

先进制造技术导论

李梦群 庞学慧 王 凡 主编
刘春美 马 峻 参编



国防工业出版社
National Defense Industry Press

先进制造技术导论

李梦群 庞学慧 王凡 主编
刘春美 马峻 参编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要包括:先进制造技术概述,现代设计技术,先进制造工艺技术,制造自动化技术,先进管理理念与技术,先进制造战略、理念、模式等。

本书知识面广、信息量大、内容翔实、新颖,反映了近年来国内外先进制造技术的最新发展;论述深入浅出,图文并茂。既可以作为机械设计制造及其自动化、工业工程、机械电子工程等专业的本科生教材,也可供研究生、工程技术人员、科研人员参考,还可以作为自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

先进制造技术导论 / 李梦群等主编. —北京:国防工业出版社,2005.5

ISBN 7-118-03864-4

I. 先... II. 李... III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 044547 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 23 526 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:35.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

序

现代制造已不仅仅是机械制造,而且具有“大制造、全过程、多学科”的新特点。“大制造”应包括光机电产品的制造、工业流程制造、材料制造等,它是一个广义制造的概念。从制造的方法来看,它不仅包括机械加工的方法,还应包括高能束加工方法、微细机械加工方法、电化学加工方法、生物制造方法等。“全过程”,不仅包括毛坯到成品的加工制造过程,还包括产品的市场信息分析,产品决策,产品的设计、加工和制造过程,产品销售和售后服务,报废产品的处理和回收,以及产品全生命周期的设计、制造和管理。“多学科”,则是指现代制造科学是微电子、计算机、自动化、网络通信等信息科学、管理科学、生命科学、材料科学与工程和制造科学的交叉。所以,现代制造是以制造科学为主体,多学科交叉、渗透、融合和不断创新的产物。

先进制造技术作为一个专用名词是在 20 世纪 80 年代末期,美国为了加强其制造业的竞争力和促进国民经济增长,根据其制造业面临的挑战与机遇,并对其制造业存在的问题进行深刻反省而提出的。先进制造技术是集成制造技术、电子技术、信息技术、自动化技术、能源技术、材料科学以及现代管理技术等众多技术的交叉、融合和渗透而发展起来的,涉及到制造业中产品设计、加工装配、检测测试、经营管理、市场营销等产品生命周期全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产,提高对动态多变、细分的市场的适应能力和竞争能力为目的的一项综合性技术。

我国在先进制造技术方面和国外有比较大的差距,特别是我国制造业的自动化、信息化水平不高。大力发展和应用先进制造技术,用其改造传统产业和形成高技术产业,提升我国制造业的产业结构、产品结构和组织结构,增强其技术创新能力、产品开发能力和市场竞争能力,是制造业,特别是机械制造业走出困境的关键性措施。这样才能保证我们“世界工厂”地位的确立,实现由制造业大国向制造业强国的转变。

本书编者长期致力于先进制造技术的教学科研工作,对先进制造技术有较深入的了解和掌握,做出过卓有成效的探索和尝试。本书内容翔实、新颖,反映了近年来国内外先进制造技术的最新发展;论述深入浅出,图文并茂。既可以作为机械设计制造及其自动化、工业工程、机械电子工程等专业的本科生教材,也可供研究生、工程技术人员、科研人员参考,还可以作为自学教材。

教授、博士生导师

王爱玲

2005 年 1 月

前 言

随着社会需求个性化、多样化的发展,生产规模沿小批量—大批量—多品种变批量的方向发展,以及以计算机为代表的高技术和现代化管理技术的引入、渗透与融合,不断地改变着传统制造技术的面貌和内涵。先进制造技术作为一个专用名词是在 20 世纪 80 年代末期,是美国根据其制造业存在的问题、面临的挑战与机遇,为加强其制造业的竞争力和促进国民经济增长而提出的。

