

DOI:10.16331/j.cnki.issn1002-736x.2015.07.030

区域发展

REGIONAL DEVELOPMENT

# 中国西部地区工业企业技术创新能力与工业竞争力的关联分析

程广斌, 陈景沛

(石河子大学, 新疆 石河子 832000)

**[摘要]** 文章选取反映工业企业技术创新能力和工业竞争力的指标,以中国西部地区11个省区市(西藏除外)2003—2012年部分年份数据为样本,利用熵值赋权法对各地区工业竞争力综合指数进行测算,并选用灰色关联分析方法计算各项技术创新能力指标与工业竞争力综合指标的灰色关联度。结果显示,技术创新投入是影响中国西部地区工业竞争力的主要因素,技术创新开展的普遍程度是次要因素,而技术创新产出和政府支持对于西部地区区域工业竞争力的推动作用尚不显著。

**[关键词]** 技术创新能力;工业竞争力;灰色关联;熵值赋权法

**[中图分类号]** F427

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1002-736X(2015)07-0120-05

## Correlation Analysis of Industrial Competitiveness and Technological Innovation Capability in Western Regions of China

Cheng Guangbin, Chen Jingpei

(Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000)

**Abstract:** By adopting indexes reflecting the industrial competitiveness and technological innovation capability, and based on data of 11 provinces of couple years from 2003 to 2012 in Western Regions, the entropy weighting theory was proposed to calculate the industrial competitiveness, and we calculate its relationship by using grey correlation analysis. Results show that the technology innovation input are the most important factor of the industrial competitiveness in Western Regions, and the prevalence of technological innovation is less important than the technology innovation input. But the catalytic of the technology innovation output and government support is still not notable.

**Key words:** technological innovation capability; industrial competitiveness; gray relevant analysis; entropy weighting theory

### 一、引言

自西部大开发战略实施以来,中国西部地区工业转型的步调明显加快,技术创新水平得以提高,基础设施逐渐完

善,产业结构不断优化升级,其工业竞争力逐步增强。然而,由于西部地区工业基础薄弱,生产模式仍然是粗放式增长模式,企业技术创新能力与中、东部地区相比仍显不足,产品附加值低、市

场适应能力较弱,加之交通不便、开发难度大、环境脆弱等制约因素影响,其工业经济发展水平相较于中、东部地区而言仍存在一定差距。技术创新能力作为推动工业经济发展的重要推动力,企

**[作者简介]**程广斌(1976-),男,安徽人,石河子大学经济与管理学院经贸系主任,教授,研究方向:经济学;陈景沛(1991-),女,陕西人,石河子大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向:产业经济学。

业技术创新能力的水平直接影响了区域工业竞争力的强弱。但是，西部地区工业企业技术创新能力对于工业竞争力的推动作用远远不够，通过技术创新能力的加强促使工业竞争力得到提升，技术创新活动的深入展开势在必行。问题在于，工业企业技术创新能力与工业竞争力之间的互动关系是怎样的？本文将分析工业企业技术创新能力与工业竞争力的构成因素，探讨它们之间的关联程度。

各国学者在技术创新能力和工业竞争力方面分别进行了广泛的研究。在技术创新能力方面，创新经济学的鼻祖约瑟夫·熊彼特（1912）通过“创新”来阐述经济发展理论。此后，在熊彼特的基础上，德温·曼斯菲尔德（M·Mansfield）、莫尔顿·卡曼（Morton·Kanmien）、南赛·斯瓦此（Nancy·Schwartz）等经济学家主要从技术创新和组织创新两个方面对技术创新理论进行了发展。国内学者以企业技术创新活动的实证研究为主要研究视角，并逐步总结出适用于中国国情的技术创新理论体系，代表人物主要有傅家骥（1998）、柳卸林（1997）、冯之浚（1999）等等。国内学者针对技术创新能力所运用的评估方法中比较有影响力的有以下观点。刘伟玲、李海平（2008）认为，企业主要是通过新技术的引进与研发，使产品顺应市场需求，提高其竞争力，因此，他们将企业技术创新能力划分为创新管理能力、创新资源投入能力、研发制造能力、创新营销能力和创新实现能力5个要素；刘文中、姜小冉和张序萍（2009）从技术创新投入能力、技术创新支撑能力、可持续创新能力、技术扩散能力和技术创新产出能力5个角度入手，设计了区域技术创新能力评价体系；朱霞、朱永跃（2012）结合小波神经网络，建立了企业技术创新能力定量评价模型。在工业竞争力方面的研究，最早可以追溯到20世纪80年代，美国“竞争战略之父”迈克尔·波特。他首先对产业竞争力展

