

见货回购融资模式的供应链运营决策

陈建新^{1,2}, 周永务²

(1. 广东工业大学 应用数学学院, 广州 510520; 2. 华南理工大学 工商管理学院, 广州 510641)

摘要: 基于见货回购贸易合同, 以单阶段两层供应链系统为研究背景, 在随机市场需求假设下, 通过建立经销商和核心企业的期望利润模型, 得到经销商的最优订货量和核心企业的最优批发价格; 通过讨论可得到最优订货量随经销商初始资金、最优批发价的增加而减少, 随商品余值的增加而增加的结论. 对比分析了经销商无融资服务与选取不同融资服务——见货回购融资服务、延期支付融资服务时最优订货量间的关系. 最后, 通过数值例子对理论结果进行仿真, 验证了所建立模型的有效性.

关键词: 经销商链式融资; 供应链金融; 随机需求; 报童模型

中图分类号: F252

文献标志码: A

Distributor chain financing decision model based on buy back guarantee

CHEN Jian-xin^{1,2}, ZHOU Yong-wu²

(1. Faculty of Applied Mathematics, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510520, China; 2. School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China. Correspondent: CHEN Jian-xin, E-mail: chenjianxin403@163.com)

Abstract: Supply chain finance with a distributor and a core enterpriser is considered based on Buy Back Guarantee. Under the assumption of random demand, the expected profit models of the distributor and the core enterpriser are built to get the optimal ordering level and the optimal wholesale price. Sensitivity analysis of the optimal ordering level is obtained about the wholesale price, the initial funds and the salvage of the products. Then, the comparison of the optimal ordering level is made among the different financing mode — trade credit and the buy back guarantee contract. Finally, numerical analysis illustrates the effectiveness of the proposed models.

Keywords: retailer chain financing; supply chain finance; random demand; newsvendor model

0 引言

近年来, 随着信息时代的到来和科学技术的迅猛发展, 社会经济的发展节奏和全球一体化进程的步伐也不断加快, 不可避免地要求供应链节点企业在信息、资金和物品3个方面的联系越来越密切, 而且将供应链中的资金流、物流和信息流高度同步化是即将到来的供应链竞争时代的需要.

近几十年的发展表明, 供应链管理在信息流和物流技术方面日益完善, 然而面对同样重要的资金流, 在管理上却一直没有得到同步发展, 相关的学术研究成果也相对匮乏. 资金短缺是供应链中小企业在实际生产和销售活动中常常面临的现实问题, 中小企业的融资难问题也是世界性难题, 资金约束是他们在生产

运营和库存决策时必须考虑的因素之一. 然而, 由于资金流管理研究的滞后, 使物流、信息流和资金流的同步化管理难以开展. 传统的供应链研究不考虑企业的资金流, 一般假设其资金是充足的, 这与实际情况严重不符. 文献[1]分别考虑了受资金约束的企业决策, 表明该研究领域开始受到重视; 随后, 文献[2]指出了与MM定理不同, 在市场不完美、需求随机的情形下, 公司的生产决策是受现有资金约束影响的, 并通过数值例子指出, 在通过权益进行融资的制造型企业做决策时, 如果能结合真实的财务决策, 则可明显提升其地位和作用; 文献[3]在同时考虑资金约束与管理激励的条件下, 建立了关于生产决策的报童模型, 探讨了运作条件和金融杠杆之间的关系, 并为此

收稿日期: 2014-04-09; 修回日期: 2014-11-06.

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(71131003); 国家自然科学基金项目(71371075); 中国博士后面上基金项目(2013M542183); 广东省自然科学基金项目(S2013040014920); 广东省科技计划项目(2013B051000075).

作者简介: 陈建新(1977—), 女, 讲师, 博士, 从事物流供应链管理、银行风险管理的研究; 周永务(1964—), 男, 教授, 博士生导师, 从事运筹学、系统工程等研究.

