

考虑企业社会责任的三级物流服务供应链协调

杨怀珍, 任二甜

(桂林电子科技大学 商学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 为研究物流服务集成商的企业社会责任对三级物流服务供应链决策的影响, 构建受价格和企业社会责任共同影响的需求函数, 运用Stacklberg博弈方法分析分散模型和集中模型下的最优决策问题, 发现集中决策下物流需求与企业社会责任水平是分散决策下的一倍多, 供应链总利润明显增加。为了达到集中决策的最优策略, 设计带有补偿额的成本共担-收益共享契约, 并引用议价模型设定补偿额, 发现契约能够实现供应链的协调, 社会责任意识和相对议价能力与成员利润、物流需求和企业社会责任水平之间呈正相关关系, 且集成商能够更快地获益; 补偿额取决于成员的议价能力, 随着相对议价能力的提升, 分包商获得的补偿增加。最后, 通过算例分析验证了契约的有效性。

关键词: 企业社会责任; 物流服务; 供应链协调

中图分类号: F274

文献标志码: A

文章编号: 1007-7375(2022)06-0021-08

Three-level Logistics Service Supply Chain Coordination Considering Corporate Social Responsibility

YANG Huaizhen, REN Ertian

(School of Business, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In order to study the impact of the corporate social responsibility of logistics service integrators on the decision-making of three-level logistics service supply chain, the demand function affected by the price and corporate social responsibility is built and a Stackelberg game method is used to analyze the optimal decisions under the decentralized model and centralized model. It is found that the level of logistics demand and corporate social responsibility under centralized decision-making is more than twice that under decentralized decision-making, and the total profit of supply chain increases significantly. In order to achieve the optimal strategy, a cost-sharing and revenue-sharing contract with compensation is designed, and the compensation amount is set by quoting the bargaining model. It is found that the contract can realize the coordination of the supply chain, the awareness of social responsibility and relative bargaining power are positively correlated with members' profits, logistics demand and corporate social responsibility level, and integrators can benefit faster. The amount of compensation depends on the bargaining power of members. With the improvement of relative bargaining power, the compensation received by subcontractors increases. Finally, an example is given to verify the effectiveness of the contract.

Key words: corporate social responsibility; logistics service; supply chain coordination

随着经济全球化的不断发展, 企业社会责任 (corporate social responsibility, CSR) 逐渐成为国际社会公认的价值观念和普遍接受的企业行为准则。我国自2008年发生多起社会事件后, CSR受到广泛

关注。许多企业主动承担社会责任, 如菜鸟回收箱计划的实施, 无极限创造绿色物流, 通过履行社会责任企业可以提高其商誉^[1]和顾客忠诚度^[2], 赋予企业“反脆弱性”, 提高其抗风险能力。但也有CSR缺

收稿日期: 2021-06-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71562008); 广西八桂学者专项经费资助项目 (厅发[2019]79号); 广西高等学校千名中青年骨干教师培育计划资助项目 (桂教人[2018]18号)

作者简介: 杨怀珍 (1972—), 女, 广西壮自治区人, 教授, 硕士, 主要研究方向为电子商务、物流与供应链管理。

失的案例,如丰巢“超时收费”事件,导致合作伙伴、消费者对企业失去信心,影响企业形象、商誉、成本和销量^[3]。对于国内现状,《企业社会责任蓝皮书(2020)》^[4]显示:我国企业整体处于起步阶段,超四成企业处于“旁观”状态。近年来,国家从顶层设计上对社会责任的高度重视,促使企业更加重视社会责任的履行。但是快递行业社会责任发展指数为22.9,处于二星级水平。因此,针对考虑CSR的物流服务供应链(logistics service supply chain, LSSC)的研究,对激励我国物流企业积极履行社会责任,提高社会责任意识和创造更多社会价值具有理论与实践意义。

国内外学者关于如何在供应链中引入CSR进行研究。现有文献的研究主要从以下两方面进行:一是通过CSR投资行为刻画;二是运用消费者剩余表征CSR。在关注CSR投资方面,曹裕等^[5]在需求不确定下,考虑主导者承担CSR,分析供应商和零售商分别主导下政府补贴对供应链运作和社会责任投入决策的影响。杨艳等^[6]考虑供应商承担CSR,首先研究供应商与零售商权利配置模式下,社会责任履行强度的差异,之后引入契约,研究同一契约不同权利结构对供应链的影响和社会责任的激励效果。在关注消费者剩余方面,范建昌等^[7]在产品质量和数量内生化的情况下,研究产品责任、CSR偏好以及质量改进率对供应链决策的影响。Panda等^[8]考虑制造商承担CSR,研究企业履行社会责任对供应链效益的影响以及利益分配协调。桑圣举等^[9]考虑零售商承担CSR,研究在不同渠道权利和CSR下,绿色供应链的各种最优决策及其交互规律。魏恒等^[10]在制造商和零售商均承担CSR下研究政府补贴不同主体对企业履行社会责任的影响。

