

【产业发展】

数字经济能否推动中国产业结构转型？

——基于效率型技术进步视角

白雪洁 宋培 李琳 廖赛男

【摘要】经济高质量发展背景下,数字经济正成为推动中国产业结构转型的新动能。本文通过构建多部门经济增长模型,从效率型技术进步视角,阐述数字经济对产业结构转型的具体影响,并基于中国省级面板数据进行了实证检验。结果表明,2009–2018年中国数字经济发展迅速,但存在显著的“数字鸿沟”与区域不平衡特征;数字经济发展显著推动了中国产业结构转型,该结论在一系列稳健性检验下依然成立。异质性检验表明,东部和中部地区数字经济显著推动了产业结构转型,且东部地区的推动作用远远大于中部地区,而西部地区数字经济发展对产业结构转型的影响不显著;相较于2013年之前,2013年之后中国的数字经济发展更快,对产业结构转型的影响显著为正,且推动作用明显增强。传导机制检验表明,数字经济可以通过产业间技术进步差异有效推动产业结构转型。以上结论为中国加快推进数字化建设和产业结构转型提供了经验证据和政策启示。

【关键词】数字经济;产业结构转型;技术进步;经济增长;区域异质性

【作者简介】白雪洁(1971–),女,南开大学经济与社会发展研究院副院长,教授,博士生导师;宋培,李琳,廖赛男,南开大学经济学院(天津 300071)。

【原文出处】《西安交通大学学报》:社会科学版,2021.6.1~15

【基金项目】国家社会科学基金重大项目(20&ZD067);国家社会科学基金项目(18BJY100)。

伴随着移动互联网、大数据、云计算及人工智能等新一代信息技术的迭代更新,数据作为一种新型生产要素日益渗透到经济社会生活的方方面面。以数据的产生、收集、传输、挖掘、分析、利用为产业活动内容提供产品和服务,实现价值增值的数字产业化,以及在新一代信息及数字技术支撑下,数据作为关键要素进入既有产业系统中,与资金、劳动力、技术等生产要素融合,对产业链上下游的全要素进行数字化升级、转型和再造的产业数字化共同构成了数字经济。数字经济正成为新常态下中国经济高质量增长的新引擎,其对产业结构的影响从数字产业化层面来看是“出新”,表现为新技术、新业态、新模式不断涌现;从产业数字化层面来讲是“焕新”,表现为赋能既有产业,以数据要素激励资金、技术、劳动力等实现再配置,以降低成本、提高效率、提升价

值。无论“出新”还是“焕新”,都会加速各类有形和无形生产要素在产业间的流动并改变其配置状态,这就是产业结构转型的过程。近几年,中国数字经济发展迅速,在刺激消费、拉动投资、创造就业及激励创新等方面产生了深远影响。根据中国信息通信研究院发布的《中国数字经济发展白皮书(2020年)》,2019年,中国数字经济增加值高达35.8万亿元,在GDP中的占比达到36.2%。如此规模庞大的数字经济体系包含“出新”与“焕新”的全部价值增量,这一价值创造过程,是否能够或已经改变面临结构性扭曲的中国产业结构,是本文探求的核心问题。

随着中国经济由高速增长阶段迈向高质量发展阶段,产业结构的深度调整升级是必然趋势,供给侧结构性改革是实现这一转型升级的重要推动力量。在数据作为一种新的生产要素被纳入经济和产业系

统后,不仅以数据为核心会产生新的价值创造活动,而且赋能传统生产要素会引起要素再配置激励,将会对产业结构转型升级产生深刻影响。但产业结构转型升级是引起供给端变革的一个长期变化过程,数字经济的赋能作用能否显现以及需要多长时间来显现,是一个值得探究的问题。任何一个国家或地区的产业结构都呈现短期相对静止、长期动态演进的转型升级过程,这与经济发展的阶段密切相关,有学者称之为工业化阶段的“结构性加速”向城市化阶段的“结构性减速”的必然趋势^[1]。所谓加速和减速,其实是由生产要素在生产率不同的部门间流动决定的,这里隐含着一个工业经济时代可能具有的一般性规律,即第一产业的生产率低于第二产业,所以工业化会带来“结构性增速”,第三产业的生产率也低于第二产业,所以城市化阶段会导致“结构性减速”。但这一规律一方面需要高度竞争的市场来实现,另一方面,关于产业部门间生产率的高低判断,在数字经济时代可能发生颠覆性变化,如曾经被认为会产生鲍莫尔“成本病”的生活性服务业恰恰可能因为数字经济带来的机器换人和商业模式的变化而迅速提高生产率,削弱“成本病”。现实中,新古典主义所描述的要素自由流动、市场出清的假设实难满足,以新技术、新产业变革的外力推动产业结构转型正逢其时^[2]。进一步讲,当下中国产业结构转型面临农业现代化水平低、先进制造业创新驱动不足以及现代服务业发展滞后等问题,通过数字经济的渗透赋能,可能改变生产要素的种类、总量和结构,更可能提高要素资源的配置和再配置效率,为中国产业结构转型带来新的机遇。那么,数字经济发展能否有效推动中国产业结构转型?数字经济推动产业结构转型的内在机理是什么?考虑到地区数字经济发展的水平差异,数字经济对产业结构转型的影响是否存在显著的异质性?考虑到数字经济对产业结构转型的影响需要时间,其表现结果如何?针对这些问题,本研究希望能够提供理论依据与政策建议。

一、文献回顾

本文的研究主题是数字经济能否推动中国产业结构转型,并从效率型技术进步的视角探讨其内在机制,相关文献集中在以下几个方面。

一是有关数字经济的研究。数字经济这一概念最早在《数字经济:网络智能时代的前景和危险》中被提出,定义为以数字方式呈现信息流的经济模

式^[3]。2016年的G20峰会赋予数字经济新的内涵,将其定义为以数字化知识与信息为生产要素、现代信息网络为载体、信息通信技术为支撑,推动经济效率提升和结构优化的经济活动。2018年,经济合作与发展组织(OECD)基于交易性质视角对数字经济活动进行了界定。围绕以上定义,学者们对数字经济的统计方法及经济影响展开了广泛的讨论与研究,在中国相关统计分类的基础上,提出了中国数字经济产业统计分类方法,并就统计结果进行了国际比较分析,从微观、宏观两个视角阐明了数字经济推动经济高质量发展的机理与路径^[4-5]。

二是有关产业结构转型的研究。产业结构转型实质上是经济要素在产业间的再配置,以及由此引发的产业部门间经济活跃水平和效率水平差异。产业结构转型的经典理论是揭示其发展规律的Kuznets事实。但随着技术持续进步和产业的不断细分,以三次产业间关系阐释的产业结构转型理论已经难以探测到更深层次的问题。一直以来,学者认为推动产业结构转型的根本因素来自鲍莫尔效应和恩格尔效应^[6]。鲍莫尔效应基于供给侧视角,认为产业结构转型的动力来自产业部门间产品相对价格;恩格尔效应基于需求侧视角,认为产业结构转型的动力来自产业部门间产品需求收入弹性。此后,大量文献基于这两个根本因素,研究推动产业结构转型的间接因素,包括技术进步、国际贸易、消费偏好等^[7-9]。

三是有关数字经济影响产业结构转型的研究。数字经济已成为中国产业结构迈向中高端的重要驱动力,互联网作为数字经济的重要支撑,能够持续推动产业结构合理化,与产业结构高级化之间呈现显著的U形关系^[10-11]。产业智能化是产业数字化的具体表现,会引致更多的高技术人才需求,影响资本、劳动等生产要素在产业间的重新配置,进而推动产业结构转型^[12]。也有研究通过构建多部门动态一般均衡模型,从生产要素的部门间流动视角探讨人工智能推动产业结构转型升级^[13]。

综上所述,尽管已有文献强调了互联网、人工智能等在推动产业结构转型方面的重要性和宏观上的学理逻辑,但少有研究深入探讨数字经济对产业结构转型的内在影响机制及其具体影响效果,且相关实证研究匮乏。鉴于此,本文通过构建多部门经济增长模型,从效率型技术进步视角,阐述数字经济对产业结构转型的内在影响机制,并基于2009-2018年中国

