

国际直接投资收益网络特征与影响因素

——基于全球价值链视角

李 磊 路 优

摘要：本文使用经济合作与发展组织的 AMNE 数据库构建 2000—2020 年对外直接投资 (OFDI) 收益网络 and 外商直接投资 (IFDI) 收益网络，分析了 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的特征，并使用 TERGM 方法探究 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络形成的内生影响因素和外生影响因素。研究发现：第一，2000—2020 年，OFDI 收益主要被美国等发达经济体获取，中国在引进外资的过程中获得了大量收益；第二，OFDI 收益网络的韧性弱于 IFDI 收益网络；第三，OFDI 和 IFDI 收益网络形成互惠关系、闭合的传递性结构的倾向较强，形成开放的传递性结构、延迟互惠关系的倾向较弱，在具有稳定性的同时存在中断的风险；第四，国际直接投资收益更倾向于在经济发展水平和制度质量相近的经济体之间流动，经济发展水平、贸易依存度促使经济体获得 OFDI 收益和 IFDI 收益，共同语言网络、双边投资协定也促进了 OFDI 收益和 IFDI 收益的流动。本研究为深化外商投资和对外投资管理体制、促进高水平对外开放提供了政策启示。

关键词：国际直接投资收益网络；对外直接投资；外商直接投资；TERGM 模型

[中图分类号] F740.6 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670(2026)01-0156-19

引 言

国际直接投资作为经济全球化的重要形式，推动了生产要素在全球范围内的流动和配置，使得各国能够更加灵活地参与全球分工体系。各经济体既可以通过贸易参与全球价值链 (Global Value Chain, GVC)，也可以通过对外直接投资 (Outward Foreign Direct Investment, OFDI) 将资本、技术等要素与东道国的劳动力等要素结合，参与全球生产网络 (段玉婉和蔡龙飞，2022^[1]；祝坤福等，2022^[2])。在此过程中，国际直接投资活动日益呈现网络化特征 (杨文龙和杜德斌，2018)^[3]。然而，近年来，在地缘政治风险、贸易摩擦、公共卫生事件等影响之下，国际直接投资活

[收稿日期] 2025-02-23

[基金项目] 国家社会科学基金重大项目“全球产业智能化对我国供应链安全的影响及对策研究”(22&ZD097)

[作者信息] 李磊：南开大学跨国公司研究中心教授；路优 (通讯作者)：南开大学经济学院博士研究生，电子邮箱 luyou3073@163.com

动有所放缓。2024 年,全球直接投资流量下降了 11%,中国的外商直接投资(Inward Foreign Direct Investment, IFDI)流入量较 2023 年下降了 29%,中国的 OFDI 流量较 2023 年下降了 8%(UNCTAD, 2025)^[4]。对此,中国采取了一系列措施来提升贸易投资合作质量和水平。例如,2024 年 7 月党的二十届三中全会提出“深化外商投资和对外投资管理体制改革”,2025 年 10 月党的二十届四中全会强调“拓展双向投资合作空间”。

各国从 OFDI 和 IFDI 活动中获得的收益同样值得重视。长期以来,跨国企业的生产占全球产出的比例在 6%以上,在全球生产网络中的贸易额约占全球贸易额的 80%(UNCTAD, 2024)^[5]。但随着国际直接投资活动的减缓,其收益也有所下降。2024 年,全球 IFDI 收益下降至 33 410 亿美元,OFDI 收益则下降至 31 990 亿美元,IFDI 收益率和 OFDI 收益率分别下降到 7.4%和 7.5%(UNCTAD, 2025)。随着国际直接投资活动的网络化,各国在国际分工中的收益需要重新评估。然而,已有研究多测算特定经济体的投资收益或部分经济体间的投资收益(段玉婉和蔡龙飞, 2022;郭雪凡和祝坤福, 2022^[6]),未能反映国际直接投资网络化趋势,且未能深入探究国际直接投资收益的影响因素。因此,研究全球价值链视角下国际直接投资收益网络及其影响因素,有助于评估当前国际直接投资的效益,为拓展双向投资合作空间、深化相关体制改革提供启示。

本文使用经济合作与发展组织(OECD)发布的跨国企业活动(AMNE)数据库,从全球价值链视角出发,构建 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络,考察网络特征,并使用时序指数随机图模型(Temporal Exponential Random Graph Model, TERGM)考察网络的内生与外生影响因素,从而为深化外商投资和对外投资管理体制、促进高水平对外开放提供政策启示。与已有研究相比,本文可能的边际贡献如下:第一,本文同时计算了各国 OFDI 收益和 IFDI 收益。已有文献多计算一国 OFDI 的收益,较少测算 IFDI 收益。本文利用区分内资企业和外资企业的 GVC 核算框架计算了 IFDI 收益在经济体之间的分配。第二,本文从复杂网络视角考察国际直接投资收益,构建了 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络。已有文献在计算国际直接投资收益时多基于特定经济体的视角,较少从复杂网络视角进行分析。第三,拓展了国际直接投资收益影响因素方面的研究。已有文献测算国际直接投资收益的落脚点多为计算贸易差额、属权增加值等变量,而考察国际直接投资收益网络内生和外生影响因素方面的研究较少。鉴于此,本文运用时序指数随机图模型和可分离的时序指数随机图模型(Separable Temporal Exponential Random Graph Model, STERGM)方法,深入探究国际直接投资收益网络的内生和外生影响因素。

一、文献综述

当前,国际直接投资领域的文献数量丰富,但多集中于国际直接投资活动本身的研究。国际直接投资本身代表的更多是投入,其收益也同样值得关注。部分文献关注了中国的 OFDI 收益(陆书哲, 2017^[7];李育等, 2024^[8];苏莉和魏浩, 2024^[9])

和在华外资收益(张彩云等, 2020^[10]; 白俊红和吕晓红, 2017^[11])。在此基础上, 也有学者计算了贸易中隐含的要素属权收入, 但侧重于从整体上计算中国、美国等特定经济体的 OFDI 收益和 IFDI 收益(Ma et al., 2015^[12]; Xing, 2020^[13]; 周琢和祝坤福, 2020^[14]; Duan et al., 2021^[15]), 或中美等特定经济体间的投资收益(李鑫茹等, 2018)^[16]。随着 GVC 分工体系的发展, 外资企业和内资企业在生产活动上存在系统性差异, 传统的 GVC 核算框架忽视了跨国企业的作用。有学者注意到了这一事实, 基于 GVC 视角重新核算了跨国企业的投资收益。Wang 等(2021)^[17]、祝坤福等(2022)将企业所有权异质性纳入 GVC 核算框架, 考察了全球范围内跨国公司的投资收益。但更多的研究仍将 OFDI 收益用于计算国民收入、双边贸易差额、属权增加值等变量(李鑫茹等, 2021^[18]; Meng et al., 2022^[19]; 陈全润和贾怀勤, 2023^[20]; 邢予青等, 2023^[21]), 对国际直接投资收益本身并未投入更多的关注。尽管少数文献构建了投资收益转移矩阵(郭雪凡和祝坤福, 2022), 但仅计算中美跨国企业投资收益, 并未从网络视角考察国际直接投资收益的分配。而且, 已有文献侧重于计算 OFDI 收益, 考察 IFDI 收益的文献偏少。

多数文献侧重于计算国际直接投资收益, 而较少研究国际直接投资收益的影响因素, 从复杂网络视角进行分析的文献更少。王轩等(2024)^[22]、Lu 和 Wang(2024)^[23]发现中国的税收优惠促进了在华外资企业的利润转移, 但未从复杂网络视角进行研究。多数文献着重考察跨国直接投资网络的特征(李文韬等, 2023^[24]; 杨文龙和杜德斌, 2018; 程成等, 2024^[25]; Damgaard et al., 2024^[26]), 探究 GDP、对外开放程度、国家竞争力等外生因素的影响(Bolívar et al., 2019^[27]; Arif et al., 2021^[28])。近年来兴起的指数随机图模型(Exponential Random Graph Model, ERGM)、时序指数随机图模型、可分离的时序指数随机图模型等复杂网络统计方法, 考察了网络形成的内生和外生影响机制, 放松了传统线性回归模型中网络关系之间相互独立的假设, 在一定程度上解决了内生性问题(Lusher et al., 2013)^[29], 被运用于国际直接投资网络分析(杨文龙和杜德斌, 2018; 程成等, 2024)。但当前针对国际直接投资收益网络的内生和外生影响因素的分析较为匮乏。

