

文章编号:1003-207(2016)02-0084-08

DOI:10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2016.02.011

产品服务系统转移支付机制研究

姚树俊¹,陈菊红²,和 征³

(1. 西安财经学院管理学院,陕西 西安 710100;2. 西安理工大学经济与管理学院,陕西 西安 710054;
3. 西安工程大学管理学院,陕西 西安 710048)

摘要:在制造业服务化转型过程中,产品服务系统逐渐成为一种新型的商业模式。通过运用旁支付契约,研究了产品服务系统中的制造商与服务商之间的转移支付问题。研究发现,与讨价还价情形相比,旁支付契约机制可以实现对协调后总收益增加值进行公平合理地分配,确保企业间合作的稳定性。同时有力地避免了预先购买,哄抬价格的道德缺失现象的发生。并通过数值实例验证了旁支付契约在产品服务系统协调方面的有效性,有助于提升产品服务的整合效率,提高产品服务系统成员企业的收益水平。

关键词:产品服务系统;机制设计;合作博弈;旁支付契约;预先购买

中图分类号:F274 **文献标识码:**A

1 引言

在制造业服务化转型过程中,客户的关注点逐渐由产品转向服务,制造商不仅要生产高质量的产品,而且需要与服务商合作提供高品质的服务。因此,需要通过构建合理的转移支付契约,实现制造商与服务商利益公平分配和无缝式合作对接,将产品和服务要素高度整合为产品服务系统,进而满足日益个性化的客户产品服务需求。国内外学者分别从产品增值服务^[1-2]、制造增强型服务^[3-5]、产品服务化^[6-7]、制造业服务化^[8-9]和新型制造业^[10]等多个不同视角研究了产品服务系统的最新发展趋势,一致认为产品服务系统是产品服务化与服务产品化的融合;前者侧重以服务思维看待产品,注重产品质量和功能价值实现;后者侧重于服务价值和客户服务体验^[11-12]。

当前对产品服务系统的研究主要集中在产品服务系统的基本概念,分类以及运营模式三个方面。产品服务系统(Product Service System)是在制造业服务化背景下,制造商通过产品服务集成,资源有机整合为客户提供全生命周期服务的一种新型的商业运营模式^[13-14]。对于产品服务系统分类,Cook和Bhamra^[15]根据产品,服务与企业核心竞争力之间的关系,从四个不同维度分析了产品服务系统的类别。杨才君等^[16]从服务化程度和交易过程中客户所有权多少的角度进一步将产品服务系统分为面向产品的PSS、面向应用的PSS和面向效用的PSS三类,并分析了三类产品服务系统的特点^[17]。然而,在产品服务系统运营模式方面,张旭梅等提出服务外包、制造商与服务商合作服务以及制造商自营服务等三种现代制造服务运营模式。顾新建等^[18]从组织优化的角度,将产品服务系统运营组织分为客户自我服务、服务外包商提供服务,制造商提供集成化服务三种不同的形式。运用已有服务运营模式,王陆玲,王国锋等^[19]分析了服务外包中信息不对称因素对服务供应商甄别选择的影响。龙跃和易树平^[20]利用Shapley值研究了一种汽配供应商与制造服务商之利润分配机制。周华,周水银^[21]以专业服务为研究对象,研究了专业服务商的服务定价策略和服务能力等级设定问题。李新明,廖貅武等^[22]在免费服务试用模式下,探讨了IT服务供应链中基础设施提供商与服务商间的协调问题。

收稿日期:2013-01-27; 修订日期:2015-01-16

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71272117);陕西省社会科学基金资助项目(2014P17);陕西省社科联2013、2014年度重大理论与现实问题研究项目(2013Z023, 2014Z014);陕西省教育厅科学研究项目计划(15JK1283);西安财经学院科研基金资助项目;陕西省重点学科建设专项资金(1201)

通讯作者简介:姚树俊(1981-),男(汉族),山东巨野人,西安财经学院管理学院副教授,博士,研究方向:供应链管理,服务型制造,E-mail: yaoshujun521@126.com.

总之,已有的研究成果主要从产品服务系统的概念界定^[13-14,23]、类别划分^[15-16]、运营模式^[17-18,25]、服务商甄选^[19-20]、服务定价策略^[21-22,24]等方面进行了一定程度的研究。在此基础上,本文从要素融合层面,刻画产品与服务要素间的融合效应,能够加快产品服务系统高效集成化的进程;同时从组织协作层面,分析不同资源要素主体制造商—服务商之间的运营策略,有助于促进企业间协同合作,提升产品服务系统的效益水平。并且运用旁支付契约,在客户产品服务需求确定性条件下,结合产品服务系统中制造商与服务商的交互过程,构建能够协调双方利益关系的转移支付机制,能够对协调后的总收益增加值进行公平合理地分配,有效地防止预先购买,哄抬价格的道德缺失现象的发生,有助于实现企业之间协作的公平性、稳定性和最终提升产品服务系统整体的效益水平。

