

# 基于 Shapley 值法修正的中小企业供应链 协同创新收益分配研究

胡湘云 王城松 刘小红  
(湖南大学工商管理学院, 长沙 410082)

〔摘要〕 中小企业作为中国最具创新活力的群体,能根据自身特点积极参与供应链的协同创新,同时其收益分配问题也受到人们关注。本研究从 Shapley 值法出发综合考虑中小企业供应链协同创新收益分配等影响因素——创新资源贡献率、创新执行度、风险因素和创新补贴,建立修正 Shapley 值模型并提出模型参数确定方法,最后再结合算例研究验证模型,由此得到的收益分配方案给中小企业收益分配实践提供了理论依据。

〔关键词〕 中小企业 供应链 协同创新 Shapley 收益分配 权重

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2017.07.020

〔中图分类号〕 F270.5 〔文献标识码〕 A

## 引言

供应链协同创新是指供应链成员企业在创新方面展开广泛的协作,通过有效整合成员企业的创新资源,分担风险,降低生产成本,以满足市场需求。关于供应链协同创新的研究,一直都是供应链管理方面比较热门的话题,引起了众多学者研究的兴趣。比较有代表性的研究如黄波(2015)认为供应链协同创新作为企业间创新的主要形式,能实现优势资源互补,提高创新成果转化率,值得政府加大支持力度<sup>[1]</sup>。何勇(2007)则认为实现供应链协作是成功实施供应链创新的基本前提和保证,供应链中任何一个节点企业缺乏创新意识都会影响整个供应链的创新效果<sup>[2]</sup>。

而使得供应链协同创新长期进行的重要前提是建立公平合理的收益分配方案。Shapley 值法是一种较为普遍的收益分配方法,由 Shapley L.S. 在 1945 年提出用来解决多人合作对策的数学模型。利用 Shapley 值法来解决供应链协同创新收益分配问题,一方面的研究是直接引用 Shapley 值法,如马士华(2006)针对供应链合作企业间资源共

享、风险共担的特点,利用 Shapley 值法模型来求解供应链合作伙伴间的收益分配问题<sup>[3]</sup>。张巍(2008)运用 Shapley 值法探讨了供应商、制造商和销售商三方协同创新的收益分配机制<sup>[4]</sup>。另外, Bahinipati(2009)等把 Shapley 值法引入到半导体行业这个新领域上,以一种新的收益分配方案来保证联盟合作的公平稳定<sup>[5]</sup>。

Shapley 值法避免了合作企业间的平均分配,但是这种方法只是考虑企业对供应链收益贡献大小来分配,并没有考虑其他因素对收益分配的影响。针对此类问题,另一方面的研究就是对基础的 Shapley 值法进行修正,比较典型的研究有马士华(2006)为了激励供应链成员企业进行技术创新,通过加入创新指数修正 Shapley 值,进而调整利益分配额,这是较早的 Shapley 值法修正文献<sup>[3]</sup>。YI Chao-hui(2009)通过分析 Shapley 算法的不足,综合考虑风险和投资指数两个因素修正 Shapley 值模型,以达到合作持续稳定的目的<sup>[6]</sup>。此外,齐旭高(2015)分析供应链协同产品创新收益分配的基本原则,把一般供应链收益分配的

收稿日期: 2017-03-19

基金项目: 湖南省科学技术厅科技项目“湖南中小企业供应链协同创新的理论与实践研究”(项目编号: 2014ZK3015)。

作者简介: 胡湘云, 湖南大学工商管理学院副教授, 硕士生导师。研究方向: 供应链管理, 电子商务等。王城松, 湖南大学工商管理学院硕士研究生。研究方向: 供应链管理。刘小红, 湖南大学工商管理学院博士研究生。研究方向: 系统优化与运作管理。

