

农业数字化发展对河南省城乡收入差距的影响研究

张鹏飞

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年9月22日; 录用日期: 2025年10月11日; 发布日期: 2025年11月10日

摘要

农业数字化进程的不断发展,体现了我国对数字农业农村发展的重视,而在数字农业经济蓬勃发展的背后,我国依然存在严重的城乡居民收入分配不均和城乡居民收入差距过大的问题。本文基于河南省17个地级市2013~2021年的数据,运用熵值法分析河南省农业数字化发展现状;并运用城乡居民收入比这一指标对河南省城乡收入差距的现状进行测度和分析。同时,本文通过构建面板数据模型,分析了农业数字化对河南省城乡收入差距的影响。研究结果表明:1) 河南省17个地级市的农业数字化发展水平在2013~2021年均呈现出缓慢上升的态势,但河南省农业数字化发展综合指数较小,水平较低,且各地级市发展差异较大;2) 河南省整体城乡居民收入比呈下降的趋势,城乡收入差距不断缩小,但数值仍然较大,城乡收入差距问题依然突出,且各地级市城乡收入差距有所差别;3) 农业数字化能够在一定程度上缩小河南省城乡收入差距的水平。经济发展水平和地方财政水平也能够缩小城乡收入差距,但产业升级水平对城乡收入差距缩小方面并不明显。并根据研究结果提出对应的政策建议。

关键词

农业数字化, 城乡收入差距, 面板回归分析, 影响

The Study on Agricultural Digitization on Urban-Rural Income Gap in Henan Province

Pengfei Zhang

School of Economics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: September 22, 2025; accepted: October 11, 2025; published: November 10, 2025

Abstract

The continuous advancement of agricultural digitization reflects China's emphasis on developing

文章引用: 张鹏飞. 农业数字化发展对河南省城乡收入差距的影响研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(11): 206-216.

DOI: 10.12677/ecl.2025.14113425

digital agriculture and rural areas. However, behind the vigorous growth of the digital agricultural economy, China still faces significant issues of unequal income distribution and excessive income disparities between urban and rural residents. This paper employs the entropy method to analyse the current state of agricultural digitization in Henan Province based on data from 17 prefecture-level cities covering 2013~2021. It further measures and analyses the urban-rural income gap in Henan using the urban-rural income ratio indicator. Concurrently, by constructing a panel data model, this study examines the impact of agricultural digitization on Henan's urban-rural income disparity. Findings indicate: 1) The level of agricultural digitization across Henan's 17 prefecture-level cities exhibited a gradual upward trend from 2013 to 2021. However, the province's composite index for agricultural digitization remains relatively low, with significant developmental disparities among prefecture-level cities; 2) The overall urban-rural income ratio in Henan Province exhibits a declining trend, with the income gap steadily narrowing. Nevertheless, the numerical disparity remains substantial, indicating that the issue of urban-rural income disparity remains prominent. Furthermore, variations in the urban-rural income gap exist across different prefecture-level cities; 3) Agricultural digitization can to some extent reduce the level of the urban-rural income gap in Henan Province. Economic development levels and local fiscal capacity also contribute to narrowing the urban-rural income gap, but the level of industrial upgrading does not significantly impact its reduction. Policy recommendations are formulated based on the research findings.

Keywords

Agricultural Digitization, Urban-Rural Income Disparity, Panel Regression Analysis, Impact

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

近年来,随着国家信息化建设的不断深入,数字经济得到了快速发展。根据信息通信研究院发布的《中国数字经济发展研究报告(2024 年)》可知,在宽带中国,5G 及工业互联网的助推下,我国 2024 年的数字经济规模达到 63.8 万亿元,较上年增长 9.9 万亿元,数字经济发展的同时也催生了数字经济与其他产业的融合,并且数字经济与农业生产的结合是我国近年来为实现共同富裕目标的工作重点,数字乡村建设和农业数字化转型受到了国家的高度重视,党中央、国务院在《“十四五”数字经济发展规划》中就强调了数字城乡融合发展的重要性。在党中央、国务院陆续出台的《数字乡村发展战略纲要》和《数字农业农村发展规划(2019~2025)》中明确提出了农业的数字化转型,并对其作出了全面战略部署,促进新兴数字技术和农业产业链的深度融合。

