

数字贸易、产业结构升级与出口技术复杂度

——基于结构方程模型的多重中介效应

姚战琪¹

【摘要】：提升出口技术复杂度能显著提升中国创新能力，而发展数字贸易是促进中国出口技术复杂度提升的重要途径。研究数字贸易的影响因素以及数字贸易通过哪些途径对中国出口技术复杂度产生影响，是理顺数字贸易与出口技术复杂度之间关系的关键任务。利用中国 30 个省（区、市）的数据，使用结构方程模型和中介效应检验方法，分析了数字贸易综合竞争力对中国出口技术复杂度的影响，结果发现：信息化水平、政府科技支出占比、进出口贸易、劳动生产率通过数字贸易对出口技术复杂度产生显著的间接效应，但政府科技支出对中国数字贸易综合竞争力的影响最小；数字贸易通过人力资本对出口技术复杂度产生显著的间接效应，R&D 强度在数字贸易与出口技术复杂度之间起中介作用；数字贸易通过 R&D 强度对中国产业结构升级产生显著的间接效应，其对产业结构的作用能通过人力资本、R&D 强度进行传导。因此，要加快推动数字贸易高质量发展，大力提升信息化水平，不断提升政府科技支出对数字贸易综合竞争力的促进作用。

【关键词】：数字贸易 出口技术复杂度 产业结构

【中图分类号】：F752.62 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1003-7543（2021）01-0050-15

在中美贸易摩擦加剧以及中国传统比较优势日益式微的背景下，中国应大力提升出口技术复杂度。在应对中美贸易摩擦的同时，中国也在不断提升数字贸易的竞争力，但是中国数字贸易国际竞争力和数字贸易发展环境与发达国家相比仍有一定差距，同时中国各地数字贸易综合评价指数差异较大，这会导致各地数字贸易竞争日趋激烈。那么，中国是否能通过发展数字贸易这一方式来提升中国出口技术复杂度呢？类似的疑问在产业经济学领域也同样被提出来：各地是否能通过发展数字贸易来优化产业结构呢？对上述疑问的回答，不仅有助于推动中国数字贸易的快速发展，而且能够为理清数字贸易通过何种渠道影响产业结构升级和出口技术复杂度提供有力证据。

一、相关文献综述

改革开放以来，出口对中国经济发展发挥了极其重要的作用，但中国出口技术复杂度与发达国家相比仍存在一定差距，因此中国仍需不断提升出口技术复杂度。人均 GDP 和经济规模对出口技术复杂度都有显著的正向影响，而较坏的制度质量对出口技术复杂度具有负向影响。即使在重大经济危机期间，出口技术复杂度也是呈现路径依赖的，不断提升出口技术复杂度对新兴经济体和发展中国家尤为重要^[1]。

在影响出口技术复杂度的诸多因素中，不能忽视数字贸易这一因素。目前关于数字贸易影响出口技术复杂度的文献，结论大致分为三种：数字贸易能显著促进中国出口农产品的国际竞争力^[2]；进口国发展数字经济能显著降低中国出口效率损失^[3]；中国信息通信技术产业能显著促进中国与东盟国家的双边贸易^[4]。但是，现有文献没有使用有调节的中介效应来研究数字贸易与出口技术复杂度之间的关系。

作者简介：姚战琪，中国社会科学院财经战略研究院研究员，中国社会科学院大学教授、博士生导师。

数字贸易是影响创新产出、居民消费、产业结构升级的重要因素，已有文献主要围绕两条主线展开：一是探究数字贸易的重要性。随着贸易方式日趋多样化和科学技术的突飞猛进，数字贸易的重要性与日俱增。在数据得到保护的条件下，应使贸易协定能充分满足协定缔约方之间有效的跨境数据流动的需要。二是不能忽视数字贸易对出口技术复杂度的促进作用。信息通信技术通过供需双方的交易成本影响全球贸易格局，供需双方的交易成本受电信用户数量和可用带宽速度的影响。Abeliansky & Hilbert 使用 1995—2008 年 122 个国家的面板数据，研究了固定电话、移动电话以及互联网服务的电信数量和质量对双边货物出口的影响，发现电信数量和电信质量对出口绩效都有显著影响。对于发展中国家来说，电信数量的影响最重要，而电信质量对发达国家出口绩效的影响更重要^[5]。

现有文献对数字贸易与中国出口技术复杂度的影响因素作出了有益探索，但是，数字贸易与出口技术复杂度到底是什么关系呢？数字贸易通过怎样的路径和机制对中国出口技术复杂度产生影响呢？数字贸易对出口技术复杂度产生的间接影响是否显著？这些问题都有待回答。基于此，本研究重点关注数字贸易与出口技术复杂度之间的关系，探讨数字贸易如何以及何时会影响出口技术复杂度。本文基于 2012—2018 年中国 30 个省（区、市）¹ 的数据，深入剖析数字贸易与出口技术复杂度和产业结构升级之间的关系、内在影响机制以及数字贸易与出口技术复杂度、产业结构升级之间关系成立的边界条件。本文的理论贡献体现在：第一，梳理数字贸易影响中国出口技术复杂度的具体路径并进行路径分析，通过路径系数找出数字贸易促进中国出口技术复杂度提高的最优路径。第二，进一步探索数字贸易对中国产业结构升级的直接效应和间接效应，有效地解释数字贸易对中国产业结构升级的影响。第三，既研究数字贸易在信息化水平等变量与产业结构升级间的中介作用，又研究数字贸易在信息化水平等变量与出口技术复杂度间的中介作用。

二、数字贸易对出口技术复杂度的驱动路径与相关假设

（一）数字贸易在各因素与出口技术复杂度间的中介效应

数字贸易发展能促进中国出口贸易的国际竞争力不断提升。郭伟锋、贺静认为，数字贸易能降低出口贸易成本，提高贸易效率，降低出口贸易准入门槛，满足不同消费者的个性化需求^[2]。同时，数字贸易、数字经济与区块链技术深度融合，能够不断推动对外贸易转型。数字贸易依赖于互联网与互联网技术，互联网和互联网技术在数字贸易的交易环节发挥着重要作用^[6]，而企业互联网能显著促进出口企业技术创新活动。戴美虹使用微观企业的数据研究了互联网技术对微观企业创新活动的影响，发现虽然互联网技术对加工贸易企业的创新活动促进作用有限，但它能促进一般贸易的出口企业重组企业内资源，从而显著提升企业创新绩效^[7]。

