

先进制造模式与管理丛书

先进制造模式 ——理论与实践

孙林岩 汪 建 著

本书受 国家自然科学基金重大项目课题(编号 59990470-4) 共同资助
教育部跨世纪人才基金项目

西安交通大学出版社

总 序

制造业是国民经济的支柱产业 ,是直接创造社会财富的基础。本世纪初福特开创的大批量制造模式 ,不仅促使制造业进入了辉煌时期 ,而且极大地促进了世界经济的发展。然而 ,随着人们生活水平的日益提高、科技创新速度的加快和市场的国际化 ,制造业市场环境发生了巨大变化 ,需求日益个性化、多样化并且快速变化 ,这使得倡导标准化和批量化的大批量制造模式陷入了前所未有的困境。

为了改变这种状况 ,最初人们希望通过技术的改进和物流管理方法的创新来解决问题。先进制造技术就是在这种背景下提出来的 ,许多国家(特别是工业发达国家)的政府与实业界都做了诸多努力 ,使先进制造技术的研究与应用得到了长足的进展。但不得不遗憾地承认 ,先进制造技术的应用所取得的实际效果并不如意 ,巨额投资与实际效果极不相称 ,尤其以柔性制造系统(FMS)应用推广的教训最为深刻。究其原因 ,人们依传统思维仅仅从技术方面来改进大批量制造模式 ,而忽视了人与组织的主导作用 ,更没有从战略的高度认识到 ,人类正在面临着一场制造模式的历史性变革。人类生产力的发展已经达到了一个新的水平 ,产业革命以来形成的传统制造模式从总体上看已经不适应生产力这一新水平 ,从而迫切要求进行人类制造模式的第二次大转换。作为“否定之否定” ,与制造模式第一次大转换倡导的集中化、通用化、标准化、大型化等特征相反 ,分散化、个性化、专业化、小型化是新的转换目标 ,它不是对人类社会发 展过程的简单的否定 ,而是螺旋式地上升到了一个新的阶段的必然结果。

我国是一个制造业大国。制造业作为国有工业经济的主要构成部分 ,国家长期以来投入了大量的人力、物力和资金 ,使得中国的制造业在较长时期内保持着较高的增长速度。但由于种种原

因,特别是受制造业市场急剧变化及制造业是夕阳工业的影响,中国制造企业,尤其是国有企业面临严峻的困难,许多国有企业严重亏损,而且这一趋势还在扩大。我国制造业所面临的问题固然和由计划经济向市场经济过渡的特定历史环境密切相关,但世界性制造模式变革的大环境影响也是一个重要方面。

鉴于上述原因,国家自然科学基金委、国家科技部、国家教育部等部门资助了有关“先进制造模式与管理”方面的研究,旨在通过技术与管理的有机结合,深入研究先进制造模式与管理,解决我国企业适应市场快速多变及国际竞争的生产组织方式与企业经营机制。通过组织创新与管理创新,实现制造资源的快速有效集成,大幅度地提高先进制造技术的效益。在资金投入和技术水平有限的情况下,提高开发具有国际竞争力的新产品的能力,并盘活资产,提高我国制造业的整体效益。

经过课题组全体成员三年来认真扎实的潜心研究,该课题目前已经取得了丰硕的阶段性研究成果,为了促进研究成果迅速转化为现实的生产力,现将部分研究成果整理成丛书正式出版,以供有关人员参考。

由于先进制造模式与管理研究,涉及到的学科领域非常广泛,且实践性和前瞻性均较强,短期内的研究成果不可能是非常完善的。因此我们殷切希望这套丛书的出版能引起关心中国制造业命运的政府、企业、学术等各界同仁的广泛关注与思考,并提出宝贵的意见,为早日振兴中国制造业献计献策。

汪应洛 孙林岩

2002年3月

前 言

随着信息技术、计算机网络技术的迅猛发展以及知识经济时代的到来,中国加入 WTO 以后,中国的制造业更进一步加入全球经济分工,中国的制造业企业面对世界级的制造厂商的竞争,竞争将会更加激烈。

