

数字经济可以实现产业链的最优强度吗？*

——基于 1987 - 2017 年中国投入产出表面板数据

陈晓东 杨晓霞

摘要 当今世界正处于百年未有之大变局时代,全球经济与竞争格局动荡变化,数字经济的蓬勃发展加剧了世界主要大国对产业链的争夺。作为一种新型的经济形态,数字经济重构了产业链的组织形态,并深刻地影响着产业链的运行强度。本文剖析了数字经济影响产业链强度的路径和内在机理;通过建立产业链层面的面板模型,实证检验了数字化硬件设施和数字化软件服务对产业链强度的影响。实证检验结果显示:数字经济有效促进了产业链强度的提升,且促进效应逐渐增强。具体而言,数字化硬件设施的迟缓增长抑制了产业链强度的提升,而数字化软件服务则会显著促进产业链强度的提升。因此,未来我国应大力促进数字化硬件设施的高端化发展,不断实现产业链数字化基础设施的更新换代和进口替代,形成产业链数字化基础设施供给与需求的更高水平动态平衡;提高数字化软件服务的质量,畅通产业链的循环协作并确保产业链的安全稳定和自主可控;同时,构建数字化软件服务领域的全方位开放体系,实现产业链的补链扩链强链并承接国际创新链转移。

关键词 数字经济;产业链强度;投入产出表;面板数据

中图分类号 F423 **文献标识码** A **文章编号** 1001 - 8263(2021)02 - 0017 - 10

DOI:10.15937/j.cnki.issn.1001-8263.2021.02.002

作者简介 陈晓东,中国社会科学院工业经济研究所研究员,郑州大学商学院博导,北京大学国家竞争力研究院特聘研究员 北京 100836;杨晓霞,郑州大学商学院产业经济学博士生 郑州 450001

一、引言

1949 年以来,我国通过“压缩式”的工业化方式建立起了门类齐全、体系完整、规模庞大的工业体系,从一个落后的农业国发展成为世界级的制造业大国。然而,中兴事件、华为事件、中美贸易战、科技战、金融战等事件的爆发,尤其是 2020 年全球新冠肺炎疫情以来世界竞争格局和世界经济增长乏力等诸多情况使我们清醒地认识到,当今国家之间的经济竞争已经由产品竞争演变为产业

链竞争,而产业链竞争效果更明显,也更具杀伤力。同时,这一系列事件也深刻地暴露出了我国长期以来在产业链建设中存在的软肋与不足。产业是大国的立国之本,在当今不确定因素频发的国际环境下,建设安全稳定、自主可控的现代化产业链成为我国经济高质量发展的首要任务之一。

产业链是从产业上游到下游,由供需链、企业链、空间链和价值链等内含链组合而成的有机集合体^①。四个内含链分别反映了生产过程中物质与技术的正向供应传递关系和反向需求拉动关

* 本文是国家社科基金项目“新经济发展与中国产业动能转换的路径选择与机制研究”(19BJY093)、中国社会科学院登峰战略优势学科(产业经济学)研究项目,以及中国社会科学院京津冀协同发展智库基础研究项目“电子信息产业链供应链安全状况评估研究”(2020G04)的阶段性成果。

系、载体的交易关系、空间的布局关系以及价值的分配关系,一条完整的产业链实际上就是产业价值实现和增值的过程。当面临不确定性因素的冲击时,产业链能够保持正常运转并持续创造价值的能力被视为产业链强度的突出表现。在华为、TikTok 等中国的高科技企业频频面临“断供潮”和封杀的危机时刻,我们不禁要问:我国产业链的强度是否够大?未来如何保持和提升我国产业链的强度?数字经济赋予了产业链崭新生机和时代特征,从数字经济的视角审视并研究产业链强度具有重大现实意义。

二、文献回顾

在产品内分工占据主导地位的时代背景下,产业链已经成为当今组织生产的基本单元^②,在经济体系的运转中发挥着基础性的作用。随着产业链的数字化转型升级成为新一轮产业革命的主题,有关数字经济与产业链的研究逐渐引起了理论界与实业界的重视。

(一)有关数字经济的研究

“数字经济”的概念最初出现于唐·泰普斯科特(Tapscott. D)的著作《数字经济:网络智能时代的希望和危险》一书中,数字经济被定义为是以数字方式呈现信息流的经济模式^③。随后,尼古拉斯·尼葛洛庞帝(Negroponte N)在《数字化生存》中将数字经济解释为基于互联网的经济活动^④。自1998年起,美国商务部连续7年发布《新兴的数字经济》等一系列研究报告,引发了全球范围内对数字经济的高度关注^⑤。由此,从北美地区开始席卷全球的数字化浪潮成为新一轮国际角逐的焦点。

2016年的G20杭州峰会重新定义了数字经济的内涵,即数字经济是指以使用数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术(ICT)的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动。中国信息通信研究院在其发布的《中国数字经济白皮书2017》一书中较为详细地阐述了数字经济的内容,将数字经济划分为数字产业化和产业数字化两部分。^⑥与此同时,国内学