提供了实证研究;文献[4]研究了美国的现金流转政策的美联储系统,并提出了一种用来分析现金供应链结构的框架,进而提供了另一种类似于供应链物流流动的货币物流运输框架;文献[5]针对现金流平衡问题,研究了关于最优化平均库存成本解存在的条件;文献[6]尝试模拟方法研究了资金流动以优化供应链中的现金管理,并应用在考虑资产和现金流的供应链绩效分析方面;文献[7]从供应链节点企业的角度(该企业从下游供应商收取资金用来支付上游客户),建立了供应链资金流满足的模型;文献[8]在两层供应链系统中讨论了运作决策和资金决策之间的相互作用,主要对比了零售商预算不足时采用两种不同融资模式下的不同决策;文献[9]从互联网的视角分析了金融风险如何影响互相间有联系的供应链企业的价值,财务风险如何影响供应链企业的获利能力和交易信用,同时还为分析这类问题提供了一个研究框架;文献[10]基于过程的角度,从零售商和供应商的视角建立了一个物流金融模型,研究了银行在供应链整合中的可能作用;文献[11]考虑了资金约束的供应商和资金约束零售商,其中供应商领头,零售商与报童订货类似只有一次订货机会,研究结果表明,一个风险中性的供应商将以低于无风险利率水平的利率为零售商提供贷款;文献[12]研究了与供应链决策有关的资金流管理决策,并提供了供应链金融管理的理论基础;文献[13]基于报童模型的研究框架,研究了融资决策对一个由供应商和资金约束的零售商组成的两层供应链的影响,在模型中假设供应商与零售商在金融市场中在批发价契约下进行的是三阶段的 Stackelberg 博弈,得出从竞争的金融市场融资能创造双方价值的结论;文献[14]在零售商资金约束和随机需求假设下,基于报童模型研究框架,考虑了供应链内部融资方式下零售商的订货和供应商的定价问题,并得出供应链内部的这种融资方式可为资金约束的供应链增值的结论。

在我国,关于物流金融中的具体模式对供应链中资金不足企业的运营决策进行定量的研究并不多见。文献[15]考虑了由银行、生产商和零售商组成的供应链系统,在随机需求的市场环境下,研究了考虑信用额度的仓单质押融资模式时供应链系统中三方的最优策略;文献[16]在信息不对称时考虑了零售商和供应商构成的二级供应链,建立了零售商的保理融资模型,并进一步讨论了供应链各方的最优策略和契约参数设计问题;文献[17]在信息对称的条件下,依据零售商不同的融资方式分别建立了零售商的借贷支付和延迟支付模型,并详细对比了两种融资模式对供应链的增值作用;文献[18]在报童模型框架下,考虑供

应商为资金约束的零售商提供贸易信用合同时,研究了由单一供应商和单一零售商组成的供应链中金融和运营的综合决策问题及其影响。

综上所述,文献[19]指出,目前研究的侧重点主要放在内部融资约束对供应链整合的影响上,较少有文献对现实生活物流金融业务中的具体运营模式的运营决策方面的内容进行细致深入的研究。

本文正是选取在物流金融业务中的具体融资模式——见货回购贸易合同下,考虑一个风险中性有资金约束的经销商和一个核心企业组成的两层供应链系统,其中核心企业通过经销商销售单一易逝品,核心企业和经销商进行非合作的 Stackelberg 博弈,且核心企业是领导者。基于见货回购担保项下经销商链式融资的贸易合同,分别构建核心企业和经销商关于利润的期望模型,并分析供应链企业——经销商和核心企业的最优策略,并与物流金融中现有融资模式进行对比。最后,通过具体的数值例子比较了经销商的最优订货量,经销商的期望利润,核心企业的期望利润与整个供应链的期望利润的关系。在此基础上,进一步分析了见货回购贸易合同对供应链企业的作用,并指出该贸易合同对整条供应链增值的作用。最后,分析了见货回购贸易合同在管理学方面具有的意义。

1 模型描述与假设

见货回购融资模式是在物流金融过程中为解决供应链中小企业融资难问题的一种新型融资模式。文献[20]对见货回购融资模式的定义如下:见货回购担保项下经销商链式融资是指以核心厂商为风险控制主体,以下游经销商与核心厂商签订真实贸易合同将产生的应付账款为基础,通过核心厂商对货物实物的回购担保,为下游经销商提供的定向用于向核心厂商采购支付的融资。

该融资模式适用的客户主要包括两类:第1类是商品特性决定,流转量较大,经销商必须保持较高的现货库存,典型的如钢铁;第2类是厂商销售政策决定,希望尽可能清空库存,将货物压给经销商,典型的如家庭轿车、工程机械车等。厂商为了控制风险,通常要求见货才回购,为了控制风险,银行通常需要经销商购买保险,防止货物丢失。见货回购融资模式是一种为了解决供应链中小企业融资难问题的新型融资模式,详见文献[20]中关于见货回购融资模式的具体业务流程。

对本文涉及到的符号及其含义作如下说明:

ξ 表示市场需求是随机的,其密度函数为 $f(x)$, 分布函数为 $F(x)$;

设 $\bar{F} = 1 - F(x)$, 失败率 $h(x) = f(x)/F(x)$, Γ

义失败率 $H(x) = xf(x)/F(x)$ 满足递增的性质, 常见的分布有正态分布和均匀分布等;

Q 表示经销商的订货量;

B 表示经销商的初始资金 (缴存的保证金);

p 表示单位产品的零售价格, 不失一般性, 假设 $p = 1$;

w 表示单位产品的批发价格;

c 表示核心企业的单位产品的制造成本;

s 表示商品的残值, 不失一般性, 假设 $1 \geq w > c > s$.