中国即将成为全世界瞩目的“制造车间”,如此众多的制造企业如何新的竞争环境下应用先进制造模式并取得优势地位,成了诸多学者和实业家共同关心的问题。与此同时,针对制造模式方面的实践探索始终在企业内部如火如荼地开展起来。尽管出现了大量的文献和资料,在先进制造模式理论方面的研究却比较混乱和零散,实践过程中企业也遇到了很多的麻烦。

先进制造模式(AMM)是在先进制造技术(AMT)的基础之上提出来的,但是它们之间有着本质的区别。先进制造技术是在制造系统和制造过程中有机融合并有效应用微电子的、信息和管理等现代科学技术,优质、高效、低耗、及时地制造出市场需求产品的先进工程技术之总称。先进制造模式则是指在生产制造过程中,依据不同的制造环境,通过有效地组织各种制造要素形成的,可以在特定环境中达到良好制造效果的先进生产方法,可以供其他企业依据不同的环境条件,针对不同制造目标采用的一种方式方法的总称。先进制造模式是一个综合概念,先进制造技术是先进制造模式的基础,它包含的内容非常繁多,如各种技术、方法、工具和系统等,而且各种模式之间在具体的组成上都相互交叉,在发展上各种模式相互融合。先进制造模式的核心在于它的哲理。

本书首先建立先进制造模式的概念模型,通过综述和比较国内外出现的各种先进模式,分析它们的特点、构成和哲理,利用技术方法、系统方法和哲理三个层次的划分来重新整理各种先进制造模式,分别建立先进制造的集成模型和协同模型。本书各章的内容安排如下:

第 1 章介绍了有关先进制造模式的定义,介绍先进制造模式

的一些特征,总结出有关先进制造模式的概念模型。

第2章以有形产品的制造为例,从管理学和经济学等理论基础上构建出先进制造模式的理论体系。

第3章介绍有关制造模式的发展历程和演变的动力机制。

第4章将现有的各种模式依据它们的发展和起源大概地分为几类,分别从概念、发展历史、核心内容、特征、作用和效果、应用状况等基本情况进行系统的总结。

第5章对几种非常容易混淆的模式从不同的角度进行了详细的比较,从概念上区分了几种容易混淆的模式。

第6章对制造模式进行系统的分类,为企业制定企业战略和制造战略提供制造组织结构或者机制提供依据。

第7章从现有的先进制造模式着手,分析在激烈动荡的竞争环境下,企业应当根据自己的内外部环境,从理论上如何选择恰当的各种制造模式的集成方案。

第8章结合在珠江三角洲、长江三角洲、关中地区的企业调研实例,分析企业制造竞争的尺度转移和市场竞争方法,并通过国内外企业以及民营企业之间的对比,提出中国特色制造模式建立的一些建议。

本书的撰写过程中,王端民博士对第3章的撰写付出了很多的心血,钱颜文博士对第8章的整理花费了宝贵的时间,在此一并表示感谢。

我们衷心感谢西安交通大学出版社的两位编辑李志丹和郑丽芬老师为本书的出版所做的工作。

由于作者水平所限,本书可能会出现不妥之处,敬请读者给予批评指正,并希望能将批评以及意见及时反馈给我们。

作者

2002年10月

目 录

前言

第 1 章 先进制造模式的概念

1.1 先进制造模式	(1)
1.2 先进制造模式的特征	(4)
1.3 先进制造模式的概念模型	(6)
参考文献	(7)

第 2 章 先进制造模式的理论体系

2.1 先进制造模式的结构	(9)
2.2 先进制造模式的地位和作用	(13)
2.3 先进制造模式的影响因素	(16)
2.4 先进制造模式的协同问题	(32)
2.5 先进制造模式的研究方法	(34)
2.5.1 质量功能部署用于制造模式的协同研究	(34)
2.5.2 相关因素的统计调查用于协同研究	(36)
2.5.3 补偿理论用于协同研究	(42)
参考文献	(45)

