

# 高技术产业集群中技术创新与扩散的系统基模分析与政策解析

刘满凤

(江西财经大学 产业集群与企业发展研究中心,江西 南昌 330013)

**摘要:**技术扩散(或知识溢出)是企业集群发展的一个主要诱因,但是技术扩散(或知识溢出)的微观过程依然是一个“黑箱”。将高技术产业集群看成一个系统,应用系统动力学的方法,建立了技术创新动力成长上限基模、技术扩散动力成长上限基模、知识生产与搭便车者两败俱伤基模、知识生产富者愈富基模、集群成长与投资不足基模、集群创新舍本逐末基模、集群发展饮鸩止渴基模共7个系统基模,用以揭示高技术产业集群中技术创新、技术扩散、知识生产、集群成长与集群发展之间因果关系的作用机理及运作机制,并对基模根本解作了政策解析。

**关键词:**产业集群;系统动力学;技术扩散;知识生产

**DOI:**10.3969/j.issn.1001-7348.2011.24.016

**中图分类号:**F276.44

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2011)24-0065-05

## 0 引言

从20世纪末以来,具有高技术含量、高附加值和高竞争力“三高”特征的高新技术产业集群已经成为各国发展高新技术最为成功的模式,也成为了各国创新体系中的火车头和领头羊。美国的硅谷、日本的筑波、印度的班加罗尔软件园、台湾新竹科技园等成功范例已充分说明高技术产业集群是增强一个国家或地区核心竞争力和提高创新能力的有效途径。高技术产业集群在推动科技进步、提高经济增长质量、促进国家或地区经济发展方面所起到的作用是无庸置疑的,因此受到理论界及各国政府的高度重视。

综观各个国家高技术产业发展的实践,我们发现一个值得深思的问题,即“为什么有的高技术产业集群能够健康发展(如硅谷的巨大成功),而有的高技术产业集群却缺乏活力,如昙花一现(如美国的128公路)?什么是高技术产业集群旺盛的生命力?这种旺盛的生命力来自于何处?”

著名经济学家 Marshall(1927)早就指出,低成本的劳动力、专业化生产、技术或知识溢出是促进企业集群发展的三大因素。但是随着劳动力成本的上升,低成本的劳动力已经不再具有优势,而专业化生产又容易

使集群产生趋同现象,导致集群内部企业竞争加剧,所以前两大因素都不能成为集群长远发展的动力源泉,而只有持续的技术(知识)创新和技术(知识)扩散才是集群繁荣健康发展的动力源泉。群内企业的技术需求更容易在群内得到满足,群内的企业可以方便地进行交流、学习,可以象空气一样免费地获得技术扩散和知识溢出,这既可以增加集群的知识积累和新知识创造,又可以提高企业的技术创新能力,是高技术产业集群提高创新能力、获得竞争优势的根本原因,也是其持续高速发展和繁荣的原动力。

熊彼特在提出创新概念的同时,也指出了创新的集群特性,他认为“创新不是孤立事件,并且不在时间上分布均匀,而是相反——它们趋于集群,或者说,成簇地发生;其次,创新甚至不是随机地均匀分布于整个经济系统,而是倾向集中于某些部门及其邻近部门。”在现实中,创新大多是通过集群,尤其是扩散的集群,波及和渗透到经济活动的不同领域,给进一步创新提供诱因、机会和条件,带动产业的发展,从而对整个经济发生作用,即集群创新是创新影响经济变动的重要过程和传递方式。

但是,集群内组织之间技术创新的相互影响、技术扩

**收稿日期:**2011-06-17

**基金项目:**国家自然科学基金项目(70961002);江西省教育厅科技重点项目(GJJ11019)

**作者简介:**刘满凤(1964—),女,江西吉安人,江西财经大学产业集群与企业发展研究中心教授,研究方向为企业决策优化、绩效评估、技术创新管理。

散(或知识溢出)的微观机理非常复杂,是一个系统工程,正如经济学家 Giuliana(2003)所说,“关于高技术产业集群的知识转移和技术创新过程依然是一个黑箱(black box)”,还需要许多理论研究者 and 实践研究者做出艰苦卓绝的探索。本文正是基于此,应用系统动力学的基模分析方法,来分析集群内组织间技术扩散的机理以及集群成长与技术创新、技术扩散之间的内在关系。

