基于随机前沿的区域创新系统创新绩效分析

苏 屹[1,2], 李柏洲[1,2]

(1. 哈尔滨工程大学经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001;
2. 哈尔滨工程大学企业创新研究所, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 选择中国31个省市作为研究对象, 应用随机前沿分析对31个省市组成的非平衡面板数据进行实证研究. 实证研究表明中国各区域创新绩效差距较大, 全国区域平均创新绩效为0.362 258, 这说明中国普遍存在着非效率现象. 同时, 发现系统开放程度、技术市场成熟度、系统协作水平、知识产权保护意识、市场化程度等对区域创新绩效具有正向的促进影响. 另一方面, 由中国的特殊国情决定, 企业科技投入强度和政府投入强度对于区域创新绩效呈现出负相关.

关键词: 随机前沿分析; 区域创新系统; 绩效; 面板数据
中图分类号: F061.5 **文献标识码**: A **文章编号**: 1000–5781(2013)01–0125–09

Regional innovation system performances based on stochastic frontier analysis

Su Yi[1,2], Li Baizhou[1,2]

(1. School of Economics and Management, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China;
2. Enterprise Innovation Research Institute, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: The paper selects China's 31 provinces and cities as research subjects and makes an empirical study using stochastic frontier based on the 31 provinces and cities' unbalanced panel data. The empirical results show that: firstly, innovation performances of regional innovation systems in different provinces or cities are greatly different. The National average regional innovation performance is 0.362258, indicating that non-efficiency is very common in these provinces and cities. Secondly, openness of regional innovation systems, maturity of technology markets, collaboration of regional innovation systems, intellectual property protection and marketization can promote innovation performances of regional innovation systems. What is more, under China's special national conditions, the relationship between enterprise technology input, government investment and regional innovation performance is negative.

Key words: stochastic frontier analysis; regional innovation systems; performance; panel data

1 引 言

当代世界的经济竞争很大程度上表现为科技的竞争, 知识经济时代的到来, 使整个社会经济结构、经济关系和人的习俗观念发生巨大的变化. 区域创新系统是在新时代背景下产生的有效的经济发展工具, 区

收稿日期: 2011−10−23; 修订日期: 2012−06−07.
基金项目: 教育部博士点基金资助项目(20122304120021); 国家自然科学基金资助项目(71073034); 国家软科学资助项目(2012GXS4D114); 黑龙江省科技攻关计划资助项目(GZ11D203); 中国博士后基金资助项目(2012M520712); 黑龙江省博士后基金资助项目(LBH-Z11186); 中央高校基础科研经费资助项目(HEUCF120914; HEUCFR1223).

域创新系统在学术和政策圈中的成功与大部分区域经济政策工具不同, 它灵活多变, 主张根据区域的不同特点采用不同的工具[1]. 区域创新体系的绩效评估可以为区域政策的判断、制定和修正提供科学依据, 目前对于这方面的研究主要有：文献 [2]运用DEA分析中国各地区创新机制资源配置状况对区域绩效的影响, 研究发现区域创新能力与创新绩效之间不存在必然联系. 文献 [3]利用DEA方法, 对中国30 个省市自治区的技术创新效率进行了测定, 结果呈现东高西低的特征. 文献 [4]应用DEA方法对2002至2003 年欧洲创新积分排名信息的分析显示, 创新绩效与区域协作水平有关, 技术水平越高的地区, 越需要系统协作. 文献 [5]通过对中国30个省市技术创新的投入与产出面板数据的计量分析, 表明研发、技术机会及吸收能力对于区域技术创新绩效具有累积循环的影响作用, 这一累积循环成为区域技术创新的“轨道”, 从而导致创新的区域差异日益明显. 文献 [6]运用DEA 对2006年全国30个省市的区域创新效率进行评价, 从而间接实现对区域创新环境的评价. 文献 [7]将创新过程分为技术子过程和经济子过程, 采用一种改进的分析工具衡量了2001至2005年中国区域创新体系的创新绩效, 运用DEA方法建立了一个多因素创新绩效评价体系, 为将来的规划和监管总结管理方面的成败经验.

