

“十二五”国家重点图书

 先进制造理论与工程技术系列

**FUNDAMENTALS OF MACHINERY  
MANUFACTURING TECHNOLOGY**

# 机械制造技术基础

(第2版)

李旦 韩荣第 巩亚东 陈明君 主编

哈尔滨工业大学出版社

“十二五”国家重点图书



先进制造理论研究与工程技术系列

**FUNDAMENTALS OF MACHINERY  
MANUFACTURING TECHNOLOGY**

# 机械制造技术基础

(第2版)

---

李旦 韩荣第 巩亚东 陈明君 主编

哈尔滨工业大学出版社



## 内 容 提 要

“机械制造技术基础”是机械工程类专业的主干课程之一。本书分8章介绍课程所应覆盖的专业基础知识点,主要包括:机械制造过程的基础知识、金属切削原理、金属切削刀具基础、机床夹具设计基础、机械加工质量的影响因素及控制、机械加工工艺规程制订、机器的装配工艺等。

本书可作为普通高等院校机械设计制造及其自动化专业和其他相关专业的教材或参考书,也可供有关工程技术人员参考。

### Abstract

The fundamental of machinery manufacturing technology is one of main courses for mechanical engineering study. This book outlines the basic knowledge of machining process, metal cutting principle, cutting tool, jigs and fixture design, machining quality factors and control, machining processes planning and machine assembly etc.

This book can be used as teaching or reference in the general college for undergraduates of mechanical engineering and relevant specialties. In addition, this book also should be of interested to the technicians who seek to improve their effectiveness.

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/李旦,韩荣第等主编.—2版.—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2011.1

(先进制造理论研究与工程技术系列)

I ①机… II ①李… ②韩… III. ①机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第241717号

责任编辑 许雅莹  
封面设计 卞秉利  
出版发行 哈尔滨工业大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006  
传 真 0451-86414749  
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>  
印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂  
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 20.5 字数 520千字  
版 次 2009年2月第1版 2011年2月第2版  
2011年2月第2次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5603-2800-3  
定 价 33.00元

---

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

# 高等学校“十二五”规划教材 先进制造理论研究与工程技术系列

## 编写委员会名单

(按姓氏笔画排序)

主任	姚英学				
副主任	尤波	巩亚东	高殿荣	薛开	戴文跃
编委	王守城	巩云鹏	宋宝玉	张慧	张庆春
	郑午	赵丽杰	郭艳玲	谢伟东	韩晓娟

## 编审委员会名单

(按姓氏笔画排序)

主任	蔡鹤皋				
副主任	邓宗全	宋玉泉	孟庆鑫	闻邦椿	
编委	孔祥东	卢泽生	李庆芬	李庆领	李志仁
	李洪仁	李剑峰	李振佳	赵继	董申
	谢里阳				

# 总 序

自1999年教育部对普通高校本科专业设置目录调整以来,各高校都对机械设计制造及其自动化专业进行了较大规模的调整和整合,制定了新的培养方案和课程体系。目前,专业合并后的培养方案、教学计划和教材已经执行和使用了几个循环,收到了一定的效果,但也暴露出一些问题。由于合并的专业多,而合并前的各专业又有各自的优势和特色,在课程体系、教学内容安排上存在比较明显的“拼盘”现象;在教学计划、办学特色和课程体系等方面存在一些不太完善的地方;在具体课程的教学大纲和课程内容设置上,还存在比较多的问题,如课程内容衔接不当、部分核心知识点遗漏、不少教学内容或知识点多次重复、知识点的设计难易程度还存在不当之处、学时分配不尽合理、实验安排还有不适当的地方等。这些问题都集中反映在教材上,专业调整后的教材建设尚缺乏全面系统的规划和设计。

