



普通高等教育“十五”国家级规划教材
面向21世纪课程教材

21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

机械制造技术基础

(第三版)

熊良山 严晓光 张福润

华中科技大学出版社

<http://press.hust.edu.cn>

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础(第三版)/熊良山 严晓光 张福润
武汉:华中科技大学出版社,2006年1月
ISBN 7-5609-3369-6

- I. 机…
- II. ①熊… ②严… ③张…
- III. 机械制造工艺-高等学校-教材
- IV. TH16

机械制造技术基础(第三版)

熊良山 严晓光 张福润

责任编辑:钟小珉
责任校对:吴 晗

封面设计:潘 群
责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社
武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787×960 1/16

印张:23

字数:469 000

版次:2006年1月第3版

印次:2006年1月第9次印刷

定价:29.80元

ISBN 7-5609-3369-6/TH·138

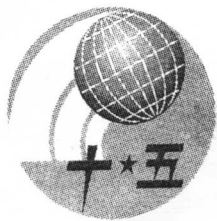
(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是国家教育部面向 21 世纪课程体系和教学内容改革计划项目——“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革”的研究成果,是教育部面向 21 世纪课程教材和普通高等教育“十五”国家级重点教材。

本书是在努力贯彻以工艺为基础,在重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向的改革思路指导下,通过对金属切削原理与刀具、金属切削机床、机床夹具设计和机械制造工艺学等课程的基本理论和基本知识的整合而撰写成的,主要内容包括:机床、刀具、夹具等工艺装备,切削过程及控制,机械加工质量分析与控制,工艺规程设计,以及电子束与离子束加工、电火花加工、电解加工、激光加工、超声波加工等特种加工方法。在此基础上,为适应科学技术的发展,拓宽学生的知识面,还介绍了以快速成形、微细制造、超精密加工、柔性制造、智能制造等为代表的先进制造技术和以现代管理理论和方法及计算机网络技术为基础的先进生产模式。

本书具有内容简明、概念清楚、叙述通俗、便于学习的特点,可用作机械设计制造及其自动化或机械工程及自动化宽口径专业的学生学习现代机械制造基础知识的教学用书,也可供近机类各专业的学生及从事机械设计制造的工程技术人员参考。



普通高等教育“十五”国家级规划教材

会员委审融



面向 21 世纪课程教材

兴艾

泉王宋

研文彬



21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

齐 同

毛双群

王主

华中科技大学百门精品课程教材



林春光 邵小莉 宁惠利 林正回 李宗吴

刘平波 郭曾念 另毅斌 蔡 斌 周群波

刘秉重 顾晓黄 谢 雯 王政邦 齐所固

同 鑫 袁焯琴 果成德 志群谢 尉永曹

刘玉念 潘小峰 符 强

21 世纪高等学校
机械设计制造及其自动化专业系列教材
编 审 委 员 会

顾问： 姚福生 黄文虎 张启先
 (工程院院士) (工程院院士) (工程院院士)

 谢友柏 宋玉泉 艾 兴
 (工程院院士) (科学院院士) (工程院院士)

 熊有伦
 (科学院院士)

主任： 杨叔子 周 济
 (科学院院士) (工程院院士)

委员： (按姓氏笔画顺序排列)

于骏一	王明智	毛志远	左武炘	卢文祥
朱承高	师汉民	刘太林	李培根	吴昌林
吴宗泽	何玉林	陈康宁	陈心昭	张春林
张福润	张 策	张健民	冷增祥	范华汉
周祖德	洪迈生	姜 楷	黄纯颖	童秉枢
傅水根	傅祥志	廖效果	黎秋萍	戴 同

秘书： 钟小珉 徐正达

21 世纪高等学校 机械设计制造及其自动化专业系列教材

总 序

发展是硬道理,而改革是关键。唐代大诗人刘禹锡写得多么好:“请君莫奏前朝曲,听唱新翻《杨柳枝》。”这是这位改革派的伟大心声。

1998 年教育部颁布了新的普通高等学校专业目录。这是一大改革。为满足各高校开办“机械设计制造及其自动化”宽口径新专业教学的需要,华中科技大学出版社在世纪之交,千年之替,顺应时代潮流,努力推出了“机械设计制造及其自动化”专业系列教材。这套系列教材是在众多院士支持与指导下,由全国 20 余所院校数十位长期从事教学和教学改革工作的教师经多年辛勤劳动编写成的,它有特色,能满足机械类专业人才培养要求。

