

发展中国家的进口与技术学习

——基于中国经济发展的经验证据、理论和定量分析

樊仲琛 徐铭楛 朱礼军*

摘要: 本文研究发展中国家通过进口并学习内嵌于商品的知识, 实现持续技术进步。本文回归发现企业进口促进专利申请, 进一步构建城市层面的进口冲击, 发现促进作用来自知识密集产品的进口。由此, 本文构建并校准一个开放经济的动态内生增长模型: 发达国家通过创新拓展前沿, 发展中国家从发达国家进口并学习其产品内嵌的知识实现技术追赶, 最终转到自主创新。最后, 本文通过反事实模拟中美贸易摩擦, 揭示贸易壁垒将阻滞两国技术进步。

关键词: 南北贸易; 进口学习效应; 自主创新

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2023.02.11

一、引言

中国正在从“中国制造”向“中国创造”转变, 从技术学习转向自主创新是必然选择。很多发达经济体经历过从技术学习到自主创新的发展过程。英国工业化后, 美国和德国学习英国, 随后日本学习美国, 亚洲四小龙学习日本。贸易开放带来的国际知识扩散是发展中国家重要的技术学习途径。由此本文研究如下机制: 发展中国家与发达国家贸易, 在进口中学习嵌含在产品中的技术, 逐步转为自主创新。

大量证据体现国际贸易对中国技术追赶的重要性。¹ 根据国家统计局数据, 改革开放初, 高技术含量的机械设备占中国总工业进口 40% 以上, 同年出口中接近 45% 是轻纺、橡胶和矿业产品。2015 年, 工业品出口结构中机械设备约占 50%, 轻纺制品比重降到 20% 以下。整体来看, 2000—2006 年中国企业出口产品质量上升 15% (余淼杰和张睿, 2017)。专利数据同样显示了技术追赶。根据世界知识产权局数据, 1990 年中国发明专

* 樊仲琛, 西安交通大学经济与金融学院; 徐铭楛、朱礼军, 北京大学新结构经济学研究院。通信作者及地址: 徐铭楛, 北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学新结构经济学研究院, 100871; 电话: 15201145808; E-mail: mingzhixu@nsd.pku.edu.cn。作者感谢林毅夫教授、赵波教授、朱胜豪教授、两位匿名审稿人、新结构经济学宏观理论讨论会上各位老师和同学对文章修改的大力支持和宝贵建议, 也感谢国家自然科学基金青年项目“制造业比较优势的微观机制研究: 理论分解、实证量化和政策应用”(8200905868)、北京大学拔尖创新人才基金“新结构经济学视角下制造业比较优势变迁探索”(7101302576)、北京大学战略合作伙伴项目基金“中美贸易政策研究”(7101702318) 的经费支持。

¹ 这样的案例比比皆是。20 世纪 90 年代, 日本企业在机床技术上拥有绝对优势, 中国机床企业技术落后, 每年进口大量机床。加入 WTO 后, 北京第一机床厂进口中高档机床, 工厂逐渐具备生产高端数控机床的能力, 然后继续与国外设计公司合作, 收购世界龙头企业, 不断吸收国际前沿的新技术, 使企业快速缩小与世界前沿技术的差距, 逐步发展成为世界知名企业。中国集装箱机械生产 (如振华重工)、智能手机 (如小米) 等行业不乏从进口中学习到自主创新的案例。

利申请占世界 1.02%，2017 年上升到 43.69%。技术国际扩散不是自发的，贸易是一个重要载体。因此，从贸易角度出发，研究发展中国家从学习追赶到自主创新的过程具有现实意义。

本文归纳了进口和创新的相关事实。第一，构建国际专利分类号（IPC）4 位码层面的技术与前沿距离指标，发现中国 2000—2009 年技术分布相比 1990—1999 年更加接近前沿。第二，基于中国海关、专利和工业企业数据库，回归发现企业的进口与发明专利申请正相关，其中来自发达国家进口和资本品进口的促进作用持续更久。第三，构建城市层面的高低知识密集度进口冲击，发现高知识密集度进口能促进企业发明专利申请，低知识密集度进口的影响不显著。

为了定量分析，本文构建一个包含多部门国际贸易、异质性企业分步创新的增长模型描述发展中国家从学习到自主创新的转移动态。基于 Akcigit et al. (2018)，模型引入不对称的发达国家和发展中国家，以及技术学习。企业选择自主创新或技术学习，其中领先者只能创新，追随者取决于其国家是否从领先企业进口。如果没有进口，追随者只能自主创新；如果有进口，追随者可选从进口的中间品学习技术。当发展中国家技术落后于发达国家并从后者进口，企业通过学习内嵌于产品中的技术缩小差距；当技术差距足够小，企业最优地选择创新，实现转型。

最后，借助校准后模型，结合中美贸易和技术摩擦，本文通过反事实实验说明，贸易壁垒限制发展中国家从发达国家的进口，从而阻断技术学习的渠道，使发展中国家企业更早开始进行自主创新，减缓技术进步速度；但发达国家由于失去外国市场，企业利润下降，技术进步速度也下降。

本文与三类文献相关。第一，有关创新与技术扩散的经济增长。Aghion et al. (2001) 和 Aghion et al. (2005) 将分步创新引入垂直创新（Aghion and Howitt, 1992；Grossman and Helpman, 1991a）的框架中，技术相当的公司竞争中进行更多的研发。Akcigit et al. (2018) 研究全球化中的创新政策，发现贸易成本下降后，企业为了扩大市场而进行更多研发。技术可以在企业和个体之间（Lucas and Moll, 2014；Perla and Tonetti, 2014）以及国家间（Buera and Oberfield, 2020）扩散。发展中国家持续的技术进步需要从接受国际技术扩散转为自主创新（Acemoglu et al., 2006）。这类文献仅关注发达国家，或存在发展中国家技术模仿的平衡增长路径，并未讨论发展中国家从技术学习到自主创新的转移动态过程。

第二，国际贸易中的产品周期。Vernon (1966) 最早描述跨国生产周期：新产品出现在发达国家，逐渐转移到工资更低的发展中国家。Krugman (1979) 提供了产品周期的国际贸易模型。Grossman and Helpman (1991b) 将 Grossman and Helpman (1991a) 拓展到开放经济，内生南方国家技术转移，产生北方创新-南方模仿-北方再创新的产品周期循环过程。Eaton and Kortum (2001) 引入资本嵌合型技术进步，定量分析新的资本品出口带来的技术扩散。这类文献虽然描述了南北国家的技术外溢，但是得到的结果往往是发达国家一直创新，发展中国家一直模仿，无法刻画新兴经济体的赶超。

第三，中国在开放贸易后技术进步。伴随加入 WTO，中国公司以更低的价格引进国外先进技术，提升了进口中间品质量（余森杰和李乐融，2016），但是也导致短期本土创新减少（Liu and Qiu, 2016；张杰，2015），尤其体现在发明专利和实用新型专利

(Liu et al., 2016)。贸易政策的不确定性对技术进步有负向影响 (Liu and Ma, 2020)。这类文献从外贸整体出发, 未区分进口产品所包含知识的多少, 因而在考虑进口产品的知识载体作用方面存在一定的局限。

本文对文献的贡献如下: 第一, 本文研究了贸易推动发展中国家技术进步的新机制, 即从贸易中学习, 从而促进创新; 第二, 本文拓展了 Akcigit et al. (2018), 构建了一个开放经济中两国内生技术进步模型, 并定量估计了模型参数, 然后从知识流动的角度研究贸易摩擦对技术进步的抑制作用, 对中美贸易摩擦有重要的启示意义; 第三, 本文的模型并不局限于对平衡增长路径的刻画, 而是得出从技术追赶 to 实现超越的转移动态过程, 能更加全面地研究发展中国家技术进步。

