



当代经济科学
Modern Economic Science
ISSN 1002-2848, CN 61-1400/F

《当代经济科学》网络首发论文

题目： 全球生产网络演化内生机制与中国角色
作者： 高录问，干春晖，余红心
收稿日期： 2023-12-30
网络首发日期： 2024-12-27
引用格式： 高录问，干春晖，余红心. 全球生产网络演化内生机制与中国角色[J/OL]. 当代经济科学. <https://link.cnki.net/urlid/61.1400.F.20241225.1844.002>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

全球生产网络演化内生机制与中国角色^①

高录问^{1,2}, 干春晖³, 余红心⁴

1.上海财经大学 商学院, 上海 200433

2.安徽省社会科学院 区域现代化研究院, 合肥 230053

3.上海社会科学院 应用经济研究所, 上海 200020

4.上海商学院 商务经济学院, 上海 200235

摘要：基于 2000—2021 年全球 97 个经济体 3 198 种中间品贸易数据，构建全球生产网络，采用时间指数随机图模型（TERGM），探究网络演化内生机制，并依据内生机制对中国在全球生产网络演化中的角色进行深入分析。研究表明：第一，非互惠结构的互惠效应、两路径结构的传递闭合效应和星型结构的马太效应是全球生产网络演化内生机制；第二，中国通过构建互惠结构和发挥第三方市场的作用在全球生产网络演化中承担重要角色，并且在承担中介角色引致的传递闭合效应下，坦桑尼亚、新西兰和巴拿马等经济体将在集成电路领域拓展出口市场。因此，中国需率先成为生产合作关系的“发出者”，充分利用在全球生产网络中“桥梁”地位的优势，建立国内进出口企业信息交流平台，构建多元稳定的贸易格局，保障产业链稳定。

关键词：全球生产网络；中间品贸易；网络演化内生机制；生产合作关系；互惠效应；传递闭合效应；马太效应；产业链稳定

文献标识码：A

党的二十大报告明确提出“深度参与全球产业分工和合作，维护多元化稳定的国际经济格局和经贸关系”。习近平总书记在党的二十届三中全会上进一步强调，要“统筹国内国际两个大局，统筹发展和安全”，“健全提升产业链供应链韧性和安全水平制度”。自 2001 年加入世界贸易组织（WTO），中国凭借人口红利和快速崛起的消费市场，迅速嵌入全球生产

^① 收稿日期：2023-12-30。 修回日期：2024-10-19。

基金项目：国家社会科学基金重大项目“以全球城市为核心的巨型城市群引领双循环发展研究”（22&ZD067）；上海市哲学社会科学规划课题青年项目“区域转移视角下数字经济赋能上海高端制造业的创新路径研究”（2023EJB011）；安徽省社会科学院博士基金项目“国际产业链供应链重构背景下安徽产业链供应链风险识别与应对策略研究”（AASS2407）。

作者简介：高录问，女，上海财经大学商学院博士研究生，安徽省社会科学院区域现代化研究院助理研究员，研究方向为产业结构、产业链和生产网络；干春晖，男，上海社会科学院应用经济研究所研究员，博士生导师，研究方向为产业结构与产业政策；余红心，男，通信作者，上海商学院商务经济学院讲师，研究方向为产业经济，电子邮箱为 redling08@163.com。

网络，成为“世界工厂”。整体上，中国在全球生产网络中实现了由“边缘国”向“核心国”的转变^[1]，但产业链供应链仍存在断裂风险^[2]。第一，在高技术等关键核心产品的进口方面，中国进口市场单一，面临“卡脖子”风险^[3]；第二，以美国为主导的“印太经济框架”打着保障本国产业链供应链安全的口号，试图阻碍中国半导体和清洁能源等企业的出口，增加中国产业链供应链下游断裂风险。构建多元稳定的经贸关系成为维持中国产业链供应链安全的重要举措。随着以产品内分工为特征的全球化生产模式的快速发展，全球生产网络呈现出明显的“小世界”和“核心—外围”结构特征，内部结构逐渐复杂^[3]。生产网络作为市场信息传播的重要媒介，复杂的网络结构不仅加快了信息传播速度，而且降低了信息传播偏误，有助于打破生产网络内经济体间信息壁垒^[4]。那么全球生产网络内部已有的复杂结构是否有助于经济体拓展新的合作伙伴，形成多元稳定的经贸合作关系？即全球生产网络演化是否存在内生机制？这成为重要的研究命题。厘清全球生产网络演化内生机制和明确中国在全球生产网络演化中的角色是保障中国产业链稳定的前提，可为构建中国“双循环”新发展格局提供重要理论基础^[5]，也可为维持全球产业链稳定提供现实参考^[6]。

目前，已有文献主要对国际贸易、省际贸易、贸易协定和创新合作等网络的演化机制进行研究。其中，关于贸易网络演化机制的研究主要有两个角度。一是根据传统的引力模型，从经济体的经济规模、经济发达程度和经济体间的地理距离这三个因素对贸易网络演化机制进行探究^[7]。二是扩展传统的引力模型，重点围绕制度^[8]、官方语言^[9]、区域自由贸易协定^[10]和贸易成本^[11]等外部因素对贸易网络演化机制进行研究。然而上述研究没有从网络结构视角对贸易网络演化机制进行讨论，忽略了贸易网络演化的内生机制，导致研究结果可能有偏。随着贸易网络内部结构复杂化，从内部结构视角探究贸易网络演化机制逐渐成为学术界关注的热点问题。已有少数学者对全球贸易网络^[12-13]和国内区域贸易网络^[14]这两个网络演化内生机制进行了讨论，但是在构建贸易网络时没有区分最终品和中间品。最终品和中间品在进行跨区域贸易时遵循的理论存在一定区别，如果不加以区分贸易产品的性质，可能会导致对贸易网络演化内生机制的讨论存在以偏概全的问题。并且，2023 年全球中间品贸易占全球贸易比重达 50%以上，尤其中国中间品贸易占贸易总值的 61.1%，中间品贸易在全球贸易中占据重要地位。另外，相较于最终品贸易，中间品贸易不仅具有交换产品的特征，而且还是知识、信息和技术传播的重要载体。因此，从中间品贸易视角探究全球生产网络演化内生机制，并分析中国在全球生产网络演化中承担的角色变得极为重要。

鉴于此，本文首先利用全球 97 个经济体 3 198 种中间品贸易数据构建全球生产网络；其次，采用网络分析中前沿的分析工具——时间指数随机图模型（TERGM）探究网络的互惠结构、两路径结构和星型结构对全球生产网络演化的作用；再次，梳理统计中国在全球生产网络中拥有的互惠（非互惠）结构数量和承担中介角色的三元组结构数量；最后，依据全球生产网络演化内生机制，进一步探讨中国在全球生产网络演化中的角色。

本文的边际贡献可归结为两个方面。第一，已有文献主要从网络外部因素研究全球贸

易网络演化机制，本研究从网络内部结构视角讨论全球生产网络演化内生机制，丰富了贸易网络演化动力机制研究，也为经济体拓展新的贸易合作关系提供新的研究视角。第二，已有研究主要依据中间品进出口贸易额分析中国在全球中间品贸易中的角色，本文依据全球生产网络演化内生机制，分析中国在全球生产网络演化中承担的角色，力图回应部分西方发达国家试图“去中国化”和与中国“脱钩”的行为，为维持全球和中国产业链稳定提供了新的思路。

