

竞争性技术创新扩散模型及其应用

张 彪¹, 方 亮², 肖人彬¹

(1. 华中科技大学 CAD 中心 武汉 430074; 2. 华中科技大学 管理学院 武汉 430074)

摘 要:基于竞争性技术创新扩散系统的定义及假设,提出了多项竞争性技术创新扩散系统的动力学模型,并将多智能体的建模理论与方法应用到竞争性技术创新扩散的分析中。通过大量仿真实验,将动力学模型、多智能体模型的预测结果和实际数据进行了对比分析,对未来的手机用户扩散数量进行了预测。分析结果认为,一项创新技术只有借助扩散,其潜在经济效益才能被最大限度地发挥。同时,分析结果也验证了该模型在实践中的可行性和有效性。

关键词:竞争性技术;创新扩散;动力学模型;多智能体

中图分类号:F270 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2008)09-0005-05

技术扩散(technological diffusion)也被称为创新扩散(innovation diffusion),是“创新在一定时间内,通过某种渠道,在社会系统成员中进行的传播过程”^[1]。在过去的 30 多年中,各类学者们对社会系统中创新扩散的各个方面进行了深入细致的研究。传统上,微分方程被用于对这些现象进行建模,其中 Bass 模型^[2]及其扩散模型^[3]是这类问题的主要代表。数学模型是应用最为广泛的也是发展最为成熟的扩散模型,大部分扩散模型都属于这一范畴^[4-8]。

随着计算机技术的发展,微观仿真模型逐渐应用于创新扩散领域的研究。微观仿真模型的基本思想是,通过模拟个体的行为和互动,将个体加总得到宏观结果。这类模型主要包括元胞自动机模型^[9-10]和多智能体模型^[11-14]等。到目前为止,对于创新扩散的微观仿真模型,还没有统一的分析框架和基本发展线索。

多数研究针对的是单一的创新扩散,只有很少的学者研究了多项技术创新共同扩散的情况^[15-18],事实上,创新技术的扩散可能会受到势均力敌的竞争者、技术扩散、双方技术瓶颈资源等多因素的影响,所以研究多项竞争性技术创新扩散更具有理论与现实意义。

1 竞争性技术创新扩散的动力学模型构建

1.1 竞争性技术创新扩散系统的定义及假设

1.1.1 定义

竞争性技术创新扩散过程,是指在同一扩散空间上,有多项竞争性技术创新同时扩散的情形。这里记 M 为竞争性技术创新扩散系统; T 代表竞争性技术创新集, $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$, n 代表竞争性技术创新数目; E 代表扩散空间;竞争性技术创新扩散系统记为:

$$M = \{E, T\}. \quad (1)$$

竞争性技术创新扩散过程,在微观上表现为扩散空间中的企业通过对多项技术创新的评价,在宏观上表现为多项技术创新同时被扩散,且扩散程度不尽相同^[19]。

1.1.2 基本假设

在建立多个竞争性技术创新扩散系统动力学模型时,出于简单扩散模型的考虑,不妨假设:

1) 多项技术创新处于竞争性市场环境中。尽管新技术对消费者有新价值,但如果消费者对新技术不满意,还是会选择替代技术。

2) 新技术扩散会通过大众传媒传播,如电视广

收稿日期:2008-06-20

基金项目:国家自然科学基金项目(60474077)、教育部新世纪优秀人才计划(2005 年)(NCET-05-0653)资助

作者简介:张彪(1968—),男,江西抚州人,华中科技大学博士生,主要研究方向:技术创新扩散、图形图像处理等;方亮(1983—),男,湖北武汉人,华中科技大学管理学院硕士研究生,研究方向:技术创新扩散、复杂系统仿真;肖人彬(1966—),男,湖北武汉人,华中科技大学机械学院教授,博士生导师,研究方向:管理决策理论与决策支持系统、群集智能与复杂性科学、智能设计与复杂产品创新设计等。

