

考慮纵向公平关切的供应链延保服务决策研究



周兴建¹, 季洪悦^{1,*}, 洋家丽^{2,*}, 徐歌晨¹, 黄颖佩¹

¹武汉纺织大学管理学院, 湖北武汉 430200

²广州商学院管理学院, 广东广州 511363

摘要: 延保服务为供应链带来利润的同时, 也会因为是由零售商或由制造商提供延保服务的博弈过程中产生不利不公平厌恶, 影响到供应链的稳定和绩效。在考虑纵向公平关切偏好下, 建立分别由制造商或零售商提供延保服务并考虑对方公平关切偏好的供应链决策模型, 分析纵向公平关切系数与供应链绩效(供应链利润与供应链公平关切效用之和)的关系。研究表明: 制造商提供延保服务并考虑零售商公平关切偏好, 和零售商提供延保服务并考虑制造商公平关切偏好的两种情形下, 纵向公平关切系数的变化均对产品批发价格、产品零售价格及产品延保服务价格的制定、供应链利润和供应链公平关切效用等产生了重要的影响。供应链企业可根据供应链利润最优或供应链绩效最优来制定相应延保服务决策策略, 提供延保服务方可根据期望的利润或绩效来制定相应的纵向公平关切策略。

关键词: 纵向公平关切; 延保服务; 供应链绩效; 供应链决策

DOI: [10.57237/jwjmst.2022.01.001](https://doi.org/10.57237/jwjmst.2022.01.001)

The Decision Strategy of Extended Warranty Service for Supply Chain with the Consideration of Vertical Fairness Concern

Zhou Xingjian¹, Ji Hongyue^{1,*}, Pan Jiali^{2,*}, Xu Gechen¹, Huang Yingpei¹

¹School of Management, Wuhan Textile University, Wuhan 430200, China

²School of Management, Guangzhou College of Commerce, Guangzhou 511363, China

Abstract: While the extended warranty services bring profits to the supply chain, they also have adverse unfair aversions in the game process of retailers or manufacturers, and affect supply chain stability and performance. With the consideration of vertical fairness concerns, a supply chain decision model that provides extended warranty services by manufacturers or retailers and considers the other party's fairness concerns is established, which is used to analyze the relationship between the vertical fairness concerns and supply chain performance (supply chain profit and supply chain equity concerns). Simulation experiments show that: under the two situations, manufacturers provide extended warranty

基金项目: 本文为2020年国家自然科学基金地区科学基金项目(72062019)、2019年江西省博士后科研择优资助项目(92019KY13)、2020年度湖北省教育厅哲学社会科学研究一般项目(20Y080)、2022年中国物流学会、中国物流与采购联合会面上研究课题计划(2022CSLKT3-133)的阶段性成果之一。

*通信作者: 季洪悦, 1932625428@qq.com; 洋家丽, 1064647942@qq.com

收稿日期: 2022-08-18; 接受日期: 2022-09-03; 在线出版日期: 2022-11-01

<http://www.wjstm.net>

services and consider retailers' fairness concerns and retailers provide extended warranty services and consider manufacturers' fairness concerns, the vertical fairness concern coefficient has an important impact on the decision of product wholesale price, retail price, and extension services price, as well as supply chain profit and supply chain fairness concern utility; in turn, supply chain companies can develop corresponding extended service strategies based on supply chain profit and supply chain performance optimization, and make a vertical equity concern strategy for providing extended warranty services based on expected supply chain profit or supply chain performance.

Keywords: Vertical Fairness Concern; Extended Warranty Service; Supply Chain Performance;
Supply Chain Decision

1 引言

延保服务（Extended Warranty Services）是质保期后延续包修的服务，是一种由制造商或零售商提供的可选择性购买的合同，它不仅为客户提供在质保期结束后获得维修服务的机会，也拓宽了服务市场，成为企业新的利润源[1, 2]。据统计，戴尔 30% 的收入和苹果 40% 的收入来自延保服务[3]，百思买（Best Buy）通过延保服务获得的营业利润占 50%[4]，电路城公司（Circuit City）几乎所有的营业利润来自延保服务[5]；而国内海尔、美的，以及京东、国美等企业利用自有制造或销售资源均纷纷推出延保服务，以此来提升自身的盈利能力[6]。延保服务逐渐成为企业和学术界关注的焦点。

目前，国内外关于延保服务的研究，从供应链延保服务提供策略上，主要分为两类：其一是基于制造商提供的延保服务策略，如 Desai 等基于消费者的风险偏好以及效用引出需求函数，提出基于制造商提供延保服务于供应链成员更有利[7]；Cohen 等研究制造商和第三方保险公司提供延保服务的博弈问题，设计基于制造商的最优延保服务策略[8]；聂佳佳等研究产品质量影响延保服务成本下，制造商对延保服务模式的选择[9]；张旭梅等在考虑服务水平下，提出制造商通过直销渠道或零售渠道销售延保服务的选择策略[10]。其二是基于零售商提供的延保服务策略，如寇军建立了制造商和零售商的利润模型，分析、比较了分散决策和集中决策下零售商的最优延保服务水平及制造商的最优质保服务水平、延保服务水平[11]；Jiang 等考虑零售商提供延保服务时，零售商的延保服务策略对制造商延保服务质量及其产品定价的影响[12]；刘运鑫等运用博弈论研究双渠道供应链下零售商采用不同延保策略时的延保服务定价和利润问题，探讨供应链节点企业的最优延保服务模式[13]；Bian 等通过构建一个两阶段的供应链博弈模型，研究零售商延保服务对供

应链企业成员利润和制造商基础质保服务的影响[14]。这些关于制造商或零售商提供延保服务策略的研究，一般假设决策主体为完全理性，即以自身利益最大化作为决策目标。而行为研究发现，现实中人们对公平表现出了极大的关注，即经济人在追求自身利益最大化的同时关注分配结果的公平性。在公平关切行为倾向下，人们会在心理感知不公平时以己方利益受损为代价采取行动达到惩罚对方的目的，许多实证或实验研究均证实了这种行为倾向的存在。

