

# 企业创新能力综合评价指数研究

## ——以我国大中型工业企业为例

张明倩<sup>1</sup> 王洪良<sup>2</sup>

(1. 上海外国语大学国际金融贸易学院, 上海 200083; 2. 河北大学经济学院, 河北保定 071002)

**摘要:** 基于《中国区域创新能力报告》中企业创新数据, 以大中型工业企业创新能力综合指标为支撑平台, 首先利用敏感性技术对基础指标进行筛选, 简化现有指标体系, 然后利用PLS通径模型对我国31个省的企业创新能力进行评价研究。对重构的企业创新能力评价结果的有效性验证, 表明评价结果具有一定的可信性。

**关键词:** 企业创新能力; 综合评价指标; PLS通径模型; 敏感性分析;

中图分类号: F222.3

文献标志码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2012.04.006

## Research of Integrative Evaluation Index for Enterprise Innovation Ability

### —Take Large and Medium-sized Industrial Enterprises in China for Instance

Zhang Mingqian<sup>1</sup>, Wang Hongliang<sup>2</sup>

(1. College of International Finance and Commerce, Shanghai International Studies University, Shanghai 200083;  
2. School of Economics, Hebei University, Baoding 071002)

**Abstract:** On the base of enterprises innovation data in “Annual Report of Regional Innovation Capability of China”, and as supporting platform for the innovation capacity composite pointers of large and medium-sized industrial enterprises, This paper first, utilizes the sensitivity analysis method to filtration of basic pointers and to simplify the existing index system; and then uses the PLS path model to evaluate and study the enterprises innovation capability of 31 provinces in China. The validity of evaluation results of reconstructed enterprises innovation capability is credible to some extent.

**Keywords:** enterprise innovation capacity, composite pointer, PLS path modeling, sensitivity analysis

## 1 引言

相比单个指标的评价结果, 综合评价将评价对象视为一个复杂的系统, 以多个指标表现其诸般特征, 然后将多维信息加以综合给出评判, 这无疑是一个巨大的进步<sup>[1]</sup>。然而, 综合评价指标编制过程中存在指标间的信息重叠、指标体系的复杂化、赋权的主观性及其合并模型的任意性等诸

多问题。

以《中国区域创新能力报告》(简称《报告》)中给出的“企业创新”子要素为例, 该子要素从研发投入、设计能力、制造和生产能力以及新产品产值4个角度, 利用22个基础指标对我国31个省市大中型企业的创新能力进行综合评价。通过专家事先打分人为设定权重, 层层加权逐步汇总, 最后得到用于排序的企业创新能力综合得分。直观来看,

第一作者简介: 张明倩(1974—), 女, 上海外国语大学国际金融贸易学院教授, 硕士生导师, 研究方向: 宏观经济统计分析、综合评价理论。

基金项目: 国家社科基金项目(10CTJ005); 河北省社科基金项目(HB2009G22)。

收稿日期: 2012年3月12日。

《报告》为了尽可能地覆盖评价主题,选择的基础指标个数较多,且笔者对该子要素进行的相关分析显示多对指标之间呈现高度相关,即信息重叠。此外,专家赋权法也导致评价结果受主观影响较大,其客观性还有待进一步检验<sup>[2-3]</sup>。

本文基于《中国区域创新能力报告》<sup>[4]</sup>,以区域大中型企业创新能力综合指标作为支撑平台,首先利用敏感性技术对基础指标进行筛选,尽可能地简化现有指标体系。然后利用偏最小二乘(PLS)途径模型对我国31个省域的企业创新能力进行综合评价,以削弱传统综合评价模型中的主观性影响,最后对综合评价结果的有效性进行考察,以验证本文采用的综合评价过程的合理性。

## 2 基础指标与PLS途径模型

### 2.1 利用敏感性技术筛选基础指标

敏感性技术通过考察综合指标得分对各基础指标的依赖程度即敏感度,来反映基础指标在整个评价体系中的重要性,进而删除“不重要”的基础指标来满足综合评价指标体系简约性的要求<sup>[5]</sup>。定义敏感度 $S_j = V(E(Y|X_j)) / V(Y)$ ,即 $S_j$ 可通过总产出方差 $V(Y)$ 的分解公式 $V(Y) = V(E(Y|X_j)) + E(V(Y|X_j))$ 得到。 $S_j$ 越大,表明 $X_j$ 越重要。

