

互联网化提升制造业全要素生产率的机制研究

——基于中介效应与 PSM-DID 模型的研究

汪芳 高悦娴

(武汉理工大学经济学院, 武汉 430070)

【摘要】 新发展阶段中国要以推动高质量发展为战略导向,以数字化转型变革生活、生产和治理方式是“十四五”规划中的一大战略。对国民经济支柱制造业而言,借助互联网化变革自身组织形态,拓展组织边界,实现全要素生产率的提升是关键。本文分析总结出制造业互联网化提升全要素生产率的3条机制即降低交易成本、提高资源利用效率和促进技术创新,并基于2010~2019年间制造业上市公司的数据,使用倾向得分匹配双重差分法对影响机制进行了验证。研究发现,制造业互联网化能够显著提升企业的全要素生产率,且可以通过提高资源利用效率和技术创新能力来提升全要素生产率。但互联网化在一定程度上会造成成本的增加,从而对全要素生产率的提升产生一定的抑制作用。

【关键词】 互联网化 制造业 全要素生产率 影响机制 资源利用效率 技术创新能力

DOI:10.3969/j.issn.1004-910X.2021.09.017

〔中图分类号〕 F062.9; F426 〔文献标识码〕 A

引言

“十四五”规划强调了通过“促进数字技术与实体经济深度融合,赋能传统产业转型升级,催生新产业新业态新模式,壮大经济发展新引擎”。制造业是数字技术成果应用的重要领域,制造业实现数字化转型需要将数字技术深度应用于制造业原有的生产运营环节,也需要关注制造业如何通过数字化激发制造业的发展潜能,形成自身竞争优势实现综合实力的提升。互联网是数字化过程中知识和技术的载体,互联网的迅速发展给制造业带来挑战的同时也带来了机遇。制造业通过互联网化转型将组织边界向互联网领域扩张从而实现制造业传统组织模式和发展方式的转变。在互联网时代,消费者成为了制造业价值链中不可忽视的一环,即互联网已成为驱动制造业企业和客户共创价值的重要力量。制造业通过互联网化无限贴近客户和市场从而集成和开发相关的大量信息并挖掘其中的价值,实现制造业从满足需求到创造需求的价值增值和价值创造模式的转变,

从而创造竞争优势,实现高质量发展。

自互联网迅速发展以来,其广泛传播已经产生了各种经济后果。这些对经济的影响涉及经济增长、产业升级以及国际贸易等经济问题的广泛领域。互联网发展对经济增长的积极作用是不言而喻的。刘姿均和陈文俊(2017)^[1]利用中国省级面板数据进行的实证分析结果表明互联网普及率对区域经济发展水平存在着显著的提升作用。Niebel(2018)^[2]研究了信息通信技术对发展中国家、新兴国家和发达国家经济增长的影响,提出了发展中国家和新兴国家正在通过信息通信技术实现“跨越式”发展的观点。部分研究着重对互联网影响产业升级的机制进行了分析。Cardona等(2013)^[3]从理论和实证两方面研究发现ICT技术会影响产业的技术效率、组织形式和产业竞争力进而对产业结构产生优化升级的作用。更进一步地,信息化水平同样也会影响制造业自身升级(谭清美和陈静,2016)^[4]。Abeliansky和Hilbert(2017)^[5]认为互联网技术可以通过影响供需双方的交易成

收稿日期:2021-05-20

基金项目:国家社会科学基金项目“创新创业带动就业的有效性与协同性研究”(项目编号:19BJY057);中央高校基本科研业务费专项资金项目“互联网化提升制造业TFP的机制分析与实证研究”(项目编号:2021VI023)。

作者简介:汪芳,武汉理工大学经济学院教授,博士,硕士生导师。研究方向:产业经济和技术创新。高悦娴,武汉理工大学经济学院硕士研究生。研究方向:产业经济。

本影响全球贸易格局。韩玉军和李子尧(2020)^[6]从出口方的角度对互联网普及与国际贸易进行了研究,通过理论和实证分析后得到互联网普及率能够提升制造业产品的贸易规模的结论。

关于互联网的研究变量,从独立地衡量互联网发展水平逐渐过渡到衡量借助互联网变革某一经济部门的行为和程度,以及由此产生的新组织形态。先进的互联网发展成果催生了经济发展的新形态,有不少学者基于经济部门的互联网变革对经济发展的影响进行研究。沈悦和郭品(2015)^[7]论证了互联网金融通过技术溢出效应提升了商业银行的全要素生产率。互联网已成为引领农业发展的重要手段(万宝瑞,2015)^[8],将互联网融入农业产业发展中可以推动农业现代化建设,提升农业的综合竞争力。对制造业部门的互联网变革研究往往集中于制造业互联网融合与制造业“互联网+”对制造业发展的影响。互联网与制造业各个环节的深度融合,能够通过实现制造业产品的价值增值来提升制造业的竞争力,从提供产品到提供产品和服务来推动制造业服务化转型(童有好,2015)^[9]。张伯旭和李辉(2017)^[10]认为互联网与制造业融合产生了巨大的变革空间,能够突破制造业发展的瓶颈,利用新一代信息技术实现生产运营和组织形态的创新型发展。纪玉俊和张彦彦(2017)^[11]在理论模型中考察了“互联网+”如何通过成本的下降和生产效率的提升实现制造业升级,通过实证验证了“互联网+”对制造业升级的积极影响以及区域差异。也有少数研究从互联网化的角度展开,沈国兵和袁征宇(2020a)^[12]使用中国工业企业的数据研究发现企业互联网化显著促进了创新能力的提升,进一步研究发现互联网化可以通过创新这一机制提高企业出口的可能性。而后又同样地基于工业企业数据验证了互联网化对出口的国内增加值率(沈国兵和袁征宇,2020b)^[13]和对出口产品质量的影响(沈国兵和袁征宇,2020c)^[14]。

