

数字贸易对制造业全球价值链地位影响的实证研究

——吸收能力的调节作用

韩佳好, 郭 将

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年7月12日; 录用日期: 2025年8月4日; 发布日期: 2025年8月14日

摘 要

在全球经济加速迈向数字化的背景下, 数字贸易正在成为推动产业结构升级和重塑国际分工格局的重要力量。制造业作为全球价值链(GVC)中的核心环节, 其地位提升不仅关乎国家附加值获取能力, 也关系到经济高质量发展的战略目标。本文基于2011~2023年61个国家的面板数据, 创新性地构建了一套涵盖数字贸易基础设施、创新能力、ICT产品贸易和数字产业化贸易的综合指标体系, 并采用双向固定效应模型进行实证分析, 以精确捕捉国家间和时间上的异质性特征。研究发现, 数字贸易与制造业GVC地位之间存在显著的“U型”非线性关系: 在数字贸易发展初期, 基础设施不足和转型成本高企可能暂时抑制制造业价值链升级; 但随着数字生态环境的完善, 其促进作用逐渐凸显。此外, 国家数字吸收能力的提升显著强化了数字贸易对制造业GVC地位的正向影响, 表现为吸收能力越强, 价值链跃升越快。因此, 各国在政策制定中应着重强化数字基础设施建设、数字技能培养和市场转化机制, 以有效释放数字贸易红利。

关键词

数字贸易, 制造业, 全球价值链地位, 吸收能力

Empirical Study on the Impact of Digital Trade on the Global Value Chain Position of Manufacturing Industry

—The Regulatory Effect of Absorption Capacity

Jiayu Han, Jiang Guo

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

Received: Jul. 12th, 2025; accepted: Aug. 4th, 2025; published: Aug. 14th, 2025

文章引用: 韩佳好, 郭将. 数字贸易对制造业全球价值链地位影响的实证研究[J]. 建模与仿真, 2025, 14(8): 95-109.
DOI: 10.12677/mos.2025.148551

Abstract

Against the backdrop of an accelerating global shift toward digitalization, digital trade has emerged as a key driver of industrial upgrading and the restructuring of international division of labor. As the core component of global value chains (GVCs), the position of the manufacturing sector is crucial not only for enhancing a country's ability to capture value-added but also for achieving strategic goals related to high-quality economic development. Based on panel data from 61 countries spanning 2011 to 2023, this study constructs an innovative composite index encompassing digital trade infrastructure, innovation capacity, ICT goods trade, and trade in digitalized industries. A two-way fixed effects model is employed to accurately capture heterogeneity across countries and over time. The findings reveal a significant U-shaped nonlinear relationship between digital trade and the GVC position of manufacturing. In the early stages of digital trade development, inadequate infrastructure and high transition costs may temporarily hinder value chain upgrading; however, as the digital ecosystem matures, its facilitating effect becomes increasingly evident. Furthermore, the enhancement of national digital absorptive capacity significantly strengthens the positive impact of digital trade on manufacturing GVC position—countries with stronger absorptive capacity experience faster value chain advancement. Therefore, policy efforts should focus on improving digital infrastructure, strengthening digital skill development, and enhancing market transformation mechanisms to fully unleash the dividends of digital trade.

Keywords

Digital Trade, Manufacturing, Global Value Chain Position, Absorptive Capacity

Copyright © 2025 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

在数字技术与全球化进程交织演化的背景下,世界经济正在步入深度数字化的新阶段。数字贸易作为数字技术与跨境贸易融合的产物,正成为重塑全球经贸格局的关键力量。学术界与国际组织普遍认为,数字贸易是通过互联网和信息通信技术实现跨境商品或服务交易的经济活动,它既包括以数字形式交付的产品,也涵盖了依托数字平台完成的实物商品交易(刘洪愧,2020;马述忠,2023) [1] [2]。这种新型贸易方式突破了时空限制,成为各国抢占全球经济主导地位的战略高地。

与此同时,全球价值链(GVC)格局也在持续演变之中。根据 GVC 理论,产品的完整生产过程被拆分并分布于全球不同国家,各国根据其比较优势嵌入特定的价值链环节(杨晓亮,2025) [3]。一国在全球价值链中的“地位”,通常采用基于贸易增加值分解的 GVC 地位指数来衡量,该指数能够较准确地反映国家在全球生产链条中的增值水平(苏丹妮,2020) [4]。当前,提升作为 GVC 核心的制造业地位,不仅关乎国家获取附加值的能力,也成为实现经济高质量发展的核心议题。

数字贸易的快速发展为制造业的价值链跃升提供了崭新的路径。现有研究普遍认为,数字贸易主要通过成本节约、资源配置优化与贸易便利化等机制对全球价值链地位产生影响(张艳萍,2022) [5]。具体而言,数字贸易首先通过降低跨境交易中的信息不对称和交易成本,提升了物流、支付等环节的效率,从而增强了企业的全球资源整合能力(金玉萍,2023) [6]。其次,它通过推动研发数据跨境流动和知识共享,极大地促进了技术扩散和产业创新,是提升制造业附加值的关键动力(李丹,2022) [7]。此外,张银

玉(2024) [8]的研究指出, 数字贸易还催生了平台化协作等新型生产组织模式, 使企业能够更灵活地参与全球分工协作(JOUANJEAN M A, 2019) [9]。

