

数字经济对中国城市制造业出口技术升级的影响

——基于产业结构升级和市场化程度的双重视角

管懿婷, 周敏, 马佳慧

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年9月9日; 录用日期: 2024年10月16日; 发布日期: 2024年10月25日

摘要

数字经济为我国出口贸易的优质发展提供了重要机遇和新动能。文章利用2011~2021年我国281个地级市面板数据, 实证分析数字经济对我国城市制造业出口技术升级的影响和作用机制。研究发现: 数字经济对中国城市制造业出口技术升级具有显著的促进作用, 从异质性角度来看, 这一促进作用在一线城市, 长三角珠三角北部湾三大城市群和高技术产业更为明显。从影响机制的角度来说, 数字经济可以通过产业结构升级和提升市场化程度, 实现出口技术升级。

关键词

数字经济, 出口技术升级, 市场化程度

The Impact of Digital Economy on the Technological Upgrading of China's Urban Manufacturing Exports

—Based on the Dual Perspective of Industrial Structure Upgrading and Marketization Degree

Yiting Guan, Min Zhou, Jiahui Ma

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Sep. 9th, 2024; accepted: Oct. 16th, 2024; published: Oct. 25th, 2024

文章引用: 管懿婷, 周敏, 马佳慧. 数字经济对中国城市制造业出口技术升级的影响[J]. 运筹与模糊学, 2024, 14(5): 535-548. DOI: 10.12677/orf.2024.145494

Abstract

The digital economy provides important opportunities and new momentum for the high-quality development of my country's export trade. This article uses panel data from 281 prefecture-level cities in my country from 2011 to 2021 to empirically analyze the impact and mechanism of the digital economy on the upgrading of my country's urban manufacturing export technology. The study found that the digital economy has a significant promoting effect on the technological upgrading of China's urban manufacturing exports. From the perspective of heterogeneity, this promoting effect is more obvious in first-tier cities, the three urban agglomerations of the Yangtze River Delta, the Pearl River Delta and the Beibu Gulf, and high-tech industries. From the perspective of impact mechanism, the digital economy can achieve export technology upgrades through upgrading the industrial structure and improving marketization.

Keywords

Digital Economy, Export Technology Upgrade, Degree of Marketization

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

制造业是中国经济增长的重要引擎，长期以来，制造业的高速增长为中国经济发展提供了强大的动力，特别是在出口方面，近十多年来，我国技术密集型的机电产品、高新技术产品的出口额分别从2012年的7.4万亿元、3.8万亿元增长到现在的12.8万亿元、6.3万亿元，可见中高端制造业出口规模在逐年扩大。但随着全球范围内贸易摩擦增多、贸易保护主义抬头，对中国制造业出口造成了一定程度的冲击。特别是中美贸易摩擦，美国对我国实行技术封锁严重阻碍了我国制造业出口技术的升级，因此，寻找制造业出口技术升级的新动能已成为各界关注的重点课题。

近年来，随着人工智能、大数据、云计算等新兴产业的快速发展，数字经济正呈现蓬勃发展的态势，中国数字经济规模已从2014年的16.2万亿元快速增长至2023年的约56.1万亿元，所占GDP比重从25.1%上升至44%左右，可见，数字经济对我国经济社会发展的支撑作用日益凸显。在数字经济快速发展的背景下，要充分利用数字经济发展红利实现数字技术与制造业的深度融合，为制造业出口技术升级注入新动力。然而，中国数字经济发展仍存在一些问题，如数字鸿沟、技术壁垒、数字基础设施不完善等加剧了制造业出口行业的发展阻力[1]。那么，数字经济能否推动中国城市制造业出口技术升级？如何厘清数字经济对制造业出口技术升级的内在逻辑？产业结构升级和市场化程度在其中发挥着怎样的作用？数字经济对制造业出口技术升级的影响是否具有异质性特征？对于这些问题的深入研究，不仅有利于数字经济的蓬勃发展，对于提升我国制造业出口技术水平，推动制造业实现高水平“走出去”，具有重要意义。

2. 文献综述

在数字经济的测度方面，目前主要有两类测算方法，一类是增加值法，通过直接测算与数字经济相关产业的增加值来测度数字经济，另一类是目前较为主流的构建指标体系法。马小婷(2024) [2]从产业数字化、数字产业化、数字基础设施三个方面，建立相关的指标体系来衡量数字经济；岳鹤、周子灼(2024)

[3]则从数字通信水平、数字产业发展水平、数字创新与转化能力三个指标层面利用熵值法来测度数字经济；易恩文、姚常成(2024) [4]考虑到数字产业化、产业数字化和数字基础设施都会与城市间的经济管理相关，所以选取四个指标来衡量数字经济，分别是：数字产业化、产业数字化、数字经济发展载体、数字经济发展环境。许梅、强群莉(2024) [5]从信息化发展、互联网发展和数字交易发展这三个维度构建数字经济的指标体系。

