

大规模定制下的 供应链调度研究

吴梦娜 / 著

DaGuiMo DingZhi XiaDe
GongYingLian DiaoDu YanJiu



经济科学出版社
Economic Science Press

山东师范大学博士后资金资助

大规模定制下的 供应链调度研究

吴梦娜 / 著

DaGuiMo DingZhi XiaDe
GongYingLian DiaoDu YanJiu



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

大规模定制下的供应链调度研究 / 吴梦娜著. —北京:
经济科学出版社, 2014. 9

ISBN 978 - 7 - 5141 - 5037 - 7

I. ①大… II. ①吴… III. ①物资供应 - 物资管理 -
研究 IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 225390 号

责任编辑: 段 钢

责任校对: 杨晓莹

责任印制: 邱 天

大规模定制下的供应链调度研究

吴梦娜 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮箱: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京万友印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 12 印张 230000 字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 5037 - 7 定价: 40.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 翻印必究)

摘 要

供应链响应能力已经成为供应链竞争力的代名词。为了提高供应链的响应能力,很多学者着手进行供应链运作层面的研究,供应链调度问题作为供应链运作层面的核心问题开始得到关注。本书旨在通过对大规模定制下的供应链调度研究,解决供应链运作层面的问题,使大规模定制发挥预期效果,使供应链能够以较低的成本实现供应链的快速响应。

本书以大规模定制下的供应链调度为主要议题,以实地调研、阅读和总结国内外相关文献为基础,找出目前大规模定制下的供应链调度研究中需要解决的理论和实践问题。并根据大规模定制的特点,从顾客订单分离点的定位研究入手,然后以顾客订单分离点为界,分别对顾客订单分离点之前的标准化生产阶段和顾客订单分离点之后的定制生产阶段,进行批量调度建模和生产与配送的协调调度建模。具体研究内容如下:

(1) 大规模定制下的顾客订单分离点定位研究。根据 Fisher 对产品的分类,分别针对功能性产品和创新性产品进行了顾客订单分离点的定位研究。将规模经济和范围经济理论引入研究中,充分考虑到顾客订单分离点位置对成本、提前期和产品顾客化程度的影响,建立了以成本为出发点和以收益为出发点的 MILP 模型,将产品顾客化因素纳入了模型研究当中,并对不同产品的顾客订单分离点定位模型进行了对比。本书的

研究为供应链调度研究奠定了基础。

(2) 标准化生产阶段的批量调度建模。首先针对单一供应商对单一制造商的情况进行了批量调度研究,然后就多供应商对多制造商的状况,建立了相应的批量调度模型;接下来针对零部件订单可拆分的情况,利用运筹学中的运输问题对模型进行了转化,使之可以通过运输问题的相关求解方法对模型进行优化求解,对零部件订单不可拆分的情况,证明了该模型属于 NP 难题,可通过微粒群算法进行求解。

(3) 标准化生产阶段的生产与配送的协调调度建模。首先分析了供应商和配送中心的调度矛盾,并通过数值试验衡量了这种矛盾导致的成本,同时比较了以某一成员企业为主导的调度矛盾导致的成本,在此基础上,建立了生产与配送协调调度的 MILP 模型。

(4) 定制生产阶段的批量调度建模。针对多制造商与多顾客的状况,进行了顾客订单的批量调度研究,分别针对订单可拆分和订单不可拆分的情况,将延迟时间纳入问题的研究当中,并建立了包括运输成本、时间及空余生产能力的批量调度模型。证明了订单可拆分下的批量调度模型形同运筹学中的运输问题,并可采用相应的求解方法进行求解;同时证明了订单不可拆分的批量调度模型为 NP 难题,可以采用微粒群算法进行求解。

(5) 定制生产阶段的生产与配送的协调调度建模。首先找出制造商和配送中心在调度中的矛盾,通过数值实验,分析了基于自身利益最大化的调度会给对方带来的矛盾成本,同时分析了以某一方为主导的调度所导致的成本,在此基础上,以成本和延迟时间为目标函数,建立了基于协调的生产与配送调度的 MILP 模型。

