

供应链优化与决策

SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION AND
DECISION MAKING

杨宽 ◎ 著



中国出版集团



世界图书出版公司

国家自然科学基金 / 面上项目 (71272209)

教育部人文科学研究规划项目 (12YJA630170)

湖南省自然科学基金项目 (12JJ3081)

供应链优化与决策

杨 宽◎著

世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (C I P) 数据

供应链优化与决策 / 杨宽著. -- 广州 : 世界图书
出版广东有限公司, 2016.4
ISBN 978-7-5192-1295-7

I . ①供… II . ①杨… III . ①供应链管理—研究
IV . ① F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 092601 号

供应链优化与决策

责任编辑: 廖才高 王梦洁

责任技编: 刘上锦

封面设计: 周文娜

出版发行: 世界图书出版广东有限公司

地 址: 广州市新港西路大江冲 25 号

电 话: 020-84460408

印 刷: 虎彩印艺股份有限公司

规 格: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

字 数: 200 千

版 次: 2016 年 5 月第 1 版

印 次: 2016 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5192-1295-7/F · 0219

定 价: 45.00 元

版权所有, 翻印必究

前 言

21 世纪以来,随着科学技术与经济全球化的不断发展,很多产业和企业组织已经进入到了一个充满复杂性、不确定性以及竞争性的激烈环境。为了求得生存和可持续发展,企业的生产必须以市场的实际需求为导向,必须不断更新产品满足客户需求来寻求竞争优势。而供应链中的各企业之间是相互依赖、相互影响的。但是各个企业依旧是市场中的独立经济实体,企业之间仍然存在着潜在的利益冲突。供应链优化与决策就是从全局的角度对供应链上的信息流、物质流以及资金流进行控制和调度,使得总成本最小。这就要求各企业要想在日益激烈的市场竞争中保持生存能力以及竞争优势,不仅要具有敏锐的嗅觉,要能够获取足量的有关市场的准确、全面的信息,并根据市场需求,结合自身情况做出决策,而且必须从企业所参与的供应链中寻求优化,并与链上的其他企业充分合作以实现供应链整体绩效最优和企业利润最大化。

本书将生产库存管理与客户订单解耦点相结合,通过解耦点将客户需求引入到企业内部的生产运用管理中,研究供应链中最优生产—库存计划与最优解耦点的联合动态决策问题。建立了基本的分析模型,并分别分析了在平滑生产模式和零库存生产模式下解耦点存在的条件,并验证了通过该动态模型得到的最优解能够有效地改善供应链管理水平和提升供应链绩效。同时我们研究了在易逝品供应链中,当目标生产—库存水平也满足模型的约束方程时,最优解耦点是与易逝率和产品生命周期的之间的规律。并在引入易逝率和时变需求率的前提下,重点分析了需求对最优解耦点位置的影响。此外,本书通过数值模拟得到最优生产—库存水平随着时间的推移不断向目标生产—库存水平靠近,最终实现生产—库存水平与目标生产—库存水平之间的偏差惩罚成本最小化。另外,本书还对不确定需求环境下异质偏好的供应链优化与协调的相关理论、模型与方法进行了研究,分别为损失规避零售商和内生偏好零售商参与的两级供应链协调提出了决策优化模型以及相应的求解方法。

本书以针对实际供应链管理中遇到的一些问题分别建立了相应模型,并且在每个模型中都详细地介绍了所对应问题的背景,所需的记号和相关假设条件、模型的求解以及运用的范围,力求读者在阅读本书后即可掌握构建和分析相关供应链优化与决策模型的技术并能运用于解决同类问题。因此本书一方面能为企业决策者在进行供应链管理决策时提供方法库支持;另一方面能为从事供应链管理研究的科研人员和青年学生提供基本的方法和技术。

