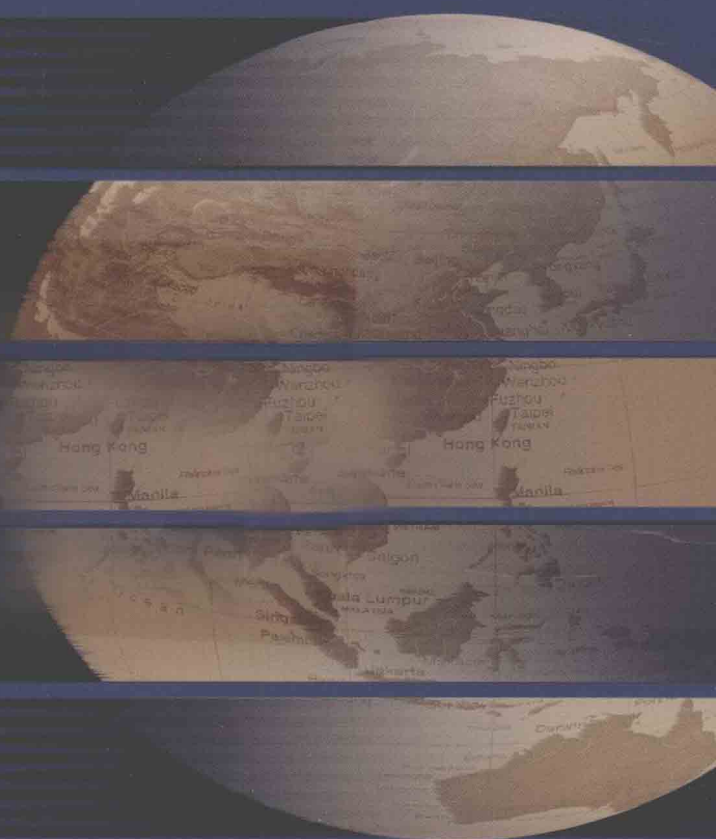


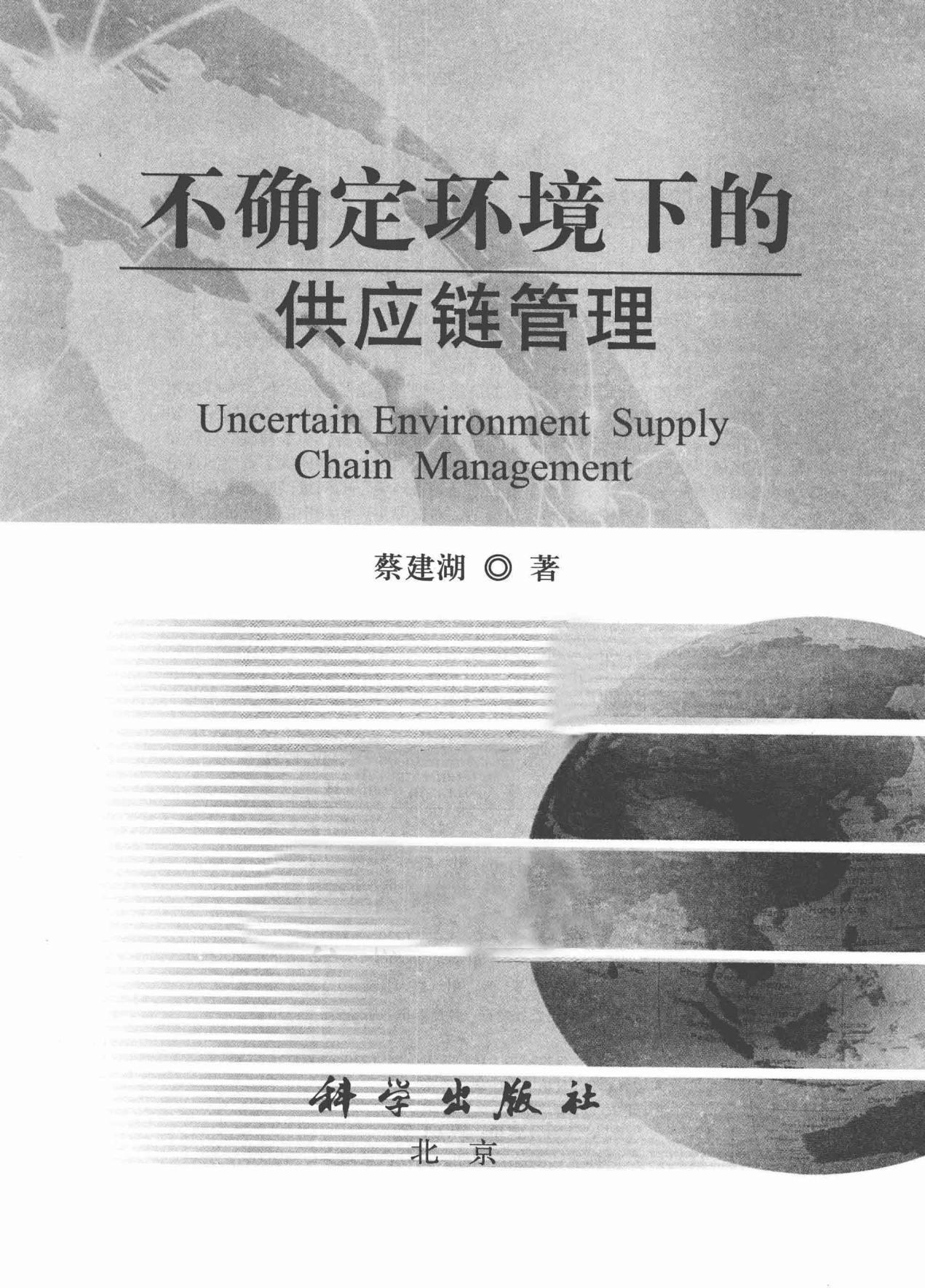
不确定环境下的 供应链管理

Uncertain Environment Supply
Chain Management

蔡建湖 © 著



科学出版社



不确定环境下的 供应链管理

Uncertain Environment Supply
Chain Management

蔡建湖 © 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

随着市场竞争的日益激烈,供应链所面临的环境越来越不确定,众多商品的库存与定价决策显得愈加重要。本书对不确定环境下供应链的运作机制进行了深入讨论,着重分析具有短销售周期特征的季节性商品库存决策问题。本书针对不同的库存管理模式展开比较分析,引入多种形式的供应链契约来优化供应链的性能。在研究过程中,考虑了两次补货模式、库存转运、多节点成员等多种实际情形,讨论了一对一的两级供应链、多对一的装配系统、一对多两级供应链等不同的供应链结构,全面而深入地研究不确定环境下供应链的建模与优化问题。本书以库存决策为核心,涉及批发价、零售价和其他契约参数的决策模型,提出了优化对策。本书应用博弈论、信息经济学、数理统计、数理经济学、规划理论等学科知识,建立了一系列密切相关的决策模型,做了大量数值分析,为本领域的创新发展提供了重要的研究基础,也为分析本领域的类似问题提供了重要的理论基础和方法支持。本书将为季节性商品销售环境下的两级供应链库存决策提供一套全新的理论框架和实用模型,对实际生产活动中的供应链管理工作者有着重要的理论意义和现实价值。

本书可供供应链管理研究、物流工程、物流管理研究等领域的高校师生、研究人员及企业相关工作人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

不确定环境下的供应链管理 / 蔡建湖著. —北京: 科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-031114-6