通过以上分析可知, 学术界对于区域创新系统的研究有了新的进展, 但是关于区域创新系统绩效方面的研究多采用截面数据或者DEA方法进行研究. DEA 方法可以实现区域创新系统绩效的相对比较, 虽然可以对存在的问题进行分析, 但是无法对绩效的影响因素进行细致的分析. DEA在计算过程中, 将实际产出小于前沿产出的部分原因归结于技术效率原因, 虽然BCC模型将技术效率与规模效率进行了分离, 但是与随机前沿分析(SFA)相比仍然具有一定的不足之处. 与DEA相比随机前沿分析(SFA)将实际产出分为生产函数、随机因素和技术无效率三部分, 同时可对结果做出相应的统计检验或者求相应的置信区间, 其更加适合于大样本计算, 其在数学、建筑科学与工程、汽车工业、林业、宏观经济管理与可持续发展等领域均取得了一定的研究成果. 目前, 已有部分学者应用随机前沿分析(SFA)对创新绩效问题进行了研究[8−11]：文献 [9, 10] 构建基于柯布–道格拉斯生产函数的随机前沿分析模型, 选取GDP、年均从业人数、年均资本存量、R&D人员、R&D经费和专利申请数作为指标, 对中国技术效率进行实证研究；文献 [11] 则就国内技术购买、国外技术引进和三资企业科技活动溢出等外部技术来源形式对中国高技术产业创新绩效影响进行研究. 以上研究主要关注于随机前沿分析(SFA)的主函数部分, 注重创新绩效的数值计算和科学评价. 其实, 随机前沿分析模型中的效率函数部可以用于创新绩效的影响因素分析, 这对于进一步深入研究区域创新绩效具有重要的意义. 随机前沿分析(SFA)不仅可以测算出每个个体的技术效率, 还可以定量分析各种相关因素对个体间效率差异的具体影响, 无需囊括所有的因素, 可以对造成评价主体间差异的影响因素的具体作用进行分析, 有效地将影响因素与决定因素进行了分离[11].

本文在衡量中国区域创新系统创新绩效的基础上, 从区域创新系统的开放程度(open)、技术市场成熟度(maturity)、系统协作水平(collaboration)、企业科技投入强度(input)、产权保护意识(awareness)、政府资金支持程度(government)、市场化程度(market)等方面构建随机前沿分析效率函数模型, 对区域创新系统创新绩效的影响因素进行深入、系统的分析.

2 模型的构建

本文将首先介绍随机前沿分析的基本情况与建模过程, 然后结合本文研究的实际问题, 构建基于面板数据的区域创新系统创新绩效的随机前沿分析模型, 对中国各地区区域创新系统的绩效和影响因素进行研究.

随机前沿分析(SFA)是20世纪70年代末, Meeusen和Broeck[12]提出的, 其具体模型如下

$$H_{it} = G_{it}\beta + (V_{it} - U_{it}), \qquad i = 1, 2, \cdots, N; t = 1, 2, \cdots, T, \tag{1}$$

$$m_{it} = z_{it}\delta, \tag{2}$$

其中H_{it}是以对数表示的第i个地区区域创新系统第t期的产出, G_{it}指第i个地区区域创新系统的

第t期的投入, β为待估计的参数. 随机变量$V_{it} \overset{\text{i.i.d.}}{\sim} \mathcal{N}(0, \delta_V^2)$, 且独立于$U_{it}$; U_{it}为非负随机变量, 且服从$\mathcal{N}(m_{it}, \delta_U^2)$正半部截断分布, U_{it}反映了那些在第t期仅仅影响第i个区域创新系统的随机因素.

$\text{TE}_{it} = \exp(-U_{it})$表示技术非效率, 衡量相对前沿的技术效率水平. 由于技术有效性是指在现有技术不变的前提下, 不断减少其它产出的情况下, 技术上不可能减少任何投入, 则该投入产出向量是技术有效的. 将TE值作为技术有效性的测度指标, 反映了生产者对资源的有效利用程度. 将区域创新活动看成是一种生产活动, 则区域创新系统的绩效可以看成是研发的生产效率, 因此可以选择TE作为衡量区域创新绩效的测度指标. $\text{TE}_{it} = \exp(-U_{it})$具体表示样本中第$i$个区域创新系统在第$t$时期内的技术效率水平.

在式(2)中, $\boldsymbol{z}_{it}$为影响系统绩效的向量, 而δ是待估计参数, $\gamma = \delta_u^2/(\delta_v^2 + \delta_u^2)$用来判断是否应该使用SFA模型. 易知$\gamma \in (0, 1)$, 当$\gamma \to 0$时, 表明$V_{it}$起支配作用, 而$U_{it}$根本没有起作用, 此时用最小二乘法就可以分析; 当$\gamma \to 1$时, 表示U_{it}起作用而V_{it}根本没有作用, 此时也没有必要使用SFA, γ的检验统计量渐进服从于混合χ^2分布.

