

# 城市创新能力的动态仿真研究

宋廷广, 龙如银

(中国矿业大学 管理学院, 江苏 徐州 221116)

**摘要:**采用因子分析法,利用 SPSS13.0 软件选取了 7 个指标,用以评价城市创新系统的创新能力,进而采用系统动力学方法,利用 Vensim PLE 软件,以南京市为例建立理论模型。研究发现,教育投入、系统的创新效率、企业科技投入以及政府科技投入对城市创新产出影响显著,其中企业科技投入对创新产出影响大于政府科技投入对其的影响,据此给出了提高城市创新能力的途径。

**关键词:**系统动力学;城市创新系统;仿真;政策建议

**DOI:**10.3969/j.issn.1001-7348.2011.05.008

**中图分类号:**F290

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2011)05-0035-05

## 0 引言

随着科学技术水平的不断提升,城市正面临着建立在知识基础上的新竞争<sup>[1-2]</sup>。创新能力成为决定国家竞争力的关键因素,各国大城市都把推动技术创新和科技进步作为促进城市发展的主要战略,希望在竞争中赢得主动权。研究城市创新的主要目的是要充分考虑城市经济系统的复杂性,以创新理论为指导,通过创新来整合城市的各种资源,最终提高城市的竞争能力,进而带动区域经济的可持续发展<sup>[3]</sup>。

Freeman 明确地提出了国家创新系统的概念。他将国家创新系统定义为“在一个国家内,由各公共和私有部门的各机构组成的网络,这些机构的相互作用促进了新技术和组织模式的开发、引进、改进和扩散”<sup>[4]</sup>。在对国家创新系统研究的基础上,很多学者对区域创新系统作了深入研究。英国著名学者 Cooke 把区域创新系统定义为“由在地理上相互分工与关联的生产企业、研究机构 and 高等教育机构等构成的区域性组织体系,企业和组织通过根植性的制度环境相互学习”<sup>[5]</sup>。随着国家创新系统和区域创新系统研究的成功,一些学者开始在城市层次上对创新系统展开研究,即城市创新系统。傅家骥、赵黎明等认为,“城市创新系统”是指在一个特定城市中,由众多的企业和科研机构、政府部门、中介机构、消费文化、法律组织等要素所形成的创新系统,这个系统有其独特的创新能力,有其特殊的

创新文化,有其种类繁多的创新产品<sup>[7-10]</sup>。

## 1 城市创新系统分析

Lundvall 强调创新系统是一个由元素和关系组成的系统,一个具有正反馈结构和再生结构的动力学系统,因果关系、积极和消极的循环是创新系统及其子系统的特征。并且这里的因果关系和反馈结构是相互作用、错综复杂的<sup>[11]</sup>。它们不可能是单边的、线性的<sup>[12-13]</sup>。

当前,国内外学者对城市创新系统评价的研究大多从创新能力和创新活力两个方面展开。英国学者 Charles Landry 用 9 个指标建立了城市创新活力评价体系<sup>[14]</sup>。Chard Florida 从创造性劳动力、高科技、创新、多样化等角度提出了创新力指数,并用这些指数对美国 81 个都市进行了创新能力评价<sup>[15]</sup>。谢科范等从创新投入和创新产出两个方面建立指标体系,并对我国重点城市的创新能力进行了评价<sup>[16]</sup>。

城市创新系统涉及很多要素,关系复杂,且具有反直观性,故而无法直接理清其中的关系。本文借助系统动力学的相关理论和工具则可以有效地解决这个问题。

Vanichseni 的创新系统模型的核心要素是企业,其它 3 个要素为政府、大学/研究组织、消费者<sup>[17]</sup>。本文结合实际系统,也为了研究需要,认为城市创新系统由 5 个子系统构成。

(1)金融子系统。金融部门的主要作用是为城市创新系统提供必要的创新资金,包括私人 R&D 投入,风投资金,国外资金。

收稿日期:2010-09-10

作者简介:宋廷广(1983—),男,江苏宿迁人,中国矿业大学管理学院硕士研究生,研究方向为技术经济及管理;龙如银(1966—),男,安徽寿县人,中国矿业大学管理学院教授、博士生导师,研究方向为技术创新管理、能源经济及管理。

