

数字产品进口如何有效促进企业创新

——基于中国微观企业的经验分析

刘佳琪 孙浦阳

摘要：如何充分发挥数字产品的技术特点，促进高质量的创新，是实现“创新驱动发展”目标的核心内容之一。本文厘清了数字产品进口对企业创新的影响机制，并且通过首次提取数字产品进口数据验证了该影响机制。本文研究表明：企业进口数字产品通过技术溢出显著促进创新，并且这种促进作用在企业进行激进型创新时表现更为明显；进一步按照中间品和最终产品进行分类，数字最终产品进口对于企业创新发挥着更为显著的边际促进作用，因为最终产品的数字技术应用性更为直接，外溢作用更加显著；异质性分析显示，在人工智能渗透率、自动化程度高的行业以及进口 ICT 产品的企业中，数字进口对激进型创新的促进作用更为明显；为了避免内生性、样本选择偏误以及相同趋势对结果的影响，本文进行了必要的稳健检验，结果保持一致。

关键词：数字贸易；企业创新；要素投入；技术外溢

[中图分类号] F752 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2021) 08-0038-16

一、引言和文献综述

数字经济背景下，如何将数字经济应用到贸易与生产中，成为利用数字技术实现“创新驱动发展”的经济目标，也是实现我国在“十四五”阶段的“高质量有效创新”的重要理论研究问题。

伴随着我国市场的不断开放，我国企业通过竞争和技术外溢等渠道，学习和汲取国外先进的技术经验，有效地提升了自身创新能力。事实上，随着数字技术的高速发展，数字产品种类日益繁多，逐渐成为企业生产过程中一种十分重要且独特的要素投入 (Branstetter et al., 2018^[1]; 陈彦斌等, 2019^[2])。相较于其他类型要素投入，虽然数字要素投入的前期固定成本相对较高，但是其具有独特的“低复制成本”等技术属性，即可以简单理解为当企业完成对该产品的研发进入生产阶段

[收稿日期] 2020-11-22

[基金项目] 国家社科基金重大项目“建设更高水平开放型经济新体制研究”(21ZDA092); 教育部人文社科项目“全球价值链分工下制造业服务化对产业升级的影响研究”(20YJA790026)

[作者信息] 刘佳琪: 南开大学经济学院博士生; 孙浦阳 (通讯作者): 南开大学经济学院教授, 电子邮箱 nkuljq@163.com

后,每多生产一单位该产品的边际成本很低(Goldfarb and Tucker, 2019^[3]; Acemoglu and Restrepo, 2020^[4]);该属性使得技术外溢效果更加直接简单,不仅有利于实现技术共享,还大大削弱了数字进口企业的研发成本,有利于促进企业研发创新,尤其是新产品的研发创新(Brynjolfsson and Saunders, 2010^[5])。与此同时,虽然我国企业创新取得了巨大进步,但是目前企业的创新仍然主要体现在规模效应上。随着数字技术开发和使用成本的不断降低,数字经济的发展对创新过程,以及组织研发具有重要的重塑作用,故而企业数字产品的购买、投入和使用对研发创新的影响不容小觑(张颖和郭梦娇, 2016^[6])。因此,探究数字产品的要素投入对企业创新的影响,衡量企业购买和使用数字产品的要素投入,进而验证数字产品进口对企业创新的具体影响,成为验证数字产品要素投入对企业实际影响的重要核心内容。本文基于数字产品“贸易”和“要素投入”两个数字技术的核心要点(Acemoglu and Restrepo, 2020; 陈彦斌等, 2019),并充分考虑了数字产品的技术特点,具体而言,首先基于数字产品的特有技术属性,本文厘清了数字进口对企业创新的独特影响机制,可以简单理解为:由于数字产品较传统贸易品而言复制成本较低,企业在进口数字产品的过程中,可以在较低的研发成本基础上,实现更广泛和更有效的技术外溢,最终促进企业创新。

与本文内容相关的研究首先是与数字产品进口密切相关的文献,并且目前这类文献多以研究工业机器人的进口或使用对劳动力的影响为主。首先,国内外学者对于机器人使用的研究主要是基于国际机器人协会(International Federation of Robotics, 以下简称IFR)公布的数据,认为工业机器人的使用对劳动力、工资、生产率等均会产生影响,但对不同行业、不同年龄段以及不同技术工种劳动力的影响存在差异(Graetz and Michaels, 2018^[7]; Acemoglu and Restrepo, 2018^[8])。事实上,由于IFR数据存在变量缺失、机器人种类定义不明等缺点,且只能识别到国家和行业维度,限制了对数字技术特征的进一步深入剖析和研究。近年来,越来越多的学者通过挖掘各国机器人数据进而研究其对劳动力市场的影响。Blanas等(2019)^[9]使用国家维度的机器人进口数据,认为机器人的使用会冲击现有劳动力市场的年龄结构和技术结构。同时,企业层面机器人进口对劳动市场的影响可大致分为两类:第一类重点关注机器人对劳动者的直接替代或补充效应(Koah et al., 2019)^[10];第二类则倾向于探究机器人对劳动力市场结构的影响(Bonfiglioli et al., 2020^[11])。纵观此类文献,国内外学者更多地聚焦于机器人的使用对劳动力市场的影响,忽略了对企业的其他影响。