本文所采用的生产函数是超越对数生产函数, 基于Battese&Coelli [8]提出的模型

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln^2 K_{it} + \beta_4 \ln^2 L_{it} + \beta_5 (\ln K_{it})(\ln L_{it}) + (V_{it} - U_{it}), \tag{3}$$

$$\begin{aligned} m_{it} = {} & \delta_0 + \delta_1 \text{open}_{it} + \delta_2 \text{maturity}_{it} + \delta_3 \text{collaboration}_{it} + \delta_4 \text{input}_{it} + \delta_5 \text{awareness}_{it} + \\ & \delta_6 \text{government}_{it} + \delta_7 \text{market}_{it}. \end{aligned} \tag{4}$$

在式(3)中Y表示区域创新系统的新产品产值. 从国外文献来看, 大多采用“专利申请数”或“专利授予数”作为绩效产出指标来衡量[13,14], 这里选择新产品产值而不选择专利数是符合中国基本国情的. 这是因为, 制约中国创新能力发展的关键在于科技成果转化率低, 即科技研发与生产环节严重脱节. 2008年中国科技成果转化率平均仅为20%, 实现产业化的不足5%, 农业科技转化率稍高为30%(发达国家在65%至85%之间), 而高校科技成果转化率不到5%, 医药科技成果的转化率更是不足8%, 远远低于发达国家. 通过以上分析发现, 选择新产品产值作为衡量指标比专利数更加科学、合理. 虽然, 中国新产品产值增长迅速, 但是这种成绩很大程度上并不是源于中国区域创新系统科技竞争力的提高, 而是跨国公司(摩托罗拉、东芝、三星电子、宏基等)在中国的工厂所完成的, 因此有必要对区域创新绩效进行深入的分析与研究.

K表示区域创新系统的科技活动资本存量. 由于产出衡量指标选择的是新产品产值, 这就使得投入不仅包括研发(R&D), 还包括研发成果的应用和相关的科技服务的费用. 根据联合国教科文组织的界定, 科技活动指在自然科学、农业科学、医药科学、工程与技术科学、人文与社会科学领域(简称科学技术领域)中, 与科技知识的产生、发展、传播和应用密切相关的有组织的活动. 可分为研究与试验发展(R&D)、研究与试验发展成果应用及相关的科技服务三类活动. 同时考虑到科技活动投资是一种投资流量, 其对产出的影响很大程度是前期投资累计的结果, 也就是说除当期科技活动支出经费以外, 也包括之前科技活动经费的筹集存量. 因此, 此处采用科技活动经费资本存量代替R&D经费投入量来衡量资本投入.

L表示区域创新系统的R&D人员全时当量. Jaffe [15]将知识生产函数进行拓展, 引入人力资源的投入, 指出知识生产函数具有广泛的适用性, 对于区域和国家的宏观范畴也可以应用. 本文选择区域创新系统的R&D人员全时当量作为人力资源的衡量指标, 要说明的是, 此处最好选择应该是科技活动人员全时当量, 但是由于统计年鉴没有相关的统计数据, 因此采用区域创新系统的R&D人员全时当量代为衡量.

在式(4)中, 分别从创新系统和创新主体两方面来考察影响区域创新系统绩效的影响因素: open变量表示区域创新系统的开放程度. 对于一个持续可发展的系统来说, 开放性是其必须具有的一个特性. 有学者用进出口贸易总额占GDP比例来衡量区域的开放程度[16], 应该说衡量的是一般意义上的开放性概念, 衡量区域创新系统的创新绩效时, 应该选择技术上的开放程度更为恰当, 因此选择区域技术引进额与地区生产总值的比例来衡量.

maturity表示区域创新系统的技术市场的成熟度, 此处采用技术市场的成交额与地区生产总值的比值

来衡量技术市场的成熟度. 技术市场越成熟越利于系统内部的技术流动, 发达、成熟的技术市场将如同一只“无形的手”推动科技研发成果的产品化和产业化, 进而影响区域创新绩效. 因此, 技术市场的成熟度是区域创新绩效的重要影响因素之一.

collaboration表示区域创新系统内部创新主体之间的协作水平. 作为一个系统而言, 自身的协调能力是系统功能的重要表现. 在此处采用系统内创新主体之间的资金流动金额与地区生产总值的比例来衡量. 从功能角度来讲, 区域创新系统就是要通过有效的整合区域内各主体的优势资源, 来达到系统创新产出最优. 因此, 区域间创新主体的协作水平对于创新绩效具有重要的影响.