针对上述问题,哈尔滨工业大学机电工程学院从“机械设计制造及其自动化”专业学生应具备的基本知识结构、素质和能力等方面入手,在校内反复研讨该专业的培养方案、教学计划、培养大纲、各系列课程应包含的主要知识点和系列教材建设等问题,并在此基础上,组织召开了由哈尔滨工业大学、吉林大学、东北大学等9所学校参加的先进制造理论研究与工程技术系列教材建设工作会议,联合建设专业教材,这是建设高水平专业教材的良好举措。因为通过共同研讨和合作,可以取长补短、发挥各自的优势和特色,促进教学水平的提高。

会议通过研讨该专业的办学定位、培养要求、教学内容的体系设置、关键知识点、知识内容的衔接等问题,进一步明确了设计、制造、自动化三大主线课程教学内容的设置,通过合并一些课程,可避免主要知识点的重复和遗漏,有利于加强课程设置上的系统性、明确自动化在本专业中的地位、深化自动化系列课程内涵,有利于完善学生的知识结构、加强学生的能力培养,为该系列教材的编写奠定了良好的基础。

本着“总结已有、通向未来、打造品牌、力争走向世界”的工作思路,在汇聚多所学校优势和特色、认真总结经验、仔细研讨的基础上形成了这套教材。参

加编写的主编、副主编都是这几所学校在本领域的知名教授,他们除了承担本科生教学外,还承担研究生教学和大量的科研工作,有着丰富的教学和科研经历,同时有编写教材的经验;参编人员也都是各学校近年来在教学第一线工作的骨干教师。这是一支高水平的教材编写队伍。

这套教材有机整合了该专业教学内容和知识点的安排,并应用近年来该专业领域的科研成果来改造和更新教学内容、提高教材和教学水平,具有系列化、模块化、现代化的特点,反映了机械工程领域国内外的新发展和新成果,内容新颖、信息量大、系统性强。我深信:这套教材的出版,对于推动机械工程领域的教学改革、提高人才培养质量必将起到重要推动作用。

**蔡鹤皋**

**哈尔滨工业大学教授**

**中国工程院院士**

**2009年2月哈工大**

## 第2版前言

“机械制造技术基础”是1998年国家调整本科专业后由教学指导委员会推荐的专业骨干课之一。作者整合了“金属切削原理”、“金属切削机床概论”、“机械制造工艺学”、“机床夹具设计”及“金属切削刀具”课程的主要内容,并结合多年的教学科研实践,对专业课程体系进行了调整,重构了较系统的专业知识群,编写了这本具有一定特色的专业基础教材。

此次再版是在第1版基础上,第2章增加了切削工具硬质合金牌号的2008年新国标,第3章增加了有关鳞刺方面的内容,新增加了第4章金属切削刀具基础,第6章在内容上作了较大的修改,第7章对相关符号作了与第3章的一致化处理。

总之,力求做到满足机械工程领域“卓越工程师”培养所需要的机械加工方面的专业基础知识的要求,在贯彻名词、术语、符号及单位的国家标准的前提下,力求语言精练、概念清楚、定义准确、图文并茂,并考虑书中各章节间及相关课程间的衔接,做到不重复。

本书共8章,内容包括:绪论、机械制造过程的基础知识、金属切削原理、金属切削刀具基础、机床夹具设计基础、机械加工质量的影响因素及控制、机械加工工艺规程制订、机器的装配工艺。

本书由哈尔滨工业大学的李旦、韩荣第、陈明君和东北大学的巩亚东任主编。第1、2、3章由韩荣第和唐艳丽编写,第4章由王娜君和吴健(哈工大威海)编写,第5章由邵东向和李旦编写,第6章由巩亚东、李旦和韩荣第编写,第7章由王广林和李旦编写,第8章由陈明君和李旦编写。全书由李旦和韩荣第统稿、定稿。

尽管作者对第1版中的疏漏和不当之处做了适当的修改并力求无误,但由于水平所限,书中仍会有不妥和疏漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2010年12月于哈尔滨

