

数字技术对农民工劳动收入和福利的影响*

——基于产业结构转型视角的分析

高志鹏 王振宇 周 密

【摘 要】文章基于 2012、2014、2016 和 2018 年中国劳动力动态调查数据,分析了数字技术对农民工劳动收入和福利的影响及其作用机制。研究发现,数字技术显著提高了农民工的劳动收入和福利水平。数字技术引致的收入提升在农民工群体内部具有技能偏向型特性,而在社会资本和心理资本维度上,农民工劳动收入和福利水平的提升尚未呈现出显著差异。使用机器学习算法分组检验结果表明,综合禀赋水平高的农民工劳动收入提升幅度更大。数字技术通过提高产业结构合理化水平、促进产业结构高级化和产业数字化转型等渠道影响农民工劳动收入和福利。文章认为,当前应深化数字技术与传统行业的融合,推动产业结构转型升级,提升农民工劳动收入和福利水平。同时,着力提升社会经济特征处于劣势的农民工的人力资本,以缩小农民工群体内部的收入差距。

【关键词】农民工 数字技术 产业结构转型 劳动收入 福利

【作 者】高志鹏 沈阳农业大学经济管理学院,博士研究生;王振宇 辽宁大学地方财政研究院,教授;周 密(通讯作者) 沈阳农业大学经济管理学院,教授。

一、引 言

农民工是中国劳动力市场的重要组成部分,提高农民工收入对于扩大中等收入群体、实现共同富裕具有重要意义。近年来,以 5G、大数据、云计算、物联网、人工智能为代表的数字技术,已成为新一轮技术革命的核心。2021 年,中国数字经济规模增长至 45.5 万亿元,占 GDP 的 39.8%。各行业加速数字化转型,数字技术成为产业结构转型升级的

* 本文为国家自然科学基金面上项目“资本积累视角下新生代农民工职业妥协对城市融合的影响机制研究”(编号:71973100)和“农民工非技能型人力资本的测度及其对城市融合的影响机制与实证”(编号:71573197)的阶段性成果。

重要推动力量(刘翠花,2022;张国胜、李文静,2022)。新产业兴起和传统产业转型过程中,数字技术在提高整体经济生产效率的同时,也催生了新的技能需求。理论上,数字技术具有技能偏向型特征,会增加对高技能劳动力的需求,降低对以农民工为代表的低技能劳动力需求,从而导致农民工就业减少、收入下降(郭凯明、罗敏,2021;郭东杰等,2022)。但经验数据表明,农民工就业总量常年稳定在2.8亿人左右,其劳动收入和福利水平呈现逐年增长态势(林龙飞、祝仲坤,2022)。理论预测与现实之间为何偏离?数字技术扩张带来的劳动力市场变革究竟会降低还是提高农民工群体的收入和福利水平?产业结构转型在其中发挥怎样的作用?这些问题有待深入研究。

现有文献对数字技术与农民工收入及福利关系的探讨主要集中在两个方面。其一是从产业结构转型视角研究数字技术扩张对就业结构的影响。数字技术发展能够促进产业结构转型升级,提升劳动力就业水平,具体表现为劳动力在产业内部由低技术部门向高技术部门转移,劳动力在产业间由第一、二产业向第三产业转移(郭东杰等,2022)。目前,中国就业结构的改善落后于产业结构转型速度,提高劳动力技能水平有助于缓解就业结构与产业结构失衡问题(张国胜、李文静,2022)。其二是从农民工个体、企业层面探讨数字技术应用影响农民工收入和福利的作用机制。数字技术通过提高农民工获取就业信息的能力、增加农民工就业岗位(齐秀琳、江求川,2023)和推动中小企业发展(林龙飞、祝仲坤,2022)等路径对农民工的收入和福利产生正向溢出作用。数字技术推动产业结构转型升级成为影响劳动收入份额的重要因素(王林辉、袁礼,2018),尽管以上研究已经关注到了这一作用路径,也提出了数字技术在影响农民工收入和福利方面的重要作用,但是这些研究并未直接检验数字技术如何通过产业结构转型影响农民工劳动收入和福利。深入挖掘数字技术时代产业结构转型升级影响农民工收入的规律,对于利用数字技术提高农民工的收入和福利具有重要意义。

基于此,本文将数字技术、产业结构转型与农民工就业收入及福利纳入同一分析框架。参考赵涛等(2020)、李帅娜(2021)的做法,将数字技术发展水平操作化为数字技术创新、数字技术规模、数字技术应用和数字技术用户四个维度,基于主成分分析法测度数字技术发展综合水平。在此基础上,利用2012~2018年中国劳动力动态调查数据与城市层面相关数据,从工资性收入和福利水平两个方面探究其对农民工劳动收入及福利的影响,并从产业结构转型视角验证其作用机理。

本文可能的创新包括:一是丰富了数字技术与劳动力收入及福利领域的现有研究成果。已有相关研究大多从劳动力总体展开分析(Acemoglu等,2019;柏培文、张云,2021),本文聚焦于农民工群体,考察数字技术对农民工劳动收入和福利的影响,不仅是对当前数字技术研究的有益补充,也为全面提高农民工的收入和福利提供了新的研究视角;二是与现有从劳动力个体或企业等微观角度探索数字技术应用影响农民工收入和福

