

基于协同理念的区域技术创新能力 评价指标体系研究

胡晓瑾¹, 解学梅²

(1.上海交通大学 安泰经济与管理学院,上海 200052;2.上海大学 管理学院,上海 200444)

摘 要:在深入分析当前区域技术创新能力评价理论不足的基础上,把协同能力有机地结合到评价指标体系当中,构建出了更为合理的区域技术创新能力评价指标体系。从区域技术创新环境、知识创造和获取能力、企业技术创新能力、区域技术创新协同能力、区域技术创新经济绩效5个方面,选取了27个有代表性的评价指标,并给出了实证检验该体系的多级模糊综合评价方法。

关键词:区域技术创新;协同;指标体系;模糊方法

中图分类号:F061.5

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2010)02-0101-04

0 引言

区域创新系统的概念在上世纪90年代开始出现。一般认为,区域创新系统是由区域内参加新技术发展和扩散的企业、大学及研究机构、中介服务机构以及政府组成的,为创造知识、分配知识、应用创新、产生经济价值而相互作用的网络系统。也就是说,区域创新的效果不只取决于各组成要素单个的创新能力,而且决定于要素之间互动的能力。我国目前还没有完善的区域创新系统。由于各方面的原因,系统内的要素之间缺乏创新协同,从而造成有限的创新资源趋于分散,阻碍了技术创新的有序扩散。

因此,进一步研究区域技术创新的机理,找出协同在其中的作用,并构建区域技术创新能力评价体系,对于完善区域创新体系,提升区域创新协同能力,都有重要的现实意义和理论价值。

1 区域技术创新能力评价研究的理论基础

技术创新能力的概念是由Burns等^[1]于1961年首次提出的。Freeman^[2]提出国家创新体系概念之后,1992年,OECD和欧盟统计局就联合发布了基于创新理论的《技术创新调查手册》(也称《奥斯陆手册》),针对企业技术创新提供了创新测度框架;企业内的创新、与其它企业和公共研究机构的联系、企业赖以运行的制度框架、需求的作用。欧盟为评比各成员国的创新能力与绩效,推出了欧洲创新

排行榜EIS。2006年用于国家创新绩效评价的指标有5组:创新驱动、知识创造、创新创业、应用、产出和市场。2004年,美国竞争力委员会发布了《21世纪创新工作组报告》,评价指标体系包括六方面:创新投入要素、创新执行要素、公共政策环境、创新基础设施、企业产出绩效、国家创新产出和成果。

我国也涌现出众多关于国家创新能力评价的思考、研究。柳卸林等^[3]为成员的中国科技发展战略研究小组,自2001年起对中国区域创新能力进行了持续深入的分析,发表的《中国区域创新能力报告》得到了很多学者的认可;建立了包括知识创造能力、知识获取能力、企业创新能力、创新环境以及创新经济绩效5类指标的区域创新能力评价框架。

但是创新研究本身始终没有形成一个主导性理论,创新能力评价研究尚没有统一的理论框架,关于创新能力的评价体系也有许多学者提出了不同的见解。任胜钢、彭建华^[4]从两个方面解构区域创新能力——创新主体与创新环境,并用因子分析法进行了分析比较。鲁志国、刘志雄^[5]用模糊方法对区域创新能力进行多层次综合评价,将测定技术创新指标体系的模块分为4个部分:技术创新基础资源实力、技术创新投入能力、区域政策和管理水平、技术创新产出能力^[5]。甄峰等^[6]以国家创新体系建设为基础,构建了知识创新能力、技术创新能力、管理与制度创新、宏观经济和社会环境这4个能力组成的综合评价指标体系。曾茜、李福刚^[7]用模糊方法进行评价,采用了包括区域创新环

收稿日期:2009-01-08

基金项目:国家自然科学基金项目(70772067);上海市曙光计划项目(06SG17)

作者简介:胡晓瑾(1985-),女,河南登封人,上海交通大学安泰经济与管理学院硕士研究生,研究方向为技术创新管理;解学梅(1979-),女,山东青岛人,博士,上海大学管理学院讲师,研究方向为技术创新管理。

境、知识创造与获取、区域创新的投入、企业创新能力和创新效益5个因素层的指标体系。花磊^[8]构建的指标体系,则包括3个方面的能力:技术创新能力、网络支撑创新能力、环境支撑创新能力。也有其他学者把DEA方法、灰色聚类分析法、粗糙集等方法应用到对区域、企业技术创新的能力、绩效评价^[9]。

