

# 科技自主创新生态群落模式及对策研究

沈丽冰, 戴伟辉

(复旦大学 管理学院, 上海 200433)

**摘要:** 运用生态学的基本原理对科技自主创新的生态群落模式进行研究, 在分析科技自主创新生态链的基础上, 研究了科技自主创新群落的运行机理, 提出了科技自主创新生态群落的设计思路和方法, 最后结合汽车产业的特点进行了案例分析。

**关键词:** 自主创新; 生态群落; 创新机理

中图分类号: F091.354

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)09-0022-04

## 0 前言

胡锦涛同志曾多次指出:“要坚持把科技自主创新摆在全部科技工作的突出位置”,“科技自主创新能力是一个国家科技事业发展的决定性因素,是国家竞争力的核心,是强国富民的重要基础,是国家安全的重要保证”。在“十一五”规划的框架中,已强调要坚持“把增强自主创新能力作为科学技术发展的战略基点和调整产业结构、转变增长方式的中心环节”,并提出了“协同集成、自主创新、重点跨越”的科技发展战略指导方针。

从系统的观点来看,科技自主创新体系应该是一个由科技研发机构、科技生产企业、投融资机构、科技服务中介机构及科技管理部门等单位 and 部门密切合作、协调互动的综合创新群体。根据自然界的生态群落理论,在一定的空间范围内,生物体的种内和种群之间、生物与自然环境之间有着复杂的有机联系,形成了以食物链和物质与能量交换为基础的多层次、多反馈、动态变化的群落系统。生物体的自适应、自组织和自协调机理为维持群落的动态平衡与可持续发展起了关键的作用。

为了更深入地分析和揭示科技创新群

体的内在机理及其可持续自主创新体系的组织运行机制,本文采用了自然界的生态群落理论对科技自主创新体系进行研究,在案例分析中根据汽车产业科技创新特点与规律建立了汽车产业科技自主创新生态群落模式。在此基础上,探讨了上述模式中的可持续自主创新生态链及其循环机理。

## 1 生态学理论基础

### 1.1 生态群落结构

在自然界,任何生物个体都无法单独长期存在,只有形成一个群体后才能繁衍后代。生态学上把特定时间、占据一定空间的同种生物的集合称为种群。特定时间里聚集在一定地域或生境中所有生物种群的集合成为群落。群落的演替总是由低级向高级、由简单向复杂的方向发展的,经过长期不断的演化,最后达到一种相对稳定的状态。最初出现的生物比较稀少,相互之间关联较少,决定生存的是固有的生境因子。随着种群的发展,压力增大,种群间的相互干扰、竞争使得那些竞争力弱的物种不能繁

殖,并且由于外在和内在的因子变得更加严峻,终于使一些有机体被自然淘汰,而保存下来的有机体,则彼此相互适应,物种进行更替交换,在最后成熟阶段的群落是一个与周围自然环境取得了相对平衡的稳定群落,称为顶级群落(Climax)。顶级群落的物种之间、物种与环境之间是相互协调统一的,具有高效的能量和物质利用效率。生态系统建设的实践已经证明<sup>[1,2]</sup>,我们可以通过人工手段来模仿自然建立顶级群落。

### 1.2 生态群落运行机理

自然界的生态群落是多种多样的,其组成模式也是千变万化的。然而,根据图1所给出的生态群落运行机理模型,我们认为任何一个可持续发展的生态群落均必须具备

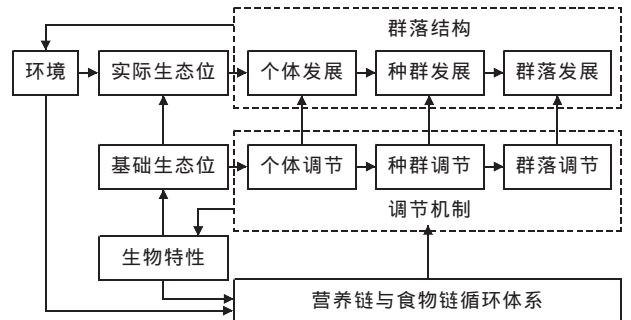


图1 生态群落的运行机理

收稿日期: 2006-02-26

基金项目: 2005年度上海市科技发展基金软科学研究重点课题(056921004)