先进制造技术是集成制造技术、电子技术、信息技术、自动化技术、能源技术、材料科学以及现代管理技术等众多技术的交叉、融合和渗透而发展起来的,涉及到制造业中产品设计、加工装配、检测测试、经营管理、市场营销等产品生命周期全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产,提高对动态多变、细分的市场的适应能力和竞争能力为目的的一项综合性技术。

人类社会在跨入新世纪的同时也逐渐由工业经济时代步入知识经济时代,全球经济正处于一个动态的变革时期,制造业面临更为严峻的挑战。在知识经济时代,知识和技术被认为是提高生产率和实现经济增长的驱动器。因此,先进制造技术已成为制造企业在激烈市场竞争中立于不败之地并求得迅速发展的关键因素,成为世界经济发展和满足人类日益增长需要的重要支撑,成为加速高新技术发展和实现国防现代化的助推器。

随着我国加入 WTO,我国的经济越来越融入到全球化的经济浪潮中。由于我国巨大的市场潜力和低成本劳动力优势,改革开放的政策,经济的持续发展以及我国政府的支持和引导,愈来愈多的国外企业到我国投资,我国正在成为世界的工厂。我国制造业在世界制造业中比重持续不断地上升,经济势力不断提升,正在迅速逼近世界制造中心的位置。

但是,我国在先进制造技术方面和国外有比较大的差距,特别是我国制造业的自动化、信息化水平不高,这些方面必须有一个长足的进步才能保证我们“世界工厂”地位的确立,实现由制造业大国向制造业强国的转变。为使制造业水平尽快赶上先进发达国家,我国迫切需要大批高素质的专业人才。因此,为了更好地适应科技与生产的发展,满足教学与科研的需要,我们组织并编写了这本《先进制造技术导论》,旨在将先进制造技术和理念介绍给广大读者,以开阔他们的专业视野,培养他们的创新意识和创新能力,使其巩固所学基础理论,掌握制造技术的最新发展,提升专业素质和专业能力。

本书系统地介绍了各种先进制造技术和先进制造理念,论述了各自的特点、构成、技术内涵及其应用,力求反映当前机械工程领域的先进制造技术及先进制造理念,具有以下特色:

(1) 语言简练、质朴,避免概念堆积、术语罗列,讲清每一项技术是什么,应用该项技术能解决什么问题,达到使读者对先进制造技术有一个基本的认识。

(2) 先进性与传统性相结合。在介绍各种先进制造技术的同时,并没有忽略对传统制造技术的介绍,既保证了技术的连贯与延续性,更体现了技术的连续性。

(3) 理论性与实用性结合。既阐述理论知识,又注意结合工程领域的实际,使广大读者在阅读本书时既能学习理论,又能通过实际应用来领悟和理解理论。

全书共六章。第1章、第4章由李梦群编写,第2章由王凡、刘春美合编,刘春美编写2.12,第3章由庞学慧编写,第5章由刘春美、马峻合编,马峻编写5.5,5.6,第6章由刘春美编写。全书由李梦群、庞学慧、王凡担任主编,完成统稿、修改。

在本书的编写过程中,中北大学博士生导师王爱玲教授给予了多方面的指导,提供了许多具体的帮助,并为该书作序;承蒙中北大学白恩远教授、常兴教授、李瑞琴博士审阅;中北大学机械工程系领导及同事们给予了大力支持与无私帮助;本书的出版得到了校教材建设委员会、教务处领导、教材科领导的鼎力支持和中北大学“十五”教材建设规划的资助。在此,向他们致以衷心的感谢。在编写过程中参阅了大量的文献与资料,限于篇幅,没有一一罗列,在此也一并向原作者表示感谢。

本书内容翔实、新颖,反映了近年来国内外先进制造技术的最新发展;论述深入浅出,图文并茂。既可以作为机械设计制造及其自动化、工业工程、机械电子工程等专业的本科生教材,也可供研究生、工程技术人员、科研人员参考,还可以作为自学教材。