二、研究方法与数据来源

(一) 国际直接投资收益网络构建

首先, 本文参考祝坤福等(2022)的方法计算 OFDI 收益和 IFDI 收益^①。基于数据的可得性, 本文构建了 2000—2020 年全球 76 个经济体的 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络。由于后文使用的 TERGM 方法仅能够考察二值网络的演化机制, 因而需要对 OFDI(IFDI)收益网络进行二值化处理。为了排除金额微小的 OFDI(IFDI)收益网络关系对估计结果的干扰, 本文参考王群勇和苗培(2024)^[30]的做法, 将 OFDI(IFDI)收益网络的阈值均设定为 1 亿美元。具体而言, 在 OFDI(IFDI)收益网络中,

^①限于篇幅, OFDI 收益和 IFDI 收益的具体测算方法未列出, 可登录对外经济贸易大学学术刊物部网站“刊文补充数据查询”栏目查阅、下载。

向量 $V_i = [v_i]$ ($i = 1, 2, \dots, 76$) 表示流出 OFDI (IFDI) 收益的经济体集合, 向量 $V_j = [v_j]$ ($j = 1, 2, \dots, 76$) 表示接收 OFDI (IFDI) 收益的经济体集合; 邻接矩阵 $A = [a_{ij}]$ 表示 OFDI (IFDI) 收益在不同经济体之间的流动, 当经济体 j 从经济体 i 获得的 OFDI (IFDI) 收益大于 1 亿美元时, $a_{ij} = 1$, 否则 $a_{ij} = 0$ 。经过二值化处理的 OFDI (IFDI) 收益网络能够涵盖 95% 以上的 OFDI (IFDI) 收益额, 具有较好的代表性。

(二) 整体层面的网络指标

本文选取全局网络效率、网络密度、互惠性和平均聚类系数等指标, 从整体上衡量 OFDI (IFDI) 收益网络的特征。全局网络效率描述网络内部资源传输的能力, 其值越高表明节点传输过程中损耗的资源越少。网络密度描述了网络节点之间关系的紧密性, 其值越高表明网络关系越紧密。互惠性描述了有向网络中节点对之间的双向关系, 其值越高表明节点之间更倾向于产生双向联系。平均聚类系数描述了节点与其相邻节点的紧密程度, 其值越高表明节点形成小团体的倾向越强。具体公式详见吕越等(2023)^[31]、Yu 等(2023)^[32]的研究。

(三) 网络节点中心度指标

本文选取入度、中介中心度、接近中心度和 PageRank 中心度等网络节点中心度指标。其中, 入度为 OFDI (IFDI) 收益流入关系的数量, 其值越高表明该经济体在 OFDI (IFDI) 活动中获得收益的能力更强。中介中心度刻画了经济体在 OFDI (IFDI) 收益流动中的桥梁作用, 以通过该经济体的最短路径数量衡量, 其值越高表明该节点在其他节点的 OFDI (IFDI) 收益流动中承担桥梁作用。接近中心度衡量节点与网络其他节点的接近程度, 其值越高表明节点与其他节点的距离越小。PageRank 中心度既反映了经济体在 OFDI (IFDI) 收益网络中的地位, 同时反映了经济体继续同其他经济体发生 OFDI (IFDI) 收益流动关系的能力。为了排除网络规模变化对中心度的影响, 本文对入度、中介中心度和接近中心度进行标准化处理。具体公式详见吕越等(2023)、Yu 等(2023)、Newman(2004)^[33]的研究。

(四) 网络韧性指标构建

网络韧性评估常见的一种方法是中断模拟方法, 即模拟针对网络的攻击, 综合考察网络受到攻击后相关指标的变化。本文参考路优(2025)^[34]的思路, 依据特定规则使得网络节点失效, 然后根据特定规则恢复失效的节点和边, 在此过程中考察网络效率的变化, 从而评估 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络韧性。下面对所需指标进行评估。

在网络的扰动阶段, 网络在 t_d 时刻受到外部冲击, 网络效率在 t_r 时刻降到最低点。鲁棒性 R 体现了网络承受外部冲击的能力极限, 如式(1)所示。变化率 ROC_{DS} 衡量了扰动阶段网络效率下降的速率, 以扰动阶段曲线的斜率衡量, 如式(2)所示。

$$R = \min \{ NE(t) \}, t_d < t < t_{rs} \quad (1)$$

$$ROC_{DS} = \frac{NE(t) - NE(t - \Delta t)}{\Delta t}, t_d < t < t_r \quad (2)$$

其中, $NE(t)$ 表示网络效率; t_{rs} 表示网络恢复稳定的时刻; Δt 表示时间的变化量。

单位网络韧性损失 $UTLONE_{DS}$ 衡量了网络抵御冲击的能力, 如公式(3)所示。

$$UTLONE_{DS} = \frac{\int_{t_d}^{t_r} (NE(t_0) - NE(t)) dt}{(t_r - t_d)} \quad (3)$$

在网络的恢复阶段, 网络效率从最低点逐步恢复。恢复阶段的变化率 ROC_{RS} 和单位网络韧性损失 $UTLONE_{RS}$ 的公式为:

$$ROC_{RS} = \frac{NE(t) - NE(t - \Delta t)}{\Delta t}, \quad t_r < t < t_{rs} \quad (4)$$

$$UTLONE_{RS} = \frac{\int_{t_r}^{t_{rs}} (NE(t_0) - NE(t)) dt}{(t_{rs} - t_r)} \quad (5)$$

为了方便分析, 本文假定网络最终恢复到初始韧性水平的 100%。综上, 构建综合韧性水平指标(CRA), 如公式(6)所示。

$$CRA = R \times \frac{ROC_{RS}}{ROC_{DS}} \times \frac{1}{(UTLONE_{DS} + UTLONE_{RS})} \quad (6)$$

(五) 网络演化影响因素模型构建

本文使用的 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络数据横跨 2000—2020 年, 包含了网络随时间的变化, 仅使用 ERGM 方法将会导致估计结果产生偏差。TERGM 则在 ERGM 方法的基础上考虑了网络的动态变化(Hanneke et al., 2010)^[35], 更适合本文研究。

下面简要阐述 TERGM 方法的原理。时期 t 网络关系形成的概率为:

$$P(N^t | N^{t-K}, \dots, N^{t-1}, \theta) = \frac{\exp(\theta^T h(N^t, N^{t-1}, \dots, N^{t-K}))}{c(\theta, N^{t-K}, \dots, N^{t-1})} \quad (7)$$

其中, N 表示观测网络; θ 为待估参数; $h(N)$ 表示与网络相关的变量, 包括网络内生结构、节点属性和外生协变量网络; 分母为标准化常数。TERGM 的联合概率分布为:

$$P(N^{K+1}, \dots, N^T | N^1, \dots, N^K, \theta) = \prod_{t=K+1}^T P(N^t | N^{t-K}, \dots, N^{t-1}, \theta) \quad (8)$$

在 TERGM 方法的基础上, STERGM 方法进一步将网络变化分解为现有关系的维持(Persist)和新网络关系的形成(Formation)(Krivitsky and Handcock, 2014)^[36]。Formation 网络包含初始网络关系和 t 期新形成的网络关系, Persist 网络包含 $t-1$ 期和 t 期均存在的网络关系。STERGM 的联合概率分布为:

$$P(N^t = n^t | N^{t-1} = n^{t-1}, \theta) = P(N^+ = n^+ | N^{t-1} = n^{t-1}, \theta^+) \times P(N^- = n^- | N^{t-1} = n^{t-1}, \theta^-) \quad (9)$$

其中, n^t 表示 t 期网络, $P(N^+ = n^+ | N^{t-1} = n^{t-1}, \theta^+)$ 为网络的 Formation 模型, $P(N^- = n^- | N^{t-1} = n^{t-1}, \theta^-)$ 为网络的 Persist 模型。本文使用 STERGM 方法做进一步分析, 探究新网络关系的形成与已有关系的维持两方面的影响因素。