上述研究可以看出,现有文献主要基于产品供应链,将CSR引入服务供应链的研究较少。在现有文献中,谭春桥等^[11]考虑集成商承担CSR和提供商承担物流水平,研究公平关切对供应链的影响。段华薇等^[12]在考虑CSR影响市场的基础上建立随机需求函数,分析履行社会责任对供应链利润的影响,并通过收益共享契约对其进行协调。上述对LSSC的研究大多基于以集成商与提供商为主的二级结构。但是,随着物联网技术的发展以及客户多样化、个性化需求的不断增加,以及提供商由于自身能力、区域限制,需要与其他企业合作,形成复杂

的网络结构^[13]。同时,物流企业具有较强的带动性和关联性,推行CSR不仅促进企业更好的发展,也对供应链决策产生影响^[12,14]。在实际中,许多占据主导地位的企业更加注重社会责任的履行,从而促使供应链成员履行社会责任。因此,本文在考虑集成商CSR投资行为下,对三级LSSC问题进行研究。

此外,在上述CSR投资研究方面,重点关注不同权利结构下不同CSR承担主体对供应链的影响,对于供应链协调问题关注较少。现有文献对于供应链协调的研究有很多,主要有收益共享契约、成本分担契约、回购契约、数量折扣契约等。马跃如等^[15]针对养老服务供应链,构建惩罚契约和收益共享契约进行协调。高凌宇等^[16]针对医疗服务供应链,采用“成本分担和收益共享”契约来实现供应链协调。张建军等^[17]、刘艳秋等^[18]对物流供应链通过收益共享契约进行协调。谭春桥等^[11]通过成本分担契约和成本分担-两部关税的组合契约对供应链进行协调。He等^[19]以汽车行业为背景,通过回购契约模型解决供应链协调问题。上述研究表明成本分担与收益共享契约在服务供应链中应用比较成熟且具有典型性。因此,本文重点关注成本共担与收益共享对物流供应链的协调问题。

基于以上认识,本文构建物流服务集成商、提供商、分包商组成的三级供应链博弈模型,其中集成商承担社会责任,主要考察以下几点:集成商社会责任水平如何影响物流需求以及供应链的利益;如何设计契约实现供应链协调,实现经济利益和社会利益的最大化,以及契约对社会责任水平的影响。

1 问题描述与假设

本文以单个物流服务集成商(logistics service integrator, LSI) T、单个物流服务提供商(logistics service provider, LSP) W以及单个物流服务分包商(logistics service subcontractor, LSS) S组成的LSSC系统为研究对象,考虑LSI承担CSR。在供应链系统中,LSI向LSP采购 q 单位的物流服务需求,采购价格为 p_w ,LSP由于自身能力限制将 θq ($\theta > 0.6$) 比例的物流需求外包给LSS,外包价格为 p_s 。由于企业社会责任涉及多方面内容,既含有对企业自身的相关责任,也包含企业对社会和环境的外在责任。为了提高企业社会责任,集成商致力于技术创新、发展绿色公司、发展社会慈善事业、为环境保护和社会保

障作出贡献等, 以此提供绿色服务。因此, 本文从社会和环境的角度出发, 将集成商企业社会责任刻画为CSR的投资行为。此外, 由于供应链出售的是服务, 不需要库存成本, 但有物流运作成本。其中, c_T 、 c_W 、 c_S 分别表示LSI、LSP、LSS的运作成本; p 、 p_W 、 p_S 分别表示LSI、LSP、LSS出售的物流价格; Π_T 、 Π_W 、 Π_S 分别表示LSI、LSP、LSS的利润; Π 表示供应链总体利润。上标*表示分散模型的最优决策; 上标d表示集中模型的最优决策; 上标f*表示契约分散模型下的最优决策。

假设1 市场需求不仅受价格的影响, 同时受企业是否承担CSR的影响。借鉴文献[20], 构建逆需求函数: $P(q) = a - \alpha q + r\eta$ 。其中, a 是一个较大值, 表示物流服务的基础市场容量; α ($\alpha > 0$) 表示支付意愿相对于需求的敏感系数; r 为客户对CSR的在意程度即社会责任意识; η ($\eta > 0$) 为LSI承担CSR的水平。企业履行社会责任需要投入资金, 根据文献[6], 假设成本函数为 $C(\eta) = \frac{1}{2}e\eta^2$, 其中, e ($e > 0$) 表示企业承担CSR的成本系数。随着 e 的增大, 企业承担的CSR成本就会增长。

假设2 为了使成员获得的最优决策具有可比性, 需要保证利润函数为凹函数, 相关参数满足 $r^2 < 2\alpha e$ 。

假设3 供应链成员是理性人且风险中性。

假设4 客户偏好承担CSR的企业, 因此这类企业能够获得较多的市场。

2 模型建立

2.1 分散决策模型

在分散决策下, 将CSR水平 η 视为常数, LSI以物流需求为变量, LSP以出售价格为变量, LSS以出售给LSP的物流价格为变量, 进行博弈; 然后, LSI以自身利益最大化决策其最优CSR。博弈分为3个阶段: 第1阶段, LSS决定出售给LSP的物流服务价格 p_S ; 第2阶段, LSP决定出售给LSI的物流服务价格 p_W ; 第3阶段, 确定LSI的物流需求 q 。根据逆向归纳法进行求解。集成商、提供商和分包商的利润函数为

