

# 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

徐孝勇 冯潇潇

(重庆师范大学 经济与管理学院,重庆 401331)

**摘要:**基于 2011—2019 年我国 277 个市域农业的面板数据,运用反事实方法科学测度了其经济韧性水平,并借助系统 GMM 模型、中介模型和动态门槛模型等方法,实证检验了数字经济对市域农业经济韧性的影响效应及作用机理。研究发现:数字经济显著增强了市域农业经济韧性,这一结论经一系列稳健性检验后仍能成立;机制分析结果表明,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。异质性分析表明,在东部、中部、西部地区和人力资本水平较高的地区,数字经济对市域农业经济韧性的影响效应更为显著,而对东北地区的提升效应则不显著。动态门槛检验进一步揭示,数字经济对市域农业经济韧性的影响呈现边际递增的非线性特征,当数字经济发展水平越过特定门槛值(0.147)时,数字经济对市域农业经济韧性的促进作用显著增强。

**关键词:**数字经济;市域农业经济韧性;农业资本深化;系统 GMM 模型;动态门槛

**中图分类号:**F323

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0429(2023)06-0050-14

**doi:**10.19742/j.cnki.50-1164/C.230605

## 一、引言

市域农业作为我国区域农业发展中相对发达的版块,承担着保障我国城市农产品供应安全和引领农业高质量发展的重要使命。党的十八大以来,我国全域农业现代化已取得了长足的进步。然而,市域农业在面临各种生态因子制约、环境载荷趋紧以及自然灾害频发等多重挑战时,其生态脆弱性愈发凸显,引致市域农业抵御、化解风险的能力相对薄弱。并且,与农业发达国家相比,我国市域农业发展还面临着可持续发展竞争力偏弱、产品附加值不高、供需结构不合理等问题<sup>[1]</sup>。当前,全球新一轮科技革命和产业分工深度演化,俄乌战争、巴以冲突和缅北冲突等地缘政治动荡,进一步加剧了新形势下粮食安全和供应链稳定的威胁<sup>[2]</sup>,阻碍全球农业产业链、供应链畅通运转的堵点和风险点不断集聚,我国乃至全世界都日益深刻地意识到,在复杂的百年未有之大变局下,强化农业经济韧性对于农业的适应性发展

**收稿日期:**2023-11-25

**作者简介:**徐孝勇(1972—),男,四川西昌人,管理学博士,重庆师范大学经济与管理学院副教授,硕士研究生导师,主要研究方向:乡村振兴、区域商贸。

冯潇潇(2000—),女,贵州铜仁人,重庆师范大学经济与管理学院硕士研究生,主要研究方向:农业经济。

**基金项目:**2019年度国家社会科学基金一般项目“‘一带一路’倡议的贸易效应及政策研究”(19BJY002)。

和可持续发展至关重要。因此,增强农业经济韧性成为各界愈发重视的议题,并已被提升至战略新高度。党的二十大报告强调要着力提升产业链、供应链的韧性和安全性,并倡导大食物观的发展理念,推进设施农业和智慧农业发展。2023年中央“一号文件”也明确指出“产业韧性强”为农业强国应有的核心内涵。在此背景下,探讨市域农业如何防范诸如“黑天鹅”“灰犀牛”等各种不确定性风险,增强市域农业经济韧性、推进市域农业高质量发展显得尤为紧迫,这不仅是我国把牢农业发展主动权和筑牢农业发展安全屏障的前瞻性擘画,更是推动农业强国建设的关键所在。

近年来,各国都在探索提升农业经济韧性的有效途径。从农业发达国家的经验来看,采取的策略主要包括多元化生产以分散风险、加强风险管理等,并强调数字技术在提升农业经济韧性中的关键作用<sup>[3]</sup>。随着人工智能、5G通信、物联网、大数据等数字技术演变更新迭代,利用数字技术发轫农业现代化发展已成为各国共同关注的课题。发达国家的数字农业实践已取得显著成效,并逐步形成了一个较为完善的发展体系。相较之下,我国的数字农业实践还处于起步阶段,但是数字经济在农业领域的强大赋能作用已引起我国政府的持续关注与重视。早在2013年我国就开始着手“数字农业”的战略布局,并陆续出台了一系列政策文件,如“乡村振兴战略规划”“数字乡村发展战略纲要”等,旨在促进农业数字化转型和智慧农业的发展。在这一系列战略推动下,我国各城市积极践行农业数字化<sup>[4]</sup>,推动数字要素与数字技术渗透于市域农业产业链、供应链上的各关键节点。据《中国数字经济产业发展研究(2023)》报告,2022年,我国农业领域的数字化渗透率已达到了10.5%,说明数字经济正成为我国农业高质量发展的强劲引擎。并且,在我国宏观经济下行承压期,数字产业表现出较强的产业韧性与带动效应。也就是说,数字经济能为数字化产业抵抗外部冲击构筑一道内在的安全屏障,在一定程度上增强对外部冲击的“免疫力”。那么,数字经济能否为市域农业发展发挥“稳定剂”和“催化剂”的作用,进而锻造市域农业经济韧性呢?如果答案是肯定的,其影响路径是什么?其影响效应又如何呢?在我国数字经济驱动农业发展范式变革不断深化的阶段,如何实践才能有效释放数字红利助推市域农业经济韧性提升呢?本文认为,探讨以上问题对利用数字经济赋能我国市域农业经济韧性提升,和夯实我国市域农业发展的安全堤坝具有重要的现实意义。