I. ①不… II. ①蔡… III. ①供应链管理—研究 IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 091101 号

责任编辑: 刘 鹏 林 剑 / 责任校对: 朱光兰

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2011 年 6 月第一次印刷 印张: 18

印数: 1—2 000

字数: 350 000

定价: 59.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

2009年2月25日，国务院总理温家宝主持召开国务院常务会议，审议并原则通过有色金属产业和物流业调整振兴规划，研究部署发挥科技支撑作用，促进经济平稳较快发展。2010年2月24日召开的国务院常务会议明确规定：“进一步加大工作力度，充实完善政策措施，加快体制机制创新，全面贯彻实施好产业调整和振兴规划。”这充分表明物流业在提升国民经济效益中的重要地位。另外，以浙江省为代表的快速发展的经济体系，涉及大量具有不确定销售特征的商品，众多商家都面临着不确定环境下的供应链管理问题，迫切需要引入相关管理理论与技术，来改善供应链的效率，提高企业竞争力。

本书在供应链管理的背景下研究物流决策问题，必将对优化物流体系、实现资源优化配置起到积极的作用。在以库存决策为核心的两级供应链协调模型中，一方面针对不同的供应链结构设计特殊的研究角度，另一方面深入研究库存管理模式、两次补货模式、库存转运、多节点成员等复杂环境因素对供应链决策的影响，全面而深入地研究供应链契约设计与供应链协调问题，寻找优化供应链性能的途径。本书的研究涉及大量建模与数据分析工作，建立的模型密切相关，形成了一个完整的理论体系，为解决不确定环境下的供应链管理建模与优化问题提供了重要的研究基础，也指明库存决策契约设计领域今后的研究方向。

本书由蔡建潮副教授独立完成，承担全部的学术后果。本书引用了大量前人的学术成果，尽量在书中标明，如果有遗漏，敬请指正。在此，感谢众多学者的帮助与支持，尤其要感谢作者的博士研究生导师华中科技大学管理学院张子刚教授、黄卫来副教授一直以来的关心

