

# 数字技术对中国制造业出口贸易高质量发展的影响机理与对策研究

马新玥

南京师范大学商学院, 江苏 南京

收稿日期: 2024年9月17日; 录用日期: 2024年9月29日; 发布日期: 2024年12月9日

## 摘 要

当前数字技术创新空前活跃, ICT、大数据、云计算等技术与制造业深度融合, 为制造业出口贸易高质量发展提供了新动力。本文系统考察了数字技术对中国制造业出口贸易高质量发展的影响, 并基于2011~2022年省级层面样本数据, 构建了模型进行实证研究。研究结果发现, 数字技术总体上显著促进了我国制造业出口贸易高质量发展。异质性检验结果显示, 区域间经济发展水平和数字技术发展水平的差异对制造业出口具有不同影响, 其中东部地区的制造业出口贸易质量提升效果尤为突出, 明显优于中部和西部地区。此外, 数字技术对于技术密集型产业的出口质量影响最为显著。中介效应模型的检验发现, 数字技术通过提升人力资本、促进产业结构高级化和增强区域创新能力, 推动了制造业出口贸易高质量发展。为此, 各地区应加快推动数字技术的研发与应用, 助力我国制造业构建高水平、多维度、深层次的全方位竞争优势, 从而稳步迈向全球价值链中高端。

## 关键词

数字技术, 制造业, 出口贸易质量, 影响机理

## Research on the Mechanism and Countermeasures of the Impact of Digital Technology on the High-Quality Development of China's Manufacturing Export Trade

Xinyue Ma

Business School of Nanjing Normal University, Nanjing Jiangsu

Received: Sep. 17<sup>th</sup>, 2024; accepted: Sep. 29<sup>th</sup>, 2024; published: Dec. 9<sup>th</sup>, 2024

文章引用: 马新玥. 数字技术对中国制造业出口贸易高质量发展的影响机理与对策研究[J]. 世界经济探索, 2024, 13(4): 439-451. DOI: 10.12677/wer.2024.134050

## Abstract

The current digital technology innovation is unprecedentedly active, and the deep integration of ICT, big data, cloud computing and other technologies with the manufacturing industry has provided a new impetus for the high-quality development of manufacturing export trade. This paper systematically examines the impact of digital technology on the high-quality development of China's manufacturing export trade, and constructs a model for empirical research based on provincial-level sample data from 2011~2022. The study has found that digital technology in general significantly promotes the high-quality development of China's manufacturing export trade. The results of the heterogeneity test show that the inter-regional variability in the level of economic development and the level of development of the digital economy significantly affects manufacturing exports, in which the effect of improving the quality of manufacturing export trade in the eastern region is particularly prominent and significantly better than that in the central and western regions. In addition, digital technology has the most significant impact on the export quality of technology-intensive industries. The intermediary effect test found that digital technology can promote the high-quality development of manufacturing export trade by enhancing human capital, promoting the upgrading of industrial structure and enhancing regional innovation capabilities. In this regard, all regions should accelerate the R&D and application of digital technology to help China's manufacturing industry build a high-level, multi-dimensional and deep all-round competitive advantage, so as to steadily move towards the middle and high end of the global value chain.

## Keywords

Digital Technology, Manufacturing Industry, Export Trade Quality, Influence Mechanism

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

改革开放至今，我国制造业依赖于丰富的自然资源和低廉的劳动力成本方面的优势，积极参与到国际分工体系和制造业的全球价值链中。然而，原材料供应和产品销售在两端的发展模式给我国带来巨大经济效益的同时，也带来了制造业整体技术含量低、加工贸易比重高、出口产品增值低等一系列问题。近年来，随着原材料优势减弱、劳动力成本上升，我国制造业的高质量发展面临着更加严峻的挑战。在此背景下，加快出口技术复杂度提升，改变制造业一直处于价值链中下游的现状，成为我国提高制造业国际竞争力、实现经济高质量发展的必由之路。2019年11月，中央全面深化改革委员会第十次会议审议通过了《关于推进贸易高质量发展的指导意见》，首次根据外贸原有数量的基础上提出了质量要求[1]。党的二十大报告也指出要扩大我国制造业出口贸易质量的竞争优势。由此可见，促进制造业出口贸易质量的提升是推动我国制造业发展的必由之路。

随着新一代数字信息技术的持续创新与应用，其与传统实体经济融合而产生的数字经济也日益发展。数字经济凭借其可持续发展的特性对推动制造业高质量发展发挥着重要作用。在微观层面上，数字技术可以降低企业的生产成本，增加研发强度，提高出口产品的质量。在宏观方面，数字技术与制造业高度融合，对于畅通国内国际双循环，促进产业结构升级和产业融合具有显著的正向效应。在全球化和经济竞争的背景下，数字技术正在被大规模应用于开发更为先进和更有竞争力的产品。通过数字技术规模化

应用促进制造业数字化转型,已经成为各国统一的战略共识。主要工业化国家对于开发新技术,加速产业数字化转型的重视度和研发投入规模都达到了前所未有的高度。从某种意义上来说,率先抓住数字经济发展机遇的国家就越有希望率先站在国家发展和全球化竞争的制高点上。基于此背景下,本文客观评价数字技术对我国制造业出口贸易质量提升效果,探讨我国制造业出口贸易该如何更好地迎接数字化时代的难题与机遇,推动贸易结构的不断优化与升级,并为助力制造业出口高质量走出去提供有益借鉴。