利渠道的做法不同,本文从产业结构转型视角探讨数字技术影响农民工劳动收入和福利的机制,有望为丰富相关政策工具提供启示。最后,本文借鉴 Graskemper 等(2021)的方法,利用无监督聚类机器学习算法对农民工进行分类,丰富了异质性分析的视角。

二、理论分析与研究假设

劳动力市场对农民工的需求是一种引致需求(郭东杰等,2022),数字技术在经济社会领域的应用伴随着劳动力需求结构的调整,成为推动农民工就业结构升级、提高就业收入、改善福利水平的重要支撑。一方面,数字技术与实体经济的融合,推动劳动和资源密集型产业逐步向技能和技术密集型产业转型,带动劳动力和技能需求升级;另一方面,数字技术赋能各类新型产业发展,推动社会分工深化,通过产业结构调整引致农民工需求结构升级及需求水平提升,有助于提高农民工的收入和福利水平。用工需求结构的调整,需要农民工具有与之相适应的技能素质和进入这些岗位的通道,才能将新需求转化为农民工收入和福利水平的提升。数字技术通过信息化、智能化加速产业结构优化升级,促进资源流通、整合,便于农民工及时获取就业、教育资源等信息,对畅通其就业渠道、提高技能和素养具有重要作用。由此推断,数字技术发展有助于提升农民工的收入与福利水平,数字技术引致的产业结构转型是改善农民工收入及福利水平的重要渠道。本文进一步细分数字技术的产业结构合理化效应、产业结构高级化效应和产业数字化效应,检验其对农民工收入和福利的具体影响。

(一) 数字技术通过产业结构合理化影响农民工劳动收入和福利水平

理论上,完全竞争市场中劳动力可以自由流动,当市场达到均衡并消除产业间全要素生产率差异后,不同产业工人收入水平相等(柏培文、张云,2021)。但是,受产业发展政策和劳动力市场化程度等因素的影响,农民工群体更有可能集中于劳动密集型或低技术部门。同时,农民工群体往往面临信息不充分导致的非充分就业问题,岗位错配限制了其生产效率。

就业结构调整滞后于产业结构转型升级,是影响农民工收入和福利的关键因素(戚聿东等,2020)。数字技术发展有助于应对当前农民工就业结构性问题。一方面数字技术突破传统技术水平约束,通过调整产业结构,提高农民工在产业内部的流动性和配置效率,进而提升农民工生产效率,由此可能带来收入水平升高。另一方面,数字技术加速传统产业转型升级,有助于减少农民工就业市场摩擦,加速其在产业间流动,优化就业结构,从而拉动其工资上涨(齐秀琳、江求川,2023)。基于以上分析,本文提出研究假设 1:数字技术发展通过提升产业结构合理化水平影响农民工劳动收入和福利水平。

(二) 数字技术通过产业高级化影响农民工劳动收入和福利水平

由于户籍限制和自身禀赋等原因,传统劳动力市场中,农民工从事的工作大多具有

重复性高、体力劳动强度大、危险性高的特征(杨超、张征宇,2022)。数字技术与三次产业的融合具有“逆向融合”特性,使得第三产业的数字化转型领先于第一、二产业(姜松、孙玉鑫,2022),有利于加快产业结构高级化,增加了农民工获得高端就业机会的可能性。一方面,产业结构高级化会重塑农民工的就业特征,自动化设备的投入能够代替农民工从事重复性高、可编码性强的工作,有助于提高农民工生产效率,进而提升其收入和福利水平(张广胜、王若男,2023)。另一方面,产业结构高级化促进知识密集型产业发展,提升高技能劳动力占比,这可能通过经济外部性提高农民工的收入和福利水平(干春晖等,2011)。已有研究发现,高端就业岗位的增加会伴随着服务业就业岗位的增加(Aghion 等,1994;Bessen,2019),这将有助于增加农民工就业机会,提高其收入。据此,本文提出研究假设 2:数字技术通过加速产业结构高级化转型提高农民工劳动收入和福利水平。

(三) 数字技术通过产业数字化影响农民工劳动收入和福利水平

数字技术赋能传统产业数字化转型,新产业、新业态和新经济模式取得跨越式发展,拓宽了农民工就业可能性边界,为农民工就业创造了新空间。一方面,通过数字技术赋能,传统生产要素加速整合和优化配置,有助于促进生产方式变革,实现传统产业数字化转型。以平台经济、共享经济为依托的现代服务业发展创造了大量的岗位,如外卖员、快递员等职业。这些职业对劳动者技能要求比较低,进入门槛不高,农民工较容易进入这些行业。相较于传统岗位,这些职业不仅就业形式灵活,收入水平也相对较高,极大地扩展了农民工就业空间。另一方面,数字技术可以实现对信息的识别、转化、存储和应用等功能(彭刚等,2021),各类数据的共享和即时互联互通,为农民工提升人力资本水平、适应岗位技能调整速度赋能,从而更好地匹配到新兴的中高端就业岗位(张国胜、李文静,2022)。产业数字化转型帮助农民工摆脱原有就业形态的束缚,为其进入收入水平相对更高的行业工作创造了可能性。基于以上分析,本文提出研究假设 3:数字技术通过产业数字化转型提高农民工劳动收入和福利水平。

