



全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

丛书顾问 李培根 林萍华

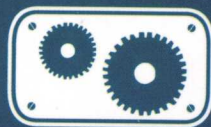
# 机械制造 技术基础

张永贵 张建国 主编



JIXIE ZHIZHAO JISHU  
JICHU

JX



JIXIELEI SHIERWU



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

014009277

TH16-43  
190

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

# 机械制造技术基础

主 编 张永贵 张建国  
 副主编 吴林峰 高英杰  
 参 编 吴 沁 刘 玲 张 玲



TH16-43  
190

华中科技大学出版社  
 中国·武汉



北航 C1695535

## 内 容 简 介

本书阐述了机械制造业中所必需的基础知识、基本理论和基本方法。具体内容共8章,包括:绪论、金属切削过程中的基本问题、机械加工方法及设备、机床夹具基础、机械加工质量、机械加工工艺流程、机械装配基础、机械制造技术的新发展等。各章后均附有一定数量的习题和讨论题。

本书可作为普通高等院校机械类专业本科教材,培养目标为面向生产一线的人才,还可供近机械类专业及有关工程技术人员参考,也可作为相关领域的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/张永贵 张建国 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.9  
ISBN 978-7-5609-9101-6

I. 机… II. ①张… ②张… III. 机械制造工艺-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 123745 号

### 机械制造技术基础

张永贵 张建国 主编

策划编辑:严育才

责任编辑:姚同梅

封面设计:范翠璇

责任校对:祝 菲

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)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北万隆印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:24.5

字 数:633千字

版 次:2013年9月第1版第1次印刷

定 价:44.80元



华中出版

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

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

## 编审委员会

顾问：李培根 华中科技大学

林萍华 华中科技大学

主任：吴昌林 华中科技大学

副主任：(按姓氏笔画顺序排列)

王生武 邓效忠 轧 钢 庄哲峰 杨 萍 杨家军

吴 波 何岭松 陈 炜 竺志超 高中庸 谢 军

委员：(排名不分先后)

许良元 程荣龙 曹建国 郭克希 朱贤华 贾卫平

丁晓非 张生芳 董 欣 庄哲峰 蔡业彬 许泽银

许德璋 叶大鹏 李耀刚 耿 铁 邓效忠 宫爱红

成经平 刘 政 王连弟 张庐陵 张建国 郭润兰

张永贵 胡世军 汪建新 李 岚 杨术明 杨树川

李长河 马晓丽 刘小健 汤学华 孙恒五 聂秋根

赵 坚 马 光 梅顺齐 蔡安江 刘俊卿 龚曙光

吴凤和 李 忠 罗国富 张 鹏 张鬲君 柴保明

孙 未 何 庆 李 理 孙文磊 李文星 杨咸启

秘 书：

俞道凯 万亚军

# 全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

## 序

“十二五”时期是全面建设小康社会的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期,也是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的关键五年。教育改革与发展面临着前所未有的机遇和挑战。以加快转变经济发展方式为主线,推进经济结构战略性调整、建立现代产业体系,推进资源节约型、环境友好型社会建设,迫切需要进一步提高劳动者素质,调整人才培养结构,增加应用型、技能型、复合型人才的供给。同时,当今世界处在大发展、大调整、大变革时期,为了迎接日益加剧的全球人才、科技和教育竞争,迫切需要全面提高教育质量,加快拔尖创新人才的培养,提高高等学校的自主创新能力,推动“中国制造”向“中国创造”转变。

为此,近年来教育部先后印发了《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2011]1号)、《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(教高[2011]5号)、《关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》(教高[2011]6号)、《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)等指导性意见,对全国高校本科教学改革和发展方向提出了明确的要求。在上述大背景下,教育部高等学校机械学科教学指导委员会根据教育部高教司的统一部署,先后起草了《普通高等学校本科专业目录机械类专业教学规范》、《高等学校本科机械基础课程教学基本要求》,加强教学内容和课程体系改革的研究,对高校机械类专业和课程教学进行指导。

为了贯彻落实教育规划纲要和教育部文件精神,满足各高校高素质应用型高级专门人才培养要求,根据《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》文件精神,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,联合一批机械学科办学实力强的高等学校、部分机械特色专业突出的学校和教学指导委员会委员、国家级教学团队负责人、国家级教学名师组成编委

