

数字经济对农业经济韧性的影响效应及机制分析

马婷婷

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

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

数字经济的发展为农业强国建设提供了强劲动力。文章利用2011~2022年中国省际面板数据, 实证考察了数字经济对农业经济韧性的影响效用及其作用机制。构建固定效应回归模型和中介效用模型, 进行实证分析。结果表明: 数字经济对农业经济韧性提升具有显著的正向作用, 机制检验发现, 劳动力水平是数字经济赋能农业经济韧性的重要传导渠道。异质性分析进一步揭示, 数字经济对非粮食主产区和低城镇化率省份的农业经济韧性提升效果更为明显。本研究不仅为理解数字经济与农业经济韧性关系提供了新的经验证据, 也为不同区域制定差异化的数字农业发展政策提供了重要参考依据。

关键词

数字经济, 农业经济, 劳动力水平, 区域异质性

The Impact Effect and Mechanism of Digital Economy on the Resilience of Agricultural Economy

Tingting Ma

School of Economics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

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

Abstract

Based on the provincial panel data of China from 2011 to 2022, this paper empirically examines the impact effect and the mechanism of digital economy on the resilience of agricultural economy. The study first constructs an index system to measure the level of digital economy and the resilience

level of agricultural economy respectively, and then systematically analyzes the relationship between the two through a statistical model. The results show that digital economy has a significant promoting effect on the enhancement of agricultural economic resilience, and this conclusion still holds after a series of robustness tests. Mechanism testing reveals that the labor force level is an important transmission channel for digital economy to empower the resilience of agricultural economy. Heterogeneity analysis further reveals that the digital economy has a more obvious effect on enhancing the resilience of agricultural economy in non-grain-producing areas and provinces with low urbanization rates. This study not only provides new empirical evidence for understanding the relationship between digital economy and agricultural economic resilience, but also provides important reference basis for formulating differentiated digital agriculture development policies in different regions.

Keywords

Digital Economy, Agricultural Economy, Labor Force Level, Regional Heterogeneity

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

在全球经济波动加剧、气候变化影响深化以及突发公共事件频发的背景下，农业经济韧性 (Agricultural Economic Resilience) 成为保障粮食安全、稳定农民收入和维护农村可持续发展的关键议题。农业经济韧性指农业系统在面临外部冲击时维持稳定、快速恢复并实现转型升级的能力，其核心在于增强抗风险能力、优化资源配置效率及提升长期适应能力。近年来，中国政府高度重视农业现代化建设，并通过政策扶持和技术创新推动农业高质量发展。然而，传统农业仍面临资源约束、市场波动、自然灾害等多重挑战，亟需探索新的驱动力以提升农业经济韧性。与此同时，数字经济正成为全球经济增长的新引擎。随着大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术的广泛应用，数字经济通过优化生产流程、降低交易成本、提高市场响应速度等方式，深刻重塑农业产业链。中国数字经济发展迅速，2023 年数字经济规模已超过 50 万亿元，占 GDP 比重超过 40%，其中农业数字化转型成为重要方向。数字技术在农业生产中的应用 (如精准农业、智慧农机、电商助农等) 不仅提升了生产效率，还增强了农业应对市场风险和自然风险的能力。例如，在新冠肺炎疫情期间，数字技术助力农产品线上销售，有效缓解了流通困境；在极端天气事件中，农业大数据和遥感监测为灾害预警和减灾决策提供了重要支持。

然而，现有研究多聚焦于数字经济对农业经济增长或生产效率的影响，而较少系统考察其对农业经济韧性的作用机制。农业经济韧性不仅强调短期抗冲击能力，还关注长期适应与转型能力，其内涵比传统经济增长更为丰富。因此，探究数字经济如何通过技术渗透、产业融合与制度创新等途径提升农业经济韧性，具有重要的理论和现实意义。此外，中国区域发展不平衡，东中西部地区的数字基础设施、农业资源禀赋和政策支持存在显著差异，可能导致数字经济对农业经济韧性的影响呈现空间异质性，这一问题的研究尚不充分。

因此，本文利用相关数据，在理论研究的基础上对数字经济与农业经济韧性的相关问题进行实证研究，以期提升农业经济韧性提供经验启示，对推动我国农业现代化发展具有一定的现实意义。