“韧性”的概念最初源于物理学,由Holling<sup>[5]</sup>首次引入生态学领域,并定义为生态系统在受冲击后恢复至初始均衡状态的能力。而Walker等人<sup>[6]</sup>强调生态系统具有多重均衡状态,将生态韧性定义为系统在达到新稳态前所能承受的最大冲击。Martin<sup>[7]</sup>等人进一步研究,发现生态韧性实质上仍受均衡论思维束缚,于是从演化论视角提出了更为全面的适应性韧性(亦即经济韧性),指经济系统应对外生冲击的动态响应、重构与创新能力。适应性韧性特别强调了经济系统在面对外部变化时的适应性学习能力,现已得到国内外众多学者的认可和采用。相较于国外成熟的经济韧性研究体系,我国对经济韧性的研究起步较晚,研究多聚焦于宏观层面,而对中观和微观层面的探究相对不足。国内学者对农业经济韧性的研究多集中在其测算、时空演变及影响因素。关于农业经济韧性的测算、时空演变,多数研究是基于对农业经济韧性内涵的理解,构建综合指标体系来测度各区域的农业经济韧性。例如,Folke C<sup>[8]</sup>认为农业经济韧性是指农业吸收冲击并维持原始结构、功能和特征的综合能力。于伟<sup>[9]</sup>也基于这种理解,从生产、生态和经济三个维度构建了指标体系来测度农业抵抗冲击的能力,却未考虑到恢复力和变革力这两个关键要素。进一步,蒋辉<sup>[10]</sup>、张明斗<sup>[11]</sup>等学者发现我国农业经济韧性整体呈增强态势,并存在区域内外差距和显著的空间关联效应。随着数字经济与农业深度融合发展,数字经济对农业高质量发展的影响受到了学者们的广泛关注,但仅有宋敏<sup>[15]</sup>、赵巍<sup>[16]</sup>等少部分学者直接研究了数字经济对农业经济韧性的影响,并认为数字经济能通过提升人力资本、推动产业结构升级来增强农业经济韧性。另外,任健华<sup>[17]</sup>、赵天荣<sup>[18]</sup>等学者从农业资本深化、全要素生产率等角度间接探讨了数字经济对农业经

济韧性的促进作用。上述有关数字经济和农业经济韧性的相关研究对本文研究的展开具有重要的借鉴价值,但是仍存在进一步探究的空间。

本文基于适应性韧性框架,认为农业经济韧性不仅表现在其遭受外部冲击后的恢复能力,更注重其经过适应期后调整与优化,突破原有的路径依赖,市域农业升级至更高效、可持续发展路径的能力。本文的边际贡献在于:第一,本文使用反事实方法较为科学地测度了市域农业经济韧性,更契合农业经济韧性的内涵。既有研究大多数是通过构建反映农业产业链上下游关联的指标体系来评价韧性水平,虽然这种方法所考虑的因素比较全面,但由于指标选择、统计口径、权重分配不一致,可能在指标选择上存在主观性和因果混淆问题。第二,本文对市域层面农业经济韧性研究有进一步推动。已有研究更多的是在宏观层面,基于省级数据对我国农业整体展开研究,忽略了局部特征;而其他从县域角度展开的研究往往仅限于对某个省份或某片区域来进行,而忽略了全局性。因此,本文以全国 277 个各级市域农业为研究对象,使用反事实方法科学测度市域农业经济韧性水平,系统梳理数字经济赋能市域农业经济韧性的机理,引入农业资本深化作为中介变量,并考虑到数字经济对市域农业经济韧性存在非线性影响,运用两步系统 GMM 模型、动态门槛模型、中介效应模型来实证检验数字经济对市域农业经济韧性的影响效应及作用机制,以期为数字化背景下增强市域农业经济韧性提供经验证据。

## 二、理论分析与研究假设

### (一)数字经济影响市域农业经济韧性的直接效应

数字经济直接提升市域农业经济韧性,主要体现在增强市域农业应对不确定性风险的综合能力、推动市域农业产业结构优化与升级两个方面。

第一,数字经济增强市域农业应对不确定性风险的预警、响应、恢复以及适应能力。一方面,利用大数据技术构建的市域农业风险智能识别和预警机制,能有效增强市域农业应对气候变化和自然灾害的预防能力;同时,数字平台有效连接了市域农业产业链、供应链的上下游,提升了市域农业面对外部冲击时的响应能力<sup>[19]</sup>,协同管控断链风险,有利于市域农业经济韧性提升;此外,数字普惠金融的应用不但有效解决了农户和涉农小微企业的融资难题,助力市域农业主体在遭受冲击后更快地恢复运营,还通过其衍生的多元金融工具实现了市域农业风险的分担与管理<sup>[20]</sup>。另一方面,依托互联网信息平台成本低、传播广等优势,促进了涉农信息的流通<sup>[21]</sup>,市域农业生产经营主体能更及时、全面地了解市场动态,包括价格信号、供求关系、生产经验、政策变化等,为动态调整生产计划和农作物种植结构、销售策略等提供依据。这不仅改善了市域农业生产与消费的衔接,促使市域农业投入与产出结构关系更加紧密、协调,还增强了市域农业主体对不确定性风险的适应性调节能力。

第二,数字经济推进市域农业产业结构优化与升级。数字经济驱动市域农业生产向“精细化”“智能化”“绿色化”方向演进,提高了市域农业生产效率和农产品附加值,驱动市域农业与其他产业融合发展,促进市域农业产业结构优化与升级。一方面,通过地理信息系统(GIS)、智能农机以及物联网等数字技术,实时监测和记录苗情、墒情、虫害及气象等关键农业变量,再利用大数据技术对所收集的农业数据进行分析,帮助市域农业生产实现精准种植、灌溉、施肥和病虫害管理等,缓解资源约束和环境污染,以科学合理的方式布局农业生产<sup>[22]</sup>,实现经济效益和生态效益的双重优化。另一方面,数字经济加速市域农业与其他产业的互动与融合,不断催生农业新业态、新模式,促进农业产业结构向多元化、高级化的方向发展,也为市域农业发展带来了新的增长点。