告、互联网等,同时口头交流也是新技术信息传播的重要途径,它会吸引竞争性技术对方的消费者转而使用本方的技术。

3) 多项技术创新间的竞争性作用关系和程度不随时间变化。这是因为技术创新间的竞争性作用关系和程度是由技术本身内在规律决定的,这种相互作用关系的变化很小。

4) 把扩散系数看作对技术创新扩散的投资强度,并作为扩散系统的决策变量,用于决策分析。

1.1.3 概念模型

在竞争性技术创新扩散模型中,一种技术的扩散会影响其他创新技术的潜在采用者,而且影响力远远大于以往的采用者^[8]。

1.2 竞争性技术创新扩散系统联合动力学模型

在上述假设下,设 $M_i(t)$ 为潜在采用者总数(即“采用者”上限), $N_i(t)$ 为 t 时刻累积的采用创新者数。为了方便讨论,我们用无量纲变量 $f_i(t) = N_i(t)/M_i(t)$ 代表第 i 项技术的市场扩散率,其中, $0 \leq f_i(t) \leq 1 (i = 1, 2, \dots, n)$ 。

这 n 项技术创新之间的竞争作用关系和相互作用程度用系数 $\beta_{ij} (i = 1, 2, \dots, n)$ 来表示。它代表第 i 项技术创新对第 j 项技术创新的竞争作用强度。规定 $\beta_{ii} (i = 1, 2, \dots, n)$ 即技术创新 T_i 对自身的竞争作用强度为 1。将 β_{ij} 写成矩阵的形式,则有:

$$B = \begin{pmatrix} 1 & \beta_{12} & \dots & \beta_{1n} \\ \beta_{21} & 1 & \dots & \beta_{2n} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \beta_{n1} & \beta_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

矩阵 B 反映了扩散系统的内部技术创新相互作用的结构,代表了扩散系统内技术创新集 T 中各项创新间竞争的关系和程度。此处,假设 B 是不随时间变化的常数矩阵。

其次,扩散系数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ 分别代表创新技术采纳者对技术创新 $T_1, T_2, \dots, T_n$ 的投资强度,主要受技术扩散源的技术水平、技术采用者的技术水平以及技术源与技术采纳者的技术差距三方面的影响。它与投资量成正比。投资强度是作为决策变量来处理的。投资强度的大小及其分布反映了企业对各项技术创新的接受程度,本文认为它不随时间而变化。

根据上述概念模型和假设,建立技术创新 1 的扩散方程。因为每种技术单独扩散服从 Logistic 规律,所以第 1 项技术在 t 时刻的采用率可以写成 $\alpha_1 f_1 (1 - f_1)$ 。由于第 1 项技术的采用者对该技术的推广和传播,使得 t 时刻第 i 项技术的部分使用者转

而使用第 1 项技术,其比例为 $\alpha_1 \beta_{1i} f_1 f_i$,同时,也会有第 1 项技术的部分使用者转而使用第 i 项技术,其比例为 $\alpha_i \beta_{i1} f_1 f_i$ 。

从而,第 1 项技术的扩散演化方程可写成:

$$\frac{df_1}{dt} = \alpha_1 f_1 (1 - f_1) + \sum_{i=2}^n \beta_{1i} \alpha_i f_1 f_i - \sum_{i=2}^n \beta_{i1} \alpha_i f_1 f_i \quad (3)$$

不难看出,式(3)是一个多变量的、互相之间有联系的、有限制增长的非线性微分方程组。 t 时刻,微观变量 f_i 的大小和分布反映了扩散系统所处的状态。

类似地,可以将第 j 项技术的扩散演化模型写成:

$$\frac{df_j}{dt} = f_j (\alpha_j - \alpha_j f_j + \sum_{i=2}^n \alpha_i \beta_{ji} f_i - \sum_{i=2}^n \alpha_i \beta_{ij} f_i)$$

($j = 2, 3, \dots, n$)。

从而,可将多个竞争性技术创新扩散系统演化模型表示为:

$$\frac{df_i}{dt} = f_i (\alpha_i - \alpha_i f_i + \sum_{j=1}^n \alpha_j \beta_{ji} f_j - \sum_{j=1}^n \alpha_j \beta_{ij} f_j) \quad (4)$$

