

供应链收益共享契约的 协调机制与优化策略

GONGYINGLIAN SHOUYI GONGXIANG QIYUE DE
XIETIAOJIZHI YU YOUHUACELUE

庞庆华◎著



经济科学出版社
Economic Science Press

教育部人文社会科学研究青年基金 (编号: 10YJC630188)

河海大学中央高校基本科研业务费 (编号: 2011B04814)

江苏省高校哲学社会科学基金 (编号: 2011SJD630006)

供应链收益共享契约的协调 机制与优化策略

庞庆华 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

供应链收益共享契约的协调机制与优化策略 / 庞庆华著.
—北京: 经济科学出版社, 2012. 10
ISBN 978 - 7 - 5141 - 2239 - 8

I. ①供… II. ①庞… III. ①供应链管理 - 研究
IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 180795 号

责任编辑: 段 钢
责任校对: 康晓川
版式设计: 齐 杰
责任印制: 邱 天

供应链收益共享契约的协调机制与优化策略

庞庆华 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: 88191217 发行部电话: 88191537

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

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

北京密兴印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 14.25 印张 260000 字

2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2239 - 8 定价: 39.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 88191502)

(版权所有 翻印必究)

前 言

在全球化市场竞争的大环境下，任何企业不可能在所有业务上都成为最杰出者，唯有联合行业中其他上下游企业，建立一条经济利益相连、业务关系紧密的行业供应链，实现优势互补，充分利用一切可利用的资源来适应社会化大生产的竞争环境，共同增强市场竞争实力。因此，企业内部供应链管理延伸和发展为面向全行业的产业链管理，管理的资源从企业内部扩展到了外部。正是在这种意义上，有学者提出，在 21 世纪，市场竞争将会演变成为这种供应链之间的竞争。

然而，供应链是由不同的企业实体组成的，当供应链的各成员都试图最优化自己的利润时，供应链整体的利润将不可避免地受到损害，这就是所谓的“双重边际化”。供应链契约是为了尽量减少这种损害而提出的一种解决方法。所谓供应链契约是指通过提供合适的信息和激励措施，保证买卖双方协调，优化销售渠道绩效的有关条款。即使供应链达不到最好的协调，也可能存在帕累托（Pareto）最优解，以保证每一方的利益至少不比原来差。

供应链收益共享契约是指供应商给零售商一个较低的批发价格，并获得零售商的一部分销售收益，从而改进供应链运作绩效的一种协调方式。这种契约最早在音像出租行业得到了成功的应用，后来被推广到了其他行业，国内常用的特许经营模式就是收益共享契约的典型案列。

然而值得注意的是，目前对收益共享契约研究更多的是在两级供应链基础上进行的，而现实生活中许多供应链是由零售商、制造商以及它们之间的分销商所组成。另外，在三级供应链的基础上，更是缺乏考虑企业成员的决策偏好、企业成员的努力行为、突发事件以及联合契约对供应链系统的订购决策及市场需求的影响。因此，本书的主要工作是在三级供应链的基础上建立了收益共享契约模型，并在此基础上重点讨论了决策偏好、努力因素、突发事件以及联合契约决策下对三级供应链协

调的影响，并通过设计相应的收益共享契约来实现供应链的协调。

本书的出版得到了教育部人文社会科学研究青年基金（编号：10YJC630188）、中央高校基本科研业务费（编号：2011B04814）、江苏省高校哲学社会科学基金（编号：2011SJD630006）等项目的资助，在此表示感谢。

由于笔者水平有限，谬误和不妥之处在所难免，敬请学术界同仁和读者给予批评指正。

庞庆华

2012年7月于常州

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 问题的提出	2
1.3 文献综述	3
1.4 本书的研究方法与技术路线	24
1.5 本书的主要研究内容	26
第 2 章 供应链收益共享契约的协调模型框架	27
2.1 供应链收益共享契约的提出	27
2.2 供应链收益共享契约模型框架	29
2.3 供应链收益共享契约模型的优劣分析	36
2.4 本章小结	44
第 3 章 缺货及浪费厌恶下的收益共享契约模型及优化策略	45
3.1 问题的提出	45
3.2 供应链成员具有缺货厌恶下的收益共享契约模型	47
3.3 供应链成员具有浪费厌恶下的收益共享契约模型	68
3.4 供应链成员具有不同的决策偏好下的收益共享契约模型	89
3.5 缺货及浪费厌恶下的供应链收益共享契约优化策略	94
3.6 本章小结	99
第 4 章 需求受努力因素影响下的收益共享契约模型及优化策略	101
4.1 问题的提出	101
4.2 需求受努力因素影响下的供应链收益共享契约模型	103
4.3 需求受努力因素影响下的供应链收益共享契约优化策略	125