2 旁支付契约初始模型

旁支付契约主要用于协调企业之间的合作关系。许多学者对旁支付的内涵进行了界定,如 Ca-chon^[26]通过回顾旁支付契约在企业间协调合作中的应用,指出旁支付契约的一般形式包括稳定批发价格、收益共享、回购、价格折扣、销售回扣契约等。Rubin 和 Carter^[27]认为旁支付是指为了激励对方偏离个体最优方案,实现全局最优方案,在交易双方之间发生的额外资金转移。Carter 和 Ferrin^[28]指出旁支付是指为激励合作企业在给定契约上做出让步,在合作双方之间所发生的额外资金转移,如降低价格、追加罚款、折扣策略等。因此,产品服务系统旁支付是指为增强产品服务系统的整体收益,而在不同成员企业之间所发生的货币资金转移,如转移支付、赔偿、退还、回购等。在旁支付契约机制设计方面,国内学者研究相对较少。如罗定提等^[29]在产品价格固定、需求是随机的情况下,研究旁支付激励机制对供应商和零售商收益产生的影响,并证明旁支付激励机制能够有效地提高供应链的运作效率。在此基础上,韩建军等^[30]针对项目业主与设计承包商组成的设计外包体系,在合约不完全条件下,研究旁支付激励机制对项目业主收益的影响。上述文献主要关注的是旁支付契约的基本内涵,而本文结合产品与服务两种要素间融合效应,运用旁支付契约构建了产品服务系统的转移支付机制,进而实现利润分配的公平性和双方协作的稳定性。

产品服务系统以产品为依托,并将其与对应的

服务包捆绑而成。制造商提供产品,而服务商根据产品服务需求,将产品和配套服务包绑定为集成化解决方案交付给客户。制造商以产品价格 w 向服务商提供产品,服务商以服务价格 p 向顾客提供集成化的产品服务,其中服务价格 p 是服务商在产品价格 w 基础上制定的产品延伸服务价格,即集成化产品服务价格。 q 表示服务商从制造商处订购的产品数量, s 表示服务商向客户提供的服务包数量,且 $q \geq s$ 。双方的收益函数分别为 $\pi_m(w, q)$ 和 $\pi_s(p, s)$,而博弈双方的 Nash 均衡策略 $(w^N, q^N), (p^N, s^N)$ 满足条件:

$$\pi_m(w^N, q^N) \geq \pi_m(w, q^N) \quad (1)$$

$$\pi_s(p^N, s^N) \geq \pi_s(p^N, s) \quad (2)$$

(w^N, q^N) 表示不考虑旁支付时的 Nash 均衡解; $(w^*, q^*), (p^*, s^*)$ 表示产品服务系统的全局最优解,此时产品服务系统中双方企业的整体收益函数为: $\pi(w, q) = \pi_m(w, q) + \pi_s(p, s)$,并且满足 $\pi_m(w^*, q^*) \geq \pi_m(w^N, q^N), \pi_s(p^*, s^*) \geq \pi_s(p^N, s^N)$ 。

制造商通过设计合理的旁支付契约,实现产品服务系统整体收益最大化,并且确保制造商—服务商双方合作的稳定性。在旁支付契约情形下,产品服务系统成员企业的收益函数 $\pi_m^c(w, q), \pi_s^c(p, s)$ 表示为:

$$\begin{cases} \pi_m^c(w, q) = \pi_m(w, q) - T(w, s) - \gamma \\ \pi_s^c(p, s) = \pi_s(p, s) + T(w, s) + \gamma \end{cases} \quad (3)$$

其中旁支付 $T(w, s)$ 是表示制造商与服务商在产品服务运营过程中发生的转移支付。当 $T(w, s) > 0$ 时,表示产品服务运营初期,制造商为激励服务商拓展产品服务市场,向其提供的转移支付;当 $T(w, s) < 0$ 时,表示产品服务运营后期,双方获得规模效益后,服务商向制造商提供的转移进行收益共享,从而维护产品服务系统的稳定性;当 $T(w, s) = 0$ 时,表示产品服务系统成员企业之间不发生转移支付。 γ 是指旁支付合作情形下制造商认可的服务商收益分配量,当引入旁支付函数 $T(w, s)$ 后,产品服务系统成员企业收益增加值为:

$$K_m = \pi_m(w^*, q^*) - \pi_m(w^N, q^N)$$

$$K_s = \pi_s(p^*, s^*) - \pi_s(p^N, s^N)$$

如果 $K_i \geq 0$,企业 i 的收益增加值为 K_i ;否则,企业 i 的收益损失值为 $|K_i|$,便会脱离合作联盟, $i = m, s$ 。双方的总收益增加值为: $K = K_m + K_s$ 。为了能够对总收益增加值 K 进行公平合理地分配,保持合作联盟的稳定性,需要通过以下三种情况分析

收益分配常量 γ 的值:

(1)如果制造商存在亏损 ($K_m < 0$),将从服务商处获得 $|K_m|$ 来弥补损失。同时还分配服务商的收益增加值 K , 分配值为 $K/2$ 。因此, $\gamma = -(|K_m| + K/2) = (K_m - K_s)/2$ 。 $\gamma < 0$, 意味着制造商从服务商处获得旁支付为 $|\gamma|$ 。

