

# 数字经济发展与我国制造业出口贸易的关系研究

房园园\*, 李 格

东华大学旭日经济与管理学院, 上海

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月3日; 发布日期: 2026年10月15日

## 摘 要

基于2012~2020年我国30个省份的面板数据, 本文运用熵值法测度数字经济发展水平, 考察其与制造业出口贸易之间的关系。研究从成本降低和技术进步两个方面讨论可能机制, 并进行基准回归、替换变量检验、滞后变量检验及中介效应检验。结果显示, 数字经济发展水平与制造业出口贸易额显著正相关; 替换被解释变量和使用滞后一期解释变量后, 核心系数的方向与显著性保持稳定。研发强度具有显著的部分中介效应, 劳动生产效率的中介效应未达到统计显著性。基于上述发现, 本文建议引导制造企业将数字化投入更多用于研发创新和产品升级, 并改善数字基础设施与创新协作条件。

## 关键词

数字经济, 制造业出口贸易, 熵值法, 面板数据, 技术进步

# The Relationship between Digital Economy Development and China's Manufacturing Export Trade

Yuanyuan Fang\*, Ge Li

Glorious Sun School of Economics and Management, Donghua University, Shanghai

Received: September 12, 2026; accepted: October 3, 2026; published: October 15, 2026

## Abstract

Using panel data from 30 Chinese provinces during 2012~2020, this paper applies the entropy

\*通讯作者。

文章引用: 房园园, 李格. 数字经济发展与我国制造业出口贸易的关系研究[J]. 国际会计前沿, 2026, 15(5): 1274-1283.  
DOI: 10.12677/fia.2026.155133

method to measure digital economy development and examines its association with manufacturing exports. Cost reduction and technological progress are considered as potential channels, followed by baseline regressions, alternative-variable tests, a lagged-variable test, and mediation analysis. Digital economy development is significantly and positively associated with manufacturing exports, and the direction and significance of the core coefficient remain stable in the additional tests. The mediation results show that R & D intensity has a significant partial mediating effect, while the mediating effect of labor productivity is not statistically significant. The findings suggest directing more digital investment toward research, innovation, and product upgrading.

## Keywords

Digital Economy, Manufacturing Exports, Entropy Method, Panel Data, Technological Progress

Copyright © 2026 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

我国制造业规模较大,但研发能力、生产效率和产品附加值仍存在进一步提升空间。与此同时,劳动力成本变化、部分产业环节跨区域转移以及国际贸易规则调整,使制造企业面临成本、技术和市场等多方面约束。数字技术在信息处理、供应链协同、研发设计和市场连接中的应用,为制造企业改善资源配置和产品结构提供了新的条件。在此背景下,考察数字经济发展水平与制造业出口贸易之间的关系,有助于理解二者在省级层面的统计关联。数字经济涵盖数字基础设施、数字产业化、产业数字化和数字创新等多个方面。不同地区在网络设施、数字服务业、企业数字化应用和研发能力方面存在差异,这些差异可能与制造业出口规模和产品结构相关。

现有研究已从出口竞争力、出口质量和出口技术复杂度等角度展开讨论,但针对省级制造业出口贸易的经验证据仍可进一步补充。本文使用2012~2020年我国30个省级行政区的面板数据,采用熵值法构建数字经济发展水平指标,并考察其与制造业出口贸易额之间的关系。在基准回归基础上,本文通过替换被解释变量和使用滞后一期解释变量检验结果的稳定性,并进一步分析成本降低和技术进步两种可能机制。全文围绕变量之间的统计关系展开分析,据此形成与实证结果相对应的政策建议。

## 2. 相关研究与理论分析

### 2.1. 数字经济与制造业出口的相关研究

数字经济的测度是相关实证研究的基础。Brynjolfsson等(2019)从福利价值角度讨论免费数字内容的核算问题[1]。王军等(2021)基于省级数据运用熵值法测算数字经济发展水平,并识别出时间演进与地区差异[2];Hukal等(2020)则研究了平台信号与平台内容生成之间的关系[3]。宋书瑶(2021)和陈颖芳(2022)分别采用主成分分析法构建地区数字经济指标[4][5];李玥(2023)从数字基础设施、数字技术收入、数字创新能力和数字金融等维度开展测度[6]。上述研究为本文选择指标维度和客观赋权方法提供了依据。

