

大规模定制模式下的 供应链调度理论与方法

姚建明 著

中国物资出版社



前 言

大规模定制 (Mass Customization, MC) 是以“规模效应”满足客户“个性化需求”的生产或服务模式,被称作 21 世纪的主流模式。本书主要研究如何从供应链的调度优化角度来解决 MC 中“规模效应”同“高度客户个性化需求水平”之间的矛盾。本书的内容涉及 MC 和供应链管理 (SCM) 两个相关领域。

无论对理论界还是对企业界而言,如何有效解决“规模效应”同客户“个性化需求”之间的矛盾是 MC 能否有效实施的关键环节,也是研究 MC 运作优化的核心问题。在这一方面,“延迟策略 (Postponement)”是目前企业界和学者广泛运用的优化模式。该策略作用发挥的效果主要体现在减少和优化定制量方面,核心是延迟用户订单解藕点 (CODP)。然而,优化的结果可能降低定制产品或服务类型的多样化程度,最终可能会在一定程度上影响客户满意水平的提升。而在现实中,随着人们个性化需求程度的不断提升,在某些情况下可能出现“完全定制 (高度个性化产品或服务特征的定制)”和“紧急定制 (高度个性化时限性要求的定制)”等高标准定制要求。这些“高度个性化需求”同“规模效应”之间的矛盾将更加突出,并转移到“高度个性化需求”同“延迟策略作用的发挥水平”之间的矛盾上来。这时,完全依靠延迟策略的优化机制来解决这一矛盾是较为困难的,必须从另一角度寻求问题的解决途径,这也是广大定制型企业面临的一个亟待解决的重要课题。探索解决这一课题的理论与方法是本书的理论与实际意义所在。

为了解决这一问题,本书将 MC 优化同供应链运作模式相结合进行研究。这是因为当前的供应链管理思想已对传统的企业管理运营模式带来本质性变革与理念的冲击。当 MC 运作于供应链环境时,一方面供应链体系优良的运作特征为上述矛盾的有效解决创造了条件;另一方面该矛盾将派



生出多种复杂的关系问题,增加了分析和研究的复杂程度。由于供应链的调度过程是供应链运作的重要环节,其合理与否,直接影响到该矛盾的解决。因此,本书以探索 MC 模式下供应链调度的优化过程研究为切入点。

本书内容主要体现在两个方面,即基本理念的探索 and 解决方法的运用。在基本理念方面,本书以制造业的 MC 为研究对象、以优化 MC 模式下的供应链调度过程以提高客户的定制服务水平和供应链的综合收益水平为研究目标。明确应从 MC 优化与供应链调度优化两个方面综合考虑,指出由于在这两方面均存在影响调度过程的诸多制约因素,而制约因素源于其中复杂矛盾的共同作用,是矛盾的外在表现。因此,缓解矛盾的途径是本书研究的关键,也是解决由复杂矛盾引发的 MC 模式下供应链调度优化“瓶颈”的前提。

本书通过挖掘及分析 MC 和供应链运作过程中五个互不相同而又相互关联的制约因素,归纳出了起决定作用的两个主导矛盾:①客户定制服务的满意水平同 MC 模式下供应链协作成员综合收益水平之间的矛盾;②供应链中,优化各阶段生产时间导致协作成员空余生产能力提高所带来的收益,同由此所引起的某阶段额外库存成本增加之间的矛盾。本书以主导矛盾的缓解思路为研究主线,从 MC 运作优化和供应链运作优化两个方面入手,提出了相应的矛盾解决思路,并通过对各制约因素的克服途径来综合体现。进而,在主导矛盾缓解思路的基础上提出了调度优化“瓶颈”的解决方法。

在主导矛盾的缓解思路中,本书提出了客户的个性化定制服务满意水平提升同延迟策略作用发挥之间关系的处理途径、供应链协作成员的动态收益偏好决策思路等两个关键问题。进而,围绕这两个问题用较大篇幅对其相关内容进行了界定以及定性与定量分析,明确提出了对这两个关键问题的具体解决思路。同时,指出了分别将其引入 MC 模式下供应链调度优化过程的方法,这是在调度实践中发挥主导矛盾缓解思路作用的根本途径。