三、研究设计

(一) 模型设定

针对上述研究假设,本文结合劳动力动态调查中农民工数据和城市层面的数字技术发展等信息,通过拟合地区(东中西)和年份层面的双向固定效应模型进行假设检验。基准回归模型设定如下:

$$Y_{rit} = \alpha_0 + \alpha_1 Digit_{it} + \alpha_2 Z_{rit} + \alpha_3 W_{it} + \mu_g + \delta_t + \varepsilon_{rit} \tag{1}$$

其中, Y_{rit} 为城市 r 的农民工 i 在第 t 年的劳动收入或者福利水平, $Digit_{it}$ 表示城市 r 在第 t 年的数字技术发展水平, Z_{rit} 表示个体层面控制变量,包括被访农民工的性别、年

龄及其平方、婚姻状况、党员身份、健康状况、受教育水平、行业类型和单位类型。城市层面控制变量包括人口规模和人力资本水平等,用 W_n 表示。 μ_g 表示地区固定效应,借鉴胡雯和张锦华(2021)的划分方式,将农民工所在城市划分为东部、中部和西部地区; δ_t 表示年份固定效应, ε_{it} 表示随机扰动项。

根据理论分析结果,本文借鉴温忠麟等(2004)的方法,将产业结构合理化、产业结构高级化,以及产业数字化设定为中介变量,检验数字技术影响农民工劳动收入和福利水平的中介效应。模型设定如下:

$$Ind_n = \beta_0 + \beta_1 Digit_n + \beta_2 W_n + \mu_g + \delta_t + \varepsilon_n \quad (2)$$

$$Y_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Digit_n + \gamma_2 Ind_n + \gamma_3 Z_{it} + \gamma_4 W_n + \tau_g + \sigma_t + \eta_{it} \quad (3)$$

其中, Ind_n ($n=1,2,3$) 分别表示产业结构合理化、产业结构高级化和产业数字化水平,其他变量与式(1)含义相同。

(二) 变量定义

1. 被解释变量

本文的被解释变量包含农民工劳动收入和福利水平两方面。农民工的劳动收入根据“您上一年扣除个人所得税、社会保险和住房公积金后的年工资收入是多少元”的回答获得,并取自然对数(陈飞、苏章杰,2021)。农民工的福利水平使用多个维度的指标构建。本文借鉴柏培文和张云(2021)的做法,根据“是否缴纳养老保险、医疗保险、失业保险、工伤保险、生育保险”等问题的回答,构建一系列虚拟变量。结合福利水平的内涵和农民工就业的特征,本文加入了“是否缴纳住房公积金”(王桂新、胡健,2015)、“是否与用人单位签订正式劳动合同”和“工作时长”(杜鹏程等,2018)。其中,工作时长为负向指标,其他变量均为正向指标。基于以上变量,使用主成分分析法构建福利水平变量,并进行中心化处理。主成分分析的 KMO 值为 0.77,故主成分分析法结果可靠。

2. 解释变量

本文的关键解释变量为城市数字技术发展水平。本文参考赵涛等(2020)、李帅娜(2021)的做法,从数字技术创新、数字技术规模、数字技术应用,以及数字技术用户四个维度衡量数字技术发展水平。数字技术创新主要用 5G 产业专利授权数、电子商务专利授权数、工业互联网专利授权数衡量;数字技术规模使用信息传输、计算机服务和软件业就业人数,信息传输软件和信息技术服务业法人单位数,软件业务收入,软件产品收入等指标进行测量;数字技术应用包括普惠金融指数和工业机器人安装密度两个变量;数字技术用户利用电信业务总量、互联网宽带接入用户数、移动电话用户数进行测量。基于这些维度的变量,本文使用主成分分析法产生“数字技术”复合因子,其 KMO 值为 0.85,故主成分分析法结果可靠。

本文加入了个人及城市层面的控制变量。在个人层面,本文借鉴胡雯和张锦华(2021)

的思路,控制了如下变量:(1)被访农民工的性别,男性取值为 1,女性取值为 0;(2)年龄和年龄平方;(3)婚姻状况,初婚、再婚和丧偶等赋值为 1,未婚和同居赋值为 0;(4)受教育水平,初中及以下赋值为 0,其余赋值为 1;(5)党员身份,党员赋值为 1,其他为 0;(6)健康状况,非常不健康、比较不健康、一般赋值为 0,健康、非常健康赋值为 1。城市层面的控制变量为滞后一期的城市人口规模和人力资本水平。人口规模用所在城市市辖区户籍人口对数衡量,人力资本水平用市辖区普通高等学校专任教师数量对数表示。

