

创新型城市动态评价研究

吴价宝 张勤虎

(中国矿业大学, 徐州 221116)

〔摘要〕 创新型城市建设是落实创新型国家战略的重要步骤。动态追踪创新型城市建设状态, 定量剖析创新型城市建设中的关键驱动指标和关键绩效指标, 对于加快提升创新型城市的建设水平具有重要的现实意义。本文结合主成分分析和数量指标综合指数方法, 对某创新型城市的发展水平进行了动态评价, 给出了创新定基指数和创新同比指数, 以期对创新型城市建设的相关主体有一定的参考价值。

〔关键词〕 创新型城市 动态评价 主成分分析 数量指标综合指数

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2013.03.016

〔中图分类号〕 F124.3 〔文献标识码〕 A

引言

创新型城市是取代工业城市成为新一代城市的必然选择。创新型城市是各种优势创新资源高度集聚于城市并协同发挥作用驱动城市进步的一种城市发展形态, 是城市发展知识化和高级化的产物。对创新型城市的定量评价有利于把握创新型城市建设与发展水平, 发现城市建设的优势与劣势, 有利于管理政策的改进和创新, 为未来城市的发展指明方向。

关于创新型城市的定量评价研究, 张士运(2008)^[12]从创新实绩、创新动力、创新保障方面构建了评价北京创新型城市的指标体系, 然后与上海等4个城市在数据上进行了对比。李琬(2010)^[13]在总结国内外有关创新型城市评价体系的理论实践研究基础之上, 构建了第4代创新型城市评价指标体系, 并运用因子分析法, 对北京、上海、天津等城市的创新能力进行了比较评价。倪芝青(2011)^[6]统计分析国内外著名创新评价体系, 确定核心指标, 结合杭州特色构建了杭州创新型城市评价体系。孙易祥(2012)^[8]总结了城市创新的关键要素, 构建了创新型城市的评价指标体系, 并运用主成分分析法进行了实证检验, 对比评价

了北京天津等城市的创新型城市建设结果。

纵观目前国内学者对创新型城市的评价研究, 基本上选择一些样本城市, 通过构建一套评价指标体系, 对样本城市进行内部定量化地比较评价, 给出各城市的创新水平得分并进行排名, 进而发现各城市在创新型城市建设过程中的优势及不足。作者认为, 创新型城市横向之间的比较与评价固然有其必要, 但是, 对特定创新型城市自身的建设发展水平进行动态评价也是十分必要的。然而, 从公开文献看, 起止目前, 国内学者对创新型城市的发展水平进行动态评价的研究还少有涉足。因此, 本文拟从动态视角对创新型城市的建设发展水平进行测度与评价。本研究的意义在于: (1) 有利于政府管理部门了解其创新型城市建设的发展速度和发展水平, 为科学制定与调整创新型城市建设规划提供依据。(2) 有利于政府管理部门发现影响创新型城市建设的关键绩效指标和阻碍因素的动态变化, 从而为创新资源的优化配置提供依据。

1 创新型城市动态评价指标体系的构建

1.1 指标体系构建原则

1.1.1 系统性原则

收稿日期: 2013-01-10

作者简介: 吴价宝, 中国矿业大学硕士生导师, 淮海工学院商学院院长, 教授。研究方向: 创新管理, 组织学习, 战略管理。张勤虎, 中国矿业大学硕士研究生。研究方向: 创新管理。

创新型城市是各种社会形态要素的有机结合,不仅仅限于科技范畴,还发生在经济、社会、文化等各个领域的复杂的系统活动,是一种全方位、全社会、全过程的创新。在指标选取时,必须对城市创新系统的主要因素进行综合考虑,全面考虑城市自然、经济、社会、文化等各个方面的因素。

