

文章编号: 1005-9679(2017)03-0001-07

产业创新生态系统的协同演化与优化模式： 基于张江生物医药产业的案例研究

单蒙蒙¹, 尤建新^{1,2}, 邵鲁宁²

(1. 上海大学 管理学院, 上海 200444; 2. 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 在“创新生态系统”时代, 创新行为不是单个创新主体决策的结果, 更多的是由多个主体在一个创新生态系统中相互合作、共同参与完成的结果。在现有研究的基础上, 本研究提出了产业创新生态系统的概念及其框架模型, 并结合协同创新理论, 总结了产业创新生态系统的协同演化过程。基于此, 本研究以上海浦东张江生物医药产业的发展为例, 分析了张江生物医药产业创新生态系统存在的主要问题, 最后提出了产业创新生态系统的优化路径。

关键词: 创新生态系统; 协同演化; 张江生物医药产业

中图分类号: F 062.2 **文献标志码:** A

Co-Evolution and Optimization Modes of Industrial Innovation Ecosystem: A Case Study of Zhangjiang Bio-Pharmaceutical Industry

SHAN Mengmeng¹, YOU Jianxin^{1,2}, SHAO Luning²

(1. School of Management, Shanghai University, Shanghai 200444, China;

2. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: In the era of “innovation ecosystem”, innovation behavior is not the result of a single innovative actor’s decisions, but rather the cooperated work by innovative actors imbedded in the innovation ecosystem. Based on the existing literature, this paper proposes the concept and the frame model of industrial innovation ecosystem. It also combines collaborative innovation theory to explore the co-evolution process of industrial innovation ecosystem. Via a case study of the bio-pharmaceutical industry in Shanghai Pudong Zhangjiang High-tech Park, this paper analyzes the status of present construction structure of Zhangjiang bio-pharmaceutical industrial innovation ecosystem. Finally, optimization modes of industrial innovation ecosystem are provided.

Key words: industrial innovation ecosystem; co-evolution; Zhangjiang bio-pharmaceutical industry

1 引言

随着信息和产业技术的进步, 产业的创新环境

发生着剧烈的变化, 企业技术创新能力的增强越来越依赖于企业内外部科技资源的互动频率、密度和质量^[1]。当前, 单个独立企业内部的创新能力已经

收稿日期: 2017-03-29

基金项目: 国家社会科学基金项目: 跨国公司在华创新生态系统构建研究(15CGL003); 上海市“科技创新行动计划”软科学研究计划重点项目: 基于创新生态系统视角的跨国公司在华研发产业化路径研究——以生物医药产业为例(16692103800)

作者简介: 单蒙蒙, 博士, 讲师, 研究方向: 战略管理、创新管理与跨国公司管理。尤建新(1961-), 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 管理理论与工业工程, 创新与质量管理。E-mail: yjx2256@vip.sina.com。

赶不上外部环境快速变化的步伐,现在已经逐渐步入了“创新生态系统”时代。在实践中,受到创新主体所处的生态系统的影响,创新行为不是单个创新主体决策的结果,更多的是由多个主体在一个创新生态系统中相互合作、共同参与完成的结果。尽管企业新竞争能力的发展和最终是发生在其企业边界内,但是任何企业都要从企业边界外部更广的生态系统中获取并使用相关知识和能力,创新的边界已经超出了企业既有的边界。

因此,学术研究不仅需要关注企业内部的技术创新行为,还需要考虑同产业内其他企业甚至其他产业中的企业之间的有效协同创新、交流与互动、创新成果的有效共享和应用。同时,更需要关注整个“创新生态系统”的构成框架、创新模式和持续运行方式等内容,这对于产业创新生态系统整体创新能力的提升和优化具有重要的理论启示意义,同时对于上海“创新驱动发展”的方针战略具有重要的现实指导意义。

2 产业创新生态系统的概念及其构成要素

最近 20 年,国际管理学理论界开始从生态系统的视角分析企业创新与新兴产业形成的过程。生态学中“生态系统”是指在一定的空间和时间范围内,在各种生物以及生物群落与其无机环境之间,通过能力流动和物质循环而相互作用的一个统一整体^[2]。国内外学者借鉴自然界生态系统的特征,将生态学方法引入技术创新系统的相关研究中来,阐述了企业组织创新生态系统的特征与构建方式。作为网络创新和开放式创新理论的进一步发展,创新生态系统论是从仿生学角度解释创新的一种理论。按照企业组织内涵的新含义,企业组织是一个不断与外界环境发生作用的自组织系统和自组织过程;在“时间-空间”概念下,企业组织是一个不断演进的实体,自组织作用使企业组织具有了生态系统进化的特征^[3]。用生态学的眼光看待企业,那么企业就会被赋予共生、均衡、成长、竞争、自组织、自适应和进化等生命体的特征^[4]。