4.4 本章小结	140
第5章 应对突发事件的收益共享契约模型及优化策略	142
5.1 问题的提出	142
5.2 应对突发事件的收益共享契约模型	144
5.3 应对突发事件的收益共享契约优化策略	153
5.4 本章小结	163
第6章 联合契约下的收益共享契约模型及优化策略	164
6.1 问题的提出	164
6.2 联合契约下的供应链收益共享契约模型	165
6.3 联合契约下的供应链收益共享契约优化策略	187
6.4 本章小结	202
第7章 总结与展望	204
7.1 总结	204
7.2 展望	206
参考文献	207

第 1 章

绪 论

1.1 研究背景与意义

随着科学技术的发展，特别是信息技术的飞速发展，市场的全球化和客户需求的多样化使企业之间的竞争愈演愈烈，企业每天都面临着新的挑战和新的发展机遇。因此传统地把企业看成是独立个体的观点已经过时，企业要想在激烈的市场竞争中获得生存只有进行合作才能获得更大的竞争优势，从而才能拥有更大的生存空间。供应链管理的思想正是在上述环境下应运而生并逐步发展起来的一种新的理论框架。

供应链（Supply Chain, SC）是指围绕核心企业，通过对信息流、物流、资金流的控制，从采购原材料开始，制成中间产品以及最终产品，最后由销售网络把产品送到消费者手中的将供应商、制造商、分销商、零售商、直到最终用户连成一个整体的功能网络结构模式^[1]。供应链管理（Supply Chain Management, SCM）是通过加强供应链中各活动和实体间的信息交流与协调，使其物流和资金流畅通，以最大限度满足顾客的需求，实现供需平衡。供应链管理的主要思想就是用系统的观点管理和优化企业内部和外部的资源，协调供应商、制造商、分销商、零售商和最优客户之间的关系。供应链管理的目标就是通过节点企业之间的密切合作，以最小的成本为客户提供最大的附加价值和最优的服务，从而获得整体竞争优势的提高^[2, 3]。

在全球化市场竞争的大环境下，任何企业不可能在所有业务上都成为最杰出者，唯有联合行业中其他上下游企业，建立一条经济利益相连、业务关系紧密的行业供应链，实现优势互补，充分利用一切可利用的资源来适应社会化大生产的竞争环境，共同增强市场竞争实力。因此，企业内部供应链管理延伸和发展为面向全行业的供应链管理，管理的资源从企业内部扩展到了外部。正是在这种意义上，有学者提出，21 世纪，市场竞争将会演变成这种供应链之间的竞争。

毫无疑问，供应链上的任何一个成员的不合作都会影响到整条供应链的竞争力

和运作绩效。随着科技的进步,缩短了供应链上的产品提前期,同时来自供应链系统外部环境的众多压力,也要求供应链对不断变化的市场做出快速反应,在尽可能短的时间里满足市场需求。然而,供应链是由不同的企业实体组成的,当供应链的各成员都试图最优化自己的利润时,供应链整体的利润将不可避免地受到损害,这就是所谓的“双重边际化”^[4]。供应链契约是为了尽量减少这种损害而提出的一种解决方法,因此,供应链契约引起了越来越多研究者的注意。所谓供应链契约(Supply Chain Contract, SCC)是指通过提供合适的信息和激励措施,保证买卖双方协调,优化销售渠道绩效的有关条款,即使供应链达不到最好的协调,也可能存在帕累托(Pareto)最优解,以保证每一方的利益至少不比原来差^[5]。由于信息不对称造成信息在供应链不同成员间传递时的扭曲,或者由于供应链上不同的成员有着不同的优化目标往往是造成供应链失调的主要原因。通过缔结契约来激励供应链上成员规范自己的决策行为,可以减少因信息不对称造成的生产、供应和销售等环节的不确定性,以及消除因供应链的各成员目标不同而造成的利用冲突,提高供应链的整体绩效^[6]。因此,供应链契约作为实现供应链协调的有效激励机制,具有非常现实的研究价值。