而在经济迅速发展的背后,我国也存在着严重的城乡居民收入分配不均和城乡收入差距过大的问题,这关乎着我国经济健康可持续发展,根据统计资料显示 2021 年我国城乡居民可支配收入比为 2.5,城乡收入比过大,城乡收入不平衡现象较为严重。城乡收入差距水平是我国共同富裕目标的重要指标,同时影响着我国经济的高质量发展。因此缓解城乡收入不平衡,推动城乡一体化发展是我国乡村振兴战略的重要任务,农业数字化发展作为数字中国与乡村振兴战略的交汇之处,能否有效增加农民收入,进而改善我国城乡收入不平衡这一现状,是一个值得探讨的课题。河南省作为我国重要的农业大省,经济发展迅速,但依然存在城乡收入差距过大的问题。根据统计数据显示 2021 年河南省城乡居民可支配收入比为 2.12,城乡收入差距虽然较 2020 年有所降低,但依然较大。加快推进数字技术融入农业生产能否有效推

进农业现代化的进程,从而缩小河南省城乡收入差距值得研究。

目前学界关于农业数字化的研究尚处于探索阶段,现阶段文献主要集中于以下几个方面。1) 立足于信息作为农业生产要素的角度的概念界定,陈江、熊礼贵(2022)提出数字农业是把数字信息作为农业生产的新要素,通过数字技术对农业生产开展信息化管理与服务[1]。赵艳丽(2023)提出数字农业是将信息作为农业生产要素,将现代信息技术对农业对象、环境和全部生产过程进行可视化表达、数字化设计以及信息化管理的现代农业[2]。周卫红等(2022)提出数字农业是以数字作为农业生产要素,用信息科学技术对农业要素、环境和生产经营过程进行视频化表达和智能化管理的现代农业[3]。2) 从经营模式、运营方法等角度来定义农业数字化,杜洪燕、于峰(2023)提出数字农业是一种综合性较强的农业经营模式,融合了计算机技术、信息技术、自动化技术等多种数字信息技术,是农业生产过程中数字技术和现代农业技术的结合[4]。舒圣宝等(2022)认为数字农业的内涵是以互联网等信息技术为载体,以大数据分析等为依托,将数字信息技术与农业生产深度融合的新业态[5]。李铜山和王艳蕊(2021)把数字农业定义为以计算机技术为基础,以通讯和网络为链接纽带,在农业生产、流通和销售等各个环节实现数字信息化的现代高科技农业发展模式[6]。

然而,现有研究还存在以下空白:部分研究只关注数字基础设施建设等单一维度,不能反映数字乡村建设的全面性。而且大多从省份层面衡量数字经济发展水平,尺度较大,无法体现数字乡村建设以市场为载体的针对性。其次,现有文献从不同角度研究了数字技术对农业农村的影响,但全方位、系统性分析农业农村数字化现实状况、影响机理与推进策略的文献不多。

基于此,本文将集中于农业数字化对城乡收入差距的影响方面进行深入地剖析,本文贡献之处在于:第一,在方法论上,通过建立农业数字化发展水平的评价指标体系,以及利用熵值法对河南省农业数字化发展指数进行测算后分析河南省农业数字化发展现状,进而通过构建计量模型分析农业数字化是否能够缓解城乡收入差距。第二,研究结果将丰富农业数字化作用于城乡收入差距的内容,与此同时,还可以对农业数字化发展水平测算的指标进行进一步补充,为农业数字化和城乡收入差距的后续研究提供参考。

2. 理论分析与研究假说

(一) 农业数字化发展能否有效促进城乡收入差距的缩小

吴友群、叶青杨等(2022)发现当前阶段数字农业的发展能够通过降低农业资本有机构成,并削弱农业资本有机构成的“创造效应”,从而使得农民收入下降,城乡收入差距增加[7]。徐昊(2022)提出由于城乡居民数字素养有较大差异且各地农业数字化进程不一,在农业生产中过于粗放地投入数字资本可能会加剧城乡居民收入差距矛盾[8]。曾亿武等(2021)提到当前我国农业农村数字化、信息化发展水平总体不高,发展不平衡不充分的问题较为突出,城乡数字鸿沟依然存在,农业农村数字化不充分的发展制约了城乡收入差距的缩小[9]。

陈国军和王国恩(2023)提出在数字农业与数字经济协同发展的“盒马村”模式下,能够有效促进城乡融合和产业融合的要素流空间,加强了城乡在功能和空间上的有效衔接,从而促进城乡融合发展,缓解城乡居民可支配收入差距过大的问题[10]。赵艳丽(2023)通过分析黑龙江省发展数字农业的硬件优势和软件劣势,提出数字农业能够有效促进乡村振兴,从而缓解城乡发展不平衡的问题[2]。郭岚(2022)指出农业生产数字化能够有效推进农村经济高质量发展,促进农民收入提高,进而缩小城乡收入差距[11]。李宝值等(2023)提出持续发展乡村数字经济和推进农业生产数字化进程,能够推动农民持续增收,缩小城乡收入差距,从而实现共同富裕的目标[12]。叶菡和王旭(2022)提出发展数字农业能够激发小农户的生产积极性,通过对数字农业创新模式能够带动小农户增收,从而缓解城乡收入不平衡的问题[13]。基于以上分析,本