从生物学的角度,生态系统是一定区域内所有生物与其所处环境通过能量流转而组成的统一整体,由非生物成分、生产者、消费者和分解者构成,各部分相互联系、相互作用,通过物质、信息以及能量的转换维持生态系统的平衡^[5]。Moore 等^[6]用生态学的观点看待现代企业之间的竞争问题,首次提出了商业生态系统(business ecosystem)的概念,他将

商业生态系统定义为“由相互影响的组织和个人所组成的经济联合体”,也可以说是商业世界的生物体。在此商业生态系统中,企业不应该是“单打独斗”的个体,而是整个系统的成员,成员之间不只是简单的追求竞争的胜负,而是要和其他成员以及整个商业系统进行协同演化。随着时间的发展,他们协同演化并相互作用,逐渐发展自己与一个或者更多的核心企业趋同。更重要的是,供应链及相关企业和政策制定者之间的协同演化和各层面的相互作用是他们协同发展的关键。Isanti 等^[7]认为生态系统中存在 4 类不同的角色,网络核心者、缝隙市场者、支配主宰者和坐收其利者,他们相互执行着相对应的功能和策略,主张网络核心者提供了一个平台供其他的参与者工作和合作。Tian 等^[8]认为商业生态系统模型包含以下 7 个要素:资源、活动、决策、标准、角色、商业实体和商业模式。

在商业生态系统概念的基础上,达特茅斯大学塔克商学院教授 Ron Adner 于 2006 年在其发表在《Harvard Business Review》的文章中首次鲜明地提出了“创新生态系统”的概念,他认为创新生态系统是“协同整合机制的一种范式,它将生态系统中的不同企业的创新成果整合到一起,面向客户提供解决方案”^[9]。他认为,产业创新生态系统是创新和超级绩效的重要来源。国内学者张利飞^[10]认为创新生态系统是由高科技企业以技术标准和创新耦合纽带,在全球范围内形成的基于构件或模块的知识异化、系统配套、共存共生、共同进化的技术创新体系,具有类似自然系统一般生态关系的特征。产业系统拥有其特定的知识库、技术、输入、输出和需求,而不同的系统之间在技术、需求、主体之间的互动方式与强度以及互补性等方面的特性,决定了系统构成的边界^[11]。王娜等^[12]认为产业生态系统是由产业群体与其支撑环境组成的一个整体,整体的每个要素之间通过物质、能量、资金的流动及信息的传递相互关联构成一个具有自组织和自调节功能的系统,从而使整个产业群体发挥更大的作用。伍春来等^[2]认为技术创新生态系统是指“产业内部实施和影响技术创新活动的机构和制度的总和”,企业技术创新生态系统由实施和影响技术创新活动的机构、制度及周边环境要素的总和构成,而创新生态系统中创新活动最重要的表现就是各要素之间的流动。宋燕飞等^[13]将汽车产业的创新生态系统的要素划分为市场要素、治理要素。

综合国内外研究,本研究认为产业创新生态系统是由创新主体企业、空间载体、服务支撑体系、创

新人才、政府政策支持以及整体创新环境组成的一个动态有机整体；系统内的每个构成要素之间不断地进行信息、资金、能量及价值的交换和传递，他们相互关联、自我调节、动态演化，自我维持并达到系统可持续发展的动态平衡。基于此，本文构建了产业创新生态系统的框架模型，如图 1 所示(图中双向箭头表示信息、资金、能量及价值的交换和传递)。