2 与本文有关的结论

当经销商资金充足时, 经销商的利润为^[21]

$$\min\{x, Q\} - wQ + s(Q - x)^+,$$

核心企业的利润

$$(w - c)Q.$$

当分散决策时, 经销商的最优订货量 Q_0 满足

$$(1 - s)\bar{F}(Q_0) = (w - s); \quad (1)$$

当集中决策时, 经销商的最优订货量 Q^C 满足

$$(1 - s)\bar{F}(Q^C) = (c - s). \quad (2)$$

由式 (1) 和 (2) 易知 $Q_0 < Q^C$.

当资金不足时, 经销商用自有资金进行订货, 其最优订货量 Q_{NF} 满足^[13]

$$Q_{NF} = \min\{B/w, Q_0\}. \quad (3)$$

当核心企业提供延期支付合同^[21]时, 经销商最优订货量 Q^T 满足

$$(1 - s)\bar{F}(Q^T) = (w - s)\bar{F}\left[\frac{w - s}{1 - s}Q^T - \frac{B}{1 - s}\right]. \quad (4)$$

3 建立模型

3.1 经销商最优订货决策模型

需求实现后, 若需求比较小, 所订货物只售出少部分, 且小于银行承兑汇票的票面金额, 则有 $\xi < wQ - B < Q$. 即当经销商的销售收入小于银行承兑汇票的票面金额时, 有敞口未填平, 此时核心企业按批发价回购敞口部分对应货物, 将风险敞口填平, 剩余的产品由经销商按 s 价格处理. 当 $0 < \xi < wQ - B$ 时, 经销商的净利润为

$$s\left\{(Q - \xi) - \frac{1}{w}[(wQ - B) - \xi]\right\} - B.$$

需求实现后, 若销售收入大于银行承兑汇票的票面金额, 则核心企业不回购. 若商品有剩余, 则经销商自行对剩余产品按 s 的价格处理, 当 $wQ - B < \min\{\xi, Q\}$ 时, 经销商的净利润为

$$[\min\{\xi, Q\} - (wQ - B) + s(Q - \xi)^+]^+ - B.$$

经销商期望利润可表示为

$$\begin{aligned} \Pi^R = & \int_0^{wQ-B} \left[s\left\{(Q-x) - \frac{1}{w}[(wQ-B)-x]\right\} - B \right] f(x) dx + \\ & \int_{wQ-B}^Q [x - (wQ-B) + s(Q-x) - B] f(x) dx + \\ & \int_Q^{+\infty} [Q - (wQ-B) - B] f(x) dx. \end{aligned}$$

定理 1 见货回购融资合同下, 经销商的期望利润是关于订货量 Q 的单峰函数, 其最优订货量 Q^* 满足一阶最优条件

$$(1 - s)\bar{F}(Q^*) - (w - s)\bar{F}(wQ^* - B) = 0. \quad (5)$$

证明 因为

$$\begin{aligned} \partial E\Pi^R / \partial Q = & (1 - w) \int_Q^{+\infty} f(x) dx - (w - s) \int_{wQ-B}^Q f(x) dx, \\ \partial^2 E\Pi^R / \partial^2 Q = & - (1 - s)\bar{F}(Q)\{h(Q) - wh(wQ - B)\} < 0, \end{aligned}$$

所以满足 $(1 - s)\bar{F}(Q^*) - (w - s)\bar{F}(wQ^* - B) = 0$ 的 Q^* 为使经销商期望利润最大的订货量. \square