这套系列教材的特色在于,它紧密结合“机械类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践”与“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”两个重大教学改革项目,集中反映了华中科技大学和国内众多兄弟院校自实施教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”以来,在改革机械类专业培养模式和课程内容体系方面所取得的成果。

这套系列教材,是完全按照两个重大教学改革项目的成果所提出的“机械设计制造及其自动化”宽口径专业培养方案中所设置的课程来编写的。这一培养方案的一个重要特点是:专业基础课按课群方式设置,即由力学系列课程,机械设计基础系列课程,计算机应用基础系列课程,电工、电子技术基础系列课程,机械制造技术基础系列课程,测控系列课程,经营管理系列课程等七大课群组成,有效地拓宽了专业口径和专业基础,体现了机械类专业人才培养模式的改革。

同时专业基础课按课群设置,也有利于加强课群内各门课程在内容上的衔接,有利于课程体系的进一步整合、优化及改革。专业基础课按七大课群设置,这得到了全国高校机械工程类专业教学指导委员会的充分赞同。

21世纪工程教育的一个基本特征就是“适应性”，就是坚持邓小平同志指出的教育的“三个面向”的战略思想。能适应，才能创业。要能多方适应科学技术的突飞猛进和社会的不断进步，就得进一步明确指导思想，进一步合适地拓宽专业口径与专业基础，构造现代化的人才知识结构、能力结构和素质结构，就得因史制宜、因地制宜、因势制宜，努力实现培养模式的多样化，切忌“千篇一律”、“千人一脸”，万紫千红方能有一个大好的春天。

这是一套具有较大改革力度的系列教材。教材的作者们认真贯彻了中央的教育方针与改革思想，体现出两个重大改革项目成果所提出的“以创新设计为核心，以机械技术与信息技术结合为龙头，以计算机辅助技术为主线，拓宽基础，强化实践”的总体改革思路，并本着整合、拓宽、更新和更加注重应用的原则，对课程的内容、体系进行了诸多重要改革，而且许多课程在开发电子教材方面也取得了长足进展。

按照减少学时、降低重心、拓宽面向、精选内容、更新知识的原则，对原机械专业三门主要专业课（机械制造工艺学、金属切削机床设计、金属切削原理与刀具）实行了整合和改造，编写出了供“机械设计及其自动化”宽口径专业学生学习的《机械制造技术基础》新教材。

改造了原电工技术、电子技术系列课程，将分散在几门课程中的强电知识整合为《机电传动控制》新课程，减少了重复，拓宽了基础，突出了“机电结合、电为机用”的特点。

使用自主版权软件改革传统工程制图内容体系，不仅实现了工程制图和计算机绘图内容的有机融合，也实现了制图课教学手段的现代化。

以设计为主线，重新规划了《机械设计》和《机械原理》课程体系结构，在内容上努力实现由注重学科的系统性向更加注重工程综合性的转化，在教学手段上全面引入多媒体技术，提升了课堂教学的效果和效率。

《金属材料及热处理》更名为《工程材料及应用》，除紧密结合现代科技成就，讲解金属材料的基本理论及应用外，还讲解了其他各类工程材料的有关知识。

《测试技术》更名为《工程测试与信息处理》，加强了与信息获取、传输、存储、处理及应用有关的内容，并率先在国内建成网上测试技术虚拟实验室。

《液压传动》与《气压传动》整合为《液压传动与气压传动》，精简了内容，强化了应用，并制作出了相应的电子教案。

《材料成形工艺基础》在精选传统金属成形工艺内容的基础上，较大幅度地增

加了新材料、新工艺、新技术方面的知识。

编写出版了《现代设计方法》、《机构与机械零部件 CAD》、《柔性制造自动化概论》、《机电一体化控制技术与系统》及《机器人技术基础》等教材,反映了现代科技的新发展。

科学与工程既有联系又有区别。科学注重分析,工程注重综合。任何一项工程本身都是多学科的综合体。今天,工程技术专家的基本作用正是一种集成作用,工程技术专家的任务是构建整体。我们必须从我国国情出发,按照现代工程的特点和工程技术专家的基本作用来构建机械工程教育的内容和体系。