而延保服务是付费的增值服务，能够为供应链带来丰厚的收益。作为供应链成员的制造商或零售商，不仅关注自身利润的多少，还会关注相对于对方利润差距的大小，供应链利润的分配会触发公平关切行为（Fairness Concern）。但在实际应用中，供应链利润分配不均衡现象普遍存在。如果制造商在研发设计或技术上占据优势地位时，会利用其强势定价权和话语权获得供应链利润中的较大份额，如苹果公司获取了苹果手机供应链中 50% 以上的利润，韩国公司凭借技术也获得了 10% 的可观利润，而富士康仅能赚取 2-3% 的利润；如果零售商在销售渠道方面占据优势地位时，可能会采用不合理收费和拖欠货款来获取供应链利润中的大部分，如京东商城的招商条款强制要求供应商必须参加电商平台举行的促销活动，如果不参加则供应商的商品将会在促销期间被下架。对于这些显失公平的做法，处于供应链中弱势地位的成员不得已最终采取消极应对或拒绝合作。针对供应链中存在的公平关切问题，Cui 等[15]和杜少甫等[16]将公平关切的概念纳入传统二级供应链中，研究并探讨了该行为对供应链成员的影响；毕功兵等[17]假设零售商具有公平关切的特性，研究并探讨了该非理性行为对于供应链成员定价决策的影响；Ho 等[18]研究了一个由供应商和两个相互独立且同质的零售商组成的供应链模型，探讨

零售商在两种公平偏好情况下对定价决策策略的影响；Shi 等[19]采用纳什均衡解作为公平关切的参考标准研究供应链定价决策；姚峰敏等[20]比较研究了公平中性与公平关切下的闭环供应链决策问题；王宁宁等[21]研究了在模糊需求环境下公平关切对供应链成员间利润的协调；王宣涛等[22]研究了公平关切下供应链成员间通过收益共享与利润分配进行协作。这些研究表明，公平关切对供应链决策和供应链协调产生了重要的影响。

对于供应链延保服务带来的利润分配，在基于零售商或基于制造商提供延保服务的博弈过程中，同样容易产生不利不公平厌恶，甚至可能破坏合作伙伴关系，从而影响到供应链的稳定和绩效。现有基于制造商或基于零售商的延保服务策略，有少部分学者开始引入公平关切对这一问题进行探讨，如，易余胤等[23]研究强零售商提供延保服务并考虑零售商间存在竞争情形下，公平偏好对供应链延保服务决策和协调的影响。但这些研究主要针对于供应链中同一层级制造商与制造商之间或零售商与零售商之间竞争的横向公平关切（Horizontal fairness concern）情形，尚未涉及处于上下游关系的制造商与零售商之间的纵向公平关切（Vertical fairness concern）情形。横向公平关切影响到供应链成员间的合作的持久性，而纵向公平关切影响到供应链上下游合作的稳定性问题，使供应链系统存在“中断”（Breakdown）的风险，因而考虑纵向公平关切下的供应链延保服务决策也极为重要。为此，本文从供应链纵向公平关切的角度，重点研究以下关键问题：1) 当供应链中制造商为核心企业，零售商存在公平关切偏好或零售商为核心企业，制造商存在公平关切偏好时，如何进行产品批发价、零售价、产品延保服务售价的定价决策。2) 供应链中制造商提供延保服务并考虑零售商公平关切时，以及零售商提供延保服务并考虑制造商公平关切时，综合考虑供应链的利润与公平关切效用如何制定相应的最优延保服务策略。

2 问题描述

考虑一个制造商与一个零售商组成的两级主从竞争供应链，并在供应链中存在着纵向公平关切行为。当供应链核心企业零售商（强势方）提供延保服务时，需要考虑制造商（弱势方）的公平关切偏好，以免引起零售商产生不利不公平厌恶而造成双方利润损失，甚至可能影响供应链合作的稳定性。此时制造商根据

自身成本和期望利润来确定产品的批发价，而零售商根据对方公平关切效用、自身成本和期望利润来确定延保服务及产品的售价；同理，当供应链核心企业制造商（强势方）提供延保服务时，需要考虑零售商（弱势方）的公平关切偏好，制造商根据对方公平关切效用、自身成本和期望利润来确定延保服务的销售价格和产品的批发价，零售商再根据自身成本和期望利润来确定产品的售价。其中，纵向公平关切效用通过引入利润差来刻画，以对方的利润作为己方利润的参考点，当对方利润高于己方时，效用减少，反之增加。

一般地，设零售商以批发价 ω 向制造商购买产品，再以价格 P 销售给消费者 ($P > \omega > 0$)。该产品需求敏感系数为 b ($0 < b < 1$)，产品的延保服务单位价格为 p_e ，延保服务时长为 t 年，产品延保服务需求敏感系数为 d ($0 < d < 1$)，一般而言，消费者对产品延保服务的需求更为敏感，也即 $d > b$ 。消费者购买产品加延保服务的组合[25]，市场对该产品的需求量为 q ，对该产品延保服务的需求量为 q_e ，该产品延保服务单位时长成本为 c ，延保服务的总成本为 C_e 。结合唐华等[24]构建的需求函数，该产品的需求函数为 $q = 1 - bp$ ，延保服务需求函数为 $q_e = 1 - bp - d \frac{p_e}{t}$ ，延保服务成本函数为 $C_e = ct^2$ 。供应链总利润为 π_i ($i = m, r$)，其中 $i = r$ 表示基于零售商提供延保服务的情形， $i = m$ 表示基于制造商提供延保服务的情形。

