

doi: 10.3969/j.issn.1005-3026.2017.06.027

# 考虑社会责任和质量努力的服务供应链最优策略

邢鹏, 张翠华, 李春雨

(东北大学工商管理学院, 辽宁沈阳 110169)

**摘要:** 研究考虑服务集成商具有企业社会责任行为, 服务提供商进行服务质量努力的服务供应链最优策略问题. 在量化企业社会责任和服务质量努力的基础上, 建立了具有行为特征的提供商和集成商的效用函数, 并以服务供应链成员效用最大化为目标, 对模型进行优化分析, 得到不同约束条件下最优的企业社会责任、服务质量努力以及价格等最优决策策略. 通过数值仿真发现: 首先, 多数情形下服务供应链成员的最优效用分别与集成商对社会责任投资预算的上限和提供商对服务质量努力投资预算的上限成正比. 其次, 为保证效用最大化, 集成商在提高企业社会责任的同时, 应尽可能选择质量努力较高的提供商进行协作. 第三, 提供商为获得最优效用, 应尽量选择企业社会责任较好的集成商进行协作. 但提供商不可盲目通过提高质量努力投资预算来增加企业效用.

**关键词:** 质量努力; 企业社会责任; 效用函数; 服务供应链; 最优策略

中图分类号: C 931 文献标志码: A 文章编号: 1005-3026(2017)06-0898-05

## Optimal Strategy in Service Supply Chain Considering Social Responsibility and Quality Effort

XING Peng, ZHANG Cui-hua, LI Chun-yu

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China. Corresponding author: ZHANG Cui-hua, E-mail: chzhang@mail.neu.edu.cn)

**Abstract:** Considering the corporate social responsibility of service integrators and service quality effort of service providers, optimal strategy in service supply chain is investigated. Utility functions of service integrators and service providers with behavior characters are established based on the quantization of corporate social responsibility and service quality effort. Models are optimized to maximize members' utilities; thereby, optimal strategy of corporate social responsibility, service quality effort and price are obtained under different constraints. The numerical simulation shows service supply chain members' optimal utilities have positive correlation with the upper limit of integrators' social responsibility and providers' investment budget of service quality effort in most situations. Secondly, in order to ensure the maximum utility, integrators should improve corporate social responsibility and select providers with higher quality effort to collaborate. Finally, to obtain the optimal utility, providers should choose integrators with better corporate social responsibility to collaborate. However, providers should not increase enterprises' utility blindly by enhancing the investment budget of quality effort.

**Key words:** quality effort; corporate social responsibility; utility function; service supply chain; optimal strategy

服务业已成为我国新一轮经济增长的火车头.《2014年国民经济和社会发展统计公报》显

示,2014年我国第三产业增加值306739亿元,占GDP比重达到48.2%.服务业将成为新常态下中

收稿日期: 2015-11-05

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(71371043); 教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20130042110031); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(N130206001); 辽宁省社科规划基金资助项目(L13BJY023); 辽宁省百千万人才工程项目(2013921072).

**作者简介:** 邢鹏(1987-),男,辽宁大连人,东北大学博士研究生; 张翠华(1971-),女,辽宁沈阳人,东北大学教授,博士生导师.

国经济增长的新动力,但相比发达国家服务行业的服务水平还是有一定的差距.因此,服务供应链和服务质量逐渐成为供应链领域中重要的研究方向和课题. Wang 等<sup>[1]</sup>将服务供应链划分为“pure services”和“physical products together with services”,参考其对服务供应链的界定,本文主要研究纯服务性的供应链,即供应链提供的产品就是服务.例如,电信、金融、手机 APP 等行业.服务供应链主要结构包括:服务提供商、服务集成商、消费者或者顾客<sup>[1-2]</sup>.综合 Wang 等和 Stavroulakis 等<sup>[1,3]</sup>的研究,纯服务性供应链的服务具有不可存储性和易逝性,且无产品供应链中的库存、运输等较多类型的成本.其次,相比产品性供应链产品合格率,纯服务性供应链的服务质量对需求影响更加直接.再次,由于提供的产品是纯服务,所以供应链成员的行为因素对纯服务性服务供应链决策影响较大.同时供应链成员之间复杂的相互作用必将产生复杂的动态行为.因此,有关行为因素的研究也逐渐引起学者们的广泛关注.刘咏梅等<sup>[4]</sup>将行为因素分为个体、群体和组织两个层面.在考虑个体层面的服务质量努力的行为因素方面,Zhang 等<sup>[5-6]</sup>运用量子博弈分别研究了中国通信服务行业的服务质量决策问题以及在具有质量努力行为因素影响下的服务质量决策问题.Ma 等<sup>[7]</sup>探讨了质量努力和市场努力影响下,供应链渠道协调策略.在分析企业社会责任这一群体和组织层面的行为因素方面,Arya 等<sup>[8]</sup>分析了受企业社会责任的影响,政府部门如何制定较好的补贴和刺激政策.

