

数字经济嵌入农业发展是否助推了长江经济带城乡均衡收入？

花玥蕾

江苏大学财经学院，江苏 镇江

收稿日期：2024年7月2日；录用日期：2024年9月3日；发布日期：2024年9月10日

摘 要

本文基于2011~2021年长江经济带11个省级面板数据，构建数字经济嵌入农业发展评价体系，运用主成分分析法和面板回归模型分析数字经济嵌入农业发展对长江经济带城乡均衡收入的影响。研究表明：(1) 研究期间数字经济嵌入农业发展水平呈稳步上升趋势，数字经济嵌入农业发展可以显著促进长江经济带城乡收入均衡。(2) 投资、生产、流通、生活数字化对长江经济带城乡均衡收入的影响均具有显著正向效应，而经营数字化在研究期内的回归系数为负。(3) 数字经济嵌入农业发展对长江经济带城乡均衡收入的影响存在区域异质性，上游成渝经济区与中游城市群数字经济嵌入农业发展能够显著促进城乡均衡收入水平，而下游长三角地区的促进作用并不显著。基于此，政府应发挥数字经济对农村的辐射带动作用，不断弥合城乡“数字鸿沟”。

关键词

数字经济嵌入，农业发展，城乡均衡收入

Whether the Digital Economy Embedded in Agricultural Development Has Boosted the Urban-Rural Balance Income in the Yangtze River Economic Belt

Yuelei Hua

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Jul. 2nd, 2024; accepted: Sep. 3rd, 2024; published: Sep. 10th, 2024

Abstract

Based on the panel data of 11 provinces in the Yangtze River Economic Belt from 2011 to 2021, this paper constructs an evaluation system of digital economy embedded in agricultural development, and uses principal component analysis and panel regression model to analyze the impact of digital economy embedded in agricultural development on the balanced urban-rural income in the Yangtze River Economic Belt. The results show that: (1) During the study period, the digital economy embedded in agricultural development showed a steady upward trend, and the digital economy embedded in agricultural development could significantly promote the urban-rural income balance in the Yangtze River Economic Belt. (2) Digitalization of investment, production, circulation and life has a significant positive effect on the urban-rural equilibrium income in the Yangtze River Economic Belt, while the regression coefficient of digitalization of operation is negative during the study period. (3) There is regional heterogeneity in the impact of digital economy embedded in agricultural development on the urban-rural equilibrium income in the Yangtze River Economic Belt. The digital economy embedded in agricultural development in the upstream Chengdu-Chongqing economic zone and the midstream urban agglomeration can significantly promote the urban-rural equilibrium income level, while the promotion effect in the downstream Yangtze River Delta is not significant. Based on this, the government should give full play to the radiating role of the digital economy in rural areas and constantly bridge the “digital divide” between urban and rural areas.

Keywords

Digital Economy Embedding, Agricultural Development, Urban and Rural Equilibrium Income

Copyright © 2024 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

随着现代信息网络与现代通信技术的不断发展，数字经济成为重塑全球经济结构、给中国带来“结构性机会”的关键力量。近年来，我国数字经济迅猛发展，截止 2022 年，我国数字经济规模达 50.2 万亿元，同比增长 10.3%，占 GDP 比重达 41.5%，数字经济给各行各业带来了前所未有的机遇。其中，中国政府尤为关注数字经济赋能农业高质量发展。科技创新是驱动农业进步的根本动力，党的二十大报告也明确提出：“加快实施创新驱动发展战略”“深入实施种业振兴行动，强化农业科技和装备支撑”。数字经济嵌入农业发展可以有效改善农业市场，增加居民福利，使农业数据资源实现互惠共享，进而提高产量、降低成本并减少对环境的影响[1][2]。为顺应时代趋势并使更多人享受到数字经济的红利，中国提出要“开展国家数字乡村试点”，推进农业农村向网络化、信息化和数字化转型。新时代的中国想要接续推进乡村振兴，就要扎根于国情与农情，发展智慧城市与数字乡村，通过数字乡村建设不断提升农业现代化发展水平。

在当前中国经济发展的过程中，城乡收入不平衡是不可忽视的问题。我国城镇居民人均可支配收入与农村居民人均纯收入的比值，从 1978 年的 2.57 上升到 2010 年的 2.99，尽管近年来城乡居民人均可支配收入的比值有所下降，但 2022 年这一比值仍高达 2.56，城乡收入呈现出非平衡增长态势。而农村电商在快速发展的过程中也出现了网络与交通等基础设施落后、电商人才缺乏等痛点问题。鉴于此，中国政府出台《数字乡村发展战略纲要》《关于推进农业农村大数据发展的实施意见》等一系列文件，着力推

进城乡融合和区域协调发展,不断弥合城乡“数字鸿沟”,培育信息时代新农民,最终实现共同富裕。在此背景下,深入探索数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入的作用机制,有助于城乡融合助力跨越收入鸿沟与均衡发展,为中国政府制定数字经济相关的农业政策提供参考借鉴。

2. 文献综述

城乡居民收入已经成为当前中国经济发展过程中的一个热点问题。尽管当前中国乡村振兴成效显著,但城乡区域发展和收入分配差距较大,城乡二元结构矛盾一直贯穿中国经济发展的全过程。关于城乡收入差距的影响因素,国内外学者从不同视角进行分析。Basu 重构了 Harris-Todaro 模型,认为人口迁移对工资差距的消除起正向的影响[3]。此外,城市化水平、居住地区等也是影响城乡收入差距的关键因素[4][5]。目前大多数学者认为可以通过一系列措施来缓解城乡收入不平衡。丁可可等认为可以通过发展乡村数字经济来促进农民增收[6]。Wang 等等认为农业生产能力的提高和城镇化的稳步推进是缓解城乡发展不平衡、缓解城乡矛盾的根本保证[7]。Jiang 等分析指出数字经济与城乡收入差距存在着“U 型”关系,可以通过发展数字经济促进城乡融合发展来缩小城乡收入差距[8]。但是,也有少部分学者对城乡收入差距持悲观态度,例如,陈斌开等人认为目前的政府教育投入会使城乡收入差距扩大;叶志强等人推翻了前人的研究结论,认为金融发展显著地扩大了城乡收入差距[9][10]。