awareness表示区域创新系统的产权保护意识, 用专利的申请数与从事技术就业的人口比例来衡量. 一方面, 新产品可以给企业家带来高额的垄断利润, 但是创新的模仿者会迅速的跟进, 以期平分市场的超额利润. 技术壁垒是有效的防止知识溢出的手段, 专利则是技术壁垒的有效法律途径. 区域内部具有较高的知识产权保护意识, 可以使得企业再创新后有效的保持竞争优势, 对于区域创新具有重要的保护作用. 另一方面, 不能采用专利申请的绝对量来衡量创新意识, 在这里选择就业人口数与之相比. 就业人员是指: 在16周岁及以上, 从事一定社会劳动并取得劳动报酬或者经营收入的人员, 这一指标反映了一定时期内全部劳动力资源的实际利用情况, 是研究中国基本国情国力的重要指标 [17].

input表示区域中企业的科技投入强度, 用企业科技投入金额占主营业务收入的比重来衡量. 在区域创新系统中, 企业无疑是能否实现最终创新成果产品化和产业化的关键所在, 因此区域创新系统中企业的科技投入强度对于系统的创新绩效的高低具有十分重要的影响作用.

government表示区域创新系统中地方政府的投资强度. 区域创新系统是政府发展区域经济的有效工具, 政府的资金支持对于区域创新具有显著的影响 [17]. 因此, 政府在区域创新系统中的地位不容忽视, 并且一般情况下, 政府的资金支持力度对区域创新绩效应该产生正向的推进作用.

market表示区域创新系统的市场化程度, 采用市场中非国有或国有控股企业的生产总值占工业企业生产总值的比率来衡量. 市场可以提供不竭的创新动力, 因此区域内的市场化程度对于创新绩效具有重要的作用.

3 数据与变量

3.1 数据来源

本文在综合考虑数据的公开性、连续性及其权威性, 所选取的数据主要来源于《中国统计年鉴》(1999至2009)、《新中国五十五年统计资料汇编1949至2004》(2005)、《中国科技统计年鉴》(1999至2009). 由于SFA的技术模型及其相应运算软件可以解决不平衡面板数据(unbalance panel data), 因此选择中国31各省市在1998年到2008年11年间的数据, 共有3 279 个完整观测数据, 尽可能保留了区域创新系统的原始信息.

3.2 变量的选取

3.2.1 主函数

Y为区域的创新产品产值(单位:万元), 新产品包括新产品销售收入和新产品产值两项指标. 新产品销售收入由于受到消费市场、经济周期、企业营销手段等多方面因素的影响, 不确定性较大, 因而新产品产值比新产品销售收入更能反映创新绩效的实际水平.

K为区域用于科技活动的资本存量, 资本存量的计算方法采用滞后期科技活动支出额与当期科技活动筹集额之和的方式来表示 [18,19], 即

$$K_{it} = \sum_{k=1}^{n} \mu_k E_{i,t-k} + R_t, \tag{5}$$

其中μ_k为科技活动支出滞后贴现系数, E为科技活动支出额, R为科技活动筹集额, 令θ为平均滞后期, 当$k=\theta$时, $\mu_k=1$; 反之, $\mu_k=0$. 根据以往经验和研究成果, 选取平均滞后期为2年, 即$K_{it}=E_{i,t-2}+R_t$.

L研发人员全时当量(单位: 人年). 劳动投入量较为精确的计算单位应是劳动者在劳动中的有效时间, 发达市场经济国家一般以此来衡量劳动的投入量[16].

3.2.2 效率函数部分

在对影响区域创新绩效的因素进行分析时, 选取技术引进金额占地区生产总值比例、技术市场成交额占地区生产总值比例、系统创新主体间资金流动额占地区生产总值比例、企业科技投入占主营业务收入比例、专利申请数与就业人口数(项/万人)、政府科技活动支出占政府支出总额、非国有化工业总产值占工业企业总产值比例等指标, 分别从系统开放程度(open)、技术市场成熟度(maturity)、系统协作水平(collaboration)、企业科技投入强度(input)、产权保护意识(awareness)、政府资金支持程度(government)以及市场化程度(market)等方面反映创新绩效的不同影响因素.

3.3 变量的统计性描述

表1对中国31各省市1998至2008年间的样本进行了统计性描述.

