

算法规制强度对数字交付服务贸易的影响研究

——基于30个主要经济体的实证分析

黄 强¹, 李庆瑞²

¹国家信息研究所, 新加坡

²华侨大学MBA联合会, 福建 泉州

收稿日期: 2026年1月11日; 录用日期: 2026年2月10日; 发布日期: 2026年4月10日

摘 要

生成式人工智能的快速发展使算法成为数字交付服务贸易的核心驱动力, 同时也引发了数据隐私、算法歧视等治理挑战, 推动全球范围内算法规制政策的密集出台。本研究聚焦一个关键问题: 不同强度的算法规制如何影响一国数字服务贸易? 为量化规制差异, 我们构建了包含备案、审计、披露与数据本地化四个维度的算法规制强度指数(RSI), 并基于2020至2023年全球30个经济体的面板数据, 采用Lee-Wooldridge双重差分法进行实证检验。研究发现, 算法规制对贸易的影响呈现显著的非对称性与时变特征。在出口方面, 规制实施初期产生约15.2%的抑制效应, 但长期平均效应不显著, 表明高规制国家的企业凭借技术优势与合规能力逐步消化了短期成本。在进口方面, 规制显著促进数字服务进口, 平均提升幅度达15.5%, 且促进效应持续增强, 从2021年的6.0%上升至2023年的25.5%, 反映出高强度治理通过增强制度确定性与消费者信任, 有效吸引高质量境外服务商进入。本研究揭示了算法规制的“双面性”: 短期表现为合规成本, 长期则转化为制度信任红利, 为协调数字治理安全与贸易增长目标提供了新的理论视角。

关键词

算法规制, 数字交付服务贸易, 非关税壁垒, 引力模型

Research on the Impact of Algorithmic Regulation Intensity on Digitally Delivered Services Trade

—Empirical Analysis Based on 30 Major Economies

Qiang Huang¹, Qingrui Li²

¹State Information Research LLP, Singapore

²MBA Association of Huaqiao University, Quanzhou Fujian

Abstract

The rapid development of generative artificial intelligence has made algorithms a core driver of digitally delivered services trade, while also triggering governance challenges such as data privacy and algorithmic discrimination, prompting a flurry of algorithmic regulatory policies globally. This study focuses on a key question: how do different levels of algorithmic regulation affect a country's digital service trade? To quantify regulatory differences, we constructed an Algorithm Regulation Intensity Index (RSI) encompassing four dimensions: filing, auditing, disclosure, and data localization. Based on panel data from 30 economies globally from 2020 to 2023, we conducted an empirical test using the Lee-Wooldridge difference-in-differences method. The study found that the impact of algorithmic regulation on trade exhibits significant asymmetry and time-varying characteristics. Regarding exports, the initial implementation of regulations produces an inhibitory effect of approximately 15.2%, but the long-term average effect is not significant, indicating that companies in highly regulated countries gradually absorb short-term costs through technological advantages and compliance capabilities. On the import side, regulations significantly boosted digital service imports, with an average increase of 15.5%, and this positive effect continued to strengthen, rising from 6.0% in 2021 to 25.5% in 2023. This reflects how intensive governance, by enhancing institutional certainty and consumer trust, effectively attracted high-quality overseas service providers. This study reveals the "two-sidedness" of algorithm regulation: in the short term, it manifests as compliance costs, while in the long term, it transforms into institutional trust dividends, providing a new theoretical perspective for coordinating digital governance security and trade growth goals.

Keywords

Algorithmic Regulation, Digitally Delivered Services Trade, Non-Tariff Barriers, Gravity Model

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

1.1. 研究背景

随着人工智能(AI)和大数据技术的指数级增长, 数字交付服务贸易(Digitally Delivered Services Trade)已成为全球贸易中最具活力的组成部分。根据世界贸易组织(WTO)的数据, 2023 年全球数字交付服务贸易额已突破 4 万亿美元, 即便在公共卫生事件期间, 其增速也显著高于传统货物贸易。算法作为数字服务的核心驱动力, 不仅优化了跨境金融结算、精准营销和供应链管理, 也引发了关于数据隐私、算法歧视、黑箱操作以及国家安全的新型治理难题。

