

# 数字经济增加值结构与产业链现代化水平

王磊<sup>1</sup>, 覃朝晖<sup>1</sup>, 彭定贇<sup>2</sup>

(1.三峡大学 经济与管理学院,湖北 宜昌 443002;2.武汉理工大学 经济学院,武汉 430070)

**摘要:**数字经济的爆发式增长以及与实体经济的深度融合逐渐成为我国参与国际竞争的新优势。面对不断涌现的新平台、新业态和新场景,如何在数字经济涉及产业频繁变化的情况下准确核算数字经济增加值,完成数字基础设施、数字服务等数据投入要素和产业数字化这一产业融合成果的增加值结构分解,对于探索数字经济推动产业链现代化的路径、范式意义重大。文章采用产业范围界定与假设提取法相结合的“两步走”方法核算了全球50个国家数字经济增加值总量,完成了数字经济增加值结构分解,分析了三类数字经济规模对产业链现代化水平的影响。研究发现,产业数字化增加值界定和理解差异是造成不同研究方法之间中国数字经济增加值总量核算结果相差悬殊的主要原因;明确三类数字经济对实现产业链现代化多元目标的具体作用,有利于增强数据要素投入的靶向性。

**关键词:**数字经济增加值;产业链现代化;假设提取法;产业数字化;行业异质性

**中图分类号:**F224.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-6487(2023)24-0102-06

## 0 引言

数字经济因为在产业结构高级化、资源配置优化、促进创新和提升效率方面的优异表现<sup>[1]</sup>,逐渐成为提升产业链现代化水平的新路径<sup>[2]</sup>。数字经济包括数字经济基础设施、数字服务和产业数字化<sup>[3]</sup>。探索数字经济各组成部分是否全面、均匀地提升产业链现代化水平,有利于评估数字经济提升产业链现代化水平的效果,为数字技术、数字服务和产业数字化转型的布局、培育和改造提供方向指引,进而更高效、更精确、更安全地打造数字经济新优势、推进产业链现代化。因此,本文采用2005—2015年50个国家的面板数据实证分析数字经济增加值结构与产业链现代化水平的关系。相较于已有研究,本文着重做了两方面的工作:(1)在数字经济增加值的核算方面,本文尝试以精确、客观的核算方法应对国家、省份和机构主观定义产业数字化转型涉及产业造成的数字经济增加值核算差异。先确定数字基础设施和数字服务涉及的具体产业和增加值,再采用假设提取法比较各国失去数字基础设施、暂停数字服务前后GDP变化,传统产业数字化转型也就失去了数据要素基础,据此获得传统产业数字化转型产生的增加值。(2)在研究内容方面,本文试图明确数字基础设施、数字服务和产业数字化这三类数字经济对实现更强创新能力、更高附加值和更加可持续等产业链现代化多元目

标的具体作用。以往研究直接探讨数字经济总量与国家整体现代化进程的关系,数字制造和数字服务、数字产业化与产业数字化提升产业链现代化的路径是否完全一致,达成的现代化目标是否相同均有待研究。因此,增强数据要素投入的靶向性,识别信息通信技术(ICT)产业向三次产业的技术溢出路径,进而加快推进产业链现代化进程也是本文重点关注的议题。

## 1 数字经济增加值核算与分解

为了应对数字经济增加值核算颗粒度过大,产业数字化涉及产业弹性过大、变动频繁的问题,本文采用“两步走”的方法进行数字经济增加值核算与分解。

第一步,确定数字基础设施和数字服务涉及产业的范围。这是因为政府、机构和学者对数字经济概念界定达成的共识包括:数字经济是一种基于数字技术的经济,广泛应用的信息通信技术带来数字经济<sup>[4]</sup>;数字基础设施和数字服务则是支持数字技术成功运行的计算和网络资源<sup>[5]</sup>。关于数字基础设施、数字服务包含的产业,中国信息通信研究院、国家统计局发布的《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》和OECD等机构的界定也近似<sup>①</sup>。本文基于以上确定性信息和广泛性共识,参照OECD对信息通信技术(Information and Communications Technology, ICT)产业的划分标准,明确了数字基础设施和数字服务的范围,数

**基金项目:**国家社会科学基金青年项目(21CJY015)

**作者简介:**王磊(1988—),男,湖北荆州人,博士,副教授,研究方向:产业组织与经济发展、全球价值链。

覃朝晖(1982—),男,湖北恩施人,博士,副教授,研究方向:农村金融、乡村振兴。

彭定贇(1965—),男,湖北荆州人,博士,教授,博士生导师,研究方向:收入分配。

<sup>①</sup>中国信息通信研究院将数字产业化定义为信息通信产业,包括电子信息制造业,电信业、软件和信息技术服务业,互联网行业等。OECD将信息通信产业的范围划定为计算机、电子和光学产业,电子设备产业,出版、视听和广播活动,电信业,信息技术和其他信息服务。

字基础设施包括计算机、电子和光学产业和电子设备产业;数字服务包括出版、视听和广播活动,电信业,信息技术和其他信息服务。本文结合 OECD 世界投入产出表的信息完成了这两部分数字经济增加值的核算,记为  $IDig^{ICT}$  和  $SDig^{ICT}$ 。