尽管现有研究已获得一定的研究成果,但仍存在可进一步研究的空间。现有文献关于互联网变革制造业的研究大部分落脚于研究制造业与互

联网的融合、制造业“互联网+”上,忽略了制造业互联网化这一研究角度,且对相关概念的界定并不清晰。本文从制造业互联网化的角度入手,通过充分探讨互联网化与互联网融合以及“互联网+”内涵之间的区别与联系后,在此基础上展开研究制造业互联网化对全要素生产率的影响机制。

1 机制分析

在研究制造业互联网化之前,需要对相关几个内涵相近的概念进行界定,包括制造业和互联网融合与制造业“互联网+”。三者内涵相近,但各有侧重。制造业和互联网融合的内涵较为广泛,强调制造业和互联网之间的双向交叉渗透,侧重产业间相互融合促进整体协同发展的经济形态。制造业“互联网+”强调互联网向制造业的交叉渗透;而制造业互联网化强调的是制造业向互联网的交叉渗透。制造业“互联网+”和制造业互联网化是制造业互联网融合的两个不同方向的发展状态。制造业和互联网融合即制造业与互联网相互交叉、渗透,最终融合为一体,从制造业技术与互联网技术的融合,到制造业产品与互联网产品的融合,再到制造业市场与互联网市场的融合,形成新型产业的动态发展过程。制造业“互联网+”指互联网向制造业渗透,即将一系列互联网发展成果通过贴合制造业特征后以改变制造业组织形态、提升制造业研产销各环节的运营效率,形成快速响应、智能生产和资源节约的高质量制造模式的战略行为。本文将制造业互联网化定义为制造业向互联网领域渗透,即制造业部门借助新兴的互联网成果拓展组织边界,将互联网相关业务内部化,通过对接消费终端提高服务化水平和品牌影响力等实现价值增值和效率提升,从而提升制造业综合竞争力的战略行为。

制造业的互联网化使得互联网实现从单一的技术工具到重构制造业产业形态的转变,互联网化带来的变革力量已成为实现制造业高质量发展的重要因素。而制造业通过互联网化向互联网领域的渗透,赋予了制造业部门互联网的优势特征和经济效应,充分发挥互联网经济效应能够实现

全要素生产率的提升,主要有降低交易成本、提高资源利用效率和促进技术创新3条机制。

1.1 降低交易成本

企业实施互联网化行为后借助互联网的特征优势可以实现降低交易成本的目的,对制造业而言也是如此。互联网联接了企业和相关的外部组织,又因信息传播的便利性实现了外部交易成本的下降。互联网化在制造业企业内部建立起一体化的联接,通过信息在组织内外、研-产-供-销全营运环节的便捷流通提高了企业决策的效率,有益于企业的发展。通过互联网使得制造业企业内部各部门之间以及部门内部各工作人员之间的沟通交流成本降低,提高了企业各部门的经济效率。从市场的角度来看,互联网作为一种信息传播的媒介,可以解决市场供求之间的信息不对称,并大大降低交易成本。在国际市场上也是如此,互联网的快速发展可以通过降低贸易成本来扩大国际贸易的范围(Yushkova, 2014)^[15]。互联网已使得商品的交换方式发生了彻底的变化,扩大了商品交换的时空,降低了单位交易成本并提高了市场交易效率。互联网的普及与应用能够通过信息流通和交易方式的创新来减少企业内外部的交易费用和生产成本,制造业互联网化能够降低企业市场交易费用,从而提升企业的生产效率。

1.2 提高资源利用效率

对于制造业企业而言,生产为第一要义,而制造业企业的互联网化首先要提升的就是生产资源的利用效率。互联网化使制造业全面打通各个环节和整体链条的数据流,其中最重要的是形成从需求侧到供给侧的联接,大大降低了产销之间的信息不对称,构成数据采集、传输、计算、分析、应用的闭环。市场需求信息的获取使得制造业企业能够改善生产计划,充分利用生产资源进行生产。且生产前端资源效率的提高会致使后续环节的资源效率也得到一定程度的提高。传统的价值创造由生产端主导,但往往会造成供需不匹配,导致产能问题。制造业的互联网化通过联接生产端与服务端,形成价值链闭环,变革组织方式带来全要素生产率的提升。得益于互联网技术和平台的