开了研究，分析了影响产业竞争力的几个因素，包括要素条件、国内需求、支持和相关产业、企业战略、结构与竞争者、政府及机遇作用等六个方面（迈克尔·波特，1990）。在此基础上，各国学者对于产业竞争力的研究逐步深入，针对产业竞争力的内涵、制约因素和评价等方面进行了广泛深入的理论和实证研究。中国学者在产业竞争力方面的研究起步较晚，始于20世纪90年代中期以后，主要是针对区域产业竞争力进行定量研究。蓝庆新、王述英（2003）运用贸易竞争指数、投资利润率、劳动生产率等指标分析了我国产业国际竞争力；陈红儿、陈刚（2002）利用因子分析方法，从市场绩效、资本规模、技术水平、中间投入、产出效益和人力资本效率等角度着手，对浙江省制造业竞争力进行测度。而具体到工业竞争力方面，联合国工业发展组织（UNIDO，2002）创建了工业竞争力指数法，利用87个国家的数据，根据高新技术产品的出口比重、中高技术产品所占工业增加值比重、工业人均增加值和工业产品出口额度这四个指标来度量各国的工业竞争力指数，分析了各国工业的发展水平。

虽说目前有关技术创新能力和工业竞争力这两个方面的研究成果十分丰富，但是有关技术创新能力与工业竞争力之间的关系的研究却比较少。王道平、李永锋（1999）认为，技术创新能力是制造业竞争力影响因素之一，企业可以通过技术创新实现产品差别化，并最终使企业获得竞争优势。王章豹、李奎（2007）构建了技术创新能力和制造业竞争力评价指标体系，利用灰色关联方法，针对制造业各技术创新能力指标对于制造业竞争力的影响程度进行了测度和分析。本文根据2003—2012年部分年份《中国统计年鉴》《中国工业经济统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《工业企业科技活动统计年鉴》以及国家统计局网站公布的有关西部11个省区市

（由于西藏地区部分年度数据缺失，暂不考虑西藏）大中型工业企业的统计数据，对中国西部各省区域工业竞争力进行测度，并运用灰色关联的分析方法，对工业企业技术创新能力与区域工业竞争力之间的关联程度进行了测算，对两者之间的关系进行分析。

## 二、西部地区工业企业技术创新能力与区域工业竞争力的灰色关联分析

### （一）工业企业技术创新能力与区域工业竞争力指标体系的构建

相关学者在技术创新能力与工业竞争力的测度研究方面已经进行了许多有益的探索，取得了若干成果，但是仍然缺乏一套公认的指标体系与测度标准。本文在现有研究的基础上，结合中国西部各地区工业企业发展情况和技术创新的有关实际，经过多次讨论和筛选，设计了西部地区工业竞争力与工业企业技术创新能力的评价指标体系。工业竞争力主要从经济实力、经济效益、市场竞争能力和可持续发展能力这四个方面进行分析。（1）经济实力：可以用工业产值增长率、固定资产净值、销售收入增长率和利润增长率来反映。（2）经济效益：主要考虑劳动生产率、总资产贡献率以及成本费用利润率。（3）市场竞争能力：主要通过市场占有率和工业销售率这两个指标来反映。（4）可持续发展能力：用工业污染治理投资占工业总产值的比重和工业废物利用率这两个指标来考虑。有关区域工业竞争力的指标体系具体内容如表-1所示。在技术创新能力方面，应包括以下三方面的内容。（1）技术创新投入能力：通过R&D投入强度、R&D人员投入强度和非R&D投入强度3个指标来反映。（2）技术创新产出能力：主要考虑工业企业新产品销售收入占产品销售收入的比重、新产品出口额占新产品销售收入比重和每万人拥有的有效发明专利数这三个指标。（3）技术创新环境：主要通过来自政府

