

企业数字化对劳动生产率的影响

——来自中国私营企业的经验证据

唐 韬, 李方静, 夏 伦

摘 要: 数字经济的蓬勃发展, 掀起了一波企业数字化浪潮, 对企业组织产生了重要影响。本文基于中国私营企业调查数据, 运用迭代主因子法构造企业数字化指数, 深入研究企业数字化对劳动生产率的影响效应。经过一系列稳健性检验, 研究结果显示企业数字化对劳动生产率存在“U 型”非线性效应, 即在企业数字化的影响下, 劳动生产率呈现先降后升的趋势。机制检验结果表明, 促进技术进步、推动组织变革和提高劳动力流动是企业数字化影响劳动生产率的作用渠道。建议政府部门在大力倡议“促进数字经济发展, 促进产业数字化转型”的同时, 关注企业数字化对劳动生产率的影响, 促进数据要素与劳动力的融合发展。

关键词: 企业数字化; 劳动生产率; 技术进步; 组织变革; 劳动力流动

中图分类号: F272.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2022)06-0112-13

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.20221027.002

一、引 言

劳动生产率对一国的社会福利、民生保障和经济发展至关重要。从要素收入分配的角度而言, 劳动生产率与城乡居民收入息息相关, 直接影响劳动收入份额。“提高人民收入水平, 扎实推动共同富裕”是“十四五”期间重要的战略任务。可以预见, 维持并提高劳动生产率将是我国未来增加居民收入、保障和改善民生的重要抓手。而国内日益严峻的人口形势也使得提升劳动生产率变得非常紧迫。第七次全国人口普查结果显示, 与 2010 年相比, 我国 60 岁及以上人口的比重上升 5.44 个百分点, 已达 2.6 亿, 人口老龄化趋势正在不断加速。受劳动年龄人口持续减少的影响, 我国劳动力供给总量开始下降, 2018 年末全国就业人员总量首次出现下降, 预计未来几年还将继续保持下降趋势^[1]。在人口老龄化趋势不可逆转和人口红利逐渐消失的双重挑战下, 以往单纯依赖劳动力投入促进经济增长的传统发展模式已难以为继。因此, 提高劳动生产率成为了实现中国经济社会高质量发展的重要支撑。那么, 哪些因素有助于提升劳动生产率呢?

为了解释这个问题, 学术界已经进行了大量的深入研究。学者们基于不同的层级数据研究发现, 劳动力质量^[2]、产业集聚^[3]、垂直专业化分工^[4]、资本深化和技术进步^[5]对劳动生产率存在显

基金项目: 国家社会科学基金项目“基于空间统计分析视角的生产性服务业集聚与制造业转型升级研究”(17CTJ011); 湖北省教育厅思政处重点项目“投入数字化对制造业高质量发展的影响研究”(21D077)

作者简介: 唐韬, 工学博士, 湖北经济学院碳排放权交易所部共建协同创新中心、低碳经济学院讲师, 312900673@qq.com (湖北 武汉 430205); 李方静, 经济学博士, 湖北经济学院经济与贸易学院副教授; 夏伦, 统计学博士, 湖北经济学院信息管理与统计学院讲师

著正向提升作用,而环境规制^{[6][7]}、人工智能^[8]对劳动生产率的影响呈现非线性关系。尽管探讨劳动生产率的研究结论硕果累累,其相关文献层出不穷,却鲜有学者关注当前正迅猛发展的数字经济对劳动生产率的影响,这也为本文的研究提供了契机。

近年来,随着数字经济的蓬勃发展,数字技术已经成为我国经济社会发展的主要驱动力。传统企业借助数字技术加速向网络化、智能化、自动化转变,掀起了一波汹涌的企业数字化浪潮。企业数字化迅猛的发展势头引起了学术界的密切关注,学者们围绕其经济社会影响展开了激烈的讨论。既有相关文献研究发现,企业数字化变革显著提升了实体企业经济效益^[9],可以正向调节政府补贴对企业长期负债融资的正向影响^[10],促进企业组织分权变革^[11],降低企业人工成本总规模及其所占份额^[12],有助于提高投入产出效率^[13],显著改善企业社会责任表现^[14]。那么,数字技术驱动的企业数字化是否有助于提升劳动生产率呢?其中可能蕴含着怎样的作用机制?尚未有学者给出正面回应。

本文在以往学者的研究基础之上,归纳总结企业数字化影响劳动生产率的影响机制,并试图厘清数字经济背景下提升劳动生产率的企业数字化实现路径。与既有研究相比,本文的边际性贡献可能体现在以下几个方面:第一,在研究方法上,企业数字化水平的度量是相关实证研究的关键,不同于既有研究多采用替代性指标测度企业数字化^{[15][16]},或是根据样本数据中包含的数字化信息生成比值变量^[10],本文基于企业借助互联网进行经营管理活动状况,采用迭代主因子法构建企业数字化指数,能够更准确刻画企业数字化水平。第二,在研究对象上,现有相关文献大多基于地区数据、行业数据或上市公司数据展开研究,而关注中小型私营企业数字化的系统研究较为少见。私营企业在过去40年中取得了从“0”到“56789”的伟大成就,吸纳城镇居民就业存量占比近80%,是城镇就业的最大保障,是中国经济微观基础的最大主体。本文基于中国私营企业调查样本进行经验研究,得出的实证结论更具普适性,对在中国占绝大多数的中小微型企业的数字化和劳动生产率提升具有重要的现实指导意义。第三,在作用路径方面,本文从技术进步、组织变革和劳动力流动三个视角系统归纳总结企业数字化对劳动生产率的影响机制,为推进企业数字化和劳动生产率两个方面的相关研究提供了理论支撑。

本文余下的章节具体安排如下:第二部分提出影响机制与研究假设;第三部分厘清数据来源、设定计量模型与变量;第四部分深入分析计量结果,包括全样本的基准回归结果、稳健性检验、机制检验以及异质性讨论;第五部分归纳总结研究结论并提出政策启示。