一、文献综述与理论假说

目前，信息传播是研究贸易网络演化内生机制的重要理论基础，其中，中间品贸易是信息跨国传播的重要渠道^[15]。由于生产网络具有市场信息传播的特征^[4]，网络内某经济体通过进口或出口中间品方式嵌入全球生产网络后，可以借助已有的网络结构直接或间接地获取目的市场的相关信息，克服信息壁垒，建立新的生产合作关系，形成新的网络结构，加速全球生产网络演化。另外，中间品跨国贸易作为产品贸易的重要组成部分，同样由比较优势、资源禀赋、专业化分工等理论支撑，遵循相应的贸易原则，例如互惠贸易原则。互惠贸易原则决定了单向生产合作关系的建立有助于促进互惠型生产合作关系的产生。随着网络可视化和统计分析工具的发展，已有学者对贸易网络的内部结构进行了解构。大量研究表明，初期的全球生产网络主要由少数几个经济体向全球其他经济体出口中间品或进口中间品，生产合作关系往往是单向的。这表明初期的全球生产网络内部主导单元为非互惠结构、两路径结构和星型结构^[16]。基于全球生产网络结构的现实特征，本文重点验证非互惠结构、两路径结构和星型结构对全球生产网络演化的影响。

随着科学技术的发展，地理距离对全球贸易的阻碍程度有所弱化，信息壁垒逐渐成为跨国贸易合作的重要影响因素。在全球化生产初期，某经济体通过偶发的或有目的性的进口中间品或出口中间品等方式嵌入全球生产网络，并与网络内其他某经济体建立了单向的生产合作关系。单向的生产合作关系成为信息传播的重要渠道，交易双方可以直接在对方市场上搜寻供给或需求信息，打破信息壁垒，降低搜寻成本，促进新的生产合作关系建立，形成互惠结构，加速全球生产网络演化^[17]。根据比较优势理论和专业化分工理论，互惠贸易有利于贸易双方在经济发展方面实现双赢，促使经济体间建立互惠的生产合作关系。此外，Emerson^[18]的权力依赖理论认为，所谓权力就是依赖的反面。中间品贸易依赖的非对称性导致了权力不平衡，权力不平衡成为威胁全球产业链供应链安全的一个重要因素。在高度强调产业链供应链安全的今天，各经济体为了保障自身产业链供应链安全，必定会遵循贸易互惠原则，进而促进网络互惠结构的形成。基于此，本文提出以下假说：

假说 1：非互惠结构的互惠效应是全球生产网络演化的一个内生机制。

在社会网络中，由于信息具有间接传播的特征，人们普遍接受的一个认知是：朋友的朋友更容易成为朋友，即信息可以通过第三方实现间接传播。在全球生产网络中，同样存在信息间接传播的现象，即经济体可以通过第三方市场间接获取目的市场相关供给或需求信息。

这有利于打破信息壁垒和降低信息搜寻成本，建立新的生产合作关系，促进生产网络内两路径结构趋向形成闭合结构^[19]。但是，在以产品内分工为主要特征的全球化生产模式下，不同经济体承担着不同的生产工序，资源禀赋理论决定少数经济体承担着全球中间品出口或进口的重要角色，导致全球化分工具有小团体性和等级性。另外，经济体倾向通过与两个或多个经济体形成上下游生产关联，获得协同效应和资源有效配置效应，导致两路径倾向于形成传递闭合三元组结构，而非循环闭合三元组结构^[20]。基于此，本文提出以下假说：

假说 2：两路径结构的传递闭合效应是全球生产网络演化的一个内生机制。

资源禀赋理论和比较优势理论是支撑全球贸易发展的重要理论。全球不同经济体具有不同的资源禀赋和不同的比较优势，只有少数经济体拥有丰富的资源禀赋或超大规模的市场需求。原材料丰富的少数经济体将成为中间品供应的核心市场，向全球其他经济体出口中间品；而具有超大规模市场需求的少数经济体，将从全球其他经济体进口中间品，成为全球中间品需求的核心市场。这导致全球生产网络呈现“核心—外围”结构。Barabasi 等^[21]提出无标度网络模型，即网络内部分节点拥有大量的发出关系或接收关系，这类结构被称为星型结构。在全球生产网络中，少数经济体通过向全球供应中间品形成的星型结构，被称为出度星型结构；少数经济体通过从全球进口中间品形成的星型结构，被称为入度星型结构^[22]。具有出度星型结构的经济体，通过多元的出口市场，可以获得更多且更为准确的买方市场信息，并且被更多的购买商熟知，这有利于该经济体进一步扩展新的出口市场。具有入度星型结构的经济体，通过多元的进口市场，获得更丰富的卖方市场信息，也会被更多的供应商熟知，这有助于该经济体拓展新的进口市场。因此，不论是具有出度星型结构的经济体还是入度星型结构的经济体都与网络内大部分经济体建立了生产合作关系，便于收集目标市场信息，打破市场信息壁垒，建立新的贸易合作关系，拓展新的“朋友圈”。这种现象被称为星型结构的马太效应^[23]。基于此，本文提出以下假说：

假说 3：星型结构的马太效应是全球生产网络演化的一个内生机制。

二、计量模型设定、全球生产网络构建与数据来源

（一）计量模型设定

TERGM 作为新兴的网络统计方法，用于解释网络关系的建立，该方法突破了传统回归方法中的独立性假设，可以解构出不同类型的微观网络结构以处理复杂的网络依赖关系，估计不同的网络结构对网络形成和演化的影响^[24]，其最大的优势是可以同时研究网络形成的内生和外生机制。但 TERGM 不能有效处理加权边的问题，现有研究主要借助设定门槛阈值的方法，把加权网络变成二值网络解决此问题^[25]。

本文延续传统研究的思路，在控制外生影响因素的基础上，利用 TERGM 对全球生产网络演化内生机制进行实证检验。本文控制的外生因素包括经济体的政治稳定性、经济规模、经济发达程度、是否属于同一区域、官方语言是否相同、地理距离、殖民关系和是否签署区域自由贸易协定；生产网络结构变量分别选取互惠结构、闭合三元组结构和星型结构。其中，

闭合三元组结构包括传递闭合三元组结构和循环闭合三元组结构,星型结构包括入度星型结构和出度星型结构。根据 TERGM, 构建统计模型如下:

$$P(N^t|\theta^t N^{t-1}) = \left(\frac{1}{c}\right) \exp(\theta_0 edg + \theta_1 mut + \theta_2 ttr + \theta_3 ctr + \theta_4 mem + \theta_5 tim + \theta_6 rid + \theta_7 sod + \theta_8 sps + \theta_9 rps + \theta_{10} sg + \theta_{11} rg + \theta_{12} spg + \theta_{13} rpg + \theta_{14} com + \theta_{15} dis + \theta_{16} col + \theta_{17} fta + \theta_{18} reg) \quad (1)$$

