

数字技术对农村产业融合的影响

——基于面板数据的实证研究

侯晓欢, 孙红霞

(苏州科技大学商学院, 江苏 苏州 215009)

摘要: 数字技术作为数字经济时代的重要生产力,为农业、农村的发展提供了更多思路与途径。基于技术创新理论,采用2016—2021年我国省级面板数据,分析数字技术与农村产业融合之间的作用关系,并探讨技术创新在其中发挥的中介作用。研究表明:数字技术对农村产业融合有显著促进作用,并且这种促进作用存在区域异质性,东部地区促进效果更强,西部地区次之,而中部地区由于发展不平衡,促进作用不显著;技术创新在数字技术、农村产业融合间发挥中介作用,并且当技术创新水平越高时,数字技术的促进作用越强。因此要加强数字技术应用、提高技术创新效率、培养数字化人才、因地制宜制定政策,发挥好数字技术对农村产业融合的优势作用。

关键词: 数字技术; 技术创新; 农村产业融合; 门槛模型; 区域异质性

中图分类号: F310 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)11-0028-07

数字经济是继农业经济、工业经济之后的主要经济形态,重构了以技术创新为驱动的经济发展新模式,数字经济与实体经济的深度融合,对工业、医疗、服务业、生物等多个领域尤其是对农村的发展起到了重要作用。因此2022年《农业现代化示范区数字化建设指南》提出,数字化是推进农业全产业链建设、促进三产融合发展的催化剂和黏合剂,数字技术与农村产业的深度融合,重塑了农村发展的新格局,能够为解决“三农”问题、实现乡村振兴提供新思路与新途径。

经典文献认为技术进步涵盖了获取“新”知识、刺激新知识用于生产、提供了运用新知识的资源3个层次。从产业领域看,技术的应用模糊了传统产业的固定边界,使得传统产业渐渐发生了产业融合现象^[1-3],其中技术创新是产业融合最根本的动力^[4];从资源整合角度看,数字技术方法具有无形性、共享性等特征,使得识别、获取、转化资源的整合过程透明化,为无形资源的整合提供了更多选择,强化了创新主体之间的协作关系^[5-7];从提高效率角度,数字技术的使用可以实现杠杆效应,即用较少的资源投入,实现较多的产出,提高企业交易、经营各个环节的效率,降低成本,从而

扩大经济效益,将更多人力、财力、物力投入到研发创新中;从劳动力角度看,数字技术不止改变了技术使用工具,也改变了人们的思维方式,数字技术帮助员工更便捷、快速地获取资源、信息,以数字化的思维方式进行管理,开发出更多的创新资源和创新能力^[8-9],有利于其对新技术的研发、吸收、传播^[10],增强自我效能感,激发创新潜能^[11]。总结来说,现有文献认为数字技术对技术创新有推动作用,从而为产业融合的发展提供不竭动力。

已有的文献已经揭示了数字技术在产业融合发展过程中的促进作用,为本文提供了思路借鉴,但尚未分析数字技术影响农村产业融合的具体作用机制,实证研究的角度也多从服务业、制造业展开。因此本文潜在的边际贡献主要体现在3个方面:①直接从数字技术角度,从理论、实证验证其对农村产业融合的影响作用,丰富和拓展了数字技术的研究领域,弥补了目前文献的不足之处;②将数字技术、技术创新与农村产业融合纳入一个框架,以技术创新作为中介变量,从理论方面分析三者之间的影响机理,并进一步进行实证检验,完善了数字技术与农村产业融合之间的传导机制,弥补了相

收稿日期: 2024-02-24

基金项目: 江苏省研究生科研创新项目(KYCX22_3247);国家社会科学基金(21BGL267)

作者简介: 侯晓欢(1999—),女,安徽亳州人,硕士研究生,研究方向为创新战略与技术产业政策、农民创业;孙红霞(1975—),女,山东烟台人,管理学博士,教授,硕士研究生导师,研究方向为农民创业、创新创业。

关理论在农村领域的空白,丰富和拓展了产业融合理论的研究领域;③研究如何实现农村产业融合发展,如何提升产业融合效度和效益对解决“三农”问题有重要意义,根据研究结果因地制宜提出合理化建议,有利于为今后农业农村经济政策等的制定提供依据。