假设初始基础指标均服从正态分布,蒙特卡洛模拟得到1380个样本(即 $2n(k+1)$ , $k$ 为投入指标的个数, $n$ 为评价对象个数),利用SIMLAB软件实施敏感性分析。敏感性分析本身并未给出判断投入指标重要性的标准,本文利用Saltelli(2005)给出的

识别标准,即当某个投入指标对应的敏感性系数 $S_j$ 大于 $1/k$ ,则该投入指标为重要指标。经过筛选得到如下企业创新能力评价指标体系(表1)。

### 2.2 PLS途径模型

随着多指标综合评价成为多学科边缘交叉、相互渗透、多点支撑的新兴研究领域,各领域学者从不同角度对综合评价方法进行了总结探讨。较为一致的观点是常用的综合评价方法如模糊综合评判、层次分析法、主成分分析法等均没有考虑变量间的相关性、存在主观赋权的缺陷,且只针对显变量进行分析,不适合含有隐变量的分级设置的指标体系。故本文将评价方法转向能有效缓解指标间多重共线性、客观赋权且能反映隐变量和对应显变量之间关系的PLS途径模型。

PLS途径模型既是结构方程模型的一种常用构造技术,又可以与复数据表结合作为一种多组变量集合评估指数的构建方法,即与SEM(结构方程模型)所要解决的问题是一致的,其中所用的概念、模型结构的设定也一样。它由偏最小二乘回归分析创始人Wold提出,是偏最小二乘回归的一种扩展,可以有效规避指标间的高相关性。该方法在充分利用原始数据的基础上,采用一元回归和多元回归间的迭代运算来逼近参数的真实值(详细步骤参见参考文献[6]),可有效避免主观赋权问题,而SEM通过解方程得到参数估计值。由于求解方法不同,PLS途径模型比SEM更有优越性,如无需对观测变量做特定的概率分布假设,不存在模型不可识别的问题,对样本点容量的要求也十分宽松<sup>[6]</sup>。

表1 企业创新能力评价指标体系

子要素	具体指标
研究开发投入综合指标 $\xi_1$	大中型工业企业研究开发人员数(人) $x_{11}$
	大中型工业企业研究与试验发展(R&D)投入额(万元) $x_{12}$
	大中型工业企业R&D投入增长率(%) $x_{13}$
设计能力综合指标 $\xi_2$	每十万人平均实用新型专利申请数(件/十万人) $x_{21}$
	外观设计专利申请数(件) $x_{22}$
制造和生产能力 $\xi_3$	大中型工业企业生产经营用设备原价(万元) $x_{31}$
	大中型工业企业生产经营用设备原价增长率(%) $x_{32}$
	大中型工业企业平均技术改造的投入额(百万元/个) $x_{33}$
新产品产值综合指标 $\xi_4$	大中型工业企业新产品产值(万元) $x_{41}$
	大中型工业企业新产品产值占总销售额的比例(%) $x_{42}$

注:筛选后的企业创新能力评价指标体系仅包含10个基础指标,相比于《报告》中的22个指标减少12个,更符合指标体系构建的简洁性原则。

### 3 实证研究

#### 3.1 大中型工业企业创新能力

##### 3.1.1 单一维度检验。

PLS 途径模型要求每组显变量都大致是“一维”的，即该组中每一个显变量都受到同一个标准化的“隐变量” $\xi_i$  影响<sup>[7]</sup>。所以首先对四组显变量进行单一维度检验，这里采用主成分分析的方法。结果见表 2。

从表 2 中可以看到，4 个变量组均只有第一主成分的特征值大于 1，每个显变量组只能提取一个主成分，也就是每个变量组的大部分信息可以由一个隐变量反映，这符合 PLS 途径模型的要求，单一维度检验通过。

##### 3.1.2 综合评价路径图。

为得到综合评价的得分，2001 年 C.Guinot 等<sup>[8]</sup>以 PLS 途径模型为基础，提出一种复数据表（所谓复数据表是指多张数据表，每个数据表都有同样的样本点，而每个数据表由不同的变量集合组成）分析方法。模型左边由多个数据表组成，同一个数据表中的所有显变量都受同一个隐变量的影响；模型右边则由所有原始变量组成，由它们提取一个综合变量，该变量对所有原变量的代表性最好，同时又可以由所有隐变量进行解释。