二、影响机制与研究假设

(一) 企业数字化对劳动生产率的影响效应

经济学基本理论指出,劳动力是企业生产经营的核心投入要素之一。企业数字化是以数字技术为主要手段,将传统生产要素与数据要素不断融合,使生产方式、管理模式、商业形式等不断变革、优化、提升的一种创新性过程^[12]。因此,本文认为企业数字化与劳动生产率之间相关关系呈正向还是负向,可能取决于数据要素与劳动力要素的协同程度。当企业数字化尚处于刚起步推进阶段时,会促使企业将部分资本、技术都用于数字化改造进程中,即对企业的生产性资源产生挤占效应,进而导致劳动生产率下降。当企业数字化改造升级进入成熟阶段,数字化水平大幅度提升,与劳动力要素产生了协同效应,此时就会对劳动生产率产生显著的正向提升作用。基于以上分析,我们提出如下假设。

假设1:企业数字化对劳动生产率会产生先下降后提升的非线性影响效应。

(二) 影响机制

通常认为的劳动生产率提升路径大致可以分为以下三种：第一，利用技术进步。企业通过技术创新、工艺改造对生产经营模式进行流程优化和技术升级，进而提升劳动生产效率。第二，改进管理组织方式。通过进行组织结构变革、管理制度创新、部门分工明确，优化生产要素配置效率，进而提高劳动生产率。第三，雇佣高质量劳动力。通过雇佣更多高技能员工提升劳动力人力资本水平，继而提升劳动生产效率。下面我们将分别论证企业数字化在以上三种路径中的传导机制。

1. 促进技术进步机制。互联网技术的应用推动了知识和信息的传播扩散从而促进了企业创新^[17]，激发了企业的创新积极性^[18]，有助于企业开展前瞻性研发^[19]。数字技术驱动的企业数字化提高了部门间的沟通效率，最大限度地避免了信息损耗，激发数据和信息要素活力，使得禁锢于部门内的创新资源与能力得以释放，动态协作趋势得以加强，降低了创新成本，大幅度提高了创新效率，驱动技术进步。然而，企业数字化引致的技术进步可能会对劳动部门产生了一定的冲击^{[20][21]}。一方面，数字技术引导的企业生产经营的信息化、智能化、自动化使得企业运营更加倚重于技术的投入与升级，可能会对传统的劳动力参与高的生产方式造成了一定的替代，甚至对促进劳动生产率提高的资本要素产生挤占，进而对劳动生产率产生抑制效应。另一方面，数字技术的应用并非仅能替代劳动力，还可以通过协助劳动者执行一些重复性强、较复杂需编码的生产任务，从而提高劳动力生产效率^[8]。因此，企业数字化所引致的技术进步，在实现“人机协作”后，将对劳动生产率产生显著正向影响。基于此，我们提出假设2。

假设2：企业数字化的技术进步效应对劳动生产率产生先下降后提升的影响。

2. 推动组织变革机制。组织变革是影响数字技术能否提升企业效率的关键因素^{[22][11]}。如果企业的管理决策不适应数据要素的冲击，数字技术将难以创造价值、提升绩效甚至还可能诱发“IT效率悖论”^[23]。数字经济的高速发展使得企业战略发生转变，同时推动着企业目标的转变、治理结构的创新和内部管理模式的一系列变革，促使组织结构趋于网络化、扁平化^[24]。刘政等^[11]认为，企业数字化会通过提升组织信息成本和削减组织代理成本的综合效应，促使组织向下赋权。本文认为，劳动力部门作为企业的核心部门，在企业数字化的冲击下，其生产效率必然会受到冲击。当企业管理决策不适应企业数字化进程时，将对劳动生产率产生负向作用；当企业管理决策通过变革得以优化并提高了管理效率和决策执行力时，将对劳动生产率产生正向影响。基于以上分析，我们提出假设3。

假设3：企业数字化的组织变革效应可能对劳动生产率产生先下降后上升的影响。

3. 提高劳动力流动机制。以往研究劳动生产率的大多数文献均采用不同层级的“劳均产出”指标衡量劳动生产率。由此可见，除了影响劳动产值的外部因素外，劳动力的数量、质量以及雇佣结构同样也是影响劳动生产率的重要因素。企业数字化的技术进步效应和组织变革效应，对劳动部门的替代可能具有一定的技能偏向性，即会更多地替代技能水平较低的劳动力，提高企业高技能劳动力的比例^{[25][26]}。蔡庆丰等^[27]研究发现，数字金融科技的发展显著提升了区域内企业低技能劳动力而非高技能劳动力的流动性。因此，数字技术的应用将促使企业形成对高技能员工的雇佣偏好，而不同技能员工替代弹性的变动将改变企业原有的雇佣期限结构^[28]。高技能员工的替代弹性较低，数字技术的应用往往会提高对高技能劳动力的需求，促使企业给予高技能员工更长的雇佣期限，而对低技能员工则采取临时雇佣的形式，提高企业内部劳动力流转。一般情况下，企业给予临时雇佣员工的薪资福利待遇远低于长期雇佣员工，因此临时雇佣员工的增多客观上有利于企业节省雇佣的工资成本，刺激现有员工提高效率，间接提高劳均产出。

假设4：企业数字化可能会提高劳动力流动进而对劳动生产率造成正向影响。

三、研究设计

(一) 数据来源

本文采用 2016 年中国私营企业调查数据作为经验研究的数据基础。该数据是由中共中央统战部、中华全国工商业联合会、国家工商行政管理总局和中国私营经济研究会组成的联合课题组每两年对全国范围内私营企业经营状况进行一次分层随机抽样调查而获得^[29]。其中,2016 年的第十二次中国私营企业调查数据提供了“互联网+”与企业产业转型的相关信息^①。

(二) 计量模型设定

为考察企业数字化水平对劳动生产率的影响,设定以下计量模型:

$$Labor_{ijp} = \beta_0 + \beta_1 Digitize_{ijp} + \beta_2 Digitize_{ijp}^2 + \beta_3 Controls + \chi_j + \eta_p + \theta_{ijp} \quad (1)$$