本文其余部分安排如下: 第二部分是数据描述, 第三部分是定量事实, 第四部分是理论模型, 第五部分是模型求解和反事实模拟, 第六部分是结论。

二、数据描述

(一) 数据描述

企业进出口数据来自中国海关总署, 包括 2000—2006 年每个企业每种产品进出口的贸易额和贸易对象国等信息。本文按照消费品、资本品、原材料等大类, 以及贸易对象国家进行加总, 并按照企业名称与中国工业企业数据库进行匹配。

中国企业创新数据来自中国专利数据库, 包括 1985—2010 年在国家知识产权局注册的所有发明专利。专利申请信息包括专利名称、申请号、申请时间、引证信息和专利所属的国际专利分类 (IPC) 等。申请人信息包括: 名称、地区和类型。本文将中国工业企业数据库和中国专利数据库按照企业名称进行匹配, 方法参考寇宗来和刘学悦 (2020)。

国际创新数据来自欧洲专利局。该数据库涵盖世界所有国家, 记录了专利名称、申请号、申请时间和专利所属的 IPC4 位数分类等, 以及申请人的名称和国别。本文对发明专利申请数量在国家-IPC4 位代码层面进行加总。

本文使用的企业信息来自中国工业企业数据库。该数据库包含了规模以上全部国有与非国有的工业企业, 2011 年之前规模以上的标准是主营业务收入 500 万元人民币以上, 2011 年之后调整为 2 000 万元以上, 提供了企业的营业收入、工业产值、资本、劳动力、所在地区等 100 多个变量。

(二) 事实描述

本文相关变量的描述性统计如下。2000—2006 年, 平均每个企业每年发明专利申请数为 0.11 件, 平均每个进口企业每年发明专利申请数为 0.19 件, 比整体平均值多 73%; 被 OECD 国家的专利引用过至少一次的中国发明专利占申请总数的 24%; 进口的工业企业数量为 65 288 个, 平均每年进口额为 135 000 美元。

本文参照 Akcigit et al. (2018), 将 IPC 分类 4 位码层面上 OECD 国家专利所占份额记为前沿水平, 中国到前沿的距离即与 OECD 国家份额之差²。如图 1 所示, 中国的技术

² 该方法与后文模型保持一致: 技术领先者相比技术落后者会进行更多的自主创新, 对现实即申请更多专利。

距离分布左移,即与世界前沿距离缩短。³

我们使用企业作为中国产业分类代码(CIC)和IPC代码的中介,将产业对应到专利类别。⁴然后以2006年IPC4层面的技术距离排序,每10个IPC4分类作为一组。相对2000年,2006年从OECD国家进口额和资本品进口额增加越多的组,平均技术距离缩短越多。⁵这一结果表明从技术水平更高的国家进口,或者技术含量更高的资本品进口与国内技术追赶正相关。

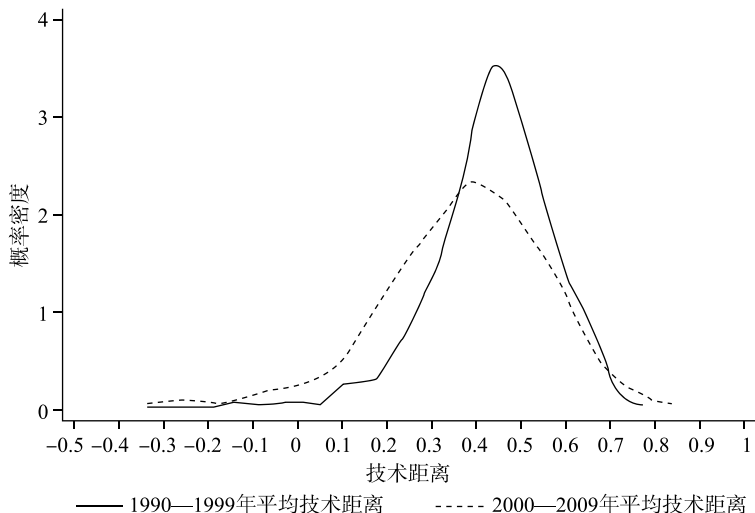


图1 技术和前沿距离的分布

三、定量事实

(一) 进口与创新的回归分析

1. 回归设定

本节通过回归分析进口对创新的当期和长期效应,并比较来源和种类不同的商品对创新影响的异质性。回归式如下:

$$y_{ft} = \beta import_{ft} + X'_{ft}\gamma + \lambda_t + \lambda_f + \lambda_{it} + \lambda_{ct} + \epsilon_{ft},$$

其中 y_{ft} 是第 t 年企业 f 的发明专利申请数, $import_{ft}$ 是企业的进口额。 X_{ft} 是企业控制变量, X_{ft} 包括(1)与进口同期的出口额:控制进口同期的市场规模效应;(2)当期出口交货值:在滞后期控制市场规模⁶;(3)当期TFP:控制其他技术进步的因子⁷;(4)初

³ 外国企业也在中国申请专利,从而无法反映本土企业的技术追赶。为了剔除外国企业的影响,首先根据与中国工业企业数据库匹配的专利,按照每个IPC-4位码分类计算出外资企业专利占比,对专利数据按此比例进行调整,估算每个IPC分类中本土企业专利数,再计算技术距离。结果同样得到中国与前沿技术距离缩短,篇幅所限未列示,留存备案。

⁴ 所有申请过该类别专利的企业所在CIC分类的产业均被认为与之相关。将所有相关CIC产业的进口加总,即是IPC分类对应的进口。

⁵ 篇幅所限,相关图表未置于正文,留存备案。

⁶ 由于数据限制,本文所使用的海关数据的进出口额为2000—2006年,做滞后期回归时使用工业企业数据中的出口交货值进行控制。

⁷ 企业TFP根据Olley and Pakes(1996)计算。

期 TFP (2000 年)：控制企业预先决定的长期计划。回归还控制详尽的固定效应：年份固定效应 λ_t 控制企业共同面临的年度冲击；企业固定效应 λ_f 控制企业不随时间变化的特征；行业和年份交叉项固定效应 λ_{it} 控制结构转型的影响；城市和年份交叉项固定效应 λ_{ct} 控制城市层面的政策影响。为了解决数据中 0 值过多，将被解释变量和主要解释变量参考 Liu and Qiu (2016) 做 $y = \ln(x + (x^2 + 1)^{0.5})$ 转换。标准误聚类到企业层面解决可能存在的异方差和序列自相关。

2. 回归结果

发达国家更易成为进口学习的目标，故本文按进口来源回归，结果列于表 1。第 (1) 列主要解释变量是企业总进口，第 (2) 列是从 OECD 国家的进口，第 (3) 列是从非 OECD 国家的进口。表 1 的 Panel A 被解释变量是当期企业发明专利申请数，Panel B 的被解释变量比进口滞后 1 期，Panel C 滞后 2 期，Panel D 滞后 3 期。被解释变量当期和滞后 1、2 期，进口的系数均显著为正。滞后 3 期只有从 OECD 国家的进口系数显著大于 0。增加控制当期出口交货值、TFP 和初期 TFP，结果与表 1 相同。⁸进口与企业创新显著正相关，且从 OECD 国家进口的影响更为持久，说明发达国家的产 品更有知识含量，能让发展中国家从中学 习技术。