3 纵向公平关切下供应链延保服务决策模型

3.1 基于零售商提供的延保服务

零售商作为供应链核心企业处于强势地位，零售商提供延保服务时需考虑制造商的公平关切偏好。零售商除了制定产品的销售价格外，还需进行该产品延保服务决策，包括延保服务售价和延保时长的确定。制造商和零售商在进行延保服务决策时分两个阶段进行。

第一阶段，具有公平关切偏好的制造商决定产品批发价格。引入 $\lambda M, R$ 作为纵向公平关切系数^[24]，得到制造商公平关切效用函数 U_m^R 和制造商利润函数 π_m^R 为：

$$U_m^R = \pi_m^R - \lambda(\pi_r^R - \pi_m^R) \quad (1)$$

$$\pi_m^R = \omega(1-bp) \quad (2)$$

第二阶段, 零售商确定产品的售价和延保服务售价及延保服务时长后, 得到零售商利润函数 π_r^R 为:

$$\pi_r^R = (p - \omega)(1 - bp) + (p_{er} - ct^2) \left(1 - bp - \frac{dp_{er}}{t}\right) \quad (3)$$

为判断此时零售商利润函数是否存在最优解, 构造式 (3) 的海塞矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \pi_r^R}{\partial p^R \partial p^R} & \frac{\partial^2 \pi_r^R}{\partial p^R \partial p_e^R} \\ \frac{\partial^2 \pi_r^R}{\partial p_e^R \partial p^R} & \frac{\partial^2 \pi_r^R}{\partial p_e^R \partial p_e^R} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2b & -b \\ -b & -2\frac{d}{t} \end{pmatrix} \quad (4)$$

根据式 (4), 顺序主子式分别为 $A_1 = -2b$, $A_2 = \frac{b(4d - bt)}{t}$ 。显然, 由于 $b > 0$, 故 $A_1 < 0$; 同时, 由于 $d > b$, 且延保服务时长 t 结合产品生命周期设定, 如汽车、3C 家电等行业的延保服务时长一般选择 2~4 年, 则有 $t < 4$, 也即 $4d > bt$, 故 $A_2 > 0$ 。因此, 式 (3) 零售商利润函数存在最优解。

求解时采用逆推法, 在零售商利润函数存在最优解情形下, 将对应的产品售价、延保服务售价代入制造商利润函数, 进而求解制造商公平关切效用。得到产品批发价 ω^R 、产品售价 p^R 及产品延保服务售价 p_e^R 分别为:

$$\omega^R = \frac{(1+2\lambda)(bct^2 - 2)}{-2b(2+3\lambda)} \quad (5)$$

$$p^R = \frac{(4d - bt)(2+3\lambda) + d(bct^2 - 2)(1+\lambda)}{(2+3\lambda)(4d - bt)b} \quad (6)$$

$$p_e^R = \frac{(ct(4d - bt)(2+3\lambda) - (bct^2 - 2)(1+\lambda))t}{2(4d - bt)(2+3\lambda)} \quad (7)$$

进一步得到制造商利润 π_m^R 、零售商利润 π_r^R 、制造商公平关切效用 U_m^R 及供应链总利润 π^R 分别为:

$$\pi_m^R = \frac{(1+2\lambda)(bct^2 - 2)^2(1+\lambda)d}{2b(2+3\lambda)^2(4d - bt)} \quad (8)$$

$$\pi_r^R = \frac{-\left(b^2c^2t^4(8\lambda^2 + 3 + 10\lambda) - 4bc^2t^3d\right)}{4b(2+3\lambda)^2(4d - bt)} \quad (9)$$

$$U_m^R = \frac{\left(b^2c^2t^4(2\lambda + 1)^2 - 4bct^2(\lambda + 1)^2 + 4(1+\lambda)^2 - 4b\lambda c^2dt^3(3\lambda + 2)\right)}{4(2+3\lambda)(4d - bt)b} \quad (10)$$

$$\pi^R = \frac{-d\left(4bct^2 - 4\right)(3 + 8\lambda + 5\lambda^2) + b^2c^2t^4(1 + 2\lambda)^2 - 4t^3bc^2d(2 + 3\lambda)^2}{4b(2 + 3\lambda)^2(4d - bt)} \quad (11)$$

3.2 基于制造商提供的延保服务

制造商作为供应链核心企业处于强势地位, 制造商提供延保服务时需考虑零售商的公平关切偏好。同样的, 制造商和零售商在进行延保服务决策时也分两个阶段进行。

在第一阶段, 制造商决定产品的批发价格和提供延保服务的售价及时长, 得到制造商利润函数 π_m^M 为:

$$\pi_m^M = \omega(1 - bp) + (p_{em} - ct^2) \left(1 - bp - \frac{dp_{em}}{t}\right) \quad (12)$$

同样, 为判断此时零售商利润函数是否存在最优解, 构造式 (12) 的海塞矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \pi_r^M}{\partial \omega^R \partial \omega^R} & \frac{\partial^2 \pi_r^M}{\partial \omega^R \partial p_e^R} \\ \frac{\partial^2 \pi_r^M}{\partial p_e^R \partial \omega^R} & \frac{\partial^2 \pi_r^M}{\partial p_e^R \partial p_e^R} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -b(1+2\lambda) & -b(3\lambda+1) \\ -b(3\lambda+1) & \frac{-\lambda bt - 2d(1+\lambda)}{t(1+\lambda)} \end{pmatrix} \quad (13)$$

根据式 (13), 顺序主子式分别为 $A_1 = \frac{-b(1+2\lambda)}{1+\lambda}$, $A_2 = \frac{(bt(1+\lambda) - 8d(1+2\lambda))b}{-4(1+\lambda)^2 t}$ 。显然, 由于 $b > 0$, 故 $A_1 < 0$; 同时, 由于 $4d > bt$, 故 $A_2 > 0$ 。因此, 式 (12) 制造商利润函数存在最优解。

