

机械工业企业管理人员工商管理培训补充教材

先进制造技术与 企业自主开发能力

机械工业部教育司 组编

黎永明 王志新 金瑞龄 主编

机械工业出版社

F407.4
9900242

机械工业企业管理人员工商管理培训补充教材

先进制造技术与 企业自主开发能力

机械工业部教育司 组编
黎永明 王志新 金瑞龄 主编



机械工业出版社

本教材是根据机械工业部教育司拟定的《先进制造技术与企业自主开发能力》教学大纲要求编写的。全书分上下篇共十五章,主要内容为先进制造技术及其发展概论、现代设计技术、先进制造工艺及设备、自动控制与检测技术、综合自动化技术、现代生产系统管理技术、面向 21 世纪的制造系统、关于“开发能力提高战役”、企业科技进步的政府推动与市场调节、企业技术开发、企业技术改造、企业技术引进、企业人才开发与管理、企业科技进步的组织管理与信息系统等。

本教材为机械工业国有大中型企业领导培训教材,也可作为高等学校机电类专业学生的选修课教材或参考书,并可供有关教师和工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

先进制造技术与企业自主开发能力/黎永明等主编. —北京:机械工业出版社,1998.4

机械工业企业管理人员工商管理培训教材

ISBN 7-111-06375-9

I. 先… II. 黎 III. 机械制造-新技术-关系-企业-新工业产品-技术开发 IV. F407.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 09967 号

出 版 人:马九荣(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:卢若薇 刘同桥 版式设计:冉晓华 责任校对:房志凯

封面设计:姚毅 责任印制:吴永坤

北京市京精印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998 年 8 月第 1 版·1998 年 8 月第 1 次印刷

850mm×1168mm/32 · 11 印张 · 280 千字

印数:1—1000 册

定价:26 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

机械行业企业管理人员工商管理培训 补充教材编审委员会成员名单

主任委员:邵奇惠

副主任委员:朱森第

委员:郝广发 宋天虎 蔡惟慈 杨 桦

谷政协 石坚中

办公室主任:郝广发(兼)

成 员:于新民 房志凯 吴浩然 王胜利

序

由机械工业部教育司等有关司局共同组织编写的《质量管理和质量保证》、《工业组织结构调整的理论与实践》、《先进制造技术与企业自主开发能力》三本教材，经过广大编纂人员的辛勤劳动，现在与大家见面了。这套教材是根据中组部、国家经贸委《“九五”期间全国企业管理人员培训纲要》及机械部《机械行业企业管理人员工商管理培训实施意见》而组织编写的，作为机械行业企业管理人员工商管理培训计划的补充教材。

党的十五大为建设有中国特色的社会主义做出了跨世纪的战略部署。为了贯彻落实十五大精神，机械工业部门通过认真学习和调查研究，对社会主义初级阶段时期机械工业的“行情”进行了再认识，并在此基础上进一步完善了行业的工作思路；即全面深化改革、打好“三大战役”、“塑造“四个形象”、实现行业振兴。为此，全行业要以提高国内外市场竞争力作为发展的根本任务，坚定不移、对持不懈地打好“三大战役”；以全面深化改革作为发展的根本动力；大胆探索符合“三个有利于”标准的改革思路；以“两手抓，两手都要硬”作为发展的根本保证，着力塑造“四个形象”，确保两个文明相互促进，共同发展。

工作思路确定后，关键在于贯彻落实。贯彻落实的第一因素是人，尤其是企业的各级领导及管理人员。因此，加强企业管理人员工商管理培训，切实提高企业管理人员的综合素质，是深入贯彻落实行业工作思路的重要途径，也是机械工业发展和振兴的重要保证。

机械行业的这套补充教材，紧紧围绕着行业的中心工作，既对产品质量翻身、组织结构优化、开发能力提高“三大战役”的基础性知识作了全面阐述，又结合“三大战役”系统介绍了国内

外在质量、结构、开发方面的理论和实践，有较强的针对性和实用性，相信对机械工业的发展会起积极的推动作用。

编写一套既有理论知识，又要紧密结合行业实际，配合行业中心工作的补充教材，是行业培训工作的探索与创新。这样的培训将更加贴近实际工作，更易达到学以致用目的。广大编审工作者克服时间紧、难度大等重重困难，较好地完成了这项任务。希望机械行业的企业管理人员认真学习，积极实践，用学到的理论来指导实践，用鲜活的实践来丰富理论，从而在行业内形成一种理论联系实际的良好风气，为振兴机械、汽车工业，使其成为国民经济的支柱产业做出贡献。

