

企业规模与技术创新选择

叶 林*

摘要：本文基于差异性产品市场的古诺模型，分析企业规模如何影响企业对产品创新和工艺创新两类创新技术的选择。理论模型显示，产品创新和工艺创新分别通过生产新产品和降低旧产品成本产生替代效应和规模经济效应。替代效应损失较高和规模经济使大企业倾向工艺创新；替代效应损失较低和规模不经济导致小企业倾向产品创新。利用中国高技术产业 2004 - 2007 年企业层面面板数据的经验分析结果显示，企业规模与中国高技术企业的创新技术选择间存在显著关系，大企业和中小企业分别倾向于工艺创新和产品创新，稳健性检验显示结果仍成立。经验研究还讨论了企业规模和产权性质对创新水平的影响，结果发现大企业的产品创新和工艺创新水平都高于中小企业，国有企业在产品创新倾向和水平上高于非国有企业。结论暗示，加强对中小企业的创新扶持可促使企业参与产品创新，对大企业重大创新扶持可提高创新水平。

关键词：企业规模 产品创新 工艺创新 差异性产品市场

一、引言

自熊彼特提出著名的创新理论以来，对企业规模如何影响创新的研究可谓汗牛充栋，但该领域的理论和实证研究都没有得到一致结论。早期基于创新激励模型、创新决策模型和市场竞争内生博弈模型的理论 and 实证研究发现，出于维持垄断地位或承担创新风险能力的考虑，大企业都更有可能进行创新 (Blundell, et al., 1995)；但部分研究则认为，相对于垄断市场的利润增长式创新激励方式，竞争性市场的创新特许收费制度更有利于鼓励企业创新，因此小企业更有动力创新 (Laforet, 2013)；为调和上述研究结果，部分研究认为企业规模与创新之间可能存在非线性关系尤其是“倒 U 型”关系 (Aghion, et al., 2005)。此外，也有少量经验研究认为规模与创新之间没有显著关系 (Mark, 2005)。

对于上述结论不一致的问题，大量研究将其原因归结于理论假设、实证样本或研究方法的不同 (Tingvall and Poldahl, 2006)。与之不同的是，本文认为，之所以出现结论上的差异，更可能的原因是大部分研究忽略了创新技术的异质性，并忽视了新技术产生的新产品与旧产品之间的替代性。

首先，由于该领域现有研究大多未细分企业创新行为，因此没有考虑企业规模对不同类型

* 叶林，武汉大学人口·资源·环境经济研究中心，邮政编码：430072，电子信箱：yeahline@sohu.com。

本文获得国家社科基金青年项目“我国重要能源资源需求的投入产出分析和非线性预测研究”（项目编号：13CJY043）的资助。特别感谢匿名审稿人的建设性修改意见，文责自负。

创新的影响差异(Levin and Reiss,1988)。Cohen 和 Levinthal(1989)在评论创新与企业规模的研究时指出,该领域的大多数研究使用整体创新投入或产出,即创新通常被假定为同质。但根据熊彼特对创新的定义,企业创新按技术差异可分为产品创新(Product Innovation)和工艺创新(Process Innovation)。其中,产品创新通过对现有产品的改进或创造具有替代性的新产品以提高产品差异化程度和扩大产品需求,而工艺创新则通过对原有生产工艺的改进或创造新生产工艺以降低现有产品的生产成本,二者无论在作用对象还是机制上都存在显著差异。由于两类创新技术的差异性,企业规模对两类创新的影响机制也可能不一样(Lunn,1986)。

有少量研究尝试在创新细分的基础上分析企业规模与创新的关系,如Cohen 和 Klepper(1996)在静态模型中分析了企业规模如何影响有限研发资源在工艺创新和产品创新之间的分配。此外,部分研究尝试通过结合产品生命周期理论分析企业规模对创新技术选择的影响。Utterback 和 Abernathy(1975)、Klepper(1996)分别通过建立产品生命周期与创新技术选择的比较静态和动态模型,分析企业规模与创新技术类型选择之间的关系。他们的研究都指出,从产业诞生到成熟期间,企业根据不同阶段的产品标准化程度和企业规模依次选择激进产品创新、激进工艺创新和进化性创新。

第二,尽管上述部分研究将创新细分为产品创新和工艺创新,但却未进一步考虑创新技术导致的新旧产品差异。例如,在Utterback 和 Abernathy(1975)的模型中,工艺创新和产品创新被假定为在任意一个阶段不会同时出现和被选择,因此新旧产品间没有替代性和竞争,这导致该模型退化到同质产品市场;Klepper(1996)、Cohen 和 Klepper(1996)的模型虽未强调两种创新技术不能同时出现,但也没有讨论新旧产品间的竞争,这导致两类创新的收益缺乏异质产品竞争的间接影响,因此该模型实质上还是基于同质产品市场。而一旦考虑创新技术分类,则不仅要考虑工艺创新对降低旧产品成本的影响,还要考虑产品创新创造的新产品对旧产品的替代效应,以及企业在面临两种创新技术时如何进行相对成本收益比较的问题(Yin and Zuscovitch,1998)。因此,如果考虑产品创新和新产品的产生,则分析框架必然要建立在差异性产品市场上。