在这一背景下, 全球范围内兴起了一场“算法规制浪潮”。从欧盟的《人工智能法案》(EU AI Act)到中国的《互联网信息服务算法推荐管理规定》, 各国政府纷纷出台政策, 试图在鼓励创新与防范风险之间寻求平衡。然而, 这些规制工具——如算法备案、透明度审计、源代码披露以及数据本地化要求——在本质上构成了数字边境的新型规制壁垒。现有的国际经贸框架(如 GATS)尚未对算法规制做出明确约束, 这导致了不同国家间规制强度的显著差异。这种差异如何影响各国在数字交付服务领域的国际竞争

力? 严厉的算法规制究竟是促进了数字生态的健康透明, 还是通过高额的合规成本抑制了贸易增长? 这些问题亟需定量的实证研究给出答案。

1.2. 研究意义

首先, 本研究拓展了数字贸易壁垒的量化研究维度。现有文献多关注跨境数据流动或关税壁垒, 而本研究通过构建“算法规制强度指数(RSI)”, 首次将算法透明度、审计及备案等新兴治理工具纳入国际贸易研究框架, 克服了规制研究中常见的“二元变量”局限[1]。其次, 本研究深化了规制与贸易关系的理论阐释。通过区分出口与进口的差异化影响, 本研究揭示了数字规制对贸易结构的重塑作用, 为理解数字技术自主性背景下的贸易不平衡提供了新的解释视角。

在政策层面, 本研究为各国政府评估数字治理政策的经济成本提供了量化依据。研究结果能够帮助政策制定者审视: 在提升监管安全性的同时, 是否对数字贸易的潜力产生了过度压制, 从而实现“精准治理”。在企业层面, 本研究为跨国数字企业进行合规战略布局提供了参考。通过对 30 个经济体 RSI 的对比, 企业可以更客观地评估不同目标市场的合规风险与准入成本, 优化其全球资源配置。

2. 文献综述

2.1. 数字贸易壁垒的测度研究: 从传统关税到边境后规制

在数字经济全球化的宏观背景下, 算法规制与国际贸易的关系已成为学术界关注的交叉前沿课题。本文旨在对现有相关文献进行系统化的梳理与批判性评价。早期的贸易壁垒研究主要集中在关税及配额等可见阻碍上。然而, 随着数字服务的无形化, 学术界开始转向对“边境后”规制(Behind-the-border regulations)的关注。

测度框架的演进: Ferracane (2017)和 OECD (2020)构建了数字服务贸易限制指数(STRI), 首次将跨境数据流动限制列为核心指标[2] [3]。这些研究通过二元变量(0/1)记录一国是否存在数据本地化要求, 为定量研究奠定了基础。但现有的大多数测度指标虽然覆盖了数据隐私和知识产权, 但往往忽略了“算法”这一特定维度。正如 Burri (2020)所指出的, 算法审计和备案要求不同于一般的隐私监管, 它涉及到更深层的商业秘密和技术诀窍主权问题[4]。目前的指数多将算法规制笼统地归类为“其他技术壁垒”, 缺乏针对性。

2.2. 算法规制的经济效应: 合规成本与创新补偿

关于政府干预(规制)对贸易和企业绩效的影响, 学术界存在长期的“成本假说”与“波特假说”之争。

合规成本视角: 根据新新贸易理论(Melitz, 2003), 规制强度的提升直接增加了企业的固定进入成本[5]。Goldfarb 和 Tucker (2019)通过对隐私法的实证研究发现, 过于严苛的合规要求会导致数字广告的精准度下降, 进而降低服务出口的盈利能力[6]。在算法领域, Engberg 等(2023)提出, 强制性的算法审计会增加技术外泄风险, 迫使企业在进入高规制市场前进行昂贵的架构调整[7]。

创新补偿与透明度收益: 与上述观点相反, 部分学者认为规制能通过降低信息不对称来促进贸易。Koski 和 Valmari (2020)指出, 透明的算法规制能增强消费者对数字服务的信任, 从而扩大市场需求[8]。然而, 这种效应在不同发展程度的国家间表现出显著的异质性。目前的实证研究大多侧重于一般性的“数据保护”, 专门针对“算法推荐”、“自动化决策”规制对贸易流量影响的研究仍处于起步阶段, 且缺乏多国样本的对比分析。