1.1.2 客观性原则

在指标选取时,必须做到数据客观可信、描述明确、定义准确。

1.1.3 定量和定性相结合原则

指标选取要求客观,就必须以定量指标为主体,有小部分定性指标。

1.1.4 可操作性原则

指标的选取具备易取得、易量化和可比对性,使指标体系具有可操作性。

1.1.5 实用性原则

创新型城市评价指标体系除了评价功能外,还应具备实用性,可以被借鉴,即能够引导地方政府在实施城市创新工程中确定突破重点,建设适合本地特色的城市创新工程。

1.2 创新型城市动态评价指标体系

创新型城市动态评价指标体系与静态评价指标体系并无实质性的改变,主要是评价方法上将其动态化。作者借鉴张祯波学者关于创新型城市评价指标体系的框架,并据此对现有评价指标体系进行进一步完善^[9]。本文是基于创新要素从“投入—产出”的角度进行构建创新型城市评价指标体系的。指标体系包括创新投入、创新产出2个模块和31个指标组成(见表1)。

表1 创新型城市评价指标体系

一级指标	二级指标
创新投入	x4: 孵化器个数(个)
	x5: 人均城市道路面积(平方公里/人)
	x6: 各类学校在校学生(个)
	x7: 孵化器当年总孵化面积(平方公里)
	x18: 城市化水平(无量纲)
	x8: 每万人拥有各类专业技术人员(名/万人)

续 表

一级指标	二级指标
创新产出	x10: 普通高校每万人在校大学生数(人)
	x11: 全社会研发占GDP比重(%)
	x12: 第三产业投资占三产投资比重(%)
	x13: 经济开发园区建设投入(万元)
	x14: 经济开发园区个数(个)
	x15: 经济开发园区总面积(平方公里)
	x24: 二三产业增加值占GDP比重(%)
	x28: 独立科研机构个数(个)
	x29: 省级以上开发园区数(个)
	x31: 每百户平均固定电话和移动电话数(部/百户)
	x2: 经济外向度(%)
	x3: 百户家庭电脑拥有量(台/百户)
	x16: 每百万人拥有专利申请数量(件/百万人)
	x17: 每百万人拥有专利授权数量(件/百万人)
	x20: 新产品个数(个)
	x21: 通过的科技鉴定项目(个)
	x22: 万元GDP综合能耗(吨标煤/万元)
	x23: 技术成交额(万元)
	x25: 高新技术产业产值(万元)
	x19: 登记城市失业率(无量纲)
	x26: 人均GDP(元)
	x27: 高新技术企业数(个)
	x30: 省级创新企业(个)
	x1: 企业家信心指数(无量纲)
	x9: 第三产业增加值比重(无量纲)

1.2.1 创新投入

本文寄予创新投入一个广义范围,把创新环境、创新主体、创新资源、创新制度等囊括于创新投入之内。值得注意的是,城市的创新进步是这些因素高度集成和协同并进驱动的,而不是他们单独发挥作用的。创新环境是影响创新主体进行创新的各种外部因素的总和,创新主体是对创新要素进行整合的灵魂载体,创新资源是原材料和燃料,创新制度激励着创新载体。本文选择了16个指标作为创新投入的考察标准:孵化器个数、人均城市道路面、各类学校在校学生、孵化器当年总孵化面积、人均教育经费、每万人拥有各类专业技术人员、普通高校每万人在校大学生数、全社会研发占GDP比重、第三产业投资占三产投资比重、经济开发园区建设投入、经济开发

园区个数、经济开发园区总面积、城镇登记失业率、新产品个数、二三产业增加值占GDP比重、独立科研机构个数、省级以上开发园区数。

1.2.2 创新产出

创新产出是创新型城市最终的成果，是展现城市进步的展览果实。这里，我们认为创新产出不仅包括直接的科技创新成果，比如专利获批数量，高新技术产业推进，还包括创新型城市提供的惠民成果，促进的城市可持续发展能力，例如城市的人均GDP提高，城市自然环境的改善。基于这样的观点，我们为创新产出选择了15个测度指标：企业家信心指数、经济外向度、百户家庭电脑拥有量、每百万人拥有专利申请数量、每百万人拥有专利授权数量、新产品个数、通过的科技鉴定项目、万元GDP综合能耗、技术成交额、高新技术产业产值、人均GDP、高新技术企业数、省级创新企业个数。

