

基于 NW 模型的新熊彼特式产业动态演化模型^①

盛昭瀚¹, 高洁², 杜建国^{1,3}

(1. 南京大学工程管理学院, 南京 210093; 2. 上海电力公司调度交易中心, 上海 200122;

3. 江苏大学工商管理学院, 镇江 212013)

摘要: 以 NW 模型为基础, 建立产业动态演化模型, 分析由不同企业组成并有新企业持续随机进入的产业的竞争动态, 研究产业结构, 产业内各个企业的投资决策、R&D 策略、技术变化以及产业特征的其他方面之间的相互作用。仿真结果表明, 该模型很好地再现了产业演化的典型事实, 是一个比较简单并且相对全面的产业演化模型。

关键词: 演化经济理论; 产业组织结构; 创新与模仿; 进入与退出

中图分类号: F224.32

文献标识码: A

文章编号: 1007-9807(2007)01-0001-08

0 引言

自从 1982 年 Nelson 和 Winter 的著作“An Evolutionary Theory of Economic Change”出版以来, 演化经济理论有了巨大发展, 并形成了两大主要流派: 一个流派以熊彼特的创新理论为基础, 另一个则以基于 Agent 的计量经济学为主线。在熊彼特式模型的历史发展中, 有几类独立发展的演化模型。其中最基本的一类是以 Nelson 和 Winter^[1]为基础。包括 Winter^[2], Jonard 和 Yildizoglu^[3,4], Yildizoglu^[5], Winter, Kaniovski 和 Dosi^[6,7] 以及许多其它“新熊彼特式”模型, 各种模型往往是为不同研究目的建立的, 难免缺乏系统性和完整性, 也没有统一的比较标准。例如, 决策是人类活动的显著特征, 所有演化模型中都应该包含决策规则, 但许多模型对该规则的处理十分模糊。即使在有明确决策规则的模型中, 决策也只涉及 R&D 支出, 不能完整反映企业的行为规则^[8]。文献[9~12]从不同角度分别借助于演化经济理论和进化论思想, 研究企业 R&D 策略、技术创新以及其它行为规则的关系, 但这些模型并不是“新熊彼特式”的演化经济模型。

演化经济模型的关键特征是经济主体(企业)及其行为的多样性和差异性, 基于遗传信息(知识)的创新搜索, 以及选择过程。本文的目的是建立一个比较简单并且相对全面的产业演化基本模型, 该模型不仅能描述和解释产业发展过程中的不同现象, 而且能证实产业发展所显现出来的性质。多年以来, Nelson 和 Winter^[1]一直被公认为是演化经济理论的基石。研究和建立新熊彼特式的演化模型自然要从 NW 模型开始。因此本文以 NW 模型为基础, 将各类“新熊彼特式”演化模型的优势兼收并蓄, 提出并建立更符合实际的产业动态演化模型——EMID (evolutionary model of industrial dynamics) 模型, 分析和解释由不同企业组成并有新企业持续随机进入的产业的竞争动态, 研究市场结构、分析产业内各个企业的投资决策、R&D 策略、技术变化以及产业特征的其他方面之间的相互作用。

1 EMID 模型的基本假设

在演化经济理论中, 企业是有限理性的。与

① 收稿日期: 2003-10-08; 修订日期: 2007-01-18。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70171028; 70301014; 70571034; 70671055); 教育部哲学社会科学创新基地“南京大学经济转型和发展研究中心”子课题“复杂经济系统演化研究”资助项目; 江苏省博士后科研资助计划项目(0601020C); 中国博士后科学基金资助项目(20060400918); 江苏大学校高级人才基金资助项目(06JJD025); 985 工程二期演化经济理论及应用计算实验室创新基地资助项目。

作者简介: 盛昭瀚(1944—), 男, 江苏镇江人, 教授, 博士生导师。Email: zhsheng@nju.edu.cn。

NW 模型一样, EMID 模型的基础是遗传(企业内的惯例及其复制)、变异(企业内新惯例的产生)和选择的综合. 企业是进化的基本单位, 也是选择的单位. 产业内的不同企业通过创新、模仿和投资而相互影响. 企业作为进化行为的主体, 不断搜寻更好的技术, 赢利与否决定了企业是扩大还是缩减生产规模. 为简化问题, 突出产业演化实质, 这里做了大量数学简化. 产业在演化过程中的任何时期 t 的状态由每个企业的资本量和行为规则所描述, 产业在下一时期的状态仅取决于其当前状态, 因此, 模型的数学表达形式是产业状态集合内的 Markov 过程.

假设产业内所有企业生产单一的同质产品, 需求曲线向下倾斜, 产业的总产量增加将影响该产业的价格. 各个企业都使用资本这一生产要素, 并且都只运用一种它所知道的最佳生产技术, 按照它现有资本量所允许的最大生产能力进行生产. 假定生产要素的供给是完全弹性的, 且要素的价格不变. 因此, 每个企业使用的技术决定了它的单位成本.