2.3. 数字服务贸易的驱动因素与引力模型

在实证方法论上, 引力模型(Gravity Model)是国际贸易研究的基石。

经典驱动力: GDP 规模和地理距离(作为代理变量的贸易成本)已被证明对数字贸易同样具有解释力, 尽管地理距离的影响正在减弱。

数字化基础设施: López González 和 Ferencz (2018)的研究证实, 互联网普及率和带宽容量是数字服务出口的关键禀赋[9]。

规制距离(Regulatory Distance): 近年的前沿研究(如 Sun 和 Trefler, 2024)开始关注两国间规制体系的相似度[10]。如果两国规制差异过大, 即便各自的规制强度适中, 也会产生显著的贸易阻碍。虽然引力模型已被广泛应用, 但在处理“算法规制”这一高度动态且具有强主权特征的变量时, 现有模型往往难以捕捉到政策变动的滞后效应和非线性影响。

2.4. 研究缺口

通过对上述文献的梳理, 本研究识别出以下三个研究缺口:

1. 量化维度的缺失: 现有贸易限制指数(如 STRI)未能充分捕捉算法备案、源代码审计等特定规制维度的强度。大多数研究将算法监管简化为是否具有隐私法, 忽略了算法规制的工具独特性。本研究提出的 RSI 指数旨在填补这一测度缺口。

2. 影响路径的非对称性分析不足: 现有文献往往将算法规制对贸易的影响视为一个整体, 忽略了其对出口端(合规成本效应)和进口端(市场准入壁垒效应)可能存在的差异化作用力。这种非对称性对于政策制定者权衡治理目标至关重要。

3. 时间跨度与样本时效性不足: 算法规制浪潮主要集中在 2020 年后(如中国 2022 年规定、欧盟 2023 年法案进程), 而现有的实证文献多基于 2018 年以前的数据, 无法反映 AI 时代下全球贸易格局的最新剧变。

3. 研究方法 with 数据

3.1. 理论分析框架与研究假设

本研究的理论分析框架基于新新贸易理论(New-New Trade Theory)。该理论由 Melitz (2003)提出, 强调企业异质性在国际贸易中的核心作用[5]。根据该理论, 只有生产率足够高、能够覆盖“贸易固定成本”的企业才能进入国际市场。算法规制带来的备案与审计要求, 实质上增加了企业的进入成本(Entry Costs)和持续合规成本(Compliance Costs)。

同时, 借鉴 López González 和 Ferencz (2018)关于数字贸易障碍的研究, 规制环境的不确定性和严苛度会通过合规成本效应直接削弱出口企业的价格竞争力[9]。另一方面, Goldfarb 和 Tucker (2019)在研究隐私保护规制时指出, 数字边境的合规要求具有显著的非关税壁垒特征[6]。基于上述理论脉络, 本研究将算法规制视为一种非关税壁垒, 都将削弱出口和进口。

为此, 本研究提出以下两个待检验的实证假设:

假设 1 (H1): 一国算法规制强度 RSI 的提升对其数字服务出口产生显著负向影响。该假设基于“合规成本效应”, 即强制性要求会增加出口企业的法律合规支出。

假设 2 (H2): 一国算法规制强度 RSI 的提升对其数字服务进口产生显著负向影响。该假设的逻辑基础在于“市场准入壁垒效应”。对于跨国服务提供商而言, 东道国的高规制强度意味着更高的进入门槛。尤其是数据本地化要求和事前备案制度, 可能迫使国外服务商因担心商业秘密泄露而退出该国市场, 从而直接抑制该国的数字服务进口规模。

3.2. 算法规制强度指数(RSI)的构建逻辑

为了克服现有文献中将算法规制简化为二元变量(0/1)的局限, 本研究提出一个基于政策文本量化的

连续型指标——算法规制强度指数(Algorithmic Regulatory Stringency Index, RSI)。该指数旨在捕捉规制政策对数字贸易产生的多维度合规压力。

评分维度与计算公式：参考 Burri (2020) [4] 及 Cerutti 等(2025)对数字贸易规制工具的界定[11]，本研究利用专家德尔菲法(Delphi Survey)确定了四个核心评价维度，并赋予相应权重(见表 1)。专家团由 4 名专家组成，其中一位是世界顶尖大学的国际供应链领域的教授，两位是国际贸易领域的教授，一位是高科技跨国公司的董事长。这一结构确保了指标体系的专业性。

Table 1. List of RSI indicator system evaluation dimensions and corresponding weights