会,邀请来自全国高校机械学科教学一线的教师组织编写全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材,将为提高高等教育本科教学质量和人才培养质量提供有力保障。

当前经济社会的发展,对高校的人才培养质量提出了更高的要求。该套教材在编写中,应着力构建满足机械工程师后备人才培养要求的教材体系,以机械工程知识和能力的培养为根本,与企业对机械工程师的能力目标紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求;在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性,把握行业人才要求,突出工程教育特色。同时注意吸收教学指导委员会教学内容和课程体系改革的研究成果,根据教指委颁布的各课程教学专业规范要求编写,开发教材配套资源(习题、课程设计和实践教材及数字化学习资源),适应新时期教学需要。

教材建设是高校教学中的基础性工作,是一项长期的工作,需要不断吸取人才培养模式和教学改革成果,吸取学科和行业的新知识、新技术、新成果。本套教材的编写出版只是近年来各参与学校教学改革的初步总结,还需要各位专家、同行提出宝贵意见,以进一步修订、完善,不断提高教材质量。

谨为之序。

国家级教学名师

华中科技大学教授、博导

2012年8月



# 前 言

“机械制造技术基础”是机械设计制造及其自动化专业的主要技术基础课之一。本书继承了传统教材的理论基础和基本知识,融入了生产实践中本专业技术人员的主要工作内容、工作过程。本书内容经过了精选,编排由浅入深,注意用图、表和实例来表述,与设计手册、国家标准呼应,注重理论联系实际。

全书共8章,内容包括:绪论、金属切削过程中的基本问题、机械加工方法及设备、机床夹具基础、机械加工质量、机械加工工艺流程、机械装配基础、机械制造技术的新发展等。

本书建议理论学时为60个,使用本书的院校可根据具体情况增减,部分内容可供学生自学。为保证学生复习,掌握重点内容,各章后均附有一定数量的习题。结合卓越工程师培养的要求,为引导学生开阔思路、拓展视野,使学生在查阅资料能力、口头表达能力、团队协作能力、组织能力等方面得到培养和锻炼,各章后均附有一定数量的讨论题,由教师在教学实践中根据实际情况选用并组织学生分组讨论。

本书由张永贵、张建国任主编。参加编写的有张建国(第1章、第2章2.1~2.3节)、高英杰(第2章2.4~2.13节)、吴沁(第3章3.1~3.7节)、刘玲(第4章)、吴林峰(第5章)、张玲(第3章3.8节、第6章)、张永贵(第7、8章)。全书由张永贵统稿。

在编写过程中,参考了较多同类教材和有关文献,在此对这些教材和文献的作者表示感谢。

本书可作为普通高等学校机械类和近机械类专业的教材,也可作为有关工程技术人员的参考用书。由于我们水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2013.3

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	(1)
1.1 机械制造技术概述 .....	(1)
1.2 机械制造技术基础课程的性质、主要内容、学习要求及方法 .....	(6)
小结 .....	(7)
习题 .....	(8)
讨论题 .....	(8)
<b>第 2 章 金属切削过程中的基本问题</b> .....	(9)
2.1 切削加工的基本知识 .....	(9)
2.2 切削运动与切削用量 .....	(12)
2.3 切削层参数与切削方式 .....	(15)
2.4 刀具的几何角度 .....	(17)
2.5 刀具材料 .....	(23)
2.6 金属切削层的变形 .....	(27)
2.7 切削力 .....	(31)
2.8 切削热与切削温度 .....	(34)
2.9 刀具磨损与刀具耐用度 .....	(36)
2.10 工件材料的切削加工性 .....	(40)
2.11 刀具合理几何参数的选择 .....	(42)
2.12 切削用量的选择 .....	(46)
2.13 切削液 .....	(50)
小结 .....	(51)
习题 .....	(52)
讨论题 .....	(53)
<b>第 3 章 机械加工方法及设备</b> .....	(54)
3.1 金属切削机床的基本知识 .....	(54)
3.2 车削加工方法及设备 .....	(64)
3.3 铣削加工方法及设备 .....	(94)
3.4 磨削加工方法及设备 .....	(106)
3.5 齿轮加工方法及设备 .....	(120)
3.6 孔加工方法与设备 .....	(136)
3.7 其他机床 .....	(148)
3.8 自动化加工设备 .....	(152)
小结 .....	(161)
习题 .....	(162)
讨论题 .....	(164)



