

白世贞,丁小洲. 双渠道下农资供应链协调的 Stackelberg 博弈研究[J]. 江苏农业科学,2017,45(3):254–257.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.03.068

双渠道下农资供应链协调的 Stackelberg 博弈研究

白世贞, 丁小洲

(哈尔滨商业大学管理学院, 黑龙江哈尔滨 150028)

摘要:构建由 1 个生产商和 1 个零售商组成的双渠道农资供应链模型, 以供应链的最大利润为协调目标, 分析、比较了集中式决策和分散式决策下双渠道农资供应链的利益分配问题, 研究了不同决策模式下的农资供应链各个节点成员的利益及供应链整体利益。最后通过算例分析, 验证了集中式决策对供应链协调的有效性, 进而提出了协调化肥供应链的方法, 指导农资企业减少成本, 提高竞争优势, 使农资供应链的发展更具有现实意义。

关键词:双渠道农资供应链; 生产商; 零售商; 供应链协调; Stackelberg 博弈; 电子商务运营商

中图分类号: F252.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)03-0254-04

随着电子商务的迅猛发展,一些传统企业基于扩大销售市场、提高企业经济效益的目的而开拓电子销售渠道。双渠道农资供应链是一种传统零售与电子滞销并存的双渠道供应链,在此供应链中农资生产商兼顾零售商的供应商和其竞争者双重角色,因此这种销售模式下渠道冲突成为了首要解决的问题。笔者以农资代表化肥为例进行研究。

化肥是粮食食品安全以及人类健康生活的重要保障。化肥作为农业生产必不可少的重要生产资料,是粮食的“粮食”^[1]。我国作为农业大国,化肥生产量及消费总量始终居于世界首位。联合国粮农组织(FAO)报告中,化肥作为发展中国家农业生产最大的物质投资,占农业生产投资总量的一半以上,同时化肥的有效利用,不仅可以提高粮食作物单产 60%~62%,同时也可以将总产提高 30%~31%。因此化肥在维持我国农业可持续发展中起着举足轻重的作用^[2]。因此,有效稳定化肥供需关系,控制化肥价格,调整化肥供应链效率,对于保障我国粮食安全,提高农业整体发展,减轻农民负担有着重要意义。本研究在信息对称且市场需求稳定的情况下,探讨双渠道化肥供应链利益协调问题。

收稿日期: 2015-10-19

基金项目: 国家社会科学基金(编号: 14BJY112); 哈尔滨商业大学 2014 年研究生创新科研资金(编号: YJSCX2014-305HSD)。

作者简介: 白世贞(1962—), 男, 山东招远人, 教授, 博士生导师, 从事物流与供应链管理研究。E-mail: baishzh1962@162.com。

通信作者: 丁小洲, 硕士研究生。E-mail: 18646880303@163.com。

印书馆, 2014.

[2] 戴孝悌, 陈红英. 美国农业产业发展经验及其启示——基于产业链视角[J]. 生产力研究, 2010(12): 208–201, 259.

[3] 高军侠, 党宏斌. 农业生产适应气候变化的政策回顾[J]. 河南水利与南水北调, 2012(2): 48–50.

[4] 慕惠娟, 崔光莲. 资源环境约束下的以色列农业发展对中国西北地区的启示[J]. 世界农业, 2015(5): 56–59, 85.

[5] 百度文库. 法国农业 [EB/OL]. [2016-04-15]. http://wenku.baidu.com/link?url=D9-Ov1z3Lty4A4LouCarNgb-gLDCp_YZ-dM2Pz9tnW6Yf67ItMYp1hKPJc2zMegGbT5u3P1KZ-A_uI_aio-uvAPtu9VZaa4VZePaPIRJF07.