本书的内容共分为十二章。第1章为绪论,主要阐明供应链优化与决策的研究背景及意义,并整理和总结相关文献,指出了研究的意义。第2章对客户订单解耦点的相关理论基础进行了介绍。第3章建立了一个能够同时决定最优解耦点位置与最优生产—库存计划的动态模型。第4章在第3章的基础上引入了易逝品的概念,建立了基于易逝品供应链的解耦点与生产库存联合决策模型。第5章进一步放松了第4章所建立的模型的假设条件,针对易逝品供应链建立了引入时变需求与易逝率的一般化生产库存与解耦点联合决策模型。第6章阐明已有的供应链优化决策与协调的相关理论。第7章对零售商损失规避时的供应链协调进行了研究。第8章研究了多零售商损失规避时供应链协调问题。第9章研究了内生偏好零售商的供应链协调问题。第10章主要对供应商选择与评价指标体系的构建进行研究。第11章是对供应商综合评价方法的研究。第12章分析了供应商合作与开发及异质偏好决策问题。

本书可作为高等院校管理科学、物流与供应链管理、工业工程、应用数学等专业研究生和高年级本科生的教材或参考书;同时也可供上述有关专业的教师、工程技术人员、研究工作者和管理人员阅读和参考。

尽管本书的研究建立在大量阅读已有学术成果的基础之上,模型构建和理论推导过程尽量合理缜密,但由于编者水平有限,对于研究方法和工具的运用以及知识的积累还有待提高。其中的错误及不当之处在所难免,敬请广大读者谅解,并欢迎各位批评指正!

杨 宽

2016年3月

目 录

第 1 章 绪 论	01
1.1 研究背景及意义	01
1.2 相关文献研究进展	06
1.3 研究内容	25
第 2 章 客户订单解耦点基本理论	28
2.1 客户订单解耦点的内涵与意义	28
2.2 解耦点对供应链生产模式的影响	30
2.3 客户订单解耦点影响因素分析	35
2.4 解耦点移动机理分析	37
2.5 本章小结	41
第 3 章 最优解耦点与生产库存决策的基本动态模型	42
3.1 基本模型	42
3.2 模型最优解分析	48
3.3 平滑生产模式下的最优解耦点	51
3.4 零库存生产模式下的最优解分析	52
3.5 本章小结	56
第 4 章 易逝品供应链中满足特定约束的决策模型	57
4.1 易逝品供应链的特征	57
4.2 模型构建	58

4.3 最优解的分析	59
4.4 参数分析	64
4.5 本章小结	67
第 5 章 基于易逝率和时变需求的最优解耦点决策模型	69
5.1 模型构建	69
5.2 最优解的分析	70
5.3 零库存生产模式下的最优解	75
5.4 平滑生产模式下的最优解	76
5.5 数值模拟	80
5.6 本章小结	82
第 6 章 供应链优化决策与协调的相关理论	84
6.1 风险条件下的供应链决策理论	84
6.2 异质偏好下供应链优化决策理论	90
6.3 异质偏好下供应链协调运作理论	97
6.4 本章小结	105
第 7 章 零售商损失规避时的供应链协调	106
7.1 问题描述与变量说明	107
7.2 风险中性时的协调合约	108
7.3 Loss-averse 时的协调合约	111
7.4 数值实验	114
7.5 本章小结	117
第 8 章 多零售商损失规避时供应链协调	118
8.1 问题描述与变量说明	119
8.2 风险中性时的协调合约	120
8.3 Loss-averse 时的协调合约	123

8.4 数值实验	128
8.5 本章小结	130
第 9 章 内生偏好零售商的供应链协调研究	131
9.1 问题描述与变量说明	131
9.2 内生偏好零售商供应链协调研究	133
9.3 数值分析	141
9.4 本章小结	143
第 10 章 供应商的选择与评价指标体系	145
10.1 供应商选择与评价	145
10.2 供应商选择与评价的指标体系设计	147
10.3 本章小结	155
第 11 章 供应商的选择与评价方法	156
11.1 作业成本法	156
11.2 层次分析法	159
11.3 模糊综合评价方法	162
11.4 其他方法	164
11.5 本章小结	166
第 12 章 供应商合作与开发及异质偏好决策研究	167
12.1 供应商开发组合理论分析	169
12.2 供应商开发异质决策分析	175
12.3 本章小结	179
参 考 文 献	180

| 第 1 章 |

绪 论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

近年来，日益加剧的全球化竞争、技术的快速发展和越来越高的客户需求使企业所处的运营环境变得越来越复杂和不确定。经济全球化使得客户驱动的细分市场正变得更加国际化、动态化而难以预测。

