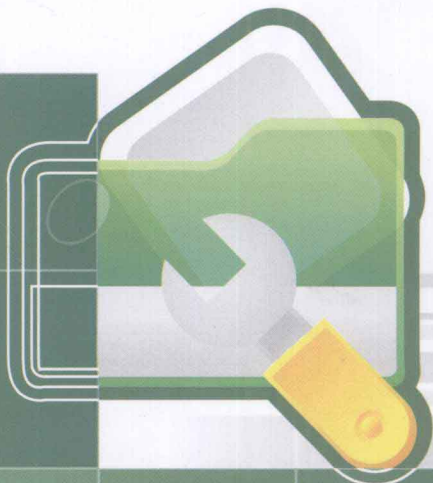




21st CENTURY

实用规划教材 21世纪全国应用型本科

大机械系列 实用规划教材



机械制造技术基础

主 编 张 鹏 孙有亮
副主编 李 华 范素香



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

机械制造技术基础

主 编	张 鹏	孙有亮
副主编	李 华	范素香
参 编	王万新	马成习



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育部机电类专业本科教育人才培养目标和培养方案及课程教学大纲的要求编写的。全书共8部分:绪论,第1章金属切削基础,第2章机械加工方法与机床,第3章机械加工工艺规程设计,第4章机床夹具设计原理,第5章机械加工精度与表面质量,第6章装配工艺基础,第7章先进制造技术与制造模式。

本书以机械制造工艺过程和加工质量为主线,将金属切削原理与刀具、金属切削机床、机床夹具设计等基本知识优化整合,在着重讲清基本概念、基本原理的基础上,按照少而精的原则浓缩基本内容,突出应用。教材在内容安排上侧重机械制造冷加工领域的基础知识、基本原理和基本方法。

本书可作为高等院校机械类专业主干技术基础课程教材,也可作为职业技术学院、成人高校等相关专业的教材或参考书,还可供机械制造工程技术人员、机械制造企业管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/张鹏,孙有亮主编. —北京:北京大学出版社,2009.1

(21世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-14474-9

I. 机… II. ①张… ②孙… III. 机械制造工艺—高等学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第196463号

书 名: 机械制造技术基础

著作责任者: 张 鹏 孙有亮 主编

责任编辑: 郭德娟

标准书号: ISBN 978-7-301-14474-9/TH·0123

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 18.5印张 417千字

2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷

定 价: 30.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》

专家编审委员会

名 誉 主 任 胡正寰*

主 任 委 员 殷国富

副主任委员 (按拼音排序)

戴冠军	江征风	李郝林	梅 宁
任乃飞	王述洋	杨化仁	张成忠
张新义			

顾 问 (按拼音排序)

傅水根	姜继海	孔祥东	陆国栋
陆启建	孙建东	张 金	赵松年

委 员 (按拼音排序)

方 新	郭秀云	韩健海	洪 波
侯书林	胡如风	胡亚民	胡志勇
华 林	姜军生	李自光	刘仲国
柳舟通	毛 磊	孟宪颐	任建平
陶健民	田 勇	王亮申	王守城
魏 建	魏修亭	杨振中	袁根福
曾 忠	张伟强	郑竹林	周晓福

* 胡正寰:北京科技大学教授,中国工程院机械与运载工程学部院士

丛书总序

殷国富*

机械是人类生产和生活的基本工具要素之一,是人类物质文明最重要的一个组成部分。机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、使用安全可靠的技术装备的任务,在国家现代化建设中占有举足轻重的地位。20 世纪 80 年代以来,以微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展及其在机械工程领域中的广泛渗透、应用和衍生,极大地拓展了机械产品设计制造活动的深度和广度,改变了现代制造业的产品设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺和设备以及生产组织模式,产生了一大批新的机械设计制造方法和制造系统。这些机械方面的新方法和系统的主要技术特征表现在以下几个方面:

(1) 信息技术在机械行业的广泛渗透和应用,使得现代机电产品已不再是单纯的机械构件,而是由机械、电子、信息、计算机与自动控制等集成的机电一体化产品,其功能不仅限于加强、延伸或取代人的体力劳动,而且扩大到加强、延伸或取代人的某些感官功能与大脑功能。

(2) 随着设计手段的计算机化和数字化,CAD/CAM/CAE/PDM 集成技术和软件系统得到广泛使用,促进了产品创新设计、并行设计、快速设计、虚拟设计、智能设计、反求设计、广义优化设计、绿色产品设计、面向全寿命周期设计等现代设计理论和技术方法的不断发展。机械产品的设计不只是单纯追求某项性能指标的先进和高低,而是注重综合考虑质量、市场、价格、安全、美学、资源、环境等方面的影响。

(3) 传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术,并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产,提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(4) 机械产品加工制造的精密化、快速化,制造过程的网络化、全球化得到很大的发展,涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式,制造装备和制造系统的柔性可重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(5) 机械工程的理论基础不再局限于力学,制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

