

产业技术扩散的博弈分析模型

唐汉清, 邝国良

(华南理工大学 经济与贸易学院, 广东 广州 510006)

摘要:当技术扩散的环境发生变化时,传统的“S”形扩散模型将失去其解释力。通过对政府在促进外资企业技术扩散的博弈模型分析,以及外资企业在激励条件下的反应分析,为政府在制定技术扩散政策以促进外资企业技术扩散提供理论依据。来自广州汽车产业发展的经验以及发展现状,为博弈模型提供了有力的实证支持。

关键词:技术扩散; 博弈模型; 激励机制

DOI:10.3969/j.issn.1001-7348.2011.17.013

中图分类号:F062.9

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2011)17-0058-04

0 引言

我国是最大的发展中国家,与发达国家相比,我们的产业技术还处于相对落后的水平上,所以研究国外产业技术如何有效扩散到我国的经济体系内,是一个极为重要的课题。技术扩散过程是指产业技术从扩散源向潜在采用者(技术吸纳体)扩散的过程。黄静波^[1]认为技术扩散是技术转移的一种方式,所谓技术扩散(technology diffusion)是一种技术在空间传播或转移的过程,包括自发的和有组织的。一般是指技术在最初商业化之后的继续推广利用,即技术在其潜在采用者之间的传播推广,它包括更多的需求者采用它,并在扩散过程中还要不断再创新使其进一步完善。任何一项技术,只有在充分的扩散中才能发挥它巨大的经济效益和社会效益。

1 传统技术扩散模型的缺陷与实证案例

1.1 传统技术扩散模型过度依赖于所处的扩散环境

技术扩散过程必须有其相应的技术系统环境。“需求(N)—资源(R)”关系理论认为,扩散就是技术供需双方“需求—资源”(NR)的协调过程。技术创新扩散能够进行,是因为存在着技术差距,供方(技术扩散源)和受方(潜在使用者)的“需求—资源”关系相耦合,提供了扩散的外部条件。一个技术源拥有方依据该技术

的具体性质而制定不同的扩散战略,是为了谋取最大的商业利润,这是新产业技术得以扩散的内部动力。

基于时间维度的技术扩散常见模型是“S”形模型,其技术扩散的数学表达(逻辑方程)为:

$$\frac{d\eta(t)}{dt} = \beta h(t)(1-h(t)) \quad (1)$$

其中, $\eta(t)$ 是时刻 t 采用新技术企业总数的比例; β 是技术扩散系数,解方程(1)可得:

$$\eta(t) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha - \beta t)} \quad (2)$$

对于式(2),以时间 t 为横轴,以 t 时刻采用新技术企业总数的比例 $\eta(t)$ 为竖轴,就可得到“S”形曲线^[2]。但是,此技术扩散模型中的技术扩散系数 β 被看作是外生的,并在式(2)中被看作是某个固定的值,其意义是指存在某个稳定程度的技术扩散环境,然后再描述其中技术扩散的过程^[3]。然而,当技术扩散的环境是可变的,或经人为设定为可变的时候,则上述“S”形扩散模型将失去其解释力。

从极端的情况看来,式(1)中技术扩散系数 β 可以特别设定为零,即 $\beta=0$,结果就是技术不扩散。李平^[6]认为,技术扩散不仅仅是对生产技术的简单获取,而是要构建引进方的技术能力。我们让外商进入国内从事生产经营,他们开拓了我国的市场并获取利润,而我们的目的就是要让他们的技术扩散到我们的经济体系之中。其技术不扩散非但不允许,还要加快其技术扩散的速度。

收稿日期:2010-10-18

基金项目:广东省软科学重点研究项目(2009B070200002);广东省软科学项目(2008A070200001);广东省自然科学基金项目(8151064101000090)

作者简介:唐汉清(1966—),男,广东惠来人,华南理工大学经济与贸易学院博士研究生,研究方向为经济发展、产业经济;邝国良(1953—),男,广东台山人,华南理工大学经济与贸易学院教授,研究方向为产业经济。