当前 TERGM 估计的方法主要为马尔可夫链蒙特卡罗极大似然估计法 (MCMC MLE) 和伪极大似然估计法 (MPLE)。由于 MPLE 方法存在样本随机性不足、置信区间估计不准确等问题 (Desmarais and Cranmer, 2012)^[37], 本文在基准回归中使用 MCMC MLE 方法进行估计, 以提高模型估计的精度。

(六) 数据来源

分析国际直接投资收益网络的数据来源于 2024 年发布的 OECD-AMNE 数据库, 包括 2000—2020 年 76 个经济体的区分内外资的投入产出表, 以及国别层面双边跨国企业产出流量矩阵。各经济体分行业的资本报酬和劳动者报酬数据来源于 OECD 数据库和世界投入产出数据库 (WIOD) 发布的社会经济账户 (SEA) 数据。本文参考段玉婉和蔡龙飞 (2022) 的做法进行如下处理: 选用 OECD 数据库中的资本报酬和劳动者报酬数据。对于 OECD 数据库中缺失相应数据的经济体, 使用 WIOD 发布的 SEA 数据进行补充。由于 WIOD 数据库仅到 2014 年, 且相邻年份的资本报酬和劳动者报酬份额变化较小, 因此使用 2014 年的资本报酬、劳动者份额来估算 2014 年之后的数据。对于在 OECD 数据库和 WIOD 中均缺失相应数据的经济体, 使用各行业的世界平均水平进行补充。

为了分析国际直接投资收益网络演化的影响因素, 本文使用了一系列跨国数据库来衡量各经济体的外生属性。GDP、贸易依存度、互联网普及率、劳动力禀赋、燃料出口额占比、矿石和金属出口额占比等数据来源于世界银行数据库; 制度质量数据来源于世界银行发布的世界治理指数 (WGI); 地理距离网络、历史殖民关系网络、共同语言网络来源于 CPEII 数据库; 双边投资协定网络来源于联合国的 IIA 数据库。由于中国台湾地区的数据缺失严重, 本文在影响因素分析部分选取了 75 个经济体构建 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络, 研究区间为 2000—2020 年, 网络特征分析部分仍使用 76 个经济体构成的 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络。

三、国际直接投资收益网络特征分析

(一) 网络整体特征分析

本部分考察了 2000—2020 年 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的整体结构特征^①。一方面, OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的网络效率、网络密度、互惠性尽管出现了多次短暂下降, 但整体呈现上升趋势。聚类系数在 2008 年国际金融危机前呈现下降趋势, 而在其后有所上升。上述结果表明 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络均具有韧性, 能够在一定程度上抵御 2008 年金融危机、中美贸易摩擦等事件的冲击。另一方面, IFDI 收益网络的网络效率、网络密度、互惠性、聚类系数等指标整体上高于 OFDI 收益网络。OFDI 活动更容易遭受外部事件的冲击, 从而导致其收益受损。IFDI 活动则由东道国主导, 风险相对可控, 从而带来了更多收益。

^①限于篇幅, OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络整体特征的具体结果未列出, 查阅同前。

(二) 网络节点特征分析

1. 中国在国际直接投资收益网络中的地位分析

本部分展示了 2000—2020 年中国在 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络地位的演变^①。首先, 中国在 OFDI 活动中获得的收益以及各网络中心度指标有所增加, 全球排名有所上升, 但仍有提升的空间。其次, 对 IFDI 收益网络进行分析, 中国从引进外资中获得的收益以及各网络中心度指标呈现上升趋势, 跃升至全球前列。中国作为跨国企业青睐的投资目的地, 从引进外资活动中获得了大量收益。中国在 IFDI 收益网络中的地位高于 OFDI 收益网络, 从 IFDI 活动中获得了更高的收益, 未来还需要进一步提升“走出去”的力度和收益。

2. 不同经济体的国际比较

首先, 本文比较了 2000—2020 年各经济体从 OFDI 和 IFDI 活动中获得的收益^②。OFDI 收益主要被美国、英国、德国、日本等发达经济体获取, 中国则与之存在差距。美国从 OFDI 活动中获得了最多收益。OFDI 收益排名前五位的经济体占全球 OFDI 收益的比例在 2000 年、2010 年和 2020 年分别为 67.49%、59.90% 和 55.60%, 超过半数但呈现下降趋势, 表明 OFDI 收益的分配逐渐呈现多极化趋势。美国在获取大量 OFDI 收益的同时, 也从 IFDI 中获得高额收益, 其排名稳居首位。排名前五名的经济体变化较大。2000 年, IFDI 收益排名前列的经济体为美国、英国、法国、加拿大、德国等发达经济体; 而在 2010 年和 2020 年, 中国在引进外资的过程中获得了收益, 位居前列。

其次, 本文比较了不同经济体 2000—2020 年的 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络中心度指标^③。在 OFDI 收益网络中, 2000 年、2010 年和 2020 年入度中心度、中介中心度、接近中心度和 PageRank 中心度排名前五的经济体基本一致, 主要为美国、英国等发达经济体。中国的中介中心度在 2020 年居于首位, 中国在“走出去”的过程中发挥了日益重要的桥梁作用, 但其他的中心度指标与发达经济体相比仍有差距。在 IFDI 收益网络中, 2000 年、2010 年和 2020 年入度中心度、中介中心度、接近中心度和 PageRank 中心度排名前五的经济体变化较大。美国等发达经济体的排名有所下降, 而中国则异军突起, 各中心度指标均跃升至首位。该结果表明中国引进外资的成效显著, 同时体现了外资对于中国经济发展的重要性。

此外, 本文考察了 2000 年、2010 年和 2020 年 OFDI 和 IFDI 收益网络节点的度分布特征^④。OFDI 收益网络入度分布呈现明显的“右偏”特征, 尽管越来越多的经济体参与 OFDI 活动并获取收益, 然而 OFDI 收益主要为少数经济体所获取。OFDI 收益网络出度分布由“右偏”向正态分布转变, 更多的经济体由于其他经济体对本国(地区)的 OFDI 活动而导致收益流出。对 IFDI 收益网络入度分布特征进行分析, 2000—2020 年入度分布趋近于正态分布, 各经济体获得 IFDI 收益的能力整体上有

①限于篇幅, 中国 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络中心度的具体结果未列出, 查阅同前。

②限于篇幅, 各经济体 OFDI 收益额和 IFDI 收益额的具体结果未列出, 查阅同前。

③限于篇幅, 各经济体 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络中心度的具体结果未列出, 查阅同前。

④限于篇幅, OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络度分布的具体结果未列出, 查阅同前。

所提升。对 IFDI 收益网络的出度分布特征进行分析, 2000—2020 年多数经济体 IFDI 收益流出的倾向较弱。总体而言, OFDI 收益主要被少数经济体所获取, IFDI 收益分布更为均衡。

(三) 网络韧性分析

1. 中断模拟规则设定

参照路优(2025)的做法, 本文使用 2019 年 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络数据, 模拟其受到的随机攻击和蓄意攻击, 以考察不同场景中网络性能的动态变化。在随机攻击场景中, 每个时间段内一定比例的节点(边)失效, 主要对应自然灾害、全球性传染病大流行等随机性事件。在蓄意攻击场景中, 特定节点受到有计划的攻击而失效, 主要对应贸易摩擦、经济制裁、地缘政治冲突等特定事件。随机攻击和蓄意攻击的具体策略如下: (1) 随机攻击。该策略可进一步分为随机移除节点和随机移除边两种情形。在随机移除节点情形中, 本文设定每个时期随机失效 5% 的节点, 在整个网络有 50% 的节点失效时停止冲击, 而后以随机方式恢复节点。在随机移除边情形中, 本文设定每个时期随机失效 5% 的边, 在整个网络有 50% 的投资收益流动关系中断时停止攻击, 而后以随机方式恢复边。(2) 蓄意攻击。本文依据度数中心度或中介中心度的大小依次移除节点, 设定每个时期失效 1 个节点, 在网络失效 10% 的节点时停止攻击, 而后以队列方式进行恢复(即先失效的节点先恢复)。本文设定随机攻击情形失效的节点比例高于蓄意攻击情形, 其理由如下: 第一, 随机攻击的破坏范围一般更为广泛, 设定随机攻击时失效的节点比例更高将更加贴合现实。第二, 度分布特征表明网络度值小的节点占多数, 若两类攻击策略设定的节点失效比例相差较小, 则网络韧性的可预见性更强, 本文的设定旨在增强两种策略的模糊性。