机械工业部部长

白叙道

1998年3月10日

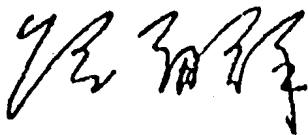
序 言

先进制造技术是当前国内外研究的热点。一些发达国家利用这一技术促进了制造技术水平的提高和国民经济的飞速发展。我国政府也非常重视，已把发展和推广先进制造技术当作打好产品质量翻身仗、促进组织结构优化和提高开发能力“三大战役”的重要条件，作为推动我国经济发展、社会进步和提高制造业国际竞争力的关键技术。

发展和推广先进制造技术、提高企业自主开发能力的关键在于人才。不仅需要培养一支高素质、了解和掌握先进制造技术发展前沿的科研开发、工程技术和经营管理的骨干队伍，提高我国制造技术创新能力并加速该技术的推广应用；同时，通过在职培训培养一大批有较高职业素养、会管理、善经营、懂技术的机械制造业国有大中型企业的领导，使先进制造技术及提高企业自主开发创新能力牢固地建筑在人才保证之上。

本书的及时出版，将为机械工业大中型企业领导及工程技术人员、大专院校有关师生普及先进制造技术知识，提高自主开发创新能力提供一本好的教材。

中国科学院院长
中国科学院院士
中国工程院院士



1999年1月

目 录

序

序 言

绪 论	1
第一节 先进制造技术的重要性、特点和内容	1
第二节 企业自主开发能力的内涵及其与先进制造技术的关系	5

上 篇 先进制造技术

第一章 概 论	8
第一节 现代企业与环境	8
第二节 现代企业制造战略和制造系统的发展	9
第三节 近代世界的经济特征和制造技术的发展	13
思考题	15
第二章 先进制造技术及其发展概论	16
第一节 先进制造技术的基本特征与技术要素	16
第二节 发达国家先进制造技术发展概况	17
第三节 我国先进制造技术发展概况	21
思考题	23
第三章 现代设计技术	24
第一节 现代设计方法、原则及步骤	24
第二节 计算机辅助技术	28
第三节 并行工程	32
第四节 虚拟现实与制造仿真技术	36
第五节 工程设计、智能设计与稳健设计技术	41
第六节 可靠性及安全设计技术	47
第七节 三次设计、价值工程和人-机工程学	51
思考题	56
第四章 先进制造工艺及设备	57

第一节	精密及超精密加工技术	57
第二节	微型机械和纳米加工技术	66
第三节	特种加工技术	70
第四节	超高速加工技术	76
第五节	表面新技术	79
第六节	精密成形技术	82
思考题		84
第五章	自动控制与检测技术	85
第一节	可编程控制器技术	85
第二节	数控加工技术和机床	89
第三节	工业机器人	94
第四节	精密测量技术	99
思考题		105
第六章	综合自动化技术	106
第一节	生产单元自动化技术	106
第二节	柔性制造技术	109
第三节	计算机集成制造技术	113
第四节	智能制造技术	120
第五节	物流技术	125
第六节	其他自动化技术	128
思考题		131
第七章	现代生产系统管理技术	132
第一节	现代生产系统管理技术的特点及其要素	132
第二节	全面质量管理	137
第三节	工业工程与企业再造	143
第四节	其他现代生产方式及其管理技术	151
思考题		159
第八章	面向 21 世纪的制造系统	160
第一节	面向 21 世纪制造系统的特点	160
第二节	快速成形系统	165
第三节	精益、灵捷、柔性生产系统	169
第四节	虚拟制造系统	172