者围绕数字经济的特征^⑦、核算方法^⑧以及与实体经济融合发展^⑨等方面展开了一系列的研究。

(二)有关产业链的研究

产业链的思想源自于国外,最早可追溯至亚当·斯密(Adam Smith)关于“工业生产是一系列基于分工的迂回的链条”的论述,但当时仅限于企业内部的分工^⑩。马歇尔(Alfred Marshall)延续了亚当·斯密“迂回式生产”的思想,阐述了企业之间分工协作的重要性^⑪。进入20世纪,里昂惕夫(Leontief)基于产业的视角研究社会生产各部门之间错综复杂的相互关系^⑫,赫希曼(Hirschman)从产业关联的角度论述了经济活动中由于分工与协作所形成的产业链条^⑬。兴起于20世纪80年代的“价值链”理论和“供应链”理论分别关注于企业之间的价值增值机理^⑭和企业之间的分销渠道管理,成为与“产业链”密切相关的概念,但是国外并未对“产业链”一词给出明确定义^⑮。

“产业链”一词由我国学者姚齐源、宋伍生于1985年首次提出,但当时并未明确给出“产业链”的定义^⑯。傅国华首次提出了农产品产业链的构建思路,并对产业链的理论基础和功能进行了详细的论述,开启了国内有关产业链研究的先河^⑰。国内早期有关产业链的理论研究沿袭国外研究模式,较多地依附于价值链、供需链以及产业关联等相关理论。但产业链是较为复杂的系统,单一从价值链、供需链或者产业关联等视角解释产业链具有局限性,因而从多维度研究产业链逐渐成为国内学者普遍认可的观点。吴金明认为,产业链在现实中存在“一对多”的映射关系,其与供需链、企业链、空间链和价值链四个维度的有机组合才是对产业链内涵的全面概括,需求拉动、创新驱动以及信息传导等是产业链形成的内在原因^⑱。在产业链发展的过程中,产业链整合推动着产业链效率的提升^⑲。随着我国进入经济高质量发展阶段,“围绕产业链部署创新链”、建设现代化的产业链成为当前产业链研究的重要内容。洪银兴、匡茂华分别从科技创新、产品创新的视角提出了产业链与创新链双向融合发展的有效途径^{⑳㉑}。盛朝迅总结了现代化的产业链应该具备

的多方面的特征²²,刘志彪则从产业关联、产业组织和产业结构三个方面提出了产业链现代化建设的突破点²³。有关产业链的应用在工业领域较多地集中于煤炭等资源性产业链以及电子信息产业链、电气机械制造业产业链等高新技术产业链。

(三)数字经济与产业链的相关研究

2008年金融危机以后,迅猛发展的ABC技术在生产领域中的渗透引起了产业链的数字化升级。在数字经济的作用下,产业链中的技术关联、价值传递、空间布局以及组织关系等都发生了深刻地变化。曾楚宏基于交易费用理论的视角探讨了信息技术促进产业链整合的机制²⁴;李春发认为随着数字化信息成为产业链上的流通媒介,制造业产业链将会发生解构与重构并最终实现全面数字化升级²⁵;张轶群基于数据视角的研究则认为大数据能够促进产业链的结构发生演变,并最终促使产业链升级²⁶;郝挺雷探讨了数字技术促进文化产业链创新的机理²⁷。已有的关于数字经济与产业链的研究从基础理论方面的探讨逐渐延伸至具体领域的应用研究,研究范围逐渐深入和细化。

(四)文献评述

产业链是一个动态发展的概念。随着经济的发展,产业链也会呈现新特征、产生新问题,而现有研究中存在着亟待提升的空间:(1)在产业链数字化转型的时代背景下,关于数字经济与产业链的研究缺乏实证方面的检验;(2)产业链强度是我国当今经济发展与产业安全所面临的重要问题,但是从定量角度研究数字经济与产业链强度的文献几乎没有。本文的贡献在于:(1)理论剖析了数字经济对产业链强度的影响路径和内在机理,拓展了已有研究成果在新的经济形态下的价值和意义;(2)从数字化硬件设施和数字化软件服务两个层面实证检验数字经济对产业链强度的影响,比较二者对产业链强度影响的差异性;(3)在实证检验过程中,考虑时间因素的影响效果,为现阶段政府完善相关政策提供理论依据。

三、数字经济对产业链的影响路径和内在影响机理

新一代信息技术的发展推动了数字技术与实

体经济的深度融合,并引起了产业组织的数字化重构²⁸。数字化的产业链通过供需链、企业链、空间链和价值链四个维度影响产业链的强度。

(一)数字经济提高了供需链的运行效率

产业链形成的根本原因在于产业之间由于物质、技术的投入产出关系所形成的环环相扣的供需关系,因此,供需链是产业链研究的基础,也是企业链、空间链和价值链形成的基点。数字经济时代,可视化、可感知、可调节等显著特征成为提升供需链运行效率的技术保障。首先,数字技术为供需链赋“视”,实现供需链的可视化。“数字孪生”技术可动态、实时地监测数字供需链上信息流的变动,解决了传统“黑匣子”式供需链所导致的决策失误问题。其次,数字技术为供需链赋“智”,增强供需链的可感知度。人工智能可通过算法模型对产业链中的需求信息进行精准的预测、构建自动补货模型提高采购的效率、规划最优路径、降低配送成本,提高了决策的精度。第三,数字技术为供需链赋“信”,提升供需链的可调节性。区块链技术所蕴含的共识机制建立了供需链中的信任机制,从而保证了供需链中资源共享和信息互换的可靠性与安全性,增强了供需链的柔性。

