

数字限制措施对全球数字服务贸易网络的影响

潘 安 林彬强 戴 岭

摘要：数字服务贸易作为数字经济时代国际分工的重要形态，其网络化发展正面临各国数字限制措施带来的制度性挑战。本文基于 2014—2020 年全球数字服务增加值贸易数据，构建时间指数随机图模型，从网络整体结构与节点交互机制切入，探究数字限制措施对全球数字服务贸易网络形成的动态影响机制。研究表明：数字限制措施及其衍生的数字制度距离显著抑制了全球数字服务贸易网络中的关系形成，且抑制效应在跨国双向关系中均显著存在；网络内生结构会通过“第三方效应”的叠加作用放大政策壁垒的抑制效应，而节点网络地位的提升则可增强抵御制度约束的能力；不同种类的数字限制措施对全球数字服务贸易网络中的关系形成存在异质性影响。本文研究结论为全球数字治理体系优化及中国提升数字服务贸易发展韧性提供了理论与政策启示。

关键词：数字限制措施；数字服务贸易网络；增加值贸易；时间指数随机图模型

[中图分类号]F741 [文献标识码]A [文章编号]1002-4670(2026)01-0124-16

一、引言及文献综述

数字服务贸易作为服务贸易转型升级的重要方向，已成为国际经济学界的前沿研究领域。《中国数字贸易发展报告 2024》显示，2019—2023 年全球数字化交付服务出口年均增速达 10.8%，较同期服务出口增速高出 4.9 个百分点，其增长动能已经超过了传统服务贸易形态。这一增长趋势推动了全球数字服务贸易网络化格局的加速形成(吕延方等，2021)^[1]。数字服务贸易的网络属性不仅强化了节点间的依存关系，更放大了单边政策调整对全球经济网络的“溢出—传导”效应。党的二十大报告提出“创新服务贸易发展机制，发展数字贸易，加快建设贸易强国”的战略

[收稿日期] 2025-04-30

[基金项目] 国家社会科学基金一般项目“全球价值链重构对绿色‘一带一路’建设的影响及对策研究”(22BGJ049)；中央高校基本科研业务费项目“贸易摩擦对中国产业链风险的影响及对策研究”(2722025DL007)

[作者信息] 潘安：中南财经政法大学经济学院教授，电子信箱 panan0819@163.com；林彬强：中南财经政法大学经济学院硕士研究生；戴岭：浙江大学经济学院博士研究生

部署。促进数字服务贸易发展,已成为建设贸易强国的重要内容。在此背景下,探究全球数字服务贸易网络的影响因素,研究如何提升在网络中的地位,不仅具有重要的理论价值,更能为中国提升数字服务贸易发展韧性提供重要的实践价值。

现有研究在数字服务贸易双边属性分析方面已取得显著进展,但传统双边分析框架难以揭示经济体在网络拓扑结构中的相对地位,且无法捕捉多边网络的外部性效应。相关研究表明,国际贸易网络中的双边关系实质上受到第三方效应传导机制的制约(De Benedictis et al., 2014^[2]; 刘林青等, 2021^[3]),因此,对数字服务贸易的研究有必要从网络宏观层面展开分析。在整体网络视角下,全球数字服务贸易网络的发展面临着各经济体数字限制措施带来的贸易抑制效应的影响。近年来,逆全球化浪潮逐渐蔓延,各经济体在数字领域的竞争与博弈日益激烈。经济合作与发展组织(OECD)的数字服务贸易限制指数(DSTRI)显示,各经济体 DSTRI 的均值在近年来呈现出不断上升的趋势。中国若要在数字服务贸易领域实现长足发展,必须应对不断变化的数字限制措施。那么,数字限制措施对全球数字服务贸易网络产生了何种影响?网络结构在其中又发挥着何种作用?不同类型的数字限制措施是否具有异质性影响?本文将逐一分析。

与本文研究密切相关的文献有两支。一是关于数字服务贸易影响因素的文献。现有研究主要围绕经济发展、数字技术、制度关系和地理约束四个维度来构建系统性的解释框架。首先,在经济发展方面,若两国的经济规模越大且结构越相似,数字产业竞争力越强,两国的数字服务贸易规模和潜力也会越大(韩剑等, 2019)^[4]。其次,在数字技术方面,以信息与通信技术(ICT)为代表的数字技术的发展,从根本上改变了传统服务业低效率和不可贸易的特征(Luong and Nguyen, 2021)^[5],同时推动了服务贸易的数字化发展,并催生出新的贸易模式(Obashi and Kimura, 2021)^[6]。再次,在制度关系方面,各经济体通过签署数字贸易协定可以缓解制度差异所产生的贸易成本,从而促进数字服务贸易(刘斌等, 2021)^[7]。当数字贸易协定包含的规则更加具体时,其对数字贸易流量的促进作用更为显著(Suh and Roh, 2023)^[8]。上述促进作用在数字服务增加值贸易中同样存在(龚同和张天顶, 2023)^[9]。最后,在地理约束方面,尽管数字贸易不存在传统贸易中的冰山运输成本,但是双边地理距离扩大所带来的文化、宗教信仰差异对数字服务贸易产生的影响仍客观存在(吕延方等, 2021)。

二是关于数字限制措施的概念及影响的文献。数字限制措施是数字贸易壁垒的主要组成部分,可将其视为数字贸易壁垒按政策特定性分类的部分。据此,数字限制措施可以分为专门针对数字贸易的政策措施与能影响数字贸易的传统市场准入和投资限制措施两部分(刘洪愧和杨晨旭, 2024)^[10]。但在现有研究中,有不少学者将数字限制措施等同于数字贸易壁垒来进行研究。此外,王岚(2021)^[11]认为数字贸易限制措施有其存在的合法性与合理性,只有以贸易保护为根本目的,以歧视性措施为手段来保护国内数字产品和服务免受国外竞争或促进其出口的数字限制措施,才属于数字贸易壁垒。基于上述研究,本文界定数字限制措施为一国境内实施并对数字贸易产生直接或间接限制的政策要求与措施。