模型假设在同一时期单位资本用于每种生产技术所需的要素投入都相同, 因此各个企业的单位资本的生产成本都相同, 但单位资本的产出(即资本生产率)是变量. 企业通过 R&D 活动吸取相关的技术知识, 从而发现生产率更高的技术; 或者模仿其它企业的生产方法, 从而提高资本生产率. 这两种方法都需要企业的 R&D 支出, 但结果是不确定的.

企业的进入和退出产业是市场选择的结果. 选择的基础在于: 同一时期不同企业一般有不同的资本生产率, 但所有企业的产品价格相同, 要素价格相同, 因此不同企业有不同的利润率. 不同利润率又导致不同的增长率, 使得企业被市场环境所选择. 适应度高的企业将获得超额利润, 而适应度低的企业其利润率也低. 由于选择集合是不确定的, 因此任何选择的结果都是不确定的. EMID 模型假设, 在市场环境下, 企业行为是多种多样的. 面对同一市场信号, 各个企业的反应有所不同.

2 EMID 模型的基本结构

EMID 模型研究产业在离散时间 $t = 0, 1, \dots$ 的演化. 假设 $t = 0$ 时产业形成, $t = 1$ 时在位企业

开始生产同质产品. $t \geq 1$ 时, 产业内有 n_t 家企业. 假设资本是唯一的生产要素, δ 表示资本折旧率, $0 < \delta \leq 1$. 在时期 t 之初, 企业 i 的资本 $K_{it} > 0$, 假设技术的资本生产率 A_{it} 是企业所采用技术的增函数^[3,4], 即 $A_{it} = A(\theta_{it})$, 技术 $\theta_{it} \in N$ (假设 $\theta_{i1} = 1$). 所有生产技术有固定的投入系数和规模报酬不变的特点. EMID 模型的一个独特之处在于, 在单位资本的生产成本中反映经济环境的随机因素对产业的影响, 而引入了随机变量 ζ_t . 模型假设在同一生产时期, 不同生产技术的单位资本的生产成本都相同, 但在不同时期受经济系统的随机因素影响而有随机性的变化. 假设资本可以从一个技术转换到另一个技术, 没有转换成本. 随着时间推移, 企业创新以及产业以外的科技进步使得产业内最好技术的资本生产率逐渐增大. 在 EMID 模型中, 设每种技术 θ 的资本生产率函数为

$$A(\theta) = A_0 + \phi \cdot \ln \theta \quad (1)$$

其中, A_0 为产业形成初期的资本生产率, 参数 ϕ 决定了资本生产率增长的速度.

企业 i 在时期 t 的产量 Q_{it} 为 $Q_{it} = A_{it}K_{it} = A(\theta_{it}) \cdot K_{it}$. 给定需求函数 $P_t = H(Q_t)$, 市场价格 P_t 取决于产业的总产量 Q_t . 假设需求函数是连续递减的, 由于 $Q_t > 0$, 不妨设

$$P_t = D/(Q_t)^{1/\eta} \\ = D/(\sum A(\theta_{it}) \cdot K_{it})^{1/\eta} \quad (2)$$

这里, 马歇尔需求弹性 $\eta > 1$, 需求参数 $D > 0$. 于是, 企业 i 的单位资本利润率为

$$\pi_{it} = P_t \cdot A(\theta_{it}) - \zeta_t - RR_{it} \quad (3)$$

其中, RR_{it} 为时期 t 该企业的单位资本用于 R&D 支出的比例. ζ_t 是时期 t 各个企业的单位资本的生产成本, 它是分布在区间 $[a, b]$ 上的非负随机变量 ($0 < a < b < \infty$), 反映了经济环境引起的生产成本的随机变化.

2.1 新企业的进入

EMID 模型允许新企业自由进入. 潜在的进入企业如果发现按照现行价格计算, 期望资本回报率 $\bar{\pi}_t = \sum s_{it} \cdot \pi_{it}$ 超过 β , 它就可能进入产业, 进入的概率为 γ . 这里, t 时期企业 i 的市场份额为 $s_{it} = Q_{it}/Q_t$. 原则上, 潜在的进入企业(资本为 0)可以随机模仿在位企业的惯例, EMID 模型假设新进入企业总是试图模仿产业内资本生产率最高的

企业,其初始资本也是随机抽取的.未进入的企业其资本量仍然为 0.

2.2 创新和模仿

创新的搜索机制是所有演化模型的共同属性,创新过程是自然演化的.按照熊彼特、Nelson 和 Winter 的传统,生产惯例 θ 是企业遗传信息的基本单位.企业所运用的惯例是描述企业的基本特征之一.每个企业通过创新和模仿 R&D 搜寻新的技术,试图使资本生产率最大化,来提高其在产业中的地位.资本生产率取决于企业所运用的技术.因此,EMID 模型中企业的创新形式是提高技术的资本生产率的创新,这是生产方法的创新(工艺创新).