第五节 生物型制造系统与绿色制造	177
思考题	184

下 篇 企业自主开发能力

第九章 关于“开发能力提高战役”	185
第一节 技术进步与经济增长	185
第二节 机械工业科技发展战略规划	190
第三节 “开发能力提高战役”的内涵	196
第四节 打好“开发能力提高战役”的措施	200
思考题	203
第十章 企业科技进步的政府推动与市场调节	204
第一节 企业科技进步的法律调节	204
第二节 科技进步的政策激励	212
第三节 企业科技进步的市场机制	217
思考题	222
第十一章 企业技术开发	223
第一节 技术开发战略与策略	223
第二节 技术开发程序	230
第三节 技术开发的方法与模式	238
思考题	240
第十二章 企业技术改造	241
第一节 技术改造的概述	241
第二节 技术改造方案的技术经济评价	246
第三节 提高技术改造项目的经济效益	254
第四节 技术改造资金的筹措和管理	258
思考题	259
第十三章 企业技术引进	260
第一节 技术引进的原则和有关规定	260
第二节 技术引进的方式	267
第三节 技术引进项目的管理	270
思考题	276
第十四章 企业人才开发与管理	277

第一节	人员培训与企业关系	277
第二节	管理人员的培训	282
第三节	技术人员的培训	288
第四节	技术工人的培训	292
思考题		296
第十五章	企业科技进步的组织管理与信息系统	297
第一节	企业技术开发组织形式	297
第二节	企业科技管理模式	305
第三节	企业科技信息系统	310
思考题		317
附录	本书所用名词、术语英文缩写及注释	318
主要参考文献		325
后 记		327

绪 论

第一节 先进制造技术的重要性、 特点和内容

一、先进制造技术的内涵及其重要性

先进制造技术 (Advanced Manufacturing Technology, AMT) 这一术语文献〔1〕作者认为: 具有先进性的制造技术即代表了其概念的全部内涵。而先进性又具有鲜明的时代特征, 在不同的历史时期就由不同的技术内涵和技术构成, 能适应现代制造技术水平, 适合时代的要求, 提高制造产品竞争力, 推动技术进步的新的制造理论与技术均属于先进制造技术的范畴。就其技术构成而言, 所谓先进性是体现为制造系统整体技术和制造过程中局部环节所采用的单元技术的先进性。就其技术层次而言, 又包括前沿性理论与技术和应用型技术。其内容构成又分为以提高生产效率和快速响应市场需求变化能力为目的和以满足特殊需求为目的。前者的特点是传统制造产品与制造过程并没有发生根本改变, 强调制造系统与制造过程的柔性化、集成化、智能化以适应多品种小批量的生产要求; 后者的特点是传统制造工业与加工方法发生根本变化, 如精密与超精密加工技术、微细与超微细加工技术、快速成形制造技术、电子束加工技术、离子束加工技术、化学加工技术, 还有高速切削、强力磨削、砂带磨削、涂层刀具等等。因此有人归纳先进制造技术的定义为: 在传统的技术基础上, 不断吸取各种现代科学技术, 特别是计算机技术、信息技术、自动化技术和现代企业管理技术等, 将其综合应用于制造全过程, 实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产, 并取得理想的技术经济

效果的技术的总称。

先进制造技术是一个国家、一个民族赖以繁荣昌盛的最根本的技术基础之一,是制造业本身赖以生存的主体技术,是当代科技发展最为活跃的领域,是高技术及现代管理技术的实施重点,也是国际间科技竞争的主要战场。我国政府非常重视,多次组织学术界高层人士在研讨并展望 21 世纪关键技术时,把制造技术特别是先进制造技术、材料技术、微电子与计算机、光子技术、软件技术与信息网络、纳米技术、基因工程与生物仿拟、能源技术、交通运输技术等共同列为 9 大关键技术,这 9 大关键技术将决定 21 世纪的科技发展水平。

二、先进制造技术的主要特点

文献〔2〕将先进制造技术与传统制造技术作比较,归纳为以下特点。

1. 多学科交叉融合一体化 先进制造技术是在学科、专业单一的传统制造技术的基础上综合应用各种技术于制造全过程,是多学科交叉、融合的新技术,例如,数控机床、电子电力、微电子、传感器、计算机、自动控制、新材料等许多学科技术的综合。精密仪器则是计算机、光子与机械学交叉的产物。因此,不论机电一体化、机电液或光机电一体化,这些一体化的新技术将把先进制造技术不断推进到崭新的水平。

