

机器人进口与生产率进步

——基于进口产品类型的动态结构式估计

刘 卉 王永进

摘要：明确区分企业在国际上采购不同类型产品对生产率增长的异质性作用，不仅有助于政府制定贸易发展的政策，同时也有助于国内国际双循环全新发展格局的形成。本文通过构建涵盖进口决策、研发投入以及企业生产率的动态结构模型，分别考察了机器人、其他资本品和中间品进口对企业生产率增长的影响，并在反事实分析中对资本品和中间品关税在贸易自由化中的作用进行量化。本文发现其他资本品进口具有最强的生产率效应，其次为中间品，机器人进口的生产率效应最小。一方面，三类进口均会对生产率产生即时影响，但只有其他资本品进口和中间品进口具有动态生产率效应。另一方面，其他资本品和中间品进口具有显著的研发诱导效应，但在机器人进口方面则没有明确的证据表明该效应的存在。此外，资本品关税的自由化相比于中间品关税具有更好的效果，这为中国关税结构的调整提供了全新的思路。

关键词：进口采购；工业机器人；研发决策；生产率

[中图分类号] F740 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2023) 3-0141-17

一、引言和文献综述

随着经济全球化的日趋深化，为降低成本、提高产品质量和国际竞争力，原材料的国际采购成为企业的必然选择。如何高效地进行国际采购企业的发展具有十分重要的现实意义。一方面，从发达国家进口产品可以通过技术扩散渠道提振发展中国的生产率（Lee, 1995^[1]；Keller and Yeaple, 2009^[2]；Mo et al., 2021^[3]）；另一方面，由于“质量—品种效应”和“进口中学习效应”，在不区分资本品和中间品的情况下，国际采购将促进进口企业生产率的提高（Amiti and Konings, 2007^[4]；Halpern et al., 2015^[5]）。因此，确立企业在国际上采购不同类型产品对

[收稿日期] 2022-07-25

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目“竞争中性原则与中国对外贸易利益：理论机制、实证检验与量化分析”（72073073）；中央高校基本科研业务费青年教师研究项目“国内供应链摩擦、中间品进口与生产率进步”；南开大学文科发展基金项目“双碳目标约束下中国能源偏向型技术进步的形成机制与经济效应研究”（ZB22BZ03ZZ）

[作者信息] 刘卉（通讯作者）：南开大学经济与社会发展研究院助理研究员，电子信箱：liuhuinku@163.com；王永进：南开大学经济学院教授

生产率增长的影响渠道，对政府制定贸易和发展政策至关重要，同时也为论证开放是否能够促进技术进步提供了新的证据。

就定义而言，中间投入品是指在成为最终产品之前、尚处于加工过程中的产品，包括材料、零件和附件，通常是一个会计期间的一次性消费品。资本品是指企业用于生产的机器设备，如设备、机床、车床和工业机器人，通常可以在多个会计期间使用。由于使用时间的差异，资本品进口通常被认为是国际技术扩散的一个渠道，可能会对企业未来生产率增长的促进效果更为显著（Eaton and Kortum, 2001^[6]；Mo et al., 2021）。自从2014年6月习近平总书记在两院院士大会上的讲话中提到“机器人革命”的重要影响^①，到之后几年“两化融合”的持续推进，中国机器人的使用量不断攀升，2017年中国正在使用的机器人已占全球总量的10%左右，中国已成为全球最大的机器人消费市场，机器人已经成为制造业发展的重要支持力量。作为构筑国家核心竞争力的重要模块，机器人在资本品中具有一定的特殊性，因此有必要将机器人和其他资本品的进口进行明确区分，两者对企业生产率的影响渠道可能存在着很大的不同。

为此，本文基于中国工业企业数据库和中国海关数据库的合并数据，通过构建动态离散选择模型考察了机器人、其他资本品和中间品进口采购对微观层面生产率增长的影响，以及研发投资在该过程中的作用，并对资本品和中间品关税在贸易自由化中的重要性进行量化。与已有文献相比，本文的创新和贡献主要体现在以下方面：

第一，本文基于Aw等（2011）^[7]、Zhang（2017）^[8]和Mo等（2021）的研究，通过构建动态离散选择模型明确区分了机器人、其他资本品以及中间品投入三种国际采购渠道对生产率增长的影响，丰富和发展了国际采购与企业生产率之间关系的研究。以往文献对此的研究大致可以分为两大类：国际采购可以有效促进企业生产率的提升，“进口中学习”效应能够有效刻画进口决策与生产率的因果影响（Kasahara and Rodrigue, 2008^[9]；陈勇兵, 2012^[10]；Zhang, 2017）；当企业具有较高的生产率时，基于“自我选择”效应，企业将倾向于国际采购（Vogel and Wagner, 2010^[11]；魏浩等, 2017^[12]）。然而，以往文献并未对资本品和中间品进行细分。考虑到机器人的特殊性，本文基于Mo等（2021）的理论和实证框架将进口产品进一步细分为机器人、其他资本品以及中间品三类，弥补了现有文献没有细分产品种类、仅笼统分析国际采购对企业生产率影响的不足。

第二，与已有对机器人和企业生产率的研究不同，本文创新性地将机器人纳入动态框架，对机器人进口所带来的效应进行量化。目前关于机器人对企业生产率影响的文献，分别从就业、技术进步与经济增长等宏观层面，以及企业规模和市场份额等微观层面对两者的关系进行探讨，认为机器人的使用可以有效地促进企业生产率的生长（Koch et al., 2019^[13]；Acemoglu et al., 2020^[14]；蔡震坤和綦建红, 2021^[15]；胡晟民等, 2021^[16]）。具体的，Graetz和Michaels（2018）^[17]基于17个

①资料来源：http://zqb.cyol.com/html/2014-06/10/nw.D110000zgqnb_20140610_1-03.htm。

国家的面板数据首次系统地评估了机器人对生产率的影响，发现工业机器人的使用将挤占低技能和中等技能劳动力的就业，从而提升了企业的全要素生产率。李磊和徐大策（2020）^[18]认为机器人对企业劳动生产率的实际影响主要取决于资本积累和劳动力雇佣两个渠道的权衡，机器人的应用对制造业企业劳动生产率具有举足轻重的拉动作用。然而，已有研究难以识别进口机器人对企业绩效带来的定量影响，本文所使用的动态模型可以有效地弥补该项不足，更好地刻画企业对不同类型产品的决策过程。

第三，本文还拓展了企业研发与进口之间关系的相关文献。Goldberg 等（2009）^[19]、Bøler 等（2015）^[20]等学者的研究为进口能够促进企业的创新活动提供了有力支持。具体的，Damijan 和 Kostvc（2015）^[21]利用西班牙制造业企业数据研究了创新和进口活动的确切顺序，认为企业可以在“进口中学习”的效应中对产品和工艺做出进一步的创新。此外，Bloom 等（2016）^[22]认为中国在欧洲市场的进口竞争导致了企业内部的创新增加，使得企业之间的就业再分配向技术更先进的企业倾斜。与已有研究不同，本文融入了 Aw 等（2011）的框架，对企业进口决策和研发决策的顺序进行界定，并创新性地将动态生产率效应分解为直接动态生产率效应和进口引致的研发诱导效应，用以反映企业进口对研发投资的重要影响。这不仅为研发诱导渠道的存在提供了理论依据，同时可以定量识别出进口不同产品的异质性影响，为成本补贴政策 and 自由化政策的长短期效果进行有效评估。