熊彼特式的动态竞争主要表现在有些企业努力成为技术创新的领导者,而其他企业试图模仿领导者的成功来跟上.EMID 模型假设各个企业之间彼此独立地进行 R&D 活动,企业创新和模仿的策略各不相同.创新和模仿策略以及企业的规模,决定了企业的 R&D 支出.进行创新的企业,其随机的技术搜寻使得生产率集合发生内生的演变.模型假设所有企业都在不同程度上搜寻创新机会,企业创新的概率大于 0.

2.2.1 R&D 策略

企业的 R&D 支出与生产率增长之间的关系取决于产业技术进步的特点.技术进步有两种情况,一种是外生科技进步引起整个产业内技术的进步,另一种来自于产业内部企业的创新,R&D 结果分布在企业可能达到的生产率水平上.与 NW 基本模型不同,EMID 模型中企业单位资本的 R&D 支出并非始终不变,企业根据实际情况调整 R&D 策略.EMID 模型假设 t 时期企业 i 单位资本的 R&D 支出为

$$\begin{aligned} RR_{it} &= R_{it}/K_{it} \\ &= h_0 \cdot [1 + \exp(-h_1 K_{it})] \end{aligned} \quad (4)$$

其中,系数 h_0, h_1 是非负实数.如果系数 $h_0 = 0$,表示企业没有 R&D 活动;如果 $h_0 > 0, h_1 = 0$,则 R&D 支出与企业的资本成比例;如果 h_1 和 h_0 都大于 0,表示小企业配置一个占其资本较大比例的资金用于 R&D 活动,但小企业的 R&D 总支出 R_{it} 仍然比大企业少.

将企业用于 R&D 的资金分割为创新资金 R_{it}^m 和模仿资金 R_{it}^i .企业 i 在 t 时期的 R&D 策略通过 R&D

支出在创新和模仿之间分割的系数 r_{it} 来描述

$$R_{it}^m = r_{it}R_{it}, R_{it}^i = (1 - r_{it})R_{it} \quad (5)$$

R&D 支出在创新和模仿上的分配策略取决于企业的实际情况,随着生产的不同时期而改变.当某企业在市场总产量中所占的份额增加时,其创新研究占 R&D 支出的份额也增加.当企业的市场份额减少时,企业将更多的资金配置到模仿研究上,即该企业认为其他企业使用了更好的技术,于是模仿这些技术.因此,把企业 i 的分割系数 r_{it} 的演化表示为

$$r_{i,t+1} = (1 + g_{it})r_{it} \quad (6)$$

式中: $g_{it} = (s_{it} - s_{i,t-1})/s_{i,t-1}$ 是 t 时期企业 i 的市场份额 s_{it} 的增长率.

2.2.2 R&D 结果

企业 R&D 活动的结果是通过一个两阶段的随机过程产生新的生产率水平.第一阶段确定企业创新或模仿是否成功,由随机变量 v_{it}^m 和 v_{it}^i 取数值 1 或 0 来说明.

企业 i 获得创新抽样的概率取决于该企业的创新 R&D 支出.因此设

$$\Pr(v_{it}^m = 1) = a_{im} \ln(R_{it}^m) + b_{im} \quad (7)$$

这里设 $R_{it}^m \geq 1$, 否则创新概率为 0. a_{im} 是控制创新抽样概率的系数, b_{im} 是外生科技进步引起的创新抽样概率.企业获得创新抽样后,其在技术空间中的位置就随机地前进 N_{it} 步.该变量具有 Poisson 分布密度,平均步数取决于企业的创新 R&D 支出 R_{it}^m .其参数为 $\lambda_{it} = 1 - \exp(-a_{im} \cdot R_{it}^m)$.其中 a_{im} 为创新 R&D 的标度参数.因此,企业 i 的技术根据 $\theta_{i,t+1} = \theta_{it} + N_{it}$ 随时间演化, $\Pr\{N_{it} = n\} = \exp(-\lambda_{it}) \cdot \lambda_{it}^n / n!$.由于企业 i 在每一时期的平均前进步数 λ_{it} 总是小于 1,因而技术进步是缓慢递增的.

类似地,企业 i 得到模仿抽样的概率是企业的模仿资金 R_{it}^i 的函数

$$\Pr(v_{it}^i = 1) = a_{im} \ln(R_{it}^i) + b_{im} \quad (8)$$

这里 $R_{it}^i \geq 1$, 否则模仿的概率为 0. a_{im} 是控制模仿抽样概率的系数, b_{im} 是外生科技进步引起的模仿抽样概率.如果企业得到一次模仿的抽样,它就模仿产业内的最佳生产技术.