对于出口技术升级的测度也不尽相同，出口技术升级的测量方法最早是由 Hausmann (2007)提出的，根据 SITC Rev.2 的三位码分类，整理出世界各国 1999~2010 年的出口产品数据，测算出了世界各国的出口技术升级。朱勤、于海静(2021) [6]等学者在研究中注意到，由于 Hausmann 测算公式中涉及的反映技术指标的劳动率数据较难获取，因此他们选择采取各国人均国民生产总值来替代劳动生产率，从而得到某年份产品层面的出口技术升级。在此之后，为了测算省级层面的出口技术升级，Xu 和 Lu (2023) [7]通过使用省级层面的出口数据和省级层面的人均 GDP 来代替 Hausmann 测算的国家层面的出口技术升级。为了测算城市层面的出口技术升级，周茂(2019)和孙楚仁(2021)等[8]学者将产品出口额为权重加总到城市层面，从而计算获取城市层面的数据。

近年来，越来越多的国内外学者开始研究数字经济对于制造业出口技术升级的影响。从直接效应来看，YAO Zhanqi (2022) [9]研究得出，数字经济与出口技术升级之间存在显著的空间正相关性，数字经济不仅可以提升本地出口技术升级，也会对相邻地区的出口技术升级产生积极的影响；Wang Fei (2023) [10]对 2013~2019 年制造业面板数据实证检验得出，数字经济的发展显著促进了中国制造业出口技术升级；周经、马洋(2024) [11]研究表明，数字经济显著提升了高技术制造业出口技术升级，且影响具有非线性特征。从间接效应来看，Liang Shuang (2023) [12]通过 2012~2020 年中国 30 个省份的面板数据研究得知，数字经济可以通过加快市场化进程和促进知识溢出来实现出口技术升级；Xiugang (2024) [13]通过探讨地区数字经济发展对出口弹性弱化作用的影响，发现数字经济发展通过降低交易成本缓解出口弹性的削弱作用；邓小华(2024) [14]基于 2005~2020 年中国省际面板数据，以成本节约、人力资本、技术创新为中介，表明成本节约、人力资本、技术创新均可在数字经济提升制造业出口技术升级中发挥部分中介作用。

3. 模型设计与变量说明

3.1. 基准模型设定

为了探讨数字经济对中国城市制造业出口技术升级的影响，本文构建如下面板数据计量模型，基准回归模型如式(1)：

$$\ln ESI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Score_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， $\ln ESI_{it}$ 为被解释变量，表示城市 i 在 t 年的制造业出口技术升级； $\ln Score_{it}$ 为核心解释变量，表示城市 i 在 t 年对应的数字经济发展水平； X_{it} 代表城市层面的一系列控制变量； μ_i 表示城市固定效应； δ_t 表示时间固定效应； ε_{it} 为随机扰动项。

3.2. 变量测度与说明

1) 被解释变量：城市制造业出口技术升级($\ln ESI$)

对城市制造业出口技术升级的衡量主要从出口技术复杂度和出口产品国内技术含量两个角度，由于国际投入产出表的数据仅截止到 2014 年，而本文所研究的面板数据时间跨度为 2011 年到 2021 年，且不涉及跨国比较，因此无法通过出口产品国内技术含量来全面衡量 2011~2021 年制造业出口技术升级。因此，为了增强研究结论的真实性和有效性，本文采用出口技术复杂度来衡量中国城市制造业出口技术升级。本文根据文磊和李宏兵(2022) [15]的研究，构建中国城市制造业出口技术复杂度，具体步骤如下所示：

首先，按照各国的显示性比较优势，计算 HS6 位编码下各产品的出口技术复杂度：

$$PRODY_k = \sum_n \left[\frac{e_{nk}/E_n}{\sum_n (e_{nk}/E_n)} \times Pergdp_n \right] \quad (2)$$

其中， $PRODY_k$ 代表 k 产品的技术复杂度， e_{nk} 代表 n 国 k 产品的出口额， E_n 代表 n 国的出口贸易总额， $Pergdp_n$ 代表 n 国的人均国内生产总值。

其次，本文参照盛斌和毛其淋(2017) [16]的研究，利用产品单位价值来衡量质量指标，得到引入质量差异后的各产品技术复杂度：

$$QPRODY_{nk} = \left(\frac{p_{nk}}{\sum u_{nk} \times p_{nk}} \right)^\theta \times PRODY_k \quad (3)$$