(2)政府子系统。政府的作用主要体现在为各创新组织及创新主体提供必要的基础设施,通过财政拨款的方式为创新活动提供资金,通过法律的方式为创新收益提供保障。同时,政府还要采取各种政策为城市创新系统培养和引进各类创新人才,以及为创新资源最大限度发挥自身作用创造必要条件。

(3)高校与科研单位子系统。高校与科研单位子系统通过各种途径获取创新资源,如通过政府财政拨款,金融投资获取创新资金,通过自身培养或引进获得创新人才,以政策为指导、以市场为导向积极开展创新活动,为创新系统提供必要的科学理论以及各种专利发明。

(4)企业子系统。企业子系统不仅肩负着研究新技术,开发新产品的责任,同时还肩负将新技术、新方法用于生产并实现市场化的责任,其它创新主体都是为其服务的。不同的企业,在整合高等院校、科研机构、中介机构、政府部门等各种力量后,结合系统内外的整体情况,在政策和市场的引导下,通过自主研发或从其它社会机构(包括高等院校、科研机构、中介机构)获得并采用新技术,使用新工艺,引入新的管理方法,占有新资源,生产新产品,提供新服务,开辟新市场,最终实现城市创新能力的增强和整个创新系统层次的提升。

(5)中介机构子系统。中介子系统在促进创新资源流通方面起着重要的作用,中介机构加强了其它各子系统之间的联系,如为企业、高校与科研机构创新资金的筹集提供更多的渠道,为各项创新成果的快速市场化创造条件,同时也进一步促进各子系统之间信息的流通,进而实现各子系统的协调运作。以上5个子系统之间的关系如图1所示。

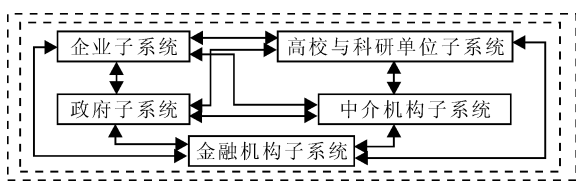


图1 城市创新子系统之间的关系

## 2 模型建构

### 2.1 指标选取

城市创新能力评价指标是度量一个城市技术创新

能力强弱的工具,测评结果应该全面、客观、准确地反映城市创新能力的实际水平与发展趋势。本文依据系统性、科学性、可操作性、有效性的原则,在综合借鉴已有研究的基础上,从创新系统的创新投入和创新产出两个方面,初步预选了12个指标组成了评价指标体系,首先利用SPSS13.0进行了相关分析,将两个指标的相关系数超过0.8的删去其中一个。例如,高新技术产业产值与高新技术产业销售收入的相关系数为0.837,则保留高新技术产业产值这一指标。经过筛选,剩余7个指标。本文采用SPSS13.0作为数据处理的工具,因子分析法作为数据处理的方法,选取北京、天津、哈尔滨、上海、南京、合肥、杭州、南昌、济南、郑州、武汉、长沙、广州、深圳、成都、重庆、西安、兰州18个城市作为样本城市建立指标体系。从区域分布看,被选城市中有:西部城市、中部城市、东部城市。这些城市具有很强的代表性,研究结果能较好地反映我国各城市创新能力。通过对这些城市2006年的截面数据进行分析,得到了各指标的累积贡献率以及因子负荷值(见表1)。

表1 城市创新能力系统指标筛选

	旋转成分矩阵因子	累积贡献率(%)	旋转成分矩阵因子负荷
创新投入	科技活动人员数	71.46	0.935
	科技经费投入		0.762
	政府科技支出		0.947
	财政支出		0.599
创新产出	专利授权量	88.39	0.917
	高新技术产业产值		0.912
	地区GDP		0.705