## 2. 文献综述

关于数字技术影响出口贸易的研究,国外学者大多以“互联网+”为切入点进行研究,研究证明了信息技术对于出口贸易发展具有显著的正向作用。Abeliansky and Hilbert (2016)认为信息通信技术质量和数量的提高促进了对外贸易发展,相对于发展中国家而言,信息通信技术质量提升作用在发达国家中更为显著[2]。Yifei Mu *et al.* (2020)研究发现使用信息技术降低的贸易成本与扩展边际呈正相关关系[3]。实证研究多基于引力模型展开。Freund and Weinhold (2004)、Clarke and Wallsten (2006)以及 Meijers (2014)等均通过引力模型发现互联网的应用能够显著促进贸易的增长[4]-[6]。随着数字技术的发展与渗透,逐渐有学者关注到数字经济对贸易发展的影响[7]。Sawyer Steve (2010)认为数字技术可以通过降低交易成本、实现产业融合、改变消费模式和重组生产方式,为提高企业生产力做出有益贡献[8]。Bartelsman *et al.* (2013)的研究也表明数字技术能够大幅降低甚至消除信息成本,同时商品交换也超越了时空限制,获得了更多的贸易机会[9]。Acemoglu *et al.* (2020)发现制造业企业利用机器人替代了大量的低水平劳动者,在产业升级过程中产生的替代效应促进了其出口生产能力和价值创造能力的提升[10]。

国内对于数字经济相关研究相对起步较晚,且大多数学者把对数字技术和出口贸易的研究扩展到了企业层面,利用微观数据对数字技术促进企业出口进行了科学论证。刘璇(2021)研究表明,发展数字经济既助推了我国企业研发能力的提升,又驱动我国制造业实现数字化转型[11]。王瀚迪和袁逸铭(2022)拓展了 Liu and Serfes (2005)的模型,研究发现数字经济的发展带来了大量的数据信息,这将使企业能够依据消费者的需求特性选择更高质量的产品[12]。谢靖和王少红(2022)运用新新贸易理论分析数字经济与出口产品质量之间的关系,研究表明数字经济对出口技术复杂度的提升作用在不同贸易方式和不同所有制结构的企业中均显现出一定的异质性[13]。

在影响机制方面,国内主要存在两种观点。一是认为数字技术能够减少交易成本,从而推动出口贸易的发展。杜传忠和管海锋(2021)通过中介效应检验发现降低交易成本是数字经济提升制造业出口技术复杂度的重要途径[14]。何树全(2021)研究发现从事贸易活动的国家应用数字技术,通过“贸易成本效应”显著增加了贸易的附加值[15]。吴中庆和戴明辉(2021)认为数字技术与贸易成本间呈负相关关系,但这种关系会随着时间的推移而弱化[16]。二是认为数字技术通过除成本以外的间接效应来提升制造业出口贸易质量。姚战琪(2021)使用结构方程模型和中介效应检验方法发现在信息技术水平、政府科技支出份额、进出口贸易水平和劳动生产率方面对出口的技术复杂度提升有显著的间接影响[17]。任同莲(2021)认为数字贸易通过增加研发投入改善了出口贸易结构[18]。刘志坚(2021)对数字经济发展的三个维度(规模、效率和结构)进行实证研究,以考察数字经济发展,科技创新投资以及制造业出口之间的关系[19]。夏杰长等(2022)以人力资本和研发投入为中介变量,影响机制的结果显示存在“数字经济-人力资本-研发投入强度-出口技术升级”的路径[20]。

整体看来,上述文献相关研究存在如下不足。一是数字技术迭代更新,现有的研究主要从 ICT, 互联网方面着手来描述数字技术应用现状,然而这种测度方式并非全面、完善。二是现有文献大多数从数字技术通过降低成本和提升出口产品质量方面影响出口贸易,对于数字技术影响出口贸易的多方面中介机制探究较少。三是研究大多是从国家层面或企业微观层面着手,对于省级及区域间的研究较少。故本文

利用省级面板数据探讨了数字经济对制造业出口贸易的影响，为各地区如何通过数字技术赋能制造业出口贸易高质量发展提供补充依据。

### 3. 理论分析与研究假说

数字技术与制造业高度融合，在制造业企业生产过程中因数字技术的广泛使用减少了劳动力投入，改变了传统的生产组织形式[21]，提高了生产效率。机器人和机床等数字化制造设备可以通过自动化操作降低劳动力成本，而节省下来的资金可以用于研究和创新，以提高产品质量和市场竞争力[22]。从细分行业的出口结构方面来看，低技术产品出口附加值低，出口产品的空间密度很小，而技术密集型产业的产品具有很高的附加值。此外，数字技术在制造业中的应用可以加快先进制造业的发展，不断获得新的产业和新的商业模式，促使工业产品出口的技术含量大幅提高，增强中国工业产品出口的竞争力。据此，提出了以下假设：

#### H1：数字技术促进制造业出口贸易高质量发展

具体分析来看，首先，数字技术的发展为制造业企业发展提供了动力，也对企业人才提出了更高的要求。数字技术包含了广泛的技术构造和工业知识，正以前所未有的速度推动着社会进步与产业升级。数字技术的持续革新与蓬勃发展的同时也催生了对高素质、复合型数字人才的迫切需求。左晖的研究发现对 ICT 的投资需要有知识素养的人才进行积极有效的互动，这意味着市场需要更高的人力资本水平[23]。此外，数字技术方面的专门培训可以使工人获得新的技能，将简单的劳动力转变为复杂的劳动力，从而提高劳动者的整体素质[24]。而人力资本又促进了制造业出口贸易高质量发展。随着受过高等教育的人数的增加，劳动力整体质量得到改善，提高了企业生产力，减少了劳动力成本的上升压力[25]。这使得制造业企业降低生产成本，继而会加大对产品的投入。同时人力资本的提升可以极大作用于技术的研发与创新，高技能的物质资本和高层次的劳动力相结合，促进产业结构数字化转型，助出口技术复杂度升级。