2. 网络韧性分析结果

本文对 OFDI 收益网络整体以及分行业的韧性进行评估, 如表 1 所示。首先比较网络鲁棒性(Network Robustness, R)^①。整体而言, 随机扰动—恢复点策略下的 R 值高于蓄意攻击情形下的策略, 这一特征在不同行业 OFDI 收益网络中同样有所体现。在不同的攻击策略中, 服务业 OFDI 收益网络均呈现较高的鲁棒性。上述结果表明, 各行业 OFDI 收益网络在遭受蓄意攻击时均更加脆弱, 服务业 OFDI 收益在各种攻击策略下较制造业更为稳定。其可能原因为: 制造业 OFDI 通常需要跨越时间和空间, 导致其风险更高; 服务业 OFDI 可以突破时间和空间的限制, 从而更好抵御外部冲击。其次, 本文比较了 OFDI 收益网络在面临不同类型攻击时的单位韧性损失指标 $UNLONE_{DS}$ 和 $UNLONE_{RS}$ 。整体而言, 随机扰动—恢复点策略的 $UNLONE_{DS}$ 和 $UNLONE_{RS}$ 均最低, OFDI 收益网络节点遭受随机攻击时具有较强的抗干扰能力和调整适应能力。这一特征在服务业 OFDI 收益网络中依然成立, 但在制造业和生产性服务业 OFDI 收益网络中, 蓄意攻击情形下的 $UNLONE_{DS}$ 更高, 随机攻

^①指的是一个网络系统在遭受节点或链接故障、随机攻击或故意攻击时, 依然能够维持其基本结构和功能的能力。

击策略下的 $UNLONE_{DS}$ 较低。在随机扰动—恢复点情形中，服务业整体的 OFDI 收益网络的 $UNLONE_{DS}$ 高于制造业，表明服务业 OFDI 收益网络抗干扰能力较制造业更弱。在其余情形中，制造业 OFDI 收益网络的 $UNLONE_{DS}$ 均较高，体现了制造业 OFDI 收益网络在面临干扰时的脆弱性。此外，在各攻击策略中，服务业整体 $UNLONE_{RS}$ 均低于制造业，体现了服务业 OFDI 收益网络更强的恢复能力。

表 1 网络韧性评估结果

策略	网络	OFDI 收益网络			IFDI 收益网络		
		$UTLONE_{DS}$	R	$UTLONE_{RS}$	$UTLONE_{DS}$	R	$UTLONE_{RS}$
随机扰动—恢复点	整体	0.0147	0.6279	0.0268	0.0045	0.6419	0.0209
	制造业	0.0402	0.4870	0.0281	0.0001	0.5220	0.0127
	服务业	0.0474	0.5725	0.0079	0.0164	0.5596	0.0323
	生产性服务业	0.0428	0.5601	0.0223	0.0276	0.5370	0.0203
随机扰动—恢复边	整体	0.0542	0.5592	0.0606	0.0554	0.5922	0.0554
	制造业	0.0717	0.4578	0.0679	0.0482	0.4717	0.0568
	服务业	0.0597	0.5306	0.0591	0.0604	0.5363	0.0569
	生产性服务业	0.0586	0.4987	0.0624	0.0494	0.5253	0.0505
度值扰动—恢复点	整体	0.0417	0.5720	0.0403	0.0416	0.5774	0.0402
	制造业	0.0883	0.4117	0.0632	0.0743	0.4162	0.0589
	服务业	0.0533	0.5040	0.0578	0.0582	0.5188	0.0501
	生产性服务业	0.0648	0.4671	0.0728	0.0622	0.4977	0.0578
介值扰动—恢复点	整体	0.0515	0.5720	0.0409	0.0561	0.5774	0.0374
	制造业	0.0940	0.4117	0.0609	0.0929	0.4162	0.0480
	服务业	0.0850	0.5040	0.0439	0.0746	0.5188	0.0426
	生产性服务业	0.0971	0.4671	0.0443	0.0768	0.4876	0.0426

接下来，对 IFDI 收益网络整体和分行业的韧性进行评估，如表 1 所示。首先比较鲁棒性 R 。整体而言，随机策略下的 R 值较确定性策略更高，表明 IFDI 收益网络在面对特定性事件时更为脆弱，该特征在各行业 IFDI 收益网络中同样有所体现。在各攻击策略中，制造业 IFDI 收益网络的 R 值均最低，服务业均呈现较强的鲁棒性，服务业 IFDI 收益较制造业更有韧性。本文还比较了 IFDI 收益网络在不同攻击策略中的单位韧性损失指标 $UNLONE_{DS}$ 和 $UNLONE_{RS}$ 。整体而言，IFDI 收益网络在介值扰动—恢复点策略下的 $UNLONE_{DS}$ 最高，在随机扰动—恢复边策略下的 $UNLONE_{RS}$ 最高，表明 IFDI 收益网络节点在遭受蓄意攻击时的抗干扰能力较弱，其网络关系在遭受随机攻击时的恢复能力较弱，这一特征在各行业 IFDI 收益网络中依然成立。在随机扰动—恢复点和随机扰动—恢复边情形中，制造业 IFDI 收益网络的 $UNLONE_{DS}$ 和 $UNLONE_{RS}$ 较低，体现了制造业 IFDI 收益网络较强的抗干扰能力和恢复能力。在度值扰动—恢复点和介值扰动—恢复点情形中，制造业 IFDI 收益网络的 $UNLONE_{DS}$ 和 $UNLONE_{RS}$ 均最高，表明制造业 IFDI 收益网络的抗干扰能力和恢复能力较弱。

本文利用式(6)计算 OFDI 和 IFDI 收益网络的综合韧性值 *CRA*，结果如表 2 所示。整体而言，在面临不同类型的冲击时，OFDI 收益网络的 *CRA* 值均低于 IFDI 收益网络，OFDI 收益网络韧性较弱，各经济体进行 OFDI 活动的风险高于 IFDI 活动。对于不同行业而言，OFDI 收益网络 *CRA* 值均低于 IFDI 收益网络。无论是随机攻击还是蓄意攻击策略，服务业 OFDI 收益网络 *CRA* 数值均最高，而制造业的 *CRA* 数值更低。各行业 OFDI 收益网络在随机攻击情形下的 *CRA* 均值均高于蓄意攻击情形下的均值，表明 OFDI 收益更容易受到地缘政治冲突、贸易摩擦等特定事件的冲击。在各种攻击策略下，服务业 IFDI 收益网络的 *CRA* 数值较高，制造业的 *CRA* 数值最低。各行业 IFDI 收益网络在随机攻击情形下的 *CRA* 均值均高于蓄意攻击情形下的均值，表明 IFDI 收益也同样更容易受到地缘政治冲突、贸易摩擦等特定事件的冲击。

表 2 国际直接投资收益网络综合韧性水平

收益类型	网络类型	随机扰动— 恢复点	随机扰动— 恢复边	随机攻击 策略均值	介值扰动— 恢复点	度值扰动— 恢复点	蓄意攻击 策略均值
OFDI 收益	整体	15.1252	4.8696	9.9974	6.1915	6.9762	6.5838
	制造业	7.1295	3.2811	5.2053	2.6582	2.7173	2.6877
	服务业	10.3582	4.4673	7.4128	3.9115	4.5374	4.2245
	生产性服务业	8.6144	4.1226	6.3685	3.3049	3.3949	3.3499
IFDI 收益	整体	25.2792	5.3474	15.3133	6.1749	7.0566	6.6157
	制造业	40.8465	4.4916	22.6690	2.9545	3.1234	3.0390
	服务业	11.4805	4.5726	8.0266	4.4266	4.7936	4.6101
	生产性服务业	11.2143	5.2612	8.2377	4.0841	4.1478	4.1159

