

中美科技“脱钩”下高新技术产品进出口贸易的影响因素分析

——基于 20 个国家和地区贸易数据的引力模型

刘 慧

(上海 WTO 事务咨询中心, 上海 200555)

摘要:近年来,中美关系收紧,美对华科技领域的遏制行为愈演愈烈。美国不仅对华高技术出口采取一系列的管制措施,还对自中国进口的高新技术产品做加征关税的限制。基于此,对中国高新技术产品的进出口贸易特征做深入研究,结果发现,中国高新技术产品的进出口结构比较单一。在主要伙伴国进出口贸易数据的基础上,利用引力模型对影响高新技术产品进出口的因素做进一步的实证研究。结果显示:国家创新力和对外开放度的提升对高新技术产品的出口均具有促进作用;且增加高新技术产品的出口有助于改变中国在外贸上大而不强的现状,提升在全球价值链中的地位。

关键词:高新技术产品;引力模型;全球价值链

中图分类号:F746.17 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)04-0144-06

2018 年,美国贸易代表办公室根据“301 条款”公布了涉华 2 500 亿美元出口商品的征税清单,其涉及领域覆盖航空航天、电气设备、医药和机械等高新技术行业,对中国高新技术产品出口的限制开始成为中美经贸摩擦的主要内容。之后,美国政府以国家安全威胁为由,进一步禁止美国公司 7 年内向中兴出售芯片、软件和技术等,使中国认识到美开始对中国高新技术产品的进口进行限制。2021 年,拜登政府以“应对中国军工企业威胁”为由签署行政命令,把 59 家中国高科技企业列入投资“黑名单”。美国政府针对中美科技交流采取的一系列限制措施,试图对中国采取“脱钩”策略。

美国政府从进口端和出口端采取“组合拳”措施对中国高新技术产业进行限制和打压,其目的主要在于市场和技术两个方面:一方面,通过中美贸易摩擦限制中国高新技术产品出口,以此对中国高新技术产业政策施加压力;另一方面,以国家安全和知识产权保护为由,阻碍中国对高新技术的引进、应用和研发。在此背景下,对影响中国高新技术产品进出口贸易的因素进行研究,并基于此提出扩大高新技术产品出口的应对策略,具有重要的决策意义和现实意义。

1 文献综述

1.1 中美科技脱钩的相关研究

中美贸易摩擦由来已久,国家间贸易摩擦产生的一个重要原因是,在科学技术的发展与变革中,技术后发国利用对技术的引进、学习和再创新,逐渐增强经济实力并赶超原有的技术领先国,动摇了其世界经济格局中的地位,技术领先国为了维护自身利益会对技术后发国采取技术限制和封锁的做法,从而导致双边贸易摩擦的发生^[1]。代表性的理论解释是 Brezis 等^[2]的“蛙跳模型”,该模型认为技术先发国与后发国的地位并不是一成不变的,后发国更愿意采用高投入但潜力巨大的新技术,因此更可能通过新技术的潜在优势赶超先发国。

2018 年以来,美国发起的贸易摩擦已不仅仅限于经济贸易领域而是转向技术领域,从最开始的 301 调查,到中兴的屡遭罚款,再到全面禁售华为,美国对华的技术封锁一直在不断升级。国内外学者普遍担心的一个问题是,中美之间经济上原有的相互依赖关系是否会发生“经贸脱钩”“科技脱钩”,从而对全球价值链分工和生产布局造成巨大冲击。随后,国内外学者,从以下两个方面进行了研究:

1)探讨本轮科技脱钩的起因和发展趋势。张

收稿日期:2021-12-02

作者简介:刘慧(1987—),女,河南开封人,上海 WTO 事务咨询中心,二级咨询师,金融学硕士,研究方向为产业经济。

杰^[3]认为美国实质上谋求的是美国对中国的“不对称”市场开放优势,即强制中国对美国高科技产品和优势农产品进一步开放市场,而严格限制中国高端产品和投资进入美国市场的权力,更谋求的是美国和中国之间的“科技创新脱钩”,以维持在高科技创新领域美国相对中国的绝对领先优势。李峥^[4]认为美国试图对中国采取“脱钩”策略的原因是多方面的,首先,中国在前沿技术的快速发展对美国安全产生威胁,其次,美国希望推动科技产业链“回流”。“脱钩”是美国采取的竞争策略之一,其目的是使美国在国家创新体系竞争中占据有利地位。刁大明等^[5]指出在结构性原因和政策性原因的交互影响下,中美两国“脱钩”虽然具有辐射性、演变性以及一定不可控性,但仍处于“部分脱钩”阶段,且这种状态将长期存在,但难以实现“全面脱钩”,中美“脱钩”的进程最终要取决于两国的政策选择与相互塑造。

2)中美科技脱钩对经济的影响及中国的政策启示。刘如^[6]指出作为全球最重要的两大经济体,中美之间在科技领域的交流与合作对于全球科技发展具有举足轻重的作用。美国通过保护主义措施削弱中国的科技创新能力,将严重扰乱正常的国际贸易秩序和全球化进程。聂世坤等^[7]基于对拜登政府“部分脱钩”的判断,分析了美中科技“脱钩”对中国高新技术产品出口的影响,指出该影响更多地体现在东部地区 ICT 产业的对外发展上,尤其是民营企业对发达经济体的 ICT 出口贸易可能面临更大挑战。除了定性分析,国内外学者对于中美贸易摩擦可能产生的影响也做了定量评估。姜鸿等^[8]通过量化研究发现,受中美科技脱钩的间接影响,世界主要经济体总产出均下降,其中美国总产出受损最大。

上述研究显示,表面上看美国发动对中国高新技术产品的制裁是为了缓解中美贸易不平衡问题,其战略上的真实用意是以贸易逆差和知识产权问题为借口,遏制中国在高端制造领域的发展。

1.2 高新技术产品贸易的影响因素与量化评估方法研究

从目前检索到的文献来看,对于高新技术产品贸易影响因素的研究多集中于生产要素如何对高新技术产品的出口产生影响。王宇楠^[9]的研究发现,技术创新力对中国高新技术产品出口的促进大致为 87%,且中国高新技术产品的出口种类比较单

一,主要集中在计算机通信技术与电子类产品。Erdal 等^[9]对 1996—2013 年亚洲 10 个发展中国家的 FDI 和研发投入对经济的影响做了回归分析,结果发现 FDI 给样本国家带来更多高技术含量产品的生产能力,促进高新技术产品出口和经济的高速增长。

在贸易流量影响因素的量化评估方法上,国内外研究者大多采用贸易引力模型。王术华等^[11]基于 2002—2011 年中国和其他 30 个国家林化产品出口的贸易数据,利用贸易引力模型对影响林化产品出口的因素做了回归分析,结果显示贸易双方的经济规模、共同边界等因素对中国林化产品出口有正向影响,而贸易双方的地理距离、汇率等因素有负向影响。不仅适用于出口贸易的分析,对于进口贸易的影响因素研究,学者们也会采用引力模型。吴丹^[12]通过建立东亚贸易引力模型,利用 1995—2004 年的数据对东亚 10 个主要经济体进口贸易流量的影响因素做了面板回归分析,研究发现贸易双方的经济规模、中国-东盟自由贸易区、外国直接投资和国家间的地理距离都是样本国家双边进口贸易流量的主要影响因素。Prato 和 Nepelski^[13]使用贸易引力模型对中国和其他国家之间的技术贸易模式和驱动因素进行研究发现,外商直接投资和专利申请量是影响国家间技术转移的主要因素,且中美关系主导着中国与世界上其他国家或地区的技术往来。