部门的科技活动资金和进行 R&D 活动的工业企业占工业企业总数的比重这两个指标来反映。综上所述,有关技术创新能力的指标体系具体内容如表-2 所示。

表-1 区域工业竞争力评价指标体系

| 一级指标    | 二级指标              | 指标解释                                      |
|---------|-------------------|---|
| 经济实力    | 工业总产值增长率          | 工业总产值与上年工业总产值相比的变化情况                      |
|         | 固定资产净值            | 固定资产原价减历年已提折旧额后的净额                        |
|         | 利润总额增长率           | 利润总额与上年利润总额相比的变化情况                        |
|         | 销售收入增长率           | 产品销售收入与上年销售收入相比的变化情况                      |
| 经济效益    | 成本费用利用率           | 企业一定期间的利润总额与成本、费用总额的比率,反映工业企业经营消耗所带来的经营成果 |
|         | 总资产贡献率            | (利润总额+税金总额+利息支出)/平均资产总额,是反映企业经营业绩和管理能力的指标 |
|         | 全员劳动生产率           | 工业总产值/全部从业人员年平均数,用于反应工业企业的劳动生产效率水平        |
| 市场竞争能力  | 工业销售率             | 一定时期内产品销售收入占工业产值的百分比,是反映工业产品的销售能力         |
|         | 市场占有率             | 地区主营业务收入与全国主营业务收入的比率                      |
| 可持续发展能力 | 工业废物综合利用          | 工业固体废物综合利用量与工业固体废物产生量的比率                  |
|         | 工业污染治理投资占工业总产值的比重 | 反映工业污染治理的投资力度与工业经济增长之间的适应程度               |

表-2 工业企业技术创新能力评价指标体系

| 一级指标     | 二级指标              | 指标解释   |
|----------|-------------------|--|
| 技术创新投入能力 | R&D 经费投入强度        | R&D 经费占销售收入的比重,是对其未来发展潜力的测量                  |
|          | R&D 人员投入强度        | R&D 人员与从业人员的比率,用于反映科技人员投入能力                  |
|          | 非 R&D 投入强度        | 技术引进和技术改造经费占销售收入的比重,反映了制造业在引进新技术、进行消化吸收方面的投入 |
| 技术创新产出能力 | 新产品销售收入占产品销售收入的比重 | 用于反映创新收益                                     |
|          | 新产品出口额占新产品销售收入的比重 | 用于反映技术创新在产品出口方面所作出的贡献                        |
|          | 每万人拥有的专利发明数       | 工业企业拥有专利发明数/工业企业从业人数,用于反映人均拥有的发明专利数量         |
| 技术创新环境   | 来自政府部门的科技活动资金     | 反映政府对于科技创新的支持力度                              |
|          | 进行研发活动的企业比重       | 反映一个地区进行科技创新活动的普遍程度                          |

## (二) 西部地区区域工业竞争力测度

要探求西部地区区域工业竞争力与技术创新能力的关联问题,首先要对西部地区区域工业竞争力进行测度。本文采用熵值赋权法来确定区域工业竞争力各项分指标的权重,从而得出每一年度各个地区工业竞争力的综合得分。信息熵可以反映信息的价值量,它是对系统均衡度以及有序化程度的度量。熵值越大,说明该系统各部分发展越均衡,变量越具有不确定性,该系统越是混乱;反之,熵值越小,则该系统越是有序。采用熵值法确定权重反映了信息的效用值,避免了人为主观因素,客观性较强。采用熵值赋权法对区域工业竞争力进行测度的具体步骤如下。