(2)如果服务商存在亏损 ($K_s < 0$), 将从制造商处获得 $|K_s|$ 来弥补损失。同时还分配制造商的收益增加值 K , 分配值为 $K/2$ 。因此, $\gamma = |K_s| + (K_m + K_s)/2 = (K_m - K_s)/2$ 。 $\gamma > 0$, 表明制造商向服务商转移旁支付为 γ 。

(3)如果双方都没有亏损 ($K_i \geq 0, i = m, s$), 则对 $K = K_m + K_s$ 进行讨价还价, 每一方将分配到 $(K_m + K_s)/2$ 。如果 $K_m \geq K_s$, 制造商向服务商转移的旁支付为: $\gamma = K_m - (K_m + K_s)/2 = (K_m - K_s)/2$;

否则, $\gamma = -[K_m - (K_m + K_s)/2] = -(K_s - K_m)/2$, 意味着制造商从服务商处获得旁支付为 $(K_s - K_m)/2$ 。对于这种情况, 旁支付的值不变, 即: $\gamma = (K_m - K_s)/2$ 。

总之, 运用 Nash 仲裁方案, 能够实现总收益增加值 K 公平合理分配的 γ 值为: $\gamma = (K_m - K_s)/2$ 。

3 产品服务系统转移支付机制设计

3.1 产品服务系统收益模型

在产品服务系统运作过程中, 制造商的收益函数 $\pi_m(\omega, q)$ 和服务商的收益函数 $\pi_s(p, s)$ 分别为:

$$\pi_m(\omega, q) = g_m[q - \int_0^q F(s/p)ds] + (\omega - c_m)q - g_m\mu \tag{4}$$

$$\pi_s(p, s) = (p - v + g_s)[q - \int_0^q F(s/p)ds] - (\omega + c_s - v)q - g_s\mu \tag{5}$$

v 是指剩余产品的单位残值, g_m 和 g_s 分别是制造商的单位产品收益和服务商的单位服务收益, c_m 和 c_s 分别表示制造商的单位产品成本和服务商的单位产品服务成本, $c_m \leq \omega$ (确保制造商的利润非负)且 $\omega + c_s \leq p$ (确保服务商的利润非负); $F(s/p)$ 表示反映服务包剩余量与价格变化关系的连续需求概率密度函数, 且 $\partial F(s/p)/\partial p > 0$; μ 表示由于意外情况所导致的产品服务失误的次数。

产品服务系统总收益函数:

$$\prod(p, q) = \pi_m(\omega, q) + \pi_s(p, s) = (p - v + g_s)[q - \int_0^q F(s/p)ds] - (c - v)q - g\mu \tag{6}$$

其中 $g = g_m + g_s, c = c_m + c_s$ 。假设 $v \leq c < p$, 则最优解 p^* 和 q^* 能够使 $\prod(p, q)$ 实现最大化。

3.2 讨价还价情形下转移支付机制设计

在讨价还价情形下, 计算制造商和服务商的 Nash 均衡解 $(\omega^N, q^N), (p^N, s^N)$: 由于 $\partial \pi_m(\omega, q)/\partial \omega = q > 0$ 且 $\omega \leq p - c_s$, 则对于任意产品服务价格 p , 制造商的产品价格最优解为 $p - c_s$ 。此时由于服务商的收益为零, 所以服务商将不会从制造商处购买产品。制造商为了激励服务商进行产品订购, 需要引入批发价格基准值 ω^0 , 且 $\omega^0 < p - c_s$, 使得服务商单位收益 $p - \omega^0 - c_s > 0$ 。在讨价还价情形下, 制造商与服务商均为各自利益进行谈判。一方面, 制造商为了吸引服务商参与产品服务合作, 使其单位收益大于零, 激励服务商拓展产品服务市场; 另一方面, 通过研究服务商收益 $\pi_s(p^N, s^N)$ 与服务包 s^N 及产品服务价格 p^N 之间的关系, 进一步确定转移支付值, 故假定 $\omega^N = \omega^0$ 。服务商的 Nash 均衡解满足:

$$\partial \pi_s(p^N, s^N)/\partial q = (p^N - v + g_s)[1 - F(s^N/p^N)] - (\omega^0 + c_s - v) = 0,$$

$$\partial \pi_s(p^N, s^N)/\partial p = q^N - \int_0^{q^N} F(s/p^N)ds - (p^N - v + g_s) \int_0^{q^N} \frac{\partial F(s | p^N)}{\partial p} ds = 0 \tag{7}$$

通过分析制造商和服务商各自决策对产品服务系统总收益的影响, 进一步研究双方之间的转移支付机制问题:

(1)当服务商的产品订购量满足: $\partial \pi_s(p, s)/\partial q = p - \omega + g_s - c_s > 0$ 时, 制造商的期望收益 $\pi_m(\omega, q)$ 将会增加。此时制造商希望服务商能够增加订货量, 但是大量订货会导致服务商产品库存积压, 保管费用增加。于是制造商通过向服务商提供转移支付的方式, 激励服务商增加产品订货量。当服务商的订货量要大于 q^N 时, 为了使双方达成共识, 开展合作, 制造商承诺的转移支付为:

$$T_1(q) = \eta(q - q^N) \tag{8}$$

其中参数 $\eta > 0$, 表示当服务商订货量从 q^N 增加到 $q^N + 1$ 时, 制造商向服务商提供的转移支付。如果 q 小于 $q^N, T_1(q) < 0$, 意味着小批量采购造成制造商收益损失, 服务商需要向制造商提供转移支付, 以便补偿制造商的损失。

$$\frac{\partial \pi_m(\omega, q)}{\partial p} = -g_m \int_0^q \frac{\partial F(s | p)}{\partial p} ds < 0 \quad (9)$$

由(9)式发现,随着服务商的价格上升,制造商的期望收益 $\pi_m(\omega, q)$ 减少。

$$\pi_s(p, s) / \partial \omega = -q < 0 \quad (10)$$

随着制造商的产品价格 ω 上升,服务商的期望收益 $\pi_s(p, s)$ 同样也在减少。说明制造商希望服务商降低产品服务价格 p , 同时服务商也希望制造商降低产品价格 ω 。为了激励服务商降低零售价格 p , 制造商将根据服务商的降价幅度确定转移支付的数值。

(2)在讨价还价情形下,服务商的均衡价格为 p^N , 为了使服务商降低产品服务价格 p , 制造商向服务商提供的转移支付为:

$$T_{21}(p) = \omega_1(p^N - p) \quad (11)$$

其中参数 $\omega_1 > 0$, 表示当服务商将产品服务价格由 p^N 降到 $p^N - 1$ 时,制造商向其提供的转移支付。制造商希望通过激励服务商降低产品服务价格,增加产品销量,实现薄利多销,进一步扩大市场影响力。然而如果服务商提高产品服务价格 p , 则 $T_{21}(p) < 0$, 服务商应向制造商提供转移支付 $|T_{21}(p)|$, 弥补制造商的费用损失。

(3)在讨价还价情形下,为了激励制造商降低产品价格 ω , 服务商向制造商承诺的转移支付为:

$$T_{22}(\omega) = \omega_2(\omega^N - \omega) = \omega_2(\omega^0 - \omega) \quad (12)$$

参数 $\omega_2 > 0$, 表示当制造商将产品价格从 ω^0 降到 $\omega^0 - 1$ 时,服务商将向制造商提供的转移支付。如果制造商提高产品价格 ω , $T_{22}(\omega) < 0$, 此时制造商应向服务商转移支付 $|T_{22}(\omega)|$, 来补偿服务商增加的成本费用。

3.3 旁支付契约情形下转移支付机制设计

通过引入旁支付函数 $T_1(q)$, $T_{21}(q)$ 和 $T_{22}(\omega)$ 和收益分配常量 γ , 进一步研究存在旁支付的产品服务系统运作模型,则制造商和服务商的期望收益分别为:

$$\pi_m(\omega, q) = \pi_m(\omega, q) - \eta(q - q^N) - \omega_1(p^N - p) + \omega_2(\omega^0 - \omega) - \gamma$$

$$\pi_s(p, s) = \pi_s(p, s) + \eta(q - q^N) + \omega_1(p^N - p) - \omega_2(\omega^0 - \omega) + \gamma \quad (13)$$

其中 c 表示双方合作情形,在制造商与服务商之间,通过应用旁支付 $T_{21}(p)$ 和 $T_{22}(\omega)$ 能够有效地防止发生预先购买,哄抬价格,谋取非法利润的道德缺失行为。

$$T_{21}(p) - T_{22}(\omega) = \omega_1(p^N - p) - \omega_2(\omega^0 - \omega)$$

$$= (\omega_1 p^N - \omega_2 \omega^0) - (\omega_1 p - \omega_2 \omega) \quad (14)$$

假定 $\omega = \omega_1 = \omega_2$, 表示完全信息条件下,当制造商与服务商双方的价格均下降时,针对各自的补偿金额进行讨价还价。令 $T_2(\omega, p) = T_{21}(p) - T_{22}(\omega)$, 将式(14)表示为:

$$T_2(\omega, p) = \omega[(p^N - \omega^0) - (p - \omega)] \quad (15)$$

$(p^N - \omega^0)$ 和 $(p - \omega)$ 分别指服务商在非合作博弈 \mathfrak{S} 和合作博弈 \mathfrak{S}^c 情形下的边际收益。对于不考虑旁支付的非合作博弈 \mathfrak{S} , $(p^N - \omega^0)$ 表示服务商的边际收益基准值。然而在考虑旁支付的合作博弈 \mathfrak{S}^c 中,当制造商的产品价格 ω 降低时,服务商也相应地降低产品服务价格 p , 那么制造商便向服务商提供的旁支付为 $T_2(\omega, q)$, 用以弥补服务商的收益损失。反之,服务商不降低零售价格 p , 服务商边际收益 $(p - \omega)$ 将会增加,便会发生预先购买现象。在预先购买过程中, $T_2(\omega, q) < 0$, 意味着服务商应向制造商支付罚金 $|T_2(\omega, q)|$ 。因此,在旁支付契约机制设计过程中,可以将 $T_2(\omega, q)$ 定义为边际收益补偿方案:当服务商由于降低产品服务价格导致收益损失时,服务商边际收益每减少 1 元,制造商就给予服务商补偿 β 元。

