孔系、螺旋面和齿形面等。

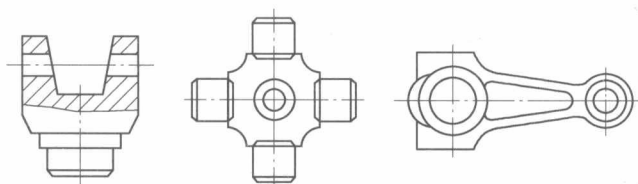


图 2-5 特殊类零件

(6) 机身机座类零件 机身机座类零件(见图 2-6)主要作为机器的基础零件,用于稳定、支承、包容和连接机器上的其他零部件,一般在机器中是尺寸和重量最大的零件。典型的加工表面为狭长的平面和沟槽、众多的孔及孔系等。

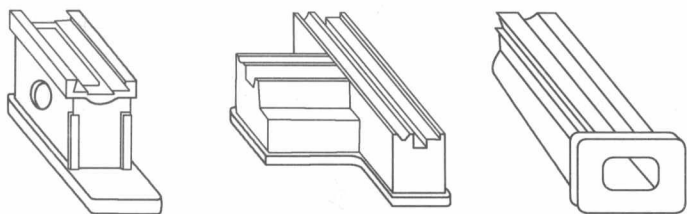


图 2-6 机身机座类零件

2. 零件加工表面形成原理

机械零件的结构不论如何复杂,其形状都是由各种各样的表面构成的,机械零件的表面可分为加工表面和非加工表面两种。一般而言,加工表面都是机械零件上的重要工作表面,其精度和表面粗糙度是通过机械加工来保证的。机械零件的切削加工,实际上就是使零件上