

产业关联梯度场模型的建立与分析

杨先卫

(海军工程大学 管理学院, 湖北 武汉 430030)

摘要:利用场理论的相关方法,建立了产业关联分析的梯度场模型,提出产出梯度、波及效应梯度、感应度梯度、影响力梯度等新概念,并给出了其理论意义和计算公式,从而为了解各产业在产业空间中的地位、作用、影响及其变化提供了简便的量化分析方法。结合江苏产业系统的实例,预测了江苏产业结构及产业关联的发展变化。

关键词:产业关联;梯度场;产出梯度;波及效应;江苏省

中图分类号:F062.9

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2005)06-0086-03

0 前言

由美国著名经济学家瓦西里·列昂惕夫提出的投入产出分析方法为我们分析产业在区域空间中的联系和作用提供了基础,长期以来,研究者们已通过对投入产出模型(简称)大量的理论分析与实证,对产业关联提出了一系列度量指标,这些成果在我国区域经济中也得到了日益广泛的应用。但是这些指标都是静态的,而产业空间和产业关联在实际中是动态变化的。如何反映这种动态的变化情况,如何预测各产业在产业空间中的地位、作用、影响及其变化,从而制订相适应的产业政策和区域政策是相当必要的,也具有重要的现实意义。本文力图用场理论的研究方法对这一问题进行探讨,希望能有所启示。

1 场理论概述

1.1 场的基本概念

在许多科学技术问题中,常常要考察某种物理量(如温度、密度、电位、力、速度等等)在空间的分布和变化规律,为了揭示和探索这些规律,在数学上就引进了场的概念。在场论中对场的定义是这样的:“如果在全部空间或部分空间里的每一点,都对应着某个物理量的一个确定的值,就说在这空间

里确定了该物理量的一个场。”可见场是指分布在空间区域内的物理量或数学函数。

1.2 梯度与梯度场

一个标量函数的梯度是一个向量,它在某一点的量值等于该函数在该点的最大增加率,其方向即为最大增加率的方向。在直角坐标系中,关于梯度的运算,可写成:

$$\text{grad}Q(x,y,z) = \nabla Q = \frac{\partial Q}{\partial x} \bar{i} + \frac{\partial Q}{\partial y} \bar{j} + \frac{\partial Q}{\partial z} \bar{k}$$

我们可以将梯度概念推广至区域经济和产业经济中,可将各个区域(经济)、各个产业视做空间中的点,这些点的产出、收益和费用的变化,都可以通过一定的梯度形式表现出来,从而形成一定范围的梯度场。

2 产业空间关联分析中的梯度场

列昂惕夫全国静态投入产出模型构造出了一个产业经济空间,对这个相互依存、相互影响的产业经济空间,我们可以通过上述场的基本概念来描述。

2.1 产出梯度场

若令为列昂惕夫逆阵,可知

$$X = BY \quad (1)$$

$$B = (I - A)^{-1} \quad (2)$$

其中, A 是一个 $n \times n$ 的系数矩阵, B 是 $n \times n$ 的产出系数逆阵, X 是 $1 \times n$ 的总产出列矩阵, Y 是 $1 \times n$ 的最终需求列矩阵。

则根据矩阵函数梯度的求取方法,有:

$$\nabla X = \nabla B \cdot Y = B \cdot \nabla Y \quad (3)$$

式中, ∇X 为产出梯度场, ∇B 为列昂惕夫逆阵 B 的梯度场,也可称为波及效应梯度场, ∇Y 为最终需求列矩阵的梯度场。

(1) 波及效应梯度场 ∇B 。

根据梯度的定义, ∇B 的推导可分成两步:第一步,求偏导数;第二步,导出梯度场。

由(2)式可得:

$$\frac{\partial B}{\partial a_{kl}} = -(I - A)^{-2} \frac{\partial (I - A)}{\partial a_{kl}} \quad (4)$$

而 $\frac{\partial (I - A)}{\partial a_{kl}} = -\frac{\partial A}{\partial a_{kl}}$

代入(4)式得:

$$\frac{\partial B}{\partial a_{kl}} = -(I - A)^{-2} \frac{\partial A}{\partial a_{kl}} = B^2 \frac{\partial A}{\partial a_{kl}}$$

因此有:

$$\frac{\partial b_{ij}}{\partial a_{kl}} = \sum_{p=1}^n \sum_{q=1}^n b_{ip} b_{pq} \frac{\partial a_{pq}}{\partial a_{kl}} \quad (5)$$

很显然 $\frac{\partial a_{ij}}{\partial a_{kl}} = \begin{cases} 1 & i=k \text{ 且 } j=l \\ 0 & i \neq k \text{ 且 } j \neq l \end{cases}$