对于某个时期获得了模仿和创新两种抽样的企业,下一时期的生产率水平为

$$A_{i,t+1} = \max(A_{i,t}, \hat{A}_t, \tilde{A}_{i,t}) \quad (9)$$

上式中, \hat{A}_t 是 t 时期产业内最高的生产率水平, $\tilde{A}_{i,t}$ 是企业 i 创新抽样的结果, 根据创新抽样得到的技术 $\theta_{i,t+1} = \theta_{i,t} + N_{i,t}$ 按照式(1) 计算.

2.3 投资决策

企业未来的生产规模取决于企业的投资决策, 而企业的投资能力取决于该企业当前的储蓄和利润. 假设利润大于 0 的企业在每一时期用一部分当前利润扩大生产投资, 另一部分利润用于储蓄(作为生息的流动资金), 银行储蓄利率为 ρ_1 .

如果时期 t 企业的利润为正, 企业还通过贷款扩大生产投资, 则下一时期企业的债务 $D_{i,t+1}$ 增加. 债务需要在一定的时期内偿还. 假设银行贷款利率为 ρ_2 (通常 $\rho_2 > \rho_1$), 贷款需要在 μ_1 个时期里偿还, 那么企业在下一时期应该偿还的债务等于 $DR_{i,t+1} = D_{i,t}/\mu_1$. 用 $IL_{i,t+1}$ 表示由贷款形成的投资. 为简化计算, 假设下一时期企业的债务 $D_{i,t+1}$ 因当期偿还 $DR_{i,t+1}$ 而削减, 根据贷款利率 ρ_2 而扩大, 由于当期贷款 $IL_{i,t+1}$ 而增加^[13,14], 即 $D_{i,t+1} = (D_{i,t} - DR_{i,t+1})(1 + \rho_2) + IL_{i,t+1}$. 其中 $IL_{i,t+1} = \max\{0, \pi_{i,t}\} \cdot r \cdot K_{i,t}$, r 为贷款系数.

如果利润大于 0, 企业还将一部份利润用于储蓄. 假定利润中用于储蓄的比例取决于现有储蓄和企业资本, 现有储蓄额 $SU_{i,t}$ 越大, 当前利润中用于储蓄的比例越小. 参数 τ 用来控制利润中用于储蓄的比例. 则定义企业在 $t + 1$ 时期的当期储蓄 $SC_{i,t+1}$ 为

$$SC_{i,t+1} = \max\{0, \pi_{i,t}\} \cdot K_{i,t} \cdot \exp\{-SU_{i,t}/(\tau \cdot K_{i,t})\} \quad (10)$$

假设 $t + 1$ 时期企业的储蓄总量 $SU_{i,t+1}$ 由于当期偿还 $DR_{i,t+1}$ 而减少, 根据利率 ρ_1 而扩大, 由于利润中的当期储蓄 $SC_{i,t+1}$ 而增加. 当利润非正时, 企业减少自有储蓄进行投资以弥补资本折旧, 因而储蓄减少. 即

$$SU_{i,t+1} = \begin{cases} \max\{0, (SU_{i,t} - DR_{i,t+1})(1 + \rho_1) + SC_{i,t+1} - \delta K_{i,t}\}, & \pi_{i,t} \leq 0 \\ \max\{0, (SU_{i,t} - DR_{i,t+1})(1 + \rho_1) + SC_{i,t+1}\}, & \pi_{i,t} > 0 \end{cases} \quad (11)$$

于是, 企业的实际投资为

$$I_{i,t+1} = \begin{cases} \min\{(SU_{i,t} - DR_{i,t+1})(1 + \rho_1) + SC_{i,t+1}, \delta K_{i,t}\}, & \pi_{i,t} \leq 0 \\ \pi_{i,t} K_{i,t} \{1 - \exp[-SU_{i,t}/(\tau K_{i,t})]\} + IL_{i,t+1}, & \pi_{i,t} > 0 \end{cases} \quad (12)$$

从而, $t + 1$ 时期企业的生产资本为

$$K_{i,t+1} = (1 - \delta)K_{i,t} + I_{i,t+1} \quad (13)$$

企业的总资产为 $KT_{i,t+1} = K_{i,t+1} + SU_{i,t+1}$.

2.4 退出

实际产业发展中, 企业退出产业的原因很复杂, 许多产业演化模型都作了高度简化. EMID 模型充分考虑企业退出产业的各种原因, 用下面三种情况描述企业的退出:

第一, 采用企业的利润积累指标 $X_{i,t}$ ^[2], 反映企业在市场中的历史表现:

$$\begin{aligned} X_{i,t} &= \alpha X_{i,t-1} + (1 - \alpha)\pi_{i,t} \cdot K_{i,t} \\ X_{i,0} &= 0, \alpha \in [0, 1] \end{aligned} \quad (14)$$

α 是对企业表现的记忆, 企业过去剩余利润积累的权重随着 α 增加而增加. 如果企业的利润积累小于一个下限 \underline{X} , 企业就退出产业. 记忆使得企业即使当期利润小于 0 也可以在市场上再生存一段时间.