上述机械科学与工程特征和发展趋势表明,现代机械工程学科越来越多地体现着知识经济的特征。因此,加快培养适应我国国民经济建设所需要的高综合素质机械工程学科人才的意义十分重大、任务十分繁重。我们必须通过各种层次和形式的教育,培养出适应世界机械工业发展潮流与我国机械制造业实际需要的技术人才与管理人才,不断推动我国机械科学与工程技术的进步。

* 殷国富教授:现为教育部机械学科教学指导委员会委员,现任四川大学制造科学与工程学院院长

为使机械工程学科毕业生的知识结构由较专、较深、适应性差向较通用、较广泛、适应性强方向转化,在教育部的领导与组织下,1998 年对本科专业目录进行了第 3 次大的修订。调整后的机械类专业变成 4 类 8 个专业,它们是:机械类 4 个专业(机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备与控制、工业设计);仪器仪表类 1 个专业(测控技术与仪器);能源动力类 2 个专业(热能与动力工程、核工程与核技术);工程力学类 1 个专业(工程力学)。此外还提出了面向更宽的引导性专业,即机械工程及自动化。因此,建立现代“大机械、全过程、多学科”的观点,探讨机械科学与工程技术学科专业创新人才的培养模式,是高校从事制造学科教学的教育工作者的责任;建立培养富有创新能力人才的教学体系和教材资源环境,是我们努力的目标。

要达到这一目标,进行适应现代机械学科发展要求的教材建设是十分重要的基础工作之一。因此,组织编写出版面向大机械学科的一系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社的领导和编辑们通过对国内大学机械工程学科教材实际情况的调研,在与众多专家学者讨论的基础上,决定面向机械工程学科类专业的学生出版一套系列教材,这是促进高校教学改革发展的重大决策。按照教材编审委员会的规划,本系列教材将逐步出版。

本系列教材是按照高等学校机械学科本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作的教师立足于 21 世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写,以适应不同类型、不同层次的学校结合学校实际情况的需要。本系列教材编写的特色体现在以下几个方面:

(1) 关注全球机械科学与工程技术学科发展的大背景,建立现代大机械工程学科的新理念,拓宽理论基础和专业知识,特别是突出创造能力和创新意识。

(2) 重视强基础与宽专业知识面的要求。在保持较宽学科专业知识的前提下,在强化产品设计、制造、管理、市场、环境等基础理论方面,突出重点,进一步密切学科内各专业知识面之间的综合内在联系,尽快建立起系统性的知识体系结构。

(3) 学科交叉与综合的观念。现代力学、信息科学、生命科学、材料科学、系统科学等新兴学科与机械学科结合的内容在系列教材编写中得到一定的体现。

(4) 注重能力的培养,力求做到不断强化自我的自学能力、思维能力、创造性地解决问题的能力以及不断自我更新知识的能力,促进学生向着富有鲜明个性的方向发展。

总之,本系列教材注意了调整课程结构,加强学科基础,反映系列教材各门课程之间的联系和衔接,内容合理分配,既相互联系又避免不必要的重复,努力拓宽知识面,在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索。当然,本系列教材还需要在内容的精选、音像电子课件、网络多媒体教学等方面进一步加强,使之能满足普通高等院校本科教学的需要,在众多的机械类教材中形成自己的特色。

最后,我要感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动,也要感谢北京大学出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因,本系列教材还存在一些不足和错漏。我相信,在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下,不断改进和完善这套教材,使之在我国机械工程类学科专业的教学改革和课程体系建设中起到应有的促进作用。

2006 年 1 月

前 言

为了适应高等教育改革形势和机械类专业应用型人才的培养及建立新的课程体系的需要,根据教育部机电类专业本科教育人才培养目标和培养方案及课程教学大纲的要求,在总结近几年来教学改革与实践经验的基础上编写了本书。

本书以机械制造工艺过程和加工质量为主线,将金属切削原理与刀具、金属切削机床、机床夹具设计等基本知识优化整合,在着重讲清基本概念、基本原理的基础上,按照少而精的原则浓缩基本内容,突出应用,可作为技术基础课教材。

本书在内容安排上侧重机械制造冷加工领域的基础知识、基本原理和基本方法。其中,绪论中介绍了机械制造业在国民经济中的地位及其发展、机械制造过程的基本概念和本课程的学习方法与要求;第1章为金属切削基础,包含了金属切削刀具、金属切削与磨削过程中的物理现象及其规律等内容;第2章为机械加工方法与机床,介绍常见表面的加工方法、常用金属切削机床的结构及运动和传动分析等;第3章和第6章分别为机械加工工艺规程设计、装配工艺基础,介绍机械制造工艺规程的有关知识,包含了机械加工工艺规程和装配工艺规程的编制、加工过程尺寸链与工序尺寸及公差的确定的、机械加工工艺的经济性分析,以及基于装配尺寸链的装配方法和装配工艺规程设计的主要问题;第4章为机床夹具设计原理,介绍了夹具的定位原理、定位误差分析、典型机床夹具设计等内容;第5章为机械加工精度与表面质量,包括加工质量的概念、影响加工精度和表面质量的因素分析与控制、加工误差的统计分析方法、机械加工中的振动与预防等知识;第7章为先进制造技术与制造模式,重点介绍了机械制造自动化技术、快速成形制造技术和先进制造生产模式等内容。