(6) 基于微粒群算法的模型优化方法和路线。首先给出了微粒群算法的选择依据,然后对相关编码进行了设计,最后提出了基于微粒群算法的计算步骤和流程。

(7) 利用博弈论的相关理论,提出了保证协调调度的补偿策略。首先针对制造商和配送中心在地位平等和地位不平等的环境下进行了博弈分析,得出了这两种情况下制造商和配送中心的均衡解,然后分析基于协调的调度下,制造商和配送中心的均衡解,在此基础上,得出了维系协调调度的补偿策略。

(8) 大规模定制下的供应链调度问题的案例研究。针对书中建立的大规模定制下的供应链调度模型,以S卡车公司为背景,进行了模型的应用研究,针对S卡车公司现存的调度问题入手,利用建立的调度模型为该公司重新设计调度,最后解决了S卡车公司的问题,并证明了论文建立的调度模型的有效性、实用性,通过与S卡车公司现有调度的结果进行对比,并得出了基于协调的供应链调度优于非协调下的调度,供应链调度能够解决S卡车公司现存的运作问题。

本书的研究对解决供应链上的企业之间在运作层面的矛盾冲突问题提供了依据,降低了供应链的运作成本,提高了企业之间的合作效率,并增加了供应链快速响应能力,同时丰富了供应链运作层面的理论方法,因此本书的研究具有重要的理论价值与实践意义。随着大规模定制和供应链管理的广泛应用,本书的研究成果将具有广阔的应用前景。

本书的主要特色是从资源最优配置的角度进行大规模定制下的供应链调度研究,不仅研究了调度问题本身,还研究了影响调度的顾客订单分离点定位问题,并以此作为大规模定制下的供应链调度的建模分界。主要的创新点为:

(1) 将经济学的范围经济理论和规模经济理论应用于

CODP 的建模中,突破了难以对顾客订单分离点进行准确定位的难题,增加了研究的科学性和创新性,为企业成功实施大规模定制,并得到预期效果提供了支持。

(2) 将 Fisher 的产品分类引入 CODP 定位的研究中,比传统的不考虑产品类型的 CODP 定位模型更符合实际。尤其能够为创新性产品进行 CODP 的定位研究,增强了研究的深入程度和实际应用性。

(3) 从批量调度和排序调度两个方面进行供应链调度的研究,突破了以往的大多针对批量调度研究的视角,体现了本书的供应链调度研究系统性,能够迎合供应链快速响应的迫切需求,更细微的研究供应链运作层面的问题,解决了批量调度无法解决的问题,增强了研究的应用效果。

(4) 在批量调度建模中,综合考虑了空余生产能力、成本、时间等因素,并在定制生产的调度模型中,同时将成本和延迟时间作为调度目标,使研究更符合供应链的运作目标。

(5) 将博弈论的理论应用到供应链运作层面的研究当中,突破了传统的将博弈论应用于供应链的战略层面的应用。解决了供应链合作企业因担心自身利益受损而不愿选择协调调度的难题,保证了本书所建立的供应链调度模型得以应用。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 选题背景	1
1.1.1 大规模生产向大规模定制转变	1
1.1.2 纵向一体化向供应链管理转变	2
1.2 国内外研究综述	3
1.2.1 大规模定制的条件提出	3
1.2.2 供应链调度的研究综述	12
1.2.3 大规模定制下的供应链调度问题研究	21
1.3 研究目的和意义	23
1.4 研究内容及结构	24
1.4.1 研究内容	24
1.4.2 研究思路与结构	25
1.5 技术路线及研究方法	27
1.5.1 技术路线	27
1.5.2 研究方法	29
1.6 本章小结	30
第2章 大规模定制下的供应链调度研究的理论基础与方法	31
2.1 引言	31

2.2	生产运作相关理论及原理	32
2.2.1	生产调度理论	32
2.2.2	协调及供应链协调机制	35
2.3	范围经济理论和规模经济理论概述	37
2.3.1	范围经济	38
2.3.2	规模经济	39
2.4	运筹学相关理论基础	40
2.4.1	运输问题	41
2.4.2	排队论	42
2.5	博弈论相关理论基础	45
2.5.1	博弈论概述	45
2.5.2	纳什均衡	47
2.5.3	Stackelberg 博弈	48
2.5.4	博弈论在书中的应用	49
2.6	本章小结	49
第3章	大规模定制下的 CODP 定位研究	51
3.1	引言	51
3.2	CODP 定位的影响因素分析	52
3.2.1	市场需求因素	53
3.2.2	产品因素	54
3.2.3	生产因素	55
3.3	CODP 定位模型	56
3.3.1	模型定义及假设	57
3.3.2	功能性产品的 CODP 定位模型	58
3.3.3	创新性产品的 CODP 定位模型	62
3.4	模型求解	65
3.4.1	模型求解方法	65