# 目 录

## 第 1 章 绪论

- 1.1 制造与制造技术 ..... (1)
- 1.2 机械制造业的发展及在国民经济中的地位 ..... (2)
- 1.3 课程内容体系与特点 ..... (5)
- 复习思考题 ..... (6)

## 第 2 章 机械制造过程的基础知识

- 2.1 机械制造过程的基本概念 ..... (7)
- 2.2 机械加工的最基本方法——切削加工方法 ..... (14)
- 2.3 机床的基本概念 ..... (27)
- 2.4 刀具的基本概念 ..... (34)
- 复习思考题 ..... (50)

## 第 3 章 金属切削原理

- 3.1 金属切削过程 ..... (52)
- 3.2 切削力 ..... (66)
- 3.3 切削热与切削温度 ..... (78)
- 3.4 刀具磨损与破损及使用寿命 ..... (85)
- 3.5 改善工件材料的切削加工性 ..... (96)
- 3.6 合理选用切削液 ..... (100)
- 3.7 刀具合理几何参数的选择 ..... (106)
- 3.8 合理切削用量的选择 ..... (115)
- 3.9 磨削 ..... (121)
- 复习思考题 ..... (136)

## 第 4 章 金属切削刀具基础

- 4.1 车刀 ..... (138)
- 4.2 孔加工刀具 ..... (143)
- 4.3 铣削与铣刀 ..... (151)
- 4.4 拉削与拉刀 ..... (158)
- 4.5 齿轮刀具 ..... (166)
- 4.6 自动化加工用刀具 ..... (169)
- 复习思考题 ..... (172)



## 第5章 机床夹具设计基础

5.1 概述 .....	(174)
5.2 工件在夹具中的定位 .....	(177)
5.3 工件在夹具中的夹紧 .....	(189)
5.4 夹具的对定 .....	(195)
5.5 机床专用夹具的设计步骤 .....	(199)
复习思考题 .....	(200)

## 第6章 机械加工质量的影响因素及控制

6.1 概述 .....	(204)
6.2 机械加工精度的影响因素及控制 .....	(209)
6.3 加工误差的统计分析 .....	(228)
6.4 机械加工表面质量的影响因素及控制 .....	(235)
6.5 机械加工过程中的振动及控制 .....	(243)
复习思考题 .....	(250)

## 第7章 机械加工工艺流程制订

7.1 概述 .....	(252)
7.2 零件的工艺性分析及毛坯的选择 .....	(253)
7.3 机械加工工艺过程设计 .....	(255)
7.4 机械加工工序设计 .....	(263)
7.5 数控加工工艺 .....	(276)
7.6 机械加工工艺过程的生产效率与经济性分析 .....	(279)
复习思考题 .....	(282)

## 第8章 机器的装配工艺

8.1 概述 .....	(284)
8.2 装配尺寸链 .....	(286)
8.3 保证装配精度的方法 .....	(292)
8.4 装配工艺规程的制订 .....	(309)
复习思考题 .....	(313)

参考文献 .....	(316)
------------	-------

### 1.1 制造与制造技术

纵观人类社会的历史可知,人类社会的发展是离不开人类的生产活动的,按照生产即为制造的观点,人类社会的发展是离不开制造活动的。

#### 1.1.1 生产(制造)的三种型式

按照生产(制造)过程的特点,可将现实社会中的生产分为连续型生产、离散型生产及混合型生产三种型式。

如:石油、化工及冶金生产即属连续型生产,机械、电子及轻工产品的生产属离散型生产,食品、造纸生产则属混合型生产。

连续型生产的特点是:工艺流程及设备相对固定不变,生产设备 24 小时不间断运行。

离散型生产的特点是:其产品是由离散的、相互联系的零部件组装而成的,生产过程比较复杂,工序及中间环节较多,工序之间有在制品的存储与运输,生产周期较长,生产管理的难度也较大。