上述国内外学者对中美贸易摩擦和高新技术产品贸易做了相关研究,在借鉴已有研究的基础上,本文从以下两个方面做出改进:①尽管大部分学者认识到中美贸易摩擦的用意在于打击中国高新技术产业,但并没有对当前的高新技术产业贸易特征做深入研究。本文将对中国高新技术产品进出口产品结构进行研究。②现有研究多是针对高新技术产品出口的影响因素分析,而对于进口的研究多是集中在美国对华出口管制问题上。本文将对高新技术产品进口、出口的影响因素分别做研究分析。

2 样本的选择与模型构建

2.1 样本的选择

由于高新技术产品细分种类较多,本文依据海关 6 位代码进行分析。有关高新技术产品贸易的数据^①来源于全球贸易观察数据库(GTF)。对于贸易伙伴国的选取,以与中国高新技术产品贸易额中占

注:①数据范围不包括中国香港、澳门和台湾地区,仅指中国大陆地区。

比较高的国家(地区)为主,样本主要包括美国、日本、韩国、荷兰、印度、德国、越南、新加坡、墨西哥、马来西亚、泰国、法国、爱尔兰、澳大利亚、俄罗斯、加拿大、意大利、英国 18 个国家及中国香港、中国台湾 2 个地区。这 20 个国家(地区)近 3 年来与中国的高新技术产品进出口额占高新技术产品进出口总额的比重均在 85% 以上,因此,能较好地代表中国高新技术产品的贸易伙伴国,基本满足当前研究需要。为了保证数据的可获得性与连续性,样本时间选取 2010—2019 年。

2.2 模型的构建

目前尚未有一个全面的理论模型来解释国家间高新技术产品贸易的形成。借鉴国内外学者对于国家间贸易流量影响因素的研究,本文选择引力模型对跨境高新技术产品贸易进行实证分析。该模型的理论基础源于牛顿的万有引力定律,最早被著名经济计量学家 Tinbergen 和德国经济学家 Poyhonen 用于研究双边贸易流量问题,二人的研究得出了相同的结论:两个国家之间的贸易规模与他们的经济规模成正比,与两国之间的地理距离成反比。贸易引力模型的基本公式表示为

$$T_{ij} = A \frac{GDP_i \times GDP_j}{D_{ij}} \tag{1}$$

式中, T_{ij} 表示国家 i 和国家 j 之间的贸易总额; A 表示比例常数; GDP_i 表示国家 i 的 GDP; GDP_j 表示国家 j 的 GDP; D_{ij} 表示国家 i 和国家 j 之间的距离(通常指两国经济中心或主要港口之间的距离)。

利用该引力模型对中国的高新技术产品贸易流动进行研究分析,影响国家间高新技术产品贸易的因素有很多,除了国内生产总值和国家间距离,还包括对外国投资的开放度、国家创新力等。因此,根据研究需要,对贸易引力模型进行了扩展,在模型中引入了外国直接投资和国家创新力两个解释变量,进而分析这些因素对中国技术产品贸易的影响方向和影响大小。与中国进行贸易往来的国家有很多,由于高新技术产品多涉及附加值高的行业,因此在模型中引入一个有关国家经济发展水平的虚拟变量。

为了便于回归,将方程(1)转化为对数线性形式,并对模型进行相应的扩展,从而可以得到中国的高新技术产品进口函数,即其他国家对中国的技术产品出口函数为

$$\ln(IMP_{cjt}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(GDP_{ct}) + \alpha_2 \ln(GDP_{jt}) + \alpha_3 \ln(Dis_{cj}) + \alpha_4 \ln(FDI_{ct}) + \alpha_5 \ln(FDI_{jt}) +$$

$$\alpha_6 \ln(Inv_{ct}) + \alpha_7 \ln(Inv_{jt}) + Develop_j + \epsilon_{ijt} \tag{2}$$