目前,学术界对农业数字化相关话题给予高度关注。现有诸多文献从宏观省际层面分析数字经济对农业发展的影响,Yao 等探究中国数字经济对农业高质量发展的影响机制并得出了积极的结论[11]。除此之外,还有一些学者分别从全球粮食系统、生态系统服务等维度进行实证检验,认为数字农业可以平衡可持续粮食生产的经济、环境和社会层面、实现粮食产量最大化[12][13]。而陈潭等人认为中国数字化进程中出现了很多问题,产生了区域信息鸿沟、城乡信息鸿沟、阶层信息鸿沟、代际信息鸿沟四大界面[14]。随着城乡收入非平衡增长等问题凸显,已有诸多学者开始从宏观层面探究数字经济与城乡融合的空间溢出效应,但是关于数字经济对城乡收入的作用尚未得出一致的结论,例如陈鑫鑫等基于中介效应模型发现数字经济缩小了城乡差距,而张磊等认为电商经济显著扩大了中国城乡居民收入差距[15]-[17]。

综合上述文献发现,国内外大部分研究主要以数字经济是否促进了农业发展或数字经济能否促进城乡融合作为研究切入点,但鲜少有学者考虑数字经济、农业发展与城乡收入差距三者之间的内在逻辑关系。为此本文从数字经济嵌入农业发展与城乡均衡收入之间的作用机理这个创新的角度来探索是否能缩小城乡收入差距。本文利用 2011~2021 年中国长江经济带 11 个省(市)的面板数据,采用主成分分析法评估数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入的影响。本文可能的研究贡献在于:① 本文运用主成分分析法测算数字经济嵌入农业发展指数,既能把多个指标转化为几个更具有代表性的综合指标,又使综合指标的解释能力大于单项指标的解释能力,提高测度结果的准确性。② 构建了数字经济嵌入农业发展评价指标体系,其中数字经济嵌入农业发展从投资、生产、经营、流通、生活五个维度探究其对城乡均衡收入的影响。③ 本文创新性地提出将数字经济嵌入农业发展,通过探究农业与数字化融合发展对长江经济带均衡收入产生的影响,丰富和拓展了农业数字化和城乡均衡收入影响因素相关的研究文献,以期通过数字经济赋能农业发展与乡村振兴助推长江经济带城乡均衡收入提供有价值的启示。

3. 模型构建

3.1. 评价指标体系

3.1.1. 主成分分析法

主成分分析(PCA)是一种数学算法,其中观察值由几个相互关联的定量因变量描述,它的目标是从表中提取重要信息,将其表示为一组称为主成分的新正交变量,并将观察值和变量的相似性模式显示为图

中的点[17]。它通过降低数据的维度，把多指标转化为少数几个综合指标(主成分)，每个主成分都是原始变量的线性组合，且每个主成分互不相关。已有诸多文献运用熵值-TOPSIS 法、熵权法、时序加权平均算子法及空间统计分析法等测算农业发展水平，而本文在构建数字经济嵌入农业发展评价指标体系的基础上运用主成分分析法进行科学测度，即将其 20 个分项指标综合为一个指标，并将该综合指标称为数字经济嵌入农业发展指数。这样处理整合数据可以在损失较少数据信息的基础上把多个指标转化为几个有代表性的综合指标，且综合指标的解释能力大于单项指标的解释能力。

3.1.2. 数字经济嵌入农业发展评价体系

数字经济嵌入农业发展是一个动态的系统性过程，如何精准刻画农业数字化水平至关重要，已有研究主要将数字经济与农业发展作为两个核心变量，分别构建指标体系，如薛选登等从抵抗风险能力、适应调节能力、转型创新能力三个维度构建农业发展韧性指标体系，以数字经济基础设施、数字经济应用水平、数字经济发展潜力和数字经济发展环境四个方面构建数字经济指标体系[18]。本文在前人研究的基础上进行融合提炼，从投资数字化、生产数字化、经营数字化、流通数字化、生活数字化五个维度构建了数字经济嵌入农业发展评价指标体系(见表 1)，并采用主成分分析法合成得到长江经济带 11 个省份农业数字化水平(Di)。

Table 1. Digital economy embedded in agricultural development evaluation index system
表 1. 数字经济嵌入农业发展评价指标体系

变量	一级指标	二级指标	测度方法	单位
投资数字化	投资	农村网络投资数量及规模	数字普惠金融县域投资指数	-
		农村网络支付数量及规模	数字普惠金融县域移动支付指数	-
		有效发明专利率	有效发明专利数/专利申请数	%
		社会数字产业固定资产投资	信息传输计算机服务和软件业固定资产投资	万元
生产数字化	生产	农业生产环境检测情况	环境与农业气象观测业务站点个数	个
		农业生产电气化程度	农林牧渔业增加值/农村用电总量	元/千瓦时
		农村数字化基地	淘宝村数量	个
		农业机械化密度	农业机械总动力/农村人口数	万千瓦/万人
农业数字化	经营数字化	企业网站数	每百家企业拥有网站数	个
		企业参加电子商务活跃度	参加电子商务交易活动的企业比重	%
		电子商务销售额	基于网络订单而销售的商品和服务总额	亿元
		电子商务采购额	基于网络订单而采购的商品和服务总额	亿元
流通数字化	流通	农村邮政通信服务水平	农村平均每一邮政营业网点服务人口	个/人
		农村消费品零售水平	乡村消费品零售额/全社会消费品零售额	%
		农村投递线路(物流)	投递段道上向农村用户投交的路线长度	公里
		已通邮的行政村比重(物流)	已通邮的行政村占全部行政村的比重	%
生活数字化	生活	光缆建设密度	光缆建设总里程/建成区面积	千米/平方千米
		农民交通通讯支出水平	农民交通通讯支出占比	%
		互联网普及率	农村地区网民数量/地区人口	%
		移动电话覆盖情况	农村居民每百户拥有的移动电话数量	部