注:数据来源于2007年各城市《统计年鉴》及城市所在省份《统计年鉴》。

### 2.2 模型建构

根据以上对城市创新系统内各子系统之间关系的分析,并对系统内部各相关反馈回路进行整合,建立了城市创新系统的动力学结构模型,绘制了城市创新系统SD模型(见图2)。

## 3 实证分析

为了定量分析城市创新系统内部运作机理,本文选取南京市为例,设定模型中相关参数以及各变量之

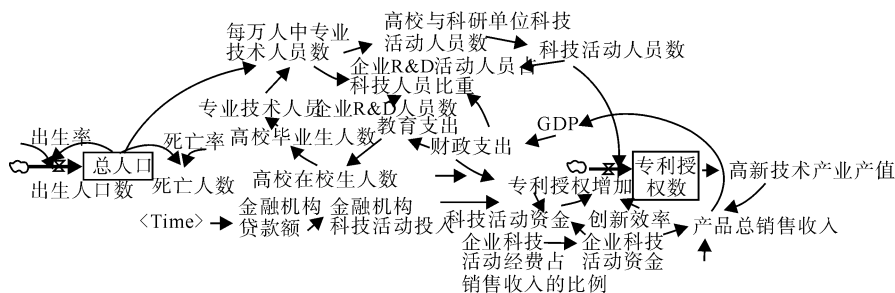


图2 城市创新系统SD模型

间的关系,建立南京市城市创新系统的运作模型。模型中变量间的关系由南京市 1997—2007 年的数据回归求得(本文数据来源:中国城市年鉴,南京市统计年鉴,江苏科技年鉴,南京市科技局网站 [http://www.njip.gov.cn/tjxx/index\\_tjxx.asp](http://www.njip.gov.cn/tjxx/index_tjxx.asp))。

### 3.1 模型检验

本文通过比较模型仿真值与历史真实值来检验模型的有效性,二者差距越小,说明模型越有效。高新技术产品产值与专利授权量分别是创新系统经济产出与科技产出的重要指标,所以,本文选取这两个量来对模型进行检验。其它指标的检验方法与此相同。由于篇幅所限,在此不再赘述。

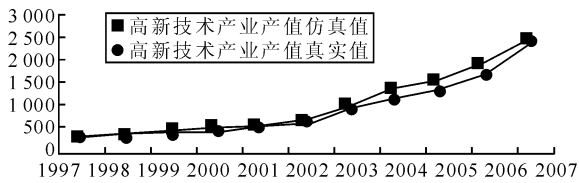


图 3 高新技术产业产值拟合图

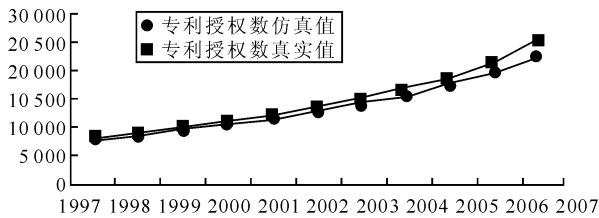


图 4 专利授权量拟合图

由图 3 和图 4 的拟合误差情况可以知道,系统模型能够较好地描述南京市创新系统近年来的运行情况,其它变量系统模拟结果与南京市历史真实状况基本一致,拟合精确度较高,说明该模型的结构设计和参数选取是合理的,能够比较真实地反映实际系统的情况。因此,在此基础上对南京市创新能力的提升途径进行分析是合理的。

### 3.2 系统仿真与相关建议

#### 3.2.1 教育投资的仿真分析

保持其它参数不变,将财政对教育支出的比例分别变为原值的 80% 和 120%,仿真结果如图 5、图 6 所示。

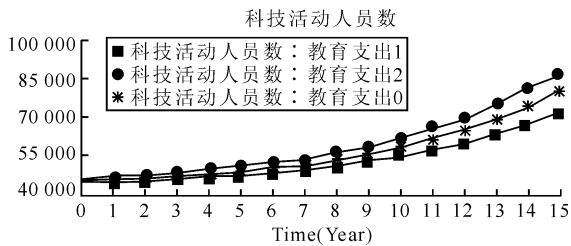


图 5 教育支出对科技活动人员数的影响

图 5 中曲线 1、曲线 2 及曲线 3 分别表示在财政对教育支出的比例变为原值的 80%、120% 以及保持不变的 3 种情况下,科技活动人员数的仿真结果。图 6 中曲