1 理论分析与研究假说

1.1 数字技术对农村产业融合的直接影响

农村产业融合的过程始终处于动态演变的状态,资源要素在这个过程中通过流动从而得到整合与配置^[12]。社会生产力的提高对以农业为中心的传统农村经济框架提出了更高的要求,农村一体化成为数字经济背景下的重要发展趋势^[13],而数字技术的发展催生了休闲农业、工业化农业等新型业态,不断加速农业与工业、服务业的融合,有利于转变传统经济发展方式。首先数字技术的去中介性能够使信息共享和信息、数据的传递更加便捷高效^[14],能够打破农村地区的时间、空间等限制,加强了农村地区与外界的交流与沟通,提高了农户采用新技术的意愿与能力,有利于农户根据现有的生产条件选择相应的农业技术,优化种植方式、丰富种植品种^[15],从根本上改变了农村传统的生产方式,从而提高了农业生产的效率;其次,新技术、新行业还会在一定程度上由处于高梯度的地区向处于低梯度的地区传递^[16],为农民提供了更多的就业机会,农村剩余劳动力不断流入城镇地区,推动城镇化的发展^[17],同时“互联网+农业”等的发展催生了电商平台等新销售渠道的产生,创造了大量就业机会,包括零工就业等新型工作模式^[18],有利于提高农民的工资性收入、经营性收入与转移性收入^[19],不断缩小城乡收入差距^[20-21];最后,由于地理位置、资源禀赋的限制,各省市之间在数字技术、农村产业融合发展上都有较大的差异,因此,数字技术对农村产业融合的影响可能存在一定的区域异质性。因此,提出以下假说。

H1:数字技术能够正向促进农村产业融合的发展,并且促进作用存在区域异质性。

1.2 数字技术对农村产业融合的间接影响

技术创新理论认为创新的本质是新事物打破旧事物的过程,数字技术会传播信息资源,激发创新潜力^[22],从而使技术创新改变了原有产业的产品或服务,新的替代品和补充品的出现,改变了不同行业间的市场需求,进而带来将核心技术应用到其他行业、市场的机会^[23],从而使得不同产业形成了

共同的技术基础,最终实现产业融合^[24-25]。

农村作为工作和生活的空间载体,是一个由社会、经济和环境因素共同组成的复杂系统^[26],农业生产、工业以及服务业的一体化发展是农村活力的经济表现之一。资源和环境是农村发展的重要制约因素^[27],而数字技术的进步能够有效抵消资源的稀缺性,减轻农村地区的资源劣势,并引导农村经济与环境协调发展^[28-29]。在这一过程中,关键是要把握好“人、物、产业”的核心优势。“人才”是技术创新的核心^[30],数字化发展颠覆性地创造了新的技术创新范式,加速了创新知识的传播和创新网络的扩散^[31],创新信息得以共享^[32],在此背景下,农户也更倾向于选择新的农业技术^[33],整体素质与教育水平得到了进一步提升,为农村产业融合的发展提供了知识保障;“物”指的是现代技术设施^[34-35],基础设施是农业生产的必要要素条件,传统的生产要素过于消耗资源,与现阶段的农业高质量发展战略不相匹配^[36],而数字技术的发展推动着传统基础设施向数字化、智能化的新型数字基础设施转变^[15],能够完善智慧农业、智慧电网等现代农业产业体系,推进农业农村现代化的发展^[37];最后,技术创新与农业产业的深度融合,也为农业产业发展带来新动能^[38],为农业与二、三产业的发展奠定了技术基础。因此,提出以下假说。

H2:数字技术通过促进技术创新来促进农村产业融合发展。

2 数据来源、变量选取和模型设定

2.1 数据来源

由于我国从2015年第一次提出要推动农村三产融合的发展,政策有一定的时效性,因此本文选取2016—2021年全国30个省份(因数据缺失,未包含西藏和港澳台地区)的面板统计数据作为研究样本。各项数据来源于全国温室系统数据、《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》以及各省份统计年鉴,部分缺失数据采用线性插值法补全。

