

我国数字乡村建设水平的时空演变及驱动因素研究

张宽强, 黄瑶

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年2月19日; 录用日期: 2025年2月28日; 发布日期: 2025年3月28日

摘要

发展数字乡村建设是推动农业高质量发展的内在要求和重要着力点, 也是实现乡村振兴战略目标的强劲动力。本文基于2013~2022年我国31省数据, 运用熵值法评估数字乡村建设发展水平, 并通过Dagum基尼系数分解法分析空间差异, 同时采用地理探测器模型识别其发展的驱动因素。研究发现: (1) 我国数字乡村建设水平总体呈上升趋势, 但存在显著区域差异; (2) 区域差异明显, 总体基尼系数呈波动变化, 东部内部差异大、中部发展均衡、西部先缩小后扩大; (3) 产业结构、地区市场规模、科技投入水平、数字建设水平解释力增强。鉴于区域间的异质性特征, 应采取统筹协调的发展策略, 强化各区之间的协同作用, 并深入挖掘与激活各地的内生增长动力, 增强数字乡村建设的核心驱动力。

关键词

数字乡村建设, 演变特征, 驱动因素

Research on the Spatial and Temporal Evolution and Driving Factors of Digital Rural Construction Level in China

Kuanqiang Zhang, Yao Huang

School of Economics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Feb. 19th, 2025; accepted: Feb. 28th, 2025; published: Mar. 28th, 2025

Abstract

The development of digital rural construction is an inherent requirement and an important focus to promote high-quality agricultural development, and it is also a strong driving force to achieve

文章引用: 张宽强, 黄瑶. 我国数字乡村建设水平的时空演变及驱动因素研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(3): 1407-1418. DOI: 10.12677/eci.2025.143840

the strategic goal of rural revitalization. Based on the data of 31 provinces in China from 2013 to 2022, this paper uses the entropy method to evaluate the development level of digital rural construction, and the spatial differences are analyzed by the Dagum Gini coefficient decomposition method, and the geographic detector model is used to identify the driving factors of its development. The study found that: (1) The digital rural construction level in China is on the rise, but there are significant regional differences; (2) The regional differences are obvious, the overall Gini coefficient fluctuates, the internal difference is large of the east region, the development of the central region is balanced, the western region is first reduced and then expanded; (3) The industrial structure, regional market size, science and technology investment level, the explanatory power of the digital construction level are enhanced. In view of the heterogeneity characteristics among regions, the development strategy of overall planning and coordination should be adopted to strengthen the synergy among districts, and the endogenous growth drivers of various regions should be deeply explored and activated, so as to enhance the core driving force of digital rural construction.

Keywords

Digital Rural Construction, Evolution Characteristics, Driving Factors

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

随着数字技术的快速渗透与乡村振兴战略的深入推进,数字乡村建设已成为重构城乡关系、推动农业农村现代化的重要路径。近年来多次强调数字乡村建设,将其作为乡村振兴战略的重要抓手:2023年中央一号文件提出“深入实施数字乡村发展行动”,要求推动数字化与农业农村深度融合,2024年进一步强调“发展智慧农业,赋能乡村产业数字化”。已经成为国家战略的重要组成部分,在经济转型、社会治理、生态保护、文化传承等多个维度,对实现乡村振兴、共同富裕和可持续发展具有深远意义。

学界围绕该主题开展了多维度研究,文献主要聚焦以下几个方面:其一对数字乡村建设的定义:李丽莉(2023) [1]等认为中国农业农村信息化发展历程先后经历了起步摸索阶段、基础培育阶段、局部领域的快速发展阶段和注重全面提升的数字乡村建设阶段。曾亿武(2022) [2]等认为数字乡村建设通过推进现代信息技术的集成应用,以实现农业全产业链和农村全方位的数字化转型。崔凯(2023) [3]等认为数字赋能不再只是单一赋能、局部赋能、分散赋能,而是多维赋能、系统赋能、综合赋能。其二是对数字农业的价值效应:马述忠(2022) [4]等认为发展数字农业有助于推动乡村产业转型升级,促进一二三产业融合。文丰安(2023) [5]认为其可以实现农业产业价值再创造与再分配,改善农业经济效益、生态效益和社会效益,提升农业绿色全要素生产率以及农户、消费者乃至整个社会的福利水平。其三是对数字农业的驱动因素研究:农业农村部信息中心课题组(2021)研究发现农业大数据构成数字农业发展的关键要素。谢康(2022) [6]等认为农业大数据的应用有助于推进农业高质量发展。韩旭东等(2023) [7]认为数字基础设施薄弱、关键核心技术研发滞后、数字农业专业人才缺乏也是影响数字乡村建设的重要因素。

当前研究存在两个显著局限:其一,驱动因素研究偏重单一维度,未构建多维协同框架;其二,对数字技术与乡村社会互构机制的探讨尚不充分。基于此,本文整合2013~2022年省级面板数据,运用Dagum基尼系数解构数字乡村建设的时空分异特征,并运用地理探测器对驱动因素进行探究,旨在为优化数字乡村建设路径提供理论依据。

