

基于因子分析的创新型城市评价体系的构建与实证分析

闫凌州, 杨冬梅

(天津市科学学研究所, 天津 300011)

摘 要: 借鉴国内外有关创新评价研究的经验, 结合我国主要区域中心城市的创新发展实践, 使用因子分析评价法, 建立了一套对我国创新型城市建设进程进行评价的指标体系, 并应用SPSS统计工具对国内16个主要中心城市进行实证评价和聚类分析, 为创新型城市的发展提供客观定量的比较评价依据。

关键词: 创新; 创新型城市; 评价指标体系

中图分类号: F290

文献标识码: A

文章编号: 1001- 7348(2008) 05- 0117- 04

1 创新型城市的内涵与概念模型

创新型城市是一种全新的城市发展理念和模式。从文献来看, 创新型城市(或创新城市)的英文表述有两种: 'Creative City'^[1,2]和 'Innovative City'^[3]。相对于 'Creative city', 'Innovative city'包含了目前关于创新型城市研究的主流含义, 主要研究 '创新(Innovation)'作为驱动力的一种城市经济增长和经济发展模式, 并不断融合社会发展的理念和思想。本文立足于知识经济和全球化背景, 结合我国创新型国家的战略目标, 提出了基于 'Innovation'概念之上的创新型城市概念。

本文认为创新型城市(Innovative City)是在新经济条件下, 以创新为核心驱动力的一种城市发展模式; 一般是由区域科技中心城市发展演变形成, 是知识经济和城市经济融合的一种城市演变形态; 完善的城市创新系统是创新型城市的主要特征; 在集聚和配置创新资源、不断形成自我平衡调整和发展功能的基础上, 推动建立创新驱动的集约型城市经济增长, 最终实现城市可持续发展。

因此, 本文将创新型城市分解为4个基本要素: 创新主体——创新活动的行为主体, 包括城市人才创新主体, 企业、大学、研究机构、中介机构、政府等机构创新主体, 以及以产业集群、产学研联盟等形式存在的创新群主体; 创新资源——创新活动的基础, 包括基础设施、信息网络、技术、知识、资金等; 创新制度——保障创新体系有效运转, 包括激励、竞争、评价和监督等创新机制, 以及政策、法律法规等创新政策; 创新文化——维系和促进创新的基本环境, 包括城市文化观念、创新氛围等软环境,

以及参与国际竞争与合作的开放的外部环境。其核心是以城市内部创新要素为支撑, 形成城市持续创新能力, 推进城市建立基于经济增长和经济增长方式转变基础之上的城市可持续发展。据此, 本文构建了创新型城市的概念模型(见图1)。

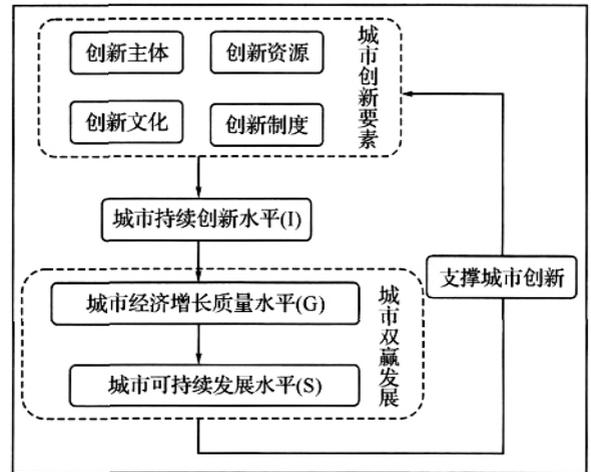


图1 创新型城市的概念模型

应该看到, 城市创新能力对社会经济的影响是一个长期的过程, 城市社会经济发展水平是过去长期创新和社会经济发展的结果, 并不是当期创新直接的绩效。一个城市的社会经济发展水平越高, 所能提供的创新资源就会越多, 创新环境就越佳, 城市的创新水平就会越高, 支撑城市创新的能力就越强; 创新能力的提高反过来又会进一步促进城市经济社会的发展, 这是一个良性循环的反馈过程。创新型城市的系统性决定了它的演化轨迹是各要素之间的综合联动和反馈效应的结果, 城市创新提供了城市发展

收稿日期: 2007- 02- 08

基金项目: 天津市科委科技发展战略研究计划项目(05ZLZLZT00500)