由于先进制造技术所涉及的内容广泛、学科跨度大,并且先进制造技术发展迅猛,加之编者的水平和视野所限,本书所存在的不足、疏漏,甚至错误之处,恳请读者批评指正。

编 者
于中北大学
2005.4.8

目 录

第 1 章 先进制造技术概述	1
1.1 制造技术的基本概念与发展概况	1
1.1.1 制造与制造业	1
1.1.2 制造系统与制造技术	2
1.1.3 制造系统分类	2
1.1.4 制造业在国民经济中的地位	3
1.1.5 传统制造业及其技术的发展	5
1.1.6 现代制造及其技术的发展	5
1.1.7 制造业发展过程中竞争的焦点和策略	6
1.2 21 世纪制造业的主要特点	7
1.2.1 21 世纪制造业的市场特征	7
1.2.2 21 世纪的产品特征	8
1.2.3 未来制造型企业的特征	9
1.2.4 我国未来制造业的特点	10
1.3 21 世纪制造业面临的挑战	12
1.3.1 21 世纪制造业面临的挑战	12
1.3.2 我国机械制造业的发展与差距	13
1.4 先进制造技术的提出和进展	15
1.4.1 先进制造技术产生背景	15
1.4.2 先进制造技术的提出	16
1.4.3 各国先进制造技术的发展概况	17
1.5 先进制造技术的内涵及体系结构	19
1.5.1 先进制造技术的内涵和特点	19
1.5.2 先进制造技术的体系结构	20
1.5.3 先进制造技术的分类	23
1.6 先进制造技术发展趋势及我国先进制造技术的发展战略	25
1.6.1 先进制造技术的发展趋势	25
1.6.2 我国先进制造技术的发展战略	27
第 2 章 现代设计技术	29
2.1 现代设计技术的内涵与体系结构	29
2.1.1 现代设计技术的内涵和特点	29

2.1.2	现代设计技术体系	34
2.2	并行设计——现代设计方法学之一	35
2.2.1	并行设计概念产生的背景和过程	36
2.2.2	并行设计的技术特征	37
2.2.3	并行设计中的关键技术	38
2.2.4	并行设计的技术经济效益	40
2.3	反求工程——现代设计方法学之二	41
2.3.1	反求工程定义	42
2.3.2	反求工程技术的研究对象和研究内容	43
2.3.3	反求工程的基本步骤	45
2.3.4	反求工程的关键技术	46
2.3.5	商品化的反求工程软件简介	49
2.4	模块化设计——现代设计方法学之三	50
2.4.1	模块化设计的基本概念和方法	50
2.4.2	模块化系统的分类	53
2.4.3	模块化设计的步骤	54
2.4.4	模块化设计的关键	55
2.4.5	模块化设计的技术经济价值	56
2.4.6	模块化设计的现状与趋势	59
2.5	价值工程——现代设计方法学之四	60
2.5.1	价值工程的基本概念	61
2.5.2	价值工程的特征	62
2.5.3	价值工程的工作程序	63
2.5.4	价值工程的技术方法	65
2.6	质量功能配置——现代设计方法学之五	67
2.6.1	质量功能配置的基本原理	68
2.6.2	系统的质量功能配置过程及其特点	72
2.7	工业设计技术——现代设计方法学之六	73
2.7.1	工业设计学科的形成	74
2.7.2	工业设计的特征及内涵	75
2.7.3	工业设计基本方法	75
2.7.4	工业设计发展新动向	78
2.8	计算机辅助设计——计算机辅助设计技术之一	79
2.8.1	计算机辅助设计的功能与含义	80
2.8.2	计算机辅助设计技术的产生及发展	81
2.8.3	计算机辅助设计的关键技术	82
2.8.4	计算机辅助设计研究热点与展望	83
2.9	优化设计——计算机辅助设计技术之二	87
2.9.1	优化设计问题	87

