



21 世纪高等院校应用型规划教材

先进制造技术

主 编 朱江峰 黎 震

副主编 刘小群 陈 蕊 吴迪中

主 审 陈根琴



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



第2版 国家精品课程教材

先进制造技术

主 编 李 强 副 主 编 王 强
编 委 陈 明 冯 小 明 陈 强 王 强
主 审 王 强



机械工业出版社

TH16/185

2007

21 世纪高等院校应用型规划教材

先进制造技术

主 编 朱江峰 黎 震
副主编 刘小群 陈 蕊 吴迪中
主 审 陈根琴

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是一本综合性强,应用性特色突出的高职高专规划教材。系统地阐述了先进制造技术的内涵、体系结构及技术发展趋势。内容全面新颖,在力求保持先进制造技术的系统性和完整性基础上,更注重介绍一些适用、先进、相对成熟的制造技术。本书对先进制造技术的体系共分三大部分来阐述,即先进制造工艺技术、计算机辅助设计与制造及自动化技术、现代制造系统。主要内容分为六个章节:先进制造技术概论、先进制造工艺技术、CAD/CAM 技术、制造自动化技术、现代制造系统及应用实例。全书各章既有联系,又有一定的独立性。每章后面均附有思考题。

本书可作为高等院校模具设计与制造、数控技术、机械工程及制造类相关专业的教材和教学参考书,也可作为制造业工程技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

先进制造技术/朱江峰,黎震主编. —北京:北京理工大学出版社,
2007. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1268 - 7

I. 先… II. ①朱…②黎… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 105182 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 16

字 数 / 324 千字

版 次 / 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 5000 册

定 价 / 25.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 李绍英

·图书出现印装质量问题,本社负责调换

21 世纪高等院校应用型规划教材编委会

(机电类专业)

主 审 郭纪林 林知秋 张岐生

主 任 陈智刚 京玉海

副 主 任 方晓勤 熊 坚 朱江峰

委 员 余 萍 陈根琴 高保真 肖文福 李俊彬

李 奇 杨 安 陈小云 魏春雷 徐慧民

赵广平 唐 刚 涂序斌 袁建新 敖春根

夏永英 余 林 张克义 宋志良 黄国兵

郑和安 刘 勇 王训杰 陈华庚 刘耀元

魏斯亮

(排名不分先后)

执行委员 钟志刚 廖宏欢

前 言

先进制造技术 (AMT, Advanced Manufacturing Technology) 的概念源于 20 世纪 80 年代。它是指在制造过程和制造系统中融合电子、信息和管理技术以及新工艺、新材料等现代科学技术,使材料转换为产品的过程更有效、成本更低、更及时满足市场需求的先进的工程技术的总称。

随着人类工业文明的不断进步,制造业已成为国家经济和综合国力的基础,制造业的发达与先进程度是国家工业化的重要表征。人类社会在步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。因而,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。

为了开阔专业视野,掌握制造技术和最新发展,培养复合型人才,促进先进制造技术在我国的研究和应用,《先进制造技术》已作为众多高校在校学生的必修课程。

本书对先进制造技术的体系分三大部分来阐述,即先进制造工艺技术;计算机辅助设计与制造及自动化技术;现代制造系统。通过对先进制造技术进行全面的介绍,基本能够反映近年来国内外先进制造技术的最新发展;作为机械类专业后续专业课程,侧重内容的前沿性、综合性和交叉性,尽量避免与先导专业课程的重复;在对基础理论及基本技术进行阐述的同时,注重工程应用,强调实用性、针对性。