表 1 按照进口来源分

	总进口 (1)	OECD 国家 (2)	非 OECD 国家 (3)
Panel A: 当期			
进口	2.323*** (0.901)	2.753** (1.071)	2.616** (1.268)
出口	2.008*** (0.734)	1.998** (0.820)	1.776 (1.096)
N	102 466	87 207	55 857
Adj. R ²	0.474	0.481	0.519
固定效应	是	是	是
Panel B: 滞后 1 期			
进口	3.921*** (1.112)	4.297*** (1.302)	4.794*** (1.578)
出口	1.303 (0.867)	1.532 (0.984)	1.352 (1.212)
N	96 906	82 670	53 406
Adj. R ²	0.515	0.520	0.561
固定效应	是	是	是
Panel C: 滞后 2 期			
进口	7.399*** (1.352)	8.060*** (1.562)	5.709*** (1.851)

⁸ 篇幅所限，回归结果未列示，留存备索。

(续表)

	总进口 (1)	OECD 国家 (2)	非 OECD 国家 (3)
出口	1.885* (1.034)	2.157* (1.159)	1.286 (1.385)
N	92 110	78 752	51 176
Adj. R^2	0.522	0.528	0.567
固定效应	是	是	是
Panel D: 滞后 3 期			
进口	2.322 (1.464)	3.885** (1.700)	1.762 (2.062)
出口	1.196 (1.153)	1.197 (1.292)	0.482 (1.601)
N	87 052	74 558	48 557
Adj. R^2	0.513	0.516	0.556
固定效应	是	是	是

注：括号内为稳健标准误；*** $p < 0.01$ ，** $p < 0.05$ ，* $p < 0.1$ 。回归均控制企业、年份、行业 \times 年份和城市 \times 年份固定效应。

进口学习更可能发生在高知识含量的产品中，表 2 讨论了不同类型产品进口对创新的影响。第 (1) 列是食品和饮料进口，第 (2) 列是工业制品，第 (3) 列是燃料，第 (4) 列是资本品整机，第 (5) 列是资本品配件，第 (6) 列是运输装备，第 (7) 列是消费品，其中资本品可能包含了更多的技术。Panel A 的被解释变量是当期发明专利申请数，Panel B 的被解释变量滞后于进口 1 期，Panel C 滞后 2 期，Panel D 滞后 3 期。只有第 (4) 列资本品整机和第 (5) 列资本品配件进口的系数在从当期到滞后 3 期的回归中显著为正。增加控制当期的出口交货值、TFP 和初期 TFP，仅有资本品整机进口的系数在滞后 1 期至滞后 3 期显著为正，其余类别均在当期不显著。⁹ 在各个商品中，资本品整机进口对企业创新的正向影响最为明显，且持续更久，说明资本品内嵌了更多生产技术，更能促进企业的技术学习。

表 2 按照进口商品种类分

	食品和饮料 (1)	工业制品 (2)	燃料 (3)	资本品整机 (4)	资本品配件 (5)	运输装备 (6)	消费品 (7)
Panel A: 当期							
进口	2.501 (1.637)	0.443 (0.470)	1.751* (0.898)	1.029** (0.406)	0.843* (0.510)	1.432* (0.812)	1.156** (0.483)
出口	2.082*** (0.736)	2.062*** (0.735)	2.040*** (0.739)	2.054*** (0.735)	2.049*** (0.735)	2.059*** (0.734)	2.024*** (0.736)

⁹ 篇幅所限，回归结果未列示，留存备索。

(续表)

	食品和饮料	工业制品	燃料	资本品整机	资本品配件	运输装备	消费品
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
N	102 466	102 466	102 466	102 466	102 466	102 466	102 466
Adj. R^2	0.474	0.474	0.474	0.474	0.474	0.474	0.474
固定效应	是	是	是	是	是	是	是
Panel B: 滞后1期							
进口	-1.291 (1.979)	0.617 (0.524)	0.366 (0.944)	1.615*** (0.497)	1.040* (0.589)	1.601* (0.931)	0.341 (0.573)
出口	1.455* (0.870)	1.401 (0.869)	1.437* (0.870)	1.386 (0.868)	1.390 (0.868)	1.410 (0.868)	1.428 (0.869)
N	96 906	96 906	96 906	96 906	96 906	96 906	96 906
Adj. R^2	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515
固定效应	是	是	是	是	是	是	是
Panel C: 滞后2期							
进口	0.211 (1.965)	1.773*** (0.656)	2.127* (1.119)	3.435*** (0.588)	1.855** (0.730)	1.623 (1.101)	1.288* (0.691)
出口	2.153** (1.035)	2.017* (1.032)	2.094** (1.037)	2.020* (1.034)	2.051** (1.035)	2.115** (1.034)	2.076** (1.033)
N	92 110	92 110	92 110	92 110	92 110	92 110	92 110
Adj. R^2	0.521	0.521	0.521	0.522	0.521	0.521	0.521
固定效应	是	是	是	是	是	是	是
Panel D: 滞后3期							
进口	-0.010 (1.955)	0.757 (0.711)	2.003 (1.385)	1.239* (0.660)	1.581** (0.786)	0.216 (1.156)	0.491 (0.735)
出口	1.284 (1.156)	1.227 (1.155)	1.222 (1.159)	1.233 (1.156)	1.194 (1.155)	1.279 (1.154)	1.254 (1.155)
N	87 052	87 052	87 052	87 052	87 052	87 052	87 052
Adj. R^2	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513
固定效应	是	是	是	是	是	是	是

注：括号内为稳健标准误；*** $p < 0.01$ ，** $p < 0.05$ ，* $p < 0.1$ 。回归均控制企业、年份、行业×年份和城市×年份固定效应。

(二) 内嵌知识的进口冲击

由于地区的产业和创新政策等因素同时影响企业进口和创新，所以上一节的回归可能存在内生性问题，且企业层面的回归会忽略同产业内的技术外溢。本节构建地区-产业层面的进口冲击予以解决。

1. 指标构造

为了衡量产业的创新强度，我们将产业对应到国际标准行业分类 (ISIC) 4 位数代

码, 然后计算 1998—2000 年每个产业的发明专利申请量, 并将专利申请数高于中位数的行业视为高知识密集型 (Ω_H), 将中位数以下的视为低知识密集型 (Ω_L)。

我们按照 Bartik IV 的方式分别构造城市层面高/低知识密集的进口冲击, 这一方法被广泛使用, 如 Autor et al. (2013)。城市 c 在 t 年的类型 $g \in \{H, L\}$ 进口冲击以如下方式构造:

$$ImportShock_{c,t}^g = \sum_{k \in \Omega_g} \lambda_{ck} \Delta \ln M_{k,t}, \lambda_{ck} = \frac{M_{ck}^{1998-2000}}{\sum_j M_{cj}^{1998-2000}}, \quad (1)$$

其中 $M_{k,t}$ 是国家层面产业 k 在 t 年的进口额, $\Delta \ln M_{k,t} = \ln M_{k,t} - \ln M_{k,2000}$ 是产业 k 在 t 年进口相对 2000 年自然对数的变化。Bartik 权重 λ_{ck} 取决于城市在加入 WTO 之前的进口, 即 $M_{ck}^{1998-2000}$ 是城市 c 的产业 k 在 1998—2000 年的总进口额。对高低知识密集的产业各自进行加权平均, 得到城市 c 在 t 年的高低知识密集进口冲击 $ImportShock_{c,t}^H$ 和 $ImportShock_{c,t}^L$ 。