作者简介: 沈丽冰(1981-),女,江苏无锡人,复旦大学管理学院硕士研究生;戴伟辉(1966-),男,湖南人,复旦大学管理学院副教授,研究方向为高层管理团队、决策支持系统、系统建模与仿真、网络生态学。

以下条件:

(1) 由在环境中占据一定的实际生态位, 并对环境具有一定适应度的多种生物组成;

(2) 具备完整的营养链和食物链循环体系, 并能够顺利地实现各个环节的物质与能量交换;

(3) 具备有效的调节机制以维持上述循环体系的动态平衡和应对环境的各种变化。

自然界生态群落的上述规律与法则为我们研究科技自主创新群落的组成模式与运行机制提供了重要的启示和借鉴。

## 2 生态学理论在科技自主创新中的运用

### 2.1 创新群落要素及其相互关系

近年来, 理论界已经关注到了创新行为和 innovation 群落演化的生态学特征<sup>[9]</sup>。国外学者如 Bertuglia 等研究了创新行为的时空特征<sup>[4]</sup>, Athreye 等探讨了竞争与创新行为的关系<sup>[5]</sup>, Head 等推测族群行为可能导致产业群和创新。国内学者如李子和等注意到了高新技术群落的生态学特征<sup>[6]</sup>, 黄鲁成运用生态学理论对区域技术创新系统进行研究<sup>[7]</sup>, 刘友金等则以群落学为基础探讨了技术创新群落的组织形式和创新优势等<sup>[8]</sup>, 已有的研究成果表明<sup>[10]</sup>: 科技创新群落是一种以产业关联为基础, 以地理靠近为特征, 由相互作用、相互依存的创新组织有机构成的社会“生态群落”, 具有类似于生物群落的行为特征。

### 2.2 科技自主创新生态链

为了深入研究科技自主创新群体的生态群落模式, 必须从其创新活动的特点与组织运行体系出发, 分析与创新活动有关的各类“种群”的特点及其相互之间的关系。如果考虑从基础研究到生产制造的完整过程, 与

科技自主创新活动有关的各类单位及其相互关系见图 2。

完整的科技自主创新群体就是由以上各单位及其相互之间的有机联系所组成的一个生态群落。其中, 科研院所和高等院校承担基础性研究工作和部分应用性研究工作, 而研发型企业通过与它们的直接交流和协作, 或者通过中介机构, 获得并形成相应的具有实用价值的技术, 通过生产型企业转化为相应的产品或服务, 提供到市场上, 满足已经存在的的市场需求, 或者创造相应的市场需求。产品或服务经过市场需求的检验, 得到相应的反馈信息, 这些信息将被反馈至各个创新主体种群, 从而促使各个种群形成相应的创新思维、观念和想法等, 进行再次创新。金融机构也将向企业提供研发、生产、经营等各个环节上所需的资金, 而政府也将通过相关政策对各个创新主体种群在资金上进行扶持, 不但会对各科研机构 and 高等院校进行大力扶持, 而且对正在起步阶段的中小型企业或创业企业提供资金。创新环境, 如基础设施、人力资源等要素也将在不同程度上影响到上述创新过程。

对于自然界的生态群落而言, 要具备可持续发展的能力, 最基本的要求就是必须拥有以营养链和食物链为核心的完整循环体系, 并能够顺利地实现各个环节的物质与能量交换。我们把这种由不同的科技创新“种群”按照类似于营养链和食物链关系所形成的价值转化与要素还原过程称为科技创新群落的“生态链”, 其基本结构见图 3。

