

# 基于区块链技术的供应链双渠道协同定价决策

朱 媛, 孟庆峰, 陈宇晴

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2026年4月2日; 录用日期: 2026年4月17日; 发布日期: 2026年6月29日

## 摘 要

本文围绕网络分销环境中的双渠道供应链体系, 利用区块链在降低产品真伪鉴别耗时、提升核验成效等方面的突出特点, 着重探讨区块链赋能下供应链双渠道的协同定价策略, 妥善解决了受消费者渠道选择倾向、市场需求波动等多重因素影响下, 双渠道供应链协同定价难以决策的难题。研究显示, 相较于传统经营方式, 运用区块链技术会使生产商与经销商的最优批发价和零售价出现一定上涨, 企业是否采用区块链与渠道偏好程度关系不大; 生产商与经销商的定价和收益, 会随产品查验时间增加、假冒品检出概率敏感度上升而逐步下降, 只有供应链达到特定临界条件时, 投入区块链技术才具备经济价值, 此时各参与方的定价与收益才能高于传统运营模式。

## 关键词

区块链, 供应链, 双渠道, 协同定价

## Dual-Channel Supply Chain Collaborative Pricing Decision Based on Blockchain Technology

Yuan Zhu, Qingfeng Meng, Yuqing Chen

School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: April 2, 2026; accepted: April 17, 2026; published: June 29, 2026

## Abstract

This paper focuses on the dual-channel supply chain system in an online distribution environment, leveraging the prominent features of blockchain in reducing the time required to verify product authenticity and improving verification efficiency. It emphasizes exploring the coordinated pricing strategy of dual-channel supply chains empowered by blockchain, effectively addressing the challenge

of making collaborative pricing decisions under multiple influencing factors such as consumer channel preferences and market demand fluctuations. The study shows that, compared to traditional business methods, applying blockchain technology can lead to a certain increase in the optimal wholesale and retail prices for manufacturers and distributors. Whether a company adopts blockchain is not strongly related to channel preference. The pricing and revenue of manufacturers and distributors gradually decrease as product verification time increases and sensitivity to counterfeit detection rises. Only when the supply chain reaches specific critical conditions does investing in blockchain technology have economic value, at which point the pricing and revenue of all participants can exceed those of the traditional operation mode.

## Keywords

Block Chain, Supply Chain, Dual-Channel, Collaborative Pricing

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

伴随网络经济的不断推进,新的产业模式与商业形态接连出现。在这样的形势之下,众多企业已逐步开始构建智能生态体系,通过灵活多样的供应链组织模式,不断提升自身在市场中的核心竞争力。当下,双渠道销售策略成为企业关键的营销手段,这一策略既能显著提高供应链的运转效能,又能达成对运营成本的有效管理,从而为供应链上的各个参与方带来一定的经济收益[1]。

不过,受限于资源禀赋不足或发展目标约束,不同渠道之间往往容易产生矛盾与冲突。此类冲突会进一步诱发无序竞争甚至恶性价格战,最终损害供应链各参与方的利益。由此能够看出,在双渠道经营模式当中,拟定出科学且恰当的定价举措极为重要,这和供应链整体价值能否顺利达成紧密相连[2]。部分消费者更倾向于通过传统线下渠道完成购买,能够借助直观触摸与体验,实时获取产品的外观、质地等真实信息。另一部分消费者则偏好线上购物模式,以期获得更具优势的价格优惠,但在完成交易前无法直接感知产品的实际属性与真实状况[3]。现有相关研究已经证实,线上平台所售商品的信息透明度、定价策略以及网络获取便捷度等,均是左右消费者网络购物决策的关键因素[4]。当消费者对产品相关情况缺乏认知时,商品价格就会成为左右其购买意愿的关键条件[5]。所以对供应链里的各个参与方来说,怎样在双渠道模式下制定出合理的定价方案,在实现自身收益最大化的同时妥善化解渠道之间的利益矛盾,已经成为当下迫切需要解决的关键问题[6]。

目前,区块链技术的相关研究已取得一定进展。学术层面的探讨,多聚焦于区块链和供应链的融合运用路径,其中包含区块链在供应链决策环节中的具体实践应用方向[7]。区块链技术可达成信息的即时交互共享,借此赢得消费者对于产品真实可靠性的信赖,最终会左右供应链中各个成员所作出的决策。赵达等[8]构建二级供应链模型,旨在分析零售商采取双渠道运营模式下,供应链整体的最优定价策略与最佳融资方案。王文杰等[9]搭建四类博弈模型,借助对比分析,探究渠道竞争激烈程度和零售商过度自信程度对供应链定价的影响。

综合而言,当前围绕区块链技术作用于供应链决策的各类研究里,多数相关成果仅针对单一渠道的供应链环境展开探讨,着重探讨区块链技术对传统单一渠道运营管理的实际作用,而针对双渠道供应链定价策略与渠道冲突问题的分析则相对薄弱。虽然已有少量文献将区块链技术融入双渠道供应链的研究