同样的可以得到中国的高新技术产品出口函数为

$$\ln(EXP_{cjt}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GDP_{ct}) + \beta_2 \ln(GDP_{jt}) + \beta_3 \ln(Dis_{cj}) + \beta_4 \ln(FDI_{ct}) + \beta_5 \ln(FDI_{jt}) + \beta_6 \ln(Inv_{ct}) + \beta_7 \ln(Inv_{jt}) + Develop_j + \epsilon_{ijt} \tag{3}$$

式中: IMP_{cjt} 和 EXP_{cjt} 分别表示中国对 j 国的高新技术产品进口额与出口额; GDP_{ct} 和 GDP_{jt} 分别代表中国和 j 国的国家富裕程度; Dis_{cj} 表示中国到伙伴国 j 国的地理距离; FDI_{ct} 和 FDI_{jt} 分别代表中国和 j 国的国家开放度; Inv_{ct} 和 Inv_{jt} 分别代表中国和 j 国的国家创新力;当 j 国为发展中国家时, $Develop_j = 0$, 为发达国家时 $Develop_j = 1$; ϵ_{ijt} 表示误差项。

在以往的研究中,贸易引力模型多被学者们用于研究国家层面的贸易流量影响,若将该模型用于研究某一具体产品的进出口贸易时可能会出现一个问题,并不是所有的解释变量都会对产品的进出口贸易产生显著影响^[14]。

2.3 变量说明

本研究选取的样本时间范围为 2010—2019 年,对于模型中涉及的变量及其数据来源做如下说明:中国对样本国家的高新技术产品(HS6 位码)进口贸易和出口贸易贸易数据均来自全球贸易观察数据库(GTF)。

样本国家的 GDP 采用人均 GDP,其数据来自世界银行的世界经济发展指标统计数据库(World Bank World Development Indicator Database),为与进出口贸易数据的统计口径保持一致,采用现价美元下的数据。

距离变量的数据参考 CEPII 数据库选取了适合贸易引力模型的变量 $distwces$ 对应的值。

对于国家开放度的衡量,本文采用外资利用情况净 FDI 来表示,其中各国(地区)的 FDI 流入和流出数据均来自联合国贸易和发展会议统计数据库(UNCTAD Statistics)。

对一国创新能力的衡量选用各国通过《专利合作条约》(PCT)提交的国际技术专利申请作为度量指标,该技术专利根据发明人所在国以及最早优先权日进行来源国和申请时间的统计。数据主要来源于 OECD 统计数据库,其中越南的数据来源于世界知识产权局数据中心。

3 数据分析与实证研究

以海关 6 位代码下的高新技术产品为研究对象,分析中国高新技术产品进出口结构;并利用相

关数据对高新技术产品贸易流量的引力模型进行回归,发现影响高新技术产品贸易的变量之间的相关性。

3.1 中国高新技术产品的进出口结构

借鉴科技部对高技术领域的分类^[15],将高新技术产品分为 9 类,分别为计算机与通信技术、生命科学技术、电子技术、计算机集成制造技术、航空航天技术、光电技术、生物技术、材料技术和其他技术。如图 1 所示,在中国高新技术产品的出口结构中,计算机与通信技术产品占据绝对主导地位,相较于 2018 年,2019 年出口额有所下降,但仍达到 4 811.8 亿美元,占高新技术产品出口总额的 60.9%。其次是电子技术产品,近 10 年来,其出口份额稳定,未受到美对华加征关税影响,2019 年其出口占比为 26.7%。其他类别的高新技术产品出口则维持在较低的水平。