(二)数字经济加强了企业链的稳定性

企业链是产业链的具体表现形式,产业链中的供需关系、空间关系以及价值关系都依赖于企业链而得以实现。企业链一旦中断,供需链、空间链和价值链都将面临断链的风险。数字经济通过网络效应与协同效应来加强与提升企业链的稳定性。一方面,企业数字化水平的提升可增强工业互联网的凝聚力。企业链的数字化水平越高,其加入工业互联网的成本和门槛就越低,积极性就越高。根据梅特卡夫法则可知,参与工业互联网的企业越多,企业从网络中获取的价值就越大,工业互联网的凝聚力就越强,从而确保了企业链的稳定性。另一方面,企业数字化水平的提升可提高企业链的协同效率。较高的产业链数字化水平意味着企业之间的信息交流更为快速便捷、知识和技术的整合难度较低,企业可迅速捕捉产业链中的不确定因素并做出反应以保持其与合作伙伴的协同关系,从而进一步强化企业链的稳定性。

(三)数字经济重塑了空间链的特征

空间链是产业链中的各节点企业在空间中的布局。工业经济时代,物理空间链是空间链的主体,数字经济时代则促进了数字空间链的形成,数字空间链与物理空间链的并存成为空间链的新形态,并呈现出新的特征。首先,数字空间链日益占据主导地位。企业在数字空间的布局使得企业之间的资源共享和信息流动更为高效,知识、技术等隐性资源的获取更为便捷,其效果远超过物理空间的集聚效果。因此,企业在数字空间网络平台中的“聚”与物理空间中的“不集”成为空间链的典型特征。其次,互联网平台成为空间链的新载体和重要调控力量。互联网平台是资源和信息的“汇集池”,通过对数字空间链的调控而间接整合物理空间链中的资源,实现了数字空间链与物理空间链的融合,克服了物理空间链的固有缺陷。随着物理空间链向数字空间链的迁移,互联网平台对产业链空间布局的调控作用逐渐增强。

(四)数字经济拓展了价值链的增值空间

产业链的终极目标是实现价值增值,因此,价值链是引领产业链形成、发展以及变化的最重要的关系链,也是供需链、企业链和空间链发生演变的内在驱动力。数字经济对价值链的拓展和提升主要来自产业链内部技术的升级以及对融资痛点的纾解两个方面。第一,产业数字化提升了产业链的价值增值能力。3D打印技术、柔性生产、智能制造等数字化生产模式实现了个性化定制、小批量生产与低成本销售的完美组合。在满足社会个性化需求的同时降低了劳动力成本、提高了生

产效率。第二,“区块链+产业链金融”创造了价值链增值的资本条件。区块链所构建的多主体治理模式与产业链金融中的多主体协调机制相契合^②,能够有效控制产业链金融的风险,使得金融资本能够在产业链中有效地流动,缓解了各主体的资金需求困境。

综合以上分析,数字经济对产业链的影响是一个层层递进的过程,从最基础的供需链开始延伸至企业链、空间链,最终实现价值链的攀升,供需链、企业链、空间链和价值链是数字经济提升产业链强度的路径依赖。其中,数据的传输和共享尤为重要,犹如运输工具在交通道路上的穿梭,是畅通产业链的重要内容,也是数字经济提升产业链强度的关键环节。据此,本文提出如下研究假设:

H1:数字经济对产业链强度的提升具有正向的促进作用,产业链的数字化水平越高,产业链的强度越大。

H2:数字化硬件设施和数字化软件服务对产业链强度的影响存在差异性。

四、研究设计

基于文献分析和我们的理论思考,本文拟采用基于产业链层面的面板模型实证检验数字经济对产业链强度的影响。

(一)产业链的确定

制造业是实体经济的重要组成部分,也是数字经济的主战场。所以,本文将研究对象集中于制造业产业链。在实证研究之前,应立足于最终产品追溯完整的制造业产业链条,具体步骤如下:

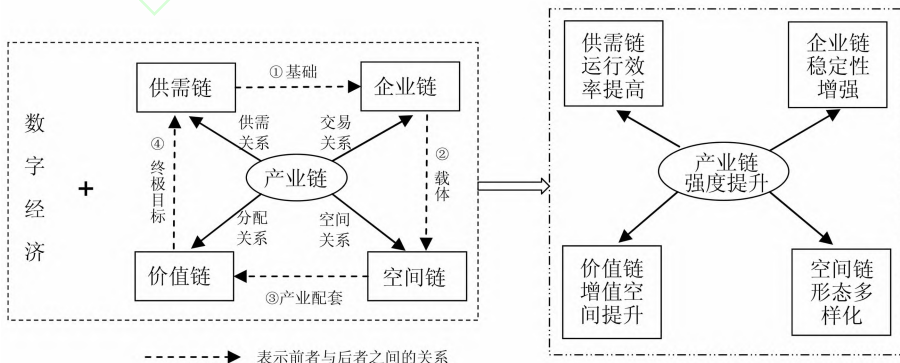


图1 产业链的内在逻辑关系以及数字经济对产业链的影响路径和机理

第一,以2017年中国投入产出表为依据,将产业编码中前两位数字相同的产业进行归类整理;根据投入产出表中横向的产品分配情况,筛选出能够形成最终产品的制造产业;第二,对于仅作为中间产品投入的制造产业,根据直接消耗系数情况,将其与相应的最终产品制造产业进行合并整理;第三,立足于最终产品需求,将能够满足消费者某一特定需求的最终产品制造产业归属于同一条产业链;第四,鉴于本文的研究时间起始于1987年,时间跨度比较长,考虑到统计口径的差异以及数据的可获得性,对个别制造业产业链进行适当地整合,如将食品加工业与烟草业归为同一条产业链即属于此原因。其中所涉及直接消耗系数的计算方法如公式(1)所示。