在问题的解决方法方面,本书在主导矛盾缓解思路的基础上,建立了 MC 模式下供应链调度的优化数学模型并进行分析;在求解方面,本书引



入蚂蚁算法的基本寻优机制，通过对其进行特定算法设计及改进，提出了MC模式下供应链调度的蚁群寻优算法。优化模型和优化算法的共同特点在于不仅反映了该生产方式独特的运作特征要求，而且融入了对主导矛盾缓解思路和调度优化“瓶颈”的解决途径。

本书通过案例分析验证了调度优化模型的正确性，验证了寻优算法的可收敛性和可调整性；通过案例分析论证了本书所提出的优化理论与方法在大规模定制模式下供应链调度实践过程中的有效运用，说明了该思路对解决规模生产效应同客户高度个性化定制需求之间问题的实际意义，同时间接验证了调度优化过程和算法的可行性与现实性。

本书写作过程中曾得到西南交通大学蒲云、周国华教授以及清华大学刘丽文教授的指导、建议与帮助，在此深表感谢。感谢中国物资出版社寇俊玲编辑对本书出版所作出的辛勤工作。

作为对大规模定制模式下供应链运作与调度行为的理论与方法探索，本书必然存在疏漏与不足之处，敬请各位读者批评指正。

姚建明

2009年6月



目 录 Contents

1 绪论	(1)
1.1 本书研究问题的起源及背景	(1)
1.2 研究目的和意义	(3)
1.3 研究范围和角度	(3)
1.4 研究现状分析	(4)
1.5 问题描述及研究内容思路引导	(12)
1.6 本书的研究内容	(13)
1.7 本书的章节安排	(16)
2 大规模定制模式下供应链调度的基本特征分析	(18)
2.1 本章引言	(18)
2.2 MC 模式下的供应链管理运作	(18)
2.3 MC 模式下供应链调度的基本特征	(22)
2.4 基本运作框架模式构筑	(26)
2.5 基本运作框架模式分析	(26)
2.6 MC 模式下供应链的拉动特征	(28)
2.7 本章小结	(29)
3 大规模定制模式下供应链调度的主导矛盾分析	(30)
3.1 本章引言	(30)
3.2 MC 运作优化中的制约因素	(31)
3.3 供应链运作优化中的动态性制约因素	(34)
3.4 供应链动态生产能力约束关系的制约因素	(36)
3.5 供应链运作中的额外库存制约因素	(39)



3.6	供应链优化的多目标制约因素	(42)
3.7	主导矛盾分析	(43)
3.8	调度优化中的“瓶颈”	(46)
3.9	本章小结	(48)
4	主导矛盾的缓解思路分析	(50)
4.1	本章引言	(50)
4.2	主导矛盾缓解及“瓶颈”解决的间接分析思路	(50)
4.3	制约因素一中矛盾的弱化及转移思路分析	(51)
4.4	时间阈值的思路分析	(57)
4.5	基于时间阈值的客户订单二次分类	(62)
4.6	制约因素一的克服思路分析	(63)
4.7	制约因素二的克服思路分析	(65)
4.8	制约因素三的克服思路分析	(69)
4.9	制约因素四的克服思路分析	(70)
4.10	制约因素五的克服思路分析	(71)
4.11	主导矛盾的缓解思路	(71)
4.12	调度优化“瓶颈”的解决思路	(74)
4.13	本章小结	(75)
5	主导矛盾缓解思路中的收益偏好分析	(77)
5.1	本章引言	(77)
5.2	收益偏好决策思路引领	(78)
5.3	协作成员收益偏好决策的运作机制	(79)
5.4	对收益偏好的影响因素分析	(82)
5.5	协作成员的主观预期收益分析	(83)
5.6	协作成员收益偏好满意度的构造	(85)
5.7	收益偏好约束关系	(86)
5.8	收益偏好因子分析	(87)
5.9	收益偏好的作用	(90)
5.10	本章小结	(96)



6 基于主导矛盾缓解思路的调度优化分析	(97)
6.1 本章引言	(97)
6.2 优化模型建立中的一个问题	(98)
6.3 调度优化模型的建立	(100)
6.4 动态调度的寻优算法	(109)
6.5 本章小结	(121)
7 大规模定制模式下供应链调度优化的仿真及算例分析	(123)
7.1 本章引言	(123)
7.2 仿真验证	(123)
7.3 算例分析	(137)
7.4 本章小结	(152)
8 结论	(153)
参考文献	(156)



