

基于GM(1,1)模型的我国农村电子商务交易额预测及发展路径研究

董嘉赫

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年5月8日; 录用日期: 2025年5月27日; 发布日期: 2025年6月26日

摘要

本文以我国农村电子商务交易额为研究对象, 基于2016~2022年统计数据, 运用灰色预测模型GM(1,1)对未来十年发展趋势进行预测。实证结果显示, 模型精度等级为一级(后验差比 $C = 0.28875$, 小误差概率 $P = 1$), 预测2032年农村电商交易额将突破6万亿元, 年均增长率达15.6%。结合政策环境与产业现状, 提出完善物流网络、优化数字基础设施、加强农产品品牌建设等策略, 为乡村振兴背景下农村电商的可持续发展提供决策支持。

关键词

农村电子商务, GM(1,1)模型, 交易额预测, 乡村振兴

A Study on the Forecast of Rural E-Commerce Transaction Volume and Development Path in China Based on the GM(1,1) Model

Jiahe Dong

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: May 8th, 2025; accepted: May 27th, 2025; published: Jun. 26th, 2025

Abstract

This study takes the transaction volume of rural e-commerce in China as its research object. Based

文章引用: 董嘉赫. 基于 GM(1,1)模型的我国农村电子商务交易额预测及发展路径研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(6): 2770-2777. DOI: 10.12677/ec.2025.1462051

on statistical data from 2016 to 2022, the grey prediction model GM(1,1) is employed to forecast development trends over the next decade. Empirical results demonstrate that the model achieves first-grade precision (posteriori error ratio $C = 0.28875$, small error probability $P = 1$), predicting that rural e-commerce transactions will exceed 6 trillion yuan by 2032, with an annual growth rate of 15.6%. Considering the policy environment and industrial status quo, strategic recommendations are proposed including improving logistics networks, optimizing digital infrastructure, and strengthening brand building of agricultural products. These recommendations offer strategic guidance for advancing sustainable rural e-commerce development within the framework of rural revitalization initiatives.

Keywords

Rural E-Commerce, GM(1,1) Model, Transaction Volume Prediction, Rural Revitalization

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. 引言与文献综述

随着数字经济的不断深化,农村电商已成为促进乡村振兴和城乡资源流通的关键引擎。近年来,中国农村电商市场规模持续扩大。根据农业农村部的数据,截至2024年前三季度,全国农村网络零售额已达到1.7万亿元,同比增长12.2%¹。然而,农村电商的快速发展也面临基础设施薄弱、人才短缺、物流效率不足等多重挑战。本文通过梳理近年来相关研究,系统分析农村电商对消费升级、创业增收及经济发展的促进作用,总结现存问题并提出高质量发展路径,以期乡村振兴战略下的农村电商研究与实践提供理论支持。研究表明,电商下乡显著提升了农村家庭的消费水平。赵素燕(2025) [1]指出,电商不仅通过“消费创造效应”激发新需求,还通过“创业拉动效应”促进增收,形成消费升级与收入增长的良性循环。例如,山东省2024年农村居民人均消费支出增长7.3%,农产品网上零售额同比增长16.3%,印证了电商对消费扩容的推动作用。张俊、张丹(2025) [2]强调,电商物流通过缩短供应链、降低交易成本,促进了农产品上行与工业品下乡的双向流通。吴燕媚(2025) [3]进一步指出,电商平台通过线上线下融合模式(如“电商+农村产业”),推动传统农业向垂直化、规模化发展,形成新型产业链生态。例如,“齐鲁农超”等直播电商平台通过整合区域特色农产品,带动了乡村旅游、休闲农业等新业态的协同发展。孙禹(2025) [4]的实证研究表明,受教育程度高、身体状况良好的农户更能通过电商实现收入增效,且对经营性收入(如农产品销售)和非经营性收入(如物流服务)的提升均具有显著影响。其机制在于电商通过扩大生产规模、优化人力资本配置(如培训新农人)和社会资本积累(如供应链合作),释放农村发展潜力。但是目前农村电商发展仍存在诸多限制因素。余花、李学卫(2025) [5]指出,农村电商发展面临内生动力不足、综合服务体系不完善等问题。具体表现为:农民电商技能欠缺、品牌意识薄弱,导致农产品标准化程度低;市场监管与质量保障体系滞后,影响消费者信任。例如,部分农村地区因物流网络分散、冷链设施不足,导致生鲜农产品损耗率居高不下。简瑜莎、张长江(2024) [6]与高滢楠(2024) [7]均强调,物流体系不健全是制约农村电商高质量发展的核心问题。偏远地区配送成本高、时效性差,加之农村物流人才匮乏,导致“最后一公里”难题突出。此外,新媒体技术(如短视频营销、大数据分析)在农村电商中的应用不足,限制了市场精准触达能力。研究显示,农村电商发展呈现显著的区域分化。东部沿海及一线

