

“区块链 + 低空经济”双驱赋能农产品电商的影响因素分析

王艺璇, 柯佳鑫

扬州大学商学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2025年6月10日; 录用日期: 2025年6月30日; 发布日期: 2025年8月4日

摘要

农业数字化转型的趋势, 推动了其与电商平台的结合。鉴于农产品需求的独特性, 消费者对相应电商销售全过程的要求程度较高。对此, 创新尝试将区块链与低空经济同电商平台结合, 推动电商销售新形式的变化。通过FVIKOR法对构建的影响因素集进行专家评价分析。结果表明, 过程透明度、配送时效性等是关键影响因素。

关键词

电商平台, 区块链, 低空经济, FVIKOR

Analysis of Influencing Factors for Agricultural E-Commerce under “Blockchain + Low-Altitude Economy” Dual Empowerment

Yixuan Wang, Jiaxin Ke

Business School of Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: Jun. 10th, 2025; accepted: Jun. 30th, 2025; published: Aug. 4th, 2025

Abstract

The agricultural digital transformation drives its integration with e-commerce. Given the unique demand for agricultural products, consumers have strict requirements for e-commerce sales. Blockchain and the low-altitude economy are innovatively integrated with e-commerce to reshape sales

models. Using the FVIKOR method for expert evaluation reveals that process transparency and distribution timeliness are crucial factors.

Keywords

E-Commerce Platform, Blockchain, Low-Altitude Economy, FVIKOR

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

生活水平的提高, 让人们对各种纯天然和零添加的新鲜农产品愈加青睐。同时, 随着互联网技术的不断创新, 电商行业实现井喷式发展。电商平台凭借其便捷性、多选择性以及高效性, 使更多的消费者从线下实体店购物转变为线上电商平台下单。由于全过程环节众多, 在目前的电商销售模式下, 农产品及包裹易出现毁损, 影响消费者体验。

今年, 国家颁布了《2025 年一号文件》, 鼓励农业数字化转型。各省市也出台了相关文件, 指导依托特色产业发展电商。低空经济作为国家战略新兴行业, 已在多方面发挥了作用。区块链因其优势特质, 也被各领域逐步引入。

目前, 对于低空经济同电商平台结合的研究仍处于较为空白的局面。但是, 部分企业及地区已经将低空经济与电商平台的结合投入实践之中。广州黄埔综保区探索“低空经济 + 跨境电商”模式, 用无人机配送跨境电商进口商品, 实现“线下体验、线上下单、快速交付”。而区块链因为提出的时间较早, 相关研究较为丰富。王鹏远(2025) [1]在区块链背景下对农产品电商供应链的运营策略进行研究, 通过模型构建指出电商平台在提供区块链服务时, 需要通过差异化定价等策略, 同时还要控制成本、提高营销投入, 以确保营销活动有足够的资金支持。杨子扬(2024) [2]通过研究区块链的特征及运行框架, 结合淘鲜达生鲜购物平台进行模块研究, 探讨如何将区块链运用到淘鲜达平台的日常使用中, 研究解决其成本、物流、信息完整性三方面的相关问题。

基于此, 认为低空经济与区块链协同进行双驱赋能电商平台的可行性极高, 并且可以有效助力电商平台的新发展。

2. 双驱赋能的影响因素集构建

由于信息不对称以及传统运输方式限制等因素, 当前电商平台机制在产品监管、物流运输效率等方面存在一定缺陷, 且农产品的产品特性对线上销售具有较高要求。在互联网和技术不断创新的情况下, 人们对电商平台机制优化需求增加, 区块链和低空经济的出现为电商机制优化带来新的机遇。

构建区块链和低空经济双驱赋能电商机制的影响因素集需要遵从科学性、全面性原则, 为此在充分搜集相关文献资料的基础上, 结合电商各环节以及消费者的实际需要, 本文从数据价值和安全性、物流运输、产品质量三个维度建立影响因素集来评价区块链和低空经济赋能电商机制的影响情况, 初步为探索关键影响因素奠定基础。构建结果如下表 1。

