

# 新技术扩散速率和量能研究

## ——福利计算与政府政策中一个奇特的 OOP 思想运用

杜 云 张铭洪

(厦门大学 财政系, 福建 厦门 361005)

**摘 要:**在经济学所追求的三种效率——生产效率、分配效率和动态效率中,以新技术扩散为核心组成的动态效率是最为重要的一个方面,因为它从根本上决定了社会福利所能浮动的范围。文章创新性地引入了 OOP 实验思想,利用 JBuider 动态经济环境模拟,以分析和研究新技术倡导者、旧技术维护者和社会福利促进者(政府)之间的动态博弈,对新技术扩散的动态速率和量能进行研究,尝试性地解决了经济学理论中对于新技术扩散、社会福利增进等指标的定量测算难题。

**关键词:**新技术扩散;技术外溢性;临界容量;OOP 思想

**中图分类号:**F062.6;F124.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2008)01-0004-13

与传统经济学中将生产者剩余、消费者剩余置放在一个技术停滞的静态环境下考察不同的是,前沿的经济学更多思考如何在动态的、充满技术创新的环境中实现社会福利目标。诚然,当前沿经济学家们喋喋不休地争论可能在这一动态过程中发生的各种细节时,他们对于这样一个问题的看法却完全是一致的,那就是新技术扩散动态速率和量能的计算问题,这是福利计算和政府政策中最为关键和困难的课题。

### 一、新技术扩散

由于新技术的福利增进性,市场导向结构总是倾向于首先采纳并推广新技术,特别是当企业拥有的技术已经变得不再那么“新”了,以至当事人的信念基本一致时,市场导向结构无论是在技术的传播上还是改进上都表现出了赶超的态势,即倾向于使用新技术、提升福利。但是,存在惰性的对旧技术的“迷恋”,新技术的扩散和普及存在困难。显然,新技术得以扩散和获利的前提是打败旧技术并占领市场,而在技术外溢性充溢市场的现代经济中,次优技

收稿日期:2007-11-18

作者简介:杜 云(1970—),男,江西安义人,厦门大学财政系讲师,经济学博士。

张铭洪(1964—),男,福建三明人,厦门大学财政系教授,博士生导师;

术占领市场却是一个不得不承认的现实和令人恐惧的“失灵”现象。这种令人恐惧的“失灵”集中体现在新技术扩散的困难上,包括路径和空间等。一般地,旧有技术的先发优势,带给它大份额的市场占有,以及伴随而来的强烈的技术外溢性(技术锁定、协同效应)。在这种条件下,规模重于效率,技术锁定优于技术创新,失灵的出现,使社会福利停滞,新技术扩散面临艰难启动问题。

回顾经济学史,新技术扩散的理论研究有三方面的突破。其一,美国的熊彼特从技术创新角度给予技术扩散制度设计,围绕新技术—福利增进作出开拓式的理论框架研究。其二,以埃弗雷特·M·罗杰斯提出创新扩散S曲线理论(1983、1995)为标志,若干经济学家取得多角度、多领域的研究成果。M·卡曼(1998)、N·施瓦茨(1999)从垄断与竞争的角度对技术创新的过程进行研究,以探讨技术创新与市场结构的关系,并提出最有利于技术创新及扩散的市场结构类型。拉坦(V.W.Latan,2000)在综合舒尔茨和诺思等人理论的基础上,提出关于制度变迁的诱致性创新理论模型,分析社会福利的变动。哈格斯特朗(1953)提出新技术空间扩散理论等。其三,更为科学、实证的研究则开始从产业组织理论角度进行,如我国学者林毅夫(1999)秉承希克斯—速水—拉坦—宾斯旺格假说,进一步将市场规模因素引入技术变迁理论之中,论证新技术的相对收益取决于适于该技术的商品的价格和市场规模。美国耶鲁大学教授E·曼斯菲尔德对新技术的“推广”问题进行深入的研究,以模仿率和模仿比率来表示新技术扩散的速度,进而分析和研究影响新技术推广速度的各种经济因素的作用。

正如现代经济学家强调市场规模对技术变迁的影响力一样,新技术扩散的研究重心已经归结到新技术的扩散速度和量能上,而量能的组成就是新技术的市场规模和结构。现代市场中,只有当某一种新技术的市场规模逐渐发展、并趋向某一个“数值”时,这种新技术才真正能从竞争中脱颖而出,成为市场结构中的“强者”。这个数值是如此重要,以致于它决定了经济效率的变动程度,实证研究中的经济学者把它称为福利演化中的临界容量。但是,遗憾的是,在新技术扩散过程的研究中,代表福利增进的新技术扩散的临界容量的值究竟如何确定,一直以来没有确切的数理证明。因此,试图构建一个具有说服力的数理模型,将技术扩散过程中的临界容量精确地求解出来,并找出新技术扩散过程中的其他影响因子对临界容量的影响方式,俨然是促进社会福利、优化政府政策的富有革命性意义的课题。

## 二、临界容量

关于新技术扩散过程中的临界容量,不同学者论述的方法和角度都各有特色,其中以Jeffrey Rohlfs的研究最为突出。Jeffrey Rohlfs(1974)对临界容量的基本理念是:“使市场达到一个非零均衡的最小市场规模”。据此他对电