二、数据来源及处理

（一）数据来源

本文使用的微观数据库主要有两个，分别源自“中国工业企业数据库”和“中国海关数据库”。

1. 工业企业数据库

第一个数据库来源是 2001—2006 年由国家统计局统计的规模以上工业企业数据库，该数据库覆盖了历年全部国有工业企业和销售额在 500 万元以上的非国有工业企业的样本，包括了企业产值、年份、增加值、雇佣劳动数量、固定资产、中间投入以及行业等指标。为确保数据的合理性，本文按照 Brandt 等（2012）^[23]的做法，对企业代码、行业代码和真实资本进行了处理。

2. 海关数据库

另一个数据库来源是 2001—2006 年的中国海关出口贸易数据库，该数据库详细记录了每个进出口企业在 HS 八位码产品层面上的信息，包括进出口商品的价格、数量、贸易额、原产国、目的国以及贸易方式等出口交易信息。基于所研究的问题，本文参照国际上通用的 BEC 标准对一般贸易进口产品中的资本品、中间品以及消费品进行识别。

随后，本文将工业企业数据库与海关数据库进行合并，并清洗了合并后的企业数据。

(二) 数据处理

由于本文的研究聚焦于将机器人、其他资本品以及中间投入品三种产品的进口进行细分后,分析企业进口、研发以及生产率的动态关系。因此,本文选取了行业代码为“37”的交通运输设备制造业,该行业机器人进口占比最多,具有较好的代表性。由于加工贸易企业仅通过从事简单的产品装配贴牌等生产环节以获取佣金,无法自主做出生产和贸易参与的决策,所以本文对合并后的企业数据进行清洗,剔除了加工贸易企业。由于本文的动态转换模型仅适用于平衡面板,因此筛选出2001—2006年中至少存活两年的企业,并对企业数据缺失的年份进行补零处理,最终得到连续存活的13 592家企业,用于研究企业的决策机制,最终得到本文研究所需的综合数据库。

三、理论模型与研究框架

(一) 静态决策

假设生产函数为柯布道格拉斯的形式。具体而言,企业*j*在*t*时期的产出为 Q_{jt} ,劳动 L_{jt} 、中间投入 M_{jt} 和资本存量 K_{jt} 为企业使用的投入要素。生产函数的具体形式如(1)式所示:

$$Q_{jt} = \exp(\omega_{jt} + \sum_{p \in \{k^r, k^o, m\}} \alpha_p d_{jt}^p + \alpha_{rd} d_{jt}^{rd} + \zeta_{jt}) L_{jt}^{\beta_l} M_{jt}^{\beta_m} K_{jt}^{\beta_k} \quad (1)$$

其中, β_l 、 β_m 和 β_k 分别为劳动、中间品和资本投入的产出弹性, ω_{jt} 为企业可以观测的随时间持续演变的生产率, ξ_{jt} 为不可观测的生产率冲击,且服从独立同分布。 d_{jt}^p 为虚拟变量,其中, $p \in \{k^r, k^o, m\}$, k^r 表示机器人, k^o 表示其他资本品, m 表示中间品。当企业*j*在*t*时期进口产品*p*时, $d_{jt}^p = 1$;否则, $d_{jt}^p = 0$ 。同理,当企业*j*在*t*时期进行R&D时, $d_{jt}^{rd} = 1$;否则, $d_{jt}^{rd} = 0$ 。求和项 $\alpha_p d_{jt}^p$ 捕捉了进口产品*p*对企业生产率的即时影响,主要来源于进口产品所引致的传统质量—品种效应(直接效应),即进口投入可以通过提高质量、增加可用投入品种和降低投入价格立即改善企业绩效。

之后,本文将生产函数写为对数形式:

$$q_{jt} = \omega_{jt} + \sum_{p \in \{k^r, k^o, m\}} \alpha_p d_{jt}^p + \alpha_{rd} d_{jt}^{rd} + \beta_l l_{jt} + \beta_m m_{jt} + \beta_k k_{jt} + \zeta_{jt} \quad (2)$$

其中, q_{jt} 、 l_{jt} 、 m_{jt} 和 k_{jt} 分别为产量 Q_{jt} 、劳动 L_{jt} 、中间投入 M_{jt} 和资本存量 K_{jt} 的对数形式。可见,企业产量是由当期的劳动力数量、中间投入、资本存量以及企业生产率的即时影响。

假设企业面临的需求函数为Dixit-Stiglitz形式:

$$Q_{jt} = \Phi_t P_{jt}^\eta \quad (3)$$

其中, η 为企业的需求弹性, P_{jt} 为企业*j*制定的价格, Φ_t 为国内市场总规模。

此时,企业需做出选择最优投入 L_{jt} 、 M_{jt} 和 K_{jt} 以满足成本最小化的静态决策,由此可以推导出企业收入函数的表达式:

$$\ln R_{jt} = \gamma_t + r_\omega \omega_{jt} + \sum_{p \in \{k^r, k^o, m\}} r_p d_{jt}^p + r_{rd} d_{jt}^{rd} + r_d \quad (4)$$

其中, $r_\omega = \frac{1+\eta}{\eta} \frac{1}{1-(\beta_l+\beta_m+\beta_k)}$, $r_p = \frac{1+\eta}{\eta} \frac{1}{1-(\beta_l+\beta_m+\beta_k)} \alpha_p$, $r_{rd} = \frac{1+\eta}{\eta} \frac{\alpha_{rd}}{1-(\beta_l+\beta_m+\beta_k)}$, $r_d = -\frac{1+\eta}{\eta} \frac{1}{1-(\beta_l+\beta_m+\beta_k)} [\beta_m \ln(1+\tau_M) + \beta_k \ln(1+\tau_K)]$ 。在本文中, 将关税细分为中间投入品关税和资本品关税, 在后文的反事实模拟中, 可以对改变不同类型关税的影响进行量化。

企业的总可变成本为收入的固定份额, 具体形式可写为 (5) 式的形式:

$$C_{jt} = \frac{1+\eta}{\eta} (\beta_l + \beta_m + \beta_k) R_{jt} \quad (5)$$

据此, 将企业的总收入 R_{jt} 减去总可变成本 C_{jt} , 可以得到企业的利润函数:

$$\begin{aligned} \pi_{jt} &= [1 - \frac{1+\eta}{\eta} (\beta_l + \beta_m + \beta_k)] R_{jt} \\ &= [1 - \frac{1+\eta}{\eta} (\beta_l + \beta_m + \beta_k)] \exp(\gamma_l + r_\omega \omega_{jt} + \sum_{p \in \{k^r, k^o, m\}} r_p d_{jt}^p + r_{rd} d_{jt}^{rd} + r_d) \end{aligned} \quad (6)$$

