

# 技术创新采用决策影响因素研究

张 昕, 王学军

(武汉大学 经济管理学院, 湖北 武汉 430072)

摘 要: 基于企业收益期望 $E(\alpha w)$ 是企业采用决策的根本依据的假设, 建立了一个企业采用决策网络模型, 从网络环境、非自身网络节点、自身节点入手, 深入分析了影响企业收益期望 $E(\alpha w)$ 的因素。

关键词: 技术创新; 采用决策网络模型; 环境因素; 自身节点; 非自身节点

中图分类号: F091.354

文献标识码: A

文章编号: 1001- 7348(2008) 04- 0088- 03

## 0 引言

创新是经济增长的发动机, 但是, 如果一项创新不能快速传播, 其潜在的社会价值就不能完全实现, 对经济发展的作用也无从谈起。正如英国经济学家Stoneman<sup>[1]</sup>所言: “一项新的技术除非得到广泛的应用和推广, 否则它不以任何物质形式影响经济”。创新研究的鼻祖Schumpeter<sup>[2]</sup>在其《经济发展理论》中谈到, 创新的大面积或大规模地“模仿”即为创新扩散。Rogers指出, 创新扩散是创新在社会系统的成员之间通过一定的渠道随时间传播的过程。技术创新扩散是潜在采用者在一个充满不确定性的社会网络环境中, 受网络节点(包括自身)及网络环境多重因素的影响, 依据采用一项新技术所耗费的成本与所得效用的期望进行决策的一个累积或总的结果。因此, 分析潜在采用者面对某项创新时的采纳决策过程, 是分析创新扩散的微观基础。本文在构建企业技术创新采用决策的网络模型的基础上, 探讨了影响技术创新采用决策的影响因素。

## 1 企业技术创新采用决策的网络模型

技术创新扩散的社会网络可以用图R(见图1)来描述。 $R=(V, E)$ , 节点 $v_i \in V$ 表示第 $i(i=1 \dots f(t))$ 个潜在采用者或者已采用者, 边 $e_{ij} \in E(i, j \in V)$ 表示 $i$ 的近邻 $j$ 节点对 $v_i$ 节点收益期望的影响强度(并不是所有节点都与 $v_i$ 相邻),  $f(t)$ 表示 $t$ 时刻的节点总数。

假设1: 企业是完全理性的, 依据采用某项技术创新的收益期望 $u_i$ 决定接受或是拒绝采用某项技术创新。

假设2: 技术创新扩散水平 $S=\sum G(u_i)$ ,  $G(u_i)=P\{u_i>0\}$ , 表示节点 $v_i$ 的采用概率分布函数, 如这个是已采用者则 $G$

$(u_i)=1$ ,  $u_i=\alpha w - r_i$ ,  $\alpha=\sum e_{i,j}+e_{i,i}+c$ ,  $r_i$ 是潜在采用者 $r_i$ 采用技术创新所要求的最低收益(临界收益),  $u_i$ 表示节点 $i$ 的收益期望 $E(\alpha w)$ 与临界收益的差。 $w>0$ ( $w<0$ 时潜在采用者不会采用技术创新, 此处不作讨论)是某一时刻已采用

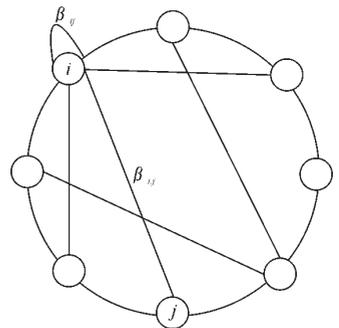


图1 技术创新扩散的社会网络

技术创新者采用技术创新的平均收益,  $c$ 表示网络环境对企业收益期望 $E(\alpha w)$ 的影响强度。

假设3:  $w$ 服从正态分布 $N(\bar{w}, \sigma^2)$ 。企业采用技术创新的必要条件是 $u_i > 0$ , 即:

$$\alpha w - r_i > 0$$

如果 $\alpha < 0$ , 则 $\alpha w - r_i < 0$ , 企业不会采用创新。此处,  $\alpha < 0$ 并不代表是负影响或者无影响, 只是说明负影响非常强。

如果 $\alpha > 0$ , 则:  $w > r_i/\alpha = \beta$

$$G(u_i) = P\{u_i > 0\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{\beta}^{+\infty} \exp[-(w - \bar{w})^2/2\sigma^2] dw = 1 -$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_0^{\beta} \exp[-(w - \bar{w})^2/2\sigma^2] dw$$