$$\Pi_T = (p - p_W - c_T)q - \frac{1}{2}e\eta^2; \quad (1)$$

$$\Pi_W = (p_W - c_W - \theta p_S)q; \quad (2)$$

$$\Pi_S = (p_S - c_S)\theta q. \quad (3)$$

根据利益最大化原则进行求解, 得到各均衡解为

$$\eta^* = \frac{r(a - c_T - c_W - \theta c_S)}{32\alpha e - r^2}; \quad (4)$$

$$p_S^* = \frac{16\alpha e(a - c_T - c_W + \theta c_S) - r^2\theta c_S}{\theta(32\alpha e - r^2)}; \quad (5)$$

$$p_W^* = \frac{8\alpha e(3a - 3c_T + c_W + \theta c_S) - r^2(c_W + \theta c_S)}{32\alpha e - r^2}; \quad (6)$$

$$q^* = \frac{4e(a - c_T - c_W - \theta c_S)}{32\alpha e - r^2}. \quad (7)$$

根据式(4)可知, LSI实施社会责任的水平随着消费者对其满意度的提升而提升, 即 $\frac{\partial \eta^*}{\partial r} = \frac{(a - c_T - c_W - \theta c_S)(32\alpha e + r^2)}{(32\alpha e - r^2)^2} > 0$ 。LSI履行社会责任而投入资金后, 社会责任意识越强, 物流需求越高, 企业因为投资带来的边际收益越高, 进而LSI会承担更多的社会责任。

此时最优利润分别为

$$\Pi_T^* = \frac{e(a - c_T - c_W - \theta c_S)^2}{2(32\alpha e - r^2)}; \quad (8)$$

$$\Pi_W^* = \frac{32\alpha e^2(a - c_T - c_W - \theta c_S)^2}{(32\alpha e - r^2)^2}; \quad (9)$$

$$\Pi_S^* = \frac{64\alpha e^2(a - c_T - c_W - \theta c_S)^2}{(32\alpha e - r^2)^2}. \quad (10)$$

此时供应链总利润为

$$\Pi^* = \frac{e(a - c_T - c_W - \theta c_S)^2(224\alpha e - r^2)}{2(32\alpha e - r^2)^2}. \quad (11)$$

命题1 在LSI承担CSR的模型中, LSI、LSP、LSS的最优决策变量和相应的利润可分别由式(4)~(11)给出。

2.2 集中决策模型

在集中决策模型中, LSSC系统中只有一个决策者, 从整体利益的角度出发, 确定LSSC的CSR水平、物流价格及物流需求, 从而实现供应链整体利润的最大化。集中决策模型下整体利润函数为

$$\Pi = (p - c_T - c_W - \theta c_S)q - \frac{e}{2}\eta^2. \quad (12)$$

对式(12)分别求 q 、 η 的偏导数, 得到供应链整体期望利润 Π 关于物流服务需求为 q 以及LSI履行社

会责任的水平 η 的Hessian矩阵为

$$\mathbf{H}(\Pi) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \Pi}{\partial q^2} & \frac{\partial^2 \Pi}{\partial q \partial \eta} \\ \frac{\partial^2 \Pi}{\partial \eta \partial q} & \frac{\partial^2 \Pi}{\partial \eta^2} \end{bmatrix}.$$

由于 $|\mathbf{H}(\Pi)| = 2\alpha e - r^2 > 0$, 且 $\frac{\partial^2 \Pi}{\partial q^2} = -2\alpha < 0$, 所以Hessian矩阵是负定矩阵, 函数有且仅有一个最优解。因此, 最优物流服务需求和CSR水平为

$$q^d = \frac{e[a - (c_T + c_W + \theta c_S)]}{2\alpha e - r^2}; \quad (13)$$

$$\eta^d = \frac{r[a - (c_T + c_W + \theta c_S)]}{2\alpha e - r^2}. \quad (14)$$

此时供应链最优利润为

$$\Pi^d = \frac{e[a - (c_T + c_W + \theta c_S)]^2}{2(2\alpha e - r^2)}. \quad (15)$$

命题2 在供应链集中模型下, LSSC最优决策可由式(13)~(15)给出。

命题3 集中模型下LSSC的物流需求高于分散模型下的需求。

命题4 集中模型下集成商CSR水平高于分散模型下CSR水平。

证明 比较 q^* 和 q^d 的大小, 两式相减得到 $q^d - q^* = \frac{e(a - c_T - c_W - \theta c_S)(24\alpha e + 3r^2)}{(2\alpha e - r^2)(32\alpha e - r^2)}$ 。因为 $2\alpha e - r^2 > 0$,

可知 $q^d > q^*$, 命题3得证。

同理可得 $\eta^d > \eta^*$, 命题4得证。

命题5 考虑CSR的三级LSSC中, 物流服务需求、CSR水平、成员利润以及整体利润与社会责任意识 r 呈正相关关系。

证明 令 $t = a - c_T - c_W - \theta c_S$, 则

$$\frac{\partial q^*}{\partial r} = \frac{8ert}{(32\alpha e - r^2)^2} > 0; \quad \frac{\partial \eta^*}{\partial r} = \frac{(32\alpha e + r^2)t}{(32\alpha e - r^2)^2} > 0;$$

$$\frac{\partial q^d}{\partial r} = \frac{4ret}{(2\alpha e - r^2)^2} > 0; \quad \frac{\partial \eta^d}{\partial r} = \frac{(2\alpha e + r^2)t}{(2\alpha e - r^2)^2} > 0;$$