关于数字经济与经济活动的关系,既有研究覆盖出口质量、生态效率、区域发展和经济韧性等多个主题。李瑞琴、王立勇(2022)从企业创新、生产效率、生产成本、跨国交易成本 and 市场竞争等方面讨论数字技术与出口产品质量之间的联系[7];Qiao(2023)考察了长三角数字经济发展水平与生态效率的关系[8];Galvez等(2021)评价了拉丁美洲经济体的数字化发展水平[9];袁思晨(2023)从区域经济发展角度开展研究

[10]; Ghezelbash 等(2024)利用跨国数据分析数字经济与经济、环境韧性之间的关系[11]。这些研究表明, 数字经济指标与多类经济绩效存在稳定联系, 但不同研究在样本层级和结果变量上具有明显差异。

制造业研究进一步关注信息系统集成、产业升级和全球价值链。Maiga 等(2015)分析了信息系统集成与成本、质量绩效及盈利能力之间的关系[12]; 赵西三(2017)、曹正勇(2018)和王伟玲、王晶(2019)分别从制造业转型、技术升级和企业数字化角度展开讨论[13]-[15]; 李远东(2022)考察了数字经济与制造业全球价值链地位之间的联系[16]; 姚战琪(2022)则研究了数字经济与制造业出口竞争力及其门槛特征[17]。这些成果提示, 成本、技术能力和产业组织可能构成数字经济与制造业出口之间的重要联系。

近年来, 研究对象进一步拓展到制造业绿色转型、出口质量和出口技术复杂度。Schöggel 等(2024)研究了企业协作和数字技术在制造企业循环经济实践中的作用[18]; 潘俊娇(2023)讨论了数字经济与实体经济转型[19]; Jia 等(2023)分析了数字经济与制造业绿色转型之间的关系[20]。王金波、王佳(2023)、江梦颖(2023)和李红禹(2023)分别从出口质量、出口技术复杂度及高技术制造业出口角度展开分析[21]-[23]; 朱琳(2023)进一步讨论了绿色发展在数字经济与制造业贸易竞争力之间的作用[24]。潘爽等(2024)发现, 城市创新、经济集聚、银行业竞争和人力资本在数字经济与出口技术复杂度的关系中具有重要作用[25]。现有研究为本文提供了丰富基础, 本文进一步利用省级面板数据考察数字经济发展水平与制造业出口贸易额的关系, 并比较劳动生产效率和研发强度的中介效应检验结果。

## 2.2. 理论分析与研究假设

### 2.2.1. 成本降低视角

数字技术应用通常与更高的信息获取和处理效率相联系。制造企业借助数据分析识别需求变化、供应商报价和原材料价格, 其采购计划与库存安排可能更加精细, 信息搜寻成本和库存积压也可能相应减少。供应链平台将采购、生产、仓储和销售数据连接起来, 订单响应速度和跨部门协同效率往往表现得更高。

在生产环节, 设备联网、过程监测和数字化排程与较高的设备利用率、较少的停机时间和重复作业相关。跨境电子商务、电子支付与物流追踪也与较低的沟通、匹配和履约成本相联系。成本条件较好的企业通常具有更强的出口订单承接和海外市场进入能力。据此提出假设 1: 数字经济发展水平与制造业出口贸易额呈正向关系, 劳动生产效率在二者关系中发挥中介效应。

从出口决策看, 成本变化既与企业是否进入国际市场相关, 也与其进入市场后的出口规模相关。较高的劳动生产效率意味着单位劳动投入对应更多产出, 可在一定程度上反映生产组织和成本管理状况。因此, 本文以劳动生产效率作为成本机制的代理变量, 检验数字经济发展、生产效率与制造业出口贸易之间的统计联系。