<b>第 4 章 机床夹具基础</b> ·····	(165)
4.1 基本概念 ·····	(165)
4.2 工件的定位 ·····	(171)
4.3 工件的夹紧 ·····	(188)
4.4 夹具设计要求及典型夹具 ·····	(204)
小结·····	(216)
习题·····	(216)
讨论题·····	(219)
<b>第 5 章 机械加工质量</b> ·····	(221)
5.1 基本概念 ·····	(221)
5.2 影响加工精度的因素 ·····	(226)
5.3 提高加工精度的措施 ·····	(251)
5.4 加工精度的统计分析 ·····	(254)
5.5 影响表面质量的因素 ·····	(267)
5.6 提高表面质量的措施 ·····	(271)
小结·····	(272)
习题·····	(273)
讨论题·····	(275)
<b>第 6 章 机械加工工艺流程</b> ·····	(276)
6.1 基本概念 ·····	(276)
6.2 零件的工艺分析和毛坯的选择 ·····	(284)
6.3 定位基准的选择 ·····	(289)
6.4 工艺路线的拟订 ·····	(292)
6.5 工序内容的设计 ·····	(298)
6.6 工序尺寸及其公差的确 定 ·····	(304)
6.7 机械加工的生产率与经济性分析 ·····	(316)
小结·····	(322)
习题·····	(322)
讨论题·····	(324)
<b>第 7 章 机械装配基础</b> ·····	(326)
7.1 概述 ·····	(326)
7.2 装配尺寸链 ·····	(331)
7.3 保证装配精度的工艺方法 ·····	(337)
7.4 装配工艺的制订 ·····	(347)
习题·····	(349)
讨论题·····	(350)
<b>第 8 章 机械制造技术的新发展</b> ·····	(351)
8.1 加工精度的发展 ·····	(351)
8.2 加工速度的发展 ·····	(355)
8.3 特种加工方法 ·····	(357)

---

8.4 先进制造的一些概念 .....	(368)
小结 .....	(375)
习题 .....	(375)
讨论题 .....	(375)
参考文献 .....	(376)

# 第 1 章 绪 论

## 内容要点与学习要求

本章主要介绍了机械制造的相关概念、制造业与机械制造业在国民经济中的地位与作用、机械制造技术的发展历程及现状,我国机械制造业面临的机遇与挑战,机械制造工艺流程与工艺方法,机械制造技术基础课程的性质、主要内容、学习要求及学习方法。在学习本章后应做到两个明确:一是明确一个未来的机械工程师肩负的历史责任;二是明确本课程的学习目的。

## 1.1 机械制造技术概述

### 1.1.1 机械制造技术的概念

#### 1. 制造

制造是人类最主要的生产活动之一。它是指人类按照所需目的,运用主观掌握的知识和技能,通过手工或可以利用的客观的物质工具与设备,采用有效的方法,将原材料转化为有使用价值的物质产品并投放市场的全过程。这是广义制造的概念。它包括从市场分析、经营决策、工程设计、加工装配、质量控制、销售运输至售后服务的全过程。

但在某些情况下,制造及制造过程被理解为从原材料或半成品经加工或装配后形成最终产品的具体操作过程,包括毛坯制作、零件加工、检验、装配、包装、运输等。这是狭义制造的概念,主要考虑企业内部生产过程中的物质流,而较少涉及生产过程中的信息流。

#### 2. 制造业与机械制造业

制造业是将制造资源通过制造过程转化为可应用产品的工业的总称。制造业是一个国家经济发展的重要支柱,是一个国家的经济命脉,其整体能力和发展水平标志着一个国家的经济实力、国防实力、科技水平和人民生活水平,也决定着一个国家,特别是发展中国家实现现代化和民族复兴的进程。制造业也是一个国家的立国之本,没有强大的制造业,一个国家将无法实现经济的快速、健康、稳定发展,人民的生活水平也难以提高。在工业化国家中,以各种形式从事制造活动的人员约占全国从业人数的四分之一。美国约 68% 的财富来源于制造业,日本国民生产总值的约 50% 由制造业创造,我国制造业的产值在工业总产值中约占 40%。