混合型生产则兼有离散型生产与连续型生产的特点。

#### 1.1.2 狭义制造与广义制造

在很长一段时间里,制造往往被理解为将原材料或半成品经加工和装配变为产品的过程。这是狭义制造的概念,也称“小制造”,它只包括毛坯制造、零件加工、检验与装配、包装与运输等,主要考虑的是制造企业内部的物质流。

而在市场经济条件下,对市场的快速响应及产品的生命周期显得特别重要,因此制造必须包括市场分析、经营决策、设计与加工装配、质量控制、销售、运输、售后服务及报废回收等全过程。这就是广义制造的概念,即“大制造”,它必须同时考虑物质流与信息流两个方面。

#### 1.1.3 制造技术与机械制造技术

##### 1. 制造技术的概念

制造技术是指要完成前述制造活动所需要的一切手段的总和,手段包括:所运用的知识和技能,可利用的物质和工具以及可采用的各种有效方法等。这些是制造企业的技术支柱和持续发展的根本动力。

与广义制造的概念相对应,制造技术也有广义与狭义之分。广义制造技术要涉及制造活动的各个方面及其全过程,是从概念产品到最终产品的集成活动与系统工程,是一个功能

体系和信息处理系统。而狭义制造技术则是指机械加工与装配工艺技术。

### 2. 制造技术发展的三阶段

从人类社会发展的历史还可知,人类社会的发展在很大程度上要受到制造技术水平的制约。人类制造技术的发展大体经历了靠工匠手艺的手工业生产、设计制造分家的大工业生产及制造系统的虚拟现实工业生产三个阶段。

#### (1) 手工业生产阶段

制造手段和水平较低,生产规模是个体的小作坊,体力与脑力很难分开,设计与制造合一,技术水平仅取决于制造的经验,多为单件与小批量生产方式,基本能适应当时人类社会发展的需求。

#### (2) 大工业生产阶段

制造手段和水平有了很大提高,其特点是单一品种的大批量生产,由于严格的分工和生产进度形成了流水生产线及自动生产线,使得设计与制造分家,体力与脑力分离。由于人类生活水平的不断提高和科学技术日新月异的发展,产品更新换代的速度不断加快,快速响应与多品种单件小批量生产的市场需求就成了突出矛盾。

#### (3) 虚拟现实工业生产阶段

为快速响应市场需求而进行高效的单件小批量生产,必须借助于信息技术、计算机技术与网络技术,采用集成制造、并行工程、计算机仿真、虚拟制造、动态联盟、电子商务等举措,将设计与制造高度结合起来进行计算机辅助设计制造与装配(CAD、CAM、VA)、计算机辅助工艺设计(CAPP)和数控加工,使产品在设计阶段就可能发现制造中的问题而进行改进设计。同时可集全球的制造资源进行世界范围的合作生产,缩短上市时间,提高产品质量。该阶段充分体现了体力与脑力的高度结合。

### 3. 机械制造技术

机械制造技术即机械产品制造过程中所需要的一切手段的总和,此为本课程研究的重点内容。用机械制造技术从事机械产品制造的行业称为机械制造业。

## 1.2 机械制造业的发展及在国民经济中的地位

### 1.2.1 机械制造业的发展

人类文明的发展与制造业的进步密切相关。早在石器时代,人类就开始利用天然石料制作工具,用其猎取自然资源为生。到了青铜器和铁器时代,人们开始采矿、冶炼、铸造工具,并开始制作纺织机械、水利机械与运输车辆等,以满足以农业为主的自然经济的需要。此时,采用的是作坊式的以手工劳动为主的手工业生产方式。

#### (1) 近代生产方式

直至18世纪70年代,以瓦特改进蒸汽机为代表,引发了第一次工业革命,产生了近代工业化的生产方式,手工劳动逐渐被机器生产所代替,机械制造业逐渐形成规模。到19世纪中叶,电磁场理论的建立为发电机和电动机的产生奠定了基础,从而迎来了电器时代。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。所有这些都使机械制造业发生了重大变革,机械制造业从而进入了快速发展时期。