(二) 状态变量的转移概率

假设企业生产率遵循一阶马尔可夫过程, 企业在 t 期的生产率 ω_{jt} 不仅取决于自身生产率的滞后一期 $\omega_{j,t-1}$, 同时取决于 $t-1$ 期的产品进口决策 $d_{j,t-1}^p$ 以及研发决策 $d_{j,t-1}^{rd}$ 。具体形式如下:

$$\omega_{jt} = \rho_0 + \rho \omega_{j,t-1} + \sum_{p \in \{k^r, k^o, m\}} \gamma_p d_{j,t-1}^p + \gamma_{rd} d_{j,t-1}^{rd} + \xi_{jt} \quad (7)$$

其中, 参数 ρ 反映了企业生产率随时间的持续性, 参数 γ_p 反映了上一期进口不同类型产品的决策对企业当期生产率的影响, 参数 γ_{rd} 反映了上一期的研发决策对企业当期生产率的影响, 参数 ρ_0 为常数项。 ξ_{jt} 为生产率冲击, 服从正态分布 $\xi_{jt} \sim N(0, \sigma_\xi^2)$ 。

根据 (7) 式, 进口的动态生产率效应包括直接动态效应 $\sum_{p \in \{k^r, k^o, m\}} \gamma_p d_{j,t-1}^p$ 和研发诱导效应 $\gamma_{rd} d_{j,t-1}^{rd}$ 。具体的, $\sum_{p \in \{k^r, k^o, m\}} \gamma_p d_{j,t-1}^p$ 表示上一期对不同类型产品的进口经验对企业当期生产率的直接影响, 本文对机器人、其他资本品以及中间品的“进口中学习”效应进行了区分。 $\gamma_{rd} d_{j,t-1}^{rd}$ 衡量了研发投资对企业未来生产率产生的影响。研发的滞后效应反映了研发投入的实施需要一定的时间, 随后研发成果会对当期的生产率产生作用。此外, 进口也会促使企业内生选择研发投资, 当 $\gamma_{rd} > 0$ 时, 进口将引致诱导研发的生产率效应。

(三) 动态决策

在本节中, 将构建涵盖机器人、其他资本品、中间投入品进口以及研发投入的动态离散选择模型。企业新进入某个市场的成本为沉没成本, γ_{jt}^{Sr} 、 γ_{jt}^{So} 、 γ_{jt}^{Sm} 和 γ_{jt}^D 分别为机器人、其他资本品、中间投入品进口以及研发的沉没成本; 企业继续维持某项决策的成本为固定成本, γ_{jt}^{Fr} 、 γ_{jt}^{Fo} 、 γ_{jt}^{Fm} 和 γ_{jt}^I 分别为机器人进口、其他资本品进口、中间投入品进口以及研发的固定成本。

由于企业进口选择也会对当期的研发决策造成影响，因此我们参照 Aw 等 (2011) 的做法，对企业关于进口状态和 R&D 投入的决策顺序进行规定。首先，企业根据观测到的 $t-1$ 期的进口状态以及贸易成本，做出 t 期的进口决策；之后，结合 $t-1$ 期研发投入状态、研发投入的成本以及 t 期的进口决策，企业将做出 t 期的 R&D 投入决策。本文通过将包含企业研发决策的值函数嵌套到进口决策的值函数中，以此来规定企业做出决策的时机。假设所有沉没成本和固定成本均服从同一个联合指数分布 G^γ 。此时，企业在 t 年的值函数 $V(s_{jt})$ 可以写为：

$$\begin{aligned}
 V(s_{jt}) = & \int \{ \pi(s_{jt}) + \max_{\{d_{jt+1}^{kr}, d_{jt+1}^{ko}, d_{jt+1}^m\}} [V_{jt}^{I1}(s_{jt}) - d_{jt}^{kr} \gamma_{jt}^{Fr} - (1 - d_{jt}^{kr}) \gamma_{jt}^{Sr} - d_{jt}^{ko} \gamma_{jt}^{Fo} \\
 & - (1 - d_{jt}^{ko}) \gamma_{jt}^{So} - d_{jt}^m \gamma_{jt}^{Fm} - (1 - d_{jt}^m) \gamma_{jt}^{Sm}, V_{jt}^{I2}(s_{jt}) - d_{jt}^{kr} \gamma_{jt}^{Fr} \\
 & - (1 - d_{jt}^{kr}) \gamma_{jt}^{Sr} - d_{jt}^{ko} \gamma_{jt}^{Fo} - (1 - d_{jt}^{ko}) \gamma_{jt}^{So}, \\
 & V_{jt}^{I3}(s_{jt}) - d_{jt}^{kr} \gamma_{jt}^{Fr} - (1 - d_{jt}^{kr}) \gamma_{jt}^{Sr} - d_{jt}^m \gamma_{jt}^{Fm} - (1 - d_{jt}^m) \gamma_{jt}^{Sm}, V_{jt}^{I4}(s_{jt}) - d_{jt}^{ko} \gamma_{jt}^{Fo} \\
 & - (1 - d_{jt}^{ko}) \gamma_{jt}^{So} - d_{jt}^m \gamma_{jt}^{Fm} - (1 - d_{jt}^m) \gamma_{jt}^{Sm}, V_{jt}^{I5}(s_{jt}) - d_{jt}^{kr} \gamma_{jt}^{Fr} - (1 - d_{jt}^{kr}) \gamma_{jt}^{Sr}, \\
 & V_{jt}^{I6}(s_{jt}) - d_{jt}^{ko} \gamma_{jt}^{Fo} - (1 - d_{jt}^{ko}) \gamma_{jt}^{So}, V_{jt}^{I7}(s_{jt}) - d_{jt}^m \gamma_{jt}^{Fm} - (1 - d_{jt}^m) \gamma_{jt}^{Sm}, V_{jt}^D(s_{jt})] \} dG^\gamma
 \end{aligned} \tag{8}$$

其中，企业的状态变量为 $s_{jt} = (\omega_{jt}, k_{jt}, d_{jt-1}^{kr}, d_{jt-1}^{ko}, d_{jt-1}^m, d_{jt-1}^{rd})$ 。 V_{jt}^{I1} 、 V_{jt}^{I2} 、 V_{jt}^{I3} 、 V_{jt}^{I4} 、 V_{jt}^{I5} 、 V_{jt}^{I6} 、 V_{jt}^{I7} 和 V_{jt}^D 为不同进口状态下企业做出最优 R&D 投入选择后的值函数。

此时，企业未来值函数的期望 $E_t V_{jt+1}(s_{jt+1} | d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd})$ 可以写作：

$$\begin{aligned}
 E_t V_{jt+1}(s_{jt+1} | d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd}) \\
 = \max_{l_{jt}} \int V_{jt+1}(s') dF(\omega' | \omega_{jt}, d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd}) dG^\gamma
 \end{aligned} \tag{9}$$