本文正是针对这种情况, 认为以地方政府作为经济体的利益代表, 基于我国经济发展的具体情况, 在“以市场换技术”方面还是大有可为的。因而提出一个政府在促进外资企业技术扩散过程中作用的博弈模型, 进而解释其政策含义。我们先用数理模型分析政府在促进外资企业技术扩散过程的作用, 然后以广州汽车产业失败与兴起的历程, 实证研究政府在促进外资企业技术扩散的作用。

1.2 广州标致汽车失败的案例分析

以我国汽车产业为例, 10 多年来我国引进国外汽车企业进行合资生产, 促使了我国汽车行业技术、管理能力等的提高和相关产业链的发展, 同时为国内企业培养了大批人才, 其效果是值得肯定的。德国大众、法国标致等国外厂家比较早地看好我国的市场, 也较早地进入我国汽车生产产业。但据报道, 与大众的合资, 中方面临的是连改一个国产化零件的试验都要拿到德国去做, 外方进行严密技术封锁的局面^[4]。1985 年 3 月 8 日, 国家计委正式批准了广州标致项目的可行性研究报告, 同意建立合营企业, 生产法国标致汽车。而广州标致大亏损, 其中一个重要原因也与必须从法国标致进口昂贵的零部件有关。原广州市汽车办副主任胡象生^[5]在总结“广标”失败的十大原因时, 就有“国产化慢, 配件贵”, “广州标致国产化慢的原因, 主要是由于法标不积极。他们为了通过 CKD(Completely Knock Down 全散件组装)赚钱, 不希望加快国产化”。更简明一点地说, 就是对我们进行技术封锁, 不让我们学习, 更别说让我们生产了。最终结果是法国标致汽车方面同意退出合资, 于 1997 年 10 月 31 日正式签署合同, 并以 1 法郎的转让价“体面”地出让了所有股份。同时也宣示了广州“以市场换技术”发展汽车产业设想失败, 并留下深刻的经验教训。

2 政府在促进外资企业技术扩散过程中作用的博弈分析模型

2.1 模型

假定一个地方已经引进了两个生产有一定可替代性产品(比如汽车等)的外资企业, 因而存在一定程度的竞争。经过一定的经营周期, 地方政府将对他们进行业绩评价, 从地方政府的角度, 我们选取两个指标进行考核, 可列式如下:

$$Y_i = a_i + b_i + \epsilon_i (i = 1, 2) \quad (3)$$

其中, $Y_i = a_i + b_i + \epsilon_i$ 表示地方政府对外资企业的业绩评价, a_i 表示外资企业的经营努力水平, b_i 表示外资企业技术扩散到引入地的力度(相当于外资企业为了获得当地政府好的评价而付出一定的代价), ϵ_i 是随机扰动项。

假定随机扰动项 ϵ_1, ϵ_2 相互独立, 并服从期望值为 0、方差为 σ^2 的正态分布, 其密度函数记为 $f(\epsilon)$ 。竞争

过程如下:

(1) 两个外资企业同时选择非负的经营努力水平 $a_i \geq 0$;

(2) 两个外资企业同时选择非负的技术扩散力度 $b_i \geq 0$;

(3) 假定在竞争过程中获得较高评价的一方, 将获得较高的收益 W_H 。例如, 地方政府将给予较高的政策优惠, 或其它优惠; 获得较低评价的一方, 将获得较低的收益 W_L 。并且 W_H, W_L 是竞争者的共同知识。

假定外资企业在地方政府的评定业绩后获得的收益为 W , 但努力经营付出的成本为 $g(a)$, 技术扩散力度所带来的损失为 $h(b)$, 并且它们都是递增的凸函数(即 $g'(a) > 0, h'(b) > 0, g''(a) > 0, h''(b) > 0$), 那么, 外资企业的总收益为:

$$\pi(w, a, b) = W - g(a) - h(b) \quad (4)$$

2.2 外资企业为谋求最大经济利益条件下的技术扩散激励机制分析

2.2.1 厂商经营的努力水平为共知信息时的技术扩散激励机制分析

当两个外资企业观测到地方政府对外资企业的业绩评定后将获得收益是 W_H 或 W_L , 并且 a_i 是竞争者的共同知识时, 它们同时选择行动, 具体而言就是选定技术扩散力度 b_1, b_2 , 参与者各自的总收益已经给出。由于业绩的评定不只是参与者的行动函数, 同时还受到随机扰动因素 ϵ_1, ϵ_2 的影响, 因此, 我们可用参与者的期望收益进行分析。