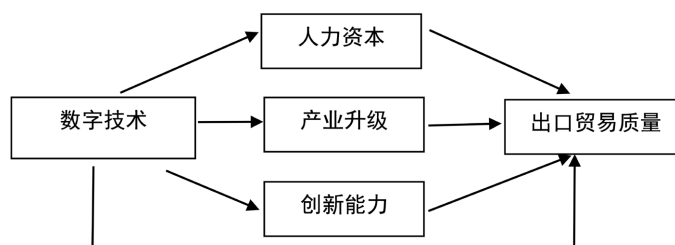
其次，互联网、大数据、人工智能等技术为产业结构升级转型提供了重要的技术支撑[26]。产业结构升级是指在技术进步的作用下，产业间的关联度和协调能力都得到了提高，产业结构由低水平向高水平演进的过程。将数字技术融入生产过程中，很大程度上能够促进资源的整合利用，使产品由低附加值向高附加值转变。在经营和销售环节，数字技术降低了生产者和消费者的信息搜索和交易成本[27]，增强了出口产品的竞争力。此外，企业可以利用平台交易在用户信息，数量规模上精准匹配，将整个产业向服务化转型。从产业关联和产业融合角度来看，数字技术依托数字平台可以增加产业内技术交流的机会，为知识、技术、人才等生产要素流动创造便利条件，从而提升区域间的交易效率和协调能力，使产业链的各环节得以实现高度融合。

最后，新一代信息技术如大数据、人工智能、云计算等蓬勃发展及其规模化应用，对区域创新活动产生了深远的影响，极大地提高了区域创新的效率。同时，网络数字化平台为创新主体提供了信息与资源共享的机会，降低信息不对称性，促进各类创新要素的快速流通和高效配置，为创新活动提供了全新的可能性[24]。在网络通信技术的支持下，电子商务网站和在线社区为企业家提供了丰富的信息资源和相对完整的基础设施。数字金融还可以缓解信贷限制，加速资本流动[28]，增加更多创新机会。而创新能力的增加对于产品设计和性能方面都具有很大的提升作用，促使产品摆脱低廉形态，逐步向高端产品迈进，从而提高了我国出口贸易竞争力。

H2：数字技术通过提升人力资本，促进产业结构升级和提高区域创新能力推动制造业出口高质量发展。

基于上述的研究假设，构建数字技术影响制造业出口质量的路径分析，如图 1 所示。





**Figure 1.** An analysis of the pathways by which digital technology impacts the quality of manufacturing export trade

**图 1.** 数字技术影响制造业出口贸易质量的路径分析

## 4. 模型、变量与数据说明

### 4.1. 模型设定

依据前文的理论分析，本节的核心问题是从实证层面上探究数字技术对中国制造业出口贸易高质量发展的影响，基准模型设定如公式(1)所示：

$$TSI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{it} + \alpha_2 X_{it} + u_i + \gamma_t \quad (1)$$

$TSI_{it}$  是第  $i$  时期  $t$  地区制造业出口的技术复杂度， $Dig_{it}$  是第  $i$  时期  $t$  地区数字技术发展的综合指数， $X_{it}$  是控制变量， $u_i$  和  $\gamma_t$  表示个体固定效应和时间固定效应， $\varepsilon_{it}$  是随机误差。

基于上述分析，数字技术可以通过提升人力资本，促进产业结构升级和增强区域创新能力促进制造业出口贸易高质量发展。为了验证这些机制是否显著，本文在基准回归的基础上利用中介效应模型检验数字技术影响制造业出口技术复杂度的机理，构建模型如下：

$$M_{it} = \theta_0 + \theta_1 Dig_{it} + \theta_2 X_{it} + u_i + \gamma_t \quad (2)$$

$$TSI_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 Dig_{it} + \varphi_2 M_{it} + \varphi_3 X_{it} + u_i + \gamma_t \quad (3)$$

其中  $M_{it}$  表示  $i$  地区  $t$  年份的中介变量，其他变量与前文一致。

### 4.2. 变量测度与说明

#### 1) 数字技术发展水平

在衡量数字技术发展水平时，大多数学者主要以互联网发展为代理变量，或建立一个综合指标体系来衡量数字技术或数字经济的发展水平。本文根据中国当前数字经济发展的特点和已有的研究，将从数字基础设施建设、数字技术应用、数字产业发展和数字技术创新四个方面衡量数字技术发展现状。再综合考虑数据的时效性和可获得性选定了数字技术发展的二级指标。其中数字基础设施建设包括互联网宽带接入接口，移动电话交换机容量，长途光缆线路长度和域名数；数字技术应用分为互联网接入用户，移动电话年末用户数，电信业务总量，软件业务收入和网站数；数字产业发展包括技术市场成交额，信息服务业就业数量和信息服务业固定资产投资；数字技术创新包括规模以上工业企业专利授权数，研发经费内部支出和研发人员全时当量。本文通过熵值法确定各指标权重大小，建立了数字技术发展水平的综合测度系统，如下表 1 所示。

#### 2) 出口贸易质量

目前国内外学者对于“出口贸易质量”尚无统一的认识，但在宏观微观方面也存在着相似的看法。在宏观层面，何莉基于宏观角度认为外贸质量不单单只是对外贸易本身，还要探讨外贸在经济和社会各方面的作用[29]。戴翔和宋婕认为外贸发展要在区域经济结构、产业组织结构和开放程度上达到平衡[30]。

在微观上，学术界普遍认为出口贸易质量等同于出口产品的质量，因而使用出口技术复杂度进行测度。它反映了一个国家或地区的出口贸易结构以及该国或地区出口商品所涵盖的技术水平。

