




普通高等教育“十五”国家级规划教材
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

(第二版)

熊良山 主编

张福润 主审

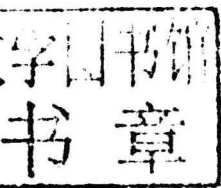
 华中科技大学出版社



普通高等教育“十五”国家级规划教材
21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材
华中科技大学百门精品课程教材

机械制造技术基础

(第二版)



主 编 熊良山

主 审 张福润

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书是教育部面向 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,也是华中科技大学百门精品课程教材之一。

本书以金属切削理论为基础,以制造工艺为主线,以产品质量、加工效率与经济性三者之间的优化为目标,通过整合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编写而成,主要内容包括:切削与磨削过程,制造工艺装备,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、超声波加工等非传统加工方法。在此基础上,为适应科学技术的发展,拓宽学生的知识面,还介绍了以高速切削、高效磨削、非金属硬脆材料切削、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。

本书具有概念清楚、内容简明、叙述通俗、体系完整、便于学习的特点,可作为机械设计制造及其自动化、过程装备与控制工程、机械工程及自动化等专业的教学用书,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。本书配有供教师使用的免费课件,如有需要,可向华中科技大学出版社机械分社索取(电子邮箱:171447782@qq.com;电话:027-87548431)。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础(第二版)/熊良山 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.2
ISBN 978-7-5609-3973-5

I. 机… II. 熊… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 020575 号

机械制造技术基础(第二版)

熊良山 主编

策划编辑:万亚军

封面设计:潘群

责任编辑:周忠强

责任校对:刘竣

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×960mm 1/16

印 张:27

字 数:620 千字

版 次:2012 年 2 月第 2 版第 9 次印刷

定 价:43.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

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 李培根
(科学院院士) (工程院院士) (工程院院士)

委员： (按姓氏笔画顺序排列)

于骏一	王安麟	王连弟	王明智	毛志远
左武炘	卢文祥	朱承高	师汉民	刘太林
李 斌	杜彦良	杨家军	吴昌林	吴 波
吴宗泽	何玉林	何岭松	陈康宁	陈心昭
陈 明	陈定方	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	殷国富	宾鸿赞	黄纯颖	童秉枢
傅祥志	傅水根	廖效果	黎秋萍	戴 同

秘书： 徐正达 万亚军

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

“中心藏之，何日忘之”，在新中国成立 60 周年之际，时隔“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”出版 9 年之后，再次为此系列教材写序时，《诗经》中的这两句诗又一次涌上心头，衷心感谢作者们的辛勤写作，感谢多年来读者对这套系列教材的支持与信任，感谢为这套系列教材出版与完善作过努力的所有朋友们。

追思世纪交替之际，华中科技大学出版社在众多院士和专家的支持与指导下，根据 1998 年教育部颁布的新的普通高等学校专业目录，紧密结合“机械类专业人才培养方案体系改革的研究与实践”和“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革研究与实践”两个重大教学改革成果，约请全国 20 多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了“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”。这套系列教材共出版了 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，是一套改革力度比较大的教材，集中反映了华中科技大学和国内众多兄弟院校在改革机械工程类人才培养模式和课程内容体系方面所取得的成果。

这套系列教材出版发行 9 年来，已被全国数百所院校采用，受到了教师 and 学生的广泛欢迎。目前，已有 13 本列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材，多本获国家级、省部级奖励。其中的一些教材（如《机械控制基础》《机电传动控制》《机械制造技术基础》等）已成为同类教材的佼佼者。更难得的是，“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”也已成为一个著名的丛书品牌。9 年前为这套教材作序的时候，我希望这套教材能加强各兄弟院校在教学改革方

