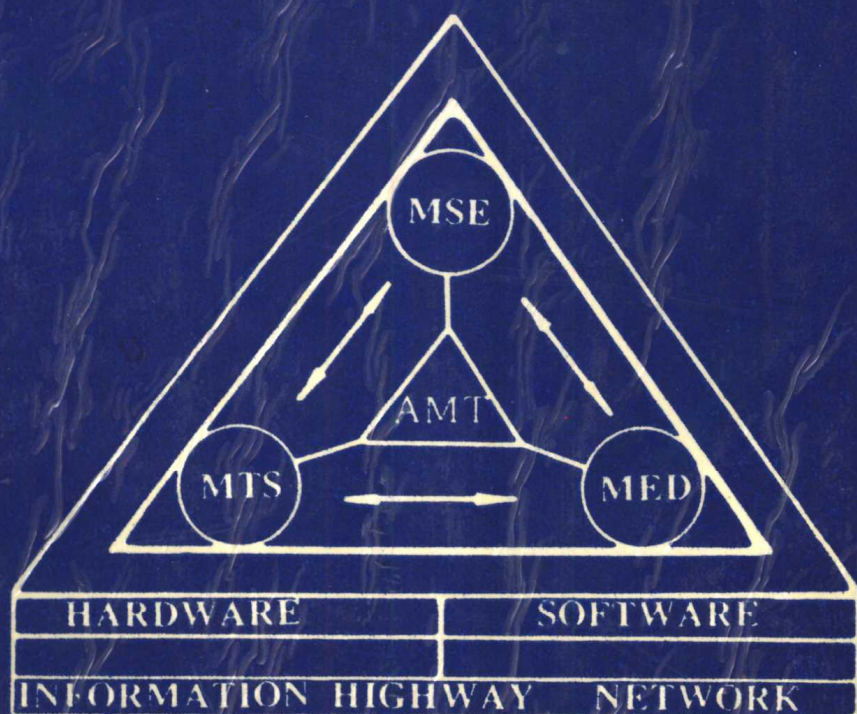


张根保 王时龙 徐宗俊 编著

先进制造技术



重庆大学出版社

先进制造技术

张根保 王时龙 徐宗俊 编著

重庆大学出版社

内 容 简 介

先进制造技术是国际上于 80 年代末提出的一门综合性、交叉性前沿学科和技术,内容涉及制造业生产、经营管理、设计、制造、市场的各个方面,是关系到将科技成果转化为现实生产力,提高综合国力的关键技术。国家已将先进制造技术列为“九五”规划及 21 世纪科技发展的重点内容。本书根据国际、国内本学科发展的最新资料以及作者近年来的研究成果写成。

本书系统地介绍了先进制造技术的理论体系和基本内容,重点从系统化性、综合性的角度介绍了制造企业最新的管理技术、工程设计技术、加工自动化技术、质量控制技术和相关支撑技术,本书结构体系完整,理论联系实际,对现有企业技术改造有指导作用。

本书可作为机械工程、工业工程、管理工程等各类与制造有关的学科和专业的教学参考书和研究生教材,亦可供有关制造业的负责人员及科技人员学习之用。

先进制造技术

张根保、王时龙、徐宗俊 编著

责任编辑:陈兴

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

威远县印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:468 千

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—2000

ISBN 7-5624-1218-9/TH·58 定价:25.60 元

(川)新登字 020 号

前 言

先进制造技术 AMT(Advanced Manufacturing Technology)是国际上 80 年代末期提出的新概念,内容包括了制造技术的各个方面(管理技术、工程设计技术、物流技术、相关学科支撑技术和支撑环境),是目前国际国内研究的热门技术,受到世界各国政府、企业界和学术界的高度重视。在这样一种大趋势下,提高国家的制造技术水平是增强国家经济和国防实力的重要手段已成为人们的共识。如美国面对日益削弱的竞争能力,提出在 21 世纪彻底夺回已经失去的市场,将希望寄托在先进制造技术的研究和推广应用上。其表现为:政府高度重视,从产业政策和资金方面给予积极支持;企业界积极参与,作为推广应用先进制造技术的主体,提供研究课题和经费支持研究工作,并将研究成果尽快应用到生产实际中去,以取得应有的经济效益;学术界更将先进制造技术作为自己的主要研究方向,为企业服务,提供各种先进实用的制造技术;各名牌大学不甘落后,除积极参与各种先进制造技术的研究工作外,还为政府官员和企业界各类人员进行各种层次、各种规模的培训工作,另外还加强了大学生和研究生关于先进制造技术的教育。