应用,企业能够及时且高效地集成和传输不同类型的信息,而信息的准确和快速流通则保证了企业组织决策的效率和效果。互联网可以使各种分布式制造资源和能力以服务的形式进行逻辑聚合,实现制造服务的高效管理、优化要素配置和供需匹配(何大安, 2018; Cheng等, 2018)^[16,17]。也就是说,互联网化能够推动制造业生产流程再造、资源配置方式转变与资源利用效率提高,而资源利用效率的提高则会带来生产效率的提升(龚关和胡关亮, 2013; 李平等, 2018)^[18,19]。

1.3 促进技术创新

互联网提高了信息传播的效率,并加快了企业导入新知识和新技术的过程。互联网化带来的创新效应除去产业组织上的变革外,不可忽略互联网化给制造业技术创新带来的积极作用,而技术创新是提高全要素生产率的根本力量。对于制造业企业而言,成熟的互联网环境和互联网化的实施使得企业面临的竞争市场逐渐扩大,极大地提升了竞争活力。强烈的竞争压力使得企业面临着通过技术创新赶超竞争对手,提高生产效率同时获得竞争优势的局面。此外,制造业互联网化联接了生产端和销售端,获得了从需求端传递过来的针对生产端进行技术创新的倒逼力量。经济发展到更高级阶段,消费需求成为产品迭代的重要依据。需求的迅速变化导致生产方式、生产周期和生产设备都有了新的变化。以消费者为中心,即时获知以便解决的消费者痛点和消费者的个性化需求,倒逼制造业企业进行技术创新(韩先锋等, 2019)^[20]。互联网的出现不仅加速了知识的传播,还增加了人们从现有知识中受益的机会,从而促进了创新(Paunov和Rollo, 2016)^[21]。通过互联网接收信息的便利性意味着企业可以以较低的成本获得信息,从而为实现创新增加了企业的知识储备。同时互联网也加速了企业内部知识的传播和扩散,并促进了知识向高质量创新成果的转化(王可和李连燕, 2018)。制造业企业通过借助云计算、大数据等互联网技术实现与需求端的快速响应,以技术、产品和服务等的创新满足用户多样化的需求,提升新需求环境下的全要素生产率。

2 研究设计

2.1 指标选取与数据说明

2.1.1 被解释变量。

本文的研究对象为制造业企业。本文使用LP法计算制造业企业的全要素生产率,用ACF法计算的全要素生产率作为稳健性分析的替换变量。其中,自由变量包括劳动要素投入和一些基本特征变量即年龄、年份、行业、省份,代理变量为中间投入,资本变量为资本要素投入。

2.1.2 解释变量。

目前衡量制造业互联网化的可行方向有两种:(1)利用中国工业企业数据库的微博数据;(2)对上市公司的公开年报用数据爬虫的方法衡量企业实施互联网化的情况。前一种方法的数据年限较为久远,数据的有效性受限。沈国兵和袁征宇(2020a; 2020b)^[12,13]用企业是否拥有新浪微博账号来度量工业企业的互联网化,但由于数据的可得性其样本期间只限于2010~2013年的中国工业企业数据库数据。后一种通过公司年报进行判断的方法存在着缺陷,无法保证企业报告内容的全面性和完整性,且研究者对其进行判断时存在主观性。综合考虑,本文参照沈国兵和袁征宇(2020a)^[12]的做法,以制造业上市公司的名称为搜索名录,逐一在新浪微博进行搜索,将搜索页得到的相关结果进行分析统计。

如果*i*企业在*t*年拥有官方认证(获得官方认证需要企业提供完成有效年检的《企业法人营业执照》等资料)的新浪微博账号且*t*年发表过与本企业相关的动态,则记为 $Internetization_{it} = 1$,

否则 $Internetization_{it} = 0$ 。由于上述量化过程存在一定的人工统计偏误,本文采用以下方式进行避免:纳入两位研究人员按照此判断标准进行统计,针对两份统计结果存在差异的样本进行重点检查并重新统计核准。为保证指标的可靠性以及后续研究的延展性,本文还对数据进行了以下处理:(1)剔除拥有官方认证的微博账号但并不进行实际使用的样本;(2)剔除拥有官方认证的微博账号但在2010~2019年的观测期间出现某一年间断使用的样本;(3)剔除在对两份统计结果存在差异的样本重新核准过程中仍未得到一致结果的样本。

2.1.3 控制变量。

制造业企业全要素生产率还会受到企业特征和基本能力的影响,基于企业的资本结构(*cs*)、经营活力(*bv*)、偿债能力(*da*)、盈利能力(*pa*)、营运能力(*oa*)和成长能力(*ga*),本文选取了一系列控制变量。

2.1.4 中介变量。

基于前文的研究假设,本文选择交易成本、资源利用效率和技术创新能力作为本文的中介变量。交易成本选取销售成本(*cost_s*)和管理成本(*cost_a*)来考察,分别用销售费用和管理费用与营业总收入之比来衡量。资源利用效率选取企业对库存的管控能力来考察,包括反映存货周转速度的存货周转率(*itr*)以及反映存货水平的存货与营业收入之比(*inv*)。技术创新水平包括研发支出(*rde*)、技术人员投入(*tp*)、和技术资产价值(*tav*)。变量选取说明如表1所示。