表 1　样本的统计性描述

Table 1　Statistical description of the samples

	观测值数量	均值	标准差	最小值	最大值
新产品产值(万元)	332	12 142 445	18 908 609	28	135 513 426
科技活动资本存量(万元)	341	2 045 827.3	2 830 088.2	5 694.8	18 256 390
R&D 人员全时当量(人年)	341	38 484.526	38 757.01	204	238 683.79
技术引进金额占地区生产总值比重(%)	235	2.211 3	7.532 68	0.01	76.01
技术市场成交额占地区生产总值比重(%)	328	0.772 4	1.400 58	0.01	10.98
创新主体间资金流动额占地区生产总值比重(%)	341	2.575 8	7.632 79	0.22	93.42
企业科技投入占主营业务收入比例(%)	338	3.040 2	5.902 64	0.03	43.11
每万就业人口拥有专利申请量(项/万人)	341	5.057 7	8.632 18	0.02	81.14
政府科技支出占财政总支出比例(%)	341	4.210 2	5.716 49	0.37	37.98
非国有化工业总产值占工业企业总产值比例(%)	341	44.021 6	20.672 2	5.6	88.64

通过表1可知, 中国31各省市在各指标中的差异较大, 存在明显的“两极化现象”. 由于前三项数据是绝对量, 考虑到区域规模等影响因素, 排除掉前三项不予考虑. 在影响因素中, 每万就业人口拥有专利申请量相差的最高达到4 057倍, 非国有化工业总产值占工业企业总产值比例相差的最低也有将近16倍.

4 实证研究

根据上文构建的模型, 应用Froniter4.1对中国31个省市1998至2008年的数据进行实证研究, 输出结果如表2所示.

4.1 总体评价

从表2中可以看出, 通过对3 279个数据的计算, 其它信息中的γ值为0.679 99, 通过了1%条件下的显著性检验. 根据前文的分析, γ值既不是接近于0, 也不接近于1, 本文中γ值为0.679 99, 这说明非效率现象确实存在与中国的各个区域创新系统之中, 采用随机前沿分析创新绩效十分必要. 生产函数部分的估计全部通过了1%条件下的显著性检验, 无效率函数部分绝大部分也都通过了相应的显著性检验. 对数似然函数为−597.571 53, 说明极大似然估计的效果较好, LR统计值为64.805 212, 并且在1%水平下显著, 说明模型整体估计的有效性. 中国各区域创新系统的平均技术效率为0.362 258, 这说明中国的区域创新系统存在很大的非效率问题, 另一方面说明中国存在很大的发展潜力, 只要能够找到有效的途径来促进区域创新绩效, 则可在现有产出保持不变的条件下, 使得创新产出增长2倍左右. 基于此, 将对影响区域创新绩效的影响因素

进行分析, 以期通过科学的方法找出提升区域创新绩效的有效途径.

表 2 随机前沿函数和效率方程估计结果

Table 2 Stochastic frontier function and efficiency equation estimated results

变量	估计系数	标准差	T统计量的值
生产函数部分			
常数项	−43.942 7***	2.294 7	19.149 4
K	2.469 8***	1.052 5	2.346 6
L	7.839 1***	1.800 9	4.353 0
K^2	0.551 2***	0.210 1	2.623 8
L^2	0.829 2***	0.284 4	2.921 5
$K \times L$	−1.734 9***	0.496 6	−3.493 5
无效率函数部分			
常数项	3.668 4***	0.557 5	6.578 0
系统开放程度	−0.833 9*	0.053 4	−1.544 4
技术市场成熟度	−0.103 5***	0.427 2	−2.422 0
系统协作水平	−0.130 0***	0.017 4	−7.481 7
企业科技投入强度	0.008 2	0.028 9	0.282 4
产权保护意识	−0.067 3	0.059 8	−1.124 4
政府重视程度	0.083 1*	0.053 5	1.553
系统市场化程度	−0.050 8***	0.010 6	−4.803 2
其它信息			
γ	0.679 99***	0.079 36	8.568 1
对数似然函数值	−597.571 53		
LR统计量	64.805 212***		
平均技术效率	0.362 258		
样本容量	3 279		

注: *, ** , ***分别表示在10%, 5%和1%水平下显著; LR为似然比, 服从混合卡方分布.

4.2 影响因素分析

根据表2中变量的估计系数, 可以对系统开放程度、技术市场成熟度、系统协作水平、知识产权保护意识、市场化程度、企业科技投入强度和政府投入强度等影响因素进行分析.

第一, 系统开放程度. $\delta_1 = -0.833\ 9$, 从实证结果来看, 系统开放程度与系统创新绩效存在着正相关. 30余年的改革开放使得中国发生了翻天覆地的变化, 区域开放程度都取得了显著的成绩, 可见深化改革开放, 加强区域间合作是促进系统绩效提高的有效途径.

第二, 技术市场成熟度. $\delta_2 = -0.103\ 5$, 从实证结果来看, 技术市场也确实对区域创新绩效具有正向的影响作用. 技术市场是科研成果实现产品化、产业化的重要媒介, 技术市场的繁荣标志着技术流动的顺畅程度.

