

适宜技术扩散过程的动力学机制

王 玺

(上海电力学院 数理系,上海 200090)

摘 要:通过对适宜技术扩散问题建立Malthus模型和Logistic模型进行分析,认为后者能较好地描述技术扩散的发展过程,指出适宜技术推广者的决策依赖于对市场容量的估计。根据对Logistic模型的定性分析,提出了一种估计市场容量的方法。

关键词:适宜技术;技术扩散;技术推广

中图分类号:G301

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2008)12-0178-02

0 引言

关于企业技术创新,通常的观点是,企业应该把资源和技术用于开发对顾客有用的产品和服务。然而,为了使技术投资回报率最大化,企业必须全面地计划其技术的市场开发。有些技术可以被企业自己用于产品或服务的开发,但有时企业依靠自己的生产能力来利用这些技术开拓市场比较困难。如果将企业自己开发的技术成果转让给更多的人共同开发市场,将有利于技术投资回报率的最大化^[1]。

技术创新扩散(technological innovation diffusion)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。技术创新扩散是实现技术成果经济价值最大化的有益途径。技术,按其先进程度可分为3类:先进技术、适宜技术和传统技术。最适合扩散的是适宜技术。对创新源公司来说,将适宜技术充分扩散,有利于实现技术投资回报的最大化^[1]。

技术创新扩散是技术创新的重要组成部分,因为技术创新对经济增长、社会生产率的提高、生产技术新观念的产生以及新生产组织管理方式的形成等多方面的影响是通过创新技术的扩散来实现的,而技术扩散的过程其实就是各种类型的技术在特定的技术环境里,通过技术系统网进行相互作用的过程,因而技术扩散要受其生存环境的影响。对于适宜技术来说,扩散过程中各种力量的相互作用将影响技术扩散的效果。例如,技术扩散主体和客体的利益、技术的寿命等都影响技术扩散。对创新源公司,如果技术扩散不足,就不能充分获得技术开发投资的利益,也不能充分通过技术扩散客体共同开发市场而发挥技术的作用;如果技术过度扩散,表面上可以获得更多的技术转

让收益,但是由于过多的技术使用者生产的产品充斥市场,使得市场竞争过度,不论技术扩散主体还是客体都不能通过产品和服务市场获得充分的利益,最终将共同受到伤害。可见,对于适宜技术扩散来说,其生存环境中各种因素的影响很复杂。这种复杂的问题适合运用动力学系统(dynamic system)进行分析。

本文基于动力学原理,针对适宜技术的扩散问题,研究其扩散过程中技术市场保有量的变化机理,从创新源公司的角度定性研究技术创新扩散策略制订的依据。

1 基本假设

假设1:技术扩散过程是一个连续的过程。

技术的市场保有量 N 可以认为是所有拥有该技术的企业运用该技术开发的市场容量总和。适宜技术往往可以转让给多家企业,每家企业拥有的市场有限,这样拥有技术的企业数量决定了市场规模,市场容量总和也取决于拥有该技术的企业的数量,因此可以将技术的市场保有量等同于产品或服务的市场容量。假定市场容量是时间的连续函数比较容易被接受,因此可以将 N 表示为时间 t 的函数,即 $N=N(t)$ 。为便于分析,进一步假定 $N(t)$ 的导数存在。

假设2:市场保有量的变化取决于市场保有量本身、系统控制变量和时间因素。

事实上,新技术的扩散是在技术的生存环境中进行的,新技术的潜在购买者的购买决策会受到该技术在市场环境中已经使用的数量的影响,即市场保有量的变化量会受市场保有量本身的影响。技术保有量的变化可以用动力学系统 $N'(t)=f(N,u,t)$ 描述,其中 u 是控制变量,用来描述创新源公司的扩散政策以及环境的影响。

假设3:控制变量和环境因素在相对短的时间内不变。

这个假设认为上述假设2中的 u 在相对短的时间内是不变的,即不依赖于时间。

2 基于动力系统的扩散机制分析

如果假设在任意时刻 t ,新技术的市场保有量的增长率 $N'(t)$ 与市场保有量 $N(t)$ 成正比,设 $k(k>0)$ 为比例常数,用微分方程表示为 $N'(t)=kN(t)$ 。这个模型就是Malthus模型^[2]。假设在该技术扩散初期,创新源公司拥有的该技术的市场保有量为 N_0 ,则上述微分方程的初始条件为 $N(0)=N_0$,方程在此条件下的解为 $N(t)=N_0e^{kt}$ 。可见,市场保有量按指数函数增长。指数函数增长的特点是初期比较慢,以后会明显加快,以至于极限情况下的市场保有量无穷大,即当 $t \rightarrow \infty$ 时, $N(t)=N_0e^{kt} \rightarrow \infty$ 。这与事实相悖。实际上,新技术的市场推广初期往往需要一个被认识的过程,进展比较缓慢,指数增长曲线可以描述这个特点。常数 k 可以表示新技术使用群体的示范作用,从理论上讲,随着示范作用越来越强,市场保有量也会越来越大。市场容量一定是有限的,但上述Malthus模型并没有反映这一点。