在第二阶段, 零售商确定产品售价, 得到零售商利润函数 π_r^M 和公平关切效用函数 U_r^M 为:

$$\pi_r^M = (p - \omega)(1 - bp) \quad (14)$$

$$U_r^M = \pi_r^M - \lambda(\pi_m^M - \pi_r^M) \quad (15)$$

同理，采用逆推法，在制造商利润函数存在最优解情形下，得到产品批发价 ω^M 、产品售价 p^M 及产品延保服务售价 p_e^M 分别为：

$$\omega^M = \frac{((4d-tb)(1+\lambda)+2dbct^2(1+3\lambda))}{-b(\lambda bt-16\lambda d+bt-8d)} \quad (16)$$

$$p^M = \frac{(-tb(1+\lambda)+(dbct^2+6d)(1+2\lambda))}{-b(\lambda bt-16\lambda d+tb-8d)} \quad (17)$$

$$p_e^M = \frac{t((bct^2-1)(1+\lambda)-4ctd(1+2\lambda))}{\lambda bt-16\lambda d+tb-8d} \quad (18)$$

进而得到制造商利润 π_m^M 、零售商利润 π_r^M 、零售商公平关切效用 U^R 及供应链总利润 π^M 分别为：

$$\pi_m^M = \frac{(2t^3bc^2d(1+2\lambda)+(1-bct^2)(1+\lambda))d}{-b(\lambda bt-16\lambda d+bt-8d)} \quad (19)$$

$$\pi_r^M = \frac{d^2(4\lambda+1)(-2+bct^2)^2(1+2\lambda)}{b(\lambda bt-16\lambda d+tb-8d)^2} \quad (20)$$

$$U_r^M = \frac{d \left[b^2c^2dt^4(9\lambda+20\lambda^2+12\lambda^3+4)-16b\lambda c^2d^2t^3(2\lambda+1)^2 \right. \\ \left. -4bct^2d+\lambda(1-bct^2)(bt(1+\lambda)^2+(8\lambda+5+4\lambda^2)4d) \right]}{b(\lambda bt-16\lambda d+tb-8d)^2} \quad (21)$$

$$\pi^M = \frac{d \left[(1+\lambda)^2(b^2ct^3-tb)+4d(1+2\lambda)^2* \right. \\ \left. (3+4t^3bc^2d-3bct^2)-t^4b^2c^2d(1-4\lambda^2) \right]}{b(\lambda bt-16\lambda d+tb-8d)^2} \quad (22)$$

4 纵向公平关切下供应链延保服务决策分析

4.1 零售商提供延保服务的决策策略

结论 1：由零售商提供延保服务并考虑制造商公平关切偏好下，产品的销售价格 p^R 、批发价 ω^R 同纵向公平关切系数 λ 呈正相关，延保服务的销售价格 p_e^R 和纵向公平关切系数 λ 呈负相关。

证明：分别求 p^R 、 ω^R 和 p_e^R 对 λ 的一阶导：

$$\frac{\partial p^R}{\partial \lambda} = \frac{-d(bct^2-2)}{b(2+3\lambda)^2(4d-bt)} \quad (23)$$

$$\frac{\partial \omega^R}{\partial \lambda} = \frac{-(bct^2-2)}{2b(2+3\lambda)^2} \quad (24)$$

$$\frac{\partial p_e^R}{\partial \lambda} = \frac{t(bct^2-2)}{2(2+3\lambda)^2(4d-bt)} \quad (25)$$

在式 (23)、式 (24) 和式 (25) 中，根据前文分析有 $4d > bt$ ，结合式 (5) 产品批发价 ω^R 大于 0，必有 ω^R 。故 $\frac{\partial p^R}{\partial \lambda} > 0$ ， $\frac{\partial \omega^R}{\partial \lambda} > 0$ ， $\frac{\partial p_e^R}{\partial \lambda} < 0$ 。

证毕。

结论 1 表明，当零售商提供延保服务时，随着制造商的公平关切偏好程度越高（即 λ 取值越大），制造商通过提高批发价来降低不利不公平感，从而导致零售商不得不提高产品的销售价格。尤其是当产品需求敏感系数 b 值较小时（刚性需求），产品售价提高使得零售商的产品销售利润短期内会增加，进而可能造成零售商与制造商的利润差距增大而导致制造商的公平关切效用降低。为了避免这种情形，零售商通过降低产品延保服务的售价来减少制造商的不公平感，寻求供应链合作的稳定性。

结论 2：由零售商提供延保服务并考虑制造商公平关切偏好下，纵向公平关切系数 λ 与制造商公平关切效用 U_m^R 正相关，与制造商利润 π_m^R 、零售商利润 π_r^R 和供应链总利润 π^R 呈负相关。

证明：分别求 U_m^R 、 π_m^R 、 π_r^R 和 π^R 对 λ 的一阶导：

$$\frac{\partial U_m^R}{\partial \lambda} = \frac{4[(bct^2-2)^2-(bct^2-2)(4d-bt)+2](1+\lambda)}{b(2+3\lambda)^3(4d-bt)} \quad (26)$$

$$\frac{\partial \pi_m^R}{\partial \lambda} = \frac{-d\lambda(bct^2-2)^2}{2b(2+3\lambda)^3(4d-bt)} \quad (27)$$

$$\frac{\partial \pi_r^R}{\partial \lambda} = \frac{-d(bct^2-2)^2(1+\lambda)}{2b(2+3\lambda)^3(4d-bt)} \quad (28)$$

$$\frac{\partial \pi^R}{\partial \lambda} = \frac{d(bct^2-2)^2(1+2\lambda)}{2(tb-4d)(2+3\lambda)^3b} \quad (29)$$

在式 (26) 至式 (29) 中，同样，根据 $4d > bt$ 和 ω^R ，

有 $\frac{\partial U_r^R}{\partial \lambda} > 0$, $\frac{\partial \pi_r^R}{\partial \lambda} < 0$, $\frac{\partial \pi_m^R}{\partial \lambda} < 0$, $\frac{\partial \pi^R}{\partial \lambda} < 0$ 。