其中,下标 i 、 j 、 p 分别代表企业、行业、省份。被解释变量 $Labor_{ijp}$ 表示企业劳动生产率;核心解释变量 $Digitize_{ijp}$ 指代企业数字化水平。 $Digitize_{ijp}^2$ 表示其平方项。 $Controls$ 代表控制变量,主要包括企业家个人信息特征、企业层面和所处地域特征。此外,加入行业固定效应 (χ_j)、省份固定效应 (η_p),以控制行业、省域等不可测特征对企业劳动生产率的影响, θ_{ijp} 为残差项。

(三) 变量定义

1. 被解释变量:劳动生产率 ($Labor$)。关于劳动生产率的测算,既有大多数文献采用不同层级(地区、行业、企业)的生产总值与就业总量的比值表示^{[3][4]}。而刘一鸣等^[2]运用马克思主义经济学方法分析认为,企业人均创造的新价值是其劳动生产率的合理代表变量,即根据企业每个员工创造的新价值来衡量其劳动生产率,具体通过公式 $\ln(1 + (\text{企业税收} + \text{税收后净利润} + \text{工资总额}) / \text{员工人数})$ 计算得到。在这里,本文对企业劳动生产率的度量借鉴了刘一鸣等^[2]的方法,同时在稳健性检验中还利用以往文献较为常用的“劳均产出”来替代衡量企业劳动生产率,即企业营业收入与员工总数的比值 ($Labor2$)。

2. 核心解释变量:企业数字化水平 ($Digitize$)。尽管企业数字化发展迅猛,但囿于企业数字化特征数据的可得性限制,又加上其表现形式多种多样,导致使用综合指标体系测度企业数字化水平的文献较少^[12]。现有大多数文献主要采用替代性指标测度企业数字化,而其中最基础、最常见的就是企业互联网化指标^{[30][31][15]}。以往学者的测度方法为本文提供了较好的研究思路,笔者尝试以企业互联网信息为基础构造企业数字化指数。

关于私营企业的互联网使用情况,2016 年的调查数据提供了企业借助互联网开展 9 项活动的相关信息^②。基于此,本文参考黄宇虹等^[32]、张铭心等^[33]的思路,将这 9 种互联网使用情况生成 0—1 哑变量,然后通过迭代主因子法将上述信息构建为企业数字化指数。表 1 显示了经过因子分析法计算得到的各因子特征值、方差贡献率和累积方差贡献率。依据特征值大于 1 或累积方差贡献率大于 80% 的原则,同时考虑到因子 1 和因子 2 一共解释了 0.799 6 的标准化方差,因此选择因子 1 和因子 2 来度量企业数字化。表 2 显示了 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 检验结果,而巴特利特 (Bartlett) 球形检验统计量的观测值为 5 418.71,相应显著性概率为 0.000,同时 KMO 值为 0.769,以

① 在数据筛选的过程中,剔除了企业家个人信息、企业销售收入或营业收入、雇佣员工数等主要变量缺失的观测值,同时还剔除了一些明显违反财务准则的错误样本,最终得到 7 762 个以劳动生产率为被解释变量的有效样本。

② 9 种活动包括:已经借助互联网 (1) 建立企业网站; (2) 开设网店; (3) 投放广告、进行企业宣传; (4) 聘用人才; (5) 与互联网企业合作; (6) 建立企业微博、微信公众号; (7) 搜索引擎竞价排名; (8) 客户沟通与服务; (9) 其他。

上检验结果证实了本文进行因子分析的合理性。比较旋转后的因子载荷结果发现，因子1和“开设网店”“投放广告、进行企业宣传”“与互联网企业合作”“建立企业微博、微信公众号”相关度较高，因子2与“建立企业网站”“聘用人才”“搜索引擎竞价排名”相关度较高。在此基础上，计算两个因子的综合得分（各因子方差贡献率与因子得分乘积之和）即得到企业数字化指数。

表1 因子分析结果

因子	特征值	方差 贡献率	累积方差 贡献率
Factor1	1.583 2	0.660 3	0.660 3
Factor2	0.333 8	0.139 2	0.799 6
Factor3	0.190 3	0.079 4	0.878 9
Factor4	0.151 1	0.063 0	0.941 9
Factor5	0.088 4	0.036 9	0.978 8
Factor6	0.036 6	0.015 3	0.994 1
Factor7	0.013 1	0.005 5	0.999 5
Factor8	0.001 3	0.000 5	1.000 1
Factor9	-0.000 2	-0.000 1	1.000 0

表2 因子分析 KMO 检验结果和旋转后的因子载荷

因子	KMO 检验	Factor1	Factor2
建立企业网站	0.769 7	0.037 9	0.369 6
开设网店	0.728 0	0.035 5	-0.049 7
投放广告、进行企业宣传	0.791 6	0.292 2	-0.002 1
聘用人才	0.746 1	0.225 4	0.364 8
与互联网企业合作	0.785 3	0.062 0	0.003 9
建立企业微博、微信公众号	0.766 1	0.410 1	0.047 9
搜索引擎竞价排名	0.800 8	-0.042 8	0.070 7
客户沟通与服务	0.769 5	0.029 9	0.030 3
其他	0.491 1	0.001 4	-0.024 1
综合	0.769 3		

3. 控制变量。不同于国有企业，私营企业的生产经营更多受到了企业家个人决策、企业异质性以及所处地域制度环境的影响，因此为了尽可能得到稳健可信的实证结论，本文分别从企业家个体、企业和地域三个层面引入了一系列可能影响企业劳动生产率的控制变量。

首先，引入的企业家个人特征变量主要包括：（1）企业家年龄（Age_entre），利用调查年份前一年减去出生年份取对数得到；（2）企业家性别（Sex_entre），若为男性则取值为1，反之取值为0；（3）企业家受教育程度（Educ_entre），对不同文化程度根据学历年限予以赋值^①；（4）企业家地位（Status_entre），采用翻转处理后（经济地位+政治地位+社会地位）/3得到；（5）体制内经历（Exper_system），采用戴维奇等^[34]的做法，若企业家创业前在国有、集体企业或机关事业单位工作为1，没有则为0；（6）政治关联（Poli_connect），若企业家目前在人大或政协或行业协会或工商联等组织中任意一个任职为1，没有则为0。