2. 文献综述

当前，已有较多学者关注农业经济韧性的相关研究，而数字经济与农业经济韧性的关系问题，也有

较多学者对此展开讨论。

第一, 关于经济韧性的研究。“韧性(Resilience)”最早由生态学家 Holling [1]于 1973 年提出, 主要用于评估生态系统在遭受外部冲击后维持自身功能和实现自我修复的能力。随着研究的深入, 这一概念逐渐被引入经济学研究领域, 并发展成为分析复杂经济系统应对冲击能力的重要理论工具。Martí 等学者 [2]对经济韧性概念进行了系统性拓展, 将其界定为经济系统在面临外部冲击时所表现出的动态调整能力, 具体体现在脆弱性、抵抗能力、适应能力和恢复能力四个维度。国内关于经济韧性的研究相对起步较晚, 现有成果主要集中在经济韧性测度评价、区域差异比较以及影响因素分析等方面。李连刚等(2019) [3]在已有研究基础上进一步深化了区域经济韧性的理论内涵, 将其定义为区域经济系统在外部冲击下, 通过有效抵抗冲击影响以避免偏离原有发展路径, 或通过适应性调整实现经济持续发展的动态演化过程。刘晓星等(2021) [4]提出, 中国宏观经济韧性呈现持续增强态势, 其中对外贸易领域的韧性表现尤为突出。从结构特征来看, 宏观经济韧性在不同产业门类、行业类型、地理区域以及城乡二元结构间均表现出明显的差异性特征。影响机制分析表明, 经济发展水平、货币政策周期与全要素生产率等核心要素共同塑造了宏观经济韧性的非线性动态演变规律, 使其呈现出显著的区制转换特性。第二, 关于农业经济韧性的相关研究。近年来, 学者们关注到农业经济韧性, 并对其展开研究。张明斗等(2022) [5]提出, 中国各省(自治区、直辖市)的农业经济韧性均呈明显的上升趋势。从省际来看, 山东农业经济韧性均值最高, 西藏最低。从区域来看, 中部地区农业经济韧性最高, 且高于全国平均水平, 西部地区农业经济韧性明显低于其他地区。大多数学者通过构建综合指标体系来衡量农业经济韧性。石岩(2024) [6]从防御力、适应力与重构力三个维度衡量中国农业经济韧性水平。蔡青龙(2024) [7]从抵抗能力、调节能力、创新能力三个角度构建指标体系, 对中国农业经济韧性水平、空间布局及收敛性特征展开研究。

第三, 关于数字经济对农业经济韧性的相关研究。赵巍等(2023) [8]、祝宏辉(2023) [9]的研究表明, 数字经济对农业经济韧性增强有显著的促进作用, 关于二者之间的机制研究, 宋敏(2023) [10]认为, 数字经济通过人力资本水平影响农业经济韧性, 田力[11]提出, 农村产业融合发展是数字经济影响农业经济韧性的重要渠道。徐孝勇(2023) [12]提出, 农业资本深化是数字经济提升市域农业经济韧性的重要路径, 综上, 学界对数字经济与农业经济韧性的研究中, 多数认为数字经济对农业经济韧性具有正向效应, 并通过人力资本、产业融合、农业资本深化等方式影响农业经济韧性。

上述文献对数字经济与农业经济韧性均做了大量研究, 这也为本研究提供了有益借鉴。但对于数字经济与农业经济韧性二者的影响研究, 还有进一步的探索空间。基于此, 本研究利用 2011~2022 年中国 30 个省级(不包括西藏和港澳台地区)的动态面板数据, 探究数字经济对农业经济韧性的影响及机制, 以期提升农业经济韧性、助力农业现代化发展。

3. 数字经济对农业经济韧性影响的理论分析

数字经济通过技术创新、组织变革和市场重构三个维度, 系统性提升农业经济韧性。其核心逻辑在于, 数字技术不仅优化农业生产效率, 还重塑农业产业链的运行方式, 从而增强农业系统应对外部冲击、适应市场变化和实现可持续发展的能力。首先, 数字经济通过技术创新提升农业生产的精准性和稳定性。传统农业生产高度依赖经验, 面临信息不对称和决策滞后的困境, 而数字技术的应用能够实现数据驱动的精准管理。物联网、遥感监测等技术实时采集土壤、水分、气象等数据, 结合智能算法优化播种、灌溉和施肥决策, 降低生产要素的错配风险。同时, 智能化设备(如无人机、自动化农机)的应用减少对人工的依赖, 提高生产过程的稳定性和可控性, 使农业系统在面对气候波动或劳动力短缺时仍能维持较高产出效率。其次, 数字经济推动组织模式变革, 优化农业产业链的协同效率。传统农业产业链存在信息割裂、流通成本高等问题, 而数字平台(如电商、区块链溯源系统)能够直接连接生产端与消费端, 减少中间环节, 提高市场响应速度。此外, 农业经营主体通过数字化协作平台(如农业社会化服务系统)实现资源共享和