第二步,测算全球经济失去 ICT 产业提供数字基础设施和数字服务这一假设情境前后各国家-产业 GDP 的变化。由于数字技术具有通用性和高渗透性特征,切断所有数字基础设施和数字服务后不仅 ICT 产业获得的增加值将归零,而且借助数字技术实现数字化的传统产业增加值也会受到影响。通过比较切断数字基础设施和数字服务前后各国家-产业增加值的变化,既可以核算数字经济增加值总量,也可以分解得到产业数字化的增加值,进而分析各国数字经济增加值结构。

本文借鉴 Los 等(2016)<sup>[6]</sup>提出的假设提取法实现这一步骤。式(1)呈现了各国家-产业最终产品  $Y_m^j$  包含的增加值在国内和国外、本产业和其他产业的分配情况。为了便于测算数字经济增加值规模,本文将所有产业部门划分为 ICT 产业和其他产业  $x$ 。式(1)中  $V$  为增加值系数矩阵,  $B$  是著名的列昂惕夫逆矩阵。下标代表国家,上标代表产业,上标和下标中的左标代表产品的提供方、出口方,右标代表产品的消耗方、进口方。

$$VBY = \begin{bmatrix} V_1^{ICT} \\ V_1^x \\ V_2^{ICT} \\ V_2^x \\ V_3^{ICT} \\ V_3^x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I - A_{11}^{ICT} & A_{11}^{ICTx} & A_{12}^{ICT} & A_{12}^{ICTx} & A_{13}^{ICT} & A_{13}^{ICTx} \\ A_{11}^{xICT} & I - A_{11}^{xx} & A_{12}^{xICT} & A_{12}^{xx} & A_{13}^{xICT} & A_{13}^{xx} \\ A_{21}^{ICT} & A_{21}^{xICT} & I - A_{22}^{ICT} & A_{22}^{xICT} & A_{23}^{ICT} & A_{23}^{xICT} \\ A_{21}^{xICT} & A_{21}^{xx} & A_{22}^{xICT} & I - A_{22}^{xx} & A_{23}^{xICT} & A_{23}^{xx} \\ A_{31}^{ICT} & A_{31}^{xICT} & A_{32}^{ICT} & A_{32}^{xICT} & I - A_{33}^{ICT} & A_{33}^{xICT} \\ A_{31}^{xICT} & A_{31}^{xx} & A_{32}^{xICT} & A_{32}^{xx} & A_{33}^{xICT} & I - A_{33}^{xx} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1^{ICT} \\ Y_1^x \\ Y_2^{ICT} \\ Y_2^x \\ Y_3^{ICT} \\ Y_3^x \end{bmatrix} \quad (1)$$

如式(2)、式(3)所示,国家1的 ICT 产业从本国 ICT 产业最终产品  $Y_1^{ICT}$  获得增加值 ( $DV_1^{ICT}$ ),国家1的 ICT 产业从本国其他产业以及其他国家最终产品获得的增加值 ( $IV_1^{ICT}$ )之和构成国家1的 ICT 产业  $GDP_1^{ICT}$ 。同理可知国家1的其他产业  $x$   $GDP_1^x$  如式(4)所示。

$$DV_1^{ICT} = V_1^{ICT} B_{11}^{ICT} Y_1^{ICT}, IV_1^{ICT} = V_1^{ICT} (B_{11}^{ICTx} Y_1^x + B_{12}^{ICT} Y_2^{ICT} + B_{12}^{ICTx} Y_2^x + B_{13}^{ICT} Y_3^{ICT} + B_{13}^{ICTx} Y_3^x) \quad (2)$$

$$GDP_1^{ICT} = DV_1^{ICT} + IV_1^{ICT} = \sum_n V_1^{ICT} B_{1n}^{ICT} Y_n^{ICT} + \sum_n V_1^{ICT} B_{1n}^{ICTx} Y_n^x \quad (3)$$

$$GDP_1^x = \sum_n V_1^x B_{1n}^{xICT} Y_n^{ICT} + \sum_n V_1^x B_{1n}^{xx} Y_n^x \quad (4)$$

为了测算切断数字基础设施投入和数字服务后国家1的 ICT 产业假设 GDP ( $GDP_1^{ICT}$ ) 以及国家1的其他产业假设 GDP ( $GDP_1^x$ ),本文假设全球各国 ICT 产业生产的中间产品和最终产品为0。式(5)呈现了假设条件下,各国家-产业最终产品增加值的分配情况。式(6)和式(7)据此求得假设情况下国家1的 ICT 产业和国家1的其他产业假设 GDP。

$$B' = \begin{bmatrix} I-0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ A_{11}^{xICT} & I-A_{11}^{xx} & A_{12}^{xICT} & A_{12}^{xx} & A_{13}^{xICT} & A_{13}^{xx} \\ 0 & 0 & I-0 & 0 & 0 & 0 \\ A_{21}^{xICT} & A_{21}^{xx} & A_{22}^{xICT} & I-A_{22}^{xx} & A_{23}^{xICT} & A_{23}^{xx} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I-0 & 0 \\ A_{31}^{xICT} & A_{31}^{xx} & A_{32}^{xICT} & A_{32}^{xx} & A_{33}^{xICT} & I-A_{33}^{xx} \end{bmatrix},$$