2.2 变量选取

(1)被解释变量:农村产业融合。目前国内研究大多通过构建指标体系对农村产业融合发展水平进行综合评价,评价角度从发展的主要模式、主要效益展开,包括农业产业链延伸、农业多功能拓展、农业与服务业融合、农民收入等。因此,参照已有研究从产业融合的深度、广度和效度3个维度^[21],共6个指标构建指标体系,并用熵值法计算得出农村产业融合水平指数。变量定义见表1。

表1 变量定义

变量类型	变量		变量定义	单位
被解释变量	农村产业融合	农业产业链延伸	农用机械总动力	万 kW
			第一产业增加值占 GDP 的比重	%
		农业多功能拓展	设施农业占耕地面积的比重	%
		农业服务业融合	农林牧渔服务业总产值占第一产业总产值的比重	%
		农民增收	农村居民人均可支配收入	元
		城乡收入差距	城乡人均可支配收入只比	%
核心解释变量	数字技术	数字技术基础设施	长途光缆线路长度	万 km
			互联网宽带接入端口数	万个
			网站数	万个
		数字技术应用	互联网宽带接入用户	万户
			互联网普及率	%
			移动电话普及率	%
中介变量	技术创新		各省份专利申请受理量	项
控制变量	粮食安全		人均粮食产量	kg/人
	政府财政支持		财政教育支出占比	%
	农村生活条件		农村人均用电量	亿 kW · h/万人
	教育水平		普通高中在校人数	人
	农村消费水平		农村居民人均消费水平	元

(2)解释变量:数字技术。参考已有文献[39],从数字技术基础设施、数字技术应用两个方面构建数字技术的指标体系,从宏观层面上对各个省份的数字技术水平进行评价。其中,数字技术基础设施包括长途光缆线路长度、互联网宽带接入端口数、网站数在内的3个二级维度,数字技术应用包括互联网宽带接入用户、互联网普及率、移动电话普及率3个二级维度,见表1。在测算方法上,使用熵值法进行计算[40]。

(3)中介变量:技术创新。专利作为最有效的技术信息载体,是识别技术集成和创新的重要数据来源[41],采用各省份专利申请受理量衡量技术创新水平[42],考虑到各个变量的数据平衡性,对技术创新数据进行对数处理。

(4)控制变量:①粮食安全,用人均粮食产量衡量[43-44]。②政府财政支持,用财政教育支出占财政一般预算支出比重衡量[44];③农村生活条件,用农村人均用电量衡量[45];④教育水平,用普通高中在校生人数衡量[44];⑤农村消费水平,用农村居民人均消费水平衡量。

2.3 模型设定

根据前文理论分析,数字技术通过技术创新影响农村产业融合,技术创新在其中起中介作用。基于此假设,参照温忠麟等[46]提出的模型,构建数字技术通过技术创新影响农村产业融合的中介效应模型:

$$RID_{i,t} = \alpha_0 + \lambda_1 Tech_{i,t} + \lambda_2 X_{i,t} + u_i + e_t + W_{i,t} \quad (1)$$

$$TEC_{i,t} = \alpha_1 + \beta_1 RTI_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + u_i + e_t + W_{i,t} \quad (2)$$

$$RTI_{i,t} = \alpha_2 + \gamma_1 Tech_{i,t} + \gamma_2 RTI_{i,t} + \gamma_3 X_{i,t} + u_i + e_t + W_{i,t} \quad (3)$$

式中: $RID_{i,t}$ 为第 i 个省第 t 年的农村产业融合发展水平; $Tech_{i,t}$ 为第 i 个省第 t 年的数字技术应用; $RTI_{i,t}$ 为第 i 个省第 t 年技术创新水平; $X_{i,t}$ 为其他影响农村产业融合的一系列控制变量,包括粮食安全、政府财政支持、农村生活条件、教育水平、农村消费水平; $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ 为截距项; $\lambda_1, \lambda_2, \beta_1, \beta_2, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ 为待估的回归系数; u_i 为地区(省份)固定效应; e_t 为时间(年份)固定效应; $W_{i,t}$ 为随机干扰项; i, t 分别为第 i 个省份和第 t 年。