3.4.2 数值分析	65
3.5 本章小结	68
第4章 标准化生产阶段的批量调度及生产与配送的协调调度	
建模	70
4.1 引言	70
4.2 标准化生产阶段的供应链调度问题描述	72
4.2.1 标准化生产阶段的供应链调度问题分析	72
4.2.2 模型定义及假设	75
4.3 单一供应商与单一制造商的批量调度建模	76
4.3.1 供应商与制造商的批量调度矛盾导致的成本	77
4.3.2 供应商与制造商协调下的批量调度分析	79
4.4 多供应商与多制造商的零部件批量调度建模	80
4.5 标准化生产阶段的生产与配送的协调调度建模	85
4.5.1 生产与配送调度矛盾分析	86
4.5.2 以生产为主导的调度分析	88
4.5.3 以配送为主导的调度分析	91
4.5.4 生产与配送协调的调度建模	93
4.6 本章小结	97
第5章 定制生产阶段的批量调度及生产与配送的协调调度	
建模	99
5.1 引言	99
5.2 定制生产阶段的供应链调度问题描述	100
5.2.1 定制生产阶段的供应链调度问题分析	101
5.2.2 模型定义及假设	102
5.3 制造商的产品批量调度建模	104
5.4 定制生产阶段的生产与配送的协调调度建模	109

5.4.1	制造商与配送中心调度矛盾导致的成本分析	110
5.4.2	以制造商为主导的调度分析	114
5.4.3	以配送中心为主导的调度分析	116
5.4.4	定制生产与配送协调下的调度建模	119
5.5	大规模定制下的供应链调度模型求解算法	123
5.5.1	微粒群算法及选择的依据	126
5.5.2	微粒群算法的求解思路及编码设计	127
5.5.3	算法步骤	128
5.6	基于博弈论的维系制造商与配送中心协调调度的补偿策略	130
5.6.1	地位平等情况下的博弈分析	130
5.6.2	地位不平等情况下的博弈分析	131
5.6.3	维系协调调度的补偿策略	132
5.7	本章小结	135
第6章	大规模定制下的供应链调度案例应用	137
6.1	S卡车公司所在的供应链及调度问题分析	137
6.1.1	S卡车公司及其所在的供应链	137
6.1.2	S重型卡车公司的H系列车型存在的调度问题分析	138
6.2	H系列车型的标准化生产阶段的调度研究	140
6.2.1	车桥的单一供应商对单一制造商的批量调度模型应用	141
6.2.2	变速箱的多供应商对制造商的批量调度模型应用	144
6.2.3	车桥的生产与配送协调的排序调度应用	147
6.3	H系列车型的定制生产阶段的调度研究	151
6.4	本章小结	155

第7章 总结与展望	157
7.1 主要工作和结论	157
7.2 主要创新点	159
7.3 研究展望	161
译名对照表	162
参考文献	166

第 1 章

绪 论

1.1 选题背景

20 世纪 90 年代以后，市场多变和顾客需求多样化给企业尤其是制造企业带来了新的挑战。为了适应这些变化，企业的生产模式由大规模生产向大规模定制转变，管理模式也由纵向一体化模式向供应链管理模式转变。大规模定制和供应链管理要求供应链成员企业通过充分协调使“低成本”和“快速响应”同时实现，这就需要这些企业不仅要实现战略层面的协调，还要实现运作层面的协调，即采用基于协调的供应链调度。而企业没有意识到这种要求，仍然采用传统的各自为政的调度进行供应链环境下的运作，进而无法使大规模定制和供应链管理发挥预期的作用，并造成了成本和时间的浪费，这将无法改变企业及其所在的供应链处于劣势地位的僵局。

1.1.1 大规模生产向大规模定制转变

亨利·福特在密歇根州海兰帕克的汽车制造厂建立了一条活动装配线，大大提高了生产效率，在接下来的几十年里，大规模生产（Mass Production, MP）以其极高效率和低成本的优势提高了美国的劳动生产率，推动了工业化的进程，改变了美国人的生活方式，使美国成为世界上经济最发达的国家，同时大规模生产为社会提供了大量的物质产品，