利用(15)式中的边际收益补偿方案 $T_2(\omega, q)$, 在合作博弈 \mathfrak{S}^c 中,将制造商和服务商的收益函数 $\pi_m^c(\omega, q)$ 和 $\pi_s^c(p, q)$ 定义为:

$$\pi_m^c(\omega, q) = \pi_m(\omega, q) - \eta(q - q^N) - \omega[(p^N - \omega^0) - (p - \omega)] - \gamma$$

$$\pi_s^c(p, s) = \pi_s(p, s) + \eta(q - q^N) + \omega[(p^N - \omega^0) - (p - \omega)] + \gamma \quad (16)$$

对于合作博弈 \mathfrak{S}^c , 旁支付函数 $T(w, p, q) = T_1(q) + T_2(w, p)$, 服务商的 Nash 均衡 (p^{CN}, s^{CN}) 满足:

$$\frac{\partial \pi_s^c(p^{CN}, s^{CN})}{\partial q} = (p^{CN} - v + g_s)[1 - F(s^{CN} | p^{CN})] - (\omega^0 + c_s - v) + \eta = 0 \quad (17)$$

$$\frac{\partial \pi_m^c(p^{CN}, s^{CN})}{\partial p} = q^{CN} - \int_0^{q^{CN}} F(s | p^{CN}) ds - (p^{CN} - v + g_s) \int_0^{q^{CN}} \frac{\partial F(s | p^{CN})}{\partial p} ds - \omega = 0 \quad (18)$$

同时对产品服务系统总收益求全局最优解 (p^*, q^*) , 满足下列条件:

$$\frac{\partial \Pi(p^*, q^*)}{\partial q} = (p^* - v + g) [1 - F(q^* | p^*)] - (c - v) = 0 \quad (19)$$

$$\frac{\partial \Pi(p^*, q^*)}{\partial p} = q^* - \int_0^{q^*} F(s | p^*) ds - (p^* - v)$$

$$+ g) \int_0^{q^*} \frac{\partial F(s | p^*)}{\partial p} ds = 0 \quad (20)$$

通过(17)和(19)式计算 η , (18)和(20)式计算 ω , 并运用 Nash 仲裁方案计算收益分配量 γ 。因此, 将产品服务系统中的制造商与服务商之间的旁支付契约机制设计如下:

$$\eta = g_m [1 - F(q^* | p^*)] + \omega^0 - c_m \quad (21)$$

$$\omega = g_m \int_0^{q^*} \frac{\partial F(s | p^*)}{\partial p} ds, \quad (22)$$

$$\gamma = [\pi_m^c(\omega^{CN}, q^{CN}) - \pi_m(\omega^N, q^N)]/2 - [\pi_s^c(p^{CN}, s^{CN}) - \pi_s(p^N, s^N)]/2 \quad (23)$$

能够确保服务商均衡解 (p^{CN}, s^{CN}) 等于全局最优解 (p^*, q^*) , 且

$$\omega^{CN} = \begin{cases} \omega^0, & s^{CN} > \omega \\ c_m, & s^{CN} < \omega \\ [c_m, \omega^0], & s^{CN} = \omega \end{cases}$$

参数 η 包括两部分: 制造商由于丧失销售机会而得到的补偿金 $g_m [1 - F(q^* | p^*)]$ 和制造商的边际收益 $\omega^0 - c_m$, 即: 当服务商减少订货量时, 制造商的销售量就会减少, 导致制造商丧失销售机会, 造成成本损失。因此, 服务商将以旁支付方式向制造商提供一定的补偿。

参数 ω 与制造商丧失销售机会的成本是相关的。当服务商降低销售价格 p 时, 制造商的收益 $\pi_m(\omega; p, q)$ 将增加 $g_m \int_0^{q^*} [\partial F(s | p^*) / \partial p] ds$, 意味着制造商的收益增加值是由于服务商降低产品服务价格 p 引起的。为了激励服务商进一步降低产品服务价格 p , 制造商将向其提供旁支付。

通过上述研究分析发现, 在具有旁支付 $T_1(q)$ 和 $T_2(\omega, p)$ 的 \mathcal{S}^c 博弈中, 当 $q^{CN} < \omega$ 或者 $q^* < \omega$ 时, 制造商均衡批发价格 ω^{CN} 与单位生产成本 c_m 相同, 此时制造商的收益小于等于零, 将导致制造商脱

离企业合作联盟。为了激励制造商积极参与协调合作, 服务商将进一步改进实现双方合作的旁支付契约条件: 产品价格 ω^0 满足 $q^{CN} \geq \omega$, 且 q^{CN} 依赖于 ω^0 , 达到产品服务系统全局最优解。在收益分配方面, 制造商与服务商对总收益增加值进行了公平合理分配, 最终实现双边共赢。