1 绪 论

1.1 本书研究问题的起源及背景

1.1.1 研究起源

大规模定制 (Mass Customization, MC) 是以大批量 (或近似大批量) 的生产效率满足不同客户个性化需求的生产模式 (Pine II, 1993; Jiao Jianxin, Ma Qin Hai, 2003)。作为制造业生产组织方式中的崭新阶段, 其理论探索与实践研究已成为国内外相关企业及科研人员备受重视的攻关热点。随着全球经济一体化进程的加速, 从供应链 (Supply Chain, SC) 系统角度进行 MC 运作方式的探索是提高客户个性化定制服务水平、提升定制生产效率的必然选择。因而, 将 MC 同供应链管理 (Supply Chain Management, SCM) 相结合进行研究是一个必然趋势。遵循这一思想, 本书旨在通过研究大规模定制模式下的供应链调度优化过程以提高客户的个性化定制服务水平和供应链系统以及协作成员的综合收益水平。

1.1.2 研究背景

20 世纪 90 年代以后, 随着信息技术的发展和全球性生产能力过剩、“产品形成的决定权转移给消费者”趋势的发展, 极大地削弱了传统大规模生产的竞争优势, 预示着消费者需求多样化时期的到来, 崭新的大规模定制生产方式应运而生 (Gilmore J H, Joseph P B, 1997; Feitzinger E, Lee H, 1997)。DELL (Magretta Joan, 1998)、惠普、丰田汽车、摩托罗拉、本尼通 (Benetton) 制衣等公司正在采取各种方式实施 MC, 以提高国际竞争力。

现代信息技术的发展使客户可以通过网络直接与制造商或供应商对话, 要求整个供应链对客户的需求做出个性化、快速准确的响应。应特别引起注意的是, 随着世界经济一体化进程的加剧, 企业之间的合作、竞争关系不断



加深,打破了传统的单一化供应链形式,使之向网络化、结构化、集成化方向发展,从而大大提升了生产能力、生产效率和服务水平。在我国加入 WTO 的新的国际经济环境下,生产企业除了致力于提升产品的生产效率和服务水平这一核心竞争力之外,逐步形成以集团化、产业化、网络化、跨国经营为导向的供应链生产销售体系是一个必然的发展趋势。因而,要合理提升 MC 模式的管理运作水平,必须将其融入到 SCM 的系统思想中去,重新审视这一生产方式的特征与运作机制。

众所周知,供应链结构的复杂性决定了其管理运作的复杂性。由于现实中供应链各协作成员之间具有相对独立的经济利益和复杂的协作与竞争关系,因而,资源在各成员之间的合理分配至关重要,这是供应链调度过程所应解决的关键问题之一。从这个角度讲,供应链调度 (Supply Chain Scheduling, SCS) 问题是供应链管理的核心问题之一,然而该问题非常复杂。

对于 MC 模式下的供应链调度过程而言,复杂性更加突出。可以说这是一个典型的随机、动态过程。其动态性的突出表现之一,一方面由客户订单的不确定性引起的需求随机性,同时由于拉动式生产方式的驱使使得该随机性从生产下游不断向上游推进。对于确定性需求信息在供应链传递过程中尚有“长鞭效应”等信息不对称性的情况存在,随机的需求信息将使得整个供应链的调度过程更加复杂。多品种、小批量、不同交货期、不同服务质量需求,有些情况下甚至出现单件生产的要求是 MC 模式的特征;而分布在不同地域的客户群体以及协作成员之间的动态协作关系则是供应链的基本运作特点。二者结合,使得需求信息在传递过程中的曲解程度更加严重。

复杂性的另一方面在于由供应链协作成员自身收益偏好所引起的生产能力动态变化。这一点同传统的单个企业或车间作业调度过程差异很大,因而产生了供应链调度过程中的随机生产能力约束 (Constraint of Stochastic Production Ability) 关系。随机生产能力约束由供应链的特点决定,也是一个成熟供应链系统的特征之一。而对于处在协作关系中的任一生产企业,应该十分关注它所提供的空余生产能力 (Void Production Ability) 状况的优劣。但由于网状供应链系统的存在,由多个客户端传递来的随机生产需求信息以及各协作成员相互之间的动态资源需求信息都将使得各参与企业的空余生产能力状况发生很大变动。实质上,空余生产能力的变动,必将导致同一产品在不同时刻生产时,其生产时间以及生产成本上的差异,这些均使得调度过程越趋复杂。