华中科技大学出版社依托全国高校机械工程类专业教学指导委员会、全国高校机械基础课程指导委员会,经过多年不懈的努力,使这套系列教材的出版达到了较高的质量水准。例如,目前已有 11 本被教育部批准为“面向 21 世纪课程教材”,有 5 本获得过国家级、省部级各种奖励,全套教材已被全国几十所高校采用,广泛受到教师和学生的欢迎。特别是其中一些教材(如《机械工程控制基础》、《数字控制机床》等),经长期使用,多次修订,已成为同类教材中的精品。

现在这套系列教材已经正式出版 20 多本,涵盖了“机械设计制造及其自动化”专业的所有主要专业基础课程和部分专业方向选修课程,能够较好地满足教学上的需要。我们深信,这套系列教材的出版发行和广泛使用,将不仅有利于加强各兄弟院校在教学改革方面的交流与合作,而且对机械类专业人才培养质量的提高也会起到积极的促进作用。

当然,由于编者学术水平有限,改革探索经验不足,组织工作还有缺陷,何况,形势总在不断发展,现在还远不能说系列教材已经完善,相反,还需要在改革的实践中不断检验,不断修改、锤炼,不断完善,永无休期。“夙其鸣矣,求其友声。”我们殷切期望同行专家及读者们不吝赐教,多加批评与指正。

江泽民同志在 2000 年 6 月我国两院院士大会上号召我们:“创新,创新,再创新!”实践、探索、任重道远,只有努力开拓创新,才可能创造更美好的未来!

全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员

中国科学院院士

华中科技大学教授

2000 年 11 月 2 日

杨叔子

修订版前言

本书是普通高等教育“十五”规划国家级重点教材,同时得到华中科技大学百门精品课程教材建设项目基金的支持。

“机械制造技术基础”是机械类各专业的一门主要专业基础课程,该课程的设立是教学改革产物,该课程的发展与机械类各专业的教学改革紧密相关。近20年来科学技术的飞速发展,已经使并正在使我国的制造业和制造方式发生着深刻的变革,以计算机信息技术和网络技术为代表的新技术的发展及其在制造业中日益广泛的应用,既为制造学科的发展提供了良好的机遇,又对制造学科的改革与改造提出了新的要求。市场经济和学生自主择业,客观上也要求对机械类各专业的教学内容和形式进行改革。1987年,我们率先提出了整合传统专业课程、精简学时的教学改革思路,并将机制专业三门主要传统专业课程:“机床概论”、“机械制造工艺学”和“机床夹具设计”整合为一门新的课程“机械制造基础”,对机电一体化和机制专业的学生进行了为期4年的教学试点,取得了良好效果。1993年,我们编写出版了用于本课程的我国最早的教材《机械制造基础》。随后,我们按照“减少学时、降低重心、拓宽面向、精选内容、更新知识”的原则对其进行了多次修订,增加了金属切削原理、金属切削刀具和现代先进制造技术的基本内容,并将书名改为《机械制造技术基础》。1999年,张福润等编写的《机械制造技术基础》教材被教育部确定为面向21世纪课程教材和华中科技大学21世纪机械类教材;同年,张福润、熊良山参加编写的“九五”规划国家级重点教材《机械制造技术基础》出版;2002年,《机械制造技术基础》又被确定为“十五”规划国家级重点教材。

本书是在2000年华中科技大学出版社出版的《机械制造技术基础》的基础上修改完善而产生的。作者除了对原书的错误进行了订正和补充了部分练习题及答案外,还根据学科发展的最新状况和课程教学的实际需要,对原书结构和各章内容进行了全面调整:改写了“导论”、“机械工艺装备”和“切削过程控制”三章,删

除或调整了其中的部分内容;去掉了“典型表面加工工艺”一章的内容;将“特种加工”和“先进制造技术”两章内容精简、重写,调整合并为一章;对“机械加工质量分析与控制”和“机械工艺规程设计”两章进行了必要的加深和扩充,增加了计算机辅助工艺过程设计等方面的内容。这样修改的目的,是为了理顺本课程与相关课程的关系,进一步突出本书内容的基础性和实践性,增强学生的实际应用能力。