当 W_H, W_L 是固定值时, 若存在一对技术扩散的努力水平 (b_1^*, b_2^*) , 则将是两个外资企业博弈的纳什均衡, 对于每个 i, b_i^* 必须使外资企业的期望总收益 π 达到最大, 满足:

$$\begin{aligned} \pi = & \max_{b_i \geq 0} W_H \text{Prob}\{Y_i(a_i, b_i) > Y_j(a_j, b_j^*)\} + \\ & W_L \text{Prob}\{Y_i(a_i, b_i) \leq Y_j(a_j, b_j^*)\} - g(a_i) - h(b_i) = \\ & (W_H - W_L) \text{Prob}\{Y_i(a_i, b_i) > Y_j(a_j, b_j^*)\} + \\ & W_L - g(a_i) - h(b_i) \end{aligned} \quad (5)$$

其中, $Y_i(a_i, b_i) = a_i + b_i + \epsilon_i$, 为使式(5)的值达到最大, 条件是其一阶导数为 0, 当 $\frac{\partial \pi}{\partial b_i} = 0$, 即有:

$$(W_H - W_L) \frac{\partial \text{Prob}\{Y_i(a_i, b_i^*) > Y_j(a_j, b_j^*)\}}{\partial b_i} = h'(b_i) \quad (6)$$

根据贝叶斯法则:

$$\begin{aligned} \text{Prob}\{Y_i(a_i, b_i^*) > Y_j(a_j, b_j^*)\} &= \text{Prob}(\epsilon_i > \\ & a_j + b_j^* + \epsilon_j - a_i - b_i^*) = \int_{\epsilon_i} \text{Prob}\{\epsilon_i > \\ & a_j + b_j^* + \epsilon_j - a_i - b_i^*\} / \epsilon_j \} f(\epsilon_j) d\epsilon_j = \\ & \int_{\epsilon_i} [1 - F(a_j + b_j^* + \epsilon_j - a_i - b_i^*)] f(\epsilon_j) d\epsilon_j \end{aligned}$$

于是, 式(6)的一阶条件可简化为:

$$(W_H - W_L) \int_{\epsilon_i} [f(a_j + b_j^* + \epsilon_j - a_i -$$

$$b_i^*]f(\epsilon_j)d\epsilon_j = h'(b_i^*) \quad (7)$$

在对称的条件下,即 $h(b_1)=h(b_2)$,则存在对称纳什均衡^[7], $b_1^*=b_2^*=b^*$,令 $\mu=a_i-a_j$,则式(7)可简化为:

$$(W_H - W_L) \int_{\epsilon} f(\epsilon_j) f(\epsilon_j - \mu) d\epsilon_j = h'(b^*) \quad (8)$$

$f(\epsilon_j)$ 是期望值为 0,方差为 σ^2 的正态分布密度函数,故:

$$h'(b^*) = (W_H - W_L) \int_{\epsilon} f(\epsilon_j) f(\epsilon_j - \mu) d\epsilon_j, \text{ 可得:}$$

$h'(b^*) = (W_H - W_L) \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\frac{\mu^2}{2\sigma^2}}$, 由于 $h(b)$ 是递增的凸函数, $h'(b) > 0$,则 $h'(b)$ 也是单调增函数。因此, $h'(b)$ 的反函数存在,我们记为 $T(b)$,也是单调增函数,于是我们可得均衡解为:

$$b^* = T\left[(W_H - W_L) \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\frac{\mu^2}{2\sigma^2}}\right] \quad (9)$$

至此,我们获得了第一步的均衡解,式(9)的博弈分析意义有三:

(1)当评定外资企业的绩效后,好的与差的各自获益的差异越大,即 $(W_H - W_L)$ 的值越大,就越能激发竞争中外资企业加大技术扩散的力度,即 b^* 的值越大。