其次，引入了以下企业层面的控制变量：（1）企业年龄（Age_firm），采用调查年份前一年减去创立年份取对数得到；（2）企业经济规模（Income_firm），采用企业销售收入或营业收入加1之后取对数得到；（3）企业雇佣规模（Scale_firm），对企业雇佣员工总人数取对数得到；（4）平均工资（Wage_firm），企业全年支付员工工资、奖金等总额除以员工总数取对数得到；（5）员工培训支出（Train_fee），采用企业当年的员工培训支出取对数得到；（6）资本密集度（Cap_inten），采用企业净资产与员工总数的比值取对数得到。

最后，引入省域营商环境（Inst_index）变量，参考现有大多数文献的做法，采用王小鲁等^[35]的省份市场化指数报告提出的市场化指数进行度量，以刻画不同省份营商环境对企业劳动生产率的影响。

4. 中介变量。本文的研究假设部分提出了技术进步、组织变革和劳动力流动三个作用机制，基于数据库提供的数据库信息，设定中介变量如下：

（1）技术进步：2016年私营企业调查数据中反映企业创新的指标主要有新增投资方向的新产

① 小学及以下赋值为6，初中则赋值为9，高中或中专赋值为12，大专则赋值为15，大学本科赋值为16，硕士研究生赋值为19，博士研究生赋值为23。

品研发和技术创新的投资额以及企业有没有研发新的环保技术设备或环保产品,根据以上信息,对前两个指标加1后取对数生成企业技术创新代理变量(*Newprod*和*Newtech*),对环保研发情况进行0—1虚拟变量处理生成绿色创新变量(*Epi_rd*)。

(2) 组织变革:由于所采用的私营企业调查数据并未提供企业组织权力配置相关信息,我们退而求其次,利用数据中企业内部设置的机构数来反映企业治理结构分权程度以及组织结构的扁平化^①,作为组织变革的替代变量(*Admin_struct*)。

(3) 劳动力流动:以私营企业调查数据中的全年新入职员工数与离职员工数之和与雇佣员工总数的比值表示企业劳动力流动(*Empl_turnover*)。

表3汇报了主要变量的描述性统计结果。另外,解释变量的相关系数矩阵显示,相关系数绝对值最高有0.438;方差膨胀因子(VIF)检验结果表明,VIF最高值未超过2.21,远低于临界值10,平均值为1.45。据此认为本文的模型和变量设定不会出现严重的多重共线性问题^②。

表3 主要变量的描述性统计结果

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Labor</i>	7 762	3.501	3.267	-2.488	12.612
<i>Labor2</i>	7 923	3.247	2.599	-0.288	11.513
<i>Digitize</i>	8 083	0	0.395	-0.419	1.402
<i>Age_entre</i>	7 965	3.767	0.228	2.944	4.382
<i>Sex_entre</i>	8 083	0.792	0.406	0	1
<i>Educ_entre</i>	7 930	14.041	2.656	9	23
<i>Status_entre</i>	7 381	4.929	1.848	1	10
<i>Exper_system</i>	8 083	0.004	0.064	0	1
<i>Poli_connect</i>	8 083	0.496	0.5	0	1
<i>Age_firm</i>	7 339	1.874	0.927	0	3.738
<i>Income_firm</i>	8 021	7.056	3.16	-3.507	15.611
<i>Scale_empl</i>	7 932	5.181	5.234	0	19.519
<i>Wage_aver</i>	7 932	1.434	1.673	0	11.512
<i>Train_fee</i>	8 083	2.326	3.606	0	12.165
<i>Cap_inten</i>	7 873	3.401	5.638	-21.321	11.512
<i>Inst_index</i>	8 083	7.404	1.788	0.620	9.78

四、计量结果讨论

(一) 全样本检验

本文运用普通最小二乘(OLS)估计方法对计量方程(1)进行回归,并在回归过程中采用了企业层面的聚类稳健标准误以克服模型中可能存在的异方差和自相关问题。表4给出了全样本的基准回归结果。首先,在第(1)列仅引入企业数字化变量,未加入任何控制变量,第(2)、(3)列则在第(1)列基础上依次加入企业家个体变量和企业层面变量以及行业、省份固定效应。表中显

① 私营企业调查数据中列出了企业有无下列机构(可选多项):(1)股东会;(2)董事会;(3)监事会;(4)中共党组织;(5)工会;(6)职工代表大会;(7)家族委员会或类似机构;(8)共青团组织;(9)法律部门;(10)专职处理与政府关系的部门或人员;(11)人力资源部门或专人。

② 为节省篇幅,相关系数表格和VIF检验结果并未列出,留存以备索。

示, 不管是否加入控制变量, 企业数字化的估计系数在 1% 的水平下保持显著为负, 表明企业数字化水平的提升对劳动生产率的提高存在显著的负向抑制作用。为了考察企业数字化与劳动生产率之间的非线性关系, 第 (4) — (6) 列则是在第 (1) — (3) 列的基础上引入企业数字化的平方项, 由表中可见企业数字化的估计系数在这三列中仍保持在 1% 的水平下显著为负, 而其平方项的估计系数基本保持在 10% 水平下显著为正, 表明企业数字化与劳动生产率可能存在一定的 U 型非线性关系以及“门槛”效应。该结果验证了企业数字化与劳动生产率之间存在显著非线性关系, 验证了假设 1 成立。这意味着, 当企业数字化水平较低时, 提升数字化水平会对企业劳动生产率的提高产生负向抑制作用, 但当企业数字化水平超过某一“门槛”值之后, 企业数字化水平的提升将有助于劳动生产率的提高。出现上述结果其中的原因可能在于, 当企业刚开始进行数字化变革且数字技术的应用尚处于较低水平时, 应用数字技术所带来的生产智能化、自动化会对企业部分劳动力产生一定程度的替代, 低技能工人可能会暂时不适应数字技术所造成的生产经营流程的简化和信息化, 从而对劳动部门的效率产生一定的冲击^{[20][21]}。当企业数字化提高到较高水平时, 通过数字化全面改造, 企业的生产运营成本降低, 创新效应凸显, 管理效率提高, 企业工人的专业技能得以与数字技术实现交互融合, 从而显著提升了其劳动生产率。其中具体的作用渠道以及发生机制有待机制检验部分进行分析。

