

“十五”国家重点图书

先进制造技术导论

IANJIN ZHIZAO JISHU DAOLUN

王庆明 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

TH16/189

2007

“十五”国家重点图书

先进制造技术导论

王庆明 主编

许虹 刘正道
肖民 李英 参编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

内容提要

本书介绍先进制造技术的各个主要方面及核心内容,包括现代设计技术、先进成形制造技术、先进制造工艺技术、制造自动化、先进制造的模式与管理技术等,可作为高等院校机械类、信息类、管理类专业以及与制造业有关的理工科专业作为本科生或研究生的教材,也可供制造业和相关行业的工程技术人员、管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

先进制造技术导论/王庆明主编. —上海:华东理工大学出版社,2007. 10
(现代化工机械系列丛书)

ISBN 978-7-5628-2202-8

I. 先... II. 王... III. 机械制造工艺-高等学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 147005 号

“十五”国家重点图书

现代化工机械系列丛书

先进制造技术导论

主 编 / 王庆明

责任编辑 / 徐知今

责任校对 / 张 波 李 晔

出版发行 / 华东理工大学出版社

地址:上海市梅陇路 130 号,200237

电话:(021)64250306(营销部)

传真:(021)64252707

网址:www.hdlgpress.com.cn

印 刷 / 常熟华顺印刷有限公司

开 本 / 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 / 17

字 数 / 411 千字

版 次 / 2007 年 10 月第 1 版

印 次 / 2007 年 10 月第 1 次

印 数 / 1—4050 册

书 号 / ISBN 978-7-5628-2202-8/TH·74

定 价 / 26.00 元

(本书如有印装质量问题,请到出版社营销部调换。)

前 言

先进制造技术是关系到国民经济发展的一项战略性技术,是在传统制造技术基础上不断地吸收机械、电子、计算机、信息、材料、能源等学科以及现代管理科学等方面的高新技术成果,并将这些技术加以优化和集成,综合应用于制造业产品的研发设计、生产制造、检测、营销、使用、服务和管理的全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产,即实现信息化、自动化、智能化、柔性化、生态化生产,取得理想的技术经济效益和社会效益的制造技术的总称。

先进制造技术自 20 世纪 80 年代末提出后,受到世界上许多工业发达国家和新兴工业化国家的重视,将先进制造技术列为本国科技发展的优先重点领域,投入大量人力、物力和财力加以研究和实施,并取得了显著的效果。先进制造技术已成为提高企业的产品质量,优化企业的产品结构、生产过程以及经营管理模式,提高企业的经济效益和增强企业竞争力的强有力手段。

本书介绍先进制造技术的各个主要方面及核心内容,可作为高等院校机械类、信息类、管理类专业以及与制造业有关的理工科专业作为本科生或研究生的教材,也可供制造业和相关行业的工程技术人员、管理人员参考。

全书共分 6 章,王庆明编写第 1 章、第 2 章、第 6 章和第 4 章的 4.1 节,刘正道编写第 3 章的 3.1,3.2,3.4 节,肖民编写第 3 章的 3.3 节、第 4 章的 4.3,4.4,4.5 节,以及 4.2 节的一部分,许虹编写第 5 章的 5.1,5.2,5.5 节,以及 4.2 节的一部分,李英编写第 5 章的 5.3,5.4 节,全书由王庆明统稿。博士生孙渊、王帅,硕士生王莉、吴金炎、周伟、林海龙参与了资料收集。