总之,通过以上机制,数字经济推动市域农业向更优化、可持续的发展路径迈进,进而增强了市域农

业经济韧性。基于此,本文提出研究假设一:

假设一:数字经济赋能市域农业经济韧性提升。

### (二) 数字经济影响市域农业经济韧性的间接效应

数字经济通过推进“以工促农”战略的实施,促进市域农业资本深化,为市域农业带来高效的要素配置,间接提升了市域农业经济韧性。第一,数字经济兴起加速了非农部门的发展,导致非农部门产品相对价格下降,间接降低了农业部门技术创新的门槛,并为农业部门技术创新提供了高质量的中间产品,市域农业部门因此获得更多先进的技术和资本注入<sup>[23]</sup>,为农业部门提高生产率和科技进步提供了内生动力和外部条件。并且,数字经济的发展为非农就业提供了更多的机会,农业部门的劳动力、土地也向资本回报率更高的非农部门转移,导致农业部门劳动力要素和土地要素的相对价格上升,资本要素的相对价格降低。依据诱致性进步理论,这将推动市域农业生产者倾向于采用“劳动节约型”和“土地节约型”的投入模式,为农业部门用资本代替粗放型劳动力提供了契机,深化了市域农业资本要素的投入。第二,数字技术与资本要素相结合,即数字普惠金融的发展拓宽了金融服务的覆盖范围,延伸了金融服务的可及性,缓解了市域农业主体的融资资本约束,使得小农户群体也能以较低成本实现用先进技术代替传统劳动力,有利于实现市域农业的资本积累。总之,资本要素投入的增加和土地、劳动力的非农转移共同推动了农业资本的深化。

农业资本的深化促进农业全要素生产率提升,优化农业资源要素配置,有利于提升市域农业经济韧性。第一,农业资本深化是我国农业劳动生产率和土地生产率增长的第一贡献源,其带来的生产率效应和要素替代效应共同驱动农业生产率增长<sup>[24]</sup>,有效提升了市域农业的全要素生产率<sup>[25]</sup>,优化了市域农业资源配置。第二,在市域农业面临外部风险冲击(如气候变化或市场波动)时,其积累的资本为可以提供必要的缓冲,助力市域农业主体快速调整并恢复运营。因此,市域农业通过这一资本深化实现转型升级,使其更具适应性和经济韧性。基于此,本文提出研究假设二:

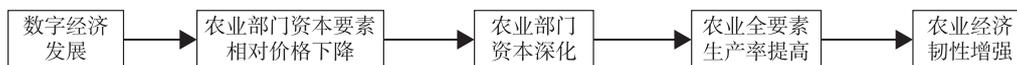


图1 假设二演化路径图

假设二:数字经济通过“以工促农”,促进农业资本深化,进而增强市域农业经济韧性。

### (三) 数字经济影响市域农业经济韧性的门槛效应

在前述理论分析的基础上,本文认为数字经济有提升市域农业经济韧性的潜力,但我国各市域经济发展和推动数字化进度不同,该影响作用可能存在时滞效应。在数字化进程落后的城市,数字化基础设施投入不足,信息平台不完善,导致数字经济的应用范围、深度受限<sup>[26]</sup>,其溢出效应和乘数效应可能无法充分发挥。随着数字化基础建设和信息网络的健全,数字技术向农业领域加快扩散,数字经济所带来的扩散效应、溢出效应和普惠效应逐渐显现,进一步强化其对市域农业经济韧性的提升效应。因此,数字经济对市域农业经济韧性的促进作用并非简单线性关系,可能存在动态门槛效应。基于此,本文提出研究假设三:

假设三:数字经济影响市域农业经济韧性存在门槛效应

## 三、研究设计

### (一) 模型设定

本文主要通过构建系统 GMM 模型来验证数字经济对我国市域农业经济韧性的直接影响效应。其

原因如下:首先,鉴于市域农业经济韧性具有某种“路径依赖性”,将市域农业经济韧性的一阶滞后项纳入模型。其次,考虑到潜在的内生性问题,普通最小二乘法或固定效应模型所得到的估计系数可能为有偏、非一致的,加之本文采用的样本数据特征为大 N 小 T 的短面板,一般使用差分 GMM 估计或系统 GMM 估计。而系统 GMM 估计在处理内生性、弱工具变量以及模型设定检验时具有更强的优势,能大幅提高估计的稳健性。基于上述考量,本文选取两步系统 GMM 估计方法来进行实证检验。此外,参考前人研究还纳入了经济发展水平、城镇化率、金融发展水平等其他关键变量,以确保模型的全面性和准确性。设定式(1)动态面板模型作为本文的基准回归模型:

$$Agrres_{i,t} = a_0 + a_1 Digital_{i,t} + a_2 Agrres_{i,t-1} + a_j \sum_{j=1}^n \omega_j controls_{i,t} + \delta_i + \varphi_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中, $i$ 表示城市, $t$ 表示年份, $Agrres_{i,t}$ 为因变量:市域农业经济韧性, $Digital_{i,t}$ 为核心解释变量:数字经济发展水平, $controls_{i,t}$ 表示控制变量集合, $\delta_i$ 表示城市固定效应, $\varphi_t$ 表示年份固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 表示随机扰动项。

为进一步探讨数字经济影响市域农业经济韧性的传导机制,本文以农业资本深化为中介变量,并借鉴江艇<sup>[27]</sup>提出的中介效应操作建议,在后文实证检验数字经济对农业资本深化的影响,理论阐释农业资本深化对市域农业经济韧性的影响即可,以克服传统中介效应分析方法的缺陷。在模型(1)的基础上,建立如下中介模型:

$$M_{i,t} = a_0 + a_1 Digital_{i,t} + a_2 M_{i,t-1} + \sum_{j=1}^n \omega_j controls_{i,t} + \delta_i + \varphi_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