本书是集体智慧的结晶,先后有十几位教学经验丰富的教授参加了本书前面几版的编写和审稿工作。他们是:华中科技大学的黄奇葵、钟华珍、张福润、徐鸿本、刘延林、严晓光;吉林工业大学的于骏一;长沙铁道学院的席光表;武汉科技大学的周星元;武汉理工大学的王少军等。这一版的修订工作由华中科技大学文华学院的张福润和华中科技大学机械学院的熊良山、严晓光三位同志负责。其中,张福润负责总体策划、第一章的编写及全书的审稿工作,熊良山负责第二章、第三章和第六章的编写及全书的统稿、定稿和修改工作,严晓光负责第四章和第五章的编写工作。

为方便教学,作者开发了与本书配套的多媒体课件,可以提供给使用该书作教材的教师。如有需要,请直接与出版社编辑或作者熊良山(E-mail: lzddj9981@yahoo.com.cn)联系。

由于作者水平所限,书中肯定还存在许多不尽人意的地方,甚至谬误,因此恳切希望广大读者和同行专家批评指正。

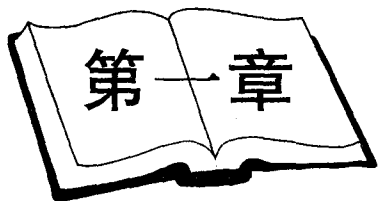
作 者

2005年1月于武汉



第一章 导论	(1)
习题与思考题.....	(5)
第二章 制造工艺装备	(6)
第一节 金属切削刀具的基本知识.....	(6)
第二节 常用金属切削刀具与砂轮.....	(21)
第三节 金属切削机床的基本知识.....	(44)
第四节 车床.....	(53)
第五节 齿轮加工机床.....	(60)
第六节 磨床.....	(68)
第七节 组合机床.....	(74)
第八节 数字控制机床简介.....	(75)
第九节 机床夹具.....	(80)
习题与思考题.....	(109)
第三章 切削过程及控制	(116)
第一节 切削过程及切屑类型.....	(116)
第二节 切削力.....	(127)
第三节 切削热与切削温度.....	(133)
第四节 刀具磨损和耐用度.....	(135)
第五节 工件材料的切削加工性.....	(144)
第六节 切削液.....	(145)
第七节 切削用量的选择.....	(149)
第八节 磨削过程及磨削机理.....	(153)

习题与思考题·····	(159)
第四章 机械加工质量分析与控制·····	(160)
第一节 机械加工精度概述·····	(160)
第二节 原理误差与工艺系统几何误差对加工精度的影响·····	(163)
第三节 工艺系统受力变形对加工精度的影响·····	(177)
第四节 工艺系统的热变形对加工精度的影响·····	(189)
第五节 加工误差的统计分析·····	(195)
第六节 保证和提高加工精度的途径·····	(207)
第七节 机械加工表面质量·····	(211)
第八节 机械加工中的机械振动·····	(222)
习题与思考题·····	(232)
第五章 机械工艺规程设计·····	(237)
第一节 概述·····	(237)
第二节 零件的工艺性分析·····	(245)
第三节 定位基准的选择·····	(253)
第四节 机械加工工艺路线的拟定·····	(257)
第五节 机床加工工序的设计·····	(265)
第六节 加工工艺过程的生产率与技术经济分析·····	(270)
第七节 工艺尺寸链·····	(275)
第八节 箱体类零件机械加工工艺规程的制定实例·····	(292)
第九节 计算机辅助工艺规程设计 CAPP·····	(297)
第十节 装配工艺规程设计·····	(301)
习题与思考题·····	(314)
第六章 特种加工与先进制造技术·····	(318)
第一节 特种加工·····	(318)
第二节 微细制造技术·····	(326)
第三节 超精密加工·····	(329)
第四节 柔性制造自动化技术与系统·····	(335)
第五节 先进生产模式·····	(339)
习题与思考题·····	(351)
附录 部分习题参考答案·····	(352)
参考文献·····	(354)



导 论

一、制造业和制造技术在国民经济中的地位和作用

制造业是将各种原材料加工制造成可使用的工业制成品的工业。它既为国民经济各部门提供技术装备,也为社会提供物质财富。制造业在众多国家尤其是发达国家的国民经济中占有十分重要的位置,是国民经济的支柱产业。美国 68% 的财富来源于制造业,日本国民生产总值的 49% 是由制造业提供的。中国的制造业在国民生产总值中也占有 40% 的比例。可以说,没有发达的制造业就不可能有国家真正的繁荣和富强。