3 实证分析

3.1 基准回归结果分析

表2报告了假设检验的回归结果。表2中第(1)列、(2)列为基准回归结果,在不控制省份、年份的情况下,数字技术对农村产业融合的回归系数为0.5840,并在1%置信水平下显著;当控制年份、省份后,回归系数为0.5658,仍通过了1%置信水平的检验,在完成回归后,利用怀特检验是否存在异方差,结果显示 P 值为0.0000,强烈拒绝同方差的原假设,因此认定存在异方差,基于此回归时应使用稳健标准误。回归结果表明数字技术对于农村产业融合存在正向促进作用,假设 $H1$ 成立。

表2中(3)列、(4)列报告了数字技术、技术创新与农村产业融合三者之间的回归结果,具体步骤参考温忠麟等[47]提出的中介效应。表2中第(3)列数

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	农村产业融合	农村产业融合	技术创新	农村产业融合
数字技术	0.584 0*** (3.889 7)	0.565 8*** (3.765 8)	7.416 7*** (6.020 2)	0.145 0 (1.221 9)
技术创新				0.056 7*** (7.974 2)
粮食安全	0.008 4 (0.720 6)	0.008 1 (0.673 6)	-0.509 1*** (-6.851 5)	0.037 0*** (4.412 1)
政府财政支持	0.803 9** (2.336 6)	0.801 0** (2.270 0)	-0.617 5 (-0.211 3)	0.836 1*** (2.776 3)
农村生活条件	0.027 6*** (2.727 1)	0.027 9*** (2.749 9)	0.289 0*** (4.015 7)	0.011 5 (1.233 6)
教育水平	-0.018 0 (-1.241 8)	-0.016 6 (-1.164 9)	0.702 4*** (4.845 3)	-0.056 4*** (-4.195 8)
农村消费水平	0.209 3** (2.490 9)	0.186 6** (2.012 6)	4.938 2*** (6.463 8)	-0.093 6 (-0.976 7)
省份控制效应	No	Yes	Yes	Yes
年份控制效应	No	Yes	Yes	Yes
截距项	-0.255 9*** (-2.802 6)	-0.247 0** (-2.395 7)	5.785 9*** (7.786 3)	-0.575 3*** (-8.373 6)
样本数	180	180	180	180
R ²	0.370 6	0.372 2	0.773 2	0.494 8

注: **、*** 分别表示在 5%、1% 水平下显著; 括号内为 *t* 值。

据显示数字技术对技术创新的回归系数为 7.416 7,并在 1% 置信水平下显著,表明数字技术对技术创新存在正向促进作用;表 2 中第(4)列数据中技术创新对农村产业融合的回归系数为 0.056 7,并通过了 1% 置信水平的检验,说明技术创新推动了农村产业融合的发展,数字技术的回归系数相较于基准回归的估计系数不显著,因此技术创新在数字技术与农村产业融合之间起中介作用。在此结果基础上,利用 Sobel 检验进一步验证中介效应的显著性,结果显示 Sobel 检验统计量 *Z* 值为 4.779,通过了 1% 显著性水平的检验,中介效应占比 63.59%。H2 成立。

3.2 内生性问题处理

由于存在反向因果问题与遗漏变量问题,利用两阶段最小二乘法(2SLS)进行回归来缓解内生性问题。对于工具变量的选择通常要考虑外生性问题与相关性问题,借鉴黄群慧等^[47]杨慧梅和江璐^[48]的研究,选取历史上各省份 1984 年每百人固定电话数量与上一年的全国信息技术服务收入交互项、滞后一期的数字技术发展水平作为数字技术发展水平的工具变量,工具变量通过了外生性检验(*P* 值均小于 0.01)与弱工具变量检验(两个工具变量 Wald *F* 统计量分别为 19.712 2、238.578,均大于 10),表明工具变量的选择是合理且有效

的,回归结果见表 3。表 3 中第(1)列、(2)列报告了工具变量 1 的回归结果,其中第 1 阶段显示其回归系数为 0.027 3,并在 1% 的水平下显著,表示工具变量的选择与核心解释变量数字技术发展水平高度相关,满足工具变量的必要条件,第 2 阶段显示数字技术的回归系数为 2.083 5,并在 1% 的水平下显著;表 3 中(3)列、(4)列报告了工具变量 2 的回归结果,在加入工具变量后,数字技术的回归系数仍然为正,并同样在 1% 水平下显著。因此在克服内生性问题后,数字技术仍然对产业融合起正向促进作用,进一步验证了假设 H1 的合理性。