其中, $M_{i,t}$ 表示中介变量,其余变量含义与上文相同。

为深入探究数字经济影响市域农业经济韧性是否存在门槛效应,构建如下动态门槛模型进行检验。Hansen<sup>[28]</sup>的方法是检验门槛效应的常见做法,基于静态面板的固定效应进行建模。但这一方法要求协变量保持强外生性,否则会形成有偏估计,而本文基准模型设定为动态面板,所以不适用此方法。Seo 等人<sup>[29]</sup>将模型扩展为具有潜在内生阈值变量的动态面板模型,从而有效应对内生性问题。因此,本文参考 Seo 等人的方法,以数字经济发展水平(Digital)为门槛变量,构建单一的动态门槛模型。

$$Agrres_{i,t} = \beta_0 + \Omega Agrres_{i,t-1} + \beta_1 Digital_{i,t} \times I(q_{i,t} \leq \gamma) + \beta_2 Digital_{i,t} \times I(q_{i,t} > \gamma) + a_j \sum_{j=1}^n \omega_j controls_{i,t} + \delta_i + \varphi_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中是滞后一期的市域农业经济韧性, $I(\cdot)$ 是指示性函数,即满足括号内条件时 $I$ 为1,否则为0。 $q_{i,t}$ 是门槛变量,当数字经济发展水平低于门槛值 $\gamma$ 时,数字经济对市域农业经济韧性的影响系数为 $\beta_1$ ,当数字经济发展水平越过门槛值 $\gamma$ 时,数字经济对市域农业经济韧性的影响系数为 $\beta_2$ ,其余变量含义与上文相同。

## (二) 变量选择

1. 被解释变量:市域农业经济韧性(Agrres)。关于产业经济韧性的测度方法仍存在分歧,主流方法可分为综合指标体系法和核心变量法。综合指标体系法是尝试采纳一揽子指标来构建指标体系,但这种方法在指标的选择上可能存在主观性、因果混淆问题。这种基于均衡论的测度方法受到了一些演化经济地理学者的质疑,进而引起了关于结果可靠性的争议。核心变量法是选取某些对外部冲击高度敏感的关键指标,如就业人数或 GDP,并根据其在受冲击前后的波动来估计韧性。然而,仅根据就业或 GDP 的变化来评估产业结构在韧性视角下的适应性较为片面。鉴于上述,本文参考刘瑞等人<sup>[30]</sup>的方法,比较农业劳动生产率的实际增长路径与其预测的反事实增长路径来测度。此方法有双重优势:一是

劳动生产率的波动能够有效地反映出产业结构的适应性调整与升级,更为契合适应性韧性内涵;二是该方法不仅关注到了某地区农业面对外部冲击时经济波动的空间效应,而且避免了综合指标体系测度方法中常见的因果混淆问题和减少主观偏差。

本文将 2008 年金融危机视为对市域农业的一次外部冲击,并且鉴于地级市数据的可得性,本文设定研究周期为 2011 年至 2020 年。首先预测市域农业的反事实劳动生产率。

在第一阶段,估算市域农业的反事实就业。基于 Dixon-Thirlwal 的循环因果模型,使用静态凡登定律,构建了市域农业产值与就业之间的基本关系。考虑到就业水平的“滞后影响”和“空间效应”,构建了以下的动态空间计量模型:

$$\ln Y_t = \beta_0 + \rho W \ln Y_t + \gamma \ln Y_{t-1} + \beta \ln X_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

其中,  $Y_t$  为  $t$  期农业就业水平,  $Y_{t-1}$  为滞后一期的农业就业水平,  $X_t$  为  $t$  期农业产值,  $W \ln Y_t$  是空间滞后项,反映邻近地区的农业就业水平。 $W$  设置为 277 个市域的邻接权重矩阵,  $\varepsilon_t$  为随机扰动项。利用 GMM 方法估计上式,得到  $\rho$ 、 $\gamma$ 、 $\beta$  的估计值分别为 0.567、0.505、0.125,且至少在 5% 的置信水平上是显著的。基于这些估计,可以进一步推算出各市域的反事实农业就业水平。

在第二阶段,将全国农业的实际产出增长率视为反映无金融危机冲击下的市域农业产值的反事实增长率。以 2007 年的农业实际产值作为基准,计算各市域的反事实农业产出水平。最后,使用 HP 滤波法来计算这两个增长率,并将它们的差值作为衡量农业经济韧性的标准。若此值为正,则表示该地区的农业具有韧性。

2. 解释变量:数字经济发展水平 (Digital)。受限于市域层面相关数据的可获得性,本文借鉴赵涛<sup>[31]</sup>的做法,从互联网发展和数字普惠金融两个维度来衡量数字经济综合发展水平。具体选取了互联网普及率(每百人国际互联网用户数)、相关从业人员情况(信息传输、计算机服务和软件业从业人员占比)、相关产出情况(人均电信业务总量)、移动电话普及率(每百人移动电话用户数)和数字普惠金融发展程度(数字普惠金融指数)五个指标进行度量,运用熵权法确定权重,基于上述方法和数据,得到 2011—2019 年间各市域的数字经济发展水平。

3. 中介变量:农业资本深化(Capital)。为验证数字经济对农业经济韧性的间接影响机制,本文选取农业资本深化(Capital)作为中介变量进行考察。农业机械在农业资本构成中占有核心地位,而农业机械化进程也被视为农业资本深化的关键手段<sup>[32]</sup>,因此,参考唐建军等人的处理方法,以劳均农业机械总动力来衡量农业资本深化程度,即农业机械总动力与第一产业就业人数的比值(千瓦/人),并取对数值以避免极端值影响。