2 创新型城市创新水平的动态测度

2.1 主成分分析确定指标权重

确定指标权重的方法较多，主要有层次分析法、专家调查法（德尔菲法）、最大熵技术法、主成分分析法等，本文拟采用主成分分析法。主成分分析是将众多具有一定相关性的指标，重新组合成一组新的互相无关的综合指标来代替原来的

指标。主成分可以在保证数据信息丢失最少的原则下，对高维变量空间进行降维处理，简化运算，同时又排除了主观随意性。

$$F_1 = a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{p1}x_p$$

$$F_2 = a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{p2}x_p$$

.....

$$F_p = a_{1m}x_1 + a_{2m}x_2 + \dots + a_{pm}x_p$$

其中 F_1, F_2, \dots, F_p 代表主成分，其中 $a_{li}, a_{2i}, \dots, a_{pi}$ ($i=1, \dots, m$) 为 X 的协方差阵 Σ 的特征值对应的特征向量， x_1, x_2, \dots, x_p 是原始变量经过标准化处理的值。

本文选取的案例对象是江苏省L城市，数据从该城市的2012统计年鉴和互联网综合整理而得。基于主成分分析采用软件SPSS19.0对数据进行了分析。具体步骤如下：

2.1.1 指标标准化处理和逆指标处理

由于SPSS19.0可以来自动对指标进行标准化，因此无需我们手动对指标进行标准化处理。表1的评价指标体系包括2个逆指标，即登记城市失业率和万元GDP综合能耗，对此我们采用倒数代替，将其转化为正指标，从而使得所有的30个指标能够同趋势化。

2.1.2 SPSS19.0分析数据

表2 特征值与贡献率

成份	解释的总方差								
	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	15.419	49.739	49.739	15.419	49.739	49.739	14.031	45.261	45.261
2	12.339	39.805	89.544	12.339	39.805	89.544	13.728	44.283	89.544
3	1.984	6.401	95.945						
4	0.708	2.285	98.230						
5	0.549	1.770	100.000						
6	1.145E-15	3.693E-15	100.000						
7	6.766E-16	2.183E-15	100.000						
8	5.513E-16	1.778E-15	100.000						
9	5.054E-16	1.630E-15	100.000						

续 表

解释的总方差

成份	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
10	3.821E-16	1.233E-15	100.000						
11	2.835E-16	9.144E-16	100.000						
12	2.446E-16	7.891E-16	100.000						
13	2.176E-16	7.018E-16	100.000						
14	1.539E-16	4.963E-16	100.000						
15	1.083E-16	3.492E-16	100.000						
16	7.988E-17	2.577E-16	100.000						
17	5.506E-17	1.776E-16	100.000						
18	1.569E-17	5.061E-17	100.000						
19	-4.948E-17	-1.596E-16	100.000						
20	-8.323E-17	-2.685E-16	100.000						
21	-1.371E-16	-4.423E-16	100.000						
22	-1.685E-16	-5.434E-16	100.000						
23	-1.803E-16	-5.815E-16	100.000						
24	-2.764E-16	-8.916E-16	100.000						
25	-2.963E-16	-9.560E-16	100.000						
26	-3.109E-16	-1.003E-15	100.000						
27	-4.205E-16	-1.356E-15	100.000						
28	-4.591E-16	-1.481E-15	100.000						
29	-5.348E-16	-1.725E-15	100.000						
30	-6.619E-16	-2.135E-15	100.000						
31	-9.607E-16	-3.099E-15	100.000						

提取方法：主成分

从表2可以看到，提取两个主成分的累计方差贡献率达到89.544% (>85%)，这说明前2个主成份基本涵盖了31个指标的大部分信息，这说明可以把31个指标转化成两个大指标，起到了降维的作用。