2. 数字乡村建设的测度方法及指标体系

2.1. 测度方法

2.1.1. 熵值法

运用熵值法对原始数据进行处理以构建指标体系并进行综合评价,可以减少主观因素对权重分配的影响,从而使得综合评价的客观性和可信度。

正向指标的计算方法为:

$$X' = \frac{(X_{ij} - \max X_{ij})}{(\max X_{ij} - \min X_{ij})}$$

负向指标的计算方法为:

$$X' = \frac{(\max X_{ij} - X_{ij})}{(\max X_{ij} - \min X_{ij})}$$

先计算指标的比重 P_{ij} :

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^M X_{ij}}$$

再计算 j 项指标的熵值 e_j :

$$e_j = \frac{1}{\ln(M) \cdot \sum_{i=1}^M (P_{ij} \cdot \ln P_{ij})}$$

得到第 j 项指标的差异系数 d_j :

$$d_j = 1 - e_j$$

依据上列计算结果, 计算评价指标权重 w_j :

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^N d_j}$$

最后, 计算出评价指标的综合得分 Z_i :

$$Z_j = \sum_{j=1}^M (w_j \cdot X_{ij})$$

2.1.2. Dagm 基尼系数及其子群分解法

运用成熟的 Dagum 基尼系数及其子群分解法来对数字乡村建设综合得分进行分解。利用 Dagum 基尼系数子群分解法, 其中用 G_w 解释为区域内差异、 G_{nb} 解释为区域间差异, G_t 解释为超变密度, 能够进一步深入了解区域空间差异。其具体公式如下所示:

$$G = \sum_{j=1}^M \sum_{h=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} \frac{|y_{ji} - y_{hr}|}{2n^2 \bar{y}}$$

$$G = G_w + G_{nb} + G_t$$

总基尼系数为 G ; 区域总数为 K , 其中 j 与 h 为 K 个区域中任意选取的两个不同区域, 而 i 与 r 分别

代表区域 j 与区域 h 内的具体省份。 n_j 与 n_h 分别表示 j 区域与 h 区域内所含的省份数量。在此基础上, y_{ji} 与 y_{hr} 作为衡量标准, 分别反映了 j 区域第 i 省份与 h 区域第 r 省份的数字乡村建设水平。同时, y 作为各省份数字乡村建设的算术平均。

先要计算出区域内差异贡献 G_w :

$$G_w = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} \frac{|y_{ji} - y_{hr}|}{n_j \cdot n_h (\bar{y}_j + \bar{y}_h)}$$

再计算出区域间差异贡献 G_{nb} :

$$G_{nb} = \sum_{j=2}^K \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (P_j S_h + P_h S_j) D_{jh}$$

最后计算出超变密度贡献 G_t :

$$G_t = \sum_{j=2}^K \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) (1 - D_{jh})$$

其中 $p_j = \frac{n_j}{n}, s_j = (n_j \cdot \bar{y}_j) / (n \cdot \bar{y}), \sum p_j = \sum s_j = 1$ 。

2.1.3. 地理探测器

运用地理探测器精准探测空间异质性, 量化驱动因素, 可以规避多重共线性, 解决内生性问题, 适用于探究我国数字乡村建设驱动力。其表达式为:

$$Q = 1 - \frac{\sum_r N_r \sigma_r^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST}$$

$$SSW = \sum_{r=1}^L N_r \sigma_r^2, SST = N \sigma^2$$

Q 表示因子的解释力, 其值域为[0, 1], 越接近于 1 解释力越大; r 为解释变量或被解释变量的分层; N_r 和 N 为层 r 和全区的单元数; σ_r 和 σ^2 分别代表层 r 和全区 Y 值的方差; SSW 和 SST 分别为层内方差之和及全区总方差。交互作用判断依据如表 1:

Table 1. Interactive detection and judgment
表 1. 交互探测判断

判断依据	类型
$Q(X1 \cap X2) < \min(q(X1), q(X2))$	非线性减弱
$\min(q(X1), q(X2)) < q(X1 \cap X2) < \max(q(X1), q(X2))$	单因子非线性减弱
$Q(X1 \cap X2) > \max(q(X1), q(X2))$	双因子增强
$Q(X1 \cap X2) = q(X1) + q(X2)$	相互独立
$Q(X1 \cap X2) > q(X1) + q(X2)$	非线性增强

2.2. 数据来源与指标体系

基于对数字乡村建设理论精髓的深入剖析, 并融合现有学术文献的精髓, 本文参考卢新(2024) [8]朱红根(2022) [9]等人做法构建了数字乡村建设综合评价体系, 该体系从数字基础设施、经济数字化、治理数字化以及生活数字化四个维度精心选取指标, 具体如表 2 所示。本文采用 2013~2022 年我国 31 个省份(未包括港澳台地区)的面板数据, 数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国高技术统计年鉴》、国家统计局以及各省市统计公报, 个别缺失数据采用线性插值法及随机森林法予以补充。

Table 2. Comprehensive evaluation index system of digital rural construction
表 2. 数字乡村建设综合评价指标体系