市场的需求是时刻变化的，波动性是其显著特征。为了满足时刻变化的、波动的需求，企业需要具有大规模生产能力，具有高生产率，具有足够的灵活度可以在最短的时间内调整生产以适应市场需求。库存是连接生产和需求的中间环节。生产对市场需求的变动具有滞后性，根据生产来调整库存可以弥补这种滞后性、规避信息不对称引发的市场风险、减小企业的损失，这在企业的运营中具有极其重要的作用。但是库存也是一柄双刃剑，库存在一定程度上减小时间风险的同时又具有较高的成本，若不能设置合理的库存量，则很有可能使得库存的成本大于规避掉的企业损失，企业还是会遭受净损失。

在产品的生产和配送系统中，客户订单代表不确定需求的集合。当这些订单沿供应链向上游传递时，时常因为中间阶段的行动和决策而延迟或扭曲，产生需求放大现象，即“牛鞭效应”^[1-2]，使供应链因库存过剩或报废而导致成

本增加。为了减轻需求放大效应和不确定性的影响,供应链必须具有实时需求可见性。这种实时需求向供应链上游渗透的点称为客户订单解耦点 (Customer Order Decoupling Point, CODP), 亦简称解耦点 (Decoupling Point, DP)。Jeong (2011) 认为解耦点的作用是将满足客户订单的部分供应链同基于平滑计划生产的部分供应链分开, 使在物流附加值活动中有关确定的客户需求下所作的决策同不确定性下所作的决策分离^[3]。一方面, 解耦点是一种应对不确定性的战略库存点。另一方面, 解耦点也称为延迟战略中的产品差异化点。延迟是一种基于公共平台、零件或模块来寻求产品设计, 直到知道最终的市场目的或客户要求时才发生最终装配或定制的原理。它的战略意图在于通过把产品差异化点移动到更接近于终端用户和增加产品之间的通用性和模块化设计, 以减少零售商面临的库存短缺风险或持有太多不需要产品的库存过剩风险。例如, 惠普针对多个国际市场的桌面喷墨打印机, 重新设计产品或工艺以延迟差异化决策, 能达到缩短提前期和降低安全库存, 从而显著地节省供应链成本^[4]。

随着顾客需求越来越多样化, 人们的偏好很可能在较短的时间内发生较大的变化, 从而导致产品生命周期缩短, 更新换代的速度加快。现实中, 大多数产品都会由于产品本身的特性或目标消费群的偏好等, 随着时间的流逝其功效或价值将快速下降。传统的库存理论把库存的减少归结于消费者对商品的需求, 而往往忽视商品变质腐烂和失去市场价值的情形。一方面, 现实生活中存在着大量的易变质商品, 例如水果、蔬菜、牛奶、生鲜、药品、鲜花等, 它们的变质率往往是非常高的, 这对于做出正确的生产和库存策略有不可忽视的影响。谢如鹤和刘霆 (2014) 的数据显示, 目前我国的易腐性食品在流通过程中造成的各种损耗非常大 (水果、蔬菜采后的损失高达 35%, 肉类及水产品达 10%—15%, 每年易腐性食品采后的各种损耗之和高达千亿之巨^[5])。而 Wong 等人 (2015) 的研究表明在美国由于处理及时得当, 其蔬菜在加工和运输的损失率只有 1%—2%^[6]。由于多数超市生鲜食品的损耗占销售额的比重达 10%—15%, 有的甚至更高, 它将直接影响企业的经营业绩。另一方面, 随着消费者的需求多样化发展, 企业的产品开发能力也在不断提高。目前, 国内外新产品的研制周期大大缩短, 而且这一趋势还在不断加强。这一变化使得商