(1) 过程透明度[3], 即电商交易全过程的信息可溯源程度, 用户、商家、监管方等可及时获取信息, 包括生产、加工、运输、销售等多环节。

(2) 信息安全性[4], 即在电商销售的过程中, 对用户隐私信息、商家商业机密等各类信息数据的保密

能力, 防止信息在采集、存储、交易的过程中产生泄露、篡改和非法利用。信息安全性的提高可以保障消费权益和平台运营秩序。

(3) 数据完整性和准确性, 即相对于传统中心化系统, 区块链的不可篡改和多方共识验证的特性能够保证数据的完整、真实可靠。

(4) 信息共享互通, 即通过技术打破平台、商家、消费者等市场多方的信息壁垒, 实现信息的实时同步, 互利共赢。

(5) 配送时效性, 即用户完成商品订单到商品送达指定地点的时间效率, 本质在于供应链各环节的中转时间的衔接, 直接影响用户体验。配送时间越短, 配送时效性越好。

(6) 物流准确性, 即电商过程中区块链的运用使得订单信息、商品数量、配送地址等是否与用户需求一致, 确保用户收到符合预期的正确产品。物流准确性越高越好。

(7) 运输灵活性, 即运输过程中对环境变化、地形和距离等外部条件的适应和调整能力。低空经济无人机运输可以突破地形限制, 区块链实现决策智能化可提高运输灵活性。

(8) 物流成本[5], 即电商平台运营、物流运输等各环节都需要投入人力, 物力, 财力, 技术的使用可有效提高物流效率, 进而降低成本。

(9) 商品损耗率, 即在各环节中因各种原因导致的商品损坏比例, 不仅包括挤压变形, 还包括变质、丢失、腐烂等。对于消费者来说, 商品损耗越少, 满意度越高。

(10) 产品品质, 即销售产品和服务能否满足消费者需求, 包括产品质量、品牌信誉、产品安全等。区块链和低空经济的运用可以加强市场监管, 保障运输, 从而提高产品品质。

Table 1. Influence factor set of “blockchain + low-altitude economy” dual-drive empowerment of e-commerce

表 1. “区块链 + 低空经济”双驱赋能电商的影响因素集

一级影响因素	二级影响因素
数据价值与安全 A_1	过程透明度 B_1
	信息安全性 B_2
	数据完整性和准确性 B_3
	信息共享互通 B_4
物流运输 A_2	配送时效性 B_5
	物流准确度 B_6
	运输灵活性 B_7
	物流成本 B_8
产品质量 A_3	商品损耗率 B_9
	产品品质 B_{10}

3. 影响因素评价变量处理

假设有 z 个双驱赋能方案(z 个方案 $P_i, i = 1, 2, \dots, z$)参与评选, P_i 在评价指标 $B_j (j = 1, \dots, 10)$ 下的评价值为 x_{ij} 。在复杂模糊的评价场景里, 决策者往往更习惯运用模糊语言变量对定性指标展开评价。因此, 需要先对定性指标实施定性数据的定量化转换。参考文献[6]所示方法将专家给出的模糊语言变量转换成表 2 所对应的三角模糊数。

Table 2. Triangular fuzzy number table corresponding to fuzzy language

表 2. 模糊语言对应的三角模糊数表

模糊语言	三角模糊数	模糊语言	三角模糊数
很小	(0.0, 0.0, 0.2)	大	(0.4, 0.6, 0.8)

续表

小	(0.0, 0.2, 0.4)	很大	(0.6, 0.8, 1.0)
一般	(0.2, 0.4, 0.6)	极大	(0.8, 1.0, 1.0)

转换完成后直接对转换后的三角模糊数进行合成运算即可。设 $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ 和 $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ 分别为两个三角模糊数。涉及到的三角模糊数的运算法则定义如下:

任意两个三角模糊数间的距离:

$$D(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{\sqrt{3}}{3} \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2} \quad (1)$$

将三角模糊数进行去模糊化的公式为:

$$M(\tilde{A}) = \frac{(a_1 + 2a_2 + a_3)}{4} \quad (2)$$

任意三角模糊数 $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ 的标准差:

$$\sigma(\tilde{A}) = \frac{1}{18} (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 - a_1a_2 - a_1a_3 - a_2a_3) \quad (3)$$

比较两个三角模糊数大小的方法为:

若 $M(\tilde{A}) < M(\tilde{B})$, 那么 $\tilde{A} < \tilde{B}$; 若 $M(\tilde{A}) > M(\tilde{B})$, 那么 $\tilde{A} > \tilde{B}$; 若 $M(\tilde{A}) = M(\tilde{B})$, 当 $\sigma(\tilde{A}) > \sigma(\tilde{B})$ 时, $\tilde{A} < \tilde{B}$; 当 $\sigma(\tilde{A}) < \sigma(\tilde{B})$ 时, $\tilde{A} > \tilde{B}$; 当 $\sigma(\tilde{A}) = \sigma(\tilde{B})$ 时, $\tilde{A} = \tilde{B}$ 。

4. 利用 FVIKOR 进行赋能方案选择

VIKOR 方法综合考量了各方案在不同属性上的具体表现, 通过测算每个方案与正理想解、负理想解之间的距离, 实现对各方案的排序, 从而辅助决策者做出最优选择。

基于上述说明并结合评价语言模糊的对策, 评价“区块链 + 低空经济”双驱赋能农产品电商影响因素集的具体方法为:

Step1: 根据建立的评价指标体系, 让专家小组经过多方考量给出相应的定性指标评价结果, 构建出矩阵 $[x_{ij}]_{z \times 10}$ 。

Step2: 将矩阵 $[x_{ij}]_{z \times 10}$ 的结果转换成三角模糊数, 形成矩阵 $[y_{ij}]_{z \times 10}$ 。

Step3: 按照公式(1)、(2)、(3)对矩阵 $[y_{ij}]_{z \times 10}$ 中的三角模糊数进行定量处理。

Step4: 依照熵法根据各指标的重要程度确定其权重向量 $W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_j)^T$ 。指标 B_j 的投影集为 P_{ij} , 其计算公式为:

$$P_{ij} = M(\tilde{y}_{ij}) / \sum_{i=1}^z M(\tilde{y}_{ij}) \quad (4)$$

则 P_{ij} 的熵 E_j 的计算公式为:

$$E_j = - \left(\frac{1}{\ln z} \right) \sum_{i=1}^z P_{ij} \ln P_{ij} \quad (5)$$

由此可以得出指标 C_j 的权重 ω_j 为:

$$\omega_j = (1 - E_j) / \sum_{j=1}^{10} (1 - E_j) \quad (6)$$

Step5: 确定每个指标下的正理想解和负理想解。

计算正理想解 $Y^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_{10}^+)$, 其中

$$y_j^+ = \max\{y_{ij}\} \text{ (对于效益型指标)}$$

$$y_j^+ = \min\{y_{ij}\} \text{ (对于成本型指标)}$$

计算负理想解 $Y^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_{10}^-)$, 其中

$$y_j^- = \min\{y_{ij}\} \text{ (对于效益型指标)}$$

$$y_j^- = \max\{y_{ij}\} \text{ (对于成本型指标)}$$

Step6: 计算群体效用值 S_i 和个体遗憾值 R_i , 公式如下:

$$S_i = \sum_{j=1}^{10} \omega_j D(y_j^+, y_{ij}) / D(y_j^+, y_j^-) \tag{7}$$

$$R_i = \max\{D(y_j^+, y_{ij}) / D(y_j^+, y_j^-)\} \tag{8}$$

Step7: ν 为“大多数准则”的决策机制系数, $S^+ = \max\{S_i\}$, $S^- = \min\{S_i\}$, $R^+ = \max\{R_i\}$, $R^- = \min\{R_i\}$, 求解 Q_i :

$$Q_i = \nu(S_i - S^-) / (S^+ - S^-) + (1 - \nu)(R_i - R^-) / (R^+ - R^-) \tag{9}$$