另一支与本文研究内容相关的文献主要围绕进口与企业创新。现有研究中进口对企业创新的影响呈现完全相反的两类结论。一部分学者认为进口竞争有利于促进企业创新,原因可以归纳为两点:一是“进口干中学”效应,即进口竞争使得国内企业能够更好地学习和吸收国外先进技术,在提高本国企业技术水平的同时,还可以降低企业研发成本,促进企业研发创新(Acharaya and Keller, 2008^[12]; Bloom et al., 2016^[13]);二是“创新成本降低”效应,主要理解为进口竞争的加剧有利于降低企业代理成本和机会成本,通过将要素进行合理化再配置,促进企业创新

(Bloom et al., 2013^[14])。另一部分研究则认为进口通过竞争降低了本国企业的利润空间,进而削弱了企业的创新动力,抑制了创新行为(Harhoff et al., 2014^[15]; Autor et al., 2016^[16])。虽然目前对于企业创新的研究基本上包含了所有可贸易品,但是随着数字经济发展,数字技术因其固有的特殊属性,其对创新产生的影响也发生了特殊的变化,不过因为数据的限制,能详细验证数字贸易对于创新影响的文献相对较少。本文则是从数字贸易的角度出发,探究数字产品进口对于企业创新行为的影响机制。

与已有文献相比,本文的创新之处主要体现在以下几个方面。首先,本文结合数字产品的特有属性厘清了数字产品的购买对企业创新的影响机制,具体表现为:企业在进口数字产品的过程中,利用数字产品的特有属性有利于实现更广泛和更有效的技术外溢,最终促进企业创新;其次,为了更好地诠释理论机制,本文提供了更为具体和微观的实证检验,本文通过参考最新的技术文献,以及国际组织和国内的政策机构中对于数字产品理论定义,并充分结合广义数字产品的定义,对新通关^①网提供的可贸易产品(匹配海关的十分位产品信息),进行了仔细匹配、提取、识别和归纳总结,从而得到我国企业的数字产品进口信息,并且进一步通过人工识别等方法,对涉及到的“企业—产品—时间”维度的数字产品进口类别,进行全方位的定义、识别和整理;最后,本文通过十分位产品级别的海关编码,将数字产品与我国海关数据库中包含的产品进出口数据进行一对一匹配,最终得到了2000—2016年我国280282家“企业—产品—时间”维度的数字产品进口数据^②。该数据涵盖时间较长,包含信息较多,为验证企业数字产品进口对创新活动的具体影响,提供了重要且必须的微观数据基础,也首次从企业—产品层面验证了数字产品的特点将会对企业创新产生何种影响。

在具体的实证检验过程中,本文通过将企业层面数字产品进口数据与专利数据进行匹配,从而得到了2000—2014年我国21533家企业的数字产品进口,以及企业创新的微观面板数据,该数据囊括了企业名称、企业编码、进口金额、进口数量、数字产品进口份额、进口类别、专利类别与申请数量等信息。通过对匹配数据进行回归,首次从实证角度验证了企业通过进口具有低复制成本这一特殊属性的数字产品,可以在研发成本较低的基础上,实现更广泛和更有效的技术外溢,最终促进企业创新;并且考虑数字产品的技术优点,本文发现数字产品的促进作用在企业进行激进型创新时表现更明显,这也验证了数字技术对于创新质量的独特影响,并且这种促进作用在企业进行激进型创新时表现的更加明显。其次,本文通过对数字产品类别进行区分发现,相较于进口数字中间品的企业而言,进口数字最终品企业对其创新行为边际作用更强,这是由于数字最终产品的数字技术应用性更为直接,外溢作用更加显著。此外,为了进一步探究影响机制,本文进行了行业和企业层面的异质性分析,结果发现:在人工智能渗透率、自动化程度

^①新通关网网址为: <http://hs.bianmachaxun.com/>。

^②因为企业数据库的限制,2015—2016年的数字进口信息不在论文的检验过程中使用。

等技术相对较高的行业，以及进口 ICT 产品的企业中，数字进口对激进型创新的促进作用更为明显，

二、数据说明与计量模型设定

本章内容主要可以分为三部分。第一部分重点介绍本文实证研究用到的数据和指标，并对这些数据和相关指标进行简要的描述性统计分析；第二部分对数据的匹配与合并进行简要介绍；第三部分则结合已有文献和数据自身特点构建计量模型。

（一）数据说明

本文重点关注企业进口数字产品对企业创新行为产生何种影响，为了探究二者的影响机制，本文将使用如下数据：

1. 数字产品进口数据

本文实证分析部分用到的是中国企业层面数字产品进口数据，该数据涵盖 2000—2016 年 280282 家企业（不包括名称不详的企业）从事数字贸易的信息，具体包括企业名称、企业编码、进口金额、进口数量、数字产品进口份额、产品类别^①等。

为了得到中国企业数字贸易数据，本文进行了以下四个步骤：第一，我们根据 Hui and Chau (2002)^[17]、Mann and Puttmann (2018)^[18]、OECD (2020)^[19] 以及中国通信院发布的 2015—2019 年《数字经济发展白皮书》的相关内容，本文对数字产品进行了广义和狭义的区别，为保证研究的广泛性，我们基于广义定义，将数字经济分为有形产品和无形产品，并提取出 25 个属于广义数字产品范畴的关键词^②；第二，使用 python 在新通关网中对包含上述关键词的商品名称进行爬取，从而得到了包含上述关键词的商品名称和 HS10 编码（HS2017）；第三，根据相关资料得到的产品定义和用途以及《进出口税则商品及品目注释（2020 版）》中的子目注释，对已爬取的商品进行人工识别，剔除掉包含上述关键词但不属于广义数字产品的商品，并对商品类型（中间品^③或最终品）进行识别，并将已识别好的数字产品名称和编码与 OECD (2020) 公布的 ICT 产品进行合并，得到了全部数字产品名称和海关编码信息；第四，将提取出的数字产品的海关编码进行统一转换，并与海关库中的海关编码进行匹配，从而得到了 2000—2016 年 280282 家企业 420 种（HS6）数字产品的贸易信息，本文将上述“企业-产品”维度的数字贸易数据在企业维度进行合并，最终得到了中国企业级数字产品进口数据^④。