MC 模式下供应链调度过程的复杂性还体现在该过程中蕴涵着客户定制需求的满意水平同供应链系统中协作成员综合收益水平之间的矛盾,以及优化产品生产过程中各阶段生产时间所导致的协作成员空余生产能力提高,同由此所引起的生产过程中某阶段额外库存成本增加之间的矛盾。这些情况在非供应链环境和非 MC 模式下均不会表现得非常突出。因而,挖掘 MC 模式下供应链调度过程中的复杂矛盾问题、分析矛盾的缓解思路,以在此基础上探索供应链调度的优化思路意义重大。在理论界,如果抛开 MC 这一前提,对于供应链调度问题,国内外已有相关学者进行了深入探索。但对于基于复杂矛盾分析的 MC 模式下的供应链调度优化过程及与之相关的诸多特定研究尚未展开。因而,本书以此作为选题和研究的切入点。

1.2 研究目的和意义

本书的研究目的是通过挖掘 MC 模式下供应链调度过程中复杂的主导矛盾、探索矛盾的缓解思路,并将矛盾的缓解思路引入 MC 模式下的供应链调度优化过程及求解过程,进而应用于实践以提高客户的个性化定制服务水平和供应链协作成员的综合收益水平。更直接的讲,是要通过对供应链调度过程进行优化以提高供应链系统的运作柔性水平,从而缓解 MC 模式下“规模生产效应”同“个性化定制需求”之间的固有矛盾。

MC 作为一种新型的生产模式,其关键问题是能够同时获得满意的客户响应、成本效益以及生产规模 (Tu Qing, Vonderembse Mark A, 2001); 而运作效率的高低将体现在生产管理运作过程的优化水平方面,合理的调度优化方案是解决这一问题的核心思路之一。因此,本书的研究意义在理论上是对 MC 运作模式和供应链管理模式研究相结合的一种思路探索; 在实践上,则是为了提高 MC 模式下的供应链调度水平,增强其核心竞争力。关于本书研究过程、结果及结论中所涉及和提出的具体思路、途径和方法的意义将在正文的相关部分体现和说明。

1.3 研究范围和角度

本书的研究范围以制造型大规模定制和制造型供应链为对象展开,但研究思



路及分析方法以及分析结果对服务型大规模定制和服务型供应链均有参考意义。

对于生产作业调度问题（如 Job Shop Scheduling, JSS 或 Flow Shop Scheduling, FSS 等）和常规供应链调度（如 Supply Chain Scheduling, SCS; Advanced Supply Chain Scheduling, ASCS 或 Integrated Supply Chain Scheduling, ISCS 等）、供应链优化（Supply Chain Optimization, SCO）问题而言，多数围绕模型的建立及求解方法进行研究角度的选取，即以模型研究为主。本书研究的是在 MC 模式下的供应链调度问题，具有特殊的复杂性，探索和分析该调度过程中的基本特征及主导矛盾、分析该调度过程中的“瓶颈”问题意义重大。因而，在研究角度的选取上将把探索调度过程中的矛盾和“瓶颈”及其解决的思路和方法作为研究焦点，当这些问题取得进展后，将自然过渡到调度优化模型和优化方法的分析和研究方面。

1.4 研究现状分析

1.4.1 研究现状分析的角度选取

MC 模式下的供应链调度优化问题属于前沿性研究领域，在国内文献检索中尚未发现对这一问题的完整分析及解决过程。为此，在搭建本书研究内容的基本框架与思路之前，需要从几个不同的基础性角度出发分析国内外相关研究现状，以之作为本书工作的背景铺垫。根据本书研究选题，应先对供应链调度的研究现状进行分析；同时，由于本书研究的是 MC 模式下的运作行为，其特殊性在于研究的目的是指向 MC 的运作优化，因而，还需要分析与 MC 管理运作相关几个方面的研究现状，以合理借鉴国内外研究成果，并在此基础上开展工作。为此，须从如下几个方面考虑。