品随储存时间的推移逐渐失去经济价值,如时装服饰、图书、电脑配件及手机等电子消费品。这些数据与现象显示,“易逝”已经成为商品的典型属性。

随着行为金融学的不断发展,在风险条件下,供应链的决策者因个体认知方式及情感判断的不同,不可能总以理性同质的态度做出决策。而是根据自身的内在偏好做出相关决策。作为决策者的主要特征,偏好在决策者之间的异质属性才是解释个人行动的关键要素。Campall (1999)将投资者由于内外部条件的差异形成的异质分为四类:异质偏好、异质约束、异质收入和异质信念,这些异质最终导致异质决策与理性同质假设的差异^[7]。所谓异质偏好,就是指主体决策者对于其决策结果具有不同的偏好,通常都是用不同的效用函数来对其偏好进行描述。当然,衰减系数也能够成为偏好结构的组成部分。因而,异质偏好既能指不同的效用函数,还能通过不同的衰减系数来表示。

1.1.2 研究意义

随着“变化”成为21世纪商业时代最鲜明的特点,企业的生存和发展变得越来越困难。一方面,顾客需求的个性化趋势越来越明显,其对企业内部运营管理的影响也越来越深。如何满足多样化的客户需求已经成为所有企业必须面对的关键问题。另一方面,产品的生命周期越来越短。经济全球化使得市场竞争日趋激烈,顾客的选择增多,对产品的个性化要求也随之提高,企业需要不断地更新产品以适应不断变化的市场需求。这些变化使得制造企业不再是供应链中的主导者,市场环境正从“生产推动式”转向“订单拉动式”。

解耦点是客户实时需求向供应链上游渗透的点,是“推动(push)”和“拉动(pull)”的分界点,也是效率和柔性响应之间的平衡点。解耦点的作用是将满足客户订单的部分供应链同基于平滑计划生产的部分供应链分开,使在物流附加值活动中有关确定的客户需求下所作的决策同不确定性下所作的决策分离。一方面,解耦点是一种应对不确定性的战略库存点。另一方面,解耦点也称为延迟战略中的产品差异化点。生产库存管理与客户订单解耦点定位联合决策,能够在考虑客户需求的前提下对内部的生产库存等运营行为进行优化,从供应链全局的角度出发平衡生产库存成本与客户服务水平,实现

供应链的整体优化。

基于供应链环境的生产库存控制是实施供应链管理的企业所关注的主要内容。不论企业在供应链中处于哪个环节、处于何种位置，都涉及到库存及库存控制策略问题。库存以原材料、在制品、半成品、成品等形式存在于供应链的各个环节。而直接影响库存的就是生产和需求。通过解耦点的定位，能够实现生产、库存和需求的最佳协调。在解耦点上游，采用基于精益生产或面向库存生产的模式，提高生产效率，降低生产成本；在解耦点下游，采用敏捷供应模式或面向订单制造，提高顾客响应速度，增加供应链柔性。这样，通过解耦点沿供应链的定位选择，把精益性和敏捷性整合到产品的供应链设计中，可以最大化对客户期望变化的响应速度和获得更多的敏捷性，同时最小化供应链成本。

大多数商品由于自身的属性或者目标消费者偏好的变化，其使用价值或市场价值会随着时间的推移而快速下降，这类商品称为易逝品。在易逝品供应链中，客户需求是影响最优解耦点位置的关键因素之一，同时也是企业生产的导向。需求的显著特征是不确定性与动态性，这大大增加了需求预测的难度。需求预测不准确是生产与需求不匹配、库存居高不下的根本原因。在解耦点的下游阶段，产品因受市场订单拉动而品种多、需求波动幅度大；而在解耦点的上游阶段，产品受预测推动而订单波动幅度比较小，且多以原材料、普通零部件或模块形式库存。战略库存的合理定位一方面可以满足终端客户的提前要求，实现快速顾客需求响应；另一方面可以规避高库存带来的资金占用风险，减少易逝品使用价值和市场价值降低带来的损失。在易逝品供应链中，为了响应客户需求的不确定性、保持供应链盈利水平，有必要在供应链中适当地设置解耦点，以便为波动的市场单个地提供产品或服务，从而最小化整个供应链成本。