上述生态链的循环转化效率及各个环节的协调平衡对于科技自主创新群落的可持续发展起着关键作用。

### 2.3 科技自主创新的生态群落模式

根据生态群落的基本组成原理, 以科技成果为参考对象, 我们把与科技自主创新活动有关的各类单位划分为以下 4 类种群:

(1) 生产者: 直接参与创新活动, 把科技创新的各要素

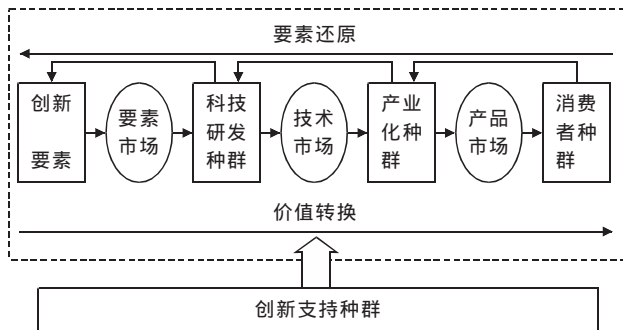


图 3 科技自主创新生态链结构

转化为科技成果的生态种群, 主要有 3 类: 科研机构、高等院校和从事科技创新活动的企业。

(2) 消费者: 将技术成果产业化, 为最终消费者提供产品或服务的生态种群, 主要为生产制造或服务产业化企业。

(3) 还原者: 购买产品或服务的最终消费者。

(4) 创新支持种群: 不直接参与创新活动, 但上述创新过程提供各种支持的种群, 主要有两类: 金融机构和中介服务机构。

在科技自主创新生态群落的研究中, 我们还应注意到以下重要关系:

(1) 种群生态位与种间竞争。由于不同类型的企业或机构对创新环境有着不同的要求, 他们的生态位是有所不同的。通过计算种群生态位的宽度及其重叠程度, 可以掌握上述企业或机构对资源的需求特性及“种群”之间在资源上的竞争程度。

生态位宽度 ( $B_i$ ) 可用 Shannon-Winner 公式来计算:

$$B_i = \frac{\lg \sum N_{ij} - (1 / \sum N_{ij}) (\sum N_{ij}^* \lg N_{ij})}{\lg r}$$

式中,  $B_i$  为  $i$  中的生态位宽度;  $N_{ij}$  为  $i$  种利用  $j$  资源等级的数值;  $r$  为生态位的资源级数。

种群生态位重叠程度 ( $C_{ih}$ ) 可按 Cowland Factuyla 公式计算:

$$C_{ih} = 1 - \frac{1}{2} \sum \left| \frac{N_{ij}}{N_i} - \frac{N_{hj}}{N_h} \right|$$

式中,  $C_{ih}$  为  $i$  种和  $h$  种之间的生态位重叠指数;  $N_{ij}$ 、 $N_{hj}$  分别为  $i$  种和  $h$  种在  $j$  资源等级中数值;  $N_i$ 、 $N_h$  分别为  $i$  种和  $h$  种在所有资源等级中数值。

(2) 种群密度与种内竞争。对于种群内部的个体而言, 由于资源(食物)的一致性, 对种群采取集中(聚群)布局可以减少资源

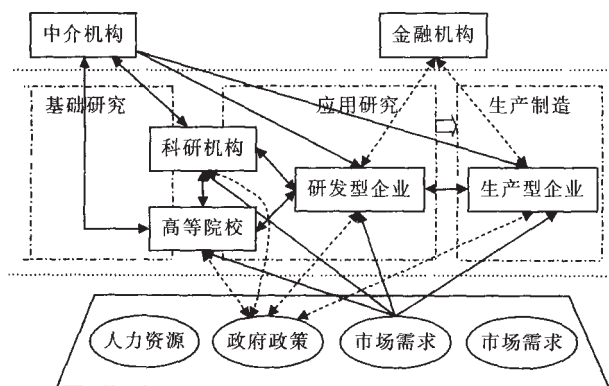


图 2 科技自主创新活动的相关单位及其相互关系

在供应链上的成本(觅食成本)。另一方面,由于资源的有限性,种群内部的个体在资源的获取上必然存在着一定的竞争。适度的竞争有利于种群结构的优化,然而,过度竞争所导致个体的大量消亡将严重影响到种群的延续和发展。因此,每种种群的密度与分布应根据种群的特点和规模进行合理配置,使之协调发展。