3.2. 评价指标体系

3.2.1. 模型介绍

面板数据指的是在一段内跟踪同一组个体的数据。本文运用面板数据可以解决遗漏变量问题，提供更多个体动态行为的信息，且因为样本容量较大，可以提高估计的精确度。为了研究数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入的影响，本文参考陈强、Lin S、Beck 等学者的研究建立三个面板模型[19]-[21]。式子(1)为混合回归模型，即像处理截面数据那样进行 OLS 回归，基本假设为不存在个体和时间不可观测因素。式子(2)为固定效应模型，而固定效应模型分为个体固定效应模型和时间固定效应模型。个体固定效应模型解决了不随时间而变但随个体而变的遗漏变量问题，时间固定效应模型则解决了不随个体而变但随时间而变的遗漏变量问题。式子(3)为随机效应模型，它将固定效应模型的回归系数看作随机变量，基本假设为 μ_i 解释变量均不相关。

$$Ei_{it} = \alpha + \beta_1 Di_{it} + \beta_2 Ur_{it} + \beta_3 Eco_{it} + \beta_4 Gov_{it} + \beta_5 Edu_{it} + \beta_6 Ind_{it} + \beta_7 Fin_{it} + \beta_8 Open_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$Ei_{it} = \alpha + \beta Di_{it} + \delta X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Ei_{it} = \alpha + \beta Di_{it} + \delta X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式(1)中 i 和 t 分别表示省份和年份； Ei_{it} 为省份 i 第 t 年的城乡均衡收入水平； Di_{it} 为省份 i 第 t 年的数字经济嵌入农业发展水平；省际层面控制变量包括城镇化水平(Ur)、经济发展水平(Eco)、财政支出(Gov)、人均受教育水平(Edu)、工业化水平(Ind)、金融活跃度(Fin)、对外开放水平($Open$)； ε_{it} 为随机扰动项。若 β_1 系数显著为正则数字经济嵌入农业发展助推了城乡均衡收入，反之，则抑制了城乡均衡收入。式(2)中 X_{it} 表示一系列控制变量； μ_i 表示地区固定效应； λ_t 表示年份固定效应。本文分别采用混合效应模型、双向固定效应模型、随机效应模型对数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入发展的影响进行回归分析。

3.2.2. 指标选取

本文以数字经济嵌入农业发展为解释变量，城乡均衡收入水平为被解释变量，其中被解释变量通过城乡均衡收入 = 农村居民人均可支配收入/城镇居民人均可支配收入来表示。参考以往研究文献，选取以下一系列控制变量：① 城镇化水平($Urban$)，控制地区城镇化率，采用城镇人口与地区人口之比衡量。② 经济发展水平(Eco)，通过人均 GDP 来反映各省经济发展状况。③ 财政支出(gov)，控制财政投入对收入分配的影响，以地方财政支出中的农业支出项目与 GDP 的比值作为政府财政支出水平的代理变量。④ 人均受教育水平(edu)，控制地区人口素质，计算公式如下：人口平均受教育年限 = 小学人口比重 $\times 6$ + 初中人口比重 $\times 9$ + 高中及中专人口比重 $\times 12$ + 大专及大专以上人口比重 $\times 16$ 。⑤ 工业化水平(Ind)，采用第二产业增加值占 GDP 的比重衡量。⑥ 金融活跃度(Fin)，通过金融增加值占 GDP 比重来衡量金融发展水平。⑦ 对外开放水平($Open$)，通过外资注册投资额占 GDP 比重来表示市场的开放程度[15] [22]。

3.2.3. 样本选择与数据来源

本文选取的研究样本为 2011~2021 年中国长江经济带 11 个省(市)的面板数据，数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国环境统计年鉴》和各省统计年鉴，少量缺失数据采用线性插值法或 ARIMA 进行填补。表 2 为主要变量的描述性统计结果。

4. 结果分析

4.1. 数字经济嵌入农业发展结果分析

数字经济嵌入农业发展水平呈现明显的空间分异特征，本文运用 ArcGIS 软件对研究期内中国长江经济带 11 个省(市) 2011 年、2014 年、2017 年和 2021 年这四年的数字经济嵌入农业发展结果进行空间

Table 2. Descriptive statistics of variables
表 2. 变量描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
Di	121	1.7	0.5433045	0.0075575	3.172295
Ur	121	0.5860631	0.1330265	0.3504249	0.8958333
Eco	121	60446.23	32164.38	16413	173630
Gov	121	0.243518	0.0121805	0.0080072	0.0595672
Edu	121	9.183929	0.7581569	7.589	11.515
Indus	121	0.4204251	0.0596543	0.2632888	0.5471104
Fin	121	0.069391	0.0305813	0.264975	0.1852051
Open	121	0.4202184	0.4021461	0.0653671	1.83024