省级面板数据对两者之间的关系进行实证检验。

二、理论模型

(一)模型设定

本文在 Aghion 等^[14]的基础上,将数字经济纳入厂商生产活动中,通过构建包含通用产品部门、行业产品部门和研发部门的多部门经济增长模型阐述数字经济推动产业结构转型的影响机制。模型中假设一国经济体中有三个部门:通用产品部门、行业产品部门和研发部门。其中,通用产品部门采用常数替代弹性(CES)生产技术,通过投入 n 个行业的最终产品生产通用产品;行业最终产品由 n 个行业生产,每个行业通过投入劳动和最新技术的中间产品垄断生产一种最终产品;行业中间产品由研发部门研发并生产,技术进步体现为行业中间产品的“更新换代”,通过研发部门的技术创新实现;数字技术的产生提高了研发部门技术创新的成功概率和资源的配置效率,然而数字技术在应用上存在显著的行业异质性,导致行业技术进步差异,进而影响资源在各部门之间的配置,推动产业结构转型。由于模型涉及变量较多,为便于理解,作如下说明:含下标 i 的变量(Y_{it} 、 L_{it} 、 P_{it} 、 A_{it} 等)表示最终产品部门相关变量,不含下标 i 的变量(Y_t 、 P_t 、 A_t 等)表示通用产品部门相关变量,变量后加 j 的统一表示为第 j 种中间投入品的相关变量,如 $P_{it}(j)$ 、 $x_{it}(j)$ 、 $A_{it}(j)$ 等。

1.通用产品生产厂商行为

通用产品生产厂商使用 n 个行业的最终产品作为生产要素投入,以 CES 生产技术生产一种既可用于家庭消费也可用于投资的多用途通用产品。通用产品生产函数形式如下:

$$Y_t = \left(\sum_{i=1}^n \phi_i Y_{it}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (1)$$

其中, Y_t 表示通用产品生产厂商在 t 时刻生产的通用产品数量, Y_{it} 表示 i 行业最终产品生产厂商生产的最终产品数量; ϕ_i 衡量 i 行业最终产品投入在通用产品生产中的重要程度,满足 $\phi_i > 0$, $\sum_{i=1}^n \phi_i = 1$; ε 表示生产中行业最终产品投入之间的替代弹性,并且 $\varepsilon > 0$, $0 < \varepsilon < 1$ 表示行业最终产品在通用产品的生产中具有互补性, $\varepsilon > 1$ 表示行业最终产品在通用产品的生产中具有替代性;用 CES 生产函数设定的通用产品生产函数满足生产技术规模报酬不变、严格凹性与稻田条件。在完全竞争市场中,通用产品生产厂

商在行业最终产品价格 P_{it} 和通用产品价格 P_t 既定的前提下,选择最优行业最终产品投入 Y_{it} 实现自身利润最大化。

2.行业最终产品生产厂商行为

经济中存在 n 个行业最终产品部门,每个行业最终产品和要素市场都是完全竞争的,行业最终产品生产厂商使用劳动和专业化的中间产品作为生产要素投入。其中,专业化中间产品连续统为 1,生产函数形式如下:

$$Y_{it} = L_{it}^{1-\alpha} \int_0^1 A_{it}^{1-\alpha}(j) x_{it}^{\alpha}(j) dj \quad (2)$$

其中, L_{it} 表示生产 i 行业最终产品的劳动投入数量,满足各行业劳动总和等于经济体的劳动禀赋,即 $\sum_{i=1}^n L_{it} = L_t$; $x_{it}(j)$ 表示 i 行业最终产品生产过程中使用的第 j 种中间产品投入数量; $A_{it}(j)$ 表示 i 行业第 j 种中间产品的技术水平。行业最终产品生产函数满足生产技术规模报酬不变、严格凹性与稻田条件。在完全竞争市场中, i 行业最终产品生产厂商在中间产品价格 $P_{it}(j)$ 、劳动力报酬 W_{it} 既定的前提下,选择最优 i 行业中间产品投入 $x_{it}(j)$ 和劳动投入 L_{it} 实现自身利润最大化。

3.研发部门的生产及技术创新行为

研发部门由资本家成员组成,假设市场中的每个资本家垄断生产一种中间产品,资本家的逐利行为将会迫使他们从利润低的行业往利润高的行业流动。中间产品的生产以该行业最终产品作为主要投入,为方便说明本文的核心问题,假设每生产 1 单位中间产品需要消耗 1 单位该行业最终产品。资本家在行业最终产品价格 P_{it} 既定的条件下,选择合适的中间产品产量与价格使得自身利润最大化。

为防止被技术更高的同类中间产品替代,维持行业中间产品生产的垄断权,资本家需要进行技术创新来提高该中间产品的生产效率和技术水平。但研发活动的结果具有偶然性,假设 i 行业 t 时刻第 j 种中间产品的研发活动成功概率为 $\tau_{it}(j)$,则技术水平将从 $A_{it}(j)$ 提升到 $\gamma_t A_{it}(j)$,其中, $\gamma_t > 1$ 。反之,研发活动失败的概率为 $1 - \tau_{it}(j)$,中间产品的技术水平将保持在 $A_{it}(j)$ 。根据 Aghion 等^[14]的研究,本文将研发活动成功的概率表示为研发投入的函数。其中,研发投入用行业最终产品衡量,为避免规模效应,借鉴易信等^[15]的做法,将其表示如下:

$$\tau_{it}(j) = \lambda_i \left[\frac{R_{it}(j)}{L_{it} A_{it}^{\alpha}(j)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

其中, $R_{it}(j)$ 为研发投入, $A_{it}^*(j)$ 为创新目标, λ_i 为研发效率。

4. 数字经济发展的增效机制

数字经济发展可以从多方面提升各部门的资源配置效率。首先, 数字经济推动生产要素向多元化、复杂化以及高级化发展。数字化的生产要素通过数据搜集、数据分析以及绩效反馈等优化机制, 实现与实体经济的深度融合, 催生出智能制造、个性化定制以及网络化协同等新的制造模式, 推动生产活动高效运行。其次, 数字经济的发展催生出一批新的商业模式(O2O、共享经济等), 极大地降低了经济主体之间的交易成本, 不仅能有效创造新的需求, 同时能够高效实现供需动态平衡。再次, 数字经济有利于推动合作研发, 发挥技术创新效应。对研发部门来说, 研发活动离不开各研发主体之间的紧密联系与合作交流, 既要符合消费者的实际需求, 同时要考虑研发活动的不确定性。数字技术的应用有利于打破研发主体之间的空间地理距离, 加强各主体之间的集体学习和知识社会化进程, 有效降低研发风险与协调成本, 提高创新效率。最后, 数字经济打破了产业和地区间的地理距离, 加速了产业间、区域间的技术溢出与扩散进程。

综上所述, 数字经济发挥的最显著作用是实现资源高效配置, 为将这一属性纳入模型, 本文将数字经济发展水平纳入研发部门的创新效率中, 即数字经济发展推动了技术创新效率。主要体现在两个方面: 一是数字经济提高了研发活动效率, 进而增加了技术创新的成功概率; 二是基于数字化投入的研发活动提升了中间产品的数字化技术, 促使生产要素在生产过程中以更高效的方式组合使用。此外, 由于数字技术在各行业的应用具有显著的差异性, 考虑到不同行业与数字技术的适配性问题, 本文将匹配度纳入模型, 即研发部门的研发效率可以表示为数字经济发展水平、该行业与数字技术匹配度的增函数, 表示如下:

$$\lambda_i = \theta \text{Dig}_i^{\beta_1} \text{Mat}_i^{\beta_2} \quad (4)$$

其中, θ 表示外生的效率参数, Dig_i 表示数字经济发展水平, Mat_i 表示数字技术与行业的匹配度, β_1 和 β_2 表示数字经济发展水平与匹配度的效率参数。

(二) 模型优化

1. 行业产品部门厂商的优化行为

根据行业产品的生产函数, 行业最终产品生产厂商的最优行为可以表示为:

$$\max P_{it} L_{it}^{1-\alpha} \int_0^1 A_{it}^{1-\alpha}(j) x_{it}^\alpha(j) dj - W_{it} L_{it} - \int_0^1 P_{it}(j) x_{it}(j) dj \quad (5)$$

在劳动力市场与中间产品市场完全竞争的情况下, 根据最大化的一阶条件可得:

$$P_{it}(j) = \alpha P_{it} L_{it}^{1-\alpha} A_{it}^{1-\alpha}(j) x_{it}^{\alpha-1}(j) \quad (6)$$

$$W_{it} = (1-\alpha) P_{it} L_{it}^{-\alpha} \int_0^1 A_{it}^{1-\alpha}(j) x_{it}^\alpha(j) dj \quad (7)$$