为检验稳健性, 本文根据 IPC4 位数代码和进口的 HS6 位数代码的对应关系, 参考 Lybbert and Zolas (2014) 的概率算法映射 (Algorithmic Links with Probabilities, ALP) 方法, 用进口商品衡量知识密集度。记 γ_k^m 为 ALP 权重, 表示专利类型 m 被用于产品 k 的概率。产业 k 申请不同专利类型的总数为 $\sum_m \gamma_k^m$, 即使用专利类型越多越知识密集。根据 $\sum_m \gamma_k^m$ 对产业进行分组, 知识密集度位于最高 25% 的产业作为高知识密集, 余下 75% 作为低知识密集。HS6 位数层面产业之间的区别足够大, 所以使用 25%—75% 划分。

2. 回归分析

本节识别不同知识密集度进口对企业创新的影响, 回归式如下:

$$y_{ft} = \beta_0 + \beta_1 ImportShock_{c,t}^H + \beta_2 ImportShock_{c,t}^L + X'_{f,t} \gamma + \lambda_f + \lambda_t + \lambda_c + \epsilon_{f,t}$$

其中 y_{ft} 是企业 f 在 t 年的发明专利申请量; $ImportShock_{c,t}^H$ 是企业 f 所在的城市 c 在 t 年的高知识密集进口冲击; $ImportShock_{c,t}^L$ 是低知识密集进口冲击; λ_f 是企业固定效应, λ_t 是年份固定效应, λ_c 是城市固定效应。我们将标准误差聚类到企业层面。 $X_{f,t}$ 是企业随时间变化的控制变量, 包括: (1) 企业当年的进口, 控制进口廉价中间品降低生产成本的作用; (2) 企业当年的出口和 TFP, 控制市场规模效应。

表 3 的被解释变量是企业发明专利申请量, 主要解释变量为使用式 (1) 构造的高低知识密集度进口冲击 $ImportShock^H$ 和 $ImportShock^L$ 。在所有的回归中, $ImportShock^H$ 的系数均显著为正, $ImportShock^L$ 的系数均不显著。第 (1) 列系数值的含义为, 高知识密集进口冲击提高 1% 可以增加 8% 个标准差 (被解释变量的标准差为 0.3) 的发明专利申请数。稳健性检验中解释变量使用 ALP 方法构造的 Bartik IV, 各列的解释变量与表 3 类似, 各个系数的显著性与表 3 相同, 说明表 3 的结果稳健, 只有高知识密集的进口冲击能促进企业的发明专利申请, 低知识密集的进口冲击无显著作用。¹⁰

¹⁰ 限于篇幅, 稳健性检验结果未列示, 留存备索。

表 3 进口冲击基本结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>ImportShock</i> ^H	2.424*** (0.876)	2.409*** (0.876)	2.399*** (0.875)	2.385*** (0.875)	2.449*** (0.883)
<i>ImportShock</i> ^L	0.434 (0.277)	0.429 (0.277)	0.442 (0.277)	0.437 (0.277)	0.412 (0.276)
进口		0.002*** (0.000)		0.002*** (0.000)	0.002*** (0.000)
出口			0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.002*** (0.001)
TFP					0.008*** (0.003)
N	102 437	102 437	102 437	102 437	101 800
Adj. R ²	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467
固定效应	是	是	是	是	是

注：括号内为稳健标准误；*** $p < 0.01$ ，** $p < 0.05$ ，* $p < 0.1$ 。回归均控制企业、年份固定效应。

为了更加直观地说明进口带来的学习效应，本文使用引用过 OECD 国家专利的企业发明专利申请数量做被解释变量，直接刻画知识外溢，做稳健性检验回归的解释变量与表 3 相同。在所有的回归中，*ImportShock*^H 的系数均显著为正，而 *ImportShock*^L 的系数均不显著。结果说明只有高知识密集的进口能促进中国企业向 OECD 国家学习，并增加自身创新。

(三) 稳健性检验¹¹

我们对上一节的分析进行稳健性检验。

1. 进口竞争

进口带来的竞争会倒逼企业进行产品升级，这一渠道与进口学习独立。我们通过两个回归讨论进口竞争效应。首先，我们对表 3 增加行业×年份固定效应，控制产业内部所有企业面临的相同竞争程度，结果显示，高知识密集进口冲击的系数显著大于 0，且低知识密集进口冲击的系数不显著。然后，我们在表 3 的基础上控制了行业-年份层面的赫芬达尔指数，即行业集中度，反映该行业的竞争性。回归结果显示，仍有高知识密集进口冲击的系数显著大于 0，低知识密集进口冲击的系数不显著。同时得到行业集中度越高，企业创新越弱，与进口竞争的推论一致。综上结果说明，控制了进口带来的竞争之后，进口学习效应稳健。

2. 专利授权

我们将企业授权专利数做被解释变量，对表 3 进行了稳健性检验，此处的时间为授权专利的申请年份，每一列的解释变量与表 3 一致，控制企业和年份固定效应。回归结

¹¹ 限于篇幅，稳健性检验结果未列示，留存备案。

果显示,高知识密集进口冲击的系数均大于0,且在95%的水平上显著。除去只控制企业出口额的第(3)列,其余低知识密集进口冲击的系数也均大于0,在90%的水平上显著,在显著性和数值上都小于高知识密集冲击。第(3)列虽然低知识密集进口冲击的显著性在95%以上,但是第(4)、(5)列控制了进口和TFP之后,显著性水平下降。结果说明,高知识密集的进口比低知识密集的进口更能增加企业的授权专利,促进企业自主创新。

3. 去掉外资企业

由于样本中包含外资企业,来自国外的专利转让的确使进口学习效应被过高估计(over-estimate),因此基准回归可能无法反映本土企业技术创新。为了解决该问题,我们去掉了外资企业对表3进行稳健性检验。结果显示,高知识密集度进口冲击的系数显著大于0,低知识密集度进口冲击的系数显著小于0,得到表3结果稳健。

(四) 机制讨论¹²

这一节讨论进口促进创新的内在机制。

1. 研发支出

我们将中国工业企业数据库中的研究开发费作为被解释变量,回归与表1相同,均为当期,结果显示,总进口和从OECD国家的进口的系数不显著。资本品整机和零件进口的系数均显著大于0,表明资本品进口在短期能促使企业增加研发支出,而总量层面的进口影响不显著。

2. 研发支出效率

为了研究进口对研发支出效率的影响,我们在表1的基础上增加控制变量研发支出,表示给定研发支出后,如果进口的系数仍然大于0,说明进口提高了研发效率。另一种方式是用 $\log(\text{专利数}/\text{研发支出})$ 做被解释变量,相比于将研发支出放在等式右边作为解释变量,此做法施加了一个额外的假设: $\log(\text{研发支出})$ 的系数是1。结果显示,控制研发支出后,进口仍然对发明专利申请具有显著的正向影响。并且,研发支出的系数也显著大于0。这一结果表明,进口使企业研发效率提高。

3. 专利类型

由于无法直接观察到专利实际用于生产流程还是产品,我们根据专利的类型“流程”和“产品”进行近似,回归方程与表1相同,得到总进口和资本品整机进口均促进产品发明专利申请;而对于流程专利,仅资本品整机进口可以产生促进作用,总进口的影响不显著。结果说明,资本品整机可以同时促进产品和流程专利申请,而总进口只对产品专利有促进作用。接下来,我们分别讨论不同类型进口冲击对流程专利和产品专利申请的影响。被解释变量分别为流程专利申请数和产品专利申请数。回归结果表明,高知识密集进口冲击均可以促进流程和专利产品申请,而低知识密集进口冲击对二者的影响均不显著。

