

# IET的生产者服务业与先进制造业耦合机理

叶春华<sup>1</sup>, 许露<sup>2</sup>, 何建敏<sup>1</sup>, 田德红<sup>1</sup>

(1.东南大学 经济管理学院, 南京 211189; 2.南京铁道职业技术学院, 南京 210031)

**摘要:** 借鉴产业生态理论中的共生机制,基于 General-Lotka-Volterra 生态模型,构建生产者服务业与先进制造业的系统耦合关联模型。通过数理分析,分别讨论合作模式和竞争模式下生产者服务业与先进制造业间的系统均衡条件及可能平稳解,由此探析产业生态视角下的生产者服务业与先进制造业间的耦合机理。研究结果显示,生产者服务业与先进制造业间通过产业引导、产业延伸和产业孵化作用机制,实现在竞争、合作模式下的耦合演变。

**关键词:** IET (产业生态理论); 生产者服务业; 先进制造业; 耦合机理

**中图分类号:** F49

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-3370(2012)04-0052-06

## 引言

全球金融危机背景下,通过优先发展生产者服务业促进我国现代服务业的全面进步,是我国优化产业结构,转变经济发展方式的重要手段,关系到我国在全球产业价值链地位的提高和经济持续健康发展。近年来,生产者服务业与制造业间的互动发展研究成为了国内外学术界研究的热点,现有研究成果主要从以下几个方面研究生生产者服务业与先进制造业间的内在关联性。(1)基于技术关联的视角探讨生产者服务业与先进制造业间的内在关系(Guerrieri&Meliciani,2005;邹昊等,2006;原毅军等,2007),认为生产者服务业在发展过程中与相关产业间并非简单的因果关系,而是在技术关联条件下不断加强的双向互动<sup>[1-3]</sup>。(2)基于交易成本和政府规制视角研究生生产者服务业与先进制造业间的关系机理(Amiti,2007;王朝阳,2008;张益丰,2009),指出二者间的共生发展模式有利于促进生产者服务业的发展<sup>[4-6]</sup>。(3)基于经济服务化及竞争力视角研究生生产者服务业与先进制造业协调发展的基准条件(Michael Gallaher,2005;夏杰长等,2007;余道先,2010),生产者服务业外部化、专业化是加快经济服务化的关键<sup>[7-9]</sup>。(4)基于产业演进效率分析生产者服务业与先进制造业发展的内在关联机理(Gorg,H.,etal,2008;路红艳,2009;冯梅,2009)<sup>[10-12]</sup>,认为产业边界的模糊化及产业融合趋势明显。

由此可见,现有研究成果主要基于定性分析视角,理论分析生产者服务业与先进制造业间的互动发展机理。为进一步深化现有研究成果,运用定量分析方法系统解构生产者服务业与先进制造业间的发展机理,借鉴产业生态理论中的共生机制,构建生产者服务业与先进制造业的耦合关联模型,探究二者间的耦合演化机制,为制定科学的产业政策提供决策支撑。

## 一、生产者服务业与先进制造业的生态耦合关联

产业生态系统是对自然生态内涵的专业化和具体化,是一种耦合了自然、经济、社会子系统的集成化复杂体系。产业演化中的绝大多数生产性服务内化在先进制造业当中,脱胎于制造业母体的生产者服务经过专业化发展而形成。因此,生产者服务业的发展就是一种“内部化—外部化”活动变迁的过程,这就显现出其与先进制造业之间必然存在特定的生态耦合关联。

### (一)生产者服务业与先进制造业的生态耦合系统

生产者服务业与先进制造业通过技术、人才、资金、区位、组织、制度、文化等产业要素及各类企业群、中介机构、教育机构、政府等产业主体间的相互作用形成一个有机整体。这个整体基于自然环境、经济环境、社会环境,并借助于物质流、信息流、知识流、资金流、价值流等形成具有动态成长过程