影响因素引入 Shapley 值模型, 并验证了修正的 Shapley 值能满足协同产品合作的形成条件<sup>[7]</sup>。

近年来, 随着“大众创新, 万众创业”口号的提出, 各行各业的中小企业积极参与供应链的协同创新, 并且在技术专利方面取得显著成效。同时, 由于中小企业在供应链收益分配时具有较弱的议价能力, 势必会出现企业间分配不合理、影响协同创新效果。而现有研究大都只是研究一般供应链的收益分配, 关于中小企业供应链的研究恰好处于空白。因此, 本文立足于中小企业供应链这个全新的研究对象, 系统总结出影响协同创新收益分配等众多因素, 并以此对 Shapley 值法进行修正, 找到更合理的中小企业供应链协同创新收益分配方案, 保证供应链合作的稳定性。

## 1 中小企业供应链协同创新收益分配的影响因素

本文研究对象是中小企业参与的供应商-制造商-销售商三级供应链, 通过分析中小企业供应链协同创新的特点以及收益分配的基本原则, 提出了中小企业供应链协同创新收益分配的四个影响因素——创新资源贡献率、创新执行度、风险因素和创新补贴。

### 1.1 创新资源贡献率

在供应链协同创新过程中, 参与合作的企业根据产品创新的资源需求, 承担起各自的创新任务, 并投入相应的技术、人才、设备等创新资源。而供应链各成员企业投入的创新资源都不尽相同, 根据投入与收益相一致的分配原则, 需要充分考虑各成员企业对整个供应链协同创新过程的实际资源贡献水平, 常用创新资源贡献率来表示, 而不只是根据各成员企业的规模大小和实际实力来进行收益分配的。

对于中小企业来说, 由于自身创新资源有限, 不能独立地实现产品创新, 于是需要积极参与供应链的协同创新, 创造价值。从中小企业具体特点来看, 它所能投入的创新资源贡献率有限, 所得的收益分配并不占优势, 但是为了保证供应链合作的公平性, 仍需要充分考虑资源贡献率。更为重要的是, 如果供应链协同创新收益分配充分考虑创新资源贡献率, 它们会加大创新投入, 发

挥中小企业“创新效率高”的特点, 以及利用独有的专利技术, 给整个供应链带来收益。

### 1.2 创新执行度

在供应链协同创新过程中, 由于企业都会以企业自身利益为中心, 利用独有的创新资源参与产品的协同创新, 同时由于有些成员企业可能会参与多个供应链的合作, 并表现出不同的积极性和参与程度, 于是创新执行度成为影响供应链协同创新收益分配的一个重要因素。创造执行度是指各成员企业参与供应链协同创新的积极性, 根据自身特点完成既定的协同创新任务。如果说创新资源贡献率是结果导向的话, 创新执行度可以看作收益分配的过程导向。一般来说, 成员企业在其它影响因素相同的情况下, 创新任务执行度完成得越好, 所创造的产品价值就会越大, 那么它得到收益分配相应也会越多。

创新执行度强调企业在供应链协同创新过程中的努力程度, 以及创新任务的完成程度, 从而决定最后的供应链收益分配。对于供应链中的中小企业成员来说, 自身具有的创新资源较少, 但它们可以利用积极性去较好较快地完成既定的创新任务, 发挥出“灵活性”的优势, 进而在影响收益分配的创造执行度这个因素上具有竞争性。

### 1.3 风险因素

在供应链协同创新过程中, 所有成员企业从供应商到制造商, 再到销售商, 都会受到风险因素的影响。所谓风险因素是指合作企业在产品创新过程中伴随着各种不确定因素, 创新实验阶段会遇到或多或少的技术难题而使得先前的创新资源可能产生浪费, 以致供应链利益会受到潜在的风险影响。风险因素有很多种类, 可分为市场风险、协同风险和技术风险。由于各成员企业承担着不同的创新任务, 所承担的风险因素也会存在差异。按照供应链“风险共担, 风险补偿”的原则, 在其它影响因素相同的情况下, 成员企业所承担的风险越大, 所分配的收益就会越多, 达到收益和承担风险的一致性。