作者简介: 闫凌州(1979~), 男, 河北保定人, 硕士, 天津市科学学研究所工程师, 研究方向为技术经济及管理; 杨冬梅(1971~), 女, 河北唐山, 天津市科学学研究所高级工程师, 研究方向为技术经济及管理。

的动力,城市发展支撑了城市创新,不断推进城市向更高级的创新形态演进。

2 创新型城市评价指标体系的构建

由于我国当前的发展水平与世界主要创新型国家存在较大差距,因此在对我国创新型城市开展评价的过程中,更加注重技术创新和创新环境的营造,更加关注科学发展观指导下的可持续发展。因此,在构建我国创新型城市的评价指标体系时,本文在上述概念模型的基础上,构建如下函数:

$$D=f(I, G, S)$$

其中 D 表示创新型城市建设水平, I、G、S 分别代表城市持续创新能力、城市经济增长质量、城市可持续发展能力。城市持续创新能力是由创新主体、创新资源、创新制度与创新文化共同作用形成,是创新型城市的核心创新要素;城市经济增长质量包含经济规模的扩大和经济增长方式转变;城市可持续发展能力则体现了创新对城市经济社会发展的支撑和促进作用,是城市发展的创新因子在经济社会层面的集中体现。

2.1 评价思路

出于减少指标重叠的原因,将上述模型进行如下分解与合并:将城市持续创新水平 I 分解为城市知识(科技)创新水平 K 和城市创新环境支撑水平 E;从城市创新的角度,将城市经济增长水平和城市可持续发展水平合并为城市经济社会发展对创新的支撑水平 S。这样,该模型就转变为: $D=f(K, E, S)$ 。以此为理论依据,从以下 3 个方面构建创新型城市的评价体系。

(1) 城市的知识创新水平。参考中国区域创新能力评价的有关知识创新的指标,引入包括反映知识创造和流动、企业创新的城市知识创新能力指标,这是城市整体创新水平的直接反映。

(2) 城市创新环境支撑水平。这里的创新环境主要包括 3 个部分:城市基础条件、教育文化环境和制度环境。城市基础条件是城市创新的硬件环境,教育文化环境和制度环境是城市创新的软环境,它们共同构成城市创新的基础环境支撑条件。

(3) 城市经济社会发展对创新的支撑水平。以促进城市经济增长和增长方式转变为目标,从经济、环境、社会等角度,选取经济增长水平、产业结构优化、经济增长方式转变以及城市环境改善等方面的指标,以反映城市经济社会发展对创新的支撑水平。

2.2 评价体系构建

为了保证评价的科学性和准确性,我们在以下 5 项原则的基础上构建了创新型城市的评价指标体系。科学性原则,在指标的选取中,充分考虑统计的科学性,保证其间的相对独立性、较强的相关性、可比性和开放性;综合性原则,只选取那些与创新相关性较强的指标或将影响某方面的一系列指标综合成一个,以简化评估过程,提高效率;

可操作性原则,采用间接指标,从多种角度加以衡量,并尽量选取那些能够量化的统计指标;前瞻性原则,突出了知识创新与可持续发展的理念,力争对我国城市发展具有前瞻性;导向性原则,重点考虑了我国区域中心城市发展的特殊背景和所处发展阶段,更多关注了对知识创新能力和可持续发展水平的评价,以对我国创新型城市建设发挥导向作用。

指标体系反映了 3 方面内容:城市知识创新能力、城市创新环境支撑能力、城市经济社会发展对创新的支撑能力。其中城市知识创新能力作为创新型城市评价的核心,是反映城市创新能力最直接的因素,而创新环境支撑能力和社会经济发展对创新的支撑能力则作为城市知识创新的基础,为创新能力的提升提供支持,3 方面相互影响、相互作用,形成螺旋式上升。

依据指标选取的原则,指标体系又可以细分为 4 个层次:目标层,即所要评价的创新型城市实现程度,本文称之为创新型城市实现指数;准则层,即城市知识创新能力、城市创新环境支撑能力、城市经济社会发展对创新的支撑能力;领域层,即准则层下面的分支领域;指标层,即依据主成分分析结果选定。具体指标如表 1 所示。