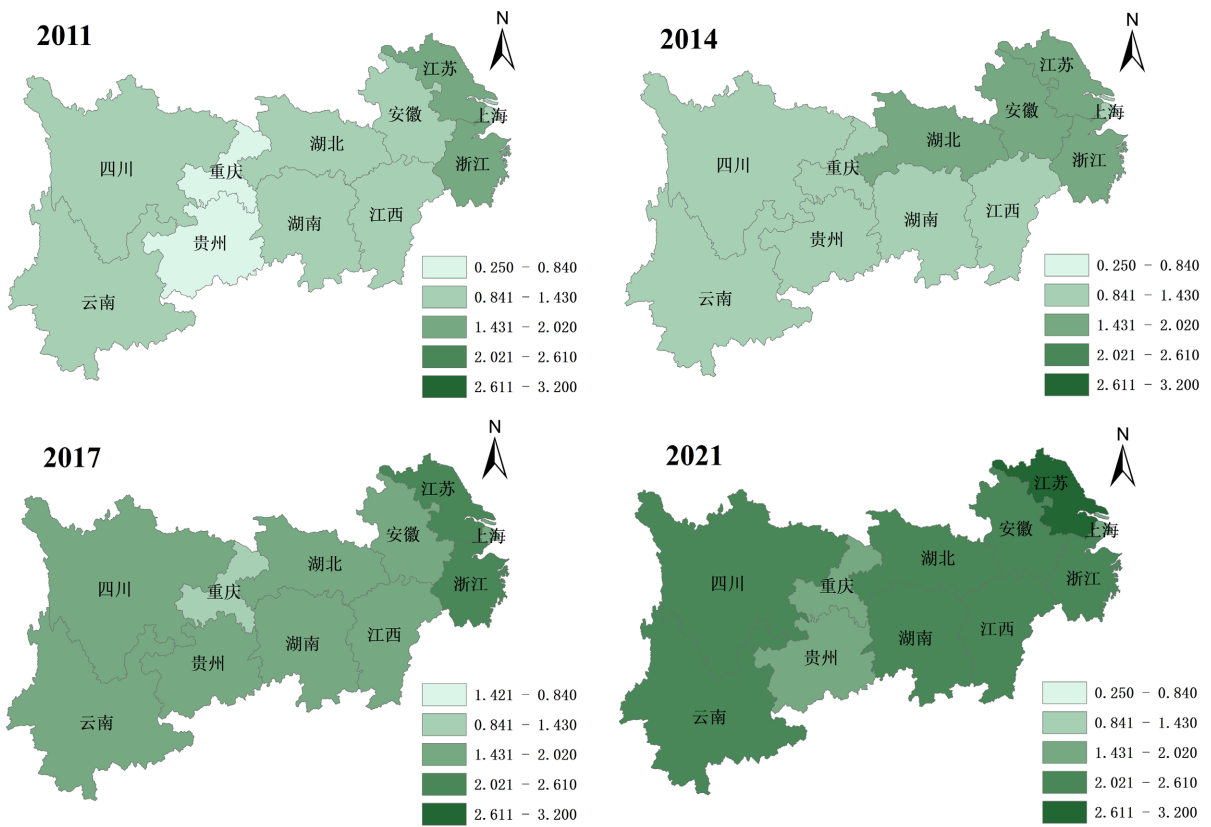


Figure 1. Spatial evolution pattern of digital economy embedded in agricultural development
图 1. 数字经济嵌入农业发展空间演变格局

可视化处理(见图 1)。从时间上来看,农业数字化发展水平整体上呈上升趋势,其中截止 2021 年发展水平最高的省份为江苏,增速最快的为贵州。从空间上来看,下游长三角地区发展水平最高,这可能与其优越的地理位置、强有力的政策支持与雄厚的经济基础有关。近年来,长三角区域协同创新指数年均增长速度达到 9.47%,浓厚的科技创新氛围使得农村地区数字化进程的推进更加顺利。其次是中游城市群,由于存在资源错配、城市之间的空间相互作用较弱、经济联系不够紧密等问题,使得城乡发展差异较大,区域之间发展不平衡[23]。

上游成渝经济区农业数字化水平相较于长江经济带其他两个区域稍显落后。现有行政管辖区划形成地域分割和行业垄断比较严重,不利于跨省级经济区协调发展,因此资源与要素流动存在障碍,城乡经济循环堵塞,亟需打造高水平的科技人才队伍,进而更好地推动农村产业向数字化、精细化方向转型升级。中国整体农业数字化发展情况向好,但想要实现区域协调发展仍任重道远[24]。

4.2. 城乡均衡收入结果分析

本文基于先前运用的城乡均衡收入水平计算公式测算出的指数,并选择 2011 年和 2021 年这两个时间节点进行对比研究(如图 2)。从整体上来看,中国长江经济带平均城乡收入水平从样本初期的 0.38 上升到 0.43,年平均增幅高达 13.26%,表明中国城乡居民收入差距在持续缩小。从发展趋势上来看,2011—2021 年长江经济带城乡均衡收入水平均呈快速上升趋势,其中增速最快的为云南,其次为贵州。从空间差异上进行比较,2011 年仅有浙江等地区城乡收入较为均衡,到了 2021 年,均衡地区的范围进一步扩大到了江苏、湖北等地区,而云南、贵州等长江经济带上游地区虽然发展水平较快,但是因为经济落后、自然条件恶劣等不利条件,这些省份城乡收入差距较大。研究期限内,11 个省(市)城乡均衡收入水平存在“下游 > 中游 > 上游”的空间分布规律,上游地区因为地理位置优越、经济发达、政策支持等因素诞生了许多中心城市和城市群,聚集了许多高精尖产业,从而能够聚集更多的人口与生产要素,对周边地区产生了辐射效应,带动其他地区发展,提高居民收入水平。但同时,数字经济的发展也会使部分地区在短期内出现数字鸿沟,加速经济落后、通信基础设施不完善的地区的虹吸效应。综合来看,虽然随着农业数字化的发展,我国长江经济带各个省(市)之间的差距不断缩小,但是仍然存在极大的城乡收入不平衡现象,区域差距明显,以长三角城市群为“高地”的空间格局短期内仍难以改变。