供应链协同创新的风险因素存在于所有成员企业参与整个产品创新过程中。对于中小企业来说, 它具有较弱的抗风险能力, 即所能承担的风

险因素较小,积极参与供应链的协同创新虽然可以弥补这方面的不足,但是也会造成中小企业在收益分配的风险因素方面具有较弱的议价能力。因此,中小企业应该积极承担供应链的风险因素,挑战不确定性,保证完成既定的创新任务。

#### 1.4 创新补贴

在供应链协同创新过程中,所有成员企业共同参与与新产品的创新过程,其中供应商注重原材料的创新,制造商创新性地改进制造工艺,销售商积极采用新媒体的营销手段,它们借助平台的力量或多或少地参与到新产品的创造中来。这种供应链的协同创新模式可以提高创新产品成功的可能性,生产出具有竞争性的产品,并会得到政府创新方面的补贴。例如新能源电动车的开发,既能减少能源消耗有益于环境,又能促进新能源产业的发展,政府自然会对这样的供应链企业给予一定的创新补贴,大力推进新能源电动车行业的发展。

对于中小企业来说,创新资源有限,为了使自身具有竞争力,它需要积极参与供应链的协同创新,并且利用本身独有的技术专利来研发新产品。据相关数据统计,中国80%的新产品来自中小企业,65%的产品专利来自中小企业。于是,中小企业在新产品的开发上占有举足轻重的地位,对国民经济的发展起着至关重要的作用,并受到政府部门的大力扶持。因此,政府鼓励中小企业积极参与供应链的协同创新,出台一系列创新补贴的政策,这样会使得中小企业在创新补贴方面占有一定的优势,利用“创新效率高”的特点给供应链协同创新创造更大的价值。

### 2 修正 Shapley 值的收益分配

#### 2.1 Shapley 值法

Shapley 值法是用来解决多人合作收益分配问题的数学方法。它不是简单的平均主义,而是基于期望边际收益思想,具有一定的合理性。在 Shapley 值法中,设集合  $I = (1, 2, 3, \dots, n)$ , Shapley 值  $\Phi(v)$  即是供应链合作下各企业的收益,记  $\Phi(v) = (\Phi_1(v), \Phi_2(v), \dots, \Phi_n(v))$ ,  $v(x)$  为合作 I 的实值函数,其中 n 为供应链合作成员的个数,  $\Phi_i(v)$  表示在合作 I 下第 i 个企业的利益分配值。

要使 Shapley 值法成立,必须满足两个基本定理<sup>[8]</sup>:

$$V(N) \geq \sum v(i), i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

式(1)表示成员企业加入供应链协同创新后的总收益不少于各成员企业单独创新产生的效益之和,并且成员企业参与供应链的合作收益一定为非负数。

$$\Phi_i(v) \geq v(i) \quad (2)$$

$$v(N) = \sum \Phi_i(v), i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

式(2)表示成员企业从供应链协同创新中分配的收益值一定不小于成员企业单独创新产生的效益值,如果小于的话供应链协同创新情况就不会存在;式(3)表示供应链协同创新的总收益等于各成员企业从供应链中分配到的收益值之和。

因此,Shapley 值法可用数学模型表示为:

$$u(|s|) = \frac{(|s|-1)!(n-|s|!)}{n!} \quad (4)$$

$$\Phi_i(v) = \sum_{s \in S_i} u(|s|) [v(s) - v(s \setminus i)] \quad (5)$$

其中  $u(|s|)$  为加权因子,  $|s|$  为供应链子集 s 的元素个数, n 为供应链合作成员的个数,  $v(s)$  为供应链子集 s 产生的效益,  $v(s \setminus i)$  为供应链子集 s 中除去企业 i 产生的效益。