本书由朱江峰、黎震任主编,刘小群、陈荃、吴迪中任副主编。参加编写的有朱江峰(第 1 章、第 5.5、5.6、6.5 节)、黎震(第 2.4、2.5、2.6、2.8 节)、刘小群(第 3 章、第 4 章)、陈荃(第 2.1、2.2 节)、吴迪中(第 6.2、6.3、6.4 节)、黄爱华(第 6.1 节)、杨丽丽(第 2.3、5.3、5.4 节)、李奇(第 2.7 节)、黄丽燕(第 5.1、5.2 节)、谢晖(第 6.6、6.7 节),由陈根琴担任主审。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 先进制造技术概论	(1)
1.1 制造、制造系统和制造业	(1)
1.2 先进制造技术的发展	(3)
1.3 先进制造技术的内涵和体系结构	(6)
思考题	(9)
第 2 章 先进制造工艺技术	(11)
2.1 电火花成型加工技术	(11)
2.2 电火花线切割加工技术	(31)
2.3 快速成型制造技术	(62)
2.4 微细加工技术	(70)
2.5 超精密加工技术	(77)
2.6 高速与超高速切削技术	(88)
2.7 逆向工程技术	(97)
2.8 其他加工技术	(106)
思考题	(113)
第 3 章 计算机辅助设计与制造技术	(115)
3.1 计算机辅助设计 (CAD) 技术	(115)
3.2 计算机辅助工艺过程设计 (CAPP)	(123)
3.3 计算机辅助制造 (CAM) 技术	(127)
3.4 CAD/CAM 集成技术	(136)
思考题	(144)
第 4 章 制造自动化技术	(145)
4.1 概述	(145)
4.2 工业机器人 (Industrial Robot)	(150)
4.3 柔性制造系统 (FMS)	(160)
思考题	(170)

第5章 现代制造系统	(171)
5.1 虚拟制造技术 (VM)	(171)
5.2 计算机集成制造系统 (CIMS)	(177)
5.3 并行工程 (CE)	(182)
5.4 精益生产 (LP)	(188)
5.5 敏捷制造 (AM)	(194)
5.6 绿色制造	(201)
思考题	(206)
第6章 应用实例	(207)
6.1 电火花加工应用实例	(207)
6.2 电火花线切割加工应用实例	(213)
6.3 快速成型应用实例	(221)
6.4 三维实体造型应用实例	(225)
6.5 逆向工程技术应用实例	(230)
6.6 计算机集成制造系统应用实例	(233)
6.7 柔性制造系统应用实例	(245)
参考文献	(250)

第①章

先进制造技术概论

先进制造技术（AMT，Advanced Manufacturing Technology）的概念源于20世纪80年代。它是指在制造过程和制造系统中融合电子、信息和管理技术，以及新工艺、新材料等现代科学技术，使材料转换为产品的过程更有效、成本更低、更及时满足市场需求的先进的工程技术的总称。

本章主要讲述制造、制造系统和制造业的概念，先进制造技术的发展以及先进制造技术的内涵和体系结构。

章要点

- 制造、制造系统和制造业的概念
- 先进制造技术的发展
- 先进制造技术的内涵和体系结构

章难点

- 先进制造技术的内涵和体系结构

1.1 制造、制造系统和制造业

1.1.1 制造、制造系统和制造业

制造（manufacturing）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，是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，则包含市场分析、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。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。

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，仅是上述定义系统的一个组成部分。

制造业是指以制造技术为主导技术进行产品制造的行业。随着人类工业文明的不断进步，制造业已成为国家经济和综合国力的基础。它一方面直接创造价值，成为社会财富的主要创造者和国民经济收入的重要来源；另一方面，它为国民经济各部门，包括国防和科学技术的进步及发展提供先进的手段和装备。制造业的发达与先进程度是国家工业化的表征。制造业是人类创新发明和新技术的最大用户，在最能体现人类创造性的发明专利中，绝大部分都与制造业的需求有关，并用于制造业。制造业涉及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。

1.1.2 制造业的地位和作用

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约占工业总产值的 45%。

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。有人将制造业称为工业经济年代一个国家经济增长的“发动机”。制造业一方面创造价值，生产物质财富和新的知识；另一方面为国民经济各部门包括国防和科学技术的进步和发展提供各种先进的手段和装备。在工业化国家中，约有 1/4 人口从事各种形式的制造活动。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，其制造业功不可没。

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 8 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9 805万人，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。

1.2 先进制造技术的发展

1.2.1 先进制造技术产生背景

先进制造技术的产生不仅是科学技术范畴的事情，而且也是人类历史发展和文明进步的必然结果。无论是发达国家、新兴工业国家还是发展中国家，都将制造业的发展作为提高竞争力，振兴国家经济的战略手段来看待，先进制造技术应运而生。先进制造技术的产生和发展有其自身的社会经济、科学技术以及可持续发展的根源和背景。

1. 社会经济发展背景

近20多年来，市场环境发生了巨大的变化，一方面表现为消费者需求日趋主题化、个性化和多样化，消费行为更具有选择性，产品的生命周期缩短，产品的质量和性能至关重要；另一方面全球性产业结构调整步伐加快，制造商着眼于全球市场激烈竞争的同时，着力于实力与信誉基础上的合作和协作。