1. 对于一个生产系统的生产过程而言，往往是从一个二维结构（生产过程维和生产对象维）进行描述和分析。生产过程维反映的是一个从客户订单提交到收到产品的过程，其中涵盖了从原材料供应到成品生产到提交客户的各个过程；对象维反映的是产品生产过程中从原材料到成品各个阶段中不同生产对象的形态结构。因而，对于一个生产模式的运作优化问题进行研究，一般是针对这二维展开，这与当前对 MC 模式运作优化的研究现状相符。当这一优化问题运行在供应链环境时，其实质将是一个囊括生产的过程维和对





象维在内的供应链调度优化问题,因而了解和分析大规模定制的运作优化研究现状是本书的前提。

2. 抛开传统意义上生产的物理定义,从生产系统的经济效益和社会效益角度考虑,则每一产品均可描述为一系列特征的集合体,只有产品特征集同客户需求特征集趋于一致时,才能显示出该生产系统的竞争优势和较低的风险性。因而,考虑一个生产运作管理过程的优化不能脱离客户满意的衡量尺度。因此,需要了解供应链和大规模定制运作中如何体现客户的满意水平。

3. 从范围经济理论的角度考虑,范围经济是指扩大产品及服务种类所引起经济效益增加的现象(Pine II B J, 1993),反映了产品及服务种类的数量同经济效益的关系。范围经济的实现需要生产运作管理模式的柔性和多个生产实体之间的协作。这也是在研究 MC 优化时需要考虑的一个重要方面。

因此,这里希望能够从国内外研究现状的分析中,不仅了解供应链调度优化的一般特征和方法,而且了解国内外在研究 MC 运作优化方面的相关思路;同时,了解客户满意水平同范围经济以及规模生产之间的矛盾及其解决思路,了解 MC 管理运作优化策略的模式理论和量化机制等。对以上诸问题研究现状的综合分析结论将是本书主体思路形成的技术和理论先导。

1.4.2 MC 同 SCM 相结合的研究现状

1993 年 Josereh Pine II 在文献中对 MC 进行系统论述时已涉及与供应链管理相结合的思想。随着 SCM 理论与实践的发展,将 MC 与 SCM 相结合的思想展现开来,如 Jack R Meredith (2001) 将 MC、SCM 以及 JIT、ERP 等一起列为运作管理中的几个关键热点问题,说明了 MC 和 SCM 在未来运作管理中的地位和作用;Jonch C Tyan (2003)、Henk A Akkermans (2003) 以及我国马士华 (2002) 等学者亦将二者相结合进行了研究。这些文章均在不同程度上指出了 MC 与 SCM 相结合研究的重要性和紧迫性,也指出了 MC 模式是提升供应链客户服务水平的良好途径,而客户服务水平的提升是未来企业发展导向的必然选择。这一思路的明确,对本书进行多角度优化分析和优化目标的定位作了必要的理论铺垫。

为了对 MC 模式下的 SCM 理论和供应链环境下的 MC 模式理论进行更加深入、系统的研究,Ghiassi M 和 Spera C (2003) 等学者将信息技术引入商业运作,并从该角度系统论述了 MC 模式下实现供应链运作的基本理论,提



出了一个典型的、面向 MC 模式这一新型生产环境的供应链运作体系必须拥有的范式特征, 即: ①集中战略、分散运作; ②同步供应链管理系统; ③备选供应商的协作关系; ④新型的、交互式的、开放的信息传输系统; ⑤灵活的、智能化的交易平台系统。从管理理念角度讲, 其最大贡献在于总结了一个面向 MC 的拉动式供应链所应具有的新型运作模式, 这是以往研究较多的推动式静态供应链体系需要改进的地方。面向 MC 的供应链体系与静态供应链体系最突出的区别之一在于它是一个动态的、必须用非线性的网络规划模型来描述的系统。

此外, Klaus Turowski (2002)、Martin G Helander (2002) 等学者在其研究成果中则指出了基于现代信息技术的先进技术处理模式是实现供应链环境下 MC 运作与实施的必要支撑, 说明了面向供应链的 MC 管理运作体系的优化与实现过程必须考虑其技术支撑体系。这一点也是本书研究的前提条件, 因为, 不论从研究过程的假设还是研究结果的应用来看, 均是在必要的相关技术手段支撑下实现的。