收稿日期: 2011-05-22

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973计划)资助项目(2010CB328104);国家自然科学基金资助项目(71071034,71171051);教育部人文社科基金资助项目(09YJA630021、10YJC630296);“江苏省研究生培养创新工程”资助项目(CXLX11\_0159)

作者简介: 叶春华(1963—),男,博士研究生;许露(1981—),东南大学硕士研究生,E-mail:bianyuetang@yahoo.com.cn

的产业生态系统。系统中的各类企业及其生存的社会环境、经济环境、自然环境,通过物质、知识、资金、信息等流动,使系统中的企业与生存环境相互作用、相互依赖而紧密联系在一起,形成一个“自然-经济-社会”复合生态系统(图1)。

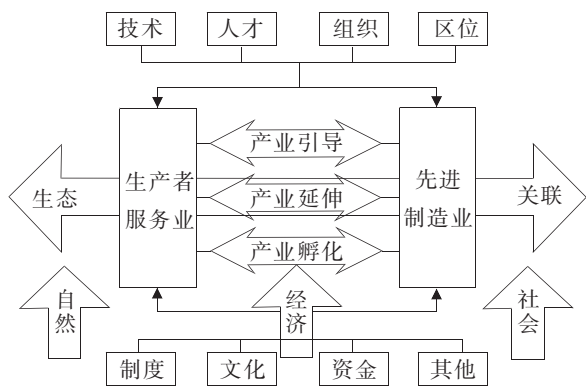


图1 生产者服务业与先进制造业的生态耦合系统

基于生产者服务业与先进制造业在相关产业要素基础上耦合关联,形成的“自然—经济—社会”复合生态系统中,由生产者服务业与先进制造业及相关要素为此产业生态系统的生态核,体现二者生态关联性的核心部分;技术、人才、资本、制度、组织、区位、文化等要素为维持产业生态核发展的关键因素,即为实现生产者服务业与先进制造业产业生态和谐共生的基础;自然环境、经济环境和社会环境则是保证整个产业生态系统生存的前提。

## (二)生产者服务业与先进制造业的生态耦合效应

对于生产者服务业与先进制造业间的内在关联性,目前学术界主要有两类观点。(1)生产者服务业处于需求地位,先进制造业是生产者服务业发展的前提,生产者服务业则是先进制造业的补充;(2)生产者服务业处于供给主导地位,是先进制造业生产率提高和竞争力提升的基础。现实中,作为市场供需的两面,二者逐步呈现出相互服务支撑的生态关联作用,通过技术、人才、资金、组织、制度、文化、区位等一系列产业要素实现共生发展。随着先进制造业的规模不断扩大,对专业服务的需求持续增强,必将推动生产者服务业的发展;反之,生产者服务业又进一步支撑先进制造业的不断升级与优化。同时,随着产业要素的优化集聚,又可以促使新兴产业的诞生,实现产业孵化,进一步完善产业结构转型。因此,生产者服务业与先进制造业间的生态关联作用将进一步显现,表现在产业引导、产业延伸和产业孵化机制上。

### 1. 产业引导生态效应

在我国,生产者服务业的比重远大于消费性服务业,主要在与先进制造业的内在关联中表现出来,有利于推动先进制造业的产业结构优化,充分显现对先进制造业的产业引导。因此,生产者服务业在不断服务于先进制造业的过程中持续引导先进制造业的优化升级。同时,先进制造业是技术研发的先动者和发起者,不断要求生产者服务业提供专业化的服务,不断促进生产者服务业的研发和创新活动,对生产者服务业的自我升级提出了高的要求。由此可见,生产者服务业与先进制造业在产业生态系统内不断实现产业引导生态效应。