根据复数据表分析方法构造评价企业创新能力

的 PLS 途径模型，路径图如图 1 所示。该图左边表示的是反映 4 个隐变量的显变量组，即隐变量  $\xi_1$ 、 $\xi_2$ 、 $\xi_3$  和  $\xi_4$  分别对应于显变量组  $x_{11} \sim x_{13}$ 、 $x_{21} \sim x_{22}$ 、 $x_{31} \sim x_{33}$  和  $x_{41} \sim x_{42}$ 。右边表示的是用以反映隐变量  $\xi_5$  的大变量组，由全部显变量组成，用  $x_{11} \sim x_{42}$  表示。之所以选隐变量  $\xi_5$  作为综合评价得分的依据，一方面它概括了全部原始显变量的信息，与它们之间有最强的相关性，另一方面它又反映了全部隐变量所包含的信息。

##### 3.1.3 参数估计及综合排名分析。

首先对所有显变量进行标准化处理，进而依据 PLS 途径模型参数估计的迭代算法，得到 5 个隐变量的值，然后计算各组显变量与隐变量的相关系数及隐变量  $\xi_5$  与  $\xi_1$ 、 $\xi_2$ 、 $\xi_3$ 、 $\xi_4$  的路径系数（图 1），相关系数如表 3 所示。

表 3 显示，各组显变量与相应隐变量的相关系数大部分在 77% 以上，说明各隐变量较好地体现了显变量组包含的信息。“大中型工业企业 R&D 投入增长率”与“研究开发投入”的相关性较低且为负相关，可理解为 R&D 投入的基数效应：即当基期 R&D 投入较多时，短期内要以同样的速率增加更多投入是很难实现的；“大中型工业企业生产经营用设备原价”与“制造和生产能力”的相关系数不高，原因是生产效率与设备原价没有很直接的关系，设备价格高，不一定意味着企业就有很

表 2 单一维度检验

变量组	第一主成分的特征值	第二主成分的特征值
研究开发投入综合指标	2.009	0.906
设计能力综合指标	1.590	0.410
制造和生产能力	1.530	0.985
新产品产值综合指标	1.461	0.539

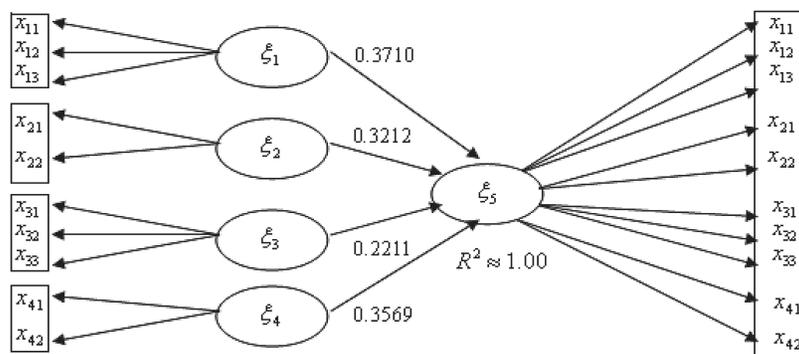


图 1 企业创新能力综合评价路径图

表3 显变量与相应隐变量的相关系数

显变量组		与相应隐变量的相关系数	显变量组		与相应隐变量的相关系数
研究开发投入	$x_{11}$	0.954	综合水平	$x_{11}$	0.806
	$x_{12}$	0.962		$x_{12}$	0.884
	$x_{13}$	-0.416		$x_{13}$	-0.436
设计能力	$x_{21}$	0.892		$x_{21}$	0.691
	$x_{22}$	0.892		$x_{22}$	0.729
制造和生产能力	$x_{31}$	0.420		$x_{31}$	0.852
	$x_{32}$	-0.868		$x_{32}$	-0.318
	$x_{33}$	0.775		$x_{33}$	0.049
新产品产值	$x_{41}$	0.855		$x_{41}$	0.919
	$x_{42}$	0.855		$x_{42}$	0.588

