

数字经济何以提升农业经济韧性:效应和机制

田 力¹, 毛 伟^{1,2}

(1. 广东海洋大学经济学院, 广东 湛江 524088; 2. 广东沿海经济带发展研究院, 广东 湛江 524088)

摘要: 数字经济正驱动以往生产经营方式的变革,给农业经济系统带来新的挑战。利用 2010—2021 年省际面板数据从抵抗与恢复能力、适应与调节能力以及转型与创新能力三个维度测度农业经济韧性指数,并在此基础上构建固定效应模型与中介效应模型来考察数字经济对农业经济韧性的影响效应与作用机制。实证结果表明:在省域层面上数字经济对农业经济韧性具有积极影响,数字经济的发展能够显著提升农业经济韧性的水平,该结论在经过一系列的稳健性检验后依旧稳健。机制分析发现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。此外,数字经济影响农业经济韧性具有异质性,表现为数字经济在非粮食主产区、适应与调节以及转型与创新阶段正向影响效应更加突出。

关键词: 数字经济; 农业经济韧性; 农村产业融合发展

中图分类号: F062.5; F323 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)02-0025-10

农业经济发展是的基础和社会稳定的基石,其健康稳定发展对于经济持续增长与社会长治久安具有重要意义。党的二十大报告明确提出了“实现农业现代化”的战略目标,强调要坚持农业农村优先发展,促进农业强国建设。2023 年“中央一号文件”指出必须坚持不懈把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重,这突出了“三农”问题在新发展阶段的重要性和紧迫性。与此同时,中共中央、国务院出台印发的《数字中国建设整体布局规划》指出,要全面赋能经济社会发展,推动数字技术与实体经济深度融合,在农业、工业、教育等领域加快数字技术创新应用,以数字化赋能乡村产业发展。后疫情时代的全球经济下行风险不断增加,国际局势也呈现动荡不安的态势,农业经济面临着更加严峻的挑战和压力。为了应对这些挑战和不确定性,确保农业的健康稳定发展以保障中国粮食安全,需增强农业经济抵御外部冲击和风险的能力。近年来,数字经济的蓬勃发展为农业经济开拓新的发展空间和注入新的发展动力,理清农业经济的韧性和数字经济之间的关系,有助于为农业经济发展提供合适的支持措施,帮助增强农业经济韧性以提升应对风险能力,继而夯实乡村振兴基础,建设现代化农业强国。

1 文献综述

生态学家 Holling^[1]于 1973 年首次提出生态韧性的概念,用以衡量生态系统在受到冲击后的持续与恢复能力。此后,韧性的概念被引入经济领域,被用于试图解释不同经济主体抵御经济冲击和恢复能力的差异^[2]。Martin^[3]认为经济韧性是经济系统的一种动态调整能力,表现为经济系统能够抵御外部冲击、恢复原有发展路径、调整适应新的环境甚至能够转型创新来寻求突破。农业经济韧性是农业系统在面对自然灾害、市场波动和政策调整等不断变化的环境和条件时,能够通过自身结构的调整适应外部变化,确保农业经济活动的持续进行^[4-5]。Berardi 等^[6]、Hammond 等^[7]、Vroegindewey 和 Hodbod^[8]、Buitenhuis 等^[9]指出,农业系统主要受市场不确定性、国家粮价波动、农业政策调整以及农业生产规模和类型的多样性等因素的影响,而增强农业经济系统韧性的关键是持续加强农业专业化程度和提高农业领域的风险预警水平。遭受新冠疫情的农业系统的运行结果表明,农村劳动力的非农转移、多样化的农业活动、农民自身直销能力以及创业精神,对农业生产转型至关重要,影响着农业系统的韧性^[10-11]。政府对受疫情影响的农业经济活动进行有针对性的优先干预,又会促进整

收稿日期: 2023-09-22

基金项目: 广东省哲学社会科学“十三五”规划 2020 年度学科共建项目(GD20XYJ26)

作者简介: 田力(1955—),男,广东珠海人,硕士,研究方向为农村经济发展;毛伟(1975—)男,湖北武汉人,副教授,博士,研究方向为农业经济与管理。

个国民经济系统的稳定^[12]。

农业产业作为我国应对当前复杂经济形势的“稳定器”与“压舱石”，催生了国内学者对其韧性关注的热情，起初侧重于关注韧性测度及其空间演化特征。张明斗和惠利伟^[13]通过构造指标体系来综合测算农业经济韧性指数，并在此基础上考察了其空间差异特征及其差异来源；蒋辉^[14]运用社会网络分析法与空间网络块模型来考察省际层面的农业经济韧性与其空间结构关联特征，发现农业经济系统在遭遇风险和面对变迁时能够利用空间网络系统来维持其结构和功能的稳定；李久林等^[15]通过构建“压力-状态-响应”的PSR模型来考察安徽省的农业经济韧性，并从资源交换视角阐明其与乡村系统要素间的内在联系；霍松涛^[16]基于可持续发展理论，从生态韧性、生产韧性、生活韧性三个维度来评估乡村经济韧性，并借此考察乡村经济空间的演化规律；而发展新型农村集体经济将改善城乡各类生产要素的配置，提升农业经营主体的风险应对能力^[17]；农业与生俱来的弱质性，使得生产活动受限于自然条件，农业保险有效地分散生产经营风险^[18]，农业基础设施的改善增强了农业经济系统风险应对能力与适应调整能力^[19]，这有助于农业经济韧性提升。韧性内涵更加强调主体的资源整合、调节与革新能力，而融合数字技术与普惠金融^[20]、传统农业融合^[21]，改变农业经营主体间的资源配置方式与组织化程度^[22]，有利于可持续发展机制和新发展路径的形成，进而增强农业经济韧性水平。