$$VB'Y' = VB' \begin{bmatrix} Y_1^{ICT} - Y_1^{ICT} \\ Y_1^x \\ Y_2^{ICT} - Y_2^{ICT} \\ Y_2^x \\ Y_3^{ICT} - Y_3^{ICT} \\ Y_3^x \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$GDP_1^{ICT} = 0 \quad (6)$$

$$GDP_1^x = V_1^x B_{11}^{xx} Y_1^x + V_1^x B_{12}^{xx} Y_2^x + V_1^x B_{13}^{xx} Y_3^x \quad (7)$$

根据国家1的 ICT 产业实际  $GDP_1^{ICT}$  和假设条件下的  $GDP_1^{ICT}$  之间差值  $Dig_1^{ICT}$ ,即可得到国家1数字产业化增加值。比较国家1其他产业实际  $GDP_1^x$  和假设条件下的  $GDP_1^x$ ,可知产业数字化增加值  $Dig_1^x$ 。统计国家1的 ICT 产业和其他产业借助数字基础设施和数字服务创造增加值总和  $Dig_1$  可得到该国数字经济增加值。

$$Dig_1^{ICT} = GDP_1^{ICT} - GDP_1^{ICT} = GDP_1^{ICT} \quad (8)$$

$$Dig_1^x = GDP_1^x - GDP_1^x = \sum_n V_1^x B_{1n}^{xICT} Y_n^{ICT} + \sum_n V_1^x B_{1n}^{xx} Y_n^x - \sum_n V_1^x B_{1n}^{xx} Y_n^x \quad (9)$$

$$Dig_1 = Dig_1^{ICT} + Dig_1^x \quad (10)$$

## 2 研究设计

### 2.1 模型设定

当探索数字基础设施、数字服务和产业数字化对产业链现代化的影响,本文设定如下基础模型:

$$\ln TSI_n^t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln IDig_n^{ICTt} + \alpha_2 \ln SDig_n^{ICTt} + \alpha_3 \ln Dig_n^{xt} + \alpha_4 \sum \ln Control_n^t + u_n + u^t + \epsilon_n^t \quad (11)$$

$$\ln CG_n^t = \beta_0 + \beta_1 \ln IDig_n^{ICTt} + \beta_2 \ln SDig_n^{ICTt} + \beta_3 \ln Dig_n^{xt} + \beta_4 \sum \ln Control_n^t + u_n + u^t + \epsilon_n^t \quad (12)$$

其中,上标  $t$  代表时间,  $ICT$  和  $x$  代表产业,下标  $n$  代表经济体。式(11)、式(12)中的被解释变量分别为产品技术复杂度  $TSI_n^t$  和碳排放强度  $CG_n^t$ 。前者  $TSI_n^t$  用来体现产业链现代化高附加值方面的特征,后者  $CG_n^t$  用来呼应可持续性、绿色发展是产业链现代化的应有之义。基准模型中的核心解释变量包括数字基础设施增加值  $IDig_n^{ICTt}$ , 数字服务增加值  $SDig_n^{ICTt}$ , 产业数字化增加值  $Dig_n^{xt}$ 。  $\sum \ln Control_n^t$  是控制变量取对数后的集合。  $u_n$  和  $u^t$  分别表示经济体和时间固定效应,  $\epsilon_n^t$  为随机扰动项。

### 2.2 变量指标选取

#### 2.2.1 核心被解释变量

(1)产品技术复杂度。为了测算与 ICT 产业有关的跨

产业、跨国界技术溢出。本文借鉴 Ghodsi 等(2020)<sup>[7]</sup>的方法,尝试通过上下游产业关联系数将数字技术溢出分为前向技术赋能和后向技术赋能。前向技术赋能是指 ICT 产业的技术溢出到下游产业,提升了下游产业的 TSI。同理,下游技术赋能是指为了满足数字经济的发展需要,引致上游传统产业 TSI 提升。另外,考虑到全球产业链和国内产业链的差异,数字技术赋能还可以分解为国内技术溢出和国际技术溢出。基于上游、下游、国内、国际的划分方法,四种数字技术溢出指标如式(13)至式(16)所示:

$$DOMFor_1^{j,t} = TSI_1^{j,t*} \sum_{q=1, j \neq q}^n g_{11}^{jq,t} \quad (13)$$

$$INTFor_1^{j,t} = TSI_1^{j,t*} \sum_{i=2}^m \sum_{q=1}^n g_{1i}^{jq,t} \quad (14)$$

$$DOMBack_1^{j,t} = \sum_{q=1, j \neq q}^n b_{11}^{qj,t} * TSI_1^{j,t*} \quad (15)$$

$$INTBack_1^{j,t} = \sum_{i=2}^m \sum_{q=1}^n g_{1i}^{qj,t} * TSI_1^{j,t*} \quad (16)$$