制造业的核心要素是质量、成本和生产率。面对当代社会变化迅速且无法预料的买方市场和多品种变批量成为主导生产方式，上述三个要素的内涵发生了深刻的变化。首先，产品质量观发生了变化，现代质量观主要指全面满足用户的程度，即不断跟上用户要求和及时响应市场变化，在适当的时间、适当的地点满足用户的功能需求和非功能需求（自然条件、社会时尚等）。其次，产品成本不仅仅指制造成本，还应包含用户使用成本、维护成本以及

社会环境成本,在满足用户个性化要求的前提下应尽量减少上述各类产品成本。再次,赢得订单及高速开发产品是企业成败的关键,是非常规意义上的生产率。因此,制造业应以对市场的快速响应为宗旨,满足顾客已有的和潜在的需求,主动适应市场,引导市场,从而赢得竞争,获取最大利润。

2. 科学技术发展背景

制造业从20世纪初开始逐步走上科学发展的道路。制造技术已由技艺发展为集机械、材料、电子及信息等多学科交叉科学——制造工程学。科学技术和生产发展在推动制造技术进步的同时,以其高新技术成果,尤其是计算机、微电子、信息、自动化等技术的渗透、衍生和应用,极大地促进了制造技术在宏观(制造系统的建立)和微观(精密、超精密加工)两个方向上蓬勃发展,急剧地改变了现代制造业的产品结构、生产方式、生产工艺和设备及生产组织体系,使现代制造业成为发展速度快、技术创新能力强、技术密集甚至知识密集型产业。信息逐渐成为主宰制造业的决定性因素,计算机网络技术已经对制造业产生了重大影响,并将产生更大影响。

3. 可持续发展战略

日益严峻的环境问题引起国际社会的普遍关注,世界环境与发展委员会(WCED)于1987年向联合国42届大会递交的报告《我们共同的未来》提出了“可持续发展”的思路,其定义是:既满足当代人的需求,又不对子孙后代满足其需要之生存环境构成危害的发展。世界资源研究所于1992年对可持续发展给出了更简洁明确的定义:即建立极少产生废料和污染物的工艺或技术系统。上述定义强调了当代人在创造和追求今世发展和消费的时候,不能以牺牲今后几代人的利益为代价。社会经济发展模式应由粗放经营、掠夺式开发向集约型、可持续发展转变。面向可持续发展的制造业,应力求对环境的负面影响最小,资源利用效率最高。

鉴于上述社会、经济、科学技术,以及环境资源保护的历史背景,各国政府和企业界都在寻求对策,以获取全球范围内的竞争优势,传统的制造技术已变得越来越不适当当今快速变化的形势,而先进的制造技术,尤其是计算机技术和信息技术在制造业中的广泛应用,使人们正在或已经摆脱传统观念的束缚,使人类跨入制造业的新纪元。先进制造技术作为一个专用名词的出现,却是在20世纪80年代末由美国根据本国制造业面临的挑战与机遇,对其制造业存在的问题进行深刻反省,为了加强其制造业的竞争力和促进本国国民经济的增长而提出来的。先进制造技术的提出是制造业新技术发展实际进程的反映,它一经提出,立即得到欧洲各国、日本以及亚洲新兴工业化国家的响应。

1.2.2 制造技术的进步和发展

制造技术是制造业所使用的一切生产技术的总称,是将原材料和其他生产要素经济合理地转化为可直接使用的具有较高附加值的成品(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、经济等多方面因素决定的。纵观近两百年制造业的发展历程,影响其发展最主要的因素是技术的推动和市场的牵引。人类科学技术的每次革命必然引起制造技术的不断发展。随着人类的不断进步,人类的需求不断产生变化,因而也推动了制造业的不断发展,促进了制造业的不断进步。

近两百年来,在市场需求不断变化的驱动下,制造业的生产规模沿着“小批量→少品种→大批量→多品种变批量”的方向发展。在科学技术高速发展的推动下,制造业的资源配置沿着“劳动密集→设备密集→信息密集→知识密集”的方向发展。与之相适应,制造技术的生产方式沿着“手工→机械化→单机自动化→刚性流水自动化→柔性自动化→智能自动化”的方向发展。