财政政策能助力数字经济快速发展。具体体现在：在消费层面，财政政策能拓展数字产品和数字服务的消费市场；在生产层面，财政政策能促进传统企业从供应链转向数据链，鼓励企业核心技术运用，促进供应链中的上下游企业生产协作；在市场建设层面，财政政策通过大数据中心建设等方式推动数字经济发展；在产业发展生态层面，财政政策能通过审慎监管的方式纠正机会主义行为^[8]。

传统贸易与数字贸易紧密关联。目前，传统贸易加快向数字贸易转型，一半以上的全球服务贸易已实现数字化，当前传统贸易体系正在向以数字贸易为代表的新型国际贸易体系转型升级。盛斌、高疆认为，与传统贸易相比，数字贸易的内在动因、行为本质和贸易利得并未发生变化^[9]。数字贸易是传统贸易在数字经济时代的延伸和拓展，数字贸易与传统贸易的行为本质相同，专业化生产、劳动分工和规模经济都是传统贸易与数字贸易的内在动因，数字贸易和传统贸易都能提高企业生产率。

信息化水平能显著促进数字贸易发展，并降低数字贸易成本。章迪平、郑小渝选用 4 个指标，使用主成分分析法测算了浙江省信息化指数，并使用 TOPSIS 评价方法对数字贸易发展水平进行测度，发现信息化水平能显著促进浙江省数字贸易发展，降低数字贸易成本^[10]。

地区人均 GDP 能显著促进出口技术复杂度提高。吕延方、王冬、陈树文认为，中国进出口贸易对生产率、收入的影响效应存在基于劳动生产率的门槛特征。当劳动生产率达到或超过第一个门限值时，进口贸易对生产率的正向影响迅速降低，但当劳动生产率达到或超过第二个门限值时，进口贸易对生产率的正向影响快速回升^[11]。同时，地区人均 GDP 与出口引致的农村人均收入和城镇人均收入变化显著正相关，中国地区人均 GDP 与进口引致的城镇人均收入变化显著正相关。因此，地区人均 GDP 与出口技术复杂度显著正相关。据此，本文提出假设 H1a、H1b、H1c、H1d：

H1a:数字贸易在信息化水平与出口技术复杂度间存在中介效应；

H1b:数字贸易在政府科技支出占比与出口技术复杂度间存在中介效应；

H1c:数字贸易在进出口贸易总额与出口技术复杂度间存在中介效应；

H1d:数字贸易在劳动生产率与出口技术复杂度间存在中介效应。

（二）数字贸易通过人力资本投入与 R&D 投入等多渠道促进出口技术复杂度的提升

数字贸易将给传统产业带来冲击，应通过大力发展包括服务贸易新业态在内的数字贸易，促进中国出口技术复杂度不断提升。知识密集型服务业与制造业协同集聚能促进出口技术复杂度提升，人力资本也能显著提升中国出口技术复杂度。人力资本对出口技术复杂度的促进作用主要表现为三个方面：第一，人力资本通过优化产业结构来促进进出口贸易结构不断优化^[12]；第二，人力资本能显著提高高技术产业出口技术复杂度；第三，人力资本能够通过提高劳动生产率来提升出口技术复杂度。朱福林通过研究发现，国际研发资本溢出能显著促进出口技术复杂度提升，因此，一国可以通过获取国际 R&D 溢出来提升出口技术复杂度^[13]。从经济学角度来看，国际化就是产业和服务的跨国界转移，国际化包括基于市场需求的国际化、基于竞争优势的国际化、基于效率寻求的国际化，数字化技术使得不可贸易的服务产品具有可贸易性，国际化的外部性使得发展中国家能获得技术上的溢出效应。因此，在数字经济背景下，各国劳动力资源都有向其他国家转移的意愿，数字贸易会促使企业人员的培训和教育水平不断提升，而人力资本对企业研发行为具有关键作用，人力资本能显著促进高科技产业和知识密集型产业发展，而自主研发能显著提升制造业出口技术复杂度。因此，人力资本投入在数字贸易与出口技术复杂度之间起中介作用，R&D 强度在数字贸易与出口技术复杂度之间起中介作用，数字贸易对出口技术复杂度的促进作用来源于人力资本、R&D 强度的中介作用。据此，提出如下假设：

H2: 人力资本对 R&D 强度起正向促进作用，人力资本、R&D 强度在数字贸易与出口技术复杂度间起多重中介作用。

（三）数字贸易通过 R&D 投入等渠道促进中国产业结构升级

数字经济对第三产业的渗透程度超过第一产业和第二产业，它将促进产业结构不断提升。同时，由于数字经济对第一产业的深度渗透相对滞后，而中部地区和西部地区第一产业占比显著高于东部地区，因此数字经济对中部和西部地区产业结构升级的促进作用大于东部地区^[14,15,16]。包则庆、林继扬通过研究发现，企业技术创新能力的提升能显著促进产业结构升级，企业技术创新行为能促进新兴产业形成，技术创新能够通过改变需求结构从而促进产业结构升级，促进产业发展多元化^[17]。

信息化以新技术、新模式、新市场等方式促进传统产业结构升级和产业融合，并通过传统产业改造升级和不同产业（或同一产业不同行业）相互渗透、相互交叉等方式，促进产业结构合理化和产业结构高级化^[18]。信息化不仅能促进本地区产业结构转型升级，而且能显著促进相邻地区产业结构转型升级。仲颖佳、孙攀、高照军的研究发现，虽然当前财政预算支出占比不能促进产业结构合理化，但能显著促进产业结构高级化，增加财政预算支出中教育支出占比也能促进中国产业结构高级化^[19]。Hong 等分析了海洋产业结构升级的影响因素，并对 2001—2013 年中国 11 个沿海省市进行了空间相关性检验。该成果运用空间计量

