

基于交叉效率DEA方法和Malmquist指数法的 电商产业效率评估

卜 阳

贵州大学管理学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2024年4月2日; 录用日期: 2024年4月17日; 发布日期: 2024年5月31日

摘 要

电子商务是信息社会的产物, 在降低贸易门槛和创造就业机会方面发挥了重要作用, 评估其经营效率有利于该产业的健康发展。本文使用交叉效率DEA方法评估了中国30个省级电商产业在2017~2020年间的经营效率, 并使用Malmquist指数法探究了效率演变情况。得到的主要结论如下: (1) 中国电商产业没有一个地区的经营效率达到1, 整体上存在较大提升空间。(2) 中国电商经营效率呈现从南到北的高-低-高的分布格局。(3) 电商产业的规模收益状态处于全程非增或波动变化的地区居多。(4) 在研究期间, 电商效率的平均Malmquist指数、技术变化指数和效率变化指数都呈现先进步、再倒退、最后进步的变化趋势, 技术变化指数主导了Malmquist指数的变化。文章的最后提出了相应政策建议。

关键词

电子商务产业, 效率评估, 交叉效率DEA方法, Malmquist指数法

Efficiency Evaluation of E-Commerce Industry Based on Cross-Efficiency DEA Method and Malmquist Index Method

Yang Bu

School of Management, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Apr. 2nd, 2024; accepted: Apr. 17th, 2024; published: May 31st, 2024

Abstract

E-commerce is the product of the information society, playing an important role in terms of lo-

wering trade barriers and creating employment opportunities. Evaluating its operational efficiency is conducive to the healthy development of the industry. This paper uses the cross-efficiency DEA method to evaluate the operational efficiency of 30 provincial-level e-commerce industries in China from 2017 to 2020, and uses Malmquist index method to explore the efficiency evolution. The main conclusions obtained are as follows: (1) The operational efficiency of China's e-commerce industry has not reached 1 in any region. There is significant room for improvement overall. (2) The operational efficiency of China's e-commerce industry displays a distribution pattern of high-low-high from north to south. (3) The scale return status of the e-commerce industry is non increasing entirely or fluctuating in most regions. (4) During the research period, the average Malmquist index, technology change index, and efficiency change index of e-commerce efficiency all display the trend of first improving, then regressing, and finally improving. The technology change index dominates the change of the Malmquist index. Corresponding policy recommendations are proposed at the end of the paper.

Keywords

E-Commerce Industry, Efficiency Evaluation, Cross-Efficiency DEA Method, Malmquist Index Method

Copyright © 2024 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

党的二十大报告提出，要“加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合”。作为数字经济的重要载体，电子商务是“数字强国”战略的重要砥柱。《中国数字贸易发展报告》指出，中国 2022 年的电子商务销售总额达到了 45 亿人民币，是全球规模最大、最具活力的电商市场。然而，电商产业在蓬勃发展的同时，仍存在突出的不平衡、不充分问题[1]，存在企业的核心竞争力与高质量发展要求不匹配的问题。效率可以度量电商产业的竞争能力，有助于优化业务并指导相关产业做大做强，因而是电商经营者长期关注的方面[2]。

效率评估的工具可以分为两类，一类是主观权重法，一类是客观权重法。数据包络分析(DEA)方法是客观权重法的代表，客观的评估权重可以提高效率结果的可接受程度。DEA 方法在电商产业的效率评估中已经得到了广泛应用。乔晗等(2023)利用两阶段关联 DEA 模型将社群电商的经营过程划分为“拉新获客”和“用户转化”两个子阶段，然后评估了新疆社群电商的经营效率，研究发现“拉新获客”阶段的综合效率和规模效率都低于“转化阶段”[3]。彭小珈(2023)使用方向性距离函数 DEA 方法评估了 31 个省级电商产业在 2016~2021 年的效率，并通过回归模型识别出影响效率的因素，研究发现大部分地区的电商产业已进入规模报酬递减阶段[4]。使用超效率 DEA 方法和区间层次分析法，杜志平和张盟(2020)评估了东方财富网上 4 家具有跨境电商物流服务的上市物流公司在 2018 年的经营效率[5]。贾铨和夏春萍(2020)使用 DEA 方法和 Tobit 模型测算了 2018 年重庆 38 个县域农产品电商的经营效率及其影响因素，然后使用解释结构模型探究了不同要素之间的层级关系，研究发现，重庆县域农产品电商效率在西南 - 东北区域上较高，在西北和东南方向上较低[6]。尽管上述研究已经将电商行业的效率评估研究深入化，但仍存在不足之处。具体来讲，上述使用的 DEA 方法允许每个评估对象选择最有利于自身的权重集，但每个对象选择的权重集并不相同，这会带来不公正的评估结果[7]。