其中, 式(6)可以看作行业最终产品生产厂商对中间产品的需求函数, 式(7)可以看作行业最终产品生产厂商对劳动的需求函数。在给定中间产品需求的情况下, 从事中间产品生产的厂商选择合适的中间产品价格与中间产品产量使得自身利润最大化。中间产品厂商的最优行为可以表示为:

$$\max P_{it}(j) x_{it}(j) - P_{it} x_{it}(j) \quad (8)$$

将式(6)代入式(8), 将中间产品厂商的优化行为转换为:

$$\max \alpha P_{it} L_{it}^{1-\alpha} A_{it}^{1-\alpha}(j) x_{it}^\alpha(j) - P_{it} x_{it}(j) \quad (9)$$

根据最大化的一阶条件可得:

$$x_{it}(j) = \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{it}(j) L_{it} \quad (10)$$

$$P_{it}(j) = \frac{P_{it}}{\alpha} \quad (11)$$

将式(10)(11)代入式(8)可以得到厂商选择生产中间产品的利润:

$$\pi_{it}(j) = P_{it} (1-\alpha) \alpha^{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} A_{it}(j) L_{it} \quad (12)$$

为简化分析, 本文令 $\int_0^1 A_{it}(j) dj = A_{it}$, 将 A_{it} 定义为 i 行业的平均技术进步水平。将式(10)代入行业产品生产函数, 可以得到 i 行业产品生产厂商在劳动力投入量为 L_{it} 时的最优产量:

$$Y_{it} = \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} L_{it}^{\frac{1}{1-\alpha}} \int_0^1 A_{it}(j) dj = \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{it} L_{it} \quad (13)$$

根据研发部门的最优创新行为, 中间产品研发活动的成功概率取决于 i 行业的研发效率 λ_i , 与行业中间产品的种类 j 无关, 因此, 均衡时的行业各类中间产品研发活动的成功概率一致, 本文将其设为 τ_{it} 。那么, i 行业的平均技术进步水平 A_{it} 可表示为:

$$A_{it} = \int_0^1 \gamma_i A_{it-1}(j) \tau_{it}(j) dj + \int_0^1 \gamma_i A_{it-1}(j) [1-\tau_{it}(j)] dj = \gamma_i A_{it-1} \tau_{it} + \gamma_i A_{it-1} (1-\tau_{it}) \quad (14)$$

根据式(14)可以得到 i 行业的技术进步增长率 g_{it} :

$$g_{it} = \frac{A_{it} - A_{it-1}}{A_{it-1}} = \frac{\gamma_i A_{it-1} \tau_{it} + \gamma_i A_{it-1} (1-\tau_{it}) - A_{it-1}}{A_{it-1}} = (\gamma_i - 1) \tau_{it} \quad (15)$$

2. 研发部门的最优创新行为

为维持对中间产品生产的垄断地位, 研发部门

必须通过技术创新提升中间产品的技术效率。研发部门的最优行为可以表示为:

$$\max \tau_{it}(j) \tau_{it}(j) - P_{it} R_{it}(j) \quad (16)$$

根据式(3)可得:

$$R_{it}(j) = L_{it} A_{it}^*(j) \left[\frac{\tau_{it}(j)}{\lambda_i} \right]^2 \quad (17)$$

研发部门通过选择最优的研发投入实现利润最大化的目标。式(17)表明研发投入与创新成功概率之间呈正相关关系,因此,研发部门的利润最大化问题等价于创新成功概率最大化问题。将式(17)代入式(16),可将研发部门的最优行为进一步表示为:

$$\max \tau_{it}(j) P_{it} (1 - \alpha) \alpha^{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} L_{it} A_{it}^*(j) - P_{it} A_{it}^*(j) \left[\frac{\tau_{it}(j)}{\lambda_i} \right]^2 L_{it} \quad (18)$$

根据最大化的一阶条件可得:

$$\tau_{it}(j) = \frac{1}{2} (1 - \alpha) \alpha^{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \lambda_i^2 \quad (19)$$

式(19)表明,创新是否成功取决于参数 α 和研发效率 λ_i ,因此,i行业的各类中间产品创新成功概率相等,即 $\tau_{it}(j) = \tau_{it}$ 。将式(4)(19)代入式(15),可将技术进步增长率表示为:

$$g_{it} = \frac{1}{2} (\gamma_i - 1) (1 - \alpha) \alpha^{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \lambda_i^2 = \frac{1}{2} (\gamma_i - 1) (1 - \alpha) \alpha^{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \lambda (\theta \text{Dig}_{it}^{\beta_1} \text{Mat}_{it}^{\beta_2})^2 \quad (20)$$

式(20)表明,i行业技术进步增长率取决于参数 α 、 γ_i 、 θ 、 β_1 、 β_2 以及数字经济发展水平 Digit 和i行业与数字技术的匹配度 Mat_{it} 。因此,数字经济的发展提高了行业的创新成功概率和研发投入水平,推动了行业技术效率进步。此外,数字技术与行业之间的适配度越高,技术进步越快,表明数字经济发展对不同行业技术进步存在显著的异质性影响,进而导致行业间技术进步差异。

3. 通用产品部门厂商的优化行为

根据通用产品的生产函数,通用产品生产厂商的最优行为可以表示为:

$$\max P_{it} \left(\sum_{i=1}^n \phi_i Y_{it}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} - \sum_{i=1}^n P_{it} Y_{it} \quad (21)$$

根据最大化一阶条件,即行业最终产品价格等于通用产品部门使用行业最终产品投入的边际产品价值,可以得到:

$$Y_{it} = \left(\frac{P_{it} \phi_i}{P_{it}} \right)^{\varepsilon} Y_{it} \quad (22)$$

(三) 产业结构转型与经济增长

产业结构转型是经济要素在部门间的重新配置和经济活动的再组织,主要体现为各行业产出结构、最终产品相对价格以及劳动力的结构变化。根据通用产品部门厂商的优化行为,很容易得到任意两个行业i与k间的产出结构:

$$\frac{Y_{it}}{Y_{kt}} = \frac{(P_{it} \phi_i / P_{it})^{\varepsilon} Y_{it}}{(P_{kt} \phi_k / P_{kt})^{\varepsilon} Y_{kt}} = \left(\frac{\phi_i P_{kt}}{\phi_k P_{it}} \right)^{\varepsilon} \quad (23)$$

将行业最终产品最优产出式(13)代入式(23)可得:

$$\frac{Y_{it}}{Y_{kt}} = \frac{(P_{it} \phi_i / P_{it})^{\varepsilon} Y_{it}}{(P_{kt} \phi_k / P_{kt})^{\varepsilon} Y_{kt}} = \left(\frac{\phi_i P_{kt}}{\phi_k P_{it}} \right)^{\varepsilon} = \frac{\alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{it} L_{it}}{\alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{kt} L_{kt}} = \frac{A_{it} L_{it}}{A_{kt} L_{kt}} \quad (24)$$

由于劳动力要素在行业产品部门间自由流动,因此,当劳动力市场达到均衡时,各行业产品部门的劳动力报酬相等,根据式(7)可得:

$$1 = \frac{W_{it}}{W_{kt}} = \frac{(1 - \alpha) P_{it} L_{it}^{-\alpha} \int_0^1 A_{it}^{1-\alpha}(j) x_{it}^{\alpha}(j) dj}{(1 - \alpha) P_{kt} L_{kt}^{-\alpha} \int_0^1 A_{kt}^{1-\alpha}(j) x_{kt}^{\alpha}(j) dj} \quad (25)$$

将式(10)代入式(25)可得:

$$\frac{P_{it}}{P_{kt}} = \frac{A_{kt}}{A_{it}} \quad (26)$$

对式(26)两边取对数再对时间求导可得:

$$\frac{\dot{P}_{it}}{P_{it}} - \frac{\dot{P}_{kt}}{P_{kt}} = \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} - \frac{\dot{A}_{kt}}{A_{kt}} = g_{it} - g_{kt} \quad (27)$$

将式(26)代入式(24)可得:

$$\frac{L_{it}}{L_{kt}} = \left(\frac{\phi_i}{\phi_k} \right)^{\varepsilon} \left(\frac{A_{it}}{A_{kt}} \right)^{\varepsilon-1} \quad (28)$$

对式(28)两边取对数再对时间求导,并将式(20)代入可得:

$$\frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} - \frac{\dot{L}_{kt}}{L_{kt}} = (\varepsilon - 1) \left(\frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} - \frac{\dot{A}_{kt}}{A_{kt}} \right) = (\varepsilon - 1)(g_{it} - g_{kt}) = \mu(\varepsilon - 1)[(\gamma_i - 1)(\theta \text{Dig}_{it}^{\beta_1} \text{Mat}_{it}^{\beta_2})^2 - (\gamma_k - 1)(\theta \text{Dig}_{kt}^{\beta_1} \text{Mat}_{kt}^{\beta_2})^2] \quad (29)$$