¹数据来源:国家统计局。

城市周边地区因基础设施完善、消费能力较强而增长迅速，而中西部地区受限于网络覆盖率和物流密度，增速相对滞后。尽管国家政策大力支持，但部分地方仍存在财政补贴落实不到位、跨部门协同不足等问题，削弱了政策效果。王育琴(2025) [8]通过研究数字乡村赋能农村电子商务数字化的内在机理，分析甘肃省农村电子商务数字化建设现状及其数字化转型的困境，发现农村信息化基础设施薄弱、电商供应链体系尚不健全、电商专业人才短缺等限制着甘肃省农村电子商务数字化转型的进程。对此，一些学者提出了以下高质量发展路径。余花、李学卫(2025) [5]提出需从三方面入手：一是建立“政府引导 + 企业主导 + 农民参与”的协同机制，完善电商培训与金融支持政策；二是推动农产品品牌化与标准化，强化质量追溯体系；三是探索“智慧物流 + 社区团购”等新模式，提升末端配送效率。例如，山东省通过“齐鲁新农人”直播大赛培育本土电商人才，同时依托“好品山东”品牌矩阵增强市场竞争力。吴燕媚(2025) [3]建议加快信息化建设，推动 5G、物联网等技术在仓储管理、智能调度中的应用，降低物流成本。同时，深化农文旅融合，通过电商平台推广休闲农业路线，吸引城市消费回流乡村。高滢楠(2024) [7]则强调需加强新媒体技术应用，如利用短视频平台提升农产品曝光率，并建立县域电商直播基地。王育琴(2025) [8]提出需要促进基础设施数字化，夯实农村电商新基建；推动电商供应链数字化，助力农村电商的转型升级；培养数字化人才，增强农村电商市场竞争力。简瑜莎、张长江(2024) [6]提出应构建“县 - 乡 - 村”三级物流网络，推广新能源配送车辆和共享仓储模式。政策层面需加大农村宽带、冷链设施等基建投入，并通过税收优惠鼓励社会资本参与农村电商建设。此外，需推动电商与“一带一路”等国家战略对接，拓展跨境电商市场。既有研究充分肯定了农村电商在消费升级、产业融合及乡村振兴中的核心作用，但也揭示了其面临的内生性瓶颈与外部制约。在此背景下，本文以 GM(1,1)模型为工具，对我国农村电子商务交易额进行预测，并结合预测结果提出高质量发展路径，以期为乡村振兴战略下的农村电商研究与实践提供理论支持。

2. 研究方法 with 数据

传统预测方法如线性回归受限于数据正态性假设；ARIMA 模型需大样本支持，对短期波动敏感。相比之下，GM(1,1)模型通过累加生成弱化随机性，适用于小样本预测(邓聚龙，1982) [9]。GM(1,1)模型通过一阶累加生成(1-AGO)将原始序列转换为单调增长序列，建立灰色微分方程：我国未来电子商务销售额的变化受到多种因素的影响，其发展趋势较为复杂且存在一定的不确定性。灰色系统理论(Grey System Theory)是一种适用于处理信息不完全、数据量有限且存在不确定性的系统研究方法。其核心优势在于能够处理分布不规则的小样本数据，预测过程简便，能够对问题进行量化分析，并对未来发展趋势做出定性和定量的预测。该理论的预测结果通常具有较高的精准度，且定性与定量分析结果的差异较小。故本文采取 GM(1,1)模型进行农村电子商务交易额预测。

① 设已有的农村电子商务交易额变量组成序列 $X^{(0)}$ ，则我们可得到数据序列：

$$X^{(0)} = [X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), X^{(0)}(3), \dots, X^{(0)}(n)]$$

对原序列中的数据依次累加以得到生成序列：

$$X^{(1)} = [X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)],$$

并且满足 $X^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^k X^{(0)}(m) \quad (k=1, 2, \dots, n)$