通过上述文献梳理可以得知，学者们已经对经济韧性进行了深入研究，并且研究范围已扩展至农业经济领域。在农业经济韧性领域，已有许多文献着重于从不同维度来评估农业经济韧性、研究时空差异的演变及相关影响因素。然而，对数字经济对农业经济韧性的影响的文献相对较少，其中涉及的文献主要集中在数字普惠金融和乡村数字化的角度进行探讨。为了进一步理解数字经济对区域经济韧性的影响效应和作用机制。首先，结合农业经济韧性的多阶段动态调整特征，从抵抗与恢复能力、适应与调节能力以及转型与创新能力三个维度来测度农业经济韧性。其次，采用固定效应模型来考察数字经济对农业经济韧性的影响效应。接着，以农村产业融合发展作为传导变量，利用中介模型来探析数字经济对农业经济韧性的作用机制。最后，考虑到区域差异和农业经济韧性的多阶段动态调整特征，进一步考察区域和分维度的异质性特征。

2 理论分析与研究假设

2.1 数字经济对农业经济韧性影响的直接效应

数字化信息技术在农业生产经营活动的应用，将有助于把握要素和资源的投入配比，促进市场信息在更大范围上的流通，降低生产经营成本^[23]，从而提高资源的利用效率与农业生产效率。数字技术也有助于获取农业生产各环节的关键数据，对自然灾害、供应链环节等风险进行有效预防以及提出应对措施，从而及时做出适应性调整以保障农业可持续发展^[24]。此外，农业企业的数字技术应用可以实现生产过程的优化和业务流程的改进，提高管理效率 and 创新能力，这有助于企业更好地适应市场变化和外部冲击，实现产业结构的优化和转型升级，增强农业经济的韧性和竞争力。在农业产业链上，数字化还可以优化农业产业的协作方式和价值链，促进供应链的整合和协调，降低运输和交易成本，提高农产品的市场可达性和销售效率^[25]。因此，数字经济的发展为农业经济提供了重要的支持和保障，使其能够更好地应对外部冲击和经济波动，实现可持续发展。基于此，提出以下假设。

H1：数字经济能够对农业经济韧性产生直接的促进作用。

2.2 数字经济对农业经济韧性影响的间接效应

农村产业融合发展是指农业内部各个子行业以及农业与农村第二、三产业之间的交叉融合，将形成新型农业组织方式和创新农业发展模式^[26]。数字经济为农业经济提供着更多的创新工具和手段，农业内部各个子行业之间凭借着数字技术可以更好地进行信息共享和协同合作。农村第二、三产业因数字技术支撑得以交叉融合，电子商务平台等数字化渠道，将农产品与农村旅游、农村文化等产业相结合，创新农业发展模式。数字技术的应用还可以支持农村产业融合中的资源共享和要素流动，促进农村内部各个产业之间的协同发展，提高运营效率和管理能力，使农业经济更具有应对外部冲击的韧性^[27]。数字经济的出现为农产品提供了更广阔的销售渠道和机会，农产品通过数字经济的支持，不再局限于传统的农贸市场，而是能够进入更广阔的线上市场。这不仅提高了农产品的曝光度和市场竞争力，还促进了农村产业融合中不同产业间的协作和互补，提高了农业经济应对市场变化和冲击的能力。基于此，提出以下研究假设。

H2：数字经济通过促进农村产业融合提高农业经济韧性。

2.3 数字经济对农业区域经济影响的异质性影响

不同地区和农业产业链的发展水平和数字技术应用程度的差异,导致数字经济对农业经济韧性影响存在异质性。在发达地区或农业产业链发展较为成熟的地区,数字技术已经被广泛应用于农业生产和管理中。这些地区通常拥有完善的数字基础设施,农业企业和农民可以充分利用数字技术进行精细化农业管理,也可以帮助他们进行市场分析和预测,制定更有效的销售策略,这使得发达地区的农业经济在面对外部冲击和变化时具备更高的韧性^[22]。然而,欠发达地区或农业产业链发展滞后的地区数字经济应用程度较低,农业经济韧性提升还存在一定的困难。这些地区可能面临着数字基础设施薄弱、数字技术应用能力不足、农民数字素养较低等问题^[21]。缺乏数字技术支持和创新能力,使得农业经济在应对市场波动、气候变化等外部风险时更加脆弱。此外,由于数字技术的应用程度较低,这些地区也可能错失了数字经济为农业带来的新机遇和发展前景。基于此,提出以下研究假设。

H3:数字经济对农业经济韧性的影响存在区域异质性。

3 数据来源、变量选取与模型构建

3.1 数据来源

考虑到数据视的可得性,选取30个省份(因数据缺失,未包括西藏地区和港澳台地区)2011—2021年数据为研究样本。数据来源于EPS数据库、《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》以及相关年份各省份统计年鉴和统计公报,对于个别年份缺失数值,采用线性插值给予补全。各变量的描述性统计如表1所示。