### 2. 产业延伸生态效应

在由传统工业经济向知识经济转变时期,经济增长方式的转变和产业结构的升级,导致产业更替的频率逐步加快,传统产业的衰退现象越发明显。通过技术创新等手段来实现产业的可持续发展,拓宽产业价值链,延长产业生命周期,提升产业的竞争力,逐步成为实现经济发展方式转变的关键手段。因此,生产者服务业通过技术、人才等产业要素实现研发创新,有利提升先进制造业产品和服务的附加值,在融入更加专业服务的基础上,延长先进制造业产品的生产周期。同时,不断实现产业边界的交叉和重叠,突出产品和服务的融合,逐步实现先进制造业的产业延伸。先进制造业的产业创新和升级对生产者服务业的专业化服务提出了更高的要求,同样也有利于生产者服务业实现产业延伸。

### 3. 产业孵化生态效应

新兴产业孵化不仅是对区域产业集聚已有优势的传承和运用,而且能促进区域产业结构优化和升级。在产业发展演化过程中,技术、市场等优势产业要素可以通过不同形式的组合形成优势要素集,在优势产业要素的产品化、市场化的过程中不断发展。根据产业发展过程中的成本-收益关系,市场主体或者政府部门通过优化产业发展环境,选择高效益的优势要素组合,推动优势产业要素组合的产品化和市场化的过程。因此,生产者服务业与先进制造业在发展中通过技术、人才、资金等各类产业要素优化产业结构、实现产业升级,实现相互间的生态关联性,在共生中实现可持续发展。

## 二、基于 IET 的生产者服务业与先进制造业耦合机理

根据上述基于产业生态视角对生产者服务业与先进制造业间生态耦合关联的理论分析,本文基

于 General-Lotka-Volterra 构建生产者服务业与先进制造业间的耦合模型。General-Lotka-Volterra 模型最早由美国生态学家 Lotka 和意大利数学家 Volterra 提出用以模拟一些生态现象。他们指出,对于存在于一生态系统中的种群,受各种种群存在的影响,相互间的演变规律可按照 General-Lotka-Volterra 模型来描述<sup>[13]</sup>。由生产者服务业与先进制造业构成的产业生态系统继承了生态系统的一般属性特征,某种程度上具有与种群生态系统相似的特点,存在类似自然生态系统中物种间的关联性。因此,基于 General-Lotka-Volterra 生态模型,构建生产者服务业与先进制造业耦合关联的数理模型,对研究产业发展具有重要意义。

### (一) General-Lotka-Volterra 生态模型概述

所谓 General-Lotka-Volterra 系统模型,是指具有如下形式的常微分方程组

$$\dot{x}_i = x_i \left( \lambda_i + \sum_{j=1}^m a_{ij} \prod_{k=1}^n x_k^{b_k} \right) \quad i=1, 2, \dots, n$$

针对 General-Lotka-Volterra 系统模型,文献都可以将其分为合作型、保守型、耗散型三种系统。关于合作或竞争型系统,一个典型的动力学性质就是:存在由平衡点及其连接轨道组成的全局吸引子;对于保守型系统,其存在一个正平衡点的情况下,可约化为广义哈密顿系统;对于耗散系统,存在一个全局吸引集的重要动力学性质。由此,针对生产者服务业与先进制造业间的耦合生态关联性,基于 General-Lotka-Volterra 系统构建二者间的耦合关联模型,对于研究二者间的耦合机理具有重要作用。

### (二) 竞争模式下的生产者服务业与先进制造业耦合机理

#### 1. 模型构建

基于产业生态理论,设  $t$  时刻生产者服务业和先进制造业的规模量分别为  $X(t)$  和  $Y(t)$ ,两产业的自然增长率分别为  $r_1$  和  $r_2$ ,产业间的关联系数分别为  $\alpha_1$  和  $\alpha_2$ ,受到各产业要素以及市场环境的限制,产业成长的极限规模分别为  $K_1$  和  $K_2$ 。根据产业发展规律可以得知,产业  $X$  和产业  $Y$  的产业增长率分别为  $r_1(1 - \frac{N_1 + \alpha_1 N_2}{K_1})X$  和  $r_2(1 - \frac{N_2 + \alpha_2 N_1}{K_2})Y$ ,将生产者服务业与先进制造业及相关产业要素构成的同一产业系统为研究基准视角,所以产业间的关联系数存在  $\alpha_1 = 1/\alpha_2$  的关系。