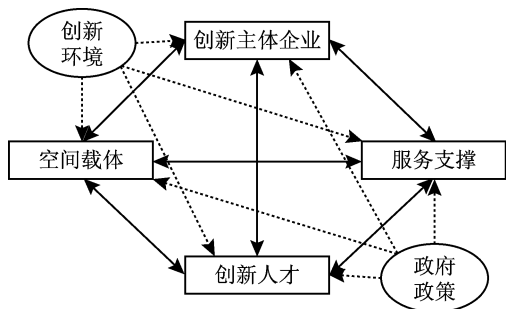


图 1 产业创新生态系统的框架模型

在产业创新生态系统的框架模型中，创新主体企业应该包含核心的创新企业、竞争对手、供应商、互补企业等，传统竞争优势理论的“波特五力模型”被纳入了产业创新生态系统的企业创新层，他们都是生态系统的一部分。核心企业与系统内其他成员企业之间追求的不是简单的胜负竞争关系，而是竞合关系。企业要从生态系统整个价值网络中获取更多的要素和资源，并与整个系统协同发展；企业要从传统的“单兵作战”向合作的网络转变，以合作的方式进行经营。服务支撑是指产业创新生态系统中支撑创新主体产业进行创新活动，从而使系统达到创新协调发展，是产业创新生态系统不可或缺的构成要素。服务支撑体系是由以下几方面构成：高校、科研院所等机构，他们通过“产学研”互动机制与企业有密切往来，因而可以与企业共同承担某些开

发项目和费用，共享知识和人力资源，为企业提供互补的技术优势和较高的创新效率^[14]；公共服务平台，为企业提供共享资源或信息、提供专业技术或培训；相关行业协会，承担行业内协调和服务功能；金融服务机构，为创新主体企业提供融资和投资等金融服务。创新主体企业的聚集或集群需要一定的空间承载，因此，产学研集群的建设以及支持创新活动的基础设施建设构成了产业创新生态系统的空间载体，主要包括产业创新园区、产学研集群基础建设、公交、水电煤供应、日常生活相关等基础设施建设。毋庸置疑，人才是创新活动的实际发起者，是产业创新生态系统内知识和信息得以正常传递和交换的承担者。政府的功能主要有政策和财政的支持和干预，包括产业标准的制定、财政补贴、税收优惠的实施、提供专项资金等，还包括吸引人才和新创企业并为其提供优惠政策等。

3 产业创新生态系统的协同创新及演化

以往企业只关注内部研发和创新系统情况，随着时间的变化，外部环境各要素会对企业直接或间接地施加压力，企业意识到同时管理不同的内部和外部关系的挑战，传统的价值链开始向价值网络演化，主体企业不仅要与其研发机构互动，不同的研发部门或机构之间都要保持密切的联系和信息的交换，最终形成具有“内核+外核”的协同创新模式的产业创新生态系统。

协同学理论是关于多组分系统如何通过子系统的协同而导致结构有序演化的自组织理论^[15,24]。根据协同学理论，产业创新生态系统的演化形成过程即是一种典型的自组织过程，我们对产业创新生态系统的演化过程进行归纳总结，具体如图 2 所示。

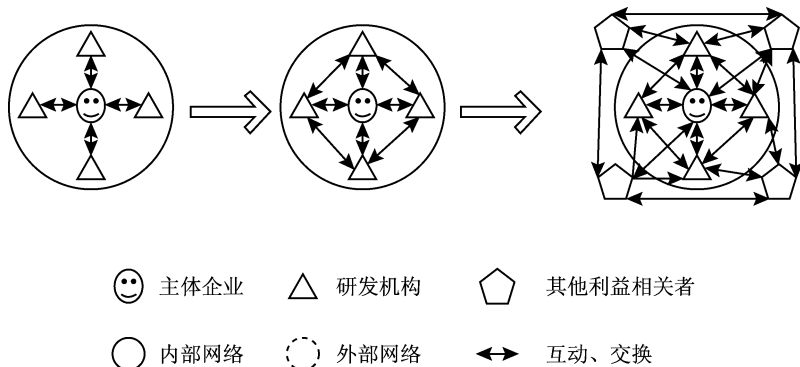


图 2 产业创新生态系统的协同演化

协同创新是多元主体协同互动的网络创新模式，协同创新的动态性和整体性在产业创新生态系统的协同演化过程具有显著的体现。随着产业创新

生态系统价值网络的不断扩展，其内部创新网络和外部创新网络的主体之间在信息、资金、能量及价值方面进行良性的交换和传递^[16]。产业创新生态系

统的开放性和目的性,使得系统要素之间存在着有序流动,而且具有稳定性和平衡性的特征^[17]。产业创新生态系统的综合创新能力是影响组织绩效的关键要素,当创新企业的创新战略与其所处的产业生态系统中的创新系统相匹配,系统整体可以创造多于任何个体单独创造的价值^[18],其协同创新结果不是系统内各要素简单的加总^[19]。