模型进一步研究了产业结构水平不同的两个样本的影响因素。检验结果表明，当前海洋产业结构升级受前期海洋产业结构升级的影响较大，产业结构升级过程是动态的、连续的。在两个样本中，对外开放程度对海洋产业结构升级的影响为正^[20]。两个样本在劳动力投资、资本投资、消费水平、开放程度和政府支持等方面的效应存在较大差异^[21]。测算产业结构变迁的方法有多种，包括使用三产比重加权平均值计算的产业结构层次系数、产业结构合理化指标、二产产值占比、三产产值占比等方法。在数字经济背景下，数字贸易能促进人力资本不断增长，人力资本能显著促进企业研发行为，而企业研发投入能显著促进地区产业结构升级（见图1）。据此，提出如下假设：

H3：数字贸易对产业结构升级的促进作用来源于人力资本、R&D强度的中介作用。

三、方法与数据

（一）样本与变量测量

数字贸易（Digde）。从电子商务基础设施、数字化技术、数字产业化规模及贸易交易额、数字产业化贸易、依赖于对外贸易的程度5个维度选取11个二级指标，构建各省（区、市）的数字贸易发展水平综合指标体系（见表1）。将熵权法（熵值法）与TOPSIS法相结合计算各省（区、市）的数字贸易发展水平的方法如下：首先，进行数据处理：对中国专利机构受理的国内专利申请受理数、软件产业的参加经济活动的人口数、使用主流的宽带接入方式的户数、电子商务交易额等二级指标进行正向化处理；对用光缆线直线量度为单位衡量的两点之间的距离，互联网宽带接入端口数量，用于基础研究、应用研究和试验发展的实际支出均值，进行标准化处理；对软件开发企业的销售收入、地区电话机总数与该地区的人口总数之比、人均国内生产总值、进口额占国内生产总值比重进行均值化处理。然后，使用熵权法计算各评价指标项的权重值。最后，以权重值对数据进行加权后（使用TOPSIS法），就可得到各个评价对象的TOPSIS评价计算结果，即得到各省（区、市）数字贸易综合评价指数。

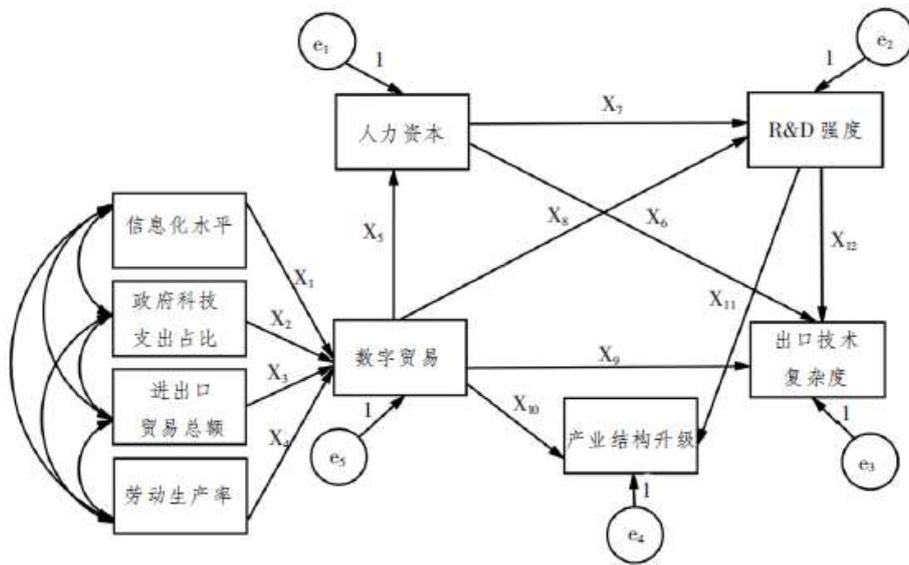


图1 数字贸易影响产业结构升级及出口技术复杂度的初始理论模型

信息化水平（Infor）。根据各省（区、市）的固定电话普及率、互联网普及率、移动电话普及率、邮政业务总量4个指标并使用主成分分析法计算信息化水平。首先，使用主成分分析法得到KMO和巴特利特球形度检验结果、初始特征值、成分矩阵，其次新建数据文件并根据因子载荷矩阵中各个载荷值计算特征向量（主成分载荷矩阵），再次对原始数据进行标准化，最后使用标准化后的各变量和特征向量计算主成分变量。

政府科技支出占比 (Figy)。选取国家财政科技支出与国内生产总值之比来计算各省 (区、市) 的政府科技支出占比。

进出口贸易总额 (Trade)。选取进出口贸易总额来反映中国对外贸易总规模。

劳动生产率 (Labty)。选取各省 (区、市) 的国内生产总值与劳动力人口数之比来计算劳动生产率。

人力资本 (Hupal)。使用姚战琪^[12]的方法计算各省 (区、市) 的人力资本。

产业结构升级 (Indy)。借鉴霍忻^[22]的方法计算产业结构层次系数, Indy 越小, 表明该省份产业结构高极化程度越低。

R&D 强度 (Rdin)。使用 R&D 经费支出与国内生产总值之比来计算各省 (区、市) 的 R&D 强度。

出口技术复杂度 (Expt)。使用许治、王思卉^[23]的方法测算中国出口技术复杂度: $Expts = \sum i (EXPis/EXPs) \times PRODYi$ 。其中, s 代表省份, i 代表行业, (EXPis/EXPs) 代表中国 s 省份 i 行业出口额占 s 省份出口总额的比重, PRODYi 为 s 省份 i 行业的劳动生产率。

表 1 数字贸易发展水平综合指标

一级指标	二级指标
电子商务基础设施	用光缆线直线量度为单位衡量的两点之间的距离
	互联网宽带接入端口数量
数字化技术	用于基础研究、应用研究和试验发展的实际支出
	中国专利机构受理的国内专利申请受理数
	软件产业的参加经济活动的人口数
数字产业化规模及贸易交易额	使用主流的宽带接入方式的户数
	电子商务交易额
数字产业化贸易	软件开发企业的销售收入
	地区电话机总数与该地区的人口总数之比
依赖于对外贸易的程度	人均国内生产总值
	进口额占国内生产总值比重