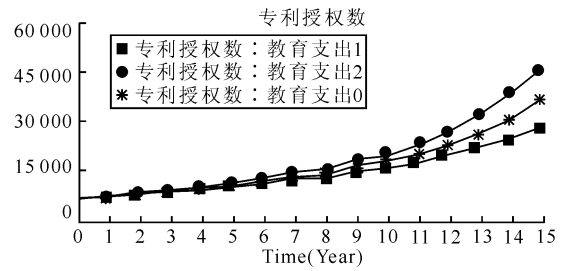


图 6 教育支出对专利授权数的影响

线 1、曲线 2 及曲线 3 分别表示财政对教育支出的比例变为原值的 80%、120% 以及保持不变的 3 种情况下,专利授权数的仿真结果。

由图 5 和图 6 可知,教育投资对城市创新系统创新能力的影响是显著的。在今后一段时间内,南京市要进一步提高教育经费在财政支出中的比重,同时鼓励多种形式的社会办学,不断增加全社会对教育的总投入,改善各个层次的教育供给,推进教育机构的企业化和教育供给的市场化运作。同时制定优惠政策,鼓励、吸引外资和社会资金进入教育领域。对南京来说,经济较为发达,基础设施完善,同时拥有如南京大学,东南大学等一批优秀高校以及大量科研单位,政府应以此为依托,发挥地区优势,创造良好的创新环境,采取各种方式加大本地人才培养的力度,同时通过各项政策吸引外地优秀创新人才,建立健全人才激励机制,增强城市的创新能力,促进城市经济进一步发展。

#### 3.2.2 创新资金投入的仿真分析

在不改变其它参数的情况下,将企业科技活动投入的比重分别变为原值的 80% 和 120%,从而改变企业科技活动投入资金量,高新技术产业产值与专利授权数量的变化如图 7、图 8 所示。

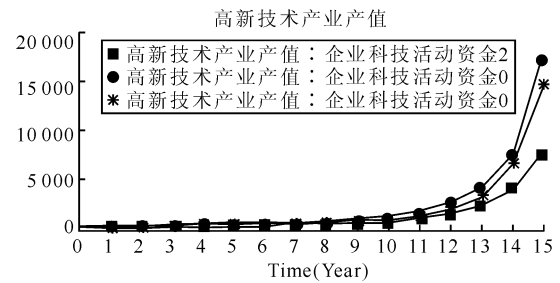


图 7 企业科技活动投入对高新技术产业产值的影响

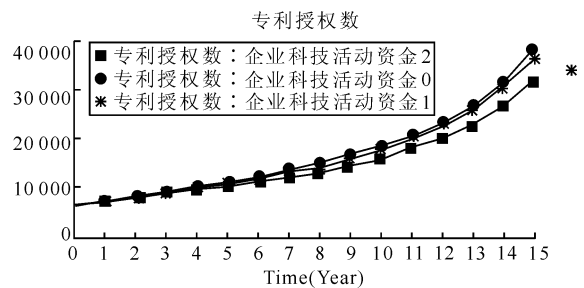


图 8 企业科技活动投入对专利授权数的影响

图7中曲线1、曲线2及曲线3分别表示在企业科技活动投入的比重变为原值的80%、保持不变以及变为原值的120%的情况下,高新技术产业产值仿真结果。图8中曲线1、曲线2及曲线3分别表示在企业科技活动投入的比重变为原值的80%、保持不变以及变为原值的120%的情况下,专利授权数仿真结果。

在保持其它参数不变的情况下,将政府科技投入占财政支出的比重分别变为原值的80%和120%,从而改变政府对创新系统科技投入的资金量,高新技术产业产值和专利授权数量变化如图9、图10所示。

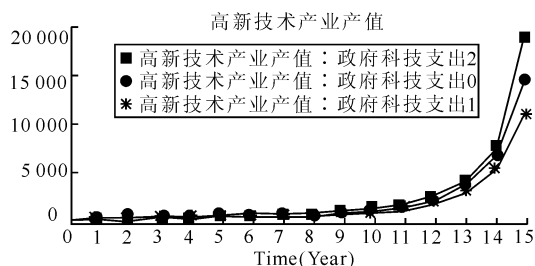


图9 政府科技投入对高新技术产业产值的影响

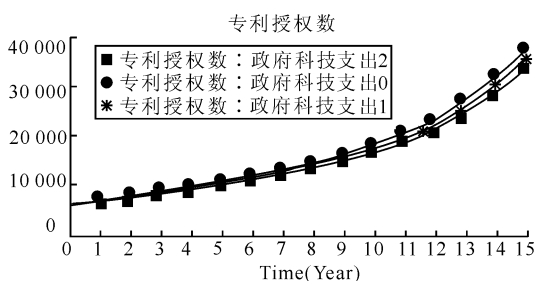


图10 政府科技投入对专利授权数的影响

图9中曲线1、曲线2及曲线3分别表示在政府科技投入占财政支出的比重变为原值的120%、保持不变以及变为原值的80%的情况下,高新技术产业产值仿真结果。图10中曲线1、曲线2及曲线3分别表示在政府科技投入占财政支出的比重变为原值的120%、保持不变以及变为原值的80%的情况下,专利授权数仿真结果。