$$\frac{\partial \Pi_T^*}{\partial r} = \frac{ret^2}{(32\alpha e - r^2)^2} > 0; \quad \frac{\partial \Pi_W^*}{\partial r} = \frac{128\alpha e r^2 t^2}{(32\alpha e - r^2)^3} > 0;$$

$$\frac{\partial \Pi_S^*}{\partial r} = \frac{256\alpha e r^2 t^2}{(32\alpha e - r^2)^3} > 0; \quad \frac{\partial \Pi^d}{\partial r} = \frac{et^2}{(2\alpha e - r^2)^2} > 0;$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial r} = \frac{re(416\alpha e - r^2)t^2}{(32\alpha e - r^2)^3} > 0.$$

命题5成立。

由命题5可知, 分散模型和集中模型下, 物流服务需求、CSR水平和利润随社会责任意识的提高而递增。随着社会责任意识的逐渐提升, 集成商CSR水平也随着提升, 意味着LSI需要投入更多来履行社会责任, 这将造成物流出售价格的上涨, 最终带动利润的增加。故在分散模型和集中模型下, 物流服务需求、CSR水平、供应链利润与社会责任意识呈正相关关系。

以上分析是当 $2\alpha e - r^2 > 0$ 成立时进行决策。当前客户对于物流企业履行社会责任不断看重, 但是与对社会责任的要求相比, 客户对物流价格更加关注, 因此物流价格对物流需求的影响较大, CSR影响较小, 即 α 较大, r 较小; 同时履行CSR的成本在一定时间内是稳定的, 即 e 保持不变, 所以 $2\alpha e - r^2 > 0$, 符合当前物流企业的实际运营管理情况。

综上可知, LSSC存在“双重边际效应”, 使分散模型下物流服务需求、企业CSR水平、总利润低于集中模型。因此, 引入合理的契约去消除这一效应。

2.3 联合契约协调模型

由前两节分析可知, 由于供应链中物流企业各自以自身最大化利益为决策, 导致供应链不协调, 因此设计协调机制消除“双重边际效应”。协调机制设计如下。为了使集成商CSR水平达到集中模型下的水平, 提高LSI企业履行社会责任的积极性, 需要供应链成员承担部分成本。因此, 设计LSI承担 ϕ_1 比例的成本, 剩余成本LSP承担 ϕ_2 比例的成本, LSS承担 $1 - \phi_2$ 。此外, LSI将自身 $1 - \beta_1$ 比例的所得分享给LSP, 得到更低的价格 w_2 ; LSP将自身 $1 - \beta_2$ 比例的所得分享给LSS, 得到更低的价格 w_1 。此时LSI的利润函数为

$$\Pi_T = \beta_1 p q - (c_T + w_2)q - \frac{e}{2} \eta^2 \phi_1. \quad (16)$$

根据集中决策下的推导过程, 得到LSI最优物流服务需求和最优CSR水平为

$$q_T = \frac{e\phi_1(\beta_1 a - c_T - w_2)}{\beta_1(2\alpha e\phi_1 - \beta_1 r^2)}; \quad (17)$$

$$\eta_T = \frac{r(\beta_1 a - c_T - w_2)}{2\alpha e\phi_1 - \beta_1 r^2}. \quad (18)$$

LSP的利润函数为

$$\Pi_W = \beta_2[(1 - \beta_1)pq + w_2q] - (c_W + w_1\theta)q - (1 - \phi_1)\phi_2 \frac{e}{2} \eta^2. \quad (19)$$

LSS的利润函数为

$$\Pi_s = (1 - \beta_2)[(1 - \beta_1)pq + w_2q] + (w_1 - c_s)\theta q - (1 - \phi_1)(1 - \phi_2)\frac{e}{2}\eta^2. \quad (20)$$

最优物流服务需求和最优CSR水平为

$$q_s = \frac{\phi_1 e[(1 - \beta_2)(1 - \beta_1)a + \theta(w_1 - c_s) + w_2(1 - \beta_2)]}{(1 - \beta_2)(1 - \beta_1)[2\alpha e(1 - \phi_1)(1 - \phi_2) - (1 - \beta_2)(1 - \beta_1)r^2]}; \quad (21)$$

$$\eta_s = \frac{r[(1 - \beta_2)(1 - \beta_1)a + \theta(w_1 - c_s) + w_2(1 - \beta_2)]}{2\alpha e(1 - \phi_1)(1 - \phi_2) - (1 - \beta_2)(1 - \beta_1)r^2}. \quad (22)$$

命题6 当参数满足以下条件时, 联合契约的最优决策达到集中决策模型, 实现LSSC利润最大化。

$$w_2 = \beta_1(c_T + c_W + \theta c_S) - c_T; \quad (23)$$

$$w_1 = c_S - (1 - \beta_2)(c_W + \theta c_S)/\theta; \quad (24)$$

$$\beta_1 = \phi_1; \quad (25)$$

$$\beta_2 = \phi_2. \quad (26)$$

其中, $\beta_1 > c_T/(c_T + c_W + \theta c_S)$, $\beta_2 > c_W/(c_W + \theta c_S)$ 。