代入(5)式可得 $\frac{\partial b_{ij}}{\partial a_{kl}} = b_{ik} b_{jl}$

那么: $\nabla b_{ij} = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n \frac{\partial b_{ij}}{\partial a_{kl}} \bar{a}_{kl} = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n b_{ik} b_{jl} \bar{a}_{kl}$

其中, $\{\bar{a}_{kl}; k=1, \dots, n; l=1, \dots, n\}$ 构成了 n^2 个相互独立的单位向量。 \bar{a}_{kl} 是对应于矩阵元

素 a_{ki} 的单位向量。

这样, ∇B 可定义为: $(\nabla B)_y = \nabla b_{ij}$, 即:

$$\nabla B = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^n \begin{bmatrix} b_{ik}b_{i1} & b_{ik}b_{i2} & \dots & b_{ik}b_{in} \\ b_{2k}b_{i1} & b_{2k}b_{i2} & \dots & b_{2k}b_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{nk}b_{i1} & b_{nk}b_{i2} & \dots & b_{nk}b_{in} \end{bmatrix} \bar{a}_{ki}$$

(2) 最终需求列矩阵的梯度场。

有定义 $\nabla Y = (\nabla Y_1, \nabla Y_2, \dots, \nabla Y_n)^T$

$$\text{其中 } \nabla Y_i = \sum_{j=1}^n \frac{\partial Y_i}{\partial Y_j} \bar{Y}_j \quad (6)$$

式中 \bar{Y}_j 是对应于元素 Y_j 的单位向量, 而

$$\frac{\partial Y_i}{\partial Y_j} = \begin{cases} 1 & i=j \\ 0 & i \neq j \end{cases}$$

代入(6)式有: $\nabla Y_i = \bar{Y}_i$

则 $\nabla Y = (\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_n)^T$

(3) 产出梯度场。

我们定义总产出的梯度场如下:

$$\nabla X = (\nabla X_1, \nabla X_2, \dots, \nabla X_n)^T$$

根据(3)式有:

$$\begin{aligned} \nabla X_i &= \sum_{j=1}^n (Y_j \nabla b_{ij} + b_{ij} \nabla Y_j) \\ &= \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n b_{ik} b_{kj} Y_l \bar{a}_{kl} + \sum_{j=1}^n b_{ij} \bar{Y}_j \end{aligned}$$

因此, ∇X 可以写成以下的矩阵形式:

$$\nabla X = \begin{bmatrix} \nabla b_{11} & \nabla b_{12} & \dots & \nabla b_{1n} \\ \nabla b_{21} & \nabla b_{22} & \dots & \nabla b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \nabla b_{n1} & \nabla b_{n2} & \dots & \nabla b_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{Y}_1 \\ \bar{Y}_2 \\ \dots \\ \bar{Y}_n \end{bmatrix}$$

2.2 感应度梯度和影响力梯度

对照投入产出模型中的感应度系数和影响力系数, 我们也可以引入相应的感应度梯度和影响力梯度这两个概念, 借此分析某产业在整个产业空间的感应度和影响力的发展变化。

(1) 感应度梯度公式:

$$ST_i = \frac{\frac{1}{n} \left| \sum_{j=1}^n \nabla b_{ij} \right|}{\frac{1}{n^2} \left| \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \nabla b_{ij} \right|} \quad (i, j=1, 2, \dots, n)$$

式中: ST_i 为 i 产业受其它产业部门影响的感应度梯度值; ∇b_{ij} 为波及效应系

数梯度场 ∇B 中的第 i 行第 j 列的系数。

(2) 影响力梯度公式:

$$TT_i = \frac{\frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^n \nabla b_{ij} \right|}{\frac{1}{n^2} \left| \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \nabla b_{ij} \right|} \quad (i, j=1, 2, \dots, n)$$

式中: TT_i 为产业对其他产业部门的影响力梯度值。

2.3 梯度场的理论意义

(1) 波及效应梯度场的理论意义。根据产业关联作用分析, 投入产出的波及效应, 是在最终需求发生变化时, 经由逆阵系数向各产业部门传导的, 在这里是假设技术条件不变从而逆阵系数在一定时期内是稳定的。然而, 由于技术进步、产品结构和产业结构的变动, 所引起的直接消耗系数变动是相当频繁的, 从而自然会引起相关产业的直接消耗和完全消耗的变动。这种直接变动和波及变动, 是在一个由不同产业构成的网络空间中进行的, 完全可以用波及效应梯度场来描述。故波及效应梯度场可以反映当某一产业发生变动时, 该产业与其它产业相互关系和相互作用的发展变化。