本书可作为高等院校机械类专业主干技术基础课程教材,也可供机械制造工程技术人员、机械制造企业管理人员参考。全书按60~70学时教学计划编写,各校在使用时可酌情增减有关内容。

本书的主要编者都是长期从事专业基础课教学工作的教师。本书由张鹏、孙有亮担任主编,李华、范素香担任副主编,参编人员还有王万新和马成习。全书由张鹏统稿。

限于编者的水平,书中不足或疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年10月

北京大学出版社大机械系列实用规划教材书目

序号	书 名	标准书号	主 编	定价	出版日期
1	机电工程专业英语	ISBN 7-301-10596-7	赵运才,何法江	24.00	2008.6 第 3 次印刷
2	AutoCAD 工程制图	ISBN 7-5038-4446-9	杨巧绒,张克义	20.00	2007.8 第 3 次印刷
3	工程制图	ISBN 7-5038-4442-6	戴立玲,杨世平	27.00	2007.8 第 2 次印刷
4	工程制图习题集	ISBN 7-5038-4443-4	杨世平,戴立玲	20.00	2008.1 第 2 次印刷
5	机械制造基础(上)—— 工程材料及热加工工艺基础	ISBN 7-5038-4435-3	侯书林,朱海	29.00	2008.6 第 3 次印刷
6	机械制造基础(下)—— 机械加工工艺基础	ISBN 7-5038-4436-1	侯书林,朱海	22.00	2007.7 第 2 次印刷
7	金工实习	ISBN 7-5038-4440-X	郭永环,姜银方	24.00	2008.2 第 4 次印刷
8	机械设计	ISBN 7-5038-4448-5	郑江,许瑛	33.00	2007.8 第 2 次印刷
9	机械设计基础	ISBN 7-5038-4444-2	曲玉峰,关晓平	27.00	2008.1 第 2 次印刷
10	机床电气控制技术	ISBN 7-5038-4433-7	张万奎	26.00	2007.9 第 2 次印刷
11	机床数控技术	ISBN 7-5038-4434-5	杜国臣,王士军	31.00	2007.8 第 2 次印刷
12	Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 实用教程	ISBN 7-5038-4437-X	黄卫东,任国栋	32.00	2007.7 第 2 次印刷
13	数控加工技术	ISBN 7-5038-4450-7	王彪,张兰	29.00	2008.2 第 2 次印刷
14	计算机辅助设计与制造	ISBN 7-5038-4439-6	仲梁维,张国全	29.00	2007.9 第 2 次印刷
15	液压传动	ISBN 7-5038-4441-8	王守城,容一鸣	27.00	2007.7 第 2 次印刷
16	互换性与测量技术基础	ISBN 7-5038-4473-6	韩进宏,王长春	25.00	2007.7 第 2 次印刷
17	金属切削原理与刀具	ISBN 7-5038-4447-7	陈锡渠,彭晓南	29.00	2008.1 第 2 次印刷
18	可编程控制器原理与应用	ISBN 7-5038-4438-8	赵燕,周新建	29.00	2008.1 第 2 次印刷
19	汽车电子控制技术	ISBN 7-5038-4432-9	凌永成,于京诺	32.00	2007.7 第 2 次印刷
20	汽车构造	ISBN 7-5038-4445-0	肖生发,赵树朋	44.00	2007.8 第 2 次印刷
21	金属学与热处理	ISBN 7-5038-4451-5	朱兴元,刘忆	24.00	2007.7 第 2 次印刷
22	锻造工艺过程及模具设计	ISBN 7-5038-4453-1	胡亚民,华林	30.00	2008.6 第 2 次印刷
23	冲压工艺与模具设计	ISBN 7-5038-4449-3	牟林,胡建华	32.00	2007.8 第 2 次印刷
24	机械工程材料	ISBN 7-5038-4452-3	戈晓岚,洪琢	29.00	2008.2 第 2 次印刷
25	产品造型计算机辅助设计	ISBN 7-5038-4474-4	张慧姝,刘永翔	27.00	2006.8
26	测试技术基础	ISBN 978-7-301-11486-5	江征风	26.00	2008.1 第 2 次印刷
27	设计心理学	ISBN 978-7-301-11567-1	张成忠	48.00	2008.6 第 2 次印刷
28	工程力学(上册)	ISBN 978-7-301-11487-2	毕勤胜,李纪刚	29.00	2008.6 第 2 次印刷

(续)