记 $d_{it} = \frac{L_{it}}{L_{it}} = L_{it} / \sum_{i=1}^n L_{it}$,表示i行业所占的劳动力份额。根据式(28)可得:

$$L_{it} = \frac{A_{it}^{\varepsilon-1} \phi_i^{\varepsilon}}{\sum_{i=1}^n A_{it}^{\varepsilon-1} \phi_i^{\varepsilon} L_{it}} \quad (30)$$

式(29)中, $\mu = \frac{1}{2} (1 - \alpha) \alpha^{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}}$ 且满足 $\mu > 0$ 。式(27)

表明行业产品部门的相对价格变化取决于部门间的技术进步增长率,技术进步增长率快的部门其产品

价格变化率低于技术进步增长率慢的部门;式(29)表明行业产品部门的劳动变化取决于各行业最终产品在通用产品生产中的替代弹性 ε 和部门间的技术进步增长率。具体来说,当 $0 < \varepsilon < 1$ 时,行业最终产品在通用产品生产中的替代性低,技术进步增长率快的部门具有更低的生产成本优势,使用现有劳动力将会生产出过剩的产品,劳动力将逐渐从技术进步增长率快的部门向技术进步增长率慢的部门转移;反之,当 $\varepsilon > 1$ 时,行业最终产品在通用产品生产中的替代性高,劳动力将逐渐从技术进步增长率慢的部门向技术进步增长率快的部门转移。由于技术进步与数字经济发展水平 Dig_{it} 和 i 行业与数字技术的匹配度 Mat_{it} 有关,即数字经济发展越迅速、数字技术匹配度越高的行业技术进步越快,因此数字经济发展会通过影响行业产品部门的技术进步率,推动产业结构转型。

为说明行业产品部门劳动份额在刻画产值份额方面具有相同的效果,接下来本文证明行业产品部门产值份额与劳动力份额保持一致。

根据式(22)(26)可得:

$$\frac{P_{it} Y_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{it} Y_{it}} = \frac{P_{it} (P_i \phi_i / P_{it})^\varepsilon Y_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{it} (P_i \phi_i / P_{it})^\varepsilon Y_{it}} = \frac{P_{it} (\phi_i / P_{it})^\varepsilon}{\sum_{i=1}^n P_{it} (\phi_i / P_{it})^\varepsilon} = \frac{A_{it}^{\varepsilon-1} \phi_i^\varepsilon}{\sum_{i=1}^n A_{it}^{\varepsilon-1} \phi_i^\varepsilon} = d_{it} \quad (31)$$

以上讨论了数字经济发展、技术进步以及产业结构转型之间的关系。分析表明,当行业中间产品市场和劳动力市场达到均衡时,行业最终产品的产量 $Y_{it} = \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{it} L_{it}$,将其代入式(1)可得:

$$Y_{it} = \left[\sum_{i=1}^n \phi_i \left(\alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{it} L_{it} \right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} = \left[\sum_{i=1}^n \phi_i \left(\alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{it} d_{it} L_{it} \right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} = \left[\sum_{i=1}^n \phi_i \left(A_{it} d_{it} \right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} L_{it} = \left[\sum_{i=1}^n \phi_i \left(A_{it} \left(\frac{A_{it}^{\varepsilon-1} \phi_i^\varepsilon}{\sum_{i=1}^n A_{it}^{\varepsilon-1} \phi_i^\varepsilon} \right) \right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} L_{it} = \left(\sum_{i=1}^n \phi_i^\varepsilon A_{it}^{\varepsilon-1} \right)^{\frac{1}{\varepsilon-1}} \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} L_{it} = \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{it} L_{it} \quad (32)$$

其中, A_{it} 表示通用产品部门的技术水平,由行业

产品部门技术水平的函数表示,进一步求得人均产出 y_{it} :

$$y_{it} = \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{it} \quad (33)$$

对式(33)两边取对数再对时间求导,可以得到人均产出的增长率等于通用产品部门的技术进步增长率:

$$\frac{\dot{y}_{it}}{y_{it}} = \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} \quad (34)$$

$$A_{it} = \left(\sum_{i=1}^n \phi_i^\varepsilon A_{it}^{\varepsilon-1} \right)^{\frac{1}{\varepsilon-1}} \quad (35)$$

对式(35)两边取对数再对时间求导可得:

$$\frac{\dot{y}_{it}}{y_{it}} = \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i^\varepsilon A_{it}^{\varepsilon-1} g_{it}}{\sum_{i=1}^n \phi_i^\varepsilon A_{it}^{\varepsilon-1}} = \sum_{i=1}^n d_{it} g_{it} \quad (36)$$

其中, $\sum_{i=1}^n d_{it} = 1$ 。据此,一国经济增长取决于行业产品部门的技术进步增长率,当行业产品部门具有相同的技术进步增长率,即 $g_{it} = g^*$ 时,经济增长率为 $\dot{y}_{it}/y_{it} = g^*$ 。当 $0 < \varepsilon < 1$ 时,若某行业拥有较高的技术进步增长率,该行业劳动力份额、生产份额将会逐渐降低,此时技术进步增长率慢的行业在一国经济体中所起的作用会逐渐增大。当 $\varepsilon > 1$ 时,若某行业拥有较高的技术进步增长率,该行业劳动力份额、生产份额将会逐渐增加,此时技术进步增长率快的行业在一国经济体中所起的作用会逐渐增大。

三、研究设计

本文理论机制分析表明,数字经济发展虽然可以整体提高行业技术进步水平,但行业间数字经济发展水平和匹配度的不同会导致技术进步增长率存在显著差异,进而推动产业结构变动。这种变动呈现出新技术、新产品、新服务、新业态、新模式等创新驱动的特征以及资源集约和环境友好属性,并体现为要素配置效率提升等趋势,即产业结构转型。接下来,本文将构建计量模型,实证检验数字经济对中国产业结构转型的具体影响及其传导机制。

(一)模型构建

为考察数字经济对产业结构转型的影响,本文根据中国2009—2018年30个省份(中国香港、澳门、台湾和西藏地区除外)的面板数据进行实证分析。计量模型设定如下:

$$Str_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{it} + \alpha_2 Control_{it} + \delta_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (37)$$

其中,下标 i 和 t 分别表示省份和年份, Str 为产

业结构转型,Dig为数字经济;Control表示控制变量,具体包括环境规制(Ers)、外商直接投资(Fdi)、政府干预程度(Gov)、经济发展水平(Pgdp)、国外需求(Ex);为控制省份层面不随时间变化的不可观测因素,本文加入省份固定效应 δ_i ; δ_t 表示时间固定效应,用于控制对全部省份而言具有共同影响的宏观经济因素; ε_{it} 为随机扰动项。

本文的理论分析表明,数字经济可以通过影响产业间技术进步差异推动产业结构转型。为此,构建如下中介效应检验模型:

$$Str_{it}=\alpha_0+\alpha_1Dig_{it}+\alpha_2Control_{it}+\delta_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \tag{38}$$

$$Tech_{it}=\beta_0+\beta_1Dig_{it}+\beta_2Control_{it}+\delta_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \tag{39}$$

$$Str_{it}=\gamma_0+\gamma_1Dig_{it}+\gamma_2Tech_{it}+\gamma_3Control_{it}+\delta_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \tag{40}$$

其中,技术进步差异(Tech)为中介变量。根据中介效应检验的逐步回归法,若式(38)的回归系数 α_1 显著,则存在中介效应立论,但无论 α_1 是否显著,都要进行后续检验。式(39)用来检验数字经济对技术进步差异的影响是否显著为正,若显著为正,则意味着与第二产业相比,数字经济对第三产业的技术进步率有更为显著的促进作用。最后,对式(40)进行检验,若回归系数 γ_2 显著,且 γ_1 与 α_1 相比估计结果有所降低,则认为技术进步差异是数字经济影响产业结构转型的部分中介效应;反之,若回归系数 γ_2 显著,但 γ_1 不再显著,则认为技术进步差异是数字经济影响产业结构转型的完全中介效应。