(2) 产出梯度场的理论意义。根据上述梯度的定义, 很显然通过产出梯度场可以判

断不同地区各产业的位势高低及其变化, 从而了解各产业在经济空间中的地位、作用、影响及其变化, 并为制订相适应的产业结构和区域政策, 提供理论依据和价值。

3 实证探讨: 江苏省产业空间关联的梯度分析

本文以江苏省统计信息网提供的 2000 年投入产出表为研究对象, 运用上面的相关公式求出了感应度系数和感应度梯度值、影响力系数和影响力梯度值、产出梯度值。附表中各指标梯度值前括号里的数字为该指标梯度值排名, 指标排名变化预测前括号里的数字为该指标原始排名 (即 2000 年排名)。通过指标梯度值排名与原始排名的对比, 可以对该指标今后排名的变化趋势进行预测。下面按国家统计局对三次产业的划分标准进行结果分析。

3.1 江苏省第一产业发展趋势分析

农业生产今后将继续保持稳定但在整个产业中的地位将略为下降。农业的影响力和感应度排名将略升, 表明农业产业化经营和农业现代化建设成效已日益提高, 农村改革与发展状况良好, 农村私营个体经济和第

附表 江苏省各指标梯度值及指标排名变化预测表

产业部门	产出梯度	产出排名变化预测	影响力梯度	影响力排名变化预测	感应度梯度	感应度排名变化预测
农业	(8)11458	(5)略降	(11)1.69	(15)上升	(8)2.01	(10)不变或略升
采掘业	(5)12365	(17)上升快	(12)1.62	(16)上升	(5)2.17	(3)不变
食品制造及烟草加工业	(6)12163	(9)略升	(5)2.01	(7)不变或略升	(6)2.14	(13)上升快
纺织服装制造业	(3)15525	(3)不变	(2)2.45	(5)上升	(3)2.73	(8)上升快
炼焦煤气及石油加工业	(7)11997	(18)上升快	(7)1.98	(9)不变或略升	(7)2.11	(6)不变或略降
化学工业	(2)15760	(2)不变	(4)2.25	(8)上升	(2)2.77	(2)不变
金属制品业	(12)9911	(14)略升	(8)1.96	(4)下降	(12)1.74	(16)上升
机械工业	(10)10427	(7)略降	(6)1.99	(3)下降	(10)1.83	(14)上升
电子及通信设备制造业	(4)14226	(11)上升快	(3)2.32	(2)不变或略降	(4)2.50	(11)上升快
其它制造业	(1)23280	(1)不变	(1)2.56	(1)不变或略升	(1)4.09	(1)不变
电力蒸气及水生产和供应业	(14)9699	(13)不变或略降	(15)1.55	(12)下降	(14)1.71	(7)下降快
建筑业	(18)8368	(4)下降快	(9)1.77	(6)下降	(18)1.47	(17)不变或略降
运输仓储及邮电业	(13)9864	(10)略降	(17)1.47	(17)不变	(13)1.73	(5)下降快
商业饮食业	(9)11167	(6)略降	(16)1.54	(13)下降	(9)1.96	(4)下降快
金融保险业	(17)9032	(15)略降	(18)1.39	(18)不变	(17)1.59	(12)下降快
房地产业	(16)9139	(16)不变	(10)1.69	(10)不变	(16)1.61	(18)不变或略升
社会服务业	(11)9922	(12)不变或略升	(14)1.56	(14)不变或略降	(11)1.74	(9)不变或略降
其它服务业	(15)9277	(8)下降快	(13)1.60	(11)不变或略降	(15)1.63	(15)不变或略降

三产业发展较快。江苏省农业结构今后将更趋合理,农业结构将从技术水平低下的粗放型农业向技术要求较高的集约型农业逐步发展。

3.2 江苏省第二产业发展趋势分析

(1)采掘业、炼焦煤气及石油加工业、电子及通信设备制造业(以下简称电子业)今后的增长速度快,产业地位将大幅度上升。电子业感应度排名将提升很快,预示着电子业正逐渐成为江苏省技术引进中增长最快同时也是最主要的行业,这得益于目前经济正处在由工业化向信息化转型时期,为电子业的发展提供了良好的发展机遇,以及我国加入WTO为电子及通信设备制造业提供了更为广阔的发展空间,也促进了该行业技术引进的发展。可以预见,电子及通信设备制造业将成为江苏省今后拉动经济增长的主要力量。

(2)食品制造及烟草加工业、金属制品业、机械工业、电力蒸汽及水生产和供应业(以下简称电力业)今后的发展将相对平稳,波动性不大,产业地位稳定。但是电力业影响力和感应度排名呈下降趋势,这显然与它在经济发展中所起的作用是极不相称的,长此以往,电力业必将成为制约江苏省经济发展的瓶颈。这是因为电力业属于垄断行业,其技术更新和改造比较缓慢,能源不足和能源浪费状况并存,生产效率低下。另外江苏省能源结构单一,能源结构以煤炭占绝对比重,其污染排放已成为经济发展中的一个突出问题,严重地破坏了人们赖以生存的环境,进而影响经济的可持续发展,且导致电力成本大幅上涨,企业效益下降。

