

基于网络分析法的产业集群竞争力评价研究

李文博

(浙江师范大学 工商管理学院,浙江 金华 321004)

摘 要:首先阐述了网络分析法模型的一般程序;其次,提出了基于网络分析法的产业集群竞争力评价体系,较好地体现出评价体系中各维度指标之间的相互影响、相互作用;最后,给出了一个基于Super Decision软件的应用实例,验证了其有效性。

关键词:产业集群;竞争力;网络分析法;系统视角

中图分类号:F062.9

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)07-0119-04

0 引言

产业集群已经成为当今世界经济发展的一个重要现象,集群竞争开始替代企业竞争而成为经济发展的主流,集群分析也因此日益成为地区和国家经济发展的重要战略工具。这些产业集群犹如“平滑空间上的黏滞点”,吸收聚集了稠密的经济能量,培育了一大批世界级的产业和企业。产业集群的蓬勃发展及其在资源和市场上展开的争夺,使得产业集群竞争力的研究具有重要的现实意义。

综观国内外的相关学术文献,产业集群竞争力的评价问题已成为学界和产业界新的研究热点,目前主要有两条技术路线:其一,解析集群的竞争优势,从规范的角度剖析,以 Michael Porter & Tracey 为代表;其二,通过构建产业集群竞争力评价模型,收集产业集群各方面的统计数据

来进行定量演算分析,以 Padmore & Gibson 为代表。基于产业集群竞争力评价具有多层次、多目标、复杂性等特点,本文从系统科学的研究视角,充分利用了网络分析法考虑层间反馈作用和层内各元素间相互影响的优良特性,提出了一种基于网络分析法的产业集群竞争力评价方法,对政策制定者以及管理实践者也具有一定的参考价值。

1 相关研究述评

对产业集群竞争力的理解是一个渐次深化的过程,在实践中,产业集群本身作为一个复杂系统表现出各子系统之间的非线性关联,其形态迥异的演进过程表明产业集群是一个多维度的现象,需要从不同的视角加以研究。Michael Porter^[1]教授通过构建产业集群竞争力影响因素的“钻石模型(Diamond model)”,基于规范分析的技术路线,

[3] 王君,樊治平.组织知识管理绩效的一种综合评价方法[J].管理工程学报,2004,18(2):44-48.
[4] 王军霞,官建成.复合DEA方法在测度企业知识管理绩效中的应用[J].科学学研究,2002,20(1):84-88.
[5] 李顺才,常荔,邹珊刚.企业知识存量的多层次灰关联评价[J].科研管理,2001,22(3):73-78.
[6] 朱启红,张钢.基于神经网络的企业知识管理评价模型[J].科学学与科学技术管理,2003(8):32-34.
[7] 丁勇,梁昌勇,陆文星.基于证据推理的企业知识管理绩效评价方法[J].清华大学学报(自然科学版),2006,46(S1):983-989.
[8] HWANG C L, MASUD A. Multiple Objective Decision Making Methods and Applications [M]. New York:Springer Verlag, 1979.

[9] 吕强.TOPSIS在供应商评价中的应用 [J]. 价值工程,2004(1):66-68.
[10] 赵克勤.集对分析及其初步应用[J].大自然探索,1994(1).
[11] VINCENT MOUSSEAU, LUIS DIAS. Valued outranking relations in ELECTRE providing manageable disaggregation procedures[J]. European Journal of Operational Research, 2004: 467-482
[12] 曾宪报.关于组合评价法的事前事后检验[J].统计研究,1997(6):56-58
[13] 白雪梅,赵松山.多种综合评价方法的优劣判断研究[J].统计研究,2000(7):45-49.
[14] 陈国宏,李美娟.基于方法集的评价方法集化研究[J].中国管理科学,2004(2):101-105.

(责任编辑:王尚勇)

收稿日期:2007-10-17

基金项目:浙江省自然科学基金(Y6080196)

作者简介:李文博(1978-),男,山东菏泽人,浙江师范大学工商管理学院讲师,浙江工商大学工商管理学院博士研究生,研究方向为创新与知识管理。

开创了产业集群竞争力评价的基础性工作,并得到了广泛的应用。Tracey^[2]等认为,应从 5 个维度评价产业集群竞争力:功能差异化程度(Extent of functional differentiation)、网络密度(Network density)、网络凝聚力(Network cohesion)、网络集中化(Network centralization)和网络基础设施质量(Quality of network infrastructure)。Padmore & Gibson 则建立了产业集群竞争力定量评价的 GEM (groundings enterprises markets)模型,该模型以世界范围的集群竞争为标准,采用一种系统方法来评价产业集群的优势和劣势。