高的制造和生产能力。另外，隐变量 $\xi_5$ 对 $\xi_1 \sim \xi_4$ 的多元回归方程的 $R^2 \approx 1.00$ ，说明 $\xi_5$ 几乎概括了 $\xi_1 \sim \xi_4$ 的全部信息，也可以很好地代表原始显变量的信息，完全能够作为被考察对象综合评价排名的依据。

从整体来看，“研发开发投入”与“企业创新能力”的相关程度最高，其次是“企业的设计能力”和“新产品产值”，而企业的“制造和生产能力”与其“创新能力”相关性不大。这说明我国企业创新能力的强弱主要取决于科研人员素质及投入水平，并且创新还处于较低层次，创新成果只停留于实验或科研阶段，没有真正由理论转化为现实生产力。从具体指标来看，隐变量 $\xi_5$ 与除“大中型工业企业R&D投入增长率”、“大中型工业企业生产经营用设备原价增长率”外的指标均成正相关关系。因为这两个指标均为增长率指标，涉及对比基数问题，存在基数效应，并且它们与“企业创新能力”的相关系数较小，说明R&D活动更应该关注生产效率，而不仅仅是R&D投入总额。另外，“大中型工业企业平均技术改造的投入额”与“企业创新能力”的相关性最小，这与目前我国企业创新的方式多为新建而较少在现有水平上进行技术改造的事实相吻合。

根据隐变量 $\xi_5$ 即31个省市大中型工业企业创新能力的综合评价排序，得分及排名见表4。

表4显示，在《中国区域创新能力报告》中排名处于前列的广东、山东、江苏、上海得分同样位居前列，其中广东和山东又明显高于江苏和上海，这源于广东的企业、高校、科研院所及政府较高的合作意愿，山东则是拥有较多有实力的大企业，创

新能力较强。同时比较企业研究开发投入、设计能力、制造和生产能力 and 新产品产值这4个隐变量得分，发现上述4省除了制造和生产能力外，均名列榜首，为新评价体系排名结果的可信性提供了有力佐证。

### 3.2 重构企业创新能力评价指标的有效性验证

一项综合评价指标的质量如何，需要检验其客观、真实地测度复杂主题的能力，即综合评价指标的有效性。“如果不考虑评价的有效性，直接利用综合评价结果将是危险的”<sup>[9]</sup>。

#### 3.2.1 初始企业创新能力指标的有效性验证

由于《中国区域创新能力报告》得到了国内外学者、政府和媒体的认可，是创新能力定量评估研究的重要成果之一，因此尽管这一评价体系存在诸多的不完善，本文仍利用《中国区域创新能力报告》中的企业创新子要素验证基于PLS途径模型重构的企业创新能力指标的有效性。

表5显示重构的企业创新能力指标得到了和初始的企业创新能力指标相近的评价结果，31个被评价对象的排序平均变动了两位（中位数）。只有10%的省份排序变动超过了4位，其中变动最大的省份排序变动了7位（吉林）。总的来说，重构后的综合评价结果变动不大，而且主要的变动来自于排序的中部（图2）。

重构企业创新能力指数的基础指标，由《中国区域创新能力报告》中的22个经SA技术（敏感性分析技术）筛选减少为10个。仅仅利用不足一半的基础指标就得到了近似的综合评价结果，这一事实在某种程度上反映了《中国区域创新能力报告》的企业创新能力评价指标的构建方法不够稳健。研究结

表4 31个省市重构的企业创新能力综合得分及子要素排名

地区	得分	综合排名	其中			
			研发投入	设计能力	制造生产能力	新产品
广东省	2.04	1	2	2	20	3
山东省	2.01	2	3	3	5	5
江苏省	1.87	3	1	7	10	4
上海市	1.85	4	4	4	6	1
北京市	1.10	5	14	1	27	8
辽宁省	0.86	6	5	8	1	13
浙江省	0.78	7	6	5	24	7
天津市	0.63	8	21	6	26	2
重庆市	0.35	9	19	11	8	6
湖北省	0.24	10	9	10	2	14
福建省	0.13	11	8	9	25	9
湖南省	0.09	12	16	14	9	12
四川省	0.09	13	7	16	13	15
安徽省	-0.03	14	13	24	4	16
广西省	-0.22	15	20	25	17	11
黑龙江省	-0.24	16	12	12	11	22
河南省	-0.25	17	11	17	18	18
河北省	-0.27	18	10	15	12	23
江西省	-0.31	19	17	20	14	17
山西省	-0.34	20	18	21	7	21
陕西省	-0.63	21	15	18	28	19
吉林省	-0.67	22	22	13	19	25
贵州省	-0.68	23	23	27	15	24
宁夏	-0.74	24	27	23	16	26
新疆	-0.77	25	29	19	3	29
内蒙古	-0.82	26	28	22	22	20
海南省	-0.85	27	26	29	30	10
甘肃省	-0.92	28	25	28	21	28
云南省	-1.14	29	30	26	23	27
青海省	-1.29	30	24	30	29	30
西藏	-1.89	31	31	31	31	31