供应链是由多个利益相对独立的企业组成的复杂网络体系，当各个企业都试图最大化各自的利润，以自身利益为目标时，供应链整体的利润就会受到损害，整体绩效就会处于次级目标，即出现了“双重边际效应”。双重边际效应是导致整体供应链效率低下的一个根本性原因，供应链管理的一个重要目的就

是实现供应链的协调运作,使其整体绩效最大化,并使供应链与各企业达到双赢的效果。因此,供应链优化与协调的研究对于协调供应链成员相互协作,形成供应链整体优势具有重要理论和实际意义。但是,在实践中供应链的优化和协调是很困难的,特别是在存在风险的情况下。因为,首先,供应链中每个参与者的动机目标和风险偏好都是不一样的,他们的利益需求都存在着差异,这就导致在利益分配和风险承担的问题上出现矛盾和冲突。任何矛盾和冲突在没有得到解决的情况下,都会影响各个企业的合作意愿和博弈行为,进而影响供应链的整体稳定和效益。其次,在经济全球化的背景下,在社会经济不断增长的前提下,消费者的需求日益个性化,供应商的供应能力也在发生改变。任何企业都是处在不断变化的状态之中,供应链也是如此,是一个动态系统,随时间不断变化。因此,保持供应链合作稳定的一个核心问题便是建立公平合理的利益及风险分配机制,这就需要深入研究供应链风险管理理论。

在风险管理理论研究中,多年的研究成果表明基于同质信念假设分析结果并不符合现实实际的经济活动。随着行为金融理论的发展,主体决策者的异质偏好模型成功地解释了大量市场中传统经典金融理论不能解释的现象。这也充分体现了研究具有异质信念决策者的管理理论具有巨大的现实意义和价值。在金融经济学理论与实践的领域中对于行为金融的研究,特别是对异质决策者风险偏好的研究都取得了丰硕成果。然而,金融领域中的决策者行为和供应链中决策者的异质偏好行为各具其特点。通过结合在供应链中各决策主体的异质偏好特征,将行为金融理论和框架进一步应用于供应链风险控制和优化协调的策略选择之中,这是值得深入研究的问题。对决策主体具有异质偏好行为的供应链优化与协调的问题研究不仅对于我国物流市场基本特征的理解具有很大的帮助,而且还对物流市场上不断出现的未解之谜提出了合理的解释。因此,研究我国决策者具有异质偏好行为下的供应链优化与协调问题则具有重大的理论价值和实际意义。

1.2 相关文献研究进展

1.2.1 生产库存管理的研究现状

生产库存管理对于企业的成功起着至关重要的作用。Paul 等人 (2014) 认为, 生产库存管理是指对企业生产、经营全过程的各种原料、半成品、产成品以及其他资源进行管理和控制, 使其保持在经济合理的水平上^[8]。日益激烈的竞争迫使企业寻找一种更高效的运营模式, 在追求成本最小化或利润最大化的同时以最快的速度满足顾客所需要的产品和服务。生产库存的优化问题引起了国内外学者的广泛关注。

最经典的库存模型就是 EOQ 模型。该静态模型假设需求率是一个常数, 并且假设安全库存是订购批量的一半。通过 EOQ 模型可以求得企业的经济订购批量, 此时企业可以实现订货成本和库存成本总和最小。经典的 EOQ 模型是根据销售系统指定的库存模型, 该模型不考虑缺货的情况, 认为补给是瞬间完成的。然而现实生活中生产系统的生产速度是有限的, 补给也往往不是在需求发生的瞬间完成的。于是许多学者如 Rau 等人 (2003) 以及 Manna 等人 (2006) 把经典的 EOQ 模型扩展到研究有限补给速度的边生产边需求的生产库存管理, 即生产库存模型^[9-10]。