机械制造业是为用户创造和提供机械产品的行业,它包括从机械产品的开发、设计、制造生产、流通到售后服务全过程。机械制造业的产品是用制造方法获得的各种具有机械功能的产品。机械制造业是制造业的最主要组成部分,也是制造业的核心。机械制造业是国民经济的装备部,它将各种机械设备供应和装备国民经济的各个部门,并使其不断发展。同时也是消费品的主要生产部门,是高科技发展的重要平台。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装备的技术性能、质量和可靠性,国民经济的发展速度在很大程度上取决于机械制造工业技术水平的高低和发展速度。从总体上来讲,机械制造业是国民经济中的一个重要组成部分,是关系国计民生和国家安全的战略性产业,是一国崛起可依

靠的基础性产业,是一个国家或地区实现先进工业化的重要保证,是衡量一个国家科技创新能力、国防实力和国际竞争力的重要标志,是决定国家兴衰的关键因素之一。

### 3. 制造技术与机械制造技术

制造技术就是按照人们的要求,运用知识和技能,利用客观物质工具,使原材料转变为产品的技术总称。制造技术具有普遍性和基础性,同时也具有特殊性和专业性。

机械制造技术是指机械制造领域中机械设计技术、机械加工工艺、基础设施及其相关技术。其中机械加工工艺是机械制造技术的核心。机械制造技术是机械制造科学的核心,是一门研究各种机械制造过程和方法的科学。机械制造技术支撑着机械制造业的发展,机械制造技术水平的提高与进步不仅决定了相关产业的质量、效率和竞争力的高低,而且是传统产业借以实现产业升级的基础和根本手段。

### 4. 机械制造系统

在传统的机械制造过程中,由机床-夹具-刀具-工件组成的系统称为机械加工工艺系统。随着机械制造技术、计算机技术、信息技术等的发展,为了能更有效地对机械制造过程进行控制,大幅度地提高加工质量和加工效率,人们在机械加工工艺系统的基础上提出了机械制造系统的概念。由为完成机械制造过程所涉及的硬件(如原材料、辅料、设备、工具、能源等)、软件(如制造理论、工艺、技术、信息和管理等)和人员(如技术人员、操作工人、管理人员等)组成的,通过制造过程制造资源(如原材料、能源等)转变为产品(包括半成品)的有机整体,其称为机械制造系统。

根据实际生产需要,机械制造系统有不同的复杂程度,但无论是复杂的还是简单的机械制造系统,在运行过程中,无时无刻不伴随着物料流、信息流和能量流的运动。从系统工程的观点看,产品的制造过程就是物料转变(物料流)、能量转化(能量流)和信息传递(信息流)的过程,如图 1.1 所示。所以,人们把物料流、信息流和能量流称为机械制造系统的三要素。

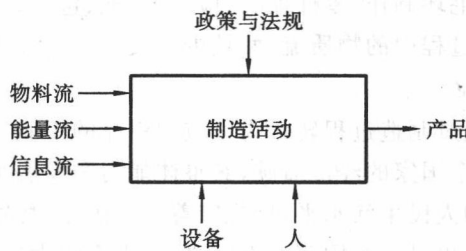


图 1.1 制造系统的组成及制造过程

物料流是指物料经过制造过程产生的形貌和位置的转变过程。如工件经过加工改变形状、尺寸,经过运输改变工位等的过程。能量流是指在制造过程中将能量施加于加工对象之上并产生相应变换的过程。信息流是指将要求得到的形状、尺寸、性能等信息向被加工物料传递的过程。对一个产品的制造活动来说,信息可能是产品装配图、零件图或 CAD 软件、工艺文件、CAM 软件或 CNC 软件代码;对成形过程,如铸造、模锻、冲压、注塑等加工来说,模具就是信息的载体。

机械制造系统中的三要素之间是相互联系、相互影响、不可分割的一个整体。它们的关系是:在信息流控制下,由能量流起作用,对物料流进行加工,从而形成产品。人和设备是制造活动的支撑条件,政策与法规是约束条件,即制造活动要符合国家的产业政策,符合环境保护、劳动保护等方面的法规。