表 3 工具变量法回归估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	第 1 阶段	第 2 阶段	第 1 阶段	第 2 阶段
工具变量 1	0.027 3*** (0.006 1)			
工具变量 2			0.918 9*** (0.059 5)	
数字技术		2.083 5*** (0.499)		0.697 9*** (0.175 5)
粮食安全	-0.021 2*** (0.004 7)	0.047 8*** (0.016 0)	-0.000 7*** (0.002 8)	0.009 0 (0.012 7)
政府财政支持	-0.357 0 (0.218 7)	1.588 9*** (0.534 0)	-0.114 2*** (0.115 8)	0.832 8** (0.377 5)
农村生活条件	0.014 1** (0.007 5)	-0.002 1 (0.021 0)	-0.003 8** (0.005 3)	0.029 3*** (0.010 0)
教育水平	0.078 2*** (0.007 2)	-0.129 1*** (0.044 0)	0.011 4*** (0.003 9)	-0.026 6* (0.015 8)
农村消费水平	0.226 7*** (0.051 0)	-0.187 2 (0.144 1)	0.068 9 (0.043 4)	0.159 7* (0.094 1)
截距项	-0.103 2 (0.086 1)	-0.558 8*** (0.130 0)	-0.015 2 (0.021 1)	-0.250 0** (0.099 9)
样本数	180	180	150	150
R ²	0.657 4	0.167 0	0.905 5	0.370 4
Wald F	19.712 2		238.578 0	
P	0.000 0			

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著; 括号内为 *t* 值。

3.3 稳健性检验

3.3.1 替换核心解释变量

由于指标体系的构建对分析结果有重要影响,为了保证研究分析的可靠性,替换核心解释变量部分指标后再次对研究假设进行验证。回归结果见表 4 第(1)列,结果表明当替换核心解释变量数字技术的部分代理指标后回归系数为 0.177 7,并在 5% 的水平下显著,说明数字技术对农村产业融合仍存在促进作用,基准回归的结果具有稳健性,进一步验证了假设 H1。

3.3.2 剔除直辖市样本

由于各个省市之间的经济发展存在一定差异性,而直辖市发展政策的特殊性对数字技术的应用程度有一定的影响,因此参考焦青霞和刘岳泽^[49]的做法剔除北京、上海、天津、重庆4个直辖市数据后再次进行回归,结果见表4第(2)列,数字技术的回归系数为0.337 1,并在5%的水平下显著,说明数字技术仍然对农村产业融合有促进作用,进一步验证了假设H1。

3.3.3 滞后1期、滞后2期回归

由于数字技术应用产生的影响具有一定滞后期,因此选取数字技术滞后1期、2期数据进行回归,结果见表4第(3)、(4)列。数字技术的回归系数均通过了1%置信水平的检验,系数为正,表明数字技术对于农村产业融合存在促进作用。

表4 稳健性检验估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	农村产业融合	农村产业融合	农村产业融合	农村产业融合
数字技术	0.177 7** (2.050 2)			
数字技术		0.337 1** (2.176 9)		
数字技术滞后1期			0.632 0*** (3.618 7)	
数字技术滞后2期				0.675 5*** (3.509 8)
粮食安全	0.003 8 (0.284 5)	0.099 2*** (4.951 4)	0.008 2 (0.590 4)	0.004 1 (0.252 4)
政府财政支持	0.632 7* (1.710 0)	2.116 7*** (2.926 1)	0.735 4* (1.875 8)	0.638 9 (1.402 3)
农村生活条件	0.034 1*** (3.546 0)	0.332 9*** (5.136 4)	0.026 6** (2.258 3)	0.024 1* (1.787 1)
教育水平	0.000 3 (0.019 9)	-0.026 6 (-0.954 9)	-0.017 5 (-1.170 3)	-0.016 2 (-1.008 3)
农村消费水平	0.227 0** (2.306 2)	0.053 0 (0.360 4)	0.191 8* (1.924 9)	0.203 1* (1.853 5)
截距基	-0.087 3 (-0.791 1)	-0.696 8*** (-4.653 1)	-0.253 1** (-2.146 4)	-0.230 7* (-1.673 0)
样本数	180	156	150	120
R ²	0.280 7	0.577 8	0.319 4	0.308 9