(二) 描述性分析

表 2 为各变量的均值、标准差和相关系数。由表 2 可看到, Cronbach's α 系数均大于 0.7, 同时 Cronbach's α 系数大于各变量之间的相关系数, 表明内在一致性较强。信息化水平、政府科技支出占比、进出口贸易总额与数字贸易显著正相关, 并通过 1% 的显著性检验, 初步支持了假设 1。

四、研究结果分析及其检验

(一) 测量模型比较

表 3 为 9 因子基准模型以及模型 1—7 的测量模型比较结果。可以看到, 包含信息化水平、政府科技支出占比、进出口贸易总额、劳动生产率、人力资本、数字贸易、R&D 强度、出口技术复杂度、产业结构升级 9 因子基准模型的 χ^2/DF 值小于 3, RMSEA 值小于 0.08, SRMR 值小于 0.05, 因此与单因子模型 1、单因子模型 2、单因子模型 3、两因子模型 4、两因子模型 5、两因子模型 6、三因子模型 7 相比, 基准模型能更好地拟合数据。

(二) 完全中介效应检验

为了检验人力资本、R&D 强度是否在数字贸易与出口技术复杂度和产业结构升级之间起到完全中介效应, 本文在主体结构模型基础上, 删减了数字贸易与出口技术复杂度和产业结构升级之间的直接路径。

由图 2 可看到, 完全中介效应结构模型的卡方值/自由度=1.382;RMSEA=0.058, 低于标准阈值 0.08;SRMR=0.019, 小于标准阈值 0.05;NFI=0.992, 大于 0.9;IFI=0.998, CFI=0.998, 也大于 0.9, 因此该模型可以接受。同时, 各变量之间的标准化路径系数均显著。其一, 数字贸易与人力资本显著正相关 ($\beta=0.752, p<0.01$), 且人力资本与 R&D 强度显著正相关 ($\beta=0.176, p<0.05$)。其二, R&D 强度与出口技术复杂度显著正相关 ($\beta=0.288, p<0.01$), 且 R&D 强度与中国产业结构升级显著正相关 ($\beta=0.336, p<0.01$)。其三, 人力资本与出口技术复杂度显著正相关 ($\beta=0.532, p<0.01$)。

(三) 部分中介效应检验

依照主体结构模型, 数字贸易不仅直接影响中国产业结构升级和出口技术复杂度, 而且通过中国 R&D 强度分别影响产业结构升级和出口技术复杂度。

表 2 变量的均值、标准差和相关系数

		Trade	Infor	Labty	Rdin	Digde	Expt	Hupal	Indy	Figy
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Trade	—								
2	Infor	0.486***	0.847							
3	Labty	0.441***	0.650***	0.788						
4	Rdin	0.588***	0.451***	0.488***	0.864					
5	Digde	0.670***	0.580***	0.569***	0.554***	0.845				
6	Expt	0.406***	0.670***	0.696***	0.437***	0.465***	0.852			
7	Hupal	0.316***	0.547***	0.569***	0.393***	0.469***	0.523***	0.839		
8	jiiegoul	0.284***	0.422***	0.506***	0.471***	0.420***	0.443***	0.431***	0.835	

9	Figy	0.128**	0.207***	0.152**	0.229***	0.188***	0.203***	0.117	0.306***	0.822
M		26.448	0.000	10.787	1.618	0.215	11.121	6.884	2.358	0.004
SD		1.486	1.325	0.396	1.127	0.200	0.371	0.093	0.121	0.003

注：**、***分别表示在 5%和 1%的水平上显著，黑体字为 Cronbach's α 系数

表 3 测量模型比较

	χ^2	DF	χ^2 / DF	TLI	CFI	NFI	RMSEA	SRMR
1. 基准模型 (9 因子)	19.853	14	1.418	0.989	0.996	0.986	0.059	0.021
2. 单因子模型 1	34.449	15	2.297	0.965	0.986	0.975	0.104	0.030
3. 单因子模型 2	20.167	15	1.344	0.991	0.996	0.985	0.054	0.021
4. 单因子模型 3	45.240	15	3.016	0.946	0.977	0.967	0.130	0.035
5. 两因子模型 4	34.764	16	2.173	0.969	0.986	0.975	0.099	0.030
6. 两因子模型 5	45.443	16	2.840	0.951	0.978	0.967	0.124	0.035
7. 两因子模型 6	45.244	16	2.828	0.951	0.978	0.967	0.124	0.035
8. 三因子模型 7	45.527	17	2.678	0.955	0.979	0.967	0.119	0.035

注：基准模型为包含进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、数字贸易、人力资本、政府科技支出占比、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度 9 因子的模型；单因子模型 1 为合并进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、数字贸易、人力资本、政府科技支出占比的模型；单因子模型 2 为合并数字贸易、人力资本、政府科技支出占比、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度的模型；单因子模型 3 为合并进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度的模型；两因子模型 4 为合并进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、数字贸易、人力资本、政府科技支出占比，合并数字贸易、人力资本、政府科技支出占比、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度的模型；两因子模型 5 为合并进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、数字贸易、人力资本、政府科技支出占比，合并进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度的模型；两因子模型 6 为合并数字贸易、人力资本、政府科技支出占比、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度，合并进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度的模型；三因子模型 7 为合并进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、数字贸易、人力资本、政府科技支出占比，合并数字贸易、人力资本、政府科技支出占比、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度，合并进出口贸易总额、信息化水平、劳动生产率、产业结构升级、出口技术复杂度、R&D 强度的模型

从图 3 的检验结果可以看到，部分中介效应结构模型的卡方值/自由度=1.313，小于标准阈值 3；RMSEA=0.054，小于标准阈值 0.08；CFI(0.999)和 NFI(0.996)均大于 0.9；SRMR(0.012)小于标准阈值 0.05。因此，模型具有较好的拟合优度，各变量之间的标准化路径系数均显著。其一，数字贸易与产业结构升级显著正相关 ($\beta = 0.429, p < 0.01$)，数字贸易与出口技术复杂度也显著正相关 ($\beta = 0.275, p < 0.1$)。其二，数字贸易与 R&D 强度显著正相关 ($\beta = 0.625, p < 0.01$)。其三，R&D 强度与产业结构升级

显著正相关 ($\beta=0.302, p<0.1$), 且与出口技术复杂度显著正相关 ($\beta=0.233, p<0.1$)。其四, 数字贸易与人力资本显著正相关 ($\beta=0.579, p<0.01$)。其五, 人力资本与R&D强度正相关 ($\beta=0.164, p<0.05$)。