**Table 1.** Digital technology indicators and weights  
**表 1.** 数字技术测度指标及权重

| 一级指标     | 二级指标          |
|----------|---------------|
| 数字基础设施建设 | 互联网宽带接入接口     |
|          | 移动电话交换机容量     |
|          | 长途光缆线路长度      |
|          | 域名数           |
| 数字技术应用   | 互联网接入用户       |
|          | 移动电话年末用户数     |
|          | 电信业务总量        |
|          | 软件业务收入        |
| 数字产业发展   | 网站数           |
|          | 技术市场成交额       |
|          | 信息服务业就业数量     |
|          | 信息服务业固定资产投资   |
| 数字技术创新   | 规模以上工业企业专利授权数 |
|          | 研发经费内部支出      |
|          | 研发人员全时当量      |

为了具体刻画出口贸易高质量这一概念和后续的实证研究分析，本文借鉴 Hausmann *et al.* (2007)的方法，地区制造业出口技术复杂度计算公式如下：

$$prody_{kt} = \sum_i \left[ \frac{(x_{ikt}/X_{it})}{\sum_i (x_{ikt}/X_{it})} \right] \times pgdp_{it} \tag{4}$$

$$TSI_{it} = \sum_k \left[ \frac{x_{ikt}}{X_{it}} \right] \times prody_{kt} \tag{5}$$

在公式(3)和(4)中， $TSI_{it}$  是第  $i$  省份第  $t$  时期制造业出口技术复杂度， $prody_{kt}$  是第  $t$  时期制造业  $k$  的出口技术复杂度， $x_{ikt}$  是第  $i$  省份第  $t$  时期制造业  $k$  产品的出口额， $X_{it}$  是第  $i$  省份第  $t$  时期制造业产品总出口额， $pgdp_{it}$  是第  $i$  省份第  $t$  时期的人均国内生产总值。

3) 中介变量

包括人力资本(Hum)，产业升级(Upd)和区域创新能力(Cre)。由于教育水平可以更好地反映人力资本的积累，根据以往的研究经验，人力资本用人均受教育年限来表示。平均教育年限数据来自《中国统计年鉴》。依据克拉克定理，产业升级是产业结构中，第一产业逐步演化为二三产业的过程，因此采用第三产业产值与第二产业产值之比来表示产业升级。区域创新能力则基于北京大学开放研究数据平台的区域经济创新能力指数表征。

4) 控制变量

区域经济发展水平，用每个地区的人均国内生产总值来衡量(pgdp)；外资水平(FCL)，为区域吸引外资投资额；贸易开放程度(Open)，利用进出口总额占国内生产总值的比重衡量；政府支持力度(SCI)为各地区科技支出总额。

4.3. 数据来源和描述性统计

本文以 2011~2022 年中国 30 个省份为研究样本。其中，衡量数字技术综合指数的二级指标数据来源于《中国统计年鉴》《中国通信年鉴》《中国互联网发展报告》和各省份统计年鉴。出口技术复杂度中各行业出口贸易数据经 EPSDATA 数据库，以及国研网中宏观经济数据库的数据整理得到。区域经济创新能力指数反映了各地区创新能力大小，其数据来源于北京大学开放研究数据平台。其余数据来源于《中国统计年鉴》。另外，本文采用线性插值法填补了缺失值。主要变量的描述性统计如表 2 所示。

Table 2. Descriptive statistics of variables  
表 2. 各变量的描述性统计

| 变量类型  | 变量     | 样本量 | 最大值     | 最小值     | 标准差    |
|-------|--------|-----|---------|---------|--------|
| 被解释变量 | TSI    | 360 | 11.2927 | 10.3730 | 0.2023 |
| 解释变量  | Dig    | 360 | 0.7230  | 0.0084  | 0.1142 |
| 中介变量  | Hum    | 360 | 12.7820 | 7.4739  | 0.9154 |
|       | Upd    | 360 | 5.2968  | 0.5180  | 0.6948 |
|       | Cre    | 360 | 10.0000 | 2.2997  | 1.4790 |
| 控制变量  | lnpgdp | 360 | 12.0130 | 9.7058  | 0.4352 |
|       | lnFCL  | 360 | 11.5674 | 3.3322  | 1.4286 |
|       | Open   | 360 | 1.4684  | 0.0077  | 0.3011 |
|       | lnSCI  | 360 | 7.0637  | 1.3244  | 1.0424 |

5. 实证检验结果

5.1. 基准回归分析

表 3 的第(1)列检验了数字技术与制造业出口贸易质量之间的相关性，实证研究发现 Dig 的回归系数在 1%水平下显著为正，这表明数字技术能够有效推动制造业高质量走出去。为验证这一相关关系的稳健性，在回归模型中逐步添加控制变量，第(2)~(5)列中 Dig 的系数随着控制变量加入而减小，但在 1%水平下依然显著为正，即核心解释变量的估计结果依然稳健，进一步验证了数字技术可以促进制造业出口贸易高质量发展，证实了假设 1。

在表 3 的第(5)列中，加入全部控制变量的回归结果显示，外资水平对制造业出口贸易质量的增长起着显著的正向作用，而区域经济发展水平和政府支持对出口技术复杂度有负向影响，这是因为外资水平的增长率为正，而大部分省份的人均 GDP 和科技投入的增长率都呈下降趋势，从而出现了负向效应。贸易开放度对制造业出口质量的影响也并不显著。这也说明了出口技术复杂度并不等同于对外贸易量，两者间关系并不明显。促进我国制造业出口贸易高质量发展的关键点是要促进出口结构的升级，“大”不是目标，“强”才是选择。