(3) 共生与协同进化。不同种群个体间由于存在资源和功能上的互补关系,往往发展成互利互惠“共生体”,这种共生现象在科技创新群体中也很常见,对于群落的稳定、高效能发展具有良好的促进作用。在科技创新群落中,相关企业或机构之间存在着知识与信息的交流,具有相互学习和相互适应的“协同进化”机制,这种机制对于促进群落的发展和优化发挥着重要的作用。

(4) 群落演替。科技创新群落的演替与自然界生态群落的演替存在着非常相似的规律,创新群落从创建到成熟的过程类似于自然界生态群落的“原生演替”。一个稳定、成熟的创新群落类似于自然界的“顶级群落”。

#### 2.4 科技自主创新群落的运行机制与支撑环境

根据对科技自主创新生态群落模式的分析,我们给出如图4所示的运行机制体系与支撑环境图。

在科技自主创新生态群落的运行机制

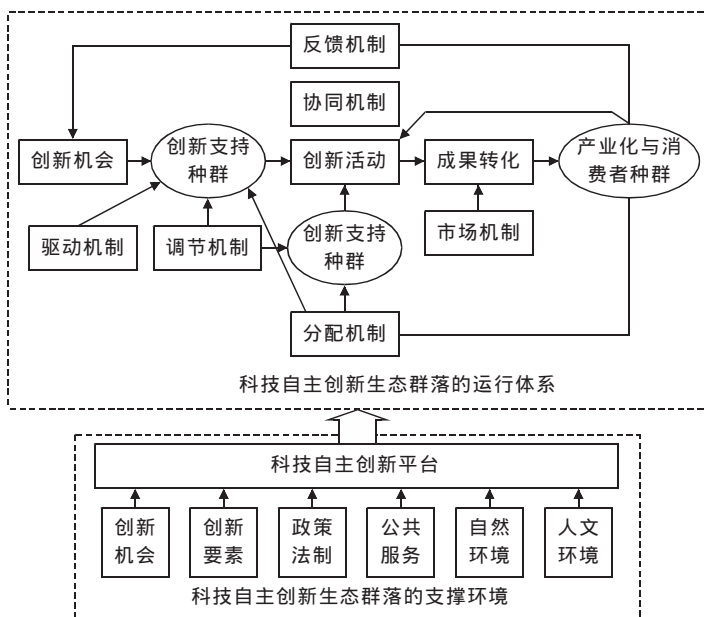


图4 科技自主创新生态群落的运行机制体系与支撑环境

体系及其支撑环境建设时,有几点是值得特别关注的:自然界生物体的发展是由其生命的本能所驱动的,而企业组织的发展是由其追逐利润所驱动的,科技创新具有风险高、回报周期长等特点,其自主创新活动是需要强有力的驱动机制和良好的支撑环境的;不同的群落对运行机制体系与支撑环境有着不同的要求;运行机制体系与支撑环境必须随着群落的演化而动态调整和变化,以不断地、更好地适应群落的发展需要;

运行机制体系与支撑环境的作用使得生态群落朝着“顶级群落”的方向发展。

#### 2.5 科技自主创新生态群落设计

正如自然界的生态系统一样,可以运用生态工程学的原理与方法设计一个与自然界类似的“人工生态系统”,以实现资源和能量的高效利用和系统的优化。我们认为,从整个科技自主创新体系来看,其设计框架包括宏观、中观和微观3个层次。科技自主创新生态群落的设计属于科技自主创新体系中的中观层次设计,其设计思路与方法如下:

(1) 群落目标与功能。根据科技自主创新生态系统的整体目标和群落布局,拟定所设计群落的战略目标、规模、总体结构和基本功能。

(2) 群落结构与创新生态链。给出创新生态链的结构与运行模式,从群落发展与动态平衡的角度完成群体的结构设计,包括其中的种群类型、结构、数量、功能及其相互关系。

(3) 运行模式与群落演替。从可持续循环发展的角度给出种群之间、种内之间的运行机制与发展模式设计,根据群落的演替规律,给出“顶级群落”的运行状态描述。

(4) 模拟运行与试点改进。根据所完成的设计方案采用计算机仿真技术进行群落模拟运行分析,通过必要的试点

工作对设计方案作进一步改进。

### 3 案例分析

我们用前面介绍的理论分析上海市汽车产业科技自主创新生态群落模式。

#### 3.1 汽车产业科技自主创新的特点

最近10年来,我国汽车产业的科技水平取得了巨大的发展,与国外的差距已迅速缩小。但我国在汽车产业的科技自主创新能力和自有知识产权的技术成果还远远落后于发达国家。

汽车产业的科技创新具有如下特点:

(1) 资金密集。汽车是典型的规模产业。汽车产业的自主创新需要大量的资金投入,汽车产业的创新一般是两种情况:一种是提高客户的满意度,通过客服,销售反馈回来的意见进行汽车的技术创新;另外一种是从外部技术发展到一定程度时,汽车产业把这种技术运用到汽车上,比如多媒体的发展,汽车导航定位系统的发展。所有这些都投入大量的资金。

(2) 技术密集。汽车又是技术密集型产品,特别是电子技术的运用程度已代表当今汽车科技水平的高低。我国汽车的整车造型、底盘、发动机、变速箱,整车电子电器系统,安全系统,能源环保等都对汽车产业提出了较高的技术要求。

(3) 关联度高。汽车是高度标准化和大规模生产的产品,技术研发需要考虑与各种零部件的配套,所涉及的相关产业非常多,如钢铁、橡胶、机械、电子、石油和化工等。此外,很多相关产业的技术突破也是在汽车产业发展的诱导下发生的。汽车产业的自主创新发展,不仅将有利于上海汽车产业的可持续发展,而且能够协调带动上海乃至全国相关产业的发展。

#### 3.2 汽车产业科技自主创新的生态群落模式

汽车产业的科技自主创新主体主要包括自主创新主体种群和支持种群。汽车自主创新主体种群指主要从事创新研发的单位,如上海汽车集团股份有限公司,其旗下有2个上市公司,8个整车厂,22个零部件生产厂,5个服务贸易公司,5个研发公司;大学科研院所等研发机构。汽车创新支持种群主要是指政府机关、中介机构、金融机构等给主体种群提供创新支持的种群。比如说安亭国际汽车城,其中汽车制造区,零部件配套区,研发

区主要集中了创新的主体种群,而在汽车贸易区,教育区,政府办公区,服务区主要集中了汽车创新的支持种群。

图 5 是汽车产业技术创新的群落图,汽车产业的创新群落主要由创新主体种群和支持种群组成,基于以上的一个创新群落,我们来分析一下它的运行机理。

(1) 汽车企业追逐利润是驱动器。生物为了生存和发展,需要寻找食物,需要扩大自己的生态位,提高自己捕食能力。企业为了自己的生存和发展需要追逐利润,扩大自己的市场份额,提高在市场上的竞争力。创新是提高企业核心竞争力的最好方法。汽车企业的技术创新空间是很大的,整车外形设