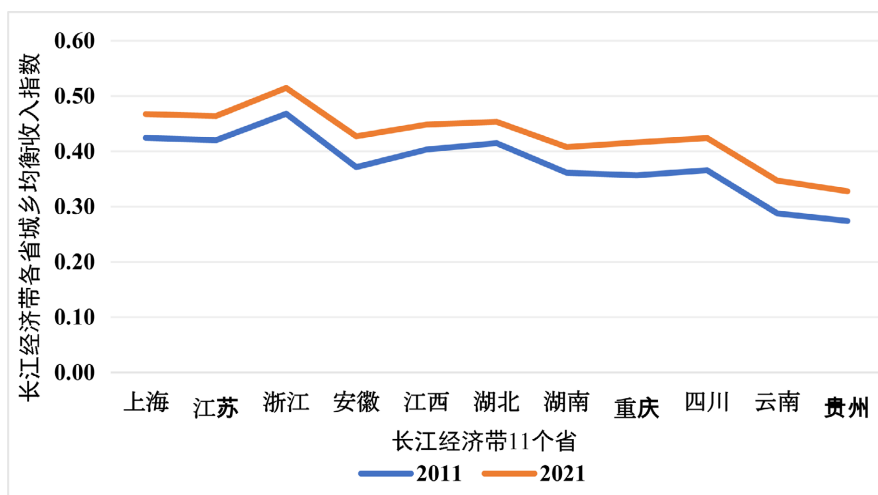


Figure 2. Urban-rural equilibrium income level in some years

图 2. 部分年份城乡均衡收入水平

4.3. 基准回归结果

本文分别用随机效应模型、固定效应模型、混合效应模型进行回归分析,选择结果较好的模型(见表 3)探究数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入水平的影响,发现 Di 的回归系数无明显变化,且在 1%的水平上都显著为正,表明数字经济嵌入农业发展总体上能够有效助推长江经济带城乡均衡收入。其中,第(3)列为控制地区固定效应的结果,第(4)列进一步控制了年度固定效应。根据双因素固定效应模型,从经济意义上来看,农业数字化每增加 1%,会使城乡均衡收入发展程度平均增加 3%,原因可能有三点。

一是数字经济嵌入农业发展使得农村地区 5G、物联网、人工智能、大数据、智慧气象等基础设施更加完善，有效推进了数字技术与农业的深度融合。同时乡村旅游、智慧农业的兴起吸引一大批企业家、大学生、农民工返乡，有利于打破城乡壁垒，促进居民与生产要素在城乡的双向流动，从而为畅通国内大循环、缩小城乡收入差距打下了坚实的基础。二是“互联网+”与农业产业融合提高“产前、产中、产后”三大环节的效率与精准性。三是数字经济为传统农业赋能，推动乡村产业数字化转型，最终实现农民共同富裕。乡村数字化显著提高了地区农业发展韧性水平，使农业产业链供应链更加完善、更加稳定，而这有利于保障农民利益，稳定并逐步提高农民收入[25]。

从控制变量上来看，城镇化水平(Ur)与城乡均衡收入水平在 1%显著性水平上正相关。2018 年党的十八大首次提出“新型城镇化”这一概念，有助于中国走以城带乡的道路，进而提高农民收入，缩小城乡收入不平衡的鸿沟。经济发展水平(Eco)说明经济较为发达的地区存在着正向的溢出效应，有利于“先富带后富、先富帮后富”的良性机制。国家一直以来高度重视农业发展，2022 年我国农林水支出一般公共预算为 22,499.76 亿元，相较于 2021 年同比增长 2.1%。农业财政支出(gov)有助于改善农业生产条件、提升农业生产效率、促进农业技术进步，提高农村就业水平进而缩小城乡收入差距[26]。人均受教育水平(edu)对城乡均衡收入显著为负可能是因为经济和科技更为发达的城市对高素质人才产生了虹吸效应，导致农业优质劳动力流失[27]。工业化水平(Ind)的提高有助于发展城乡要素双向流动的新型农村集体经济，形成以工补农、工农互促的新型工农城乡关系。金融活跃度(Fin)、对外开放水平(Open)越高，农村经营环境越好，城乡收入越均衡，但其在统计上不显著。

Table 3. Digital economy is embedded in agricultural development and urban and rural balanced income
表 3. 数字经济嵌入农业发展与城乡均衡收入

变量	随机效应模型 模型	个体固定效应 模型	时间固定效应 模型	双因素固定 效应模型
Di	0.0445525*** (8.07)	0.013265*** (0.33)	0.030011*** (4.34)	0.030011*** (4.80)
Ur	0.1506922*** (3.43)	0.2370473*** (6.18)	0.0978109** (2.16)	0.0978109*** (3.33)
Eco	5.17×10^{-6} *** (2.70)	2.23×10^{-7} *** (3.11)	4.98×10^{-7} ** (2.48)	$4.98e \times 10^{-7}$ ** (2.87)
Gov	1.668886*** (5.69)	0.1206165 (0.69)	2.052343*** (6.73)	2.052343*** (12.85)
Edu	-0.0291795*** (-7.31)	-0.0053134 (-1.53)	-0.0315406*** (-8.04)	-0.0315406*** (-11.11)
Indus	0.5537652*** (9.95)	0.1008064** (2.29)	0.6232977*** (10.42)	0.6232977*** (20.23)
Fin	0.3210355* (1.79)	0.2211306** (2.34)	0.2022627 (1.09)	0.2022627 (1.32)
Open	0.0074492 (0.93)	0.0158445** (2.24)	0.0148786 (1.08)	0.0148786 (1.23)

注：*、**、***分别代表估计量在 10%、5%、1%的水平下的显著情况，括号内为回归系数的 t 或 z 值。

为了进一步探究数字经济嵌入农业发展与城乡均衡收入水平的影响机制，本文在数字经济嵌入农业发展评价指标体系分别选取农村网络投资数量及规模、农业生产电气化程度、企业参加电子商务活跃度、农村消费品零售水平、农民交通通讯支出水平用来代表投资数字化、生产数字化、经营数字化、流通数字化、生活数字化，分别用 Di₁、Di₂、Di₃、Di₄、Di₅ 表示，并进行回归分析。