本书将在国内外学者关于供应链契约模型的研究基础上,采用博弈论、优化理论、信息经济学等有关理论来探讨三级供应链在收益共享契约模式下的运作问题,包括制造商、分销商和零售商的决策问题以及供应链的协调问题;分析供应链成员的决策偏好、努力因素、突发事件对供应链收益共享契约的影响,并将讨论在联合契合形式下收益共享契约的设计问题。本书的研究将丰富供应链契约的研究内容,也将为有关实证研究提供理论支持。

在实践意义上,本书所建立的收益共享契约模型有关结论可以作为供应链管理者在实践过程中的决策参考。尽管在模型的建立过程中存在一些假设,在实践过程中还需要进一步的验证,但契约模型为供应链决策者的管理工作提供了一个新的视角,为供应链决策者提供了重要的决策依据,可以解释供应链契约在实践应用中出现的新现象,解决决策者在实际供应链管理中遇到的新问题,从而可以更好地为供应链管理者提供决策支持,所以具有重要的现实意义。

1.2 问题的提出

随着科技的飞速发展、需求的快速变化以及市场竞争的加剧,企业所处的环境变得极不稳定。一方面,制造、需求、运输等环节的不确定性将增加供应链决策者的风险,使供应链成员之间难以在“集中决策”模式下协调,因而可能会降低供应链的整体绩效,如“牛鞭效应”^[7]的出现,将给供应链及其成员带来巨大的经济

损失;另一方面,由于企业往往是在分散决策模式下运行的,供应链成员具有不同的目标,且这些目标往往是相互冲突的。因此,利用供应链契约来协调随机需求下的供应链,解决供应链成员之间的目标冲突问题正成为供应链管理研究的热点。

供应链契约是供应链管理的重要内容之一,其作为有效解决供应链协调问题的主要手段,目前越来越受到国内外学者的关注,并且正处于快速发展阶段。但目前对其研究大都是在一个两阶层供应链的基础上进行的,即所研究的供应链只包括一个供应商和一个零售商,这样做的目的是为了便于建模分析和优化处理。然而,这样的一种供应链结构是对现实供应链结构的一种过度简化,现实中的供应链往往是由多于两个实体成员组成的。现实生活中许多供应链是由零售商、制造商以及他们之间的分销商组成的。分销商通过大批量地向制造商订货并高效率地输送给零售商,降低了供应链的总运输成本。一方面,分销商能够分担零售商的信誉风险;另一方面,分销商也能够减少制造商的销售成本。

收益共享契约是供应链契约的一种,这种契约最早在音像出租行业得到了成功的应用,后来被推广到了其他行业,国内常用的特许经营模式就是收益共享契约的典型案列。然而,就目前的研究来看,仍存在一些不足,阻碍了这一契约在供应链实际运作过程中的应用。

因此,本书将在随机市场需求的环境下针对三级供应链的收益共享契约进行研究,促进这一契约在实际供应链运作中的应用。具体来说是将通过数学模型来分析供应链成员中各方的利益关系,确定最优的供应链契约参数,降低需求不确定性对供应链决策的影响和减小供应链成员之间的冲突,从而实现帕累托最优。

1.3 文献综述

1.3.1 供应链契约

契约也被称为合同、合约或者协议,是平等主体的自然人、法人以及其他组织之间设立、变更、终止民事权利义务关系的协议,是反映交易关系的法律形式。现代经济管理中的契约概念,比法律所使用的契约概念的内涵更为广泛。它将所有的市场交易都看做一种契约关系,并将此作为经济分析的基本要素。

供应链契约是契约理论在供应链管理中的应用,是利用博弈论、优化理论等在一定的信息结构下对供应链成员的决策激励进行均衡,从而达到个体理性和供应链整体优化相一致的一种激励机制^[8]。由于供应链是由不同的节点企业组成的,当不同的供应链成员都试图最大化自身的利益时,就有可能使供应链总体利益受到损害,因此主张通过供应链契约来建立一种协调机制,以使得他们的分散决策更有利