此外,该领域在经验分析方面的研究还十分有限,大多数经验分析都基于小样本且仅关注企业规模对工艺创新的影响。主要原因是研究创新技术选择需要利用企业微观层面数据,受制于数据的可得性,该领域的早期经验研究仅能在非官方调查的小样本中进行。随着越来越多的可区分微观创新技术数据被公开,对企业规模如何影响创新技术选择的研究也开始出现,但目前这类研究多局限于企业规模对工艺创新的影响。较早的经验研究是Pavitt等(1987)基于英国产业创新调查数据的研究,该研究发现工艺创新支出占总创新支出的比例随企业规模而上升。Cohen 和 Klepper(1996)利用美国大企业数据库并采用专利数据来衡量工艺创新,结果表明工艺创新比例随企业规模增大而上升。Huergo 和 Janumandreu(2004)的经验研究为该领域研究中较少出现的采用面板数据进行分析的文献,该研究基于1991-1998年2300家西班牙制造业企业的面板数据验证了企业规模对工艺创新比例有正向影响的结论。

上述分析显示,企业规模与创新之间的研究存在多个有待深入研究的地方:理论研究方面需要考虑创新技术异质性和差异性产品市场上新旧产品的竞争,经验研究方面需要采用大样本对两种创新进行比较研究。基于上述考虑,本文的理论研究基于古诺模型并同时考虑差异性产品市场和企业创新技术异质性,经验分析利用中国高技术企业的大样本面板数据同时分析企业规模对产品创新和工艺创新选择和投入水平的影响。

在本文的研究框架中,差异性产品市场上的企业既可以通过产品创新生产新的替代性产品,也可以通过工艺创新降低旧产品的生产成本。当企业选择产品创新时,由于新旧产品之间存在弹性不确定的替代性,产品创新将导致旧产品需求和利润下降;当采用工艺创新时,可通过降低旧产品生产成本,提高需求和利润(Koenker and Perry, 1981)。但对于规模不同的企业,产品创新和工艺创新的边际收益由于旧产品的规模不同而产生差异。大企业的旧产品规模较大一方面使得产品创新替代效应导致的利润损失相对小企业更大,另一方面也意味着工艺创新对降低旧产品生产成本的规模效应更明显。因此,新旧产品间的替代损失和旧产品的规模经济导致大企业倾向于工艺创新;与之相反,小企业由于旧产品规模较小,其工艺创新的规模效应和产品创新的替代效应都比较小,小企业更愿意选择产品创新。因此,当不同规模的企业面临两类不同作用机制的创新技术时,由于不同创新技术导致其创新的边际利润不同,企业将根据自身规模选择创新收益最大的创新技术,即企业规模差异影响创新技术选择。

本文以下结构安排为:第二部分基于差异性产品的两期古诺模型,分析企业规模如何影响企业对不同创新技术的选择;第三部分给出经验分析的数据来源,并确定模型和变量选择;第四部分利用中国高技术行业 2004 - 2007 年期间的企业层面数据进行回归分析和稳健性检验;第五部分给出主要结论和政策含义。

二、企业规模与创新技术选择的理论模型

(一) 成本与企业规模

考虑一个存在进入壁垒的双寡头市场,在 0 时期企业没有创新行为,企业 i 和 j 生产固定成本为零且边际成本不变的同质产品 A 。不失一般性,假设两个企业的生产成本不同且企业 i 的成本较低($c_i < c_j$),则企业 i 和企业 j 的需求函数为:

$$p^A = \alpha - \beta(q_i^A + q_j^A) \quad (1)$$

p^A 和 q_i^A, q_j^A 分别为均衡价格和产量, α 和 β 为大于零的参数。假设企业间进行古诺博弈,均衡结果为:

$$\begin{aligned} p^A &= (\alpha + c_i^A + c_j^A)/3 \\ q_i^A &= (\alpha - 2c_i^A + c_j^A)/3\beta, q_j^A = (\alpha - 2c_j^A + c_i^A)/3\beta \\ \pi_i^A &= (\alpha - 2c_i^A + c_j^A)^2/9\beta, \pi_j^A = (\alpha - 2c_j^A + c_i^A)^2/9\beta \end{aligned} \quad (2)$$

显然,低成本企业 i 拥有更高的产量和利润,即低成本企业的规模更大。

(二) 创新技术选择

在时期 1,企业 i 和 j 同时进行创新技术选择。此时对企业有两种创新技术供选择:(1)工艺创新。企业投入 $g(y)$ 改进工艺水平对旧产品 A 降低生产成本;(2)产品创新。企业投入 $f(x)$ 生产一种对旧产品 A 具有一定替代性的新产品 B ,研发投入成功的概率为 $\theta \in [0, 1]$; $f(x)$ 和 $g(y)$ 为边际收益递减的成本函数。