初始值来源于中国农村电子商务交易额 2016~2022 年的年度销售额数，结果见表 1。

② 令 $Z^{(1)}$ 为 $X^{(1)}$ 的紧邻均值生成序列：

$$Z^{(1)} = [z^{(1)}(2), z^{(1)}(3), \dots, z^{(1)}(n)]$$

$$Z^{(1)}(k) = \frac{1}{2} \left(X^{(1)}(k-1) + X^{(1)}(k) \right)$$

GM(1,1)灰色微分方程模型的表达式为: $X^{(0)}(k) + aZ^{(1)}(k) = b$

其中, a 为发展灰量; b 称为内生控制灰量。

Table 1. Cumulative data of rural e-commerce transaction volume

表 1. 农村电子商务交易额一次累加数据

年份	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
序号	1	2	3	4	5	6	7
$X^{(0)}$	8945	12448.8	13679.4	17082.8	17945.9	20,500	21012.5
$X^{(1)}$	8945	21393.8	35073.2	52,156	70101.9	90601.9	111614.4

设参数向量为 $\hat{\beta}$, $\hat{\beta} = (a, b)^T$, 可通过最小二乘法求解, 得到: $\hat{\beta} = (a, b)^T = (BB^T)^{-1} B^T Y$, 其中:

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}$$

B 和 Y 分别为构造的矩阵和向量。

利用离散数据序列建立近似的微分方程模型(白化方程): $\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b$ (白化方程)

解得 GM(1,1)解得灰色微分方程的时间响应序列为:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(X^{(1)}(0) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

取 $X^{(1)}(0) = X^{(0)}(1)$, 有 $\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(X^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak} + \frac{b}{a}$

取初始值 $X^{(0)}$, 则原始数据序列的预测值为:

$$\hat{X}^{(0)}(k+1) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k) = (1 - e^{-a}) \left(X^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak}$$

GM(1,1)模型检验

1) 残差检验

残差: $q(k) = X^{(0)}(k) - \hat{X}^{(0)}(k)$

相对误差: $\varepsilon(k) = \frac{q(k)}{X^{(0)}(k)} \times 100\% = \frac{X^{(0)}(k) - \hat{X}^{(0)}(k)}{X^{(0)}(k)} \times 100\%$

平均相对误差: $\varepsilon(\text{avg}) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n |\varepsilon(k)|$

精度: $p^0 = (1 - \varepsilon(\text{avg})) \times 100\%$

2) 后验差检验

a) 计算原始序列标准差

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum [X^{(0)}(k) - \bar{X}^{(0)}]^2}{n-1}}$$

b) 计算绝对误差序列的标准差

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum [\Delta^{(0)}(k) - \bar{\Delta}^{(0)}]^2}{n-1}}$$

c) 计算方差比

$$C = \frac{S_2}{S_1}$$

d) 计算小误差概率

$$p = P\left(\left|\Delta^{(0)}(k) - \bar{\Delta}^{(0)}\right| < 0.6745S_1\right)$$

给定 C_0 ，当 $C < C_0$ 时，称模型为均方差比合格模型。 C_0 取 0.35、0.5、0.65 所对应的模型分别为优、合格、勉强合格。给定的 $p_0 > 0$ ，当 $p > p_0$ 时，称模型为小残差概率合格模型。 p_0 取 0.95、0.8、0.7 所对应的模型分别为优、合格、勉强合格。

3. 模型结果与预测

利用上述过程得到中国农村电子商务交易额时间相应序列为：

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(X^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right)e^{-ak} + \frac{b}{a} = 117309.12e^{-0.1048k} - 108364.12$$

中国农村电子商务交易额原始数据序列 $X^{(0)}$ 的预测值：

$$\hat{X}^{(0)}(k+1) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k) = 117309.12e^{-0.104k} (1 - e^{-0.1048})$$

结果见表 2。

由计算可得，该模型由计算可得，该模型 $c = 0.28875 < 0.35$ ，所以该模型为方差比优模型。 $p = 1 > 0.95$ ，所以该模型为小残差概率优模型。该模型的精度较高，可进行预报和预测。

Table 2. GM(1,1) model test table of rural e-commerce transaction volume
表 2. GM(1,1)模型农村电子商务交易额检验表