基于以上学者相关文献的动态考察,可得出结论:产业集群竞争力是结果和产生这些结果的执行动因之间因果关系的一连串假定,各维度之间的因果关系链贯穿始终。由此推演,产业集群竞争力不是一个能直接衡量的特征变量,评价产业集群竞争力必须首先构建一定的模型;其次,根据模型进行指标体系的选择。肖家祥、黎志成^[3]将主观赋权法和客观赋权法综合集成,提出基于组合赋权法的产业集群竞争力评价模型,并应用该模型对武汉东湖光电子信息产业集群的竞争力进行了评价。蒋录全等^[4]在“从影响主体确定到系统结构分解”的方法论指导下,对产业集群竞争力评价体系进行系统设计,构建了一套涵盖 12 个因素、46 个子因素和 97 项显性观测指标的 5 层测评体系。刘爱雄、朱斌^[5]从因素观点、结构观点和能力观点 3 个角度概述了产业集群竞争力的内涵,并运用 AHP 法评价了产业集群竞争力。以上文献对于评价模型和方法的选择,特别是指标权重的确定,都集中于模糊评价法、AHP 法等传统评价方法,其缺陷是将评价指标视为孤立,而不是系统的关联过程,即局限在元件层面而非总体整合层面。

2 网络分析法的基本步骤

网络分析法 (Analytical Network Process, ANP) 可用于评价带反馈的多属性网络,其基本思想是将系统内各元素的关系用类似网络结构表示,而不是简单的递阶层次结构。ANP 理论的核心是充分考虑各层次之间以及同一层各元素之间的相互作用关系,对各方案进行综合评价并得出最佳决策,是一种帮助组织进行决策的高效实用的计算工具。网络分析法的基本步骤可作如下描述^[7]:

Step1. 计算未加权超矩阵

设总目标为 g , 网络层有元素集 C_1, C_2, \dots, C_N , 其中, C_i 包含元素 $e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in_i}$, 以总目标 g 为准则, 以 C_j 中元素 e_{jl} ($l=1, 2, \dots, n_j$) 为次准则, 元素集 C_i 中的元素相对于 e_{jl} 的重要度进行比较, 即按照 1-9 标度构造判断矩阵。

e_{il}	$e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in_i}$	归一化特征向量
e_{i1}		$w_{i1}^{(j)}$
e_{i2}		$w_{i2}^{(j)}$
...		...
e_{in_i}		$w_{in_i}^{(j)}$

根据一致性检验, 如果上述矩阵的特征向量满足相容

性条件, 则为元素集 C_i 中的元素相对于 e_{jl} 的重要度排序向量。同理, 可以得到相对于其它元素的排序向量, 这些向量组合得到的矩阵为:

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} w_{i1}^{(j1)} & w_{i1}^{(j2)} & \dots & w_{i1}^{(jn_j)} \\ w_{i2}^{(j1)} & w_{i2}^{(j2)} & \dots & w_{i2}^{(jn_j)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{in_i}^{(j1)} & w_{in_i}^{(j2)} & \dots & w_{in_i}^{(jn_j)} \end{bmatrix}$$

矩阵的列向量代表的是元素 $e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in_i}$ 对 C_j 中元素 $e_{j1}, e_{j2}, \dots, e_{jn_j}$ 的重要度排序向量, 把所有的网络层元素相互影响的排序向量组合起来就得到一个在目标 g 下的超矩阵, 即未加权超矩阵。

Step2. 计算加权超矩阵

上述未加权超矩阵 W 的子块 W_{ij} 是列归一化的, 但 W 却不是列归一化的, 为此以总目标 g 为主准则, 以元素集 C_j ($j=1, 2, \dots, N$) 为子准则, 其它元素集根据 C_j 的影响两两比较, 得到一个归一化的元素集排序向量, 其中与 C_j 无关的元素集对应的排序向量分量为 0。

C_j	c_1, \dots, c_N	归一化特征向量
c_1		a_{1j}
...		...
c_N		a_{Nj}

将所有元素集排序向量组合起来, 得到元素集权重矩阵:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{N1} & \dots & a_{NN} \end{bmatrix}$$

矩阵 A 与 W 相乘, 得到列和为 1 的加权超矩阵 $\bar{W} = (a_{ij}w_{ij}), i=1, \dots, N; j=1, \dots, N$ 。

Step3. 计算极限超矩阵

在网络分析中, 加权超矩阵需要做稳定处理, 即计算极限超矩阵 $\bar{w}^\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} \bar{w}^t$ 。若该极限值收敛且唯一, 且各列向量相同, 则 \bar{w}^∞ 的列向量代表所有元素的全局权重。