目前对数字限制措施影响效应的研究主要从贸易规模、价值链、出口复杂度三个方面的抑制效应展开。第一,在贸易规模方面,数字限制措施通过增加双边贸易成本抑制了数字服务产品的进出口(Ferracane and Marel, 2021^[12]; 胡宗彪等, 2024^[13]),数字限制措施的双边相对水平也会对数字贸易产生影响(Nordas, 2016)^[14]。第二,在价值链方面,数字限制措施通过阻碍数据要素的流动和增加中间品贸易成本,对各行业的全球价值链参与产生了显著影响(Ferencz and Gonzales, 2019)^[15]。数字限制措施还会阻碍数字技术的跨境流动,使企业难以通过获得先进技术来提升生产效率,从而阻碍受数字限制措施影响的国家在全球价值链上的地位攀升(陈菁泉等, 2024)^[16]。数字限制措施的相对差异所产生的制度距离,也会对价值链产生负面影响(齐俊妍和李月辉, 2022)^[17]。第三,在出口复杂度方面,数字限制措施既通过集约边际阻碍现有出口产品的质量提升,也通过扩张边际限制新产品的出口,从而抑制出口复杂度的提升(张国峰等, 2022)^[18]。

综上可知,一方面,现有关于数字服务贸易影响因素的研究已较为丰富,但多数是以双边贸易流为研究对象,鲜有学者从整体网络视角展开分析;另一方面,关于数字限制措施的影响效应研究中,大多考察的是数字限制措施的直接效应,少有探讨网络结构在其中发挥的作用。鉴于此,本文基于动态网络视角,使用时间指数随机图模型(TERGM)考察数字限制措施对全球数字服务贸易网络的影响。本文的边际贡献在于:第一,将由数字限制措施所引起的贸易成本嵌入包含网络效应的贸易引力模型中,并通过实证检验此类措施及其衍生的制度差异对全球数字服务贸易网络演化的影响机制;第二,考察网络结构以及经济体在网络中的地位对数字限制措施影响效应的调节作用,发现在政策抑制效应中存在“第三方效应”的叠加作用;第三,细化数字限制措施的影响,考察不同种类数字限制措施的异质性影响。

二、理论分析

本文基于 Bastos 和 Silva (2012)^[19]的思路,引入贸易网络作用的引力模型进行扩展研究。通过纳入数字限制措施的影响,本文构建了一个用于分析数字限制措施如何影响数字服务产品出口的理论模型。该模型的核心思想在于:国家在进行数字服务产品出口时,会面临各种数字限制措施所带来的抑制作用,而其在全球数字服务贸易网络中的网络连接不仅能够促进数字服务贸易网络关系的形成,还能对数字限制措施的抑制效应产生调节作用。基于理论模型的推导结论,本文提出了相应的研究假说,并依据模型框架构建了实证计量模型,以检验假说的有效性。

(一)理论模型

假设 i 国向其他国家出口数字服务产品,目标市场 j 国对其拥有的消费者效用函数为:

$$U_{ij} = \left(\int_{\omega \in \Omega} [net_{ij}(\omega) q_{ij}(\omega)]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} d\omega \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

其中, $q_{ij}(\omega)$ 是指 j 国对来自 i 国的数字服务产品 ω 的需求量, Ω 为产品集合, σ 为产品间替代弹性且 $\sigma > 1$, $net_{ij}(\omega)$ 是 i 国与 j 国通过直接和间接渠道建立数字服务贸易关系过程中形成的网络结构 (Bastos and Silva, 2012)。 $net_{ij}(\omega)$ 的复杂程度反映了两国间建立数字服务贸易关系途径的多样性。增加贸易关系建立的途径, 有利于 i 国获得 j 国消费者偏好信息以降低信息壁垒 (吴群锋和杨汝岱, 2019)^[20], 这能增加 j 国消费者获得 i 国数字服务的概率, 进而提升 j 国消费者的效用。上述将贸易网络结构纳入效用函数的做法, 不仅能更全面地衡量消费者效用水平, 还能体现当前全球数字服务贸易网络化发展的趋势。

求解消费者效用最大化, 得到 i 国向 j 国出口数字服务产品 ω 的收益为:

$$x_{ij}(\omega) = \frac{(P_{ij}(\omega)/net_{ij}(\omega))^{-\theta}}{\int_{c \in \Omega} (P_{ij}(c)/net_{ij}(c))^{-\theta} dc} X_{ij} \quad (2)$$

其中, $P_{ij}(\omega)$ 指 i 国向 j 国出口数字服务产品 ω 的价格, X_{ij} 指 j 国消费者对来自 i 国差异化产品上的总支出, 参数 θ 指代 $\sigma - 1$, 且 $\theta > 0$ 。参考 Melitz (2003)^[21] 的模型设定, 本文假定 i 国生产一单位数字服务产品 ω 需要的生产成本为 $w_i/z_i(\omega)$, 其由 i 国的工资水平 w_i 和生产数字服务产品 ω 时的生产效率 $z_i(\omega)$ 决定, 其中 $z_i(\omega)$ 服从 Frechet 分布。一个国家是否出口数字服务产品, 本质上取决于该国是否具有出口数字服务产品的能力。因此, 本文进一步假定 i 国出口数字服务产品到 j 国需要支付固定成本 F_{ij} 和变动成本 τ_{ij} , 那么 i 国出口数字服务产品 ω 到 j 国的利润最大化函数为:

$$\pi_{ij}(\omega) = \left(P_{ij}(\omega) - \frac{w_i}{z_i(\omega)} \tau_{ij} \right) q_{ij}(\omega) - F_{ij} \quad (3)$$

根据 D-S 模型求解利润最大化函数, 得到 i 国的出口价格为:

$$P_{ij}(\omega) = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{w_i}{z_i(\omega)} \tau_{ij} \quad (4)$$

结合式 (2) 与式 (4) 得出 i 国向 j 国出口数字服务产品 ω 的收益为:

$$x_{ij}(\omega) = [net_{ij}(\omega)]^\theta X_{ij} \left(\frac{w_i \tau_{ij}}{z_i(\omega)} \right)^{-\theta} P_j^\theta \quad (5)$$

其中, P_j 是 j 国国内的价格指数。由式 (5) 可以看出, 数字服务产品出口会受到数字服务贸易的网络结构 $net_{ij}(\omega)$ 和变动成本 τ_{ij} 的影响。由于参数 $\theta > 0$, 故网络结构 $net_{ij}(\omega)$ 会对数字服务产品出口产生正向促进效应, 而变动成本 τ_{ij} 则会对数字服务产品出口产生负向抑制效应。对式 (5) 两边取对数可得:

$$\ln x_{ij} = \theta \ln net_{ij}(\omega) + \ln X_{ij} - \theta \ln \left(\frac{w_i}{z_i(\omega)} \right) - \theta \ln \tau_{ij} + \theta \ln P_j \quad (6)$$