企业 i 和企业 j 在时期 1 面临的需求函数为:

$$\begin{aligned} p^A &= \alpha - \beta(q_i^A + q_j^A) - \gamma(q_i^B + q_j^B) \\ p^B &= \alpha - \beta(q_i^B + q_j^B) - \gamma(q_i^A + q_j^A) \\ \beta &> \gamma > 0 \end{aligned} \quad (3)$$

其中, $\beta > \gamma$ 保证替代性差异产品的自价格效应大于交叉价格效应。

基于上述假设,差异性产品市场的企业创新行为选择可描述为两期博弈过程:时期 1,同

质产品市场上不同规模的企业同时进行创新技术选择,确定选择产品创新还是工艺创新;时期 2,企业基于时期 1 的创新选择在差异性产品市场上进行古诺博弈。

(三) 博弈过程

博弈过程采用逆向归纳法求解:

1. 时期 2 的子博弈均衡

在第 2 期,一旦创新策略确定,则企业 i 的利润函数为:

$$\pi_i(q_i^A, q_i^B, \bar{c}_i^A, c^B) = (p^A - \bar{c}_i^A)q_i^A + (p^B - c^B)q_i^B \quad (4)$$

其中 $\bar{c}_i^A$ 和 c^B 分别为采用工艺创新后企业 i 生产旧产品 A 的单位成本和采用产品创新后新产品 B 的单位成本。不考虑创新失败,一阶条件下的均衡产量和价格为:

$$\begin{aligned} q_i^A &= [2\beta(\alpha - \bar{c}_i^A) - \beta(\alpha - \bar{c}_j^A) - \gamma(\alpha - c^B)] / 3(\beta^2 - \gamma^2) \\ q_i^B &= [\gamma(\alpha - \bar{c}_i^A) - 2\gamma(\alpha - \bar{c}_j^A) - \beta(\alpha - c^B)] / 3(\beta^2 - \gamma^2) \\ P^A &= (\alpha + \bar{c}_i^A + \bar{c}_j^A) / 3; P^B = (\alpha + 2c^B) / 3 \end{aligned} \quad (5)$$

2. 时期 1 的子博弈均衡

在时期 1,企业 i 根据最优反应函数设定其创新投入水平,则创新选择函数为:

$$E_i(\theta_i, \theta_j, x_i, x_j, y_i, y_j, \bar{c}_i^A, c^B) = \theta_i \theta_j \pi_i(q_i^A, q_i^B, \bar{c}_i^A, c^B) - f(x_i) - g(y_i) \quad (6)$$

一阶条件可得到产品创新和工艺创新的边际收益函数:

$$\frac{\partial \theta_i}{\partial x_i} \theta_j \pi_i(q_i^A, q_i^B, \bar{c}_i^A, c^B) - f'(x_i) = 0 \quad (7)$$

$$\theta_i \theta_j \frac{\partial \pi_i(q_i^A, q_i^B, \bar{c}_i^A, c^B)}{\partial y_i} - g'(y_i) = 0 \quad (8)$$

显然,两类创新的反应函数均为策略替代。

(四) 博弈结果和结论

根据上述博弈过程,假设企业 i 和 j 的产品创新和工艺创新策略无差异,则产品创新和工艺创新投入前后企业 i 的利润变化水平为:

$$\Delta \pi_i = [\beta(\alpha - c^B) - \gamma(\alpha - 2\bar{c}_i^A + \bar{c}_j^A)]^2 / 9\beta(\beta^2 - \gamma^2) \quad (9)$$

根据公式(9),企业 i 和企业 j 进行产品创新和工艺创新后的利润变动可以通过比较静态分析进行。

首先分析产品创新,假设两个企业工艺创新导致的成本下降幅度一致,且产品创新均成功。由于 $\bar{c}_i^A < \bar{c}_j^A$,有 $\Delta \pi_i < \Delta \pi_j$,即由于企业 i 生产产品 A 的初始成本小于企业 j ,因此进行产品创新后企业 i 的总利润增长小于企业 j 。分析发现,产品创新导致的利润变动差异来自新产品 B 对旧产品 A 的替代效应。一方面,由于产品创新引入新产品后对旧产品存在替代作用,导致旧产品 A 的需求下降和利润损失。对于企业 i ,由于旧产品的规模较大,产品替代效应导致的损失大于规模较小的企业 j ;另一方面,企业 i 发现维持旧产品市场地位的收益大于引入新产品,必然降低对新产品的投入,结果企业 i 的新产品产量小于企业 j ,则新产品带来的利润增加较小。在产品替代导致的利润损失和新产品利润增长较小的共同作用下,规模较大的企业其产品创新收益低于规模较小的企业。因此规模较小的企业更倾向于进行产品创新。

进一步分析工艺创新对不同规模的企业的利润影响。在产品创新不变的情况下,由于 $\bar{c}_i^A < \bar{c}_j^A$,此时增加工艺创新导致 $\Delta \pi_i > \Delta \pi_j$,即工艺创新后的企业 i 的利润增长大于企业 j 。分析发现,工艺创新导致企业 i 利润增长更多的原因是由于旧产品 A 的规模效应。企业 i 的旧产

