

doi: 10.3969/j.issn.1000-7695.2014.01.048

# 城市创新绩效影响因素的灰色关联分析

张丽琨, 刘晓丽

(吉林农业大学经济管理学院, 吉林长春 130118)

**摘要:** 以上海 8 年的统计数据为样本, 从科技创新资源投入、科技创新主体、科技创新支持环境三方面分析科技因素对城市创新绩效的影响程度。研究表明: 科技因素与城市创新绩效有一定正面影响, 不同的科技因素的影响强弱程度不同; 作为城市创新主体力量的大中型企业的科技创新能力成为首要的影响因素; 适时适度提出适合上海城市创新绩效的科技措施将对城市创新发展起到重要作用。

**关键词:** 城市创新; 科技; 灰色关联分析

中图分类号: F207

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695 (2014) 01-0230-04

## Influence Factors of City Innovation Performance Using Grey Correlation Analysis

ZHANG Likun, LIU Xiaoli

(School of Economic and Management, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** The article is based on the statistical data of Shanghai for eight years, From three factors that are the scientific and technological innovation resources, innovation subject, environmental technology innovation support, it analyzes the influence on city science and technology innovation performance. The research shows that technological factors have certain positive effect on city innovation performance and the different influence degree of these factors. Large and medium-sized enterprise becomes the main force of innovation factors, it timely and appropriately proposed the measure for Shanghai city innovation performance.

**Key words:** city innovation; technology; grey correlation analysis

进入 21 世纪, 在经济全球化的进程中, 国际竞争更趋激烈, 许多国家都把强化国家创新体系作为国家战略, 把科技创新投入作为战略性投资, 超前部署和发展科学研究前沿的高技术及其战略产业, 实施国家重大科技规划, 以增强国家创新能力来提升国际竞争力。城市是区域经济社会发展的中心, 作为国家经济产出最重要的基地, 是各类创新要素和资源的集聚地。城市的发展对区域和国家发展全局影响重大, 加快推进创新型城市建设, 对于增强自主创新能力、加快经济发展方式转变、促进区域经济社会又好又快发展和建设创新型国家具有重要意义。到 2012 年底, 我国已经有 45 个城市成为国家创新城市的试点。

创新型城市是指自主创新能力强、科技支撑引

领作用突出、经济社会可持续发展水平高、区域辐射带动作用显著的城市。国内外学者试图应用不同的方法和指标体系对创新城市进行绩效评价与比较。国外 Jon Mikel 等<sup>[1]</sup> 基于欧洲创新记分牌 (EIS) 应用数据包络分析 (DEA) 方法对欧洲区域创新系统的绩效进行评价; Hugo Pinto 等<sup>[2]</sup> 通过因子分析归纳了区域创新的技术创新、人力资本、劳动力市场和经济结构 4 个纬度的指标; 国内学者代明<sup>[3]</sup> 采用 DEA 分析法对我国 17 个创新城市进行绩效评价, 颜莉<sup>[4]</sup> 同样采用 DEA 分析法从创新业绩和创新效率两个方面对城市创新绩效进行评价, 此外白俊红<sup>[5]</sup>、杜传忠<sup>[6]</sup> 均采用 DEA 方法进行评价; 段利忠<sup>[7]</sup> 采用灰色聚类分析法对我国东部 12 个城市的创新能力进行了聚类分析; 李兵<sup>[8]</sup> 用创新资源、创新载体、创

收稿日期: 2013-02-27, 修回日期: 2013-06-24

新环境、创新产出指标采用灰色关联分析法对我国 10 个城市进行创新绩效评价；潘晓琳等人<sup>[9]</sup>综合运用主成分分析法和层次分析法对我国西部六省的创新绩效进行了整体分析和综合评价。

众多学者在对城市创新绩效进行评价时，在指标选取上都选择科学技术指标，可见科技进步对城市创新的发展起到了不可估量的作用。与发达国家相比，我国科技创新资源相对稀缺，城市创新绩效问题就显得更为突出，探讨科技因素对城市创新绩效的影响并采取相应措施提高城市的创新能力，对于完成建设创新型国家的发展战略极为重要。本文以上海市为研究样本，试图探讨科技因素对城市创新绩效的影响程度。

## 1 样本数据与指标设定

本文选取上海市 2004—2011 年的相关指标作为研究样本，数据来源于《上海统计年鉴》和《中国科技年鉴》。在因素设定和指标选取中，参阅国内外的有关文献，设定了科技创新资源投入情况、创新主体（大中型企业）科技创新能力、科技创新的基础支撑环境三大科技因素，分析其对城市创新能力的影响程度。具体见表 1 所示。