	一级指标	二级指标	衡量方式	方向	权重
数字乡村建设水平	数字基础设施建设	互联网普及率	农村宽带接入用户(个)	+	0.055
		农业气象观测站	农村气象站监测业务(个)	+	0.059
		物联网等信息技术应用的服务范围	农村投递路线(公里)	+	0.062
	经济数字化	数字基地	淘宝村占行政村的比重(%)	+	0.065
		电商水平	电子商务采购额(亿元)	+	0.072
		数字化金融	普惠金融指数总指标(%)	+	0.075
	治理数字化	资金供给	地方财政城乡社区事务支出(亿元)	+	0.079
	生活数字化	信息服务消费水平	农村居民人均交通和通信消费支出(元)	+	0.081
		信息技术服务	电信业务总量(亿元)	+	0.383

3. 结果分析

3.1. 中国数字乡村建设的时空差异分析

3.1.1. 数字乡村建设综合指标测算结果

通过对数字乡村建设综合评价指标进行，最终计算出综合水平指数，具体见表 3。

字乡村建设水平的时间序列特征：从时间维度审视，各地区数字乡村建设水平普遍呈现上升态势。2013~2022 年期间，全国均值由 0.108 稳步攀升至 0.247。东部地区均值从 0.131 提升至 0.306，上海由 0.098 增长到 0.365，广东从 0.234 跃升至 0.502；中部地区均值从 0.102 提高到 0.213，河南从 0.136 提升至 0.278；西部地区均值从 0.072 增长到 0.173，四川从 0.144 提升至 0.318。然而，部分年份部分地区存在波动现象，如北京在 2021 年较 2020 年由 0.324 降至 0.294，山东在 2021 年较 2020 年从 0.464 下降至 0.333。这种波动可能是由于政策调整、产业结构变动或阶段性发展重点转移等因素所致。

区域差异的形成机制：我国数字乡村建设水平存在显著区域差异，东部地区整体处于领先地位，显著高于中部和西部。2022 年，东部均值为 0.306，中部为 0.213，西部为 0.173。上海、北京、广东、江苏等东部省市长期名列前茅。东部地区凭借雄厚的经济实力，能够为数字乡村建设提供充足的财政投入，用于完善数字基础设施、引进先进技术和吸引专业人才；其基础设施完备，网络覆盖率高、物流配送体系高效，为数字技术在乡村的广泛应用奠定了坚实基础；丰富的人才资源保障了数字技术的有效引入、创新应用和持续发展。中部地区建设水平居中，发展速度虽较快，但与东部仍存在差距。以河南为例，2013~2022 年虽呈上升趋势，但与东部省份相比仍有提升空间。这主要归因于中部地区产业基础相对薄弱，对数字技术的承接和转化能力有限；同时，人才外流现象较为突出，制约了数字乡村建设的深度和广度。西部地区建设水平相对较低，部分省份如西藏、宁夏起点较低且增长相对缓慢。这是因为西部地区经济发展相对滞后，资金投入不足，难以满足数字乡村建设的大规模资金需求；复杂的地理环境增加了数字基础设施建设的难度和成本；较低的教育水平导致乡村居民数字素养偏低，限制了数字技术在乡村的推广和应用。

政策与技术因素的驱动效应：国家及地方层面的数字乡村建设政策在推动数字乡村发展进程中发挥了关键作用。随着数字乡村战略的提出与推进，各地相继出台一系列支持政策，包括开展试点示范项目、实施财政补贴、制定产业扶持计划等，有力地促进了数字乡村建设水平的提升。2018~2019 年期间，各地政策密集出台，这一时期数据增长速度明显加快，充分体现了政策的引导和激励作用。技术进步也是推

动数字乡村建设的核心动力。互联网、大数据、人工智能、物联网等前沿技术的快速发展，为乡村数字化转型提供了强大的技术支撑。电商平台的兴起拓宽了农产品销售渠道，提升了农产品流通效率；智慧农业技术的应用实现了农业生产的精准化管理和智能化决策，提高了农业生产效率和质量，从而推动数字乡村建设水平不断提高。