## 1 文献回顾

有关技术创新扩散的研究,最早可以追溯到20世纪初熊彼特(Schumpeter, 1912)创立的创新理论中的“模仿”。20世纪20年代,出现了一批英国扩散学家,他们从人类学角度研究扩散,是传统学派的开拓者。后继研究者们进一步围绕技术创新扩散,进行了大量的理论性、实证性和应用性研究,提出了各种形形色色的创新扩散模型(Bass 1969; Chatterjee, Eliashberg 1990; Easingwood, et. al. 1983; Horskey 1990; Jain, et. al. 1991; Jones, Ritz 1990; Kalish 1985; Monahan 1984; Simon, Sebastian 1987; Tapiero 1983; 等等),因此可以说技术创新扩散的研究已经取得了相当的进展。

在理论研究方面,许多学者分别从经济学、企业行为、信息传播、市场渗透、空间转移、系统进化等角度,对技术创新扩散现象及其机制、规律、影响因素等进行了一系列的理论考察,得到了一大批具有启发意义的结论,并提出了许多各具特色的扩散模型。Von Hippel(1998)的研究表明,大多数企业创新不是来自于企业自己的发明创造,而是借助于外部创新源。在高技术产业集群中,企业可以接近顾客、供应商、竞争企业和集群服务机构,这些都称为集群中主要的知识溢出源。

吴添祖(2004)从产业集群对创新扩散的影响视角分析了集群技术扩散的特点,认为产业集群会强化创新特征,提高创新扩散速度,产业集群在扩散渠道方面(如人际关系)有着本质的优势。蔡宁(2004)对不同类型产业集群的市场结构进行了研究,认为无论任何类型的集群,群内企业的聚集必然加剧企业间竞争的程度,从而有力地推动群内的技术创新。

陈旭(2005)指出产业集群与技术扩散之间存在相互促进的自增强关系,主要表现在:①大量中小企业的集聚对创新技术的交流与扩散起到促进作用;②集群内中小企业的规模降低了采用技术创新的转换成本,有利于技术创新的扩散;③集群内中小企业的创新活力会促进对技术创新的适应性;④集群内企业之间的专业化分工和合作有利于技术创新和扩散;⑤集群内人才的集聚和流动是创新技术扩散的重要原因;⑥与产业集群配套的专业化市场也能加速技术创新扩散。

在实证研究方面,我国部分学者主要以发达地区的高新技术产业集群为例,研究了不同发展阶段集群

技术创新与技术扩散的过程,从而揭示不同发展阶段集群技术扩散的效应。邝国良、曾铁城(2008)分析了广州高新技术产业集群的特点,认为从纵向来看,广州高新技术产业发展在某些领域已经初步形成了基础研究、应用研究、技术开发、产品试制、批量生产、市场营销、售后服务等环节相对完整的产业链,连通了技术扩散从相应的科学研究业、科技服务业、产品生产到市场的纵向通道,比如生物技术与医药产业等。同时,来自于产品生产领域的技术信息以及市场的需求信息又为集群企业的技术创新与改进提供了方向性的指导。从横向来看,基于广州高新技术产业发展与传统技术产业发展紧密结合的特点,形成了技术扩散在两大产业间横向流动的渠道:一方面,高新技术产业通过技术渗透、辐射等方式,将新技术注入传统产业;另一方面,传统产业在升级过程中又为高新技术产业提出了与该产业相匹配的特殊技术要求。

李鹏飞、王缉慈、林涛(2008)通过对山东临朐和广东大沥两个处于不同发展阶段铝型材产业集群的技术扩散过程进行对比分析发现,与现有的集群理论观点相左——发展尚处于早期的集群,其内部技术学习效应明显;但在发展相对成熟的集群里,企业间的学习效应并不显著。这是因为企业间的相互学习主要不是为了实现技术突破,而更多的是对现有技术的模仿和追赶。正是这种企业行为特征决定了S型扩散曲线在发展中国家集群中的适用性。由此,集群内部的技术扩散过程应成为理解集群形成的重要视角。

李普峰、李同昇、满明俊、李树奎(2010)以陕西省苹果种植技术为例,借助“S型曲线模型”及“重力学模型”,对陕西省苹果种植技术的空间传播规律进行了研究,发现种植技术在空间上存在等级扩散与渐进扩散相结合的扩散模式,即随着空间尺度的缩减,技术扩散由明显的规模等级扩散向“随距离增加、扩散强度减弱”的渐进式扩散转化。规模等级扩散有利地促进了农业种植技术的快速传播,极大地提高了苹果种植的效益。

