

基于Shapley值法的电子商务平台多方合作收益分配策略

王 娟¹, 刘昕宇²

¹贵州大学管理学院, 贵州 贵阳

²贵州航天天马机电科技有限公司, 贵州 遵义

收稿日期: 2025年3月27日; 录用日期: 2025年4月11日; 发布日期: 2025年5月16日

摘 要

电子商务的快速发展催生了多方协作模式(如平台、物流、支付服务商的联合运营), 但此类合作中的收益分配问题常因参与方风险分担、合作程度及信息共享水平的不均衡引发矛盾, 导致合作稳定性受损。针对经典Shapley值法在动态协作场景中忽略非边际贡献因素的局限性, 本研究通过引入综合修正因子, 构建了一种改进的Shapley值法收益分配模型。该模型将风险分担值、合作努力程度和信息共享水平纳入利益分配策略, 以量化成员实际贡献差异。案例分析表明, 修正后的模型能够显著提升电商供应链利益分配的效率与公平性, 有效促进供应链的协同稳定性与长期可持续发展。研究结果为电商供应链管理提供了兼顾理论严谨性与实践适应性的分配框架, 对优化多方协作机制、推动行业高质量发展具有重要参考价值。

关键词

电子商务, 修正Shapley值法, 收益分配

Revenue Distribution Strategy of Multi-Party Cooperation on E-Commerce Platform Based on Shapley Value Approach

Xian Wang¹, Xinyu Liu²

¹School of Management, Guizhou University, Guiyang Guizhou

²Guizhou Aerospace Tianma Electromechanical Technology Company, Zunyi Guizhou

Received: Mar. 27th, 2025; accepted: Apr. 11th, 2025; published: May 16th, 2025

Abstract

The rapid development of e-commerce has given rise to multi-party collaboration models (e.g., joint

文章引用: 王娟, 刘昕宇. 基于 Shapley 值法的电子商务平台多方合作收益分配策略[J]. 电子商务评论, 2025, 14(5): 794-800. DOI: 10.12677/ec.2025.1451344

operation of platforms, logistics, and payment service providers), but the problem of revenue distribution in such collaborations is often caused by the imbalance in the risk sharing, degree of cooperation, and level of information sharing of the participants, which leads to the impairment of the stability of the collaboration. Aiming at the limitation that the classical Shapley value method ignores the non-marginal contribution factors in dynamic collaboration scenarios, this study constructs an improved revenue sharing model of the Shapley value method by introducing comprehensive correction factors. The model incorporates risk-sharing value, level of collaborative effort, and level of information sharing into the benefit distribution strategy to quantify the difference in members' actual contributions. The case study shows that the modified model can significantly improve the efficiency and fairness of benefit distribution in e-commerce supply chain, and effectively promote the collaborative stability and long-term sustainable development of the supply chain. The results provide a distribution framework that balances theoretical rigor and practical adaptability for e-commerce supply chain management, which is of great reference value for optimizing the multi-party collaboration mechanism and promoting the high-quality development of the industry.

Keywords

E-Commerce, Modified Shapley Value Method, Revenue Sharing

Copyright © 2025 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

随着电子商务的全球化发展,平台经济逐渐从单一主体竞争转向多方协作共赢。这一转变不仅改变了传统的商业模式,也对合作各方的收益分配提出了新的挑战。例如,跨境电商需要整合平台流量、国际物流与跨境支付服务,社交电商依赖内容创作者、供应链与技术服务商的协同。这些合作模式的复杂性远超传统商业合作,因为它们涉及更多的参与者和更广泛的资源配置。

然而,此类合作中常因各参与方信息不对称、合作程度不均、风险承担差异导致收益分配争议。传统分配方法(如按收入比例或固定分成)难以体现动态贡献,易引发合作方退出或资源浪费。这些问题的存在不仅影响了合作的稳定性,也限制了电子商务平台的进一步发展。