其中， $F(\omega' | \omega_{jt}, d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd})$ 为生产率分布函数。

四、估计策略

基于 Das 等 (2007)^[24] 和 Aw 等 (2011)，本文将通过两阶段估计方法估计该模型。

(一) 静态参数估计

在第一阶段估计中，企业的劳动力主要受到企业当期生产率、资本存量以及进口研发决策虚拟变量的影响，函数的具体形式为 $l_{jt} = l(\omega_{jt}, k_{jt}, d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd})$ 。据此可以反推出不可观测的生产率的表达式 $\omega_{jt} = \omega(l_{jt}, k_{jt}, d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd})$ ，代入 (2) 式可得：

$$\begin{aligned}
 q_{jt} = & \beta_m m_{jt} + \omega(l_{jt}, k_{jt}, d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd}) + \sum_{p \in \{kr, ko, m\}} \alpha_p d_{jt}^p + \alpha_{rd} d_{jt}^{rd} + \beta_l l_{jt} + \beta_k k_{jt} + \zeta_{jt} \\
 = & \beta_m m_{jt} + \varphi(l_{jt}, k_{jt}, d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd}) + \zeta_{jt}
 \end{aligned} \tag{10}$$

其中， $\varphi(\cdot) = \omega_{jt} + \sum_{p \in \{kr, ko, m\}} \alpha_p d_{jt}^p + \alpha_{rd} d_{jt}^{rd} + \beta_l l_{jt} + \beta_k k_{jt}$ 。假设 $\varphi(\cdot)$ 函数可以被

含有 l_{jt} 、 k_{jt} 、 d_{jt}^{kr} 、 d_{jt}^{ko} 、 d_{jt}^m 、 d_{jt}^{rd} 的三次项以及交乘项替代，此时，(10) 式中的静态系数 α_p 、 α_{rd} 、 β_l 、 β_k 可以通过非线性最小二乘法 (NLS) 进行估计。

由此，可以推出企业生产率的表达式：

$$\begin{aligned} \omega_{jt} &= \hat{\varphi}_{jt} - \left(\sum_{p \in \{kr, ko, m\}} \alpha_p d_{jt}^p + \alpha_{rd} d_{jt}^{rd} + \beta_l l_{jt} + \beta_k k_{jt} \right) \\ &\triangleq \hat{\varphi}_{jt} - \varphi(d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd}, l_{jt}, k_{jt}) \end{aligned} \quad (11)$$

将 (11) 式代入到生产率的马尔可夫过程 (7) 式中，可得：

$$\begin{aligned} \hat{\varphi}_{jt} &= \varphi(d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd}, l_{jt}, k_{jt}) + \rho_0 + \rho[\hat{\varphi}_{jt-1} - \varphi(d_{jt-1}^{kr}, d_{jt-1}^{ko}, d_{jt-1}^m, \\ &\quad d_{jt-1}^{rd}, l_{jt-1}, k_{jt-1})] + \sum_{p \in \{kr, ko, m\}} \gamma_p d_{jt-1}^p + \gamma_{rd} d_{jt-1}^{rd} + \xi_{jt} \end{aligned} \quad (12)$$

参数 ρ_0 、 ρ 、 γ_p 和 γ_{rd} 同样可以通过非线性最小二乘法进行估计。

(二) 需求弹性和利润函数

在 (5) 式的企业总可变成本中加入独立同分布的误差项 ε_{jt} 后，可重新表示为

$$C_{jt} = \frac{1 + \eta}{\eta} (\beta_l + \beta_m + \beta_k) R_{jt} + \varepsilon_{jt} \quad (13)$$

企业的总可变成本等于中间投入品和劳动工资的加总。由于在静态参数估计中已估出参数 β_l 、 β_m 和 β_k 的值，此时可以根据 (13) 式估出相应需求弹性 η 。

此时，本文已经估计出企业生产、需求函数中的所有系数，据此可以计算出式 (6) 中利润函数的参数 r_{kr} 、 r_{ko} 、 r_m 和 r_{rd} 。此外，本文对时间虚拟变量系数进行了相应的简化，将 γ_l 视作常数。

(三) 动态参数

在本文中，进口机器人、其他资本品和中间投入品以及研发的固定和沉没成本 γ_{jt}^{Fr} 、 γ_{jt}^{Sr} 、 γ_{jt}^{Fo} 、 γ_{jt}^{So} 、 γ_{jt}^{Fm} 、 γ_{jt}^{Sm} 、 γ_{jt}^l 和 γ_{jt}^D 均为动态参数。在第二阶段估计中，本文将对这些动态参数进行估计。

当企业选择进口时，其进口值函数与国内值函数的差值 $V_{jt}^I - V_{jt}^D$ ，应当高于已知上一期进口决策情况下所需投入的进口成本。因此，企业选择进口的概率 $P(d_{jt}^{im} = 1 | s_{jt})$ 为：

$$\begin{aligned} P(d_{jt}^{im} = 1 | s_{jt}) &= P[d_{jt-1}^{kr} \gamma_{jt}^{Fr} + (1 - d_{jt-1}^{kr}) \gamma_{jt}^{Sr} + d_{jt-1}^{ko} \gamma_{jt}^{Fo} + (1 - d_{jt-1}^{ko}) \gamma_{jt}^{So} + d_{jt-1}^m \gamma_{jt}^{Fm} \\ &\quad + (1 - d_{jt-1}^m) \gamma_{jt}^{Sm} \leq V_{jt}^I - V_{jt}^D] \end{aligned} \quad (14)$$

同理，企业选择投入 R&D 的概率 $P(d_{jt}^{rd} = 1 | s_{jt})$ 为：

$$\begin{aligned} P(d_{jt}^{rd} = 1 | s_{jt}) &= P[d_{jt-1}^{rd} \gamma_{jt}^l + (1 - d_{jt-1}^{rd}) \gamma_{jt}^D \leq E_t V_{jt+1}(s_{jt+1} | d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd} = 1) \\ &\quad - E_t V_{jt+1}(s_{jt+1} | d_{jt}^{kr}, d_{jt}^{ko}, d_{jt}^m, d_{jt}^{rd} = 0)] \end{aligned} \quad (15)$$

此时，对于 1 到 T 期内的 N 个企业而言，企业关于进口和研发决策的似然函数可以写作：

$$\begin{aligned} L &= \prod_{j=1: N} \prod_{t=1: T} L_{jt} \\ &= \prod_{j=1: N} \prod_{t=1: T} [d_{jt-1}^{im} P(d_{jt}^{im} = 1 | s_{jt}) + (1 - d_{jt-1}^{im}) P(d_{jt}^{im} = 1 | s_{jt})] \end{aligned}$$

$$[d_{jt-1}^{rd}P(d_{jt}^{rd} = 1 | s_{jt}) + (1 - d_{jt-1}^{rd})P(d_{jt}^{rd} = 1 | s_{jt})] \quad (16)$$