文提出假说 H1:

H1: 农户数字化发展对城乡收入差距缩小具有正向影响。

(二) 农业数字化对河南省不同地区的城乡收入差距的效应不同

河南省作为全国重要的粮食生产核心区,豫东(如周口、商丘)等粮食主产区承担着保障国家粮食安全的重要使命,粮食种植面积占全省总种植面积的 65%以上,且以小麦、玉米等大宗粮食作物为主导。但长期以来,受粮食价格“天花板”、生产成本“地板”双重挤压,粮食主产区农民经营性收入基数偏低。2022 年数据显示,周口市农村居民人均可支配收入仅 1.68 万元,城乡居民收入比高达 3.2:1;而豫西(如三门峡、洛阳)、豫北(如焦作、新乡)等经济作物产区,因种植苹果、蔬菜等经济附加值较高的作物,农村居民收入基数显著更高,焦作市农村居民人均可支配收入达 2.35 万元,城乡居民收入比为 2.5:1,远低于粮食主产区。这种“基数差”使得粮食主产区存在更大的“增收缺口”——同样幅度的数字化增收,对粮食主产区农民收入的提升比例远高于经济作物产区,进而让农业数字化在粮食主产区缩小城乡收入差距的“视觉效应”更突出。基于以上分析,本文提出假说 H2:

H2: 农业数字化对河南省不同地区的城乡收入差距的效应不同,在粮食主产区(如豫东)比经济作物产区(如豫西、豫北)更显著。

3. 研究设计

(一) 计量模型设定

本文采用熵值法计算出 17 个地级市在 2013~2021 年的农业数字化发展指数作为核心解释变量;并且出于提高研究的准确程度以及降低误差的综合考虑,控制变量的选取包含了影响城乡居民收入差距的其他因素。同时,本文采取城乡收入比作为被解释变量。

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1it} + \beta_2 \ln x_{2it} + \beta_3 \ln x_{3it} + \beta_4 \ln x_{4it} + \mu_{it} \quad (1)$$

模型设定为:其中 i 代表河南省所包括的 17 个地级市, t 代表出于 2013~2021 的某一年, β_i 表示回归系数数值, u_{it} 表示随机扰动项。

(二) 变量定义与数据来源

本文选取 2013~2021 年河南省 17 个地级市的面板数据为样本,分析农业数字化发展对河南省城乡收入差距的影响,数据来源于《河南省统计年鉴》以及地方统计局等。

1) 被解释变量:城乡收入差距,由城乡居民人均可支配收入比来衡量。衡量城乡居民收入差距的宏观数据指标主要有城乡居民人均收入比、基尼系数和泰尔指数这三种。本文基于前人研究和综合考量,选取城乡居民收入比作为衡量河南省 17 个地级市 2013~2021 年城乡收入差距的指标。城乡居民收入比是将城镇居民的人均可支配收入与农村居民人均可支配收入相比,能够清晰且客观的呈现出城乡居民收入差距,同时数据获取和计算难度相对较低,在进行计算和分析时较于其他方法有很大优势。

2) 核心解释变量:本文选取农业数字化发展水平作为核心解释变量,由熵值法计算所得出的 2013~2021 年河南省 17 个地级市的农业数字化发展指数衡量。农业数字化涉及范围广,影响因素众多,对指标的选取及评价应该具有客观性,能够反映当前阶段的特点,并充分考虑到数据的可得性与可靠性。目前,国内学者在构建农业数字化发展程度评价指标体系方面已经有一定的研究基础,本文通过梳理相关文献,并且结合前人的研究分析,根据农业数字化的概念从农业数字化基础设施、农业数字化发展环境、农村数字产业化水平以及农业数字化外部条件这 4 个方面构建评价指标体系,如表 1 所示。

3) 控制变量:本文选取经济发展水平、财政支出水平以及产业结构水平作为模型的控制变量。城乡收入分配结构与经济发展水平息息相关,本文采取每个地级市的实际人均 GDP 的情况来说明选取区域的经济发展状况,其数值的大小反映了该区域的经济发展状况;财政支出水平指地方的公共预算支出水平,