式(3)中， p_{nk} 代表 n 国 k 产品的单价， u_{nk} 代表 n 国 k 产品在全球市场中所占的贸易比重， θ 的值设定为 0.2。

最后，测算各城市制造业出口技术复杂度：

$$ESI_i = \sum_k \frac{Export_{ik}}{Export_i} \times QPRODY_{nk} \quad (4)$$

式(4)中， ESI_i 表示 i 城市的制造业出口技术复杂度， $Export_{ik}$ 表示 i 城市在 k 产品上的出口额， $Export_i$ 表示 i 城市的总出口额。

2) 核心解释变量：数字经济发展水平 (ln Score)

对于数字经济发展水平的测算，本研究参考了赵涛等(2020) [17]学者的文献，以互联网发展为核心测度，从数字互联网发展和数字普惠金融两个角度来衡量数字经济发展水平。在城市层面评估数字互联网发展时，借鉴黄群慧等(2019) [18]学者的文献，采用互联网普及率、相关从业人员情况、相关产出情况和移动电话普及率 4 个指标。以上 4 个指标对应的实际内容是：百人中互联网宽带接入用户数、计算机服务和软件业从业人员占城镇单位从业人员比重、人均电信业务总量和百人中移动电话用户数。以上指标的原始数据都来自于《中国城市统计年鉴》。为评估数字金融发展，采用中国数字普惠金融指数，该指数由北京大学数字金融研究中心和蚂蚁金服集团共同编制。利用熵值法将以上五个指标进行标准化和降维处理，最终得到各城市的数字经济综合发展指数，如表 1 所示。

Table 1. Digital economy indicator system

表 1. 数字经济指标体系

	一级指标	二级指标	指标属性
数字经济综合发展指数	互联网普及率	每百人互联网用户数	+
	互联网相关从业人数	计算机服务和软件从业人员占比	+
	互联网相关产出情况	人均电信业务总量	+
	移动互联网用户数	每百人移动电话用户数	+
	数字金融普惠发展	中国数字普惠金融指数	+

3) 控制变量

鉴于除数字经济外，其他因素也可能对制造业出口技术升级产生影响。为此，本文参考现有研究，选择以下相关控制变量：a) 对外开放水平(Open)，本文采用实际利用外资额与地区生产总值的比值来衡

量；b) 经济发展水平(Economy)，采用人均地区生产总值的比值来衡量；c) 城镇化水平(City)，城镇常住人口与总常住人口的比值作为城镇化水平的代理变量；d) 政府干预(Gov)，已有研究发现一国或地区的政府干预程度是影响该国或地区制造业出口技术升级的一个重要影响因素，且过度的政府干预对出口技术升级产生消极的影响，即政府干预过多，市场主体丧失创新热情，则其出口技术升级越低。政府干预的代理变量为政府一般财政支出占地区生产总值的比值；e) 金融发展水平(Finance)，采用区域内金融机构人民币贷款余额与专利申请总数的比值来衡量。

3.3. 数据来源和描述性统计

本文采用 2011~2021 年我国 281 个地级市面板数据来实证分析数字经济对制造业出口技术升级的影响。样本数据均源自于《国研网》《国家统计局》《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》等，由于拉萨市、昌都市、山南市等 12 个地级市数据缺失严重，直接做了删除，对于剩下的 281 个地级市中缺失的少量数据，采取线性插值法进行填补。变量描述性统计如表 2 所示。

Table 2. Descriptive statistics of variables

表 2. 变量描述性统计结果

变量名称	变量含义	样本数	均值	中位数	标准差	最小值	最大值
ESI	出口技术升级	3091	0.100	0.101	0.005	0.014	0.112
Score	数字经济	3091	0.006	0.005	0.005	0.001	0.056
Open	对外开放水平	3091	0.017	0.011	0.018	0.000	0.229
Economy	经济发展水平	3091	0.237	0.237	0.005	0.217	0.257
City	城镇化水平	3091	0.562	0.542	0.149	0.181	1.000
Gov	政府干预	3091	0.206	0.177	0.121	0.003	2.267
Finance	金融发展水平	3091	0.083	0.079	0.042	-0.053	0.306

4. 实证结果与分析

4.1. 基准回归结果

表 3 报告了数字经济对制造业出口技术升级的基准回归结果。列(1)考察了在控制时间和城市效应后数字经济对城市制造业出口技术升级的影响，回归结果显示，数字经济的回归系数为 0.1167，且在 1% 的水平上显著为正，表明数字经济的发展有助于提升制造业出口技术升级。列(2)~列(6)逐一加入控制变量，回归结果显示，数字经济对制造业出口技术升级的影响均在 1% 的水平上显著为正，进一步说明了数字经济对制造业出口技术升级具有明显的积极作用。近年来，随着我国数字经济的快速发展，给我国城市制造业提供了更广阔的全球市场，通过电子商务和在线营销渠道，我国制造业可以更便利地接触到全球消费者，拓展海外市场。这使得制造业能够更好地适应国际市场需求，不断提升产品质量和技术含量，从而促进制造业出口技术升级。

