基于博弈论的产业链稳定性问题研究

孙国栋[1], 王　宁[2]

(1.北京工业大学 经济与管理学院, 北京 100022; 2.北京邮电大学 经济管理学院, 北京 100876)

摘　要: 以博弈论理论为基础, 从产业链成员企业间利益合理分配的角度研究了产业链的稳定性问题, 给出了产业链中各成员企业的收益分配方法。

关键词: 产业链; 稳定性; 博弈论

中图分类号: F062.9　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1001-7348(2006)09-0083-02

0　前言

产业链是在经济全球化、知识化和信息化背景下, 为了适应国内外日趋激烈的市场竞争, 而产生的一种新型企业运作模式。它是在一定的地理区域内, 以某一个产业中具有竞争力或竞争潜力的企业为链核, 与相关产业的企业以产品、技术、资本等为纽带结成的一种具有价值增值功能的战略关系链[1]。产业链是一个长期的战略合作体, 产业链中的成员企业间是一种战略合作关系, 是一个利益共同体, 但同时产业链成员企业间仍然是不同的利益个体。各成员企业在实现产业链整体利益最大化的基础上, 都极力争取能实现自身利益的最大化, 如果成员企业不能得到自己应有的合理回报, 就可能会选择退出所在的产业链, 造成产业链的断裂。由此可见, 产业链成员企业间利益的合理分配是产业链的一个焦点问题, 直接影响着产业链的稳定和发展。

1　产业链博弈模型

产业链是由多个企业组成的动态战略联盟, 产业链管理的目标就是更好地协调产业链中各个企业间的关系, 有效地控制好产业链中的中间产品、信息流、价值流, 保持好产业链的灵活稳定, 使整个产业链的效益最大化, 所以产业链的稳定性是一个很重要的问题。产业链稳定性是在满足终端消费者需求的前提下, 使各个联盟企业相互合作, 共同使收益最大化, 并使收益在各个成员企业之间进行合理分配, 保持产业链稳定。本文采用博弈论中的 n 人合作博弈模型来对产业链的稳定性问题进行研究, 通过该模型求得产业链中各个成员企业的最优收益分配方案, 以确保产业链的稳定性。

1.1　特征函数

本文假设 n 个产业链中的伙伴企业所组成的战略联盟记为 N, 因此有:

(1) 参与人集合 $N=\{1,\cdots,n\}$;

(2) 各个参与人的策略集合为: $X^1, X^2, \cdots, X^n$;

(3) n 个实值函数: $E_1, E_2, \cdots, E_n$(支付函数), 其 $E_i(x^1, x^2, \cdots, x^n)$ 表示参与者 1 采用策略 x^1, 参与者 2 采用 x^2, …, 参与者 n 采用策略 x^n, 参考与 i 所得到的支付。

现取参与人的集合为 $N=1, 2, \cdots, n$, N 的任意子集称为联盟, 所有联盟的全体记为 E(N)。

为了进一步研究, 这里我们作一定义: n 人博弈的特征函数是指定义在 E(N) 上的一个实函数 v, 其中 v(S) 表示联盟, S 为通过协调其成员的策略所能保证得到的最大收益值。

为了统一, 定义空联盟的特征函数为 0, 即 v(0)=0。所作定义的含义是: 假如 S 中的参与人可能采用的策略集为 X_s 而 N-S 中的参与人可能采用的策略集为 Y_{N-S}, 则:

$$v(S)=\max_{X\in X_S}\min_{Y\in Y_{N-S}}\sum_{i\in S}e_i(X,Y)$$

式中, $e_i(X, Y)$ 为参与人 i 的所得, X, Y 为参与人选用的策略。

我们由上面的定义可以得出: 如果 S 和 T 是不相交的产业链联盟, 则会有 $v(S\cup T)\geq v(S)+v(T)$, 特征函数的这一性质我们称之为超加性。当式中等号成立时, 其博弈被称为非本质博弈, 此时 $v(N)=\sum_{i=1}^{n}v(\{i\})$。凡不是非本质的博弈都称为本质博弈。

1.2　分配向量

为了保证产业链的稳定, 必须先确定各参与人如何分配所得收益, 在讨论分配向量问题时, 我们首先进行以下两个假设:

(1) 各个参与人都用相同的尺度来衡量他们的收益。

(2) 博弈的收益可以按任何方式分配, 也就是说收益是无限可分的, 而且也不难将受益从一个参与人转到另外一个参与人。这种转过去的收益我们称之为旁支付。

在此我们作第二个定义, 我们定义在特征函数为 v 的 n 人博弈中, 分配向量 $x=(x_1, x_2, \cdots, x_n)$ 是满足下列条件的向量:

$$\sum_{i}^{n}x_i=v(N),\quad x_i\geq v(i), i=1, 2, \cdots, n$$

收稿日期: 2005-10-20

作者简介: 孙国栋(1981-), 男, 山东荷泽人, 北京工业大学经济与管理学院硕士研究生; 王宁(1958-), 男, 辽宁抚顺人, 北京邮电大学经济管理学院教授, 博士。

式中，x_i是第 i 个参与人的报酬。

在非本质博弈中，只有一种分配向量，但本质博弈却可能有多种分配向量。设 x、y 是两种不同的分配向量，在比较两者的优劣时，各参与人不可能有统一的意见，这是因为对参与到产业链中的人 i 来说 $x_i \geq y_i$，即 x 好于 y，但对另外的一些人来说 y 比 x 好。此时是否能实现分配 x，就要看满足 $x_i > y_i$ 的那些参与人的全体 S 在没有其他人合作的情况下能否为其各成员实现分配 x 了。在此我们引入第三个定义：

我们设 x、y 为两个分配向量，假如 $x_i > y_i$ $(i \in S)$，$\sum_{i \in S} x_i \leq v(S)$，我们说 x 在 S 上优于 y。

进一步我们定义：博弈 v 的核心 c(v)是对任何产业链联盟都不能被优越的分配向量的集合。若 x 在任何产业链联盟形成的核心中，则可以说 x 是这个产业链联盟的最佳分配向量，即使产业链联盟更倾向于另一种分配向量 y，他也没有力量（$\sum y_i > v(S)$）强行改变。当然，核心中往往可能有不止一个的分配向量。

x 在核心中的充分必要条件是：

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = v(N),\ \sum_{i \in S} x_i \geq v(i),\ S \subset N$$

2.3　产业链中的博弈模型

在产业链中，n 个战略伙伴联合起来组成产业联盟，通过信息交流、资源共享、协作生产使整个产业链效益最大化。我们用下式来描述该最优化问题：

$$\begin{cases} \max f(x) \\ \text{s.t. } g_i(x) \leq 0,\ 1 \leq i \leq m \\ x \geq 0 \end{cases} \tag{1}$$

式中，f(x)为效益总额，$g_i(x)$为资源有限的约束条件（设有 m 种资源可供使用），$x=(x_1, x_2, \cdots, x_k)$，产业链所制造的最终产品的数量的向量，用 m 种资源可以制造 k 种产品。

为了方便求解，在此我们将这类制造过程简化为线性规划问题，因此首先作以下假设：

(1) 每个伙伴企业均拥有一定数量的资源 $R_1, R_2, \cdots, R_m$，即参与人 i 拥有 b_{i1} 个单位资源 R_1，b_{i1} 个单位的资源 R_2，…，b_{im} 个单位的资源 R_m。这些资源可用来制造产品 $G_1, G_2, \cdots, G_k$，当前市场上 $G_1, G_2, \cdots, G_k$ 的售价分别是 $P_1, P_2, \cdots, P_k$。

(2) 制造过程是线性的，即每制造一个单位的 G_h，需要 a_{1h} 个单位的 $R_1, \cdots, a_{mh}$ 单位的 R_m。

因此，产业链联盟 S 中的各个成员企业通过协作生产，并且使整个产业链效益最大化的线性规划问题可描述如下：

$$\begin{cases} \max \sum_{h=1}^{k} p_h x_h \\ \text{s.t. } \sum_{h=1}^{k} a_h x_h \leq \sum_{i \in S} b_{iq},\ q=1, 2, \cdots, m \\ x_h \geq 0,\ h=1, 2, \cdots, k \end{cases} \tag{2}$$