①具体指企业是否从事中间品或最终品数字进口，是否从事生产类或生活类数字产品进口。

②具体包括：智慧、软件、远程、电视、VCD、系统、装置、机器人、雷达、移动、智能、电子、机、自动生产线、机器、数字、数码、自动、设备、人工智能、广播、数控、通信、计算机、数据、DVD。

③本文所指的数字中间品是指数字产品的零部件，对该类产品的划分我们严格遵守《进出口税则商品及品目注释（2020 版）》中对零部件的划分。

④上述企业级数字产品进口数据已对中间商企业进行了剔除（如经贸企业等）。

为了更加清晰直观地展示我国企业数字贸易的发展情况，首先从总体角度来看（如图1所示），我国从事数字贸易的企业数量整体呈现上升的趋势，数字产品的进口额在2000—2013年涨势迅猛，其中2009年的些许下降与2008年的全球经济危机有关。此后，数字产品进口额略有下降。此外，本文通过对企业进口数字产品类型进行区分（如图2所示），可以看出：我国从事数字中间品贸易的企业数量大于从事数字最终品贸易的企业数量。同时，数字最终品贸易份额的变化趋势相对平稳，并出现稳中有降的趋势，而数字中间品贸易份额呈现明显上升趋势。并且，对比图1和图2不难看出，存在大量企业同时从事数字中间品和数字最终品的贸易活动。

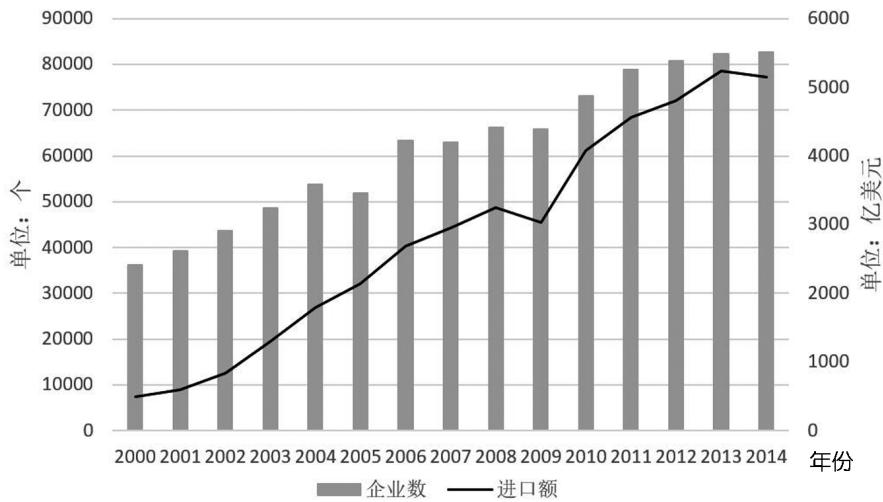


图1 2000—2014年中国数字贸易发展情况

数据来源：经作者整理所得。

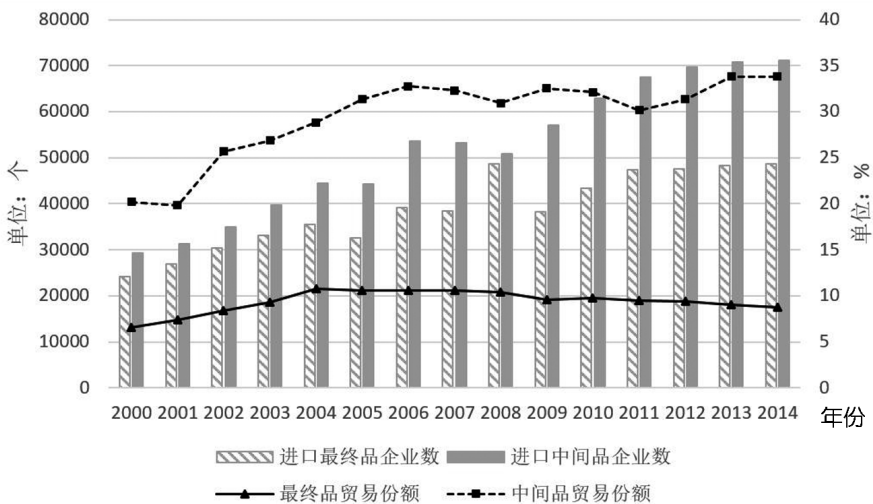


图2 区分贸易类型

数据来源：经作者整理所得。

2. 企业创新数据

本文使用2000—2014年国家知识产权局专利数据库（以下简称“专利数据库”）中记录的企业申请的专利个数作为企业创新的代理变量，以实际创新成果为标准，克服了既有研究中使用企业创新投入、研发费用等作为企业创新代理变量所引起的无法衡量企业实际创新程度的不足（黎文靖等，2016^[20]；Liu等，2016^[21]），还可避免企业出于商业利益进行信息隐瞒产生的误差（Carlino等，2014^[22]）。该数据包含了专利申请人、申请号、申请日期、专利名称、专利类型等相关信息。