纵观世界,各发达国家都把发展机械制造业、提高机械制造技术水平放在突出的位置。任何一个经济强大的国家,无不具有强大的机械制造业和先进的机械制造技术。最具有代表性的是日本,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,对机械制造业的发展给予全面支持,并抓住机械制造业的关键技术——精密工程、特种加工和制造系统自动化技术,这使得日本在战后短短30年里,一跃而成为世界经济大国。与此相反,美国自20世纪50年代后,在相当长一段时间内忽视了机械制造业的发展及机械制造技术的提高,结果导致经济严重衰退、竞争力明显下降,在汽车、家电等行业被日本赶超。直到20世纪80年代初,美国才开始认识到问题的严重性,重新树立了制造业的地位,并给予了制造业实质性和强有力的支持,出台了一系列振兴美国制造业的计划与政策,至1994年,美国汽车产量重新超过日本,并重新占领了欧美市场,由此促进了美国经济的全面复苏。

## 1.1.2 机械制造技术的发展与我国面临的机遇与挑战

### 1. 机械制造技术的发展历程

人类文明的发展与制造业的进步密切相关。机械制造技术是人类历史上最早发展起来的实用技术之一。早在石器时代,人类就开始利用天然石料制作工具。到了青铜器和铁器时代,人们开始采矿、冶金、铸锻工具,并开始制作纺织机械、水力机械、运输车辆等。直到18世纪70年代,瓦特改进蒸汽机,引发了第一次工业革命,机器生产方式逐步取代手工劳动方式,机械制造业才逐步形成规模。19世纪中叶,电气化时代到来,以电力作为动力源,使机械结构发生了重大变化。与此同时,互换性原理和公差制度应运而生。技术的进步使机械制造业发生了重大的变化,机械制造业进入快速发展时期。

20世纪初,内燃机的发明,使汽车开始进入欧美家庭,引发了机械制造业的又一次革命。流水生产线的出现和泰勒科学管理理论的产生,标志着机械制造业进入了大批量生产时代。生产方式的改变、生产率的极大提高,使机械制造业有了更迅速的发展,并开始成为国民经济的支柱产业。

第二次世界大战后,电子计算机和集成电路的出现,以及运筹学、现代控制论、系统工程等软科学的产生和发展,使机械制造业产生了又一次新飞跃。传统的大批量生产方式难以满足市场多变的需要,多品种、中小批量生产日渐成为制造业的主流生产方式。传统的自动化生产方式只有在大批量生产的条件下才能实现,而数控机床的出现使中、小批量生产自动化成为可能。

伴随着计算机的出现,机械制造自动化从刚性自动化向柔性自动化方向发展:自动化专机→自动化生产线→数控机床(CNC)→加工中心(MC)→柔性加工单元(FMC)→柔性制造系统(FMS)。同时机械设计、工艺规程编制、计算机辅助数控加工编程、车间调度、车间和工厂管理、成本核算等都开始采用计算机技术,这样出现了计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)一体化。

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,市场竞争呈现新的方式,且更加激烈。为了适应新的形势,在机械制造领域提出了许多新的制造哲理和生产模式,如计算机/现代集成制造(CIM)、精益生产(LP)、快速原型制造(RPM)、并行工程(CE)、敏捷制造(AM)等。

随着计算机技术的发展,出现了计算机仿真和虚拟制造,CAD/CAM技术得到加强,在计算机上进行加工过程碰撞仿真、加工精度仿真、调度仿真、制造过程仿真(虚拟制造)和装配过

程仿真(虚拟装配)成为现实,这些对机械制造业中的设计、制造、调度管理都有极大帮助。

进入 21 世纪,机械制造业逐步向自动化、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的方向发展。

## 2. 我国机械制造业面临的机遇与挑战

我国是一个世界文明古国,机械制造具有悠久的历史。考古研究发现,早在 50 万年以前的远古时代,我们的祖先都已开始使用石器和钻木取火工具。公元前 16 世纪至公元前 11 世纪的商代,我国已出现可转动的琢玉工具。车(旋)削加工和车床雏形在我国的出现早于欧洲近千年。到了明代,在古天文仪器加工中,已采用铣削和磨削加工方法,并出现了铣床、磨床和刀刃磨机的雏形。公元 2 世纪中叶,有人创造了木制齿轮,应用轮系原理,成功地研制了以水为动力的机械,用于加工谷物。但是近代以来,帝国主义的入侵和腐朽的半封建半殖民地的社会制度,严重束缚了中国社会的发展,使中国几千年的文明失去了光芒,至中华人民共和国成立前夕,我国的机械制造业规模几乎为零。