尽管数字贸易为制造业提供了转型升级的新契机, 但其作用效果并非完全一致。一方面, 部分研究指出, 数字贸易的影响可能存在“U型效应”。戚原硕(2023) [10]认为, 在发展初期, 由于企业面临较高的数字化转型成本、基础设施投入以及制度不匹配等问题, 数字贸易的红利可能暂时被抑制; 而随着数字生态的成熟, 其对价值链地位的积极作用才会逐渐显现并加速释放。费越(2021) [11]的研究发现, 发展中国家或许能更多地利用数字贸易带来的外部知识溢出效应。另一方面, 部分学者进一步提出, “吸收能力”是决定数字贸易红利能否有效内化为产业竞争优势的关键因素(李开潮, 2023) [12], 它调节着数字贸易对价值链升级的最终效果。

在上述背景下, 本文拟以数字贸易为研究核心, 系统探究其对制造业全球价值链地位的影响效应及作用路径。本文将在现有研究基础上, 构建一个涵盖基础设施、创新能力、市场参与和产业延伸的综合性数字贸易发展指标, 并采用多国面板数据和计量分析方法, 深入检验数字贸易对制造业全球价值链地位的总体影响, 特别是其中可能存在的“U型”非线性关系。同时, 本文将引入“数字吸收能力”作为调节变量, 揭示其在上述影响机制中的作用, 力图为理解数字时代全球制造业重构路径提供理论支持与实证依据。

2. 数字贸易特征影响全球价值链地位的机制

2.1. 直接影响

随着全球数字经济的迅速发展, 数字贸易正驱动传统制造业经历新一轮的转型升级(HU Y, 2022) [13]。理论上, 数字贸易通过跨境电子商务、数字服务平台等方式, 降低了国际贸易的交易成本, 拓展了企业参与全球市场的渠道, 推动其更高效地嵌入全球生产网络, 有助于制造业从低附加值的加工组装环节逐步向技术密集和创新导向的高端环节转移, 从而提升整体价值链地位(杨晓亮, 2025) [14]。

然而, 该促进作用并非单纯线性的, 而是在发展过程中呈现明显的阶段性特征。在数字贸易发展的早期阶段, 制造业企业通常面临较高的数字化转型成本, 包括基础设施建设投入、技术设备升级、人才培养及制度环境适应等, 这些短期成本的增加可能超过数字贸易带来的效益, 从而抑制制造企业在全球价值链中位置的提升。随着数字贸易体系逐渐成熟, 数字基础设施逐步完善、平台经济日益活跃以及制度环境不断优化之后, 企业数字化投入的边际效益才会超过成本, 数字贸易的正面作用才愈发显著, 促进制造业向全球价值链的高附加值环节转移。这种机制意味着数字贸易对制造业全球价值链地位的影响具有显著的非线性特征, 呈现出先下降后上升的“U”型关系。

假设 1: 数字贸易对制造业全球价值链地位的影响呈现“U”型关系。

2.2. 调节机制

尽管数字贸易提供了广泛的技术与市场资源, 但不同国家在利用这些资源时存在显著差异。这种差异的核心原因在于“数字吸收能力”, 即对外部数字资源的识别、吸收与再转化能力。它是一种综合性能力, 反映了一国制造业在面对数字贸易时, 能否高效将其内化为实际生产力、创新力和市场竞争力。

数字吸收能力具体包括资本投入、人力基础和市场转化三大维度, 共同决定了制造业利用数字资源的深度和广度。在资本投入方面, 国家在基础设施、设备等领域的投资构成了数字资源吸收的硬件基础(王岚, 2024) [15]。在人力基础方面, 具备数字技能的人才储备, 是企业识别、吸收和创新转化外部数字资源的智力支持。在市场转化方面, 国内市场对数字产品与新商业模式的接受度, 决定了企业将外部资源转化为经济效益和市场份额的能力, 从而增强价值链攀升的市场牵引力(Fei R, 2023) [16]。

因此, 数字吸收能力的强弱直接调节了数字贸易对制造业全球价值链地位提升的作用强度。具备高

数字吸收能力的国家,能够快速整合并转化数字贸易带来的资源红利,推动制造业加速价值链跃升;而在数字吸收能力较弱的地区,企业面临资源利用低效、市场转化缓慢等问题,导致数字贸易对价值链地位的促进作用被明显弱化。由此可见,数字吸收能力在数字贸易与制造业 GVC 地位之间发挥着重要的正向调节作用。

假设 2: 数字吸收能力正向调节数字贸易对制造业全球价值链地位的影响。

3. 变量选取

3.1. 数据说明

本文使用 2011 年至 2023 年全球 61 个主要经济体(含发达与发展中经济体¹)的平衡面板数据,研究数字贸易对制造业全球价值链地位的影响。

数据主要来自世界银行(World Bank)、联合国贸易发会议(UNCTAD)和对外经济贸易大学(UIBE)的权威数据库。制造业全球价值链地位指数来自对外经贸大学(UIBE)数据库,基于 Koopman (2014) [17]的方法测算。为解决部分数据产出问题,采用了线性插值法进行填补。该数据集旨在全面、系统地检验数字贸易发展对制造业全球价值链地位的路径与机制,以保证研究结果的合理性和科学性。

3.2. 数字贸易发展水平指标测度

为科学衡量各国数字贸易发展水平,本文在参考 OECD、UNCTAD、ITU 等国际组织及相关文献的基础上(岳云嵩, 2021) [18],结合数字贸易的内在发展逻辑,构建涵盖数字贸易基础设施、数字贸易创新、ICT 产品贸易、数字产业化贸易四个一级指标的综合测度体系(贾怀勤, 2021) [19],见表 1。该体系旨在全面刻画各国数字贸易发展的综合水平。