注:*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平下显著;括号内为t值。

3.4 区域异质性分析

由于地理位置、资源禀赋的限制,各省市之间在数字技术、农村产业融合发展上都有较大的差异,因此,数字技术对农村产业融合的影响可能存在一定的区域异质性。将30个省份划分成东部地区、中部地区与西部地区,并据此展开进一步的异

质性分析,结果见表5。其中,数字技术对东部地区的农村产业融合发展的影响效应最大,回归系数为0.795 4,并通过了1%显著性水平的检验,其次是西部地区,回归系数为0.556 2并且在1%水平下显著,表明西部地区数字技术对农村产业融合发展有一定的促进作用,但次于东部地区,形成这一结果的原因可能是东部地区由于地理位置与政策优势,经济发展水平与数字技术发展水平较高,更多的资源流入产业链延伸、生产率提升,因此,能够更大程度上推动农村产业融合的发展;最后,表5中第(2)列结果表明中部地区数字技术的发展对农村产业融合作用不显著,原因可能是由于中部地区数字技术的发展处于上升阶段,各地区之间发展不均衡,城乡之间“数字鸿沟”问题突出,对农村产业融合发展的影响较不稳定,效果不显著。

表5 区域异质性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)
	东部	中部	西部
数字技术	0.795 4*** (3.465 8)	0.126 6 (0.554 5)	0.556 2*** (4.435 4)
粮食安全	0.035 5** (2.048 9)	0.006 5 (0.812 6)	0.046 7*** (5.517 8)
政府财政支持	1.620 6*** (2.743 0)	-1.500 8*** (-3.306 2)	0.302 9 (0.751 2)
农村生活条件	0.013 8 (1.344 0)	-0.264 1 (-1.390 2)	0.289 4** (2.312 5)
教育水平	-0.086 4*** (-1.923 3)	0.147 0*** (0.656 8)	-0.015 7 (-1.895 5)
农村消费水平	-0.417 8* (-2.965 3)	0.055 7 (6.379 5)	-0.111 3* (-1.078 2)
截距项	-0.043 2 (-0.328 4)	-0.320 9*** (-4.092 6)	-0.304 3*** (-4.139 5)
样本数	72	54	54
R ²	0.211 8	0.819 8	0.718 8

注:*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平下显著;括号内为t值。

4 结论

重点关注数字技术发展对于农村产业融合的影响作用以及技术创新在其中的作用,在理论分析的基础上,以2016—2021年全国省级面板数据构建模型,进行实证分析。结果发现:①从总体回归分析看,数字技术的发展能够促进农村产业融合的发展,在处理内生性问题以及稳健性检验后,促进效果仍然显著;②从影响机制看,数字技术可以通过技术创新间接影响农村产业融合的发展,技术创新在其中发挥中介作用,中介效应占总效应的63.59%;③数字技术对农村产业融合的影响存在