表 4 全样本检验结果

	<i>Labor</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Digitize</i>	-0.573 8*** (0.084 9)	-0.465 9*** (0.070 8)	-0.508 7*** (0.070 8)	-0.789 5*** (0.129 2)	-0.593 1*** (0.107 0)	-0.636 2*** (0.106 4)
<i>Digitize2</i>				0.465 1** (0.158 3)	0.239 8* (0.121 1)	0.239 3* (0.120 7)
<i>Controls</i>	否	是	是	否	是	是
<i>Industry FE</i>	否	否	是	否	否	是
<i>Province FE</i>	否	否	是	否	否	是
<i>_cons</i>	3.503 6*** (0.037 1)	4.678 5*** (0.595 1)	4.422 9*** (0.739 2)	3.431 7*** (0.041 6)	4.637 8*** (0.596 1)	4.385 3*** (0.739 9)
<i>N</i>	7 762	6 233	6 233	7 762	6 233	6 233
<i>R²</i>	0.005	0.513	0.530	0.006	0.513	0.530

注: *, **, *** 分别指代在 10%、5%、1% 的置信水平下显著, 括号内显示的是企业层面的聚类标准误。下表同。

既然企业数字化与劳动生产率之间呈现 U 型关系, 那么本文的样本企业数字化水平处于曲线的哪一阶段? 以第 (6) 列的估计结果为基准, 计算得出企业数字化对劳动生产率由抑制转为提高的门槛值, 发现绝大部分处于曲线左侧, 仅有 65 家企业的数字化水平超过门槛值, 意味着从提升劳动生产率的视角而言, 中国中小型私营企业在数字化转型方面还有巨大发展空间^①。

(二) 稳健性检验

基于上文分析可以初步判断, 劳动生产率将随着企业数字化水平的提升呈现先降后升的 U 型变化趋势。不过最终结论的得出尚需谨慎, 因为全样本的基准回归还没有充分考虑到两者之间可能存在的潜在内生性问题, 而这有可能导致估计结果出现偏误, 因此我们对可能存在的内生性问题进行处理。

① 非线性关系的拐点以及超过门槛值的样本数的计算方法, 限于篇幅不详细列出, 留存以备读者索取。

在讨论企业数字化对劳动生产率的影响时,两者间存在的潜在内生性是不容忽视的问题,即企业数字化通过多种机制影响劳动生产率,而企业劳动生产率也有可能影响企业数字化决策,比如在劳动生产率较低时,企业有更多动力推进数字化转型以提高生产经营绩效。因此,要针对企业数字化对劳动生产率的影响做出准确的判断,就必须尽量缓解上述内生性问题。从计量方法上来说,解决内生性问题关键在于要找到适合的工具变量。根据数据特征,借鉴高雨辰等^[10]的方法,选取企业所处行业和其他省份的其他企业数字化指数均值作为工具变量。处于同行业和其他省份的其他企业数字化平均水平往往会直接影响本企业的数字化决策,但却与本企业劳动生产率并不直接相关,因此该工具变量满足有效工具变量的统计条件。

表5给出了工具变量回归结果。表中第(1) — (2)列显示,无论使用哪一种劳动生产率度量指标,企业数字化的估计系数均保持显著为负;与前文一致,在第(3) — (4)列中引入企业数字化的二次项,结果显示其二次项的估计系数显著为正,再次确认了企业数字化对劳动生产率的影响呈U型,也就是说,企业数字化对于中国私营企业的劳动生产率确实存在U型非线性关系以及“门槛”效应。此外,工具变量检验结果显示,该工具变量通过了过度识别检验和弱工具变量检验,是有效且合理的^①。

表5 稳健性检验:工具变量回归结果

	<i>Labor</i>	<i>Labor2</i>	<i>Labor</i>	<i>Labor2</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Digitize</i>	-0.952 5** (0.348 3)	-0.499 0** (0.174 5)	-1.342 5* (0.570 2)	-0.696 1* (0.284 8)
<i>Digitize2</i>			0.839 0* (0.386 2)	0.424 8** (0.142 3)
<i>Kleibergen-Paap rk LM statistic</i>	210.092 [0.000]	215.510 [0.000]	171.067 [0.000]	176.222 [0.000]
<i>Cragg-Donald Wald F statistic</i>	298.285	304.651	199.623	204.547
<i>Kleibergen-Paap rk Wald F statistic</i>	271.834	281.407	196.397	203.091
<i>Stock-Yogo weak ID test critical values (10%)</i>	16.38	16.38	16.38	16.38
<i>_cons</i>	4.249 2*** (0.746 6)	1.940 7*** (0.343 1)	4.139 8*** (0.759 4)	1.889 3*** (0.349 6)
<i>N</i>	6 233	6 327	6 233	6 327
<i>R</i> ²	0.528	0.814	0.527	0.814

(三) 机制检验

前文的研究假说提出,企业数字化主要通过促进技术进步、推动组织变革与提高劳动力流动三个渠道影响企业劳动生产率。为了证实以上研究假说是否成立,本部分将通过设定如下中介机制模型来检验企业数字化对劳动生产率的影响机制:

$$Mech_{ijp} = \alpha_0 + \alpha_1 Digitize_{ijp} + \alpha_2 Digitize_{ijp}^2 + \alpha_3 Controls + \chi_i + \eta_p + \theta_{ijp} \quad (2)$$

$$Labor_{ijp} = \pi_0 + \pi_1 Digitize_{ijp} + \pi_2 Digitize_{ijp}^2 + \mu Mech_{ijp} + \pi_3 Controls + \chi_i + \eta_p + \theta_{ijp} \quad (3)$$