Table 1. Construction of indicators for the development level of digital trade

表 1. 数字贸易发展水平指标构建

一级指标	二级指标	数据来源	权重
数字贸易基础设施	移动网络覆盖率(%)	WDI 数据库	0.149
	固定宽带普及率(%)	WDI 数据库	
	互联网使用率(%)	WDI 数据库	
数字贸易创新	专利申请数量(居民)	WDI 数据库	0.348
	专利申请数量(非居民)	WDI 数据库	
	科技期刊文章数量	WDI 数据库	
ICT 产品贸易	ICT 产品出口占商品出口比例(%)	WDI 数据库	0.222
	ICT 产品进口占商品进口比例(%)	WDI 数据库	
	ICT 服务出口额(美元)	WDI 数据库	
数字产业化贸易	高技术出口占比(%)	WDI 数据库	0.260
	其他制造业占比(%)	WDI 数据库	

¹具体包括: 澳大利亚(AUS)、奥地利(AUT)、孟加拉国(BGD)、比利时(BEL)、保加利亚(BGR)、不丹(BTN)、巴西(BRA)、文莱(BRN)、柬埔寨(KHM)、加拿大(CAN)、塞浦路斯(CYP)、捷克(CZE)、丹麦(DNK)、爱沙尼亚(EST)、斐济(FJI)、芬兰(FIN)、法国(FRA)、德国(DEU)、希腊(GRC)、克罗地亚(HRV)、匈牙利(HUN)、印度(IND)、印尼(IDN)、爱尔兰(IRE)、意大利(ITA)、日本(JPN)、哈萨克斯坦(KAZ)、吉尔吉斯斯坦(KGZ)、韩国(KOR)、老挝(LAO)、立陶宛(LTU)、卢森堡(LUX)、拉脱维亚(LVA)、马来西亚(MYS)、墨西哥(MEX)、马尔代夫(MDV)、马耳他(MLT)、蒙古(MNG)、尼泊尔(NPL)、荷兰(NLD)、挪威(NOR)、巴基斯坦(PAK)、菲律宾(PHL)、波兰(POL)、葡萄牙(PRT)、中国大陆(CHN)、罗马尼亚(ROU)、俄罗斯(RUS)、新加坡(SGP)、西班牙(ESP)、斯里兰卡(LKA)、斯洛伐克(SVK)、斯洛文尼亚(SVN)、瑞典(SWE)、瑞士(CHE)、泰国(THA)、土耳其(TUR)、英国(GBR)、美国(USA)、越南(VNM)。

在数据处理方面, 为消除指标间量纲差异, 本文首先采用极差标准化方法对所有指标进行正向标准化处理, 计算公式如下:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)} \quad (1)$$

其中, Z_{ij} 为第 j 个指标在第 i 个国家的标准化值; X_{ij} 为原始观测值。

随后, 采用熵值法计算各指标权重。首先计算各指标在各国的占比:

$$P_{ij} = \frac{Z_{ij}}{\sum_{i=1}^n Z_{ij}} \quad (2)$$

接着计算熵值:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad (3)$$

其中, $k = \frac{1}{\ln n}$; n 为样本国家数量。进一步计算冗余度(信息效用值):

$$d_j = 1 - e_j \quad (4)$$

最后, 计算指标权重:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (5)$$

考虑到熵值法可能因个别指标波动较大而导致权重偏倚, 本文引入平滑处理, 对权重进行修正:

$$w_j^* = \alpha \cdot w_j + (1 - \alpha) \cdot \frac{1}{m} \quad (6)$$

其中, α 取 0.8, m 为指标数, $\frac{1}{m}$ 为等权重。该方法能够兼顾客观性与均衡性, 提高指标体系的稳健性。

最终, 基于平滑后的权重, 计算各国数字贸易发展水平综合指数:

$$I_i = \sum_{j=1}^m w_j^* \cdot Z_{ij} \quad (7)$$

此外, 为确保国家名称标准化, 本文使用 ISO Alpha-3 国际标准进行国家代码 1 匹配, 并对部分特殊名称进行修正, 对区域集合、全球汇总等非单一国家数据予以剔除, 确保指标在全球范围内的可比性和科学性。

3.3. 制造业全球价值链地位指标测度

随着全球价值链的深化发展, 各国在全球价值链(Global Value Chain, GVC)中的地位已成为衡量国家参与国际分工体系与产业升级能力的重要指标。传统基于总出口的贸易统计方法, 难以反映出口背后的国内增加值与国外增加值贡献, 存在重复计算、地位错判等问题。为克服上述局限, Koopman、Wang 等基于贸易增加值视角, 提出了更科学的全球价值链地位测度方法, 即全球价值链地位指数, 该方法已被广泛应用于全球价值链地位测度与分工模式研究中。

本文借鉴 Koopman 和 Wang 的研究方法, 采用 Wang 等提出的全球价值链地位指数进行测度。该指数综合考虑了一国出口中的国内增加值(IV)和出口中嵌入的国外增加值(FI), 分别代表一国在全球价值链

中的前向参与和后向参与。通过对这两个指标的对数化比值计算, 可以衡量一国在全球价值链中的相对地位。具体测算公式如下:

$$GVC\ Position_{it} = \ln\left(1 + \frac{IV_{it}}{E_{it}}\right) - \ln\left(1 + \frac{FV_{it}}{E_{it}}\right) \quad (8)$$

其中: $GVC\ Position_{it}$ 表示国家 i 在年份 t 的全球价值链地位指数; IV_{it} 表示出口中被第三国吸收的国内增加值(前向参与度); FV_{it} 表示出口中的国外增加值(后向参与度); E_{it} 表示出口总额。