表1 各变量的描述性统计

变量	观测数	均值	标准差	最小值	最大值
Aer	330	0.30	0.14	0.06	0.69
Dig	330	0.16	0.14	0.02	0.93
Rid	330	0.15	0.11	0.01	0.54
Urb	330	57.75	12.44	33.81	89.6
Cad	330	17.53	9.81	2.92	58.83
Eco	330	0.13	0.15	0.003	0.81
Tra	330	15.33	8.16	1.21	39.89

3.2 变量选取

被解释变量。被解析变量为农业经济韧性(Aer),当前学术界对于农业经济韧性的测度主要有单一指标法与指标体系法两种。韧性反映的是系统的动态调整能力,因而参考张明斗和惠利伟^[13]的研究,从抵抗与恢复能力、适应与调节能力以及

转型与创新能力三个维度构建指标体系,采用熵权法来测度农业经济韧性,具体指标体系如表2所示。

核心解释变量。解释变量为数字经济发展水平(Dig),当前数字经济发展水平测度尚没有统一标准,在王军等^[28]的研究基础上,充分考虑数据可获得性,从数字基础设施、数字业务规模、数字发展环境三个维度构建数字经济指标体系,利用熵权法来测度数字经济发展水平,具体指标体系如表2所示。

中介变量。以农村产业融合发展(Rid)为中介变量,借鉴王丽纳和李玉山^[29]的研究成果,从农业产业链延伸、农业多功能性发挥、农业服务业融合发展等三个维度构建指标体系,采用熵权法来测度其指数值,具体指标体系如表2所示。

控制变量。农业经济韧性除了受到数字经济影响,还会受到其他因素的影响,为提高回归模型的准确性因而加入相关控制变量。城镇化率(Urb)率反映着城乡之间的生产要素的流动,为农业经济发展提供增长空间和发展机遇,利于提升农业经济韧性,该变量以城镇常住人口占总人口比例表示;农业综合开发(Cad)能够不断改善农业的基础设施建设,提高了农业的综合生产能力,促进农村经济结构的调整,农业经济韧性,该变量以农业综合开发项目投入来衡量;交通基础设施(Tra)建设和发展将改善农产品的流通条件,拓展农产品的销售渠道和市场范围,利于农业经济的可持续发展而提升农业经济韧性,该变量以公路里程来衡量;生态环境(Eco)的改善能够更好地保证农业生产经营活动的持续进行,减轻自然环境变化对农业生产的干扰,该变量以湿地面积来表示。

3.3 模型设定

基于上文的理论分析与研究假设,构建双固定效应模型考察省级数字经济对农业经济韧性的直接影响,模型的具体设定如下:

$$Aer_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{i,t} + \alpha_c Controls_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

式中: i 为省份; t 为年份; $Aer_{i,t}$ 为 i 省在 t 年的区域经济韧性水平; α_0 为截距; α_1 为数字经济对农业经济韧性的影响程度; α_c 为各控制变量的系数; $Dig_{i,t}$ 为 i 省在 t 年的数字经济发展水平; $Controls_{i,t}$ 为一系列控制变量; μ_i 为 i 省不随时间变化的个体固定效应; δ_t 为控制时间固定效应; $\epsilon_{i,t}$ 为随机扰动项。

将农村第一、二、三产业融合发展水平作为中介变量,并通过构建中介效应模型来探析数字经济对农业经济韧性的传导机制,具体设定如下:

表 2 农业经济韧性、数字经济发展和农村产业融合发展水平指标体系

目标层	准则层	指标层	属性
农业经济韧性	抵抗与恢复能力	X ₁₁ 人均粮食占有量/(kg·人 ⁻¹)	+
		X ₁₂ 耕地面积/10 ³ hm ²	+
		X ₁₃ 有效灌溉面积/10 ³ hm ²	+
		X ₁₄ 人均纯收入/元	+
		X ₁₅ 农林牧渔总产值/亿元	+
	适应与调节能力	X ₂₁ 农业固定资产投资余额/亿元	+
		X ₂₂ 乡村零售总额占全社会比例/%	+
		X ₂₃ 农产品价格指数年增长率 5 年滚动标准差/%	-
		X ₂₄ 涉农财政支出/亿元	+
		X ₂₅ 金融机构涉农贷款余额/亿元	+
	转型与创新能力	X ₃₁ 单位农用机械总动力/万 kW	+
		X ₃₂ 单位农用化肥施用量/万 t	-
		X ₃₃ 农村用电量/亿 kWh	+
		X ₃₄ 农业院校本专科在校大学生人数/万人	+
		X ₃₅ 农业技术人员/万人	+
数字经济水平	数字基础设施	Y ₁₁ 互联网宽带接入用户/万户	+
		Y ₁₂ 长途光缆线路长度/km	+
		Y ₁₃ 移动电话普及率/(部·百人 ⁻¹)	+
	数字发展规模	Y ₂₁ 电信业务总量/亿元	+
		Y ₂₂ 软件业务收入/亿元	+
		Y ₂₃ 信息传输、软件和信息技术服务从业人数/万人	+
	数字应用环境	Y ₃₁ 政企宽带接入用户/万户	+
		Y ₃₂ 每百家企业拥有网站数/个	+
		Y ₃₃ 电子商务销售额/亿元	+
农村产业融合发展水平	农村产业链延伸	Z ₁₁ 农产品加工业主营业务收入/农业总产值/%	+
		Z ₁₂ 农村每万人拥有农村专业合作社数量/个	+
	农村多功能性发挥	Z ₂₁ 休闲农业年营业收入/第一产业总产值/%	+
		Z ₂₂ 设施农业总面积/耕地面积/%	+
	农业服务业融合发展	Z ₃₁ 农林牧渔服务业总产值/第一产业总产值/%	+