表5 敏感性分析筛选后的企业创新能力排序变动情况

	重构的企业创新能力指数	《报告》中企业创新能力指数
评价对象个数	31	31
领先省份(5)	广东、山东、江苏、上海、北京	上海、江苏、广东、浙江、山东
较后省份(5)	海南、甘肃、云南、青海、西藏	宁夏、云南、吉林、青海、西藏
初始基础指标个数	-	22
SA筛选指标个数	10	-
排序变动的平均水平	2	-
排序变动最大幅度	7	-
排序变动的90分位数	4.6	-

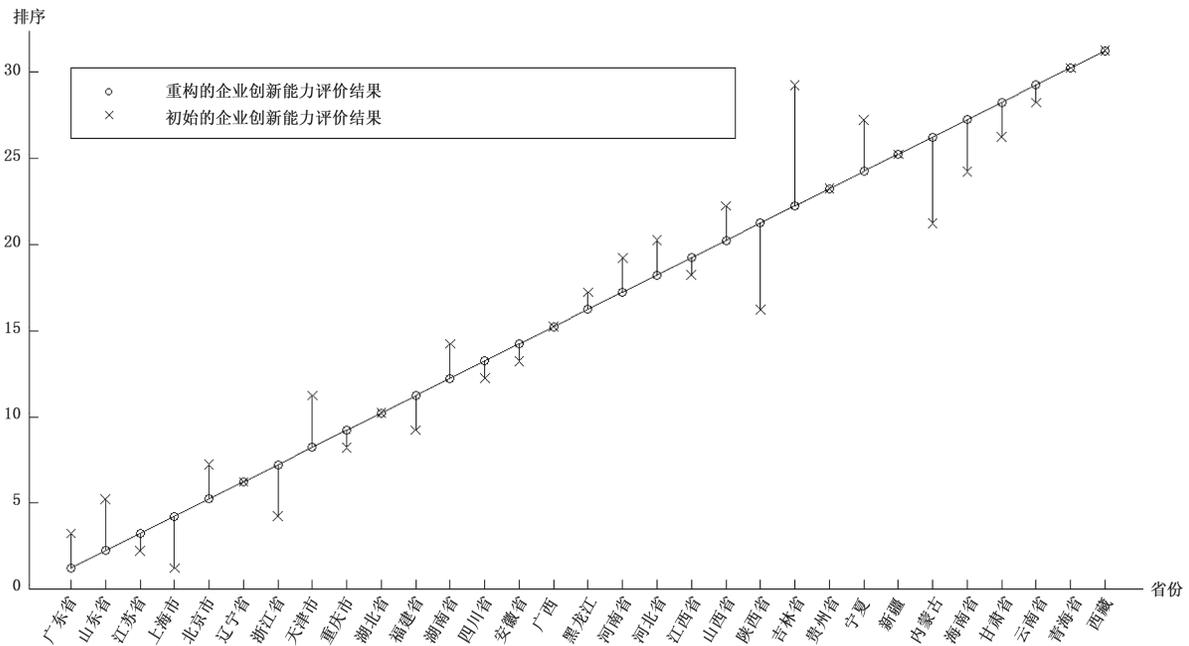


图2 初始与重构的企业创新能力评价结果比较

果还表明《中国区域创新能力报告》的企业创新能力评价指标的结构存在进一步简化的空间。

### 3.3.2 区域创新能力指标的有效性验证。

综合评价指标的有效性还表现为评价结果的判别力，本文基于企业创新在整个区域创新系统的核心地位，通过考察两者的关系来反映重构的企业创新能力指标的有效性(图3)。

图3显示重构的企业创新能力评价结果对区域创新能力评价结果的判别力。对于大多数省来说，企业创新能力排名领先的，其区域创新能力排名同样领先，反之落后。这正好印证了企业创新是区域创新能力的核心驱动力的经验认识。