为了以下讨论的方便,只考虑 $n=2$ 的情况,那么两个竞争性技术创新扩散的系统演化模型可表示为:

$$\begin{cases} \frac{df_1}{dt} = f_1 (\alpha_1 - \alpha_1 f_1 + \alpha_1 \beta_{12} f_2 - \alpha_2 \beta_{21} f_1) \\ \frac{df_2}{dt} = f_2 (\alpha_2 - \alpha_2 f_2 + \alpha_2 \beta_{21} f_1 - \alpha_1 \beta_{12} f_2) \end{cases} \quad (5)$$

设 $X = \alpha_1 \beta_{12} - \alpha_2 \beta_{21}$, 则式(5)可简写成:

$$\begin{cases} \frac{df_1}{dt} = \alpha_1 f_1 (1 - f_1) + X f_1 f_2 \\ \frac{df_2}{dt} = \alpha_2 f_2 (1 - f_2) - X f_1 f_2 \end{cases} \quad (6)$$

由式(6)可知,处于竞争中的两种技术创新双方,如果其中一方的创新技术有明显的竞争优势,则它对另一方技术扩散的负面冲击会较大,随着时间的推移,创新技术具有较大优势的一方能够淘汰对手,从而实现更新换代。

2 竞争性技术创新扩散的多智能体仿真模型的设计

2.1 Agent 与多智能体仿真

多智能体仿真中 Agent 具有如下性质: 自主性; 交互性; 反应性; 主动性; 具有学习知识和经验及进行相关的推理和智能计算的能力^[20]。

传统仿真的是通过对系统整体结构与功能进行分析,建立确定的逻辑模型,并使模型沿着某一变量进行逐步演算,得到仿真结果,其本质是在计算机上通

原实际系统。

而多智能体仿真采用自上而下的研究方法,通过对系统个体特征和行为进行研究,建立个体特征和行为的模型,将个体映射为 Agent,将个体特征映射为 Agent 属性,将个体行为映射为 Agent 方法,从而研究系统的整体结果和功能,其实质是在计算机中还原实际系统由部分到整体、由个体行为到整体行为的形成过程。

2.2 智能体的定义与多智能体仿真模型

本文的多智能体仿真模型使用 AnyLogic 软件

来实现。我们将竞争性技术创新扩散的多智能体仿真模型中的智能体分为两类:一类是环境智能体类;另外一类是人群智能体类。

启动仿真模型。模型在运行时启动环境智能体,再由环境智能体启动其他智能体。

充当人群智能体的容器,环境智能体能同时容纳多个人群智能体。

设置和统计各种全局性变量。环境智能体类、人群智能体类的属性和默认值分别如表 1、表 2 所示。

表 1 环境智能体类的属性

属性	数据类型	默认值	解释
PotentialAdopters	Plain Variable	Total Population	潜在采用者数量
PotentialAdoptersDS	Data Set	NULL	记录 PotentialAdopters 变化值
Adopters1	Plain Variable	uniform(0,500)	采用技术 1 的采用者数量
Adopters1DS	Data Set	NULL	记录 Adopters1 变化值
Adopters2	Plain Variable	uniform(0,500)	采用技术 2 的采用者数量
Adopters2DS	Data Set	NULL	记录 Adopters2 变化值
Environment	Environment	NULL	设定环境变量
Total Population	Parameter	10000	系统中的总人数
People	Person	NULL	对 Person 类的引用

注:“NULL”表示未赋默认值;uniform(0,500)为(0,500)间的均匀分布函数;Environment 中可设定空间类型、大小以及智能体间的网络连接形式。

表 2 人群智能体类的属性

属性	数据类型	默认值	解释
AdEffect1	Parameter	uniform(0.5,1.5)	第 1 项技术投资强度
AdEffect2	Parameter	uniform(0.5,1.5)	第 2 项技术投资强度
Impact1	Parameter	1	第 1 项技术对第 2 项技术的影响系数
Impact2	Parameter	1	第 2 项技术对第 1 项技术的影响系数
isAdopter1	Boolean	false	是否为第 1 项技术的采用者
isAdopter2	Boolean	false	是否为第 2 项技术的采用者