#### 2.2 修正的 Shapley 值法

Shapley 值法考虑了供应链合作企业的期望边际收益,避免了平均分配,但是考虑影响因素单一,忽略了风险、创新执行度以及补贴等其它因素对收益分配的影响,存在一定的缺陷。而中小企业供应链协同创新过程是有中小企业参与,以产品为中心的创新资源整合过程。因此,在研究其收益分配问题时,需要综合考虑创新资源贡献率、创新执行度、风险因素和创新补贴四个影响因素,对 Shapley 值模型进行相应的修正。

在基础 Shapley 值法上,引入综合影响因子到收益分配模型中加以修正。设  $W_i$  为第 i 个成员企业的综合影响因子,  $\omega_i$  为各影响因素所占的权重大小,  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \rho_i$  分别表示创新资源

贡献率、创新执行度、风险因素、创新补贴四个影响因素的测度值, 供应链成员个数  $n$  为 3, 则综合影响因子表示为:

$$W_i = \omega_1 \alpha_i + \omega_2 \beta_i + \omega_3 \gamma_i + \omega_4 \rho_i, i=1,2,3 \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (7)$$

其中  $W_1$  表示四个影响因素对供应商在协同创新收益分配上的综合影响因子,  $W_2$  表示四个影响因素对制造商在协同创新收益分配上的综合影响因子,  $W_3$  表示四个影响因素对销售商在协同创新收益分配上的综合影响因子。由于各影响因素对供应链收益分配的重要程度并不相同, 采用层次分析法来确定各收益分配影响因素的权重大小。式(7)将综合影响因子  $W_i$  归一化, 修正后的 Shapley 值法模型表示为:

$$\Phi_i(v) = \sum_{s \in S_i} \frac{(|s|-1)!(n-|s|)!}{n!} [v(s) - v(s \setminus i)] \quad (8)$$

$$\Phi'_i(v) = \Phi_i(v) + v(N) \times \left( W_i - \frac{1}{n} \right) \quad (9)$$

其中  $|s|$  为供应链子集  $s$  的元素个数,  $n$  为供应链合作成员的个数,  $v(s)$  为供应链子集  $s$  产生的效益,  $v(s \setminus i)$  为供应链子集  $s$  中除去企业  $i$  产生的效益,  $v(N)$  为供应链协同创新总收益, 即  $v(N) = \sum \Phi_i(v)$ 。

### 2.3 模型参数的计算方法

#### 2.3.1 创新资源贡献率

确定创新资源贡献率的方法如下: 设供应链有  $n$  个成员企业,  $m$  种创新资源,  $P_{ij}$  表示成员企业  $i$  投入的第  $j$  种创新资源成本价值 ( $P_{ij} \geq 0$ ),  $K_j$  表示第  $j$  种创新资源的价值权数,  $V_{ij}$  表示成员企业  $i$  投入的第  $j$  种创新资源价值, 创新资源贡献率  $\alpha_i$  计算公式为:

$$V_{ij} = P_{ij} \times K_j, j=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m \quad (10)$$

$$\alpha_1 = \frac{\sum_{j=1}^m V_{1j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij}}, \alpha_2 = \frac{\sum_{j=1}^m V_{2j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij}}, \alpha_3 = \frac{\sum_{j=1}^m V_{3j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij}} \quad (11)$$

其中资源成本价值  $P_{ij}$  可以根据市场价格衡量, 价值权数  $K_j$  需要专家组对各创新资源的重要性进行考核,  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$  分别表示供应商、制

造商和销售商的创新资源贡献率。最后, 得出的创新资源贡献率  $\alpha_i$  进行归一化处理:  $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ 。

#### 2.3.2 创新执行度

确定中小企业供应链协同创新的创新执行度, 需要根据供应链协同创新的合作契约, 明确规定各成员企业所承担的创新任务, 包括质量要求、时间进度和创新成本, 将实际协同创新完成情况与之前的合作契约相比较, 得出相应的创新任务执行度。于是, 创新执行度的测量需成立专家评分组, 根据考核标准进行综合评分, 经归一化处理  $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$  后, 即得各供应链企业的执行度测量值  $\beta_i (i=1,2,3)$ 。