第 3 章 先进制造模式的纵向发展分析

3.1 制造模式发展、演变动力机制	(52)
3.1.1 制造模式	(52)
3.1.2 决定制造模式的基本因素	(52)
3.2 制造模式的发展历程	(54)
3.2.1 专业工匠型——制造模式的起源	(54)
3.2.2 企业内部的程序分工——分工的进一步发展	(54)

.....	(62)
3.2.3 机能分工——程序分工的伴随结果.....	(67)
3.2.4 办公室分工.....	(71)
3.2.5 大批量制造生产模式的分工特征.....	(74)
3.3 工业时代的基本特征及其对制造模式的要求.....	(75)
3.3.1 工业经济时代的基本特征.....	(75)
3.3.2 工业经济时代的基本特征对制造生产的影响	(77)
3.3.3 大批量制造模式的兴起.....	(81)
3.4 大批量制造模式成功的原因.....	(84)
3.5 制造模式面临的变革.....	(85)
3.5.1 知识经济时代制造业面临的挑战.....	(85)
3.5.2 制造模式的历史性变革.....	(87)
参考文献	(92)

第4章 典型的先进制造模式

4.1 精益生产.....	(94)
4.1.1 概念及发展历史.....	(94)
4.1.2 核心内容.....	(96)
4.1.3 精益生产哲理.....	(97)
4.1.4 应用介绍	(102)
4.2 灵捷制造	(104)
4.2.1 概念及发展历史	(104)
4.2.2 核心内容、特征和生产制造的哲理.....	(105)
4.2.3 灵捷制造哲理	(108)
4.2.4 应用介绍	(113)
4.3 计算机集成制造	(114)
4.3.1 概念及发展历史	(114)
4.3.2 计算机集成制造的组成及发展	(115)

4.3.3	计算机集成制造的特征和哲理	(118)
4.3.4	应用介绍	(119)
4.4	制约条件理论	(120)
4.4.1	概念及发展历史	(120)
4.4.2	核心内容	(122)
4.4.3	制约理论的哲理	(127)
4.5	绿色制造	(127)
4.5.1	绿色制造的概念、历史和发展	(127)
4.5.2	绿色制造的核心内容、特征和制造哲理	(129)
4.5.3	应用介绍	(130)
4.6	智能制造	(131)
4.6.1	概念及发展历史	(131)
4.6.2	核心内容、特征和生产制造的哲理	(132)
4.6.3	相关的制造模式	(133)
4.7	快速反应制造	(136)
4.7.1	快速反应战略产生的历史	(136)
4.7.2	基本组成及基本问题分析	(137)
4.7.3	组成的发展	(140)
4.8	网络与虚拟化制造	(144)
4.8.1	可重构制造系统	(144)
4.8.2	CALS 系统	(145)
4.8.3	合同制造	(147)
4.8.4	虚拟制造	(147)
4.9	全面制造管理	(147)
4.9.1	概念及发展历史	(147)
4.9.2	核心内容、特征和生产制造的哲理	(149)
4.10	基于思考方式的制造	(150)
4.11	有中国特色的先进制造模式	(151)
4.11.1	分散网络化制造	(151)

4.11.2	基于代理的制造.....	(153)
4.11.3	数码工厂.....	(154)
4.11.4	灵捷-精简-柔性生产系统.....	(155)
4.11.5	邯钢模式.....	(157)
	参考文献.....	(159)

第5章 先进制造模式的比较

5.1	生物制造、分形制造、全息制造等制造模式的比较	(168)
5.1.1	概念及哲理的比较	(168)
5.1.2	设计特点的比较	(170)
5.1.3	操作特点的比较	(172)
5.2	JIT ,MRP ,OPT 相关模式的比较	(173)
5.2.1	JIT ,MRP ,OPT 作为生产计划和控制方法时 的对比	(174)
5.2.2	JIT ,MRP ,OPT 作为生产管理方法时的对比	(176)
5.2.3	三者的集成研究	(178)
5.3	ABC ,TBC ,传统会计理论的比较	(178)
5.3.1	传统会计系统分析	(178)
5.3.2	基于作业的成本会计系统分析	(181)
5.3.3	基于时间的会计系统分析	(181)
5.4	其它若干种制造模式的概念比较	(182)
5.5	基于制造过程基本属性的模式比较	(185)
5.6	基于生产系统历史发展的比较	(187)
	参考文献.....	(190)