(三) 数据来源

本文的被解释变量和农民工个体控制变量来源于中山大学社会调查中心在 2012、2014、2016 和 2018 年进行的“中国劳动力动态调查”数据库,该数据库涵盖个人、家庭、村居和社区多个层次,该调查的抽样范围覆盖了中国 29 个省份,调查对象为 15~64 岁的劳动年龄人口。根据本文研究目的,结合数据信息的可得性,将农民工界定为调查样本中在城市地区从事非农劳动且就业类型为自雇或雇员、具有农村户籍的被访者。考虑到较高年龄组的农民工样本量较少,本文进一步将分析样本限定为男性年龄在 16~60 岁之间、女性年龄在 16~55 岁之间的样本。将这些被访农民工与其所在城市的数据进行匹配,并剔除关键变量存在信息缺失的样本后,最终得到 3 961 个观测值。在城市层面,本文使用的专利授权数据来源于企研数据数字经济产业专题数据库;普惠金融指数数据来源于北京大学数字金融中心和蚂蚁金服集团共同编制的中国数字普惠金融指数;信息传输、计算机服务和软件业就业人数,电信业务总量,互联网宽带接入用户数,以及移动电话用户数等数据来源于 2011、2013、2015 和 2017 年《中国城市统计年鉴》;其他数据来源于相应年份《中国统计年鉴》。

表 1 主要变量描述性统计(N=3961)

变 量	均值(标准差)	最小值	最大值
劳动收入(取自然对数)	10.330(0.741)	5.298	12.429
福利	0.000(0.849)	-0.862	6.987
数字技术	0.000(0.778)	-1.297	2.361
性别(男性=1)	0.537	0	1
婚姻状况(已婚=1)	0.822	0	1
年龄(岁)	37.176(10.003)	16	60
受教育程度(高中及以上=1)	0.336	0	1
党员身份(党员=1)	0.096	0	1
健康状况(健康=1)	0.728	0	1
人口规模(取自然对数)	5.488(0.866)	3.341	7.575
人力资本水平(万人)	1.668(2.022)	0.011	6.602

四、实证结果分析

(一) 基准回归结果

表 2 展示了数字技术影响农民工劳动收入和福利水平的基准回归结果。结果表明,在控制农民工个体特征和相关城市特征后,数字技术每增加一个单位,农民工年收入提高 9.7%,在 1%的水平上显著,即数字技术发展提高了农民工的劳动收入。同时,数字

表 2 数字技术对农民工劳动收入和福利水平的影响(N=3961)

变 量	劳动收入	福利水平
数字技术	0.097*** (0.020)	0.222*** (0.024)
性别	0.407*** (0.022)	-0.025 (0.023)
婚姻	0.107*** (0.037)	0.064 (0.044)
年龄	0.072*** (0.009)	0.054*** (0.009)
年龄平方	-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)
受教育水平	0.073*** (0.005)	0.116*** (0.006)
党员身份	0.128*** (0.039)	0.084* (0.044)
健康水平	0.048*** (0.013)	-0.003 (0.014)
人口规模	-0.028 (0.023)	-0.054** (0.026)
人力资本水平	0.043*** (0.010)	0.047*** (0.012)
R ²	0.251	0.338

注：所有回归均控制了行业类型、单位类型、地区固定效应和年份固定效应。括号内为异方差稳健标准误。*、**、*** 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平上显著。下表同。

(二) 稳健性检验

1. 替换解释变量

本文将数字技术替换成工业机器人密度和数字普惠金融指数进行稳健性检验,二者分别衡量工业互联网和消费互联网发展程度。稳健性检验的估计结果如表 3 所示。虽然工业互联网和消费互联网对农民工劳动收入和福利水平改善的效应存在一定差异,不过二者发展水平的提高均使农民工的劳动收入和福利水平得到了一定程度的改善。进一步以“宽带中国”准自然实验替换解释变量进行估计,可以发现以“宽带中国”为代理的数字技术依然对农民工收入和福利水平具有显著的积极影响。这些结果表明,基准模型结论具有一定的稳健性。

表 3 替换解释变量的检验结果(N=3961)

变 量	劳动收入	福利水平	劳动收入	福利水平	劳动收入	福利水平
工业机器人密度	0.181** (0.086)	0.100*** (0.015)				
数字普惠金融指数			0.984*** (0.124)	1.621*** (0.137)		
宽带中国					0.080*** (0.028)	0.082*** (0.028)
R ²	0.285	0.329	0.259	0.344	0.249	0.322

2. 工具变量法

尽管基准模型控制了对农民工的收入和福利可能产生混淆效应的变量,但数字技术指标可能存在测量误差,由此导致数字技术与农民工劳动收入和福利之间的效应估计不

技术对农民工福利水平的边际效应为 0.222,也在 1% 的水平上显著,表明数字技术发展带来了农民工福利的改善。控制变量的拟合结果显示,农民工的收入与福利水平随年龄呈现“倒 U 形”变化。受教育水平、党员身份、健康水平等个体变量对农民工的收入存在正向影响,而性别、婚姻和健康水平对农民工福利水平的影响不显著。可能的原因是,农民工进入岗位后,企业会按照相关政策而非个人特征决定是否为农民工提供福利保障。城市人口规模对农民工福利水平具有负向影响,人力资本水平则对农民工的收入和福利水平平均具有正外部性,这与 Combes 等(2020)的结论基本一致。