Table 3. Comprehensive level of digital rural construction
表 3. 数字乡村建设综合水平

prov	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
上海	0.098	0.133	0.162	0.187	0.204	0.267	0.291	0.333	0.348	0.365
北京	0.109	0.135	0.178	0.180	0.216	0.26	0.307	0.324	0.294	0.317
天津	0.077	0.092	0.113	0.127	0.136	0.140	0.168	0.177	0.155	0.156
山东	0.171	0.188	0.217	0.237	0.283	0.362	0.416	0.464	0.333	0.352
广东	0.234	0.256	0.31	0.314	0.409	0.556	0.727	0.787	0.480	0.502
江苏	0.21	0.233	0.282	0.281	0.333	0.437	0.539	0.590	0.408	0.424
河北	0.128	0.145	0.161	0.174	0.209	0.27	0.334	0.382	0.270	0.284
浙江	0.160	0.175	0.216	0.23	0.274	0.373	0.496	0.523	0.382	0.414
海南	0.027	0.033	0.051	0.052	0.070	0.088	0.105	0.119	0.108	0.115
福建	0.106	0.117	0.145	0.153	0.187	0.23	0.284	0.295	0.234	0.247
辽宁	0.118	0.130	0.142	0.141	0.161	0.197	0.225	0.247	0.188	0.189
东部均值	0.131	0.149	0.180	0.189	0.226	0.289	0.354	0.386	0.291	0.306
吉林	0.077	0.082	0.104	0.106	0.125	0.150	0.170	0.186	0.144	0.141
安徽	0.102	0.118	0.144	0.150	0.187	0.244	0.306	0.332	0.239	0.240
山西	0.087	0.095	0.108	0.113	0.132	0.165	0.200	0.226	0.170	0.178
江西	0.069	0.080	0.101	0.105	0.133	0.176	0.232	0.247	0.181	0.187
河南	0.136	0.153	0.188	0.196	0.238	0.316	0.383	0.44	0.276	0.278
湖北	0.124	0.137	0.166	0.165	0.194	0.251	0.307	0.325	0.254	0.265
湖南	0.116	0.127	0.149	0.154	0.184	0.245	0.308	0.349	0.242	0.248
黑龙江	0.104	0.110	0.130	0.136	0.159	0.178	0.207	0.206	0.173	0.169
中部均值	0.102	0.113	0.136	0.141	0.169	0.216	0.264	0.289	0.210	0.213
云南	0.091	0.100	0.124	0.121	0.161	0.212	0.273	0.311	0.192	0.193
内蒙古	0.106	0.115	0.142	0.147	0.158	0.192	0.228	0.240	0.200	0.193
四川	0.144	0.162	0.191	0.192	0.234	0.315	0.391	0.456	0.301	0.318
宁夏	0.028	0.032	0.051	0.060	0.076	0.091	0.102	0.114	0.108	0.100
广西	0.083	0.090	0.113	0.118	0.150	0.206	0.267	0.292	0.198	0.195
新疆	0.091	0.099	0.119	0.119	0.136	0.156	0.194	0.223	0.172	0.178
甘肃	0.071	0.077	0.100	0.104	0.116	0.148	0.178	0.198	0.153	0.155
西藏	0.026	0.031	0.046	0.049	0.063	0.077	0.088	0.094	0.095	0.095
贵州	0.047	0.059	0.077	0.083	0.110	0.170	0.230	0.255	0.159	0.170
重庆	0.064	0.080	0.097	0.104	0.134	0.168	0.205	0.218	0.162	0.181
陕西	0.081	0.095	0.114	0.116	0.141	0.190	0.233	0.255	0.175	0.188
青海	0.034	0.047	0.067	0.073	0.085	0.101	0.115	0.127	0.118	0.113
西部均值	0.072	0.082	0.103	0.107	0.130	0.169	0.209	0.232	0.169	0.173
均值	0.108	0.122	0.149	0.155	0.187	0.240	0.294	0.323	0.239	0.247

3.1.2. 数字乡村建设的空间差异分析

为进一步分析我国农业新质生产力的空间差异，按照经济分区划分标准，将我国 31 个省(市)作为 3 个地区，根据国家统计局划分方式，其中东部地区：北京市、天津市、河北省、山东省、江苏省、上海市、浙江省、福建省、广东省、海南省，中部地区：山西省、河南省、安徽省、湖北省、湖南省、江西省这六个省份。西部地区：包括内蒙古自治区、广西壮族自治区、重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区、陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区。具体结果见表 4。

2013~2022 年，我国数字乡村建设水平的总体基尼系数从 0.262 波动下降至 0.234，降幅约 10.7%，表明全国范围内的数字不平等程度总体趋缓。但 2022 年基尼系数较 2021 年(0.226)反弹至 0.234，反映出区域协调性存在短期波动风险。这一波动可能与疫情后经济复苏不均衡、东部技术外溢受阻等因素相关。通过 Dagum 分解，总体差异中区域间差异贡献最大(均值 0.128，占比 52.7%)，其次是区域内差异(均值 0.068，占比 28.0%)和超变密度(均值 0.046，占比 19.3%)，凸显区域间发展差距仍是核心矛盾。经过分析主要呈现以下几种特征：

东部内部极化与中西部的政策均衡。区域内差异呈现显著的区域分化：东部基尼系数均值达 0.231，远超中部(0.128)和西部(0.203)。例如，东部 2022 年基尼系数为 0.215，虽较 2013 年(0.242)下降，仍为全国最高，反映其内部资源分配高度不均，可能因市场化驱动的技术集聚与欠发达农村财政投入不足并存。相比之下，中西部区域内差异显著缩小，尤其是西部从 2013 年的 0.259 降至 2022 年的 0.165 (降幅 36.3%)，得益于“数字乡村”战略下基建均衡布局(如光纤覆盖率提升)和政策倾斜(如中央财政专项转移支付)。