Shapley 值法作为合作博弈理论的核心工具,其基本思想是,每个参与者的收益应与其对合作总收益的贡献成正比。这种方法能够确保每个参与者的收益与其边际贡献相匹配,从而实现公平分配[1]。近年来,供应链合作中的收益分配问题受到广泛关注。例如,郑燕双等(2024)聚焦家电制造业供应链,针对传统 Shapley 值法忽略风险、成本及努力程度等关键因素的问题,提出基于 AHP-Shapley 值的修正模型,通过算例验证其方案能更科学地协调各方利益,促进供应链稳定发展[2]。李双艳等(2023)则面向秸秆回收供应链,构建了包含农户、中间商和企业的合作模型,综合考虑风险、合作努力水平、资源投入及信息对称性等因素,修正 Shapley 值法并证明其分配结果更贴合实际贡献,有助于提升合作积极性[3]。朱一青等(2021)通过增加一些影响因素,将改进 Shapley 模型应用于生态利益分配研究,强调公平、科学的利益分配可以提高供应链的整体稳定性和竞争力[4]。根据姜昊(2019)对北京目前使用的农产品供应链联盟模式的分析,合作社主导的农产品供应链模式能使农民收益最大化。通过使用 Shapley 值模型比较各种模式的利润分配来获得这一结果[5]。

然而,Shapley 值法在实际应用中存在一定局限性,尤其在电子商务多主体协作中,其仅依赖边际贡

献的分配逻辑未能涵盖风险分担值、合作努力程度及信息共享水平等关键维度。风险分担值指的是各参与方在合作中承担的风险量, 合作努力程度是指各方在合作中的投入和努力, 信息共享水平则涉及各方之间信息交流的透明度和效率。

本文针对电子商务合作的动态性与复杂性, 提出一种改进的 Shapley 值法模型, 构建综合修正因子调整初始分配权重, 形成多维均衡的利益分配机制。案例分析表明, 改进后的模型通过引入三因素联动机制, 显著优化了跨境电商生态中的收益分配合理性。这一模型不仅弥补了传统 Shapley 值法在复杂场景中的适应性缺陷, 更为多主体协作的利益分配提供了兼顾公平性与激励性的理论框架。

2. Shapley 值法模型

关于供应链中利益公平分配问题的解决, 主要涉及界定供应链中可分配利益、确定供应链利益分配方法、度量各成员节点对供应链的贡献率、重新分配和平衡特定分配方法带来的利益冲突四类。

一般来说, n 人合作博弈有很多解, 如何获得一个更合理的唯一解是解决利益公平分配问题的关键。 n 人合作博弈对策的解是对总体联盟所获得利益的一个分配方案。

针对多人合作对策的解的问题, Shapley 值方法(Shapley 1953)[6]基于有效性、对称性和可加性公理, 证明了对任何 n 人合作行为都只有一个 Shapley 值。

Shapley 值法的基本思想和基本模型为: 设由 n 个参与成员构成的集合 $N = \{1, 2, \dots, n\}$, 参与成员组成的一个联盟被定义为 N 的子集 $S = \{1, 2, \dots, k\}$, $S \subset N$ 。若对应的实值函数 $v(s)$ 满足:

$$v(\phi) = 0 \quad (1)$$

$$v(s_1 \cup s_2) \geq v(s_1) + v(s_2), \quad s_1 \cap s_2 = \phi \quad (s_1 \subseteq N, s_2 \subseteq N) \quad (2)$$

称 $[N, v]$ 为 n 人合作对策, v 称为对策的特征函数。

在合作博弈理论中, 成员 i 作为联盟 N 的参与者, 其从联盟总收益 $v(N)$ 中应分得的收益份额由 x_i 表示。整个联盟的收益分配方案可表示为向量 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 。为确保联盟的稳定性与有效性, 该分配需满足以下核心条件:

$$\sum_{i=1}^n x_i = v(N) \quad (3)$$

$$\text{且:} \quad x_i \geq v(i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

(3)式确保了集体合理性, 即所有成员的分配总和等于联盟总收益。(4)式确保了个体合理性, 即每个成员所得 x_i 不低于其独立行动时的收益。

记惟一存在的向量函数 $\Phi(v) = \{\varphi_1(v), \varphi_2(v), \dots, \varphi_n(v)\}$ 为合作联盟的分配向量, 其中 $\varphi_i(v)$ 表示第 i 个成员在合作博弈 $[N, v]$ 中应该获得的期望报酬, 为一个分配方案, 计算公式如下:

$$\varphi_i(v) = \sum_{i \in S} \omega(|s|) [v(s) - v(s/i)] \quad (5)$$

$$\omega(|s|) = \frac{(n-|s|)! (|s|-1)!}{n!} \quad (6)$$

其中: $\omega(|s|)$ 是加权因子, $|s|$ 表示参与合作成员的数量, $v(s)$ 表示联盟合作情况下的收益, $v(s/i)$ 表示联盟 S 中不涉及成员 i 即其他参与者合作所获得的收益, $v(s) - v(s/i)$ 表示成员 i 在联盟 S 合作中所体现的贡献价值。