四、国际直接投资收益网络影响因素研究

(一) 内生影响因素研究

本文参考杨文龙和杜德斌(2018)、程成等(2024)关于国际直接投资网络影响因素的研究设定，将内生影响因素分为内生结构效应和时间依赖效应两部分。

内生结构变量包括：(1)边(*Edges*)：类似于线性回归的常数项。(2)互惠性(*Mutual*)：节点间形成互惠关系的倾向，即经济体*i*从经济体*j*获得 OFDI(IFDI)收益的同时，经济体*j*是否同样从经济体*i*获得 OFDI(IFDI)收益，其系数为正，表明经济体之间倾向于形成互惠的国际直接投资收益流动关系。(3)聚敛性(*Gwideg*)：经济体*i*的 OFDI(IFDI)收益来源分布情况，系数为负，表明存在少数节点获得高额的 OFDI(IFDI)收益。(4)扩张性(*Gwodeg*)：经济体*i*在 OFDI(IFDI)活动中的收益流出去向分布，系数为负，表明存在少数节点在国际直接投资活动中对外流出了大量收益。(5)传递性(*Gwdsp*)：经济体*i*通过第三方经济体从经济体*j*获取 OFDI(IFDI)收益，系数为正，表示经济体*i*通过第三方经济体从经济体*j*获取 OFDI(IFDI)收益的倾向更强。(6)传递闭合性(*Gwesp*)：经济体*i*从经济体*j*直接获取国际直接投资收益的同时，也会从第三方经济体获取 OFDI(IFDI)收益。其系数为正，

表示 OFDI (IFDI) 收益网络中形成闭合集群的倾向更强。

时间依赖效应主要包括：(1) 延迟互惠性 (*Delrecip*)：经济体 i 在 $t-1$ 时期从经济体 j 获得 OFDI (IFDI) 收益、且经济体 j 在 t 时期从经济体 i 获得 OFDI (IFDI) 收益的倾向。(2) 稳定性 (*Stability*)： $t-1$ 期的 OFDI (IFDI) 收益网络关系在 t 期依然保持稳定的倾向。(3) 变异性 (*Variation*)：OFDI (IFDI) 收益网络关系随时间变化的趋势，其系数为正，表示网络形成新关系的倾向更强。

(二) 外生影响因素研究

外生机制研究可分为节点属性和外生协变量网络。节点属性包括异配性 (*Absdiff*) 和接收者效应 (*Receiver*)。本文主要考察人均 GDP 对数 ($\ln PGDP$)、互联网普及率 (*Internet*)、劳动力要素 ($\ln labor$)、制度质量 (*WGI*)、燃料出口额占比 (*Fuel*)、矿石和金属出口额占比 (*Ores_metal*) 的异配性，以及 GDP 对数 ($\ln GDP$)、互联网普及率 (*Internet*)、贸易依存度 (*Trade_GDP*)、制度质量 (*WGI*) 的接收者效应。异配性考察某种属性具有差异的经济体之间产生 OFDI (IFDI) 收益流动关系的倾向，接收者效应考察何种因素影响经济体在 OFDI 或 IFDI 活动中获得较高收益。其中，互联网普及率 (*Internet*) 以互联网用户占总人口比例衡量，劳动力禀赋以各国劳动力数量的对数 ($\ln labor$) 衡量，资源禀赋以燃料出口额占比 (*Fuel*)、矿石和金属出口额占比 (*Ores_metal*) 衡量，贸易依存度 (*Trade_GDP*) 以贸易额与 GDP 的比值衡量，上述数据均来源于世界银行数据库。制度质量 (*WGI*) 来源于世界银行发布的世界治理指数 (*WGI*)，以 *WGI* 指数各维度的平均值衡量。外生协变量网络包括共同语言网络 (*Language*)、距离网络 (*Distance*)、历史殖民关系网络 (*Colony*)、投资协定网络 (*BIT*)。其中，共同语言网络 (*Language*)、距离网络 (*Distance*)、历史殖民关系网络 (*Colony*) 数据来源于 CPEII 数据库，投资协定网络数据来源于联合国 IIA 数据库。

(三) 基准 TERGM 结果

表 3 第 (1) 列至第 (4) 列和第 (5) 列至第 (8) 列分别考察 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的影响因素。其中，第 (1) 列和第 (5) 列仅加入节点属性和外生协变量网络，第 (2) 列至第 (4) 列和第 (6) 列至第 (8) 列进一步加入内生结构效应和时间依赖效应。个别变量系数的符号和显著性发生变化，体现了考虑网络内生结构和时间依赖效应的必要性。

对表 3 第 (4) 列和第 (8) 列的结果进行重点分析。首先，分析内生结构效应变量系数。互惠性 (*Mutual*) 系数均显著为正，表明在 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络当中，经济体之间均更倾向于形成“你来我往”的互惠关系。聚敛性 (*Gwideg*) 系数在 OFDI 收益网络中显著为负，在 IFDI 收益网络中显著为正，表明存在少数经济体获取大量 OFDI 收益，IFDI 收益入度分布则较为均衡。扩张性 (*Gwodeg*) 系数均显著为负，表明存在少数经济体向外输出大量 OFDI 收益和 IFDI 收益。传递性 (*Gwdsp*) 系数均显著为负，传递闭合性 (*Gwesp*) 系数均显著为正，表明 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络形成闭合的传递性结构的倾向更强，而形成开放的传递性结构倾向则较弱，经济体之间更倾向于形成跨境投资集群。

表 3 基准 TERGM 结果

变量	OFDI 收益网络				IFDI 收益网络			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Edges</i>	-24.679*** (0.231)	-27.854*** (0.254)	-25.752*** (0.280)	-13.842*** (0.534)	-10.870*** (0.159)	-12.488*** (0.161)	-25.752*** (0.280)	-4.380*** (0.458)
内生结构效应								
<i>Mutual</i>		2.245*** (0.028)	2.268*** (0.029)	1.640*** (0.163)		2.104*** (0.024)	2.268*** (0.029)	1.237*** (0.155)
<i>Gwideg</i>			0.343** (0.155)	-0.445** (0.198)			0.343** (0.155)	0.565* (0.337)
<i>Gwodeg</i>			-3.896*** (0.265)	-1.333*** (0.354)			-3.896*** (0.265)	-1.891*** (0.226)
<i>Gwdsp</i>			-0.067*** (0.003)	-0.028*** (0.004)			-0.067*** (0.003)	-0.042*** (0.005)
<i>Gwesp</i>			0.852*** (0.088)	0.475*** (0.096)			0.852*** (0.088)	0.451*** (0.093)
时间依赖效应								
<i>Delrecip</i>				-0.223*** (0.079)				-0.107 (0.076)
<i>Stability</i>				3.183*** (0.025)				3.370*** (0.023)
<i>Variation</i>				-0.037*** (0.006)				-0.027*** (0.006)
异配性								
<i>Absdiff(lnPGDP)</i>	-0.438*** (0.016)	-0.221*** (0.014)	-0.143*** (0.014)	-0.102*** (0.034)	-0.464*** (0.013)	-0.301*** (0.011)	-0.143*** (0.014)	-0.138*** (0.034)
<i>Absdiff(WGI)</i>	-0.114*** (0.020)	-0.132*** (0.019)	-0.120*** (0.018)	-0.181*** (0.044)	0.056*** (0.016)	0.022 (0.014)	-0.120*** (0.018)	-0.099** (0.044)
<i>Absdiff(Internet)</i>	0.631*** (0.073)	0.514*** (0.068)	0.337*** (0.066)	0.375** (0.165)	0.835*** (0.058)	0.537*** (0.050)	0.337*** (0.066)	0.571*** (0.153)
<i>Absdiff(lnlabor)</i>	-0.117*** (0.007)	-0.092*** (0.006)	-0.081*** (0.006)	-0.007 (0.015)	-0.093*** (0.006)	-0.063*** (0.005)	-0.081*** (0.006)	0.008 (0.014)
<i>Absdiff(Fuel)</i>	0.036 (0.045)	0.370*** (0.042)	0.360*** (0.039)	0.313*** (0.099)	-0.769*** (0.037)	-0.504*** (0.032)	0.360*** (0.039)	-0.243** (0.096)
<i>Absdiff(Ores_metal)</i>	-1.008*** (0.087)	-0.457*** (0.080)	-0.333*** (0.073)	-0.320 (0.195)	-1.176*** (0.071)	-0.631*** (0.065)	-0.333*** (0.073)	-0.476*** (0.183)
接收者效应								
<i>Receiver(lnGDP)</i>	0.971*** (0.009)	1.040*** (0.009)	0.936*** (0.010)	0.532*** (0.019)	0.495*** (0.006)	0.507*** (0.006)	0.936*** (0.010)	0.214*** (0.017)
<i>Receiver(Internet)</i>	1.207*** (0.048)	0.892*** (0.047)	0.678*** (0.044)	0.433*** (0.161)	0.357*** (0.037)	0.111*** (0.034)	0.678*** (0.044)	-0.448*** (0.166)
<i>Receiver(Trade_GDP)</i>	0.245*** (0.014)	0.263*** (0.016)	0.205*** (0.014)	0.164*** (0.033)	0.103*** (0.013)	0.102*** (0.013)	0.205*** (0.014)	0.072** (0.037)
<i>Receiver(WGI)</i>	0.753*** (0.015)	0.875*** (0.015)	0.821*** (0.015)	0.480*** (0.045)	-0.131*** (0.012)	-0.080*** (0.012)	0.821*** (0.015)	-0.112** (0.044)
外生协变量网络								
<i>Edgecov(Language)</i>	1.278*** (0.033)	0.988*** (0.031)	0.961*** (0.031)	0.484*** (0.079)	0.954*** (0.026)	0.654*** (0.023)	0.961*** (0.031)	0.391*** (0.077)
<i>Edgecov(Distance)</i>	-0.407*** (0.010)	-0.364*** (0.010)	-0.353*** (0.009)	-0.230*** (0.024)	-0.347*** (0.008)	-0.286*** (0.007)	-0.353*** (0.009)	-0.198*** (0.023)
<i>Edgecov(Colony)</i>	0.994*** (0.069)	0.577*** (0.060)	0.746*** (0.067)	0.386** (0.153)	1.217*** (0.056)	0.778*** (0.047)	0.746*** (0.067)	0.502*** (0.151)
<i>Edgecov(BIT)</i>	0.257*** (0.020)	0.283*** (0.019)	0.277*** (0.019)	0.333*** (0.046)	0.186*** (0.016)	0.110*** (0.014)	0.277*** (0.019)	0.291*** (0.044)