## (2) 大批量生产方式

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,标志机械制造业进入了“大批量生产”(Mass Production)时代。以汽车工业为代表的大批量自动化生产方式使得生产效率获得了极大地提高,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。

## (3) 多品种中小批量生产方式

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一次新的飞跃。传统的自动化生产方式只有在大批量生产条件下才能实现,而数控机床的出现则使中小批量生产自动化成为可能。科学技术的高速发展,促进了生产力的极大提高。传统的大批量生产方式已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。

## (4) 新制造哲理与生产模式

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,市场竞争更加激烈。为了适应新形势,在机械制造领域提出了许多新的制造哲理和生产模式,如计算机集成制造 CIM (Computer Integrate Manufacturing)、精良生产 LP (Lean Production)、并行工程 CE (Current Engineering)与敏捷制造 AM (Agile Manufacturing)等。

① 计算机集成制造 CIM 是信息技术和传统技术相结合的产物,其宗旨是提高制造企业的生产效率和市场的响应能力,其核心在于利用信息技术使企业的各个“自动化孤岛”和生产全过程集成起来,以取得更大的效益。

② 精良生产 LP 是对日本丰田公司生产方式的一种描述,其实质是除掉生产活动中的一切“冗余”,实行准时生产 JIT (Just In Time)。

③ 并行工程 CE 是对产品及相关过程(制造过程和支持过程)进行并行与一体化设计的一种系统化的工作模式。这种工作模式力图使设计者从一开始就考虑到产品全生命周期中的所有因素,最大限度地缩短产品开发周期,减少设计失误。

④ 敏捷制造 AM 提出“虚拟企业”的概念,意在建立柔性化、模块化的设计方法和制造系统的基础上,实现企业内部与外部更广泛的集成,以进一步增强快速响应市场能力和形成竞争优势。

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。

## 1.2.2 机械制造业在国民经济中的地位

制造业在国民经济中的地位可以用以下几个简单的数字来说明:在美国,68%的财富来源于制造业;在日本,国民经济总产值的49%由制造业提供。在先进的工业化国家中,约有1/4的人口从事制造业,在非制造业部门中,又有约半数人员的工作性质与制造业密切相关。据美国国家生产力委员会调查,在企业生产力构成中,制造技术的作用约占62%。

在整个制造业中,机械制造业占有特别重要的地位。因为机械制造业是国民经济的装备部,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。因而,各发达国家都把发展机械制造业放在突出的位置上。

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,机械制造业功不可没,其中,日本最具有代表性。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了全面支持,并抓住机械制造的关键技术——精密工程、特种加工和制造系统自动化,使日本在战后短短 30 年里,一跃成为世界经济大国。

与此相反,美国自 20 世纪 50 年代后,曾在相当一段时间内忽视了制造技术的发展。美国政府历来认为生产制造是企业界的事,政府不必介入;而美国学术界则只重视理论成果,忽视实际应用,一部分学者还错误地主张应将经济中心由制造业转向高科技产业和第三产业。结果导致美国经济严重衰退,竞争力明显下降,汽车、家电等行业不敌日本。直到 20 世纪 80 年代初,美国政府才开始认识到问题的严重性。白宫的一份报告指出:美国在重要的、高速增长的技术市场上失利的一个重要原因是美国没有把自己的技术应用到制造上。自此,美国政府在进行深刻反省之后,重新确立了制造业的地位,并对制造业给予了实质性的和强有力的支持,制定并实施了一系列振兴美国制造业特别是机械制造业的计划,其效果十分显著,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。

### 1.2.3 我国的机械制造业

我国早在 50 万年以前的远古时代,已开始使用石器和钻木取火的工具。公元前 16 世纪~公元前 11 世纪的商代,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先于欧洲近千年。到了明代(1368—1644),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、磨床和刀具刃磨机床的雏形。但近两个世纪由于帝国主义的侵入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,中国的机械制造业几乎为零。