从以上文献回顾中我们可以看到,国内外的学者对集群内的技术扩散做了许多有益的探索,为后人的研究提供了很好的基础与借鉴。但我们也看到,以往的研究主要集中在集群内技术扩散特性的研究、技术扩散效果模型的研究等,研究的方法是从数理的角度或是从管理学的角度去研究,而没有将集群看成一个系统,运用系统论的方法来进行研究。因此本文将集群看成一个系统,运用系统动力学的思想与方法,研究集群内知识生产、技术创新、技术扩散和集群成长之间的关系和反馈关系,建立了6个系统基模,并对基模的政策解加以分析。

## 2 高技术产业集群内技术扩散和知识生产系统的基模分析

根据高技术产业集群内技术创新、技术扩散和知

识生产的特点,以及影响技术创新、技术扩散、知识生产的因素和因素之间的关系,本文建立了技术创新动力成长上限基模、技术扩散动力成长上限基模、知识生产富者愈富基模、知识生产与搭便车者两败俱伤基模,用以揭示集群内技术创新、技术扩散和知识生产的内在运作机制。具体如下:

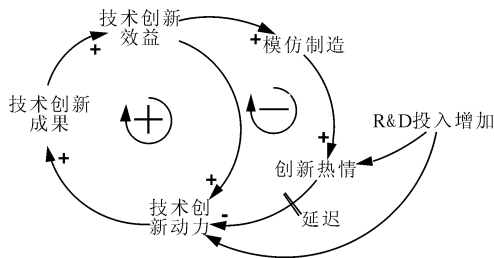


图 1 技术创新动力成长上限基模

图 1 描述的是技术创新动力成长上限基模。此基模说明,企业技术创新的动力越强,技术创新成果就越多;技术创新成果越多,技术创新效益就越好;技术创新效益越好,又会促进企业技术创新,所以技术创新动力又得到加强。这是一个正反馈环,随着这个反馈环的运行,企业进行技术创新的动力逐步加强。但是,技术创新的巨额垄断利润会诱使一些企业钻空子、走捷径,不愿意投入高额的技术创新成本,而只想享受技术创新的成果,从而进行模仿制造,还有的创新成果被别人无偿使用、进行贴牌制造等。这样使原始创新企业的利润下降,损害了进行原始创新企业的积极性;企业的技术创新热情减弱,从事技术创新的动力减弱——这是一个负反馈环。负反馈环的运行,抑制了技术创新动力的增强,但是如果外力,则可以打破循环,使正反馈环的增长突破极限,进入一个更高层次的循环。在此,如果企业进一步加大 R&D 投入(包括资金和人力),提高企业的自主创新能力,则可以在一定程度上减少搭便车行为,还可以提高企业的自主创新能力,这样,企业的技术创新动力又会得到加强,进入一个更高的层次。

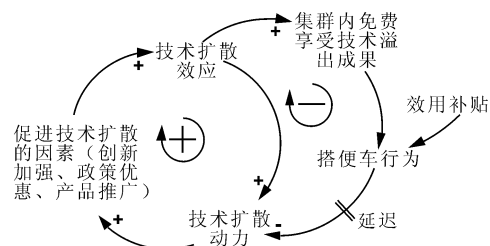


图 2 技术扩散动力成长上限基模

图 2 的技术扩散动力成长上限基模说明,高技术产业集群内企业的技术扩散动力随着创新加强、政策优惠、产品推广等促进技术扩散因素的加入而增强,从而使技术扩散效应增大,而技术扩散效应的增大又会促使企业技术扩散动力增强,这是一个正反馈环。随着正反馈环的运转,企业的技术扩散动力在逐步加强。

但是,企业的技术扩散动力不会无限制地增强,正反馈环的旁边附随着一个负反馈环,制约着技术扩散动力的加强,即技术扩散效应的增大会导致集群内免费享受技术溢出成果的机会增加,从而促使一些企业产生搭便车行为,而搭便车行为可以让企业以非常低的成本使用别人的创新成果,或以非常低的成本进行模仿创新,这样就会抑制从事原始创新企业的动力,也会使进行原始创新的企业有可能只获得比创新投入低得多的收益,甚至是得到比集群内企业平均收益还低的回报。负反馈环的运行,抑制了正反馈环的无限增长,使技术扩散动力回归到一个平稳的位置。