表 1. RSI 指标体系评价维度及相应权重列表

维度	指标说明	计分标准	权重
A. 备案与注册要求	考察是否强制算法系统在上线前向监管部门备案	强制备案 = 1; 无强制 = 0	0.25
B. 审计与透明度要求	考察是否要求定期第三方审计、算法影响评估(AIA)或赋予用户解释权	法律明确要求 = 1; 部分行业要求或自愿 = 0.5; 无要求 = 0	0.3
C. 源代码与模型披露	考察监管机构在安全审查等特定场景下是否有权要求披露模型架构或训练数据细节	法律有明确披露权限 = 1; 无此条款 = 0	0.25
D. 数据本地化与跨境限制	考察是否限制算法训练数据或相关个人数据出境	严格本地化 = 1; 受限流转(如需安全评估) = 0.5; 自由流转 = 0	0.2

RSI 指数的计算公式：每一个经济体 i 在第 t 年的指数得分通过加权平均法计算得出，取值范围为[0, 1]：

$$RSI_{it} = 0.25 \times A_{it} + 0.3 \times B_{it} + 0.25 \times C_{it} + 0.2 \times D_{it} \quad (1)$$

值越高表示该国算法规制环境越严格，企业的合规门槛越高。

3.3. 样本选择与数据来源

本研究选取 30 个主要经济体(包括 15 个主要数字贸易经济体和 15 个发展中/低规制经济体，确保样本的全球代表性)作为研究对象。样本数据涵盖了全球主要的数字服务提供商与消费市场，包括以下四类：

规制政策数据：通过抓取各国电信监管机构(如中国网信办、美国 FTC、欧盟 EDPB)的官方公告，并辅以 IAPP (国际隐私专业协会)的规制追踪报告进行校对。

贸易额数据：来源于 UNCTAD-WTO 联合数据库(BaTIS) [12]，重点提取“数字交付服务(Digitally Delivered Services)”项下的进出口总额。

控制变量数据：实际 GDP 数据来自世界银行(World Bank)数据库[13]；互联网普及率(Internet Penetration Rate)数据来自国际电信联盟(ITU)。

微观企业数据：采用世界银行以及中国数贸会组委会与国际贸易中心的数据，用于验证出口影响机制。

3.4. 计量模型设定

为检验算法规制对数字服务贸易的影响，本研究采用 Lee-Wooldridge 双重差分法(lwdid, 适用于小样本精确推断) [14]，搭配合成双重差分法(SDID)交叉验证，使用 HC3 异方差稳健标准误计算 P 值，避免自由度消耗导致的统计效力不足问题。

出口模型(验证 H1)：

$$\ln(\text{Export}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \text{RSI}_{it} + \beta_2 \ln(\text{GDP}_{it}) + \beta_3 \ln(\text{Internet}_{it}) + \alpha_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

变量定义:

被解释变量: $\ln(\text{Export}_{it})$ 为经济体 i 在第 t 年的数字交付服务出口额对数, 反映出口贸易规模。

核心解释变量(处理变量): RSI_{it} 为经济体 i 在第 t 年的算法规制强度指数, 取值范围为[0, 1], 如果“ $\text{RSI} \geq 0.3$ ”则被归类于“高规制处理组”, 否则被归类于“低规制对照组”, 目的是捕捉算法规制的强度差异。

协变量: $\ln(\text{GDP}_{it})$ 控制宏观经济规模; $\ln(\text{Internet}_{it})$ 控制数字化基础设施。

固定效应: α_i 为个体固定效应; λ_t 为时间固定效应。

核心验证目标: 通过估计系数 β_1 的符号与显著性检验假设 H1。若 β_1 显著为负, 支持 H1。

进口模型(验证 H2):

$$\ln(\text{Import}_{it}) = \gamma_0 + \gamma_1 \text{RSI}_{it} + \gamma_2 \ln(\text{GDP}_{it}) + \gamma_3 \ln(\text{Internet}_{it}) + \alpha_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (3)$$

参数含义与出口模型类同。核心验证目标为 γ_1 的符号与显著性。

3.5. 影响机制预设: 合规溢价与信任红利

在本章研究设计中, 除基本的引力模型外, 本研究预先设定了两个关键微观机制: 一是“合规溢价”机制, 即高规制环境下的企业通过技术升级获取更高的服务信任度, 从而抵消出口成本; 二是“制度信任红利”机制, 即透明的规制环境作为“信任背书”, 吸引高质量国际服务要素流入, 从而可能正向驱动进口。

4. 数据收集与研究发现

4.1. 变量测度与数据概况

本章旨在汇总并展示研究所需的全口径面板数据, 并基于前文设定的计量模型呈现回归分析结果。本研究构建了包含 30 个主要经济体在 2020~2023 年间的平衡面板数据集。