先进制造技术的内涵很丰富,涉及多个学科,知识面较广,由于编者水平及视野有限,书中难免存在疏漏、缺点甚至是错误,敬请广大读者提出宝贵意见

编 者

2007 年 5 月于华东理工大学

目 录

1 先进制造技术概述	(1)
1.1 制造与制造业	(1)
1.1.1 制造与制造业的概念	(1)
1.1.2 制造技术的进展	(2)
1.2 先进制造技术的产生背景与定义	(3)
1.2.1 先进制造技术产生的背景	(3)
1.2.2 先进制造技术的定义	(3)
1.2.3 先进制造技术的进展概况	(4)
1.3 先进制造技术的特点和体系结构	(5)
1.3.1 先进制造技术的特点	(5)
1.3.2 先进制造技术的体系结构	(6)
1.3.3 先进制造技术的分类	(8)
1.4 先进制造技术的基础理论	(9)
1.4.1 制造科学的概念	(9)
1.4.2 制造中的计算机几何	(10)
1.4.3 制造中的信息学方法	(11)
1.4.4 制造中的计算智能	(11)
1.5 先进制造技术的应用和发展	(13)
2 现代设计技术	(15)
2.1 计算机辅助设计	(15)
2.1.1 CAD 概况	(15)
2.1.2 CAD 系统的功能与组成	(16)
2.1.3 CAD 的工作过程	(19)
2.1.4 CAD 造型技术	(20)
2.1.5 参数化与变量化设计技术	(27)
2.2 计算机辅助工程	(32)

2.2.1 有限元分析法	(32)
2.2.2 计算机仿真技术	(35)
2.3 计算机辅助工艺设计	(37)
2.3.1 CAPP 概述	(37)
2.3.2 CAPP 系统中的零件信息描述	(40)
2.3.3 派生型 CAPP 系统	(42)
2.3.4 创成型 CAPP 系统	(44)
2.3.5 CAPP 系统的发展趋向	(47)
2.4 面向 X 的设计	(48)
2.4.1 概述	(48)
2.4.2 面向制造的设计	(49)
2.4.3 面向质量的设计	(57)
2.4.4 面向成本的设计	(61)
2.5 绿色设计	(63)
2.5.1 绿色设计的产生背景	(63)
2.5.2 绿色产品	(64)
2.5.3 绿色设计的定义	(65)
2.5.4 绿色设计的主要内容	(67)
2.5.5 产品的绿色制造过程	(69)
2.6 价值工程	(71)
2.6.1 价值工程的概念	(71)
2.6.2 设计阶段引入价值工程的意义	(73)
2.6.3 价值工程的工作程序	(73)
2.7 模块化设计	(77)
2.7.1 模块化设计的基本概念和方法	(77)
2.7.2 模块化系统的分类	(78)
2.7.3 模块化设计的步骤	(79)
2.7.4 模块化设计的关键环节	(81)
2.7.5 模块化设计的发展	(82)
2.8 动态设计	(82)
2.8.1 动态设计的概念	(82)
2.8.2 动态分析	(83)
2.8.3 动态设计的内容与流程	(86)
3 先进成形制造技术	(89)
3.1 精密铸造成形技术	(89)
3.1.1 消失模精密铸造技术	(89)
3.1.2 半固态金属铸造技术	(92)

3.1.3 压力铸造新技术	(95)
3.1.4 反重力铸造新技术	(96)
3.2 精密塑性成形技术	(98)
3.2.1 金属塑性成形方法的分类	(98)
3.2.2 精确塑性体积成形	(98)
3.2.3 金属板料数字化成形技术	(101)
3.3 激光焊接成形技术	(106)
3.3.1 概述	(106)
3.3.2 激光焊接技术的特点	(107)
3.3.3 激光焊接设备	(108)
3.3.4 特种材料的激光焊接成形技术	(109)
3.3.5 激光焊接过程的监测与控制	(110)
3.3.6 激光焊接成形技术的应用	(114)
3.4 材料成形仿真技术	(116)
3.4.1 概述	(116)
3.4.2 铸造过程模拟仿真	(116)
3.4.3 塑性成形模拟仿真	(119)
3.4.4 焊接成形仿真	(120)
3.5 快速成形技术	(121)
3.5.1 快速成形技术的基本原理	(121)
3.5.2 快速成形技术的特点	(122)
3.5.3 典型快速成形工艺	(123)
4 先进制造工艺技术	(132)
4.1 精密与超精密加工技术	(132)
4.1.1 概述	(132)
4.1.2 影响精密和超精密加工的主要因素	(133)
4.1.3 精密和超精密加工机床	(134)
4.1.4 使用金刚石刀具的超精密切削技术	(137)
4.2 微制造技术	(142)
4.2.1 微系统的概念	(142)
4.2.2 微系统的关键技术	(142)
4.2.3 微制造中的成形技术	(142)
4.2.4 微制造中的材料沉积技术	(143)
4.2.5 微制造中的材料去除技术	(144)
4.2.6 超声波微细加工	(147)
4.3 高速切削技术	(149)
4.3.1 概述	(149)