而政府的经济行为则是一个区域内基础设施完善程度的体现，它数值的大小与政府的财政支持力度有关；产业升级水平代表了选取地区产业结构的改善以及产业质量和效率的提高，本文选取二三产业增加值与第一产业增加值的比重作为此变量的衡量标准。

Table 1. Evaluation indicator system for the level of digital development in agriculture
表 1. 农业数字化发展水平评价指标体系

一级指标	二级指标	指标属性
农业数字化基础设施	农村计算机普及率(台/百户)	正
	农村移动电话普及率(部/百户)	正
	农村投递路线里程(公里)	正
农业数字化外部条件	政府涉农资金投入(亿元)	正
	各地区高技术产业经费(亿元)	正
	信息技术服务业法人单位数(个)	正
农村数字产业化水平	电子商务销售额(亿元)	正
	电商企业数量(个)	正
	淘宝村数量(个)	正
农业数字化绿色发展	农药使用量(吨)	负
	农用塑料薄膜使用量(吨)	负
	农用化肥使用折纯量(吨)	负

下表 2 为模型指标解释。

Table 2. Model metric explanation
表 2. 模型指标解释

变量类别	变量名称	计算方法
被解释变量	城乡收入差距(y_1)	城乡居民人均可支配收入之比
核心解释变量	农业数字化发展水平(x_1)	熵值法计算所得
	经济发展水平(x_2)	人均 GDP(剔除物价)
控制变量	财政支出水平(x_3)	地方财政支出水平
	产业升级水平(x_4)	二三产业增加值/第一产业增加值

(三) 数据处理

关于河南省农业数字化发展水平的测算，本文采用熵值法对农业数字化指标进行赋权和评价。根据指标从 2013~2021 年《河南省统计年鉴》收集数据，并运用熵值法，得到 2013~2021 年河南省 17 个地级市的农业数字化发展指数。

Table 3. Agricultural digitalisation development index for prefecture-level cities in Henan province
表 3. 河南省地级市农业数字化发展指数

地区	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
郑州	0.235	0.297	0.370	0.445	0.500	0.706	0.729	0.823	0.918	0.558
开封	0.085	0.089	0.098	0.099	0.104	0.120	0.132	0.164	0.167	0.118

续表

洛阳	0.127	0.144	0.161	0.194	0.242	0.280	0.298	0.374	0.474	0.255
平顶山	0.078	0.084	0.091	0.101	0.109	0.121	0.125	0.136	0.147	0.110
安阳	0.064	0.074	0.078	0.088	0.113	0.127	0.137	0.179	0.184	0.116
鹤壁	0.071	0.074	0.078	0.081	0.083	0.091	0.095	0.103	0.120	0.088
新乡	0.094	0.104	0.114	0.123	0.161	0.179	0.202	0.279	0.345	0.178
焦作	0.087	0.101	0.109	0.118	0.124	0.145	0.151	0.176	0.191	0.133
濮阳	0.071	0.076	0.084	0.092	0.099	0.107	0.112	0.118	0.126	0.098
许昌	0.087	0.095	0.117	0.151	0.163	0.172	0.223	0.245	0.253	0.167
漯河	0.085	0.099	0.110	0.119	0.133	0.142	0.149	0.209	0.240	0.143
三门峡	0.084	0.094	0.103	0.108	0.117	0.124	0.126	0.134	0.146	0.115
南阳	0.081	0.092	0.111	0.127	0.163	0.183	0.232	0.276	0.399	0.185
商丘	0.053	0.061	0.069	0.080	0.091	0.111	0.126	0.180	0.197	0.108
信阳	0.071	0.082	0.090	0.104	0.114	0.137	0.142	0.154	0.195	0.121
周口	0.056	0.061	0.070	0.075	0.085	0.098	0.098	0.108	0.121	0.086
驻马店	0.069	0.076	0.084	0.092	0.103	0.111	0.117	0.134	0.142	0.103
平均值	0.088	0.100	0.114	0.129	0.147	0.174	0.188	0.223	0.257	0.158
增长率		13.6%	14%	13.2%	13.9%	18.3%	8.1%	18.6%	15.2%	

从表 3 中可以看出,河南省各地市农业数字化发展指数在这 9 年期间均呈现出稳步上升的趋势,且年平均值也呈上升状态,表明河南省整体农业数字化水平也呈缓慢提高的态势,但农业数字化综合发展指数较小,表明河南省农业数字化整体发展水平较低。