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

其次,分析时间依赖效应变量的结果。延迟互惠性(*Delrecip*)系数在 OFDI 收益网络中显著为负,在 IFDI 收益网络中则不显著,表明 OFDI 和 IFDI 收益网络的延迟互惠性不明显,投资收益流动关系相对失衡。稳定性(*Stability*)系数均显著为正,表明 OFDI 和 IFDI 收益网络具有稳定性。变异性(*Variation*)系数均显著为负,表明 OFDI 和 IFDI 活动及其收益的获取存在中断的风险。

最后,对外生影响因素的估计结果进行分析。对异配性系数进行分析,人均 GDP(*lnPGDP*)、制度质量(*WGI*)的异配性系数均显著为负,表明 OFDI 和 IFDI 收益流动通常在经济水平、制度质量相近的经济体之间进行。互联网发展水平(*Internet*)的异配性系数均显著为正,表明 OFDI 和 IFDI 收益流动通常在互联网发展存在差异的经济体之间进行。燃料出口额占比(*Fuel*)的异配性系数在 OFDI 收益网络中显著为正,在 IFDI 收益网络中显著为负。矿石和金属出口额占比(*Ores_metal*)的异配性系数仅在 IFDI 收益网络中显著为负。资源禀赋差异主要促进了经济体之间 OFDI 收益流动。对接收者效应进行分析,GDP 对数(*lnGDP*)、贸易依存度(*Trade_GDP*)的系数均为正,表明经济发展水平、贸易依存度高的经济体获得 OFDI 和 IFDI 收益的能力更强。互联网普及率(*Internet*)、制度质量(*WGI*)的系数在 OFDI 收益网络中均显著为正,而在 IFDI 收益网络中均显著为负,表明互联网普及程度、制度质量更高的经济体更倾向于从其他经济体获得 OFDI 收益,但获得 IFDI 收益的倾向较弱。此外,共同语言网络(*Language*)、投资协定网络(*BIT*)等的系数均显著为正,表明上述因素促进了 OFDI 和 IFDI 收益的流动。地理距离网络(*Distance*)系数均显著为负,表明距离相近的经济体之间更倾向于进行 OFDI 和 IFDI 活动,并从中获得收益。

(四) 拟合优度检验

本文使用仿真模拟方法对每个年度的 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络进行了 100 次模拟,重点选取共享边伙伴数(*Edge-wise shared partners*)、二元共享伙伴数(*Dyad-wise shared partners*)、测地线距离(*Geodesic distances*)、入度中心度(*Indegree*)、三元组普查(*Triad census*)等指标,并绘制 ROC(*Receiver Operating Characteristic*)曲线,以考察 TERGM 模型的拟合优度。由拟合优度图结果可知^①,黑色实线较为接近箱线图的中位数位置,ROC 曲线均高度接近左上角,预测网络较为接近于真实网络,模型拟合优度较高。

(五) 稳健性检验

为了进一步体现基准 TERGM 结果的可靠性,本文采用以下方法进行稳健性检验^②。第一,变更估计方法。基准回归结果使用 MCMC MLE 方法,该方法估计精度高,但运算时间较长。相比之下,MPLE 方法运算速度较快,但估计精度低于 MCMC MLE 方法。本部分使用 MPLE 方法再次进行估计。第二,将 IFDI 收益网络和 OFDI 收益网络的时间间隔调整为 2 年。第三,将网络阈值设定为 2 亿美元。第

①限于篇幅,拟合优度图未展示,查阅同前。

②限于篇幅,稳健性检验的具体结果未列出,查阅同前。

四,剔除 2015—2020 年数据。由于部分经济体 2015—2020 年的资本报酬和劳动者报酬数据缺失,本文使用 2014 年的数据对其进行估算。为了排除这种估算对回归结果的影响,本文剔除 2015—2020 年的数据再次进行估计。第五,使用指数随机图模型(ERGM)对 2020 年 IFDI 收益网络和 OFDI 收益网络进行估计。经过上述检验,与基准 TERGM 结果相比,部分变量的系数的显著性发生了变化,其余变量的结果仍然保持一致。

(六)进一步分析

1. 行业异质性分析

本部分探究了制造业、服务业和生产性服务业的 OFDI 和 IFDI 收益网络的影响因素^①。以各行业的 OFDI 收益网络关系为被解释变量。内生结构效应的估计结果显示,在服务业和生产性服务业 OFDI 收益网络中,传递性(*Gwdsp*)的系数均显著为负,传递闭合性(*Gwesp*)的系数均显著为正,但在制造业中则不显著。其余变量的系数与基准 TERGM 结果一致。分析时间依赖效应变量的结果显示,延迟互惠性(*Delrecip*)系数在各行业 OFDI 收益网络中均不显著,其余变量的系数均和基准 TERGM 结果一致。外生影响因素的估计结果显示,制度质量和互联网发展水平的异配性系数与基准 TERGM 估计结果一致,人均 GDP 异配性系数仅在服务业和生产性服务业 OFDI 收益网络中依然显著为负,劳动力禀赋的异配性系数仅在制造业 OFDI 收益网络中显著为正,矿石和金属出口额占比的异配性系数仅在制造业 OFDI 收益网络中显著为负。接收者效应和外生协变量网络的系数均与基准 TERGM 结果保持一致。

探究不同行业 IFDI 收益网络的影响因素。首先,内生结构效应的估计结果显示,聚敛性(*Gwideg*)的系数仅在制造业 IFDI 网络中显著为负,其余变量的系数均和基准 TERGM 结果一致。其次,分析时间依赖效应变量的结果。各变量的系数整体上和基准 TERGM 结果一致。最后,比较外生影响因素的估计结果。对异配性系数进行分析可知,制度质量(*WGI*)的异配性系数仅在制造业 IFDI 收益网络中显著为负。劳动力禀赋(*lnlabor*)的异配性系数仅在制造业 IFDI 收益网络中显著为正,其余变量的异配性系数与基准 TERGM 估计结果一致。对接收者效应进行分析,GDP 对数(*lnGDP*)的接收者效应系数和基准 TERGM 结果保持一致。互联网普及率(*Internet*)的接收者效应系数仅在生产性服务业 IFDI 收益网络中显著为负。贸易依存度(*Trade_GDP*)的接收者效应系数在服务业和生产性服务业 IFDI 收益网络中显著为正。制度质量(*WGI*)的接收者效应系数在制造业和服务业中显著为负。外生协变量网络的系数与 TERGM 结果保持一致。