4.3.2	高速切削的特点	(150)
4.3.3	高速切削的关键技术	(150)
4.3.4	高速切削技术的应用	(152)
4.4	高速磨削技术	(153)
4.4.1	高速磨削的概念及优势	(153)
4.4.2	高速磨削的相关技术	(153)
4.4.3	高速磨削的应用情况	(156)
4.5	振动切削技术	(157)
5	制造自动化	(160)
5.1	制造自动化系统的定义与特点	(160)
5.1.1	自动化制造系统的定义	(160)
5.1.2	自动化制造系统的特点、适用范围	(161)
5.2	自动化制造系统的组成	(165)
5.2.1	自动化加工设备	(165)
5.2.2	工件储运系统	(168)
5.2.3	刀具准备及储运系统	(174)
5.2.4	检测与监控系统	(176)
5.2.5	辅助设备	(178)
5.2.6	自动化制造系统的控制系统	(180)
5.3	网络化制造技术	(182)
5.3.1	网络化制造系统及其体系结构	(182)
5.3.2	网络化制造系统的关键技术	(186)
5.3.3	网络化制造集成平台	(186)
5.3.4	数控加工网络化制造技术	(188)
5.3.5	网络化的 CAD 技术	(189)
5.3.6	网络化的 CAM 技术	(190)
5.3.7	网络化的 CAPP 技术	(192)
5.4	虚拟制造技术	(194)
5.4.1	虚拟制造的定义与分类	(194)
5.4.2	虚拟制造与有关概念的关系	(194)
5.4.3	虚拟制造的关键技术	(195)
5.4.4	虚拟制造系统的功能	(197)
5.4.5	虚拟制造系统的体系结构	(198)
5.4.6	虚拟数控加工的功能	(199)
5.4.7	虚拟数控加工系统的体系结构	(201)
5.4.8	虚拟制造技术的应用	(202)
5.5	新一代自动化加工装备技术	(202)

5.5.1 虚拟轴机床	(202)
5.5.2 可重构机床	(213)
6 先进制造的模式与管理技术	(219)
6.1 先进制造模式的特征与作用	(219)
6.1.1 制造模式的概念	(219)
6.1.2 制造模式的演变	(219)
6.1.3 先进制造模式的提出	(220)
6.1.4 先进制造模式的主要特征	(221)
6.1.5 先进制造模式的作用	(221)
6.2 成组技术	(222)
6.2.1 成组技术产生的背景	(222)
6.2.2 成组技术的原理	(222)
6.2.3 零件的分类编码	(222)
6.2.4 成组加工工艺	(224)
6.2.5 成组加工生产的组织形式	(225)
6.2.6 成组技术的成效	(225)
6.3 精益生产	(226)
6.3.1 精益生产的背景	(226)
6.3.2 精益生产的基本特征	(227)
6.3.3 精益生产中人的因素	(231)
6.3.4 精益生产的基本框架	(232)
6.3.5 精益生产与传统生产方式的比较	(233)
6.3.6 精益生产的实际应用效果	(233)
6.4 敏捷制造	(235)
6.4.1 敏捷制造出现的背景	(235)
6.4.2 敏捷制造的主要思想	(236)
6.4.3 敏捷制造的关键技术	(237)
6.4.4 敏捷制造的研究与应用	(238)
6.5 计算机集成制造	(239)
6.5.1 CIM 的概念	(239)
6.5.2 CIMS 的概念	(239)
6.5.3 CIMS 的基本要素	(240)
6.5.4 CIMS 中的信息集成	(241)
6.5.5 CIMS 的构成	(242)
6.5.6 CIMS 体系结构	(246)
6.6 智能制造	(247)
6.7 产品数据管理(PDM)	(249)