自18世纪以来,制造技术的发展经历了五个发展时期。

(1) 工场式生产时期

18世纪后半叶,以蒸汽机和工具机的发明为标志的产业革命,揭开了近代工业的历史,促成了制造企业的雏形——工场式生产的出现,标志着制造业已完成从手工业作坊式生产到以机械加工和分工原则为中心的工厂生产的艰难转变。

(2) 工业化规模生产时期

19世纪电气技术得到了发展,由于电气技术与其他制造技术的融合,开辟了崭新的电气化新时代,制造业得到了飞速发展,制造技术实现了批量生产、工业化规范生产的新局面。

(3) 刚性自动化发展时期

20世纪初,内燃机的发明,引起了制造业的革命,流水生产线和泰勒式工作制及其科学管理方法得到了应用。特别是第二次世界大战期间,以大批量生产为模式,以降低成本为目的的刚性自动化制造技术和科学管理方式得到了很大的发展。例如:福特汽车制造公司用大规模刚性生产线代替手工作业,使汽车的价格在几年内降低到原价格的1/8,促进了汽车进入家庭,奠定了美国经济发展的基础。然而,这类自动机和刚性自动线生产工序和作业周期固定不变,仅仅适用于单一品种的大批量生产的自动化。

(4) 柔性自动化发展时期

自第二次世界大战之后,计算机、微电子、信息和自动化技术有了迅速的发展,推动了生产模式由大中批量生产自动化向多品种小批量柔性生产自动化转变。在此期间,形成了一系列新型的柔性制造技术,如数控技术(NC)、计算机数控(CNC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)等。同时有效地应用系统论、运筹学等原理和方法的现代化生产管理模式,如及时生产(JIT)、全面质量管理(TQM)开始应用于生产,以提高企业的整体效益。

(5) 综合自动化发展时期

自20世纪80年代以来,随着计算机及其应用技术的迅速发展,促进了制造业中包括设

计、制造和管理在内的单元自动化技术逐渐成熟和完善,如计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、计算机辅助工艺规划(CAPP)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助检测(CAT);在经营管理领域内的物料需求规划(MRP)、制造资源规划(MRP II)、企业资源规划(ERP)、全面质量管理(TQM)等;在加工制造领域内的直接或分布式数控(DNC)、计算机数控(CNC)、柔性制造单元/系统(FMC/FMS)、工业机器人(ROBOT)等。为了充分利用各项单元技术资源,发挥其综合效益,以计算机为中心的集成制造技术从根本上改变了制造技术的面貌和水平,并引发了企业组织机构和运行模式革命性的飞跃。在此期间,体现新的制造模式的计算机集成制造系统(CIMS)、并行工程(CE)以及精益生产(LP)得到了实践、应用和推广。此外,各种先进的集成化、智能化加工技术和装备,如精密成型技术与装备、快速成型技术与系统、少无切削技术与装备、激光加工技术与装备等进入了一个空前发展的时期。

综上所述,从传统的制造技术发展成为当代的先进制造技术是社会进步与技术进步的必然结果,是世界各民族竞争与合作在制造领域的体现,也是制造技术发展的主方向。20世纪90年代以来,各工业发达国家和新兴工业化国家纷纷调整其技术政策,大力发展先进制造技术,力图在国际大市场中多分享一份。其中具有代表性的是美国的先进制造技术、关键技术(制造)计划、敏捷制造使能技术计划(TEAM),日本的智能制造技术(IMS),韩国的高级先进制造技术计划(G-7)和德国的制造2000计划等。

1.3 先进制造技术的内涵和体系结构

1.3.1 先进制造技术的内涵和特点

先进制造技术是在传统制造技术基础上不断吸收机械、电子、信息、材料、能源以及现代管理技术的成果,将其综合应用于产品设计、加工装配、检验测试、经营管理、售后服务乃至回收的制造全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产,提高对动态多变市场的适应能力和竞争能力的制造技术的总称。

先进制造技术的核心是优质、高效、低耗、清洁生产的基础制造技术,其目的是满足用户个性化、多样化的市场需求,提高制造业的综合经济效益,赢得激烈的市场竞争。为此,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,重视制造过程组织和管理体制的简化及合理化。

与传统制造技术比较,先进制造技术具有如下的特征。

1) 系统性。由于计算机技术、信息技术、传感技术、自动化技术和先进管理等技术的引入,并与传统制造技术的结合,使先进制造技术成为一个能够驾驭生产过程中的物质流、信息流和能量流的系统工程。而传统制造技术一般只能驾驭生产过程中的物质流和能量流。