综上所述,已有文献对纯服务性的供应链方面的研究较少.同时,对供应链中行为因素的研究,现有文献较多侧重研究一个层面上的行为因素对供应链决策的影响,缺少同时从个体和群体两个层面行为因素对供应链决策影响的研究.本文同时考虑供应商具有服务质量努力(个体层次)、提供商具有企业社会责任(群体和组织层次)两个行为因素,建模并优化,分析得到最优的决策策略.

## 1 模型假设与描述

### 1.1 问题和变量说明

本文考虑由一个服务提供商和一个服务集成商组成的服务供应链.相关符号含义如下:

$D$  为最终的市场需求量; $D_0$  为市场的固有需求; $p$  为服务集成商面对消费者的价格; $w$  为服务

提供商的销售价格; $r$  为服务集成商的企业社会责任; $e$  为服务提供商的服务质量努力程度; $\bar{c}_F$  为服务集成商针对社会责任投资预算的上限; $c_F$  为服务集成商进行社会责任行为的单位成本; $\bar{c}_S$  为服务提供商进行服务质量努力投资预算的上限; $c_S$  为服务提供商进行服务质量努力而产生的单位成本; $U_F, U_S$  分别为服务集成商和服务提供商的效用值; $M$  为服务提供商的固定成本; $p^*, w^*, U_F^*, U_S^*, r^*, e^*$  分别为决策变量最优值.

### 1.2 函数构建

需求函数:

$$D = D_0 + \alpha r + \beta e - \theta p. \quad (1)$$

参考 Ma 等<sup>[7]</sup>针对质量努力和市场努力的研究,本文将服务提供商的服务质量努力设为  $e$ ,与市场需求正相关.同时,参考 Arya 等<sup>[8]</sup>对企业社会责任的分析,本文将服务集成商的企业社会责任设为  $r$ ,与需求正相关.服务集成商的服务价格  $p$  与需求负相关.  $\alpha, \beta, \theta$  分别为  $r, e, p$  的敏感系数.

同时参考 Ni 等<sup>[9]</sup>对企业社会责任的研究,本文同样假设服务集成商企业社会责任的成本函数是线性函数,为  $c_F r$ .其中,  $r \in [0, \bar{c}_F/c_F]$ .并假设服务提供商的服务质量努力成本函数:  $c_S e^2/2$ .其中,  $e \in [0, \bar{c}_S/c_S]$ .

服务集成商的效用函数:

$$U_F = (p - w)(D_0 + \alpha r + \beta e - \theta p) - c_F r; \quad (2)$$

服务提供商的效用函数:

$$U_S = w(D_0 + \alpha r + \beta e - \theta p) - \frac{1}{2}c_S e^2 - M. \quad (3)$$

## 2 服务集成商主导下的纳什均衡解

本文主要研究服务集成商主导的 Stackelberg 博弈模型.建立描述性函数,根据变量的范围,以服务供应链成员的效用最大化为目标,对模型进行优化求解,得到不同条件下的纳什均衡解.具体如下.