（二）数据合并

为了得到2000—2014年中国企业数字进口和创新的情况，需要将数字产品进口数据与专利数据库进行匹配，主要包括如下步骤：首先，由于专利库中存在多个单位或个人申请同一专利的情况，故而需要对上述情况下的申请人进行拆分，以免在匹配时出现遗漏；其次，本文对专利数据库中的申请单位为个人申请人和非中国大陆企业的情况进行了剔除，并对两数据库中的企业名称均做出了统一调整；最后，通过企业名称将专利数据与数字产品进口数据进行了匹配，得到了2000—2014年中国16304家企业数字贸易和创新行为的非平衡面板数据，这些从事数字贸易的企业的创新情况如图3所示。从中可以看出从事数字贸易的企业的申请专利总数呈现逐渐增加的趋势，并且表现为发明和实用新型专利的申请数量逐渐大于外观设计类专利的申请数量。

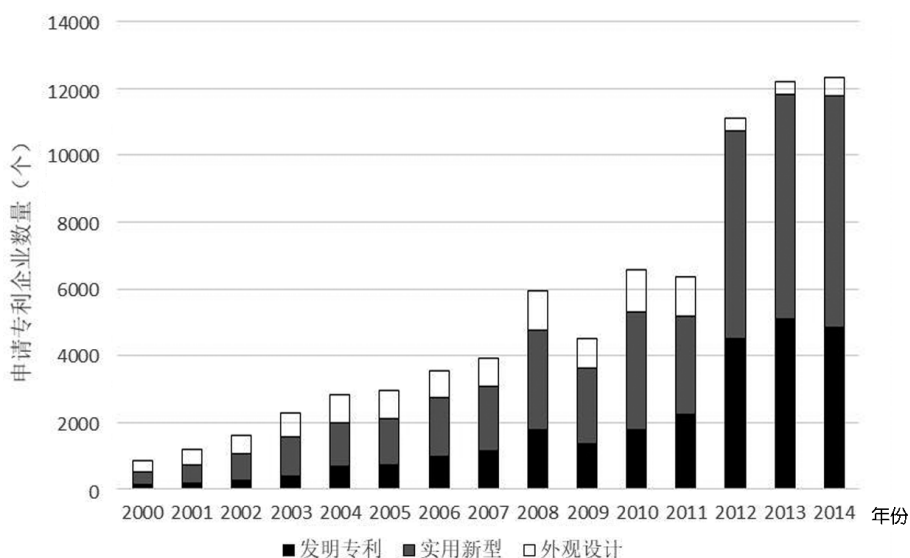


图3 数字贸易企业的创新情况

数据来源：经作者整理所得。

(三) 计量模型设定

本文重点探究数字产品进口对企业创新行为的影响，参照文献并结合本文使用的数据特点，构造如下计量模型：

$$Innovation_{ft} = \alpha_0 + \alpha_1 Digpro_{ft} + \alpha_3 X_{ft} + d_t + d_f + \varepsilon_{ft} \quad (1)$$

$Innovation_{ft}$ 表示企业 f 在 t 年创新水平的高低，参考现有文献的做法，在实证检验过程中以该年份企业申请的发明专利个数的对数值来衡量企业当年激进型创新水平，类似地，以企业申请的实用新型专利和外观设计专利的个数总和取对数表示企业当年改善型创新水平的高低。 $Digpro_{ft}$ 表示企业 f 在 t 年数字产品进口金额的对数值， X_{ft} 为企业级控制变量，具体包括：企业年龄 (Age)，通过当年年份与企业成立时间差值的对数值表示；企业人均资本 ($Capital/Labor$)，采用企业固定资产总额与雇员总数的比值的对数值表示；企业规模 ($Scale$)，使用企业年末就业人数的对数值表示；企业全要素生产率 (TFP)，参照 Levinsohn 和 Petrin (2003)^[23] 的方法计算出企业全要素生产率。此外，为了避免遗漏重要的解释变量，本文还添加了年份和企业固定效应。其中，年份固定效应 (d_t) 是为了避免特定年份发生的特殊事件对结果的影响，企业固定效应 (d_f) 是为了吸收企业个体差异对结果的影响。

三、计量结果与分析

(一) 基准结果

首先，本文验证企业进口数字产品对企业创新行为的影响，根据计量模型 (1) 式对企业层面创新和数字产品进口数据进行回归，结果如表 1 所示。表 1 中第 (1) — (2) 列的被解释变量为企业激进型创新水平，(3) — (4) 列的被解释变量为企业改善型创新水平，第 (5) — (6) 列的被解释变量为企业总创新水平 (包括激进型创新和改善型创新)。从表 1 中可以看出：对于所有创新类型而言，无论是否增加控制变量，数字产品进口 ($Digpro$) 的系数在 1% 的显著性水平下均为正，说明企业进口数字产品的确有利于提高企业创新水平，验证了前文的机制，并且表现为企业进口数字产品对激进型创新的促进作用较改善型创新更强。此外，企业年龄 (Age) 的回归系数在 1% 水平下显著为负，表明经营时间越长的企业越不倾向于创新，这是由于该类企业生产的产品已经比较成熟，并占据稳定的市场份额，相对于新企业而言，它们通过开发新产品从而抢占市场的意愿相对较小；企业人均资本 ($Capital/Labor$) 的回归系数在 1% 水平下显著为正，表明企业较高的人均资本促进了企业创新，这是因为企业在进行研发创新时会产生大量的研发费用，并且需要各类设备作为支撑，而人均资本较高的企业能够支付上述费用，故而人均资本越高的企业将越有利于企业创新；企业规模 ($Scale$) 的回归系数在 1% 水平下显著为正，说明大企业规模越大越有利于企业创新，这是由于规模生产而产生的新知识和经验能够对企业创新产生正向激励作用；企业全要素生产率 (TFP) 的回归系数均在 1% 水平下显著为正，说明企业全要素生产率越高对企业创新的激励作用越强，这是由于全要素生产率越高的