同时, 由(18)式分析可知, 当服务商提高产品服务价格 p 时, 则 $T_{21}(p) < 0$, 服务商将以罚金的方式向制造商转移旁支付 $|T_{21}(p)|$ 。制造商应用 $T_{21}(p)$ 控制产品服务价格 p , 防止出现服务商通过私自抬高产品服务价格进行非法获利的现象, 维护产品在顾客心目中的品牌形象。

总之, 旁支付契约机制能够实现产品服务系统协调, 使合作双方的收益都有所增加, 同时能够对合作后的总收益增加值进行公平合理地分配, 保持制造商与服务商双方合作的长期性和稳定性。此外还能够进一步有效地防止预先购买, 哄抬价格, 非法盈利的道德缺失现象的发生。

4 数值实例

下面通过数值模拟, 分析旁支付契约机制在产品服务系统协调中的有效性。假设参数 $\omega^0 = 2.2$, $c_m = 2.4$, $c_s = 2.4$, $g_m = 1.4$, $g_s = 1.2$, 通过运用 Matlab7.0 进行数值计算, 对制造商与服务商在讨价还价和旁支付契约两种情形下的收益分配值进行比较分析, 如表 1 所示。

数据结果表明:

(1) 针对不同的产品服务价格水平, 通过比较制造商与服务商在讨价还价和旁支付契约两种情形下的收益分配值发现, 双方在旁支付契约下的收益相对较高, 即: $\pi_m^c - \pi_m > 0$, 且 $\pi_s^c - \pi_s > 0$, 如图 1、图 2 所示。

表 1 旁支付契约下收益比较分析

ω	p	讨价还价情形		旁支付契约情形		$\pi_m^c - \pi_m$	$\pi_s^c - \pi_s$	γ
		π_m	π_s	π_m^c	π_s^c			
5.2	6.4	112.52	116.82	114.68	119.98	2.16	3.16	-0.52
5.6	6.8	124.68	124.56	130.46	132.59	5.78	8.03	-1.125
6.3	8.2	128.59	132.85	135.62	141.86	7.03	9.01	-1.99
7.5	8.8	136.83	140.94	144.86	153.68	8.03	12.74	-2.355
7.8	9.2	146.98	152.85	156.54	167.46	9.56	14.61	-2.525
8.4	10.6	156.82	169.89	166.96	188.82	10.14	18.93	-4.395
8.6	10.8	165.86	173.86	173.98	190.76	8.12	16.9	-4.892
9.3	11.5	172.96	186.46	178.95	198.67	5.99	12.21	-3.11
9.6	12.0	178.48	190.42	182.98	198.72	4.5	8.3	-1.90
10.2	12.7	189.52	206.38	191.62	210.58	2.1	4.2	-1.05

(2)借助于旁支付契约机制,确定了收益分配常量 γ 的值,并对制造商与服务商双方合作后的总收益增加值: $\pi_m^c - \pi_m$ 和 $\pi_s^c - \pi_s$, 进行了公平合理地分配。在表 1 中, $\gamma < 0$ 说明服务商需要向制造商转移旁支付,即减少 π_s^c , 增加 π_m^c , 最终达到 $\pi_m^c = \pi_s^c$, 实现收益分配的公平化, 确保双方合作的稳定性。

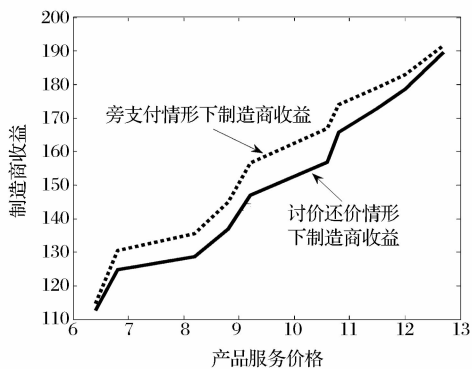


图 1 旁支付情形下制造商收益变化

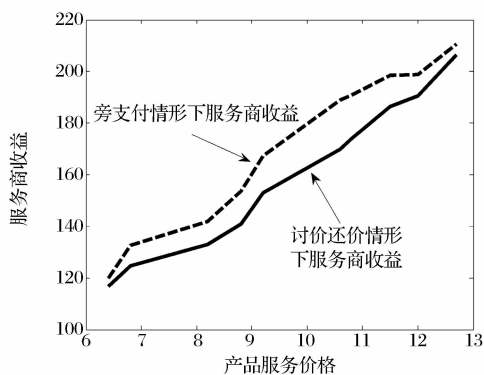


图 2 旁支付情形下服务商收益变化

(3)通过对表 1 的数据进行分析,发现随着服务商的产品服务价格 p 不断增高,制造商的收益增加值 $\pi_m^c - \pi_m$ 先增后减。为了保持收益的稳定性,维护产品品牌的市场影响力,制造商运用旁支付契约机制,以收益分配值 γ 作为罚金标准,要求私自提升产品服务价格的服务商向制造商转移旁支付,有效地制止了通过预先购买产品,哄抬价格的市场投机行为,如图 3 所示。