4. 控制变量:借鉴相关研究,本文选择了以下五个可能会影响市域农业经济韧性的其他因素作为控制变量。变量说明如下:

表 1 控制变量说明

控制变量	代码	数据说明
经济发展水平	ECO	人均地区生产总值,为消除量纲差异进行取对数处理
城镇化水平	URB	年末城镇常住人口占总人口数量的比重(%)
金融发展水平	FIN	年末金融机构存贷款余额之和占地区生产总值的比重(%)
政府干预程度	GOV	地方财政一般预算内支出占地区生产总值的比重(%)
外资依存	FDI	当年实际使用外资额占地区生产总值的比重(%)

### (三)数据来源

考虑到市域层面数据的可得性和连续性,本文选择样本数据区间为 2011—2019 年,剔除了部分数据严重缺失的城市,少部分缺失的数据采用线性插值法补齐,最终基于 277 个市域展开研究。数据来自国家统计局、《中国城市统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》《中国农村统计年鉴》以及各省市统计局、各地级市统计公报。各主要变量描述性统计如下:

表 2 各主要变量描述性统计

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
Agres	2 493	0.066	0.259	-1.187	1.263
Digital	2 493	0.120	0.089	0.019	0.875
Capital	2 470	7.015	1.594	1.311	12.746
ECO	2 493	10.702	0.570	8.842	13.064
URB	2 493	0.546	0.149	0.223	0.998
FIN	2 493	2.414	1.212	0.588	21.301
GOV	2 493	0.197	0.097	0.044	0.916
FDI	2 493	0.017	0.018	2.40e-06	0.210

## 五、实证分析

### (一)基准回归

表 3 报告了数字经济对市域农业经济韧性的基准回归结果,列(1)是在加入控制变量后的普通 OLS 回归结果,列(2)是在考虑同时纳入城市与时间固定效应的前提下,采用两步系统 GMM 方法回归所得的结果。结果显示,列(1)数字经济的估计系数为 0.379,在 1%的水平上显著,表明数字经济能显著提升市域农业经济韧性。列(2)数字经济的估计系数为 3.144,在 1%的水平上显著,表明数字经济发展水平每提升 1%,市域农业经济韧性会提升 3.144%。并且,AR(1)检验的 P 值为 0.000 是小于 0.1 的,AR(2)检验的 p 值为 0.843 是高于 0.1 的,说明该模型扰动项的差分存在一阶自相关但不存在二阶自相关,Hansen 检验的 p 值大于 0.1,说明了工具变量的有效性和模型设定的合理性。同时,L. Agres(市域农业经济韧性滞后一期)的估计系数为 0.207,在 1%的显著性水平上为正,进一步确认了市域农业经济韧性存在显著的“路径依赖”特征,说明市域农业经济韧性提升效应存在时滞性,即当期市域农业经济韧性会受到前期市域农业经济韧性水平的影响。在考虑了模型可能存在的内生性问题之后,数字经济仍显著影响市域农业的经济韧性,假设一得证。

此外,从控制变量估计结果来看,经济发展水平估计系数显著为负,可能是因为城市经济发展水平的提高通常伴随着产业结构的优化,城市的产业重心从农业转向服务业和工业,导致农业部门在资源配置和政策关注上相对被忽视,一定程度上不利于农业经济韧性增强。金融发展水平估计系数在 10%的显著性水平上为负,可能是在金融发展较为成熟的地区,金融资源偏向收益率更高的非农领域,这种倾

斜可能导致农业部门在融资和投资方面受限,从而削弱其面对外部风险的应对能力。此外,政府干预程度估计系数显著为负,这可能是因为政府过多干预会导致市场效率降低和资源分配失衡,削弱农业部门对经济波动的适应能力,从而限制农业经济韧性水平的提高。

表 3 基准模型回归结果

变量	(1) 普通 OLS	(2) 系统 GMM
Digital	0.379*** (0.145)	3.144*** (1.114)
ECO	-0.062*** (0.015)	-0.365*** (0.104)
URB	-0.213*** (0.053)	-0.554 (0.347)
FIN	0.008 (0.005)	-0.042* (0.024)
GOV	-0.449*** (0.064)	-0.980*** (0.320)
FDI	0.414 (0.267)	-0.262 (1.036)
Constant	0.862*** (0.154)	4.510*** (1.090)
L. Agrres		0.207*** (0.078)
AR(1)		0.000
AR(2)		0.843
Hansen		0.195
年份固定	NO	YES
城市固定	NO	YES

## (二) 稳健性检验

为确保结果的稳健,本文采取以下三种方法进行稳健性检验:第一,剔除部分样本。鉴于我国直辖市属于省级行政单位,在经济发展、产业政策等方面具有特殊性,为避免可能存在的统计学差异,本文剔除了北京、天津、上海、重庆四个直辖市样本数据,对剩余 273 个城市重新进行回归。第二,替换核心解释变量。在基准回归中核心解释变量(数字经济)是经熵值法测算得到的,此处使用主成分分析法重新对核心解释变量(Digital)进行测算,再次估计。第三,缩尾处理。为避免极端值对回归结果的影响,对样本值的上下 5%进行缩尾处理,并重新进行回归。根据表 4 列(1)一(3)的结果显示,核心解释变量(Digital)的显著性和估计系数与基准回归基本一致,为本研究结果提供了坚实的证据。特别是,列(3)

显示,数字经济对市域农业经济韧性的提升效应依旧显著为正并且系数升至 7.779,这说明排除极端值影响后回归更加平稳,数字经济有效赋能市域农业经济韧性提升这一结论是稳健的,进一步验证了假设一。