准确;同时,地区经济发展水平可能会反向影响数字技术发展,因此基准模型的估计结果可能因内生性问题而存在偏误。为此,本文寻找合适工具变量以检验基准模型的稳健性。借鉴已有研究构建工具变量的思路,本文使用 1984 年各城市每百万人邮局数与上一年 5G 产业、工业互联网,以及电子商务专利授权数之和的乘积构建工具变量(黄群慧等,2019)。表 4 汇报了工具变量的回归结果。弱 IV 检验结果显示,Cragg-Donald Wald F 值均大于 Stock-Yogo 的 10%水平临界值,模型 1 和模型 2 均通过了弱工具变量检验;可识别检验的 K-Paark LM 统计量在 1%水平上拒绝原假设,满足工具变量可识别性。在考虑内生性问题后,数字技术对农民工劳动收入和福利水平的回归系数均在 1%水平上显著,说明基准模型结果具有一定的稳健性。

表 4 工具变量和 Heckman 两步法估计结果(N=3961)

变 量	劳动收入 模型 1	福利水平 模型 2	劳动收入 模型 3	福利水平 模型 4
数字技术	0.145*** (0.029)	0.337*** (0.034)	0.148*** (0.024)	0.201*** (0.020)
逆米尔斯比率			-0.234*** (0.063)	-0.085* (0.051)
弱 IV 检验	574.525 (16.380)	579.348 (16.380)		
可识别检验(P 值)	371.567 (0.000)	367.103 (0.000)		
R ²	0.245	0.330	0.253	0.343
观测值	3961	3961	3925	3925

注:弱 IV 检验使用 Cragg-Donald Wald F 统计量,括号内数值为 Stock-Yogo 在 10%水平上的临界值。可识别检验使用 K-Paark LM 统计量,括号内汇报了对应统计量的 P 值。

3. Heckman 两步法

基准模型仅观察到数字技术对进城农村劳动力工资及福利水平的影响,忽略了未进入城市劳动力市场的农村劳动力样本。该部分样本可能因为年龄、受教育水平等个体禀赋差异呈现不同的迁移概率,导致基准模型估计的结果包含不同城市的农民工流入和流出的选择性差异,出现选择性偏误。为剥离样本选择性偏误,本文采用 Heckman 两步法估计数字技术对农民工劳动收入和福利水平的影响。

本文在原有农民工样本基础上,加入农村劳动力样本,利用 Probit 模型估计农村劳动力选择进城务工的概率,选择方程和估计方程如式(4)和式(5)所示:

$$Prob(Migrant=1)=\Phi(\lambda X_{it}+\beta Z_{it}) \tag{4}$$

$$Y_{it}=\alpha_0+\alpha_1 Digit_{it}+\alpha_2 IMR+\alpha_3 Z_{it}+\alpha_4 W_{it}+\mu_g+\delta_i+\varepsilon_{it} \tag{5}$$

其中,Prob(Migrant=1)为农村劳动力选择进城务工的概率。由于农民迁移决策受到家庭人口结构的影响,本文借鉴张广胜和王若男(2023)的思路,选择家庭总人口数、学龄前儿童数量、学生数占比,以及 65 岁以上老人数占比作为选择方程的排他变量,用 X_{it} 表示。 Z_{it} 为一系列控制变量,与基准模型一致,IMR 为逆米尔斯比率。表 4 模型 3 和



模型 4 中逆米尔斯比率的估计系数分别在 1% 和 10% 的水平上显著,说明基准回归结果存在一定样本自选择问题,但是利用 Heckman 两步法消除样本选择偏误后可以看出,其估计系数与基准模型基本一致。因此,利用 Heckman 两步法对样本自选择模型进行校正后仍然支持了基准模型的合理性和结论的稳健性。

(三) 异质性分析

前文分析了数字技术对农民工劳动收入和福利水平的整体影响,有待进一步分析数字技术对农民工收入和福利水平的影响是否在不同群体间存在差异。为此,本文利用人力资本、社会资本和心理资本等指标对农民工进行分组,考察不同维度下农民工劳动收入和福利水平变化差异;在此基础上进一步使用无监督聚类机器学习算法,综合多个维度指标对农民工进行分类,探究在整体社会经济水平差异下农民工的收入和福利水平异质性。

1. 人力资本、社会资本与心理资本异质性

已有研究认为,农民工人力资本(钱文荣、卢海阳,2012)、社会资本(章元等,2008;叶静怡、周晔馨,2010)和心理资本(林竹,2011)等差异对其收入水平和福利有着显著影响。为考察数字技术背景下,农民工群体内部收入和福利水平的变化规律,本文根据农民工教育经历(胡雯、张锦华,2021)将最高学历为高中及以上的样本定义为高人力资本组,其余样本为低人力资本组。结合调查问卷,用农民工在本地可以获得支持或帮助的朋友和熟人数量衡量社会资本水平,并以样本中位数作为临界值,将被访农民工分为低社会资本、高社会资本两个群体。本文使用农民工过去一周出现情绪或心理问题的频率衡量农民工心理资本,该指标得分越高表示心理资本水平越低;同样根据该指标的样