根据式(2),(3),运用逆向推纳,可得最优的  $p^*$  与  $w^*$  为

$$p^* = \frac{D_0 + \alpha r + \beta e + \theta w}{2\theta}, \quad (4)$$

$$w^* = \frac{D_0 + \alpha r + \beta e}{2\theta}. \quad (5)$$

进而,分别得到服务提供商和供应商最优的效用值  $U_F^*$  和  $U_S^*$ :

$$U_F^* = \frac{(D_0 + \alpha r + \beta e)^2}{16\theta} - c_F r, \quad (6)$$

$$U_S^* = \frac{(D_0 + \alpha r + \beta e)^2}{8\theta} - \frac{1}{2}c_S e^2 - M. \quad (7)$$

根据式(6)和(7),可得两个效用函数的对称轴分别为  $r = \frac{8\theta c_F}{\alpha^2} - \frac{D_0 + \beta e}{\alpha}$ ,  $e = \frac{\beta(D_0 + \alpha r)}{4\theta c_S - \beta^2}$ .

1) 服务集成商的反应函数. 根据  $r \in [0, \bar{c}_F/c_F]$  以及对称轴  $r = \frac{8\theta c_F}{\alpha^2} - \frac{D_0 + \beta e}{\alpha}$  的关系,得到服务集成商的反应函数:

$$r^* = \begin{cases} \frac{\bar{c}_F}{c_F}, & \frac{16\theta c_F^2 - \bar{c}_F}{2\alpha\beta c_F} - \frac{D_0}{\beta} < e \leq \frac{8\theta c_F}{\alpha\beta} - \frac{D_0}{\beta}; \\ 0, & \text{否则.} \end{cases} \quad (8)$$

2) 服务提供商的反应函数. 根据函数开口方向、对称轴位置  $e = \frac{\beta(D_0 + \alpha r)}{4\theta c_S - \beta^2}$  以及变量的取值范围,得到服务提供商的反应函数:

$$e^* = \begin{cases} \frac{\bar{c}_S}{c_S}, & r > \frac{\bar{c}_S(4\theta c_S - \beta^2)}{2\alpha\beta c_S} - \frac{D_0}{\alpha}; \\ \frac{\beta(D_0 + \alpha r)}{4\theta c_S - \beta^2}, & 4\theta c_S > \beta^2 \text{ 且 } r \leq \frac{\bar{c}_S(4\theta c_S - \beta^2)}{2\alpha\beta c_S} - \frac{D_0}{\alpha}. \end{cases} \quad (9)$$

### 3 最优策略及分析

根据不同约束条件下的纳什均衡解  $(r^*, e^*)$ , 求解得到相应条件下的最优策略:

1) 当  $(r^*, e^*) = (\frac{\bar{c}_F}{c_F}, \frac{\bar{c}_S}{c_S})$  时,

$$w^* = \frac{c_S c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F c_S + \beta \bar{c}_S c_F}{2\theta c_S c_F};$$

$$p^* = \frac{3(c_S c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F c_S + \beta \bar{c}_S c_F)}{4\theta c_S c_F};$$

$$U_F^* = \frac{(c_S c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F c_S + \beta \bar{c}_S c_F)^2}{16\theta c_S^2 c_F^2} - \bar{c}_F;$$

$$U_S^* = \frac{(c_S c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F c_S + \beta \bar{c}_S c_F)^2}{8\theta c_S^2 c_F^2} - \frac{\bar{c}_S^2}{2c_S} - M.$$

命题 1 ①  $w^*, p^*$  分别与  $\bar{c}_F, \bar{c}_S$  正相关.  $U_F^*$  与  $\bar{c}_S$  正相关,  $U_S^*$  与  $\bar{c}_F$  和  $\bar{c}_S$  均具有正相关性.

② 当  $\alpha(c_S c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F c_S + \beta \bar{c}_S c_F) > 8\theta c_S^2 c_F^2$  时,  $U_F^*$  与  $\bar{c}_F$  正相关. 否则, 反之. 当  $8\theta c_S^2 c_F^2$  等于  $\alpha(c_S c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F c_S + \beta \bar{c}_S c_F)$  时,  $U_F^*$  与  $\bar{c}_F$  无相关性.