注:AdEffect1、AdEffect2 分别对应于式(6)中的 α_1 、 α_2 , Impact1、Impact2 分别对应于系统(5)中的 β_{12} 、 β_{21} 。

3 仿真实验和敏感性分析

3.1 投资强度的影响

通过多次仿真实验,我们发现,投资强度对竞争性技术扩散过程的影响很大,扩散过程的动力学特征对投资强度的变化非常敏感。基于表 1、表 2 中的默认值,将 Impact1、Impact2 设为 0,将 AdEffect2 设为 1,依次将 AdEffect1 的值调整为 0.25、0.5、1.0、2.0。

当 AdEffect1 为 0.25 时,技术创新 1 和技术创新 2 的采用者数量差距明显,并都呈现类直线上升趋势;当 AdEffect1 大于 0.5 时,其与 AdEffect2 的差距减小,技术创新 2 的竞争优势相对减弱,技术创新 2 的采用者数量在后期明显下降,两者均呈现类 S 型的上升趋势;随着 AdEffect1 的逐渐增大,竞争不断加剧,这种 S 型曲线特征越发明显。

投资强度非常小时,技术创新采用者数量的变化呈直线上升,且与投资强度呈正相关关系。当两种技术的投资强度都大于一定值时,技术创新的扩散数量会呈 S 型曲线上升,投资强度的值越大,这种 S 型曲线特征越明显。所以,如果投资强度在开始阶段比较大,就能快速扩大使用者基数,通过技术创新的扩散,企业就能抢占到更多的市场份额。

3.2 竞争作用强度的影响

通过对不同投资强度、竞争作用强度下的竞争性技术创新扩散过程的动态特征进行分析,得到如下结论:

1)当投资强度相同、竞争作用强度不同时。开始阶段,双方因为具有相同的投资强度而扩散能力相当;由于技术创新 1 的竞争作用强度较大,从中期开始,技术创新 1 的竞争优势就体现了出来,不断有技术创新 2 的采用者净转入;到后期,技术创新 1 的

采用者数量仍近直线式上升,而技术创新 2 的市场已经开始不断萎缩,如果情况得不到改变,技术创新 2 就会慢慢退出市场。

2) 当竞争作用强度相同、投资强度不同时。对技术创新 1 来说,两种技术创新之间的净转化率为 $AdEffect1 \times Impact1 - AdEffect2 \times Impact2$,两种技术创新相互之间的净转化率值相同。只是由于技术创新 1 的投资强度更大,技术创新 1 的优势显得更为明显。

按照竞争作用强度和投资强度的差异又可分为 4 种情况:

1) $AdEffect1 \times Impact1 - AdEffect2 \times Impact2 = 0$ 。净转化率为 0,相当于不存在两种技术创新之间的转化,只受投资强度影响,扩散情况可参考第 3.1 节。

2) $AdEffect1 > AdEffect2, Impact1 > Impact2$ 。技术创新 1 在竞争强度和投资强度两方面都占有优势。在扩散过程中,技术创新 1 和技术创新 2 的采用者数量的差距会越来越大,最后技术创新 1 会垄断市场。

3) $AdEffect1 > AdEffect2, Impact1 < Impact2$, $AdEffect1 \times Impact1 - AdEffect2 \times Impact2 > 0$ 。即:技术创新 1 在净转化率上有优势,还在投资强度上有优势,这会使得技术创新 1 的优势更为明显。

4) $AdEffect1 > AdEffect2, Impact1 < Impact2$, $AdEffect1 \times Impact1 - AdEffect2 \times Impact2 < 0$ 。由于技术创新 1 在竞争强度上具有优势,其在扩散初期的扩散速度较快,但由于其净转化率小于 0,所以不断有采用者转而采用技术创新 2;到扩散过程的后期,技术创新 1 的市场开始萎缩,技术创新 2 慢慢会垄断市场。