与指导。感谢华中科技大学管理学院邓世名教授的指点与帮助。感谢浙江工业大学经贸管理学院周根贵教授、王丽萍教授、韩毅博士在本书撰写过程中的指点与帮助。感谢作者家人王聪、蔡安琪在作者学术研究过程中的支持与付出。感谢科学出版社刘鹏老师在本书出版过程中的大力支持。本书得到国家自然科学基金(70971047, 71071142)、浙江省哲学社会科学规划课题“基于承诺契约的创新性产品供应链协调机制研究——以浙江省为例”(10CGGL21YBQ)、浙江省科学技术厅软科学研究计划项目“浙江省推进供应链物流能力整合与优化的对策与方法研究”(2009C35007)、浙江省自然科学基金“制造型企业中生产计划与调度问题的若干优化问题研究”(Y1100854)等的资助。

蔡建湖

2010年10月

目 录

前言

第 1 章 不确定环境与季节性商品	1
1.1 季节性商品	1
1.2 报童模型	2
1.3 国内外相关研究评述	5
1.4 本书的主要内容	18
参考文献	19
第 2 章 不确定环境下供应链的运作机制	23
2.1 供应链管理理念	23
2.2 供应链管理与物流管理	25
2.3 供应链管理的方法体系和技术支持	30
2.4 不确定环境下供应链管理的特点	32
2.5 不确定环境下供应链建模与优化	36
2.6 本章小结	37
参考文献	38
第 3 章 零售商管理库存	39
3.1 引言	39
3.2 集成供应链的决策模型	40
3.3 批发价外定时的库存决策模型	41
3.4 批发价内定时的库存决策模型	47
3.5 本章小结	56
参考文献	56
第 4 章 供应商管理用户库存	58
4.1 引言	58
4.2 VMI 下的优化模型	60
4.3 需求与价格相关时的 VMI 模型	83
4.4 本章小结	94

参考文献	95
第5章 收益分享契约	97
5.1 引言	97
5.2 综合模型	99
5.3 基于收益分享契约的 Stackelberg 竞争模型	110
5.4 模型应用分析	119
5.5 本章小结	122
参考文献	123
第6章 柔性契约设计	124
6.1 引言	124
6.2 基本模型	125
6.3 订购量柔性契约	127
6.4 批发价柔性契约	132
6.5 综合算例	136
6.6 本章小结	140
参考文献	140
第7章 考虑库存转运时的决策模型	142
7.1 引言	142
7.2 RMI 下的转运模型	143
7.3 VMI 下的转运模型	149
7.4 多个零售商时的转运模型	158
7.5 本章小结	165
参考文献	165
第8章 存在季中补货机会时的库存决策模型	167
8.1 引言	167
8.2 RMI 下的两次补货模式	168
8.3 两次补货模式下的折扣政策	174
8.4 VMI 下的两次补货模式	180
8.5 本章小结	199
参考文献	199
第9章 基于提前订购策略的库存决策模型	201
9.1 引言	201
9.2 基本模型	202

9.3 单次订购机会下的提前订购策略	205
9.4 两次订购机会下的提前订购策略	212
9.5 本章小结	224
参考文献	224
第10章 装配系统的库存决策模型	226
10.1 引言	226
10.2 装配系统的两次生产模式	227
10.3 本章小结	240
参考文献	240
第11章 基于承诺契约的库存决策模型	241
11.1 引言	241
11.2 基本模型	244
11.3 供应商的价格折扣机制	246
11.4 两次补货模式	251
11.5 数值分析	259
11.6 本章小结	270
参考文献	270
第12章 全书总结与最新研究方向	272
12.1 全书总结	272
12.2 复杂环境分析	274
12.3 总结与展望	276
参考文献	278

第 1 章 不确定环境与季节性商品

1.1 季节性商品

近年来随着科学技术的进步,产品的生命周期变得越来越短,更新换代速度加快,特别是服装、电子、电器和软件等行业,在这些行业中,上一代产品还在热销,下一代性能更好、功能更强的产品就已出现在市场中了,另外一些时令性、易腐性商品也具有单季销售、强时效性的特点。季节性商品一般指的是只有一次订货机会和一个销售周期的产品,这类产品具有较强的时效性,需求波动比较大,同时生产经营风险较大,市场需求的不确定性对其经营决策有着很强的影响。例如在一年一度的中秋节,月饼的销售具有明显的季节性,同时月饼本身又是易腐性商品,因此在预测需求的基础上,需要合理选择月饼在销售季节开始前的库存量,使得在保证供应的同时避免季末出现库存积压。之所以要进行需求预测,是因为季节性商品的需求往往是不确定的,如每年的羽绒服销售情况跟季节密切相关,同时羽绒服的销售情况又受到消费观念、实际气温等因素的影响,具有很大的不确定性。同时,可以看到,越来越多的商品面临着其他各种品牌同类商品的竞争,例如,欧尚、家乐福、沃尔玛、麦德龙等大型零售商销售的几乎每一种商品都同时存在着大量替代品,不同品牌的同类商品堆放在一起,因此这些商品的销售面临着极大的不确定性,商品的数量、质量、价格、摆放位置、促销策略等都对商品的销售会产生影响。经理们发现,这些面临着大量不确定因素的商品往往具有明显的季节性,如流行性服装、时令性果蔬、众多食品百货都具有这样的特征,如何选择这些商品的库存量,如果不能及时卖出去又该如何处理等问题困扰着这些零售商。另一方面,这些商品的供应商也在考虑如何让零售商订更多的货,引入什么样的新策略来吸引更多的零售商订自己的货等问题。