品规模较大,进行工艺创新后降低成本带来的利润增加更大,而企业 j 由于规模较小,同样创新投入带来的利润增长相对较小。因此规模较大企业更倾向于进行工艺创新。

上述分析汇总于表 1,可得到以下结论:

表 1 不同规模企业的技术创新选择

基本情况	利润变化比较	创新效应	企业 i 策略	企业 j 策略
产品创新	$\Delta\pi_i < \Delta\pi_j$	替代效应	/	✓
工艺创新	$\Delta\pi_i > \Delta\pi_j$	规模效应	✓	/

结论:在差异性产品市场的古诺博弈中,产品创新的替代效应和工艺创新的规模效应导致规模较大的企业倾向于工艺创新,规模较小的企业倾向于产品创新。

三、数据来源、变量选取和回归方法

(一)数据来源

经验分析的研究对象为中国高技术企业,数据来自《中国工业企业数据库》中高技术行业的企业层面数据。由于国际和中国在高技术行业分类标准上略有差异,按通行做法,剔除与国际分类标准不一致的核燃料加工(253)、信息化学品制造(2665)和公共软件服务(621)三个行业。同时,该数据库 2008 年和 2009 年的数据受 2008 年国际金融危机的冲击出现系统性波动,按本领域通常做法舍弃这两年的数据^①。此外,2004 年以前的数据没有提供企业技术创新等关键变量的衡量指标,因此样本被限制在 2004—2007 年期间。最终确定的中国高技术行业包括 2710—2790、3681—3689、3761—3769、4011—4090、4111—4129、4141、4154、4155、4190 共 58 个四位码行业、19 个三位码行业和 5 个二位码行业,包含原始观测值 58 520 个。

由于该数据库在数据录入方面存在少量错误,在正式处理数据前对原始数据进行清理并剔除如下观测值:(1)关键变量(如技术创新、企业规模等)的衡量指标为负值、明显错误或缺失的企业;(2)部分重要控制变量的衡量指标缺失或错误的企业;(3)存在其他明显录入错误的企业。另外,由于工艺创新指标需要通过与上一年对比获得,因此样本只能保留四年都存在的企业,构成平衡面板数据^②。经过上述处理后的最终样本涉及 11 845 个高技术企业共 35 535 个观测值,具体的行业和企业数量见表 2。

表 2 中国高技术行业的企业样本

行业名称和代码	二位码行业	三位码行业	四位码行业	企业数量(个)
医药制造业(27)	1	7	7	3 420
医疗仪器设备及器械制造(368)	1	1	7	481
航空航天器制造(376)	1	1	3	120
通信设备、计算机及其他电子设备制造业(40)	1	8	21	6 042
仪器仪表及文化、办公用机械制造业(41,部分)	1	2	20	1 782
合计	5	19	58	11 845

数据来源:《中国工业企业数据库》,根据中国高技术行业分类标准进行分类整理和数据清理。

^①本文也尝试通过增加虚拟变量的方法控制该外生冲击对创新的影响,但发现无法完全控制该冲击效应。

^②这一处理意味着进入退出效应被舍弃,但由于本文研究的面板数据时间较短,平衡面板处理后仍可保留 70% 左右的企业。本文还对全部企业构成非平衡面板与平衡面板数据的关键变量统计性质之间进行了检验,对比分析显示差异不大。

(二) 变量选取和衡量

1. 因变量: 产品创新和工艺创新

实证研究要同时考察企业规模对两类创新选择和创新水平的影响, 所以创新变量包括产品创新(*Product Innovation*)和工艺创新(*Process Innovation*)的虚拟和连续变量。由于该数据库中并没有产品创新和工艺创新投入的实际数量, 我们用企业是否有新产品产值来衡量产品创新, 用剔除各种物价水平的企业单位生产成本是否下降衡量工艺创新^①。具体衡量方法为, 当企业产品创新或工艺创新产出大于零时, 认为企业有对应的技术创新, 此时该技术创新变量取值为 1, 否则取 0。而产品创新的连续变量采用新产品密度(新产品产值占全部产品产值的比重)衡量, 工艺创新的连续变量用单位生产成本下降幅度(剔除各种物价水平的企业单位生产成本相对于上一年的下降幅度绝对值)衡量。

2. 自变量: 企业规模

本文分别使用企业规模的虚拟变量(*d_size*)和企业规模的连续变量(*ln_size*)来表示企业规模。如果是大企业则 *d_size* 为 1, 如果是中小型企业则 *d_size* 为 0。*ln_size* 在主回归(见表 3)中使用主营业务收入来衡量, 在稳健性检验(见表 4)中使用企业雇员人数来衡量。

3. 控制变量

根据已有文献的研究, 选择企业年龄(*age*)、企业出口(*export*)、外资所有权(*foreign*)、公司相对要素禀赋(*capital*)、劳动者技术水平(*wage*)和企业是否在港口城市(*port*)控制企业特性。其中, 企业年龄用公司经营年份衡量, 企业出口用是否有出口虚拟变量衡量, 外资所有权用是否有外资虚拟变量衡量, 用人均资本额和劳动者平均工资分别衡量企业的相对资源禀赋和劳动者技术水平。行业层面则控制了市场集中度、专利保护程度、技术机会等, 此外, 本文还用年份和省代码进一步进行时间和空间层面上的控制。