2.9.2	优化设计的数学模型和求解	88
2.9.3	最优化设计技术的现状和未来	94
2.10	模拟仿真与虚拟设计——计算机辅助设计技术之三	95
2.10.1	概述	96
2.10.2	模拟仿真技术的发展	98
2.10.3	模拟仿真技术的三大组成部分	100
2.10.4	模拟仿真软件介绍	101
2.10.5	模拟仿真、虚拟设计技术发展趋势及发展热点	103
2.11	可靠性设计——可信性设计技术之一	104
2.11.1	可靠性的概念及其发展	105
2.11.2	可靠性设计的主要内容	106
2.11.3	可靠性设计的常用指标	106
2.11.4	机械零件可靠性设计	109
2.11.5	系统的可靠性预测	112
2.11.6	系统可靠性分配	114
2.11.7	可靠性试验	114
2.12	动态设计——可信性设计技术之二	115
2.12.1	概述	116
2.12.2	动态分析	116
2.12.3	动态设计	118
2.12.4	动态设计中的非线性问题——机构弹性动力学	122
2.12.5	动态设计的发展趋势与关键技术	123
第3章	先进制造工艺技术	124
3.1	先进成形技术	124
3.1.1	精密铸造成形技术	124
3.1.2	精密高效塑性成形技术	127
3.2	先进热处理技术	131
3.2.1	可控气氛热处理	132
3.2.2	真空热处理	134
3.2.3	离子化学热处理	135
3.2.4	激光表面合金化	136
3.3	现代表面技术	138
3.3.1	表面技术的涵义	138
3.3.2	表面技术的分类	138
3.3.3	典型现代表面技术简介	139
3.4	超高速加工技术	148
3.4.1	超高速加工技术的产生与发展	148
3.4.2	超高速加工技术的内涵	150

3.4.3	超高速加工技术的优越性	150
3.4.4	超高速切削的相关技术	151
3.4.5	超高速磨削的相关技术	157
3.5	超精密加工技术	159
3.5.1	概述	159
3.5.2	超精密切削加工	162
3.5.3	超精密磨料加工	165
3.5.4	超精密加工设备	171
3.6	微细加工技术	174
3.6.1	微型机械与微细加工技术概述	174
3.6.2	半导体微细加工技术	175
3.6.3	LIGA 技术	177
3.6.4	微细电火花加工	178
3.6.5	微细切削加工技术	180
3.7	高能束加工	180
3.7.1	电子束加工	181
3.7.2	离子束加工	184
3.7.3	激光加工	188
3.8	复合加工技术	191
3.8.1	概述	191
3.8.2	电解在线修整磨削	192
3.8.3	电解电火花机械磨削	192
3.8.4	电解磨削	193
3.8.5	电火花磨削	193
3.8.6	超声波电解加工	194
3.8.7	磨料水射流加工	194
3.9	快速原型制造技术	195
3.9.1	快速原型制造技术的产生与发展	195
3.9.2	RPM 技术原理	196
3.9.3	典型的 RPM 工艺方法	196
3.9.4	RPM 技术发展现状	198
3.9.5	RPM 技术的应用	200
3.9.6	RPM 技术的发展趋势	203
第 4 章	制造自动化技术	205
4.1	制造自动化技术概述	205
4.1.1	制造自动化技术内涵	205
4.1.2	制造自动化技术的发展历程及现状	206
4.1.3	制造自动化技术的发展趋势	210

4.2 机床数控技术	211
4.2.1 数控技术概况	212
4.2.2 计算机数字控制(CNC)系统	215
4.2.3 机床伺服系统	220
4.2.4 数控加工编程技术	222
4.2.5 机床数控技术发展趋势	225
4.3 工业机器人	227
4.3.1 工业机器人的定义、组成与分类	228
4.3.2 工业机器人的技术地位	231
4.3.3 工业机器人发展回顾	231
4.3.4 工业机器人的编程技术	232
4.3.5 工业机器人发展展望	235
4.4 自动化制造系统中的检测监控技术	236
4.4.1 概述	236
4.4.2 传感技术	238
4.4.3 检测与监控技术基础	239
4.4.4 自动化制造系统中主要信号检测方法	240
4.4.5 自动化制造系统中监控技术	244
4.5 柔性制造技术	246
4.5.1 柔性制造系统基本组成	247
4.5.2 FMS 的加工系统	250
4.5.3 FMS 的工件运储系统	252
4.5.4 FMS 的刀具运储系统	256
4.5.5 FMS 的控制与管理系统	259
第5章 先进管理理念与技术	263
5.1 现代管理概述	263
5.1.1 管理的基本概念	263
5.1.2 管理理念与模式的发展	265
5.1.3 面向电子商务的企业管理信息系统的总架构	267
5.1.4 现代管理技术的特点	268
5.2 企业经营战略管理	269
5.2.1 企业战略管理的基本概念	269
5.2.2 企业战略环境分析	271
5.2.3 企业的总体经营战略	272
5.2.4 企业战略管理	275
5.3 企业资源计划(ERP)	276
5.3.1 概述	277
5.3.2 企业资源计划的原理	278