由于在大多数情况下,季节性商品只有一次发生在季节开始前的订购机会,所以库存管理就显得更为重要。季节性商品供应过多或过少都不利于市场稳定与社会和谐。如易腐季节性商品库存过多,则在季后会过期变质,造成社会资源浪费,或者少数不良商家为尽可能挽回损失通过涂改生产日期再低价处理等方式欺

诈消费者，危害群众的身体健康。另外，过了销售季节的季节性商品价值贬值较大，对商家造成的直接损失较大，也会给参与季节性商品供应的各个供应链成员带来经济上的巨大损失。如季节性商品库存过少，则商家会白白浪费获利机会，而消费者的需求也不能得到很好的满足，这也会导致社会整体的不和谐。尤其重要的是，季节性商品一般与普通民众的生活直接相关，影响着普通老百姓的日常生活，因此季节性商品库存管理的合理与否影响着供需之间的平衡、社会的和谐。

1.2 报童模型

在早期，西方学者就已经在研究类似于此问题的、更为标准的季节性商品销售活动模型，称为报童模型（newsvendor model），也可以称之为报童问题（newsvendor problem），经典的报童模型可以描述为一个风险中性的决策者如何在需求不确定性环境下确定最优的产品库存量以最大化自身利润水平，常见的约束条件是产品生产周期较长、单一销售季节、销售季节相对较短，因此必须在销售季节开始前确定库存量，即仅有一次发生在季节开始前的生产订购机会。设决策者的单位生产成本为 C ，单位零售价格为 P ，季末未售完商品的单位处理价格为 V ，令 $P > C > V$ 。用 D 表示决策者所面临的随机需求，令 $f(x)$ 和 $F(x)$ 分别代表 D 的概率密度函数和累积分布函数。定义 $t^+ = \max(0, t)$ 。如决策者选择的库存量为 Q ，则决策者所面临的目标利润函数为

$$Y(Q) = PE_{\min}(D, Q) - CQ + VE(Q - D)^+$$

易得 $\partial^2 Y(Q) / \partial Q^2 = -(P - V)f(Q) < 0$ ，即决策者的目标利润函数 $Y(Q)$ 为订购量 Q 的凹函数。故令 $\partial Y(Q) / \partial Q = 0$ ，即可得决策者所选择的最优订购量为 $Q_0 = F^{-1}((P - C) / (P - V))$ 。决策者的最优期望利润为

$$Y(Q_0) = (P - C)Q_0 - (P - V) \int_0^{Q_0} F(x) dx$$

报童问题的研究最早可以追溯到经济学家 Edgeworth 在 1888 年所研究的一个问题，他把一个随机变量引入了银行现金流问题分析中^[1]。到 20 世纪 50 年代，在战争的推动下，报童问题，包括其他的 OR/MS 问题成为学者们研究的热点。经典的报童模型被大量应用于流行性行业的决策分析，在制造业和零售业等方面也有广泛应用^[2]，同时报童模型还可以用于分析服务行业的生产能力管理和提前订购评估方面的问题^[3]，因此这种多方面、多领域的广泛应用为报童模型的快速发展提供了基础。早期的研究主要集中于单个决策者在需求不确定性环境下

最优库存量的选择问题，往往没有考虑销售价格等因素对库存决策的影响。随着研究进一步深入，人们开始引入需求函数，考虑价格决策问题。Whitin^[4]第一次在构建报童问题时引入了销售价格的影响，他建立了跟价格相关的需求函数，价格成为决策者的决策变量，在模型求解中他首先固定价格来求得最优的库存量，然后再求得最优的价格。在此基础上，Petruzzi 和 Data^[5]详细分析了在不确定性环境下单个决策者如何同时确定最优的库存量和商品销售价格，他引入了两种形式的跟价格相关的需求函数，即和形式以及乘积形式的需求函数，他求出了当需求函数满足一定的约束条件时最优的零售价和库存量，由于决策者是单个的，所以他们求解的关键就是如何同时确定最优的库存量和销售价格，他们应用 Ernst^[6]和 Thowsen^[7]所用方法，通过引入一个中间变量很好地解决了这个问题，并求出了最优解及其约束条件。Schweitzer 和 Cachon^[8]讨论了在报童问题下决策者的决策偏斜问题，他们指出不同决策者由于风险喜好、算法、预测偏差等原因有时所作出的决策往往会偏离其利润最大化原则下的最优决策。Porteus^[9]、Silver 等^[10]对经典的报童问题进行了一定的总结。