侯玉梅 (2003) 针对一个由单一生产车间和单一库房组成的生产—库存系统进行了分析, 建立了以费用最小为目标函数的生产—库存模型, 通过排队论得到了该系统的马尔科夫过程的无穷小生成元, 并基于此得到了最优控制变量的算法^[11]。Gharbi 和 Kenne (2000) 利用马尔科夫模型研究了订单对产品流动的影响^[12]。Anli 等人 (2007) 研究了以服务水平和交货时间为约束条件的非线性生产库存模型^[13]。Cormier 和 Rezg (2007) 通过建立生产库存模型提出了一个联合生产计划, 然而该模型中的费用函数是通过对一个特定的生产率集合进行数值模拟得到的, 由于每个周期内的费用是一个经验值, 因此最后得到的解析解不一定是最优的^[14]。因而在此基础上 Cormier 和 Rezg (2009) 进一

步把产品需求、库存成本、缺货成本以及基于机器统计寿命的折旧成本结合起来,同时得到了企业的最优生产计划和维护策略^[15]。

生产商—销售商联合生产库存决策问题是学者广泛关注的问题,尤其值得一提的是 Goyal 针对这个问题发表的一系列高水平的论文。早在 1977 年, Goyal (1977) 就对生产商—销售商联合决策的生产库存问题进行了研究,并提出了著名的联合经济批量 (JELS) 模型^[16]。此后 Goyal (1995) 进一步对“边生产边供货”的模式进行了探讨,并改进了“等批量订货”的策略,基于订货量“按比例 P/D ($\text{production lead time/delivery lead time}$) 多次递增”的假设,研究了一个供应商多个销售商的联合生产库存模型^[17]。Hill (1997) 针对 Goyal 的文章进行研究后认为,“等比例策略”的合理比值应该在 1 到 P/D 之间^[18]。因此, Goyal (2000) 进一步对模型进行了改进,并提出了“第一次小批量,后面的等批量”策略以及“等比例修正”策略^[19]。这一系列模型的建立和策略的提出为生产商—销售商联合生产库存决策提供了重要的依据。然而, Zhou (2007) 指出这一系列供销联合生产库存决策模型中假设在同一生产周期内任意连续两次的订货批量之比相同在实际情况下通常不成立^[20]。因此,王圣东 (2006) 在放松这一假设的基础上建立了单供货商与多销售商的联合生产库存模型,针对模型设计了求最优生产和供货策略的算法,并通过实际算例证明该模型的优越性^[21]。熊浩和孙有望 (2012) 进一步放松了王圣东在研究该问题时所提出的随机订购策略的模型假设的条件,通过对生产商—销售商联合生产库存系统的几何特征进行分析,建立了基于库存几何特征的最优订购策略模型^[22]。Viswanathan 和 Piplani (2001) 建立了一个单一供应商多零售商的供应链管理模型,在假设各个零售商的补货周期相等且为固定常数的基础上分析了协调库存管理对生产商、零售商以及整个供应链绩效的影响^[23]。Yang 等人 (2007) 以合作库存总成本最小为目标提出了一个供应商—销售商联合库存决策方法^[24]。Chang (2014) 以供应链总成本最小为目标对一个两阶段易逝品供应链进行了分析,提出了最优的联合生产—库存模型^[25]。值得指出的是,许多的研究者在研究生产库存模型时往往将供应链系统简化成一个只有供应商和零售商组成的系统,很少有研究针对三级或者多级供应链系统进行研究。

传统的生产库存控制模型是通过微分方程来表示的,然而这些模型大部分忽略了生产库存系统固有的动态性和不确定性。因此一部分学者提出将模糊控制理论引入到生产库存管理中,通过随机控制理论寻找该动态系统的最优策略。两个早期值得一提的基本模糊控制系统是 Mamdani 模糊控制系统^[26]与 Takagi - Sugeno 模糊控制系统^[27]。这两个系统根据不同的模糊控制原则建立变量之间的关系并构建模型,用于研究企业的最优生产库存策略。Hsieh (2002) 将模糊控制理论引入到传统的生产库存模型,但是没有考虑缺陷品和缺货等因素对最优生产率和库存成本的影响^[28]。因此 Chen 和 Chang (2008) 在此基础上加入了缺陷品的概念研究生产库存管理问题^[29]。Lee 和 Yao (2008) 通过三角形模糊性描述了生产率和需求率对生产库存系统的影响^[30]。李群霞和张群 (2011) 利用梯形模糊数将环境的不确定性加入到理论模型中,在同时考虑缺陷品和缺货的情况下建立了一个以生产库存成本最小为目标函数的生产库存模型^[31]。研究结果表明,将模糊集理论引入到生产库存模型研究中能够有效地解决环境的不确定性。Qin 等人 (2011) 在 Liu 的基础上将一个模糊控制理论引用到具有白噪声序列的动态生产系统中,建立了一个非线性二次动态模型,通过模糊控制理论求得最优的控制策略,并基于有限和无限时域提出了该生产计划模型的经济解释^[32]。