2. STERGM 方法

TERGM 模型从整体上考察 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络形成的影响因素。本部分运用 STERGM 方法,从已有关系的维持和新关系的形成两方面进行考察^②。

①限于篇幅,行业异质性分析的具体结果未列出,查阅同前。

②限于篇幅,STERGM 方法的具体结果未列出,查阅同前。

首先,对内生结构效应进行考察。互惠性(*Mutual*)系数在 OFDI 和 IFDI 收益网络的形成和维持中均显著为正,表明对于 OFDI 和 IFDI 收益网络而言,经济体间的互惠关系既有利于维持已有网络关系,也促进新的 OFDI 和 IFDI 收益流动关系的形成。聚敛性(*Gwidedeg*)系数在 OFDI 收益网络的 Formation 模型显著为负,在 IFDI 收益网络的 Persist 模型中显著为正,表明在 OFDI 收益网络新关系的形成过程中,少数节点的入度较高而多数节点的入度较低;在 IFDI 收益网络现有关系的维持过程中,节点入度的分布较为均匀。扩张性(*Gwodeg*)系数在 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的 Formation 模型中均显著为负,表明在国际直接投资收益网络形成的过程中存在少数经济体向其他经济体输出大量收益的倾向。传递性(*Gwdsp*)系数在各模型中均显著为负,传递闭合性(*Gwesp*)系数仅在 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的 Formation 模型中显著为正,表明 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络形成封闭投资团体的倾向更强。

其次,对异配性系数进行比较。制度质量(*WGI*)和互联网发展水平(*Internet*)的异配性系数和 TERGM 估计结果相似。人均 GDP(*lnPGDP*)的异配性在 OFDI 和 IFDI 收益网络的 Formation 模型均显著为负,表明经济发展水平相近的经济体之间更容易形成新的 OFDI 和 IFDI 收益网络关系。劳动力禀赋(*lnlabor*)的异配性仅在 IFDI 收益网络的 Formation 模型显著为正,表明劳动力禀赋具有差异的经济体之间更倾向于形成新的 IFDI 收益网络关系。燃料出口额占比(*Fuel*)的异配性系数在 OFDI 收益网络的 Formation 模型显著为正,在 IFDI 收益网络的 Persist 模型显著为负,矿石和金属出口额占比(*Ores_metal*)的异配性系数仅在 IFDI 收益网络的 Formation 模型显著为负,表明资源禀赋型 FDI 带来的收益较为有限。

再次,对接收者效应的系数进行分析。经济发展水平(*lnGDP*)系数均显著为正,表明经济发展水平对已有网络关系的维持和新网络关系的形成的促进作用。互联网普及率(*Internet*)系数在各模型中均显著为负或不显著,表明互联网发展水平未能促进国际直接投资收益流动。贸易依存度(*Trade_GDP*)的系数仅在 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的 Formation 模型中显著为正,表明贸易发展水平主要促进寻求新的国际直接投资收益来源。制度质量(*WGI*)系数在 IFDI 收益网络 Persist 模型中显著为负,在其他模型中均显著为正,表明制度质量较高的经济体维持已有的 OFDI 收益来源、开辟新的 OFDI 收益来源以及寻求新的 IFDI 收益来源的能力更为出色。

最后,分析外生协变量网络的系数。与基准 TERGM 结果类似,共同语言网络(*Language*)的系数均为正,地理距离网络(*Distance*)的系数均为负。投资协定网络(*BIT*)系数在 OFDI 收益和 IFDI 收益网络的 Formation 模型中显著为正,双边投资协定主要促进国际直接投资收益网络新关系的形成。

3. 中国国际直接投资收益的影响因素分析

本部分则对中国 OFDI 收益和 IFDI 收益的影响因素进行分析。估计结果表明^①,中国与其他经济体在能源方面的差异均显著为负,表明中国更倾向于从资源禀赋相

^①限于篇幅,中国 OFDI 收益和 IFDI 收益影响因素分析的具体结果未列出,查阅同前。

近的经济体获得 OFDI 收益和 IFDI 收益。中国 GDP、互联网发展水平、制度质量的系数均显著为正,表明中国的经济发展、制度建设以及数字技术的发展更有利于其获得 OFDI 收益和 IFDI 收益。中国的贸易依存度系数显著为负,体现了贸易与投资之间的替代。双边投资协定的系数在以 IFDI 收益为被解释变量时显著为负,在以 OFDI 收益为被解释变量时则不显著,表明双边投资协定的作用有待加强。

五、结论与政策启示

本文使用 OECD 发布的 AMNE 数据库构建 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络,对其特征进行分析,并使用 TERGM 和 STERGM 方法探究 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络影响因素。主要结论如下:

第一,网络整体分析的结果表明,2000—2020 年 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的网络效率、网络密度、互惠性整体呈上升趋势,聚类系数呈先降后升的趋势,IFDI 收益网络的网络效率、网络密度、互惠性、聚类系数高于 OFDI 收益网络。第二,网络节点地位分析结果表明,2000—2020 年美国等发达经济体在 OFDI 收益网络中占据较高地位,中国在 IFDI 收益网络中占据较高地位。少数经济体获取高额 OFDI 收益,IFDI 收益网络的入度分布较为均匀。第三,网络韧性评估结果表明,在各种攻击策略下,OFDI 收益网络的鲁棒性、抗干扰能力、恢复能力以及整体韧性水平均弱于 IFDI 收益网络,OFDI 和 IFDI 收益网络随机扰动情形的韧性均高于蓄意攻击情形。第四,内生影响因素分析结果表明,OFDI 和 IFDI 收益网络形成互惠关系、闭合的传递性结构的倾向较强,形成开放的传递性结构、延迟互惠关系的倾向较弱。同时,OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络均具有稳定性,且均存在中断的风险。第五,外生影响因素分析结果表明,经济发展水平、制度质量相近的经济体之间更倾向于产生国际直接投资收益流动关系,互联网发展水平、资源禀赋的差异促进了国际直接投资收益的流动。经济发展水平、贸易依存度有利于经济体获得 OFDI 收益和 IFDI 收益,互联网发展水平、制度质量促进经济体获得 OFDI 收益。共同语言网络、双边投资协定、地理邻近性等均促进了 OFDI 收益和 IFDI 收益的流动。

基于研究结论,本文提出如下政策建议:

第一,制定更加合理的 OFDI 战略和 IFDI 战略,从而在国际直接投资活动中获得更多收益。当前,中国在 IFDI 收益网络中的地位较高,而在 OFDI 收益网络中的地位仍有提升空间。对此,在制定 IFDI 战略方面,对引入外资的成本收益进行分析,尽可能将高质量外资留在中国。在制定 OFDI 战略方面,对投资目的地进行全面考察,创新海外经营战略,培育比较优势,从而获取更多 OFDI 收益。

第二,增加高收益要素供给,推进经济高质量发展,巩固并扩大中国的超大市场规模优势。本文的研究结果表明,经济发展促进了 OFDI 收益和 IFDI 收益的流入。为了更好地“稳外资”以及“走出去”,中国应当继续推进经济高质量发展,巩固现有的超大市场规模优势和要素成本优势,稳定外资信心,保证中国持续从

IFDI 中获得收益。同时,为中国企业“出海”提供经济支撑,从而进一步获得 OFDI 收益。

第三,进一步深化外商投资和对外投资管理体制改革,打造一流营商环境,为提升国际直接投资的收益提供制度保障。本文的研究结论表明,经济体的制度质量能够影响 OFDI 收益网络和 IFDI 收益网络的演化。在深化外商投资体制改革方面,打造一流的营商环境,加大高质量、高收益外资的引进力度,从而增加 IFDI 收益。在深化对外投资体制改革方面,建立健全中国企业“出海”的指导与服务机制和海外风险预警机制,为中国企业“走出去”保驾护航,从而增加 OFDI 收益。