Shapley 值是一个概率值, 这一数学方法认为应该按参与主体对联盟的边际贡献来进行利益分配, 既考虑了合作联盟的效率又考虑了利益分配的公平, 代表了个体在群体中的重要性, 被视为合作博弈中一种公正的分配策略。

3. Shapley 值法在电子商务平台多方利益分配中的应用

3.1. 场景设定

某跨境电商活动中, 平台(E), 物流商(L), 支付服务商(P)联合运营, 独立收益与组合收益如下(单位: 万元): 独立收益为, $v(E)=v(L)=v(P)=10$; 两两合作收益为 $v(E \cup L)=40$, $v(E \cup P)=35$, $v(L \cup P)=25$; 全合作收益为 $v(E \cup L \cup P)=70$ 。

3.2. Shapley 值计算

由经典 Shapley 值法, 计算平台(E)、物流商(L)、支付服务商(P)的经典 Shapley 值, 分别见表 1、表 2、表 3。

Table 1. Calculation table for distributive benefits $\varphi_E(v)$ of platforms (E) in cross-border e-commerce

表 1. 跨境电商中平台 (E) 的分配利益 $\varphi_E(v)$ 计算表

S_E	$\{E\}$	$\{E,L\}$	$\{E,P\}$	$\{E,L,P\}$
$v(s)$	10	40	35	70
$v(s/E)$	0	10	10	25
$v(s)-v(s/E)$	10	30	25	45
$ s $	1	2	2	3
$\omega(s)$	1/3	1/6	1/6	1/3
$\omega(s)[v(s)-v(s/E)]$	10/3	5	25/6	15

将表格最后一行相加, 得 $\varphi_E(v)=27.5$ 万元。

Table 2. Calculation table for distributive benefits $\varphi_L(v)$ of logistics providers (L) in cross-border e-commerce

表 2. 跨境电商中物流商 (L) 的分配利益 $\varphi_L(v)$ 计算表

S_L	$\{L\}$	$\{E,L\}$	$\{L,P\}$	$\{E,L,P\}$
$v(s)$	10	40	25	70
$v(s/L)$	0	10	10	35
$v(s)-v(s/L)$	10	30	15	35
$ s $	1	2	2	3
$\omega(s)$	1/3	1/6	1/6	1/3
$\omega(s)[v(s)-v(s/L)]$	10/3	5	5/2	35/3

将表格最后一行相加, 得 $\varphi_L(v)=22.5$ 万元。

Table 3. Calculation table of distributional benefits $\varphi_p(v)$ of payment service providers (P) in cross-border e-commerce
表 3. 跨境电商中支付服务商 (P) 的分配利益 $\varphi_p(v)$ 计算表

S_p	$\{P\}$	$\{E, P\}$	$\{L, P\}$	$\{E, L, P\}$
$v(s)$	10	35	25	70
$v(s/P)$	0	10	10	40
$v(s) - v(s/P)$	10	25	15	30
$ s $	1	2	2	3
$\omega(s)$	1/3	1/6	1/6	1/3
$\omega(s)[v(s) - v(s/P)]$	10/3	25/6	5/2	10

将表格最后一行相加, 得 $\varphi_p(v) = 20$ 万元。

容易验证, $\varphi_E(v) + \varphi_L(v) + \varphi_P(v) = 70$ 万元, 且 $\varphi_E(v)$ 、 $\varphi_L(v)$ 、 $\varphi_P(v)$ 均大于 10 万元, 并且, $\varphi_E(v) + \varphi_L(v) > 40$ 万元, $\varphi_E(v) + \varphi_P(v) > 35$ 万元, $\varphi_L(v) + \varphi_P(v) > 25$ 万元。因此在跨境电商活动中, 通过多方协同合作, 三方联盟产生的经济效益显著高于单一主体独立运作或任意两方合作的收益水平。这种收益的增量优势促使各参与方形成更高的合作意愿, 进一步强化了联盟的长期稳定性与可持续性。

3.3. 实例分析

在上述案例中, 不同合作组合的经济收益差异揭示了成员间的贡献权重。例如, E 与 L 合作产生 40 万元, 而 L 与 P 合作仅得 25 万元, 表明 E 对 L 的收益提升作用显著高于 P 。同理, P 与 E 合作获 35 万元, 而 P 与 L 合作仅 25 万元, 进一步印证 E 在合作中的核心地位。因此, 当三方联盟 (E, L, P) 总收益为 70 万元时, E 因其更高的边际贡献, 理应获得更大份额的收益分配。