#### 2.3.3 风险因素

为了充分考虑供应链协同创新的风险因素, 本文采用修正的模糊综合评价法, 较为准确地确定风险因素的参数。根据修正的模糊综合评价法, 设  $i$  表示产品协同创新的不同阶段 ( $i=1,2,\dots,s$ ),  $j$  表示风险因素的种类 ( $j=1,2,\dots,t$ ),  $g_{ij}$ 、 $z_{ij}$ 、 $x_{ij}$  分别表示供应商、制造商和销售商在协同创新  $i$  阶段承担的  $j$  类风险的比例,  $p_i$  表示阶段  $i$  对协同创新影响的权重,  $n_j$  表示风险种类  $j$  对协同创新影响的权重, 则供应商风险因素系数  $\gamma_1$  为:

$$\gamma_1 = \sum_{i=1}^s p_i \sum_{j=1}^t n_j g_{ij} \quad (12)$$

同理, 制造商、销售商风险因素系数  $\gamma_2$  和  $\gamma_3$  分别为:

$$\gamma_2 = \sum_{i=1}^s p_i \sum_{j=1}^t n_j z_{ij}, \gamma_3 = \sum_{i=1}^s p_i \sum_{j=1}^t n_j x_{ij}$$

最后, 得出的风险因素系数进行归一化处理:  $\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1$ 。

#### 2.3.4 创新补贴

对中小企业供应链的创新补贴主要通过供应链整体的生产效益来衡量。设用  $\rho_i$  表示第  $i$  个成员企业创新补贴额,  $k$  表示政府给出的创新补贴率,  $G(x)$  表示供应链成员  $i$  的创新投入, 则创新补贴额  $\rho_i$  计算公式为:

$$\rho_i = k \times \lambda_i^2, i=1,2,3 \quad (13)$$

为了让研究有意义, 显然政府对中小企业供应链的创新补贴不可能无限大, 而是参考相关补贴规则来确定企业  $i$  的创新补贴比例, 必须满足

归一化条件即  $\sum_{i=1}^n \rho_i = 1$ 。

### 3 算例研究

现有中小企业参与的供应商甲、制造商乙和销售商丙组成的三级供应链，其中供应商甲为中小型企业，供应链协同创新生产具有创新性的科技产品，而且这种供应链模式受到政府创新补贴的扶持。假设在一定时期内，如果供应商甲、制造商乙、销售商丙独自运营的收益值分别为20万元、40万元、60万元；如果供应商甲和制造商乙协同创新的收益值为100万元，供应商甲和销售商丙协同创新的收益值为120万元，制造商

乙和销售商丙协同创新的收益值为140万元；如果供应商甲、制造商乙和销售商丙形成中小企业供应链协同创新，提高创新效率，降低成本，使得供应链整体收益值为240万元。各成员企业所要分配的收益值之和等于供应链整体收益值，利用修正的Shapley值法模型考虑供应链甲—乙—丙协同创新的收益分配问题。

1. 计算供应商甲（中小企业）、制造商乙和销售商丙所分配的收益值。将以上具体数据代入基础Shapley值法的数学公式（4）和（5）中，计算过程如表1所示：

表1 供应商甲收益值计算过程表

s	1	1 ∪ 2	1 ∪ 3	1 ∪ 2 ∪ 3
v(s)	20	100	120	240
v(s\1)	0	40	60	140
v(s) - v(s\1)	20	60	60	100
lsl	1	2	2	3
w(lsl)	1/3	1/6	1/6	1/3
w(lsl)[v(s) - v(s\1)]	20/3	10	10	100/3

于是，可得供应商甲所分配的收益值  $\Phi_1 = 60$ （万元）；同理，计算出制造商乙分配的收益值  $\Phi_2 = 80$ （万元），销售商丙分配的收益值  $\Phi_3 = 100$ （万元）。