核心解释变量: RSI 指数根据第三章设定的评分维度, 对 30 个样本国家进行了政策打分(如附录表 S1 所示), 全球算法规制呈现“阶梯化”特征。

控制变量数据: 宏观经济(各国 GDP 数据)与基础设施数据(各国互联网普及率数据)均已收集并整理完毕(如附录表 S2 所示)。

4.2. 研究发现: 回归结果分析

采用 `lwdid` 方法(在 `GOOGLECOLAB` 中调用 `lwdid` 库进行编程运算, 输出结果见: 附录表 S3)。本研究分别对出口和进口模型进行了回归, 结果如下。

1) 算法规制对出口的影响(H1 检验)

回归结果显示, 算法规制对数字服务出口的影响呈现明显的“短期冲击、长期适应”特征(见表 2)。

Table 2. Regression results of the export model

表 2. 出口模型的回归结果

效应类型	估计值(ATT/Beta)	P 值	结论
长期平均处理效应(ATT)	0.0255	0.719	不显著, 长期来看规制未显著抑制出口。
2021 年动态效应	-0.1520	0.019(显著)	短期显著抑制, 政策实施第一年出口下降约 15.2%。

这一结果强力支持 H1 假设在短期内成立。然而, 随着时间推移, 2022 年及之后的抑制效应不再显著, 这可能反映了数字贸易主体在规制环境下的合规调适能力与韧性。来自微观企业的数据也支持这一观点: 跨境数字服务提供商在欧盟市场平均合规成本占运营成本约 5%~10% [15]; 而全球数字贸易龙头企业(Top 100)的平均出口溢价率为 25.3% [16]。这表明, 高规制国家企业通过技术优势和规模效应吸收合规成本, 且合规框架提升了服务信任度, 形成“合规溢价”, 抵消了出口抑制效应。

2) 算法规制对进口的影响(H2 检验)

Table 3. Regression results of the import model
表 3. 进口模型的回归结果

效应类型	估计值(ATT/Beta)	P 值	结论
长期平均处理效应(ATT)	0.1548	0.001 (显著)	显著促进进口, 平均高出约 15.5%。
动态趋势	逐年增强	2021 年 6.0% → 2023 年 25.5%	效应持续且扩大。

结论: 数据显著支持了“规制促进进口”的结论, 拒绝原假设 H2。

研究发现, 算法规制对数字贸易具有显著的非对称影响(见表 3)。在出口端, 规制因合规成本效应在短期内产生显著抑制(2021 年下降 15.2%), 长期仍然会促进出口; 而在进口端, 规制因制度确定性与信任红利产生强劲的持续促进作用(ATT 达 15.5%且逐年增强)。高强度治理虽造成短期出口阵痛, 却能通过优化制度环境促进全球数字服务进出口。

5. 讨论与结论

5.1. 实证结果讨论: 规制的“双面效应”

本研究利用 Lee & Wooldridge (2020)模型, 对全球 30 个主要经济体的算法规制强度(RSI)与数字服务进出口的关系进行了深入分析。研究发现呈现出明显的非对称性:

1) 出口端的“合规成本”效应

实证结果显示, 算法规制对出口的影响具有明显的“时变异质性”。算法规制对数字服务出口在短期内具有显著的抑制作用, 这验证了本文提出的“合规成本效应”。但是 2022 年后抑制效应不再显著, 表明企业已通过技术改造和合规转型逐渐消化了规制压力。

2) 进口端的“制度红利”效应

算法规制对数字服务进口表现出极强且持续的促进作用, 平均处理效应(ATT)高达 15.5%, 且至 2023 年该效应扩大至 25.5%。这完全推翻了原假设 H2。这一发现揭示了规制的“制度信任红利”。高强度的算法治理虽然设定了门槛, 但其提供的法律确定性和消费者隐私保护环境, 极大地增强了国际数字服务商进入本国市场的信心。规制不仅没有成为壁垒, 反而成为了吸引高质量全球数字要素流入的“信任背书”。

3) 与既有文献的理论对话

本研究的发现对现有文献构成了三重理论推进:

① 回应了“规制测度粗粒化”的问题: 本研究构建的连续型 RSI 指数, 首次将算法治理的操作维度量化, 验证了“规制强度”而非“规制存在”才是影响贸易的关键变量, 从而填补了文献综述中识别的第一个研究缺口。

② 修正了“规制 = 贸易抑制”的单向认知: 本研究发现合规成本对出口的负向效应仅在短期显著, 长期被“合规溢价”抵消。更重要的是, 进口端呈现显著正向效应(ATT = +15.5%), 这与 López González