表3 成份矩阵

	旋转成份矩阵 ^a	
	成 份	
	1	2
Zscore (x1)	-0.130	0.987
Zscore (x2)	-0.109	0.991

续 表

旋转成份矩阵^a

	成 份	
	1	2
	Zscore (x3)	0.611
Zscore (x4)	0.931	-0.264
Zscore (x5)	0.680	-0.291
Zscore (x6)	-0.988	0.012
Zscore (x7)	0.950	-0.095
Zscore (x8)	0.957	-0.103
Zscore (x9)	-0.119	0.955

续 表

旋转成份矩阵^a

	成 份	
	1	2
Zscore (x10)	0.856	0.019
Zscore (x11)	0.955	-0.114
Zscore (x12)	-0.575	0.186
Zscore (x13)	0.895	-0.016
Zscore (x14)	0.865	-0.451
Zscore (x15)	0.921	-0.037
Zscore (x16)	-0.109	0.989
Zscore (x17)	-0.086	0.994
Zscore (x18)	0.960	0.086
Zscore (x19)	-0.222	0.780
Zscore (x20)	-0.057	0.997
Zscore (x21)	0.413	0.788
Zscore (x22)	-0.119	0.989
Zscore (x23)	-0.108	0.994
Zscore (x24)	0.968	0.182
Zscore (x25)	0.079	0.973
Zscore (x26)	-0.202	0.910
Zscore (x27)	-0.029	0.988
Zscore (x28)	0.989	0.031
Zscore (x29)	0.989	-0.004
Zscore (x30)	-0.109	0.991
Zscore (x31)	0.989	-0.053

提取方法：主成份。旋转法；具有 Kaiser 标准化的正交旋转法。
a. 旋转在 3 次迭代后收敛。

用表 3 (初始因子载荷矩阵) 中的数据除以主成分相对应的特征根开平方根便得到两个主成分中每个指标所对应的系数。令 31 个指标依次使用 X_1, X_2, \dots, X_{31} 代表, 得到的两个主成分如下:

$$F1 = -0.03x_1 - 0.03x_2 + 0.16x_3 + 0.24x_4 + 0.17x_5 - 0.25x_6 + 0.24x_7 + 0.24x_8 - 0.03x_9 + 0.22x_{10} + 0.24x_{11} - 0.15x_{12} + 0.23x_{13} + 0.22x_{14} + 0.23x_{15} - 0.03x_{16} - 0.02x_{17} + 0.24x_{18} - 0.06x_{19} - 0.01x_{20} + 0.11x_{21} - 0.03x_{22} - 0.03x_{23} + 0.25x_{24} + 0.02x_{25} - 0.05x_{26} - 0.01x_{27} + 0.25x_{28} + 0.25x_{29} - 0.03x_{30} + 0.25x_{31}$$

$$F2 = 0.28x_1 + 0.28x_2 + 0.20x_3 - 0.08x_4 - 0.08x_5 + 0.00x_6 - 0.03x_7 - 0.03x_8 + 0.27x_9 + 0.01x_{10} - 0.03x_{11} + 0.05x_{12} + 0.00x_{13} - 0.13x_{14} - 0.01x_{15} + 0.28x_{16} + 0.28x_{17} + 0.02x_{18} + 0.22x_{19} + 0.28x_{20} + 0.22x_{21} + 0.28x_{22} + 0.28x_{23} + 0.05x_{24} + 0.28x_{25} + 0.26x_{26} + 0.28x_{27} + 0.01x_{28} + 0.00x_{29} + 0.28x_{30} - 0.02x_{31}$$