表 4 稳健性检验结果

变量	(1)剔除部分样本	(2)替换核心解释变量	(3)缩尾处理
Digital	3.034*** (1.021)	4.347** (1.891)	7.779** (3.168)
L. Agrres	0.204*** (0.076)	0.514*** (0.163)	1.478*** (0.433)
Constant	4.235*** (1.079)	-3.594* (2.089)	-3.138 (2.019)
AR(1)	0.000	0.000	0.000
AR(2)	0.772	0.184	0.448
Hansen	0.205	0.222	0.181
Controls	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES
城市固定	YES	YES	YES

### (三) 异质性检验

1. 基于地理区位的异质性分析。由于我国幅员辽阔,不同地区的资源禀赋与经济基础存在明显差异,数字经济发展水平也不同,这可能会导致数字经济对市域农业经济韧性水平的影响存在明显的地理区位异质性特征。本文参考国家统计局的划分标准,将全国 277 个样本数据分为东部、中部、西部、东北部四个子样本进行探究,重新对基准回归模型进行回归分析,结果如(1)至(3)显示:数字经济对于东部、中部和西部地区的市域农业经济韧性均产生了显著的正向效应,其中东部地区受益最为显著,其后是中部和西部。在东部地区,数字经济发展水平每提升 1%,其市域农业经济韧性水平提高 1.487%,这主要得益于东部地区城市在基础设施、人才集聚、市场环境以及技术水平等多方面的优势,为东部地区进行数字化赋能市域农业提供支撑。然而,数字经济对东北部地区城市农业经济韧性的影响不显著为正,东北地区作为我国重要的粮食基地,农业基础雄厚,可能更多依靠优越的自然资源禀赋来影响农业经济韧性。其次,近年来,东北地区经济增长呈现出疲软态势,在人力资源流失严重、产业结构单一、支柱性工业整体下滑等背景下,难以实现产业转型升级和资源重组,数字经济在提升市域农业经济韧性方面的作用也就无法显现出来。

2. 基于人力资本水平的异质性分析。为检验人力资本水平的高低是否会影响数字经济赋能市域农业经济韧性的效果,本文以人力资本水平的中位数为基准,将全国 277 个样本数据分为高人力资本水平和低人力资本水平两个子样本进行探究。结果如(5)和(6)所示:数字经济的估计系数为 3.030 和 2.637,均在 5%的置信水平上显著,表明数字经济对不同人力资本水平市域的农业经济韧性均存在促进作用,在高人力资本水平的地区其促进作用更强。在人力资本水平高的地区其劳动力拥有更高的教育

水平和技能,对数字技术的应用和适应性更强,能更好发挥人才的正外部性和学习效应,更有效地理解和利用市场信息,提高决策质量,从而更好地应对外部冲击,增强市域农业经济韧性。

表 5 异质性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	东部城市	中部城市	西部城市	东北部城市	高人力资本水平地区	低人力资本水平地区
Digital	1.487** (0.599)	1.416** (0.586)	1.386*** (0.532)	1.801 (4.933)	3.030** (1.388)	2.637** (1.275)
L. Agrres	-0.411*** (0.112)	-0.205** (0.087)	0.215*** (0.075)	-0.540*** (0.200)	0.301** (0.136)	-0.282*** (0.058)
Constant	2.600*** (0.798)	9.786*** (2.320)	2.222*** (0.810)	-28.932** (12.235)	15.870** (7.178)	-0.410 (1.468)
AR(1)	0.091	0.000	0.000	0.091	0.001	0.000
AR(2)	0.408	0.163	0.280	0.498	0.507	0.133
Hansen	0.251	0.377	0.697	0.204	0.508	0.407
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES
城市固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES

(四) 机制检验

根据前文研究理论分析,本文在基准回归的基础上,以农业资本深化为中介变量来研究数字经济影响市域农业经济韧性的传导机制,回归结果见表 6。数字经济对农业资本深化的影响系数为 5.090,并在 1%水平上通过显著性检验,这表明数字经济发展对农业资本深化产生了显著的正面影响,假设二得到验证。随着数字经济的蓬勃发展,数字经济通过推进“以工促农”战略来反哺农业,改变了农业部门的要素禀赋状况和降低了农业部门技术进步的门槛,技术进步方向诱致农业生产者倾向于使用更多资本要素,从而有效促进了农业部门资本累积和深化。农业部门资本深化带来的生产率效应和要素替代效应有效提升了农业部门的全要素生产率,促进市域农业提质增效,进而提升市域农业经济韧性。

表 6 中介效应结果

变量	估计值	稳健标准误	Z 值	P 值	置信区间	
Digital	5.090	1.987	2.56	0.010	1.195	8.984
L. Capital	0.600	0.069	8.75	0.000	0.466	0.735
Constant	-2.782	3.516	-0.79	0.429	-9.674	4.110
AR(1)				0.000		
AR(2)				0.396		
Hansen				0.653		
Controls				YES		
年份固定				YES		

### (五) 动态门槛效应检验

为深入探讨数字经济对市域农业经济韧性的非线性效应,本文选取数字经济作为门槛变量,并采用了 Seo 等人所提出的动态面板门槛操作方法。实证分析显示,随着数字经济的发展进程,其对农业经济韧性的影响呈现出非线性特征。表 7 的结果表示,该模型的门槛值为 0.147,下限置信区间为 0.060,上限置信区间为 0.188。

表 7 门槛值估计结果

门槛估计	门槛值	低	高
	0.147	0.060	0.188

表 8 的结果说明,即当数字经济水平低于门槛值(0.147)时,其系数估计值为 2.867,且在 10%的置信水平上显著;当数字经济水平超越门槛值(0.147)时,其系数估计值升至 4.435,并在 1%的置信水平上显著。这说明,数字经济对农业经济韧性存在“边际效应”递增的非线性影响,验证了假设三。在数字经济发展的初级阶段,由于数字基础设施尚不完善,其对市域农业经济韧性的提升作用较为有限。但随着市域数字农业发展的环境逐渐成熟,规模经济和溢出效应开始逐渐显现,从而更有效地提高市域农业资源的配置和生产效率,进一步强化了其市域农业经济韧性的正面影响。