证毕。

结论 2 表明, 当零售商提供延保服务时, 随着制造商的公平关切偏好程度提高(即 λ 取值越大), 制造商的公平关切效用会增大。但是, 根据结论 1 的定价决策, 此时产品批发价、零售价提高, 虽然零售商的产品销售利润在产品需求敏感系数 b 值较小时的刚性需求下短期会增加, 但在 b 值较大时的弹性需求下, 消费者会因产品售价提高而选择减少购买或不购买, 零售商的利润长期下会降低; 而制造商对产品批发价的提高则进一步挤压了零售商的利润空间, 零售商觉得无利可图就会减少从制造商采购该产品, 制造商的利润降低, 供应链总利润也降低。

4.2 制造商提供延保服务的决策策略

结论 3: 由制造商提供延保服务并考虑零售商公平关切偏好下, 产品的销售价格 p^M 和纵向公平关切系数 λ 呈正相关, 延保服务的销售价格 p_e^M 、批发价 ω^R 和纵向公平关切系数 λ 呈负相关。

证明: 分别求 p^M 、 ω^R 和 p_e^M 对 λ 的一阶导:

$$\frac{\partial p^M}{\partial \lambda} = \frac{-dt(-2+bct^2)}{(bt(1+\lambda)-8d(1+2\lambda))^2} \quad (30)$$

$$\frac{\partial p_e^M}{\partial \lambda} = \frac{2dt(bt-16d)(-2+bct^2)}{(bt(1+\lambda)-8d(1+2\lambda))^3} \quad (31)$$

$$\frac{\partial \omega^R}{\partial \lambda} = \frac{4d(4d-bt)(-2+bct^2)}{b(bt(1+\lambda)-8d(1+2\lambda))^2} \quad (32)$$

在式 (30)、式 (31) 和式 (32) 中, 同样, 根据 $4d > bt$ 和 ω^R , 有 $\frac{\partial p^M}{\partial \lambda} > 0$, $\frac{\partial \omega^R}{\partial \lambda} < 0$, $\frac{\partial p_e^M}{\partial \lambda} < 0$ 。

证毕。

结论 3 表明, 当制造商提供延保服务时, 随着零售商的公平关切偏好程度提高(即 λ 取值越大), 零售商为减少不利不公平感将提高产品售价, 制造商为减小与零售商的利润差距, 降低产品批发价和产品延保服务售价。

结论 4: 由制造商提供延保服务并考虑零售商公平关切偏好下, 纵向公平关切系数 λ 与零售商公平关切效

用 U_r^M 、制造商利润 π_m^M 呈正相关, 与零售商利润 π_r^M 、供应链总利润 π^M 呈负相关。

证明: 分别求 U_r^M 、 π_m^M 、 π_r^M 和 π^M 对 λ 的一阶导:

$$\frac{\partial U_r^M}{\partial \lambda} = \frac{4[(bct^2-2)^2-(bct^2-2)(4d-bt)+2](1+\lambda)}{b(bt(1+\lambda)-8d(1+2\lambda))^2} \quad (33)$$

$$\frac{\partial \pi_m^M}{\partial \lambda} = \frac{-2d^2(bct^2-2)^2}{b(bt(1+\lambda)-8d(1+2\lambda))^2} \quad (34)$$

$$\frac{\partial \pi_r^M}{\partial \lambda} = \frac{4d^2(tb-4d)(1+2\lambda)(bct^2-2)}{b(bt(1+\lambda)-8d(1+2\lambda))^3} \quad (35)$$

$$\frac{\partial \pi^M}{\partial \lambda} = \frac{2d^2t(bct^2-2)^2(4\lambda+1)}{(bt(1+\lambda)-8d(1+2\lambda))^3} \quad (36)$$

在式 (33) 至式 (36) 中, 同样根据 $4d > bt$ 和 ω^R , 有 $\frac{\partial U_r^M}{\partial \lambda} > 0$, $\frac{\partial \pi_r^M}{\partial \lambda} > 0$, $\frac{\partial \pi_m^M}{\partial \lambda} < 0$, $\frac{\partial \pi^M}{\partial \lambda} < 0$ 。

证毕。

结论 4 表明, 当制造商提供延保服务时, 随着零售商的公平关切偏好程度提高(即 λ 取值越大), 零售商的公平关切效用会增大。但是, 根据结论 3, 此时零售价提高, 在产品需求敏感系数 b 值较大时的弹性需求下, 消费者会因产品售价提高而选择减少购买或不购买, 零售商的利润降低。但制造商制定产品批发价和产品延保服务售价降低, 在市场中极具竞争力, 零售商采购该产品越多才会获得更高的公平关切效用, 因而制造商的利润会增加。但从整个供应链来看, 产品被消费者购买的数量减少, 因而供应链总利润还是会降低。

5 仿真分析

供应链企业在进行延保服务决策时, 可以根据对方的公平关切偏好程度选择合适的定价策略来达到预定目标, 为此进行仿真实验。为了便于计算, 取参数 $b=1$, $c=0.45$, $t=2$, $d=3$, 仿真分析分别由零售商或制造商提供延保服务并考虑对方公平关切偏好时, 纵向公平关切系数 λ 在 $[0,1]$ 区间取值时供应链延保服务定价决策及供应链利润的变化情况。

(1) 纵向公平关切系数 λ 对供应链延保服务定价决

策的影响

经计算, λ 在[0,1]区间取值时, 基于制造商提供延保服务和基于零售商提供延保服务下的产品售价均随着 λ 值的增大而增加。当 $\lambda=0.31$ 时两种情形下的产品售价相等, 当 $\lambda \geq 0.31$ 时零售商提供延保服务时产品售价高于制造商提供延保服务时产品售价, 当 $\lambda < 0.31$ 时零售商提供延保服务产品的销售价格要小于制造商提供延保服务时产品的销售价格, 如图 1 所示。产品延保服务的售价均随着 λ 值的增加而减少, 但基于零售商提供延保服务的产品售价高于基于制造商提供延保服务时的产品售价, 如图 2 所示。基于制造商提供延保服务时产品的批发价要比基于零售商提供延保服务时产品的批发价高, 但前者产品批发价格随着 λ 值增大而降低, 后者则随着 λ 值的增大而升高, 如图 3 所示。