表 1 创新型城市评价指标体系构成

目标层	准则层	领域层
创新型城市实现指数(D)	城市知识创新能力(K)	知识创造与流动(X_1, \dots, X_7)
		企业创新(X_8, \dots, X_{11})
	城市创新环境支撑能力(E)	基础设施(X_{12}, \dots, X_{16})
		教育文化(X_{17}, \dots, X_{20})
		创新制度(X_{21}, X_{22})
	城市经济社会发展对创新的支撑能力(S)	经济增长水平(X_{23}, X_{24})
		产业结构优化(X_{25}, \dots, X_{28})
		增长方式转变(X_{30}, \dots, X_{32})
		城市环境改善(X_{33}, \dots, X_{35})

(1) 城市知识创新能力指标。知识创造与流动: X_1 指 R&D 经费支出占 GDP 比率(%); X_2 指万人 R&D 科学家和工程师数量(人/万人); X_3 指万名就业人员发明专利授权量(项/万人); X_4 指万名 R&D 活动人员科技论文数(篇/万人); X_5 指万人技术成果成交额(万元/万人); X_6 指万人吸纳技术成果金额(元); X_7 指人均实际利用外资。

企业技术创新: X_8 指企业 R&D 支出占企业销售收入的比例(%); X_9 指企业 R&D 科学家和工程师占全社会 R&D 科学家和工程师比率; X_{10} 指新产品销售收入占产品销售收入比率; X_{11} 指技术消化吸收经费与技术引进经费的比例(%)。

基础设施: X_{12} 指万人国际互联网用户数(户/每万人); X_{13} 指家庭电脑普及率(台/百户); X_{14} 指固定电话和移动电话普及率(台/百人); X_{15} 指单位 R&D 活动人员新增仪器设备费(万元/人); X_{16} 指科研和综合技术服务业新增固定资产占全社会新增规定资产的比例(%)。

(2) 城市创新环境支撑能力。教育文化: X_{17} 指教育经

费支出占 GDP 比例(%); X_{18} 指平均受教育年限(年/人); X_{19} 指万人拥有高等学校在校学生数(人/万人); X_{20} 指百人拥有公共图书馆藏书量(册/万人)。

创新制度: X_{21} 指私营和个体从业人员占全部从业人员比例(%); X_{22} 指地方财政科技拨款占地方财政支出比例(%)。

(3) 城市经济社会发展对创新的支撑能力。经济增长水平: X_{23} 指人均 GDP(元/人); X_{24} 指人均 GDP 增长率(%)。

产业结构优化: X_{25} 指制造业就业人口占总就业人口比例(%); X_{26} 指第三产业增加值占 GDP 比例(%); X_{27} 指高新技术产业增加值占工业增加值的比例(%); X_{28} 指高技术产品出口值在出口产品总值中的比例; X_{29} 指知识服务业就业人口占第三产业就业人口比例(%)。

经济增长方式转变: X_{30} 指就业人员劳动生产率(万元/人); X_{31} 指亿元投资新增 GDP(亿元/亿元); X_{32} 指综合耗能产出率(元/kg 标准煤)。

城市环境改善: X_{33} 指空气质量指数; X_{34} 指城市环境污染综合治理指数; X_{35} 指人均公用绿化面积(m^2)。

总的来看,这一指标体系能够从经济、社会和环境等不同方面对创新型城市发展水平进行综合评价,在一定程度上反映了创新型城市的建设发展情况。

3 主要城市评价与分析的实证研究

依据上述评价指标体系和 2003 年的统计数据,本文选取了我国 16 个区域中心城市作为样本,运用因子分析方法进行评价^[4,9]。包括北京、天津、上海、重庆、沈阳、大连、南京、苏州、杭州、宁波、青岛、武汉、广州、深圳、成都、西安。

在对采集到的原始数据进行标准化处理的基础上,我们结合概念模型,从城市知识创新能力、城市创新环境支撑能力、城市经济社会发展对创新的支撑能力 3 个方面分别进行因子分析处理,共析取了 12 个公因子,分别为:知识创造与流动因子、人才创新因子、企业创新投入因子、企业创新投入的效率因子、创新硬件投入因子、教育和研究机构创新因子、创新活力因子、文化基础环境因子、城市生态环境因子、经济增长与结构转换因子、新产业创新因子、城市宏观环境因子。以这 12 个公因子为基础,可以计算出样本城市在城市知识创新能力、城市创新环境支撑能力、城市经济社会发展对创新的支撑能力 3 个方面的发展水平(见表 2)。