3 基于网络分析法的产业集群竞争力评价体系构建

3.1 产业集群竞争力评价的网络形态特性

国外学者很早就开始运用系统科学理论研究产业集群竞争力^[6], 国内学者的此类研究文献还少有所见。产业集群具有典型的网络形态特性, 集群内产业间是相互关联的, 并且各种类型的组织间存在广泛的互动关系。复杂网络关联的观点可以在一定程度上解释产业集群的衍生、演化, 指导产业集群竞争力的培育。产业集群实质上是一个复杂的网络, 因为它具备网络的 3 个基本要素: 行为主体、资源和活动。行为主体主要包括企业、大学、研究机构、地方政府、金融机构以及中介机构等, 可以进一步抽象为网络中的活性节点, 各个节点具有不同的特性, 并基于共享交叉关系, 按非线性方式进行状态转化; 资源包括硬件基

基础设施、金融资产、人力资源等;集群中的活动主要指集群内部活性节点之间的相互作用。概言之,产业集群系统是一个由诸因素交互作用的复杂网络构成的非线性系统,处于非均衡状态,系统内各要素的联系方式,系统与环境的联系都是在不断变化的,这样就导致产业集群竞争力的不确定性。在网络中,还存在着可观测到的复归现象,每个环节都反馈作用于它前面的环节。产业集群复杂网络中的互动关联性,涌现出网络整体上的动态演化行为模式,而这种行为模式又导致网络结构的不断变化与更替。

以上论述表明,区别于传统的间断、均衡及单体问题,产业集群竞争力是一个涉及多因素的复杂非线性系统,必须把系统科学中,反馈、涌现、网络、关联的理论和研究成果纳入到产业集群竞争力的研究中来。由此演绎出研究产业集群竞争力评价问题的新视角——系统科学的研究视角,即在观察一连串的变化过程中,从更大的循环辨识因果的互动关联关系,而不是局限在元件层面。

3.2 评价系统的结构分解:各维度指标之间的因果关系链

产业集群竞争力评价系统中,因果关系链贯穿始终,它被视为关联节点之间普遍存在、互为因果的变化过程。各一级指标之间存在关联关系,比如,产业集群效益指标和创新能力指标之间,企业提高净利润总额,可有更多的研发经费促进创新;而提高创新能力,又可进一步提升产业集群的效益指标。类似地,各一级指标内部也存在关联关系,比如,在集群市场指标内部,区域品牌知名度与主导产业优势、产品销售收入都有较强的相关性。总之,产业集群竞争力的 5 个构成要素是相互影响、相互制约的。采用传统的 AHP 法建立指标体系显得不精确,未能很好地考虑其系统的内部结构,采用网络分析法则不存在这个问题。本研究借鉴文献[3]的已有研究成果,构建评价指标体系,一级指标分为 5 类:集群规模指标、集群效益指标、集群市场指标、创新能力指标和集群功能指标,具体详见图 1、表 1。

3.3 基于网络分析法的产业集群竞争力评价框架

基于产业集群竞争力的评价指标体系、各评价指标的关联关系和网络分析法的基本步骤,作进一步推演,可建立如下的产业集群竞争力评价框架,如图 1。图 1 表明,产业集群竞争力评价体系的网络分析法很好地显示了主因子之间的相互影响结构,较 AHP 法的递阶独立结构更能体现出产业集群竞争力的系统性。

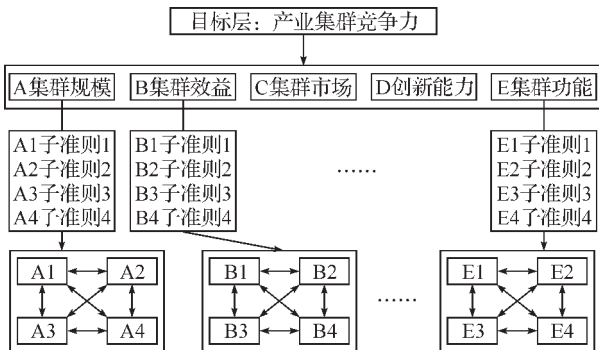


图 1 基于网络分析法的产业集群竞争力评价框架

4 产业集群竞争力评价实例应用

网络分析法赋权的核心工作,即解超矩阵,实际运用中可用 Super Decision 软件进行。Super Decision 的基本操作步骤如下^[8]:

Step1. 将一个复杂问题分解成各个元素组(cluster)和元素(element),同时在程序中选择相应按键,逐个输入元素组和元素。Super Decision 软件提供的标准模板是将任何一个决策问题归结为从利益(Benefits)、成本(Costs)、机会(Opportunities)、风险(Risks)四个准则来考虑,即可以将决策问题转化为 BOCR 四个方面去评价。