第三, 系统协作水平. $\delta_3 = -0.130\ 0$, 实证研究表明他们两者之间具有正向关系. 任何系统都必须具有协作能力, 这也正是通过系统整合实现$1 + 1 > 2$的关键所在. 在区域创新系统中, 用创新主体之间的资金流动情况来表征系统整体的协作水平.

第四, 企业科技投入强度. $\delta_4 = 0.008\ 2$, 实证研究也表明企业的科技投入与区域科技创新绩效存在负相关关系. 中国企业并没有成为科技创新主体的能力, 这也正是为什么中国企业不断加强科技投入, 但是创新能力却不见显著提升的根结所在[19,20].

第五, 知识产权保护意识. $\delta_5 = -0.067\ 3$, 实证研究表明知识产权保护意识与区域创新绩效存在正向关系. 知识产权意识是创新文化的重要反映, 区域的知识产权保护意识强弱从一个侧面反映出区域内部对创新认可度, 这对创新绩效提升具有重要的推进作用.

第六, 政府资金投入程度. $\delta_6 = 0.083\ 1$, 实证研究却表明, 政府投入与区域创新绩效之间却是反向关系. 中国区域创新系统与国外的有所不同, 在中国区域创新系统是政府主导, 因此政府的投入情况并没有与区

域创新绩效表现出正向关系. 造成这一现象的主要原因是, 中国政府的科技投入情况是以资金扶植为主, 主要采用“政策优惠”的方式来实现对于区域创新系统的支持.

第七, 市场化程度. $\delta_7 = -0.050\,8$, 实证研究表明市场化程度越高, 越有利于区域创新绩效的提升. 中国的社会主义市场经济还存在需要改进的地方, “私有化、市场化没有终结”, 中国还需要进一步深化的改革.

4.3　按照地域和时间维度的创新绩效分析

选择地域维度层次, 根据模型的输出结果, 将31个省市11年的平均绩效进行计算, 具体如表3所示.

通过表3可以看出, SFA方法比DEA具有更好的评价性. DEA在评价过程中很容易出现多个有效单元, 这些有效单元之间无法进行比较, 虽然有的学者对DEA进行了改进, 但是在处理大样本问题时仍然会出现效率大于1等问题[21−23]. 与DEA不同, 应用SFA进行实证研究可以得出精确的效率评价, 便于直接的比较分析.

选择时间维度层面, 根据模型输出数据整理, 将1998至2008年间中国整体平均创新效率的波动情况绘制于图1中. 中国各地区的区域创新系统的创新绩效表现出一定的波动性, 从整体来看整个波形比较规则, 波形没有出现较大的偏移.

表 3　各地区平均绩效情况

Table 3　The average performance of all regions

城市	平均绩效	排名	城市	平均绩效	排名	城市	平均绩效	排名
北京	0.760 829	1	安徽	0.272 627	20	四川	0.311 636	16
天津	0.616 356	5	福建	0.502 261	9	贵州	0.207 075	24
河北	0.296 867	19	江西	0.222 888	22	云南	0.170 909	26
山西	0.196 811	25	山东	0.568 467	8	西藏	0.037 49	31
内蒙古	0.242 676	21	河南	0.305 647	18	陕西	0.158 011	29
辽宁	0.403 177	11	湖北	0.314 896	15	甘肃	0.129 329	30
吉林	0.318198	14	湖南	0.305959	17	青海	0.217587	23
黑龙江	0.162 085	28	广东	0.662 597	3	宁夏	0.384 232	12
上海	0.705 383	2	广西	0.341 832	13	新疆	0.170 404	27
江苏	0.642 898	4	海南	0.576 114	7			
浙江	0.608 224	6	重庆	0.453 379	10			

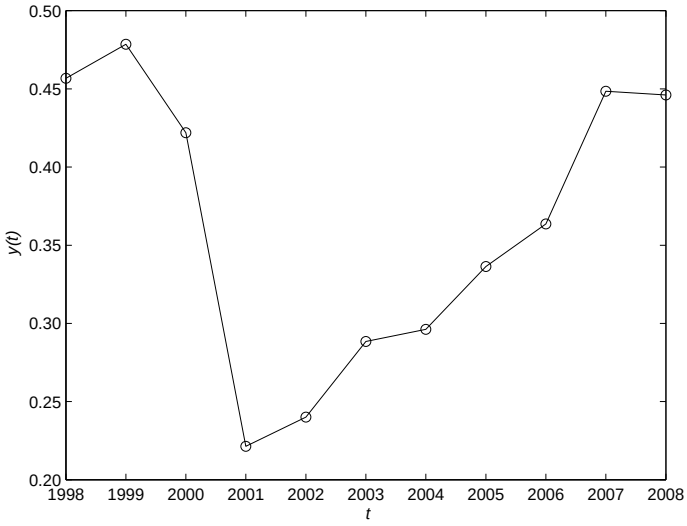

图 1　各年份全国绩效变化

Fig. 1　Each year of the national performance change

通过表3和图1可知, 对于全中国区域创新系统的绩效基本0.36左右, 其中1999年和2008年的绩效较高. 这说明中国目前区域创新绩效还处于比较低的水平, 还具有较大的提升空间. 同时, 排名第一的北京的绩效