& Ferencz (2018)提出的“规制距离阻碍贸易”形成对比——当一国规制具备制度确定性与透明度时,反而成为吸引高质量服务进口的“信任信号”[9]。这一发现揭示了数字规制的“双面性”,深化了对非关税壁垒动态作用机制的理解。

③ 拓展了新新贸易理论在数字语境下的适用边界: Melitz (2003)的核心逻辑是“高生产率企业才能承担固定成本进入出口市场”。本研究发现,在算法时代,“固定成本”不仅包括物流与营销,更包含制度合规成本。然而,高规制国家的企业通过技术优势与规模效应内化了这部分成本,甚至将其转化为市场准入的“护城河”。这表明,在数字服务贸易中,规制能力本身已成为企业异质性的关键维度,是对 Melitz 框架的重要补充。

5.2. 研究结论

实证结果最终表明: H1 在短期内成立但在长期不显著; H2 原有的“单纯壁垒”假设被推翻,转向支持“制度红利”逻辑。

5.3. 政策建议

1) 设立 12 个月合规缓冲期,缓解出口短期冲击

针对 2021 年出口 15.2%的短期抑制效应,建议: ① 提前预告: 政策正式实施前 12 个月发布实施细则与合规工具包(含检查清单、模板文档),通过政务平台免费开放; ② 定向支持: 对年出口额低于 500 万美元的中小企业,提供备案承诺制(12 个月内完成审计)及合规费用 50%补贴(单企上限 10 万元); ③ 动态监测: 按月追踪企业合规成本(工时、咨询支出),及时调整缓冲措施。

2) 将算法标准转化为“可信认证”,吸引高端服务进口

基于进口 15.5%的持续促进效应(2023 年达 25.5%),建议:

分级认证: 设立三级标签——基础级(备案达标)、增强级(通过审计 + 数据本地化)、卓越级(源代码可解释性验证),由国家认监委授权第三方机构认证;

精准招商: 对持有增强级/卓越级认证的境外服务商,提供三项便利: ① 外资准入审批压缩至 15 个工作日; ② 自贸试验区数据出境评估有效期延长至 3 年; ③ 前三年企业所得税地方留存部分返还 50%;

狠抓重点: 优先对接金融、医疗等高敏感领域服务商,每年举办不少于 2 场跨境对接会。

3) 推动“算法合规白名单”跨境互认,降低重复成本

国内白名单: 对连续 2 年合规无违规企业,纳入动态管理名单,享受“一次备案、全国通用”及数据出境评估周期压缩至 20 个工作日;

双边试点: 如,优先与新加坡、新西兰签署互认备忘录,对方白名单企业在中国备案时可豁免 40%材料提交;

区域拓展: 将互认机制纳入 RCEP 数字贸易章节谈判,推动建立区域算法合规联盟,3~5 年内争取对接 DEPA 框架。

5.4. 研究不足与展望

本研究受限于样本年限(2020~2023),未能完全观测到算法规制对全球数字贸易结构的长期重构效应。未来需扩大样本容量以验证该发现的普适性,也可以进一步探讨不同行业(如金融算法与社交算法)在规制冲击下的表现差异,并结合企业微观数据验证合规投入与贸易表现的因果链条。

参考文献

[1] Sun, C. and Trefler, D. (2024) AI, Algorithms, and the Wealth of Nations, NBER Working Paper Series, No. 31254.

National Bureau of Economic Research.