中华人民共和国成立以来,我国的机械制造业和制造技术得到了长足发展,建立了自己独立的、门类齐全的轻工业、重工业和机械制造业,机床装备制造业、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了快速发展,取得了举世瞩目的成就,一个具有相当规模和一定技术基础的机械工业体系已经形成。尤其是改革开放 30 多年来,我国机械制造业通过引进国外先进技术、推进国内机械制造企业大规模的技术改造,已经成为一个规模宏大、门类齐全和具有一定技术基础的产业部门,产品质量、制造水平和经济效益发生了显著变化。我国生产的小型仪表机床、重型机床,各种精密的、高度自动化的、高效率的机床,其性能已接近世界先进水平,如沈阳机床集团的电主轴高速卧式加工中心、激光切割机床,特变电工沈阳变压器集团有限公司的 50 万伏超高压变压器,沈阳黎明航空发动机集团有限责任公司的中国第一台拥有完全知识产权的航空发动机、燃气轮机,中国科学院沈阳自动化研究所的 6000 m 水下机器人等产品。我国机械制造业产值规模目前已位居世界第一,我国已经是一个世界瞩目的机械制造大国。但是,也应该清醒地看到,我国的机械制造业与工业发达国家相比还有较大的差距,主要表现在:机械制造业能耗和物耗高,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%;机械制造业总体规模小,仅相当于美国的 1/5,日本的 1/4;机械制造业的人均劳动生产率低下,平均只相当于发达国家的 1/5~1/20;产品质量和技术水平还不高,自主开发和技术创新能力还比较差、投入不足,拥有自主知识产权的产品较少,装备制造业缺乏核心技术,市场竞争能力不强,低水平的生产能力过剩,高水平的生产能力不足,尤其在机械制造基础理论及应用技术的研究方面也较落后,人员技术素质也还适应不了现代机械制造业发展的需要。因而,我国还不是机械制造强国。装备制造业是我国制造业发展中的薄弱环节,拥有强大的装备制造业的国家才能成为世界制造强国。装备制造业发展滞后,已成为制约我国经济、技术、国防事业发展的瓶颈因素。

随着科技、经济、社会的日益进步和快速发展,日趋激烈的国际竞争及不断提高的人民生活水平对机械产品在性能、价格、质量、服务、环保及多样性、可靠性等多方面提出的要求越来越高,对先进的生产技术装备、科技与国防装备的需求越来越大,机械制造业面临着新的发展机遇和挑战。在未来的竞争中,谁掌握了先进的制造技术,谁就掌握了市场。

当前,世界经济正向全球化发展,正在进行着国际间的以知识经济为目标的产业结构大调整,工业发达国家正加速发展高科技产业,而将装备制造业等第二产业逐步向发展中国家转移,这对我国的机械制造业是一个难得的机遇和挑战。我国由于自身巨大的市场需求以及在人才、制造资源等方面的优势,将成为这种产业转移的主要受益者。我国的机械制造业应该利用这个难得的发展机遇,鼓励大批有志于制造业的莘莘学子的投入和献身,培养高水平的人才和提高现有人员的素质,发展核心机械制造技术、先进机械制造技术,实现全行业的调整与振兴,全面提升机械制造技术水平,实现由机械制造大国向机械制造强国的跨越。

### 1.1.3 机械制造工艺过程与工艺方法

#### 1. 机械产品的生产过程

机械产品的生产过程是指制造中从原材料开始到成品出厂的全部过程,它既包括毛坯的制造,零件的机械加工和热处理,机器的装配、检验、测试和涂装等主要劳动过程,还包括专用工具、夹具、量具和辅具的制造,机器的包装,工件和成品的储存与运输,加工设备的维修,以及动力供应等辅助劳动过程。所以机械产品的生产过程是由直接生产过程和辅助生产过程两部分组成的。由于机械产品的复杂程度不同,其生产过程可以由一个车间或一个工厂完成,也可以由多个车间或多个工厂协作完成。