区别于传统贸易理论中以冰山运输成本为核心的变动成本设定, 本文依据数字服务贸易的非物质形态特征, 假定变动成本 τ_{ij} 是由数字限制措施所引起的制度性成本。此外, 在理论模型设定中特别考虑了网络结构的调节机制。由于各国设置制

度壁垒所产生的贸易抑制作用会随跨国生产网络传导到其他国家 (Huang et al., 2023)^[22], i 国和 j 国数字限制措施引起的制度性成本均会通过网络结构产生叠加作用。换言之, i 国和 j 国的数字限制措施对两国间数字服务贸易的抑制效应还可能借由国家间(第三国)联系进行传导(樊海潮等, 2024)^[23]。因此, 本文假定数字服务贸易的变动成本 τ_{ij} 由经济体的数字限制措施 (DC) 和其与数字服务贸易网络结构 [$net_{ij}(\omega)$] 的交互项以及其他成本组成, 其中交互项能够体现网络结构在影响数字服务贸易关系上的调节作用, 公式如下:

$$\ln \tau_{ij} = \alpha_1 DC_i + \alpha_2 DC_i \times net_{ij}(\omega) + \alpha_3 DC_j + \alpha_4 DC_j \times net_{ij}(\omega) + \alpha_5 R_{ij} \quad (7)$$

其中, 系数 α_1 至 α_4 均大于 0, 意味着进出口双方的数字限制措施都会增加制度性成本, 而网络结构会进一步放大这种负面效应。 R_{ij} 则是指由其他因素所引起的贸易成本。式(7)考虑了出口国 i 与目标市场 j 的数字限制措施 (DC) 的影响。进一步将式(7)代入式(6)可以得到:

$$\begin{aligned} \ln x_{ij} = & \theta \ln net_{ij}(\omega) + \ln X_{ij} - \theta \ln \left(\frac{w_i}{z_i(\omega)} \right) - \theta \alpha_1 DC_i - \theta \alpha_2 DC_i \times net_{ij}(\omega) \\ & - \theta \alpha_3 DC_j - \theta \alpha_4 DC_j \times net_{ij}(\omega) - \theta \alpha_5 R_{ij} + \theta \ln P_j \end{aligned} \quad (8)$$

由于 i 国向 j 国出口数字服务产品的决策, 本质上取决于 i 国是否具备向 j 国市场出口数字服务产品 ω 的盈利能力。具体而言, i 国出口数字服务产品 ω 到 j 国的利润为:

$$\pi_{ij}(\omega) = \frac{x_{ij}}{\sigma} - F_{ij} \quad (9)$$

只有当利润 $\pi_{ij}(\omega) > 0$ 时, i 国才会向 j 国出口数字服务产品 ω , 那么 i 国向 j 国出口数字服务产品 ω 的概率如下:

$$P[g_{ij}(\omega) = 1] = P \left[[net_{ij}(\omega)]^\theta X_{ij} \left(\frac{w_i \tau_{ij}}{z_i(\omega)} \right)^{-\theta} P_j^\theta > \sigma F_{ij} \right] \quad (10)$$

其中, $g_{ij(\omega)} = 1$ 表示 i 国与 j 国存在数字服务贸易关系, 上式等价于:

$$P[g_{ij}(\omega) = 1] = P \left[\begin{aligned} & \theta \ln net_{ij}(\omega) + \ln X_{ij} - \theta \ln \left(\frac{w_i}{z_i(\omega)} \right) - \theta \alpha_1 DC_i - \theta \alpha_2 DC_i \times net_{ij}(\omega) \\ & - \theta \alpha_3 DC_j - \theta \alpha_4 DC_j \times net_{ij}(\omega) - \theta \alpha_5 R_{ij} + \theta \ln P_j - \ln(\sigma F_{ij}) > 0 \end{aligned} \right] \quad (11)$$

式(11)说明, 两国间的数字服务贸易网络关系的形成会受到节点间的网络连接以及节点的数字限制措施等因素的影响。具体而言, 数字限制措施会对全球数字服务贸易网络产生抑制作用, 而网络结构虽然会促进数字服务贸易网络的形成, 但同时也会通过“第三方效应”强化数字限制措施的抑制作用。该式是本文实证部分探究数字限制措施对全球数字服务贸易网络产生何种影响的理论依据。

(二) 研究假说

数字限制措施作为各经济体维护数据主权和数字产业安全的重要政策工具,其核心目标在于保护本国的数据安全、知识产权和个人隐私等关键利益。在当前全球数字产业竞争日益加剧的背景下,各经济体为防范具有竞争优势的跨国企业垄断本国数字服务市场,同时培育本土数字服务产业,普遍倾向于实施更为严格的数字限制措施。然而,愈加严格的数字限制措施对数据的跨境流动、数字服务产品的市场准入和信息的共享等会产生不利影响。Ferracane 和 Marel(2019)指出,数字限制措施的严格程度与对数字服务贸易的抑制作用呈现显著的正相关关系。同时,根据理论模型中的式(8),将数字服务产品的出口收益对数字限制措施(DC)求一阶偏导得到:

$$\frac{\partial \ln x_{ij}}{\partial DC_i} = -\theta\alpha_1 - \theta\alpha_2 net_{ij}(\omega) \quad (12)$$

$$\frac{\partial \ln x_{ij}}{\partial DC_j} = -\theta\alpha_3 - \theta\alpha_4 net_{ij}(\omega) \quad (13)$$

不难看出,式(12)与式(13)从理论层面证明经济体的数字限制措施会对全球数字服务贸易网络产生抑制作用,并且这种抑制作用会从进出口两个方面来产生影响。此外,上述两式同时表明网络结构会对节点数字限制措施的抑制效应产生叠加作用。这种网络结构的叠加作用主要与网络中“第三方效应”密切相关:当经济体强化其国内的数字限制措施时,制度壁垒的抑制效应会通过跨国生产网络传导,进而对出口国产生间接的负向溢出效应。这一机制不仅揭示了数字限制措施对贸易网络的直接影响,还强调了网络结构传导及其放大数字限制措施抑制效应的作用。据此,本文提出以下假说。