(3)建筑业今后的发展速度将回落,增长将减缓,产业地位将大幅下降。这是因为目前建筑业的现实状况是劳动密集型的行业,是手工作业比重大的行业,也是一个效

益低下的行业。建筑业现在的生产规模虽大,但效益很低,产值利润率低,劳动生产率也很低。故对建筑业深化改革、调整规模、优化结构、推进技术进步,提高全行业的发展质量将是一项十分重要的任务。

(4)纺织服装制造业、化学工业、其他制造业将继续保持领先地位,发展速度是高速且稳定的。另外,它们的影响力和感应度排名在今后还将有所上升,从而处在整个产业空间的前列,特别是其他制造业的感应度排名在今后上升幅度会很大。原因是这3种产业这几年都进行了有效的结构调整,技术改造步伐加快,装备水平不断提高。

从以上的分析可见,化学工业、其它制造业、机械工业、纺织业、食品制造业等支柱产业在今后仍将占据重要位置。与此同时,以电子、通信及制造业为龙头,以沿江高新技术园区为基地的高新技术产业已逐渐成为最显活力的先导性产业,其产值保持高速增长,产业规模不断扩大,产品外向度提高,高附加值、高效益和对经济增长“助推器”的特点将日益显现。

3.3 江苏省第三产业发展趋势分析

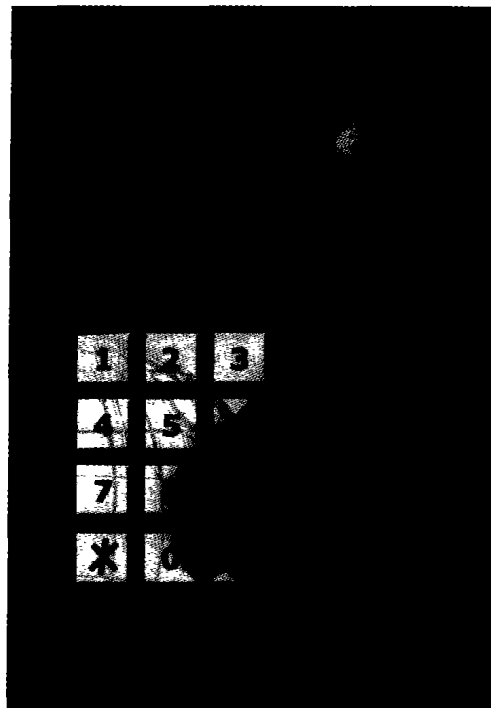
整个第三产业(运输仓储及邮电业、商业饮食业、金融保险业、房地产业、社会服务业、其他服务业)在产出、影响力、感应度排名整体上呈下降趋势。可以预见第三产业在整个产业空间的地位今后将下降,造成此种局面的原因有以下两个方面:一是第二产业继续保持高速增长的强劲态势;二是第三产业内部结构不尽合理,智力型行业比较薄弱,市场体系、综合服务体系和社会保障体系不够完善,阻碍第三产业发展的传统体制和机制问题还未根本解决。故按照西蒙·库兹涅茨关于三次产业结构演进规律的理论,一般而言,第三产业增加值所占的比重越大,产业结构水平越高,反之则越低。故可以

预测今后江苏省产业结构低度化的趋势还将继续。

参考文献:

- [1]M.Sonis & G.Hewings.Fields of Influence and Extended Input-Output Analysis:A Theoretical Account[M].Aldershot:Avebury,1991.
- [2]Xu Songling and Peter Gould.The Grad Field of Input-Output Models and the Nature of Coefficients[C].Economic Systems Research.Abingdon:Carfax Pub. Ltd.,1991.367-371.
- [3]冯宗宪.经济空间场理论与应用[M].西安:陕西人民出版社,2000.
- [4]刘志彪,王国生,安国良.现代产业经济研究[M].南京:南京大学出版社,2001.
- [5]谢树艺.矢量分析与场论[M].北京:高等教育出版社,1985.

(责任编辑:慧超)



A Grads Field Mold on Analysis of Industrial Relations

Abstract: In this paper, a new grads field mold of industrial relations is set up by using the method of field theory. Some of the new concepts such as Output grads, Spread effect grads, Induction grads, and Influence grads along with their theoretical meaning and formula are put forward. The paper provides a handy method of quantitative analysis for understanding the status, effect, influence, and variety of each industry in the industrial space. In the end, It analyses the development of industrial structure and industrial relations of Jiangsu province.

Key words: industrial relations; grads field; output grads; spread effect