1.2.2 生产库存模型的影响因素

1. 易逝品

关于易逝品的含义,学术界至今没有一个明确的概念。在较早的研究中,易逝品仅仅是指随着时间的推移而发生变质从而降低其使用价值的商品^[33-34],如鲜花、药品、生鲜产品等。然而 Sana 和 Goyal (2004) 以及 Ghiami 和 Williams (2015) 等人指出,随着产品更新换代的速度越来越快,消费者的需求和偏好也变化得越来越快,大多数商品的价值会随着目标消费群体偏好的改变而快速降低^[35-36],如电子产品、时尚产品、快速消费品等。目前大多数学者将上述两类产品都认为是易逝品,其范围扩大到随着时间的推移使用价值或者市场价值有明显降低的商品,这一观点也越来越被学术界认可。

最早将易逝率引入到生产库存模型中的是 Ghare 和 Schrader (1963), 他们发现易腐品的库存量与时间有关且呈负指数衰减, 并基于这一发现得到了经典的易逝品 EOQ 模型^[37]。此后, 关于易逝品的研究得到了越来越多的学者的关注, 如 Li 等人 (2010)、Sarkar (2013) 等, 他们针对确定性需求、随机需求, 常数易逝率、时变易逝率, 两级供应链、多级供应链, 不完美生产库存管理等方面进行了大量的研究, 极大地扩展了易逝品的生产库存理论^[38-39]。

易逝品生产库存模型的研究是从确定性需求和常数易逝率开始研究的^[40]。然而实际生活中, 需求率受到许多因素的影响而不是一个固定的常数, 不同产品的易逝率也不同。因此, 许多学者对最初的模型进行不断改进, 使得其更加符合实际情况。如 Taylor (2000) 研究了基于销售商订购数量的目标折扣 (Sale Rebate) 问题^[41]。曹宗宏和周永务 (2008) 从供应商的角度对数量价格进行了分析, 基于供应链协作的数量折扣定价策略提出了使系统完美协调的折扣契约^[42]。Liao 等人 (2000) 研究了在允许延期支付的情况下通货膨胀对需求和价格的影响, 得到了最优补给周期和订货量^[43]。Chang (2004) 建立了信用延期支付政策下的库存模型, 当零售商的订货量超过优惠最低限度时允许其延期支付, 分析了优惠最低限值、订货成本、通货膨胀率对最优解及相关成本的影响^[44]。Chung 和 Lin (2001) 假设计划周期内连续两次订货的时间间隔相等, 研究了需求率和易逝率为常数的易逝品生产库存模型, 利用 Newton-Raphson 方法得到了模型的最优解, 并通过数值模拟对最优订货策略进行了参数灵敏度分析^[45]。由于资金的价值随着时间在不断地发生变化, 因此, Chung 和 Liao (2006) 认为生产库存计划中必须考虑资金的时间价值。他研究了零售商提前预付下的价格折扣策略, 并增加了资金时间价值的因素, 建立了易逝品库存模型, 得到了零售商的最优支付时间和最优订购策略^[46]。

Hsieh 和 Dye (2013) 指出, 在以往的研究中, 易逝率往往作为一个外生变量引入到模型中^[47]。他们认为易逝率应该引入到易逝品生产库存模型中的控制中。因为公司可以通过在保鲜技术上的投入降低易逝率, 因而他们将技术投入与生产策略均作为控制变量引入到易逝品生产库存模型中, 基于时变需求建立了以成本最小为目标函数的动态非线性混合决策模型。并通过粒子群算法