注 1 见货回购融资模式下经销商的最优订货量 Q^* , 延期支付融资模式下经销商的最优订货量 Q^T , 标准报童模型最优订货量 Q_0 和经销商无融资模式时的最优订货量 Q_{NF} 满足

$$Q^* \geq Q^T \geq Q_0 \geq Q_{NF}.$$

文献 [22] 讨论了传统的报童模型, 在订购商品有余值时, 经销商的最优订货量满足式 (1), 即经销商期望利润的一阶最优条件要求每增加生产一单位的额外产品 $(1 - s)\bar{F}(Q_0)$ 等于核心企业增加的边际成本为 $(w - s)$. 结合式 (5) 可得

$$(w - s) \geq (w - s)\bar{F}(wQ^* - B),$$

即见货回购合同下经销商的边际成本更低, 从而有 $Q^* \geq Q_0$. 这是因为当市场随机需求比较小时, 经销商提供见货回购合同, 减少了经销商的下游风险; 而在延期支付合同下, 经销商的最优订货量 Q^T 满足式 (4), 由此可得 $Q^T \leq Q^*$. 这是因为见货回购合同一方面减少经销商下游风险, 另一方面有核心企业做担保, 经销商的货品不必立即全额支付货款, 且部分剩余货品由核心企业负责回购, 因此在某种程度上, 经销商趋向于积极的订货策略. 最后, 结合式 (3) 有 $Q^* \geq Q^T \geq Q_0 \geq Q_{NF}$.

注 2 特别的, 当剩余产品的余值 $s = 0$ 时, 经销商的最优订货量满足 $\bar{F}(Q) - w\bar{F}(wQ - B) = 0$, 与延期支付合同下经销商最优订货量相等^[21]. 此时, 见

货回购合同和延期支付合同对经销商的激励作用是相同的。

定理 2 见货回购融资模式下, 经销商的最优订货量 Q^* 是初始资金 B 和批发价格 w 的减函数, 是商品余值 s 的增函数。

证明 设

$$G(Q, w) = (1 - s)\bar{F}(Q) - (w - s)\bar{F}(wQ - B),$$

从而有

$$\frac{\partial Q}{\partial w} = -\frac{1 - (w - s)Qh(wQ - B)}{(w - s)\{h(Q) - wh(wQ - B)\}}.$$

根据假设 $w \in [s, 1]$, 设

$$M_2(w) = (w - s)\bar{F}(wQ - B),$$

则有

$$M_2'(w) = \bar{F}(wQ - B)[1 - (w - s)Qh(wQ - B)].$$

因为 $\bar{F}(wQ - B)$ 关于 w 单调递减, 且需求满足广义失败率的性质, 所以 $[1 - (w - s)Qh(wQ - B)]$ 关于 w 也单调递减, 且 $M_2(w)$ 关于 w 是单峰的, 最大值在 $1 - (w - s)Qh(wQ - B) = 0$ 处取得. 因为

$$M_2(s) = 0,$$

$$M_2(1) = (1 - s)\bar{F}(wQ - B) > (1 - s)\bar{F}(Q),$$

所以, 对于 $w \in [s, 1]$, $(1 - s)\bar{F}(Q) = (w - s)\bar{F}(wQ - B)$ 只能在 $M_2(w)$ 单增的部分取得, 从而有 $M_2'(w) > 0$, 且 $[1 - (w - s)Qh(wQ - B)] > 0$, 因此 $\partial Q / \partial w < 0$ 成立. 同理可证 $\partial Q / \partial B < 0$, $\partial Q / \partial s > 0$. 由此定理 2 得证. \square

取 $p = 1, w = 0.8, c = 0.3, s = 0.1, B = 50$, 随机需求服从参数为 $1/1000$ 的指数分布. 图 1 描述了不同融资方式下经销商的最优订货量与初始资金的关系. 由图 1 可见: 见货回购贸易合同下经销商订货量最大; 除了不融资的方式和经典报童模型(默认资金充足)外, 见货回购合同和延期支付合同情况下, 经销商的最优订货量都是初始资金 B 的单调不增函数, 这与定理 1 的内容一致.

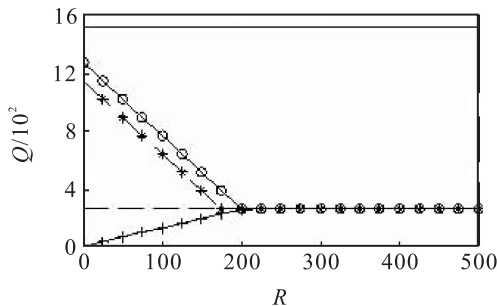


图 1 不同融资方式下最优订货量随初始资金变化情况

Q^* 对参数的敏感性分析如图 2 所示. 由图 2 可知: 经销商的最优订货量随批发价格 w 的增大而减小, 即在固定零售价格的条件下, 独自面临市场风险的经销商面临损失的可能性更大, 因此, 此时通过减少订货量来降低因库存过剩而发生的损失; 另外, 经销商的最优订货量随商品余值的增加而增加, 这说明剩余商品的价格 s 增大, 将减少市场不确定性带给经销商的风险, 增加经销商的期望利润, 因此经销商将增加最优订货量. 经销商的初始资金 B 越少, 越需要核心企业提供见货回购融资方式来解决其对订货资金的需求, 见货回购融资方式对经销商订货的激励作用就越明显, 这充分说明见货回购经销商链式融资方式对资金少、规模小的经销商最优订货量的影响尤为明显, 这与定理 2 的内容一致.