东西部鸿沟与区域间协同挑战。区域间差异中，东部 - 西部基尼系数均值最高(0.273)，远超东部 - 中部(0.217)和中部 - 西部(0.187)。2022 年东部 - 西部基尼系数为 0.258，虽较 2013 年(0.301)下降 14.3%，但仍是最大区域间差距，根源在于经济与技术断层及地理壁垒。值得注意的是，中部 - 西部差距显著缩小(2022 年基尼系数 0.163，较 2013 年下降 26.2%)，可能与成渝 - 贵州大数据协作、农民工返乡创业带动本地数字化等协同效应相关。

Table 4. The results of Dagum Gini coefficient of digital rural construction
表 4. 数字乡村建设 Dagum 基尼系数结果

年份	总体基尼系数	区域内差异				区域间差异				超变密度
		区域内总体基尼系数	区域内基尼系数			区域间总体基尼系数	区域间基尼系数			
			东部	中部	西部		东部 - 中部	东部 - 西部	中部 - 西部	
2013	0.262	0.076	0.242	0.122	0.259	0.136	0.216	0.301	0.221	0.051
2014	0.251	0.070	0.221	0.123	0.238	0.136	0.207	0.286	0.207	0.045
2015	0.235	0.066	0.216	0.121	0.207	0.128	0.202	0.266	0.187	0.041
2016	0.232	0.063	0.208	0.119	0.189	0.131	0.201	0.261	0.177	0.038
2017	0.231	0.064	0.222	0.119	0.183	0.127	0.206	0.260	0.173	0.039
2018	0.246	0.071	0.248	0.135	0.196	0.125	0.229	0.275	0.184	0.050
2019	0.256	0.077	0.267	0.142	0.212	0.123	0.240	0.286	0.195	0.056
2020	0.258	0.078	0.266	0.156	0.219	0.119	0.244	0.285	0.203	0.062
2021	0.226	0.061	0.213	0.12	0.160	0.127	0.209	0.250	0.158	0.038
2022	0.234	0.062	0.215	0.124	0.165	0.133	0.217	0.258	0.163	0.039
均值	0.243	0.068	0.231	0.128	0.203	0.128	0.217	0.273	0.187	0.046

超变密度的动态波动与外部冲击。超变密度从2013年的0.051持续下降至2022年0.039(降幅23.5%),反映区域间要素流动优化,例如东部技术向中西部转移(如阿里“数字粮仓”计划覆盖农业县)及人口回流(2020年返乡创业超1000万人)。然而,2020年超变密度突增至0.062(较2019年上升10.7%),主因疫情冲击导致跨区域物流中断与技术协作停滞(如东部企业对西部农产品数字化采购量下降30%);2021年政策干预(如“新基建”投资加码)推动其快速回落至0.038,显示外部环境对区域协同的扰动作用。

3.2. 中国数字乡村建设影响因素分析

通过对我国数字乡村建的分析,发现我国的数字乡村建存在显著的空间差异,因此,有必要进一步研究影响各省数字乡村建的因素。为此,采用地理探测器模型,运用单因素探测以及多因素探测来分析影响各地农业新质生产力的因素,为提升我国农业新质生产力提供必要的依据。

3.2.1. 指标选取

其中产业结构水平(X1): 农产品服务产值与农业总产值的比值,能体现农业从传统生产向融合服务转型的程度。高比值意味着农业与电商、物流等服务业联系紧密,是数字技术推动乡村产业升级的成果,也为数字乡村建设提供经济基础。普惠金融水平(X2): 北京大学数字普惠金融指数可衡量金融服务在乡村的覆盖、可得性和使用情况。数字乡村建设需要资金支持,普惠金融能为农民和农村企业提供数字信贷、支付等服务,促进数字经济在乡村的发展。地区市场规模(X3): 镇区及乡村零售额反映乡村消费市场的活力。较大的市场规模吸引电商、数字营销等发展,为数字乡村建设提供市场需求,也为数字化商业模式提供应用场景。农村教育水平(X4): 农村居民平均受教育年限影响其对数字技术的接受和运用能力。高教育水平的居民更易掌握数字设备和技术,推动数字乡村建设中的技术普及和创新应用。科技投入水平(X5): 农业科研经费体现对农业科技研发的重视。投入多有助于农业生产数字化技术的研发和应用,如智能灌溉、精准种植等,是数字乡村建设在农业生产领域的关键支撑。基础设施水平(X6): 等级公路里程影响乡村物流运输效率,是数字乡村建设中商品流通的基础。完善的交通网络便于电商货物配送,促进线上线下融合发展。数字建设水平(X7): 农村互联网接入户数直接反映乡村网络覆盖程度。互联网是数字乡村建设的核心基础设施,高接入户数为乡村居民获取信息、开展电商活动等提供条件。具体见表5。

Table 5. Digital rural construction impact index
表 5. 数字乡村建设影响指标

序号	影响因素	衡量方式	单位
X1	产业结构水平	农产品服务产值/农业总产值	%
X2	普惠金融水平	北京大学数字普惠金融指数	
X3	地区市场规模	镇区及乡村零售额	亿元
X4	农村教育水平	农村居民平均受教育年限	人/年
X5	科技投入水平	农业科研经费	亿元
X6	基础设施水平	等级公路里程(包含农村道路)	公里
X7	数字建设水平	农村互联网接入户数	户