信市场新技术扩散进程中的消费者效用和规模问题进行深入研究,提出“均衡消费集”概念,并在此基础上讨论技术外溢性作用下的需求曲线形状以及社会福利增进中的临界容量问题。如图 1 所示:

图 1 标出在既定技术价格(或成本)条件下,市场上存在着三个均衡点:零均衡以及非零均衡点 E 和 B。其中, B 是稳定的均衡点,是帕累托最优的;零均衡点与任何价格相对应都是稳定均衡点; E 是不稳定的均衡点。显然市场最终处于什么样的均衡状态,与市场既有技术的初始规模相关:(1)若初始规模  $f$  为  $f_A$ ,均衡价格高于实际价格,不仅该技术占有的市场规模内的消费者被满足了,还将会有新的消费者加入,在  $P$  不变条件下,既定技术的市场规模最终将扩张到稳定的均衡点 B;(2)若初始规模  $f$  为  $f_C$ ,实际价格超过均衡价格,则既有技术所占有的市场规模将萎缩到 B 点;(3)若初始规模  $f$  为  $f_D$ ,实际价格超过均衡价格,消费者不满足并逐渐退出消费,该技术所占有的市场规模将逐渐萎缩到零。

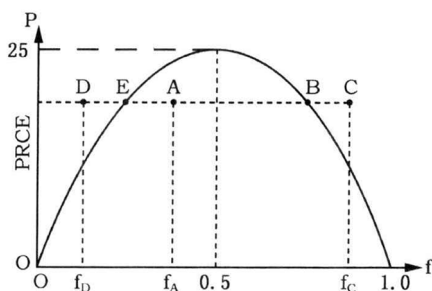


图 1 Rohlfs 的倒 U 型需求曲线

图 1 描述之所以重要,是因为它初步给出了新技术扩散中临界容量值的测算思路。也就是说,在既定的价格条件下, E 点所对应的初始规模就是临界容量,市场最终的均衡状态以此为分界点走向零均衡和非零均衡,这一结论具有开先河的意义。

强化和验证上述结论的当属 Joseph Farrell 和 Garth Saloner(1985)。在构造一个可能造成次优技术占领市场的市场失灵的假设环境下,研究消费者的消费决策(含技术市场占有率预期)和社会福利的变动。在这个假设环境中,可以潜在地看出政府促进福利增进的预期与现实效率之间的差距,感知公共政策对社会福利的重大促进意义。更具体地说,在新技术扩散中,选择权在于消费者的既有技术规模和对新技术的预期比较,政府政策可以施加给消费者,使得消费者之间的博弈过程力图避免产生潜在的低效率;过大惰性和过大冲力<sup>①</sup>。

此外, Nicholas Economides 和 Charles Himmelberg(1994)在延续以往学者的分析思想基础上,创造性地构建了一个需求模型,最终也得到了一个类似的倒 U 型需求曲线。但是,与 Jeffrey Rohlfs 等人不同的是, Economides 和 Himmelberg 更直接认为临界容量在定量测算中是“给定价格和市场结构条件下,能够在均衡中存在的最小用户数量规模”。这个看法显然就更为关注新技术扩散过程中,其规模、时间上的总体均衡水平。市场上新技术启动问题,被其归结到临界容量的启动和静态分析上来。因此,有比较意义的是 Detlef Schoder(2000)的观点,在他的模型的构建上,最大的特点是用概率论的方法

此外, Nicholas Economides 和 Charles Himmelberg(1994)在延续以往学者的分析思想基础上,创造性地构建了一个需求模型,最终也得到了一个类似的倒 U 型需求曲线。但是,与 Jeffrey Rohlfs 等人不同的是, Economides 和 Himmelberg 更直接认为临界容量在定量测算中是“给定价格和市场结构条件下,能够在均衡中存在的最小用户数量规模”。这个看法显然就更为关注新技术扩散过程中,其规模、时间上的总体均衡水平。市场上新技术启动问题,被其归结到临界容量的启动和静态分析上来。因此,有比较意义的是 Detlef Schoder(2000)的观点,在他的模型的构建上,最大的特点是用概率论的方法

来取代传统的线性模型,使分析从静态转向动态,参见图 2。

转向动态分析,这是临界容量研究的极端跨越。如图 2 所示,假设某种技术 1 在  $t$  时刻的市场规模为  $F_1(t)$ ,存在这样一个临界容量  $F_1^0$ ,在  $(0, F_1^0)$  区间内市场规模对时间的导数为负,市场规模则萎缩,而  $(F_1^0, 1)$  区间内的市场对时间的

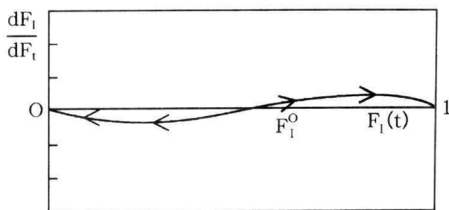


图 2 动态分析中的市场规模变化

导数为正,技术市场规模将扩张。这种现象被诠释为正反馈现象,而临界容量也被 Detlef Schoder 定义为介于正反馈、负反馈效果之间的转折点。

由上综述可见,学者们对以技术外溢性为主要特征的现代经济予以了不同角度的动态过程分析,实质上对新技术扩散的研究已经出现了大体轮廓。本文尊重既有理论成果,同时力图研究新技术扩散的动态速率和量能问题。本文的观点是:一般以为,达到临界容量会具备自增强效应是新技术得以扩散的必然与规则,为促使新技术扩散,社会福利自增强效用发生,政府政策需要对临界容量的实现起到推动作用。但是很显然,临界容量的测算中对于不规则和偶然性因素造成的影响应予以准确描述和概括。新技术扩散中的动态经济过程研究需要非线性数理工具,在传统经济学中,正反馈的现象和技术外溢性其实已经被认识到,只是因为缺乏相关的工具,无法进行分析。本文研究的核心目标就是,在以往研究的基础上,引入 OOP(面向对象程序设计)思想,运用 JAVA 编程环境构建充满个性的随机消费者群,并以此为基础,以数理方法来求解特定环境下新技术的启动和扩散,同时,对其影响因子的作用方式和作用强度做比较分析。