表1 变量指标说明

变量	含义	符号	指标说明
被解释变量	全要素生产率	<i>tfp</i>	LP法计算得出
解释变量	互联网化	<i>internet</i>	是否拥有官方微博
控制变量	资本结构	<i>cs</i>	资产负债率
	经营活力	<i>bv</i>	经营活动现金流占总资产的比例
	偿债能力	<i>da</i>	流动资产比例
	盈利能力	<i>pa</i>	资产收益率
	营运能力	<i>oa</i>	流动资产周转率
	成长能力	<i>ga</i>	营收增长率

续 表

变量	含义	符号	指标说明
交易成本	销售成本	$cost_s$	销售费用率
	管理成本	$cost_a$	管理费用率
资源利用效率	存货周转速度	itr	存货周转率
	存货水平	inv	存货与营业总收入之比
中介变量	研发支出	rde	研发费用(取对数)
	技术创新水平	tp	技术人员(取对数)
	技术资产价值	tav	技术资产账面价值(取对数)

本文以2010~2019年制造业上市公司为样本,样本数据主要来源于Choice金融数据库,部分可得缺失数据从Wind金融数据库获取进行补充。在上文整理了互联网化的企业样本数据基础上,本文按照以下步骤对企业样本数据进行了处理:(1)剔除财务数据明显为异常值的企业样本;(2)剔除具有财务风险的ST以及*ST的企业样本;(3)在1%分位数上对连续变量两端进行缩尾以消除极端值数据的影响。

2.2 模型设定

企业互联网化会受到许多不可观测因素的影响,从而导致模型存在遗漏变量问题。解决变量遗漏问题是有效评估互联网化对全要素生产率影响效应的前提。本文通过构建面板数据,并控制样本行业、地区和年份效应来缓解遗漏变量偏误问题。同时将互联网化视为一项外生于制造业企业发展的准自然实验,用DID方法来进一步解决内生性问题,避免逆向因果关系。为识别自变量和因变量之间的净效应,通过倾向得分匹配(PSM)处理一般估计方法中存在的选择性偏差等问题。即本文对面板数据采用PSM-DID方法来估计制造业互联网化战略行为对全要素生产率的影响效应。回归模型的主要形式设定如下:

$$tfp_{it}^{PSM-DID} = \alpha + \alpha_0 internet_{it} + \sum_{j=1}^N \alpha_j X_{it}^j + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,被解释变量 tfp_{it} 为结果变量;核心解释变量 $internet_{it}$ 为处理变量,表示是否实施了互联网化战略,企业 i 在 t 年份实施了互联网化战略取值为1,否则为0。其余控制变量 X_{it}^j 为样本的特征变量, ε_{it} 是随机扰动项。

另外,为检验制造业互联网化影响全要素生产率的机制,使用中介效应模型对降成本、提高资源利用效率和促进技术创新3个机制进行检验。中介效应模型同样也在PSM-DID的基础上进行,模型设定如下:

$$M_{it}^{PSM-DID} = \beta + \beta_0 internet_{it} + \sum_{j=1}^N \beta_j X_{it}^j + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$tfp_{it}^{PSM-DID} = \gamma + \gamma_0 internet_{it} + \gamma_M M_{it} + \sum_{j=1}^N \gamma_j X_{it}^j + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, M_{it} 为中介变量。

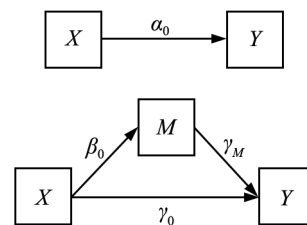


图1 中介效应模型示意图

如图1所示,中介效应模式即式(1)~(3)。在本文中,自变量 X 为 $internet_{it}$,因变量 Y 为 tfp_{it} 。 α_0 表示自变量对因变量的总影响;系数 γ_0 表示控制中介变量后自变量对因变量的直接作用; β_0 表示自变量对中介变量的作用; γ_M 表示控制自变量对因变量的影响后,中介变量对因变量的作用。 $\beta_0 * \gamma_M$ 则表示自变量通过中介变量对因变量的间接影响。

3 实证分析

3.1 基准回归

运用PSM-DID模型验证制造业企业互联网化对全要素生产率的影响。结果显示,互联网化战略的实施对制造业企业全要素生产率在1%的水平上具有显著的正向影响。模型(3)控制了行

业、时间和地区效应,核心解释变量的系数依旧在1%的水平上呈现出显著的正向作用。二者正向显著的系数结果在不同模型、不同控制条件下依旧保持稳定。由此表明互联网化对制造业企业全要素生产率具有积极的提升作用,且这一结论相对可信。