序号	书 名	标准书号	主 编	定价	出版日期
29	工程力学(下册)	ISBN 978-7-301-11565-7	毕勤胜,李纪刚	28.00	2008.6 第2次印刷
30	机械原理	ISBN 978-7-301-11488-9	常治斌,张京辉	29.00	2008.6 第2次印刷
31	理论力学	ISBN 978-7-301-12170-2	盛冬发,闫小青	29.00	2007.8
32	控制工程基础	ISBN 978-7-301-12169-6	杨振中,韩致信	29.00	2007.8
33	机械制图(机类)	ISBN 978-7-301-12171-9	张绍群,孙晓娟	32.00	2007.8
34	机械制图习题集(机类)	ISBN 978-7-301-12172-6	张绍群,王慧敏	29.00	2007.8
35	汽车发动机原理	ISBN 978-7-301-12168-9	韩同群	32.00	2007.8
36	汽车电气设备	ISBN 978-7-301-12025-5	凌永成,谢在玉	27.00	2007.8
37	精密与特种加工技术	ISBN 978-7-301-12167-2	袁根福,祝锡晶	29.00	2007.8
38	机械工程控制基础	ISBN 978-7-301-12354-6	韩致信	25.00	2008.1
39	产品设计原理	ISBN 978-7-301-12355-3	刘美华	30.00	2008.2
40	汽车电气设备实验与实习	ISBN 978-7-301-12356-0	谢在玉	29.00	2008.2
41	机械设计课程设计	ISBN 978-7-301-12357-7	许瑛	35.00	2008.8
42	Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 实例教程	ISBN 978-7-301-12359-1	张选民	45.00	2008.2
43	机械创新设计	ISBN 978-7-301-12403-1	丛晓霞	32.00	2008.7
44	汽车试验测试技术	ISBN 978-7-301-12362-1	王丰元	26.00	2008.2
45	汽车试验学	ISBN 978-7-301-12358-4	赵立军,白欣	28.00	2008.8
46	汽车检测与诊断技术	ISBN 978-7-301-12361-4	罗念宁,张京明	30.00	2008.9
47	现代汽车系统控制技术	ISBN 978-7-301-12363-8	崔胜民	36.00	2008.1
48	汽车设计	ISBN 978-7-301-12369-0	刘涛	45.00	2008.1
49	汽车工程概论	ISBN 978-7-301-12364-5	张京明,江浩斌	36.00	2008.6
50	工程流体力学	ISBN 978-7-301-12365-2	杨建国	30.00	2008.12
51	热工基础	ISBN 978-7-301-12399-7	于秋红	32.00	2008.9
52	内燃机构造	ISBN 978-7-301-12366-9	林波,李兴虎	26.00	2008.8
53	汽车运用工程基础	ISBN 978-7-301-12367-6	姜立标,张黎骅	32.00	2008.6
54	汽车制造工艺	ISBN 978-7-301-12368-3	赵桂范,杨娜	30.00	2008.6
55	机械制图与 AutoCAD 基础教程	ISBN 978-7-301-13122-0	张爱梅	35.00	2007.11
56	机械制图与 AutoCAD 基础教程习题集	ISBN 978-7301-13120-6	鲁杰,张爱梅	22.00	2007.12
57	材料成型设备控制基础	ISBN 978-7-301-13169-5	刘立君	34.00	2008.1
58	液压与气压传动	ISBN 978-7-301-13129-4	王守城,容一鸣	32.00	2008.4
59	Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计实例教程	ISBN 978-7301-13182-4	张选民	45.00	2008.2

(续)

序号	书 名	标准书号	主 编	定价	出版日期
60	金属切削机床	ISBN 978-7-301-13180-0	夏广岚,冯凭	32.00	2008.5
61	汽车运用基础	ISBN 978-7-301-13118-3	凌永成,李雪飞	26.00	2008.1
62	汽车运行材料	ISBN 978-7-301-13583-9	凌永成,李美华	30.00	2008.7
63	机械制造工艺学	ISBN 978-7-301-13758-1	郭艳玲,李彦蓉	30.00	2008.8
64	机械精度设计与测量技术	ISBN 978-7-301-13580-8	于峰	25.00	2008.8
65	汽车故障诊断与检测技术	ISBN 978-7-301-13634-8	刘占峰,林丽华	34.00	2008.8
66	工程材料及其成形技术基础	ISBN 978-7-301-13916-5	申荣华,丁旭	45.00	2008.8
67	测试技术实验教程	ISBN 978-7-301-13489-4	封士彩	22.00	2008.8
68	汽车维修技术与设备	ISBN 978-7-301-13914-1	凌永成,赵海波	30.00	2008.8
69	材料成形 CAD/CAE/CAM 基础	ISBN 978-7-301-14106-9	余世浩,朱春东	35.00	2008.8
70	材料力学	ISBN 978-7-301-14462-6	陈忠安,王静	30.00	2009.1
71	AutoCAD 2008 工程绘图	ISBN 978-7-301-14478-7	赵润平,宗荣珍	35.00	2009.1
72	机械制造技术基础	ISBN 978-7-301-14474-9	张鹏,孙有亮	30.00	2009.1

电子书(PDF版)、电子课件和相关教学资源下载地址:<http://www.pup6.com/ebook.htm>,欢迎下载。

欢迎免费索取样书,请填写并通过 E-mail 提交教师调查表,下载地址:<http://www.pup6.com/down/>
教师信息调查表 Excel 版.xls,欢迎订购。

联系方式:010-62750667,linzhangbo@126.com,guosj2008@163.com,tjxin_0405@163.com,欢迎来电来信。