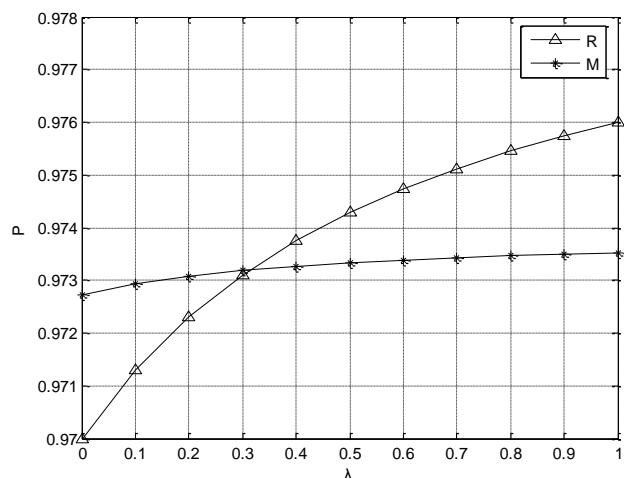


图 1 产品价格与 λ 的关系

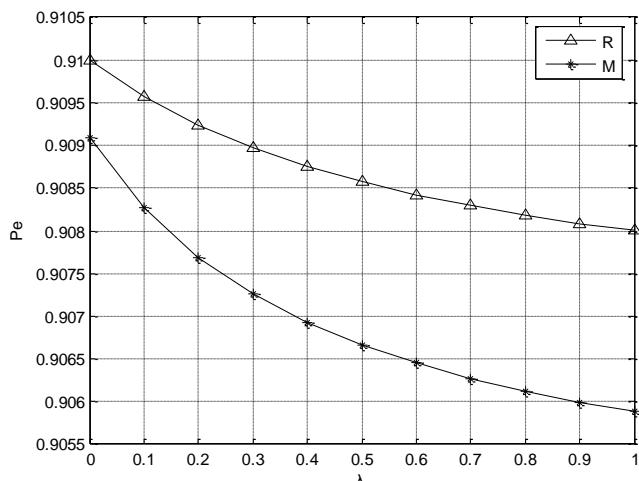


图 2 产品延保服务价格与 λ 的关系

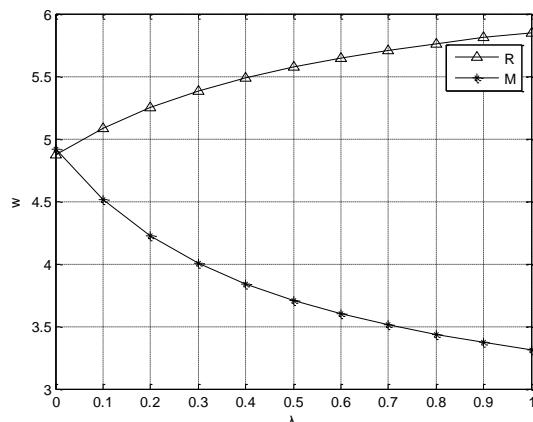


图 3 产品批发价与 λ 的关系

(2) 纵向公平关切系数 λ 对供应链利润的影响

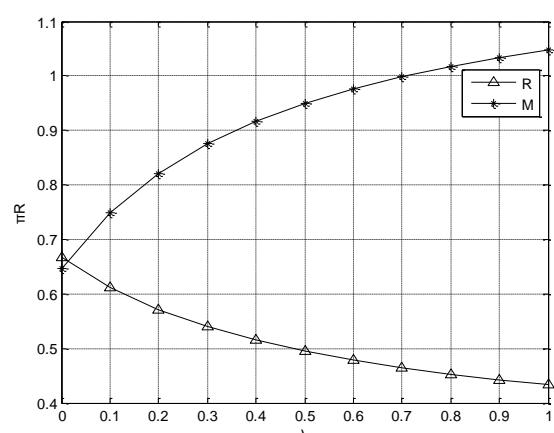


图 4 制造商利润与 λ 的关系

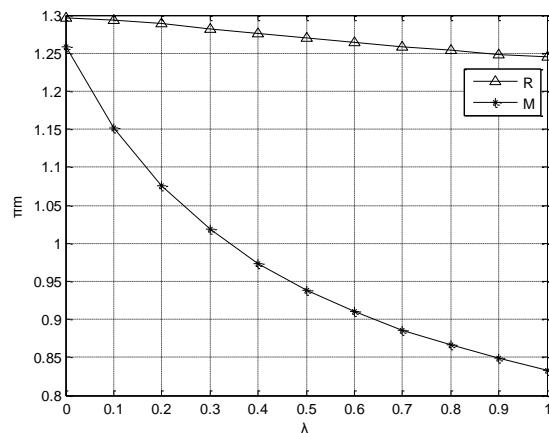


图 5 零售商利润与 λ 的关系

经计算, λ 在[0,1]区间取值时, 基于零售商提供延保服务时, 制造商的利润随着 λ 值的增大而减少; 制造商提供延保服务时, 制造商的利润随着 λ 值的增大而增加, 如图 4 所示。无论是制造商提供延保服务还

是零售商提供延保服务, 零售商的利润随着 λ 值的增加而减少, 基于零售商提供延保服务时零售商的利润要小于基于制造商提供延保服务时零售商的利润, 如图 5 所示。