从图7—图10的仿真结果来看,企业科技投入对城市创新系统的影响,要大于政府科技投入对创新系统的影响。政府部门应通过各种有效的财税政策,鼓励企业从事科研活动,加大对科技创新的投入。南京市2002年—2007年企业投入的科技活动资金分别为29.13亿元、37.08亿元、50.85亿元、64.10亿元、77.10亿元及85.59亿元,企业科技活动资金占产品销售的比重分别为2.50%、2.07%、2.18%、2.03%、2.13%及2.00%。数据显示,科技投入资金额逐年增加,但是科技投资占销售收入的比重却有下降的趋势。而在日本,企业家普遍认为:一个企业的研究开发费用若只占销售收入的1%,这个企业肯定要失败;若占到3%,可以勉强维持;若占到5%,可以进行竞争;若占到8%,可以有所发展。由此可见,南京市企业创新的投入是不

够的。企业要想取得长远的发展,在激烈的竞争中获得竞争优势,应该结合自身实际情况,加大对科技创新的投入。企业也可以通过其它途径获取资金,比如科技贷款,引进外资等。企业要考虑各方面因素,权衡得失,最终选择适合自身发展的创新投资策略。

政府的科技投入分为两种形式:一种是直接拨款,即在政府财政预算内安排的科研经费支出;另一种是间接投入,即政府通过减税让利政策,鼓励企业加速技术进步和新产品开发。政府科技投入要瞄准前沿,择优支持,引导科技事业朝着有利于城市总目标的方向发展。

虽然我国一些学者一再强调,我国应该参照西方发达国家的经验,主要依靠企业和社会资金的参与,政府应逐步从科技投入主体地位淡出。但是我国企业经济规模、创新意识和竞争力水平与发达国家都有着较大的差距,现阶段就要求企业独立承担起科技创新的巨额投入,会对企业的发展带来非常不利的影响,这也不利于我国企业创新能力的提高。因此,南京市应该采取各项措施,加速企业的成长与发展,增强自身的经济实力,逐步培养企业在创新过程中的主体地位。从而最终建立以政府财政投入为引导、企业投入为主体、金融贷款为支撑、外资与风险资本等其它资本为补充的多渠道、多层次的科技投入体系。

### 3.2.3 创新效率的仿真分析

保持其它参数不变,将创新系统的创新效率分别变为原值的80%和120%,高新技术产业产值和专利授权数量变化如图11、图12所示。

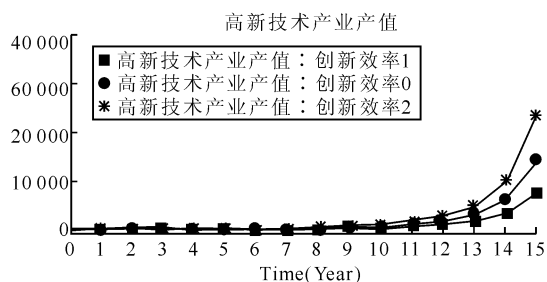


图11 创新效率对高新技术产业产值的影响

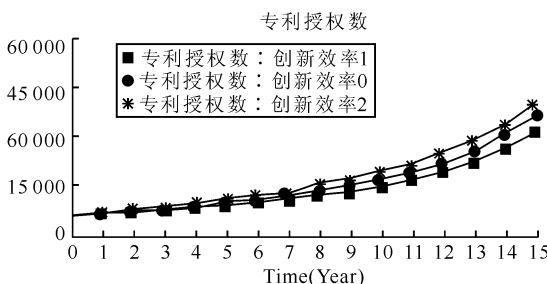


图12 创新效率对专利授权数的影响

图11中曲线1、曲线2及曲线3分别表示在系统创新效率变为原值的80%、保持不变以及变为原值的120%的情况下,高新技术产业产值仿真结果。图12中曲线1、曲线2及曲线3分别表示在系统创新效率变为