(三) 回归模型和方法

回归模型分为两部分, 分别考察规模对产品创新和工艺创新的技术选择和产出水平的影响。在考察规模对两类创新选择的影响时, 因变量为产品创新和工艺创新虚拟变量。由于部分企业没有产品创新或工艺创新, 因变量出现较多 0 值, 为避免线性回归模型产生的结果偏差, 我们采用面板随机 Probit 模型进行回归分析。在考察规模对于两类创新水平的影响时, 因变量为产品创新和工艺创新的连续变量。由于相当数量的中国高技术企业在考察期中不存在任何可观测的创新行为, 为避免大量因变量零值存在引起的回归拟合值为负以及由此导致的估计结果偏差, 该回归过程采用面板 Tobit 模型处理。此外, 由于创新有较高初始成本, 过去的创新状况对当期创新选择有重要影响, 因此上述模型都采用加入企业创新滞后项的动态模型。

四、回归结果及分析

(一) 企业规模对创新技术选择的影响

首先考察企业规模对产品创新和工艺创新选择的影响。对该模型的 LR 检验结果拒绝同方差假设, 回归模型系数都采用异方差修正估计。此外, 为便于分析系数的经济学含义, 回归

^①另一种做法是采用全要素生产率(TFP)作为工艺创新的衡量指标, 但这一做法存在明显缺陷, 导致工艺创新的范围被放宽。本文也尝试采用 TFP 进行稳健性检验, 结果发现没有显著差异。

结果系数均转化为样本均值处的边际效应。

表3的模型(1)和(2)是采用规模虚拟变量的回归结果。结果显示,企业规模对产品创新虚拟变量有显著负向影响,对工艺创新虚拟变量则存在显著正向影响。相对于中小企业,大企业进行产品创新的可能性下降12%,进行工艺创新的可能性增加5.4%,即中国高技术行业中的大企业更倾向于工艺创新而中小企业倾向于产品创新。为进一步验证模型结论,表3的模型(3)和(4)利用企业规模连续变量进行回归分析。结果显示,企业规模对创新选择的影响没有变化但显著性有所提高,企业规模每增加1%,企业选择产品创新的可能性降低0.12%,选择工艺创新的概率提高0.09%。

表3 回归结果

变量名	动态 Probit 回归(因变量为虚拟变量)				Tobit 回归(因变量为连续变量)			
	产品创新	工艺创新	产品创新	工艺创新	产品创新	工艺创新	产品创新	工艺创新
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)	模型(7)	模型(8)
企业规模								
<i>d_size</i>	-0.120 * (0.066)	0.054 * (0.031)	-	-	27.43 *** (2.636)	4.543 ** (1.790)	-	-
<i>ln_size</i>	-	-	-0.117 *** (-0.011)	0.093 *** (0.008)	-	-	10.22 *** (0.460)	0.0736 (0.280)
控制变量								
<i>age</i>	-0.018 (0.019)	0.086 *** (0.014)	-0.0168 (0.020)	0.086 *** (0.0143)	10.87 *** (0.800)	8.690 *** (0.489)	6.963 *** (0.816)	8.744 *** (0.499)
<i>export</i>	0.280 *** (-0.028)	-0.193 *** (-0.02)	0.260 *** (0.028)	-0.175 *** (0.021)	-0.139 *** (0.020)	-0.191 *** (0.020)	-0.034 *** (0.011)	-0.033 *** (0.011)
<i>foreign</i>	-0.326 *** (0.028)	0.156 *** (0.019)	-0.408 *** (0.029)	0.215 *** (0.021)	-34.46 *** (1.272)	-0.579 (0.729)	-39.19 *** (1.303)	-0.477 (0.745)
<i>capital</i>	0.156 *** (0.014)	-0.088 *** (0.010)	0.160 *** (0.014)	-0.091 *** (0.009)	18.02 *** (0.620)	0.594 * (0.351)	19.82 *** (0.622)	0.676 * (0.353)
<i>wage</i>	0.078 *** (0.021)	-0.032 ** (0.015)	0.066 *** (0.021)	-0.024 (0.015)	12.18 *** (0.958)	0.506 (0.577)	12.23 *** (0.958)	0.541 (0.577)
<i>port</i>	-0.071 * (0.040)	0.098 *** (0.028)	-0.0791 ** (0.040)	0.100 *** (0.028)	-6.359 *** (1.750)	3.780 *** (1.026)	-4.448 ** (1.752)	3.713 *** (1.029)
<i>C</i>	85.55 * (47.79)	-8.238 (34.02)	76.48 (47.96)	-5.006 (34.05)	73.03 *** (0.679)	53.18 ** (0.289)	72.58 *** (0.674)	53.19 *** (0.289)
动态效应	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes	Yes ***	Yes
空间效应	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***
行业效应	Yes	Yes ***	Yes ***	Yes	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***
时间效应	Yes *	Yes	Yes ***	Yes	Yes ***	Yes ***	Yes ***	Yes ***
<i>N</i>	23 598	23 598	23 541	23 541	23 598	23 598	23 541	23 541