通过初始企业创新能力指标和区域创新能力指标对重构的企业创新能力评价指标的有效性验证，我们认为基于PLS通径模型重构的企业创新能力指标结果具有一定的可信性，可以据其做进一步分析。

### 3.3 企业创新能力的排名分析

根据大中型工业企业创新能力即隐变量 $\xi_3$ 将31个省市分为4类。第一类 $\xi_3 \geq 2$ ，包括广东和山东；第二类 $1 \leq \xi_3 < 2$ ，包括江苏、上海和北京；第三类 $0 \leq \xi_3 < 1$ ，包括辽宁、浙江、天津、重庆、湖北、福建、湖南和四川；第四类 $\xi_3 < 0$ ，剩余的18省归为此类。为比较各类地区的具体差距，计算所选指标的平均值，如表6所示。

表6显示，不同类地区的指标平均值存在显著差异，第一、二类地区的多数指标排在首位。从企业研究开发投入角度来看，第一、二类地区R&D人员及经费投入均具有绝对优势，这与其所处地理位置有很大关系。由于绝大多数高校毕业生选择留在发展较好的东部地区，使得这些地区的高素质人才密度增大，更有利于企业创新，并且这些地区实力雄厚，有资本进行大规模的R&D投入。R&D投入增长率则是第三、四类地区较高，说明第三、四类地区的R&D活动尚处于初级阶段。从设计能力来看，第一、二类地区遥遥领先，其平均实用新型和外观设计专利申请数远高于其他地区，其中第一类地区的设计能力主要体现在外观设计上，而第二类地区则侧重技术的实用新型专利。从制造和生产能力角度来看，第一、二类地区的生产经营用设备原价高于其他地区，第四类的生产经营用设备原价增长率最高，这与其大多数生产设备较为陈旧有关；第三、四类地区的企业平均技术改造的投入额较高，表明这些地区的改造程度高于前面的二者，相比于成本较高的新建而言改造更有可行优势。从新产品产值角度来看，第一、二类地区的新产品产值显著优于其他地区，不过第二、三类地区的新产品产值占总销售额的比例要高于第一、四类地区，这表明第二、三类地区的企业取得了最佳的创新成果。