鉴于此, 在传统零售与电子直销并存的双渠道农资供应链中, 研究了如何通过供应链协调机制来实现化肥供应链成员双赢, 进而使化肥供应链企业在激烈的竞争中占有一定的优势。本研究运用 Stackelberg 博弈模型验证了双渠道供应链收益共享契约, 以达到农资供应链各个成员利润最大的目的。最后, 通过算例分析验证了协调的良好性。

1 研究现状

近年来随着电子商务和农资供应链协调方法研究的不断深入, Arshinder 等将供应链协调定义为识别并设计协调机制来管理成员企业之间相互依赖的各种活动, 相关企业的经济效益也会随着协调机制的实施而提高^[3]。Shen 等研究了一个二级供应链, 同时根据回购契约对供应链中的供应商和零售商进行协调, 结果表明回购契约的协调能力与价格、时间弹性因素成反比^[4]。Zhang 等研究了 2 个相互竞争的零售商与 1 个供应商的二级供应链协调问题, 分析了不同需求变动下的契约协调问题, 研究结果显示随着不同需求要适当调整契约以应对供应链的不协调^[5]。Dekker 等研究定性分析协调闭环供应链的关键因素, 强调逆向渠道价格协调策略问题^[6]。Bhattacharya 等研究了零售商最优订货数量问题。在对比集中决策和分散决策后, 结果证明集中决策订单数量最大, 利润最高, 通过利益共享机制可实现供应链协调^[7]。Cachon 等分析对比双渠道供应链中传统渠道与电子渠道的零售价格, 表明制造商开发电子销售渠道后批发价格降低, 零

[6] 詹玲, 蒋和平, 冯献. 国外休闲农业的发展概况和经验启示[J]. 世界农业, 2009(10): 47–51.

[7] 朱秀清, 黄凤洪. 中国农产品加工赴欧洲培训结业报告(续一)[J]. 大豆通报, 2004(5): 26–29.

[8] 楚国良. 美法日家庭农场发展的经验与启示[J]. 中国国情国力, 2013(6): 55–57.

[9] 湖北省人大农委赴法考察团. 法国农业经济发展及相关法制建设的考察报告[J]. 楚天主人, 2007(1): 34–35.

[10] 楚国良. 美法日家庭农场发展的经验与启示[J]. 中国国情国力, 2013(6): 55–57.

售商避开价格竞争,使双渠道供应链达到协调的目的^[8]。

杨智辉等研究了数量折扣契约可以解决供应链波及效应的协调问题^[9]。高波等研究了供应链系统中存在收入共享契约协调的反应时间灵敏需求,得出供应链协调决策的均衡解^[10]。叶勇研究了在前景理论背景下易腐产品的销售问题。研究结果表明,市场需求均匀分布下零售商的订货量和折扣点与订货量成正相关^[11]。曹细玉等研究了突发事件导致的市场需求发生巨大的波动、生产系统或运输系统的中断和生产成本或销售成本的急剧增加对供应链协调的影响,结果表明供应链契约的合理设计对于突发事件的处理有十分重要的意义^[12]。徐广业等研究了传统零售模式和电子零售模式并存的供应链,建立了基于电子零售模式的价格折扣模型,并通过算例验证了价格折扣机制和转移支付机制组合对协调双渠道供应链有一定的作用^[13]。

综上所述,国内外学者已经将双渠道供应链的协调问题进行了深入研究,然而实践应用以及理论构架仍不完整,特别是以双渠道化肥供应链为代表的农资供应链研究更是很少,存在着许多问题需要进一步探讨。因此,如何协调双渠道化肥供应链协调、降低库存成本、提高供应链整体利润最大化,充分利用双渠道的优势,是实际管理中亟待解决的问题^[14]。本研究通过博弈论的应用,从理论上解决双渠道下化肥供应链的协调问题,探讨这种模式下化肥供应链各个节点成员的定价策略,进而解决渠道冲突的问题,具有一定理论和实际意义。

2 双渠道化肥供应链的构建及问题提出

2.1 双渠道化肥供应链的构建

双渠道化肥供应链是传统渠道与电子销售渠道并存的供应链模式,Stackelberg 对策博弈下以制造商为主,建立了双渠道化肥供应链的模型。论证了在这种协调机制下,为了达到制造商和零售商双赢局面下的模型有效性(图1)。