$$a_{ij} = x_{ij} / x_j \quad (1)$$

公式(1)中 a_{ij} 即为直接消耗系数, x_{ij} 表示j产业在生产过程中对i产业产品的价值消耗, x_j 表示j产业生产过程中总的价值投入。根据以上步骤最终整合出15条制造业产业链,如表1所示。

表1 制造业产业链

序号	产业链名称	所包含的制造产业
1	食品制造及烟草产业链	C13, C14, C15, C16
2	纺织服装服饰产业链	C17, C18
3	鞋帽产业链	C19
4	家具制造产业链	C20, C21
5	造纸及文教体育用品产业链	C22, C23, C24
6	能源产业链	C25
7	化学产品产业链	C26, C27, C28, C29
8	非金属矿物制品产业链	C30
9	金属制品产业链	C31, C32,
10	机械设备制造产业链	C34, C35
11	交通运输设备制造产业链	C36, C37
12	电气机械和器材制造产业链	C38
13	计算机、通信和其他电子设备制造产业链	C39
14	仪器仪表产业链	C40
15	其他制造业产业链	C41, C42, C43

注:制造产业代码来自于2017年国民经济行业分类标准(GB/T 4754-2017)。

(二)模型的构建及变量的选取

根据已有的理论分析和前文的假设,同时考虑到制造业产业链之间的异质性,构造如下基准模型:

$$ICS_{it} = \beta_0 + \beta_1 DPI_{it} + \beta_2 DSI_{it} + \beta_3 DPI_{it} * ICS_{it} + \beta_4 DSI_{it} * ICS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

为了考察不同时期数字经济对产业链强度的影响,在模型(2)中添加时间虚拟变量D、时间虚拟变量D与数字化硬件实施以及数字化软件服务的交互相乘项,经调整后的模型如下:

$$ICS_{it} = \beta_0 + \beta_1 DPI_{it} + \beta_2 DSI_{it} + \beta_3 DPI_{it} * ICS_{it} + \beta_4 DIS_{it} * ICS_{it} + D + \beta_5 D * DPI_{it} + \beta_6 D * DSI_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

在公式(2)和公式(3)中, ε_{it} 表示随机干扰项,其他变量的解释说明如下:

1. 被解释变量及其测度。ICS_{it} (industry chain strength)为被解释变量,表示t年份产业链i的强度。产业链强度是指当产业链面临外界的冲击和破坏性因素时,产业链能够保持正常运转并持续创造价值的能。因此,产业链的强度主要从价值的角度进行衡量和测度,计算公式为产业链的增加值与产业链总投入的比值。比值越大,说明产业链中单位投入的价值增值越大,产业链的强度就越大;反之,则说明产业链中单位投入的价值增值越小,产业链的强度就越小。ICS的计算数据来源于1987-2017年中国的投入产出表。

2. 核心解释变量及其测度。DPI_{it} (digital product index)表示t年份产业链i的数字化硬件设施的投入水平,DSI_{it} (digital service index)表示t年份产业链i的数字化软件服务的投入水平。DPI_{it}和DSI_{it}均采用相应年份的完全消耗系数进行测度,原因在于完全消耗系数能够反映出产品在生产过程中对某一中间投入品的直接需求和间接需求的总和,是对复杂的产业系统中“循环流”的刻画,规避了简单“线性流”方法的不完整性。因此,利用完全消耗系数测度DPI_{it}和DSI_{it},是一种较为科学和准确的方法。

计算DPI_{it}的原始数据来自于1987-2017年间中国投入产出表中关于计算机、通信和其他电子设备的统计数据。计算DSI_{it}的原始数据来自于1987-2017年间中国投入产出表以及投入产出表延长表中电信、广播电视和卫星传输服务,互联网和相关服务以及软件和信息技术服务业等相应统计项目的数据。其中,1987-2000年之间数

数字化软件服务的数据根据投入产出表中“邮电”统计项目和相应年份《中国统计年鉴》中有关电信业务的统计数据汇总整理计算得出。同时,采用插值法补齐由于1987年缺失的电信业务数据。完全消耗系数的计算方法如公式(4)所示。

$$B = (I - A)^{-1} - I \quad (4)$$

公式(4)中,B表示完全消耗系数矩阵,A是根据公式(1)计算出的直接消耗系数矩阵,I为单位矩阵,本文中的完全系数矩阵均是利用 Matlab 软件计算得出。

3. 控制变量的选取及其测度。产业链强度的提升受到多种因素的影响,因此,实证检验模型中应该包含其他可能引起产业链强度变化的其他控制变量。然而,学者们一般根据研究的目的以及数据的可获取性而选择一些可能影响被解释变量的因素作为控制变量,在控制变量的选取上缺乏一定的标准。为了避免常规的控制变量选择方式的弊端,本文借鉴 Frank (2005)^⑳、干春晖 (2011)^㉑、王桂军(2020)^㉒等学者的做法,将核心解释变量与被解释变量的交叉相乘项作为控制变量引入模型,即引入 $DPI_{it} * ICS_{it}$ 和 $DSI_{it} * ICS_{it}$ 作为两个控制变量。