表 3 列(6)控制变量的回归结果显示，对外开放水平在 1% 的水平上显著为正，说明市场的开放程度越高，使得更多的国际竞争者进入，使得本国企业不得不持续提高产品质量和技术水平，以保持国际竞争力。企业在面对更激烈的竞争时，往往会不得不进行技术升级，以满足国际市场的高要求。经济发展水平的估计系数为负，虽然改革开放以来我国经济快速发展，但我国出口结构仍以劳动密集型为主，而

忽视了提升出口技术含量，导致抑制了制造业出口技术升级。由城镇化水平的估计系数可以看出，城镇化水平对制造业出口技术升级的影响不显著，可能的原因在于，制造业的技术升级更多地依赖于技术创新、市场需求的变化以及国际竞争压力。城镇化的发展并不直接改变这些因素，因此对技术升级的推动作用较有限。从政府干预的回归系数可以看出，政府干预对制造业出口技术升级具有消极影响，政府对企业的补贴、激励政策过多，会逐步削弱企业创新、技术升级的积极性。金融发展水平的回归系数显著为正，发达的金融市场支持企业进行国际化扩展，拓展市场和资源，这对于推动技术升级具有积极作用。

Table 3. Benchmark regression results

表 3. 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	ESI	ESI	ESI	ESI	ESI	ESI
Score	0.117*** (11.586)	0.110*** (10.932)	0.119*** (11.738)	0.117*** (11.477)	0.116*** (11.344)	0.101*** (9.728)
Open		0.012*** (5.495)	0.013*** (6.054)	0.013*** (6.005)	0.013*** (5.949)	0.013*** (5.793)
Economy			-0.088*** (-6.339)	-0.089*** (-6.374)	-0.085*** (-5.905)	-0.005 (-0.257)
City				0.000 (1.092)	0.000 (1.095)	0.000 (0.041)
Gov					0.000 (0.779)	-0.000 (-1.226)
Finance						0.014*** (7.738)
时间固定	是	是	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是	是	是
_cons	0.093*** (777.091)	0.093*** (757.965)	0.114*** (35.176)	0.114*** (35.093)	0.113*** (33.317)	0.094*** (22.462)
N	3091	3091	3091	3091	3091	3091
R ²	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.923

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下显著。

4.2. 异质性分析

1) 城市群异质性

各个城市群在经济发展水平和资源分布等方面存在显著差异，这些差异直接影响到数字经济对各城市群制造业出口技术升级的影响。因此，本文从城市群的异质性角度出发进行分析，将研究样本划分为六大类，分别是长三角城市群、长江中游城市群、珠三角城市群、成渝城市群、北部湾城市群和中原城市群。回归结果见表 4 所示。

Table 4. Regression results of the digital economy on the technological upgrading of manufacturing exports in different urban agglomerations**表 4.** 数字经济对不同城市群制造业出口技术升级的回归结果

变量	长三角	长江中游	珠三角	成渝	北部湾	中原
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Score	0.111** (2.479)	0.044 (1.374)	0.063** (2.572)	-0.049 (-1.056)	0.141** (2.435)	0.061 (1.454)
Open	0.022*** (4.056)	0.004 (0.426)	0.011* (1.970)	0.036 (1.324)	-0.032*** (-3.105)	-0.011 (-1.624)
Economy	-0.052 (-0.553)	-0.103 (-1.423)	0.060 (0.774)	-0.040 (-0.372)	0.002 (0.016)	-0.130** (-2.509)
City	0.002 (0.269)	-0.004* (-1.838)	-0.011** (-2.296)	-0.003 (-0.485)	0.002 (0.551)	-0.004 (-0.832)
Gov	-0.006 (-1.561)	0.000 (1.147)	0.000 (0.889)	-0.002 (-0.939)	0.002 (1.073)	-0.000 (-0.403)
Finance	0.015 (1.313)	-0.002 (-0.190)	0.019*** (2.702)	0.053*** (3.709)	0.028** (2.438)	0.003 (0.674)
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
_cons	0.106*** (5.828)	0.121*** (6.769)	0.092*** (5.280)	0.101*** (3.809)	0.092*** (2.799)	0.124*** (9.606)
N	297	264	99	176	110	319
R ²	0.882	0.978	0.972	0.907	0.969	0.964