险共担，形成更具弹性的产业组织模式。例如，小农户可通过云拼单、订单农业等方式融入现代供应链，降低市场波动带来的冲击。最后，数字经济拓展市场韧性，增强农业经济的适应能力。一方面，数字金融(如农业保险、数字信贷)为农户提供风险对冲工具，缓解自然灾害或价格波动带来的收入波动；另一方面，新兴业态(如直播电商、休闲农业)创造多元化收入来源，降低单一市场依赖。数字技术的普及还促进农业知识扩散，提升从业者的技能水平和创新能力，从而增强长期发展韧性。综上，数字经济对农业经济韧性的影响并非单一的技术叠加，而是通过“技术赋能－组织优化－市场适应”的协同机制，系统性提升农业抗风险、调结构和稳增长的能力。基于此，提出假设 1：

假设 1：数字经济对农业经济韧性具有显著的正向作用。

随着科技水平不断进步，各行各业对劳动力素质的要求也越来越高。在农业领域，数字经济通过提升农业劳动力素质对农业经济韧性产生深远影响，其作用机制呈现多维度、动态演进的特性。从微观层面看，数字技术通过移动学习平台和虚拟现实培训等手段，不仅实现了农业技能传授的泛在化和精准化，更重塑了劳动者的认知框架，使其从传统的经验依赖转向数据驱动的决策模式。首先，利用数字技术，可以将数据化经验替代主观判断。传统农业依赖代际相传的经验法则，而数字技术通过精准农业传感器、气象大数据和作物生长模型，能够将模糊的经验转化为量化指标。其次，动态学习替代静态知识。短视频平台的兴起，为农户提供低门槛的学习平台，能够打破地域和时间限制。例如，云南菇农通过直播学习工厂化种植技术，在虚拟现实培训中模拟温控、灭菌等操作流程，能够形成学习－模拟－实践的闭环认知。这种即时更新的知识体系，使劳动者能够动态适应技术变革和市场变化。最后，系统性思维替代碎片化认知。数字工具整合生产、流通、销售全链条数据，帮助农户理解各环节的关联性。在中观层面，农业物联网和遥感技术的应用使劳动力能够实时监测作物生长状况和环境变化，结合人工智能分析工具，劳动者可以预判潜在风险并制定最优应对方案，这种“感知－分析－响应”的能力大幅提升了农业生产系统的稳定性。数字技术的有效使用，能够提升劳动者的风险认知水平，数字经济通过农业气象 APP、价格大数据平台等工具，将传统经验性风险判断转化为数据驱动的精准认知。例如，云南咖啡农户通过实时追踪国际期货市场价格波动数据，能够准确识别市场风险的时间窗口和强度阈值，改变了过去“跟风抛售”的盲目性。这种认知升级使劳动力对风险的预判从“事后反应”转向“事前预警”。从宏观视角观察，数字经济催生的新业态和新模式推动了农业劳动力就业结构的深刻变革，电商运营、智慧物流、农产品溯源管理等新兴岗位的出现，不仅拓展了就业空间，更构建了多元化的收入来源，有效分散了传统农业生产面临的系统性风险。数字工具(如农业物联网平台)整合生产、流通、销售全链条数据，帮助农户理解各环节的关联性。例如，山东大棚农户通过电商销售数据反向调整种植品种，同时结合智能灌溉系统的用水效率数据优化生产成本。这种全局视角的建立，使劳动者从孤立的生产者转变为具备供应链管理意识的现代农业经营者。更为关键的是，数字平台打破了地理隔离和组织边界，促使劳动力要素在更广范围内优化资源配置，形成跨区域、跨主体的协同创新网络。这种以数字赋能为纽带，连接个体能力提升、产业组织优化和制度环境改善的复合作用机制，使农业经济系统在面对外部冲击时展现出更强的缓冲能力、适应能力和转型能力，最终实现韧性水平的实质性跃升。这一过程既体现了技术进步对人力资本的重塑，也反映了数字经济时代农业生产关系和组织形态的深刻变革。基于以上分析，本研究提出假设 2：

假设 2：数字经济通过改善劳动力水平提升农业经济韧性。

4. 研究设计

4.1. 模型设定

为了研究数字经济对农业经济韧性提升的影响，本研究构建以下基准回归模型：

$$agr_{it} = \partial_0 + \alpha_1 di_{it} + \alpha_n N_{it} + \delta_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$$

(1)