第二, 如果企业现有债务超过现有总资产的一个给定比例 κ , 并且单位资本的利润率为负, 即 $D_{i,t}/KT_{i,t} > \kappa$ 且 $\pi_{i,t} < 0$, 则企业因资不抵债而破产, 从而退出产业.

第三, 如果企业的资本低于一个最小水平 \underline{K} , 即 $K < \underline{K}$, 企业也退出产业. 当企业退出时, 企业的资本量为 0.

企业的进入和退出提高了总的生产率水平. 因为与产业平均水平相比, 进入企业生产率较高, 而退出企业生产率较低, 即更有效的在位企业和进入企业取代了效率较低的企业.

2.5 模型框架

本文建立的 EMID 模型包括 4 个模块: 第一, 给定生产技术和企业资本, 求解企业产量和市场价格. 第二, 企业进行 R&D 支出决策, 求解企业创新和模仿的结果以及企业在下一时期所使用的生产技术. 第三, 企业进行投资决策. 第四, 进入和退出决策: 在位企业决定是继续生产还是退出, 潜在的进入企业决定是否进入.

图 1 给出 EMID 模型的基本框架(未包含进入退出决策). 虚线以上部分强调了单个企业决策时的变量关系, 产业内其余企业的总影响在图中虚线下面给出. 多个箭头指向某一变量表明多个变量共同决定该变量.

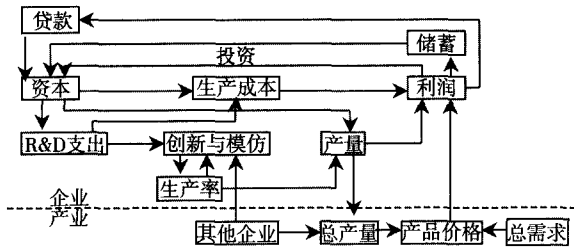


图 1 EMID 模型基本框架

Fig. 1 Fundamental frame of EMID

3 仿真

对 EMID 模型进行了仿真. 初始时刻, 市场被 10 家企业平均瓜分, 每个企业的初始资本($K = 100$)、生产技术($\theta = 1$) 完全相同, 所有企业都没有负债. 模拟计算的参数取值见附录. 这里用平均生产率、最佳生产技术、最大生产率、价格、平均利润、资本集中度以及在位企业数等指标评价产业状态.

为检验 EMID 模型对产业演化现象的解释性, 针对两种技术进步情况, 模拟计算并比较了产业的不同演化结果. 第 1 种是产业技术进步既可能来自于产业外的科技进步, 也可能来自于产业内的创新和模仿, 以下简称“进步 1”; 第 2 种技术进步仅来自于产业内部, 简称“进步 2”. 模拟计算各进行了 2 000 步, 两次模拟运行时间分别为 6.875 s(进步 1) 和 6.141 s(进步 2). 图 2 ~ 7 中粗实线是“进步 1”的曲线, 细实线对应于“进步 2”, 横坐标是生产时期. 图 2 描述了产业平均生产率的演化. 最大生产率的演化趋势有十分相似的曲线(图略). 图 3 是产业内最佳生产技术的演化. 显然, 产业外的技术进步使得产业平均生产率提高, 技术进步更快. 图 3 表明产业内的技术进步是缓慢递增的.

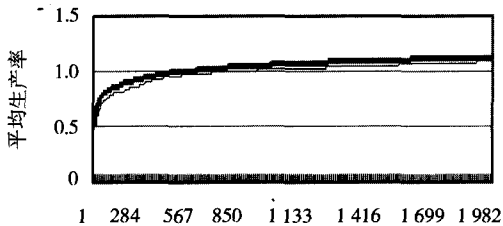


图 2 产业平均生产率的演化趋势

Fig. 2 Trend of industrial average productivity

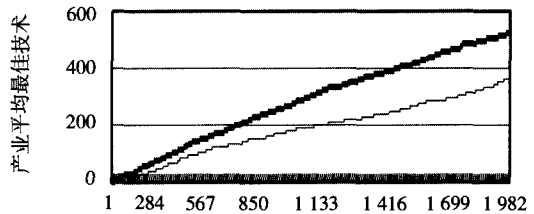


图 3 产业内最佳技术的演化趋势

Fig. 3 Trend of the best technique in the industry

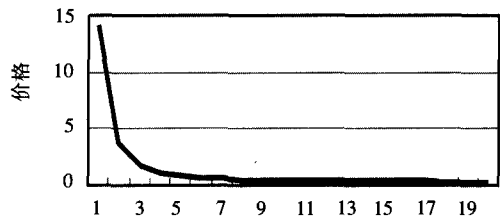


图 4 前 20 个生产时期的价格曲线

Fig. 4 Price of first 20 periods

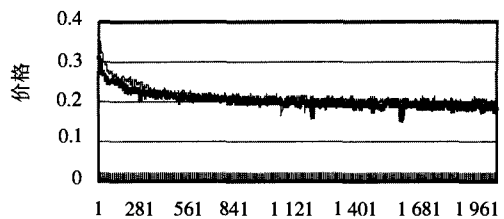


图 5 价格的演化(生产时期 21 ~ 2000)