制造技术是使原材料变成产品的技术的总称,是国民经济得以发展,也是制造业本身赖以生存的关键基础技术。

机械制造业是制造业的重要组成部分,是国家工业体系的重要基础和国民经济各部门的装备部。机械制造技术水平的提高与进步对整个国民经济的发展,以及科技、国防实力的提高有着直接的重要的影响,是衡量一个国家科技水平和综合国力的重要标志之一。

在相当长的时期里,中国经济还得靠制造业牵引。中国财政收入的一半来自于制造业;制造业吸引了一半的城市就业人口,农村剩余劳动力转移也有将近一半流入了制造业;20 世纪 90 年代以来,我国制造业的出口一直维持在 80% 以上,创造了接近 3/4 的外汇收入。

没有制造业的提高和发展,我国其他产业就不可能良性发展,就业问题就更为尖锐,人民生活水平难以普遍提高,我国的现代化就难以实现。无论科学技术怎样进步,发展先进的制造业是我国抓住“发展”这个主题的关键。

新中国成立以来,我国的制造技术与制造业得到了长足发展,一个具有相当规模和一定技术基础的机械工业体系基本形成。改革开放 20 多年来,我国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、推动国民经济的发展做出了很大贡献,“中国制造”正在世界范围内重新崛起。

从总量看,2000 年中国制造业总产值已达到 35000 亿元人民币,在世界制造业总产值中所占比重约为 5%,成为世界第四大生产国。

中国制造业崛起的一个重要表象是生产能力迅速提高。初步估计,我国已有上百种制造

产品(涉及家电、通信设备、纺织、医药、机械设备、化工等十多个行业)的产量成为“世界第一”。

根据国家统计局颁布的数据,2004年中国进出口总额比上年增长35.7%,达到11547亿美元,全年贸易顺差为320亿美元,比上年增加65亿美元。在出口产品中,工业制成品的比重已达93.4%。中国已成为世界第三大贸易国,并正向世界贸易强国迈进。

过去几年中,包括微软公司、摩托罗拉公司、通用汽车公司、三星物产公司、美国电话公司和德国西门子公司在内的世界知名大公司已在中国设立了100多个研究和开发中心及更多的生产制造基地。在《财富》500强企业中,已有400多家在中国投资,投资项目已达2000多个。

针对“中国制造”和“世界制造”的现状,科技部中国科技发展战略研究小组提出,中国制造业发展可实行三大战略步骤:第一步,力争2015年总产值成为世界第二大制造国,建成名副其实的“世界工厂”;第二步,2030年总产值成为世界第一制造大国;第三步,2050年在制造业的带动下,服务业高度发达,研发设计达到发达国家水平。

尽管我国制造业的综合技术水平有了大幅度提高,但与工业发达国家相比,仍存在着如下明显差距。

首先,表现在工业生产能耗和物耗高。例如,装备工业的主要指标如机械产品能耗,每万元产品能耗是发达国家的5倍;主要产品物耗比发达国家高40%。由于能耗和物耗高,工业企业对环境的污染非常严重。

其次,制造业的劳动生产率低下,平均只相当于发达国家的1/15~1/20。我国工程技术人员总数已达1000万,居世界之首,但工程技术人员的人均产值水平低下,从每百万元产值的工程师人数来看,大约是美国的16倍,是德国的13倍。我国大多数工业企业仍停留在劳动密集型、生产经营粗放的发展阶段。

第三,工业产品质量差,中高技术含量低,缺乏市场竞争力。尤其是装备工业主要产品达到国际水平的不到5%,基础机械、大型成套设备等级比发达国家差1~2个等级,综合技术水平落后20余年。

第四,企业研发投入严重不足,技术创新活动十分薄弱。调查显示,我国2.4万家国有大中型企业中,近2/3没有研究开发机构。在国家512家重点企业中,1/3的研究开发机构不健全,一半以上还没有真正建立起自己的研究开发机构。工业企业投入的科技活动经费不足发达国家的1/30。

第五,科技创新成为“中国制造”发展的关键制约因素。科技部中国科技发展战略研究小组在他们撰写的《2002中国科技发展研究报告——中国制造与科技创新》一书中认为,中国制造业呈现“两头弱,中间强”的态势。即在生产环节,“中国制造”的能力较强,而在研发、工艺和销售领域,“中国制造”缺乏足够的竞争实力,尤其在价值链的上游——研发和工艺中,“中国制造”的实力最为薄弱;产品研发设计和工艺水平主要来自国外,技术引进是基本手段;大多数核心零部件和特殊材料严重依赖发达国家。尽管“中国制造”开始逐步崛起,但科技实力并没有显著提高,成为制约“中国制造”的关键因素。