Dhanaraj 等^[20]认为,创新生态系统的价值创造潜力是网络设计和业务流程两个维度的函数。其中,网络设计维度是指企业生态系统的结构构成,该生态系统由核心企业建立并进行协调,战略的设计决策主要是指生态系统内创新伙伴的选择、规模大小的确定、职能构成以及生态系统的地理分布。添加任何一个合作伙伴进入创新生态系统,不仅取决于该组织能否带来理想的知识和能力,而且取决于价值占用和知识转移的考虑。业务流程维度是关于创新生态系统持续管理方面的,创新生态系统的核心企业需要在创造性问题解决、知识转移和协调等方面进行权衡,以获取系统内的知识动态性,并维持网络的稳定性^[20]。创新可以促进生产力的发展,构建创新生态系统有益于合作关系的建立,从而推动不同产业的发展^[21];产业创新生态系统使得产业之间形成固有的联系,从而提高产业绩效并推动技术进步,创造更高的价值^[18]。

4 案例分析——张江生物医药产业

4.1 张江生物医药产业简介

生物医药产业作为上海新兴产业的五大主导产业之一¹⁾,在上海创新驱动、转型发展的过程中有重要的作用。本研究采用案例研究的方法,通过对上海市浦东新区张江生物医药产业的研究,试图从产业创新生态系统的构成要素、互动机制、协同创新等方面,发现目前张江生物医药产业创新生态系统存在的问题,并试图从未来的优化路径等方面提供建议。

本文研究的资料和数据来源于多个方面,首先来源于对张江高科技园区具有代表性的某生物医药企业的调研和深度访谈,涉及的人员主要有该公司的创始人、该企业首席技术官、中层管理人员两名,以及张江高科技园区的负责人等,访谈地点在浦东张江高科技园区,访谈时间为 2014 年 1 月;其次来

源于 2008~2013 年浦东新区统计年鉴、2011~2013 年度浦东新区生物医药产业统计(发展研究)报告、上海张江高科技园区生物医药企业发展报告等;最后主要来源于公开的第三方媒体报道、产业咨询报告等。

张江高科技园区于 1994 年启动生物医药产业发展计划,经过 20 年的努力,目前已形成生物医药产业集群发展的雏形,作为国内目前研发机构最集中、创新实力最强、新药创制成果最突出的标志性区域,被誉为“张江药谷”。2012 年,张江生物医药制造业(规模以上)工业总产值 146.88 亿元,同比增长 18.4%,占浦东新区生物医药工业总产值 46.6%,占张江高科技园区工业总产值的 25%²⁾。目前,张江企业、科研院所和大学承担的国家重大新药创制、科技重大专项等超过 120 项,是国内最为密集的区域。2013 年,浦东新区生物医药制造业产值 393.1 亿元,占上海市生物医药制造业产值的 46.9%。2011 年至 2013 年,浦东新区发挥辐射引领作用,在向外输送产业技术和项目的同时,生物医药制造业年均增长 15.5%,远高于同期浦东新区工业总产值年均增长速度³⁾。

张江高科技园区产业创新生态系统日益完善,从组建之初的“1 所、6 中心”研发群体迅速发展发展到“1 所、1 院、2 校、40 余中心”和大批创新企业构成的国内最完善的产业创新生态系统;而且,前 12 位跨国医药公司中有 8 家在张江设立了研发中心⁴⁾。

4.2 生物医药产业创新生态系统的构成

根据生物医药企业从事生产活动的类型,将生物医药企业分为研发创新型、技术服务型和生产销售型企业。其中,研发创新型是指主要从事新药研究与开发、创新药物研究的企业,例如华领医药技术有限公司;技术服务型企业是指主要从事新药研发合同外包服务的服务性开发及研究的企业(Contract Research Organization,简称 CRO),主要承担来自研发创新型企业外包的新药研发模块外包业务,例如上海药明康德新药开发有限公司、上海睿智化学研究有限公司等;生产销售型企业是指主要从事药品生产和销售的企业,比如 2013 年浦东新区医药商业销售排在前三位的上海医药分销控股有限公司、国药控股分销中心有限公司、上海医药众协分销中心有限公司等。