其中, N^t 、 N^{t-1} 分别表示 t 时期和 $t-1$ 时期的全球生产网络, θ 对应未知参数, $1/c$ 是归一化常数, 确保概率 P 保持在 0 和 1 之间。 edg 表示网络的边, 相当于计量中的常数项, 具体变量说明见表 1。

表 1 时间指数随机图模型变量说明

变量名称	变量符号	变量说明
互惠结构	<i>mut</i>	非互惠结构是否有形成互惠结构的趋势
传递闭合三元组	<i>ttr</i>	两路径结构是否有形成传递闭合三元组结构的趋势
循环闭合三元组	<i>ctr</i>	两路径结构是否有形成循环闭合三元组结构的趋势
入度星型结构	<i>rid</i>	经济体的入度星型结构是否具有马太效应
出度星型结构	<i>sod</i>	经济体的出度星型结构是否具有马太效应
发送者的政治稳定性	<i>sps</i>	生产合作关系发送者的政治稳定性对生产合作关系建立是否有影响
发送者的经济规模	<i>sg</i>	生产合作关系发送者的经济规模对生产合作关系建立是否有影响
发送者的经济发达程度	<i>spg</i>	生产合作关系发送者的经济发达程度对生产合作关系建立是否有影响
接收者的政治稳定性	<i>rps</i>	生产合作关系接收者的政治稳定性对生产合作关系建立是否有影响
接收者的经济规模	<i>rg</i>	生产合作关系接收者的经济规模对生产合作关系建立是否有影响
接收者的经济发达程度	<i>rpg</i>	生产合作关系接收者的经济发达程度对生产合作关系建立是否有影响
区域划分	<i>reg</i>	隶属同一大洲的经济体是否倾向建立生产合作关系
官方语言是否相同	<i>com</i>	官方语言相同的经济体是否倾向建立生产合作关系
地理距离	<i>dis</i>	地理距离对经济体间生产合作关系建立是否有影响
殖民关系	<i>col</i>	存在殖民与被殖民关系的经济体是否倾向建立生产合作关系
区域自由贸易协定	<i>fta</i>	签订区域自由贸易协定的经济体是否倾向建立生产合作关系
稳定性	<i>mem</i>	t 时期生产合作关系在 $t+1$ 时期是否保持不变
变异性	<i>tim</i>	t 时期生产合作关系在 $t+1$ 时期是否发生变化

(二) 全球生产网络构建

本文基准回归采用的全球生产网络构建步骤有四步。第一步, 先对中间品进行筛选。遵循 1996 版本的商品名称及编码协调制度 (HS96) 与第四次修订的国际贸易商品分类 (BEC Rev.4) 的匹配原则, 最终整理出 3 198 种 HS96 版本的 6 位码中间品。第二步, 对全球经济体进行筛选。全球有 200 多个经济体, 但由于一些经济体的相关指标有缺失, 最终筛选出包括中国、美国、德国、日本、韩国等全球 97 个经济体。这 97 个经济体的中间品贸易额占全球中间品贸易额超 90%, 因此, 本文用这 97 个经济体间的中间品贸易数据构建全球生产网络具有合理性和代表性。第三步, 为了全球生产网络能够在时间维度上进行纵向比较, 对经济体间中间品贸易数据进行双重平减^[26]。各经济体本币对美元汇率和出口价格指数数据来

自世界银行数据库。双重平减后，利用 97 个经济体间 3 198 种中间品贸易数据构建加权有向全球生产网络。第四步，把构建的加权有向网络根据阈值转换成二值有向网络，设定的阈值为 2000—2021 年经济体间中间品平均出口额（6.885 亿美元）的 1%^[27]。稳健性检验所采用的全球生产网络，其构建原则与基准回归中的全球生产网络构建原则基本一致，仅中间品种类和阈值设定存在区别。

（三）数据来源

本文采用法国经济研究中心数据库（CEPII）提供的 HS96 版 2000—2021 年全球中间品贸易数据构建全球生产网络。网络结构层面的解释变量和被解释变量来源于构建的全球生产网络。控制变量中衡量经济规模的实际国内生产总值（ g ）（以 2000 年为基期）和衡量实际经济发达程度的人均国内生产总值（ pg ）（以 2000 年为基期）变量来自世界银行，政治稳定性（ ps ）的原始数据来源于世界银行营商环境体系（BEE）官网公布的全球治理指数，区域自由贸易协定（ fta ）数据来自自由贸易协定（FTA）数据库，殖民关系（ col ）、官方语言（ com ）、地理距离（ dis ）等数据来自 CEPII 中的子数据库 Geography。

三、全球生产网络结构的特征事实与实证结果

（一）全球生产网络结构特征事实

为了直观地展现出全球生产网络内部结构演变的特征，本文分别从网络内部的互惠、三元组和星型这三种结构维度对全球生产网络结构特征进行分析。三元组结构包括两路径结构（非闭合三元组结构）和闭合三元组结构，闭合三元组结构又包括传递闭合三元组结构和循环闭合三元组结构。星型结构包括入度星型结构和出度星型结构。

1. 互惠结构

本文利用 R 软件 `igraph` 包计算统计出 2000—2021 年全球生产网络的互惠情况，如图 1 所示。可以发现，2000—2021 年全球生产网络内单向生产合作关系的数量变化不大，而互惠性水平呈现明显的上升趋势，说明网络内经济体跨区域生产合作的现象逐渐凸显，经济体间逐渐建立起“你来我往”的互惠型生产合作关系。其中，2020 年全球新冠病毒感染疫情阻碍了跨区域的中间品贸易，导致全球生产网络的互惠性有所降低。但是，整体而言，全球生产网络内经济体在不断开拓新的供应商或购买商，并且形成互惠结构，网络内部结构逐渐由非互惠结构演化为互惠结构。

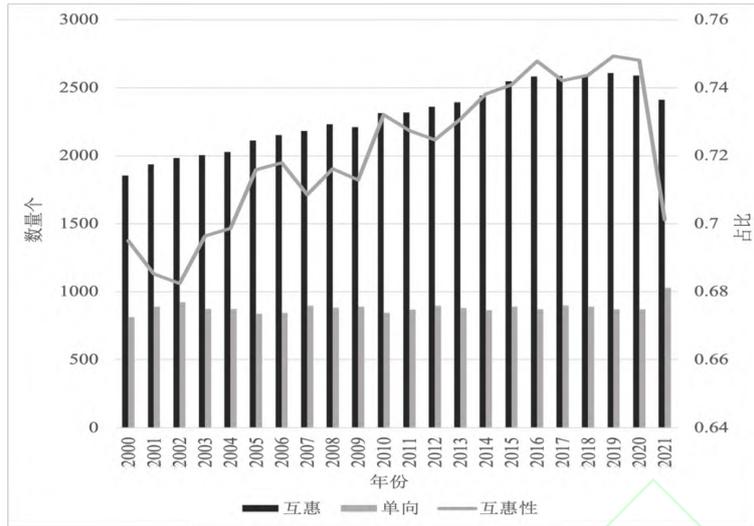


图1 2000—2021年全球生产网络的互惠情况

注：网络数据来源于 CEPII，互惠和单向结构数量经笔者利用网络分析方法计算得出，互惠性由互惠结构数量占互惠结构数量和单向结构数量总和的比例衡量。

2.三元组结构

全球生产网络内 97 个经济体可以形成 884 640 种三元组结构。2000—2021 年全球生产网络内的闭合、传递闭合、循环闭合和传递循环闭合这四类三元组结构数量占三元组结构总数量（884 640）的比重情况如图 2 所示。在全球生产网络中，闭合三元组结构数量多于传递闭合三元组结构数量，传递闭合三元组结构数量多于循环闭合三元组结构数量，并且这四类闭合三元组结构数量占三元组总数量比重呈现递增态势。这表明全球生产网络内部三元组结构逐渐从非闭合结构向闭合结构演化，但闭合三元组结构占总三元组结构数量比重一直在 0.5 以下，反映出全球生产网络中还存在大量以非闭合生产合作关系为主的两路径结构，表明全球生产网络中两路径结构向闭合三元组结构演化还存在很大空间。