### 三、基于 OOP 的市场模拟

进行新技术启动和扩散的市场模拟,必不可少地要对市场上新技术的承接人,即消费者进行研究,这也是 OOP(面向对象程序设计)思想的精华所在。在一般条件下,消费者假设可以从两个角度作出,角度一:假设出消费者的需求函数。角度二:假设出消费者的效用函数。两种假设最终都是为了找出竞争的结果,并对效率得失作出判断。相互优劣为:

1. 基于消费需求函数假设的模型具备实证意义上的扩展性,目前国内学者的建模做法是,当通过计量工具找出现实中实际存在的需求函数时,模型就可以用来理解现实。但是其缺点是无法深入消费者问题的细节,这种假设就像是一个黑箱,给出了输入输出,却无法得知其内在变化的过程。

2. 基于消费者效用函数的假设。即直接面向消费需求函数的基础——消费者。这可以方便地研究消费者行为或者说消费决策对最终市场结果的影

响;不足之处在于,虽然对每一个消费者作出不一样的假设是较为符合现实的,但在 OOP 思想尚未引入经济学分析之前,这样做几乎不具备可能性,因此,之前人们的建模手法大体上都是对整个消费者群做一个假设。比如在穆萨-罗杰模型中,消费者关注的是产品的质量,但不同消费者对质量的关注程度不同,于是他们假定市场上有  $N$  个消费者,对质量的偏好参数  $\theta$  均匀分布于偏好参数空间  $[0,1]$  内。在这个模型中,显然存在一个无法隐藏的软肋,那就是消费者与消费者之间区别化的变量只能有一个。 $\theta$  以外加入其他的将不同消费者区别开来的元素是很难做到的。而消费者群数目庞大,两个或两个以上的用以区别消费者的变量将使后面的数学过程变得极其复杂,且又无法归纳出可以简化的规律,这就大大制约了对消费者选择问题进行全面而深入的探讨的可能性。

令人欣喜的是,运用 OOP 思想可以弥补假定 2 中存在的不足。这里将在计算机中产生一个数目为  $N$  的消费者群,在这个消费者群中的每一个消费者都有自己的个性,即他可以与其他消费者有各种各样的不同,与此同时,我们在设定消费者群的过程中引入各种随机因素,以弱化我们对消费者的假设,最终得到一个近乎随机产生的完全模拟式的消费者群。当然,有一点必须清楚,随机的前提下产生的结论却是必然的,也就是说,如果我们能够得到一些结论,那么,它就是在近乎于极弱假设下得到的真实的强结论。

还有一点需要说明的是,开始在 JAVA 环境中构建随机消费者群之前,需要讨论市场的界定,即在新技术扩散过程中,消费者如何作出选择决策,以找出影响选择决策的变量。在本文的模型中,强调既有旧技术条件下,新技术扩散过程依赖于消费者的选择决策,它受到以下变量的影响:新技术扩散中的价格(成本)、既有旧技术的价格和已有市场规模、新旧技术偏好、消费者协同价值认同参数和新旧技术间的转移成本大小等。

以下是 OOP 市场模拟的分析思路。

假设市场上存在新旧两种技术,企业 1 代表旧技术维护者,它占有和支配旧技术现有市场规模;企业 2 代表新技术倡导者,它支配新技术市场规模,意味着启动或者扩散。在  $t$  期,新旧两种技术市场规模分别为  $M_{1t}$ 、 $M_{2t}$ ,价格为  $p_{1t}$ 、 $p_{2t}$ ,技术存量为  $T_{1t}$ 、 $T_{2t}$ ,消费者对技术(或技术的效应认同)的偏好为  $\theta$ ,协同效应参数(也可以认为是消费者协调成本参数)为  $\beta_1$ 、 $\beta_2$ ,从旧技术转移到新技术时的转移成本假设为  $TC_{1t}$ ,显然,从新技术也可以回归到旧技术(Joseph Farrell,1985),其转移成本为  $TC_{2t}$ 。

某一个消费者在某一次消费决策时首先考虑使用旧技术和使用新技术所能带来的效用。这里将效用函数设为  $U_{1t} = \theta T_{1t} (M_{1t} + \beta_2 M_{2t}) / N$ 、 $U_{2t} = \theta T_{2t} (M_{2t} + \beta_1 M_{1t}) / N$ 。这种设定在做理论探讨时是比较合理的,当然,也可以假设成其他的函数形式,甚至可以让不同的消费者有不同的效用函数,即让效用

函数存在随机性,这些对后面的讨论都不会发生影响。关键在于,进行函数假设时,因变量与自变量之间的正向、反向关系必须确定。消费者对技术市场规模的预期、对技术的消费效用评价应该与自身该技术市场规模、技术存量成正比,同时,在协同效应参数不为 0 的条件下,对手产品的技术选择也会带来一定的外溢性。