于供应链总体利益最优化,故而供应链契约研究的重点就是如何更好地设计供应链契约,以减少“多重边际化”以及信息不对称等不利因素对供应链协调的影响^[9]。有效的供应链契约可以协调和控制供应链成员之间的生产运作、库存管理和市场营销等行为,实现他们之间的收益共享和风险共担,降低供应链运营的总成本或者提高供应链总体的投入水平,改善供应链绩效^[10]。

供应链契约是经济学契约理论在供应链中的一种表现形式,供应链契约研究主要起源于多级库存理论^[11]。多级库存理论的核心问题是通过库存时间和数量的优化来使得上下游企业利润同时增加,但发现由于上下游企业往往以各自利益最大化为目标,因而无法实现整体的最优^[12]。于是学者将目光转向整个供应链的供应和销售的协调,希望通过对企业成员之间的活动进行协调,使个体和整体能够同时达到最优。由于企业之间的交易活动一般是利用契约来实现的,因此研究者开始将法律和经济学中的契约理论运用到供应链管理中,希望通过相应的契约条款来实现个体和整体的最优化。供应链契约本质上是一种激励机制,通过改变供应链的激励结构和设置合理的契约条款来产生激励机制,使供应链成员能够按照系统的最优策略行动,从而能够使系统整体的绩效能够达到最优,同时也能够使每一成员企业的绩效得到改善。

自帕特纳克(Pasternack)^[13]首次提出了供应链契约的概念之后,学者们围绕供应链契约展开了大量的研究,供应链契约研究在很多方向上取得了长足的发展,也取得了丰富的研究成果,已有不少文献对此进行了综述(如Tayur^[14]、Cachon^[15]、Arshinder^[16]、杨德礼^[17]、王迎军^[9]、黄小原^[8]等)。目前,常见的供应链契约包括:批发价格契约(Wholesale Price Contract)、回购契约(Buy Back Contract)、收益共享契约(Revenue-sharing Contract)、数量弹性契约(Quantity Flexibility Contract)、数量折扣契约(Quantity Discount Contract)、期权契约(Option Contract)、销售回扣契约(Sales-rebate Contract)以及两部收费契约(Two-part Tariff Contract)等。一般认为,批发价格契约、回购契约、收益共享契约和数量弹性契约是最基本的四种契约类型,其他的契约类型都可以由这四种之一或者其中的几种组合而来,如在批发价格中增加激励机制和惩罚机制则可以演变为数量折扣契约和回馈与惩罚契约;期权契约可以由批发价格与数量弹性契约组合得到,或者也可由回购契约演变而来^[17]。

供应链契约模型来源于经典的报童模型。所谓报童问题是在随机需求下来寻找最大化期望利润的订购数量,其反映了管理实践中一些短生命周期产品的营销实践,如手机、MP3等,因而受到越来越多学者的关注,凯侯伽(Khouja)^[18]与皮特鲁兹(Petruzzi)^[19]从不同角度对此进行了综述。众多学者(Lipman^[20]、Kogan^[21]、Yang^[22] et al.)将这一模型及其扩展形式(如增加订货机会、有多个具有竞争的报童)广泛地应用到供应链管理中,促进了供应链契约模型的发展。

本书所研究的供应链收益共享契约是一种典型的供应链契约模型,为了更好地了解和吸收前人的研究成果,下面将对这些常见的契约进行综述,以便更好地理解供应链契约的实现机理和运作模式。

1.3.2 典型契约模型

由于目前对供应链契约的研究绝大多数是在一个两阶段供应链基础进行的,即一般采用的是由一个供应商和一个零售商组成的供应链模型,如图1-1所示。在这个模型中,供应商以批发价格将单一产品卖给零售商,零售商以零售价格将产品推向市场,最终到达消费者手中。其中零售商所面对的市场需求是随机的且产品是时令性的,并且订货周期较长,在销售季节开始之前零售商只有一次订货机会。在这种假设下,供应链成员所面对的实际上就是一个报童问题。