面的交流与合作,对机械工程类专业人才培养质量的提高起到积极的促进作用,现在看来,这一目标很好地达到了,让人倍感欣慰。

李白讲得十分正确:“人非尧舜,谁能尽善?”我始终认为,金无足赤,人无完人,文无完文,书无完书。尽管这套系列教材取得了可喜的成绩,但毫无疑问,这套书中,某本书中,这样或那样的错误、不妥、疏漏与不足,必然会存在。何况形势总在不断地发展,更需要进一步来完善,与时俱进,奋发前进。较之9年前,机械工程学科有了很大的变化和发展,为了满足当前机械工程类专业人才培养的需要,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,对这套系列教材进行了全面修订,并在原基础上进一步拓展,在全国范围内约请了一大批知名专家,力争组织最好的作者队伍,有计划地更新和丰富“21世纪机械设计制造及其自动化专业系列教材”。此次修订可谓非常必要,十分及时,修订工作也极为认真。

“得时后代超前代,识路前贤励后贤。”这套系列教材能取得今天的成就,是几代机械工程教育工作者和出版工作者共同努力的结果。我深信,对于这次计划进行修订的教材,编写者一定能在继承已出版教材优点的基础上,结合高等教育的深入推进与本门课程的教学发展形势,广泛听取使用者的意见与建议,将教材凝练为精品;对于这次新拓展的教材,编写者也一定能吸收和发展原教材的优点,结合自身的特色,写成高质量的教材,以适应“提高教育质量”这一要求。是的,我一贯认为我们的事业是集体的,我们深信由前贤、后贤一起一定能将我们的事业推向新的高度!

尽管这套系列教材正开始全面的修订,但真理不会穷尽,认识不是终结,进步没有止境。“嚶其鸣矣,求其友声”,我们衷心希望同行专家和读者继续不吝赐教,及时批评指正。

是为之序。

中国科学院院士

Jan
2009.9.9

前 言

本书为普通高等教育国家级规划教材,同时得到了华中科技大学教学质量工程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”是机械工程各专业的一门主干专业基础课程,课程的设立是教学改革的产物,课程的发展与机械类各专业的教学改革紧密相关。近三十年来科学技术的飞速发展,使我国的制造业和制造方式发生了并仍在继续发生着深刻的变革,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,以便拓宽学生的视野,增强教学的针对性和实用性。1987年,我校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。我校的教学改革满足了社会和学科发展的实际需要,得到了教育部高等学校机械学科教学指导委员会专家的赞赏,兄弟院校也纷纷效仿。1993年,我校编写并出版了我国最早的“机械制造基础”课程教材《机械制造基础》。随后,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、非常规制造技术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,由张福润等编写的《机械制造技术基础》被评为教育部面向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”国家级规划教材《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”国家级规划教材。目前,该书已经被全国数十所高校选做教材。正因为有众多兄弟院校老师和同学的认可,使该书的销量达到每年1万册以上。

2007年和2008年,《机械制造技术基础》被评为华中科技大学出版社“最有影响的教材”、“最有影响的出版物”,2008年被评为华中科技大学优秀教材一等奖。

除编者外,先后有十几位教学经验丰富的教授参加了上述教学改革和本书前面几个版本的编写与审稿工作。

2008年7月,教育部高等学校机械设计制造及其自动化教学指导分委员会推出《中国机械工程学科教程》(以下简称《教程》),对现有教学体系进行了再设计,提出了总学时为90个学时的“机械制造技术基础”课程知识点构成,已在全国高校推广。

本书是根据《教程》的规划和人才市场的实际需要,在2007年华中科技大学出版社出版,熊良山、严晓光、张福润编著的《机械制造技术基础》的基础上修改完善而产生的。本次再版修订,一是调整了体系结构,二是更新了部分内容:将第1章导论改为绪论,在保留总体结构的前提下对内容进行了重写;将第2章制造工艺装备与第3章切削过程控制的顺序对调,具体内容重新规划设计,分别作为新的第1章切削与磨削过程和第2章制造工艺装备;将第4章机械加工质量分析与控制的内容进行部分更新后,作为第3章机械加工质量分析与控制;将第5章机械加工工艺规程的制定的结构和内容部分调整后,作为第4章机械加工工艺规程的制定;将第6章特种加工与先进制造技术改为第5章非传统加工与先进制造技术,并对内容作了少量修改。