2) 当  $(r^*, e^*) = (0, \frac{\bar{c}_S}{c_S})$  时,

$$w^* = \frac{c_S D_0 + \beta \bar{c}_S}{2\theta c_S}; p^* = \frac{3(c_S D_0 + \beta \bar{c}_S)}{4\theta c_S};$$

$$U_F^* = \frac{(c_S D_0 + \beta \bar{c}_S)^2}{16\theta c_S^2};$$

$$U_S^* = \frac{(c_S D_0 + \beta \bar{c}_S)^2}{8\theta c_S^2} - \frac{\bar{c}_S^2}{2c_S} - M.$$

命题 2 ①  $w^*$  和  $p^*$  分别与  $\bar{c}_S$  正相关, 与  $\bar{c}_F$  不具有相关性.  $U_F^*$  与  $\bar{c}_S$  正相关,  $U_F^*$  和  $U_S^*$  均与  $\bar{c}_F$  不具有相关性.  $U_S^*$  与  $\bar{c}_S$  具有负相关性. ② 当  $\beta c_S D_0 + \bar{c}_S(\beta^2 - 4\theta c_S) > 0$  时,  $U_S^*$  与  $\bar{c}_S$  具有正相关性. 否则, 反之. 当  $\beta c_S D_0 = \bar{c}_S(4\theta c_S - \beta^2)$  时,  $U_S^*$  与  $\bar{c}_S$  无相关性.

3) 当  $(r^*, e^*) = (\frac{\bar{c}_F}{c_F}, \frac{\beta(c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F)}{c_F(4\theta c_S - \beta^2)})$  时, 设

$$T = c_F D_0(4\theta c_S - \beta^2) + \alpha(4\theta c_S - \beta^2)\bar{c}_F + \beta^2(c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F),$$

$$w^* = \frac{T}{2\theta c_F(4\theta c_S - \beta^2)},$$

$$p^* = \frac{3T}{4\theta c_F(4\theta c_S - \beta^2)},$$

$$U_F^* = \frac{T^2}{16\theta c_F^2} - \bar{c}_F,$$

$$U_S^* = \frac{T^2}{8\theta c_F^2} - \frac{c_S \beta^2 (c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F)^2}{2c_F^2(4\theta c_S - \beta^2)} - M.$$

命题 3 ①  $w^*$  和  $p^*$  分别与  $\bar{c}_F$  正相关, 与  $\bar{c}_S$  不具有相关性;  $U_F^*$  和  $U_S^*$  均与  $\bar{c}_S$  不具有相关性.

② 当  $c_S T / (2c_F^2) > 1$  时,  $U_F^*$  与  $\bar{c}_F$  正相关. 否则, 反之. 当  $c_S T / (2c_F^2) = 1$  时,  $U_F^*$  与  $\bar{c}_F$  不具有相关性; 当  $T > \frac{\alpha c_S \beta^2 (c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F)}{(4\theta c_S - \beta^2)^2}$  时,  $U_S^*$  与  $\bar{c}_F$  具有

正相关性. 否则, 反之. 当  $T = \frac{\alpha c_S \beta^2 (c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F)}{(4\theta c_S - \beta^2)^2}$

时,  $U_S^*$  与  $\bar{c}_F$  无相关性.

4) 当  $(r^*, e^*) = (0, \frac{\beta D_0}{4\theta c_S - \beta^2})$  时,

$$w^* = \frac{2c_S D_0}{4\theta c_S - \beta^2}, p^* = \frac{3c_S D_0}{2(4\theta c_S - \beta^2)},$$

$$U_F^* = \frac{\theta(c_S D_0)^2}{4\theta c_S - \beta^2},$$

$$U_S^* = \frac{2\theta(c_S D_0)^2}{4\theta c_S - \beta^2} - \frac{c_S(\beta D_0)^2}{2(4\theta c_S - \beta^2)^2} - M.$$

命题 4  $w^*, p^*, U_F^*, U_S^*$  均与  $\bar{c}_F$  和  $\bar{c}_S$  无相关性.

### 4 数值仿真分析

某服务供应链的  $D_0 = 10, c_F = 1, c_S = 1,$

$M=5, \alpha=1, \beta=2$ .