计量模型中 $mECH_{ijp}$ 表示机制变量,分别指代技术进步、组织变革与劳动力流动机制。

首先,本文对促进技术进步机制进行检验。表6报告了促进技术进步机制检验结果。为了便于估计系数的直观比较,第(1)列出的是基准回归表4中第(6)列的结果。第(2)、(4)、(6)列

① 此外,我们还通过替换核心解释变量和被解释变量的度量指标进行稳健性检验,限于篇幅,不再列出。

则是分别以企业新产品研发、技术创新、绿色创新作为被解释变量的估计结果，企业数字化的估计系数均在 1% 的水平下显著为正，表明企业数字化显著促进了企业技术进步。第（3）、（5）、（7）列则是加入了机制变量后计量模型（3）的估计结果。表中显示，与基准结果相比，企业数字化的估计系数在加入了三个机制变量后明显变小，其二次项变得不显著，而机制变量方面除了新产品研发的估计系数不显著外，技术创新和绿色创新的估计系数均显著为负。这意味着，对于私营企业而言，企业数字化所引致的技术创新、绿色创新投资一定程度上挤占了企业新增的资本要素，进而对劳动生产率产生了负向影响。以上结果证实企业数字化通过促进技术进步对劳动生产率产生了负向抑制，即假设 2 成立。

表 6 机制检验：促进技术进步

	<i>Labor</i>	<i>Newprod</i>	<i>Labor</i>	<i>Newtech</i>	<i>Labor</i>	<i>Epi _rd</i>	<i>Labor</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>Digitize</i>	-0.636 2*** (0.106 4)	0.135 4*** (0.011 5)	-0.611 9*** (0.106 9)	0.109 1*** (0.011 6)	-0.598 1*** (0.106 6)	0.128 5*** (0.017 8)	-0.5632*** (0.110 1)
<i>Digitize2</i>	0.239 3* (0.120 7)	-0.025 4 (0.017 2)	0.234 8 (0.120 8)	-0.030 6 (0.017 5)	0.228 7 (0.120 7)	-0.053 5* (0.024 7)	0.171 8 (0.124 2)
<i>Newprod</i>			-0.176 6 (0.094 9)				
<i>Newtech</i>					-0.345 7*** (0.089 1)		
<i>Epi _rd</i>							-0.148 9* (0.069 2)
<i>_cons</i>	4.385 3*** (0.739 9)	-0.011 5 (0.075 8)	4.385 4*** (0.740 5)	0.021 7 (0.079 7)	4.395 0*** (0.739 8)	-0.132 2 (0.113 0)	4.288 7*** (0.758 1)
<i>N</i>	6 233	6 327	6 233	6 327	6 233	5 751	5 665
<i>R²</i>	0.530	0.176	0.530	0.150	0.531	0.142	0.539
<i>Sobel 检验</i>		-0.053 5***		-0.056 2***		-0.026 2**	

其次，对推动组织变革机制进行检验。由于所采用的私营企业调查数据并未提供企业组织权力配置相关信息，我们退而求其次，利用数据中企业内部设置的机构数来反映企业治理结构分权程度以及组织结构的扁平化^①，作为组织变革的替代变量（*Ad min _struct*）。表 7 第（2）—（3）列汇报了相应的回归结果。第（2）列企业数字化的估计系数在 1% 的水平下显著为正，表明企业数字化显著增加了企业组织机构数量，即促使组织结构趋向分权式的扁平化。而第（3）列在加入机制变量后，企业数字化估计系数明显变小且显著性下降，其二次项变得不显著，表明企业数字化确实通过推动组织变革影响了劳动生产率。而机制变量的估计系数显著为负，意味着私营企业数字化所诱发的组织结构变革可能尚不能产生管理决策的正向溢出，对劳动生产率反而造成了负面影响。以上结果验证了假设 3 是成立的。

最后，对提高劳动力流动机制进行检验。表 7 的第（4）—（5）列汇报了相应的估计结果。在第（4）列以劳动力流动为因变量的回归中，企业数字化的估计系数在 5% 的水平下显著为正，表明企业数字化显著促进了劳动力流动；而在第（5）列加入劳动力流动机制变量后，企业数字化及

① 私营企业调查数据中列出了企业有无下列机构（可选多项）：（1）股东会；（2）董事会；（3）监事会；（4）中共党组织；（5）工会；（6）职工代表大会；（7）家族委员会或类似机构；（8）共青团组织；（9）法律部门；（10）专职处理与政府关系的部门或人员；（11）人力资源部门或专人。

其二次项的估计系数显著性并未发生变化但系数值明显变小, 机制变量劳动力流动的估计系数保持显著为正, 这说明企业数字化通过提高劳动力流动进而对劳动生产率产生了正向影响。以上结果验证了假设 4 同样成立。

表 7 机制检验: 组织变革与劳动力流动

	<i>Labor</i>	<i>Admin _struct</i>	<i>Labor</i>	<i>Empl _turnover</i>	<i>Labor</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Digitize</i>	-0.636 2*** (0.106 4)	1.576 9*** (0.088 4)	-0.325 0** (0.104 9)	0.038 2** (0.012 9)	-0.6052*** (0.106 8)
<i>Digitize2</i>	0.239 3* (0.120 7)	-0.092 3 (0.127 0)	0.219 6 (0.118 4)	-0.010 0 (0.016 9)	0.217 4* (0.122 9)
<i>Admin _struct</i>			-0.195 9*** (0.014 1)		
<i>Empl _turnover</i>					1.137 3*** (0.1418)
<i>_cons</i>	4.385 3*** (0.739 9)	-5.543 2*** (0.605 8)	3.309 7*** (0.739 3)	0.335 5*** (0.084 5)	4.070 3*** (0.755 7)
<i>N</i>	6 233	6 327	6 233	6 187	6 095
<i>R</i> ²	0.530	0.464	0.543	0.288	0.540
<i>Sobel 检验</i>		-0.322 3***		0.043 1***	

我们还对以上中介效应模型进行了 Sobel 检验, 结果显示中介效应模的回归结果都在至少 5% 的显著性水平下通过了 Sobel 检验, 说明本文所选的三种中介变量均具有中介效应。