(2)碳排放强度。基于最终产品消费带来的碳减排义务和实际承担的碳减排责任两种统计核算方式,可以通过以下两个指标描绘碳排放强度。如式(17)所示,将式(1)中的增加值系数矩阵  $V$  替换为碳排放系数矩阵  $C$ 。 $C$  矩阵元素  $c_i$  代表各国家-产业单位产出排放的二氧化碳含量。

$$CBY = \begin{bmatrix} C_1 B_{11}(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13}) & C_1 B_{12}(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23}) & C_1 B_{13}(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33}) \\ C_2 B_{21}(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13}) & C_2 B_{22}(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23}) & C_2 B_{23}(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33}) \\ C_3 B_{31}(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13}) & C_3 B_{32}(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23}) & C_3 B_{33}(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33}) \end{bmatrix} \quad (17)$$

国家 1 最终产品消费带来的碳减排义务 ( $FDC_1$ ) 和实际承担的碳减排责任 ( $PEC_1$ ) 如式(18)、式(19)所示:

$$FDC_1 = (C_1 B_{11} + C_2 B_{21} + C_3 B_{31})Y_{11} + (C_1 B_{12} + C_2 B_{22} + C_3 B_{32})Y_{21} + (C_1 B_{13} + C_2 B_{23} + C_3 B_{33})Y_{31} \quad (18)$$

$$PEC_1 = C_1 B_{11}(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13}) + C_1 B_{12}(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23}) + C_1 B_{13}(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33}) \quad (19)$$

因此,从消费和需求的角度出发,国家 1 单位最终产品消费产生碳排放  $CG_1$  如式(20)所示。从生产和供给的角度出发,国际 1 获得单位增加值排放的二氧化碳  $CG_1^*$  如式(21)所示。

$$CG_1 = FDC_1 / (Y_{11} + Y_{21} + Y_{31}) \quad (20)$$

$$CG_1^* = PEC_1 / GDP_1 \quad (21)$$

### 2.2.2 控制变量

为了增强基准模型的稳健性,本文还引入了以下控制变量:人力资源禀赋  $l$ 、研发投入强度  $RD$ 、资本深化程度  $kl$ 、制度质量  $law$ 、外商直接投资  $fdi$ 、汇率  $exchange$ 。

### 2.3 数据来源

本文进行数字变量增加值核算和分解的基础数据,以及核算结果数字基础设施增加值  $IDig_n^{ICTt}$ 、数字服务增加值  $SDig_n^{ICTt}$ 、产业数字化增加值  $Dig_n^{xt}$  的数据均来源于经济合作与发展组织投入产出数据库(IOTS-OECD)。被解释变量产品技术复杂度  $TSI_n^{j,t*}$  中人均收入  $Y_n^t$  和增加值显

示性比较优势指数  $RVCA_n^{t,j}$  以及碳排放强度  $CG_1$  和  $CG_1^*$  依据增加值贸易数据库(TiVA)核算得到。研发投入强度  $RD$ 、制度质量  $law$ 、外商直接投资  $fdi$  和汇率  $exchange$  数据来自世界银行数据库(World Bank Open Data)。人力资源禀赋  $l$  数据由国际劳动组织数据库(ILOSTAT)提供。资本深化程度  $kl$  数据由世界投入产出数据库(WIOD)的社会经济账户(Social Economic Accounts)提供。

## 3 主要经济体数字经济增加值结构比较

基于数字经济增加值核算和分解方法,本文首先汇报了世界主要经济体数字经济增加值总量的核算结果。接着,通过比较主要经济体数字经济增加值结构,解释了几种数字经济核算方法结果差异巨大的原因。

图 1 汇报了本文核算的 2005—2015 年主要经济体数字经济增加值。2005 年美国数字经济增加值已经超过 1.4 万亿美元。中国、德国、英国和韩国的数字经济增加值集中在 1500 亿美元至 3500 亿美元之间。2008 年全球金融危机爆发后,各国数字经济增加值增长势头均受到影响,中国增速放缓,其他国家出现负增长。此后,除美国和中国保持增长趋势以外,其他经济体的数字经济规模停滞不前。2015 年美国逼近 2 万亿美元,中国数字经济规模较 2005 年扩张 5 倍以上,达到 1.3 万亿美元。本文的这一测算结果与第三届互联网大会汇报的中国数字经济规模仅次于美国,超过欧洲主要国家、亚洲日本和韩国的判断保持一致。同时,图 1 中有关中国数字经济增加值的核算结果也与向书坚和吴文君(2019)<sup>[8]</sup>基于数字经济卫星账户的测算结果近似。

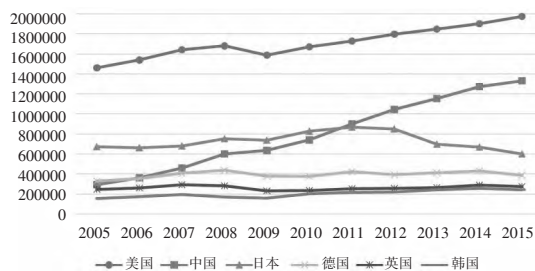


图 1 主要经济体数字经济增加值趋势图(单位: 百万美元)