(二)数据来源

本文选取2009–2018年中国30个省份的面板数据进行实证分析,数据来源于《中国环境统计年鉴》《中国信息年鉴》《中国统计年鉴》《中国电子信息产业年鉴》《中国工业统计年鉴》以及各省统计年鉴、国家统计局、中国研究数据服务平台(CNRDS)和中经网统计数据库。对个别缺失数据采用插补法进行补充,并以2009年为基期对所有以货币价值表示的数

据进行价格调整。

(三)变量说明

1. 核心解释变量

数字经济(Dig):根据国家出台的《数字经济及其核心产业统计分类》,数字经济核心产业主要包括五大类:第1~4大类即数字产业化部分,包括计算机通信和其他电子设备制造业、电信广播电视和卫星传输服务、互联网和相关服务、软件和信息技术服务业;第5大类为产业数字化部分,建立在数字产业规模扩大和基础设施完善的基础上,已有的核算方法主要是通过各产业运用数字技术带来的效率提升以及增值部分剥离出来,核算难度大,尚未有统一标准,不同机构测算的结果差异较大^①。为合理测度各省份的数字经济指数,考虑到数据可得性,本文在借鉴刘军等^[16-17]的研究基础上,遵循《数字经济及其核心产业统计分类》的1~4大类构建数字经济评价指标体系^②,对2009–2018年中国30个省份的数字经济指数进行测度。首先根据线性无量纲法对各测度指标进行标准化,其次采用NBI指数权重确定法进行赋权,最后通过线性加权法计算各省份的数字经济指数。测度体系见表1。

为直观比较各省份数字经济的发展水平及变化趋势,本文选取2009年与2018年30个省份的数字经济指数进行分析。2009年与2018年中国各省份的数字经济指数如图1所示。可以发现,相较于2009年,2018年各省份的数字经济都取得了快速发展。相对于其他地区而言,北京、上海、广东、江苏、浙江等地的数字经济发展水平遥遥领先,尤其是广东、北京、浙江和江苏的发展势头要高于上海,且数字经济发展水平排名靠前与靠后的地区间具有显著的“数字鸿沟”;四川、安徽、河南和江西的数字经济发展排名上升较快,而黑龙江、青海、新疆、吉林和内蒙古的排名明显下降。

之后将30个省份划分为东、中、西部地区,进一

表 1 数字经济指数评价体系

主指标	一级指标	权重	测度指标	权重	指标属性
数字经济指数	计算机通信和其他电子设备制造业	0.25	就业人数	0.125	+
			主营业务收入	0.125	+
	电信广播电视和卫星传输服务	0.25	移动电话普及率	0.125	+
			光缆密度	0.125	+
	互联网和相关服务	0.25	互联网普及率	0.125	+
			宽带用户占比	0.125	+
	软件和信息技术服务业	0.25	就业人数	0.125	+
			主营业务收入	0.125	+

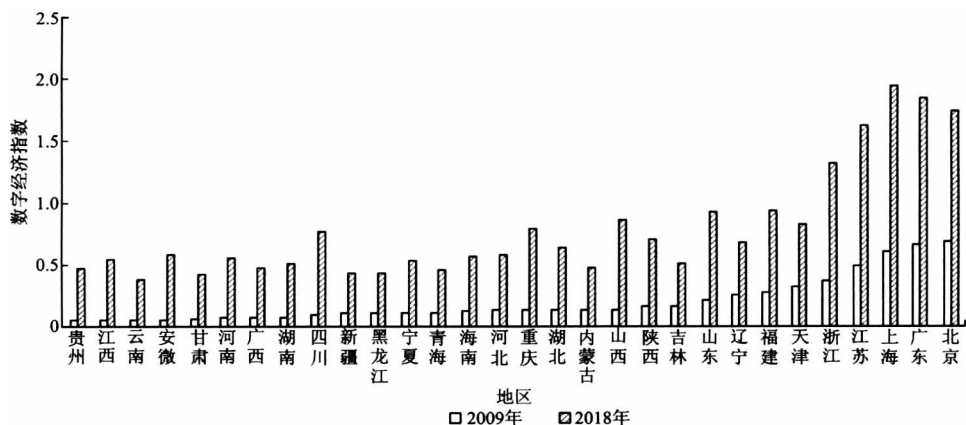


图1 中国2009年和2018年30个省份数字经济指数

注:图中数据为笔者根据原始数据计算、整理所得。

步比较分析中国各区域间数字经济的发展水平及变化趋势。2009–2018年中国分区域数字经济指数的变化趋势如图2所示。可以发现:(1)整体上各区域数字经济发展水平呈上升趋势,且2014年以来,上升呈现加速态势;(2)数字经济发展呈现显著的区域异质性特征,东部地区数字经济发展水平遥遥领先,中部和西部地区则相对较低;(3)2013年之前,中西部地区数字经济发展态势几乎一致,但在2013年之后,中部地区数字经济发展速度显著高于西部地区,中西部地区之间的差距逐渐增大。而东部地区已经牢牢树立了数字经济领域的领先优势,且产业结构转型升级也呈先动之势,二者之间是否具有某种内在联系,是本文要探究的问题之一。

2. 被解释变量

产业结构转型(Str):在实体经济中,产业结构转型主要表现为产业结构合理化和产业结构高级化,有关这两者的测度,学界讨论由来已久。其中一种观点认为,从产业间的规模比例关系来看,产业结构转型可以分为两个阶段:第一阶段以工业化为主,第

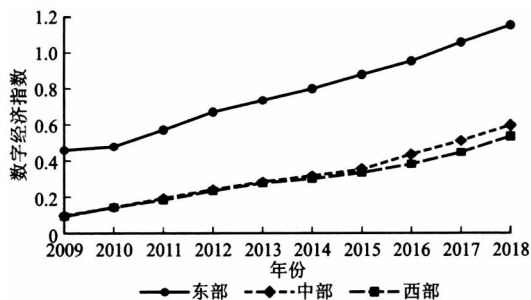


图2 中国2009–2018年分区域数字经济指数变化趋势

注:图中数据为笔者根据原始数据计算、整理所得。

二产业比重上升,第二阶段以城市化为主,第三产业比重上升^[18]。这一测度标准虽然有一定的局限性,如从地区视角会忽视资源禀赋对产业结构的影响,从产业视角会较难识别产业发展质量差异等,但无论是一个国家还是一个地区或城市,第三产业比重的上升必然伴随生产性服务业规模扩大,而生产性服务业的发展壮大又与制造业分工细化,专注核心价值创造后释放生产性服务外包需求密不可分。从这个意义上,制造业的升级是第三产业成长的推动力之一。因此,第三产业与第二产业的增加值之比可以视为一种产业转型,本文使用这一指标来衡量产业结构转型。

3. 中介变量

技术进步差异(Tech):采用第三产业与第二产业技术进步的比值衡量。本文使用Malmquist指数测算各省第二、三产业的全要素生产率,表征技术进步水平。其中,t到t+1期的Malmquist指数计算公式如下:

$$m_o(\underline{x}_t, \underline{y}_t, \underline{x}_{t+1}, \underline{y}_{t+1}) = \left[\frac{D_o^{t+1}(\underline{x}_t, \underline{y}_t)}{D_o^{t+1}(\underline{x}_{t+1}, \underline{y}_{t+1})} \times \frac{D_o^t(\underline{x}_t, \underline{y}_t)}{D_o^t(\underline{x}_{t+1}, \underline{y}_{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (41)$$

其中, $D_o^{t+1}(\underline{x}_t, \underline{y}_t)$ 表示t期观测值到t+1期技术前沿面的距离, $D_o^t(\underline{x}_t, \underline{y}_t)$ 表示t期观测值到t期技术前沿面的距离,下标o表示产出距离函数。测算全要素生产率使用的投入指标包括劳动投入和资本投入,产出指标是增加值,劳动投入使用各省城镇单位就业人员和城镇人口估算,资本投入使用永续盘存法计算,资本投入和增加值都以2009年为基期进行平减,数据来源于中国研究数据服务平台(CNRDS)和国家统计局。

4. 控制变量

环境规制(Ers)采用各地区单位产值的环境污染治理投资额来衡量;外商直接投资(Fdi)采用各地区外商直接投资占GDP比重来衡量;政府干预程度(Gov)采用各省份政府支出占GDP的比重来衡量;经济发展水平(lnPgdp)采用各省份人均GDP的对数值来衡量;国外需求(Ex)采用各省份出口额占GDP的比重来衡量;市场化程度(Market)采用王小鲁等^[9]编制的中国市场化指数报告中各省份市场化总指数来衡量。