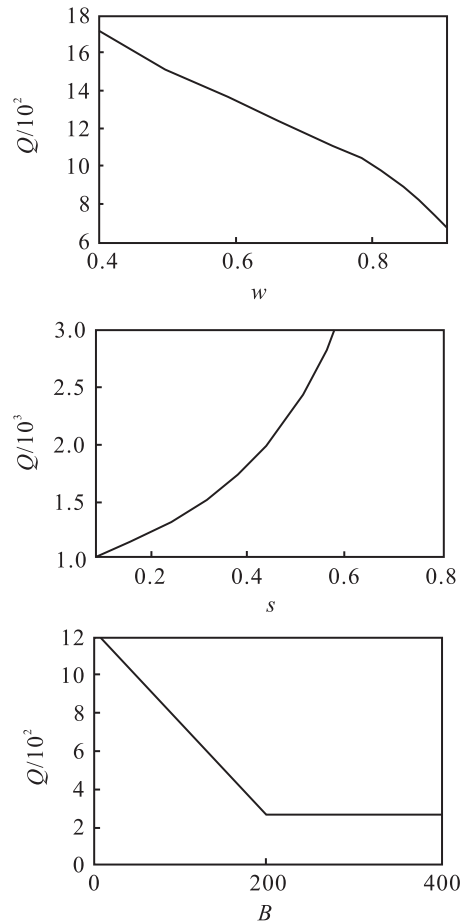


图 2 经销商最优订货量与 w, s 和 B 的关系

给定 p, w, c, s 和 B , 在市场随机需求分布也相同的假设下易知, 见货回购融资模式的经销商和核心企业的期望利润分别大于延期支付融资方式下的期望利润, 从而见货回购融资模式下供应链的总利润大于延期支付时供应链的总利润. 在上述参数的假设下, 表 1 给出了不同初始资金不同融资模式下经销商的最优订货量, 经销商和核心企业的期望利润, 以及供应链的总利润的比较. 由表 1 可知, 见货回购合同下, 取 $c = 0.3, s = 0.1, w = 0.8$, 见货回购合同与延期

表 1 不同初始资金不同融资模式时经销商的最优订货量及各方利润

B	资金约束无外部融资				资金充足传统报童模型				集中决策		延期支付贸易合同			见货回购贸易合同				
	Q_{NF}	Π_{NF}^R	Π_{NF}^M	$\Pi_{NF}^{\text{总}}$	Q_0	Π_0^R	Π_0^M	$\Pi_0^{\text{总}}$	Q_C	$\Pi_C^{\text{总}}$	Q^T	Π_R^T	Π_M^T	$\Pi_{\text{总}}^T$	Q^*	Π_R	Π_M	$\Pi_{\text{总}}$
50	62.5	10.8	31.3	42.1	251	24	125	149	1504	399	880	56	266	322	1066	63	362	425
100	125	18	62.5	81	251	24	125	149	1504	399	630	36	243	279	756	43	297	340
200	250	24	125	149	251	24	125	149	1504	399	251	24	125	149	251	24	125	149

支付合同类似, 初始资金越少, 经销商最优订货量越多, 且供应链的总利润也越多. 如当 $B = 50$ 时, 见货回购合同给整个供应链带来的利润大于延期支付合同时供应链的总利润. 当初始资金增加到 100 时, 见货回购合同下经销商的最优订货量减少至 756, 供应链的总利润也进一步减少, 但此时仍然大于延期支付合同时供应链的总利润; 而当初始资金增加至 200 时, 见货回购合同下供应链的利润进一步减少, 分别小于集中决策时的供应链利润和延期支付合同下供应链的总利润. 这说明在经销商资金较少时, 采用见货回购合同给整个供应链系统带来的利润大于延期支付贸易合同. 另一方面, 这表明在满足一定条件时, 见货回购合同带给整个供应链的利润大于集中决策时带给整个供应链的利润, 如当 $B = 50$ 时, $\Pi_{\text{总}} = 425 > \Pi_C^{\text{总}} = 399$. 由此可见, 见货回购贸易合同对整个供应链有增值的作用.