假说 1: 经济体的数字限制措施会抑制全球数字服务贸易网络的形成。

假说 2: 全球数字服务贸易网络的网络结构会对数字限制措施的抑制效应产生叠加作用。

进一步来看, Snyder 和 Kick(1979)^[24]首次将社会网络分析法引入到国际贸易研究领域,揭示了国际贸易网络存在“中心—半边缘—边缘”的结构特征。这种非对称的网络结构特征在数字服务贸易网络中同样存在(吕延方等, 2021),由此带来的节点网络地位差异对经济体的发展产生了重要影响。刘林青等(2021)还指出国际贸易网络中存在偏好依附效应,具有较多连接关系的“明星经济体”会吸引其他经济体与之建立贸易连接关系。因此,全球数字服务贸易网络中新加入的经济体为了能与“明星经济体”建立数字服务贸易联系,会主动调整国内的数字监管政策,使其与“明星经济体”的相关措施相协调,从而降低制度性摩擦成本。换言之,“明星经济体”凭借其占据的网络核心地位,能够有效缓解数字限制措施对贸易活动的抑制作用,形成“强者愈强”的马太效应。据此,本文提出以下假说。

假说 3: 经济体在全球数字服务贸易网络中地位的提升有助于缓解数字限制措施的抑制作用。

三、研究设计

(一)全球数字服务贸易网络构建方法

本文基于增加值贸易数据构建 2014—2020 年全球数字服务贸易网络^①，以探究该网络的结构特征及演化规律。具体而言，本文以经济体作为节点，以经济体之间的数字服务增加值贸易关系作为边来构建有向网络，用 $G = \{g_{ij}^t\}_{N \times N}$ 表示。其中， g_{ij}^t 表示 G 中的元素，代表网络中节点 i 对节点 j 出口的数字服务增加值贸易关系。在界定数字服务业时，本文参考吕廷方(2021)的研究，选取了四个数字化程度较高的服务业来进行测量，包括：计算机编程、咨询和信息服务活动业，金融和保险服务业，电信业，出版音像和广播活动业。

为了在保留全球数字服务贸易网络最主要信息的同时，简化网络以方便展开研究，本文参考多数学者提取骨干网络结构的方法进行分析(Zhou et al., 2016)^[25]。具体做法是根据二八法则来构建二值网络，仅保留各年网络中双边数字服务增加值贸易流量为前 20%的边，并将此阈值设为 l_t ，超过此阈值的贸易关系定义为 1，其余则为 0，具体如下：

$$g_{ij}^t = \begin{cases} 1, & i \text{ 和 } j \text{ 在 } t \text{ 期的双边数字服务贸易流} \geq l_t \\ 0, & i \text{ 和 } j \text{ 在 } t \text{ 期的双边数字服务贸易流} < l_t \end{cases} \quad (14)$$

其中，增加值贸易规模基于 Johnson 和 Noguera(2012)^[26]提出的分解框架计算得到，具体以满足国外最终需求的国内增加值来衡量。数据来源于 OECD—TiVA 数据库，该数据库包含 1995—2020 年间 45 个行业的投入产出数据。

(二)全球数字服务贸易网络结构特征分析

本文基于 2014—2020 年全球数字服务贸易网络数据，测算了其关键统计特征参数，具体如表 1 所示。

表 1 2014—2020 年全球数字服务贸易网络整体统计特征

年份	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
边数	769	754	764	760	773	771	780
网络密度	0.225	0.220	0.223	0.222	0.226	0.225	0.228
互惠性	0.792	0.800	0.810	0.798	0.798	0.810	0.801
平均路径距离	1.661	1.669	1.674	1.676	1.677	1.690	1.705
网络直径	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	4.000
聚类系数	0.830	0.833	0.839	0.835	0.826	0.828	0.838

①增加值贸易网络能够更准确地反映经济体在网络中获得的实际增加净值。本文根据数据匹配结果，最终选取 59 个存在数字服务贸易关系的经济体作为研究样本。

全球数字服务贸易网络的整体结构呈现出稳中有进的趋势。第一,从网络整体演进来看,网络规模持续扩张,数字服务贸易关系数量由 2014 年的 769 上升至 2020 年的 780,网络密度也从 0.225 上升至 0.228,说明经济体间的数字服务贸易交流频率日益频繁;第二,网络互惠性呈现阶段性变化特征,互惠性指标从 2014 年的最低值 0.792 逐步上升,于 2016 年达到峰值 0.810,此后,受数字限制措施增加的影响,互惠性指标下降,呈现出波动的特征;第三,从网络的集聚程度来看,网络连接效率保持较高水平,平均路径距离在 1.661~1.705 之间,表明各经济体之间可以在平均两步的距离内实现数字服务贸易的联系。然而,受数字限制措施增加的影响,该距离呈现扩大趋势,网络中的节点联系紧密程度正逐渐减小。网络直径稳定在 3.000~4.000 之间,即网络中各经济体间实现数字服务贸易联系的最长路径距离在 4.000 以内,说明网络呈现出小世界的特征,网络中存在一定的区域集聚趋势。聚类系数衡量的是网络中的集聚程度,2014—2016 年的聚类系数总体呈上升趋势,表明集聚程度有所加深。但也需注意到,2016 年后数字限制措施的增加使得网络中的集聚程度减小,聚类系数呈现出波动的特征。

(三) 模型设定

为深入分析数字服务贸易网络形成过程中数字限制措施等外生变量以及网络内生结构的作用,本文基于 2014—2020 年的观测网络数据,构建时间指数随机图模型(TERGM)如下:

$$P(G^t | \theta^t, G^{t-1}) = \left(\frac{1}{c}\right) \exp \sum_{p=1}^q \theta_p \lambda_p(n, X) \quad (15)$$

其中, G^t 、 G^{t-1} 分布表示 t 和 $t-1$ 时期的全球数字服务贸易网络, θ 对应未知参数, $1/c$ 为标准化常数,其确保了所有网络出现的概率之和为 1; q 为模型中变量的数量; $\lambda_p(n, X)$ 为网络统计量,指影响网络关系的变量; θ_p 为待估参数; X 为与网络形成相关的内生与外生变量。在估计方法上,本文采用马尔可夫蒙特卡洛极大似然估计(MCMC-MLE)方法,因其能有效处理社会网络中的复杂结构并解决似然函数计算难题,从而精确估计网络形成机制参数。