先进制造技术是各种现代制造技术的总称,被称为是面向 21 世纪的技术,其主要特征是强调实用性,以提高企业的综合经济效益为目的,所以被认为是提高制造业竞争能力的主要手段,对促进国民经济的发展有着不可估量的影响。

与工业先进国家相比,我国制造技术的水平还很低,企业参与国际市场竞争的能力还很弱。面对市场竞争的国际化 and 激烈化,我们只有认真贯彻《中华人民共和国国民经济和社会发展战略“九五”计划如 2010 年远景目标纲要》,执行在“实施科教兴国战略”一节中明确提出的“采用先进制造技术”的要求,才能在竞争中站稳脚跟,取得胜利。

提高市场竞争能力有五个要素:能够开发出市场急需的、适销对路的、品种多样的、高科技含量的新产品(FUNCTION);能够在尽可能短的时间内提供用户需要的产品(TIME TO MARKET);产品的质量应能最大限度地满足用户的要求(QUALITY);产品的价格应具有竞争力(COST);能提供产品的全程优质服务(SERVICE)。FTQCS 这五个要素相辅相成,缺一不可。而提出先进制造技术的目的就是研究企业综合满足这五个要素的能力,使企业既能占领尽可能大的市场,又能获取最大的利润。

到目前为止,国内外都尚未见到一本全面地、系统地介绍先进制造技术的专著,与当前正在形成的先进制造技术的研究和推广应用热潮很不相适应。为此,我们组织力量编写了本书(本书的作者们多年来在国内外从事先进制造技术的研究和教学工作)。其目的是为了推动先进制造技术在我国的研究和推广应用,给广大工科及管理学科的教师、研究生、大学生和广大制造企业技术人员、管理人员和决策人员,以及政府部门的官员们提供一本全面地、系统地介绍先进制造技术及其最新发展的教材或参考读物;本书也同时适合于作为各种先进制造技术培训班的教材。

本书共分七章,其整体特点首先是内容全面而丰富,包括了制造技术的各个方面,从管理到技术到物流,还讨论了未来企业的特点和市场竞争特点;其次是内容新,几乎囊括了最近几

年国际上有关先进制造技术研究的所有最新内容;第三个特点是系统性强,体系分类结构合理,首先介绍体系结构,使读者建立一个完整的概念,然后分类分章集中介绍各种技术及它们的共同特点,最后再介绍各种技术对企业竞争力的综合影响。

第一章主要介绍制造业的发展历史及其在国民经济中的地位,制造技术研究的发展趋势和我国制造业面临的挑战和机遇,指出国家的经济要发展,就应首先研究、发展和推广应用先进制造技术;第二章简要地介绍了我们的研究成果,讨论了制造技术的变革史,详细介绍了先进制造技术的发展背景,给出了先进制造技术的定义并讨论了它的特点,提出先进制造技术的体系结构,这种体系结构全面地勾画出先进制造技术的轮廓,定义了各个技术群应包括的具体内容,先进制造技术的体系结构对其研究和发展具有指导意义,这一章的最后,我们提出我国发展先进制造技术的几点具体建议;在第三章中,我们讨论了现代制造系统的各种管理技术,包括最近几年提出的并行工程、精益生产、敏捷制造、智能制造系统等新概念,我们特别强调人在企业管理中的重要作用和根据国情及企业的具体情况创造性地建立自己的管理及运行机制;第四章全面介绍各种先进的工程设计技术,既有各种具体的设计技术,如健壮设计、优化设计、精度设计、外观造型设计等,又有设计方法学方面的内容,如设计过程管理、新产品开发、质量功能配置、模块化设计和公理性设计等,我们还同时介绍了各种以计算机为基础的设计技术 CAD/CAE/CAPP/CAM/CAAP/ICAD 和设计/制造集成技术;第五章涉及制造系统中的物流技术,包括加工自动化及设备,少无切削加工技术,精密工程技术,超高速加工技术,特种加工技术,检测自动化,物流自动化和清洁化生产技术等;第六章介绍与各种制造技术有关的相关支撑学科技术,它们是前面几章所述技术的支撑基础,包括系统工程技术,虚拟现实技术,人机工程学,设计方法学,标准化技术,计算机科学和信息技术等;最后一章讨论了 21 世纪的市场及产品特点,生产模式及生产过程特点,面向 21 世纪制造企业的特征,企业的竞争力分析以及先进制造技术与企业竞争力的关系等内容。

《先进制造技术》在重庆大学作为博士生和硕士生的学位课程,已由徐宗俊、张根保教授等讲授过四次。本书在此基础上由张根保、王时龙和徐宗俊共同编写,张根保主编并编写了其中的绝大部分章节,同时担任全书统稿。本书由刘飞教授主审。