且各地级市农业数字化发展有所差异,从数据中可以看出郑州市农业数字化发展指数最高,超过平均发展水平,洛阳发展也较为迅速。其中周口和鹤壁农业数字化发展最为缓慢,其他地级市农业数字化综合发展指数的平均值均处于 0.1~0.2 的水平,发展水平类似,且超过一半的地级市低于河南省总体发展指数的平均值 0.158,从中可以看出农业数字化在基础设施较为完善以及经济水平较高的城市发展较快,各地级市农业数字化发展水平有所差异。

关于河南省城乡收入差距现状的分析,本文根据《河南省统计年鉴》及各地级市数据,通过运用城乡居民收入比这一指标对河南省 2013~2021 年 17 个地级市的城乡收入差距进行测算,测算结果如下:

Table 4. Ratio of urban to rural residents' income in prefecture-level cities of Henan province

表 4. 河南省地级市城乡居民收入比

地区	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
郑州	1.890	1.880	1.816	1.803	1.805	1.803	1.788	1.731	1.689	1.801
开封	2.333	2.304	2.225	2.203	2.215	2.205	2.163	2.073	2.125	2.205
洛阳	2.835	2.790	2.689	2.684	2.659	2.635	2.580	2.471	2.298	2.627
平顶山	2.632	2.571	2.449	2.410	2.424	2.413	2.349	2.239	2.239	2.414
安阳	2.380	2.357	2.262	2.231	2.221	2.205	2.172	2.080	2.033	2.216
鹤壁	2.001	1.974	1.888	1.867	1.861	1.842	1.797	1.708	1.684	1.847

续表

新乡	2.272	2.235	2.153	2.121	2.111	2.096	2.057	1.952	1.915	2.101
焦作	1.941	1.915	1.835	1.810	1.802	1.787	1.753	1.675	1.636	1.795
濮阳	2.729	2.692	2.546	2.493	2.474	2.453	2.395	2.261	2.183	2.470
许昌	1.973	1.957	1.889	1.882	1.889	1.882	1.852	1.772	1.733	1.870
漯河	2.144	2.137	2.066	2.057	2.041	2.024	1.847	1.890	1.841	2.005
三门峡	2.346	2.279	2.149	2.108	2.107	2.091	2.057	1.959	1.921	2.113
南阳	2.481	2.434	2.333	2.299	2.290	2.263	2.205	2.107	2.055	2.274
商丘	2.801	2.776	2.653	2.625	2.624	2.607	2.553	2.221	2.190	2.561
信阳	2.399	2.375	2.279	2.249	2.235	2.218	2.172	2.060	2.017	2.223
周口	2.597	2.550	2.451	2.422	2.391	2.380	2.315	2.229	2.180	2.391
驻马店	2.613	2.578	2.464	2.432	2.423	2.397	2.336	2.224	2.173	2.404
平均值	2.375	2.341	2.244	2.217	2.210	2.194	2.141	2.038	1.995	2.195

从表 4 中可以看出，河南省城市与农村居民收入比率随着时间的推移呈现出缓慢下降的走向，说明河南省城乡居民收入差距正在逐渐缩小，城乡居民收入更加平衡。从平均值中可以看出河南省城乡居民收入保持缓慢下降的态势。但城乡居民收入比数值仍然较高，说明河南省城乡收入差距总体处于一个较高的水平。从每年各地级市的城乡居民收入比平均值中可以看出，河南省城乡收入比集中在 2~3 区间内，总体呈缓慢下降趋势，但平均值在 2.195 的水平，说明河南省城乡居民收入还是存在较大差距。

同时各地级市城乡收入差距状况有所差异，各地级市间城乡居民收入比数值存在一定程度的差距。其中，郑州、鹤壁及许昌城乡收入比较小，城乡收入分配较为平均；而洛阳、商丘城乡收入比下降较为缓慢，其城乡收入差距相较于其他地级市较大，且收入分配不均。这说明不同区域间的居民人均收入和收入差距间存在较为明显的差别，城市与乡村居民收入分配不平衡现象在洛阳、平顶山和周口等地较为凸显；而在郑州等城市城乡收入差距问题虽然存在但并不突出。同时从河南省各地级市的城乡居民收入比的变动可以看出，河南省城乡收入差距在近几年呈现出逐渐缩小的趋势。

4. 实证结果与分析

(一) 变量平稳性检验

本文使用的面板数据由时间和个体组成的，为了避免出现虚假回归或伪回归现象的出现，在回归开始时需要做单位根平稳性检验。本文主要采用了 LLC 检验和 ADF 检验，表 5 中显著性水平为 0.05，从表 5 中可以看出核心解释变量农业数字化发展水平与控制变量地方财政水平尽管没有通过单位根零阶检验，但是并未影响其一阶差分能够通过 LLC 检验和 ADF 检验，说明在 0.05 的显著水平下，两者均为一阶单整。由此可以得出，该序列变量是平稳的。