本中位数将农民工划分为低、高心理资本两个群体。表 5 为分组回归的估计结果,通过各组间回归系数差异显著性检验发现,数字技术的收入溢出效应只在人力资本维度上存在显著差异,说明数字技术具有技能偏向型特点。在其他维度上,数字技术并未表现出扩大农民工收入和福利水平差距的作用。可能的原因是,数字技术通过重塑农民工就业岗位特征、改变农民工获取就业信息渠道等形式,降低了低禀赋农民工在就业过程中对社会及心理资本的依赖。

表 5 分个体禀赋的回归结果(N=3961)

分 组	劳动收入	福利水平
(一)分人力资本水平		
低水平组	0.055 ^{**} (0.023)	0.205 ^{***} (0.027)
高水平组	0.181 ^{***} (0.040)	0.226 ^{***} (0.046)
(二)分社会资本水平		
低水平组	0.088 ^{***} (0.027)	0.206 ^{***} (0.028)
高水平组	0.099 ^{***} (0.030)	0.211 ^{***} (0.040)
(三)分心理资本水平		
低水平组	0.069 ^{**} (0.027)	0.213 ^{***} (0.035)
高水平组	0.120 ^{***} (0.030)	0.224 ^{***} (0.032)

注:自变量均为所在城市数字技术水平。利用 Bootstrap 自抽样方法对各组间差异显著性进行检验,抽样次数设定为 1000。低、高人力资本水平农民工劳动收入检验 P 值为 0.002。

2. 农民工整体社会经济水平异质性

随着经济社会发展,社会保障、就业福利等维度的特征逐渐成为评判劳动力就业质量的重要指标,不同劳动力之间的差距不仅仅体现在某一具体的维度。为从多维度综合考察农民工个体之间的差距,本文借助机器学习算法,综合不同方面的指标数据,重新对样本进行分类。不同组别的农民工存在个体禀赋、就业类型等多维度的综合差异。

本文采用无监督机器学习算法对样本聚类,为了消除极端值对聚类结果的影响,在聚类分析之前进行了数据标准化处理。聚类数采用手肘法确定,无监督聚类采用PAM 算法(Graskemper 等,2021)。根据手肘法计算结果,当样本聚类数为 3 时,聚类的误差平方和下降幅度最大,比较接近真实聚类数。结合现实情况,本文选择聚类簇为 3,将样本分为三个不同的群体,分别定义为低社会经济水平、中等社会经济水平和高社会经济水平的农民工(Gao 等,2023),实证分析时出于样本量的考虑将高、中社会经济水平的农民工合并为一组。表 6 为低社会经济水平与中高社会经济水平农民工的分组估计结果,收入维度上的组间差异在 10%的水平上显著。这表明,数字技术扩大了低社会经济水平与中高社会经济水平农民工之间的劳动收入差距。

表 6 基于机器学习算法分组的检验结果

变 量	劳动收入		福利水平	
	低社会经济水平	中高社会经济水平	低社会经济水平	中高社会经济水平
数字技术	0.054 ^{**} (0.021)	0.095 ^{***} (0.016)	0.142 ^{***} (0.021)	0.128 ^{***} (0.019)
样本量	1422	2427	1422	2427
R ²	0.274	0.283	0.343	0.331

注:组间差异显著性检验使用方法与表 5 一致。低社会经济水平与中高社会经济水平农民工劳动收入检验 P 值为 0.053。

五、机制检验

为进一步探讨数字技术如何引致农民工劳动收入和福利水平改善,本文根据理论分析,以产业结构合理化、产业结构高级化和产业数字化为中介变量,探究数字技术发展提升农民工劳动收入和福利水平的作用机制。

本文借鉴袁航和朱承亮(2018)的做法,利用泰尔指数衡量产业结构合理化程度,分别计算了 2012、2014、2016 和 2018 年产业结构合理化程度。该指数为 0 表示产业结构处于均衡水平,否则产业结构偏离均衡状态,产业结构不合理。具体计算公式为:

$$I_n^{hh} = \sum_{i=1}^3 Y_{it} \ln(Y_{it}/L_{it}) \tag{6}$$

其中 I_n^{hh} 表示产业合理化水平, Y_{it} 为产业 i 在 t 时期占城市生产总值的比重, L_{it} 为 t 时期产业 i 的就业规模占总就业人口比重。 $i=1,2,3$ 分别表示第一产业、第二产业和第

表 7 产业合理化的中介效应检验结果(N=3961)

变 量	产业结构合理化	劳动收入	福利水平
数字技术	0.025*** (0.004)	0.089*** (0.020)	0.216*** (0.024)
合理化水平		0.331*** (0.090)	0.245*** (0.084)
R ²	0.429	0.254	0.339

中介效应检验结果,产业结构合理化显著正向影响农民工的劳动收入和福利水平。因此,研究假设 1 成立,产业结构合理化是数字技术影响农民工劳动收入和福利水平的重要渠道。

进一步地,本文借鉴付凌晖(2010)的做法,测算产业结构高级化水平,探讨产业结构高级化在数字技术影响农民工劳动收入和福利水平的中介作用,计算方法为:

$$I^{gjh} = \sum_{q=1}^3 \sum_{j=1}^q \varphi_j$$

(7)