1.4.3 MC 运作优化策略研究现状

在 MC 基础运作模式研究方面, 已有相关文献在定性分析基础上对其运作层次的合理实施进行了方法上的探索, 也曾某些方面提出了 MC 优化的思路, 如 Mac Carthy Bart (2003)、Duray Rebecca (2000)、Smirnov A V (2003) 等。对于 MC 的优化思路, 多数学者围绕生产二维结构中的对象维, 即产品配制或称为产品设计过程展开。新加坡学者 Jiao Jianxin (2003) 指出: MC 的基础在于产品和服务开发商预测和捕获潜在市场需求的能力, 和随之而来的按客户多样化要求进行开发 (产品和服务) 的能力。而如何解决实施 MC 过程中遇到的快速市场响应 (Quick Responsiveness)、多样化 (Customization) 和规模经济 (Economy of Scale) 之间固有的矛盾至关重要。换句话说, 一个成功的 MC 需要以下三个因素之间的平衡, 即特征、成本和调度。他进而提出一个对 MC 优化的思想, 即最大化生产的可利用资源, 实际上也是从生产对象维的优化进行考虑, 最大化利用通用件设计来实现。

在 MC 优化方面, 我们最关心的是如何处理生产的规模效应同个性化需求之间的矛盾。在这一方面, 被广大学者所广泛接受的延迟策略 (Postponement) 是一个重要思想。我国学者马士华教授 (2002) 在研究多阶段装配生

产中的通用性和延迟策略时，建立了一个多产品和多阶段优化模型来优化产品通用件的配置；顾新建教授（2002）在题为“Research of the optimization methods for mass customization”的文章中对 MC 运作层的优化进行了较为全面的分析：首先，用一个效率优化模型说明 MC 的实施是一个渐进的过程；其次，提出最小化定制量的两个优化模型，这两个模型的优化思路为扩大产品族的优化幅度，同时将用户订单解藕点（Customer Order De-coupling Points, CODP）向生产过程的下游推进，如图 1-1（a）和图 1-1（b）所示。

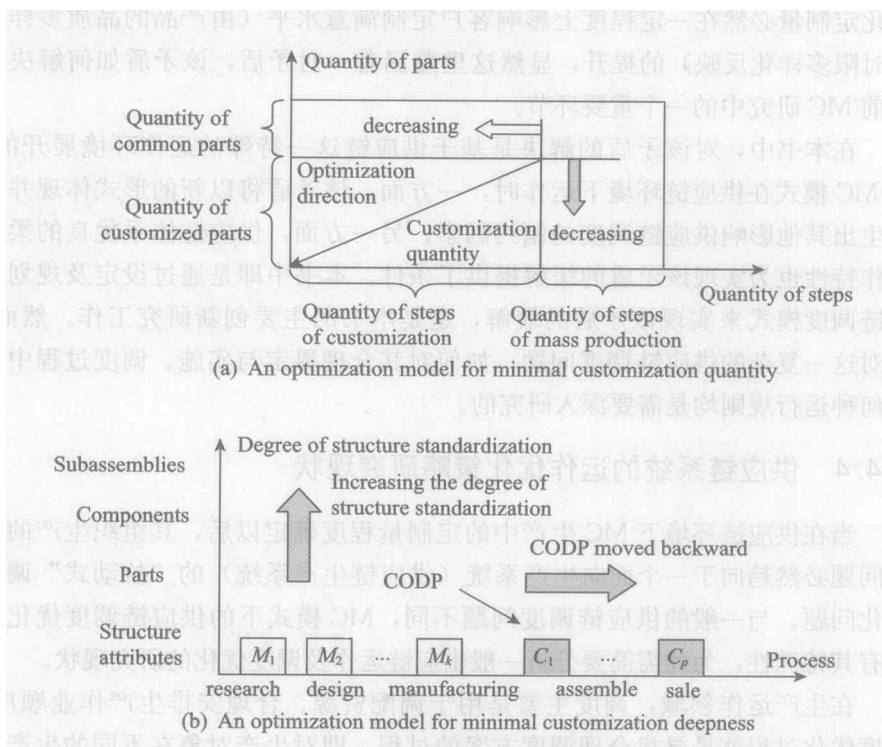


图 1-1 最小化定制量的两个优化模型

资料来源：X. J. Gu, G. N. Qi, Z. X. Yang, G. J. Zhong. Research of the optimization methods for mass customization (MC). Journal of Materials Processing Technology, 2002, (2): 507-512