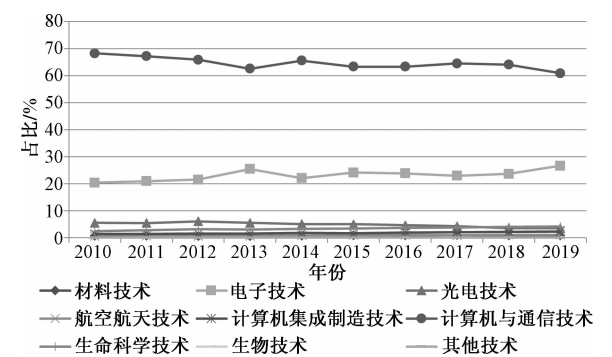


图 1 2010—2019 年中国各类高新技术产品出口占比
数据来源:根据全球贸易观察数据库(GTF)计算获得。

从图 2 可以看出,在中国高新技术产品进口结构中,电子技术产品占据首位,2019 年,电子技术产品进口占比约为 60%。其次是计算机与通信技术,占比 17.8%。而光电技术产品、航空航天技术产品、计算机集成制造技术产品、生命科学技术产品的进口占比相差不大,约在 5%~10%。由此可见,中国高新技术产品的进口和出口侧重的技术领域不同,但高新技术产品的进口结构和出口结构都比较单一,不够均衡。

3.2 实证结果分析

在对面板数据进行分析时,选用 F 检验来检测模型适用混合模型还是固定效应模型,采用 Hausman 检验检测模型适用固定效应模型还是随机效应模型。检验结果显示,采用个体固定效应模型更有效率。

因此,研究者对进口模型(2)和出口模型(3)分

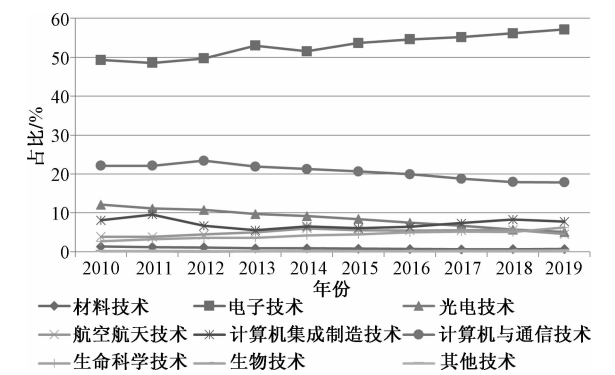


图 2 2010—2019 年中国各类高新技术产品进口占比
数据来源:根据全球贸易观察数据库(GTF)计算获得。

别做时间固定效应模型分析。回归结果见表 1,其中中国进口,是指中国作为报告国从其他 20 个伙伴国的高新技术产品进口额,中国出口是指中国作为报告国向其他 20 个伙伴国的高新技术产品出口额。对进口模型和出口模型分别做了基本回归分析和扩展回归分析。基本回归方程是基于贸易引力模型仅考虑两国之间的地理距离、中国的 GDP 和相应的伙伴国 GDP 对高新技术产品进出口贸易的影响。扩展回归方程是在基本回归方程的基础上引入代表国家(地区)开放度的变量 FDI,代表创新力的变量 PCT,以及代表伙伴国经济发达程度的虚拟变量 Develop。

表 1 技术创新对中国高新技术产品进出口贸易影响的实证结果

变量	中国进口		中国出口	
	基本回归 方程(1)	扩展回归 方程(2)	基本回归 方程(3)	扩展回归 方程(4)
ln(Dis)	-0.04** (-2.22)	-0.09** (-2.81)	-0.05* (-2.03)	-0.04* (-1.34)
ln(GDP _c)	0.71*** (6.1)	0.46*** (3.61)	0.68*** (8.76)	0.32*** (4.53)
ln(GDP _j)	0.01** (2.04)	0.70* (2.35)	0.01* (2.57)	0.01* (2.45)
PCT _c		0.68** (3.09)		1.09*** (8.79)
PCT _j		0.11 (1.6)		0.06* (1.71)
ln(FDI _c)		0.29 (2.57)		0.22*** (3.47)
ln(FDI _j)		1.09 (0.71)		0.21 (0.24)
Develop _j	0.22 (1.53)	0.07 (1.42)	0.01* (3.09)	0.58* (4.31)
样本数 N	200	200	200	200
调整后的 R ²	0.42	0.49	0.76	0.79