在本书的编写过程中,参阅并引用了国内外诸多同行专家的研究成果(专著和学术论文),作者在此一并致谢。

本书的出版得到“国家教委回国留学人员基金资助项目”的资助,在此,作者们向国家教委表示感谢。

本书由包励小姐和程学东女士将手稿录入计算机,作者对包小姐和程学东女士的辛勤劳动表示衷心的感谢。

由于先进制造技术的概念提出的时间不长,还未形成完整的理论体系,本书的编写仅是一种尝试,加之成稿时间很短,作者水平所限,缺点、错误在所难免,敬请读者批评指正。

作者

1996 年元月于

重庆大学

目 录

第一章 制造业及制造技术概论	1
1.1 制造、制造业和制造技术	1
1.2 制造业的发展及其在国民经济中的地位	1
1.3 制造技术研究的发展趋势	2
1.4 我国制造业面临的挑战和机遇	3
第二章 先进制造技术的发展及其体系结构	4
2.1 制造业的变革	4
2.2 先进制造技术的发展背景	5
2.3 先进制造技术的定义和特点	6
2.4 先进制造技术的体系结构	7
2.5 对我国发展先进制造技术的几点建议	11
第三章 现代制造系统管理技术	13
3.1 概论	13
3.2 成组技术 GT	14
3.3 独立制造岛 AMI	18
3.4 计算机集成制造系统 CIMS	21
3.5 准时生产技术 JIT 和 Kanban 管理	30
3.6 并行工程技术 CE	34
3.7 精益生产 LP	39
3.8 敏捷制造 AM	46
3.9 全面质量管理 TQM 及计算机集成质量系统	50
3.10 管理信息系统 MIS	59
3.11 制造资源计划 MRPII 及 MRP II	64
3.12 智能制造系统 IMS	75
3.13 制造系统工程 MSE	78
第四章 现代制造系统工程设计技术	83
4.1 概论	83
4.2 计算机辅助设计 CAD	85
4.3 计算机辅助工程分析 CAE	91
4.4 计算机辅助工艺规程设计 CAPP	94
4.5 计算机辅助制造 CAM	100

4.6	计算机辅助装配工艺设计 CAAP	106
4.7	设计过程管理和工程数据库	109
4.8	智能 CAD 和概念设计	111
4.9	面向“X”的设计 DFX	114
4.10	可靠性设计	119
4.11	动态设计技术和有限元分析	123
4.12	健壮设计	126
4.13	优化设计	127
4.14	新产品开发	132
4.15	精度设计	136
4.16	三次设计	139
4.17	质量功能配置 QFD	142
4.18	反求工程技术	145
4.19	价值工程	147
4.20	系统建模与仿真、虚拟制造	150
4.21	外观造型设计	153
4.22	工作环境设计	156
4.23	快速原型法	159
4.24	设计与制造集成	162
4.25	模块化设计	166
4.26	疲劳设计	170
4.27	公理性设计	174
第五章	现代制造系统物流技术	178
5.1	概论	178
5.2	加工自动化及其设备	179
5.3	材料加工工艺	185
5.4	少无切削加工技术	190
5.5	精密、超精密及纳米加工技术	194
5.6	超高速加工技术	197
5.7	特种加工技术	200
5.8	可装配性工艺及装配自动化	204
5.9	检测自动化及在线质量控制	209
5.10	物流系统及辅助过程自动化	214
5.11	清洁化生产技术	220
第六章	相关支撑学科技术和支撑环境	224
6.1	概论	224
6.2	系统工程技术	224

6.3	虚拟现实技术	227
6.4	人机工程学	230
6.5	设计方法学	233
6.6	数据标准及接口技术	238
6.7	人工智能技术	244
6.8	多媒体技术	249
6.9	决策支持系统	256
6.10	数据库技术	261
6.11	计算机网络	265
第七章	先进制造技术与企业竞争力	277
7.1	概论	277
7.2	21 世纪的产品特征及市场分析	277
7.3	21 世纪的生产模式及生产过程特点分析	279
7.4	面向 21 世纪制造企业的特征	280
7.5	企业竞争力分析	282
7.6	先进制造技术与企业竞争力	285
参考文献		286

第一章 制造业及制造技术概论

1.1 制造、制造业和制造技术

制造是人类按照所需目的、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,采用有效的方法,将原材料转化为最终物质产品,并投放市场的全过程。因此,制造不是指单独的加工过程,而要包括市场调研和预测、产品设计、选材和工艺设计、生产加工、质量保证、生产过程管理、营销、售后服务等产品寿命周期内一系列相互联系的活动(国际权威学术机构——国际生产工程协会给“制造”下类似的定义)。