I^{gjh} 表示产业结构高级化。 $\varphi_j = \arccos(X_j \cdot X_0 / |X_j| \cdot |X_0|)$, $j=1, 2, 3$ 。 X_0 是以三次产业增加值占 GDP 比重为坐标的空间向量, $X_1=(1, 0, 0)$, $X_2=(0, 1, 0)$, $X_3=(0, 0, 1)$ 。表 8 为产业结构高级化的中介效应检验结果。估计结果显示,产业结构高级化显著提高了农民工劳动收入和福利水平,研究假设 2 得以验证。该结论与张国胜和李文静(2022)的结论相互佐证,数字技术通过促进产业结构高级化,提高了农民工劳动收入与福利水平。

借鉴刘翠花(2022)测度产业数字化的指标体系,本文选取快递业务收入,电子商务销售额,每万平方公里土地中长途光缆线路公里数,信息传输、计算机服务和软件业占

表 8 产业高级化的中介效应检验结果(N=3961)

变 量	产业结构高级化	劳动收入	福利水平
数字技术	0.253*** (0.006)	0.027 (0.026)	0.135*** (0.028)
高级化指数		0.278*** (0.067)	0.345*** (0.060)
R ²	0.795	0.255	0.343

表 9 产业数字化的中介效应检验结果(N=3961)

变 量	产业数字化	劳动收入	福利水平
数字技术	1.658*** (0.028)	0.067** (0.027)	0.066* (0.037)
产业数字化		0.022* (0.013)	0.102*** (0.017)
R ²	0.764	0.234	0.371

三产业。实证分析中,本文将产业合理化水平指数调整为 $1-I_n^{hh}$,数值越大表示产业结构合理化水平越高。表 7 汇报了产业结构合理化的

全社会固定资产比重等指标,利用主成分分析法计算产业数字化水平(KMO 值为 0.768)。表 9 汇报了以产业数字化为中介变量的检验结果。结果均表明产业数字化具有显著的中介效应,数字技术通过提升产业数字化水平,改善农民工的劳动收入和福利水平,研究假设 3 成立。

六、结论与启示

本文利用 2012、2014、2016 和 2018 年中国劳动力动态调查数据实证检验数字技术发展对农民工劳动收入和福利的影响,并从产业结构转型视角解释其作用机制。研究发

现,数字技术显著提高了农民工的收入和福利水平。数字技术引致的收入提升在农民工群体内部具有技能偏向型特性,而在社会资本和心理资本维度上,农民工劳动收入和福利水平的提升尚未呈现出显著差异。基于机器学习算法分组检验结果显示,综合禀赋水平更高的农民工收入增幅更大。数字技术通过提高产业结构合理化水平,促进产业结构高级化和产业数字化转型等渠道影响农民工收入和福利。基于以上研究结论,本文提出以下政策建议。

首先,健全数字技术发展的支持体系。一方面,要加大数字技术成果转化的政策支持力度,拓宽数字技术在经济社会领域的应用场景,充分发挥数字技术的岗位创造作用,积极培育新业态和新经济模式衍生出的新型就业形态,为农民工提供具有更高附加值的工作机会,以提高其收入和福利水平;另一方面,要完善数字技术发展治理体系,尽快建立新型就业岗位的监管机制,消除制约农民工就业的障碍,完善社会保障体系,保护农民工的合法权益。

其次,完善农民工就业培训的相关政策。一方面,要支持企业有针对性地开展岗位技能培训,提升农民工的人力资本,帮助农民工适应高技能岗位和数字化岗位的工作要求。同时,要鼓励社区为农民工搭建学习、交流平台,加强对农民工的心理建设,提高其心理资本水平。另一方面,倡导社会公益组织开展数字技能培训讲座等活动,提升农民工的数字素养,增强农民工就业过程中对现代信息手段的应用能力,拓宽农民工获取就业信息的渠道,降低农民工就业过程中对传统社会关系网的依赖,提升农民工技能与工作的匹配度。

最后,完善产业数字化转型的支持政策。例如,通过财政资金、税收减免等方式为传统行业企业数字化转型提供适度补贴。同时,要建立完善健全的机制,统筹运用政府和市场多种手段搭建产业数字化赋能平台,提高产业资源配置效率,推动产业结构转型升级,放大数字技术的经济效能,拓宽数字技术提升农民工收入和福利水平的作用渠道。

参考文献:

1. 柏培文、张云(2021):《数字经济、人口红利下降与中低技能劳动者权益》,《经济研究》,第5期。
2. 陈飞、苏章杰(2021):《城市规模的工资溢价:来源与经济机制》,《管理世界》,第1期。
3. 杜鹏程等(2018):《劳动保护与农民工福利改善——基于新〈劳动合同法〉的视角》,《经济研究》,第3期。
4. 付凌晖(2010):《我国产业结构高级化与经济增长关系的实证研究》,《统计研究》,第8期。
5. 干春晖等(2011):《中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响》,《经济研究》,第5期。
6. 郭东杰等(2022):《数字经济对产业升级与就业调整的影响》,《中国人口科学》,第3期。
7. 郭凯明、罗敏(2021):《有偏技术进步、产业结构转型与工资收入差距》,《中国工业经济》,第3期。