6.7.1 引入 PDM 的意义	(249)
6.7.2 PDM 的基本概念	(250)
6.7.3 PDM 系统的体系结构	(251)
6.7.4 PDM 软件系统的功能	(251)
6.7.5 PDM 的发展趋势	(256)
 参考文献	 (258)

1

先进制造技术概述

1.1 制造与制造业

1.1.1 制造与制造业的概念

制造作为一项生产活动一直伴随着人类的足迹,从史前人类的石器磨制,到后来的各种青铜器、铁器制造。制造的英语单词是 Manufacture,该单词起源于拉丁语的 manu(手)和 facere(做),说明长时期以来制造方式主要是手工操作。随着人类社会的发展和科技进步,制造的主要方式发展为机器生产,人们对制造的描述是指将原材料转化为产品的过程,即生产车间的加工和装配过程。近二三十年来,人们发现对于制造的原有描述已经不能确切说明当今的制造活动,从而引入了对制造的广义理解,即包含市场分析、经营决策、产品设计、工艺设计、加工装配、质量控制、市场营销、维修服务以及产品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。

目前被广泛认同的制造概念:制造是一种有特定目标的技术经济活动;是人们从市场需求出发,运用主观掌握的科学知识、实践经验和技能,在遵循自然规律的基础上,综合技术、经济、环境和人的因素,借助于可以利用的物质工具或手工,采用有效的技能、手段和方法,耗费一定的能源、资源和时间,将原材料转化为最终物质产品并投放市场以适应和满足社会需要的复杂过程。

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社会所需的产品的行业。

制造业是现代国民经济的重要支柱,其生产总值一般占一个国家国民生产总值的20%~55%,在一个国家的工业生产力构成中制造技术的作用一般占60%左右。制造业吸纳的劳动力比例很高,尤其在工业化国家中,从事各种形式的制造活动的人口约占总人口的1/4。我国从事制造业的人数预计到2050年将增加到1.7亿。制造业为国民经济各部门提供所需的各种装备,为科学事业和教育事业的发展提供重要的财力、物力支撑。

世界上各个国家经济的竞争,主要是制造业的竞争。一个国家如果制造业发达,它的经济就强大。

1.1.2 制造技术的进展

制造技术是制造业生产各种必要物质(包括生产资料和消费品)所使用的一切生产工具技术的总称。自18世纪后半叶发生的产业革命以来,制造技术获得了飞速的发展。制造技术的发展是由社会、政治、经济等多方面因素决定的,但最主要因素是技术的推动和市场的牵引。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人类需求的牵引。科学技术的每次重大进展都推动了制造技术的发展,而人类的需求不断增长和变化,也促进了制造技术的不断进步。

自18世纪以来,制造技术的发展经历了以下几个阶段。

(1) 18世纪后半叶,以蒸汽机和工具机的发明为特征的产业革命促成了工场式生产方式的出现,标志着制造业从手工业作坊生产到以机械加工和分工原则为中心的工厂生产转变的完成。

(2) 19世纪电气技术的发展开辟了电气化的新时代,实现了制造技术的批量化生产和工业化规范生产的新局面,制造业得到了飞速发展。

(3) 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,以降低成本为目的的刚性、大批量自动化制造技术和科学管理方式得到很大发展。

(4) 自第二次世界大战之后到20世纪70年代,计算机、微电子、信息和自动化技术的迅速发展推动了生产方式由大、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。同时一些现代生产管理模式,如准时制生产(JIT)、全面质量管理(TQM)开始应用于生产,以提高企业的效益。

(5) 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,促进了制造业中各种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计划(MRP)、制造资源规划(MRP II)、企业资源规划(ERP)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。同时,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)得到了应用和推广,通过各项单元技术资源的集成应用,获取综合效益,并引发了企业组织机构和运行模式的显著变革,使得制造业在资源配置、生产效益等方面都获得了极大的进展。各种先进的集成化、智能化加工技术和装备也有较大发展,如虚拟轴机床、可重构机床;精密铸造、精密锻造、精密焊接技术与装备;微制造技术与设备;快速成形技术与系统;激光加工技术与装备等。