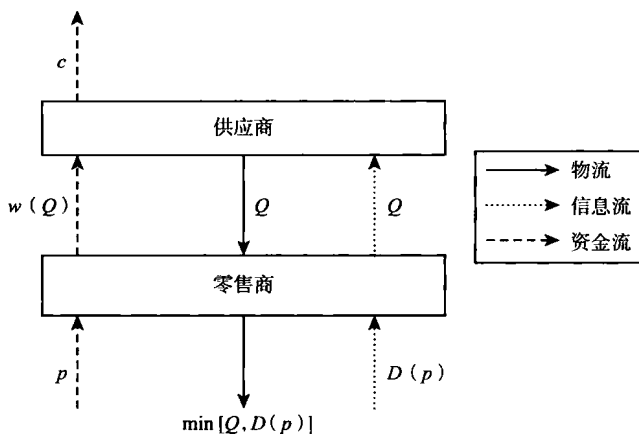


图 1-1 两级供应链模型

供应商和零售商均是风险中性且完全理性的,都根据自身期望利润最大化原则进行决策的。根据 LF 博弈 (Leader-Follower Game) 理论考察供应商和零售商之间的相互作用,供应商是领导者,零售商是追随者,供应商给定一套契约参数,零售商据此确定它的最优产品订购量。同时认为产品市场是开放的,有关产品的市场销售价格、需求分布和库存成本等信息是对称的。所以作为领导者,供应商能获得所有必需的信息,推断零售商的产品订购量,并据此制定最佳决策。同时假定采取的是强制履约体制^[15],即供应商将按零售商的订货量来交付产品,不会交付低于和高于零售商订单的产品。

为了便于说明问题,这里对本书中出现的符号进行说明:假设 p 为产品的销售价格且是外生的; w 为供应商提供给零售商的批发价格; Q 为销售季节前零售商向

供应商的订货量; c_s 为供应商的单位生产成本, c_r 为零售商的单位边界成本, 且 $c_r + c_s < p$; 对于销售季节结束后未售出的单位产品有残值 v , 且 $v < c$; 对于未满足市场需求时零售商承担的单位缺货成本为 g_r , 供应商承担的单位缺货成本为 g_s ; $x(x > 0)$ 为随机的市场需求, 其密度函数为 $f(x)$, 分布函数为 $F(x)$, $F(x)$ 是可微的, 严格递增, 且存在唯一反函数, $F(0) = 0$, $\bar{F}(x) = 1 - F(x)$, μ 为需求 x 的期望值, 即 $\mu = E(x)$, σ 为需求 x 的均方差。

设 $S(Q)$ 为零售商的期望销售量, 则 $S(Q) = E\min(x, Q) = \int_0^Q \bar{F}(x) dx = Q - \int_0^Q F(x) dx$; 设 $I(Q)$ 为零售商未销售出的产品剩余量期望值, 则 $I(Q) = E(Q - x)^+ = Q - S(Q)$; 设 $L(Q)$ 为零售商的缺货产品期望值, 则: $L(Q) = E(x - Q)^+ = \mu - S(Q)$ 。

供应链协调是要达到供应链整体决策为最优, 在供应链整体收益最大的基础上增加供应商和零售商的收益^[23]。为此首先考虑集中决策下的供应链运作情况, 在这种情况下, 供应链中由单一决策者利用全部信息进行的决策能够使供应链整体利润最大化。

显然, 此时相当于供应链生产 Q 个产品, 并且直接以零售价格 p 卖给消费者, 其目的是确定一个最优的订购量 (或生产量) 来使供应链整体利润最大化。假定 $\Pi_r(Q)$ 、 $\Pi_s(Q)$ 和 $\Pi_t(Q)$ 分别表示零售商、供应商和供应链系统的期望利润, 则零售商的期望利润为:

$$\begin{aligned}\Pi_r(Q) &= pS(Q) + vI(Q) - c_rQ - wQ - g_rL(Q) \\ &= (p - v + g_r)S(Q) - (c_r + w - v)Q - g_r\mu\end{aligned}\quad (1.1)$$

供应商的期望利润为:

$$\Pi_s(Q) = wQ - c_sQ - g_sL(Q) = g_sS(Q) - g_s\mu + wQ \quad (1.2)$$

供应链系统的期望利润为:

$$\Pi_t(Q) = \Pi_r(Q) + \Pi_s(Q) = (p - v + g)S(Q) - (c - v)Q - g\mu \quad (1.3)$$