(四) 考虑数字贸易的影响因素的中介效应检验

图 4 为考虑了各路径的中介效应结构模型的检验结果。数字贸易内因变量被信息化水平、政府科技支出占比、进出口贸易总额、劳动生产率四个外因变量解释的变异量为 81.3% ($R^2=0.813$)。数字贸易、人力资本、R&D 强度可以解释出口技术复杂度变量 63.2% 的变异量, 数字贸易、人力资本、R&D 强度可以解释产业结构升级变量 47.4% 的变异量。

表 4 给出了标准化参数估计值、非标准化参数估计值、标准误。可以看到, 第一, 信息化水平到数字贸易的标准路径系数为 0.236, 数字贸易到出口技术复杂度的标准路径系数为 0.275。因此, 信息化水平变量会通过数字贸易变量对出口技术复杂度产生间接影响。第二, 政府科技支出占比到数字贸易的标准路径系数为 0.156, 政府科技支出占比会通过数字贸易变量对出口技术复杂度产生间接影响。第三, 进出口贸易总额到数字贸易的标准路径系数为 0.499, 进出口贸易总额变量会通过数字贸易变量对出口技术复杂度产生间接影响。第四, 劳动生产率到数字贸易的标准路径系数为 0.210, 因此, 劳动生产率变量会通过数字贸易变量对出口技术复杂度产生间接影响。

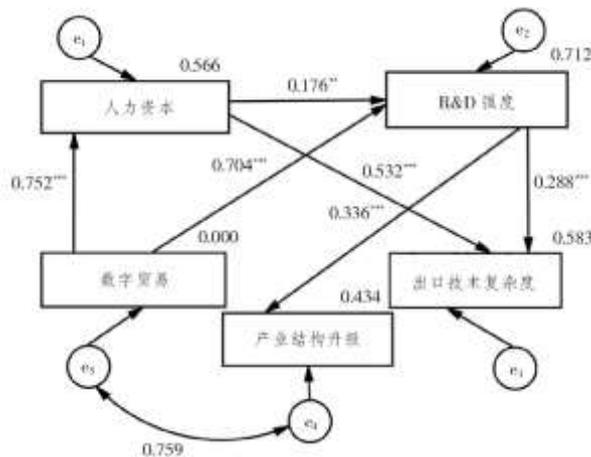


图 2 完全中介效应结构模型及检验结果

注: 卡方值=4.146 ($p=0.246$), 自由度=3, 卡方值/自由度=1.382; GFI=0.986; AGFI=0.930; NFI=0.992; IFI=0.998; TLI=0.992; CFI=0.998; RMSEA=0.058; SRMR=0.019; **, ***分别表示在 5%、1%的水平上显著

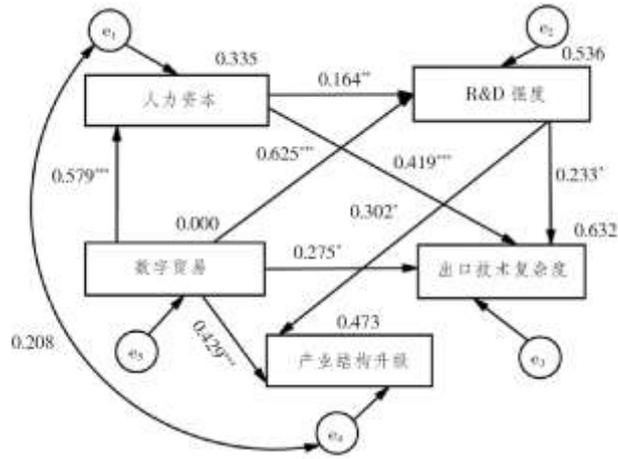


图 3 部分中介效应结构模型及检验结果

注：卡方值=1.313(p=0.252)，自由度=1，卡方值/自由度=1.313；GFI=0.995；AGFI=0.928；NFI=0.996；IFI=0.999；TLI=0.990；CFI=0.999；RMSEA=0.054；SRMR=0.012；*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著

表 4 各路径的验证性因素分析结果

被影响变量		影响变量	非标准化参数估计值	标准误	t 值	P 值	标准化参数估计值
Di#de	<---	Figy	11.225	3.224	3.482	***	0.156
Digde	<---	Trade	0.037	0.004	8.362	***	0.499
Digde	<---	Infor	0.025	0.008	3.092	0.002	0.236
Digde	<---	Labty	0.064	0.020	3.231	0.001	0.210
Hupal	<---	Digde	0.368	0.050	7.377	***	0.579
Rdin	<---	Hupal	1.642	0.804	2.043	0.041	0.164
Rdin	<---	Digde	3.965	0.510	7.772	***	0.625
Expt	<---	Rdin	0.123	0.045	2.717	0.007	0.233
Expt	<---	Digde	0.918	0.299	3.072	0.002	0.275
Expt	<---	Hupal	2.206	0.384	5.740	***	0.419
Indy	<---	Rdin	0.037	0.011	3.419	***	0.344
Indy	<---	Digde	0.271	0.069	3.963	***	0.398

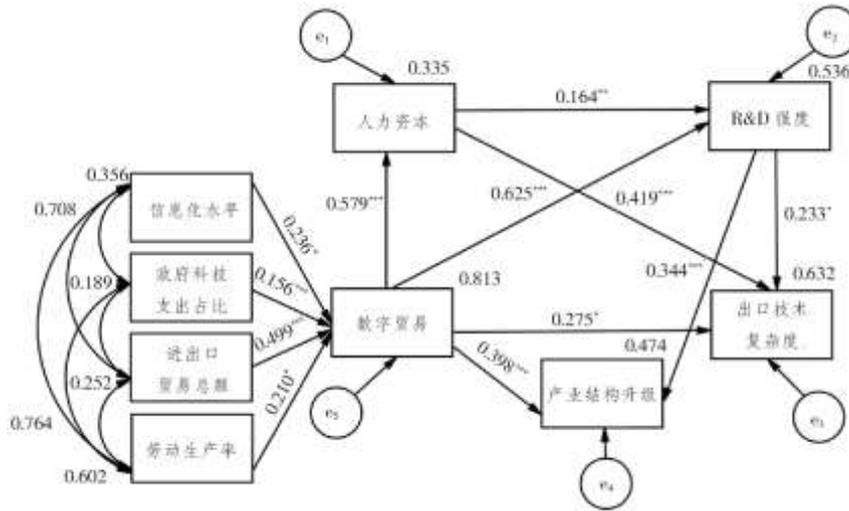


图 4 考虑数字贸易的影响因素的中介效应检验结果

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著

从表 5 可以看到，数字贸易对于出口技术复杂度的总效果为 0.685，即数字贸易影响出口技术复杂度的直接效应（0.275）+ 数字贸易影响出口技术复杂度的间接效应（0.410），代表每一个标准差的数字贸易的变动，对于出口技术复杂度造成的变动量为 0.685 个单位。