欢迎访问立体化教材建设网址:<http://blog.pup6.com/>。

目 录

绪 论	1	1.5.2 刀具磨损过程及磨钝 标准	49
0.1 机械制造业在国民经济中的地位 及其发展	1	1.5.3 刀具耐用度及其经验 公式	50
0.1.1 机械制造业在国民经济 中的地位	1	1.5.4 刀具耐用度的选择	52
0.1.2 机械制造业的发展	1	1.5.5 刀具的破损	52
0.2 机械制造过程的基本概念	3	1.6 金属切削条件的合理选择	53
0.2.1 机械产品生产过程与 制造技术	3	1.6.1 工件材料的切削 加工性	53
0.2.1 零件的机械制造方法与 机械加工工艺系统	3	1.6.2 刀具几何参数的选择	55
0.3 本课程的学习要求和 学习方法	4	1.6.3 切削用量的选择	56
思考与练习题	5	1.6.4 切削液的选择	58
第1章 金属切削基础	6	1.7 磨削原理	58
1.1 金属切削刀具	6	1.7.1 砂轮的特性与选择	58
1.1.1 切削运动与切削要素	6	1.7.2 磨削过程	62
1.1.2 刀具的角度	9	1.7.3 磨削力	63
1.1.3 刀具材料	13	1.7.4 磨削温度	65
1.2 常用刀具简介	16	思考与练习题	66
1.2.1 车刀	16	第2章 机械加工方法与机床	67
1.2.2 孔加工刀具	19	2.1 机械加工方法	67
1.2.3 铣刀	23	2.1.1 零件表面的形成方法	67
1.2.4 拉刀	25	2.1.2 切削加工	69
1.2.5 螺纹刀具	26	2.1.3 磨削加工	73
1.2.6 齿轮加工刀具	28	2.1.4 精密加工	74
1.3 金属切削过程及其物理现象	29	2.2 金属切削机床	75
1.3.1 切屑的形成过程及 变形区的划分	29	2.2.1 机床的分类、型号和 技术参数	75
1.3.2 切削变形程度	31	2.2.2 典型机床及其加工 工艺范围	80
1.3.3 积屑瘤的形成及其对 切削过程的影响	33	2.3 车床传动系统及典型部件	95
1.3.4 切屑的类型及控制	34	2.3.1 机床的传动联系和 传动原理图	95
1.4 切削力、切削热与切削温度	36	2.3.2 CA6140 型卧式车床的 传动系统	97
1.4.1 切削力	36	2.3.3 CA6140 型卧式车床 主轴箱简介	101
1.4.2 切削热的产生与传导	42	2.4 数控机床与加工中心	107
1.4.3 切削温度	43	2.4.1 数控机床	107
1.5 刀具磨损与刀具耐用度	46	2.4.2 加工中心	110
1.5.1 刀具磨损形态及其原因	46		

思考与练习题	111	4.2.2 六点定位原理的应用	152
第3章 机械加工工艺规程设计	113	4.3 定位方式与定位元件	154
3.1 机械加工工艺规程的基本概念	113	4.3.1 工件以平面定位	155
3.1.1 机械加工工艺过程的概念及组成	113	4.3.2 工件以圆柱孔定位	157
3.1.2 生产纲领与生产类型	115	4.3.3 工件以外圆柱面定位	160
3.1.3 机械加工工艺规程	117	4.3.4 工件以组合表面定位	161
3.2 零件工艺性分析与毛坯的选择	118	4.4 定位误差的分析与计算	163
3.2.1 零件的工艺分析	118	4.4.1 定位误差产生的原因及计算方法	163
3.2.2 毛坯的选择	122	4.4.2 几种典型表面定位时的定位误差	165
3.3 定位基准的选择	122	4.5 工件在夹具中的夹紧	169
3.3.1 基准的概念及分类	122	4.5.1 夹紧装置的组成及基本要求	170
3.3.2 精基准的选择原则	124	4.5.2 夹紧力的确定	170
3.3.3 粗基准的选择原则	125	4.5.3 常用夹紧机构	173
3.4 机械加工工艺路线的拟定	126	4.6 典型机床夹具	180
3.4.1 表面加工方法的选择	126	4.6.1 钻床类夹具	180
3.4.2 加工阶段的划分	128	4.6.2 铣床夹具	185
3.4.3 工序的集中与分散	131	4.7 机床夹具的设计步骤	188
3.4.4 工序顺序的安排	131	4.7.1 专用夹具设计的基本要求	188
3.4.5 机床设备及工艺装备的选择	133	4.7.2 夹具设计的一般步骤	188
3.5 加工余量与工序尺寸	134	4.7.3 夹具设计中应注意的几个问题	190
3.5.1 加工余量的概念	134	思考与练习题	191
3.5.2 影响加工余量的因素	135	第5章 机械加工精度与表面质量	195
3.5.3 确定加工余量的方法	137	5.1 机械加工精度	195
3.5.4 工序尺寸及其公差的确定	137	5.1.1 概述	195
3.6 工艺尺寸链	138	5.1.2 工艺系统几何误差对加工精度的影响	198
3.6.1 尺寸链的基本概念	138	5.1.3 工艺系统受力变形对加工精度的影响	202
3.6.2 尺寸链的计算方法	139	5.1.4 工艺系统受热变形对加工精度的影响	208
3.6.3 工艺尺寸链的应用	141	5.1.5 工件内应力对加工精度的影响	211
3.7 工艺过程的生产率和技术经济分析	143	5.1.6 提高加工精度的途径	213
3.7.1 工艺过程的生产率	143	5.2 加工误差的统计分析	214
3.7.2 工艺过程的技术经济分析	145	5.2.1 加工误差的统计性质	215
思考与练习题	147	5.2.2 加工误差的统计分析法	215
第4章 机床夹具设计原理	149	5.3 机械加工表面质量	222
4.1 机床夹具概述	149	5.3.1 机械加工表面质量的含义	222
4.1.1 工件装夹的基本概念	149		
4.1.2 机床夹具的分类	149		
4.1.3 机床夹具的组成	150		
4.1.4 机床夹具的功能	151		
4.2 工件定位的基本原理	151		
4.2.1 六点定位原理	151		