### 2.2.2. 技术进步视角

数字技术为研发活动提供数据、工具和协作条件。云计算与在线协作平台便于研发团队共享设计资料和试验数据, 仿真分析、数字化设计与智能检测的应用通常伴随更短的产品开发周期和更高的质量控制精度。工业互联网连接研发、生产和服务环节, 企业因而能够依据生产反馈和市场需求持续改进产品。

较高的研发能力和技术水平通常与更高的产品附加值、更优的出口产品结构, 以及更强的国际市场适应能力相联系。与单纯扩大自动化设备投入相比, 将数字化资源用于研发创新、产品设计和工艺改进, 更可能对应持续的出口竞争优势。据此提出假设 2: 数字经济发展水平与制造业出口贸易额呈正向关系, 研发强度在二者关系中发挥中介效应。

研发强度反映企业和地区对技术开发活动的资源投入, 是观察技术进步机制的常用指标。较完善的数字基础设施和数据工具通常与更高的知识获取、试验迭代和跨组织协作效率相关, 并可能伴随研发投入

入增加及成果转化加快；研发能力又与出口产品的质量、技术含量和市场适应性相关。因此，本文使用研发强度检验技术进步在数字经济发展水平与制造业出口贸易关系中的中介效应。

3. 研究设计

3.1. 数字经济发展水平的测度

本文从数字基础设施、数字产业化、产业数字化和数字创新能力四个一级维度构建数字经济发展水平指标体系，下设互联网普及、移动通信、软件和信息技术服务、企业数字化、数字普惠金融、研发与技术创新等指标，共包含 23 项可观测变量。指标设置兼顾数字经济的发展基础、应用场景和创新能力，具体内容与权重见表 1。

Table 1. Indicator system for digital economy development  
表 1. 数字经济发展水平指标体系

| 一级指标   | 二级指标        | 指标说明                    | 单位      | 属性 | 权重    |
|--------|-------------|-------------------------|---------|----|-------|
| 数字基础设施 | 互联网普及程度     | 互联网宽带接入端口数              | 万个      | +  | 0.024 |
| 数字基础设施 | 互联网普及程度     | 互联网宽带接入用户数              | 万户      | +  | 0.026 |
| 数字基础设施 | 互联网普及程度     | 互联网域名数                  | 万个      | +  | 0.055 |
| 数字基础设施 | 移动电话普及程度    | 移动电话基站密度                | 个/平方千米  | +  | 0.067 |
| 数字基础设施 | 移动电话普及程度    | 移动电话普及率                 | 部/百人    | +  | 0.010 |
| 数字基础设施 | 信息传输广度      | 单位面积长途光缆长度              | 公里/平方公里 | +  | 0.052 |
| 数字产业化  | 软件和信息技术服务业  | 软件业务收入占 GDP 比重          | %       | +  | 0.056 |
| 数字产业化  | 软件和信息技术服务业  | 信息传输、软件和信息技术服务业从业人数     | 万人      | +  | 0.061 |
| 数字产业化  | 电子信息制造业发展水平 | 信息技术服务收入占 GDP 比重        | %       | +  | 0.048 |
| 数字产业化  | 电子信息制造业发展水平 | 电信业务总量占 GDP 比重          | %       | +  | 0.033 |
| 数字产业化  | 电子信息制造业发展水平 | 人均电信业务总量                | 元/人     | +  | 0.052 |
| 数字产业化  | 邮电业发展水平     | 人均邮政业务总量                | 元/人     | +  | 0.025 |
| 数字产业化  | 邮电业发展水平     | 快递量                     | 万件      | +  | 0.096 |
| 数字产业化  | 邮电业发展水平     | 企业电子商务交易额               | 亿元      | +  | 0.008 |
| 产业数字化  | 企业数字化发展程度   | 电子商务交易活动企业比例            | %       | +  | 0.051 |
| 产业数字化  | 企业数字化发展程度   | 企业每百人使用计算机数             | 台/百人    | +  | 0.017 |
| 产业数字化  | 企业数字化发展程度   | 每百家企业拥有网站数              | 个       | +  | 0.004 |
| 产业数字化  | 数字普惠金融      | 数字普惠金融指数                | /       | +  | 0.010 |
| 数字创新能力 | 研究发展水平      | 规模以上工业企业 R & D 人员折合全时当量 | 人年      | +  | 0.055 |
| 数字创新能力 | 研究发展水平      | 规模以上工业企业 R & D 经费支出     | 万元      | +  | 0.051 |
| 数字创新能力 | 研究发展水平      | 规模以上工业企业 R & D 项目(课题)数  | 项       | +  | 0.061 |
| 数字创新能力 | 技术创新能力      | 技术合同成交总额                | 万元      | +  | 0.078 |
| 数字创新能力 | 技术创新能力      | 专利申请授权数                 | 件       | +  | 0.060 |