关于经典报童问题的大多数模型都假设一个单层次方式，供应商和零售商往往是看成一个实体来进行决策分析的^[10]。故在单层次环境下决策者只有一个，是固定的，其库存决策模式也相对比较简单，决策的核心问题就是确定最优的库存量，像 Petruzzi 和 Data^[5]所论述的需要同时确定销售价格和库存量已经是较为复杂的情形了，这个时候决策者不需要考虑与供应链其他成员之间的竞争问题。总的来说，经典的报童问题结构相对比较简单，形式比较标准，当需要分析更为复杂的社会生产活动时其模型必然需要进一步扩展，因此随着研究的进一步深入，大量关于报童问题的扩展分析也广泛引起了人们的兴趣。Khouja^[11]提出了报童问题的扩展研究方向：

- 1) 扩展到不同的决策目标和效用函数。比如说以最大化既定利润的概率作为决策目标，而不是最大化期望利润水平。
- 2) 扩展到不同的供应商定价政策方向上，比如说供应商通过提高数量折扣等方式来优化自身利润水平、提高供应链性能的情形。
- 3) 考虑需求的价格函数，在这些情况下不仅需要分析库存量的决策，还要分析价格决策问题。
- 4) 考虑供应不确定性问题，就是说在生产的产品当中有可能会出现问题不合格的次品。
- 5) 需求函数的参数未知时的情形，尤其是需求条件变动时的决策情形。
- 6) 扩展到多产品销售问题，此时决策需要考虑仓库或者预算的限制。

7) 考虑多个产品替代时的情形, 这种替代情形是多方面的, 可能是同一个报童环境下对两个产品间的替代, 也可能是两个报童之间的竞争性替代。

8) 从传统报童问题的单层次向多级供应链扩展, 在多级供应链环境下, 任何决策不仅受到市场环境的影响, 同时也受到了供应链其他成员决策的影响, 因此决策过程更为复杂。

9) 延伸到多区域多点报童模型, 一个典型的例子就是出现多个销售点时的情形, 这些销售点都面临着季节性商品销售环境, 他们之间的需求可能是相关的, 也可能是不相关的。

10) 考虑在销售季节开始前出现多个生产、采购时期时的情形, 这个时候要解决的问题包括随着销售季节的临近, 决策者必须要选择在哪个时间点进行采购, 什么时候进行生产以最优化自身利润水平。

从以上分析可以看出, 报童模型及其扩展研究的应用十分广泛, 涉及了很多的研究方向, 而每个研究方向也可以进行很强的细分, 都可以做比较深入的研究。近几年来, 在各个学科, 包括管理、数学、经济等方向都有报童模型扩展问题的研究, 但研究的目的各不相同, 解决问题的方法也是百花齐放。同时, 一个重要的理论——供应链管理理论越来越引起人们的重视, 并得到了广泛的应用。从供应链管理的角度来研究报童模型及其扩展问题方面国内外也取得了一定的研究成果, 但研究范围有较大局限性, 同时也缺乏系统性的理论分析。所以如何在供应链管理框架下总结出更为一般的、系统的决策模型来解决报童模型的扩展问题是值得研究的学术问题, 这样的研究必然会给今后的理论探索带来重要的参考价值, 并且也将给实际生产经营活动带来重要的指导意义。本书讨论的是季节性商品两级供应链库存决策模型, 研究建立在经典报童模型的基本假设基础之上, 同时涉及了报童问题的多个扩展方向, 因此在进行模型构建之前对经典的报童问题进行充分的认识和了解是十分必要的。

在季节性商品销售环境下, 传统研究往往是从单层次的角度来进行库存决策分析的, 研究范围从单纯进行库存量的决策到引入跟价格相关的需求函数, 同时考虑库存量和销售价格的决策问题, 具有一定的局限性。单层次的研究不需要考虑供应链成员之间的竞争过程, 决策过程相对简单。但随着社会分工的进一步加强, 大而全的企业越来越少, 企业在作决策时往往需要考虑其上游或者下游企业的反应, 并据此确定自己的最优决策, 因此可以说决策环境进一步复杂化了。事实上随着供应链管理理论的发展, 人们已经越来越认识到需要从供应链的角度来分析库存决策问题, 不仅要分析供应链成员的最优决策, 也要尽量优化供应链整体的性能, 提高整个供应链的竞争能力。很多学者已经开始从供应链的角度来考