Table 3. Baseline regression results  
表 3. 基准回归结果

| 变量             | (1)                    | (2)                     | (3)                    | (4)                    | (5)                    |
|----------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                | TSI                    | TSI                     | TSI                    | TSI                    | TSI                    |
| Dig            | 2.8396***<br>(0.0645)  | 2.7254***<br>(0.7152)   | 2.7197**<br>(0.0734)   | 2.7038***<br>(0.0716)  | 2.7077***<br>(0.0754)  |
| lnpgdp         |                        | -0.3326***<br>(0.00920) | -0.3130***<br>(0.0938) | -0.2946***<br>(0.0920) | -0.2590***<br>(0.0936) |
| lnFCL          |                        |                         | 0.0223*<br>(0.0131)    | 0.0232*<br>(0.0130)    | 0.0224*<br>(0.0133)    |
| Open           |                        |                         |                        | 0.0593<br>(0.0427)     | 0.0575<br>(0.0455)     |
| lnSCI          |                        |                         |                        |                        | -0.0898***<br>(0.0338) |
| _cons          | 10.5218***<br>(0.0101) | 10.5779***<br>(0.0140)  | 10.5734***<br>(0.0145) | 10.5754***<br>(0.0141) | 10.5826***<br>(0.0152) |
| 固定效应           | 控制                     | 控制                      | 控制                     | 控制                     | 控制                     |
| R <sup>2</sup> | 0.8806                 | 0.8751                  | 0.8735                 | 0.8788                 | 0.8742                 |
| Obs            | 360                    | 360                     | 360                    | 360                    | 360                    |

注：\*、\*\*、\*\*\*分别代表各回归系数在 10%、5%和 1%的水平上显著，括号内为标准误，控制变量为一阶平稳差分，下表同。

5.2. 中介效应检验

表 4 的第(1)、(3)和(5)列分别显示了数字技术对人力资本、产业升级和区域创新能力影响的回归结果，第(2)、(4)、(6)列分别为数字技术与人力资本、产业升级和区域创新相结合对制造业出口质量的回归结果。由表 4 结果可得，第(1)列显示了在 1%水平下，数字技术对人力资本的回归系数显著为正，第(2)列显示了 Dig 的系数在 1%水平和 Hum 的系数在 5%水平下均显著为正，从而验证了数字技术可以提升人力资本水平，进而促进制造业出口贸易高质量发展。在第(3)列中，数字技术对产业升级的回归系数在 1%水平下显著，列(4)显示产业升级的系数在 1%水平下显著为正，证明了产业升级作为中介机制的存在性。列(5)与列(6)的显著结果也说明了数字技术可以通过提高区域创新能力促进出口贸易高质量发展。上述的回归结果验证了假设 2。

Table 4. Results of mediation effect test  
表 4. 中介效应检验结果

| 变量  | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                   | (6)                  |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|     | Hum                   | TSI                   | Upd                   | TSI                   | Cre                   | TSI                  |
| Dig | 1.0208***<br>(0.2646) | 2.7043***<br>(0.0835) | 3.1401***<br>(0.1381) | 1.5406***<br>(0.0816) | 7.7618***<br>(0.5048) | 1.4851***<br>(0.672) |
| Hum |                       | 0.0424**<br>(0.0200)  |                       |                       |                       |                      |
| Upd |                       |                       |                       | 0.3371***<br>(0.0179) |                       |                      |



续表

|                |        |        |        |        |        |                       |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| Cre            |        |        |        |        |        | 0.1515***<br>(0.0054) |
| 控制变量           | 控制     | 控制     | 控制     | 控制     | 控制     | 控制                    |
| 固定效应           | 控制     | 控制     | 控制     | 控制     | 控制     | 控制                    |
| R <sup>2</sup> | 0.8540 | 0.8583 | 0.8837 | 0.9128 | 0.9191 | 0.9449                |
| Obs            | 360    | 360    | 360    | 360    | 360    | 360                   |

### 5.3. 异质性检验

#### 1) 基于区域分组的异质性检验

由于考虑到各区域间经济水平存在不平衡现状, 本文将我国 30 个省市(自治区)分为东部、中部和西部地区进行区域分组回归, 以考察不同区域数字技术应用水平对出口贸易发展的不同影响。区域分组回归结果见表 5。

**Table 5.** Heterogeneity test based on regional grouping

**表 5.** 基于区域分组的异质性检验

| 变量             | 东部                    | 中部                    | 西部                      |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
|                | (1)                   | (2)                   | (3)                     |
| Dig            | 1.4549***<br>(0.2026) | 1.2194***<br>(0.3469) | 1.0150***<br>(0.3022)   |
| lnpgdp         | -0.2388*<br>(0.1216)  | 0.5039***<br>(0.0875) | -0.2730*<br>(0.1611)    |
| lnFCL          | 0.0047<br>(0.0116)    | 0.303<br>(0.0300)     | 0.02206***<br>(0.0176)  |
| Open           | 0.514<br>(0.0813)     | -0.3336<br>(0.4781)   | -0.01043***<br>(0.0343) |
| lnSCI          | 0.2191***<br>(0.0425) | -0.0351<br>(0.0482)   | -0.1424***<br>(0.0606)  |
| 固定效应           | 控制                    | 控制                    | 控制                      |
| R <sup>2</sup> | 0.9183                | 0.9046                | 0.9291                  |
| Obs            | 144                   | 108                   | 108                     |

表 5 结果表明, 列(1)~(3)系数显著为正, 证明数字技术能促进制造业出口贸易高质量发展的结论在不同地区之间均成立。通过对回归系数进行分析, 结果显示, 我国东部的数字技术系数显著高于中西部, 这表明数字技术对我国东部的影响最大, 其次是中部, 西部地区的影响最小, 数字技术的发展对出口贸易质量提升作用存在明显的区域性差异。西部地区在数字基础设施、人力和资本投入等方面明显处于劣势状态, 因此在利用数字技术提高出口贸易质量的同时也需要关注地区间的差异性, 加强西部地区的数字基础设施建设, 努力缩小数字鸿沟。

#### 2) 基于数字技术发展水平分组的异质性检验

由于各个省份数字技术发展水平不同, 为了进一步探讨数字技术发展水平的不同对于制造业出口技术复杂度的提升是否具有不同的影响, 本文将 30 个省份按照数字技术发展水平高低分为两组, 发展指数