3.2 核心企业对批发价的决策

见货回购贸易合同下, 核心企业的利润为

$$\left\{ Q - \frac{[(wQ - B) - \min\{x, Q\}]^+}{w} \right\} (w - c),$$

核心企业的期望利润可表示为

$$\begin{aligned} \Pi_M = & \int_0^{wQ-B} \left\{ Q - \frac{[(wQ - B) - x]}{w} \right\} (w - c) f(x) dx + \\ & (w - c) Q \int_{wQ-B}^{+\infty} f(x) dx. \end{aligned} \quad (6)$$

引理 1 经销商的最优订货量关于 w 的二阶导数 $\partial^2 Q / \partial w^2 < 0$.

证明 因为

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial w^2} = - \left(\frac{\bar{F}(wQ - B)[1 - (w - s)Qh(wQ - B)]}{(1 - s)f(Q) - (w - s)wf(wQ - B)} \right)'_w,$$

而且

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\bar{F}(wQ - B)[1 - (w - s)Qh(wQ - B)]}{(1 - s)f(Q) - (w - s)wf(wQ - B)} \right)'_w = \\ & \frac{1}{wQ} \frac{-[2wQf(wQ - B) + (w - s)wQ^2 f'(wQ - B)]}{[(1 - s)f(Q) - (w - s)wf(wQ - B)]^2} \times \\ & [(1 - s)Qf(Q) - (w - s)wQf(wQ - B)] + \\ & \frac{1}{wQ} \frac{[2wQf(wQ - B) + (w - s)wQ^2 f'(wQ - B)]}{[(1 - s)f(Q) - (w - s)wf(wQ - B)]^2} - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{sQf(wQ - B)}{[(1 - s)f(Q) - (w - s)wf(wQ - B)]^2} \times \\ & [(w - s)\bar{F}(wQ - B) - (w - s)wQf(wQ - B) + \\ & s\bar{F}(wQ - B)] = \\ & \frac{1}{wQ[(1 - s)f(Q) - (w - s)wf(wQ - B)]^2} \times \Delta_1 + \\ & \frac{1}{wQ[(1 - s)f(Q) - (w - s)wf(wQ - B)]^2} \times \Delta_2. \end{aligned}$$

其中

$$\begin{aligned} \Delta_1 = & - [2wQf(wQ - B) + (w - s)wQ^2 f' \times \\ & (wQ - B)][(1 - s)Qf(Q) - (w - s)wf \times \\ & (wQ - B)] + [2wQf(wQ - B) + (w - s) \times \\ & wQ^2 f'(wQ - B)][(w - s)\bar{F}(wQ - B) - \\ & (w - s)wQf(wQ - B)] = \\ & [2wQf(wQ - B) + (w - s)wQ^2 f' \times \\ & (wQ - B)][(1 - s)\bar{F}(wQ - B)[1 - Qh(Q)], \\ \Delta_2 = & - sQf(wQ - B)[w\bar{F}(wQ - B) - \\ & (w - s)wQf(wQ - B)] + \\ & s\bar{F}(wQ - B)[(2w - s)Qf(wQ - B) + \\ & (w - s)wQ^2 f'(wQ - B)] = \\ & (w - s)wsf^2(wQ - B) + (w - s)sQf \times \\ & (wQ - B)\bar{F}(wQ - B)[1 - wQh(wQ - B)]. \end{aligned}$$

由随机需求满足失败率递增的性质, 有 $\Delta_1 > 0$, $\Delta_2 > 0$. 因此可得 $\partial^2 Q / \partial w^2 < 0$. \square

定理 3 见货回购贸易合同下, 核心企业的期望利润函数是关于 w 的凹函数, 从而核心企业的最优批发价格满足

$$\begin{aligned} & (w - c)\bar{F}(wQ - B)(\partial Q / \partial w) + \\ & \left[Q\bar{F}(wQ - B) + (Bc/w^2)F(wQ - B) + \right. \\ & \left. \frac{c}{w^2} \int_0^{wQ-B} x dF(x) \right] = 0, \end{aligned}$$

其中

$$\frac{\partial Q}{\partial w} = - \frac{[1 - (w - s)Qh(wQ - B)]}{\{(w - s)[h(Q) - wh(wQ - B)]\}}.$$

证明 因为

$$\begin{aligned} \frac{dE\Pi_M}{dw} &= \frac{\partial E\Pi_M}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial w} + \frac{\partial E\Pi_M}{\partial w} = \\ & (w-c)\bar{F}(wQ-B)(\partial Q/\partial w) + \\ & \left[Q\bar{F}(wQ-B) + (Bc/w^2)F(wQ-B) + \right. \\ & \left. \frac{c}{w^2} \int_0^{wQ-B} x dF(x) \right], \end{aligned}$$