指标数据主要来自国家统计局、北京大学数字金融研究中心及中国统计年鉴, 研究范围为 2012~2020 年除西藏外的 30 个省级行政区。原始指标在单位和量纲上存在差异, 因此先进行标准化, 再采用熵值法依据各指标的信息差异确定权重, 计算各省份各年份的综合得分。对个别缺失值, 按原研究处理方式使用插值法补充。

测算结果显示, 样本期内各省数字经济发展水平总体上升, 同时存在明显的区域差异。广东、北京、江苏等地处于较高水平, 东部地区整体高于中西部地区。这一差异为比较各省数字经济发展水平与制造业出口贸易额之间的关系提供了样本变化。指标体系及权重见表 1。

### 3.2. 数据来源与变量说明

本文使用我国 30 个省级行政区 2012~2020 年的面板数据, 共 270 个省份 - 年份观测值。制造业出口贸易额(expmanu)为被解释变量, 并在回归中取自然对数; 数字经济发展水平(digilevel)为核心解释变量。控制变量包括第二产业增加值(addsecond)、第三产业增加值(addtert)、创新水平(innova)和基础设施水平(infras)。

被解释变量反映各省制造业出口贸易规模, 取自然对数后进入回归。核心解释变量由表 1 所列 23 项指标加权形成, 用于综合反映地区数字基础、数字产业、产业数字化应用和数字创新能力。第二产业增加值用于刻画地区工业基础, 第三产业增加值反映生产性服务及相关经济活动规模, 创新水平体现地区技术创新条件, 基础设施水平反映交通与通信等支撑条件。上述变量共同用于控制地区经济结构和发展条件的差异。

中介分析选取劳动生产效率和研发强度两个变量。劳动生产效率反映劳动投入与产出之间的关系, 用于观察成本改善机制; 研发强度反映研发资源投入程度, 用于观察技术进步机制。数据整理过程中, 对金额和规模类变量采用与原研究一致的口径, 并按照省份和年份形成平衡面板, 以保证各模型使用的变量含义和样本范围保持一致。

### 3.3. 模型设定

基准模型以制造业出口贸易额的对数为因变量, 以数字经济发展水平为主要自变量, 并逐步加入控制变量, 考察核心系数的方向与显著性。回归方程可概括为:  $\ln(\text{expmanu}) = \alpha + \beta \cdot \text{digilevel} + \gamma \cdot X + \varepsilon$ , 其中  $X$  表示上述控制变量,  $\beta$  为数字经济发展水平的估计系数。该模型用于考察在控制其他变量条件下二者的统计关联。

实证分析依次报告五个模型: 首先估计数字经济发展水平与制造业出口贸易额之间的基本关系, 随后逐步加入第二产业增加值、第三产业增加值、创新水平和基础设施水平。逐步回归可以比较核心系数在不同控制变量组合下的变化。进一步地, 本文以出口技术复杂度替换被解释变量, 并采用滞后一期的数字经济发展水平进行检验; 最后分别将劳动生产效率和研发强度纳入中介分析。

## 4. 实证结果与分析

### 4.1. 描述性统计与相关性分析

表 2 报告主要变量的描述性统计。样本中, 制造业出口贸易额对数的均值为 7.693、标准差为 1.695, 最小值和最大值分别为 3.323 和 11.190; 数字经济发展水平的均值为 0.110、标准差为 0.089, 取值范围为 0.021~0.439。两项变量均表现出较明显的地区差异, 为面板回归提供了必要的样本变动。控制变量在样本中也具有不同程度的离散性。