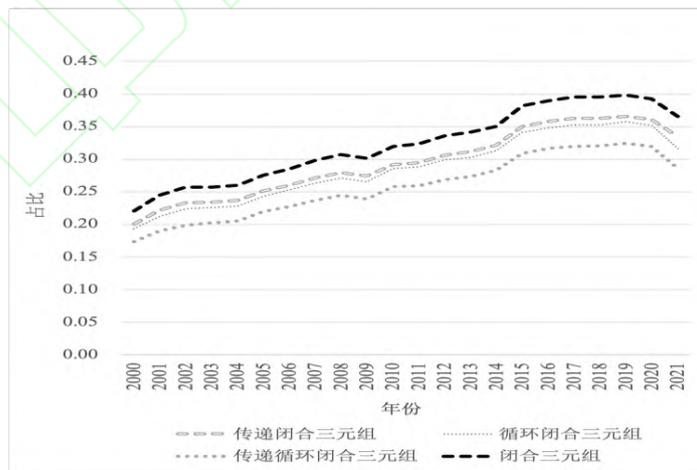


图2 2000—2021年全球生产网络闭合三元组情况

注：网络数据来源于 CEPII，闭合、传递闭合、循环闭合和传递循环闭合这四类三元组结构数量经笔者利用网络分析方法计算得出。

3.星型结构

图 3 和图 4 分别从全球生产网络中经济体的入度和出度分布情况来看网络内的入度星型结构和出度星型结构。经济体的入度和出度分别用经过标准化的接收的生产关系数量和发出的生产关系数量表示。在全球生产网络中，经济体的入度和出度都呈现出不均匀分布，只有少数经济体的入度或出度较大。从演化趋势看，2000—2021 年全球生产网络内经济体的入度和出度分布波峰都表现出右移态势，即大部分经济体的入度和出度都有所增加，网络内入度星型结构和出度星型结构逐渐变得明显。总体上，全球生产网络内部少数经济体具有明显的入度星型结构或出度星型结构。

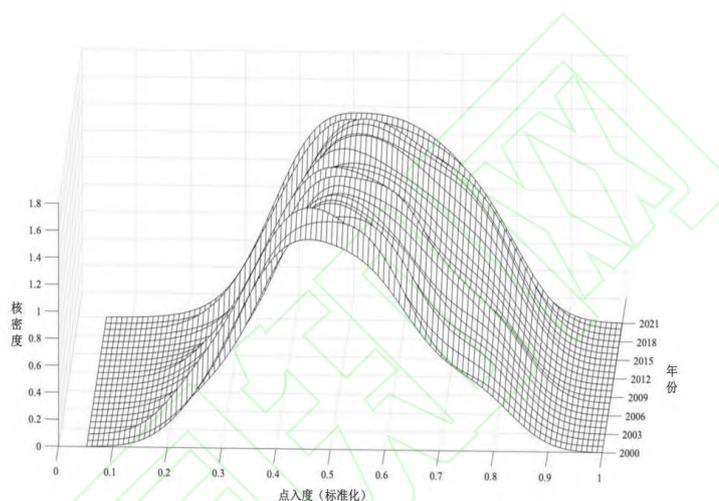


图 3 2000—2021 年全球生产网络入度星型结构情况

注：网络数据来源于 CEPII，2000-2021 年 97 个经济体的点入度经笔者利用网络分析方法计算得出。

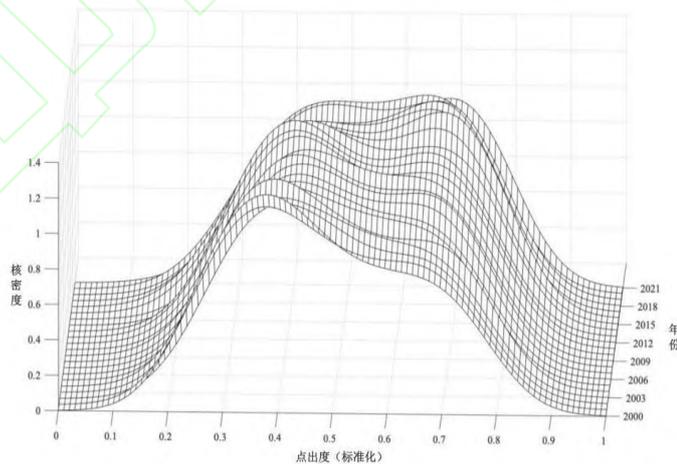


图 4 2000—2021 年全球生产网络出度星型结构情况

注：网络数据来源于 CEPII，2000-2021 年 97 个经济体的点出度经笔者利用网络分析方法计算得出。

（二）实证结果分析

1. 基准回归结果

本文对 2000—2021 年间隔 2 年的纵向全球生产网络进行 TERGM 估计，实证结果见表 2。在考虑了网络结构变量后，第（2）列中外生变量的回归系数较第（1）列有所变化，但显著性基本没受影响。从网络结构变量看，互惠性的系数为 0.749 且在 1%的水平上显著，证明当经济体 i 向经济体 j 提供中间品时，经济体 j 有向经济体 i 提供中间品的倾向（或 i 有从经济体 j 购买中间品的倾向），表明单向的生产合作关系有助于交易双方建立互惠的生产合作关系，即非互惠结构的互惠效应积极影响着全球生产网络的演化。传递闭合三元组结构的系数显著为正，循环闭合三元组结构的系数为负，表明在信息间接传播的作用下，两个没有生产合作关系的经济体通过获得中介经济体间接传播的信息，形成新的生产合作关系，导致两路径结构趋于闭合。但是，由于资源禀赋差异与专业化分工合作模式的存在，网络中两路径结构倾向于形成传递闭合结构而非循环闭合结构。出度星型结构的系数显著为正，表明经济体通过出度星型结构获得更多的出口市场信息，促进新的出口关系建立；入度星型结构的系数也显著为正，反映经济体通过入度星型结构获得更多的进口市场信息，促进新的进口关系形成。这反映出经济体的星型结构具有马太效应。时间变量中稳定性的系数为正显著，时间变异的系数为负显著，并且稳定性的系数的绝对值大于时间变异的系数的绝对值，反映了全球生产网络演化具有路径依赖性和变异性，但整体上呈现路径依赖特征。