地区异质性,其中东部地区数字技术对农村产业融合发展的促进作用最明显,西部地区次之,中部地区由于经济发展不平衡,数字技术的发展对农村产业融合的作用不显著。

参考文献

- [1] GREENSTEIN S, KHANNA T. "What does industry mean?" in Yoffie ed. *Competing in the age of digital convergence*[M]. Boston: The President and Fellows of Harvard Press, 1997.
- [2] 王成东. 区域产业融合与产业研发效率提升: 基于 SFA 和中国 30 省市的实证研究[J]. *中国软科学*, 2017(10): 94-103.
- [3] 石璋铭. 工业互联网平台对产业融合影响的实证研究[J]. *科技进步与对策*, 2022, 39(19): 59-68.
- [4] GEUM Y, KIM M S, LEE S. How industrial convergence happens: a taxonomical approach based on empirical evidences[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2016, 107(12): 112-120.
- [5] 宋华, 杨雨东. 现代 ICT 赋能的智慧供应链金融创新与发展[J]. *中国流通经济*, 2019(12): 34-41.
- [6] 周济南. 数字技术赋能城市社区合作治理: 逻辑、困境及纾解路径[J]. *理论月刊*, 2021(11): 50-60.
- [7] 张国胜, 杜鹏飞, 陈明明. 数字赋能与企业技术创新: 来自中国制造业的经验证据[J]. *当代经济科学*, 2021, 43(6): 65-76.
- [8] LEONG C, PAN S L, RACTHAM P. ICT-enabled community empowerment in crisis response: social media in Thail and Flooding[J]. *Journal of the Association for Information Systems*, 2015, 16(3): 174-212.
- [9] 池毛毛, 叶丁菱, 王俊晶, 等. 我国中小制造企业如何提升新产品开发绩效: 基于数字化赋能的视角[J]. *南开管理评论*, 2020, 23(3): 63-75.
- [10] 闫海洲. 要素投入、技术外溢与信息化的生产率效应[J]. *上海经济研究*, 2012(4): 74-82.
- [11] THOMAS K, VELTHOUSE B. Cognitive elements of empowerment: an interpretive model intrinsic task motivation[J]. *Academy of Management Review*, 1990, 15(4): 666-681.
- [12] 邱书钦, 滕剑仑. 数字经济对农村三次产业融合发展影响的实证检验[J]. *统计与决策*, 2024, 40(5): 67-72.
- [13] HUANG Q, XIA H, ZHANG Z. Clustering analysis of integrated rural land for three industries using deep learning and artificial intelligence[J]. *IEEE Access*, 2023, 11: 530-543.
- [14] 孙全胜. 数字经济赋能低碳发展的动力机制和实现路径研究[J]. *兰州: 兰州财经大学学报*, 2024.
- [15] 李晓钟, 李俊雨. 数字经济发展对城乡收入差距的影响研究[J]. *农业技术经济*, 2022(2): 77-93.
- [16] 王永现. 山东省农村一二三产业融合对农民增收的影响研究[D]. *曲阜: 曲阜师范大学*, 2020.
- [17] 祖睿. 数字经济对我国农村产业融合发展的影响分析[J]. *中国集体经济*, 2024(7): 1-4.
- [18] 张艺, 李秀敏. 新型数字基础设施、零工就业与空间溢出效应[J]. *中国流通经济*, 2022, 36(11): 103-117.
- [19] GE H, TANG L, ZHOU X. et al. Research on the effect of rural inclusive financial ecological environment on rural household income in China[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19: 24-86.
- [20] 李晓龙, 冉光和. 农村产业融合发展如何影响城乡收入差距: 基于农村经济增长与城镇化的双重视角[J]. *农业技术经济*, 2019(8): 17-28.
- [21] 刘子玉, 罗明忠. 数字技术使用对农户共同富裕的影响: “鸿沟”还是“桥梁”? [J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2023(1): 23-33.
- [22] LOKUGE S, SEDERA D, GROVER V, et al. Organizational readiness for digital innovation: development and empirical calibration of a construct[J]. *Information & Management*, 2018, 56(3): 445-461.
- [23] MARKIDES C C, WILLIAMSON P J. Corporate diversification and organizational structure: a resource-based view[J]. *Academy of Management Journal*, 1996, 39: 340-367.
- [24] LEI D T. Industry evolution and competence development: the imperatives of technological convergence[J]. *International Journal Technology Management*, 2000, 19: 699-738.
- [25] 汉玉玲. 农村产业融合对城乡收入差距的影响研究[D]. *兰州: 兰州财经大学*, 2022.
- [26] PARR L C, GROOT J C J, CARMONA T C, ROSSING W A H. Integrating public demands into model-based design for multifunctional agriculture: an application to intensive Dutch dairy landscapes[J]. *Ecologic Economics*, 2008, 67(4): 538-551.
- [27] YANG Z, LIU T, SHEN N, et al. Resource and environment constraints and promotion strategies of rural vitality: an empirical analysis of rural revitalization model towns[J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2022, 10: 956644.
- [28] 王双. 不可再生资源消耗与内生经济增长: 模型与实证[J]. *工业技术经济*, 2011, 30(11): 155-160.
- [29] ROLANDI S, BRUNORI G, BACCO M, et al. The digitalization of agriculture and rural areas: towards a taxonomy of the impacts[J]. *Sustainability*, 2021, 13(9): 5172.
- [30] GUO C, ZHANG Y, LIU Z, et al. A coupling mechanism and the measurement of science and technology innovation and rural revitalization systems[J]. *Sustainability*, 2022, 14(16): 10343.
- [31] 曹玉娟. 数字化驱动下区域科技创新的框架变化与范式重构[J]. *学术论坛*, 2019, 42(1): 110-116.
- [32] 韩兆安, 吴海珍, 赵景峰. 数字经济驱动创新发展: 知