为了克服上述不足,本文引入了交叉效率 DEA 方法,确保效率结果综合考虑了所有评估对象所倾向的权重集,然后使用 Malmquist 指数法探究了效率的动态演化趋势。实证部分将 30 个省级电商产业作为研究对象,本文将 30 个省级电商产业作为实证研究对象,分析了它们在 2017~2022 年的交叉效率得分、效率的地域分布情况、规模收益状态以及动态演变情况,最后得出了结论并提出了相关政策建议,以期为中国电商产业的发展提供理论和实践指导。

2. 研究方法

2.1. 交叉效率 DEA 方法

BCC 模型是经典的 DEA 模型之一,可以度量规模收益可变假设下的效率值[8]。假设有 N (n 为索引) 个研究对象,每个对象有 I 个投入 x_{in} (i 为索引) 和 R 个产出 y_{rn} (r 为索引),评估其效率的 BCC 模型为:

$$\begin{aligned} \max E_{kk} &= \frac{\sum_{r=1}^R \mu_r y_{rk} + u_0}{\sum_{i=1}^I v_i x_{ik}} \\ \text{s.t. } 0 \leq E_{nk} &= \frac{\sum_{r=1}^R \mu_r y_{rn} + u_0}{\sum_{i=1}^I v_i x_{in}} \leq 1, \forall n \\ v_i, \mu_r &\geq \varepsilon, u_0 \text{ 自由取值} \end{aligned} \quad (1)$$

其中, v_i 和 μ_r 分别为投入和产出的权重,将它们限制在一小数 ε 之上,以保证所有指标都被考虑到。 u_0 是表征规模收益状态的变量,当它分别大于、等于和小于 0 时,表示目标对象处于规模收益递增、不变和递减状态[9]。模型(1)的含义是目标对象在所有对象效率处于 [0, 1] 范围的前提下,选择最大化自身效率的权重集。

然而,模型(1)得到的权重集是最有利于目标对象的,这可能会引起其他评估对象的不满。为了增加效率结果的信服力, Sexton 等(1986)提出了交叉效率 DEA 方法,其效率得分平衡了所有评估对象所倾向的权重[10]。具体地,使用 E_{nk} 表示第 k 个对象在第 n 组最优权重(最有利于第 n 个对象)下的效率值,将第 k 个对象的真实效率表示为它在 N 组权重下效率的平均值:

$$E_k = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N E_{nk} \quad (2)$$

2.2. Malmquist 指数法

上述得到的交叉效率结果属于静态范畴,不同时期的效率值无法直接进行比较,因为它们使用的评估前沿是不同的。为了获取效率的动态演变情况,引入 Malmquist 指数法。Malmquist 指数(MI)表示为效率变化指数(TCI)和效率变化指数(ECI)的乘积,TCI 表示效率前沿的变化情况,ECI 表示真实效率的变化情况。三项指数大于、等于和小于 1 分别表示相应指数提高、不变和降低[11] [12],它们的计算公式为:

$$MI_k^{t \rightarrow t+1} = ECI_k^{t \rightarrow t+1} \times TCI_k^{t \rightarrow t+1} = \frac{E_k^{t+1}}{E_k^t} \times \sqrt{\frac{E_k^{t \rightarrow t+1}}{E_k^{t+1}} \cdot \frac{E_k^t}{E_k^{t \rightarrow t+1}}} \quad (3)$$

公式(3)中, E_k^t 和 E_k^{t+1} 分别表示第 k 个对象在 t 和 $t+1$ 时期的效率值, $E_k^{t \rightarrow t+1}$ 表示基于 t 时期前沿得到的 $t+1$ 时期效率, $E_k^{t+1 \rightarrow t}$ 表示基于 $t+1$ 时期前沿得到的 t 时期效率。