### 1.1 科技创新因素指标

科技创新资源投入主要包括了经费和人力的投入。高水平的科技人才是创新能力的核心，充足的科研经费是发挥人力智力创造创新技术的基础，政府的科技支撑是科技创新的坚实后盾，所以分别设定了人、财、政府支撑三大指标。

科技创新主体的创新能力，企业作为参与技术创新活动并在活动中占主导地位 and 发挥主导作用的社会角色，其科技创新能力将对城市及国家产生重要的影响作用。本文选取大中型企业作为企业的代表，从企业科技创新资源投入、企业科技创新活动和企业科技创新产出三大类指标进行分析，选取了大中型工业企业科技活动人员占企业从业人员之比重、大中型工业企业科技活动人员中 R&D 人员所占之比重两个指标用来衡量企业创新资源投入的数量和质量；选择大中型工业企业科技机构数占企业总数之比重来衡量企业参与科技创新活动的主动性和能力；选择新产品销售收入占总销售收入之比重衡量企业科技创新的产出。

科技创新的基础支撑环境，选择邮电、通信及互联网的支持力度。

### 1.2 城市创新产出指标

科技创新产出指标参见代明、颜莉选择的高新技术产业产值占 GDP 的比重用来衡量城市创新产出的能力。

表 1 城市创新的科技影响因素指标

一级指标	二级指标	单位
科技创新资源投入	科技人员占全部从业人员比重 $X_1$	%
	研发经费占 GDP 比重 $X_2$	%
	政府科技投入占财政支出比重 $X_3$	%
创新主体 (大中型企业)	大中型工业企业科技活动人员占企业从业人员比重 (数量) $X_4$	%
	大中型工业企业科技活动人员中 R&D 人员比重 (质量) $X_5$	%
	大中型工业企业科技机构数占企业总数比重 $X_6$	%
科技创新能力	新产品销售收入占总销售收入比重 $X_7$	%
	邮电业务量 $X_8$	亿元
科技创新的基础支撑环境	互联网普及率 $X_9$	%
	移动电话普及率 $X_{10}$	%
城市科技创新产出	高新技术产业产值/GDP $X_0$	%

## 2 研究方法与实证分析

### 2.1 研究方法

灰色系统方法是自 20 世纪 80 年代初由邓聚龙教授提出以来，主要用来分析母因素与子因素关系密切程度的一种统计分析方法，以发现引起系统变化的主要因素和次要因素。作为一种因素辨识和解析的工具，灰色系统方法是非常典型的系统分析方法，已成功地被应用于许多领域，而且形成了自己的理论体系。灰色关联分析方法对样本量多少及其规律性没有高要求，相对于回归分析、方差分析等，在样本量较小的时候比较适用。鉴于本文样本数量较小，采用回归分析样本量不足，因此采用灰色关联分析法来分析影响城市创新绩效的因素及各个因素的影响程度。灰色关联分析的模型构建及步骤如下：

#### (1) 确定系统的分析数列。

指定系统的参考母数列和影响因子数列，参考数列  $X_0(k) = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(n)\}$ 。这里参考母数列为高新技术产业产值占 GDP 的比重指标， $n = 8$ （2004—2011 年样本数据），影响因素子数列  $m = 10$ ，为设定的影响城市创新绩效的 10 种因素，构成如下的观测矩阵：

$$X_1(k) = \{X_1(1), X_1(2), \dots, X_1(n)\}$$

$$X_2(k) = \{X_2(1), X_2(2), \dots, X_2(n)\}$$

.....

$$X_m(k) = \{X_m(1), X_m(2), \dots, X_m(n)\}$$

(2) 对观测矩阵及参考数列进行标准化处理以消除量纲。

为了进行不同单位数据间的比较，灰色关联分析法需要对数据进行无量纲的处理，常用的方法有初值法和均值法，在这里选取各个数列的均值对各个数列（包括参考母数列）进行无量纲处理。引入新的符号  $X_i^{(0)}(k) : X_i^{(0)}(k) = \frac{X_i(k)}{x_i}$   $k = 1, 2, \dots, 8; i = 0, 1, \dots, 10$