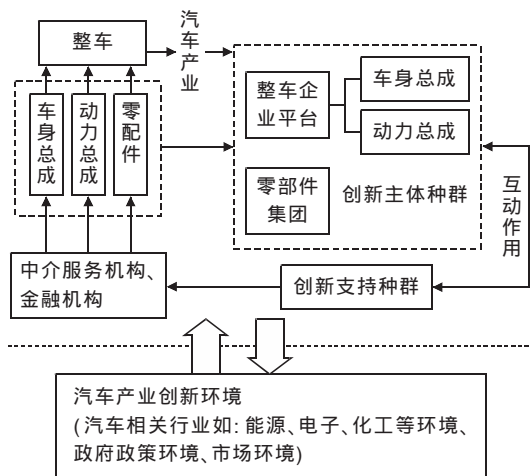


图 5 汽车产业科技创新群落

计,混合动力系统研发,零部件的创新等。为了追逐利润,企业通过创新降低成本提高汽车的性价比来吸引客户。

(2) 相关行业的技术发展是助推器。在一个生态群落中,各种生物都处在复杂的关系网中。各种生物都处在复杂的联系之中,一个物种的出现,或者一个种群数量的变化,可能会引起一系列的变化从而导致整个生态群落的变化。汽车行业是一个与其它行业关联度很大的行业。它与机械加工、电子信息、计算机、材料、能源、化工等产业都密切相关。这些产业的技术创新与发展都会影响到汽车产业的技术创新。可以说这些行业的技术创新是汽车行业技术创新的助推器,例如:计算机行业的发展,计算机辅助制造系统的产生,给汽车的设计和制造技术一个巨大的推动力。电子行业各种仪器仪表技术的进步,为汽车零配件方面的创新作了很好的铺垫。

(3) 市场、政策环境是导航器。生物的生存和发展离不开周围的生存环境。汽车产业创新同样也离不开市场环境和政策环境。目前各国政府都非常关心环境问题,对汽车尾气的排放都有严格的要求,这给汽车行业一个创新的方向。但是如果政府没有这方面的政策,有的汽车企业可能就不会产生这方面的创新。市场也是汽车技

术创新思维的主要来源。

参考文献:

[1] 曹湊贵.生态学概论[M].北京:高等教育出版社,2002.  
 [2] 邓南圣,吴峰.工业生态学—理论与应用[M].北京:化学工业出版社,2002.  
 [3] 罗发友,刘友金.技术创新群落形成与演化的行为生态学研究[J].科学学研究,2004,22(1):99-103.  
 [4] Cristoforo S Bertuglia, Silvana Lombardo, Peter Nijkamp. Innovative Behavior in Space & Time [M].Advances in Spatial Science Series. Berlin and New York: Springer, 1997.  
 [5] Athreye Suma S. Competition, rivalry and innovative behavior[J]. Economics of Innovation & New Technology, 2001, 10(1).  
 [6] 李子和等.高新区高技术群落的优化效应[J].科学学研究,1999,(3):80-84.  
 [7] 黄鲁成.区域技术创新系统研究:生态学的思考[J].科学学研究,2003,(2):215-219.  
 [8] 刘友金.论集成式创新的组织模式[J].中国软科学,2002,(2):71-75.  
 [9] 刘友金,黄鲁成.产业集群的区域创新优势与我国高新区的发展对策[J].中国经济,2001,(2):33-37.  
 [10] 刘友金.集成式创新形成与演化机理研究[J].中国软科学,2003,(2):91-95.

(责任编辑:董小玉)

## Ecological Community Pattern and of Technical Independent Innovation Countermeasure Research

Abstract: The ecological community pattern of technical independent innovation is studied by using the basic theory of ecology. Besides, the essential factors of the technical independent innovation are proposed. Additionally, on the basis of the analysis of the science and technology independent innovation ecology chain, the movement mechanism of technical independent innovation community is discussed and how to design a technical independent innovation community is proposed. Finally a case study is carried out.

Key words: independent innovation; ecological community; innovation mechanism