由表 4 可知,投资、生产、流通、生活数字化对长江经济带城乡均衡收入的影响均较为显著,除了经营数字化外,其他四个侧面均能有效促进城乡均衡收入。目前一些农村地区经济基础薄弱,经营主体弱小分散,信用体系建设落后,较低的受教育程度和落后的数字基础设施使得数字农业在推广过程中出现了排斥现象[26][27]。农村企业不愿意或者没有能力参加电子商务,而城市较好的经济与数字环境为城市企业积极参加电子商务提供沃壤,这也加剧了城乡收入差距。这可能是导致经营数字化阻碍城乡均衡收入的重要原因之一。鉴于此,政府加大对农村网络投资的力度有助于改善落后的基础设施,吸引人才、资金等向农村流动,进而带动农村经济发展。此外,政府要强化顶层设计,精准帮扶农村搭建数字化共享平台,打破区域和城乡的限制以更好地整合数据资源,实现以城带乡,促进投资数字化、生产数字化、经营数字化、流通数字化和生活数字化五者之间的融合发展,不断缩小城乡收入差距,最终实现共同富裕。

Table 4. Digital economy embedded in various dimensions of agricultural development and urban and rural equilibrium income

表 4. 数字经济嵌入农业发展各维度与城乡均衡收入

	投资数字化	生产数字化	经营数字化	流通数字化	生活数字化	农业数字化
Di ₁	0.0000967*** (3.20)					0.0361154*** (8.56)
Di ₂		0.0004879*** (2.71)				0.0791816*** (5.47)
Di ₃			-0.0001847* (-0.73)			-0.0749444*** (-3.63)
Di ₄				0.0001578** (1.15)		0.083967*** (4.33)
Di ₅					0.0006063** (0.98)	0.0404029 (0.63)
Ur	0.2494389*** (8.70)	0.196943*** (8.19)	0.230543*** (7.06)	0.2269669*** (6.51)	0.2415844*** (7.43)	0.0450137*** (4.08)
Eco	3.0×10^{-7} *** (2.60)	2.2×10^{-7} *** (3.21)	1.8×10^{-7} (1.18)	2.2×10^{-7} * (1.93)	2.3×10^{-7} * (2.14)	0.3699285** (2.36)
Gov	0.231946 (1.36)	0.1483602 (0.86)	0.0050657 (1.30)	0.1786238 (1.05)	0.0047456 (1.20)	0.0000296*** (1.36)
Edu	-0.0048623* (-2.10)	-0.005156 (-1.50)	-0.1165627 (-1.00)	-0.0053177 (-1.39)	-0.0871409 (-0.71)	-0.0523824* (-1.22)
Indus	0.0544812 (1.12)	0.0862301** (2.14)	0.1040728* (2.1)	0.0985759* (1.85)	0.101414* (2.05)	1.14e-07** (0.10)
Fin	0.1912055* (1.96)	0.25388*** (2.81)	0.2474023** (2.99)	0.2132587* (1.92)	0.2320412** (2.41)	-0.361958 (-0.83)
Open	0.0183843 (1.81)	0.0106456 (1.55)	0.014204 (1.48)	0.0157236 (1.60)	0.0144589 (1.39)	0.0151164* (2.44)

注: *、**、***分别代表估计量在 10%、5%、1%的水平下的显著情况,括号内为回归系数的 t 或 z 值。

4.4. 稳健性检验

4.4.1. 滞后 1 至 2 期

数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入水平的影响可能存在时滞,本文考虑农业数字化政策的长期效应,考察滞后 1 至 2 年的影响效果。表 5 中列(1)和列(2)的回归结果显示,滞后一期、两期变量的回归

系数均显著为正，表明数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入水平具有显著持续的促进作用，且促进作用逐渐增强。本文采用面板双向固定效应模型进行基准回归，在一定程度上降低了遗漏变量造成的内生性问题；此外，在解释变量(Di)和被解释变量(Ei)的指标选取上，进行了主观避让，降低了双向因果产生的内生性问题。

4.4.2. 更换被解释变量

前文被解释变量城乡均衡收入水平用农村居民人均可支配收入与城镇居民人均可支配收入的比值来表示，考虑到目前中国经济存在着居民消费率偏低的痛点问题，二十大报告也提出要增强消费对经济发展的基础性作用，扩大内需。本文更换计算方法，使城乡均衡收入通过农村居民消费支出与城镇居民消费支出水平的比值来进行衡量。表 5 中列(3)的回归系数在 1%的系数上仍然显著为正且相较于更换被解释变量之前更加显著，说明农业数字化发展可以拓宽农民收入渠道，从而提高农民的购买能力和消费意愿，刺激农村消费，持续释放城乡消费潜力，最终促进城乡消费支出均衡。以上结果均证实了基准回归结果的稳定性。

Table 5. Robustness test

表 5. 稳健性检验

变量	(1) 滞后一期	(2) 滞后两期	(3) 更换被解释变量
Di	0.0031318*** (0.72)	0.0058308*** (1.33)	0.05233*** (4.07)
Ur	0.2519421*** (5.23)	0.2387601*** (4.15)	-0.0612737 (-0.65)
Eco	2.56×10^{-7} *** (3.20)	3.28×10^{-7} *** (3.78)	1.04×10^{-6} *** (2.93)
Gov	-0.1580302 (-0.85)	-0.1659328 (-0.92)	-0.478198 (-0.61)
Edu	0.0039415 (1.05)	0.0035803 (0.95)	0.0245546* (1.83)
Indus	0.1073197* (1.95)	0.0951691 (1.56)	-0.3148261** (-2.07)
Fin	0.2100184* (1.73)	0.0503841 (0.34)	-0.767972* (-2.07)
Open	0.0148646* (1.92)	0.0189433** (2.39)	-0.0196475 (-0.64)
年份固定效应	Yes	Yes	Yes
地区固定效应	Yes	Yes	Yes
N	110	99	121