如果在新旧技术之间的选择不涉及转移成本的情况下讨论,则当  $U_{1t} - p_{1t} > U_{2t} - p_{2t}$  时,消费者维持旧技术;当  $U_{1t} - p_{1t} < U_{2t} - p_{2t}$  时,消费者选择新技术。当然,这是消费者可以在两种技术之间自由选择而不需要付出任何成本时的情况。当转移成本存在时,事情就不一样了<sup>②</sup>。考虑到企业策略和消费者个性对转移成本的影响,转移成本可写为如下形式:  $TC_{\text{now\_net},t} = TC'_{\text{now\_net},t} + TC''_{\text{now\_net},t}$ 。

其中:  $TC'_{\text{now\_net},t}$  是与企业策略(如积分、升级、道具物品、VIP 折扣、锁定等)相关的转移成本,这部分转移成本可以写为  $TC'_{\text{now\_net},t} = r'_{\text{character\_now\_net}} \times t_{\text{stay\_in\_now\_net}} \times ETC_{\text{now\_net}}$ , 这里  $ETC_{\text{now\_net}}$  ( $ETC_{\text{now\_net}} \geq 0$ ) 用来衡量企业锁定策略的强弱,  $ETC_{\text{now\_net}}$  取值越大,说明企业在增加消费者转移成本、锁定消费者方面所下的功夫越大;  $t_{\text{stay\_in\_now\_net}}$  代表消费者在现有技术市场上所呆的时间,持续停留在某一技术上的时间越长,消费者学习效应越佳,放弃该技术所要付出的成本就越大;  $r'_{\text{character\_now\_net}}$  用来衡量消费者个性。

$TC''_{\text{now\_net},t}$  是对  $TC'_{\text{now\_net},t}$  之外的,与消费者个性相关的转移成本的衡量,以学习成本、时间价值等为代表。  $TC''_{\text{now\_net},t}$  写为  $TC''_{\text{now\_net},t} = \lambda_{\text{forget\_ratio\_target\_net}} \times r''_{\text{character\_target\_net}} \times \bar{C}$ 。其中:  $\bar{C}$  是我们给定的一个参数,当我们构建的消费者群从整体上看学习能力很弱、或者用于学习的时间机会成本很高时,  $\bar{C}$  就表现为一个很大的数值,当新技术的学习、适应与人员培训仅仅需要很低的成本就能完成时,  $\bar{C}$  就表现为一个很小的数值;  $r''_{\text{character\_target\_net}}$  用于衡量消费者的个性,有些消费者的学习能力强、知识和技能的更新速度快,这些消费者的  $r''_{\text{character\_target\_net}}$  较小,从而他们的转移成本会较小,在新旧技术之间表现出较强的流动性,有些消费者则相反,他们或者是因为年龄、或者是因为忙碌,进入另外一种新技术的成本较高,这些消费者的  $r''_{\text{character\_target\_net}}$  就较大;  $\lambda_{\text{forget\_ratio\_target\_net}}$  是用以衡量消费者对过往知识、技能遗忘程度的参数,有些消费者现在使用的是新技术,但他们曾经使用过旧技术,那么,如果有一天他们发现旧技术带来的净效用更高,他们要重新回到旧技术的时候,他们所需要付出的学习成本比起那些从来没有使用过旧技术的消费者来说,将会更小。本文设定  $\lambda_{\text{forget\_ratio\_target\_net}} = t_{\text{ever\_target\_net\_to\_now}} \times r'''_{\text{character\_target\_net}}$ , 其中  $r'''_{\text{character\_target\_net}}$  代表不同消费者不同的遗忘的速度,  $t_{\text{ever\_target\_net\_to\_now}}$  代表消费者离开目标技术类别选择的时间。

在讨论完不可或缺的新旧技术之间的转移成本后,可以将消费者的消费决策方式写出如表 1 所示。

表 1 新旧技术的选择

初始选择	判 断		选 择	
无	$U_{1,t} - TC_{2,t}'' \geq U_{2,t} - TC_{1,t}''$ <sup>③</sup>	$U_{1,t} - TC_{2,t}'' \geq 0$	旧技术	
		$U_{1,t} - TC_{2,t}'' < 0$	无	
	$U_{1,t} - TC_{2,t}'' < U_{2,t} - TC_{1,t}''$	$U_{2,t} - TC_{1,t}'' \geq 0$	新技术	
		$U_{2,t} - TC_{1,t}'' < 0$	无	
旧技术	$U_{1,t} < U_{2,t}$	$U_{2,t} - TC_{1,t} \geq U_{1,t}$	$U_{2,t} - TC_{1,t} \geq 0$ $U_{2,t} - TC_{1,t} < 0$	新技术 无
		$U_{2,t} - TC_{1,t} \geq U_{1,t}$	$U_{1,t} \geq 0$ $U_{1,t} < 0$	旧技术 无
		$U_{1,t} \geq U_{2,t}$	$U_{1,t} \geq 0$ $U_{1,t} < 0$	旧技术 无
	$U_{1,t} > U_{2,t}$	$U_{1,t} - TC_{2,t} \geq U_{2,t}$	$U_{1,t} - TC_{2,t} \geq 0$ $U_{1,t} - TC_{2,t} < 0$	旧技术 无
		$U_{1,t} - TC_{2,t} \leq U_{2,t}$	$U_{2,t} \geq 0$ $U_{2,t} < 0$	旧技术 无
		$U_{1,t} \leq U_{2,t}$	$U_{2,t} \geq 0$ $U_{2,t} < 0$	新技术 无