企业往往使用先进的生产技术，先进技术带来更加明显的外溢作用能够降低企业研发成本，促进企业创新。

表1 基础回归结果

变量	激进型创新		改善型创新		总创新	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Digpro</i>	0.0370 *** (11.01)	0.0341 *** (10.12)	0.0033 *** (16.42)	0.0030 *** (15.09)	0.0454 *** (23.89)	0.0420 *** (22.06)
<i>Age</i>		-0.0376 ** (-2.19)		-0.0062 *** (-6.40)		-0.0561 *** (-6.03)
<i>Capital/Labor</i>		0.0372 *** (4.04)		0.0054 *** (10.28)		0.0670 *** (13.28)
<i>Scale</i>		0.0609 *** (5.76)		0.0054 *** (8.47)		0.0763 *** (12.56)
<i>TFP</i>		0.0686 *** (6.14)		0.0048 *** (7.32)		0.0595 *** (9.49)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
N	19 980	19 980	51 684	51 684	77 626	77 626
R ²	0.732	0.733	0.686	0.687	0.720	0.721

注：*、**与***分别表示10%、5%与1%的显著性水平，下同。

(二) 区分数字产品类别

进一步地，本文根据《进出口税则商品及品目注释（2020版）》对广义数字产品按照中间品和最终品进行一一识别，分别得到各个企业数字中间品和数字最终品的进口额，将其进行对数化处理后分别替换（1）式中 *Digpro* 变量，结果如表2所示。从表2中可以看出：两变量数字最终品进口（*Digpro_f*）和数字中间品进口（*Digpro_i*）的系数在1%的显著性水平下均为正，且对于每一种创新模式而言 *Digpro_f* 的系数绝对值都更大，说明较进口数字中间品而言，企业进口数字最终品对提升企业创新水平的边际影响更加显著。这是因为一方面数字最终产品的数字技术应用性更为直接，外溢作用更加显著，更有利于促进企业创新成果的转换；反观那些进口数字中间品的企业，这类企业往往充当着“加工车间”的作用，数字技术吸收和创新成果转化能力相对更弱。

(三) 异质性分析

考虑到行业以及企业自身的特点和性质也会影响到数字产品进口对创新的作用效果，因此，本文选取了行业人工智能渗透率、自动化程度以及企业是否进口 ICT 产品分别对数据进行了行业级别和企业级别的异质性分析。

1. 行业异质性分析

行业间数字化水平的差异会直接影响该行业内企业的生产方式、效益以及研发能力等，故而对行业进行异质性分析显得尤为必要。

表2 区分数字产品类型

变量	激进型创新		改善型创新		总创新	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Digpro_f</i>	0.0275*** (5.01)		0.0029*** (9.59)		0.0587*** (16.62)	
<i>Digpro_i</i>		0.0247*** (4.80)		0.0020*** (6.69)		0.0385*** (14.00)
控制变量	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
N	7 555	8 557	19 976	24 679	32 135	38 984
R ²	0.729	0.737	0.700	0.672	0.744	0.702

首先，机器人作为一种重要的数字产品，目前已广泛应用于生产和生活领域，事实上，这些优先使用机器人的行业往往会采用其他与人工智能相关的技术。Acemoglu 等 (2020)^[24] 将发达国家行业按照机器人渗透率 (Adjusted penetration of robots) 的高低将行业分为高渗透率行业^①和低渗透率行业^②。本文分别将发达国家高、低机器人渗透率的行业与中国二分位行业进行匹配，以此作为中国行业人工智能渗透率高低的代理变量，并将其与数字产品进口的乘积 (*Digpro*×*APR*) 作为交乘项代入 (1) 式中，结果如表 3 所示。从表 3 中可以看出无论是否增加控制变量，与前文分析结论保持一致，数字进口 (*Digpro*) 的系数在 1% 的显著性水平下也显著为正，说明数字进口对企业激进型创新和改善型创新均具有正向促进作用；并且对于激进型创新而言，其与人工智能行业渗透率的交乘项 (*Digpro*×*APR*) 的系数也显著为正，说明企业所处行业的人工智能渗透率越高，企业进口数字产品对其自身的创新的边际效果越强，这是因为人工智能渗透率较高的行业接触和使用数字技术的成本较小，数字技术外溢作用更明显，对行业内企业创新的促进作用更强，并且表现为对激进型创新的促进作用更加明显；反观改善型创新与人工智能行业渗透率的交乘项 (*Digpro*×*APR*) 的系数虽为正但不显著，这是因为改善型创新重点在于以产品外观设计为代表的非核心内容的创新，进行此类创新的企业对数字技术的外溢效果吸收并不明显。

①机器人渗透率高的行业包括：医药制造业、化工行业、塑料制造业、食品和饮料制造业、金属产品制造业、初级金属制造业、工业机械和汽车制造业。

②机器人渗透率低的行业包括：造纸业、印刷业、纺织和服装制造业、电子电器制造业、家具制造业、矿产品和其他运输工具制造业。

表3 区分行业人工智能渗透率

变量	激进型创新		改善型创新	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Digpro</i>	0.00859 ** (2.03)	0.00720 * (1.70)	0.00114 *** (4.93)	0.00102 *** (4.43)
$\times APR$	0.00904 * (1.79)	0.00916 * (1.82)	0.00004 (0.13)	0.00006 (0.20)
控制变量	否	是	否	是
年份固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
N	17 986	17 986	45 525	45 525
R ²	0.729	0.731	0.686	0.688