2.3. 评估体系

本文旨在评估中国 30 个省级¹ 电商产业在 2017~2022 年的经营效率情况。参考以往的文献[13] [14]，并兼顾数据的可得性，选取就业人员数、营业资金、销售额、快递数量、电信业务收入和互联网流量消耗 6 个指标来构建指标体系。根据“投入越小越好，产出越大越好”的原则，将就业人员数和营业资金归类为投入，将销售额、快递数量、电信业务收入和互联网流量消耗归类为产出，如表 1 所示。所需指标的数据来源于《中国统计年鉴》和《中国第三产业统计年鉴》，其中，就业人员数和营业资金数据通过有电商交易的企业比重数据折算得到。

Table 1. Efficiency evaluation system for e-commerce industry

表 1. 电商产业效率评估体系

类型	名称	解释	单位
投入	就业人员数	劳动力	万人
	营业资金	资本	亿元
产出	销售额	整体期望产出	亿元
	快递数量	线下期望产出	万件
	电信业务收入	线上期望产出	亿元
	互联网流量消耗	网民参与度	万 GB

3. 结果与讨论

3.1. 交叉效率结果分析

使用模型(1)和公式(2)计算得到 30 个省级电商产业的效率值，将各地区的年度平均值展示在图 1 中。可以看到，效率得分的各地区总体平均水平为 0.561，说明中国电商产业整体上尚存在一定的进步空间。有 13 个地区的交叉效率值高于总体平均水平，17 个地区低于总体平均水平，说明大部分地区电商产业的经营状况较差。又考虑到分布在总体平均水平两侧的地区数相差不大，可以说电商产业经营的地区差异性处于合理范围内。就地区来看，没有达到前沿(效率为 1)的地区，说明没有 1 个地区能在所有投入和产出生产率上成为标杆，每个地区都需要向其它地区学习经营经验。辽宁的交叉效率最高(0.925)，该地区具有沿海和沿边的区位优势，对外贸易较为发达。此外，该地区的第一产业规模较大，高质量的农业和渔业产品使得农村电商较为活跃[15]。北京的交叉效率最低(0.317)，这与北京电商的繁荣景象似乎并不吻合，可能的原因是其它地区所选择的权重集并不利于北京获得高效率。

3.2. 电商效率的地理分布情况

电商产业的发展与地区的经济水平和信息化程度密切相关，为探究中国电商效率的地理分布规律，将 30 个省级地区划分为 2 类：效率高于 0.5 和低于 0.5，每类效率区间包含的地区见表 2。分析发现，全国电商产业的效率分布呈现北方高、中部低、南方高的分布趋势。具体地，北方 11 个地区效率较高，包括新疆、甘肃、内蒙古、宁夏、山西、河南、河北、天津、辽宁、吉林和黑龙江。中部 11 个地区效率较低，包括青海、四川、陕西、重庆、湖北、湖南、江西、福建、安徽、江苏和山东。南方 4 个地区效率较高，包括云南、贵州、广西和广东。其余 4 个地区的效率状况与临近地区差异较大，它们分别是北方