1.2 先进制造技术的产生背景与定义

1.2.1 先进制造技术产生的背景

近 30 年来,制造业面临着诸多严峻的挑战:新技术革命的挑战、社会市场需求多样化的挑战、信息时代的挑战、有限资源与日益增长的环保压力的挑战、制造全球化和贸易自由化的挑战等。

新技术革命的挑战使得制造业的资源配置必须由劳动密集型转向技术密集型和知识密集型,制造技术要向自动化、智能化的方向发展,否则企业将丧失竞争力;社会市场需求的多样化促使制造模式向着柔性制造发展,生产规模必须由大批量转为多品种、变批量,企业才能应对买方市场;信息时代的挑战使得信息成了制造业的主宰因素,制造业人士不树立新型的信息制造观就可能面临淘汰;有限资源与日益增长的环境保护压力的挑战要求从生产的始端就注重污染的防范,以节能、降耗、减污为目标,实现环境与发展的良性循环,最终达到可持续发展,做不到这一点,企业就只能“关、停、并、转”;制造全球化和贸易自由化的挑战使制造业市场出现了前所未有的国际化,跨国集团咄咄逼人的“攻势”直接威胁到本土制造企业的生存。

在这样的社会背景下,各国政府和企业界都在寻求对策。由于传统的以大批量生产为特征的制造技术和制造模式已显得无法适应现代市场环境的严峻挑战,从而引发了制造技术、制造模式和管理技术的剧烈变革。

美国是制造业的头号强国,但由于一段时期以来只重视基础技术和国防技术,把制造业当作“夕阳产业”,直接导致了 20 世纪 70 年代开始显现的科技优势和经济竞争力下降的局面。同时,美国一些学者如托夫勒等提出美国已进入“后工业化”社会,力图把经济发展的重心从制造业转向服务业等第三产业,更加剧了美国在某些工业领域的市场竞争力的明显下降,呈现了相对落后于日本和德国等国家的危险趋势。

20 世纪 80 年代末,美国的研究者提出了“先进制造技术”(Advanced Manufacturing Technology,简称 AMT)的概念,以加强美国制造业的竞争能力。20 世纪 90 年代初开始,克林顿政府发起了振兴美国经济计划,突出了现代装备制造业的支撑作用,强调了技术创新及其成果转化,提出了增强产品市场竞争力的关键是发展“先进制造技术”的新观点,由此,先进制造技术作为一个新的概念在政府层面上被接受,同时作为一项高层次水平上的制造技术受到众多发达国家以及部分新兴工业国家的重视。

1.2.2 先进制造技术的定义

先进制造技术提出至今,尚没有一个很明确的定义。普遍公认的含义是:先进制造技术是指在传统制造技术基础上不断地吸收机械、电子、计算机、信息、材料、能源等学科以及现代管理科学技术等方面的高新技术成果,并将这些技术优化、集成,综合应用于制造业产品的研发设计、生产制造、检测、营销、使用、服务和管理的全过程,以实现优质、高效、低耗、清

洁、灵活生产,即实现信息化、自动化、智能化、柔性化、生态化生产,取得理想的技术经济效益和社会效益的制造技术的总称。

可见,先进制造技术本质上就是“制造技术”加上各个学科的相关科学技术和 管理科学而交融形成的在新的层次水平上的制造技术。

1.2.3 先进制造技术的进展概况

美国政府在 20 世纪 90 年代初提出了一系列制造业振兴计划,其中包括先进制造技术计划(ATP)和制造技术中心计划(MTC),并在财政上予以大力支持。

先进制造技术计划是美国联邦政府科学、工程和技术协调委员会(FCCSET)于 1993 年制订的 6 大科学和开发计划之一,其目标如下:

- (1) 为美国工人创造更多的高技术、高工资的就业机会,促进美国经济增长;
- (2) 不断提高能源效益,减少污染,创造更加清洁的环境;
- (3) 使美国的私人制造业在世界市场上更具有竞争力;
- (4) 使教育系统对每位学生进行更具有挑战性的教育;
- (5) 鼓励科学界把确保国家安全以及提高全民生活质量作为核心目标。