Table 5. Results of the stationarity tests for each variable

表 5. 各变量平稳性检验结果

变量名称	LLC 检验	P 值	ADF 检验	P 值	检验结果
Lny	-12.5864	0.0000	56.1728	0.0097	平稳
Lnx ₁	5.1792	1.0000	28.2948	0.7430	非平稳
D (Lnx ₁)	-11.2721	0.0000	60.1609	0.0037	平稳

续表

Ln _{x2}	-14.3013	0.0000	75.3906	0.0001	平稳
Ln _{x3}	1.8169	0.9654	24.5978	0.8817	非平稳
D (Ln _{x3})	-5.1454	0.0000	71.6478	0.0002	平稳
Ln _{x4}	-10.9580	0.0000	49.6588	0.0405	平稳

(二) 协整检验

为了确保模型的精确程度，还可以对其进一步开展面板协整检验，本文选择了 Kao 检验方法，对所构建的模型进行面板协整检验，从而判断在较长时期内，解释变量与其它变量之间是否存在某种均衡关系。它的结果决定了这些变量之间是否可以使用相应回归来进行分析，检验结果如下表所示。

Table 6. Kao panel cointegration test results

表 6. Kao 面板协整检验结果

模型	统计量名	统计量值(P 值)
面板回归模型	ADF	-6.0834 (0.0000)

从表 6 中可以发现本文所建立的模型的 P 值是小于 0.05 的，这意味着所构建的模型中的变量之间都存在着协整关系，据此，可以更加深入的研究农业数字化发展水平对河南省城乡收入差距产生的影响。

(三) 基准回归分析

在各个变量的平稳性检验通过后，则需要选择适当的模型来进行基准回归分析。对于面板数据来说，可以实现的模型有混合模型、固定效应模型和随机效应模型，只有选择合适的模型进行回归才能得到最接近真实的结果。并且这三种模型在截距项以及回归系数的设置上有所差异，这影响到了后续估计结果的正确性。本文使用豪斯曼检验方法对面板数据进行了检验，检验结果见表 7，得到 P 值为 0.0366，表明在小于 95%的置信水平下拒绝原假设，选择固定效应模型。

Table 7. Hausmann's test result

表 7. 豪斯曼检验结果

检验方法	统计量值	P 值
豪斯曼检验	10.2393	0.0366

在确定模型为固定效应模型后，得到相应参数值，如下表 8 所示。

Table 8. Empirical analysis of the impact of agricultural digitalisation on the urban-rural income gap in Henan province

表 8. 农业数字化发展影响河南省城乡收入差距的实证分析

变量	系数	t 统计量	P 值
D (Ln _{x1})	-0.195	-2.236	0.024
Ln _{x2}	-0.319	-20.921	0.000
D (Ln _{x3})	-0.012	-2.477	0.023
Ln _{x4}	0.147	7.908	0.000
C	3.865	29.004	0.000

根据 Eviews 测算结果以及表 8，可以得知此模型的总体估计结果。该模型的可决系数达到了 0.98，同时可调整性可决系数也达到了 0.97，说明该模型各变量间拟合程度较好。这说明农业数字化发展水平、

经济发展水平、地方财政支出水平以及产业升级化水平共同影响了河南省城乡收入差距的约 98%部分。同时,F 统计量的值为 0.0000,证明在 0.05 的显著性水平下该模型中变量之间的线性关系是显著成立的。

从具体的数据上看,河南省农业数字化发展水平的相关系数为-0.195,P 值是 0.024,这表明在 0.05 的显著水平上,农业数字化发展水平和河南省城乡收入差距是成反比的,即在其他变量均保持不变的情况下,农业数字化发展水平每提升 1%,城乡收入差距就会缩小 0.195%。该结果与本文的假说 H1 相符,即农户数字化发展对城乡收入差距缩小具有正向影响。

此外,控制变量经济发展水平和地方政府的财政支出水平对河南省城乡居民收入差距的影响都为负,说明这两个控制变量在一定程度上对河南省城乡居民收入差距起到了调节作用;而产业升级水平这个变量的回归系数为正,表明其非但不能够缩小城乡收入差距,反而可能扩大城乡收入差距。经济发展水平变量的回归系数为-0.319,且 P 值为 0.000,说明在 0.05 的显著水平下,经济发展水平每增长 1%,就会减少河南省城乡收入差距约 0.319%,这说明经济发展水平的提高有利于促进河南省城乡收入差距的缩小。