其中， i 代表省份， t 代表时间， agr_{it} 表示第 t 年 i 省份的农业经济韧性水平指数， di_{it} 表示第 t 年 i 省份的数字经济发展水平指数， N_{it} 为一系列控制变量， δ_i 为地区固定效应， θ_t 为时间固定效应， ε_{it} 为随机误差项。

为了进一步研究数字经济对农业经济韧性影响的中介机制，构建以劳动力水平为中介变量的中介效应模型：

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 di_{it} + \beta_n N_{it} + \delta_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$$

(2)

$$agr_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 di_{it} + \gamma_2 M_{it} + \gamma_n controls_{it} + \delta_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$$

(3)

其中， M_{it} 代表中介变量。

4.2. 变量选择

4.2.1. 被解释变量

本研究在借鉴唐莹[13]、赵连阁[14]文献的基础上结合数据的可获得性，基于农业经济韧性的内涵，从抵御风险恢复能力、适应与调整能力、创新与转型能力三个维度，进而构建包含 3 个一级指标和 17 个二级指标的农业经济韧性水平指标体系。其中，抵抗风险能力选取农业产业占比、农用化肥施用量、农药施用量、有效灌溉面积、粮食单产、水资源总量 6 个指标衡量，适应调整能力选取农业机械总动力、农村居民人均可支配收入、农村居民消费支出水平、农林牧渔业总产值指数、农产品生产者价格指数、农业增加值等 6 个指标衡量，创新与转型能力选取地方财政科学技术支出、农村用电量、农作物种植结构、农村文盲人口占比、农村农户固定资产投资增加率等 5 个指标衡量，并采用熵值法对农村经济韧性指标体系进行赋权。如表 1 所示。为避免主观因素对于权重分配可能产生的影响，本研究采用熵值法对中国 2011~2022 年各省份的农业经济韧性指数进行权重分析，并计算出农业经济韧性指数。

Table 1. Evaluation index system of agricultural economic resilience
表 1. 农业经济韧性评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	属性
抵御风险恢复能力	农业产业占比	第一产业增加值占地区 GDP 的比重	正向
	农用化肥施用量	本年内实际用于农业生产的化肥量	负向
	农药施用量	本年内实际用于农业生产的农药量	负向
	有效灌溉面积	有效灌溉面积	正向
	粮食单产	粮食总产量与播种面积之比	正向
	水资源总量	当地降水形成的地表和地下水资源总量	正向
适应与调整能力	农业机械总动力	农业机械总动力	正向
	农村居民人均可支配收入	农村居民人均可支配收入	正向
	农村居民消费支出水平	农村居民消费支出额	正向
	农林牧渔业总产值指数	按可比价格计算(上年 = 100)	正向
	农产品生产者价格指数	按可比价格计算(上年 = 100)	负向
	农业增加值		正向

续表

创新与转型能力	地方财政科学技术支出(亿元)		正向
	农村用电量	农村居民生产生活用电量	正向
	农作物种植结构	粮食播种面积占农作物总播种面积的比重	正向
	农村文盲人口占比(%)	文盲人口占 15 岁及以上人口的比重	负向
	农村农户固定资产投资增加率		正向

4.2.2. 解释变量

本文的核心解释变量为数字经济发展水平(di)。参考赵涛[15]、王军[16]等的研究,本文基于数字经济的内涵,着眼于数字经济的条件、应用与环境,全方位搭建数字经济指标体系,从数字化基础设施、数字产业化及产业数字化三个维度构建数字经济发展指标体系,数字基础设施是数字经济运行的“硬基础”,其完善程度直接决定数字化应用的广度和深度。而数字产业化能够衡量数字经济自身的产业规模和技术创新能力,包括 5G 设备产量、大数据企业数量等指标。该维度既体现数字技术的供给水平,也反映其对经济增长的直接贡献,产业数字化是评估数字技术对实体经济的渗透程度的重要体现,通过农业生产数字化率、工业互联网普及率等指标呈现。该维度揭示数字经济与实体经济的协同水平三个维度形成“基础支撑-技术供给-应用转化”的完整闭环,既避免单一维度测量的片面性,又能通过维度间比值如产业数字化/数字产业化来诊断区域数字经济发展质量。基于此,本文从三个维度选取 19 个具体指标构建数字经济发展指标体系。如表 2 所示。