2) 广泛性。传统制造技术通常只是指将原材料变为成品的各种加工工艺,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使用维护的整个过程,成为“市场→设计开发→加工制造→市场”的大系统。

3) 集成性。传统制造技术的学科专业单一、独立,相互间界限分明。而先进制造技术由于专业和学科间的不断渗透、交叉、融合,其界限逐渐淡化甚至消失,技术趋于系统化、集成化,已发展成为集机械、电子、信息、材料和管理技术为一体的新型交叉学科——制造系统工程。

4) 动态性。先进制造技术是在针对一定的应用目标,不断吸收各种高新技术逐渐形成和发展起来的新技术,因而其内涵不是绝对的和一成不变的。反映在不同的时期、不同的国家和地区,先进制造技术有其自身不同的特点、重点、目标和内容。

5) 实用性。先进制造技术的发展是针对某一具体的制造需求而发展起来的先进、实用的技术,有着明确的需求导向。先进制造技术不是以追求技术的高新度为目的,而是注重产生最好的实践效果,以促进国家经济的快速增长和提高企业综合竞争力。

1.3.2 先进制造技术的体系结构及其分类

1. 先进制造技术的体系结构

先进制造技术所涉及的学科较多,包含的技术内容广泛。1994年美国联邦科学、工程和技术协调委员会将先进制造技术分为三个技术群:主技术群、支撑技术群、管理技术群。这三个技术群体相互联系、相互促进,组成一个完整的体系,每个部分均不可或缺,否则就很难发挥预期的整体功能效益。图1-1所示为先进制造技术的体系结构。

2. 先进制造技术的分类

根据先进制造技术的功能和研究对象,可将先进制造技术归纳为如下几个大类。

(1) 现代设计技术

现代设计技术是根据产品功能要求,应用现代技术和科学知识,制订设计方案并使方案付诸实施的技术,其重要性在于使产品设计建立在科学的基础上,促使产品由低级向高级转化,促进产品功能不断完善,产品质量不断提高。现代设计技术包含如下的内容:

1) 现代设计方法。包括有模块化设计、系统化设计、价值工程、模糊设计、面向对象的设计、反求工程、并行设计、绿色设计、工业设计等。

2) 产品可信性设计。产品的可信性是产品质量的重要内涵,是产品的可用性、可靠性和维修保障性的综合。可信性设计包括可靠性设计、安全性设计、动态分析与设计、防断裂设计、防疲劳设计、耐环境设计、维修设计和维修保障设计等。

3) 设计自动化技术。是指用计算机软硬件工具辅助完成设计任务和过程的技术,它包括产品的造型设计、工艺设计、工程图生成、有限元分析、优化设计、模拟仿真、虚拟设计、工程数据库等内容。