协同理论认为,协同是指在复杂大系统内,各子系统的协同行为产生出的超越各要素自身的单独作用,从而形成整个系统的统一作用和联合作用。区域技术创新协同研究,对于区域内技术创新资源的整合、加快区域内技术创新的有序扩散、形成区域技术创新协同网络,并最终形成地区甚至国家级的创新集群,都具有重要的意义。

目前,学者对中国区域技术创新协同的研究,大多数研究仍停留在协同机理的分析上,尚未深入到协同能力测度体系的建立上。有代表性的有曹亚威、吴先金^[10]关于技术创新与市场创新的协同模式研究,阐述了企业协同模式的特征以及协同创新的绩效,并将两者有效地协同起来。徐英吉、徐向艺^[11]认为,企业要实现持续成长,必须进行创新。创新包括技术创新和制度创新。在特定阶段,技术创新投入与制度创新投入存在一个最优组合,企业若过于重视其中的一种创新,而忽视另一种创新,就不能实现持续成长。王东武^[12]探讨了企业如何构建知识创新、技术创新和管理创新之间的动态、双向的匹配、协同与互动的创新模式。郑刚、梁欣如^[13]基于全面创新管理(TIM)的崭新理论视角,探讨了技术创新过程中技术、战略、组织、文化、制度、市场等各关键要素的协同问题,首次提出了各创新要素全面协同的思想,并构建了C3IS五阶段全面协同模型,认为实现全面协同一般来说应该经过沟通、竞争、合作、整合、协同五个阶段。它对了解企业技术创新过程,促进全面协同有现实的指导意义。楼高翔、曾赛星^[14]进行了区域技术创新协同能力的测度及其评价体系构建的工作。首先根据技术创新协同的网络构成、协同过程及协同形式对区域技术创新协同能力测度对象进行分类,然后对测度对象分配具体评价指标,并最终形成一个能用于实证研究的较完整的评价体系。

综合国内外学者对于创新系统的有关研究,不难发现两个现象:第一,目前的区域创新能力评价体系,主要根据对创新能力的分解建立层次结构关系,在此基础上建立指标体系。分解得到的能力模块是相互平行的,忽视了创新要素之间的协同作用。但区域创新的效果不只取决于各组成要素单个的创新能力,而且决定于要素之间互动的能力。协同的作用应该在区域创新能力评价体系中体现出来。第二,英文文献研究的重点放在对创新能力决定性因素的分析上,非常重视创新理论对建立评价体系的作用,积极探索提高创新能力和经济绩效的途径;中文文献则比较重视对数值分析方法的改进,如直接对比分析、因子分析、模糊综合评价等,研究的重点放在了数值分析方法的应用研究上。

2 评价指标体系

2.1 评价指标体系构建

在前人研究的基础上,本文从区域技术创新过程的角度,结合协同在区域技术创新中的作用,对区域技术创新能力从区域技术创新环境、知识创造和获取能力、企业技术创新能力、区域技术创新协同能力、区域技术创新经济基础5个方面进行评价。依据这一框架,再进一步把以上每个二级指标进行分解,得到三层次的技术创新能力评价指标体系,如图1所示。

指标选取遵循科学性、系统性和可行性的原则。科学性原则,是指要使体系能反映出技术创新的内涵与规律,得出的评价结果要科学合理、真实客观;系统性原则,是指指标选取必须服从系统性特点,要做到既无冗余又尽可能全面;可行性原则,是指标的的数据应易采集、易量化,可最大限度利用和开发现有统计系统发布的统计年鉴数据,计算公式科学合理,评价过程简单,利于掌握和操作。遵循以上基本原则,笔者认为,区域技术创新能力的5个构成要素包含的子要素如表1所示,那么三级指标的选取应该在子要素表达的范围内选取具体的指标,且应尽可能全面地代表所有的子要素。

(1) C_1 :区域技术创新环境。它包括创新基础设施的发达程度、市场需求水平、劳动者素质、金融环境和创业水平4个方面。其中,基础设施的发达程度采用互联网拥有量来衡量;市场需求用居民消费水平来衡量;劳动者素质的指标用就业人口中大专以上学历所占比重来衡量;金融环境用每万人拥有金融网点数来衡量。

(2) C_2 :区域知识创造和获取能力。区域知识创造的主体是高校和科研机构。区域知识创造能力指标,由研究开发投入(研究开发人员、研发经费投入)、产出(发明专利申请和授权、科研论文)构成。知识获取能力由技术市场成交合同金额来衡量。