第 6 章 先进制造模式的分类

6.1 制造模式分类的综述	(193)
6.2 技术和方法层	(196)
6.3 系统方法层	(200)
6.4 哲理层	(203)
6.5 模式之间的关系	(208)
参考文献.....	(209)

第 7 章 先进制造模式的集成

7.1 E 制造战略——灵捷制造战略	(211)
7.2 E 制造的基本组织形式——网络化制造	(214)
7.3 E 制造的基础支柱——精益生产和智能集成制造	(215)
7.3.1 制造的软基础——精益生产	(215)
7.3.2 E 制造的硬基础——智能集成制造	(218)
7.4 E 制造的发展方向——社会化制造	(218)
7.5 集成关系分析	(220)
参考文献.....	(222)

第 8 章 先进制造模式的实证调查研究

8.1 制造模式的外部环境分析	(225)
8.1.1 政府支持下的中小企业发展	(225)
8.1.2 珠江三角洲区域发展模式分析	(227)
8.1.3 长江三角洲区域发展模式分析	(230)
8.1.4 上海的“总部经济”模式	(234)
8.2 制造业的优势分析	(235)
8.2.1 珠江三角洲制造业的内部比较优势	(235)
8.2.2 长江三角洲制造业的外部区域优势	(245)
8.3 基于制造竞争的尺度及其转移	(248)

8.4	基于制造的市场竞争方法	(252)
8.5	制造性企业成长过程综合分析	(263)
8.6	中国制造企业的环境浅析	(267)
8.6.1	国有企业与私有企业对比	(268)
8.6.2	中资与外资企业管理模式对比	(271)
8.6.3	珠江三角洲对内地和国外对比	(274)
8.6.4	有中国特色的制造模式的建立	(275)
8.7	先进制造技术应用的比较分析	(276)
8.7.1	企业在多品种小批量条件下保证按时交货方式的比较分析	(276)
8.7.2	技术创新能力比较	(277)
8.7.3	先进制造技术应用状况	(278)
8.8	先进制造技术在企业的应用状况	(279)
8.8.1	应用最成功的 10 项先进制造技术.....	(279)
8.8.2	应用最广泛的 10 项技术.....	(280)
8.8.3	应用最差的 10 项技术.....	(281)
8.8.4	最有‘ 前景 ’的 10 项技术.....	(282)
参考文献.....		(283)
结论.....		(285)

第 1 章 先进制造模式的概念

1.1 先进制造模式

关于先进制造模式(advanced manufacturing mode, 简称 AMM)国内外有许多看法,主要有两种观点。一些工程领域的学者从制造科学和制造系统的角度出发,认为制造模式是一种典型的制造系统。这种观点认为先进制造模式是具有典型的制造过程和运行机制,同时具备明确的功能、结构、通信和操作机制;对于企业内部的信息流、物流和人流的管理具有明确的处理方法;对于企业外部的动态联盟(包括市场、资源、生产、销售、供应链、服务等)也具有相应的对策;最后对于上述问题的处理都具有相应的评价指标和方法。另外一种观点是从管理的角度出发,从比较广泛的范围来看,认为先进制造模式是一种在生产和制造领域中应用的新生产方式和方法,是一种制造战略。在本书中,我们延续后一种观点。为此,我们首先从管理的角度讨论先进制造模式的概念。

国外学术界和工业界虽很少讨论先进制造模式的概念,但经常谈论商业模式的概念。商业模式有广义和狭义两种概念,前者表明商业模式就是经商的方式方法,后者则特指某种详细定义了具体内容的模式。先进制造模式亦然。