表2 基准回归结果

<i>tfp</i>	PSM-DID		
	(1)	(2)	(3)
<i>internet</i>	0.249*** (14.95)	0.251*** (14.88)	0.076*** (4.81)
<i>cs</i>	0.011*** (27.52)	0.011*** (27.25)	0.009*** (26.51)
<i>bv</i>	-0.010 (-0.16)	0.004 (0.06)	-0.040 (-0.74)
<i>da</i>	0.845*** (20.48)	0.872*** (21.08)	1.160*** (30.29)
<i>pa</i>	0.433*** (8.67)	0.452*** (9.10)	0.502*** (11.57)
<i>oa</i>	0.318*** (31.66)	0.294*** (28.51)	0.350*** (37.17)
<i>ga</i>	0.116*** (7.05)	0.130*** (7.95)	0.147*** (9.96)
<i>_cons</i>	4.847*** (124.74)	5.214*** (47.13)	4.784*** (43.00)
行业效应	No	Yes	Yes
省份效应	No	Yes	Yes
年份效应	No	No	Yes
观察值	5886	5886	5886

注:括号内为t值,***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平;下表同。

3.2 稳健性分析

本文使用更换被解释变量和更换PSM匹配条件的条件来对基准模型的结果进行稳健性检验。

将基准模型的因变量由基于LP法测算出的全要素生产率更换为基于ACF法修正后测算的全要素生产率。模型的其它设定保持一致,得到PSM-DID模型的估计结果如表3所示。

表中的估计结果可看出,除被解释变量整体数值上的差异导致各变量的系数与基准模型存在一

表3 更换因变量的稳健性检验结果

<i>tfp</i>	ACF法计算TFP		
	(4)	(5)	(6)
<i>internet</i>	0.019 (1.48)	0.031** (2.41)	0.028** (2.14)
<i>cs</i>	0.005*** (17.56)	0.005*** (18.12)	0.005*** (17.83)
<i>bv</i>	-0.072 (-1.52)	-0.065 (-1.40)	-0.040 (-0.86)
<i>da</i>	1.007*** (32.19)	1.059*** (34.11)	1.032*** (32.00)
<i>pa</i>	0.529*** (14.16)	0.534*** (14.44)	0.526*** (14.32)
<i>oa</i>	0.311*** (40.48)	0.287*** (36.94)	0.286*** (36.18)
<i>ga</i>	0.143*** (11.61)	0.154*** (12.68)	0.151*** (12.06)
<i>_cons</i>	2.132*** (71.37)	2.410*** (27.29)	2.433*** (27.46)
行业效应	No	Yes	Yes
地区效应	No	Yes	Yes
年份效应	No	No	Yes
观察值	5886	5886	5886

定的差异外,各变量估计系数的显著性基本与基准模型保持一致。因此,基准模型的核心结论即互联网化对制造业全要素生产率的正向促进作用仍然稳定有效。

将本文进行PSM匹配时所用的近邻匹配法更换为其它常用的核匹配法和马氏匹配法对基准模型进行检验,模型的其它设定保持一致,得到PSM-DID模型的估计结果如表4所示。

可以看出,更换核匹配法和马氏匹配法后,各变量的估计系数及其显著性与基准模型无明显差异。估计结果表明,制造业互联网化对企业全要素生产率依然存在显著的积极影响,基准模型的核心结论稳定成立。

3.3 机制检验

基于PSM-DID模型并同时控制省份、行业和时间效应使用中介效应模型对降低交易成本、提

表4 更换匹配方法的稳健性检验结果

<i>tfp</i>	核匹配			马氏匹配		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>internet</i>	0.257*** (18.75)	0.259*** (18.74)	0.080*** (6.25)	0.247*** (15.11)	0.251*** (15.10)	0.075*** (4.87)
<i>cs</i>	0.010*** (33.26)	0.010*** (33.11)	0.009*** (33.01)	0.012*** (28.72)	0.012*** (28.30)	0.009*** (26.55)
<i>bv</i>	0.023 (0.50)	0.029 (0.63)	-0.059 (-1.48)	-0.049 (-0.77)	-0.044 (-0.71)	-0.125** (-2.31)
<i>da</i>	0.809*** (27.14)	0.830*** (27.86)	1.153*** (41.96)	0.844*** (20.19)	0.873*** (20.85)	1.145*** (30.04)
<i>pa</i>	0.466*** (13.81)	0.474*** (14.11)	0.531*** (18.02)	0.499*** (9.63)	0.514*** (9.97)	0.550*** (12.36)
<i>oa</i>	0.310*** (40.64)	0.293*** (37.91)	0.355*** (50.85)	0.308*** (29.10)	0.282*** (25.92)	0.351*** (35.36)
<i>ga</i>	0.169*** (15.04)	0.178*** (15.89)	0.184*** (18.24)	0.134*** (7.42)	0.148*** (8.27)	0.162*** (10.28)
<i>_cons</i>	4.892*** (167.93)	5.331*** (52.20)	4.840*** (49.13)	4.840*** (123.38)	5.298*** (47.20)	4.862*** (43.04)
行业效应	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
地区效应	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
年份效应	No	No	Yes	No	No	Yes
观察值	10519	10519	10519	5688	5688	5688

高资源利用效率和促进技术创新3个机制进行检验。中介效应模型式(1)中总效应的回归结果如表2中列(3)所示,互联网化对企业的全要素生产率提升在1%的水平上有着显著的积极作用,估计系数为0.076。