用第一主成分 F1 中每个指标所对应的系数乘上第一主成分 F1 所对应的贡献率再除以所提取两个主成分的两个贡献率之和, 然后加上第二主成分 F2 中每个指标所对应的系数乘上第二主成分 F2 所对应的贡献率再除以所提取两个主成分的两个贡献率之和, 即可得到综合得分模型:

$$Y = 0.11x_1 + 0.11x_2 + 0.18x_3 + 0.10x_4 + 0.06x_5 - 0.14x_6 + 0.12x_7 + 0.12x_8 + 0.10x_9 + 0.12x_{10} + 0.12x_{11} - 0.06x_{12} + 0.12x_{13} + 0.07x_{14} + 0.13x_{15} + 0.11x_{16} + 0.11x_{17} + 0.15x_{18} + 0.07x_{19} + 0.12x_{20} + 0.16x_{21} + 0.11x_{22} + 0.11x_{23} + 0.16x_{24} + 0.13x_{25} + 0.09x_{26} + 0.12x_{27} + 0.14x_{28} + 0.14x_{29} + 0.11x_{30} + 0.13x_{31}$$

从图 1 可以看到, 创新投入模块下 x_{24} (二三产业增加值占 GDP 比重)、 x_{15} (经济园区开发总面积)、 x_{31} (每百户平均固定电话和移动电话数)、 x_{28} (独立科研机构数)、 x_{18} (城市化水平) 所占权重较高。创新产出模块里 x_3 (百户家庭电脑拥有量)、 x_{26} (人均 GDP)、 x_{21} (通过鉴定的科技项目数)、 x_{29} (省级以上开发区数) 权重较高。

需要说明的是, 指标 x_6 (各类学校在校学生) 和 x_{12} (指标第三产业投资占三产投资比重) 的权值为负值是有其原因的。根据数据统计部门得知, 在统计各类学校在校生指标时, 发现高等学校学生流失严重, 而低层次学生也在流失, 他们去更发达地区求学。而第三产业投资占三产投资比重统计指标没有异常, 但实际调研中发现, 第三产业投资规划不合理, 资金实际上在应用中发生了转移, 流向了污染严重第二产业一些部门。同时, 受物价变动的影 响, 此指标在一定程度存在失真。这也验证了前面所说的创新型城市创建过程中的差异性特点。

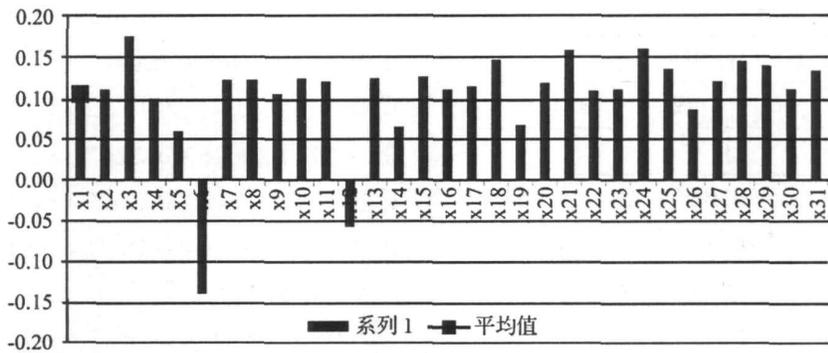


图1 创新型城市评价指标的重要性比较

2.2 创新型城市动态指数的计算

综合指数是2个总量指标对比形成的指数，在总量指标中包含2个或2个以上的因素，将其中被研究因素以外的1个或1个以上的因素固定下来，仅观察被研究因素的变动。综合指数可以反映事物成长变化动态，可以追踪研究对象历史波动状况。数量指标综合指数是用来说明研究对象总体规模变化的综合指数中的一种。