所以,由引理1可得

$$\begin{aligned} \frac{d^2 E\Pi_M}{dw^2} &= \\ & 2\bar{F}(wQ-B) \frac{\partial Q}{\partial w} [1 - (w-c)Qh \times \\ & (wQ-B)] - (w-c)wf(wQ-B) \left(\frac{\partial Q}{\partial w} \right)^2 + \\ & (w-c)\bar{F}(wQ-B) \frac{\partial^2 Q}{\partial w^2} - \left(1 - \frac{c}{w} \right) \times \\ & Q^2 f(wQ-B) - 2 \frac{Bc}{w^3} F(wQ-B) - \\ & 2 \frac{c}{w^3} \int_0^{wQ-B} xf(x) dx < 0. \end{aligned}$$

由此定理3得证。□

4 数值例子

在见货回购融资模式下,取 $c = 0.3$, $s = 0.1$,当 $B = 50, 100$ 和 200 时,经销商的最优订货量 Q^* ,核心企业的最优批发价格 w^* 和各方的期望利润如表2所示。

表2 不同初始资金供应链各方情况

B	Q^*	w^*	Π_R^*	Π_M^*	$\Pi_{\text{总}}^*$
50	1066	0.8	63	362	425
100	1018	0.7	96	319	403
200	969	0.6	128	258	386

由表2可知:领头的核心企业对批发价的定价随着经销商初始资金的增大而减小,其期望利润也随之由362减少至258;作为跟随者的经销商,其期望利润随着持有的初始资金的增加而增加(随最优订货量的减少而增加),这是因为核心企业批发价降低的缘故;整个供应链的利润随着经销商的初始资金的增加而减少,这进一步说明见货回购贸易合同对整个供应链的增值作用。

5 管理意义

本文在管理实践中的意义如下:

1) 见货回购融资模式对供应链的增值作用。供应链融资模式分为内外部融资两种方式,本文的结论揭示了外部融资方式——见货回购融资是如何影响供应链企业的定货、定价以及供应链的整体价值的。

2) 通过不同融资模式对供应链增值作用的比对,为供应链融资和运营企业决策提供参考。在资金约束的供应链中,企业的金融决策一般受到融资模式的约

束,然而面对多种多样的融资模式时,本文在清楚地探讨了见货回购这种新型融资模式是如何影响供应链企业和供应链利润后,与现有的内部融资模式——延期支付融资模式下的金融与运营决策进行对比。进一步,在面对的市场需求相同,并且初始资金水平也相同的条件下,对比两种融资模式对供应链整体利润的影响。

3) 揭示了供应链融资服务在供应链运作管理中的作用。供应链融资不同于普通的银行融资,那么其在供应链运作中所起的作用也不能单纯作为普通的银行融资作用来看待,而且由于供应链融资一直以来强调授信的自偿性,在见货回购合同中也有所体现,在降低银行风险的同时,还能提高供应链的绩效,进而起到双赢的作用。

6 结论

本文考虑资金不足的经销商,在核心企业提供担保的供应链新型融资——见货回购融资的模式下,分别建立了经销商与核心企业的期望利润模型,讨论了经销商最优订货量和核心企业的最优批发价格。在进行敏感性分析后,得出经销商最优订货量随经销商的初始资金的增加而减少等结论。随后,对比了不同融资服务模式下,即延期支付方式、标准报童模型方式(假设资金充足)和经销商不融资的方式,经销商最优订货量间的大小关系。最后,假设在随机需求满足指数分布时,通过数值例子讨论随着初始资金的不同,不同融资方式下的核心企业和经销商及整个供应链的总利润,数值分析结果与理论分析相一致,得到的相应结论也可为供应链中小企业的融资决策提供一定的参考。本文的局限性在于:本文采用的模型比较简单,仅仅考虑了风险中性的单一经销商和核心企业的两层供应链系统,并且仅限于信息对称的假设下展开讨论的,这些都可作为未来的研究方向进一步探讨。

参考文献(References)

- [1] Buzacott J A, Zhang R Q. Inventory management with asset-based financing[J]. *Management Science*, 2004, 50(9): 1274-1292.
- [2] Xu X D, Birge J R. Joint production and financing decisions: Modeling and analysis[D]. Chicago: Graduate School of Business, the University of Chicago, 2004.
- [3] Xu X D, Birge J R. Operational decisions, capital structure, and managerial compensation: A news vendor perspective[D]. Chicago: Graduate School of Business, the University of Chicago, 2006.
- [4] Rajamani D, Geismar H N, Sriskandarajah C. A framework to analyze cash supply chains[J]. *Production and Operations Management*, 2006, 15(4): 544-552.