(2)当参与竞争的外资企业经营努力的水平差异越小,即 $(a_i - a_j)$ 的值越小,就越能激发竞争中外资企业加大技术扩散的力度,即 b^* 的值越大。

(3) σ 值越大,即 $(W_H - W_L) \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\frac{\mu^2}{2\sigma^2}}$ 的值越小,则 b^* 的值越小,表示外部的随机因素对绩效评定的扰动影响越大,外资企业进行技术扩散的力度越小。

2.2.2 厂商之间的经营努力水平不是共知信息时的技术扩散激励机制分析

当 a_1, a_2 与 b_1, b_2 都不是竞争者的共同知识时,它们同时选择行动,具体地说,就是选定经营努力的水平 a_1, a_2 与技术扩散力度 b_1, b_2 ,参与者各自总收益的表达式已经给出。由于业绩的评定不只是参与者的行动函数,同时还受到随机扰动因素 ϵ_1, ϵ_2 的影响,因此,我们同样可用参与者的期望收益进行分析。

当 W_H, W_L 给定后,对于每个 i ,为使外资企业的期望总收益 π 达到最大,两个外资企业进行博弈的纳什均衡,将满足:

$\pi = \max_{a_i \geq 0, b_i \geq 0} W_H \text{Prob}\{Y_i(a_i, b_i) > Y_j(a_j, b_j)\} + W_L \text{Prob}\{Y_i(a_i, b_i) \leq Y_j(a_j, b_j)\} - g(a_i) - h(b_i)$ 类似于 a_i 假定为共同知识的讨论,在对称条件下,即 $g(a_i) = g(a_j) = g(a), h(b_i) = h(b_j) = h(b)$ 。可知对称的纳什均衡存在, $a_1^* = a_2^* = a^*, b_1^* = b_2^* = b^*$,并且满足:

$$g'(a^*) = (W_H - W_L) \int_{\epsilon} [f(\epsilon_j)]^2 d\epsilon_j \quad (10)$$

$$h'(b^*) = (W_H - W_L) \int_{\epsilon} [f(\epsilon_j)]^2 d\epsilon_j \quad (11)$$

由 $f(\epsilon_j)$ 的性质,可得

$$\int_{\epsilon} [f(\epsilon_j)]^2 d\epsilon_j = \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}} \quad (12)$$

和 $h'(b)$ 一样, $g'(a)$ 的反函数存在,记为 $R(a)$,也是单调函数,因此有:

$$a^* = R[(W_H - W_L) \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}}] \quad (13)$$

$$b^* = T[(W_H - W_L) \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}}] \quad (14)$$

至此,我们获得了第二步的均衡解,式(13)、(14)的博弈分析意义有二:

(1)当 $(W_H - W_L)$ 的值越大,就越能激发竞争中的外资企业经营的努力水平和加大技术扩散的力度,即 a^* 和 b^* 的值就越大;

(2) σ 值越大,则 a^*, b^* 的值越小,表示外部的随机因素对绩效评定的扰动影响越大,外资企业经营努力的水平和进行技术扩散的力度都会越小。

2.2.3 广州汽车产业新发展的案例分析

我们再以广州汽车产业为例,说明地方政府在促进外资企业技术扩散过程中的作用。自从法国标致汽车厂商退出后,由广州市政府牵头,寻找合作伙伴,经过“货比三家”的调研,选择了日本本田汽车厂商作为第一家合作厂商。于1998年3月5日,国家计委正式批复同意《广州轿车项目更换合作伙伴的实施方案》,于1998年5月7日,广州本田有限公司、东风本田发动机有限公司正式签署合同,创造性地使用了对等合资原则:股权相同(50%:50%)。2004年9月1日,另一家汽车合资企业“广州丰田汽车有限公司”正式成立,广州汽车集团与丰田公司各持50%的股份,生产的CAMRY(凯美瑞)型轿车,是一种中高档次的轿车车型,在国内销路极好。“丰田一来,必然就刺激了本田”,“丰田一来形成的格局对整个广州的产业政策是一个大的转变,促进了广州汽车产业的发展”^[5],广州市市长张广宁同志在2007年10月18日接受《人民日报》记者采访时,这样表达了丰田进入广州的意义。