注:括号内为回归系数对应的 t 值,*、**、***分别表示显著性水平为 10%、5%、1%。

对于进口模型的基本回归方程(1),标准引力模型国与国之间的地理距离变量 Dis_i 、报告国和伙伴国的经济规模 GDP_i 、 GDP_j 的回归系数符号均与预期相符,并且是显著的,说明贸易引力模型可以较好地反映中国高新技术产品进口贸易流量的决定因素。对于扩展回归方程(2),回归结果显示,与国家开放度相关的变量 FDI 的回归系数与高新技术产品的进口并不显著相关,说明报告国和伙伴国的外商直接投入对中国从国外进口高新技术产品并没有起到多大促进作用。对于另一引入变量 PCT ,从回归结果可以看出,只有与中国发明创造绩效相关的系数是显著正相关的,这表明,随着中国创新能力的增强,高新技术产品从国外流向中国的贸易流量也在加剧。对于中国获得高新技术产品的来源地,伙伴国的经济发达程度与高新产品进口贸易之间并不显著相关。

对于出口模型的基本回归方程(3),由回归结果可以看出,变量 Dis 的回归系数为负, GDP 的回归系数为正,且均显著相关,表明中国向其他国家的高新技术产品贸易出口,存在着国家间距离的负向影响和两国 GDP 的正向影响。与进口模型不同,从扩展回归方程(4)的回归结果可以看出,报告国的 FDI 与高新技术产品出口显著正相关,说明中国的外商直接投入对中国向其他国家出口高新技术产品具有促进作用。对于另一引入变量 PCT ,其回归系数与高新技术产品出口显著正相关,说明中国和伙伴国的创新力对中国高新技术产品的出口均具有正向影响,创新力越强的国家对中国的的高新技术产品越感兴趣。从中国高新技术产品出口的目的地所属区域上看,伙伴国的经济发达程度与高新产品出口贸易之间存在显著相关性。

上述分析表明,高新技术产品的进出口贸易不仅受地理距离和经济规模因素的影响,还受国家创新力和对外开放度的影响。这些因素特别是对高新技术产品的出口影响较大。

4 结论与启示

以此轮中美科技脱钩为背景,分析了中国高新技术产品的进出口结构,并构建了贸易引力模型,考察影响中国高新技术产品进出口贸易的主要因素。研究发现:①中国的高新技术产品进出口结构比较单一,集中于计算机与通信技术产品和电子产品领域,易受到外国政府的出口管制限制以及加征关税措施的影响,尤其是在这两类产品的核心领域,很容易被卡脖子。②国家创新力和外商直接

投资都对高新技术产品的出口具有积极作用。而鼓励高新技术产品的出口,有助于改变中国外贸总体上大而不强的现状,提升在全球价值链中的地位。

本文的研究结论对中美科技脱钩背景下如何推动中国的高新技术产品出口有着较为重要的启示:

1)深化科技体制改革,健全国家创新体系建设。一国创新能力的提升,不仅需要企业加大对研发的投入力度,也需要从国家层面上寻求资源的最优配置以及推动技术创新的制度与政策。当前国家创新体系还存在质量效率不高,发展不平衡等问题,除了经济发展的阶段性原因外,很大程度上是由于制约创新的体制障碍仍未消除。因此,在美国对中国高新技术产品贸易制裁的背景下,完善激励企业创新的制度环境、加快科研机构法人制度改革、积极发挥高校在国家创新体系中的作用,成为新时期国家创新体系建设中十分重要的任务。