注:作者根据 OECD 世界投入产出表测算得到。下同。

数字经济增加值结构方面主要经济体之间差异巨大。如下页表 1 所示,美国和英国数字经济的主体是数字服务。中国数字经济的发展经历了从数字基础设施建设向产业数字化转型的过程。中国加入 WTO 后,计算机、电子和光学产业,电子设备产业加工贸易盛行,并在 2006 年达到顶峰,占当年 GDP 比重达到 1.81%,推动了中国数字基础设施快速布局、发展。随着 2008 年金融危机爆发,海外需求迅速萎缩,“两头在外,大进大出”的发展模式越来越不能支撑中国经济平稳运行。扩大内需的方针正式提出,中国 ICT 产业向本国传统产业的渗透、融合也越充分。具体表现为产业数字化增加值占比超过数字经济的 50%;2012 年中国产业数字化增加值开始超过美国,成为



全球ICT产业与传统产业关联最紧密,合作创造增加值最多的国家;2015年中国强化了在产业数字化方面的优势,数字服务与美国的差距进一步扩大。与中美的数字经济结构不同,韩国数字经济的主体始终是数字基础设施,日本和德国的数字经济结构分布较为均衡。

表1 主要经济体数字经济增加值结构

年份	国家	数字基础设施		数字服务		产业数字化	
		增加值 (百万美元)	占比(%)	增加值 (百万美元)	占比(%)	增加值 (百万美元)	占比(%)
2005	美国	254291.7	17.39	738443.5	50.50	469653.8	32.12
	中国	96469.71	33.13	51429.27	17.66	143308.4	49.21
	日本	183056	27.21	235083.7	34.94	254648.7	37.85
	德国	79639.61	24.17	119360.5	36.23	130463.2	39.60
	英国	19850.34	8.05	135214.4	54.86	91404.34	37.09
	韩国	61619.74	40.26	38500.45	25.16	52924.48	34.58
2012	美国	308682	17.17	930747.1	51.76	558761.9	31.07
	中国	301185	28.82	160029.8	15.31	583916.4	55.87
	日本	180782.3	21.29	317757.3	37.41	350780.2	41.30
	德国	94433.06	24.08	149539.7	38.13	148186.6	37.79
	英国	20036.37	7.84	142308	55.71	93084.14	36.44
	韩国	95529.03	43.24	43298.21	19.60	82075.58	37.15
2015	美国	334830.4	16.95	1090499	55.20	550207.1	27.85
	中国	374950.8	28.15	247862.1	18.61	709140	53.24
	日本	135170.1	22.54	219693.4	36.63	244819	40.82
	德国	89779.49	23.29	143094.8	37.12	152644.5	39.59
	英国	19717.76	7.22	154422	56.55	98908.09	36.22
	韩国	104121.1	43.36	47962.33	19.97	88040.51	36.66

基于本文数字经济增加值分解结果,本文对几种数字经济增加值核算方法进行了比较。许宪春和张美慧(2020)<sup>[3]</sup>借鉴BEA和ABS的研究经验,采用较为“保守”的数字经济增加值测算范围和方法,仅将数字基础设施、数字化交易和数字化媒体视为数字经济。如表2所示,这一方法对2015年中国数字经济增加值的测算结果为37366.13亿元,与本文数字基础设施和数字服务,即OECD划定的ICT产业增加值之和相当<sup>①</sup>。这说明许宪春和张美慧(2020)<sup>[3]</sup>较为“保守”的核算方法重点考察了数字产业化对GDP的贡献,未能涉及产业数字化创造的增加值。向书坚和吴文君(2019)<sup>[8]</sup>基于包含交换、转移和内部交易等“广义”的数字交易,构建包含现有产业的卫星账户,统筹核算各产业与数字产品间的投入产出结构。这与本文采用假设提取法探索ICT产业与传统产业关联,进而核算有无ICT产业前后国民经济的总体变化,得到数字经济增加值贡献的思路一致。两种方法对中国数字经济增加值核算结果也较为接近。最后,中国信息通信研究院的数字经济统计范围也包括数字产业化和产业数字化两部分。他们也将数字产业化定义为ICT产业,占GDP份额保持在6%~7%,与本文完全一致。但在产业数字化增加值核算方面,传统产业由于应用数字技术带来的生产数量和生产效率提升均被视为产业数字化创造的重要组成部分。因此,中国信息通信研究院对数字经济更“广义”的界定,造成本文与中国信息通信研究院核算结果的较大差异。

①如表2所示,2015年中国数字基础设施和数字服务增加值分别为3749.51亿美元和2478.62亿美元,加总后乘以当年汇率6.2284,换算为38791.29亿元。

表2 2015年中国数字经济增加值核算结果比较 (单位:亿元)

	许宪春 和张美慧(2020) <sup>[3]</sup>	“数字基础设施+数字服务”	向书坚 和吴文君(2019) <sup>[8]</sup>	本文数字经济 增加值总量	中国信息 通信研究院
中国	37366.13	38791.29	86772.48	82959.37	186301