8. 胡雯、张锦华(2021):《密度、距离与农民工工资:溢价还是折价?》,《经济研究》,第3期。
9. 黄群慧等(2019):《互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验》,《中国工业经济》,第8期。
10. 姜松、孙玉鑫(2020):《数字经济对实体经济影响效应的实证研究》,《科研管理》,第5期。
11. 李帅娜(2021):《数字技术赋能服务业生产率:理论机制与经验证据》,《经济与管理研究》,第10期。
12. 林龙飞、祝仲坤(2022):《“稳就业”还是“毁就业”?数字经济对农民工高质量就业的影响》,《南方经济》,第12期。
13. 林竹(2011):《农民工就业:人力资本、社会资本与心理资本的协同》,《农村经济》,第12期。
14. 刘翠花(2022):《数字经济对产业结构升级和创业增长的影响》,《中国人口科学》,第2期。
15. 彭刚等(2021):《SNA 视角下我国数字经济生产核算问题研究》,《统计研究》,第7期。
16. 齐秀琳、江求川(2023):《数字经济与农民工就业:促进还是挤出?——来自“宽带中国”政策试点的证据》,《中国农村观察》,第1期。
17. 戚聿东等(2020):《数字经济发展、就业结构优化与就业质量提升》,《经济学动态》,第11期。
18. 钱文荣、卢海阳(2012):《农民工人力资本与工资关系的性别差异及户籍地差异》,《中国农村经济》,第8期。
19. 王桂新、胡健(2015):《城市农民工社会保障与市民化意愿》,《人口学刊》,第6期。
20. 王林辉、袁礼(2018):《有偏型技术进步、产业结构变迁和中国要素收入分配格局》,《经济研究》,第11期。
21. 温忠麟等(2004):《中介效应检验程序及其应用》,《心理学报》,第5期。
22. 杨超、张征宇(2022):《流动人口与本地人口就业质量差异研究:现状、来源与成因》,《财经研究》,第4期。
23. 叶静怡、周晔馨(2010):《社会资本转换与农民工收入——来自北京农民工调查的证据》,《管理世界》,第10期。
24. 袁航、朱承亮(2018):《国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗》,《中国工业经济》,第8期。
25. 张广胜、王若男(2023):《数字经济发展何以赋能农民工高质量就业》,《中国农村经济》,第1期。
26. 张国胜、李文静(2022):《矫正效应还是加剧效应——数字基础设施对产业结构与就业结构“失衡”的影响》,《中国人口科学》,第6期。
27. 章元等(2008):《社会网络与工资水平——基于农民工样本的实证分析》,《世界经济文汇》,第6期。
28. 赵涛等(2020):《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》,《管理世界》,第10期。
29. Acemoglu D., Restrepo P. (2019), Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*. 33(2): 3–30.
30. Aghion P., Howitt P. (1994), Growth and Unemployment. *The Review of Economic Studies*. 61(3): 477–494.
31. Bessen J. (2019), Automation and Jobs: When Technology Boosts Employment. *Economic Policy*. 34(100): 589–626.
32. Combes P.P., Démurger S., Li S., et al. (2020), Unequal Migration and Urbanization Gains in China. *Journal of Development Economics*. 142: 102328.

33. Gao Z., Wang Z., Zhou M. (2023), Is China's Urbanization Inclusive?—Comparative Research Based on Machine Learning Algorithms. *Sustainability*. 15(4):3490.
34. Graskemper V., Yu X.H., Feil J.H. (2021), Farmer Typology and Implications for Policy Design—An Unsupervised Machine Learning Approach. *Land Use Policy*. 103:105328.

The Impact of Digital Technology on the Employment Income and Welfare of Migrant Workers: Using the Perspective of Industrial Structure Transformation

Gao Zhipeng Wang Zhenyu Zhou Mi

Abstract: This study examines the impact of the digital technology on the employment income of migrant workers and its heterogeneity using data from the China Labor Force Dynamic Survey in 2012, 2014, 2016, and 2018. The research shows that the development of the digital technology has significant positive impacts on the improvement of employment income and the welfare of migrant workers. The wage effect of digital technology is skill-biased, while no difference is observed for the effects in respect of migrant workers' social and psychological capitals. Further tests on the subgroups using machine learning algorithms show that the increase in employment income is greater for the migrant workers with higher comprehensive endowments. Digital technology affects the employment income and welfare of migrant workers through channels such as the rationalization of industrial structure, the advancement of industrial structure, and the digital transformation of the industry. This study suggests that the government should further deepen the integration of digital technology in traditional industries, promote the transformation and upgrading of industrial structure, and improve the income of migrant workers. At the same time, it should focus on improving the human capital of socioeconomically disadvantaged migrant workers to solve the problem of disparate income distribution.

Keywords: Migrant Workers; Digital Technology; Industrial Structure Transformation; Employment Income; Welfare

(责任编辑:许 多)