五、估计结果

(一) 静态参数

生产函数的对数形式(2)式以及生产率的马尔可夫过程(7)式中的主要系数估计结果如表1所示。观察生产函数的估计结果可知,劳动力、中间品和资本投入的产出弹性 β_l 、 β_m 和 β_k 分别为0.0136、0.8961和0.0023,三者的和接近于1,说明企业处于规模报酬不变的阶段。当进口机器人时,企业的当期生产率将提高1.38%;当进口其他资本品时,企业的当期生产率将提高1.95%;当进口中间品时,企业的当期生产率将提高1.48%。对比可知,进口其他资本品的即时生产率效应最大,其次为中间投入品,进口机器人的即时生产率效应最小。此外,当企业选择研发时,企业的当期生产率将立即提高5.56%。

表1 资本品和中间品进口对生产率的影响

<i>Dependent variable: lngross output</i>	(1)
<i>Labor (ln L)</i>	0.0136*** (0.0006)
<i>Intermediate inputs (ln M)</i>	0.8961*** (0.0020)
<i>Capital (ln K)</i>	0.0023*** (0.0003)
<i>Import k^r</i>	0.0138*** (0.0054)
<i>Import k^o</i>	0.0195*** (0.0021)
<i>Import m</i>	0.0148*** (0.0020)
<i>R&D participation</i>	0.0556*** (0.0008)
<i>Productivity ρ</i>	0.8138*** (0.0056)
<i>Constant ρ⁰</i>	-0.0002 (0.0007)
<i>Import k^r (lag)</i>	0.0075 (0.0054)
<i>Import k^o (lag)</i>	0.0266*** (0.0023)
<i>Import m (lag)</i>	0.0168*** (0.0021)
<i>R&D participation (lag)</i>	0.0145*** (0.0009)
<i>Demand elasticity η</i>	-9.5096*** (0.0085)
<i>Observations</i>	21 430

观察生产率演变过程的估计结果可知,企业的需求弹性 η 为-9.5096。企业滞后一期的生产率对当期生产率的系数 ρ 为0.8138,说明在生产率的马尔可夫过程中,生产率自身的演变具有最为重要的作用。常数项 ρ_0 为-0.0002。机器人、其他资本品和中间投入品可以通过两个渠道产生动态生产率效应:直接动态生产率效应和研发诱导效应。具体的,直接动态生产率效应来源于引进技术和技术溢出。企业滞后一期关于机器人、其他资本品和中间品的进口选择对当期生产率的系数 γ_{kr} 、 γ_{ko} 和 γ_m 分别为0.0075、0.0266和0.0168。由于在生产率的演进过程中,滞后机器人进口的系数是不显著的,因此,机器人进口不存在直接动态生产率效应。比较估计的系数可以看出,企业上一期选择机器人进口时对生产率的促进效果最低,能够促使本期的生产率提升0.75%;其次为企业上一期选择中间投入品时对生产率的促进效果,能够促使本期的生产率提升1.68%;企业上一期选择其他资本品时对生产率的促进效果最高,能够促使本期的生产率提升2.66%。可见,由于其他资本品进口企业不仅需要在采购阶段讨论有效使用进口产品的必要技术,同时在安装和使用阶段也需要国外供应商的技术、培训和维护支持,能够更好地积累国外经验技术。因此,相比于中间投入品进口,其他资本品具有更高的动态生产率效应。此外,研发诱导效应来源于研发投入的互补性。系数 γ_{rd} 衡量了滞后一期研发投入对企业当期生产率的影响,当企业上一期选择投资研发时,本期生产率将提升1.45%。由于 $\gamma_{rd} > 0$,进口将会引致研发诱导的生产率效应。

进一步的,本文进一步探索了企业进口的研发诱导效应,企业研发决策函数可以表示为(17)式的形式。

$$d_{jt}^{rd} = \lambda_1 d_{jt-1}^{rd} + \sum_{p \in \{kr, ko, m\}} \lambda_p d_{jt}^p + \lambda_\omega \omega_{jt} + \lambda_e e_{jt} + \lambda_K \ln K_{jt} + FE + \varepsilon_{jt}^{rd} \quad (17)$$

其中, d_{jt-1}^{rd} 为 $t-1$ 期企业研发决策的虚拟变量, e_{jt} 为 t 期企业出口决策的虚拟变量, $\ln K_{jt}$ 为 t 期企业资本存量的对数形式, ε_{jt}^{rd} 为残差项。 λ_1 衡量了企业自身研发决策的滞后对当期研发决策的影响。 λ_{kr} 、 λ_{ko} 和 λ_m 分别衡量了机器人、其他资本品和中间品进口对研发决策的即期影响,进口可以通过R&D的诱导效应进一步提高企业的生产率。本文对企业的生产率水平 ω_{jt} 、出口参与状态 e_{jt} 、企业资本存量 $\ln K_{jt}$ 进行了控制,因为不同生产率水平、出口状态和规模的企业可能有不同的R&D投资动机。固定效应(FE)包括了年份、省份、行业和所有权。

对(17)式的估计结果如表2所示。就控制变量而言,规模更大、生产率更高的企业和进口商更倾向于投资研发。对比进口不同产品的系数估计结果可知,其他资本品进口对研发的影响最大,可以促使当期研发投入率提升3.89%;中间品进口则可以促使当期研发投入率提升2.31%。这说明进口其他资本品和中间品存在研发诱导效应,进口可以诱导企业参与研发从而带来额外的生产率收益。而机器人进口对研发影响的参数在统计上不显著,说明进口机器人对企业研发参与没有显著影响,不存在研发诱导效应。

表2 资本品和中间品进口对 R&D 参与的影响

<i>Dependent variable: R&D participation</i>	(1)
<i>R&D participation (lag)</i>	0.2863 *** (0.0051)
<i>Import k^r</i>	0.0299 (0.0283)
<i>Import k^o</i>	0.0389 *** (0.0103)
<i>Import m</i>	0.0231 *** (0.0113)
<i>lnTFP</i>	0.5809 *** (0.0382)
<i>Export participation</i>	0.0522 *** (0.0054)
<i>ln capital</i>	0.0335 *** (0.0013)
<i>Fixed Effects</i>	Yes
Observation	40367
Adjusted R-squared	0.2629

根据表1中估计的系数,可以计算出收入函数(4)式中参数 γ_t 、 r_ω 、 r_p 、 r_{rd} 和 r_d 的值。参数 r_ω 为企业的收入弹性,当生产率增长1%时,企业的当期收入将增加10.1668%。同样的,当企业选择进口机器人、其他资本品和中间品时,其当期收入将依次增加0.1401%、0.1981%和0.1504%,可见进口其他资本品对企业当期收入的促进效果最强。当企业选择投资研发时,将促使企业的当期收入增加0.5651%。参数 r_d 为负值,估计结果为-17.4712。可见参数 r_d 主要受到中间品关税 τ_M 和资本品关税 τ_K 的影响,关税越高,企业的收入越低。截距项 γ_t 为26.2973。