表 2 基准回归估计结果

变量	被解释变量: $P(N^t \theta^t N^{t-1})$	
	(1)	(2)
<i>edg</i>	-32.841*** (0.609)	-6.712*** (0.636)
<i>sps</i>	5.247*** (0.338)	0.102*** (0.032)
<i>rps</i>	4.739*** (0.083)	0.214*** (0.029)
<i>sg</i>	1.124*** (0.018)	0.162*** (0.018)
<i>rg</i>	0.944*** (0.012)	0.170*** (0.015)
<i>spg</i>	-0.760*** (0.064)	-0.131*** (0.024)
<i>rpg</i>	-0.775***	-0.186***

	(0.024)	(0.012)
<i>col</i>	1.646***	0.439*
	(0.182)	(0.235)
<i>com</i>	0.381***	0.993***
	(0.034)	(0.050)
<i>dis</i>	-1.251***	-0.588***
	(0.035)	(0.028)
<i>fta</i>	-0.044	0.083*
	(0.063)	(0.041)
<i>reg</i>	0.437***	0.471***
	(0.035)	(0.041)
<i>sod</i>		0.066***
		(0.002)
<i>rid</i>		0.070***
		(0.002)
<i>mut</i>		0.749***
		(0.043)
<i>ttr</i>		0.006*
		(0.002)
<i>ctr</i>		-0.031***
		(0.005)
<i>mem</i>		1.423***
		(0.026)
<i>tim</i>		-0.183***
		(0.016)
观测值数	74496	65184

注：1. () 内为标准误。

2. ***和*分别表示在 1%和 10%的水平上显著。

3.控制变量估计结果留存备索。

2.稳健性检验

第一，更换样本。基准回归所使用的全球生产网络是由全球 97 个经济体间 3 198 种中间品贸易总额数据构建，不同中间品的全球生产网络演化内生机制是否与基准回归结果一致？本文按照 Lall^[28]的研究，根据第二次修订的联合国国际贸易分类的（SITC REV.2）三分

位编码将产品划分为自然资源产品、初级产品、低技术产品、中等技术产品和高技术产品，分别构建这五类产品的全球生产网络。另外，考虑到集成电路对各经济体的发展至关重要，本文选取 8 种 HS96 版本 6 位码中间品^①的双边贸易数据，构建了集成电路的全球生产网络。这不仅有助于验证基准回归的结果是否具有稳健性，也旨在为如何保障中国集成电路安全提供一定现实支撑。这六类产品的全球生产网络阈值设定原则与基准回归使用的全球生产网络的阈值设定原则一致。六类产品的全球生产网络演化实证结果见表 3，网络结构的显著性及符号都与基准回归一致，表明基准回归结果具有稳健性。

表 3 更换样本稳健性检验结果

变量	被解释变量: $P(N^t \theta^t N^{t-1})$					
	(1) 自然资源	(2) 初级	(3) 低技术	(4) 中等技术	(5) 高技术	(6) 集成电路
<i>sod</i>	0.059*** (0.002)	0.054*** (0.001)	0.053*** (0.002)	0.055*** (0.001)	0.054*** (0.002)	0.060*** (0.003)
<i>rid</i>	0.065*** (0.002)	0.043*** (0.001)	0.063*** (0.002)	0.077*** (0.002)	0.072*** (0.002)	0.064*** (0.005)
<i>mut</i>	0.674*** (0.072)	0.454*** (0.047)	0.845*** (0.022)	0.725*** (0.077)	0.486*** (0.067)	0.693*** (0.024)
<i>ttr</i>	0.010*** (0.002)	0.017*** (0.002)	0.015*** (0.002)	0.011*** (0.002)	0.015*** (0.002)	0.034*** (0.002)
<i>ctr</i>	-0.032*** (0.005)	-0.031*** (0.003)	-0.035*** (0.002)	-0.032*** (0.003)	-0.027*** (0.003)	-0.005*** (0.005)
观测值数	65184	65184	65184	65184	65184	65184

注：1. () 内为标准误。

2. ***表示在 1%的水平上显著。

3.控制变量估计结果留存备索。

第二，模型拟合。在社会网络研究中，基于仿真模型的拟合优度评价方法可以更有效地评价回归结果的可信性。仿真拟合通过不断增加关键的网络结构特征参数来接近观测网络，从而实现拟合网络与观测网络在网络结构特征上的差异比较。为了更全面验证基准结果的准确性及稳健性，本文对基准回归模型进行仿真拟合。在仿真拟合的过程中加入边共享伙伴、节点间测地线距离和三元组网络结构变量。拟合图中黑线为观测的全球生产网络中结构变量的分布情况，灰色为以基准回归为基准的仿真网络中结构变量的分布情况。从图 5 可以看出，观测网络的边共享伙伴、节点间测地线距离和三元组这三种结构的数量分布基本在仿真网络结构数量分布范围的中间。这表明仿真模拟效果较好，基准回归结果具有稳健性。

^① 集成电路产品的 HS96 版本 6 位码分别为 854212、854213、854214、854219、854230、854240、854250 和 854290。

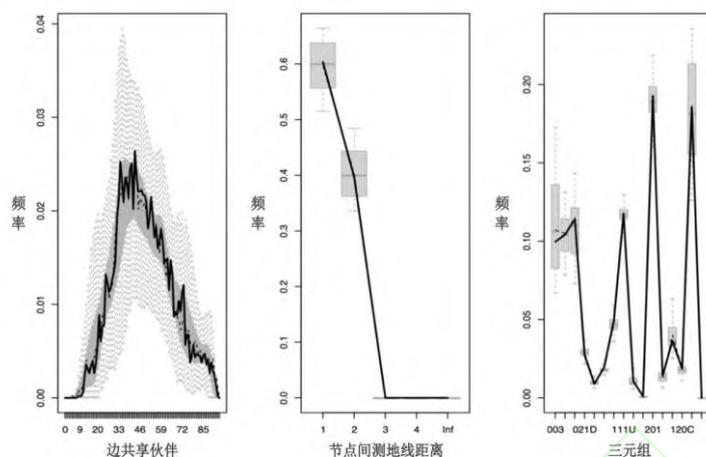


图5 全球生产网络拟合结果

注：网络数据来源于 CEPII，边共享伙伴、节点间测地线距离和三元组这三种结构拟合结果经笔者利用网络分析方法模拟得出。

第三，更换阈值和算法。基准回归采用的全球生产网络是以经济体间 3 198 种中间品出口额均值的 1%为阈值得到的二值网络，并且在统计回归中采用伪极大似然估计的方法对全球生产网络演化内生机制进行估计。在 TREGM 的统计回归中不仅包括伪极大似然估计方法还包括了动态的马尔科夫蒙特卡罗极大似然估计方法（MCMCMLE）。本文首先把构建二值全球生产网络的阈值设定为 1 亿美元，构建新的全球生产网络，对网络演化内生机制进行稳健性检验。然后更换算法对基准回归中使用的全球生产网络进行演化内生机制稳健性检验。表 4 第（1）列为阈值为 1 亿美元的全球生产网络演化内生机制检验结果，第（2）列为利用 MCMCMLE 得到的结果。结果显示网络结构变量符号和显著性与基准回归结果高度一致，也验证了基准回归结论具有稳健性。