显然 $G(u_i)$ 是关于 $\beta, w$ 的递增函数, 本文主要针对 $\beta, E(\alpha w)$ 的影响因素进行探讨。

## 2 $\beta, E(\alpha w)$ 参数的影响因素分析

### 2.1 网络环境参数 $c$

技术创新扩散是在不确定的社会网络中进行的, 因此, 企业技术创新采用决策必然受网络环境的约束。网络

收稿日期: 2008- 03- 04

基金项目: 国家自然科学基金项目(70773084/G0304)

作者简介: 张昕(1980-), 女, 河南周口人, 武汉大学经济管理学院博士研究生, 研究方向为技术创新与人力资本; 王学军(1962-), 男, 河南鹿邑人, 武汉大学经济管理学院教授、博士生导师, 研究方向为技术经济及管理。

环境参数 $c$ 的影响因子包括: 技术创新产品的市场相对容量(市场需求量/供给企业数量)。技术创新产品的需求空间决定了潜在采用者采用技术创新的利润空间。基于生命周期理论, 一项产品的需求呈倒U型曲线。在创新产品初级阶段, 市场需求尚未完全开发, 需求较少, 但是生产企业也少, 创新产品的市场相对容量充足, 而且创新企业可以获得垄断利润; 进入产品成熟阶段, 市场需求与生产企业数量快速增长, 需求增长快于企业数量的增长, 市场相对容量急剧增长, 竞争也不断加剧, 最后, 新的替代品出现, 需求缩减, 市场相对容量下降。实质上, 企业采用技术创新的利润同市场的相对容量保持同步, 因此, 企业采用技术创新的收益期望同市场的相对容量期望 $c_i$ 成正比例关系。技术创新的采用成本。技术创新的采用价格即采用该项新技术的投资额, 包括技术创新的转让或购置价格和安装、调试、员工培训等附加费用, 也包括新产品的市场推广费用等。技术价格或投资额越大, 所带给企业的风险越高, 企业采用技术创新的收益预期越小, 企业越不愿采用创新。事实上, 早在1966年, Fliegel等<sup>[4]</sup>利用33个农场的实践数据对创新的15个特征与创新的采用进行了相关分析。结果表明: 具有高回报、低风险和不确定性的创新可以更快地被采用, 但是, 高成本、长成本回收周期将阻止创新的扩散并难以得到确认, 而在资本缺乏的环境中, 采用成本将会阻碍创新的采用。技术创新的社会评价。一项技术创新较低的社会评价使潜在采用者失去对创新进一步了解的兴趣, 从而阻断创新信息的进一步传递, 实际上是否定了创新的预期收益, 只有当一项技术创新的社会评价较高时, 潜在采用者才会有兴趣去评判该创新对自己的价值, 社会评价与企业的收益期望正相关<sup>[5]</sup>。政府财税金融激励强度。政府财税金融激励包括财政补贴、税收减免、政府采购、贴息等。政府的激励越大, 企业的收益预期越大, 企业越有采用技术创新的动力。专利保护强度。专利保护制度实质上是阻碍了技术创新信息的传递, 也增加了企业获取技术的成本, 但是, 专利保护制度的缺位又可能降低创新者的创新积极性, 政府政策的设计应该在两者之间寻求一种平衡。可以通过引导企业合作研发、有限范围的专利保护等专利制度使创新沿着社会福利最优的路径扩散<sup>[6]</sup>。技术创新信息传递的效果。技术创新信息传递的内容可能是有利的, 也有可能是不利的。如果是有利的, 信息传递的完全性可以降低企业的风险预期, 从而提高企业的收益期望, 企业更乐意采用技术创新。对于复杂性技术创新, 技术Know-how的传递极为重要, 但是较为固定, 不易扩散, 技术Know-how的获取阻力成为潜在采用者采用技术创新的主要障碍, 潜在企业通过组织学习, 甚至改变组织结构降低知识障碍<sup>[7]</sup>。值得关注的是, 产业空间集聚, 使得默会知识和非编码知识更容易流动, 知识溢出的效应更强, 这降低了创新采用成本并刺激了公司在自身价值链上对新知识的吸收<sup>[8]</sup>。市场竞争程度。一般用竞争者的数量、产业集中度、进出障碍来衡量产业的竞争程度。竞争程度对企业采用的影响是不确定的。一方面, 在高度竞争程

度环境中, 企业给予创新更多的资源分配和更激烈的定价策略(价格快速削减), 相对降低了潜在采用者的采用成本, 因此, 这将刺激创新更快速地扩散。过度竞争也迫使潜在采用企业为了生存, 不得不降低临界收益 $r_i$ ; 另一方面, 过度竞争有可能导致技术创新产品生产过剩, 利润空间减少, 潜在采用者的收益期望减少而更可能拒绝采用。正如 Levin et al<sup>[9]</sup>的发现一样, 企业高集聚的市场减缓技术创新的采用, 而更高的市场份额加速技术创新的采用, 但一般而言, 高集聚的市场平均有更高的市场份额。潮流效应。所谓的潮流效应是指在扩散过程中, 一个单元采用一项创新的决策在某些方面受到已经采用该项创新的单元数量的影响。潮流的压力压倒了潜在采用者个人对创新效率或者回报的评价。在极端的情况下, 采用者会采用技术上低效的创新或者拒绝技术上高效的创新。