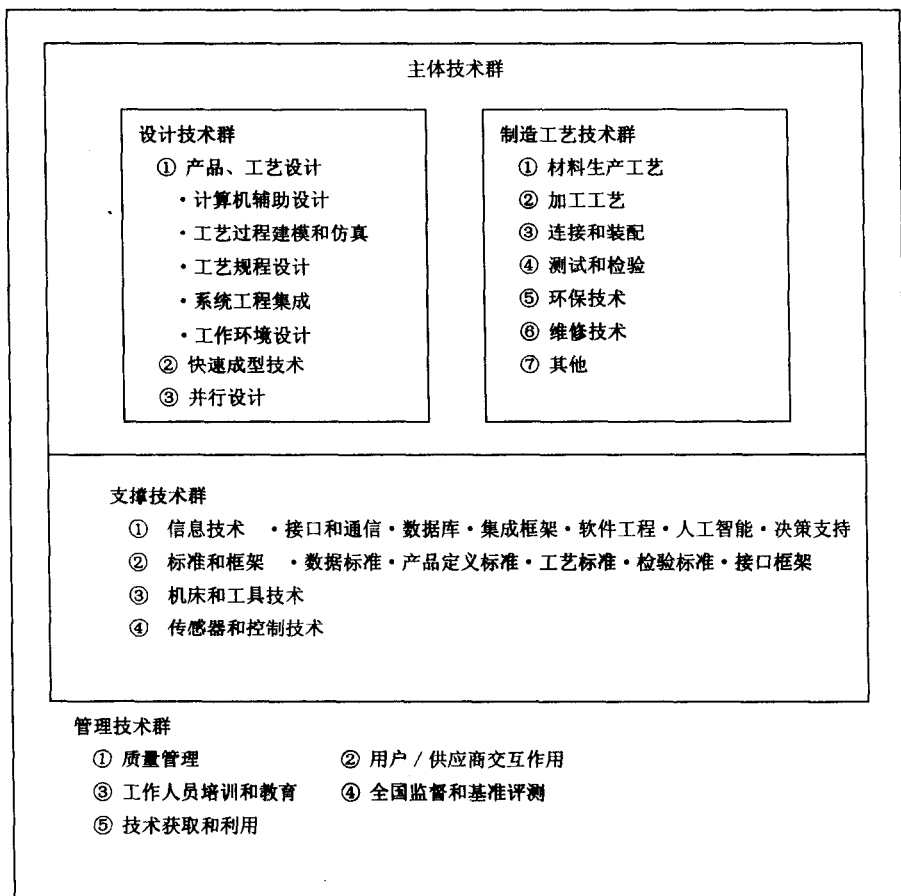


图 1-1 先进制造技术的体系结构

(2) 先进制造工艺

先进制造工艺是先进制造技术的核心和基础，是使各种原材料、半成品成为产品的方法和过程。先进制造工艺包括高效精密成型技术、高精度切削加工工艺、特种加工以及表面改性技术等内容。

1) 高效精密成型技术。它是生产局部或全部无余量或少余量半成品工艺的统称，包括精密洁净铸造成型工艺、精确高效塑性成型工艺、优质高效焊接及切割技术、优质低耗洁净热处理技术、快速成型和制造技术等。

2) 高效高精度切削加工工艺。包括有精密和超精密加工、高速切削和磨削、复杂型面的数控加工、游离磨粒的高效加工等。

3) 现代特种加工工艺。它是指那些不属于常规加工范畴的加工工艺,如高能束加工(电子束、离子束、激光束加工)、电加工(电解和电火花加工)、超声波加工、高压水射流加工、多种能源的复合加工、纳米技术及微细加工等。

4) 表面改性、制膜和涂层技术。它是采用物理、化学、金属学、高分子化学、电学、光学和机械学等技术及其组合,赋予产品表面耐磨、耐蚀、耐(隔)热、耐辐射、抗疲劳的特殊功能,从而达到提高产品质量、延长使用寿命、赋予产品新性能的新技术统称,是表面工程的重要组成部分。包括化学镀层处理、非晶态合金技术、节能表面涂装技术、表面强化处理技术、热喷涂技术、激光表面熔复处理技术、等离子化学气相沉积技术等。

(3) 加工自动化技术

加工自动化是用机电设备工具取代或放大人的体力,甚至取代和延伸人的部分智力,自动完成特定的作业,包括物料的存储、运输、加工、装配和检验等各个生产环节的自动化。加工过程自动化技术涉及数控技术、工业机器人技术、柔性制造技术、传感技术、自动检测技术、信号处理和识别技术等内容。其目的在于减轻操作者的劳动强度,提高生产效率,减少在制品数量,节省能源消耗及降低生产成本。

(4) 现代生产管理技术

现代生产管理技术是指制造型企业在从市场开发、产品设计、生产制造、质量控制到销售服务等一系列的生产经营活动中,为了使制造资源(材料、设备、能源、技术、信息以及人力资源)得到总体配置优化和充分利用,使企业的综合效益(质量、成本、交货期)得到提高而采取的各种计划、组织、控制及协调的方法和技术的总称。它是先进制造技术体系中的重要组成部分,包括现代管理信息系统、物流系统管理、 workflow 管理、产品数据管理、质量保障体系等。

(5) 先进制造生产模式及系统

先进制造生产模式及系统是面向企业生产全过程,是将先进的信息技术与生产技术相结合的一种新思想和新哲理,其功能覆盖企业的生产预测、产品设计开发、加工装配、信息与资源管理直至产品营销和售后服务的各项生产活动,是制造业的综合自动化的新模式。它包括计算机集成制造(CIM)、并行工程(CE)、敏捷制造(AM)、智能制造(IM)、精益生产(LP)等先进的生产组织管理模式和控制方法。

思考题

1. 说明制造、制造系统与制造业概念,比较广义制造与狭义制造的区别。
2. 制造业在国民经济中的地位与作用如何?
3. 先进制造技术是在什么样的背景之下产生与发展起来的?