本书具有以下特点。

(1) 继续贯彻“重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向”的学科总体改革思路,以打造精品、扩大影响为目标,以增强教材的教学适应性为手段,在处理好所整合的各传统课程内容之间,以及传统内容与适当增加的反映学科最新成果的部分新内容之间比例关系的基础上,根据课程各部分内容之间的内在联系,重新调整教材体系结构,突出工艺主线和装备基础,努力做到在有限的篇幅内,将本学科最基础、最核心和最先进的知识,以最合适的方式和顺序展示出来。

(2) 按照机械工程专业人才培养目标和高等工程教育专业认证的要求规划教材内容,在理清教材各大部分内容之间内在关系的基础上,参考《教程》规定选取知识点,按照学生认知规律分配篇幅和学时,确定叙述的详略程度和前后顺序,保证教材内容的连贯性、先进性、实用性和系统性,同时注意理顺“机械制造技术基础”课程与教学计划中其他课程知识点之间的关系,将需要用到同一学期讲授的相关课程知识的章节适当调后,保证教学安排的科学性,最大限度地结束因为课

程整合而造成的“前面的基础知识还没有讲,后面的应用课程已开始上”的混乱局面。

(3) 以模块化的风格组织课程知识点,即努力将相关知识点群凝练为一个个相对独立的内容模块(章或节),方便教师教学时按照模块进行内容取舍,以兼顾不同教学计划的需要,增强教材的适应性。

(4) 以方便教师讲授和学生自学的原则确定编写风格,做到概念清楚、层次分明,总体叙述循序渐进,习题与思考题、习题参考答案和学习要求齐全,各部分既相对独立,又前后呼应,使整本教材成为一个有机的整体,在突出课程内容的实践性和基础性的前提下,力求做到对重点、难点内容举例讲解,对基础、核心知识点加强练习,增强教材的可读性。

(5) 以开发配套的多媒体教学课件的方式,弥补纸质教材的不足,增加课堂教学的信息量。考虑教学的实际需要,拟将自主开发的与纸质教材配套的多媒体教学课件免费赠送给选用该教材的教师使用,以充分利用各种最新科技成果,多视角、多媒体化展示课程教学内容,增加课堂教学的信息量和趣味性,提高学生学习的积极性和课程教学质量。

本次再版编写由熊良山负责,得到了张福润教授和严晓光教授的指导、支持,在此表示衷心感谢。

由于水平所限,本书一定还存在不尽如人意的地方和错误,在此恳切希望广大读者和专家批评指正。

作 者

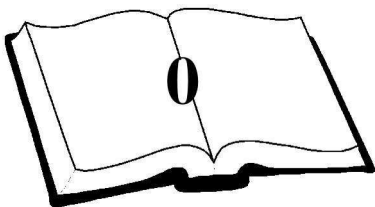
2011年9月于武汉



0 绪论	(1)
0.1 制造业和制造技术	(1)
0.2 机械制造科学的概念与研究内容	(3)
0.3 先进制造技术的特点及发展趋势	(4)
0.4 课程的学习要求和学习方法	(6)
习题与思考题	(7)
第1章 切削与磨削过程	(8)
1.1 金属切削过程与刀具的基本知识	(8)
1.2 金属切削过程的变形	(23)
1.3 切削力	(39)
1.4 切削热与切削温度	(48)
1.5 刀具磨损与耐用度	(52)
1.6 工件材料的切削加工性及其改善	(60)
1.7 刀具材料和几何参数的选择	(61)
1.8 切削用量的合理选择	(68)
1.9 切削液的合理选用	(76)
1.10 磨削过程及磨削特征	(78)
1.11 高速切削与高效磨削	(82)
1.12 非金属硬脆材料的切削	(92)
习题与思考题	(95)
第2章 制造工艺装备	(97)
2.1 典型加工方法与常用刀具	(97)
2.2 金属切削机床的基本知识	(128)