框架，但在具体研究过程中，大多忽视了现实场景里各类复杂因素对决策主体行为所产生的影响。鉴于过往研究存在的局限，本文选取网络分销模式下双渠道供应链作为研究目标，全方位考量多种复杂因素对供应链成员制定价格决策产生的影响，解决复杂环境背景下双渠道供应链在协同定价方面的难题，进而实现缓解乃至化解渠道间利益冲突的目标。

## 2. 问题描述与条件假设

### 2.1. 问题描述

本研究聚焦于双渠道供应链，涵盖一个制造商与两个零售商。探讨了传统模式及引入区块链技术的状况。传统模式下，制造商的单位产品成本为  $c$ ，两家零售商可自行设定销售价格。应用区块链后，制造商单件成本  $C$  提高，假设  $c < C$ 。零售商在销售环节也需负担区块链相关单位费用  $f$ 。博弈过程中，制造商扮演 Stackelberg 博弈主导角色，零售商则为跟随方。

### 2.2. 条件假设

本研究考虑传统运营模式和区块链技术应用两种情况，构建了对应的两类定价决策模型。本文设定  $N$ 、 $B$  分别表示传统模式及引入区块链的情境，用  $i$  表示两种不同情境，即  $i = \{N, B\}$ ，同时  $j$  表示不同渠道，即  $j = \{1, 2\}$ ，分别表示传统渠道、网络渠道。

本文的参数见表 1。做出以下假设：① 假定制造商批发价格为  $w^i$ ， $R_1$  的销售价格为  $p_1^i$ ， $R_2$  的销售价格为  $p_2^i$ 。② 假设产品的潜在需求量是  $A$ ，当消费者选择传统渠道时占比是  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ )，选择网络渠道时占比是  $(1-\alpha)$ 。③ 假设同一渠道需求价格弹性系数为  $a_j$  ( $j=1,2$ )，渠道间的交叉价格弹性系数为  $b_j$  ( $j=1,2$ )，由于同一渠道间的定价对本渠道需求的影响程度大于其他渠道定价对本渠道需求的影响程度[10] [11]，故满足  $0 < b_j < a_j < 1$ 。

Table 1. Parameter summary table

表 1. 参数汇总表

符号	符号说明
$A$	产品在市场的潜在需求量
$Q_j^i$	不同渠道的需求量
$a_j$	同一渠道需求价格弹性系数
$b_j$	不同渠道间的交叉价格弹性系数
$\alpha$	消费者渠道偏好程度
$w^i$	制造商批发价格
$p_1^i$	零售商 $R_1$ 销售价格
$p_2^i$	零售商 $R_2$ 销售价格
$t$	不采用区块链技术的情况下，产品检测与评估所需时间
$T$	采用区块链技术的情况下，产品检测与评估所需时间
$e$	产品在认证中被认定为真的可能性
$\gamma$	产品检验与评估需要时间的敏感系数
$\delta$	产品检验结果为伪认证的敏感系数

续表

$c$	区块链技术投入前制造商的产品单位成本
$C$	区块链技术投入后制造商的产品单位成本
$f$	区块链技术情形下, 零售商 $R_1$ 及零售商 $R_2$ 的单位技术成本
$\varepsilon_1^i$	传统渠道的需求随机部分
$\mu_1^i$	传统渠道不确定需求服从 $(m_1, n_1)$ 上的期望
$\sigma_1^2$	传统渠道不确定需求服从 $(m_1, n_1)$ 上的方差
$\varepsilon_2^i$	网络渠道的需求随机部分
$\mu_2^i$	网络渠道不确定需求服从 $(m_2, n_2)$ 上的期望
$\sigma_2^2$	网络渠道不确定需求服从 $(m_2, n_2)$ 上的方差
$\Pi_1^i$	零售商 $R_1$ 利润
$\Pi_2^i$	零售商 $R_2$ 利润
$\Pi_M^i$	制造商利润

### 3. 模型构建与求解

制造商与零售商各自围绕自身利润最大化的目标来制定相关决策。从实际运营情况来看, 制造商拥有资金充裕、技术领先以及市场竞争力突出等诸多优势, 因此在供应链体系中占据主导位置。

#### 3.1. 传统模式下定价决策模型

任何一个渠道所面临的市场需求情况, 并非只受自身定价的影响, 还会受到另外一个渠道定价的交叉影响。基于这一特性, 得到传统渠道和网络渠道的市场需求函数, 具体内容如下:

$$Q_1^N = \alpha A - a_1 p_1^N + b_1 p_2^N - \gamma t - \delta(1-e) + \varepsilon_1^N \quad (1)$$

$$Q_2^N = (1-\alpha)A - a_2 p_2^N + b_2 p_1^N - \gamma t - \delta(1-e) + \varepsilon_2^N \quad (2)$$

为了简化计算而不影响最终结论, 令  $a_1 = a_2 = a$ ,  $b_1 = b_2 = b$ , 则两个渠道需求量分别为:

$$Q_1^N = \alpha A - a p_1^N + b p_2^N - \gamma t - \delta(1-e) + \varepsilon_1^N \quad (3)$$

$$Q_2^N = (1-\alpha)A - a p_2^N + b p_1^N - \gamma t - \delta(1-e) + \varepsilon_2^N \quad (4)$$