4. 虚拟变量的选取。数字经济的发展经历了消费互联网工业互联网两个阶段,而开始于2012年的工业互联网对制造业产业链的影响较为重要和深远。为考察工业互联网应用前后数字经济对产业链强度的影响是否存在差异性,公式(3)中引入时间虚拟变量D,将2012年之前的时间虚拟变量D赋值为0,将2012-2017年之间的时间虚拟变量D赋值为1。交互相乘项 $D * DPI_{it}$ 和 $D * DSI_{it}$ 分别表示 DPI_{it} 和 DSI_{it} 通过时间影响产业链强度的效应。

根据公式(3),分别对 DPI_{it} 和 DSI_{it} 求偏导数即可得到 DPI_{it} 和 DSI_{it} 对产业链强度的影响效应,计算公式如(5)和(6)所示。

$$\frac{\partial ICS_{it}}{\partial DPI_{it}} = \beta_1 + \beta_3 ICS_{it} + \beta_5 D \quad (5)$$

$$\frac{\partial ICS_{it}}{\partial DSI_{it}} = \beta_2 + \beta_4 ICS_{it} + \beta_6 D \quad (6)$$

(三)产业链层面各变量的时间趋势分析

产业链强度、数字化硬件设施以及数字化软件服务是模型(3)中的三个主要变量,首先考察三个主要变量的时间趋势图以初步判定变量之间的关系。

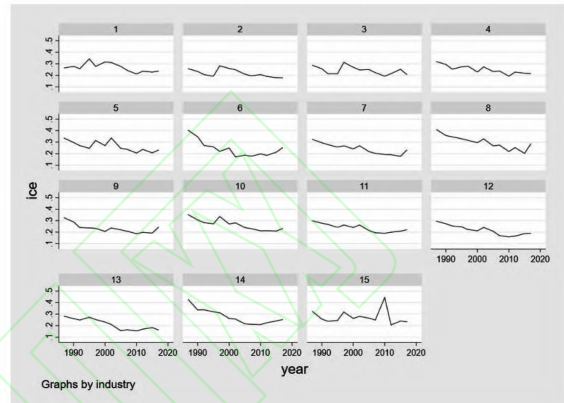


图2 产业链强度的时间趋势图

从图2中可以看出:1987-2017年间绝大部分产业链的强度呈现出先下降,而近年来缓慢上升的共同趋势,说明我国的产业链强度已经走出了持续下滑的阶段,当前正处于逐步提升的阶段;具体而言,食品制造及烟草、纺织服装服饰、鞋帽、家具制造、造纸及文教体育用品等劳动密集型产业链的强度提升不明显,而化学产品、电气机械以及仪器仪表等资本、技术密集型产业链的强度提升较为显著。

从图3中可以看出:(1)1987-2017年间,除了电气机械和器材制造、电子设备制造和仪器仪表等个别高技术产业链对数字化硬件设施的消耗有了较大幅度的提升以外,其余大部分产业链对数字化硬件设施的消耗增幅平稳且缓慢。(2)2002年及2012年前后数字化软件服务的消耗呈现出了较为明显的增长阶段,第一阶段主要是由电子商务等消费互联网的迅猛发展而带动的,而第二阶段主要是由云计算、大数据等支撑的工业互联网所带动的新一轮产业数字化变革所导致。

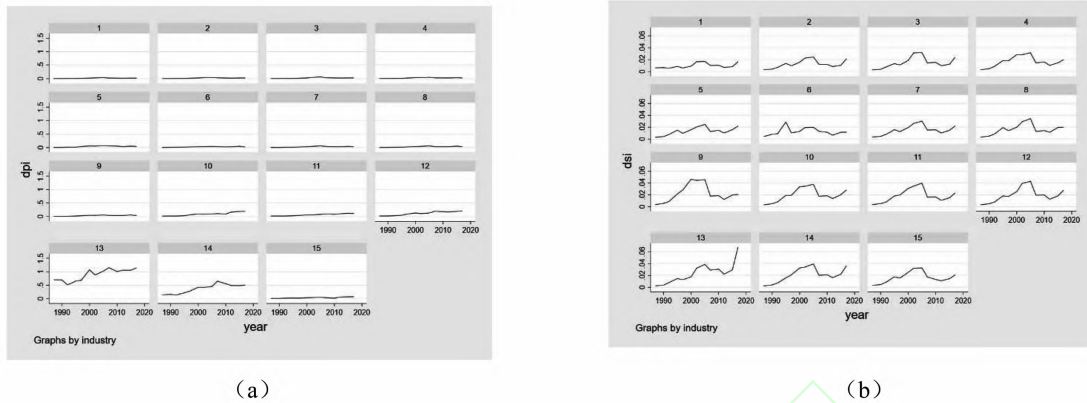


图3 数字化硬件设施及数字化软件服务的时间趋势图

综合图2和图3的信息可以发现,2012年前后,数字化软件服务与产业链强度表现出较为相似的变化趋势,也初步反映出数字化软件服务与数字化硬件设施对产业链强度影响的差异性。