Table 2. Digital economy development index system
表 2. 数字经济发展指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标具体定义	属性
数字经济	数字化基础设施	互联网宽带接入率	互联网宽带接入端口数/ 地区常住人口数	正
		互联网宽带普及率	互联网宽带接入用户数/ 地区常住人口数	正
		移动电话设施规模	移动电话交换机容量	正
		长途光缆线路长度	长途光缆线路长度	正
		网页数	直接数据	正
		域名数	直接数据	正
	数字产业化	人均电信业务总量	电信业务总量/地区常住人口数	正
		移动电话普及率	直接数据	正
		信息传输、软件和信息技术 服务业法人单位数	直接数据	正
		信息软件业就业人员占比	信息传输、软件和信息技术服务 业城镇单位就业人员/城镇单位 就业人员	正
		国内专利申请授权量	直接数据	正
		国内专利申请受理量	直接数据	正

续表

产业数字化	北京大学数字普惠金融指数	直接数据	正
	有电子商务交易活动的企业数比重	直接数据	正
	电子商务销售额	直接数据	正
	每百家企业拥有网站数	直接数据	正
	二三产业增加值	第二产业增加值 + 第三产业增加值	正
	科技创新投入	规模以上工业企业 R&D 经费	正
	快递量	直接数据	正

4.2.3. 中介变量

本文的中介变量劳动力水平(lab)，用就业人数表示。

4.2.4. 控制变量

农业经济韧性的发展强度会受到外界多方面因素的影响，文章参考相关研究，选取 1) 各省人均 GDP 来表示经济发展水平，并对其取对数形式；2) 利用城镇人口与总人口的比值来表示城镇化水平；3) 用财政一般预算支出与地区生产总值来表示政府干预程度；4) 用技术市场成交额与地区生产总值的比值表示技术市场发展水平。

4.2.5. 数据来源

本文原始数据主要来源于 2012 年~2023 年《中国统计年鉴》《国家统计局》《农业农村部》《中国城市统计年鉴》《中国农村统计年鉴》等，有效观测值为 360，对缺失值利用线性插值法进行补齐。

5. 数字经济对农业经济韧性的实证分析

5.1. 描述性统计

本文选取 2011 年~2022 年全国 30 个省级(西藏、港澳台除外)的相关数据，共 360 个有效观测值，数据量充足，能够保证研究结果的稳定性，具体变量描述统计如表 3 所示。

Table 3. Descriptive statistics
表 3. 描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
agr	360	0.255	0.104	0.069	0.505
di	360	0.131	0.111	0.015	0.702
eco	360	9.332	0.464	8.542	10.806
gov	360	0.247	0.102	0.107	0.643
urb	360	0.593	0.113	0.35	0.896
tec	360	0.018	0.03	0	0.191

5.2. 基准回归

采用基准回归进行实证分析，模型(1)结果显示，数字经济发展水平、政府干预、城镇化水平和技术

市场发展水平对农业经济韧性具有显著正向影响，系数分别为 0.103、0.227、0.242 和 0.276，均在 1% 水平上显著。模型(2)进一步引入数字经济变量后，数字经济对农业经济韧性仍呈现显著促进作用，系数为 0.080，在 1%的水平下显著，而技术市场发展水平的显著性消失。两模型的 R^2 分别为 0.490 和 0.509，表明解释变量对农业经济韧性具有较好的解释力。总体来看，数字经济发展、政府干预和城镇化是提升农业经济韧性的关键因素，而技术市场发展的作用可能依赖于其他条件的配合。

5.3. 稳健性检验

5.3.1. 更换样本周期

2019 年底暴发的新冠肺炎疫情席卷世界，持续至 2023 年，国内各地区的经济发展受到了不同程度的冲击，这个时期的数据可能会对本文研究结果带来偏差，因此，本研究参考李卫兵等[17]的研究，将样本周期调整为 2011~2019 年。表 4 第(1)列显示，在调整样本周期后，数字经济发展水平系数依然显著为正，表明数字经济发展对农业产业链韧性具有显著提升作用。

Table 4. Benchmark regression results
表 4. 基准回归结果

	(1)	(2)
	农业经济韧性	农业经济韧性
数字经济发展水平	0.103*** (6.010)	0.081*** (4.466)
政府干预	0.227*** (4.429)	0.163*** (3.035)
城镇化水平	0.242*** (10.361)	0.196*** (7.393)
技术市场发展水平	0.276*** (2.818)	0.110 (1.025)
数字经济		0.080*** (3.475)
_cons	-0.913*** (-5.506)	-0.668*** (-3.759)
样本量	360	360
R ²	0.490	0.509
F	78.433	67.294