该指数反映了一个国家出口中的国内增加值与国外增加值的相对关系, 指数值越高, 表明该国出口中所含国内增加值比例较高, 更多参与上游研发、设计、关键零部件制造等高附加值环节; 指数值较低则表明该国出口更依赖国外投入, 更多处于加工、组装等低附加值环节, 处于全球价值链的下游。

3.4. 调节变量的设定

为了探究不同国家在吸收、整合并转化数字贸易资源方面的能力差异对数字贸易促进制造业全球价值链地位的作用路径, 本文引入数字吸收能力作为调节变量。数字吸收能力是指一国承接外部数字资源、技术与知识, 并将其有效内化为经济产出和产业竞争力的能力。该能力能够放大或削弱数字贸易对制造业全球价值链地位的影响, 是解释数字贸易异质性效应的重要条件变量。

结合吸收能力的理论内涵, 并参考吸收能力测度的主流做法, 本文从物质基础、技术吸收与市场转化三个维度选取以下三个指标构建数字吸收能力综合指数:

(1) 固定资本形成总额占 GDP 比重(%): 反映国家在基础设施、技术设备、ICT 等方面的投入水平, 是数字资源吸收的物质保障。数据来源为世界银行。

(2) R&D 研究人员数量(每百万人): 衡量国家科研与技术人力储备, 体现对外部知识的识别、理解和再创新能力。数据来源为世界银行。

(3) B2C 电商指数: 衡量一国市场对数字产品、服务与新商业模式的接受程度, 反映外部数字资源是否能够有效转化为国内市场应用与商业价值。数据来源为联合国贸发会议(UNCTAD)。

在数据处理方面, 首先对上述三个指标进行 Z-score 标准化, 以消除不同指标间的量纲差异, 标准化公式如下:

$$Z_{it} = \frac{X_{it} - \bar{X}_i}{S_i} \quad (9)$$

其中, Z_{it} 为标准化后的指标值, X_{it} 为原始指标值, $\bar{X}_i$ 和 S_i 分别为第 i 项指标的均值与标准差。

随后, 采用主成分分析法(PCA)对标准化后的数据进行降维处理, 提取第一主成分作为综合得分, 构建“数字吸收能力指数”, 计算公式如下:

$$F_{1t} = a_1 Z_{1t} + a_2 Z_{2t} + a_3 Z_{3t} \quad (10)$$

其中, F_{1t} 为第一主成分得分, a_1 、 a_2 、 a_3 为主成分分析提取的因子载荷。

该指数能够较为全面地反映一国在数字资源吸收、整合与转化等方面的综合能力。为验证主成分提取的科学性, 本文进行了 KMO 检验与巴特利特球形检验, 结果表明样本适宜进行 PCA 分析, 第一主成分的解釋方差达到 70%以上, 具备良好的代表性与可靠性。

在实证模型中, 本文将数字吸收能力与数字贸易发展水平构造交互项, 检验其调节效应。若交互项显著为正, 表明数字吸收能力越强, 数字贸易对制造业全球价值链地位的促进作用越显著。

3.5. 控制变量说明

在分析数字贸易对制造业全球价值链地位的影响时, 为提升模型估计的科学性和结果的稳健性, 本

文引入了一系列控制变量。这些控制变量从经济发展水平、对外开放程度、教育投入、产业结构、外商投资等多维度出发，能够有效控制可能对制造业全球价值链地位产生干扰或共同影响的重要宏观与产业因素，从而确保核心自变量的识别效度。

(1) 经济发展水平：采用人均 GDP (现价美元)衡量。经济发展是制造业结构升级与价值链提升的重要基础，高收入国家更具技术研发与配套能力，企业更易嵌入高附加值环节。数据来源：世界银行。

(2) 对外开放度：以进出口总额占 GDP 比重(%)衡量。开放度越高，制造业越可能吸收国际资源、参与全球分工，提升价值链嵌入程度。数据来源：世界银行。

(3) 受教育水平：以政府教育支出占 GDP 比重(%)表示。教育支出反映人力资本水平，有助于企业吸收技术与知识，推动制造业向高端迈进。数据来源：世界银行。

(4) 制造业发展水平：采用制造业增加值占 GDP 比重(%)衡量。制造业比重高意味着产业基础较强，更具全球价值链竞争力。数据来源：世界银行。

(5) 外商直接投资：以 FDI 净流入占 GDP 比重(%)表示。FDI 可带来先进技术与管理经验，推动制造业升级，但亦可能带来“低端锁定”风险，因此需控制其影响。数据来源：世界银行。

综上，本文设置的控制变量涵盖经济发展、贸易开放、人力资本、产业结构与外资流入等多个关键维度，能够较为全面地控制影响制造业全球价值链地位的核心经济与产业因素，从而提高实证模型的解释力与结论的可靠性。

4. 模型构建与实证分析

4.1. 模型构建

为了系统分析数字贸易对制造业全球价值链地位的影响，本文从总体效应、非线性关系及调节路径三个层面构建实证模型。核心思路是将数字贸易发展水平指标体系作为关键解释变量，制造业全球价值链地位(GVC position)作为被解释变量，辅以经济发展水平、对外开放度、教育支出与制造业比重等控制变量，借鉴齐俊妍(2021) [20]的研究，采用双向固定效应面板模型进行估计。

基准模型用于检验数字贸易发展水平对制造业全球价值链地位的影响，模型设定如下：

$$GVC_{it} = \alpha + \beta_1 \cdot Digital_{it} + \beta_2 \cdot Digital_{it}^2 + \sum \gamma_k \cdot Control_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$
 (11)