(3) 计算影响因子的绝对差值。

对经过标准化处理后的数据，计算母因素与各个子因素的差值的绝对值  $\Delta_3$  为：

$$\Delta_3 = |x_0^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)|$$

$$\text{最小二级差: } \Delta_1 = \min_{i \in M} \{ \min_{k \in M} |x_0^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)| \}$$

$$\text{最大二级差: } \Delta_2 = \max_{i \in M} \{ \max_{k \in M} |x_0^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)| \}$$

(4) 计算影响因子的关联系数矩阵。

根据如下公式计算参考母矩阵与各个子因素的关联系数：

$$d_{0i}(k) = \frac{\Delta_1 + \lambda \Delta_2}{\Delta_3 + \lambda \Delta_2} \quad k = 1, 2, \dots, n$$

关联系数描述了  $X_i$  与  $X_0$  在  $k$  处的点关联度。式中  $\lambda$  为分辨系数，一般在 0 与 1 之间选取，常取  $\lambda = 0.5$ ，在这里我们也取 0.5。影响因子的关联系数如表 2 所示。

表 2 影响因子关联系数

指标	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
$X_1$	0.524073	0.723203	0.765354	0.861387	0.439619	0.519977	0.677084	0.419203
$X_2$	0.493696	0.727922	0.901683	0.798105	1.000002	0.706524	0.896255	0.50437
$X_3$	0.344555	0.795905	0.982298	0.793986	0.745405	0.416088	0.697827	0.62786
$X_4$	0.53977	0.548499	0.630985	0.683294	0.792688	0.57968	0.663758	0.398966
$X_5$	0.554502	0.708191	0.975017	0.746281	0.970098	0.592812	0.913272	0.682058
$X_6$	0.385508	0.767664	0.707901	0.481283	0.65816	0.385957	0.51375	0.471369
$X_7$	0.638689	0.981776	0.744256	0.882262	0.846562	0.871224	0.792344	0.757672
$X_8$	0.439608	0.579583	0.768428	0.830689	0.66568	0.415114	0.931707	0.704275
$X_9$	0.387393	0.581049	0.824867	0.936303	0.865985	0.642616	0.702484	0.468238
$X_{10}$	0.471832	0.65588	0.85062	0.908375	0.932691	0.624039	0.935966	0.536236

(5) 计算影响因子的综合关联度。

为求总的关联度，需要考虑不同的观测点在总体观测中的重要性程度。假定已经给出各点的权系

数向量为  $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$  其中  $\sum_{k=1}^n w_k = 1$  则关

联度为  $r_{0i} = \sum_{k=1}^n w_k d_{0i}(k)$ 。本文中假定 10 个子因素对城市创新绩效的重要性程度一致，即  $w_k = 1/n$ ，此时关联度就是点关联度的算术平均值。影响因子的综合关联度及排名见表 3 所示。

表 3 影响因子综合关联度及排名

一级指标	二级指标	关联度系数	排名
科技创新	科技人员占全部从业人员比重 $X_1$	0.616237488	8
	研发经费占 GDP 比重 $X_2$	0.753569539	3
资源投入	政府科技投入占财政支出比重 $X_3$	0.675490554	6
	大中型工业企业科技活动人员占企业从		
创新主体	业人员比重 $X_4$	0.604705077	9
	大中型工业企业科技活动人员中 R&D		
(大中型企业)	人员比重 $X_5$	0.767778824	2
	大中型工业企业科技机构数占企业总数		
科技创新能力	比重 $X_6$	0.546448998	10
	新产品销售收入占总销售收入比重 $X_7$	0.814348198	1
科技创新的	邮电业务量 $X_8$	0.666885637	7
	互联网普及率 $X_9$	0.676116939	5
基础支撑环境	移动电话普及率 $X_{10}$	0.739455009	4

## 2.2 实证结果分析

从表 3 看出：(1) 10 大科技影响因素与城市创新绩效指标之高新技术产值占 GDP 的比重关联程度系数基本都大于 0.6，说明科技创新能力对上海城市创新绩效有一定的影响，呈现出较高的关联度。(2) 影响城市创新绩效的 10 大科技因素中，对上海城市创新起到重要作用的前五名科技因素分别是创新主体的创新产出能力、创新主体的科技人才投入质量指标、科技资源研发经费的投入、互联网及移动电话的普及率，其关联系数分别为 0.81435、0.76779、0.75357、0.73946、0.67612。(3) 从三大类影响因素整体看，作为城市创新主体力量的大中型企业的科技创新能力成为首要的影响因素，研发费用的投入次之，科技创新的基础支撑环境对城市的创新能力的影响也位居前列，充分显示了企业作为科技创新主体的能动力量，其科技创新能力高低直接影响城市的综合创新绩效水平。