表 3 列示主要变量的相关系数。制造业出口贸易额与数字经济发展水平的相关系数为 0.689, 并在 1% 水平上显著; 制造业出口贸易额与第二产业增加值、第三产业增加值和创新水平也呈显著正相关。数字

经济发展水平与部分控制变量之间存在较高相关性，平均方差膨胀因子为 8.91。后续分析通过逐步加入控制变量，观察核心系数的方向、大小与显著性变化。

Table 2. Descriptive statistics  
表 2. 变量描述性统计

| Variable     | N   | Mean  | p50    | SD     | Min    | Max   |
|--------------|-----|-------|--------|--------|--------|-------|
| ln expmanu   | 270 | 7.693 | 7.911  | 1.695  | 3.323  | 11.19 |
| digilevel    | 270 | 0.110 | 0.0830 | 0.0890 | 0.0210 | 0.439 |
| ln addsecond | 270 | 8.898 | 9.013  | 0.944  | 6.572  | 10.68 |
| ln addtert   | 270 | 9.118 | 9.121  | 0.897  | 6.821  | 10.91 |
| innova       | 270 | 9.670 | 9.835  | 1.362  | 6.492  | 12.22 |
| infrs        | 270 | 33.47 | 27.39  | 26.92  | 3.670  | 57.2  |

Table 3. Correlation matrix  
表 3. 变量相关系数矩阵

|              | ln expmanu | digilevel | ln addsecond | ln addtert | innova   | infrs |
|--------------|------------|-----------|--------------|------------|----------|-------|
| ln expmanu   | 1          |           |              |            |          |       |
| digilevel    | 0.689***   | 1         |              |            |          |       |
| ln addsecond | 0.863***   | 0.556***  | 1            |            |          |       |
| ln addtert   | 0.882***   | 0.757***  | 0.919***     | 1          |          |       |
| innova       | 0.843***   | 0.742***  | 0.829***     | 0.911***   | 1        |       |
| infrs        | 0.190***   | 0.438***  | 0.0680       | 0.307***   | 0.327*** | 1     |

注：括号内为 t 统计量；\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%的统计水平上显著，下表同。

4.2. 基准回归结果

表 4 展示逐步加入控制变量的回归结果。数字经济发展水平的系数在五个模型中均为正，且达到 1% 显著性水平；最终模型的系数为 3.760，决定系数为 0.818。这说明在样本和模型设定下，数字经济发展水平较高的省份通常具有更高的制造业出口贸易额。第二产业增加值和创新水平也表现出显著正向关联，第三产业增加值与基础设施水平在最终模型中的系数未达到统计显著性。

Table 4. Baseline regression results  
表 4. 基准回归结果

|              | (1)                   | (2)                  | (3)                 | (4)                 | (5)                 |
|--------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|              | ln expmanu            | ln expmanu           | ln expmanu          | ln expmanu          | ln expmanu          |
| digilevel    | 13.175***<br>(13.874) | 5.789***<br>(11.335) | 4.309***<br>(5.088) | 3.753***<br>(4.496) | 3.760***<br>(4.468) |
| ln addsecond |                       | 1.247***<br>(19.266) | 0.965***<br>(7.514) | 0.937***<br>(7.101) | 0.862***<br>(4.921) |
| ln addtert   |                       |                      | 0.410**<br>(2.231)  | 0.143<br>(0.724)    | 0.222<br>(0.967)    |

续表

|         |          |           |           |           |           |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| innova  |          |           |           | 0.243***  | 0.252***  |
|         |          |           |           | (3.067)   | (3.134)   |
| infrass |          |           |           |           | -0.002    |
|         |          |           |           |           | (-1.033)  |
| _cons   | 6.242*** | -4.036*** | -5.115*** | -4.718*** | -4.782*** |
|         | (49.532) | (-7.165)  | (-6.466)  | (-6.163)  | (-6.180)  |
| N       | 270.000  | 270.000   | 270.000   | 270.000   | 270.000   |
| r2      | 0.475    | 0.808     | 0.811     | 0.817     | 0.818     |
| r2_a    | 0.473    | 0.806     | 0.809     | 0.814     | 0.814     |