注: *、**、*** 分别为10%、5%和1%水平显著,括号内为标准差。

因此,对中国高技术企业的经验研究结果与理论模型结论一致,即大规模企业倾向于工艺创新而小规模企业倾向于产品创新。根据理论模型的解释,中国的大型高技术企业由于在旧产品的市场占有率较高,进行产品创新的产品间替代效应导致旧产品价格下降和企业整体利润损失较大,而进行工艺创新将获得较大的规模经济。因此,对旧产品市场的垄断力量和规模经济将导致大企业倾向于工艺创新而不是产品创新;而中小企业由于旧产品规模较小,产品创新的替代效应导致旧产品利润损失较小。同时,相对于在旧产品市场的弱势地位,中小企业通过产品创新进入新产品市场获得领导地位的成功可能性更大。因此,旧产品市场的较小利润损失和新产品市场相对较高的成功概率将促使中小企业倾向于产品创新。

(二) 企业规模对两类创新水平的影响

我们进一步采用 Tobit 模型讨论企业规模对创新密度的影响,回归结果如表 3 的模型(5) - (8)所示。结果显示,大企业的产品创新和工艺创新水平都显著高于中小企业,其产品创新和工艺创新水平分别比中小企业高 27.4% 和 4.5%。这一结果可能的原因是:第一,由于资金和技术资源是创新的必要条件,大企业拥有的资源比小企业丰富,因此大企业无论对于产品创新还是工艺创新都有能力投入更多(Damanpour, 1992)。Rogers(2004)的研究也指出,由于大企业拥有更多内部资金并且也更容易获得外部贷款来支撑研发项目,加上累计的技术资源也更多,因此大企业有实力进行更多的创新投入;第二,创新程度差异理论认为,根据创新程度大小,无论产品创新还是工艺创新都可以分为微小创新和剧烈创新两类(Loury, 1979)。由于剧烈创新相对于微小创新其对工艺和产品的改进投入较多且风险更高(Reinganum, 1985),因此具有资金优势和较强风险承受能力的大企业更愿意选择创新水平高的剧烈创新,而小企业受到资金和风险承受能力限制往往选择创新水平低的微小创新(Wolff and Pett, 2006),因此大企业的产品创新和工艺创新水平都高于小企业。

结合以上企业规模对两类创新的技术选择和投入水平影响的经验研究,可得到如下结论:第一,大企业倾向于选择工艺创新而中小企业倾向于选择产品创新;第二,大企业相对中小企业其产品创新和工艺创新水平都更高。

(三) 稳健性检验

为考察结论的稳健性,按照本领域通常做法从变量和样本两方面进行稳健性检验,检验结果见表 4。

表 4 稳健性检验

变量名	动态 Probit 回归				Tobit 回归			
	产品创新	工艺创新	产品创新	工艺创新	产品创新	工艺创新	产品创新	工艺创新
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)	模型(7)	模型(8)
ln_size	-0.06 *** (-0.01)	0.058 *** (0.007)	-0.086 ** (-0.033)	0.070 * (0.038)	-	-	-	-
d_size	-	-	-	-	-0.31 *** (0.045)	0.016 (0.042)	18.91 *** (2.97)	5.402 *** (1.970)
d_size × state	-	-	-	-	-0.78 *** (0.125)	0.018 (0.027)	11.640 * (6.300)	-2.752 (4.639)
企业特征控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间效应	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
行业效应	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
N	23 541	23 541	1 446	1 446	23 541	23 541	23 598	23 598

注: *、**、*** 分别为 10%、5% 和 1% 的水平下显著,括号内为稳健标准误,控制变量与表 4 一致。

变量方面,表 4 的模型(1)和(2)用“企业雇员人数”作为企业规模的衡量指标对两类创新倾向进行回归,发现大企业和中小企业分别倾向于工艺创新和产品创新的结果大部分仍在 1% 水平显著;样本方面,为体现结论普适性并降低企业个体难以控制的异质性,表 4 的模型(3)和(4)采用 2005 - 2007 年中国全部工业企业的 482 个四位码行业层面数据进行分析^①。回归显示上述结果在全部工业行业中仍成立。为进一步讨论企业产权性质是否对主要结论产生

^①此时因变量变为行业中参与创新的企业比例。

影响,表4的模型(5)至模型(8)加入企业规模与国有企业虚拟变量的交互项($d_size \times state$)考察该调节效应是否存在。结果显示,大企业仍倾向于回避产品创新并在两类创新的产出水平上都更高,但对工艺创新倾向的影响不再显著。此外,为防止企业规模和创新之间的内生性问题,还采用行业平均规模和创新滞后项作为工具变量的内生检验,结果发现企业规模与创新之间不存在内生关系。因此,综合上述替换样本和变量的回归结果显示,本文的经验研究结果仍然稳健。