另外一个常用的动力系统模型是Logistic模型^[2]。如果考虑到新技术扩散过程中市场容量的限制,从而修正Malthus模型的不足,可以运用Logistic模型解释新技术扩散过程的发展。设市场容量为 M ,则 $N(t)/M$ 表示市场饱和度。市场保有量 $N(t)$ 有促进市场增长的作用,同时市场饱和度有抑制市场增长的作用,或者说市场剩余容量 $M-N(t)$ (或相对剩余容量 $1-N(t)/M$)有促进市场增长的作用。用简单的Logistic模型表示成:

$$N'(t)=kN(t)[1-N(t)/M]$$

其中 k 的意义同上一个模型。令 $N'(t)=0$,从上式可以获得模型的两个解 $N(t)=0$ 和 $N(t)=M$ 。这两个解描述了该系统的平衡状态。在市场容量不变的情况下,由于 k 、 $N(t)$ 和 $1-N(t)/M$ 均大于零,所以 $N'(t)>0$,即市场保有量呈增长发展趋势。在 $N'(t)>0$ 的情况下,取初始条件 $N(0)=N_0>0$,上述Logistic模型的解为:

$$N(t)=\frac{MN_0}{(M-N_0)e^{-kt}+N_0}$$

当 $t \rightarrow \infty$ 时, $N(t) \rightarrow M$,容量渐进于平衡状态,即市场趋于饱和。

和。

通过解方程 $N''(t)=0$,可知当 $N(t)=M/2$ 时,递增的 $N(t)$ 曲线出现一个拐点,即当 $N(t)<M/2$ 时,市场保有量加速增长;当 $N(t)>M/2$ 时,市场保有量减速增长;当市场容量达到50%时,市场保有量的增长将出现拐点。一般来说,决策者在技术扩散工作一开始时准确估计市场容量有一定的困难,带有一定的主观性,因而会影响市场推广的政策。但是,根据上述分析,当市场保有量增长速度开始放缓时,市场规模达到容量的50%,这个数据可以观测到,据此数据可以修正带有主观性的市场容量估计值。

3 结论

创新源公司对适宜技术的扩散应该掌握一定的政策,对市场保有量的估计有助于政策的制订。根据对描述市场保有量变化规律的Logistic模型的定性分析,可以知道:①市场保有量的增长与已有的市场保有量有关,市场保有量既有促进市场增长的作用,也有抑制市场增长的作用;②在适宜技术扩散初期,市场增长呈上升趋势,当市场增长趋势出现转折时,市场规模达到容量的一半;③市场容量的估计有一个从主观估计到修正的过程,决策者需要关注技术扩散的变化趋势,根据拐点出现时的市场规模修正市场容量,进而调整策略。

上述讨论只是针对适宜技术,适宜技术的扩散有类似于普通商品的特点,先进技术和传统技术的扩散不能运用这种分析模式。

参考文献:

- [1] 程工.企业技术创新论[M].上海:上海财经大学出版社,2005.
- [2] 姜启源.数学模型[M].北京:高等教育出版社,1987.
- [3] 王建华,孙林岩.新产品行销过程的系统动力学模型研究[J].兰州大学学报,2001,37(6):21-25.
- [4] ROGERS E M. Diffusion of Innovation [M]. New York:The Free Press,1983.
- [5] 聂荣,潘德惠,钱克明.技术创新的反应扩散模型研究[J].运筹与管理,2005,14(2):95-100.

(责任编辑:高建平)

The Dynamics Mechanism of Appropriate Technollgh Diffusion Process

Abstract:Through establishing the Malthus model and the Logistic model of appropriate technology diffusion, that the latter can better describe the development process of technology diffusion process. The paper reached the conclusion that the polices on poplralizing appropriate technology relies on estimated capacity of the mardet. According to the qualitative analysis of the logistic model, a method to estimate the market capacity was obtained.

Key Words:Appropriate Technologies; Diffusion Process; Dynamic System