(3) C_3 :区域内企业技术创新能力。区域内企业技术创新能力模块由企业的研究开发投入能力、设计能力、制造能力和创新的产出能力几个方面构成。其中,大中型企业的研究开发投入这个指标主要由研发人员、研发经费来衡量;设计能力,主要由实用新型专利申请和外观设计专利申请两项指标反映;制造和生产能力,用固定资产购建费占科技经费内部支出比重来衡量;企业创新产出,用新产品销售收入占产品销售收入比重来衡量。

(4) C_4 :区域技术创新协同能力。它主要由政府对区域协同的支持程度、区域技术创新主体间的研发协同、区域技术创新主体间的技术转让协同、区域内企业的创新协同程度这几个方面构成。其中,可分别用政府跨行政区的协同能力、科研和技术人员流动程度、高校与企业合作研发的经费占总研发费的比重、科研机构与企业合作研发的经费占总研发费的比重、技术转让占技术交易合同金额比重、企业购买国内技术经费的比重来衡量。

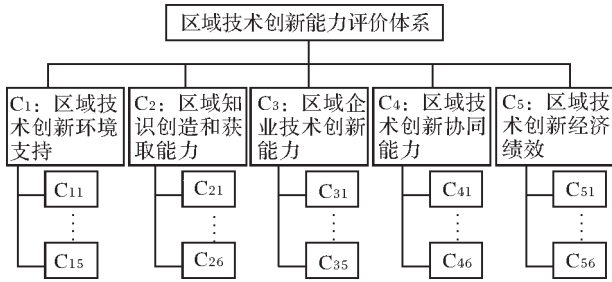


图1 区域技术创新能力评价体系

(5) C_5 : 区域技术创新的经济绩效。它包括宏观经济、产业结构、产品国际竞争力、居民收入水平和就业水平5个模块。其中, 宏观经济发展水平的指标, 用人均GDP的指标来反映; 产业结构优化度的指标, 用高新技术产业产值在GDP中的比例来衡量; 产业国际竞争力, 用高新技术产品出口额比重来衡量; 居民收入水平, 用人均居民收入本身来反映; 就业水平, 用高技术产业就业的比例指标来衡量。

2.2 创新能力的模糊综合评价模型

影响技术创新能力的某些因素是模糊的, 如本指标体系中“政府的技术创新政策和管理水平”、“政府跨行政区的协同能力”、“技术人员流动程度”3个指标。由于主观的原因或数据难以获得, 人们对这3个因素的褒贬程度不尽相同, 很难直接用统计学的方法确定这些因素的具体判断值, 但它们又是不可或缺的评价因素。因此, 如何对模糊信息资料进行量化处理和综合评价就显得尤为重要。基于上述原因, 本文认为利用模糊综合评价原理对区域技术创新能力进行评价有其科学性和实用价值。但是有时需要考虑的因素很多, 因素间还可能分属不同的层次, 这时就需要在每一层次上对要解决的问题进行评价, 即所谓的多级模糊综合评价。

多级模糊综合评价可按下述步骤进行:

(1) 建立因素集。区域协同创新能力 C 分为5个因素集: $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5\}$, 每个因素集 $C_i (i=1, 2, 3, 4, 5)$ 又分为若干个子因素, 即

$$C_1 = \{C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15}\};$$

$$C_2 = \{C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{24}, C_{25}, C_{26}\};$$

$$C_3 = \{C_{31}, C_{32}, C_{33}, C_{34}, C_{35}\};$$

$$C_4 = \{C_{41}, C_{42}, C_{43}, C_{44}, C_{45}, C_{46}\};$$

$$C_5 = \{C_{51}, C_{52}, C_{53}, C_{54}, C_{55}\};$$

(2) 建立权重集。权重集用于表示各个因素在指标体系中的重要程度的集合。本指标体系采用AHP(层次分析法)确定指标权重, 得到因素集 $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5\}$ 的权重分别为 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 。记为 $A = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5)$, 且 $\sum_{i=1}^5 a_i = 1$ 。

相应地, 测得子因素层的各子因素指标权重记为: $A_1 = (a_{11} \cdots a_{15})$; $A_2 = (a_{21} \cdots a_{26})$; $A_3 = (a_{31} \cdots a_{35})$; $A_4 = (a_{41} \cdots a_{46})$; $A_5 = (a_{51} \cdots a_{55})$ 。 a_{ij} 表示第 i 个因素中第 j 个子因素 C_{ij} 的权重。