表 2 显示了 16 个样本城市在城市知识创新能力、城市创新环境支撑能力、城市经济社会发展对创新的支撑能力 3 个方面的综合得分情况。其中北京城市知识创新能力、城市创新环境支撑能力均位居样本城市的首位,充分显示了其科技资源密集、知识产业发达、创新环境优越的特点,但其城市经济社会发展对创新的支撑能力相对落后,表明在综合环境质量、经济结构转型、生产效率的提高

表 2 创新型城市发展水平^[7-10]

	城市知识创新能力		城市创新环境支撑能力		城市经济社会发展对创新的支撑能力	
	得分	排序	得分	排序	得分	排序
天津	-0.00619	7	0.003711	6	-0.00237	7
北京	0.286604	1	0.256938	1	-0.07783	12
上海	0.10594	4	0.139539	4	0.003486	6
重庆	-0.10351	13	-0.09539	13	-0.13849	16
沈阳	0.011504	6	-0.08084	11	-0.0414	11
大连	-0.05393	10	-0.16116	16	0.033869	4
南京	-0.02261	8	-0.1056	15	-0.0139	9
苏州	-0.05962	11	-0.02297	8	0.164299	2
杭州	-0.18084	16	-0.07273	9	-0.03713	10
宁波	-0.09497	12	0.003859	5	0.010432	5
青岛	0.119767	3	0.0026	7	0.034238	3
武汉	-0.11676	14	-0.10545	14	-0.08068	13
广州	-0.04719	9	0.227131	2	-0.00569	8
深圳	0.237396	2	0.182005	3	0.343831	1
成都	-0.12194	15	-0.07714	10	-0.0999	15
西安	0.054177	5	-0.09449	12	-0.09276	14

等方面存在不足,是北京在建设创新型城市的过程中需要解决的重点问题。深圳、上海两地的 3 个指标排位均处于前列,表明这两个城市在创新型城市建设中已经具备领先于国内其它城市的基础条件;而重庆、成都、武汉等中西部城市则在 3 项指标中均处于相对落后的位置,表明中西部地区要建设创新型城市,需要在整体实力上有较大提升。

将上述 12 个公因子作为原始变量,再次运用因子分析方法进行处理,结合所得贡献率,可以计算出反映城市创新度的“创新型城市实现指数”(见表 3)。

表 3 样本城市创新型城市实现指数比较^[7-10]

样本城市	得分	排序
天津	-0.009301826	8
北京	0.145510739	2
上海	0.112485507	4
重庆	-0.119720666	15
沈阳	-0.039959346	10
大连	-0.030407318	9
南京	-0.065213251	12
苏州	0.056417813	5
杭州	-0.105896931	14
宁波	-0.008132329	7
青岛	0.117810571	3
武汉	-0.120235933	16
广州	-0.053435748	11
深圳	0.186276812	1
成都	-0.074034147	13
西安	0.009890158	6

表 3 显示了参与评价的 16 个城市创新型城市实现程度的相对比较结果。从中可以看出,北京之所以排在深圳

之后居于第二位,主要是由于其在城市经济社会发展对创新的支撑能力方面存在较大欠缺,而青岛能够高居第三,则源于其已经具备了较强的城市知识创新能力和城市创新环境支撑能力;上海整体实力较强,各项指标均衡,居于第四位;武汉、重庆、成都等城市由于地处中西部,基础相对薄弱,创新型城市发展相对落后;杭州的知识创新能力评价得分较低,总体评价结果位居 16 城市末;天津在 16 个样本城市的排序中为第八,处于中游水平,低于苏州、宁波、西安等地,其城市总体发展特色不突出,优势不明显。

以表 3 的结果为原始数据,采用聚类分析的方法,对样本城市实现创新型城市的程度进行进一步的聚类分析,得到如下结果(见表 4)。

表 4 样本城市聚类

类别	城市
第一类	北京、上海、青岛、深圳、苏州
第二类	天津、沈阳、大连、南京、宁波、广州、成都、西安
第三类	重庆、杭州、武汉

第一类包括 5 个城市,分别为北京、上海、青岛、深圳、苏州。这 5 个城市在 16 个样本城市中,创新型城市实现程度最高,它们或科技资源密集,研发实力雄厚,如北京;或市场完善,开放程度高,如上海、深圳;或民营企业发展迅速,企业创新能力强,知名品牌众多,如青岛、苏州。总的来看,它们在知识创新能力、创新环境支撑能力和经济社会发展对创新的支撑能力几个方面都具有一定优势,并在某些方面表现较为突出,如北京、上海的知识创造与流动能力、教育和研究机构创新等;深圳、青岛的人才创新能力、企业创新等;苏州的新产业创新能力和经济结构转型等。此外,5 个城市比较起来,苏州的创新型城市实现程度较其它 4 个城市略差,究其原因,主要是由于苏州知识创新能力过于薄弱的缘故。