首先,设  $x_{ij}$  表示第  $i$  个地区第  $j$  个指标的值,其中  $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ 。对该原始数据  $x_{ij}$  进行无量纲化处理:

$$k_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$$

当  $k_{ij} \leq 0$  时,  $\ln k_{ij}$  无意义,此时定义:

$$k_{ij} = (1 + x_{ij}) / \sum_{i=1}^m (1 + x_{ij})$$

其次,计算熵值:

$$h_i = - (\ln m)^{-1} \sum_{j=1}^n k_{ij} \ln k_{ij}$$

最后,计算第  $j$  个指标的权重系数:

$$W = (w_j)_{1 \times n} = \frac{1 - h_j}{\sum_{j=1}^n (1 - h_j)}$$

通过熵值赋权法得到每一年度区域工业竞争力各评价的指标的权重,并根据权重加权和得到 2003—2012 年部分年份西部 11 个省区市工业竞争力综合得分,即西部地区工业竞争力综合指数。另外,根据东、中、西部地区各项指标平均值,运用熵值赋权法计算了三个地区工业竞争力平均水平,用于比较三个地区工业经济发展的差距(见表-3)。

从整体来看,与中、东部地区相比,西部地区工业竞争力总体水平不高,虽然与中、东部地区的差距有缩小的趋势,但中国各地区工业竞争力发展仍然很不均衡。就西部地区内部而言,各省区市发展不平衡明显,且一些省区市发展很不稳定,如广西、青海和云南。如何借助技术创新能力的强大推动作用,提高西部地区工业竞争力,缩小西部地区与中东部地区之间的差距是非常紧迫的问题。

表-3 西部地区 11 个省区市 2003—2012 年部分年份工业竞争力综合指数

|               | 2003年  | 排名 | 2005年  | 排名 | 2007年  | 排名 | 2009年  | 排名 | 2011年  | 排名 | 2012年  | 排名 |
|---------------|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 重庆            | 0.4522 | 5  | 0.2569 | 8  | 0.3752 | 5  | 0.3979 | 5  | 0.4181 | 5  | 0.4019 | 9  |
| 四川            | 0.5102 | 3  | 0.5120 | 3  | 0.5412 | 3  | 0.5703 | 2  | 0.5576 | 4  | 0.4368 | 6  |
| 贵州            | 0.2727 | 9  | 0.1923 | 11 | 0.1741 | 11 | 0.2494 | 9  | 0.3319 | 7  | 0.4632 | 5  |
| 云南            | 0.5355 | 2  | 0.4366 | 5  | 0.3732 | 6  | 0.3401 | 7  | 0.3087 | 8  | 0.4097 | 8  |
| 陕西            | 0.4125 | 6  | 0.4381 | 4  | 0.3533 | 7  | 0.4712 | 4  | 0.5656 | 3  | 0.6341 | 1  |
| 甘肃            | 0.2521 | 10 | 0.1937 | 10 | 0.3513 | 8  | 0.2337 | 10 | 0.1972 | 11 | 0.3128 | 10 |
| 青海            | 0.0998 | 11 | 0.3757 | 6  | 0.2467 | 10 | 0.1826 | 11 | 0.2069 | 10 | 0.2151 | 11 |
| 宁夏            | 0.2977 | 8  | 0.2049 | 9  | 0.2578 | 9  | 0.2954 | 8  | 0.2950 | 9  | 0.4248 | 7  |
| 新疆            | 0.6208 | 1  | 0.8014 | 1  | 0.5926 | 2  | 0.4839 | 3  | 0.5997 | 2  | 0.5421 | 2  |
| 广西            | 0.3729 | 7  | 0.3531 | 7  | 0.4458 | 4  | 0.3804 | 6  | 0.3593 | 6  | 0.4812 | 3  |
| 内蒙古           | 0.4531 | 4  | 0.5246 | 2  | 0.6688 | 1  | 0.6550 | 1  | 0.7341 | 1  | 0.4782 | 4  |
| 西部地区平均水平      | 0.1762 | 3  | 0.3934 | 3  | 0.3529 | 3  | 0.4542 | 3  | 0.4743 | 3  | 0.2626 | 3  |
| 中部地区平均水平      | 0.4739 | 2  | 0.4160 | 2  | 0.5479 | 2  | 0.4587 | 2  | 0.5333 | 2  | 0.6032 | 1  |
| 东北及东部沿海地区平均水平 | 0.6794 | 1  | 0.6594 | 1  | 0.5547 | 1  | 0.5751 | 1  | 0.5521 | 1  | 0.5552 | 2  |