(4)通过对表 1 中的 w, p, γ 等相关数据进行分析,发现服务商向制造商转移的旁支付值随着产品批发价格 w 不断增加,呈现先增后减的变化趋势。说明前期服务商为了尽快占据新兴产品服务市场,向制造商转移旁支付值不断增加,以便开展合作,互利共赢。后期随着产品市场不断饱和,产品服务规模收益减少,向制造商转移旁支付值逐步减少。同时发现服务商向制造商转移的旁支付值随着产品服

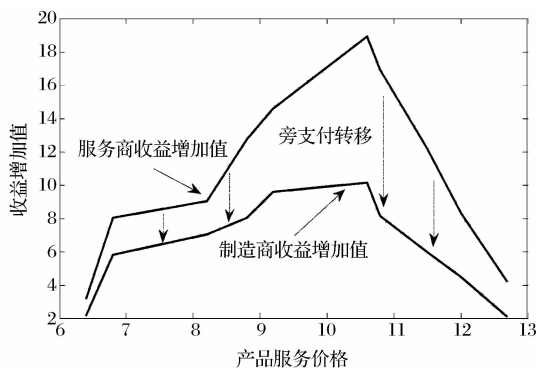


图 3 制造商—服务商总收益增加值变化

务价格 p 不断增加,也呈现先增后减的变化趋势。说明开展服务运营前期的利润空间较大,为了激励制造商协同合作,向其转移旁支付值比较多。后期随着产品服务市场不断成熟,产品服务运营利润空间逐步缩小,向制造商转移的旁支付值也不断减少。由于服务运营是产品运营的价值延伸,因此产品服务价格 p 对旁支付转移值的影响滞后于产品批发价格 w 对旁支付转移值的影响,如图 4 所示:

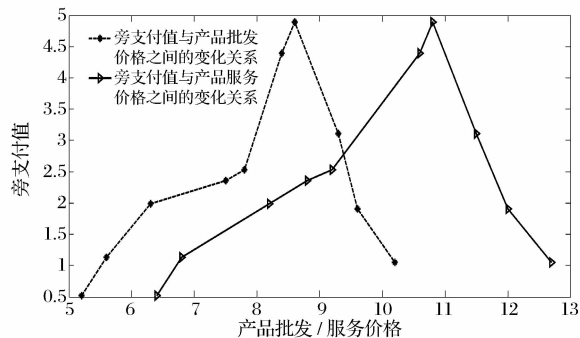


图 4 制造商—服务商旁支付转移值变化

5 结语

在制造业服务化进程中,传统制造商的产品差异化的作用日益减弱。为了获取持续竞争优势,制造商逐步将经营重点从产品领域向服务领域进行延伸,运用服务差异化战略,通过向客户提供多样化的产品服务系统,发掘新的企业价值增长点。本文将旁支付契约引入到产品服务系统的运营模式之中进行微观定量研究,对制造商和服务商构成产品服务系统进行了系统化分析,建立了实现双方协调合作的旁支付契约机制。研究结果表明:与讨价还价情形相比,在产品服务系统运营过程中,构建旁支付契约机制能够使得相关成员企业的收益均有所增加,确保参与合作的主动性和积极性;同时能够对协调后的总收益增加值进行公平合理地分配,保证了

产品服务系统成员企业协作的公平性和稳定性。并且能够进一步有效地避免预先购买,哄抬价格的道德缺失现象的发生,进而能够提升产品服务系统的整体效益水平。

将旁支付契约引入到产品服务系统之中主要是研究企业间决策行为的交互式影响,文中产品服务系统运营过程中制造商与服务商之间的旁支付协调机制是在完全信息条件下进行设计的,未来将深入研究不完全信息下产品服务系统的协作机制设计问题。当前研究方法主要适用于从产品与服务二维要素融合层面,研究制造商—服务商二元主体之间的收益分配机制,从而保证利润分配的公平性和合作的稳定性。未来将构建考虑多要素融合的转移支付契约,结合社会网络环境变化,同时引入风险偏好、反向补贴等多种不确定性因素,研究网络环境下多元主体间的协作公平性和稳定性问题,进一步提升产品服务系统的现实应用价值。

参考文献:

- [1] Richter A, Sadek T, Steven M. Flexibility in industrial product-service systems and use-oriented business models [J]. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2010, 3(2): 128—134.
- [2] Peng Shengyou. Ordering and pricing of service products in an advance sales system with price-dependent demand [J]. *European Journal of Operational Research*, 2006, 170(1): 57—71.
- [3] 蔺雷, 吴贵生. 制造业的服务增强研究: 起源, 现状与发展 [J]. *科研管理*, 2006, 27(1): 91—99.
- [4] Yang Xiaoyu, Moore P. A practical methodology for realizing product service systems for consumer products [J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2009, 56(3): 224—235.
- [5] Schweitzer E, Aurich J C. Continuous improvement of industrial product-service systems [J]. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2010, 3(2): 158—164.
- [6] Meier H, Roy R, Selige G. Industrial product service systems [J]. *CIRP Annals Manufacturing Technology*, 2010, 59(1): 607—627.
- [7] Rese M, Karger M. The dynamics of Industrial Product Service Systems (IPS2) -using the net present value approach and real options approach to improve life cycle management [J]. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2009, 1(4): 279—286.
- [8] Jacob F, Ulaga W. The transition from product to service in business markets [J]. *Industrial Marketing Management*, 2008, 37(3): 247—253.
- [9] Martinez V, Bastl M. Challenges in transforming manufacturing organizations into product-service providers [J]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2009, 21(4): 449—469.
- [10] Tan A R, Matzen D. Strategies for designing and developing services for manufacturing firms [J]. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2010, 3(2): 90—97.
- [11] 李晓, 刘正刚, 顾新建. 面向可持续发展的企业产品服务系统研究 [J]. *中国工业经济*, 2011, (2): 110—120.
- [12] 危小超, 胡斌, 聂规划. 需求驱动的移动商务价值链组织的多阶博弈仿真 [J]. *中国管理科学*, 2014, 22(04): 58—66.
- [13] 董明, 苏立悦. 大规模定制下基于本体的产品服务系统配置 [J]. *计算机集成制造系统*, 2011, 17(3): 653—662.
- [14] Morelli N. Developing new product service systems (PSS) [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2006, 14(17): 1495—1501.
- [15] Cook M B, Bhamra T A, Lemon M. The transfer and application of product service system: from academia to UK manufacturing firms [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2006, 14(17): 1455—1465.
- [16] 杨才君, 高杰, 孙林岩. 产品服务系统的分类及演化—陕鼓的案例研究 [J]. *中国科技论坛*, 2010, (2): 59—66.
- [17] 张旭梅, 郭佳荣, 张乐乐, 等. 现代制造服务的内涵及其运营模式研究 [J]. *科技管理研究*, 2009, (09): 227—229.
- [18] 顾新建, 李晓. 产品服务系统理论和关键技术探讨 [J]. *浙江大学学报(工学版)*, 2009, 43(12): 2237—2244.
- [19] 王陆玲, 王国锋, 赖明勇, 等. 基于分期付款的服务供应商合作意愿甄别研究 [J]. *中国管理科学*, 2013, (01): 118—124.
- [20] 龙跃, 易树平. 制造服务导入下同质汽配供应商合作效应分析 [J]. *科研管理*, 2010, 31(4): 102—111.
- [21] 周华, 周水银. 基于顾客排队行为的专业服务等级的决策问题 [J]. *中国管理科学*, 2014, (02): 85—93.
- [22] 李新明, 廖貅武, 刘洋. 基于 SaaS 模式的服务供应链协调研究 [J]. *中国管理科学*, 2013, (02): 98—106.
- [23] Williams A. Product service systems in the automobile industry [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2007, (11): 1093—1103.
- [24] 沈铁松, 熊中楷, 吴丙山. 寡头制造厂商的产品延伸服务定价 [J]. *系统工程理论与实践*, 2009, 29(5): 37—

- 44.
- [25] 赵永耀,秦志光,李娟,等. 基于资源节约的产品服务系统共享契约研究[J]. 管理学报,2010,7(5):702—705.
- [26] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts [J]. Journal of Supply Chain Management,2003,3(2):229—240.
- [27] Rubin P A, Carter J R. Joint optimality in buyer-supplier negotiations[J]. Journal of Purchasing and Materials Management,1990,26(2):20—26.
- [28] Carter J R, Ferrin B G. The impact of transportation costs on supply chain management[J]. Journal of Business Logistics,1995,16(1):189—212.
- [29] 罗定提,仲伟俊,张晓琪,等. 分散式供应链中旁支付激励机制的研究[J]. 系统工程学报,2001,16(3):236—240.
- [30] 韩建军,程玉,郭耀煌. 合约不完全条件下设计外包旁支付激励机制[J]. 西南交通大学学报,2005,41(6):764—768.

Research on Transfer Payment Mechanism of Product Service System

YAO Shu-jun¹, CHEN Ju-hong², HE Zheng³

(1. School of Management, Xi'an University of Finance & Economics, Xi'an 710100, China;

2. School of Economic and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an 710054, China;

3. School of Management, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: In the process of manufacturing service transformation, products service system gradually becomes a new business model. Transfer payment mechanism between manufacturers and service provider in product service system is studied by means of side-payment contract. The research findings show that side-payment contract mechanism is able to distribute added value of coordinated total profit fairly and reasonably, so as to ensure stability of enterprises cooperation, compared with bargaining situation. As well as it effectively avoid moral failing phenomenon happening by means of advanced buying and bidding up price. Finally, the effectiveness of side-payment contract in product service system coordination is verified by a numerical example. And that it is able to improve integration efficiency of products and services and improve revenue level of product service system members.

Key words: product service system; mechanism design; cooperative game; side-payment contract; advanced buying