美国政府投入 14 亿美元研发经费将该项计划作为 1994 年度重点扶持的科技项目,围绕如下的三个重点领域开展研究:① 下一代的“智能”制造系统;② 为产品、工艺过程和整个企业的设计提供集成的工具;③ 基础设施建设,包括扩展和联合已有的各种推广应用机构、建立地域性的技术联盟(技术联合体)、制订有关国家制造技术发展趋势的监督和 分析机制、制订评测基准和评测指标体系等。

制造技术中心计划又称为合作伙伴计划,指政府与企业 在共同发展制造技术上进行密切合作,政府的职责是要帮助 35 万家中小企业掌握先进技术,使他们具有识别、选择适用于自己技术的能力。该计划要求在一个地区设立一个制造技术中心,为中小企业展示新的制造技术和装备,组织不同类型的培训,帮助企业了解和选用最新的或最适合他们使用的技术和装备。1996 年美国政府用于制造业的生产技术设备更新投资高达 3 420 亿美元。

先进制造技术计划和制造技术中心计划均由美国国家标准与技术研究院负责组织实施,该机构也是对于先进制造技术进行研究和推广的国家一级的研究与协调机构。这两项计划的实施取得了显著的效果,制造技术获得显著提升,制造业有了较大发展。

白宫科技政策办公室发表的国家关键技术报告中有四项涉及先进制造技术领域,即柔性计算机集成制造、智能加工设备、纳米级制造、系统管理技术。美国国家科学基金会(NSF)工程部也制订了有关先进制造技术的专项计划,包括:设计、制造和工业创新、战略性制造倡议计划;工程研究中心计划;管理和技术创新计划;面向小企业创新研究计划和新技术推广计划;促进产业和学术界结合计划等。

二次世界大战之后,日本在数控机床、机器人、精密制造、微电子工艺领域取得了较大的进展,走出了一条“技术引进→自主开发→加强基础研究”的技术发展道路。日本在 1986—1993 年期间用于制造业的技术设备更新和工艺改造投资达 3 万亿美元。

在美国最先提出智能制造的概念后,日本通产省在 1991 年 1 月立案批准由日本东京大

学古川教授等人提出的智能制造系统(IMS)国际合作研究开发计划,以十年为期限,预算投资 10 亿美元。该计划于 1992 年秋开始执行,与欧共体、美国合作成立“IMS 国际委员会”,形成了一个大型国际共同研究项目,旨在组合工业发达国家的先进制造技术,探索将研究成果转变为生产技术的途径以及开发下一代的标准化技术。其目标重点是实现制造技术的体系化、标准化,开发出能使人 and 智能设备都不受生产操作和国界限制、彼此合作的高技术生产系统,以适应当今制造全球化的发展趋势。

智能制造系统研究开发计划选择了六个试验项目进行研究,分别是:过程工业中的清洁制造技术、并行工程技术、全球制造业集成技术、自律分散型(Holonic)控制系统、产品快速成形技术和知识系统化技术。这里所谓的“自律”,是指装配和生产线具有一定的决策智能,能够根据周围环境以及生产作业状况自主地进行判断并进行及时决策变更作业工程。

在欧共体各国,制造业强烈地感受到来自美国和日本的压力,并清楚地认识到“任何一个欧洲国家都不可能仅靠自身的力量来有效地对付美国和日本的技术挑战,欧洲只有把财力和人力集中起来,才能保持自己在未来世界上的经济地位”(德国前总理科尔)。为此,欧共体各国政府与企业界共同掀起了一场旨在通过“欧共体统一市场法案”的运动,并制订了一系列发展计划。

(1) 尤里卡计划(ERKA):1988 年用 5 亿美元资助了涉及 16 个欧洲国家 600 家公司的 165 个合作性高科技研究开发项目。

(2) 欧洲信息技术研究发展战略计划(ESPRIT):13 个成员国向 5 500 名研究人员提供了资助。把 CIM 中信息集成技术的研究列为五大重点项目之一,明确要向 CIM 投资 620 万欧元作为研究开发费用,抓好 CIM 的设计原理、工厂自动化所需的先进微电子系统以及实时显示系统进行生产过程管理的三大课题。