在市场需求不确定条件下, 传统渠道和网络渠道期望市场需求函数分别为:

$$E(Q_1^N) = \alpha A - a p_1^N + b p_2^N - \gamma t - \delta(1-e) + \mu_1^N \quad (5)$$

$$E(Q_2^N) = (1-\alpha)A - a p_2^N + b p_1^N - \gamma t - \delta(1-e) + \mu_2^N \quad (6)$$

零售商  $R_1$ 、零售商  $R_2$  以及制造商的期望利润函数分别为:

$$E(\Pi_1^N) = (p_1^N - w^N)E(Q_1^N) = (p_1^N - w^N)[\alpha A - a p_1^N + b p_2^N - \gamma t - \delta(1-e) + \mu_1^N] \quad (7)$$

$$E(\Pi_2^N) = (p_2^N - w^N)E(Q_2^N) = (p_2^N - w^N)[(1-\alpha)A - a p_2^N + b p_1^N - \gamma t - \delta(1-e) + \mu_2^N] \quad (8)$$

$$E(\Pi_M^N) = (w^N - c)[E(Q_1^N) + E(Q_2^N)] \quad (9)$$

供应链期望总利润函数为:

$$E(\Pi^N) = E(\Pi_M^N) + E(\Pi_1^N) + E(\Pi_2^N) \quad (10)$$

命题 1: 式(7)是关于变量  $p_1^N$  的凹函数, 存在唯一解。式(8)是关于变量  $p_2^N$  的凹函数, 存在唯一解。式(9)是关于变量  $w^N$  的凹函数, 存在唯一解。

证明: 首先, 由于  $a > 0$ ,  $\frac{\partial^2 E(\Pi_1^N)}{\partial p_1^{N^2}} = -2a < 0$ ,  $\frac{\partial^2 E(\Pi_2^N)}{\partial p_2^{N^2}} = -2a < 0$ , 可知  $E(\Pi_1^N)$  是关于变量  $p_1^N$  的

凹函数,  $E(\Pi_2^N)$  是关于变量  $p_2^N$  的凹函数。

其次, 对式(7)和式(8)进行求解, 得出

$$p_1^N = \frac{[2a\alpha + b(1-\alpha)]A - (b+2a)[\gamma t + \delta(1-e)] + 2a\mu_1^N + b\mu_2^N + (2a^2 + ab - b^2)w^N}{4a^2 - 2b^2},$$

$$p_2^N = \frac{\left( (4a^3 + 2a^2b - ab^2 - b^3)w^N + [4a^2(1-\alpha) - b^2(1-\alpha) + 2ab\alpha]A \right) + (-4a^2 - 2ab + b^2)[\gamma t + \delta(1-e)] + 2ab\mu_1^N + (4a^2 - b^2)\mu_2^N}{8a^3 - 4ab^2},$$

将  $p_1^N$  和  $p_2^N$  代入式(9), 对求一阶偏导, 通过计算得到  $\frac{\partial^2 E(\Pi_M^N)}{\partial w^{N^2}} = \frac{-2a^2 + ab + b^2}{2a} + \frac{-4a^3 + 3ab^2 + 2a^2b - b^3}{4a^2 - 2b^2}$ , 由于  $a > b$ , 因此,  $E(\Pi_M^N)$  是关于  $w^N$  的凹函数。

由命题 1 可知, 根据逆向归纳法得到制造商、零售商  $R_1$  与零售商  $R_2$  的产品价格、需求量及其利润以及供应链总利润的均衡解, 如式(11)~(19)所示:

$$w^{N*} = \frac{\left( (8a^4 - 4a^3b - 7a^2b^2 + 2ab^3 + b^4)c + (4a^3 + 2a^2b - ab^2(1+\alpha) - b^3(1-\alpha))A + (-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)\gamma t \right) + (-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)\delta(1-e) + 2a(2a^2 + ab - b^2)\mu_1^N + (4a^3 + 2a^2b - ab^2 - b^3)\mu_2^N}{16a^4 - 8a^3b - 14a^2b^2 + 4ab^3 + 2b^4} \quad (11)$$

$$p_1^{N*} = \frac{\left( (16a^6 - 26a^4b^2 + a^3b^3 + 11a^2b^4 - ab^5 - b^6)c + (8a^5(4\alpha+1) + 8a^4b(3-4\alpha) - 2a^3b^2(11\alpha+6) - a^2b^3(19-23\alpha) + 2ab^4(\alpha+2) + 3b^5(1-\alpha))A - (48a^5 + 16a^4b - 46a^3b^2 - 15a^2b^3 + 10ab^4 + 3b^5)\gamma t - (48a^5 + 16a^4b - 46a^3b^2 - 15a^2b^3 + 10ab^4 + 3b^5)\delta(1-e) + 2a(20a^4 - 4a^3b - 17a^2b^2 + 2ab^3 + 3b^4)\mu_1^N + (8a^5 + 24a^4b - 12a^3b^2 - 19a^2b^3 + 4ab^4 + 3b^5)\mu_2^N \right)}{4(a-b)(2a^2 - b^2)(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (12)$$