新中国成立以来的 50 多年间,我国机械制造业有了很大的发展,开始拥有了自己独立的汽车工业、航天航空工业等技术难度较大的机械制造工业。大约经历了三个阶段:①全面引进前苏联先进技术阶段;②自力更生阶段;③全方位引进跟踪阶段。特别是改革开放以来,我国机械制造业充分利用国外的资金和技术,进行了较大规模的技术改造,制造技术、产品质量和水平及经济效益有了很大的提高,为推动国民经济的发展起了重要作用。

但与工业发达国家相比,我国机械制造业的水平还存在差距。例如,2007 我国年机床拥有量达 500 万台,远超过发达国家,机床消费自 2001 年以来连续 8 年居世界第一位,但机床功能远未充分发挥出来;2007 年我国数控机床拥有量已达 60 万台,约占机床总量的 12%,即数控化率已达 12%;2008 年我国机床产值数控化率已达 48.6%,比 2007 年提高了 3.7%,机床产值居世界第 3 位(日本、德国分居 1、2 位),进口和消费居世界第 1 位,出口居世界第 6 位;2009 年虽受经济危机影响,我国机床产量数控化率仍达 24.8%。虽然从数量上看与日本、美国相当,但中、高档数控机床偏少,致使有些高端设备仍需进口,机械制造业的人均产值仍很低。

面对越来越激烈的国际市场竞争,我国机械制造业面临着严峻的挑战与机遇。改革开放 30 年来,我国的机械制造业取得了巨大成就,从引进消化吸收向自主创新迈出了坚实步伐。我国已成为世界机械制造大国,机械制造业自主化水平显著提高,我国机械产品的国内市场自给率已从改革开放初的不足 60% 上升为 2008 年的 80% 以上。制造业已形成欧、亚、美三分天下的格局,世界经济重心已经或正在向亚洲转移,但我国的装备制造业仍必须走国际化与自主开发相结合的道路,因为发达国家并不愿看到中国真正强大起来,关系到我国国

计民生和国防安全的产业,他们是不会转移或合资的。为此我们必须面对挑战,抓住机遇,深化改革,奋发图强,使“中国制造”变成“中国创造”,把机械制造大国变成机械制造强国,争取在不太长时间内,赶上世界先进水平。

## 1.3 课程内容体系与特点

### 1.3.1 课程内容体系

本课程的内容体系是从获得工件成形表面的机械加工方法与机械加工工艺流程入手,首先讲授完成从毛坯到零件所需的机械加工工艺系统的组成单元——机床、刀具与工件各方面的基础知识、基本原理与基本规律(包括术语、定义、切削过程产生的变形、力、热、磨损等物理现象)、提高生产效率的措施(包括改善材料切削加工性、使用性能好的切削液、选择刀具合理几何参数和合理的切削用量)及磨削加工的基本概念;接着讲授切削刀具使用与设计的基础知识;然后讲授工艺系统组成的另一单元——夹具的设计基础;再后讲授影响工件的机械加工质量(加工精度和表面质量)的因素及改善措施;接着再以工件为载体讲授要达到加工质量和生产效率的要求,必须进行工艺规程制订及其所需的相关知识;最后讲授用零件装配成合格部件或机器所需的相关装配工艺知识。从而完成了从毛坯到整台机器的全部机械加工工艺流程与装配过程所需基本知识的讲授。

### 1.3.2 课程特点

本课程的特点及针对其特点在学习方法上应注意的问题可归纳成如下几点:

#### (1) 综合性

机械制造是一门综合性很强的工程技术,要用到多种学科的理论和方法,包括物理学与化学的基本原理,数学与力学的基本方法,以及机械学、材料科学、电子学、控制科学与管理科学等多方面的知识。而现代机械制造技术更有赖于计算机技术、信息技术和其他高技术的发展,反过来机械制造技术的发展又极大地促进了这些高技术的发展。