Fig. 5 Evolution of price

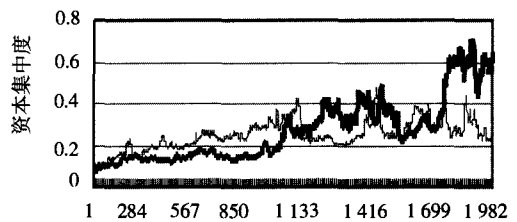


图 6 产业资本集中度的演化趋势

Fig. 6 Trend of industrial capital concentration

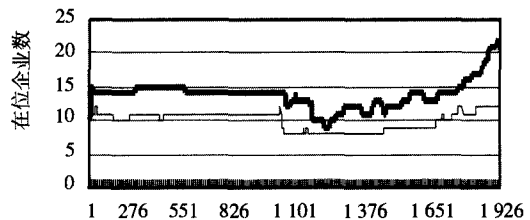


图 7 产业内在位企业数的演化

Fig. 7 Evolution of number of incumbents

仿真计算两种不同技术进步情形的产业在前20个时期有几乎相同的价格,但后面时期价格存在差异,并有波动。“进步1”的价格低于“进步2”价格。从图4和图5可见,价格呈下降趋势,反映了产业演化的典型事实。产业平均利润率也有类似的随机波动(主要是由于生产成本 ζ_t 的随机变动),但都呈现出下降的趋势(图略)。

为反映产业的结构特征,图6描绘了产业资本集中度的演化趋势。 t 时期的资本集中度为 $\sum (K_{it}/K_t)^2$ 。这里, K_t 是 t 时期的产业总资本。该指标的倒数反映市场中具有同等资本的等效企业数,该指标越大,企业之间的资本分布越不均匀。图6表明,前面生产时期“进步1”的产业资本集中度低于“进步2”,后期则有剧烈波动,并明显高于“进步2”情形。这种现象是因为在产业形成初期,由于产业外的科技进步使得产业内初始规模相同的各个企业共同进步,资本集中度变化不大。但是一旦某个企业抓住机会创新成功,使生产更加有利可图,则该企业资本积累的速度就更快,从而使其规模迅速扩大。其他不成功的企业逐渐萎缩,因而造成企业规模的巨大差异,资本集中度提高。

产业内最大市场份额的演化与图6的资本集中度的曲线形状基本一致。图7从在位企业个数的角度反映了产业结构的变化。显然,“进步1”的产业内在位企业个数一直多于“进步2”,这是由于在“进步1”情形,产业外的科技进步为产业内的技术创新和模仿提供了便利条件,从而使得潜在的进入企业看到了更多的创新机会,导致更多的进入。

图8—图11仅描述“进步2”产业。图8以产业总资本为X轴、总供给为Y轴,描绘产业总供给与总资本的关系,图中曲线的较大波动反映了各企业资本生产率的差异性,其根源在于企业技术惯例和决策的多样化。图9给出各企业资本在总资本中所占份额的变化,表明所有在位企业和新进入企业的资本份额都有明显波动。这也是产业结构演化的典型事实。

企业规模的偏斜分布及其长期稳定性是产业经济学已经非常明确的典型化事实,真实产业中企业的规模分布非常近似于Pareto分布^[16,17]。图10中,横坐标是企业按照规模由大到小排序的对数,

纵坐标是市场份额的对数,给出在 $t = 2000$ 时的企业规模分布,显然两家大企业占领市场的大部分份额,其余企业瓜分剩下的市场份额。图11是生产时期1901—2000期间各个在位企业的市场份额曲线,该曲线再次证实了企业规模的Pareto分布。