$$p_2^{N*} = \frac{\left( (32a^7 - 44a^5b^2 - 10a^4b^3 + 19a^3b^4 + 7a^2b^5 - 3ab^6 - b^7)c + (a^6(80 - 64\alpha) - 16a^5b(1-4\alpha) - 4a^4b^2(19-13\alpha) + 2a^3b^3(6-25\alpha) + a^2b^4(19-11\alpha) - 2ab^5(1-4\alpha) - b^6(1-\alpha))A + (-96a^6 - 32a^5b + 100a^4b^2 + 26a^3b^3 - 27a^2b^4 - 4ab^5 + b^6)\gamma t + (-96a^6 - 32a^5b + 100a^4b^2 + 26a^3b^3 - 27a^2b^4 - 4ab^5 + b^6)\delta(1-e) + 2a(8a^5 + 24a^4b - 12a^3b^2 - 19a^2b^3 + 4ab^4 + 3b^5)\mu_1^N + (80a^6 - 16a^5b - 76a^4b^2 + 12a^3b^3 + 19a^2b^4 - 2ab^5 - b^6)\mu_2^N \right)}{8a(a-b)(2a^2 - b^2)(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (13)$$

$$E(Q_1^N)^* = \frac{\left( \begin{aligned} &-(16a^5 - 18a^3b^2 - 3a^2b^3 + 4ab^4 + b^5)c + (-8a^4(1-4\alpha) + 8a^3b + 2a^2b^2(4-9\alpha) - ab^3(3-\alpha) - b^4(1-\alpha))A \\ &+ (-16a^4 - 16a^3b + 2a^2b^2 + 5ab^3 + b^4)\gamma t + (-16a^4 - 16a^3b + 2a^2b^2 + 5ab^3 + b^4)\delta(1-e) \\ &+ 2a(12a^3 + 4a^2b - 5ab^2 - b^3)\mu_1^N - (8a^4 - 8a^3b - 8a^2b^2 + 3ab^3 + b^4)\mu_2^N \end{aligned} \right)}{8a(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (14)$$

$$E(Q_2^N)^* = \frac{\left( \begin{aligned} &(-32a^6 + 44a^4b^2 + 2a^3b^3 - 15a^2b^4 + b^6)c \\ &+ (a^5(48 - 64\alpha) + 16a^4b - 12a^3b^2(3 - 5\alpha) - 2a^2b^3(4 - \alpha) + ab^4(7 - 13\alpha) + b^5(1 - \alpha))A \\ &- (32a^5 + 32a^4b - 12a^3b^2 - 14a^2b^3 + ab^4 + b^5)\gamma t - (32a^5 + 32a^4b - 12a^3b^2 - 14a^2b^3 + ab^4 + b^5)\delta(1-e) \\ &- 2a(8a^4 - 8a^3b - 12a^2b^2 + 3ab^3 + 3b^4)\mu_1^N + (48a^5 + 16a^4b - 36a^3b^2 - 8a^2b^3 + 7ab^4 + b^5)\mu_2^N \end{aligned} \right)}{8(2a^2 - b^2)(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (15)$$

$$E(\Pi_1^N)^* = \frac{\left( \begin{aligned} &(16a^5 - 18a^3b^2 - 3a^2b^3 + 4ab^4 + b^5)c + (8a^4 - 8a^3b - 8a^2b^2 + 3ab^3 + b^4 + (-32a^4 + 18a^2b^2 - ab^3 - b^4)\alpha)A \\ &+ (16a^4 + 16a^3b - 2a^2b^2 - 5ab^3 - b^4)\gamma t + (16a^4 + 16a^3b - 2a^2b^2 - 5ab^3 - b^4)\delta(1-e) \\ &+ 2a(-12a^3 - 4a^2b + 5ab^2 + b^3)\mu_1^N + (8a^4 - 8a^3b - 8a^2b^2 + 3ab^3 + b^4)\mu_2^N \end{aligned} \right)^2}{32(2a^3 - ab^2)(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2} \quad (16)$$

$$E(\Pi_2^N)^* = \frac{\left( \begin{aligned} &(-32a^6 + 44a^4b^2 + 2a^3b^3 - 15a^2b^4 + b^6)c \\ &+ (48a^5 + 16a^4b - 36a^3b^2 - 8a^2b^3 + 7ab^4 + b^5 + (-64a^5 + 60a^3b^2 + 2a^2b^3 - 13ab^4 - b^5)\alpha)A \\ &+ (-32a^5 - 32a^4b + 12a^3b^2 + 14a^2b^3 - ab^4 - b^5)\gamma t + (-32a^5 - 32a^4b + 12a^3b^2 + 14a^2b^3 - ab^4 - b^5)\delta(1-e) \\ &- 2a(8a^4 - 8a^3b - 12a^2b^2 + 3ab^3 + 3b^4)\mu_1^N + (48a^5 + 16a^4b - 36a^3b^2 - 8a^2b^3 + 7ab^4 + b^5)\mu_2^N \end{aligned} \right)^2}{64a(b^2 - 2a^2)^2(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2} \quad (17)$$