原值的80%、保持不变以及变为原值的120%的情况下,专利授权数的仿真结果。

城市创新系统的创新效率可以理解为,城市创新投入与产出的转化效率,由图11和图12的仿真分析可见,创新效率对创新产出的影响是非常显著的。由此可见,提高城市创新效率可以显著提升城市的创新能力。提高城市创新效率意味着在保持城市创新投入不变的情况下增加创新产出,或者在保证创新产出不变的情况下减少城市创新的投入。这就要求城市创新系统在获取各种人力、物力、财力等创新资源的时候,不仅要注重这些资源的数量,更要注重这些资源的质量。同时,政府部门应该采取各种积极有效的政策和措施,建立有效的资源流通机制和信息技术交流平台,加大产学研的合作力度,加强企业、高等院校、科研机构、政府、中介机构之间的联系,创造良好的创新环境,使得这些资源在该系统中发挥最大的创新作用,真正实现人尽其才,物尽其用。

#### 4 结语

本文利用有“社会系统实验室”之称的系统动力学方法,以南京市为例构建了城市创新系统的动力学模型,研究了城市创新系统的运作机制。研究结果表明南京市的教育投资、系统的创新效率、企业的科技投资以及政府的科技投资,都会对城市创新系统的创新能力有较大的影响,其中企业创新投入对创新能力的影响大于政府科技投入对城市创新能力的影响,结合研究结果给出了相关的政策建议。本文对城市创新系统的研究主要是从投入和产出两个视角展开的,并未将市场环境以及创新系统的支撑体系考虑到模型中,在以后的研究中可以根据被研究对象的特殊性,将其它与城市创新系统相关的要素纳入模型中,使得所建立的模型更能真实地反映城市创新系统。另外,本文只是对教育投入、企业和政府资金投入以及创新效率对城市创新系统创新能力的影响进行了研究,在以后的研究中,随着模型的进一步完善,可以对更多的影响因素作进一步的仿真分析。

#### 参考文献:

[1] MARYANN FELDMAN P, DAVID AUDRESTCH B. Innovation in cities: science-based diversity, specialization and localized competition[J]. *European Economic Review*, 1999,

- 43:409-429.
- [2] 倪鹏飞. 中国城市竞争力报告[M]. 北京:社会科学文献出版社,2003.
- [3] 赵黎明,李振华. 区域经济发展中的城市创新[J]. *天津大学学报:社会科学版*, 2004, 10(4):303-306.
- [4] FREEMAN C. Technology policy and economic performance, lessons from Japan[M]. Pinter Pub Ltd, 1987.
- [5] PN COOKE, M HEIDENREICH, HJ BRACZYK. Regional innovation systems; the role of governances in the globalized world [M]. UCL Press, 1998.
- [6] 傅家骥. 技术创新——中国企业发展之路[M]. 北京:企业管理出版社, 1992:70-78.
- [7] 王永康. 论沿海开放城市创新系统建设[J]. *中国软科学*, 2002(11):90-92.
- [8] 赵黎明,李振华. 城市创新系统的动力学机制研究[J]. *科学学*, 2003, 21(1):97-100.
- [9] 隋映辉. 城市创新生态系统与城市创新圈[J]. *社会科学辑刊*, 2004(2):65-70.
- [10] 庄越,曾娟. 城市技术创新原理研究[J]. *科学管理研究*, 2002, 20(2):4-7.
- [11] LUNDVALL B (Ed). National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning [M]. Frances Pinter, 1992.
- [12] OECD. National innovation systems, the NIS project[J]. OECD, 1997.
- [13] MOWERY D C, ZIEDONIS A. Market failure or market magic? Structural change in the US national innovation system[J]. *STI Review*, 1998(22):101-136.
- [14] CHARLES LANDRY. The creative city: a toolkit for urban innovators[M]. Earthscan Publications Ltd, 2000.
- [15] FLORIDA RICHARD. The rise of the creative class[M]. New York: Basic, 2002.
- [16] 谢科范,张诗雨,刘骅. 重点城市创新能力比较分析[J]. *管理世界*, 2009(1).
- [17] VANICHSENI S. A model of national innovation systems and development strategy: a case of catching-up economies [J]. OECD, 1998(5).
- [18] 宫兴国,宋效中. 基于系统动力学的技术创新成本管理研究[J]. *科技与管理*, 2009, 7(4):128-131.
- [19] 王其藩. 系统动力学[M]. 上海:上海财经大学出版社, 2009.
- [20] 冯婷婷. 基于系统动力学的国家创新体系运作机理研究[D]. 大连:大连理工大学, 2009.
- [21] 刘俊杰,傅毓维. 基于系统动力学的高新技术企业创新环境研究[J]. *科技管理研究*, 2007(12):24-26.

(责任编辑:赵贤瑶)