表 8 动态门槛回归结果

变量	估计值	稳健标准误	Z 值	P 值	置信区间	
Below-threshold	2.867	1.508	1.90	0.057	-0.089	5.823
Above-threshold	4.435	0.893	4.97	0.000	2.685	6.186
ECO	-0.690	0.360	-1.92	0.055	-1.395	0.015
URB	-3.312	2.242	-1.48	0.140	-7.706	1.082
FIN	-0.247	0.114	-2.16	0.030	-0.471	-0.023
GOV	1.840	2.114	0.87	0.384	-2.304	5.985
FDI	1.406	3.272	0.43	0.667	-5.008	7.820
L. Aggres	-0.878	0.153	-5.72	0.000	-1.179	-0.577
Constant	9.1677	2.993	3.06	0.002	3.301	15.034

## 六、结论及建议

### (一) 结论

本文基于适应性韧性视角,首先从理论层面剖析了数字经济对我国市域农业经济韧性的影响机理,认为数字经济不仅能够直接增强市域农业经济韧性,还通过深化农业资本投入,间接提升市域农业经济韧性。

其次,实证研究采用了 2011—2019 年我国 277 个各级市域农业的面板数据作为样本,运用反事实方法科学评估了其农业经济韧性水平,通过系统 GMM 模型、动态门槛模型及中介模型检验了数字经济对市域农业经济韧性的影响效应及作用路径。主要得到如下研究结论:第一,数字经济有效赋能市域农

业经济韧性提升,且在剔除部分样本、替换变量等稳健性检验后,该结论依然成立。第二,数字经济对市域农业经济韧性的提升作用在不同地理区位表现出异质性,其影响效应按东部、中部、西部地区递减,而在东北地区其提升效应不显著;数字经济对市域农业经济韧性的提升作用还存在人力资本异质性,随着人力资本水平的提升,数字经济对市域农业经济韧性的正向作用逐渐加强。第三,农业资本深化在数字经济提升市域农业经济韧性的过程中起着重要的中介作用,表明数字经济可以通过加深农业资本投入间接增强市域农业经济韧性水平。第四,数字经济对市域农业经济韧性的影响呈现出非线性的“边际效应”递增特性,具体表现为,当数字经济发展水平低于特定阈值(0.147)时,其对市域农业经济韧性的促进作用较小,而一旦超过该阈值,该促进作用显著增强。

## (二) 建议

1. 积极推进市域农业全产业链数字化升级。强化数字经济在锻造市域农业经济韧性方面的赋能作用,增强数字农业技术创新能力。第一,鉴于数字经济对市域农业经济韧性的提升作用存在门槛效应,应对数字化进程滞后的城市进行政策倾斜和投资倾斜,补齐其数字基础设施与服务短板,为释放数字红利和激发数字新动能提供基础保障。同时,打造数字农业知识云平台,普及、推广先进的数字农业技术,提高数字经济在市域农业领域的渗透率。第二,依托物联网、大数据等数字技术对市域农业生产、加工、流通等环节进行数字化改造,实现市域农业全链条增值、产业结构优化。依托数字经济深挖市域农业的多种功能和多元价值,各城市应立足自身特色,推进农业与旅游、康养、亲子以及电商等融合发展,实现多产业的协同效应,提高市域农业的抗风险能力。还要注意利用云计算、区块链等数字技术健全市域农业产业链、供应链风险管理体系,强化防灾减灾能力,以应对外部环境的不确定性。第三,增强数字农业技术自主创新能力是实现农业高效生产、可持续发展的关键,应加大支持数字农业技术创新,加强“产学研”协作,建立高效的技术转移机制和技术推广机制,包括激励政府、私营部门及非政府组织的协同投资农业数字化,完善补贴、补助和保险等联动支持体系来促进市域农业的稳健发展。通过这种多元合作模式,加速数字农业研究成果的市场化,推动数字技术尽快转化为农业现实生产力,实现技术创新与农业实践需求的有效对接,为市域农业发展注入源源不断的活力。

2. 深化市域农业资本投入。考虑到数字经济是通过深化农业资本来提升市域农业经济韧性,应进一步优化市域农业资本结构,提升市域农业经济韧性。第一,借力数字金融工具促进数字农业的投资与应用,为农户和涉农小微企业提供更易获取、成本更低的数字金融服务。还可以通过数据驱动的信用评估,精准满足不同农业主体的融资需求,有效增强市域农业的资本流动性和经济韧性。第二,引导相关企业在推进农业数字化时转变发展方式和投资模式,注重风险防范和化解机制建设,运用大数据等数字技术为投资者提供关于农业技术效益的预测和风险评估,从而降低投资风险,进而夯实市域农业抗风险基础。

3. 实施差异化的数字经济赋能策略。考虑到数字经济对市域农业经济韧性的影响因地理区位和人力资本水平而异,因此必须因地制宜地制定相应的发展策略。第一,东部地区各城市应充分发挥其创新要素集聚优势,加强数字农业核心技术的创新能力,积极探索数字农业发展模式先行先试,起到引领示范和辐射带动作用;中部地区各城市要加速数字化成果在市域农业发展中的应用场景开发和推广,促进区域协同发展;西部地区各城市则要重点关注数字信息基础设施的完善,支撑高效旱作农业、绿色生态农业等发展;东北地区各城市要加大支农、惠农政策力度以弥合数字鸿沟,学习、模仿发达地区数字农业的典型模式进行适应性发展,比如立足当地资源优势发展特色农产品电商,大力推广适合当地农业生产条件的数字技术,如抗寒耐寒作物的智能生产管理系统、加强黑土地治理等。第二,各城市在推进农业

