

延迟制造

——大量定制的解决方案

王海军 著

华中科技大学出版社

内 容 提 要

随着消费者需求不断趋于多样化和个性化,理论界和从业者都在探索如何以低成本和快速响应实现产品的多样化和个性化,从而使企业在竞争中立于不败之地。本书在前人已有的研究基础上,以延迟制造的思想与方法体系、理论基础、数学模型、实施方法以及开发具有实际应用价值的原型系统为对象,采用理论与实践相结合的方法,结合众多图表和企业运作实例,从大量定制环境下的延迟制造对传统生产管理模式转变的影响出发,较为全面和深入的研究了面向大量定制的延迟制造理论与方法。

摘 要

本书以国家自然科学基金课题“顾客化大量生产环境下生产管理的新问题与对策研究”(批准号:79970026)为依托,以延迟制造的思想与方法体系、理论基础、数学模型、实施方法,以及开发具有实际应用价值的原型系统为对象,采用理论与实际相结合的方法,从 MC 环境下的延迟制造对传统生产管理模式转变的影响出发,较为全面和深入地论述了基于 MC 的延迟制造理论与方法。

第 1 章从外部环境和内因(制造模式的转变)的角度出发,说明了 MC 模式产生的背景;根据我国当前国情,阐述了课题背景及研究意义。然后在进一步分析 MC 和延迟制造研究现状的基础上,确立了本书研究的主要内容及定位,并阐述了本书的总体结构和主要创新点。

第 2 章从 MC 的基本思想和哲理入手,对 MC 企业过程进行了描述,从成本角度构建了产品总成本模型。作为新的生产范式,本章将 MC 与其他生产模式比较。作为对 MC 支持系统的研究,本章研究了实施 MC 的前提、技术支持,并提供了企业生产模式的决策方法。介绍了 MC 的研究现状,并对 MC 的未来研究方向进行了展望。

第 3 章介绍了延迟制造的基本理论,研究了 MC 环境下延迟制造实施的一般模式以及基于延迟制造的时间维和空间维集成优化模型。延迟制造是一种客户驱动的生产模式,因此,本章还研究了基于延迟制造的客户需求分析工具和方法。可获得文献中尚未见对于延迟制造的绩效评价体系和方法,作者在本章中提出了基于供应链的延迟制造多级模糊评价指标体系和方法。

延迟制造模式离不开合理的产品设计基础,第 4 章研究了面向

延迟制造的产品设计理论与方法。首先阐述了标准化、通用化与产品全寿命周期成本的关系,以及零件通用化的原则和方法;然后在模块化基本思想的前提下着重研究了模块化的划分原则和模块化方法,研究了基于平台的产品设计问题,探讨了基于平台的 DMFC 流程模型、PFA 视图和视图映射,以及基于 PFA 的客户自设计问题。

第 5 章研究了基于延迟制造的生产计划与控制问题。首先研究了基于延迟制造的生产作业计划以及生产作业计划的平准化问题,然后根据延迟制造对传统 MRP II 提出的新问题,研究了面向延迟制造的 MRP II 改进方案以及基于 PFA 的 BOM 设计,还研究了基于延迟制造的生产任务委派问题。

基于延迟制造研究向供应链范畴拓展的研究趋势,第 6 章着重研究了面向延迟制造的供应链设计问题。这部分研究内容是全书重中之重,涵盖了本书的大部分主要创新点。在供应链管理背景下,本章首先研究了被普遍认为“非常有意思”的延迟制造研究问题——客户订单分离点(CODP)问题。在相关文献研究的基础上,提出了基于供应链的单个 CODP 和多个 CODP 的定位决策总体模型。根据 CODP 及供应链业务流程,提出了面向企业延迟策略应用的延迟制造再分类,作为对延迟制造类型学(Typology)的拓展。将多级供应控制方法(MLSC)引入延迟制造,并提出了相应的供应商生产计划框架。分析了面向延迟制造的供应链的特点,探讨了面向延迟制造的“拉动为主、推拉结合”的供应链运作模型。

第 7 章介绍了基金课题的研究成果之一——面向延迟制造的生产管理原型系统 MC-P。介绍了基于课题研究以及本书前面各章节的相关理论和方法的原型系统的功能、流程设计以及系统的特点,同时还介绍了 MC-P 系统的软件配置和系统 Intranet 物理模型,并在小结中提出了系统的不足和改进空间。

最后,对全书的主要工作予以总结和展望。

Abstract

National Natural Science Foundation of China (NNSFC) supports this dissertation under the project *New Problems and Counter-measures in Mass Customization* with the grant No. 79970026. Based on the idea and methodology system, theoretical basis, mathematical models, implementation methods and prototype system of postponement, this dissertation elucidates postponement theories and methods from a perspective of the impacts of postponed manufacturing to traditional operations management.