因此,竞争模式下的生产者服务业与先进制造业产业规模总量分别为  $X(t)$  和  $Y(t)$ ,满足微分方

程组

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = r_1 \left( 1 - \frac{X + \alpha_1 Y}{K_1} \right) X \\ \frac{dY}{dt} = r_2 \left( 1 - \frac{Y + \alpha_2 X}{K_2} \right) Y \end{cases} \quad (1)$$

引入  $a_1 = r_1, b_1 = -\frac{r_1}{K_1}, c_1 = \frac{r_1 \alpha_1}{K_1}, a_2 = r_2, b_2 = \frac{r_2}{K_2}, c_2 =$

$\frac{r_2 \alpha_2}{K_2}$ , 方程组(1)可以改写为

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = [a_1 + b_1 X + c_1 Y] X \\ \frac{dY}{dt} = [a_2 + b_2 X + c_2 Y] Y \end{cases} \quad (2)$$

上式即构成了生产者服务业与先进制造业产业在竞争模式下的数学模型。

#### 2. 模型分析

设  $b_i < 0, c_i < 0, i=1, 2$ 。容易看出,模型(2)的平衡位置一般有四个,他们是:原点  $O(0, 0)$ ;直线  $x=0$  与直线  $l_y: a_2 + b_2 x + c_2 y = 0$  的交点  $Q(0, -\frac{a_2}{c_2})$ ;直线  $y=0$  与直线  $l_x: a_1 + b_1 x + c_1 y = 0$  的交点  $P(-\frac{a_1}{b_1}, 0)$ ;两直线  $l_x$  与  $l_y$  在第一象限的交点  $M(x^*, y^*)$ 。由于  $l_x$  与  $l_y$  的斜率均为负值,它们的相对位置仅有图 2 所示的四种可能。下面对这四种可能分别加以讨论。设  $a_1 > 0, a_2 > 0$ 。

(1)在图 2a 中有  $(-\frac{a_1}{b_1}) < (-\frac{a_2}{b_2}), (-\frac{a_2}{c_2}) < (-\frac{a_1}{c_1})$ ,

从而  $(\frac{c_1}{c_2} < \frac{a_1}{a_2} < \frac{b_1}{b_2})$ 。容易检验,这时存在正平衡点  $M$ 。

在直线  $l_x$  上由于  $\frac{dX}{dt} = 0$ ,故  $l_x$  是模型(2)的垂直等倾线,它们把相平面的第一象限分成了两部分,在  $l_x$  的上方  $\frac{dX}{dt} < 0$ ,下方  $\frac{dX}{dt} > 0$ 。在直线  $l_y$  上,由于  $\frac{dY}{dt} = 0$ ,所以  $l_y$  是模型(2)的水平等倾线, $l_y$  的上方  $\frac{dY}{dt} < 0$ ,下方  $\frac{dY}{dt} > 0$ 。

于是,从向量的分布图 2a 所示,模型(2)从第一象限内部任一点出发的轨线,当  $t \rightarrow +\infty$  时,都趋向于平衡点  $M$ ,这说明此时,生产者服务业与先进制造业的竞争结果将达到稳定的静平衡态  $M$ 。在处于平衡态的产业系统内的产业应当通过现有的产业优势逐步引导产业的专业化,同时,通过聚集现有要素优势积极孵化新的产业,推动产业的可持续发展。