五、实证分析

本文基于理论分析提出了数字经济与产业链强度之间关系的两个假设。但是,这种假设能否成立?本部分进一步进行实证检验。

(一) 产业链层面各变量的描述性统计

表2汇报了产业链层面三个主要变量的描述性统计特征,通过观察可以发现,三个主要变量在样本期间的差异性较小,数据相对较为平稳。

表2 1987-2017年产业链层面主要变量的描述性统计

变量	平均值	标准差	最小值	最大值
ICS	0.2492	0.0519	0.1538	0.4438
DPI	0.1223	0.2370	0.0024	1.153
DSI	0.0169	0.0106	0.0023	0.0669

(二) 样本回归结果及分析

由公式(3)可知,实证模型的右边出现了被解释变量,因此,所设定的面板模型具有内生性问题。为了缓解内生性问题对估计结果的影响,本文采用面板广义矩估计(GMM)的方法进行回归分析,并采用稳健标准误的方法以修正异方差的影响。表3汇报了利用Stata15软件进行样本估计的结果。

表3中的第(1)列为不含时间虚拟变量的基础回归结果,第(2)列为加入了时间虚拟变量的

结果,时间虚拟变量的系数非常显著,说明数字经济对产业链强度的影响存在时间的结构性差异。因此,第(3)列继续引入时间虚拟变量与 DPI_{it} 以及与 DSI_{it} 的交互相乘项,以考察 DPI_{it} 和 DSI_{it} 对产业链强度的影响是否随时间而发生变化。结果显示,时间虚拟变量与 DPI_{it} 的交互相乘项不显著,说明数字化硬件设施对产业链强度的影响不存在时间阶段的差异性;而时间虚拟变量与 DSI_{it} 的交互相乘项非常显著,且系数为正,说明数字化软件服务对产业链强度的影响存在时间阶段的差异性,在2012年后数字化软件服务对产业链强度的提升的促进作用明显增强。

表3 样本估计结果

	(1)	(2)	(3)
$DPI(\beta_1)$	0.3728 (0.0699)	-0.0027 (0.0700)	0.0637 (0.0640)
$DSI(\beta_2)$	-10.2951*** (2.5828)	-7.7630*** (2.8319)	-11.8674*** (2.0567)
$DPI \times ICS(\beta_3)$	-0.7545*** (0.2902)	-0.6164** (0.2963)	-0.7323*** (0.2154)
$DSI \times ICS(\beta_4)$	43.1676*** (9.9064)	31.9457*** (11.3831)	47.2413*** (8.4311)
D		-0.0159*** (0.0518)	-0.0588*** (0.0092)
$D \times DPI(\beta_5)$			-0.0175 (0.0142)
$D \times DSI(\beta_6)$			2.9349*** (0.6432)
R^2	0.7153	0.6957	0.8042
KP statistic	16.289***	13.754***	13.332***
CDW statistic	18.496***	12.055***	8.273***

注:括号内为聚类稳健标准误,*、**和***分别表示10%、5%和1%的显著性水平。

(三) 效应计算结果及分析

根据表3的检验结果,结合公式(5)和公式(6)计算出 DPI_{it} 和 DSI_{it} 的具体影响效果,如表4所示。其中 \overline{ICS} 代表产业链强度的均值,可通过计算不同时间跨度的产业链强度的平均值得出。

表4 数字化硬件设施及数字化软件服务对产业链强度的影响效果

	(1)	(2)	(3)
	1987-2017	1987-2012	2012-2017
\overline{ICS}	0.2492	0.2598	0.2140
DPI的偏效应 ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_3 \overline{ICS} + \hat{\beta}_5 D$)	-0.1880	-0.1903	-0.1903
DSI的偏效应 ($\hat{\beta}_2 + \hat{\beta}_4 \overline{ICS} + \hat{\beta}_6 D$)	0.4623	0.4059	3.3408
总效应	0.2743	0.2156	3.1505

由表4的计算结果可知:总体而言,数字经济对产业链强度的总效应为正,说明数字经济确实促进了产业链强度的提升。2012年之后,数字经济对产业链强度提升的总效应由0.2156提升至3.1505,促进作用愈加明显。由此可见,数字经济对产业链强度提升的促进作用不仅具有持续性,而且具有不断增强的趋势。

具体而言, DPI_{it} 对产业链强度的偏效应为负值,而 DSI_{it} 对产业链强度的偏效应为正值。出现此种情况的原因在于图3中所显示的长期以来数字化硬件设施投入的缓慢增长,也意味着我国的数字化硬件设施的投入不能满足当前发展的需求,迫切需要进一步增加数量以及提高质量来满足制造业的需求。而由于同时期数字化软件服务的投入增长相对较快,数字化软件服务对产业链强度的促进效应显著为正。尤其是2012年后, DSI_{it} 对产业链强度的偏效应由原来的0.4059提高至3.3408,增加幅度明显。由此可见,数字化软件服务对产业链强度的提升也在显著增强。