$$E(\Pi_M^N)^* = \frac{\left( \begin{aligned} &(8a^4 - 4a^3b - 7a^2b^2 + 2ab^3 + b^4)c + (-4a^3 - 2a^2b + ab^2 + b^3 + (ab^2 - b^3)\alpha)A + (8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)\gamma t \\ &+ (8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)\delta(1-e) - 2a(2a^2 + ab - b^2)\mu_1^N + (-4a^3 - 2a^2b + ab^2 + b^3)\mu_2^N \end{aligned} \right)^2}{16a(a-b)(2a^2 - b^2)(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (18)$$

$$E(\Pi^N)^* = \frac{\left( \begin{aligned} &\left( (16a^5 - 18a^3b^2 - 3a^2b^3 + 4ab^4 + b^5)c + (a^4(8 - 32\alpha) - 2a^2b^2(4 - 9\alpha) + ab^3(3 - \alpha) + b^4(1 - \alpha) - 8a^3b)A \right. \\ &\quad \left. + (16a^4 + 16a^3b - 2a^2b^2 - 5ab^3 - b^4)(\delta(1-e) + \gamma t) \right. \\ &\quad \left. + 2a(-12a^3 - 4a^2b + 5ab^2 + b^3)\mu_1^N + (8a^4 - 8a^3b - 8a^2b^2 + 3ab^3 + b^4)\mu_2^N \right) \\ &+ \left( \begin{aligned} &(48a^6 - 32a^5b - 62a^4b^2 + 31a^3b^3 + 25a^2b^4 - 7ab^5 - 3b^6)c \\ &+ (-8a^5(1 + 4\alpha) - 8a^4b(3 - 4\alpha) + 2a^3b^2(6 + 11\alpha) + a^2b^3(19 - 23\alpha) - 2ab^4(2 + \alpha) - 3b^5(1 - \alpha))A \\ &+ (48a^5 + 16a^4b - 46a^3b^2 - 15a^2b^3 + 10ab^4 + 3b^5)(\gamma t + \delta(1-e)) \\ &- 2a(20a^4 - 4a^3b - 17a^2b^2 + 2ab^3 + 3b^4)\mu_1^N - (8a^5 + 24a^4b - 12a^3b^2 - 19a^2b^3 + 4ab^4 + 3b^5)\mu_2^N \end{aligned} \right) \end{aligned} \right)}{32a(a-b)(2a^2 - b^2)(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2}$$

$$\begin{aligned}
& \left( \begin{array}{c} (-32a^6 + 44a^4b^2 + 2a^3b^3 - 15a^2b^4 + b^6)c \\ + (a^5(48 - 64\alpha) - 12a^3b^2(3 - 5\alpha) - 2a^2b^3(4 - \alpha) + ab^4(7 - 13\alpha) - b^5(\alpha - 1) + 16a^4b)A \\ - (32a^5 + 32a^4b - 12a^3b^2 - 14a^2b^3 + ab^4 + b^5)(\gamma t + \delta(1 - e)) \\ - 2a(8a^4 - 8a^3b - 12a^2b^2 + 3ab^3 + 3b^4)\mu_1^N + (48a^5 + 16a^4b - 36a^3b^2 - 8a^2b^3 + 7ab^4 + b^5)\mu_2^N \end{array} \right) \\
& + \left( \begin{array}{c} (96a^7 - 64a^6b - 132a^5b^2 + 74a^4b^3 + 53a^3b^4 - 23a^2b^5 - 5ab^6 + b^7)c \\ + (a^6(80 - 64\alpha) - 16a^5b(1 - 4\alpha) - 4a^4b^2(19 - 13\alpha) + 2a^3b^3(6 - 25\alpha) + a^2b^4(19 - 11\alpha) - 2ab^5(1 - 4\alpha) - b^6(1 - \alpha))A \\ - (96a^6 + 32a^5b - 100a^4b^2 - 26a^3b^3 + 27a^2b^4 + 4ab^5 - b^6)(\gamma t + \delta(1 - e)) \\ + 2a(8a^5 + 24a^4b - 12a^3b^2 - 19a^2b^3 + 4ab^4 + 3b^5)\mu_1^N + (80a^6 - 16a^5b - 76a^4b^2 + 12a^3b^3 + 19a^2b^4 - 2ab^5 - b^6)\mu_2^N \end{array} \right) \\
& + \frac{64a(a-b)(b^2 - 2a^2)^2(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2}{64a(a-b)(b^2 - 2a^2)^2(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2}
\end{aligned} \tag{19}$$

### 3.2. 区块链技术下定价决策模型

在区块链技术下，构建传统渠道与网络渠道的市场需求函数分别为：

$$Q_1^B = \alpha A - a_1 p_1^B + b_1 p_2^B - \gamma T + \varepsilon_1^B \tag{20}$$

$$Q_2^B = (1 - \alpha)A - a_2 p_2^B + b_2 p_1^B - \gamma T + \varepsilon_2^B \tag{21}$$

令  $a_1 = a_2 = a$ ， $b_1 = b_2 = b$ ，两个渠道需求量分别为：

$$Q_1^B = \alpha A - ap_1^B + bp_2^B - \gamma T + \varepsilon_1^B \tag{22}$$

$$Q_2^B = (1 - \alpha)A - ap_2^B + bp_1^B - \gamma T + \varepsilon_2^B \tag{23}$$