## 2.2 采用决策者 $e_i$

潜在采用者是否采用创新, 取决于技术创新信息的积累效果和潜在采用者对创新的阻力水平的比较关系。如果技术创新信息的积累效果大于潜在采用者对创新的阻力水平, 采用就会发生。这种“采用阻力”因人而异, 是关于潜在采用者特性的一个函数, 更高的阻力需要更多的信息积累降低采用技术创新的风险成本, 促使采用发生。潜在采用者个体特征的差异使得采用者从采用技术创新中获取不同的利润回报。影响个体的特征包括: 企业规模。不同的企业对于新技术风险的态度存在差异, 这取决于企业的富有程度。规模大的企业相对于小规模企业而言, 能够承担更大的风险, 而且能够利用自己的规模优势, 迅速获得较高的市场份额, 因此, 规模大的企业有较小的风险估计和较大的收益期望, 而更早地作出采用的决策。根据“阈值”模型<sup>[10]</sup>, 企业在规模上的不均匀性是扩散的唯一阻力, 超过临界规模的大企业率先采用, 只在临界规模减小或综合规模增加时才使小企业也达到采用条件。David<sup>[11]</sup>通过对美国战前西部地区采用联合收割机的农场的规模进行了研究, 强调在既定利息及价格下, 采用收割机的农场必须达到一定规模。企业的技术能力。内生学习能力或企业的技能水平是影响技术创新的采用和采用效果的重要因素。企业的技术能力可以通过技术工人的水平、数量、工资来衡量, 技术工人的水平越高, 或者数量越多, 或技工的工资越高, 企业技术能力越强, 对技术的掌控能力越强, 企业采用技术创新的成本越低, 企业越有能力和意愿采用技术创新。可以把技术创新扩散的规模、速度选择时机看作是潜在采用者的技能分布函数, 技能高的企业先采用技术创新, 当新技术变得更友好和可靠的时候, 技能低的企业才采用。企业家的特征。首先, 潜在采用者采用日期的不均匀性与企业决策者对管理创新的态度有关。假定创新有两种不确定值: 一种是对采用者有利; 另外一种是对采用者造成损失。具有创新意识和冒险精神的决策者会给予“采用有利”更高的概率估计, 而对风险有较低的估计, 也就是说有更高的收益期望。因此, 会率先采用技术创新。依据采用创新的先后顺序不同, 把创新采用者分为5类: 创新者、

早期采用者、早期大多数、晚期大多数和滞后者,各类采用者对待创新的态度决定了他们采用创新的时间。比如,创新者具有冒险精神,而且不惧怕风险;早期采用者对创新具有很强的开放意识,他们的决策主要与社会环境相关;滞后者是保守主义者,他们对创新持怀疑态度<sup>[3]</sup>。其次,企业家所处的社会地位影响着他们的风险偏好,上层阶级比低级阶级更趋于保守,给予采用技术创新更高的风险概率估计。在创新的早期,上层阶级不愿冒风险采用技术创新;在创新的后期,技术创新的不确定性降低,上层阶级趋于更快速地采用创新<sup>[12]</sup>。企业所拥有的创新资源。企业所拥有的创新资源状况从客观上决定了企业采用创新的能力和采用技术创新获取利润的能力。企业掌控的创新资源越多,采用技术创新成功的概率越强,采用技术创新的收益期望越高,企业越有采用技术创新的可能。当技术创新资源的可获得性提高时,潜在采用者就会有更多的空间去创造、创新和采取超前行动,这是因为它提供了吸取采用技术创新所需的成本或采用失败所带来损失的缓冲器<sup>[13]</sup>。但是,企业现有设备的新旧程度和沉淀成本的高低影响企业的临界收益 $r_i$ ,现有设备越新,沉淀成本越高,企业选择技术创新的机会成本越高,相应的企业有更高的临界收益,因此,潜在采用者采用可能性降低。一般而言,新进入者、拥有陈旧设备的企业和扩展生产的企业,更可能采用技术创新。

### 2.3 技术创新的已采用者 $e_{ij}$

邻近节点分为两类:一类是技术创新的采用者;一类是创新的未采用者。两者对节点 $v_i$ 的采用决策影响是不同的,前者是正的效应,后者是负的效应。对节点 $v_i$ 的综合效应取决于两者示范效应的对比。 $e_{ij}(j \neq i)$ 的影响因子包括:

$v_i$ 与 $v_j$ 的同质程度。同质程度表示节点 $v_i$ 与 $v_j$ 在企业规模、技术能力、资源配置能力等企业特征方面的相似程度。 $v_i$ 与 $v_j$ 的同质程度越高, $v_i$ 认为自己的收益函数越接近 $v_j$ 的收益函数,也就是说 $v_j$ 的采用技术创新策略的选择是 $v_i$ 在信息不确定情况下的最优选择,因此,同质程度越高 $v_j$ 对 $v_i$ 的影响强度越大。 $v_j$ 的声望。声望意味着 $v_i$ 与 $v_j$ 之间建立的关系和信赖。在创新信息不确定的情况下, $v_j$ 的声望越高,越容易得到潜在采用者 $v_i$ 的信任, $v_i$ 越容易接受与 $v_j$ 相同的选择。也就是说,声望越高, $v_j$ 对 $v_i$ 的影响强度越高,但是,如果技术创新不存在不确定性,声望对于潜在采用者的决策将没有任何影响。 $v_i$ 与 $v_j$ 之间的亲密程度。 $v_i$ 与 $v_j$ 之间的亲密程度用 $v_i$ 与 $v_j$ 之间的社会关系的亲疏程度、交往的频率来衡量。 $v_i$ 与 $v_j$ 之间的关系越亲密,它们之间的信息流动越快, $v_j$ 对 $v_i$ 的影响越强烈。创新供给者“干中学”和“用中学”。创新供给方的“干中学”不断产生新的创新,致使生产边际成本下降,这样,技术创新产品价格也不断下降。一方面降低了技术创新的采用成本,另一方面扩大了技术创新产品的市场容量,从而提高了潜在采用者 $v_i$ 的收益期望 $E(\alpha w)$ 。“用中学”强调了新机器的生产者从用户的使用经历中学习的作用,由于这种学习,机器的品质不断得到

改善,从而被更多的 $v_i$ 所接受。

## 3 结语

基于技术创新采用决策网络模型,探讨了影响企业采用技术创新决策是多重因素相互作用的结果:通过假定采用技术创新的收益期望是企业是否采用技术创新的依据,根据采用技术创新的收益按正态分布,得到个体决策的概率模型,构建了影响企业技术创新采用决策的分析框架;利用企业采用技术创新的网络模型,深入分析了网络环境、非自身网络节点和自身节点对企业采用技术创新收益期望的影响因素;从理论上分析了影响采用技术创新收益期望的因素与技术创新采用决策的相关关系——正相关、负相关。

### 参考文献:

- [1] Stoneman P., Ireland N.J. The Role of Supply Factors in the Diffusion of New Process Technology [J]. *Economic Journal*, 1983(96): 142-50.
- [2] 傅家骥.技术创新学[M].北京:清华大学出版社,1998:366.
- [3] Rogers E. M. Diffusion of Innovations[M]. New York: The Free Press, 1983.
- [4] Fiegel F.C., Kivlin J. E. Attributes of Innovation as Factors in Diffusion[J]. *The American Journal of Sociology*, 1996,72(3): 235-248.
- [5] Deffuant, Guillaume., Huet, Sylvie, Amblard, Frederic. An Individual-based Model of Innovation Diffusion Mixing Social Value and Individual Benefit[J]. *The American Journal of Sociology*, 2005, 110: 4.
- [6] Carmen Matutes, Pierre Regibeau, Katharine Rockett. Optimal Patent Design and the Diffusion of Innovations[J]. *Rand Journal of Economics*, 1996(1): 60-83.
- [7] Attewell. Technology Diffusion and Organizational Learning: The Case of Business Computing [J]. *Organization Science*, 1992, 3(1): 1-19.
- [8] Baptista. Do Innovations Diffuse Faster Within Geographical Clusters?[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2000(18): 515-535.
- [9] Levin S.G., Levin S.L., Meisel, J.B. A Dynamic Analysis of the Adoption of a New Technology: The Case of Optical Scanners [J]. *Review of Economics and Statistics*, 1987(69): 12-17.
- [10] Davies S. The Diffusion of Process Innovations [M]. Cambridge University Press, 1979.
- [11] David P.A. Clio and the Economics of Qwerty. *American Economic Review: Papers and Proceedings*, 1985(75): 332-337.
- [12] Cancian, Frank. The Innovator's Situation: Upper-Middle Class Conservatism in Agricultural Communities[M]. Stanford University Press, 1979.
- [13] 康凯.技术创新扩散理论与模型[M].天津:天津大学出版社,2004.

(责任编辑:赵贤瑶)