其中, $g = g_r + g_s$, $c = c_r + c_s$ 。

易知 $\Pi_t(Q)$ 为 Q 的凹函数。令 Q^* 表示供应链系统的最优订货量 (或生产量), 则根据莱布尼兹法则, Q^* 应满足 $F(Q^*) = \frac{p + g - c}{p - v + g}$, 即:

$$Q^* = F^{-1}\left(\frac{p+g-c}{p-v+g}\right) \quad (1.4)$$

可以看出, Q^* 是实现供应链整体利润最大化的最优订货量 (或生产量), 这也是采用契约形式来实现供应链协调的最优目标^[24]。

1.3.2.1 批发价格契约 (Wholesale Price Contract)

批发价格契约也称为价格契约 (Price Only Contract)。在批发价格契约下, 供应商向零售商收取单位批发价格 w , 一般认为 w 是固定的且不可协商的。零售商根据市场需求和批发价格决定产品的订购量, 供应商根据零售商的订购量组织生产。这是一种最为简单的契约形式, 在现实生活中得到了广泛的应用。

采用批发价格契约时, 零售商的期望利润为:

$$\begin{aligned} \Pi_{r(w)} &= pS(Q) + vI(Q) - c_r Q - g_r L(Q) - wQ \\ &= (p - v + g_r)S(Q) - (c_r + w - v)Q - g_r \mu \end{aligned} \quad (1.5)$$

可以看出 $\Pi_{r(w)}$ 为 Q 的严格凹函数。设 Q_w 为 $\Pi_{r(w)}$ 取得最大值时的最优订购量, 易得:

$$Q_w = F^{-1}\left(\frac{p+g_r-c_r-w}{p-v+g_r}\right) \quad (1.6)$$

容易验证在批发价格契约模式下, $Q_w < Q^*$, 即此时零售商的订购量低于在集中决策时的订购量。这是因为此时零售商承担全部的库存风险, 因而不愿多订货。

为了实现协调, 令 $Q_w = Q^*$, 即: $w = \frac{p-v+g_r}{p-v+g}(c-v) - (c_r-v) \leq (c-v) - (c_r-v) = c_s$, 即 $w \leq c_s$ 。这说明供应商提供了低于其生产成本的批发价格, 然而在这种情况下供应商将获得非正的利润, 显然, 这与实际状况不符。

可以看出, 简单的批发价格契约无法使供应链协调, 这是由于“双重边际化”(Double Marginalization)效应所致, 即供应链中的双方都只考虑自己的边际效益最大化而忽略供应链整体的边际效益, 导致供应链协调失败, 这一问题最早由斯宾格勒 (Spengler)^[4]发现。后来, 许多文献也证明了这一观点 (Tsay^[25]、Lariviere^[26]、Lariviere and Porteus^[27] et al.)。

由于批发价格契约是一种分散的供应链运作模式, 卡桑 (Cachon)^[28]提出可以用批发价格契约的效率来反映供应链协调的重要性, 其效率可以定义为:

$$\varphi = \frac{\Pi_{r(w)} + \Pi_{s(w)}}{\Pi_i^*(Q)} \quad (1.7)$$

其中, $\Pi_i^*(Q)$ 是在集中决策下供应链系统的利润。可见, φ 越低, 越说明采取供应链契约来协调供应链的重要性。

尽管单纯的批发价格契约无法使供应链协调, 但由于其易管理, 实施起来较为简单, 同时, 如果考虑采取较为复杂的契约来协调供应链, 所增加的管理成本超过潜在的利润, 对供应链来说, 其更偏向于批发价格契约模式, 因此仍有诸多学者对此进行了相关研究。