二、机械制造(冷加工)学科的范畴、研究内容及特点

机械工程科学是研究机械产品(或系统)的性能、设计和制造的基础理论和技术的科学。机械系统从构思到实现要经历设计和制造两大不同性质的阶段。按照经历阶段的不同,机械工程科学可分成两大分支学科:机械学和机械制造。

机械学是对机械进行功能综合并定量描述以及控制其性能的基础技术科学。

机械制造是将设计输出的指令和信息输入机械制造系统,加工出合乎设计要求的产品的过程。机械制造科学是研究机械制造系统、机械制造过程和机械制造手段的科学。

金属切削机床、特种加工机床、机器人以及机械加工工艺系统中的其他工艺装备是机械制造的主要设备和工装,它们是机械制造赖以实现的重要手段。研究各种机械制造设备和工艺装备的设计和制造,发展新的设备和工装,是机械制造学科的一项重要内容。

机械的制造工艺过程通常可分为热加工工艺过程(包括铸造、塑性加工、焊接、热处理、表面改性等)及冷加工工艺过程,它们都是改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使之成为成品或半成品的过程。

机械制造(冷加工)工艺过程一般是指零件的机械加工工艺过程和机器的装配工艺过程。因此,机械制造(冷加工)也是研究机械加工和装配工艺过程及方法的科学。

零件的机械加工工艺过程是机械生产过程的一部分,它是研究如何利用切削的原理使工件成形而达到预定的设计要求(尺寸精度,形状、位置精度和表面质量要求)。从广义上来说,特种加工(激光加工、电火花加工、超声波加工、电子束加工、等离子束加工等)也是机械加工工艺过程的一部分,但实际上已不属于切削加工的范畴。与热加工相比较,机械制造冷加工加工成本低,能量消耗少,能加工各种不同形状、尺寸和精度要求的工件。因此,预计到21世纪,它仍将是获得精密机械零件的最主要方法。

机器的装配工艺过程也是机械生产过程的一部分,它是研究如何将零件或部件进行配合和连接,使之成为半成品或成品,并达到要求的装配精度的工艺过程。目前,大多数的装配工作还是由手工来完成的,装配劳动量在产品制造的总劳动量中还占相当大的比例。研究和发展的装配技术,大幅度提高装备质量和装配生产效率是机械制造工艺的一项重要任务。

各种用途的机器其结构的多样性乃是机械制造中采用多种工艺的产物,而机器结构的多样性则往往又是工艺多样性的重要原因。据统计,目前在机械制造中采用的工艺方法达到4500种以上。

机械制造工艺及其基础理论在不断发展,这主要表现在以下几个方面。

- (1) 建立在现代自然科学新成就基础上的新工艺在不断涌现,传统工艺在不断发展。
- (2) 研究、开发新工艺时,科学的方法(如模型化方法、系统论、信息论、并行工程等)的应用越来越广泛。
- (3) 工艺过程正在向着典型化、成组工艺和生产专业化的方向发展。

(4) 工艺过程正在向着优化方向发展,并朝着设计、制造和管理的集成化、自动化和智能化方向迈进。

机械制造过程是一种离散的生产过程。劳动离散化的特点表现在:毛坯、零件、组件、部件和机器是采用顺序作业或平行作业的方式来制造的,各工序、工步转换和定位之间可以彼此关联或不相关联,零件的制造或机器的装配需要借助各种设备、工装、刀具和控制程序,以及具有各种专业技能的专家才能实现。

由于人始终是哪任何制造工艺过程的必然参加者,所以机械制造技术在很大程度上也是一门与人的行为直接相关的社会科学。

长期以来,有关机械制造工艺的基础理论发展较为缓慢,主要原因是工艺过程难以用数学方法进行描述,因而也就难以进行定量的理论分析。因此,机械制造工艺不仅是一门技术科学,也是一门规律难以模型化的社会科学(如同任何社会过程难以模型化一样)。