较高的 10 个省份为数字技术发展水平较高地区，其余为数字技术发展水平较低地区。回归结果如表 6 的 (1)~(2)列所示。

3) 基于生产要素密集度分组的异质性检验

根据樊茂清和黄薇(2014)提出的制造业产业划分方法<sup>1</sup>，按其类别进行分组，以考察数字技术对不同

类型制造业出口技术复杂度的影响。结果见表 6 的第(3)~(5)列的结果。

表 6 的第(1)~(2)列分别显示了数字技术发展水平高和低的分组回归结果。结果显示无论是数字技术发展高还是低的地区，数字技术对制造业出口贸易质量都具有显著的正向驱动效应。然而在数字技术发展水平较高的省份，数字技术对于出口复杂度提升作用高于数字技术发展水平较低的省份。这可能是因为在数字技术发展水平高的地区，数字基础设施建设较完善，数字技术在制造业产业中应用广泛和区域间借助数字平台促进资源有效配置等因素而产生的结果。第(3)~(5)分别为劳动密集型制造业，资本密集型制造业和技术密集型制造业的回归结果，研究发现数字技术对于各种类型的制造业的出口技术复杂度都有显著的正向驱动效应，其中对技术密集型产业的出口质量影响最为显著。

**Table 6.** Tests the heterogeneity of groups based on the level of digital technology development and the intensity of production factors

**表 6.** 基于数字技术发展水平和生产要素密集度分组的异质性检验

| 变量             | (1)                   | (2)                   | (3)                    | (4)                    | (5)                    |
|----------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                | 发展水平高地区               | 发展水平低地区               | 劳动密集型                  | 资本密集型                  | 技术密集型                  |
| Dig            | 1.9777***<br>(0.0882) | 0.8079***<br>(0.2548) | 1.3180***<br>(0.2870)  | 1.7078***<br>(0.3922)  | 3.3108***<br>(0.1782)  |
| lnpgdp         | -0.2758<br>(0.1671)   | 0.4336**<br>(0.595)   | -0.0406<br>(0.2877)    | -2.0156***<br>(0.5705) | -1.0231***<br>(0.2667) |
| lnFCL          | 0.0082<br>(0.0093)    | 0.1119<br>(0.0148)    | -0.0142<br>(0.0265)    | 0.0258<br>(0.0624)     | 0.0045<br>(0.0244)     |
| Open           | -0.0784<br>(0.0596)   | -0.0199<br>(0.0265)   | -0.4577***<br>(0.1409) | -0.0754<br>(0.02260)   | 0.1521**<br>(0.0701)   |
| lnSCI          | 0.0441<br>(0.0556)    | 0.0261<br>(0.0219)    | 0.0133<br>(0.0628)     | -0.1312<br>(0.1335)    | -0.1167**<br>(0.0527)  |
| 固定效应           | 控制                    | 控制                    | 控制                     | 控制                     | 控制                     |
| R <sup>2</sup> | 0.9160                | 0.9339                | 0.9778                 | 0.8355                 | 0.9811                 |
| Obs            | 120                   | 240                   | 252                    | 252                    | 252                    |

5.4. 稳健性检验

在衡量我国数字技术应用水平现状而构建的一级和二级指标体系的基础上，本文采用主成分分析法对数字技术发展综合指数进行了重新测算，并以主成分分析法测算的数字技术发展指数为主要解释变量，重新估计基准模型和中介效应模型。表 7 的第(1)列显示了更改核心解释变量后的基准估计结果，结果显示在更换数字技术发展水平的指标测度后，数字技术仍然对制造业出口贸易质量具有显著正向影响。列 (2)~(7)分别为人力资本，产业升级，创新能力三个中介机制的稳健性检验，结果显示三者的中介作用都显著，其中创新驱动作用仍旧最为显著。基于以上结论可知本文结论依然稳健。

<sup>1</sup> 分别为劳动密集型制造业、资本密集型制造业和技术密集型制造业。

**Table 7.** Robustness test  
**表 7.** 稳健性检验

| 变量             | (1)                   | (2)                  | (3)                   | (4)                  | (5)                   | (6)                  | (7)                   |
|----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                | TSI                   | Hum                  | TSI                   | Upd                  | TSI                   | Cre                  | TSI                   |
| Dig            | 0.3964***<br>(0.0116) | 0.4855***<br>(0.416) | 0.2980***<br>(0.0176) | 0.4104***<br>(0.230) | 0.2177***<br>(0.0106) | 1.0863***<br>(0.799) | 0.1998***<br>(0.0090) |
| Hum            |                       |                      | 0.1967***<br>(0.0191) |                      |                       |                      |                       |
| Upd            |                       |                      |                       |                      | 0.3677***<br>(0.0169) |                      |                       |
| Cre            |                       |                      |                       |                      |                       |                      | 0.1582***<br>(0.0053) |
| 控制变量           | 控制                    | 控制                   | 控制                    | 控制                   | 控制                    | 控制                   | 控制                    |
| 固定效应           | 控制                    | 控制                   | 控制                    | 控制                   | 控制                    | 控制                   | 控制                    |
| R <sup>2</sup> | 0.8894                | 0.9306               | 0.8571                | 0.8613               | 0.9187                | 0.8793               | 0.9435                |
| Obs            | 360                   | 360                  | 360                   | 360                  | 360                   | 360                  | 360                   |

## 6. 结论与建议

实证研究表明，数字技术发展水平对制造业出口贸易质量具有明显的正向影响，而这种正向关系在经过稳健性检验后依然成立。异质性研究表明，在经济发展水平和数字技术发展水平较高的地区，数字技术对制造业出口贸易质量的提升效果更为明显；对技术密集型产品在技术结构上的提升作用也最为显著。同时人力资本，产业升级和区域创新能力对数字技术提升制造业出口复杂度具有显著中介效应，且这三种中介效应都具有正强化作用，即数字技术能够通过扩大人力资本积累，促进产业结构高级化和增强区域创新能力驱动制造业高质量发展。