表3 收入函数参数

参数	估计值
r_ω	10.1668
r_{k^r}	0.1401
r_{k^o}	0.1981
r_m	0.1504
r_{rd}	0.5651
r_d	-17.4712
γ_t	26.2973

(二) 动态参数

表4总结了进口机器人、其他资本品和中间投入品以及研发的固定和沉没成本 γ_{jt}^{Fr} 、 γ_{jt}^{Sr} 、 γ_{jt}^{Fo} 、 γ_{jt}^{So} 、 γ_{jt}^{Fm} 、 γ_{jt}^{Sm} 、 γ_{jt}^I 和 γ_{jt}^D 的估计值。其中,企业选择进口其他资本品所需要投入的固定成本和沉没成本最高,其次为进口中间投入品,企业选择进口机器人需要投入的固定成本和沉没成本最低,分别为8.93万元和11.71万元。相比于进口成本,企业参与研发的固定成本和沉没成本均较低,分别为3.82万元和9.10万元,说明企业进口所需成本比研发投资的成本高很多。此外,对于每一种活动,其对应的沉没成本均大于固定成本,可见企业新进入一项活动比维持一项活动需要更高的成本,因此企业维持一项活动具有更高的可行性。

表4 动态参数估计(后验分布的均值和标准差)

参数	均值(万元)	标准差
γ^{Fr}	8.92793	0.25789
γ^{Sr}	11.71297	0.32671
γ^{Fo}	27.80491	1.12352
γ^{So}	31.97584	1.50850
γ^{Fm}	10.91284	0.62870
γ^{Sm}	13.83298	0.71951
γ^I	3.81837	0.06248
γ^D	9.10472	0.18622

六、不同类型进口的贡献

在本节中,首先将评估机器人、其他资本品以及中间投入品进口对企业生产率和销售额的贡献。之后,本文还分别量化了即时生产率效应和动态生产率效应,以及研发在这一过程中的重要性。

首先,本文定义了进口对企业生产率的贡献。企业进口产品 p 的即时生产率效应 $\Delta\omega_{immediate}^p$ 可以定义为2001—2006年企业生产率收益的加权平均值,具体可表示为(18)式的形式:

$$\Delta\omega_{immediate}^p = \sum_{j,t} \alpha_p d_{jt}^p w_{jt} \quad (18)$$

其中,权重 $w_{jt} = \frac{R_{jt}}{\sum_{j,t} R_{jt}}$ 为 t 年企业 j 在整个行业中的收入份额, R_{jt} 为企业收入。

同样的,企业进口产品 p 的动态生产率效应 $\Delta\omega_{dynamic}^p$ 可以定义为(19)式的形式,它包括直接动态生产率效应 $\sum_{j,t} \gamma_p d_{jt-1}^p w_{jt}$ 和研发诱导效应 $\Delta\omega_{rd_induce}^p$ 。

$$\Delta\omega_{dynamic}^p = \sum_{jt} \gamma_p d_{j,t-1}^p w_{jt} + \Delta\omega_{rd_induce}^p \quad (19)$$

其中，研发诱导效应的具体形式为 $\Delta\omega_{rd_induce}^p = \sum_{jt} (\alpha_{rd} + \lambda_p d_{jt}^p + \gamma_{rd} \lambda_p d_{jt-i}^p) w_{jt}$ 。具体的，动态生产率效应的第一个渠道为企业的动态生产率效应，即企业在进口中学习所带来的技术溢出效应。动态生产率效应的第二个渠道为研发诱导效应，即进口产品可以提高企业进行研发的概率，研发的增加可以进一步动态地提高企业的生产率。其中，研发诱导效应反映了研发和进口的互动作用。

此时，进口不同类型产品 p 的总生产率贡献 $\Delta\omega^p$ 为：

$$\Delta\omega^p = \Delta\omega_{immediate}^p + \Delta\omega_{dynamic}^p \quad (20)$$

表5依次汇报了机器人、其他资本品以及中间品的进口生产率收益分解。结果表明，总进口将在下一时期提高进口商0.3225%的生产率。在总体生产率增长中，其他资本品进口的贡献率最大，为41.58% (0.1341)；其次为中间品进口，贡献率为34.29% (0.1106)；机器人进口的占比最小，为24.12% (0.0778)。当进口机器人时，即时生产率效应解释了7.58%的生产率收益提升，动态生产率效应解释了91.42%的生产率收益提升，研发诱导效应占到了动态生产率效应的95.41%；当进口其他资本品时，即时生产率效应解释了13.35%的生产率收益提升，动态生产率效应解释了86.65%的生产率收益提升，研发诱导效应占到了动态生产率效应的79.00%；当进口中间品时，即时生产率效应解释了13.38%的生产率收益提升，动态生产率效应解释了86.62%的生产率收益提升，研发诱导效应占到了动态生产率效应的84.33%。可见企业的进口生产率收益主要来源于生产率的动态效应，研发诱导效应在生产率的动态效应中起到了关键的作用。

表5 进口生产率收益的分解（百分比）

效应	机器人进口	其他资本品进口	中间品进口	总进口
即时效应	0.0059	0.0179	0.0148	0.0386
动态效应	0.0719	0.1162	0.0958	0.2839
直接动态效应	0.0033	0.0244	0.0168	0.0445
研发诱导效应	0.0686	0.0918	0.0790	0.2394
总收益	0.0778	0.1341	0.1106	0.3225

进一步的，本文定义了进口对企业销售额的贡献。企业进口产品 p 的即时生产率效应带来的收入利得 $\Delta R_{immediate}^p$ 可表示为 (21) 式的形式， V_{jt}^p 为企业 j 在 t 年进口 p 产品时的企业价值：

$$\Delta R_{immediate}^p = \frac{\sum_{jt} \alpha_p d_{jt}^p R_{jt}}{\sum_{jt} V_{jt}^p} \quad (21)$$

同样的，企业进口产品 p 的动态生产率效应带来的收入利得 $\Delta R_{dynamic}^p$ 可以定义

为(22)式的形式,它包括直接动态生产率效应带来的收入利得 $\frac{\sum_j \gamma_p d_{jt}^p R_{jt+1}}{\sum_j V_{jt}^p}$ 和研发诱导效应带来的收入利得 $\Delta R_{rd_induce}^p$ 。研发诱导效应带来的收入利得的具体形式为 $\Delta R_{rd_induce}^p = \frac{1}{\sum_j V_{jt}^p} \sum_j (\alpha_{rd} + \lambda_p d_{jt}^p R_{jt} + \gamma_{rd} \lambda_p d_{jt}^p R_{jt+1})$ 。

$$\Delta R_{dynamic}^p = \frac{\sum_j \gamma_p d_{jt}^p R_{jt+1}}{\sum_j V_{jt}^p} + \Delta R_{rd_induce}^p \quad (22)$$