证明 在联合契约下, 为使供应链整体利益最优, 供应链各节点的最优物流需求和最优CSR水平必须与集中模型下的相等, 即 $q_T = q_s = q^d$; $\eta_T = \eta_s = \eta^d$ 。

由 $q_T = q^d$, 得到

$$w_2 = \beta_1 a - c_T - \frac{\beta_1(2\alpha e\phi_1 - \beta_1 r^2)(a - c_T - c_W - \theta c_S)}{\phi_1(2\alpha e - r^2)}.$$

由 $q_s = q^d$ 并将 w_2 代入化简后得式(24); 再将式(24)代入 w_2 化简后得到式(23)。

同理, 根据 $\eta_T = \eta^d$ 和 $\eta_s = \eta^d$, 得到式(25)和(26), 命题6成立。

此时联合契约下LSI、LSP、LSS的利润分别为

$$\Pi_T^* = \beta_1 \Pi^d; \quad (27)$$

$$\Pi_W^* = (1 - \beta_1)\beta_2 \Pi^d; \quad (28)$$

$$\Pi_S^* = (1 - \beta_1)(1 - \beta_2)\Pi^d. \quad (29)$$

当 $\beta_1 > \frac{c_T}{c_T + c_W + \theta c_S}$, $\beta_2 > \frac{c_W}{c_W + \theta c_S}$ 时, LSI与LSP

的利润大于分散模型, 但是此时LSS的利润低于分散模型。而从供应链整体来看, 联合契约下供应链整体利润等于集中模型, 大于分散模型。因此, 参考文献[21]提出补偿机制来协调LSS与LSI、LSP之间的利润。为了提高LSS的利润, LSI与LSP考虑对LSS进行补偿, 促使LSI、LSP与LSS达成一个带有补偿额的混合契约。假设补偿额为 U , 此时利润为

$$\Pi_{T+W}^* = \beta_1 \Pi^d + (1 - \beta_1)\beta_2 \Pi^d - U; \quad (30)$$

$$\Pi_S^* = (1 - \beta_1)(1 - \beta_2)\Pi^d + U. \quad (31)$$

为了使契约能够同时提高双方的利润, 除了满足式(23)~(26)外, 还需满足 $U_1 < U < U_2$, 其中 $U_1 = \Pi_S^* - \Pi_S^e$, $U_2 = \Pi_{T+W}^* - \Pi_{T+W}^e$ 。

补偿额的多少取决于双方的讨价还价能力。假设LSI、LSP的讨价还价能力为 m , LSS的讨价还价能力为 n , 协商的冲突点为 $(\Pi_T^e, \Pi_W^e, \Pi_S^e)$, 这是因为LSI、LSP和LSS均可接受分散模型下的决策。在联合契约下, LSI和LSP因利润增加而偏好该契约, 而LSS因利润降低而拒绝基于成本分担的收益共享契约, 因此在双方无法达成协商时, 以分散决策为目标, 协商讨价还价的可行域为 $Z = \{(\Pi_S^e, \Pi_{T+W}^e) | U_1 \leq U \leq U_2\}$, 令

$$\Delta \Pi = \Pi^* - \Pi^e; \quad (32)$$

$$\Delta \Pi_{T+W} = \Pi_{T+W}^* - \Pi_{T+W}^e; \quad (33)$$

$$\Delta \Pi_S = \Pi_S^* - \Pi_S^e. \quad (34)$$

LSI、LSP和LSS协商讨价还价的目的都是为了使各自利润最大化, 因此构建纳什议价模型

$\max_{(\Pi_S^e, \Pi_{T+W}^e) \in Z} Y = (\Delta \Pi_{T+W})^m (\Delta \Pi_S)^n$, 求解后得

$$\Delta \Pi_{T+W} = \frac{n}{m+n} \Delta \Pi; \quad (35)$$

$$\Delta \Pi_S = \frac{m}{m+n} \Delta \Pi. \quad (36)$$

此时, 补偿额为 $U = \frac{m}{m+n} U_2 + \frac{n}{m+n} U_1$ 。 σ 为相对讨价还价的能力, 令 $\sigma = \frac{m}{m+n}$, 则 $U = \sigma U_2 + (1 - \sigma) U_1$ 。LSI与LSP利润为 $\Pi_{T+W} = \Pi_{T+W}^* + (1 - \sigma) \Delta \Pi$, $\Pi_S = \Pi_S^* + \sigma \Delta \Pi$ 。至此, 协调契约设计完成。

3 算例分析

为了检验和验证模型性能, 采用数值分析的方法, 更加清晰地说明问题。主要讨论社会责任意识 r 和相对讨价还价能力 σ 对LSSC中成员利润和集成商CSR的影响。设定基础市场容量 $a = 100$, 价格对需求的敏感系数 $\alpha = 0.5$, 社会责任意识 $r = 0.5$, LSP物流外包比例 $\theta = 0.6$, CSR成本系数 $e = 1$, LSI、LSP、LSS的成本分别为 $c_T = 20$, $c_W = 10$, $c_S = 10$ 。为不失一般性, 成员的相对讨价还价能力 $\sigma = 0.5$ 。此时契