其中， $Digital_{it}$ 表示数字贸易发展水平， $Digital_{it}^2$ 为其平方项，用于检验是否存在非线性关系；控制变量包括对外开放度(*openness*)、教育支出(*edu*)、经济发展水平(*gdp*, 取对数)和制造业发展水平(*lnmanufacture*, 取对数)。 μ_i 为国家固定效应， λ_t 为年份固定效应， ε_{it} 为误差项。

该模型旨在识别数字贸易对 GVC 地位是否具有显著促进作用，是否存在“先抑后扬”的 U 型路径，并控制宏观经济差异性带来的干扰。

4.2. 描述性统计

在正式开展回归分析之前，本文首先对核心变量进行描述性统计，以揭示样本数据的分布特征与初步特性，见表 2，包括样本量(*Obs*)、均值(*Mean*)、标准差(*SD*)、最小值(*Min*)与最大值(*Max*)。

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

VarName	Obs	Mean	SD	Min	Max
<i>gvcposition</i>	714	-0.027	0.068	-0.393	0.240
<i>digital</i>	714	0.134	0.027	0.049	0.164

续表

<i>digital2</i>	714	0.019	0.006	0.004	0.027
<i>openness</i>	714	1.139	0.804	0.231	4.426
<i>edu</i>	714	4.447	1.392	0.864	8.494
<i>gdp</i>	714	2.940	2.678	0.079	13.371
<i>lnmanufacture</i>	714	-2.083	0.608	-4.697	-0.990

4.3. 相关性分析

从相关性分析结果来看，核心解释变量数字贸易发展水平(*digital*)与被解释变量制造业全球价值链地位(*gvcposition*)之间的相关系数为 0.474，且在 1%的显著性水平上显著为正。这一结果为本文提出的“数字贸易有助于提升制造业 GVC 地位”的基本假设提供了初步支持，见表 3。

Table 3. Results of correlation analysis
表 3. 相关性分析结果

	<i>gvcposition</i>	<i>digital</i>	<i>openness</i>	<i>edu</i>	<i>gdp</i>	<i>lnmanufacture</i>
<i>gvcposition</i>	1					
<i>digital</i>	0.474***	1				
<i>openness</i>	-0.072*	0.322***	1			
<i>edu</i>	0.320***	0.447***	-0.004	1		
<i>gdp</i>	0.343***	0.647***	0.374***	0.347***	1	
<i>lnmanufacture</i>	0.134***	-0.167***	-0.269***	-0.204***	-0.247***	1

4.4. 基准回归结果分析

为了实证检验数字贸易发展水平对制造业全球价值链地位的整体影响，本文在控制国家固定效应与时间固定效应的基础上，构建了双向固定效应模型，并引入数字贸易发展水平的二次项以识别其可能存在的非线性关系。估计结果见表 4。

从回归结果来看，核心变量 *digital* 的一次项系数为-2.044，二次项 *digital*² 的系数为 9.609，两项均在 1%的显著性水平下显著。这一结果表明数字贸易发展与制造业全球价值链地位之间存在显著的“U 型”非线性关系，即在数字贸易发展的初始阶段，可能由于制度不完善、转型成本上升或技术配套不足，数字贸易反而对制造业 GVC 地位产生一定抑制作用；但当数字贸易发展到一定程度后，其正向效应开始显现，并显著提升制造业的价值链嵌入层级。

模型整体拟合度较高，R² 为 0.793，调整后 R² 达 0.770，表明解释变量对因变量具有较强的解释力，模型设定合理。综上，基准回归结果验证了本文的核心假设：数字贸易与制造业全球价值链地位之间存在显著的“U 型”关系，且经济发展与产业结构变量在其中发挥着重要调节作用。为更深入理解这一关系的边际效应与机制路径，下一节将进一步引入调节变量“数字吸收能力”进行拓展分析。

Table 4. Results of baseline regression
表 4. 基础回归结果

	(1)	(2)
	<i>gvcposition</i>	<i>gvcposition</i>
<i>digital</i>	-1.620**	-2.044***

续表

	(0.723)	(0.670)
<i>digital2</i>	7.428**	9.609***
	(3.243)	(2.940)
<i>openness</i>		-0.044***
		(0.013)
<i>edu</i>		-0.004
		(0.003)
<i>gdp</i>		0.006**
		(0.003)
<i>lnmanufacture</i>		-0.066***
		(0.018)
<i>_cons</i>	0.049	-0.018
	(0.042)	(0.068)
个体固定效应	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes
N	714	714
R2	0.749	0.793
Adj. R2	0.734	0.770

注：*** $p < 0.01$ ，** $p < 0.04$ ，* $p < 0.10$ ，括号内为稳健标准误。

4.5. U 型关系及分析

为增强实证结果的直观性，本文绘制了数字贸易发展水平与制造业全球价值链地位之间的“U 型”边际效应图，如图 1 所示。横轴为数字贸易发展指数，纵轴为制造业 GVC 地位。图中可清晰观察到：在数字贸易初期发展阶段，其对制造业 GVC 地位呈现出一定的负向效应，拐点出现后，该关系转为正向，并随数字贸易水平上升而增强。