### (三) 西部地区工业企业技术创新能力与区域工业竞争力的灰色关联分析

1. 灰色关联模型。运用灰色关联分析方法来确定序列之间的关系是否紧密，其原理主要是根据序列曲线几何关系的相似程度得出系统中各个序列之间的关联度。两个序列曲线越接近，则相应序列之间的关联度也就越大；反之，关联度越小（刘思峰、谢乃明，2013）。这种方法有效地弥补了使用数理统计方法进行相关分析所存在的样本量要求高、计算量大等问题。灰色关联分析方法主要包括以下步骤。

首先，选择参考序列，本文选取区域工业竞争力为参考序列，设为  $x_0 = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(m)\}$ ；同时选择比较序列，本文选取的比较序列是技术创新能力各相关指标，设为  $x_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(m)\}$ ，其中  $i=1, 2, \dots, 8$ 。

其次，对数据进行无量纲化处理：

$$L' = 0.1 + 0.9(L - L_{\min}) / (L_{\max} - L_{\min})$$

其中， $L'$  为标准化后的数值， $L$  为原始数值， $L_{\max}$  为数列中的最大值， $L_{\min}$  为数列中的最小值。

再次，求关联系数：

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

其中， $|x_0(k) - x_i(k)|$  为第  $k$  点  $x_0$  与  $x_i$  的绝对差， $\min_k |x_0(k) - x_i(k)|$  为一级最小差， $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$  为二级最小差，表示在一级最小差中，再找出其中的最小值；同理， $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|$  为二级最大差； $\rho$  为分辨系数，通常取  $\rho = 0.5$ 。

最后，计算关联度。将各关联系数加和平均，即所求的关联度：

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$$

2. 西部地区区域工业竞争力综合指标与工业企业技术创新能力各指标的关联度计算。根据上述方法，对西部地区区域工业竞争力综合指标与工业企业技术创新能力各指标进行灰色关联分析，计算出 2003—2012 年部分年份西部地区工业企业技术创新能力的八个指标与区域工业竞争力综合指标的关联度（见表-4）。

表-4 西部地区工业企业技术创新能力各指标与区域工业竞争力综合指标的关联度及其排序

|     | R&D经费投入强度 | R&D人员投入强度 | 非R&D投入强度 | 新产品销售比重 | 新产品出口比重 | 每万人拥有的专利发明数 | 来自政府部门的科技活动资金 | 进行研发活动的企业比重 |
|-----|-----------|-----------|----------|---------|---------|-------------|---------------|-------------|
| 关联度 | 0.78492   | 0.81250   | 0.77833  | 0.72049 | 0.75347 | 0.73583     | 0.72448       | 0.80440     |
| 排名  | 3         | 1         | 4        | 8       | 5       | 6           | 7             | 2           |

从表-4可以看出,技术创新投入能力方面的三个指标与工业竞争力的关联水平普遍较高。其中,R&D人员投入强度与区域工业竞争力的关联度是最高的,R&D经费投入强度和非R&D投入强度与区域工业竞争力的关联度分别排在第三位和第四位。这说明,西部地区各省市区对技术创新普遍比较重视,都有较大的技术创新投入力度。对技术创新投入力度的大小直接关系到技术创新活动是否能够顺利展开,对直接影响了创新产出成果和区域工业竞争力的强弱。