我国学者祁国宁（2000）则提出从生产的时间和空间两个维度进行 MC 的系统优化。其中，时间维的优化关键是有有效推迟用户订单解藕点（CODP）；空间维优化的关键则是有效地扩大相似零件、部件和产品的优化范围，以充



分利用相似性。此外,从减少定制量出发建立时、空优化模型的成果还有我国学者徐福缘(2001, 2002)、李仁旺(1999)等。上述研究成果奠定了 MC 模式运作优化的基本思路,即减少定制量;在产品生产过程中,最大程度地利用通用零部件和工艺过程,尽可能减少定制成分和由定制引起的种类变化,以实现批量生产与定制生产的统一。实质是使延迟策略的作用得到较好的发挥,从而提升规模生产效益。其优化的关键在于提高 MC 的运作柔性(flexibility),途径在于产品设计开发技术以及生产水平的提高。然而,减少和优化定制量必然在一定程度上影响客户定制满意水平(由产品的品质多样化与时限多样化反映)的提升,显然这里蕴涵着一对矛盾,该矛盾如何解决是当前 MC 研究中的一个重要环节。

在本书中,对该矛盾的解决是基于供应链这一特殊的运作环境展开的。当 MC 模式在供应链环境下运作时,一方面,该矛盾将以新的形式体现并将派生出其他影响供应链调度的制约因素;另一方面,供应链体系优良的柔性运作特性也为实现该矛盾的缓解提供了条件。本书中即是通过设定及规划供应链调度模式来实现该矛盾的缓解,这是本书的主要创新研究工作。然而,面对这一复杂的供应链调度问题,如何对其合理界定与实施、调度过程中需要何种运行规则均是需要深入研究的。

1.4.4 供应链系统的运作优化策略研究现状

当在供应链环境下 MC 生产中的定制量程度确定以后,其组织生产的优化问题必然趋向于一个面向生产系统(供应链生产系统)的“拉动式”调度优化问题。与一般的供应链调度问题不同,MC 模式下的供应链调度优化问题有其特殊性,为此需简要分析一般供应链运作及调度优化的研究现状。

在生产运作领域,调度主要是用于调配资源、合理安排生产作业顺序;调度优化过程就是寻找合理调度方案的过程,即对生产对象在不同的生产主体进行生产时,如何合理安排生产的匹配关系、优化生产进程,在满足现有生产条件下,使生产收益^①最大化。

^①对于不同的生产运作系统,生产收益的评价指标不同。对于生产作业调度系统,其收益可由不同的指标衡量,如生产的交货期、生产成本、产品质量等;对于供应链系统,由于其协作成员自身利益的相对独立性,不同时期不同成员评价其自身收益的指标有可能不同,其中的影响和决定因素较为复杂;对于本书分析的大规模定制模式下的供应链调度系统,其收益的衡量则更加复杂。



在供应链调度的优化研究方面,部分是起源于早期的生产作业调度问题,如 Lee Young Hae (2002)、Moon Chiung (2002)等;在供应链调度的研究方法方面,混合线型规划模型(MILP)是调度优化的常用方法。如 Edgar Perea Lopez (2003)针对多产品、多阶段和多工厂分布式供应链提出一种提高其收益的预期控制策略,以期找到能够达成此目的优化决策变量。在此基础上,建立了一个较为成熟的 MILP 动态优化模型。其优点是将供应链作为一个整体进行分析,同时考虑供应商、制造商、分销商和客户等几个不同层面的优化。在研究供应链动态调度的过程中,选择了固定时间段来转换动态性,难于完全验证现实生产过程中调度环境的动态特性问题,特别对于 MC 模式下供应链调度优化过程中动态性问题的解决,需要探求适宜的方法,这是本书研究工作需要考虑的;Vasilios Voudouris T (1996)在研究精细化工供应链时,提出一个数学规划方法来优化运作和设计以提高供应链效率的模型。该模型基于离散时间特征来捕获系统的动态性,利用模拟现存的调度数据进行调度策略的优化并估计其效率。从实际的供应链系统角度考虑随机性和动态性的求解思路,即以“ t ”时刻进行划分,因而,对于解决本书中的动态性需求波动问题具有较大的借鉴与指导意义;运用(MILP)的研究文献还有 Zhou Zhangyu (2000)等我国学者。