第四，更改时间间隔。基准回归使用的是时间间隔为 2 年的纵向全球生产网络，本部分构建了时间间隔为 0 和 1 年的纵向全球生产网络用于稳健性检验。其中，时间间隔为 1 年的纵向全球生产网络还包括以 2000 和 2001 年为初始年这两类全球生产网络。从表 4 第（3）~（5）列可知，网络结构变量对全球生产网络演化的影响与基准回归基本一致。

表 4 更换阈值和算法以及更改时间间隔稳健性检验结果

变量	被解释变量： $P(N^t \theta^t N^{t-1})$				
	更换阈值	更换算法	更改时间间隔		
	(1) 1 亿元	(2) MCMCMLE	(3) 间隔 0 年	(4) 2000 年开始间隔 1 年	(5) 2001 年开始间隔 1 年
<i>sod</i>	0.064*** (0.002)	0.070*** (0.002)	0.061*** (0.001)	0.065*** (0.002)	0.063*** (0.002)
<i>rid</i>	0.058*** (0.002)	0.074*** (0.002)	0.064*** (0.001)	0.068*** (0.002)	0.066*** (0.002)

<i>mut</i>	0.741*** (0.055)	0.764*** (0.048)	0.717*** (0.034)	0.735*** (0.052)	0.758*** (0.046)
<i>ttr</i>	0.036*** (0.004)	0.003* (0.001)	0.005* (0.002)	0.003 (0.002)	0.007* (0.003)
<i>ctr</i>	-0.074*** (0.007)	-0.030*** (0.003)	-0.026*** (0.005)	-0.023*** (0.004)	-0.032*** (0.006)
观测值数	65184	65184	195552	93120	93120

注：1. () 内为标准误。

2. ***和*分别表示在 1%和 10%的水平上显著。

3. 控制变量估计结果留存备索。

四、中国在全球生产网络演化中的角色

2023 年，中国中间品进出口总值高达 25.53 万亿，其中中间品出口值为 11.24 万亿元，连续 12 年成为全球中间品出口第一大国。从中间品出口总值看，中国在全球经济发展中承担着极为重要的角色。但中国在全球生产网络演化中承担着什么角色？为了回答此问题，本部分首先对 2000—2021 年中国在全球生产网络中拥有的互惠（非互惠）结构数量和承担中介角色的三元组结构数量（包括闭合三元组和非闭合三元组）进行统计，然后依据全球生产网络演化内生机制中的非互惠结构的互惠效应和两路径结构的传递闭合效应分析中国在全球生产网络演化中的角色。

（一）互惠效应

2000—2021 年，在整体、自然资源、初级、低技术、中等技术和高技术这六类产品的全球生产网络中，中国与超 50 个经济体建立了互惠的生产合作关系，并且其数量呈现不断增加趋势。相较于自然资源、初级、低技术、中等技术、高技术和集成电路这六类产品的全球生产网络，在整体全球生产网络中，中国与其他经济体建立互惠的生产合作关系数量最多，到 2017 年，已与网络中其他 96 个经济体都建立了互惠的生产合作关系。在高技术和集成电路这两类产品的全球生产网络中，中国拥有的互惠型生产合作关系的数量较少，但到 2021 年，中国也分别与 70 和 50 个经济体建立了互惠的生产合作关系。总体来看，中国在全球生产网络中通过构建大量的互惠结构在全球生产网络演化中承担重要角色，并且在七类产品的全球生产网络演化中将持续发挥重要作用。

表 5 中国拥有的互惠结构数量

年份	整体	自然资源	初级	低技术	中等技术	高技术	集成电路
2000	76	65	55	61	60	51	32
2001	77	68	52	63	60	52	34

2002	82	70	53	71	64	56	35
2003	86	78	58	72	65	58	40
2004	91	86	59	73	68	59	40
2005	93	87	59	78	68	62	40
2006	92	91	61	75	70	63	42
2007	92	91	62	78	74	67	43
2008	93	90	62	76	73	67	43
2009	95	91	66	76	75	65	44
2010	95	91	72	83	77	65	45
2011	95	92	73	81	80	66	44
2012	95	91	73	80	79	65	46
2013	95	94	74	79	81	68	51
2014	94	94	75	84	81	69	50
2015	96	94	76	84	81	72	50
2016	95	93	77	85	80	72	49
2017	96	92	80	82	81	69	54
2018	96	93	81	84	81	71	51
2019	96	94	82	82	82	70	50
2020	95	92	78	83	85	72	54
2021	92	90	78	78	80	70	50

注：网络数据来源于 CEPII，互惠结构数量经笔者利用网络分析方法计算得出。

（二）传递闭合效应

在七类产品的全球生产网络中承担中介角色的三元组数量排名前五的经济体见表 6。在整体、自然资源、初级、低技术、中等技术和集成电路这六类产品的全球生产网络中，2021 年中国承担中介角色的三元组数量排名都在前三，发挥着巨大的第三方市场的作用；在高技术产品的全球生产网络中，中国承担中介角色的三元组数量排名不高。美国和德国在这七类产品的全球生产网络中承担中介角色的三元组数量排名一直靠前，一直发挥着重要的第三方市场的作用。近年来，印度在自然资源产品的全球生产网络中也逐渐发挥了重要的中介作用。

表 6 全球生产网络中承担中介角色的三元组数量排名前五的经济体

网络类型	2000 年		2007 年		2014 年		2021 年	
	经济体	数量/个	经济体	数量/个	经济体	数量/个	经济体	数量/个
整体	美国	8743	中国	8740	美国	9025	德国	8836
	意大利	8559	德国	8649	中国	8930	美国	8835

	德国	8278	美国	8648	德国	8930	中国	8740
	英国	8012	意大利	8283	荷兰	8836	荷兰	8648
	法国	7998	法国	8192	英国	8743	英国	8645
	美国	8011	中国	8645	中国	8930	美国	8742
	英国	7395	美国	8460	美国	8930	印度	8550
自然资源	意大利	7113	德国	7913	印度	8649	中国	8550
	法国	7022	英国	7749	韩国	8455	德国	8277
	德国	7022	荷兰	7745	德国	8366	比利时	8186
	美国	7132	美国	6842	美国	7472	美国	7401
	德国	6379	荷兰	6321	荷兰	7060	中国	7062
初级	法国	6013	德国	6073	中国	6813	德国	7045
	荷兰	6007	中国	5563	德国	6780	荷兰	6977
	意大利	5590	法国	5447	英国	6223	土耳其	6856
	意大利	7729	意大利	7914	美国	8272	美国	7896
	美国	7471	美国	7728	中国	7980	意大利	7533
低技术	英国	7020	中国	7410	意大利	7905	中国	7410
	法国	7009	德国	7255	英国	7614	德国	7144
	西班牙	6452	英国	7111	德国	7505	土耳其	6768
	美国	7333	美国	7426	美国	8265	美国	8455
	德国	6745	英国	7068	荷兰	7720	中国	7600
中等技术	英国	6716	德国	7030	中国	7695	荷兰	7600
	法国	6580	中国	7030	德国	7600	德国	7520
	意大利	6324	法国	6735	英国	7600	意大利	7332
	美国	6768	美国	7426	美国	7790	美国	7315
高技术产 品	德国	6392	法国	6935	德国	7410	法国	7315
	法国	6204	英国	6882	英国	7410	英国	6840
	英国	6097	荷兰	6862	荷兰	7068	德国	6768
	荷兰	5734	德国	6674	法国	7030	荷兰	6768
	美国	3971	美国	4018	中国	4450	中国	4600
	德国	3036	德国	3433	美国	3948	美国	4236
集成电路	法国	3000	中国	3354	德国	3368	德国	3852
	英国	2774	法国	3061	新加坡	2924	法国	3109
	新加坡	2163	英国	2625	法国	2774	新加坡	3086