与区域工业竞争力的关联度排第二的指标是进行研发活动的企业比重。这个指标体现了西部地区工业企业开展科技活动的普遍程度,与区域工业竞争力的关系较为密切。

新产品出口比重、每万人拥有的专利发明数和新产品销售比重这三个反映技术创新产出能力的指标与区域工业竞争力的关联度排名都比较靠后,分别排在第五位、第六位和第八位。这说明,西部地区各省区市工业存在不能将技术创新投入有效地转化成产出成果的问题,所生产的新产品不能很好地适应市场需求,因此未能够很好地转化为经济效益,未能有效地促进西部地区区域工业竞争力的提升。

来自政府部门的科技活动资金与区域工业竞争力的关联度排在第七位,说明西部地区各省区市政府对于工业企业技术创新的支持力度尚且不足。

### 三、对策建议

上述实证结果表明,中国西部地区工业竞争力与反映技术创新投入能力的三个指标以及进行研发活动的企业比重的关联度较高。新产品出口比重、每万人拥有的专利发明数、新产品销售比重和来自政府部门的科技活动资金这几个指标与区域工业竞争力的关联度排名虽然靠后,但是并不说明这几个指标无关紧要,这些指标恰恰是企业技术创新活动中需要加强的薄弱环节。应该进一步探求提升技术创新效率的路径,将创新投入有效地转化为产出成果,同时,相关政府部门应该对技术创新加以重视,从而有效地发挥这几个指标对西部地区工业竞争力提升的促进作用。

#### (一) 提高技术创新效率,将创新投入有效地转化为创新产出成果

首先,应该继续鼓励各工业企业和科研院所开展研发工作,积极进行发明专利的创新,顺应市场需求,同时加大对知识产权的保护力度。其次,对员工进行技术创新领域的培训,提高员工素质和知识水平,有助于提高创新效率,推动创新型工艺和产品的研发。再次,企业领导者应该学习科学的管理方式,避免资源利用效率过低的问题产生。最后,建立国内外营销链,拓展新产品的国内外市场份额。

#### (二) 加大政策扶持力度,创造良好的创新环境

工业企业技术创新能力的提高和区域工业竞争力的发展都需要政府的扶持。政府应该为工业企业新工艺、新产品的研发提供充足的资金支持。同时,政府还应该通过规划、资金、政策、立法、服务、协调等措施积极发挥其在技术创新活动中的引导作用,加大企业在技术创新方面的政策倾斜力度,推动企

业技术创新活动的展开,增强区域工业竞争力。

#### (三) 加大对技术创新的人力和财力投入

经费资金和人才分别是企业进行技术创新活动的基础条件和主体,它们是企业技术创新活动顺利展开的前提条件。首先,企业应该通过机制改革、政策激励、薪酬制度改革等方式,壮大企业创新型人才队伍。其次,应该拓宽资金来源途径,创建以企业自身投入为主,同时涵盖政府、外资、金融、个人等多种融资方式的多元化投融资网络。最后,加强对技术的引进和消化吸收投入强度,同时注重二次创新,形成适应自身和市场需求的研发和制造能力。

#### [参考文献]

- [1]陈红儿,陈刚.区域产业竞争力评价模型与案例分析[J].中国软科学,2002,(1):100-105.
- [2]蓝庆新,王述英.论中国产业国际竞争力的现状与提高对策[J].经济评论,2003,(1):119-123.
- [3]刘伟玲,李海平.高新企业技术创新能力评价指标体系的研究[J].商场现代化,2008,(17):74.
- [4]刘思峰,谢乃明.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,2013.
- [5]刘中文,姜小冉,张序萍.我国区域技术创新能力评价指标体系及模型构建[J].技术经济与管理研究,2009,(1):32-35.
- [6]王道平,李永锋.技术创新能力与制造业竞争力评价指标构建的探讨[J].科学与管理,1999,(6):46-48.
- [7]王章豹,李奎.我国制造业技术创新能力与产业竞争力的灰色关联分析[J].科学与科学技术管理,2007,(7):38-42.
- [8]朱霞,朱永跃.基于小波神经网络的企业技术创新能力评价[J].统计与决策,2012,(1):172-174.

[责任编辑:汤伟山]