$$Rid_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_2 Dig_{i,t} + \alpha_c Controls_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{i,t}$$
(2)

$$Aer_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_3 Dig_{i,t} + \alpha_4 Rid_{i,t} + \alpha_c Controls_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{i,t}$$
(3)

式中：Rid_{*i,t*} 为 *i* 省在 *t* 年的农业融合发展水平；α₂ 为数字经济对农业产业融合的影响程度；α₃ 为考虑农村产业融合程度后数字经济对农业经济韧性的系数；α₄ 为农村产业融合对农业经济韧性的影响程度。

4 实证结果与分析

4.1 基准回归分析

在进行回归前借助 Hausman 检验，所得的检验统计量为 38.31，*P* 远小于 1%，因而拒绝原假设，在进行回归分析时应选固定效应模型。在固定效应模型下，数字经济对区域经济韧性的基准回归结果如表 3 所示。表 3 列(1)为未控制省份个体和年份时间的回归结果，而列(4)~列(6)为控制省份和年份下逐步加入控制变量的回归结果，可以看出 Dig 的估计系数的符号没有发生本质变化，且显著性始终显著。从列(6)回归结果来看，数字经济对农业经济韧性的回归结果系数为 0.09，且在 1%的

水平上通过显著性检验。这表明数字经济的发展对农业经济韧性具有积极影响。其可能的经济原理是，数字技术的应用可以帮助农业生产者更好地把握要素和资源的投入配比，实现更高效的资源利用。同时信息网络广泛地传播市场信息，农业生产者借助更充分的信息相对地做出更准确的决策，提高农业生产效率。数字化的应用还可以优化农业产业链和供应链，降低运输和交易成本，提高农产品的市场可达性和销售效率，通过数字化的配合和协作，农业产业链可以更加高效地运作。总的来说，数字经济的发展为农业经济提供了重要的支持和保障，使其能够更好地应对外部冲击和经济波动，实现可持续发展。

控制变量方面，各变量对农业经济韧性的回归系数均为正数，且都在 1%的水平上通过显著性检验，这表明在省域层面上城镇化、农业综合开发、交通基础设施以及生态环境的发展与完善，将对农业经济韧性产生积极的影响。这可能是因为城镇化过程中，农业与城市之间的联系更加紧密，农产品市场的机会增加，为农业经济提供了更多的支持和

表 3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Dig	0.132*** (6.84)	0.045 * (1.85)	0.085*** (3.44)	0.089*** (3.82)	0.098*** (4.21)	0.090*** (3.91)
Urb	0.004*** (7.46)		0.004*** (5.20)	0.003*** (4.35)	0.003*** (4.53)	0.002*** (2.61)
Cad	0.001*** (5.32)			0.002*** (5.79)	0.002*** (5.73)	0.002*** (5.62)
Eco	0.045 * (1.83)				0.063*** (2.68)	0.055** (2.36)
Tra	0.004*** (3.61)					0.004*** (3.67)
常数项	-0.063*** (-2.93)	0.289*** (69.70)	0.057 (1.28)	0.071 * (1.68)	0.057 (1.33)	0.068 (1.63)
省份/年份固定	否	是	是	是	是	是
样本量	330	330	330	330	330	330
R ²	0.790	0.981	0.982	0.984	0.985	0.985

注:***表示 $P < 0.01$, **表示 $P < 0.05$, *表示 $P < 0.1$;括号内为 t 值。

发展机会。随着城镇化的推进,农村地区逐渐与城市接轨,农产品的销售渠道得到拓宽,农民可以更方便便捷地将农产品运送到城市,同时也能够更好地获取城市市场的需求信息。这种农业与城市之间的紧密联系促进了农产品的流通和销售,为农业经济的发展提供了更多的机会。

农业综合开发可以促进农产品多样化生产和农业产业链的整合,提高农业经济的适应性和竞争力。通过农业综合开发,农民可以将农田资源进行优化配置,选择适宜的农作物种植,实现农业生产的多样化。同时,农业综合开发还能够将农产品的初加工、包装和销售环节进行整合,形成完整的农业产业链。这种整合可以提高农产品的附加值,增加农民收入,并且使农业经济更具竞争力和适应性。

良好的交通基础设施可以提供更便捷的物流运输和市场接触机会,促进农产品的流通和销售,提高农业经济的韧性。在农业生产过程中,物流运输是非常关键的环节。有了良好的交通基础设施,农产品可以更快地运输到市场,减少运输时间和损耗,提高产品的质量和市场竞争力。此外,良好的交通基础设施还可以降低农产品流通的成本,使得农产品的价格更具竞争力,提高农业经济的韧性。