(五) 小结

本文通过回归发现如下事实:

¹² 限于篇幅,机制讨论部分的回归结果未列示,留存备案。

(1) 企业的进口能促进发明专利申请。从发达国家的进口和资本品相关的进口内嵌知识程度较高，能对创新产生持续的正效应。

(2) 根据 Bartik IV 方法构造高低知识密集进口冲击，高知识密集进口冲击与发明专利申请显著正相关，低知识密集度进口冲击作用不显著。

机制方面，进口能促使企业增加研发支出，提升研发支出效率；其中资本品进口可以促进流程和产品专利申请，而总量进口仅促进产品专利申请；高知识密集进口冲击能对流程和产品专利申请产生正向影响。

四、理论模型

(一) 模型设定

经济中有一个北方发达国家 (N) 和一个南方发展中国家 (S)。有两类产品，单一的最终品和一个连续统种类的中间品。最终品由中间品和劳动共同生产，用于消费、研发和生产中间品，且可以无摩擦地跨国交易。不存在国际借贷。

中间品归家户所有。每个中间品有一个质量阶梯，阶梯越高的企业产品质量越高。对于每一个中间品，两个国家分别有一个企业经营，进行价格竞争。当中间品可以由多个企业同时生产时，本文参考 Acemoglu et al. (2018)，假设企业进入两阶段博弈：(1) 每个企业支付任意小但严格为正的进入成本；(2) 进入的企业同时设定价格，进行伯川德竞争 (Bertrand competition)。预期到第二阶段的利润非正，生产效率较低的企业不进入，最终市场由技术先进的企业垄断。中间品可贸易，产品进入外国市场需要支付冰山成本和关税。如果在付完贸易成本后仍有价格优势，该企业就占领世界市场。

领先者只能通过自主创新提高技术，追赶者提高技术的选择取决于其所在国家是否从领先企业的国家进口该中间品。如果没有进口，追赶者只能自主创新；如果有进口，追赶者可选择技术学习。

1. 消费者偏好

时间是无限且连续的。国家 c 的家户选择每期的消费以最大化其效用：

$$\int_0^{+\infty} \exp(-\rho t) \ln C_c(t) dt,$$

其中， ρ 是贴现率， $C_c(t)$ 指家户在时间 t 的最终品消费。家户的预算约束是：

$$P_c(t)C_c(t) + \dot{A}_c(t) = L_c(t)w_c(t) + r_c(t)A_c(t),$$

其中 $P_c(t)$ 表示消费品价格， $L_c(t)$ 、 $w_c(t)$ 和 $r_c(t)$ 分别为劳动供给、工资和利率， $A_c(t)$ 是国家 c 在时间 t 的资产，即所有企业的价值。

2. 最终品

最终品由完全竞争的企业生产，其投入为所有中间品和劳动。最终品的生产函数为：

$$Y_c(t) = \frac{L_c^\beta}{1-\beta} \int_0^1 [q_{Nj}(t)^{\frac{\beta}{1-\beta}} k_{Nj}(t) + q_{Sj}(t)^{\frac{\beta}{1-\beta}} k_{Sj}(t)]^{1-\beta} dj, \quad (2)$$

其中， $k_{cj}(t)$ 和 $q_{cj}(t)$ 分别是时刻 t 来自 c 国的中间品 j 的数量和质量， β 是劳动力收入份额。每一种中间品可以来自两个国家，经过质量调整后完全替代。最终品生产商购买

最低成本的中间品。最终品的价格标准化为1。

3. 中间品

每个中间品只使用最终品作为投入, 边际成本均为 η , 但是产品质量不同。如果国家 c 生产线 j 上的企业处于质量阶梯第 n_{cj} 级, 其中间品质量为 $q_{cj} = \lambda^{n_{cj}}$ 。 λ 表示在质量阶梯上前进一级带来的质量提高。定义生产线 j 上两个国家技术差距:

$$\frac{q_{Nj}(t)}{q_{Sj}(t)} = \frac{\lambda^{n_{Nj}(t)}}{\lambda^{n_{Sj}(t)}} \equiv \lambda^{d_j(t)},$$

其中, $d_j(t)$ 表示北方国家领先于南方国家的技术步数, 南方国家的相对位置为 $-d_j(t)$ 。设 $d_j(t)$ 的上界为 \bar{m} 。

技术领先者提高产品质量只能自主创新。研发活动投入最终品。令 R_{cj} 和 x_{cj} 分别表示国家 c 在中间品 j 上的自主创新的支出和研发成功的泊松到达率。

$$R_{cj}(t) = \frac{\alpha}{\gamma} x_{cj}(t)^\gamma q_{cj}(t).$$

参数 α 为研发活动的(逆向)效率, α 越高, 效率越低。设 $\gamma > 1$, 研发成本为凸函数。研发成本与企业本身的技术水平 $q_{cj}(t)$ 成正比。研发成功可让企业在质量阶梯上更进一步, 即从 $q_{ij}(t)$ 提升到 $\lambda q_{ij}(t)$ 。由于连续时间点上泊松过程的二次项为无穷小量, 所以每个时点至多一家企业研发成功。

如果追赶者所在国家没有从领先企业进口, 只能通过创新提高技术; 如果有进口, 则可选择技术学习或创新。技术学习也以最终品为投入。令 \tilde{R}_{cj} 和 \tilde{x}_{cj} 分别表示国家 c 在中间品 j 上的学习的支出和成功的泊松到达率。

$$\tilde{R}_{cj}(t) = \frac{\tilde{\alpha}}{\tilde{\gamma}} \tilde{x}_{cj}(t)^{\tilde{\gamma}} q_{cj}(t).$$

成功的学习可以让企业的技术从 $q_{ij}(t)$ 提升到 $\lambda^{a(t)} q_{ij}(t)$ 。 $a(t)$ 是分布 $G_{-d_j(t)}(a)$ 中抽的随机变量。学习不能实现超越, 所以最大前进步数不能超越领先者, $a(t) < d_j(t)$,

$\sum_{a=1}^{d_j(t)} G_{-d_j(t)}(a) = 1$ 。 $G_{-d_j(t)}(a)$ 的函数形式为:

$$G_{-\bar{m}}(n) = c'_{0} (n + \bar{m})^{-\varphi}, \quad \forall n \in \{-\bar{m} + 1, \dots, -1\},$$

$$G_{-d_j(t)}(a) = \begin{cases} G_{-\bar{m}}(n), & a > -d_j(t) + 1 \\ \sum_{n=-\bar{m}+1}^{-d_j(t)} G_{-\bar{m}}(n), & a = -d_j(t) + 1 \end{cases}$$

(二) 均衡求解

1. 家户

根据家户效用最大化的欧拉方程, 得到国家 c 的利率为增长率和时间贴现率之和:

$$r_c(t) = g_c(t) + \rho.$$

2. 中间品

从式(2)可得出在国家 c 对劳动力和中间品 j 的静态需求函数:

$$\omega_c(t) = \frac{\beta}{1-\beta} L_i^{\beta-1} \int_0^1 q_j(t)^\beta k_j(t)^{1-\beta} dj,$$

$$p_{cj}(t) = L_c^\beta q_{cj}(t)^\beta k_{cj}(t)^{-\beta}.$$

若国家 c 生产线 j 上的技术水平为 $q_{cj}(t)$ 的生产者是该中间品的唯一生产企业，利润最大化问题表述为：

$$\pi(q_{cj}(t)) = \max_{k_{cj}(t)} \{L_c^\beta q_{cj}(t)^\beta k_{cj}(t)^{1-\beta} - \eta k_{cj}(t)\}.$$