值得注意的是,在考虑企业产权问题上加入的交互项仅在对产品创新回归时显著,对工艺创新不显著。从产品创新倾向来看,企业规模效应和国有企业的调节效应均为负,说明虽然大企业倾向于回避产品创新,但中国高技术企业中国有大企业比非国有大企业的产品创新参与度要高;从产品创新投入水平来看,国有企业调节效应和企业规模效应均为正,说明国有大企业比非国有大企业的产品创新投入水平也更高。可能的原因是,与传统行业相比,高技术产业的研发和制造环节可分离度更高,因此高科技行业中以研发为主的企业和以加工制造为主的企业其创新选择不同,前者多选择产品创新,后者则多以降低成本的工艺创新为主。对于非国有的外资高技术企业,由于外资企业往往把产品创新放在母国以获得高附加值收益并保护商业秘密,而把低附加值的加工制造环节放在东道国以利用劳动力和资源环境的“洼地效应”,导致非国有的外资高技术企业多为加工制造型企业,从而更多选择工艺创新。从中国外资高技术企业的产品构成可以看出,大部分企业都是以订单式加工制造为主,因此对产品创新的需求比较低。此外,对于高科技民营企业产品创新较低的问题,除了与外资企业类似都是承接加工制造环节外,另一个可能的原因是国内知识产权保护乏力,导致企业不愿意进行原创性产品创新而更愿意进行低成本模仿(如在中国数码产业中流行的山寨文化)。这也暗示,中国高技术企业的产品创新尤其是重大产品创新可能要以自主创新为主。

五、结论与启示

本文基于差异性产品的古诺模型考察企业规模如何影响企业对产品创新和工艺创新技术的选择,结果发现,旧产品市场的规模大小影响企业对创新技术的偏好。大企业由于产品创新的替代损失和工艺创新的规模经济,更倾向于选择降低旧产品成本的工艺创新;小企业由于工艺创新缺乏规模经济和产品创新导致的替代损失较小,倾向于选择开发新产品。利用中国高技术行业2004-2007年企业层面数据的经验研究发现:第一,企业规模对中国高技术企业创新选择具有显著影响,大企业更多选择工艺创新而中小企业更倾向于产品创新;第二,从创新水平来看,大企业在产品创新和工艺创新投入方面均高于中小企业。此外,对企业产权性质的分析还发现,国有企业在产品创新参与和投入水平方面均高于非国有企业,但在工艺创新方面没有显著差异。

对结论1,由于中国高技术企业多偏向于降低成本的工艺创新(仅22.6%的企业有产品创新,采用工艺创新的企业为42%),有利于中国企业产品升级换代和提高附加值的产品创新相对较少。^①因此,从政策角度来看,由于中小企业更愿意通过产品创新在新产品市场竞争,应从资金和政策方面鼓励中小企业和潜在进入企业进行产品创新,在新产品市场上对在位大企业形成有效竞争,在提高中小企业产品创新的同时促进大企业参与开发新产品。

对结论2,由于大企业在两类创新投入水平上都高于中小企业,说明虽然大企业的产品创

^①创新数据根据《中国工业企业数据库》(2004-2007)的企业层面数据计算得出。

新参与率较低,但一旦选择产品创新其投入水平远大于中小企业。由于这类产品创新往往属于具有高附加值和长期战略性意义的重大产品创新,因此政府应该通过政策扶持鼓励大企业进行重大产品创新研发,以有效提高大企业的核心竞争力并提高整个高技术行业的技术水平和产品创新水平。

此外,产权性质的调节效应研究暗示,现阶段中国高技术企业的重要创新技术不太可能通过承接国外低技术含量的加工制造环节的方式来获得,“以市场换技术”的战略短期内在高技术行业中难以实现,提高中国企业创新水平最重要的是通过政策引导促使中国的高技术企业进行自主研发。因此,对具有较强创新基础的国有大中型高科技企业给予创新政策和资金的扶持是必要的。

参考文献:

1. Aghion, P., N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith, and P. Howitt. 2005. "Competition and Innovation: An Inverted - U Relationship." *The Quarterly Journal of Economics*, 120(2): 701 - 728.
2. Blundell, R., R. Griffith, and J. Van Reenan. 1995. "Dynamic Count Data Models of Technological Innovation." *Economic Journal*, 105(429): 333 - 344.
3. Cohen, W. M., and D. A. Levinthal. 1989. "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D." *Economic Journal*, 99(397): 569 - 596.
4. Cohen, W. M., and S. Klepper. 1996. "Firm Size and the Nature of Innovation within Industries: The Case of Process and Product R&D." *Review of Economics and Statistics*, 78(2): 232 - 243.
5. Damapour, F. 1992. "Organizational Size and Innovation." *Organization Studies*, 13(3): 375 - 402.
6. Huergo, E., and J. Jaumandreu. 2004. "Firms' Age, Process innovation and Productivity Growth." *International Journal of Industrial Organization*, 22(4): 541 - 559.
7. Klepper, S. 1996. "Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle." *The American Economic Review*, 86(3): 562 - 583.
8. Koenker, R., and M. Perry. 1981. "Product Differentiation, Monopolistic Competition, and Public Policy." *The Bell Journal of Economics*, 12(1): 217 - 231.
9. Laforet, S. 2013. "Organizational Innovation Outcomes in SMEs: Effects of Age, Size, and Sector." *Journal of World Business*, 48(4): 490 - 502.
10. Levin, R. C., and P. C. Reiss. 1988. "Cost - reducing and Demand - Creating R&D with Spillovers." *Rand Journal of Economics*, 19(4): 538 - 556.
11. Loury, G. C. 1979. "Market Structure and Innovation." *The Quarterly Journal of Economics*, 93(2): 395 - 410.
12. Lunn, J. 1986. "An Empirical Analysis of Process and Product Patenting: A Simultaneous Equation Framework." *Journal of Industrial Economics*, 34(3): 319 - 330.
13. Mark, S. F. 2005. "Patterns of Innovation and Skills in Small Firms." *Technovation*, 25(2): 123 - 134.
14. Pavitt, K., M. Robson, and J. Townsend. 1987. "The Size Distribution of Innovating Firms in the UK: 1945 - 1983." *Journal of Industrial Economics*, 35(3): 297 - 316.
15. Reinganum, J. F. 1985. "Innovation and Industry Evolution." *The Quarterly Journal of Economics*, 100(1): 81 - 99.
16. Rogers, M. 2004. "Networks, Firm Size and Innovation." *Small Business Economics*, 22(2): 141 - 153.
17. Tingvall, P. G., and A. Poldahl. 2006. "Is There Really an Inverted U - shaped Relation between Competition and R&D?" *Economics of Innovation and New Technology*, 15(3): 101 - 118.
18. Utterback, J. M., and W. J. Abernathy. 1975. "A Dynamic Model of Process and Product Innovation." *OMEGA, The International Journal of Management Science*, 3(6): 639 - 656.
19. Wolff, J. A., and T. L. Pett. 2006. "Small - Firm Performance: Modeling the Role of Product and Process Improvements." *Journal of Small Business Management*, 44(2): 268 - 284.
20. Yin, X., and E. Zuscovitch. 1998. "Is Firm Size Conducive to R&D? A Strategic Analysis of Product and Process Innovations." *Journal of Economic Behavior and Organization*, 35(2): 243 - 262.

Firm Size and Innovation Choice

Ye Lin

(Center for Population, Resource and Environment Research, Wuhan University)

Abstract: Based on Cournot duopoly model of differentiated markets, this paper analyzes how firm size influences the incumbents' innovation choice. The theoretical model demonstrates that product innovation brings substitution effects on the existing products by decreasing the demand and profits of existing products through introducing new products, while process innovation brings scale economy effects by decreasing the cost of existing products. The high profit loss brought by substitution effects and economy of scale lead the large enterprises to investing process innovation which aims at decreasing cost; the relative low loss brought by substitution effects and diseconomy of scale lead the small enterprises to investing product innovation. Using the firm – level data of Chinese high – tech industry from year 2004 to 2007, our empirical analysis shows that the size of the enterprise is significantly correlated with the choice of innovation technology: large enterprises tend to develop process innovation and small enterprises tend to develop product innovation. The result still holds in the robustness tests. This paper also explores the roles of firm size and ownership in innovation output and the findings show that the product innovation and process innovation outputs of large firms are higher than small firms, and the innovation propensity and level of state – owned enterprises are higher than non – state – owned enterprises. Our analysis suggests that the policy encouraging the innovation of small enterprises will increase the product innovation of Chinese high – tech enterprises.

Key Words: Firm Size; Product Innovation; Process Innovation; Differentiated Markets

JEL Classification: O54

(责任编辑:彭爽)

(上接第 137 页)

26. Van Biesebroeck, J. 2003. "Exporting Raises Productivity in Sub – Saharan Manufacturing Plants." NBER Working Paper 10020.

Trades Affect Labor Income Distribution: Comparative Study by Permanent, Temporary and Peasant Workers

Xiang Songlin

(International Strategy Institution, Party School of the Central Committee of C. P. C)

Abstract: This paper analyzes how firms' foreign trade affects labors wage. Using China's manufacturing firm – level data from World Bank, we find that firm's trade has asymmetric income distribution impacts on different labors. Export benefited more on temporary and peasant workers, while import brought more profits to permanent labors. After controlling utilized production capacity, established time, geographic location, ownership and matching methods, the above results still hold. When China's firms participated in international trade, our conclusions suggest that only export or only import will generate wage gaps among different workers. Despite the fact that trade plays an important role in China's economic development, we still suggest that government should implement redistribution policy to adjust workers' income disparity, because the firms' trade could not narrow this income gap.

Key Words: Manufacturing Firms; Trade; Wage; Income Distribution

JEL Classification: F16, F14

(责任编辑:孙永平、陈永清)