5.3.3	ERP 的组成和各子系统的目标	285
5.3.4	ERP 实例	286
5.4	产品数据管理	287
5.4.1	产品数据管理 PDM	287
5.4.2	PDM 与 ERP 之间的区别和联系	290
5.4.3	基于 PDM 的应用集成	291
5.4.4	PDM 软件及其应用情况	294
5.5	物流系统管理	295
5.5.1	物流系统管理的概念及其发展	295
5.5.2	物流配送中心	297
5.5.3	区域公共配送中心	299
5.5.4	供应链管理	300
5.6	准时生产技术	302
5.6.1	准时生产的含义和目标	302
5.6.2	准时生产的基本思想	302
5.6.3	看板管理	304
第 6 章	先进制造战略、理念、模式	307
6.1	制造领域竞争战略的演变	307
6.1.1	制造业生产方式的历史演变	307
6.1.2	竞争战略的演变	309
6.1.3	制造理念和模式的发展概貌	310
6.1.4	制造模式的概念	310
6.2	计算机集成制造与现代集成制造	311
6.2.1	CIMS 的基本概念与发展概况	311
6.2.2	CIMS 的组成、体系结构与关键技术	314
6.2.3	现代集成制造系统技术概况	318
6.2.4	CIMS 在我国的实施进展	320
6.3	并行工程	321
6.3.1	并行工程的定义	322
6.3.2	并行工程运行模式	323
6.3.3	并行工程特征	324
6.3.4	并行工程关键技术	325
6.3.5	并行工程的支持工具	326
6.4	精益生产	327
6.4.1	精益生产提出的背景	327
6.4.2	精益生产的内涵	328
6.4.3	精益生产模式	329
6.4.4	精益生产的主要内容	331

6.4.5 精益生产的应用	333
6.5 敏捷制造	334
6.5.1 敏捷制造的定义	335
6.5.2 敏捷制造系统的实现技术	337
6.5.3 敏捷制造的一般实施方法	338
6.5.4 敏捷制造对制造业影响	338
6.6 虚拟制造	339
6.6.1 虚拟制造概述	340
6.6.2 虚拟制造的研究内容	341
6.6.3 虚拟制造的技术体系	343
6.6.4 虚拟制造系统的体系结构	345
6.6.5 虚拟制造环境与平台	346
6.6.6 基于 Internet 的虚拟制造系统	347
6.7 生物制造	349
6.7.1 生物制造提出的背景	349
6.7.2 生物制造的概念	350
6.7.3 生物制造研究实例	352
参考文献	354

第 1 章 先进制造技术概述

先进制造技术(Advanced Manufacturing Technology, AMT)是制造业为了适应现代生产环境及市场的动态变化,在传统制造技术基础上通过不断吸收科学技术的最新成果而逐渐发展起来的,是传统制造技术、信息技术、计算机技术、自动化技术与管理科学等多学科先进技术的综合,并应用于制造工程之中所形成的一个学科体系。它的发展总趋势是向精密化、柔性化、网络化、虚拟化、智能化、清洁化、集成化、全球化的方向发展。在以知识为基础、以创新为动力的新经济体系中,制造业正面临着严峻的挑战与机遇。因此,研究和推广应用先进制造技术无疑是十分重要的。本章将概要地介绍制造技术的基本概念、发展概况、面向 21 世纪制造业的特点以及面临的挑战,论述先进制造技术的基本体系结构和技术概貌,在此基础上展望制造技术发展的趋势,并提出我国先进制造技术发展战略。