此时,进口不同类型产品 p 的总收入利得 ΔR^p 为:

$$\Delta R^p = \Delta R_{immediate}^p + \Delta R_{dynamic}^p \quad (23)$$

表6依次汇报了单位美元机器人、其他资本品以及中间品进口的收入利得。可见,进口一美元的产品可以使企业的销售额增加16.9743美元。其中,进口一美元其他资本品带来的收入最多,为7.0571美元;其次为中间品进口带来的收益,为5.8230美元;进口一美元机器人带来的收入最低,为4.0942美元。在总收益的增长中,2.0325美元是在进口期间立即实现的,14.9418美元是在下一时期通过动态效应实现的。比较机器人、其他资本品以及中间品进口的收入利得构成,均主要来源于动态生产率效应带来的收入利得,并且研发诱导效应带来的收入利得对生产率的动态效应带来的收入利得具有显著贡献。

表6 单位美元进口的收入利得(美元)

效应	机器人进口	其他资本品进口	中间品进口	总进口
即时效应	0.3121	0.9414	0.7790	2.0325
动态效应	3.7821	6.1157	5.0440	14.9418
直接动态效应	0.1697	1.2842	0.8842	2.3381
研发诱导效应	3.6124	4.8315	4.1598	12.6037
总收益	4.0942	7.0571	5.8230	16.9743

七、反事实分析

本节将基于前文所构建的动态结构模型,依次进行两组反事实模拟。第一组反事实模拟将通过依次关闭机器人进口、其他资本品进口以及中间品进口渠道,探索企业在平均生产率、进口参与率、研发参与率以及企业价值等方面的长短期变化。本文使用2001年的真实数据,对企业在未来最佳进口决策进行模拟,表7为重复模拟30次平均结果与当前情况相比的变化率百分比。

观察可知,就进口渠道而言,禁止其他资本品进口时企业生产率的减少幅度最大,为20.43%;其次为禁止中间投入进口的情况,为14.78%;禁止机器人进口的影响作用最小,其生产率仅减少了10.43%。根据该量化结果可知,对其他资本品的进口能够给企业带来更强的“进口学习效应”,效果优于对中间品和机器人的进口。之后,观察企业的进口参与率的长期变化情况发现,关闭其他资本品进口渠道时企业进口参与率的减少幅度最大,为21.33%;关闭机器人进口时,企业进口参与率的下降幅度最小,为12.67%。比较关闭不同类型进口渠道后企业研发参与率的变化情况,发现禁止其他资本品进口时企业的研发参与率在第10年降低幅度最高,为8.97%;接下来是禁止中间投入品进口的情况,将在第10年降低2.63%;禁止机器人进口时企业的研发率在第10年的降低幅度最低,为0.85%。这也直接反映出进口能够有效地促进企业投入研发。此外,禁止机器人进口、其他资本品进口和中间投入品进口后,企业价值在第10年将分别下降37.26%、80.95%和62.04%,可见禁止其他资本品进口对企业价值的影响最大。

表7 不同自由化情景下的企业响应

政策制度		滞后年份		
		2	5	10
平均生产率	禁止机器人进口	-3.80	-5.58	-10.43
	禁止其他资本品进口	-9.92	-12.75	-20.43
	禁止中间投入进口	-3.94	-11.99	-14.78
进口参与率	禁止机器人进口	-3.58	-6.31	-12.67
	禁止其他资本品进口	-19.41	-15.82	-21.33
	禁止中间投入进口	-14.20	-10.72	-12.71
研发参与率	禁止机器人进口	-1.45	-1.81	-0.85
	禁止其他资本品进口	-7.14	-5.32	-8.97
	禁止中间投入进口	-5.08	-4.84	-2.63
企业价值	禁止机器人进口	-49.96	-32.68	-37.26
	禁止其他资本品进口	-73.17	-76.14	-80.95
	禁止中间投入进口	-63.77	-69.68	-62.04

第二组反事实模拟了不同种类企业和成本的贸易便利化政策和自由化政策在实施后10年的结果,用以检验不同政策的长期效果。

根据表8,当机器人进口、其他资本品进口和中间投入品进口的固定成本依次下降时,企业的平均生产率、进口参与率、研发参与率和企业价值均有所提高。其中,机器人进口的固定成本下降时,企业的生产率、进口参与率、研发参与率和企业价值的提高幅度均最小,分别为7.83%、7.29%、2.26%和60.58%。而其他资本品进口的固定成本下降时,企业的提高幅度均最大,分别为13.91%、20.44%、6.90%和68.11%。当三类进口的沉没成本依次下降时,对企业各项指标的促进效果均弱于对固定成本的下降效果。可见针对企业固定成本的贸易便利化政策更为有效。此时,其他资本品进口的沉没成本下降后,企业的平均生产率、进口参与率、

研发参与率和企业价值提高幅度依然最高，依次为 2.68%、4.98%、0.56% 和 50.03%。

之后，本文依次检验了资本品关税和中间品关税的自由化效果。当资本品关税削减 10% 时，企业在第 10 年的平均生产率、进口参与率、研发参与率和企业价值将分别上升 6.96%、1.87%、2.92% 和 51.71%；当中间品关税削减 10% 时，企业在第 10 年的平均生产率、进口参与率、研发参与率和企业价值将分别上升 4.35%、1.60%、0.09% 和 36.00%。可见针对资本品关税的自由化效果明显由于中间品关税，政府应当有针对性的制定围绕资本品的关税削减政策。

表 8 贸易便利化和关税自由化政策下的企业响应

政策制度		平均生产率	进口参与率	研发参与率	企业价值
针对机器人进口成本的贸易便利化	固定成本下降 20%	7.83	7.29	2.26	60.58
	沉没成本下降 20%	1.74	3.47	0.19	45.45
针对其他资本品进口成本的贸易便利化	固定成本下降 20%	13.91	20.44	6.90	68.11
	沉没成本下降 20%	2.68	4.98	0.56	50.03
针对中间投入进口成本的贸易便利化	固定成本下降 20%	10.43	14.40	3.48	64.59
	沉没成本下降 20%	2.17	4.80	0.19	48.33
关税自由化	资本品关税下降 10%	6.96	1.87	2.92	51.71
	中间品关税下降 10%	4.35	1.60	0.09	36.00

八、结 论

在贸易全球化的背景下，探究国际采购对企业生产率的影响渠道以及国际采购的发展趋势对企业运作具有至关重要的实践意义。本文的结论说明了在评估国际采购和贸易政策对企业生产率增长的影响时，明确区分机器人进口、其他资本品进口和中间品进口的重要性，这也为企业进口与生产率关系的相关研究补充了崭新的证据。由于机器人进口对生产率的作用效应是即时的，动态效应不明显，而“卡脖子”问题的攻坚需要一定的缓冲时间，因此政府应当制定促进对涵盖高科技技术机器人的进口政策，从而可以快速有效地提升产品的总体质量。同时，对其他资本品和中间品的进口则契合了未来有效提振研发进步的规划，从长期看，增强对其他资本品的采购成为了未来进口政策的重要发力点。