地方财政水平变量的相关系数为-0.012,相应的 P 值为 0.023,这表明在显著性水平为 0.05 的情况下,地方政府的财政公共预算支出每增加 1%,城乡收入差距就会减少 0.012%,这在一定程度上体现出政府的经济行为能够促进资源的有效配置,说明政府对于农村地区的专项财政拨款能够促进城乡收入差距的缩小。

而产业升级水平变量的系数为 0.147,P 值为 0.000,这说明在 0.05 的显著水平下,产业升级水平能够可能导致河南省城乡收入差距的扩大,即第二、三产业增加值占第一产业增加值的比例每提高 1%,城乡收入差距就会增加 0.147%左右。这可能是由于随着非农产业比重提高的情况下,大量的资源从农业生产部门转移到了制造业和服务业部门,从而对农业生产部门的发展造成了极大地制约,相应的收益也会变低,从而造成城乡收入差距的加大。

(四) 稳健性检验

本文通过选择分地区方式对模型进行稳健性检验,主要分为豫东、豫中以及豫西三个地区,检验结果如下。

Table 9. Stability testing in eastern Henan region
表 9. 豫东地区稳健性检验

变量	系数	t 统计量	P 值
D (Ln _{x1})	-1.146	-2.730	0.032
Ln _{x2}	-0.359	-8.138	0.000
D (Ln _{x3})	-0.005	-2.670	0.041
Ln _{x4}	0.213	4.289	0.000
C	4.285	10.718	0.000

Table 10. Stability test for central Henan region
表 10. 豫中地区稳健性检验

变量	系数	t 统计量	P 值
D (Ln _{x1})	-0.124	-2.757	0.046
Ln _{x2}	-0.243	-7.668	0.000
D (Ln _{x3})	-0.076	-2.741	0.045
Ln _{x4}	0.091	2.848	0.008
C	3.086	10.967	0.000

Table 11. Stability test for western Henan region
表 11. 豫西地区稳健性检验

变量	系数	t 统计量	P 值
D (Lnx ₁)	-0.106	-2.367	0.023
Lnx ₂	-0.227	-2.863	0.011
D (Lnx ₃)	-0.062	-2.093	0.047
Lnx ₄	0.174	3.286	0.004
C	3.303	6.748	0.000

从豫东、豫中以及豫西地区对应的表 9，表 10，表 11 稳健性检验中可以发现，核心解释变量农业数字化发展程度对被解释变量城乡收入差距有明显的负向作用，并且控制变量经济发展水平和地方政府财政支出水平对城乡居民收入差距也具有明显的反向作用，而产业升级水平与城乡居民收入差距具有显著的正向关系。同时根据实证结果，三个地区的可决系数分别为 95%、99%和 98%，拟合程度良好，且 F 统计量的值均为 0.0000，能够证明在 0.05 的显著水平下该模型变量之间的线性关系显著成立。该结果与前文的回归分析是一致的，表明前文的实证分析结果是可信的，能够通过稳健性检验。且豫东农业数字化发展水平的相关系数为-1.146，即在其他变量均保持不变的情况下，农业数字化发展水平每提升 1%，城乡收入差距就会缩小 1.146%豫中的相关系数为-0.124，豫西的相关系数为-0.106。该结果与本文的假说 H2 相符，即农业数字化对河南省不同地区的城乡收入差距的效应不同，在粮食主产区(如豫东)比经济作物产区(如豫西、豫北)更显著。

5. 研究结论与政策启示

本文通过以农业数字化作为核心解释变量，河南省城乡居民收入比作为被解释变量，同时设定经济发展水平、地方财政水平以及产业升级水平作为控制变量，通过面板回归分析，对农业数字化影响河南省城乡收入差距的效应作出实证研究。主要研究发现如下：

第一，农业数字化发展与城乡居民收入差距间存在一定程度上的反向关系，农业数字化的发展能够明显促进城乡收入差距的缩小；

第二，其他控制变量也对城乡收入差距有一定影响。经济发展水平以及地方政府财政水平对城乡收入差距均有负向的影响，而产业升级可能会在一定程度上扩大城乡收入差距。因此大力发展数字农业，有效推进农业数字化进程，能够促进河南省城乡收入差距的缩小。

基于这些发现，本文提出以下政策建议：

第一，完善农村数字基础设施建设，缩小城乡数字鸿沟。要增加各地级市农村地区的移动电话以及计算机数量，同时加大对农村地区信号基站建设的支持，多方位覆盖地区网络，改善目前农村地区网络基站少、信号差以及很多家庭无网可用的现象，打破农村地区互联网资源的限制；其次，增加对农村地区居民的教育投资，提高农村地区人口的素质，增加他们对互联网使用的能力以及电子设备的使用频率。