2)优化外商投资环境、引导外资更多投向高新技术产业。尽管中国国内经济发展取得了显著成就,但由于要素禀赋的限制,中国仍不具备生产高端技术产品的优势,高科技制造业及其出口依然与外商投资活动高度相关。外资企业还是中国大多数高科技产品出口的来源。因此,面对现有处境,应大力优化外商投资环境,降低外资流入国内后面临的系统性风险,转变经济发展方式,保持经济持续增长,确保外商可以分享中国市场上的潜在经济利益。降低外资研发中心享受国内各项优惠政策的门槛,尽可能多的鼓励外商来华投资设立研发中心,引导外资更多投向高新技术产业。

参考文献

[1] 杜莉,谢皓. 美国对华高技术产品出口限制的理论与实证研究[J]. 国际贸易问题, 2010(10): 9-16.

[2] BREZIS E S, KRUGMAN P R, TSIDDON D. Leapfrogging in international competition: A theory of cycles in national technological leadership [J]. American Economic Review, 1993, 83(5): 1211-1219.

[3] 张杰. 中美科技创新战略竞争的博弈策略与共生逻辑[J]. 亚太经济, 2019(4): 5-12.

[4] 李峥. 美国推动中美科技“脱钩”的深层动因及长期趋势[J]. 现代国际关系, 2020(1): 33-40.

[5] 刁大明,王丽. 中美关系中的“脱钩”: 概念、影响与前景[J]. 太平洋学报, 2020(7): 12-27.

[6] 刘如. 中美高技术脱钩的全球影响及应对措施[J]. 科技中国, 2020(11).

[7] 聂世坤,周海云. 美中科技“脱钩”对中国高新技术产品出

口的影响[J]. 价格月刊, 2021(4): 51-61.

[8] 姜鸿, 朱静, 刘玥. 美国推动中美科技脱钩的经济效应[J]. 常州大学学报, 2021, 22(2), 38-46.

[9] 王宇楠. 技术创新对中国高技术产品出口影响的实证研究[J]. 经济研究导刊, 2013(23): 248-261.

[10] ERDAL L, GOCER I. The effects of foreign direct investment on R&D and innovations; Panel data analysis for developing Asian countries[J]. Procedia, 2015, 195: 749-758.

[11] 王术华, 田治威. 中国林化产品出口贸易影响因素与发展潜力: 基于贸易引力模型的分析[J]. 国际经贸探索, 2014(6): 44-55.

[12] 吴丹. 东亚双边进口贸易流量与潜力: 基于贸易引力模型的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2008(5): 32-42.

[13] PRATO G D, NEPELSKI D. International technology transfer between China and the rest of the world[R]. Jrc Technical Reports, 2013.

[14] 潘安, 魏龙. 制度距离对中国稀土出口贸易的影响: 基于 18 个国家和地区贸易数据的引力模型分析[J]. 国际贸易问题, 2013(4): 96-104.

[15] 中华人民共和国科技部. 2016 年我国高技术产品贸易状况分析[EB/OL]. <http://www.most.gov.cn/kjtj/201804/p020180402662167189051.pdf>.

Influencing Factors of China’s High-tech Products Import and Export Trade:

Data analysis of 20 countries and regions based on the trade gravity model

LIU Hui

(Shanghai WTO Affairs Consulting Center, Shanghai 200555, China)

Abstract: With the continuous escalation of Sino-US trade frictions, the crackdown of the United States in the field of science and technology against China is becoming more and more serious. The United States not only takes export control measures on high-tech exports to China, but also imposes tariff restrictions on high-tech products imported from China. So an in-depth study on the import and export trade characteristics of China’s high-tech products was made. The results show that the import and export structure of China’s high-tech products is relatively single. The trade gravity model was used to make an empirical analysis of the factors that affect the import and export of high-tech products in China. The results show that the improvement of national innovation and opening-up can promote the export of high-tech products. Increasing the export of high-tech products will help to change the status quo that China is large but not strong in foreign trade and enhance its position in the global value chain.

Keywords: high-tech products; gravity model; global value chain