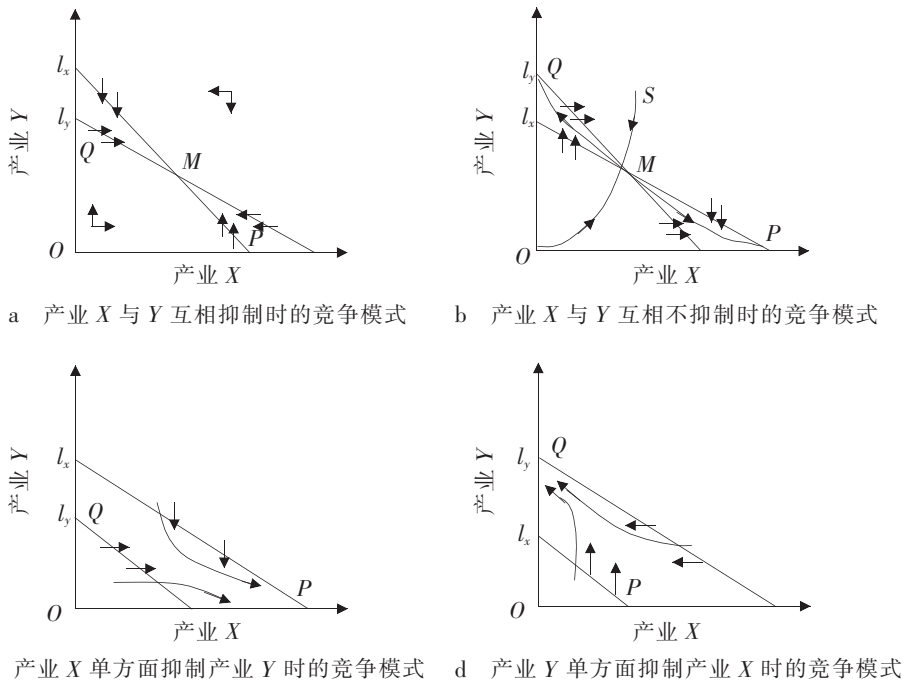


图2 竞争模式下的生产者服务业与先进制造业耦合机理

(2) 在图 2b 中有  $(-\frac{a_1}{b_1}) > (-\frac{a_2}{b_2})$ ,  $(-\frac{a_2}{c_2}) > (-\frac{a_1}{c_1})$ , 从而  $(\frac{b_1 < a_1 < c_1}{b_2 < a_2 < c_2})$ 。此时, 同样存在正平衡点  $M$ 。

向量场如图 2b 所示, 这时  $M$  是模型(2)的鞍点。它的四条分界线如图所示。第一象限内, 从分界线  $OM$  和  $SM$  左方任一点出发的轨线, 当  $t \rightarrow +\infty$  时, 将最终趋向于平衡点  $Q$ , 这意味着两种群竞争的结果导致生产者服务业的衰败以至趋向于灭绝, 而先进制造业  $y$  持续生存, 且保持其规模为  $-\frac{a_2}{c_2}$ 。从分界线  $OM$  和  $SM$  右方任一点出发的轨线, 当  $t \rightarrow +\infty$  时, 将最终趋向于平衡点  $P$ , 这表明竞争的结果将导致先进制造业  $y$  的衰败以至趋向于灭绝, 而生产者服务业  $x$  持续生存, 且保持其规模  $-\frac{a_1}{b_1}$ 。

当  $a_1=a_2$  时, 由(1)中的分析可知  $-c_1 < -c_2, -b_1 > -b_2$ ; 而从(2)中可得  $-c_1 > -c_2, -b_1 < -b_2$ 。这说明: 在两产业的内禀增长率相同的情况下, 当产业内部竞争的影响大于产业间竞争的影响时, 竞争的结果导致两产业的共存; 当产业内部竞争的影响小于产业间竞争的影响时, 竞争的结果将导致一产业衰败以至趋向于灭绝。由于产业内外部竞争作用的差异程度, 应当实施不同的产业发展策略。前一种情况应当促使产业要素优势集聚, 努力实现新兴产业的孵化; 后一种情况则应推动产业延伸, 拓宽产业链的价值, 促进产业发展。