1)  $(r^*, e^*) = (\bar{c}_F/c_F, \bar{c}_S/c_S)$  情形下. 此时  $\beta^2 - 4\theta c_S > 0$ , 设  $\theta=0.5$ . 由图 1,  $w^*, p^*$  随  $\bar{c}_F$  与  $\bar{c}_S$  的增加而增加,  $p^* > w^*$ . 结果符合实际, 模型具有合理性. 分析图 2,  $U_S^*, U_F^*$  分别随  $\bar{c}_F$  与  $\bar{c}_S$  的变大而变大. 其中,  $U_S^*, U_F^*$  的增长率也随  $\bar{c}_F$  与  $\bar{c}_S$  的变大而变大. 图 2 表明,  $U_F^* \geq U_S^*$ . 服务集成商进行企业社会责任投资是十分必要的. 综上所述, 此情形下当集成商提高企业社会责任投资预算上限时, 即提高企业社会责任时, 在带来自身效用增加的同时, 也会带来提供商效用的增加. 同样, 当提供商提高质量努力投资预算上限时, 在带来自身效用增加的同时, 也会给集成商带来更多效用. 因此, 服务供应链成员提高质量努力和企业社会责任, 均有利于彼此效用的增加, 实现双赢. 所以, 在选择协作的供应链成员时, 尽可能选择质量努力较高的提供商或企业社会责任较高的集成商来进行协作, 进而保证效用最大化.

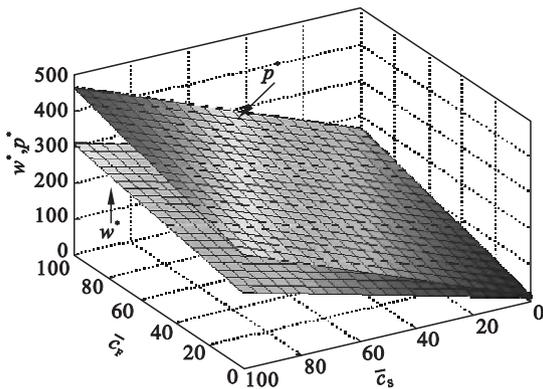


图 1  $w^*$  与  $p^*$  的关系

Fig. 1 Relationship between  $w^*$  and  $p^*$

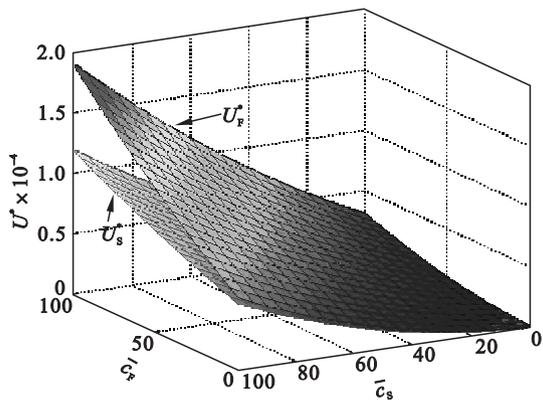


图 2  $U_F^*$  与  $U_S^*$  的关系

Fig. 2 Relationship between  $U_F^*$  and  $U_S^*$

2)  $(r^*, e^*) = (0, \bar{c}_S/c_S)$  情形下. 此时  $\beta^2 - 4\theta c_S < 0$ , 设  $\theta=1.5$ . 由图 3 可知  $w^*, p^*$  均随  $\bar{c}_S$  的变大而变大.  $p^*$  的增长率大于  $w^*$  的增长率. 同

时,  $p^* > w^*$ . 与实际相符, 模型和最优策略具有合理性. 图 4 中,  $U_F^*$  随  $\bar{c}_S$  的变大而变大. 但  $U_S^*$  却随  $\bar{c}_S$  的变大而先变大, 后变小. 当  $\bar{c}_S \leq 10$  时,  $U_S^*$  随  $\bar{c}_S$  的增加而增加; 当  $\bar{c}_S > 10$  时,  $U_S^*$  却随着  $\bar{c}_S$  的增加而减少. 同时由图 4 知, 当  $\bar{c}_S < 4.5$  时,  $U_F^* < U_S^*$ ; 而当  $\bar{c}_S > 4.5$  时,  $U_F^* > U_S^*$ . 综上, 此情形下服务集成商具有一定的搭便车行为. 虽然可以不具有企业社会责任行为, 但随着提供商质量努力投资预算上限的提高, 集成商的最优效用也不断增加. 因此, 在选择协作提供商时, 尽可能选择质量努力较高的提供商进行协作. 同时, 受质量努力成本的影响, 虽然提供商针对服务质量努力的投资预算增加, 但获得的最优效用却不一定增多. 此时, 服务提供商可不考虑集成商的企业社会责任, 但自身需制定适当的质量努力投资预算, 才能获得最优的效用值, 切忌盲目增加投资.