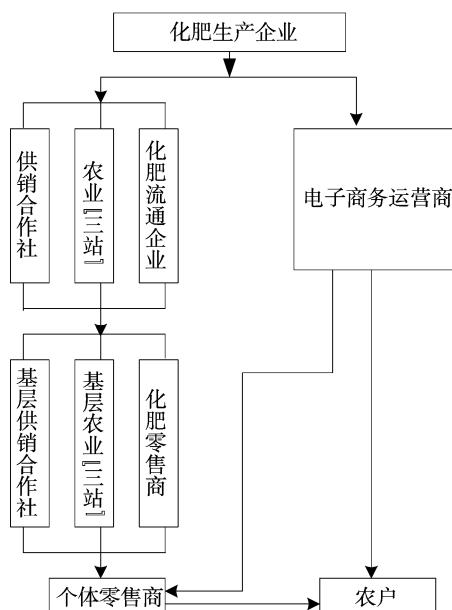


图1 电子商务环境下双渠道化肥供应链

2.2 问题描述

本研究探讨由1个生产商和1个零售商组成的双渠道二级供应链协调问题,其中生产商和零售商是理性人,风险为中性,即决策的目的是供应链利润最大化。生产商为主导者,零售商为从方。

2.3 参数说明

考虑1个生产商 M ,1个零售商 R ,1个电子商务运营商 E 。生产商生产化肥,以批发价格 w ,通过电子商务运营商直接销售给消费者或者通过传统渠道经过零售商分销再销售给消费者。电子商务运营商在生产商以批发价格 w 的基础上,制定合适的标准价 p_1 销售给消费者。零售商以零售价格 p_2 将化肥通过传统渠道销售给消费者。

模型参数如下:

c_m :边际生产成本; w :产品的批发价格,是生产商的决策变量; p_j :不同模式下产品的销售价格($j=1$ 时表示电子商务中产品的零售价格; $j=2$ 时表示传统模式下零售商的零售价格); $D(p_j)$:市场对化肥的需求量($j=1$ 时表示电子商务中产品的零售价格; $j=2$ 时表示传统模式下零售商的零售价格); B_1 :电子渠道初始建设费用; j :上标 $j \in \{M, R, E\}$ 分别表示 MEC 、 $MERC$ 、 $MERC$; i :下标 $i \in \{em, er, ee\}$ 分别表示生产商、零售商、电子商务运营商; Π_i^j :分散决策利润函数,表示 j 类成员在模式 i 下的供应链利润; S :整个系统,即 $S = M + E + R$ 。

2.4 基本假设

假设1:生产商、零售商、电子商务运营商均为理性决策者。

假设2:生产商、零售商、电子商务运营商在集中模式中以供应链利润最大化为目标。

假设3:化肥的需求是确定的、线性的。 $D(p_1) = \tau a - \beta_1 p_1$ 和 $D(p_2) = (1 - \tau)a - \beta_2 p_2$ 分别表示电子销售渠道和传统渠道的化肥销售量或者市场需求量。其中 a 是市场潜在规模, τ ($0 < \tau < 1$) 是电子渠道市场份额, β_1 是电子商务渠道影响因子, β_2 是传统渠道影响因子。

3 双渠道供应链的决策基本模型

3.1 集中式决策模型

如图所示,在集中决策模型中,生产商 M 、零售商 R 、电子商务运营商 E 作为一个供应链中的整体进行决策,以供应链最大化效益为决策目标,生产商、零售商及电子商务运营商共同制定价格 p_1 、 p_2 (图2)。

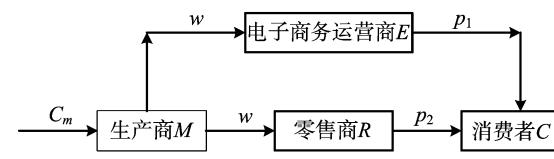


图2 电子商务环境下集中式决策模型

系统决策模型为:

$$\max \pi^s = (p_1 - c_m) [\tau a - \beta_1 p_1] + (p_2 - c_m) [(1 - \tau)a - \beta_2 p_2] - B_1. \quad (1)$$

对目标方程(1)求解 p_1 、 p_2 ,即 $\frac{\partial \pi^s}{\partial p_1} = 0$, $\frac{\partial \pi^s}{\partial p_2} = 0$,可以得到:

$$p_1^* = \frac{\tau a + \beta_1 c_m}{2\beta_1}; \quad (2)$$

$$p_2^* = \frac{(1-\tau)a + \beta_2 c_m}{2\beta_2}. \quad (3)$$

求得其二阶导数为:

$$\frac{\partial^2 \pi^s}{\partial p_1^2} = -2\beta_1, \frac{\partial^2 \pi^s}{\partial p_2^2} = -2\beta_2, \frac{\partial \pi^s}{\partial p_1 \partial p_2} = \frac{\partial \pi^s}{\partial p_2 \partial p_1} = 0$$