此外，本文的研究结果不仅表明了关税结构在关税自由化中的重要性，还全面评估了关税自由化的短期、中期和长期收益。具体而言，目前中国对于工业机器人进口采取了鼓励方式，机器人进口的关税为零。根据相关税收政策条款，中国在进口工业机器人原材料和配套关键零部件时，需要全额缴纳关税和进口环节增值税，而在进口整机和成套设备时，则可免征上述两项税收。由于企业自主化生产反而不

如进口整机和成套设备,使得这种进口税收中的倒挂现象阻滞了本土企业的装配自主化进程。反事实模拟中的资本品关税实际上是针对其他资本品征收的关税。据此,政府应当提高机器人整机的征税以降低中国对国外整机产品的依赖程度,同时应在关键核心部件上降低关税,从而促进本土企业对机器人的创新和生产,有力推进《中国制造2025》的实施。此外,本文还发现资本品关税的自由化效果明显优于中间品关税。因此,政府应当加大对资本品关税的削减力度,调试出有利于国内企业发展的最优关税结构。对企业不同类型的进口成本而言,政府应当通过贸易交易程序的简化、适用法律和规定的协调、基础设施的标准化等一系列贸易便利化措施的实施以节约企业进口活动的贸易成本,尤其应当以围绕其他资本品的进口制定有针对性的贸易便利化政策。

[参考文献]

- [1] LEE J. Capital Goods Imports and Long-run Growth [J]. *Journal of Development Economics*, 1995, 48 (1): 91-110.
- [2] KELLER W, YEAPLE S. Multinational Enterprises International Trade and Productivity Growth: Firm-level Evidence from the United States [J]. *Review of Economics & Statistics*, 2009, 91 (4): 821-831.
- [3] MO J, QIU L, ZHANG H, et al. What You Import Matters for Productivity Growth: Experience From Chinese Manufacturing Firms [J]. *Journal of Development Economics*, 2021, 152 (1): 1-24.
- [4] AMITI M, KONINGS J. Trade Liberalization, Intermediate Inputs and Productivity: Evidence from Indonesia [J]. *American Economic Review*, 2007, 97 (5): 1611-1638.
- [5] HALPERN L, KOREN M, SZEIDL A. Imported Inputs and Productivity [J]. *American Economic Review*, 2015, 105 (12): 3660-3703.
- [6] EATON B, KORTOM S. Trade in Capital Goods [J]. *European Economic Review*, 2001, 45 (7): 1195-1235.
- [7] AW B Y, ROBERTS M J, DANIEL Y X. R&D Investment, Exporting and Productivity Dynamics [J]. *American Economic Review*, 2011, 101 (4): 1312-1344.
- [8] ZHANG H. Static and Dynamic Gains from Costly Importing of Intermediate Inputs: Evidence from Colombia [J]. *European Economic Review*, 2017, 91 (1): 118-145.
- [9] KASAHARA H, RODRIGUE J. Does the Use of Imported Intermediates Increase Productivity? Plant-level Evidence [J]. *Journal of Development Economics*, 2008, 87 (4): 106-118.
- [10] 陈勇兵, 仇荣, 曹亮. 中间品进口会促进企业生产率增长吗——基于中国企业微观数据的分析 [J]. *世界经济*, 2012 (3): 76-86.
- [11] VOGEL A, WAGNER J. Higher Productivity in Importing German Manufacturing Firms: Self-selection, Learning From Importing, or Both [J]. *Review of World Economics*, 2010, 145 (4): 641-665.
- [12] 魏浩, 李翀, 赵春明. 中间品进口的来源地结构与中国企业生产率 [J]. *世界经济*, 2017 (6): 48-71.
- [13] KOEHLER M, MANUYLOV I, SMOLKA M. Robots and Firms [R]. CESifo Working Paper, 2019, No. 7608.
- [14] ACEMOGLU D, LELARGE C, RESTREPO P. Competing with Robots: Firm-level Evidence from France [R]. NBER Working Paper, 2020, No. 26738.
- [15] 蔡震坤, 綦建红. 工业机器人应用是否提升了企业出口产品质量——来自中国企业的证据 [J]. *国际贸易问题*, 2021 (10): 17-33.
- [16] 胡晟民, 王林辉, 赵贺. 人工智能应用、人机协作与劳动生产率 [J]. *中国人口科学*, 2021 (5): 48-62.

- [17] GRAETZ G, MICHAELS G. Robots at Work [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2018, 100 (5): 753-768.
- [18] 李磊, 徐大策. 机器人能否提升企业劳动生产率? ——机制与事实 [J]. *产业经济研究*, 2020 (3): 127-142.
- [19] GOLDBERG P, KHANDELWAL A, PAVCNIK N, et al. Trade Liberalization and New Imported Inputs [J]. *American Economic Review*, 2009, 99 (2): 494-500.
- [20] BØLER E A, MOXNES A, ULLTVEIT-MOE K H. R&D, International Sourcing and the Joint Impact on Firm Performance [J]. *American Economic Review*, 2015, 105 (12): 3704-3739.
- [21] DAMIJAN J P, KOSTEVIC C. Learning from Trade through Innovation: Causal Link between Imports, Exports and Innovation in Spanish Microdata [J]. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 2015, 77 (3): 408-436.
- [22] BLOOM N, DRACA M, VAN R J. Trade Induced Technical Change? The Impact of Chinese Imports on Innovation, IT and Productivity [J]. *Review of Economic Studies*, 2016, 83 (1): 87-117.
- [23] BRANDT L, VAN BIESEBROECK J, ZHANG Y. Creative Accounting or Creative Destruction? Firm-level Productivity Growth in Chinese Manufacturing [J]. *Journal of Development Economics*, 2012, 97 (4): 339-351.
- [24] DAS S, ROBERTS M J, TYBOUT J R. Market Entry Costs, Producer Heterogeneity, and Export Dynamics [J]. *Econometrica*, 2007, 75 (3): 837-873.

Robot Imports and Productivity Improvement

—Dynamic Structural Estimation Based on Types of Imported Product

LIU Hui WANG Yongjin

Abstract: Distinguishing the heterogeneous effects of different types of international procurement on productivity growth, is helpful not only for governments to formulate trade policies but also to accelerate the establishment of “dual circulation” development pattern. This paper develops a dynamic structural model including import decisions, R&D investment, and enterprise productivity to investigate the effects of robot, other capital, and intermediate imports on firms’ productivity growth. We also quantify the importance of capital and intermediate tariff liberalization in counterfactual analysis. Our findings show that other capital imports have the largest productivity effect, while robot imports have the smallest. While all types of imports have an immediate effect on productivity, only other capital and intermediate imports have dynamic productivity effects. Additionally, we identify a significant R&D-inducing effect from capital and intermediate imports, but with no clear evidence from robot imports. Furthermore, the effect of capital tariff liberalization is better than that of intermediate tariffs, which could improve China’s tariff structure.

Keywords: International Procurement; Industrial Robots; Research and Development Decision; Productivity

(责任编辑 白光)