（五）数字贸易影响产业结构升级和出口技术复杂度的各条路径分析

表 6 为各因素影响出口技术复杂度的各条路径分析结果，表 7 为各因素影响产业结构升级的各条路径分析结果。从表 6 可以看到，在信息化影响出口技术复杂度的四条路径中，信息化水平→数字贸易→出口技术复杂度的标准化间接效应（ $\beta=0.065, SE=0.034, 95\%$ 的置信区间从 0.023 到 0.122）显著为正，假设 H1a 得到验证。在政府科技支出占比影响出口技术复杂度的四条路径中，政府科技支出占比→数字贸易→出口技术复杂度的标准化间接效应（ $\beta=0.043, SE=0.020, 95\%$ 的置信区间从 0.020 到 0.076）显著为正，假设 H1b 得到验证。在进出口贸易总额影响出口技术复杂度的四条路径中，进出口贸易总额→数字贸易→出口技术复杂度的标准化间接效应（ $\beta=0.137, SE=0.041, 95\%$ 的置信区间从 0.082 到 0.200）显著为正，假设 H1c 得到验证。在劳动生产率影响出口技术复杂度的四条路径中，劳动生产率→数字贸易→出口技术复杂度的标准化间接效应（ $\beta=0.058, SE=0.033, 95\%$ 的置信区间从 0.024 到 0.115）显著为正，假设 H1d 得到验证。

表 5 影响效应分解：总效应、直接效应、间接效应

原因变量	结果变量	总影响	直接影响	间接影响
Infor	Digde	0.236	0.236	0.000
	Hupal	0.137	0.000	0.137
	Rdin	0.170	0.000	0.170
	Indy	0.153	0.000	0.153

	Expt	0.162	0.000	0.162
Labty	Digde	0.210	0.210	0.000
	Hupal	0.122	0.000	0.122
	Rdin	0.151	0.000	0.151
	Indy	0.136	0.000	0.136
	Expt	0.144	0.000	0.144
		Digde	0.499	0.499
Trade	Hupal	0.289	0.000	0.289
	Rdin	0.359	0.000	0.359
	Indy	0.322	0.000	0.322
	Expt	0.341	0.000	0.341
		Digde	0.156	0.156
Figy	Hupal	0.090	0.000	0.090
	Rdin	0.112	0.000	0.112
	Indy	0.101	0.000	0.101
	Expt	0.107	0.000	0.107
		Hupal	0.579	0.579
Digde	Rdin	0.720	0.625	0.095
	Indy	0.645	0.398	0.247
	Expt	0.685	0.275	0.410
		Rdin	0.164	0.164
Hupal	Indy	0.056	0.000	0.056
	Expt	0.457	0.419	0.038
		Indy	0.344	0.344
Rdin	Expt	0.233	0.233	0.000

表 6 数字贸易和其他因素对出口技术复杂度的影响：标准化的复杂中介效应

	间接效应值	Boot SE	Bias-Corrected 95% CI			Percentile 95% CI		
			Lower	Upper	P	Lower	Upper	P
间接效应 1	0.005	0.004	0.002	0.015	0.019	0.000	0.011	0.083
间接效应 2	0.057	0.025	0.026	0.097	0.015	0.021	0.093	0.024
间接效应 3	0.034	0.020	0.012	0.072	0.016	0.008	0.064	0.038
间接效应 4	0.065	0.034	0.023	0.122	0.018	0.020	0.117	0.024
间接效应 5	0.003	0.003	0.001	0.011	0.018	0.000	0.008	0.077
间接效应 6	0.038	0.015	0.019	0.064	0.008	0.014	0.058	0.020
间接效应 7	0.023	0.012	0.011	0.046	0.008	0.005	0.038	0.034
间接效应 8	0.043	0.020	0.020	0.076	0.009	0.015	0.070	0.020
间接效应 9	0.011	0.007	0.004	0.026	0.020	0.002	0.022	0.062
间接效应 10	0.121	0.025	0.090	0.163	0.000	0.086	0.157	0.000
间接效应 11	0.073	0.026	0.039	0.113	0.007	0.032	0.106	0.015
间接效应 12	0.137	0.041	0.082	0.200	0.000	0.081	0.199	0.000
间接效应 13	0.005	0.004	0.001	0.016	0.021	0.000	0.011	0.075
间接效应 14	0.051	0.028	0.020	0.098	0.014	0.018	0.095	0.018
间接效应 15	0.031	0.018	0.011	0.066	0.014	0.008	0.057	0.032
间接效应 16	0.058	0.033	0.024	0.115	0.012	0.021	0.109	0.018
间接效应 17	0.022	0.015	0.007	0.052	0.024	0.003	0.044	0.062
间接效应 18	0.242	0.044	0.185	0.308	0.000	0.182	0.306	0.000
间接效应 19	0.145	0.053	0.066	0.217	0.012	0.063	0.214	0.015
总间接效应 1	0.162	0.068	0.062	0.258	0.023	0.061	0.256	0.024
总间接效应 2	0.107	0.040	0.054	0.165	0.009	0.043	0.156	0.020
总间接效应 3	0.341	0.039	0.286	0.398	0.000	0.282	0.394	0.000
总间接效应 4	0.144	0.068	0.058	0.251	0.017	0.057	0.250	0.018
总间接效应 5	0.410	0.061	0.324	0.498	0.000	0.317	0.490	0.000