以上实证检验的结果有力地证明了前文所提出假设的正确性。从总体上看,数字经济提高了产业链的强度。从内部结构上看,数字化软件服务是产业链强度提升的持续动力源泉,是我国产业链强度提升的重中之重。但是,数字化硬件设施的投入不足已经成为制约产业链强度提升的影响因素。因此,“重硬件建设、重服务应用”的两手抓政

策应该是未来提升我国产业链强度的有效途径。

六、结论与政策建议

近年来,随着一系列“黑天鹅”事件的爆发,数字经济与产业链强度成为事关国家产业安全的经济安全中最重要的议题。有鉴于此,本文从产业链所包含的四个内含链的视角剖析了数字经济对产业链的影响强度,实证检验了数字化硬件设施和数字化软件服务对产业链强度的影响,实证结果表明:

1. 数字经济能够有效提高产业链的强度。数字经济是产业链强度提升的新动能,尤其是自2012年起,随着数字技术与实体经济的深度融合发展,数字经济对产业链强度提升的作用显著增强。

2. 数字化硬件设施的投入增长较为缓慢,远远滞后于数字化软件服务的投入增长,已不能满足当前经济快速发展的实际需求,由此导致数字化硬件设施成为产业链强度提升的制约因素。

3. 数字化软件服务的投入增长迅速,对产业链强度的促进作用明显。相比较于数字化硬件设施,数字化软件服务是产业链强度提升的持续而显著的驱动力,也是数字经济提升产业链强度的关键所在。

本文在丰富和拓展已有研究的同时,也给予了我们一些重要的启示。据此,本文提出如下的政策建议:

1. 促进数字化硬件设施向高端发展,形成产业链新基建供给需求动态平衡。数字化硬件设施是数字经济的基础,当前我国的数字化硬件设施滞后于经济快速发展需求,迫切需要通过向高端发展实现更新换代。首先,政府要摒弃简单的补贴政策,取而代之的是建立更为有效的产业引导、财政金融支持以及高端人才培育等政策支持体系和服务体系;市场则在市场机制完善、风险投资交易、人才流动等方面发挥决定性作用;在有为政府和有效市场的共同作用下,营造有利于技术创新的保障制度和市场环境。其次,采取产业联盟创新、全产业链协同创新等方式实现芯片、集成电路、基础原材料等“核高基”产品的技术攻关,抢抓我国当前数字化基础设施亟需升级改造的机遇

积极推广应用,在理论研究与实际应用的磨合中推动数字化硬件设施螺旋式的高端化发展,同时带动数字化硬件设施的升级换代。第三,充分利用双循环的发展新格局,准确把握市场需求,以超大规模的市场需求拉动数字化硬件设施的高端化供给,稳步实现数字化硬件设施的进口替代,为产业链数字化基础的更新换代提供产品保障,形成产业链数字化基础设施需求牵引供给、供给创造需求的更高水平动态平衡。

2. 推动数字化软件服务高质量发展,畅通产业链循环确保安全与自主可控。数字化软件服务是保障产业链中的信息跨时空流动的技术支撑,其中工业软件的作用至关重要。工业软件是数字化软件服务的核心内容,但却是我国受制于人的又一短板,极大地威胁了我国产业链安全稳定。发展安全的、自主可控的工业软件可以从以下三个方面寻求突破:第一,树立久久为功的理念。工业软件必需建立在严谨的工业逻辑和深厚的工业积淀的基础上,短视与投机也许可能获得一时的商业利益,而代价就是失去长期的安全保障。第二,寻求后发优势的突破口。相较于西方发达国家在单领域、单学科关键设计研发工具领域的传统垄断优势,多领域、基于统一模型规范的软件自动生成技术则是工业软件创新的方向和我国形成后发优势的突破口。第三,深耕先进制造业工艺。工业知识和制造业经验是工业软件的根基,在大力发展先进制造业的同时,要深入持久地推动工业知识研究与工业应用深度融合,逐步形成自主可控的工业软件设计与研发知识基础。

3. 加快数字化软件服务全方位开放,实现补链扩链强链并承接创新链转移。数字化软件服务是国际化产业,全方位的开放格局是释放数字化软件服务创新活力的必要条件,也是优化产业链、提高产业链强度的有效措施,为我国实现补链扩链强链以及承接国际创新链的转移提供顶层制度支持。首先,对内构建数字化软件服务业良好的生态环境。以新兴数字技术为切入点构建新的应用场景和商业逻辑;支持数字化软件服务领域中领军企业的发展,鼓励中小企业成长为细分领域中的“小巨人”和“单项冠军”,形成多主体协同创

新的联合体。其次,对外实施全球化合作战略。通过鼓励和支持“引进来”和“走出去”,加强数字化软件服务领域的国际合作以获取技术溢出效应;借助于中国国际进口博览会和全球服务贸易峰会等平台打造多渠道全方位的数字化软件服务对外开放体系;战略性布局“一带一路”沿线国家的数字化软件服务市场,实现规模化国际化发展;积极推进中西部地区服务贸易示范城市的建设,大力发展数字化软件服务外包等外向型业务,稳步推动数字化软件服务的出口,不断累积品牌影响力,加快提升国际竞争力。

注:

- ①吴金明:《产业链形成机制研究——“4+4+4”模型》,《中国工业经济》2006年第4期。
- ②汪延明、杜龙政:《基于关联偏差的产业链治理研究》,《中国软科学》2010年第7期。
- ③Tapscott, *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*, New York: McGraw-Hill, 1996.
- ④Negroponte, Harrington R, Mckay S. R., et al., *Being Digital, Computers in Physics*, No. 3, 1997, p. 261.
- ⑤姜奇平:《浮现中的数字经济》,中国人民大学出版社1998年版。
- ⑥中国信息通信研究院:《中国数字经济白皮书》,中国信息通信研究院2017年。
- ⑦裴长洪、倪江飞、李越:《数字经济的政治经济学分析》,《财贸经济》2018年第9期。
- ⑧蔡跃洲:《数字经济的增加值及贡献度测算:历史沿革、理论基础与方法框架》,《求是学刊》2018年第5期。
- ⑨陈晓东:《促进数字经济与实体经济融合发展》,《经济日报》(理论版)2020年6月17日。
- ⑩Adam S., *The Wealth of Nations*, Methuen and Co., Ltd., ed. Edwin Cannan, 1776.
- ⑪Alfred M., *The Principles of Economics*, London: Macmillan, 1890.
- ⑫沃西里·里昂惕夫:《美国经济结构均衡分析的经验应用》,商务出版社2000年版。
- ⑬艾伯特·赫希曼:《经济发展战略》,经济科学出版社1991年版。
- ⑭Porter M., *Competitive Advantage*, The FreePress, 1985.
- ⑮威廉·J. 史蒂文森:《生产与运作管理》,机械工业出版社2000年版。
- ⑯姚齐源、宋伍生:《有计划商品经济的实现模式—区域市场》,《天府新论》1985年第6期。
- ⑰傅国华:《运转农产品产业链 提高农业系统效益》,《中国农垦经济》1996年第11期。
- ⑱吴金明、黄进良、李民灯:《论产业链建设与创新的“3+3+3”模式》,《湖南科技大学学报》2007年第5期。

- ⑱芮明杰:《网络状产业链的知识整合研究》,《中国工业经济》2006年第1期。
- ⑲洪银兴:《围绕产业链部署创新链——论科技创新与产业创新的深度融合》,《经济理论与经济管理》2019年第8期。
- ⑳匡茂华、李海海:《创新链和产业链双向融合路径探析》,《人民论坛》2020年第15期。
- ㉑盛朝迅:《推进我国产业链现代化的思路与方略》,《宏观经济管理》2019年第10期。
- ㉒刘志彪:《产业链现代化的产业经济学分析》,《经济学家》2019年第12期。
- ㉓曾楚宏、王斌:《产业链整合、机制调整与信息化驱动》,《改革》2010年第10期。
- ㉔李春发、李冬冬、周驰:《数字经济驱动制造业转型升级的作用机理——基于产业链视角的分析》,《商业研究》2020年第2期。
- ㉕张轶群、杜传忠:《基于大数据的产业链演变研究》,《人文杂志》2020年第4期。
- ㉖郝挺雷:《产业链视域下数字文化产业高质量发展路径研究》,《理论月刊》2020年第4期。
- ㉗戚聿东、肖旭、蔡呈伟:《产业组织的数字化重构》,《北京师范大学学报》(社会科学版)2020年第2期。
- ㉘许获迪:《区块链技术在供应链金融中的应用研究》,《西南金融》2019年第1期。
- ㉙Frank M W. Income Inequality and Economic Growth in the U. S. : A Panel Cointegration Approach, 2005.
- ㉚干春晖、郑若谷、余典范:《中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响》,《经济研究》2011年第5期。
- ㉛王桂军、张辉、金田林:《中国经济质量发展的推动力:结构调整还是技术进步》,《经济学家》2020年第6期。

〔责任编辑:清 菡〕

Can the Digital Economy Achieve the Optimal Strength of the Industrial Chain?

Chen Xiaodong & Yang Xiaoxia

Abstract: At present, the world economy and competition are in a historical period of drastic changes, the vigorous development of digital economy promotes the fierce battle for the industrial chain. As a new economic form, the digital economy reconstructs the organizational form of the industrial chain and deeply influences the operation strength of the industrial chain. This paper explores the relationship between the four embedded chains in the industrial chain. Furthermore, this paper also analyzes the intrinsic influence mechanism of digital economy on the industrial chain from the perspective of the four embedded chains. Based on the data of China's input-output table from 1987 to 2017, this paper establishes a panel data model and constructs a measurement index to empirically examine the impact of digital hardware facilities and digital software services on the industrial chain strength. The regression results show that the digital economy has improved the strength of the industrial chain, and the promotion effect is continuously increasing. Specifically, the slow growth of digital hardware facilities inhibit the improvement of the strength of the industrial chain, while digital software services significantly promote the improvement of the strength of the industrial chain. Therefore, China should vigorously promote the high-end development of digital products and constantly realize the upgrading of the digital foundation of the industrial chain in the future. At the same time, we should also improve the quality of digital services to expedite the cycle of industrial chain and ensure the safety and stability of the industrial chain. Finally, in order to supplement, expand and strengthen the industrial chain as well as undertake the transfer of international innovation chain, we also need to build an all-directional open system in the field of digital software services.

Key words: digital economy; industrial chain strength; input-output table; panel data