由于因变量采用自然对数形式，而数字经济发展水平为综合指数，系数 3.760 表明，在控制其他变量后，数字经济发展水平相差 0.1 时，制造业出口贸易额对数的模型预测值平均相差 0.376。结合各模型的系数方向和显著性，数字经济发展水平与制造业出口贸易额之间的正向关系在不同控制变量组合下保持稳定。

4.3. 稳健性与滞后变量检验

首先，以制造业出口技术复杂度(exptech)替换被解释变量。表 5 中数字经济发展水平的系数仍为正且在 1%水平上显著，表明主要结论在这一替代指标下保持一致。其次，考虑数字经济发展可能存在时间滞后，以滞后一期的解释变量进行检验。表 6 显示该变量系数为 4.548，仍达到 1%显著性水平。

Table 5. Robustness test  
表 5. 替换被解释变量的稳健性检验

|              | 原模型              | 检验模型                 |
|--------------|------------------|----------------------|
|              | ln expmanu       | exptech              |
| digilevel    | 3.760***         | 372.159***           |
|              | (4.468)          | (4.234)              |
| ln addsecond | 0.862*** (4.921) | -100.844*** (-4.971) |
| ln addtert   | 0.222            | 137.436***           |
|              | (0.967)          | (5.170)              |
| innova       | 0.252***         | -9.243               |
|              | (3.134)          | (-1.097)             |
| infrass      | -0.002           | -0.515**             |
|              | (-1.033)         | (-1.998)             |
| _cons        | -4.782***        | 261.013***           |
|              | (-6.180)         | (3.227)              |
| N            | 270.000          | 270.000              |
| r2           | 0.818            | 0.410                |
| r2_a         | 0.814            | 0.399                |

Table 6. Lagged-variable test  
表 6. 滞后变量检验

|              | (1)                   |
|--------------|-----------------------|
|              | ln expmanu            |
| digilevel    | 4.548***<br>(4.340)   |
| ln addsecond | 0.890*** (4.745)      |
| ln addtert   | 0.212<br>(0.859)      |
| innova       | 0.219*** (2.667)      |
| infras       | -0.002<br>(-0.852)    |
| _cons        | -4.611***<br>(-5.436) |
| N            | 240.000               |
| r2           | 0.821                 |
| r2_a         | 0.817                 |

替换被解释变量后，核心系数的方向与显著性保持一致；使用滞后一期解释变量后，核心系数仍显著为正。两项检验中，数字经济发展水平与制造业出口表现之间的正向关系均保持稳定。

4.4. 中介效应分析

为检验理论分析提出的成本降低和技术进步机制，本文使用劳动生产效率(laborpro)检验成本机制，使用研发强度(rdintensity)检验技术进步机制。由表 7 可见，数字经济发展水平与劳动生产效率之间的估计系数未达到统计显著性，现有结果对成本机制的支持相对有限。

Table 7. Mediation effect tests  
表 7. 中介效应检验结果

|              | (1)                 | (2)                   | (3)                 | (4)                   | (5)                 |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|              | ln expmanu          | laborpro              | ln expmanu          | rdintensity           | ln expmanu          |
| digilevel    | 3.760***<br>(4.468) | -0.006<br>(-0.062)    | 3.750***<br>(4.728) | 0.036***<br>(4.450)   | 2.353***<br>(2.796) |
| ln addsecond | 0.862***<br>(4.921) | -0.013<br>(-0.850)    | 0.840***<br>(5.019) | -0.007***<br>(-4.302) | 1.130***<br>(6.041) |
| ln addtert   | 0.222<br>(0.967)    | 0.048*<br>(1.677)     | 0.299<br>(1.342)    | 0.002<br>(1.024)      | 0.154<br>(0.643)    |
| innova       | 0.252***<br>(3.134) | -0.070***<br>(-5.391) | 0.142*<br>(1.816)   | 0.006***<br>(8.825)   | 0.001<br>(0.015)    |