Starting from the environment and the transformation of production paradigm, the first chapter analyses the background of MC (Mass Customization) and the significance of MC research. Through the overview of postponement research, this chapter then introduces the principal content and innovational points all over the dissertation.

The second chapter focuses on the introduction of MC fundamentals. The overall process of MC is described and the total cost model for MC products is formulated. The chapter compared MC with related production paradigm or mode, and put forward the preconditions, technical support and production model decision support methods. This chapter finally overviews the MC research and give future directions.

The third chapter focuses on the basic theories of postponement. This chapter firstly discusses the general implementation model of postponement in MC and the TCODP (Time-dimension Customer Decoupling Point) and SCODP (Space-dimension De-

coupling Point). On account that postponement is customer-driven, the customer requirement analysis and methods are introduced in this section. This chapter finally proposes the multi-stage fuzzy performance evaluation index system and methods for postponement from an overall supply chain perspective.

The fourth chapter studies on the product design basis of postponement through product design theories and methods. The relation between standardization, commonality and the Total Life-cycle Cost of products and the commonality design principles and methods are firstly explored. The chapter then focuses on the DFMC (Design Facing Mass Customization) and further focuses on PFA (Product Family Architecture) issues through introducing the three views, the mapping between the views and self-design by customers.

The fifth chapter firstly aims at research in the scheduling of postponed manufacturing system. According to the new challenges of postponement to traditional MRP II system, this chapter puts forward innovative solutions for MRP II in postponed manufacturing and relevant BOM design for it. The chapter finally studies the task assignment issues in postponed manufacturing.

Considering one of the future postponement research directions, the supply chain perspective, the sixth chapter of the dissertation focuses on the supply chain design for postponement. This chapter is one of the key sections of the dissertation since most of the innovational points are covered in it. The chapter studies a “very interesting” issue of postponement, Customer Order Decoupling Point (CODP) through formulating a general decision-support model for a single and multiple CODP location problems in postponement. As the contribution to the typology

of postponement, the chapter reclassifies the postponement according to CODP location and supply chain process. The Multi-level Supply Control method is also introduced to supply postponement and the relevant scheduling framework is given. This chapter finally discusses the supply chain operation model for postponement.

MC-P, the prototype system for postponed manufacturing is introduced in the seventh chapter of the dissertation, which covers the characteristics, the functional and process design, the software configuration and Intranet physical models for the MC-P prototype system. The chapter also suggests the future improvements for the system.

The final chapter of the dissertation concludes the entire dissertation and describes the directions of the future postponement research for the author himself.

《华中科技大学管理学博士文库》总序

张金隆

为了给华中科技大学管理学院培养的博士和博士后一个展示才华的园地,我们拟从 2006 年开始,陆续出版“华中科技大学管理学博士文库”系列图书。

华中科技大学管理学院创建于 1979 年,经历了由最初的工程经济系、管理工程系、经济管理学院、工商管理学院到管理学院的发展历程。管理学院现有生产运作与物流管理系、管理科学与信息管理系、工商管理系、会计与财务金融系、财政金融管理系、科技管理与知识产权系等 6 个系,有 2 个一级学科博士学位授权点(管理科学与工程、工商管理)。其中,管理科学与工程一级学科为湖北省重点学科,设有博士后科研流动站;有 5 个硕士学位授权点(管理科学与工程、企业管理、技术经济及管理、会计学和经济法学)和 3 个专业硕士学位授权点(工商管理(MBA/EMBA)、工业工程、工程管理)。管理学院拥有 1 个省人文社科重点研究基地(现代信息管理研究中心),2 个国际合作基地(香港城市大学华中科技大学管理优化与评价研究中心、香港理工大学华中科技大学物流信息与管理联合中心),以及电子商务中心、知识产权战略研究院、南亚经济与管理研究所等校级研究基地和 10 多个院级研究所(中心)。