其次,企业所在行业自动化程度的高低也会影响进口企业对于数字产品技术外溢的吸收效应,最终影响企业的创新水平。根据 Graetz 和 Michaels (2018),数字化技术的进步在原本进行数字化生产的行业中作用效果更加明显,故而本文将商品的企业所在二分位行业与计算的行业自动化概率进行一一匹配,并将其与数字产品进口的乘积 ($Digpro \times Automation$) 作为交乘项代入 (1) 式中,回归结果如表 4 所示。从表 4 中可以看出原本自动化程度较高的行业中,进口数字产品对企业激进型创新能力的积极影响更强,这是因为这类行业具有更适合使用数字技术的基础条件,因此技术外溢作用更明显,对企业创新的边际效果也更加显著;反观进行改善型创新的企业,交乘项系数为负但不显著,这是因为在原本自动化程度较高的行业中,数字产品进口带来的数字技术外溢会优先促进企业核心内容的变革,从而在一定程度上削弱其对以外观设计为代表的改善型创新的影响。

表4 区分行业自动化程度

变量	激进型创新		改善型创新	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Digpro</i>	0.00819 * (1.80)	0.00754 * (1.66)	0.00129 *** (5.38)	0.00121 *** (5.03)
$Digpro \times Automation$	0.01099 ** (2.05)	0.01023 * (1.91)	-0.00006 (-0.22)	-0.00009 (-0.29)
控制变量	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
N	16 617	16 617	42 584	42 584
R ²	0.734	0.736	0.691	0.693

2. 企业异质性分析

相较于本文定义的数字产品而言, ICT^①产品作为一种更为狭义的数字产品, 其技术外溢作用更加明显, 故而本文推断企业进口 ICT 产品对自身的创新能力的促进作用更加显著。本文根据 OECD (2020) 附录中对 ICT 产品的划分, 将 ICT 产品的 HS 编码与本文的数字产品 HS 编码进行匹配, 并将其在企业层面进行加总。当企业进口 ICT 产品时, *ICT* 取值为 1; 反之 *ICT* 取 0。与前文的做法一致, 将其与数字产品进口的乘积 (*Digpro*×*ICT*) 作为交乘项代入 (1) 式, 结果如表 5 所示。从表 5 中可以看出, 对于激进型创新的企业而言, 主解释变量和交乘项的系数均显著为正, 说明进口 ICT 产品的企业较进口其他数字产品企业而言, 技术外溢作用更突出, 对企业激进型创新的边际改善作用也更强; 对于改善型创新而言, 这种技术外溢的吸收效果相对较弱, 从而表现为交乘项系数不显著。

表 5 区分进口 ICT 产品企业

变量	激进型创新		改善型创新	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Digpro</i>	0.01293 *** (4.31)	0.01101 *** (3.68)	0.00120 *** (6.87)	0.00105 *** (6.03)
<i>Digpro</i> × <i>ICT</i>	0.01727 *** (2.97)	0.01747 *** (3.02)	0.00017 (0.48)	0.00018 (0.50)
控制变量	否	是	否	是
年份固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
N	13 609	13 609	34 270	34 270
R ²	0.738	0.741	0.689	0.691

(三) 稳健性分析

1. 内生性检验

为了避免内生性的存在对本文基础回归结果造成估计偏误, 本文将对可能存在的内生性问题进行处理。造成本文内生性的原因主要有二: 一是企业创新能力的高低会对企业创新行为、创新模式产生影响, 但创新能力又不可用准确度量; 二是, 企业数字产品进口与创新行为存在反向因果关系, 即创新型企业更可能通过进口先进的数字产品, 提升生产效率、吸收数字化技术。因此, 本文通过寻找合适的工具变量, 利用两阶段最小二乘法 (2SLS) 来解决可能的内生性问题。本文选取了日

①ICT (全称 Information and Communications Technology) 是一个涵盖性术语, 覆盖了所有通信设备或应用软件, 比如说, 收音机、电视、移动电话、计算机、网络硬件和软件、卫星系统等。

本数字产品进口额作为本文企业数字产品进口的工具变量。首先,日本与中国在地理位置上临近,贸易相关度高,并且根据IFR统计数据,作为数字产品代表的工业机器人日本的保有量与中国增长趋势大体相同,故而选取日本数字产品进口量作为本文的工具变量满足相关性假定;其次,日本数字产品进口量对中国企业创新又不会产生影响,满足外生性。表6显示了使用工具变量后两阶段最小二乘法的回归结果,回归结果显示,激进型创新和改善型创新对数字产品进口的反应系数均显著为正,与基准回归结果保持一致,再次验证了数字产品进口有利于促进企业创新。同时,表6中还列出了相关工具变量有效性的统计量检验结果,Kleibergen-Paap rk. LM统计量和Cragg-Donald Wald F统计量均排除了工具变量识别不足和弱识别的问题,证实了工具变量的有效性。