2. 利用AHP确定四个影响因素的权重大小。为了使收益分配满足公平公正的原则，假定创新资源贡献率、创新执行度、风险因素和创新补贴四个影响因素的权重大小分别为： $\omega_1 = 0.45, \omega_2 = 0.05, \omega_3 = 0.45, \omega_4 = 0.05$ ，符合一致性要求。

3. 根据前面讨论的模型参数确定方法得到四个影响因素测度值，从而得出四个影响因素对供应商甲、制造商乙和销售商丙的综合影响因子  $W_1, W_2, W_3$ 。为了方便比较，这里假设：供应商甲在创新执行度和创新补贴两个因素占有优势，销售商丙在创新资源贡献率和风险因素两个因素上能力较强，而制造商乙四个因素刚好都处于中间水平。如图1所示，创新资源贡献率  $\alpha_i$ 、创新执行度  $\beta_i$ 、风险因素  $\gamma_i$ 、创新补贴  $\rho_i$  的

测度值分别为：

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 0.25 & \beta_1 &= 0.51 & \gamma_1 &= 0.39 & \rho_1 &= 0.55 \\ \alpha_2 &= 0.33 & \beta_2 &= 0.29 & \gamma_2 &= 0.24 & \rho_2 &= 0.21 \\ \alpha_3 &= 0.42 & \beta_3 &= 0.20 & \gamma_3 &= 0.37 & \rho_3 &= 0.24 \end{aligned}$$

于是，代入综合影响因子计算公式有：

$$W_1 = 0.45 \times 0.25 + 0.05 \times 0.51 + 0.45 \times 0.39 + 0.05 \times 0.55 = 0.3410$$

$$W_2 = 0.45 \times 0.33 + 0.05 \times 0.29 + 0.45 \times 0.24 + 0.05 \times 0.21 = 0.2815$$

$$W_3 = 0.45 \times 0.42 + 0.25 \times 0.20 + 0.45 \times 0.37 + 0.05 \times 0.24 = 0.3775$$

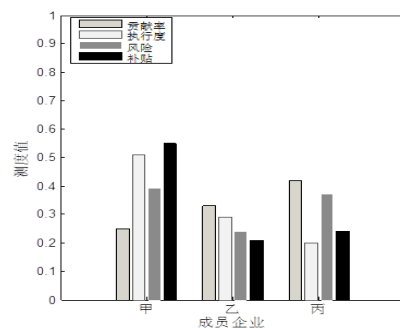


图1 甲、乙、丙的四个影响因素测度值对比图

4. 据此, 利用修正 Shapley 值法的数学模型可以计算出供应商甲、制造商乙和销售商丙修正

$$\Phi'_1(v) = \Phi_1(v) + V(n) \times (W_1 - 1/n) = 60 + 240 \times (0.3410 - 1/3) = 61.85 \text{ (万元)}$$

$$\Phi'_2(v) = \Phi_2(v) + V(n) \times (W_2 - 1/n) = 80 + 240 \times (0.2815 - 1/3) = 67.57 \text{ (万元)}$$

$$\Phi'_3(v) = \Phi_3(v) + V(n) \times (W_3 - 1/n) = 100 + 240 \times (0.3775 - 1/3) = 110.61 \text{ (万元)}$$

经检验,  $\sum \Phi'_i(v) = 61.85 + 67.57 + 110.61 \approx 240$  (万元), 即修正 Shapley 值分配前后总的收益值保持不变。通过分析, 供应商甲、制造商乙和销售商丙在运用修正 Shapley 值法前后分配下的收益值对比图, 如图 2 所示:

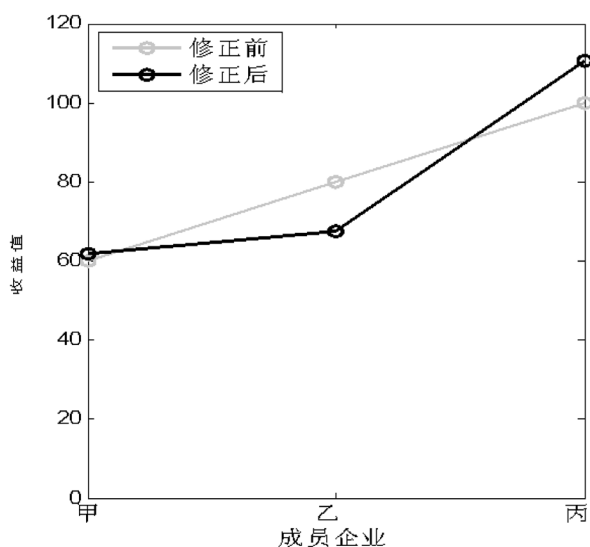


图 2 Shapley 修正前后各收益值对比图

以上算例结果表明: 供应商甲修正 Shapley 值略高于基础 Shapley 值法分配的收益值, 这是因为中小企业虽然积极参加供应链协同创新, 在创新执行度方面做得较好, 同时受到政府创新补贴政策的大力扶持, 可毕竟自身实力有限, 不能承担较大的供应链创新任务, 以及抗风险能力还有待加强; 销售商丙修正 Shapley 值相对基础 Shapley 值法分配的收益值有了较大的提高, 主要原因是销售商在产品销售推广方面发挥较大的贡献作用, 即在贡献率上占有优势, 同时还能承担一定的风险因素; 而制造商乙修正 Shapley 值却低于基础 Shapley 值法分配的收益值, 这是因为制造商在四个收益分配影响因素上已经不再占有传统上的优势了, 它们需要加快技术创新, 制造出具有创新性的产品才能在供应链收益分配上

后的收益分配方案为:

占有更大的话语权。需要注意的是, 这个结果与“微笑理论”强调营销和研发的结论是高度吻合的。由此可见, 修正 Shapley 值法基本符合实际情况, 综合考虑影响收益分配的众多因素, 比基础 Shapley 值法更具合理性, 给中小企业供应链收益分配方案的制定提供了理论依据。

#### 4 结论

供应链协同创新能够有效整合各成员企业的创新资源, 提高创新效率, 使供应链利益最大化。同时, 由于收益分配时供应链企业具有不同的议价能力, 寻求一种公平合理的收益分配方案变得意义重大。目前, 大部分研究都只是用 Shapley 值或 Shapley 修正模型来解决一般供应链的收益分配问题, 很少有对中小企业供应链进行深入研究。针对此问题, 本文根据中小企业供应链协同创新的特点, 提出了影响收益分配的四个因素并以此建立修正的 Shapley 值法模型, 并通过具体算例逐步验证。

研究启示: (1) 利用 Shapley 值法解决中小企业供应链协同创新的收益分配问题应当充分考虑除贡献率以外的其他因素, 保证收益分配的合理性; (2) 供应链企业要想取得更多的收益, 必须在供应链的创新资源贡献率、创新执行度、风险因素和创新补贴四个因素上发挥更大的作用。更为重要的是, 中小企业面对日趋激烈的市场竞争环境, 需要借助协同创新平台的外部资源, 积极参与供应链的协同创新, 并利用政府大力扶持的特殊优势不断发展, 取得良好的效益。

本文的研究虽然提出了一种较为合理的中小企业供应链协同创新收益分配方案, 对中小企业的实践有一定的借鉴意义。但是, 本文只是研究三级供应链在完全信息下的收益分配, 并没有考虑多级供应链在模糊需求下的情况, 这也是未来研究可扩展的方向。