2.3 车床	(141)
2.4 齿轮加工机床	(147)
2.5 磨床	(158)
2.6 组合机床	(164)
2.7 数字控制机床简介	(166)
2.8 机床夹具	(172)
习题与思考题	(200)
第3章 机械加工质量分析与控制	(207)
3.1 机械加工精度与获得方法	(207)
3.2 原始误差对加工精度的影响	(210)
3.3 工艺系统受力变形对加工精度的影响	(224)
3.4 工艺系统的热变形对加工精度的影响	(235)
3.5 加工误差的统计分析	(241)
3.6 保证和提高加工精度的途径	(253)
3.7 机械加工表面质量	(257)
3.8 机械加工中的振动及控制	(268)
习题与思考题	(279)
第4章 机械加工工艺规程的制定	(284)
4.1 概述	(284)
4.2 零件的工艺性分析	(293)
4.3 定位基准的选择	(298)
4.4 工艺路线的拟定	(302)
4.5 机床加工工序的设计	(313)
4.6 工艺过程的生产率与技术经济分析	(319)
4.7 工艺尺寸链	(327)
4.8 成组技术与CAPP	(349)
4.9 箱体类零件的加工工艺分析	(357)
4.10 装配工艺规程设计	(362)
习题与思考题	(376)
第5章 非传统加工与先进制造技术	(380)
5.1 非传统加工	(380)
5.2 微细制造技术	(388)
5.3 超精密加工	(392)
5.4 柔性制造自动化技术与系统	(398)

5.5 先进生产模式	(401)
习题与思考题	(413)
部分习题参考答案	(415)
参考文献	(417)



绪 论

0.1 制造业和制造技术

1. 制造业和制造技术的概念

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和物质基础,是国家综合竞争力的重要标志和社会进步的根本,是国家安全的基本保证。据报道,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。另外,中国的制造业还创造了一半的财政收入、吸引了一半的城市就业人口和农村剩余劳动力,创造了接近 3/4 的外汇收入。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。

2. 我国制造业和制造技术的现状

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制造工业体系已经形成,“中国制造”的影响力正在世界范围内扩展。随着中国经济总量首次超过日本,成为仅次于美国的世界第二大经济体(日本 2010 年名义国内生产总值 GDP 为 54 742 亿美元,比中国少 4 044 亿美元),2010 年中国的制造业总产值也达到 1.955 万亿美元(占全球制造业总产值的 19.8%),并首次超过了美国(其制造业总产值占全球制造业总产值的 19.4%),成为世界第一制造大国。我国制造的机床、拖拉机、小型柴油机、集装箱、农用车、电视机、空调器、冰箱、洗衣机、微波炉、太阳能热水器、自行车、摩托车等众多机电产品的产量已跃居世界第一位。现在,我国已能制造许多世界领先的科技产品和大型成套设备,如峰值性能为每秒 1 206 万亿次的“天河一号”超级计算机(见图 0-1(a))、磁悬浮列车轨道深加工生产线、世界上直径最大的 8 m 数控立式车床、8 m 螺旋桨七轴五联动数控机床、年产千万吨级露天矿采掘成套设备、3.5 万吨级浅吃水运煤船、302 MW 混流式水力发电机组、500 kV 交

流输变电成套设备、年产 50 万吨腈纶成套设备、正负电子对撞机、核动力潜艇、歼-10 全天候多用途战斗机(见图 0-1(b))、“神舟七号”载人宇宙飞船(见图 0-1(c))、“天宫一号”空间实验室、“蛟龙”号 5 000 米级载人潜水器(见图 0-1(d))、“和谐号”时速 380 km 的高速列车等。