日本两大汽车巨头为尽力占有我国市场而激烈竞争时,广州市又引进另一个日本汽车厂商,落户广州市花都区。2003年6月9日,我国东风汽车公司与日本日产汽车公司的合资企业——东风汽车有限公司宣告创立,这是一个注册资本高达167亿元的合资公司,也是迄今为止我国汽车行业合作规模最大、合作领域最广、产品最全的合资项目。同年6月16日,东风汽车公司乘用车公司正式成立,总部设立在广州市花都区。

至此,三大日资汽车厂商都落户广州。在既竞争又合作之中形成了一个广州汽车产业聚集生产基地。这对广州市促进外资厂商将生产技术扩散到本地生产厂商,构成了极为有利的客观条件。

3 结语

当技术扩散环境是可变的,则技术扩散系数 β 不是

常数,那么“S”形的技术扩散模型失去其解释力。外资企业为保持其收益最大化目标和未来收益不受损,是不会主动进行技术扩散的。虽然存在着技术差距所形成的势差,存在着“需求—资源”关系的动力,但技术扩散是不会发生的。

地方政府必须利用和掌握市场是否开放和开放程度的主动权,以及作为政策制定者的优势,人为设定可变的技术扩散外部环境,设计外部激励机制,促使外资企业加大技术扩散的力度。从以上的模型分析,可以得知,地方政府是可以大有作为的。我国是发展中国家,产业技术水平与处于技术前沿的国家还有相当大的差距,以技术扩散的方式来促进我国产业的发展与升级,是一条既便捷又低成本的路径。来自我们对广州地区汽车产业的调研数据,对这个结论提供了有力的佐证。

从本文的博弈模型和实际调研事实中,我们可以得到如下 3 点结论:①地方政府也是理性地追求利益最大化,以达到既定的目标。由于引进的外资企业拥有较高的产业技术水平,具有相应的讨价还价能力,故政府必须采取一定的策略,设定一定的激励机制,才能促使其努力经营并且加大其技术扩散水平。②对所引

进的外资企业采取甄别和不同对待的政策,制造出一个激励环境,是促使外资企业加大其技术扩散力度的必要条件。③必须有稳定的政策环境,以及相应透明的信息机制,使随机干扰减到最小,以减少外资企业借助其讨价还价能力而进行其它途径的寻租活动。

参考文献:

- [1] 黄静波. 国际技术转移[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [2] 梁丹,吕永龙. 技术扩散研究进展[J]. 科研管理,2005(4): 29-34.
- [3] 聂荣,钱克明,潘德惠. 基于 Logistic 方程的创新技术传播模式及其稳定性分析[J]. 管理工程学报,2006(1):41-45.
- [4] 邢少文. 中日汽车产业发展镜鉴[J]. 南风窗,2008(24):66-68.
- [5] 姚斌华,韩建清. 见证广州汽车十年[M]. 广州:广东人民出版社,2008:21.
- [6] 李平. 技术扩散理论与实证研究[M]. 太原:山西经济出版社,1999:6.
- [7] 蒋传海. 权利寻租与激励扭曲[M]. //王裕国. 经济学·管理学术前沿. 成都:西南财经大学出版社,2001:10.

(责任编辑:郑兴华)

Game Models for the Diffusion of Industry Technology

Tang Hanqing, Kuang Guoliang

(School of Economics and Commerce, South of China University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: When the diffusion of environmental technology changed, the traditional S diffusing model fails. This paper analyzes a game model that the government stimulates the foreign enterprise's technological diffusing action and the foreign enterprise's response in the restricted conditions, then gives the theoretical basis for the government in the process making policy to prompt foreign enterprise's to take an active action of technological diffusion. The empirical study on Guangzhou automobile industry gives powerful supporting evidences of the government's function in the process stimulating foreign enterprise's actions of technological diffusion.

Key Words: Technology Diffusion; Game Models; Incentive Mechanism