综合上述分析可以看出，各类地区的企业在

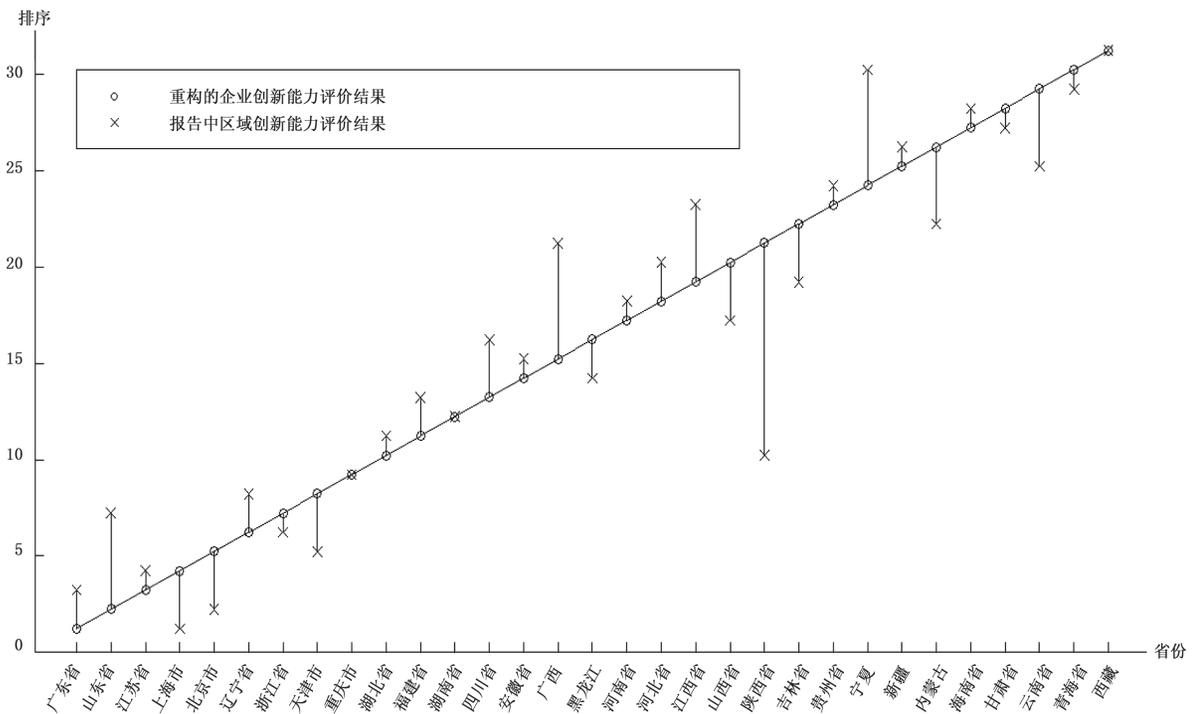


图3 区域创新能力与重构的企业创新能力评价结果比较

表6 不同地区企业创新能力评价所选各指标的平均值

类别	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{41}$	$x_{42}$
第一类	138668	2340275	28.05	13.95	32600	5189.21	12.38	6.91	25782742	14.93
第二类	87284	1724127	31.43	30.06	17227	3884.61	20.91	8.54	20158925	20.86
第三类	53058	754798	36.85	11.94	4113	1951.46	4.39	11.78	8098482	20.26
第四类	27880	273184	48.63	3.25	521	1234.36	27.06	10.76	1653928	8.72

创新活动中均存在自己的优势和劣势。它们应该根据自身实际情况采取具体措施，改善创新过程中的“木桶短板”，尽力提升企业的创新能力，实现区域创新能力的飞跃。

#### 4 结论

(1) 本研究针对综合评价过程中存在的问题，遵循相对客观的综合评价过程。这个过程包括指标的筛选（利用敏感性分析）、评价模型的选择（PLS 途径模型）、评价结果的有效性分析以及依据评价结果进行相应的深入分析。其中，选取的评价模型能否避免主观干预对评价结果至关重要。

(2) 证实了PLS 途径模型是一种相对客观、有效的综合评价技术。一方面，PLS 途径模型的权重源于原始数据，不受主观因素影响。另一方面，本研究对评价结果的有效性验证说明基于PLS 途径模

型的创新能力评价结果与基于加权综合评价的结果具有很强的一致性。本研究基于更简洁的评价指标体系达到了同样的评价效果，也充分印证了PLS 途径模型的科学合理性。

(3) 根据综合评价结果对全国各区域的企业创新能力进行了深入分析。从整体来看，我国大中型工业企业创新层次较低，需要加大由理论向现实生产力的转化力度。表现为我国企业创新能力与研究开发投入相关程度最高，其次是企业的设计能力和新产品产值，而企业的制造和生产能力与其创新能力相关性不大。从地区分类的角度来看，第一、二类地区均为东部省份，其R&D投入、实用新型及外观设计专利申请数和新产品产值遥遥领先于其他地区。这与它们所处的地理位置、当地的企业状况及地方政府对企业创新的重视程度是分不开的。

(下转第35页)

府应转变发展战略和政策举措，从仅仅依靠税收、金融和其他的激励措施来吸引企业转变到基于集群的经济发展战略。对集群的政策应在于优化集群结构，平衡群内企业的竞合行为，提高集群的竞争优势。

为了避免集群企业之间的恶性竞争导致的科研投入低，政府一方面应该在集群内协助建立起能够相互交流，进行知识等资源的共享和协同工作的系统创新平台，满足产业集群内部企业之间或者产业集群之间协同创新的需求。另一方面应该促进中介服务机构的发展，使得知识能够重新组合和再生，缩短知识和技术创新的周期<sup>[17]</sup>。

目前，我国众多产业集群处在全球价值链的制造业环节。随着后危机时代我国面临的国际竞争环境日益复杂，提升外生型产业集群和内生型产业集群的自主创新能力和知识更新速度，推动我国产业集群转型升级，仍需要众多学者和企业家深入研究。