则有: $H = \begin{vmatrix} -2\beta_1 & 0 \\ 0 & -2\beta_2 \end{vmatrix} > 0$ 在驻点处为正, 同时 $\frac{\partial^2 \pi^s}{\partial p_1^2} = -2\beta_1 < 0$, 所以在驻点处有最大值, 则 p_1^*, p_2^* 为最值解。

这样电子商务销售渠道的市场需求为:

$$q_1 = \frac{\tau a - \beta_1 c_m}{2}. \quad (4)$$

传统销售渠道的市场需求为:

$$q_2 = [(1-\tau)\alpha - \beta_2 c_m]/2. \quad (5)$$

令 $q_1 - q_2 > 0$, 可知当 $(2\tau - 1)a > 0, \frac{1}{2} < \tau < 1$, 即电子商务销售渠道的市场需求大于传统销售渠道; 反之则电子商务渠道的市场需求小于传统销售渠道。

由此求解出目标函数的最优值为:

$$\pi^{s*} = \frac{[(1-\tau)\alpha - \beta_2 X]^2}{4\beta_2} + \frac{(\tau\alpha - \beta_1 X)^2}{4\beta_1} - B_1. \quad (6)$$

3.2 分散式决策模型

在分散式决策模型中, 生产商 M 生产化肥产品; 零售商 R 通过传统渠道销售化肥; 电子商务运营商 E 通过电子商务销售渠道进行化肥销售。分散式模型的决策过程是: 生产商 M 制定批发价格 w , 电子商务运营商 E 制定电子商务零售价 p_1 , 且价格公开透明; 零售商依据以上价格制定零售价格 p_2 。上述决策后, 生厂商以批发价格 w 通过传统销售渠道或者电子商务销售渠道进行产品销售; 电子商务运营商 E 在电子商务渠道进行销售的价格为 p_1 ; 零售商 R 在传统市场进行销售的价格为 p_2 。

生产商收益函数:

$$\Pi_{em}^M = (w - c_m)[a - (\beta_1 p_1 + \beta_2 p_2)]; \quad (7)$$

零售商收益函数:

$$\Pi_{em}^R = (p_2 - w)[(1-\tau)a - \beta_2 p_2]; \quad (8)$$

电子商务运营商收益函数:

$$\Pi_{em}^E = (p_1 - w)(\tau a - \beta_1 p_1) - B_1. \quad (9)$$

对零售商收益函数(8)求解 p_2 的一阶条件, $\frac{\partial \Pi_{em}^R}{\partial p_2} = 0$ 可以得到 p_2 关于 w 的反应方程:

$$p_2^* = \frac{w\beta_2 + (1-\tau)a}{2\beta_2}. \quad (10)$$

这里: $\frac{\partial^2 \Pi_{em}^R}{\partial p_2^2} = -2\beta_2 < 0$, 所以此处有最大值。

对电子商务运营商的目标方程(3)求解 p_1 的一阶条件, $\frac{\partial \Pi_{em}^E}{\partial p_2} = 0$ 可以得到 p_1 关于 w 的反应方程:

$$p_1^* = \frac{w\beta_1 + \tau a}{2\beta_1}. \quad (11)$$

将(10)、(11)带入生产商的目标方程(7), 求解 w 的一阶条件, 可以得:

$$w^* = \frac{\alpha}{2\beta_1 + 2\beta_2} + \frac{c_m}{2} = X. \quad (12)$$

这里: 其二阶导数 $\frac{\partial^2 \Pi_{em}^M}{\partial w^2} = -2\beta_1 - 2\beta_2 < 0$, 因此在此驻点具有最大值,(12)为最直解。