达到0.760 829, 是西藏的20倍之多, 但是其也存在一定的提升空间, 此处要比DEA效率为1更加可以说明北京创新绩效的实际情况. 由于地理位置、政府政策等原因, 造成基础设施建设、创新人才培养等方面的差异, 因此从地域来看创新绩效呈现出“金字塔”的状态. 长江三角洲、东南沿海地区和西北地区“各领风骚”, 而其它地区的效率均值则低于全国平均水平. 处于平均绩效之上的地区主要有13个地区, 其中绩效在0.7以上的地区主要有北京和上海有2个地区, 它们的表现比较优秀; 绩效在0.6以上的主要有有广东、江苏、天津和浙江4个地区, 其可归为表现良好; 其余的海南、山东、福建、重庆、辽宁、宁夏等地表现一般, 绩效均在平均绩效之上. 中国目前有多余半数的地区让然处于平均绩效之下, 它们为：广西、吉林、湖北、四川、湖南、河北、安徽、内蒙古、江西、青海、贵州、山西、云南、新疆、黑龙江、陕西、甘肃和西藏等地, 其中绩效最高的为广西0.341 832, 最低的为西藏0.037 49.

5 结束语

本文在对国内外区域创新系统文献进行总结的基础上, 立足中国现实国情, 选取中国全部31个省市作为研究对象, 应用随机前沿分析对31各省市组成的非平衡面板数据进行实证研究, 得出中国不同地区的区域创新绩效的不同情况, 并对影响区域创新绩效的因素进行分析.

参考文献:

[1] Philip C. Regional innovation systems: Origin of the species[J]. International Journal of Technological, Innovation and Development, 2008, 1(3): 393–409.

[2] 官建成, 刘顺忠. 区域创新机构对创新绩效影响的研究[J]. 科学学研究, 2003, 21(2): 210–214.
Guan Jiancheng, Liu shunzhong. The study on impact of institutions on innovation efficiency in regional innovation systems[J]. Studies in Science of Science, 2003, 21(2): 210–214. (in Chinese)

[3] 池仁勇, 虞晓芬, 李正卫. 我国东西部地区技术创新效率差异及其原因分析[J]. 中国软科学, 2004(8): 128–131.
Chi Renyong, Yu Xiaofen, Li Zhengwei. An analysis of differences in innovation efficiencybetween the eastern & the western regions in China and its causes[J]. China Soft Science, 2004(8): 128–131. (in Chinese)

[4] Zabala J M, Voigt P, Gutirrez A, et al. Regional innovation systems: How to assess performance[J]. Regional Studies, 2007, 41(5): 33–57.

[5] 林 云, 金祥荣. 区域技术创新绩效的“马太效应”——基于中国30 个省市面板数据分析[J]. 经济学家, 2008(3): 78–85.
Lin Yun, Jin Xiangrong Regional innovation performance of the “Matthew Effect”: 30 Chinese provinces and cities based on panel data analysis[J]. Economist, 2008(3): 78–85. (in Chinese)

[6] 谢丽娟, 杨文鹏, 周 杭. 基于DEA 模型的区域创新环境对创新绩效影响的评价[J]. 西安工程大学学报, 2009, 23(6): 124–128.
Xie Lijuan, Yang Wenpeng, Zhou Hang. Study of regional innovative environmental evaluation and disparities based on DEA[J]. Journal of Xi’an Polytechnic University, 2009, 23(6): 124–128. (in Chinese)

[7] Jie Wu, Zhou Zhixiang, Liang Liang. Measuring the performance of Chinese regional innovation systems with two-stage DEA-based model[J]. International Journal of Sustainable Society, 2010, 2(1): 85–99.

[8] Battese G E, Coelli T J. Amodel for technical inefficiency effects in a stochastic production frontier for panel data[J]. Empirical Economics, 1995, 20(11): 325–332.