根据一阶条件求出价格和数量：

$$k_{cj}(t) = \left(\frac{1-\beta}{\eta}\right)^{\frac{1}{\beta}} q_{cj}(t) L_c,$$

$$p_{cj} = \frac{\eta}{1-\beta}.$$

厂商的成本加成率是 $\frac{\beta}{1-\beta}$ 。定义常数 $\pi \equiv \left(\frac{1-\beta}{\eta}\right)^{\frac{1}{\beta-1}}$ ，则利润可以表示为 $\pi(q_{cj}(t)) = \pi q_{cj}(t) L_c$ 。

国家 c 的企业出口到国家 c' ，需要为每一单位的出口产品支付 κ 单位的冰山成本和 $\tau_{c'}$ 单位的关税，相当于边际成本上升 $(1+\kappa+\tau_{c'})$ 。如果该企业是国家 c' 这条生产线上的唯一生产者，则其利润为 $\pi^*(q_{c'j}(t)) = \pi^* q_{c'j}(t) L_{c'}$ ，其中常数 $\pi^* \equiv \left(\frac{1-\beta}{(1+\kappa+\tau_{c'})\eta}\right)^{\frac{1}{\beta-1}}$ 。企业在两个市场上的总利润为：

$$\Pi_c(q_{cj}(t), \tau_c, \tau_{c'}) \begin{cases} (\pi L_c + \pi^* L_{c'}) q_{cj}(t), & \frac{q_{cj}(t)}{(1+\kappa+\tau_{c'})^{\frac{1-\beta}{\beta}}} \geq q_{c'j}(t) \\ \pi L_c q_{cj}(t), & q_{c'j}(t) (1+\kappa+\tau_{c'})^{\frac{1-\beta}{\beta}} \geq q_{cj}(t) \geq \frac{q_{c'j}(t)}{(1+\kappa+\tau_c)^{\frac{1-\beta}{\beta}}} \\ 0, & q_{cj}(t) \leq \frac{q_{c'j}(t)}{(1+\kappa+\tau_c)^{\frac{1-\beta}{\beta}}} \end{cases}$$

静态利润取决于技术差距。如果本国企业在某条生产线上的技术足够领先，则会占领世界市场；如果技术远低于外国企业，则外国企业占领本国市场；当本国与外国企业的技术差距居中时，企业各自获得本国利润。

3. 企业的值函数

接下来分析企业的值函数和创新行为。一个落后北方国 m 步、技术水平为 $q(t)$ 的南方企业值函数为：

$$r_S(t) \dot{V}_{-m}(q(t)) - \dot{V}_{-m}(q(t)) = \max\{V_{im,-m}, V_{R\&D,-m}\},$$

其中，

$$V_{im,-m} = \max_{\tilde{x}} \left\{ -\frac{\tilde{\alpha}}{\tilde{\gamma}} \tilde{x}^\gamma q(t) + \tilde{x} \sum_{a=-m+1}^0 G_{-m}(a) [V_a(\lambda^{a+m} q(t)) - V_{-m}(q(t))] \right. \\ \left. + x_N [V_{-m-1}(q(t)) - V_{-m}(q(t))] \right\},$$

$$V_{R\&D,-m} = \max_x \left\{ -\frac{\alpha}{\gamma} x^\gamma q(t) + x [V_{-m+1}(\lambda q(t)) - V_{-m}(q(t))] \right. \\ \left. + x_N [V_{-m-1}(q(t)) - V_{-m}(q(t))] \right\}.$$

$V_{im,-m}$ 是南方企业选择技术学习的值函数, $V_{R\&D,-m}$ 是南方企业选择自主创新的值函数。此处企业的决策变量是创新和学习成功的可能性 x 和 \tilde{x} , 分别对创新和学习计算值函数并比较大小后, 选择值函数较大的一个。为了保证 \tilde{x} 和 x 均大于 0, 设对于任意的 $i > j$, 有 $V_i > V_j$ 。

$V_{im,-m}$ 包含三项: 第一项是静态利润, 当南方国家进口时, 对应生产线上的企业利润为 0; 第二项是企业投入学习得到的净收益, 即向前 a 步之后的值函数减去停滞不前的值函数。由于学习并不能超越, 所以最多和北方并驾齐驱。其中企业的收益项中对应的价值是 V 而不是 V_{im} , 即企业可以在每个时点上选择学习或创新。第三项是北方企业创新成功扩大领先优势后南方企业的损失, x_N 是北方国家企业的研发强度, 如果成功, 北方企业的领先优势扩大一步。

$V_{R\&D,-m}$ 包含三项: 静态利润; 企业创新成功在质量阶梯上前进一步的净收益; 北方企业创新成功扩大领先优势后南方企业的损失。

根据南方国家企业值函数, 可以得到对应北方国家企业值函数。进一步, 根据企业的值函数和技术进步成功概率, 可推出总生产率的运动方程和领先步数 m 的分布变化。由此推出定理 1。¹³

定理 1 (技术差距与企业选择) 技术差距足够大的企业选择学习; 当技术差距缩小时, 由于学习获得的潜在收益下降, 企业转向自主创新。

五、模型的求解和反事实模拟

该部分对模型进行数值求解并校准, 通过反事实模拟中美贸易摩擦对两国技术进步的影响。

(一) 模型求解和参数校准

模型的数值求解和参数校准采用值函数迭代和反向倒推的方法。¹⁴

定量估计的参数分为两部分。第一部分是外部校准的参数, 包括自主创新成本函数凹凸程度 γ , 学习成本函数的凹凸程度 $\tilde{\gamma}$, 劳动收入份额 β , 效用的时间贴现率 ρ , 以及关税税率 τ 。设定家户效用的时间贴现率为 5%。根据 Acemoglu et al. (2018), 设研发和学习的成本函数均为二次函数, 即 $\gamma = \tilde{\gamma} = 2$ 。根据 Penn Table 9.1, 中国 2000—2009 年的劳动收入占增加值的比平均约为 0.6, 设 $\beta = 0.6$ 。通过计算 2000—2009 年平均的关税收入占 GDP 的比重, 得到 $\tau = 2.6\%$ 。设定 $\bar{m} = 22$, 将技术距离分为从 -22 到 +22 的 45 份。数据中如图 1, 将距离定义为 IPC 层面按照 OECD 国家的发明专利申请份额减去中国的份额, 然后对距离 45 等分。

第二部分是内部校准参数, 如表 4 所示, 包括自主创新效率 α , 学习效率 $\tilde{\alpha}$, 学习前进步数概率分布函数凹凸程度 φ , 技术向前一步提升的生产率 λ , 以及贸易冰山成本 κ 。为了校准这些参数, 本文选取 6 个矩条件。前 5 个如表 5 所示, 分别是中国 TFP 平均增

¹³ 限于篇幅, 对定理 1 的证明、讨论和实证回归未列示, 留存备案。

¹⁴ 限于篇幅未列示, 留存备案。

长率、OECD 国家 GDP 平均增长率、中国 R&D 支出占 GDP 比重、OECD 国家 R&D 支出占 GDP 比重和中国进口占 GDP 比重，第 6 个是 2009 年中国技术距离的分布，如图 2 “中期分布（数据）”。由于本文模型中技术进步是 GDP 增长的唯一因素，而中国 2000—2009 年要素积累在 GDP 增长中贡献很多，故使用中国 TFP 增长率替代模型中的 GDP 增长率。矩估计最小化的目标函数是（参考 Akcigit and Kerr, 2018）：

$$\min \sum_{i=1}^5 \frac{|data_i - model_i|}{0.5|data_i| + 0.5|model_i|} + m_6,$$