3.3.1 降低交易成本

交易成本中介变量 M_{it} 分别为销售成本 $cost_s$ 和管理成本 $cost_a$ 。交易成本中介效应估计结果如表5所示。

结果显示,互联网化在1%的水平上显著降低了企业的管理成本。管理成本对全要素生产率的影响在1%的水平上显著为负,说明管理成本在互联网化与全要素生产率的关系之间起到了部分中介的作用,即互联网化可以通过降低企业的管理成本来提高全要素生产率。列(1)的估计结果则显示,互联网化在1%的水平上显著提高了企业的销售成本。销售是将产成品转化为收入的

表5 降低交易成本机制估计结果

	(1)		(2)	
	<i>cost_s</i>	<i>tfp</i>	<i>cost_a</i>	<i>tfp</i>
<i>internet</i>	1.176*** (5.66)	0.083*** (5.31)	-0.486*** (-3.04)	0.058*** (3.97)
<i>cost_s</i>		-0.007*** (-7.01)		
<i>cost_a</i>				-0.036*** (-31.52)
<i>_cons</i>	11.07*** (7.89)	4.861*** (43.69)	18.32*** (21.45)	5.407*** (52.03)
控制变量	控制	控制	控制	控制
行业效应	Yes	Yes	Yes	Yes
地区效应	Yes	Yes	Yes	Yes
年份效应	Yes	Yes	Yes	Yes
观察值	5885	5885	5886	5886

重要环节,产品销售收入是制造业企业的主营业务收入,企业互联网化过程中对互联网销售平台和技术投入、对售前的分析计算、售中的快速响应和售后的完备服务都增加了企业的销售成本。而销售成本对全要素生产率在1%的水平上存在着显著的抑制作用,这就导致了制造业互联网化战略行为增加了企业的销售成本从而降低了企业的全要素生产率。

3.3.2 提高资源利用效率

资源利用效率中介变量 M_{it} 分别为存货周转率 itr 和存货水平 inv 。资源利用效率中介效应估计结果如表6所示。

列(2)的回归结果显示,互联网化在1%的水平上显著降低了企业的存货水平。存货水平对全要素生产率的影响在1%的水平上显著为负,说明存货水平显著抑制了全要素生产率的提升。存货水平在互联网化与全要素生产率的关系之间起到了部分中介的作用,即互联网化可以通过降低企业的存货水平来提高全要素生产率。列(1)的估计结果则显示,互联网化对存货周转速度的影响并不显著。而存货周转速度对企业全要素生产率在1%的水平上存在着显著的促进作用。

对于自变量作用于中介变量和中介变量作用于因变量的估计系数并不都显著的情况(温忠麟和叶宝娟,2014)^[22],进一步地使用Sobel检验和

表6 提高资源利用效率机制估计结果

	(1)		(2)	
	<i>itr</i>	<i>tfp</i>	<i>inv</i>	<i>tfp</i>
<i>internet</i>	0.008 (0.08)	0.077*** (4.93)	-0.021*** (-3.15)	0.062*** (4.07)
<i>itr</i>		0.027*** (13.11)		
<i>inv</i>				-0.599*** (-20.53)
<i>_cons</i>	-1.356** (-2.27)	4.812*** (44.01)	0.461*** (12.32)	5.057*** (45.96)
控制变量	控制	控制	控制	控制
行业效应	Yes	Yes	Yes	Yes
地区效应	Yes	Yes	Yes	Yes
年份效应	Yes	Yes	Yes	Yes
观察值	5886	5886	5886	5886

Bootstrap检验中介效应是否存在,Sobel检验和Bootstrap检验的结果均表明存在中介效应。综上,制造业互联网化可以通过提高存货周转率和降低存货水平即提高资源利用效率来提高全要素生产率。

3.3.3 促进技术创新

技术创新中介变量 M_{it} 分别为研发支出 rde 、技术人员投入 tp 和技术资产价值 tav 。技术创新中介效应估计结果如表7所示。

表7 促进技术创新机制估计结果

	(1)		(2)		(3)	
	<i>rde</i>	<i>tfp</i>	<i>tp</i>	<i>tfp</i>	<i>tav</i>	<i>tfp</i>
<i>internet</i>	0.256*** (6.56)	0.082*** (5.26)	0.160*** (4.92)	0.057*** (3.54)	0.449*** (3.01)	0.076*** (2.94)
<i>rde</i>		0.239*** (43.35)				
<i>tp</i>				0.239*** (35.99)		
<i>tav</i>						0.021*** (5.86)
<i>_cons</i>	6.288*** (25.24)	3.125*** (30.80)	4.754*** (22.84)	3.636*** (36.52)	5.107*** (6.33)	4.450*** (26.04)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制

续 表

	(1)		(2)		(3)	
	<i>rde</i>	<i>tfp</i>	<i>tp</i>	<i>tfp</i>	<i>tav</i>	<i>tfp</i>
行业效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
地区效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观察值	5268	5268	5412	5412	2126	2126

列(1)~(3)的回归结果显示,互联网化皆在1%的水平上显著提高了企业的研发支出、技术人员投入和技术资产价值水平。研发支出、技术人员投入和技术资产价值水平对全要素生产率的影响分别在1%的水平上显著为正,说明研发支出、技术人员投入和技术资产价值水平显著促进了全要素生产率的提升。技术创新水平在互联网化与全要素生产率的关系之间起到了部分中介的作用,即互联网化可以通过提高企业的研发支出、技术人员投入以及技术资产价值水平来提高全要素生产率。