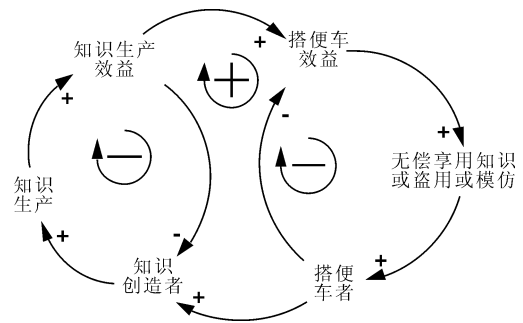


图 3 知识生产与搭便车者两败俱伤基模

图 3 的知识生产者与搭便车者两败俱伤基模说明,知识创新者的热情越高,知识生产活动越多,知识生产效益越好,但由于有搭便车行为的产生,使得知识生产效益不如预期的好,甚至低于市场平均水平,这又会大大挫伤知识创新者的创新热情。图 3 的左边是一个知识创新者的负反馈环。低成本高回报的搭便车效益会吸引更多的人进行搭便车行为(无偿享用他人的创新成果,或者将别人的创新成果稍加修改后进行模仿,或者盗用别人的专利进行贴牌生产等)。搭便车行为的增多会引起知识创新者的高度重视,从而进行知识产权起诉,同时由于整个市场充斥着仿制品,仿制品竞相削价,最后使搭便车者的平均效益也降低。图 3 的右边也是一个搭便车者的负反馈环。因此,搭便车行为的存在不仅损害了知识创新者的创新热情,而且也使搭便车者的自主创新能力降低,使其平均效益降低,最终造成两败俱伤的结局。要避开这个结局,只有限制搭便车行为的产生,进行有偿使用知识产品和科技产品,或者给予知识创新者以高额的补贴,或者给予盗用专利、模仿制造的生产商以高额的惩罚。

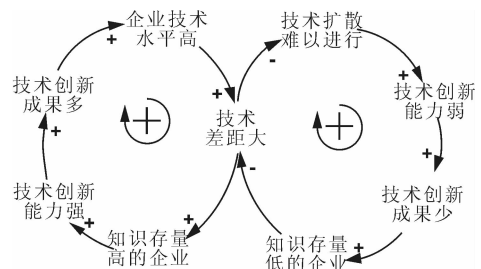


图 4 知识生产富者愈富基模

图4描述的知识生产富者愈富基模中,左边和右边都是一个加强反馈环,但是左边是知识存量增加的一个加强环,体现富者愈富现象。即知识存量越高的企业,其技术创新能力越强;技术创新能力越强,技术创新成果就越多;技术创新成果越多,企业技术创新水平越高;技术创新水平越高,技术落差越大;技术落差越大,技术创新水平高、能力强的企业越容易聚集在一起,进行交流,切磋技术,相互学习,从而使技术水平高的企业的知识存量进一步得到增加,这表现为知识拥有者愈来愈富。图4的右边是一个知识存量减少的加强环,体现穷者愈穷现象。即知识存量低的企业与技术水平高的企业的技术差距拉大,技术扩散难以进行,技术创新能力低的企业失去了学习交流的机会,加之自身技术创新能力较低,从而产出的技术创新成果少;技术创新成果越少,知识存量就越低。因而,技术创新能力低的企业被迫聚集在一起,出现穷者愈穷的现象。

### 3 高技术产业集群创新与集群成长系统的基模分析

根据集群成长、资源限制、集群创新、集群发展内在因素之间的因果关系,本文建立了集群成长与投资不足基模、集群创新舍本逐末基模、集群发展饮鸩止渴基模,以揭示集群成长、资源限制、集群创新、集群发展的内在运作机制。具体如下:

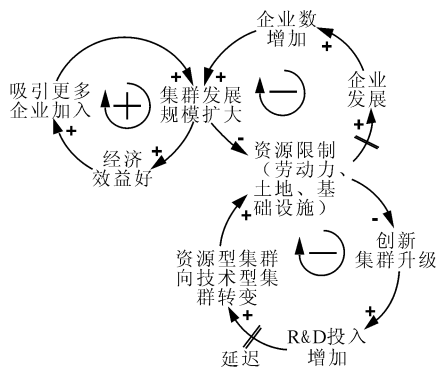


图5 集群成长与投资不足基模

图5的集群成长与投资不足基模描述了集群发展与资源限制之间的矛盾。随着加入集群企业数的增加,集群会进一步显现低成本的劳动力、低成本的原材料、便利的基础设施等近距离优势,因此企业经济效益会日渐转好,这样会吸引更多的企业加入集群,集群规模进一步扩大。但是随着集群规模的日益壮大,有限的资源(劳动力、土地、基础设施)会限制集群的发展,从而使企业发展受阻,也使新加入集群的企业数量减少,最终限制集群的发展。图5左边是一个正反馈环,随着正反馈环的运行,集群规模进一步扩大,但是右边是一个负反馈环,显示出随着负反馈环的运行,集群的发展和规模又会受到限制。当集群发展受到阻碍时,才意识到应该突破资源的限制,进行创新(制度创新、

工艺创新、技术创新),于是企业加大R&D投入、加大技术创新的投入,而投入到产生效益有一段时间的延迟,这种延迟会使集群转型的步伐慢于集群发展的需要,使集群升级滞后,从而令集群发展受到资源限制的阻碍。因此,要打破集群发展的瓶颈——资源限制,就应该尽可能早地进行创新投入,在集群发展的早期就重视集群发展道路的选择,不要一味追求低成本效益,而应该重视集群的可持续升级发展,使集群尽可能早地从资源型集群向技术型集群转变,加大自主创新力度,加强技术扩散宣传,加强技术和知识的扩散与传播。

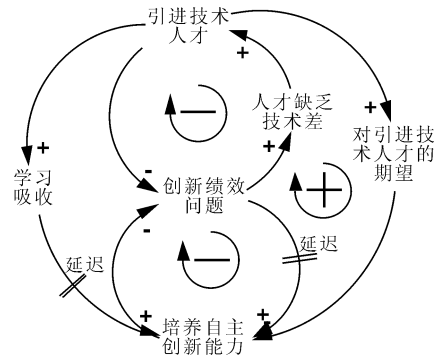


图6 集群创新舍本逐末基模

图6描述的是集群创新的舍本逐末基模现象。即当集群意识到创新绩效存在问题时,首先想到的是集群内缺乏人才与技术,于是加大力度引进人才和技术,但是引进的人才和技术由于与集群内现有的技术、人才、平台融合不好,短时期内难以发挥效用,导致创新绩效在短期内也无法得到显著改善。另一方面,对引进技术人才的期望值太高,当现实引进的技术人才效用没有达到期望值时,这时才意识到培养自主创新能力的重要性,但是由于行动滞后,也一时解决不了创新绩效的问题,反而会在更大程度上影响集群创新绩效的提高。因此,根本的解决对策是在意识到创新绩效存在问题时,一方面着手引进人才与技术,另一方面注重培养自主创新能力,加强消化学习和吸收,这样才能真正地提高创新绩效。

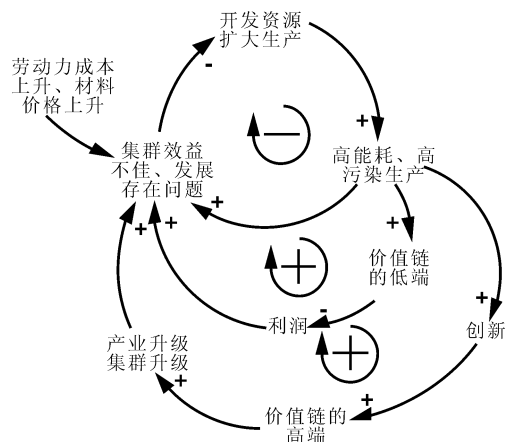


图7 集群发展饮鸩止渴基模

图 7 描述的是集群发展中的饮鸩止渴现象。随着集群规模的不断扩大,资源环境的制约愈发明显,劳动力成本和原材料成本的上升使集群企业的效益下降,土地、矿产资源、基础设施的有限制约了集群的进一步发展。而集群企业为了寻找更好的发展空间,就只有过度地开发资源。为了寻求短期的利润,一些企业盲目地扩大生产规模,不考虑资源的有限性,生产高能耗和高污染的产品,结果不仅不能解决企业的发展问题,而且还会使企业生产长期处于产品生产价值链的低端,使利润进一步降低,在更大程度上限制集群的发展。图 7 的上面是一个负反馈环,随着负反馈环的运行,集群效益表现不佳,问题进一步加剧。负反馈环下面又是一个加强的正反馈环,使负反馈环的结果得到进一步强化。因此,基模的根本解是要加强产品创新、工艺创新以及管理创新,使企业生产进入产品生产价值链的高端,惜用资源,限制高能耗高污染产品的生产,从而促进产业升级和集群升级,这样才能从根本上解决集群企业的效益问题和集群的发展问题。