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著，括号内为 t 值。
下同。

5.3.2. 缩尾处理

本研究通过更换样本周期，如表 5 所示，列(1)，N = 270 和缩尾处理，列(2)，N = 360)两种方法，考察了经济发展水平、政府干预程度、城镇化水平、技术市场发展水平及数字经济对农业经济韧性(agr)的影响。模型 1 结果显示，数字经济对农业经济韧性具有显著正向影响(系数 0.405, 1%水平显著)，而技术

市场发展水平呈显著负向作用(系数-0.500,5%水平显著)。模型 2 在缩尾处理后,经济发展水平和数字经济的促进作用进一步增强(系数分别为 0.613 和 0.857,均在 1%水平显著),而政府干预、城镇化水平和技术市场发展均呈现显著负向影响。两模型的 R² 分别为 0.214 和 0.650,表明缩尾处理后模型的解释力显著提升。总体来看,数字经济对农业经济韧性的正向作用稳健,而其他因素的影响可能因样本选择或极端值处理方式不同而存在差异。

Table 5. Robustness check
表 5. 稳健性检验

	(1) 更换样本周期	(2) 缩尾处理
	agr	agr_w
经济发展水平	-0.020 (-1.099)	0.613*** (15.428)
政府干预程度	-0.051 (-1.095)	-0.086*** (-6.433)
城镇化水平	-0.045 (-1.332)	-0.181*** (-4.005)
技术市场发展水平	-0.500** (-2.468)	-0.548*** (-15.931)
数字经济	0.405*** (12.802)	0.857*** (6.897)
_cons	0.433** (2.480)	1.233*** (11.633)
N	270	360
R ²	0.214	0.650
F	16.072	157.032

5.4. 内生性检验

数字经济与农业经济韧性可能存在双向因果关系,研究采用工具变量法进行识别其内生性。选取滞后一期的数字经济发展水平(L.D)作为工具变量,运用两阶段最小二乘法(2SLS)重新估计。实证结果显示:第一阶段回归的 F 统计量高达 3615.97,工具变量有效。结果表明,数字经济发展水平每提升 1 单位,可使农业产值增长 0.563 单位(1%水平显著),这一结果与基准回归保持一致,说明在控制内生性后,数字经济对农业经济韧性的促进作用依然稳健可靠。

5.5. 数字经济对农业经济韧性的机制分析

为验证劳动力水平在数字经济发展与农业经济韧性之间的中介效应,参考温忠麟等学者[18]的方法,通过三步法逐步回归分析,研究结果如表 6 所示,可以看到数字经济水平均在 1%的水平下显著,且系数显著为正。证明数字经济能够通过提升劳动力水平影响农业经济韧性,假说 2 得到验证。

Table 6. Regression results of least squares method
表 6. 最小二乘法回归结果

	第一阶段	第二阶段
	数字经济	农业经济韧性
工具变量		
L.di	1.044*** (60.13)	-
内生变量		
数字经济	-	0.563*** (11.38)
常数项	-0.101** (-3.02)	1.207*** (10.91)
观测值	330	330
R ²	0.974	0.643
第一阶段 F 值	3615.97	-
KP Wald F	3615.97	-

5.6. 异质性分析

5.6.1. 基于政策性引导的异质性分析

本研究通过区分粮食主产区与非主产区，揭示了农业支持政策(di)对农业生产(agr)的差异化影响。表 7 第(1)(2)列结果表明，农业支持政策(di)在粮食主产区呈现显著负向影响($\beta = -0.260, p < 0.01$)，而在非主产区则表现为正向效应($\beta = 0.135, p < 0.01$)。这一异质性可能源于两类区域的发展阶段差异，一方面，主产区由于长期政策依赖而陷入“低效均衡”的情况：直接补贴政策扭曲要素配置，抑制技术创新，导致政策边际效益递减，具体而言，当前主产区的政策体系仍以“保产量”为核心目标，过度依赖价格支持和直接补贴，这种政策组合在短期内虽能稳定生产，但长期来看却形成了三重扭曲效应：第一，价格信号失真导致农户缺乏调整种植结构的动力，造成主粮作物过度种植与市场供需失衡；第二，补贴的普惠性特征使低效率生产者得以维持，延缓了土地适度规模经营的进程；第三，政策资源集中于生产环节，对产业链升级(如仓储保鲜、精深加工)的支持不足，抑制了价值增值空间。另一方面，非主产区则因基础设施缺口大、技术采纳率低，政策干预能够快速改善生产条件，并通过技术推广和结构调整释放增长潜力。此研究结果印证了“政策适配性”原则，提示农业支持政策要从“一刀切”转向精准施策：主产区应减少直接干预，转向培育市场机制和创新激励；非主产区则需重点补齐基础设施短板，并通过差异化补贴引导产业升级。