序号	年份	原始值	预测值	残差	相对误差
1	2016	8945.00	8945.00	0.00	0.0000
2	2017	12448.80	12960.88	-512.08	0.0411
3	2018	13679.40	14392.29	-712.89	0.0521
4	2019	17082.80	15981.78	1101.02	0.0645
5	2020	17945.90	17746.82	199.08	0.0111
6	2021	20500.00	19706.79	793.21	0.0387
	2022	21012.50	21883.22	-870.72	0.0414

其 2023~2032 年的农村电子商务交易额的 GM(1,1)的预测结果见表 3。

Table 3. GM(1,1) model prediction table of rural e-commerce transaction volume
表 3. GM(1,1)模型农村电子商务交易额预测表

年份	预测值	年份	预测值
2023	24300.01	2028	41028.27
2024	26983.72	2029	45559.45
2025	29963.82	2030	50591.07
2026	33273.04	2031	56178.37
2027	36947.74	2032	62382.75

从 2023 年到 2032 年，农村电子商务交易额呈现出持续增长的趋势见图 1。预测值从 2023 年的 24300.01 亿元增长到 2032 年的 62382.75 亿元，显示出农村电商市场的潜力和发展空间。年均增长率约为 15.6%。农村电子商务交易额在未来十年内将持续增长，表明农村电商市场具有较高的潜力和广阔的发展空间。这一趋势与国家政策的支持、农村物流网络的完善以及数字基础设施的下沉密切相关。进一步分析预测数据，可以发现农村电商交易额的增长并非线性，而是呈现出一定的波动性。例如，2023~2025 年期间，交易额增长率相对较高，这可能与政策红利的集中释放以及农村电商基础设施的快速完善有关。而到了 2026~2032 年，增长率虽有所放缓，但依然保持在较高水平，表明农村电商市场在经历初期的快速增长后，将逐步进入稳定发展阶段。

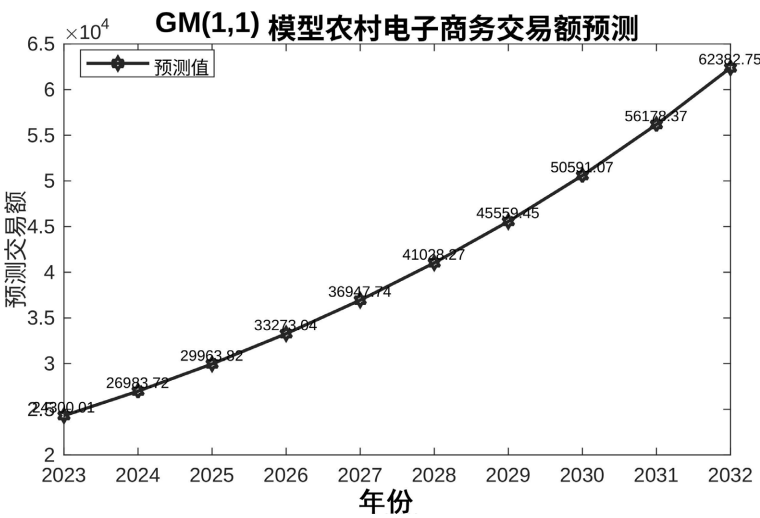


Figure 1. GM(1,1) model forecast of rural e-commerce transaction volume
图 1. GM(1,1)模型农村电子商务交易额预测

4. 结论及发展路径

基于 GM(1,1)模型的预测结果和数据分析，可以得出以下结论：农村电商市场潜力巨大：未来十年，农村电商交易额将持续增长，显示出农村电商市场的巨大潜力和发展空间。这一趋势与国家政策的支持、农村物流网络的完善以及数字基础设施的下沉密切相关；政策支持是关键驱动力：国家政策支持是推动农村电商发展的重要因素。通过健全物流网络、强化数字信息基础设施、培育特色农产品标识等组合策略等措施，可有效激活潜在市场动能，进一步释放农村电商的潜力；数字技术推动模式创新：5G 通讯

与智能传感技术、物联网等数字技术在农村地区的普及，农村电商的基础设施将进一步完善，推动电商模式的创新，催生出如直播电商带货、社群营销等新业态等新兴模式将为农村电商注入新的活力；品牌化和标准化是未来方向：通过打造区域公用品牌和地理标志农产品，提升农产品的市场竞争力和附加值，是农村电商实现高质量发展的关键路径；人才培养和金融支持不可或缺：实施“新农人计划”，加大对农村电商人才的培养力度，以及设立农村电商专项基金，为中小商户提供金融支持，是推动农村电商可持续发展的重要保障。