制造业是所有与制造有关的企业机构的总体。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。例如日本、台湾、香港、新加坡、韩国等。

制造技术是完成制造活动所需的一切手段的总和。健康发达的高质量制造业必然有先进的制造技术作为后盾。

制造活动是人类的主要活动之一,社会的发展和进步,离不开制造业的革新和发展。可以说,制造业是整个工业及国民经济、国防的基石。而制造技术则是制造业的技术支柱,是一个国家科技水平的综合体现。制造技术的发展是一个国家经济持续增长的根本动力。为了赢得激烈的市场竞争,在世界经济中占一席之地,就必须对制造技术进行研究,不断用新技术充实并改造制造业,使所制造的产品达到功能适用(Function),交货期短(Time to Market),质量好(Quality),价格低(Cost),并且服务优良(Service)。五个要素缺一不可。

1.2 制造业的发展及其在国民经济中的地位

人类文明的发展与制造业的进步密切相关。在石器时代,人类利用天然石料制作劳动工具,以采集利用自然资源作为主要生活手段。到青铜器、铁器时代,人们开始采矿、冶炼、铸锻工具、织布、打造工具,满足以农业为主的自然经济的需要,采取的是作坊式手工业的生产方式。生产用的原动力主要是人力,局部利用水力和风力。直到 1765 年,瓦特发明蒸汽机,纺织业、机器制造业才取得革命性的变化,引发了第一次工业革命,近代工业化大生产开始出现。到 1820 年奥斯特发现电磁效应,安培提出电流相互作用定律,1831 年法拉第提出电磁感应定律,1864 年麦克斯韦电磁场理论的建立,为发电机、电动机的发明奠定了科学基础,从而迎来电气化

时代。以电作为动力源,改变了机器的结构,开拓了机电制造技术的新局面。19 世纪末 20 世纪初,内燃机的发明,使汽车进入欧美家庭,引发了制造业的又一次革命。流水生产线及泰勒管理方法应运而生,进入大批大量生产时代(特别是汽车工业和兵器工业),并为二次大战的大规模军工生产准备了物质基础、技术基础和管理经验。二战后,人类迎来了电子时代,通讯的迅速普及和计算机的出现,尤其是半导体大规模集成电路的出现,引发了制造业的又一场新的革命。迎来了机械电子学(Mechantronics)和机电一体化(NC、CAD、CAM、CIMS)的时代。从工业革命历程可以看出,每次工业革命的形成和发生都与制造技术的发展密不可分。

制造业在国民经济中所占的地位可以从下面的几个简单数据来说明:美国 68% 的财富来源于制造业;在日本,国民经济总产值的 49% 是由制造业提供的;在我国,制造业在工业总产值中所占的比重为 40%。因此,没有发达的制造业,就不可能有国家真正的繁荣和强大。

1.3 制造技术研究的发展趋势

目前各工业化国家都已开始投入巨资研究和开发先进制造技术。其总的研究发展趋势是:立足于本国实际,面向 21 世纪,以提高综合经济效益为目的,研究和发展可以提高本国制造业竞争实力的各种适用的先进制造技术。其特点是:国家高度重视,出面组织和协调,并在政策和资金上给予大力支持;大学和研究所积极参与;以制造企业作为主体,积极提供研究课题和经费,并应用各种先进制造技术于生产实践中。为了提高企业的竞争力,就必须从提高人员的素质,改进组织机构和经营管理水平,提高产品设计制造水平等几个方面进行努力,在竞争五要素上狠下功夫。

——能够开发出市场急需的,功能实用的,满足用户要求的产品。在这里,我们强调功能实用性(Function),不片面追求所谓的高科技和功能全面先进性,因为先进并不等于实用。目前日本和美国竞相开发各种低价格、功能简单实用的产品就是最好的例子。

——能够在尽可能短的时间内将产品投放市场或发往用户。Time to Market 也是企业竞争力水平高低的一个重要指标。为了缩短产品投放市场的时间,就必须大力推广应用 CAD/CAM 技术,柔性制造技术,虚拟制造技术和快速原型技术等高新技术。

——能够生产出品质优良的产品。不言而喻,只有质量好的产品才能赢得顾客的青睐。产品质量包括的内容很多,它不单纯指工作精度,还包括外观造型、噪声、振动、能耗、可维修性、可回收性、宜人性等。质量(Quality)的重要发展方向之一是所谓的“绿色商品”。

——能够向市场提供价格低廉的产品。价格(Cost, Price)往往是顾客购物时考虑的首要因素。为了降低产品的价格,除了减少功能的“冗余”度外,还应在提高经营管理水平和产品的设计水平等方面下大力气。