3.2.2. 单因子探测结果分析

在数字乡村建设影响因素的探究中,运用地理探测器进行单因子探测,得到了七个关键指标的探测结果。这些结果从解释力(q 值)与显著性(p 值)两个维度,为深入剖析各因素作用提供了量化依据,结果见表6。

Table 6. Analysis of the single-factor detection results
表 6. 单因子探测结果分析

序号	因素		2013	2022	驱动效果
X1	产业结构水平	q 值	0.6108	0.7091	↑
		p 值	0.0402	0.3761	
X2	普惠金融水平	q 值	0.1895	0.3543	↑
		p 值	0.6632	0.6246	
X3	地区市场规模	q 值	0.6306	0.7631	↑
		p 值	0.0823	0.0053	
X4	农村教育水平	q 值	0.6900	0.7037	↑
		p 值	0.0160	0.2121	
X5	科技投入水平	q 值	0.6220	0.6931	↑
		p 值	0.0063	0.0154	
X6	基础设施水平	q 值	0.5752	0.5456	↓
		p 值	0.0487	0.0663	
X7	数字建设水平	q 值	0.4444	0.6238	↑
		p 值	0.0351	0.0061	

从产业结构方面，2013~2022 年，q 值由 0.6108 升至 0.7091，表明其对数字乡村建设的解释力呈增强态势。2013 年 p 值为 0.0402，在 0.05 显著性水平下显著，意味着该因素彼时对数字乡村建设具有较为明显的影响；到 2022 年，p 值变为 0.3761，不再显著。这一变化可能源于初期产业结构优化，诸如农村一二三产业融合发展，催生农村电商、智慧农业等新业态，直接推动了数字乡村建设。随着时间推移，其他因素的交互作用不断增强，在一定程度上掩盖了产业结构单一因素的影响，致使其显著性降低。普惠金融领域，q 值从 2013 年的 0.1895 增长至 2022 年的 0.3543，解释力有所提升，但两年的 p 值分别为 0.6632 和 0.6246，均未达到显著水平。这可能归因于普惠金融在发展初期，其服务体系尚不完善，覆盖范围有限，对数字乡村建设的推动作用难以充分彰显。尽管后期有所发展，但在多因素共同作用的复杂系统中，其对数字乡村建设的直接影响仍未凸显。地区市场规模的 q 值从 2013 年的 0.6306 提升至 2022 年的 0.7631，解释力显著增强。2013 年 p 值 0.0823 接近显著水平，2022 年 p 值为 0.0053，在 0.01 显著性水平下高度显著。这表明随着地区市场规模的不断扩大，农产品交易市场数字化转型、农村物流体系逐步完善等，为数字乡村建设创造了更为有利的市场环境，推动作用日益突出。农村教育水平的 q 值在 2013~2022 年呈现先增后减的趋势，2013 年 p 值 0.0160 显著，2022 年变为 0.2121 不再显著。初期，农村教育水平的提升为数字乡村建设输送了具备一定知识与技能的人才，有力地促进了建设进程。然而，后续可能由于农村人才外流现象加剧，以及教育成果向数字乡村建设实际应用的转化机制不够完善，导致其对数字乡村建设的影响逐渐减弱。科技投入水平的 q 值从 2013 年的 0.622 增长到 2022 年的 0.6931，解释力持续增强。且 2013 年 p 值 0.0063、2022 年 p 值 0.0154，均达到显著水平，说明科技投入始终是数字乡村建设的重要驱动力。例如，农业科技领域的数字化创新应用，为数字乡村建设提供了坚实的技术支撑。基础设施水平的 q 值从 2013 年的 0.5752 降至 2022 年的 0.5456，解释力有所下降。2013 年 p 值 0.0487、2022 年 p 值 0.0663，均接近显著水平。早期，基础设施的不完善在很大程度上制约了数字乡村建设；随着基础设施的逐步完善，其对数字乡村建设的瓶颈效应得到缓解，但在其他新兴因素的崛起下，

其相对重要性有所下降。数字建设水平的 q 值从 2013 年的 0.4444 提升至 2022 年的 0.6238，解释力显著增强。2013 年 p 值 0.0351、2022 年 p 值 0.0061，均在显著水平，表明数字建设水平的自我发展与提升，如农村网络基础设施的持续优化、数字化服务平台的广泛搭建，对数字乡村建设起到了日益关键的推动作用。

3.2.3. 双因子探测结果分析

双因子探测旨在剖析两个自变量协同作用时对因变量的解释力度，相较于单因子探测，其能够有效揭示各影响因素之间的交互效应，为深入理解数字乡村建设的驱动机制提供更为精准的视角。承接上文单因子探测结果，对双因子探测结果进行探测，结果见表 7，同时展开如下分析：