#### 参考文献

- [1] 叶建亮. 知识溢出与企业集群[J]. 经济科学, 2001(3): 23-30.
- [2] 王文平, 谈正达, 陈娟. 自主内生型产业集群中知识共享与创新投入关系研究[J]. 中国软科学, 2007(6): 44-49.
- [3] 惠宁. 产业集群理论的形成及其发展[J]. 山西师大学报: 社会科学版, 2005, 32(6): 40-44.
- [4] 韩伯棠, 方伟, 王栋, 等. 企业集群网络的知识溢出研究综述[J]. 科技进步与对策, 2008(11): 230-235.
- [5] 孙彩虹, 齐建国, 于辉. 不对称双寡头企业半合作创新模式研究[J]. 系统工程理论与实践, 2009(3): 21-28.

(上接第29页)

#### 参考文献

- [1] 高敏雪. 风行的综合评价[J]. 中国统计, 2008(5): 25.
- [2] 周立, 吴玉鸣. 中国区域创新能力: 因素分析与聚类研究——兼论区域创新能力综合评价的因素分析替代方法[J]. 中国软科学, 2006(8): 96-103.
- [3] 任胜刚, 彭建华. 基于因子分析法的中国区域创新能力的评估及比较[J]. 系统工程, 2007(2): 87-92.
- [4] 中国科技发展战略研究小组. 中国区域创新能力报告[R]. 北京: 知识产权出版社, 2007.
- [5] Saltelli A. Global Sensitivity Analysis: An Introduction [EB/OL]. [2011-03-10]. [http://sensitivity-analysis.jrc.](http://sensitivity-analysis.jrc.ec.europa.eu/tutorial.pdf)

- [6] Katz M L, Shapiro C. How to License Intangible Property [J]. The Quarterly Journal of Economics, 1986, 101(3): 567-589.
- [7] d'Aspremont & Jacquemin. Cooperative and Non-Cooperative R&D in Duopoly with Spillovers[J]. American Economic Review, 1988, 78(11): 1133-1137.
- [8] Suzumura K. Cooperative and Noncooperative R&D in an Oligopoly with Spillovers[J]. American Economic Review, 1992, 82: 1307-1320.
- [9] Atallah G. R&D Cooperation with Asymmetric Duopoly: A Note[J]. Japanese Economic Review, 1999, 50(1): 104-111.
- [10] De Bondt R, Henriques I. Strategic Investment with Asymmetric Spillovers[J]. Canadian Journal of Economics, 1995, 28(3): 656-674.
- [11] Naoto J J. Optimal Policy for Product R&D with Endogenous Quality Ordering: Asymmetric Duopoly[J]. Australian Economic Papers, 2006, 45(2): 127-140.
- [12] Lahiri S, Ono Y. R&D Subsidies under Asymmetric Duopoly: A Note[J]. Japanese Economic Review, 1999, 50(1): 104-111.
- [13] Henriques I. Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers: Comment[J]. American Economic Review, 1990, 80: 638-640.
- [14] 李纲. 基于吸收能力和知识溢出的合作研发模型[J]. 系统工程, 2007(12): 70-74.
- [15] 董和平. 我国中小企业产业群现状、问题及对策研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2002.
- [16] 陈剑锋, 唐振鹏. 国外产业集群研究综述[J]. 外国经济管理, 2002(8): 22-27.
- [17] 赵龙文, 冯小宁. 基于OGSA的广东产业集群协同创新平台设计[J]. 科技进步与对策, 2010, 27(14): 32-35.

[ec.europa.eu/tutorial.pdf](http://ec.europa.eu/tutorial.pdf).

- [6] 王惠文, 吴载斌, 孟洁. 偏最小二乘回归的线性与非线性方法[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006: 142-162.
- [7] 王惠文, 付凌晖. PLS路径模型在建立综合评价指数中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2004(10): 80-85.
- [8] Guinot C, Latreille J, Tenenhaus M. PLS Path Modeling and Multiple Table Analysis. Application to the Cosmetic Habits of Women in Ile-de-France [J]. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 2001(58): 247-259.
- [9] Pavitt K. Uses and Abuses of Patent Statistics[C]//Van Raan. Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology. Amsterdam: North-Holland, 1988: 509-536.