5.3.2 表面质量对零件使用性能的影响	223	6.4.2 制定装配工艺规程的步骤与工作内容	253
5.3.3 影响表面粗糙度的工艺因素及改善措施	224	思考与练习题	255
5.3.4 影响零件表面层物理力学性能的因素及改善措施	227	第7章 先进制造技术与制造模式	256
5.3.5 提高机械加工表面质量的方法	229	7.1 概述	256
5.4 机械加工中的振动	230	7.1.1 先进制造技术产生的背景	256
5.4.1 强迫振动	231	7.1.2 先进制造技术的定义与特点	257
5.4.2 自激振动	231	7.1.3 先进制造技术的发展趋势	257
思考与练习题	235	7.2 机械制造自动化技术	258
第6章 装配工艺基础	237	7.2.1 机械制造自动化的概念	258
6.1 机械装配概述	237	7.2.2 计算机集成制造系统	262
6.1.1 装配的概念	237	7.3 快速原形技术	264
6.1.2 装配精度	237	7.3.1 快速原形技术的基本原理	265
6.1.3 装配精度与零件精度间的关系	238	7.3.2 快速原形技术的主要工艺方法	266
6.2 装配尺寸链	239	7.4 先进制造生产模式	268
6.2.1 装配尺寸链的建立	239	7.4.1 并行工程	268
6.2.2 装配尺寸链的计算方法	242	7.4.2 敏捷制造	269
6.3 保证装配精度的方法	243	7.4.3 精良生产	271
6.3.1 互换法	243	7.4.4 虚拟制造	272
6.3.2 选择装配法	246	7.4.5 绿色制造	274
6.3.3 修配装配法	248	思考与练习题	277
6.3.4 调整法	250	参考文献	278
6.3.5 装配方法的选择	252		
6.4 装配工艺规程的制定	252		
6.4.1 制定装配工艺规程的基本要求	253		

绪 论

0.1 机械制造业在国民经济中的地位及其发展

0.1.1 机械制造业在国民经济中的地位

制造业是国家的支柱产业,也是反映国家经济实力的重要标志,是为国家创造财富的重要产业。据统计,20 世纪 90 年代 20 个工业化国家制造业创造的财富占国民生产总值(GDP)的比例平均为 22.15%。

机械制造业是制造业最主要的组成之一,国民经济各部门所需要的各种机器设备和装备都要靠机械制造业供应,因此国民经济各部门的生产水平和经济效益在很大程度上取决于机械制造业所提供的装备的技术性能、质量和可靠性。同时,国民经济的发展速度,在很大程度上也取决于机械制造工业技术水平的高低和发展速度。纵观世界各国,任何一个经济强大的国家无不具有强大的机械制造业,许多国家的经济腾飞,机械制造业都功不可没。其中,日本最具有代表性。第二次世界大战后,日本对机械制造业的发展给予全面支持,并抓住机械制造的关键技术——精密工程和制造系统自动化,使日本在战后的短短 30 年里一跃成为世界经济大国。而美国政府自 20 世纪 50 年代后忽视了制造技术的发展,结果导致了 90 年代初的经济严重衰退,竞争力明显下降,在汽车、家电等行业被日本赶超。美国政府在深刻反省之后,先后制定实施了一系列振兴美国制造业的计划,并对制造业给予强有力的支持,才重新树立制造业的地位。1994 年,美国汽车产量重新超过日本,并重新占领了欧美市场。

0.1.2 机械制造业的发展

人类最早的制造活动可以追溯到新石器时代,当时人们制作石器作为劳动工具,制造处于一种萌芽阶段;到了青铜器和铁器时代,为了满足以农业为主的自然经济的需要,出现了冶炼和锻造等较为原始的制造活动。

18 世纪中叶,随着蒸汽机的发明及大量使用,机械技术与蒸汽动力技术相结合,出现了以动力驱动为特征的制造方式,产生了第一次工业革命。之后,随着发电机和电动机的发明,电气化时代来临,以电作为新的动力源大大改变了机器结构和生产效率。这个阶段制造业发展的一个标志,就是开始使用机械加工机床。