当 $\nu > 0.5$ 时, 表明是根据大多数人的意见进行决策; 当 $\nu = 0.5$ 时, 表明是根据赞同的情况进行决策; 当 $\nu < 0.5$ 时, 表明是根据拒绝的情况进行决策。

Step8: 对各方案最终的 Q_i 进行排序, 数值越小的排名越高。将按照此规则排名第一的方案假设为 P_1 , 排名第二的方案为 P_2 。条件 1: $Q(P_1) - Q(P_2) \geq 1/(z-1)$ 。条件 2: 方案 P_1 在 S 或 R 中也是排序第一的。

a) 若条件 1 和 2 均满足, 那么 P_1 为最优方案;

b) 若不满足条件 1, 根据公式 $Q(P_z) - Q(P_1) < 1/(z-1)$ 计算出最大的 X , P_1, P_1, \dots, P_z 都贴近理想方案;

c) 若不满足条件 2, 则 P_1 和 P_2 为折衷解。

5. 专家评价结果分析

为探索区块链和低空经济赋能农产品电商的关键影响因素, 本文通过实例分析区块链和低空经济技术运用对电商优化的作用和影响, 邀请专家小组对 P_1, P_2, P_3, P_4 四种方案从过程透明度、物流时效性、商品品质等十个影响因素进行评价, 最后通过计算对比四个方案区别, 找出最佳方案, 探究出更为重要的指标。基于 FVIKOR 方法的评价方法步骤如下:

第一步, 总结专家小组依据各指标所给评价, 形成初始评价矩阵 $[x_{ij}]_{4 \times 10}$, 如表 3 所示。

Table 3. Initial evaluation matrix of each scheme $[x_{ij}]_{4 \times 10}$

表 3. 各方案的初始评价矩阵 $[x_{ij}]_{4 \times 10}$

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}
P_1	一般	极大	一般	小	一般	很大	一般	大	一般	很大
P_2	一般	大	大	一般	大	一般	小	很大	大	一般
P_3	大	一般	一般	小	很大	极大	大	一般	很大	大
P_4	很大	一般	大	一般	极大	一般	一般	小	一般	极大

第二步, 结合模糊语言和三角模糊数转换表, 将语言评价定量化, 得出模糊评价矩阵, 见表 4。

Table 4. Fuzzy evaluation matrix of each scheme $[y_{ij}]_{4 \times 10}$

表 4. 各方案的模糊评价矩阵 $[y_{ij}]_{4 \times 10}$

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
P_1	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.8, 1.0, 1.0)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.0, 0.2, 0.4)	(0.2, 0.4, 0.6)
P_2	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.4, 0.6, 0.8)
P_3	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.0, 0.2, 0.4)	(0.6, 0.8, 1.0)
P_4	(0.6, 0.8, 1.0)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.8, 1.0, 1.0)
	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}
P_1	(0.6, 0.8, 1.0)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.6, 0.8, 1.0)
P_2	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.0, 0.2, 0.4)	(0.6, 0.8, 1.0)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.2, 0.4, 0.6)
P_3	(0.8, 1.0, 1.0)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.6, 0.8, 1.0)	(0.4, 0.6, 0.8)
P_4	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.0, 0.2, 0.4)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.8, 1.0, 1.0)

第三步, 进行去模糊化, 根据熵值法确定十个影响因素的权重 ω , 权重为 $W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{10}) = (0.08, 0.12, 0.04, 0.1, 0.08, 0.13, 0.11, 0.19, 0.08, 0.08)$ 。