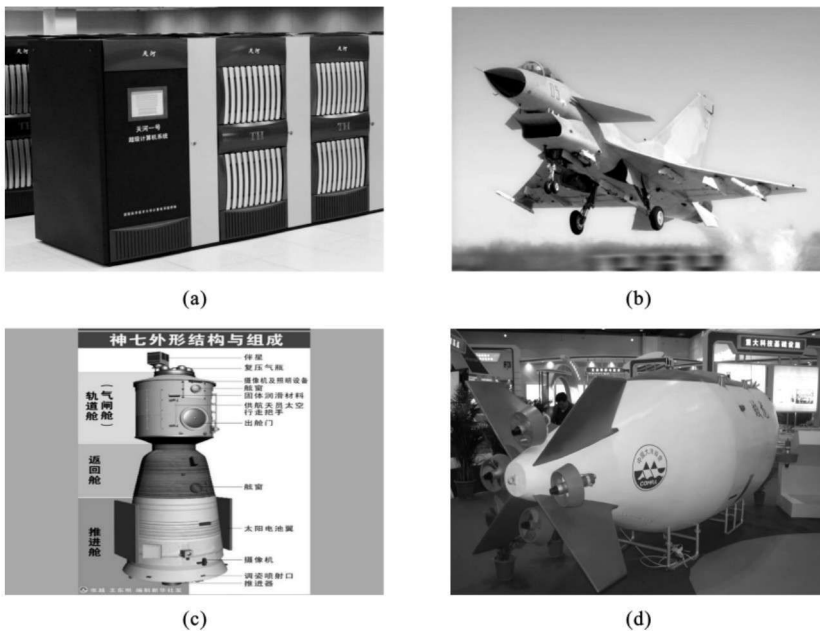


图 0-1 我国制造的最新科技产品

尽管我国的制造业取得了辉煌的成绩,制造技术水平有了大幅度的提高,但中国还仅仅是世界制造大国,而不是制造强国。制造强国的标志可归纳为六个方面,如图 0-2 所示。对照制造强国的标志,同时与工业发达国家相比,我国的制造业和制造技术存在着如下明显差距。

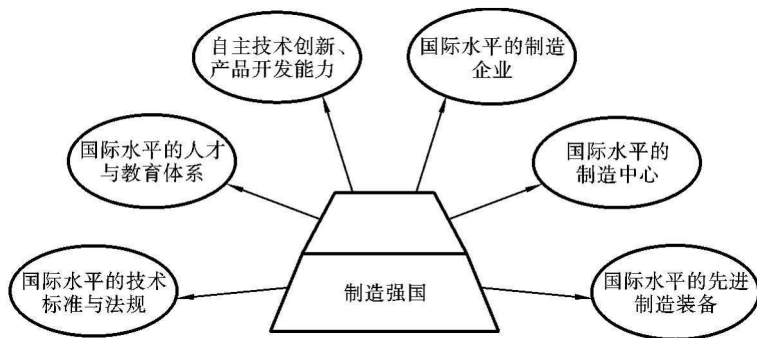


图 0-2 制造强国的标志

第一,制造业的能耗和物耗偏高。我国制造业单位产品的能耗高出国际水平 20% 至 30%,主要产品物耗比发达国家高 40%,而每万元机械产品的能耗则为发达国家的 5 倍。由于能耗和物耗高,制造业对环境的污染非常严重。

第二,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。以制造业人均年产值衡量,2000 年,我国制造业的劳动生产率为 3.82 万元/人年,约为美国的 4.38%、日本的 4.07%、德国的 5.56%。我国工程技术人员总数已达 1 000 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低 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。据统计,我国工业企业投入的科技活动经费不足发达国家的 1/30。日本、美国、德国、法国机械制造业企业的人均研究开发经费,分别为 21.54 万美元/年、15.76 万美元/年、19.99 万美元/年、25.94 万美元/年,是中国企业的几十倍。即使是中国的 500 强企业,研发投入占其销售额的比例平均也只有 1.32%,而经济合作与发展组织(OECD)国家平均为 3.2%。

第五,科技创新成为“中国制造”发展的关键制约因素。我国的技术创新活动十分薄弱。国家发改委对外经济研究所的调查报告显示,目前 93% 的中国企业不搞自主创新。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。在制造技术领域,我国的发明专利数只有美国、日本的 1/30,韩国的 1/4。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”已经崛起,但我国的科技实力并没有显著提高,这成为制约“中国制造”的关键因素。

0.2 机械制造科学的概念与研究内容

1. 机械制造科学的概念

为国民经济各部门进行简单再生产和扩大再生产提供技术装备的各类制造业,统称为装备制造业。机械制造业是装备制造业的核心。机械制造业涉及的范围广、门类多,所生产的产品品种杂、面向宽,所使用的科学技术理论复杂、实践性强。