19 世纪末,内燃机的发明引发了制造业的又一次革命;20 世纪初,制造业进入了以汽车制造为代表的批量生产时代,随后出现了流水生产线和自动机床。在制造管理思想方面,劳动分工制度和标准化技术相继问世。1931 年,建立了具有划时代意义的汽车装配生产线,实现了以刚性自动化为特征的大批量生产方式。

以大规模生产方式为主要特征的制造技术,在 20 世纪 50 年代逐渐进入鼎盛时期,制造业通过降低生产成本(主要是降低劳动力成本)和提高生产效率,形成了“规模效益”的工业

化生产理念。大规模生产方式作为现代工业生产的一个重要特征,对人类社会的经济发展、社会结构、文化教育以及生活方式等,产生了深刻的影响。

20 世纪 60 年代,随着市场竞争的加剧,大规模生产方式面临新的挑战。制造企业的生产方式开始向多品种、中小批量生产方式转变。与此同时,以大规模集成电路为代表的微电子技术以及以微机为代表的计算机技术迅速发展,极大地促进了制造业的装备技术和制造工艺的进步,为制造业实现多品种、中小批量的生产方式创造了有利条件。这个阶段诞生的制造装备与制造技术主要有数控机床、计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)等。

20 世纪 80 年代以来,信息产业的崛起和通信技术的发展加速了市场的全球化进程。为了适应新的形势,在机械制造领域提出了许多新的制造理念和生产模式,如计算机集成制造(CIM)、精益生产(LP)、快速原型制造(RPM)、并行工程(CE)、敏捷制造(AM)等。

20 世纪 90 年代,随着因特网的应用,不同地区的工厂、设计和研究单位通过因特网组合在一起,分工协作,共同开发、研制并生产新产品。多单位协作,并行作业,可快速、优质、低成本地进行新产品研制与生产,这就是敏捷制造(网络制造)的概念。

在计算机上进行加工仿真、调度仿真、制造过程仿真(虚拟制造)、装配过程仿真(虚拟装配),对机械制造业中的设计、制造、调度管理产生了极大帮助。并行工程,使机械制造中原来需要先后顺序进行的工作,改成并行或部分并行的工作,大大缩短了生产周期。

进入 21 世纪,机械制造业正向自动化、柔性化、集成化、智能化和清洁化的方向发展。现代机械制造技术发展的总趋势是机械制造技术与材料科学、电子科学、信息科学、生命科学、环保科学、管理科学等的交叉、融合。在机械制造业,综合考虑社会、环境、资源等可持续发展因素的绿色制造技术将朝着能源与原材料消耗最小、所产生的废弃物最少并尽可能回收利用、在产品的整个生命周期中对环境无害等方面发展。

我国机械制造具有悠久的历史。随着农业和手工业的发展,我国最先应用了各种机械作为生产工具。早在公元前 16 世纪~公元前 11 世纪的商代,我国就已出现可转动的琢玉工具。车(旋)削加工和车床雏形在我国出现早于欧洲近千年。公元 260 年左右创造了木制齿轮,应用轮系原理制成了以水为动力的机械,用于加工谷物。然而,后来我们落后了,从资本主义生产方式在欧洲大陆开始发展的 14 世纪起,一直到 1949 年中华人民共和国成立这漫长的几百年间,由于封建主义的压迫和帝国主义的侵略,我国的机械制造工业长期处于停滞状态。新中国成立以来,我国的机械制造业得到了长足的发展,建立了自己独立的、门类齐全的工业体系,机床制造业、汽车工业、航天航空工业等技术难度较大的机械制造工业得到快速发展,取得了举世瞩目的成就。目前,中国的制造业规模仅次于美国、日本和德国,已达到世界第四位。但是,与工业发达国家相比,我国机械制造业的产品质量和技术水平不高,基础件和基础工艺不过关,缺乏自主知识产权的产品,技术创新能力落后,劳动生产率低,市场竞争力不强,产品开发能力不足,装备制造业缺乏核心技术,低水平的生产能力过剩、高水平的生产能力不足,致使我国许多高精尖设备和成套设备仍需要大量进口,我国机械制造业人均产值仅为发达国家的几十分之一。因此,我国的机械制造工业必须努力发展,培养高水平的人才和提高现有人员的素质,学习和掌握当代最先进的科学技术,使我国的机械制造工业赶上世界先进水平。

0.2 机械制造过程的基本概念

0.2.1 机械产品生产过程与制造技术

在现代化的制造工业中,机械产品的生产过程是一个大的系统工程。该过程根据内容的不同可分为3个阶段:第一阶段是产品的决策阶段;第二阶段是产品的设计和研究阶段;第三阶段是产品的制造阶段。

产品的制造阶段即是把原材料转变为成品的过程。这一过程包括原材料的运输和保管、生产准备、毛坯准备、机械加工、装配与调试、质量检验、成品包装等不同的工作。

在这一过程中的运输、保管、准备、包装、检验等称为辅助过程,而毛坯制造、机械加工、热处理、装配等直接改变毛坯或零件的形状尺寸、材料性能的过程称为生产工艺过程或工艺过程。生产工艺过程中的毛坯制造、机械加工、装配调试等称为机械制造(工艺)过程。这一过程的工作即是通过铸造、焊接、锻造等方法得到毛坯(或零件成品),并进行机械切削等加工,最后装配成机器。