$$I = \frac{\sum qp_i}{\sum qp_0} \quad (1)$$

$$I = \frac{\sum qp_i}{\sum qp_{i-1}} \quad (2)$$

其中 q 表示权重， p_0 表示基期指标指数， p_i 表示 i 期次级指标指数。 I 表示综合指数。

2.2.1 城市创新定基动态变化指数

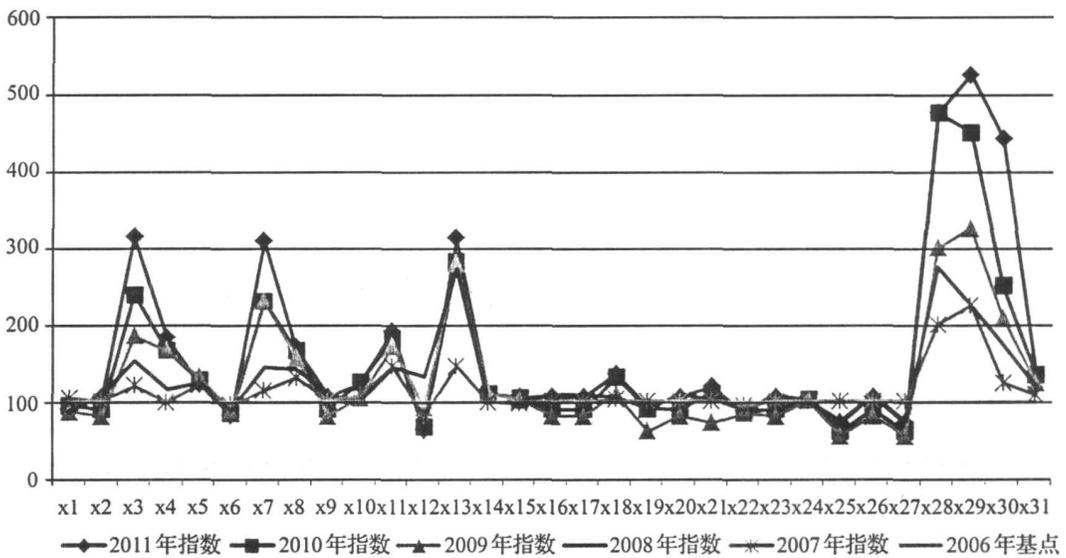


图2 2006~2011年三级指标动态变化图(定基)

依据公式(1)得出如下结果:

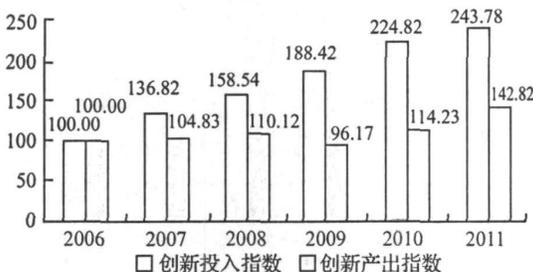


图3 2006~2011年二级指标动态指数(定基)

从图2、图3可以看出，2007年、2008年、2009年该城市创新投入和创新产出同比增长较大，2010年、2011年处于放缓趋势，这可能与全球金融危机现实经济背景和经济放缓背景密切相关。尽管如此，图4表明，城市综合创新水平每年趋增，势头明显。

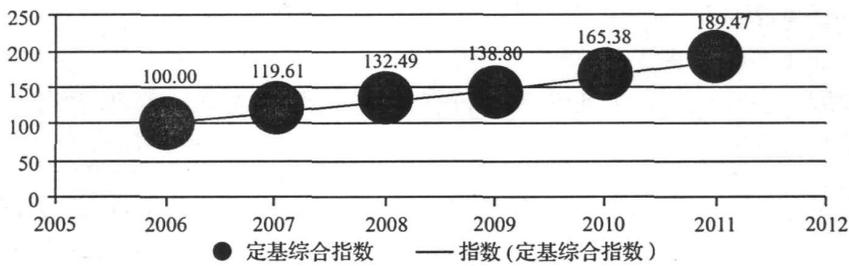


图4 2006~2011年综合指数(定基)