——能够向客户提供优良的服务(Service)。服务包括售前的技术咨询和产品功能演示及售后周到的培训与维修。应该努力提高产品销售人员的业务素质,建立完整的销售、培训和维修网。

——采用环保型生产过程

1.4 我国制造业面临的挑战和机遇

我国的制造业借改革开放之东风,已经得到长足的发展。产品的外观和包装,产品的花样和品种都有了很大的提高,已有不少产品成功地打入国际市场。但与工业先进国家相比,除了价格优势外,在功能、质量、投放市场时间和售后服务等方面均存在着较大差距(有些学者称存在着阶段性的差距)。例如,在机械制造业,我国拥有 380 万台机床,两千多万从业人员,堪称世界数一数二,但产品结构落后,劳动生产力低下。汽车工业 200 万职工,年产量约 120 万辆;日本汽车工业 50 万从业人员,产量为 1300 万辆,人均生产率之比约为 44:1。我们大陆的机床工业 70 万职工,其年产值与从业人员仅 1.5 万人的台湾省不相上下。更不用说我国制造业的原材料消耗要比国外高得多。我国国民生产总值在世界生产总值中的比重,已从 50 年代的 4.7% 下降到 80 年代的 2.5%。1955 年,我国国民生产总值高出日本一倍,到 1985 年,只有日本的 1/5。

一个国家要发展,首先应该发展经济,加入世界经济大循环。面对愈来愈激烈的国际市场竞争,我国制造业面临的挑战是严峻的。在国外先进、高质量产品的冲击面前,我们不应该采取闭关自锁,将外国产品拒之门外的作法,而应发奋图强,保护和发展民族工业,首先保住国内市场,同时提高我国产品的竞争能力,逐步占领国际市场。

随着我国改革的不断深入,对外开放的不断扩大,为我国制造业的发展提供了良好的机遇。挑战和机遇并存,我们应该面对挑战,抓住机遇,炼好内功,组织力量研究和开发先进的制造技术,并将之推广应用到实践中去,提高我国产品的国际竞争力,创造良好的经济效益和社会效益。

第二章 先进制造技术的发展及其体系结构

2.1 制造业的变革^{[1][2][3]}

近 30 年来,随着科技进步特别是计算机技术的发展和环境因素的变化,世界制造业及其格局发生了巨大变革,这一变革主要体现在以下几个方面:

2.1.1 制造业世界格局的变化

从 60 年代开始,日本由于重视科技进步,研究先进的制造技术,大力推广应用高新科技成果,再加上严密的社会组织和大量高素质的人才,使其经济迅速崛起,把原来美国占绝对优势的产业如汽车、照相机、家电、机床、复印机、半导体等变成自己的主导产业,占领了世界包括欧美市场。加上 70 年代以来依靠制造业发展起来的亚洲新兴工业国家和地区(台湾、香港、新加坡和韩国),使得世界制造业变成欧、亚、美三分天下的局面。改革开放以来我国的制造业也有很大的发展。专家预测,到 21 世纪,亚洲经济将会在世界经济中占主导地位,其中制造业将会发挥更大的作用。

2.1.2 制造业产品结构,生产模式和生产过程的变化

制造业的产品结构正朝着先进实用、高效、节能、体积小、质量好、功能先进无冗余、环保型(所谓的绿色商品)方向发展;生产模式则朝着多品种、小批量、单件化、柔性化、生产周期大幅度缩短等方面发展;而生产过程则朝着高速、精密、自动化、少无切削、节能、环保型、非传统加工方法,甚至零缺陷等方面发展。

2.1.3 市场竞争愈来愈激烈

由于制造业的进步,更多的国家参与到世界经济发展中,市场竞争就愈来愈激烈,顾客的要求就会越来越高。制造业的决策者都已意识到,为了赢得竞争,就必须想方设法满足顾客的要求,“客户第一”已成为制造业的共识。为了击败对手,就必须在产品功能(F),交货时间(T),质量(Q),价格(C),服务(S)等五个方面进行改进。

2.1.4 新技术不断涌现

新的制造技术不断出现,大多数新技术都是与计算机技术的进步息息相关的,同时也注重人的作用和制造活动中的管理技术。这些技术包括:数控技术(NC),计算机集成制造技术(CIM/CIMS),并行工程技术(Concurrent Engineering),精益生产(Lean Production),敏捷制造(Agile Manufacturing),成组技术(Group Technology),快速原型技术(Rapid Prototyping),质量功能配置(Quality Function Deployment),健壮设计(Robust Design),准