其中，记技术距离 i ， $i \in \{-22, -21, \dots, 21, 22\}$ ，在真实数据中的概率密度函数为 μ_i ，在模型中为 $\hat{\mu}_i$ ，第 6 个矩条件 $m_6 = (\max |\hat{\mu}_i - \mu_i|) \times 45$ ，对应距离的 45 等分。

在矩条件中，OECD 国家 GDP 平均增长率用来确定 λ ；OECD 国家 R&D 支出占 GDP 比重用来确定 α ；中国 R&D 支出占 GDP 比重用来确定 $\tilde{\alpha}$ ；中国进口占 GDP 比重用来确定 κ ；中国 TFP 平均增长率和 2009 年中国技术距离的分布用来确定 φ 。基准结果的参数估计列于表 4，所有校准参数均在 99% 的置信水平上统计显著。

表 4 内部校准参数

参数	描述	估计值	标准误
α	自主创新的效率	9.23	0.0010
$\tilde{\alpha}$	学习的效率	7.87	0.0021
φ	学习前进步数概率分布函数的凹凸程度	8.06	0.0026
λ	技术向前一步提升的生产率	1.17	0.1015
κ	贸易的冰山成本	3.18	0.0006

本文一共模拟 40 年，每年分 32 期，共 1 280 期。设定第 1 年为 2000 年，第 10 年为 2009 年，关注这 10 年间的转移动态路径。第 40 年为 2040 年，到达平衡增长路径。如表 5 所示，模型推出 2000—2009 年，中国平均 TFP 增长率为 1.44%，OECD 国家 GDP 平均增长率为 1.22%，中国的技术进步支出占 GDP 的比重（包括了学习和自主创新）为 1.29%，OECD 国家的技术进步支出占 GDP 的比重为 1.68%，中国进口占 GDP 的比重为 27%，与实际数值较为接近。中国以较低的研发支出比重获得较快的技术进步，是因为大部分企业能进行技术学习，而发达国家大部分企业只能自主创新。

表 5 模型计算结果

变量	实际数值	模型数值	数据来源
中国 TFP 平均增长率	3.07%	1.44%	作者自行计算
OECD 国家 GDP 平均增长率	1.03%	1.22%	世界银行 WDI
中国 R&D 支出占 GDP 比重	1.24%	1.29%	世界银行 WDI
OECD 国家 R&D 支出占 GDP 比重	2.27%	1.68%	世界银行 WDI
中国进口占 GDP 比重	26.2%	27%	中国国家统计局

注：所有变量时间范围均为 2000—2009 年。

图 2 展示了中国技术与前沿距离分布的变化。实线表示 2000 年初始时刻的分布，双划线“--”是 2009 年数据中的分布，点划线“---”是 2009 年的模拟分布，虚线“----”

是2040年到达平衡增长路径的模拟分布。在本文校准的参数条件下, $m < -6$ 的企业选择技术学习。2000年分布的峰值处于 $m = -10$ 。随着技术快速追赶, 2009年分布整体右移。在此过程中分布出现双峰, 这是因为落后步数较多的企业较快地缩短了和领先者的差距; 同时落后步数不多的企业自主创新, 获得国内市场的全部利润, 从而使在 $m = -5$ 处出现峰值。进一步, 随着多数企业的技术超过 $m = -5$, 转向自主创新, 技术进步速度减缓。2040年, 分布仅存在一个峰值 $m = -4$, 大多技术落后的本土企业通过学习实现了追赶, 左侧峰值消失。此时, 相比2000年的初始分布, 绝大多数企业实现从学习到创新的转变。

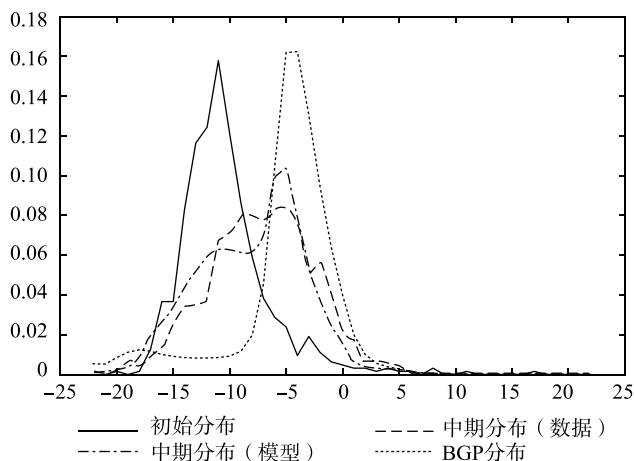


图2 中国企业技术距离的分布模拟

为了探究模型中进口学习效应对数据的解释力, 我们对基准模型进行模拟并计算每个质量阶梯上企业的进口额和技术进步成功可能性, 然后将加权平均技术进步可能性对进口额做回归, 控制了质量阶梯和时间固定效应, 并将标准误聚类到质量阶梯层面。由模型生成的数据进行回归, 创新的进口弹性为 0.911, 在 99% 水平上显著。相比我们的基准实证结果(如表 3 第 (1) 列, 创新的进口弹性是 2.424), 模型的进口学习效应机制能解释实证中进口对创新促进作用的 37.6%。

(二) 反事实模拟

中美贸易摩擦中, 美国限制中国进口, 意图减缓中国科技企业技术进步。本节保持其他参数, 只提高贸易的冰山成本 κ , 模拟美国增加的贸易壁垒如何影响两国的技术进步。

将贸易成本 κ 扩大 4 倍, 观察贸易成本增加对增长率、技术进步投入、技术追赶等变量的影响。贸易成本增加导致部分国外技术领先的企业选择不出口, 中国企业失去学习机会, 只有技术距离 $m < -10$ 的企业选择学习。模拟结果如下: 中国的 TFP 增长率下降为 1.38%, 技术进步支出占 GDP 比重提高为 1.49%, 这主要因为 $m \in [-10, -6]$ 的企业技术进步方式从学习转为昂贵的创新, 技术进步效率下降。OECD 国家的 TFP 增长率下降, 因为原本 OECD 国家 $m \in [6, 10]$ 的企业占据世界市场, 而贸易成本提高使这部分企业失去了中国的利润, 研发激励下降, 技术进步减缓。

图3展示了贸易成本增加后，中国技术与前沿距离分布的变化。实线表示原贸易成本下的2009年分布，虚线表示贸易成本扩大后的分布。相比之下，贸易成本扩大使技术距离右移的程度下降，峰值处于 $m = -9$ ，并且集中程度更高，可以看出技术追赶整体变慢。另一方面，技术到达 $m = -10$ 即可在国内市场取得垄断利润，而进一步占据国际市场需要通过昂贵的自主创新再前进20步到达 $m = 10$ ，距离远且成本高，使国内企业在独占本土市场后研发激励减弱，技术进步放慢。