(四) 变量与数据来源

1. 因变量

TERGM 中的因变量为全球数字服务贸易网络中数字服务贸易关系存在与否(关系存在即为 1,否则为 0)的概率。

2. 核心解释变量

在全球数字服务贸易网络中,节点经济体的数字限制措施是影响网络关系形成的关键因素。为准确测度这一变量,本文借鉴彭晴等(2024)^[27]的方法,采用 OECD 数据库中的 DSTRI 来衡量各节点的数字限制措施。该指数采用 0~1 标准化设计,数值越接近于 1,表明其数字服务贸易限制措施越严格。

3. 控制变量

本文将经济体的经济发展水平、需求水平、数字技术水平等外生节点变量以及经济体间的协网络属性作为控制变量纳入模型。其中,在节点属性特征变量选取

上，经济发展水平和需求水平分别以国内生产总值和人口规模进行衡量。数字技术水平以 ICT 应用水平来衡量，选取一国每百人固定电话和移动电话数之和、每百万人拥有的个人计算机数以及使用互联网个人占总人口百分比这三方面的数据，基于三者加权平均数的对数来衡量各经济体的 ICT 应用水平。节点属性特征变量的数据均来源于世界银行数据库。在节点间协网络属性的选取上，本文在模型中考虑了节点间地理距离、是否隶属同一大洲、殖民关系以及是否签署自由贸易协定的影响，数据均来源于 CEPII 数据库。

4. 网络内生结构变量

前文分析提到，网络结构会影响贸易网络关系的形成。考虑到该影响效应，本文在模型中考虑了以下网络内生结构变量：一是边，该变量表示数字服务贸易网络中的边变量，其作用相当于线性回归模型中的常数项；二是互惠性，该变量衡量贸易关系的对称性程度，即经济体在接收数字服务贸易后回馈贸易关系的倾向性；三是聚敛性，本文以几何加权出度和入度来衡量，该变量刻画了网络连接的集中化趋势；四是传递闭合性，也称为几何加权边共享伙伴，检验的是网络中的三角结构，反映了两个经济体通过第三方建立数字服务贸易关系的可能性。

四、实证结果及分析

(一) 基准模型的估计结果分析

基准模型估计结果如表 2 所示，模型 1—模型 4 展示了逐步加入变量后的估计结果。本文将加入所有变量的模型 4 作为基准回归模型展开具体分析。

表 2 TERNM 估计结果

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
<i>DSTRl. s</i>	-3. 984 *** (0. 212)	-6. 015 *** (0. 251)	-5. 810 *** (0. 278)	-3. 391 *** (0. 336)
<i>DSTRl. r</i>		-5. 031 *** (0. 241)	-4. 629 *** (0. 266)	-1. 375 *** (0. 293)
其他发送者属性	是	是	是	是
其他接收者属性	否	是	是	是
协网络属性	否	否	是	是
内生结构属性	否	否	否	是
样本量	23 954	23 954	23 954	23 954

注：括号内为标准误；*、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平上显著；下表同。

在节点属性方面，数字限制措施对全球数字服务贸易网络中的关系形成具有显著的双重抑制效应。发送方数字限制措施 (*DSTRl. s*) 和接收方数字限制措施 (*DSTRl. r*) 的估计系数均显著为负，说明出口方和进口方的数字限制措施都会对全球数字服务贸易中的关系形成产生抑制效应。具体而言，企业在出口数字服务产品

时会面临母国的数据本地化要求以及跨境数据传输限制等政策约束。这些政策通常要求企业将部分数据储存在境内或对跨境数据传输进行审批，从而降低了服务效率。此外，数字服务产品在进入目标市场时，东道国与母国的法规差异会使企业面临双重合规成本。同时，进口方基于数据安全考虑还会设置额外的贸易障碍。因此，数字限制措施会在出口和进口两个方面对数字服务贸易关系的形成产生抑制作用，即假说 1 得证。进一步，本文分别采用拟合优度诊断方法和 ROC 检验方法对网络特征指标与模型的拟合效果进行检验，结果表明模型 4 的总体估计效果较好。

(二) 稳健性检验

本文采用替换核心变量、替换估计方法以及调整样本时间选取方法进行稳健性检验，结果见表 3。第一，本文将经济体之间的数字限制措施差异定义为数字制度距离，并利用 OECD 数据库中的数字服务贸易监管政策差异性指数来衡量节点间的数字制度距离 (*DSTRIH*)，构造协网络属性变量来进行稳健性检验，实证结果见第(1)列；第二，将估计方法替换为极大似然估计法(MPLE)，实证结果见第(2)列；第三，本文分别选取样本时间内的偶数年 and 奇数年进行实证估计，估计方法与基准回归一致，实证结果分别见第(3)、(4)列。以上稳健性检验结果表明，基准模型估计结果依然成立。

表 3 稳健性检验

变量	替换核心变量	替换估计方式	偶数年	奇数年
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DSTRIH</i>	-2.579 *** (0.173)			
<i>DSTRI.s</i>		-3.362 *** (0.565)	-3.321 *** (0.436)	-3.509 *** (0.518)
<i>DSTRI.r</i>		-1.635 *** (0.398)	-1.435 *** (0.388)	-1.288 *** (0.458)
其他发送者属性	是	是	是	是
其他接收者属性	是	是	是	是
其他协网络属性	是	是	是	是
内生结构属性	是	是	是	是
样本量	23 954	23 954	13 688	10 266

(三) 多重共线性检验

如果 TERGM 模型中存在多重共线性问题，那么实证结果中的方差和系数估计可能会产生偏差。为了确保基准回归结果不受多重共线性的干扰，根据 Duxbury (2021)^[28]的做法，本文以样本期内最新的 2020 年数据为基础，进行多重共线性检验。一般而言，当方差膨胀因子(VIF)大于 20 时就可以认为存在多重共线性，而 VIF 超过 100 时则共线性问题较为严重。检验结果显示，所有变量的 VIF 都处于 1~6 之间，说明本文的模型设定不存在多重共线性问题。