时生产(Just-in-Time),智能制造(Intelligent Manufacturing),仿真和虚拟制造(Simulation and Virtual Manufacturing),制造资源计划 MRP I (Manufacturing Resources Planning)等。

正是由于上述变革,特别是计算机技术和管理技术的飞速发展,才诞生了先进制造技术这一制造领域的最新概念。

2.2 先进制造技术的发展背景

先进制造技术 AMT(Adevanced Manufacturing Technology)这一概念是美国根据本国制造业面临的来自世界各国,特别是亚洲国家的挑战,为增强制造业的竞争力,夺回美国制造业的优势,促进国家经济的发展,于80年代末期提出的。由于目标明确,一经提出,立即得到美国朝野各界的一致响应,并在社会上形成一种气候。政府立即组织人力和财力,制订相应的技术政策和发展计划,促进先进制造目标的实现。事实上,先进制造技术提出的根本原因在于美国制造业竞争力的不断减弱。70年代,美国一批学者不断鼓吹美国已进入“后工业化社会”,认为制造业是“夕阳工业”,认为应将经济重心由制造业转向纯高科技产业及服务业等第三产业,许多学者只重视理论成果,不重视实际应用,造成所谓“美国发明,日本发财”,市场被日本占领的局面。再加上美国政府长期以来对产业技术不予以支持的态度,使美国制造业产生衰退,产品的市场竞争力下降,贸易逆差剧增,许多原来美国占绝对优势的产品,都在竞争中败给日本,日本货占领了美国市场。美国商品在来自日本的高质量、高科技产品和其它亚洲和拉美国家廉价制造品的夹击下,其生存空间不断萎缩。以上情况引起学术界、企业界和政界人士的普遍重视,纷纷要求政府出面组织、协调和支持产业技术的发展,重振美国经济。为此,政府和企业界花费数百万美元,组织大量专家、学者进行调查研究。研究结果简单明了,如 MIT 的调查结论为:“一个国家要生活得好,必须生产得好”,和“振兴美国经济的出路在于振兴美国的制造业”。调查结果使大家认识到:“经济的竞争归根到底是制造技术和制造能力的竞争”。观念转变后,美国政府立即采取一系列措施,如:

- 1988年投资进行了大规模的“21世纪制造企业的战略”的研究;

- 1991年白宫科学技术政策办公室发表《美国国家关键技术》的报告,标志着美国科技政策新时代的开始,表示了政府对产业技术发展的重视和支持;

- 克林顿上台后不久,于1993年2月在硅谷发表《促进美国经济增长的技术——增强经济实力的新方向》的报告,提出“要促进先进制造技术的发展”,指出“制造业仍是美国的经济基础。”并且提出促进先进制造技术发展的6条具体措施;

- 成立美日双边制造工程研究会,每年派100名工程师到日本学管理和技术;

- 加大研究开发经费,1992年R+D经费为1500亿美元;

- 通用汽车公司80~90年代共投入400亿美元研究AMT;

- 参加国际合作项目,如美、日、澳、欧的“智能制造系统”计划;

- 制定各种有关先进制造技术的研究计划;

- 成立国家级(如8个国家制造研究中心)、地区级(如设在密执安州的国家制造科学中心)、大学(如密执安大学吴贤明制造技术中心)、企业(如克莱斯勒汽车公司的技术中心)、专门的制造技术研究中心(如设在密执安州的中西部制造技术中心)等各种层次、级别的协调、推广

和应用中心。

——宣布 1994 年为制造技术年,将先进制造技术首创计划作为 1994 年重点扶持的唯一科技领域,投资 14 亿美元。

这一系列措施已初步收到良好的效果,如:

——美国汽车设计水平大幅度提高,欧洲一些报纸称:“由于采用先进的设计技术手段,美国新设计的汽车在技术水平上已超过日本和欧洲”;

——美国汽车产量 1994 年再次超过日本,美国汽车已重新开始占领欧、美市场;

——吴贤明制造中心的“两毫米工程”使美国三大汽车公司轿车车身精度由 5 年前的 8mm 提高到 2mm,达到丰田轿车的水平(从设计、冲压、模具、机械加工、焊接、装配等各个环节寻找问题,综合应用各种先进制造技术如健壮设计、最优化夹具设计、公差分析、光学检测、激光扫描等各种技术去解决问题);

——辛辛那提·米拉克隆公司采用并行工程技术——狼群开发计划(由不同部门的人员组成研究小组,采用 Team Work 工作方式,大家都有积极进取、共同合作的精神,都保证尽心尽力工作,全公司各部门都积极配合狼群小组的工作),使其机床的设计和制造水平得到很大提高;