虑分析季节性商品的库存决策问题，但研究目的各不相同，也没有出现对该问题进行系统研究的成果。因此对季节性商品的决策环境进行进一步的描述，深入分析在两级供应链中的库存决策问题具有十分重要的意义。

本书引入供应链管理的基本理论，讨论两级供应链库存决策模型，充分分析季节性商品销售环境下供应链内部的竞争结构，应用博弈论的分析方法，得出供应链在不同决策环境下的均衡结果。本书着重讨论契约在优化供应链性能中的重要作用，引入和应用了多种契约形式，研究协调供应链和利润分配问题。本书以库存决策为核心，涉及批发价、零售价和其他契约参数的决策问题。研究过程中考虑了两次补货模式，库存转运，多节点成员等多种实际情形，讨论了一对一的两级供应链、多对一的装配系统、一对多两级供应链等不同的供应链结构，全面而深入的研究了不确定环境下供应链的建模与优化问题。本书应用博弈论、数理统计等学科知识建立了多个结构严密、互相关联、形成一个完整研究系统的两级供应链库存决策模型，并通过数值分析对模型进行了分析说明，从而建立了一个比较完整的理论体系。本书是对前人研究的进一步总结和改进，而不是对前人研究成果的否定，它将对季节性商品两级供应链库存决策问题提供一个重要的理论支持。

1.3 国内外相关研究评述

1.3.1 基本的库存决策模型

在由一个供应商和一个零售商所组成的两级供应链中，在传统模式下零售商往往承受着所有的库存风险，他通常是在销售季节开始前向供应商订购商品，供应商按照零售商的订购量组织生产，并在销售季节开始前及时把商品运到零售商处。在两级供应链中，这种由零售商负责库存决策、承担所有库存风险的模式，我们称之为零售商管理库存（retailer managed inventory, RMI），Lariviere 和 Porteus^[12]文中所描述的库存模型就是一个典型的 RMI 模式。RMI 模式相对比较简单，跟传统的销售模式比较相符，在实际生产经营活动中的应用也比较广泛。较早对两级供应链 RMI 模式的建模，主要分析在需求不确定环境下，当给定需求函数和供应商批发价时，零售商如何确定其最优的库存量，这就等同于一个简单的报童问题。当然如果需求是零售价格的函数时，对零售商来说还需要确定最优的零售价，Petruzzi 和 Data^[5]所分析的模型就是相当于在两级供应链中当批发价给定的情形下零售商同时确定最优的零售价和订购量的决策模型。而在 Lariviere

和 Porteus^[12]文中所描述的模型中,零售商不仅面对着需求不确定,同时供应商通过确定批发价在竞争中处于领导者地位,这样对零售商来说其最优的利润水平受到了供应商决策的影响,在均衡状态下,零售商往往只能得到较低的期望利润水平,所以零售商的目标应该是努力提高自身的竞争能力,获得更多的收益。事实上,由于零售商直接面对着市场,他掌握着更多的市场信息,所以他可以利用此信息从供应商处获得一定的信息获知费用, Lariviere 和 Porteus^[12]指出能够促使供应商降低批发价格的其中一个重要因素就是供应商希望借此能够从零售商处获得更多的需求信息。同时,如果存在多个具有替代性的供应商,则零售商就有了一定的选择机会,因此其竞争能力也会有所提高,一般来说零售商往往存在着一个最低的机会成本,低于此机会成本零售商就会拒绝从该供应商处订购商品,因此对供应商来说在确定批发价格的时候必须要分析清楚零售商的权力大小,在允许的范围内获取最大的收益。Weng 和 McClurg^[13]研究了一个考虑交货期和需求均不确定环境下,基于 RMI 的决策模型,他们在分析传统报童问题的同时考虑了供应不确定性,引入了一个交货完成时间,并将其作为一个随机变量进行分析,交货时间在负无穷到正无穷区间上取值。他们分析比较两种情形,一种情形是零售商按照供应商能够及时交货的假设条件进行订购量的最优化取值,并且供应商保证零售商的利润水平,即如果交货时间小于零则表示供应商将会准时点把商品交给零售商,零售商取到其常规的最优利润水平,但此时供应商要花费一定的库存费用,当交货时间大于零时则表示供应商未能及时交货,这将给零售商带来损失,为弥补零售商的损失、使得零售商仍然可以取到其常规的最优利润水平,供应商将会在交货迟到时通过批发价打折的形式向零售商补偿损失,如果批发价折扣不足以弥补零售商损失,则批发价就有可能取到负值。第二种情形下,供应商和零售商按照联合利润最大化原则来进行订购量的取值,他们求得了该订购量的最优值。