注：*、**、***分别代表估计量在 10%、5%、1%的水平下的显著情况，括号内为回归系数的 t 或 z 值。

4.5. 异质性检验

前文从全国层面研究了数字经济嵌入农业发展对长江经济带城乡均衡收入的影响。考虑到本文选取的是省际面板数据，不同区域的开发政策、经济状况、资源禀赋和生态环境差异较大，农业数字化对不同区域城乡经济带均衡收入水平的影响可能存在异质性。鉴于此，本文将长江经济带全样本划分为上游

成渝经济区、中游城市群、下游长三角地区共三个子样本分别进行回归分析，对可能存在的异质性进行深入分析，这对于辨识影响区域差异的关键要素，更好地推动长江经济带城乡的区域协同发展具有重要意义。表 6 为区域异质性检验结果。根据结果可知，上游成渝经济区、中游城市群和下游长三角地区数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入水平提升具有促进作用并且呈递减趋势，但是下游长三角地区的促进作用不显著。成渝地区双城经济圈农业发达，其中四川省在 2022 年第一产业的增加值为 5964.3 亿元，在全国各省中排名第 2。随着农业数字化的不断发展和国家政策的扶持，成渝地区不断推动物联网、智能控制与卫星定位等在农机作业中的应用，使传统农业得以转型升级，农民生活水平大大提高。而下游长三角地区城乡发展差异较大，展现出圈层式的空间分异格局二元性人口互流矛盾，农业数字化对城乡均衡收入的影响不明显[28]。区域异质性检验结果可知数字经济嵌入农业发展对各个区域城乡收入水平的影响效果不同，虽然整体上都会促进收入均衡，但是并不都显著。城市与乡村是一个互促互进的有机整体，要使数字经济助推农业发展，破除城乡二元结构和城乡收入水平不均衡的困境，实现上游成渝经济区、中游城市群和下游长三角地区城乡协同发展。

Table 6. Regional heterogeneity test
表 6. 区域异质性检验

变量	(1) 上游成渝经济区	(2) 中游城市群	(3) 下游长三角地区
Di	0.0144264*** (6.78)	0.0323057** (0.82)	0.0523394 (2.84)
Ur	-0.2434227** (-2.16)	0.5455608*** (8.23)	-0.1248595** (-2.00)
Eco	5.06×10^{-7} (1.10)	-1.10×10^{-7} (-0.51)	-2.68×10^{-7} * (-2.23)
Gov	1.413636*** (4.28)	1.230794*** (4.00)	1.480694 (1.47)
Edu	0.0269222*** (4.39)	-0.0090564* (-1.67)	-0.0280346*** (-4.73)
Indus	0.440219*** (3.68)	0.4409461*** (9.43)	-0.2727317** (-2.31)
Fin	0.8044491* (1.94)	0.6269345*** (4.21)	-0.004779 (-0.02)
Open	0.0675954* (1.88)	0.0239096* (1.85)	-0.0482676** (-2.30)

注：*、**、***分别代表估计量在 10%、5%、1%的水平下的显著情况，括号内为回归系数的 t 或 z 值。

5. 结论

数字经济的发展为农村地区带来“数字红利”，对助力实现共同富裕具有重要意义。本文通过运用主成分分析法并建立面板回归模型，基于 2011~2021 年中国长江经济带 11 个省(市)的数据，构建多维度数字经济嵌入农业发展指数，系统性地考察了数字经济嵌入农业发展对城乡均衡收入的影响及作用机理，并研究了区域异质性影响。研究结论显示：① 从总体影响上来看，研究期间数字经济嵌入农业发展水平呈稳步上升趋势。此外，数字经济嵌入农业发展可以显著促进长江经济带城乡收入均衡，该结论在经过一系列稳健性检验后仍然成立。② 投资、生产、流通、生活数字化对长江经济带城乡均衡收入的影响均具有显著正向影响，而经营数字化在研究期内的回归系数为负。其中，生活数字化对城乡均衡收入的推

动作用最为显著。③ 数字经济嵌入农业发展对长江经济带城乡均衡收入的影响存在区域异质性，上游成渝经济区与中游城市群数字经济嵌入农业发展能够显著促进城乡均衡收入水平，而下游长三角地区的促进作用并不显著。

为了更好地建设数字乡村推动城乡协调发展，本文提出以下政策建议：(1) 大力发展数字经济，加强数字基础设施建设与科研投入，推动各行业尤其是农业实现数字化转型升级，从而使数字经济真正赋能经济高质量发展。(2) 推动数字经济深度嵌入农业发展，将互联网+与传统农业深度融合，使智慧供应链贯穿农产品的生产、加工、流通、销售等各个环节，让消费者个性化需求与农业供给实现精准且高效的对接，最终实现农民农村共同富裕。(3) 坚持区域协调发展战略，打造一体化数字平台，实现跨区域、跨产业整合城乡与农业资源、生产要素与生产资料在城乡间双向流动，实现长江经济带区域协调发展。(4) 发挥数字经济对农村的辐射带动作用，通过电商直播平台等重塑农产品价值链，吸引人才返乡，从而推动城乡之间资源和机会的均等化，乡村也能够共享数字化与城市化发展的红利，并不断缩小城乡收入差距，弥合城乡“数字鸿沟”。(5) 应大力扶持数字乡村建设，建立健全农业数据采集系统，完善农村新基建，通过数字化赋能乡村振兴，加速农业数字化助推城乡收入均衡进程。