数字化具体实践中,还需不断提升农业从业者的数字素养,促进人机协同发展,以适配数字农业对高素质劳动力的需求。同时,完善各地区高水平人才培育和引进政策,培养一批“懂农业、精数字、会操作”的新型职业农民队伍,更好释放数字经济对市域农业经济韧性的赋能效应。

### [参 考 文 献]

- [1] 甘林针,陈希,钟钰.我国粮食国际竞争力比较研究[J].农村经济,2022(1):30-38.
- [2] 张宁宁,李雪,吕新业等.百年变局、世纪疫情背景下世界及中国粮食安全面临的风险挑战及应对策略[J].农业经济问题,2022(12):136-141.
- [3] 张玉梅,龙文进.大食物观下农业产业链韧性面临挑战及提升对策[J].中州学刊,2023(4):54-61.
- [4] 金建东,徐旭初.数字农业的实践逻辑、现实挑战与推进策略[J].农业现代化研究,2022(1):1-10.
- [5] Holling C S. Resilience and stability of ecological systems[J]. Annual review of ecology and systematics, 1973(1): 1-23.
- [6] Walker B, Gunderson L, Kinzig A, et al. A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems[J]. Ecology and society, 2006(1)18:25.
- [7] Martin R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks[J]. Journal of economic geography, 2012, (1): 1-32.
- [8] Folke C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses[J]. Global environmental change, 2006(3): 253-267.
- [9] 于伟,张鹏.中国农业发展韧性时空分异特征及影响因素研究[J].地理与地理信息科学,2019(1):102-108.
- [10] 蒋辉.中国农业经济韧性的空间网络效应分析[J].贵州社会科学,2022(8):151-159.
- [11] 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.
- [12] 李久林,滕璐,马昊楠等.安徽省农业经济韧性的空间异质性及其影响因素[J].华东经济管理,2022(11):42-53.
- [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(3):292-300.
- [14] 郝爱民,谭家银.农村产业融合赋能农业韧性的机理及效应测度[J].农业技术经济,2023(7):88-107.
- [15] 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.
- [16] 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(2):87-96.
- [17] 任健华,雷宏振.数字普惠金融、资本深化与农业全要素生产率[J].社会科学家,2022(6):86-95.
- [18] 赵天荣,石宇倩.数字普惠金融对农业现代化的影响:基于农业资本投入的中介效应[J].重庆师范大学学报(社会科学版),2022(6):13-26.
- [19] 姜长云.发展数字经济引领带动农业转型和农村产业融合[J].经济纵横,2022(8):41-49.
- [20] 陈亚军.数字普惠金融促进乡村振兴发展的作用机制研究[J].现代经济探讨,2022(6):121-132.
- [21] 金绍荣,任赞杰.乡村数字化对农业绿色全要素生产率的影响[J].改革,2022(12):102-118.
- [22] 曹冰雪,李瑾,冯献等.我国智慧农业的发展现状、路径与对策建议[J].农业现代化研究,2021(5):785-794.
- [23] 唐建军,龚教伟,宋清华.数字普惠金融与农业全要素生产率:基于要素流动与技术扩散的视角[J].中国农村经济,2022(7):81-102.
- [24] 李谷成.资本深化、人地比例与中国农业生产率增长:个生产函数分析框架[J].中国农村经济,2015(1):14-30+72.
- [25] 侯明利.农业资本深化与要素配置效率的关系研究[J].经济纵横,2020(2):121-128.
- [26] 李本庆,岳宏志.数字经济赋能农业高质量发展:理论逻辑与实证检验[J].江西财经大学学报,2022,(6):95-107.

- [27] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.
- [28] Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999(2): 345-368.
- [29] Seo M H, Shin Y. Dynamic panels with threshold effect and endogeneity[J]. Journal of Econometrics, 2016, 195.
- [30] 刘瑞, 张伟静. 空间集聚能否提升中国制造业韧性: 基于产业适应性结构调整的视角[J]. 当代财经, 2021(11): 16-27.
- [31] 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(10): 65-76.
- [32] 王伟新, 殷徐康, 王晨光. 数字经济助推中国式农业农村现代化: 测度、机制与启示[J]. 农业现代化研究, 2023(4): 609-623.

## An Analysis of the Impact and Mechanisms of the Digital Economy on Economic Resilience in Urban Agricultural Areas in China —an Empirical Test Using System GMM and Dynamic Threshold Models

Xu Xiaoyong Feng Xiaoxiao

(College of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

**Abstract:** Utilizing panel data from 277 urban areas in China spanning from 2011 to 2019, this study scientifically measures the level of economic resilience in the agricultural sector through counterfactual methods. Employing the system GMM model, mediation model, and dynamic threshold model, it empirically tests the impact and mechanism of the digital economy on the economic resilience of urban agriculture. The findings reveal that the digital economy significantly enhances the economic resilience of urban agriculture, a conclusion which remains robust after a series of stability tests. Mechanism analysis indicates that the deepening of agricultural capital is a critical pathway through which the digital economy improves the economic resilience of urban agriculture. Heterogeneity analysis shows that the effect of the digital economy on economic resilience is more pronounced in the eastern, central, and western regions, as well as in areas with higher levels of human capital, whereas its enhancement effect is not significant in the northeastern region. Dynamic threshold tests further reveal a marginally increasing non-linear characteristic in the impact of the digital economy on the economic resilience of urban agriculture. Specifically, when the level of digital economy development crosses a specific threshold value (0.147), its role in promoting economic resilience is significantly strengthened.

**Keywords:** digital economy; urban agricultural economic resilience; agricultural capital deepening; system GMM model; dynamic threshold

[责任编辑:左福生]