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的显著性水平下显著。

表 4 列(1)到列(6)所示，数字经济对长三角城市群、珠三角城市群和北部湾城市群制造业出口技术升级的影响在 5%的水平上显著为正，数字经济的系数分别为 0.1107、0.06304、0.1405，说明数字经济明显促进了长三角、珠三角和北部湾城市群制造业出口技术的升级。原因可能在于，长三角城市群位于中国东部沿海地区，经济发达，地理位置优越，与全球贸易联系紧密，且其完善的产业链和配套体系，涵盖了从原材料供应到制造加工再到产品销售的各个环节。该地区的制造业企业较多且规模较大，技术水平相对较高，有较强的研发能力和创新能力，这些先天优势有助于制造业出口技术升级。珠三角城市群以轻工制造业和电子信息产业为主导，其拥有全球领先的电子信息企业和供应链，包括大量的电子产品制造商、供应商和技术服务提供商，这些产业相对更容易与数字经济相结合，数字经济的快速发展为这些企业提供了创新的技术和商业模式，有利于制造业出口技术的升级。北部湾城市群地区政府积极支持数字经济发展，出台了一系列政策和措施鼓励数字经济产业的发展，包括数字科技园区建设、税收优惠政策等，这些政策的落实为数字经济的发展提供了良好环境，也为制造业出口技术的升级提供了支持。从表 4 列(4)可以看出，数字经济发展抑制成渝城市群制造业出口技术升级，可能的原因是，成渝城市群

的制造业出口主要面向国内市场和传统产业需求，而数字经济更多地关注于国际市场和创新型产业需求。数字经济的快速发展导致国际市场竞争加剧，成渝城市群的制造业可能面临来自其他地区和国家的竞争压力，制约了其出口技术升级的能力。

2) 城市规模异质性

考虑到城市规模的差异也会影响到数字经济对制造业出口技术升级的影响，因此进一步将样本城市划分为一线、二三线、四五线城市，回归结果见表 5 所示。从表 5 列(1)到列(3)可以看出，数字经济在一线城市、二三线城市、三四线城市的回归系数均在 1% 的水平上显著为正，但数字经济在一线城市的回归系数最大，数字经济发展水平每提升 1 个单位，制造业出口技术升级将提高 0.08222 个单位，主要原因可能来自于以下几点：第一、一线城市具备较高的科技创新能力和数字化转型基础，数字经济的发展为制造业提供了新的技术和商业模式，推动了传统制造业向智能制造、高端制造升级转型。通过应用人工智能、物联网、大数据等先进技术，一线城市的制造业能够提高生产效率、优化供应链管理，从而实现出口技术的升级。第二、一线城市群拥有较为完善的创新生态和产业集聚效应，数字经济的发展带动了创新创业活动的增加，形成了一批创新企业和科技园区，这些创新企业和科技园区为制造业提供了技术支持和合作机会，促进了技术创新和出口技术的升级。

Table 5. Regression results of the digital economy on the technological upgrading of manufacturing exports in different city sizes

表 5. 数字经济对不同城市规模的制造业出口技术升级的回归结果

	(1)	(2)	(3)
	一线	二三线	四五线
Score	0.082*** (3.651)	0.060*** (5.488)	0.066*** (2.932)
Open	0.014 (0.997)	0.010*** (3.632)	0.007** (2.356)
Economy	-0.322 (-1.330)	0.112*** (5.256)	-0.076*** (-2.591)
City	0.013** (1.981)	0.001* (1.947)	-0.002** (-2.062)
Gov	0.000 (0.034)	-0.001 (-0.971)	-0.002*** (-3.945)
Finance	0.050*** (2.947)	0.013*** (4.465)	0.008** (2.427)
_cons	0.158*** (2.835)	0.067*** (13.167)	0.113*** (16.195)
N	209	1100	1617
R ²	0.773	0.964	0.946

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下显著。

3) 不同技术类型出口产品异质性

为进一步探究数字经济对不同技术类型出口产品技术升级的不同影响, 本文将出口产品按照技术含量的高低分为低技术制成品、中技术制成品和高技术制成品三大类, 回归结果见表 6 所示。由表 6 列(1)可以看出, 数字经济对低技术出口产品技术升级的影响在 5% 的水平上显著为正, 数字经济的回归系数为 0.5173, 源自于数字经济推动了产业之间的跨界融合与合作创新, 不同行业之间的合作将带来更多创新的可能。通过与其他高技术产业的合作, 企业可以引入更先进的技术和理念, 从而提升低技术出口产品的技术水平。从表 6 列(2)可以看出, 数字经济对中技术产品出口升级的影响不显著, 因为对于一些中技术产品来说, 其生产所需的技术水平和生产工艺相对成熟稳定, 数字经济的发展并不会直接改变这些产品的技术含量。表 6 列(3)显示, 数字经济发展水平每提升 1 个单位, 高技术产品出口技术将升级 0.1418 个单位, 且在 1% 的水平上显著为正, 说明数字经济对高技术出口产品技术升级就有显著的促进作用。主要原因在于, 数字经济为高技术产品的研发和创新提供了强大的支持, 通过数字化技术, 企业可以更加高效地进行科学研究、技术开发和创新实践, 从而推动高技术产品技术含量地不断提升。