(四) 异质性讨论

前文一系列的检验验证了企业数字化对劳动生产率的影响效应。那么, 这样的影响效应是否会受到企业所处环境以及行业要素禀赋状况的影响呢? 本节将围绕企业所处地域以及行业特征展开异质性讨论。

1. 地域分布异质性。在经济学界, 学者们通常将我国的经济区域分为东部、东北、中部、西部四大部分。各个区域的经济水平、互联网产业发展程度等均存在较大差异, 各个区域数字经济发展水平的差异对劳动生产率的影响可能也存在异质性。因此, 我们对企业数字化的地域效应进行检验, 探讨企业数字化在哪个区域对劳动生产率的影响作用最大。表 8 汇报了地域效应的回归结果, 表中显示企业数字化对劳动生产率的 U 型非线性效应在东部地区最为显著, 在东北和中部则不显著, 在西部地区仅存在负向影响, 表明企业数字化与劳动生产率的相关关系受到了地区经济发展水平、互联网基础设施发达程度以及数字经济发展水平的影响。

表 8 异质性讨论: 地域分布

	<i>Labor</i>			
	(1) 东部	(2) 东北	(3) 中部	(4) 西部
<i>Digitize</i>	-0.787 7*** (0.148 2)	0.076 0 (0.348 1)	-0.335 5 (0.261 1)	-0.935 3*** (0.213 0)
<i>Digitize2</i>	0.450 2** (0.165 2)	-0.292 0 (0.365 8)	-0.298 0 (0.295 7)	0.339 3 (0.262 9)
<i>_cons</i>	4.665 6*** (0.838 6)	4.990 7* (2.498 2)	5.762 0*** (1.487 5)	4.324 7*** (1.278 3)
<i>N</i>	2 890	635	1 172	1 536
<i>R</i> ²	0.535	0.606	0.579	0.521

2. 行业特征的异质性。企业所处的行业特征往往也是影响企业数字化与劳动生产率相关关系的重要因素。为了考察行业特征的异质性影响，分别从行业归属和行业要素密集度两个角度来进行行业划分。首先，按照企业主要从事的第一主业将企业所处行业划分为工业和非工业；然后，以人均资本密集度的均值为界线，将行业分为资本密集型和劳动密集型。表 9 汇报了相应的回归结果。表中显示，在非工业（服务业、农业）和劳动密集型行业，企业数字化对劳动生产率的负向影响最大，其二次项均不显著，意味着企业数字化对处于服务业、农业和劳动密集型行业的企业劳动部门生产率的冲击最大。

表 9 异质性讨论：行业特征

	<i>Labor</i>			
	(1) 工业	(2) 非工业	(3) 资本密集型	(4) 劳动密集型
<i>Digitize</i>	-0.408 5*	-0.766 9***	-0.022 4	-0.745 4***
	(0.158 9)	(0.141 9)	(0.131 0)	(0.166 1)
<i>Digitize2</i>	0.252 4	0.198 2	0.049 7	0.249 7
	(0.165 5)	(0.173 7)	(0.134 6)	(0.184 4)
<i>_cons</i>	4.108 0***	4.024 7***	3.674 6***	4.146 9***
	(1.062 0)	(0.998 2)	(0.850 6)	(1.105 1)
<i>N</i>	2 672	3 561	3 315	2 918
<i>R</i> ²	0.484	0.559	0.722	0.383

五、研究结论与政策启示

本文基于 2016 年中国私营企业调查数据，采用迭代主因子法构建企业数字化指数，深入研究企业数字化对劳动生产率的影响效应以及理论机制。研究结果稳健显示，企业数字化对企业劳动生产率呈现显著的“U 型”非线性效应。中介效应机制检验表明，促进技术进步、推动组织变革和提高劳动力流动是企业数字化影响劳动生产率的作用渠道。此外，在地域分布的检验中，我们发现企业数字化对劳动生产率的“U 型”非线性效应在东部地区最为显著；行业特征的异质性分析显示，企业数字化对处于服务业、农业以及劳动密集型行业的企业劳动生产率产生较大的负向抑制作用。

本文的研究结论对当前企业数字化浪潮和劳动生产率的提升具有重要的政策启示：

1. 大力促进数据与劳动力要素融合。本文的研究结论表明，仅有少量企业越过数字化水平的“门槛值”，对劳动生产率产生正向提升效应，说明中国私营企业在实现数据要素与劳动力融合方面还具有巨大的发展空间。政府部门应引导私营企业借鉴国外先进经验，推动以人为本的技术进步、组织变革，加快数据与劳动力之间融合协同，提升要素配置效率，充分激发要素协同效应，实现高质量发展。

2. 改善营商环境，加快新型基础设施建设。地区异质性检验表明，企业数字化对劳动力生产率的正向影响在发达的东部地区最为显著。由此可见，良好的营商环境和新型基础设施是企业数字化的必要前提。政府部门要从企业现实需求出发，持续优化地区营商环境、加强新型基础设施建设，为企业提高数字化应用水平、提升劳动生产率提供制度环境和基础设施保障。

3. 针对不同行业制定差异化政策措施。行业异质性检验显示，企业数字化对服务业、农业以及劳动密集型行业的企业劳动生产率的负向抑制作用更大。因此，政府部门在大力倡议“促进数字经济发展，促进产业数字化转型”的同时，需要考虑企业所处行业的要素禀赋属性。针对企业数字化对劳动生产率负向效应较大的行业，地方政府要采用财政、税收等多种措施尽量减轻企业数字化