参考文献

- [1] Jensen, R. (2007) The Digital Provide: Information (Technology), Market Performance, and Welfare in the South Indian Fisheries Sector. *The Quarterly Journal of Economics*, **122**, 879-924. <https://doi.org/10.1162/qjec.122.3.879>
- [2] Fountas, S., Espejo-Garcia, B., Kasimati, A., Mylonas, N. and Darra, N. (2020) The Future of Digital Agriculture: Technologies and Opportunities. *IT Professional*, **22**, 24-28. <https://doi.org/10.1109/mitp.2019.2963412>
- [3] Basu, B. (2000) Rural-Urban Migration, Urban Unemployment and the Structural Transformation of a Dual Economy. *The Journal of International Trade & Economic Development*, **9**, 137-149. <https://doi.org/10.1080/09638190050028144>
- [4] Su, C., Liu, T., Chang, H. and Jiang, X. (2015) Is Urbanization Narrowing the Urban-Rural Income Gap? A Cross-Regional Study of China. *Habitat International*, **48**, 79-86. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.03.002>
- [5] Sicular, T., Ximing, Y., Gustafsson, B. and Shi, L. (2007) The Urban-Rural Income Gap and Inequality in China. *Review of Income and Wealth*, **53**, 93-126. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.2007.00219.x>
- [6] 丁可可, 马正兵, 王涛. 乡村数字经济对农民收入的影响及空间异质性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2024, 38(5): 90-99.
- [7] Wang, X., Shao, S. and Li, L. (2019) Agricultural Inputs, Urbanization, and Urban-Rural Income Disparity: Evidence from China. *China Economic Review*, **55**, 67-84. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2019.03.009>
- [8] Jiang, Q., Li, Y. and Si, H. (2022) Digital Economy Development and the Urban-Rural Income Gap: Intensifying or Reducing. *Land*, **11**, Article No. 1980. <https://doi.org/10.3390/land1111980>
- [9] 陈斌开, 张鹏飞, 杨汝岱. 政府教育投入、人力资本投资与中国城乡收入差距[J]. 管理世界, 2010(1): 36-43.
- [10] 叶志强, 陈习定, 张顺明. 金融发展能减少城乡收入差距吗?——来自中国的证据[J]. 金融研究, 2011(2): 42-56.
- [11] Yao, W. and Sun, Z. (2023) The Impact of the Digital Economy on High-Quality Development of Agriculture: A China Case Study. *Sustainability*, **15**, Article No. 5745. <https://doi.org/10.3390/su15075745>
- [12] Basso, B. and Antle, J. (2020) Digital Agriculture to Design Sustainable Agricultural Systems. *Nature Sustainability*, **3**, 254-256. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0510-0>
- [13] Lajoie-O'Malley, A., Bronson, K., van der Burg, S. and Klerkx, L. (2020) The Future(s) of Digital Agriculture and Sustainable Food Systems: An Analysis of High-Level Policy Documents. *Ecosystem Services*, **45**, Article ID: 101183. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101183>
- [14] 陈潭, 王鹏. 信息鸿沟与数字乡村建设的实践症候[J]. 电子政务, 2020(12): 2-12.
- [15] 王松茂, 尹延晓. 数字经济对城乡融合具有空间溢出效应吗?——以长江经济带 11 省(市)为例[J]. 农林经济管理学报, 2022, 21(6): 725-735.
- [16] 陈鑫鑫, 段博. 数字经济缩小了城乡差距吗?——基于中介效应模型的实证检验[J]. 世界地理研究, 2022, 31(2): 280-291.
- [17] Abdi, H. and Williams, L.J. (2010) Principal Component Analysis. *WIREs Computational Statistics*, **2**, 433-459.

<https://doi.org/10.1002/wics.101>

- [18] 张磊, 韩雷. 电商经济发展扩大了城乡居民收入差距吗? [J]. 经济与管理研究, 2017, 38(5): 3-13.
- [19] 陈强. 高级计量经济学及 Stata 应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [20] Lin, S., Wang, S., Marinova, D., Zhao, D. and Hong, J. (2017) Impacts of Urbanization and Real Economic Development on CO₂ Emissions in Non-High Income Countries: Empirical Research Based on the Extended STIRPAT Model. *Journal of Cleaner Production*, **166**, 952-966. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.107>
- [21] Beck, T., Levine, R. and Levkov, A. (2010) Big Bad Banks? The Winners and Losers from Bank Deregulation in the United States. *The Journal of Finance*, **65**, 1637-1667. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2010.01589.x>
- [22] 丁松, 李若瑾. 数字经济、资源配置效率与城市高质量发展[J]. 浙江社会科学, 2022(8): 11-21+156.
- [23] 卢新海, 唐一峰, 匡兵. 长江中游城市群城市土地利用效率空间溢出效应研究[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(2): 252-261.
- [24] 杨占锋, 段小梅. 产业结构变迁对经济增长质量的影响效应——基于成渝经济区全要素生产率贡献的分析[J]. 地域研究与开发, 2019, 38(1): 39-44.
- [25] 张晖, 陆滨强, 权天舒. 乡村数字化对农业发展韧性的影响及作用机制研究[J]. 农业现代化研究, 2024, 45(1): 124-136.
- [26] 朱丽萍, 杨绪彪, 李程. 数字金融助推乡村产业兴旺[J]. 宏观经济管理, 2022(8): 42-49.
- [27] Ren, B., Li, L., Zhao, H. and Zhou, Y. (2018) The Financial Exclusion in the Development of Digital Finance—A Study Based on Survey Data in the Jingjinji Rural Area. *The Singapore Economic Review*, **63**, 65-82. <https://doi.org/10.1142/s0217590818500017>
- [28] 叶超, 庄良, 吴佩瑾. 长三角地区城乡融合发展的时空格局[J]. 苏州大学学报(哲学社会科学版), 2021, 42(4): 43-51.