企业在推广一种新的产品或技术时,不能仅与竞争对手攀比广告宣传的投入,还应综合考虑自身产品或技术的质量、价格、品牌竞争力等因素,要力

争在净转化率具有优势,这样产品和技术才有竞争力,才能在市场上保持长久的生命力。

4 实证分析

无线移动通信产业发展迅速,移动通信产品已成为当今人们日常工作、生活的必需品。截至 2006 年底,我国手机用户达到 4.4 亿户。IDC 报告预计,中国手机用户 2008 年将达到 5.2 亿户,2010 年将达到 6 亿户。高速增长的用户显现出通讯市场潜在的消费需求,也孕育了通讯市场巨大的发展潜力。无线移动通信这一高新技术越普及,即用户越多,越有利于无线移动通信企业经济效益的提高。假设中国内地手机用户总的潜在市场为 10 亿户,根据企业 A、企业 B 2008 年初发布的业绩公报数据,利用两项竞争性技术创新扩散消化模型(式(6)),对移动通信用户数量进行非线性回归,得到如式(7)所示的数学模型:

$$\begin{cases} \frac{df_1}{dt} = 0.25545173f_1(1-f_1) + 1.28454136f_1f_2 \\ \frac{df_2}{dt} = 0.18072576f_2(1-f_2) - 1.28454136f_1f_2 \end{cases} \quad (7)$$

式(7)中, f_1 为 A 公司的手机用户累积扩散率, f_2 为 B 公司的手机用户累积扩散率。我们得到的参数估计值为: $\alpha_1 = 0.25545173, \alpha_2 = 0.18072576, \beta_{12} = 6.46573641, \beta_{21} = 0.36714219, f_1, f_2$ 相关系数分别为 0.9844 和 0.9974。由于 $AdEffect1, AdEffect2$ 和 $Impact1, Impact2$ 分别对应于 α_1, α_2 和 β_{12}, β_{21} , 于是可得到多智能体仿真模型的参数估计值。

模型(7)及多智能体模型的仿真结果与实际数据的比较如图 1 所示,其中纵坐标的量纲均为每 10 万人一个单位。

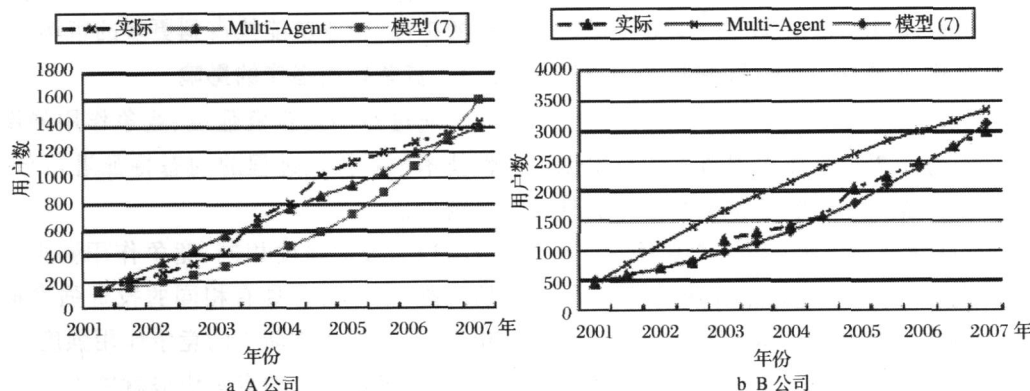


图 1 模型(7)、多智能体模型仿真结果与实际数据的比较

从图2中可以看出,因为受到竞争对手的影响,A公司和B公司的手机用户扩散曲线不再是S型。B公司在初期由于用户基数较大,扩散速度较快,但在用户数扩散到4亿左右以后,扩散速度下降很快;而A公司虽然用户基数较小,但扩散过程的上升势头一直很稳定。图2中,在第32步时,对应的实际时间在2015年左右,A公司的用户数就已经能够赶上B公司,并在扩散过程后期占有优势。