所造成的劳动力替代、劳动收入份额下降等负面影响,在大力推进产业数字化的同时兼顾居民就业、收入稳定等问题。

参考文献

- [1] 李希如.人口总量平稳增长 城镇化水平稳步提高[EB/OL]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201901/23/t20190123_31337743.shtml,2019-01-23.
- [2] 刘一鸣,王艺明.劳动力质量与民营企业劳动生产率:马克思主义视角的研究[J].世界经济,2021(1).
- [3] 孙浦阳,韩帅,许启钦.产业集聚对劳动生产率的动态影响[J].世界经济,2013(3).
- [4] 唐东波.垂直专业分工与劳动生产率:一个全球化视角的研究[J].世界经济,2014(11).
- [5] 宫旭红,曹云祥.资本深化与制造业部门劳动生产率的提升——基于工资上涨及政府投资的视角[J].经济评论,2014(3).
- [6] Becker,R. A. Local environmental regulation and plant-level productivity[J]. *Ecological Economics*,2011(12).
- [7] 宋德勇,赵菲菲.环境规制、资本深化对劳动生产率的影响[J].中国人口·资源与环境,2018(7).
- [8] 胡晟明,王林辉,赵贺.人工智能应用、人机协作与劳动生产率[J].中国人口科学,2021(5).
- [9] 何帆,刘红霞.数字经济视角下实体企业数字化变革的业绩提升效应评估[J].改革,2019(4).
- [10] 高雨辰,万滢霖,张思.企业数字化、政府补贴与企业对外负债融资——基于中国上市企业的实证研究[J].管理评论,2021(11).
- [11] 刘政,姚雨秀,张国胜,等.企业数字化、专用知识与组织授权[J].中国工业经济,2020(9).
- [12] 陈梦根,周元任.数字化对企业人工成本的影响[J].中国人口科学,2021(4).
- [13] 刘淑春,闫津臣,张思雪,等.企业管理数字化变革能提升投入产出效率吗[J].管理世界,2021(5).
- [14] 肖红军,阳镇,刘美玉.企业数字化的社会责任促进效应:内外双重路径的检验[J].经济管理,2021(11).
- [15] 沈国兵,袁征宇.企业互联网化对中国企业创新及出口的影响[J].经济研究,2020(1).
- [16] Acemoglu,D.,P. Restrepo. Robots and jobs:Evidence from US labor markets[J]. *Journal of Political Economy*,2020(6).
- [17] Arthur W. B. The structure of invention[J]. *Research Policy*,2007(2).
- [18] Glavas,C.,S. Mathews. How international entrepreneurship characteristics influence internet capabilities for the international business processes of the firm[J]. *International Business Review*,2014(1).
- [19] Kubina,M.,M. Varmus,I. Kubinova. Use of big data for competitive advantage of company[J]. *Procedia Economics and Finance*,2015,26.
- [20] Acemoglu,D.,D. Dorn,G. H. Hanson,et al. Return of the Solow paradox? IT,productivity,and employment in US manufacturing[J]. *American Economic Review*,2014(5).
- [21] 王永钦,董雯.机器人的兴起如何影响中国劳动力市场?——来自制造业上市公司的证据[J].经济研究,2020(10).
- [22] Yoo,Y.,O. Henfridsson,K. Lyytinen. Research commentary—The new organizing logic of digital innovation:An agenda for information systems research[J]. *Information Systems Research*,2010(4).
- [23] McElheran,K.,C. Forman. *Firm Organization in the Digital Age:IT Use and Vertical Transactions in US Manufacturing*[EB/OL]. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3396116>,2022-05-21.
- [24] 戚聿东,肖旭.数字经济时代的企业管理变革[J].管理世界,2020(6).
- [25] 宁光杰,林子亮.信息技术应用、企业组织变革与劳动力技能需求变化[J].经济研究,2014(8).
- [26] 何小钢,梁权熙,王善骞.信息技术、劳动力结构与企业生产率——破解“信息技术生产率悖论”之谜[J].管理世界,2019(9).
- [27] 蔡庆丰,王瀚佑,李东旭.互联网贷款、劳动生产率与企业转型——基于劳动力流动性的视角[J].中国工业经济,2021(12).

- [28] Arvanitis, S. , E. Loukis. Employee education, information and communication technologies, workplace organization, and trade: A comparative analysis of Greek and Swiss firms[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2015(6).
- [29] 徐尚昆, 郑辛迎, 杨汝岱. 国有企业工作经历、企业家才能与企业成长[J]. 中国工业经济, 2020(1).
- [30] Goldfarb, A. , C. Tucker. Digital economics[J]. *Journal of Economic Literature*, 2019(1).
- [31] 陈维涛, 韩峰, 张国峰. 互联网电子商务、企业研发与全要素生产率[J]. 南开经济研究, 2019(5).
- [32] 黄宇虹, 黄霖. 金融知识与小微企业创新意识、创新活力——基于中国小微企业调查(CMES)的实证研究[J]. 金融研究, 2019(4).
- [33] 张铭心, 谢申详, 强皓凡, 等. 数字普惠金融与小微企业出口: 雪中送炭还是锦上添花[J]. 世界经济, 2022(1).
- [34] 戴维奇, 刘洋, 廖明情. 烙印效应: 民营企业谁在“不务正业”? [J]. 管理世界, 2016(5).
- [35] 王小鲁, 樊纲. 中国分省份市场化指数报告(2016)[M]. 北京: 经济科学出版社, 2016.

The Impact of Enterprise Digitalization on Labor Productivity

— Empirical Evidence from Chinese Private Companies

TANG Tao, LI Fang-jing, XIA Lun

Abstract: The wave of enterprise digitalization triggered by the vigorous development of digital economy has made an important impact on enterprise organizations. Based on the survey data of private enterprises in China, this paper constructs the enterprise digitalization index to study the impact of enterprise digitalization on labor productivity with the iterative principal factor method. After a series of robustness tests, the research results show that there is a “U-shaped” nonlinear effect of enterprise digitalization on labor productivity, that is, under the influence of enterprise digitalization, labor productivity shows a trend of first falling and then rising. The mechanism test results show that promoting technological progress, boosting organizational change and improving labor mobility are the channels through which enterprise digitalization affects labor productivity. It is suggested that the government is supposed to, on the one hand, advocate the promotion of digital economy and digital transformation of industry, on the other hand, pay close attention to the impact of enterprise digitalization on labor productivity so as to promote the integration of data elements and labor force.

Key words: enterprise digitization; labor productivity; technological progress; organizational change; labor mobility

(责任编辑 周振新)