Table 6. Regression results of digital economy on technological upgrading of export products of different technology types
表 6. 数字经济对不同技术类型出口产品技术升级的回归结果

	(1)	(2)	(3)
	低技术	中技术	高技术
Score	0.517** (2.255)	0.184 (0.893)	0.142*** (8.366)
Open	0.014 (0.291)	0.005 (0.102)	0.023*** (5.873)
Economy	1.541*** (3.382)	-1.081** (-2.450)	-0.144*** (-4.011)
City	-0.005 (-0.316)	0.026* (1.665)	0.000 (0.014)
Gov	-0.017 (-1.434)	-0.005 (-0.492)	0.002*** (2.980)
Finance	0.280*** (5.401)	0.167*** (3.662)	0.010** (2.366)
_cons	0.332*** (2.880)	1.075*** (9.706)	0.125*** (13.852)
时间固定	是	是	是
个体固定	是	是	是
<i>N</i>	3091	3091	3091
<i>R</i> ²	0.885	0.886	0.907

注: **、*、*分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下显著。

4.3. 作用机制检验

为了探究数字经济对城市制造业出口技术升级的作用机制,本文构建了如下式所示的中介效应模型,旨在验证数字经济是否能够通过促进产业结构升级和提高市场化程度,从而推动城市制造业出口技术的提升,具体模型如下:

$$ESI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Score_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$Med_{it} = \beta_0 + \beta_1 Score_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$ESI_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 Score_{it} + \theta_1 Med_{it} + \varphi_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中, Med_{it} 为中介变量,在本文中代表产业结构升级的市场化程度,其他变量定义不变。中介变量的代理指标如下:

产业结构升级: 鉴于第二产业增加值和第三产业增加值会对一个地区产业结构升级产生一定的影响,因此本文参考毕家寅(2024) [19]的文献,选取第二、第三增加值之和占 GDP 的比重作为产业结构升级的代理变量。

市场化程度: 由于市场化指数可以综合考虑多个因素和指标,包括:政府与市场关系、非国有经济发展、产品市场的发育程度、要素市场的发育程度、市场中介组织的发育和法律制度环境,这些因素能够综合反映一个经济体系中市场机制的运作情况,相比单一指标能更全面客观地评估市场化程度。因此本文采用曾繁华等(2020) [20]编制的市场化指数来衡量市场化程度。

1) 产业结构升级的中介作用

由表 7 列(1)的回归结果可以看出,数字经济对产业结构升级(Ind)的系数为 1%,且显著为正,表明数字经济对产业结构升级具有明显的提升;由表 7 列(2)的回归结果可以看出,数字经济和产业结构升级的回归系数均在 1%的水平上显著为正,表明数字经济能够通过产业结构升级来进一步推动城市制造业出口技术升级。数字经济引领着技术的不断创新和应用,例如大数据、人工智能、物联网等技术的广泛应用,可以帮助企业提高生产效率、降低成本,同时也推动产业结构向更具竞争力的方向发展,从而满足国际市场对高端产品的需求,出口技术得以升级。

2) 市场化程度的中介作用

由表 7 列(3)的回归结果可以看出,数字经济对市场化程度(Market)的回归系数在 10%的水平上显著为正,说明数字经济能够促进市场化程度的提高,由表 7 列(4)的回归结果可以看出,数字经济的回归系数显著,且在 1%的水平上为正值,市场化程度的回归系数也显著为正,在 10%的水平上为正值,说明数字经济能够通过推动市场化程度的提升来促进制造业出口技术的升级。数字经济可以促进资源在全球范围内的配置和整合,使得市场更具国际化和开放性,从而让企业更容易获取到国际市场的需求和趋势,也有更多的机会从国际企业的合作学习中获取相关的技术,进而促进出口技术的升级。

Table 7. Mechanism analysis: Industrial structure upgrading and improving marketization

表 7. 机制分析: 产业结构升级和提高市场化程度

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	Ind	ESI	Market	ESI
Score	2.532*** (7.575)	0.033*** (5.837)	3.993* (3.251)	0.091*** (9.368)
Ind		0.027*** (26.698)		

续表

Market				0.000*
				(1.820)
Open	0.295*** (3.902)	0.005*** (4.139)	1.666 (1.347)	0.013*** (5.492)
Economy	-1.339* (-1.902)	0.031*** (3.190)	-5.329 (-0.653)	-0.045* (-1.916)
City	-0.009 (-0.493)	0.000 (0.9833)	-0.080 (-0.322)	0.000 (0.518)
Gov	-0.007 (-0.561)	-0.000* (-1.713)	-0.083 (-0.645)	-0.000 (-0.314)
Finance	0.615*** (7.281)	-0.002** (-2.025)	1.657** (2.069)	0.012*** (4.590)
_cons	0.802*** (4.502)	0.0755*** (28.909)	7.965*** (3.866)	0.107*** (17.312)
时间固定	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是
<i>N</i>	3091	3091	2814	2814
<i>R</i> ²	0.896	0.987	0.971	0.942