注：间接效应 1：信息化水平→数字贸易→人力资本→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 2：信息化水平→数字贸易→人力资本→出口技术复杂度；间接效应 3：信息化水平→数字贸易→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 4：信息化水平→数

字贸易→出口技术复杂度；间接效应 5：政府科技支出占比→数字贸易→人力资本→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 6：政府科技支出占比→数字贸易→人力资本→出口技术复杂度；间接效应 7：政府科技支出占比→数字贸易→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 8：政府科技支出占比→数字贸易→出口技术复杂度；间接效应 9：进出口贸易总额→数字贸易→人力资本→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 10：进出口贸易总额→数字贸易→人力资本→出口技术复杂度；间接效应 11：进出口贸易总额→数字贸易→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 12：进出口贸易总额→数字贸易→出口技术复杂度；间接效应 13：劳动生产率→数字贸易→人力资本→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 14：劳动生产率→数字贸易→人力资本→出口技术复杂度；间接效应 15：劳动生产率→数字贸易→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 16：劳动生产率→数字贸易→出口技术复杂度；间接效应 17：数字贸易→人力资本→R&D 强度→出口技术复杂度；间接效应 18：数字贸易→人力资本→出口技术复杂度；间接效应 19：数字贸易→R&D 强度→出口技术复杂度；总间接效应 1：信息化水平影响出口技术复杂度的间接效应；总间接效应 2：政府科技支出占比影响出口技术复杂度的间接效应；总间接效应 3：进出口贸易总额影响出口技术复杂度的间接效应；总间接效应 4：劳动生产率影响出口技术复杂度的间接效应；总间接效应 5：数字贸易影响出口技术复杂度的间接效应

另外，数字贸易影响中国出口技术复杂度的三条路径分别为：数字贸易→人力资本→R&D 强度→出口技术复杂度；数字贸易→人力资本→出口技术复杂度；数字贸易→R&D 强度→出口技术复杂度。数字贸易影响出口技术复杂度的三条路径的 95%的置信区间均不包括零，验证了人力资本、R&D 强度在数字贸易与中国出口技术复杂度间的中介效应，因此，数字贸易通过人力资本、R&D 强度显著促进中国出口技术复杂度提升，假设 H2 得到验证。

从表 7 可以看到，数字贸易→R&D 强度→产业结构升级的标准化间接效应（ $\beta = 0.215, SE = 0.062, 95\%$ 的置信区间从 0.132 到 0.310）显著为正，因此数字贸易能通过促进 R&D 强度显著提升中国产业结构，假设 H3 得到验证。数字贸易→人力资本→R&D 强度→产业结构升级的标准化间接效应（ $\beta = 0.033, SE = 0.020, 95\%$ 的置信区间从 0.010 到 0.070）显著为正，因此，数字贸易对产业结构的作用能通过人力资本、R&D 强度传导，假设 H3 也得到验证。

表 7 数字贸易和其他因素对产业结构升级的影响：标准化的复杂中介效应

	间接效应值	Boot SE	Bias-Corrected 95% CI			Percentile 95% CI		
			Lower	Upper	P	Lower	Upper	P
间接效应 1	0.094	0.049	0.034	0.176	0.017	0.029	0.169	0.024
间接效应 2	0.051	0.023	0.024	0.090	0.011	0.018	0.082	0.024
间接效应 3	0.008	0.005	0.003	0.019	0.019	0.001	0.015	0.071
间接效应 4	0.062	0.026	0.030	0.106	0.008	0.022	0.096	0.020
间接效应 5	0.033	0.017	0.015	0.066	0.007	0.011	0.057	0.020
间接效应 6	0.005	0.004	0.001	0.014	0.023	0.001	0.012	0.064
间接效应 7	0.199	0.043	0.145	0.270	0.000	0.134	0.258	0.000
间接效应 8	0.107	0.035	0.066	0.166	0.000	0.061	0.159	0.000
间接效应 9	0.016	0.010	0.005	0.036	0.024	0.003	0.032	0.049
间接效应 10	0.084	0.041	0.037	0.156	0.011	0.032	0.145	0.018

间接效应 11	0.045	0.027	0.016	0.093	0.012	0.014	0.089	0.018
间接效应 12	0.007	0.006	0.002	0.020	0.029	0.001	0.017	0.062
间接效应 13	0.215	0.062	0.132	0.310	0.000	0.128	0.306	0.000
间接效应 14	0.033	0.020	0.010	0.070	0.025	0.007	0.064	0.049
总间接效应 1	0.153	0.065	0.058	0.244	0.022	0.057	0.242	0.024
总间接效应 2	0.101	0.040	0.048	0.161	0.010	0.039	0.152	0.020
总间接效应 3	0.322	0.041	0.265	0.383	0.000	0.257	0.376	0.000
总间接效应 4	0.136	0.064	0.054	0.234	0.017	0.053	0.233	0.018
总间接效应 5	0.247	0.072	0.149	0.354	0.000	0.146	0.352	0.000

注：间接效应 1：信息化水平→数字贸易→产业结构升级；间接效应 2：信息化水平→数字贸易→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 3：信息化水平→数字贸易→人力资本→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 4：政府科技支出占比→数字贸易→产业结构升级；间接效应 5：政府科技支出占比→数字贸易→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 6：政府科技支出占比→数字贸易→人力资本→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 7：进出口贸易→数字贸易→产业结构升级；间接效应 8：进出口贸易→数字贸易→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 9：进出口贸易→数字贸易→人力资本→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 10：劳动生产率→数字贸易→产业结构升级；间接效应 11：劳动生产率→数字贸易→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 12：劳动生产率→数字贸易→人力资本→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 13：数字贸易→R&D 强度→产业结构升级；间接效应 14：数字贸易→人力资本→R&D 强度→产业结构升级；总间接效应 1：信息化水平影响产业结构升级的间接效应；总间接效应 2：政府科技支出占比影响产业结构升级的间接效应；总间接效应 3：进出口贸易影响产业结构升级的间接效应；总间接效应 4：劳动生产率影响产业结构升级的间接效应；总间接效应 5：数字贸易影响产业结构升级的间接效应