把(12)带入(10)和(11)可以得到零售商和电子商务运营商的最优决策解:

$$p_2^* = [\beta_2 X + (1-\tau)\alpha]/2\beta_2; \quad (13)$$

$$p_1^* = [\beta_1 X + \tau\alpha]/2\beta_1. \quad (14)$$

则电子商务销售渠道和传统销售渠道的市场需求分别为:

$$q_1 = (\tau a - \beta_1 X)/2; \quad (15)$$

$$q_2 = [(1-\tau)a - \beta_2 X]/2. \quad (16)$$

这样生产商、零售商、电子商务运营商及系统整体的利润分别为:

$$\Pi_{em}^{E*} = \frac{(\tau\alpha - \beta_1 X)^2}{4\beta_1} - B_1; \quad (17)$$

$$\Pi_{em}^{R*} = \frac{[(1-\tau)\alpha - \beta_2 X]^2}{4\beta_2}; \quad (18)$$

$$\Pi_{em}^{M*} = \frac{\alpha - (\beta_1 + \beta_2)X}{2}; \quad (19)$$

$$\Pi_{em}^{S*} = \frac{\alpha - (\beta_1 + \beta_2)X}{2} + \frac{[(1-\tau)\alpha - \beta_2 X]^2}{4\beta_2} + \frac{(\tau\alpha - \beta_1 X)^2}{4\beta_1} - B_1. \quad (20)$$

4 集中决策模式和分散决策模式的讨论

上述研究显示, 生产商、零售商、电子商务运营商系统收益在分散模式中会提高, 市场需求也会增大, 在降低零售价格时, 消费者的收益也相对提高, 使得企业受益提升, 达到供应链双赢的目的。

结论 1: 集中决策模式下电子商务渠道零售价格 p_1, p_2 均大于传统销售渠道零售价格。

结论 2: 集中决策模式下电子商务销售渠道的需求量均大于传统销售渠道。

结论 3: 在分散决策模式下, 当 $p_1 > p_2$ 时, 传统市场的需求数量大于电子商务市场的需求数量; 当 $p_1 < p_2$ 时, 电子商务市场的需求数量大于传统市场的需求数量; 当 $p_1 = p_2$ 时, 电子商务市场和传统市场需求量一致。

结论 4: 相比于供应链整体利润, 集中决策大于分散决策。

5 算例分析

现在以一个具体的企业化肥价格单价为例, 阐述和验证本文的主要结论。令单位价格为 10^3 元, 单位数量为 t。化肥的单位采购价格服从区间 $[A, B]$ 的均匀分布。具体价格如下: $c_m = 20, \tau \in (0, 1), \beta_1 = 0.5, \beta_2 = 0.5, B_1 = 2, a = 50$ 。

验证 1: 电子商务销售模式和传统渠道销售模式中都有 $p_{集中} < p_{分散}$, 证明集中决策在零售价方面, 2 种渠道模式中集中决策都要小于分散决策。是由于集中决策忽略批发价和零售价之间的差异, 把中间的利润差做到最小, 是消费者受益。

验证 2: 电子商务渠道销售和传统渠道销售的消费需求

量 $D(p_{集中}) < D(p_{分散})$, 表明集中决策的市场需求无论是在电子商务渠道还是传统销售渠道都大于分散决策的市场需求量。

验证3: 集中决策总利润大于分散决策总利润 $\Pi_{集中}^S > \Pi_{分散}^S$: $\Pi_{集中}^S - \Pi_{分散}^S = 8.02 + \frac{[25(1-\tau) + 17.5]^2}{2} + \frac{(25\tau + 17.5)^2}{2} - 2 - 8.02 - \frac{[50(1-\tau) - 17.5]^2}{2} - \frac{(50\tau - 17.5)^2}{2} + 2 = \frac{[25(1-\tau) + 17.5]^2}{2} + \frac{(25\tau + 17.5)^2}{2} - \frac{[50(1-\tau) - 17.5]^2}{2} - \frac{(50\tau - 17.5)^2}{2}$ (表1、表2), 因为 $0 < \tau < 1$, 所以 $25X + 17.5 > 50X - 17.5$ 恒成立。

表1 电子商务模式下集中决策模型

析项目	计算公式
p_1	$50\tau + 10$
p_2	$50(1-\tau) + 10$
q_1	$50(\tau - 10)/2$
q_2	$[50(1-\tau) - 10]/2$
Π^S	$8.02 + \frac{[25(1-\tau) + 17.5]^2}{2} + \frac{(25\tau + 17.5)^2}{2} - 2$

表2 电子商务模式下分散决策模型

分析项目	计算公式
w	35
p_1	$17.5 + 50\tau$
p_2	$17.5 + 50(1-\tau)$
q_1	$(50\tau - 17.5)/2$
q_2	$[50(1-\tau) - 17.5]/2$
Π^M	8.02
Π^R	$[50(1-\tau) - 17.5]^2/2$
Π^E	$(50\tau - 17.5)^2/2$
Π^S	$8.02 + [50\tau - 17.5]^2/2 + [50(1-\tau) - 17.5]^2/2 - 2$