促进了市场经济发展, 为人类文明和社会进步做出了巨大的贡献^[1]。20 世纪 50 年代是大规模生产的巅峰时期, 然而, 生产力的发展和物质的丰富, 导致了顾客对产品的需求日渐个性化和多样化, 而大规模生产的标准化特点使得大规模生产无法满足顾客的需求, 并上升为市场需求与大规模生产模式之间的主要矛盾。这一矛盾制约了制造业的发展。面对这种局面, 制造业需要生产模式的变革, 并寻找新的适应顾客多样化和个性化需求的生产模式。

此时大规模定制 (Mass Customization, MC) 应运而生, 1987 年, Stanley Davis 在 “Future Perfect” 中将大规模 (Mass) 和定制 (Customization) 这两个概念合而为一, 提出了大规模定制的理念。大规模定制将大规模生产和定制生产的优势有机地结合起来, 在尽可能不牺牲企业经济效益和生产效率的前提下, 了解并满足顾客的个性化需求, 为适应市场对产品的多样化、敏捷化、低成本以及高质量的要求提供了有效的解决途径^[2]。由此, 多样化产品、低成本供应以及快速响应能够同时实现。1993 年, Joseph Pine 在 “Mass Customization: the New Frontier in Business Competition” 中通过大量的案例分析和论证, 指出大规模定制作为一种经济策略, 目的在于以规模生产的成本满足顾客个性化的需求^[3]。

目前, 大规模定制已经在制造业中得到了广泛的应用, 如汽车 (丰田汽车)、计算机 (戴尔、惠普)、钟表、移动电话 (摩托罗拉)、家用电器、服装、玩具等行业, 同时很多服务性行业也采用大规模定制, 如软件、银行、保险以及旅游服务等, 并取得巨大的成功。美国《财富》杂志曾经预言, 如同大规模生产改变了 20 世纪的制造业一样, 大规模定制将改变 21 世纪的制造业。

1.1.2 纵向一体化向供应链管理转变

在当今多变的经济环境下, 纵向一体化已经暴露出缺乏风险抵御能力、资金短缺以及竞争能力差的弊端, 企业已经无法独立的赢得竞争优势, 因此, 以核心竞争力为企业的竞争优势, 使这些竞争优势互补的企

业构成“扩展企业”，能够更好地抵御风险、更大地发挥竞争力。供应链管理专家 Martin Christopher 认为，市场竞争将从企业之间的竞争上升到更高层次的供应链与供应链之间的竞争^[4]。那么，传统的管理模式便不适应新的竞争环境，需要新的管理模式与之相适应。供应链管理作为一种系统化和一体化的管理理念，以信息技术和相应的组织结构为基础，通过信息流、物流和资金流以最快的速度了解和满足顾客多样化的需求。供应链不仅是企业的扩展，更是通过对各个企业的协调实现一种凝聚力，这种力量要大于每个企业力量的加和，进而实现质的飞跃，得到更大的竞争优势。而利用企业管理的理论无法对整个供应链进行有效的管理和控制，因此，需要供应链管理模式，使供应链发挥出竞争优势，为供应链上的企业带来更大的收益。

在大规模生产转化为大规模定制，纵向一体化转变为供应链管理的背景下，要求企业与其所在的供应链上的成员企业能够在战略层面和运作层面都实现协调，才能真正发挥大规模定制和供应链管理的作用，才能使供应链成员企业得到预期的收益，同时，调度的优劣直接决定了供应链运作层面能否实现协调，进而影响大规模定制和供应链管理能否达到预期效果。因此，基于协调的大规模定制下的供应链调度势在必行。

1.2 国内外研究综述

1.2.1 大规模定制的条件提出

大规模定制条件的提出，以及相关研究按照研究内容的不同，可概括为三个方面：（1）大规模定制的概念界定；（2）大规模定制实施的前提条件和关键要素；（3）大规模定制的定制程度问题。

1.2.1.1 大规模定制的定义

1970 年，在“Future Stock”中 Alvin Toffler 首先阐述了大规模定制的思想，这是关于大规模定制最早的研究^[5]。1987 年，Stanley Davis 在