尽管在 RMI 模式下零售商总是会比供应商拥有更多的需求信息,并且在大多数情形下零售商总是可以从信息中获益,有时还可以迫使供应商为获取信息支付费用,但有时候这种情形也不是绝对的。Lau 和 Lau^[14]研究了信息不对称情形下的 RMI 模式,他们研究的面临着一个报童问题的两级供应链由一个制造商和一个零售商所组成,他们发现尽管在 RMI 下零售商往往拥有比制造商更多的需求信息,但是当制造商知道零售商有更好的市场信息时,零售商获得越多的市场信息却总是对制造商有利,并使零售商自身利润下降,如果制造商不知道零售商是否拥有更好的市场信息,则零售商可以从其多出的市场信息中获益,并使整个系统受益。相反的,对制造商来说,获得市场信息越多,对自己就越有利,并且

其得利总是以牺牲零售商和系统利润为代价。

以纯批发价契约为基础的库存管理模式虽然比较简洁、易操作，但简单不是免费的，纯批发价契约不能够协调供应链，即由独立的、按照自身利润最大化为目标行事的公司以纯批发价契约连接起来的供应链比由一个决策者所管理的集成供应链所获得的总利润要少，经济学家称之为双边际化效应（double marginalization），在一个有随机需求和固定零售价的供应链中，双边际化效应体现在库存过少。在这样的背景下，如何使得供应链整体利润最大化，使得供应链达到协调便成为研究的热点，同时这也是供应链管理理论的核心思想。RMI 在两级供应链库存决策模型中占据着重要地位，不仅体现在它是现在实际经营生活中最常见的应用模型，同时 RMI 也是很多通道协调策略的一个基本框架，例如 Taylor^[15]研究了一个在 RMI 环境下的通道回扣政策，他们的研究显示不考虑零售商的努力因素时，供应链协调可以通过设置合适的目标回扣策略而取得，所谓目标回扣就是指当零售商的销售量超过一定指标时供应商将会为超过指标部分的每一个商品支付一个通道回扣费用。当考虑零售商的努力因素时，则必须同时采用目标回扣和回收政策，即此时必须要供应商承受部分库存风险才可以协调供应链。他们的研究也表明回收政策并不会降低零售商的销售努力程度，相反的，它可以增加零售商的努力程度。另外数量折扣等一些常用的通道政策都是建立在 RMI 模式的基础之上的，关于通道协调以及常见的协调契约下文将有详细论述。

1.3.2 供应商管理库存

除了 RMI 模式，现在供应商管理库存（vendor managed inventory, VMI）也引起了人们广泛的注意。根据有关机构的调查，在美国的某些行业（比如医疗物品管理）中，VMI 的影响程度已经超过了 JIT（just in time）管理方法。一些著名的零售业公司。例如，Wal-Mart、Kmart、Dillard、J. C. Penney 等是使用 VMI 方法管理库存的先行者。Burke^[16]，Cottrill^[17]，Dong 和 Xu^[18]等学者的研究表明 VMI 必将是未来的一个潮流，VMI 概念将会导致分配渠道变革。可以说 VMI 是当今供应链向集成化发展、注重合作与信息分享趋势中的一个发展部分。其主要的目的不仅是为了减轻零售商的负担，也可以增强供应商的竞争能力，从而提高供应链整体的竞争能力。Disney 和 Towill^[19]详细研究了在供应链中实行 VMI 所带来的效果，他们的研究表明 VMI 可以有效地降低牛鞭效应，不过他们的研究主要是从多级供应链的角度来描述的。Xu 等^[20]、Chen 等^[21]、Lee^[22]、Cetinkaya 和 Lee^[23]等的研究充分肯定了 VMI 在促进信息分享，降低牛鞭效应，

提高供应链协作水平中所发挥的积极作用。Dong 和 Xu^[18]研究了 VMI 给供应商和零售商带来的短期利益和长期利益,指出实施 VMI 会使零售商的短期和长期收益都得到提高,而供应商短期收益可能会下降,但会给供应商带来长期收益和战略性竞争优势。Andel^[24]认为在今后若干年内,VMI 的应用还将会成倍增加。唐宏祥^[25]研究了 VMI 对供应链性能的影响,他的模型由一个供应商和一个零售商所组成,在模型中他引入了零售商的努力因素,研究结果表明在缺乏有效协作机制的情况下,VMI 的优势不能得到有效发挥,他提出了进一步提高 VMI 模式供应链性能的有效途径。但是他的模型只考虑了库存决策和促销努力水平决策,不考虑批发价以及零售价格的影响。Wang 等^[26]研究了一个基于收益分享契约的两级供应链模型,此时供应商管理所有的库存、承担所有的库存风险,他们的模型所研究的供应链模型也是由一个供应商和一个零售商所组成,零售商占据着 Stackelberg 领导者地位,不需要承担库存风险。零售商首先确定一个收益分享比例,然后由供应商确定是否接受,如接受供应商就确定其最优的库存量。在他们的模型中,他们继承了 Petrucci 和 Data^[5]对需求函数的假设,考虑了当需求函数为和形式和乘积形式时的情形,他们的研究发现在这样的收益分享契约下,供应链的绩效取决于需求价格弹性和零售商所设定的收益比例,同时他们也求得了这个 Stackelberg 均衡解。Gerchak 和 Khmelnitsky^[27]研究了一个特殊的 VMI 模型,供应商和零售商之间的利润分配通过收益分享的形式给定,并且文章假定收益分享比例是给定的。零售商每期期末向供应商报告销售量,并据此向供应商支付所获收益,供应商根据零售商报告的销售量来确定下一期给予零售商的配送量,供应商因而处于 Stackelberg 领导者地位。他们的研究发现,对零售商来说其最优决策是每期都向供应商报告一个固定的、独立于实际销售量的数目,文章求出这个博弈的均衡解,并进行了分析,显然他们考虑的是存在多个销售期的决策情形。