布雷斯纳恩 (Bresnahan)^[29] 从经济学的角度在需求确定的情况下研究了批发价格契约模式, 用供应商与零售商的利润比例来测量他们的市场能力, 研究发现市场能力依赖于零售商的需求函数; 艾米·刘 (A. H. H. Lau)^[30] 在布雷斯纳恩的基础上利用数值实验来研究批发价格契约参数对需求函数的敏感度; 科比特 (Corbett)^[31] 则研究了在批发价格契约中信息价值的问题, 他们假定了供应商准确知道市场需求分布, 但对零售商的成本费用只知道概率分布; 刘汉祥 (H. S. Lau)^[32] 等假定供应商提供一个批发价格和回购价格, 发现供应商与零售商的风险态度将决定供应链协调时没有退货测量是最优的; 蒂尔森 (Tilson)^[33] 则在前人的基础上, 对批发价格契约的属性进行了详细的讨论; 于辉^[34] 发现在突发事件发生后, 若市场规模增加则能提高批发价格, 市场规模减小则降低批发价格, 同时提出一种具有抗突发事件性的批发价格契约; 王炬香^[35] 等采用将产品销售价格看做三角模糊数的方法来验证了批发价格不能协调供应链; 国内的其他学者如王军^[36]、胡凯^[37]、赵正佳^[38] 等对此也有相关的研究。

由于这种契约较为简单且不能协调供应链, 且在研究过程中许多的重要因素被忽略, 因此相对来说对这种契约的研究较少。李东^[10] 指出, 信息不对称会使得批发价格的协调效果更差, 但对于越复杂的契约来说, 信息不对称的负面影响越大, 批发价格契约相对更具有优势, 因此, 不对称信息对批发价格契约的影响应该是将来一个重要的研究方向。

1.3.2.2 回购契约 (Buyback Contract)

回购契约也称为退货契约 (Return Contract), 是指在销售季节结束后, 供应商以一个合理的价格将零售商未售出的产品购回, 从而刺激零售商在销售周期期初增加订货量。即上游企业通过分担下游企业的部分库存成本风险以提高供应链的整体收益, 达到风险共担、利润共享的目标。这是一种随机需求下实现供应链协调的最常见机制, 常被应用于生产周期长而销售周期短的商品。回购契约通常由参数 (w_b, b) 来描述, 即供应商向零售商收取单位批发价格 w_b , 在销售季节末用一个合理的回购价格 b ($v < b \leq w_b$) 从零售商那里回购没有销售出去的产品。这一契约的应用范围广, 既适应于传统供应链, 也适应于电子商务环境下的供应链^[8]。

在回购契约下, 零售商的期望利润为:

$$\begin{aligned}\Pi_{r(b)} &= pS(Q) + bI(Q) - c_r Q - g_r L(Q) - w_b Q \\ &= (p - b + g_r)S(Q) - (c_r + w_b - b)Q - g_r \mu\end{aligned}\quad (1.8)$$

可以看出 $\Pi_{r(b)}$ 为 Q 的严格凹函数, 易得此时零售商的最优订购量为:

$$Q_b = F^{-1}\left(\frac{p + g_r - c_r - w_b}{p - b + g_r}\right) \quad (1.9)$$

为使供应链协调, 令 $Q_b = Q^*$, 可得:

$$w_b = c_s + \frac{p + g_r - c}{p + g_r - v}(g_s + b - v) - g_s \quad (1.10)$$

代入式 (1.8) 整理可得:

$$\begin{aligned}\Pi_{r(b)} &= \frac{p + g_r - b}{p + g_r - v} \Pi_i + \mu \left(\frac{p + g_r - b}{p + g_r - v} g - g_r \right) \\ &= \lambda \Pi_i + \mu(\lambda g - g_r)\end{aligned}\quad (1.11)$$

其中, $\lambda = \frac{p + g_r - b}{p + g_r - v}$ 。

则供应商的期望利润为: $\Pi_{s(b)} = \Pi_i - \Pi_{r(b)} = (1 - \lambda) \Pi_i + \mu(g_r - \lambda g)$ 。

由于 $0 < \lambda < 1$, 故回购契约可以实现供应链协调。供应商可以根据选择合适的回购价格 b 来确定自己占有整个供应链利润的份额^[24], 即参数 λ 的作用实际上是在供应商与零售商两者之间分配供应链的利润。卡桑^[15]进一步指出: 当 $\lambda =$

$\frac{\Pi_i(Q^*) + \mu g_r}{\Pi_i(Q^*) + \mu g}$ 时, 零售商获得整个供应链利润; 而当 $\lambda = \frac{\mu g_r}{\Pi_i(Q^*) + \mu g}$ 时, 供应