根据我们对特征函数v(S)的定义，该线性规划的解就是产业链联盟中 S 通过协调其伙伴企业的策略，以保证能达到的最大收益值，即该产业链联盟的特征函数。如果求出所有的联盟 S 的特征函数v(S)，就可得到一个博弈(N, v)。

由以上可知，求解式(2)（当 S=N 时）可得出最优的生产计划，以便用有限的资源去获得最大的收益。而如何将整个产业链联盟获得的收益合理地在各个成员企业间进行分配，保证产业链的稳定，则可通过上述博弈(N, v)加以解决。(2)式的向量形式为：

$$\begin{aligned} &\max px^T = v(S) \\ &\text{s.t. } Ax^T \leq b(S) \\ &x \geq 0 \end{aligned}$$

上式中 $p=(p_1, p_2, \cdots, p_k)$；$x=(x_1, x_2, \cdots, x_k)$；$b(S)=\sum_{i \in S} b^i$；$b^i=(b_{i1}, b_{i2}, \cdots, b_{im})^T$。

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1k} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mk} \end{bmatrix}$$

由线性规划的对偶定理我们可得到：

$$\begin{cases} \max yb(S)=v(S) \\ \text{s.t. } yA \geq p \\ y \geq 0 \end{cases} \tag{4}$$

上式中：$y=(y_1, y_2, \cdots, y_m)$

设 y^* 为(3)式对应于 S=N 的最优解，则 $y^*b(N)=v(N)$。

对于每一个$S \subset N$，$y^*b(N)$是(3)式的目标函数在可行集上的一个值，所以有：$y^*b(N) \geq v(N)$。

上述表明：$(y^*b^1, y^*b^2, \cdots, y^*b^n)$是核心中的一个分配向量，即产业链联盟的最优分配向量，而任何子联盟$S \subset N$都不能经营得更好，使成员企业分得更多收益。因此，联盟 $N=\{1, 2, \cdots, n\}$的内部是稳定的。

在最优分配向量$(y^*b^1, y^*b^2, \cdots, y^*b^n)$中，第 i 个企业分得的收益为：

$$\begin{aligned} y^*b^i &= (y_1^*, y_2^*, \cdots, y_m^*)(b_{i1}, b_{i2}, \cdots, b_{im})^T \\ &= y_1^*b_{i1} + y_2^*b_{i2} + \cdots + y_m^*b_{im} \end{aligned}$$

上述中，b^i 为成员企业 i 所提供的资源的数量向量。此式说明，要求各个成员企业收益，需要首先求出 m 种资源 $R_1, R_2, \cdots, R_m$ 的单价，各成员企业所得的收益额为自己所提供的每种资源数量乘以该资源的单价之总和。

3　结束语

随着时代的发展，产业链得到了大力发展，成为了提高区域综合经济实力和企业竞争力的重要模式。此前已有一些文章对产业链作了研究，本文是对产业链的稳定性问题的深入探讨。文章主要以博弈论理论为基础，从成员企业间利益调节的角度来对其稳定性进行研究。文章提出了产业链成员企业间的利益分配方法，旨在使整个产业链效益最大化的同时，保证各成员企业的收益最大化，形成各成员企业间共赢的合作关系，进一步提高整个产业链的竞争力。尽管本文所提利益分配方法不能说是最好的，但运用该方法可以实现对产业链成员企业间利益合理分配这个问题的定量研究，能为产业链成员企业间利益的合理分配提供参考，对维护产业链的稳定性具有一定的作用。

参考文献：

[1] 李心芹，李仕明，兰永.产业链结构类型研究[J].电子科技大学学报(社科版)，2004，(4)：60-63.

[2] 蒋国俊，蒋明新.产业链理论及其稳定机制研究[J].重庆大学学报，2004，10，(1)：36-38.

[3] 顾基发等.运筹学[M].北京：清华大学出版社，1986.388-420.

[4] 谢识予.经济博弈论[M].上海：复旦大学出版社，2001.1-186.

[5] 李心芹，杜义明，李仕明.产业链中间产品动态定价研究[J].经济师，2005，(3)：24-25.

[6] 郑胜利.产业链的全球延展与我国地区产业发展分析[J].当代经济科学，2005，(1)：87-93.

[7] 龚勤林.论产业链构建与城乡统筹发展[J].经济学家，2004，(3)：121-123.

（责任编辑：董小玉）