此外,决策分析方法的发展及应用为提升供应链的运作水平创造了条件。如 Sabri H Ehap (2000)提出了一个集成的多目标供应链优化模型,以用于供应链计划中的协同策略运作研究。文章采用多目标决策分析方法,使用包括价格、客户服务水平、柔性(如库存和配送方面的柔性)的评测体系。这一评测体系比以往单一的评测方法具有更综合和广泛的优点。由于决策模型综合考虑了生产、配送和需求的不确定性,因而对于设计高效、灵活的供应链系统和评价供应链网络的竞争力具有一定的意义。与此同时,对一般的供应链管理可分为两个层次进行研究:即战略层和运作层,并提出战略层优化和运作层优化的内容。其优点是从战略层和运作层集成的角度来考虑供应链的运作问题,弥补以往供应链优化模型仅以成本效益为优化目标的不足,同时提出了一种对供应链的灵活性进行测评的方法。对于本书考虑 MC 模式下的供应链系统中需求波动及外包协作的复杂性具有很大的借鉴意义。

Bose S (2000)从计划和调度两个不同的概念入手,提出解决计划与调度的两种主要方法,指出提高供应链服务水平、减少库存水平不能仅仅依靠



某些部分的改良,而要靠整个供应链系统物流和信息流的重新规划。对供应链的整体、系统优化思路予以肯定,是一个宏观的优化模型;Biswas S (2004) 提出一个供应链面向对象的模型和决策支持系统 (Decision Support for SC Through Object Modeling, DESSCOM)。其特点是包容了供应链的战略、战术以及运作层等在内的系统,可以合理解决供应链网络的大规模问题、供应链决策的层次复杂性问题、供应链运作中变量和参数的随机性问题以及供应链中成员之间的互动特性问题等。其思路为进行面向供应链的 MC 优化问题提供了解决动态性与随机性的思路,具有一定的参考意义。

在这一研究领域,许多学者还从数学理论与方法的角度集中分析了供应链调度模型的求解过程,如 Mokashi S D (2003) 对供应链调度优化模型的算法进行了分析,提出一种求解的分解算法。还有一些学者是从供应链调度的技术支撑体系方面进行研究,如 Lancion Richard A (2000) 在研究互联网的作用时,强调其在供应链产品调度、库存管理等方面的重要性;Lakhali Salem (2001) 在研究供应链战略时,提出一系列有关如何提升企业核心竞争力的措施。基于此目的,提出一些宏观的有关供应链网络的优化策略,反映了供应链调度优化的思想。同时,国内对供应链运作优化的研究思路主要集中在对供应链某节点内部的生产调度理论,或研究供应链的分销网络、合作伙伴选择、委托代理等微观环境的相关理论与技术等。

本章指出,MC 模式下的供应链调度问题具有典型的动态性与随机性特征,因而对于动态性的解决途径是本书关注的重点之一,也是本书提出的主要创新研究工作之一。针对供应链动态问题的求解,Edgar Perea Lopez (2003) 和 Vasilios Voudouris T (1996) 等学者均是从实际的供应链系统角度考虑随机性和动态性的求解思路,即对时间进程进行微分,以每一 t 时刻为相对静态的优化单元,这是合理有效的。需要注意的是,选择固定的微小时间段来转换动态性以确定调度时刻并不能完全与现实生产过程中的供应链调度环境动态特征相符,更不能较好适应于 MC 模式下供应链调度优化的求解要求,对该问题的详细分析与论述详见本书第 3 章及第 4 章相关论述。

总之,通过上述对一般供应链优化策略的研究现状分析,可以得出以下几点基本结论:①系统性研究 MC 模式下的供应链调度优化问题尚未展开;②对于“拉动式”供应链动态调度问题的分析和解决思路有待进一步完善;③在 MC 模式下,当以客户服务满意水平提升为引导思路时,对传统供应链