三、先进制造技术的特点及发展趋势

1. 先进制造技术的内涵及其主要特点

先进制造技术是传统制造业不断吸收机械、电子、信息、材料及现代管理等方面的最新成果,将其综合应用于制造的全过程,以实现优质、高效、低消耗、敏捷及无污染生产的前沿制造技术的总称。

与传统制造技术相比较,先进制造技术具有如下显著特征。

(1) 传统制造技术是以力学、切削理论为主要基础的一门学科,而先进制造技术则是涉及机械科学、信息科学、系统科学和管理科学的一门综合学科。传统制造技术一般单指加工制造过程的工艺方法,而先进制造技术则贯穿了从产品设计、加工制造到产品销售及售前售后服务的全过程,使制造技术成为能驾驭生产过程中的物质流、信息流和资金流的系统技术。

(2) 传统制造技术主要着眼点是实现生产的优质、高效和低成本,而发展先进制造技术的目的除了实现优质、高效、低成本外,敏捷制造、可持续发展也成为其追求的重要目标。

(3) 先进制造技术比传统制造技术更加重视技术与管理的结合,重视制造过程的组织和管理体系的精简及合理化,从而产生了一系列技术与管理相结合的新的生产方式。

2. 先进制造技术的主要发展趋势

(1) 制造技术向自动化、集成化和智能化的方向发展。计算机数字控制(CNC)机床、加工中心(MC)、柔性制造系统(FMS)以及计算机集成制造系统(CIMS)等自动化制造设备或系统的发展适应了多品种、小批量的生产方式,它们将进一步向柔性化、对市场快速响应以及智能化的方向发展,敏捷制造设备将会问世,以机器人为基础的可重组加工或装配系统将诞生,智能制造单元也可望在生产中发挥作用。加速产品开发过程的CAD/CAM一体化技术、快速成形(RP)技术、并行工程(CE)和虚拟制造(VM)将会得到广泛的应用。

信息高速公路的出现大大缩短了人们之间的物理距离,使基于网络的远程制造成为现实。

随着世界市场竞争的日益激烈,以及微电子技术和信息技术的高速发展,全球化敏捷制造将成为 21 世纪制造业的主要生产模式。

(2) 制造技术向高精度方向发展。21 世纪的超精密加工已向分子级、原子级精度推进,采用一般的精密加工也可以稳定地获得亚微米级的精度。精密成形技术与磨削加工相结合,有可能覆盖大部分零件的加工。以微细加工为主要手段的微型机电系统技术将广泛应用于生物医学、航空航天、军事、农业以及家庭等领域,而成为下世纪最重要的先进制造技术前沿之一。

(3) 综合考虑社会、环境要求及节约资源的可持续发展的制造技术将越来越受到重视。绿色产品、绿色包装、绿色制造过程将在本世纪普及。

四、课程的学习要求和学习方法

“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重要的专业基础课程。课程设置的目的是为学生在制造技术方面奠定最基本的知识和技能基础。因此,学习本课程的主要要求如下。

(1) 掌握金属切削的基本理论,具有根据加工条件合理选择刀具种类、刀具材料、刀具几何参数、切削用量及切削液的能力。

(2) 熟悉各种常用机床的用途、工艺范围,具有通用机床传动链分析与调整的能力。

(3) 掌握机械制造工艺的基本理论,具备制定机械加工工艺规程和装配工艺规程的能力,学会分析机械加工过程中产生误差的原因,并能针对具体工艺问题提出相应的改善措施。

(4) 对机械制造技术的新发展有一定的了解。

本课程的实践性很强,与生产实际联系密切,只有具备较多的实践知识,才能在学习时理解得深入透彻。因此学习过程中要注意实践知识的学习和积累。此外,对课程内容的掌握,需要实习、课程设计、实验及课后练习等多种教学环节配合,每一个环节都是重要的、不可缺少的,学习时应予以注意。

习题与思考题

1-1 什么是制造业?什么是制造技术?它们在国民经济中有何重要作用?

1-2 当前我国制造业与国际先进水平相比存在的主要差距是什么?

1-3 什么是机械工程科学?它分成哪两大分支学科?

1-4 什么是机械制造科学?机械制造的工艺过程通常可分为哪两个阶段?

1-5 机械制造(冷加工)学科的范畴、研究内容及特点是什么?

1-6 简述先进制造技术的内涵、特点及主要发展趋势。

1-7 简述“机械制造技术基础”课程的学习要求。