3.4 内生性分析

基准模型中通过控制省份、行业和时间效应在一定程度上缓解了基准模型的内生性问题。同时将互联网化视为一项自然实验,使用倾向性得分匹配和双重差分法,进一步消除内生性问题带

来的估计偏差。在中介效应模型下,互联网化变量仍被视为一项外生的自然实验,中介效应模型三步回归中前两步中互联网化变量的系数估计结果依然有效。而在三步回归的第三步中,中介变量交易成本、资源利用效率和技术创新能力与因变量全要素生产率可能存在一定的逆向因果关系,导致模型可能存在一定的内生性问题。为验证影响机制分析中中介变量对因变量的作用效应稳健,生成各中介变量的滞后1期 l_cost_s 、 l_cost_a 、 l_itr 、 l_inv 、 l_rde 、 l_tp 和 l_tav ,将中介变量的滞后项作为工具变量依次进行回归。使用2SLS法对中介效应模型第三步即式(3)进行工具变量检验,模型的其它设定与前3节保持一致。为观察得更加直观,仅列出中介变量的系数估计值 γ_M 及 t 值。估计结果如表8所示。

表8 工具变量回归结果

	2SLS						
	<i>cost_s</i>	<i>cost_a</i>	<i>itr</i>	<i>inv</i>	<i>rde</i>	<i>tp</i>	<i>tav</i>
γ_M	-0.007*** (-5.12)	-0.057*** (-20.06)	0.032*** (9.40)	-0.526*** (-9.48)	0.304*** (42.09)	0.339*** (39.52)	0.041*** (5.42)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
地区效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观察值	3151	3151	3151	3151	2774	2870	1013
	表5		表6		表7		
γ_M	-0.007*** (-7.01)	-0.036*** (-31.52)	0.027*** (13.11)	-0.599*** (-20.53)	0.239*** (43.35)	0.239*** (35.99)	0.021*** (5.86)

观察回归结果可以发现,工具变量回归的估计结果与中介效应模型估计结果其系数的显著性和正负方向一致,估计结果基本一致,表示中介效应模型不存在严重的内生性问题。由此可知机制分析结果和结论依然稳健成立。

4 对策建议

本文的研究结果表明制造业互联网化对全要素生产率存在着显著的促进作用。此外,制造业互联网化还能通过影响企业的交易成本、资源利用效率和技术创新能力进而影响全要素生产率。基于本文的研究基础和主要研究结论并综合制造业的现实情况,本文提出的对策建议如下:

(1) 为制造业互联网化提供相关的条件基础。研究发现,制造业互联网化有益于制造业全要素生产率的提升,促进制造业高质量发展,但从整体来看制造业的互联网化水平仍存在很大的发展空间,仍有相当多的制造业企业并未进行互联网化。促进制造业互联网化,必须要继续强化互联网思维,提升制造业企业的互联网创新意识,促进制造业和互联网的深度融合以实现制造业从中国制造向“中国质造”和“中国智造”方向发展。从中国的政策规划内容可以看出利用互联网赋能制造业已上升为国家意志,但战略上仍需要继续深化推进制造业互联网化。需要加快基础设施建设、搭建相关服务平台以及制定相关人才的长远培养方案。政府应当加快建设以互联网相关基础设施建设为代表的新基建,尤其是其中的信息和融合基础设施建设,为制造业互联网化提供强大的支撑基础。成立专门的服务部门承担深化制造业互联网化过程促进融合过程中的引导、监督和协调等事务,为制造业的全面和深度服务化护航。大力培育互联网时代了解制造业和互联网领域的复合型创新人才,搭建相关的产学研合作的实训基地来综合培养所需人才,为制造业互联网化提供源源不断的发展活力。

(2) 通过财政补贴和税收优惠政策来帮助和激励制造业企业进行互联网化。研究发现不同制造业企业的互联网化动力以及互联网化对全要素生产率的提升作用有所差异,需要针对制造业企业需求和特征制定细致而全面的互联网发展战略。

政府需要积极且广泛地听取来自制造业企业关于互联网化的意见,让制造业企业也参与到政策的制定中来,建立良好的联动关系以持续推进制造业的互联网化。通过财政补贴和税收优惠政策来帮助和激励制造业企业进行互联网化,减轻有互联网化意向企业的成本负担。对于国有企业,要通过一定程度上规制的放松让其在互联网化实施过程中大展身手;对于非技术密集型企业,鼓励其进行相关知识技术的学习和人才的培训,抓住互联网这一机会提高自身竞争力。

(3) 优化制造业创新发展的制度环境。除去互联网相关的基础设施建设这一支撑基础外,制造业互联网化乃至制造业互联网融合都离不开互联网信息技术的进步与创新。政府需完善技术和知识的产权激励和保护政策,将科研技术人员的激励和奖励政策落到实处。同时鼓励发展的主体即制造业企业进行相关研发活动,同时促进成果的落地和市场化应用。这就需要政府积极地建立知识产权产业化制度和技术成果的交易市场,推进高效率高质量创新成果的产业化应用。