——总结并提出一系列先进制造技术的新理论和新技术,如并行工程、精益生产、敏捷制造等。

在我国,制造技术与工业发达国家尚有较大的差距,如果不重视先进制造技术的研究,这种差距还会进一步拉大。可喜的是,这种思想已成为很多专家学者的共识。1995 年 4 月,在联合国开发计划署和中国外国专家局的支持下,机械工业部科技与质量监督司等五单位在北京联合召开了《先进制造技术发展战略研讨会》。

这次会议取得以下共识:

——AMT 是工业规模生产的技术支柱,是高技术成果走向实际应用的接口、桥梁和通道,是提高企业国际竞争力和技术创新能力的根本途径;

——在未来的竞争中,谁掌握了先进制造技术,谁就掌握了市场;

——AMT 已成为当前高技术应用的主战场;

——一个以制造技术为中心的科技竞争正在国际间悄悄展开,一个新的制造业革命时代已经到来;

——制造技术是一个国家技术水平的综合体现,是制造业赖以生存和进步的主体技术,制造技术已成为国家命运的主宰;

——中国与世界先进水平的差距主要是制造技术的差距。

总而言之,我国制造工业面临着前所未有的挑战和机遇,笔者相信,先进制造技术在我国研究和推广应用的热潮即将到来。

2.3 先进制造技术的定义和特点

尽管先进制造技术这一新概念已提出好几年,各国学者也对它研究得很多。但是,到目前为止,对先进制造技术还缺乏一个一致公认严格定义。

我们给先进制造技术下的定义为:

先进制造技术是以提高综合效益为目的,以人为主体的,以计算机技术为支柱,综合应用信息、材料、能源、环保等高新技术以及现代系统管理技术,研究并改造传统制造过程作用于产品整个寿命周期的所有适用技术的总称。

由以上定义可以看出,先进制造技术有如下特点:

1. 先进制造技术不是一成不变的,而是个动态技术。它要不断吸收各种高新技术成果,将其渗透到产品的设计、制造、生产管理及市场营销的所有领域及其全部过程,并且实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产。

2. 先进制造技术是面向 21 世纪的技术系统,它的目的很明确,即提高制造业的综合效益(包括经济效益、社会效益和环境生态效益),赢得激烈的国际市场竞争。

3. 先进制造技术并不摒弃传统技术,而是不断用科技新手段去研究它,并运用科技新成果去改造它、充实它。特别是利用先进技术研究传统工艺的成形原理,建立数学模型,并利用优化设计技术进行传统工艺方法的优化。

4. 先进制造技术并不仅限于制造过程本身,它涉及到产品从市场调研、产品设计、工艺设计、加工制造、售前售后服务等产品寿命周期的所有内容,并将它们结合成一个有机的整体。

5. 先进制造技术特别强调计算机技术,信息技术和现代系统管理技术在产品设计、制造和生产组织管理等方面的应用。

6. 先进制造技术特别强调人的主体作用,强调人、技术、管理三者的有机结合。

7. 先进制造技术不是一项具体技术,它是利用系统工程技术将各种相关技术集成的一个有机整体。

8. 先进制造技术强调各专业学科之间的相互渗透和融合,淡化并最终消除他们之间的界限。

9. 先进制造技术特别强调环境保护,既要求其产品是所谓的“绿色商品”(对资源的消耗最少,对环境的污染最小甚至为零,对人体的危害最小甚至为零,报废后便于回收利用,发生事故的可能性为零,所占空间最小),又要求产品的生产过程是环保型的(对资源的消耗最少,对环境的污染最小甚至为零,对人体的危害最小甚至为零)。

2.4 先进制造技术的体系结构

也和 AMT 的定义一样,对 AMT 的体系结构认识更不统一,以下提出作者的不成熟看法,愿与同行专家探讨。

我们建议的先进制造技术的体系结构如图 2.4.1 所示。先进制造技术应包括三大主体技术群(现代制造系统管理技术群,面向制造的工程设计技术群,物料处理方法和设备技术群)和一个支撑技术群(为三大主体技术群提供理论基础)。由于先进制造技术是一个有机的整体,所以,三大主体技术群并不是相互孤立的,它们之间有大量的信息交换。为了管理好整个生产过程,实现产品的设计和制造,需要硬、软两个支撑环境的支持:其中硬支撑环境包括各种计算机硬件及外围设备和各种物流设备等;软支撑环境包括各种计算机软件,企业的文化氛围,企业的管理体制,以及各种标准和法规等。最后,先进制造技术的实现还依赖于国家信息高速公路,企业的计算机网络和工程数据库的支持。