约参数为 $\beta_1 > 5/9$, $\beta_2 > 5/8$ 。

通过Matlab可以得到不同决策情况下的最优解，其结果如表1所示。由表1可以看出，集中模型下供应链的最优服务需求、集成商CSR水平高于分散模型，即 $q^* < q^d$, $\eta^* < \eta^d$ 。显然集中模型下供应链整体利润总和高于分散模型，LSSC利润无法达到最优，因此需要协调。

表 1 不同决策下最优情况

Table 1 Optimal situation under different decisions

决策	q	η	Π_T	Π_W	Π_S	Π
分散决策	16.25	2.03	130.03	264.19	528.38	922.6
集中决策	85.33	42.67	—	—	—	2 730.67

3.1 社会责任意识的影响

在基础市场容量、价格对需求的敏感系数、成员的相对讨价还价能力一定的情况下，分析协调前后社会责任意识对物流需求、CSR水平和利润的影响。

由图1可知，社会责任意识与物流需求呈正相关且协调契约扩大了这种影响，表明企业履行社会责任能够促进物流服务需求的增长。随着社会责任意识的不断增长，物流需求增速由缓到快，说明随着CSR的履行，客户对企业信任度提升，订购更多物流服务需求。由图1还可看出，与分散决策相比，供应链在集中决策下能够获得更多的物流服务需求，从而提高企业利润，这验证了命题1。

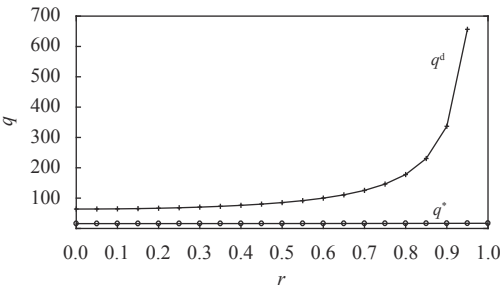


图 1 社会责任意识对需求的影响

Figure 1 The influence of social responsibility consciousness on demand

由图2可知，社会责任意识r的提高促进了CSR水平，契约扩大了这种效果，使CSR水平高于契约前的水平，这说明社会责任意识在契约下扩大了对CSR水平的影响。当社会责任意识系数比较小时，契约对提高LSI的CSR水平不明显，但当r逐渐增大时，CSR水平显著提高。此外，与分散模型相比，LSI在集中模型下CSR水平更高，这验证了命题2。

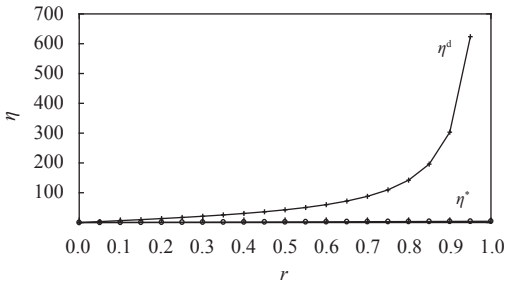


图 2 社会责任意识对CSR水平的影响

Figure 2 The influence of social responsibility consciousness on CSR level

由图3可知，社会责任意识与利润呈正相关，且协调作用扩大了这种效果。随着社会责任意识的提升，无论是协调契约还是批发价格契约，LSI与LSP、LSS的利润都逐步增加，并且协调契约下企业节点的利润均高于分散模型。在未协调之前， $r = 0.2$ 时，LSI与LSP利润增长开始加速； $r = 0.3$ 时，LSS利润增长加快，但增速没有LSI与LSP快。契约协调下， $r = 0.4$ 时，LSI与LSP的利润增长速度开始增大； $r = 0.6$ 时，LSS的利润增长速度开始增大。这表明LSI履行社会责任首先对自身起到积极的影响，之后辐射到其他成员，但对自身的影响更快。

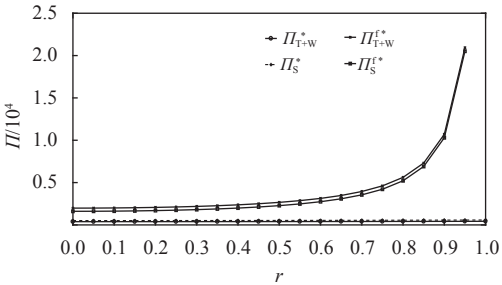


图 3 社会责任意识对利润的影响

Figure 3 The influence of social responsibility consciousness on profit

3.2 契约参数的影响

在基础市场容量、价格对需求的敏感系数、社会责任意识一定，且收益共享系数为 $\beta_1 = 2/3$, $\beta_2 = 3/4$ 时，分析相对讨价还价能力对成员利润、补偿额和整体利润的影响。

由图4和图5可知，相对讨价还价能力越大，LSS获得的补偿额就越高，进而LSS利润增加，相对地LSI与LSP利润降低，但均高于分散模型。图6可得出，无论相对讨价还价能力处于何种水平，协调契约下整体利润总是等于集中模型。由3.1节分析可知，LSI、LSP、LSS在协调契约下的利润均高于分散模型，因此，该契约能够有效协调供应链。

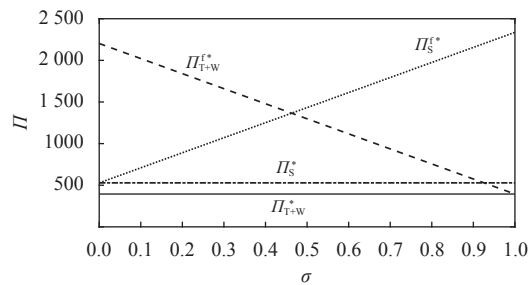


图 4 相对讨价还价能力对成员利润的影响
Figure 4 The influence of relative bargaining power on members' profits