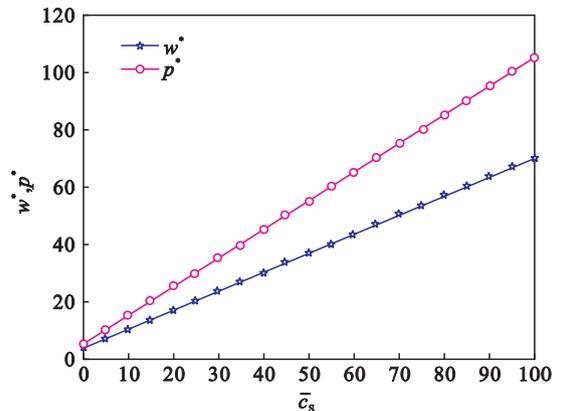


图 3  $\bar{c}_S$  与  $w^*, p^*$  的关系

Fig. 3 Relationships among  $w^*, p^*$  and  $\bar{c}_S$

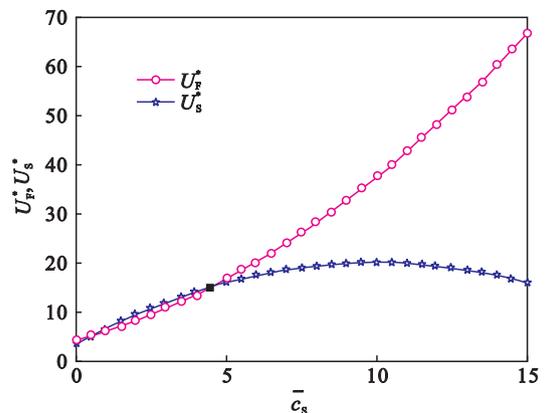


图 4  $\bar{c}_S$  与  $U_F^*, U_S^*$  的关系

Fig. 4 Relationships among  $U_F^*, U_S^*$  and  $\bar{c}_S$

3)  $(r^*, e^*) = (\bar{c}_F/c_F, \frac{\beta(c_F D_0 + \alpha \bar{c}_F)}{c_F(4\theta c_S - \beta^2)})$  情形

下. 此时  $\beta^2 - 4\theta c_S < 0$ , 因此设  $\theta=1.5$ . 由图 5 可知,  $w^*, p^*$  均随着  $\bar{c}_F$  的增大而增大.  $p^*$  的增长率大于  $w^*$  的增长率. 同时,  $p^* > w^*$ . 符合实际, 验

证了模型和最优策略的合理性. 分析图 6 可知,  $U_S^*$ ,  $U_F^*$  分别随着  $\bar{c}_F$  的变大而变大. 此时,  $U_F^* < U_S^*$ . 因为此时集成商需要承担一定企业社会责任行为的成本, 而服务提供商却具有一定的搭便车行为. 作为提供商, 其最优的质量努力需根据集成商的社会责任投资预算上限值来进行优化决策, 并与社会责任投资预算上限值成正相关. 所以, 提供商应该尽可能选择企业社会责任较高的集成商进行协作, 进而保障较好的服务质量和较多的效用. 作为集成商, 可选择较高的社会责任投资预算, 在带来自身效用增加的同时, 也会促进提供商提高质量努力, 提升服务质量, 保障自己可以获得更优质的服务.