参 考 文 献

- [1] 刘姿均, 陈文俊. 中国互联网发展水平与经济增长关系实证研究 [J]. 经济地理, 2017, 37 (8): 108~113, 154.
- [2] Niebel T. ICT and Economic Growth—Comparing Developing, Emerging and Developed Countries [J]. World Development, 2018, 104: 197~211.
- [3] Cardona M, Kretschmer T, Strobel T. ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature [J]. Information Economics and Policy, 2013, 25 (3): 109~125.
- [4] 谭清美, 陈静. 信息化对制造业升级的影响机制研究——中国城市面板数据分析 [J]. 科技进步与对策, 2016, 33 (20): 55~62.
- [5] Abeliatsky A L, Hilbert M. Digital Technology and International Trade: Is It the Quantity of Subscriptions or the Quality of Data Speed that Matters? [J]. Telecommunications Policy, 2017, 41 (1): 35~48.
- [6] 韩玉军, 李子尧. 互联网普及与国际贸易——基于出口方视角的研究 [J]. 国际经贸探索, 2020, 36 (10): 22~39.
- [7] 沈悦, 郭品. 互联网金融、技术溢出与商业银行全要素生产率 [J]. 金融研究, 2015, (3): 160~175.
- [8] 万宝瑞. 我国农村又将面临一次重大变革——“互联网+三农”调研与思考 [J]. 农业经济问题, 2015, 36 (8): 4~7.
- [9] 童有好. “互联网+制造业服务化”融合发展研究 [J]. 经济纵横, 2015, (10): 62~67.

- [10] 张伯旭, 李辉. 推动互联网与制造业深度融合——基于“互联网+”创新的机制和路径 [J]. 经济与管理研究, 2017, 38 (2): 87~96.
- [11] 纪玉俊, 张彦彦. 互联网+背景下的制造业升级: 机理及测度 [J]. 中国科技论坛, 2017, (3): 50~57.
- [12] 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, 2020a, 55 (1): 33~48.
- [13] 沈国兵, 袁征宇. 互联网化对中国企业出口国内增加值提升的影响 [J]. 财贸经济, 2020b, 41 (7): 130~146.
- [14] 沈国兵, 袁征宇. 互联网化、创新保护与中国企业出口产品质量提升 [J]. 世界经济, 2020c, 43 (11): 127~151.
- [15] Yushkova E. Impact of ICT on Trade in Different Technology Groups: Analysis and Implications [J]. International Economics and Economic Policy, 2014, 11 (1-2): 165~177.
- [16] 何大安. 互联网应用扩张与微观经济学基础——基于未来“数据与数据对话”的理理解说 [J]. 经济研究, 2018, 53 (8): 177~192.
- [17] Cheng Y, Tao F, Xu L, et al. Advanced Manufacturing Systems: Supply-demand Matching of Manufacturing Resource Based on Complex Networks and Internet of Things [J]. Enterprise Information Systems, 2018, 12 (7): 780~797.
- [18] 龚关, 胡关亮. 中国制造业资源配置效率与全要素生产率 [J]. 经济研究, 2013, 48 (4): 4~15, 29.
- [19] 李平, 李淑云, 杨俊. 要素错配、企业存续与全要素生产率 [J]. 南开经济研究, 2018, (5): 155~175.
- [20] 韩先锋, 宋文飞, 李勃昕. 互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗 [J]. 中国工业经济, 2019, (7): 119~136.
- [21] Paunov C, Rollo V. Has the Internet Fostered Inclusive Innovation in the Developing World? [J]. World Development, 2016, 78: 587~609.
- [22] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展 [J]. 心理科学进展, 2014, 22 (5): 731~745.

Research on the Improvement Mechanism of Internetization on Total Factor Productivity in Manufacturing Industry ——An Analysis Based on Mediation Effects and PSM-DID Model

Wang Fang Gao Yuexian

(School of Economics, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

[Abstract] In the new development stage China has to promote high-quality development as a strategic direction, and transforming the way of life, production and governance with digital transformation is a major strategy in the 14th Five-Year Plan. For the manufacturing industry, the pillar of the national economy, it is key to transform its own organizational form and expand organizational boundaries with the help of internetization to realize the improvement of total factor productivity. The analysis of this paper summarizes three mechanisms for internet-enabled manufacturing industries to enhance total factor productivity, namely, reducing transaction costs, optimizing resource allocation and promoting technological innovation. And based on the data of listed manufacturing companies during 2010~2019, the impact mechanisms are verified using propensity-score-matching double-difference method. It is found that manufacturing internetization can significantly improve the total factor productivity of enterprises, and it can enhance total factor productivity by improving resource allocation efficiency and technological innovation capability. However, to a certain extent, internetization can cause an increase in costs, which will have a certain inhibitory effect on the increase of total factor productivity.

[Key words] internetization; manufacturing; total factor productivity; influence mechanism; resource use efficiency; technological innovation ability

[Jel classification] L86; L60

(责任编辑: 张舒逸)