1) 上海重点发展的五大主导产业包括新一代信息技术产业、高端装备制造业、生物产业、新能源产业和新材料产业

2) 数据来源:2013 年浦东新区统计年鉴

3) 数据来源:2013 年度浦东新区生物医药产业统计报告

4) 数据来源:2011 年浦东新区生物医药产业发展研究报告

按照生物医药产业的价值流动方向,生物医药产业的产业集群建设主要包含创新实验室、研究开发区、产业孵化区、生产贸易区等。与其他产业相比,生物医药产业人才知识需求量更高、资本融资需求更强。生物医药产业的研发团队除了产业内的专家团队,还包括医院临床教授、专家,他们能直接了解新药临床应用的效果和作用,并能通过一手的临床经验和数据,对新药的进一步研究与开发提供反馈信息。因此,生物医药产业创新生态系统的专家评审团队是由临床教授和专家等组成。新药研发的前期投入较高,而项目投入回收期较长,一般银行贷款和民间借贷资本很难满足新药研发资金的需求。而资本市场的不断完善,特别是风险投资、私募基金

等具有较高风险承受能力资本的进入,可以为生物医药产业的发展提供有力的资金支持。

基于上述内容,本研究以上海浦东张江生物医药产业为例,在产业创新生态系统概念的基础上,结合张江生物医药产业的具体特征,构建了生物医药产业创新生态系统的框架模型。生物医药产业创新生态系统的特征是主体创新产业、高校科研院所以及生物医药产业行业协会、中介服务机构等服务支撑模块、生物医药产业的空间载体以及创新人才,按照市场条件下的契约机制形成有机的、紧密的、良好的合作关系,并在政府政策支持、服务和制定的标准支撑的前提下,在整体创新环境中,相互协作,协同创新。具体如图 3 所示。

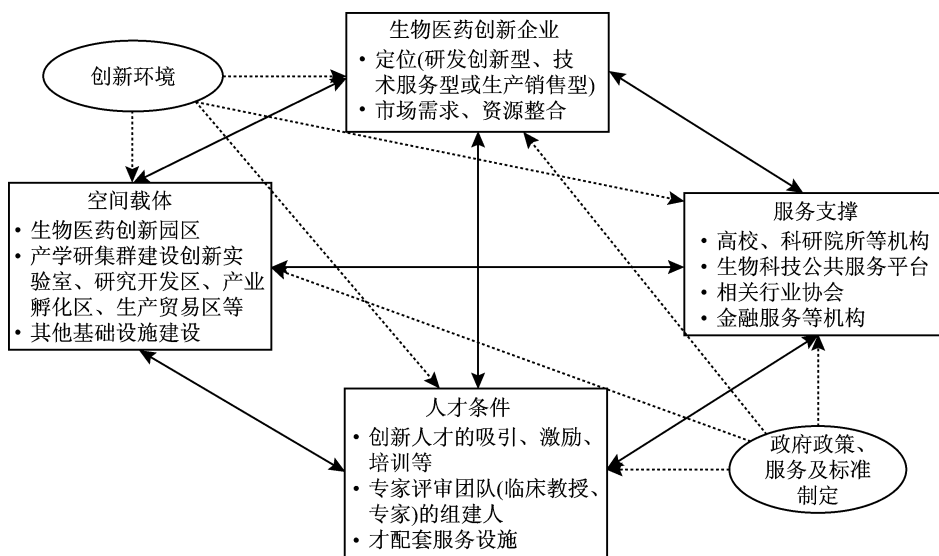


图 3 生物医药产业创新生态系统的框架模型

4.3 张江生物医药产业生态系统存在的问题及优化路径

生物医药产业创新生态系统的构建,不仅在于各系统各要素的完备性,还在于不同要素之间的“协同创新”效应,即图 3 中各要素之间的双向箭头,要素之间的相互作用决定了产业创新系统的整体绩效^[12]。在对张江生物医药产业进行实地调研和访谈过程中,我们发现,张江生物医药产业创新生态系统目前已具备协同创新的主体要素,但是张江生物医药产业生态系统的运转效率、各主体之间的联系与互动方面,仍然存在一些问题,需要进一步优化和完善。目前,张江生物医药产业发展存在的主要问题可以归纳为以下 5 个方面:①张江生物医药产业创新生态系统内的很多企业仍停留在仿制药的生产阶段,从事新药研发的企业比例相对较少,生物技术的二次开发,特别是原创型、拥有自主知识产权技术