(3) 在图 2c 中有  $(-\frac{a_1}{b_1}) > (-\frac{a_2}{b_2})$ ,  $(-\frac{a_1}{c_1}) > (-\frac{a_2}{c_2})$ 。容易检验出, 此时不可能存在正平衡点  $M$ 。由图中向量场的分布可见, 当  $t \rightarrow +\infty$ , 从第一象限内部任一点出发的轨线将最终趋向于平衡点  $P$ 。即在这种情况下竞争的结果导致先进制造业  $y$  的衰败以至趋向于灭绝, 而生产者服务业  $x$  将持续生存。此时, 产业系统内产业应当着力推进产业延伸, 延长优势产业的生命周期, 实现可持续发展。

(4) 在图 2d 中,  $(-\frac{a_2}{b_2}) > (-\frac{a_1}{b_1})$ ,  $(-\frac{a_2}{c_2}) > (-\frac{a_1}{c_1})$ 。同图 2c 类似, 此时也不可能存在正平衡点  $M$ 。由图中向量场的分布可以看出, 当  $t \rightarrow +\infty$  时, 从第一象限内任一点出发的轨线将最终趋向于平衡点  $Q$ 。即在这种情况下竞争的结果导致生产者服务业  $x$  的衰败以至趋向于灭绝, 而先进制造业  $y$  则将持续生存。此时的产业发展策略类似于情况(3)。

### (三) 互惠模式下的生产者服务业与先进制造业耦合机理

#### 1. 模型构建

类似于自然生态系统, 生产者服务业与先进制造业之间同样存在相互依存而互惠共生的现象。依据生产者服务业与先进制造业之间的生态关联性关系, 先进制造业的发展规模可以表示为

$$\frac{dY}{dt} = r_2 Y (1 - \frac{Y}{K_2} + \alpha_1 \frac{X}{K_1})$$

其中,  $\alpha_1$  前的+号表示生产者服务业为促进先进制造业的发展提供服务, 主要体现产业间的生态关联强度。同理, 对于生产者服务业, 考虑到其产业生命周期的发展规律以及受外部市场等产业要素的影响, 生产者服务业的发展规模可以表示为

$$\frac{dX}{dt} = r_1 X \left( 1 - \frac{X}{K_1} + \alpha_2 \frac{Y}{K_2} \right)$$

其中, 各数学符号与方程式(2)中的意思一致。因此, 两类产业间的互惠依存关系的数学模型可以表

示为

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = r_1 X \left( -1 - \frac{X}{K_1} + \alpha_2 \frac{Y}{K_2} \right) \\ \frac{dY}{dt} = r_2 Y \left( 1 - \frac{Y}{K_2} + \alpha_1 \frac{X}{K_1} \right) \end{cases} \quad (3)$$

### 2. 模型分析

采用类似于 3.1 中的分析方法, 可以得到方程(3)的平衡点和稳定性分析结果, 如表 1 所示。

表 1 互惠模式下生产者服务业与先进制造业耦合模型的平衡、稳定点

| 平衡点             | $p$   | $q$   | 稳定条件  |
|-----------------|---|---|---|
| $M_1(Y, 0)$     | $r_2 - r_1(\alpha_1 - 1)$   | $-r_1 r_2(\alpha_1 - 1)$  | $\alpha_1 < 1, \alpha_1 \alpha_2 < 1$               |
| $M_2(Y^*, X^*)$ | $\frac{r_2(1 - \alpha_2) + r_1(\alpha_1 - 1)}{1 - \alpha_1 \alpha_2}$ | $\frac{r_1 r_2(1 - \alpha_2)(\alpha_1 - 1)}{1 - \alpha_1 \alpha_2}$ | $\alpha_2 < 1, \alpha_1 > 1, \alpha_1 \alpha_2 < 1$ |
| $M_3(0, 0)$     | $-r_2 + r_1$  | $-r_1 r_2$  | 不稳定   |