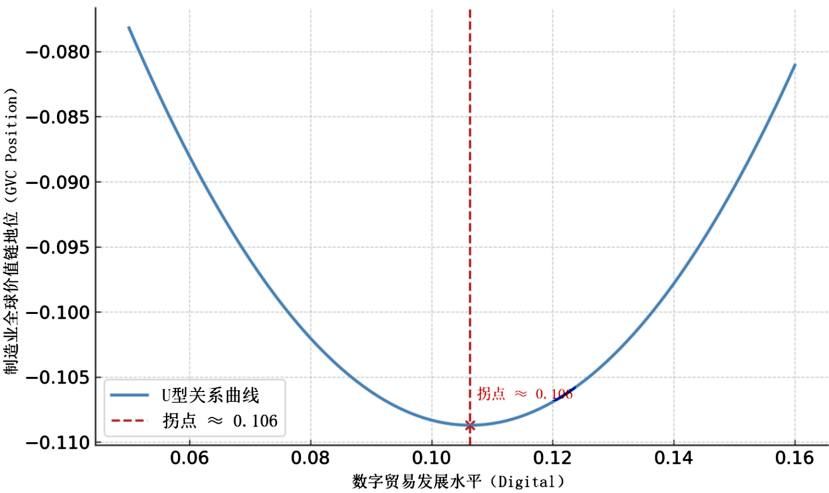


Figure 1. “U-shaped” relationship between digital trade and the status of manufacturing GVC
图 1. 数字贸易与制造业 GVC 地位之间的“U 型”关系图

图中虚线所示的临界拐点为 0.106，该值为回归方程 $GVC = -2.044 \cdot digital + 9.609 \cdot digital^2$ 所导出的最小值点，计算如下：

$$Turning \ Point = -\frac{-2.044}{2 \times 9.609} \approx 0.106$$

这意味着，当一国的数字贸易发展水平指数超过 0.106 后，其对制造业 GVC 地位的促进作用将由负转正，进入快速跃升区间。

结合样本均值(0.134)和最大值(0.164)，可以判断多数国家已经跨越该拐点，正处于数字贸易红利释放阶段。因此，准确识别这一非线性门槛对政策制定具有重要参考意义。

4.6. 调节效应检验

在前文的基准回归中，本文发现数字贸易发展与制造业全球价值链地位之间存在显著的非线性“U型”关系。为了进一步检验该关系是否会受到国家数字吸收能力的影响，本文引入调节变量，并构建交互项模型，识别数字吸收能力在这一作用机制中的调节效应。

4.6.1. 调节模型设定

为探讨数字吸收能力是否在数字贸易影响全球价值链地位的路径中起到强化或弱化作用，本文在原有模型的基础上引入交互项，设定如下：

$$\begin{aligned} GVC_{it} = & \alpha + \beta_1 \cdot Digital_{it} + \beta_2 \cdot Digital_{it}^2 + \beta_3 \cdot Absorptive_{it} \\ & + \beta_4 \cdot (Digital_{it} \times Absorptive_{it}) + \beta_5 \cdot (Digital_{it}^2 \times Absorptive_{it}) \\ & + \sum \gamma_k \cdot Control_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \end{aligned} \tag{12}$$

其中， $Absorptive_{it}$ 表示数字吸收能力，为标准化整合的指标，反映国家在数字基础、人才储备及市场转化方面对数字要素的承接能力。通过引入交互项，可以检验吸收能力是否会显著影响数字贸易的边际作用方向和强度。

4.6.2. 调节效应检验

根据模型估计结果， $digital$ 与 $gvcposition$ 的一次项系数为-6.242，二次项为 21.638，均在 1%水平显著。两者构成典型的“U型”关系，说明随着数字贸易的发展，其对制造业全球价值链地位的影响呈现由负向转为正向的趋势。

在此基础上，交互项 $Digital \times Absorptive$ 的系数为-3.101， $Digital^2 \times Absorptive$ 的系数为 10.634，两者也均在 1%水平显著，表明数字吸收能力对数字贸易与 GVC 地位之间的非线性关系具有显著调节效应，见表 5。

数字吸收能力不仅放大了数字贸易的正向效应，也在一定程度上缓解了发展初期带来的负向冲击，是连接数字投入与价值跃升的重要桥梁。

Table 5. Moderating effect
表 5. 调节效应

(1)	
	<i>gvcposition</i>
<i>digital</i>	-6.266***
	(2.177)
<i>absorptive_digital</i>	-3.088***

续表

	(0.800)
<i>digital2</i>	21.622***
	(7.979)
<i>absorptive_digital2</i>	10.474***
	(3.034)
<i>absorptive</i>	-0.011***
	(0.003)
<i>openness</i>	-0.062***
	(0.014)
<i>edu</i>	0.003
	(0.004)
<i>gdp</i>	0.006**
	(0.003)
<i>lnmanufacture</i>	0.024
	(0.019)
<i>_cons</i>	0.447***
	(0.176)
个体固定效应	Yes
年份固定效应	Yes
N	407
R2	0.747
Adj. R2	0.724

注：***p < 0.01，**p < 0.04，*p < 0.10，括号内为稳健标准误。

4.7. 稳健性检验

为了验证回归结果的稳健性，防止由于样本选择、估计方法或变量设定导致的偏误，本文从四个维度对模型进行稳健性检验：分别为剔除疫情影响年份、Bootstrap 重复抽样、变量截尾处理、引入额外控制变量。检验结果显示，本文核心结论在各类设定下均具有良好的稳定性，见表 6。

综上，本文在不同样本范围、估计方法和变量结构下的稳健性检验均表明，数字贸易对制造业全球价值链地位的“U 型”影响关系具有较强的稳定性和解释力，同时数字吸收能力的调节效应也在各类检验中持续显著，进一步增强了本文结论的可信度。

Table 6. Robustness test
表 6. 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)
	剔除疫情影响的年份	bootstrap 重复抽样 400 次	1%和 99%缩尾处理	新增控制变量
<i>digital</i>	-1.844**	-2.044***	-1.843***	-2.062***
	(0.910)	(0.710)	(0.639)	(0.671)