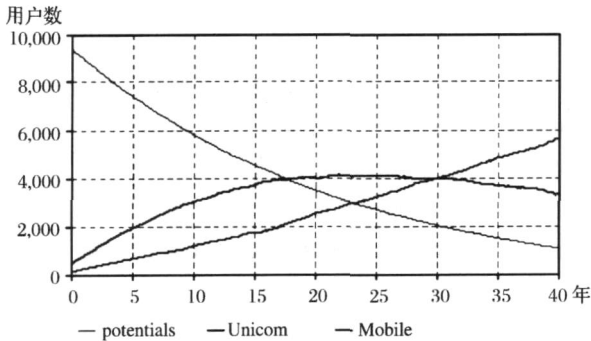


图2 多智能体模型长期扩散预测曲线

两家公司现在发展状况良好,都进入了持续、稳定、高速的增长阶段,但通过分析可以发现B公司的用户流失到了A公司。模型(7)中, $X = \alpha_1 \beta_{12} - \alpha_2 \beta_{21} = 1.28454136 > 0$,在双方的竞争当中,B公司的用户数和用户扩散增长量均高于A公司。

5 结论与展望

本文探讨了一个多项技术创新竞争扩散的动力学模型,这个模型揭示了竞争双方扩散过程中的相互影响及其规律。仿真实验分析了不同的投资强度和竞争作用强度对扩散过程产生的动态影响及风险,有助于企业预测、优化、采纳竞争性创新技术,以取得更好的经济效益。同时,本文还说明了该模型的应用与算法的可行性。如何更加深入地、正确客观地把握企业多项技术创新竞争扩散的状态,还有待从许多方面进行研究。首先,还需要将假设进一步放宽,每个技术采用者在采用新技术后,存在放弃该技术的一定概率及应该有不同程度的接受系数;另外,还应该将进行技术扩散的产品或技术的价格、整体的经济形势以及国家的宏观政策考虑在内:这些都需要进一步进行更加深入细致的理论和实证研究。

参考文献

- [1] ROGERS E M. Diffusion of Innovations[M]. 4th. New York: The Free Press, 1995.
- [2] BASS F M. A new product growth for model consumer

- durables[J]. Management Science, 1969, 15(5): 215-227.
- [3] 盛亚, 吴健中. 新产品市场扩散 Bass 模型族的研究[J]. 预测, 1999, 18(2): 71-74.
- [4] MAHAJAN V, MULLER E, BASS F M. New product diffusion models in marketing: a review and directions for research[J]. Journal of Marketing, 1990, 54: 1-26.
- [5] SATOH D. A discrete bass model and its parameter estimation[J]. Journal of the Operations Research Society of Japan, 2001, 44(1): 1-18.
- [6] KANG B, KIM H. A demand-based model for forecasting innovation diffusion[J]. Computers Industry Engineering, 1996, 30(3): 487-499.
- [7] MONTAGUTI E, KUESTER S, THOMAS S. Entry strategy for radical product innovations: a conceptual model and preposition inventory[J]. International Journal Research in Marketing, 2002, 19: 21-42.
- [8] 徐玖平, 廖志高. 技术创新扩散速度模型[J]. 管理学报, 2004, 1(3): 330-340.
- [9] 陈欣荣. 技术创新扩散的微观机理分析与模拟[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 1996.
- [10] 方亮, 龚晓光, 肖人彬. 技术创新扩散的元胞自动机仿真[J]. 系统仿真技术, 2007, 3(2): 82-89.
- [11] GONG X G, XIAO R B. Research on multi-agent simulation of epidemic news spread characteristics[J]. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 2007, 10(3): 1-5.
- [12] BENSALD L, BOURON T, DROGOUL A. Agent-based Interaction Analysis of Consumer Behavior, Proceedings of the First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS'02) [M]. Bologna, Ital: ACM, 2002: 183-189.
- [13] GARCIA R. Uses of agent-based modeling in innovation/new product development research[J]. Journal of Product Innovation Management, 2005, 22(5): 380.
- [14] 龚晓光, 黎志成. 基于多智能体仿真的新产品市场扩散研究[J]. 系统工程理论与实践, 2003(12): 60-63.
- [15] ELIASBERG J, EULAND A. The impact of competitive entry in a developing market upon dynamic pricing strategies[J]. Marketing Science, 1986, 5: 20-36.
- [16] CHINTAGUNTA P K, RAO V R. Pricing strategies in a dynamic duopoly: a differential game model[J]. Management Science, 1996, 42: 1501-1513.
- [17] KRIDER R, WEINBERG C. Competitive dynamics and epidemic effects in the diffusion for new process technologies: an empirical mode[J]. Rand Journal of Economics, 1996, 24: 503-528.
- [18] KRISHMAN T, BASS F, JAIN D. Optimal pricing strategy for new products[J]. Management Science, 1999, 45(12): 1650-1663.
- [19] WATTS D J, STROGATZ S H. Collective dynamics of 'small-world' networks[J]. Nature, 1998, 393(4): 440-442.