1.1 制造技术的基本概念与发展概况

1.1.1 制造与制造业

1. 制造

制造是人类所有经济活动的基石,是人类历史发展和文明进步的动力;所谓制造是人类按照市场需求,运用主观掌握的知识和技能,借助于手工或可以利用的客观物质工具,采用有效的工艺方法和必要的能源,将原材料转化为最终物质产品并投放市场的全过程。制造的概念有广义和狭义之分:狭义的制造,系指生产车间内与物流有关的加工和装配过程;而广义的制造,则包括市场分析、产品设计、工艺设计、生产准备、加工装配、质量保证、生产过程管理、市场营销、售前售后服务,以及报废后的回收处理等整个产品生命周期内一系列相互联系的生产活动。随着人类生产力的发展,“制造”的概念和内涵在“范围”和“过程”两个方面大大拓展。

国际生产工程学会 1990 年给“制造”下的定义是:制造是一个涉及制造工业中产品设计、物料选择、生产计划、生产过程、质量保证、经营管理、市场销售和服务的一系列相关活动和工作的总称。

2. 制造业

制造业是指将制造资源,包括物料、设备、工具、资金、技术、信息和人力等,通过制造过程转化为可供人们使用和消费的产品行业的行业。制造业是所有与制造有关的企业群体的总称。制造业涉及到国民经济的许多部门,包括一般机械、食品工业、化工、建材、冶金、纺织、电子电器、运输机械等。1996 年我国制造业的分类和构成见表 1.1。

表 1.1 我国制造业的分类与构成

类 别	构成比例	类 别	构成比例
金属制品	3.395%	服装	5.018%
一般机械	8.625%	家具	1.542%
运输机械	6.424%	文教用品	4.292%
电器设备	5.125%	油加工	3.870%
电子设备	4.588%	化工	15.586%
仪器仪表	0.998%	建材	7.299%
食品工业	15.335%	黑色金属	6.908%
纺织	7.193%	有色金属	2.120%
其他制造	1.681%		

制造业是国民经济的支柱产业,它一方面创造价值,生产物质财富和新的知识,另一方面为国民经济各个部门包括国防和科学技术的进步与发展提供先进的手段和装备。在工业化国家中,约有 1/4 的人口从事各种形式的制造活动,在非制造业部门中,约有半数人的工作性质与制造业密切相关。纵观世界各国,如果一个国家的制造业发达,它的经济必然强大。大多数国家和地区的经济腾飞,制造业功不可没。

1.1.2 制造系统与制造技术

1. 制造系统

制造系统是指由制造过程及其所涉及的硬件、软件和人员组成的一个具有特定功能的有机整体。这里所指的制造过程,即为产品的经营规划、开发研制、加工制造和控制管理的过程;所谓的硬件包括生产设备、工具和材料、能源以及各种辅助装置;而软件则包括制造理论、制造工艺和方法及各种制造信息等。可以看出,上述所定义的制造系统实际上就是一个工厂(企业)所包含的生产资源和组织机构。而通常意义所指的制造系统仅是一种加工系统,仅是上述所定义系统的一个组成部分,例如:柔性制造系统,只应称之为柔性加工系统。

2. 制造技术

制造技术是制造业为国民经济建设和人民生活生产各种必需物资(包括生产资料和消费品)所使用的一切生产技术的总称,是将原材料和其它生产要素经济合理地转化为可直接使用的具有高附加值的成品/半成品和技术服务的技术群。制造技术的发展是由社会、政治、经济等多方面因素而决定的。但纵观近 200 年的发展历程,影响其发展的主要因素则是技术推动以及市场的牵引。先进制造技术的提出和发展只是近 20 年的事情。