5.6.2. 基于城镇化水平的异质性分析

本研究基于中国各省份农业数字化和现代化发展水平的差异性，考虑到城镇化水平能够较好地反映地区现代化发展程度，我们以全国 30 个省份城镇化率的平均值(0.59)作为划分标准，将研究样本分为高城镇化地区 and 低城镇化地区两组。表 7 第(3)(4)列的回归结果显示，表 7 第(3)(4)列的回归结果显示，低城镇化地区的促进作用更为显著，且组间系数差异性检验结果支持这一结论。

在低城镇化地区，数字经济的突出效应主要源于三个机制：首先，这些地区存在显著的“数字洼地”

效应，数字技术的初始渗透率低，使得每单位数字投入带来的边际改善更为明显。例如，移动支付和电商平台的引入，能够快速打通传统农产品流通的“最后一公里”梗阻。其次，低城镇化地区往往保留着更完整的农业产业链条，数字技术能够从生产溯源、物流配送、市场销售等环节实现全链条改造。第三，这些地区的劳动力“数字技能缺口”更大，数字培训的投入产出比更高，如贵州农村的直播电商培训使农户收入提升幅度显著高于沿海地区。

Table 7. Mediation effect regression results
表 7. 中介效应回归结果

	(1)	(2)	(3)
	农业经济韧性	劳动力水平	农业经济韧性
数字经济	0.583*** (14.898)	3.246*** (14.229)	0.230*** (6.058)
_cons	1.214*** (11.495)	15.020*** (24.375)	-0.416*** (-3.109)
时间、省份固定	YES	YES	YES
观测值	360	360	360
R ²	0.642	0.778	0.786
F	127.115	248.140	215.797

相比之下，高城镇化地区的数字经济效应相对较弱，如表 8 所示，这既可能由于数字基础设施已趋于饱和，也可能反映出现有数字应用与现代农业需求的错配。值得注意的是，政府干预在高城镇化组呈现显著正向调节作用($\beta = 0.315, p < 0.01$)，而在低城镇化组不显著，这提示政策制定需要因地制宜——发达地区更需政府引导数字技术与产业深度融合，而欠发达地区则应侧重数字基础设施的普惠性建设。

Table 8. Heterogeneity analysis
表 8. 异质性分析

	(1)	(2)	(3)	(4)
	粮食主产区	非粮食主产区	高城镇化组	低城镇化组
数字经济	-0.260*** (-4.520)	0.135*** (5.238)	0.118*** (4.151)	0.297*** (7.541)
政府干预程度	0.078 (0.709)	0.101* (1.659)	0.315*** (3.233)	-0.008 (-0.123)
技术市场发展水平	0.147 (0.789)	-0.003 (-0.022)	0.072 (0.440)	0.570** (2.504)
经济发展水平	0.071** (2.302)	0.062** (2.600)	0.094*** (3.154)	0.084*** (2.814)
城镇化	0.620*** (7.926)	0.153*** (5.250)		

续表

常数项	-0.665** (-2.263)	-0.529** (-2.257)	-0.729** (-2.433)	-0.542* (-1.907)
观测值	156	204	170	190
R ²	0.572	0.558	0.336	0.653
F	36.868	46.007	18.062	76.236

6. 结论与政策建议

6.1. 研究结论

本文基于理论分析与实证分析相结合的研究方法，通过系统分析，得出以下研究结论：

首先，基准回归结果表明，数字经济对农业经济韧性具有显著的促进作用，这一结论在经过替换核心变量、调整样本区间等多种稳健性检验以及工具变量法等内生性处理后依然稳健成立。机制分析进一步揭示，数字经济通过提升农业劳动力水平这一重要渠道，有效增强了农业产业链韧性。

其次，异质性分析显示数字经济的影响存在显著的区域差异：在政策导向维度，数字经济对非粮食主产区的农业经济韧性提升效果更为突出，而对粮食主产区则呈现出抑制作用；在区域发展维度，数字经济对低城镇化地区的促进作用明显强于高城镇化地区，表现出明显的“数字红利”梯度效应。这些发现为制定差异化的数字农业发展政策提供了重要依据。