2.2.2 城市创新同比动态变化指数

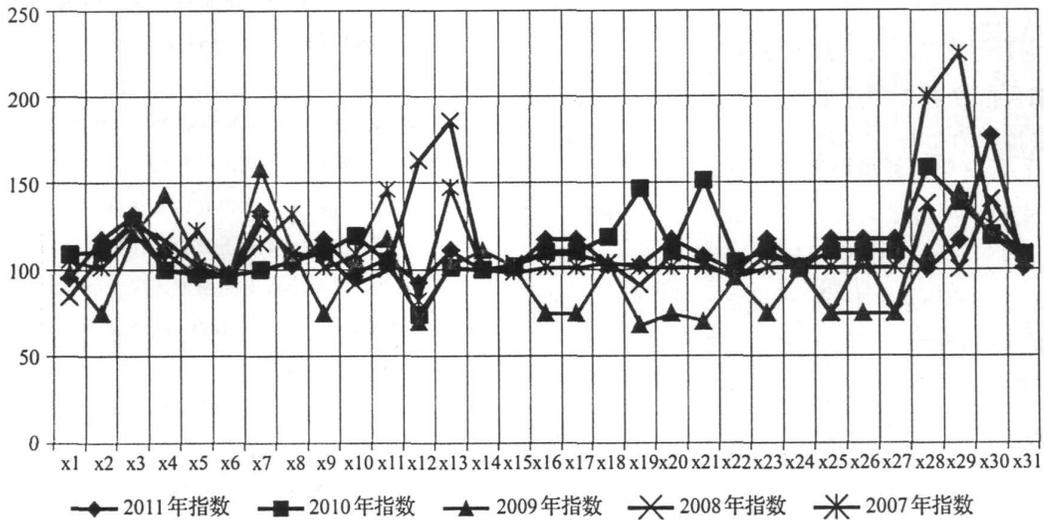


图5 2007~2011年三级指标动态变化图(同比)

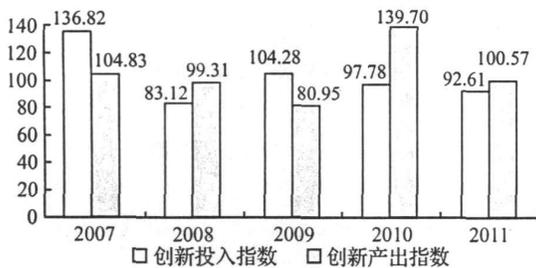


图6 2007~2011年二级指标指数(同比)

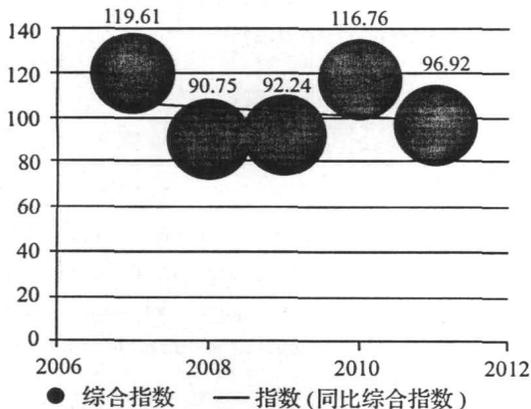


图7 2007~2011年综合指数(同比)

从图6、图7可以看出,2007年是该城市创

新型城市建设初见绩效的一年,而且绩效非常显著,增长了近20个百分点,2008年、2009年全球遭遇金融危机,创新绩效不太明显,但如图3可以看出,2009年创新投入开始逆转,这也为以后良好绩效奠定了基础,2010年创新绩效达到了6年来的顶峰,综合创新指数增幅接近17个百分点,虽然创新投入没有增长,但创新产出增长趋近40个百分点。2011年相比10年略微放缓。

3 研究应用

创新型城市本质上是城市发展模式的一种革新。本文运用主成分分析和数量指标综合指数方法对创新型城市进行了动态评价,在此过程中,量化了评价指标的权重,进而发现了创新型城市的关键驱动要素和关键绩效指标。创新型城市建设是一个复杂的系统工程,它不仅仅是科技创新因素进步,也是社会、经济、文化等因素的协同创新进步,非一朝一夕所能成就的。