(3) 建立评价集。设 $v = (v_1, v_2, v_3, v_4, v_5)$ 为评价集。 v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 分别表示指标的评语为“高”、“较高”、“中”、“较低”、“低”。集合中的“高”、“低”分别代表创新能力的高低。

(4) 模糊综合评判。

① 一级模糊综合评判。按第 i 个因素中的第 j 个子因素评判, 评判对象隶属于评价集中 v_k 的隶属度为 r_{ijk} 。 $r_{ijk} = r_{ijt} / m$, $k = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, m 为专家的总人数; v_{ijk} 是所有专家中认为 C_{ij} 隶属于 v_k 的专家人数, 评判矩阵为 $R (n$ 为 C_i 中所含的子因素个数):

$$R_1 = \begin{bmatrix} r_{111} & \cdots & r_{115} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{151} & \cdots & r_{155} \end{bmatrix}_{5 \times 5}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} r_{211} & \cdots & r_{215} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{261} & \cdots & r_{265} \end{bmatrix}_{6 \times 5}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} r_{311} & \cdots & r_{315} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{351} & \cdots & r_{355} \end{bmatrix}_{5 \times 5}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} r_{411} & \cdots & r_{415} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{461} & \cdots & r_{465} \end{bmatrix}_{6 \times 5}$$

$$R_5 = \begin{bmatrix} r_{511} & \cdots & r_{515} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{551} & \cdots & r_{555} \end{bmatrix}_{5 \times 5}$$

因此, 第 i 个因素的模糊综合评价集为:

$$B_1 = A_1 \cdot R_1 = (a_{11} \cdots a_{15}) \begin{bmatrix} r_{111} & \cdots & r_{115} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{151} & \cdots & r_{155} \end{bmatrix} = (b_{11} \cdots b_{15})$$

$$B_2 = A_2 \cdot R_2 = (a_{21} \cdots a_{26}) \begin{bmatrix} r_{211} & \cdots & r_{215} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{261} & \cdots & r_{265} \end{bmatrix} = (b_{21} \cdots b_{25})$$

$$B_3 = A_3 \cdot R_3 = (a_{31} \cdots a_{35}) \begin{bmatrix} r_{311} & \cdots & r_{315} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{351} & \cdots & r_{355} \end{bmatrix} = (b_{31} \cdots b_{35})$$

$$B_4 = A_4 \cdot R_4 = (a_{41} \cdots a_{46}) \begin{bmatrix} r_{411} & \cdots & r_{415} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{461} & \cdots & r_{465} \end{bmatrix} = (b_{41} \cdots b_{45})$$

表1 区域技术创新系统的能力要素

系统	构成要素	子要素
区域 技术 创新 能力	区域技术创新环境支持	创新基础设施的发达程度、市场需求水平、劳动者素质、金融环境和创业水平
	区域知识创造和获取能力	研究开发投入(研究开发人员、研发经费投入)、产出(发明专利申请和授权、科研论文)和衡量过程的效率指标(科技投入产出比指标)、技术市场交易状况
	区域企业技术创新能力	企业的研究开发投入能力(研究开发人员、研发经费投入)、设计能力、制造能力和创新的产出能力
	区域技术创新协同能力	政府对区域协同的支持程度、区域技术创新主体间的研发协同、区域技术创新主体间的技术转让协同、区域内企业的创新协同程度
	区域技术创新经济绩效	宏观经济、产业结构、产品国际竞争力、居民收入水平和就业水平

表2 区域技术创新能力三层次评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标方向性
		居民消费水平 C_{11}	+
区域技术创新	支持	大专以上学历所占比重 C_{12}	+
		互联网拥有量 C_{13}	+
环境支持	政府的	每万人拥有金融网点数 C_{14}	+
		技术创新政策和管理水平★ C_{15}	+
区域知识创造	和获取能力	高校和 R&D 机构科技活动人员数 C_{21}	+
		研究与试验发展经费支出 C_{22}	+
区域技术创新能力	力	专利授权数 C_{23}	+
		科研论文发表篇数 C_{24}	+
区域技术创新能力	力	技术市场成交合同金额 C_{25}	+
		技术开发占技术市场合同金额比例 C_{26}	+
区域技术创新能力	力	有科技机构的企业数量比例 C_{31}	+
		大中型企业科技活动人员数 C_{32}	+
区域技术创新能力	力	科技经费筹集总额 C_{33}	+
		固定资产购建费占科技经费内 部支出比重 C_{34}	+
区域技术创新能力	力	新产品销售收入占产品销售 收入比重 C_{35}	+
		政府跨行政区的协同能力★ C_{41}	+
区域技术创新能力	力	技术人员流动程度★ C_{42}	+
		高校与企业合作研发的经费占 总研发费的比重 C_{43}	+
区域技术创新能力	力	科研机构与企业合作研发的经 费占总研发费的比重 C_{44}	+
		技术转让占技术交易合同金额 比重 C_{45}	+
区域技术创新能力	力	企业购买国内技术经费的比重 C_{46}	+
		经济增长率 C_{51}	+
区域技术创新能力	力	人均居民收入 C_{52}	+
		社会就业水平 C_{53}	+
区域技术创新能力	力	高新技术产业产值占 GDP 比重 C_{54}	+
		高新技术产品出口额比重 C_{55}	+