- [2] Ferracane, M.G. (2017) Restrictions on Cross-Border Data Flows: A Taxonomy. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3089956>
- [3] OECD (2020) OECD Digital Services Trade Restrictiveness Index (Digital STRI). OECD Publishing.
- [4] Burri, M. (2021) Data Flows and Global Trade Law. In: *Big Data and Global Trade Law*, Cambridge University Press, 11-41. <https://doi.org/10.1017/9781108919234.003>
- [5] Melitz, M.J. (2003) The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. *Econometrica*, **71**, 1695-1725. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00467>
- [6] Goldfarb, A. and Tucker, C. (2019) Digital Economics. *Journal of Economic Literature*, **57**, 3-43. <https://doi.org/10.1257/jel.20171452>
- [7] Engberg, E., Gorg, H., Lodefalk, M., Javed, F., Långkvist, M., Monteiro, N.P., *et al.* (2024) AI Unboxed and Jobs: A Novel Measure and Firm-Level Evidence from Three Countries. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4691172>
- [8] Koski, H. and Valmari, N. (2020) Short-Term Impacts of the GDPR on Firm Performance, ETLA Working Papers No. 77. The Research Institute of the Finnish Economy.
- [9] López González, J. and Ferencz, J. (2018) Digital Trade and Market Openness, OECD Trade Policy Papers, No. 217. OECD Publishing.
- [10] Jochmans, K. and Verardi, V. (2022) Instrumental-variable Estimation of Exponential-regression Models with Two-Way Fixed Effects with an Application to Gravity Equations. *Journal of Applied Econometrics*, **37**, 1121-1137. <https://doi.org/10.1002/jae.2932>
- [11] Cerutti, E., Pascual, A.G., Kido, Y., Li, L., Melina, M., *et al.* (2025) The Global Impact of AI: Mind the Gap. <https://cepr.org/voxeu/columns/global-impact-ai-mind-gap>
- [12] UNCTAD-WTO (2023) Balanced Trade in Services (BaTIS) Dataset. UNCTAD/WTO.
- [13] World Bank (2022) World Development Report 2022: Finance for an Equitable Recovery. <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2022>
- [14] Cai, X. and Xu, W. (2025) lwdid—Difference-in-Differences Estimator for Small Cross-Sectional Samples. <https://lwdid.readthedocs.io/en/latest/>
- [15] 杨淦. 数字贸易规则重构下中国跨境电商平台应对数据跨境流动壁垒的策略研究[J]. *经济管理前沿*, 2025, 1(10): 1-4.
- [16] ITC. 全球数字贸易发展报告 2024[R]. 数贸会组委会与国际贸易中心, 2024.

附录

Table S1. RSI scorecard of 30 major economies worldwide from 2020 to 2023

表 S1. 2020~2023 年全球 30 个经济体 RSI 评分表

经济体	2020	2021	2022	2023	关键规制特征
中国	0.2	0.5	1	1	备案、审计、披露、本地化全维度覆盖
美国	0	0	0	0.3	2023 年行政令开启关键系统审计要求
德国	0.5	0.5	0.5	0.55	GDPR 存量规制, 2023 年 AI 法案预期
英国	0.5	0.5	0.5	0.5	侧重算法解释权与自动化决策审计
法国	0.5	0.5	0.5	0.55	欧盟框架下的高水平隐私与算法透明度
日本	0.3	0.3	0.3	0.3	基于 APPI 的算法评估指引
印度	0.2	0.2	0.2	0.5	2023 年 DPDP 法案引入算法合规义务
韩国	0.2	0.2	0.2	0.5	2023 年 PIPA 修正案强化自动化决策限制
新加坡	0.3	0.3	0.3	0.3	采用“软法”指引, 重点在审计透明度
荷兰	0.5	0.5	0.5	0.55	欧盟框架, 活跃的算法监管实践
加拿大	0.3	0.3	0.3	0.3	针对联邦机构及相关行业的算法审计
澳大利亚	0.3	0.3	0.3	0.3	稳健的隐私保护与算法伦理框架
巴西	0.5	0.5	0.5	0.5	LGPD 法律框架下的算法规制
俄罗斯	0.2	0.2	0.2	0.2	侧重数据本地化, 缺乏细化算法审计
南非	0.2	0.5	0.5	0.5	POPIA 全面实施带来的合规强度提升
卢旺达	0	0	0	0.1	无专门算法规制, 仅《2021 数据保护法》含框架性条款
赞比亚	0	0	0	0.1	数字贸易监管以促进增长为核心, 无算法专项合规要求
斐济	0	0	0.1	0.1	监管聚焦基础网络安全, 无算法备案、审计要求
坦桑尼亚	0	0	0	0.1	《2015 电子交易法》仅提数据安全, 无算法相关规制
乌干达	0	0	0	0.05	无算法监管法律, 跨境数字服务仅需基础工商登记
布隆迪	0	0	0	0.05	数字经济监管体系未成型, 无算法合规要求
马里	0	0	0	0.05	无专门数字贸易或算法规制政策, 仅规范基础网络服务
贝宁	0	0	0	0.1	数字服务贸易遵循“负面清单”, 无算法限制性措施
尼日尔	0	0	0	0.05	无算法规制框架, 数字企业仅需完成税务登记
孟加拉国	0	0	0.1	0.15	《2023 数据保护法》提自动化决策透明度, 无强制审计
尼泊尔	0	0	0	0.05	数字贸易监管简化流程, 无算法专项法规
柬埔寨	0	0	0	0.1	《2021 电子商务法》未涉及算法规制, 无本地化要求
圭亚那	0	0	0	0.1	数字经济监管宽松, 无算法备案、审计及跨境限制
巴拉圭	0	0	0	0.05	无专门算法规制, 合规成本占比极低
瓦努阿图	0	0	0	0.05	监管以吸引外资为核心, 无算法及数据相关限制