(3) 欧洲工业技术基础研究计划(BRITE):重点资助材料、制造加工、设计以及工厂系统运作方式等方面的研究。

仅在 1991—1994 年期间,欧共体为研究开发先进制造技术就投入了 74 亿美元。

1.3 先进制造技术的特点和体系结构

1.3.1 先进制造技术的特点

1. 先进性

先进制造技术的核心和基础是优质、高效、低耗、清洁、灵活的工艺,这些工艺是经过优化的先进工艺,它们从传统的工艺发展而来,并与代表着时代发展水平的新技术相结合,两者实现局部或系统的集成,即保留了过去制造技术中的有效要素,又吸收了各种高新技术的最新成果。

2. 广泛性

先进制造技术的广泛性体现在两个方面:① 先进制造技术是由制造技术、信息技术、计算机技术、设计技术、自动化技术、系统管理技术等各方面的技术组成;② 先进制造技术不只是针对在制造全过程的某一环节,而是覆盖了产品设计、生产设备、加工制造、销售使用、

维修服务、回收再生等所有领域及其全过程。

3. 实用性

先进制造技术是顺应制造业的需求而发展起来的一项面向工业应用的新技术,讲究实用性,有明确的需求导向,它的目的是提高企业对多变市场环境的适应能力和竞争能力,它的发展不是以追求技术本身的高新程度为目的,而是针对制造业中某一个具体的制造目标的需求。先进制造技术不是只在研究机构中“绕圈子”,而是注重在工业企业中推广应用并产生最好的实效。为了获得实效,先进制造技术常常是将许多单项的技术组合成有效的制造模式,通过制造资源的集成来获取生产的有效性,获得产品最好的实际效果,提高产品、企业,以及行业的综合经济效益和社会效益。

4. 系统集成性

先进制造技术是现代信息技术、自动化技术、管理技术与传统制造技术有机结合而成的整体新技术。它不是上列各单项技术的简单叠加,而是有效集成,使之成为多学科交叉发展而成的整体性工程技术。先进制造技术的先进性取决于各单项技术的集成效果,而不是直接由各单项技术的先进性来决定。由于与先进制造技术相关的各学科、专业间的不断渗透、交叉、融合,界限逐渐淡化甚至消失,技术趋于系统化、集成化,先进制造技术已发展成为集机械、电子、信息、材料和管理技术为一体的新兴交叉学科。

5. 动态性

先进制造技术本身是针对一定的应用目标,不断地吸收各种高新技术成果,将其渗透到企业生产的所有领域和产品寿命循环的全过程,实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产,因此,先进制造技术是一个动态技术,其内涵不是绝对和一成不变的,不同时期有不同的特点。

1.3.2 先进制造技术的体系结构

先进制造技术是制造业为了提高竞争能力以适应时代的要求而形成的一个高新技术群,经过发展,已在一定程度上形成了体系结构。

先进制造技术所涉及的学科门类多,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下属的工业和技术委员会先进制造技术工作组将先进制造技术分为三个技术群,即:① 主体技术群;② 支撑技术群;③ 管理技术群。三个技术群的相互关系及各自所包含的单项技术如图1-1所示。

美国机械科学研究院(AMST)提出的先进制造技术的多层次技术群体系,如图1-2所示。在该体系中,核心是优质、高效、低耗、清洁、灵活的基础制造技术,体系包括3个层次。

第1层次:现代设计、制造工艺基础技术,包括CAD、CAPP、NCP、精密下料、精密成形、精密加工、精密测量、毛坯强韧化、精密热处理、优质高效连接技术、功能性保护涂层、现代管理技术等。

第2层次:新型制造单元技术,这是在水市场需求及新兴产业的带动下,制造技术与电子、信息、新材料、新能源、环境科学、系统工程、现代管理等高新技术结合而形成的崭新制造技术,如制造自动化单元技术、极限加工技术、制造与可靠性技术、系统管理技术、CAD/CAE/CAPP/CAM、清洁生产技术、新材料成形加工技术、激光与高密度能源加工技术、工艺模拟