五、进一步拓展分析

(一) 机制分析

由前文分析可知，数字限制措施除了能直接降低节点间形成数字服务贸易关系的概率外，还会通过复杂网络结构中的“第三方效应”进一步增强这种抑制作用。据此，本文参考张天顶和龚同(2023)^[29]的方法，通过计算两组包含不同变量的 ERGM 的总体、直接以及间接平均边际效用，分析网络内生结构变量对主效应变量的影响。本文基于 2020 年的 ERGM，根据是否包含网络内生结构设立两组模型，即一组模型包含网络内生结构变量，另一组模型则不包含网络内生结构变量。

如表 4 所示，总效应为包含所有变量(包括网络内生结构变量)模型下主效应变量平均边际效应的估计结果，直接效应为不包含网络内生结构变量模型下主效应变量平均边际效应的估计结果。主效应变量通过网络内生结构变量变化所间接产生的边际效应变化即为间接效应，该效应由总效应和直接效应之差得到。以间接效应占总效应比重为基础得到的变化比例，反映的是不考虑内生网络结构变量影响下主效应变量产生边际效应的损失程度。表 4 结果显示，*DSTRI.s* 和 *DSTRI.r* 的间接效应系数均显著为负，表明网络内生结构会通过“第三方效应”放大数字限制措施的负面影响。具体来看，变化比例分别为-51.56%和-73.97%，表明在考虑网络内生结构的影响后，数字限制措施的抑制效应显著增强。可见，当经济体加强数字限制措施时，不仅会直接影响双边贸易伙伴，还会通过网络结构中的其他经济体使抑制效应产生叠加作用。至此可知，数字限制措施的抑制作用会因网络内生结构引起的“第三方效应”得到进一步增强，即假说 2 得以验证。

表 4 机制检验结果

主效应	总效应	直接效应	间接效应	变化比例
<i>DSTRI.s</i>	-0.285 *** (0.061)	-0.138 *** (0.049)	-0.147 * (0.081)	-51.56%
<i>DSTRI.r</i>	-0.250 *** (0.059)	-0.065 (0.043)	-0.185 ** (0.073)	-73.97%
其他发送者属性	是	是	是	
其他接收者属性	是	是	是	
协网络属性	是	是	是	

(二) 异质性分析

1. 基于网络地位的异质性分析

积极提升在贸易网络中的地位，对于进一步促进数字服务贸易的发展具有重要意义。本文通过对网络地位的异质性分析，来验证网络地位攀升对缓解数字限制措施存在的积极作用。具体而言，本文参考杨连星等(2025)^[30]区分网络节点位置的做法，将样本内每年点强度位于前 50% 的经济体定义为核心经济体，其他则为非

核心经济体。由于点强度不仅衡量了节点的连接边数，而且还考虑了每个节点间的连接边的权重，因此该指标较好地反映出节点在网络结构中的地位。在此基础上，本文分别构建了 *DSTRI.s*、*DSTRI.r* 和核心经济体 (*Core*)、非核心经济体 (*Non_core*) 的交互项。表 5 的估计结果显示，数字限制措施对核心经济体而言显著缓解了双向抑制效应，而对非核心经济体而言则显著增强了双向抑制效应。上述结果折射出网络内生结构的深层作用机制，即核心经济体凭借其网络枢纽地位形成的“政策引力”，能够促使外围经济体主动调整制度框架以降低制度距离。

表 5 基于网络地位的异质性分析

变量	(1)	(2)
<i>DSTRI.s</i> × <i>Core</i>	1.055 *** (0.162)	
<i>DSTRI.s</i> × <i>Non_core</i>		-5.014 *** (0.277)
<i>DSTRI.r</i> × <i>Core</i>	0.472 *** (0.157)	
<i>DSTRI.r</i> × <i>Non_core</i>		-2.066 *** (0.246)
其他发送者属性	是	是
其他接收者属性	是	是
协网络属性	是	是
内生结构属性	是	是
样本量	23 954	23 954

正如刘林青等(2021)所指出的，国际贸易网络存在显著的偏好依附效应，新进入节点倾向于与高连接度核心节点建立联系。而且核心经济体通常拥有较强的数字技术能力和完善的法律法规体系，其数字限制措施常以规范市场秩序、保护数据安全为目标，而非单纯限制贸易。因此，这些措施在实施过程中可能更注重平衡、安全与效率，从而降低了其对贸易的负面影响。对于非核心经济体而言，由于数字限制措施多以保护本国市场、限制外部竞争为主要目标，从而对数字服务贸易产生了较强的抑制作用。此外，非核心经济体在全球数字服务贸易网络中的话语权较弱，难以通过多边或双边谈判缩短数字制度距离，进一步加剧了数字限制措施的负面影响。至此，可以认为数字限制措施对数字服务贸易网络的抑制作用，会随着经济体在网络中地位的提升而得到缓解，即假说 3 得证。这在一定程度上说明，中国坚持走向网络中心地位，将会对数字服务贸易的发展产生积极作用。

2. 基于数字限制措施层面的异质性

在前文的分析中，本文对数字限制措施总体在数字服务贸易网络关系的形成中所产生的影响进行了深入研究。由于数字限制措施可以细分为多个类别，本文参考 OECD 的划分，将数字限制措施划分为电子交易 (*Electronic*)、基础设施与连通性 (*Infrastructure*)、知识产权 (*Intellectual*)、支付体系 (*Payment*) 和其他限制措施

(*Other*) 五类。为了研究不同类别的数字限制措施在数字服务贸易网络形成过程中所产生的异质性影响, 本文根据 OECD—DSTRI 数据库的数据, 分别以不同种类的数字限制措施代替基准模型中的变量 *DSTRI* 来进行回归估计, 结果如表 6 所示。

表 6 基于数字限制措施层面的异质性分析

条件变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>Electronic</i>	<i>Infrastructure</i>	<i>Intellectual</i>	<i>Payment</i>	<i>Other</i>
<i>DSTRI. s</i>	2. 765 * (1. 634)	-3. 145 *** (0. 340)	-18. 530 *** (3. 326)	-6. 872 *** (2. 001)	-8. 433 *** (1. 243)
<i>DSTRI. r</i>	-4. 113 ** (1. 695)	-0. 902 *** (0. 315)	9. 744 *** (3. 135)	-11. 826 *** (2. 042)	-10. 106 *** (1. 184)
其他发送者属性	是	是	是	是	是
其他接收者属性	是	是	是	是	是
协网络属性	是	是	是	是	是
内生结构属性	是	是	是	是	是
样本量	23 954	23 954	23 954	23 954	23 954