基于上述结论，本文提出如下建议：第一，各地区要提升数字技术应用水平来促进出口技术复杂度提升。本文的研究表明，数字技术对提高我国制造业的出口质量起到了重要的促进作用，而且数字技术发展水平越高的地区，其对于制造业出口技术复杂度的提升作用越大。因此，加强数字技术的发展与应用是提高我国制造业贸易高质量发展的重要途径。各地区应积极推动 5G、互联网、人工智能等新一代数字技术与制造业的融合。对于区域间数字技术发展水平差异性，政府要加强中西部地区的数字基础设施建设，鼓励数字技术的大规模应用，从而减小数字鸿沟。具体而言，一方面，政府要科学高效规划数字基础网络系统，加速建设互联网接入端口，移动互联网交换机容量，长途光缆线路长度等新一代高速、移动、安全的信息基础设施，实现万物互联、促进数字技术与制造业融合。统筹推进数据中心、工业互联网等基础设施和传统的基础设施的更新改造；另一方面，我国数字经济拥有着巨大的发展空间。在发展数字经济的过程中，政府应重视缩小数字经济发展差距。因此，各区域可以根据各自的实际情况，准确把握各自优势，制定相应的政策。在中西部地区，可以利用其低廉的成本优势，建立一个数据处理中心，提高数据处理效率，从而促进中西部的基础设施建设。当然，近年来东部地区数字经济发展速度较为缓慢，因此，要提高东部地区的数字化技术应用和创新能力，着重鼓励制造业企业的数字技术创新活动，同时发挥先导作用，提高其对其他地区的辐射能力。

第二，全面培养本土化数字技术人才，积累人力资本。数字核心技术的薄弱，主要是因为缺少数字技术人才。数字化人才已经成为发展数字经济、提高外贸质量的关键因素。在政府方面，可以通过深化

教育体制改革, 对全国高等院校的专业与现实发展要求相结合进行规划调整, 同时在学科规定的知识内容体系中, 尤其是计算机, 软件工程等专业应更多倾向于与其他学科相互融合, 助推数字技术, 数字经济等领域的发展, 扩大计算机通信、物联网和人工智能等方面的数字人才培养规模。此外, 可以通过奖励, 降低住房成本等激励措施来吸引更多的数字人才, 培养地区本土化数字人才。与此同时制造业企业可以提供数字技能培训, 有效促进低水平劳动向高水平劳动转变。在进行数字化技术培训时, 要做到开发员工的思维, 促使他们更加积极地参与到培训中来。比如, 可以针对员工的需要, 搭建一个虚拟实验平台或基于 VR 的模拟学习系统, 使员工在虚拟的学习环境中实现操作, 产生身临其境的学习体验, 更好地融入数字技能培训中, 快速掌握知识内容。此外, 对于企业来说, 数字技术人员的流动是很频繁的, 所以在招聘新员工时, 要注意协同老员工, 充分发挥各自的优势, 以项目为先导, 构建一个齐心协力的研发团队, 形成一种团结、钻研, 具有活力的科研氛围。

第三, 利用新一代数字信息技术对传统产业进行全方位、全产业链变革, 深入推进制造业数字化转型模式。从宏观上来看, 首先政府要制定关于制造业数字化转型明确的发展方向和部署规划。传统工业在中西部占有很大比重, 因此, 要着重加强中西部传统工业的升级。其次, 由于制造业行业具有不同的出口复杂度, 尤其技术密集型产业的出口复杂度很高, 所以各地区应突出重点和行业的升级, 对传统产业加快技术变革, 淘汰过剩产能, 保留中高端制造业规模。最后, 各地区要推动制造业企业充分利用大数据等技术, 促使产业间信息交流共享, 生产要素充分流动, 优化资源配置, 从而使产业链各个环节高度融合。除了政府方面, 企业自身也要采取积极措施实现制造业产业升级。未来, 企业将以信息化为主要发展方向。信息化的运用将使企业的运营效率和管理方式得到极大的优化。基于此, 制造业企业要在生产, 管理和销售的各环节积极嵌入数字技术。在生产环节, 规模以上企业可以通过人工智能, 机器人的应用, 改变生产方式, 提高生产效率; 在销售环节, 制造业企业可以通过互联网平台, 优化展示特色产品, 根据顾客的特色需求进行生产, 为顾客提供良好的购买体验感, 同时突破时间和地理范围限制, 获得更多贸易机会。在物流方面, 企业要积极构建 EPR、VMI 等物流管理系统对于物流运输实行精细化管理, 降低库存, 运输, 配送等成本, 有效提高产品竞争力。

第四, 优化创新环境。本文的研究表明, 数字技术的大规模应用可以通过创新驱动出口贸易高质量发展, 因而各地区应提高创新能力。首先, 各地区政府可以采取税收优惠、财政补贴等措施吸引更多的创业者和投资者。同时在政府服务方面, 放宽企业注册条件, 减少企业办事流程并使之过程透明化, 提高处理效率。其次, 科技创新是一项高投入、高风险的技术创新活动, 从研发投入到研究成果的每一个阶段都需要大量的资金投入。金融服务作为科技创新活动的重要工具, 既为企业提供了资金, 又能规避创新风险。因此各地区政府可以为企业提供更丰富的金融工具。此外, 政府要为制造业企业的创新赋予知识产权保护, 改进惩罚体系, 加大对违规行为的处罚力度。以上措施可以为创新主体营造一个良好的创业环境。最后, 企业、高校、科研所等研究部门应培养创新意识, 相互支持和帮助。在这个过程中, 要发挥政府的主导作用, 把科学研究和高等教育结合起来, 建立一批高层次的科学研究机构; 建立好科技服务平台; 加大研发投入, 鼓励自主研发, 重点突破通信、集成电路和人工智能等前沿关键技术, 力争核心技术不被受制。