6.2. 建议

本文根据上述研究结论，为提升农业经济韧性，推动我国农业现代化建设，提出如下建议：

第一，促进数字经济健康发展，需要从政策环境和技术保障两个层面协同发力。在政策支持方面，政府部门应当实施差异化发展战略：对于数字经济先发地区，重点支持核心技术攻关和产业升级，打造具有国际竞争力的数字产业集群；对于后发地区，则需加大基础设施投资力度，通过“数字帮扶”机制提供技术转移、人才培训和专项资金支持，着力缩小区域数字鸿沟。同时，要重点扶持工业互联网平台、农业大数据中心等新型基础设施建设，制定财税优惠政策，促进数字经济与实体经济深度融合。在企业转型方面，应当构建全方位信息安全防护体系，包括建立多层级的网络安全监测平台、组建专业化的信息安全团队、完善数据加密和隐私保护机制，同时加强员工网络安全意识培训，形成技术防护与管理规范相结合的安全保障体系。

第二，实施差异化数字农业发展策略。各地区应立足资源禀赋，制定特色发展方案：非粮食主产区重点建设智能监测、精准灌溉等数字设施，打造智慧农业示范区；粮食主产区推进数字技术与传统生产融合，建立产业大数据平台，强化区域辐射效应；低城镇化地区着力培育本地数字服务商，通过“数字正特色产业”模式提升市场效率。这一策略既发挥区域比较优势，又促进协同发展，形成优势互补的新格局。建议建立区域协同机制，通过技术帮扶、资源共享等方式，推动数字农业均衡发展。同时完善配套政策，在资金、技术、人才等方面给予差异化支持，确保各项措施有效落地。

第三，构建现代农业人才培育体系。政府部门需加大人力资本投资力度，通过定期开展智能农机操作、数字农业技术等专项培训，全面提升从业者的数字技能与信息化素养。重点培养掌握数字技术与农业知识的复合型人才，同时出台人才激励政策，在住房补贴、创业扶持等方面提供优惠条件，吸引数字化专业人才投身农业农村发展，为农业现代化提供坚实的人才保障。

参考文献

- [1] Holling, C.S. (1973) Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1, 1-23.
- [2] Martin, R., Sunley, P. and Tyler, P. (2015) The Evolution of Local Economic Growth: Decline, Resilience and Recovery. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8, 141-148.
- [3] 李连刚, 张平宇, 谭俊涛, 等. 韧性概念演变与区域经济韧性研究进展[J]. 人文地理, 2019, 34(2): 1-7
- [4] 刘晓星, 张旭, 李守伟. 中国宏观经济韧性测度——基于系统性风险的视角[J]. 中国社会科学, 2021(1): 12-32.
- [5] 张明斗, 惠利伟. 中国农业经济韧性的空间差异与影响因素识别[J]. 世界农业, 2022(1): 36-50.
- [6] 石岩. 中国农业经济韧性水平测度与区域差异分析[J]. 统计与决策, 2024, 40(21): 122-126.
- [7] 蔡清龙. 中国农业经济韧性水平测度与时空演化[J]. 技术经济与管理研究, 2024(4): 140-145.
- [8] 赵巍, 徐筱雯. 数字经济对农业经济韧性的影响效应与作用机制[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2023, 22(2): 87-96.
- [9] 祝宏辉, 郑新. 数字经济、城乡融合与农业经济韧性[J]. 统计与决策, 2023, 39(18): 22-27.
- [10] 宋敏, 刘欣雨. 数字经济赋能农业韧性机制研究——基于人力资本的中介效应分析[J]. 江苏社会科学, 2023(1): 103-112.
- [11] 田力, 毛伟. 数字经济何以提升农业经济韧性: 效应和机制[J]. 科技和产业, 2024, 24(2): 25-34.
- [12] 徐孝勇, 冯潇潇. 数字经济对我国市域农业经济韧性的影响效应与机理分析——基于系统 GMM 模型与动态门槛模型的检验[J]. 重庆师范大学学报(社会科学版), 2023, 43(6): 50-63.
- [13] 唐莹, 陈梦涵. 农业基础设施对农业经济韧性的作用机制与效应研究[J]. 农林经济管理学报, 2023, 22(3): 292-300.
- [14] 赵连阁, 霍艺嘉. 新质生产力赋能农业经济韧性提升: 机制分析与推进路径[J]. 湖北大学学报(哲学社会科学版), 2025, 52(1): 164-173.
- [15] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展: 来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76.
- [16] 王军, 朱杰, 罗茜. 中国数字经济发展水平及演变测度[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(7): 26-42.
- [17] 李卫兵, 张凯霞. 空气污染对企业生产率的影响: 来自中国工业企业的证据[J]. 管理世界, 2019, 35(10): 95-112+119.
- [18] 温忠麟, 方杰, 谢晋艳, 等. 国内中介效应的方法学研究[J]. 心理科学进展, 2022, 30(8): 1692-1702.