第四步, 根据模糊评价矩阵 $[y_{ij}]_{4 \times 10}$ 确定各影响因素的正理想解和负理想解, 即 y_j^+ 、 y_j^- 。结果见表 5。

Table 5. Positive ideal solution y_j^+ and negative ideal solution y_j^- of each scheme

表 5. 各方案的正理想解 y_j^+ 和负理想解 y_j^-

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
y_j^+	(0.6, 0.8, 1.0)	(0.8, 1.0, 1.0)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.8, 1.0, 1.0)
y_j^-	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.0, 0.2, 0.4)	(0.2, 0.4, 0.6)
	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}
y_j^+	(0.8, 1.0, 1.0)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.0, 0.2, 0.4)	(0.6, 0.8, 1.0)	(0.8, 1.0, 1.0)
y_j^-	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.0, 0.2, 0.4)	(0.6, 0.8, 1.0)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.2, 0.4, 0.6)

第五步, 依据公式计算出 4 种方案的 S_i 、 R_i 、 Q_i 值, 其中 $\nu = 0.5$, 结果见表 6。

Table 6. Calculation results of the VIKOR method

表 6. VIKOR 方法的计算结果

	S_i	R_i	Q_i
P_1	0.61	0.12	0.34
P_2	0.75	0.19	1
P_3	0.43	0.12	0.07
P_4	0.38	0.13	0.06

第六步, 根据计算结果可知排序第一第二的方案分别是 P_4 , P_3 , $Q_3 - Q_4 = 0.1 < 1/(4-1)$, 不满足条件一, 经计算比较得知, P_4 , P_3 均为折衷解。

6. 结论

本文基于 FVIKOR 方法, 在深入研究现有电商平台不足的基础上, 从数据价值和安全性、物流运输、产品质量三个维度构建评价指标进行评价, 并通过该方法对四个方案进行实例分析。

计算比后发现过程透明度高、配送时效性提高、物流成本的降低和产品质量的提高是区块链和低空经济赋能电商的关键影响因素。区块链和低空经济通过技术创新和产业融合,在电商领域形成协同效应,推动电商效益和消费者体验双重飞跃。区块链信息溯源通过分布式账本,可对商品从生产和交易信息全流程追溯,有效地保证了交易过程信息的可获得性。低空经济的无人机运输突破传统物流限制,优化物流节点,提高物流效率,有效节省了物流成本。二者技术的融合运用,区块链将低空经济运输数据纳入溯源程序,实现数据共享,智能优化运输路径,有效降低运输纠纷。低空经济配备保鲜设备且提高时效性可有效保障商品品质,减少损耗,提高用户满意度。区块链和低空经济在这四个方面优化现有电商机制,为农产品电商优化提供高效、可行的新思路。

因此本文有效地将模糊的评价指标定量化找出关键影响因素,为区块链和低空经济双驱赋能农产品电商提供了参考借鉴。

参考文献

- [1] 王鹏远. 区块链背景下农产品电商供应链的运营策略研究[J]. 物流科技, 2025, 48(3): 137-142+165.
- [2] 杨子扬. 区块链在生鲜电商行业的管理运用——基于淘鲜达的实例研究[J]. 时代经贸, 2024, 21(12): 45-48.
- [3] 崔心悦. 基于区块链的电商供应链物流管理模式优化研究[J]. 中国储运, 2024(9): 119-120.
- [4] 韩璇, 袁勇, 王飞跃. 区块链安全问题: 研究现状与展望[J]. 自动化学报, 2019, 45(1): 206-225.
- [5] 桂鹏飞. 低空经济视角下河北省低空物流发展机遇与对策[J]. 中国物流与采购, 2025(7): 109-110.
- [6] Rouhani, S., Ghazanfari, M. and Jafari, M. (2012) Evaluation Model of Business Intelligence for Enterprise Systems Using Fuzzy TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, **39**, 3764-3771. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.09.074>