2.4.1 制造工程设计技术群

这个技术群包括所有与产品和工艺过程设计有关的各种技术。

工程技术群	支撑环境
产品设计 ——概念设计 ——计算机辅助设计 CAD ——计算机辅助工程分析 CAE ——可靠性设计 ——动态设计 ——疲劳设计 ——健壮设计(Robust Design) ——智能优化设计 ——精度设计(质量设计) ——三次设计(质量设计) ——质量功能配置 QFD(质量设计) ——模块化设计 ——反求工程 ——外观造型设计和包装设计 ——系统建模及仿真 ——新产品开发 ——公理性设计	——大中型计算机 ——工程工作站 ——微机 ——工程数据库 ——网络及通讯 ——各种应用软件 ——专家系统开发工具 ——企业数据库 ——多媒体技术
面向“X”的设计技术 DFX ——面向制造的设计 ——面向装配的设计 ——面向维修的设计 ——面向回收的设计 ——面向质量的设计 ——面向包装、运输的设计 ——面向操作(好用)的设计 ——面向价格的设计 ——面向环保(制造和使用)的设计 ——面向均衡寿命的设计	
工艺过程设计 ——计算机辅助工艺规程设计 CAPP ——计算机辅助装配工艺设计 ——工艺过程建模与仿真, 虚拟制造	
其它技术 ——工作环境设计 ——计算机辅助制造 CAM ——设计与制造集成(包括接口技术) ——并行设计 ——快速原型法 ——产品设计过程管理和工程数据库	

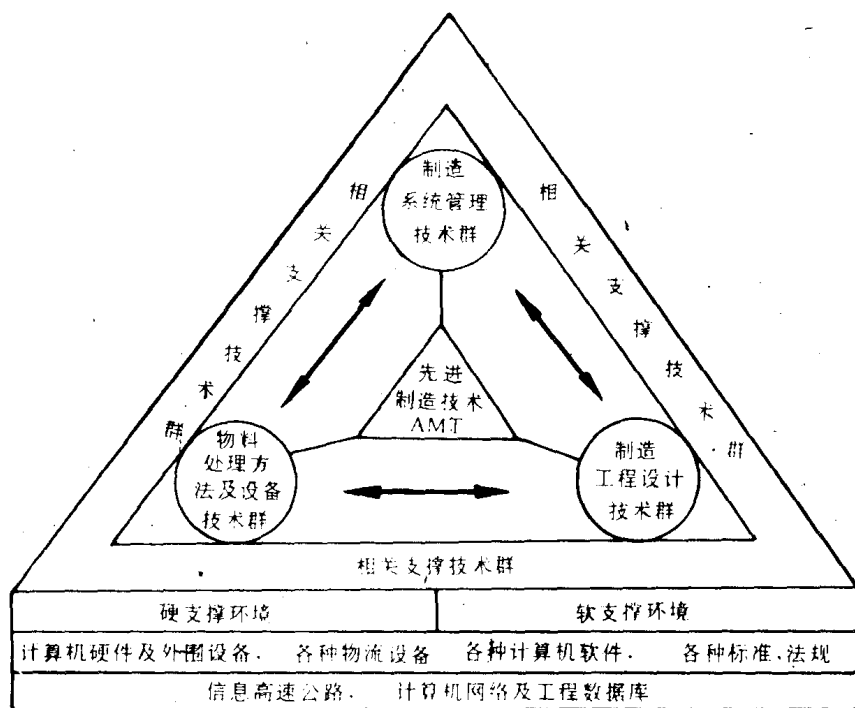


图 2.4.1 先进制造技术的体系结构

2.4.2 现代制造系统管理技术群

这个技术群包括与系统组织和管理(企业管理、质量管理、人事管理、生产管理、营销管理等)有关的各种技术,主要强调信息集成,企业的生产模式创新,人、技术和管理的集成等。这个技术群每出现一项新技术,都会对制造业的发展产生重大影响。

工程技术群	支撑环境
侧重于技术的管理技术 —— 成组技术 GT —— 独立制造岛 AMI —— 计算机集成制造系统 CIMS —— 并行工程 CE —— 智能制造系统 IMS —— 系统集成技术 SIT	—— 企业数据库 —— 各种计算机设备 —— 办公自动化设备 —— 各种标准如 ISO9000
侧重于管理的管理技术 —— 计算机集成制造 CIM —— 精益生产 LP —— 敏捷制造 AM —— 全面质量管理 TQM —— 管理信息系统 MIS —— 准时生产 JIT —— 制造资源计划 MRP I 和 MRP II —— 制造系统工程 MSE	—— 各种应用软件 —— 决策支持系统 —— 有效的组织管理机构 —— 网络及通讯