表6 两阶段最小二乘法回归结果

变量	激进型创新		改善型创新		总创新	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Digpro</i>	0.16120 *** (30.84)	0.11486 *** (19.10)	0.00871 *** (26.78)	0.00237 *** (6.36)	0.12293 *** (41.89)	0.04900 *** (14.58)
<i>Age</i>		-0.02812 *** (-3.22)		-0.00725 *** (-13.70)		-0.05841 *** (-10.44)
<i>Capital/Labor</i>		0.04134 *** (8.52)		0.00604 *** (21.17)		0.07771 *** (25.92)
<i>Scale</i>		0.10797 *** (15.22)		0.02014 *** (45.18)		0.23206 *** (51.37)
<i>TFP</i>		0.15913 *** (19.04)		0.01239 *** (26.39)		0.21552 *** (43.09)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i>	2 779.96	1 987.32	6 071.57	4 564.36	10 752.89	8 296.92
Cragg-Donald Wald F	5 210.31	3 119.90	10 846.96	7 057.94	22 899.31	14 882.78
N	24 268	24 268	56 057	56 057	80 325	80 325
R ²	0.001	0.120	0.020	0.143	0.053	0.178
<i>First Stage IV</i>	0.9189 ***	0.7181 ***	0.8406 ***	0.6776 ***	0.9887 ***	0.7926 ***

2. 样本选择偏误

本文就基础回归可能存在的样本选择问题进行稳健性检验。首先, 本文采用 Heckman 两步法, 处理样本选择偏差问题。第一步, 采用 Probit 模型分析企业是否创新的影响因素, 计算逆米尔斯比 (IMR); 第二步, 本文将逆米尔斯比加入到本文基础回归的计量模型中进行回归, 回归结果如表 7 所示。

表 7 第 (1) — (4) 列中逆米尔斯比 (IMR) 在 1% 下显著, 说明原有样本存在选择性偏误, 进行两阶段选择模型使必要的。此外, Heckman 两阶段回归结果与基础回归结果一致, 这说明, 在考虑样本选择问题后, 本文理论模型的两个命题依然成立。

表 7 样本选择偏误

变量	激进型创新		改善型创新	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Digpro</i>	0.0630 ^{***} (30.08)	0.0432 ^{***} (22.74)	0.0034 ^{***} (13.67)	0.0020 ^{***} (6.51)
<i>Age</i>		-0.0661 ^{***} (-7.72)		-0.0096 ^{***} (-6.06)
<i>Capital/Labor</i>		0.0320 ^{***} (4.54)		-0.0035 ^{**} (-2.47)
<i>Scale</i>		0.1525 ^{***} (26.35)		0.0161 ^{***} (14.67)
<i>TFP</i>		0.1322 ^{***} (9.89)		-0.0064 ^{**} (-2.48)
<i>IMR</i>	-1.8450 ^{***} (-28.82)	-0.7425 ^{***} (-6.15)	0.2516 ^{***} (25.33)	0.2991 ^{***} (8.66)
年份固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
<i>N</i>	24 324	24 324	56 236	56 236

3. 变量替换与固定效应调整

最后, 本文通过使用企业数字产品进口数量替换进口额进行回归, 结果如表 8 第 (1) — (2) 列所示, 与基准回归结果保持一致。此外, 本文还通过加入联合固定效应来消除相同趋势问题, 具体而言, 通过加入年份—行业固定效应来消除随时间变化的行业特征, 通过加入省份—行业固定效应来消除随区域变化的行业特征, 包括地区行业扶持政策等。从表 8 第 (3) — (4) 列可以看出, 加入联合固定效应后对结果无明显影响。

表8 变量替换与固定效应调整

变量	更换解释变量		加入联合固定效应	
	激进型创新	改善型创新	激进型创新	改善型创新
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Digpro</i>	0.0196*** (8.12)	0.0019*** (13.44)	0.0284*** (12.76)	0.0017*** (12.21)
<i>Age</i>	-0.0420** (-2.44)	-0.0065*** (-6.69)	-0.0565*** (-6.14)	-0.0061*** (-11.27)
<i>Capital/Labor</i>	0.0384*** (4.16)	0.0056*** (10.56)	0.0965*** (19.93)	0.0078*** (25.87)
<i>Scale</i>	0.0633*** (5.96)	0.0057*** (8.89)	0.1900*** (32.74)	0.0193*** (53.60)
<i>TFP</i>	0.0741*** (6.63)	0.0052*** (7.92)	0.1915*** (24.58)	0.0155*** (32.90)
年份固定效应	是	是	否	否
企业固定效应	是	是	否	否
年份-行业固定效应	否	否	是	是
行业-省份固定效应	否	否	是	是
N	19 916	51 530	23 188	55 505
R ²	0.733	0.688	0.436	0.373

四、结论与政策建议

如何充分发挥数字产品的技术特点,促进高质量的创新,是实现“创新驱动发展”目标的重要核心内容。本文通过实证检验的方法,本文得到如下结论:企业进口数字产品有效通过技术溢出显著促进创新;并且,在充分考虑数字产品对技术外溢的影响后,本文发现数字产品的促进作用在企业进行激进型创新时表现更明显,这也验证了数字技术对于创新质量的独特影响;进一步按照中间品和最终产品进行分类,数字最终产品进口对于企业创新发挥着更为显著的边际促进作用,因为最终产品的数字技术应用性更为直接,外溢作用更加显著。在基础结果的基础上,通过行业和企业异质性分析发现:在人工智能渗透率、自动化程度相对较高的行业,以及进口ICT产品的企业中,数字进口对激进型创新的促进作用更为明显,主要因为这类企业接触和使用数字技术的机会成本较小,并且具有更适合使用数字技术的基础条件,因此技术外溢作用更明显,对企业创新的边际效果也更加显著。最后,为了避免内生性、样本选择偏误以及相同趋势对结果的影响,本文进行了必要的稳健检验,结果保持一致。