“Future Perfect”中首次使用“Mass Customization”一词,大规模定制便由此产生,1993年,B. Joseph Pine II在“Mass Customization: the New Frontier in Business Competition”中第一次系统研究了大规模定制,这标志着大规模定制理论研究的开始。

大规模定制的概念有广义和狭义之分。Davis提出了大规模定制广义的概念,将大规模定制看成是一种系统,认为大规模定制系统能够以规模经济实现前工业化时代的单件生产来满足顾客^[2]。Pine、Victor、Eastwood和Hart也强调了大规模定制是实现对顾客的个性化需求的满足的同时不牺牲企业收益的能力,并进一步将大规模定制定义为通过高度的流程敏捷化、柔性化和一体化为顾客提供个性化设计的产品和服务的能力^[6-8]。

一些学者则侧重于大规模定制的实际应用性,并研究它的狭义的一般性的概念,如C. Hart^[6]、M. Kay^[9]、S. Kotha^[10]、A. Ross^[11]、A. Joneja和Lee^[12]的研究。他们将大规模定制定义为利用信息技术,柔性工艺和组织化结构,以接近批量生产的成本,提供种类更多的产品和服务来满足顾客特殊需求(或者更多选择)的系统。总之,大规模定制就是一个系统的理念,包括产品开发、生产、营销和配送的全过程^[9-13]。

以上学者对大规模定制的概念的诠释侧重三个方面内容:①柔性制造和信息技术,它们使生产系统能够以较低的成本生产出多样化的产品。②大规模定制具有提供多样化产品和服务的能力,产品多样化和顾客化需求的增加又使大规模定制得以发展。③大规模定制具有崭新理念的特征,企业竞争越来越激烈和产品生命周期越来越短,致使企业加快了引入崭新的理念。

1.2.1.2 大规模定制的实施条件及关键要素

定制的产品能够提高顾客的满意度,扩大市场占有率,采取大规模定制能够为企业带来销量,进而使企业得到极大的收益。同时,企业也需要付出更多的运营成本来实施大规模定制,并且企业如果不具备实施大规模定制的条件而实施大规模定制会适得其反,尼桑公司和丰田公司

都经历过因错误的采用大规模定制而导致的失败。因此,很多学者进行了相关的研究。

Silveira 总结了影响大规模定制实施的主要因素,并将其概括为六个方面:适合的市场环境、消费者对产品的顾客化需求、适当的价值链、必备的生产技术准备、产品的可定制性、知识和信息的共享^[14]。

Feitinger 和 Lee 认为实现大规模定制的三要素是模块化产品的设计、模块化的流程设计、敏捷供应网络^[15]。

杨青海、祁国宁等认为要成功实施大规模定制,企业需要具备三个能力:启发配置产品定制平台、制造柔性、后勤服务^[24]。

邵晓峰等认为,有效地实施大规模定制的前提是企业提高信息技术水平,同时加强机器设备的柔性;还要具有灵活、高效、精炼的组织结构,因而要重新设计组织结构;除此之外,要拥有高素质的员工,并对员工进行培训,提高员工的素质,因此,他将大规模定制生产的制约因素概括为技术、组织结构和人员素质等方面^[16]。

但斌将大规模定制的主要约束归纳为市场环境、信息、知识、企业能力以及合作伙伴等五个方面^[17]。

综合诸多学者的研究,现将大规模定制的实施条件及关键要素归结如下:

(1) 市场竞争的环境。并非任何市场环境都适合采用大规模定制,市场竞争环境的变化决定运作模式的转变。稳定、可预测、少变化的统一的需求,低竞争强度,高度价格竞争,可预测长久的产品生命周期,中低度的需求饱和水平,以及技术变化缓慢的市场环境造就了大规模生产的风靡,在这种环境下不适合采用大规模定制。同样,不确定、不稳定、难预测、多变的多样化需求、高竞争强度、高度产品分化、高度饱和、大量替代品、不可预测的短产品生命周期以及技术变化快的市场环境又使得大规模生产被大规模定制所取代。

因此,大规模定制绝不是所有环境下企业的最佳选择,它受市场环境的制约,因此,在决策实施大规模定制之前,一定要确定产品的市场环境特征,是否与以上大规模定制适应的市场环境特征相符。Kotha 认为一个企业将大规模定制的潜力转化为实际竞争优势的能力体现在采用