(下转第 19 页)

价值。现代企业需要认真审视自己的价值链构成和关键竞争能力要求,确定有效的竞争战略,并采取相应的组织模式去加以执行和落实。第三,企业组织创新的成败,很大程度上受到企业能力基础的影响。这种能力基础,不仅包括各种“硬资产”,如资产实力、信息基础结构完备程度等,还包括企业的各种“软实力”,如企业文化、企业执行力、人员素质等。知识型企业需要充分尊重、重视和运用知识经济给企业带来的机遇和挑战,以更加平等和开放的姿态,在企业组织创新过程中不断营造强调学习、成长、合作、和谐的组织氛围,不断增强支持企业组织创新取得成功的“软实力”。“为知识工作者提供更有利于成长和创新的组织环境”,本身就将成为未来企业管理和组织创新的重要内容!

参考文献

[1] FRIEDMAN T L. The World is Flat :A Brief History of the Twenty-first Century [M]. New York ,NY: Farrar , Straus and Giroux ,2005 :1-10.

[2] 阿尔弗雷德·D·钱德勒. 管理学历史和现状 [M]. 郭斌, 译. 大连: 东北财经大学出版社, 2001.

[3] QUINN J B ,ANDERSON P ,FRINKELSTEIN S. Managing professional intellect :making the most of the best [J]. Harvard Business Review ,1996 (3/ 4) :71-80.

[4] QUINN J B. Strategic outsourcing :leveraging knowledge capabilities [J]. Sloan Management Review ,1999 (Summer) :9-21.

[5] GREINER L E. Evolution and revolution as organizations grow [J]. Harvard Business Review ,1972 ,50 (7/ 8) :37-46.

Organizational Innovation in Modern Enterprises :Based on View of Competition and Competence

Wu Weihao ,Chen Jin

(Management Science Research Center , Zhejiang University , Hangzhou 310053 ,China)

Abstract : Organizational innovation is very important for modern enterprises. Based on the view of competition and competence ,this paper makes an in-depth discussion on the development course ,the inherent law and the trend of organizational innovation of modern enterprises ,and brings forward some practical suggestions on organizational innovation strategies of knowledge enterprises from the perspective of competition and competence.

Key words : organizational innovation ; network organization ; knowledge enterprise ; intellectual capital ; competition ; enterprise competence

(上接第 9 页)

[20] 李高正,黄小平,师汉民,等. 智能制造中多智能体系统的研究与应用 [J]. 机械科学与技术 ,2002 (2) :289-294.

A Dynamic Diffusion Model of Competitive Multi-innovations and Its Application

Zhang Biao¹ ,Fang Liang² ,Xiao Renbin¹

(1. CAD Center ,Huazhong University of Science and Technology ,Wuhan 430074 ,China ;

2. School of Management ,Huazhong University of Science and Technology ,Wuhan 430074 ,China)

Abstract : Based on the definition and the assumption of competitive technology innovation diffusion ,this paper proposes a dynamic model ,and applies a multi-agent simulation model in the analysis on competitive technology innovation diffusion. Then ,it estimates the mobile user diffusion with the dynamic model and the multi-agent model ,and compares estimation results with the real data. The result shows that the substantial economic effect of a innovation technology can be embodied only through diffusion. The result also demonstrates the effectiveness and the validity of this model.

Key words : competitive technology ; innovation diffusion ; dynamic model ; multi-agent simulation