与工艺优化技术等。

第3层次:系统集成技术,这是应用信息技术和系统管理技术,通过网络与数据库对前两个层次的技术集成而形成的,如FMS、CIMS、IMS及虚拟技术等。

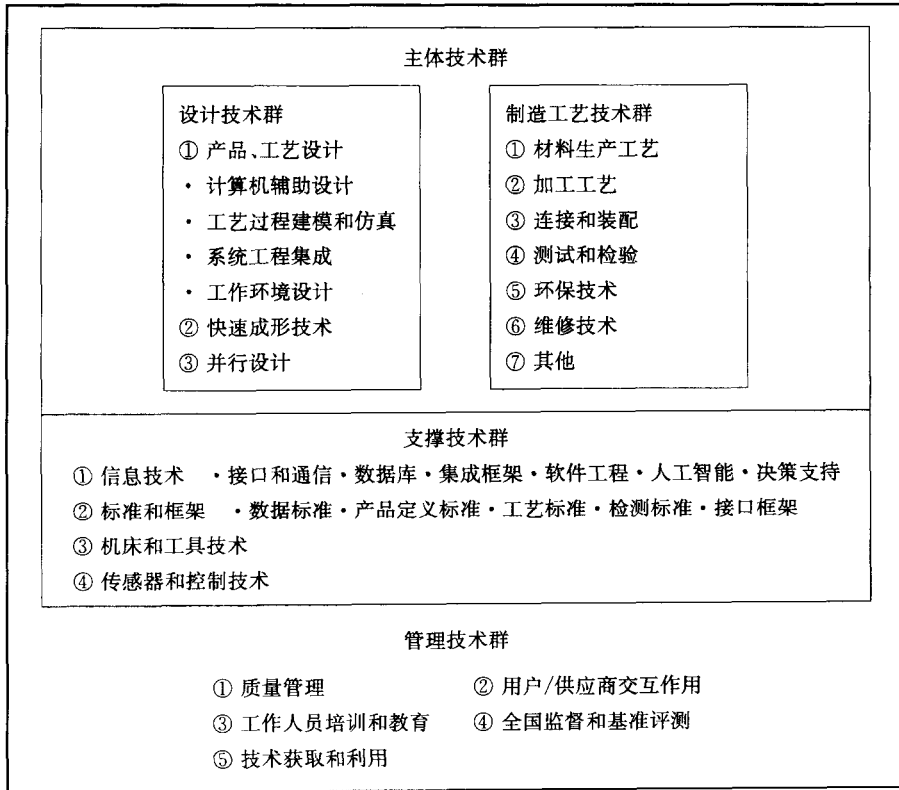


图 1-1 先进制造技术体系结构之一

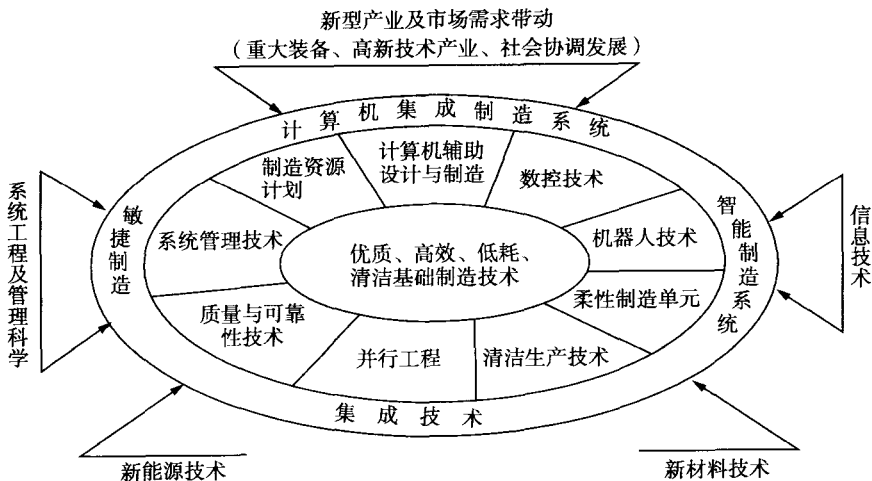


图 1-2 AMST 的先进制造技术多层次技术群体系