#### 4 三类数字经济对产业链现代化水平提升作用的实证分析

##### 4.1 基准回归

为了探索数字经济增加值结构与产业链现代化水平的关系,本文以数字基础设施增加值  $IDig^{ICT}$ ,数字服务增加值  $SDig^{ICT}$  和产业数字化增加值  $Dig^x$  作为核心解释变量与产业现代化中创新能力和获取高附加值能力的代表变量以及可持续发展水平的代表变量进行回归分析。其中被解释变量经济含义如下:  $TSI$  (ICT产业产品技术复杂度)、 $DOMFor$  (ICT产业对国内产业链下游产业技术溢出)、 $INTFor$  (ICT产业对全球产业链下游产业技术溢出)、 $DOMBack$  (国内产业链上游产业配套、同步本国数字技术进步提升的产品技术复杂度)、 $INTBack$  (全球产业链上游产业配套、同步本国数字技术进步提升的产品技术复杂度)、 $CG_1$  (单位最终产品消费碳排放)和  $CG_1^*$  (单位GDP碳排放)。

表3 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	$TSI$	$DOMFor$	$INTFor$	$DOMBack$	$INTBack$	$CG_1$	$CG_1^*$
$IDig$	0.48*** (0.12)	-0.04 (0.08)	0.07 (0.08)	0.42*** (0.13)	0.77*** (0.14)	-0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)
$SDig$	0.95*** (0.22)	1.03*** (0.23)	0.48** (0.21)	0.53** (0.22)	0.22 (0.26)	-0.19*** (0.03)	-0.30*** (0.04)
$Dig^x$	0.32 (0.22)	0.96*** (0.23)	1.00*** (0.21)	1.07*** (0.23)	0.58** (0.26)	-0.18*** (0.03)	-0.18*** (0.04)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-13.43*** (1.37)	-17.20*** (1.34)	-13.23*** (1.24)	-17.19*** (1.40)	-12.19*** (1.59)	9.49*** (0.16)	10.55*** (0.22)
$R^2$	0.98	0.96	0.97	0.89	0.91	0.95	0.87
F	330.33	214.08	297.59	77.33	125.20	255.71	63.42

注:括号中数字为系数标准差;\*,\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。下同。

如表3基准回归分析列(1)结果所示,数字基础设施建设与数字服务发展是促进ICT产业产品技术复杂度提升的主要原因。数字技术与传统产业融合、渗透,推进产业数字化,进而反哺ICT产业产品技术复杂度的效果并不显著。与ICT产业创新能力提升完全依赖本产业发展不同,数字技术向国内和全球产业链下游技术溢出与产业数字化增加值密切相关。表3列(2)和列(3)的回归结果显示,数字服务与产业数字化是促进数字技术溢出到产业链下游,进而推进传统产业数字化、现代化的关键因素。数字基础设施建设对于数字技术向传统产业溢出的影响并不显著。表3列(4)和列(5)汇报了影响上游产业加速配套、同步数字技术进步,满足ICT产业发展需要的因素。三类数字经济均是推动国内产业链上游产业提升产品复

杂度以适应数字经济发展需求的影响因素。但是本国数字服务发展推动全球产业链上游产业匹配ICT产业发展需要的效果不显著。列(6)和列(7)有关数字经济与产业可持续发展水平的回归结果显示,数字基础设施建设对于降低碳排放强度,促进绿色发展的作用并不显著,数字服务和产业数字化均显著降低了碳排放强度。已有研究认为ICT产业并不是“环境友好型”产业也源于数字技术更迭变换频繁,电子设备淘汰、换代速度极快,需要消耗大量的化工、金属和非金属原材料,产生了大量碳排放<sup>[9]</sup>。

#### 4.2 稳健性检验

基准回归模型样本包括35个OECD经济体和15个非OECD经济体。为了检验模型的稳健性,本文将研究样本替换为仅包括OECD成员和仅包括非OECD成员。表4稳健性检验回归结果显示,变量系数、符号与显著性与基准回归模型近似,证实了本文基本结论的可靠性。进一步比较OECD成员组与非OECD成员组的回归结果发现,OECD成员组通过发展数字经济提高产业现代化水平的路径更丰富。表4列(6)和列(7)回归结果显示,数字基础设施建设对非OECD成员组的数字技术向下游产业溢出不显著;发展数字服务产业对促进非OECD成员组的上游产业技术创新以匹配ICT产业技术复杂度收效甚微。但是,上述技术溢出或者促进创新效应在OECD组中均显著有效。另外,通过比较回归系数大小,本文认为非OECD成员组利用产业数字化推进产业链现代化的效果较OECD成员组更好。当数字技术投入、渗透、融合到传统产业,帮助传统产业完成数字化转型后,非OECD成员组在创新产出、提升附加值以及可持续发展方面的进步和提升幅度都更大,OECD成员组则更加依赖数字基础设施建设和数字服务发展以促进产业链现代化。