采用 Shapley 值法计算后, 分配结果与理论预期一致: E 分得 27.5 万元, L 为 22.5 万元, P 为 20 万元。这一分配逻辑不仅体现成员对联盟的差异化贡献, 还通过数值验证了 E 在三方合作中不可替代的作用, 从而强化了按贡献度分配收益的公平性与合理性。

然而, Shapley 值法在电商平台多方收益分配中存在显著局限, 其核心缺陷在于未能量化合作主体的多维差异。跨境电商活动中不仅面临汇率波动、物流延误、支付安全等复杂风险, 还需考量参与方的合作努力程度与信息共享水平差异。为此, 本文构建了包含风险分担值、合作努力程度和信息共享水平的三维修正框架。

4. 修正的 Shapley 值法

本文在原有 Shapley 值法的基础上, 引入了风险分担值、合作努力程度和信息共享水平三个关键因素进行了改进。同时, 文章还设计了一个综合修正因子 $\Delta\lambda_i$, 以期构建出更加完善的利益分配模型。该改进旨在使跨境电商供应链的利益分配更加协调合理, 并增强各方的激励效果。改进后的 Shapley 值模型如下所示:

$$\varphi'_i(v) = \varphi_i(v) + v(N)\Delta\lambda_i \tag{7}$$

$$\Delta\lambda_i = \lambda_i - \frac{1}{n} \tag{8}$$

$$\lambda_i = (r_i, q_i, t_i) \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix} \tag{9}$$

其中: $\varphi'_i(v)$ 表示改进 Shapley 值后成员 i 获得的收益, $\Delta\lambda_i$ 表示综合修正因子, 即成员 i 整体贡献值和平均值的差值, 且 $\sum_{i=1}^n \Delta\lambda_i = 0$, λ_i 是第 i 个成员的影响因素的整体贡献值, 且 $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$; r_i 、 q_i 、 t_i 表示第 i 个成员的风险分担值、合作努力程度和信息共享水平。

基于 Shapley 值法的局限性, 本研究选择应用改进后的 Shapley 值法来制定跨境电商供应链各方的利益分配方案。这使得分配策略更加合理, 并增加了激励效应的意义。所有与风险分担值、合作努力程度和信息共享水平相关的要素都被考虑在内。采用 Delphi-AHP 组合技术在建立了涉及利益分配的指标框架后, 对各影响要素进行了赋值、加权以及归一化的操作。即通过专家打分确定各指标(风险、合作努力、信息共享)的初始权重, 结合层次分析法构建判断矩阵, 最终通过一致性检验确定权重分配。由于这方面的文献比较多, 本文不做具体讨论。本文要讨论的是基于这些因素构建 Shapley 值修正模型, 通过风险分担值、合作努力程度和信息共享水平三个变量动态优化收益分配方案, 得出结果:

$r_i = (0.4, 0.3, 0.3)^T$, $q_i = (0.3, 0.5, 0.2)^T$, $t_i = (0.4, 0.3, 0.3)^T$, 3 个因素的权重为 $(m_1, m_2, m_3)^T = (0.3, 0.4, 0.3)^T$, 则:

$$\lambda_i = (r_i, q_i, t_i) \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.4 \\ 0.3 & 0.5 & 0.3 \\ 0.3 & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.4 \\ 0.3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.36 \\ 0.38 \\ 0.26 \end{pmatrix}$$

计算出综合修正因子:

$$\Delta\lambda_i = \lambda_i - \frac{1}{n} = \begin{pmatrix} 0.027 \\ 0.047 \\ -0.073 \end{pmatrix}$$

引入综合修正因子 $\Delta\lambda_i$, 建立改进的 Shapley 值模型对跨境电商供应链利益分配方案进行再优化。计算得到修正后平台的利益分配值为 $\varphi'_E(v) = \varphi_E(v) + v(N)\Delta\lambda_i = 27.5 + 70 \times 0.027 = 29.39$, 修正后物流商的利益分配值为 $\varphi'_L(v) = \varphi_L(v) + v(N)\Delta\lambda_i = 22.5 + 70 \times 0.047 = 25.79$, 修正后支付服务商的利益分配值为 $\varphi'_P(v) = \varphi_P(v) + v(N)\Delta\lambda_i = 20 - 70 \times 0.073 = 14.89$ 。