第一, 电子交易 (*Electronic*) 类限制措施的影响具有非对称性。发送方的系数显著为正, 而接收方的系数显著为负, 表明接收方的电子交易规则存在显著抑制效应, 但发送方的相关规则反而起到了一定的促进作用。究其原因, 各经济体的电子交易规则, 涉及电子商务活动许可证发放等内容, 在不同程度上影响国外企业获得非歧视性待遇。这会对国内的数字服务产品进口产生一定抑制作用。同时, 上述交易规则会降低国内企业面临的外部竞争压力, 从而对数字服务贸易出口起到一定的促进作用。

第二, 基础设施与连通性 (*Infrastructure*) 类限制措施的双向抑制效应突出。发送方与接收方的估计系数都显著为负, 说明二者的基础设施与连通性均不利于数字服务贸易关系的形成, 并且发送方在该方面的抑制效应大于接收方。由于基础设施与连通性主要衡量各经济体的跨境数据流动与数据本地化要求, 所以该结果反映出发送方在数据和信息流动的管制上具有更大力度。

第三, 知识产权 (*Intellectual*) 类限制措施呈现出不同的影响, 具体表现为发送方的系数显著为负, 而接收方的系数显著为正。可能的解释是, 一方面, 随着各经济体知识产权法规的完善, 发送方的知识产权规则增加了企业跨境合作的交易成本; 另一方面, 接收方通过强化知识产权保护, 降低了数字服务产品的市场风险与法律不确定性, 从而提升了对外部服务供给的接纳意愿。这反映了知识产权规则在出口端与进口端的不同政策目标导向。

第四, 支付体系 (*Payment*) 类限制措施与其他限制措施 (*Other*) 的抑制效应具有接收方主导特征。在这两类措施下, 发送方与接收方的限制均显著抑制了贸易网络的形成, 但接收方的作用更强。支付体系规则 (如跨境支付审批或货币兑换限制) 直接关联服务交易的终端结算, 接收方对此类规则的严格把控可能通过增加交

易摩擦、延长资金周转周期,显著削弱进口需求。其他限制措施(如内容审查或隐私保护要求)则可能通过提高市场准入门槛,进一步强化接收方的贸易壁垒效应。

六、结论与政策建议

本文基于 2014—2020 年增加值贸易数据构建了全球数字服务贸易网络,并运用 TERGM 方法分析了数字限制措施对全球数字服务贸易网络的影响。研究结果表明:第一,经济体的数字限制措施显著抑制了全球数字服务贸易网络中的关系形成,无论是出口国还是进口国的数字限制措施,均产生了显著的抑制效应;第二,网络内生结构会通过“第三方效应”的叠加作用放大政策壁垒的抑制效应,网络中的互惠性、聚敛性和传递闭合性等结构特征能够通过增强经济体之间的贸易联系,使数字限制措施的抑制效应在网络中传导,进而放大其对数字服务贸易网络的抑制作用,但节点网络地位的提升则可增强抵御制度约束的能力;第三,异质性分析显示,由于数字限制措施的政策目标和实施方式在不同领域存在差异,不同种类的数字限制措施对数字服务贸易网络的影响具有明显的异质性。基于以上结论,本文的政策建议如下。

首先,对接国际高标准数字贸易规则,合理降低数字限制措施水平。根据 OECD 提供的 DSTRI 数据不难发现,出于国家安全等考虑,发展中经济体的数字限制措施水平较发达经济体而言仍相对较高,这并不利于本国乃至全球数字服务贸易发展。对此,中国可以将自由贸易试验区建设作为发展契机,通过主动对接国际高标准规则,积极且合理地降低数字限制措施水平。以中国(上海)自由贸易试验区为例,其通过规范数据跨境流动等方面的先行先试,主动对接国际高标准数字贸易规则,相关经验可向其他试验区进行复制推广。在确保国家安全的前提下,积极推动中国数字限制措施水平的合理下降,为发展数字服务贸易提供政策空间。

其次,借助多边合作机制,提高全球数字服务贸易网络地位。《中国数字贸易发展报告 2024》提供的数据显示,中国自 2018 年以来已连续 6 年实现可数字化交付服务的贸易顺差,足以体现出中国数字服务贸易发展正处于上升阶段。未来中国应进一步借助多边合作机制,拓宽数字服务贸易合作范围以提升发展地位。党的二十届三中全会提出加强数字经济等领域的多边合作平台建设。对此,中国在搭建数字经济多边合作平台时可在技术共享、人才流动、资金支持等方面发力,加大与共建国家的数字服务贸易往来,通过提升贸易网络地位缓解数字限制措施带来的负面影响。此外,多边合作机制能够对中国减少与发达经济体的经贸摩擦产生积极作用,有助于削弱网络内生结构引起的“第三方效应”以提高发展韧性。

最后,精准识别和利用差异化的数字限制措施,采取针对性的应对措施。本文异质性分析结果表明,不同种类的数字限制措施对数字服务贸易网络的影响存在差异。一方面,需精准识别各贸易伙伴在电子交易、基础设施与连通性、支付体系等方面的限制措施,通过双边和多边谈判等方式针对性地缓解面临的限制。对此,自由贸易区谈判将会是实现上述发展目标的重要途径。2025 年 10 月 28 日,中国与东盟签署中国—东盟自贸区 3.0 版升级议定书,新增包括数字经济在内的五个领

域,无疑将对未来双方减少数字限制措施乃至扩大数字服务贸易产生积极影响。此外,还可利用适度的电子交易类限制措施以及贸易伙伴知识产权保护措施,为本国企业的数字服务出口提供支持。

[参考文献]