## 3 对策建议

基于上述实证分析结果，通过分析上海城市创新绩效的科技影响因素的强弱值和关联程度，建议从以下方面提高上海城市创新能力：

(1) 全面提升企业作为科技创新主体的创新能

力。要使企业真正成为研究开发投入的主体、技术创新活动的主体和创新成果应用的主体，要坚持把构建以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系作为推进城市创新的首要任务，全面提高企业的自主创新能力。目前上海市大中型工业企业的新产品开发经费占科技开发活动经费的比重达到 60%，但是新产品销售收入占产品销售收入比重近几年为 30% 左右，投入大、产出小，两者不匹配，企业的研发科技创新绩效有待进一步提高。在增加企业科技人才投入数量的同时，要关注科技人才的质量，增加企业科技活动人员中 R&D 人员的比重，使企业能够充分利用科技经费，开发企业的科技创新产品，提升企业的自主创新能力。

(2) 构建技术创新服务平台，制定企业科技扶持政策，推动科技资源向企业集聚。设立研究试验基地和大型科学仪器设备、自然科技资源、科技文献等科技基础条件平台建设专项，推进科技资源整合与开放共享；引导行业建设科研仪器、研发设计的技术创新服务平台，依托企业建立国家重点实验室和国家工程技术研究中心，促进研发资源向企业集聚；选择一批有创新能力和创新需求的科技型中小企业开展创新型试点、示范工作，提升全市企业自主创新能力和产业竞争力；重点支持一批科技含量高、市场效益好的项目，着力解决一批共性关键技术，不断提升企业的创新能力和市场竞争能力；大力提升科技创业园（孵化器）的服务功能，使创业园成为高层次人才创业、高科技企业成长的摇篮。

(3) 提高科研经费投入的数量和经费使用效率。目前上海市科技研发费用投入占 GDP 的比重平均值仅为 2.58%，政府科技投入占财政支出的比重平均值为 5.15%，科技研发经费投入数量仍有待进一步的提高。政府财政支出中应加大科技投资力度；

在注重科技要素的投入的同时，必须合理有效地分配包括科技资源、经济资源和文化资源在内的一切城市技术创新资源，构建和不断完善以市场为导向，以企业为主体、以高等院校和科研院所为依托的城市资源的配置；注重优化科研经费投入的方式和质量，从最基本层面重新分配科研投入比例，减少“需要竞争项目”经费，增加研究院所的事业经费和“基础研究经费”，提高科研经费投入的效率。

#### 参考文献：

- [1] JON MIKEL ZABALA - ITURRIAGAGOITIA, FERNANDO JIMENEZ - SÁEZ, ELENACASTRO - MARTÍNEZ, et al. What indicators do (or do not) tell us about regional innovation systems [J]. *Scientometrics*, 2007 (1): 85 - 106
- [2] HUGO PINTO, JOÃO GUERREIRO. Innovation regional planning and latent dimensions: The case of the algarve region [J]. *The Annals of Regional Science*, 2010, 44 (2): 315 - 329
- [3] 代明, 张晓鹏. 基于 DEA 的中国创新型城市创新绩效分析 [J]. *科技管理研究*, 2011 (6): 5 - 8
- [4] 颜莉. 城市创新绩效综合评价体系及其实证应用 [J]. *经济地理*, 2011 (9): 1470 - 1475
- [5] 白俊红, 江可申, 李婧. 中国区域创新系统创新效率综合评价及分析 [J]. *管理评论*, 2009 (9): 3 - 9
- [6] 杜传忠, 王金杰. 我国区域创新系统绩效分析 [J]. *中国科技论坛*, 2008 (11): 72 - 75
- [7] 段利忠. 灰色聚类分析法评价城市创新能力 [J]. *北京工业大学学报*, 2003 (12): 508 - 512
- [8] 李兵, 曹方. 基于灰色分析的城市创新能力评价研究 [J]. *图书与情报*, 2012 (3): 121 - 124
- [9] 潘晓琳, 田盈. 基于加权主成分分析的区域创新系统绩效评价模型研究 [J]. *科技进步与对策*, 2009 (23): 167 - 170

作者简介：张丽琨（1980—），女，辽宁朝阳人，讲师，吉林农业大学经济管理学院在读会计学博士，主要研究方向为公司理财、财务会计、金融研究。刘晓丽（1971—），女，黑龙江庆安人，副教授，硕士，主要研究方向为财务管理与财务会计。