2. 设计与制造工艺一体化 传统制造技术一般单指加工制造过程的工艺方法。随着社会的发展和人类生活质量的不断提高,产品的多样化和产品更新周期大大加快,势必解决设计与制造工艺的统一问题,于是计算机辅助设计/计算机辅助工艺规划/计算机辅助制造(CAD/CAPP/CAM)一体化得到广泛的应用,在力求符合竞争力的经济性要求前提下,使设计与工艺同步地统一在产品质优、功能合理和低成本的最优配置中,过去重设计轻工艺的倾向将转变为设计与工艺兼容一体化。

3. 制造科学与制造技术一体化 由于信息技术等的融合和支撑,先进制造技术已经进入计算机辅助制造的时代。利用计算

机分级网络监测、控制和管理制造系统各个阶段的工作,实现精益 (Lean)、灵 捷 (Agile)、并 行 (Concurrent) 和 柔 性 (Flexible) 的新型制造模式。这些新型模式的制造系统必然要有一门跨学科的综合科学作为支撑的基础,这就是制造科学。传统的制造技术往往局限于制造“技艺”,很多问题难以用数学方法处理和描述,缺少信息技术支撑,难以成为制造科学。制造科学的本质是用数学模型实现信息组织、处理、传递、变成本质为数学化的系统。把设计、制造和管理集成起来的制造系统中,计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, CIMS) 是制造科学与制造技术一体化的范例之一。

4. 制造技术与管理技术一体化 生产规模的扩大及最佳技术经济效益的追求,使先进制造技术更加重视技术与管理的结合,产生一系列技术与管理相结合的新的生产方式。实践证明,一项技术的创新和应用日益依赖于管理科学和社会科学,技术和管理是制造系统的两个轮子,由生产模式结合在一起,推动制造系统向前运动。在柔性制造系统 (Flexible Manufacturing System, FMS)、CIMS 和智能制造系统 (Intelligent Manufacturing System, IMS) 中,管理是其中的重要部分。

5. 制造工程是一个系统工程 制造工程成为一个系统,是一个从原材料到最终产品的集成活动,是一个功能体系和信息处理系统。因此制造工程是一个包括产品市场需求、设计开发研究、加工制造、市场销售、使用维修、终结处理等整个产品生命周期的系统工程。制造能够发展成为系统,主要是由于传统制造系统正向着柔性化、集成化和智能化方向发展。先进制造技术就必须适应这种发展的要求,使其成为能控制生产过程的物质流、能量流和信息流的系统工程。

三、先进制造技术包含的内容

1. 传统加工工艺及其设备的改造和革新 改革传统的加工工艺,这方面的技术潜力很大,如高速及超高速切削、高速磨削、强力磨削、振动切削、砂带磨削、涂层刀具、超级材料刀具、磨

具等对加工质量及效益的提高有重要意义。另一方面,制造装备陈旧,现役机床严重老化,自动化程度总体上处于单机自动化、刚性自动化阶段。因此,旧设备的改进和挖潜,如普通机床改造成数控机床或精密机床对整个工业的发展是不容忽视的。

2. 精密工程 精密工程包括精密和超精密加工技术、微细加工和超微细加工技术、微型机械等方面。当前,以纳米技术为代表的超精密加工技术和以微细加工为手段的光微电子机械系统代表了当代精密工程的研究方向。

3. 开发非传统成形加工方法 传统的切削加工、压力加工、精密铸造等方法仍然是常规的加工方法,但受到很多条件的限制。用物理、化学的非传统加工方法,如电火花、电解加工、超声波加工,尤其是激光加工、激光辅助加工以及各种复合加工方法,解决了传统加工工艺所不能解决的难题。近年来开发的快速成形制造,如激光立体造型、激光分层凝结、激光实体雕刻、熔化沉积制模、精密凝聚成形技术等方法,这些离散堆积成形技术,对复杂成形和各类模具的制造有重要的应用价值。快速原型成形制造技术从原理上改变了传统加工的概念,是制造技术的又一新生长点。

4. 计算机辅助制造及制造系统自动化 CIMS 是制造系统自动化的一种典型代表,它是在计算机网络和数据库支持下,以 CAD 为核心的工程信息处理系统,以 CAM 为中心的加工、检测、储运、装配、监控自动化工业系统和计算机管理信息系统所组成的综合体系。CAM 融合并行工程后成为一种集成地、并行地设计及其相关的各种过程的系统方法。并行工程要求产品开发者在设计一开始就考虑产品整个生命周期中从概念形成到报废处理的全部因素,它包括计算机辅助工程(CAD、CAPP、CAM)、面向制造的设计(DFM)、面向装配的设计(DFA)、计算机仿真技术及支持环境(网络、数据库、软件等)。当今制造系统自动化的目的不只是提高生产率和改善劳动条件,也是保证产品质量的必要措施,并且保证企业对市场变化快速响应的应变能力及竞争力,因