在市场需求不确定条件下，传统渠道和网络渠道期望市场需求函数分别为：

$$E(Q_1^B) = \alpha A - ap_1^B + bp_2^B - \gamma T + \mu_1^B \tag{24}$$

$$E(Q_2^B) = (1 - \alpha)A - ap_2^B + bp_1^B - \gamma T + \mu_2^B \tag{25}$$

零售商  $R_1$ 、零售商  $R_2$  和制造商的期望利润函数分别为：

$$E(\Pi_1^B) = (p_1^B - w^B - f)E(Q_1^B) = (p_1^B - w^B - f)[\alpha A - ap_1^B + bp_2^B - \gamma T + \mu_1^B] \tag{26}$$

$$E(\Pi_2^B) = (p_2^B - w^B - f)E(Q_2^B) = (p_2^B - w^B - f)[(1 - \alpha)A - ap_2^B + bp_1^B - \gamma T + \mu_2^B] \tag{27}$$

$$E(\Pi_M^B) = (w^B - C)[E(Q_1^B) + E(Q_2^B)] \tag{28}$$

供应链期望总利润函数为：

$$E(\Pi^B) = E(\Pi_M^B) + E(\Pi_1^B) + E(\Pi_2^B) \tag{29}$$

命题 2：式(26)是关于变量  $p_1^B$  的凹函数，存在唯一解可对其进行优化。式(27)是关于变量  $p_2^B$  的凹函数，存在唯一解可对其进行优化。式(28)是关于变量  $w^B$  的凹函数，且存在唯一解可对其进行优化。

证明：首先，由于  $a > 0$ ， $\frac{\partial^2 E(\Pi_1^B)}{\partial p_1^{B2}} = -2a < 0$ ， $\frac{\partial^2 E(\Pi_2^B)}{\partial p_2^{B2}} = -2a < 0$ ，可知  $E(\Pi_1^B)$  是关于变量  $p_1^B$  的

凹函数， $E(\Pi_2^B)$  是关于变量  $p_2^B$  的凹函数。

其次，对式(25)和式(26)进行求解，得出

$$p_1^B = \frac{(2a^2 + ab - b^2)f + (2a^2 + ab - b^2)w^B + (b + (2a - b)\alpha)A - (2a + b)\gamma T + 2a\mu_1^B + b\mu_2^B}{4a^2 - 2b^2},$$

$$p_2^B = \frac{\left( (4a^3 + 2a^2b - ab^2 - b^3)f + (4a^3 + 2a^2b - ab^2 - b^3)w^B + (4a^2(1 - \alpha) + 2ab\alpha - b^2(1 - \alpha))A \right.}{8a^3 - 4ab^2}, \text{ 将 } p_1^B \text{ 和 } p_2^B$$

代入式(27), 对其求一阶偏导, 通过计算得到  $\frac{\partial^2 E(\Pi_M^B)}{\partial w^{B^2}} = \frac{-2a^2 + ab + b^2}{2a} + \frac{-4a^3 + 3ab^2 + 2a^2b - b^3}{4a^2 - 2b^2}$ , 由于

$a > b > 0$ , 可知  $\frac{\partial^2 E(\Pi_M^B)}{\partial w^{B^2}} < 0$ , 因此,  $E(\Pi_M^B)$  是关于  $w^B$  的凹函数。

由命题 2 可知, 根据逆向归纳法得到区块链技术下制造商、零售商  $R_1$  与零售商  $R_2$  的产品价格、需求量及其利润以及供应链总利润的均衡解, 如式(30)~(38)所示:

$$w^{B^*} = \frac{\left( (8a^4 - 4a^3b - 7a^2b^2 + 2ab^3 + b^4)C - (8a^4 - 4a^3b - 7a^2b^2 + 2ab^3 + b^4)f \right.}{2(8a^4 - 4a^3b - 7a^2b^2 + 2ab^3 + b^4)} \quad (30)$$

$$p_1^{B^*} = \frac{\left( (16a^6 - 26a^4b^2 + a^3b^3 + 11a^2b^4 - ab^5 - b^6)C + (16a^6 - 26a^4b^2 + a^3b^3 + 11a^2b^4 - ab^5 - b^6)f \right.}{4(a - b)(2a^2 - b^2)(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (31)$$

$$p_2^{B^*} = \frac{\left( (32a^7 - 44a^5b^2 - 10a^4b^3 + 19a^3b^4 + 7a^2b^5 - 3ab^6 - b^7)C + (32a^7 - 44a^5b^2 - 10a^4b^3 + 19a^3b^4 + 7a^2b^5 - 3ab^6 - b^7)f \right.}{8a(a - b)(2a^2 - b^2)(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (32)$$

$$E(Q_1^B)^* = \frac{\left( -(16a^5 - 18a^3b^2 - 3a^2b^3 + 4ab^4 + b^5)C - (16a^5 - 18a^3b^2 - 3a^2b^3 + 4ab^4 + b^5)f \right.}{8a(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (33)$$