3.1 及时对创新型城市建设做自我诊断

通过科学方法对创新型城市指标赋权,准确

把握评价结果中的关键驱动要素和关键绩效要素,例如,综合分析图1、图2、图5,可以看出,通过鉴定的科技项目(x₂₁),二三产业增加值占GDP的比重(x₂₄)分别是关键绩效指标和关键驱动指标,而在评价结果显示这两项指标都表现平平,反映投入重点倾斜偏颇和建设结果的不明显。因此,洞察创新型城市建设中“蓝海”,果断地从不合时宜的“红海”跳出。因地制宜,重点利用本地地区的优势资源条件,适时调整相关战略和策略。跳出“盲”和“忙”的误区,不盲目投入,造成资金浪费或使用效率不高。不草率地进行行事,做到统筹兼顾,有的放矢。

3.2 动态优化创新型城市建设目标

自2006年新型国家战略提出以来,从中央到地方,各层次城市都把创新型城市建设提上日程,而科学合理地确定未来创新型城市建设目标是弥足重要的。通过以上对创新型城市创新各层次水平上的评价,在此基础上,可以分层次和分阶段地对创新型城市未来一年的目标进行计划修订。层次目标设定上,继续倾力于以往的关键指标,对新出现的“黑马”指标在认识和投入上给予重点倾斜,同时摆脱那些不重要但占据资源的要素;阶段目标设定上,可以分季度甚至月度上定期做滚动目标制定修订,以及时总结经验,实现良性循环。

参 考 文 献

1. Maryann P. Feldman, David B. Audretsch. Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization and Localized Competition [J]. European Economic Review, 1999,

(43): 409~429
2. LANDRY CHARLES. The creative city: a toolkit for urban innovators [M]. London: Earthscan Publications Ltd., 2000: 35~38
3. Barkley D. L., Henry M. S. Innovative Metropolitan Areas in the South: How Competitive Are South Carolina's Cities? [R]. REDRL Research Report, Regional Economic Development Research Laboratory, Clemson, University, 2005
4. Fung-Yee et al. Gaining metropolis-city competitiveness through innovations: the opinions of multinationals [J]. International Journal of Knowledge and Learning, 2008, (4): 553~566
5. 胡钰. 创新型城市建设的内涵、经验和途径 [J]. 中国软科学, 2007, (4): 32~38, 56
6. 倪芝青. 城市创新指数指标选择研究——以杭州为例 [J]. 科技进步与对策, 2011, (6): 123~126
7. 李琳. 创新型城市竞争力评价指标体系及实证研究——基于长沙与东部主要城市的比较分析 [J]. 经济地理, 2011, (2): 224~229
8. 孙易祥. 创新型城市评价指标体系构建及实证研究 [J]. 特区经济, 2012, (6): 255~258
9. 张祯波. 国内创新型城市评价指标与标准研究综述 [J]. 区域经济, 2011, (29): 137~138
10. 尤建新. 创新型城市建设模式分析——以上海和深圳为例 [J]. 中国软科学, 2011, (7): 82~92
11. 世界银行:《东亚创新型城市的研究报告》[R]. 2005
12. 张士运. 北京创新型城市进程的国内比较 [J]. 中国软科学, 2008, (12): 86~89
13. 李琬. 创新型城市第四代创新评价指标体系构建与实证研究 [J]. 科技管理研究, 2010, (1): 54~56

Dynamic Evaluation Research of Innovative City

Wu Jiabao Zhang Qinhu

(China university of Mining and Technology, Xuzhou 122116, China)

[Abstract] It's the important steps for implementing the innovative country strategy to construct innovative city. Tracking the construction condition innovative city and quantifying key driving indexes and key performance indexes have a practical significance for improving innovative city. Applying principal component analysis and quantity index composite index, the article gives a longitudinal evaluation and shows fixed base index and up index about one innovation city. And we hope it has a reference for stakeholders of the construction of innovative city.

[Key words] innovative city; dynamic evaluation; principal component analysis; quantity index composite index

(责任编辑:史琳)