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下显著。

4.4. 稳健性检验

1) 替换核心解释变量

为保证回归结果的稳健性，本文采取主成分分析法，重新对上述数字经济的 5 个二级指标：每百人互联网用户数、计算机服务和软件从业人员占比、人均电信业务总量、每百人移动电话用户数、数字普惠金融指数进行标准化并降维处理，回归结果见表 8 第(1)列。从回归结果可以看出，数字经济的回归系数仍在 1% 的水平上显著为正，与基准回归结果一致。

2) 增加控制变量

考虑到地区人力资本水平对制造业出口技术升级产生一定的影响，地区人力资本水平越高，企业在技术研发、创新和应用方面的能力也越强，更容易推出更具创新性和竞争力的产品，这样可以提高产品质量和附加值，从而促进制造业出口技术升级。本文选取平均百万人中本科及以上学历的人数作为代理变量。同时，考虑到知识产权保护能保证企业投入的创新成果得到合理回报，从而鼓励企业开发更具附加值的产品，提高产品的质量和品牌形象，进而促进制造业出口技术升级，因此将知识产权保护水平也纳入控制变量进行控制，选取技术市场成交额占当地 GDP 比重作为其代理变量。从见表 8 列(2)回归结果可以看出，基准回归结果依旧稳健。

3) 内生性检验

由于地区制造业出口技术的升级能够带动地区创新、基础设施的发展，进而提升数字经济发展水平，

这就导致数字经济与出口技术升级之间存在互为因果的关系。因此，本文采用系统 GMM 方法来解决其内生性问题，回归结果见表 8 第(3)列，结果显示，数字经济在 1%的水平上显著为正，验证了基准回归结果的稳健性。

Table 8. Robustness test

表 8. 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)
	替换核心解释变量	增加控制变量	系统 GMM
Score1	0.020*** (4.717)		
Score		0.098*** (9.714)	0.926*** (4.020)
Open	-0.007** (-2.272)	0.013*** (5.086)	-0.002 (-0.330)
Economy	0.725*** (38.777)	-0.005 (-0.231)	-0.331*** (-3.521)
City	0.007*** (5.217)	-0.000 (-0.096)	-0.005*** (-3.130)
Gov	0.001 (1.358)	-0.000 (-1.330)	-0.002* (-1.924)
Finance	0.083*** (19.862)	0.0145*** (5.561)	-0.015* (-1.735)
Human		0.008*** (2.612)	
Protect		-0.000* (-1.790)	
_cons	-0.108*** (-23.645)	0.097*** (17.887)	0.165*** (8.421)
<i>N</i>	3091	3091	3091
<i>R</i> ²	0.868	0.940	0.803

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的显著性水平下显著。

5. 结论与建议

本文运用 2011~2021 年中国 281 个地级市面板数据来考察数字经济和城市制造业出口技术升级之间的关系及作用机制，得出以下研究结论：第一，数字经济对城市制造业出口技术升级具有显著的促进作用。第二，数字经济的发展会促进产业结构升级，进而加快制造业出口技术的升级。第三，数字经济通

过加快市场化程度来提升制造业出口技术升级。第四，数字经济对制造业出口技术升级的影响表现出明显的异质性。通过异质性分析发现，相较于长江中游城市群、成渝城市群、中原城市群来说，数字经济对长三角城市群、珠三角城市群及北部湾城市群的制造业出口技术升级具有明显的积极影响；数字经济发展对一二三四五线城市的制造业出口技术升级都具有显著的促进作用；数字经济能显著促进高技术产品制造业出口技术升级。基于本文的研究结论，提出以下政策建议：

第一，持续优化数字基础设施建设，为我国城市出口产业的发展提供基础支撑，从而加快产业数字化步伐。首先，政府应增加对数字技术研发的财政资源投入，促进产业体系配套发展。这使得出口企业能够在数字经济背景下加快创新研发的效率，解决数字经济中的颠覆性技术，减少国内市场对跨国公司的路径依赖，避免发达国家价值链的低端抑制。其次，要系统地、因地制宜地打造合适的数字新基建项目，对于数字基建基础较好的一线城市，要稳步推进创建数字新基建产业试点示范区，为较为落后的二三线城市起到引领和示范作用，同时四五线要充分利用数字经济发展的辐射作用，来发展和完善当地的数字基础设施。