表 1 确定消费选择后,可开始在 JAVA 环境中利用 OOP 思想构建随机消费者群。写出消费者类(Class Customer),其属性包括以下几个方面:

表 2 消费者类的属性

$\theta$	消费者技术偏好; $e^{\mu}$ ,其中 $\mu$ 为满足正态分布的随机数。
info_lag;	信息延迟,用以衡量消费者获取信息的能力。 <sup>④</sup> 随机地从 0、1 中选择一个作为其赋值。
consumption_interval	消费间隔,描述消费者两次消费之间的时间间隔。随机地从 0、1、2、3、4、5、6 中选择一个作为其赋值。
t <sub>stay_in_now_net</sub>	衡量消费者留在既有技术状态的时间。
r <sup>i</sup> character_old_net	如上文。产生一个(0,1)之间的随机数作为其赋值。
r <sup>n</sup> character_new_net	如上文,原选择是旧技术,转移的目标网络为新技术网络。产生一个(0,1)之间的随机数作为其赋值。
r <sup>m</sup> character_new_net	如上文,原选择是旧技术,转移的目标网络为新技术网络。产生一个(0,1)之间的随机数作为其赋值。
r <sup>i</sup> character_new_net	如上文。产生一个(0,1)之间的随机数作为其赋值。
r <sup>n</sup> character_old_net	如上文,原选择是新技术,转移的目标网络为旧技术网络。
r <sup>m</sup> character_old_net	如上文,原选择是新技术,转移的目标网络为旧技术网络。
r <sup>i</sup> character_old_net	如上文。产生一个(0,1)之间的随机数作为其赋值。
net_choice_now	现在选择的技术。根据消费者选择确定。
t <sub>ever_old_net_to_now</sub>	有多久没有使用过旧技术。若现在使用旧技术,则为 0。
t <sub>ever_new_net_to_now</sub>	有多久没有使用过新技术。若现在使用新技术,则为 0。

值得注意的是,对于消费者群的属性划分看起来繁琐,实质上却含有消费者的新旧技术博弈的内涵。在类中潜在地表现出两个方法,一个用来返回消费者决策,一个根据消费者决策修改相关属性。消费者类产生后,在内存中就生成 N 个消费者对象,让其在虚拟的市场中自由地根据自己的个性进行消费选择,产生一条市场演化的路径,如此选择相关变量来作为记录这条路径的关键,通过对市场演化路径的分析来得到一些有用的结论。

#### 四、新技术扩散静态分析

首先进行试验 1,随机产生一个消费者群,数量为 10 000(这些数值可任意确定,如 9 999 999 等数字),在此基础上,取各个参数值<sup>⑤</sup>如下:

$$p_1 = p_2 = 50, M_0 = 6\ 500, T_1 = 400, T_2 = 800, \beta_1 = \beta_2 = 0, ETC_{old\_net} = ETC_{new\_net=0}, \bar{C} = 0。$$

在确定新、旧技术价格( $P_1$ 、 $P_2$ )，技术存量( $T_1$ 、 $T_2$ )，协同效用参数( $\beta_1$ 、 $\beta_2$ )，旧技术市场的初始规模( $M_{10}$ )，及另外的两个参数(ETC)的初始值后，只要再取定新技术扩散中的初始规模  $M_{20}$ ，就可以让随机消费者群自发演化。为了判断新技术扩散的趋势和扩散速率，可以将新技术的市场初始规模定为 0，之后再变化到 3 509 或更大值。运用计算机程序打印出全部的 3 501 组数据。经过分析后，将关键的、用以说明问题的几组数据列出：

表 3 新技术扩散速率表

$M_{20}$	期数																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	19	21							
2 909	1 714	1 028	580	276	96	0	0	0	0	0	0	...	0	0							
3 009	1 772	1 064	597	283	99	0	0	0	0	0	0	...	0	0							
3 109	1 827	1 093	615	292	103	0	0	0	0	0	0	...	0	0							
3 206	3 086	1 836	1 072	573	283	82	0	0	0	0	0	...	0	0							
3 207	3 133	1 865	1 090	585	290	83	0	0	0	0	0	...	0	0							
3 208	3 153	1 879	1 095	588	291	83	0	0	0	0	0	...	0	0							
3 209	3 262	5 888	7 490	8 595	9 304	9 730	9 961	9 967	9 969	9 971	9 972	...	9 972	9 972							
3 210	3 285	5 905	7 499	8 601	9 309	9 730	9 961	9 967	9 969	9 971	9 972	...	9 972	9 972							
3 211	3 294	5 912	7 507	8 606	9 310	9 730	9 961	9 967	9 969	9 971	9 972	...	9 972	9 972							
3 212	3 303	5 916	7 510	8 607	9 310	9 730	9 961	9 967	9 969	9 971	9 972	...	9 972	9 972							
3 239	3 751	6 220	7 697	8 736	9 396	9 776	9 963	9 967	9 969	9 971	9 972	...	9 972	9 972							
3 269	5 886	7 557	8 640	9 330	9 761	9 960	9 970	9 972	9 972	9 972	9 972	...	9 972	9 972							
3 299	5 905	7 567	8 645	9 334	9 762	9 960	9 970	9 972	9 972	9 972	9 972	...	9 972	9 972							
3 309	5 911	7 571	8 649	9 336	9 764	9 961	9 970	9 972	9 972	9 972	9 972	...	9 972	9 972							
3 409	5 975	7 612	8 669	9 343	9 767	9 961	9 970	9 972	9 972	9 972	9 972	...	9 972	9 972							
3 509	6 055	7 668	8 705	9 369	9 785	9 970	9 979	9 981	9 981	9 981	9 981	...	9 981	9 981							