模式是某种事物的标准形式或使人可以照着做的标准样式^[1]。本书的研究是针对生产系统(制造系统)而进行的,并且侧重管理角度。由于生产系统所包括的因素众多,而且对于不同的地点、不同的时间、不同的使用者都会有不同的生产系统。特别是

在以变化为特征的 21 世纪,生产系统不可能只有一个通用的标准方式。例如,就生产系统中的计划和控制而言,日本有准时制生产(just in time,简称 JIT),美国 20 世纪 60 年代有物料需求计划(material requirement planning,简称 MRP),70 年代有制造资源规划(manufacturing resources planning,简称 MRPII),80 年代以色列又有了制约管理(theory of constraints,简称 TOC)等等。所不同的是各种方式方法都有其不同的适用环境。因此,对于制造模式的研究必须结合具体的环境和目的。我们认为制造模式的环境应该包括市场竞争环境、技术水平和企业的战略,采用先进制造模式的目的是通过培育核心竞争力、发挥比较竞争优势(例如质量、成本、时间等)使企业达到赢利等最终目的。

依据经典教科书的定义^[2],制造系统是指可以产出特定产品的一系列制造工序或者操作之集合。制造工序是指利用特定设备完成特定工序的制造过程,如,车,铣,刨,磨,铸,锻,焊等等(文献[2],8)。生产系统是指在制造产品时所需要的所有的人、机器、物料和信息等的集合。传统上,它的功能包括销售、财务、会计、人事、研究和开发、设计、采购、计划和调度、库存控制、质量控制、制造和加工、工厂维护等等(文献[2],1165)。在本书中两者的关系是:生产系统包括了制造系统,生产系统是为制造系统服务的(文献[2],5)。

在本书中,制造不仅仅是指生产和制造有形产品(虽然它们的确是先进制造系统的重点研究对象),也包含无形的产品。在我们所定义的先进制造模式中的制造是指广义产品(价值)的制造,它包括了围绕价值增值链的各种活动。价值的制造不仅产出有形的产品,还包括了无形的服务。因此,我们所定义的先进制造模式所研究的对象是非常广泛的,但是它们具有共同的特点,即价值的增加。

对于生产系统中的各种管理方式和方法可以按照职能进行区分。例如,对于计划和控制,传统的方法有网络计划评审技术

(PERT)、关键路径法(CPM)、甘特图法、滚动计划编制方法、累计数编制法、约翰逊-贝塔曼法、最小排序系数法等等。对于质量管理,传统的方法有调查表与分层法、排列图法、直方图法、鱼刺图法、关联图法、散布图法、系统图法等等。本书研究对象是先进的模式。它相对于传统的模式有3个特点(1)它比较新,即它出现或者应用的时间比较晚。例如计划与控制方面,我们所重点研究的是TOC、MRPII,以及由JIT发展而来的精益生产。(2)本书中的模式研究重点在于中观和宏观层次,而不是各种具体方法的研究。例如,书中讨论的精益生产包括了JIT、精益思想和精益企业等等方面,但是没有具体研究JIT中的12种方式方法。我们重点在于对各种模式的中观结构组成、宏观战略和管理哲理的探讨。(3)更加适合现行研究和应用的需要。传统方法经过多年的发展已经比较完善,需要研究的领域比较少,而且,现实条件的转变使得很多传统方法的应用受到很大的限制。例如,对于会计财务系统,传统的会计原则和理论虽然非常完善,但是因为现实市场条件已经由供不应求变化为供过于求,由组织内的成本核算变化为跨组织的成本核算等,各种传统的会计理论已经不适用了。因此,在本书中我们所重点研究的是ABC会计理论和TOC会计理论,而不是传统的会计理论。