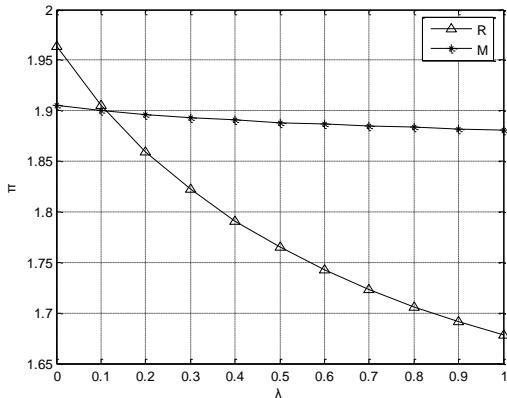
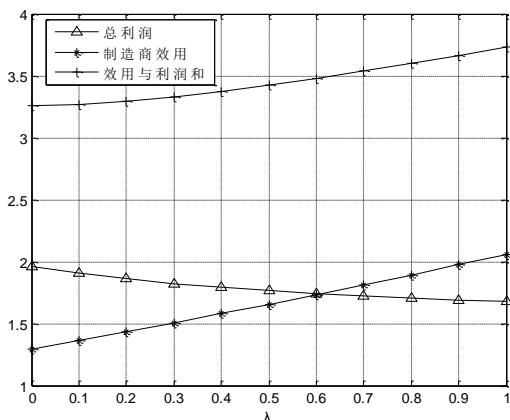


图 6 供应链总利润与 λ 的关系

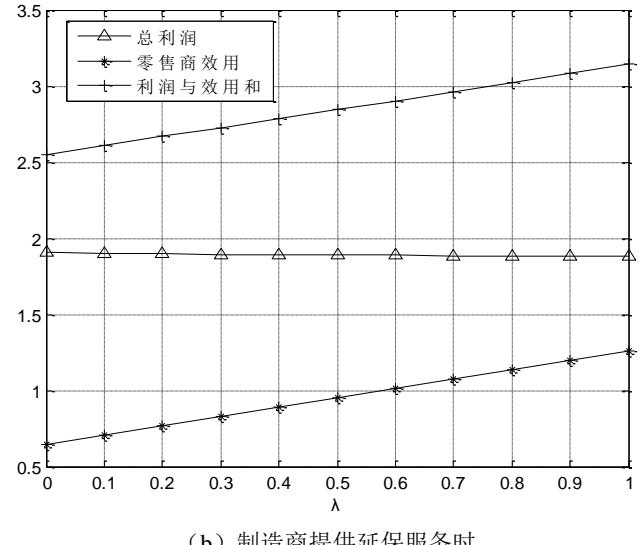
根据图 6, 无论是制造商还是零售商提供延保服务, 供应链利润均随着 λ 值的增加而减少。其中, 当 $\lambda=0.13$ 时基于制造商提供延保服务与零售商提供延保服务的供应链利润相等, 当 $\lambda \geq 0.13$ 时制造商提供延保服务下的供应链利润大于零售商提供延保服务下的供应链利润; 当 $\lambda < 0.13$ 时制造商提供延保服务下的供应链利润小于零售商提供延保服务下的供应链利润。

(3) 纵向公平关切下供应链延保服务决策策略选择

纵向公平关切下的供应链延保服务决策, 除了考虑供应链利润最优, 还要考虑公平关切效用最大。因为公平关切效用为利润差, 供应链利润与公平关切效用之和, 即供应链绩效构成供应链延保服务决策策略制定的重要依据。经过计算, λ 值与供应链绩效的关系如下图 7 所示。



(a) 零售商提供延保服务时



(b) 制造商提供延保服务时

图 7 供应链绩效与 λ 的关系

根据图 7, 结合图 1 和图 6, 供应链企业在进行延保服务决策时, 有如下策略:

①考虑长期战略合作下, 纵向公平关切能够维系供应链合作稳定, 此时根据供应链公平关切效用最大, 可以采用制造商提供延保服务的策略: 纵向公平关切系数 $\lambda=0.31$, 产品最优零售价 $p^{M*}=7.50$, 产品延保服务最优售价 $p_e^{M*}=0.51$, 最优批发价 $\omega^{M*}=3.31$, 制造商最优利润 $\pi_m^M=0.83$ 及零售商最优利润 $\pi_r^R=1.05$ 。

②考虑短期策略性合作下, 供应链成员更加关注利润最大化, 供应链延保服务可以采用零售商提供延保服务的策略: 纵向公平关切系数 $\lambda=0.13$, 产品最优零售价 $p^{R*}=7.34$, 产品延保服务最优售价 $p_e^{R*}=0.69$, 最优批发价 $\omega=4.88$, 制造商最优利润 $\pi_m^R=1.30$, 零售商最优利润 $\pi_r^R=0.67$ 。

③供应链企业可根据期望利润或绩效制定提供延保服务时的纵向公平关切策略: 考虑供应链利润最优情形下, 若由制造商提供延保服务, 纵向公平关切系数 λ 取值处于 $[0.31, 1]$ 区间, 以满足零售商的公平关切偏好; 若由零售商提供延保服务, 纵向公平关切系数 λ 取值应处于 $(0, 0.13]$ 区间, 以满足制造商的公平关切偏好; 考虑供应链绩效最优情形下, 延保服务提供方为满足对方的公平关切偏好, 纵向公平关切系数 λ 取值应处于 $(0.13, 0.31]$ 区间。

6 结论

考虑供应链上下游成员间纵向公平关切情形下，在由一个制造商和一个零售商组成的二级供应链系统中，分别建立基于零售商和基于制造商提供延保服务的供应链决策模型，分析纵向公平关切偏好下的延保服务策略。经过仿真实验，得出如下结论：

零售商作为供应链核心企业，提供延保服务并考虑制造商的公平关切偏好时，随着制造商公平关切偏好程度的提升（纵向公平关切系数值的增大），产品零售价格、批发价格提高，产品延保服务销售价格降低，制造商的公平关切效用增大，但制造商和零售商的利润均减少；