如表 3 所示，新技术的市场初始规模若为 3 208，新技术最终将在市场竞争中被消费者放弃，而如果其初始规模增加 1，变为 3 209，结果就发生了显著的变化，原来成为竞争中的失败者不仅不会被淘汰，反而将获得消费者的认同，占有绝大部分的市场。这证明了两点，其一，新技术扩散的量能显然存在拐点，即临界容量点；其二，新技术扩散中其速率的变动极为重要，扩散速率的初值变化对市场最终结果的影响极大，如图 3 所示。

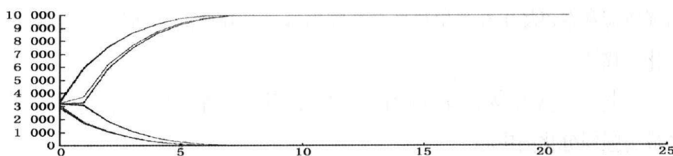


图 3 新技术扩散速率的演化图

将新技术扩散中初始规模的速率 3 206~3 212 的数据绘图如图 4 所示。

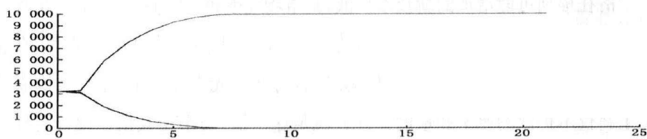


图 4 初始速率 3 206~3 212 扩散速率演化图

将图 4 左侧的细部放大后得图 5。

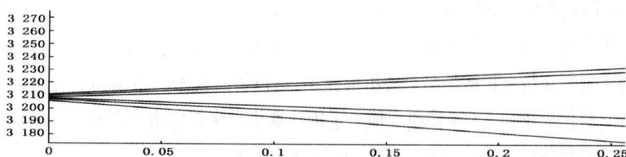


图 5 图 4 左侧细部放大后的新技术扩散速率图

如图 4、图 5,新技术和旧技术竞争中,市场表现为一种不稳定的状态,一种新的技术或者占领市场,或者被淘汰,似乎带有太大的随机性,从消费者预期和选择来看,似乎取决于消费者群中任何一个消费者的一个边际选择,其选择决定了临界容量。

需要作出补充说明的是,新技术的扩散速率还借助于传统经济理论中的正反馈行为,也就是说,新技术扩散并非一旦速率上升,就能超过旧技术而占有整个市场。市场发展的均衡结果可能是多态的,两极分化的现象不一定会出现(在后续的动态分析中将看到这一点),旧技术市场规模的自我加强或者衰弱有时在临界容量(拐点)附近只能表现出一个趋势,企业要真正控制大部分的市场,需要使欲推广的新技术规模超过临界容量达到一定的数值才能做到。这点与 Jeffrey Rohlfs 和 Economides 等人先前对临界容量的描述有相似之处,临界容量可以保证新技术扩散的基本量能,使自增强效应产生,并在市场中生存,以达到“促成一个新技术市场规模的非零均衡”;但是,这里也有与 Jeffrey Rohlfs 和 Economides 等人不同的观点,即出于探讨次优技术占领市场及政府介入改善市场效率的可能性的目的,我们认为仅仅用自增强效应来概括临界容量的全部特征也是不够的,临界容量应该包括新技术成功、旧技术失败、次优技术占领市场的非效率消失的临界状态的描述,换句话说,仅仅用自增强效应和在市场上获得生存来判断临界容量是片面的,它应该还包括强弱分化的描述。

因此,本文对临界容量的研究,突出体现其两方面的特征:自增强效应已经成为强弱分化的中心。

### 五、新技术扩散动态分析

潜在福利可能增加的新技术扩散,其市场规模超过临界容量,成为市场竞争中的赢家,无疑是政府和企业,以及每一个新技术倡导者的渴望,但是,在企业竞争策略、政府公共政策开始行动之前,有必要先关注一下:是什么因素决定了新技术扩散的速率和量能? 并且就是这个值,而不是其他? 或许这样几个因素可以用来说明:消费者特征,新技术扩散价格(成本),既有旧技术存量 and 市场规模,以及旧技术维护者锁定策略。

1. 消费者特征。进行试验 2:重新生成一个随机消费者群,其他参数值与试验 1 相同,试验结果如下:

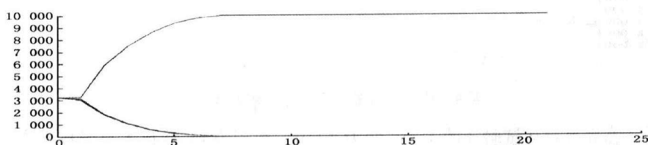


图 6 新技术扩散的动态演化图

新技术扩散的量能基值(临界容量)从 3 209 变为 3 217,验证了消费者特征与临界容量的相关性。每一个不同的消费者群,都带有独一无二的消费者特征,这个消费者特征决定了企业策略应用的环境。它决定了企业在进行市场扩张之前,需要进行市场调查,当然,也许企业无法获得全部的关于消费者的信息,但仅仅是全部信息集中的一部分,都可以让企业有针对性地制定出更合理的发展策略。

2. 价格。价格从来都是市场竞争中的重要因素,在西方经济学发展历史中,价格在很长时间内都是进行各种经济分析和经济学理论模型构建的最重要的变量。在现代经济社会,价格或许不再是决定消费选择的惟一因素,但它在这一过程中依然发挥着不可替代的作用。为此,有必要分析价格变量在新技术扩张过程中的作用。

试验 3:在试验 2 生成的消费者群的基础上,保持各项参数值不变,仅改变新技术扩散的价格(或以成本计算)。这里令  $p_2 = 0$ ,即新技术以免费的方式提供。试验结果如下:

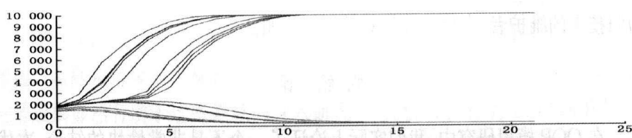


图 7 临界容量为 1 787 的新技术扩散演化图

图 7 中的临界容量为 1 787,可以看到,低价渗透策略是奏效的。与 3 217 相比,支撑新技术扩散的基值(临界容量)大大降低了。这意味着,只要代表新技术的市场规模在 0 期达到 1 787,新技术市场的网络自增强效应将开始加强,直至成为竞争中的胜出者。

3. 技术存量。关注新技术扩散的直接原因就在于技术进步的重要性和次优技术占领市场的可能性。直觉告诉我们,技术存量是新技术扩散过程中的重要因素,事实上也的确是这样,我们用下面的试验来说明这一问题。

试验 4:在试验 2 生成的消费者群的基础上,保持试验 3 中各项参数不变,仅改变新技术本身的技术存量,将  $T_2$  从 800 减为 600,试验结果如下:

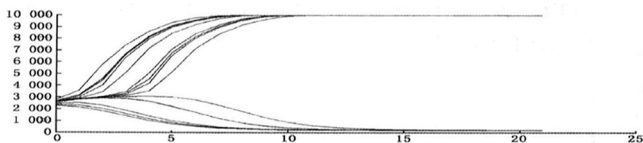


图8 技术存量差距下新技术扩散演化图

临界容量从试验3的1787变为2601。可以看到,新技术与旧技术之间的技术存量差距越大,临界容量就越小,实现新技术扩散的难度就越小。而根本的技术变革,将会毫无疑问地砸碎套在市场上的旧技术壁垒新技术将成为流行的理念。

4. 锁定策略。试验5:在试验2生成的随机消费者群的基础上,沿用试验3中的各项参数,仅改变 $ETC_{old\_net}$ ,使其从0变为20,试验结果如下:

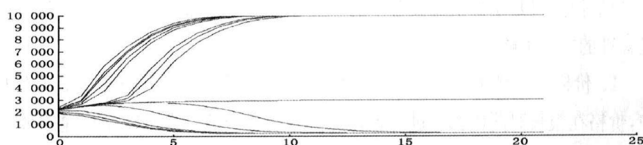


图9 锁定策略下新技术扩散演化图

临界容量从试验3的1787变为2217,新旧技术之间实现强弱分化的过程也稍稍表露出一些平缓的趋势,这说明旧技术维护企业的锁定策略奏效。在没有锁定策略之前,一个现期的既有技术规模已经达到1787的新技术市场规模将会让支配旧技术的在位企业战栗,而有了锁定策略之后,除非新技术加大扩张,使其现有技术规模达到2217,实现技术扩散规模的自增强,否则作为旧技术的维护者,在位企业将对其不屑一顾。

## 六、结论

在 OOP 模拟研究中,我们实际上论证了一个不是非常愉快的结论:次优技术占领市场是可能的,如果在新技术扩散中,其市场规模不能超过临界容量,就不可能打破旧技术的藩篱,实现技术更新;而一旦新技术扩散的规模超过了临界容量,新技术将表现出扩散中的加速效应或自增强效应,从而到达一个规模更大的均衡,当然,这个均衡也并不意味着就是新技术对整个市场的占有,新技术扩散速率只是表现出了一种自增强的效应并成为强弱分化的中心,政府要使得整个社会福利增进,还需要花费更多的力气最终将新技术锁定在“成功”扩散的路径上。与此同时,我们验证了一个事实,新技术扩散是在一个非线性系统下完成的,这个非线性系统的“阈值”就是本文强调的临界容量。由此也得到一个令人欣慰的结论,新技术打败旧技术并占领市场是可能的。在新技术扩散过程中,有若干个重要的因素,例如消费者特征、价格、技术存

量、转移成本乃至协同等。新技术的带领者们应该相信并实践以下的这些策略：“进行消费者分析、制定合适的价格、加快研发速度和施行锁定”，因为这些无一不是新技术在扩散中获取竞争制胜的关键。