¹ 因西藏、台湾、香港和澳门因数据不完整，因此本文在研究时并未选择该四个省级行政单位的数据。

的北京(效率偏低)、中部的上海和浙江(效率偏高)、还有南方的海南(效率偏低)。

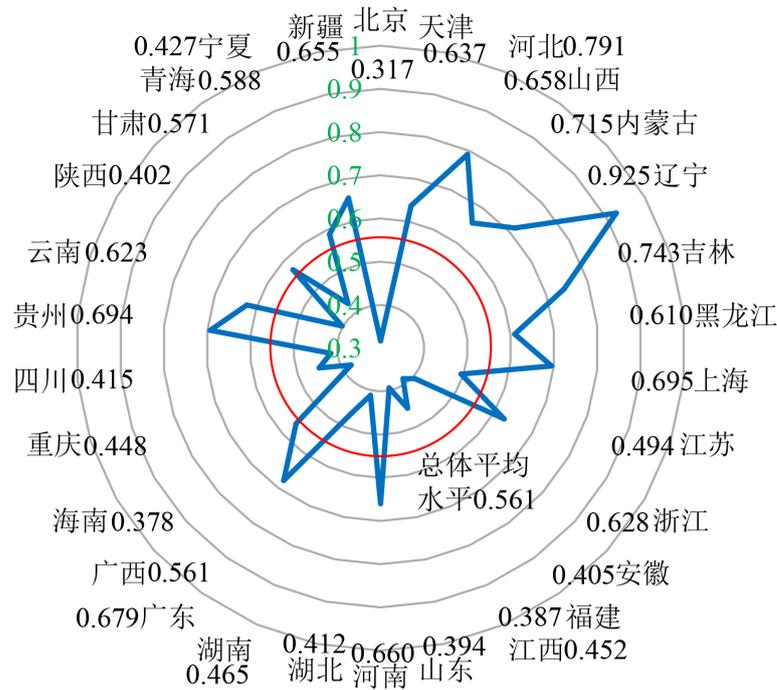


Figure 1. Annual average cross-efficiency value of e-commerce industry in different regions

图 1. 各地区电商产业的年度平均交叉效率值

Table 2. Regions located in different efficiency ranges

表 2. 处于不同效率区间的地区

效率区间	地区(效率由低至高排列)
[0, 0.5]	北京、海南、福建、山东、陕西、安徽、湖北、四川、青海、重庆、江西、湖南、江苏、广西
(0.5, 1]	甘肃、宁夏、黑龙江、云南、浙江、天津、新疆、山西、河南、广东、贵州、上海、内蒙古、吉林、河北、辽宁

3.3. 各地区的规模收益状态

规模收益状态可以反映当前经营对投入要素的利用情况,通过观察模型(1)中 u_0 的符号可以判断电商产业的规模收益状态。根据所得结果,可以将 30 个地区的规模收益变化划分为 6 种类型(见表 3): 全程不变、全程非增、全程非减、先增后减、先减后增和波动变化。规模收益处于全程不变状态的地区有 2 个,是上海和浙江,它们可以考虑继续增加投入,但需要控制数量以防止规模收益进入递减状态。规模收益处于全程非增状态的地区有 10 个,是北京、江苏、山东、河南、广东、四川、贵州、云南、河北、辽宁,强烈鼓励这些地区扩大生产规模。规模收益处于全程非减状态的地区有 5 个,是天津、海南、青海、宁夏、内蒙古,它们需要缩小生产规模,精打细算,提升单位投入的产出以提升效率。安徽的生产规模处于先增后减状态,湖南处于先减后增状态,其余 11 个(山西、吉林、黑龙江、福建、江西、湖北、广西、重庆、陕西、甘肃、新疆)地区波动变化,它们需要根据最后一个年度的生产规模状态来计划未来的投入,如果规模收益在最后一个年度递增,则增加投入,反之则不然。

Table 3. Regions in different scale return status
表 3. 处于不同规模收益状态的地区

规模收益状态	地区
全程不变	上海、浙江
全程非增	北京、江苏、山东、河南、广东、四川、贵州、云南、河北、辽宁
全程非减	天津、海南、青海、宁夏、内蒙古
先增后减	安徽
先减后增	湖南
波动变化	山西、吉林、黑龙江、福建、江西、湖北、广西、重庆、陕西、甘肃、新疆

3.4. 动态演变分析

为了探究各地区电商产业的效率变化情况及变化的根源，使用公式(3)计算 MI、ECI 和 TCI 的值，并将它们的地区平均值绘制在图 2 中。可以看到，MI 的变化趋势呈现一个“V”字形，先从 2017~2018 年的 2.049 下降到 2020~2021 年的 0.413，然后又提升到 2021~2022 年的 1.353。在前 3 个时间段和第 5 个时间段，MI 大于 1，表明全国电商产业的整体表现处于进步状态。在第 4 个时间段，MI 小于 1，表明整体表现处于倒退状态。这一时期，中国抗击新冠肺炎疫情的工作正处于关键阶段，这是造成电商产业整体表现不佳的重要因素。至于整体表现的变化到底是来源于前沿还是真实效率，则需要分析 TCI 和 ECI 的情况。可以看到，TCI 的变化趋势同样呈现一个“V”字，但变化幅度小于 MI。在前 3 个和第 5 个时间段，TCI 大于 1，说明电商产业的效率前沿处于进步状态。在第 4 个时间段，TCI 小于 1，说明前沿处于倒退状态。ECI 的变化趋势依然呈现“V”字型，但整体波动不到 0.16，几近于一条直线。在前两个和后两个时间段，ECI 大于 1，说明真实效率处于进步状态，在第 3 个时间段，ECI 小于 1，真实效率处于倒退状态。对比三种指数可以看到，TCI 和 MI 的变化趋势相同，说明前沿的变化主导了电商产业整体表现的变化。此外，在 2019~2020 年，电商产业整体表现的进步得益于前沿的进步。在 2020~2021 年，整体表现的进步得益于真实效率的进步。在其余时间段，整体表现的进步是前沿和真实效率共同影响的结果。