针对不同地区的农村电商发展特点和需求差异，提出以下发展路径：针对东部沿海及经济发达地区需要进一步优化智慧物流网络，一方面提升冷链覆盖率，保障生鲜农产品的品质与运输效率，减少损耗；另一方面引入无人机配送等先进技术，降低偏远地区配送成本，提高配送的灵活性与及时性。同时加强物流信息化建设，打造物流信息管理平台，实现对物流配送的实时监控与优化调度，提高整体物流效率和服务质量，满足农村电商对高效物流的需求；推动数字基建升级，推动 5G 基站向行政村延伸，注重提升农村地区的网络速度和稳定性，为农村电商的发展提供更加优质的网络环境。如可加大对农村地区 5G 网络建设的投入，打造高速稳定的数字通信网络，支持农村电商开展高清直播、虚拟现实等新兴业务；深化品牌化战略，打造区域公用品牌，对地理标志农产品进行标准化认证与推广，提升品牌农产品在农村电商中的销售占比。同时，充分发挥当地丰富的旅游资源和特色农产品优势，推动农文旅融合，通过直播电商等手段推广“农产品 + 旅游”套餐，实现农业与旅游的深度融合，提升农村电商的附加值，拓展农产品的销售渠道与市场空间；强化人才培育与金融支持，实施“新农人计划”，通过系统培训提升农村电商从业者的运营能力，引入 AI 培训平台提高培训效率。设立农村电商专项基金，为中小商户提供低利率优惠贷款，缓解其资金压力，助力农村电商企业成长壮大。针对中西部地区需要建设与拓展物流网络，中西部地区农村电商物流基础相对薄弱，需优先构建“县 - 乡 - 村”三级物流网络，推广新能源配送车辆和共享仓储模式，提高物流配送的覆盖面与效率，缩短配送时间，增强农村物流的服务能力与稳定性，以满足农村电商日益增长的物流需求；加大对中西部地区农村数字基础设施建设的投入，逐步提高农村网络覆盖率，确保在目标时间内实现所有行政村网络全覆盖，并通过开展网络使用培训和技术支持，提升农民的数字素养与网络应用能力，为农村电商发展创造良好的网络条件；培育特色农产品品牌，中西部地区拥有丰富的特色农产品资源，应建立特色农产品品牌培育体系，挖掘地方特色农产品的潜力，打造具有市场竞争力的品牌。加强与电商平台的合作，开展网络促销活动，提升品牌知名度和市场影响力，推动特色农产品的销售，促进农民增收。加强人才引进与金融扶持，实施人才引进计划，吸引电商专业人才到中西部地区农村创业就业，为他们提供住房、子女教育等优惠政策，营造良好的创业环境。同时，设立农村电商发展基金，为中西部地区农村电商企业提供融资担保、贷款贴息等金融支持，助力企业解决资金难题，推动农村电商产业快速发展。

参考文献

- [1] 赵素燕. 电商下乡对农村家庭消费的影响分析——基于需求与供给的双重视角[J]. 商业经济研究, 2025(6): 68-71.
- [2] 张俊, 张丹. 农村电商物流对农村市场活力释放的影响研究——基于生产侧和消费侧的双重视角[J]. 商业经济研究, 2025(6): 122-125.
- [3] 吴燕妮. 线上线下融合的传统农村产业发展路径探究——以电商为视角[J]. 新农民, 2025(5): 34-36.
- [4] 孙禹. 基于中国乡村振兴综合调查的农村电商增收效应机制分析[J]. 商业经济研究, 2025(3): 118-121.
- [5] 余花, 李学卫. 乡村全面振兴背景下农村电商高质量发展研究[J]. 农业经济, 2025(3): 136-137.
- [6] 简瑜莎, 张长江. 新时代“电商平台 + 农村物流”发展困境与路径分析[J]. 物流科技, 2024, 47(22): 37-39.
- [7] 高滢楠. 数字经济背景下农村电商发展困境及应对策略[J]. 农村科学实验, 2024(22): 190-192.

-
- [8] 王育琴. 数字乡村战略下农村电子商务数字化转型的困境与路径——以甘肃省为例[J]. 农场经济管理, 2025(4): 29-34.
- [9] 邓聚龙. 灰色控制系统[J]. 华中工学院学报, 1982(3): 9-18.