良好的生态环境有助于保护农业生产资源、提高生产效率和产品质量,从而增强农业经济的韧性。农业经济的发展依赖于健康的自然环境。良好的生态环境能够保护农田、水源和空气质量,减少农业生产中的环境污染和资源浪费。同时,良好的生态环境还可以提高农产品的质量和安全性,满足市场对绿色、有机农产品的需求。这些因素可以

提高农业经济的韧性,使其在外部冲击和市场竞争中更具抵抗力和适应性。

4.2 稳健性检验

为检验模型回归结果的稳健性,通过替换核心解析变量、分时段回归以及工具变量法来进行检验,检验的回归结果如表 4 所示。

替换核心解析变量。选用北京大学数字金融研究中心编制的《数字普惠金融指数》作为衡量区域数字经济发展的代理变量,以进行稳健性检验,回归结果表 4 列(1)所示。可以看出,数字普惠金融指数对农业经济韧性的回归系数在 1%的水平上显著为正,与上文中数字经济对农业经济韧性回归所得系数的方向和显著性程度一致。

分时段回归。伴随数字经济体量不断壮大,赋能产业融合效用日益凸显,为了进一步释放数字经济的外部性效应,国务院于 2015 年颁布了《国务院关于进一步推进“互联网+”行动的指导意见》,数字经济发展上升至国家层面战略,此后国家、省、市等层面相继颁布了一系列“互联网+”相关政策。以 2015 年为关键时间节点,将样本划分为 2011—2015 年和 2016—2021 年两个时段,进行回归分析以检验模型稳健性。表 4 列(2)和列(3)的回归结果表明,数字经济对农业经济韧性影响显著为正,分时段回归依旧保持稳健。

农业经济韧性会受到多种因素的影响,而构建模型时未能将所有的影响其发展的因素囊括在内,从而产生遗漏变量问题,正如市场交易成本、制度环境等因素难以测量而无法纳入模型中。同时农业产品的市场经营环境以及农产品的市场结构,反过

表 4 稳健性回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	替换数字经济 发展指数	分时段 (2011—2015 年)	分时段 (2015—2021 年)	Iv1	Iv2
Dig		0.403*** (8.89)	0.275*** (6.86)	0.403*** (5.95)	0.328*** (10.29)
Dif	0.001*** (6.23)				
控制变量	是	是	是	是	是
省份/年份固定	是	是	是	是	是
常数项	0.053 (1.01)	-0.076 (-1.16)	0.158 (1.32)	0.045 (0.52)	0.094 * (1.46)
K-P LM 检验				25.618***	20.212***
C-D F 检验				30.000***	2 183.810***
样本量	330	150	180	300	300
R ²	0.942	0.949	0.898	0.990	0.991

注：***表示 $P < 0.01$ ，**表示 $P < 0.05$ ，*表示 $P < 0.1$ ；括号内为 t 值。

来又会对数字经济的发展提出新的时代要求,从而产生反向因果的问题。故此,采用工具变量法对内生性问题进行处理,而工具变量选取需要满足与内生变量相关,与随机扰动项无关的要求,参照黄群慧等^[30]和余文涛和吴士炜^[31]的做法,分别采用每百人固定电话数量(Iv1)和滞后一期的数字经济发展水平(Iv2)作为工具变量,接着使用两阶段最小二乘法(2SLS)进行估计,估计和检验结果如表 4 列(2)和列(3)所示。LM 统计量和 Wald F 统计量检验结果显著为正,表明两种工具变量均通过不可识别检验和弱工具变量检验,即工具变量是有效的。数字经济对农业经济韧性回归结果在两种工具变量下均显著为正,与基准回归结果基本保持一致,表明在考虑内生性问题后,本文的结果依旧稳健、可靠。

4.3 中介效应分析

数字经济发展对农业经济影响具有积极的促进作用已在上文得到验证,为考察数字经济发展究竟通过何种渠道对农业经济韧性发挥作用,以农村产业融合发展为中介变量加以考察,回归结果如表 5 所示。由表 5 列(1)可知,数字经济的发展将促进农村产业融合发展水平的提升;列(2)的数字经济发展和农村产业融合发展水平对农业经济韧性系数均显著为正,这表明农村产业融合发展水平是数字经济影响农业经济韧性的传导渠道。为了确保中介变量的稳健性,进一步利用 Sgmediation 命令对回归结果进行检验,所得的 Sobel、Goodman1、Goodman2 检验结果均显著,并且所得的农村产业融合发展水平的中介效应占数字经济发展影响农业经济韧性总效应的 30.16%。其经济逻辑可能是,数字经济为农村产业融合发展提供了新的机遇

表 5 中介效应回归结果

变量	(1)	(2)
	Rid	Aer
Dig	9.726*** (22.26)	0.229*** (6.27)
Rid		0.010*** (3.33)
Urb	-0.001 (-0.58)	0.002** (2.54)
Cad	0.000 (0.79)	0.002*** (5.95)
Eco	0.100** (2.22)	0.066*** (2.93)
Tra	-0.002 (-0.76)	0.004*** (3.59)
省份/年份固定	是	是
常数项	1.567 * (1.88)	0.095** (2.32)
样本量	300	300
R ²	0.966	0.991
Sobel 检验	0.099 1*** ($z=3.293$)	
Goodman 检验 1	0.099 1*** ($z=3.290$)	
Goodman 检验 2	0.099 1*** ($z=3.296$)	
中介效应系数	0.099*** ($z=3.290$)	
直接效应系数	0.229*** ($z=6.270$)	
总效应系数	0.329*** ($z=15.150$)	
中介效应比例/%	30.16	