本文主要变量的描述性统计结果和相关关系分别见表2和表3。

四、实证分析

(一)基准回归结果

为确保回归结果的准确性,避免异常值的影响,本文在实证检验时对所有变量进行了前后1%的缩尾处理。数字经济影响产业结构转型的回归结果见表4。第(1)(2)列为随机效应(RE)模型的估计结果,第(3)(4)列为固定效应(FE)模型的估计结果。作为对照,第(1)(3)列只加入核心解释变量Dig以及省份和年份固定效应,未引入控制变量;第(2)(4)列则同时加入全部控制变量、省份固定效应和年份固定效应。本文对RE和FE的估计结果进行Hausman检验,结果显示P值小于0.0001,即强烈拒绝原假设,认为应该使用固定效应模型,而非随机效应模型。因此,后文

的实证检验均采用结果更加稳健的固定效应模型。

从表4第(4)列的回归结果可以发现,数字经济每提高1个单位将促进产业结构转型约0.631个单位,并且在1%的水平上显著,表明数字经济对产业结构转型具有显著的正向促进作用。这一结果在一定程度上体现了中国数字经济的发展特点。首先,奠定数字经济发展的硬性基础设施和软性产业环境,会显著扩大第三产业增加值规模。其次,作为数字经济重要内容之一的数字产业化,主要体现为新技术、新产业、新业态、新模式,其中绝大部分也属于第三产业的范畴,数字经济带来第三产业内容的丰富和规模的扩大,会加快推动产业转型。最后,数字经济中的产业数字化部分,即数字经济对既有产业的改造提升在中国也是从服务领域率先启动,从最初的餐饮住宿等生活性服务业向物流信息等生产性服务业,进而向医疗教育等公共服务领域延伸,服务业的数字化支撑了中国数字经济的前半程,从而快速提升第三产业的规模比例。从控制变量的回归结果可以发现,国外需求对中国产业结构转型的影响显著为负,表明国外需求未能推动中国产业结构转型,这从侧面表明,在国际经济循环中中国企业长期参与附加值较低的中间品加工与最终品出口,被锁定在全球价值链中低端,对推动产业结构转型并未产生明显而直接的积极作用,也说明中国服务业的国际竞争力低于制造业,以制造品

表2 变量的描述性统计结果

变量符号	名称	观测值数	均值	标准差	最小值	最大值
Str	产业结构转型	300	1.200	0.651	0.568	4.863
Dig	数字经济	300	0.471	0.371	0.047	1.948
Ers	环境规制	300	0.015	0.008	0.004	0.046
Fdi	外商直接投资	300	0.023	0.021	0.001	0.126
Market	市场化程度	300	6.341	1.850	2.330	10.000
Gov	政府干预程度	300	0.241	0.100	0.096	0.627
lnPgdp	经济发展水平	300	10.591	0.492	9.241	11.787
Ex	国外需求	300	0.141	0.152	0.011	0.713

表3 主要变量的相关关系

变量	Str	Dig	Ers	Fdi	Market	Gov	lnPgdp	Ex
Str	1.000							
Dig	0.405*	1.000						
Ers	-0.017	-0.250*	1.000					
Fdi	0.142*	0.205*	-0.129*	1.000				
Market	0.236*	0.767*	-0.411*	0.505*	1.000			
Gov	0.161*	-0.330*	0.270*	-0.390*	-0.703*	1.000		
lnPgdp	0.416*	0.792*	-0.049	0.405*	0.756*	-0.366*	1.000	
Ex	0.090	0.683*	-0.300*	0.336*	0.687*	-0.435*	0.530*	1.000

注:*表示显著性水平小于或等于5%。

表4 基准回归估计结果

变量	随机效应(RE)		固定效应(FE)	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Dig	0.995*** (0.299)	0.848*** (0.275)	0.742*** (0.253)	0.631*** (0.168)
Ex		-2.610*** (0.573)		-2.630*** (0.568)
Gov		4.316*** (0.683)		4.691*** (0.730)
lnPgdp		0.669*** (0.169)		0.696*** (0.162)
Market		0.164*** (0.059)		0.206*** (0.064)
FDI		-0.380 (2.075)		-1.376 (2.157)
Ers		-4.966 (4.588)		-2.504 (4.583)
常数项	-3.485** (1.768)	-5.268*** (1.813)	-5.929*** (1.012)	-4.540*** (1.013)
年份固定	是	是	是	是
省份固定	否	否	是	是
R ²	0.693	0.766	0.694	0.777
观测值数	300	300	300	300

注:1.***和**分别表示1%和5%的显著性水平。

2.()内数值是省份层面聚类的稳健标准误。

占主体的国外需求会加大对第二产业的拉动力;政府干预程度对产业结构转型的回归结果显著为正,意味着尽管学者对政府干预的态度褒贬不一,但估计结果表明中国政府的宏观调控在一定程度上有利于推动产业结构转型。本文的政府干预采用财政支出占GDP的比例衡量。改革开放以来这一指标在中国先降后升,特别是近年来财政支出向民生领域的倾斜力度逐年加大,对第三产业的影响日深,有利于产业结构转型;经济发展水平和市场化水平对产业结构转型的影响显著为正,表明地区经济越发达、市场化水平越高,越有利于推动产业结构转型,这一结果充分说明产业结构转型归根结底是符合经济发展规律的市场化资源配置的结果;外商直接投资和环境规制对产业结构转型的影响为负,但不显著。中国吸纳的外商直接投资仍以制造业为主体,近几年面向服务业领域的外商直接投资增长迅速,但还未能从根本上改变外商投资的产业领域格局。从逻辑上讲,环境规制力度越大,第二产业面向资源能源和环境问题的技术创新和解决方案的服务需求会越大,这可能促进分工细化,催生生产性服务业需求,从而增加第三产业增加值。目前未出现这一结果,或许是因为中国企业应对

环境规制的首选方案是更新、增加环保设备等,从而对第二产业的增加值产生影响。当然,这一影响也不显著,只是一种趋向。

(二)异质性分析

1.分地区的异质性分析

由于中国各地区的自然资源禀赋条件和经济发展水平不同,数字经济发展对产业结构转型的影响可能存在显著差异。为此,本文将全国样本分为东、中、西部三组加以讨论^③。区域异质性回归结果见表5第(1)一(3)列。结果表明,东部和中部地区数字经济显著推动了产业结构转型,且东部地区的推动作用远远大于中部地区,而西部地区数字经济发展对产业结构转型的影响为负,但不显著。这一结果产生的可能原因如下:第一,相较于西部地区,东、中部地区的经济发展水平和市场化程度较高,由经济发展推动的产业结构自发演进历程就呈现出第三产业比例不断上升的工业化后期特征,市场化的资源配置过程促进地区间的产业转移,东部地区的工业在市场化技术选择机制作用下,保留先进制造业,转出技术水平相对较低,且对土地、劳动力、资源和能源依赖度较高的传统产业,实现“腾笼换鸟”。保留下来的先进制造业对生产性服务业的需求成为产业结构转型偏向服务化的驱动因素之一。而西部地区受经济发展阶段的影响,仍然处在工业化不断推进的阶段,承接国内产业转移,也会增大第二产业规模。这一时期,随着工业化水平的深化,从规模和发展质量上对第二产业的影响都超过第三产业,所以数字经济对产业结构转型的影响在西部地区为负,但不显著。第二,数字经济的发展离不开新一代信息基础设施网络环境以及规模化系统化的数字技术装备和机器等的运行环境。相较于中西部地区,东部地区的新基建起步早,发展速度快,工业互联网、5G基站等数字基础设施水平满足甚至超前于需求,对数字经济促进产业结构转型产生积极作用。此外,理论上讲,数字经济的区域外溢特征可以较少受到地理空间的限制,但数据作为一种生产要素,一旦脱离其他生产要素也就失去了价值。因此,数字经济的区域外溢还可能呈现地理临近性等一般外溢特征。中部地区的数字经济发展接受东部地区的外溢效应更大,中部地区的数字经济发展也对其产业结构转型发挥显著的促进作用,而西部地区接收到的东部地区数字经济发展的外溢效应最小。