Step2. 在每个准则之下,可分别构造子网络、子子网络,网络内部有元素组,元素组内有元素。然后,按支配关系将各个元素组和元素聚类形成网络结构,确定元素组织间和元素之间的关系,主要判断元素层次是否内部独立,是否有依存和反馈关系存在,按照比例标度经过人们的判断,针对某一目标,对元素组织之间和元素之间进行逐一比较,构成两两对比矩阵。在输入方式上,可采用矩阵式,也可以直接以文件形式输入数据。

Step3. 根据上述输入,Super Decision 软件就可以构造超矩阵,加权超矩阵,极限超矩阵,最终可得综合优势度,另外,还可以进行灵敏度的计算。

建立模型结构后,要针对每一个父元素(父节点)建立判断矩阵,本研究中采用 Satty 的 1-9 标度,对所建立的产业集群竞争力评价体系,参照 ANP 计算权重的步骤,计算该体系的权重,如表 1。

表 1 产业集群竞争力评价指标权重

目标	一级指标	二级指标	权重
产业集群竞争力评价	集群规模指标 0.0992	企业规模	0.0401
		工业总产值	0.0407
		年末从业人员	0.0085
		年末资产总计	0.0099
	集群效益指标 0.1713	净利润总额	0.0378
		出口创汇总额	0.0332
		工业增长速度	0.0332
		全员劳动生产率	0.0671
	集群市场指标 0.1079	产品销售收入比例	0.0112
		销售服务人员总数	0.0112
		主导产业优势	0.0342
		区域品牌知名度	0.0513
	创新能力指标 0.3108	技术收入比例	0.0906
		技术开发支出比例	0.0622
		研究开发人员比例	0.0638
高学历人员比例		0.0942	
集群功能指标 0.3108	年度基建投资	0.0139	
	年末外资企业数	0.0231	
	集群网络成熟度	0.1515	
	集群区位优势	0.1223	

以文献[3]中表 2 提供的时间序列数据为样本,对武汉东湖光电子信息产业集群 4 年的竞争力进行评价,综合评价结果 ANP 值分别为 0.1328、0.2351、0.2896、0.3652。上述评价结果表明产业集群竞争力呈逐年上升趋势,与文献[3]提供的算法相比,该模型采用的指标权重确定方法,更

加体现指标的非线性关系,权重分配趋向均衡化,体现了指标内部之间相互依存与制约的关系。

5 结语

网络分析法作为多指标综合评价的方法可广泛应用于许多领域。本文利用网络分析法,充分考虑了各因素之间的相互依赖和反馈关系,建立了指标非线性组合关系的多属性综合评价决策模型与算法,并加以应用,从而为评价产业集群竞争力提供了一种新的思路。本论文的进一步研究方向是:在应用模型中加入一个反馈循环系统,对评价因素中的随机扰动因子及时反馈,这将使网络分析法模型成为更加有效的工具。

参考文献:

- [1] PORTER M. The Competitive Advantage of Nations [M]. New York: Free Press, 1990:35-52.
- [2] TTACEY PAUL CLERK, GORDON L. Alliances Networks and Competitive Strategy: Rethinking Clusters of Innovation [J]. Growth & Change, 2003, 34(1):1-16.
- [3] 肖家祥, 黎志成. 基于组合赋权法的产业集群竞争力评价[J]. 科技进步与对策, 2005, 22(4):30-62.
- [4] 蒋录全, 吴瑞明, 刘恒江, 等. 产业集群竞争力评价分析及指标体系设计[J]. 经济地理, 2006, (1):37-41.
- [5] 刘爱雄, 朱斌. 产业集群竞争力及其评价[J]. 科技进步与对策, 2006, 23(1):144-146.
- [6] KRUGMAN P. Competitiveness: a Dangerous Obsession, Myths and Realities of U.S. Competitiveness [C]. In Pop Internationalism, Cambridge MA: MIT Press, 1996:26-49.
- [7] 孙宏才, 田平. 网络层次分析法(ANP)与科学决策[M]. 北京: 海洋出版社, 2001:54-63.
- [8] 刘睿, 余建星, 孙宏才, 等. 基于 ANP 的超级决策软件介绍及应用[J]. 系统工程理论与实践, 2003, (8):141-143.

(责任编辑:王尚勇)

The Evaluation Research of Industrial Clusters Competitiveness Based on Analytical Network Process

Li Wenbo

(School of Business Administration, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract: This paper firstly introduces the general steps of analytical network process. Then, this paper proposes a competitiveness evaluation system based on analytical network process, which manifests the influence and impact in the evaluation indexes. At last, an example is given by applying analytical network process in super decision software to prove its validity.

Key Words: Industrial Clusters; Competitiveness; Analytical Network Process; System Perspective