- 识流动的中介作用[J]. 科学学研究, 2022, 40(11): 2055-2064.
- [33] LIU Y, JI D, ZHANG L, et al. Rural financial development impacts on agricultural technology innovation: evidence from China[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18: 1110.
- [34] YE X Q. Outline of China's rural revitalization strategy in the new era[J]. Reform, 2018, 31: 65-73.
- [35] ADEGBITE A, OLUWASEUN F. Smart and climate-smart agricultural trends as core aspects of smart village functions[J]. Sensors, 2020, 20: 59-77.
- [36] 古晨光. 数字乡村建设的逻辑框架、现实挑战及化解对策[J]. 商业经济, 2021(7): 130-131.
- [37] 韩锦绵, 李嘉莉, 白雄. 数字普惠金融、数字基础设施建设和农村产业融合[J]. 农村金融研究, 2023(11): 70-80.
- [38] 唐华俊. 智慧农业赋能农业现代化高质量发展[J]. 农机科技推广, 2020(6): 4-5.
- [39] 周明生, 张一兵. 数字技术发展促进制造业与服务业融合了吗[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(13): 74-82.
- [40] 阎世平, 武可栋, 韦庄禹. 数字经济发展与中国劳动力结构演化[J]. 经济纵横, 2020(10): 96-105.
- [41] KAEVONEN M, KASSI T. Analysis of convergence in paper and printing industry[J]. International Journal of Engineering Management & Economics, 2011, 1(4): 269-293.
- [42] 赵星. 新型数字基础设施的技术创新效应研究[J]. 统计研究, 2022, 39(4): 80-92.
- [43] 杨宾宾, 魏杰, 宗义湘, 等. 乡村产业融合发展水平测算[J]. 统计与决策, 2022, 38(2): 125-128.
- [44] 石培哲, 徐学谦. 乡村振兴背景下金融科技对农村产业融合发展的影响研究[J]. 郑州航空工业管理学院学报, 2022, 40(2): 27-33.
- [45] 张岳, 周应恒. 数字普惠金融、传统金融竞争与农村产业融合[J]. 农业技术经济, 2021(9): 68-82.
- [46] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 等. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004(5): 614-620.
- [47] 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.
- [48] 杨慧梅, 江璐. 数字经济、空间效应与全要素生产率[J]. 统计研究, 2021, 38(4): 3-15.
- [49] 焦青霞, 刘岳泽. 数字普惠金融、农业科技创新与农村产业融合发展[J]. 统计与决策, 2022, 38(18): 77-81.

The Influence of Digital Technology on Rural Industrial Integration: Empirical Research Based on Panel Data

HOU Xiaohuan, SUN Hongxia

(Business School, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, Jiangsu, China)

Abstract: As an important productive force in the era of digital economy, digital technology provides more ideas and ways for the development of agriculture and rural areas. Based on the theory of technological innovation, China's provincial panel data from 2016 to 2021 is used to analyze the relationship between digital technology and rural industry integration, and the mediating role of technological innovation and the moderating role of talent literacy is discussed. The results show that the digital technology has a significant promoting effect on rural industrial integration, and there is regional heterogeneity in this promoting effect. The eastern region has a stronger promoting effect, followed by the western region, and the central region has no significant promoting effect due to unbalanced development. Technological innovation plays an intermediary role between digital technology and rural industry integration, and the higher the level of technological innovation, the stronger the promoting role of digital technology. Talent literacy positively regulates the promoting effect between digital technology and technological innovation, and technological innovation and rural industry integration. Therefore, it is necessary to strengthen the application of digital technology, improve the efficiency of technological innovation, train digital talents, formulate policies according to local conditions, and give full play to the advantages of digital technology on the integration of rural industries.

Keywords: digital technology; technological innovation; rural industrial integration; threshold effect; regional heterogeneity