- [5] Feinberg E A, Lewis M E. Optimality inequalities for average cost Markov decision processes and the stochastic cash balance problem[J]. *Mathematics of Operations Research*, 2007, 32(4): 769-783.
- [6] Guillen G, Badell M, Puigjaner L. A holistic framework for short-term supply chain management integrating production and corporate financial planning[J]. *Int J of Production Economics*, 2007, 106(1): 288-306.
- [7] Gupta S, Dutta K. Modeling of financial supply chain[J]. *European J of Operations Research*, 2011, 211(1): 47-56.
- [8] Caldentey R, Chen X. The role of financial services in procurement contracts[D]. New York: Stern School of Business, New York University, 2009.
- [9] Zügang Liu, Jose M. Supply chain networks with corporate financial risks and trade credits under economic uncertainty[J]. *Int J of Production Economics*, 2012, 137(1): 55-67.
- [10] Silvestro R, Lustrato P. Integrating financial and physical supply chains: The role of banks in enabling supply chain integration[J]. *Int J of Operations and Production Management*, 2014, 34(3): 298-324.
- [11] Kouvelis P, Zhao W H. Financing the newsvendor: Supplier vs. bank, and the structure of optimal trade credit contracts[J]. *Operation Research*, 2012, 60(3): 566-580.
- [12] David A, Wuttke B, Constantin H. Focusing the financial flow of supply chains: An empirical investigation of financial supply chain management[J]. *Int J of Production Economics*, 2013, 145(2): 773-789.
- [13] Xiangfeng Chen. The effect of financing service on a budget-constrained supply chain[J]. *Asiapacific J of Operational Research*, 2011, 28(4): 457-485.
- [14] Xiangfeng Chen, Anyu Wang. Trade credit contract with limited liability in the supply chain with budget constraints[J]. *Annals of Operations Research*, 2012, 196(1): 153-165.
- [15] 晏妮娜, 孙宝文. 考虑信用额度的仓单质押融资模式下供应链金融最优策略[J]. *系统工程理论与实践*, 2011, 31(9): 1674-1679.
(Yan N N, Sun B W. Optimal strategies for chain financing system based on warehouse receipts financing with credit line[J]. *System Engineering-Theory & Practice*, 2011, 31(9): 1674-1679.)
- [16] 林强, 郝琳, 贺勇. 不对称信息及保理融资模式下供应商—制造商契约参数设计[J]. *系统工程*, 2014, 32(8): 67-73.
(Lin Q, Hao L, He Y. Supplier manufacturer's contract parameter design with asymmetric information under factoring financing mode[J]. *Systems Engineering*, 2014, 32(8): 67-73.)
- [17] 张小娟, 王勇. 零售商资金约束的双渠道供应链决策[J]. *控制与决策*, 2014, 29(2): 299-306.
(Zhang X J, Wang Y. Dual-channel supply chain decision with retailer's capital constraint[J]. *Control and Decision*, 2014, 29(2): 299-306.)
- [18] 陈祥锋. 资金约束供应链中贸易合同的决策与价值[J]. *管理科学学报*, 2013, 16(12): 13-20.
(Chen X F. The value of trade credit contract in capital-constrained supply chains[J]. *J of Management Sciences in China*, 2013, 16(12): 13-20.)
- [19] 李毅学, 汪寿阳, 冯耕中. 一个新的学科方向—物流金融的实践发展与理论综述[J]. *系统工程理论与实践*, 2010, 30(1): 1-13.
(Li Y X, Wang S Y, Feng G Z. Practical development and theoretic review of logistics finance a new discipline direction[J]. *System Engineering-Theory & Practice*, 2010, 30(1): 1-13.)
- [20] 立金银行培训中心. 银行、供应链融资、债权质押融资培训[M]. 北京: 中国金融出版社, 2010: 44-49.
(Set gold bank training center. Training of bank, supply chain finance and the stock right pledge finance[M]. Beijing: China Financial Press, 2010: 44-49.)
- [21] Chen Xiangfeng, Wang Anyu. Trade credit contract with limited liability in the supply chain with budget constraints[J]. *Annals of Operations Research*, 2012, 196: 153-165.
- [22] Hadley G A, Party M E. Analysis of inventory system[M]. New York: Prentice-Hill, 1963: 273-295.
(责任编辑: 滕蓉)