因此, 跨境电商供应链每个参与者的利益分配方案, 在整体考虑了风险分担值、合作努力程度和信息共享水平后, 平台获得 29.39 万元, 物流商获得 25.79 万元, 支付服务商获得 14.89 万元。

改进 Shapley 值法利益分配模型考虑了风险分担值、合作努力程度和信息共享水平三个变量, 通过计算可知, 与传统的 Shapley 值利益分配模型相比, 改进后的模型增加了平台和物流商在跨境电商供应链中的利益分配比例, 同时减少了支付服务商的利益分配比例。需要强调的是, 相比于独立经营, 每个成员在整个合作中的利益收益都有了显著提高。这说明, 改进后的跨境电商供应链利益分配更加公平高效, 为供应链的长期稳定发展奠定了基础。通过优化利益分配模式, 可以进一步增强参与各方的协作性和积极性, 构建更加稳固和可持续的供应链体系。

5. 结论

随着全球化进程的加速和电子商务的蓬勃发展, 跨境电商供应链的复杂性和动态性日益凸显。在这一背景下, 供应链中的多方协作模式(如平台、物流商和支付服务商的联合运营)成为推动行业高质量发展的重要驱动力。然而, 合作中的收益分配问题却始终是影响供应链稳定性和可持续性的关键因素。传统分配机制(如按收入比例或固定分成)往往忽略了合作主体在风险分担、合作努力程度和信息共享水平上的差异, 导致利益分配失衡, 进而引发合作方退出或资源浪费等问题。

为解决这一难题, 本文提出了一种基于综合修正因子的改进 Shapley 值法模型。该模型通过引入风险分担值、合作努力程度和信息共享水平三个关键因素, 对传统 Shapley 值法进行了优化。具体而言, 综合修正因子通过量化各参与方在合作中的多维贡献, 动态调整初始分配权重, 从而实现利益分配的公平性与激励性。通过 Delphi-AHP 组合技术, 本文对各影响因素进行了赋值、加权和归一化处理, 确保了模型的科学性和可操作性。

通过跨境电商的实际案例验证, 改进后的模型展现了显著的优势。在案例中, 平台、物流商和支付服务商的联合运营产生了显著的协同效应, 全合作收益远高于独立运营或两两合作的收益水平。然而, 传统 Shapley 值法仅基于边际贡献分配收益, 未能充分反映各参与方在风险分担、合作努力和信息共享方面的差异。改进模型通过引入综合修正因子, 显著优化了分配结果, 不仅体现了分配的公平性, 还增强了各参与方的协作积极性, 为供应链的长期稳定发展奠定了基础。

此外, 改进模型在应对供应链全球化协作中的信息不对称、合作程度不均与风险异质性问题上展现出独特优势。通过量化风险分担值, 模型能够有效平衡各参与方在合作中的风险承担差异; 通过量化合作努力程度, 模型能够激励各方在合作中投入更多资源; 通过量化信息共享水平, 模型能够促进合作中的透明度与效率。这些改进显著提升了利益分配的透明度和动态适应性, 使模型能够更好地适应跨境电商供应链的复杂性和动态性。未来研究可进一步探索多主体协同优化、跨境政策约束对模型的影响, 以深化理论框架并拓展其在多元化供应链生态中的应用边界, 为跨境电商的可持续发展提供更精准的决策支持。

参考文献

- [1] Fudenberg, D. and Tirole, J. (1991) *Game Theory*. MIT Press.
- [2] 郑燕双, 周廉东, 程普文. 基于 AHP-Shapley 的家电制造业供应链收益分配研究[J]. 科技和产业, 2024, 24(9): 31-36.
- [3] 李双艳, 王星星, 章雅冲, 等. 基于修正 Shapley 值的秸秆回收供应链合作利润分配研究[J]. 物流工程与管理, 2023, 45(12): 43-48.
- [4] 朱一青, 朱耿, 朱占峰. 生态化视域下农产品电商供应链收益分配机制研究[J]. 价格月刊, 2021(11): 81-86.
- [5] 姜昊. 农产品供应链视角下农户联盟绩效最优模式研究[J]. 商业经济研究, 2019(7): 109-112.
- [6] Shapley, L. (1953) A Value for n-Person Games. In: Kuhn, H. and Tucker, A., Eds., *Contributions to the Theory of Games II*, Princeton University Press, Princeton, 307-317. <https://doi.org/10.1515/9781400881970-018>