Table 7. Analysis of two-factor detection results
表 7. 双因子探测结果分析

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
2013	X1	0.6108						
	X2	0.8810↗	0.1895					
	X3	0.8816↗	0.9140↘	0.6306				
	X4	0.9500↗	0.9996↘	0.8859↗	0.6900			
	X5	0.7796↗	0.8912↗	0.7582↗	0.8139↗	0.6220		
	X6	0.9191↗	0.9140↘	0.8556↗	0.7931↗	0.6906↗	0.5752	
	X7	0.8666↗	0.6644↗	0.6569↗	0.7974↗	0.6799↗	0.7155↗	0.4444
2022	X1	0.7091						
	X2	0.8268↗	0.3543					
	X3	0.9429↗	0.8815↗	0.7631				
	X4	0.9610↗	0.9822↗	0.9281↗	0.7037			
	X5	0.9236↗	0.9734↗	0.9108↗	0.9623↗	0.6931		
	X6	0.9873↗	0.8685↗	0.8863↗	0.9857↗	0.8522↗	0.5456	
	X7	0.9057↗	0.8419↗	0.8050↗	0.8525↗	0.7542↗	0.8001↗	0.6238

注：↘表示非线性减弱关系，↗表示单因子非线性减弱关系，↖表示非线性增强关系，↗表示双因子增强关系，←表示独立关系。

(1) 普遍存在的协同增效作用：对比 2013 年与 2022 年的双因子探测数据，可以清晰地发现，绝大多数双因子组合所呈现的 q 值显著高于其对应的单因子 q 值。以 2022 年数据为例，X1 (产业结构)单因子的 q 值为 0.7091，而当 X1 与 X2 (普惠金融)形成双因子组合时，q 值攀升至 0.8268。这一现象充分表明，在数字乡村建设进程中，各影响因素并非孤立地发挥作用，而是存在着广泛且紧密的交互关系，它们彼此协同，共同推动数字乡村建设的发展，这种协同增效作用是数字乡村建设复杂系统的重要特征之一。

(2) 特定因子组合的显著协同效应：在众多双因子组合中，部分组合展现出尤为突出的协同效果。例如，2022 年 X4 (农村教育水平)单因子 q 值为 0.7037，X5 (科技投入水平)单因子 q 值为 0.6931，然而二者组合后的双因子 q 值高达 0.9623。这一结果意味着农村教育水平的提升为数字乡村建设培育了具备专业知识和技能的人才资源，而科技投入水平的提高则为数字乡村建设引入了先进的技术和创新理念，二者相互配合、相辅相成，在数字乡村建设过程中产生了强烈的协同效应，极大地增强了对数字乡村建设的推动作用。

(3) 交互作用的动态强化趋势: 从时间序列来看, 2013~2022 年期间, 多数双因子组合的 q 值呈现出上升的趋势。以 X3(地区市场规模)和 X7(数字建设水平)这一双因子组合为例, 2013 年其 q 值为 0.6569, 到 2022 年则升至 0.8050。这一变化趋势表明, 随着时间的推移, 数字乡村建设所涉及的各个领域不断发展, 各影响因素之间的交互作用也在持续强化。这种动态强化趋势反映了数字乡村建设系统的开放性和适应性, 各因素在相互影响、相互促进的过程中, 不断优化组合, 从而持续提升对数字乡村建设的解释力, 推动数字乡村建设向更高水平迈进。

(4) 特殊交互案例的深入剖析: 在双因子探测结果中, 也存在一些具有特殊意义的案例。如 2022 年 X2(普惠金融)和 X6(基础设施水平)的双因子 q 值为 0.8685, 而 X2 单因子 q 值仅为 0.3543, X6 单因子 q 值为 0.5456。这表明普惠金融在单独作用时, 对数字乡村建设的解释力相对较弱, 但当它与基础设施水平相结合时, 却能产生较强的协同效应。深入分析可知, 完善的基础设施为普惠金融服务在农村地区的广泛覆盖和高效推广提供了有力支撑, 使得普惠金融能够借助基础设施的优势, 突破地理空间和服务渠道的限制, 将金融服务延伸至更广泛的农村群体, 进而显著增强了对数字乡村建设的影响。这一结果体现了不同因素在交互过程中的复杂性和多样性, 也为进一步优化数字乡村建设策略提供了重要的实证依据。

4. 结论与政策建议

4.1. 结论

(1) 从整体来看: 2013~2022 年我国数字乡村建设水平总体呈上升趋势, 但存在显著区域差异, 东部领先, 中部次之, 西部相对滞后, 部分地区在发展过程中出现波动。这种差异主要源于经济实力、基础设施、人才资源、产业基础以及地理环境和居民数字素养等方面的不同, 而政策推动和技术进步则是促进数字乡村建设的关键因素。

(2) 从时空差异来看: 2013~2022 年我国数字乡村建设水平区域差异明显, 总体基尼系数呈波动变化, 东部内部差异大、中部发展均衡、西部先缩小后扩大, 区域间东 - 西差异最大。超变密度指数低, 区域发展路径差异大, 区域内差异小于区域间差异, 东部对区域内差异贡献大。

(3) 从影响因素来看: 从单因子探测来看, 各因素对数字乡村建设影响不同。产业结构、地区市场规模、科技投入水平、数字建设水平解释力增强, 其中科技投入和地区市场规模后期显著性高; 农村教育水平前期显著, 后期作用减弱; 普惠金融解释力提升但始终不显著; 基础设施水平解释力下降但一直接近显著。双因子探测显示, 各因素交互作用广泛, 协同增效明显, 多数组合 q 值上升, 如产业结构与普惠金融、农村教育水平与科技投入水平等, 推动数字乡村建设作用不断增强。