研究机械系统和产品的性能、设计及制造的理论、方法和技术的科学称为机械工程学。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,与之相应,机械工程学被分成两大分支:机械学和机械制造科学。机械学是研究机械结构和系统性能及其设计理论与方法的科学,包括制造过程及机械系统所涉及的机构学、传动机械学、机械动力学、强度学、摩擦学、设计学、仿生机械学、微纳机械学、界面机械学和机器人机械学等。

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(工艺)的科学。

2. 机械制造科学的研究内容

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(如刀具、夹具、量具和辅具等)是机械制造系统的主要组成部分,是机械制造过程赖以实现的物质基础和重要手段。各种机械制造设备和工艺装备的设计和制造,新的设备和工装的设计,是机械制造学科的一项重要研究内容。

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,机械制造科学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(如尺寸精度,形状、位置精度和表面质量要求等)。从广义上来说,特种加工(如激光加工、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与磨削加工的范畴。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,一直是获得精密机械零件最主要的方法。

机器的装配工艺过程也是机械产品生产过程的一部分,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,我国大多数的机械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。研究和发展新的装配技术,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。

据统计,目前在机械制造中采用的工艺方法已经达到4 500种以上。各种工艺方法的规律、特点和适用范围,新的先进制造工艺手段,也是机械制造科学的重要研究内容之一。

0.3 先进制造技术的特点及发展趋势

1. 先进制造技术的概念

近年来,随着现代高技术的迅猛发展,制造业出现了许多新的特点和发展趋势。20世纪

末,信息技术、新材料技术和现代管理思想对传统的制造技术理念的强力渗透与集成,使传统制造技术发生了革命性变革,形成了所谓的“先进制造技术”(advanced manufacturing technology, AMT)。先进制造技术是传统制造技术不断吸收机械、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。

1997年美国制定了“下一代制造计划”,提出人、技术与管理为未来制造业成功的三要素。面对日益激烈的全球化经济竞争形势,世界各国迅速调整其科技政策,纷纷制定各自的先进制造技术战略计划,将先进制造技术视为提高产业竞争力和增强综合国力的根本保证。一场在制造领域围绕产品创新,以提高产品的知识含量和制造系统敏捷响应、重组能力的高科技竞争正在世界范围内展开,其中具有代表性的是:美国的先进制造技术计划(AMT)、关键技术(制造)计划、敏捷制造使能技术计划(TEAM)、下一代制造计划(NGM);日本智能制造技术国际合作计划(IMS);德国的制造2000计划;韩国的高级先进制造技术计划(HANP)等。综观各国的先进制造发展规划,无一例外地将先进制造技术基础研究作为其规划的重要组成部分。

2. 先进制造技术的特点

随着以信息技术为代表的高新技术的不断发展,个性化和多样化将是未来制造业发展的显著特征,与此相适应,先进制造技术的主要特点可归纳为以下六个方面。

(1) 先进制造技术贯穿了从产品设计、加工制造到产品销售及使用维修等全过程,成为“市场—产品设计—制造—市场”的大系统,而传统制造工程一般单指加工过程。

(2) 先进制造技术充分应用计算机技术、传感技术、自动化技术、新材料技术、管理技术等最新成果,与其他学科不断交叉、融合,相互之间的界限逐渐淡化甚至消失。

(3) 先进制造技术是技术、组织与管理的有机集成,特别重视制造过程组织和管理体制的简化及合理化。

(4) 先进制造技术并不追求高度自动化或计算机化,而是通过强调以人为中心,实现自主和自律的统一,最大限度地发挥人的积极性、创造性和相互协调性。

(5) 先进制造技术是一个高度开放、具有高度自组织能力的系统,通过大力协作,充分、合理地利用全球资源,不断生产出最具竞争力的产品。

(6) 先进制造技术的目的在于能够以最低的成本、最快的速度提供用户所希望的产品,实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产,并取得理想的技术经济效果。

3. 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