作为先进的管理教育与研究机构,华中科技大学管理学院致力于培养与输送具有全球战略眼光、有事业心、

有胆略、观念新、思路宽、善经营、懂管理、会研究的合格高级专门管理人才。这次之所以出版这套文库,是希望能为进一步提高管理学院博士的论文水平起到积极的促进作用,更希望它能成为管理学院博士教育的标志性成果。入选的博士学位论文必须是同期博士论文中比较优秀的,是博士们经过潜心钻研、深入探讨、精心撰写、有一定真知灼见的学术成果。这套文库将突出三个特点。第一,入选文库的作者以新近毕业的博士和博士后为主。这些作者都系统地受过现代管理科学的严格训练,对当前国内外最新的学术前沿有比较全面的了解,对中国的国情有相当程度的把握。我们出版他们的论著的本意之一,正是要不断地向管理学界推出新人。第二,入选的论文可提供经过严密论证的新结论,或者提供有助于对所述论题进一步深入研究的新思路,或者是结合中国国情或实际问题所研究的新成果。第三,入选的论文能熟练运用现代管理理论和方法,包括在某一研究领域确定或建立基本事实及这些事实之间关系的假设、模型、推论及其检验和根据某一理论假设,为了完成一个既定目标,所使用的具体技术、工具或程序。

我们期望这套文库的成功出版,能对于管理学科的建设有一些新的突破:探讨学科新体系,论证学术新观点,寻找研究新方法,摸索论文新写法,为推进我国管理科学的理论研究和实践工作作出我们的贡献。

2006 年元月
于华中科技大学

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 课题背景及意义	(1)
1.1.1 课题背景	(1)
1.1.2 课题研究的意义	(6)
1.2 延迟制造研究现状及研究趋势	(11)
1.2.1 延迟制造研究现状	(11)
1.2.2 延迟制造研究趋势	(12)
1.3 本书的研究内容、总体结构及创新点	(13)
1.3.1 本书的研究内容与总体结构	(13)
1.3.2 本书主要创新点	(14)
1.4 本章小结	(17)
第 2 章 MC 的基本理论与方法综述	(18)
2.1 MC 的定义、分类与基本哲理	(18)
2.1.1 MC 的定义与分类	(18)
2.1.2 MC 的基本思想与理论体系	(21)
2.1.3 MC 企业过程描述	(24)
2.1.4 MC 产品总成本构成模型	(26)
2.2 MC 与 MP 及其他制造技术的关系	(30)
2.2.1 从 MP 到 MC 的范式演变	(30)
2.2.2 MC 与 MP 系统的兼容问题	(32)
2.2.3 MC 与其他制造技术的关系	(34)

2.3	MC 的支持系统	(37)
2.3.1	MC 模式的前提和基础	(37)
2.3.2	MC 模式的技术支持	(38)
2.3.3	企业生产模式决策	(42)
2.4	MC 研究现状与未来研究方向	(46)
2.4.1	MC 模式下的生产管理新问题	(46)
2.4.2	MC 研究现状	(48)
2.4.3	MC 未来研究方向	(49)
2.5	本章小结	(49)
第3章	延迟制造基本理论	(51)
3.1	延迟制造的基本思路及实施模式	(51)
3.1.1	延迟制造——MC 的核心策略	(51)
3.1.2	延迟制造的基本思路	(52)
3.1.3	实施延迟制造的一般模式	(53)
3.1.4	延迟制造的时空集成优化模型	(55)
3.2	延迟制造环境下的客户需求分析	(58)
3.2.1	客户需求分析工具——质量功能布置	(58)
3.2.2	延迟制造模式下的 QFD	(59)
3.2.3	客户需求聚类分析	(61)
3.3	延迟制造绩效评价体系与方法	(64)
3.3.1	延迟制造绩效评价指标体系	(64)
3.3.2	延迟制造绩效多级模糊评价方法	(66)
3.3.3	后续研究	(71)
3.4	本章小结	(72)
第4章	面向延迟制造的产品设计	(73)
4.1	标准化、通用化与延迟制造	(74)
4.1.1	标准化与生命周期成本	(74)