表5 异质性检验估计结果

变量	地区			时段	
	(1)东部	(2)中部	(3)西部	(4)2009–2013年	(5)2014–2018年
Dig	0.869*** (0.266)	0.554* (0.298)	−0.032 (0.122)	0.417 (0.266)	0.721*** (0.267)
Ex	−2.188*** (0.606)	−5.509*** (0.740)	−0.345 (0.228)	−2.245*** (0.397)	−4.825*** (0.667)
Gov	13.346*** (1.068)	5.671*** (0.824)	0.943*** (0.254)	4.701*** (0.642)	4.996*** (0.765)
lnPgdp	2.014*** (0.290)	0.710*** (0.223)	0.189*** (0.073)	0.807*** (0.161)	0.275 (0.209)
Market	0.092 (0.088)	0.130*** (0.043)	0.035 (0.025)	0.241*** (0.060)	0.220*** (0.080)
FDI	−7.728*** (2.530)	9.191** (4.465)	2.429** (0.975)	−5.353** (2.256)	3.359 (2.899)
Ers	18.595* (9.963)	−8.725** (4.129)	2.655 (2.294)	−5.833 (5.939)	1.079 (5.866)
常数项	−8.805*** (2.756)	−7.887*** (2.253)	2.396*** (0.677)	−9.129*** (1.541)	−4.546*** (2.058)
年份固定效应	是	是	是	是	是
省份固定效应	是	是	是	是	是
R ²	0.819	0.824	0.729	0.676	0.736
观测值数	110	80	110	150	150

注：1.***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著性水平。
2.()内数值是省份层面聚类的稳健标准误。

2. 分时段的异质性分析

在基准回归中,本文主要考察2009–2018年中国数字经济影响产业结构转型的平均效应。需要注意的是,中国数字经济的迅猛发展主要是近几年的事情,尤其是2016年习近平总书记在中共中央政治局第三十六次集体学习中强调要“做大做强数字经济”之后。从图1可以看出,各地区2018年数字经济指数相较于2009年得到迅速发展;从图2可以看出,各地区的数字经济指数在2014年之后呈陡然上升之势。那么,随着数字经济的持续发展,其影响产业结构转型的边际效应是如何变化的?为此,本文将样本期间分为2009–2013年和2014–2018年两个时间段,对基准计量模型进行重新检验。分时段的异质性回归结果见表5第(4)(5)列。结果表明,2009–2013年数字经济对产业结构转型的影响为正,但不显著;2014–2018年数字经济对产业结构转型的影响显著为正,且系数明显变大,与2013年之前相比,近几年中国的数字经济发展迅速,有效推动了产业结构转型。换言之,数字经济促进产业结构转型的边际效应递增。结合前文分析,中国数字经济发展的前半程主要是数字产业化,即“出新”,且“新”的生长点主要在服务业领域,产业数字化

的“焕新”部分率先以服务业的数字化商业模式创新等形式开启,对服务业的规模增长和质量提升影响明显。

(三)传导机制检验

数字经济对产业结构转型的影响是间接的,前文将产业间的技术进步差异视为一种传导机制从理论上予以分析,传导机制检验的回归结果见表6。第(1)列结果与表4第(4)列的回归结果一致,表明数字经济显著推动了产业结构转型。第(2)列数字经济对技术进步差异的回归结果在1%的显著性水平下为正,表明数字经济发展对各产业技术进步的影响具有异质性。具体而言,根据第(2)列的回归结果,数字经济对第三产业技术进步的推动作用明显大于第二产业。可能的原因在于:首先,第二产业和第三产业之间的基准技术进步水平差异较大。改革开放以来,中国第二产业以吸引大量FDI流入、出口扩张等形式参与全球产业分工,一方面接受技术转移与外溢,另一方面产业自身的技术创新能力增强,技术进步水平不断提升,表现之一就是先进技术装备的开发与应用、先进技术管理手段的推广,等等。相反,中国第三产业存在传统服务业占比高、生产性服务业发育相对不足的结构性不合理问题,加之传统服

表6 传导机制检验估计结果

变量	(1)Str	(2)Tech	(3)Str
Dig	0.631*** (0.168)	0.584*** (0.189)	0.403*** (0.150)
Tech			0.242*** (0.051)
Exp	-2.630*** (0.568)	-0.729*** (0.174)	-2.642*** (0.563)
Gov	4.691*** (0.730)	-1.014*** (0.244)	4.604*** (0.777)
lnPgdp	0.696*** (0.162)	-0.023 (0.077)	0.703*** (0.162)
Market	0.206*** (0.064)	0.012 (0.024)	0.209*** (0.064)
FDI	-1.376 (2.157)	3.344*** (0.953)	-1.171 (2.194)
Ers	-2.504 (4.583)	2.616 (1.748)	-2.408 (4.531)
常数项	-4.540*** (1.013)	1.232 (0.821)	-5.879*** (1.844)
年份固定	是	是	是
省份固定	是	是	是
R ²	0.777	0.642	0.783
观测值数	300	300	300

注:1.***表示1%的显著性水平。

2.()内数值是省份层面聚类的稳健标准误。

务业中表现出来的“鲍莫尔成本病”在中国也有体现,服务业整体的技术创新能力和生产率水平都相对较低,互联网、大数据、人工智能等数字技术渗透带来的业态创新、商业模式创新在服务业扩散开来,其推动技术进步和生产率上升的边际效应更大。其次,因为第二产业和第三产业的平均技术水平不同,技术资本沉淀也不同,当面临数字技术变革冲击时,它们之间的技术转换成本不同,第三产业因此可能享有数字技术创新的后发优势。第(3)列在第(1)列的基础上加入了技术进步差异,结果表明技术进步差异显著推动了产业结构转型,且数字经济的回归系数仍显著为正,相较于第(1)列显著变小,表明技术进步差异是数字经济影响产业结构转型的部分中介效应。结合第(1)一(3)列的回归结果发现,数字经济可以有效通过产业间技术进步差异实现产业结构转型。计算发现,中介机制模型中的总效应、中介效应和直接效应分别为0.631、0.141和0.403,因此技术进步在数字经济推动产业结构转型中发挥了22.38%的作用。

(四)稳健性检验和内生性问题

1. 稳健性检验

为考察回归结果的稳健性,本文选择三种方式

进行稳健性检验:一是替换产业结构转型指标,采用产业结构层次系数来衡量产业结构转型,对基准计量模型进行重新估计,具体计算方法为 $Str_{it} = \sum_{k=1}^3 y_{itk} \times k$ 。其中, y_{itk} 表示i省份t时期k(k=1,2,3)产业增加值占GDP的比重。二是替换数字经济指标,采用主成分分析法计算数字经济指标,对基准计量模型进行重新估计。三是考虑到产业调整可能需要一定的时间,数字经济对产业结构转型的影响或许存在滞后效应,为此,本文将核心解释变量Dig替换为其滞后一期(L.Dig),对基准计量模型进行重新估计。稳健性检验的回归结果见表7,结果与表4的结论一致,表明数字经济显著推动了中国产业结构转型,验证了本文基本结论的稳健性。

2. 内生性问题

尽管本文在理论模型部分已经推导出,数字经济是影响产业升级的影响因素之一,但是在实证检验过程中,难免会遭遇反向因果问题,即一个地区的产业结构转型程度越大,该地区数字经济发展水平越高。此外,遗漏一些同时影响数字经济和产业结构转型的变量,以及数字经济指数的测量误差也可能导致内生性问题。因此,为了保证本文结论的可靠性和稳健性,本文使用相邻省份上一年数字经济指数的平均值(IV₁)和每个省份的数字专利授权(IV₂)作为工具变量进行两阶段最小二乘估计(2SLS)。首先,表7第(4)列第一阶段的回归结果显示,IV₁和V₂的回归系数均显著为正,表明本文选取的两个工具变量与数字经济指数具有明显的相关关系。其次,过度识别检验Hansen J统计量的P值为0.267,大于0.05,表明工具变量满足外生性假设。再次,kleibergen-Paaprk Wald F统计量和Cragg-Donald Wald F统计量均大于10%显著性水平上的临界值,因此拒绝工具变量为弱工具变量的原假设,表明不存在工具变量弱识别问题。Kleibergen-Paaprk LM统计量为41.190,对应的P值小于0.001,拒绝工具变量存在识别不足的问题。最后,本文进行了异方差稳健的DWH检验,结果显示DWH检验的P值为0.095,大于0.05,表明本文核心解释变量的内生性问题并不严重。稳健性起见,本文仍然报告了2SLS的回归结果,表7第(5)列第二阶段的回归结果再次证实了数字经济有利于产业结构转型的基本结论。

五、结论与政策建议

伴随着新一轮科技与产业革命的兴起,数字经

济与传统产业的融合发展推动着中国经济增长方式转变和产业结构转型。本文通过构建多部门经济增长模型,从效率型技术进步视角阐述了数字经济对产业结构转型的具体影响,并基于2009–2018年中国省级面板数据进行实证检验。结果表明,2009–2018年,中国数字经济发展迅速,但存在显著的“数字鸿沟”与区域不平衡特征;数字经济发展显著推动了中国的产业结构转型,在一系列稳健性检验下该