[9] 何 枫, 陈 荣, 何炼成. SFA模型及其在我国技术效率测算中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(5): 46–50.
He Feng, Chen Rong, He Liancheng. The measurement of Chinese technical efficiency: The application of stochastic frontier production function[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2004, 24(5): 46–50. (in Chinese)

[10] 张宗益, 周 勇, 钱 灿, 等. 基于SFA 模型的我国区域技术创新效率的实证研究[J]. 软科学, 2006, 20(2): 125–128.
Zhang Zongyi, Zhou Yong, Qian Can, et al. The empirical analysis of efficiency of Chinese regional innovation systems on stochastic production frontier function[J]. Soft Science, 2006, 20(2): 125–128. (in Chinese)

[11] 冯　锋, 马　雷, 张雷勇. 外部技术来源视角下我国高技术产业创新绩效研究[J]. 中国科技论坛, 2011, (10): 42–48.
Feng Feng, Ma Lei, Zhang Leiyong. Innovation performance of high-tech industry of China from the external technology sources perspective[J]. Forum on Science and Technology in China, 2011, (10): 42–48. (in Chinese)

[12] 何　枫, 陈　荣. 公司治理及其管理层激励与公司效率——关于中国上市公司数个行业的实证研究[J]. 管理科学学报, 2008, 11(4): 142–152.
He Feng, Chen Rong. Corporate governance managerial incentive and firm efficiency: An empirical analysis of Chinese listed company in several industries[J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(4): 142–152. (in Chinese)

[13] Acs Z J, AnselinL, Attila V. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge[J]. Research Policy, 2002, 31(7): 1069–1085.

[14] David D, Saeed P. Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues[J]. Technology in Society, 2005, 27(2): 133–153.

[15] Jaffe A B. Real effects of academic research[J]. American Economic Review, 1989, 79(5): 957–970

[16] 刘玲利, 李建华. 基于随机前沿分析的我国区域研发资源配置效率实证研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2007, 28(12): 39–44.
Liu Lingli, Li Jianhua. Empirical study on the efficiency of regional R&D resource allocation based on stochastic frontier analysis[J]. Science of Science and Management of Science and Technology, 2007, 28(12): 39–44. (in Chinese)

[17] Li Xibao. China's regional innovation capacity in transition: An empirical approach[J]. Research Policy, 2009, 38(2): 338–357.

[18] Goto A, Suzuki K. R&D capital, rate of return on R&D investment and spillovers of R&D in Japanese manufacturing industries[J]. Review of Economics and Statisties, 1989, 71(4): 555–564.

[19] 吴延兵. 中国工业R&D产出弹性测算[J]. 经济学季刊, 2008(2): 869–890.
Wu Yanbing. Measurement on R&D output elasticity of China's industrial sector[J]. China Economic Quarterly, 2008(2): 869–890. (in Chinese)

[20] 蒋军锋, 盛昭瀚, 王修来. 基于能力不对称的企业技术创新合作模型[J]. 系统工程学报, 2009, 24(3): 335–342.
Jiang Junfeng, Sheng Zhaohan, Wang Xiulai. Modeling the techno-innovative cooperation between enterprises with asymmetric capability[J]. Journal of Systems Engineering, 2009, 24(3): 335–342. (in Chinese)

[21] 刘顺忠, 官建成. 区域创新系统创新绩效的评价[J]. 中国管理科学, 2002, 10(1): 75–78.
Liu Shunzhong, Guan Jiancheng. The evaluation on the innovating performance of regional innovation systems[J]. Chinese Journal of Management Science, 2002, 10(1): 75–78. (in Chinese)

[22] 查　勇, 梁　樑, 苟清龙, 等. 部分中间产出作为最终产品的两阶段合作效率[J]. 管理科学学报, 2011, 17(7): 21–30.
Zha Yong, Ling Liang, Gou Qinglong, et al. Two-stage cooperative efficiencyevaluation with part of intermediate outputs as final products[J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 17(7): 21–30. (in Chinese)

[23] 杨　锋, 杨琛琛, 梁　樑, 等. 基于公共权重DEA 模型的决策单元排序研究[J]. 系统工程学报, 2011, 26(4): 551–557.
Yang Feng, Yang Chenchen, Liang Liang, et al. Ranking decision making units using common-weight DEA mode[J]. Journal of Systems Engineering, 2011, 26(4): 551–557. (in Chinese)

作者简介:

苏　屹 (1983—), 男, 黑龙江哈尔滨人, 博士, 讲师, 博士后, 研究方向: 科技创新与系统科学, E-mail: 13527715@qq.com;

李柏洲 (1964—), 男, 辽宁彰武人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 科技管理与创新管理, E-mail：Libaizhou@126.com.