制造技术是完成制造活动所需的一切手段的总和。这些手段包括运用一定的知识和技能、操纵可以利用的物质和工具、采取各种有效的方法等。

0.2.1 零件的机械制造方法与机械加工工艺系统

零件的机械制造方法很多。按照在制造过程中质量的变化,可分为材料成形法、材料累积法和材料去除法。

1) 材料成形法

材料成形法是一种在较高温度(或压力)下,使材料在模具中成形的方法,如铸造、锻造、挤压、粉末冶金等。它的主要特点是生产效率较高。由于材料成形方法目前所能达到的精度还较低,一般常用于制造毛坯,也可用于制造形状复杂但精度和表面粗糙度要求较低的零件。精密铸造、精密锻造、挤压及粉末冶金等材料成形加工,则可用于直接制造精度要求较高的零件。

2) 材料累积法

材料累积法是利用微体积材料逐渐叠加的方式使零件成形的方法。这类方法中包括电镀、化学镀等原子沉积加工,还包括热喷涂、静电喷涂等微粒沉积加工以及快速原型制造等。

快速原型制造是指将零件三维实体模型数据经计算机处理,让成形材料在计算机控制下逐层累积成形。这种方法的特点是可以快速成形任意复杂的零件,不需任何刀具、模具。目前,快速原型制造除用于快速制造零件的三维实体模型外,还可用于模具和少量零件的快速制造。

3) 材料去除法

材料去除法是指通过在被加工对象上去除一部分材料后制成合格零件的方法。与其他方法相比,其材料利用率较低,但由于该方法的加工精度相对较高、表面质量相对较好,并且有很强的加工适应性,故至今仍然是机械制造中应用最广泛的加工方法,而且在未来相当长的时期内仍将占有重要地位。

在材料去除法中,还可按材料去除方式的不同分为切削加工和特种加工两种。虽然随着加工技术的发展,电火花加工、激光加工、电解加工等新的特种加工方法开始被用来进行

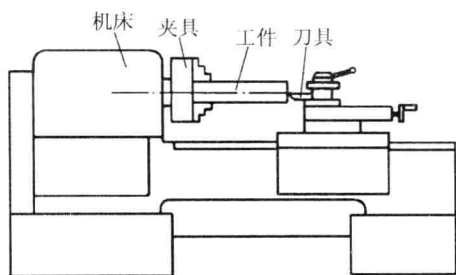


图 0.1 机械加工工艺系统的组成

金属的加工,但目前主要应用的仍然是用金属切削刀具来进行切削的方法。切削加工是利用切削刀具从工件上切除多余材料的方法,图 0.1 是一个典型的金属切削实例。由图可知,机床通过夹具装夹工件,使用刀架夹持切削刀具。加工时,机床根据选好的切削参数提供刀具与工件之间的相对运动,即产生切削加工。

由机床、夹具、刀具和工件组成的统一体称为机械加工工艺系统。而金属切削原理及刀具、金属切削机床、机械制造工艺学及机床夹具等基础理论及相关知识即形成了机械制造技术的基础。

0.3 本课程的学习要求和学习方法

本课程是机械类专业的主干技术基础课程。通过本课程的学习,要求学生能对制造过程有一个总体的、全貌的了解与把握;能掌握金属切削过程的基本规律;了解常用的金属切削刀具的结构、工作原理和应用;熟悉金属切削机床的结构、工作原理,初步掌握分析机床运动和传动系统的方法;掌握机械加工的基本知识,能选择加工方法与机床和刀具;掌握机械加工工艺和装配的基本知识,具有编制零件加工工艺规程、设计机床夹具的能力;掌握机械加工精度和表面质量的基本理论和基本知识,初步具备分析解决现场工艺问题的能力;了解当今先进制造技术和制造模式的发展状况。

本课程的理论和工艺知识具有很强的实践性。学习本课程时,除了参考大量的书籍之外,还必须重视实践环节,通过实验、现场实习以及工厂调研来更好地体会,以加深理解。加强感性知识与理性知识的结合,是学习本课程的最好方法。

本课程的特点及针对这些特点在学习方法上应注意的几点如下:

(1) 综合应用性高。机械制造是一门综合性很强的技术,它要用到多种学科的理论和方法。在学习中,要特别注意紧密联系和综合应用以往所学过的知识。

(2) 实践性强。机械制造技术本身是机械制造生产实践的总结。它要求对生产实践活动不断地进行综合,并将实际经验条理化和系统化,使其逐步上升为理论;同时又要用生产实践检验其正确性和可行性。

(3) 工程性强。研究本课程的内容,要从工程应用的角度去理解和掌握,不能完全照搬理论和公式,因为工程实际问题 and 理论问题总是存在差别的。

在学习中,要特别注意充分理解机械制造技术的基本概念,牢固掌握机械制造技术的基本理论和基本方法,以及这些理论和方法的灵活应用。