以上研究表明: 集中决策在供应链利益分配方面比分散决策收益更多, 因此需要化肥企业间相互信任合作, 合理协调供应链才能达到双赢。

6 结束语

研究了双渠道下农资供应链协调方法, 供应链由生产商、零售商、电子商务运营商组成。首先通过建立集中决策模式和分散决策模式建立供应链定价策略, 主要分析电子商务销售渠道和传统销售渠道的化肥零售价、批发价、市场需求量、及各节点化肥企业利润影响因素^[15]。其次模型分析结果证明集中决策模式下化肥供应链整体利润最大, 且集中模式下的市场需求量也大于分散决策模式, 最后证明集中决策模式下双渠道农资供应链价格最优。

农资供应链各个节点企业间是博弈关系, 存在合作也存在竞争, 因此本研究在此基础上提出了以下2点建议:

(1) 供应链协调首先需要的是信息共享, 因此农资供应链信息共享平台的构建是农资供应链协调的重要环节。确保供应链成员之间信息传递的一致性, 提高变量如库存量、需求量、生产计划等流程的透明度, 最大限度地降低牛鞭效应的风险, 有效的信息网络的构建有利于促进各个企业之间的交流, 促进供应链节点企业间的合作。

(2) 供应链各个节点企业之间的利益分配、业绩评价、激励方法等是供应链协调中必不可少的环节。为应对供应链内部企业存在的不正当竞争, 确保供应链整体收益最大, 需要建立有效的收益方法和绩效评价方法, 在确保供应链各个节点企业利润最大化的同时, 使得供应链整体利润达到最大。

参考文献:

- [1] 奚振邦. 现代化学肥料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 自由路. 保障化肥供应是保证粮食安全的重要措施[J]. 中国农业信息, 2008(3): 12-13.
- [3] Kaur A, Kanda Aran, Deshmukh S G. A review on supply chain coordination: coordination mechanisms, managing uncertainty and research directions [M]//International handbooks on information systems. Berlin: Springer Heidelberg, 2011: 39-82.
- [4] Shen C, Zhang X. Supply chain coordination based on buy-back contract under price-sensitive and time-sensitive demand [M]. Berlin: Springer Heidelberg, 2012: 345-353.
- [5] Zhang W G, Fu J, Li H. Coordination of supply chain with a revenue-sharing contract under demand disruptions when retailers compete [J]. Management Science, 2005, 51(1): 30-44.
- [6] Dekker R, Fleischmann M. Reverse Logistics: quantitative models for Closed-Loop chains [M]. Berlin: Springer, 2004: 4-5.
- [7] Bhattacharya S, Wassenhove L N V. Optimal order quantities with remanufacturing across new product generations [J]. Production and Operations Management, 2006, 15(3): 421-431.
- [8] Cachon G P, Lariviere M A. Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: strengths and limitations [J]. Management Science, 2005, 51(1): 30-44.
- [9] 杨智辉, 陈宏, 赵千, 等. 随机需求和生产成本同时扰动下的供应链波及效应[J]. 管理学报, 2010, 7(5): 728-732, 738.
- [10] 高波, 石书生, 韦诗韵. 需求和价格事件敏感下供应链应对突发事件[J]. 控制与决策, 2011, 26(9): 1363-1372.
- [11] 叶勇, 张友华, 李绍稳. 零售商价格折扣策略下的易腐产品报童模型研究[J]. 兰州商学院学报, 2011, 27(2): 31-35.
- [12] 曹细玉, 覃艳华. 基于突发事件下的供应链协调研究[J]. 技术经济与管理研究, 2012(2): 51-54.
- [13] 徐广业, 但斌. 电子商务环境下双渠道供应链协调的价格折扣模型[J]. 系统工程学报, 2012, 27(3): 344-350.
- [14] 王婧, 吴广谋. 双渠道供应链促销努力与定价关系研究[J]. 现代经济信息, 2014(1): 87-88.
- [15] 刘家国, 吴冲. 基于报童模型的两级供应链回购契约协调研究[J]. 中国管理科学, 2010, 18(4): 73-78.