表 7

结论依然成立;分地区的异质性检验表明,东部和中部地区数字经济显著推动了产业结构转型,且东部地区的推动作用远远大于中部地区,而西部地区数字经济发展对产业结构转型的影响为负,但不显著;分时段的异质性检验表明,与2013年之前相比,2013年之后中国的数字经济发展更快,对产业结构转型的影响显著为正,且推动作用明显增大;传导机制检验表明,产业间技术进步差异是数字经济推动产业

稳健性检验估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	2SLS估计	
	替换被解释变量	替换数字经济指数	滞后一期	(4)	(5)
Dig	0.210*** (0.044)	1.314*** (0.452)			0.724*** (0.278)
L.Dig			0.590*** (0.185)		
V, 1				0.547*** (0.053)	
V, 2				0.076*** (0.401)	
Ex	-0.144** (0.071)	-2.741*** (0.598)	-2.722*** (0.359)	0.227** (0.099)	-2.677*** (0.384)
Gov	0.794*** (0.091)	4.829*** (0.701)	4.733*** (0.532)	0.353** (0.144)	4.749*** (0.545)
lnPgdp	0.127*** (0.026)	0.720*** (0.144)	0.617*** (0.144)	0.111*** (0.040)	0.661*** (0.147)
Market	0.040*** (0.009)	0.203*** (0.059)	0.227*** (0.053)	0.044*** (0.015)	0.218*** (0.058)
FDI	0.127 (0.291)	-1.480 (1.979)	-1.175 (2.009)	-1.270** (0.561)	-1.245 (2.160)
Ers	0.129 (0.648)	-2.683 (4.510)	-0.963 (4.443)	0.813 (1.211)	-2.037 (4.316)
常数项	0.617** (0.280)	-5.114*** (1.069)	-4.254*** (1.371)	-1.281*** (0.401)	-5.665*** (1.526)
Hansen J 统计量					1.450 [0.267]
Kleibergen-Paaprk Wald F 统计量					26.640 { 19.930 }
Cragg-Donald Wald F 统计量					82.810 { 19.930 }
Kleibergen-Paaprk LM 统计量					41.190 [< 0.01]
Anderson 检验的 F 值					18.320 [< 0.01]
DWH 检验					2.760 [0.095]
年份固定效应	是	是	是	是	是
省份固定效应	是	是	是	是	是
R ²	0.720	0.776	0.790	0.885	0.781
观测值数	300	300	270	270	270

注:1.***和**分别表示 1%和5%的显著性水平。
2.()内为省份层面聚类的稳健标准误;[]内为统计检验的 P 值;{ }内为 Stock-Yogo 弱工具变量检验 10%水平的临界值。

结构转型重要路径。研究结论对中国加快推进数字化建设和产业结构转型具有如下启示:

(1)大力发展数字经济,增强自主创新能力。数字经济是推动产业结构转型的新引擎,需继续强化其在技术进步、资源配置和效率改善方面的作用。此外,在扩大数字经济规模的同时,更要注重数字经济发展质量,谨防规模至上的粗放式推进,从强化国家战略科技力量和提升企业技术创新能力的不同层面和不同主体培育数字技术产业自主创新能力,突破关键环节“卡脖子”问题,以实现各产业充分共享数字经济发展红利。

(2)因地制宜,积极寻找数字经济与地区优势产业的融合方式,充分释放数字经济对区域经济发展的拉动作用。要防止运动式地填补“数字鸿沟”,各地区竞相攀比的非理性行为。中西部地区一方面要因地制宜地加强数字经济基础设施建设,另一方面更应该下在人力资本、教育等支撑长远发展的社会环境完善方面下功夫,在更有效承接东部地区产业转移的同时,应思考如何用数字经济串联起区域特色产业和承接产业,塑造产业发展新结构;东部地区应加快信息网络升级改造,打造收集、传输、存储、运算、决策于一体的数字产业生态系统,发挥数字经济的辐射带动作用,探索数字经济带动中国产业结构转型的新模式、新路径。

(3)培育先进数字产业集群,促进数字经济与实体经济深度融合。一是要推动数字产业化,充分发挥长三角、珠三角地区产业链相对完整、龙头企业较多的优势,加强协同创新和产学研合作,鼓励和支持以数字产业为特色的区域发展,强化区域在数字产业平台和创新创业体系方面的带动作用。二是要推动产业数字化,通过大数据、云计算、物联网、区块链、人工智能等新一代信息技术赋能传统产业,不断提升产业间关联程度,加快产业间地位调整,最终实现数字产业与实体经济的深度融合。

(4)技术进步差异会推动产业结构转型,鉴于数字经济对行业技术进步增长率影响的异质性特征,政府需以中国产业结构转型目标为政策导向,有针对性地推进各产业数字化进程,最大程度释放数字经济活力。具体而言,一是要利用数字经济推进农业现代化建设,助推智慧农业;二是要加快工业互联网建设,推进制造业智能化转型;三是利用数字技术解决服务业不可远程贸易的问题,为生产性服务、远程医疗、共享经济、在线教育等新业态的培育和成熟运行提供软硬环境。

注释:

①中国信息通信研究院发布的《中国数字经济发展白皮书(2020年)》显示,2019年中国数字经济规模达到35.8万亿元;而中国社会科学院数量经济与技术经济研究所发布的《中国数字经济规模测算与“十四五”展望研究报告》显示,2019年中国数字经济增加值规模为17.03万亿元。

②本文选取了移动电话普及率、光缆密度、互联网普及率等数字经济基础设施的指标,这些指标一方面是数字产业的一部分,另一方面是传统产业数字化的基础,可以代表产业数字化程度。因此,本文的数字经济指标可以相对全面地衡量数字经济发展水平。

③东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南,中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南,西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

参考文献:

- [1]于斌斌.产业结构调整与生产率提升的经济增长效应:基于中国城市动态空间面板模型的分析[J].中国工业经济,2015(12):83-98.
- [2]刘志彪,凌永辉.结构转换、全要素生产率与高质量发展[J].管理世界,2020(7):15-29.
- [3]TAPSCOTT D. The digital economy: promise and peril in the age of networked intelligence[M]. New York: McGraw-Hill, 1996: 18-21.
- [4]关会娟,许宪春,张美慧,等.中国数字经济产业统计分类问题研究[J].统计研究,2020(12):3-16.
- [5]荆文君,孙宝文.数字经济促进经济高质量发展:一个理论分析框架[J].经济学家,2019(2):66-73.
- [6]郭凯明,杭静,颜色.中国改革开放以来产业结构转型的影响因素[J].经济研究,2017(3):32-46.
- [7]陈体标.经济结构变化和经济增长[J].经济学(季刊),2007(4):1053-1074.
- [8]TOMASZ S. Determinants of structural change[J]. Review of Economic Dynamics, 2017, 24: 95-131.
- [9]BOPPATR T. Structural change and the kaldor facts in a growth model with relative price effects and non-gorman preferences[J]. Econometrica, 2014, 82(6): 2167-2196.
- [10]张于喆.数字经济驱动产业结构向中高端迈进的发展思路与主要任务[J].经济纵横,2018(9):85-91.
- [11]左鹏飞,姜奇平,陈静.互联网发展、城镇化与我国产业结构转型升级[J].数量经济技术经济研究,2020(7):71-91.
- [12]张万里,宣畅,睢博,等.产业智能化、劳动力结构和产业结构升级[J].科学学研究,2021(8):1384-1395.
- [13]郭凯明.人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动[J].管理世界,2019(7):60-77.
- [14]AGHION P, HOWITT P. The economics of growth[M]. Cambridge: MIT Press, 2009: 151-156.
- [15]易信,刘凤良.金融发展、技术创新与产业结构转型:多部门内生增长理论分析框架[J].管理世界,2015(10):24-39.
- [16]刘军,杨溯,张三峰.中国数字经济测度与驱动因素研究[J].上海经济研究,2020(6):81-96.
- [17]赵涛,张智,梁上坤.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[J].管理世界,2020(10):65-76.
- [18]于泽,徐沛东.资本深化与我国产业结构转型:基于中国1987-2009年29省数据的研究[J].经济学家,2014(3):37-45.
- [19]王小鲁,樊纲,胡李鹏.中国分省份市场化指数报告(2018)[M].北京:社会科学文献出版社,2019:323-325.