第二类包括天津、沈阳、大连、南京、宁波、广州、成都、西安 8 个城市,它们占样本城市总数的一半,代表了目前大多数城市的发展水平。这些城市虽然已经具备了建设创新型城市的基础,但总体实力仍显薄弱,特别在某些领域存在薄弱点,如沈阳的创新环境、经济结构转型;南京的城市创新环境支撑能力;广州的知识创新能力等,这就需要在未来制定创新型城市发展战略的过程中有所侧重。此外,在这 8 个城市中,天津处于中间位置,各项因子得分也基本处于中游,因此我们认为其城市整体发展较为均衡,但是优势和特色不突出,距离创新型城市的目标距离较大,城市建设任务艰巨。

第三类包括 3 个城市,分别为重庆、杭州、武汉,它们的创新型城市实现程度相对较差,无论是知识创新能力还是环境支撑能力其基础均相对薄弱。因此,与其它城市相比,就需要在建设创新型城市的过程中,针对城市发展的薄弱环节,采取更加有力的战略措施,强化政府主导和制

度创新,充分利用现有资源,提高城市开放水平,激发城市创新活力,显著提高城市发展的综合创新水平。

4 结语

通过本文的研究,我们发现在创新型城市建设中,北京、上海、青岛、深圳、苏州 5 城市排位均处于前列,为创新型城市建设的第一类城市,表明在创新型城市建设中已经具备领先于国内其它城市的基础条件和优势;天津、沈阳、大连、南京、宁波、广州、成都、西安为创新型城市建设的第二类城市,占样本城市的一半,是创新型城市建设的主要依托力量;重庆、杭州、武汉为创新型城市建设的第三类城市,主要指标均处于相对落后的位置,表明这些城市要建设创新型城市,需要在城市整体实力上有较大的提升。

需要指出的是,本论文以知识(科技)创新为核心构建了创新型城市的评价指标体系,对于我国中心城市具有一定普适性,但是对广大中小城市针对性不强。限于我国的统计指标体系尚未与国际接轨,一些重要的与创新相关的指标数据缺乏统计渠道。比如:创新型城市评价的一个很重要的内容是对城市知识化水平或对城市知识经济发展水平的度量,而判断城市知识化水平的一个主要依据是城市知识产业的比重,这一指标在我国尚未建立。因此,我们建立的指标体系必然是不甚完整的,存在一定的局限性。可以预见,随着知识经济评价指标体系的建立和完善,对创新型城市的评价指标的研究也将更趋科学、合理和完善。

参考文献:

- [1] Charles Landry, The Creative City: A Toolkit for Urban Innovators[M]. London: EARTHSCAN PUBLICATIONS LTD, 2000.
- [2] 尹继佐主编.世界城市与创新城市:西方国家的理论与实践[M].上海:上海社会科学院出版社, 2003: 108.
- [3] James Simmie. Innovative Cities [M]. Spon Press, Routledge: London, 2001:1- 20.
- [4] 中国科技发展战略研究课题组. 2003 中国区域创新能力报告[R]. 北京: 经济管理出版社, 2004: 10-32 .
- [5] 侯景新, 尹卫华. 区域经济分析方法[M]. 北京: 商务印书馆, 2005: 80~120, 134~153.
- [6] 王苏武. SPSS 统计分析[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [7] 城市科技进步综合课题组. 2004 全国部分城市科技进步综合评价报告(内部资料)[R]. 2004.
- [8] 天津市科学技术委员会, 天津市统计局, 天津市教育委员会. 天津科技统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
- [9] 天津市统计局. 2004 天津统计年鉴[M]. 天津: 天津科技出版社, 2005.
- [10] 国家统计局城市社会经济调查总队. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.

(责任编辑:赵贤瑶)