4.2. 政策建议

(1) 在区域协同发展方面, 构建东部与中西部地区的数字乡村建设帮扶机制, 鼓励东部省市与中西部省份结对合作, 分享先进技术、管理经验和资金资源, 助力中西部提升建设水平。对于经济薄弱的西部地区, 加大中央财政转移支付力度, 设立专项数字乡村建设基金, 降低其基础设施建设成本, 改善网络通信、物流配送等条件; 并通过教育补贴、培训计划等提升乡村居民数字素养。中部地区应强化产业数字化转型, 政府出台产业扶持政策, 引导企业加大数字技术研发和应用投入, 吸引人才回流。在政策持续优化上, 各地要依据实际情况, 定期评估现有数字乡村建设政策效果, 及时调整和完善, 持续发挥政策激励作用; 同时, 鼓励地方政府开展政策创新试点, 探索更有效的建设模式并推广。

(2) 国家应强化政策精准扶持如: 缩小东部内部差距: 定向扶持欠发达农村: 加大财政转移支付, 重点支持县域数字产业园建设(如山东鲁西南、苏北地区), 完善偏远农村 5G 和物流网络覆盖。推动技术资

源下沉: 鼓励东部发达城市(如杭州、深圳)通过“结对帮扶”机制, 向欠发达农村输出数字化解决方案。破解东西部数字鸿沟: 跨区域技术共享平台: 建立“东部研发 + 西部应用”协作机制, 例如在西部设立东部企业技术转化中心, 优先推广智慧农业、电商助农项目。基建投资倾斜: 中央财政专项支持西部高成本地区(如青藏高原、云贵山区)的数字基建, 降低光纤铺设与数据中心运营成本。巩固中西部协同成果: 深化产业协作: 依托成渝双城经济圈与贵州大数据试验区, 共建跨省数字乡村示范区, 推动农业大数据、区块链溯源等技术联合应用。完善返乡创业生态: 对中西部返乡人员提供数字化技能培训与创业补贴, 鼓励其在本地发展电商、直播带货等新业态。增强区域协同韧性: 建立数字应急机制: 制定区域协同预案, 确保极端情况下(如疫情、自然灾害)物流、数据流畅通, 例如提前布局区域数据中心备份节点。动态监测与评估: 构建数字乡村发展指数, 实时跟踪区域差异变化, 针对性调整政策力度(如对反弹地区追加资源投入)。优化市场化与政策协同: 碳配额激励技术转移: 将东部企业在中西部数字化项目的投资纳入碳排放权交易体系, 通过市场化手段促进技术红利西进。差异化财政支持: 对东部内部落后地区提高转移支付比例, 对中西部强化项目运维资金保障, 避免“重建轻管”问题。

(3) 推动数字乡村建设, 在产业发展上, 持续优化产业结构, 发展特色数字产业。金融支持方面, 完善普惠金融体系, 结合基础设施建设扩大服务范围。市场培育领域, 壮大地地区市场规模, 加强数字化升级。人才与科技层面, 重视农村教育, 留住人才, 加大科技投入并促进成果转化。基础设施建设上, 持续完善基础设施, 发挥其与其他因素的协同作用。

参考文献

- [1] 李丽莉, 曾亿武, 郭红东. 数字乡村建设: 底层逻辑、实践误区与优化路径[J]. 中国农村经济, 2023(1): 77-92.
- [2] 曾亿武, 孙文策, 李丽莉, 傅昌鑫. 数字鸿沟新坐标: 智慧城市建设对城乡收入差距的影响[J]. 中国农村观察, 2022(3): 165-184.
- [3] 崔凯. 数字乡村建设的实践分析: 进展、规律与路径优化[J]. 中国特色社会主义研究, 2023(2): 74-84.
- [4] 马述忠, 贺歌, 郭继文. 数字农业的福利效应——基于价值再创造与再分配视角的解构[J]. 农业经济问题, 2022(5): 10-26.
- [5] 文丰安. 中国式现代化进程中数字乡村建设的高质量发展——现实问题、价值阐释与对策建议[J]. 中国流通经济, 2024, 38(1): 12-21.
- [6] 谢康, 易法敏, 古飞婷. 大数据驱动的数字农业数字化转型与创新[J]. 农业经济问题, 2022(5): 37-48.
- [7] 韩旭东, 刘闯, 刘合光. 农业全链条数字化助推乡村产业转型的理论逻辑与实践路径[J]. 改革, 2023(3): 121-132.
- [8] 卢新元, 陈泽茵, 王雪霖, 卢泉. 基于数字乡村政策文本挖掘的中央政府府际关系研究[J]. 情报科学, 2024, 42(7): 51-60+125.
- [9] 朱红根, 陈晖. 中国数字乡村发展的水平测度、时空演变及推进路径[J]. 农业经济问题, 2023(3): 21-33.