续表

|             |                       |                     |                       |                     |                       |
|-------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| infras      | -0.002<br>(-1.033)    | 0.000<br>(1.232)    | -0.002<br>(-0.928)    | 0.000***<br>(5.697) | -0.006***<br>(-2.778) |
| laborpro    |                       |                     | -1.579**<br>(-2.035)  |                     |                       |
| rdintensity |                       |                     |                       |                     | 39.124***<br>(4.830)  |
| _cons       | -4.782***<br>(-6.180) | 0.512***<br>(5.009) | -3.975***<br>(-5.010) | -0.007*<br>(-1.867) | -4.501***<br>(-5.849) |
| N           | 270.000               | 270.000             | 270.000               | 270.000             | 270.000               |
| r2          | 0.818                 | 0.400               | 0.824                 | 0.780               | 0.833                 |
| r2_a        | 0.814                 | 0.389               | 0.820                 | 0.776               | 0.829                 |

数字经济发展水平与研发强度的系数显著为正；将研发强度纳入出口回归后，研发强度系数为正且显著，数字经济发展水平的系数仍为正但较基准模型下降。该结果表明，研发强度在数字经济发展水平与制造业出口贸易额之间发挥部分中介效应，为假设 2 提供了支持。

5. 研究结论与政策建议

基于 2012~2020 年 30 个省级行政区的面板数据，本文得到三点结论。第一，样本期内各省数字经济发展水平总体上升，并呈现较明显的区域差异。第二，在控制产业结构、创新水平和基础设施等变量后，数字经济发展水平与制造业出口贸易额呈显著正相关；替换被解释变量和使用滞后一期解释变量后，核心系数的方向与显著性保持稳定。第三，研发强度在二者之间发挥部分中介效应，劳动生产效率的中介效应未达到统计显著性。

5.1. 引导数字化投入服务研发创新与产品升级

技术进步路径获得支持，而成本路径未达到统计显著性。因此，制造企业在配置数字化投入时，可将重点放在研发数据平台、数字化设计、仿真测试、质量追溯和高附加值产品开发上。数字化成效评价可侧重新产品收入、研发效率和出口产品技术水平等结果指标，相关支持措施可优先面向能够形成研发成果和产品升级的项目。

5.2. 改善数字基础设施的可用性与适配性

数字基础设施是本文数字经济指标体系的重要组成部分，但基准回归中单独的基础设施控制变量未达到统计显著性。相应政策可在兼顾建设规模的基础上，更加重视基础设施的使用效能，重点提高工业网络、数据服务和跨境数字服务的稳定性、可获得性与行业适配性，尤其关注中小制造企业的接入成本、数据标准兼容和信息安全需求，使基础设施能够更有效地支持研发协作、供应链管理和出口业务。

5.3. 完善创新协作与人才支持

创新水平在基准回归中呈显著正向关联，研发强度也在中介分析中表现出统计显著性。高校、科研机构和制造企业可围绕数字化设计、工业软件、智能检测和产品升级开展联合研发，并通过项目制培养兼具制造业知识和数据分析能力的人才。企业还可加强研发部门、生产部门与国际市场部门之间的数据协同，使技术开发更贴近出口市场的质量标准和产品需求。