表4 稳健性检验回归结果

	OECD成员				非OECD成员			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	<i>TSI</i>	<i>DOMFor</i>	<i>DOMBack</i>	<i>CG<sub>1</sub></i>	<i>TSI</i>	<i>DOMFor</i>	<i>DOMBack</i>	<i>CG<sub>1</sub></i>
<i>IDig</i>	0.47*** (0.15)	0.47*** (0.12)	0.42*** (0.12)	-0.00 (0.02)	0.96*** (0.36)	-0.15 (0.11)	0.11*** (0.10)	-0.02 (0.01)
<i>SDig</i>	0.97*** (0.28)	1.12*** (0.23)	0.69*** (0.23)	-0.22*** (0.03)	1.61*** (0.39)	0.69* (0.41)	-0.02 (0.40)	-0.16*** (0.05)
<i>Dig<sup>s</sup></i>	0.11 (0.28)	0.45** (0.23)	1.21*** (0.23)	-0.16*** (0.03)	-0.14 (0.10)	2.28*** (0.44)	2.70*** (0.43)	-0.27*** (0.06)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-16.16*** (1.66)	-12.43*** (2.03)	-20.00*** (1.70)	9.51*** (0.23)	-21.08 (2.17)	-25.97*** (2.43)	-23.43*** (2.37)	10.24*** (0.31)
R <sup>2</sup>	0.98	0.97	0.90	0.96	0.92	0.93	0.93	0.92
F	335.91	240.67	102.96	220.37	55.94	66.35	64.54	59.91

#### 4.3 行业异质性分析

如表5列(1)和列(2)所示,数字技术溢出到农业主要借助数字服务和产业数字化,数字基础设施建设对数字技术向农业溢出的作用并不显著。中国农业、农村的数字化实践经验也表明电子商务、直播带货等农业数字化转型路径有效提高了农产品附加值,促进了农业现代化<sup>[10]</sup>。表5列(3)和列(4)汇报了数字技术向制造业技术溢出的有效

路径。与农业现代化不同,数字技术主要通过数字基础设施和产业数字化溢出到制造业,数字服务没有显著促进数字技术向制造业溢出。进口高质量、高技术制造业中间零部件是获得技术溢出的重要路径,新冠肺炎疫情后频发的汽车芯片供应短缺问题已经迫使全球汽车行业减产,甚至供应链断裂,更是直接危及行业现代化水平提高。数字技术向服务业的技术溢出路径与农业相同。如表5列(5)和列(6)所示,数字服务和产业数字化显著促进了数字技术向服务业溢出,数字基础设施建设无法成为数字技术向服务业溢出的有效路径。目前工艺设计、现代物流、金融服务等生产性服务业利用互联网搭建的智能设计、智慧物流、智慧供应链平台在资源配置效率、降低生产成本和柔性生产方面均有突出表现;旅游、健康、教育等生活性服务业与物联网、互联网和人工智能融合形成的新业态增加了消费者可获得服务的品质、种类<sup>[11]</sup>。

表5 三类数字经济向下游产业技术溢出效率的行业异质性分析

	农业		制造业		服务业	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>DOMFor</i>	<i>INTFor</i>	<i>DOMFor</i>	<i>INTFor</i>	<i>DOMFor</i>	<i>INTFor</i>
<i>IDig</i>	-0.07 (0.08)	0.02 (0.07)	0.04*** (0.08)	0.14** (0.07)	-0.06 (0.08)	0.00 (0.08)
<i>SDig</i>	1.10*** (0.24)	0.51** (0.21)	0.75 (0.22)	0.18 (0.20)	1.13*** (0.24)	0.67*** (0.22)
<i>Dig<sup>s</sup></i>	0.77*** (0.24)	0.95*** (0.21)	1.19*** (0.22)	1.27*** (0.20)	0.90*** (0.24)	0.81*** (0.22)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-20.07*** (1.39)	-16.97*** (1.25)	-18.21*** (1.29)	-14.47*** (1.17)	-17.73*** (1.38)	-13.36*** (1.30)
R <sup>2</sup>	0.95	0.97	0.96	0.87	0.96	0.93
F	151.67	255.95	249.87	56.37	200.51	135.62

下页表6汇报了三类数字经济带动上游传统产业技术创新以适应、匹配数字技术高度的效果。通过比较三类数字经济回归系数大小和显著性可知,更高水平、更大范围的产业数字化转型是促进三次产业产品技术复杂度提高的主要路径。如表6列(1)和列(2)所示,如果仅依靠ICT本产业发展,扩张数字基础设施和数字服务规模,将难以有效促进产业链上游农业现代化。表6列(3)至列(6)分别汇报了制造业和服务业处于产业链上游时受三类数字经济发展的影响。回归结果表明,数字基础设施建设和产业数字化显著促进上游制造业的产品复杂度提高;数字服务和产业数字化有利于上游服务业技术进步。

## 5 结论与建议

本文采用产业范围界定与假设提取法相结合的“两步走”方法核算了全球50个经济体的数字经济增加值,完成了数字经济增加值结构分解。基于数字经济增加值结构分解结果,本文探索数字基础设施、数字服务、产业数字化这三类数字经济规模对产业链现代化水平的影响,得到以下主要结论:

(1)产业数字化增加值界定和理解差异是造成不同方法之间中国数字经济增加值总量核算结果相差悬殊的主

表6 三类数字经济引致上游产业技术进步的异质性分析

	农业		制造业		服务业	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	DOMBack	INTBack	DOMBack	INTBack	DOMBack	INTBack
IDig	0.09 (0.08)	0.08 (0.07)	0.14* (0.08)	0.20*** (0.07)	-0.03 (0.07)	0.03 (0.08)
SDig	0.44 (0.22)	0.22 (0.21)	0.21 (0.22)	-0.03 (0.22)	0.48** (0.20)	0.38* (0.22)
Dig <sup>x</sup>	1.44*** (0.22)	1.40*** (0.21)	1.62*** (0.22)	1.38*** (0.22)	1.69*** (0.20)	1.15*** (0.22)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-22.30*** (1.31)	-19.54*** (1.23)	-18.62*** (1.28)	-13.74*** (1.26)	-19.23*** (1.17)	-14.13*** (1.30)
R <sup>2</sup>	0.96	0.97	0.97	0.97	0.95	0.91
F	220.05	272.40	263.98	252.91	159.24	117.33

要原因。基于数字经济增加值结构分解结果,可以发现许宪春和张美慧(2020)<sup>[3]</sup>未将产业数字化纳入数字经济增加值统计范围,仅统计了数字基础设施和数字服务增加值,他们的核算结果占GDP份额为6%~7%。中国信息通信研究院将数字技术应用于传统产业带来的生产数量和效率提升全部视为产业数字化增加值,2020年数字经济增加值核算结果占GDP比重达到38.6%。本文试图比较切断数字基础设施和数字服务前后传统产业GDP的变化,精确分离出数字化转型对传统产业增加值的实际贡献。核算结果与向书坚和吴文君(2019)<sup>[8]</sup>通过编制数字经济卫星账户测算的数字经济增加值近似。

(2)明确三类数字经济对实现产业链现代化多元目标的具体作用,有利于增强数据要素投入的靶向性。数字技术向下游溢出需要借助数字服务和产业数字化发展;数字基础设施建设并不能显著提高产业链绿色发展、可持续发展水平。上述回归结果说明关注数字经济增加值结构,明确、细化各类数字经济发展在提升产业链现代化水平中的具体功能、作用,能够更有针对性、更有效率、更低成本地达成产业链现代化目标。因此,应该让数字服务更充分地服务于产业可持续性发展,利用制造业向智能化、数字化、服务化转型的契机降低我国碳排放强度;发挥产业数字化促进数字技术向上下游传统产业溢出,打造富有竞争力和吸引力的数字经济生态圈,降低上游企业数字化改造成本,全周期监督控制产品质量。

(3)结合产业特征,识别ICT产业向三次产业的技术溢出路径,有利于加快推进产业链现代化。数字技术溢出到农业的主要路径是农业数字化转型,通过农业与ICT产

业的深度融合、渗透,提升产业链上游农作物的品质和附加值,增加产业链下游农产品的销售渠道和范围。数字基础设施为数字技术向制造业高效溢出提供保障,装备ICT产业高性能中间产品后,能够直接提升传统制造业产品性能、丰富产品功能。数字服务则可以有效促进数字技术向服务业渗透,使生产性服务业变得更加智慧,使生活性服务业变得更有品质。因此,在借助数字技术赋能三次产业,提升传统产业产品复杂度,进而推进产业链现代化的过程中,不应盲目照搬某一产业的数字技术赋能经验,应该结合产业特征,识别ICT产业向三次产业技术溢出的有效路径,增加产业链上下游产业技术传导的确定性和成功率。

参考文献:

[1]蔡延泽,龚新蜀,靳妮.数字经济、创新环境与制造业转型升级[J].统计与决策,2021,(17).  
 [2]杨慧梅,江璐.数字经济、空间效应与全要素生产率[J].统计研究,2021,38(4).  
 [3]许宪春,张美慧.中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角[J].中国工业经济,2020,(5).  
 [4]姜奇平.数字经济学的基本问题与定性、定量两种分析框架[J].财经问题研究,2020,(11).  
 [5]Constantinides P, Parker G, Henfridsson O. Introduction—Platforms and Infrastructures in the Digital Age [J].Information Systems Research,2018,29(2).  
 [6]Los B, Timmer M P, De Vries G J. Tracing Value-added and Double Counting in Gross Exports: Comment [J].American Economic Review, 2016,106(7).  
 [7]Ghodsii M, Reiter O, Stehrer R, et al. Robotisation, Employment and Industrial Growth Intertwined Across Global Value Chains [R].WIIW Working Paper, No.177,2020.  
 [8]向书坚,吴文君.中国数字经济卫星账户框架设计研究[J].统计研究,2019,36(10).  
 [9]Wang L, Chen Y, Ramsey T S, et al. Will Researching Digital Technology Really Empower Green Development? [J].Technology in Society,2021,(66).  
 [10]成德宁,汪浩,黄杨.“互联网+农业”背景下我国农业产业链的改造与升级[J].农村经济,2017,(5).  
 [11]裴长洪,倪江飞,李越.数字经济的政治经济学分析[J].财贸经济,2018,39(9).

(责任编辑/浩 天)