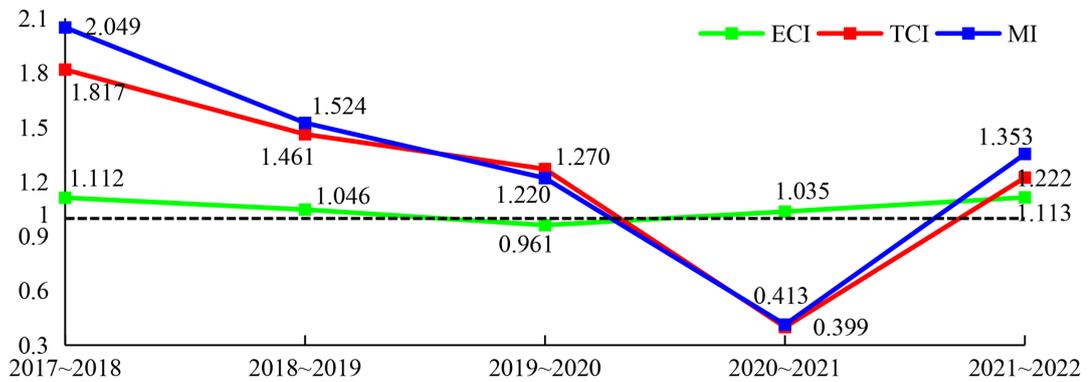


Figure 2. Regional average Malmquist index of operational efficiency in the e-commerce industry
图 2. 电商产业经营效率的地区平均 Malmquist 指数

4. 总结

为了分析 2017~2022 年中国 30 个省级电商产业的发展状况，本文引入了交叉效率 DEA 方法，在效率评估过程中综合考量了所有评估对象的权重倾向，所得效率结果更具说服力，这在以往的相关研究中

较为少见。此外，本文使用 Malmquist 指数法分析了经营效率的动态变化情况。

通过实证研究得到的结论如下：(1) 在研究期间，中国电商产业经营效率的总体平均水平为 0.561，没有 1 个地区达到最优效率。(2) 中国电商产业的效率由北向南大致呈现高 - 低 - 高的分布格局，仅有北京、上海、浙江和海南 4 地的效率状况与这种格局不符。(3) 大部分地区的规模收益处于全程非增或波动变化状态。(4) 中国电商产业的平均 Malmquist 指数、技术变化指数和效率变化指数都呈现“V”字演变趋势，都整体表现出进步 - 倒退 - 进步的发展状况；平均 Malmquist 指数的动态演变主要受技术变化指数的影响。

就上述结论，提出如下具有针对性的政策建议：(1) 着力打造电商产业示范基地。中国电商产业不存在效率为 1 的地区，说明不存在一个在各方面都值得效仿的“领头羊”角色。政府应当出台政策并整合资源，在适宜地区打造电商产业的示范城市、县城和村镇，为中国电商产业发展引领方向和开辟道路。该示范区同时承担着电商培训工作，开发电商辅助技术，传授电商经营技巧，培养信息技术人才，以助力中国电商产业的高质量发展。(2) 大力加强电商产业的基础设施建设。电商产业的基础设施包括线上和线下两部分，线上要扩大网络运营服务的覆盖人群，推进互联网传输新技术的研发，规范电商平台的市场准入和运营规则，运用创新驱动引领的思路不断提升远程服务水平。线下要完善物流交通网络，优化供应链管理体系，提升快递配送从业者福利，打通偏远地区的货物运输渠道，保障消费者的售后权益，使数字技术进步和现代交通建设惠及更多人。(3) 加强地区间的协同进步。本文的研究结果表明电商产业的经营效率具有一定的区域关联性，因此，电商企业要敢于突破地理和行政区划，同高效率地区的同类型企业展开深入对话，建立企业间的战略合作伙伴关系，在技术和服务等多个方面取长补短。依托国家的区域协调发展战略进行成长，将政策引领作为发展的指导方针之一，逐步实现电商界的“共同富裕”。(4) 及时优化调整投入要素。规模收益状态反映了电商行业的投入利用水平，企业要根据当前的规模收益状态及时调整后续的投入要素，以确保企业运营处于最优生产状态，强烈鼓励运用实时信息系统监管运营状态。建立电商企业间的资源互助平台，通过要素在行业间重新配置的方式来提高要素的利用效率，激励企业在服务上深入竞争。