## 参考文献

- [1] 余姗, 樊秀峰, 蒋皓文. 数字经济对我国制造业高质量走出去的影响——基于出口技术复杂度提升视角[J]. 广东财经大学学报, 2021, 36(2): 16-27.
- [2] Abeliasky, A.L. and Hilbert, M. (2017) Digital Technology and International Trade: Is It the Quantity of Subscriptions or the Quality of Data Speed That Matters? *Telecommunications Policy*, **41**, 35-48.  
<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.11.001>

- [3] Mu, Y., Chen, Z., Ding, Y., Wang, Y. and Pang, B. (2020) How the Internet Promotes China's Exports: A Firm-level Perspective. *China & World Economy*, **28**, 118-142. <https://doi.org/10.1111/cwe.12329>
- [4] Freund, C.L. and Weinhold, D. (2004) The Effect of the Internet on International Trade. *Journal of International Economics*, **62**, 171-189. [https://doi.org/10.1016/s0022-1996\(03\)00059-x](https://doi.org/10.1016/s0022-1996(03)00059-x)
- [5] Clarke, G.R.G. and Wallsten, S.J. (2006) Has the Internet Increased Trade? Developed and Developing Country Evidence. *Economic Inquiry*, **44**, 465-484. <https://doi.org/10.1093/ei/cbj026>
- [6] Meijers, H. (2013) Does the Internet Generate Economic Growth, International Trade, or Both? *International Economics and Economic Policy*, **11**, 137-163. <https://doi.org/10.1007/s10368-013-0251-x>
- [7] Goldfarb, A. and Tucker, C. (2019) Digital Economics. *Journal of Economic Literature*, **57**, 3-43. <https://doi.org/10.1257/jel.20171452>
- [8] Sawyer, S. (2010) Wired for Innovation: How Information Technology Is Reshaping the Economy. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, **61**, 2375-2376. <https://doi.org/10.1002/asi.21394>
- [9] Bartelsman, E., Haltiwanger, J. and Scarpetta, S. (2013) Cross-Country Differences in Productivity: The Role of Allocation and Selection. *American Economic Review*, **103**, 305-334. <https://doi.org/10.1257/aer.103.1.305>
- [10] Acemoglu, D., Lelarge, C. and Restrepo, P. (2020) Competing with Robots: Firm-Level Evidence from France. *AEA Papers and Proceedings*, **110**, 383-388. <https://doi.org/10.1257/pandp.20201003>
- [11] 刘璇. 数字经济发展与全球价值链分工地位的相关性分析[J]. 商业经济研究, 2021(13): 174-177.
- [12] 王瀚迪, 袁逸铭. 数字经济、目的国搜寻成本和企业出口产品质量[J]. 国际经贸探索, 2022, 38(1): 4-20.
- [13] 谢靖, 王少红. 数字经济与制造业企业出口产品质量升级[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2022, 75(1): 101-113.
- [14] 杜传忠, 管海峰. 数字经济与我国制造业出口技术复杂度——基于中介效应与门槛效应的检验[J]. 南方经济, 2021(12): 1-20.
- [15] 何树全, 赵静媛, 张润琪. 数字经济发展水平、贸易成本与增加值贸易[J]. 国际经贸探索, 2021, 37(11): 4-19.
- [16] 吴中庆, 戴明辉. RCEP 成员国数字技术对贸易成本的影响研究——基于双边贸易流量历史数据的考察与分析[J]. 上海对外经贸大学学报, 2021, 28(3): 18-35.
- [17] 姚战琪. 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[J]. 改革, 2021(1): 50-64.
- [18] 任同莲. 数字化服务贸易与制造业出口技术复杂度——基于贸易增加值视角[J]. 国际经贸探索, 2021, 37(4): 4-18.
- [19] 刘志坚. 数字经济发展、科技创新与出口技术复杂度[J]. 统计与决策, 2021, 37(17): 29-34.
- [20] 夏杰长, 徐紫嫣, 姚战琪. 数字经济对中国出口技术复杂度的影响研究[J]. 社会科学战线, 2022, 320(2): 65-75.
- [21] 郭凯明. 人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动[J]. 管理世界, 2019, 35(7): 60-77, 202-203.
- [22] 王玉. 数字经济对出口产品竞争力的影响研究——以长三角城市群为例[J]. 价格理论与实践, 2021(2): 149-153.
- [23] 左晖, 艾丹祥. ICT 投资、偏向性技术变化与全要素生产率[J]. 统计研究, 2021, 38(9): 19-33.
- [24] 惠宁, 杨昕. 数字经济驱动与中国制造业高质量发展[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2022, 51(1): 133-147.
- [25] 叶振宇. 劳动力成本上涨、劳动力“三大变革”与中国制造业企业退出[J]. 社会科学文摘, 2021(6): 49-51.
- [26] 丁守海, 徐政. 新格局下数字经济促进产业结构升级: 机理、堵点与路径[J]. 理论学刊, 2021(3): 68-76.
- [27] 黄昊. 电子商务对国际贸易的影响及应用前景[J]. 商业经济研究, 2018(14): 140-142.
- [28] 张勋, 万广华, 吴海涛. 缩小数字鸿沟: 中国特色数字金融发展[J]. 中国社会科学, 2021(8): 35-51, 204-205.
- [29] 何莉. 中国对外贸易质量评价体系研究[J]. 财经科学, 2010(2): 58-65.
- [30] 戴翔, 宋婕. 我国外贸转向高质量发展的内涵、路径及方略[J]. 宏观质量研究, 2018, 6(3): 22-31.