其中,  $Y^* = \frac{Y(1 - \alpha_2)}{1 - \alpha_1 \alpha_2}$ ;  $X^* = \frac{X(\alpha_1 - 1)}{1 - \alpha_1 \alpha_2}$ 。显然, 从表 1 中

可以看出稳定点  $M_2$  才表明在同一经营环境中的产业间相互依存、互惠而生, 应当着重分析其稳定条件; 对于点  $M_1$  和  $M_2$  来讲, 两种平衡点的状况不能正确反映产业实际发展的情况, 属于理论上存在的值, 没有实际研究意义。

表 1 中,  $M_2$  点只有在条件  $(\alpha_2 < 1, \alpha_1 > 1, \alpha_1 \alpha_2 < 1)$  下才能稳定, 因此在此条件下的模型轨迹线如图 3 所示。其中,  $\varphi = 1 - \frac{Y}{K_2} + \alpha_2 \frac{X}{K_1}$ ,  $\psi = -1 + \alpha_1 \frac{Y}{K_1} - \frac{X}{K_2}$ 。直线  $\varphi = 0$  和  $\psi = 0$  将平面  $(X, Y \geq 0)$  划分为 4 个区域,  $S_1 \rightarrow \frac{dX}{dt} < 0; \frac{dY}{dt} > 0; S_2 \rightarrow \frac{dX}{dt} > 0; \frac{dY}{dt} > 0; S_3 \rightarrow \frac{dX}{dt} > 0; \frac{dY}{dt} < 0; S_4 \rightarrow \frac{dX}{dt} < 0; \frac{dY}{dt} < 0$ 。从四个区域中  $\frac{dX}{dt}$ ,  $\frac{dY}{dt}$  的正负关系可以看出其相轨迹的趋向(图 3)。

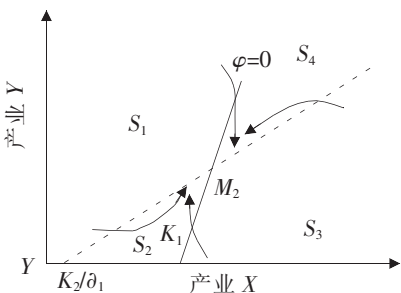


图 3 互惠模式下的生产者服务业与先进制造业耦合机理

图 3 中从产业生态理论上反映了在产业生态复杂系统中, 生产者服务业与先进制造业之间基于互惠模式下的产业引导、产业延伸和产业孵化效应。当生产者服务业与先进制造业的耦合轨迹位于相图区域  $S_1$  时, 此时  $\frac{dX}{dt} < 0, \frac{dY}{dt} > 0$ , 为促进与先进

制造业的协同发展, 应积极引导生产者服务业的提高发展质量, 控制其扩张规模, 有效引导二者的可持续协调发展; 当耦合轨迹位于相图区域  $S_2$  时, 此时  $\frac{dX}{dt} > 0, \frac{dY}{dt} > 0$ , 此时两产业发展同步正向匹配, 此情景下的生产者服务业与先进制造业实现协调有效发展, 为实现产业互惠模式下的稳态发展, 因为通过产业规制手段来促进产业孵化, 实现产业的有效升级; 当耦合轨迹位于相图区域  $S_3$  时, 此时  $\frac{dX}{dt} > 0, \frac{dY}{dt} < 0$ , 类似于  $S_1$ , 应急提升先进制造业的产业发展效率, 实现产业协调发展; 当耦合轨迹位于相图区域  $S_4$  时, 此时两产业发展负向同步, 此状态反应了产业系统发展呈现非健康运作, 此时应当从整合产业系统的视角来促进产业系统链的延伸发展, 在新的产业发展需求下保障产业的有效协同。