制造商作为供应链核心企业，提供延保服务并考虑零售商的公平关切偏好时，随着零售商公平关切偏好程度的提升（纵向公平关切系数值的增大），产品的零售价格提高，产品延保服务的销售价格、批发价价格降低，制造商的利润随增加，零售商的公平关切效用增大，但零售商的利润降低；

供应链企业可根据供应链利润最优和供应链绩效最优来制定延保服务策略：考虑长期战略合作下，根据供应链公平关切效用最大，采用制造商提供延保服务的策略；考虑短期策略性合作下，根据供应链利润最大化，采用零售商提供延保服务的策略；

供应链企业可根据期望利润或绩效制定提供延保服务时的纵向公平关切策略，使得延保服务提供方满足对方的公平关切偏好。纵向公平关切系数 λ 可以在多个区间进行取值，形成多种供应链纵向公平关切策略。

与现有文献的研究结果相比，现有研究主要针对同一供应链中零售商之间考虑横向公平关切下的定价策略，目的是减少渠道冲突；本研究则针对制造商与零售商之间考虑纵向公平关切下的定价策略，目的是既减少渠道冲突，同时还避免供应链失稳。随着当前对供应链“断链”可能导致供应链安全的关注越来越多，本研究结果更贴近于这一应用实际。

在供应链合作关系中，同一层级成员（如零售商层次的多个零售企业）之间的横向公平关切行为和不同层级之间的纵向公平关切行为会同时存在，在这两种行为的共同作用下，对供应链延保服务决策策略会产生什么样的影响，将是下一步值得深入研究的一个方向。

参考文献

- [1] 刘震, 经有国, 秦开大. 基于延保服务授权条件契约的制造商渠道入侵策略[J]. 管理工程学报, 2022, 36 (04): 186-195.
- [2] 伍星华, 艾兴政. 零售商信息分享影响延保服务供应链产品定价及服务质量决策机理探讨 [J]. 中央财经大学学报, 2022 (06): 104-115.
- [3] 李春发, 崔鑫, 周驰, 米新新. 批发和寄售模式下电商平台延保服务定时定价策略 [J/OL]. 计算机集成制造系统: 1-14 [2022-08-18]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5946.TP.20220715.1918.010.html>
- [4] 艾兴政, 张越, 李晓静, 汪敢甫. 延保服务的供应链收益共享合同选择 [J]. 系统工程学报, 2018, 33 (04): 500-510.
- [5] 但斌, 高艳, 掌曙光. 产品服务供应链中延保服务销售策略研究[J]. 管理评论, 2020, 32 (04): 171-182.
- [6] 洋家丽. 公平关切下供应链延保服务渠道策略研究[D]. 武汉纺织大学, 2020.
- [7] Desai, P. S. & Padmanabhan, V.. Durable good, extended warranty and channel coordination [J]. Review of Marketing Science, 2014, 2 (2): 1-23.
- [8] Cohen M A, Whang S. Competing in product and service: A product life-cycle model [J]. Management science, 2009, 36 (4): 611-623.
- [9] 聂佳佳, 邓东方. 产品质量影响延保成本下的延保服务外包策略 [J]. 工业工程与管理, 2014, 19 (3): 26-32+100.
- [10] 张旭梅, 刘翔宇, 伏红勇. 基于服务水平的制造商延保服务销售渠道选择 [J]. 工业工程, 2012, 15 (06): 44-49.
- [11] 寇军. 制造商与零售商同时提供延保服务的协调策略——基于产品服务供应链背景[J]. 华东经济管理, 2016, 30 (07): 140-145.
- [12] Jiang B, Zhang X. How Does a Retailer's Service Plan Affect a Manufacturer's Warranty? [J]. Management Science, 2011, 57 (4): 727-740.
- [13] 刘运鑫, 张继红, 杨晓东. 考虑成本的双渠道供应链延保问题研究 [J]. 上海管理科学, 2015, 37 (04): 63-69.
- [14] Bian Y, Yan S, Zhang W, et al. Warranty strategy in a supply chain when two retailer's extended warranties bundled with the products [J]. Journal of Systems Science & Systems Engineering, 2015, 24 (3): 364-388.
- [15] Cui T H, Raiu J S, Zhang Z J. Fairness and channel coordination [J]. Management Science, 2007, 53 (8): 1303-1314.

- [16] 杜少甫, 杜婵, 梁樑, 刘天卓. 考虑公平关切的供应链契约与协调 [J]. 管理科学学报, 2010, 13 (11): 41-48.
- [17] 毕功兵, 何仕华, 罗艳, 梁樑. 公平偏好下销售回扣契约供应链协调[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33 (10): 2505-2512.
- [18] HO T, SU X, WU Y. Distributional and peer-induced fairness in supply chain contract design [J]. Production & Operations Management, 2014, 23 (2): 161-175.
- [19] SHI Y C., ZHU J A. Game-theoretic analysis for a supply chain with distributional and peer-induced fairness concerned retailers [J]. Management Science & Engineering, 2014, 8 (1): 78-84.
- [20] 姚锋敏, 滕春贤. 公平关切下的两零售商竞争闭环供应链决策模型 [J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23 (08): 1731-1738.
- [21] 王宁宁, 樊治平, 王育彩. 电信服务与手机捆绑销售模式下考虑公平的均衡策略 [J]. 中国管理科学, 2019, 27 (03): 66-76.
- [22] 王宣涛, 张玉林. 考虑顾客行为与零售商公平关切的易逝品定价与供应链协调研究 [J]. 管理工程学报, 2015, 29 (01): 89-97.
- [23] 易余胤, 张永华, 姚俊江. 考虑网络外部性和渠道权力结构的供应链延保服务模式研究 [J]. 管理工程学报, 2018, 32 (03): 92-104.
- [24] 唐华, 艾兴政, 钟丽. 基于产品与延保服务竞争的供应链协调机制研究 [J]. 管理学报, 2021, 18 (06): 929-937.