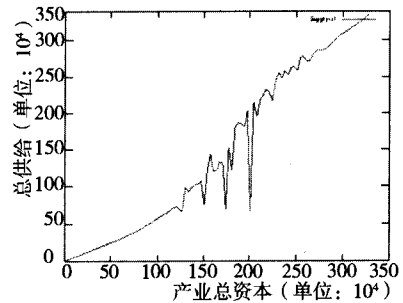


图8 产业总资本和总供给的XY图

Fig. 8 XY chart of industrial total capital and total supply

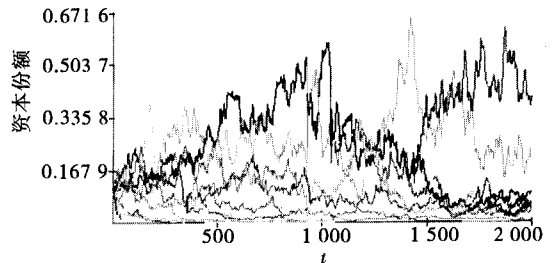


图9 企业资本份额的变化

Fig. 9 Variety of firms' capital share

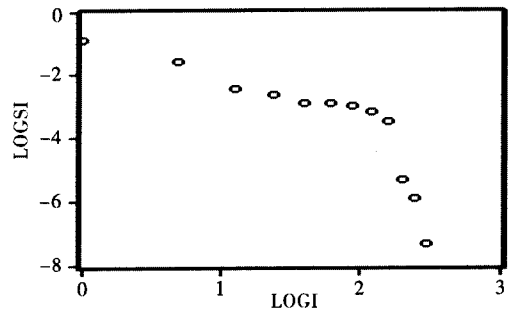


图10 $t = 2000$ 时的在位企业的规模分布

Fig. 10 Size distribution of incumbents at $t = 2000$

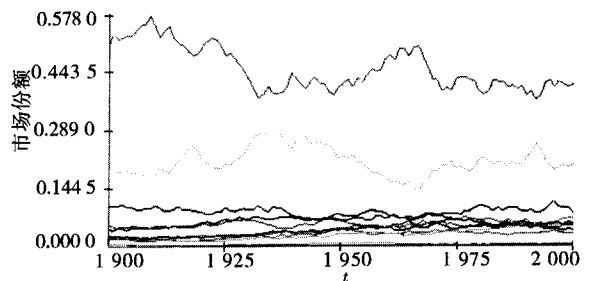


图11 $t = 1901 \sim 2000$ 时在位企业的市场份额

Fig. 11 Market share of incumbents at $t = 1901-2000$

表 1 模拟计算结果比较 ($t = 1901-2000$ 时的产业特征)

Table 1 Compare of simulation result

	平均生产率	价格	平均利润率	资本集中度	最大市场份额	企业数
“进步 1”	100%	16%	44%	100%	100%	100%
“进步 2”	0%	84%	56%	0%	0%	0%

注: 表中数据为该种技术进步类型的产业有较大值所占比例, 例如在 1901—2000 生产时期中有 84 个时期“进步 2”的价格高于“进步 1”的相应价格。

表 1 给出在生产时期 $t = 1901-2000$ 时对应于两种技术进步类型的产业特征比较。从表中可见, “进步 1”与“进步 2”相比, 平均生产率、最大市场份额、产业资本集中度和在位企业数均较高, 但是价格偏低, 因而平均利润率也略低。从产业长期演化来看, “进步 1”产业更接近于寡头垄断的市场结构。

总之, EMID 模型模拟了一个随机动态系统, 在这个系统里, 当企业发现较好的技术以后, 随着时间的推移, 资本生产率水平趋于上升, 单位生产成本趋于下降。产业的总产量趋于上升, 因而价格趋于下降。有利可图的企业扩张, 无利可图的企业收缩, 而进行 R&D 活动的企业则可能兴盛或衰落。企业的命运又影响创新的活动。模拟计算结果表明, 本文建立的 EMID 模型不仅可以分析企业决策的多样性对产业结构演化的影响, 而且很好地再现了产业演化过程中的典型事实。与 NW 系列模型相比, EMID 模型中的许多改进(包括生产成本的随机变化等)更符合产业发展实际情况。该模型有明确的决策规则, 不仅包括 R&D 支出, 而且有进入、退出和投资决策, 完整地反映了企业的行为规则。

参考文献:

- [1] Nelson R R, Winter S G. An Evolutionary Theory of Economic Change[M]. Cambridge, Mass. and London: Belknap Press, 1982.
- [2] Winter S G. Schumpeterian competition in alternative technological regimes[J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 1984, 5: 287—320.
- [3] Jonard N, Yildizoglu M. Technological diversity in an evolutionary industry model with localized learning and network externalities [J]. Structural Change and Economic Dynamics, 1998, 9(1): 35—55.
- [4] Jonard N, Yildizoglu M. Sources of Technological Diversity[C]. Paris: Cahiers de l'innovation, No. 99030, CNRS, 1999.
- [5] Yildizoglu M. Competing R&D strategies in an evolutionary industry model[J]. Computational Economics, 2002, 19: 51—65.
- [6] Winter S G, Kaniovski Y M, Dosi G. A baseline model of industry evolution[J]. Journal of Evolutionary Economics, 2003, 13: 355—383.
- [7] Winter S G, Kaniovski Y M, Dosi G. Modeling industrial dynamics with innovative entrants[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 2000, 11: 255—293.
- [8] Kwasnicki W. Comparative Analysis of Selected Neo-Schumpeterian Models of Industrial Dynamics[R]. DRUID, Aalborg, 2001.
- [9] 蒋德鹏, 盛昭瀚. 技术的演化与锁定[J]. 管理科学学报, 2001, 4(1): 58—63.