- [1] 吕延方,方若楠,王冬. 全球数字服务贸易网络的拓扑结构特征及影响机制 [J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38 (10): 128-147.
- [2] DE BENEDICTIS L S, NENCI G, SANTONI L, et al. Network Analysis of World Trade Using the BACI-CEPII Dataset [J]. Global Economic Journal, 2014, 14 (3-4): 287-343.
- [3] 刘林青,闫小斐,杨理斯,等. 国际贸易依赖网络的演化及内生机制研究 [J]. 中国工业经济, 2021 (2): 98-116.
- [4] 韩剑,蔡继伟,许亚云. 数字贸易谈判与规则竞争——基于区域贸易协定文本量化的研究 [J]. 中国工业经济, 2019 (11): 117-135.
- [5] LUONG T, NGUYEN D K. Special Issue: International Trade and Business in the Age of Digital Transformations [J]. The Singapore Economic Review, 2021, 66 (4): 969-972.
- [6] OBASHI A, KIMURA F. New Developments in International Production Networks: Impact of Digital Technologies [J]. Asian Economic Journal, 2021, 35 (2): 115-141.
- [7] 刘斌,甄洋,李小帆. 规制融合对数字贸易的影响: 基于 WIOD 数字内容行业的检验 [J]. 世界经济, 2021, 44 (7): 3-28.
- [8] SUH J, ROH J. The Effects of Digital Trade Policies on Digital Trade [J]. The World Economy, 2023, 46 (8): 2383-2407.
- [9] 龚同,张天顶. 区域贸易协定数字贸易规则如何影响数字服务增加值贸易——基于规则网络结构权力的研究 [J]. 国际贸易问题, 2023 (11): 40-56.
- [10] 刘洪愧,杨晨旭. 数字贸易壁垒的分类、测算框架与国际比较 [J]. 齐鲁学刊, 2024 (1): 122-138.
- [11] 王岚. 数字贸易壁垒的内涵、测度与国际治理 [J]. 国际经贸探索, 2021, 37 (11): 85-100.
- [12] FERRACANE M F, MAREL E V D. Do Data Policy Restrictions Inhibit Trade in Services? [J]. Review of World Economics, 2021 (157): 727-776.
- [13] 胡宗彪,秦源良,李新. 数据跨境流动限制如何影响国际服务贸易成本——基于跨国服务业分行业数据的分析 [J]. 国际贸易问题, 2024 (11): 87-105.
- [14] NORDAS H K. Services Trade Restrictiveness Index (STRI): The Trade Effect of Regulatory Differences [R]. OECD Trade Policy Papers, 2016, 175.
- [15] FERENCZ J, GONZALES F. Barriers to Trade in Digitally Enabled Services in the G20 [R]. OECD Trade Policy Papers, 2019, 232.
- [16] 陈菁泉,陈雪纯,马晓君,等. 数字贸易壁垒对全球价值链攀升的影响 [J]. 国际经贸探索, 2024, 40 (7): 56-71.
- [17] 齐俊妍,李月辉. 数字服务贸易监管异质性对双边价值链关联的影响——基于数字服务行业的实证研究 [J]. 国际贸易问题, 2022 (12): 20-37.
- [18] 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.
- [19] BASTOS P, SILVA J. Networks, Firms, and Trade [J]. Journal of International Economics, 2012, 87 (2): 352-364.
- [20] 吴群锋,杨汝岱. 网络与贸易: 一个扩展引力模型研究框架 [J]. 经济研究, 2019, 54 (2): 84-101.
- [21] MELITZ M J. The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity [J]. Econometrica, 2003, 71 (6): 1695-1725.

- [22] HUANG Y, LIN C, LIU S, et al. Trade Networks and Firm Value: Evidence from the US-China Trade War [J]. *Journal of International Economics*, 2023 (145): 103811.
- [23] 樊海潮, 丁关祖, 张丽娜. 外部经贸冲击、国内要素流动与中国经济增长 [J]. *经济研究*, 2024, 59 (7): 151-169.
- [24] SNYDER D, KICK E L. Structural Position in the World System and Economic Growth, 1955-1970: A Multiple-Network Analysis of Transnational Interactions [J]. *American Journal of Sociology*, 1979, 84 (5): 1096-1126.
- [25] ZHOU M, WU G, XU H L. Structure and Formation of Top Networks in International Trade, 2001-2010 [J]. *Social Networks*, 2016 (44): 9-21.
- [26] JOHNSON R C, NOGUERA G. Accounting for Intermediates: Production Sharing and Trade in Value Added [J]. *Journal of International Economics*, 2012, 86 (2): 224-236.
- [27] 彭晴, 高凡, 李杰. 看不见的数字屏障: 数字服务贸易壁垒与全球跨国并购 [J]. *中国工业经济*, 2024 (9): 43-61.
- [28] DUXBURY S W. Diagnosing Multicollinearity in Exponential Random Graph Models [J]. *Sociological Methods & Research*, 2021, 50 (2): 491-530.
- [29] 张天顶, 龚同. “数字鸿沟”对 RTA 数字贸易规则网络发展的影响: 从“信息鸿沟”到治理壁垒 [J]. *中国工业经济*, 2023 (10): 80-98.
- [30] 杨连星, 张梅兰, 李茂林. 自由贸易协定网络关系与其深化动因 [J]. *世界经济*, 2025, 48 (4): 3-27.

The Impact of Digital Restrictive Measures on Global Trade Networks in Digital Services

PAN An LIN Binqiang DAI Ling

Abstract: Digital services trade has emerged as a fundamental manifestation of the international division of labor in the digital economy era, yet its network-driven development is increasingly constrained by the proliferation of digital restrictive measures worldwide. Drawing on global value-added data in digital services trade from 2014 to 2020, this paper employs a temporal exponential random graph model (TERGM) to systematically analyze how digital restrictions dynamically shape trade network formation, from the dual perspectives of macro-network structures and micro-level node interaction mechanisms. Three key findings emerge. First, digital restrictive measures and the institutional distances they generate significantly inhibit the formation of ties within global digital services trade networks, and this suppressive effect consistently appears in both directions of cross-border relationships. Second, the endogenous structure of the network amplifies policy barriers through the superimposition of “third-party effects”, whereas stronger nodal network positions enhance the resilience of network actors to institutional constraints. Third, substantial heterogeneity exists across different categories of digital restrictions in terms of their effects on network formation. These findings offer theoretical insights and policy implications for optimizing global digital-governance frameworks and enhancing the resilience of China’s digital services trade development.

Keywords: Digital Restrictive Measures; Digital Services Trade Network; Trade in Value-added; Temporal Exponential Random Graph Model

(责任编辑 王 瀛)