商将获得整个供应链利润。

帕特纳克^[13]最早对回购契约进行了研究, 他研究了由一个供应商和一个零售商组成的销售单一产品的供应链系统, 分析了供应链运作绩效的问题, 指出完全回购策略和不可回购策略都不是最有效的方案, 介于两者之间的一个折中的回购策略能使供应链协调, 并且通过帕累托优化可以提高供应链的运作效率; 坎德尔 (Kandel)^[39]在帕特纳克的基础上研究了具有价格敏感的随机需求下的回购问题, 在假定回购价格与成本具有相关性时得到了与帕特纳克相同的结论; 埃蒙斯 (Emmons) 和吉尔伯特 (Gilbert)^[40]在需求与价格相关且成正态情况下, 讨论了回购价格和批发价格对零售商订货量的影响, 研究发现对于任何给定的批发价格, 回购契约总能增加双方的利润, 同时也发现需求不确定性的增大往往会导致零售价格的上

升;李效良(H. L. Lee)^[41]等研究了IT行业中价格保护的现象,提出可以应用回购或者价格补贴策略来应对由于技术进步而导致的产品价格下降;帕德玛罕(Padmanabhan)^[42]等认为,退货策略将导致零售商之间的竞争加剧,且在零售商之间存在竞争关系和需求不确定时,对供应商而言存在一个能够平衡费用与利润的回购策略;丁丁(Ding D.)^[43]等研究了柔性退货策略在协调三级供应链中的问题,指出一个合适的退货策略可以协调供应链运作,并且供应链总利润可以在成员之间任意分配;何晋(He J.)^[44]等研究了需求不确定且具有风险偏好时的回购契约模型,分析了在不同风险类型下批发价格和零售价格对最优订货量和最优回购价格的影响;崔熙燮(Choi)^[45]等研究了存在电子市场环境下的最优退货策略,并探讨了电子市场对供应链的影响,通过均方差分析,并进一步研究了风险与最优退货策略有相互的关系;陈浩亚(Haoya Chen)^[46]等研究了具有较长提前期和 demand 信息更新下的供应链协调问题,在他们的二级供应链模型中,制造商在第一阶段决定初始产量,零售商在需求信息更新后确定自己的订货量。提出了一种风险共担的退货机制来协调供应链,这种契约能够最大化供应链利润并且使供应链成员的利润都有所改善;韦伯斯特(Webster)^[47]等研究了供应商具有风险敏感性时的退货策略,发现退货策略不但可以增加零售商的利润,而且供应商的利润并不会因为退货策略而降低。

在国内方面,高星和张纪会^[48]证明了当零售商是领导者而供应商为跟随者,且需求与促销努力相关时,传统的回购契约将无法使供应链协调,当两者同时分担促销成本时可以使供应链协调;姬小利^[49]也研究了销售商具有促销努力时如何设计回购契约的问题。熊中楷等^[50]研究了前置期很长、存在需求更新条件下的回购契约模型,分析得到了使供应链协调的条件;晏妮娜等^[51]研究了电子市场的退货问题,其中零售商可以通过电子市场直接将未售出的产品售出,推导了传统市场和电子市场环境下的最优订货量;叶飞^[52]讨论了当退货物流成本分别由零售商承担、供应商承担或双方共同承担等3种情形下供应链协调的回购契约机制设计的问题;徐最等^[53]讨论了需求受销售努力水平影响时的回购契约,提出了可以通过限制回购产品的数量来协调供应链;蔡建湖等^[54]提出了一种特殊的回购契约,即当零售商的 actual 订购量中超过供应商的目标订购量的商品出现在季末多余时供应商才会进行库存回收补贴;苏红霞等^[55]研究了需求与价格具有相关性时可以通过设定最高限价来解决单纯的退货策略无法使供应链协调的问题;曲道钢^[56]等发现如果零售商采用电子市场进行季节后销售,传统的供应链契约无法使供应链协调,提出了一种基于回馈与惩罚契约的回购契约使得电子市场环境下的供应链达到协调;徐贤浩^[57]等将这一契约运用到了具有价格弹性的市场需求产品的供应链中;张建军^[58]等将其推广到了信息不对称的情形下。相关的研究还有许多,这里不再一一列出。

从上述文献可以看出,回购契约能够有效地实现风险分担从而促进零售商增加