## 参考文献

- [1] Brynjolfsson, E., Collis, A. and Eggers, F. (2019) Using Massive Online Choice Experiments to Measure Changes in Well-Being. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **116**, 7250-7255. <https://doi.org/10.1073/pnas.1815663116>
- [2] 王军, 朱杰, 罗茜. 中国数字经济发展水平及演变测度[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(7): 26-42.
- [3] Hukal, P., Henfridsson, O., Shaikh, M. and Parker, G. (2020) Platform Signaling for Generating Platform Content. *MIS Quarterly*, **44**, 1177-1206. <https://doi.org/10.25300/misq/2020/15190>
- [4] 宋书瑶. 数字经济发展水平对制造业升级的影响及区域差异研究——基于地级市面板数据[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海财经大学, 2021.
- [5] 陈颖芳. 数字经济对长三角地区制造业升级的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海财经大学, 2022.
- [6] 李玥. 数字经济赋能建筑业高质量发展实证研究——基于华东六省的面板数据[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建工程学院, 2023.
- [7] 李瑞琴, 王立勇. 数字技术革命促进中国制造业出口贸易高质量发展的机制、挑战和对策[J]. 国际贸易, 2022(11): 11-18.
- [8] Qiao, Q. (2023) Measurement of Digital Economy Development Level in Yangtze River Delta and Its Influence on Ecological Efficiency. *Asian Agricultural Research*, **15**, 24-26.
- [9] Galvez Diana Pamela, C. and Galvez Wilmer Paul, C. (2021) Evaluation of the Digitalization Development Level in the Latin-American Economy. *SHS Web of Conferences*, **114**, Article ID: 01015. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202111401015>
- [10] 袁思晨. 数字经济对安徽省经济高质量发展影响研究[D]: [硕士学位论文]. 蚌埠: 安徽财经大学, 2023.
- [11] Ghezelbash, A., Liu, J., Fahimifard, S.H. and Khaligh, V. (2024) Exploring the Influence of the Digital Economy on Energy, Economic, and Environmental Resilience: A Multinational Study across Varied Carbon Emission Groups. *Sustainability*, **16**, Article 2993. <https://doi.org/10.3390/su16072993>
- [12] Maiga, A.S., Nilsson, A. and Ax, C. (2015) Relationships between Internal and External Information Systems Integration, Cost and Quality Performance, and Firm Profitability. *International Journal of Production Economics*, **169**, 422-434. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.08.030>
- [13] 赵西三. 数字经济驱动中国制造转型升级研究[J]. 中州学刊, 2017(12): 36-41.
- [14] 曹正勇. 数字经济背景下促进我国工业高质量发展的新制造模式研究[J]. 理论探讨, 2018(2): 99-104.
- [15] 王伟玲, 王晶. 我国数字经济发展的趋势与推动政策研究[J]. 经济纵横, 2019(1): 69-75.
- [16] 李远东. 数字经济驱动中国制造全球价值链提升的路径与对策[J]. 中州学刊, 2022(11): 41-47.
- [17] 姚战琪. 数字经济对我国制造业出口竞争力的影响及其门槛效应[J]. 改革, 2022(2): 61-75.
- [18] Schöggel, J., Stumpf, L. and Baumgartner, R.J. (2023) The Role of Interorganizational Collaboration and Digital Technologies in the Implementation of Circular Economy Practices—Empirical Evidence from Manufacturing Firms. *Business Strategy and the Environment*, **33**, 2225-2249. <https://doi.org/10.1002/bse.3593>
- [19] 潘俊娇. 以数字经济推动经济高质量发展的探究[J]. 中国商论, 2023(9): 22-25.
- [20] Jia, C., Shang, M., Cao, J. and Liu, Y. (2023) Empirical Analysis of the Impact of the Digital Economy on the Green Transformation of Manufacturing: Evidence from China. *PLOS ONE*, **18**, e0289968. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289968>
- [21] 王金波, 王佳. 数字经济赋能制造业出口竞争力: 基于出口质量攀升的视角[J]. 武汉金融, 2023(1): 17-25.
- [22] 江梦颖. 数字经济对制造业出口技术复杂度的影响研究——基于中国 278 个地级市的面板数据[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东政法大学, 2023.
- [23] 李红禹. 数字经济发展水平对中国制造业出口产品质量影响研究[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古财经大学, 2023.
- [24] 朱琳. 数字经济对制造业贸易竞争力的影响研究——基于绿色发展的中介效应分析[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江科技大学, 2023.
- [25] 潘爽, 唐坤峰, 叶德珠, 等. 数字经济对出口技术复杂度的影响研究——基于城市面板数据的实证分析[J]. 财贸研究, 2024, 35(2): 15-30.