续表

<i>digital2</i>	8.644** (4.066)	9.609*** (3.094)	8.421*** (2.772)	9.648*** (2.947)
<i>openness</i>	-0.040** (0.017)	-0.044*** (0.014)	-0.049*** (0.014)	-0.044*** (0.013)
<i>edu</i>	-0.002 (0.004)	-0.004 (0.003)	-0.004 (0.003)	-0.004 (0.003)
<i>gdp</i>	0.007* (0.004)	0.006* (0.003)	0.006** (0.003)	0.006** (0.003)
<i>lnmanufacture</i>	-0.087*** (0.032)	-0.066*** (0.019)	-0.044*** (0.008)	-0.066*** (0.018)
<i>fdi</i>				-0.022 (0.041)
<i>_cons</i>	-0.088 (0.103)	-0.018 (0.074)	0.027 (0.048)	-0.016 (0.068)
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
N	440	714	714	714
R2	0.792	0.793	0.807	0.793
Adj. R2	0.762	0.770	0.786	0.770

注：***p < 0.01，**p < 0.04，*p < 0.10，括号内为稳健标准误。

4.8. 内生性检验

在回归分析中，若解释变量与误差项存在相关性，将导致参数估计存在内生性偏误，从而影响结论的有效性与因果识别的准确性。考虑到数字贸易发展水平可能受到制造业全球价值链地位的反向影响，即两者之间可能存在双向因果关系，本文采用工具变量法对模型进行内生性检验。

4.8.1. 工具变量设定与估计方法

本文采用解释变量及其平方项的滞后一期值作为工具变量(L.digital 与 L.digital²)，构建两阶段最小二乘法(2SLS)模型。在第一阶段中，使用滞后变量对当前值进行预测；在第二阶段中，将预测值代入原回归方程进行估计，从而缓解潜在的内生性问题。

4.8.2. 估计结果与稳健性分析

回归中，digital 的滞后值系数为-1.914，digital² 的滞后项系数为 9.011，两者分别在 4%和 1%的显著性水平下显著。两项系数的方向与基准回归一致，依然构成“U 型”结构。模型的 R² 为 0.801，说明工具变量估计在解释能力上与主回归具有可比性，拟合效果良好，见表 7。

4.8.3. 结果解释

该结果表明，即使考虑解释变量的潜在内生性，数字贸易发展水平与制造业全球价值链地位之间的“U 型”关系依然显著存在，说明此前实证结论并非由内生性问题所驱动，研究结论具备较强的因果识

别能力与稳健性。

Table 7. Endogeneity test
表 7. 内生性检验

	(1)
	<i>gvcposition</i>
<i>L.digital</i>	-1.914** (0.741)
<i>L.digital2</i>	9.011*** (3.273)
<i>openness</i>	-0.042*** (0.014)
<i>edu</i>	-0.004 (0.004)
<i>gdp</i>	0.007** (0.003)
<i>lnmanufacture</i>	-0.068*** (0.019)
<i>_cons</i>	-0.022 (0.076)
个体固定效应	Yes
年份固定效应	Yes
N	660
R2	0.801
Adj. R2	0.777

注：***p < 0.01，**p < 0.04，*p < 0.10，括号内为稳健标准误。

5. 研究结论与政策建议

5.1. 研究结论

在数字技术与全球制造业深度融合的背景下，本文基于 2011~2023 年 61 个国家的面板数据，系统考察了数字贸易对制造业全球价值链地位的影响及其调节机制。研究以双向固定效应模型为基础，构建数字贸易发展水平综合指数，并引入数字吸收能力作为调节变量，实证检验了数字贸易对制造业价值链嵌入的非线性作用路径，主要得出以下结论：

(1) 数字贸易与制造业全球价值链地位之间存在显著的“U 型”非线性关系。在数字贸易发展的初始阶段，由于制度适配度不高、基础设施不完善及企业转型成本较高，其对制造业价值链跃升具有一定抑制效应；随着数字生态体系逐步成熟，企业在数据处理、供应链优化、技术对接等方面的能力增强，数字贸易的正面促进作用开始显现并不断增强，制造业逐步向价值链高端跃升。

(2) 数字吸收能力对数字贸易的价值链效应具有显著的正向调节作用。国家吸收能力越强，数字贸易对制造业全球价值链地位的正向作用越显著，非线性“U 型”路径表现得更加陡峭、跃升拐点出现得更

早。这说明, 仅有数字贸易的发展尚不足以推动制造业价值链跃升, 还必须具备良好的吸收条件, 能够识别、整合并转化数字资源为产业升级动能。

(3) 模型在多种稳健性检验下结论一致, 具有较强可靠性。无论是剔除疫情年份、Bootstrap 重复抽样、变量截尾处理, 还是引入附加控制变量, 数字贸易的“U 型”关系与数字吸收能力的调节效应均保持稳健, 说明研究结果具备较强的稳健性和可解释力。

综上, 本文从多维度系统揭示了数字贸易如何通过阶段性路径影响制造业全球价值链嵌入, 并进一步说明吸收能力在这一传导机制中的关键作用, 为理解数字经济背景下全球制造业竞争格局演变提供了理论支撑与实证依据。

5.2. 政策建议

结合上述研究结论, 本文提出以下几点政策建议, 旨在为各国特别是发展中经济体更有效地发挥数字贸易作用、实现制造业价值链跃升提供现实启示:

(1) 明确数字贸易发展阶段性, 制定差异化推进策略。

数字贸易对制造业的影响存在明显的阶段性, 应避免盲目拔高预期。对于处于起步阶段的国家, 应优先夯实数字基础设施、完善数字制度环境, 循序渐进推动企业数字化转型; 对于已经具备一定数字基础的国家, 则应强化产业与平台的协同能力, 加快推动制造业与数字经济深度融合, 实现高质量跃升。

(2) 系统提升国家数字吸收能力, 增强承接转化效能。

国家层面应从资本、人才和市场三方面协同提升吸收能力。加强 ICT 基础设施建设和固定资本形成, 打造数字资源落地载体; 政策激励提升高端研发与数字技能人才供给; 健全数字平台生态和跨境电商环境, 提高数字资源的市场转化效率。吸收能力的提升是释放数字红利、转化为价值链跃升的基础保障。

(3) 推动制造业数字化升级, 加快价值链结构优化。

鼓励制造企业应用智能制造、工业互联网等新技术, 推动生产、管理与服务数字化转型。支持传统制造业数字平台建设与协作网络搭建, 培育一批具备全球资源配置能力的龙头制造企业, 形成从“数字接入”到“价值重构”的跃升机制, 优化制造业在全球价值链中的嵌入结构。

(4) 完善数字贸易配套政策和制度环境。

构建统一、高效、安全的数字贸易规则体系, 推动跨境数据流通机制与数字知识产权保护制度建设, 优化与国际接轨的监管框架。营造包容、稳定、透明的数字经济制度环境, 有利于企业增强信心、加快数字化投入, 从而实现全球价值链地位的稳步提升。

(5) 强化国际合作, 拓展全球数字市场空间。

推动与多边组织及“一带一路”沿线国家在数字贸易基础设施建设、数字能力培训与平台建设等方面的深度合作, 提升本国在国际数字规则制定与全球数字治理中的参与度, 为制造业创造更广阔、更稳定的全球价值链发展空间。

参考文献

- [1] 刘洪愧. 数字贸易发展的经济效应与推进方略[J]. 改革, 2020(3): 40-52.
- [2] 马述忠, 柴宇曦. 数字贸易成本及其分解: 内涵与外延——兼论数字经济时代交易成本的节约路径[J]. 改革与战略, 2023, 39(5): 18-33.
- [3] 杨晓亮, 范鹏辉, 李冬. 跨境技术溢出与企业全球价值链地位攀升——基于外国在华专利活动的视角[J]. 国际经济合作, 2025, 41(3): 37-47+92.
- [4] 苏丹妮, 盛斌, 邵朝对, 等. 全球价值链、本地化产业集聚与企业生产率的互动效应[J]. 经济研究, 2020, 55(3): 100-115.

-
- [5] 张艳萍, 凌丹, 刘慧岭. 数字经济是否促进中国制造业全球价值链升级? [J]. 科学学研究, 2022, 40(1): 57-68.
- [6] 金玉萍, 李光勤, 刘雪燕. 数字产品贸易如何影响全球价值链地位——基于 ICT 贸易网络结构的视角[J]. 国际商务(对外经济贸易大学学报), 2023(6): 22-40.
- [7] 李丹, 武杰. 中国数字出口动态因素解构与贸易潜力研究——基于《区域全面经济伙伴关系协定》分析[J]. 亚太经济, 2022(3): 46-54.
- [8] 张银玉. 数字贸易对制造业全球价值链地位的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 蚌埠: 安徽财经大学, 2024.
- [9] Jouanjean, M.A. (2019) Digital Opportunities for Trade in the Agriculture and Food Sectors. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers.
- [10] 戚原硕. 数字贸易对全球价值链分工地位的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2023.
- [11] 费越, 张勇, 丁仙, 等. 数字经济促进我国全球价值链地位升级——来自中国制造业的理论证据[J]. 中国软科学, 2021(S1): 68-75.
- [12] 李开潮, 刘丽平. 数字金融、技术吸收能力与企业新质生产力[J]. 新疆社会科学, 2025(3): 59-71.
- [13] Hu, Y., Zhou, H.Q., Yan, B., Zou, Z. and Li, Y. (2022) An Assessment of China's Digital Trade Development and Influencing Factors. *Frontiers in Psychology*, **13**, Article ID: 837885. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.837885>
- [14] 杨晓亮, 范鹏辉, 李冬. 数字经济背景下全球创新网络重塑促进制造业价值链升级: 机理、事实与建议[J]. 国际贸易, 2025(3): 43-54.
- [15] 王岚, 李男. 数字经济、技术吸收能力与绿色创新绩效[J]. 现代管理科学, 2024(3): 167-176.
- [16] Ren, F., Le, D. and Hu, Z. (2023) Outward Foreign Direct Investment and GVC Position of Manufacturing Industry: A Perspective on China's General Trade and Processing Trade Structure. *PLOS ONE*, **18**, e0295963. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295963>
- [17] Koopman, R., Powers, W., Wang, Z., *et al.* (2010) Give Credit Where Credit Is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains. *NBER Working Papers*, No. 4, 11-28. <https://doi.org/10.3386/w16426>
- [18] 岳云嵩, 张春飞. 数字贸易统计测度分析[J]. 国际贸易, 2021(8): 70-77.
- [19] 贾怀勤, 高晓雨, 许晓娟, 等. 数字贸易测度的概念架构、指标体系和测度方法初探[J]. 统计研究, 2021, 38(12): 30-41.
- [20] 齐俊妍, 任奕达. 数字经济渗透对全球价值链分工地位的影响——基于行业异质性的跨国经验研究[J]. 国际贸易问题, 2021(9): 105-121.