4.1.2	零件通用化原则与方法	(79)
4.1.3	其他相关通用化	(82)
4.2	模块化与延迟制造	(83)
4.2.1	模块化研究综述	(83)
4.2.2	模块化概念与基本思想	(85)
4.2.3	模块化划分原则与方法	(87)
4.3	基于延迟制造的产品族结构	(90)
4.3.1	基于平台的 DFMC 流程模型	(90)
4.3.2	PFA 定义及基本原理	(92)
4.3.3	PFA 视图与视图映射	(94)
4.3.4	PFA 与客户自设计	(96)
4.4	本章小结	(99)
第 5 章	基于延迟制造的生产计划与控制	(101)
5.1	基于延迟制造的生产作业计划	(101)
5.1.1	G_s 、 G_c 及 N-产品作业计划及启发式算法	(101)
5.1.2	N-产品生产作业计划实例	(105)
5.1.3	延迟制造模式下的生产计划平准化	(108)
5.2	延迟制造模式下的 MRP II 改进	(111)
5.2.1	延迟制造对传统 MRP II 的冲击	(111)
5.2.2	面向延迟制造的 MRP II 改进	(113)
5.2.3	面向延迟制造基于 PFA 的 BOM	(116)
5.3	面向延迟制造的任务委派	(118)
5.3.1	面向延迟制造的相同/相似任务委派	(118)
5.3.2	面向延迟制造的相关任务委派	(119)
5.4	本章小结	(122)
第 6 章	面向延迟制造的供应链设计	(123)
6.1	供应链管理模式的核心理念	(123)
6.1.1	供应链管理的产生背景	(123)

6.1.2	供应链管理概念与基本思想	(124)
6.1.3	供应链管理研究进展与现状	(126)
6.2	CODP 与延迟制造	(129)
6.2.1	CODP 的定义	(129)
6.2.2	时间维 CODP 与空间维 CODP	(130)
6.2.3	CODP 与企业归属环境	(131)
6.2.4	CODP 定位决策模型	(133)
6.3	基于 CODP 的延迟制造类型学	(142)
6.3.1	延迟制造类型学综述	(142)
6.3.2	基于 CODP 的延迟制造再分类	(142)
6.3.3	不同类型延迟应用的对比	(147)
6.4	多级供应控制与延迟制造	(148)
6.4.1	CODP 前移与供应延迟	(148)
6.4.2	多级供应控制下供应商的生产计划	(150)
6.4.3	基于多级供应控制的动态 BOM	(152)
6.5	面向延迟制造的供应链重构	(154)
6.5.1	面向延迟制造的供应链的特点	(154)
6.5.2	面向延迟制造的供应链运作模型	(157)
6.6	本章小结	(158)
第 7 章 面向延迟制造的生产管理原型		
	系统 MC-P	(160)
7.1	引 言	(160)
7.2	MC-P 系统功能设计	(161)
7.2.1	系统结构及功能设计	(161)
7.2.2	系统特点与虚拟产品设计	(164)
7.3	MC-P 系统的软件配置与网络方案	(166)
7.3.1	MC-P 系统软件配置	(166)

目 录

7.3.2 C/S 与 B/S 模式	(166)
7.3.3 MC-P 系统 Intranet 物理模型	(168)
7.4 本章小结	(168)
第 8 章 总结与展望	(170)
8.1 本书的主要工作概述	(170)
8.2 本项研究工作的展望	(173)
附录 主要专业术语中英文对照	(175)
参考文献	(178)
致谢	(192)

第 1 章 绪 论

大量生产(MP)作为生产方式的一个范式,在 20 世纪的大部分时间里确立了自己在生产方法上的统治地位。近二三十年来,一种新的生产、管理模式——定制化大量生产(Mass Customization,MC)引起了企业的动荡,而它又在这种动荡中不断成长(Pine,1993)^[1]。

1.1 课题背景及意义

1.1.1 课题背景

1. 21 世纪企业环境的主要特征

20 世纪 90 年代以来,科学技术的不断进步和经济的不断发展、全球化信息网络和全球化市场的形成及技术变革的加速使得围绕新产品的市场竞争也日趋激烈。技术进步和需求的多样化使得产品寿命周期不断缩短,企业面临着缩短交货期、提高产品质量、降低成本和改进服务的压力。所有这些都要求企业能对不断变化的市场做出快速反应,源源不断地开发出满足客户需求的、定制的“个性化产品”去占领市场以赢得竞争,市场竞争也主要围绕新产品的竞争而展开。综上所述,企业面临的环境有如下几个特点(马士华等,2000)^[2]。