#### 参考文献:

- [1] VON HIPPLE. The Sources of Innovation[M]. New York: Oxford University Press, 1998: 298-303.
- [2] ABREU MARIA, HENRI L F. AND GROOT DE RAYMOND. Spatial patterns of technology diffusion: An empirical analysis using TFP[R]. Tinbergen Institute Discussion Paper, 2004(7): 3-79.
- [3] MATTHEW O. JACKSON. Diffusion on social networks [J]. *Economie Publique*, 2005, 1(16): 3-16.
- [4] SAVVIDES, ANDREAS AND ZACHARIADIS, MARIOE. International technology diffusion and the growth of TFP in the manufacturing sector of developing economies[J]. *Review of Development Economics*, 2005, 9(4), P: 482-501.
- [5] VAN, DIJK AND SZIRMAI, M. Industrial policy and technology diffusion: Evidence from paper making machinery in Indonesia[J]. *World Development*, 2006, 34 (12): 2137-2152.
- [6] 易余胤, 盛昭瀚. 新产品市场扩散的演化分析[J]. *预测*, 2003(2): 55-59.
- [7] 段利忠, 刘思峰. 技术扩散场技术扩散状态模型的理论研究[J]. *北京工业大学学报*, 2003(6): 251-256.
- [8] 吴添祖, 姚杭永. 基于产业集群的技术创新扩散绩效研究[J]. *科技进步与对策*, 2004(7): 52-54.
- [9] 蔡宁, 杨闫柱. 企业集群竞争优势的演进: 从“聚集经济”到“创新网络”[J]. *科研管理*, 2004(7): 104-109.
- [10] 邝国良, 方少帆, 林晓勇. 珠江三角洲产业集群模式下的技术扩散研究[J]. *特区经济*, 2004 (5): 41-43.
- [11] 陈旭. 基于产业集群的技术创新扩散研究[J]. *管理学报*, 2005, 5(3): 333-336.
- [12] 邝国良, 方少帆. 我国产业集群模式对技术扩散的影响研究[J]. *工业技术经济*, 2005(2): 60-62.
- [13] 邝国良, 曾铁城. 广州高新技术产业集群的特点、技术扩散与政策选择[J]. *科技管理研究*, 2008(6): 151-152.
- [14] 张铁山, 雷雨, 齐园, 等. 高技术企业技术扩散的机制研究[J]. *科技管理研究*, 2008(9): 202-204.
- [15] 邹樵. 高新区共性技术扩散类型的经济分析[J]. *科技管理研究*, 2008(8): 269-272.
- [16] 李鹏飞, 王绎慈, 林涛. 同行业不同发展阶段产业集群内技术扩散对比研究——以山东临朐和广东大沥铝型材产业集群为例[J]. *中国软科学*, 2008(5): 67-73.
- [17] 李普峰, 李同昇, 满明俊, 等. 农业技术扩散的时间过程及空间特征分析——以陕西省苹果种植技术为例[J]. *经济地理*, 2010(4): 647-651.

(责任编辑: 胡俊健)

## The Study of System Base on Model Analysis and Policy Analysis on Innovation and Diffusion of Technology in High Technology Industry Clusters

Liu Manfeng

(Research Center of Industry Cluster and Enterprises Development, Jiangxi University of Finance & Economics, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** Technology diffusion (or knowledge spillovers) is a major incentive of enterprises clustering development, but the micro process of technology diffusion (or knowledge spillovers) is still a black box. In this paper, it considers the high technology industry cluster as a system, applying the approach of systematic dynamics, to establish technical innovation dynamic growth limit base model, technology diffusion dynamic growth limit base model, knowledge producer and hitchhiker both loss base model, knowledge producer rich get richer base model, cluster growth and investment low base model, cluster innovation attend to trifles and neglect the essentials base model, cluster development quench a thirst with position base model. The paper uses the seven system base models to reveal, in high technology industry clusters, the relationships and operating mechanism of technology innovation, technology diffusion, knowledge production, clusters growth and clusters development, and gave the policy solutions.

**Key Words:** Industry Clusters; System Dynamics; Technology Diffusion; Knowledge Production