对于政府而言，自由市场下次优技术占领市场的非效率为其干预经济提供了合理的理由。必须指出的是，我们所说的干预必须是恰如其分的。显而易见，由政府来确定一种“技术”标准并不合适，虽然自由竞争的结果不一定是优胜劣汰，存在非效率的可能。但相对政府干预经济时可能存在的政府失灵和行政干预引发的体制上的非效率而言，这种与“技术锁定”相关的非效率在某种程度上说甚至是可以接受的。我们所说的“恰如其分”的政府干预，正如本文在临界容量影响因子分析中所指出的那样，首先应该体现在政府对消费者、企业认识新技术方面所作的干预和努力上。在新技术扩散过程中，这种干预和努力将增加消费者对新技术的协同价值的认识，加速新技术扩散，从而提高市场效率，增进社会福利。当然，政府还可以通过其他方式进行效率改善。这些方式包括对新技术企业进行若干形式的补贴、有针对性地降低新技术扩散中消费者选择和使用上的转移成本（如提高国民素质和学习能力）、缓解技术产品市场上的信息不对称、帮助消费者增加对新技术的接触和认知等。

本文分析基于新技术扩散，但正如前文所强调的那样，此研究对于我国的微、宏观经济环境的研究具有重要的影响意义和实际作用。政府在力促经济增长的过程中，必然要考虑关键变量或参数的速率和量能的和谐发展问题。以房地产金融为例，20世纪末期，作为促进GDP增长的有力产业政策组成之一，其启动和扩散已经得以实现；而目前的状况是，私人储蓄转化为投资，企业闲散资金注入、银行及基金机构资金的进入，俨然形成资本流动性过剩问题，以此政府作出若干调控和管制政策，但其行为绩效却难以衡量。目前国内对房地产金融是持续健康发展还是发展过热的评判上，缺乏有力的测算数据，本文的成果显然有助于这些领域的深入研究。与此同时，作为OOP研究的尝试者，本文的研究尽管是初步的，但将对解决中国经济问题有所作为。

#### 注释：

- ① 过大惰性是指当出现一个更新且更优越的新技术时，消费者纷纷等待别人采用这一新技术或等待别人先作出选择，从而自己导致滞留在目前的低级技术中，以致于市场低效。而过大冲力则是指消费者因为担心别人已经选择了新技术而自己陷入老技术的困境，因而竞相采用新的低级“新”技术。由此，消费者对新技术的预期显得非常重要。
- ② 经济学中把转移成本当作是对路径依赖程度和锁定程度的衡量，它包括在最初采用的技术中所含的沉没投资、培训成本、人力资源成本、难以用金钱衡量的时间价值，甚至包括使用者对新系统的不习惯等等。
- ③  $T_{2,1}^m$  表示一个原来的选择是新产品（产品2）的消费者改变消费选择，进入网络1即旧产品网络需要的学习成本、时间成本，这与原来不选择任何产品的消费者进入旧产品网络需要的学习成本、时间成本是一样的；当然，这里出于简化讨论的考虑，做了一个两种产

品网络在知识、技能学习上没有外溢性的假设。在更进一步的模型中,可以把知识的外溢性包括进来。

- ④有些消费者关注当前市场状况,能以当期的市场信息为基础进行消费选择;有些消费者则有信息延迟,以过时的信息作为依据。本文假定消费者不是麻木的,因此,信息延迟最多为1期,当然,改变这一假设也不会影响本文的结论。
- ⑤参数的选择似乎带有很强的随机性,但实际上无论参数如何取值,结果都不会发生改变,正如化学实验一样,化合物之间的相互作用及其机理并不随着实验物品的数量改变而改变。

参考文献:

- [1] Detlef Schoder. Forecasting the success of telecommunication services in the presence of network effects[J]. Information Economics and Policy, 2000, (12): 181~200.
- [2] V W Latan. Incentive system evaluation theory[R]. SanLian Publication House, Shanghai of China, 1994.
- [3] Rogers Everett. Diffusion of innovations[M]. New York: Free Press, 1995.
- [4] Klemperer P. The competitiveness of markets with switching costs[J]. Rand Journal of Economics, 1987, 18: 138~50.
- [5] G Ellison, D. Fudenberg, rules of thumb for social learning[J]. Journal of Political Economy, 1993, 101: 612~643.
- [6] M Trajtenberg. The welfare analysis of product innovations with an application to computed tomography scanners[J]. Journal of Political Economy, 1989, 97: 444~479.
- [7] G Saloner, A. Shepard, adoption of technologies with network effects: An empirical examination of the adoption of automated teller machines[J]. Rand Journal of Economics, 1995, 13: 479~501.

## A Study on the Velocity and Energy of New Technology Popularization: The Use of OOP Experimental Ideals in Welfare Calculation and Government Policies

DU Yun, ZHANG Ming-hong

(Department of Public Economics, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Among three efficiencies in economics, productivity efficiency, allocation efficiency and dynamic efficiency, dynamic efficiency, whose core is new technology expansion, is the most important aspect, and it decides fundamentally the varying change of social welfare. As an innovation, this paper introduces OOP experimental ideals, takes use of iBuilder economic environment simulation, to analyze and research the dynamic game among advocator of new technology, maintainer of old technology and propeller of social welfare(government), and to study the dynamic velocity of new technology expansion and energy. This paper tentatively solves the problem of index measurement of new technology expansion and the progressing of social welfare etc.

**Key words:** new technology popularization; exteriority; critical-capability; OOP (责任编辑:许 柏)