的开发仍显不足;②系统内各创新主体之间的学习交流机制并不完善,知识溢出和资源整合现象不明显;③缺乏对生物技术专门实施保护的法律制度,使得生物医药产业的知识产权保护环境不容乐观,存在从事研发服务外包的企业非法利用服务对象的技术进行产品的生产的现象,使得很多企业为了避免技术成果外泄,只能选择在企业内部进行研发和实验操作,阻碍了系统内知识、技术交流和资源共享的发展;④系统内风险投资等金融服务体系不健全,使得企业的研发资金受限,严重影响了创新主体创新能力和意愿的提升;⑤行业规范不够健全,政府专项资金支持及社会资本的带动作用不够,基金的功能定位、重点资助对象和企业类别以及资助方式还需要进一步规范和改善。

在识别和分析了张江生物医药产业目前存在的问题的基础上,本文从以下 4 个方面归纳并提出了

产业创新生态系统的优化路径:

(1) 对传统的产业价值链进行网络、系统化改造。产业创新生态系统的构建,突破了传统价值链单一的上下游关系,实现了“点-线-面”的演化。系统内成员之间关联的基础是创新资源的优化配置,在企业创新战略确定的基础上,公共服务平台、相关行业协会和金融机构以及政府部门可以根据不同生物医药企业发展的需求给予一定的帮助或政策支持。比如,对于生产销售型企业来讲,最需要的是政府在市场拓展和税收方面给予政策优惠;而对于研发创新型企业来讲,新药的研究和开发需要承担较大的风险,且有较强的融资需求,风险投资等资本的加入,可以帮助企业维持资金流的正常供应和循环。当创新企业的创新战略与其所处的创新系统相匹配,系统内的企业群可以创造多于任何企业单独创造的价值,这也是产业创新生态系统形成的内在驱动力。需要指出的是,产业创新生态系统形成以后,不代表传统的产业价值链的消失,在价值网络和系统的框架下,原来的价值链可能依然存在,或者重新组合成新的价值链,他们的战略目标和行为要服务于系统总体的战略,他们对市场需求、外部环境变化的反应速度更快,且获取资源的能力更强。

(2) 建立相互之间信任和共同的认知基础。产业创新生态系统是网络结构的一种制度安排,从社会网络理论的分析视角,Putnam^[22]认为,信任是社会资本的重要来源,各成员之间的信任关系是支撑社会网络运行的重要因素。信任是连接网络内各成员的重要关系纽带,信任的存在加强了生态系统内项目合作、知识的传递以及产业创新生态系统整体创新能力的提升^[23]。系统内成员之间的协作意识是产业创新生态系统内协作创新的基础,成员之间要识别共同的利益和潜在的相关联系。成员之间的相互信任决定了他们未来在系统内的投入和贡献的水平,而信任的产生来源于他们的共同认知,对于他们共享市场机会、资源与技术创新平台,具有较强的推动作用。

(3) 加强系统内成员之间的互动和交换。成员之间、成员与创新环境之间的互动关系也是产业创新生态系统的重要组成部分,通过加强系统内多方构成要素之间的互动和物质、能力、信息的交换来构建产业创新生态系统,可以加快系统的“新陈代谢”,提高系统内共享资源和信息的利用效率,最终实现系统整体的利益最大化。相关行业协会和生物医药类公共服务平台,应该主动承担起“催化剂”的角色,定期或不定期地组织举办行业信息交流会、专业培

训、市场环境调研信息发布等活动,组织企业参与经济技术交流和合作,使得系统内不同创新主体有较好的平台参与活动,并与其他创新主体进行互动,从而实现系统内物质、信息、资源的交换、流动和循环。

(4) 在改革创新中做好构建产业创新生态系统的制度安排。政府在产业创新生态系统构建过程中的作用主要体现在相关政策制定、提供产业创新方面的服务并制定相关的行业的标准,政府在推动产业创新生态系统的构建方面已经做了相关的努力,包括创新载体建设模式、高新开发区和产业园区的建设与推进等。创新政策的形成关键在于政策工具的组合,其作用是在产业创新过程中扮演创新政策资源和服务供给的角色,主要包括研发支持环境、资本支持环境、税收优惠或补偿和创新主体产业的知识产权保护、创新成果产业转化等。良好的制度安排,可以有效地支撑产业创新生态系统的良性循环。