$$E(Q_2^B)^* = \frac{\left( (-32a^6 + 44a^4b^2 + 2a^3b^3 - 15a^2b^4 + b^6)C + (-32a^6 + 44a^4b^2 + 2a^3b^3 - 15a^2b^4 + b^6)f \right.}{8(2a^2 - b^2)(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (34)$$

$$E(\Pi_1^B)^* = \frac{\left( \begin{aligned} & (16a^5 - 18a^3b^2 - 3a^2b^3 + 4ab^4 + b^5)C + (16a^5 - 18a^3b^2 - 3a^2b^3 + 4ab^4 + b^5)f \\ & + [8a^4 - 8a^3b - 8a^2b^2 + 3ab^3 + b^4 + (-32a^4 + 18a^2b^2 - ab^3 - b^4)\alpha]A \\ & + (16a^4 + 16a^3b - 2a^2b^2 - 5ab^3 - b^4)\gamma T + 2a(-12a^3 - 4a^2b + 5ab^2 + b^3)\mu_1^B \\ & + (8a^4 - 8a^3b - 8a^2b^2 + 3ab^3 + b^4)\mu_2^B \end{aligned} \right)^2}{32(2a^3 - ab^2)(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2} \quad (35)$$

$$E(\Pi_2^B)^* = \frac{\left( \begin{aligned} & (-32a^6 + 44a^4b^2 + 2a^3b^3 - 15a^2b^4 + b^6)C + (-32a^6 + 44a^4b^2 + 2a^3b^3 - 15a^2b^4 + b^6)f \\ & + (48a^5 + 16a^4b - 36a^3b^2 - 8a^2b^3 + 7ab^4 + b^5 + (-64a^5 + 60a^3b^2 + 2a^2b^3 - 13ab^4 - b^5)\alpha)A \\ & + (-32a^5 - 32a^4b + 12a^3b^2 + 14a^2b^3 - ab^4 - b^5)\gamma T - 2a(8a^4 - 8a^3b - 12a^2b^2 + 3ab^3 + 3b^4)\mu_1^B \\ & + (48a^5 + 16a^4b - 36a^3b^2 - 8a^2b^3 + 7ab^4 + b^5)\mu_2^B \end{aligned} \right)^2}{64a(b^2 - 2a^2)^2(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2} \quad (36)$$

$$E(\Pi_M^B)^* = \frac{\left( \begin{aligned} & (8a^4 - 4a^3b - 7a^2b^2 + 2ab^3 + b^4)C + (8a^4 - 4a^3b - 7a^2b^2 + 2ab^3 + b^4)f \\ & + (-4a^3 - 2a^2b + ab^2 + b^3 + (ab^2 - b^3)\alpha)A + (8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)\gamma T \\ & - 2a(2a^2 + ab - b^2)\mu_1^B + (-4a^3 - 2a^2b + ab^2 + b^3)\mu_2^B \end{aligned} \right)^2}{16a(a-b)(2a^2 - b^2)(8a^3 + 4a^2b - 3ab^2 - b^3)} \quad (37)$$

$$E(\Pi^B)^* = \frac{\left( \begin{aligned} & \left( -(16a^5 - 18a^3b^2 - 3a^2b^3 + 4ab^4 + b^5)(C + f) + (8a^3b - 8a^4(1 - 4\beta) + 2a^2b^2(4 - 9\beta) - ab^3(3 - \beta) - b^4(1 - \beta))A \right) \\ & + (-16a^4 - 16a^3b + 2a^2b^2 + 5ab^3 + b^4)\gamma T + 2a(12a^3 + 4a^2b - 5ab^2 - b^3)\mu_1^B - (8a^4 - 8a^3b - 8a^2b^2 + 3ab^3 + b^4)\mu_2^B \end{aligned} \right) \cdot \left( \begin{aligned} & (-48a^6 + 32a^5b + 62a^4b^2 - 31a^3b^3 - 25a^2b^4 + 7ab^5 + 3b^6)(C + f) \\ & + (8a^5(1 + 4\beta) + 8a^4b(3 - 4\beta) - 2a^3b^2(6 + 11\beta) - a^2b^3(19 - 23\beta) + 2ab^4(2 + \beta) + 3b^5(1 - \beta))A \\ & - (48a^5 + 16a^4b - 46a^3b^2 - 15a^2b^3 + 10ab^4 + 3b^5)\gamma T + 2a(20a^4 - 4a^3b - 17a^2b^2 + 2ab^3 + 3b^4)\mu_1^B \\ & + (8a^5 + 24a^4b - 12a^3b^2 - 19a^2b^3 + 4ab^4 + 3b^5)\mu_2^B \end{aligned} \right)}{32a(a-b)(2a^2 - b^2)(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2}$$