本文的工作尚有值得拓展之处。首先，本文使用“黑箱”结构来表现电商产业的经营过程，这无法识别效率低下的环节，后续可以使用网络结构。其次，有关电商行业的省域数据较为缺乏，导致结果与真实情况存在偏差，后续可以考虑从相关部门求取更多数据。

参考文献

- [1] 常梅, 王美强. 中国上市电商企业综合绩效研究——基于生产运营和资本运作视角[J]. 技术经济, 2022, 41(10): 149-160.
- [2] 彭小珈, 周发明. 农村电商经营效率研究——基于消费品下行的模型分析[J]. 农业技术经济, 2018(12): 111-118.
- [3] 乔晗, 吕昊屹, 罗文超, 等. 基于两阶段关联 DEA 模型的社群电商效率测度与提升路径研究——以新疆社群电商企业为例[J]. 运筹与管理, 2023, 32(11): 64-71.
- [4] 彭小珈. 中国电商行业生产效率测度及其影响因素——基于 2016-2021 年省域数据的 DEA 和面板回归模型[J]. 吉首大学学报(社会科学版), 2023, 44(6): 61-71.
- [5] 杜志平, 张盟. 跨境电商物流企业绩效评价[J]. 统计与决策, 2020, 36(21): 181-184.
- [6] 贾铖, 夏春萍. 信息技术视角下县域农产品电商绩效评估及其影响因素分析[J]. 中国农业大学学报, 2020, 25(7): 183-195.
- [7] Liu, D. and Chen, Q. (2022) A Regret Cross-Efficiency Ranking Method Considering Consensus Consistency. *Expert Systems with Applications*, 208, Article ID: 118192. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118192>
- [8] 燕翔, 冯兴元. 农村中小银行的经营效率研究——基于 DEA-BCC 模型和 DEA-Malmquist 指数模型的分析[J]. 金融监管研究, 2021(11): 1-17.

-
- [9] 吴冠雄. 基于 DEA 的我国纯电动汽车制造业上市公司经营绩效评价[J]. 电子商务评论, 2024, 13(1): 396-403.
- [10] Sexton, T.R., Silkman, R.H. and Hogan, A.J. (1986) Data Envelopment Analysis: Critique and Extensions. *New Directions for Program Evaluation*, **32**, 73-105. <https://doi.org/10.1002/ev.1441>
- [11] 范纪松, 童昱瑶, 高俊, 等. 陆军合成作战单元 DEA-Malmquist 指数模型战斗效率评估[J]. 现代防御技术, 2024(3): 1-7.
- [12] Ding, L., Lei, L., Wang, L. and Zhang, L. (2020) Assessing Industrial Circular Economy Performance and Its Dynamic Evolution: An Extended Malmquist Index Based on Cooperative Game Network DEA. *Science of the Total Environment*, **731**, Article ID: 139001. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139001>
- [13] 李金秋. 电商平台发展、交通基础设施对农产品流通效率影响的实证分析[J]. 商业经济研究, 2023(20): 119-123.
- [14] 郭娜, 陈惠. 京津冀地区农村电商发展效率研究——基于 DEA 模型的分析[J]. 价格理论与实践, 2023(2): 170-174.
- [15] 车兴龙. 乡村振兴战略背景下辽宁省农村电子商务可持续发展研究[J]. 商场现代化, 2023(21): 25-27.