1.1.3 制造系统分类

可以从不同的角度对制造系统进行分类。如图 1.1 所示,从人在系统中的作用、零件品种和批量、零件及其工艺类型、系统的柔性、系统的自动化程度及系统的智能程度等方面对制造系统进行分类,并适当介绍了它们的特点。各种类型的不同组合,可以得到不同类型的制造系统。

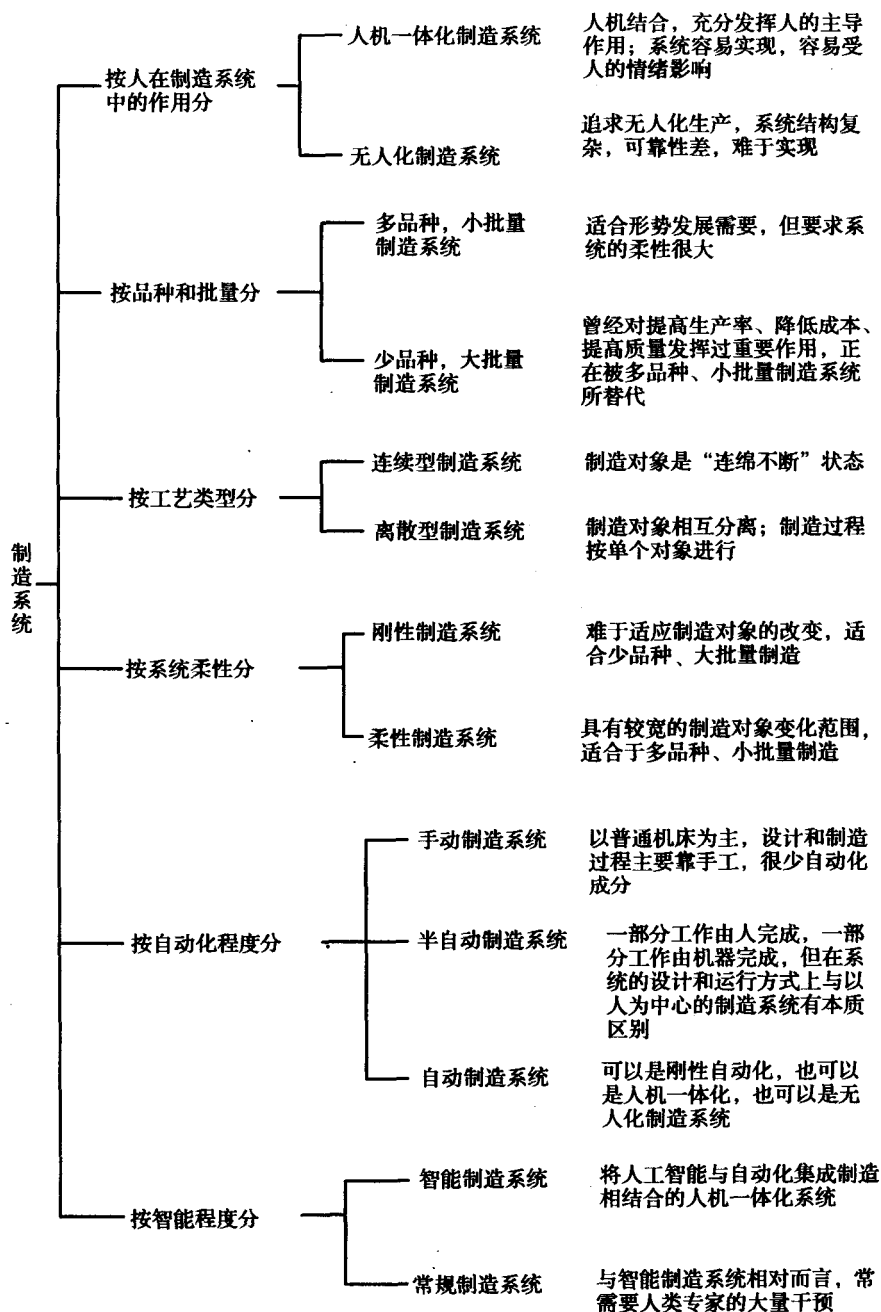


图 1.1 制造系统的分类

1.1.4 制造业在国民经济中的地位

在国民经济产业结构中通常有三大产业：第一产业为农业；第二产业为工业；第三产业为服务业。在工业中，又分制造业、建筑业、采掘业以及电力、煤气、水的生产供应业。

目前,我国工业在国民经济中所占比例为 52%,其中的制造业产值又占工业总产值的约 45%。

在工业经济时代,一个国家的制造业增长一般高于国内生产总值(GDP)的增长。如美国 1913—1950 年期间,GDP 增长率为 2.84%,而制造业增长率为 3.39%,制造业的贡献率为 23.8%;1950—1980 年期间美国 GDP 增长率为 3.42%,制造业增长为 4.78%,其贡献率为 36.5%。再如我国在 1952—1980 年期间,制造业净产值平均增长率为 11.5%,比同期的国民收入增长率高 5.5%;1985—1995 年增长率为 13.5%,而同期的 GDP 增长率为 9.9%。我国制造业净产值占国民收入的比例,1952 年为 9.10%,1990 年为 45.67%;制造业增加值占 GDP 的比例,1985 年为 31.7%,1995 年达 35.2%。

由上述数据表明,制造业是一个国家经济发展的支柱,在整个国民经济中一直处于十分重要的地位,是国民经济收入的重要来源。有人将制造业称之为工业经济年代一个国家经济增长的“发动机”。

制造业的发展对一个国家的经济、社会以至文化的影响是十分巨大和深刻的,下面将从八个方面进一步说明制造业在国民经济中的地位和作用。

(1) 人们的物质消费水平的提高,有赖于制造技术和制造业的发展。