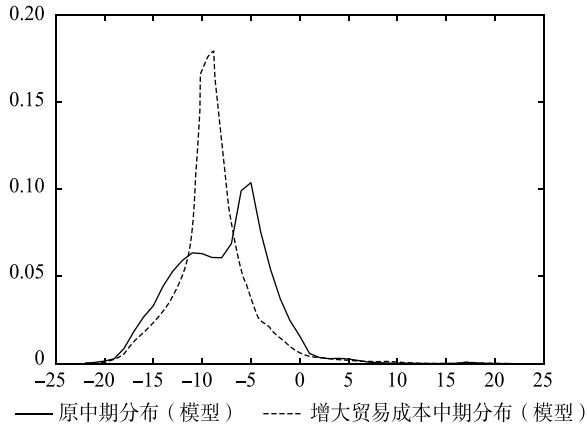


图3 贸易成本扩大后的技术距离分布模拟

六、结 论

我国当前正处于从“中国制造”到“中国创造”转变的关键期，同时国际贸易形势发生重大变化，研究国际贸易对我国技术进步的作用至关重要。本文研究发展中国家在贸易中进行技术学习，对发达国家实现赶超，转向自主创新的动态路径。

首先，本文归纳了一系列特征事实：（1）中国在2000—2009年的技术和前沿距离相比1990—2000年明显缩短；（2）从发达国家的进口和资本品进口更能持续促进企业发明专利申请；（3）构造城市层面的进口冲击，得到只有高知识密集度进口可以促进发明专利申请，低知识密集度进口无显著作用。

其次，本文基于Akcigit et al. (2018)，引入技术学习，构造并校准了一个开放经济下两国内生增长模型。技术内嵌于产品，只有进口发生，发展中国家的企业才有技术学习机会。初始发展中国家企业大多技术落后，发达国家占据世界市场。发展中国家企业在进口中进行学习，逐渐缩短技术差距。当技术差距足够小时，发展中国家转向通过自主创新的方式实现技术进步。本文模型最大贡献是刻画发展中国家从学习到创新的转移动态路径。模型还得出，虽然进口短期让外国企业占据本土市场，但是长期可以使本土企业快速追赶，最终赶超。

最后，本文通过反事实对中美贸易摩擦进行讨论。当贸易成本提高时，发展中国家进口减少，使原本进行技术学习的企业转向自主创新，降低技术进步速度。但同时，发达国家失去海外市场，创新激励下降，技术进步速度减缓。虽然美国设置贸易壁垒，使中国需要更早进行自主创新，但美国高科技企业失去中国市场，也降低技术进步速度，这是一个两败俱伤的结果。

参考文献

- [1] Acemoglu, D., P. Aghion, and F. Zilibotti, "Distance to Frontiers, Selection, and Economic Growth", *Journal of the European Economic Association*, 2006, 4 (1), 37-74.
- [2] Acemoglu, D., U. Akcigit, H. Alp, N. Bloom, and W. Kerr, "Innovation, Reallocation, and Growth", *American Economic Review*, 2018, 108 (11), 3450-91.
- [3] Aghion, P., N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith, and P. Howitt, "Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship", *The Quarterly Journal of Economics*, 2005, 120 (2), 701-728.
- [4] Aghion, P., C. Harris, P. Howitt, and J. Vickers, "Competition, Imitation and Growth with Step-by-Step Innovation", *Review of Economic Studies*, 2001, 68 (3), 467-492.
- [5] Aghion, P., and P. Howitt, "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*, 1992, 60 (2), 323-351.
- [6] Akcigit, U., S. Ates, and G. Impullitti, "Innovation and Trade Policy in a Globalized World", NBER Working Paper, 2018.
- [7] Akcigit, U., and W. Kerr, "Growth through Heterogeneous Innovations", *Journal of Political Economy*, 2018, 126 (4), 1374-1443.
- [8] Autor, D., D. Dorn, and G. H. Hanson, "The China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States", *American Economic Review*, 2013, 103 (6), 2121-2168.
- [9] Buera, F., and E. Oberfield, "The Global Diffusion of Ideas", *Econometrica*, 2020, 88 (1), 83-114.
- [10] Eaton, J., and S. Kortum, "Trade in Capital Goods", *European Economic Review*, 2001, 45 (7), 1195-1235.
- [11] Grossman, G., and E. Helpman, "Quality Ladders in the Theory of Growth", *Review of Economic Studies*, 1991a, 58 (1), 43-61.
- [12] Grossman, G., and E. Helpman, "Quality Ladders and Product Cycles", *The Quarterly Journal of Economics*, 1991b, 106 (2), 557-586.
- [13] Klette, T., and S. Kortum, "Innovating Firms and Aggregate Innovation", *Journal of Political Economy*, 2004, 112 (5), 986-1018.
- [14] 寇宗来, 刘学悦, "中国企业的专利行为: 特征事实以及来自创新政策的影响", 《经济研究》, 2020年第3期, 第83—99页。
- [15] Krugman, P., "A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income", *Journal of Political Economy*, 1979, 87 (2), 253-266.
- [16] Liu, Q., and L. Qiu, "Intermediate Input Imports and Innovations: Evidence from Chinese Firms' Patent Filings", *Journal of International Economics*, 2016, 103, 166-183.
- [17] Liu, Q., R. Lu, Y. Lu, and T. Luong, "Is Free Trade Good or Bad for Innovation?", Working Paper, 2016.
- [18] Liu, Q., and H. Ma, "Trade Policy Uncertainty and Innovation: Firm Level Evidence from China's WTO Accession", *Journal of International Economics*, 2020, 127, 1-20.
- [19] Lucas, R. E., and B. Moll, "Knowledge Growth and the Allocation of Time", *Journal of Political Economy*, 2014, 122 (1), 1-51.
- [20] Lybbert, T., and N. Zolas, "Getting Patents and Economic Data to Speak to Each Other: An 'Algorithmic Links with Probabilities' Approach for Joint Analyses of Patenting and Economic Activity", *Research Policy*, 2014, 43 (3), 530-542.
- [21] Olley, S., and A. Pakes, "The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry", *Econometrica*, 1996, 64 (6), 1263-1298.
- [22] Perla, J., and C. Tonetti, "Equilibrium Imitation and Growth", *Journal of Political Economy*, 2014, 122 (1),

52-76.

- [23] Vernon, R., "International Investment and International Trade in the Product Cycle", *The Quarterly Journal of Economics*, 1966, 80 (2), 190-207.
- [24] 余森杰、张睿, "中国制造业出口质量的准确衡量: 挑战与解决方法", 《经济学》(季刊), 2017 年第 16 卷第 2 期, 第 463—484 页。
- [25] 余森杰、李乐融, "贸易自由化与进口中间品质量升级——来自中国海关产品层面的证据", 《经济学》(季刊), 2016 年第 15 卷第 3 期, 第 1011—1028 页。
- [26] 张杰, "进口对中国制造业企业专利活动的抑制效应研究", 《中国工业经济》, 2015 年第 7 期, 第 68—83 页。

Learning, Innovation and Economic Growth —The Role of Knowledge-Embodied Imports for Developing Countries

FAN Zhongchen

(Xi'an Jiaotong University)

XU Mingzhi* ZHU Lijun

(Peking University)

Abstract: We study how developing countries achieve sustained technical progress through international trade. We find import has a positive effect on innovation, then we construct city-level import shocks and find the effect comes from high-knowledge intensive import. We build and calibrate a two-country endogenous growth model in open economies; developed countries push forward technology frontiers through innovation, firms in developing countries can import goods from developed countries and learn from the knowledge embodied in goods, and eventually transit them into innovation. By counterfactual analysis, we evaluate the impact of US-China trade tensions and find trade barriers would hinder both countries' technological progress.

Keywords: South-North trade; learning from import; innovation

JEL Classification: F10, F14, O40

* Corresponding Author: Xu Mingzhi, Institute of New Structural Economics, Peking University, No. 5 Yiheyuan Road, Hidian District, Beijing 100871, China; Tel: 86-15201145808; E-mail: mingzhixu@nsd.pku.edu.cn.