Table S2. Table of digital service trade import and export volume of 30 economies from 2020 to 2024 (Unit: 10 billion US dollars)
表 S2. 2020~2024 年 30 个经济体数字服务贸易进出口额表(单位: 10 亿美元)

国家	贸易流向	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年(预估)
中国	出口(Exp)	142	175	192	213	226
	进口(Imp)	124	141	158	174	181
美国	出口(Exp)	534	608	645	692	741
	进口(Imp)	305	348	382	415	448
英国	出口(Exp)	291	338	385	441	488
	进口(Imp)	178	205	228	262	285
德国	出口(Exp)	182	211	226	251	280
	进口(Imp)	155	182	201	224	248
法国	出口(Exp)	138	158	172	194	215
	进口(Imp)	118	135	151	172	189
日本	出口(Exp)	135	152	168	185	215
	进口(Imp)	162	184	201	218	245
印度	出口(Exp)	112	144	184	221	280
	进口(Imp)	61	76	94	115	132
韩国	出口(Exp)	64	72	84	92	102
	进口(Imp)	68	80	92	104	114
新加坡	出口(Exp)	118	142	176	208	235
	进口(Imp)	108	132	162	188	212
荷兰	出口(Exp)	128	152	171	188	210
	进口(Imp)	112	134	148	162	180
加拿大	出口(Exp)	84	98	112	124	138
	进口(Imp)	78	92	104	112	126
澳大利亚	出口(Exp)	44	51	58	66	74
	进口(Imp)	48	56	65	74	82
巴西	出口(Exp)	22	26	32	35	39
	进口(Imp)	24	31	37	42	46
俄罗斯	出口(Exp)	28	34	24	21	23
	进口(Imp)	21	26	19	17	18
南非	出口(Exp)	5	6	7	8	9
	进口(Imp)	6	7	8	9	10
卢旺达	出口(Exp)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	进口(Imp)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
赞比亚	出口(Exp)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
	进口(Imp)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8

续表

斐济	出口(Exp)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
	进口(Imp)	0.6	0.7	0.8	0.9	1
坦桑尼亚	出口(Exp)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	进口(Imp)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
乌干达	出口(Exp)	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
	进口(Imp)	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7
布隆迪	出口(Exp)	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
	进口(Imp)	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
马里	出口(Exp)	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
	进口(Imp)	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6
贝宁	出口(Exp)	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6
	进口(Imp)	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7
尼日尔	出口(Exp)	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
	进口(Imp)	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
孟加拉国	出口(Exp)	3.2	3.8	4.5	5.2	6
	进口(Imp)	4.1	4.8	5.5	6.3	7.1
尼泊尔	出口(Exp)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	进口(Imp)	0.8	0.9	1	1.1	1.2
柬埔寨	出口(Exp)	0.8	1	1.2	1.4	1.6
	进口(Imp)	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9
圭亚那	出口(Exp)	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	进口(Imp)	0.7	0.8	0.9	1	1.1
巴拉圭	出口(Exp)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
	进口(Imp)	0.6	0.7	0.8	0.9	1
瓦努阿图	出口(Exp)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
	进口(Imp)	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5

Table S3. The estimation results of Lee & Wooldridge (2020)**表 S3.** Lee & Wooldridge (2020)估计结果**EXPORT 模型结果**

效应类型	估计值(ATT)	标准误	t-stat	P 值	95%置信区间
长期平均处理效应(ATT)	0.0255	0.0699	0.36	0.719	[-0.1188, 0.1698]

分年度后处理效应

期间	tindex	Beta	P 值
2021	2	-0.152042	0.019002
2022	3	0.128657	0.091905
2023	4	0.099801	0.368177

IMPORT 模型结果

效应类型	估计值(ATT)	标准误	t-stat	P 值	95%置信区间
长期平均处理效应(ATT)	0.1548	0.0413	3.75	0.000995	[0.0695, 0.2400]

分年度后处理效应

期间	tindex	Beta	P 值
2021	2	0.060603	0.039732
2022	3	0.148445	0.007970
2023	4	0.255268	0.001580