针对机械制造技术综合性强的特点,学习时要特别注意紧密联系和综合运用学过的知识,应用多种学科的理论和方法来分析和解决机械制造过程中的实际问题。

#### (2) 实践性

机械制造技术本身是机械制造生产实践的总结,因此具有极强的实践性。机械制造技术是一门工程技术,它所采用的基本方法是“综合”,要求针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;同时又要及时将其应用于实践中用以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实践活动进行指导和约束。

针对机械制造技术实践性强的特点,学习时要特别注意理论紧密联系生产实际。一方面,我们应看到生产实践中蕴藏着丰富的知识和经验,其中有很多知识和经验是书本中找不到的,我们不仅要虚心学习这些知识和经验,更要注意总结和提高,使之上升到理论的高度。另一方面,也应看到生产实践中还存在一些不正确和不合理的东西,需要不断加以改进和完善,即使是技术先进的生产企业也是如此。这就要求我们要善于运用所学知识,分析和处理

生产实践中的各种问题,即用理论指导生产实践,不断提高机械制造技术水平。

### (3) 灵活性

生产活动是极其丰富的,同时又是各异多变的。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情况,如生产规模的大小、技术力量的强弱、设备资金与人员状况等等。对于不同的生产条件,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、产品结构及生产实际情况,可以采用不同的工艺方法和工艺路线。这充分体现了机械制造技术的灵活性。

针对机械制造技术灵活性强的特点,学习时要特别注意充分理解机械制造技术的基本概念,向生产实际学习,积累和丰富实际知识和经验,牢固掌握机械制造技术的基本理论和方法以及它们的灵活应用。

### 复习思考题

- 1.1 现实生产分为哪几种型式? 其生产过程有何特点?
- 1.2 如何理解“大制造”与“小制造”、制造技术与机械制造技术的概念?
- 1.3 制造技术的发展可分哪几个阶段? 各阶段有何特点?
- 1.4 机械制造业的发展经历了哪些阶段? 简述 20 世纪 80 年代以来机械制造领域提出了哪些新制造哲理与生产模式?
- 1.5 试说明机械制造业在整个制造业中的地位并说明如何看待我国的机械制造业。

## 第 2 章

# 机械制造过程的基础知识

## 2.1 机械制造过程的基本概念

### 2.1.1 机械制造工艺方法

从物料的加工前后有无变化或变化方向考虑,可将机械制造工艺方法分为材料成形法、材料去除法、材料累加法三类。

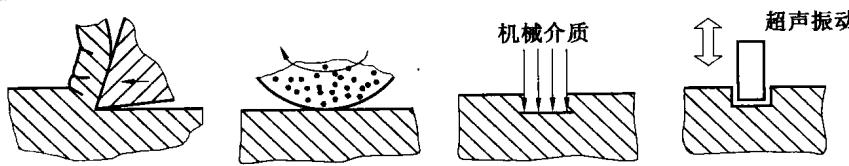
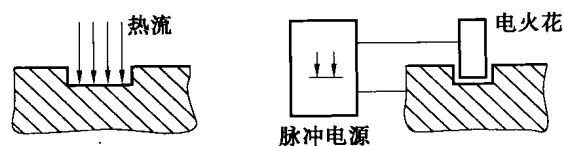
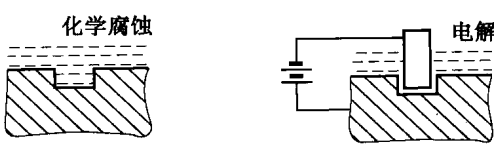
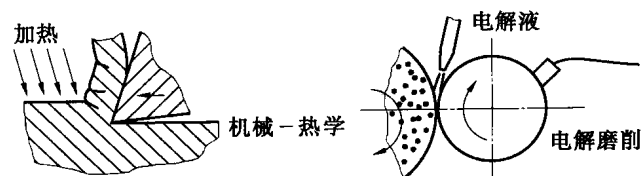
#### 1. 材料成形法