注：***表示 $P < 0.01$ ，**表示 $P < 0.05$ ，*表示 $P < 0.1$ ；括号内为 t 值。

和平台,农村地区因乡村数字化建设而改善了农业生产、加工和销售的各个环节,从而推动农村产业融合的发展。农民和农业企业在此过程中可以更好地获取市场信息、管理生产过程、提高效率和质量。同时,农村产业融合,不仅可以实现不同农业产业的协同发展,还可以促进农业的多元化和结构调整,这样的发展能够减少农业经济对单一农产品

的依赖性,降低市场波动的风险,从而增强农业经济的抗风险能力和适应性,使其更具韧性。另外,数字技术的应用可以提高农业生产的灵活性和适应性,使农业经济能够快速调整产业结构、改变生产方式,以适应市场的变化,使其在市场竞争和外部冲击中更具弹性和稳定性。

4.4 异质性分析

在区域异质性方面,由于省域地理条件和资源禀赋上的差异,使得不同地区的农业产业链发展水平和数字化的普及与应用程度存在较大的差距,从而导致了数字经济对农业经济韧性的影响存在区域差异。党的二十大报告强调要全方位夯实粮食安全根基,而当前气候变化与紧张国际局势加剧了粮食供应链的不确定性,对国内农业经济韧性提出了新的思考。在考虑区域异性上,从粮食主产区和非粮食主产区的维度进行回归考察,估计结果如表6所示。可以看出,两个区域的数字经济发展对农业经济韧性均存在积极的影响,且非粮食主产区通过1%显著性检验。其可能存在原因,粮食主产区通常是传统农业区域,其农业生产模式和经济结构相对较为保守,而数字经济的发展可能在粮食主产区的农业经济中尚处于初级阶段,数字技术的应用程度相对较低。加之粮食主产区的农业生产往往更加注重传统经验和土地资源的利用,数字经济的发展可能在其经济结构的地位相对较弱,因而需要进一步挖掘该区域数字经济发展的潜力。相反在非粮食主产区更迫切需要保障粮食安全,因而需要关注农产品市场变化,数字经济的发展为非粮食主

产区带来了更充分的市场信息,相应地也加速了地区的农业生产结构调整,降低对单一农产品的依赖性,带来多样化生产策略,从而减少非粮食主产区面临的市场风险,提高农业经济的适应性和韧性。

在分维度异质性方面,农业经济韧性反映农业经济系统的动态调整能力,更多是突出系统在遭遇外部不确定性冲击时动态反应,这一过程表现出多阶段变化的特征。数字经济发展能够持续对农业经济系统产生影响,贯彻于农业经济韧性的不同阶段。基于此,分维度来考察数字经济发展对农业经济韧性的影响,回归结果如表7所示。数字经济发展对抵御与恢复力的估计系数为负数,可能原因是数字经济带来的新挑战和风险、农业经济结构的不平衡使得农业系统更加脆弱,大部分资源集中在少数农业生产者或富裕地区,那些缺乏数字技术能力和资源的农民将面临更大的困难,从而降低了整个农业系统的抵御与恢复力。数字经济发展对适应与调整能力的系数显著为正,这是因为数字经济发展提供了更充分的信息来帮助农民更准确地了解市场需求和消费者偏好,同时也拓展更广阔的市场需求,为农民挖掘了更多的销售渠道,这提高了农业生产经营活动的灵活性和适应性,因而增强了农业经济的适应与调整能力。数字经济发展对适应与调整能力的系数显著为正,其可能的经济逻辑是数字经济提供了丰富的技术和平台,推动了农业转型和创新,农民利用数字化生产技术改变传统的农业生产方式,提高生产效率和质量。另外,数字经济提供了更广阔的创新机遇和合作平台,促进农业

表6 区域与分维度异质性回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	粮食主产区	非粮食主产区	抵抗与恢复	适应与调节	转型与创新
Dei	0.039 (0.61)	0.113*** (4.88)	-0.013 (-1.37)	0.062*** (4.98)	0.040*** (3.59)
Urb	0.002 (0.91)	0.002*** (2.62)	-0.001*** (-4.69)	0.003*** (6.38)	0.001** (2.14)
Cad	0.001** (2.24)	-0.000 (-0.07)	0.001*** (10.35)	0.000 (0.73)	0.000** (2.05)
Eco	0.147** (2.20)	0.040** (1.99)	0.026*** (2.80)	0.028** (2.25)	-0.000 (-0.03)
Tra	-0.001 (-0.48)	0.011*** (6.99)	0.001*** (2.98)	0.002*** (3.15)	0.001 (1.51)
省份/年份固定	是	是	是	是	是
常数项	0.262*** (2.70)	-0.068 (-1.45)	0.155*** (9.09)	-0.114*** (-5.03)	0.028 (1.37)
样本量	143	187	330	330	330
R ²	0.976	0.982	0.988	0.954	0.964