4 结束语

基于演化经济理论和 NW 基本模型的 EMID 模型, 可以用于分析由不同企业组成并有新企业持续随机进入的产业竞争动态, 可以说是一个比较简单并且相对全面的产业演化基本模型, 该模型不仅能描述和解释产业发展过程中的不同现象, 而且能证实产业发展所显现出来的性质。但该模型还有待在创新形式、产品种类(单一同质或多品种)、成本函数等几个方面加以改进:

企业创新有两种形式: 提高生产率的创新(工艺创新)和改良产品的创新(产品创新)。EMID 模型中假设产业内各个企业均生产同质产品, 因此只研究企业的工艺创新。关于产品创新的 EMID 扩展模型将另文研究。

劳动和工资是重要的经济特征, 本文建立的 EMID 模型中没有研究作为传统生产要素的劳动。在产业演化模型中应该进一步分解成本函数, 而分离出劳动和工资并将其明确纳入成本函数的可能性是存在的, 这也将模型的进一步改进中进行。

- Jiang Depeng, Sheng Zhaohan. Evolution and lock in of technique[J]. Journal of Management Sciences in China, 2001, 4(1): 58—63. (in Chinese)
- [10] 刘国新, 李 勃. 论企业规模与 R&D 投入相关性[J]. 管理科学学报, 2001, 4(4): 68—72.
Liu Guoxin, Li Bo. Discuss of the relativity between firm's size and R&D expenditure[J]. Journal of Management Sciences in China, 2001, 4(4): 68—72. (in Chinese)
- [11] 盛昭瀚, 肖条军. 技术创新对企业集团能量效率的影响与对策[J]. 管理科学学报, 2001, 4(6): 1—5.
Sheng Zhaohan, Xiao Tiaojun. Influence and countermeasure of technological innovation on enterprise group's energy efficiency [J]. Journal of Management Sciences in China, 2001, 4(6): 1—5. (in Chinese)
- [12] 肖条军, 盛昭瀚, 程书萍. 纵向型企业集团 R&D 及其经济增长的博弈分析[J]. 管理科学学报, 2002, 5(4): 1—6.
Xiao Tiaojun, Sheng Zhaohan, Cheng Shuping. Analysis of portrait enterprise group's R&D and economy increase[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, 5(4): 1—6. (in Chinese)
- [13] Kwasnicka H, Kwasnicki W. Market, innovation, competition, an evolutionary model of industrial dynamics[J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 1992, 19: 343—368.
- [14] Kwasnicki W. Knowledge, Innovation, and Economy: An Evolutionary Exploration[M]. Wroclaw: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej, 1994. Edward Elgar Publishing Limited; Cheltenham, UK, Brookfield, US, 1996.
- [15] 盛昭瀚, 蒋德鹏. 演化经济学[M]. 上海: 上海三联书店, 2002.
Sheng Zhaohan, Jiang Depeng. Evolutionary Economics[M]. Shanghai: Shanghai Sanlian Bookstore, 2002.
- [16] Kwasnicki W. Skewed distributions of firm sizes: An evolutionary perspective[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 1998, 9: 135—158.
- [17] Valente M, Andersen E S. A hands-on approach to evolutionary simulation: Nelson & Winter models in the laboratory for simulation development[J]. Electronic Journal of Evolutionary Modeling and Economic Dynamics 1, 2002.

Neo-schumpeterian evolutionary model of industrial dynamics based on NW model

SHENG Zhao-han¹, GAO Jie², DU Jian-guo^{1,3}

1. School of Management Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Shanghai Municipal Electric Power Company, Shanghai 200122, China;

3. School of Business Administration, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China

Abstract: An evolutionary model of industrial dynamics (EMID) based on NW model is proposed in this paper. By EMID, the competing dynamics in the industry, which allows new firms' continuous and random entry, is analyzed. The paper studies the evolution of industry structure and the interaction between firms' investment decision-making, R&D strategies, technique transformation as well as other aspects of industry characteristics. The evolution of industry structure is simulated by computer experiment, and simulation result shows that EMID can represent stylized facts of industry evolution and that EMID is a simple and relative general model of industry evolution.

Key words: evolutionary economics; industry structure; innovation and imitation; enter and exit

附录

定义	模拟计算中选用的参数值
单位资本的生产成本范围	$a = 0.1, b = 0.2$
需求参数	$D = 300, \eta = 2$
资本生产率的参数	$A_0 = 0.5, \phi = 0.1$
新企业进入的参数	$\beta = 8\%, \gamma = 0.25$
资本折旧率	$\delta = 0.10$
R&D 支出的参数	$h_0 = 0.01, h_1 = 0.01$
R&D 的参数	$a_{in} = 0.005, b_{in} = 0 \text{ 或 } 0.01, a_{im} = 0.05, b_{im} = 0 \text{ 或 } 0.1, a_{in} = 0.5$
金融的参数	$\rho_1 = 0.002, \rho_2 = 0.003, \mu_1 = 10, r = 2, \tau = 1.0$
企业退出的参数	$K = 0.1, \kappa = 1.5, \underline{X} = -0.1, \alpha = 0.9$