5 结 论

在上海创新驱动发展的过程中,重点产业的发展需要健康的产业创新生态系统作为支撑。本研究在文献综述的基础上,首先提出了产业创新生态系统的定义,并以张江生物医药产业为例,构建了生物医药产业创新生态系统的框架模型;其次,基于协同理论,我们对产业创新生态系统的演化过程进行了归纳总结,产业创新生态系统超越了传统的产业链的上下游关系,通过不同创新主体之间的持续、良性的互动,形成了“外核+内核”的产业创新网络;最后,在实地调研、访谈和数据收集的基础上,本研究对张江生物医药产业目前存在的问题和优化路径进行了深入分析。

本文研究发现,目前张江生物医药产业创新生态系统的构成要素已基本具备,但是系统整体的运行效率和各主体之间的协同创新能力的提升仍然存在一定的问题。基于此,本文从产业创新生态系统的网络化改造、建立共同认知基础、加强认知和交换、制度改革等 4 个方面提出了产业创新生态系统的优化路径,这对于上海市其他重点产业的发展亦具有重要的参考价值和借鉴意义。

参考文献:

- [1] Persaud A. Enhancing synergistic innovative capability in multinational corporations: An empirical investigation [J]. Journal of Product Innovation Management, 2005, 22(5): 412-429.
- [2] 伍春来, 赵剑波, 王以华. 产业技术创新生态体系研

- 究评述[J]. 科学学与科学技术管理, 2013(7): 113-121.
- [3] 曾涛. 系统锁定: 网络时代的商业智慧[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [4] Suan T S. Enterprise ecology [J]. Singapore Management Review, 1996, 8(2): 51-63.
- [5] 陈向东, 刘志春. 基于创新生态系统观点的我国科技园区发展观测[J]. 中国软科学, 2014(11): 151-161.
- [6] Moore J F. Predators and prey: The new ecology of competition [J]. Harvard Business Review, 1993, 71(3): 75-83.
- [7] Iansiti M, Levien R. Strategy as ecology [J]. Harvard Business Review, 2004, 82(3): 68-81.
- [8] Tian C, Ray B K, Lee J, et al. BEAM: A framework for business ecosystem analysis and modeling [J]. IBM Systems Journal, 2008, 47(1): 101-14.
- [9] Adner R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem [J]. Harvard Business Review, 2006, 84(4): 98-108.
- [10] 张利飞. 高科技产业创新生态系统耦合理论综评[J]. 研究与发展管理, 2009(3): 70-75.
- [11] Malerba F. Sectoral systems of innovation and production [J]. Research Policy, 2002, 31(2): 247-264.
- [12] 王娜, 王毅. 产业创新生态系统组成要素及内部一致模型研究[J]. 中国科技论坛, 2013(5): 24-29+67.
- [13] 宋燕飞, 尤建新, 栾强. 汽车产业创新生态系统仿真与影响因素分析[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2016(3): 473-481.
- [14] 王旺兴, 李艳. 产业集群内的知识流动与创新机制[J]. 科技与管理, 2003(3): 42-44.
- [15] Haken H. Synergetics: An introduction [M]. Berlin: Springer, 1997.
- [16] 张金萍, 周游. 基于商业生态系统的企业竞争战略[J]. 管理世界, 2005(6): 159-160.
- [17] 吕玉辉. 技术创新生态系统的要素模型与演化[J]. 技术经济与管理研究, 2011(9): 25-28.
- [18] Adner R, Kapoor R. Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations [J]. Strategic Management Journal, 2010, 31(3): 306-333.
- [19] 陈劲, 阳银娟. 协同创新的理论基础与内涵[J]. 科学学研究, 2012, 30(2): 161-164.
- [20] Dhanaraj C, Parkhe A. Orchestrating innovation networks [J]. Academy of Management Review, 2006, 31(3): 659-669.
- [21] Dougherty D, Dunne D D. Organizing ecologies of complex innovation [J]. Organization Science, 2011, 22(5): 1214-1223.
- [22] Putnam R. Making democracy work: Civic traditions in modern Italy [M]. Princeton: Princeton University Press, 1993.
- [23] 张树臣, 高长元. 高技术虚拟产业集群社会网络信任模式研究[J]. 管理学报, 2013, 10(9): 1301-1308.
- [24] 解学梅, 曾赛星. 科技产业集群持续创新系统运作机理: 一个协同创新观[J]. 科学学研究, 2008, 26(4): 838-845.