#### 2. 机械制造工艺过程

机械制造工艺过程是机械产品生产过程的一部分,是研究直接生产过程的。它是指用传统与现代机械制造方法来改变制造对象的形状、尺寸、相对位置、表面粗糙度和力学、物理性能等,使其达到图样规定的技术要求,成为成品或半成品的生产过程。一个零件、一件产品往往要经过不同的工艺阶段(如毛坯准备、粗加工、半精加工、精加工、精整加工和光整加工、机械装配、包装储运等),使用不同的工艺方法和设备,经过若干个技术人员或技术单位的通力协作才能制造完成。为了便于组织与管理制造过程,制造单位将机械制造工艺过程根据制造要求和制造条件、技术经济性分解为若干个顺序排列的工序,每个工序又依次细分为若干个安装,每个安装可包含若干个工位,每个工位可包含若干个工步,每个工步可包含若干次走刀。

#### 3. 机械制造工艺方法

机械制造工艺是各种机械制造方法和过程的总称,它包含了制造方法、机器设备、刀具、夹具、量具、工艺参数等的选用与安排及工艺阶段划分。机械制造工艺方案可以有多种。对一个技术人员而言,掌握机械制造技术的一个重要方面就是要熟悉各种机械制造方法,这样,在工艺设计时才能列出多种机械制造方案进行选优,在遇到工艺难题时才能迅捷提出采用其他机械制造方法的建议。

机械制造方法也就是制造机械产品的各种方法。《机械制造工艺方法分类与代码 总则》(JB/T 5992.1—1992)中,将机械制造工艺方法划分为铸造、压力加工、焊接、切削加工、特种加工、热处理、覆盖层、装配与包装、其他工艺方法等九大类。传统的机械制造分类方法按照制造时原材料的温度将其分成热加工、冷加工两大类。随着新技术的不断涌现和互相渗透,人们对机械制造方法有了更加深层次的理解,现在一般把机械制造方法归纳为去除加工、结合加工、变形加工和改性加工四大类。

(1) 去除加工 又称分离加工、分离成形。它是从工件表面去除(分离)部分材料而成形的加工方法。去除加工将工件上多余的材料,像做“减法”一样去除掉,使工件的质量由大变小,同时外形、体积都发生变化。因此,损耗原材料是去除加工的固有弱点。但它加工精度高、

质量稳定、容易控制,一直是机械制造的主要方法,也是机械制造技术基础课程主要的研究对象。去除加工的方法主要有切削加工(如车削、铣削、刨削、插削、钻削、镗削、拉削、锯切、砂轮磨削、砂带磨削、珩磨、研磨、超精加工、钳工、气体火焰切割、气体放电切割等),特种加工(如电火花加工、电子束加工、离子束加工、等离子加工、激光加工、超声波加工、电解加工、化学铣削、电解磨削、加热机械切割、振动切削、超声研磨、超声电火花加工、高压水切割、爆炸索切割等)。

(2) 结合加工 它是利用物理和化学方法,像做“加法”一样,将相同材料或不同材料结合在一起的累加成形制造方法。结合加工过程中,工件外形体积由小变大。目前结合加工的方法主要有连接加工(如焊接、铆接、胶接、快速成形制造),表层附着(沉积)加工(如涂覆、电镀、化学镀、刷镀、气相沉积、热浸涂、热喷涂、涂装、电铸、晶体生长等)。

(3) 变形加工 利用力、热、分子运动等手段,使工件材料产生变形,改变其形状、尺寸和性能的加工方法称为变形加工。它是使工件外形产生变化,但体积不变的“等量”加工,是典型的“少无切屑”加工方法。变形加工的方法主要有聚集成形(如铸造、粉末冶金、非金属材料成形),转移成形(包括:压力加工,如锻造、轧制、冲压、挤压、旋压、拉拔;冷作,又称钣金,如变形、收缩、整形等;表面喷砂粗化与光整,如作表面预处理的表面喷砂粗化、作表面强化处理的滚光、挤光等;缠绕和编织,如弹簧缠绕加工、筛网编织等)。

(4) 改性加工 它是指工件外形、体积不变,但其力学、物理或化学特性(如形态、化学成分、组织结构、应力状态等)发生改变的加工方法。改性加工的方法主要有热处理(包括整体热处理、表面热处理、化学热处理等),化学转化膜(包括发蓝膜、磷化膜、草酸盐膜、铝阳极膜等),表面强化(包括喷丸强化、挤压强化、离子注入等),退磁。