注：网络数据来源于 CEPII，三元组结构数量经笔者利用网络分析方法计算得出。

根据前文可知，美国在 7 类产品的全球生产网络中一直承担着重要的中介角色，本文把美国作为对照组，与中国在全球生产网络演化中承担的中介角色进行比较分析。由于篇幅有限，图 6 仅是对中国与美国在整体和集成电路这两类产品的全球生产网络中承担中介角色的传递闭合和非传递闭合三元组数量进行统计。传递闭合和非传递闭合三元组数量分别反映承担中介角色的经济体在全球生产网络内生演化中已发挥和将要发挥作用的情况。2000—2021 年，在整体全球生产网络中，中国承担中介角色的传递闭合三元组数量逐渐超过美国，非传递闭合三元组数量逐渐与美国基本一样，这反映出中国在整体全球生产网络演化过程中发挥的第三方市场作用超过美国，并且将发挥的第三方市场作用也将不弱于美国。在集成电路的全球生产网络中，2000—2012 年中国承担中介角色的传递闭合和非传递闭合三元组数量基本少于美国，但是差距在缩小，中国通过承担中介角色引致的传递闭合效应对全球生产网络演化的作用逐渐接近美国；在 2013—2021 年，中国承担中介角色的传递闭合三元组数量多于美国，中国和美国承担中介角色的非传递闭合三元组数量变动幅度较大，但是整体上中国承担中介角色的非传递闭合三元组数量也多于美国，意味着中国通过承担中介角色已发挥或将发挥第三方市场的作用基本都超过美国。

同时，为了更清楚地展示在两路径结构的传递闭合效应下，中国通过承担中介角色对全球生产网络演化将发挥的作用，本文对中国承担中介角色的未闭合三元组结构中处于出口位置和进口位置的经济体进行统计整理，并对未来可能建立生产合作关系的网络图进行模拟绘制，结果如图 7 所示。网络节点大小根据节点出度值进行绘制。在整体全球生产网络中，科特迪瓦、柬埔寨、博茨瓦纳、玻利维亚、萨尔瓦多和黎巴嫩等这些经济体将进一步扩展中间品出口市场；在集成电路的全球生产网络中，坦桑尼亚、新西兰、巴拿马、南非和白俄罗斯等经济体也将进一步扩展出口市场。