注:***表示 $P < 0.01$, **表示 $P < 0.05$, *表示 $P < 0.1$;括号内为 t 值。

与其他产业的融合,打破了传统农业的孤立性,推动了农业创新的跨界合作,这种跨界合作和创新为农业转型提供了更多的机会和资源。

5 结论与建议

通过对全国30个省份的面板数据进行分析,研究了数字经济发展对农村经济韧性的影响效应和作用机制,并得出了以下结论:①数字经济对农业经济韧性的提升具有显著的促进作用,结论在替换估计变量、分样本回归与克服内生性问题后依旧稳健;②数字经济对农业经济韧性的影响可以通过农村产业融合这一传导渠道发挥效应,并且该中介变量占数字经济发展影响农业经济韧性总效应的30.16%;③数字经济对农业经济韧性的影响存在区域异质性,对非粮食主产区的影响要高于粮食主产区;分维度来考察异质性发现,数字经济对抵抗与恢复能力具有负向作用,却对适应与调节能力和转型与创新能力产生积极的影响,且对前者正向影响效果更优。基于上述研究结论,为此本文提出如下对策建议。

(1)促进数字技术在农业中的广泛应用,加大数字技术在农业领域应用的推广力度,如物联网、大数据分析和人工智能等。提供培训和支持,帮助农民掌握数字技术,提高生产效率和质量。建设数字农业基础设施,加强基础设施建设,包括农村互联网接入、电子商务平台和物流网络等,以提升农产品的市场准入和销售渠道。这将为农民提供更多的机会与消费者直接交流和销售,增强农业经济的韧性。加强信息共享与合作,建立信息共享平台,促进农民之间以及农民与专家、科研机构的合作交流。通过共享最佳实践和经验,提高农民的决策能力和创新能力,增强农业经济适应市场变化的能力。支持农业数字化创新项目,政府和投资机构应加大对农业数字化创新项目的支持和投资,鼓励农业科技企业和农民合作创新。通过资金和资源的支持,推动农业领域的创新,提高农业经济的韧性和竞争力。

(2)促进数字技术在农村产业融合中的应用,推动数字技术在农业生产、供应链管理、市场销售等环节的应用,提高农村产业融合的效率和质量。例如,建立电子商务平台,提供在线销售和交易服务,帮助农产品更好地融入市场。加强农村产业融合的数字化基础设施建设,提升农村地区的互联网接入能力,建设数字化农业信息平台和在线农业服务中心,为农民和农业企业提供数字化技术和信息

支持。这将促进农村产业融合的信息流动和决策能力,提升农业经济的韧性。建立农村产业融合的合作网络,鼓励农民、农业企业、科研机构和金融机构等各方建立合作关系,共同推动农村产业融合的发展。建设农村产业融合的合作平台和联盟,促进资源共享、技术创新和市场开拓,提高农业经济的韧性和竞争力。提供培训和支持,提升农村产业融合的人力资本,加强农民和从业人员的数字技术培训,提高其数字化能力和创新创业意识。同时,提供财务、法律和管理等方面的支持,帮助农村产业融合中的各方解决问题和提升能力,增强农业经济的韧性。

(3)优化粮食主产区的数字农业基础设施,加强粮食主产区的互联网接入和通信网络建设,提高数字农业技术的应用和数据传输能力。这将有助于提升农业生产、供应链管理和市场销售的数字化水平,增强粮食主产区农业经济的韧性。加强粮食主产区的数字化农业技术推广,推动数字农业技术在粮食主产区的广泛应用,包括远程监测、精准施肥、智能灌溉等方面的技术。通过提高生产效率和产品质量,数字化农业技术有助于提升粮食主产区农业经济的韧性和竞争力。支持粮食主产区的农产品电子商务发展,鼓励粮食主产区农产品的电子商务销售,提供电商平台和物流支持。通过电子商务的推广,可以扩大粮食主产区农产品的市场覆盖范围,增加产品的销售渠道,提高粮食主产区农业经济的韧性。提供粮食主产区农民的数字化培训和技术支持,加强对粮食主产区农民的数字化技术培训,提高其数字技术应用能力。同时,建立数字化农业技术咨询服务体系,为粮食主产区农民提供技术支持和问题解决,促进农业经济的韧性提升。

(4)数字经济对抵抗与恢复能力的影响较差,需要加强该能力的培养。可以通过建立灾害应对和风险管理机制来实现,包括建立农业保险制度、加强灾害监测和预警系统、提供农业生产技术培训等。这些举措将有助于提高农业经济的抵抗和恢复能力,以应对不可预见的风险和挑战。强化适应与调节能力的发展,数字经济对适应与调节能力具有积极的影响,因此需要进一步加强和发展该能力。这可以通过提供农业技术和信息支持,培养农民和农业从业者的适应能力,提高其应对市场变化和外部环境变化的能力。此外,建立农业合作组织和伙伴关系,以促进资源共享和合作,也将有助于提高农业经济的适应与调节能力。推动转型与创

新能力的培育,数字经济对转型与创新能力有积极的影响,因此需要加强对该能力的培育。这可以通过推动数字技术在农业生产、供应链管理和市场销售等方面的应用,培养农民和农业从业者的创新意识和创业能力。同时,鼓励农业企业和科研机构加强合作,推动农业技术创新和转化,促进农业经济的转型与创新能力的提升。