## 1.2 机械制造技术基础课程的性质、主要内容、学习要求及方法

### 1.2.1 本课程的性质、内容及学习要求

机械制造技术基础课程是机械设计制造及其自动化专业的主干专业技术基础课,涵盖了金属切削原理与刀具、金属切削机床概论、机械制造工艺与夹具等课程中的基本内容,本课程的要点由这些课程中最基本的概念和知识要点有机整合而成。本课程的主要任务是研究金属切削过程的基本理论、切削过程中所产生的诸多现象和变化规律,研究机械制造工艺理论、加工及装配工艺等。

本课程主要介绍机械产品的生产过程及生产活动的组织,机械加工过程及其系统,内容包括机械制造与制造方法、金属切削过程的基本问题、机械加工方法及设备、机床夹具基础、机械加工质量、机械加工工艺流程、机械装配基础、机械制造技术的新发展等。

通过本课程的学习,学生应能对整个机械制造活动有一个总体、全面的了解与把握,具体要求为:

(1) 认识制造业,特别是机械制造业在国民经济中的作用,了解机械制造技术的发展趋势。

(2) 掌握金属切削过程中的诸多现象及其变化规律,如切屑形成机理,切削力、切削热及温度,刀具磨损规律等。

(3) 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,正确选用金属切削机床设备。



(4) 了解常用的金属切削刀具的结构、工作原理和工艺特点,能够结合生产实际选用和使用刀具。

(5) 掌握机械加工的基本知识,能正确选择加工方法及工艺装备,初步具有编制零件加工工艺规程、设计机床夹具的能力。

(6) 掌握机械制造工艺、机械加工质量的基本理论和基本知识,具有分析、解决现场生产过程中的质量、生产效率、经济性问题的能力。

(7) 了解当今先进制造技术和先进制造模式,初步具备对制造系统、制造模式的选择、决策的能力。

### 1.2.2 本课程的特点及学习方法

机械制造技术是人类历史上最早发展起来的实用技术之一,是人类长期以来机械制造生产实践的总结。机械制造技术基础课程是以机械加工方法为主线,涉及加工设备与刀具的一门应用性技术学科,具有综合性、实践性、灵活性。

#### 1. 综合性

机械制造技术是一门综合性很强的技术,要用到多种学科的理论和方法,包括物理学、化学的基本原理,数学、力学的基本方法,以及机械学、材料科学、电子学、控制论、管理科学等多方面的知识。而现代制造技术更有赖于计算机技术、信息技术和其他高科技的发展。

#### 2. 实践性

本课程要求对生产实践活动不断地进行综合,并将实践经验条理化和系统化,使其逐步上升为理论,同时要求及时将其应用于生产实践之中,用生产实践经验检验其正确性和可行性,并用经检验过的理论和方法对生产活动进行指导和约束。

#### 3. 灵活性

生产活动是极其丰富的,同时又是多样和多变的。机械制造技术总结的是机械制造生产活动中的一般规律和原理,将其应用于生产实际要充分考虑企业的具体状况,如生产规模的大小,技术力量的强弱,设备、资金、人员的状况等。生产条件不同,所采用的生产方法和生产模式可能完全不同。而在基本相同的生产条件下,针对不同的市场需求和产品结构以及生产进行的实际情况,也可以采用不同的工艺方法和工艺路线。

基于以上特点,在本课程的学习过程中:要特别注意紧密联系与综合应用以往所学过的知识,应用多种学科的理论和方法来解决机械制造过程中的实际问题;要特别注意理论联系生产实际,重视实践环节,仅学习课堂上教师讲授的知识或自学教材上的内容是远远不够的,必须通过一定的课程实验、金工实习、企业生产实习及调研、课程设计等环节来更好地体会和理解所学知识,其中本课程学习前的金工实习、学习中的课程实验和学习后的课程设计尤其不可缺少;要特别注意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,并通过实践学会应用、总结、思考、分析,培养自己解决实际问题的能力,达到灵活应用的地步。在教学中,老师要尽可能采用电化教学、现场教学等直观教学手段来调动学生的学习积极性。

## 小 结

本章通过介绍制造、制造业、机械制造业、制造技术、机械制造技术、机械制造系统及其组