（六）稳健性检验

为了增强研究结果的可靠性，这里使用数字化经济规模替代数字贸易来测算数字经济发展水平对产业结构升级和出口技术复杂度的影响。研究发现，本研究的所有假设并没有因为参数设定的改变而发生变化，因此本文的研究结果是稳健的。

五、结论与启示

本文利用结构方程模型就数字贸易、人力资本、R&D 强度对出口技术复杂度的影响进行了实证分析，探讨了数字贸易、人力资本、R&D 强度对产业结构升级的影响。研究发现：第一，数字贸易在信息化水平、政府科技支出占比、进出口贸易总额、劳动生产率与出口技术复杂度之间起中介作用。信息化水平、政府科技支出占比、进出口贸易总额、劳动生产率通过数字贸易对产业结构升级产生间接效应。第二，进出口贸易总额通过数字贸易综合竞争力对中国出口技术复杂度影响最大，而政府科技支出占比通过数字贸易综合竞争力对中国出口技术复杂度影响最小。第三，R&D 强度在数字贸易与出口技术复杂度之间起中介作用，且在数字贸易与产业结构升级之间起中介作用。第四，数字贸易通过人力资本、R&D 强度对产业结构升级产生显著的间接效应，且通过人力资本、R&D 强度对出口技术复杂度产生显著的间接效应。

为进一步强化数字贸易对中国产业结构升级和出口技术复杂度的促进作用，应采取以下措施：

第一，增强数字贸易竞争力。根据本文的测算，数字贸易综合评价指数排名前十位的省份分别是上海、北京、广东、天津、江苏、福建、辽宁、浙江、山东、海南，其中仅有上海、北京和广东的数字贸易综合评价指数大于 0.5，其他各省份的数字贸易综合评价指数均小于 0.5，因此必须增强中国数字贸易国际竞争力，通过数字经济和数字贸易促进区域协调发展，进一步缩小中西部地区与东部地区数字经济发展的差距。

第二，调整中国财政科技支出政策，推动数字经济和数字贸易高质量发展。应大力发挥政府科技支出的引导作用，促进各地区创新投入和创新产出不断增长，加强财政支出对中小企业的扶持力度。

第三，大力提升信息化水平，促进数字贸易竞争力不断提升。要促进信息共享，加快信息化建设步伐，提升信息化建设的使用效能。本文的研究发现，进出口贸易总额和信息化水平对中国数字贸易综合竞争力的影响最大，其次为劳动生产率和政府科技支出占比。因此，应不断提高中国信息化水平，大力推动信息化技术在各行业数字化建设中的应用，同时推动数字化服务在国际贸易领域的广泛渗透和应用，促进中国进出口贸易快速发展。

参考文献:

[1]KOCENDA E,POGHOSYAN K.Export sophistication:a dynamic panel data approach[J].Emerging Markets Finance & Trade,2018,54(10):2799-2814.

[2]郭伟锋,贺静.数字贸易背景下我国农产品出口贸易发展研究[J].物流工程与管理,2019(10):132-133.

[3]范鑫.数字经济发展、国际贸易效率与贸易不确定性[J].财贸经济,2020(8):145-160.

[4]孙穗,朱顺和.基于数字经济背景的 ICT 对贸易与经济增长影响研究——以中国和东盟国家为例[J].商业经济研究,2020(13):146-150.

[5]ABELIANSKY 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,2016,41(1):35-48.

[6]徐金海,夏杰长.全球价值链视角的数字贸易发展:战略定位与中国路径[J].改革,2020(5):58-67.

[7]戴美虹.互联网技术与出口企业创新活动——基于企业内资源重置视角[J].统计研究,2019(11):62-75.

[8]樊轶侠,徐昊.财政助力数字经济高质量发展:核心机理与经验启示[J].改革,2020(8):83-91.

[9]盛斌,高疆.超越传统贸易:数字贸易的内涵、特征与影响[J].国外社会科学,2020(4):18-32.

[10]章迪平,郑小渝.数字贸易发展水平测度及影响因素分析——以浙江省为例[J].浙江科技学院学报,2020(4):249-256.

[11]吕延方,王冬,陈树文.进出口贸易对生产率、收入、环境的门限效应——基于 1992-2010 年我国省际人均 GDP 的非线性面板模型[J].经济学(季刊),2015(2):703-730.

[12]姚战琪.人力资本、协同集聚对出口技术复杂度的影响:基于有调节的中介效应视角[J].西安交通大学学报(社会科学版),2020(4):80-90.

-
- [13]朱福林. 政府质量、国际研发溢出与服务出口技术复杂度——基于跨国面板数据的实证分析[J]. 国际经贸探索, 2018(12):17-35.
- [14]陈小辉, 张红伟, 吴永超. 数字经济如何影响产业结构水平? [J]. 证券市场导报, 2020(7):20-29.
- [15]姚成. 人力资本投入、公司价值与研发行为[J]. 财会通讯, 2018(3):27-30.
- [16]韩亚峰, 付芸嘉. 自主研发、中间品进口与制造业出口技术复杂度[J]. 经济经纬, 2018(6):73-79.
- [17]包则庆, 林继扬. 技术创新、工资增长与产业结构升级——基于 PVAR 模型的动态分析[J]. 东南学术, 2020(3):172-180.
- [18]左鹏飞. 信息化推动中国产业结构转型升级研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2017:126-139.
- [19]仲颖佳, 孙攀, 高照军. 基于时空数据的财政政策对产业结构升级的影响研究——来自 281 个城市的经验证据[J]. 软科学, 2020(10):56-62.
- [20]HONG A, CHENG C. The study on affecting factors of regional marine industrial structure upgrading[J]. International journal of systems assurance engineering and management, 2016, 7(2):213-219.
- [21]MICALLEF A. Digital trade in EU FTAs: are EU FTAs allowing cross border digital trade to reach its full potential?[J]. Journal of world trade, 2019, 53(5):855-870.
- [22]霍忻. 中国对外直接投资逆向技术溢出的产业结构升级效应研究[D]. 北京: 首都经济贸易大学, 2016:123-124.
- [23]许治, 王思卉. 中国各省份出口商品技术复杂度的动态演进[J]. 中国工业经济, 2013(8):44-56.

注释:

1 因西藏相关数据缺失较为严重, 这里不包括西藏。