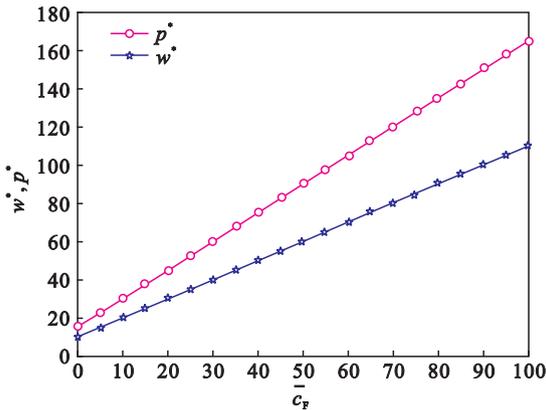


图 5  $\bar{c}_F$  与  $w^*$ ,  $p^*$  的关系

Fig. 5 Relationships among  $w^*$ ,  $p^*$  and  $\bar{c}_F$

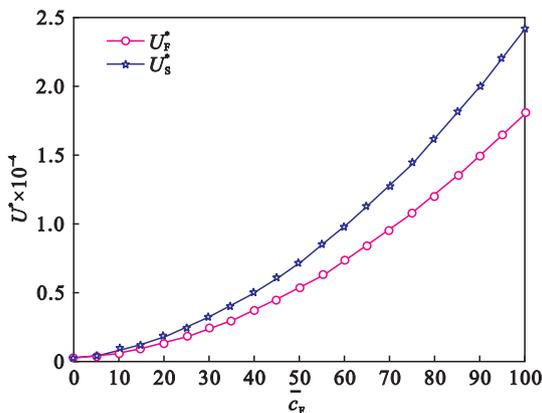


图 6  $\bar{c}_F$  与  $U_F^*$ ,  $U_S^*$  的关系

Fig. 6 Relationships among  $U_F^*$ ,  $U_S^*$  and  $\bar{c}_F$

## 5 结 论

本文主要研究同时考虑个体和群体两个层次上的行为因素影响下, 即考虑提供商具有质量努力行为、集成商具有企业社会责任两个行为因素影响下的服务供应链最优策略问题. 得到结论: 首

先, 在多数情形下服务供应链成员的最优销售价格、服务价格以及最优效用分别与集成商对社会投资预算的上限和提供商对服务质量努力投资预算的上限成正相关. 其次, 集成商主导下的服务供应链, 为保证效用最大化, 集成商在提高企业社会责任的同时, 应尽可能选择质量努力较高 (或质量努力投资预算较多) 的提供商进行协作. 再次, 提供商为获得最优效用, 应尽量选择企业社会责任较好 (或企业社会责任投资预算较多) 的集成商进行协作. 但提供商不可盲目通过提高质量努力投资预算来增加企业效用. 未来可研究信息不对称条件下服务供应链成员中两者均考虑质量努力和企业社会责任等行为因素影响下的最优策略问题.

## 参考文献:

- [1] Wang Y, Wallace S W, Shen B, et al. Service supply chain management: a review of operational models [J]. *European Journal of Operational Research*, 2015, 247(3): 685–698.
- [2] Liu W H, Xie D, Liu Y, et al. Service capability procurement decision in logistics service supply chain: a research under demand updating and quality guarantee [J]. *International Journal of Production Research*, 2015, 53(2): 488–510.
- [3] Stavroulaki E, Davis M M. A typology for service supply chains and its implications for strategic decisions [J]. *Service Science*, 2014, 6(1): 34–46.
- [4] 刘咏梅, 李立, 刘洪莲. 行为供应链综述 [J]. 中南大学学报 (社会科学版), 2011, 17(1): 80–84.  
(Liu Yong-mei, Li Li, Liu Hong-lian. Behavioral supply chain management review [J]. *Journal of Central South University (Social Science)*, 2011, 17(1): 80–84.)
- [5] Zhang C H, Xing P. A research on service quality decision-making of Chinese communications industry based on quantum game [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2015, 432: 9–15.
- [6] Zhang C H, Xing P, Wang J W. Quality effort decision in service supply chain with quality preference based on quantum game [J]. *International Journal of Modern Physics C*, 2015, 26(7): 1550073.
- [7] Ma P, Wang H Y. Supply chain channel strategies with quality and marketing effort-dependent demand [J]. *International Journal of Production Economics*, 2013, 144(2): 572–581.
- [8] Arya A, Mittendorf B. Supply chain consequences of subsidies for corporate social responsibility [J]. *Production & Operations Management*, 2015, 24(8): 1346–1357.
- [9] Ni D B, Li K W. A game-theoretic analysis of social responsibility conduct in two-echelon supply chains [J]. *International Journal of Production Economics*, 2012, 138(2): 303–313.