参考文献

- [1] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems[J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4(1): 1-23.
- [2] 孙久文,孙翔宇. 区域经济韧性研究进展和在中国应用的探索[J]. *经济地理*, 2017, 37(10): 1-9.
- [3] MARTIN R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks[J]. *Journal of Economic Geography*, 2012, 12(12): 1-32.
- [4] ROCKSTRÖM J, WILLIAMS J, DAILY G, et al. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability[J]. *Ambio*, 2017, 46: 4-17.
- [5] 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, 35(1): 102-108.
- [6] BERARDI G, GREEN R, HAMMOND B. Stability, sustainability, and catastrophe: applying resilience thinking to US agriculture[J]. *Human Ecology Review*, 2011: 115-125.
- [7] HAMMOND B, BERARDI G, GREEN R. Resilience in Agriculture: small-and medium-sized farms in Northwest Washington State[J]. *Agroecology and sustainable food systems*, 2013, 37(3): 316-339.
- [8] VROEGINDEWEY R, HODBOD J. Resilience of agricultural value chains in developing country contexts: a framework and assessment approach[J]. *Sustainability*, 2018, 10(4): 916.
- [9] BUITENHUIS Y, CANDEL J J L, TERMEER K J A M, et al. Does the Common Agricultural Policy enhance-farming systems' resilience? Applying the resilience assessment tool (ResAT) to a farming system case study in the Netherlands[J]. *Journal of Rural Studies*, 2020, 80: 314-327.
- [10] YOSHIDA S, YAGI H. Long-term development of urban agriculture: Resilience and sustainability of farmers facing the COVID-19 pandemic in Japan[J]. *Sustainability*, 2021, 13(8): 4316.
- [11] MAGAR D B T, PUN S, PANDIT R, et al. Pathways for building resilience to COVID-19 pandemic and revitalizing the Nepalese agriculture sector[J]. *Agricultural Systems*, 2021, 187: 103022.
- [12] RATHI A. Is agrarian resilience limited to agriculture? Investigating the "farm" and "non-farm" processes of agriculture resilience in the rural[J]. *Journal of Rural Studies*, 2022, 93: 155-164.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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, 36(11): 75-84.
- [16] 霍松涛. 中国乡村经济韧性测度及时空演变特征研究[J]. *云南财经大学学报*, 2023, 39(6): 1-17.
- [17] 王镜淳,穆月英. 新型农村集体经济的韧性建构及其治理逻辑——来自晋南蒲县的经验[J]. *农业经济问题*, 2023(8): 101-114.
- [18] 张东玲,焦宇新. 农业保险、农业全要素生产率与农户家庭经济韧性[J]. *华南农业大学学报(社会科学版)*, 2022, 21(2): 82-97.
- [19] 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.
- [20] 赵巍,赵恬婧,马婧. 数字普惠金融、农村产业融合与农业经济韧性[J/OL]. *农林经济管理学报*: 1-14.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 陈晓峰. 数字经济发展对我国制造业升级的影响——基于省际面板数据的经验考察[J]. *南通大学学报(社会科学版)*, 2022, 38(3): 128-140.
- [24] 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.
- [25] 何亚莉,杨肃昌. "双循环"场景下农业产业链韧性锻造研究[J]. *农业经济问题*, 2021(10): 78-89.
- [26] 孟凡钊,董彦佼. 乡村振兴背景下农村产业融合的现实意义和实现机制[J]. *农业经济*, 2022(6): 12-14.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] 王丽纳,李玉山. 农村一二三产业融合发展对农民收入的影响及其区域异质性分析[J]. *改革*, 2019(12): 104-114.
- [30] 黄群慧,余泳泽,张松林. 互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J]. *中国工业经济*, 2019(8): 5-23.
- [31] 余文涛,吴士炜. 互联网平台经济与正在缓解的市场扭曲[J]. *财贸经济*, 2020, 41(5): 146-160.

How Does the Digital Economy Enhance Agricultural Economic Resilience: Effects and Mechanisms

TIAN Li¹, MAO Wei^{1,2}

(1. School of Economics, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, Guangdong, China;

2. Guangdong Coastal Economic Belt Development Institute, Zhanjiang 524088, Guangdong, China)

Abstract: The digital economy is driving the transformation of traditional production and management methods, bringing new challenges to the agricultural economic system. Using panel data from 2010 to 2021 at the provincial level, the agricultural economic resilience index was measured from three dimensions: resistance and recovery capacity, adaptability and adjustment capacity, and transformation and innovation capacity. Based on this, fixed effects models and mediation effects models were constructed to examine the impact and mechanism of the digital economy on agricultural economic resilience. The empirical results show that the digital economy has a positive impact on agricultural economic resilience at the provincial level. The development of the digital economy significantly enhances the level of agricultural economic resilience, and this conclusion remains robust after a series of robustness tests. The mechanism analysis finds that the integrated development of rural industries is an important channel through which the digital economy affects agricultural economic resilience. In addition, the impact of the digital economy on agricultural economic resilience is heterogeneous, with a more prominent positive effect in non-food-producing areas, adaptability and adjustment, and transformation and innovation stages.

Keywords: digital economy; agricultural economic resilience; integrated development of rural industries