### 参 考 文 献

- [1] 黄波, 陈晖, 黄伟. 引导基金模式下协同创新利益分配机制研究[J]. 中国管理科学, 2015, 23(3): 66~75.
- [2] 何勇, 赵林度, 何炬, 吴清烈. 供应链协同创新管理模式研究[J]. 管理科学, 2007, 20(5): 9~13.
- [3] 马士华, 王鹏. 基于 Shapley 值法的供应链合作伙伴间收益分配机制[J]. 工业工程与管理, 2006, 10(4): 43~45.
- [4] 张巍, 张旭梅, 肖剑. 供应链企业间的协同创新及收益分配研究[J]. 研究与发展管理, 2008, 20(4): 81~88.
- [5] Bahinipati B K, Kanda A, Deshmukh S. Revenue Sharing in Semiconductor Industry Supply Chain: Cooperative Game Theoretic Approach [J]. Sadhana, 2009, 34(3): 501~527.
- [6] YI Chao ~ hui. Using Modified Shapley Value to Determine Revenue Allocation Within Supply Chain [J]. Innovation Management and Industrial Engineering, 2009: 78~80.
- [7] 齐旭高, 吕波, 付强. 基于 Shapely 修正的供应链协同产品创新收益分配[J]. 工业工程, 2015, 18(1): 102~109.
- [8] 刘海军. 运用 Shapley 值法分配供应链合作收益存在的问题及对策[J]. 工业工程, 2013, 13(6): 33~37.
- [9] 申成然, 熊中楷, 彭志强. 专利保护与政府补贴下再制造闭环供应链的决策和协调[J]. 管理工程学报, 2013, 27(3): 132~138.
- [10] 杜欣, 邵云飞. 集群核心企业与配套企业的协同创新博弈分析及收益分配调整[J]. 中国管理科学, 2013, 21, 745~750.
- [11] 魏学成, 李文涛. 基于改进 Shapley 值法的供应链联盟利益分配研究[J]. 统计与决策, 2010, 323(23): 53~55.
- [12] Haria Giannoccaro, Pierpaolo Pontrandolfo. Supply Chain Coordination by Revenue Sharing Contracts [J]. International Journal of Production Economics, 2004, 89(2): 131~139.
- [13] 雷福民. 区间合作博弈的区间核心的研究[J]. 统计与信息论坛, 2013, 28(11): 15~20.
- [14] 许箫迪, 王子龙. 基于战略联盟的企业协同创新模型研究[J]. 科学管理研究, 2005, 23(6): 12~15.
- [15] 李卫红, 陈圻, 王强. 基于 NASH 谈判模型的上下游企业 R&D 合作与协调机制研究[J]. 管理工程学报, 2012, 26(2): 65~71.
- [16] 孙耀吾, 顾荃, 翟翌. 高技术服务创新网络利益分配机理与仿真研究~基于 Shapley 值法修正模型[J]. 经济与管理研究, 2014, 6, 103~110.
- [17] 易东波, 邓丽明. 基于协同式供应链的中小企业供应链协同研究[J]. 中国市场, 2007, 41: 88~89.
- [18] 吴琨, 等. 协同创新组织模式与运行机制的国内外研究综述[J]. 工业技术经济, 2016, (4): 9~16.
- [19] 邓雪, 李家铭, 曾浩健, 陈俊羊, 赵俊峰. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(7): 93~100.
- [20] 王利, 彭亮, 孟庆良. 三级供应链合作利润博弈与分配机制构建[J]. 运筹与管理, 2010, 19(5): 59~65.

## Research on Profit Allocation of Collaborative Innovation Based on Shapley Value Correction Method in Small and Medium-sized Enterprises Supply Chain

Hu Xiangyun Wang Chengsong Liu Xiaohong

(School of Business Administration, Hunan University, Changsha 410082, China)

[Abstract] Small and medium-sized enterprises, as the most creative groups in China, actively participate in collaborative innovation in supply chain according to their own characteristics. At the same time, the profit allocation has been generally concerned. This research studies the influences on profit allocation of collaborative innovation of small and medium enterprises-sized in the supply chain by means of Shapley, and the influence factors include contribution rate of innovation resources, innovation execution, risk factors and innovation subsidies. A modified Shapley model and method to determine the model parameters is presented. Finally, combined with the profit allocation scheme from numerical case validity model, we provide a theoretical basis for income distribution practice of small and medium-sized enterprise.

[Key words] small and medium-sized enterprises; supply chain; collaborative innovation; shapley; profit allocation; weight

(责任编辑:王平)