此应给予足够重视。

5. 合理的生产组织模式 系统管理技术是先进制造技术体系中的重要组成部分,它是指企业在从市场开发、产品设计、生产制造、质量控制到销售及服务等一系列生产经营活动中,为了使制造资源(原材料、设备、能源、技术、信息以及人力)得到充分利用而采取的各种计划、组织、控制及协调的方法和技术的总称。它对企业的最终效益提高起着重要作用。我国制造企业传统的生产组织模式弊端很多,必须变革。生产组织模式的变革和创新是制造业战略目标研究的重要课题,近年来已引起我国学者的高度重视,将其视为先进制造技术的重要组成部分。

第二节 企业自主开发能力的内涵 及其与先进制造技术的关系

一、企业自主开发能力的内涵及重要性

自主研究开发同从国外引进技术在技术来源的获取方式上不同。一种是一般广泛应用的技术创新模式,主要是指从产品或工艺创新的构想开始,经过自主研究开发、工程化、商业化生产到市场应用这种模式。另一种重要的技术创新模式是指引进国外先进技术的消化、吸收和二次创新,形成自己的知识产权。后一种创新模式有利于提高自主开发创新的起点和能力,日本、韩国应用这种创新模式取得了经济发展的成功,而且已经成为发展中国家利用后产生效益的一种重要战略。

自主开发能力是技术创新能力的重要组成部分。根据技术创新过程,创新能力包括决策能力、技术获取能力、工程化能力、生产能力和平均开拓能力。自主开发能力的提高,要求培养造就一支适应社会主义市场经济要求的高水平管理干部、科技专家和高技能工人队伍,特别是一支富有创新意识和创新精神的优秀企业家队伍;建立具有较高水平和能力的技术开发机构和科技新体系;加强适用先进技术的推广应用和攻克一批关键技术,为全面提高

行业的开发能力提供技术基础；加强引进技术的消化吸收和二次创新；加强技术改造，加速科技成果转化、促进产业结构调整、强化企业管理。

技术创新是企业的自主行为，是市场经济条件下的技术经济活动。技术创新构想的产生和确认，是市场需求和技术发展综合作用的结果，而市场需求是最基本的出发点，市场实现程度又是检验技术创新成功与否的最终标准。但市场本身并不能创造有利于创新的外部法律政策环境。市场在激励创新上的有限性，要求政府在技术创新中发挥积极的引导和推动作用。

创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。技术创新是技术与经济有机结合、一体化发展的创造性活动过程，建立以企业为主体的技术创新机制是建立社会主义市场经济体制的一个重要目标，是发展、壮大我国民族工业并形成国际上有竞争力的大企业、大集团的重要条件。加强企业技术创新工作是转变经济增长方式、提高国际竞争力的重要途径。

二、企业自主开发能力与先进制造技术的关系

先进制造技术的最终目标是提高企业自主开发和技术创新能力，增强企业的竞争力。目前我国机械制造业存在的一大差距是企业自主开发和消化吸收能力薄弱，从对近几年开发成功的 92 种典型产品技术的来源分析，57% 来源于国外，自主开发的科技成果形成产业较少。现有轿车品种全部来自国外，机械产品缺乏国际竞争力，工业发达国家机电产品的名义竞争力（即出口额与进口额之比）一般是 1，例如，1991 年日本为 5.13，德国为 1.45，美国为 0.95，而我国机械行业还不到 0.5，产品竞争力不仅没有加强的态势，反而有减弱的趋势，如 1993 年机械产品进口额高达 388 亿元，占全国外贸进口总额的 37%，进出口逆差达 242 亿元。要改变这种格局，很重要的手段就是大力采取先进制造技术，提高企业自主开发和消化吸收创新能力，增强企业竞争力。

先进制造技术是提高企业自主开发能力的手段，同时它又是在自主开发和引进技术中发展。我国“九五”期间机械工业的主