### 三、结论

产业生态系统是对生态系统内涵的专业化和具体化, 是一种耦合了自然、经济、社会环境特征的复杂系统, 体现了系统内部产业间服务支撑的高效性, 通过实现物质、能量等相关要素在系统内的高度共享, 最终实现和谐共生的网络化生态系统。借鉴共生理论, 基于 General-Lotka-Volterra 模型, 探究生产者服务业与先进制造业间的关联效应, 分析生产者服务业与先进制造业的发展耦合机理。研究表明, 在开放、动态的产业生态系统内, 生产者服务业与先进制造业, 依托技术、人才、资本、组织、制度、文化、区位等产业要素, 通过产业引导、产业延伸和产业孵化作用机制, 实现在竞争、合作模式下的耦合演变。

## 参考文献:

- [1] Paolo Guerrieri, Valentina Meliciani. Technology and international competitiveness: the interdependence between manufacturing and producer services [J]. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2005, 16(3): 156–198.
- [2] 邹昊, 段晓强, 杨锡怀. 技术关联: 一个概念性的研究综述[J]. *管理世界*, 2006(2): 98–105.
- [3] 原毅军, 耿殿贺, 张乙明. 技术关联下生产者服务业与制造业的研发博弈[J]. *中国工业经济*, 2007(11): 80–87.
- [4] Amiti M, Shang–Jin Wei. Service off shoring and productivity: evidence from the United States[R]. Working Paper, National Bureau of Economic Research, 2006.
- [5] 王朝阳, 何德旭. 英国金融服务业的集群式发展: 经验及启示[J]. *世界经济*, 2008(3): 89–95.
- [6] 张益丰, 刘东, 候海菁. 生产者服务业产业集聚与产业升级的有效途径——基于政府规制视角的理论阐述[J]. *世界经济研究*, 2009(9): 3–9.
- [7] Michael Gallaher. Measuring service–sector research and development[R]. RTI Project Number 08236. 002. 004. 2005.
- [8] 夏杰长, 刘奕, 顾乃华. 制造业的服务化和知识化[J]. *国外社会科学*, 2007(4): 8–13.
- [9] 余道先, 刘海云. 中国生产性服务贸易结构与贸易竞争力分析[J]. *世界经济研究*, 2010(2): 49–56.
- [10] 路红艳. 生产者服务与制造业结构升级——基于产业互动、融合的视角[J]. *财贸经济*, 2009(9): 126–131.
- [11] Gorg H, Haley A, Strol E. Productivity effect of international outsourcing: evidence from plant level data [R]. Working Paper, University of Nottingham, 2008.
- [12] 冯梅. 全球产业转移与提升我国产业结构水平[J]. *管理世界*, 2009(5): 172–173.
- [13] Figueiredo A, Gléria IM, Rocha Filho T M. Boundedness of solutions and lyapunov functions in quasi–polynomial systems [J]. *Physics Letters A*, 2003, 268(4): 335–341.

## The Coupling Mechanism between Producer Services and Advanced Manufacture Based on Industrial Ecology Theory

YE Chunhua<sup>1</sup>, XU Lu<sup>2</sup>, HE Jianmin<sup>1</sup>, TIAN Dehong<sup>1</sup>

(1. School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 211189, China;

2. Nanjing Institute of Railway Technology, Nanjing 210031, China)

**Abstract:** The coupling model between the producer services and advanced manufacture was established based on the General–Lotka–Volterra model and the symbiotic mechanism of industrial ecology theory. Through the solution, the balance and equilibrium conditions of producer services and advanced manufacture under cooperation model and competition model are discussed separately, so as to reveal the coupling mechanism between the producer services and advanced manufacture. The results show that through the mechanisms of industrial guide, industrial extension and industrial incubation, the evolution of competition and reciprocity between producer services and advanced manufacturing is reached.

**Key words:** IET(industrial ecology theory); producer services; advanced manufacture; coupling mechanism

[责任编辑: 箫姚]