本文的研究结论具有一定的政策意义和现实启发:一方面,以人工智能等为代表的数字技术的革新和广泛使用,有利于促进企业创新,提升企业竞争力,故而,需要进一步鼓励和扶持与数字技术相关的行业,从而有利于全行业技术水平和生产效率的提升;另一方面,相较于传统贸易,数字贸易的贸易成本普遍较低,故而应当大力发展数字贸易,打造开放创新、包容普惠的数字经济和数字贸易营商环境,支持企业不断提升贸易数字化和智能化管理能力,鼓励企业数字化转型。

[参考文献]

- [1] BRANSTETTER L G, DREV M, KWON N. Get with the Program: Software-driven Innovation in Traditional Manufacturing [J]. *Management Science*, 2019, 65 (2): 541-558.
- [2] 陈彦斌, 林晨, 陈小亮. 人工智能、老龄化与经济增长 [J]. *经济研究*, 2019, 54 (7): 47-63.
- [3] GOLDFARB A, TUCKER C. Digital Economics [J]. *Journal of Economic Literature*, 2019, 57 (1): 3-43.
- [4] ACEMOGLU D, LELARGE C, RESTREPO P. Competing with Robots: Firm-level Evidence from France [J]. *AEA Papers and Proceedings*, 2020b (110): 383-388.
- [5] BRYNJOLFSSON E, SAUNDERS A. *Wired for Innovation: How Information Technology is Reshaping the Economy* [M]. Massachusetts Institute of Technology. Press, 2010.
- [6] 张颖, 郭梦娇. 企业规模、市场结构与创新产出的关系研究——中国工业企业的实证分析 [J]. *工业技术经济*, 2016, 35 (7): 94-103.
- [7] GRAETZ G, MICHAELS G. Robots at Work [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2018, 100 (5): 753-768.
- [8] ACEMOGLU D, RESTREPO P. Demographics and Automation [R]. National Bureau of Economic Research, 2018b.
- [9] BLANAS S, GANCIA G, LEE S Y. Who is Afraid of Machines? [J]. *Economic Policy*, 2019, 34 (100): 627-690.
- [10] KOCH M, MANUYLOV I, SMOLKA M. Robots and Firms [J]. *The Economic Journal*, 2021, 131 (638): 2553-2584.
- [11] BONFIGLIOLI A, CRINÒR, FADINGER H, et al. Robot Imports and Firm-level Outcomes [J]. CEPR Discussion Paper No. DP 14593, 2020.
- [12] ACHARYA R C, KELLER W. Estimating the Productivity Selection and Technology Spillover Effects of Imports [R]. National Bureau of Economic Research, 2008.
- [13] BLOOM N, DRACA M, VAN REENEN J. Trade Induced Technical Change? The Impact of Chinese Imports on Innovation, IT and Productivity [J]. *The Review of Economic Studies*, 2016, 83 (1): 87-117.
- [14] BLOOM N, ROMER P M, TERRY S J, et al. A Trapped-factors Model of Innovation [J]. *American Economic Review*, 2013, 103 (3): 208-13.
- [15] HARHOFF D, MUELLER E, VAN REENEN J. What are the Channels for Technology Sourcing? Panel data Evidence From German Companies [J]. *Journal of Economics & Management Strategy*, 2014, 23 (1): 204-224.
- [16] AUTOR D, DORN D, HANSON G H, et al. Foreign Competition and Domestic Innovation: Evidence from U. S. Patents [R]. National Bureau of Economic Research, 2016.
- [17] HUI K L, CHAU P Y K. Classifying Digital Products [J]. *Communications of the ACM*, 2002, 45 (6): 73-79.
- [18] MANN K, PÜTTMANN L. Benign Effects of Automation: New Evidence from Patent Texts [J]. Available at SSRN. 2018, 2959584.
- [19] OECD. *Handbook on Measuring Digital Trade*, 2020.
- [20] 黎文靖, 郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新? ——宏观产业政策对微观企业创新的影响 [J]. *经济研究*, 2016, 51 (4): 60-73.
- [21] LIU, QING, et al. Is Free Trade Good or Bad for Innovation? [J]. *University of International Business and Eco-*

- nomics. University of Birmingham (2015) .
- [22] CARLINO G, KERR W R. Agglomeration and Innovation [J]. Handbook of Regional and Urban Economics, 2015, 5: 349-404.
- [23] LEVINSOHN J, PETRIN A. Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables [J]. The Review of Economic Studies, 2003, 70 (2): 317-341.
- [24] ACEMOGLU D, RESTREPO P. Robots and Jobs: Evidence from U. S. Labor Markets [J]. Journal of Political Economy, 2020a, 128 (6): 2188-2244.

(责任编辑 蒋荣兵)

How Does Digital Product Import Effectively Promote Enterprise Innovation —Based on An Empirical Analysis of Micro Enterprises in China

LIU Jiaqi SUN Puyang

Abstract: It is an important core part of realizing “innovation-driven development” to take full advantage of digital products and improve the high-quality of innovation. This paper clarifies the influencing mechanism of digital product import on innovation and verifies the mechanism through the extraction of digital product import data for the first time. The results show that, firstly, digital product import significantly promotes innovation through technology spillover, and such promotion effect is more obvious when enterprises make radical innovation. Furthermore, according to the classification of intermediate products and final products, this paper finds that final digital product import plays a more significant marginal role in promoting innovation, because the application of digital technology of final products is more direct, and the spillover is more obvious. In addition, heterogeneity analysis exhibits that digital product import has a more significantly positive effect on radical innovation among industries with high AI penetration, high automation, and ICT product import enterprises. Finally, in order to avoid the influences of endogeneity, sample selection bias and same trend on the results, this paper carried out necessary robustness tests, and the results are consistent.

Keywords: Digital Trade; Enterprise Innovation; Factors Input; Technology Spillover