相对于前面这些较为简单的 VMI 模型,蔡建湖等^[28]考虑了一种较为复杂的 VMI 模型,他们的两级供应链中存在多个销售点,这些销售点由一个零售商实体所控制,他以所有销售点的整体利润最大化作为决策目标,这些销售点都面临着随机需求并且相互独立。在 VMI 环境下供应商负责所有销售点的库存决策,在销售季节开始前就确定各个销售点的库存量,当销售季节开始之后供应商可以对各个销售点的库存量进行一次转运调节。他们引入了一个跟价格相关的需求函数,建立一个零售商实体和供应商之间的 Stackelberg 博弈模型,他们假设批发价是固定的,零售商实体通过设定零售价而在与供应商之间的竞争中处于领导者地位,供应商在给定零售价的条件确定各个销售点的库存量,《单供应商面对具有多个销售点的零售商时的 VMI 模型研究》求得了该博弈的均衡点。

1.3.3 存在两次补货机会时的库存决策模型

RMI 和 VMI 模式在实际应用中是十分常见的两种库存管理模式,很难说这两种库存管理模式孰优孰劣,这跟供应链所处的实际环境、评判者在供应链中所处位置等因素有关。有些学者将 VMI 模式和 RMI 模式放到一起进行对比分析,Mishra 和 Raghunathan^[29]研究了一个零售商销售两个供应商生产的具有替代性的商品的情况,他们考虑了商品之间的替代问题,分析在不同品牌的商品之间存在替代性的情况下 VMI 与 RMI 这两种库存模式的运作情况,在他们的模型当中,某品牌的商品供应不足时,可以有另一品牌商品以一定的替代率进行替代。他们引入了一个线性需求函数,分析在不同库存管理模式,对零售商价格、库存量、批发价的最优决策,由于库存管理模式的不同,而不同库存管理模式库存量的决策者也不同,故供应商和零售商之间的博弈过程也不同,他们比较分析了这两种库存管理模式供应商和零售商的均衡利润。他们的模型表明,在存在替代商品的情形下,VMI 模式加剧了竞争性品牌厂商之间的竞争,这种提高了的竞争对销售这些品牌商品的零售商可以带来好处。文章研究了给定需求函数时不同库存管理模式下的动态博弈过程,并求出了均衡解。他们充分研究了不同库存管理模式供应商和零售商在批发价、库存量、零售价等参数的决策变动和均衡结果,这个模型全面表现了库存管理模式对两级供应链库存决策所带来的影响。可以看出,他们的模型主要是在于分析供应商竞争给零售商所带来的好处。Cachon^[30]对 RMI 和 VMI 这两种库存管理方式进行了深入的研究,并进行了系统的和一般化的比较,他考虑的两级供应链由一个供应商和一个零售商所组成。他把 VMI 称为“拉”模式,把 RMI 称为“推”式,他比较分析了两种模式下的库存决策过程,并求出了在不同库存管理模式下的最优库存量。同时他也发现通过提前订购契约,即给予零售商两次订购机会可以带来更大的灵活性,不仅可以协调供应链,并且使得任意分配供应链利润也有了可能性。这种提前订购策略实际上是实现了供应商和零售商之间的库存分担,两者同时承受着部分库存风险,这种库存分担使得供应链协调成为可能。这就给了我们启示,即可以通过提前订购策略来优化两级供应链。事实上,提前订购策略不仅可以发生在两级供应链的上下级供应链节点之间,并且也可以由零售商直接应用到消费者当中去,从而提高零售商的期望利润水平,优化传统的报童问题,在这方面 Tang 等^[31]做了较有意义的探索,他们重新研究了一个传统的报童问题,他们的模型主要分析单个零售商时的情形,该零售商销售的产品跟市场上其他商品存在替代性,文章研究该零售