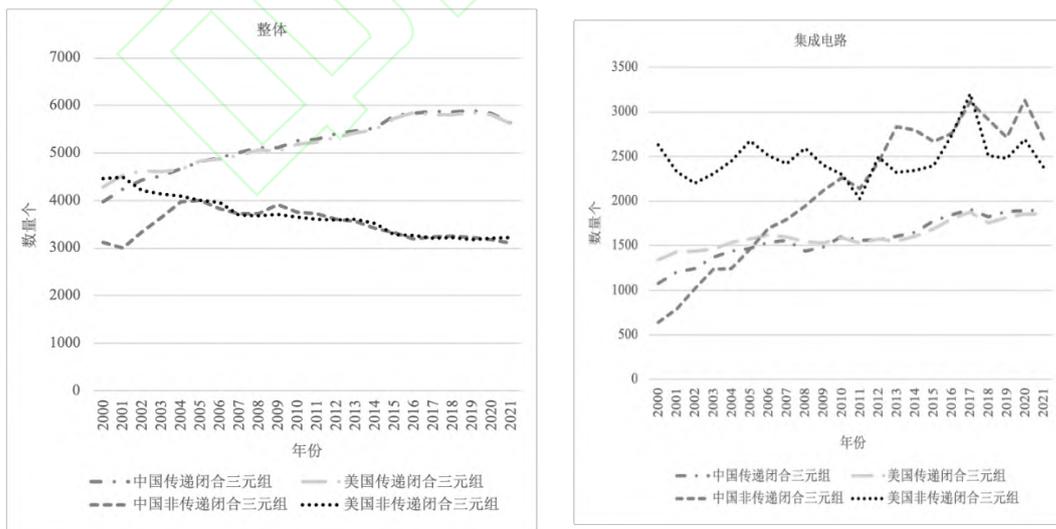


图 6 中国和美国承担中介角色的传递闭合和非传递闭合三元组数量

注：网络数据来源于 CEPII，传递闭合三元组和非传递闭合三元组数量经笔者利用网络分析方法计算得出。

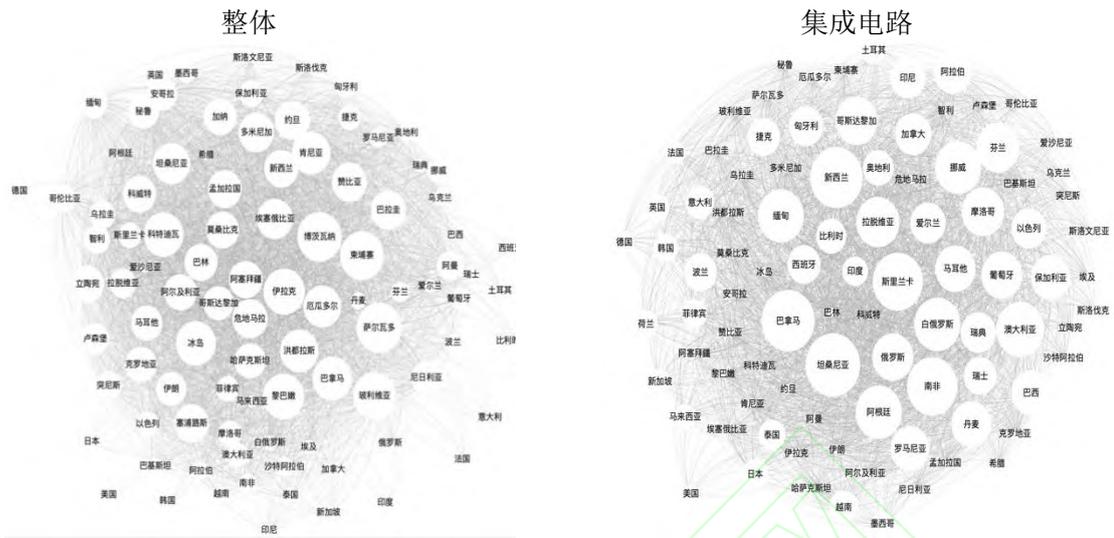


图 7 在中国承担中介角色引致的传递闭合效应下全球生产网络演化趋势

注：网络数据来源于 CEPII，节点出度经笔者利用网络分析方法计算得出。

五、结论与启示

本文利用全球中间品贸易数据构建全球生产网络，采用网络分析中前沿的分析工具 TERGM 探究全球生产网络的非互惠结构、两路径结构和星型结构对全球生产网络演化的作用，并且对中国在全球生产网络中拥有的互惠（非互惠）结构和承担中介角色的三元组结构进行统计，依据全球生产网络演化内生机制对中国在全球生产网络演化中的角色进行分析。研究得出三方面主要结论。第一，非互惠结构的互惠效应、两路径结构的传递闭合效应和星型结构的马太效应是全球生产网络演化内生机制。第二，在整体、自然资源、初级、低技术、中等技术和高技术等这 6 类产品的全球生产网络中，中国与超 50 个经济体间建立了互惠的生产合作关系，并且生产合作关系数量呈现不断增加的趋势。第三，在 7 类产品的全球生产网络中，2021 年除高技术产品的全球生产网络外，中国在另外 6 类产品的全球生产网络中承担中介角色的三元组数量排名都在前三，发挥着重要的第三方市场的作用。总体而言，中国通过构建互惠结构和承担中介角色在全球生产网络演化中承担着重要的角色。部分西方发达国家“去中国化”的行为必将对全球生产网络重构产生巨大影响，危及全球产业链和供应链安全。基于以上结论，本文的政策启示如下：

第一，加强构建进口来源国和出口目的国多元化的贸易格局，率先成为生产合作关系的“发出者”，继续推动构建以合作共赢为核心的跨国生产合作关系。目前，美国联合部分国家从关键核心中间品进口和出口两方面对中国参与全球化生产进行遏制。在进口方面，美国对中国进口的关键核心中间品实行增加关税甚至断供；在出口方面，美国提出“印太战略”，企图联合多国“去中国化”。所以中国需要继续坚持高水平对外开放，巩固和强化在全球生产网络中的中心地位，形成多元化的经贸合作关系。具体来说，放宽开放领域，增加中国参与国际市场分工与合作的范围和层次，坚持向发达国家开放与向发展中国家开放相互结合、

多边开放与区域开放相互结合，与更多的国家建立长期共存的生产合作关系。

第二，充分利用自身在全球生产网络中“桥梁”地位的优势，增强技术创新，形成网络地位提升与技术创新相互促进的发展模式。依据本文研究结论，中国在各类产品的全球生产网络中都承担着重要的中介角色，位于“桥梁”位置的网络节点具有掌控网络内信息资源的能力，利用生产网络内技术资源提高创新水平，增强产品国际竞争力，进一步提升网络地位，进而形成良性累积循环。并且，中国应加强与发达国家高技术制造业的贸易往来，缩短与技术领先国的网络距离，提升在贸易网络中获取技术的效率，利用后发优势不断缩小与发达国家的技术差距，培育核心优势，实现由“世界工厂”到“制造强国”的转变。

第三，建立国内进出口企业信息交流平台，共享国际市场信息，打破国际市场信息壁垒，促使中国企业更快地嵌入全球生产网络。本文研究结论表明，嵌入全球生产网络有利于拓展新的朋友圈，但是对于刚进入（准备进入）国际市场的企业来说，亟须获得目的市场的相关信息，但是国际市场存在信息壁垒。国内进出口企业之间缺少信息共享平台，导致企业初期开拓国际市场需要付出高昂的信息搜寻成本，不利于企业快速嵌入全球生产网络。建立国内进出口企业信息交流平台成为企业能否成功且快速嵌入全球生产网络的关键举措。

参考文献：

- [1] 王文宇,贺灿飞,陈新明.贸易壁垒、贸易协定与中国制造业出口网络演化[J].经济地理,2021(11):118-128.
- [2] 冯耕中,刘祺,朱佳雯,等. 产业链供应链安全评估与应对策略[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2023(6): 106-116.
- [3] 干春晖,高录问,蔡均.中国“外循环”前向依赖网络结构特征及上游断裂风险传导路径研究[J].国际经贸探索,2023(9):49-64.
- [4] 孙浦阳,刘伊黎,蒋殿春.企业贸易网络中的对外直接投资决策同群效应分析[J].世界经济,2022(10):58-83.
- [5] 高培勇.构建新发展格局:在统筹发展和安全中前行[J].经济研究,2021(3):4-13.
- [6] 黄群慧.新发展格局的理论逻辑、战略内涵与政策体系:基于经济现代化的视角[J].经济研究,2021(4):4-23.
- [7] 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(2):84-101.
- [8] 潘镇.制度质量、制度距离与双边贸易[J].中国工业经济,2006(7):45-52.
- [9] 俞路.语言文化对“一带一路”沿线各国双边贸易的影响:基于扩展引力模型的实证研究[J].世界地理研究,2017(5):21-31
- [10] 杨曦,杨宇舟.全球价值链下的区域贸易协定:效应模拟与机制分析[J].世界经济,2022(5):29-56.
- [11] 马佳卉,贺灿飞.中间产品贸易网络结构及其演化的影响因素探究:基于贸易成本视角[J].地理科学进展,2019(10):1607-1620.

-
- [12] CHANEY T. The network structure of international trade[J]. *The American Economic Review*, 2014,104(11):3600-3634.
- [13] 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.
- [14] 李敬,刘洋.中国国民经济循环:结构与区域网络关系透视[J].*经济研究*,2022(2):27-42.
- [15] GROSSMAN G M, HELPMAN E. Trade, knowledge spillovers, and growth[J]. *European Economic Review*, 1991,35:517- 526.
- [16] 许和连,孙天阳,成丽红. “一带一路” 高端制造业贸易格局及影响因素研究: 基于复杂网络的指数随机图分析[J].*财贸经济*,2015(12):74-88.
- [17] YIN M, ZHU L J. Reciprocity in directed networks[J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2016(447):71-84.
- [18] EMERSON R M. Power-dependence relations[J]. *American Sociological Review*, 1962,27(1):31-41.
- [19] 包群,但佳丽.网络地位、共享商业关系与大客户占比[J].*经济研究*,2021(10):189-205.
- [20] 侯传璐,覃成林.中国省际贸易网络的特征及影响因素:基于铁路货运流量数据及指数随机图模型的分析[J].*财贸经济*,2019(3):116-129.
- [21] BARABASI A L, ALBERT R. Emergence of scaling in random networks[J]. *Science*, 1999,286(5439):509-512.
- [22] 刘林青,陈紫若,田毕飞.结构依赖如何影响贸易网络形成及演化:以“一带一路”为例[J].*世界经济研究*,2020(6):106-120.
- [23] 唐晓彬,崔茂生. “一带一路” 货物贸易网络结构动态变化及其影响机制[J].*财经研究*,2020(7):138-153.
- [24] LUSHER D, KOSKINEN J, ROBINS G. Exponential random graph models for social networks: theory, methods and applications[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012:9-15.
- [25] FOWLER J H. Connecting the congress: a study of cosponsorship networks[J]. *Political Analysis*, 2006,14(4):456-487.
- [26] 袁志刚,饶璨.全球化与中国生产服务业发展:基于全球投入产出模型的研究[J].*管理世界*,2014(3):10-30.
- [27] KALI R, REYES J. Financial contagion on the international trade network[J].*Economic Inquiry*, 2010,48(4):1072-1101.
- [28] LALL S. The Technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998[J]. *Oxford Development Studies*, 2000, 28(3):337-369.