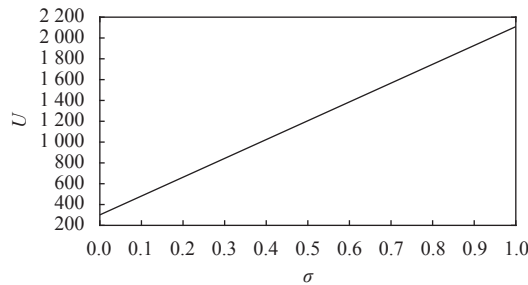


图 5 相对讨价还价能力对补偿额的影响
Figure 5 The influence of relative bargaining power on compensation

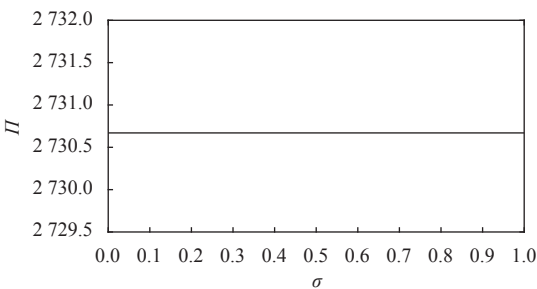


图 6 相对讨价还价能力对整体利润的影响
Figure 6 The influence of relative bargaining power on overall profit

4 结论

本文考虑集成商CSR、成员间博弈行为等因素, 构建三级LSSC数学模型, 研究客户对社会责任在意程度即社会意识对利润、物流需求、企业社会责任的履行的影响, 得到以下结论。1) 在集中模型下, 物流需求和CSR水平以及供应链整体利润最高, 且集中决策下的水平是分散决策下的1倍多, 供应链利润明显增加。2) 在成本共担-收益共享契约下, 分包商利润低于分散模型下的利润, 因此该契约无法协调供应链。改进后的契约, 通过集成商与提供商对分包商的补偿, 使各节点企业利润均高于分散决策下利润, 实现供应链协调的目的。3) 在

分析社会责任意识对利润、CSR水平、物流需求的影响时发现, 无论是哪种模型, 随着社会责任意识的提高, 成员的利润、物流需求、CSR水平均会提高。但是, 在契约模型下, 各变量增长速度更快。同时集成商利润增长先于提供商与分包商。4) 相对议价能力不会对供应链总利润产生影响, 随着讨价还价能力的提升, 分包商获益越多, 集成商与提供商组成的联合体利益相对降低, 但不会低于分散决策模型下的利益。

本文为基于企业社会责任的物流服务供应链协调管理提供理论借鉴, 并揭示以下管理启示。单纯的成本共担和收益共享契约无法解决供应链协调问题, 需要对额外利润再次分配进行协调。带有补偿额的成本共担与收益共享契约适用条件会根据实际环境中企业的相对讨价还价能力表现出不同的协调作用, 当两者产生分歧时出现无法协调的局面。因此, 企业管理者应根据自身的谈判能力对物流服务供应链进行协调, 以实现利润最大化的目标。同时, 在供应链运营过程中, 企业履行社会责任使企业自身首先获益, 之后带动其他企业, 实现经济利益和社会效益的统一。而集成商要发挥好带头作用, 积极履行社会责任, 提高其对供应链的促进作用, 形成良性循环实现企业的可持续发展。

本文将企业社会责任引入LSSC, 来探讨供应链协调问题。但尚有许多值得研究和扩充的内容, 其一本文只考虑了集成商承担社会责任, 未能考虑三者同时承担社会责任时的可能性; 其二协调契约机制设计方面, 可以考虑其他协调契约的可行性。这将是后续研究的方向。

参考文献:

[1] FOMBRUN C J, GARDBERG N A, BARNETT M L. Opportunity platforms and safety nets: corporate citizenship and reputational Risk[J]. *Business and Society Review*, 2000, 105(1): 85-106.

[2] ELTANTAWY R A, FOX G L, GIUNIPERO L. Supply management ethical responsibility: reputation and performance impacts[J]. *Supply Chain Management*, 2009, 14(2): 99-108.

[3] BHATTACHARYA C B, SEN S. Doing better at doing good: when, why, and how consumers respond to corporate social initiatives[J]. *California Management Review*, 2004, 47(1): 9-24.

[4] 陈佳贵, 黄群慧, 彭华岗, 等. 中国企业社会责任研究报告[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2020.

[5] 曹裕, 周默亭, 胡韩莉. 考虑政府补贴与企业社会责任的两级供应链优化[J]. *中国管理科学*, 2020, 28(5): 101-111.