第四,进一步推进数字经济发展,助力中国在“引进来”和“走出去”的过程中获得更多收益。本文的研究结果表明,一国的互联网发展水平有利于其获得 OFDI 收益,但未能促进其获得 IFDI 收益。因此,一方面,促进国内的数字经济发展,帮助本国企业更快寻找到更有效益的 OFDI 机会,提升 OFDI 收益。另一方面,利用互联网技术加强外资进入的技术和知识溢出效应,提升“引进来”的收益。

第五,加强国际交流,进一步深化国际直接投资等领域的合作。本文的研究结论表明,互惠互利的关系以及双边投资协定能够促进各经济体获取 OFDI 收益和 IFDI 收益。一方面,加强国际交流,缩小国家间文化等方面的距离,从而在国际直接投资活动中获得更多收益。另一方面,利用双边投资协定等工具,减少国际直接投资的壁垒,实现各国在直接投资领域的互利共赢。

[参考文献]

- [1] 段玉婉,蔡龙飞.全球要素分工与国民收入——基于全球收入链的视角[J].中国工业经济,2022(10):5-23.
- [2] 祝坤福,余心珂,魏尚进,王直.全球价值链中跨国公司活动测度及其增加值溯源[J].经济研究,2022,57(3):136-154.
- [3] 杨文龙,杜德斌.“一带一路”沿线国家投资网络结构及其影响因素:基于 ERGM 模型的研究[J].世界经济研究,2018(5):80-94+136-137.
- [4] UNCTAD. World Investment Report 2025 [R]. United Nations, 2025.
- [5] UNCTAD. World Investment Report 2024 [R]. United Nations, 2024.
- [6] 郭雪凡,祝坤福.全球价值链视角下中美属地和属权增加值贸易:核算方法与贸易收益[J].南京社会科学,2022(5):45-55.
- [7] 陆书哲.对外直接投资的发展阶段与收益水平[J].社会科学研究,2017(2):31-38.
- [8] 李育,刘凯,张爽.中国对外直接投资统计研究[J].社会科学辑刊,2024(1):171-180.
- [9] 苏莉,魏浩.ESG 表现对中国企业海外收益影响的机制与效应研究[J].世界经济研究,2024(5):92-108+136.
- [10] 张彩云,桑百川,钱佳靖.外商投资企业在华收益、经验及启示[J].国际贸易,2020(3):73-81+96.
- [11] 白俊红,吕晓红.FDI 质量与中国经济发展方式转变[J].金融研究,2017(5):47-62.
- [12] MA H, WANG Z, ZHU K. Domestic Content in China's Exports and Its Distribution by Firm Ownership [J]. Journal of Comparative Economics, 2015, 43(1):3-18.
- [13] XING Y. Global Value Chains and the “Missing Exports” of the United States [J]. China Economic Review, 2020, 61: 101429.

- [14] 周琢, 祝坤福. 外资企业的要素属权结构与出口增加值的收益归属 [J]. 中国工业经济, 2020 (1): 118-135.
- [15] DUAN Y, DIETZENBACHER E, LOS B, YANG C. How Much Did China's Emergence as "The World's Factory" Contribute to Its National Income? [J] China Economic Review, 2021, 69: 101658.
- [16] 李鑫茹, 陈锡康, 段玉婉, 祝坤福. 国民收入视角下的中美贸易平衡分析 [J]. 世界经济, 2018, 41 (6): 3-27.
- [17] WANG Z, WEI S J, YU X, ZHU K. Tracing Value Added in the Presence of Foreign Direct Investment [R]. NBER Working Paper, 2021.
- [18] 李鑫茹, 陈锡康, 段玉婉, 杨翠红. 经济全球化和国民收入视角下的双边贸易差额核算——基于国际投入产出模型的研究 [J]. 中国工业经济, 2021 (7): 100-118.
- [19] MENG B, GAO Y, YE J, ZHANG M, XING Y. Trade in Factor Income and the US-China Trade Balance [J]. China Economic Review, 2022, 73: 101792.
- [20] 陈全润, 贾怀勤. 中美属权贸易差额估算 [J]. 统计研究, 2023, 40 (1): 4-17.
- [21] 邢予青, 孟渤, 高宇宁. 中美贸易不平衡与全球价值链 [J]. 国际金融研究, 2023 (1): 3-15.
- [22] 王轩, 刘珍岑, 李力行. 在华外资企业利润转移研究——基于企业控制权的视角 [J]. 经济学 (季刊), 2024, 24 (4): 1257-1272.
- [23] LU B, WANG Y. Multinationals' Profits in China: Impact of Tax Avoidance [J]. Journal of International Money and Finance, 2024, 140: 102990.
- [24] 李文韬, 李诗韵, 贺灿飞. 全球对外直接投资网络的环节分异与空间特征 [J]. 地理科学进展, 2023, 42 (2): 221-236.
- [25] 程成, 王云龙, 蒋云英. RCEP 双向直接投资网络韧性演化及其效应 [J]. 经济地理, 2024, 44 (7): 33-44.
- [26] DAMGAARD J, ELKJAER T, JOHANNESEN N. What is Real and what is not in the Global FDI Network? [J]. Journal of International Money and Finance, 2024, 140: 102971.
- [27] BOLÍVAR L M, CASANUEVA C, CASTRO I. Global Foreign Direct Investment: A Network Perspective [J]. International Business Review, 2019, 28 (4): 696-712.
- [28] ARIF A, AN P, QI Y, LI H, AN H, HUSSAIN M, WANG Y. The Influence Factors of the National Roles in the FDI Network: A Combined Methods of Complex Networks and Panel Data Analysis [J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2021, 563: 125311.
- [29] LUSHER D, KOSKINEN J, ROBINS G. Exponential Random Graph Models for Social Networks: Theory, Methods and Applications [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [30] 王群勇, 苗培. 数字服务贸易与数字基础设施的协同发展 [J]. 当代财经, 2024 (2): 125-138.
- [31] 吕越, 谷玮, 尉亚宁, 包群. 人工智能与全球价值链网络深化 [J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40 (1): 128-151.
- [32] YU Y, MA D, ZHU W. Resilience Assessment of International Cobalt Trade Network [J]. Resources Policy, 2023, 83: 103636.
- [33] NEWMAN M E J. Analysis of Weighted Networks [J]. Physical Review E, 2004, 70 (5): 056131.
- [34] 路优. RCEP 区域价值链网络韧性演化与影响机制研究 [J]. 经济问题探索, 2025 (10): 132-156.
- [35] HANNEKE S, FU W J, XING E P. Discrete Temporal Models of Social Networks [J]. Electronic Journal of Statistics, 2010, 4: 585-605.
- [36] KRIVITSKY P N, HANDCOCK M S. A Separable Model for Dynamic Networks [J]. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology), 2014, 76 (1): 29-46.
- [37] DESMARAIS B A, CRANMER S J. Statistical Mechanics of Networks: Estimation and Uncertainty [J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2012, 391 (4): 1865-1876.

Characteristics and Influencing Factors of International Direct Investment Return Networks —From the Perspective of Global Value Chain

LI Lei LU You

Abstract: Utilizing the OECD-AMNE database, this paper constructs outward foreign direct investment (OFDI) return networks and inward foreign direct investment (IFDI) return networks from 2000 to 2020. It analyzes the characteristics of OFDI and IFDI return networks and employs TERGM to explore the endogenous and exogenous factors influencing the formation of OFDI and IFDI return networks. The findings suggest that, first, during the period from 2000 to 2020, OFDI returns were mainly captured by developed economies such as the United States, while China obtained substantial returns from IFDI. Second, the resilience of OFDI return networks is weaker than that of IFDI return networks. Third, OFDI and IFDI return networks both tend to form reciprocal relationships and closed transitive structures, with a weaker tendency to form open transitive structures and delayed reciprocal relationships. Despite the stability, OFDI and IFDI return networks face risks of disruption. Fourth, international direct investment returns are more likely to flow between economies with similarities of economic development and institutional quality. Economic development and trade dependence promote economies to obtain OFDI and IFDI returns. Meanwhile, common language networks, and bilateral investment treaties facilitate the flow of OFDI and IFDI returns. This research offers policy implications for deepening reforms in the management of IFDI and OFDI, and for promoting high-standard opening-up.

Keywords: International Direct Investment Return Networks; Outward Foreign Direct Investment; Inward Foreign Direct Investment; TERGM Model

(责任编辑 武 齐)