注：标有★符号，表示该指标是定性指标，需要量化处理；标有+符号，表示对应的要素指标是正向的，指标值越大，评价结果越优。

$$B_5 = A_5 \cdot R_5 = (a_{51} \dots a_{55}) \begin{bmatrix} r_{511} & \dots & r_{515} \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{551} & \dots & r_{555} \end{bmatrix} = (b_{51} \dots b_{55})$$

B_i 就是 C_i 对 V 的隶属度，且 $b_{i1} + \dots + b_{i5} = 1$ 。

②二级模糊综合评判。为了考察各个因素的综合影响，还必须在各因素之间进行综合分析，于是就形成二级模糊综合评判。二级模糊综合评判矩阵为：

$$R = (B_1, B_2, B_3, B_4, B_5)^T = \begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{15} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{51} & \dots & b_{55} \end{bmatrix}$$

于是，二级模糊综合评价集为 $B = A \times R = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ ， B 就是区域创新能力对评价集 v 的相应隶属度。其中， $b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 = 1$ 。

(5)结果处理。将评价集各等级进行量化。如设 $v_1 = 5, v_2 = 4, v_3 = 3, v_4 = 2, v_5 = 1$ ，则区域创新能力 $C = B \cdot V^T = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)(5, 4, 3, 2, 1)^T$ 。将 C 值与评价集对比，得出区域的协同技术创新能力。

3 结束语

总的来说，本文对传统的区域技术创新能力评价与创新协同作了一个探索性的结合，使得评价体系更客观地反映实际情况。在实际应用中，还需要结合不同创新区域的特点进行相应调整，并且需要运用实证案例进行完善和修正。总之，对区域技术创新能力的评价还有待进一步深入研究。

参考文献：

- [1] BURNS T, STALKER G. The management of innovation [M]. London: Tavistock Publication, 1961.
- [2] FREEMAN. Technology policy and economic performance: lessons from Japan [M]. London: Pinter, 1987.
- [3] 中国科技发展战略研究小组. 中国区域创新能力报告(2004-2005) [M]. 北京: 知识产权出版社, 2005.
- [4] 任胜钢, 彭建华. 基于因子分析法的中国区域创新能力的评价及比较 [J]. 系统工程, 2007(2).
- [5] 鲁志国, 刘志雄. 区域创新能力的多层次模糊综合评价 [J]. 创新, 2004(3).
- [6] 甄峰, 黄朝永, 罗守贵. 区域创新能力评价指标体系研究 [J]. 科学管理研究, 2000(6).
- [7] 曾茜, 李福刚. 区域创新能力的多层次模糊综合评价研究 [J]. 科技创业, 2006(2).
- [8] 花磊. 构建区域创新能力评价指标体系 [J]. 合作经济与科技, 2007(1).
- [9] 詹湘东. 基于知识管理的区域创新能力评价研究 [J]. 科技进步与对策, 2008(4): 117-119.
- [10] 曹亚威, 吴先金. 技术创新与市场创新的协同模式研究 [J]. 企业家天地, 2007(9).
- [11] 徐英吉, 徐向艺. 企业持续成长的创新理论——技术创新与制度创新协同的经济学分析 [J]. 山西财经大学学报, 2007(9).
- [12] 王东武. 知识创新、技术创新与管理创新的协同互动模式研究 [J]. 华中农业大学学报, 2007(3).
- [13] 郑刚, 梁欣如. 全面协同: 创新制胜之道——技术与非技术要素全面协同机制研究 [J]. 科学学研究, 2006(8).
- [14] 楼高翔, 曾赛星. 区域技术创新协同能力的测度及其评价体系构建 [J]. 企业经济, 2006(11).

(责任编辑: 赵 峰)