CAO Yu, ZHOU Moting, HU Hanli. Secondary supply chain

- optimization with social responsibility sensitive consumption under government subsidy[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2020, 28(5): 101-111.
- [6] 杨艳, 程燕培, 陈收. 不同权力结构下供应链企业社会责任激励[J]. *中国管理科学*, 2019, 27(3): 144-156.
- YANG Yan, CHENG Yanpei, CHEN Shou. Stimulating corporate social responsibility in supply chain in different dominated modes[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(3): 144-156.
- [7] 范建昌, 倪得兵, 唐小我, 等. 产品责任、企业社会责任偏好与供应链中的质量-数量协调[J]. *中国管理科学*, 2019, 27(1): 85-98.
- FAN Jianchang, NI Debing, TANG Xiaowo, et al. Product liability, corporate social responsibility preference and the quality-quantity coordination in supply chains[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(1): 85-98.
- [8] PANDA S, MODAK N M, BASU M, et al. Channel coordination and profit distribution in a social responsible three-layer supply chain[J]. *International Journal of Production Economics*, 2015, 168: 224-233.
- [9] 桑圣举, 张强. 考虑企业社会责任的绿色供应链优化决策[J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2020, 22(2): 107-116.
- SANG Shengju, ZHANG Qiang. Optimal policies for green supply chain with corporate social responsible[J]. *Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition)*, 2020, 22(2): 107-116.
- [10] 魏恒, 王继光, 李常洪. 考虑政府补贴和企业社会责任的供应链决策[J]. *经济问题*, 2020(4): 68-76.
- WEI Heng, WANG Jiguang, LI Changhong. Research on supply chain decision-making considering government subsidies and corporate social responsibility[J]. *On Economic Problems*, 2020(4): 68-76.
- [11] 谭春桥, 李波, 崔春生. 公平关切下考虑企业社会责任的物流服务供应链协调[J]. *控制与决策*, 2020, 35(7): 1717-1729.
- TAN Chunqiao, LI Bo, CUI Chunsheng. Analysis and coordination of logistics service supply chain with fairness concerns considering corporate social responsibility[J]. *Control and Decision*, 2020, 35(7): 1717-1729.
- [12] 段华薇, 严余松, 张亚东. 考虑企业社会责任的物流服务供应链定价与协调[J]. *控制与决策*, 2016, 31(12): 2287-2292.
- DUAN Huawei, YAN Yusong, ZHANG Yadong. Coordination and price strategy for logistics service supply chains to perform corporate social responsibilities[J]. *Control and Decision*, 2016, 31(12): 2287-2292.
- [13] 高卉杰. 需求不确定下物流服务供应链整合运作研究[D]. 北京: 北京科技大学, 2017.
- GAO Huijie. Research on operation of logistics service supply chain integration under demand uncertainty [D]. Beijing: University of Science and Technology Beijing, 2017.
- [14] 邢鹏, 张翠华, 李春雨. 考虑社会责任和质量努力的服务供应链最优策略[J]. *东北大学学报(自然科学版)*, 2017, 38(6): 898-902.
- XING Peng, ZHANG Cuihua, LI Chunyu. Optimal strategy in service supply chain considering social responsibility and quality effort[J]. *Journal of Northeastern University (Natural Science)*, 2017, 38(6): 898-902.
- [15] 马跃如, 易丹, 胡韩莉. 基于服务质量控制的养老服务供应链协调研究[J]. *管理工程学报*, 2020, 34(4): 109-118.
- MA Yueru, YI Dan, HU Hanli. Research of old-age service supply chain coordination based on service quality control[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2020, 34(4): 109-118.
- [16] 高凌宇, 王效俐. 基于患者选择行为的医疗服务供应链定价与协调机制研究[J]. *管理学报*, 2020, 17(3): 422-430.
- GAO Lingyu, WANG Xiaoli. Research on pricing strategy and coordination of medical service supply chain based on patient choice[J]. *Chinese Journal of Management*, 2020, 17(3): 422-430.
- [17] 张建军, 赵启兰. 两级产品供应链与两级物流服务供应链利益协调研究[J]. *工业技术经济*, 2019, 38(1): 58-66.
- ZHANG Jianjun, ZHAO Qilan. Research on the interest coordination between the two-echelon product supply chain and logistics service supply chain[J]. *Journal of Industrial Technological Economics*, 2019, 38(1): 58-66.
- [18] 刘艳秋, 蔡超. 考虑双边可靠性的物流服务供应链协调契约研究[J]. *工业工程与管理*, 2018, 23(2): 59-67.
- LIU Yanqiu, CAI Chao. Research on coordination contract of logistics service supply chain considering bilateral reliability[J]. *Industrial Engineering and Management*, 2018, 23(2): 59-67.
- [19] HE M, XIE J, WU X, et al. Capability coordination in automobile logistics service supply chain based on reliability[J]. *Procedia Engineering*, 2016, 137: 325-333.
- [20] 王勇, 龙超. 碳交易政策下三级供应链双领域减排合作[J]. *系统管理学报*, 2019, 28(4): 763-770.
- WANG Yong, LONG Chao. Two-field emission reduction cooperation in three-level supply chain under carbon trading policy[J]. *Journal of Systems & Management*, 2019, 28(4): 763-770.
- [21] 王文隆, 王福乐, 张涑贤. 考虑低碳努力的双渠道供应链协调契约研究[J]. *管理评论*, 2021, 33(4): 315-326.
- WANG Wenlong, WANG Fule, ZHANG Suxian. Coordination contract in a dual channel supply chain with low carbon efforts[J]. *Management Review*, 2021, 33(4): 315-326.

(责任编辑: 郑穗华)