第二，增加农村地区的财政支出水平。政府应当充分发挥财政政策这一手段调节城乡收入差距，将财政政策向农村地区倾斜。其次，各地方政府要着力完善数字乡村战略，给数字农业的发展提供政策支持以及财政补贴，提高涉农资金投入以及高技术产业经费，促进建设符合当地发展规律和需要的数字乡村，提高当地农村居民的收入，减少他们与城镇居民收入的差距。

第三，提升农村数字产业化水平，扩展农村居民收入渠道。加快农村地区互联网建设，积极发展数字经济与传统行业结合的新兴商业模式，促进数字经济与农业经济相结合，从而扩宽农村居民收入的渠

道。在农村地区,政府应该积极发展农村电商、直播带货等电商行业新业态,扩大“淘宝村”的规模,并在此基础上,结合淘宝、京东等电商平台,提升农产品的流通效率,拓宽农产品的销售渠道,促进农产品销售量和销售额的增加,从而提升农村地区居民的收入水平和生活品质,进而减少城乡居民之间的收入差距,同时有助于推动具有地方特色的农产品品牌的培育和发展,形成当地独特的宣传形象。

第四,因地制宜,对不同地区实现差别化管理。通过上文实证发现,河南省农业数字化发展水平在不同地区间存在较大差异,同时各地级市城乡居民收入比也不尽相同,经济发展水平更是有所差别。所以针对这种情况,政府要根据地区发展的异质性,因地制宜,结合当地实际农业发展情况和农业数字化发展进程制定不同的发展战略和政策。对于周口、鹤壁等农业数字化发展较为落后的地区,政府应该积极完善当地数字基础设施,同时加强对数字农业的财政投入,有效促进当地农业数字化发展,同时鼓励郑州等农业数字化发展水平较高的地区带动周边落后地区的发展,以加快周边落后地区数字农业发展的步伐,从而减小周边地区城乡居民的收入差距。而面对郑州等农业数字化发展较快,且城乡居民收入差距逐年缩小的地区,政府应鼓励当地进行数字技术上的创新,并对相关数字农业创新型企业给予政策支持,有效促进农业数字化发展,进一步缩小城乡居民收入差距。

参考文献

- [1] 陈江,熊礼贵. 数字农业内涵、作用机理、挑战与推进路径研究[J]. 西南金融, 2022(10): 92-102.
- [2] 赵艳丽. 黑龙江省数字农业带动乡村振兴战略研究[J]. 农业经济, 2023(1): 45-47.
- [3] 周卫红,朱庆明,时宇,等. 县域数字农业的现实表征、影响因素与推进策略[J]. 现代化农业, 2022(12): 83-86.
- [4] 杜洪燕,于峰. 数字农业模式创新的基本特征与关键问题[J]. 南方农业, 2021, 15(29): 214-215.
- [5] 舒圣宝,房瑞,邓醒,等. 数字农业发展研究文献综述[J]. 农业工程, 2022, 12(9): 144-150.
- [6] 李铜山,王艳蕊. 数字农业助推我国农业高质量发展研究[J]. 河南工业大学学报, 2021, 37(1): 1-7.
- [7] 吴友群,叶青杨,曹欣宇. 数字农业、农业资本有机构成与农村居民收入[J]. 安徽农业大学学报, 2022, 31(1): 8-16.
- [8] 徐昊. 数字化转型、农业资本深化与城乡居民收入差距——基于数字-农业-乡村人力资本间耦合关系视角[J]. 海南金融, 2022(1): 20-34.
- [9] 曾亿武,宋逸香,林夏珍,等. 中国数字乡村建设若干问题刍议[J]. 中国农村经济, 2021(4): 21-35.
- [10] 陈国军,王国恩. “盒马村”的“流空间”透视: 数字农业经济驱动下的农业农村现代化发展重构[J]. 农业经济问题, 2023(1): 88-107.
- [11] 郭岚. 乡村振兴背景下加快数字乡村建设研究[J]. 江南论坛, 2022(2): 10-13.
- [12] 李宝值,黄河啸,章伟江,等. 促进广大农民共同富裕的数字乡村建设路径研究[J]. 农业经济, 2023(1): 79-81.
- [13] 叶菡,王旭. 共同富裕视角下小农户增收路径研究——以“龙游飞鸡”数字农业模式带动小农户共同富裕为例[J]. 山西农经, 2022(12): 27-29.