(2) 制造业,特别是机械装备制造业,其技术发展水平不仅决定一个企业现时的竞争力,更决定全社会的长远效益和经济的持续增长。可以说,制造业是实现经济增长的物质保证。

(3) 制成品出口在国际商品贸易中一直占有较大的份额,如美国制成品的出口额 1980 年占商品出口总额的比例为 64%,到 1995 年上升为 78%;日本 1980 年比例为 95%,1995 为 96%;我国 1980 年制成品出口额的比例为 48%,1995 年上升为 81%。因而,发展制造业,提高制造技术是影响发展对外贸易的关键因素。

(4) 要加快经济增长,在第一产业的农业、第二产业中的制造业与第三产业的服务业之间必须保持协调发展。脱离制造业的发展,农业的发展是空中楼阁。没有农业、制造业的发展,就不会有商业和服务业的发展和繁荣。可以说,制造业是加强农业基础地位的物质保障,是支持服务业更快发展的重要条件。

(5) 制造业是加快信息产业发展的物质基础。制造业和信息产业必须相互依赖、相互推动地共同发展,没有信息产业的快速发展,制造业就不可能较快地实现高技术化;反之,若没有制造业的拉动和支持,也不可能信息产业的发展 and 进步。

(6) 制造业是加快农业劳动力转移和就业的重要途径。我国的制造业从业人数 1987 年为 9805 万人,预计到 2050 年将增加至 1.7 亿人。当然,发达国家制造业的从业人数已呈减少趋势,但在我国最近几十年内,制造业从业人数增加趋势不会改变。

(7) 制造业是加快发展科学技术和教育事业的重要物质支撑,它不仅为科技发展和教育发展提供经费支持,还为研究开发提供许多重要的研究方向与课题及先进的实验装备。

(8) 制造业也是实现军事现代化和保障国家基本安全的基本条件。在走向知识经济的新时期中,没有先进的武器装备和先进的“无形武器”,就没有军事现代化和国家安全。提高有形武器装备的研制与生产水平,要依赖制造业的进步。“无形武器”的进步离不开“无形武器”硬件的提高,所以要提高“无形武器”的研制与生产水平,也要依赖制造业