材料成形法包括铸造、锻造、冲压、粉末冶金与注塑成形法。

#### 2. 材料去除法

材料去除法包括机械力去除法、热能去除法、化学去除法和复合去除法(见表 2.1)。

表 2.1 材料去除法的分类

变化过程类型	材料去除法示意图
机械过程	
热学过程	
化学过程	
复合过程	



(1) 机械力去除法:传统方法是切削与磨削、研磨与抛光,还包括高压水、磨料喷射与超声加工等。

(2) 热能去除法:电火花、电子束、离子束与激光束。

(3) 化学去除法:电解、电腐蚀与电铸,靠化学溶剂的腐蚀溶解去除余量。

(4) 复合去除法:可以是机械与热能、机械与化学或机械与电(磁)的复合。

一般认为热能去除法与化学去除法属特种加工。

### 3. 材料累加法

其传统方法是焊接、粘接与铆接法。现代方法是近些年出现的快速原型制造法 RPM (Rapid Prototype Manufacturing),它将计算机辅助设计 CAD(Computed Aided Design)、计算机辅助制造 CAM(Computed Aided Manufacturing)、计算机数控 CNC(Computer Numerical Control)、精密伺服驱动与新材料等先进新技术集于一体,依据计算机上构成的产品三维设计模型,对其进行分层切片得到各层的二维轮廓,再利用激光束对这些轮廓有选择地切割一层层的纸(或固化一层层的液态树脂,或烧结一层层的粉末材料,或沉积一层层的金属),或利用喷射源选择地喷射一层层的粘接剂或热熔材料等形成一个薄层,再由此逐步叠加成三维实体(见图 2.1)。

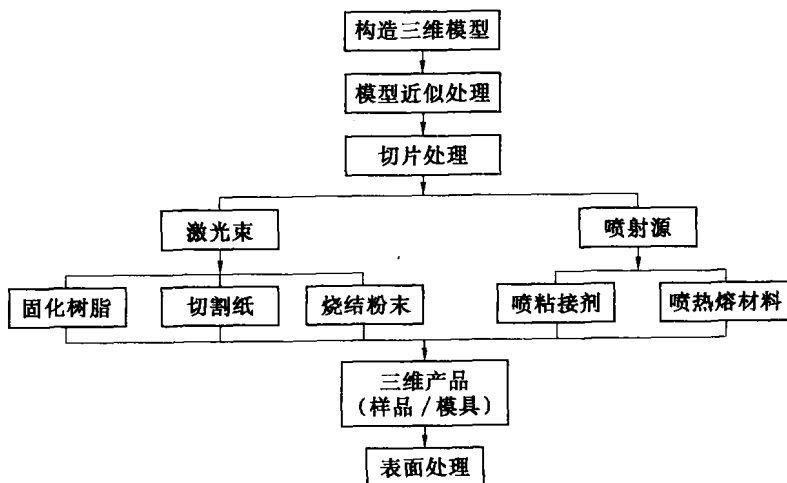


图 2.1 快速原型制造过程

## 2.1.2 生产纲领与生产类型

### 1. 生产纲领

生产纲领通常也称年产量,是指企业在生产计划期内应当生产的产品数量。产品某零件的生产纲领  $N$  除包括产品计划外,还应包括一定的备品率  $\alpha$  和平均废品率  $\beta$ ,即

$$N = Qn(1 + \alpha + \beta) \quad (2.1)$$

式中  $Q$ ——产品的年产量;

$n$ ——每种产品中该零件的数量。

### 2. 生产类型

生产类型是指企业(或车间)按生产专业化程度进行的分类。生产纲领确定后,需依车