(1) 信息爆炸的压力。大量信息的飞速发展和通信技术的发展迫使企业把工作重心从如何迅速获得信息转到如何准确过滤和有效利用各种信息。

(2) 技术进步越来越快。新产品、新技术不断涌现,一方面使企业受到前所未有的压力,另一方面也使每个企业员工受到巨大挑战。

(3) 高新技术的使用范围越来越广。全球高速信息网使所有的信息都极易获得。以计算机及其他高科技为基础的新生产技术在企业中的应用是 20 世纪的主要特色之一。例如,计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、柔性制造系统(FMS)、自动条码识别系统等,在世界各国尤其是发达国家的生产和服务中得到广泛应用。高科技的应用趋势在本世纪仍在加强。

(4) 市场和劳务竞争全球化。企业在建立全球化市场的同时也在全球范围内造就了更多的竞争者。发展中国家不仅需要订单,同时更需要高新技术。商品市场国际化的同时也创造了国际化的劳动力市场。

(5) 产品研制开发的难度越来越大。特别是那些大型、结构复杂、技术含量高的产品在研制过程中一般都需要各种先进的设计技术、制造技术、质量保证技术等,不仅涉及的学科多,而且大多是学科交叉的产物。

(6) 可持续发展要求。在全球制造和国际化经营趋势越来越明显的今天,各国政府将环保问题纳入发展战略的范畴,相继制定出各种各样的政策法规,以约束本国及外国企业的竞争行为。

(7) 全球性技术支持和售后服务。赢得客户不仅要靠具有吸引力的产品质量,而且还要靠售后的技术和服 务支持。

(8) 客户的要求越来越苛刻。客户的要求和期望越来越高,消费者的价值观发生了显著变化,需求结构向高层次发展。一是对产品的品种规格、花色品种、需求数量呈现多样化、个性化要求,而且这种多样化要求具有很高的不确定性;二是对产品的功能、质量和可靠性的要求日益提高,而且衡量用户满意度的尺度具有不确定性;三是要求在满足个性化的同时,产品的价格要像 MP 那样低廉。

2. 制造企业市场竞争的新特点

(1) 产品寿命周期越来越短。新产品的研制周期大大缩短。AT&T 公司的新电话开发时间从过去 2 年缩短为 1 年;惠普公司新打印机的开发时间从过去的 4.5 年缩短为 22 个月。与此相对应的是产品生命周期的缩短,各行业产品生命周期缩短如图 1-1 所示^[2]。产品生命周期的缩短使企业在产品开发和上市时间的活动余地越来越小,给企业造成了很大压力。

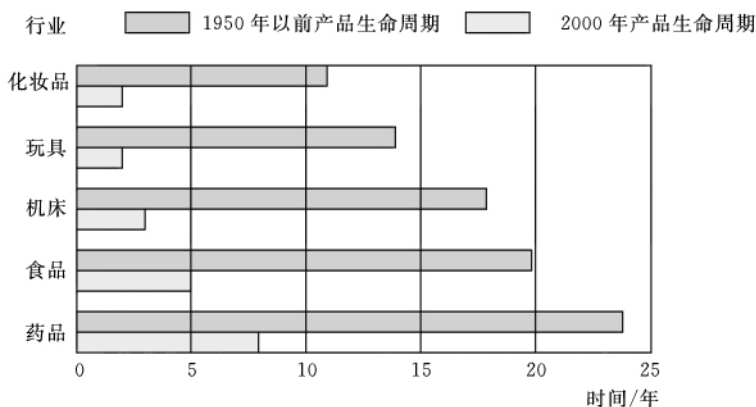


图 1-1 产品生命周期不断缩短

(2) 产品品种数飞速膨胀。为适应消费者需求的多样化,企业不断推出新的品种,产品品种数成倍增长。超级市场的平均库存,1985 年前后为 13 000 SKU (Stock Keep Unit),而到 1991 年约为 20 000 SKU,库存占用大量资金,影响了企业的资金周转速度和竞争力。

(3) 基于时间的竞争。时间成为决定竞争胜负的关键。许多买方不再拘泥于价格,而特别强调交货期,因为交货期越短,则买方得益于及早使用该产品的效益便越大。MC 正是针对这样的问题提出来的,MC 企业缩短交货期、实行定制化的目的是为了赢得市场,这与赢得更多的利润是不矛盾的(李仁旺,1999)^[3]。