$$+ \frac{\left( \begin{aligned} & \left( \begin{aligned} & (-32a^6 + 44a^4b^2 + 2a^3b^3 - 15a^2b^4 + b^6)(C + f) \\ & + (a^5(48 - 64\beta) + 16a^4b - 12a^3b^2(3 - 5\beta) - 2a^2b^3(4 - \beta) + ab^4(7 - 13\beta) + b^5(1 - \beta))A \\ & - (32a^5 + 32a^4b - 12a^3b^2 - 14a^2b^3 + ab^4 + b^5)\gamma T - 2a(8a^4 - 8a^3b - 12a^2b^2 + 3ab^3 + 3b^4)\mu_1^B \\ & + (48a^5 + 16a^4b - 36a^3b^2 - 8a^2b^3 + 7ab^4 + b^5)\mu_2^B \end{aligned} \right) \\ & \left( \begin{aligned} & -(96a^7 - 64a^6b - 132a^5b^2 + 74a^4b^3 + 53a^3b^4 - 23a^2b^5 - 5ab^6 + b^7)(C + f) \\ & + (a^6(80 - 64\beta) - 16a^5b(1 - 4\beta) - 4a^4b^2(19 - 13\beta) + 2a^3b^3(6 - 25\beta) + a^2b^4(19 - 11\beta) - 2ab^5(1 - 4\beta) - b^6(1 - \beta))A \\ & + (-96a^6 - 32a^5b + 100a^4b^2 + 26a^3b^3 - 27a^2b^4 - 4ab^5 + b^6)\gamma T + 2a(8a^5 + 24a^4b - 12a^3b^2 - 19a^2b^3 + 4ab^4 + 3b^5)\mu_1^B \\ & + (80a^6 - 16a^5b - 76a^4b^2 + 12a^3b^3 + 19a^2b^4 - 2ab^5 - b^6)\mu_2^B \end{aligned} \right) \end{aligned} \right)}{64a(a-b)(-2a^2 + b^2)^2(-8a^3 - 4a^2b + 3ab^2 + b^3)^2} \quad (38)$$

## 4. 结论

本文深入探讨了在网络分销环境下，区块链技术赋能下的供应链双渠道协同定价策略。研究通过构建传统运营模式与区块链技术应用下的两种定价决策模型，系统分析了消费者渠道偏好、产品核验时间成本等多重因素对双渠道供应链定价策略的影响。研究发现，相较于传统经营方式，引入区块链技术虽然会导致生产商与经销商的最优批发价和零售价出现一定程度的上涨，不过，在特定情境中，此项技术变革可有效提高供应链整体运作效能，进而强化顾客对商品真实度的信赖。未来研究可进一步探讨区块链技术在不同行业、不同市场环境下的适用性，以及如何通过优化区块链技术本身来拓宽其经济价值的实现范围。同时，结合大数据、人工智能等先进技术，探索更加智能化、个性化的双渠道供应链定价策略，也是值得深入研究的方向。

## 参考文献

- [1] 张义真, 李登峰. 考虑渠道竞争和 KOL 合作的短视频带货双渠道供应链策略研究[J/OL]. 系统工程理论与实践, 1-24. <https://link.cnki.net/urlid/11.2267.N.20260106.0959.002>, 2026-03-30.
- [2] Chen, X., Wu, S.Y., Wang, X.J., et al. (2019) Optimal Pricing Strategy for the Perishable Food Supply Chain. *International Journal of Production Research*, **57**, 2755-2768. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1557352>
- [3] 杨瑞鹏, 高若欣, 杨瑞娜. 不确定需求下考虑价格和服务双重竞争的供应链决策[J]. 系统管理学报, 2025, 34(2): 353-362.
- [4] Martín-Consuegra, D., Díaz, E., Gómez, M. and Molina, A. (2019) Examining Consumer Luxury Brand-Related Behavior Intentions in a Social Media Context: The Moderating Role of Hedonic and Utilitarian Motivations. *Physiology & Behavior*, **200**, 104-110. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.03.028>
- [5] Gaula, A.K. and Jha, J.K. (2023) Pricing and Quality Improvement Strategies in a Closed-Loop Supply Chain with Dual Collection Channel. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, **10**, Article 2244416. <https://doi.org/10.1080/23302674.2023.2244416>
- [6] 李响, 王美琪, 郭畅. 考虑实体店服务水平的双渠道供应链决策优化研究[J]. 管理学报, 2024, 21(8): 1217-1226.
- [7] Zhang, X. and Bai, Y. (2024) Securing the Network in E-Retailing and Manufacturing: A Balanced Decision Analysis under Competition and Cooperation Modes. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, **11**, Article 2357079. <https://doi.org/10.1080/23302674.2024.2357079>
- [8] 赵达, 龚俊强. 制造商资金约束下全成员风险厌恶零售商双渠道供应链定价与融资决策研究[J]. 海南大学学报(人文社会科学版), 2025, 43(5): 89-100.
- [9] 王文杰, 刘亚洲. 渠道竞争下考虑零售商过度自信的供应链定价决策[J]. 管理学报, 2023, 20(10): 1525-1535.
- [10] Pi, Z.Y. and Fang, W.G. (2021) The Implication of Channel Discrepancy in a Dual-Channel Supply Chain. *Complexity*, **2021**, Article 8506454. <https://doi.org/10.1155/2021/8506454>
- [11] Li, J.C., Ou, J.W. and Cao, B. (2023) The Roles of Cooperative Advertising and Endogenous Online Price Discount in a Dual-Channel Supply Chain. *Computers & Industrial Engineering*, **176**, Article 108980. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.108980>