第二，积极拓展数字经济发展方式，促进制造业出口技术升级，充分发挥产业结构升级和市场化程度的作用。一方面，出口企业应加大对企业研发、技术转型和技术引进的投资，使数字经济能够充分带动传统产业结构升级，进而不断推动我国出口从劳动密集型出口向技术密集型出口转型。另一方面，在政府支持下进一步强化市场化程度在资源配置中的主体地位，不断加快数字信息在宽松市场环境下的流通，为制造业出口技术升级营造良好的市场竞争和创新环境。

第三，调整各城市数字经济发展步伐，通过数字经济的协调发展，共同助力制造业出口技术升级。对于长三角城市群、珠三角城市群和北部湾城市群来说，要充分利用发展数字经济的良好区位优势，在更完善的贸易基础上重点提高高技术产业出口产品的质量，向其它地区做好示范、突破和带动作用。对于长江中游和中原城市群，可以通过政府直接补贴和减税，引导数字资本和要素的有序流入，充分利用资源和产业基地发挥当地后发优势。对于成渝城市群，要优化地区数据传输渠道，提高区域之间的互通水平，消除外贸货物出口的障碍，在此基础上逐步提高当地的出口技术水平。

参考文献

- [1] 张国峰, 蒋灵多, 刘双双. 数字贸易壁垒是否抑制了出口产品质量升级[J]. 财贸经济, 2022, 43(12): 144-160.
- [2] 马小婷. 数字经济对零售业高质量发展的影响分析——基于技术创新和消费结构升级的中介效应[J]. 商业经济研究, 2024(10): 39-42.
- [3] 岳鹤, 周子灼, 谭月彤. 数字经济影响制造业结构优化的机理与实证研究[J]. 管理学报, 2024, 21(5): 670-681.
- [4] 易恩文, 姚常成, 杨慧玲. 数字经济发展何以塑造城市网络——基于社会分工的视角[J]. 经济评论, 2024(3): 126-141.
- [5] 许梅, 强群莉. 数字经济对碳排放强度影响机制研究——基于我国30个省市的面板数据[J]. 湖南工业大学学报, 2024, 38(4): 40-48.
- [6] 朱勤, 于海静, 李兵涛. 互联网发展与城市出口技术复杂度提升[J]. 浙江社会科学, 2021(10): 4-11, 62, 155.
- [7] Xu, Y. and Xu, L. (2023) The Convergence between Digital Industrialization and Industrial Digitalization and Export Technology Complexity: Evidence from China. *Sustainability*, **15**, Article 9081. <https://doi.org/10.3390/su15119081>
- [8] 周茂, 李雨浓, 姚星, 等. 人力资本扩张与中国城市制造业出口升级: 来自高校扩招的证据[J]. 管理世界, 2019, 35(5): 64-77, 198-199.
- [9] Yao, Z.Q. (2022) The Path and Threshold Effect of Digitalization on the Competitiveness of China's Manufacturing Export. *Frontiers of Economics in China*, **17**, 134-163.
- [10] Wang, F., Guo, B., Wang, Z. and Wu, Y. (2023) The Impact of Digital Economy on the Export Competitiveness of China's Manufacturing Industry. *Mathematical Biosciences and Engineering*, **20**, 7253-7272. <https://doi.org/10.3934/mbe.2023314>

-
- [11] 周经, 马洋. 数字经济赋能高技术制造业出口技术复杂度——基于 2011-2020 年中国 30 个省市的面板数据[J]. 盐城师范学院学报(人文社会科学版), 2024, 44(2): 39-53.
- [12] Liang, S. and Tan, Q.M. (2024) Can the Digital Economy Accelerates China's Export Technology Upgrading? Based on the Perspective of Export Technology Complexity. *Technological Forecasting & Social Change*, **199**, Article ID: 123052.
- [13] Zhu, X. and Ye, Y. (2024) Economic Policy Uncertainty and Enterprise Export Resilience in China: Does the Digital Economy Matter? *Heliyon*, **10**, e31091. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31091>
- [14] 邓小华, 费丹. 数字经济是否有利于提升制造业出口技术复杂度? [J]. 兰州财经大学学报, 2024, 40(1): 43-54.
- [15] 文磊, 李宏兵. 城市制造业出口升级加剧了技能溢价吗?——来自中国劳动力动态调查数据的微观证据[J]. 经济与管理研究, 2022, 43(5): 77-94.
- [16] 盛斌, 毛其淋. 进口贸易自由化是否影响了中国制造业出口技术复杂度[J]. 世界经济, 2017, 40(12): 52-75.
- [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, 36(10): 65-76.
- [18] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019(8): 5-23.
- [19] 毕家寅, 齐英. 数字经济对消费提质转型升级的影响机制——基于产品创新与产业结构升级视角[J]. 商业经济研究, 2024(4): 57-61.
- [20] 曾繁华, 吴阳芬. 财政分权、市场化与经济增长的实证研究[J]. 统计与决策, 2020, 36(9): 94-99.