先进制造模式的出现是与先进制造技术密切相关的,实践中它们的混淆是很难避免的,但是它们是两个不同的概念。先进制造技术(advanced manufacturing technology,简称AMT)不是一种单项的技术;先进制造技术是在制造系统和制造过程中有机融合并有效应用微电子、信息和管理等现代科学技术,优质、高效、低耗、及时地制造出市场需求产品的先进工程技术之总称^[3]。在组成上,通常认为AMT包括三个技术群:主体技术群(先进制造技术的核心)、支撑技术群(如信息技术、机床和工具技术、控制技术等)和制造技术的基础设施(如技术推广机制、制造技术发展的监督和分析机制)^[4]。可以认为,AMT是AMM的基础,但是,

AMM 更加强调生产制造的哲理,在具体的应用条件上两者的选择依据不一样,AMT 强调功能的发挥,AMM 强调环境、战略的协同。

综上所述,我们定义先进制造模式如下:围绕企业的价值增加链,依据不同的环境通过有效地组织各种要素形成的,可以在特定环境中达到良好效果的先进的生产、制造和管理方法的集成体。这种方法已经形成规范的概念、哲理和结构,可以供企业依据不同的环境条件,针对不同的制造目标采用。它的研究对象是各种具有价值增加的过程,包括了各种有形和无形产品和服务的制造。

1.2 先进制造模式的特征

在现有的研究中,关于先进制造模式的概念非常广泛,但是,先进制造模式与其它各种模式,方式和方法的区别并不明确。例如,有些学者在先进生产模式中包括了精益生产,敏捷制造,柔性制造和智能制造,以及 Lean-Agile-Flexible 生产系统(简称 LAF)^[5,6]。有些学者将各种模式分为生产方式与管理模式,产品开发模式,先进制造模式,质量管理模式等等,其中先进制造模式包括:计算机集成制造(computer integrated manufacturing,简称 CIM)精益生产(lean production,简称 LP),批量客户化生产(mass customization,简称 MC),敏捷制造(agile manufacturing,简称 AM);生产方式包括:单件生产方式(craft production),大量生产方式(mass production),精良生产方式,计算机集成制造,批量客户化生产,敏捷制造等等;管理模式的发展包括:企业经营过程重构,企业组织结构变化,人的因素的变化,组织学习与创新等^[7]。按照我们关于先进制造模式的定义,先进制造模式包括了上述各种模式,同时具有如下几个具体的特征:

1. 先进制造模式同时研究生产系统的本身特性和外在特性——AMM 对象

先进制造模式的研究对象是生产系统。生产系统的基本内容和含义有三种：结构意义、转换意义和程序意义^[8]。从结构意义上讲，生产系统是各种生产要素，即生产对象、生产资料、生产劳动力和生产信息的有机集合。从转换意义上讲，生产系统是把生产要素，特别是原材料，经过生产活动转换成产品的过程，其目的是使生产过程的效率达到最佳状态（最高生产率）。生产系统的程序意义是从生产行为的具体实施来看的。此时，类似于生产的管理系统，它由一系列管理活动组成，对生产活动进行计划、实施，把原材料转变成产品，并根据实际效果加以控制。

在本书中所研究的生产系统的意义还包括其经济意义和社会意义。经济意义是指生产系统应实现以最低的资源消耗制造符合市场要求的产品。社会意义是指生产作为一种社会活动，它应该与社会、环境协调发展。具体地讲：一方面要最优处理生产系统的物流、信息流和资金流；另一方面要兼顾生产系统的社会性。本书研究对象的范围可以表示如图 1-1。要素关系图见图 1-2 所示。

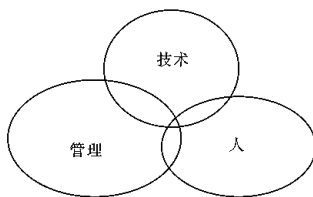


图 1-1 研究对象的范围

图 1-2 要素关系图

2. 先进制造模式的存在和发挥作用的特定条件——AMM 条件

先进制造模式作为一种标准应用必须与具体的现实条件相结合。在本书中，先进制造模式的条件是指先进制造模式在实施过